

大阪平野北部, 川西市花屋敷の第四紀層について

佐藤 裕司^{1)*}・半田久美子¹⁾・加藤 茂弘¹⁾・前川 和美³⁾・
高橋 晃^{2)*}・橋本 光政²⁾・沢田 佳久^{2)*}・八木 剛²⁾・
中西 明德^{2)*}・松本 英二⁴⁾・古谷 裕^{1)*}・小林 文夫^{1)*}

Quaternary Deposits at Hanayashiki Lowland (Kawanishi City) in the Northernmost Osaka Plain. Hiroshi SATO^{1)*}, Kumiko HANDA¹⁾, Shigehiro KATO¹⁾, Kazumi MAEKAWA³⁾, Akira TAKAHASHI^{2)*}, Mitsumasa HASHIMOTO²⁾, Yoshihisa SAWADA^{2)*}, Tsuyoshi YAGI²⁾, Akinori NAKANISHI^{2)*}, Eiji MATSUMOTO⁴⁾, Hiroshi FURUTANI^{1)*}, Fumio KOBAYASHI^{1)*}

A large-sized section of fossil wood (approximately 9m long and 80cm in diameter) was excavated at the Kawanishi Site, a construction site of a residence located at latitude 34° 49' 30" N and longitude 135° 24' 51" E. It was identified as *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis* by wood anatomy and dated as 2,190±70 yrs BP by the radiocarbon dating.

Field observations and analyses of sediments were carried out in order to clarify chronological sequence and paleoenvironmental changes at this site. Sediment samples were collected at three sections for analyses of tephra, sulfur content, and fossils such as diatoms, pollen, macroplants, wood and insects.

The sediments were divided lithostratigraphically into five units, I, II, III, IV and V, in ascending order. On the basis of the intercalation of tephra layer probably correlative with Handa volcanic ash (about 0.3Ma), unit I is considered to be the stratigraphic equivalent of the Ma10 horizon of the Osaka Group. From the radiocarbon date of the fossil wood and local pollen assemblages, units II, III, IV and V are considered to be Holocene deposits. This result indicates a lengthy hiatus between units I and II.

From the diatom and sulfur analyses, the sediments of unit I are inferred to be lagoonal and those of units II, III and IV to be fluvial.

Three local pollen assemblage zones KW-I, KW-II and KW-III, were distinguished on the basis of the occurrence of dominant arboreal pollen. Each zone stratigraphically corresponds to units I, II, and III and IV, respectively. The paleovegetation for each zone was reconstructed from the results of analyses of pollen, plant macrofossils and fossil woods: KW-I, temperate coniferous forest mainly consisting of *Cryptomeria japonica*; KW-II, cool-temperate deciduous broad-leaved forest; KW-III, warm-temperate evergreen forest mainly of *Quercus gilva*.

Many fossil insects were recovered from the sediments of KW-III. Judging from the present habitat of these insects, the occurrence of these fossil insects suggests that units III and IV were deposited under open-space environments where the grassland and the riverine forest dominate.

¹⁾ 兵庫県立人と自然の博物館 地球科学研究部 Division of Earth Sciences, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo Yayoigaoka 6, Sanda, 669-13 Japan

²⁾ 兵庫県立人と自然の博物館 系統分類研究部 Division of Phylogenetics, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo, Yayoigaoka 6, Sanda, 669-13 Japan

³⁾ 姫路工業大学理学部 Faculty of Science, Himeji Institute of Technology, Shosha 2167, Himeji, 671-22 Japan

⁴⁾ 名古屋大学 大気水圏科学研究所 Institute for Hydrospheric-Atmospheric Science, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-01 Japan

* 兼任: 姫路工業大学 自然・環境科学研究所

Key words: Kawanishi Site, radiocarbon dating, paleoenvironmental change, tephra, fossils, Holocene deposits.

はじめに

大阪平野には未固結の砂礫・粘土層で構成される大阪層群と呼ばれる地層が分布し、沖積低地周辺の丘陵を形成している。大阪層群は日本を代表する鮮新～更新統のひとつであり、それに挟在する十数枚の海成粘土層や数十枚のテフラを鍵層として、対比と編年がほぼ確立されている(市原, 1993)。しかも、大阪層群からは、珪藻や花粉などの微化石や大型動・植物化石が豊富に産出する。このため大阪平野は、第四紀における古環境の変遷史を解明する絶好の調査地域となっている。

しかしながら、武庫川以東の大阪平野北部においては、大阪層群の標準層序の模式地となっている千里山丘陵やその周辺地域を除くと、大阪層群の層序と対比、第四紀の古環境に関する知見は必ずしも多とはいえない。本地域は大阪平野と北摂山地を境する有馬—高槻構造線の近傍に位置し、大阪平野の形成と構造運動との関係を探るうえでも重要な地域と考えられる。

ところで、この度、本地域に位置する川西市花屋敷のマンション建設現場において、全長9mほどの木材化石が出土した。この建設現場は北緯 $34^{\circ}49'30''$ 、東経 $135^{\circ}24'51''$ 、阪急電鉄宝塚線川西能勢口駅の西北西350mに位置し、その標高は約28mである(Fig.1, a)。基礎工事の際に出現した地表下9mまでの露頭(以下、川西サイトと呼ぶ)の現地調査や、出土した木材化石の ^{14}C 年代測定・テフラ分析・産出化石から、本地点では大阪層群上部層が沖積層に直接、不整合に覆われていることが判明した。本稿ではこれらの詳細を報告するとともに、堆積物の年代や対比、堆積環境や古植生について考察する。

なお、本研究は、兵庫県立人と自然の博物館における共同研究「兵庫県下における第四紀後期の自然環境変遷史」(研究代表者:小林文夫)の中で、専門分野の異なる研究者が集まって行われたものである。この露頭は工事終了とともに消失したが、出土した木材化石は、切断・加工した後に、一部を博物館に保管してある。

川西サイトの概況

1. 川西サイト周辺の地形・地質

川西サイトは猪名川右岸の沖積層からなる最低位段丘面上の、段丘面を覆う沖積錐末端付近に位置する(Fig. 1, b)。その西方および南西には、最終間氷期以降に形成された中位・低位の段丘面(伊丹段丘面, Huzita and Maeda, 1971)が分布する(Fig.1, b)。これらの段丘構成層の下位には、伊丹粘土層と川西粘土層の少なくとも2層の海成粘土層の存在が知られ(Huzita and Maeda, 1971)、伊丹粘土層は大阪平野地下のMa12海成粘土層に対比されている(古谷, 1978)。川西サイト北方の猪名川に沿う丘陵上には、基盤の先白亜系(丹波層群)を不整合に覆って、Ma1海成粘土層やピンク火山灰層を挟む大阪層群下部層が分布する(Fig.2)。

川西サイトの200m南方地点から西方にかけては、南北両端を東北東—南南西走行の活断層に挟まれた構造性の凹地帯である花屋敷低地帯(寒川, 1978)が発達する(Fig.1, b)。川西サイトの東方、猪名川左岸には、丹波層群からなる北摂山地、大阪層群からなる丘陵、および散在する高位段丘面とを境する五月丘断層(寒川, 1978)がほぼ東西に延びる(Fig.1, b)。これらの花屋敷低地帯や五月丘断層は、北摂山地と大阪平野北部とを限る有馬—高槻構造線(Fig.2)の一部をなす。一方、川西サイトの西方や北方では段丘面を変位させる活断層は認められない。したがって、本地点は有馬—高槻構造線北方の隆起側に位置するとみられる。

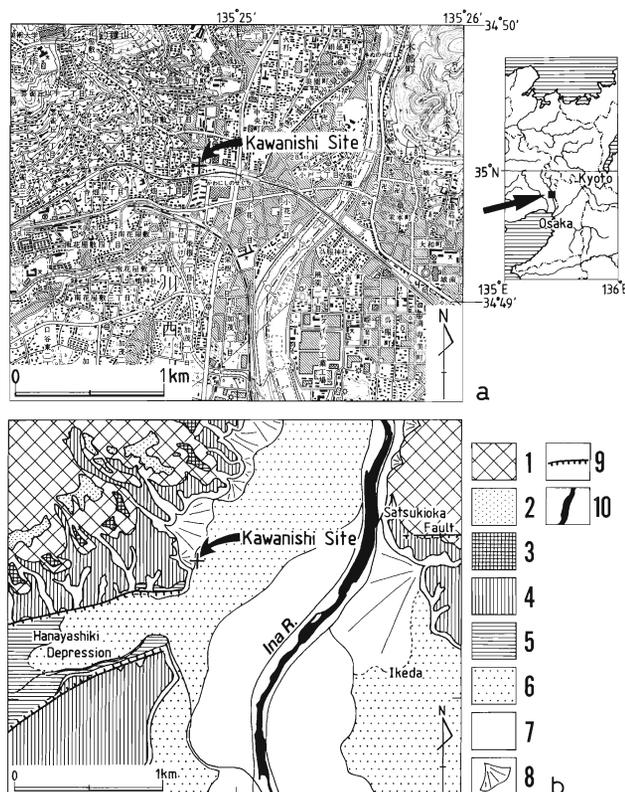


Fig.1. Locality of the Kawanishi Site (a) and topographic subdivision around the site (b).

After the 1:25,000 topographic map "Itami" published by the Geographical Survey Institute.

1:Mountains and hills, 2:Highest terrace surface, 3:Higher terrace surface, 4:Middle terrace surface, 5:Lower terrace surface, 6:Lowest terrace surface, 7:Flood plain, 8:Alluvial cone, 9:Active fault, 10:Present river channel.

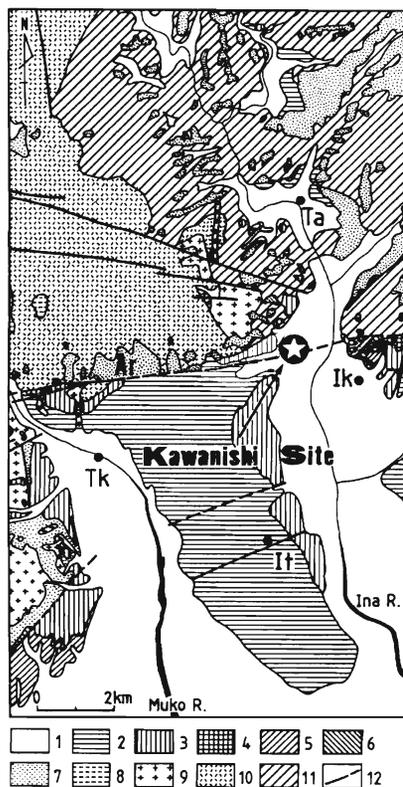


Fig.2. Geological features around the Kawanishi Site.
 1:Recent alluvial deposits, 2:Lower terrace deposits, 3:Middle terrace deposits, 4:Higher terrace deposits, 5:Uppermost part of the Osaka Group (younger than Ma6 marine bed), 6:Upper part of the Osaka Group, 7:Lower part of the Osaka Group, 8:Paleogene sedimentary rocks (Kobe Group), 9:Late Cretaceous Granitic rocks (Arima Group), 10:Early to Late Cretaceous Acidic rocks (Tamba Group), 11:Carboniferous to Jurassic sedimentary rocks (Tamba Group), 12:Fault, Ar:Arima-Takatsuki Tectonic Line, Ta:Tada, Tk:Takarazuka, Ik:Ikeda, It:Itami. (Depicted and modified from Ichihara *et al.*(1991).)

2. 層序・層相

川西サイトの露頭の5断面について柱状図 (Fig.3, A~E) を作成し, 各地層の分布高度, 側方への連続性および層相変化を確認して総合柱状図 (Fig.3, F) にまとめた. 堆積物のうち地表下0.50mまでは盛り土層で, それ以深が自然堆積層である. この自然堆積層はその岩相に基づき, 下位より I~V の5層に区分される.

1) I層

I層は固結度の進んだ青灰色粘土層で, 地表下7.10m以深にはほぼ水平に堆積する. 本層中には木片が散在する. E地点 (Fig.3) では青灰色粘土層が約2mの厚さで露出し, その上限から約1m下位に, 白色細粒軽石層 (最大層厚10cm) がパッチ状に挟まれる.

2) II層

II層は地表下7.10m~6.10mに分布するシルト層と砂層の互層である. D地点 (Fig.3) では, 本層は下位よ

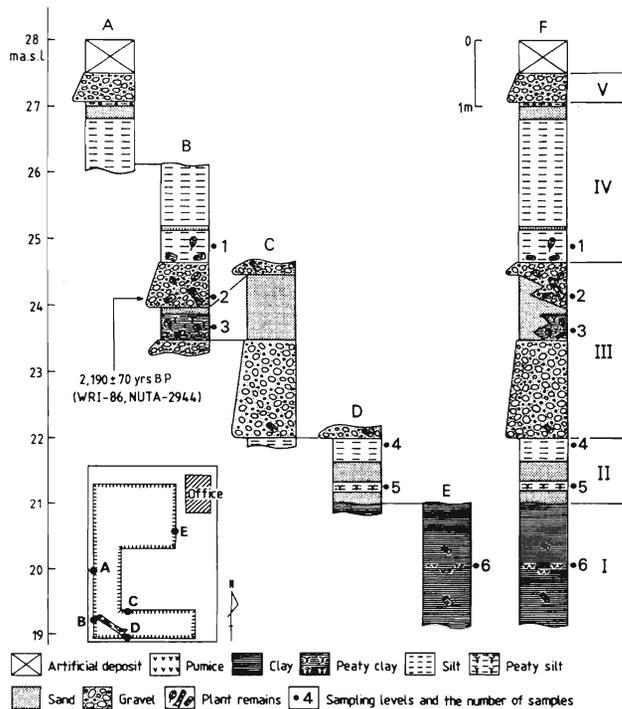


Fig.3. Columnar sections at the Kawanishi Site.

り, 暗緑灰色粗粒砂層 (層厚20cm+), 褐色泥炭質シルト層 (層厚15cm), 青灰色中粒砂層 (層厚30cm), 緑灰色シルト層 (層厚35cm) の4つの単層から構成される.

3) III層

III層は, 地表下6.10m~3.40mに分布する, 砂層やシルト~粘土層をレンズ状に挟む砂礫層である. 本層は, B地点 (Fig.3) では下位より, 暗灰色砂礫層 (層厚20cm+), 弱いラミナが発達する褐色泥炭質粘土層 (層厚40cm+), 暗灰色粗~中粒砂層 (層厚10cm), 暗灰色砂礫層 (層厚70cm+) の4つの単層から, C地点 (Fig.3) では下位より, 暗灰色砂礫層 (層厚150cm), 暗灰色~暗褐色中粒砂層 (層厚100cm), 暗灰色砂礫層 (層厚20cm+) の3つの単層から, それぞれ構成される.

両地点における下部の砂礫層は, 中~大礫を主体とする分級良好な円礫層で, 側方へよく連続し, 層相の変化も少ない. 本層の最下部には木片が含まれる. 上部の砂礫層は, 小~中礫を主体とし, 大礫を少量混じえる分級不良の砂礫層で, 木材化石を多産する. 本砂礫層は, 側方での層厚変化が大きい.

4) IV層

IV層は地表下3.40m~0.95mに分布する. 本層は, 下位より順にラミナの明瞭な暗青灰色シルト~粘土層 (層厚50cm), 暗青灰色細粒~中粒砂層 (層厚5cm), 暗灰色シルト層 (層厚165cm), 角礫混じりの黄褐色粗粒砂層 (層厚20cm) および暗いアズキ色の細礫混じりシルト層 (層厚5cm) の5つの単層から構成される. 最下位のシルト~粘土層中には葉片や木片が多量に含まれる.

5) V層

V層は地表下0.95m~0.50mに分布する、中~大礫を主体とした分級不良の砂礫層(層厚45cm)で、基質は中粒砂~粘土である。本層は側方でシルト層を挟み、さらに側方ではシルト層が卓越するようになる。

3. 分析用試料

室内分析用試料をB, D, E地点より採取した。B地点では、IV層最下部の暗青灰色シルト~粘土層中部(試料1, 地表下3.15m), III層上部の砂礫層下部(試料2, 地表下3.95m), III層中部の褐色泥炭質粘土層中部(試料3, 地表下4.40m)より、D地点では、II層最上部の緑灰色シルト層上部(試料4, 地表下6.20m)とその下位の褐色泥炭質シルト層中部(試料5, 地表下6.85m)より、E地点ではI層の青灰色粘土層上部(試料6, 地表下8.10m)より、それぞれ採取した。

堆積物および産出化石の分析

1. 大型木材化石とその¹⁴C年代値

B地点からD地点付近(Fig.3)にかけては、III層上部の砂礫層中に、全長9m、最大直径80cmの埋没樹幹が、



Fig.4. Photographs of the large-scale excavated fossil wood. upper: at the Kawanishi Site, lower: at the Museum.

横たわった状態で埋没していた(Fig.4)。この樹幹について、名古屋大学年代測定資料研究センターにて、加速器質量分析法(AMS法)による¹⁴C年代測定を行った。その結果、2,190±70yrs BP(WRI-86, NUTA-2944)のAMS-¹⁴C年代値が得られた。ただし、¹⁴Cの半減期として5,570年を用いて算出した。

2. テフラ分析

1) 方法

試料1~6の堆積物について、粒径1/4~1/16 mmの砂粒を篩い分け・洗浄し、実体顕微鏡下でその鉱物組成、火山ガラスの有無とその形態を分析し、テフラ起源の堆積物の混合状況を調べた。試料6については、堆積物から選別した白色細粒軽石層を分析した。また試料3, 6については、含まれる火山ガラスの屈折率を測定した。屈折率は、パレオ・ラボ株式会社により、温度変化型屈折率測定装置(RIMS-86)を用いて、横山ほか(1986)の方法に従って測定された。

2) 結果および考察

鉱物組成、火山ガラスの有無とその形態および火山ガラスの屈折率をTable 1に示す。

試料4, 5にはテフラ起源の自形の重鉱物結晶や火山ガラスは含まれない。試料1~3には自形を保った斜方輝石や角閃石の結晶などに加え、バブルウォール型や軽石型の火山ガラスが多く含まれる。

試料3に含まれる火山ガラスの屈折率は双峰性を示し、レンジが1.501~1.506と1.508~1.513に高頻度の部分が

Table 1. Mineral composition of the sandy particles of the samples and the refractive index of volcanic glass shards.

Sandy particles ranging from 1/16 to 1/4mm in diameter are analyzed.

ho: hornblende, opx: orthopyroxene, mg: magnetite, bi: biotite, pl: plagioclase, qt: quartz, bw: bubble-wall glass shards, pm: pumiceous glass shards, pb: pale-brown colored glass shards.

Sample No.	Mineral Composition	Glass Type	Refractive Index of Volcanic Glass Shards (mode)
1	bi>qt,pl>ho>>opx>mg	bw>pm(pb)	—
2	pl>qt>>ho,opx,mg	bw>>pm	—
3	pl>qt>>ho>mg>opx	bw>pm(pb)	Bimodal, 1.501-1.506(1.500-1.501,1.502-1.504), 1.508-1.513(1.510-1.511)
4	pl>qt>>ho,mg	—	—
5	pl>qt>>ho,mg	—	—
6	pl>qt>>bi,ho	pm	1.497-1.502(1.499-1.500)

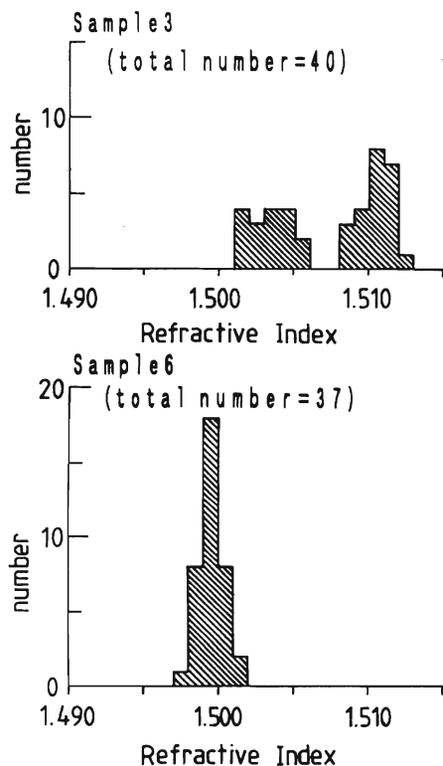


Fig.5. Distributions of the refractive index of the volcanic glass shards.

認められる (Fig.5). 屈折率が1.508~1.513の火山ガラスには, 淡褐色の火山ガラスが少量含まれる. 淡褐色の火山ガラスが含まれることと, その屈折率がアカホヤテフラ (K-Ah, 町田・新井, 1978) の火山ガラスの屈折率 (1.508~1.516, 町田・新井, 1992; 1.504~1.514, 野村ほか, 1995) にほぼ一致することから, 試料3の堆積物には, 少なくともアカホヤテフラを含む2種類以上のテフラ起源の堆積物が混入していると推定される.

試料6の白色細粒軽石層は斜長石と石英を主体に構成され, 軽石型火山ガラスを少量含み, 重鉱物は少ない (Table 1). 重鉱物として角閃石, 黒雲母が含まれる. 火山ガラスの屈折率は1.497~1.502 (モードは1.499~1.500) であった (Table 1およびFig.5). 鉱物組成や火山ガラスの屈折率が, 大阪層群中の八田火山灰層 (吉川, 1973) のそれ (1.497~1.499, 町田・新井, 1992) にほぼ一致することから, 本軽石層は八田火山灰層に対比されることが考えられる.

3. イオウ分析

1) 方法

室温下で乾燥させた試料 (試料1~6) 0.1gをイオウ分析に供した. 分析方法は過酸化水素水処理-比濁法 (佐藤, 1989) による.

2) 結果および考察

堆積物中のイオウ含有量は海成 (または汽水成) 堆積

Table 2. Sulfur content (%) in each sample.

Sample No.	S (%)
1	0.03
2	0.01
3	0.04
4	0.03
5	0.03
6	0.30

物と淡水成 (または陸成) 堆積物とを区別するのに有効である. 堆積物中のイオウ含有量は百分率で示した (Table 2).

試料1~5ではイオウ含有量は0.01~0.04%と非常に少なかった. このことから, 堆積物は淡水成 (または陸成) と考えられる.

試料6ではイオウ含有量は0.30%を示した. 海成堆積物のイオウ含有量は0.3%以上を示すとされていることから (粕, 1992), 本堆積物は海成と判断される.

4. 珪藻分析

1) 方法

室温下で乾燥させた試料 (試料1~6) 約2gを珪藻分析に供した. 試料は約10%過酸化水素水10mlと3N塩酸2mlを用いて酸処理した. 酸処理後, ピロリン酸ナトリウム約1gと蒸留水を加え, 懸濁粒子を十分に分散させ, 細粒粘土画分をデカンテーションによって除去した. 残りの画分から粗粒画分を除去した試料懸濁液を珪藻画分とした. 得られた珪藻画分は蒸留水を加えて100mlとし, よく攪拌した後, 0.5mlをピペットで採取してカバーガラス上に塗布した. ホットプレート上 (50~60°C) で乾燥後, マウントメディア (和光純薬) で封入して検鏡用プレパラートとした. これを用い, ランダムに選んだ一直線視野に出現した珪藻殻を計数すると同時に種の同定を行い, 堆積物中の珪藻遺骸群集の種組成を明らかにした.

珪藻の種同定および生態に関する情報は, 主として Lowe (1974), Cleve-Euler (1951-1955), Van Der Werff and Huls (1957-1974), Krammer and Lange-Bertalot (1986, 1991), 日本生態学会環境問題専門委員会 (1975) による.

Table 3. List of diatom taxa with ecological notes.

Halobion spectrum: hb=halophobous, ind=indifferent, hp=halophilous, mh=masohalobous, X=unknown, pH spectrum: alb=alkalibiontic, alp=alkaliphilous, ind=indifferent, acp=acidphilous, acb=acidbiontic
Current spectrum: lp=limnophilous, lb=limnobiontic, ind=indifferent, rp=rheophilous, rb=rheobiontic.

Taxa	Ecological Spectra			Sample No.					
	Halobion	pH	Current	1	2	3	4	5	6
Centrales.									
<i>Actinocyclus normanii</i>	mh	ind	lp	—	—	—	—	—	4
<i>Aulacoseira ambigua</i>	ind	ind	ind	—	—	—	—	—	12
<i>Aulacoseira distans</i>	ind	acp	ind	—	—	5	—	—	171
<i>Aulacoseira granulata</i>	ind	alp	lp	—	—	—	—	—	126
<i>Aulacoseira italica</i>	ind	alp	ind	—	—	8	—	—	—
<i>Cyclotella striata</i>	mh	alb	lp	—	—	—	—	—	151
<i>Cyclotella stylonum</i>	mh	alb	lp	—	—	—	—	—	224
<i>Melosira varians</i>	ind	alp	ind	—	—	2	—	—	—
<i>Stephanodiscus astraea</i>	ind	alb	lp	—	—	—	—	—	32
an unidentified taxon	x	x	x	—	—	—	—	—	300
Pennales									
<i>Achnanthes brevipes</i>	mh	alb	lp	—	—	—	—	—	1
<i>Achnanthes convergens</i>	ind	alp	ind	2	—	—	—	—	—
<i>Achnanthes crenulata</i>	ind	ind	rp	3	2	3	—	—	—
<i>Achnanthes exigua</i>	ind	alp	ind	—	—	—	—	—	1
<i>Achnanthes hungarica</i>	ind	alp	ind	2	—	1	—	—	1
<i>Achnanthes inflata</i>	ind	alp	ind	2	—	—	—	—	—
<i>Achnanthes lanceolata</i>	ind	alp	rb	3	—	2	—	—	1
<i>Actinella brasiliensis</i>	ind	x	lb	1	—	3	—	—	—
<i>Amphora libyca</i>	ind	acp	ind	5	3	2	—	—	—
<i>Caloneis silicula</i>	ind	ind	ind	1	—	—	—	—	1
<i>Cocconeis placentula</i>	ind	alp	ind	21	—	65	—	—	9
<i>Cymbella aspera</i>	ind	alp	rp	2	5	—	—	—	—
<i>Cymbella cistula</i>	ind	alp	ind	1	1	—	—	—	—
<i>Cymbella cuspidata</i>	ind	ind	ind	—	1	—	—	—	1
<i>Cymbella ehrenbergii</i>	ind	alp	lb	1	—	—	—	—	2
<i>Cymbella sinuata</i>	ind	ind	rp	1	3	—	—	—	1
<i>Cymbella tumida</i>	ind	ind	ind	17	5	3	—	—	3
<i>Cymbella turgidula</i>	ind	ind	rp	44	10	2	—	—	3
<i>Cymbella ventricosa</i>	ind	ind	rp	31	6	5	—	—	7
<i>Diploneis elliptica</i>	ind	ind	ind	—	—	—	—	—	1
<i>Diploneis oblongella</i>	ind	alp	ind	—	—	—	—	—	2
<i>Diploneis smithii</i>	mh	alb	ind	—	—	—	—	—	24
<i>Epihemia zebra</i>	ind	alp	ind	1	1	6	—	—	1
<i>Eunotia formica</i>	hb	ind	lb	—	—	4	—	—	—
<i>Eunotia lunaris</i>	hb	acp	ind	2	—	3	—	—	—
<i>Eunotia monodon</i>	hb	acp	lp	5	1	1	—	—	—
<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>minor</i>	hb	acp	lp	10	—	28	—	—	—
<i>Eunotia praerupta</i>	hb	acp	ind	—	1	—	—	—	1
<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>bidens</i>	hb	acp	lp	1	—	2	—	—	2
<i>Eunotia sudetica</i>	hb	acp	lp	—	—	5	—	—	—
<i>Eunotia</i> sp.	hb	acp	lp	1	—	—	—	—	—
<i>Frustulia rhomboides</i>	hb	acb	lb	1	—	1	—	—	—
<i>Fragilaria brevistriata</i>	ind	alp	ind	31	1	4	—	—	3
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>	ind	alp	ind	—	—	—	—	—	6
<i>Fragilaria construens</i>	ind	alp	ind	—	—	1	—	—	—
<i>Fragilaria virescens</i>	ind	ind	lp	—	1	2	—	—	1
<i>Gomphonema acuminata</i> var. <i>coronatum</i>	ind	alp	lp	2	—	4	—	—	—
<i>Gomphonema augur</i>	ind	x	ind	1	—	—	—	—	—
<i>Gomphonema bohemicum</i>	ind	x	x	2	1	—	—	—	—
<i>Gomphonema clevei</i>	ind	ind	rp	9	6	—	—	—	—
<i>Gomphonema constrictum</i> var. <i>capitatum</i>	ind	ind	ind	3	1	1	—	—	—
<i>Gomphonema gracile</i>	ind	alp	lp	5	1	5	—	—	—
<i>Gomphonema lanceolatum</i>	ind	alp	ind	1	—	—	—	—	—
<i>Gomphonema longiceps</i>	ind	alp	ind	1	—	—	—	—	—
<i>Gomphonema parvulum</i>	ind	alp	rp	8	—	2	—	—	—
<i>Gomphonema quadripuctatum</i>	ind	x	x	9	—	—	—	—	2
<i>Gomphonema subtile</i>	ind	alp	x	1	1	—	—	—	—
<i>Gomphonema</i> spp.	ind	x	x	3	—	1	—	—	—

Table 3. (continued)

Taxa	Ecological Spectra			Sample No.					
	Halobion	pH	Current	1	2	3	4	5	6
<i>Gyrosigma attenuatum</i>	ind	alb	rp	2	—	—	—	—	—
<i>Gyrosigma balticum</i>	ind	x	x	4	—	—	—	—	1
<i>Hantzschia amphioxys</i>	ind	alp	ind	4	3	—	—	—	1
<i>Meridion circulare</i> var. <i>constrictum</i>	hb	alp	rb	—	1	—	—	—	—
<i>Navicula bacillum</i>	ind	ind	ind	3	2	3	—	—	1
<i>Navicula cryptocephala</i>	ind	alp	ind	1	—	—	—	—	1
<i>Navicula dicephala</i>	ind	alp	rp	—	—	1	—	—	—
<i>Navicula elginensis</i>	ind	x	x	6	—	3	—	—	1
<i>Navicula exigua</i>	ind	alp	ind	1	—	—	—	—	—
<i>Navicula gracilis</i>	ind	alp	rp	1	1	—	—	—	1
<i>Navicula hasta</i>	ind	x	lb	—	—	2	—	—	—
<i>Navicula laterostrata</i>	ind	x	x	—	—	1	—	—	—
<i>Navicula marina</i>	mh	alb	lp	—	—	—	—	—	5
<i>Navicula menisculus</i>	ind	alp	rp	3	—	—	—	—	1
<i>Navicula mutica</i>	ind	ind	ind	2	—	—	—	—	1
<i>Navicula placentula</i>	ind	alp	lb	—	—	2	—	—	1
<i>Navicula pupula</i>	ind	ind	ind	1	—	1	—	—	—
<i>Navicula radiosa</i>	ind	ind	ind	6	—	3	—	—	1
<i>Navicula rhynchocephala</i>	ind	alp	ind	20	—	6	—	—	—
<i>Navicula viridula</i> var. <i>linearis</i>	ind	alp	rp	4	—	—	—	—	1
<i>Navicula</i> spp.	x	x	x	—	—	2	—	—	1
<i>Neidium affine</i>	hb	ind	lb	3	—	1	—	—	—
<i>Neidium iridis</i>	hb	ind	lb	1	—	1	—	—	—
<i>Nitzschia acuminata</i>	mh	x	x	—	—	—	—	—	1
<i>Nitzschia amphibia</i>	ind	alb	ind	2	—	3	—	—	—
<i>Nitzschia capitellata</i>	hp	alp	ind	—	1	1	—	—	—
<i>Nitzschia dissipata</i>	ind	alb	rp	2	—	—	—	—	—
<i>Nitzschia frustulum</i>	ind	alp	ind	2	1	1	—	—	—
<i>Nitzschia gracilis</i>	ind	ind	ind	3	—	4	—	—	1
<i>Nitzschia linearis</i>	ind	alp	rb	2	1	2	—	—	—
<i>Nitzschia longissima</i>	hp	x	x	—	—	1	—	—	—
<i>Nitzschia recta</i>	ind	x	x	1	—	—	—	—	—
<i>Nitzschia tryblionella</i>	mh	ind	ind	1	—	—	—	—	7
<i>Pinnularia appendiculata</i>	ind	x	x	1	—	—	—	—	—
<i>Pinnularia borealis</i>	ind	ind	ind	—	—	1	—	—	1
<i>Pinnularia braunii</i>	ind	acp	ind	1	—	—	—	—	—
<i>Pinnularia gentilis</i>	ind	acp	ind	2	—	—	—	—	—
<i>Pinnularia gibba</i>	ind	acp	ind	3	—	3	—	—	—
<i>Pinnularia major</i>	ind	acp	lb	4	—	5	—	—	1
<i>Pinnularia microstauron</i>	ind	acp	ind	2	—	1	—	—	1
<i>Pinnularia viridis</i>	ind	ind	lp	4	—	3	—	—	1
<i>Pinnularia</i> spp.	ind	x	x	16	—	1	—	—	—
<i>Pleurosigma elongatum</i>	mh	ind	lp	—	—	—	—	—	1
<i>Pleurosigma intermedium</i>	mh	ind	lp	—	—	—	—	—	1
<i>Pleugosigma tasciola</i>	mh	ind	lp	—	—	—	—	—	2
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	ind	alp	ind	10	2	1	—	—	—
<i>Rhopalodia gibba</i>	ind	alp	ind	1	—	—	—	—	—
<i>Rhopalodia gibberula</i>	hp	x	ind	1	—	2	—	—	—
<i>Stauroneis acuta</i>	ind	x	x	1	1	—	—	—	—
<i>Stauroneis anceps</i>	ind	ind	ind	2	—	1	—	—	—
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	ind	ind	ind	1	—	2	—	—	—
<i>Surirella angusta</i>	ind	alp	rb	1	—	—	—	—	—
<i>Surirella ovata</i>	ind	alp	rp	1	—	—	—	—	—
<i>Surirella robusta</i>	hb	ind	lb	1	—	1	—	—	—
<i>Synedra inaequaris</i>	ind	alp	rp	3	—	1	—	—	—
<i>Synedra ulna</i>	ind	alp	ind	7	1	1	—	—	1
<i>Tabellaria fenestrata</i>	ind	acb	lb	—	—	5	—	—	—
<i>Tabellaria flocculosa</i>	hb	acb	lb	—	—	1	—	—	1
Total				371	66	237	0	0	1130

2) 結果および考察

出現した珪藻をTable 3に、代表的な珪藻をPlate 1に示した。試料4, 5には珪藻殻が含有されなかった。

珪藻遺骸群集を用いて堆積環境を明らかにするにあたり、出現した珪藻を、水域の塩分濃度 (Halobion spectrum) ・pH (pH spectrum) ・流れ (Current spectrum) に対する性質ごとに分類した。すなわち、塩分濃度については、嫌鹹性 (halophobous ; hb) ・不定性 (indifferent ; ind) ・好鹹性 (halophilous ; hp) ・中鹹性 (mesohalobous ; mh), pHについては、真酸性 (acidobiontic ; acb) ・好酸性 (acidophilous ; acp) ・不定性 (indifferent ; ind) ・好アルカリ性 (alkaliphilous ; alp) ・真アルカリ性 (alkalibiontic ; alb), 流れについては、真止水性 (limnobiontic ; lb) ・好止水性 (limnophilous ; lp) ・不定性 (indifferent ; ind) ・好流水性 (rheophilous ; rp) ・真流水性 (rheobiontic ; rb) に区分し、未同定または性質不明の種はすべて不明 (unknown ; X) とした。そして、それぞれの出現状況を百分率で表した (Figs.6~8)。

a) 塩分濃度 (Fig.6)

試料1~3では、0.5パーミル以下の塩分を少し含んだ

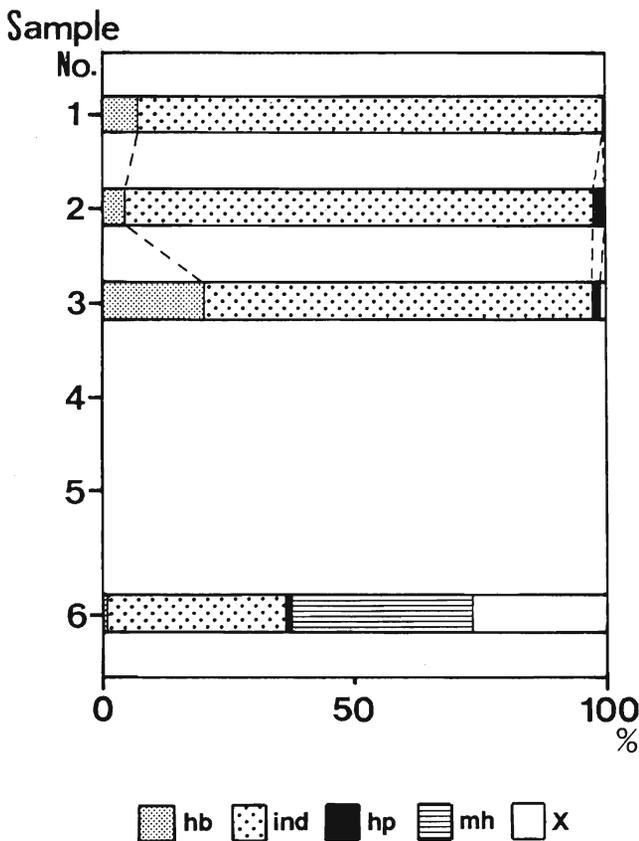


Fig.6. Halobion spectrum of the diatoms. Proportion of taxa that are halophobous(hb), indifferent(ind), halophilous(hp), mesohalobous(mh) or unknown(X).

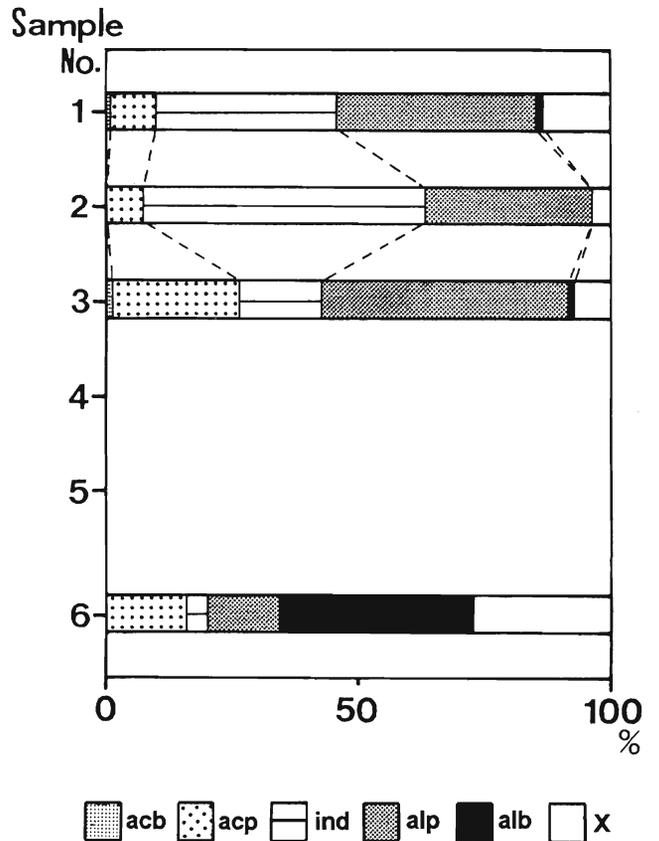


Fig.7. pH spectrum of the diatoms. Proportion of taxa that are acidobiontic(acb), acidophilous(acp), indifferent(ind), alkaliphilous(alp), alkalibiontic(alb) or unknown(X).

水域に生息する好鹹性種がわずかに出現したが、嫌鹹性および不定性の淡水生種が97%以上と圧倒的に優占した。

試料6では、塩分濃度0.5~30パーミルの水域に好んで生息する中鹹性種が36.7%出現し、堆積環境に海水の影響があったことが示される。中鹹性種として、*Cyclotella striata*と*Cyclotella stylorum*が多く出現した。一方、淡水生種も高い出現率を示した。試料6では、未同定の中心目珪藻 (Plate 1, no.4~6) が26.6%と高い出現率を示した。

b) pH (Fig.7)

不定性種はpH7.0付近で最もよく生息する。

試料1~3では、真アルカリ性種、好アルカリ性種および不定性種で60%以上を占め、堆積環境のpH条件は全体的にややアルカリ条件であったと推定される。しかし、試料3では好酸性種の出現率がやや増加し、試料1と2に比べてやや酸性であったことが示される。これは試料3において、湿地性の*Eunotia* 属が多く出現したことによる。

試料6では、真アルカリ性種と好アルカリ性種で50%以上を占めた。

c) 流れ (Fig.8)

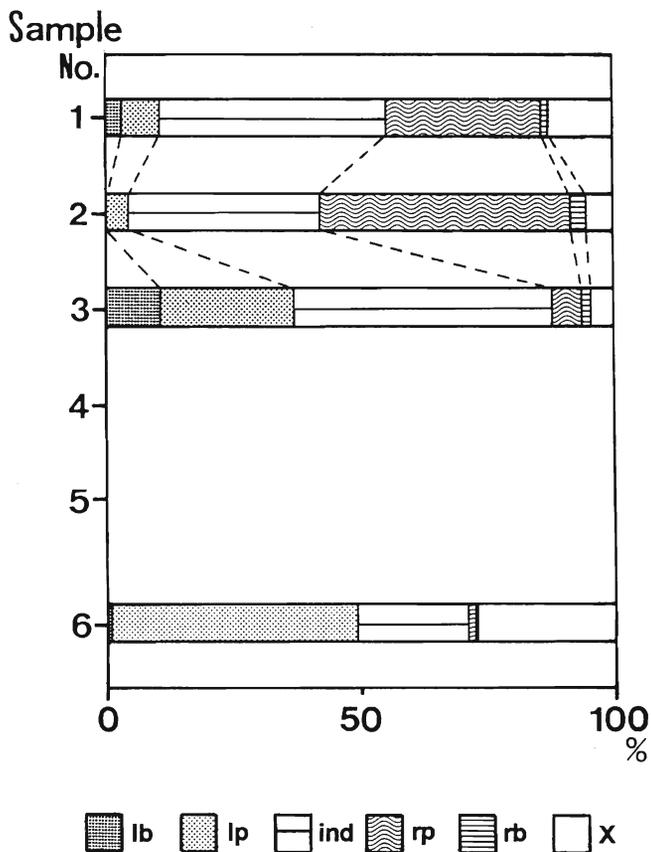


Fig.8. Current spectrum of the diatoms. Proportion of taxa that are limnobiophilic(lb), limnophilous(lp), indifferent(ind), rheophilous(rp), rheobiontic(rb), or unknown(X).

不定性種は湖沼などの止水域と河川などの流水域の両方に生息する。

不定性種と不明種を除くと、試料1と2では、

Cymbella turgidula var. *nipponica*, *Cymbella ventricosa* などの好流水性種の出現率が最も高く、堆積環境は流水環境であったと推定される。一方、試料3では、真正水性種と好止水性種で32.1%の出現率を示し、止水環境の存在が示唆される。止水性種として、*Eunotia pectinalis* var. *minor* が多く出現した。

試料6では、真正水性種と好止水性種でほぼ50%を占めた。流水性種がほとんど出現しないことから、堆積環境は止水域であったものと推定される。止水性種として *Aulacoseira granulata*, *Cyclotella striata*, *Cyclotella stylorum*が多く出現した。

5. 花粉分析

1) 方法

露頭から採取された試料1~6について花粉分析を行った。堆積物約3~5gについて、10%水酸化カリウム水溶液処理—水洗—フッ化水素酸処理(20分間)—水洗—アセトリシス処理(3分間)—水洗の順に物理化学的処理を行い、残渣をグリセリンに封入して検鏡した。木本花粉の総数300個を目安に同定・計数し、木本花粉は木本花粉総数を、草本花粉と孢子は花粉・孢子総数を、それぞれ基数として各分類群の出現率を算出した。

2) 結果

検出されたすべての花粉・孢子の個数をTable 4に、主要な分類群の出現率をFig.9に示す。また代表的な花粉をPlate 2に示した。主要な木本花粉の出現率の変化をもとに、下位よりKW- I~IIIの3つの局地花粉化石群帯を設定した。

a) KW- I 帯 (試料6)

スギ科 (Taxodiaceae) の目立った産出によって特徴づけられる。イチイ科—イヌガヤ科—ヒノキ科

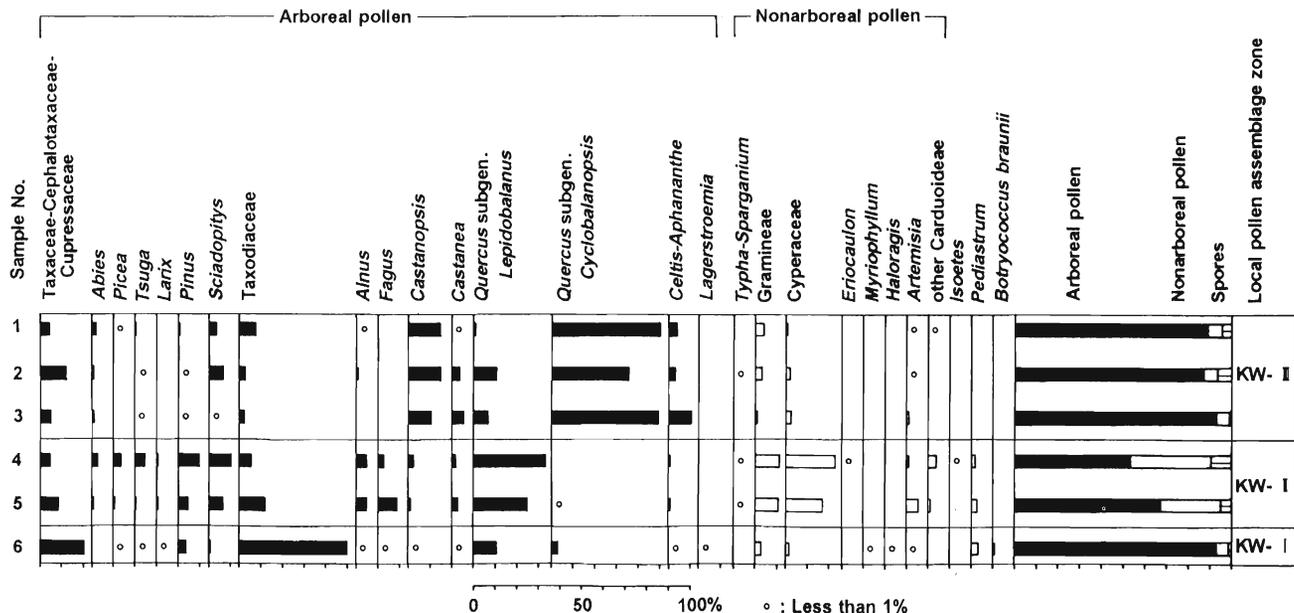


Fig.9. Main pollen diagram of the Kawanishi Site.

Table 4. List and number of pollen and spores from the Kawanishi Site.

Taxa	分類群	Sample No.					
		1	2	3	4	5	6
<Arboreal pollen>	<木本花粉>						
Taxaceae-Cephalotaxaceae-Cupressaceae	イチイ科-イヌガヤ科-ヒノキ科	25	43	18	13	26	75
<i>Abies</i>	モミ属	13	5	5	9	3	
<i>Picea</i>	トウヒ属	1			11	5	3
<i>Tsuga</i>	ツガ属	7	1	2	12	3	3
<i>Larix</i>	カラマツ属				3	3	1
<i>Pinus</i>	マツ属	7	2	2	29	14	15
<i>Sciadopitys</i>	コウヤマキ属	23	19	2	35	23	5
Taxodiaceae	スギ科	44	10	8	17	37	188
<i>Myrica</i>	ヤマモモ属	1					1
<i>Juglans-Pterocarya</i>	クルミ属-サワグルミ属	1	1		1	2	1
<i>Salix</i>	ヤナギ属			3		1	1
<i>Carpinus-Ostrya</i>	クマシデ属-アサダ属	1	2	2	1	3	
<i>Corylus</i>	ハシバミ属		1		1		1
<i>Betula</i>	カバノキ属	2	1	1	7	3	1
<i>Alnus</i>	ハンノキ属	1	4		15	17	3
<i>Fagus</i>	ブナ属				7	26	2
<i>Castanopsis</i>	シイ属	82	54	33	7	5	3
<i>Castanea</i>	クリ属	5	14	18	5	11	1
<i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i>	コナラ属コナラ亜属	8	38	23	94	74	40
<i>Quercus</i> subgen. <i>Cyclobalanopsis</i>	コナラ属アカガシ亜属	272	123	158		1	13
<i>Ulmus-Zelkova-Hemiptelea</i>	ニレ属-ケヤキ属-ハリゲヤキ属	2	3	1	1	3	7
<i>Celtis-Aphananthe</i>	エノキ属-ムクノキ属	23	11	35	3	3	1
<i>Trema</i>	ウラジロエノキ属			2		10	1
<i>Viscum</i>	ヤドリギ属			1			
<i>Cercidiphyllum</i>	カツラ属	5				1	
<i>Camellia</i>	ツバキ属	1					
Hamamelidaceae	マンサク科					1	
<i>Phellodendron</i>	キハダ属	1					
<i>Acer</i>	カエデ属	1		1	1	1	
<i>Aesculus</i>	トチノキ属	9	9	1	1	17	
<i>Ilex</i>	モチノキ属	2		3	1		1
<i>Euonymus</i>	ニシキギ属	1					
<i>Tilia</i>	シナノキ属				3		
<i>Lagerstroemia</i>	サルスベリ属						1
<i>Aucuba</i>	アオキ属	1					
Araliaceae	ウコギ科	1					1
<i>Fraxinus</i>	トネリコ属	3	1	4		4	2
<i>Ligustrum</i>	イボタノキ属	1	1		1		
<Nonarboreal pollen>	<草本花粉>						
<i>Typha-Sparganium</i>	ガマ属-ミクリ属		1		3	2	
Gramineae	イネ科	25	15	6	60	48	13
Cyperaceae	カヤツリグサ科	10	9	8	125	71	8
<i>Eriocaulon</i>	ホシクサ属				2		
Liliaceae	ユリ科	1			1		
<i>Polygonum</i>	タデ属			1		1	
Chenopodiaceae-Amaranthaceae	アカザ科-ヒユ科	1		1			
<i>Thalictrum</i>	カラマツソウ属	1			1	1	
<i>Parnassia</i>	ウメバチソウ属			3	1		
<i>Myriophyllum</i>	フサモ属						1
<i>Haloragis</i>	アリノトウグサ属						1
Umbelliferae	セリ科	2	1	3		1	
<i>Artemisia</i>	ヨモギ属	4	2	6	8	27	1
other <i>Carduoideae</i>	その他のキク亜科	1			21	6	
Cichorioideae	タンポポ科	2			10	4	
<Spores>	<孢子>						
<i>Isoetes</i>	ミズニラ属				1		
Monoletic spore	単条型孢子	18	16	3	45	18	3
Trilete spore	三条型孢子	14	11	2	6	7	2
<Algae>	<藻類>						
<i>Botryococcus braunii</i>							4
<i>Pediastrum</i>	クンシヨウモ属				10	15	15
Total arboreal pollen	木本花粉合計	544	343	323	278	297	371
Total nonarboreal pollen	草本花粉合計	38	25	19	193	123	23
Total spores	孢子合計	32	27	5	52	25	5
Total pollen and spores	花粉孢子総計	614	395	347	523	445	399
Unknown pollen	未同定花粉	23	33	22	39	73	29

(Taxaceae-Cephalotaxaceae-Cupressaceae) も高率で産出する。コナラ属コナラ亜属 (*Quercus* subgen. *Lepidobalanus*), コナラ属アカガシ亜属 (*Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis*), マツ属 (*Pinus*) を随伴する。サルスベリ属 (*Lagerstroemia*) は試料6のみから産出する。花粉・孢子総数に占める草本花粉と胞子の割合は低い。アリノトウグサ属 (*Haloragis*), フサモ属 (*Muriophyllum*) といった湿地から水域にかけての要素が産出する。藻類ではクンショウモ属 (*Pediastrum*), *Botryococcus braunii*が産出する。

b) KW-II帯 (試料5, 4)

コナラ属コナラ亜属の高率の産出で特徴づけられる。ブナ属 (*Fagus*), ハンノキ属 (*Alnus*), スギ科, コウヤマキ属 (*Sciadopitys*), イチイ科-イヌガヤ科-ヒノキ科, マツ属, モミ属 (*Abies*), トウヒ属 (*Picea*), ツガ属 (*Tsuga*), カラマツ属 (*Larix*) を随伴する。花粉・孢子総数に占める草本花粉の割合は高く, イネ科 (Gramineae), カヤツリグサ科 (Cyperaceae) が高率で産出する。ヨモギ属 (*Artemisia*), その他のキク亜科 (Carduoideae), ガマ属-ミクリ属 (*Typha-Sparganium*), クンショウモ属を随伴する。試料4ではモミ属, トウヒ属, ツガ属といった針葉樹花粉の割合が若干増加し, ホシクサ属 (*Eriocaulon*), ミズニラ属 (*Isoetes*) といった湿地の要素が産出する。

c) KW-III帯 (試料3~1)

コナラ属アカガシ亜属の目立った産出によって特徴づけられる。シイ属 (*Castanopsis*), エノキ属-ムクノキ属 (*Celtis-Aphananthe*) を伴う。花粉・孢子総数に占める草本花粉と胞子の割合は低い。

6. 大型植物化石

1) 方法

Table 5. List of plant macrofossils identified from the Kawanishi Site.

Taxa	分類群	Part of remains	Sample No.		
			1	2	3
<i>Torreya nucifera</i>	カヤ	L	△	△	
<i>Abies firma</i>	モミ	L	△	△	
		Cs		△	
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	ヒノキ	L	×	△	
<i>Juglans mandshurica</i> var. <i>sachlinensis</i>	オニグルミ	E		×	
Cf. <i>Quercus myrsinaefolia</i>	シラカシ	L		△	
<i>Quercus gilva</i>	イチイガシ	L	◎	◎	◎
		N	×	○	○
		Cu		○	○
		Mf			◎
<i>Quercus</i> sp.	コナラ属	L			△
Cf. <i>Celtis sinensis</i> var. <i>japonica</i>	エノキ	L			×
Cf. <i>Ilex chinensis</i>	ナナミノキ	L		△	

Cs:cone scale; Cu:cupule; L:leaf; E:endocarp; N:nut; Mf:male flower;
◎:very rich; ○:rich; △:rare; ×:only one fragment.

試料1~3の堆積物を水に浸し, 0.5mmメッシュの篩いを用いて粘土~細砂を除いた後, 篩いに残された植物化石や材化石を拾い上げた。拾い上げた大型植物化石や材化石は少量の水を加えたシャーレに移し, 絵筆を用いて付着した粘土やシルト, 細砂を取り除き, エチルアルコール水溶液を入れたサンプル管に数点ずつ入れて保管した。

大型植物化石は実体顕微鏡下で1点ずつ検鏡し, 現生植物やそれらのさく葉標本と比較しながら種あるいは属の同定を行った。なお, 同定した植物化石標本は, 人と自然の博物館に保管してある。

2) 結果

試料1~3から産出した大型植物化石をTable 5に, 代表的な大型植物化石をPlate 3に示す。

a) 試料1

葉, 堅果が産出する。葉はその形状, 特に鋸歯の特徴や脈の走行, 裏の毛の有り方からイチイガシ (*Quercus gilva*) と同定した。堅果は1個体のみで, 大部分の葉がイチイガシであることから, その堅果と推定される。イチイガシのほか, 落葉広葉樹の葉の破片がごく少数あるが, 同定不可能であった。

b) 試料2

大型植物化石の大部分は葉片で, 他に冬芽, 木片などを含む。それらの大半はイチイガシで, 他種の化石はごく少数である。大型植物化石については, 以下の4種が同定された。

イチイガシ (*Quercus gilva* Blume)

葉, 堅果および殻斗が産出する。試料1同様に, 大部分の大型植物化石がこのイチイガシの葉である。堅果と殻斗には未熟なものが認められた。

モミ (*Abies firma* Sieb. et Zucc.)

葉および球果の鱗片が産出する。葉およびその気孔条, 鱗片の形や大きさから同種と同定した。

カヤ (*Torreya nucifera* (L.) Sieb. et Zucc.)

葉のみがわずかに含まれる。葉の形状, その気孔条から同定した。

ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* (Sieb. et Zucc.) Endl.)

わずかに葉片をつけた枝葉が1個体あり, その形状から同種と同定した。

以上の4種のほか, 葉の一部が少数産する。これらはその形状や鋸歯の有り方などから, シラカシ (*Quercus myrsinaefolia*) およびナナミノキ (*Ilex chinensis*) と推定される。また, 同定不能な落葉広葉樹の葉片と思われるものが少数含まれる。

c) 試料3

大型植物化石の大部分がイチイガシの葉 (ほとんどが葉片) であったが, 他の落葉広葉樹の葉片も数%近く含まれる。同定不能な直径1~2mmの種子が3種類ほど含ま

れる。裸子植物（モミ、カヤ、ヒノキ）の葉片もごくわずかに混入する。以下に、裸子植物を除き、同定された4種について述べる。

イチイガシ (*Quercus gilva* Blume)

葉、堅果、殻斗および雄花序が産出する。雄花序はその花被片が多く残っている。

オニグルミ (*Juglans mandshurica* Maxim. var. *sachalinensis* (Miyabe et Kudo) Kitamura)

内果皮の遺体であり、その大きさ、形状から同種と同定した。

Quercus sp.

葉裏の絹毛の有り方やとがった鋸歯があることなどから、コナラ属と思われる。

Celtis sp.

葉片がわずかに鋸歯を残す程度の遺体であるため断定はできないが、エノキ (*Celtis sinensis* var. *japonica*) によく似る。

7. 木材化石

1) 方法

試料2の堆積物中から出土した木材化石の標本を、樹種同定の対象とした。標本はいずれも直径10cm以上あり、最大のは直径80cm (サンプルD1-003886) であった。

木材化石の標本は、カミソリによる徒手切片法とマイクロトームによる切片作製法により横断面、接線断面、放射断面の三方向の薄片を作り、ガムクロラル (抱水クロラル50g, アラビアゴム粉末40g, グリセリン20ml, 蒸留水50mlの混合物) で封入して作成した。これらの標本を光学顕微鏡によって観察し、現生樹木の木材標本と比較して同定した。同定に用いた標本はすべて人と自然の博物館に保管されている。

2) 結果

出土した木材化石11点から認められた樹種は5種である。以下に同定された樹種の同定の根拠を示し、また、それぞれの代表的な標本の顕微鏡写真をPlate 4に示した。

アカガシ亜属 (*Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis*)

サンプル : D1-003886, D1-003887, D1-003888,
D1-003889, D1-003890, D1-003893,
D1-003895

顕微鏡写真 : Plate 4, no.1 (D1-003886)

中—大型 (直径約100~250 μm) で丸い管孔が放射方向に配列する放射孔材。管孔は単独で壁が厚く、直径は年輪内でほとんど変化しない。道管は周囲状仮道管によって取り囲まれ、穿孔は単一で、内部にチロースが見られる。木部柔組織は多量で、短接線状または1~3列の独立帯状。放射組織は同性で単列のものとは大きな複合状 (集合状) のものがある。道管放射組織間の壁孔は長い

楕円形のものに並ぶ。木部柔組織および複合放射組織にしばしば結晶細胞が認められる。以上によりブナ科コナラ属のうち常緑のカシ類、すなわちアカガシ亜属の材と同定した。常緑のカシ類は互によく似た材構造を持っているので、材構造で種を特定することは困難である。

ケヤキ (*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino)

サンプル : D1-003892

顕微鏡写真 : Plate 4, no.2

大型 (直径約200~350 μm) の管孔が単独で年輪のはじめに1~2列で並び、晩材部では小型の管孔が多数集合して接線方向につらなる環孔材。道管の穿孔は単一で、小道管の内壁にはらせん肥厚がある。木部柔組織は周囲柔組織。放射組織は同性に近い異性型で、しばしば上下端に大型の結晶細胞を持つ。以上によりニレ科ケヤキの材と同定した。

ツバキ属 (*Camellia*)

サンプル : D1-003891

顕微鏡写真 : Plate 4, no.3

角張った小道管 (直径約40~70 μm) がほぼ単独で、年輪の初めから次第に直径を減じながら散在する散孔材。道管の穿孔は階段状 (横棒は10~20)。放射組織は異性型で1~3細胞幅。単列の直立細胞にはしばしば大型で結晶を含むものがある。道管放射組織間の壁孔は階段状。以上により、ツバキ科ツバキ属の材と考えられるが、材料の状態が悪いため種の特定はせずツバキ属としておく。

トチノキ (*Aesculus turbinata* Blume)

サンプル : D1-003894

顕微鏡写真 : Plate 4, no.4

小型の道管 (直径約40~70 μm) が単独あるいは放射方向に2~3個複合して、ややまばらに散在する散孔材。道管の穿孔は単一で壁孔は小さく、交互状。放射組織は同性で単列のみからなる。放射組織はやや層状に配列し、道管放射組織間壁孔はやや間隔を空けて交互状に配列する。以上により、トチノキ科トチノキの材と同定した。

テイカカズラ (*Trachelospermum asiaticum* (Sieb. et Zucc.) Nakai)

サンプル : D1-003896

顕微鏡写真 : Plate 4, no.5

中—小型 (直径約50~230 μm) で厚壁の丸い道管がほぼ単独で散在し、やや放射方向に連なって配列する。道管状仮道管と木部柔組織が周囲状に分布する。道管の穿孔は単一、壁孔は交互状。放射組織は異性型。単列組織、および5~15細胞幅の多列組織からなる。多列部では外側の細胞がやや大きく、不完全なさや状になる。以上により、キョウチクトウ科テイカカズラの材と同定した。

8. 昆虫化石

1) 方法

試料1~4について, ブロック割り法および篩い分け法(宮武, 1993)による昆虫化石の検出を行った. 手順は以下の通りである.

- a) 一辺10cm程度のブロック状サンプルを層理面に平行に手で細かく割り, 断面に現れた昆虫化石を抽出する.
- b) 昆虫化石を抽出した後のサンプル適量をバットに入れ, 十分量の水道水を加えて手でほぐす.

c) ほぐしたサンプルを寒冷紗(目の粗い布)に通し, 粘土やシルト分を除去する.

d) サンプルを再びバットに移して十分量の水道水を加えてよく攪拌し, 比重の大きい砂礫分を残して寒冷紗で回収する.

e) 得られた昆虫化石と植物化石の集積物を実体顕微鏡で検鏡し, 昆虫化石を集積物から抽出して70%エチルアルコール中に保存する.

種の同定は, 兵庫県立人と自然の博物館に収蔵されて

Table 6. List of insect fossils obtained from the Kawanishi Site.

Abbreviations: Ab,abdomen; An,antenna; E,elytron; H,head; L,leg; M,mandible; T,thorax.

Order	Family	Species name	種名	Part	Sample number			
					1	2	3	4
Coleoptera	Carabidae	<i>Damaster blaptoides</i>	マイマイカブ*リ	An			1	
		<i>Tachyura laetifica</i>	ヨツモンコムス*キ*ワコ*ミムシ	E	1	1		
		<i>Carabus</i> sp.	オサムシ属	E		1		
		<i>Benbidion</i> sp.	ミス*キ*ワコ*ミムシ属	E	1			
		Gen. sp.	オサムシ科	E/M	2	1	1	
	Dytiscidae	<i>Rhantus</i> sp.	ヒメ*ンゴ*ロウ属	E				1
	Niponiidae	<i>Niponius</i> sp.	ホリエンマムシ属	H		1		1
	Staphilinidae	Gen. sp.	ハネカシ科	E/H	3	1		4
	Scarabaeidae	<i>Popillia japonica</i>	マメコガ*ネ	T				1
		<i>Mimela splendens</i>	コガ*ネムシ	Ab	1			
				H				1
		<i>Mimela testaceipes</i>	スジ*コガ*ネ	L				1
		<i>Anomala cuprea</i>	ト*ウカ*ネブ*イフ*イ	L		1		
		<i>Rhomborrhina unicolor</i>	アオカナブ*ン	E	2			
				T				1
		<i>Onthophagus</i> sp.	エンマコガ*ネ属	L				1
		<i>Aphodius</i> sp.	マク*ソコガ*ネ属	L	2			
		<i>Holotrichia</i> sp.	クロコガ*ネ属	E	2			
		<i>Anomala</i> sp.	サクラコガ*ネ属	L	1			
Gen. sp.		コガ*ネムシ科	L	2	2		3	
Buprestidae		<i>Agrilus</i> sp.	ナカ*タムシ属	E				1
Nitidulidae	Gen. sp.	ケシキスイ科	H+T		1			
Chrysomelidae	<i>Hemipyxis plagioderoides</i>	ヒゲ*ナカ*ルリマルノミハムシ	E		1			
Anthribidae	<i>Autotropis distinguenda</i>	スネアカヒゲ*ナカ*ソ*ウムシ	H	1				
Attelabidae	<i>Deporaus unicolor</i>	コナライクヒ*チョッキリ	H				1	
Curculionidae	<i>Echinocnemus squameus</i>	イネ*ソ*ウムシ	L		1		1	
	<i>Myosides seriehispius</i>	チビ*ヒョウタンソ*ウムシ	L				1	
	Gen. sp.	ソ*ウムシ科	H/L	3			1	
Hymenoptera	Ichneumonidae	Gen. sp.	ヒメハ*チ科	H		1		
	Formicidae	Gen. sp.	アリ科	H/T		1	1	
	fragments	破片		113	62	134	0	
Total number of fragments					134	77	163	0
Sample weight					1.0kg	2.4kg	1.9kg	1.2kg

いる現生標本との比較により行った。

2) 結果および考察

試料1~3からは合計374点の昆虫化石が検出されたが、試料4からは昆虫化石は検出されなかった。各試料ごとの産出化石をTable 6に、代表的な昆虫化石をPlate 5に示した。

検出された昆虫化石の種構成は試料1~3ともよく似ており、いずれも水生甲虫類がきわめて少ないのが特徴である。同様な年代の堆積物を含む愛知県朝日遺跡（縄文時代中期~古墳時代、森ほか、1992）、静岡県池ヶ谷遺跡（縄文時代晩期~古墳時代初頭、森ほか、1993）などと比較すると、コガネムシ科（Scarabaeidae）やゾウムシ科（Curculionidae）など食植性昆虫の種構成は同一であるが、これらの遺跡で豊富に出土しているネクイハムシ類を欠き、ゲンゴロウ類もヒメゲンゴロウ属（*Rhantus*）が1点出土したのみであった。出土した昆虫の生態的特性と、種構成から考えられる古環境を以下に述べる。

a) 試料1

コガネムシ（*Mimela splendens*）やクロコガネ属（*Holotrichia*）、サクラコガネ属（*Anomala*）が共に生息する環境は、河川敷や畑地などのオープンスペースである。いずれもヤナギなどの樹木や各種草本の葉を食う。アオカナブン（*Rhomborrhina unicolor*）はヤナギやカシ類の樹液を訪れ、幼虫は腐葉土を食う。ヨツモンコムズギワゴミムシ（*Tachyura laetifica*）は、河川をはじめとする水際に普通に生息している。スネアカヒゲナガゾウムシ（*Autotropis distinguenda*）はクズやフジなどの枯れ蔓につく。

b) 試料2

ドウガネブイブイ（*Anomala cuprea*）は畑地や河川敷に生息し、広葉樹の葉を食う。ヒゲナガルリマルノミハムシ（*Hemipyxis plagioides*）は、ムラサキシキブやヤブムラサキにつく。ホソエンマムシ科（Niponiidae）は、キクイムシなど材に穿孔する昆虫を補食する。イネゾウムシ（*Echinocnemus squameus*）はイネの害虫で、成虫は葉を、幼虫は根を食害する。

c) 試料3

マメコガネ（*Popillia japonica*）、コガネムシは共に河川敷や畑地などのオープンスペースに生息し、各種広葉樹や双子葉植物の葉を食害する。スジコガネ（*Mimela testaceipes*）は針葉樹の葉を好む。コナライクビチョッキリ（*Deporaus unicolor*）は、カシ類の葉につく。アオカナブンはヤナギ類やカシ類の樹液を訪れる。マイマイカブリ（*Damaster blaptoides*）は草地や樹林地の地表に生息し、チビヒョウタンゾウムシ（*Myosides seriehispius*）は落葉中に生息する。試料2と同様イネゾウムシ、ホソエンマムシ科が出土している。

ヒメゲンゴロウ属は淡水域に住み、湿地から池、緩い流れに至るまで分布が広い。エンマコガネ属（*Onthophagus*）は獣糞や腐肉を食う。

以上のことから、Ⅲ・Ⅳ層堆積時の川西サイト周辺の環境は、草地と河畔林を基調とした植生が卓越するオープンスペースが主体であり、水辺があることも考慮すると河川の氾濫原であったと考えることが妥当である。

考 察

1. 堆積物の時代と対比

1) I層

I層を構成する青灰色粘土層は、イオウ分析や珪藻分析の結果から、汽水成の粘土層であると推定される。しかも本層は、その固結度が上位層に比べて明らかに大きいことから、Ma12層以下の海成粘土層に対比されるとみられる。

伊丹粘土層（Ma12層）の花粉組成は、コナラ属アカガシ垂属およびコナラ垂属、あるいはサルスベリ属が優占し（Huzita and Maeda, 1971; 古谷, 1978）、スギ科が優占するKW-I帯の花粉組成とは明らかに異なる。また、伊丹粘土層の珪藻遺骸群集とI層のそれとでは構成種がかなり異なる。例えば、伊丹粘土層では*Melosira sulcata*が優占的に出現したが（Huzita and Maeda, 1971）、I層では本種が全く認められなかった。堆積環境が違えば群集構成も異なるので容易に判断はできないが、花粉組成や珪藻の構成種からみると、本層が伊丹粘土層に対比される可能性はかなり低い。

ところで、水野・吉川（1991）によれば、八田火山灰層はNg-1火山灰層（近藤, 1985）に対比される。また、Ng-1火山灰層とそれに対比可能なテフラの年代は約0.3 Maで、すべて酸素同位体比変動のステージ9に相当する海進（温暖）期のピークの少し後にその層準があるという（吉川ほか, 1991; 水野・吉川, 1991）。大阪府泉北地域では、八田火山灰層は大阪層群Ma10層の約2m上位に挟まれ（吉川, 1973）、八田火山灰層の下位の和田火山灰層からは 0.34 ± 0.09 m.y.（市原ほか, 1984; 鈴木, 1988）のF.T.年代値が得られている。こうしてみると、八田火山灰層はステージ9に相当する海進期の直後の約30万年前に降下したテフラで、大阪平野のMa10層を対比する際の重要な鍵層であるといえる。

I層上部に挟まれる白色細粒軽石層は、八田火山灰層に対比された。したがって、I層を構成する汽水成粘土層はMa10海成粘土層に対比され、その堆積年代は約30万年前であると推定される。

2) II層

II層の堆積年代を直接示す資料は得られなかった。しかしながら、本層は約6,300年前に降下したアカホヤテ

フラ起源の火山ガラスや重鉱物を含まず、その降下期前に堆積したと考えられる。本層準に相当するKW-II帯(試料4, 5)の花粉組成では、コナラ属コナラ亜属が卓越し、コウヤマキ属やマツ属、スギ科などの針葉樹がこれに次ぎ、ブナ属やシイ属がともなう。このような花粉組成は、大阪平野地下の完新統下部の花粉化石群(F1・F2花粉化石亜帯, 古谷, 1979)に一致することから、II層はアカホヤテフラ降下以前の完新統初期に堆積したと推定される。このためI層とII層との間に、約30万年に及ぶ時間間隙があると考えられる。

3) III~V層

III層の上部に含まれる材化石のAMS-¹⁴C年代値は2,190±70yrs BPであり、その中部の砂~粘土層(試料3)には、アカホヤテフラの二次堆積物が含まれる。したがって、III層は約6,300年前以降、約2,200年前までに、IV層およびその上位のV層は約2,200年前以降に、それぞれ堆積したと推定される。

2. 堆積環境

堆積環境の推定は、主として珪藻分析の結果に基づき、イオウや花粉などの各種の分析は補足的に用いた。I~IVの各層の堆積環境は以下のとおりである。

1) I層(試料6)

堆積物のイオウ含有量と珪藻遺骸群集の塩分濃度に対する生態区分組成から、堆積環境に海水の影響があったと推定される。好アルカリ性種の増加もまた、海水の影響を反映したものと考えられる。しかしながら、珪藻遺骸群集中には淡水生種も多く出現することから、堆積環境は淡水と海水の混合する汽水域であったと推定される。

さらに、流れに対する生態区分組成から、堆積環境は明らかに止水域であったことが示された。このことは、本層が均質な粘土から構成されることとよく調和し、堆積は比較的深い水域でゆっくりと進行したものと考えられる。これらのことから、I層の堆積環境は潟湖と推定される。

2) II層(試料4, 5)

本層中には珪藻殻が含有されなかったため、珪藻分析からは堆積環境に関する情報を得られなかった。しかし、堆積物のイオウ含有量が0.03%と非常に少なかったことから、堆積物は淡水成もしくは陸成と判断される。さらにシルト質堆積物を含むことや、花粉分析においてホシクサ属、ミズニラ属といった湿地の要素が認められたことから、河川の後背湿地的な氾濫原における堆積が示唆される。

3) III層(試料2, 3)

珪藻遺骸群集の塩分濃度に対する生態区分組成およびイオウ分析結果から、本層は明らかに淡水成と判断される。

III層は砂礫質の粗粒堆積物を主体として構成され、部分的にシルト~粘土質の細粒堆積物が挟在する。珪藻遺骸群集の流れに対する生態区分組成から、粗粒堆積物の堆積は流水環境であったことが示され、一方、細粒堆積物では止水環境の存在が示唆された。細粒堆積物では、pHに対する生態区分においてもやや好酸性種が増加した。これは湿地性の *Eunotia* 属が増加したことによる。すなわち、III層の堆積は、基本的に河川(流路)において進行したが、そこではしばしば滞水して湿地化していたことが考えられる。

4) IV層(試料1)

IV層の最下部はシルト~粘土質の細粒堆積物から構成される。珪藻遺骸群集の流れに対する生態区分組成から、本層の最下部はIII層と同様に河川成で、かつ流路に比較的近い場所で堆積したものと推定される。

3. 古植生

花粉化石は6試料すべてについて分析が行われているため、花粉化石に基づいて設定された局地花粉化石群帯ごとに古植生の復元を行う。KW-I帯、II帯は花粉化石のみから、KW-III帯は花粉、木材、大型植物化石の同定結果から、それぞれ古植生を復元する。

1) KW-I帯(試料6)

花粉化石から推定すると、スギ科を主としイチイ科ーイヌガヤ科ーヒノキ科、コナラ属コナラ亜属、コナラ属アカガシ亜属、マツ属を伴う温帯性の森林が形成されていた。試料6が堆積した年代はテフラの対比から約30万年前と考えられるので、ここで見られるスギ科はスギ(*Cryptomeria japonica*)であると推定される。試料6は潟湖の堆積物であるので、このスギを主とする森林が形成されていたのは、堆積域北方の北摂山地域であろう。一方、草本ではアリノトウグサ属、フサモ属などの沼沢地性の要素や、淡水生の藻類であるクンショウモ属、*Botryococcus braunii*が見られる。これらは潟湖周辺の湿地に生育していたものと考えられる。

2) KW-II帯(試料4, 5)

花粉化石から推定すると、コナラ属コナラ亜属を主としブナ属、ハンノキ属を伴う冷温帯落葉広葉樹林が形成されていた。この森林は、さらにスギ、コウヤマキ、イチイ科ーイヌガヤ科ーヒノキ科、マツ属、モミ属、トウヒ属、ツガ属、カラマツ属といった針葉樹を交えていた。エノキ属ームクノキ属はまだほとんどない。試料4ではスギ、ブナ属が減少し、モミ属、トウヒ属、ツガ属が増加することから、より寒冷であったと推定される。堆積域近傍ではイネ科、カヤツリグサ科、ヨモギ属、キク亜科といった草本が多く見られ、ガマ属ーミクリ属、ホシクサ属やミズニラ属の生える湿地が形成されていた。

3) KW-III帯(試料1~3)

Age ($\times 10^3$ yrs BP)	Tephra and ^{14}C -Date	Lithostratigraphical division	Local fossil pollen assemblage zone	Inferred paleovegetation	Inferred sedimentary environment
0		V			
		IV	KW-III <i>Quercus</i> subgen. <i>Cyclobalanopsis</i> <i>Castanopsis</i>	Evergreen broad-leaved forest	Fluvial Channel deposits?
	2,190 \pm 70 yrs BP	III ?			
5	(K-Ah)				
		II ?	KW-II <i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i>	Deciduous broad-leaved forest	Fluvial Flood plain deposits?
10					
100					
200					
300	Han	I (Ma10)	KW-I <i>Cryptomeria</i>	Temperate coniferous forest	Brackish-water condition Coastal lagoon deposits

Fig.10. Ages of the deposits at the Kawanishi Site with the inferred paleovegetation and the sedimentary environment. Han:Handa volcanic ash, K-Ah:Kikai-Akahoya tephra.

花粉化石から推定すると、コナラ属アカガシ亜属を主としシイ属、エノキ属—ムクノキ属を伴う照葉樹林が形成されていた。木材化石でも、コナラ属アカガシ亜属は、同定された11点のうち7点と高い割合を占める。大型植物化石の大部分がイチイガシの葉片であることから、花粉、木材でみられるコナラ属アカガシ亜属の多くはイチイガシであり、上記の照葉樹林はイチイガシを主とする林であったと考えられる。木材化石からはツバキ属、テイカカズラも産出しており、これらの樹木を混じえた林が推定される。大型植物化石には、このほかにモミ、カヤ、ヒノキといった針葉樹がわずかながらみられ、木材化石としてケヤキとトチノキが産出した。これらの樹木は、川西サイト上流域の北摂山地に生育していた可能性が高いと考えられる。

ま と め

本研究では、川西市花屋敷のマンション工事現場の露頭（川西サイト）において出土した木材化石のAMS- ^{14}C 年代を報告した。また木材化石出土地点に露出する地層について、テフラ分析、イオウ分析、珪藻分析および花粉分析を行い、大型植物化石、木材化石、昆虫化石の同定を行った。これらの結果から、本地点に露出する地層の堆積年代、堆積環境および地層堆積期における古植生を推定した（Fig.10）。結果は以下のようにまとめられ

る。

- 1) 出土した大型木材化石のAMS- ^{14}C 年代は2,190 \pm 70 yrs BP (WRI-86, NUTA-2944)であった。
- 2) 木材化石出土地点に露出する地層は、下位よりI～Vの5層に区分される。I層は、大阪層群Ma10海成粘土層に対比される汽水成粘土層で、約30万年前に堆積した。II～V層は完新統である。II層は完新統初期に、III層は約6,300年前より後、約2,200年前以前に、IV・V層は約2,200年前以降に、それぞれ堆積した河成堆積物である。
- 3) I層とII層との間には約30万年という、大きな時間間隙が存在する。
- 4) イオウと珪藻の分析結果から、各層の堆積環境は、I層が潟湖、II層が河川の後背湿地的な氾濫原、III・IV層が自然堤防に囲まれた河川の氾濫原と、それぞれ推定された。
- 5) 花粉分析の結果から3つの局地花粉化石群帯が設定され、大型植物化石や木材化石の同定結果も加えて、それぞれの古植生が以下のように復元された。
KW-I帯（I層堆積期）：スギを主とする温帯性の森林。
KW-II帯（II層堆積期）：コナラ属コナラ亜属を主とし、ブナ属をともなう冷温帯落葉広葉樹林。
KW-III帯（III層中部～IV層下部堆積期）：イチイガシを主とする照葉樹林。

6) 昆虫化石の分析結果から, KW-Ⅲ帯における本地点周辺の環境は, 草地と河畔林を基調とする植生が卓越するオープン・スペースであり, 水辺も存在したことが推定された。

謝 辞

兵庫教育大学徳山 明教授には木材化石出土の連絡を頂き, 本研究の機会をつくって頂いた。出土地点の土地所有者である井畑久一氏には木材化石を寄贈して頂き, ボーリング資料を見せて頂いた。また工事現場の作業員の方々には, 木材化石の搬出や現地調査の際に便宜を図って頂いた。これらの方々には厚くお礼を申し上げます。

文 献

- Cleve-Euler, A. (1951-1955) Die Diatomeen von Schweden und Finnland I-V. Kungliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, I-V. Serien2(1), 1-155, 3(3), 1-143, 4(1), 1-149, 4(5), 1-240, 5(4), 1-217.
- 古谷正和 (1978) 大阪平野西部の上部更新統。地質学雑誌, 84, 341-358.
- 古谷正和 (1979) 大阪周辺地域におけるウルム氷期以降の森林植生変遷。第四紀研究, 18, 121-141.
- Huzita, K. and Maeda, Y. (1971) Itami Terrace: With special reference to the Late Pleistocene transgression in Japan. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, 14, 53-70.
- 市原 実 (1993) 概説—地質及び地形, 研究史—。市原 実 (編), 大阪層群, 創元社, 大阪, 3-10.
- 市原 実・吉川周作・川辺孝幸・三田村宗樹 (1984) 岸和田市津田川流域のいわゆる“芝の不整合”について—大阪層群の古地磁気層序とフィッシュ・トラック年代—。地球科学, 38, 1-16.
- 市原 実・吉川周作・三田村宗樹・水野清秀・林 隆夫 (1991) 12万5千分の1「大阪とその周辺地域の第四紀地質図」。アーバンクボタ, 30号。
- 吉川清志・水野清秀・杉山雄一 (1991) 関東～九州における前～中期更新世テフラの広域対比。月刊地球, 13, 228-234.
- 粕 武 (1992) 堆積岩の化学組成による堆積環境の研究—特に硫黄含有量による識別—。地質調査所月報, 43, 473-548.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1986) Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. In Pascher's Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2:1, 206p., Gustav Fischer Verlag.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1991) Bacillariophyceae 1. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In Pascher's Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2:3, 166p., Gustav Fischer Verlag.
- 近藤康生 (1985) 静岡県有度丘陵の上部更新統の層序。地質学雑誌, 91, 121-140.
- Lowe, R.L. (1974) Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms. 333p, National Technical Information Service, U.S. Department of Commerce.
- 町田 洋・新井房夫 (1978) 南九州鬼界カルデラから噴出した広域テフラ—アカホヤ火山灰。第四紀研究, 17, 143-163.
- 町田 洋・新井房夫 (1992) 火山灰アトラス—日本列島とその周辺—。東京大学出版会, 東京, 276p.
- 宮武頼夫 (1993) 昆虫類。日本第四紀学会 (編), 第四紀試料分析法2, 古今書院, 東京, 321-331.
- 森 勇一・前田弘子・伊藤隆彦 (1992) 珪藻および昆虫化石群集から得られた朝日遺跡の古環境変遷。愛知県埋蔵文化財センター調査報告書, 第31集, 71-131.
- 森 勇一・木下智章・楯 真美子・前田弘子・山田由美子 (1993) 珪藻および昆虫化石群集から得られた静岡県・池ヶ谷遺跡の古環境変遷。静岡県埋蔵文化財調査研究所調査報告書, 第46集, 133-200.
- 水野清秀・吉川清志 (1991) 中期更新世テフラ, Ng-1火山灰の広域性の検討。第四紀研究, 30, 435-438.
- 日本生態学会環境問題専門委員会 (1975編) 環境と生物指標2—水界編—。共立出版, 東京, 310p.
- 野村亮太郎・田中真吾・柏谷健二・相馬秀廣・小倉博之・川崎輝雄 (1995) 岡山県北部, 細池湿原のテフラについて。第四紀研究, 34, 1-8.
- 寒川 旭 (1978) 有馬—高槻構造線中—東部地域の断層変位地形と断層運動。地理学評論, 51, 760-775.
- 佐藤裕司 (1989) 過酸化水素水—比濁法による堆積物の硫黄分析と堆積環境。第四紀研究, 28, 35-40.
- 鈴木正男 (1988) 第四紀火山灰層のフィッシュ・トラック年代について。地質学論集, No.30, 219-221.
- Van Der Werff, A. and Huls, H. (1957-1974) Diatomeenflora van Nederland. Abcoude, Den Haag.
- 横山卓雄・檀原 徹・山下 透 (1986) 温度変化型屈折率測定装置による火山ガラスの屈折率測定。第四紀研究, 25, 21-30.
- 吉川周作 (1973) 大阪南東部の大阪層群。地質学雑誌, 79, 33-45. (1995年6月27日受理)

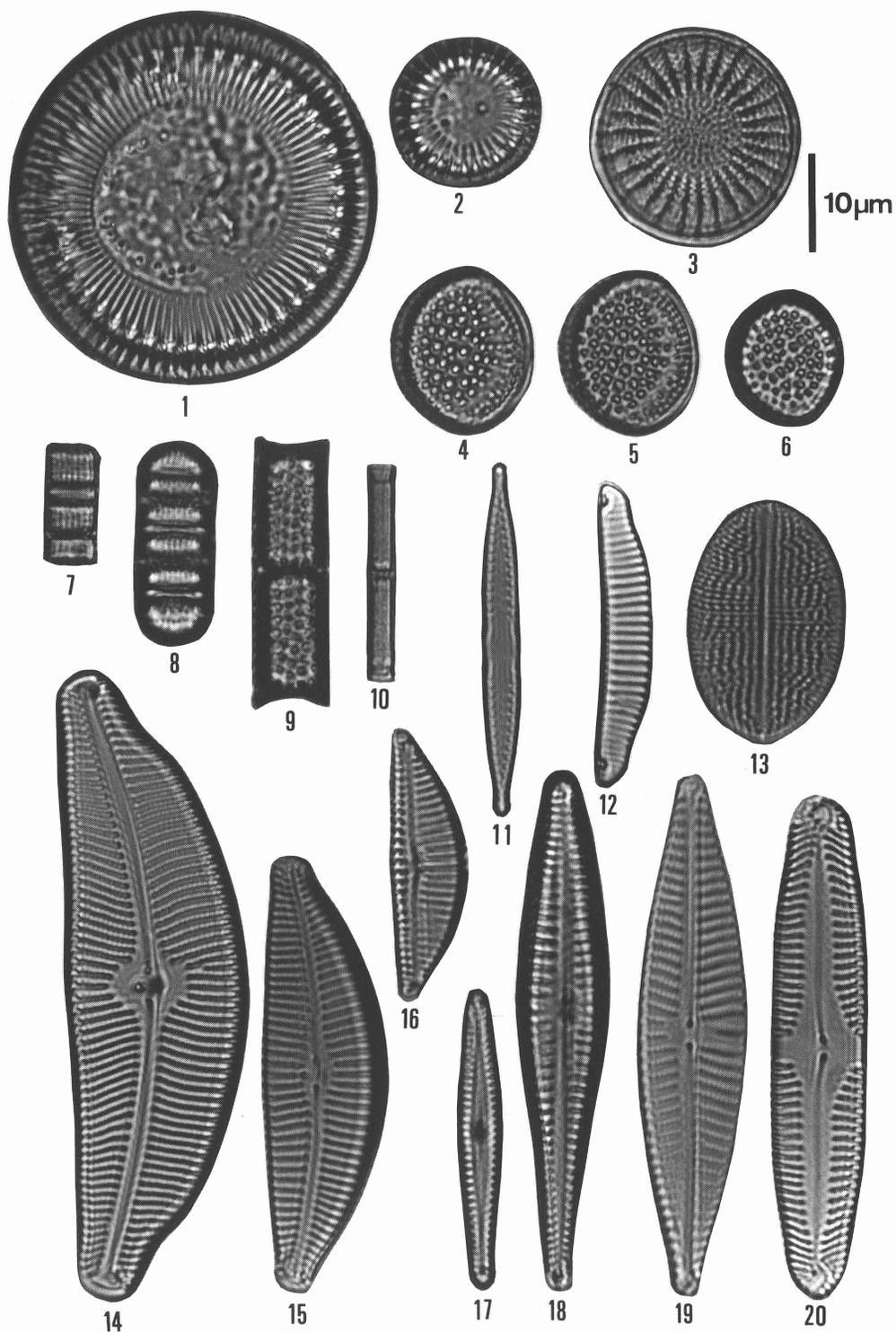


Plate 1. Diatoms.

- no. 1. *Cyclotella stylorum* Brightwell
- 2. *Cyclotella striata* (Kützing) Grunow
- 3. *Stephanodiscus astraea* (Ehrenberg) Grunow var. *minutulus* (Kützing) Grunow
- 4. an unidentified taxon
- 5. "
- 6. "
- 7. *Aulacoseira distans* (Ehrenberg) Simonsen
- 8. "
- 9. *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen
- 10. "

- 11. *Fragilaria capucina* Desmazieres var. *vaucheriae* (Kützing) Lange-Bertalot
- 12. *Eunotia pectinalis* (Dillwyn) Rabenhorst var. *minor* (Kützing) Rabenhorst
- 13. *Cocconeis placentula* Ehrenberg
- 14. *Cymbella tumida* (de Brebisson) Van Heurck
- 15. *Cymbella turgidula* Grunow
- 16. *Cymbella ventricosa* Kützing
- 17. *Gomphonema clevei* Fricke
- 18. *Gomphonema gracile* Ehrenberg
- 19. *Navicula rhynchocephala* Kützing
- 20. *Pinnularia microstauron* (Ehrenberg) Cleve

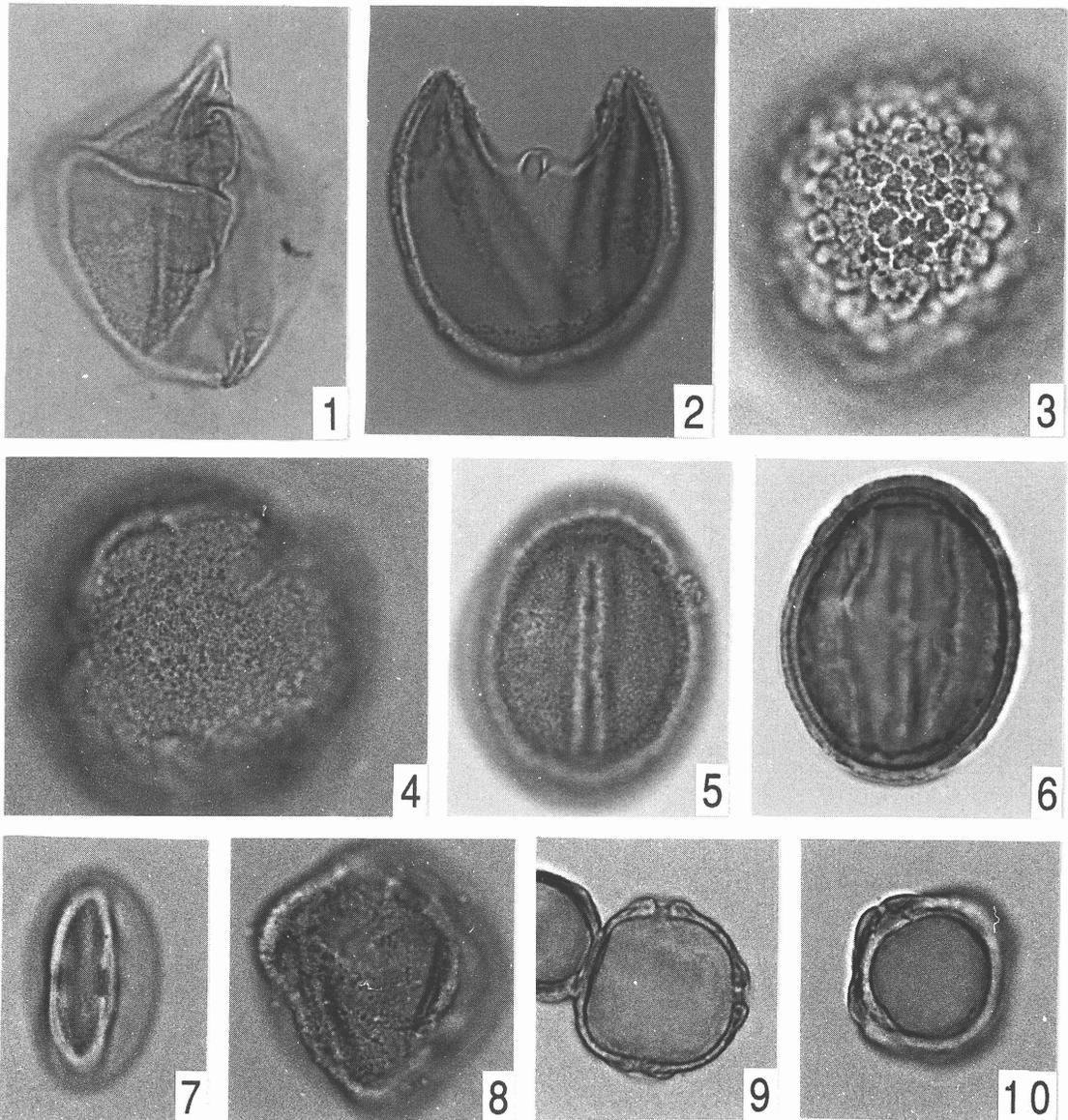


Plate 2. Photomicrographs of the pollen grains from the Kawanishi Site.

All magnification: $\times 1000$. (;) = Sample number and the number of the single-grain pollen prepare.

- no. 1. Taxaceae-Cephalotaxaceae-Cupressaceae (sample no.6; KHFP-392)
2. Taxodiaceae (sample no.6; KHFP-387)
3. *Sciadopitys* (sample no.3; KHFP-344)
4. *Quercus* subgen. *Lepidobalanus* (sample no.3; KHFP-347)
5. *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis* (sample no.1; KHFP-414)
6. *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis* (sample no.1; KHFP-414)
7. *Castanopsis* (sample no.2; KHFP-362)
8. *Lagerstoroemia* (sample no.6; KHFP-379)

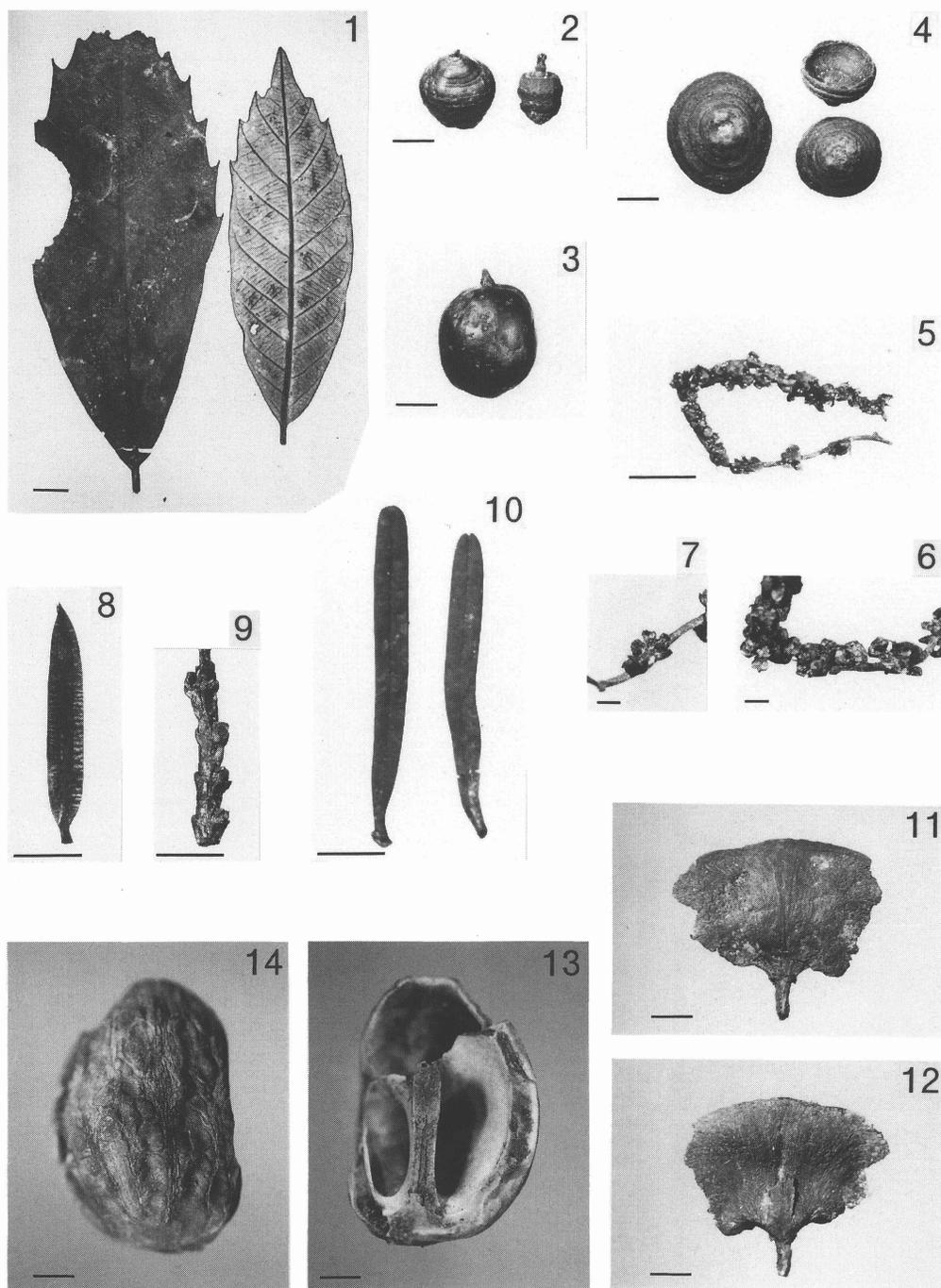
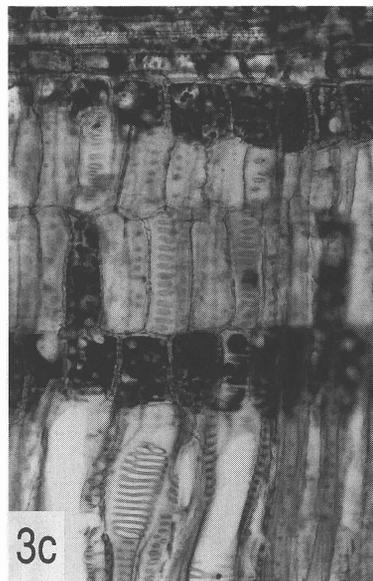
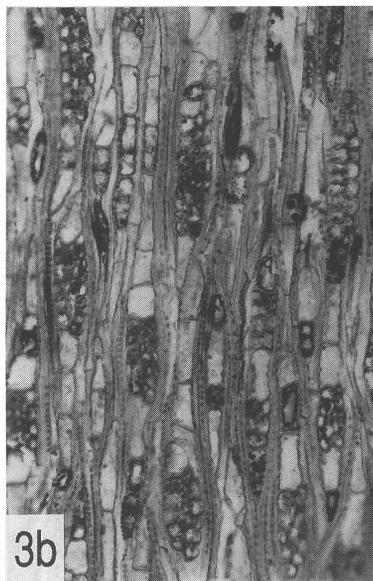
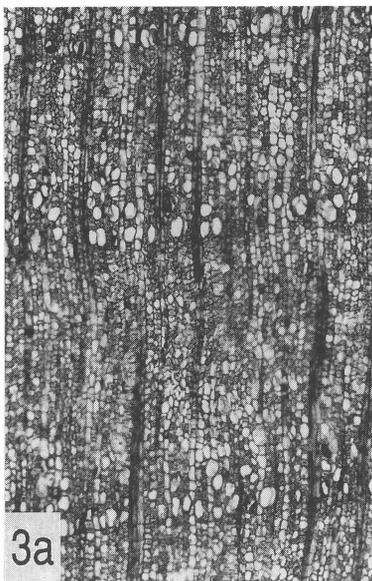
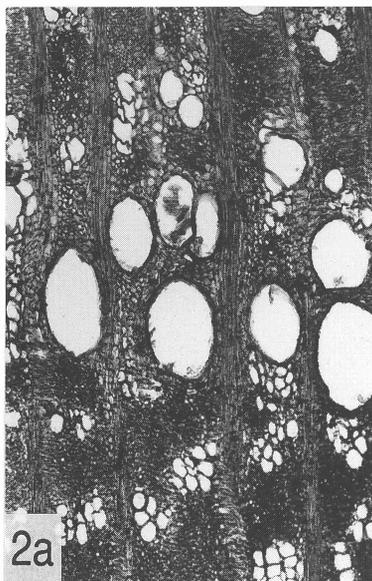
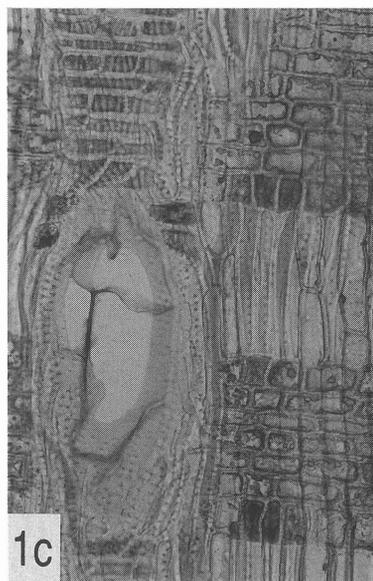
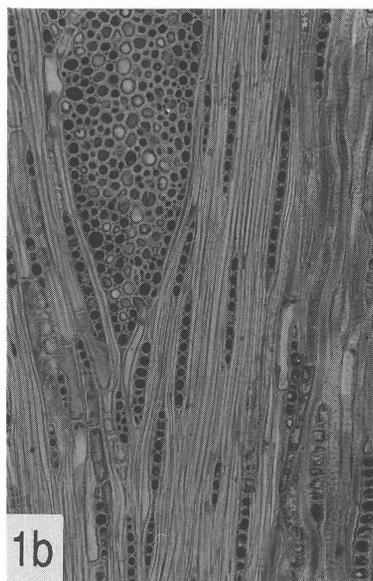
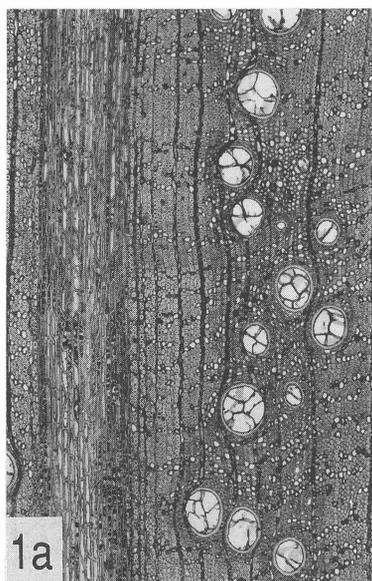


Plate 3. Plant macrofossils.

(;)=Sample number and registration number at the Museum of Nature and Human Activities, Hyogo.

- no. 1. *Quercus gilva* Blume, leaves (sample no.1;D1-003989)
 2. *Quercus gilva* Blume, unripe nuts with cupules (sample no.3;D1-004023)
 3. *Quercus gilva* Blume, nut (sample no.3;D1-004023)
 4. *Quercus gilva* Blume, cupules (sample no.3;D1-004023)
 5. *Quercus gilva* Blume, male flower (sample no.3; D1-004033)
 6. *Quercus gilva* Blume, part of male flower (sample no.3;D1-004033)
 7. *Quercus gilva* Blume, part of male flower (sample no.3;D1-004033)

8. *Torreya nucifera* (L.) Sieb. et Zucc., leaf (sample no.2;D1-004008)
 9. *Chamaecyparis obtusa* (Sieb. et Zuc.) Endl., leaf (sample no.2;D1-004009)
 10. *Abies firma* Sieb. et Zucc., leaf (sample no.2;D1-004006)
 11. *Abies firma* Sieb. et Zucc., cone scale (sample no.2;D1-004002)
 12. *Abies firma* Sieb. et Zucc., cone scale (sample no.2;D1-004002)
 13. *Juglans mandshurica* Maxim. var. *sachalinensis* (Miyabe et Kudo) Kitamura, endocarp (no.3;D1-004021)
 14. *Juglans mandshurica* Maxim. var. *sachalinensis* (Miyabe et Kudo) Kitamura, endocarp (no.3;D1-004021)
 scales: 1mm for no.6 and no.7, 5mm for others.



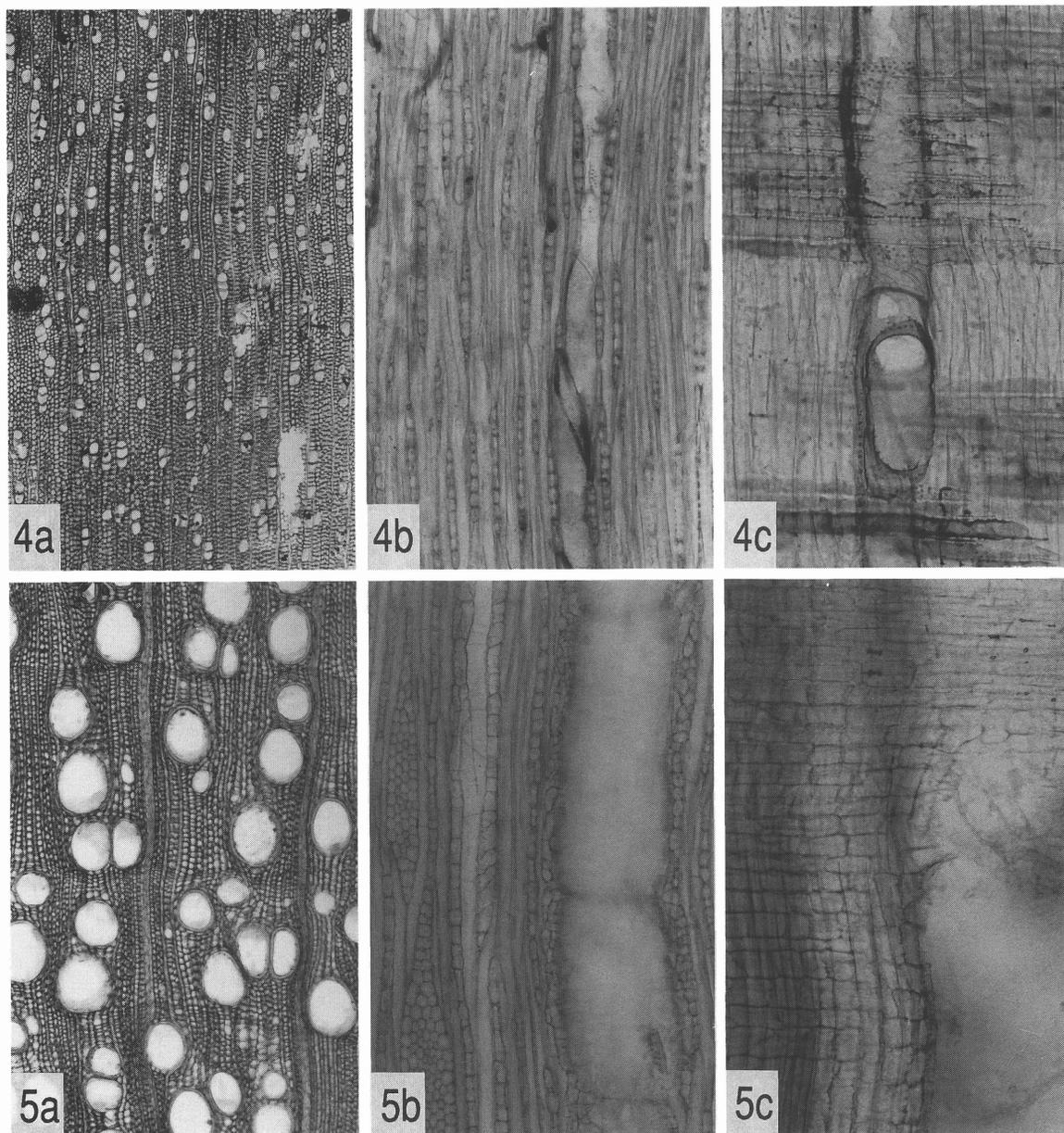


Plate 4. Fossil wood.

- no. 1. *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis* (D1-003886)
2. *Zelkova serrata* (Thunb.) Makino (D1-003892)
3. *Camellia* (D1-003891)
4. *Aesculus turbinata* Blume (D1-003894)
5. *Trachelospermum asiaticum* (Sieb. et Zucc.) Nakai (D1-003896)
a: Cross section (x40) b: Tangential section (x100)
c: Radial section (x150)

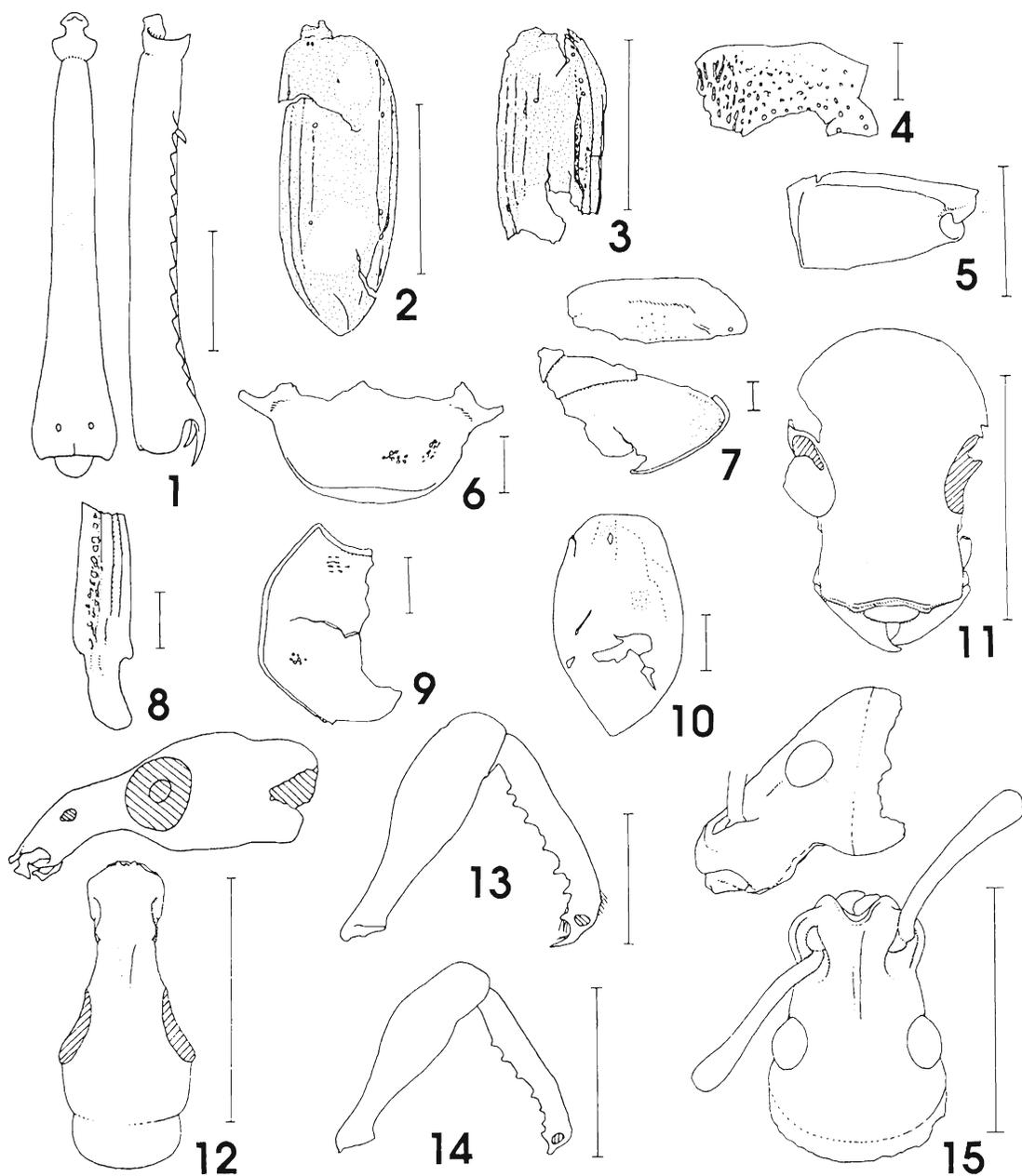


Plate 5. Fossil insects

- no.1. *Damaster blaptoides*, 5th segment of left hind tarsus (D1-004221)
 2. *Tachyura laetifica*, right elytron (D1-004186)
 3. *Tachyura laetifica*, right elytron (D1-004207)
 4. *Rhomborrhina unicolor*, metasternum (D1-004229)
 5. *Anomala cuprea*, right metacoxa (D1-004212)
 6. *Mimela splendens*, clypeus (D1-004230)
 7. *Mimela splendens*, abdominal tergites and pygidium (D1-004195)
 8. *Mimela testaceipes*, left fore tibia (D1-004231)
 9. *Popillia japonica*, pronotum (D1-004232)
 10. *Hemipyxis plagioderoides*, right elytron (D1-004216)
 11. *Autotropis distinguenda*, head (D1-004203)
 12. *Deporaus unicolor*, head (D1-004238)
 13. *Echinocnemus squameus*, right mid femur and tibia (D1-004217)
 14. *Echinocnemus squameus*, right mid femur and tibia (D1-004239)
 15. *Myosides seriehispidus*, head (D1-004240)
 scales: 1mm.