

人

と

自

然

24

2013
平成25年

人 と 自 然 (Humans and Nature)

第24号

原著論文

小舘誓治：尾根型斜面地におけるマツ枯れ被害度と土壤環境との関係	1
小林文夫：京都府、下夜久野地域の舞鶴層群石灰岩・礫岩産ペルム紀有孔虫化石（英文）	9
秋山弘之・横山勇人・田中敦司・古木達郎・山口富美夫：多様な環境を有する島嶼における蘚苔類の種多様性調査－32km長距離ベルトトランゼクト法を活用した屋久島での事例－	21

総 説

三谷雅純：生涯学習施設は言葉やコミュニケーションに障がいを持つ人とどう向き合うべきか：総説	33
---	----

報 告

石田弘明・矢倉資喜・塩谷智也：鹿児島県栗野岳における希少樹種エドヒガンの生育立地と個体群構造	47
半田久美子・三枝春生・池田忠広・小林文夫・佐藤裕司・武田重昭・上田萌子・阪上勝彦・八尾滋樹・小林美樹・西岡敬三・古谷 裕・高橋 晃・太田英利・中瀬 勲：ひょうご恐竜化石国際シンポジウム実施報告	51

資 料

佐藤裕司：兵庫県産淡水藻目録	63
小林文夫：栃木県葛生地域の中中部ペルム系鍋山層産 <i>Parafusulina</i> 5 種の形態変異（英文）	85
藤原千鶴・田村和也・辻 秀之・石田弘明・南山典子・塚原 淳・守 宏美・服部 保：尼崎の森中央緑地における地域性苗による森づくりの現状	123

「人と自然」投稿規定	135
------------------	-----

「人と自然」投稿カード	137
-------------------	-----

編集委員会

委員長：三谷雅純 委員：小林文夫／太田英利／藤井俊夫／赤澤宏樹

Editorial Board, Editor-in-chief: Masazumi MITANI.

Editors: Fumio KOBAYASHI, Hidetoshi OTA, Toshio FUJII, Hiroki AKAZAWA.

尾根型斜面地におけるマツ枯れ被害度と土壌環境との関係

小 舘 誓 治¹⁾*

Relationship between the soil condition and pine wilt disease on a ridge-shaped slope

Seiji KODATE¹⁾*

Abstract

The topography, vegetation and soil properties were investigated in a stand of red pine (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) forest on a ridge-shaped slope in Sanda City, Hyogo Prefecture. The purpose of this study is to clarify the relationship between the degree of damage of the forest from the pine wilt disease and environmental and topographic factors, such as the position on the slope and the maximum capillary-water capacity of the soil. The degree of elongation growth of the red pine tended to be smaller on the upper part of the slope than the lower part. There was also a tendency of more frequent, severer pine root die-back damage on the lower part of the slope than the upper part. The total basal area was higher in plots with severe pine wilt damage than in other plots. The soil in the investigated area was thin in effective depth and poor development. The soil water-repellency was weaker in plots with severe pine wilt damage than in the other plots. Plots with severe damage from the pine wilt disease had a better soil moisture environment than the other plots. Resistance of the red pine to the dryness was weak, and trees that had developed in a good moisture environment appeared prone to root desiccation during periods of extraordinary summer dryness.

Key word: Ridge-shaped slope, Red pine forest, Pine wilt disease, Soil condition, Soil water-repellency, Maximum capillary-water capacity

はじめに

西日本において里山を構成する代表的な樹林の一つにアカマツ林があげられる。この樹林はかつて広い面積を占めていたが1970年代以降に広がった、マツ材線虫病、いわゆる「マツ枯れ」によって他の樹林に変化している(豊原ほか, 1986; 藤原ほか, 1992)。一方その後成長した比較的若いアカマツ林でもマツ枯れが近年、持続的に発生しているようである。

マツ枯れは立地の影響を受けるという報告がある(岩崎, 2000; 三木ほか, 2001)。アカマツ林の立地環境(斜面上の位置など)とマツ枯れ被害の関係についての最近

の研究では、斜面の上部よりも下部の方がマツ枯れ被害が大きいことが報告されている(岩崎, 2000; 三木ほか, 2001)。また、その斜面位置の違いは土壌含水率の違いを反映し、相対的に日常の土壌水分率が高い斜面下部で、降水量が少ない年のように急性の水ストレスがかかった場合に、乾燥ストレスに順応していない斜面下部の個体は枯死しやすいと考えられている(岩崎, 2000)。

土壌含水率(採取時水分量)は、降雨など天候によって変動する水分量である。しかし、その立地の土壌水分環境を表す指標としては、天候によって変動しないものの方がより望ましい。天候に比較的左右されない水分量として、保水量の一つである最大毛管容水量(以下、保

¹⁾ 兵庫県立人と自然の博物館 自然・環境再生研究部 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 Division of Ecological Restoration, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan

* 兼任: 公立大学法人兵庫県立大学 自然・環境科学研究所 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan

水量という)があげられる。

ところで、マツ類(Pinus)などが優占する樹林における表層土壌で、菌根菌の菌糸や有機物等の存在によって強い撥水性がみられることが知られている(Richardson and Hole, 1978; 小川, 1991)。その撥水性は前述の保水量にも影響を及ぼし、ひいては、そこに生育する植物にも影響を及ぼしていると考えられる。

今回、マツ枯れが進行している尾根型斜面地のアカマツ林において、その被害程度と表層土壌の保水量を調査し、その保水量を用いて撥水性の程度を把握することを試み、マツ枯れ被害と土壌環境の関係の検討を行った。

調査地および方法

1 調査地の概要

図1に調査地点図を示した。調査地は兵庫県三田市福島(北緯34°54'44", 東経135°13', 標高175~185m)にある南西向きの尾根型斜面(今村ほか, 1984)である。

尾根型斜面(あるいは凸形斜面)を選んだのは、直線型斜面(平衡斜面)や谷型斜面(凹形斜面)という他の斜面型に比べ物質の移入が少なく、水分が失われ乾燥しやすい斜面形(丸山, 1993)であり、斜面上の位置などと関係した土壌水分環境の変化が捉えやすく、土壌中での撥水性の影響が強いと考えたからである。またこの斜面地を選んだのは、アカマツ林が尾根筋に沿って帯状に分布し、部分的に調査時点でマツ枯れの発生がみられたからである。この地域一帯の山地斜面をみると、二次林的なアカマツ林が広く分布しており持続的にマツ枯れが発生している。また一部に基岩が露出したような場所(以下、露岩地と呼ぶ)に自然林的なアカマツ低木疎林がみられる。山麓部にはコナラ林、ヒノキ林、モウソウチク林、スギ林などの二次林や植林がみられる。

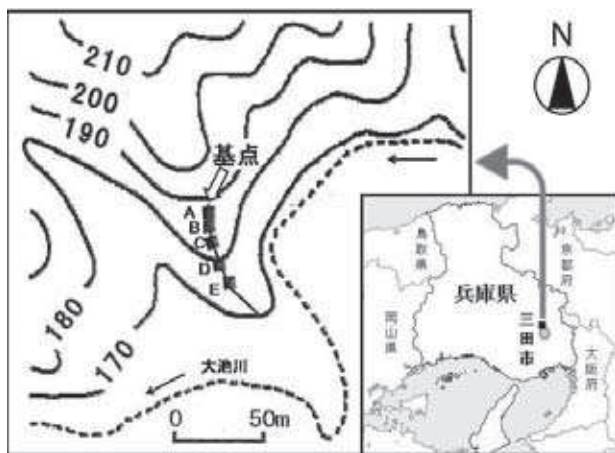


図1 調査地点図

図中のアルファベット(A~E)は地点を示す。

本地域の地質は、中生代白亜紀後期の有馬層群(流紋岩質含礫溶結凝灰岩)である(後藤, 1983)。しかし一部の地域で地表にチャートの円礫の存在が認められることから高位段丘礫層も存在している。土壌は乾性褐色森林土が広く分布している(東・土田, 1983)。本地域を含む三田市の気候(資料期間: 1979~2000年: 気象庁のホームページ)は、年間降水量が1,265mm、年平均気温が13.2℃である。しかし本調査地でマツ枯れが発生した2002年の年間降水量は895mmと少なく、特にマツ葉の色の変化が目立ちはじめた7~9月の夏期3ヶ月間の降水量は平年値433mmの約半分の223mmであった。

2 調査および分析方法

尾根型斜面上部に基点を設け、そこから尾根筋に沿って斜面上の異なる位置でマツ枯れ被害の程度の違う林分(アカマツ林・コナラ林)のそれぞれに1方形区(面積5m×5m)ずつ、合わせて5方形区(地点名A~E)を設置した。各地点の傾斜角度は、地点A~Cが0~5°で、地点D~Eは6~8°である。なお1方形区の面積を5m×5mとしたのは、対象とした場所が小尾根で地形的に凸型の部分が狭かったためである。

植生調査は、各地点において胸高以上の樹木を対象とした毎木調査を行った。その際、枯れたアカマツに関しては、その幹や枝にカミキリ類の痕跡(食害など)が無いかどうかを確認し記録した。また各地点で成長がよい4個体のアカマツを選び、逆目盛計測桿によって主幹の節間の長さ(年間伸長成長量)を測定した(なお地点Aと地点Eについては、それぞれの方形区の立地環境に近いと思われる方形区外の個体も調査対象とした)。

土壌調査は、各地点方形区内のそれぞれの代表的な1ヶ所において検土杖を用いた最大貫入深の測定、各土層の厚さや土色などの土壌の特徴を記録した。また同じ位置の約50cm×50cmの範囲内において、表層(0~5cm)の土壌試料(化学性測定用土壌試料および100ml円筒土壌試料)を採取し持ち帰った。なお土壌採取時に菌糸の状態(菌糸が、「層状」・「多い」・「あり」・「なし」の4段階で評価)を記録した。採取した土壌試料を用いてpH(H₂O)(以下pHという)、電気伝導度、土壌三相の容量比等の測定を土壌標準分析・測定法(土壌標準分析・測定法委員会編, 1986)に従って行った。また保水量(最大毛管含水量)を測定するために土壌三相の測定手順の途中で、円筒土壌試料の下部から毛細管現象によって吸水させて飽水状態(これを自然状態の保水量と呼ぶ)にし、その後24時間以上放置して試料の重さを測定した。一般に菌糸などの影響によって土壌が水をはじく性質が強い場合、アルコールで洗浄すると吸水することが知られており、飽水状態にする場合この処

理を行う（河田，1989）．そこで自然状態での飽水状態の重さを測定後，土壤中の撥水性の状態を知る目的で，撥水性を除去するため70%アルコールを10mlずつ各円筒土壌試料に表面から浸透させ，その後24時間以上放置し，アルコール処理後の飽水状態の試料の重さを測定した．なお土壌三相は，各地点から採取した円筒土壌試料3個ずつを用いて測定し，解析にはそれらの平均値を用いた．またpH，電気伝導度は，各地点で採取した試料を1回ずつ測定しその値を解析に用いた．

比較のために，近隣の露岩地（1方形区：自然性が高いと思われるアカマツ低木疎林）においてほぼ同様の調査を行った．ただし土壌の採取はAo層が存在するところとAo層が存在しないところの2ヶ所で行った．なお野外調査は2002年11月～2003年2月にかけて行った．

結 果

1 アカマツの伸長成長とマツ枯れ被害

図2に各地点におけるアカマツの伸長成長を示した．斜面上の位置とアカマツの伸長成長との関係を見ると，斜面上方の地点Aで成長が悪く，斜面下方ほどよくなる傾向が認められる．なお伸長成長を測定したアカマツの主幹の節間数は25～33で，地点間で大きく違わなかった．地際付近での節間が不明瞭な部分を考慮すると調査地のアカマツの樹齢は40年以下と推定された．

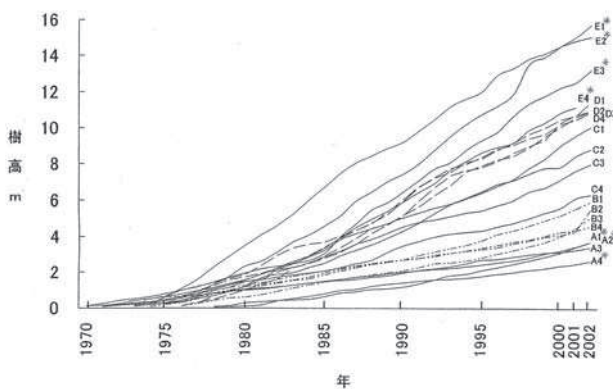


図2 各地点におけるアカマツの伸長成長
図中のアルファベットは地点名を，数字は個体をそれぞれ示す．ただし，*は，各方形区近く（方形区外）の個体を示す．

表1に各方形区の位置と林分の相観およびマツ枯れ被害の程度を示した．また表2に胸高以上の全樹木（マツ枯れ個体を含む）を対象とした，地点A～Eの方形区内における胸高断面積合計を示した．各地点の林分を相観的にみると，地点A～Dがアカマツ林（ただし地点Aは疎林でリョウブの割合が高い），地点Eがコナラ林で

あった（表1）．各地点の胸高断面積合計は斜面下方ほど大きくなる傾向がみられた（表2）．

各地点のマツ枯れ割合をみると，方形区内全アカマツ個体に対する枯れ個体（本数）では，地点Aで0%，地点Bで17%，地点Cで29%，地点Dで75%であった．また方形区内全樹種の胸高断面積合計によるアカマツ枯れの割合は，地点Aで0%，地点Bで2.4%，地点Cで13.5%，地点Dで69.2%であり，いずれの割合も斜面下方ほど被害程度が高い傾向がみられた（表1，表2）．他の地点よりも高い胸高断面積合計を示した地点Dではマツ枯れ被害の割合が特に高かった．

表1 各地点の方形区の位置，林分の相観，マツ枯れ木の本数割合，幹等にカミキリ類の痕跡がない個体数

地点	方形区の位置 (基点からの斜面長)	相 観	方形区内全アカマツ個体 に対する枯れ個体の割合	幹等にカミキリ類の 痕跡がない個体数
A	0 ～ 5m	アカマツ林	0% (2本中 枯れなし)	—
B	5 ～ 10m	アカマツ林	17% (29本中 5本枯れ)	5本枯れ中 4本
C	12 ～ 17m	アカマツ林	29% (28本中 8本枯れ)	8本枯れ中 4本
D	26 ～ 31m	アカマツ林	75% (12本中 9本枯れ)	9本枯れ中 0本
E	41 ～ 46m	コナラ林	— (アカマツの立木なし)	—

表2 各地点における樹種ごとの胸高断面積（BA）の割合（%）とBA合計

種名	地点	A	B	C	D	E
<常緑針葉樹>						
アカマツ		22.9	76.2	76.5	10.5	・
アカマツ (枯れ)		・	2.4	13.5	69.1	・
ネズ		・	・	0.4	2.4	・
ヒノキ		・	1.3	・	・	・
<落葉広葉樹>						
コナラ		1.7	9.1	4.5	3.0	6.3
クヌギ		・	1.8	0.0	0.9	61.4
シラカシ		・	0.8	0.1	6.3	4.8
ツバキ		・	・	1.1	1.0	1.1
ミヤマザサ		・	0.4	0.3	0.0	・
リョウブ		72.6	4.1	・	・	・
ヤマウルシ		・	0.4	0.8	・	・
ナツハヒ		・	・	0.5	0.3	・
ガンピ		・	0.1	0.1	・	・
マルバアオダモ		2.3	・	・	・	・
タカノツメ		・	0.8	・	・	・
ヤマハヒ		・	・	・	3.6	・
アヘマキ		・	・	・	・	23.4
ウリカエデ		・	・	・	・	2.3
カマツカ		・	・	・	・	0.3
モチツツジ		・	・	・	・	0.3
<常緑広葉樹>						
ソコ		0.6	2.6	・	2.9	・
ヒサギ		・	・	2.2	・	・
BA合計 (cm ² /25m ²)		33.8	234.3	624.0	1029.1	960.0

表中の「0.0」は，0.1%未満を示す．

図3に地点A～Dにおけるアカマツの胸高直径と樹高の関係を示した．アカマツ枯死木の樹皮を現地で剥いで確認したところ，地点Dの個体のほとんどにマツ材線虫病の伝播者とされるマツノマダラカミキリ（森本・岩崎，1972）の材入孔や幼虫および食害痕がみられた．一方，地点Bと地点Cでのアカマツ枯死木の幹では樹高

5m以上の個体で幼虫や食害痕がみられたが、それよりも小さな個体には材入孔や食害などはほとんど確認できなかった（表1）。

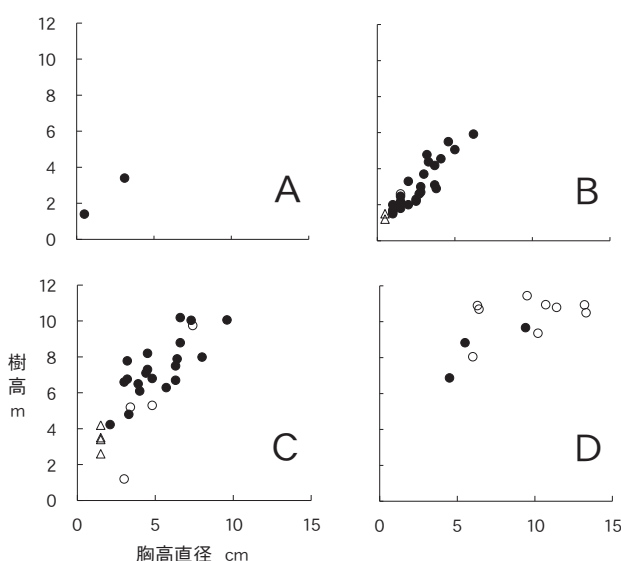


図3 地点A～Dにおけるアカマツの胸高直径と樹高
●：生立木，○：枯死木，△：枯死木で、幹にカミキリ類の痕跡がない個体を表す。

2 土壌の厚さとその特徴

表3に各地点におけるAo層の厚さ、検土杖による最大土壌貫入深、各土層の深さ、土色を示した。Ao層は地点Aでわずかに認められる程度で、斜面下方の地点ほど厚くなる傾向が認められた。ちなみに地点Aと地点Bでは落葉が少ないため、林床にハナゴケやトゲシバリなどの地衣類の生育が見られた。最大土壌貫入深は地点Eで23cmであったが、地点A～Dでは8～12cmであり、全般に土壌が浅かった。土色は全般的に明るく淡い色であり、腐植などが少なく有効土層が薄いと推測された。

3 表層（0～5cm）土壌の理化学性

表3に表層土壌の電気伝導度とpHを示した。pHは6.2（地点A）から4.2（地点E）の範囲であった。また電気伝導度は10.8 μ S/cm（地点A）から32.3 μ S/cm（地点E）の範囲であった。露岩地の電気伝導度とpHは、Ao層が存在するところで、それぞれ14.3 μ S/cmと5.1、Ao層が存在しないところで、それぞれ20.2 μ S/cmと5.1となり、地点Bと地点C（あるいは地点D）との間の値を示した。

表4に各地点の容積重と土壌三相の容量比を示した。なお有意差の検定をKruskal Wallis H-test（比較検定）で行った結果、表4の項目はすべて危険率 $P>0.05$ で差が認められた。しかし、その後のMann-Whitney

表3 各地点におけるAo層の厚さ、検土杖による最大土壌貫入深、各土層の深さ、土色および表層土壌の電気伝導度、pH、菌糸の状態

地点	A	B	C	D	E	露岩地の アカマツ林
土壌項目						
Ao層の厚さ(cm)	±*	2	4	6.5	10	±*
最大貫入深(cm)	8	12	11	12	23	6
第1層の深さ(cm)	0～3	0～5.5	0～3	0～3	0～6.5	0～1.5
＼土色	2.5Y6/4 にぶい黄色	2.5Y5/4 黄褐色	10YR5/4 にぶい黄色	10YR4/6 褐色	10YR4/4 褐色	10YR6/6 明黄褐色
第2層の深さ(cm)	3～8	5.5～7.5	3～7.5	3～8	6.5～19	1.5～6
＼土色	2.5Y7/4 浅黄色	2.5Y6/3 にぶい黄色	10YR5/6 黄褐色	10YR5/6 黄褐色	10YR5/6 黄褐色	10YR7/6 明黄褐色
第3層の深さ(cm)	—	7.5～12	7.5～11	8～12	19～23	—
＼土色	—	10YR6/6 明黄褐色	2.5Y7/4 浅黄色	2.5YR6/4 にぶい黄色	2.5Y6/4 にぶい黄色	—
表層（0～5cm）の 電気伝導度(μ S/cm)	10.8	11.8	20.1	20.8	32.3	20.2 14.3**
表層のpH	6.21	5.22	4.54	4.67	4.15	5.07 5.10**
表層の菌糸の状態	あり	あり	あり	あり	あり	あり

*：±は、方形区内の一部でAo層が存在したことを示す。

**：Ao層が存在していたところの試料で測定。

土色は、標準土色帖（マンセル系統分類方式）による。

U-test with Bonferroni correction（多重比較）を行ったところ有意差がないという判定になった。

アルコール処理後の保水量をみると、地点Aで42.6％、地点Bで44.7％、地点Cで50.8％、地点Dで51.4％、地点Eで50.1％であり、斜面下方でやや高い傾向がみられ、地点C、D、Eでは比較的近い値を示した。処理後の保水量増加分（処理後の保水量と処理前の保水量の差）は、地点Aで1％、地点Bで9％、地点Cで22％、地点Dで7％、地点Eで23％であった。一方、露岩地のAo層が存在するところとAo層が存在しないところの保水量は、それぞれ42.2％と41.8％（アルコール処理前）、44.0％と41.8％（アルコール処理後）であった。露岩地の保水量は、いずれもAo層が存在するところの値は地点BのそれらとAo層が存在しないところの値は地点Aのそれらと近い値を示した。

容積重と孔隙量は、コナラ林である地点Eでは、それぞれ70.9 g／100mlと71.7％であったが、他のアカマツ林の地点では、それぞれ94.9 g／100ml（地点C）～136.5 g／100ml（地点A）と63.4％（地点C）～48.4％（地点A）で、ち密な土壌であった。露岩地では、Ao層が存在するところの120.0 g／100ml（容積重）と54.6％（孔隙量）、Ao層が存在しないところの138.6 g／100ml（容積重）と48.1％（孔隙量）であった。露岩地の容積重と孔隙量は、Ao層が存在するところは地点Bのそれらと、Ao層が存在しないところは地点Aのそれらと、それぞれ近い値を示した。なお採取時水分量は今回同じ日に調査しているが、地点A（29.9％）と地点D（29.0％）でやや高いものの、他の地点では22～24％の範囲で各地点間での差が少なかった（表4）。

表 4 各地点における表層の円筒土壌試料による容積重および土壌三相の容量比（平均値±標準偏差）

地点	容積重	孔隙量	固相	採取時		自然状態の飽水時**		アルコール処理後	
				気相	液相	気相	液相	保水量	保水量の増加分
	g/100ml	%	%	空気率	採取時 水分量	最小 容気量	保水量	%	%
A	136.5±5.5	48.4±2.6	51.6±2.6	18.4±5.8	29.9±3.2	6.5±2.3	41.9±0.9	42.6±1.0	0.7±0.8
B	116.5±7.9	54.9±2.5	45.1±2.5	30.6±2.2	24.3±0.8	19.3±1.3	35.6±1.3	44.7±2.6	9.1±1.3
C	94.9±1.2	63.4±0.2	36.6±0.2	41.6±2.4	21.8±2.4	34.6±5.2	28.8±5.1	50.8±1.5	22.0±3.6
D	108.5±2.7	59.8±0.8	40.2±0.8	30.7±1.3	29.0±0.6	14.9±1.2	44.9±0.5	51.4±0.7	6.5±1.1
E	70.9±11.8	71.7±4.4	28.3±4.4	49.1±3.6	22.6±1.6	44.3±5.3	27.4±4.6	50.1±2.0	22.7±2.6
* 露岩地	120.0±2.1	54.6±0.8	45.4±0.8	24.6±0.5	30.0±0.4	12.5±1.0	42.2±1.8	44.0±1.8	1.8±0.6
露岩地	138.6±6.9	48.1±2.7	51.9±2.7	18.9±4.8	29.2±2.1	6.3±1.8	41.8±1.4	41.8±1.8	0.0±0.5

*：露岩地のアカマツ低木疎林のデータで、上段がA₀層が存在するところ、下段がA₀層がないところを示す。

**：毛細管現象で最大に水分を保持した状態。その時の液相（保水量）は最大毛管容水量である。

考 察

今回調査を行った尾根型斜面の土壤は、総体的に有効土層が薄く、土色が淡い色であることや電気伝導度が低いこと（表 3）などから判断して、土壌化が進んでいないようであった。特に地点 A、B の土壤環境は、露岩地のアカマツ林の土壤と未熟土的であるという点でよく似ていた。斜面上の位置とアカマツの伸長成長との関係を見ると、斜面上方の地点 A で成長が悪く、斜面下方でよくなる傾向が認められた（図 2）。

諸戸ほか（1987）は、中部低山地帯において複数の母材地域の土壤とアカマツの伸長成長の関係を報告している。それによれば、各土壤母材地域ともにアカマツの成長は、地形別にみると尾根部が最低で、斜面中部・下部の方が良好であり、特に堆積岩（新第三紀）地域で、より顕著な違い（斜面下部ほど成長がよい）があることが示されている。また、その地域の土壤は未熟土的な乾性赤色系褐色森林土であり、表層土壌の pH は、4.8～3.9 の範囲である。これらの斜面位置に対するアカマツの伸長成長の傾向は土壤母材（地質）が異なるが本調査地の結果と一致する。一方、本調査地の表層土壌の pH は 6.2（地点 A）から 4.2（地点 E）の範囲で、諸戸ほか（1987）の調査結果よりもやや高い値を示した。また本調査地の電気伝導度は 32 μ S/cm 以下で総体的に表層土壌にしては低い電気伝導度であり、貧栄養であることがわかる。

胸高断面積合計はアカマツの伸長成長と対応して斜面下方で大きかった。また斜面上の位置とマツ枯れの被害程度との関係を見ると、斜面下方で被害程度が大きかった（表 1、表 2、図 3）。二井（1999）は、マツ材線虫病

によって大径木の方が枯れやすいことを報告している。今回の調査でアカマツ枯死木の存在が比較的多く認められたのは、地点 C と地点 D である。地点 C でみられたアカマツ枯死木は下層の小径木で、これらの幹にはマツノマダラカミキリの幼虫や食害が認められなかった（図 3）。このことから被圧などの別の原因で枯死した可能性が高い。節間数の調査から推定された本調査地のアカマツの樹齢は 40 年以下で大径木と言えるような個体はなかったが、地点 D では他の地点よりも胸高直径が大きい個体（胸高直径 10cm 以上）がみられ、それらの多くが針葉の一斉変色やマツノマダラカミキリによる食害などのマツ材線虫病の特徴を示していた。したがって本研究の結果は大きな個体の方が枯れやすいという二井（1999）の報告と矛盾しないと考えられる。

一般に尾根部の土壤中では菌糸などが発達しその遺体などが集積され、菌糸網層となる場合もある（森林土壌研究会編、1982）。菌糸の遺体が集積したり、それらの層が発達すると土壤は強い撥水性を示し、乾燥しやすい地形である尾根部では、いっそう乾燥化が進む。今回の調査地点では、どの地点でも菌糸の存在は認められるものの（表 3）、菌糸網層は認められなかった。しかしアルコール処理を行うと、各地点の土壤試料で撥水性が除去され処理後の保水量の増加が認められた（表 4）。ただし地点 C や地点 E と比べると、地点 D の処理後の保水量増加分は少なく、有機物・菌糸など撥水性を示す物質の集積が少なかったことを示唆するものと考えられた。撥水性除去前の保水量が高いことも合わせて考えると、地点 D は地点 C や地点 E に比べて土壤の乾燥化が進みにくい条件にあったと考えられる。

岩崎（2000）は、斜面の上部よりも下部の方がマツ

枯れ被害が大きいとし、その斜面位置の違いは土壌含水率の違い（斜面下部の方で土壌含水率が高い）を反映しているとした。すなわち相対的に土壌含水率が高い斜面下部ではそこに生育するアカマツ個体は乾燥ストレスに順応できておらず、降水量が少ない年のように強い水ストレスがかかった場合に、枯死しやすいと考えた（岩崎, 2000）。一方、菊池ほか（1991）はアカマツの菌根の形成がマツ枯れに対する抵抗性を高めている可能性があることを述べている。この抵抗性は菌根の形成が植物の水分吸収能力を高める（Duddridge et al., 1980）ことと関係していると考えられている。

本調査地域では同じ日の土壌含水率（採取時水分量）を測定している。地点Bと地点Cと地点Eの間では、表層土壌の採取時水分量は地点間の差は少なかったが、地点Aと地点Dではそれらの地点よりもやや高かった。その傾向は自然状態の保水量でも同様であった（表4）。地点Aでは容積重が非常に高くで孔隙量が低いことで土壌がち密で堅くなっており、有効土層が非常に薄い。また、この地点の胸高断面積合計は少なく、他の地点と比べると共存種も極端に少ない（表2）。これらのことから地点Aでは植物の定着がしづらく、また定着した植物の根の発達が悪く、図2のアカマツの伸長成長で示されたように地上部の伸長も十分行われないうものと考えられる。それらを反映して表層土壌に対しての有機物や菌糸の影響も少なく、アルコール処理後の保水量の増加分も非常に少なくなったものと考えられる。地点Aにつづく地点Bと地点Cは、容積重で地点A > 地点B > 地点Cの関係があり、孔隙量と最小容気量は逆に地点A < 地点B < 地点Cの関係にある。自然状態の保水量は、地点Aから地点Cに向かって減少する傾向がみられた。逆にアルコール処理後の保水量増加分は増加する傾向がみられた。これらに対応するようにアカマツの伸長成長や胸高断面積合計は地点Aから地点Cに向かって増加する傾向がみられた。地点Cでは孔隙量と最小容気量が高いことから植物の根がよく発達し、落葉等の有機物の土壌中への供給の増加および菌根菌の菌糸が発達しやすい土壌環境であると推察される。そのため土壌中の有機物や菌糸の影響は、アルコール処理後の保水量の増加分から判断してアカマツ林の地点の中では最も大きくなったものと考えられる。

一方、地点Dの胸高断面積合計やアカマツの伸長成長が高いのは、他の地点よりも自然状態の保水量が高く（表4）、日常的に土壌水分に恵まれた環境によって支えられていたと推測される。他方で最小容気量は地点Aに次いで低い状態であった。これらの点が菌糸の発達に負の要素として働いていたのかもしれない。このようなことから、地点Dのような土壌環境のアカマツは、ひとたびマツ材線虫病に感染し、夏期の異常気象（高温少雨）に

よって土壌が極度の乾燥状態になった場合、菌根菌による菌糸の発達が悪いために、逆に乾燥に抵抗性がなく枯れたものと考えられる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、兵庫県立人と自然の博物館の江崎美香氏に現地調査およびデータ整理等をお手伝いいただいた。同博物館の自然・環境再生研究部の研究員の方々に貴重なご意見をいただいた。また同博物館の自然・環境評価研究部の加藤茂弘氏には現地およびその周辺の地質についてご教示いただいた。兵庫県立大学大学院緑環境景観マネジメント研究科の藤原道郎氏および千葉大学大学院園芸学研究科の岩崎寛氏に、マツ枯れ等に関連した文献・資料等の貴重な情報をご教示いただいた。これらの方々に深く感謝いたします。

なお本研究は平成14年度兵庫県立人と自然の博物館総合共同研究「武庫川流域における人と自然の共生」の一環として行った。また兵庫県立淡路景観園芸学校平成14年度共同研究「兵庫県の里山におけるマツ枯れ被害後の林分の植生回復および管理手法に関する研究」の研究費の一部を使用した。

文 献

- 東 順三・土田広信（1983）土地分類基本調査「三田」5万分の1，土壌図および同説明書，兵庫県，44-61.
- 土壌標準分析・測定法委員会（編）（1986）土壌標準分析・測定法，博友社，東京，427p.
- Duddridge, J. A., Malibari, A. and Read, D. J（1980）Structure and function of mycorrhizal rhizomorphs with special reference to their role in water transport. *Nature*, **287** : 834-836.
- 藤原道郎・豊原源太郎・波田善夫・岩月善之助（1992）広島市におけるアカマツ二次林の遷移段階とマツ枯れ被害度，日本生態学会誌，**42**，71-79.
- 今村遼平・岩田建治・足立勝治・塚本 哲（1984）山地の地形，「画でみる地形・地質の基礎知識」，鹿島出版会，東京，pp.68-130.
- 岩崎 寛（2000）マツ材線虫病被害の拡大様式と被害林の動態および修復に関する研究，*景観園芸研究*，**1**，45-86.
- 後藤博弥（1983）土地分類基本調査「三田」5万分の1，表層地質図および同説明書，兵庫県，33-43.
- 河田 弘（1989）森林土壌学概論，博友社，東京，399p.
- 菊池淳一・都野展子・二井一禎（1991）マツ材線虫病に対するアカマツの抵抗性因子としての菌根の効果，*日本林学会誌*，**73**，216-218.
- 丸山明雄（1993）斜面，久馬一剛・佐久間敏雄・庄子貞雄・鈴木 皓・服部 勉・三土正則・和田光史（編），「土壌の事典」，朝倉書店，東京，pp.158-159.
- 三木直子・坂本圭児・西本 孝・吉川 賢・波田善夫（2001）マ

- ツ材線虫病被害の発生に対する立地の影響. 日本緑化工学会誌, **27** (1), 108–113.
- 森本 桂・岩崎 厚 (1972) マツノザイセンチュウ伝播者としてのマツノマダラカミキリの役割. 日本林学会誌, **54**, 177–183.
- 諸戸清一・真下育久・春田泰次 (1987) 中部低山地地帯の土壤の性質とアカマツの成長. 日本林学会誌, **69**, 371–378.
- 二井一禎 (1999) アカマツ林における“マツ枯れ”被害の進展様式. 森林研究, **71**, 9–18.
- 小川 真 (1991) 「マツタケ」の生物学 補訂版. 築地書館, 東京, 333p.
- Richardson, J. L. and Hole, F. D. (1978) Influence of vegetation on water repellency in selected Wisconsin soils. Soil Sci. Soc. Am. J., **42**, 465–467.
- 森林土壌研究会 (編) (1982) 森林土壌の調べ方とその性質. (財) 林野弘済会, 東京, 328p.
- 豊原源太郎・奥田敏統・福島昭郎・西浦宏明 (1986) 松枯れに伴う宮島の森林植生の変化. 日本生態学会誌, **35**, 609–619.
- [付記] 気象庁のホームページ: <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/> (2013 年 7 月).

(2013 年 7 月 30 日受付)

(2013 年 11 月 6 日受理)

Article

Permian foraminifers contained in limestone and conglomerate of the Maizuru Group in the Shimo-Yakuno area, Kyoto Prefecture, Japan

Fumio KOBAYASHI

Division of Earth Sciences, Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo / Division of Natural History, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo, Yayoigaoka 6, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan

Abstract

Three species of the Middle Permian (Capitanian) and 33 taxa of the Late Permian (Lopingian) foraminifers are distinguished from the Nukada Formation correlatable to the upper formation of the Maizuru Group in the Shimo-Yakuno area, Kyoto Prefecture. Capitanian foraminiferal fauna from conglomerate is less diversified in comparison with the contemporaneous ones in the Maizuru Terrane. Either Wuchiapingian or Changhsingian is not easily determinable in the Lopingian foraminifers from limestone. *Palaeofusulina sinensis* and *Colaniella parava* characteristic in the upper formation of the group in other areas are absent in the Shimo-Yakuno area. Capitanian *Lepidolina maizurensis* and Lopingian *Colaniella cuneiformis* are systematically described.

Key words: foraminifers, Capitanian, Lopingian, Maizuru Group, Shimo-Yakuno area

Introduction

Permian and Triassic formations in the Maizuru Terrane are divisible into the Middle to Upper Permian Maizuru Group, Lower to Middle Triassic Yakuno Group, and Upper Triassic Nabae Group (Nakazawa et al., 1958; Shimizu et al., 1962; Kobayashi, 2003). These three groups consist mostly of mudstone, sandstone, and conglomerate. Deep-oceanic sediments are absent and limestones are rare or absent in these three groups. Permian limestone blocks and fragments are all exotic and considered to be derived from the Akiyoshi seamount and continental margin of South China (Kobayashi, 2003).

The Shimo-Yakuno area, Kyoto Prefecture is designated as the stratotype of the Yakuno Group, and a part of the Maizuru Group in the area is named the Nukada Formation (Nakazawa et al., 1957). Although there are many papers on the Triassic bivalve faunas (e.g., Nakazawa, 1958), paleontologic works of Permian foraminifers in the area are few and confined

to those by Ishii et al. (1975) and Yamagiwa et al. (1988).

As the eighth of the serial descriptive works of foraminifers from the Maizuru and Yakuno groups, Capitanian and Lopingian foraminifers found in the Shimo-Yakuno area are described in this paper. They are compared with those from other areas of the terrane. Among the distinguished 36 taxa of foraminifers, *Lepidolina maizurensis* Nogami and *Colaniella cuneiformis* Okimura are systematically described. Two hundred and twenty thin sections from the Shimo-Yakuno area are stored in the Museum of Nature and Human Activities, Hyogo, Japan (Fumio Kobayashi Collection, MNHAH).

Geologic setting

Nakazawa et al. (1957) divided Permian and Triassic formations in the Yakuno area into the Nukada Formation, Yakuno Group, and Heki Formation in ascending order. These units are faulted

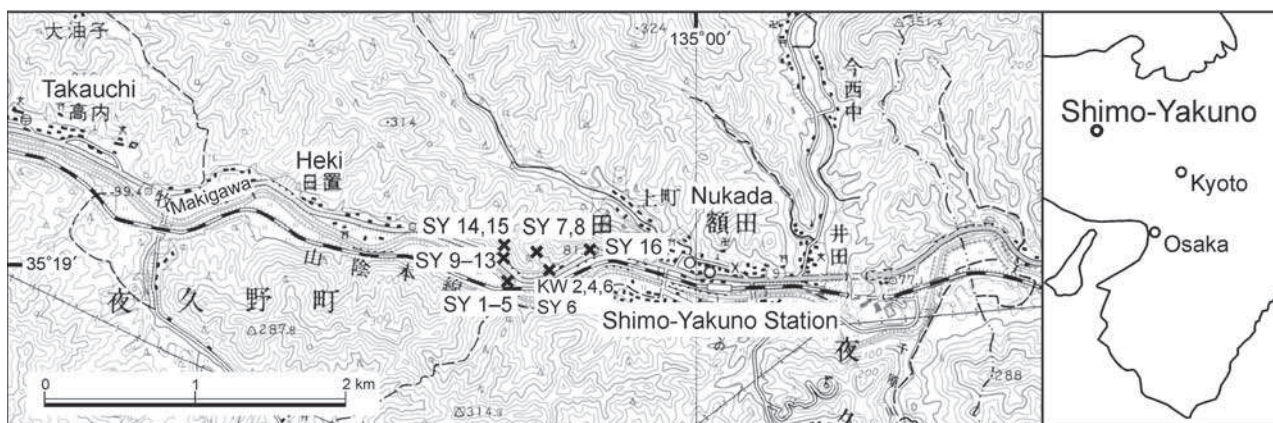


Figure 1. Location of 19 samples of limestone and conglomerate (SY 1–16, KW 2, 4, 6) in the Shimo-Yakuno area. Topographic map is from 1:50,000 map “Fukuchiyama” and “Tajima-Takeda” published by the Geospatial Information Authority of Japan.

and folded in a broad syncline that trends east to west. The Nukada Formation distributed in both southern and northern wings is fault bounded with the Yakuno ophiolitic rocks consisting mainly of gabbroic, diabasic, and sheared granitic rocks. The Heki Formation is exposed only in the southernmost part of the syncline and in fault contact with the Nukada Formation and Yakuno ophiolitic rocks.

The Nukada Formation is more than 250 m thick and correlated to a part of the Maizuru Group. The Yakuno Group is subdivided into the lower Honodani Formation of less than 600 m thick and upper Waruishi Formation of more than 270 m thick. The Heki Formation, about 60 to 180 m thick, is correlated to the Nabae Group in the type area of the eastern marginal part of the Maizuru Terrane (Nakazawa, 1957). These formations consist mostly of mudstone, sandstone, and conglomerate rapidly changing laterally and structurally complicated. Limestone and limestone conglomerate are confined to the Nukada Formation in the Shimo-Yakuno area. Age of these formations are determined by Capitanian and Lopingian foraminifers and brachiopods in the Nukada, Induan bivalves in the Honodani, Smithian and Anisian ammonoids in the Waruishi, and Carnian bivalves in the Heki (Nakazawa et al., 1957; Nakazawa, 1958).

Occurrence of limestone and conglomerate

Limestone and conglomerate of the Nukada Formation are sporadically exposed at some localities west of JR Shimo-Yakuno Station. Nineteen limestone and conglomerate samples (SY 1–16, KW 2, 4, 6) were collected to examine foraminiferal faunas of the

area and to compare them with those from other areas of the Maizuru Group (Fig. 1).

The Nukada Formation along a small river 1.5 km west of the station consists of dominant sandstone intercalating many mudstone seams and thin bedded mudstone less than 4 meters thick. Limestone blocks less than 3 meters thick are intercalated in sandstone in three stratigraphic levels. Among the three, lower two blocks (samples SY 9–13) are exposed near the entrance of the small river, and the uppermost one (SY 14, 15) lies at the level about 60 m above the lower two ones (Fig. 2A). They are gray and mostly of wackestone, lime-mudstone, and packstone. Fossil fragments are partly abundant in the lower two blocks (Pl. 1, fig. 1), but poor in the uppermost one.

Nearly continuous sequence of about 40 meters in thickness is also exposed near the entrance of a small river locally called “Kashiwadani” (Fig. 2B). Mudstone is foliated and more dominant than sandstone. Limestone blocks in two levels in this sequence are less fossiliferous, mostly recrystallized, and partly conglomeratic. There are two conglomerate beds in the lower part of this sequence. The lower one (sample KW 2) is 1 m thick and contains granules of crinoidal packstone and crinoid fragments. The upper one (samples SY 6, KW 4) is 1.5 m thick, thinly bedded, alternating with sandstone, and changing laterally to sandstone. Many crinoids, algae, bryozoans, sponges, and foraminifers are contained in limestone granules and pebbles of bioclastic grainstone and packstone in the latter conglomerate (Pl. 1, fig. 2). These conglomerates are different from those with *Lepidolina* characteristic in the Maizuru Group in their lighter color and larger size of limestone clasts.

Limestone blocks are concentrated at the river floor of Makigawa 1.5 km west of Shimo-Yakuno Station (Fig. 3). All blocks are micritic, lithologically similar each other, and fossils are less variable and poor (Pl. 1, fig. 3). They are immediately adjacent to small blocks and fragments of conglomerate. Many limestone granules and bioclasts represented by those of *Lepidolina* are contained in the conglomerate. They are remarkably abraded and well sorted, and more dominant in coarser-grained conglomerate (sample SY 3) than in finer-grained one (sample SY 4). Blocks and fragments of limestone and conglomerate are surrounded by black phyllitic mudstone and sandstone.

Moreover, limestone blocks are isolated at the road-side cliff about 900 m west of Shimo-Yakuno Station and middle course of “Kashiwadani” where samples SY 16, and SY 7 and SY 8 were collected, respectively (Fig. 1). Various kinds of foraminifers are listed from the latter by Ishii et al. (1975). Some of them are contained in sample SY 16. Foraminifers are very few or absent in SY 7 and SY 8. Stratigraphic relation between these blocks and the surrounding mudstone and sandstone is uncertain. In addition to them, Nakazawa et al. (1957) reported fossiliferous limestone conglomerate and limestone from four localities south and east of Shimo-Yakuno Station. Exposures of these localities were not confirmed in the present field work.

Based on the occurrence and lithology of limestone and conglomerate, and foraminiferal faunas described below, the Nukada Formation in the studied area is thought to correspond to a part of the upper formation of the Maizuru Group. On the other hand, throughout the Maizuru Group, there are no examples of direct contact with blocks of limestone and conglomerate with *Lepidolina* as exposed in the Shimo-Yakuno area. The former is restricted to the upper formation and the latter is commoner in the middle formation than in the upper of the group (Kobayashi, 2003).

Fauna and age

Thirty-six taxa of Permian foraminifers have been distinguished in 16 samples (Table 1). Species level identification is difficult for most of them because of few well-oriented and small number of specimens available.

Two samples of limestone fragments of conglomerate at the river floor of Maikigawa (SY 3, SY 4) are apparently Capitanian in age based on

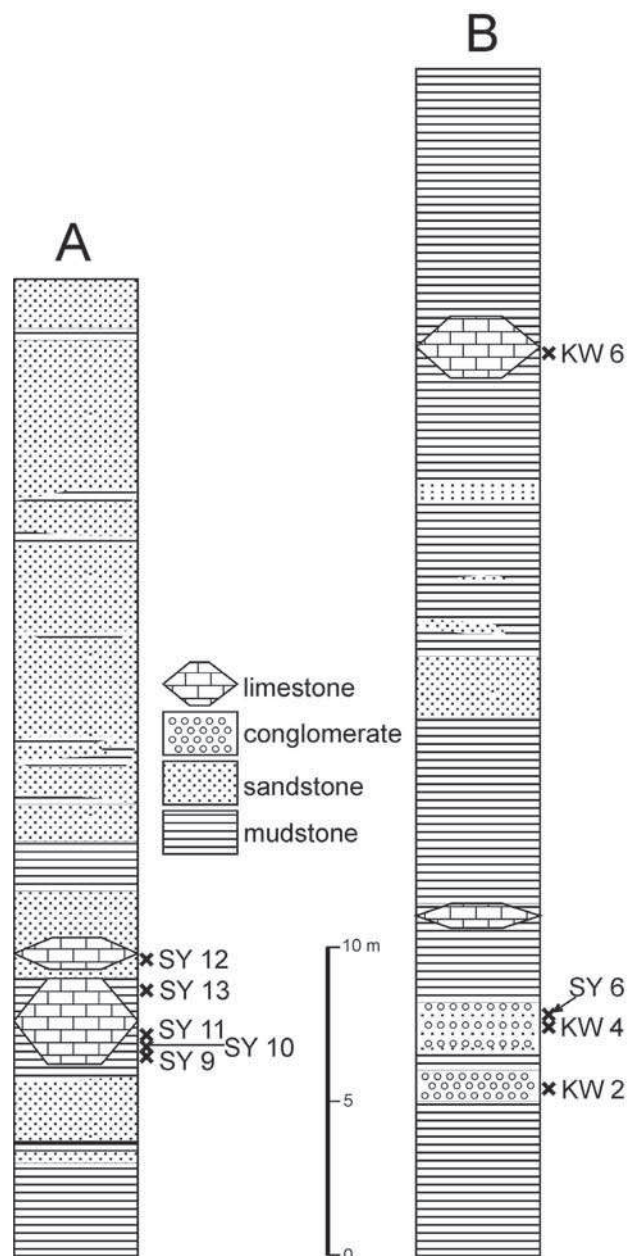


Figure 2. Columnar sections of parts of the Nukada Formation in the Shimo-Yakuno area. **A:** The section along the small river 1.5 km west of the Shimo-Yakuno Station. Two limestone samples SY 14 and SY 15, not shown in this figure, were collected from the stratigraphic level about 57 m above the limestone with SY 12. **B:** The section along the cliff behind a motel at the entrance of “Kashiwadani”.

an exclusive occurrence of *Lepidolina maizurensis* Nogami, *Metadoliolina gravitesta* (Kanmera), and *Parafusulina?* sp. characteristic in the Maizuru Group (Nogami, 1958; Kobayashi, 2006a, 2007). Taxonomic diversity of foraminifers is lower in the Shimo-Yakuno material in comparison with other localities in the Maizuru Group. Other species of *Lepidolina* such as *L. kumaensis* Kanmera and *L.*

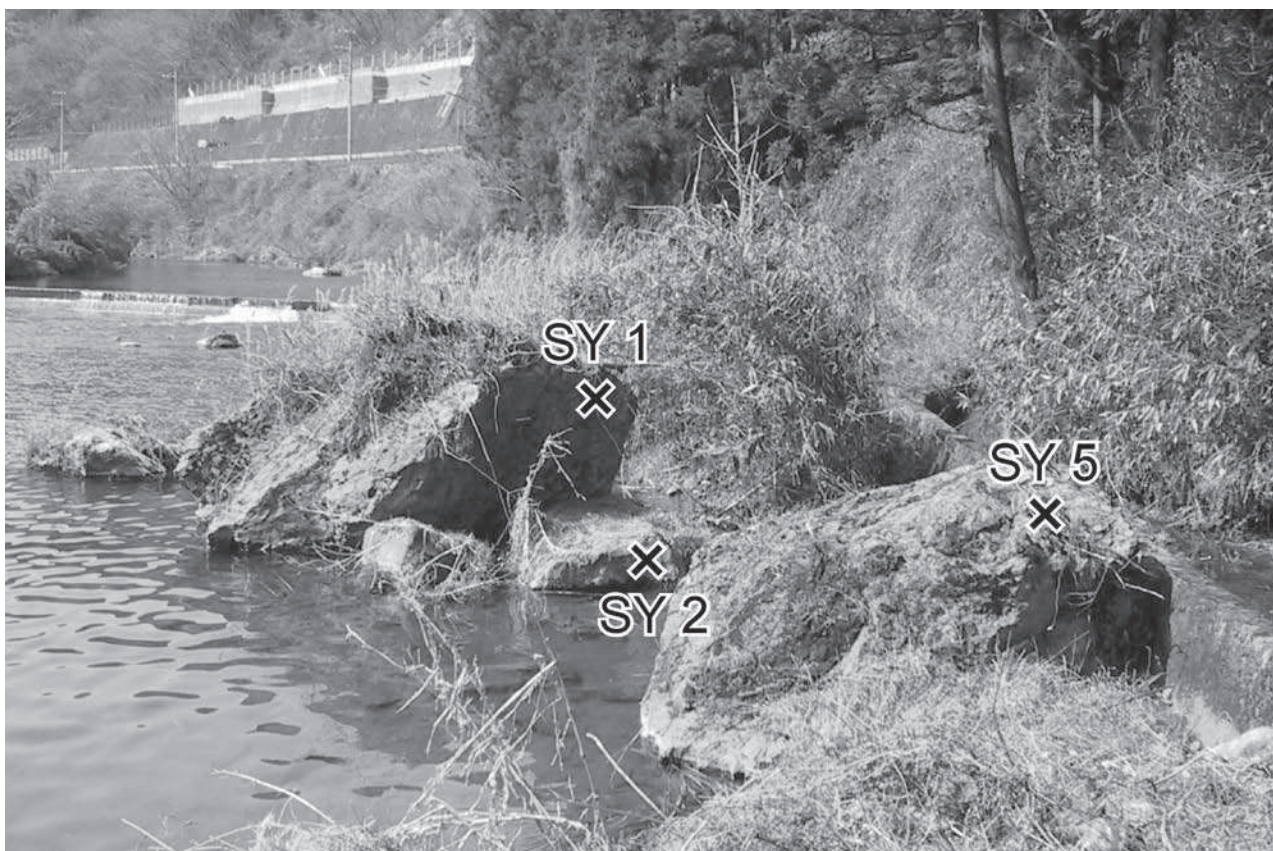


Figure 3. Limestone blocks exposed at the left bank of Makigawa 1.5 km west of Shimo-Yakuno Station. The largest block, from which sample SY 1 was collected, attains to 5.2 m length and 3 m width. Small blocks and fragments of conglomerate with *Lepidolina* (samples SY 3 and SY 4), exposed behind a limestone block, from which SY 5 were collected, are not shown in this picture.

multiseptata (Deprat), and species assignable to *Chusenella*, *Lantschites*, *Kahlerina*, *Rauserella*, and *Nankinella*, common in other Capitanian faunas from the conglomerate of the Maizuru Group (Kobayashi, 2006a, 2007, 2010) are not contained in the Shimo-Yakuno material. Moreover, non-fusuline foraminifers are almost completely lacking in the material. Lower taxonomic diversity of foraminifers in the Shimo-Yakuno is thought to be due to finer-grain size and higher sorting index of the conglomerate, and more remarkable abrasion of lithic and fossil fragments.

Almost all limestone blocks in the Shimo-Yakuno area are thought to be assignable certainly, possibly, or provisionally to the Lopingian. Certainly to the Lopingian is, however, restricted to samples SY 6, SY 9–11 and SY 16 containing taxa assignable to *Nanlingella* and *Colaniella*. Samples SY 5 and KW 4 with *Reichelina changhsingensis* Sheng and Chang are thought to be possibly Lopingian age, though *Nanlingella* and *Colaniella* are not found in them. Some of remaining samples, SY 1, SY 2, and SY 13 provisionally assigned to the Lopingian

contain diagnostic genera to the Lopingian such as *Neodiscopsis*, *Wanganella* and *Robuloides*. Pre-Capitanian faunal elements are completely absent in them. There are no paleontologic and stratigraphic evidence to estimate the age of other samples (SY 8, SY 12, SY 15, and KW 6) absent in these genera and species of foraminifers.

One of the evolved forms of *Colaniella*, *C. parva* (Colani) is prolific in the Changhsingian limestone of Mikata (Kobayashi, 2006b) in association with *Palaeofusulina sinensis* Sheng and Chang, and the Wuchiapingian limestone of Tatsuno (Kobayashi, 2006c) in association with *Codonofusiella* cf. *kwangsiana* Sheng and *Nanlingella? simplex* (Sheng and Chang). Although *C. parva* was not found, a primitive form of *Colaniella* was recognized in three samples (SY 9, 10, 11) in association with *Reichelina changhsingensis* and *Nanlingella* sp. (Table 1). It is closest to *Colaniella cuneiformis* Okimura described from the upper part of the Kalabagh Formation underlying the Chhidru Formation in the Salt Range, Pakistan (Okimura, 1988). The Kalabagh Formation is

correlatable to the middle part of the Wuchiapingian and the Chhidru to the upper part of Wuchiapingian to the lower part of the Changhsingian (Henderson et al., 2012). On the other hand, other primitive forms of *Colaniella*, such as *C. minima* Wang are associated with both *Codonofusiella* and *Palaeofusulina* in Shaanxi, China (Wang, 1966), and occur in the Kalabagh Formation and range up to the Chhidru (Okimura, 1988). Some of these primitive forms from Shaanxi and Chhidru are probably conspecific. *Colaniella* sp. from sample SY 16 also belongs to a primitive form of the genus. However, its specific identification is impossible, since it is few and well-oriented specimens are not prepared.

In conclusion, foraminiferal faunas contained in limestone blocks of the Shimo-Yakuno area are somewhat different from those of other areas of the Maizuru Group with respect to the occurrence of a primitive form of *Colaniella*, *C. cuneiformis* and absence of *C. parva*. *C. cuneiformis* is associated with *N. simplex* in the Shimo-Yakuno area. Although all species of *Colaniella* are restricted to the Lopingian throughout the Tethyan regions (Kobayashi, 1999), it is not easy to determine either the Wuchiapingian or the Changhsingian based independently on the occurrence of *Colaniella*. In the Maizuru Terrane, *Colaniella* is associated with the Changhsingian *Palaeofusulina* in the Mikata area (Kobayashi, 2006b) and the Wuchiapingian *Codonofusiella* in the Tatsuno area (Kobayashi, 2006c). These suggest that the *Colaniella* fauna of Shimo-Yakuno area is better dated simply as the Lopingian until presentation of more reliable biostratigraphic evidence.

Systematic Paleontology

Order FORAMINIFERIDA Eichwald, 1830

Suborder FUSULININA Wedekind, 1937

Superfamily Fusulinoidea von Möler, 1879

Family Neoschwagerinidae Dunbar and Condra, 1927

Subfamily Lepidolininae A. D. Miklukho-Maklay, 1958

Genus *Lepidolina* Lee, 1934

Lepidolina maizurensis Nogami, 1958

Plate 2, Figures 1–6

Lepidolina toriyamai maizurensis Nogami, 1958, p. 106, 108, pl. 2, figs. 1–5.

Lepidolina maizurensis Nogami. Kobayashi, 2006a, p. 5–7, fig. 4-1, fig. 4-2; pl. 1, figs. 2, 4, 8, 9.

Lepidolina maizurensis Nogami. Kobayashi, 2007, p. 22, pl. 1, figs. 1–9; pl. 2, fig. 1.

Lepidolina sp. Yamagiwa et al., 1988, fig. 2-4.

non. *Yabeina maizurensis* (Nogami). Zaw Win, 1999, p. 64, 65, pl. 13, figs. 1-4.

Discussion. Many individuals referable to this species are contained in samples SY 3 and SY 4. Most of them are abraded, especially in the latter, resulting smaller test appearance of them than that of the previously described ones. This species, originally described by Nogami (1958) as a subspecies of *Lepidolina toriyamai* Kanmera (= *L. kumaensis* Kanmera) is distinguished from *L. kumaensis* by its smaller proloculus, less developed transverse septula, and secondary transverse septula first appeared in later ontogenetic stage (Kobayashi, 2006a, 2007). Smaller proloculus of the present specimens than those of previous ones is due probably to the broad variation of prolocular size in this species. Although one specimen illustrated by Yamagiwa et al. (1988) from the same locality with the present ones is also abraded, it is probably identical with this species. Four specimens of this species reassigned to the genus *Yabeina* by Zaw Win (1999) from the Akasaka Limestone are different from the original ones and referable to *Gifuelloides larga* (Morikawa and Suzuki) as concluded by Kobayashi et al. (2010) and Kobayashi (2011).

Suborder LAGENINA Delage and Héouard, 1896

Superfamily NODOSARIOIDEA Ehrenberg, 1838

Family COLANIELLIDAE Fursenko in

Rauzer-Chernousova and Fursenko, 1959

Genus *Colaniella* Likharev, 1939

Type species: *Pyramis parva* Colani, 1924

Colaniella cuneiformis Okimura, 1988

Plate 1, Figures 14–16, 24–26

Colaniella cuneiformis Okimura, 1988, p. 717, 718, Fig. 6.24–6.27.

Colaniella cylindrica Miklukho-Maklay, 1954. Okimura, 1988, p. 718, 719, Fig. 6.34–6.36

Colaniella minima Wang, 1966. Ishii et al., 1975, pl. 2, figs. 1, 2.

Colaniella nana Miklukho-Maklay, 1954. Ishii et al., 1975, pl. 2, figs. 5, 6.

Description. — Test minute, subcylindrical, deviating to the terminal part. Maximum width of the test about 0.25 mm, and maximum length about 0.75 mm. Apical angle as large as 30 degrees. Spherical first chamber less than 0.03 mm and succeeded by uniserially arranged, 12 to 15 chambers overlapping

and gradually increasing their length and width. Chambers are dish-shaped in outline and 0.08 mm in chamber height in the terminal part of the test

Chambers are divided into chamberlets by radially arranged, 20 or more, platy partitions of the first-order (primary platy partitions). Wall perforate with fibrous structure. Aperture terminal and radiate.

Discussion. More than 40 individuals certainly identical to *Colaniella* were discriminated. Morphologic variation of biocharacters of the test is uncertain because of few well-oriented specimens. However, the present *Colaniella* is thought to belong to a primitive group of the genus based on small test and small number of platy partitions. Second-order platy partitions appear to be absent even in the late ontogenetic stage. Furthermore, subcylindrical test and weakly overlapping chambers of the present specimens suggest their most probable assignment to *Colaniella cuneiformis* described by Okimura (1988) from the Kalabagh Formation of the Salt Range, Pakistan.

Although Okimura (1988) proposed many new forms of primitive *Colaniella*, at least some are thought to be conspecific and some should be reassigned. For example, an elongate subcylindrical form named *C. cylindrica* from the Salt Range appears to be similar to the types from the Dorashamian (=Changhsingian) of North Caucasus (Miklukho-Maklay, 1954) in their test outline. However, the latter has much larger test, more number of and more strongly overlapping chambers, and larger height of chamber. The Salt Range specimens should be reassigned to *C. cuneiformis*.

Two specimens of *C. minima* illustrated by Ishii et al. (1975) from “Kashiwadani” are closely similar to the present ones referable to *C. cuneiformis* in the test size, dish-shaped chambers, and degree of overlapping of chambers, though they are somewhat diagonal and not centered. Those identified with *C. nana* Miklukho-Maklay by Ishii et al. (1975) from “Kashiwadani” are also better reassigned to this species, though they are incomplete. These two named species from “Kashiwadani” by Ishii et al. (1975) are different from types respectively from the middle Upper Permian of South China (Wang, 1966) and the Changhsingian Nikitin Formation of the North Caucasus (Miklukho-Maklay, 1954) yielding *Palaeofusulina*, *Parananlingella*, and evolved forms of *Colaniella* (Likharev, 1926; Kobayashi, 1999; Pronina-Nestell and Nestell, 2001).

Acknowledgements

Many thanks are due to Drs. Katsumi Ueno (Fukuoka University) and Hidetoshi Ota (University of Hyogo) for their critical reading of the manuscript and to Mrs. A. Ujimarū for her help in preparation of the manuscript.

References

- Colani, M.** (1924) Nouvelle contribution à l'étude des Fusulinides de l'Extreme-Orient. *Mém. Serv. Géol. l'Indochine*, **11**: 9–191.
- Delage, Y., and Hérouard, E.** (1896) *Traité de Zoologie Concrète, Tome I, La Cellule et des Protozoaires*. Schleicher Frères, Paris, 584 p.
- Dunbar, C. O. and Condra, G. E.** (1927) The Fusulinidae of the Pennsylvanian System in Nebraska. *Bul. Nebraska Geol. Surv., Ser. 2*, **2**: 1–135.
- Ehrenberg, C. G.** (1838) Über dem blossen Auge unsichtbare Kalkthierchen und Kieselhierchen als Hauptbestandtheile der Kreidegebirge. *Bericht über die zu Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, **1838**: 192–200.
- Henderson, C. M., Davydov, V. I. and Wardlaw, B. R.** (2012) The Permian period. In: Gadstein, F. M., Ogg, J. G., Schmitz, M. D. and Ogg, G. M. (eds.), *Geologic Time Scale 2012, Volume 2*, Elsevier, p. 653–679.
- Eichwald, C. E. von** (1830) *Zoologia Specialis pars Altera*. J. Zawadzki, Vilnius, 323 p.
- Ishii, K., Okimura, Y. and Nakazawa, K.** (1975) On the genus *Colaniella* and its biostratigraphic significance. *J. Geosci., Osaka City Univ. Art.* **6**, **19**: 107–138.
- Kobayashi, F.** (1999) Tethyan uppermost Permian (Dzhulfian and Dorashamian) Foraminiferal faunas and their paleogeographic and tectonic implications. *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, **150**: 279–307.
- Kobayashi, F.** (2003) Palaeogeographic constraints on the Tectonic evolution of the Maizuru Terrane of Southwest Japan to the eastern continental margin of South China during Permian and Triassic. *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, **195**: 299–317.
- Kobayashi, F.** (2006a) Late Middle Permian (Capitanian) foraminifers in the Miharaiyama area, Hyogo—Late Paleozoic and Early Mesozoic foraminifers of Hyogo, Japan, Part 2. *Nature and Human Activities*, **10**: 1–13.
- Kobayashi, F.** (2006b) Late Permian (Changhsingian) foraminifers in the Mikata area, Hyogo—Late Paleozoic and Early Mesozoic foraminifers of Hyogo, Japan, Part 3. *Nature and Human Activities*, **10**: 15–24.
- Kobayashi, F.** (2006c) Early Late Permian (Wuchiapingian)

- foraminifers in the Tatsuno area, Hyogo—Late Paleozoic and Early Mesozoic foraminifers of Hyogo, Japan, Part 4. *Nature and Human Activities*, **10**: 25–33.
- Kobayashi, F.** (2007) Late Middle Permian (Capitanian) foraminifers in the Mikata area, Hyogo, with special reference to plasticity deformation of their test and their paleobiogeographic affinity with South China—Late Paleozoic and Early Mesozoic foraminifers of Hyogo, Japan, Part 5. *Nature and Human Activities*, **11**: 17–28.
- Kobayashi, F.** (2010) Late Paleozoic foraminifers contained in limestone conglomerate of the Maizuru Group in the Oye area, Kyoto Prefecture, Japan. *Humans and Nature*, **21**: 79–91.
- Kobayashi, F.** (2011) Permian fusuline faunas and biostratigraphy of the Akasaka Limestone (Japan). *Rev. Paléobiol.*, **30**: 431–574.
- Kobayashi, F., Ross, C. A., and Ross, J. R. P.** (2010) Classification, phylogeny, and paleobiogeography of the new Subfamily Gifuellinae and a revision of the Family Neoschwagerinidae (Superorder Fusulinoidea); Guadalupian (Middle Permian). *Jour. Foram. Res.*, **40**: 283–300.
- Lee, J. S.** (1934) Taxonomic criteria of Fusulinidae with notes on seven new Permian genera. *Mem. National Res. Inst. Geol., Nanking (1933)*, **14**: 1–21.
- Likharev, B. K.** (1926) *Palaeofusulina nana* sp. nov. from the anthracolithic deposits of the North Caucasus. *Izvestiya Geologicheskogo Komiteta*, **45**: 59–66. (in Russian)
- Likharev, B. K.** (1939) *Atlas of the leading forms of the fossil fauna of the USSR, Volume 6, Permian System*. Izdatel' stvo GONTI NKTP, 268 p. (in Russian)
- Miklukho-Maklay, A. D.** (1958) Systematics of advanced fusulinids. *Vesnik Leningrad. Univ., 1957, no. 12, Ser. Geol. Geograf.*, **2**: 5–14 (in Russian).
- Miklukho-Maklay, K. V.** (1954) *Foraminifera of Upper Permian strata of the North Caucasus*. Trudy Vses. Nauchno-Issl. Geol. Inst. (VSEGEI), Akad. Nauk SSSR, 163 p. (in Russian)
- Möller, V. von** (1878) Die spiral-gewunden Foraminiferen des russischen Kohlenkalkes. *Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg, série. 7*, **25**: 1–147.
- Nakazawa, K.** (1957) Zones of the Upper Triassic Nabae Group with the reexamination of the subdivision of the Sakawan age (A study on the stratigraphy and geologic structure of the “Maizuru Zone”, Part 3). *Chikyu Kagaku (Earth Science)*, **31**: 16–27. (in Japanese with English abstract)
- Nakazawa, K.** (1958) The Triassic System in the Maizuru Zone, Southwest Japan. *Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto, Ser. B*, **25**: 265–313.
- Nakazawa, K., Siki, T. and Shimizu, D.** (1957) Mesozoic and Paleozoic formations of the Yakuno district, Kyoto Prefecture, Japan—A study on the stratigraphy and geologic structure of the “Maizuru Zone” (Part 4) —*J. Geol. Soc. Japan*, **63**: 455–464. (in Japanese with English abstract)
- Nakazawa, K., Siki, T., Shimizu, D. and Nogami, Y.** (1958) Summary of the Lower and Middle Triassic System in the Maizuru Zone. *J. Geol. Soc. Japan*, **64**: 125–137. (in Japanese with English abstract)
- Nogami, Y.** (1958) Fusulinids from the Maizuru Zone, Southwest Japan, Part 1. Ozawainellinae, Schubertellinae and Neoschwagerininae. *Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto, Ser. B*, **25**: 97–115.
- Okimura, Y.** (1988) Primitive colaniellid foraminiferal assemblage from the Upper Permian Wargal Formation of the Salt Range, Pakistan. *J. Paleont.*, **62**: 715–723.
- Pronina-Nestell, G. P. and Nestell, M. K.** (2001) Late Changhsingian foraminifers of the northwestern Caucasus. *Micropaleontol.*, **47**: 205–234.
- Rauscher-Chernousova, D. M., and Fursenko, A. V.** (1959) *Principal of Paleontology. Part 1, Protozoa*. Izdatel' stvo Akademii Nauk SSSR, Moscow, 368 p. (in Russian)
- Shimizu, D., Nakazawa, K., Siki, T. and Nogami, Y.** (1962) Stratigraphy of the Permian Maizuru Group, Southwest Japan. *J. Geol. Soc. Japan*, **68**: 237–247. (in Japanese with English abstract)
- Wang, K. L.** (1966) On Colaniella and its allied new genera: *Acta Palaeontologica Sinica*, **14**: 206–232. (in Chinese and English)
- Yamagiwa, N., Okimura, Y. and Nakagawa, T.** (1988) A new fossil locality of the Maizuru Group in the Yakuno district, Kyoto Prefecture. *Commemor. Vol., Prof. H. Tazuke*, 47–51. (in Japanese)
- Zaw Win** (1999) Fusuline biostratigraphy and paleontology of the Akasaka Limestone, Gifu Prefecture, Japan. *Bul. Kitakyushu Mus. Nat. Hist.*, **18**: 1–76.

Table 1. Permian foraminifers discriminated in the Shimo-Yakuno area.

	SY 1	SY 2	SY 3	SY 4	SY 5	SY 8	SY 9	SY 10	SY 11	SY 12	SY 13	SY 15	KW 4	KW 6	SY 6	SY 16
Palaeotextulariidae gen. and sp. indet.	×				×										×	×
<i>Neoendothyra permica</i> (Lin)															×	
<i>Tetrataxis</i> sp. A					×											
<i>Tetrataxis</i> sp. B															×	
<i>Abadehella</i> sp.											×		×			
<i>Globivalvulina</i> spp.							×									×
<i>Retroseptellina</i> sp.											×		×			
Biseriamminidae gen. and sp. indet.						×				?						
<i>Reichelina changhsingensis</i> Sheng and Chang					×		×	×	×				×		×	
<i>Reichelina</i> sp.					×		×	×	×							
<i>Nanlingella</i> sp.								×	×						×	
<i>Nanlingella</i> ? <i>simplex</i> (Sheng and Chang)								×							×	
<i>Nanlingella</i> ? sp.																×
<i>Parafusulina</i> ? sp.			×													
<i>Metadoliolina gravitesta</i> (Kanmera)			×	×												
<i>Lepidolina maizurensis</i> Nogami			×	×												
<i>Cornuspira</i> sp. A.					×											
<i>Cornuspira</i> sp. B									×		×				×	
<i>Agathammina</i> cf. <i>ovata</i> Wang								×								
<i>Glomomidiella</i> ? sp.					×											
<i>Neodiscopsis</i> sp. A	×															
<i>Neodiscopsis</i> sp. B									×		×					×
Hemigordiopsidae gen. and sp. indet.												×				
<i>Geinitzina</i> sp. A							×									
<i>Geinitzina</i> sp. B											×					
<i>Colaniella cuneiformis</i> Okimura							×	×	×							
<i>Colaniella</i> sp.																×
<i>Pachyphloia</i> sp.	×						×	×		?	×			×		
<i>Pseudolangella</i> sp.											×					
<i>Wanganella</i> sp.											×					
<i>Nodosinelloides</i> spp.							×	×	×		×		?		×	
<i>Robuloides</i> sp.		×														
<i>Ichthyofrondina</i> sp.					×						×				×	
<i>Ichthyofrondina</i> ? sp.					×											
Ichthyolariidae gen. and sp. indet.															×	
Ichthyolariidae? gen. and sp. indet.									×							

Plate 1.

Figs. 1, 2. Bioclastic packstone 1: SY 11, $\times 6$; 2: SY 6, $\times 12$.

Fig. 3. Lime-mustone sporadically containing small foraminifers and fossil fragments, SY 5, $\times 60$.

Figs. 4–10. *Nodosinelloides* spp. 4: D2-030475, 5: D2-030465, 6: D2-030454, 7: D2-030500, 8: D2-030461, 9: D2-030462, 10: D2-030471, 1, 2, 8, 10: SY 11; 3: SY 10; 7: SY 13, all $\times 60$.

Fig. 11. *Wanganella* sp. D2-030500, SY 13, $\times 60$.

Fig. 12. *Ichthyofrondina* sp. D2-029563, SY 5, $\times 60$.

Fig. 13. *Geinitzina* sp. A. D2-030428, SY 9, $\times 60$.

Figs. 14–16, 24–26. *Colaniella cuneiformis* Okimura. 14: D2-030452, 15: D2-030464, 16: D2-030443, 24: D2-030456, 25: D2-030446, 26: D2-030444; 11: SY 11, others: SY 10; all $\times 60$.

Fig. 17. *Ichthyofrondina*? sp. D2-029572, SY 5, $\times 60$.

Fig. 18. *Ichthyolariidae*? gen. and sp. indet. D2-030470, SY 11, $\times 60$.

Figs. 19, 20. *Pachyphloia* sp. 19: D2-030502, SY 13; 20: D2-030455, both $\times 60$.

Fig. 21. *Ichthyolariidae* gen. and sp. indet. D2-029591, SY 6, $\times 48$.

Figs. 22, 23. *Geinitzina* sp. B. Both D2-030503, SY 13, $\times 60$.

Fig. 27. *Glomomidiella*? sp. D2-029570, SY 5, $\times 60$.

Fig. 28. *Robuloides* sp. D2-029523, SY 2, $\times 60$.

Figs. 29, 30. *Neodiscopsis* sp. A. D2-029515, 30: D2-029513; both SY 1, $\times 60$.

Figs. 31–33, 34?, 36?. *Neodiscopsis* sp. B. 31: D2-030478, 32: D2-030477, 33: D2-030502, 34: D2-030461, 36: D2-030484; 33: SY 13, others: SY 11; 31: $\times 36$, 32: $\times 48$, others: $\times 60$.

Fig. 35. *Pseudolangella* sp. D2-030502, SY 13, $\times 60$.

Fig. 37. *Agathammina* cf. *ovata* Wang. D2-030450, SY 10, $\times 60$.

Plate 2.

Figs. 1–6. *Lepidolina maizurensis* Nogami. 1: D2-029551, 2: D2-029556, 3: D2-029535, 4: D2-029558, 5: D2-029532, 6: D2-029544; all SY 3, $\times 10$.

Figs. 7, 10. *Metadoliolina gravitesta* (Kanmera) 7: D2-029535, 10: D2-029555; both SY 3, $\times 10$.

Figs. 8, 9. *Parafusulina*? sp. 8: D2-029540, 9: D2-029533, both SY 3, $\times 10$.

Figs. 11, 21. *Cornuspira* sp. A. 11: D2-029572a, 21: D2-029572b; both SY 5, $\times 60$.

Figs. 12–19. *Reichelina changhsingensis* Sheng and Chang. 12: D2-030431, 13: D2-029568, 14: D2-030468, 15: D2-030464, 16: D2-030475a, 17: D2-030472, 18: D2-030475b, 19: D2-030477; 12: SY 9, 13: SY 5, 10: SY 10, others: SY 11; all $\times 60$.

Fig. 20. *Reichelina* sp. D2-030468, SY 11, $\times 36$.

Figs. 22–24. *Cornuspira* sp. B. 22: D2-030465, SY 11; 23: D2-029596, SY 6; 24: D2-030500, SY 13; all $\times 60$.

Figs. 25, 26, 31, 32. *Nanlingella* sp. 25: D2-030479, SY 11; 26: D2-030463, SY 11; 31: D2-029581, SY 6; 32: D2-030446, SY 10; all $\times 60$.

Fig. 27. *Retroseptellina* sp. D2-030500, SY 13, $\times 60$.

Figs. 28–30. *Nanlingella*? *simplex* (Sheng and Chang). 28: D2-029598, SY 6; 29: D2-0300453, SY 10; 30: D2-029591, SY 6; all $\times 60$.

Fig. 33. *Tetrataxis* sp. B. D2-0295900, SY 6, $\times 48$.

Fig. 34. *Abadehella* sp. D2-030503, SY 13, $\times 60$.

Fig. 35. *Tetrataxis* sp. A. D2-029573, SY 5, $\times 60$.

Fig. 36. *Palaeotextulariidae* gen. and sp. indet. D2-029575, SY 5, $\times 60$.

Fig. 37. *Neoendothyra permica* (Lin). D2-029589, SY 6, $\times 60$.

Plate 1.

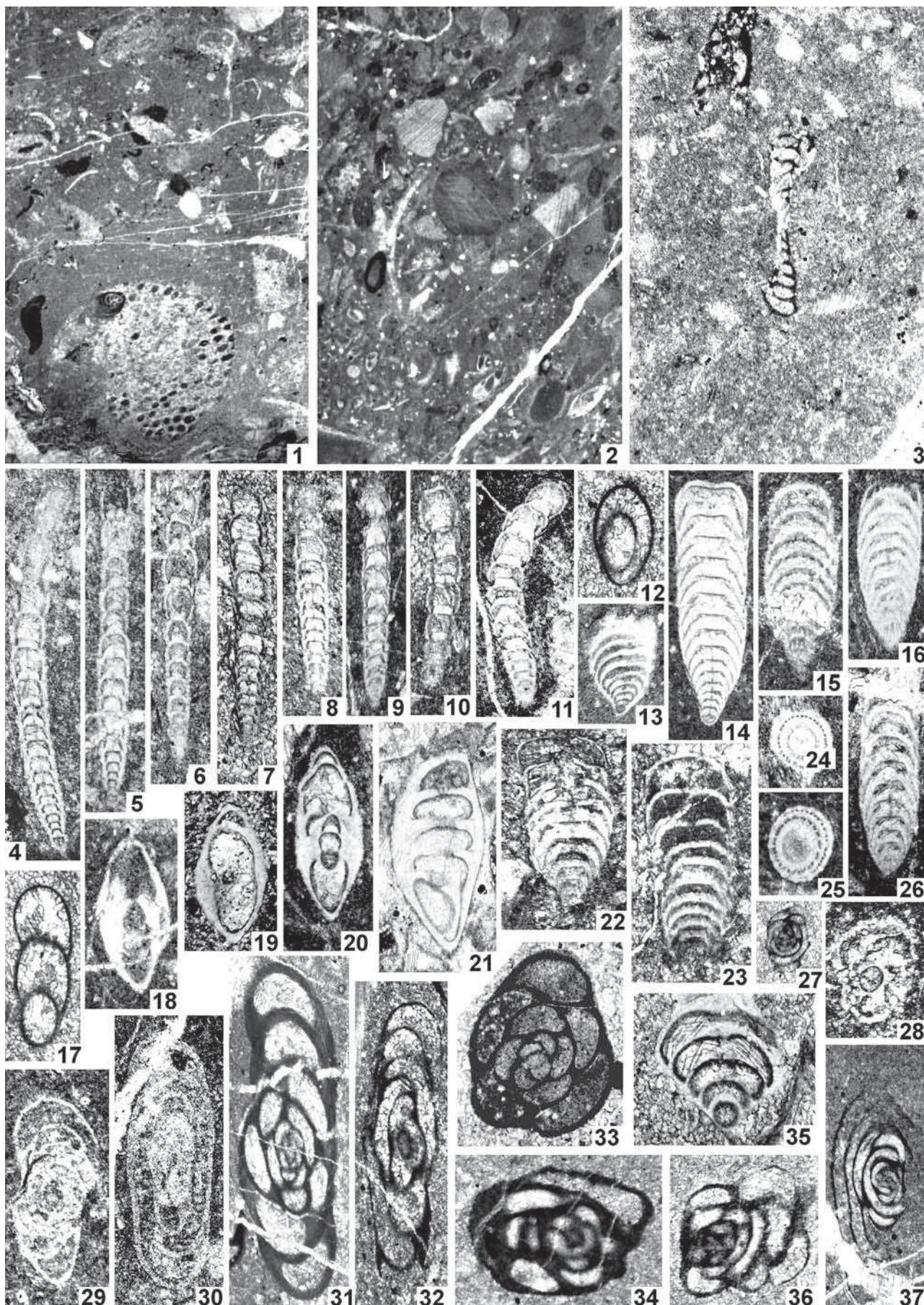
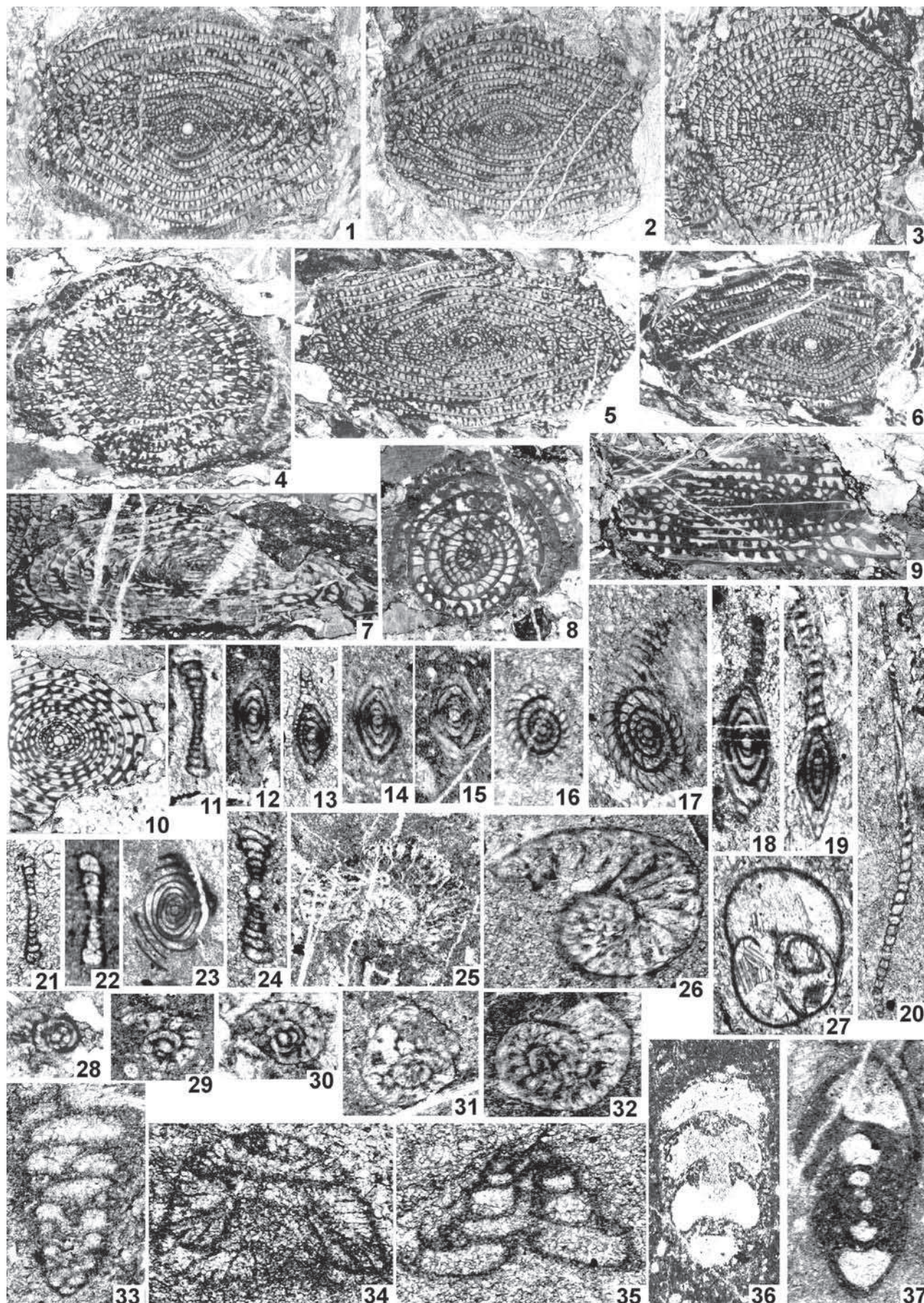


Plate 2.



京都府、下夜久野地域の舞鶴層群石灰岩・礫岩産ペルム紀有孔虫化石

小林文夫

京都府、下夜久野地域で舞鶴層群上部層に対比される額田層からペルム紀中期 (Capitanian) の 3 種とペルム紀後期 (Lopingian) の 33 分類群の有孔虫化石が識別された。礫岩産の Capitanian のものは他地域の同時代ものに比べ多様度が低い。石灰岩産の Lopingian のものでは Wuchiapingian か Changhsingian かの年代特定が難しい。舞鶴層群上部層に特徴的な *Palaeofusulina sinensis* や *Colaniella parva* は下夜久野地域では産しない。Capitanian の *Lepidolina maizurensis* と Lopingian の *Colaniella cuneiformis* を記載した。

(兵庫県立人と自然の博物館 / 兵庫県立大学自然・環境科学研究所)

Received: Jul. 31, 2013

Accepted: Nov. 6, 2013

多様な環境を有する島嶼における蘚苔類の種多様性調査 —32 km 長距離ベルトランゼクト法を活用した屋久島での事例—

秋山 弘之¹⁾・横山 勇人²⁾・田中 敦司³⁾・古木 達郎⁴⁾・山口 富美夫²⁾

Bryophyte species richness investigated by long belt-transects method: A case study in Yakushima Island

Hiroyuki AKIYAMA¹⁾, Hayato YOKOYAMA²⁾, Atsushi TANAKA³⁾,
Tatsuwo FURUKI⁴⁾, and Tomio YAMAGUCHI²⁾

Abstract

Yakushima Island is located south of Kyushu, mainland Japan, and is known as one of the hot spots embracing rich bryophyte flora in East Asia. Bryophyte species richness within the island was investigated by surveying a total of 123 belt-transects (each 4×100 m in area). Data from 64 belt-transects set at intervals of 500 m along a 32 km-long mountain trails from Onoaida to Nagata via Mt. Miyanoura and Mt. Nagata were treated in this paper. Main results are as follows: (1) Transects with high species richness were detected not at lowlands with drier climate but at higher altitudes where forests were prone to be covered by fogs; (2) Transects with highest species richness were found between Arakawa trail entrance and Yodogo mountain hut. In addition, multiple rare and endangered bryophytes that had been overlooked previously were detected during this survey. These results suggest that the long belt-transect method is one of the effective means in order to grasp bryophyte species richness, although it may require a lot of time and effort.

Key words: Belt-transect, Bryophytes, Species diversity, Yakushima Island

要 旨

東アジアだけでなく世界でも蘚苔類の種多様性がきわめて高いホットスポットである九州・屋久島において、島内における種多様性の分布を、4×100 m のベルトランゼクトを用いて調査した。島内に設けた調査区は合計 123 ヶ所で、それぞれについて調査区内に生育するすべての蘚苔類を記録した。これらのうち、南部の尾の間から北西部永田に至る屋久島中央核心部を横断する全長 32 km の登山道に沿って 500 m ごとに設置した合計 64 のベルトランゼクトについて、その種多様性と稀少種の分布をまとめたところ、以

¹⁾ 兵庫県立人と自然の博物館／兵庫県立大学自然・環境科学研究所 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6 Museum of Nature and Human Activities / Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo, Hyogo, Yayoigaoka 6, Sanda-shi, Hyogo 669-1546, Japan

²⁾ 広島大学大学院理学研究科 〒739-8526 広島県東広島市鏡山 1-3-1 Graduate School of Science, Hiroshima University, Kagamiyama 1-3-1, Higashihiroshima-shi, Hiroshima 739-8526, Japan

³⁾ 株式会社建設環境研究所 〒170-0013 東京都豊島区東池袋 2-23-2 Civil Engineering & Eco-Technology Consultants, Ikebukuro 2-32-2, Toshima-ku, Tokyo 170-0013, Japan

⁴⁾ 千葉県立中央博物館 〒260-8682 千葉県千葉市中央区青葉町 955-2 Natural History Museum and Institution, Chiba, Aoba-cho 955-2, Chuo-ku, Chiba-shi, Chiba 260-8682, Japan

Corresponding author: H. Akiyama, akiyama@hitohaku.jp

下のような結果が得られた。(1) 低地ではなく、標高が高く霧がかかりやすい山岳地で、蘚苔類の種多様性が高い。これは乾燥への適応が高等植物と蘚苔類とは異なることが原因と考えられる；(2) 特に種多様性が高い場所は、荒川登山口から淀川小屋周辺の間に集中していた。今回の調査において、これまで見逃されてきた複数の種が発見されたことや、稀少種を含めたそれぞれの蘚苔類種が島内においてどのような環境に生育するのかを把握できたことを考えると、調査の実施には多大な労力と時間を要することを考慮に入れても、長距離ベルトトランゼクトによる調査が蘚苔類フロアと種多様性の分布を把握する上で有効な手段の一つであることがわかった。

キーワード：蘚苔類、ベルトトランゼクト、種多様性、屋久島

はじめに — 研究開始の経緯

鹿児島県佐多岬南方約 60 km の洋上に位置する屋久島は、豊富な降水量と海岸線から 2000 m 弱の山頂部にいたる多種多様な生育環境に恵まれ、東アジアの中でも蘚苔類の種多様性が非常に高い、いわゆるホットスポットの一つとして知られている (Tan & Iwatsuki 1996)。しかしながら、近年における降雪量の減少等の影響により、屋久島島内に生息するヤクシカの個体数が激増し、それにともない農作物だけでなく自然環境下にあるシダ植物や草本、灌木にいたる多様な植物に対する食害の影響が顕著になりつつある (湯本・松田 2006, 九州森林管理局 internet resource)。この被害は特に下層植生において顕著であり、各地で土壌の流出、乾燥化、下層植生の喪失といった深刻な事態をもたらしている。その一方でヤクシカの蘚苔類に対する直接の食害はこれまで公式には報告されていないが、逸話的なものながら蘚苔類を食べているという目撃情報もある。ヤクシカによる蘚苔類への食害の影響は不明であるが、いずれにしても生育に適した環境そのものが喪失することによって、蘚苔類も甚大な影響を受けることが予想される。

ヤクシカの増加が植物に与える影響を把握するため、環境省環境技術開発等推進費の助成を受け、九州大学の矢原徹一教授を代表者として、2004 年からヤクシカによる食害の現状を把握するための本格的調査が開始された。この調査では、島内各所にできるだけ多くの調査区を設け、それぞれの調査区に生育するすべての植物について、種の同定を行うとともに食害の状況を判定し、さらに衛星測位システム (GPS) による正確な位置情報を記録している。さらに 10 年後の再調査を行って、状況の推移を把握することも計画されている。この調査の詳細は、『屋久島をモデルとした陸域の生態系管理手法に関する研究』(<http://risk.kan.ynu.ac.jp/matsuda/2004/yakusima.html>) で見ることができる。

この調査の特徴の一つは、地域住民に対してあらかじめ調査の目的、経緯について説明を行って合意形成の過程を踏み、また調査結果についてもシンポジウム等

により公開していることにある。調査が始まる 2004 年の地元説明会において、屋久島を特徴づける豊富な蘚苔類についても調査の範囲に含めるべきであるとの提案が住民側からなされ、これを受けて 2004 年 7 月から蘚苔類についても調査が開始されることになったのである。さらに 2006 年度からは文部科学省科学研究費補助金 (基盤研究 (C)) による助成を受け、より本格的な調査を実施した。これまでに得られた成果の一部は、特に稀少種について順次発表されている (秋山 2006, 2009, 2011a, b, 秋山・田中 2006, 秋山・山口 2006, 2008, Akiyama & Matsui 2005, Akiyama et al. 2009, 2011, Yokoyama et al. 2007)。屋久島からはこれまでに蘚類 44 科 160 属 357 種 1 亜種 18 変種 2 品種、苔類 37 科 88 属 305 種 2 亜種 2 変種、ツノゴケ類 1 科 5 属 6 種のコケ植物の生育が報告されているが (Yokoyama et al. 2007, 小林 2010, 古木 2012 他)、その中には日本では屋久島だけから知られている種も少なくない。今回の調査では、そういった稀少種の生育場所が GPS による詳細な位置情報とともに記録されており、このことも特筆に値する。

本報告では、調査全体の中の中核を占めている、全長 32 km に及ぶベルトトランゼクト調査の結果を中心に報告する。本邦において、蘚苔類の分布状況が単一の大型島嶼全体を対象にベルトトランゼクト法で定量的に調査されたことはこれまでにない。

調査方法

調査区の設定方法

4×100 m の調査区 (ベルトトランゼクト) を島内に合計 123 ヶ所設けた。連続する調査区を 500 m ごとに設けたのは、本富岳、愛子岳、尾之間－永田間、楠川歩道－白谷雲水峡の各登山道、ならびに安房森林軌道沿いであり、単一の調査区を設けたのは大川滝周辺、荒川林道、一湊集落近辺、宮之浦林道沿い、ならびに小杉谷歩道である (Fig. 1)。各調査区について地表から地上 2 m までの間に生育するすべての蘚苔類をもらさず

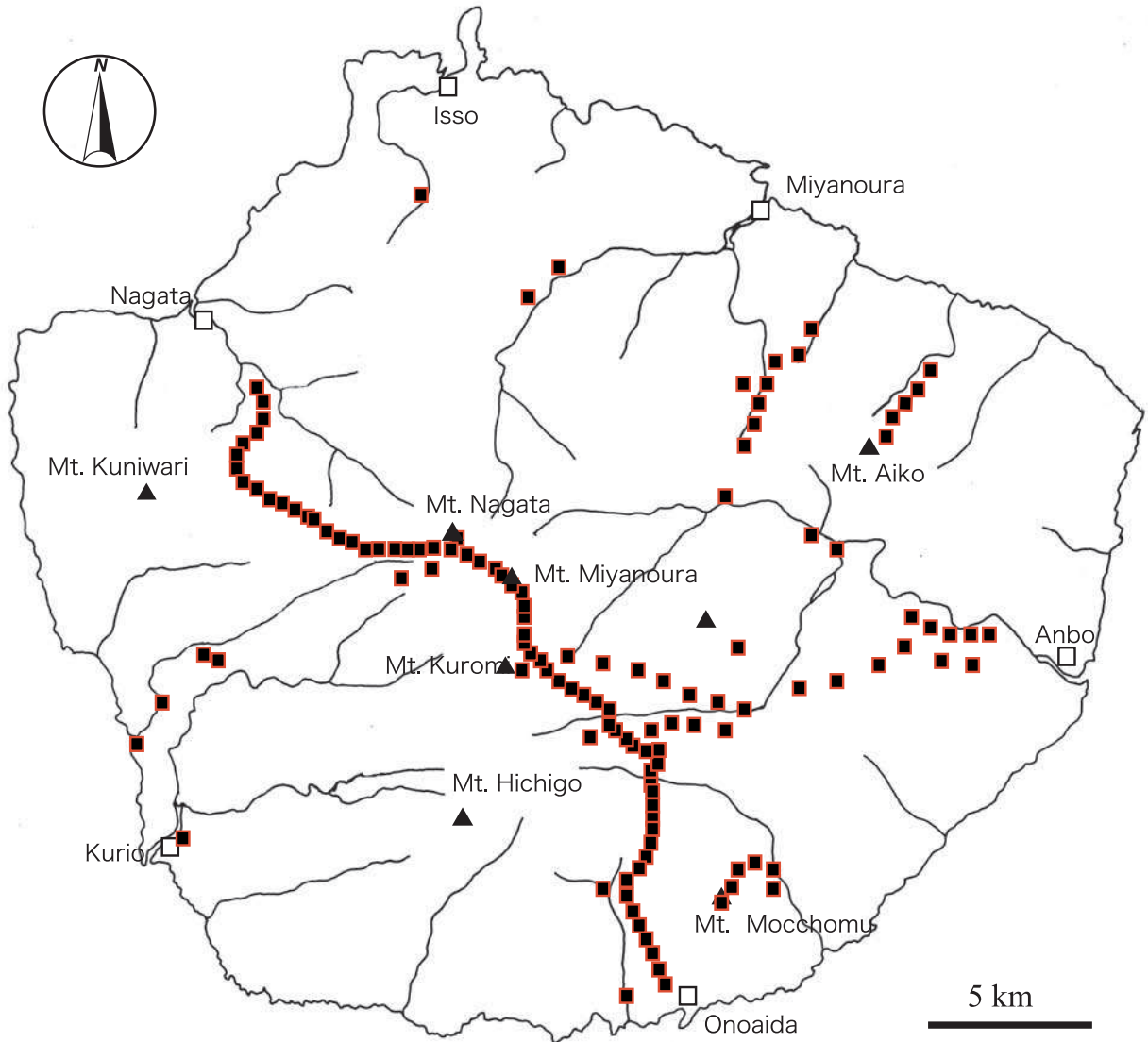


Figure 1. Map of Yakushima Island showing locations of 123 belt-transects.

ストップした。なおこれらの調査区のすべては、高等植物調査班によってあらかじめ設定されたものである。現地で同定ができないものについては標本として研究室に持ち帰り、顕微鏡下で正確な同定を行った。その結果、合計 123 の調査地点について、生育が確認できた蘚苔類種の一覧を得た。

調査地点の概要

できるだけ屋久島全体の地形と植生を反映するように各調査区を設けられているが、林道を横断する小溪流内に設置した場合などを除き、登山道にそって設けることがほとんどであった。屋久島の植生は、乾燥する期間が長くつづく低地林、標高約 600 m までに広がる照葉樹林、ヤクスギが混じる針広混交林、ハイノキやヤクシマシャクナゲからなる風衝林、そして森林限界となる標高 1700 m を超えたところに広がるヤクザサ草原から成

る。高地には小規模の高層湿原や湿地が点在しているが（屋久島環境文化財団 2006）、調査区はこれらの多様な環境をほぼ網羅するように設定されている。そのほか屋久島には亜熱帯林や海岸林も存在するが、今回の調査には含まれていない。

各ベルトトランゼクト内での調査の方法

各調査区は Fig. 2 のように設定されている。連続して設置した場合は、登山道に沿って 500 m ごとに 4×100 m の調査区が設けられている。この調査区は高等植物の調査のために設置されたものをそのまま蘚苔類の調査に使用している。これによって高等植物とのデータ比較が可能になる利点はあるが、蘚苔類の植物体はずっと小さいことを考慮すると、各調査区の全長に渡って出現種を精査することは現実的ではない。かつ種の識別が野外では困難な場合は多く、このことから 100 m の

全長に渡って詳細な調査を行うことは困難である。そのため、はじめの 4×10 m についてはそこに生育するすべての蘚苔類を網羅的にリストアップするが、残りの 4×90 m 区間については、はじめの 4×10 m の区間に出現しなかった種のみを記録するように変更した（したがって、該当区間内では野外において肉眼で認識できる種に限定されることになる）。各調査区内の樹幹着生種については、地表からおよそ 2 m までの手の届く高さに限定した。また調査区内に存在する倒木・落枝は調査対象に含めた。登山道は通常尾根あるいは斜面を通ることが多く、そのため湿地性の蘚苔類を十分に把握することができない。これを補うため、荒川林道沿いに現れる小溪流沿いに複数の 4×100 m の調査区を設定した。

それぞれの調査区の調査は、林道沿いなど平坦な場所を除いて通常は 1 名が単独で行った。そのため、担当者の研究歴によって、とくに現場での種の認識において得られる結果の精度に差が生じる。また天候によっても、野外での種の認識やサンプリングの精度に影響を受ける。この影響をなるべく小さくするため、できるだけ多くの標本を採取して研究室に持ち帰り、顕微鏡下で正確な同定を行うとともに、微量にしか含まれていない種についても見逃さないように努めた。

32 km 長距離ベルトランゼクトの設定

上記調査区には、尾之間から永田に至る、島内の山岳地を南から北西に横断する全長 32 km の登山道沿いに設定された、連続する 64 調査区が含まれている (Figs. 3 A–D)。これらの調査区には屋久島における代表的な植生が含まれている (Table 1)。本論文の以下の解析では、この長距離ベルトランゼクトから得られた結果を重点的に取り扱った。Table 1 には、それぞれの調査区の標高と生育環境を示している。また、この 64 調査区のうち合計 3 調査区以下でしか見いだされなかった種を、便宜的に稀少種として認識し、その分布状況についての解析も合わせて行った。

結果と考察

全 123 調査区についての、各調査区の位置情報 (Appendix 1) ならびにそれぞれの調査区で確認された全種のリスト (Appendix 2) はデータ容量が大きいためここでの印刷は控え、兵庫県立人と自然の博物館の以下の URL において別添の電子ファイルとして提示する (http://www.hitohaku.jp/research_collections/bulletins.html)。証拠標本は兵庫県立人と自然の博物館植物標本庫 (HYO)、広島大学大学院理学研究科植物標本庫 (HIRO)、千葉県立中央博物館植物標本庫 (CBM) に収蔵されている。また確認された全種が反映された屋久島蘚苔類リストは Yokoyama et al. (2007) として公表されている。屋久島の蘚苔類フロラの特徴として、苔類クサリゴケ科に代表される葉上着生苔類が少ないこと、苔類クラマゴケモドキ属 *Porella* のようにいくつかの分類群が欠落するか、あるいはごく少数の種しか見つからないことがこれまでも指摘されていた (服部 1944, Kitagawa 1960)。今回の調査でもこうした傾向を確認することができた。また白谷雲水峡間など調査区全体で、沢沿いに生育する灌木の幹や枝から懸垂する大型蘚類が量的に少ない。著者ら自身による 30 年に渡るこれまでの屋久島での調査経験と照らし合わせてみると、乾燥化が進行していることが推定された。維管束植物と同様、特に蘚苔類の大型種についてはヤクシカによる食害の有無にも注目して調査を行ったが、明らかに食害を受けたと判断できる事例は確認することができなかった。他に食べる植物が豊富に残っている場合、蘚苔類は嗜好されないのではないかと考えられる。

32 km 長距離ベルトランゼクトの結果

尾之間から永田に至る登山道沿いに設定した連続する 64 調査区には、蘚苔類合計 450 種が生育していた。これは屋久島全体で確認されている蘚苔類 668 種（種より下位の分類群を除く）の 67.5% にあたる。64 調査区それぞれで見いだされた総種数とそのうちの稀少種の種数を示したのが Fig. 4 である。調査区を設定した登山道の大部分は尾根沿いを通っており、水辺の環境を好んで生育する蘚苔類種の多くが調査区内には生育してい

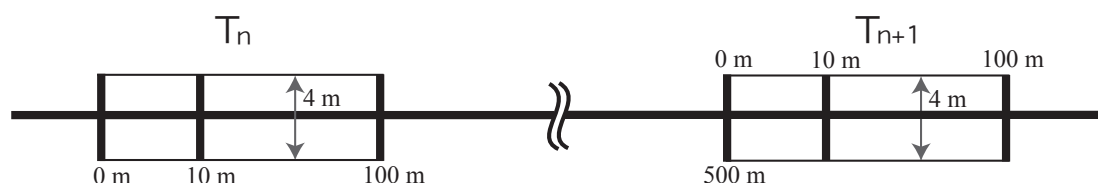


Figure 2. Schematic diagrams of a unit of a belt-transect set at every 500 m interval along the mountain trail between Onoaida and Nagata villages.

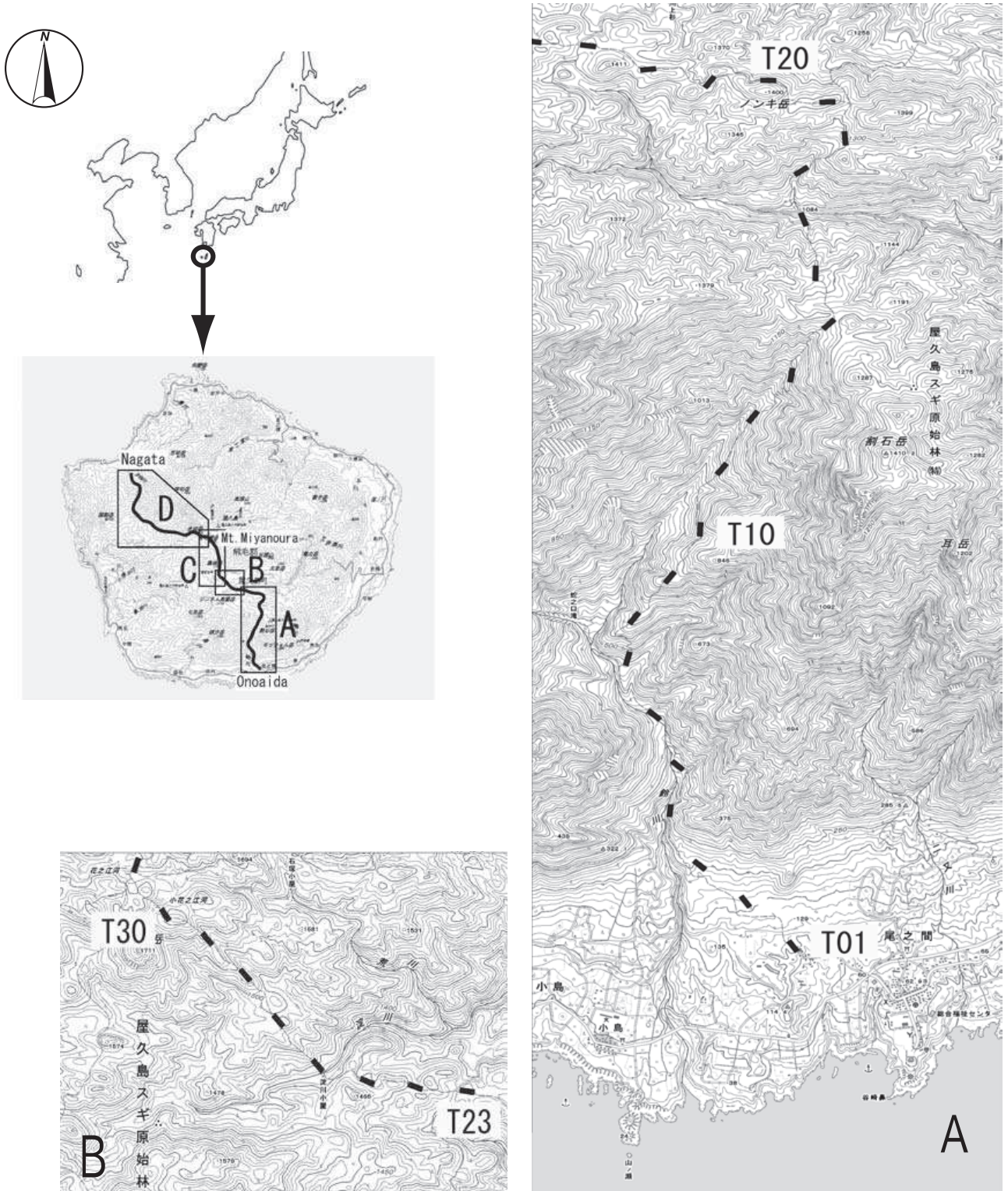


Figure 3. (A-B). The locations of Yakushima Island and those of all the 64 belt-transects along 32 km-long mountain trail, from Onoaida Spur to Nagata via Mt. Miyanoura and Mt. Nagata at the central part of the island.

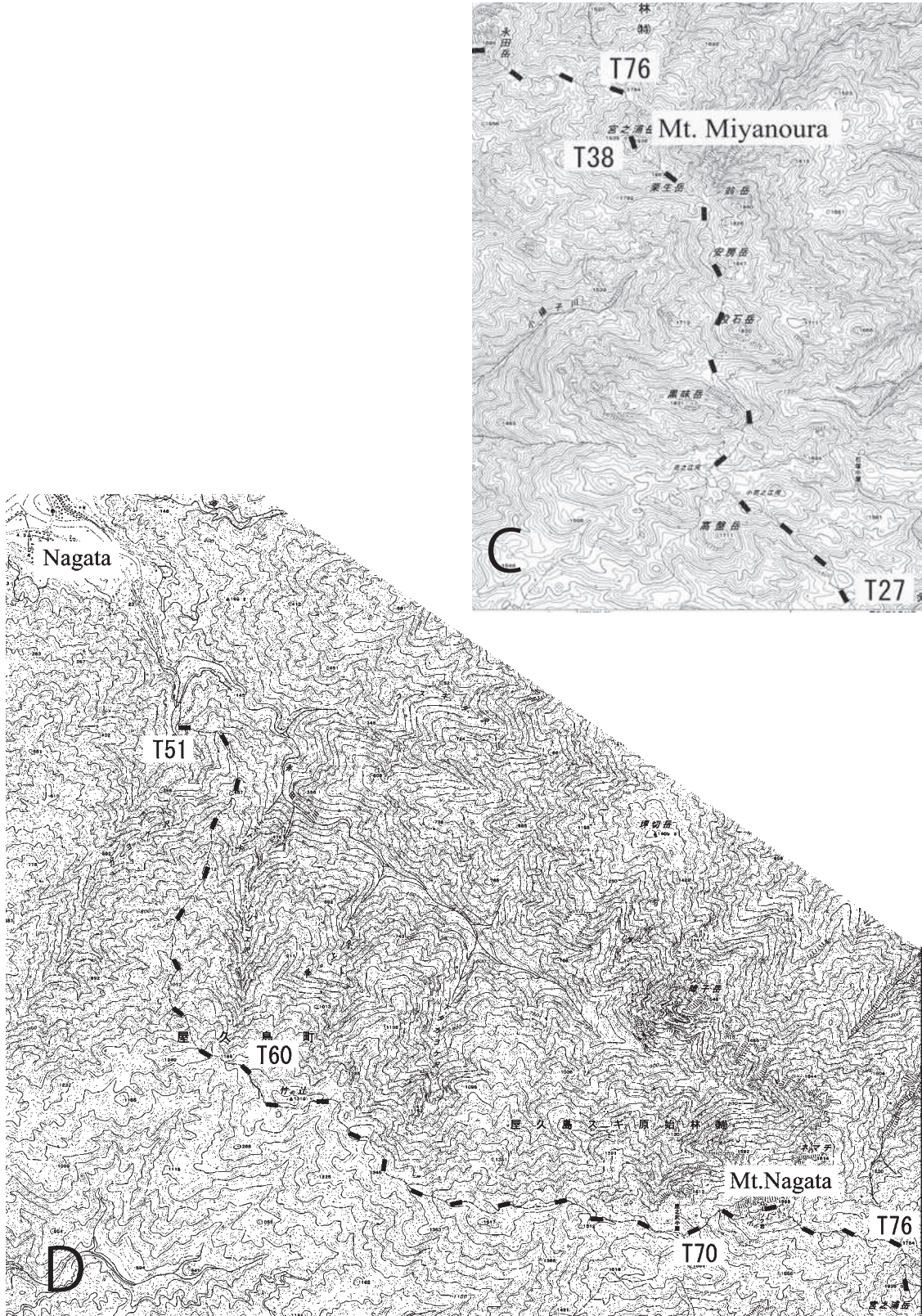


Figure 3. continued (C-D). Ibid.

ないであろうことは、注意が必要である。この 64 調査区内で出現した蘚苔類種を見つかった調査区数が多い順から並べてみると (Table 2), その多くが山地林性の種であった。また生育基物としては土や岩あるいは樹幹を好むものがいずれも含まれていた。ただし、チャボホラゴケのような土壌生苔類の中には、現れた頻度は高いものの植物体がきわめて微小であるため、肉眼ではほとんど存在がわからないものも含まれている。したがって、頻度の高さがそのまま量的な多い少ないを示しているわけではない。

屋久島全体ではこれまでに 69 種の蘚苔類絶滅危惧種が報告されているが (大崩他 2013, 環境省 2012), 今回 32 km 長距離トランゼクト内から確認された絶滅危惧種は、蘚類 18 種 (I 類 6 種, II 類 7 種, NT4 種, DD 1 種), 苔類 7 種 (I 類 3 種, II 類 4 種) であった。なかでもハシボソゴケ *Papillidiopsis macrosticta* (Broth. et Paris) Buck et Tan と トサヒラゴケ *Neckeropsis obtusata* (Mont.) M.Fleisch. がそれぞれ 13 調査区と出現回数の多いことが目立つ。その一方、絶滅危惧種として指定されてはいるが湿潤環境にはかなり普通に見ることができる葉上着生苔類のカビゴケ *Leptolejeunea elliptica* (Lehm. et Lindenb.) Schiffn. は、今回いずれの調査区からも確認されなかった。

各調査区の種リストならびに Fig. 4 から、以下のことが明らかになった。(1) 種の多様性は、標高 700 m から 1400 m の山地で最も高く、その反対に低地ならびに山頂部で低い。山頂部では密生するヤクザサ草原の中を木道が通っているため蘚苔類に適した生育環境が少ないことが影響していると考えられる。(2) 維管束植物ではラン科植物に代表されるように低地でも多数の稀少種が生育しているが (矢原 私信), 蘚苔類では低地には稀少種が少ない傾向がある。一方、常に霧がかかりやすい山岳地において、稀少種の種数が多い。これは乾燥への適応が高等植物と蘚苔類とで異なることが原因と考えられる。一般に蘚苔類は、低地の乾燥の強い場所では量的にも貧弱であるとされている (Glime 2007)。

4つのホットスポット

周辺の調査区と較べて出現種数の多くなる、いわゆるホットスポットは以下の 4 か所が認識された：

1. 蛇の口滝への分岐手前の沢沿い (T5-6)：登山道が斜面を登りはじめると種多様性は急に低くなる。
2. 呑木岳山頂直下 (T20)：登山道から少し林内に入った場所で絶滅危惧 I 類の蘚類シダレウニゴケ *Symphiodon perrottetii* Motn. が見つまっているように、山頂付近に高頻度に発生する霧により湿度が高く保たれており、おそらくそのために周囲に較べて樹幹着

生種が特に豊富である。

3. 荒川登山口入り口から淀川小屋までの間 (T23-25)：調査区を設定した登山道が他で尾根沿いを通っているのとは対照的に、この間では沢の源頭部にあたる湿度の高い林内を通っており、もっとも多湿な環境であることが影響していると思われる。林床は屋久島でもっとも蘚苔類が量的に豊富で、登山道からはずれると腰まで落ち込むほど厚く蘚苔類の群落が発達している。

4. 安房岳山頂直下 (T35)：登山道が山頂直下を巻くように道がつけられており、また灌木林下の沢沿いが調査区に当たるため、水辺の非常によく湿った場所である。

調査手法の欠点

調査区を設ける際に登山道や林道を利用することになる。そのため登山道が通ることの多い尾根沿いの調査地点が増え、逆に湿性の環境を好む種はそもそも調査の対象からはずれてしまう可能性が高くなる。あるいは蘚類ヤクシマアミゴケ *Syrhopodon yakushimensis* Takaki et Z.Iwats. のように低地の沢沿いの環境に出現する種が、調査から漏れてしまう傾向がある。これを補うために、荒川林道沿いでは支沢内に調査区を設定するなどの工夫を行ったが、屋久島からすでに報告されている蘚苔類の全種リスト (Yokoyama et al. 2007) と比較すると、調査区からは見つからなかった種が、特に溪流沿いに生育地が限定されるものに多く見られた。種多様性を評価する際に今回の手法を採ろうとする場合には、十分に考慮する必要がある。

また、現実的に最も大きな問題点は、現地調査と同定作業に必要とされる労力である。今回 1 調査区の調査は通常一人で行われたが、調査を終えるにはおよそ 2 時間から 3 時間を必要とする。調査区への往復の行程を考慮すると、一日あたり一人ですべて 1 ～ 3 ヶ所の調査しか行うことができない。そのため合計 123 調査区についての現地調査に 3 シーズン、持ち帰ったサンプルについてはその同定に約 1 年を費やした。この点は、現地ではほとんどの種についての同定が可能であり、数名で手分けして調査を行えるため、1 調査区あたり 1 時間を必要としない維管束植物の調査とは事情が大きく異なっている。同様な調査を行う場合にはこの点についても、あらかじめ十分に考慮した計画を立てる必要がある。

調査手法の利点、将来への応用性

今回の調査は屋久島内の様々な場所で実施し、その結果蘚苔類における数多くの絶滅危惧種の現在の分布状況が GPS データとともに把握された。単なる採集活動とは異なり、種の分布についての詳細な情報が蓄積されたことになる。

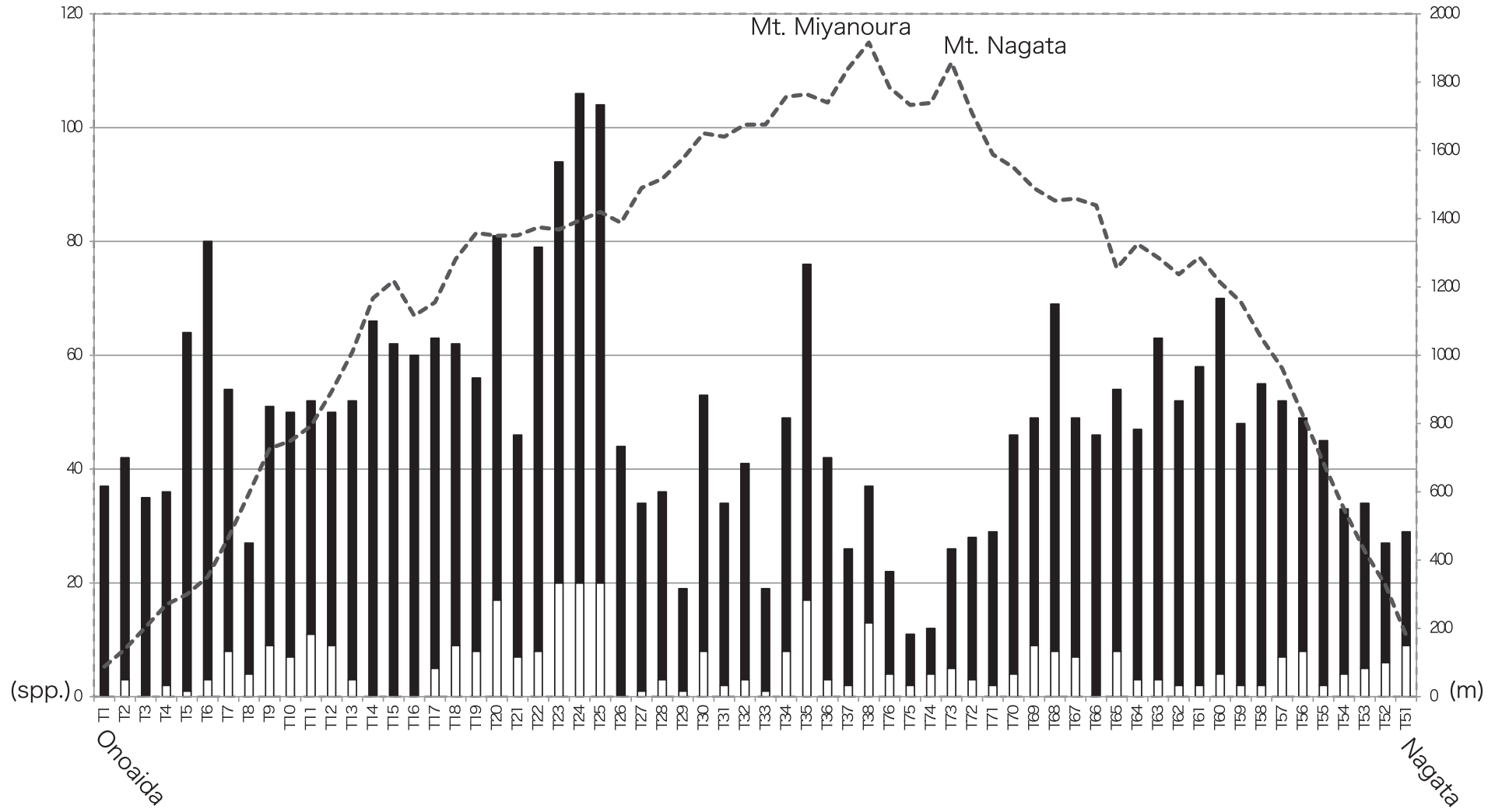


Figure 4. Number of species found in each belt-transect (Black; total number. White; number of rare species, that is, found less than three transects in total). Onoaida trail from T1 to T38 and Nagata trail from T51 to T76). Broken line shows the outline of the island by altitude (m asl) of each belt-transect. For the detailed information for each belt-transect, see Table 1. Species found in each belt-transect are listed in Appendix 2 (provided separately by Excel file). T1; entrance of Onoaida trail (Onoaida Spur). T25; vicinity of Yodogo mountain lodge. T29; Kohananoego moor. T33; Hananoego moor. T38; summit of Mt. Miyanoura. T73; summit of Mt. Nagata. T51; entrance of Nagata trail.

Table 1. Altitude and habitat description of each of the 64 belt-transects from Onoaida Spur to Mt. Miyanoura (T1–38) and from Nagata to Mt. Miyanoura via Mt. Nagata (T51–76).

Plot No.	Altitude	habitat
From Onoaida spur to Mt. Miyanoura (T1-T38)		
T1	88-100 m	dry, rather dark disturbed evergreen forest
T2	149-159 m	dry, rather dark disturbed evergreen forest
T3	204-213 m	dense lowland evergreen forest
T4	262-270 m	dense lowland evergreen forest
T5	288-300 m	dense lowland evergreen forest
T6	351-360 m	lowland mixed forest, beside a stream
T7	466-499 m	steep slope in a valley in a mixed forest
T8	595-608 m	on small ridge in a valley, in a mixed forest
T9	721-727 m	on small ridge in a valley, in a mixed forest
T10	735-749 m	steep slope in a valley, in a mixed forest
T11	793-808 m	steep slope in a valley, in a mixed forest
T12	894-909 m	steep slope in a valley, in a mixed forest
T13	1010-1046 m	steep slope in a valley, in a mixed forest
T14	1167-1191 m	gentle slope in a small ravine, in a mixed forest
T15	1197-1218 m	gentle slope, in mixed montane forest
T16	1089-1116 m	vicinity of upper reach of Taino-ko river; slope beside a river, in a mixed montane forest
T17	1155-1191 m	vicinity of upper reach of Tai-no-ko river; a small stream, damp site in a mixed montane forest
T18	1282-1294 m	rather sunny steep slope near the ridge, in a mixed montane forest
T19	1353-1358 m	dense mixed montane forest on the ridge
T20	1342-1350 m	rather sunny slope near the ridge, in a mixed montane forest
T21	1351-1355 m	around a small coll on the ridge in a mixed montane forest
T22	1369-1375 m	rather opened site on the ridge in a mixed montane forest
T23	1367-1368 m	in a mossy mixed forest
T24	1395-1404 m	beside a seeping cliff in a mossy mixed forest
T25	1418-1420 m	in a mossy mixed forest
T26	1388-1406 m	steep slope in a mixed montane forest
T27	1490-1498 m	in a mixed montane forest on mountain ridge
T28	1517-1539 m	along a trail under dense shrubbery on steep slope
T29	1576-1596 m	along a trail under dense shrubbery on steep slope
T30	1633-1650 m	vicinity of Kohananoego moor; mostly in a moor, partly at the edge of short thicket
T31	1640-1648 m	Hananoeego moor; rather open place in short thicket beside a moor
T32	1675-1690 m	around a small col on the ridge in a mixed montane forest
T33	1676-1691 m	around a small col on the ridge in a shrub community, rather opened site
T34	1757-1770 m	open, under dense shrubbery (<i>Rhododendron yakushimanum</i>) and <i>Pseudosasa owatarii</i>
T35	1764-1766 m	open, under dense shrubbery and <i>Pseudosassa owatarii</i>
T36	1740-1743 m	open, under dense shrubbery and <i>Pseudosassa owatarii</i>
T37	1840-1849 m	open, glassland densely covered by <i>Pseudosassa owatarii</i>
T38	1899-1916 m	around the top of Mt. Miyanoura; open, glassland densely covered by <i>Pseudosassa owatarii</i>
From Nagata to Mt. Miyanoura (T51-76)		
T51	180-210 m	evergreen mixed forest on steep slope
T52	327-347 m	evergreen mixed forest on the ridge
T53	426-439 m	evergreen mixed forest on steep slope near the small peak
T54	549-565 m	evergreen mixed forest on steep slope
T55	684-701 m	evergreen mixed forest on steep slope
T56	825-831 m	evergreen mixed forest on steep slope
T57	962-978 m	evergreen mixed forest on steep slope
T58	1050-1114 m	upper mixed forest on steep slope
T59	1156-1201 m	upper mixed forest on steep slope
T60	1214-1225 m	upper mixed forest on steep slope
T61	1287-1288 m	at a small col in a mixed forest near Takeno-tsuji
T62	1232-1237 m	upper mixed forest on steep slope
T63	1286-1294 m	upper mixed forest on steep slope
T64	1326-1332 m	upper mixed forest on steep slope
T65	1355-1369 m	upper mixed forest on steep slope
T66	1439-1460 m	upper mixed forest on steep slope
T67	1459-1463 m	upper mixed forest on steep slope
T68	1443-1453 m	rather open place in a mixed forest beside a small river
T69	1489-1497 m	along a trail in a mixed forest
T70	1550-1559 m	near Shikanosawa-lodge; under dense shrubbery developing on mountain ridge, rather moist
T71	1588-1629 m	under dense shrubbery developing on mountain ridge, rather moist
T72	1708-1749 m	vicinity of Top of Mt. Nagata; open, glassland densely covered by <i>Pseudosassa owatarii</i>
T73	1857-1862 m	open, glassland densely covered by <i>Pseudosassa owatarii</i>
T74	1726-1739 m	open, glassland densely covered by <i>Pseudosassa owatarii</i>
T75	1733-1734 m	open, glassland densely covered by <i>Pseudosassa owatarii</i>
T76	1783-1784 m	Sanpo-zakai; open, glassland densely covered by <i>Pseudosassa owatarii</i>

Table 2. Top 30 of most frequently collected species from the 64 belt-transects (T1-T38 and T51-T76) of the 32 km-long trail. Abbreviations of substrata are as follows; soil (s), boulder or rock (b), base of tree trunk (bt), tree trunk and branch (t), rotten log (r).

Ranking	Scientific name	No. of transects	Substrata
1	<i>Pseudotaxiphyllum pohliaecarpum</i> (Sull. & Lesq.) Z.Iwats.	56	s
2	<i>Leucobryum scabrum</i> Sande Lac.	53	s
3	<i>Isothecium subdiversifolium</i> Broth.	52	t
4	<i>Bazzania tridens</i> (Reinw., Blume & Nees) Trevis.	47	t, s
5	<i>Pyrrhobryum latifolium</i> (Bosch & Sande Lac.) Mitt.	43	s, r, bt
6	<i>Pogonatum inflexum</i> (Lind.) Sande Lac.	42	s
7	<i>Thuidium pristocalyx</i> (Müll.Hal.) A. Jaeger	39	s, bt, t
8	<i>Herbertus aduncus</i> (Dicks.) Gray	34	t
8	<i>Calypogeia tosana</i> (Steph.) Steph.	34	s
10	<i>Fauriella tenuis</i> (Mitt.) Cardot	33	t, r
11	<i>Pterobryon arbuscula</i> Mitt.	32	t
11	<i>Hookeria acutifolia</i> Hook. & Grev.	32	s
11	<i>Nipponolejeunea pilifera</i> (Steph.) S.Hatt.	32	t
14	<i>Heteroscyphus planus</i> (Mitt.) Schiffn.	31	s, b
15	<i>Cephalozia otaruensis</i> Steph.	30	s
16	<i>Haplohymenium longinerve</i> (Broth.) Broth.	29	t
16	<i>Hypnum tristo-viride</i> (Broth.) Paris	29	bt, t, r
16	<i>Wijkia deflexifolia</i> (Mitt. ex Renauld & Cardot) H.A.Crum	29	s, bt, r
19	<i>Diphyscium fulvifolium</i> Mitt.	27	s
19	<i>Heteroschyphus coalitus</i> (Hook.) Schiffn.	27	s
21	<i>Dicarnum japonicum</i> Mitt.	26	s, r, bt, t
21	<i>Leucobryum bowringii</i> Mitt.	26	s, bt
21	<i>Syrrophodon japonicus</i> (Besch.) Broth.	26	bt, t
21	<i>Odontoschisma denudatum</i> (Mart.) Dumort.	26	r
21	<i>Frullania tamarisci</i> (L.) Dumort. subsp. <i>obscura</i> (Verd.) S.Hatt.	26	t
26	<i>Plagiochila trabeculata</i> Steph.	25	t
27	<i>Lepidozia vitrea</i> Steph.	24	s, b, bt
27	<i>Radula cavifolia</i> Hampe ex Gottsche, Lindenb. & Nees	24	t
29	<i>Pseudobarbella levieri</i> (Renauld & Cardot) Nog.	23	t
29	<i>Scapania ligulata</i> Steph.	23	s, b

屋久島は国内で最も蘚苔類の採集密度が高い場所の一つであり、これまでに膨大な採集品に基づく多数の論文が発表されてきている [文献の一覧については Yokoyama et al. (2007) を参照]。しかしながら、これまでの採集方法とは全く異なる今回の調査により、例えばフウチョウゴケ *Macrothamnium macrocarpum* (Reinw. et Hornsch.) M.Fleisch. やキノボリヒメツガゴケ *Distichophyllum yakumontanum* H.Akiyama et Matsui など、従来その存在が見逃されてきた種も複数見つかったことは (Akiyama & Matsui 2005, 秋山・田中 2006, 秋山・山口 2006, Akiyama et al. 2011), 長距離ベルトランゼクトによるフロラ調査が種多様性を把握する上で有効な手段であることを示している。前述のようにこの調査には多大な時間と労力が必要となるが、アプローチの容易な場所などで実施すれ

ば、種多様性がどこに局在しているのかを明らかにしたり、絶滅危惧種がどこに分布しているかを可視化する上で、非常に有効な手法と考えられる。一方で、上記のような蘚苔類固有の難しさも、同時に明らかとなった。つまり、現場での種の同定が難しいこと、同定には顕微鏡下での作業が必要なこと、一つのプロットあたり現地調査だけで2～3時間の手間がかかること、などである。現地調査・同定作業に十分な人的資源を投入できる余裕が確保されていることが必要なのである。

謝 辞

九州大学理学部矢原徹一教授ならびに同研究室のメンバーの方々、調査に際して様々な便宜をはかっていただいた環境省屋久島世界遺産センターの皆様、また国立公

園内における調査に際しての採集・入林・現状変更許可等について便宜を図っていただいた屋久島自然保護官事務所、林野庁九州森林管理局屋久島森林管理署、鹿児島県教育委員会、鹿児島県熊毛支庁屋久島事務所農林係の担当者の方々、森林軌道内への立ち入りについて許可をいただいた(株)屋久島電工関係者の皆様に感謝いたします。この調査は、環境省環境技術開発等推進費(代表九州大学理学部矢原徹一教授)、文部科学省科学研究費(基盤研究(C)185700921, 24570108 代表秋山弘之)に寄るところが多岐でありました。記して謝意を表します。

文 献

- Akiyama, H. and Matsui, T. (2005) *Distichophyllum yakumontanum* (Musci, Daltoniaceae), a new species from Yakushima Island. Japan. *Bryol. Res.*, **8**, 343–348.
- 秋山弘之 (2006) アジア産蘚苔類分類・生態ノート, 12. 分布の南限である屋久島産リスゴケ(蘚類, イタチゴケ科)について. 蘚苔類研究, **9**, 114–115.
- 秋山弘之・田中敦司 (2006) アジア産蘚苔類分類・生態ノート, 11. 蘚類フウチョウゴケ(イワタレゴケ科フウチョウゴケ属) 68年ぶりの再発見. 蘚苔類研究, **9**, 112–114.
- 秋山弘之・山口富美夫 (2006) アジア産蘚苔類分類・生態ノート, 13. ツブツブヘチマゴケは九州・屋久島に隔離的に分布する. 蘚苔類研究, **9**, 115–116.
- 秋山弘之・山口富美夫 (2008) 無性芽を有するヘチマゴケ属(ハリガネゴケ科, 蘚類)の研究. 1. 日本産キヘチマゴケとその近縁種の再検討. 蘚苔類研究, **9**, 279–290.
- 秋山弘之 (2009) アジア産蘚苔類分類・生態ノート, 17. 屋久島産ヒメシノブゴケ(蘚類 シノブゴケ科)で観察された早落性小枝. 蘚苔類研究, **9**, 357.
- Akiyama, H., Masuzaki, H. and Yamaguchi, T. (2009) Habitat and morphological differentiation between *Pohlia annotina* and *P. drummondii* (Mniaceae) at higher elevations in Yakushima Island, Japan. *Bryologist*, **112**, 749–761.
- Akiyama, H., Ching, Y., Yamaguchi, T. and Tan, B. C. (2011) *Yakushimabryum longissimum* (Pylaisiadelphaceae) gen. & sp. nov., from the Yakushima Island, Japan. *J. Bryol.*, **33**, 42–49.
- 秋山弘之 (2011a) アジア産蘚苔類分類・生態ノート, 22. 日本産コモチイトゴケ科, 特にヤクシマコモチイトゴケについて. 分類, **11**, 27–34.
- 秋山弘之 (2011b) ケゼニゴケ複合体(ケゼニゴケ科, 苔類)の倍数性と種分化. 分類, **11**, 121–138.
- 古木達郎 (2012) イボソコマメゴケが屋久島で見つかる. 蘚苔類研究, **10**, 226–227.
- Glime, J. M. (2007) *Bryophyte Ecology. Volume 1. Physiological Ecology*. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. (2013年7月30日閲覧) [http://www.bryoecol.mtu.edu/]
- 服部新佐 (1944) 南九州苔類誌. 東京科学博物館研究報告, **11**, 1–203.
- 環境省 (2012) 環境省第4次レッドリスト【植物II(蘚苔類)】 (2013年7月30日閲覧) [http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=20558&hou_id=15619]
- Kitagawa, N. (1960) Notes on the Hepatic flora of the Island of Yakushima I. *Acta Phytotax. Geobot.*, **18**, 187–192.
- 小林亮平 (2010) 屋久島(鹿児島県)で新たに見つかった絶滅危惧蘚類2種. 蘚苔類研究, **10**, 56.
- 大崩貴之・藤田あゆな・金元熙・西村直樹・秋山弘之 (2013) コケフォレー 2013で確認された屋久島の絶滅危惧種18種. 日本蘚苔類学会第42回岡山大会, 講演要旨.
- Tan, B. C. and Iwatsuki, Z. (1996) Hot spots of mosses in East Asia. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Auton. Mexico, Ser. Bot.*, **67**, 159–167.
- Yokoyama, H., Yamaguchi, T., Nishimura N., Furuki, T. and Akiyama, H. (2007) Checklist of bryophytes known from Yakushima Island, southern Kyushu, Japan. *Bryol. Res.*, **9**, 159–197.
- 屋久島環境文化財団 (2006) 屋久島の植物ガイド. 屋久島環境文化財団, 鹿児島. 132頁.
- 湯本貴和・松田裕之編著 (2006) 世界遺産をシカが喰う—シカと森の生態学. 文一総合出版, 東京. 212頁.

付 記

九州森林管理局「屋久島のヤクシカによる生態系被害等食害の状況」(2013年7月1日閲覧) [http://www.rinya.maff.go.jp/kyusyu/yakusima/yakusikasyokugaijoukyou.html]

(2013年 8月6日受付)

(2013年 11月6日受理)

生涯学習施設は言葉やコミュニケーションに障がいを持つ人と どう向き合うべきか：総説

三谷 雅 純^{1)*}

Reconsideration on persons with language- and/or communication- disorders from viewpoint of lifelong learning: A review

Masazumi MITANI^{1)*}

Abstract

Security against language- and/or communication-disorders has not been regarded as an important element in the lifelong learning facilities in traditional thinking. I reconsider the disorders and clarify how to create easy-to-read materials beyond the type of impairments. As disorders closely related to the facilities, I pick up intellectually challenged, autism, hearing-loss and deafness, low-vision and blind, children- and adult-aphasia, and dementia. AAC (Augmentative and Alternative Communication) is effective for peoples who have language- and/or communication-disorders, but how to represent is challenging in the facilities for the future. Various reports released by IFLA (International Federation of Library Associations and Institutions) about the consideration for peoples with language- and/or communication-disorders are helpful for many readers and also effective in the facilities. Multimedia DAISY (Digital Accessible Information System) is promising in ICT (Information and Communication Technology) and adaptable for various disorders because it represents not only easy-to-read sentences but also visual-stimuli. The ICT is helpful for the disorders, but we must also reconsider the effectiveness of people-based aids. The staffs of lifelong learning facilities should train themselves in caring with the persons with disorders, exchange information with their organizations, and employ persons with disorders.

Keywords: museum, gallery, library, universal-society, literacy, inclusive

はじめに

日本のような市民の識字能力が高い地域では、人の一生は経年的な教育制度と精神的な発達段階によってモデル化できる。すなわち新生児、幼児、(未就学)児童、小学生、中学生、青年、中年、高齢者などである。しかし、このような人生の経時的なモデル化や類型化は、時として生活実態からかけ離れる。人生における変化はコ

ミュニケーション行動や文字リテラシーの発達に大まかに対応するが、一方、障がい児・者ではコミュニケーション行動や文字リテラシーに困難を抱える場合があるからである。たとえば学習障がいや失語症の例である(伊藤元信(編), 1998; 大石敬子(編), 1998など)。

人間が社会生活を送る上で、コミュニケーションはもっとも基本的な行動のひとつである。そのためコミュニケーション障がい者は日常生活にさまざまな不利益をこ

¹⁾ 兵庫県立大学 自然・環境科学研究所 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan

併任：兵庫県立人と自然の博物館 自然・環境マネジメント研究部 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 Division of Nature and Environmental Management, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan

* E-mail: mitani@hitohaku.jp

うむる。さらに言葉を含むコミュニケーション行動がうまくとれないと、二次的な抑うつ状態になったり（三村, 2002）、脳血管障がい者では認知症になることも多い（武石, 1995; 「認知症予防・支援マニュアル」分担研究班, 2009）。

一方、博物館や美術館、図書館には、ユニバーサル・ミュージアムの実現をめざす動きがある（広瀬, 2007; 2012; 三谷, 2007; 2011b; 2012）。ユニバーサル・ミュージアムとは生涯学習施設にユニバーサル・デザインの理念（付記1にあるユニバーサルデザイン・コンソーシアムのホームページを参照）を取り込んだものである。

従来、生涯学習施設では、ユニバーサル・ミュージアムを「誰にもやさしい博物館」と呼んで改善策を検討してきたが、あげられた課題は視覚障がい者や聴覚障がい者への接遇のあり方、肢体不自由者への通行の保障、外国人や高齢者への接遇や高齢者ボランティアと施設のあり方（日本博物館協会（編）, 2005; 2006a; 2006b; 2006c）であった。この対応によって、障がい者や外国人、高齢者は格段に施設が利用しやすくなった。しかしながら、言葉やコミュニケーションそのものを問題にすることは少なく（三谷, 2011a; b; 2012）、現在までの生涯学習施設では見過ごされることが多かった。これは、言葉やコミュニケーションの問題は施設で取り組むべき課題というより、担当者個人の問題と認識されていたからであると思われる（三谷, 2012）。

今日の障がい者を取り巻く情勢は、個人個人にもつ

とも適した教育をインクルーシブな環境（三好, 2009; 文部科学省中央教育審議会初等中等教育分科会, 2012）（付記4にある文部科学省のホームページ：初等中等教育局特別支援教育課, 2012も参照のこと）で受け、障がい者をはじめ、さまざまな困難を抱える人びとが、ともに社会参加することが当然であるとする認識が育ち始めている（UNESCO, 1994; 2002, 障がい者制度改革推進会議総合福祉部会, 2011, 兵庫県, 2005; 2007）。このことは、どのような人も受け入れることが前提である生涯学習施設では、特に強く意識しておかなければならない。

この総説で取り上げるコミュニケーション障がい

言葉やコミュニケーション行動に「問題がある」人の含む範囲は広い。リテラシーが未完成的な乳幼児や、年齢と共に俊敏さや活力が衰える高齢者は、これから発達していく人間の初期段階であったり、よりよく生活し穏やかな死を向かえるために大切な時期であったりする。また日本語に不慣れな外国人や帰国子女（日本博物館協会（編）, 2006c）も言葉やコミュニケーションを流暢に交わすことはできない（野村ほか（編）, 2012）。

このような誰にでも見られる過程とは別に、我われの周りには、個人によって異なる理由で言葉やコミュニケーション行動を取りにくい人がいる。さまざまな遺伝的多様性や傷病、あるいは傷病の後遺症で起こる後天的な多様性の内、言葉やコミュニケーション行動に関係した特性を示す人びとである（表1）。「コミュニケーション

表1 この総説で議論するコミュニケーション障がいの範囲

障がいの種類	一般的説明	参考文献
知的障がい	抽象的な概念の把握が困難で、複雑な話は避ける傾向がある。判断したり、見通しをもった考えが苦手であったり、読み書きや計算が苦手であったりする。半面、音楽的な感覚が豊かである場合がある。	知的障害者、発達障害者、精神障害者に対応したバリアフリー化施策に係る調査研究検討委員会（編）（2009）
自閉症	こだわりが強く、突発的な出来事や予定の変更への対応があったり、時間の感覚がわかりにくかったり、不快と感じる音を聞き流せないなどの人がいる。特異な才能を示す事があり、人によっては絵画などのビジュアル刺激を受け入れやすい。	知的障害者、発達障害者、精神障害者に対応したバリアフリー化施策に係る調査研究検討委員会（編）（2009）
難聴・ろう	乳幼児期に養育者と交わされる聴覚言語の習得に問題が生じる。前言語期のコミュニケーション行動は、養育者との見つめ合いや行動の模倣、注意の喚起など必ずしも聴覚に頼るものではないが、聴覚に頼るものもあるため、コミュニケーション行動の発達が遅れることがある。先天的なあるいは生後まもなく難聴やろうになった子どもや成人では、多数者とは異なった言語体験を持つことがある。	中村（1998）、野村（1980）
盲・弱視	盲と弱視の説明をする。人にとって視覚は重要な感覚であるため、特に盲はなった年齢によって感覚が違ふ。たとえば先天的な盲人にとって空や色は指で触れないために理解が難しい。点字は触れる情報であるが多数者は理解しない。視覚障がい者が多数者と共に理解できる技術にはDAISYがある。	広瀬（2011）、河村（2011）、通商産業省（2000）
子どもの失語症	子どもでも、脳損傷や、脳炎、脳腫瘍、脳出血などの病気によって、成人の場合と同じように失語症になる。しかし、子どもの脳は活発な成長過程にあり、失語の程度や回復のようすも成長の影響を強く受ける。特に言語の聴覚的理解は回復することが多い。	進藤・玉井（1998）
おとなの失語症	事故による脳損傷や、脳炎、脳腫瘍と共に、脳梗塞や脳出血など後遺症として失語症になる。失語症者が自ら学習する時、言葉の意味や、その社会的な意味づけが重要になる。失語症は高次脳機能障がいに含まれるが、高次脳機能障がい者は精神的に疲れやすかったり、集中力がなくなったりする。	山鳥（1996, 2002）、橋本（2007）
認知症	記憶障害を伴った認知機能の障害であり、コミュニケーション行動がとりにくくなる。二次的には心理的な側面や日常生活の上で障がいが生ずる事がある。十分な医療や介護が行われている場合には、穏やかさが維持されることがある。	認知症介護研究・研修東京センター（2011）、「認知症予防・支援マニュアル」分担研究班（2009）

障がい」と総称されるこれらの多様性は社会的に不利益を被ることが多い（たとえば堤，2008；全国失語症友の会連合会，2013）。

ここで言う「コミュニケーション障がい」という言葉には曖昧さが伴う。その理由として、知的発達遅れのような認知能力が遅れている状態と失語症のように脳機能の一部にダメージを受けた状態が混在し、医学的にはさまざまであること、「コミュニケーション行動の欠損」という見かけの症例が強調され、根本的な理解には至っていないこと、さらに近年になって強く認識されるようになった発達障がいや精神障がいと強くリンクしているために、未だ言葉としての定義が完成していないことがあげられる。

コミュニケーション障がい者が受ける日常の困難はさまざまである。印刷物や磁気情報を「聞く」とか「読む」ことが難しい人がいる一方、「話す」ことや非言語的なコミュニケーション行動に障がいが出る人の場合は、対人的な交渉に支障が出る可能性が高い。現実的には、コミュニケーション障がいの種別に応じたきめの細かい対応が、インクルーシブな（UNESCO，1994；三好，2009；文部科学省中央教育審議会初等中等教育分科会，2012）生涯学習施設には必要である。

この総説においては「コミュニケーション障がい」と総称されるものが、具体的にはどのように区分されるかを「第1部 各障がいの特徴と生涯学習施設での対応」において記述する。その上で「第2部 対応策について」で障がいの種別を越えて読みやすい文章やテキストの作り方、表現の仕方を明らかにする。

第1部 各障がいの特徴と生涯学習施設での対応

知的発達の遅れ

知的発達の遅れは、先天性、あるいは出生時に脳に障がいを受け、知的な発達が遅れて、コミュニケーションなどの社会生活に困難が生じる状態である。話の内容が理解できなかったり、自分の考えや気持ちを表現することが難しく、そのためにコミュニケーションを上手にとれないことがある。複雑な話や抽象概念の理解が苦手な人、判断をしたり、見通しをもって考えることが苦手な人、読み書きや計算が苦手な人もいる（知的障害者、発達障害者、精神障害者に対応したバリアフリー化施策に係る調査研究検討委員会（編），2009）。

言語発達に遅れがある人は、子どもであれ、おとなであれ、象徴性の獲得が遅れている場合が多い（小山，1998）。象徴とは木の棒を飛行機と見なして遊んだり、人形を赤ん坊と見なして抱いたりする認識であり、象徴性には、元来、音の羅列である声を記号と見なして意味

を見出すという人間独自の機能がある。象徴性がなければ言語そのものが成立しない。その意味で、象徴性の獲得が遅れている人には、話し言葉や文章をいくら工夫したとしても、コミュニケーションは不完全なものとならざるをえない。また複雑な話や抽象的な概念の理解が苦手であったり、読み書きが苦手であるために、生涯学習施設の展示解説は理解できないことがある。

知的発達に遅れのある人の多くに適しているのは、音楽であると言われている（松川，1989；五十嵐・緒方，2001）。ダウン症や自閉症で知的発達に遅れのある人は音楽に鋭い感性を持ち、言語コミュニケーションの発達が遅れがちであっても、音楽であれば楽しめる（松川，1989；五十嵐・緒方，2001；ひがしの，2009）。緒方（2000；2003）は障がい児教育に音楽を活用した取り組みのデータベースを全国規模でまとめたが、音楽の活用に関する文献の多くは、知的障害養護学校からの報告であった。さらに音楽を通じて集団行動による社会性を身に付けたり、コミュニケーションの技能を上げているとする報告が多く見られた。

五十嵐・緒方（2001）は音楽の特徴として、(a) あらゆる人に受容されやすい、(b) 心理的、生理的、情動面に働きかけやすく、心地よいという感情が引き出しやすい、(c) 構造的で、枠組みがしっかりしている、(d) 繰り返しが多く、慣れた音楽は分かりやすい、(e) 特に打楽器は簡単な操作で音の出るものが多く、手の動きと音の出ることの因果関係がわかりやすいといった点を指摘している。これらは生涯学習施設でも有効である。

知的発達に遅れのある自閉症児・者では、特定の感覚刺激に嫌悪感を示すことがある。たとえば音が聞こえると耳をふさぐといった例（緒方，2000）である。これは自閉症児・者の感覚特異性によるものとされ、機械音や人の話し声に対する嫌悪（山本・楠本，2007）と音楽を好むことは異なる。

展示解説にリズム感のある歌を利用すれば、言葉は理解できなくても、展示の趣旨と関係の深いオノマトベ〔たとえば〈ブーブー〉など〕や「しりとり歌」〔たとえば〈こぶたぬきつねこ〉など〕で学習が可能になるかもしれない。

自閉症

自閉症児・者は脳の働きの一部が多くの人と異なる。こだわりが強く、突発的な出来事や予定の変更、時間の感覚などがわかりにくかったり、不快と感じる音を聞き流せないといった人がいる（知的障害者、発達障害者、精神障害者に対応したバリアフリー化施策に係る調査研究検討委員会（編），2009）。

自閉症児・者ではコミュニケーション行動の不備をいう前に、まず当事者の対人関係や社会関係の乏しさをあ

げておかねばならない。西村 (1998) は、自閉症児・者では対人関係に不可欠である行為と感情の対人的な感性が円滑に作動せず、そのために相互理解や表現能力がうまく働かず、結果として話し言葉と言語の操作能力が乏しくなると述べている。

ただし、すべての自閉症児・者が、発話言語などのコミュニケーション行動をうまくとれないというわけではない。高機能自閉症児では、社会的な対人関係が築けないなどの困難は生涯残る場合があるが、言葉は発達することが普通である。このように自閉症児・者であっても、重い知的遅滞が認められる人から知的な障がいはいは認められない人までがあり、障がいの質と重さにおいて連続体 (スペクトラム) をなしている。そのため、近年は自閉症スペクトラム障がい (山本・楠本, 2007) と呼ばれることが多い。

すべての自閉症児・者が視覚情報を好むわけではないが、自閉症児・者の中には、発話言語などの音声シグナルはうまく聞き取れなくても、絵や写真、絵文字、(人が行うか絵などを使うかは別に) ジェスチャーやサインなどであれば比較的よく理解できる人がある (グランディン・スカリアノ, 1993; グランディン, 1997)。たとえば西村 (1998) は、自閉症児に話し言葉を補う「サイン・スピーチ (signed speech)」(Scheaffer et al., 1980) と呼ぶ動作や文字を使うことによって、言語発達の効果を上げている。また山本・楠本 (2007) は、身体的緊張が強すぎて音声や書字、サインを発することが苦手な自閉症児に対しては、絵やシンボル、単語、文字を選ぶことによって成立するように、コミュニケーションの仕方を工夫して指導している。

同様の考え方に従って、コミュニケーション支援ボード (付記 2 にある明治安田こころの健康財団や交通エコロジー・モビリティ財団のホームページを参照) やコミュニケーション支援絵記号 (付記 3 にある共用品のホームページ「コミュニケーション支援用絵記号デザイン原則 (JIS T0103)」) は、自閉症者だけでなく知的発達の遅れや精神障がいのある人とのコミュニケーション手段として有効なことがある (知的障害者、発達障害者、精神障害者に対応したバリアフリー化施策に係る調査研究検討委員会 (編), 2009)。

難聴・ろう

母語を身に付ける時、多数者では聞こえが前提となる。聴覚言語によるコミュニケーションを基本とするからである。そのため、まだ話ができない乳児は、健聴であれば周りの人の話し言葉を聞き、発音をまねて自分の発音を修正し、多数者と同様の発音を身に付ける (野村, 1980)。聴覚言語が発現する前の前言語期のコミュニケーション行動は、養育者との見つめ合いや行動の模倣、

注意の喚起など (野村, 1980; 中村, 1998)、必ずしも聴覚に頼るものではないが、聴覚が言語習得にとって重要であることはまちがいない。そのために、難聴やろうの子どもではコミュニケーション行動の発達が遅れることがある。

先天的な、あるいは生後まもなく難聴やろうになった子どもは、多数者とは異なる言語体験を持つことがある。その影響は成人になっても残る。その代表は手話である。手話は発話言語に代わる視覚言語によるコミュニケーション技法であり、難聴やろうの子どもにとっては習得が容易である。木村・市田 (2000) は、手話 (日本語の手話には日本手話と日本語対応手話が存在する。ここでは日本手話を指す) は一面的に障がい者の言葉と捉えるべきではなく、発話を伴う日本語とは異なる言語であり、手話を「話す」ろう者とは言語的少数者であるとした。事実、国連の UNESCO でも手話 (Sign Language) は自然言語として尊重するべきであり、さまざまな発話言語と共にろう者にとっては母語であると認めている (たとえば Ball, 2011; UNESCO, 2003)。

ただ一般の生涯学習施設職員では、手話によって自由に会話ができる人はほとんどおらず、いたとしても制度として配置されている例は少ない。その意味では、ろう者や難聴者で手話を第一言語にする人は、筆談か話者の口の形を読み取る口話でしか健聴者とのコミュニケーション手段はないのが現状である。一方補聴器や、内耳がうまく働かない難聴者が使う人工内耳のような補助機器があり、現在では前言語期も含めて幼児の時から多数者に近い言語体験を持つことが可能になっている。

生涯学習施設で特に配慮すべきなのは、中途失聴者や高齢者になって難聴になった人への対応である。これらの当事者は手話や口話法が使えないため、筆談や、講演会などでは話の要約を書き出して OHP などに表示する要約筆記がなければ参加できない。したがって生涯学習施設では、手話を第一言語とする人と中途失聴者や高齢で難聴になった人とは支援策が異なることを知っておかねばならない。緊急時の避難や館内放送などは、通常、音声でなされるため、補聴器や人工内耳を付けていても音が割れて、内容が十分に伝わらないことがある点には注意が必要であるが、コミュニケーション手段が確保できれば、難聴者やろう者は多数者と同じように学習に取り組むことができる。

盲・弱視

人の受け取る情報は、多くが視覚情報である。ニューロンのつながりを考慮すれば、視覚は脳の中でも大きな部位を占める (たとえばブルームほか, 2004)。そのため、いつ盲になったかで人の感覚は大きく変わる。盲人は指先で触って物の大きさや形、材質などを感じ取るが、指

先で触れない「空（そら）」や「宇宙」，「山脈」や「色」といった感覚はわからないだろう。また，ホタルの光や基本的に触れることが禁じられている絵画なども，それを口で説明してもらえば想像できるが，比較できる概念がないのだから，正確には認識のしようがない。

盲人には点字という書字体系があるが，点字を自由に読み書くことのできる人は，視覚障がい者以外では少ない。各地の点字図書館などで点字翻訳をしている晴眼者ボランティアは少しずつ増えているが，生涯学習施設職員や利用者の大半は点字リテラシーが身に付いていない。

弱視者の多くは拡大すれば印刷物がわかるのだから，印刷物などの墨字であっても，弱視者に配慮して大きく印刷した物であれば問題はない。しかし，弱視者や盲人が晴眼者と同じように学習できるのが理想である。晴眼者に一般的でない点字を回避し，どの人も同じ条件で学習できる方法として，デジタル技術がさかんに研究されている（たとえば通商産業省，2000）。

テキスト文字が電子化されていれば，さまざまな ICT（Information and Communication Technology: 情報通信技術）が利用可能である。デジタル・オーディオの再生時の速度調節機能はいうに及ばず，画面の拡大機能やデジタル文字から点字を打つ点字ソフトの利用や，デジタル文字の人工音声での再生，いわゆるスクリーン・リーダーなどは視覚障がい者が大いに利用できる技術である（広瀬，2011）。

なかでも DAISY（Digital Accessible Information System: デイジー）は，視覚障がい者の学習環境を一変させた。DAISY は盲人や弱視者だけでなく，大きくなってから視力を失ったために点字リテラシーが身に付いていない中途失明者でも利用可能な技術である。DAISY は音声再生用に利用されてきたテープレコーダーに代わる ICT であったが，現在では国際規格として，音声に限らずさまざまな視覚表現が使えるマルチメディア DAISY が開発されている（河村，2011）。そのため晴眼者も含めた万人に利用しやすいものとなっている。これからの視覚障がい者への対応は，晴眼者の読みやすさも考慮したマルチメディア DAISY の開発が主流となるだろう（三谷，2012）。

なお，視覚障がいには多数者より視野が狭い場合や多数者とは色覚が異なる場合，視線を移動する能力が異なる場合など，さまざまな状態が含まれる。生涯学習施設を訪れる人に多いのは色覚が異なる場合だが，色覚が異なる人への対応策は三谷（2007; 2008）を参照されたい。

子どもの失語症

子どもの失語症は，事故による脳損傷や，脳炎，脳腫瘍，脳出血などの病気によって言語機能が障がいを受け，成人の場合と同じように失語症になったものである。

おとなと異なり脳は活発な成長過程にある。そのため失語の程度や回復のようすは成長の影響を強く受けると思われる。ただし低学年では学業に影響が出ることが多い（進藤・玉井，1998）。それでも子どもの脳は可塑性に富んでいるため，おとなの失語と同じように発症初期には言葉の理解が悪くても，代替的に言語野と反対側の大脳半球が言語野に代わって働く可能性が高い（山鳥，1998）。そのために言語の聴覚的理解は回復することが多い（進藤・玉井，1998）。

4 歳から 5 歳ごろまでの子ども（萱村，1997）に十分なりテラシーは備わっておらず，抽象的な概念の把握や象徴性も未発達である。この時期までに失語になった子どもの回復過程を観察した研究は，おとなの失語に比べて極端に少なく，生涯学習施設での対応策は，現段階では決めがたい。ただ，おとなと同様に子どもの失語症にも高次脳機能障がい（野口ほか，2005）が知られており，はなはだしい疲れやすさなどは考慮するべきである。ここでは，失語症の子どもにも生涯学習施設での学習支援が必要なことを指摘するにとどめる。

おとなの失語症

事故による脳損傷や，脳炎，脳腫瘍と共に，おとなの場合は脳梗塞や脳出血などの後遺症から失語症になることが多い。子どもに比べると，おとなの脳に成長に伴う変化はあまり見られず，脳には可塑性（川平・田中，1995; 久保田，1996）が認められるものの，大きくはない。そのため，ここでは症状が変わらないものとして議論する。

失語症者にとっては何気なく聞こえてきた場合の意味理解には問題がないのに，意図的に聞こうとした場合は理解できないことがよくある（山鳥，2002）。生涯学習の場で想定されるセミナーや講演では，何気なく聞くというよりも意図的に聞く場合が圧倒的に多い。失語症者が自ら学習する時，言葉の意味やプロソディを含む社会的な意味づけ（山鳥，1996）は，特に重要になる。

子どもの失語症でも指摘したが，生涯学習施設では，失語症を高次脳機能障がいと見る視点が重要である。失語症と呼ぶ症状は脳レベルで言語機能が崩壊して起こる言葉の障がい（竹内，1998）であり，さまざまな種類があるが，失語症者にとっては言葉が崩壊しているというだけで，理性や認識，記憶は正常に保たれていることが多い。しかし，高次脳機能障がいという面から見ると，極端に疲れやすかったり，集中力が続かなくなったり，行動の抑制がきかなくなったり，物事を自分で決められなかったりする（橋本，2007）。そのために，しばしば認知症と混同されるが，本質的にはまったく別の状態である。したがって失語症がどれほど重度であっても，してほしくないことや，してもらって嬉しいことの区別

はつく（橋本，2007）．その認識が生涯学習施設職員にないと，過度に想定年齢の低い学習プログラムを失語症者に提供するといったミス・マッチを引き起こす．

認知症

認知症では，後天的な病気や事故によっていったん獲得した脳の記憶力が衰えて直前のことが記憶できなくなったり，「どこで」とか，「誰が」といった認識がなくなったり，ものごとの手順がわからなくなったりする．認知症は高齢者に多く見られるが，若くてなる人もいる（付記5にある厚生労働省のホームページ：若年性認知症の実態等に関する調査結果の概要及び厚生労働省の若年性認知症対策について）．

認知症の原因は数多くあるが，一番多いのはアルツハイマー型認知症である．アルツハイマー型認知症は大脳皮質全体に病変があり，長期に渡ってゆっくりと進行することが特徴である．次いで多いのが脳血管障がい性の認知症で，脳梗塞や脳塞栓症を起こした後遺症で起こる．アルツハイマー型認知症が病変は脳全体におよぶが，脳血管障がい性の認知症は症状の出方がダメージを負った脳の部位によって異なる．たとえば記憶能力は衰えたが計算能力は高いままであるといったことが現実にかかる（「認知症予防・支援マニュアル」分担研究班，2009）．

来館者に認知症者がいる場合，認知症には高齢者が多く，展示解説やガイドブックの文章表現には，弱視者とその他のコミュニケーション障がい者に共通する注意が必要である．つまり，活字を大きくして，文章は短くし，空行を入れる（三谷，2011b），ゴシック体や丸ゴシック体を使うなどの配慮や，博物館全体の照明あるいは展示解説のスポット照明を明るくすることが必要である．

認知症者への対応策としては，当事者が生きてきた時代や楽しかった記憶，趣味，子ども時代や青年時代，職業生活や家族の記憶を呼び起こす展示と展示解説が喜ばれる．郷土の歴史などはその典型である．認知症者は，大きく，はっきりとわかりやすい絵や写真を好む．また読み聞かせを好む場合もある（付記6にある障害保険福祉研究情報システムのホームページ「認知症の人のための図書館サービスガイドライン」を参照）．そういう要求に合う既存の出版物は絵本（三谷，2012）や昔のことを記録した写真集などである．絵本は子ども向けのものがほとんどであるので，今後は年齢を考慮した作品を作る必要がある．

認知症予防の観点も生涯学習施設の重要な課題である．認知症を予防したいと思っている人は，高齢者の4割程度いると言われ（「認知症予防・支援マニュアル」分担研究班，2009），認知症予防を目的とした園芸活動や料理のレシピ作り，パソコンによるお知らせ作りなどは，積極的に社会との接点を作り出す．園芸活動は季節

にあった草花を植えるスケジュール管理や植物の地域性など，高度な計画性が要求される（田崎，2006）．また料理のレシピ作りでも，今日ではかえりみられなくなった郷土料理レシピの記録など，高齢者でなければできない上，資料としても価値の高いものがある．高齢者も社会的に資料価値の高いものを残すことで強い生きがいを感じるだろう．また生涯学習施設にとっては社会的に価値あるものを保存し，合わせて健康な高齢者の認知症予防や軽度認知症者の進行を遅らせる効果のある展示と展示解説ができる．医療機関と連携した地域施設として大きな役目を果たしていると言える．

第2部 対応策について

AAC（補助・代替コミュニケーション）

言葉やコミュニケーション行動に障がいを持つ人は，多数者と発達が異なるため，認知のあり方が異なっていたり，衰えた人であると言える．そのような場合，言語よりも音楽や絵・写真は汎用性が高い．ただ，音楽や絵・写真でも物事を抽象的に表すなど高度な精神性は盛り込めるが，科学系や歴史系の博物館で展示解説を音楽や絵・写真だけで表すことには困難が予想される．

音声言語表出が困難な人に対してはAAC（Augmentative and Alternative Communication: 補助・代替コミュニケーション）と呼ばれる技法がある．AACでは，身体表現によるサイン，図形シンボル，絵と写真やそれをカードにして持ち運びしやすくした絵カードなどが用いられる．サイン・スピーチ（Scheaffer et al., 1980; 西村，1998）もAACのひとつである．このAACによって，知的発達の遅れや発達障がいのある子ども（西村，1998; 黒田ほか，2002），もやもや病のために片麻痺と言語障害がある子ども（平林，2003），さらに認知症の高齢者（平林，2003）とのコミュニケーション改善に役立てた例がある．失語症者への適応例は研究段階のものも含めて未だないが，失語症者の一部からはAACが理解しやすいという意見があった（三谷，2011b）．

知的発達の遅れや発達障がいのある子どもが通う保育園や幼稚園，特別支援学校でもAACを活用している例がある．たとえば掲示や時間予定などを，言葉で書かずにAACで表している．高齢者とのコミュニケーションなど，生涯学習施設でも有効に活用できる．ただ各年齢にあったAACの表現方法など，今後の検討課題は多い．

コミュニケーション障がい者に配慮した文章表現

障がい者を対象にした文章表現法を積極的に提案している組織がIFLA（International Federation of

Library Associations and Institutions: 国際図書館連盟)である。IFLAはヨーロッパを中心に活動し、図書や図書館の障がい者サービスのあり方を探っている。関連した多くのレポートが日本語に翻訳され、障害保険福祉研究情報システムから閲覧できる(野村, 2012; 野村ほか(編), 2012など)。また日本でも公立図書館を中心として情報バリアフリーの考え方が広がり、視覚障がい者を中心に障がい者サービスが試みられている(鈴木ほか, 2009)。

IFLAによる『読みやすい図書のためのIFLA指針(ガイドライン)』(野村ほか(編), 2012)には、配慮の必要な障がい者として、ディスレクシアおよびその他の読みに困難がある人、知的発達遅延の人、ADHD(注意欠損・多動性障がい)・自閉症・アスペルガー症候群・トゥレット症候群などの発達障がい者、さまざまな精神神経障がい者、生まれつき耳が聞こえない人、盲ろう者、失語症者、認知症者といったさまざまな人びとがあげられている。これら多様な人びとを対象に、適した文章表現のあり方を考えるのは、あまりにも複雑な課題であるように思われる。しかし、多様ではあるがそれは医学的な多様さであって、彼らに適した文章表現には共通点が多い(表2)。

絵や写真、ピクトグラムの使用は、多様なコミュニケーション障がい者の理解を助けることがわかっている。これはマルチメディアDAISYの活用につながり、抽象的な絵の利用は抽象や象徴の概念把握が苦手な障がい者の理解を妨げるような気がするが、かえって絵から浮かび上がるイメージが理解を助けるとされる。

また文章の内容と共に、行間隔や字の間隔、余白を広

く取ることで、デザインの上からもわかりやすくなることが知られている(三谷, 2008; 2011bも参照のこと)。

ICTが行う援助と人が行う援助

スウェーデンのやさしく読める図書センター所長のブロール・トロンバッケは、2008年に行った講演「読みやすさ、わかりやすさに向けたスウェーデンの取り組み」(付記8にある障害保険福祉研究情報システムのホームページ参照)の中で、障がい者と社会的非識字者や新しい移民を合わせた「言葉に不自由を感じている市民」の数を25%と推定した。これはスウェーデンの例であるが、そのような人びとに生涯学習をうながし、学習意欲に応えることは、本来、生涯学習施設の使命である。

日本でも障がい者への情報保障は大きな課題になっている。たとえば総務省では障がい者のICT(Information and Communication Technology: 情報通信技術)による社会参加を積極的に進めている(三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社・高齢者・障害者のICT利活用の評価及び普及に関する調査研究会, 2007; 総務省情報通信政策局情報通信利用促進課, 2007)。同様の取り組みは教育の場にも見られ(たとえば大倉, 2008)、生涯学習においても重要である。

そのような中で、今後の代表的なICTとなることが期待できるマルチメディアDAISYは、さまざまな障がい者に使いやすい文章表現技術(鈴木ほか, 2009; 河村, 2011; 野村, 2012)である。金森ほか(2010)は盲児や弱視児の視覚障がい児だけでなく、学習障がい児や肢体不自由児を対象とした実証を行い、マルチメディアDAISYがどのような障がい児の教育に役立つかを検

表2 『読みやすい図書のためのIFLA指針(ガイドライン)』にあげられた読みやすい図書ののための文章表現(野村・ニールセン・トロンバッケ(編), 2012)。改変の上、再録。

a	具体的に書く。抽象的な言葉を避ける。
b	論理的に書く。論理的なつながりで話が展開していくようにする。
c	明快でシンプルな展開にし、導入部を長くせず、登場人物は多すぎないようにする。
d	象徴的な言葉(隠喩)の使用は控える。そのような言葉は一部の読者の誤解を招く可能性がある。
e	簡潔にする。複数の展開を一つの文にまとめるのは避ける。可能であれば、一つのフレーズを構成している複数の単語は一行に収める。
f	難しい単語は避けつつも、大人向けの威厳のある言葉を使う。なじみのない単語は、文脈からのがかりで説明がつくようにする。
g	複雑な関係は、具体的かつ論理的な方法で説明あるいは記述し、論理的な時系列の枠組みの中で事件が起こるようにする。
h	書き手や描き手に、「読むのが難しい」とはどのようなことなのかを学ぶよう促す。実際の利用者に会わせ、その体験や日常生活について聞くようにする。
i	実際の利用対象者に、あらかじめ読んでもらう。

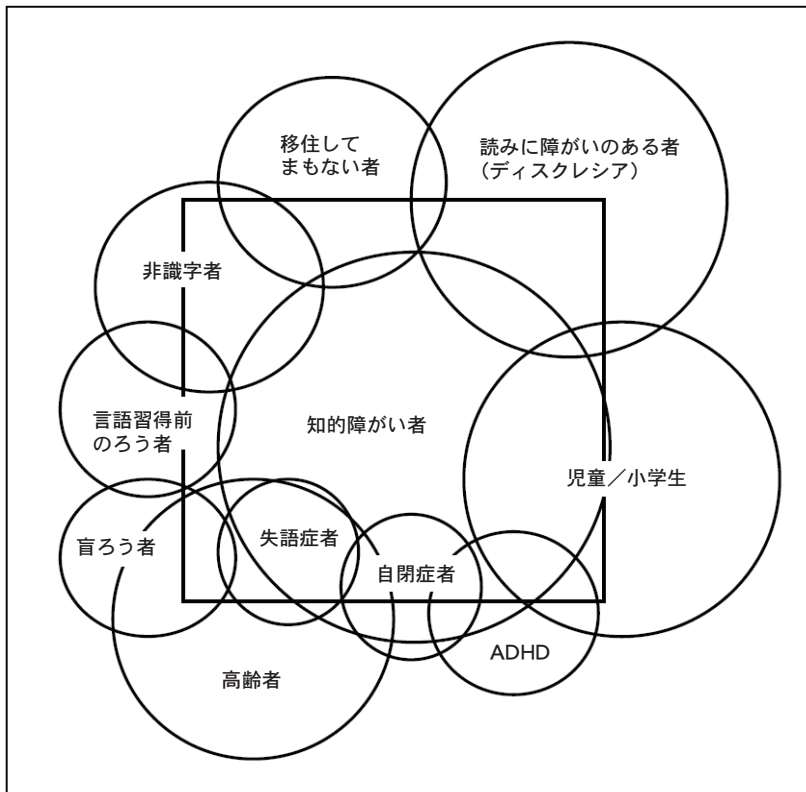


図1 「読みやすい図書」の対象となる人びと。円がだいたい対象グループを表し、四角形は読みやすい図書のニーズを示している。円に重なりがあるのは、障害が重複していることを示す。この図では障がいのある人と「移住してまもない者」や「非識字者」がいっしょに描かれている。ADHDは注意欠陥多動障がいのことで、日本では発達障がいとして扱われている。付記7にある「読みやすい図書のための IFLA 指針」[トロンバッケ（編）]の図「読みやすい図書の対象グループ」を改変の上、引用。

討している。

一方、DAISYは多くのコミュニケーション障がい者には福音となるが、基本的には紙に印刷した書籍に代わる新しい形式のデジタル出版物であり、読んで理解するには晴眼者が墨字の書籍を理解するのと同等の時間や労力が必要である。これはDAISYに触れるまで文字を読むという習慣がなかった人にとっては、依然として抵抗が大きいことを意味する。また博物館や美術館の展示解説は展示の理解を助けるという意味が大きいので、DAISYで解説を作るにせよ、表現技術は印刷物と同様の工夫が必要である。

トロンバッケは「読みやすさ、わかりやすさに向けたスウェーデンの取り組み」（付記8）の中で、必要とする人びとに読みやすい図書を提供するに当たっては、ICTの工夫と共に、人による積極的な働きかけが必要であることを指摘している。トロンバッケは「朗読代理人」と呼んでいるが、日本でも各地の図書館で盛んになった「読み聞かせを担う人」のことである。知的発達に遅れのある人や重いディスレクシアの人には、本を読む楽しさを教え、刺激を与える格好の手本となる。まだ字を読

めない幼児や認知症の人も、それぞれに合った内容の本を選ぶことで字を読む楽しさを味わい、記憶をよみがえらせることがある（付記6にある障害保険福祉研究情報システムのホームページ「認知症の人のための図書館サービスガイドライン」を参照）。

博物館や美術館では、障がい者のための展示解説を人が説明することで進めているところがある。たとえばアメリカ合衆国の博物館群・教育研究複合体であるスミソニアン博物館では、訓練を受けたボランティアが障がい者に展示解説をしている（視覚障がい者のための展示解説は、付記9にある広瀬浩二郎のブログ「テリヤキ通信」に詳しい）。障がい者の肉体的な条件によっては展示物を鑑賞できない場合があり、それを補おうという試みである。

人と人が接する生涯学習のあり方や援助は、機械が行う援助とは違い、送り手・受け手双方の社会活動に影響を与える。ICTでなければ補助できないことは多いが、人の社会活動の可能性も摘むべきではない。そのために生涯学習施設は、一方で

ICTの導入を目指しつつ、もう一方では人材の育成にも積極的でなければならない。

これから生涯学習施設に求められる制度

この総説にあげたコミュニケーション障がいを正確に理解し、生涯学習施設の業務に生かすことは、多くの職員にとって難しいことであるかもしれない。しかし「障がい」を短所と見るのではなく、社会を構成する人びとの示す多様性として見なし、長所でもあると捉える時、生涯学習施設が内包するさまざまな人びととの共同作業には、大きな可能性がある。たとえば高機能自閉症者の創造的認知能力（グランディン・スカリアノ、1993; グランディン、1997）や、ろう者の視覚刺激を憶える能力の高さ（正高、2006）などは、適切に活用できれば思わぬ成果につながるだろう。

そのような、人の持つ先天的／後天的な多様性を理解するためには、研究者や教職員に対する適切な研修が必要である。それとともに障がい者団体やインクルーシブ教育システム（文部科学省中央教育審議会初等中等教育分科会、2012）に根ざしたさまざまな特別支援学校、

フリースクール、院内学級などとの交流は、今後、生涯学習施設には欠かせないものとなるだろう。これまでの生涯学習施設では人や社会の多様性という視点が駆け落ち、学校団体や展示内容に関連した活動をする市民団体との交流だけを行ってきた。しかし、コミュニケーション障がい者に対応するためには、人や社会の多様性を尊重するという姿勢を忘れてはならない。多様な人が生涯学習施設に関わるのなら、いろいろな展示や展示解説に適切なアドバイスを受けられ、それらの人は有能な共同製作者となるだろう。

それとともに障がいのある研究者や教職員の積極的な採用が必要である。具体的な障がい者の立場や考え方は、障がいの有無や相違によって大きく異なる。それを画一的に捉え、効率よく教育しようとだけする運営態度では、多様な人に対応できない。また障がい者が生涯学習施設職員として働いている施設であれば、さまざまな障がい者、さらにはトロンパッケ（編）（1997）が「読みやすい図書のための IFLA 指針」（図 1、付記 7）にあげた障がい者以外のさまざまな立場の人びとが施設を訪れる動機は、格段に高くなる。

謝 辞

研究のさまざまな段階でお世話になった西之原郁子さん、中西祥子さん、長谷川康子さん、園田尚美さん、八島三男さん、竹中幸子さん、安居道子さん、安居和輝さん、広瀬浩二郎さん、武田直子さん、宮前周司さん、山家健盛さん、鈴木久代さん、和泉邦夫さん、広谷浩子さん、奥野花代子さん、隅野光代さん、南 恵美子さん、佐藤順子さん、東 ゆかりさん、美馬恵司さん、後藤道代さんと、ここに名前を挙げられなかった全ての皆さんに心から感謝する。本研究は日本学術振興会 平成 25～27 年度 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）基盤研究（C）「DAISY を応用したコミュニケーション障がい者にもわかりやすい展示解説技術の開発」（課題番号 25350404、代表者 三谷雅純）から研究費の援助を受けた。またこの研究に伴って全国科学博物館振興財団 全国科学博物館活動等助成事業（平成 25 年度）（兵庫県立人と自然の博物館、「コミュニケーション障がい者にも理解しやすい展示解説技術の研修」、三谷雅純）から事業費の援助を受けた。

要 旨

言葉やコミュニケーションの保障は従来の生涯学習施設では重要視されなかった。ここではコミュニケーション障がいを再考し、障がいの種別を越えて読みやすい文章や表現方法を明らかにする。生涯学習施設に

関係の深い症例として、知的発達の遅れ、自閉症、難聴・ろう、盲・弱視、子どもとおとなの失語症、認知症を取り上げる。音声言語が苦手な人には AAC（Augmentative and Alternative Communication: 補助・代替コミュニケーション）が有効であるが、生涯学習施設での表現手法は今後の課題である。コミュニケーション障がい者に配慮した文章については IFLA（International Federation of Library Associations and Institutions: 国際図書館連盟）のさまざまなレポートが参考になる。IFLA のあげた文章表現技術は生涯学習施設でも有効である。ICT（Information and Communication Technology: 情報通信技術）ではマルチメディア DAISY（Digital Accessible Information System: デイジー）が有望である。文章表示法のわかりやすさだけでなく、視覚情報を取り入れることができるので、障がい者を含む全ての人に対応できる。ICT は障がい者支援に有効だが、生涯学習施設では人が行う援助の有効性も忘れてはならない。生涯学習施設では、職員の研修や各種障がい者団体との交流が必要である。また職員として積極的に障がい者を雇用するべきである。

文 献

- Ball, J. (2011) Enhancing Learning of Children from Diverse Language Backgrounds: Mother Tongue-based Bilingual or Multilingual Education in the Early Years. UNESCO, Paris, 87 p. (2013 年 7 月 11 日閲覧) [http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002122/212270e.pdf]
- ブルーム, F.D.・ネルソン, C.A.・ラツェルソン, A. (2004) 感覚系. 新・脳の探求 上: 脳・神経系の基本地図をたどる. 講談社, 東京, pp. 195-280.
- グランディン, T. (1997) 自閉症の才能開化: 自閉症と天才をつなぐ環. 学習研究社, 東京, 299 p.
- グランディン, T.・スカリアノ, M. (1993) 我, 自閉症に生まれて. 学習研究社, 東京, 270 p.
- 橋本圭司 (2007) 高次脳機能障害: どのように対処するか. PHP 研究所, 東京, 246 p.
- ひがしのようにこ (2009) あぶあぶあからの風: ダウン症・自閉症などの知的障がいをもつ青年たちの楽団&ミュージカル 27 年の軌跡. 築地書館, 東京, 190 p.
- 平林あゆ子 (2003) 補助・代替コミュニケーション (AAC) とコミュニケーション障害—どのようにコミュニケーションの世界を広げるのか—. 名古屋女子大学紀要 (人・社) 49, 67-78. (2013 年 7 月 9 日閲覧) [http://libweb.nagoya-wu.ac.jp/kiyo/kiyo49/kj4906.pdf]
- 広瀬浩二郎 (2007) 企画展「さわる文字, さわる世界」の趣旨をめぐって—“つくる力”と“ひらく心”を育むために—. 国立民族学博物館・広瀬浩二郎 (編) UD ライブラリー だれもが楽しめるユニバーサル・ミュージアム“つくる”と“ひらく”

- の現場から. 読書工房, 東京, pp. 91-108.
- 広瀬浩二郎 (2012) 「手学問」理論の創造—触学・触楽・触愕するフィーリングワーカー. 広瀬浩二郎 (編) 触って楽しむ博物館—ユニバーサル・ミュージアムの可能性. 青弓社, 東京, pp. 92-113.
- 広瀬洋子 (2011) 放送大学における視覚障がい者への支援と課題—ボランティア組織「菜の花の会」12年の軌跡から. 放送大学研究年報 **29**, 89-102. (2013年7月9日閲覧)
[http://lib.ouj.ac.jp/nenpou/no29/29-9.pdf]
- 兵庫県 (2005) ひょうごユニバーサル社会づくり総合指針. 兵庫県, 30 p. (2013年7月9日閲覧)
[http://www.universal-hyogo.jp/contents/outline/shishin.html]
- 兵庫県 (2007) ユニバーサルデザイン対応イベント実践マニュアル—だれもが楽しく参加できるイベントづくり— (平成19年12月改訂版), 兵庫県, 27 p. (2013年7月9日閲覧)
[http://www.universal-hyogo.jp/contents/torikumi/pdf/h19-ud_event_manual.pdf]
- 五十嵐由紀・緒方茂樹 (2001) 知的障害特殊学級における音楽を活用した取り組み: 自閉的傾向を伴う知的障害児の事例を通して. 琉球大学教育学部障害児教育実践センター紀要 **3**, 109-123. (2013年7月9日閲覧)
[http://ir.lib.u-ryukyu.ac.jp/handle/123456789/5076]
- 伊藤元信 (編) (1998) 入門講座/コミュニケーションの障害とその回復 ②成人のコミュニケーション障害. 大修館書店, 東京, 198 p.
- 萱村俊哉 (1997) 発達神経心理学的評価: 学習障害・MBDの診断のために. 多賀出版, 東京, 275 p.
- 金森裕治・山崎愛子・田中直壽・松下幹夫・赤瀬 瞳・平峯厚正 (2010) 特別支援教育におけるマルチメディアデジ教科書の導入・活用に関する実践的研究. 大阪教育大学紀要 第4部門 教育科学 **59**, 65-80. (2013年7月16日閲覧)
[http://ir.lib.osaka-kyoiku.ac.jp/dspace/bitstream/123456789/25255/1/KJ4_5901_065.pdf]
- 川平和美・田中信行 (1995) 脳における情報処理と可塑性の神経生理学的背景について. 日本リハビリテーション医学会誌 **32**, 670-678. (2013年7月9日閲覧)
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjrm1964/32/10/32_10_670/_pdf]
- 河村 宏 (2011) デジタル・インクルージョンを支えるDAISYとEPUB. 情報管理 **54**, 305-315. (2012年6月5日閲覧)
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/54/6/54_6_305/_pdf]
- 木村晴美・市田泰弘 (2000) ろう文化宣言—言語的少数者としてのろう者—. 現代思想編集部 (編), ろう文化. 青土社, 東京, pp. 8-17.
- 小山 正 (1998) 知的障害をもつ子どものことば. 笹沼澄子 [監修], 大石敬子 [編] 入門講座/コミュニケーションの障害とその回復 ①子どものコミュニケーション障害, 大修館書店, 東京, pp. 3-34.
- 久保田 競 (1996) 脳の可塑性と機能回復. 日本リハビリテーション医学会誌 **33**, 151-154. (2013年7月17日閲覧)
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjrm1964/33/3/33_3_151/_pdf]
- 黒田未来・東 敦子・津田 望 (2002) 重度知的発達障害児への補助・代替コミュニケーション (AAC) 指導. 特殊教育学研究 **39**, 25-32. (2013年7月9日閲覧)
[http://ci.nii.ac.jp/naid/110006785596]
- 正高信男 (2006) ヒトはいかにヒトになったか—ことば・自我・知性の誕生. 岩波書店, 東京, 230 p.
- 松川有美子 (1989) ダウン症青年と音楽—共感的関係をめざして—. 情緒障害教育研究紀要 **8**, 67-70. (2013年7月9日閲覧)
[http://ci.nii.ac.jp/naid/110000411648]
- 三村 将 (2002) 高次脳機能傷害とその問題点—精神科の立場から—. 失語症研究 **22**, 185-193. (2013年7月10日閲覧)
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/apr/22/3/22_3_185/_pdf]
- 三谷雅純 (2007) 博物館テキスト『子ども自然教室』のユニバーサル化の課題. 国立民族学博物館・広瀬浩二郎 (編) UD ライブラリー だれもが楽しめるユニバーサル・ミュージアム“つくる”と“ひらく”の現場から. 45-55. 読書工房, 東京.
- 三谷雅純 (2008) 障害のある子どもたちとの社会教育活動: 障害の種類に応じた野外活動やテキスト作りを中心にして. 人と自然 Humans and Nature **19**, 51-60. (2013年7月10日閲覧)
[http://hitohaku.jp/research_collections/no19pdf/19-6.pdf]
- 三谷雅純 (2011a) ユニバーサル・ミュージアムをめざして: 文章のくふうはどこまで可能か? 博物館研究 **46** (6), 58.
- 三谷雅純 (2011b) ユニバーサル・ミュージアムで文章はどう書くべきか: コミュニケーション障がい者への対応を中心にした年齢, 発達, 障がいの有無によるギャップ克服の試み. 人と自然 Humans and Nature **22**, 43-51. (2013年7月10日閲覧)
[http://hitohaku.jp/research_collections/no22pdf/HN22_06_43_51.pdf]
- 三谷雅純 (2012) DAISYを使ったコミュニケーション障がい者にもわかりやすい展示解説の試み. 人と自然 Humans and Nature **23**, 61-67. (2013年7月10日閲覧)
[http://www.nat-museum.sanda.hyogo.jp/research_collections/no23pdf/NH23_05_61_67.pdf]
- 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社・高齢者・障害者のICT利活用の評価及び普及に関する調査研究会 (2007) 平成18年度総務省委託調査 高齢者・障害者のICT利活用の評価及び普及に関する調査研究報告書. 総務省, 東京, 59 p. (2013年7月26日閲覧)
[http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/b_free/pdf/b_free03_1_1.pdf]
- 三好正彦 (2009) 特別支援教育とインクルーシブ教育の接点の探究—日本におけるインクルーシブ教育定着の可能性. 人間・環境学, **18**, 27-37. (2013年9月12日閲覧)
[http://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/109788/1/hes_18_27.pdf]
- 文部科学省中央教育審議会初等中等教育分科会 (2012) 共生社会の形成に向けたインクルーシブ教育システム構築のための特別支援教育の推進 (報告). 文部科学省, 東京, 61 p. (2013年9月16日閲覧)
[http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/gijiroku/_icsFiles/afildfile/2012/07/24/1323733_8.pdf]

- 中村公枝 (1998) 難聴児のことばの問題. 笹沼澄子 [監修], 大石敬子 [編] 入門講座／コミュニケーションの障害とその回復 ①子どものコミュニケーション障害, 大修館書店, 東京, pp. 65-98.
- 日本博物館協会 (編) (2005) 博物館の望ましい姿シリーズ4 誰にもやさしい博物館づくり事業 バリアフリーのために. 日本博物館協会, 東京, 48 p. (2013年7月10日閲覧)
[http://www.mext.go.jp/a_menu/01_1/08052911/_icsFiles/afieldfile/2010/11/08/1298784_01_2.pdf]
- 日本博物館協会 (編) (2006a) 博物館の望ましい姿シリーズ7 誰にもやさしい博物館づくり事業 バリアフリー. 日本博物館協会, 東京, 48 p. (2013年7月10日閲覧)
[http://www.mext.go.jp/a_menu/01_1/08052911/1298788.htm]
- 日本博物館協会 (編) (2006b) 博物館の望ましい姿シリーズ8 誰にもやさしい博物館づくり事業 高齢者対応. 日本博物館協会, 東京, 55 p. (2013年7月10日閲覧)
[http://www.mext.go.jp/a_menu/01_1/08052911/1298822.htm]
- 日本博物館協会 (編) (2006c) 博物館の望ましい姿シリーズ6 誰にもやさしい博物館づくり事業 外国人対応. 日本博物館協会, 東京, 32 p. (2013年7月10日閲覧)
[http://www.mext.go.jp/a_menu/01_1/08052911/1298789.htm]
- 認知症介護研究・研修東京センター (2011) 平成22年度厚生労働省 老人保健健康増進等事業: 地域包括支援センターにおける認知症ケアガイドライン. 認知症介護研究・研修東京センター, 東京, 159 p.
- 「認知症予防・支援マニュアル」分担研究班 (2009) 認知症予防・支援マニュアル (改訂版). 東京都老人総合研究所, 東京, 53 p.
- 西村辨作 (1998) 自閉症児のことばの問題. 笹沼澄子 [監修], 大石敬子 [編] 入門講座／コミュニケーションの障害とその回復 ①子どものコミュニケーション障害, 大修館書店, 東京, pp. 35-64.
- 野口和人・室田義久・郷右近 歩・平野幹雄 (2005) 獲得性脳損傷児・高次脳機能障害児への教育的支援の現状と課題. 特殊教育学研究 **43**, 51-60. (2010年1月29日閲覧)
[http://ci.nii.ac.jp/naid/110006786007]
- 野村美佐子 (2012) IFLAにおける障害者サービスの取り組み. 野村美佐子・ニールセン, G. S.・トロンバック, B. (編) 読みやすい図書のためのIFLA指針 (ガイドライン) 改訂版 (IFLA専門報告書第120号). (監訳) 日本図書館協会障害者サービス委員会, (訳) 日本障害者リハビリテーション協会, 日本図書館協会, 東京, pp. 55-59.
- 野村美佐子・ニールセン, G. S.・トロンバック, B. (編) (2012) 読みやすい図書のためのIFLA指針 (ガイドライン) 改訂版 (IFLA専門報告書第120号). (監訳) 日本図書館協会障害者サービス委員会, (訳) 日本障害者リハビリテーション協会, 日本図書館協会, 東京, 59 p. (2013年7月19日閲覧)
[http://www.ifla.org/files/assets/hq/publications/professional-report/120-ja.pdf]
- 野村庄吾 (1980) ことばの前にことばあり. 乳幼児の世界—こころの発達—. 岩波書店, 東京, pp. 83-100.
- 緒方茂樹 (2000) 障害児教育における音楽を活用した取り組み (I): データベースからみた特殊教育緒学校の現状. 琉球大学教育学部障害児教育実践センター紀要 **2**, 61-75. (2013年7月10日閲覧)
[http://ir.lib.u-ryukyu.ac.jp:8080/handle/123456789/5062]
- 緒方茂樹 (2003) 障害児教育における音楽を活用した取り組み (II): 教育実践場面における活用を目指したデータベースシステムの構築. 琉球大学教育学部障害児教育実践センター紀要 **5**, 77-98. (2013年7月10日閲覧)
[http://ir.lib.u-ryukyu.ac.jp:8080/handle/123456789/5097]
- 大石敬子 (編) (1998) 入門講座／コミュニケーションの障害とその回復 ①子どものコミュニケーション障害. 大修館書店, 東京, 224 p.
- 大倉孝昭 (2008) アクティブ字幕を用いた学習環境のユニバーサルデザイン化. メディア教育研究 **5**, 45-54. (2013年7月10日閲覧)
[http://www.code.ouj.ac.jp/media/pdf5-2-10/No.10-06tokusyu05.pdf]
- Scheaffer, B., Musil, A. and Kollinzas, G. (1980) Total communication: A signed speech program for nonverbal children. Reseach Press, 263 p.
- 進藤美津子・玉井ふみ (1998) 子どもの後天性言語障害. 笹沼澄子 [監修], 大石敬子 [編] 入門講座／コミュニケーションの障害とその回復 ①子どものコミュニケーション障害, 大修館書店, 東京, pp. 127-154.
- 総務省情報通信政策局情報通信利用促進課 (2007) 障害者のICTを活用した社会参加事例集. 総務省, 東京, 15 p. (2013年7月26日閲覧)
[http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/b_free/pdf/b_free03_2.pdf]
- 鈴木崇文・坂口泰子・藤本昌一・山田 久・田中敦司 (2009) 公共図書館における障害者サービスの動向と現状. 情報の科学と技術 **59**, 403-410. (2013年7月22日閲覧)
[http://current.ndl.go.jp/node/14022]
- 障がい者制度改革推進会議総合福祉部会 (2011) 障害者総合福祉法の骨格に関する総合福祉部会の提言—新法の制定を目指して—. 障がい者制度改革推進会議総合福祉部会, 121 p. (2013年4月7日閲覧)
[http://www.mhlw.go.jp/bunya/shougaihoken/sougoufukusi/dl/110905.pdf]
- 武石 源 (1995) 痴呆とコミュニケーション障害. 竹内愛子・河内一郎 (編) 脳卒中後のコミュニケーション障害, 協同医書出版社, 東京, pp. 109-124.
- 竹内愛子 (1998) 失語症. 笹沼澄子 [監修], 伊藤元信 [編] 入門講座／コミュニケーションの障害とその回復 ②成人のコミュニケーション障害, 大修館書店, 東京, pp. 3-32.
- 田崎史江 (2006) 園芸療法. バイオメカニズム学会誌, **30**, 59-65. (2013年7月9日閲覧)
[www.jstage.jst.go.jp/article/sobim/30/2/30_2_59/_pdf]
- 知的障害者, 発達障害者, 精神障害者に対応したバリアフリー化施策に係る調査研究検討委員会 (編) (2009) 知的障害, 発達障害, 精神障害のある方とのコミュニケーションハンドブック. 国土交通省総合政策局安心生活政策課, 東京, 16 p. (2013年7月9日閲覧)
[http://www.mlit.go.jp/common/000043355.pdf]
- 通商産業省 (2000) 障害者・高齢者等情報処理機器アクセビリテ

- イ指針の解説. 通商産業省機械情報産業局電子機器課, 東京, 16 p.(2012年6月2日閲覧)
[<http://www.meti.go.jp/kohosys/topics/00000085/kaisetu.pdf>]
- 堤 健造 (2008) 障害者の所得保障と就労支援. 国立国会図書館 ISSUE BRIEF 625. (2013年7月17日閲覧)
[<http://www.ndl.go.jp/jp/data/publication/issue/0625.pdf>]
- UNESCO (1994) The Salamanca statement and framework for action on special needs education. Adopted by the world conference on special needs education: Access and quality. Salamanca, Spain, 7-10 June 1994. UNESCO and Ministry of Education and Science, Spain, xii + 47 p. (2013年7月17日閲覧)
[http://www.unesco.org/education/pdf/SALAMA_E.PDF]
- UNESCO (2002) UNESCO Universal Declaration on Cultural Diversity: Cultural Diversity Series No. 1. (2012年9月12日閲覧)
[<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001271/127162e.pdf>]
- UNESCO (2003) Language vitality and endangerment. UNESCO Intangible Cultural Heritage Unit's Ad Hoc Expert Group on Endangered Languages. UNESCO, Paris, 7 p.(2013年7月10日閲覧)
[<http://www.unesco.org/culture/ich/doc/src/00120-EN.pdf>]
- 山鳥 重 (1996) 言語生成の脳機構. 音声言語医学 **37**, 262-266. (2013年7月9日閲覧)
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjlp1960/37/2/37_2_262/_pdf]
- 山鳥 重 (1998) 第三章 ことばを繰り出す脳: 5 大脳半球の左右差と言語機能. ヒトはなぜことばを使えるか. 講談社, 東京, pp. 133-142.
- 山鳥 重 (2002) 川崎医療福祉学会講演: 失語症から見た大脳の言語機能. 川崎医療福祉学会ニュース, 181-189. (2013年7月9日閲覧)
[<http://www.kawasaki-m.ac.jp/soc/mw/journal/jp/2002-j12-1/yamadori.pdf>]
- 山本 淳一・楠本 千枝子 (2007) 自閉症スペクトラム障害の発達と支援. 認知科学 **14**, 621-639. (2013年7月9日閲覧)
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcss/14/4/14_4_621/_pdf]
- 全国失語症友の会連合会 (2013) 「失語症の人の生活のしづらさに関する調査」結果報告書. 全国失語症友の会連合会, 東京, 130 p. (2013年6月4日閲覧)
[<http://www.japc.info/2013-3-25.pdf>]
- 付 記
- 1 ユニバーサルデザイン・コンソーシアムのホームページにある「ユニバーサル・デザインの理念」.(2012年2月22日閲覧)
[<http://www.universal-design.co.jp/aboutus/idea/>]
- 2 コミュニケーション支援ボードの説明は, 公益財団法人明治安田こころの健康財団のホームページ(2013年9月17日閲覧)
[http://www.my-kokoro.jp/kokoro/communication_board/#comb_a]や公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団(バリアフリー推進事業)のホームページ(2013年9月17日閲覧) [http://www.ecomo.or.jp/barrierfree/comboard/comboard_top.html] に詳しい.
- 3 共用品のホームページには, 「コミュニケーション支援用絵記号デザイン原則 (JIS T0103)」の例が載っている. (2013年7月9日閲覧)
[http://www.kyoyohin.org/06_accessible/060100_jis.php#ekigo]
- 4 文科省初等中等教育局特別支援教育課 (2012) のホームページ「共生社会の形成に向けたインクルーシブ教育システム構築のための特別支援教育の推進(報告)」.(2013年9月16日閲覧)
[http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/044/houkoku/1321667.htm]
- 5 厚生労働省 (2009) 若年性認知症の実態等に関する調査結果の概要及び厚生労働省の若年性認知症対策について. (2013年7月9日閲覧)
[<http://www.mhlw.go.jp/houdou/2009/03/h0319-2.html>]
- 6 「認知症の人のための図書館サービスガイドライン」は, モーテンセン (Helle Arendrup Mortensen) とニールセン (Gyda Skat Nielsen) が 2007 年に国際図書館連盟に提出したレポート "Guidelines for Library Services to Persons with Dementia." (IFLA Professional Reports 104) (ISBN 978-90-77897-22-5) を (財) 日本障害者リハビリテーション協会が翻訳した. 障害保険福祉研究情報システムのホームページで見ることができる. (2013年7月19日閲覧)
[http://www.dinf.ne.jp/doc/japanese/access/info/dementia_iflaprorep104.html] (オリジナルの英文は <http://archive.ifla.org/VII/s9/nd1/Profrep104.pdf>)
- 7 「読みやすい図書のための IFLA 指針」は, ブロール・トロンバック (Bror I. Tronbacke) が 1997 年に編集し, 国際図書館連盟に提出したレポート "Guidelines for Easy-to-Read Materials" を日本障害者リハビリテーション協会情報センター研究情報課が訳し, 日本障害者リハビリテーション協会が 2001 年に発行したものである. 障害保険福祉研究情報システムのホームページで見ることができる. (2013年7月19日閲覧)
[<http://www.dinf.ne.jp/doc/japanese/access/easy/ifla.html>]
- 8 講演会「読みやすい (Easy-To-Read) 図書とマルチメディア DAISY」の中に, ブロール・トロンバックの講演「読みやすさ, わかりやすさに向けたスウェーデンの取り組み」が載っている. (2013年7月19日閲覧)
[http://www.dinf.ne.jp/doc/japanese/access/guideline/080529_seminar_brør/index.html]
- 9 広瀬浩二郎のブログ「テリヤキ通信」の中の『「ユニバーサル・ミュージアム」って何だろう (1)」にあるスミソニアン博物館の障がい者サービスのようすを見よ. (2013年5月6日閲覧)
[<http://www.minpaku.ac.jp/museum/showcase/fieldnews/staffletter/hirose/teriyaki03>]

(2013年 7月30日受付)
(2013年10月25日受理)

鹿児島県栗野岳における希少樹種エドヒガンの生育立地と個体群構造

石田 弘 明^{1)*}・矢倉 資 喜²⁾・塩谷 智 也³⁾

Habitat and population structure of a rare tree, *Prunus pendula* f. *ascendens* on Mt. Kurino-dake, Kagoshima Prefecture

Hiroaki ISHIDA^{1)*}, Yoshiki YAGURA²⁾, and Tomoya SHIOTANI³⁾

要 旨

鹿児島県湧水町の栗野岳の中腹にはバラ科サクラ属の落葉高木であるエドヒガンが生育している。この場所はエドヒガンの日本最南限の自生地とされており、国の天然記念物に指定されている。筆者らは栗野岳においてエドヒガン（樹高 2.0 m 以上）の分布、生育立地、個体サイズを調査した。その結果、調査地（約 30 ha）では 39 個体のエドヒガンが確認された。このうち、閉鎖林冠下に生育する個体は 3 個体であった。生育立地をみると、ほとんどの個体は過去に何らかの人為攪乱を被ったことのある場所（二次林や道路沿いの場所）に分布していた。また、エドヒガンは谷筋沿いの下部谷壁斜面と麓部斜面に偏って分布する傾向が認められた。個体サイズをみると、エドヒガンの樹高と胸高直径の最大値はそれぞれ 26.0 m, 95.5 cm であったが、幼木はまったくみられず、樹高階分布と胸高直径階分布は一山型または多山型に近いパターンを示した。これらのことから、エドヒガンは適湿性の陽地に好んで生育する攪乱依存種であると考えられた。

キーワード：エドヒガン、攪乱依存種、栗野岳、個体群構造、生育立地

はじめに

エドヒガン (*Prunus pendula* f. *ascendens*) はバラ科サクラ属の落葉高木である。日本では本州、四国、九州に分布している（佐竹ほか, 1989）。日本最南限の自生地は鹿児島県湧水町の栗野岳にあるとされている（<http://www.pref.kagoshima.jp/hakubutsukan/tennen/>, 2013.7 参照）。エドヒガンは比較的珍しい植物で、鹿児島県、兵庫県、東京都、千葉県では絶滅危惧種または準絶滅危惧種に指定されている（千葉県レッドデータブック改訂委員会, 2009；鹿児島県環境生活部環境保護課, 2003；兵庫県農政環境部環境創造局自然

環境課, 2010；東京都環境局自然環境部, 2010）。

兵庫県と大阪府の県境を流れる猪名川の上流域にはエドヒガンが数多く分布しており、群生地も複数存在する。石田ほか（2009）はこの地域を対象にエドヒガンの生態学的調査を行い、エドヒガンの生育立地と個体群構造の特徴などを報告している。しかし、栗野岳をはじめとする他地域ではまだこのような調査は行われていない。このため、エドヒガンの生育立地や個体群構造などの地域性または一般性はよくわかっていないのが現状である。エドヒガンの生態を解明するためには様々な地域の調査結果を比較することが必要である。また、このような研究はエドヒガンの保全を図る上でも重要なもので

1) 兵庫県立人と自然の博物館 自然・環境再生研究部 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6 丁目 Division of Ecological Restoration, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan

2) 公益財団法人ひょうご環境創造協会 〒654-0037 兵庫県神戸市須磨区行平町 3-1-31 Hyogo Environmental Advancement Association, Yukihiro-cho 3-1-31, Suma-ku, Kobe 654-0037 Japan

3) 神戸大学大学院人間発達環境学研究科 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区鶴甲 3-11 Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University, Tsurukabuto 3-11, Nada-ku, Kobe 657-8501 Japan

* 併任：兵庫県立大学自然・環境科学研究所 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6 丁目 Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo, Yayoigaoka 6, Sanda 669-1546 Japan

あると考えられる。そこで本研究では、栗野岳に分布するエドヒガンの生育立地と個体群構造の特徴を明らかにすることを目的とした。

調査地

栗野岳は鹿児島県北東部から宮崎県南西部の県境一帯に広がる霧島山系の一角にある。山頂の海拔は1094 m、地質は第四紀の火山岩類から構成されている（井ノ上, 1992）。調査地は栗野岳の中腹に位置しており、その海拔範囲は440～600 m、面積は約30 haである。この場所はエドヒガンの日本最南限の自生地とされており、大正12年3月7日に国の天然記念物に指定されている（<http://www.pref.kagoshima.jp/hakubutsukan/tennen/>, 2013.7 参照）。気象庁の気象観測データ（<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>, 2013.7 参照）によると、調査地の最寄りの気象観測所（大口、海拔175 m）における年平均気温は15.3℃、最寒月の月平均気温は4.4℃、年降水量は2572.9 mmである（各数値は1981年から2010年までの平均値）。このデータをもとに気温減率0.6℃/100 mを用いて調査地の気温条件を調べたところ、最寒月の月平均気温は1.8～2.7℃、暖かさの指数は99.5～108.1℃・日であった。このことから、調査地の全域は暖温帯に含まれているといえる。

調査地の大部分はコジイやウラジロガシ、イチイガシなどの優占する照葉樹林に覆われている。照葉樹林の次に広い面積を占めている植生はスギの人工林である。照葉樹林は自然林と二次林に区分されるが、大半の林分はかつて薪炭林として利用・管理されていた二次林である。調査地内にある道路沿いの伐採跡地には、わずかな面積であるが落葉広葉樹の優占する先駆性二次林が分布している。これらの二次林はいずれも放置されており遷移が進行している。

方 法

2011年10月17日と2013年1月26日に上述の調査範囲内でエドヒガンの個体調査と分布地の立地環境調査を実施した。これらの調査では樹高2.0 m以上のエドヒガンとその分布地をそれぞれ対象とした。調査範囲を決める際には、地形条件の偏りをできるだけ小さくするために尾根部から谷部までの様々な立地が調査地の中に含まれるようにした。

個体調査では調査地の踏査を行うことでエドヒガンの分布状況を確認した。エドヒガンの発見後は、GPS（GARMIN GPSmap60CSx）を用いて分布位置の緯度・経度を測定すると共に、個体ごとに樹高、胸高直径、上

木（エドヒガンの上層を被っている樹木）の有無を記録した。萌芽個体については樹高2.0 m以上のすべての幹を調査対象とした。立地環境調査では、分布地ごとに微地形単位、傾斜角度、斜面方位を記録した。微地形単位の区分の基準は松井ほか（1990）に準拠した。

調査の結果、エドヒガンは道路からの最短距離が30 m未満の場所（照葉樹林の林縁部および伐採跡地）に数多く分布していた。これ以外の場所は照葉樹林（林縁部を除く）の分布地であったことから、筆者らはエドヒガンの生育立地を照葉樹林タイプと沿道タイプに大きく区分し、その上で各種の解析を行うことにした。具体的には、道路から分布地までの最短距離が30 m以上の生育立地を照葉樹林タイプ、30 m未満の生育立地を沿道タイプと定義した。

結 果

今回の調査では39個体のエドヒガンが確認された。このうち、萌芽個体は5個体、上木を有する個体は34個体であった。生育立地タイプ別の個体数は照葉樹林タイプが15個体、沿道タイプが24個体であった。図1はエドヒガンの分布を生育立地タイプ別に示したものである。分布地の海拔範囲は照葉樹林タイプが448～545 m、沿道タイプが528～556 mであった。

分布地の傾斜角度をみると、30°以上の個体が全個体に占める比率は照葉樹林タイプと沿道タイプがそれぞれ33.3%、12.5%であった（表1）。また、生育立地別の平均傾斜角度は照葉樹林タイプと沿道タイプがそれぞれ21.5°、17.9°であった。次に、分布地の地形条件をみると、照葉樹林タイプの個体は谷筋に沿うように分布する傾向が認められた（図1）。また、照葉樹林タイプの個体は下部谷壁斜面と麓部斜面に偏って分布する傾向にあり、これらの微地形に分布する個体が全個体に占める比率は照葉樹林タイプが93.3%、沿道タイプが25.0%であった（表2）。

エドヒガンの樹高は6.0～26.0 m、胸高直径は8.6～95.5 cmの範囲にあり、今回の調査では幼木とみなせるような小サイズの個体は確認されなかった。単幹個体（34個体）を対象に胸高直径（DBH）の自然対数を独立変数、樹高（H）を従属変数とする単回帰分析を行った。単幹個体のみを解析の対象としたのは、相対成長関係に対する萌芽の影響を除外するためである。解析の結果、胸高直径と樹高の間には強い正の有意な直線関係（ $R^2=0.696$, $P<0.001$ ）が認められ、この関係は次式で表された。

$$H = -13.57 + 8.04 \ln DBH$$

エドヒガンの個体群構造を解析するために樹高階分布図（図2）と胸高直径階分布図（図3）を作成した。萌

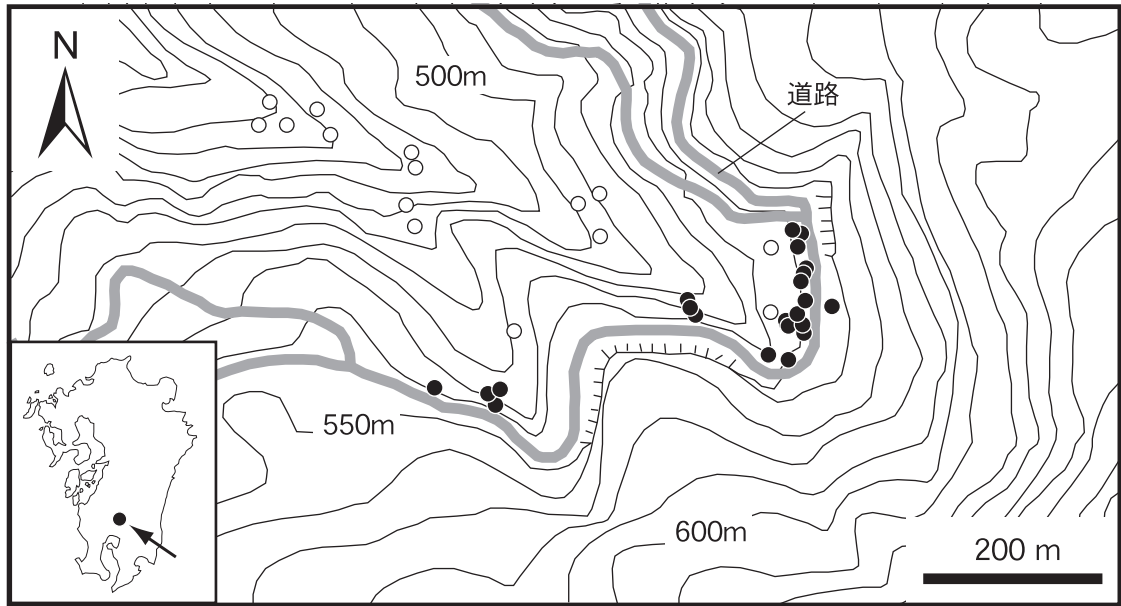


図1 エドヒガンの空間分布. ○と●はそれぞれ照葉樹林タイプと沿道タイプの個体の分布を示す.

芽個体については幹の最大サイズをその個体のサイズとして取り扱った. その結果, 生育立地タイプの違いに関わらず, 樹高階分布と胸高直径階分布はいずれも一山型または多山型に近いパターンを示した. ただし, 沿道タイプの個体は照葉樹林タイプの個体よりも小さなサイズクラスに分布が偏る傾向がみられた.

考 察

今回の調査では閉鎖林冠下に生育するエドヒガンはわずかしみられなかった. エドヒガンの樹高と胸高直径の最大値はそれぞれ 26.0 m, 95.5 cm であったが, 幼木はまったくみられず, 樹高階分布と胸高直径階分布は照葉樹林タイプ, 沿道タイプともに一斉更新型またはギャップ更新型の陽樹が示すパターン (大澤, 2001) と同じようなパターンを示した (図 2, 図 3). これらのことは, エドヒガンは耐陰性が非常に低く, 閉鎖林冠下では成長・更新が困難であることを示している. 換言すれば, エドヒガンの成長・更新には明るい環境が必要であるといえる. 一方, エドヒガンの生育立地をみると, ほとんどの個体は過去に何らかの人為攪乱を被ったことのある場所 (二次林や道路沿いの場所) に分布していた. また, 照葉樹林タイプの個体は, 地滑りや土石流, 台風などの自然攪乱による林分の破壊が起こりやすく, かつ適湿な土壌を有する場所, すなわち谷筋沿いの下部谷壁斜面と麓部斜面 (菊池, 2001; 井藤ほか, 2009) に偏って分布する傾向にあった (図 1, 表 2). 石田ほか (2009) は, エドヒガンは適湿性の陽地に好んで生育する攪乱依存種であり, その更新には森林の林冠層と下層植生の両

方を破壊するような強度の攪乱が必要であると指摘している. 今回の調査結果はこの見解を裏づけているといえよう. したがって, 本調査地におけるエドヒガンの分布と個体群維持には, 石田ほか (2009) の調査地である猪名川上流域と同様に 1) 地形・土壌条件, 2) 自然攪乱, 3) 人為攪乱という三つの要因が大きく関係していると考えられる.

エドヒガンは適湿地に好んで生育する種であるが, 沿道タイプの個体の大半は非適湿地である頂部斜面と上部谷壁斜面に分布していた (表 2). これらの個体の分布地は道路沿いの林縁部または伐採跡地に位置しているので, 良好な光条件が非適湿地でのエドヒガンの定着と成長を可能にしたと考えられる. 人間活動の影響が皆無であった当時, 調査地のエドヒガンは谷筋沿いの下部谷壁斜面と麓部斜面に偏在しており, その個体群は地滑りや土石流, 台風などの自然攪乱に起因する陽地の発生 (照葉原生林の破壊) によって維持されていたと推察される. その後, 人間活動の活発化に伴って照葉原生林の破壊と二次林化が進行し, また道路も建設された結果, まとまった面積の陽地が各所で発生することになり, エドヒガンは上部谷壁斜面や頂部斜面にも生育するようになったと考えられる. 換言すれば, 人為攪乱による陽地の発生がエドヒガンのハビタットニッチの拡大を引き起こしたといえる.

エドヒガンの個体群構造は生育立地タイプ間で異なっており, 沿道タイプは照葉樹林タイプよりも個体のサイズが全体的に小さい傾向が認められた (図 2, 図 3). これは, 自然攪乱または人為攪乱による陽地発生の時期が生育立地タイプ間で異なっているからと考えられる.

表1 エドヒガンの分布地の傾斜角度. エドヒガンの生育立地を照葉樹林タイプと沿道タイプに区分し, これらのタイプ別にエドヒガンの個体数とその比率を示した.

	照葉樹林タイプ		沿道タイプ		全分布地	
	個体数	比率(%)	個体数	比率(%)	個体数	比率(%)
0~10°	0	0.0	5	20.8	5	12.8
10~20°	7	46.7	7	29.2	14	35.9
20~30°	3	20.0	9	37.5	12	30.8
30~40°	3	20.0	3	12.5	6	15.4
40~50°	2	13.3	0	0.0	2	5.1
計	15	100.0	24	100.0	39	100.0

表2 エドヒガンの分布地の微地形単位. 生育立地タイプ別にエドヒガンの個体数とその比率を示した.

	照葉樹林タイプ		沿道タイプ		全分布地	
	個体数	比率(%)	個体数	比率(%)	個体数	比率(%)
頂部斜面	0	0.0	6	25.0	6	15.4
上部谷壁斜面	1	6.7	12	50.0	13	33.3
下部谷壁斜面	5	33.3	6	25.0	11	28.2
麓部斜面	9	60.0	0	0.0	9	23.1
計	15	100.0	24	100.0	39	100.0

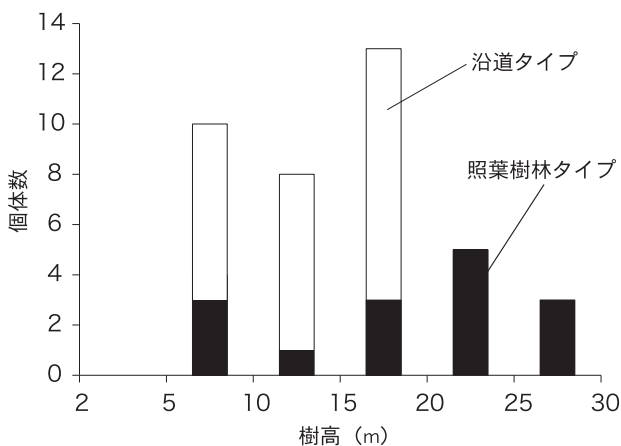


図2 エドヒガンの樹高階分布.

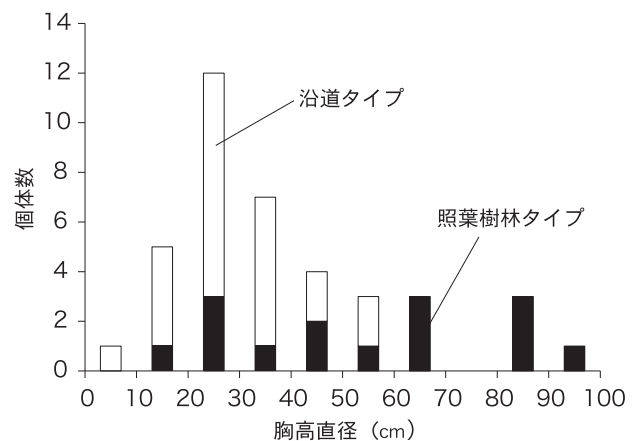


図3 エドヒガンの胸高直径階分布.

つまり, 沿道タイプの多くの個体の定着は照葉樹林タイプの個体の定着後に起こった可能性が高い. 本研究では調査地で過去に起こった攪乱の履歴やエドヒガンの樹齢, 繁殖状況, DNA などに関する調査は行っていないため, エドヒガンの定着時期や親子関係について詳しく検討することはできないが, 沿道タイプの個体の中には照葉樹林タイプの個体を親木とするものが数多く含まれている可能性がある.

謝 辞

本論文をまとめるにあたり, 兵庫県立人と自然の博物館の小林節子氏には資料整理で多大なご協力をいただいた. この場を借りて厚く御礼申し上げる.

文 献

千葉県レッドデータブック改訂委員会(編)(2009) 千葉県の保

- 護上重要な野生生物—千葉県レッドデータブック—植物・菌類編 2009 年改訂版. 千葉県環境生活部自然保護課, 千葉, 488p.
- 兵庫県農政環境部環境創造局自然環境課 (編) (2010) 兵庫の貴重な自然 兵庫県版レッドデータブック 2010 (植物・植物群落). 財団法人ひょうご環境創造協会, 神戸, 216p.
- 井ノ上幸造 (1992) 霧島火山群. 日本の地質「九州地方」編集委員会 (編), 日本の地質 9 九州地方, 共立出版株式会社, 東京, pp.218–221.
- 石田弘明・浅見佳世・黒田有寿茂・青木秀昌・服部 保 (2009) 猪名川上流域における希少樹種エドヒガンの生育立地と個体群構造. 保全生態学研究, 14, 143–152.
- 井藤宏香・伊藤 哲・中尾登志雄 (2009) 南九州の壮齢照葉樹二次林における主要構成樹種の台風被害の特徴——斉萌芽に由来する二次林構造と地形の影響—. 日本森林学会誌, 91, 35–41.
- 鹿児島県環境生活部環境保護課 (編) (2003) 鹿児島県の絶滅のおそれのある野生動植物 植物編—鹿児島県レッドデータブック—. 財団法人鹿児島県環境技術協会, 鹿児島, 657p.
- 菊池多賀夫 (2001) 地形植生誌. 東京大学出版会, 東京, 220p.
- 松井 健・武内和彦・田村俊彦 (編) (1990) 丘陵地の自然環境—その特性と保全—. 古今書院, 東京, 202p.
- 大澤雅彦 (2001) 変化する植物群落—遷移と動態—. (財) 日本自然保護協会 (編), 生態学からみた身近な植物群落の保護, 講談社サイエンティフィク, 東京, pp.28–37.
- 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・冨成忠夫 (編) (1989) 日本の野生植物 木本 I. 平凡社, 東京, 321p.
- 東京都環境局自然環境部 (編) (2010) 東京都の保護上重要な野生生物種 (本土部) ～東京都レッドリスト～ 2010 年版. 東京都環境局自然環境部, 東京, 121p.

(2013 年 7 月 30 日受付)

(2013 年 10 月 10 日受理)

ひょうご恐竜化石国際シンポジウム実施報告

半田久美子¹⁾・三枝春生^{1)*}・池田忠広¹⁾・小林文夫^{1)*}・佐藤裕司^{1)*}・
武田重昭²⁾・上田萌子¹⁾・阪上勝彦¹⁾・八尾滋樹¹⁾・小林美樹¹⁾・
西岡敬三¹⁾・古谷裕^{1)*}・高橋晃^{1)*}・太田英利^{1)*}・中瀬勲^{1)*}

Report of the Hyogo International Dinosaur Symposium 2013

Kumiko HANDA¹⁾, Haruo SAEGUSA^{1)*}, Tadahiro IKEDA¹⁾, Fumio KOBAYASHI^{1)*},
Hiroshi SATO^{1)*}, Shigeaki TAKEDA²⁾, Moeko UEDA¹⁾, Katsuhiko SAKAUE¹⁾,
Shigeki YAO¹⁾, Miki KOBAYASHI¹⁾, Keizo NISHIOKA¹⁾, Hiroshi FURUTANI^{1)*},
Akira TAKAHASHI^{1)*}, Hidetoshi OTA^{1)*} and Isao NAKASE^{1)*}

要 旨

篠山層群から発見された恐竜化石等の学術的価値を発信するために、2013年3月16, 17日に「ひょうご恐竜化石国際シンポジウム」として国内外より恐竜研究や関連分野の専門家を招聘して、国際シンポジウム、サイエンスカフェ、地域づくりフォーラム等を実施した。特に国際シンポジウムは極めて専門的な内容であったにもかかわらず、のべ655人もが参加した。普及教育事業の専門家とそのための施設に加え学術研究分野の専門家と一次資料を擁する本博物館が、こうした強みを活かすことで、高度に学術的で、かつ幅広い層からの興味・関心にも応えられる催しを実施できたと位置づけられよう。今後、このような実績を重ねることも十分期待できることから、ここでは参考のために、今回の実施体制、運営方法、課題等をまとめた。

キーワード：国際シンポジウム、篠山層群、恐竜化石、博物館、普及教育事業、地学教育

はじめに

兵庫県丹波市山南町上滝の篠山川河岸で、2006年8月7日に恐竜化石が発見された。これを受けて、兵庫県立人と自然の博物館（以後「ひとはく」とする）では丹波・篠山両市に分布する篠山層群で毎年発掘調査を実施してきた。2013年3月までに発掘され確認された化石は約23,000点で、このうちクリーニングが完了したのは全体の約25%にあたる約5,700点である。最近の成果としては、2012年の県立丹波並木道中央公園で行われた恐竜化石予備調査で、2点の鳥盤類の脛骨と1点

のトカゲ類の上腕骨の化石が公園造成時の残土から発見された。また現地調査と並行して進めているクリーニングでは、竜脚類の歯骨の一部が発見された。篠山市宮田で2007年に発見された哺乳類の下顎化石については新属・新種として記載された(Kusuhashi et al., 2013)。恐竜化石発見から2012年度までの発掘の概要や成果の詳細については、『篠山層群恐竜化石等発掘調査 評価と提言 報告書』（篠山層群恐竜化石等発掘調査検証委員会、2013）を参照いただきたい（http://hitohaku.jp/top/pdf/kensyouiinkai_report.pdf からダウンロードできる）。

¹⁾ 兵庫県立人と自然の博物館 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6 Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan

* 併任：兵庫県立大学自然・環境科学研究所 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6 Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan

²⁾ 大阪府立大学大学院 生命環境科学研究科 〒599-8531 大阪府堺市中区学園町1-1 Group of Landscape Planning & Design, Osaka Prefecture University, 1-1 Gakuen-cho, Naka-ku, Sakai-shi, Osaka, 599-8531 Japan

これらの発掘調査を中心としたプロジェクトを推進するために、ひとはく館内で「恐竜・化石タスクフォース」（以後「恐竜 TF」とする）を組織した。恐竜 TF は地学専門の研究者だけでなく、まちづくりを専門とする研究者と事務系の総務課・生涯学習課・情報管理課の職員で構成され、その年度の事業内容によって必要に応じて柔軟に構成員や人数を変更している。恐竜 TF はプロジェクトを推進するために、兵庫県丹波県民局、篠山市、丹波市、地元有志諸兄を中心とする発掘ボランティア各位、それに関連する博物館や大学の教員・学生等、様々な担い手の方々と協働で事業を展開してきた。このプロジェクトの特徴は、純学術的な発掘調査から、普及教育、そして地域づくりへの活用までが、三位一体として進められているところにある。これら一連の取り組みの成果を振り返り、これまで積み上げて来た発掘と研究の成果を一般の方々に向け幅広く発信することを目的として、2013 年 3 月 16 日（土）、17 日（日）に「ひょうご恐竜化石国際シンポジウム」を実施した。参加者は 2 日間でのべ 655 名にのぼり、後述のように体系的なアンケートの収集等は行わなかったが、少なくとも聞こえてくる範囲では、好意的な感想を多くいただいた。したがってこれらの参加者の感想を考慮すると、シンポジウム運営にあたっては不備もあったものの、全体としてはおおむね成功したといえるであろう。将来ふたたび、他のテーマでのものも含め、類似した企画を立案・実施することも十分考えられ、よってこの機会に今後の参考のため実施概要をとりまとめ、報告する。

なお、「ひょうご恐竜化石国際シンポジウム」は単一のシンポジウムからなる事業ではなく、初日に実施した専門的な内容の国際シンポジウム「白亜紀前期の恐竜研究最前線」、2 日目に実施したサイエンスカフェ「篠山層群の化石から白亜紀の生き物を復元する」、「恐竜化石を活かした地域づくりフォーラム」といった主要 3 部に関連イベントを加えた構成であった（図 1）。そこで以下ではこれら主要 3 部を特にことわらないかぎり、それぞれ「国際シンポジウム」、「サイエンスカフェ」、「地域づくりフォーラム」、そして事業全体を「恐竜シンポジウム」と呼ぶこととする。なお事業各部の詳細については、「実施概要」を参照されたい。

組 織

恐竜シンポジウムの企画運営は、実行委員会を組織して行った（表 1、2）。会の名称は「ひょうご恐竜化石国際シンポジウム実行委員会」とし、恐竜 TF を中心に、関連機関である丹波県民局、篠山市、丹波市、たんば恐竜・哺乳類化石等を活かしたまちづくり推進協議会で構成した。事務局は恐竜 TF に置き、事務局会議は必要に

応じて開催した。実行委員会会計の出納員はひとはくの館長補佐兼総務課長が担当した。出納補助と事務については、2012 年度はひとはく開館 20 周年にあたり記念行事が多数実施され総務課が多忙をきわめたため、恐竜 TF の研究員が担当した。

予 算

運営のための主な予算はひとはくからの事業委託と丹波県民局・篠山市・丹波市の負担金でまかない、恐竜シンポジウム参加費はすべて無料とした。予算のうち丹波県民局・篠山市・丹波市の負担金は篠山市、丹波市で実施する事業に使用した。

上記に加えて、助成金として独立行政法人日本万国博覧会記念機構から「国際相互理解の促進活動」国際会議助成金（以下、万博助成金）を獲得した。申請時の 2011 年 9 月にはまだ実行委員会ができていなかったため、地域の団体が集まって設立した任意団体である「たんば恐竜・哺乳類化石等を活かしたまちづくり推進協議会」から申請し、立ち上げ後に実施主体を実行委員会に変更した。

このほか、科研費基盤研究(C)「恐竜化石を活かした自然史リテラシーの涵養と環境教育への展開」（代表者：兵庫県立大学自然・環境科学研究所教授 佐藤裕司）の補助金の一部も、関連する必要経費に充てて執行した。さらに「ひとはく 20 周年記念事業実行委員会」から会議費等の支援をいただいた。

主な支出項目は、講演者旅費・謝金（源泉徴収）、同時通訳料、印刷費（ポスター、チラシ、講演要旨集）、会場費（吊り看板、花、人件費、消耗品等）、通信費（受講証送付等）である。実行委員会の会計規程に従って、会計関連書類は恐竜 TF で 5 年間保管する。

実施までの流れ

恐竜シンポジウムの準備は 2011 年度から開始した。実施までの流れの概略を記す。

2011 年度にはプログラム案と予算案を作成し、これに基づいて予算の確保と助成金の申請、実行委員会の立ち上げ準備を行った。プログラムは当初案では国外講師 6 名と国内講師 5 名で構成し、1 日目に専門的な内容の国際シンポジウム、2 日目は普及講演会となっていた。その後ひとはくの経営戦略会議で出た意見をふまえ、恐竜化石を活かした地域づくりフォーラムと、化石産地の巡検を追加した。このうち巡検については、ひとはく恐竜ラボでのクリーニング実施状況と化石そのものの視察を追加し、いずれも一般公開せず講師として外部より招聘された研究者のみを対象に、本館の専門家がホストと

ひょうご恐竜化石国際シンポジウム

Hyogo International Dinosaur Symposium 2013

2013年
3月16日(土)
17日(日)

3月16日(土) 兵庫県立人と自然の博物館
ホロンピアホール (兵庫県三田市弥生が丘6)

国際シンポジウム「白亜紀前期の恐竜研究最前線」
開会あいさつ 10:00
10:20～基調講演 三枝 春生 (兵庫県立人と自然の博物館 主任研究員)
10:50～ 日英同時通訳
講演① ジェームズ・カーランド (アメリカ・ユタ州地質調査所 研究員)
講演② 徐星 (中国科学院古脊椎动物与古人类研究所 研究員)
講演③ 對比地 孝互 (東京大学大学院理学系研究科 講師)
講演④ 森田 正輝 (徳島大学大学院理工学研究科 助教授)
講演⑤ ロマン・アズミ (フランス国立科学研究所 研究員)
講演⑥ 山田 敏弘 (金沢大学大学院工学研究科 助教授)
講演⑦ 楠瀬 直 (京都大学大学院工学研究科 助教授)
15:30～ 総合討論・質疑応答
16:00 閉会あいさつ

3月17日(日) 丹波電化石工務・山南住民センター
(兵庫県丹波市山南町谷川1110)

■サイエンスカフェ 丹波市恐竜復元プロジェクト
「篠山層群の化石から白亜紀の生き物を復元する」
10:30～12:00
プレゼンター：小田 隆 (丹波電化石工務 代表取締役)
コーディネーター：對比地 孝互 (兵庫県立人と自然の博物館 主任研究員)
コメンテーター：徐星、ジェームズ・カーランド、山田 敏弘、三枝 春生
■恐竜化石を活かした地域づくりフォーラム
13:00 開会のあいさつ
13:15～14:00 基調講演 渡士 五十八 (兵庫県立大学 教授)
14:00～15:50 パネルディスカッション
コーディネーター：中瀬 徹 (ならは恐竜・哺乳類化石を語る会) 恐竜と交流のバリエーション
パネリスト：村上 茂 (上久下恐竜の重宝化推進委員会 会長/丹波電化石工務 代表取締役)
金野 孝雄 (一橋大学大学院社会学部 教授)
浅倉 陽子 (お茶の水女子大学 教授)
真 朋子 (NPO法人恐竜文化推進委員会 理事)
15:50 閉会のあいさつ
■ワークショップ「恐竜復元をめぐって」
13:00～16:00 講師：所 十三 (津浦書画)
■ポスター・パネル展示
定員300名 事前申込：無料
当日参加：観覧料必要

3月16日(土) 兵庫県立人と自然の博物館
ホロンピアホール (兵庫県三田市弥生が丘6)

国際シンポジウム「白亜紀前期の恐竜研究最前線」
開会あいさつ 10:00
10:20～基調講演 三枝 春生 (兵庫県立人と自然の博物館 主任研究員)
10:50～ 日英同時通訳
講演① ジェームズ・カーランド (アメリカ・ユタ州地質調査所 研究員)
講演② 徐星 (中国科学院古脊椎动物与古人类研究所 研究員)
講演③ 對比地 孝互 (東京大学大学院理学系研究科 講師)
講演④ 森田 正輝 (徳島大学大学院理工学研究科 助教授)
講演⑤ ロマン・アズミ (フランス国立科学研究所 研究員)
講演⑥ 山田 敏弘 (金沢大学大学院工学研究科 助教授)
講演⑦ 楠瀬 直 (京都大学大学院工学研究科 助教授)
15:30～ 総合討論・質疑応答
16:00 閉会あいさつ

3月17日(日) 丹波電化石工務・山南住民センター
(兵庫県丹波市山南町谷川1110)

■サイエンスカフェ 丹波市恐竜復元プロジェクト
「篠山層群の化石から白亜紀の生き物を復元する」
10:30～12:00
プレゼンター：小田 隆 (丹波電化石工務 代表取締役)
コーディネーター：對比地 孝互 (兵庫県立人と自然の博物館 主任研究員)
コメンテーター：徐星、ジェームズ・カーランド、山田 敏弘、三枝 春生
■恐竜化石を活かした地域づくりフォーラム
13:00 開会のあいさつ
13:15～14:00 基調講演 渡士 五十八 (兵庫県立大学 教授)
14:00～15:50 パネルディスカッション
コーディネーター：中瀬 徹 (ならは恐竜・哺乳類化石を語る会) 恐竜と交流のバリエーション
パネリスト：村上 茂 (上久下恐竜の重宝化推進委員会 会長/丹波電化石工務 代表取締役)
金野 孝雄 (一橋大学大学院社会学部 教授)
浅倉 陽子 (お茶の水女子大学 教授)
真 朋子 (NPO法人恐竜文化推進委員会 理事)
15:50 閉会のあいさつ
■ワークショップ「恐竜復元をめぐって」
13:00～16:00 講師：所 十三 (津浦書画)
■ポスター・パネル展示
定員300名 事前申込：無料
当日参加：観覧料必要

3月16日(土) 兵庫県立人と自然の博物館
ホロンピアホール (兵庫県三田市弥生が丘6)

国際シンポジウム「白亜紀前期の恐竜研究最前線」
開会あいさつ 10:00
10:20～基調講演 三枝 春生 (兵庫県立人と自然の博物館 主任研究員)
10:50～ 日英同時通訳
講演① ジェームズ・カーランド (アメリカ・ユタ州地質調査所 研究員)
講演② 徐星 (中国科学院古脊椎动物与古人类研究所 研究員)
講演③ 對比地 孝互 (東京大学大学院理学系研究科 講師)
講演④ 森田 正輝 (徳島大学大学院理工学研究科 助教授)
講演⑤ ロマン・アズミ (フランス国立科学研究所 研究員)
講演⑥ 山田 敏弘 (金沢大学大学院工学研究科 助教授)
講演⑦ 楠瀬 直 (京都大学大学院工学研究科 助教授)
15:30～ 総合討論・質疑応答
16:00 閉会あいさつ

3月17日(日) 丹波電化石工務・山南住民センター
(兵庫県丹波市山南町谷川1110)

■サイエンスカフェ 丹波市恐竜復元プロジェクト
「篠山層群の化石から白亜紀の生き物を復元する」
10:30～12:00
プレゼンター：小田 隆 (丹波電化石工務 代表取締役)
コーディネーター：對比地 孝互 (兵庫県立人と自然の博物館 主任研究員)
コメンテーター：徐星、ジェームズ・カーランド、山田 敏弘、三枝 春生
■恐竜化石を活かした地域づくりフォーラム
13:00 開会のあいさつ
13:15～14:00 基調講演 渡士 五十八 (兵庫県立大学 教授)
14:00～15:50 パネルディスカッション
コーディネーター：中瀬 徹 (ならは恐竜・哺乳類化石を語る会) 恐竜と交流のバリエーション
パネリスト：村上 茂 (上久下恐竜の重宝化推進委員会 会長/丹波電化石工務 代表取締役)
金野 孝雄 (一橋大学大学院社会学部 教授)
浅倉 陽子 (お茶の水女子大学 教授)
真 朋子 (NPO法人恐竜文化推進委員会 理事)
15:50 閉会のあいさつ
■ワークショップ「恐竜復元をめぐって」
13:00～16:00 講師：所 十三 (津浦書画)
■ポスター・パネル展示
定員300名 事前申込：無料
当日参加：観覧料必要

図1 ひょうご恐竜化石国際シンポジウムのチラシ

表 1 ひょうご恐竜化石国際シンポジウム実行委員会名簿

所属団体	所属役職名	役職
たんば恐竜・哺乳類化石を活かしたまちづくり推進協議会／兵庫県立人と自然の博物館	会長／副館長	会長
兵庫県立大学自然・環境科学研究所	所長	
兵庫県丹波県民局	大丹波連携参事	副会長
篠山市教育委員会	部長	
丹波市	産業経済部長	
たんば恐竜・哺乳類化石を活かしたまちづくり推進協議会	副会長	監事

表 2 ひょうご恐竜化石国際シンポジウム実行委員会事務局の構成

所属団体	備考
兵庫県立人と自然の博物館 自然・環境評価研究部	部長 事務局長
兵庫県立人と自然の博物館 館長補佐兼総務課長	出納員
兵庫県丹波県民局 恐竜まちづくり課	
篠山市教育委員会 社会教育・文化財課	
丹波市産業経済部 恐竜を活かしたまちづくり課	
たんば恐竜・哺乳類化石を活かしたまちづくり推進協議会	
兵庫県立丹波並木道中央公園 地域活動コーディネーター	
兵庫県立人と自然の博物館 恐竜・化石タスクフォース	出納補助、事務

なって実施することとした。また 2 日目の普及講演会の内容については、丹波市が実施している「丹波市恐竜復元画プロジェクト」の成果をサイエンスカフェ形式で発表することとなった。このような流れを経てプログラムは 2012 年 4 月の時点でほぼ固まり、国際シンポジウムの講師を国外 3 名、国内 4 名に決定し、各講師の内諾を得た。

実行委員会の立ち上げは、2012 年 5 月を目標に準備を進めたが、予算案の中の万博助成金立替え方法の検討に時間を要したため 8 月となった。万博助成金は終了後に助成金額が確定し支払われる仕組みとなっている。未確定の金額について立替払いが必要であり、継続性のない実行委員会での使用は会計上の対応という点で難しい部分があった。助成を辞退したほうがいいのではない

かとの意見も出たが、恐竜 TF の中で別途資金を工面することで決着し、2012 年 8 月 3 日の実行委員会第 1 回会議で規約、会計規程、企画書、予算案が承認された。

これを受けて、2012 年 9 月に事務局で役割分担を行い、恐竜 TF メンバーを中心に必要に応じて関係機関に実務を割り振った。役割と実施状況を図 2 に示す。

広報の概要は次の通りである。広報物として、ポスター 3700 部、チラシ 47000 部を作成し、ひとはくから通常広報物を送付している、「ひとはくセミナー倶楽部」のメンバーのうち郵送希望者と、学校（小・中・高等学校、大学等）・博物館等の社会教育施設、県関連機関に送付した。このほか個人宛のダイレクトメールとして、チラシを恐竜発掘ボランティアと関連セミナー受講者に送付した。配布用としては、まとまった部数のチラシを近隣の自然史系博物館（大阪市立自然史博物館、滋賀県立琵琶湖博物館、福井県立恐竜博物館）と、自然学校や高齢者大学等の市民団体、大規模小売店に送付した。「地域づくりフォーラム」については主対象が地域住民であり、前年度の催しの際に丹波市と篠山市で全戸にチラシを配布したが効果がほとんどなかったため、今回は発掘現場のある丹波市山南町上久下地域に限定してチラシの全戸配付を実施した。報道関係への情報発信としては、2012 年 12 月 6 日の定例記者懇談会に担当者が出席し、資料配布と説明、質疑応答を行った。また、発表と同時に当館 HP 及び兵庫県の HP に参加者募集のチラシを掲載するとともに、2013 年 3 月 7 日の定例記者懇談会においても再度参加者募集の告知を行った。募集の新聞記事は 4 紙（2013 年 1 月 9 日、1 月 30 日と、3 月 13 日に 2 紙）に掲載された。関係機関の広報誌には情報掲載を直接依頼した。県の広報媒体も積極的に活用し、シンポジウム直前の 3 月 7 日から 3 月 18 日まで

実施状況	2012年										2013年								
役割	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
組織・体制					●実行委員会立ち上げ								●解散						
全体調整					後援依頼			プレイベント				16日 国際シンポ 17日 地域フォーラム							
・事務					委託契約	負担金手続き						実施報告							
・万博助成金							実施計画変更届						報告書提出			助成金交付確定			
・会計					口座開設					給与支払事務所開設（源泉徴収）								会計監査	
プログラム担当																			
・プログラム作成	←				プログラム作成			→					●プログラム確定						
・講演要旨集								要旨集原稿収集・編集			印刷	当日配布							
広報担当									12/6記者懇談会	SSH発表 会で告知	3/7記者懇談会								
・ポスター/チラシ					ポスター・チラシ製作			印刷	●ポスター・チラシ配布										
・参加受付									●申込受付開始		●2/22締切、3/13まで受付延長								
講演者対応	講師内諾			アブストラクト依頼（9月末締切）				●正式依頼、渡航手配等事務連絡			巡検用バス手配		講師送迎・世話人						
会場運営担当	会場手配					●会場レイアウト・運営マニュアル・台本作成、通訳手配、駐車場借上				打合せ・実施									

図 2 ひょうご恐竜化石国際シンポジウムの役割分担と実施状況

表3 ひょうご恐竜化石国際シンポジウムの3月16日の役割分担

役割	人数	内容
接遇統括	2名	生涯学習課待機、ホール3階受付待機
講師対応	1名	講師誘導
会計	2名	講師旅費謝金等支払い、昼食・お茶の準備
館外誘導	3名	3F入口階段上で誘導 ・VIP：4F入口へ誘導 ・参加者：3F入口へ（受講証確認は3階入口で実施） ・当日参加者：10時開館後に入館・中継モニターの案内
4F入口来賓等対応	5名	VIP誘導：4F入口→応接室（時間があればお茶）→会場
3F入口来館者対応	5名	3F入口で入館者のチェック ・受講証あり：そのまま通す ・受講証忘れ：名簿で確認し、再発行 ・当日参加者：10時開館・中継モニターのみの説明
駐車場誘導	1名	VIP誘導→館外誘導に引き継ぎ ・一般参加者には有料駐車場を案内
取材対応	1名	取材対応（4F入口→会場）
受付 （会場運営と兼務）	11名	受講証チェック（参加者数を取材対応係に報告） ・配付資料、参加者名札配付 ・希望者に通訳レシーバー配付、番号をメモ→終了後回収
会場運営統括	1名	ホール内統括
会場運営（受付と兼務）	11名	ステージ配置転換、講演者補助、演題PC操作、音響・照明業者への指示、質問対応
司会・司会補助	2名	司会・進行
総合討論進行	1名	総合討論の司会・進行
会場内誘導	6名	一般参加者の席への誘導（極力詰める）
館内中継	2名	大セミナー室で中継
記録	3名	記録：ビデオ、写真
山南設営	3名	パーティション設営、テント設営、会場設営

表4 ひょうご恐竜化石国際シンポジウムの3月17日の役割分担

役割	人数
全体統括	2名
接遇担当	3名
取材対応	1名
記録	3名
ケータリング・会計	2名
設営・撤収	全員
サイエンスカフェ統括	1名
受付	4名
会場	4名
講師対応	2名
地域づくりフォーラム統括	1名
受付	3名
会場	3名
講師対応	3名
ワークショップ統括	1名
受付	1名
講師補助	1名
ポスター展示	3名
ちーたんフレンド広場	3名
ゆめはく	4名
国外講師送迎	2名

*時間帯によって役割を兼務した

ひとはく全館体制で、3月17日は関係機関の全面的な協力を得て実施した（表3, 4）。マンパワーがあったからこそ、スムーズに運営できたと考えている。

実施概要

恐竜シンポジウムを3月16日、17日の2日間にわたって開催した。プログラム詳細については図2のチラシデータを参照いただきたい。シンポジウムの構成と参加者の感想、申込者の構成は次の通りである。

1. 恐竜シンポジウムの構成

本シンポジウムは、篠山層群産の白亜紀前期大型化石群の学術的重要性を再認識し、関連分野の更なる幅広い展開と活用を参加者と共に考えていくために、主要部分を3部構成とした。第1部は国際シンポジウム「白亜紀前期の恐竜研究最前線」で、国内外の第一線で活躍する研究者を講師に招き、篠山層群から産出する恐竜をはじめとする中生代の陸上生物化石の、進化・古環境研究における位置づけ・有用性について多角的に検討した。その上で、今後取り組まれるべき研究課題の明確化や、内外研究者間での協力関係構築の具体化を目指した。

第2部はサイエンスカフェ「篠山層群の化石から白亜紀の生き物を復元する」である。恐竜生息時の古環境を魅力的な画像で再現するには、科学的データにもとづく

客観性と芸術性の両立が求められる。ここでは古生物研究者と芸術家が共同で復元画・復元像を作り上げてゆくプロセスを参加者の前で解説しつつ実演し、現場の様子を実感して頂くことを目指した。

第3部では、「恐竜化石を活かした地域づくりフォーラム」として第1部、第2部で得られた成果をいかにして地域づくりに反映させていくかが話し合われた。基調講演に続き、これまで実際に地場で恐竜等の地域資源を活かした地域づくりに携わってきた方々から活動報告をうけ、これらを集約した討論が繰り広げられた。その結果、多くの方々がそれぞれの立場からこれらの活動に共感され、今後とも広く参画されてゆくことが期待された。

このほかに関連イベントとして、丹波の恐竜化石についての興味や理解を深めるために、化石発掘体験やポスター・パネル展示を実施した。

またプレイベントとして、2012年11月17～25日に県立丹波並木道中央公園において開催された丹波なみきみちまつりで「たんばささやまの恐竜たち展」を開催し、恐竜化石実物展示やクイズラリー、ワークショップ等を実施した。

2. 参加者等の感想

今回の恐竜シンポジウムではアンケートを実施しなかったため、参加者の感想についての公式なデータがない。そこで担当者に届いた国際シンポジウムの参加者と講師

表 5 国際シンポジウム参加者と講師の感想

区分	項目	内容
参加者	国際シンポジウムの内容について	内容が難しいのではないかと心配していたが、思ったよりも分かりやすかった。
		普通の講演会では聞けないような中生代の生き物についての話が聞けてよかった。
	国際シンポジウムの運営について	博物館での講演会というのは、著名な先生を呼んでありがたく話を聞く会だと思って参加した。ところが、ひとはくの研究員の三枝さんが自身で進めてきた研究の話をして、さらにその内容が海外の人から評価されていたことが、衝撃的だった。
		聞き慣れない時代の名前がでてきた。はじめに時代の名前についての解説があるとよかった。
講師	丹波の恐竜化石等について	総合討論と質疑応答の時間が短すぎた。今回の倍くらい時間をかけてほしかった。
		質疑応答のときのマイクが1本しかなく、スムーズに進行できていなかった。質問を受ける体制をきちんと作ってほしい。
	博物館の事業について	恐竜といえば中国やアメリカ等海外の遠い国の話だと思っていたが、日本でも丹波や福井県等で見つかっていることがわかり驚いた。
		丹波の恐竜のどこがすごいのか、今回話を聞いてわかった。
参加者	丹波の恐竜化石等について	発掘されているのは恐竜だけではなく、ほ乳類やカエル等おもしろいものが見つかっていることが分かった。
		博物館とは標本を見せるところだと思っていたが、ひとはくは研究をしているところだということがよく分かった。
講師	参加者について	専門的な内容での発表だったのに、参加者が熱心で驚いた。
		篠山層群で発掘された化石について、小さいものまで丁寧に発掘・クリーニングされていた。プレパレーションが非常によい。

各位の感想を表5に示す。

3. 申込者の構成

恐竜シンポジウムの申込者の構成を分析した。本来なら参加者の分析を行うべきところであるが、欠席者と当日参加者についてのデータが十分に得られなかったため、データの比較的そろっている申込者分のみを対象とした。申込時の記入項目は氏名、年齢（学年）、郵便番号・住所、電話・ファックス番号またはメールアドレスである。申込受付ははがき、ファックス、メールで行ったが、ひとはく生涯学習課や関係者に直接に申込まれたケースもあった。

(1) 各催しの申込者数

全申込者数は441人で、国際シンポジウム（定員300人）が336人、サイエンスカフェ（定員40人）が140人、地域づくりフォーラム（定員100人）が91人、ワークショップ（定員30人）が44人、のべ申込件数は611件であった。地域づくりフォーラムとワークショップは同じ時間に開催されたため、ひとりで参加できる催しは3つまでで、全申込者のうち1つだけ申し込んだ人は323人、2つが66人、3つは52人であった。申込方法はメールが49%、ファックスが32%、はがきが8%で、直接持参が2%、関係者経由が9%であった。

(2) 地域

全申込者441人のうち県内は306人で全体の69%、県外が135人で31%を占めた（表6、図4-1）。県外で10人以上申込のあった都道府県は大阪府36人（8%）、京都府24人（5%）の2つで、10人未満が22あった。

北海道から鹿児島県までの広い範囲から集まったことが特徴で、当日参加であったためこの集計には入っていないが、実際には沖縄県からも少なくとも2名が参加していた。県外は大学・博物館関係者からの申込が比較的多く、こちらで把握できただけで33人にのぼった。これは後援団体である日本古生物学会や日本地質学会からの広報の効果と考えられる。県内では神戸市が最も多く81人（18%）、以下、丹波市（53人、12%）、篠山市（34人、8%）、三田市（32人、7%）と続いた。このほか21市町から申込があり、県内でも広い範囲から申込があった。

催し別の申込地域の割合を全申込者と比較する（図4-2）。国際シンポジウムの参加者は県外の割合がやや多く37%であった。サイエンスカフェでは県外（39%）と県内その他（28%）が多く、神戸市（8%）と三田市（3%）が半分以下であった。地域づくりフォーラムは地元の丹波市が38%と多く、地元市民の関心の高さが伺える。三田市（2%）、県内その他（9%）は少なかった。ワークショップは県内その他が45%と多く、対照的に丹波市は2%と低く、三田市は0人であった。地域別の1人当たりの催し数を図4-3に示す。複数の催しに申し込んだ人が多いのは、丹波市と県外であった。

(3) 年齢

申込者のうち年齢データがあるのは412人で、2～87才であった（図4-4）。60代が最も多く20%を占めるが、このほかの年代もすべて10%前後であり、幅広い年代から申込があったことを示している。イベント別（図4-5）で見ると、国際シンポジウムでは10才未満が少なく60代の割合が高く、リタイアした世代の関心が高いことが示唆された。これは、60代の方が多い発

掘ボランティア参加者の分を差し引いても確認できる傾向である。サイエンスカフェにはすべての年代が平均して申し込んでおり、そのなかでも国際シンポジウムでは突出して多かった60代の方が、やや少ないという傾向がみられた。地域づくりフォーラムでは20才未満は0で60代が多かった。ワークショップでは10才未満が多く、50代まで申込があった。

申込者のうち学生（小学生未満を含む）は105名で、全体の24%を占めた。中学生以下は県内その他からが多く、保護者とともに参加していた。高校生になるとグループでの申込があり、県外からの申込が増えた。大学生／大学院生は県外からの申込が多かった。

(4) 申込日

申込日を図4-6に示す。数日分のデータをまとめて入力したため、ここでは入力日をもって申込日とした。締め切り日の直前に申込が集中する傾向が見られた。広報と申込日の関係について検討したが、申込数の多い日には団体や家族複数名での申込がみられ、新聞掲載日や広報誌発行日との関連は見られなかった。

(5) ダイレクトメール

関心の高いと考えられる層にはチラシをダイレクトメールで発送した。宛先不明を除外した成果は次の通りである。発掘ボランティアには114人に発送し、そのうち申込があったのは36人である。関連セミナー「竜と獣の道」参加者については発送数69、申込は12人で、ひとはくセミナー倶楽部郵送希望者には1215人に発送し、申込は21人であった。なお発掘ボランティアについては、イベント担当スタッフ（発掘体験会、弁当仕出し）や元気村や発掘現場の解説担当にあたった方は受講することができなかったことを考慮すると、かなり高い値であるといえよう。

反省点

計画段階で十分に時間をかけて準備を行ったものの、実施してみると抜けている部分や打合せ不足の点が少なくなかった。このうち大きな点について記しておく。

1. 恐竜シンポジウム全体

今回の恐竜シンポジウムでは参加者アンケートを実施しなかったが、終了後にアンケートを実施すればよかったという反省が、複数の事務局スタッフより出された。

表6 ひょうご恐竜化石国際シンポジウムの住所別申込者数

都道府県別	人数	割合
兵庫県	306	69.4%
大阪府	36	8.2%
京都府	24	5.4%
奈良県	9	2.0%
岡山県	9	2.0%
東京都	7	1.6%
愛知県	6	1.4%
滋賀県	5	1.1%
埼玉県	4	0.9%
福井県	4	0.9%
富山県	4	0.9%
岐阜県	3	0.7%
香川県	3	0.7%
鹿児島県	3	0.7%
新潟県	3	0.7%
和歌山県	2	0.5%
北海道	2	0.5%
神奈川県	2	0.5%
愛媛県	2	0.5%
石川県	2	0.5%
千葉県	1	0.2%
静岡県	1	0.2%
三重県	1	0.2%
島根県	1	0.2%
熊本県	1	0.2%
合計	441	100.0%

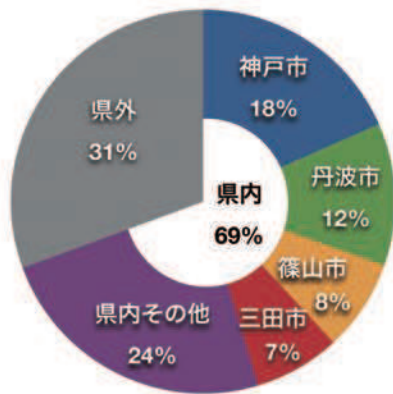
うち兵庫県詳細	人数	割合
神戸市	81	18.4%
丹波市	53	12.0%
篠山市	34	7.7%
三田市	32	7.3%
西宮市	28	6.3%
姫路市	8	1.8%
加古川市	8	1.8%
尼崎市	7	1.6%
川西市	7	1.6%
三木市	6	1.4%
宝塚市	5	1.1%
豊岡市	5	1.1%
明石市	5	1.1%
芦屋市	4	0.9%
西脇市	4	0.9%
伊丹市	3	0.7%
猪名川町	3	0.7%
養父市	3	0.7%
加西市	3	0.7%
小野市	2	0.5%
高砂市	1	0.2%
上郡町	1	0.2%
朝来市	1	0.2%
洲本市	1	0.2%
南あわじ市	1	0.2%
合計	306	69.4%

アンケートを実施するならば、目的と質問項目、アウトプットの形式について事前に検討する必要がある。実施後の現在、アンケートが必要と感じたのは次の2点である。1つは広報の効果検証で、質問項目としては情報入手した広報媒体（チラシ、ホームページ、知人から等）と入手場所（施設名等）が考えられる。2点目は催しの内容やレベルの適切性で、感想の自由筆記欄を設けることでデータを収集できる。

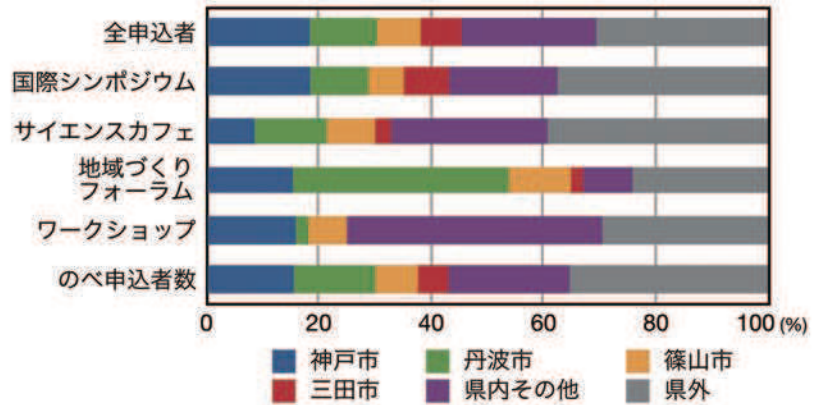
日程の設定については、発掘ボランティアとして日ごろから高い関心を持っておられる何名かの教員から、「入試の日程との兼ね合いで恐竜シンポジウムに参加できず、残念である」旨の意見を伺った。今回のような事業では本来、教員の方々のより一層の参加が強く望まれる。したがって今後、同様の主旨のシンポジウムを企画する際には、入試等の日程も十分考量して開催日を選ぶべきであろう。

2. 国際シンポジウム

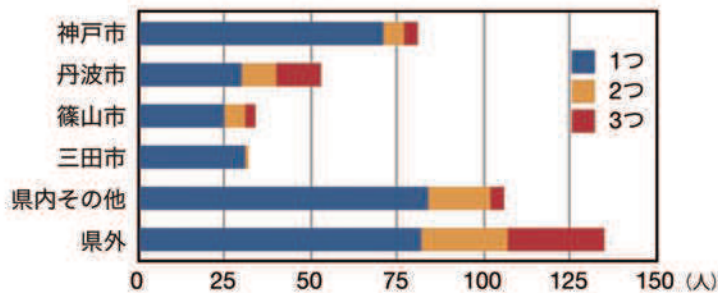
会場運営担当者によるリハーサルを前日午後に予定したが、開始時間が大幅に遅れたため、大セミナー室用の日本語出力リハーサルや講師のスライド確認と時間が重なりスムーズに実施できなかった。開始時間が遅れた原



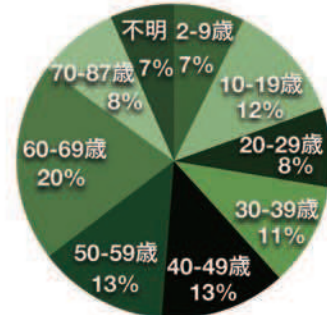
4-1 地域別の申込者



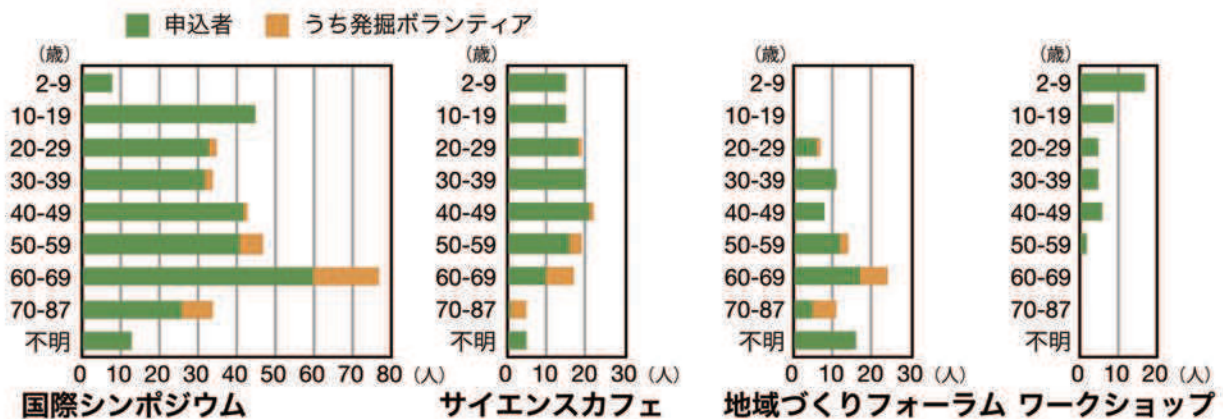
4-2 催し別の申込者地域割合



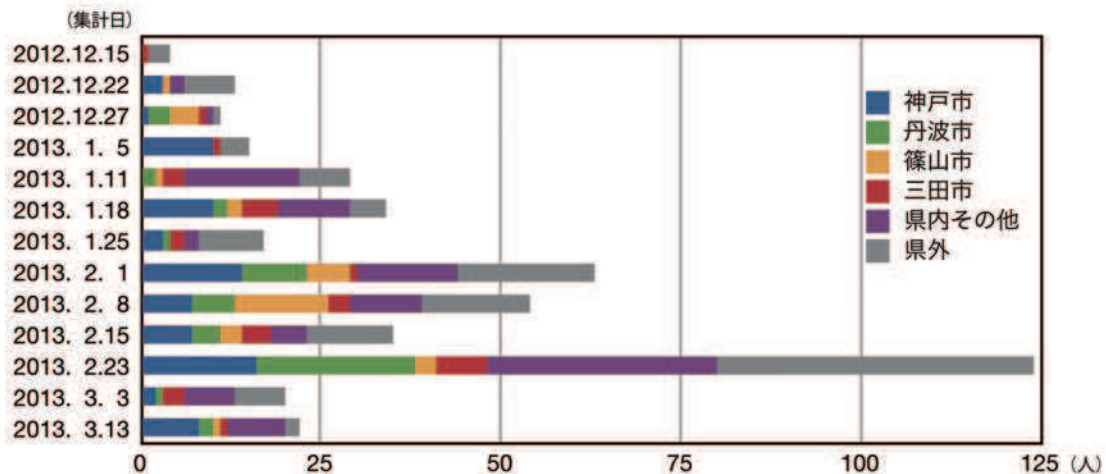
4-3 地域別の催し申込数



4-4 年齢別申込者割合



4-5 各催しの年齢別申込者数



4-6 申込日別の申込者地域

図4 ひょうご恐竜化石国際シンポジウムの申込者の構成

因は同じ時間帯に会議等が重なったことにあり、予定時刻になっても担当者が集まらなかった。反省点として、このような場合、事前に館内でのより慎重な調整が必要ということが言えよう。また、リハーサルでの担当者確認事項について共通理解が十分に得られていなかった点も、スムーズに進行できなかった要因のひとつと考えられる。リハーサルで重要なのは、各担当者が自分の動きを正確に認識することである。このためには全体の進行から各部署の具体的な動きまでを通して確認する必要がある。ダミーの講師役も立てるべきであったが、そのような調整はなされていなかった。今回の反省として、リハーサルは少なくとも2回行い、1回目に各担当の動きの順番とタイミングを詳細にチェックし、2回目に通しで流れを確認するのが望ましいことを実感した。なお、リハーサルで講師のスライドを確認することと、当日の進行状況と残り時間を把握するためにスライドの打ち出し原稿を会場係の手元に置いておくことも、今後、同様なイベントを行う場合には推奨されよう。

同時通訳レシーバーの配布については、参加者への貸出しはスムーズに進んだが、会場スタッフへの配布が滞った。これは、レシーバーの割り振りは行ったが、誰がいつ渡すかを決めていなかったためであった。このことは今回なされなかった、受付責任者と会場担当者との周知な打ち合わせの必要性を示している。

シンポジウムの進行については、講演者が話を始めるきっかけの指示に不安があったが、パワーポイント担当者がマイクを渡してコントロールしたため、スムーズに進行できた。懸念されていた講演時間のオーバーについては、概ね講演者の協力を得られたため、時間超過者はひとりに止まった。問題がみられたのは総合討論・質疑応答の場であり、ここでは3点について記録しておく。

1点目は時間設定が30分と短かった点である。講師が8名いるので、総合討論40分と質疑応答20分、あ

わせて少なくとも1時間は必要であった。今回の計画では時間が短いため先に総合討論を行い、残りの時間で質疑応答を予定していた。しかしその後、せっかくの機会なので会場から質問を引き出してほしいとの要望があり、そのため司会進行担当者の判断で急遽順番を変えて質疑応答から開始した。会場係に事前に周知できなかったことは、打合せ不足と言わざるを得ない。

2点目は同時通訳を実施しているのに、司会進行担当者が2カ国語で始めた点で、通訳も混乱した。これは同時通訳の実施について周知できていなかったため、司会者と講師陣を交えた事前打合せが必要であった。準備の段階で、「質疑応答は事前に原稿を作成できないため同時通訳をするのは困難であり、よって司会者が多少の語学的不備には眼をつぶって通訳をするのが無難であろう」との意見が出ており、司会者もそのつもりでいた。実際には各講師による発表と同様の同時通訳を実施したが、もと原稿がなく重要なタームの誤訳があったため、特に外国人講師が混乱してしまった。このことは今回のような学術的に専門性の高いシンポジウムの場合、当該分野に精通しつつ一定の通訳能力のある人材が確保できる限りにおいては、同時通訳という語学的スキルの方に特化した人員を使わず、むしろ自前で通訳体制を整えておいたほうがよいことを示唆している。なお本番で各講師が壇上に通訳レシーバーを持参しなかったが、忘れた時に備えて舞台袖に予備を置いておく必要があった。

3点目は参加者の感想にもある通り、質疑応答の体制が整っていなかった点である。会場からの質問の際にマイクが間に合わなかったため、通訳ブースに音声が入らず通訳に混乱をきたした。これは、質疑応答用の客席マイクを1本しか準備していなかったことが原因で、設備の事前確認と配置の打合せが必要であった。

終了後については、講演者と記者の懇談を設定していたが、講師が参加者に囲まれて会場を出ることができな



図5 国際シンポジウム当日参加者用の中継会場

かったことが問題であった。今後の対応としては、参加者が講師と話をするための時間をあらかじめ終了後にもとっておくか、または講師誘導担当者がスムーズに誘導できるように、動線をあらかじめ講演者と打合せしておくのがよいであろう。

本館での中継については音声や映像のトラブルもなく順調に実施できた。常時 10 ～ 20 名の当日参加者が観覧していた（図 5）。スタッフによると、会場で参加するよりもパワーポイントが大きく見え、レシーバーをしなくても日本語の同時通訳が聞こえ、さらに机があってメモも取りやすかったとのことであった。中継については、日本語音声流せるかどうかが前日にならないとわからなかったため、とりやめるべきだとの意見も出ていたが、実施して結果的には成功であった。

3. 丹波市での催し

3 月 17 日については、催しが多くいくつものプログラムが並行して実施されたため、人手が不足した。特にスタッフからは、急遽片付けの仕事が入って、自分の担当部署に最後までいることができなかったという指摘があった。集客対策のため、催しを増やしすぎたことが原因であり、関係機関との調整が不足していたといえよう。

サイエンスカフェについては、ちーたんの館で化石標本を囲んでの懇談が好評であった。申込者が多いため会場をやまなみホールに変更したが、ホールでのプログラム終了後に会場を移動して、ちーたんの館で標本を囲んで解説を行った。やまなみホールからちーたんの館への移動は誘導によってスムーズに進行し、参加者の混乱がなかった。講師のカークランド氏が移動途中に参加者対応で到着が遅れるハプニングがあったが、コーディネーターの對比地氏がその間のつなぎをしてくださり、こたなきを得た。

地域づくりフォーラムについては、運営面では大きなトラブルなく実施することができた。ただし、前述のようにアンケートを実施しなかったため、参加者の関心や反応を十分に把握できなかったことが反省点として挙げられる。

今後に向けて

1. 学術面での成果の評価について

国際シンポジウムの総合討論・質疑応答において、主として海外の研究者から篠山層群の発掘調査研究に対する良い評価をいただいた。これは国際シンポジウムの前日、国内外より招聘した講師各位が篠山層群の巡検と恐竜ラボの視察をした際に、細部まで丁寧にクリーニングされた化石について高い評価を得ていたことがひとつの要因である。篠山層群でのプロジェクトをこれまで 7 年

間積み重ねて来たが、恐竜 TF メンバーだけではこれだけの化石を発掘し、クリーニングすることはできなかった。地元を巻き込んでの発掘や、クリーニング作業員の技術向上にむけた育成といった、人材養成を含む日々の作業の積み重ねによって、これだけの成果を上げることができたといえる。とりわけクリーニングについては技術レベルの向上、新規性の導入が著しく、クリーニング技師が自主開発した機材について乞われ、アメリカで開催された専門国際学会で研究発表を行い、高い評価を得るに至っている (Wada et al., 2012)。このような、発掘から標本のクリーニング・整理保存までの一次資料の蓄積をうまく進められたからこそ、産出化石の同定や系統分類に関する研究が進み、今回の恐竜シンポジウムの実施につながったといえる。

篠山層群の発掘調査研究に対する高い評価は今後の研究にもつながっている。今回の国際シンポジウム講師の人は、講演をお願いするという側面からだけでなく、篠山層群の化石研究における实际的、あるいは潜在的協力者としての側面も重視したからで、実際、篠山層群に関するいくつかの研究項目に関して共同研究を開始し、何人かの方々からは研究上有用な情報の提供を受けている。今後はこうした関係を発展させることでさらなる研究成果を上げると同時に、数年ごとに各国持ち回りで開催される中生代関係のシンポジウムを単独ないし関西近隣の学術機関と共同して誘致することも視野に入れるべきであろう。

2. 一般向けの情報発信について

今回の恐竜シンポジウムのもっと大きな目的は、発掘の成果を一般の方々に発信することであるが、のべ 655 名の参加者を得たことと、地元の丹波市、篠山市、三田市以外から多数ご参加いただいたことから、目的はおおむね達成されたといえる。今回の恐竜シンポジウムに参加された方は、市民の中では恐竜化石について関心が高い層と考えられるが、表 5 に示した感想には「恐竜といえば中国やアメリカ等海外の遠い国の話だと思っていたが、日本でも丹波や福井県等で見つかったことがわかり驚いた」、「発掘されているのは恐竜だけではなく、ほ乳類やカエル等おもしろいものが見つかったことが分かった。」とあり、丹波の恐竜化石等についてこれまで知らなかったという内容が含まれていた。今回の恐竜シンポジウムの実施で、このような方々に丹波の恐竜化石についての情報を届けることができた。ひとはくでは 2007 年 1 月から丹波の恐竜化石に関連する情報発信を続けており、そのつど新聞報道等されているが、地元の三田版や丹波・篠山版に掲載されることが多く、全国的な一般市民の認知度はあまり高いとは言えない状況が続いている。地元だけではなく県内、県外に

むけて情報を発信するためには、たとえば今回のように国際シンポジウムを開催する等、これまでとは違う角度からの試みも必要であろう。

3. 恐竜化石を活かした地域づくりについて

地域づくりフォーラムでは、丹波で個々に行われている地域の活性化の取り組みを、地域外の専門家や若者を巻き込みながらつなげていくことが必要であるとの認識が共有された。また、単一の地域資源に特化するのではなく、組み合わせによってそれぞれの地域資源の魅力がさらに引き出されるよう工夫することが重要である点でも、議論を深めることができた。今回のフォーラムを機に、さまざまな団体の連携が促進され、丹波地域が今後ますます活性化していくことが期待される。

4. 普及教育事業としてのシンポジウムの内容について

今回一般を対象に極めて専門的な内容で国際シンポジウムを構成したため、集客が大きな懸案事項のひとつであったが、実際には定員を上回る参加を得ることができた。この事実は、高度に学術的な内容の普及教育事業についても、多くの方々が興味・関心をもっていることを反映しているとも解釈できるであろう。内容を篠山層群の時代の世界の生き物と環境に特化したこと、ならびに講師として学術研究の第一線で活躍している内外の研究者（初来日の方を含む）を招いたことが、このような結果に結びついたのではないかと考えられる

さらに参加者の感想がおおむね好評だった理由のひとつとして、国際シンポジウム前日の3月15日発行の米国家サイエンス誌 (Science) に掲載された Zheng et al. (2013) の論文の内容について3月16日の講演で話題提供があったことも挙げることができるであろう。近年、各地で開催されているいわゆる『恐竜博覧会』では、一般対象のため国外からの講師が講演する場合でも、普及教育レベルの入門的な内容となってしまうことが多い。しかし今回のような国際シンポジウムでは、恐竜ファンに最新の専門的な研究情報を伝えることができたのがよかったのではないだろうか。さらに今回のシンポジウムでは、国内外のとりわけ若手の研究者が最新の成果を持ち寄ったことも、研究の面白さを伝えるという点で効果的であった。博物館では入門的な内容や普及教育レベルのセミナーも実施するが、研究機関としての博物館らしいより専門的な内容のシンポジウムを実施することで、幅広い層からの興味・関心にも応えられる催しを実施できたと思える。

今回の国際シンポジウムの内容で参加者が集まったことから、高度な内容の普及教育事業の需要があることが実感できた。今回は恐竜というインパクトのあるテーマで実施したが、ほかの分野でもテーマ設定を工夫すれば、

今回実施したような国際学会レベルと普及教育レベルの間の層をねらったシンポジウムを、成功裡に開催できるであろう。

謝 辞

ひょうご恐竜化石国際シンポジウムの実施にあたっては、実行委員会メンバーのほかに、兵庫県立人と自然の博物館、やまなみホール、山南住民センター、丹波竜化石工房ちーたんの館のスタッフの方々のご協力をいただきました。みなさまに深く感謝いたします。

文 献

- Kusuhashi, N., Tsutsumi, Y., Saegusa, H., Horie, K., Ikeda, T., Yokoyama, K. and Shiraishi, K. (2013) A new Early Cretaceous eutherian mammal from the Sasayama Group, Hyogo, Japan. *Proceedings of the Royal Society B* 280 (1759): 20130142. doi:10.1098/rspb.2013.0142.
- 篠山層群恐竜化石等発掘調査検証委員会 (2013) 篠山層群恐竜化石等発掘調査 評価と提言 報告書. 兵庫県立人と自然の博物館, 兵庫県, 56p.
- Wada, K., Ikeda, T., Saegusa, H. and Shinya, A. (2012) Stylus sharpening instrument for fossil preparation. *Abstracts of Papers, Seventy-second Anniversary Meeting, Society of Vertebrate Paleontology*, 119
- Zheng, X., Zhou, Z., Wang, X., Zhang, F., Zhang, X., Wang, Y., Wei, G., Wang, S. and Xu X. (2013) Hind Wings in Basal Birds and the Evolution of Leg Feathers. *Science* 15 March 2013: 1309–1312.

(2013年 7月31日受付)

(2013年11月 8日受理)

兵庫県産淡水藻目録

佐藤 裕 司^{1)*}

A list of freshwater algae in Hyogo Prefecture

Hiroshi Sato^{1)*}

要 旨

兵庫県での淡水藻類の生育状況を明らかにするために、県下において生育記録のある淡水藻類の目録を作成した。本資料において、藍藻類 35 属 120 種 (124 taxa)、紅藻類 8 属 15 種、渦鞭毛藻類 3 属 3 種、黄金藻類 13 属 102 種 (104 taxa)、黄緑色藻類 5 属 10 種、珪藻類 38 属 152 種 (169 taxa)、褐藻類 1 属 1 種、ハプト藻類 1 属 1 種、緑藻類 80 属 271 種 (309 taxa)、車軸藻類 2 属 14 種を掲載した。

キーワード: 兵庫県, 淡水藻類, レッドデータブック

はじめに

淡水藻類は池沼、湖、河川、水田などに広く分布し、水中に浮遊して生活するプランクトンや、石礫などの基物に付着して生活する付着藻（または着生藻）として生育する。湿った土や岩の上、石垣や木の幹の表面など比較的乾いた環境に生育する藻類は、土壌藻または気生藻とよばれるが、これらも淡水藻類に含める。淡水藻類の種類はきわめて多く、その多くは微小であるために顕微鏡を用いなければ観察できない。このため兵庫県版レッドデータブック (RDB) では、藻体が肉眼で認識できることを前提に、藍藻類 1 種、紅藻類 13 種、褐藻類 1 種、緑藻類 1 種、車軸藻類の 14 種の計 30 種が貴重種または要調査種に選定されている (兵庫県, 2010)。このように RDB 掲載種の選定の際には、まず県下にどれくらいの種数の淡水藻類が生育するのかを把握しておく必要がある。

兵庫県に生育記録のある淡水藻類については、1973 年に兵庫県生活部自然課が発行した「兵庫県の自然の現状－自然保護対策の基本資料報告－」において、付着性藻類 (熊野, 1973) とプランクトン性藻類 (今津, 1973) のリストが作成された。その後、日下部 (2000)

は県内の 17 河川 (水系) からの情報をもとに付着性藻類の目録を作成し、種数に変種や品種を加えた taxa 数として、藍藻類 54 taxa、珪藻類 156 taxa、紅藻類 1 taxa、緑藻類 19 taxa 以上の計 230 taxa 以上を報告した。しかし、その目録には紅藻類や車軸藻類など、絶滅危惧種を多く含む重要な分類群の情報が欠けている。

そこで今回、県下からこれまでに報告された淡水藻類を網羅した目録を作成した。本資料では、熊野 (1973) と今津 (1973) を基礎にして、それ以降に報告された種を追加した。情報は主に学会誌等の文献により、兵庫県立人と自然の博物館による調査報告も参考にした。本資料において、藍藻類 35 属 120 種 (124 taxa)、紅藻類 8 属 15 種、渦鞭毛藻類 3 属 3 種、黄金藻類 13 属 102 種 (104 taxa)、黄緑色藻類 5 属 10 種、珪藻類 38 属 152 種 (169 taxa)、褐藻類 1 属 1 種、ハプト藻類 1 属 1 種、緑藻類 80 属 271 種 (309 taxa)、車軸藻類 2 属 14 種を分類群ごとに整理し、それぞれの種が報告された文献を示した。

淡水藻類の分類は、最近の DNA 解析に基づく分子系統分類学の進展により、従来の体系が大きく変更されつつある。本資料では、珪藻類の分類体系は小林ほか (2006) にしたがひ、学名については主に Round et

¹⁾ 兵庫県立大学自然・環境科学研究所 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6 丁目 Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, 669-1546 Japan

* 併任: 兵庫県立人と自然の博物館 自然・環境評価研究部 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6 丁目 Division of Natural History, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, 669-1546 Japan

al. (1990), 渡辺 (2005), Krammer and Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991) にもとづいた。それ以外の分類群については、分類体系は千原 (1997) および山岸 (1999) にしたがう、学名は主に廣瀬・山岸 (1977), John et al. (2002) にもとづいた。また、和名が普及している分類群についてはそれも併記した。

文 献

- 新山優子 (1986) 北海道産カモジシオグサ *Cladophora glomerata* (L.) Kützinger の形態と季節変化。藻類, **34**: 216–224.
- 千原光雄 編著 (1997) 藻類多様性の生物学。内田老鶴圃, 東京, 386 p.
- Couté, A. (1983) Ultrastructure de *Chromophyton rosanoffi* Woronin emend. Couté et. Chr. vischeri (Bourrel.) nov. comb. (Chrysophyceae, Ochromonadales, Ochromonadaceae). Protistologica, **19**: 393–416.
- Entwistle, T.J., Vis, M.L., Chiasson, W.B., Necchi Jr., O. and Sherwood, A.R. (2009) Systematics of the Batrachospermales (Rhodophyta)—A synthesis. J. Phycol., **45**: 704–715.
- 畑田太美子 (1982) ケイ藻を用いた水質判定に関する一考察—加古川について—。兵庫県公害研究所研究報告, No.14: 30–35.
- 廣瀬弘幸・山岸高旺編 (1977) 日本淡水藻図鑑。内田老鶴圃, 東京, 933 p.
- 兵庫県 (2010) 兵庫県農政環境部環境創造局自然環境課編「兵庫の貴重な自然 兵庫県版レッドデータブック 2010 (植物・植物群落)」。財団法人ひょうご環境創造協会, 217 p.
- 兵庫県立人と自然の博物館 (2003) 兵庫県における車軸藻類とタテヤママリモの分布情報のデータベース化。自然環境情報委託調査報告書。
- 兵庫県立人と自然の博物館 (2004) 兵庫県下における淡水産希少藻類の分布情報のデータベース化。自然環境情報委託調査報告書。
- 兵庫陸水生物研究会編 (1991) 円山川・揖保川水系生態調査結果—1991年度の要約—, 兵庫陸水生物, **39/40**: 21–54.
- 今津達夫 (1973) 播磨平野溜池産植物—浮遊植物の環境としての溜池—。兵庫県自然保護協会 (編), 兵庫県の自然の現状—自然保護対策の基本資料報告—。兵庫県生活部自然課, pp.57–73.
- 今津達夫 (1979) 兵庫県神崎郡の池沼に産する植物プランクトン。陸水学雑誌, **40**: 93–101.
- 今津達夫 (1981) 兵庫県明石地方の一溜池, 皿池の植物性プランクトンの遷移。藻類, **29**: 135–141.
- Ito, H. (1989) Seasonal fluctuation of *Chrysochromulina parva* (Prymnesiophyceae) in four ponds and lakes in the Kinki district, Japan. Jpn. J. Phycol., **37**: 117–122.
- Ito, H. (1990) Chrysophytes in the southern part of Hyogo Prefecture, Japan (I), Chrysophyte flora in three ponds and a reservoir. Jpn. J. Phycol., **38**: 327–332.
- Ito, H. (1991) Chrysophytes in the southern part of Hyogo Prefecture, Japan (II). *Mallomonas*. Jpn. J. Phycol., **39**: 253–262.
- Ito, H. (1992) Chrysophytes in the southern part of Hyogo Prefecture, Japan (III). A new variety, *Mallomonas acaroides* var. *obtus* (Synurophyceae, Mallomonadaceae). Jpn. J. Phycol., **40**: 177–180.
- Ito, H. and Takahashi, E. (1992) Chrysophytes in the southern part of Hyogo Prefecture, Japan (IV). Two new species, *Spiniferomonas hamata* and *S. nichollsii* (Chrysophyceae, Paraphysomonadaceae). Jpn. J. Phycol., **40**: 177–180.
- John, D.M., Whitton, B.A. and Brook, A.J. (2002) The freshwater algal flora of the British Isles. An introduction guide to freshwater and terrestrial algae. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 702 p.
- 小林 弘・出井雅彦・真山茂樹・南雲 保・長田敬五. 2006. 小林弘珪藻図鑑第1巻。内田老鶴圃, 東京, 596 p.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1986) Bacillariophyceae 1. Naviculaceae. In Ettl, H. (ed.) Pascher's Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2, Teil 1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 876 p.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1988) Bacillariophyceae 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In Ettl, H. (ed.) Pascher's Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2, Teil 2. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 596 p.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1991) Bacillariophyceae 3, Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In Ettl, H. (ed.), Pascher's Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2, Teil 3. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 576 p.
- Kumano, S. (1982a) Four taxa of the sections Moniliformia, Hybrida and Setacea of the genus *Batrachospermum* (Rhodophyta, Nematoliales) from temperate Japan. Jpn. J. Phycol., **30**: 289–296.
- Kumano, S. (1982b) Development of carpogonium and taxonomy of six species of the genus *Sirodotia*, Rhodophyta, from Japan and West Malaysia. Bot. Mag. Tokyo, **95**: 125–137.
- 熊野 茂 (1973) 兵庫県南部の淡水藻類の現状—陸水系の保護—。兵庫県自然保護協会 (編), 兵庫県の自然の現状—自然保護対策の基本資料報告—, 兵庫県生活部自然課, pp. 41–56.
- 熊野 茂 (2000) 世界の淡水産紅藻類。内田老鶴圃, 東京, 395 p.
- 熊野 茂・香村新徳・新井章吾・佐藤裕司・飯間雅文・洲澤 譲・洲澤多美枝・羽生田岳昭・三谷 進 (2002) 1995年以降に確認された日本産淡水産紅藻の産地について。藻類, **50**: 29–36.
- 熊野 茂・新井章吾・大谷修司・香村真徳・笠井文絵・佐藤裕司・洲澤 譲・田中次郎・千原光雄・中村 武・長谷井稔・比嘉 敦・吉崎 誠・吉田忠生・渡邊 信 (2007) 環境省「絶滅のおそれのある種のリスト」(RL) 2007年度版 (植物II・藻類・淡水産紅藻) について, 藻類, **55**: 207–217.
- 日下部有信 (2000) 兵庫県内河川の付着藻類。兵庫陸水生物, **51**: 5–10.
- 大石英明・矢野 洋・伊藤裕之・中原正展 (1991) 兵庫県内の池に発生したヒカリモ (黄金藻) の観察, 藻類, **39**: 37–42.
- Round, F.E., Crawford, R.M., Mann, D.G. (1990) The

Diatoms. Biology and morphology of the genera.
Cambridge University Press, Cambridge, 747 p.

佐藤裕司 (2001) 水の中の微細な植物 —淡水藻—. 大屋町史編集委員会 (編), 大屋町史 自然編, pp.289–293.

佐藤裕司・杉野伸義・永野正之・横山 正 (2010) 兵庫県上郡町, 安室川の淡水産紅藻オオイシソウについて. 人と自然, **21**: 167–170.

佐藤裕司・杉野伸義・永野正之・米井 聡・藤本卓矢・東山真也 (2013) 安室川 (兵庫県上郡町) に生育する淡水産紅藻チスジノリ (*Thorea okadae* Yamada) の生活史と季節変化. 藻類, **61**: 1–5.

佐藤裕司・田中哲夫・永吉照人 (2011) キリンビール神戸工場のピオトープ池に出現した絶滅危惧種. 人と自然, **22**: 81–84.

佐藤裕司・横山 正・真殿克麿・辻 光浩・水野雅光・魚留 卓・妹尾嘉之・杉野伸義・永野正之・三橋弘宗・浅見佳世・道奥康治・原田一二三 (2006) 兵庫県上郡町・安室川における淡水産紅藻チスジノリ配偶体の出現—特に河川の流量変化との関係について—. 陸水学雑誌, **67**: 127–133.

瀬戸良三・右田清治・真殿克麿・熊野 茂 (1993) 兵庫県安室川産の淡水産紅藻チスジノリとチスジノリ属 2 種の日本における分布. 藻類, **41**: 355–357.

下土居知子 (1992) 竹野川の夏期付着藻類調査報告. 兵庫陸水生物, **41**: 1–9.

渡辺仁治 編著 (2005) 淡水珪藻生態図鑑 群集解析に基づく汚濁係数 DAIPo, pH 耐性能. 内田老鶴圃, 東京, 666 p.

山岸高旺 編著 (1999) 淡水藻類入門. 内田老鶴圃, 東京, 646 p.

横山 正 (1995) 兵庫県千種川水系安室川の淡水紅藻類チスジノリの生育環境について. 兵庫陸水生物, **46**: 46–52.

1. 藍藻類 (シアノバクテリア類)

Class CYANOPHYCEAE 藍藻綱

Ord. CHROOCOCCALES クロオコックス目

Fam. Microcystaceae ミクロキスティス科

1) *Aphanocapsa* 属

(1) *Aphanocapsa grevillei* (Hassall) Rabenhorst (今津, 1973, 1979, 1981)

(2) *Aphanocapsa koordersi* Stroem (日下部, 2000)

(3) *Aphanocapsa rivularis* (Carmichael) Rabenhorst (日下部, 2000)

2) *Aphanothece* 属

(1) *Aphanothece microscopica* Nägeli (熊野, 1973)

(2) *Aphanothece microspora* (Meneghini) Rabenhorst (熊野, 1973; 今津, 1973)

3) *Coelosphaerium* 属

(1) *Coelosphaerium dubium* Grunow (今津, 1973)

4) *Gloeocapsa* 属

(1) *Gloeocapsa aeruginosa* (Carmichael) Kützing (今津, 1973, 1981)

(2) *Gloeocapsa atrata* (Turpin) Kützing (熊野, 1973)

5) *Gloeothece* 属

(1) *Gloeothece palea* (Kützing) Rabenhorst (熊野,

1973)

6) *Merismopedia* 属

(1) *Merismopedia glauca* (Ehrenberg) Nägeli (今津, 1979; 日下部, 2000)

(2) *Merismopedia punctata* Meyen (今津, 1973)

(3) *Merismopedia tenuissimum* Lemmermann (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

7) *Microcystis* 属

(1) *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing (今津, 1973, 1979, 1981)

(2) *Microcystis incerta* Kützing (今津, 1979)

8) *Pseudoholopedia* 属

(1) *Pseudoholopedia convoluta* (Brébisson) Elenkin (今津, 1973)

9) *Synechococcus* 属

(1) *Synechococcus arcuatus* Copeland (日下部, 2000)

(2) *Synechococcus elongatus* Nägeli var. *vestitus* Copeland (日下部, 2000)

Fam. Chroococcaceae クロオコックス科

10) *Chroococcus* 属

(1) *Chroococcus limneticus* Lemmermann (今津, 1981)

(2) *Chroococcus minor* (Kützing) Nägeli (今津, 1979)

(3) *Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli var. *minutus* (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(4) *Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli var. *thermalis* (日下部, 2000)

・*C. turgidus* var. *violaceus* W. West [= *C. westii* (W. West) Boye Petersen] (熊野, 1973; 今津, 1979)

Fam. Entophysalidaceae エントフィサリス科

11) *Entophysalis* 属

(1) *Entophysalis deusta* Drouet et Daily (熊野, 1973)

Fam. Chamaesiphonaceae カマエシフォン科

12) *Chamaesiphon* 属

(1) *Chamaesiphon incrustans* Grunow (熊野, 1973; 下土居, 1992; 日下部, 2000)

(2) *Chamaesiphon minutus* (Rostafinski) Lemmermann var. *minutus* (熊野, 1973)

・*C. minutus* var. *cladophorae* Hirose (熊野, 1973)

(3) *Chamaesiphon polonicus* (Rostafinski) Hansgirg (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

Fam. Xenococcaceae クセノコックス科

13) *Myxosarcina* 属

(1) *Myxosarcina chroococcoides* Geitler (下土居, 1992; 日下部, 2000)

Ord. OSCILLATORIALES ユレモ目

Fam. Schizotrichaceae スキゾトリクス科

14) *Schizothrix* 属

(1) *Schizothrix lamyi* Gomont (熊野, 1973)

(2) *Schizothrix muelleri* Nägeli (熊野, 1973)

(3) *Schizothrix tinctoria* Gomont (今津, 1973)

Fam. Phormidiaceae フォルミディウム科

15) Microcoleus 属

(1) *Microcoleus chthonoplastes* Thuret (熊野, 1973)

16) Phormidium 属

(1) *Phormidium ambiguum* Gomont var. *ambiguum* (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(2) *Phormidium autumnale* Gomont (熊野, 1973; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(3) *Phormidium corium* Gomont (熊野, 1973; 日下部, 2000)

(4) *Phormidium faveolatum* (Montagne) Gomont (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(5) *Phormidium favosum* (Bory) Gomont (熊野, 1973; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(6) *Phormidium inundatum* Kützing (熊野, 1973)

(7) *Phormidium laminosum* (C. Agardh) Gomont (熊野, 1973; 日下部, 2000)

(8) *Phormidium pachydermaticum* Frémy (日下部, 2000)

(9) *Phormidium papyraceum* (C. Agardh) Gomont (熊野, 1973)

(10) *Phormidium purpurascens* (Kützing) Gomont (今津, 1973; 日下部, 2000)

(11) *Phormidium subfuscum* Kützing (熊野, 1973)

(12) *Phormidium tenue* (Meneghini) Gomont (日下部, 2000)

(13) *Phormidium uncinatum* (C. Agardh) Gomont (下土居, 1992; 日下部, 2000)

17) Spirulina 属

(1) *Spirulina jenneri* (Stizenberg) Geitler (熊野, 1973)

(2) *Spirulina princeps* West et G.S. West (熊野, 1973)

(3) *Spirulina subtilissima* Kützing (熊野, 1973)

Fam. Oscillatoriaceae ユレモ科

18) Lyngbya 属

(1) *Lyngbya birgei* G. M. Smith (熊野, 1973; 日下部, 2000)

(2) *Lyngbya confervoides* C. Agardh (熊野, 1973)

(3) *Lyngbya diguetii* Gomont in Hariot (今津, 1981)

(4) *Lyngbya lagerheimii* (Mebius emend. Gomont) Gomont [= *L. limnetica* Lemmermann] (日下部, 2000)

(5) *Lyngbya lutea* (C. Agardh) Gomont (熊野, 1973)

(6) *Lyngbya major* (Meneghini) Gomont (今津, 1979)

(7) *Lyngbya majuscula* (Harvey in Hooker) Gomont (熊野, 1973)

(8) *Lyngbya martensiana* (Meneghini) Gomont (熊

野, 1973; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(9) *Lyngbya putealis* Montagne var. *minor* Geitler (日下部, 2000)

19) Oscillatoria (ユレモ) 属

(1) *Oscillatoria agardhii* Gomont (熊野, 1973; 日下部, 2000)

(2) *Oscillatoria amoena* (Kützing) Gomont (日下部, 2000)

(3) *Oscillatoria amphibia* (C. Agardh) Gomont (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(4) *Oscillatoria angustissima* West et G.S. West (日下部, 2000)

(5) *Oscillatoria boryana* Bory (熊野, 1973)

(6) *Oscillatoria brevis* (Kützing) Gomont (熊野, 1973)

(7) *Oscillatoria chalybea* Mertens in Jürgens (日下部, 2000)

(8) *Oscillatoria chlorina* Kützing (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(9) *Oscillatoria curviceps* C. Agardh (今津, 1973, 1979)

(10) *Oscillatoria formosa* Bory (熊野, 1973; 今津, 1973, 1979; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(11) *Oscillatoria guttulata* Van Goor (日下部, 2000)

(12) *Oscillatoria hamelii* Frémy (日下部, 2000)

(13) *Oscillatoria irrigua* Kützing (熊野, 1973; 日下部, 2000)

(14) *Oscillatoria kawamurae* Negoro (熊野, 1973)

(15) *Oscillatoria lemmermanni* Woloszyńska (日下部, 2000)

(16) *Oscillatoria limnetica* Lemmermann (今津, 1973, 日下部 2000)

(17) *Oscillatoria limosa* (Kützing) C. Agardh (熊野 1973; 今津, 1973, 1979; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(18) *Oscillatoria nigro-viridis* (Thwaites in Harvey) Gomont (日下部, 2000)

(19) *Oscillatoria princeps* (Vaucher) Gomont (熊野, 1973)

(20) *Oscillatoria subbrevis* Schmidle (日下部, 2000)

(21) *Oscillatoria tenuis* (C. Agardh) Gomont var. *tenuis* (熊野, 1973; 今津, 1973, 1979, 1981; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

• *O. tenuis* var. *tergestina* Rabenhorst (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(22) *Oscillatoria terebriformis* (C. Agardh) Gomont (熊野, 1973; 日下部, 2000)

(23) *Oscillatoria yuhuensis* Yoneda (日下部, 2000)

Fam. Homoeotrichaceae ホモエオトリクス科

20) Homoeothrix 属

(1) *Homoeothrix hansgirgii* Schmidle (日下部, 2000)

(2) *Homoeothrix varians* Geitler (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)

Ord. NOSTOCALES ネンジュモ目

Fam. Scytonemataceae スキトネマ科

21) Plectonema 属

(1) *Plectonema tomasinianum* (Bornet) Gomont (熊野, 1973)

22) Scytonema 属

(1) *Scytonema coactile* Montagne (熊野, 1973)

(2) *Scytonema hofmanni* C. Agardh (熊野, 1973)

(3) *Scytonema millei* Bornet (熊野, 1973)

(4) *Scytonema mirabile* (Dilwyn) Bornet (熊野, 1973; 今津, 1973, 1979; 日下部, 2000)

(5) *Scytinema ocellatum* (Lyngbye) Bornet et Flahault (熊野, 1973)

23) Tolypothrix 属

(1) *Tolypothrix lanata* (Desvaux) Wartmann in Rabenhorst (熊野, 1973)

(2) *Tolypothrix tenuis* Kützing (熊野, 1973)

Fam. Microchaetaceae ミクロカエテ科

24) Microchaete 属

(1) *Microchaete tenera* (Thuret) Bornet et Flahault (熊野, 1973)

Fam. Rivulariaceae ヒゲモ科

25) Calothrix 属

(1) *Calothrix braunii* Bornet et Flahault (熊野, 1973)

(2) *Calothrix fusca* (Kützing) Bornet et Flahault (熊野, 1973; 日下部, 2000)

(3) *Calothrix scopulorum* (C. Agardh) Bornet et Flahault (熊野, 1973)

26) Dichothrix 属

(1) *Dichothrix gypsophila* (Kützing) Bornet et Flahault (熊野, 1973)

27) Gloeotrichia 属

(1) *Gloeotrichia echinulata* (J.E. Smith) R.G. Richter (今津, 1973, 1981)

(2) *Gloeotrichia longiarticulata* G.S. West (今津, 1979)

(3) *Gloeotrichia natans* (Hedwig) Rabenhorst (今津, 1979)

28) Rivularia (ヒゲモ) 属

(1) *Rivularia beccariana* (De Notaris) Bornet et Flahault (熊野, 1973; 佐藤, 2001)

Fam. Nostocaceae ネンジュモ科

29) Anabaena 属

(1) *Anabaena affinis* Lemmermann (今津, 1973, 1979, 1981)

(2) *Anabaena oscillarioides* Bory var. *stenospora* Bornet et Flahault (今津, 1973, 1979)

(3) *Anabaena schermetievi* Lemmermann (今津, 1973)

(4) *Anabaena subcylindrica* Borge (今津, 1973)

30) Aphanizomenon 属

(1) *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Bornet et Flahault var. *flos-aquae* (日下部, 2000)

31) Cyndrospermum 属

(1) *Cyndrospermum majus* (Kützing) Bornet et Flahault (熊野, 1973)

(2) *Cyndrospermum stagnale* (Kützing) Bornet et Flahault (熊野, 1973)

32) Nostoc (ネンジュモ) 属

(1) *Nostoc coeruleum* (Lyngbye) Bornet et Flahault (熊野, 1973; 日下部, 2000)

(2) *Nostoc commune* (Vaucher) Bornet et Flahault イシクラゲ (熊野, 1973)

(3) *Nostoc conglomeratum* Hirose (日下部, 2000)

(4) *Nostoc kihlmani* Lemmermann var. *kihlmani* (今津, 1973)

・ *N. kihlmani* var. *doliiforme* Hirose (今津, 1979)

(5) *Nostoc linckia* ((Roth) Bornet in Bornet et Thuret) Bornet et Flahault (熊野, 1973; 今津, 1973)

(6) *Nostoc parmelioides* (Kützing) Bornet et Flahault (熊野, 1973; 佐藤, 2001; 日下部, 2000)

(7) *Nostoc sphaericum* (Vaucher) Bornet et Flahault (熊野, 1973)

(8) *Nostoc verrucosum* (Vaucher) Bornet et Flahault アシツキ (熊野, 1973)

Ord. STIGONEMATALES スチゴネマ目

Fam. Stigonemataceae スチゴネマ科

33) Stigonema 属

(1) *Stigonema hormoideas* (Kützing) Bornet et Flahault (熊野, 1973)

(2) *Stigonema minutissimum* Borzi (熊野, 1973)

(3) *Stigonema minutum* (C. Agardh) Hassall (熊野, 1973)

(4) *Stigonema ocellatum* Thuret ex Bornet et Flahault (熊野, 1973)

34) Hapalosiphon 属

(1) *Hapalosiphon intricatus* West et G.S. West (熊野, 1973)

(2) *Hapalosiphon fontinalis* (C. Agardh) Bornet (今津, 1973)

(3) *Hapalosiphon hibernicus* West et G.S. West (熊野, 1973; 今津 1973, 1979)

Fam. Fischerellaceae フィスケレルラ科

35) *Fischerella* 属

(1) *Fischerella laminosus* (Cohn) Castenholz [= *Mastigocladus laminosus* Cohn イデュアイミドリ] (熊野, 1973)

2. 紅藻類

Class RHODOPHYCEAE 紅藻綱

Subclass BANGIOPHYCIDAE ウシケノリ亜綱

Ord. PORPHYRIDIALES チノリモ目

Fam. Porphyridiaceae チノリモ科

1) *Porphyridium* (チノリモ) 属

(1) *Porphyridium purpureum* (Bory) Drew et Ross チノリモ [= *P. cruentum* Nägeli] (熊野, 1973; 兵庫県, 2010)

Ord. COMPSOPOGONALES オオイシソウ目

Fam. Compsopogonaceae オオイシソウ科

2) *Compsopogon* (オオイシソウ) 属

(1) *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montagne オオイシソウ [= *C. oishii* Okamura] (熊野, 1973; 兵庫県, 2010; 佐藤ほか, 2010)

Subclass NEMARIOPHYCIDAE ウミゾウメン亜綱

Ord. ACHROCHAETIALES アクロカエティウム目

Fam. Achrochatiaceae アクロカエティウム科

3) *Audouinella* 属

(1) *Audouinella chalybea* (Roth) Bory (熊野, 1973)
(2) *Audouinella pygmaea* (Kützinger) Weber van Bosse (熊野, 1973)

Ord. BATRACHOSPERMALES アクロカエティウム目

Fam. Batrachospermaceae カワモズク科

4) *Batrachospermum* (カワモズク) 属

(1) *Batrachospermum arcuatum* Kylin emend Vis et al. チャイロカワモズク
(*B. ectocarpum* Sirodot を含む) (熊野, 1973, 2000; 熊野ほか, 2002; 兵庫県立人と自然の博物館, 2004; 兵庫県, 2010), 和名は熊野ほか (2007) による.
(2) *Batrachospermum gelatinosum* (Linnaeus) De Candolle emend Vis et al. カワモズク
(= *B. moniliforme* Roth) (熊野, 1973, 2000; 熊野ほか, 2002; 兵庫県立人と自然の博物館, 2004; 兵庫県, 2010)
(3) *Batrachospermum atrum* (Hudson) Harvey イシカワモズク [= *B. gallae* Sirodot] (熊野, 1973, 2000; 熊野ほか, 2002; 兵庫県, 2010)
(4) *Batrachospermum helminthosum* Bory emend Sheath et al. アオカワモズク
(*B. testale* Sirodot および *B. virgatum* Sirodot を含む) (熊

野, 1973, 2000; 熊野ほか, 2002; 兵庫県立人と自然の博物館, 2004; 兵庫県, 2010)

(5) *Batrachospermum skujae* Geitler ツマグロカワモズク (兵庫県立人と自然の博物館, 2004; 兵庫県, 2010), 和名は熊野ほか (2007) による.

(6) *Batrachospermum turfosum* Bory emend Sheath et al. ホソカワモズク
[= *B. vagum* (Roth) C. Agardh] (熊野, 1973, 2000; 熊野ほか, 2002; 兵庫県, 2010)

5) *Kumanoa* 属

(1) *Kumanoa virgatodecaisneana* (Sirodot) Entwisle et al. ニシノカワモズク [= *Batrachospermum virgato-decaisneanum* Sirodot] (Kumano, 1982a; 熊野, 2000; 熊野ほか, 2002; 兵庫県, 2010). 学名は Entwisle et al. (2009), 和名は熊野ほか (2007) による.

6) *Sirodotia* (ユタカカワモズク) 属

(1) *Sirodotia sinica* Jao チュウゴクユタカカワモズク (Kumano, 1982b, 熊野, 2000; 熊野ほか, 2002; 兵庫県, 2010), 和名は熊野ほか (2007) による.
(2) *Sirodotia yutakae* Kumano ユタカカワモズク (Kumano, 1982b, 熊野, 2000; 熊野ほか, 2002; 兵庫県, 2010)

Ord. THOREALES チスジノリ目

Fam. Thoreaceae チスジノリ科

7) *Thorea* (チスジノリ) 属

(1) *Thorea okadae* Yamada チスジノリ (瀬戸ほか, 1993; 横山, 1995; 兵庫県立人と自然の博物館, 2004; 佐藤ほか 2006, 2013; 兵庫県, 2010)

Ord. HILDENBRANDIALES ベニマダラ目

Fam. Hildenbrandiaceae ベニマダラ科

8) *Hildenbrandia* (ベニマダラ) 属

(1) *Hildenbrandia rivularis* (Liebman) J. Agardh タンスイベニマダラ (熊野, 1973, 2000; 兵庫県立人と自然の博物館, 2004; 兵庫県, 2010)

3. 渦鞭毛藻類

Class DINOPHYCEAE 渦鞭毛藻綱

Ord. PERIDINIALES ペリディニウム目

Fam. Peridiniaceae ペリディニウム科

1) *Peridinium* 属

(1) *Peridinium pseudolaevae* Lefèvre (今津, 1973)

Ord. GONYAULACALES ゴニオラクス目

Fam. Ceratiaceae ケラチウム科

2) *Ceratium* 属

(1) *Ceratium hirundinella* (O.F. Müller) Dujardin (今津, 1973, 1979, 1981)

Ord. PHYTODINIALES フィトディニウム目

Fam. Phytodiniaceae フィトディニウム科

3) *Cystodinium* 属

- (1) *Cystodinium steinii* G.A. Klebs (今津, 1973)

4. 黄金藻類 (黄色鞭毛藻類)

Class CHRYSOPHYCEAE 黄金色藻綱

Ord. OCHROMONADALES オクロモナス目

Fam. Ochromonadaceae オクロモナス科

1) *Uroglena* 属

- (1) *Uroglena lindii* Bourrelly (Ito, 1990)
(2) *Uroglena volvox* Ehrenberg (Ito, 1990)

Fam. Dinobryaceae サヤツナギ科

2) *Chrysolykos* 属

- (1) *Chrysolykos planktonicus* B. Mack (Ito, 1990)

3) *Dinobryon* (サヤツナギ) 属

- (1) *Dinobryon bavaricum* O.E. Imhof (Ito, 1990)
(2) *Dinobryon cylindricum* O.E. Imhof (今津, 1973 ; Ito, 1990)
(3) *Dinobryon divergens* O.E. Imhof (今津, 1973, 1981 ; Ito, 1990)
(4) *Dinobryon korsikovii* Matvienko (Ito, 1990)
(5) *Dinobryon sertularia* Ehrenberg (今津, 1973, 1979 ; Ito, 1990)
(6) *Dinobryon sociale* Ehrenberg (Ito, 1990)
(7) *Dinobryon suecicum* Lemmermann var. *longispinum* Lemmermann (Ito, 1990)
(8) *Dinobryon urceolatum* Reverdin (Ito, 1990)

Fam. Chromulinaceae ヒカリモ科

4) *Chromophyton* 属

- (1) *Chromophyton vischeri* (Bourrelly) Couté ヒカリモの一種 [= *Ochromonas vischeri* Bourrelly] (大石ほか, 1991). 学名は Couté (1983) にしたがった.

5) *Chrysococcus* 属

- (1) *Chrysococcus rufescens* G.A. Klebs (Ito, 1990)
(2) *Chrysococcus triporus* Mack (Ito, 1990)

6) *Kephyrion* 属

- (1) *Kephyrion globosum* (Czosnowski) Bourrelly (Ito, 1990)

7) *Pseudokephyrion* 属

- (1) *Pseudokephyrion cylindricum* Bourrelly (Ito, 1990)
(2) *Pseudokephyrion pseudospirale* Bourrelly (Ito, 1990)
(3) *Pseudokephyrion conicum* (Schiller) Schmid (Ito, 1990)
(4) *Pseudokephyrion hypermaculatum* Ettl (Ito, 1990)

Ord. SYNURALES シヌラ目

Fam. Synuraceae シヌラ科

8) *Chrysodidymus* 属

- (1) *Chrysodidymus synuroides* Prowse (Ito, 1990)

9) *Chrysosphaerella* 属

- (1) *Chrysosphaerella brevispina* Korshikov (Ito, 1990)

10) *Mallomonas* 属

- (1) *Mallomonas acaroides* Perty var. *obtusa* H. Ito (Ito, 1992)
(2) *Mallomonas akrokomos* Ruttner in Pascher (Ito, 1990, 1991)
(3) *Mallomonas alata* Asmund et al. (Ito, 1990, 1991)
(4) *Mallomonas alpina* Pascher et Ruttner in Pascher (Ito, 1990, 1991)
(5) *Mallomonas annulata* (Bradley) Harris (Ito, 1990, 1991)
(6) *Mallomonas areolata* Nygaard (Ito, 1990, 1991)
(7) *Mallomonas bangladeshica* (E. Takahashi et T. Hayakawa) Wujek et Timpano (Ito, 1990, 1991)
(8) *Mallomonas calceolus* Bradley (Ito, 1990, 1991)
(9) *Mallomonas caudata* Ivanov (Ito, 1990, 1991)
(10) *Mallomonas conspersa* Dürschmidt (Ito, 1990, 1991)
(11) *Mallomonas crassisquama* (Asmund) Fott (Ito, 1990, 1991)
(12) *Mallomonas cristata* Dürschmidt (Ito, 1990, 1991)
(13) *Mallomonas elongata* Reverdin (Ito, 1990, 1991)
(14) *Mallomonas eoa* E. Takahashi (Ito, 1990, 1991)
(15) *Mallomonas flora* Harris et Bradley (Ito, 1990, 1991)
(16) *Mallomonas grata* E. Takahashi (Ito, 1990, 1991)
(17) *Mallomonas guttata* Wujek (Ito, 1990, 1991)
(18) *Mallomonas harrisiae* E. Takahashi (Ito, 1990, 1991)
(19) *Mallomonas heterospina* Lund (Ito, 1990, 1991)
(20) *Mallomonas insignis* Penard (Ito, 1990, 1991)
(21) *Mallomonas lelymene* Harris et Bradley (Ito, 1990, 1991)
(22) *Mallomonas mangofera* Harris et Bradley var. *mangofera* (Ito, 1990, 1991)
• *M. mangofera* f. *foveata* Dürschmidt (Ito, 1990,

1991)

• *M. mangofera* var. *sulcata* Dürschmidt (Ito, 1990, 1991)

(23) *Mallomonas matvienkoae* (Matvienko) Asmund et Kristiansen (Ito, 1990, 1991)

(24) *Mallomonas multisetigera* Dürschmidt (Ito, 1990, 1991)

(25) *Mallomonas ocellata* Dürschmidt et Croome (Ito, 1990, 1991)

(26) *Mallomonas ouradion* Harris et Bradley (Ito, 1990, 1991)

(27) *Mallomonas papillosa* Harris et Bradley var. *ellipsoidea* Harris (Ito, 1990, 1991)

(28) *Mallomonas parvula* Dürschmidt (Ito, 1990, 1991)

(29) *Mallomonas paxillata* (Bradley) Péterfi et Momeu (Ito, 1990, 1991)

(30) *Mallomonas peronoides* (Harris) Momeu et Péterfi (Ito, 1990, 1991)

(31) *Mallomonas pillula* Harris f. *valdiviana* Dürschmidt (Ito, 1990, 1991)

(32) *Mallomonas portae-ferreae* Péterfi et Asmund (Ito, 1990, 1991)

(33) *Mallomonas pumilio* Harris et Bradley emend. Asmund et al. (Ito, 1990, 1991)

(34) *Mallomonas punctifera* Korshikov (Ito, 1990, 1991)

(35) *Mallomonas rasilis* Dürschmidt (Ito, 1990, 1991)

(36) *Mallomonas recticostata* E. Takahashi (Ito, 1990, 1991)

(37) *Mallomonas retifera* Dürschmidt (Ito, 1990, 1991)

(38) *Mallomonas splendens* (G.S. West) Plafair emend. Croome et al. (Ito, 1990, 1991)

(39) *Mallomonas striata* Asmund (Ito, 1990, 1991)

(40) *Mallomonas tonsurata* Teiling emend. Krieger (Ito, 1990, 1991)

11) *Paraphysomonas* 属

(1) *Paraphysomonas bandaiensis* E. Takahashi (Ito, 1990)

(2) *Paraphysomonas butcheri* Pennick et Clark (Ito, 1990)

(3) *Paraphysomonas caelifrica* Preisig et Hibberd (Ito, 1990)

(4) *Paraphysomonas capreolata* Preisig et Hibberd (Ito, 1990)

(5) *Paraphysomonas circumvallata* Thomsen (Ito,

1990)

(6) *Paraphysomonas coronata* Moestrup et Zimmermann (Ito, 1990)

(7) *Paraphysomonas diademifera* (E. Takahashi) Preisig et Hibberd (Ito, 1990)

(8) *Paraphysomonas eiffelii* Thomsen (Ito, 1990)

(9) *Paraphysomonas glandiata* Preisig et Hibberd (Ito, 1990)

(10) *Paraphysomonas imperforata* Lucas (Ito, 1990)

(11) *Paraphysomonas manubriata* (Preisig et Hibberd) Vørs (Ito, 1990)

(12) *Paraphysomonas morchella* Preisig et Hibberd (Ito, 1990)

(13) *Paraphysomonas punctata* Zimmermann (Ito, 1990)

(14) *Paraphysomonas quadrispina* Thomsen et Kristiansen (Ito, 1990)

(15) *Paraphysomonas runcinifera* Preisig et Hibberd (Ito, 1990)

(16) *Paraphysomonas stelligera* Preisig et Hibberd (Ito, 1990)

(17) *Paraphysomonas stephanolepis* Preisig et Hibberd (Ito, 1990)

(18) *Paraphysomonas subquadrangularis* Preisig et Hibberd (Ito, 1990)

(19) *Paraphysomonas subrotacea* Thomsen emend. Nicholls (Ito, 1990)

(20) *Paraphysomonas takahashii* Cronberg et Kristiansen (Ito, 1990)

(21) *Paraphysomonas vestita* (Stokes) De Saedeleer (Ito, 1990)

12) *Spiniferomonas* 属

(1) *Spiniferomonas abei* E. Takahashi (Ito, 1990)

(2) *Spiniferomonas alata* E. Takahashi (Ito, 1990)

(3) *Spiniferomonas bilacunosa* E. Takahashi (Ito, 1990)

(4) *Spiniferomonas bourrellyi* E. Takahashi (Ito, 1990)

(5) *Spiniferomonas cornutus* Balonov (Ito, 1990)

(6) *Spiniferomonas coronacircumspina* (Wujek et Kristiansen) Nicholls (Ito, 1990)

(7) *Spiniferomonas crucigera* E. Takahashi (Ito, 1990)

(8) *Spiniferomonas hamata* H. Ito et E. Takahashi (Ito and Takahashi, 1992)

(9) *Spiniferomonas minuta* Nicholls (Ito, 1990)

(10) *Spiniferomonas nichollsii* H. Ito et E. Takahashi (Ito and Takahashi, 1992)

- (11) *Spiniferomonas silverensis* Nicholls (Ito, 1990)
(12) *Spiniferomonas takahashii* Nicholls (Ito, 1990)
(13) *Spiniferomonas trioralis* E. Takahashi (Ito, 1990)

13) *Synura* 属

- (1) *Synura curtispina* (Petersen et Hansen) Asmund (Ito, 1990)
(2) *Synura glabra* Korshikov (Ito, 1990)
(3) *Synura mammillosa* E. Takahashi (Ito, 1990)
(4) *Synura petersenii* Korshikov (Ito, 1990)
(5) *Synura sphagnicola* (Korshikov) Korshikov (Ito, 1990)
(6) *Synura spinosa* Korshikov (Ito, 1990)
(7) *Synura uvella* Ehrenberg emend. Korshikov (Ito, 1990)

5. 黄緑色藻類

Class XANTHOPHYCEAE 黄緑色藻綱

Ord. RHIZOCHLORIDALES リゾクロリス目

Fam. Rhizochloridaceae リゾクロリス科

1) *Stipitococcus* 属

- (1) *Stipitococcus crassistipatus* Prescott (熊野, 1973)
(2) *Stipitococcus urceolatus* West et G.S. West (熊野, 1973)

Ord. MISCHOCOCCALES ミスココックス目

Fam. Characiopsidaceae カラキオプレス科

2) *Characiopsis* 属

- (1) *Characiopsis longipes* (Rabenhorst) Borzi (熊野, 1973)

Ord. TRIBONEMATALES トリボネマ目

Fam. Tribonemataceae トリボネマ科

3) *Tribonema* 属

- (1) *Tribonema aequale* Pascher (熊野, 1973)
(2) *Tribonema minus* (G.A. Klebs) Hazen (熊野, 1973 ; 今津, 1973)
(3) *Tribonema utriculosum* (Kützinger) Hazen (熊野, 1973)

Ord. VAUCHERIALES フシナシミドロ目

Fam. Botrydiaceae フウセンモ科

4) *Botrydium* 属

- (1) *Botrydium granatum* (Linnaeus) Greville フウセンモ (熊野, 1973)

Fam. Vaucheriaceae フシナシミドロ科

5) *Vaucheria* (フシナシミドロ) 属

- (1) *Vaucheria hamata* (Vaucher) de Candolle (熊野, 1973)
(2) *Vaucheria polysperma* Hassall (熊野, 1973)
(3) *Vaucheria sessilis* (Vaucher) de Candolle in Lamarck

et de Candolle (熊野, 1973)

6. 珪藻類

BACILLARIOPHYTA 珪藻植物門

COSCINODISCOPHYTINA コアミケイソウ亜門

Class COSCINODISCOPHYCEAE コアミケイソウ綱

Ord. MELOSIRALES タルケイソウ目

Fam. Melosiraceae タルケイソウ科

1) *Melosira* 属

- (1) *Melosira varians* C. Agardh (今津, 1973, 1979, 1981 ; 兵庫陸水生物研究会編, 1991 ; 下土居, 1992 ; 日下部, 2000)

BACILLARIOPHYTINA クサリケイソウ亜門

Class MEDIOPHYCEAE 中間綱

Ord. THALASSIORALES ニセコアマミケイソウ目

Fam. Stephanodiscaceae トゲカサケイソウ科

2) *Cyclotella* 属

- (1) *Cyclotella meneghiniana* Kützinger (畑田, 1982 ; 下土居, 1992 ; 日下部, 2000)

Ord. AULACOSEIRALES スジタルケイソウ目

Fam. Aluracoseiraceae スジタルケイソウ科

3) *Aulacoseira* 属

- (1) *Aulacoseira italica* (Ehrenberg) Simonsen [= *Melosira italica* (Ehrenberg) Kützinger] (今津, 1973 ; 日下部, 2000)

Class BACILLARIOPHYCEAE クサリケイソウ綱

Ord. FRAGILARIALES オビケイソウ目

Fam. Fragilariaceae オビケイソウ科

4) *Diatoma* 属

- (1) *Diatoma tenuis* C. Agardh [= *D. elongatum* C. Agardh] (今津, 1973 ; 日下部, 2000)
(2) *Diatoma mesodon* (Ehrenberg) Kützinger [= *D. hyemale* (Roth) Heiberg var. *mesodon* (Ehrenberg) Fricke] (兵庫陸水生物研究会編, 1991 ; 日下部, 2000)
(3) *Diatoma vulgaris* Bory (今津, 1973 ; 日下部, 2000)

5) *Fragilaria* 属

- (1) *Fragilaria capitellata* (Grunow) J.B. Petersen [= *F. vaucheriae* (Kützinger) Petersen var. *capitellata* (Grunow) Ross] (今津, 1973 ; 兵庫陸水生物研究会編, 1991 ; 日下部, 2000)
(2) *Fragilaria capucina* Desmazières var. *capucina* [= *F. capucina* Desmazières var. *lanceolata* Grunow] (日下部, 2000)
・ *F. capucina* var. *acuta* (Ehrenberg) Rabenhorst (日下部, 2000)
・ *F. capucina* var. *mesolepta* (Rabenhorst) Rabenhorst (日下部, 2000)

(3) *Fragilaria famelica* (Kützing) Lange-Bertalot [*Synedra famelica* Kützing, *Synedra minuscula* Grunow in Van Heurck を含む] (今津, 1973; 日下部, 2000)

(4) *Fragilaria gracilis* Østrup [= *Synedra rumpens* Kützing var. *familiaris* (Kützing) Grunow in Van Heurck] (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)

(5) *Fragilaria rumpens* (Kützing) G.W.F. Carlson [= *Synedra rumpens* Kützing] (今津, 1973; 下土居, 1992; 日下部, 2000)

(6) *Fragilaria vaucheriae* (Kützing) Petersen (*F. intermedia* Grunow, *Synedra rumpens* Kützing var. *meneghiniana* Grunow および *Synedra vaucheriae* (Kützing) Kützing を含む) (畑田, 1982; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)

6) *Staurosira* 属

(1) *Staurosira construens* Ehrenberg var. *construens* [= *Fragilaria construens* (Ehrenberg) Grunow] (今津, 1973, 1979, 1981; 日下部, 2000)

・*S. construens* var. *venter* (Ehrenberg) A. Kawashima et H. Kobayasi [= *Fragilaria construens* (Ehrenberg) Grunow var. *venter* (Ehrenberg) Grunow] (日下部, 2000)

7) *Staurosirella* 属

(1) *Staurosirella pinnata* (Ehrenberg) D.M. Williams et Round [= *Fragilaria pinnata* Ehrenberg] (日下部, 2000)

8) *Hannaea* 属

(1) *Hannaea arcus* (Ehrenberg) Patrick [= *Ceratoneis arcus* (Ehrenberg) Kützing] (日下部, 2000)

・*H. arcus* var. *hattoriana* (F. Meister) Ohtsuka [= *Ceratoneis arcus* var. *hattoriana* F. Meister] (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

・*H. arcus* var. *amphioxys* (Rabenhorst) Patrick [= *Ceratoneis arcus* var. *recta* Cleve] (日下部, 2000)

9) *Tabularia* 属

(1) *Tabularia fasciculata* (C. Agardh) D.M. Williams et Round [= *Synedra truncata* Greville] (日下部, 2000)

10) *Ulnaria* 属

(1) *Ulnaria acus* (Kützing) M. Aboal [= *Synedra acus* Kützing] (今津 1973, 日下部, 2000)

(2) *Ulnaria inaequalis* (H. Kobayasi) M. Idei [= *Synedra inaequalis* H. Kobayasi] (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(3) *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère var. *ulna* [= *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg] (今津 1973; 1979, 畑田 1982, 兵庫陸水生物研究会編 1991, 日下部,

2000)

・*U. ulna* var. *amphirhynchus* (Ehrenberg) M. Aboal [= *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg var. *amphirhynchus* (Ehrenberg) Grunow] (今津, 1973)

・*U. ulna* var. *oxyrhynchus* (Kützing) M. Aboal [*Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg var. *oxyrhynchus* (Kützing) Van Heurck および *S. oxyrhynchus* Kützing を含む] (日下部, 2000)

(4) *Ulnaria ramesi* Hérilbaud [= *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg var. *ramesi* (Hérilbaud) Hustedt] (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

Ord. TABELLARIALES ヌサガタケイソウ目

Fam. Tabellariaceae ヌサガタケイソウ科

11) *Tabellaria* 属

(1) *Tabellaria fenestrata* (Lyngbye) Kützing var. *fenestrata* (今津, 1973, 1981; 佐藤 2001)

・*T. fenestrata* var. *intermedia* Grunow (日下部, 2000)

Ord. EUNOTIALES イチモンジケイソウ目

Fam. Eunotiaceae イチモンジケイソウ科

12) *Eunotia* 属

(1) *Eunotia angusta* (Grunow) A. Berg (今津, 1979)

(2) *Eunotia arcus* Ehrenberg var. *arcus* (今津, 1973; 日下部, 2000)

(3) *Eunotia faba* Ehrenberg var. *nipponica* Skvortzow (今津, 1973),

(4) *Eunotia fallax* A. Cleve var. *gracillima* Krasske (今津, 1979)

(5) *Eunotia exigua* (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst var. *exigua* [= *E. gracilis* (Ehrenberg) Rabenhorst] (今津, 1973)

(6) *Eunotia bilunaris* (Ehrenberg) Mills var. *bilunaris* [= *E. lunaris* (Ehrenberg) Grunow in Van Heurck] (今津, 1973, 1979; 日下部, 2000)

(7) *Eunotia praerupta* Ehrenberg var. *musicola* Petersen (今津, 1973)

(8) *Eunotia pectinalis* (Dillwyn) Rabenhorst (今津, 1973, 1981)

Ord. CYMBELLALES クチビルケイソウ目

Fam. Rhoicospheniaceae マガリクサビケイソウ科

13) *Rhoicosphenia* 属

(1) *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bertalot [= *R. curvata* Kützing] (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)

Fam. Cymbellaceae クチビルケイソウ科

14) *Cymbella* 属

(1) *Cymbella affinis* Kützing (日下部, 2000)

(2) *Cymbella amphicephala* Nägeli var. *amphicephala* (日下部, 2000)

- (3) *Cymbella aspera* (Ehrenberg) Peragallo (日下部, 2000)
- (4) *Cymbella cistula* (Ehrenberg) Kirchner var. *cistula* (*C. cistula* var. *maculata* (Kützinger) Van Heurck を含む) (日下部, 2000)
- (5) *Cymbella leptoceros* (Ehrenberg) Kützinger (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)
- (6) *Cymbella lanceolata* (Ehrenberg) Kirchner (今津, 1973, 1981; 日下部, 2000)
- (7) *Cymbella naviculiformis* Auerswald in Rabenhorst (下土居, 1992; 日下部, 2000)
- (8) *Cymbella perpusilla* A. Cleve (日下部, 2000)
- (9) *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck (今津, 1973, 1979, 1981; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)
- (10) *Cymbella.turgidula* Grunow in A. Schmidt et al. var. *turgidula* (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)
- (11) *Cymbella turgidula* var. *nipponica* Skvortzow (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

15) *Encyonema* 属

- (1) *Encyonema gracile* Ehrenberg [= *Cymbella gracilis* (Ehrenberg) Kützinger] (今津, 1973, 1981; 日下部, 2000)
- (2) *Encyonema mesianum* (Cholnoky) D.G. Mann [= *Cymbella turgida* Cleve] (今津, 1973; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)
- (3) *Encyonema minutum* (Hilse ex Rabenhorst) D.G. Mann [= *Cymbella ventricosa* Kützinger] (今津, 1973, 1979; 畑田, 1982; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)
- (4) *Encyonema minuta* Krammer et Reichart [= *Cymbella microcephala* Grunow in Van Heurck] (日下部, 2000)

Fam. Gomphonemataceae クサビケイソウ科

16) *Gomphoneis* 属

- (1) *Gomphoneis hastata* (Wislouch) Kociolek et Stoermer [= *Gomphonema quadripunctatum* (Østrup) Wislouch var. *hastata* Wislouch] (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

17) *Gomphonema* 属

- (1) *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg var. *acuminatum* (今津, 1979)
 - ・ *G. acuminatum* var. *coronatum* (Ehrenberg) W. Smith (今津, 1973, 1979; 日下部, 2000)
 - ・ *G. acuminatum* var. *trigonocephalum* (Ehrenberg) Grunow in Van Heurck (今津, 1973)
- (2) *Gomphonema angustatum* (Kützinger) Rabenhorst

- (今津, 1973, 1981; 下土居, 1992; 日下部, 2000)
- (3) *Gomphonema brebissonii* Kützinger var. *brebissonii* [= *G. acuminatum* Ehrenberg var. *brebissonii* (Kützinger) Cleve] (今津, 1973)
- (4) *Gomphonema apicatum* Ehrenberg (今津, 1973)
- (5) *Gomphonema augur* Ehrenberg var. *augur* (今津, 1973)
 - ・ *G. augur* var. *gautieri* Van Heurck (今津, 1973)
- (6) *Gomphonema clevei* Fricke var. *clevei* (下土居, 1992; 日下部, 2000)
- (7) *Gomphonema gracile* Ehrenberg var. *gracile* (今津, 1973)
- (8) *Gomphonema grovei* var. *lingulatum* (Hustedt) Lange-Bertalot [= *G. abbreviatum* sensu Kützinger] (日下部, 2000)
- (9) *Gomphonema helveticum* Brun (下土居, 1992; 日下部, 2000)
- (10) *Gomphonema heterominuta* Mayama et Kawashima [= *G. minutum* (C. Agardh) C. Agardh] (日下部, 2000)
- (11) *Gomphonema inaequilongum* (H. Kobayasi) H. Kobayasi in Mayama et al. (畑田, 1982; 日下部, 2000)
- (12) *Gomphonema intricatum* Kützinger var. *vivrio* (Ehrenberg) Cleve [= *G. vivrio* Ehrenberg] (下土居, 1992; 日下部, 2000)
- (13) *Gomphonema italicum* Kützinger [= *G. constrictum* Ehrenberg var. *capitatum* sensu Grunow in Van Heurck] (日下部, 2000)
- (14) *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson var. *olivaceum* (下土居, 1992; 日下部, 2000)
 - ・ *G. olivaceum* var. *minutissima* Hustedt (今津, 1973)
- (15) *Gomphonema parvulum* (Kützinger) Kützinger var. *parvulum* (今津, 1973; 畑田, 1982; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)
 - ・ *G. parvulum* var. *exilissima* Grunow (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)
- (16) *Gomphonema productum* (Grunow) Lange-Bertalot et Reichardt [= *G. angustatum* (Kützinger) Rabenhorst var. *productum* Grunow] (今津, 1973; 日下部, 2000)
- (17) *Gomphonema pseudoaugur* Lange-Bertalot (下土居, 1992; 日下部, 2000)
- (18) *Gomphonema sphaerophorum* Ehrenberg (日下部, 2000)
- (19) *Gomphonema subclavatum* (Grunow) Grunow in Van Heurck [= *G. longiceps* Ehrenberg var. *subclavatum* Grunow] (今津, 1973; 下土居, 1992; 日下部, 2000)
- (20) *Gomphonema truncatum* Ehrenberg [= *G. constrictum* Ehrenberg] (今津, 1973, 1981; 日下部,

2000)

(21) *Gomphonema vastum* Hustedt var. *elongata* Skvortzow (日下部, 2000)

18) *Reimeria* 属

(1) *Reimeria sinuata* (Gregory) Kociolek et Stoermer [= *Cymbella sinuata* Gregory] (下土居, 1992; 日下部, 2000)

Ord. ACHNANTALES ツメケイソウ目

Fam. Achnanthaceae ツメケイソウ科

19) *Achnanthes* 属

(1) *Achnanthes inflata* (Kützing) Grunow in Cleve et Grunow (日下部, 2000)

(2) *Achnanthes peragalli* Brun et Héribaude var. *peragalli* (日下部, 2000)

Fam. Achnanthidaceae ツメワカレケイソウ科

20) *Achnanthidium* 属

(1) *Achnanthidium convergens* (H. Kobayasi) H. Kobayasi [= *Achnanthes convergens* H. Kobayasi in H. Kobayasi et al.] (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(2) *Achnanthidium exiguum* (Grunow) Czarnecki [= *Achnanthes exigua* Grunow var. *exigua*] (今津, 1973; 日下部, 2000)

(3) *Achnanthidium japonicum* (H. Kobayasi) H. Kobayasi [= *Achnanthes japonica* H. Kobayasi in H. Kobayasi et al.] (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)

(4) *Achnanthidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki [= *Achnanthes minutissima* Kützing var. *minutissima*] (日下部, 2000)

(5) *Achnanthidium pyrenaicum* (Hustedt) H. Kobayasi [= *Achnanthes biasolettiana* Grunow var. *biasolettiana*] (日下部, 2000)

21) *Karayevia* 属

(1) *Karayevia clevei* (Grunow) Round et Bukhtiyarova var. *rostrata* (Hustedt) Kingston [= *Achnanthes clevei* Grunow in Cleve et Grunow var. *rostrata* Hustedt] (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

22) *Planothidium* 属

(1) *Planothidium lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot [= *Achnanthes lanceolata* (Brébisson ex Kützing) Grunow var. *lanceolata*] (今津, 1979; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)

Fam. Cocconeidaceae コメツブケイソウ科

23) *Cocconeis* 属

(1) *Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *placentula* (下土居, 1992; 日下部, 2000)

・*C. placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

・*C. placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck (畑田, 1982; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

Ord. NAVICULALES フナガタケイソウ目

Fam. Diadesmidaceae オビフネケイソウ科

24) *Luticola* 属

(1) *Luticola mutica* (Kützing) D.G. Mann [= *Navicula mutica* Kützing] (下土居, 1992; 日下部, 2000)

Fam. Amphipleuraceae アミバリケイソウ科

25) *Amphipleura* 属

(1) *Amphipleura pellucida* Kützing (今津, 1973)

26) *Frustulia* 属

(1) *Frustulia rhomboides* (Ehrenberg) De Toni var. *rhomboides* (今津, 1973, 1981; 日下部, 2000)

・*F. rhomboides* var. *saxonica* (Ehrenberg) De Toni (今津, 1973; 下土居, 1992)

(2) *Frustulia vulgaris* (Thwaites) De Toni (日下部, 2000)

Fam. Neidiaceae ハスフネケイソウ科

27) *Neidium* 属

(1) *Neidium bisulcatum* (Lagerstadt) Cleve var. *nipponicum* Skvortzow (今津, 1973)

(2) *Neidium dubium* (Ehrenberg) Cleve var. *dubium* (日下部, 2000)

(3) *Neidium iridis* (Ehrenberg) Cleve var. *iridis* (*N. iridis* var. *amphigomphus* (Ehrenberg) A. Mayer を含む) (今津, 1973)

(4) *Neidium productum* (W. Smith) Cleve (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

Fam. Sellaphoraceae エリツキケイソウ科

28) *Sellaphora* 属

(1) *Sellaphora bacillum* (Ehrenberg) D.G. Mann [= *Navicula bacillum* Ehrenberg] (今津, 1973; 下土居, 1992; 日下部, 2000)

(2) *Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschowsky [= *Navicula pupula* Kützing] (下土居, 1992; 日下部, 2000)

Fam. Pinnulariaceae ハネケイソウ科

29) *Pinnularia* 属

(1) *Pinnularia acrosphaeria* W. Smith var. *acrosphaeria* (今津, 1973)

(2) *Pinnularia biceps* Gregory (下土居, 1992; 日下部, 2000)

(3) *Pinnularia divergenas* W. Smith var. *sublinearis* Cleve (今津, 1973)

(4) *Pinnularia gibba* Ehrenberg (今津, 1973)

- (5) *Pinnularia interrupta* W. Smith var. *minutissima* Hustedt (今津, 1973; 日下部, 2000)
 (6) *Pinnularia microstauron* (Ehrenberg) Cleve var. *microstauron* (日下部, 2000)
 (7) *Pinnularia streptaphe* Cleve (今津, 1973)
 (8) *Pinnularia subcapitata* Gregory var. *subcapitata* (今津, 1973)
 (9) *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrenberg (今津, 1973, 1979)

Fam. Diploneidaceae マユケイソウ科

30) Diploneis 属

- (1) *Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve (今津 1973)
 (2) *Diploneis oblongella* (Nägeli) Cleve-Euler [= *D. ovalis* (Hilse) Cleve var. *oblongella* (Nägeli) Cleve] (今津 1973, 日下部 2000)

Fam. Naviculaceae フナガタケイソウ科

31) Navicula 属

- (1) *Navicula atomus* (Kützing) Grunow var. *atomus* (日下部, 2000)
 (2) *Navicula cinctaeformis* Hustedt sensu Cholnoky (下土居, 1992; 日下部, 2000)
 (3) *Navicula capitatoradiata* Germain (*N. salinarum* Grunow var. *intermedia* (Grunow) Cleve および *N. cryptocephala* Kützing var. *intermedia* Grunow in Van Heurck を含む) (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)
 (4) *Navicula cryptocephala* Kützing (今津, 1973, 1979, 1981 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)
 (5) *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot [= *N. radiosa* Kützing var. *tenella* (Brébisson ex Kützing) Van Heurck] (畑田, 1982; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)
 (6) *Navicula decussis* Østrup var. *decussis* (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)
 (7) *Navicula elegans* W. Smith (今津, 1973)
 (8) *Navicula exigua* (Gregory) Grunow in Van Heurck (今津, 1981; 日下部, 2000)
 (9) *Navicula elginensis* (Gregory) Ralfs var. *elginensis* (下土居, 1992; 日下部, 2000)
 (10) *Navicula gregaria* Donkin (下土居, 1992; 日下部, 2000)
 (11) *Navicula lanceolata* (C. Agardh) Ehrenberg (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)
 (12) *Navicula laterostrata* Hustedt (日下部, 2000)
 (13) *Navicula nipponica* (Skvortzow) Lange-Bertalot [= *N. radiosa* Kützing f. *nipponica* Skvortzow] (下土居,

1992; 日下部, 2000)

- (14) *Navicula radiosa* Kützing var. *radiosa* (今津, 1973, 1979; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)
 (15) *Navicula rostellata* Kützing [= *N. viridula* (Kützing) Ehrenberg var. *rostellata* (Kützing) Cleve] (畑田, 1982; 下土居, 1992; 日下部, 2000)
 (16) *Navicula schroeterii* F. Meister (下土居, 1992; 日下部, 2000)
 (17) *Navicula slevicensis* Grunow (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)
 (18) *Navicula subminuscula* Manguin [= *N. frugalis* Hustedt] (畑田, 1982)
 (19) *Navicula upsaliensis* (Grunow) Peragallo [= *N. menisculus* Schumann var. *upsaliensis* Grunow] (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)
 (20) *Navicula veneta* Kützing [= *N. cryptocephala* Kützing var. *veneta* (Kützing) Rabenhorst] (日下部, 2000)
 (21) *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg var. *viridula* (下土居, 1992; 日下部, 2000)

Fam. Pleurosigmaaceae メガネケイソウ科

32) Gyrosigma 属

- (1) *Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst (今津, 1973; 日下部, 2000)
 (2) *Gyrosigma eximium* (Thwaites) Boyer (日下部, 2000)

Fam. 所属不明

33) Caloneis 属

- (1) *Caloneis silicula* (Ehrenberg) Cleve var. *gibberula* (Kützing) Cleve (今津, 1973)

Ord. THALASSIOPHYSALES ハンカケイソウ目

Fam. Catenulaceae ニセイチモンジケイソウ科

34) Amphora 属

- (1) *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing (下土居, 1992; 日下部, 2000)
 (2) *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow (*A. perpusilla* Grunow および *A. ovalis* (Kützing) Kützing var. *pediculus* (Kützing) Van Heurck を含む) (下土居, 1992; 日下部, 2000)

Ord. BACILLARIALES クサリケイソウ目

Fam. Bacillariaceae クサリケイソウ科

35) Bacillaria 属

- (1) *Bacillaria paxillifer* (O.F. Müller) Hendey [= *Bacillaria paradoxa* Gmelin] (下土居, 1992; 日下部, 2000)

36) Nitzschia 属

- (1) *Nitzschia acicularis* (Kützing) W. Smith (兵庫陸

水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(2) *Nitzschia amphibia* Grunow. (畑田, 1982; 下土居, 1992; 日下部, 2000)

(3) *Nitzschia communis* Rabenhorst (日下部, 2000)
・ *N. communis* var. *abbreviata* Grunow (日下部, 2000)

(4) *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow var. *dissipata* (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(5) *Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow var. *frustulum* (下土居, 1992; 日下部, 2000)

(6) *Nitzschia fonticola* Grunow in Cleve et Möller (今津, 1973; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)

(7) *Nitzschia gracilis* Nitzsch (日下部, 2000)

(8) *Nitzschia linearis* (C. Agardh) W. Smith var. *linearis* (下土居, 1992; 日下部, 2000)

(9) *Nitzschia obtusa* W. Smith var. *scarpelliformis* Grunow (今津 1979)

(10) *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith (今津, 1973; 畑田, 1982; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 下土居, 1992; 日下部, 2000)

(11) *Nitzschia paleacea* (Grunow) Grunow in Van Heurck (畑田, 1982; 下土居, 1992; 日下部, 2000)

(12) *Nitzschia scalpelliformis* (Grunow) Grunow in Cleve et Grunow [= *N. obtusa* W. Smith var. *scalpelliformis* Grunow in Cleve et Möller] (今津, 1973)

(13) *Nitzschia recta* Hantzsch in Rabenhorst (今津, 1973)

(14) *Nitzschia rostellata* Hustedt (下土居, 1992; 日下部, 2000)

(15) *Nitzschia ruttneri* Hustedt (下土居, 1992; 日下部, 2000)

(16) *Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith (今津, 1973; 下土居, 1992; 日下部, 2000)

Ord. RHOPALODIALES クシガタケイソウ目

Fam. Rhopalodiaceae クシガタケイソウ科

37) *Epithemia* 属

(1) *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing var. *longicornis* (Ehrenberg) Grunow (日下部, 2000)

(2) *Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kützing var. *turgida* (日下部, 2000)

Ord. SURIRELLALES コバンケイソウ目

Fam. Surirellaceae コバンケイソウ科

38) *Surirella* 属

(1) *Surirella angusta* Kützing (下土居, 1992; 日下部, 2000)

(2) *Surirella bifrons* Ehrenberg [= *S. biseriana* Brébisson in Brébisson et Godey var. *bifrons* (Ehrenberg)

Hustedt] (日下部, 2000)

(3) *Surirella brebissonii* Krammer et Lange-Bertalot var. *brebissonii* [= *S. ovata* Kützing] (下土居, 1992; 日下部, 2000)

(4) *Surirella elegans* Ehrenberg (今津, 1979)

(5) *Surirella linearis* W. Smith var. *linearis* (下土居, 1992; 日下部, 2000)

・ *S. linearis* var. *elliptica* O. Müller et W. Smith (日下部, 2000)

(6) *Surirella robusta* Ehrenberg (今津 1973, 1981; 下土居 1992; 日下部, 2000)

(7) *Surirella splendida* (Ehrenberg) Kützing [= *S. robusta* Ehrenberg var. *splendida* (Ehrenberg) Van Heurck] (今津, 1973; 日下部, 2000)

(8) *Surirella tenera* Gregory (今津, 1973)

7. 褐藻類

Class PHAEOPHYCEAE 褐藻綱

Ord. RALFSIALES イソガワラ目

Fam. 所属不明

1) *Heribaudiella* 属

(1) *Heribaudiella fluviatilis* (Areschoug) Svedelius
イズミイシノカワ (熊野, 1973)

8. ハプト藻類

Class HAPTOPHYCEAE ハプト藻綱

Ord. PRYMNESIALES プリムネシウム目

Fam. Prymnesiaceae プリムネシウム科

1) *Chrysochromulina* 属

(1) *Chrysochromulina parva* Lackey (Ito, 1989)

9. ミドリムシ藻類

Class EUGLENOPHYCEAE ミドリムシ藻綱

Ord. EUGLENALES ユーグレナ目

Fam. Euglenaceae ユーグレナ科

1) *Euglena* (ミドリムシ) 属

(1) *Euglena acus* Ehrenberg (今津, 1973)

(2) *Euglena deses* Ehrenberg (今津, 1973, 1981)

(3) *Euglena pisciformis* G.A. Klebs (兵庫陸水生物研究会編, 1991)

(4) *Euglena viridis* Ehrenberg (今津, 1973)

2) *Lepocinclis* 属

(1) *Lepocinclis ovum* (Ehrenberg) Lemmermann (兵庫陸水生物研究会編, 1991)

3) *Phacus* 属

(1) *Phacus curvicauda* Svirensko (今津, 1981)

(2) *Phacus orbicularis* K. Hübner (今津, 1981)

・ *P. orbicularis* var. *caudatus* Skvortsov (今津, 1973)

(3) *Phacus pleuronectes* (O.F. Müller) Dujardin (今津, 1973, 1979, 1981)

10. 緑藻類

Class CHLOROPHYCEAE 緑藻綱

Ord. VOLVOCALES オオヒゲマワリ目

Fam. Volvocaceae オオヒゲマワリ科

1) *Eudorina* 属

(1) *Eudorina elegans* Ehrenberg (今津, 1973, 1979)

2) *Pandorina* 属

(1) *Pandorina morum* (O.F. Müller) Bory (今津, 1973, 1979; 兵庫陸水生物研究会編, 1991)

3) *Volvox* (オオヒゲマワリ) 属

(1) *Volvox globator* Linnaeus (今津, 1981)

(2) *Volvox tertius* Meyer (今津, 1979)

Ord. TETRASPORALES ヨツメモ目

Fam. Tetrasporaceae ヨツメモ科

4) *Apiocystis* 属

(1) *Apiocystis brauniana* Nägeli (熊野, 1973)

5) *Tetraspora* (ヨツメモ) 属

(1) *Tetraspora cylindrica* (Wahlenberg) C. Agardh (熊野, 1973)

(2) *Tetraspora gelatinosa* (Vaucher) Desvaux (熊野, 1973)

(3) *Tetraspora lacustris* Lemmermann (熊野, 1973)

(4) *Tetraspora lubrica* (Roth) C. Agardh (熊野, 1973; 佐藤, 2001)

Fam. Gloeococcaceae グロエオコックス科

6) *Asterococcus* 属

(1) *Asterococcus limneticus* G.M. Smith (熊野, 1973)

7) *Gloeocystis* 属

(1) *Gloeocystis ampla* (Kützing) Lagerheim (熊野, 1973)

(2) *Gloeocystis gigas* (Kützing) Lagerheim (今津, 1973, 1979, 1981)

8) *Tetrasporidium* 属

(1) *Tetrasporidium javanicum* Möbius (熊野, 1973)

Ord. CHLOROCOCCALES クロロコックム目

Fam. Chlorococcaceae クロロコックム科

9) *Characium* 属

(1) *Characium limneticum* Lemmermann (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

Fam. Oocystaceae オーキスチス科

10) *Ankistrodesmus* 属

(1) *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs (今津, 1973, 1981)

(2) *Ankistrodesmus spiralis* (W.B. Turner) Lemmermann (今津, 1979)

11) *Chlorella* (クロレラ) 属

(1) *Chlorella vulgaris* Beijerinck (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

12) *Kirchineriella* 属

(1) *Kirchineriella lunaris* (Kirchner) K. Möbius (今津, 1973, 1979, 1981)

13) *Oocystis* 属

(1) *Oocystis borgei* Snow (今津, 1979)

14) *Planktosphaeria* 属

(1) *Planktosphaeria gelatinosa* G.M. Smith (今津, 1979)

15) *Selenastrum* 属

(1) *Selenastrum gracile* Reinsch (今津, 1973)

(2) *Selenastrum westii* G.M. Smith (今津, 1979)

16) *Tetraedron* 属

(1) *Tetraedron regulare* Kützing (今津, 1973)

Fam. Elakatothricaceae エラカトトリックス科

17) *Coccomyxa* 属

(1) *Coccomyxa lacustris* (Chodat) Chodat (熊野, 1973)

18) *Elakatothrix* 属

(1) *Elakatothrix gelatinosa* Wille (熊野, 1973)

(2) *Elakatothrix viridis* (Snow) Printz (熊野, 1973)

19) *Dactylothece* 属

(1) *Dactylothece confluens* (Kützing) Lagerheim (熊野, 1973)

Fam. Palmellaceae パルメラ科

20) *Palmella* 属

(1) *Palmella miniata* Nägeli (熊野, 1973)

(2) *Palmella mucosa* Kützing (熊野, 1973)

21) *Sphaerocystis* 属

(1) *Sphaerocystis schroeteri* Chodat (熊野, 1973)

Fam. Dictyosphaeriaceae ジクチオスフェリウム科

22) *Botryococcus* 属

(1) *Botryococcus braunii* Kützing (今津, 1973)

23) *Dictyosphaerium* 属

(1) *Dictyosphaerium pulchellum* H.C. Wood (今津, 1973)

24) *Dimorphococcus* 属

(1) *Dimorphococcus lunatus* A. Braun (今津, 1973)

Fam. Scenedesmaceae セネデスムス科

25) *Coelastum* 属

(1) *Coelastum microporum* Nägeli in A. Braun (今津, 1973)

(2) *Coelastrum reticulatum* (P.A. Dangeard) Senn (今津, 1973)

(3) *Coelastrum sphaericum* Nägeli (今津, 1973)

26) *Crucigenia* 属

(1) *Crucigenia irregularis* Wille (今津, 1973)

(2) *Crucigenia quadrata* Morren (今津, 1979)

27) *Scenedesmus* 属

(1) *Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat var. *acuminatus* (今津, 1979)

・ *S. acuminatus* f. *maximus* Uherkovich (今津, 1979)

(2) *Scenedesmus acutus* (Meyen) Chodat (今津, 1973; 下土居, 1992)

(3) *Scenedesmus bernardii* G.M. Smith (兵庫陸水生物研究会編, 1991)

(4) *Scenedesmus carinatus* (Lemmermann) Chodat (今津 1973)

(5) *Scenedesmus denticulatus* Lagerheim var. *linearis* Hansgirg (今津, 1973)

(6) *Scenedesmus ecornis* (Ralfs) Chodat var. *disciformis* Chodat (今津, 1973, 1979)

(7) *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson var. *quadricauda* (今津, 1973, 1979, 1981)

・ *S. quadricauda* var. *biornatus* Kiss f. *giganticus* Uherkovich (今津, 1973)

・ *S. quadricauda* var. *longispina* (Chodat) G.M. Smith (今津, 1973)

(8) *Scenedesmus spinosus* Chodat (兵庫陸水生物研究会編, 1991)

28) *Tetrallantos* 属

(1) *Tetrallantos lagerheimii* Teiling (今津, 1973)

Fam. Hydrodictyaceae アミミドロ科

29) *Hydrodictyon* (アミミドロ) 属

(1) *Hydrodictyon reticulatum* (Linnaeus) Lagerheim アミミドロ (熊野, 1973)

30) *Pediastrum* (クンショウモ) 属

(1) *Pediastrum araneosum* (Raciborski) G.M. Smith (今津, 1973, 1981)

・ *P. araneosum* var. *rugulosum* (G.S. West) G.M. Smith (今津, 1973)

(2) *Pediastrum biradiatum* Meyen var. *emarginatum* A. Braun f. *convexum* Prescott (今津, 1973)

(3) *Pediastrum biwae* Negoro ビワクンショウモ (今津, 1973)

(4) *Pediastrum boryanum* (Turpin) Meneghini サメハダクンショウモ (今津, 1973, 1979, 1981)

(5) *Pediastrum duplex* Meyen (今津, 1973, 1979, 1981)

・ *P. duplex* var. *clathratum* (A. Braun) Lagerheim (今津, 1981)

・ *P. duplex* var. *gracilimum* West et G.S. West (今津, 1973, 1979)

・ *P. duplex* var. *rotundatum* Lucks (今津, 1979)

(6) *Pediastrum tetras* (Ehrenberg) Ralfs (今津, 1973, 1981)

(7) *Pediastrum tetras* (Ehrenberg) Ralfs var. *tetraodon* (Chorda) Rabenhorst (今津, 1981)

31) *Sorastrum* 属

(1) *Sorastrum spinulosum* Nägeli (今津, 1973)

Ord. ULOTRICHALES ヒビミドロ目

Fam. Ulotrichaceae ヒビミドロ科

32) *Geminella* 属

(1) *Geminella minor* (Nägeli) Heering (佐藤, 2001)

33) *Klebsormidium* 属

(1) *Klebsormidium flaccidum* (Kützing) P.C. Silva [= *Hormidium flaccidum* (Kützing) A. Braun] (熊野, 1973)

(2) *Klebsormidium klebsii* (G.M. Smith) P.C. Silva [= *Hormidium klebsii* G.M. Smith] (熊野, 1973)

(3) *Klebsormidium rivulare* (Kützing) Morison et Sheath [= *Hormidium rivulare* Kützing] (熊野, 1973)

(4) *Klebsormidium subtile* (Kützing) Tracanna ex Tell [= *Hormidium subtile* (Kützing) Heering] (今津, 1973)

34) *Ulothrix* (ヒビミドロ) 属

(1) *Ulothrix aequalis* Kützing (今津, 1973; 日下部, 2000)

(2) *Ulothrix subconstricta* G.S. West (今津, 1979)

(3) *Ulothrix tenuissima* Kützing (兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(4) *Ulothrix zonata* (Weber et Mohr) Kützing (熊野, 1973; 日下部, 2000)

Fam. Microsporaceae ミクロスポラ科

35) *Microspora* 属

(1) *Microspora crassior* (Hansgirg) Hazen (熊野, 1973)

(2) *Microspora stagnorum* (Kützing) Langerheim (熊野, 1973)

(3) *Microspora tumidula* Hazen (熊野, 1973; 今津, 1973; 日下部, 2000)

(4) *Microspora willeana* Lagerheim (熊野, 1973)

(5) *Microspora wittrockii* (Wille) Lagerheim (熊野, 1973)

Ord. SPHAEROPLEALES ヨコワミドロ目

Fam. Sphaeropleaceae ヨコワミドロ科

36) *Sphaeroplea* 属

(1) *Sphaeroplea annulina* (Roth) C. Agardh (熊野, 1973)

Ord. CHAETOPHORALES カエトフォラ目

Fam. Chaetophoraceae カエトフォラ科

37) *Gongrosira* 属

(1) *Gongrosira burmanica* Skuja (熊野, 1973)

38) *Protococcus* 属

(1) *Protococcus viridis* C. Agardh [= *Pleurococcus*

viridis C. Agardh] (熊野, 1973)

39) *Chaetophora* 属

(1) *Chaetophora elegans* (Roth) C. Agardh (熊野, 1973; 日下部, 2000)

(2) *Chaetophora pisiformis* (Roth) C. Agardh (日下部, 2000)

40) *Cloniophora* 属

(1) *Cloniophora plumosa* (Kützinger) Bourrelly トゲナシツルギ (熊野, 1973; 佐藤, 2001; 日下部, 2000)

41) *Draparnaldia* 属

(1) *Draparnaldia glomerata* (Vaucher) C. Agardh (熊野, 1973)

(2) *Draparnaldia plumosa* (Vaucher) C. Agardh ツルギミドロ (熊野, 1973)

42) *Microthamnion* 属

(1) *Microthamnion kuetzingianum* Nägeli (*M. strictissimum* Rabenhorst を含む) (熊野, 1973)

43) *Stigeoclonium* 属

(1) *Stigeoclonium lubricum* (Dillwyn) Kützinger (佐藤, 2001; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

(2) *Stigeoclonium tenue* Kützinger (熊野, 1973; 兵庫陸水生物研究会編, 1991; 日下部, 2000)

Fam. Aphamphaetaeaceae アファノカエテ科

44) *Aphanochaete* 属

(1) *Aphanochaete repens* A. Braun (熊野, 1973)

Fam. Chaetosphaeridaceae カエトスファエリジウム科

45) *Chaetosphaeridium* 属

(1) *Chaetosphaeridium globosum* (Nordstedt) Klebahn (熊野, 1973)

Fam. Coleochaetaeaceae コレオカエテ科

46) *Coleochaete* 属

(1) *Coleochaete irregularis* Pringsheim (熊野, 1973)

(2) *Coleochaete soluta* (Brébisson) Pringsheim (日下部, 2000)

Ord. TRETEPOHLIALES スミレモ目

Fam. Trentepohliaceae スミレモ科

47) *Trentepohlia* 属

(1) *Trentepohlia aurea* (Linnaeus) Martius スミレモ (熊野, 1973)

Ord. OEDOGONIALES サヤミドロ目

Fam. Oedogoniaceae サヤミドロ科

48) *Bulbochaete* 属

(1) *Bulbochaete nana* Wittrock (熊野, 1973)

(2) *Bulbochaete varians* Wittrock (熊野, 1973)

49) *Oedogonium* (サヤミドロ) 属

(1) *Oedogonium crispum* (Hassall) Wittrock (熊野, 1973)

・ *O. crispum* var. *gracilescens* Wittrock (熊野, 1973)

(2) *Oedogonium cymatosporum* Wittrock et Nordstedt in Wittrock (今津, 1973)

(3) *Oedogonium cryptoporum* Wittrock (今津, 1979)

(4) *Oedogonium foveolatum* Wittrock (今津, 1973)

(5) *Oedogonium globosum* Nordstedt (熊野, 1973)

(6) *Oedogonium lautumnianum* Wittrock et Nordst (今津, 1979)

(7) *Oedogonium pachyandrium* Wittrock (熊野, 1973)

(8) *Oedogonium plusiosporum* Wittrock (今津, 1973)

(9) *Oedogonium rufescens* Wittrock (熊野, 1973)

(10) *Oedogonium sociale* Wittrock (熊野, 1973)

(11) *Oedogonium spheroidium* Prescott (今津, 1973)

(12) *Oedogonium tapeinosporum* Wittrock. (熊野, 1973)

(13) *Oedogonium undulatum* (Brébisson) A. Braun in de Bary (熊野, 1973)

(14) *Oedogonium vaucherii* (Le Clerc) A. Braun (熊野, 1973)

(15) *Oedogonium varians* Wittrock et Lund (熊野, 1973)

Ord. ULVALES アオサ目

Fam. Schizomeridaceae シゾメリス科

50) *Schizomeris* 属

(1) *Schizomeris leibleinii* Kützinger (熊野, 1973)

Ord. CLADOPHORALES シオグサ目

Fam. Cladophoraceae シオグサ科

51) *Arnoldiella* 属

(1) *Arnoldiella conchophila* Miller (熊野, 1973)

52) *Chaetomorpha* 属

(1) *Chaetomorpha okamurai* Ueda ミゾジュズモ (熊野, 1973)

53) *Cladophora* (シオグサ) 属

(1) *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützinger カモジシオグサ (*C. crispata* (Roth) Kützinger ウキシオグサを含む) (熊野, 1973; 日下部, 2000)

本種の和名は廣瀬・山岸 (1977) および山岸 (1999) では「カワシオグサ」であるが, 本資料では新山 (1986) の「カモジシオグサ」を採用した。

54) *Pithophora* (アオミソウ) 属

(1) *Pithophora polymorpha* Wittrock (熊野, 1973)

55) *Rhizoclonium* 属

(1) *Rhizoclonium crassipilum* West et G.S. West (日下部, 2000)

(2) *Rhizoclonium riparium* (Roth) Harvey ネダシグサ [= *R. hieroglyphicum* Kützinger] (熊野, 1973; 今津, 1973, 1979; 日下部, 2000)

56) *Wittrockiella* 属

(1) *Wittrockiella paradoxa* Wille (熊野, 1973)

57) 所属不明

(1) タテヤママリモ (兵庫県, 2010)

Ord. ZYGNEMATALES ホシミドロ目 (=接合藻目)

Fam. Zygnemataceae ホシミドロ科

58) Mougeotia (ヒザオリ) 属

(1) *Mougeotia nummuloides* (Hassall) G.B. De Toni (熊野, 1973)

(2) *Mougeotia ornata* Jao (熊野, 1973)

(3) *Mougeotia punctata* Wittrock (今津, 1979)

(4) *Mougeotia scalaris* Hassall (熊野, 1973)

(5) *Mougeotia virescens* (Hassall) O. Borge (熊野, 1973)

(6) *Mougeotia viridis* (Kützing) Wittrock (熊野, 1973)

59) Spirogyra (アオミドロ) 属

(1) *Spirogyra fennica* Cedercreutz (熊野, 1973)

(2) *Spirogyra fragilis* Jao (熊野, 1973)

(3) *Spirogyra juergensii* Kützing. (熊野, 1973)

(4) *Spirogyra majuscula* Kützing (熊野, 1973)

(5) *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing (熊野, 1973)

(6) *Spirogyra teodoresci* Transeau (熊野, 1973)

(7) *Spirogyra tumida* Jao (今津, 1973)

(8) *Spirogyra varians* (Hassall) Kützing (熊野, 1973; 今津, 1973)

60) Zygnema (ホシミドロ) 属

(1) *Zygnema carinthiacum* Beck-Mannagetta (熊野, 1973)

(2) *Zygnema cruciatum* (Vaucher) C. Agardh (熊野, 1973)

(3) *Zygnema fanicum* Li (熊野, 1973)

(4) *Zygnema pectinatum* (Vaucher) C. Agardh (熊野, 1973)

Fam. Mesotaeniaceae メソタエニウム科

61) Cylandrocystis 属

(1) *Cylandrocystis crassa* De Bary (今津, 1973)

62) Gonatozygon 属

(1) *Gonatozygon aculeatum* Hasting var. *aculeatum* (今津, 1973)

(2) *Gonatozygon monotaenium* De Bary (今津, 1979)

63) Netrium 属

(1) *Netrium digitus* (Ehrenberg ex Ralfs) Itzigsohn et Rothe var. *digitus* (今津, 1973, 1979)

・ *N. digitus* var. *lamellosum* (Brébisson) Grönblad. (今津, 1973, 1981)

・ *N. digitus* var. *naegeli* (Brébisson) Krieger (今津, 1973, 1981)

・ *N. digitus* var. *rectum* (Turner) Krieger (今津, 1973)

64) Penium 属

(1) *Penium margaritaceum* (Ehrenberg) Brébisson (今

津, 1979)

Fam. Desmidiaceae デスミジウム科

65) Bambusina 属

(1) *Bambusina borreri* (Ralfs) Cleve (*Gymnozyga moniliformis* Ehrenberg および *G. moniliformis* Ehrenberg var. *gracilescens* Nordstedt を含む) (今津, 1973, 1979)

66) Closterium (ミカヅキモ) 属

(1) *Closterium abruptum* West (今津, 1973)

(2) *Closterium cornu* Ehrenberg ex Ralfs (今津, 1973, 1981)

(3) *Closterium diana* Ehrenberg ex Ralfs (今津, 1973, 1979, 1981)

・ *C. diana* var. *minus* Hieronymus (今津, 1973, 1981)

・ *C. diana* var. *pseudodiana* (J. Roy) Willi Krieger (今津, 1973)

(4) *Closterium gracile* Brébisson (今津, 1973)

(5) *Closterium intermedium* Ralfs (今津, 1973)

(6) *Closterium jenneri* Ralfs (今津, 1973)

(7) *Closterium lanceolatum* Kützing (今津, 1973)

(8) *Closterium lineatum* Ehrenberg (今津, 1979)

(9) *Closterium littorale* Gay (今津, 1973)

(10) *Closterium macilentum* Brébisson var. *japonicum* (Suringar) Grönblad (今津, 1973)

(11) *Closterium parvulum* Nägeli (今津, 1973, 1981)

・ *C. parvulum* var. *angustum* West et G.S. West (今津, 1973)

(12) *Closterium praelongum* Brébisson (今津, 1973)

(13) *Closterium sinense* Lütkenmüller (今津, 1973)

(14) *Closterium toxon* W. West (今津, 1973, 1979, 1981)

(15) *Closterium venus* Kützing var. *venus* (今津, 1973)

・ *C. venus* var. *incurvum* (Brébisson) Krieger (今津, 1973)

67) Cosmarium (ツヅミモ) 属

(1) *Cosmarium amoenum* Brébisson in Ralfs (今津, 1973, 1981)

(2) *Cosmarium angulosum* Brébisson var. *connecinum* (Rabenhorst) West et G.S. West (今津, 1973)

(3) *Cosmarium auriculatum* Reinsch (今津, 1973)

(4) *Cosmarium bengalense* (Grunow) Turner var. *bengalense* (今津, 1973)

(5) *Cosmarium binum* Nordstedt in Wittrock et Nordstedt (今津, 1973, 1981)

(6) *Cosmarium blyttii* Wille (今津, 1973)

(7) *Cosmarium circulare* Reinsch var. *circulare* (今津, 1981)

・ *C. circulare* f. *minor* West et G.S. West (今津, 1981)

(8) *Cosmarium connatum* Brébisson (今津, 1973)

- (9) *Cosmarium constrictum* Kirchner var. *constrictum* (今津, 1981)
 • *C. constrictum* var. *ellipsoideum* (Elfvig) West et G.S. West (今津, 1973, 1979, 1981)
- (10) *Cosmarium depressum* Nägeli var. *planctonicum* Reverdin (今津, 1973)
- (11) *Cosmarium exiguum* Archer (今津, 1973)
- (12) *Cosmarium furcatospermum* West et G.S. West (今津, 1981)
- (13) *Cosmarium furcatospermum* West et G.S. West var. *koreanum* Skvortzow (今津, 1981)
- (14) *Cosmarium garrolense* Roy et Biss (今津, 1979)
- (15) *Cosmarium globosum* Bulnheim var. *globosum* (今津, 1973)
 • *C. globosum* var. *subaltum* Messikommer (今津, 1973)
- (16) *Cosmarium granatum* Brébisson in Ralfs (今津, 1973)
- (17) *Cosmarium hammeri* Reinsch var. *hammeri* (今津, 1973, 1979)
 • *C. hammeri* var. *protuberans* West et G.S. West (今津, 1973)
- (18) *Cosmarium hians* Borge (今津, 1973)
- (19) *Cosmarium incertum* Schmidle (今津, 1973)
- (20) *Cosmarium laeve* Rabenhorst var. *laeve* (今津, 1973)
 • *C. laeve* var. *reniforme* Hirano (今津, 1973)
- (21) *Cosmarium lundellii* Delponte var. *lundellii* (今津, 1981)
 • *C. lundellii* var. *circulare* (Reinsch) Krieger (今津, 1973, 1979)
 • *C. lundellii* var. *ellipticum* West (今津, 1973)
- (22) *Cosmarium margaritatum* (P. Lundell) J. Roy et Bisset (今津, 1973)
- (23) *Cosmarium margaritifera* Meneghini ex Ralfs (今津, 1973)
- (24) *Cosmarium maximum* Börgesen var. *minor* West et G.S. West (今津, 1973)
- (25) *Cosmarium meneghinii* Brébisson (今津, 1973)
- (26) *Cosmarium oblongum* Bennett (今津, 1973)
- (27) *Cosmarium ornatum* Ralfs (今津, 1973)
- (28) *Cosmarium pachydermum* P. Lundell (今津, 1981)
- (29) *Cosmarium pericymatium* Nordstedt (今津, 1973)
- (30) *Cosmarium phaseolus* Brébisson f. *minor* Boldt (今津, 1973)
- (31) *Cosmarium platydesmum* (Nordstedt) Nordstedt et Schmidle (今津, 1973)
- (32) *Cosmarium polonicum* Raciborski (今津, 1973)
- (33) *Cosmarium pokornyanum* (Grunow) West et G.

- S. West (今津, 1973)
- (34) *Cosmarium portianum* W. Aacher var. *nephroideum* Wittrock (今津, 1973)
- (35) *Cosmarium prae grande* Lundell (今津, 1973)
- (36) *Cosmarium pseudobroomei* Wolle (今津, 1973)
- (37) *Cosmarium pseudomagnificum* Hinode (今津, 1973)
- (38) *Cosmarium pseudoprotuberans* Kirchner var. *borgei* Insam et Krieger (今津, 1973)
- (39) *Cosmarium pseudopyramidatum* P. Lundell (今津, 1979)
- (40) *Cosmarium punctulatum* Brébisson var. *subpunctulatum* (Nordstedt) Börgesen (今津, 1973)
- (41) *Cosmarium pyramidatum* Brébisson in Ralfs (今津, 1973)
- (42) *Cosmarium quadrifarium* Lundell f. *hexasticha* (Lundell) Nordstedt (今津, 1973)
- (43) *Cosmarium quadrum* Lundell (今津, 1973)
- (44) *Cosmarium ralfsii* Brébisson in Ralfs var. *monotantum* Raciborski (今津, 1973)
- (45) *Cosmarium sphalerostichum* Nordstedt (今津, 1973)
- (46) *Cosmarium subcrenatum* Hantzsch in Rabenhorst var. *nordstedtii* Schmidle (今津, 1973)
- (47) *Cosmarium sublatere-undatum* West et G.S. West (今津, 1981)
- (48) *Cosmarium subortogonum* Raciborski (今津, 1981)
- (49) *Cosmarium subspeciosum* Nordstedt (今津, 1973)
- (50) *Cosmarium subtumidum* Nordstedt var. *klebsii* (Gutwinski) West et G.S. West (今津, 1973)
 • *C. subtumidum* var. *rotundum* Hirano (今津, 1973)
- (51) *Cosmarium undulatum* Corda ex Ralfs (今津, 1973)

68) *Desmidium* 属

- (1) *Desmidium aptogonum* Brébisson ex Kützing (今津, 1973)
- (2) *Desmidium baileyi* (Ralfs) Nordstedt (今津, 1973)
- (3) *Desmidium coarctatum* Nordstedt (今津, 1973, 1979)
- (4) *Desmidium pseudostreptonema* West et G.S. West (今津, 1973, 1979)
- (5) *Desmidium swartzii* (C. Agardh) C. Agardh ex Ralfs (今津, 1973)

69) *Docidium* 属

- (1) *Docidium undulatum* Bailey (今津, 1979)

70) *Euastrum* 属

- (1) *Euastrum ansatum* Ralfs var. *ansatum* (今津, 1973, 1981)
 • *E. ansatum* var. *dideltiforme* Duceillier (今津, 1973)
 • *E. ansatum* var. *intermedia* Grunow (今津, 1973,

1979)

• *E. ansatum* var. *javanicum* (Gutwinski) Krieger (今津, 1973)

• *E. ansatum* var. *pyxidatum* Delponte (今津, 1973)

(2) *Euastrum bidentatum* Nägeli (今津, 1981)

(3) *Euastrum didelta* Ralfs ex Ralfs (今津, 1973)

(4) *Euastrum oblongum* (Greville) Ralfs ex Ralfs (今津, 1973)

(5) *Euastrum platycerum* Reinsch (今津, 1979)

(6) *Euastrum pulchellum* Brébisson (今津, 1973)

(7) *Euastrum sinuosum* Lenormand var. *germanicum* Raciborski (今津, 1973)

(8) *Euastrum spinulosum* Delponte (今津, 1973, 1979)

(9) *Euastrum subalpinum* Messikommer (今津, 1973)

71) *Hyalotheca* 属

(1) *Hyalotheca dissiliens* Brébisson ex Ralfs var. *dissiliens* (今津, 1973, 1981)

• *H. dissiliens* f. *bidentula* Nordstedt (今津, 1973)

• *H. dissiliens* var. *indica* Turner (今津, 1973, 1979, 1981)

• *H. dissiliens* var. *minor* Delponte (今津, 1973)

• *H. dissiliens* var. *tatrica* Raciborski (今津, 1973, 1979)

72) *Micrasterias* 属

(1) *Micrasterias alata* Wallich (今津, 1973, 1979, 1981)

(2) *Micrasterias crux-melitensis* (Ehrenberg) Hassall ex Ralfs (今津, 1973, 1981)

(3) *Micrasterias decemdentata* Nägeli (今津, 1973)

(4) *Micrasterias foliacea* Bailey (今津, 1973, 1979, 1981)

(5) *Micrasterius lux* Joshua (今津, 1973)

(6) *Micrasterias mahabuleshwariensis* Hobson (今津, 1981)

• *M. mahabuleshwariensis* var. *wallichii* (Grunow) West et G.S. West (今津, 1979)

(7) *Micrasterias pinnatifida* Kützing ex Ralfs (今津, 1973, 1979, 1981)

(8) *Micrasterias thomasiana* W. Archer (今津, 1973)

73) *Onychonema* 属

(1) *Onychonema laeve* Nordstedt (今津, 1979)

74) *Pleurotaenium* 属

(1) *Pleurotaenium eugeneum* (Turner) West et G.S. West (今津, 1973)

(2) *Pleurotaenium ehrenbergi* (Brébisson) De Bary (今津, 1973, 1979)

(3) *Pleurotaenium indicum* (Grunow) Lundell (今津, 1973)

(4) *Pleurotaenium kayei* (W. Archer) Rabenhorst (今津, 1973)

(5) *Pleurotaenium minutum* (Ralfs) Delponte var. *elongatum* (West et G.S. West) Cedergrén (今津, 1973)

(6) *Pleurotaenium nodosum* (Bailey) Lundell var. *nodosum* (今津, 1973, 1981)

(7) *Pleurotaenium tridentulum* (Wolle) W. West var. *breve* Hirano (今津, 1973)

(8) *Pleurotaenium truncatum* (Brébisson) Nägeli (今津, 1979)

75) *Sphaerosoma* 属

(1) *Sphaerosoma excavatum* Ralfs (今津, 1979)

(2) *Sphaerosoma granulata* Roy et Bisset var. *granulata* (今津, 1973)

76) *Spondylosium* 属

(1) *Spondylosium moniliforme* Lundell (今津, 1973, 1979)

(2) *Spondylosium planum* (Wolle) West et G.S. West (今津, 1973)

77) *Staurastrum* 属

(1) *Staurastrum biexcavatum* Hirano var. *binodulum* Hirano (今津, 1973)

(2) *Staurastrum capitulum* Brébisson (今津, 1973)

(3) *Staurastrum cerastes* P. Lundell var. *cornatum* Krieger (今津, 1979)

(4) *Staurastrum columbetoides* West et G.S. West (今津, 1973, 1979)

(5) *Staurastrum dejectus* (Brébisson ex Ralfs) Teiling [= *S. dejectum* Brébisson ex Ralfs] (今津, 1979)

(6) *Staurastrum dilatatum* Ehrenberg ex Ralfs var. *dilatatum* (今津, 1973)

(7) *Staurastrum gracile* Ralfs var. *gracile* (今津, 1981)

• *S. gracile* var. *ornatum* Krieger (今津, 1979)

(8) *Staurastrum hirsutum* Ehrenberg ex Brébisson in Ralfs (今津, 1979)

(9) *Staurastrum iotatum* Wolle var. *iotatum* (今津, 1981)

(10) *Staurastrum javanicum* (Nordstedt) Turner (今津, 1979)

(11) *Staurastrum johnsonii* West et G.S. West (今津, 1979)

(12) *Staurastrum lapponicum* (Schmidle) Grönblad (今津, 1973)

(13) *Staurastrum leptocladum* Nordstedt (今津, 1979)

(14) *Staurastrum lunatum* Ralfs (今津, 1973)

(15) *Staurastrum margaritaceum* (Ehrenberg)

- Meneghini var. *subdivergens* Hinode (今津, 1979)
 (16) *Staurostrum muticum* Brébisson ex Ralfs (今津, 1973)
 (17) *Staurostrum paradoxum* Meyen (今津 1981)
 (18) *Staurostrum pinnatum* Turner var. *subpinnatum* (Schmidle) West et G.S. West (今津 1979)
 (19) *Staurostrum pseudosebaldi* Wille (今津, 1973, 1979)
 (20) *Staurostrum quadricornutum* Roy et Bisset (今津, 1979)
 (21) *Staurostrum rhynchoceps* Krieger var. *ornatum* Hinode (今津, 1979)
 (22) *Staurostrum saltans* West et G.S. West (今津, 1973)
 (23) *Staurostrum sexangulare* (Bulnheim) Lundell var. *subglabrum* West et G.S. West (今津, 1973, 1979)
 (24) *Staurostrum spongiosum* Brébisson ex Ralfs (今津, 1973)
 (25) *Staurostrum subcruciatum* Cook et Wills (今津, 1973)
 (26) *Staurostrum tetracerum* Ralfs (今津, 1979)
 ・ *Staurostrum tetracerum* f. *trigona* Lundell (今津, 1973)
 (27) *Staurostrum trihedrale* Wolle (今津, 1973)
 (28) *Staurostrum tohopekaligense* Wolle (今津, 1973)

78) *Streptonema* 属

- (1) *Streptonema trilobatum* Wallich (今津, 1979)

79) *Triploceras* 属

- (1) *Triploceras gracile* Bailey (今津, 1973, 1979)

80) *Xanthidium* 属

- (1) *Xanthidium antilopaeum* (Brébisson) Kützing (今津, 1973)
 (2) *Xanthidium bengalicum* Turner (今津, 1979)

10. 車軸藻類

Class CHAROPHYCEAE 車軸藻綱

Ord. CHARALES シャジクモ目

Fam. Characeae シャジクモ科

1) *Chara* (シャジクモ) 属

- (1) *Chara braunii* Gmelin シャジクモ (兵庫県立人と自然の博物館, 2003, 2004; 兵庫県, 2010)
 (2) *Chara fibrosa* C.Agardh ex A.Bruzelius イトシャジクモ類 (ケナガシャジクモ (subsp. *benthamii*), イトシャジクモ (subsp. *gymnopitys*), エリナガシャジクモ (var. *longicorollata*) を含む) (兵庫県立人と自然の博物館, 2003; 兵庫県, 2010)

2) *Nitella* (フラスコモ) 属

- (1) *Nitella acuminata* A. Braun ex Wallman var. *capitulifera* (Allen) Imahori チャボフラスコモ (兵庫県立人と自然の博物館, 2003, 2004; 兵庫県, 2010)
 (2) *Nitella axilliformis* Imahori ミルフラスコモ (兵庫県立人と自然の博物館, 2003, 2004; 兵庫県, 2010)
 (3) *Nitella flexilis* (Linnaeus) C. Agardh var. *flexilis* ヒメフラスコモ (兵庫県立人と自然の博物館, 2003; 兵庫県, 2010)
 (4) *Nitella furcata* (Roxburgh ex Bruzelius) C. Agardh var. *furcata* フタマタフラスコモ (兵庫県立人と自然の博物館, 2003; 兵庫県, 2010)
 (5) *Nitella gracilens* Morioka キヌフラスコモ (兵庫県立人と自然の博物館, 2003, 2004; 兵庫県, 2010; 佐藤ほか, 2011)
 (6) *Nitella gracillima* Allen var. *gracillima* ヒナフラスコモ (兵庫県立人と自然の博物館, 2003; 兵庫県, 2010)
 (7) *Nitella japonica* Allen ニッポンフラスコモ (兵庫県立人と自然の博物館, 2003, 2004; 兵庫県, 2010)
 (8) *Nitella megaspora* (J. Croves) Sakayama セイロンフラスコモ (兵庫県立人と自然の博物館, 2003; 兵庫県, 2010)
 (9) *Nitella mirabilis* Nordstedt ex J. Groves var. *mirabilis* ミノリノフラスコモ (兵庫県, 2010)
 (10) *Nitella pulchella* Allen ハデフラスコモ (兵庫県立人と自然の博物館, 2003, 2004; 兵庫県, 2010)
 (11) *Nitella rigida* Allen var. *rigida* オニフラスコモ (兵庫県立人と自然の博物館, 2003; 兵庫県, 2010)
 (12) *Nitella spiciformis* Morioka ナガホノフラスコモ (兵庫県立人と自然の博物館, 2003; 兵庫県, 2010)

(2013 年 7 月 29 日受付)

(2013 年 9 月 3 日受理)

Material

Morphologic variation of five species of *Parafusulina* from the Middle Permian Nabeyama Formation in the Kuzu area, Tochigi Prefecture, Japan

Fumio KOBAYASHI

Division of Earth Sciences, Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo / Division of Natural History, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo, Yayoigaoka 6, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan

Abstract

Morphologic variation of five species of *Parafusulina* (*P. yabei*, *P. tomegansensis*, *P. shimotsukensis*, *P. tochigiensis*, and *P. japonica*) are described among samples from twelve stratigraphic levels in the Middle Permian Nabeyama Formation, Tochigi Prefecture, Japan. Variabilities of them were analyzed by showing many microphotographs and histograms of the frequency distribution of some measurable characters of the test, proloculus size, and length, width, form ratio, thickness of wall, and septal counts in the seventh whorl. Highly variable morphologic characters gradually changing from specimen to specimen distinguished in these five species are thought to serve as a reference also for recognition and classification of other fusulinoidean species, and important for recognizing biodiversity of the past and for discussing related problems.

Key words: morphologic variation, five species of *Parafusulina*, Middle Permian

Introduction

Since the first recognition of *Miliolites secalicus* Say in James, 1823 (= *Triticites secalicus*), from the Upper Carboniferous of Nebraska (Douglass, 1966), a great number of species of fusulinoideans have been proposed and described. They are regarded to amount up to several thousands or more, inferred from the bibliographic works by Kahler and Kahler (1966–1967), Toomey (1956), Toomey and Sanderson (1965), Sanderson (1966–1974), and later many new species proposed by many specialists. In Japan, they exceed more than 500. Most of the Japanese materials were described from the 1950's to early 1960's in the culminating time of Japanese fusulinoidean works aiming for age determination, regional and international correlation, and biostratigraphic division of limestone-bearing formations. Most of them were proposed on the basis on the typological concept, and some of them were created optionally by the use of few, unfavorably-oriented, or incomplete specimens, and furthermore based on insufficient or little

recognition of morphologic variation, thus resulting a lot of confusions concerning the discussion of their taxonomic independencies.

There are few in common consensus of rules and methods to define species and supra-specific taxon among fusulinoidean paleontologists and many have been proposed only by their own judgments and experiences. Other fossil groups embrace similar or the same problems which may be inevitable and rather fateful for extinct taxa. These circumstances, however, are conflict with the aim of taxonomy itself that elucidates the biodiversity of living and ancient organisms and considers the mechanism of their speciation. On the other hand, we can find out noteworthy works on fusulinoidean taxonomy, such as by Douglass (1970) suggesting his recognition of fusulinoidean species based on broad intra-populational variation of *Eoparafusulina kattaensis* (Schwager, 1887) and by Ozawa (1975) embodying his view of evolutionary species by analyzing morphologic variation of test characters of *Lepidolina multiseptata* (Deprat, 1912) through time and space.

The Nabeyama Formation in the Kuzu area, Tochigi Prefecture is famous in its abundant occurrence of well-preserved fusulinoideans, especially of *Parafusulina*, from many stratigraphic levels. Fusulinoideans of the formation were described only from the restricted levels of the lower part of the formation (Hanzawa, 1942; Igo, 1964; Chisaka and Fuse, 1973) until Kobayashi (2006a, 2006b). The author began his paleontologic work of fusulinoideans in 1974. Original and basic paleontologic data, including 2,911 thin sections had been prepared by the end of 1970's. However, systematic description of fusulinoideans had been postponed about 25 years later mainly due to taxonomic problems of *Parafusulina*.

The purpose of this paper is to show intra- as well as inter-populational variation recognized in five species of *Parafusulina*, *P. yabei* Hanzawa, 1942, *P. tomeganiensis* Morikawa, 1958 (= *P. kuzuensis* Chisaka and Fuse, 1973), *P. shimotsukensis* Kobayashi, 2006a, *P. tochiensis* Kobayashi, 2006a, and *P. japonica* (Gümbel in Schwager, 1883) from the Nabeyama Formation. In addition to many histograms and appendix tables of some measurable characters, many specimens are illustrated so as to understand broad morphologic variations in many characters. The result of the present study is thought to serve as a reference for recognition and classification of other fusulinoidean species, and important for recognizing biodiversity of the past and for discussing related problems. All the specimens illustrated in this paper are stored in the collection of Museum of Nature and Human Activities, Hyogo (Fumio Kobayashi Collection, MNHA), with prefix D2

Material

The Nabeyama Formation is originated from a seamount and surrounded by Jurassic terrigenous rocks in the Kuzu area, Tochigi Prefecture (Fig. 1). The upper part of the Nabeyama Formation is massive, middle part is strongly dolomitized, and lower part conformably overlying the Izuru Formation is bedded and intercalates basic pyroclastic rocks (Kobayashi, 1979). The *Parafusulina nakamigawai*, *P. yabei*, and *P. tochiensis* zones were established from lower to upper in these two formations based on the stratigraphic distribution of these fusulinoideans, (Fig 2; Kobayashi, 2006a; 2006b). Five species of *Parafusulina*, *P. yabei*, *P. tomeganiensis*, *P. shimotsukensis*, *P. tochiensis*, and *P. japonica* occur

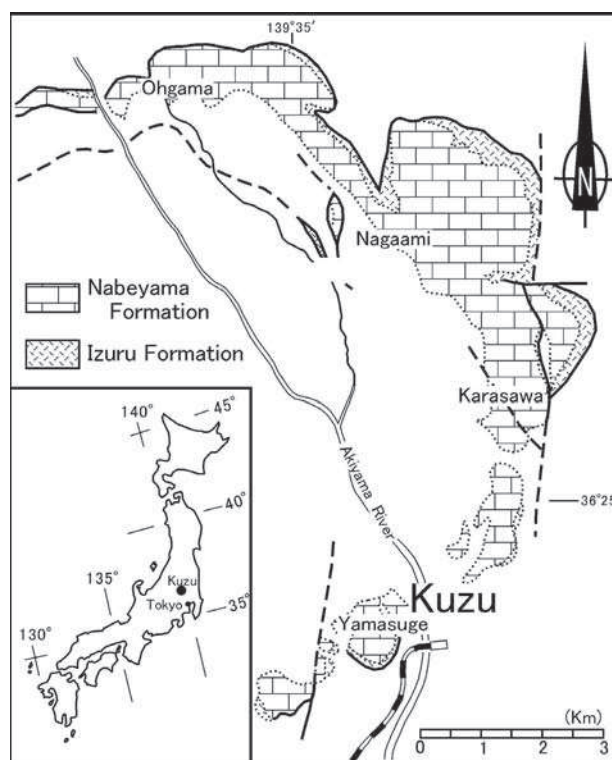


Figure 1. Index map showing the distribution of the Nabeyama and Izuru formations in the Kuzu area. Sample Ya and Ka is collected from the Yamasuge and Karasawa area, respectively, where the lower and upper parts of the Nabeyama Formation are typically developed (Kobayashi, 2006a; see also Fig. 2).

in more than 30 stratigraphic levels of the Nabeyama Formation. *P. kuzuensis* in Kobayashi (2006a) is reassigned herein to *P. tomeganiensis* Morikawa, 1958 because of its synonymous with the latter based on the reexamination of topotype material of the latter from the Akasaka Limestone (Kobayashi, 2011).

Among 40 and 88 limestone samples, 602 and 1611 thin sections were prepared. They were collected respectively at Yamasuge and Karasawa, where the lower and the upper part of the Nabeyama Formation are typically developed (Kobayashi, 1979; 2006a). 1,034 limestone thin sections from twelve samples were selectively chosen herein for the morphologic analysis of these five species of *Parafusulina*. Although neoschwagerinids and verbeekinids are common in the Middle Permian limestone of Japan, no individuals of them are contained in these thin sections.

Lithology, stratigraphic level, the number of thin section, individuals of axial and sagittal sections illustrated, and associated fusulinoideans are summarized below.

Samples from the lower part of the Nabeyama

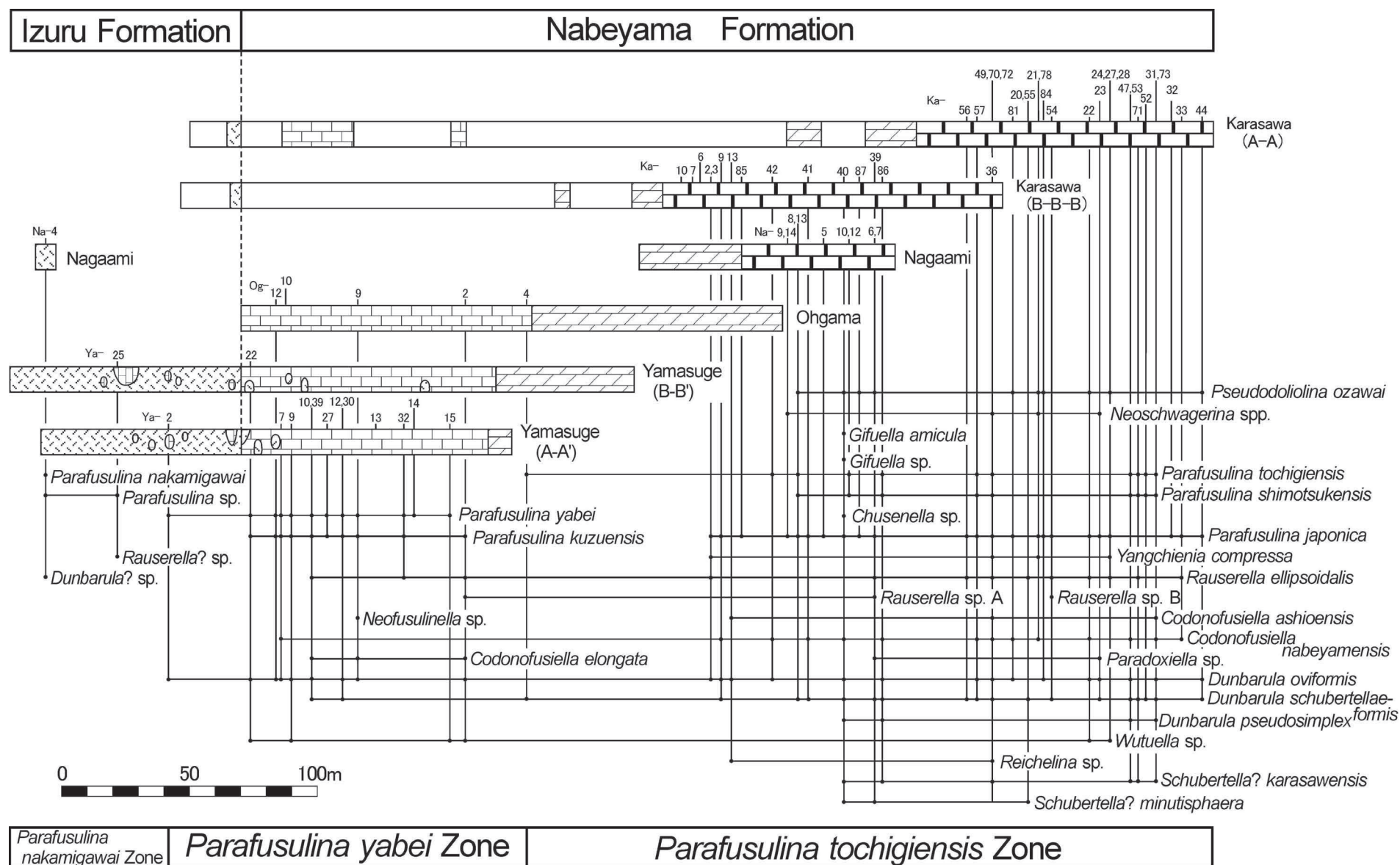


Figure 2. Stratigraphic distribution of fusulinoideans in the Izuru and Nabeyama formations, by which the *Parafusulina nakamigawai*, *P. yabei*, and *P. tochigiensis* zones were established from lower to upper (after Kobayashi, 2006b). For more geologic information see Kobayashi (2006a).

Formation

Ya-27: Brownish dark gray limestone, partially weakly dolomitized, containing abundant fusulinoideans, common brachiopods, and others packed within lime-silt having styolite seams of tuffaceous materials (Fig. 3.1)/ 34 m above the base of the formation/ 24 thin sections/ seven axial and five sagittal sections of *Parafusulina yabei*, and three axial sections of *P. tomeganiensis* (Fig. 4)/ no other fusulinoideans associated.

Ya-30: Nearly the same lithology as that of Ya-27, but more bituminous and containing more common sponge and marine algae/ 40 m above the base of the formation/ 125 thin sections/ 52 axial and four sagittal sections of *Parafusulina yabei* (Figs. 5, 6), and 13 axial and one sagittal sections of *P. tomeganiensis* (Fig. 7)/ *Dunbarula oviformis* Kobayashi and *Dunbarula schubertellaformis* Sheng associated.

Ya-32: Yellow-brownish dark gray, weakly to moderately dolomitized limestone containing many fusulinoideans, and less dominant small bioclasts of marine algae, crinoids, and sponge spicules packed within lime-mud to lime-silt matrix/ 63 m above the base of the formation/ 134 thin sections/ 48 axial and 23 sagittal sections of *Parafusulina yabei* (Figs. 8, 9), and 26 axial and four sagittal sections of *P. tomeganiensis* (Fig. 10)/ *Rauserella ellipsoidalis* Sosnina associated.

Samples from the upper part of the Nabeyama Formation

Ka-2: Gray, highly fossiliferous limestone with lime-mud matrix, pelloids and small bioclasts also contained (Fig. 3.2)/ 184 m above the base of the formation/ 19 thin sections/ ten axial and five sagittal sections of *Parafusulina japonica* (Fig. 11)/ *Rauserella ellipsoidalis* and *Dunbarula oviformis* associated.

Ka-86: Gray limestone with lime-mud matrix, containing abundant fusulinoideans, and partially small bioclasts and pelloids/ 248 m above the base of the formation/ 77 thin sections/ 42 axial and nine sagittal sections of *Parafusulina shimotsukensis* (Figs. 12, 13), and four axial and four sagittal sections of *P. tochigiensis* (Fig. 13)/ *Codonofusiella nabeyamensis* Kobayashi, *Dunbarula oviformis*, *D. schubertellaformis*, *D. pseudosimplex* (Sheng), and *Schubertella? karasawensis* Kobayashi associated.

Ka-57: Gray limestone containing abundant fusulinoideans and small amount of pelloids and small bioclasts packed within lime-mud, similar to the

limestone of Ka-86, but having more homogeneous and finer lime-mud matrix, and smaller amount of bioclasts (Fig. 3.3)/ 286 m above the base of the formation/ 46 thin sections/ 11 axial and five sagittal sections of *Parafusulina shimotsukensis* (Fig. 14), and 12 axial and five sagittal sections of *P. tochigiensis* (Fig. 15)/ *Parafusulina japonica*, *Codonofusiella nabeyamensis*, *Dunbarula oviformis*, and *D. schubertellaformis* associated.

Ka-70: Nearly the same lithology as that of Ka-57/ 293 m above the base of the formation/ 279 thin sections/ 100 axial (Figs. 16-19) and 41 sagittal sections (Fig. 20) of *Parafusulina shimotsukensis*, and 64 axial and 22 sagittal sections of *P. tochigiensis* (Figs. 21, 22)/ *Rauserella ellipsoidalis*, *Codonofusiella ashioensis* Kobayashi, *Schubertella? karasawensis*, and *Reichelina* sp. associated.

Ka-28: Similar lithology to that of Ka-2/ 338 m above the base of the formation/ 46 thin sections/ 32 axial and seven sagittal sections of *Parafusulina japonica* (Fig. 23)/ *Dunbarula oviformis* associated.

Ka-47: Nearly the same lithology as that of Ka-57/ 346 m above the base of the formation/ 39 thin sections/ 17 axial and two sagittal sections of *Parafusulina shimotsukensis* (Fig. 24), and 10 axial and four sagittal sections of *P. tochigiensis* (Fig. 25)/ *Codonofusiella nabeyamensis*, *Dunbarula schubertellaformis*, *D. pseudosimplex*, and *Schubertella? karasawensis* associated.

Ka-71: Nearly the same lithology as that of Ka-57 (Fig. 3.4)/ 350 m above the base of the formation/ 141 thin sections/ Eight axial and five sagittal sections of *Parafusulina shimotsukensis* (Fig. 26)/ *Parafusulina tochigiensis*, *Rauserella ellipsoidalis*, *Dunbarula schubertellaformis*, and *Schubertella? karasawensis* associated.

Ka-73: Similar lithology to that of Ka-57/ 356 m above the base of the formation/ 82 thin sections/ 35 axial and seven sagittal sections of *Parafusulina shimotsukensis* (Figs. 27, 28), and 15 axial and one sagittal sections of *P. tochigiensis* (Fig. 29)/ *Codonofusiella ashioensis*, *C. nabeyamensis*, *Dunbarula oviformis*, *D. pseudosimplex*, and *Schubertella? karasawensis* associated.

Ka-33: Similar lithology to that of Ka-2/ 367 m above the base of the formation/ 22 thin sections/ 12 axial and two sagittal sections of *Parafusulina japonica* (Fig. 30)/ *Rauserella ellipsoidalis* and *Codonofusiella nabeyamensis* associated.

As summarized above, three and nine limestone

samples from the lower and upper part of the Nabeyama Formation, respectively, have similar to closely similar lithology in each other (Fig. 3). All fusulinoideans are packed within fine to very fine muddy matrix and the outermost whorl is generally preserved well without any significant abrasion of the test, especially those in samples from the upper part. No fusulinoidean tests display any preferred alignment. Immature specimens of *Parafusulina* with a few whorls are also contained in these twelve samples. These taphonomic features suggest that fusulinoideans contained in these limestone samples were buried virtually *in situ*, and there are no evidence suggesting any significant post-mortem long-distance transportation prior to burial.

Method

Parafusulina specimens of the Nabeyama Formation are highly variable in many characters such as size and shape of proloculus, size, shape, and expansion of the test, morphology of septal folds in tunnel and polar regions of axial section, the number of septa, wall thickness, and development of axial filling. All these characters vary from specimen to specimen in a sample as well as from in sample to in sample. These changes are gradual, resulting many difficulties for taxonomy of these specimens. Taking many intermediate features of many characters always appearing in and among samples into consideration, Kobayashi (2006a) concluded that parafusulinids of the Nabeyama Formation are classified into five species: *P. yabei* and probably its direct descendant *P. shimotsukensis*; *P. tochiensis* as a species group of *P. japonica*; and a distinct species of *P. kuzuensis* (= *P. tomeanensis*), based on the frequency distribution of some characters among samples and stratigraphic occurrence. The author has tried to measure some test characters of these species of *Parafusulina* sample by sample. They are size of proloculus, and length, width, form ratio, wall thickness, and septal count in the seventh whorl (Fig. 31).

Proloculus size was determined by its longest diameter in thin sections regardless its shape. Other characters were represented by the measured value in the seventh whorl rather arbitrarily based on the following respects of evidence in these five species of *Parafusulina*: (1) the increase rate of width of the spiral generally tends to become constant beyond the third to fourth whorl; (2) each specimen attains to the mature stage at least in the seventh whorl; (3) there

are small number of specimens having more than eight whorls in *P. japonica*, and more measurement values can be obtained precisely in the seventh whorl than in more outward whorl; and (4) inter- and intra-specific comparison is possible in the corresponding same numbered whorl in these five species.

Based on these measurements of characters of the five species in each sample and in the total twelve samples, histograms showing the frequency distribution of each character were figured by samples (Figs. 32–34) and by species (Fig. 35). Mean value and standard deviation were calculated for numerical comparison, even when the normal distribution in a sample was not drawn in the histogram. Basic data of measurements are shown in Appendix Table 1–20.

Results

Closely similar to similar tendency in morphologic variation of each character is deciphered from the histograms in the same species among samples (Figs. 32–35) except for those poor in the number of measurements (e.g., histograms of septal counts in most samples). The mode and pattern of a histogram are more or less changeable according to the width of range of the character, but in any cases they are not so different from but essentially the same as a whorl. Five characters (proloculus size, and length, width, form ratio, and wall thickness in the seventh whorl) except for the septal counts in the seventh whorl are variable even in an individual, depended upon its orientation of thin sections.

For example, the width of the seventh whorl is exactly measured only by in the sagittal section (Fig. 31). It is, however, represented by the width at the whorl from more than 6.5th to less than 7.0th in the axial section. Therefore, in the axial section the width in the seventh always becomes smaller than the real width of the seventh. The seventh whorl length in a thin section equals the real seventh length in a specimen with the completely straight axis of coiling, but always becomes shorter in those whose axis is more or less curved, resulting smaller form ratio appearance. This is true not only in the seventh but also in other whorls. However, these measurement errors caused by an orientation of thin sections are gradually decreasing and measurement values are averaged by the increase of the number of individuals examined.

Although the number of measurement is too insufficient to conclude, rather clear difference

in the septal counts in the seventh whorl appears between *Parafusulina yabei* and *P. shimotsukensis*, and other three species. Frequency distribution of other characters is also characteristic, especially of the width of the seventh whorl (Fig. 35). Are these difference and similarity related to the phylogeny of these five species, mere appearance of the result, or anything else? Anyhow, general tendency of the morphologic variation of characters examined in the *Parafusulina* species are easily recognizable from the histograms.

To summarize, these results show that: (1) *Parafusulina yabei* and *P. shimotsukensis* are closely similar in proloculus size and form ratio in the seventh whorl, and easily distinguishable by their difference of width; (2) *Parafusulina tochiensis* is more similar to *P. tomeanensis* than other three species, but has shorter fusiform test than *P. tomeanensis*; (3) *Parafusulina japonica* is distinguished from *P. tochiensis* and *P. tomeanensis* by having larger proloculus, and from *P. shimotsukensis* and *P. yabei* by its smaller test. Although not examined in this paper on account of difficulties of its quantitative analysis, the mode of setal folding is somewhat different between *P. yabei* and *P. shimotsukensis* (*P. yabei* group), and *P. japonica*, *P. tochiensis*, and *P. kuzuensis* (*P. japonica* group).

The morphologic comparison among five species examined in this paper agrees with and supports the result of Kobayashi's (2006a) classification of *Parafusulina* based on the population concept and the morphologic analysis of the overall test characters by the use of more than 2,500 microphotographs of specimens from various stratigraphic levels of the Nabeyama Formation.

Concluding remarks

Some significant differences and similarities are detected biometrically in the examined characters of *Parafusulina* from the Nabeyama Formation. They are suggestive to classify them into five as done by Kobayashi (2006a), but do not always lead to the conclusion either actual taxonomic validity and independency are inspected or not. There are no criteria to recognize as a biological species among Paleozoic foraminifers. Recently some paleontologists have paid their special attention to the biodiversity of the past which is important and interesting in relation to rapid and remarkable changes of an ancient biotope event. This and similar discussions require and are

only possible after the biological species concept or general consensus among taxonomists for the species definition and its validity of extinct fossil groups.

Acknowledgements

Many thanks are due to H. Furutani for his critical reading the manuscript and A. Ujimarui for her help in preparation of the figures. This study was financially supported by the Grant-in Aid for Scientific Research (C) of the Japan Society of the Promotion of Science in 2013 (Project No. 25400501: Species diversity and spatiotemporal distribution of faunal composition of Late Paleozoic foraminifers in Japan).

References

- Chisaka, T. and Fuse, M.** (1973) *Parafusulina* (*Parafusulina*) *kuzuensis* n. sp. from the Yamasuge Limestone Member in the vicinity of Kuzu Town, Tochigi Prefecture, Japan. *Bull. Fac. Edu., Chiba Univ.*, **22**: 180–188.
- Deprat, J.** (1912) Étude géologique du Yun-Nan Oriental, partie 3, Étude des fusulinidés de Chine et d'Indochine et classification des calcaires à fusulines. *Mém. Serv. Géol. l'Indochine*, **1**: 1–76.
- Douglass, R. C.** (1966) Restudy of *Triticites secalicus* (Say) type species of *Triticites*. *Micropaleontol.*, **12**: 71–78.
- Douglass, R. C.** (1970) Morphologic studies of fusulinids from the Lower Permian of West Pakistan. *Geol. Surv. Professional Paper*, 643-G: 1–11.
- Hanzawa, S.** (1942) *Parafusulina yabei* n. sp. from Tomuro, Shimotuke Province, Japan. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, **16**: 127–131.
- Igo, H.** (1964) Fusulinids from the Nabeyama Formation (Permian), Kuzu, Tochigi Prefecture. *Mem. Meiji Gakuen Woman's Jun. Coll.*, **1**: 1–28.
- Kahler, F., and Kahler, G.** (1966–1967) *Fossilium Catalogus, I: Animalia, Fusulinida (Foraminiferida)*. pars 111, p. 1–254; pars 112, p. 255–538; pars 113, p. 539–870; pars 114, p. 871–974, Uitgeverij Dr. W. Junk's-Gravenhage, The Netherlands.
- James, E.** (1823) *Account of an expedition from Pittsburg to Rocky Mountains*, vol. 1, p. 146–152, Carey and Lea, Philadelphia.
- Kobayashi, F.** (1979) Petrography and sedimentary environment of the Permian Nabeyama Limestone in the Kuzu area, Tochigi Prefecture, central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **85**: 627–642. (in Japanese with English abstract)
- Kobayashi, F.** (2006a) Middle Permian foraminifers of the Izuru and Nabeyama Formations in the Kuzu area, Tochigi

- Prefecture, Japan. Part 1. Schwagerinid, neoschwagerinid, and verbeekinid fusulinoideans. *Paleont. Res.*, **10**: 33–59.
- Kobayashi, F.** (2006b) Middle Permian foraminifers of the Izuru and Nabeyama Formations in the Kuzu area, Tochigi Prefecture, Japan. Part 2. Schubertellid and ozawainellid fusulinoideans, and non-fusulinoidean faminifers. *Paleont. Res.* **10**: 61–77.
- Kobayashi, F.** (2011) Permian fusuline faunas and biostratigraphy of the Akasaka Limestone (Japan). *Rev. Paléobiol.* **30**: 431–574.
- Morikawa, R.** (1958) Fusulinids from the Akasaka Limestone (Part 1). *Sci. Rep. Saitama Univ., Ser. B*, **3**: 93–127.
- Ozawa, T.** (1975) Evolution of *Lepidolina multiseptata* (Permian Foraminifer) in East Asia. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D*, **23**: 117–164.
- Sanderson, G. A.** (1966–1974) A bibliography of the family Fusulinidae, addendum 3 (in 1966), *Jour. Paleont.*, **40**: 1402–1408; addendum 4 (in 1967), *Jour. Paleont.*, **41**: 1006–1012; addendum 5 (in 1967), *Jour. Paleont.*, **41**: 1564–1568; addendum 6 (in 1969), *Jour. Paleont.*, **43**: 563–567; addendum 7 (in 1970), *Jour. Paleont.*, **44**: 770–775; addendum 8 (in 1971), *Jour. Paleont.*, **45**: 1028–1033; addendum 9 (in 1974), *Jour. Paleont.*, **48**: 883–889.
- Schwager, C.** (1883) Carbonische Foraminiferen aus China und Japan, In, Richthofen, F. von, *China*, Vol. 4, Beiträge zur Paläontologie von China: Abhandlungen, v. 7, p. 106–159, Dietrich Reimer, Berlin.
- Schwager, C.** (1887) Sub-Kingdom—Protozoa, In, Waagen, W., Salt-Range fossils. *Palaeontographica Indica, Ser. 13*, **1**: 983–994.
- Toomey, D. F.** (1956) Addendum to a bibliography of the family Fusulinidae. *Jour. Paleontol.*, **30**: 1360–1366.
- Toomey, D. F. and Sanderson, G. A.** (1965) A bibliography of the family Fusulinidae, addendum 2. *Jour. Paleont.*, **39**: 1192–1206.

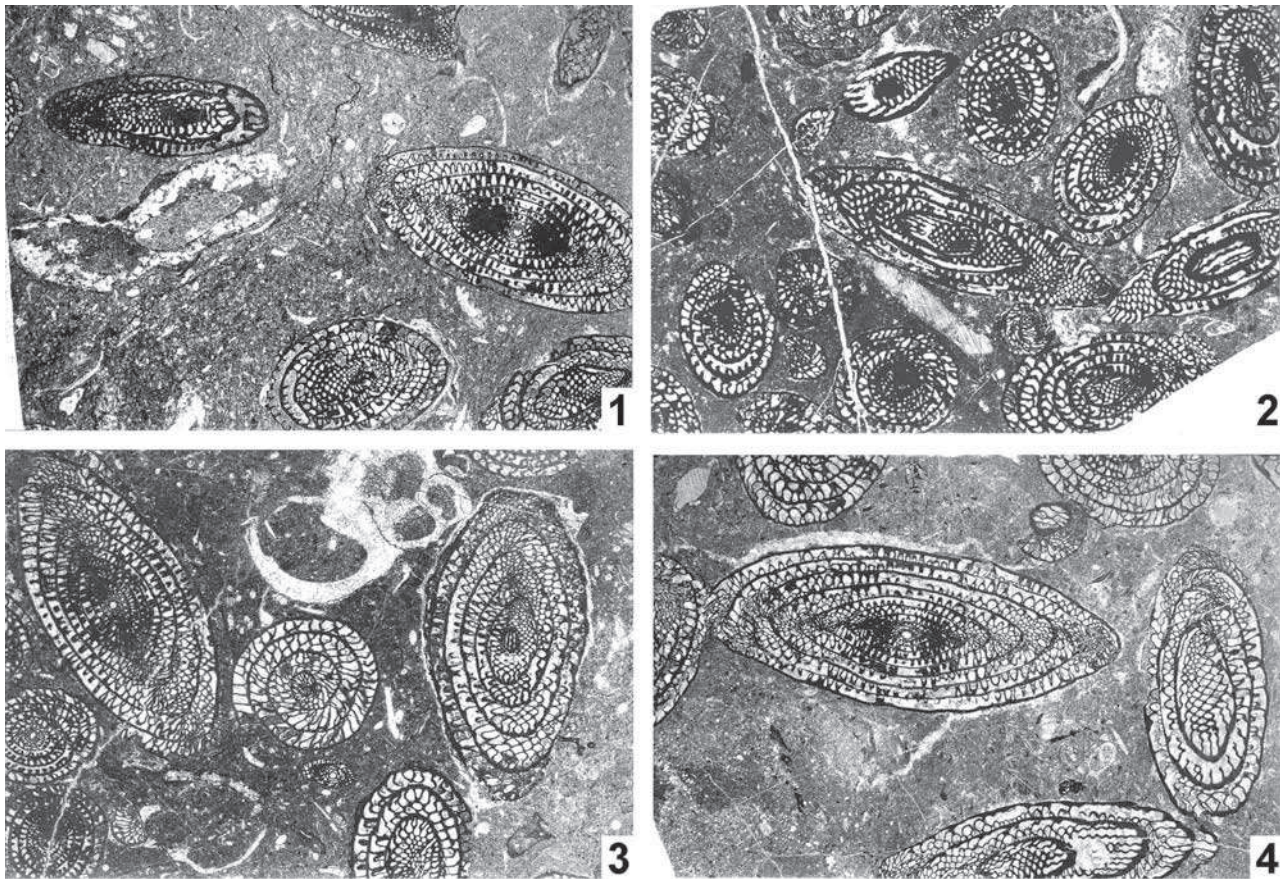


Figure 3. Photomicrographs of the limestone showing the occurrence of parafusulinids packed within lime-mud matrix. Other large fusulinoideans are not contained and smaller fusulinoideans and non-fusulinoidean foraminifers are rare not only in these four but also other eight limestone samples. All $\times 3.5$, 1: Ya-27; 2: Ka-2; 3: Ka-57; 4: Ka-71

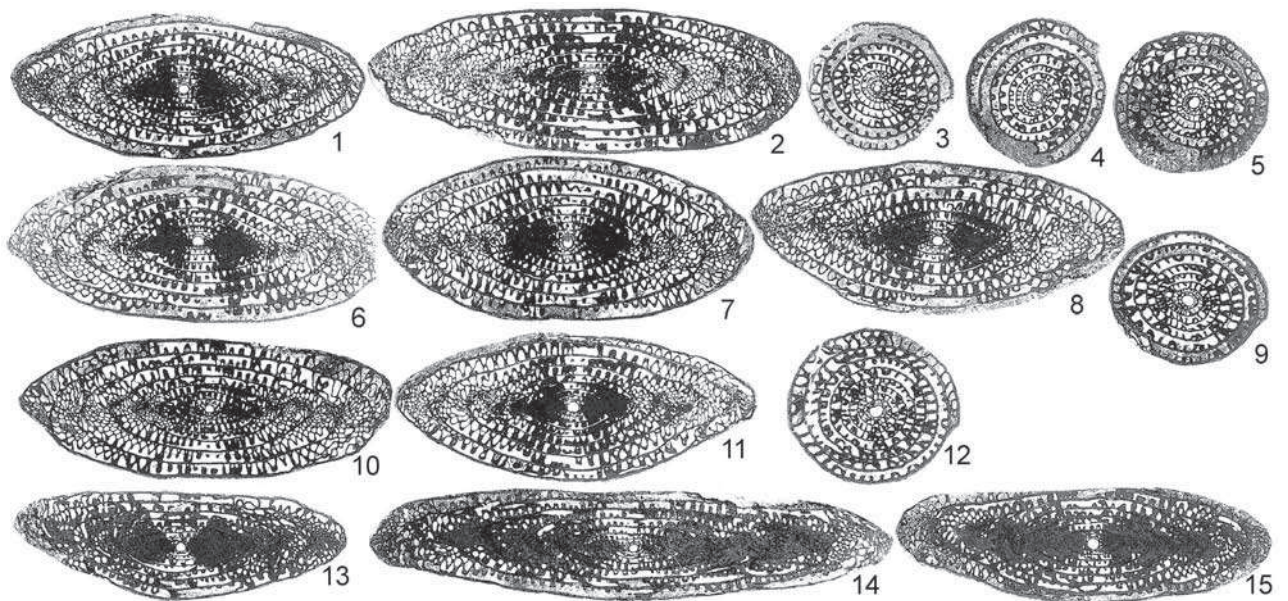


Figure 4. *Parafusulina yabei* (1-12) and *Parafusulina tomeanensis* (13-15) in the Sample Ya-27. 3-5, 9, 12: sagittal sections; others: axial sections, all $\times 4$.

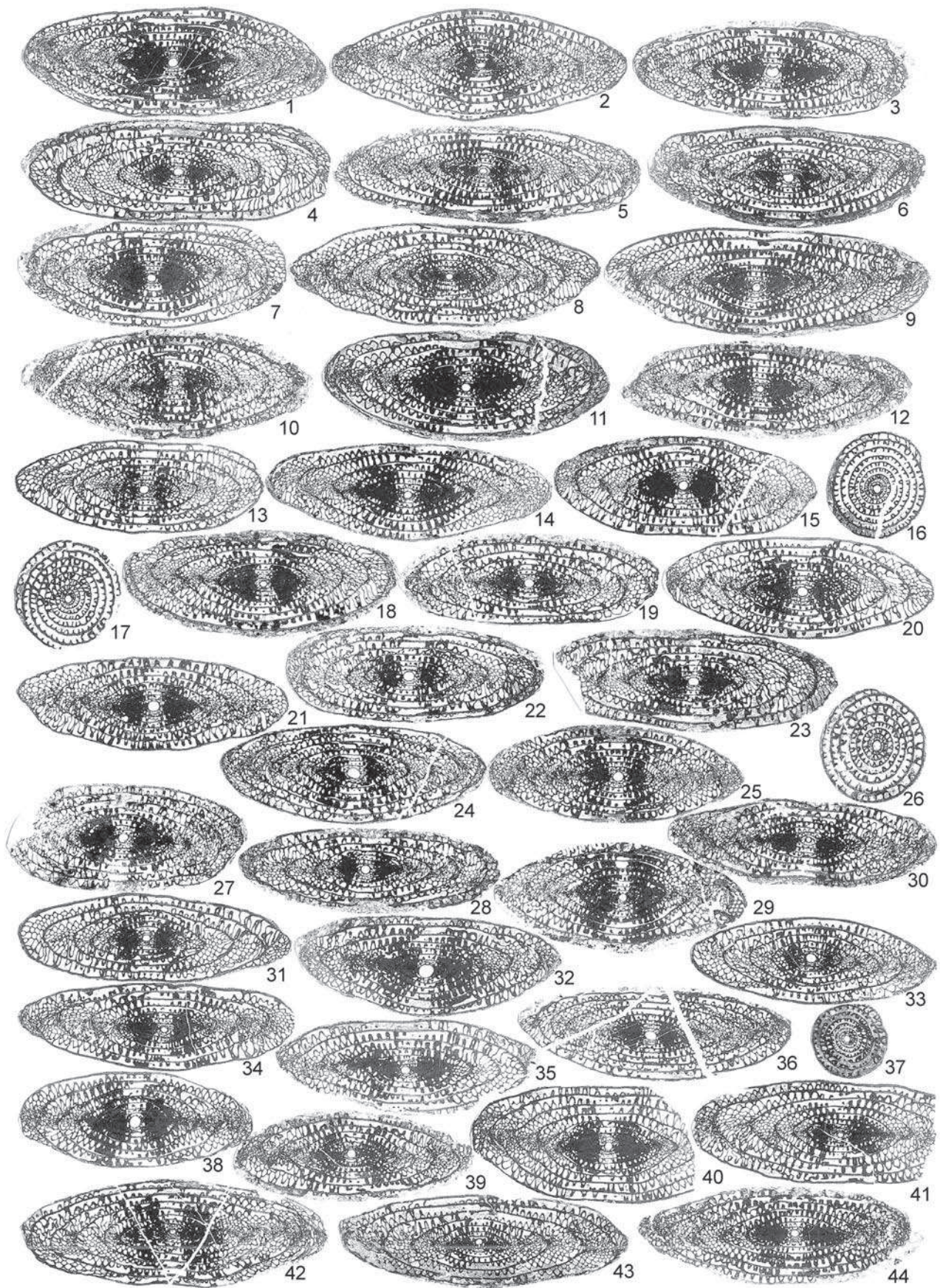


Figure 5. *Parafusulina yabei* in the Sample Ya-30 (Part 1). 16, 17, 26, 37: sagittal sections; others: axial sections, all $\times 4$.

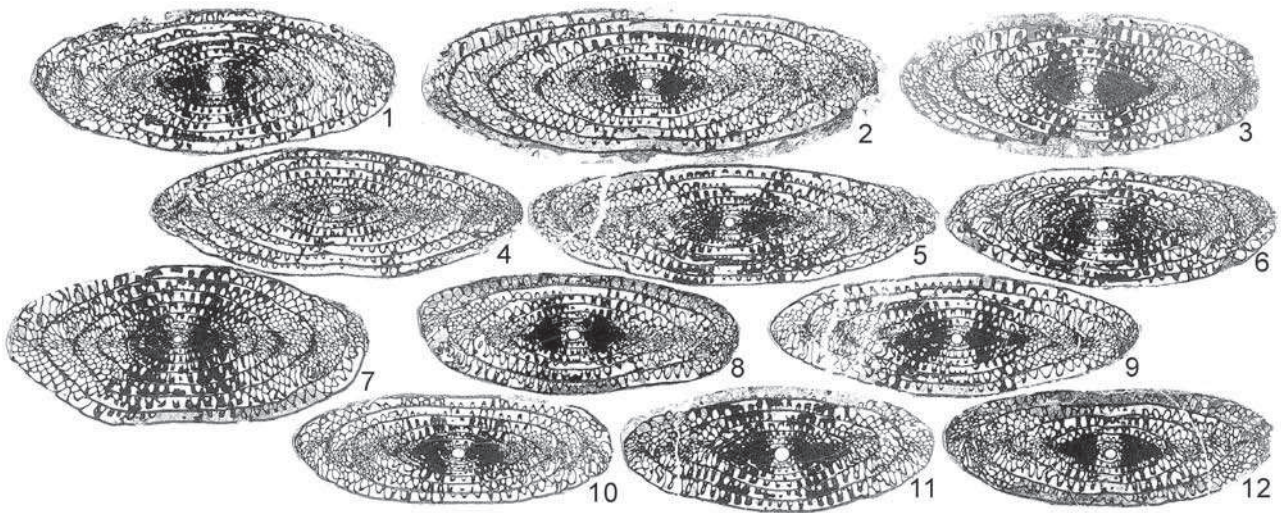


Figure 6. *Parafusulina yabei* in the Sample Ya-30 (Part 2). All axial sections, $\times 4$.

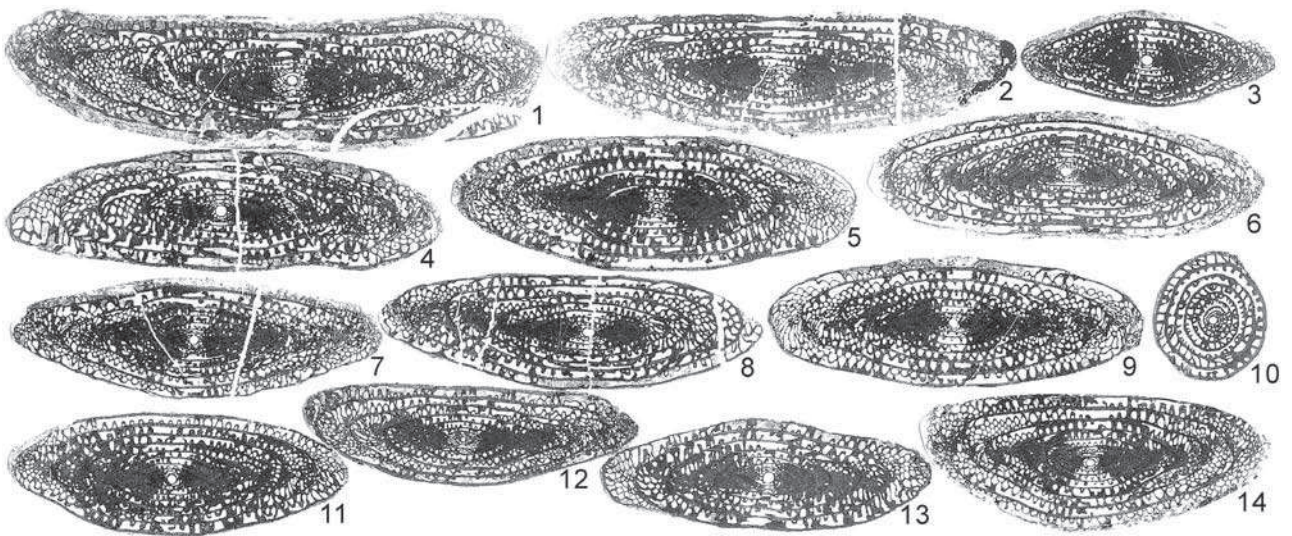


Figure 7. *Parafusulina tomeganiensis* in the Sample Ya-30. 10: sagittal section; others: axial sections, all $\times 4$.

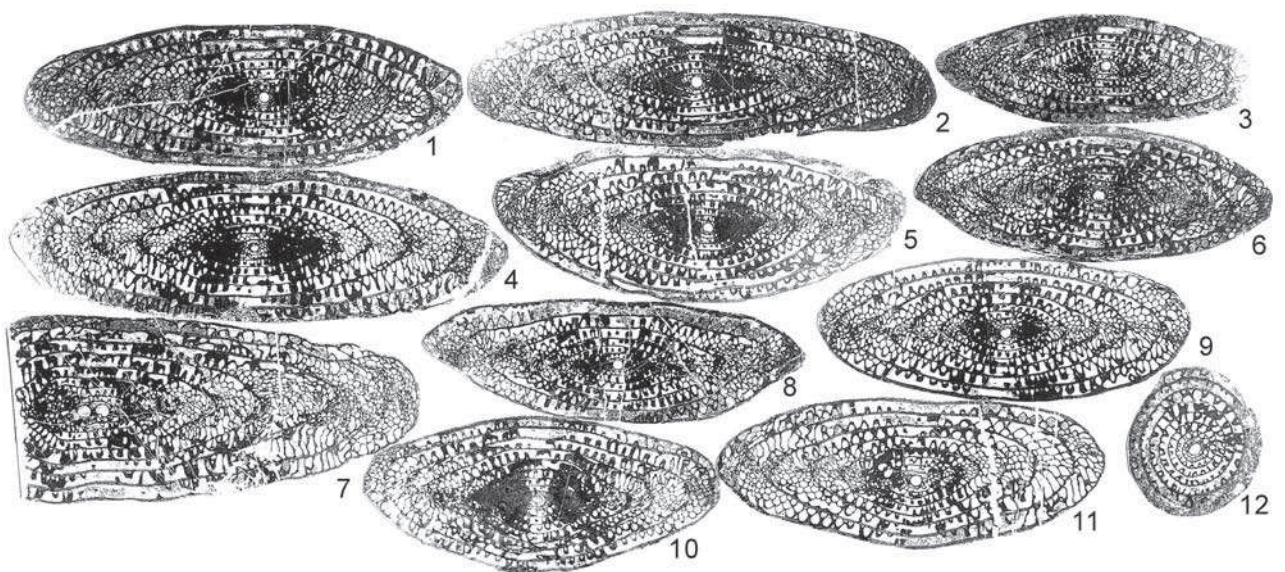


Figure 8. *Parafusulina yabei* in the Sample Ya-32 (Part 1). 12: sagittal section; others: axial sections, all $\times 4$.

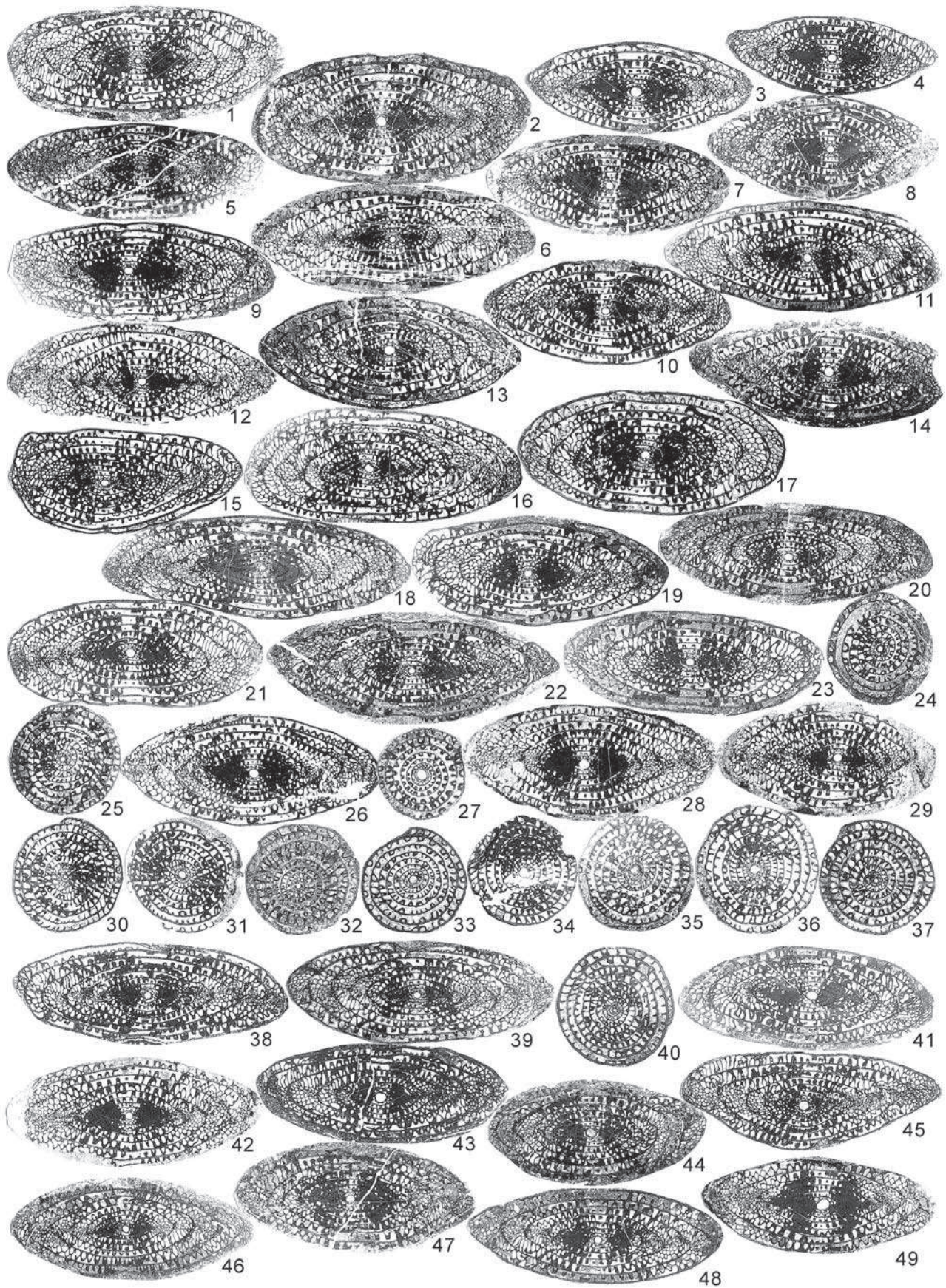


Figure 9. *Parafusulina yabei* in the Sample Ya-32 (Part 2). 24, 25, 27, 30-37: sagittal sections; others: axial sections, all $\times 4$.

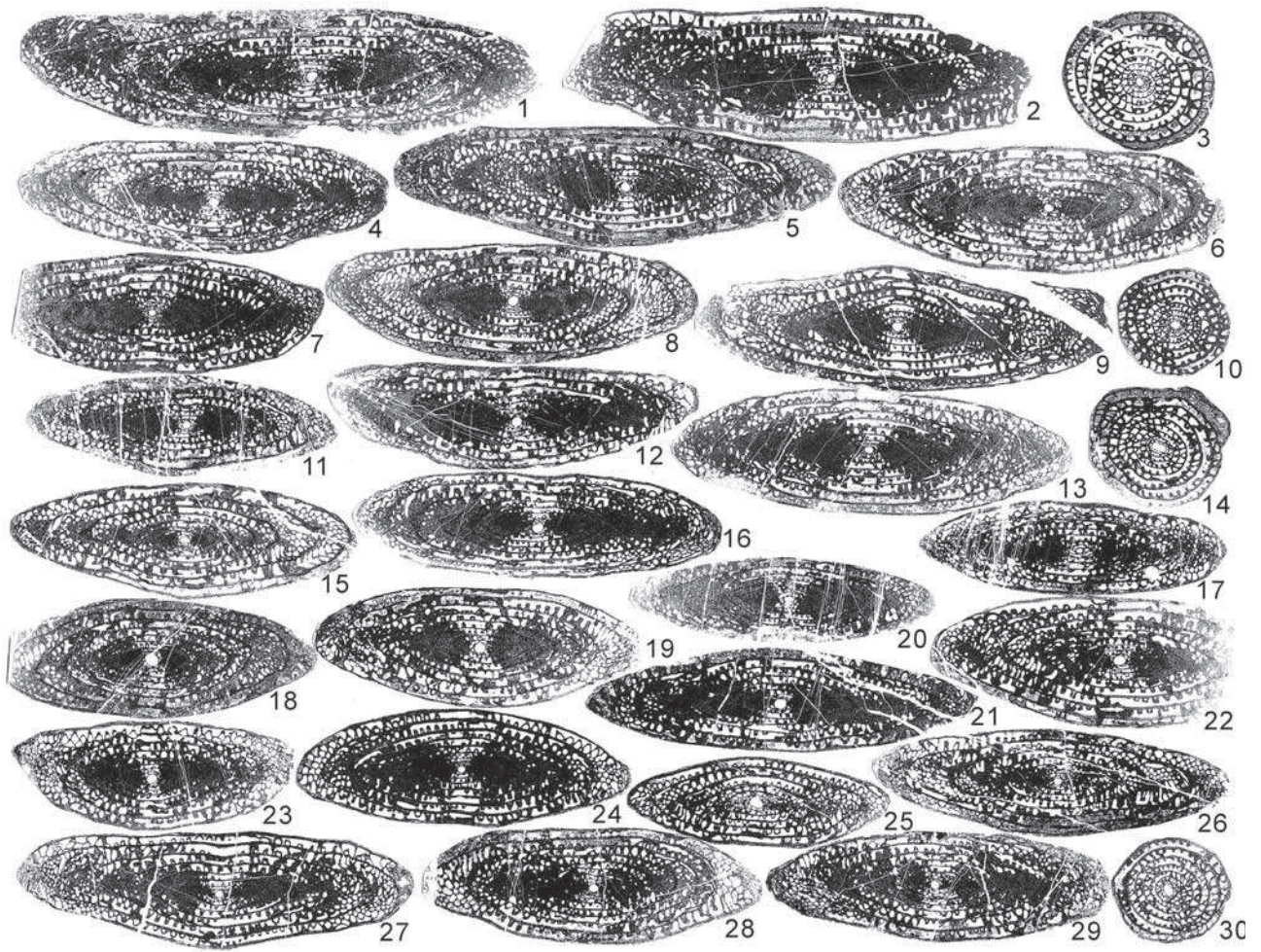


Figure 10. *Parafusulina tomejanensis* in the Sample Ya-32. 3, 10, 14, 30: sagittal sections; others: axial sections, all ×4.

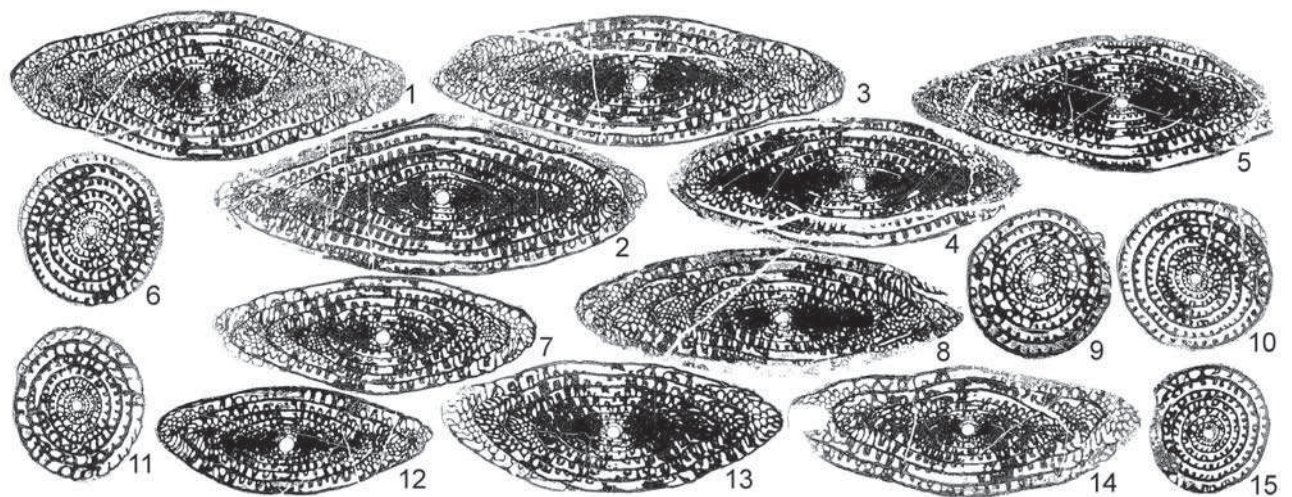


Figure 11. *Parafusulina japonica* in the Sample Ka-2. 6, 9-11, 15: sagittal sections; others: axial sections, all ×4.

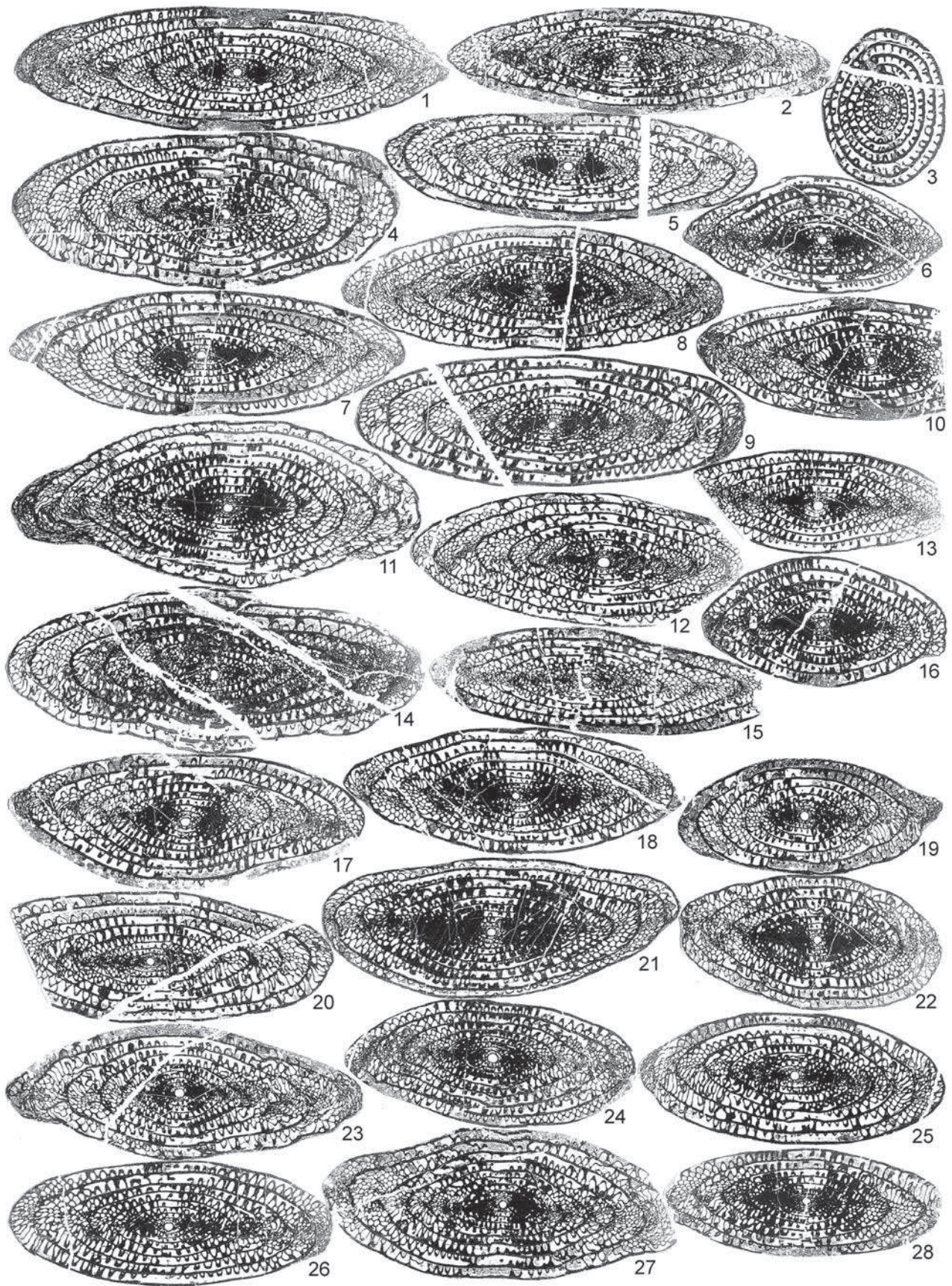


Figure 12. *Parafusulina shimotsukensis* in the Sample Ka-86 (Part 1). 3: sagittal section; others: axial sections, all $\times 4$.

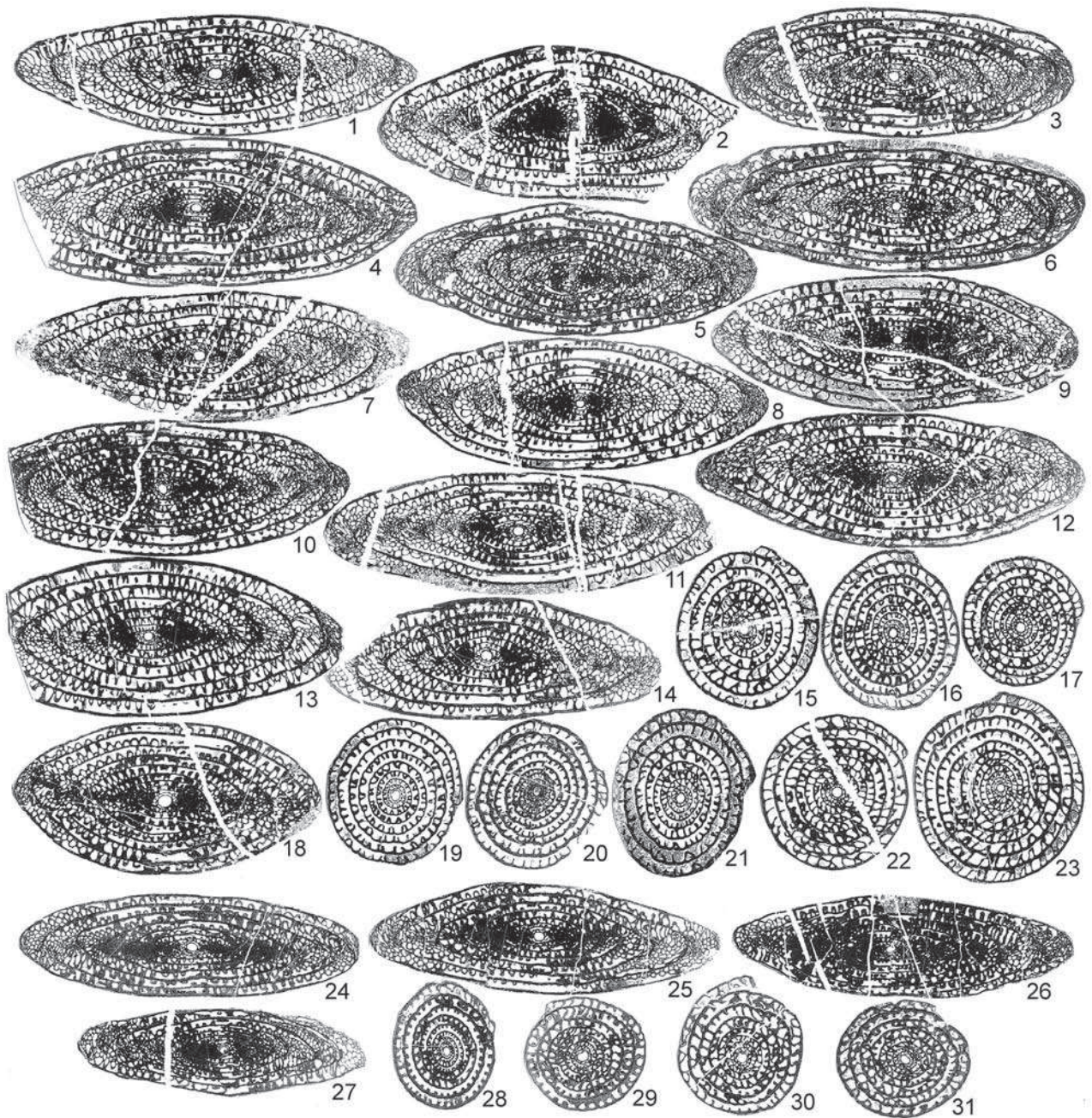


Figure 13. *Parafusulina shimotsukensis* (1-3) (Part 2) and *Parafusulina tochiensis* (24-31) in the Sample Ka-86. 15—17, 19-23, 28—31: sagittal sections; others: axial sections, all $\times 4$.

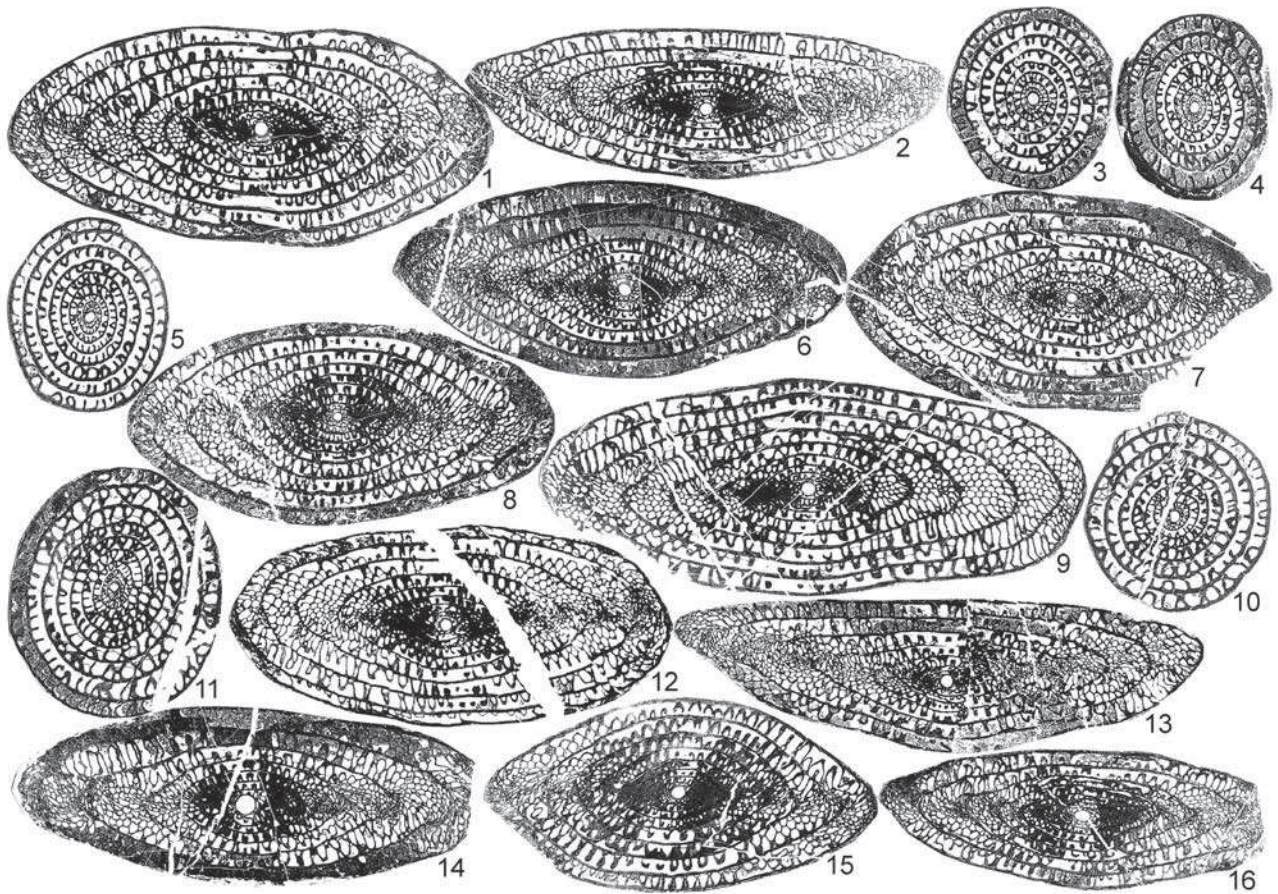


Figure 14. *Parafusulina shimotsukensis* in the Sample Ka-57. 3-5, 10, 11: sagittal sections; others: axial sections, all $\times 4$.

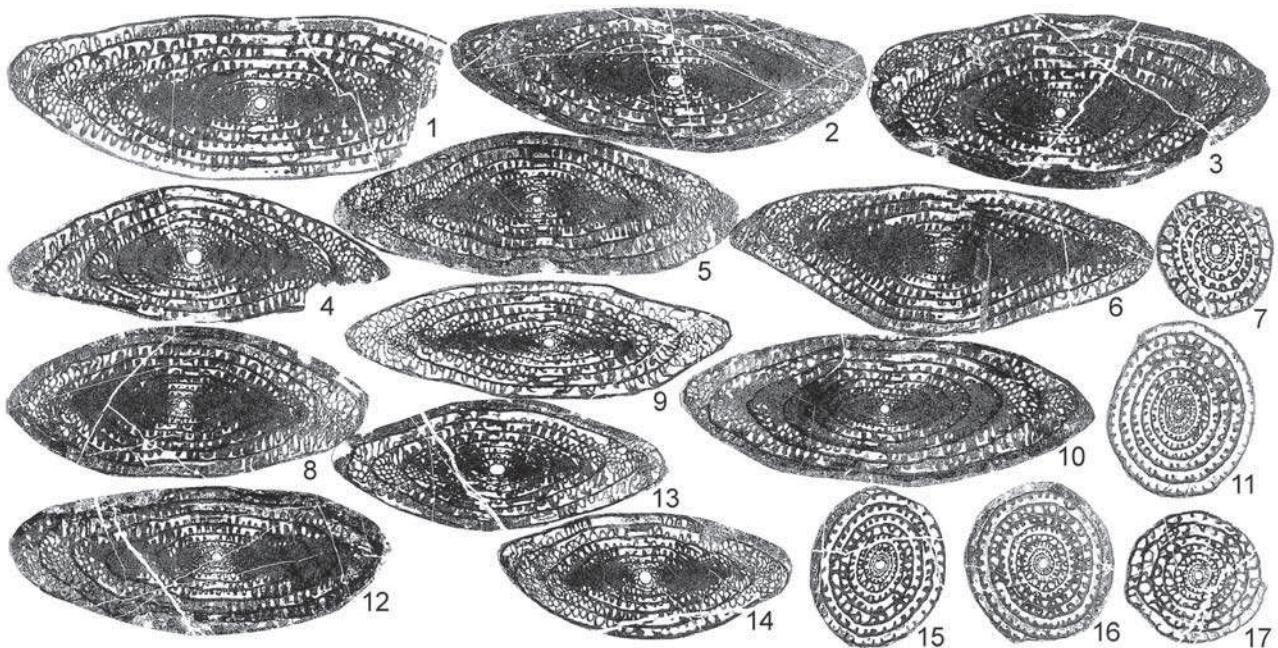


Figure 15. *Parafusulina tochiensis* in the Sample Ka-57. 7, 11, 15-17: sagittal sections; others: axial sections, all $\times 4$.

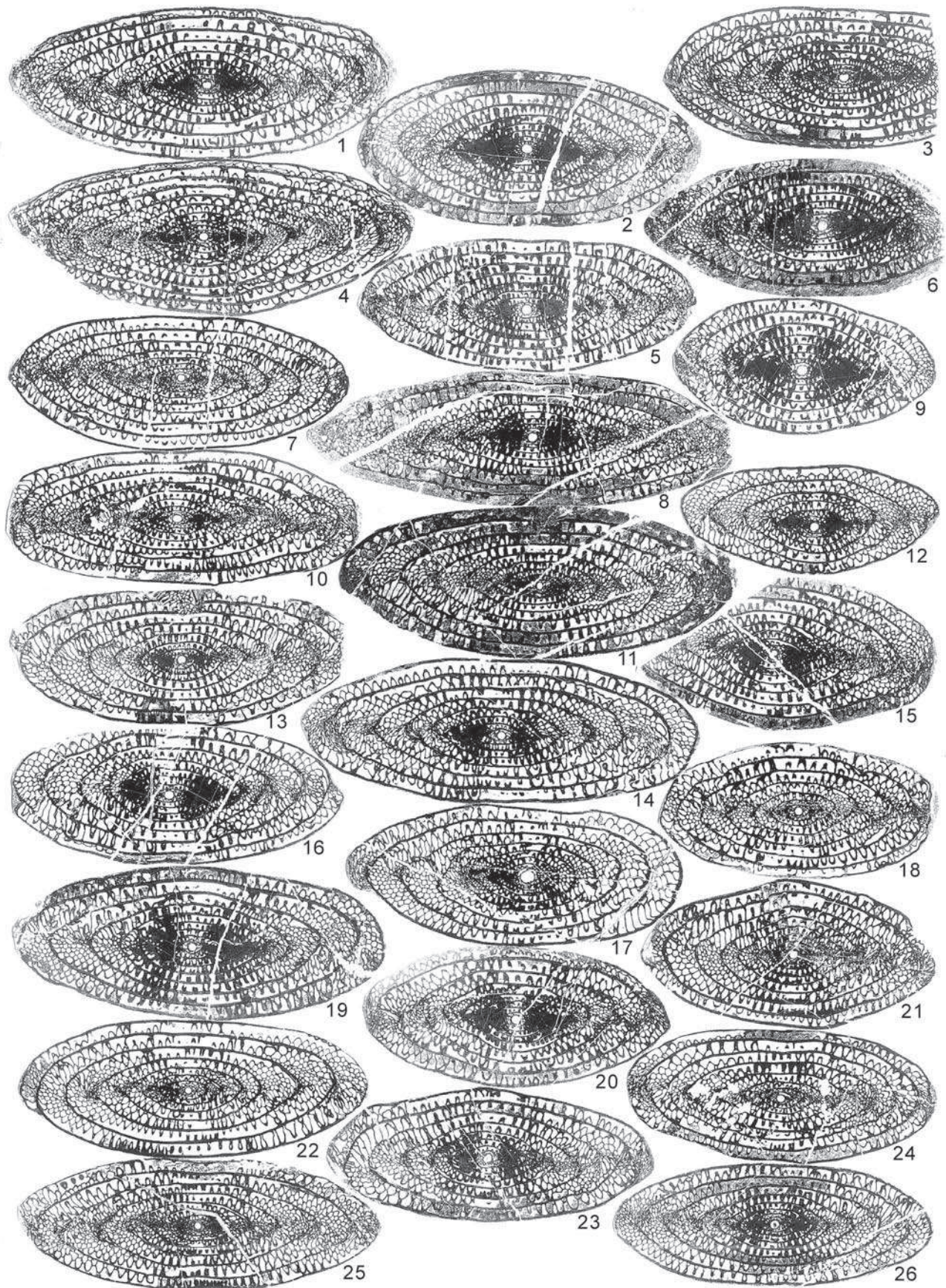


Figure 16. *Parafusulina shimotsukensis* in the Sample Ka-70 (Part 1). All axial sections, $\times 4$.

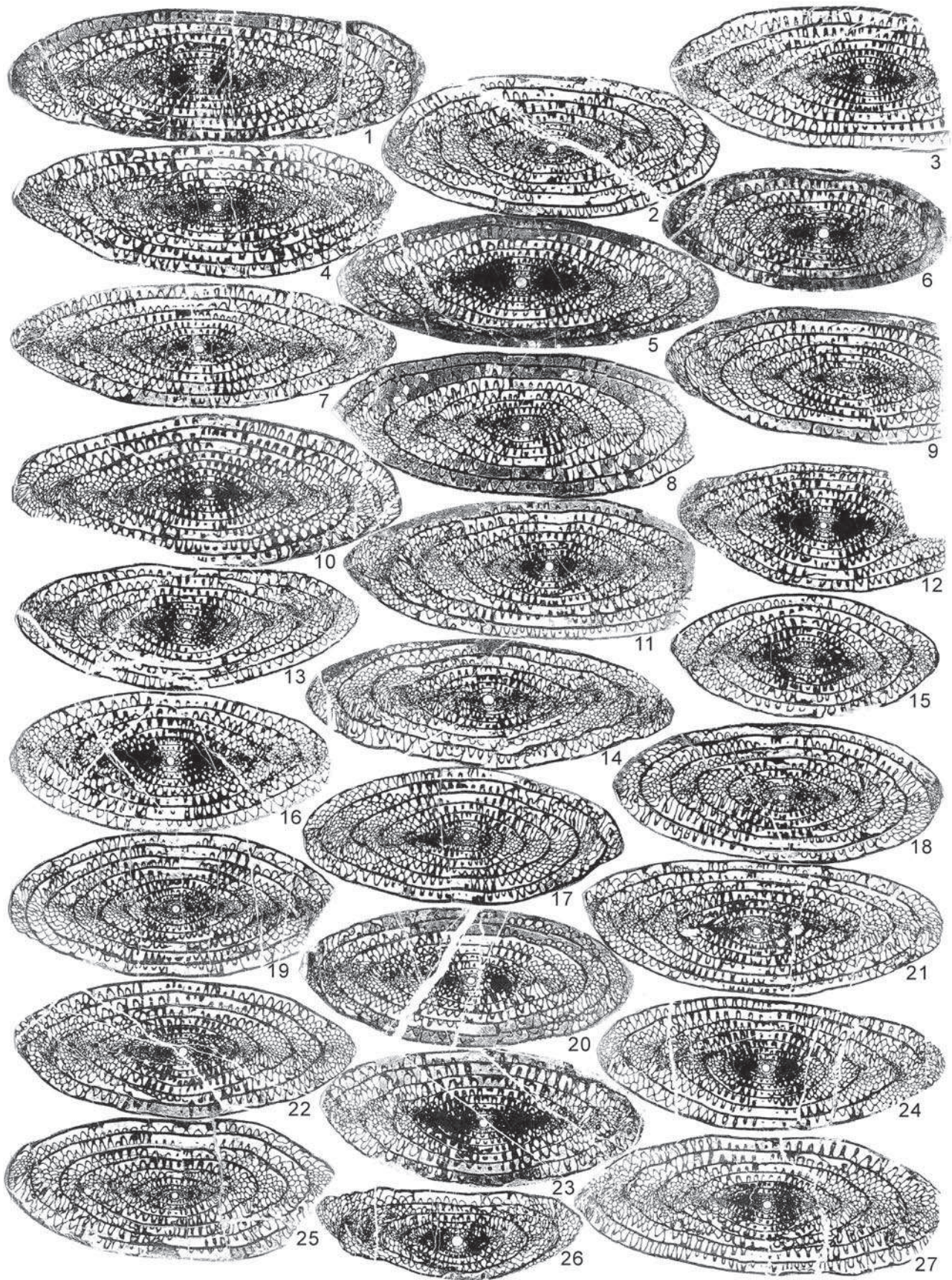


Figure 17. *Parafusulina tshimotsukensis* in the Sample Ka-70 (Part 2). All axial sections, $\times 4$.

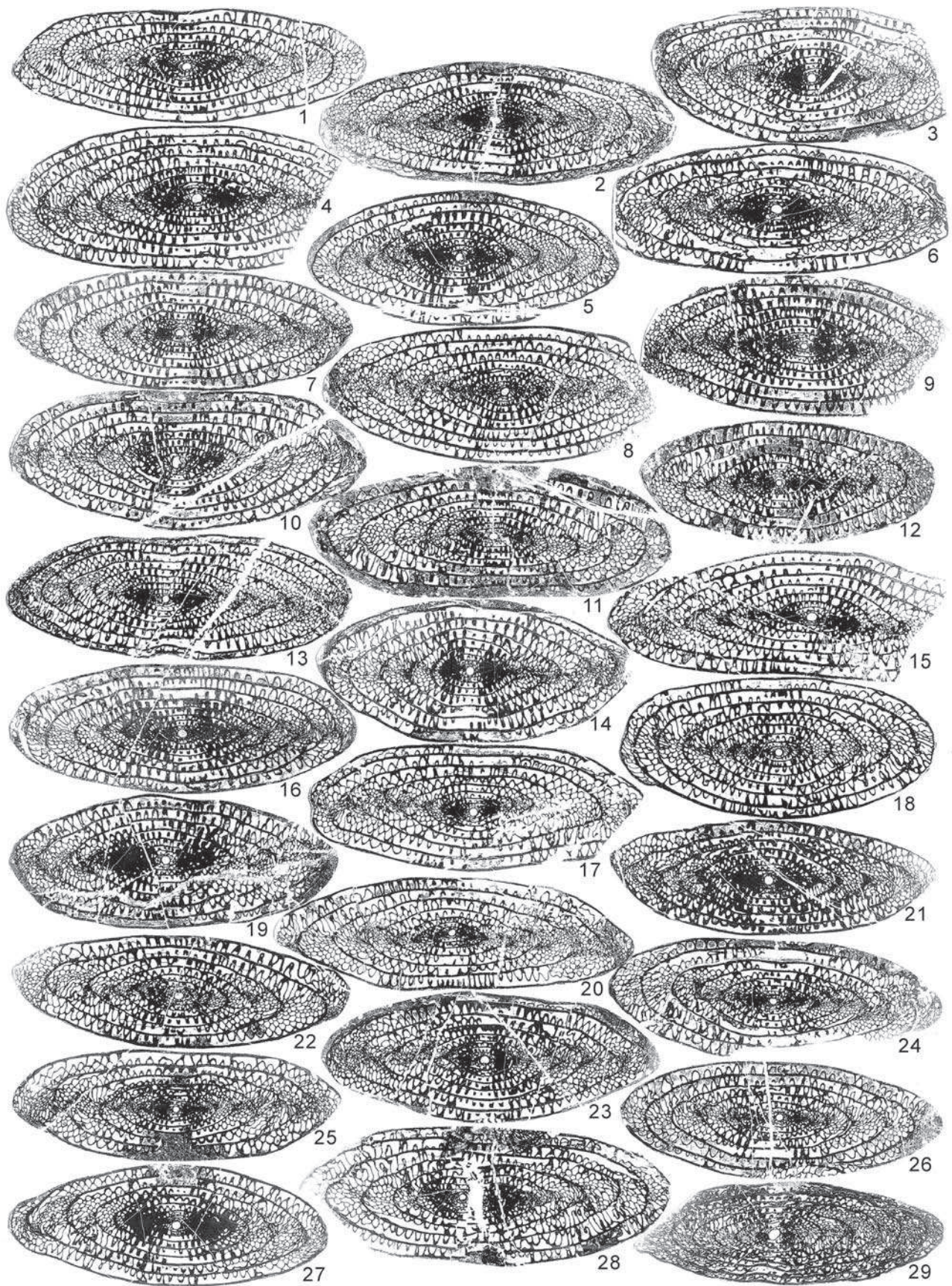


Figure 18. *Parafusulina shimotsukensis* in the Sample Ka-70 (Part 3). All axial sections, $\times 4$.

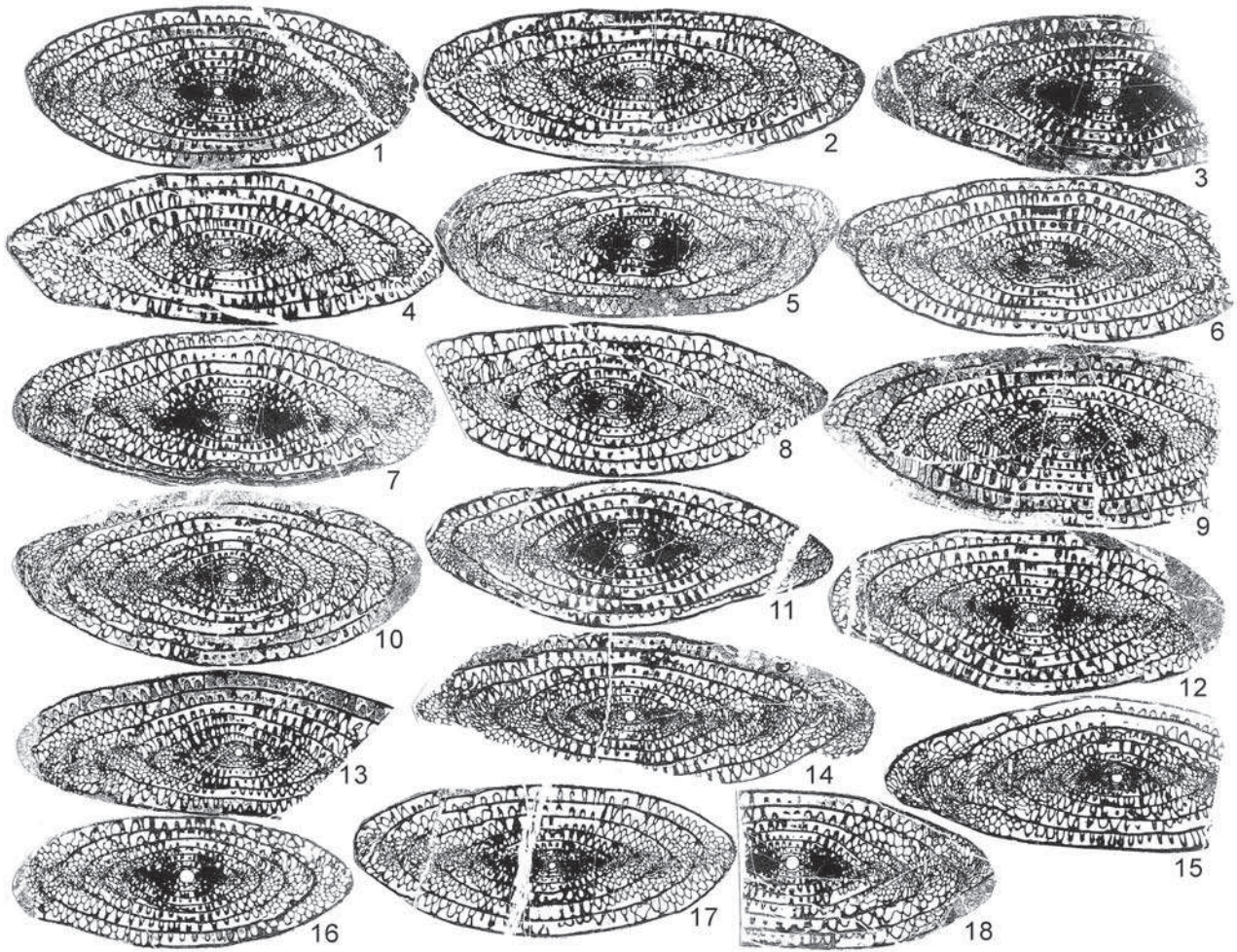


Figure 19. *Parafusulina shimotsukensis* in the Sample Ka-70 (Part 4). All axial sections, $\times 4$.

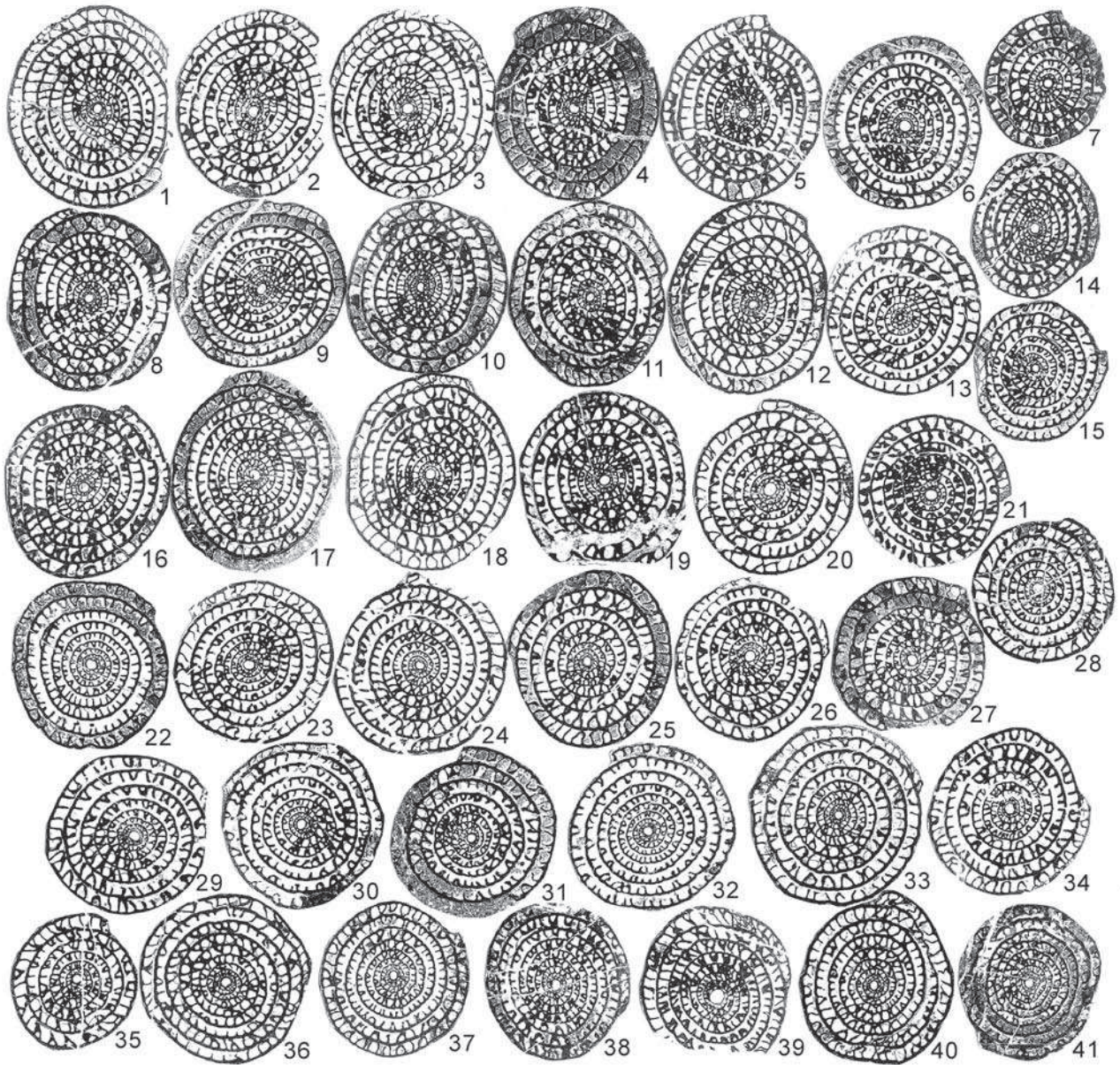


Figure 20. *Parafusulina shimotsukensis* in the Sample Ka-70 (Part 5). All sagittal sections, $\times 4$.

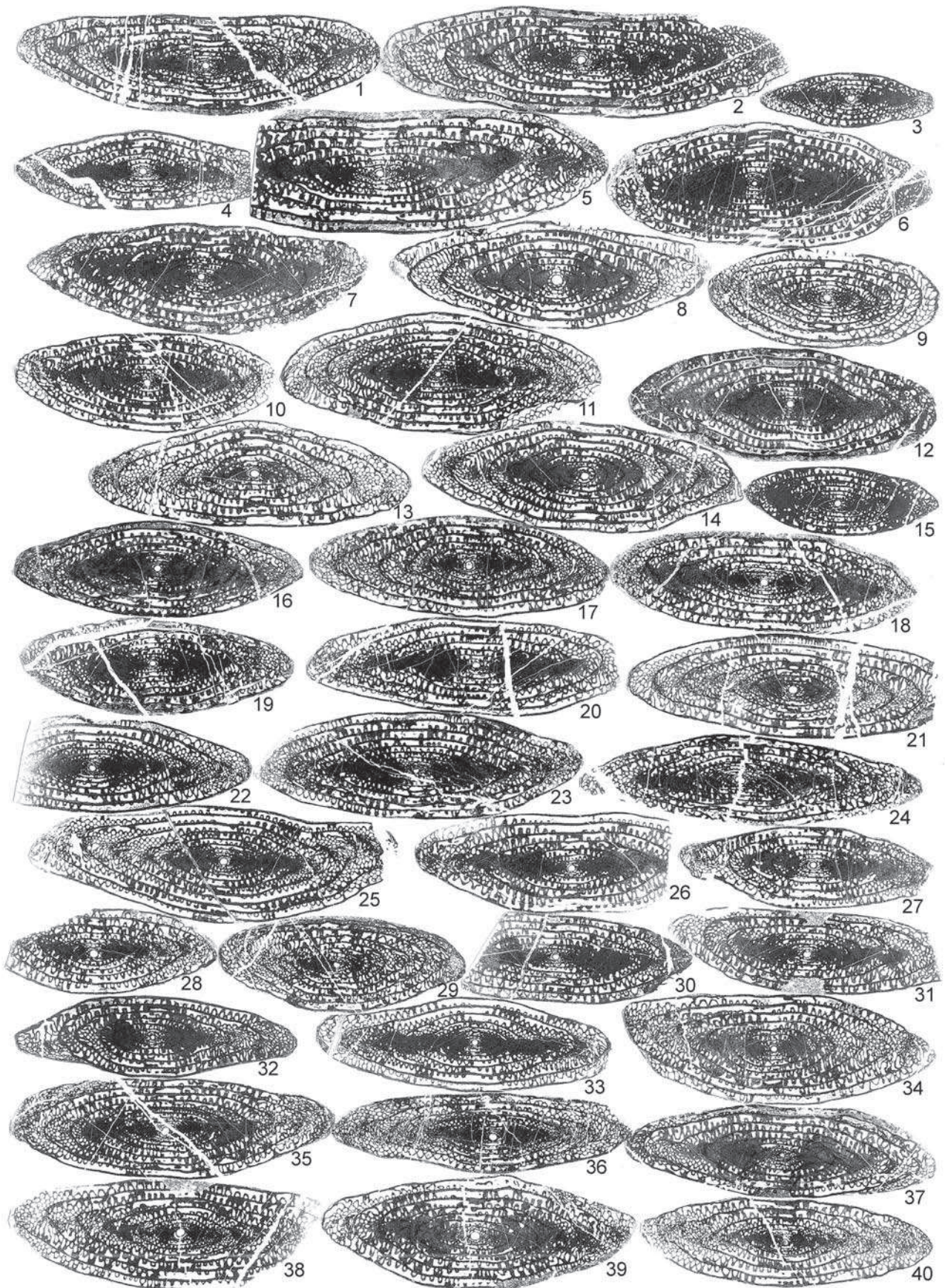


Figure 21. *Parafusulina tochiensis* in the Sample Ka-70 (Part 1). All axial sections, $\times 4$.

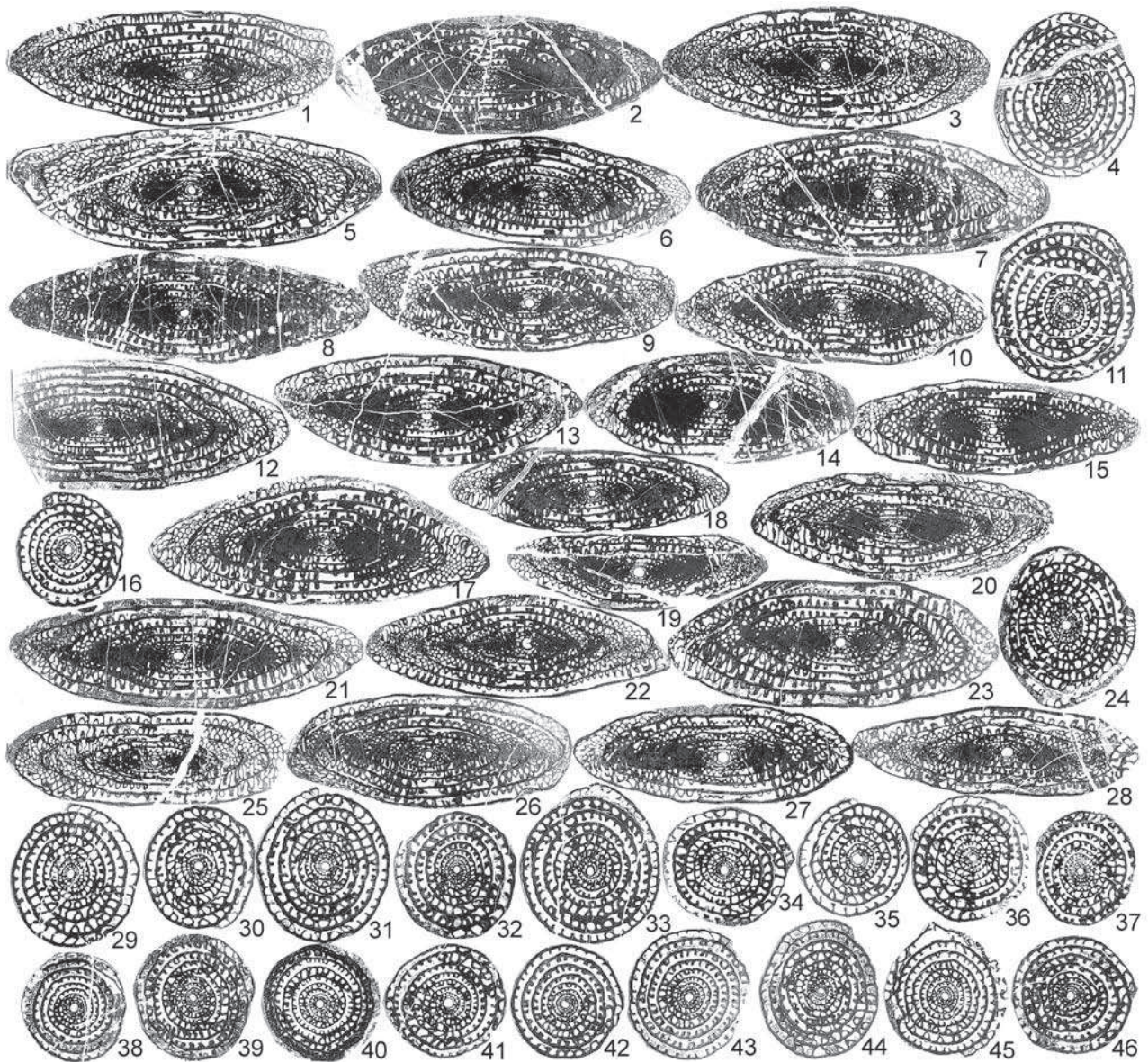


Figure 22. *Parafusulina tochiensis* in the Sample Ka-70 (Part 2). 4, 11, 16, 24, 29-46: sagittal sections; others: axial sections, all $\times 4$.

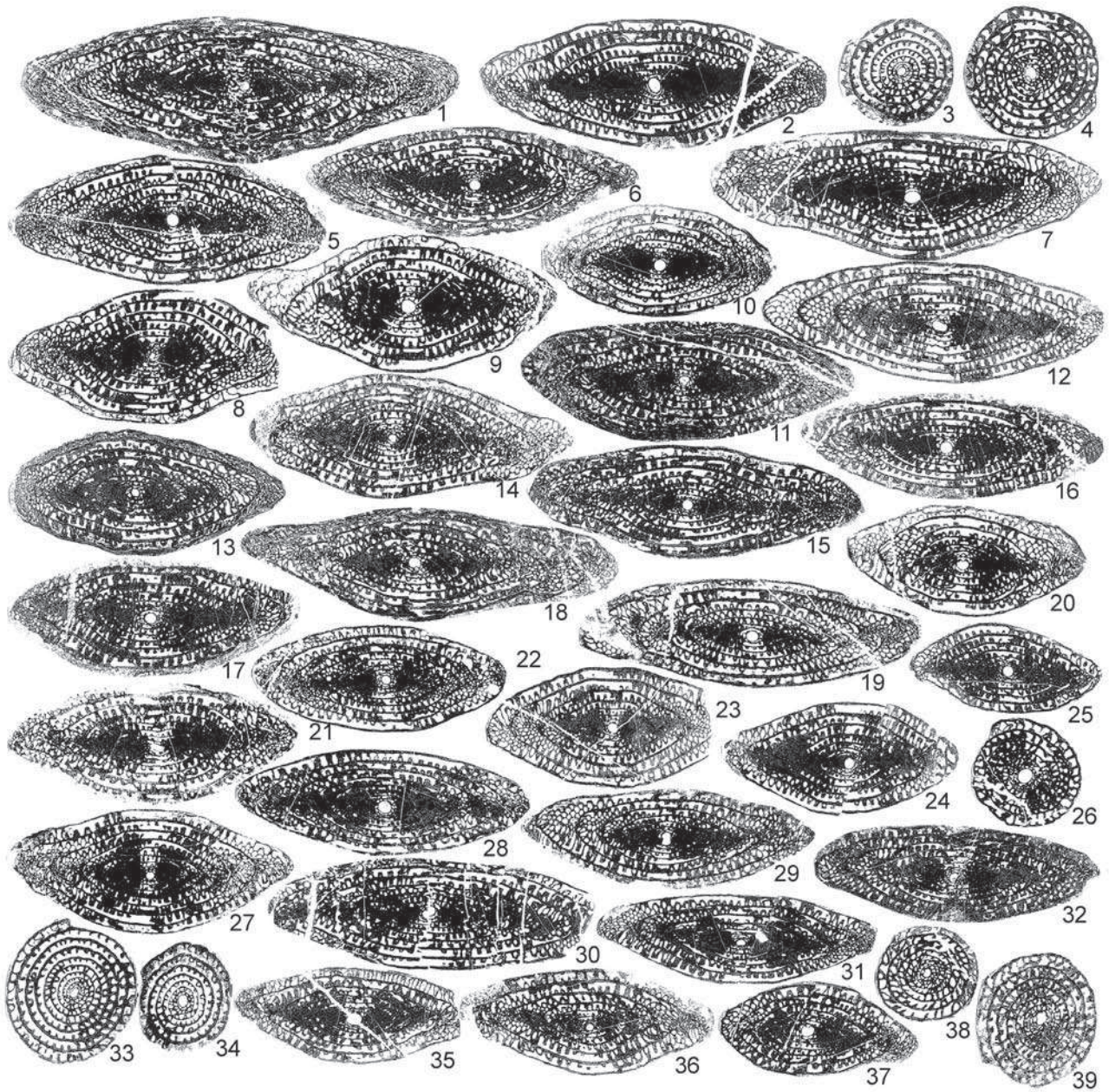


Figure 23. *Parafusulina japonica* in the Sample Ka-28. 3, 4, 26, 33, 34, 38, 39: sagittal sections; others: axial sections, all $\times 4$.

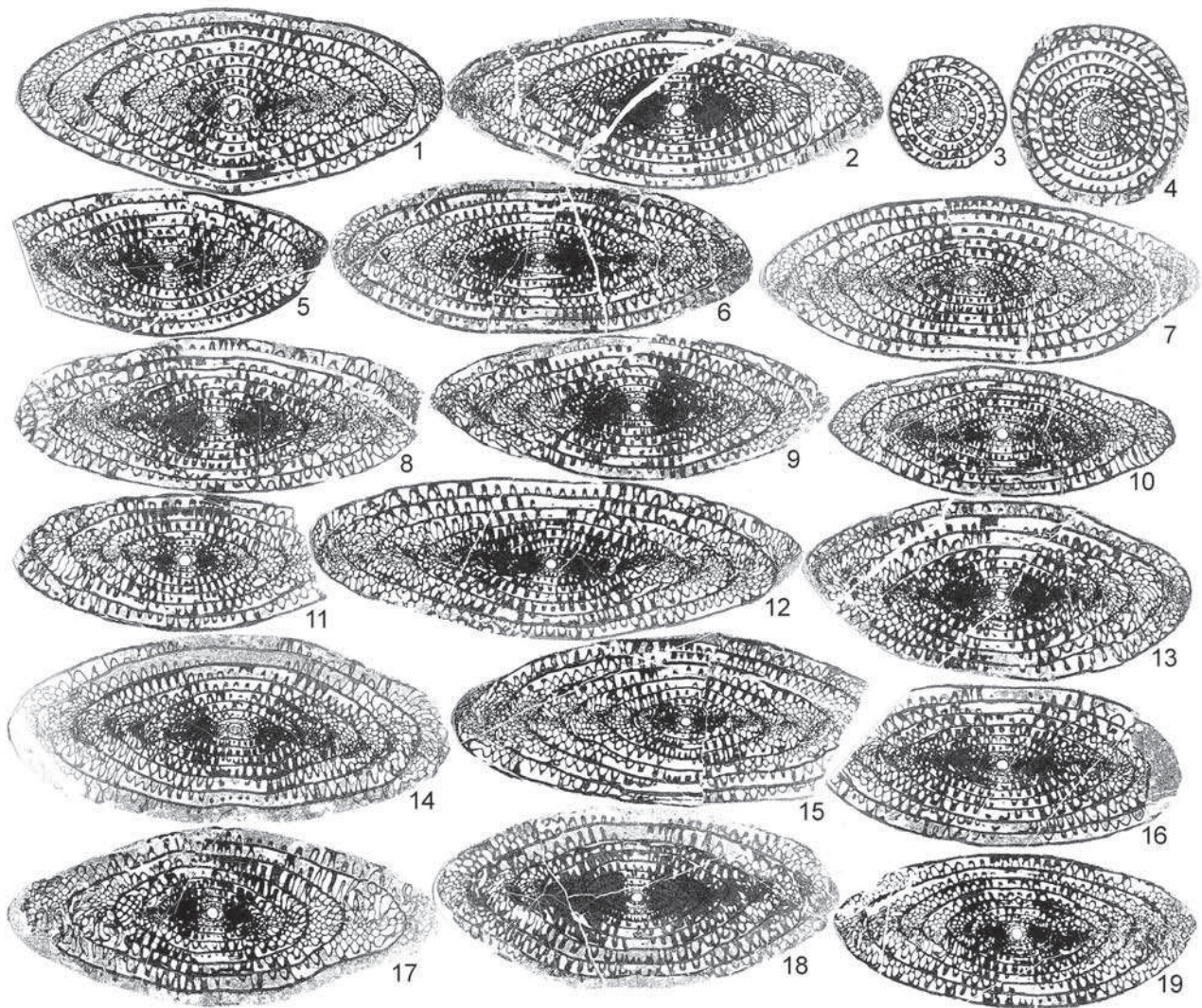


Figure 24. *Parafusulina shimotsukensis* in the Sample Ka-47. 3, 4: sagittal sections; others: axial sections, all $\times 4$.

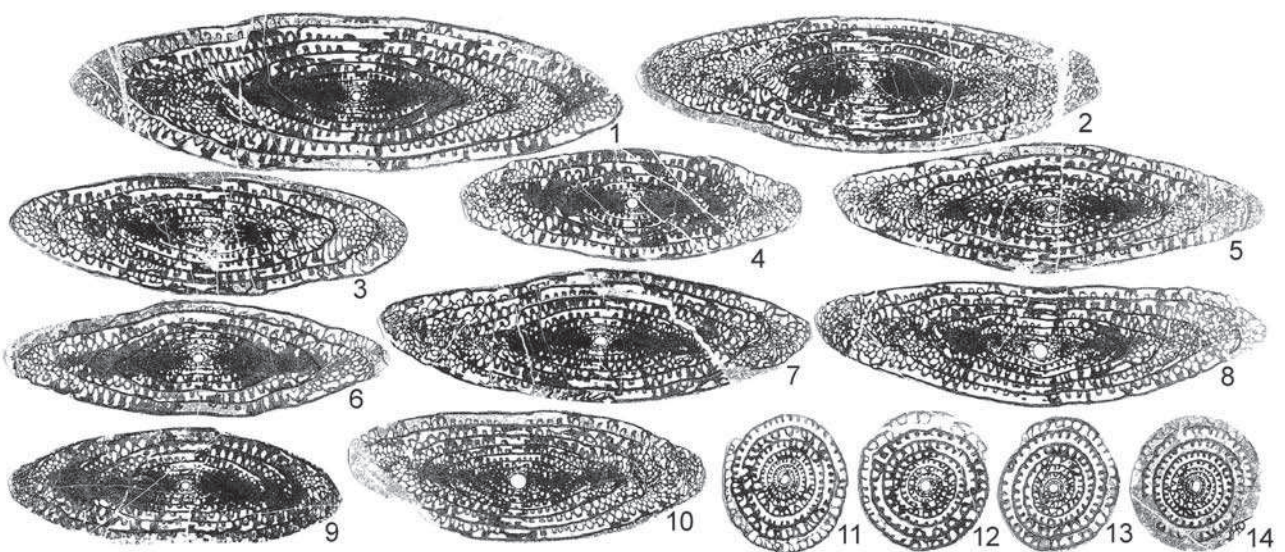


Figure 25. *Parafusulina tochigiensis* in the Sample Ka-47. 11–14: sagittal sections; others: axial sections, all $\times 4$.

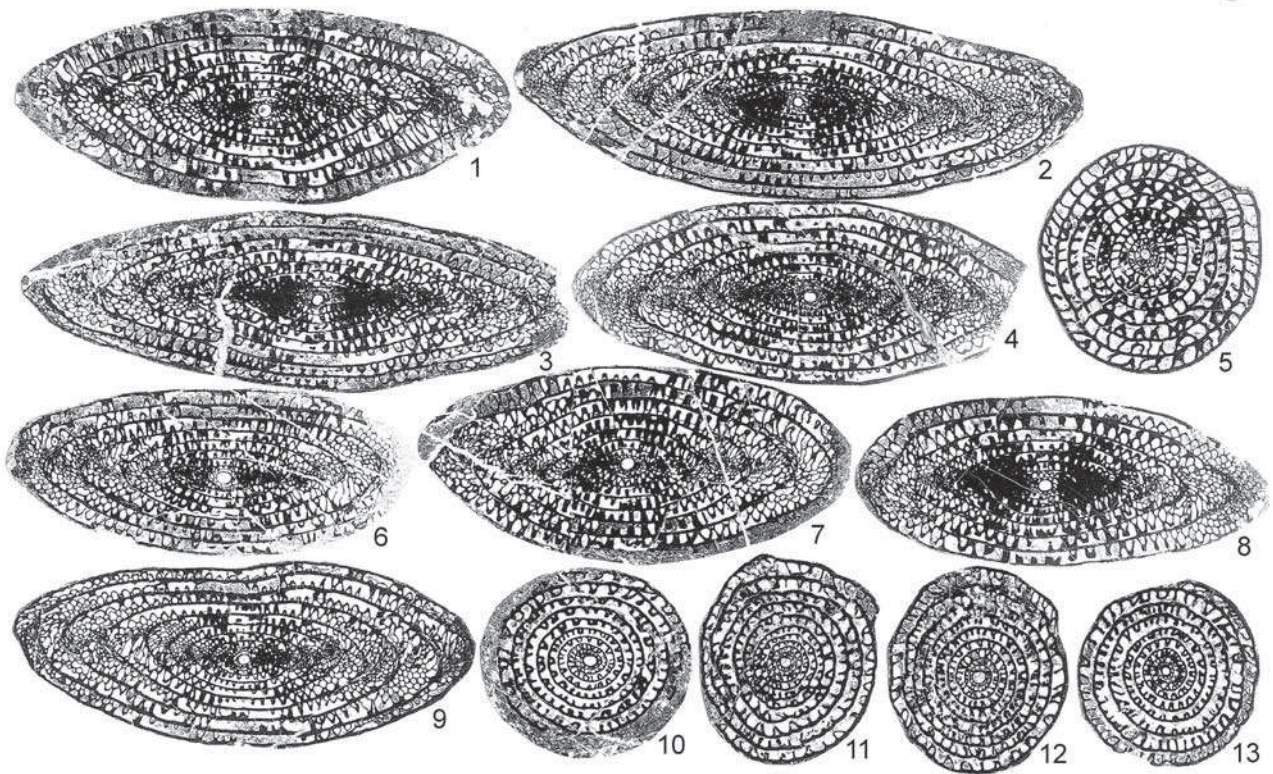


Figure 26. *Parafusulina shimotsukensis* in the Sample Ka-71. 5, 10-13: sagittal sections; others: axial sections, all $\times 4$.

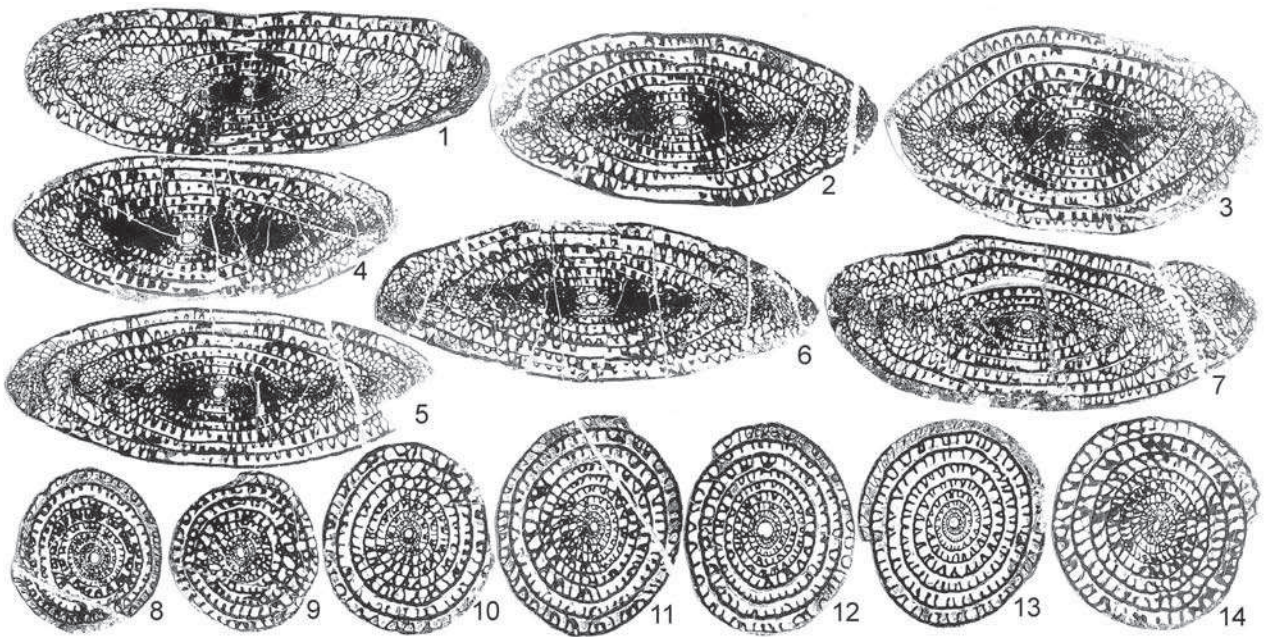


Figure 27. *Parafusulina shimotsukensis* in the Sample Ka-73 (Part 1). 1-7: axial sections, 8-14: sagittal sections, all $\times 4$.

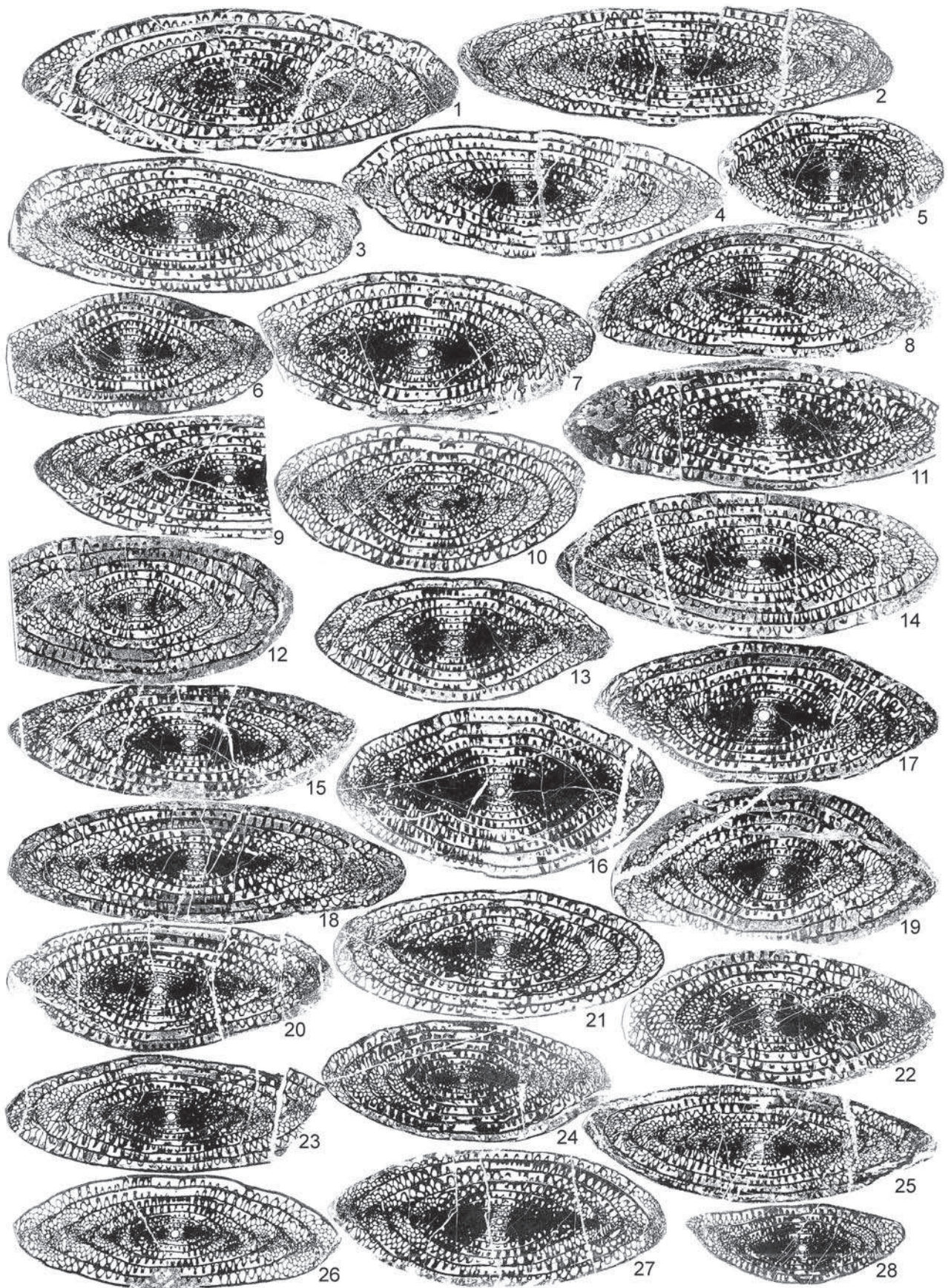


Figure 28. *Parafusulina shimotsukensis* in the Sample Ka-73 (Part 2). All axial sections, $\times 4$.

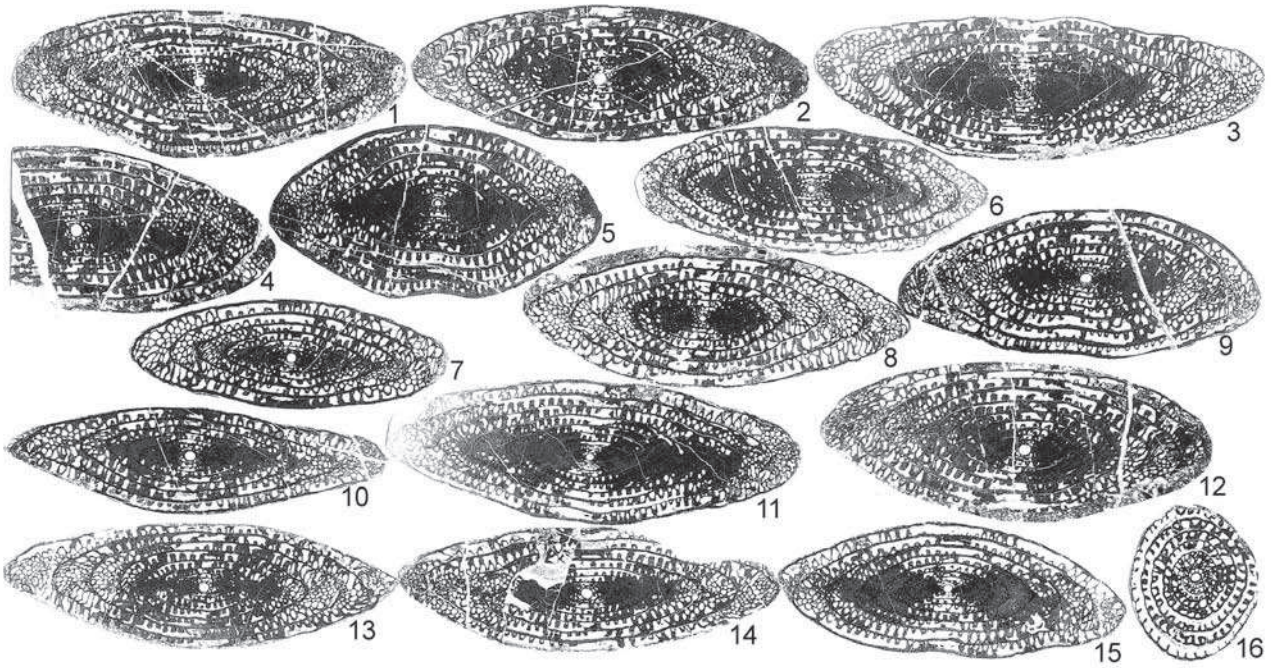


Figure 29. *Parafusulina tochigiensis* in the Sample Ka-73. 16: sagittal section; others: axial sections, all $\times 4$.

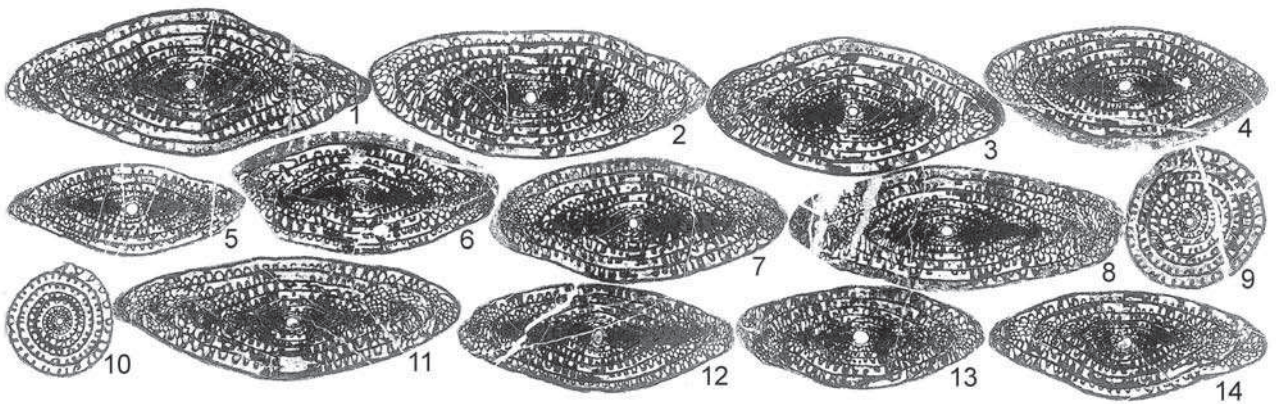


Figure 30. *Parafusulina japonica* in the Sample Ka-33. 9, 10: sagittal sections; others: axial sections, all $\times 4$.

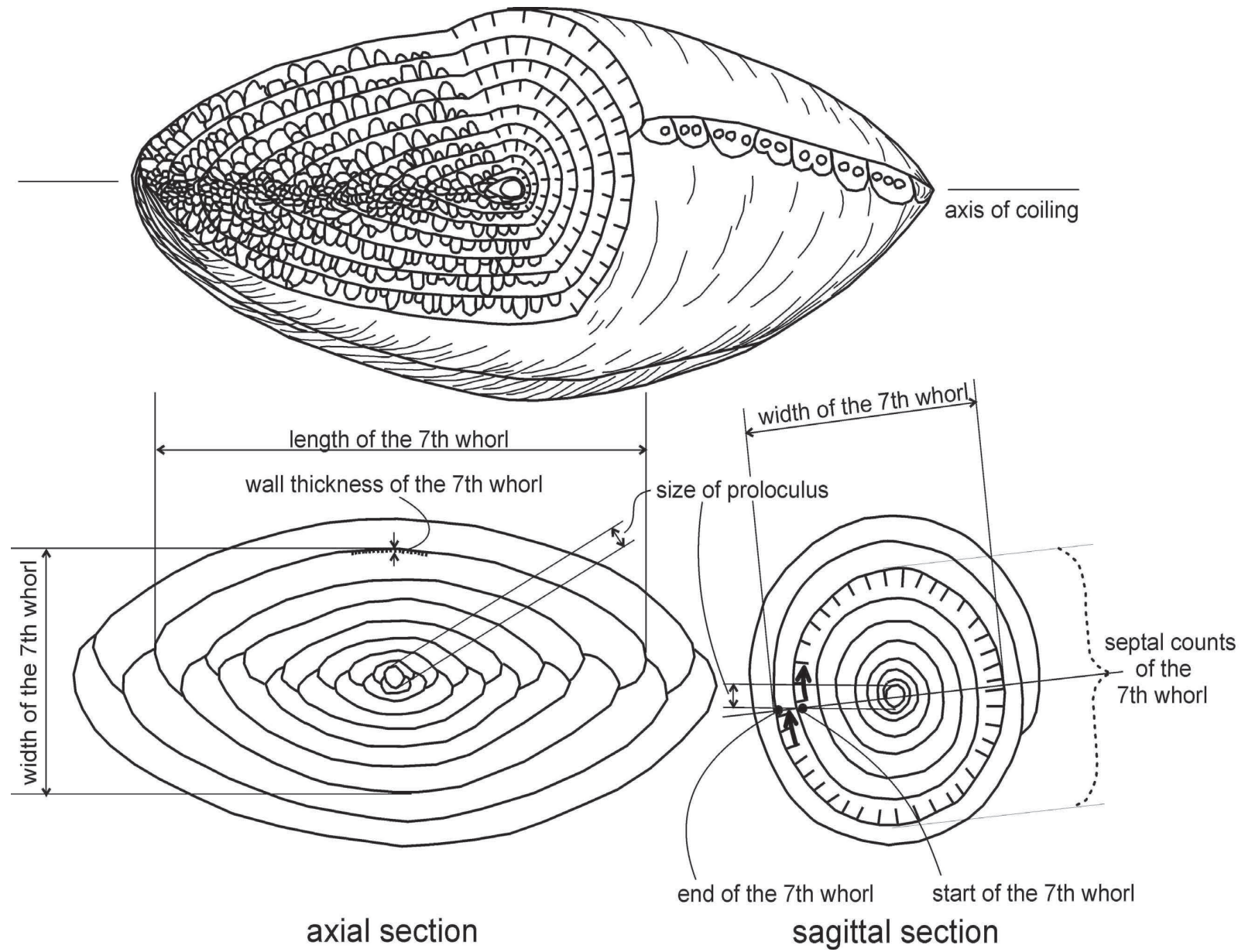


Figure31. Measurement scheme for five species of *Parafusulina*.

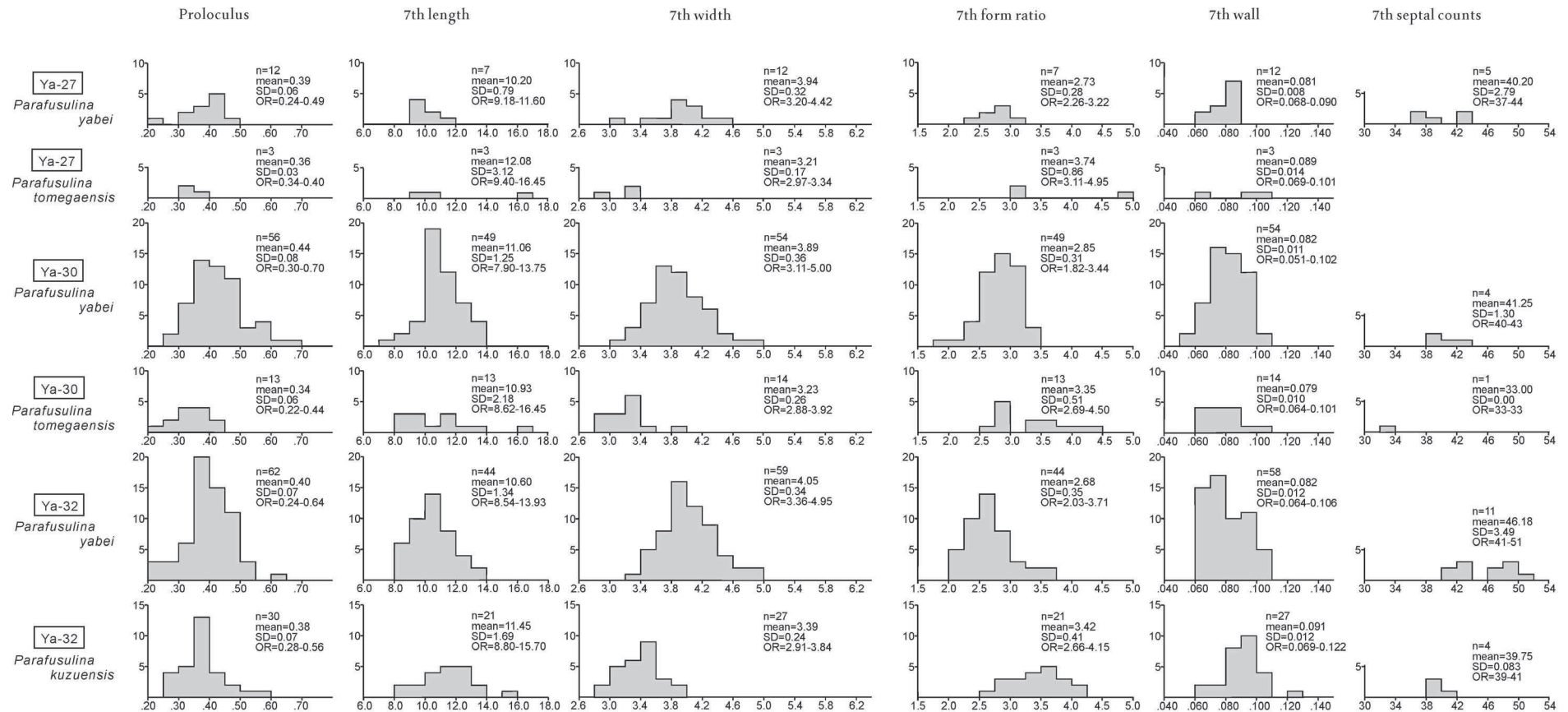


Figure 32. Frequency distribution histograms and statistical values [number of specimens (n), mean value, standard deviation (SD), and observed range (OR)] of diameter of six characters in *Parafusulina yabei* and *P. tomegaensis* from three samples of the lower part of the Nabeyama Formation. Numerical values in the vertical axis show the frequency and those in the horizontal axis in proloculus, 7th length, 7th width, and 7th wall (wall thickness of the seventh whorl) are shown in mm. These alphabetical symbols and numerical values in the vertical and horizontal axes are common in Figs. 32-35.

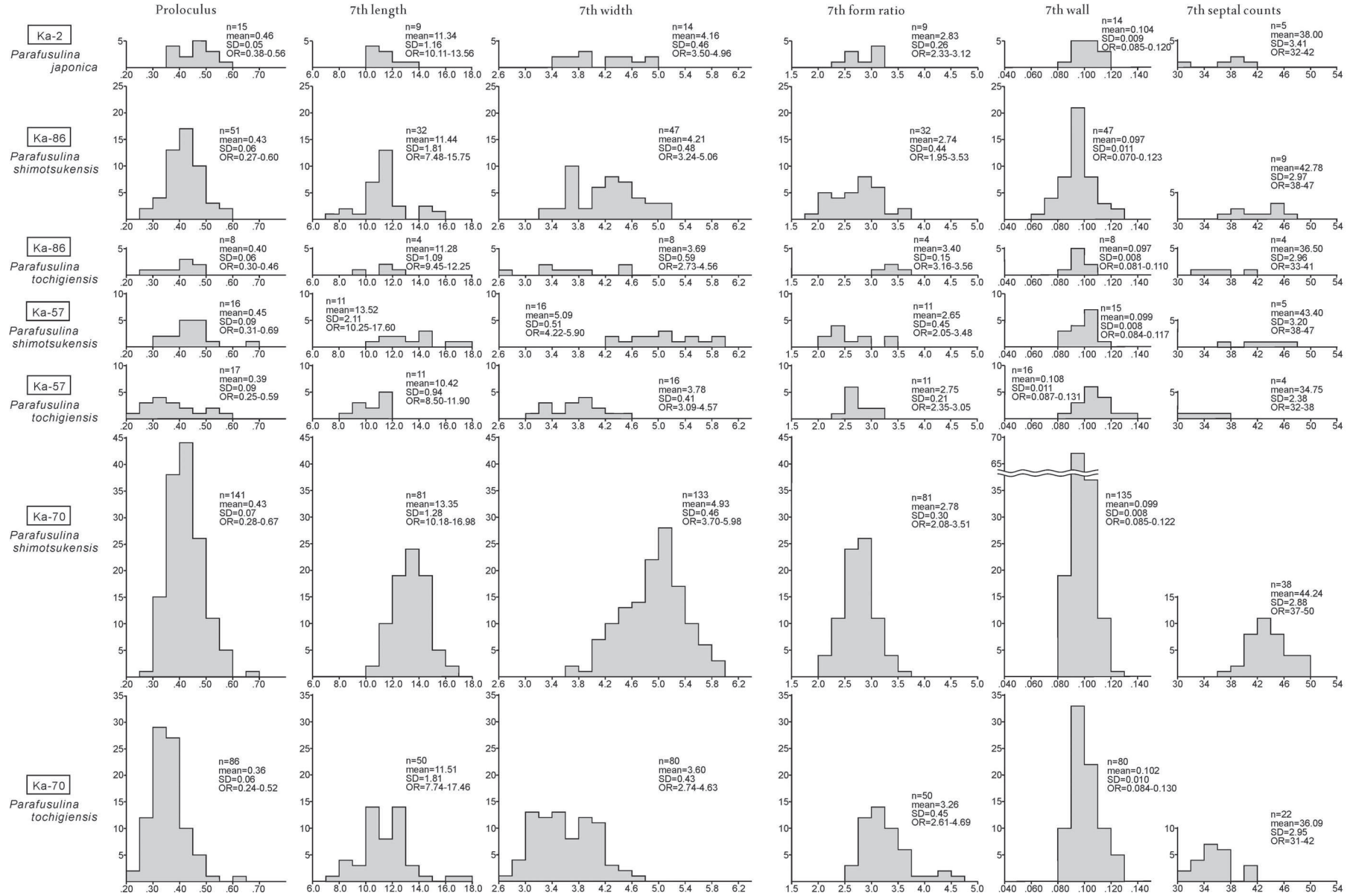


Figure33. Frequency distribution histograms and statistical values in *Parafusulina japonica*, *P. shimotsukensis*, and *P. tochiensis* from nine samples of the upper part of the Nabeyama Formation (Part 1).

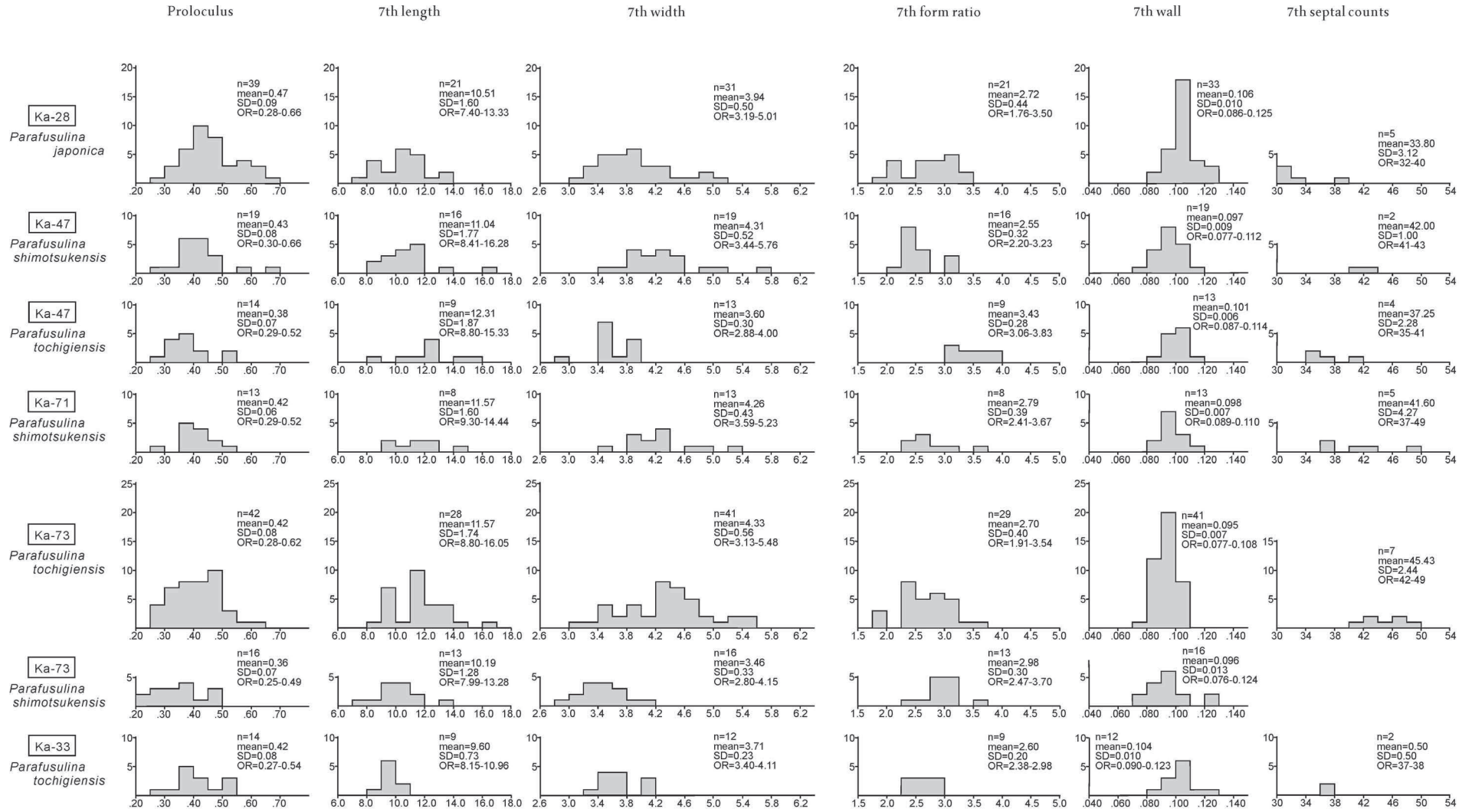


Figure34. Frequency distribution histograms and statistical values in *Parafusulina japonica*, *P. shimotsukensis*, and *P. tochiensis* from nine samples of the upper part of the Nabeyama Formation (Part 2).

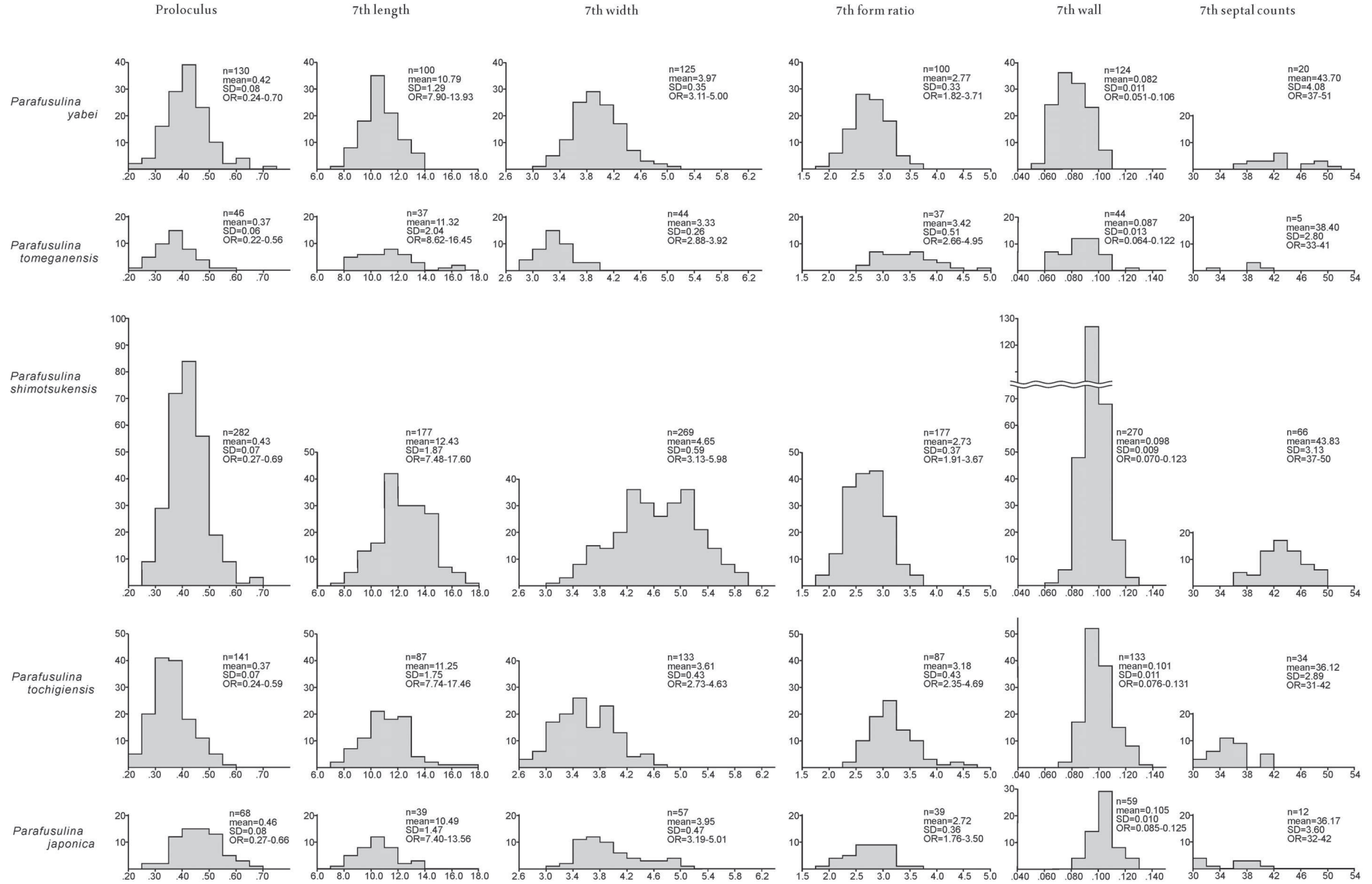


Figure35. Frequency distribution histograms and statistical values in *Parafusulina yabei*, *P. tomeanensis*, *P. shimotsukensis*, *P. tochiensis*, and *P. japonica* in the Nabeyama Formation.

Appendix Tables 1-20 Abbreviations used in these tables are, Reg. No.: registered number of the specimen illustrated in this paper; Whorl: the number of whorl of the test; P: proloculus size in mm; 7th L: length of the seventh whorl in mm; 7th W: width of the seventh whorl in mm; 7th R: form ratio of the seventh whorl; 7th Wall: wall thickness of the seventh whorl in mm; 7th S: septal count of the seventh whorl; This paper: location of the specimen illustrated in this paper; K. ('06): location of the specimen illustrated in Kobayashi (2006a).

Tables 1 *Parafusulina yabei* Hanzawa in Ya-27

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-006368	8.5	0.42	9.47	4.19	2.26	0.090		Fig. 4-7	
D2-006369	8.5	0.38	9.99	3.86	2.59	0.078		Fig. 4-7	
D2-006373	8.6	0.49	—	4.36	—	0.086	43	Fig. 4-12	
D2-006374	8.5	0.33	11.60	3.60	3.22	0.090		Fig. 4-2	Fig. 7.20
D2-006377	8	0.31	10.43	3.74	2.79	0.086		Fig. 4-10	
D2-006378	8.3	0.44	—	3.92	—	0.089	38?	Fig. 4-5	
D2-006379	7.8	0.43	—	4.07	—	0.088	44	Fig. 4-9	
D2-006380	8.5	0.40	9.78	3.87	2.53	0.074		Fig. 4-11	
D2-006381	9	0.41	9.18	3.20	2.87	0.070		Fig. 4-6	
D2-006383	8	0.40	10.95	4.42	2.84	0.081		Fig. 4-8	
D2-006384	8.6	0.42	—	4.09	—	0.077	39	Fig. 4-4	
D2-006386	7.8	0.24	—	3.93	—	0.068	37	Fig. 4-3	

Tables 2 *Parafusulina tomeanensis* Chisaka and Fuse in Ya-27

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-006370	7.5	0.34	16.45	3.32	4.95	0.096		Fig. 4-14	Fig. 8.4
D2-006375	8	0.35	9.40	2.97	3.16	0.069		Fig. 4-13	
D2-006376	8.5	0.40	10.38	3.34	3.11	0.101		Fig. 4-15	

Tables 3 *Parafusulina yabei* Hanzawa in Ya-30

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-006402	7	0.37	13.08	4.46	2.93	0.085		Fig. 5-14	
D2-006403	7.5	0.48	10.42	4.00	2.61	0.085		Fig. 5-25	
D2-006404	7.5	0.70	11.56	4.13	2.80	0.081		Fig. 5-32	
D2-006405	7	0.46	10.49	3.63	2.89	0.099		Fig. 6-10	
D2-006406	7.5	0.41	12.40	4.13	3.00	0.088		Fig. 5-44	
D2-006407	7.5	0.39	11.83	3.77	3.14	0.070		Fig. 6-5	
D2-006408	8	0.56	10.70?	3.54	3.02?	0.073		Fig. 5-36	
D2-006411	8	0.40	10.13	3.59	2.82	0.072		Fig. 5-39	
D2-006412	7.5	0.33	13.25	4.16	3.19	0.080		Fig. 5-43	
D2-006414	7	0.52	10.45	4.27	2.45	0.093		Fig. 6-11	
D2-006415	8	0.38	10.22	3.24	3.15	0.074		Fig. 5-31	
D2-006416	7	0.33	12.60	4.00	3.15	0.077		Fig. 5-34	
D2-006417	8	0.50	11.30	3.79	2.98	0.080		Fig. 5-22	
D2-006418	8.5	0.41	10.41	3.78	2.75	0.086		Fig. 5-7	
D2-006419	7.5	0.40	11.85	3.60	3.29	0.089		Fig. 5-28	
D2-006421	9	0.48	10.28	3.57	2.82	0.086		Fig. 5-1	Fig. 7.1
D2-006422	8	0.53	11.92	3.90	3.06	0.101		Fig. 5-23	
D2-006424	8	0.44	10.04	3.83	2.62	0.097		Fig. 5-15	
D2-006428	8	0.50	11.12	3.90	2.85	0.087		Fig. 5-6	
D2-006429	8.5	0.43	11.05?	3.94	2.80?	0.058		Fig. 5-11	
D2-006430	7.5	0.30	12.05	3.50	3.44	0.086		Fig. 5-30	
D2-006433	6.5	0.39	—	—	—	—		Fig. 6-12	
D2-006434	8.5	0.31	9.08	5.00	1.82	0.070		Fig. 6-7	
D2-006436	8.5	0.45	7.90	3.11	2.54	0.064		Fig. 6-6	
D2-006437	8	0.41	10.95	3.61	3.03	0.075		Fig. 6-4	Fig. 7.13
D2-006438	7	0.53	12.48	4.25	2.94	0.078		Fig. 5-21	
D2-006439	8.5	0.42	8.48	3.81	2.23	0.051		Fig. 5-29	Fig. 7.2
D2-006440	9	0.37	8.78	3.69	2.38	0.090		Fig. 5-10	
D2-006441	8	0.42	13.75	4.38	3.14	0.098		Fig. 5-9	Fig. 7.18
D2-006442	8.5	0.30	10.42?	3.50	2.98?	0.077		Fig. 5-41	
D2-006444	7	0.60	10.67	4.32	2.47	0.091		Fig. 5-38	
D2-006445	9	0.38	9.75	3.66	2.66	0.074		Fig. 5-2	Fig. 7.10
D2-006446	8	0.47	10.55	3.89	2.71	0.079		Fig. 5-20	
D2-006447	7.5	0.45	11.92	4.13	2.89	0.064		Fig. 5-35	
D2-006448	8	0.35	10.99	3.76	2.92	0.093		Fig. 5-8	Fig. 7.4
D2-006450	8	0.47	11.21	4.30	2.61	0.069		Fig. 6-3	
D2-006452	7.5	0.33	12.58	3.92	3.21	0.072		Fig. 5-12	
D2-006454a	8.5	0.59	9.74	3.74	2.60	0.098		Fig. 6-1	Fig. 7.8
D2-006454b	8	0.44	13.21	3.90	3.39	0.093		Fig. 5-4	
D2-006457	6.5	0.49	—	—	—	—		Fig. 5-33	
D2-006461	9	0.41	10.82	4.06	2.67	0.088		Fig. 6-2	
D2-006462	7.5	0.44	11.35	3.76	3.02	0.090		Fig. 5-13	
D2-006463	7.5	0.46	11.32	3.70	3.06	0.083		Fig. 5-19	
D2-006466	7	0.60	12.92	4.50	2.87	0.072		Fig. 5-3	
D2-006467	7.5	0.61	11.40	4.26	2.68	0.072		Fig. 5-24	
D2-006468	8	0.49	9.90	4.12	2.40	0.070		Fig. 5-27	
D2-006469	7	0.41	12.18	4.16	2.93	0.094		Fig. 6-9	
D2-006472	8.5	0.37	10.90	3.37	3.23	0.102		Fig. 5-5	Fig. 7.17
D2-006489	9	0.39	—	3.67	—	0.076		Fig. 5-40	
D2-006490	9	0.32	10.75	3.47	3.10	0.092		Fig. 5-42	
D2-006492	7	0.40	10.55	4.02	2.62	0.085		Fig. 6-8	
D2-006493	8.5	0.38	10.01	3.69	2.71	0.094		Fig. 5-18	
D2-006496	8.8	0.40	—	3.84	—	0.082	40	Fig. 5-17	
D2-006497	8.6	0.39	—	3.90	—	0.074	42	Fig. 5-16	Fig. 7.16
D2-006498	7.3	0.33	—	3.30	—	0.070	40	Fig. 5-37	
D2-006502	7.3	0.49	—	4.67	—	0.094	43	Fig. 5-26	Fig. 7.6

Tables 4 *Parafusulina tomeanensis* Chisaka and Fuse in Ya-30

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-006413	7.5	0.37	9.84	3.29	2.99	0.064		Fig. 7-13	
D2-006473	7	0.37	8.62	3.21	2.69	0.070		Fig. 7-3	Fig. 8.17
D2-006474	8.5	0.33	8.95	3.00	2.98	0.081		Fig. 7-11	
D2-006476	9	0.22	8.84	3.02	2.93	0.094		Fig. 7-5	
D2-006478	8	0.31	11.31	3.31	3.42	0.071		Fig. 7-7	
D2-006479	8	0.37	16.45	3.58	4.50	0.070		Fig. 7-1	Fig. 8.2
D2-006480	8	0.44	11.15?	3.14	3.55?	0.079		Fig. 7-8	
D2-006481	7.5	—	10.42	2.96	3.52	0.101		Fig. 7-12	
D2-006482	9	0.42	9.49	2.88	3.30	0.083		Fig. 7-6	Fig. 8.9
D2-006483	7.5	0.32	11.75	3.92	3.00	0.088		Fig. 7-9	
D2-006485	8	0.38	12.35?	3.24	3.81?	0.068		Fig. 7-4	
D2-006488	8.5	0.28	9.14	3.24	2.82	0.088		Fig. 7-14	
D2-006494	8.5	0.31	13.74	3.34	4.01	0.074		Fig. 7-2	Fig. 8.6
D2-006499	8.4	0.30	—	3.13	—	0.080	33	Fig. 7-10	Fig. 8.5

Tables 5 *Parafusulina yabei* Hanzawa in Ya-32

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-006527	8	0.42	9.50	3.97	2.39	0.093		Fig. 9-47	
D2-006528	8	0.50	10.69	4.11	2.60	0.070		Fig. 9-41	
D2-006530a	9	0.46	—	4.31	—	0.089		Fig. 8-7	Fig. 7.5
D2-006530b		0.49							
D2-006531	9	0.38	10.47	3.79	2.76	0.070		Fig. 8-5	Fig. 7.11
D2-006533	7.5	0.37	10.25	4.25	2.41	0.085		Fig. 9-10	
D2-006534	8	0.49	10.76	4.31	2.50	0.067		Fig. 9-28	
D2-006535	8.5	0.40	8.57	3.84	2.23	0.078		Fig. 9-12	
D2-006536	8	0.36	9.90	3.87	2.56	0.069		Fig. 9-46	
D2-006537	8	0.43	9.05?	4.46	2.03?	0.078		Fig. 9-29	
D2-006538	8	0.37	10.99	3.36	3.27	0.095		Fig. 9-38	
D2-006539	6.5	0.64	—	—	—	—		Fig. 9-49	
D2-006540	8	0.40	10.66	3.84	2.78	0.091		Fig. 8-6	
D2-006541	7.7	0.42	—	4.51	—	0.096	43	Fig. 9-33	Fig. 7.7
D2-006542	9	0.46	8.65	3.56	2.43	0.073		Fig. 9-26	
D2-006543	7	0.36	12.72	3.93	3.24	0.078		Fig. 8-8	
D2-006544	8.5	0.39	10.33	3.59	2.88	0.104		Fig. 8-9	
D2-006545	7	0.37	11.55	4.31	2.68	0.069		Fig. 9-48	
D2-006546	8	0.44	11.65	3.84	3.03	0.100		Fig. 9-9	
D2-006547	8	0.41	10.29	3.75	2.74	0.069		Fig. 9-20	
D2-006551	7.5	0.48	10.02	3.79	2.64	0.074		Fig. 9-3	
D2-006552	7.5	0.25?	—	4.88	—	0.103	50	Fig. 9-37	
D2-006553	8	0.38	9.49	3.88	2.45	0.070		Fig. 9-7	
D2-006554	7.5	0.52	10.96	4.32	2.54	0.078		Fig. 9-21	
D2-006555	8.5	0.39	9.66	3.91	2.47	0.078		Fig. 9-42	
D2-006556	8	0.40	13.85	3.73	3.71	0.096		Fig. 8-2	Fig. 7.19
D2-006557	9	0.37	9.42	3.83	2.46	0.064		Fig. 8-10	
D2-006559	8.7	0.45	—	4.08	—	0.082	43	Fig. 9-36	
D2-006560	7.1	0.51	—	4.19	—	0.064	42?	Fig. 9-27	Fig. 7.3
D2-006561	8.2	0.45	—	4.11	—	0.066	—	Fig. 8-12	
D2-006562	8.2	0.43	—	4.66	—	0.075	47	Fig. 9-35	
D2-006566	8	0.37	8.54	3.93	2.17	0.078		Fig. 9-8	
D2-006572	8.5	0.49	11.35	4.78	2.37	0.092		Fig. 9-2	Fig. 7.9
D2-006573	8.5	0.34	9.68	3.53	2.74	0.078		Fig. 9-39	
D2-006574	7.5	0.47	11.03	3.95	2.79	0.081		Fig. 9-45	
D2-006599	8.5	0.41	10.94	4.08	2.68	0.102		Fig. 9-16	
D2-006601	8	0.30	13.93	4.20	3.32	0.080		Fig. 8-4	
D2-006614	7.8	0.47	—	4.44	—	0.078	49?	Fig. 9-34	
D2-006616	7	0.34	12.95	4.95	2.62	0.065		Fig. 9-6	
D2-006617	8.2	0.25?	—	4.48	—	0.070	51	Fig. 9-30	
D2-006621	8.6	0.41	—	4.34	—	0.089	48	Fig. 9-31	
D2-006622	9	0.31	—	4.10	—	0.066	—	Fig. 9-24	
D2-006623a	8.7	0.28	—	4.12	—	0.082	50	Fig. 9-32	Fig. 7.10
D2-006623b	8.3	0.27	—	4.34	—	0.077	44	Fig. 9-25	
D2-006624	8	0.52	8.82	3.98	2.22	0.088		Fig. 9-44	
D2-006626	9	0.44	8.88	3.96	2.24	0.088		Fig. 9-17	
D2-006629	8.5	0.37	12.95	3.68	3.52	0.077		Fig. 8-1	
D2-006630	9	0.38	8.60	3.55	2.42	0.069		Fig. 9-15	
D2-006633	8	0.50	—	3.78	—	0.106		Fig. 9-43	
D2-006635	8.5	0.47	9.84	4.12	2.39	0.096		Fig. 9-13	
D2-006637	8.5	0.36	11.07	3.95	2.80	0.071		Fig. 9-1	
D2-006639	7	0.38	10.50?	3.55?	2.96?	—		Fig. 8-3	
D2-006641	7	0.35	12.05	4.32	2.79	0.099		Fig. 9-5	
D2-006642	8	0.43	10.70?	4.18	2.56?	0.067		Fig. 9-14	
D2-006643	8	0.41	11.91	4.27	2.79	0.090		Fig. 9-11	
D2-006644	8.5	0.40	9.97	3.88	2.57	0.075		Fig. 9-19	
D2-006650	8.5	0.32	11.61	3.66	3.17	0.082		Fig. 9-18	
D2-006651	8	0.39	11.10	4.19	2.65	0.095		Fig. 8-11	
D2-006654	8	0.41	10.55	3.86	2.73	0.101		Fig. 9-23	
D2-006658	8.8	0.24?	—	4.19	—	0.076	41	Fig. 9-40	
D2-006659	6	0.41	—	—	—	—		Fig. 9-4	
D2-006660	9	0.34	9.93	3.67	2.71	0.096		Fig. 9-22	

Tables 6 *Parafusulina tomeganiensis* Chisaka and Fuse in Ya-32

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-006529	6	0.47	—	—	—	—		Fig. 10-25	
D2-006545	8	0.40	11.10	2.91	3.81	0.092		Fig. 10-16	Fig. 8.18
D2-006548	7.7	0.37	—	3.41	—	0.102	39	Fig. 10-10	Fig. 8.12
D2-006549	7.5	0.38	8.96	3.37	2.66	0.098		Fig. 10-23	
D2-006550	8	0.33	12.57	3.31	3.80	0.105		Fig. 10-27	Fig. 8.10
D2-006563	8	0.43	10.17	3.56	2.86	0.087		Fig. 10-19	
D2-006567a	7.5	0.46	12.85?	3.37	3.81?	0.097		Fig. 10-21	
D2-006567b	8	0.37	11.25?	3.27	3.44?	0.081		Fig. 10-15	
D2-006568	9	0.40	13.65	3.29	4.15	0.071		Fig. 10-1	Fig. 8.1
D2-006569	8	0.39	12.95	3.57	3.63	0.094		Fig. 10-9	
D2-006570	8.5	0.36	12.16	3.45	3.52	0.094		Fig. 10-5	Fig. 8.11
D2-006571	9	0.31	10.05	2.94	3.42	0.086		Fig. 10-13	Fig. 8.15
D2-006575	7	0.40	—	—	—	—		Fig. 10-20	
D2-006576	8.5	0.37	11.38	3.20	3.56	0.084		Fig. 10-6	
D2-006578	8	0.29	10.63	3.09	3.44	0.072		Fig. 10-26	
D2-006581	8	0.38	11.78	3.26	3.61	0.095		Fig. 10-4	Fig. 8.8
D2-006583	8	0.37	15.70?	3.81	4.12?	0.105		Fig. 10-2	
D2-006584	7.5	0.43	12.66	3.84	3.30	0.110		Fig. 10-8	
D2-006586	7	0.39	13.05	3.55	3.68	0.070?		Fig. 10-12	
D2-006587	8.5	0.36	8.80	3.15	2.79	0.095		Fig. 10-28	
D2-006589	8	0.32	9.46	3.08	3.07	0.081		Fig. 10-29	
D2-006591	8	0.56	9.67	3.49	2.77	0.086		Fig. 10-18	
D2-006592	8.5	0.34	—	3.75	—	0.069	40	Fig. 10-3	
D2-006593	8.8	0.51	—	3.69	—	0.083	39?	Fig. 10-14	
D2-006594	7.6	0.45	—	3.52	—	0.086	41	Fig. 10-30	Fig. 8.3
D2-006600	6.5	0.28	—	—	—	—		Fig. 10-17	
D2-006646	8	0.29	—	3.45	—	0.098		Fig. 10-7	
D2-006648	8.5	0.45	—	3.44	—	0.093		Fig. 10-22	
D2-006652	7.5	0.32	10.10	3.15?	3.21?	0.095		Fig. 10-11	
D2-006657	8.5	0.28	11.56	3.67	3.15	0.122		Fig. 10-24	

Tables 7 *Parafusulina japonica* (Gumbel) in Ka-2

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-006763	7.9	0.40	—	4.51	—	0.099	40	Fig. 11-10	Fig. 12.25
D2-006764	7.9	0.38	—	4.48	—	0.098	42	Fig. 11-6	
D2-006765	8.5	0.40	10.19	3.86	2.64	0.110		Fig. 11-1	Fig. 12.1
D2-006767	8.5	0.48	12.90?	4.24	3.04?	0.112		Fig. 11-2	Fig. 12.10
D2-006768	7	0.53	13.56	4.35	3.12	0.104		Fig. 11-3	
D2-006769	7.4	0.41	—	3.56	—	0.109	37?	Fig. 11-15	
D2-006771	7	0.51	10.60	3.93	2.70	0.100		Fig. 11-7	
D2-006772	7.5	0.46	11.54	4.96	2.33	0.106		Fig. 11-14	
D2-006774	7.6	0.39	—	4.64	—	0.116	32	Fig. 11-11	
D2-006776	8	0.47	10.19	3.90	2.61	0.097		Fig. 11-13	
D2-006777	7.5	0.51	11.55	3.75?	3.08?	0.102		Fig. 11-8	
D2-006778	7.3	0.48	—	4.85	—	0.120	39	Fig. 11-9	
D2-006779	6.5	0.56	—	—	—	—		Fig. 11-12	
D2-006780	7.5	0.50	11.45	3.77?	3.04?	0.097		Fig. 11-4	
D2-006781	8.5	0.45	10.11	3.50	2.89	0.085		Fig. 11-5	

Tables 9 *Parafusulina tochiensis* Kobayashi in Ka-86

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-008288	8	0.30	12.25?	3.59	3.41	0.081		Fig. 13-26	
D2-008312	8.1	0.42	—	3.89	—	0.105	37	Fig. 13-31	
D2-008324	7.3	0.46	—	4.56	—	0.097	41	Fig. 13-29	
D2-008343	8	0.44	11.50	3.64	3.16	0.110		Fig. 13-25	
D2-008344	8	0.33	9.45?	2.73	3.46	0.097		Fig. 13-27	
D2-008345	7.8	0.46	—	4.53	—	0.097	35	Fig. 13-30	
D2-008346	8.5	0.37	—	3.21	—	0.094	33	Fig. 13-28	
D2-008347	8	0.45	11.92	3.35	3.56	0.098		Fig. 13-24	

Tables 10 *Parafusulina shimotsukensis* Kobayashi in Ka-57

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-007573	9	0.41	11.65?	4.71	2.47?	0.093		Fig. 14-12	
D2-007574	9	0.31	10.25	4.89	2.10	0.117		Fig. 14-8	
D2-007575	8	0.47	11.06	5.40	2.05	0.107		Fig. 14-15	
D2-007577	7.5	0.47	14.45	5.83	2.48	0.106		Fig. 14-6	Fig. 10.9
D2-007578	7	0.49	17.60?	5.06	3.48?	0.085		Fig. 14-13	
D2-007581	7.5	0.53	12.30?	4.22	2.91?	0.084		Fig. 14-16	
D2-007582	7.8	0.42	—	5.61	—	0.104	46	Fig. 14-3	
D2-007584	7.5	0.45	14.81	4.35	3.40	0.099		Fig. 14-2	
D2-007588	9	0.50	14.28	5.13	2.78	0.101		Fig. 14-9	
D2-007591	8.5	0.39	12.77	5.54	2.31	0.106		Fig. 14-7	
D2-007592	8.5	0.48	13.39	5.60	2.39	0.102		Fig. 14-1	
D2-007594	8.2	0.41	—	4.92	—	0.101	38	Fig. 14-10	
D2-007598	7	0.69	16.15?	5.90?	2.74?	—		Fig. 14-14	
D2-007606	8.3	0.40	—	4.41	—	0.090	44	Fig. 14-5	
D2-007609	7.6	0.42	—	4.75?	—	0.095	47	Fig. 14-4	
D2-007618	8.8	0.32	—	5.05?	—	0.098	42	Fig. 14-11	

Tables 8 *Prasfusulina shimotsukensis* Kobayashi in Ka-86

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-008278	8.5	0.42	11.45?	4.70	2.44?	0.119		Fig. 13-13	
D2-008279	8.5	0.42	—	4.30?	—	0.092		Fig. 12-10	
D2-008282	8.5	0.27	—	—	—	—		Fig. 13-2	
D2-008283	9	0.42	11.07?	3.69	3.00?	0.080		Fig. 13-10	
D2-008284	7.5	0.43	10.25	4.84	2.12	0.099		Fig. 12-19	
D2-008286	9.5	0.43	11.28	4.13	2.73	0.103		Fig. 12-21	
D2-008290	8.5	0.44	11.05?	4.60	2.40	0.095		Fig. 12-23	
D2-008292	8.5?	0.52	—	—	—	—		Fig. 12-14	
D2-008293	9	0.45	11.50	3.27	3.52	0.070		Fig. 12-2	
D2-008294	8	0.46	14.47	4.57	3.17	0.109		Fig. 12-7	
D2-008295	8.6	0.38	—	4.41	—	0.106	45?	Fig. 12-3	
D2-008296	8.4	0.42	—	4.21	—	0.088	40	Fig. 13-21	
D2-008297	8.8	0.42	—	4.49	—	0.089	40?	Fig. 13-22	
D2-008299	9.5	0.39	10.40	4.29	2.42	0.109		Fig. 12-27	
D2-008301	8	0.46	—	—	—	—		Fig. 13-7	
D2-008304	8.5	0.40	14.20?	4.42	3.21?	0.113		Fig. 12-9	
D2-008306	8.5	0.48	—	3.60	—	0.079		Fig. 12-5	
D2-008307	9.5	0.49	11.02	4.95	2.23	0.096		Fig. 12-11	
D2-008308	7.7	0.40	—	5.06	—	0.100	46	Fig. 13-15	
D2-008309	9	0.51	—	5.06	—	0.090		Fig. 12-4	
D2-008311	7.5	0.46	—	4.31	—	0.122		Fig. 13-14	
D2-008313	8.5	0.32	11.76	4.13	2.85	0.088		Fig. 13-12	
D2-008317	9	0.33	10.55?	3.72	2.84?	0.095		Fig. 13-8	
D2-008318	8.5	0.59	14.20?	4.77	2.98	0.100		Fig. 12-12	
D2-008320	8.5	0.44	—	—	—	—		Fig. 12-15	
D2-008322	8.5	0.38	—	4.41	—	0.101		Fig. 12-20	
D2-008323	9.6	0.37	—	3.49	—	0.095	38	Fig. 13-20	
D2-008326	8	0.45	11.60	5.01	2.32	0.112		Fig. 12-25	
D2-008327	9.5	0.36	—	3.24	—	0.096		Fig. 13-5	
D2-008329	9	0.30	7.48	3.84	1.95	0.088		Fig. 12-16	
D2-008330	8.5	0.40	9.60	4.66	2.06	0.090		Fig. 12-22	
D2-008331	9	0.33	10.29	3.70	2.78	0.099		Fig. 12-18	
D2-008332	8.6	0.41	—	3.73	—	0.091	43	Fig. 13-17	
D2-008333	10.2	0.35	—	4.13	—	0.089	45	Fig. 13-23	
D2-008334	8.5	0.47	11.80	4.16	2.84	0.104		Fig. 12-26	
D2-008335	8.5	0.48	10.77	4.25	2.53	0.123		Fig. 12-24	
D2-008336	8.3	0.39	—	4.51	—	0.098	47	Fig. 13-16	
D2-008337	7.5	0.49	11.10?	4.19	2.65?	0.085		Fig. 12-13	
D2-008338	7	0.54	15.75?	4.80	3.28?	0.102		Fig. 13-1	
D2-008339	9.5	0.60	8.20?	3.89	2.11?	0.078		Fig. 13-18	
D2-008340	9	0.40	10.69	3.67	2.91	0.096		Fig. 13-9	
D2-008341	8.5	0.44	8.39	4.10	2.05	0.099		Fig. 12-6	
D2-008342	8.5	0.44	12.35?	4.83	2.56?	0.105		Fig. 13-3	
D2-008344	8.6	0.43	—	4.30	—	0.077	41	Fig. 13-19	Fig. 10.2
D2-008348	8.5	0.38	10.46	3.68	2.84	0.091		Fig. 12-28	
D2-008349	9	0.37	12.14	3.79	3.20	0.096		Fig. 13-6	
D2-008350	9	0.39	11.75	3.73	3.15	0.094		Fig. 12-8	
D2-008351	8.5	0.46	12.02	3.77	3.19	0.099		Fig. 13-4	
D2-008352	9	0.50	11.56	4.33	2.67	0.100		Fig. 12-17	
D2-008353	8.5	0.44	15.09	4.28	3.53	0.098		Fig. 12-1	Fig. 10.1
D2-008354	8.5	0.43	11.70?	3.66	3.20?	0.094		Fig. 13-11	

Tables 11 *Parafusulina tochiensis* Kobayashi in Ka-57

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-007576	8	0.55	11.90?	3.95	3.01?	0.114		Fig. 15-2	
D2-007579	9.4	0.29	—	3.31	—	0.096	36	Fig. 15-11	
D2-007580	9.5	0.33	—	3.74	—	0.110	38	Fig. 15-16	
D2-007583	8.5	0.28	10.09	3.94	2.56	0.112		Fig. 15-8	
D2-007585	9.5	0.33	8.50?	3.09	2.75?	0.097		Fig. 15-10	
D2-007586	8	0.32	11.13	3.84	2.90	0.108		Fig. 15-5	
D2-007590	8.2	0.30	—	3.72	—	0.096	32	Fig. 15-17	
D2-007597	8	0.46	—	4.57	—	0.124		Fig. 15-1	
D2-007602	7	0.42	9.85	4.20	2.35	0.110		Fig. 15-14	
D2-007603	9.3	0.40	—	3.26	—	0.105	33	Fig. 15-15	
D2-007604	7.5	0.59	11.10?	4.20	2.64?	0.105		Fig. 15-4	
D2-007607	8.5	0.40	11.30?	4.30	2.63	0.102		Fig. 15-3	
D2-007608	8	0.35	11.15?	3.73	2.99?	0.131		Fig. 15-12	
D2-007608	8	0.51	9.55?	3.60	2.65?	0.112		Fig. 15-13	
D2-007608	6.7	0.41	—	—	—	—	—	Fig. 15-7	
D2-007608	8.5	0.25	10.20	3.81	2.68	0.111		Fig. 15-6	
D2-007608	8	0.39	9.80	3.21	3.05	0.087		Fig. 15-9	

Tables 12 *Parafusulina shimotsukensis* Kobayashi in Ka-70

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-007635	8	0.31	11.78	3.73	3.16	0.096		Fig. 18-25	
D2-007636	8	0.38	12.85	5.40	2.38	0.103		Fig. 18-18	
D2-007638	8.5	0.41	11.45	5.21	2.20	0.090		Fig. 16-21	
D2-007639	8	0.44	13.45	5.62	2.39	0.096		Fig. 18-19	
D2-007642	8.4	0.40	—	5.16	—	0.091	46	Fig. 20-4	
D2-007643	8.3	0.37	—	5.16	—	0.093	46	Fig. 20-8	
D2-007644	9	0.35	—	4.12	—	0.091		Fig. 17-12	
D2-007646	6.7	0.38	—	—	—	—		Fig. 20-35	
D2-007649	8.5	0.50	—	5.11	—	0.097		Fig. 18-4	
D2-007651	8.6	0.47	—	4.24	—	0.096	43	Fig. 20-38	
D2-007653	8	0.44	13.80?	5.42?	2.55	0.120		Fig. 17-2	
D2-007655	8.4	0.43	—	—	—	0.096	42	Fig. 20-19	
D2-007656	8.5	0.36	11.54	3.88	2.97	0.098		Fig. 18-24	
D2-007658	8.5	0.35	—	4.98	—	0.093	41	Fig. 20-11	
D2-007663	8	0.40	13.25	5.28	2.51	0.103		Fig. 17-18	
D2-007664	7.8	0.46	—	5.47	—	0.101	49	Fig. 20-12	
D2-007666	7.5	0.60	—	5.46	—	0.095	50?	Fig. 20-39	
D2-007668	9	0.47	—	4.50	—	0.102		Fig. 16-3	
D2-007671	7.5	0.43	—	—	—	0.110		Fig. 19-14	
D2-007672	8	0.31	—	4.90	—	0.120		Fig. 17-9	
D2-007678	8	0.50	11.77	4.55	2.59	0.086		Fig. 17-6	
D2-007682	8	0.60	—	—	—	—		Fig. 18-29	
D2-007684	8	0.44	12.40	4.59	2.70	0.103		Fig. 18-27	
D2-007689	8.7	0.36	—	4.46	—	0.090	—	Fig. 20-41	
D2-007692	8.5	0.40	14.45	4.23	3.42	0.094		Fig. 18-11	
D2-007695	8	0.54	14.51	4.96	2.93	0.098		Fig. 18-6	
D2-007696	8.3	0.42	—	5.28	—	0.109	44	Fig. 20-16	
D2-007699	8.3	0.37	—	4.91	—	0.100	43	Fig. 20-10	
D2-007700	8.9	0.39	—	5.03	—	0.093	43	Fig. 20-1	
D2-007701	8.5	0.45	12.33	4.96	2.49	0.104		Fig. 17-19	
D2-007702	8.5	0.49	—	5.10	—	0.089	37	Fig. 20-3	
D2-007703	8	0.60	14.60?	5.37?	2.72?	0.100		Fig. 18-10	
D2-007705	8.3	0.47	—	4.80	—	0.097	44	Fig. 20-5	
D2-007706	8	0.34	13.75?	5.20	2.64?	0.110		Fig. 17-25	
D2-007711	8	0.44	14.66	5.14	2.85	0.103		Fig. 16-13	
D2-007715	8	0.40	13.27?	5.29	2.51?	0.102		Fig. 17-20	
D2-007718	8.5	0.44	13.02	4.63	2.81	0.098		Fig. 17-27	
D2-007719	8	0.42	—	4.84	—	0.120	40	Fig. 20-14	
D2-007720	8.5	0.39	15.06	5.36	2.81	0.116		Fig. 16-11	
D2-007722	7.5	0.48	—	5.06	—	0.100		Fig. 19-3	
D2-007728	8.5	0.33	—	4.86	—	0.100	42	Fig. 20-40	
D2-007732	8	0.51	13.16	5.04	2.61	0.122		Fig. 16-23	
D2-007734	7.5	0.36	13.90?	4.85	2.87	0.105		Fig. 18-26	
D2-007735	8	0.33	—	5.98	—	0.101		Fig. 16-15	
D2-007737	8.5	0.32	12.85	4.86	2.64	0.100		Fig. 18-9	
D2-007738	8	0.57	13.93	4.64	3.00	0.098		Fig. 19-11	
D2-007739	8	0.40	12.44	4.57	2.72	0.098		Fig. 19-6	
D2-007740	8.5	0.43	12.04	5.13	2.35	0.100		Fig. 18-14	
D2-007741	8	0.44	12.72	5.40	2.36	0.110		Fig. 16-20	
D2-007742	7.5	0.40	14.14	4.69	3.01	0.105		Fig. 18-22	
D2-007743	7.5	0.41	14.50	4.71	3.08	0.091		Fig. 19-2	
D2-007744	7.5	0.28	13.14?	4.76	2.76?	0.100		Fig. 19-17	
D2-007745	8	0.42	12.44	4.54	2.74	0.112		Fig. 16-26	
D2-007746	7.5	0.49	12.74	4.57	2.79	0.095		Fig. 19-5	Fig. 9.7
D2-007747	8	0.47	—	4.79	—	0.106		Fig. 19-12	
D2-007748	7.5	0.48	—	5.11	—	0.106		Fig. 18-15	
D2-007749	8.5	0.41	11.83	4.62	2.56	0.096		Fig. 17-23	
D2-007750a	8.1	—	—	5.29	—	0.091	41	Fig. 20-13	
D2-007750b	9	0.42	10.45	4.14	2.52	0.094		Fig. 19-10	
D2-007752	7.5	0.40	12.31	5.80	2.12	0.109		Fig. 16-18	
D2-007753	8	0.45	—	5.04	—	0.105		Fig. 17-3	
D2-007754	8.5	0.43	12.09	4.85	2.49	0.105		Fig. 18-3	
D2-007755	8	0.41	13.50	5.25	2.57	0.098		Fig. 17-16	
D2-007756	8	0.33	13.29	4.60?	2.89?	0.086		Fig. 19-7	
D2-007759	6.5	0.46	—	—	—	—		Fig. 16-12	
D2-007760	8	0.42	14.40	5.05	2.85	0.100		Fig. 18-23	
D2-007761	9	0.54	12.21	5.16	2.37	0.102		Fig. 16-2	Fig. 10.10
D2-007762	8.5	0.40	14.20	5.28	2.69	0.112		Fig. 16-19	
D2-007763	9	0.49	14.55?	4.15	3.51	0.087		Fig. 16-8	
D2-007764	8.5	0.38	14.15	4.80	2.95	0.100		Fig. 17-21	
D2-007765	8.5	0.39	14.10	4.68	3.01	0.118		Fig. 18-8	
D2-007766	8	0.38	14.38	4.83	2.98	0.106		Fig. 16-25	
D2-007767	7.5	0.48	14.46	5.41	2.67	0.099		Fig. 16-5	
D2-007768	8	0.42	15.52	5.33	2.91	0.110		Fig. 16-14	
D2-007769	9.5	0.39	11.54	4.17	2.77	0.088		Fig. 17-10	
D2-007770	8	0.47	13.40	5.29	2.53	0.109		Fig. 17-22	
D2-007771	8.5	0.43	13.60?	4.84	2.81?	0.099		Fig. 17-11	
D2-007772	8.5	0.44	12.69	4.39	2.89	0.103		Fig. 18-16	
D2-007773	7.6	0.45	—	5.66	—	0.090	49	Fig. 20-27	
D2-007774	9	0.46	13.36	4.91	2.72	0.102		Fig. 16-1	Fig. 9.4
D2-007775	8.5	0.42	14.58	4.37	3.34	0.085		Fig. 17-4	Fig. 9.6
D2-007776	8	0.35	13.77	5.09	2.71	0.112		Fig. 16-22	
D2-007777	8	0.57	15.07	5.06	2.98	0.094		Fig. 17-5	Fig. 10.4

D2-007778	8	0.54	14.77	4.90	3.01	0.102		Fig. 17-14	
D2-007779	7.5	0.45	15.48	4.69	3.30	0.099		Fig. 18-1	
D2-007781	8.5	0.52	13.50?	4.39	3.08	0.098		Fig. 17-1	
D2-007782	8.5	0.45	14.05	4.60	3.05	0.097		Fig. 16-10	
D2-007783	8	0.48	14.90	4.58	3.25	0.098		Fig. 18-2	
D2-007784	8.5	0.41	12.69	4.50	2.82	0.096		Fig. 17-24	
D2-007785	8.6	0.43	—	5.08	—	0.106	44	Fig. 20-30	
D2-007786	8.3	0.43	—	5.17	—	0.100	46	Fig. 20-34	
D2-007787	8.8	0.40	—	4.83	—	0.090	43	Fig. 20-32	Fig. 10.12
D2-007788	8.3	0.43	—	5.08	—	0.099	43	Fig. 20-23	
D2-007789	8.2	0.49	—	5.47	—	0.092	44	Fig. 20-22	Fig. 9.2
D2-007790	9.3	0.46	—	4.48	—	0.098	42	Fig. 20-9	
D2-007791	8.8	0.49	—	5.10	—	0.095	47	Fig. 20-6	
D2-007792	7.2	0.43	—	5.44	—	0.107	45	Fig. 20-28	
D2-007793	7.3	0.50	—	5.79	—	0.093	47	Fig. 20-21	
D2-007794	7.9	0.55	—	5.60	—	0.095	44	Fig. 20-20	
D2-007795	9	0.44	—	4.87	—	0.109	40	Fig. 20-36	
D2-007796	8.6	0.33	—	5.52	—	0.099	42	Fig. 20-33	Fig. 9.8
D2-007797	7.6	0.39	—	5.88	—	0.106	48	Fig. 20-25	
D2-007798	7.6	0.47	—	5.82	—	0.094	47	Fig. 20-26	
D2-007799	6.6	0.37	—	—	—	—		Fig. 20-7	
D2-007800	7.6	0.45	—	5.70	—	0.100	46	Fig. 20-29	
D2-007801	8	0.42	12.57	5.16	2.44	0.112		Fig. 16-24	
D2-007803	8	0.36	—	5.48	—	0.103	41	Fig. 20-31	
D2-007804	9	0.39	10.18	3.70	2.75	0.090		Fig. 19-1	
D2-007805	8	0.42	13.20	5.01	2.63	0.110		Fig. 18-5	
D2-007806	8	0.44	13.10	4.36	3.00	0.087		Fig. 18-7	
D2-007809	8.8	0.39	—	4.33	—	0.088	49	Fig. 20-37	Fig. 10.11
D2-007812	7.5	0.52	11.70	5.63	2.08	0.089		Fig. 16-9	
D2-007813	8.5	0.43	13.61	4.30	3.17	0.113		Fig. 18-17	
D2-007814	7.5	0.34?	11.39	5.10	2.23	0.090		Fig. 17-15	
D2-007815	8.2	0.40	—	5.16	—	0.094	46	Fig. 20-24	
D2-007817	10	0.40	13.35	4.73	2.82	0.104		Fig. 16-4	Fig. 9.1
D2-007818	8.5	0.37	13.10	4.36	3.00	0.098		Fig. 16-7	
D2-007819	7.5	0.50	16.98	5.00	3.40	0.099		Fig. 17-7	Fig. 9.5
D2-007820	8	0.40	13.47	4.72	2.85	0.092		Fig. 17-13	
D2-007821	7	0.38	16.30	5.02	3.25	0.094		Fig. 18-20	
D2-007822	8	0.46	12.80	4.34	2.95	0.087		Fig. 18-21	
D2-007852	7.4	0.36	—	5.18	—	0.096	43	Fig. 20-15	
D2-007868	7.5	0.38	—	4.71	—	0.101		Fig. 19-8	
D2-007870	6	0.53	—	—	—	—		Fig. 17-26	
D2-007871	8	0.39	12.70	5.11	2.49	0.111		Fig. 17-17	
D2-007878	7.5	0.54	11.20	4.07	2.75	0.090		Fig. 19-16	
D2-007880	8.8	0.45	—	4.92	—	0.090	46	Fig. 20-18	
D2-007886	8.8	0.49	—	5.06	—	0.095	46	Fig. 20-17	
D2-007887	8.5	0.43	—	4.89	—	0.094	42	Fig. 20-2	
D2-007889	9	0.41	12.72?	4.02?	3.16?	0.086		Fig. 18-13	
D2-007890	7	0.36	15.00	5.38	2.79	0.098		Fig. 19-4	
D2-007891	8.5	0.39	—	4.90	—	0.100		Fig. 19-9	
D2-007893	8	0.31	11.53	4.19	2.75	0.093		Fig. 18-12	
D2-007894	7.5	0.53	—	4.96	—	0.094		Fig. 19-18	
D2-007896	8	0.45	14.25	5.50	2.59	0.101		Fig. 16-16	
D2-007898	8.5	0.34	—	—	—	—		Fig. 18-28	
D2-007901	8	0.47	15.55	5.30	2.93	0.110		Fig. 17-8	
D2-007906	8	0.67	13.00	5.27	2.47	0.100		Fig. 16-17	
D2-007910	7.5	0.38	—	4.84	—	0.094		Fig. 19-15	
D2-007911	8	0.54	13.05?	5.23	2.50	0.098		Fig. 16-6	
D2-007912	7.5	0.33	—	4.52	—	0.099		Fig. 19-13	

Tables 13 *Parafusulina tochiensis* Kobayashi in Ka-70

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-007637	7	0.36	11.36	4.04	2.81	0.108		Fig. 22-6	
D2-007641	8	0.26	11.13	3.99	2.79	0.116		Fig. 22-17	
D2-007654	8	0.40	12.35	3.31	3.73	0.108		Fig. 21-17	
D2-007657	8.9	0.37	—	3.79	—	0.090	41	Fig. 22-24	
D2-007660	8.5	0.40	—	4.53	—	0.124	38	Fig. 22-33	Fig. 11.20
D2-007661	6.5	0.37	—	—	—	—		Fig. 22-15	
D2-007662	9	0.33	8.23	3.12	2.64	0.090		Fig. 21-29	
D2-007665	6.5	0.27	—	—	—	—		Fig. 22-18	
D2-007670	9.5	0.30	—	3.22	—	0.103		Fig. 22-12	
D2-007675	7	0.30	12.35	3.97	3.11	0.092		Fig. 21-40	
D2-007677	9	0.39	7.74	2.96	2.61	0.101		Fig. 21-9	
D2-007683	7	0.30	11.35	4.22	2.69	0.098		Fig. 22-26	
D2-007685	7.5	0.44	12.10	4.26	2.84	0.121		Fig. 22-23	
D2-007686	8	0.39	12.84	4.11	3.12	0.130		Fig. 21-14	
D2-007687	8.5	0.28	10.50	3.20	3.28	0.095		Fig. 22-2	
D2-007688	7	0.24	12.86	3.74	3.44	0.097		Fig. 21-32	
D2-007709	7.5	0.38	14.35?	4.01	3.58	0.106		Fig. 21-20	
D2-007710	7.5	0.32	10.46?	2.98	3.51?	0.100		Fig. 22-25	
D2-007713	10	0.38	—	3.51	—	0.098	35	Fig. 22-4	
D2-007716	8.5	0.34	—	3.33	—	0.120		Fig. 21-22	
D2-007717	7.5	0.36	13.60	3.40	4.00	0.102		Fig. 21-31	
D2-007721	7.6	0.30	—	4.14	—	0.109	36	Fig. 22-32	
D2-007723	7	0.35	11.95?	3.71	3.22?	0.092		Fig. 21-27	
D2-007725	8.8	0.35	—	3.20	—	0.096	33	Fig. 22-34	
D2-007726	8	0.38	—	3.17	—	0.090		Fig. 22-14	
D2-007730	7.5	0.41	—	4.26	—	0.102		Fig. 21-21	
D2-007735	8.5	0.31	9.98?	3.10	3.22	0.118		Fig. 21-19	
D2-007802	8.5	0.35	—	3.60	—	0.108	32	Fig. 22-46	
D2-007807	8	0.31	12.96	4.16	3.12	0.115		Fig. 21-34	
D2-007808	7	0.46	—	4.45	—	0.095	33	Fig. 22-35	
D2-007810	9	0.33	8.81	3.14	2.81	0.090		Fig. 21-10	
D2-007816	7.5	0.39	11.57	3.51	3.30	0.124		Fig. 22-9	
D2-007820	8	0.32	10.94	3.33	3.29	0.088		Fig. 22-20	
D2-007823	7.5	0.40	12.86	3.47	3.71	0.103		Fig. 21-36	
D2-007824	8	0.52	13.46	4.17	3.23	0.113		Fig. 21-8	Fig. 11.16
D2-007825	8.5	0.43	12.90	3.85	3.35	0.105		Fig. 21-38	
D2-007826	9.5	0.39	8.96	3.05	2.94	0.092		Fig. 22-5	
D2-007827	9.5	0.26	10.24	3.48	2.94	0.109		Fig. 21-11	Fig. 11.13
D2-007828	8.5	0.38	12.28	3.49	3.52	0.102		Fig. 21-18	Fig. 11.10
D2-007829	7.5	0.41	10.65	3.84	2.77	0.099		Fig. 22-13	
D2-007830	8	0.42	11.30	3.54	3.19	0.120		Fig. 22-21	
D2-007831	8	0.35	—	3.44	—	0.099		Fig. 21-26	
D2-007832	9	0.33	9.60	2.86	3.36	0.094		Fig. 21-16	
D2-007833	9	0.34	10.96	3.73	2.94	0.092		Fig. 21-12	
D2-007834	9.5	0.40	9.84	3.00	3.28	0.095		Fig. 21-35	
D2-007835	10	0.24	10.03	3.29	3.05	0.094		Fig. 21-6	
D2-007836	8	0.45	12.08	4.09	2.95	0.107		Fig. 21-39	
D2-007837	8	0.40	10.05	3.63	2.77	0.107		Fig. 22-3	
D2-007838	8.5	0.27	12.59	3.48	3.62	0.100		Fig. 21-37	
D2-007839	7.5	0.47	10.71	3.56	3.01	0.089		Fig. 22-22	
D2-007840	8	0.38	10.55	3.18	3.32	0.126		Fig. 22-10	
D2-007841	6	0.38	—	—	—	—		Fig. 21-3	
D2-007842	7.5	0.34	12.95	3.99	3.25	0.113		Fig. 22-1	
D2-007843	8.5	0.32	10.89	3.19	3.41	0.096		Fig. 21-33	
D2-007844	9.5	0.27	10.60	3.15?	3.37?	0.117		Fig. 21-23	
D2-007845	8	0.35	—	3.23	—	0.106		Fig. 21-30	
D2-007846	7	0.35	8.87	3.14	2.82	0.093		Fig. 21-15	
D2-007847	8	0.43	12.37	3.98	3.11	0.106		Fig. 21-13	
D2-007848	9.1	0.30	—	3.27	—	0.092	37	Fig. 22-39	
D2-007849	8.3	0.34	—	3.50	—	0.104	31	Fig. 22-42	Fig. 11.8
D2-007850	8.2	0.31	—	3.90	—	0.091	37	Fig. 22-36	
D2-007851	8.4?	0.35	—	3.15	—	0.097	33	Fig. 22-38	
D2-007852	9.3	0.35	—	3.08	—	0.095	36	Fig. 22-45	Fig. 11.5
D2-007853	8.3	0.37	—	3.82	—	0.097	42	Fig. 22-43	Fig. 11.7
D2-007854	8.8	0.28	—	3.28	—	0.094	33	Fig. 22-44	
D2-007855	8.6?	0.34	—	3.29	—	0.086	42	Fig. 22-40	Fig. 11.9
D2-007856	7.9?	0.39	—	3.98	—	0.102	38	Fig. 22-41	
D2-007857	7.9	0.35	—	3.50	—	0.100	36	Fig. 22-16	
D2-007858	8.5	0.37	—	4.12	—	0.106	35	Fig. 22-29	
D2-007860	8	0.42	17.46	4.03	4.33	0.105		Fig. 21-2	Fig. 11.15
D2-007861	8	0.34	13.30	4.13	3.22	0.099		Fig. 21-7	
D2-007862	9.5	0.35	—	3.29	—	0.102		Fig. 21-25	
D2-007863	9.5	0.35	11.60	2.74	4.32	0.093		Fig. 21-1	Fig. 11.17
D2-007864	9	0.36	16.35?	3.92	4.17?	0.112		Fig. 21-5	Fig. 11.1
D2-007866	9	0.31	10.75?	2.92	4.69?	0.092		Fig. 21-24	
D2-007869	6	0.47	—	—	—	—		Fig. 22-28	
D2-007873	7	0.40	—	4.63	—	0.094	35	Fig. 22-30	
D2-007876	7	0.41	—	3.90	—	0.087		Fig. 21-28	
D2-007881	7	0.47	10.60	3.69	2.87	0.099		Fig. 22-27	
D2-007884	8.4	0.31	—	3.10	—	0.088	38	Fig. 22-37	
D2-007885	6.5	0.46	—	—	—	—		Fig. 22-19	
D2-007897	6.5	0.34	—	—	—	—		Fig. 21-4	
D2-007899	8	0.38	11.25?	3.46	3.25?	0.084		Fig. 22-8	
D2-007902	8.8	0.38	—	3.75	—	0.118	36	Fig. 22-31	
D2-007903	8.6	0.36	—	4.00	—	0.096	37?	Fig. 22-11	
D2-007908	8	0.42	12.20	3.96	3.08	0.100		Fig. 22-7	

Tables 14 *Parafusulina japonica* (Gumbel) in Ka-28

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-007114	7.5	0.57	10.43	4.89	2.13	0.107		Fig. 23-9	Fig. 12.18
D2-007115	8	0.56	9.20	3.35	2.75	0.122		Fig. 23-28	
D2-007116	8.5	0.49	—	3.55	—	0.105		Fig. 23-18	
D2-007117	8	0.58	10.29	3.87	2.66	0.100		Fig. 23-21	Fig. 12.20
D2-007113	9	0.35	7.40	3.30	2.24	0.106		Fig. 23-14	
D2-007118	7.5	0.41	12.90	3.96	3.26	0.110		Fig. 23-15	Fig. 12.13
D2-007119	9.4	0.41	—	3.79	—	0.104	32	Fig. 23-33	Fig. 12.3
D2-007120	8	0.53	—	4.36	—	0.125		Fig. 23-5	Fig. 12.12
D2-007121	7	0.51	11.30	3.86	2.93	0.091		Fig. 23-29	
D2-007122	8.5	0.35	8.35	3.73	2.24	0.093		Fig. 23-27	
D2-007123	7	0.50	13.20	4.15	3.18	0.104		Fig. 23-19	
D2-007124	8	0.41	8.75	3.40	2.57	0.106		Fig. 23-22	
D2-007125a	7.5	0.45	8.55?	3.90?	2.19?	0.119		Fig. 23-24	
D2-007125b	8.4	0.51	—	4.39	—	0.106	32	Fig. 23-4	
D2-007126	8	0.45	10.67	3.74	2.85	0.106		Fig. 23-6	
D2-007127	7	0.50	—	3.73	—	0.120	—	Fig. 23-34	
D2-007128a	9	0.39	—	—	—	—		Fig. 23-1	
D2-007128b	8	0.62	10.87	3.81	2.85	0.105		Fig. 23-12	
D2-007129	7	0.44	—	4.60	—	0.109		Fig. 23-23	
D2-007130	7	0.37	10.79	3.41	3.16	0.086		Fig. 23-31	Fig. 12.19
D2-007133	8	0.49	11.25?	4.06	2.77?	0.096		Fig. 23-17	
D2-007135	7	0.62	—	3.19	—	0.088		Fig. 23-35	
D2-007137	8	0.39	9.38	4.07	2.30	0.110		Fig. 23-13	
D2-007138	7.3	0.49	—	4.69	—	0.109	40	Fig. 23-39	
D2-007139	6	0.45	—	—	—	—		Fig. 23-20	
D2-007140	9	0.66	10.55	3.46	3.05	0.124		Fig. 23-7	Fig. 12.6
D2-007143	6.5	0.43	—	—	—	—		Fig. 23-25	
D2-007144	6.5	0.32	—	—	—	—		Fig. 23-36	
D2-007145	7.5	0.45	—	—	—	—		Fig. 23-32	
D2-007146	6.5	0.49	—	—	—	—		Fig. 23-37	
D2-007148	9	0.28?	—	—	—	0.105		Fig. 23-8	
D2-007149	8	0.42	11.95?	3.41	3.50?	0.102		Fig. 23-30	
D2-007150	8.5	0.40	11.22	3.60	3.12	0.118		Fig. 23-11	
D2-007152a	7.3	0.38	—	3.82	—	0.091	33	Fig. 23-38	
D2-007152b	7.1	0.58	—	—	—	0.092	?	Fig. 23-26	
D2-007153	7.5	0.49	8.67	4.94	1.76	0.109		Fig. 23-10	Fig. 12.17
D2-007154	7.3	0.36	—	4.40	—	0.109	32	Fig. 23-3	
D2-007155	7.5	0.50	11.60	3.80	3.05	0.104		Fig. 23-16	
D2-007156	7	0.62	13.33	5.01	2.66	0.118		Fig. 23-2	Fig. 12.11

Tables 15 *Parafusulina shimotsukensis* Kobayashi in Ka-47

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-007424	9.5	0.33	11.11	3.44	3.23	0.090		Fig. 24-6	
D2-007425	8	0.66	13.12	5.76	2.28	0.112		Fig. 24-1	
D2-007426	9	0.48	9.90	4.35	2.28	0.105		Fig. 24-17	
D2-007427	9	0.40	11.50?	4.37	2.63?	0.100		Fig. 24-15	
D2-007428	8	0.36	10.10	4.41	2.29	0.098		Fig. 24-5	
D2-007429	9	0.41	8.41	3.82	2.20	0.077		Fig. 24-19	
D2-007430	9	0.38	9.95	4.38	2.27	0.090		Fig. 24-13	
D2-007431	8.5	0.47	10.95	4.60	2.38	0.105		Fig. 24-16	
D2-007432	8	0.45	9.84	3.73	2.64	0.092		Fig. 24-10	
D2-007433	9	0.43	10.85	4.06	2.67	0.094		Fig. 24-7	
D2-007434	8.5	0.58	11.90?	4.82?	2.47?	0.099		Fig. 24-2	
D2-007435	8.5	0.40	10.35	4.09	2.53	0.102		Fig. 24-9	
D2-007437	8.5	0.42	16.28	5.10	3.19	0.104		Fig. 24-12	Fig. 10.6
D2-007439	9.7	0.41	—	4.02	—	0.085	41	Fig. 24-4	
D2-007440	7.2	0.40	—	3.97	—	0.092	43	Fig. 24-3	Fig. 10.3
D2-007452	8.5	0.39	11.94	3.96	3.02	0.088		Fig. 24-8	
D2-007453	9.5	0.42	8.99	3.95	2.28	0.098		Fig. 24-18	Fig. 10.7
D2-007454	9	0.30?	11.44	4.60	2.49	0.110		Fig. 24-14	
D2-007456	7.5	0.46	—	4.40	—	0.097		Fig. 24-11	

Tables 17 *Parafusulina shimotsukensis* Kobayashi in Ka-71

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-007918	9.4	0.44	—	4.32	—	0.089	49	Fig. 26-12	
D2-007940	10	0.39	—	4.01	—	0.110	37	Fig. 26-11	
D2-007959	9.6	0.39	—	4.95	—	0.102	38	Fig. 26-5	
D2-007960	9.4?	0.48	—	4.24	—	0.100	41	Fig. 26-10	Fig. 9.3
D2-007962	9.1	0.29	—	4.21	—	0.096	43	Fig. 26-13	
D2-007965	10	0.40	9.44	3.59	2.63	0.094		Fig. 26-9	
D2-007972	9	0.40	14.44	4.29	3.67	0.091		Fig. 26-3	
D2-007976	8.5	0.52	11.85?	4.19	2.83?	0.110		Fig. 26-6	
D2-007985	9.5	0.43	9.30	3.83	2.43	0.102		Fig. 26-4	
D2-008003	9.5	0.37	12.34	3.98	3.10	0.090		Fig. 26-2	
D2-008007	9.5	0.46	10.70	3.98	2.69	0.092		Fig. 26-1	
D2-008029	8.5	0.45	12.60	5.23	2.41	0.097		Fig. 26-7	
D2-008034	8	0.45	11.86	4.62	2.57	0.097		Fig. 26-8	

Tables 18 *Parafusulina shimotsukensis* Kobayashi in Ka-73

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-008132	8	0.44	16.05?	5.10	3.15?	0.102		Fig. 28-1	
D2-008133	9.5	0.44	11.32?	4.30	2.63?	0.099		Fig. 28-22	
D2-008134	9	0.40	13.60	4.35	3.13	0.100		Fig. 28-11	
D2-008135	8.5	0.40	11.65?	4.20?	2.77?	0.101		Fig. 27-7	
D2-008136	8.5	0.54	13.49	5.42	2.49	0.092		Fig. 28-7	
D2-008138	8	0.30	12.67	5.48	2.31	0.104		Fig. 28-10	
D2-008139	9	0.46	—	3.97	—	0.089		Fig. 28-9	
D2-008140	9	0.28	9.02	3.84	2.35	0.090		Fig. 28-24	
D2-008142	8	0.31	11.25	4.52	2.49	0.094		Fig. 28-6	
D2-008145	9	0.39	9.30	4.87	1.91	0.093		Fig. 27-3	
D2-008146	9	0.34	12.20?	3.45	3.54?	0.095		Fig. 27-1	
D2-008147	9.5	0.41	9.48	3.33	2.85	0.085		Fig. 28-23	
D2-008150	8.5	0.48	—	—	—	—		Fig. 28-19	
D2-008151	8.5	0.49	13.85	4.70	2.95	0.096		Fig. 28-3	
D2-008152	9	0.48	11.47	4.23	2.71	0.095		Fig. 28-21	
D2-008153	9	0.51	10.98	3.59	3.06	0.082		Fig. 28-15	
D2-008154	9	0.42	9.96	3.70	2.70	0.094		Fig. 27-5	
D2-008155	9	0.33	13.44	3.96	3.39	0.098		Fig. 28-18	
D2-008156	9	0.62	12.95	4.49	2.88	0.087		Fig. 28-14	
D2-008159	9	0.49	11.95?	3.70	3.23	0.088		Fig. 28-25	
D2-008160	9	0.49	—	4.09	—	0.098		Fig. 28-20	
D2-008161	8	0.35	11.35	4.72	2.40	0.098		Fig. 28-13	
D2-008162	7.5	0.40	14.10	4.69	3.01	0.100		Fig. 28-26	
D2-008165	8.5	0.29	12.55	4.66	2.69	0.098		Fig. 28-8	
D2-008168	8.5	0.42	—	5.22	—	0.108		Fig. 28-12	
D2-008169	8.5	0.40	12.00	4.24	2.83	0.090		Fig. 27-6	
D2-008170	9	0.45	—	3.91	—	0.091		Fig. 28-4	
D2-008173	8.5	0.50	9.88	4.22	2.34	0.108		Fig. 27-2	
D2-008175	8	0.45	8.80	4.46	1.97	0.077		Fig. 28-5	
D2-008176	9	0.42	—	3.56	—	0.087		Fig. 28-2	
D2-008177	8	0.47	11.16	4.27	2.61	0.099		Fig. 27-4	
D2-008178	9	0.58	11.17	4.50	2.48	0.103		Fig. 28-17	
D2-008179	9.5	0.47	9.55	4.94	1.93	0.098		Fig. 28-16	Fig. 10.5
D2-008181	9	0.32	11.08	4.47	2.48	0.092		Fig. 28-27	
D2-008186	9	0.39	—	4.51	—	0.094	48	Fig. 27-13	Fig. 10.13
D2-008188	8.2	0.40	—	4.26	—	0.103	43	Fig. 27-9	
D2-008191	8.4	0.33	—	4.63	—	0.101	47	Fig. 27-10	
D2-008194	8.4	0.47	—	5.25	—	0.090	42	Fig. 27-14	
D2-008184	8.8	0.55	—	4.52	—	0.099	49	Fig. 27-12	
D2-008185	9.2?	0.40	—	3.55	—	0.086	44	Fig. 27-8	
D2-008189	9.3	0.30	—	4.40	—	0.090	45	Fig. 27-11	
D2-008202	7.5	0.35	9.15	3.13	2.92	0.088		Fig. 28-28	

Tables 19 *Parafusulina tochiensis* Kobayashi in Ka-73

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-008180	8.5	0.25	9.84	3.46	2.84	0.076		Fig. 29-8	
D2-008192	8.4	0.39	—	3.67	—	0.078		Fig. 29-16	
D2-008198	8	0.32	9.86	3.47	2.84	0.090		Fig. 29-15	
D2-008199	8.5	0.27	10.06	3.17	3.17	0.089		Fig. 29-6	
D2-008200	8.5	0.35	9.60	3.23	2.97	0.085		Fig. 29-13	
D2-008201	8	0.41	—	3.34	—	0.100		Fig. 29-14	
D2-008203	7.5	0.40	11.50	3.11	3.70	0.091		Fig. 29-10	
D2-008204	9	0.25?	10.15?	3.21	3.16?	0.097		Fig. 29-3	
D2-008206	8.5	0.37	10.29	3.53	2.92	0.124		Fig. 29-1	
D2-008207	8.5	0.49	11.25	3.85	2.92	0.102		Fig. 29-12	
D2-008208	7	0.35	10.65	3.53	3.02	0.102		Fig. 29-7	
D2-008209	9.5	0.29	8.50	2.80	3.04	0.088		Fig. 29-11	Fig. 11.11
D2-008210	7.5	0.47	13.28	4.15	3.20	0.096		Fig. 29-2	
D2-008211	8.5	0.38	9.45	3.77	2.51	0.121		Fig. 29-9	
D2-008212	9.5	0.30	7.99	3.23	2.47	0.100?		Fig. 29-5	
D2-008213	9	0.47	—	3.79	—	0.098		Fig. 29-4	

Tables 20 *Parafusulina japonica* (Gumbel) in Ka-33

Reg. No.	Whorl	P	7th L	7th W	7th R	7th Wall	7th S	This paper	K. ('06a)
D2-007201	7.5	0.41	10.96	3.68	2.98	0.110		Fig. 30-11	
D2-007202	7.1	0.27	—	3.78	—	0.095	38	Fig. 30-10	Fig. 12.24
D2-007203	7	0.39	9.96	4.11	2.42	0.102		Fig. 30-7	
D2-007204	6	0.44	—	—	—	—		Fig. 30-5	Fig. 12.4
D2-007205	7	0.53	9.26	3.60	2.57	0.109		Fig. 30-12	
D2-007206	6	0.54	—	—	—	—		Fig. 30-13	
D2-007207	9	0.38	8.15?	3.40	2.40?	0.104		Fig. 30-1	
D2-007208	7.5	0.48	9.24	3.67	2.52	0.091		Fig. 30-4	
D2-007209	8	0.40	—	3.44	—	0.107		Fig. 30-6	
D2-007210	8	0.40	10.15?	3.56	2.85?	0.090		Fig. 30-8	
D2-007211	7	0.52	9.31	3.65	2.55	0.118		Fig. 30-14	
D2-007212	7.5	0.39	9.69	4.07	2.38	0.103		Fig. 30-3	
D2-007215	7.9	0.31	—	4.02	—	0.096	37?	Fig. 30-9	
D2-007218	8	0.42	9.70	3.52	2.76	0.123		Fig. 30-2	

栃木県葛生地域の中部ペルム系鍋山層産 *Parafusulina* 5 種の形態変異

小林文夫

栃木県葛生地域の中部ペルム系鍋山層の 12 層準から産する *Parafusulina* 5 種 (*P. yabei*, *P. tomegansensis*, *P. shimotsukensis*, *P. tochiensis* と *P. japonica*) の形態変異を記載した。多数の顕微鏡写真や定量化可能な殻形質 (初室の外径, 第 7 旋回における長さおよび両者の比, 殻壁の厚さ, 隔壁数) の頻度分布ヒストグラムを示しながら 5 種の多様性を解析した。これら 5 種の個体間で識別された幅広い形態変異は他種の認定やフズリナ類の分類の際にも有用と考えられ, 過去の生物多様性の認識や関連する諸問題の議論に重要である。

(兵庫県立人と自然の博物館 / 兵庫県立大学自然・環境科学研究所)

Received: Sep. 3, 2013

Accepted: Nov. 8, 2013

尼崎の森中央緑地における 地域性苗による森づくりの現状

藤原千鶴¹⁾・田村和也²⁾・辻秀之²⁾・石田弘明^{3)*}・
南山典子³⁾・塚原淳⁴⁾・守宏美⁴⁾・服部保⁵⁾

Present state of forestation by using the produced seedlings of local plant species in the Amagasaki Forest Central Green Space

Chizuru FUJIWARA¹⁾, Kazuya TAMURA²⁾, Hideyuki TSUJI²⁾, Hiroaki ISHIDA^{3)*},
Noriko MINAMIYAMA³⁾, Atsushi TSUKAHARA⁴⁾, Hiromi MORI⁴⁾
and Tamotsu HATTORI⁵⁾

要 旨

森づくり開始から6年が経過した尼崎の森中央緑地において、森づくりの現状を評価するための調査を行った。調査区数200の植生調査資料をもとに、森づくりの目標である六甲山などの周辺地域に現存する森林群落の構成種を調査した。その結果、尼崎の森中央緑地で同様の森づくりを行うのに必要となる植物種数は302種であることがわかった。これに対して2013年3月末時点の尼崎の森中央緑地での植栽種数は124種であり、全体の41%であった。群落構成種に対する植栽種の割合を生活形別にみると、高木、小高木の比率は70%以上と高かった。つる、多年草については今後本格的な導入段階に入るため、現状では33%以下と低かった。中央緑地では種子供給源となる樹林が付近になく、自然状態での群落構成種の新入が不可能な立地条件にあるため、現存群落の種多様性と種組成に近づけるためには現存群落構成種の多くを占める多年草の苗の生産と導入が不可欠である。

キーワード：生物多様性、地域性苗（郷土産郷土個体）、生態系多様性、種多様性、遺伝的多様性、尼崎の森中央緑地

¹⁾ ひととはく地域研究員 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, 669-1546 Japan

²⁾ 株式会社里と水辺研究所 〒533-0033 大阪府大阪市東淀川区東中島4-11-32-602 Institute of Rural & Urban Ecology Co., Ltd., Higashinakajima 4-11-32-602, Higashiyodogawa-ku, Osaka, 533-0033 Japan

³⁾ 兵庫県立人と自然の博物館 自然・環境再生研究部 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 Division of Ecological Restoration, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, 669-1546 Japan

* 併任：兵庫県立大学 自然環境科学研究所 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, 669-1546 Japan

⁴⁾ 兵庫県阪神南県民局尼崎港管理事務所 〒660-0083 兵庫県尼崎市道意町7丁目21番地 Hyogo Prefectural Government Amagasaki Port Administration Office, Hyogo; Doicho 7-21, Amagasaki, 660-0083 Japan

⁵⁾ 兵庫県立人と自然の博物館 特任研究員 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, 669-1546 Japan

はじめに

1992年にリオ・デ・ジャネイロにおいて生物多様性条約が結ばれて以降、日本では国や自治体などによる生物多様性戦略の策定が行われるなど、生物多様性に係る様々な取り組みが各地で進められている。

このような中、生物多様性を構成する生態系・種・遺伝子のすべてのレベルに配慮し、生物多様性創出を目指した先進的な森づくりが兵庫県尼崎市にある「尼崎の森中央緑地」で行われている。尼崎の森中央緑地では「生物多様性 尼崎の森中央緑地戦略」(兵庫県阪神南県民局, 2010)を策定し、森づくりの理念や方針を紹介している。生態系の多様性については目標とする植物群落が設定され、遺伝子の多様性については遺伝的攪乱を起こさない種子採取範囲が限定されている。

種多様性の創出にあたっては、種数および種組成の目標設定が必要である。本研究では、尼崎の森中央緑地の周辺地域で得られた植生調査資料を基に、この緑地での森づくりに必要な植物種数を算出し、森づくり開始から6年が経過した現時点での植栽種の種多様性について評価を行った。

調査方法

調査地

尼崎の森中央緑地(以下、中央緑地)は兵庫県尼崎市の臨海部に位置する兵庫県立の都市公園である(図1)。面積は約29haであり、2006年より生物多様性にもとづく森づくりが市民参画によって行われている(事業主体は兵庫県)。

森づくりは周辺地域の良好な植生を目標に定めており、地域性遺伝子を持つ苗の植栽による自然環境の再生を目指している。このため、苗の生産に必要な種子の採取範囲は武庫川流域、猪名川流域、六甲山地、大阪湾岸域(海浜植生のみ)の自生種に限定されている(図2)。なお、苗は中央緑地内の圃場で自主生産されている。

調査方法

中央緑地での植栽種数と森づくりに必要な植物種数

本研究では、森づくりの目標群落である5タイプの森林群落(コナラアベマキ群集、エノキムクノキ群集、クヌギニシノホンモンジスゲ群落、コジイ・カナメモチ群集、ウバメガシトベラ群集)を調査対象とした。2013年3月末時点のデータ(付表1)を基に植栽種(種子より育苗した種)の種数と生活形を調べた。

また、中央緑地の周辺地域に現存する同一タイプの森林群落(現存群落)について、調査区数200の植生調

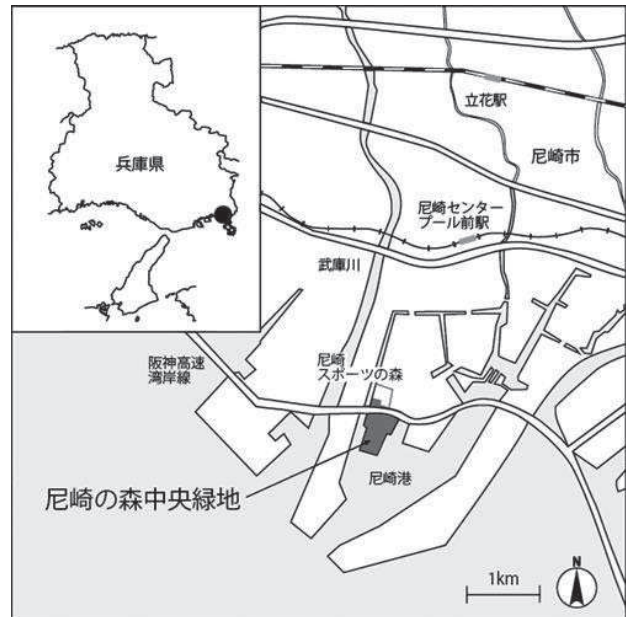


図1 尼崎の森中央緑地の位置。

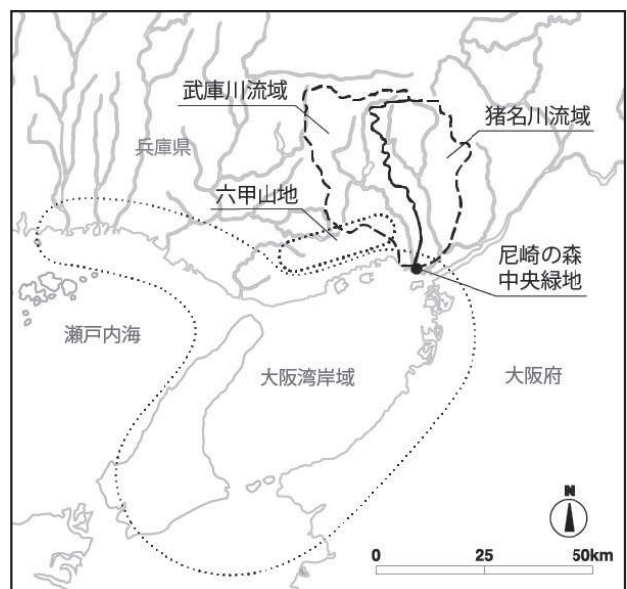


図2 尼崎の森中央緑地での種子採取範囲。

査資料より、各群落の出現種から外来種、園芸種、他群落構成種を除いた種を現存群落構成種(付表2)とし、その種数(現存群落構成種数)と生活形を調べた。なお現存群落の調査範囲は中央緑地での種子採取範囲と同様に猪名川流域、武庫川流域、六甲山地としたが、森林群落のみのため大阪湾岸域は含めていない。

生活形は宮脇ほか編(1994)、服部・南山(2001)、服部ほか(2002)、Hattori et al.(2004)などに基づいて、高木、小高木、低木、つる、多年草に分類した。

生活形組成

目標群落と現存群落の種数および生活形組成を比較し、目標群落ではどの程度まで現存群落の種多様性と種組成が再現されているのかを調べた。

結 果

2013年3月末時点における中央緑地での目標群落への植栽種数は124種であった。目標群落別の植栽種数と生活形組成を表1に示す。各目標群落の構成種数はコナラアベマキ群集85種、エノキームクノキ群集67種、クヌギニシノホンモンジスゲ群落64種、コジイカナメモチ群集28種、ウバメガシトベラ群集15種であった。植栽種数124種の生活形の内訳は、高木28種、小高木26種、低木46種、つる13種、多年草11種であった。

周辺地域の現存群落構成種は302種であった。各現存群落の構成種数と生活形組成を表2に示す。各現存群落の構成種数はコナラアベマキ群集181種、エノキームクノキ群集156種、クヌギニシノホンモンジスゲ群落128種、コジイカナメモチ群集66種、ウバメガシトベラ群集20種であった。現存群落構成種302種の生活形の内訳は、高木、小高木が各37種、低木72種、つる39種、多年草117種であった。

現存群落構成種302種に対する目標群落植栽種124種の生活形組成の比較を表3に示す。全体の比率は41%であり、生活形別の比率は高木76%、小高木70%、低木64%、つる33%、多年草9%であった。

考 察

中央緑地の目標群落植栽種と周辺地域の現存群落構成種の生活形組成を比較した結果、高木と小高木では現存群落の70%以上と高い比率であった。次いで低木が64%となっており、整備開始から6年が経過し、初期段階に植栽された高木、小高木が成長したことで、低木を植栽する時期に入っているといえる。また、林冠構成種である高木の比率が現存群落に近いということは評価できる。

つると多年草については、33%、9%とまだ低い比率であった。これらの生活形構成種については森林の環境が整ってからの導入となるため、まだ本格的な植栽段階ではない。ただし、中央緑地では種子供給源となる樹林が付近になく、自然状態での現存群落構成種の新入が不可能な状況にあるので、現存群落の種多様性と種組成に近づけるためには現存群落構成種の多くを占める多年草の苗の生産と導入が不可欠である。

謝 辞

本研究にあたり、兵庫県立人と自然の博物館の橋本佳延氏から貴重な助言をいただきました。心より御礼申し上げます。

表1 中央緑地での目標群落植栽種の生活形組成。

生活形	群落名	1	2	3	4	5	合計
高木		12	12	11	11	5	28
小高木		18	8	11	6	6	26
低木		37	29	28	6	3	46
つる		9	9	6	3	1	13
多年草		9	9	8	2	0	11
全体		85	67	64	28	15	124

群落名1はコナラアベマキ群集、2はエノキームクノキ群集、3はクヌギニシノホンモンジスゲ群落、4はコジイカナメモチ群集、5はウバメガシトベラ群集を示す。

表2 周辺地域の現存群落構成種の生活形組成。

生活形	群落名	1	2	3	4	5	合計
高木		15	14	11	17	5	37
小高木		24	13	14	11	7	37
低木		45	38	35	14	4	72
つる		28	22	19	5	1	39
多年草		69	69	49	19	3	117
全体		181	156	128	66	20	302

群落名1はコナラアベマキ群集、2はエノキームクノキ群集、3はクヌギニシノホンモンジスゲ群落、4はコジイカナメモチ群集、5はウバメガシトベラ群集を示す。

表3 目標群落植栽種と現存群落構成種の生活形組成の比較。

生活形	群落	A	B	比率(A/B)
高木		28	37	76%
小高木		26	37	70%
低木		46	72	64%
つる		13	39	33%
多年草		11	117	9%
全体		124	302	41%

群落Aは中央緑地の目標群落、Bは周辺地域の現存群落を示す。

文 献

- 服部保・石田弘明・小舘誓治・南山典子（2002）照葉樹林フロラの特徴と絶滅のおそれのある照葉樹林構成種の現状. ランドスケープ研究, 65（5）, 609–614.
- 服部保・南山典子（2001）九州以北の照葉樹林フロラ. 人と自然, no.12, 91–104.
- Hattori, T., Minaminaya, N., Hashimoto, Y. & Ishida, H. (2004) Flora of the lucidophyllous forest in Japan. Nature and Human Activities, 8, 13–47.
- 兵庫県阪神南県民局 尼崎港管理事務所 尼崎 21 世紀プロジェクト推進室 (2010) 「生物多様性 尼崎の森中央緑地戦略」. 兵庫県, 4 p.
- 宮脇昭・奥田重俊・藤原陸夫（1994）改定新版日本植生便覧. 至文堂, 東京, 910 p.

（2013 年 7 月 31 日受付）

（2013 年 11 月 8 日受理）

付表1 中央緑地での地域性苗生産数.

学名	和名	種子採取 粒数	苗生産 本数	植栽 本数
夏緑高木				
<i>Albizia julibrissin</i>	ネムノキ	770	・	・
<i>Aphananthe aspera</i>	ムクノキ	9764	3146	737
<i>Berchemia berchemiaefolia</i>	ヨコグラノキ	・	15 *	7 *
<i>Carpinus laxiflora</i>	アカシデ	5697	256	172
<i>Carpinus tschonoskii</i>	イヌシデ	6711	238	434
<i>Castanea crenata</i>	クリ	839	185	6
<i>Celtis leveillei</i>	コバノチョウセンエノキ	375	19	・
<i>Celtis sinensis</i> var. <i>japonica</i>	エノキ	41471	7029	2984
<i>Cladrastis platycarpa</i>	フジキ	70	・	・
<i>Cornus brachypoda</i>	クマノミズキ	25332	2755	1042
<i>Hovenia dulcis</i>	ケンボナシ	9950	・	・
<i>Hovenia trichocarpa</i>	ケケンボナシ	506	・	・
<i>Ilex macropoda</i>	アオハダ	・	・	136 **
<i>Ilex micrococca</i>	タマミズキ	1980	180	・
<i>Juglans ailanthifolia</i>	オニグルミ	494	133	15
<i>Magnolia obovata</i>	ホオノキ	200	3	・
<i>Prunus jamasakura</i>	ヤマザクラ	13340	142	246
<i>Prunus pendula</i>	エドヒガン	1350	1287	352
<i>Prunus verecunda</i>	カスミザクラ	2510	65	・
<i>Quercus acutissima</i>	クヌギ	9591	5631	2603
<i>Quercus aliena</i>	ナラガシワ	251	・	・
<i>Quercus serrata</i>	コナラ	19088	7033	3299
<i>Quercus variabilis</i>	アベマキ	5113	4622	3502
<i>Rhus succedanea</i>	ハゼノキ	5932	570	528
<i>Tilia kiusiana</i>	ヘラノキ	・	16 *	13 *
<i>Ulmus parvifolia</i>	アキニレ	50550	1255	786
<i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	カラスザンショウ	3260	・	・
<i>Zelkova serrata</i>	ケヤキ	7449	949	624
夏緑小高木				
<i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	コシアブラ	7550	180	・
<i>Acer rufinerve</i>	ウリハダカエデ	7550	1105	695
<i>Amelanchier asiatica</i>	ザイフリボク	2550	・	・
<i>Clethra barbinervis</i>	リョウブ	35480	140	9
<i>Cornus kousa</i>	ヤマボウシ	43	4	98 **
<i>Diospyros kaki</i>	カキノキ	1414	812	429
<i>Evodiopanax innovans</i>	タカノツメ	5440	297	・
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	マルバアオダモ	30450	1895	927
<i>Magnolia salicifolia</i>	タムシバ	337	117	・
<i>Mallotus japonicus</i>	アカメガシワ	12304	1323	613
<i>Malus tschonoskii</i>	オオウラジロノキ	60	・	・
<i>Platycarya strobilacea</i>	ノグルミ	8495	1002	352
<i>Prunus grayana</i>	ウワミズザクラ	145	75	133
<i>Rhus sylvestris</i>	ヤマハゼ	100	・	・
<i>Sapium japonicum</i>	シラキ	212	120	・
<i>Sorbus japonica</i>	ウラジロノキ	10714	412	24
<i>Styrax japonica</i>	エゴノキ	3190	1203	656
夏緑低木				
<i>Abelia serrata</i>	コツクバネウツギ	260	・	・
<i>Abelia spathulata</i>	ツクバネウツギ	30	・	・
<i>Acer crataegifolium</i>	ウリカエデ	3660	1043	358
<i>Aralia elata</i>	タラノキ	33180	309	48
<i>Broussonetia kazinoki</i>	ヒメコウゾ	297	22	・
<i>Callicarpa japonica</i>	ムラサキシキブ	4980	210	・
<i>Callicarpa mollis</i>	ヤブムラサキ	3520	285	・
<i>Chaenomeles japonica</i>	クサボケ	・	4 *	7 *
<i>Clerodendron trichotomum</i>	クサギ	3841	355	184
<i>Deutzia crenata</i>	ウツギ	43000	35	・
<i>Deutzia maximowicziana</i>	ウラジロウツギ	1500	・	・

付表1 中央緑地での地域性苗生産数.

学名	和名	種子採取 粒数	苗生産 本数	植栽 本数
<i>Elaeagnus umbellata</i>	アキグミ	3380	405	45
<i>Euonymus alatus</i> f. <i>ciliato-dentatus</i>	コマユミ	463	・	・
<i>Euonymus melananthus</i>	サワダツ	・	10 *	5 *
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	ツリバナ	750	・	・
<i>Euonymus sieboldianus</i>	マユミ	50	・	・
<i>Euscaphis japonica</i>	ゴンズイ	640	15	・
<i>Ficus erecta</i>	イヌビワ	13493	753	601
<i>Hydrangea hirta</i>	コアジサイ	13500	・	・
<i>Ilex serrata</i>	ウメモドキ	905	・	・
<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	コマツナギ	300	・	・
<i>Kerria japonica</i>	ヤマブキ	270	・	・
<i>Lespedeza buergeri</i>	キハギ	1480	・	・
<i>Lespedeza homoloba</i>	ツクシハギ	170	・	・
<i>Lindera glauca</i>	ヤマコウバシ	243	・	・
<i>Lindera umbellata</i>	クロモジ	184	90	・
<i>Lonicera gracilipes</i> var. <i>glabra</i>	ウグイスカグラ	400	・	・
<i>Lonicera ramosissima</i> var. <i>kinkiensis</i>	キンキヒョウタンボク	・	8 *	・
<i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>	ネジキ	153600	・	・
<i>Orixa japonica</i>	コクサギ	553	・	・
<i>Pourthiaea villosa</i> var. <i>laevis</i>	カマツカ	4620	・	・
<i>Rhododendron kaempferi</i>	ヤマツツジ	100	・	・
<i>Rhododendron macrosepalum</i>	モチツツジ	750	・	・
<i>Rhododendron reticulatum</i>	コバノミツバツツジ	25000	・	・
<i>Rhododendron semibarbatum</i>	バйкаツツジ	10800	・	・
<i>Rhus javanica</i>	ヌルデ	12300	9	・
<i>Rhus trichocarpa</i>	ヤマウルシ	2030	19	・
<i>Ribes fasciculatum</i>	ヤブサンザシ	40	・	・
<i>Rosa multiflora</i>	ノイバラ	720	34	・
<i>Rosa sambucina</i>	ヤマイバラ	・	1 *	1 *
<i>Rubus crataegifolius</i>	クマイチゴ	4000	15	・
<i>Rubus hirsutus</i>	クサイチゴ	6100	・	・
<i>Rubus microphyllus</i>	ニガイチゴ	500	・	・
<i>Rubus palmatus</i>	ナガバモミジイチゴ	824	45	9
<i>Rubus parvifolius</i>	ナワシロイチゴ	29	・	・
<i>Sambucus sieboldiana</i>	ニワトコ	130	・	・
<i>Securinega suffruticosa</i> var. <i>japonica</i>	ヒトツバハギ	1180	・	・
<i>Sorbus gracilis</i>	ナンキンナナカマド	1500	・	・
<i>Spiraea nervosa</i>	イブキシモツケ	260	5 *	5 *
<i>Stachyurus praecox</i>	キブシ	47100	・	・
<i>Staphylea bumalda</i>	ミツバウツギ	18	・	・
<i>Symplocos coreana</i>	タンナサワフタギ	2303	・	・
<i>Tripetaleia paniculata</i>	ホツツジ	8600	・	・
<i>Vaccinium oldhamii</i>	ナツハゼ	2375	・	・
<i>Vaccinium smallii</i> var. <i>glabrum</i>	スノキ	100	・	・
<i>Viburnum dilatatum</i>	ガマズミ	4545	30	・
<i>Viburnum erosum</i>	コバノガマズミ	1325	421	234
<i>Viburnum wrightii</i>	ミヤマガマズミ	935	147	135
<i>Vitex rotundifolia</i>	ハマゴウ	3898	3	・
<i>Weigela hortensis</i>	タニウツギ	6600	・	・
<i>Wikstroemia ganpi</i>	コガンピ	200	・	・
<i>Wikstroemia trichotoma</i>	キガンピ	205	172	・
<i>Zanthoxylum piperitum</i>	サンショウ	270	・	・
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	イヌザンショウ	2520	17	・
常緑高木				
<i>Actinodaphne lancifolia</i>	カゴノキ	831	309	66
<i>Castanopsis cuspidata</i>	コジイ	2789	753	・
<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	スタジイ	3923	3001	1545
<i>Cinnamomum japonicum</i>	ヤブニッケイ	200	125	26
<i>Ilex chinensis</i>	ナナメノキ	2628	172	44
<i>Ilex integra</i>	モチノキ	49418	1261	314

付表1 中央緑地での地域性苗生産数.

学名	和名	種子採取 粒数	苗生産 本数	植栽 本数
<i>Ilex rotunda</i>	クロガネモチ	49030	3053	1227
<i>Myrica rubra</i>	ヤマモモ	13023	1102	615
<i>Neolitsea sericea</i>	シロダモ	437	243	27
<i>Quercus glauca</i>	アラカシ	26960	8523	2675
<i>Quercus myrsinaefolia</i>	シラカシ	14888	1277	412
<i>Quercus sessilifolia</i>	ツクバネガシ	・	65 *	31 *
常緑小高木				
<i>Camellia japonica</i>	ヤブツバキ	1784	719	461
<i>Daphniphyllum teijsmannii</i>	ヒメユズリハ	13580	3673	1934
<i>Dendropanax trifidus</i>	カクレミノ	12170	915	・
<i>Ilex latifolia</i>	タラヨウ	6520	1147	96
<i>Ilex pedunculosa</i>	ソヨゴ	27171	700	・
<i>Illicium religiosum</i>	シキミ	・	1 *	1 *
<i>Osmanthus heterophyllus</i>	ヒイラギ	190	・	・
<i>Quercus phillyraeoides</i>	ウバメガシ	44788	14381	3184
<i>Symplocos prunifolia</i>	クロバイ	2230	・	・
常緑針葉高木				
<i>Juniperus rigida</i>	ネズ	900	・	・
<i>Pinus thunbergii</i>	クロマツ	150	・	・
常緑針葉小高木				
<i>Cephalotaxus harringtonia</i>	イヌガヤ	45	15	・
常緑低木				
<i>Damnacanthus indicus</i>	アリドオシ	・	12 *	5 *
<i>Euonymus japonicus</i>	マサキ	23956	2869	658
<i>Ilex crenata</i>	イヌツゲ	760	・	・
<i>Ligustrum japonicum</i>	ネズミモチ	11900	1858	1249
<i>Photinia glabra</i>	カナメモチ	51300	1454	620
<i>Pittosporum tobira</i>	トベラ	79219	5596	2628
<i>Rhododendron indicum</i>	サツキ	・	10 *	6 *
<i>Rubus buergeri</i>	フユイチゴ	490	・	・
<i>Skimmia japonica</i>	ミヤマシキミ	740	37	・
<i>Vaccinium bracteatum</i>	シャシャンボ	94630	326	186
<i>Zanthoxylum armatum</i> var. <i>subtrifoliatum</i>	フユザンショウ	1730	22 *	23 *
多年草				
<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>	ツリガネニンジン	1300	48	30
<i>Agastache rugosa</i>	カワミドリ	8000	・	・
<i>Agrimonia japonica</i>	キンミズヒキ	1900	・	・
<i>Astilbe thunbergii</i>	アカショウマ	15	・	・
<i>Belamcanda chinensis</i>	ヒオウギ	10	8 *	9 *
<i>Boehmeria nippononivea</i>	カラムシ	109000	・	・
<i>Campanula punctata</i>	ホタルブクロ	・	70 *	29 *
<i>Cirsium japonicum</i>	ノアザミ	100	・	・
<i>Cirsium nipponicum</i> var. <i>yoshinoi</i>	ヨシノアザミ	99	24	・
<i>Dianthus superbus</i> var. <i>longicalycinus</i>	カワラナデシコ	2800	10 *	10 *
<i>Disporum smilacinum</i>	チゴユリ	23	・	・
<i>Duchesnea chrysantha</i>	ヘビイチゴ	4900	・	・
<i>Dunbaria villosa</i>	ノアズキ	400	・	・
<i>Eupatorium chinense</i> var. <i>simplicifolium</i>	ヒヨドリバナ	1605	24	・
<i>Geranium thunbergii</i>	ゲンノショウコ	1150	・	10 *
<i>Geum japonicum</i>	ダイコンソウ	600	・	・
<i>Hypericum erectum</i>	オトギリソウ	4000	・	・
<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	チガヤ	201099	90	不明
<i>Leibnitzia anandria</i>	センボンヤリ	680	・	・
<i>Lespedeza pilosa</i>	ネコハギ	720	・	・
<i>Leucosceptrum stellipilum</i>	ミカエリソウ	400	・	・
<i>Lysimachia clethroides</i>	オカトラノオ	100	・	・
<i>Lysimachia japonica</i>	コナスビ	700	・	・

付表1 中央緑地での地域性苗生産数.

学名	和名	種子採取 粒数	苗生産 本数	植栽 本数
<i>Paeonia obovata</i>	ベニバナヤマシャクヤク	.	1 *	1 *
<i>Patrinia scabiosaefolia</i>	オミナエシ	.	.	3 *
<i>Pertya robusta</i>	カシワバハグマ	.	1 *	1 *
<i>Pertya scandens</i>	コウヤボウキ	185	.	.
<i>Platycodon grandiflorum</i>	キキョウ	.	45 *	51 *
<i>Plectranthus longitubus</i>	アキチヨウジ	480	.	.
<i>Pollia japonica</i>	ヤブミョウガ	4500	.	.
<i>Polygonum filiforme</i>	ミズヒキ	5480	.	.
<i>Prunella vulgaris</i> var. <i>lilacina</i>	ウツボグサ	160	.	2 *
<i>Salvia japonica</i>	アキノタムラソウ	59	.	.
<i>Sanguisorba officinalis</i>	ワレモコウ	500	.	.
<i>Themedra japonica</i>	メガルカヤ	280	.	.
<i>Vicia unijuga</i>	ナンテンハギ	320	.	.
常緑多年草				
<i>Ardisia japonica</i>	ヤブコウジ	32	.	.
<i>Liriope minor</i>	ヒメヤブラン	30	.	.
<i>Luzula capitata</i>	スズメノヤリ	800	.	.
<i>Ophiopogon ohwii</i>	ナガバジャノヒゲ	27	10	10
常緑地生ラン				
<i>Calanthe discolor</i>	エビネ	.	.	25 *
夏緑つる				
<i>Akebia quinata</i>	アケビ	490	.	.
<i>Akebia trifoliata</i>	ミツバアケビ	500	.	.
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i>	ノブドウ	430	.	.
<i>Caesalpinia japonica</i>	ジャケツイバラ	15	.	.
<i>Celastrus orbiculatus</i>	ツルウメモドキ	300	.	.
<i>Clematis apiifolia</i>	ポタンヅル	3220	1	.
<i>Clematis patens</i>	カザグルマ	.	1 *	1 *
<i>Clematis terniflora</i>	センニンソウ	58	.	.
<i>Dioscorea japonica</i>	ヤマノイモ	25	.	.
<i>Lonicera japonica</i>	スイカズラ	350	.	.
<i>Rhynchosia acuminatifolia</i>	オオバタンキリマメ	230	.	.
<i>Smilax china</i>	サルトリイバラ	45	3	.
<i>Trichosanthes cucumeroides</i>	カラスウリ	135	.	.
常緑つる				
<i>Kadsura japonica</i>	サネカズラ	50	.	.
<i>Stauntonia hexaphylla</i>	ムベ	404	.	60 *
<i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i>	テイカカズラ	260	.	.
寄生(一年草)				
<i>Aeginetia indica</i> var. <i>gracilis</i>	ナンバンギセル	10000	.	.
2年草(多年草)				
<i>Corydalis incisa</i>	ムラサキケマン	9000	.	.
<i>Lysimachia mauritiana</i>	ハマボッス	2000	.	.
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>hortensis</i>	ハマダイコン	30	.	.
ササ(低木)				
<i>Sasa kagamiana</i> subsp. <i>yoshinoi</i>	アリマコスズ	.	1 *	.
総計		1706439	102631	41329

* 博物館より提供された苗を含む. ** 購入苗(地域産)

付表2 周辺地域の現存群落構成種.

種名	生活形	群落名				
		1	2	3	4	5
アオキ	常緑低木				○	
アオツツラフジ	夏緑つる	○	○	○		
アオハダ	夏緑高木	○	○	○		
アカガシ	常緑高木				○	
アカシデ	夏緑高木	○		○		
アカショウマ	多年草	○	○			
アカネ	多年草		○			
アカメガシワ	夏緑小高木	○	○			
アキニレ	夏緑高木		○			
アキノキリンソウ	多年草	○		○		
アキノタムラソウ	多年草	○		○		
アクシバ	夏緑低木	○				
アケビ	夏緑つる	○	○	○		
アセビ	常緑低木				○	
アブラチャン	夏緑低木	○				
アベマキ	夏緑高木	○	○	○		
アマツル	夏緑つる	○	○	○		
アマドコロ	多年草	○		○		
アラカシ	常緑高木				○	
アリドオシ	常緑低木				○	
アリマグミ	夏緑低木	○				
アワブキ	夏緑小高木	○	○			
イソノキ	夏緑低木	○				
イタビカズラ	常緑つる				○	
イタヤカエデ	夏緑高木	○	○			
イチヤクソウ	多年草	○		○		
イトスゲ	多年草		○			
イナカギク	多年草	○		○		
イヌガシ	常緑小高木				○	○
イヌザクラ	夏緑小高木			○		
イヌツゲ	常緑低木				○	
イヌビワ	夏緑低木	○	○			
イヌマキ	常緑針葉高木				○	
イヌワラビ	夏緑シダ		○			
イノデ	常緑地生シダ		○			
イノモトソウ	常緑地生シダ		○			
イボタノキ	夏緑低木	○	○	○		
イロハモミジ	夏緑小高木	○	○	○		
イワガラミ	夏緑つる	○	○			
ウスノキ	夏緑低木	○		○		
ウツギ	夏緑低木	○	○			
ウバメガシ	常緑小高木					○
ウマノスズクサ	夏緑つる	○				
ウメモドキ	夏緑低木	○				
ウラジロウツギ	夏緑低木		○			
ウラジロガシ	常緑高木				○	
ウラジロノキ	夏緑小高木	○		○		
ウリカエデ	夏緑低木	○	○	○		
ウリハダカエデ	夏緑小高木	○	○	○		
ウミズザクラ	夏緑小高木	○	○	○		
ウンゼンツツジ	夏緑低木	○	○	○		
エイザンスミレ	多年草			○		
エゴノキ	夏緑小高木	○		○		
エドヒガン	夏緑高木			○		
エノキ	夏緑高木	○	○			
エビネ	常緑地生ラン			○		
オオイタチシダ	常緑地生シダ	○	○		○	
オオウラジロノキ	夏緑小高木	○				
オオカモメツル	夏緑つる	○		○		
オオナキリスゲ	常緑多年草		○			
オオバウマノスズクサ	夏緑つる	○				
オオバタンキリマメ	夏緑つる	○				
オオバノイノモトソウ	常緑地生シダ		○			
オオバノトンボソウ	多年草	○		○		
オオベニシダ	常緑地生シダ	○	○			○
オガタマノキ	常緑高木				○	
オケラ	多年草	○				
オトコエシ	多年草			○		
オニカナワラビ	常緑地生シダ	○	○			
オニドコロ	夏緑つる	○	○	○		
オニヤブソテツ	常緑地生シダ		○			
オモト	常緑多年草				○	
カエデドコロ	夏緑つる	○	○			
カキノキ	夏緑小高木	○		○		
カクレミノ	常緑小高木				○	○
カゴノキ	常緑高木				○	○
カスミザクラ	夏緑高木	○		○		
カナクギノキ	夏緑小高木	○	○	○		
カナメモチ	常緑低木				○	○
ガマズミ	夏緑低木	○	○	○		
カマツカ	夏緑低木	○	○	○		

付表2 周辺地域の現存群落構成種.

種名	生活形	群落名				
		1	2	3	4	5
カヤ	常緑針葉高木				○	
カヤラン	常緑着生ラン				○	
ガンクビソウ	多年草	○				
ガンビ	夏緑低木	○				
キクバヤマボクチ	多年草	○				
キッコウハグマ	多年草	○		○		
キブシ	夏緑低木	○	○			
キランソウ	多年草		○			
キンミズヒキ	多年草	○	○	○		
キンラン	多年草			○		
ギンリョウソウ	腐生植物	○				
ギンリョウソウモドキ	腐生植物				○	
クサイチゴ	夏緑低木	○	○	○		
クサギ	夏緑低木		○			
クサマオ	多年草		○			
クチナシ	常緑低木				○	
クヌギ	夏緑高木	○	○	○		
クマシデ	夏緑高木		○			
クマノミズキ	夏緑高木	○	○			
クマヤナギ	夏緑つる	○				
クマワラビ	常緑地生シダ	○	○	○	○	
クモラン	常緑着生ラン				○	
クリ	夏緑高木	○	○	○		
クロウメモドキ	夏緑低木			○		
クロガネモチ	常緑高木				○	
クロバイ	常緑小高木				○	
クロモジ	夏緑低木	○	○	○		
ケアクシバ	夏緑低木	○				
ケタガネソウ	多年草	○				
ケヤキ	夏緑高木		○	○		
コアジサイ	夏緑低木	○	○	○		
コウヤボウキ	多年草	○	○	○		
コガクウツギ	夏緑低木	○	○	○		
コカモヅル	多年草			○		
コ克蘭	常緑地生ラン				○	
コゴメウツギ	夏緑低木		○			
コシアブラ	夏緑小高木	○				
コジイ	常緑高木				○	
コツクバネウツギ	夏緑低木	○		○		
コナラ	夏緑高木	○	○	○		
コハウチワカエデ	夏緑小高木	○	○			
コバノガマズミ	夏緑低木	○	○	○		
コバノミツバツツジ	夏緑低木	○				
コマユミ	夏緑低木	○	○	○		
ゴンズイ	夏緑低木	○				
サイゴクベニシダ	常緑地生シダ	○		○		
ザイフリボク	夏緑小高木	○		○		
サカキ	常緑小高木				○	
ササガヤ	多年草	○				
ササノハスゲ	常緑多年草	○	○			
ササユリ	多年草	○		○		
サジガクビソウ	多年草		○			
サネカズラ	常緑つる				○	
サルトリイバラ	夏緑つる	○	○	○		
サンショウ	夏緑低木	○	○	○		
シキミ	常緑小高木				○	
シシガシラ	常緑地生シダ	○	○	○		
シソバタツナミソウ	多年草	○				
シハイスミレ	多年草	○		○		
シャクジョウソウ	腐生植物	○				
ジャシャンボ	常緑低木				○	○
ジャノヒゲ	常緑多年草	○	○	○	○	
シュンラン	常緑地生ラン	○	○	○	○	○
ショウジョウバカマ	多年草	○				
シラカシ	常緑高木				○	
シラキ	夏緑小高木	○	○			
シラヤマギク	多年草	○		○		
シロタモ	常緑高木				○	○
シロヨメナ	多年草	○	○	○		
シンミズヒキ	多年草		○	○		
スイカズラ	夏緑つる	○	○	○		
スズメウリ	夏緑つる		○			
スタジイ	常緑高木				○	
スノキ	夏緑低木	○	○	○		
センニンソウ	夏緑つる	○	○	○		
ソヨゴ	常緑小高木				○	○
タガネソウ	多年草	○	○			
タカノツメ	夏緑小高木	○		○		
タチシオデ	夏緑つる			○		
タチシノブ	常緑地生シダ		○			
タチツボスミレ	多年草		○	○		

付表2 周辺地域の現存群落構成種.

種名	生活形	群落名				
		1	2	3	4	5
タチドコロ	夏緑つる	○		○		
タツナミソウ	多年草		○			
タニウツギ	夏緑低木			○		
タムシバ	夏緑小高木	○				
ダンコウバイ	夏緑低木	○		○		
タンナサワフタギ	夏緑低木	○				
チゴザサ	多年草		○			
チゴユリ	多年草	○	○	○		
チヂミザサ	多年草	○	○	○		
ツクバネウツギ	夏緑低木	○		○		
ツクバネガシ	常緑高木				○	
ツタ	夏緑つる	○	○	○		
ツリバナ	夏緑低木	○	○	○		
ツルアリドオシ	多年草	○				
ツルウメモドキ	夏緑つる	○	○			
ツルグミ	常緑つる				○	
ツルニガクサ	多年草		○			
ツルニンジン	夏緑つる	○				
ツルリンドウ	夏緑つる	○				
テイカカズラ	常緑つる				○	
トウゲシバ	常緑地生シダ	○	○			
トウゴクシダ	常緑地生シダ	○	○	○		
トボシガラ	多年草		○			
ナガバジャノヒゲ	常緑多年草	○	○	○	○	
ナガバタチツボスミレ	多年草	○	○	○		
ナガバモミジイチゴ	夏緑低木	○	○	○		
ナキリスゲ	常緑多年草	○	○	○	○	
ナツハゼ	夏緑低木	○		○		
ナツフジ	夏緑つる	○		○		
ナナメノキ	常緑高木				○	
ナルコユリ	多年草	○				
ナワシログミ	常緑低木				○	
ナンキンナナカマド	夏緑低木		○			
ニガイチゴ	夏緑低木		○			
ニガキ	夏緑小高木	○	○			
ニシキギ	夏緑低木			○		
ニシノホンモンジスゲ	常緑多年草	○		○		
ヌカボシソウ	多年草			○		
ネジキ	夏緑低木	○		○		
ネズミモチ	常緑低木				○	○
ネムノキ	夏緑高木	○	○	○		
ノイバラ	夏緑低木	○	○	○		
ノガリヤス	多年草	○	○	○		
ノキシノブ	常緑着生シダ	○	○	○	○	
ノギラン	多年草	○				
ノグルミ	夏緑小高木	○				
ノコンギク	多年草		○			
ノササゲ	夏緑つる	○	○	○		
ノブドウ	夏緑つる		○			
バイカツツジ	夏緑低木		○			
ハエドクソウ	多年草			○		
ハカタシダ	常緑地生シダ		○			
ハゼ	夏緑小高木	○	○	○		
ハナイカダ	夏緑低木	○	○	○		
ハナウド	多年草			○		
ハネミイヌエンジュ	夏緑小高木	○				
ハリギリ	夏緑高木	○				
ハンショウヅル	夏緑つる	○	○	○		
ヒイラギ	常緑小高木				○	○
ヒカゲスゲ	多年草	○	○	○		
ヒサカキ	常緑低木				○	○
ヒメアザミ	多年草	○				
ヒメイトチシダ	常緑地生シダ		○			
ヒメウス	多年草		○			
ヒメカンアオイ	常緑カンアオイ	○				
ヒメカンスゲ	常緑多年草	○	○			
ヒメコウゾ	夏緑低木	○				
ヒメモエギスゲ	常緑多年草			○		
ヒメヤブラン	常緑多年草		○			
ヒメユズリハ	常緑小高木				○	○
ヒヨドリジョウゴ	多年草	○				
フジ	夏緑つる	○	○	○		
フタリシズカ	多年草			○		
フモトシダ	常緑地生シダ		○		○	
ベニシダ	常緑地生シダ	○	○	○	○	○
ハウチャクソウ	多年草	○				
ホオノキ	夏緑高木	○				
ホソバウマノスズクサ	夏緑つる	○	○			
ホタルカズラ	多年草	○	○			
ホタルブクロ	多年草	○	○			
ボタンヅル	夏緑つる	○	○			

付表2 周辺地域の現存群落構成種.

種名	生活形	群落名				
		1	2	3	4	5
ホドイモ	夏緑つる		○			
マサキ	常緑低木				○	
マタタビ	夏緑つる		○			
マツブサ	夏緑つる	○		○		
マムシグサ	多年草			○		
マメツタ	常緑着生シダ	○	○		○	
マユミ	夏緑低木		○	○		
マルバアオダモ	夏緑小高木	○	○	○		
マルバベニシダ	常緑地生シダ				○	
マンリョウ	常緑低木				○	
ミズヒキ	多年草	○	○			
ミゾシダ	夏緑シダ	○	○			
ミツデウラボシ	常緑地生シダ	○				
ミツバアケビ	夏緑つる	○	○	○		
ミツバツチグリ	多年草		○			
ミヤコアオイ	常緑カンアオイ	○				
ミヤマウズラ	常緑地生ラン	○	○			
ミヤマガマズミ	夏緑低木	○	○	○		
ミヤマシキミ	常緑低木				○	
ミヤマナルコユリ	多年草	○	○	○		
ミヤマハハソ	夏緑低木		○			
ムカゴイラクサ	多年草		○			
ムクノキ	夏緑高木	○	○			
ムベ	常緑つる				○	○
ムラサキシキブ	夏緑低木	○	○	○		
ムラサキニガナ	多年草	○	○			
メギ	夏緑低木		○			
モチツツジ	夏緑低木	○	○	○		
モチノキ	常緑高木				○	○
モッコク	常緑小高木				○	
モミ	常緑針葉高木				○	
ヤツデ	常緑低木				○	
ヤブコウジ	常緑多年草	○	○	○	○	
ヤブソテツ	常緑地生シダ		○			
ヤブタバコ	多年草	○				
ヤブツバキ	常緑小高木				○	○
ヤブニッケイ	常緑高木				○	○
ヤブムラサキ	夏緑低木	○		○		
ヤブラン	常緑多年草	○	○	○	○	
ヤマアジサイ	夏緑低木		○			
ヤマイトチシダ	常緑地生シダ	○	○	○	○	
ヤマイヌワラビ	夏緑シダ		○			
ヤマウグイスカグラ	夏緑低木	○	○	○		
ヤマウルシ	夏緑低木	○	○	○		
ヤマコウバシ	夏緑低木	○	○	○		
ヤマザクラ	夏緑高木	○	○	○		
ヤマジノホトトギス	多年草	○	○	○		
ヤマツツジ	夏緑低木	○	○	○		
ヤマノイモ	夏緑つる	○	○	○		
ヤマハゼ	夏緑小高木	○		○		
ヤマボウシ	夏緑小高木	○	○			
ヤマモモ	常緑高木					○
ヤマヤブソテツ	常緑地生シダ		○			
ヨシノアザミ	多年草	○	○	○		
ヨツバムグラ	多年草		○			
リュウノウギク	多年草	○		○		
リョウブ	夏緑小高木	○	○	○		
リンドウ	多年草			○		
リンボク	常緑小高木				○	

群落名1はコナラアベマキ群集, 2はエノキームクノキ群集, 3はクヌギニシノホンモンジスゲ群落, 4はコジイカナメモチ群集, 5はウバメガシトベラ群集を示す.

「人と自然 (Humans and Nature)」投稿規定

本誌は、自然科学・社会科学・環境計画等の研究者や、学校教員、自然観察指導者、市民団体のコーディネーター、企業・行政・NPOなどの実務者を読書層と想定し、人と自然の統合的理解をめざす「共生博物学」の基礎研究やその普及啓発・発展に寄与する報文を掲載し、情報発信することを目的としている。

本誌には、自然のしくみ、人と自然の共生、地域資源とコミュニティの関わり方など、地域の自然とこれに育まれた文化に関する報文、これらを課題とする社会教育や学校教育に寄与する方法論・技術に関する報文、また「共生博物学」の発展に寄与すると編集委員会が認めた報文を掲載する。

なお掲載報文の著作権は、兵庫県立人と自然の博物館に帰属する。また、掲載された論文は、人と自然の博物館のホームページ (<http://hitohaku.jp/>) においてダウンロードできる形で公開する。

A 投稿案内

投稿者は、「投稿規定」を熟読の上、最新号を参照し、これらに従って原稿を執筆すること。規定に従わない原稿は受け付けずにそのまま著者に返送する。

1 「人と自然」の内容

冒頭に記した分野・内容で未発表の原著論文・総説・報告・資料、その他編集委員会が適当と認めたものを掲載する。

2 投稿の手続き

原著論文と総説については投稿原稿（図・表を含む）のコピー3部を、報告・資料その他については2部を、必要事項を記入した投稿原稿整理カードに添えて提出すること。なお、原図のコピーは判読・判別が容易なものとする。原図・原表の提出は、投稿時には送付せず、受理後とする。

3 原稿の送付先および問い合わせ先

〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 兵庫県立人と自然の博物館
「人と自然」編集委員会 Tel. (079) 559-2001 Fax.(079) 559-2007

4 査読制度

原著論文・総説の原稿は、編集委員会の委嘱による2名の査読者によって、報告・資料等は、同じく1名の査読者によって査読される。

5 論文掲載の可否判定

原稿の「人と自然」への掲載の可否は、査読者の意見を参考に編集委員会が決定する。査読の結果を踏まえて編集委員会から投稿者に修正を求めることがある。掲載不可と判定された原稿については投稿者にその理由を通知の上、原稿を返却する。

6 原稿の受理

編集委員会により掲載可と判断された日付をもって受理日とし、受理通知を送付する。

7 印刷原稿の提出

印刷原稿・原図・原表およびその保存媒体（フロッピーディスク等）の提出については、受理通知時に編集委員会が指定する様式に従うものとする。

8 校正

著者による校正は初校のみとし、その後の校正は編集委員会で行う。初校への大幅な加筆、内容の改変は認めない。

9 別刷

別刷にかかる費用は全て著者の負担とする。

B 用語

1 和文原稿は英文要旨・キーワードを除き和文とする。英文原稿はホームページの INSTRUCTION FOR AUTHORS を参照せよ。

2 文体はひらがなと漢字による口語常態（だ・である体）とし、現代かなづかいを用いる。固有名詞で読み誤るおそれのあるものには漢字の後に丸括弧で括ったふりがなをつける。

3 句読点は全角の「、」と「。」を用いる。

4 数字はアラビア数字（半角）を用いる。単位は原則として国際単位系S I units (Système Internationale d'Unités) に従う。ただし、専門分野で慣用されているものはこの限りではない。

5 固有名詞や学界で慣用の述語を除いて、常用漢字を使用する。

C 原稿の構成

1 原著論文および総説

原稿には、欄外右上にページ番号を記入する。本文に対する注は通し番号をつけて本文の最後にまとめ、脚注は使用しないこと。その他の原稿の体裁は以下の①～⑥の順とする。

英文の原稿には、和文タイトルと和文要旨を原稿末尾に添えて提出する。

①表題

原稿第1枚目、左上にランニングタイトル（20字以内）、続いてセンタリングして表題、著者名、英文表題、英文著者名を書く。1枚目の下部に「欄外」として和文所属・所在地、英文所属・所在地を書く。e-mailアドレスの記載を希望する場合には、英語でcorresponding authorの姓名とそのアドレスを英文所在地の後に記す。

②英文要旨（Abstract）と英文キーワード

原稿第2枚目には200語以内の英文要旨（Abstract）を記し、要旨の下に6つ以内の英語のキーワードをつける。英文は著者の責任において正しい英文にして提出する。

③和文要旨

謝辞の次に、論文の内容を簡潔にまとめた400字以内の和文要旨をつける。

④本文

本文は第3枚目から書き始める。

⑤謝辞

謝辞の位置は本文末と文献の間とし、研究助成金等の記述については謝辞の最後に記載する。

⑥文献

2 報告・資料・その他

原著論文の体裁に従った原稿と、下記の体裁に従った原稿のどちらかを、投稿者が選択することができる。ページ番号・注については原著論文と同じ。その他の体裁は、①～⑤の順とする。

英文の原稿には、和文タイトル、和文要旨を原稿末尾に添える。

①表題 原著論文と同じ。

②和文要旨とキーワード

原稿第2枚目には400字以内の和文要旨を記し、要旨の下に6つ以内の日本語キーワードをつける。

③本文 原著論文と同じ。

④謝辞 原著論文と同じ。

⑤文献

D 原稿用紙と書き方

1 原稿は、A4用紙に横書きで、1行40字×25行とする。

2 英文要旨は、A4用紙に25行とし、行間はダブルスペースとする。

3 本文の章、節のタイトルはゴシック（ボールド）字体にし、章は中央、節は左よせとし、1行おいて文章を書きだすこと。また章間は2行、節間は1行あける。

4 章・節のゴシック（ボールド）字体（慣例：波形の下線）や、学名に対するイタリック（慣例：1本の下線）などの指定は著者が行うものとする。

5 図表を入れる大まかな位置を原稿の右側欄外に示す。

6 受理後、編集部が編集を行うことがある。

E 図表の書き方

1 図表は本文中に入れずにそれぞれ別用紙に書き、小さいものはA4版の白い台紙に貼る。

2 写真を図版として掲載する場合、そのまま印刷可能な電子ファイルとして提出する。あるいは印刷面のサイズに合うようにレイアウトし、白い台紙に貼る。なお、「人と自然」の印刷面のサイズは最大で17×24 cmである。

3 図表の原図はA4版以内とする。

4 図表の説明文（キャプション）は、図表ごとに別紙にまとめ、本文の後に付ける。説明は、和文または英文で記述すること。両者を併記することもできるが、いずれかのみを使用する場合は、一報文中では統一をとること。また図表中の使用言語は著者の判断に委ねられる。ただし、この場合も一報文中では統一すること。

5 それぞれの図表類につき、欄外右上に番号、著者名および希望縮小率を付す。縮小率は面積比ではなく、線分比とすること。

6 本文中に引用されない図表類を掲載してはならない。

F 文献の引用

本文中の文献の引用は次の例に従う。また、3名以上のものについては「一ほか」または「-et al.」とする。

小川（1889）はこれを中央日本地溝帯と呼んだ。

—自律型の活動と考えられる（恩藤, 1951, 1953a, b）。

これらの研究（原田, 1888; 小川, 1899; 小沢, 1923a, b）によると

村山・大沢（1961）は—。

—巣からの距離とともに狭くなると予想される（Schoener, 1979; Stephens and Krebs, 1986）。

G 文 献

1 本文ならびに図表中において引用した文献は「文献」として本文末に一括し、著者名がアルファベット順となるよう配列する。同一著者による論文は年号の古い順とし、同年の論文については年号の後に小文字のアルファベット（a, b,...）をつけて区別するものとする。

2 文献は本文および図表中に引用されたものに限り、かつ引用されたもの全てを掲載しなくてはならない。

3 文献欄は英文と和文で体裁が異なる。下記の例にならって記載すること。

Berggren, W. A., Kent, D. V., Aubry, M. P. and Hardenbol, J. (eds.) (1995) *Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation*. SEPM (Soc. Sed. Geol.), Tulsa, 386 p.

速水 格・植村和彦 (1998) 古生物の分類。速水 格・森 啓 (編), 古生物の科学1. 古生物の総説・分類。朝倉書店, 東京, pp. 38-59.

Higo, S., Callomon, P. and Goto, Y. (1999) *Catalogue and Bibliography of the Marine Shell-Bearing Mollusca of Japan*. Elle Sci. Pub., Yao, 749 p.

Matsumoto, T., Morozumi, Y., Bando, Y., Hashimoto, H. and Matsuoka, A. (1981) Note on *Praviloceras sigmoidale* Yabe (Cretaceous heteromorph ammonite). *Trans. Proc. Palaeont. Soc., Japan, N. S.* **123**: 168-178, pls. 22-26.

岡田篤正・東郷正美 (編) (2000) 近畿の活断層。東大出版会, 東京, x + 395 p.

尾崎正紀・松浦浩久・佐藤喜男 (1996) 神戸層群の地質年代。地質雑, **102**, 73-83.

清水大吉郎 (1996) 古典にみる地学の歴史。東海大出版会, 東京, xx + 152 p.

Waller, T. R. (1998) Origin of the molluscan class Bivalvia and a phylogeny of major groups. In Johnston, P. A. and Haggart, J. W. (eds.), *Bivalves: An Eon of Evolution. Paleobiological Studies Honoring Norman D. Newell*. Univ. Calgary Press, Calgary, pp. 1-45.

4 ホームページ等について

WWW上で公開されているホームページなどの参照・紹介については文献欄の後に「付記」としてホームページアドレスを掲載するものとする。ただし、公表年が明らかで論文・報告書等がPDF形式のようにページ数が確定した形式で公開・出版されている場合には一般の文献と同様に本文中で引用の上、文献欄に掲載し、ホームページアドレスを角括弧でくくって各文献の最後に示すこと。なお、参照・紹介は、受理の段階でアクセスできるホームページに限る。

人と自然 (Humans and Nature)

投稿原稿整理カード

発 送 年 月 日		年 月 日							
表 題	和 文								
	英 文								
ランニングタイトル（和文：20文字以内）									
種別（○をつける）		原著論文 総説 報告 資料 その他（ ）							
著 者 名									
連 絡 責 任 者 住 所 ・ 氏 名		〒 Tel. Fax. E- mail							
原 稿 枚 数		本 文： 枚 図 版： 枚 表 ： 枚 図・表の説明： 枚 付 表： 枚 図 ： 枚 うち、カラー図・図版： 枚							
英文校閲の状況 （○をつける）		1. Native speaker の校閲を受けている 2. 英文校閲会社の校閲を受けている（会社名 ） 3. その他（ ）							
そ の 他 の 希 望									

なお、「人と自然」に掲載された論文は、人と自然の博物館のホームページ (<http://hitohaku.jp/>) に掲載されます。写真等で個人情報を含む場合は、問題が生じないように事前に対策をお願いします。

重要なお知らせ

「人と自然」は20号(2009)をもって冊子体による出版・配布を終了しました。21号(2010)以降は電子版のみとなり、ホームページ

http://www.hitohaku.jp/research_collections/bulletins.html

から自由にダウンロードできるようになっています。なお「人と自然」20号(2009)の裏表紙でもお知らせしたように、英文誌「Nature and Human Activities」は12号(2007)を最終号とし、2008年からは「人と自然」と統合しました。したがって英文論文においては、今後も引き続き和文論文とともに「人と自然」に掲載されます。

Important notice

Our official journal "Humans and Nature", originally published as hard copies and distributed by post-mail from our library, was entirely converted to electronic publication, beginning with no. 21 in 2010. This and all subsequent issues can be freely downloaded from the journal's home page:

http://www.hitohaku.jp/research_collections/bulletins.html

As was already announced in 2009 on the back cover of "Humans and Nature" no. 20, the former English series "Nature and Human Activities" was ceased publication in 2007 with no. 12 as the last issue, and was incorporated into "Humans and Nature" from 2008. Therefore, "Humans and Nature" now publishes articles in both Japanese and English.

「人と自然」第24号に投稿された論文・総説・報告・資料は、それぞれの審査にあたり、以下の方々にご協力をいただきました。記して感謝いたします。

審査員（敬称略・アルファベット順）

赤澤宏樹，秋山弘之，広谷浩子，藤井俊夫，古谷 裕，小林文夫，
小舘誓治，西村直樹，太田英利，武田義明，上野勝美

人 と 自 然 第24号

2013年12月25日 印刷

2013年12月25日 発行

発行 兵庫県立人と自然の博物館

〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目

発行部数 100部

印刷 アイシー印刷株式会社

Humans and Nature No. 24

Original Articles

- KODATE, S.:** Relationship between the soil condition and pine wilt disease on a ridge-shaped slope 1
- KOBAYASHI, F.:** Permian foraminifers contained in limestone and conglomerate of the Maizuru Group in the Shimo-Yakuno area, Kyoto Prefecture, Japan 9
- AKIYAMA, H., YOKOYAMA, H., TANAKA, A., FURUKI, T. and YAMAGUCHI, T.:** Bryophyte species richness investigated by long belt-transects method: A case study in Yakushima Island 21

Review

- MITANI, M.:** Reconsideration on persons with language- and/or communication-disorders from viewpoint of lifelong learning: A review 33

Reports

- ISHIDA, H., YAGURA, Y. and SHIOTANI, T.:** Habitat and population structure of a rare tree, *Prunus pendula* f. *ascendens* on Mt. Kurino-dake, Kagoshima Prefecture 47
- HANDA, K., SAEGUSA, H., IKEDA, T., KOBAYASHI, F., SATO, H., TAKEDA, S., UEDA, M., SAKAUE, K., YAO, S., NISHIOKA, K., KOBAYASHI, M., FURUTANI, H., TAKAHASHI, A., OTA, H. and NAKASE I.:** Report of the Hyogo International Dinosaur Symposium 2013 51

Data

- SATO, H.:** A list of freshwater algae in Hyogo Prefecture 63
- KOBAYASHI, F.:** Morphologic variation of five species of *Parafusulina* from the Middle Permian Nabeyama Formation in the Kuzu area, Tochigi Prefecture, Japan 85
- FUJIWARA, C., TAMURA, K., TSUJI, H., ISHIDA, H., MINAMIYAMA, N., TSUKAHARA, A., MORI, H. and HATTORI, T.:** Present state of forestation by using the produced seedlings of local plant species in the Amagasaki Forest Central Green Space 123

- Instructions for authors** 135
- Form for submission** 137