

## 兵庫県川西市でのアカハナワラビ群落に関する報告

鈴木 武<sup>1)</sup>・高島 貴聖<sup>2)</sup>・瀧 華 佐和子<sup>2)</sup>・  
永吉 照人<sup>1)</sup>・小野 一<sup>3)</sup>

### Report on the population of *Botrychium nipponicum* Makino (Ophioglossaceae) at Kawanishi City in Hyogo Prefecture

Takeshi SUZUKI<sup>1)</sup>, Kisho TAKASHIMA<sup>2)</sup>, Sawako TAKIHANA<sup>2)</sup>,  
Teruto NAGAYOSHI<sup>1)</sup> and Hajime ONO<sup>3)</sup>

#### Abstract

*Botrychium nipponicum* Makino is listed as an endangered fern in Hyogo Prefecture. Several populations only are known at Kawanishi City in Hyogo. For a large population in Kawanishi City, population size, floristic composition and habitat conditions were investigated to provide basic data for conservation. At the studied site, 505 individuals of *B. nipponicum* and 114 of *B. japonicum* (Prantl) Underw. were found, some of which were small and appeared to be juvenile.

Data relating to the floristic composition suggests that both species grow under afforested *Cryptomeria - Chamaecyparis* forest in company with deciduous trees (e.g. *Prunus pendula*, *Prunus verecunda*). From habitat conditions, it is thought that they inhabit slightly elevated position, and that *B. nipponicum* prefers a lighter place than *B. japonicum*.

**Key Words:** *Botrychium japonicum*, *Botrychium nipponicum*, conservation biology, endangered plant

#### はじめに

アカハナワラビ *Botrychium nipponicum* Makino はハナヤスリ科のシダ植物で、本州(宮城県以南)・四国・九州に分布し、本州西部以南ではやままれである(岩槻, 1992)。短い根茎から年に1枚の葉を展開させ、冬に葉が緑色から紅色になる。兵庫県では、1993年に川西市在住の脇村隆により川西市の谷間のスギ・ヒノキ林の林床で最初に発見された(脇村, 私信)。「兵庫県の貴重な自然-兵庫県レッドデータブック-」では最も絶滅の危険の高い「Aランク」として記載された(兵庫県, 1995)。能勢妙見山の大阪府側での記録があり(倉田・中池, 1990)、その後、八田幸作・脇村隆が川西市の数地点で自生を確認している(八田・脇村, 私信)。

本調査は、アカハナワラビの保全の基礎資料として、個体群の状況および生育環境を把握することを目的とした。兵庫県で最大のアカハナワラビの群生地(脇村により最初に発見された場所; 生育地保護のため詳細な地名は略する)とその周辺で、混生する近縁種のオオハナワラビ *B. japonicum* (Prantl) Underw.との比較を行いながら考察した。

#### 調査の概要

##### 1. 調査地の概要

調査地周辺の植生相観としては、谷底部分を中心にスギ・ヒノキの植林が、隣接する山腹斜面にはクスギ・コナラ林およびヒノキ植林が分布する。また尾根筋を中心

<sup>1)</sup> 兵庫県立人と自然の博物館 生物資源研究部 Division of Biological Resources, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo, Yayoigaoka 6, Sanda 669-13 Japan 兼任: 姫路工業大学 自然・環境科学研究所

<sup>2)</sup> 都市緑地研究所 Landscape Associates of Creating Over Head Plain, Ishidu-nishicho 7, Sakai 592 Japan

<sup>3)</sup> 遺伝資源研究会 Genetic Resources Society, Matsugaoka 1-4-13-204, Akashi 693 Japan

にアカマツ林もある。調査地周辺はおおむね標高200～240mの間にある。今回の調査地は地形的に谷底面と呼ばれる谷筋となっている。アカハナワラビはスギ・ヒノキ植林の林床にしており、地形は多少の凹凸があるがほぼ平坦で、傾斜10～15度、方位S20Wの緩斜面である。ここには近縁種のオオハナワラビも混生している。

地質は、「土地利用分類図」(兵庫県, 1991)の表層地質図によると、礫岩・砂岩・泥質岩の互層である固結堆積物が分布し、部分的には固結堆積物の分布の上層に段丘・砂州・沖積層である未固結堆積物が分布する。また、調査地周辺の谷底部および斜面下部には、崩積成の砂礫の堆積も見られる。

## 2. 調査方法

### 1) 個体群調査

アカハナワラビおよびオオハナワラビの個体群の現状を把握するために、両種の群生地で、25m×4mの調査区を谷筋に沿って設置して、個体番号をつけて位置を記録した。

両種の全個体について、地表面からの栄養葉の高さ、栄養葉の長さ(葉の縦方向の長さ)、栄養葉の幅(葉の横方向の長さ)、孢子葉の有無、孢子葉の高さ、孢子葉をつける部分の長さを測定した(Fig.1)。

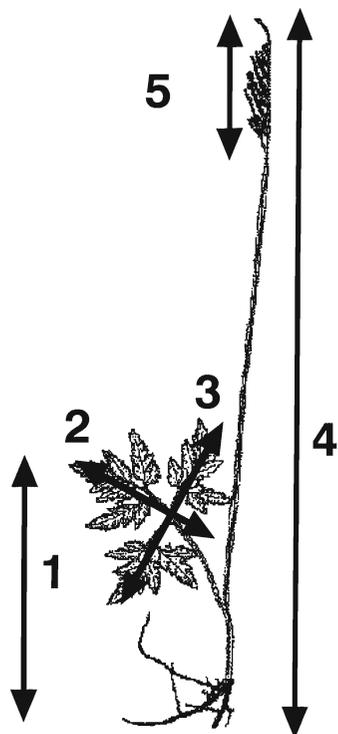


Fig. 1 Size measurement of *B. nipponicum* and *B. japonicum* 1: height of sterile leaf, 2: length of sterile leaf, 3: width of sterile leaf, 4: height of fertile leaf, 5: length of fertile leaf

### 2) 生育環境調査

#### a) 植生調査

アカハナワラビが生育する森林植生の特徴を把握することを目的として、アカハナワラビ群生地とその周辺において、アカハナワラビ・オオハナワラビ混生生育地(6ヶ所)とオオハナワラビのみの生育地を含む植物群落(4ヶ所)、さらにその周辺の森林植生(5ヶ所)で植生調査を行った。本地域でのアカハナワラビ・オオハナワラビの分布は谷底面地形であることから、周辺の森林植生の調査は谷底面地形で行った。調査方法は、Braun-Blanquet (1964)による植物社会学的方法に従った。まず、階層区分を行い、各階層毎に出現種およびその優占度、被度を記録した。次に、植生調査資料をもとに、植物社会学的な表操作によって、組成表を作成した。

#### b) 生育地の微地形

アカハナワラビ群生地で、谷底面の横断方向に微地形を調査した。1)で設置した調査区で、アカハナワラビの集中する場所(2ヶ所)とオオハナワラビの集中する箇所(1ヶ所)で、谷底面の横断方向に微地形を調査した。

調査方法として、谷底面の横断方向の両端に杭を打ち、杭と杭との間に水準器を用いてほぼ水平にロープを張り、杭を起点として10cm間隔で垂直に地表面までの距離を記録することで、相対的な凹凸を把握した。

#### c) 相対照度

1)で設置した調査区で、アカハナワラビの集中する非陽斑と陽斑のそれぞれ1ヶ所、オオハナワラビの集中する非陽斑で1ヶ所の計3ヶ所で照度を測定した。一方、同時に周辺地域の天空がほぼ100%開放している場所で全天照度を測定した。照度は、それぞれ計5回測定し、その平均値から相対照度を算出した。

#### d) 群落構造調査

アカハナワラビとオオハナワラビの生育する微地形に対応して、共存する林床植物との関係を調査した。アカハナワラビ群生地とその周辺で、アカハナワラビ、オオハナワラビを含む50cm×50cmの枠を設置して、枠内に出現した林床植物を調査した。すべての種について、葉の高さの平均(平均葉高  $H'$ ; cm)と被度( $C'$ ; %)を記録して、積算優占度( $SDR_2$ ,  $SDR_3$ )を計算した。

$$SDR_2 = (H' + C') / 2$$

$$SDR_3 = (H' + C' + F') / 3$$

$H'$ : 最大値を100とした平均葉高の相対値

$C'$ : 最大値を100とした被度の相対値

$F'$ : 最大値を100とした出現頻度

アカハナワラビのみが見られた方形区(アカのみ方形区)5ヶ所、オオハナワラビ、アカハナワラビが混生した方形区(両種方形区)13ヶ所、オオハナワラビのみが見られた方形区(オオのみ方形区)5ヶ所について調査した。

## 調査日

1996年10月から1997年4月にかけて行った。

## 結果と考察

## 1) 個体群の構成

設置した25m×4mの調査区では、アカハナワラビ505個体、オオハナワラビ118個体が確認できた(Fig.4)。両種とも10月には葉の展開が進んでおり、アカハナワラビはオオハナワラビよりもやや遅れて葉を展開すること、胞子の飛散もやや遅れることが観察された。

アカハナワラビでは、11月のはじめ頃から葉の一部が薄く紅変する個体がみられ、11月の下旬には葉全体が薄く紅変し、1月にはすっかり紅色になった。4月には、葉が枯れてしまう個体や緑色に戻る個体が観察された(Plate 1 & 2)。

アカハナワラビとオオハナワラビのサイズなどの比較はTable 1にまとめた。アカハナワラビの栄養葉では、長さ(平均7.5cm)と幅(平均7.8cm)はほぼ同長で、オオハナワラビの栄養葉(長さ16.3cm, 幅17.9cm)と比較すると、約1/2程度の大きさである。胞子葉の高さでは、アカハナワラビ(平均10.3cm)はオオハナワラビ(平均40.0cm)よりも低い。全体としてアカハナワラビはオオハナワラビよりも小型である。

Fig.2では、アカハナワラビでの個体サイズ(ここでは栄養葉の長さを用いた)と胞子葉の形成との関連を示した。栄養葉の長さは最小1cm, 最大で14cmで、総個体数の約40%の個体に胞子葉の形成があった。2cmごとのサイズクラスで見ると、サイズクラス5cm以下では胞子葉を生じた割合は低いが、最小サイズクラスでも胞子葉を形成した個体があった。サイズクラス7cm以上では40~50%とほぼ一定していた。また、オオハナワラビ(Fig.3)では、栄養葉の長さは最小2cm, 最大で28cmで、総個体数の約29%で胞子葉が形成された。22cm以上のサイズクラスでは胞子葉を生じた割合は低下した。

Table 1 Size comparison between *B. nipponicum* and *B. japonicum*.

	<i>B. nipponicum</i>	<i>B. japonicum</i>
No. of examined individuals	505	118
No. of fertile leaf	200	34
Height of sterile leaf (cm)	10.1 ± 2.7	17.4 ± 5.1
Length of sterile leaf (cm)	7.5 ± 2.6	16.3 ± 5.8
Width of sterile leaf (cm)	7.8 ± 2.4	17.9 ± 6.1
Height of fertile leaf (cm)	10.3 ± 6.1	40.0 ± 6.7
Length of fertile leaf (cm)	6.3 ± 2.3	14.0 ± 3.2

average ± SD

両種とも、最小のサイズクラスでは胞子葉の形成は非常に低率で、大型のサイズクラスでは胞子葉の形成率は大きくなるが、大型のサイズクラスでも胞子葉を形成するのは半数程度の個体であった。

ハナワラビ属では毎年1枚の葉だけが成熟するが、葉の基部には鞘があり、様々な発生段階にある数枚の未熟な葉があることが知られている(Gifford & Foster, 1989)。胞子葉形成の決定は葉の展開する数年前に決定されており、前年の生産量のみならず単純に依存しないのかもしれない。また小型の個体をかなり含むことから、新たな個体が生じている個体群と考えられるので、現状では早急の保護対策の必要はないであろう。

## 2) 生育環境

## a) 植生

植生調査で得られた15の調査資料を組成表にまとめた結果、調査を行った林分はスギーヒノキ群落としてまと

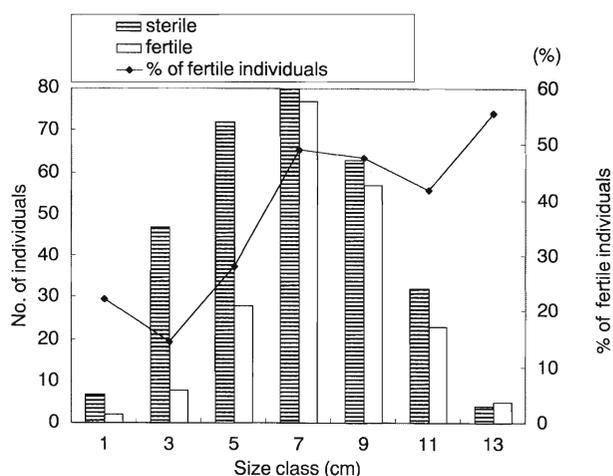


Fig.2 Size class distribution and percentage of formation of fertile leaf for *B. nipponicum*.

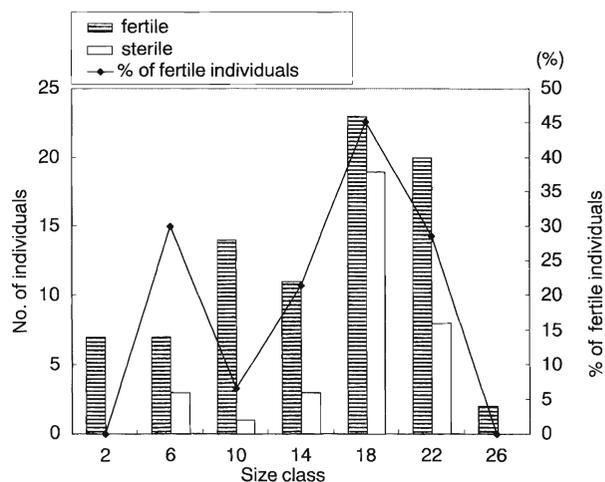


Fig.3 Size class distribution and percentage of formation of fertile leaf for *B. japonicum*.

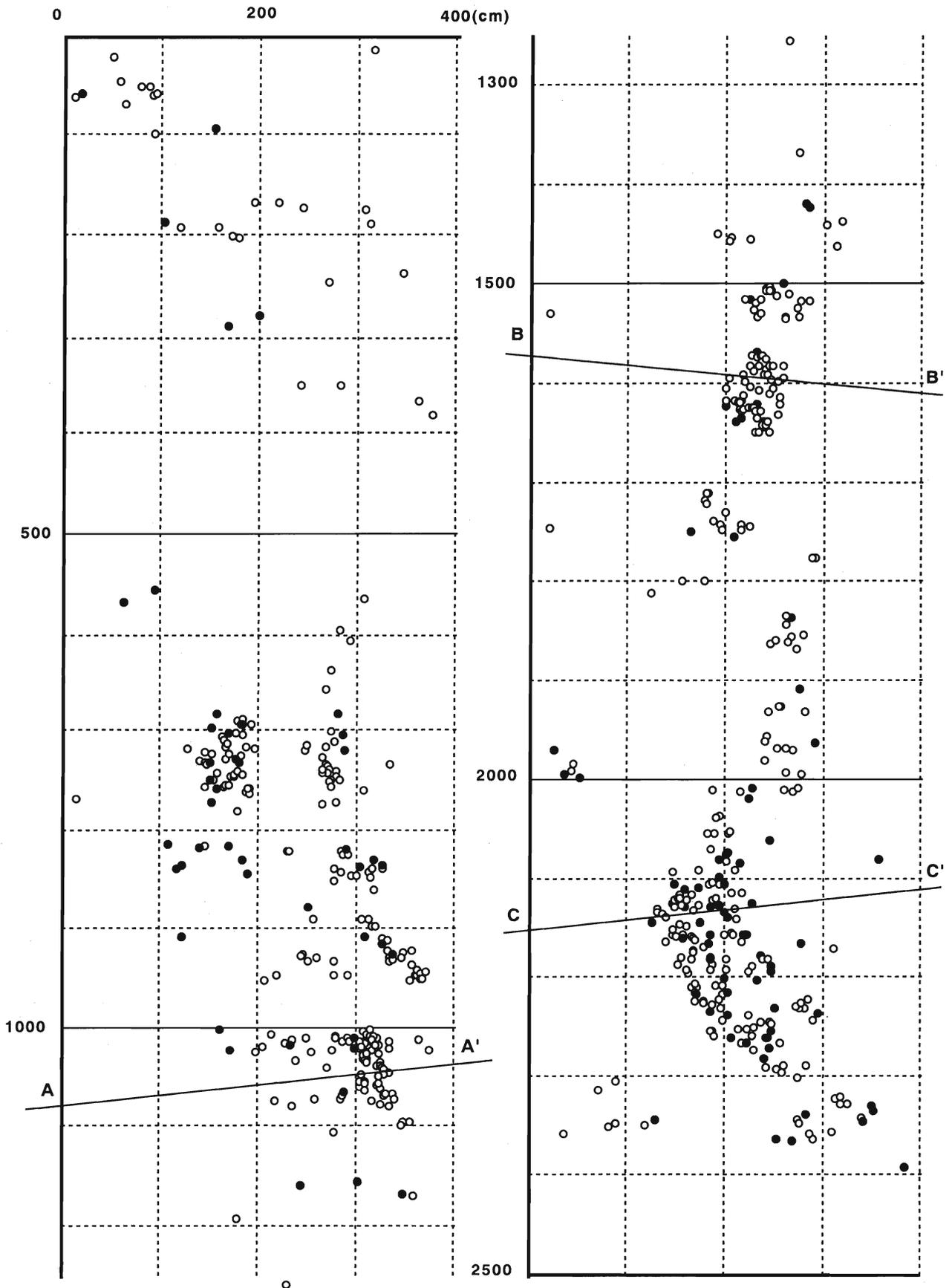


Fig.4 Distribution map of *B. nipponicum* and *B. japonicum* in 25m × 4m quadrat.  
open circle: *B. nipponicum*, solid circle: *B. japonicum*. A-A' etc. indicate section lines in Fig.5.

められた。本群落のほとんどは4層から成り、高木層の高さは14~20m、植被率はほぼ80%以上で、スギあるいはヒノキが優占している。低木層は高さ1.5~4m、植被率1~15%で、ヒサカキ、スギなどがわずかに生育している。草本層の植被率は20~70%で、ニシノホンモンジスゲ、チヂミザサ、シュウブソウ、ヒロハイスワラビ、アキノタムラソウ、ドクダミなどのやや明るく湿潤な環境に生育する種が高常在度でみられる。

本群落はさらにオオハナワラビ、アカハナワラビなどの生育により特徴づけられるアカハナワラビ下位単位とそれらの種を欠き、ナワシログミ、ヒメシラスゲ、リュウメンシダなどの生育により特徴づけられるナワシログミ下位単位に区分された。この2つの下位単位の分化には、後述するように高木層の種組成や植被率、また微地形などの条件が関係していると思われる。

Appendix 1 から、アカハナワラビの生育地とオオハナワラビの生育地の違いを特徴づける種群はみられず、両種はほぼ類似した環境に生育していると考えられるが、その両種の生育する環境を特徴づける種(アカハナワラビ下位単位の識別種)としてはカスミザクラ、エドヒガン、ウワミズザクラといった落葉性の高木がみられた。このことから、落葉期のある冬期、すなわちアカハナワラビ、オオハナワラビの葉を展開している冬には、生育地の林床は明るいと考えられる。その他では、シシガシラ、ゼンマイ、オオベニシダなどの種との結びつきが強い。一方、アカハナワラビ、オオハナワラビの生育を困難とする立地を特徴づける種(ナワシログミ下位単位の識別種)はムラサキケマン、キランソウ、ナキリスゲなどであった。これらの種は林縁部に生育するものや、光条件の不足する陰湿な立地に生育するものである。

なお、本群落にはセイヨウイボタノキ、ヒイラギナンテンなどの外国産樹種の生育が確認された。これらは周辺域に植栽されている緑化樹や庭園樹に由来すると考えられるが、こうした本来自生しない植物が周辺から供給され生育することは、井出ほか(1994)が指摘しているように、既存植生の種構成に歪みを生じ、ひいてはアカハナワラビの個体群維持に何らかの障害をもたらす可能性がある。今後のモニタリングが必要である。

### b) 微地形

Fig.4からわかるように、アカハナワラビ、オオハナワラビともに分布が集中する傾向がみられた。Fig.5と比較すると、分布は微凸地に集中しており、微地形が大きく関係していると推察できた。微凸地の排水が良好であることが、アカハナワラビ・オオハナワラビ自生育に適しているのかもしれない。

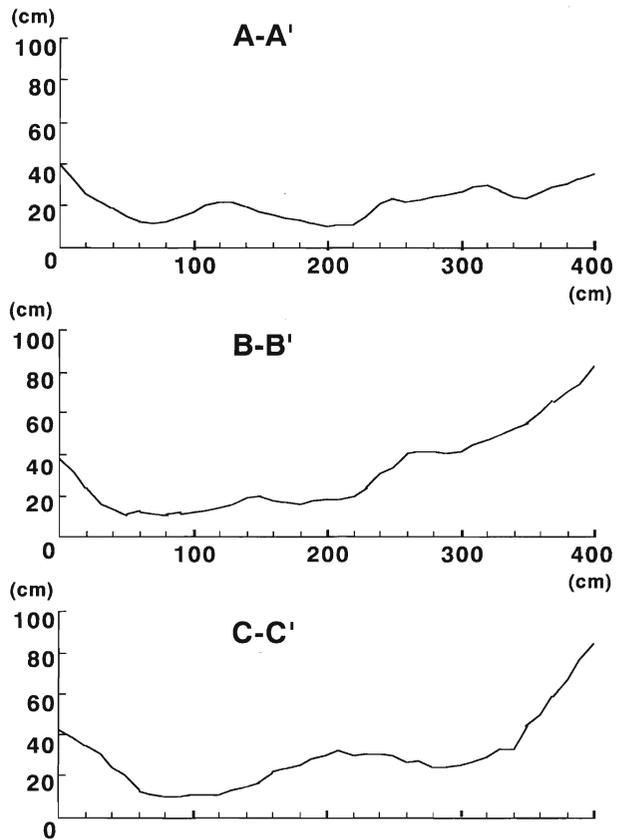


Fig.5 Vertical section of 25m × 4m quadrat. See text . Section lines are shown in Fig.4. Horizontal axis is same as in Fig.4.

### c) 相対照度

アカハナワラビが集中する陽斑での相対照度は29.3%、非陽斑では15.6%と、約2倍の差があった。オオハナワラビが集中する非陽斑では13.0%で、アカハナワラビが集中する非陽斑よりやや暗い結果となった。

### d) 群落構造

3つのタイプ(『アカのみ方形区』、『オオのみ方形区』、『両種方形区』)に区別して、50×50cmの枠での主な植物の出現状況を Table 2 に示した。各生育地には共通して、ニシノホンモンジスゲ・イヌツゲが見られた。アカのみ方形区の特徴としては、一年草のミズや越年草のハコベ・コモチマンネングサなどの好陽生の草本の出現があげられる。これらの種がオオのみ方形区には見られなかったことから、アカハナワラビの生育地がオオハナワラビのみの生育地よりやや明るい場所であることが推察される。オオハナワラビのみ方形区では、ミツバアケビ・ヒサカキ・ツルリンドウなどが特徴であった。

さらに、各タイプごとに積算優占度( $SDR_2$ ,  $SDR_3$ )を求めた結果を Appendix 2 に示した。オオのみ方形区では、ヒサカキ・ニシノホンモンジスゲ・イヌツゲ・ミツバアケビが優占度が高い。アカのみ方形区では、ナ

Table 2 Occurrence of major species in three types of 50cm × 50cm quadrats.

Species	Frequency of occurrence (%)			Total occurrence
	Only <i>B. japonicum</i> 5 quadrats	Both <i>Botrychium</i> 13 quadrats	Only <i>B. nipponicum</i> 5 quadrats	
<i>Botrychium japonicum</i> オオハナワラビ	100	100	-	18
<i>Botrychium nipponicum</i> アカハナワラビ	-	100	100	18
<i>Carex stenostachys</i> ニシノモンモンジスゲ	40	31	40	8
<i>Ilex crenata</i> イヌツゲ	40	8	20	4
<i>Akebia trifoliata</i> ミツバアケビ	40	15	-	4
<i>Eurya japonica</i> ヒサカキ	40	-	-	2
<i>Tripterispermum japonicum</i> ツルリンドウ	40	-	-	2
<i>Blechnum nipponicum</i> シンガシラ	20	8	-	2
<i>Viola grypoceras</i> タチツボスミレ	20	8	-	2
<i>Rubus buergeri</i> フユイチゴ	-	23	-	3
<i>Ligustrum obtusifolium</i> イボタノキ	-	15	-	2
<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>japonica</i> イノコズチ	-	15	-	2
<i>Rhynchospermum verticillatum</i> シュウブソウ	-	15	-	2
<i>Galium kikumugura</i> キクムグラ	-	15	-	2
<i>Nandina domestica</i> ナンテン	-	15	40	4
<i>Duchesnea chrysantha</i> ヘビイチゴ	-	8	40	3
<i>Pilea hamaoi</i> ミズ	-	8	40	3
<i>Stellaria media</i> ハコベ	-	8	40	3
<i>Sedum bulbiferum</i> コモチマニングサ	-	8	40	3
<i>Cyrtomium fortunei</i> var. <i>clivicola</i> ヤマヤブソテツ	-	8	20	2
Moss (Rhytidiaceae) フサゴケ科の一種	-	8	20	2

ンテン・ニシノモンモンジスゲ・ヤマヤブソテツ・ヘビイチゴなどが優占度が高く、Table 2 に示したミズ・ハコベ・コモチマニングサといった一年生草本や越年生草本の優占度は低い。またアカハナワラビ、オオハナワラビの両種が出現する場合は、オオハナワラビと比較して、アカハナワラビのSDR順位が低いことが示された。

## おわりに

今回の調査により、川西市のアカハナワラビ群落について以下のことが明らかになった。

1. 両種とも栄養葉が大型になると孢子葉を生じる割合が高くなったが、大型の個体がすべて孢子葉を生じたわけではなかった。小型の個体もかなりの数があったことから、現状でも新規の個体が生じており、早急の保護対策の必要はないであろう。
2. 両種の分布は、微凸地に集中する傾向があった。
3. 両種の生育には、葉を展開する冬期に、ある程度の林内照度が必要であると推定された。また、オオハナワラビと比較して、アカハナワラビは明るい立地に生育する傾向が認められた。

今回の調査地では、Fig.4に示したような詳細な分布図ができた。数年後での個体の生存とサイズを調べることで、この場所でのアカハナワラビ・オオハナワラビの個体群動態についてより詳細なデータが得られるであろう。また、微凸地への分布の集中を解釈するには、土壌の化学特性・物理特性や土壌構造などの調査が必要であ

ろう。光環境を正確に把握するためには、相対照度の計測地点を増やし、さらに通年で計測を行うべきである。

さらには、人と自然の博物館でのジーンバンクで、孢子保存と孢子培養も行うことで、多角的にアカハナワラビの保全に取り組んでいきたい。

## 謝 辞

調査地やその周辺でのアカハナワラビの分布は、脇村隆・八田幸作の両氏の調査により明らかになったものであり、両氏から様々な情報を提供いただいた。また、現地調査にあたっては、都市緑地研究所の名迫素代・富士撰の両氏にご協力いただいた。これらの方々には感謝と御礼を厚く申し上げます。

## 文 献

- 井出 任・原田直國・守山 弘 1994 孤立二次林における種子供給が下層植生に与える影響。造園雑誌57(5): 199-204
- 岩槻邦男 1992 「日本の野生植物シダ編」平凡社
- Gifford, E.M. and A.S.Foster 1988 *Morphology and Evolution of Vascular Plants*, 3rd ed. W.H.Freeman & Company
- 兵庫県 1991 「土地利用分類図」
- 兵庫県 1995 「兵庫県の貴重な自然 - 兵庫県レッドデータブック -」
- 倉田 悟・中池敏之(編)1990 「日本のシダ植物図鑑」第6巻 東京大学出版会

(1997年5月31日受付)

(1997年8月8日受理)



Plate 1 *B. nipponicum* with fertile leaf (Oct.4,1996)



Plate 2 *B. nipponicum* with red sterile leaf (Jan.13,1997)  
Large green leaves were sterile leaves of *B. japonicum*.

Appendix 1 Floristic composition table of *Botrychium nipponicum* populations in *Cryptomeria japonica* - *Chamaecyparis obtusa* forest.

Plot No.	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6	
Date	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
	11	11	11	11	11	11	11	10	10	11	11	11	11	11	11	11
	08	08	25	08	08	08	11	11	08	11	08	08	08	08	08	08
Exposition	S40° W	S80° W	-	N60° W	N60° W	S20° W	S5° W	S30° W	S12° W	N85° W	N85° W	S5° W	S25° W	S85° W	S75° W	
Inclination(°)	5	5	0	20	18	4	4	14	10	5	5	3	4	2	28	
Quadrat size (m)	5×5	5×8	3×8	3×15	4×8	4×8	5×10	5×20	5×15	4×8	8×15	5×10	6×10	5×15	4×10	
T1: Tree																
Height (m)	20	16	14	18	20	20	18	17	20	16	18	16	16	20	16	
Total coverage (%)	96	85	90	85	90	90	90	80	90	90	80	55	85	95	95	
T2: Subtree																
Height (m)	8	8	6	-	-	-	9	9	8	7	9	8	8	8	-	
Total coverage (%)	15	10	1	-	-	-	10	10	5	5	50	60	45	8	-	
S: Shrub																
Height (m)	4	1.5	2	-	1.5	2	3	2.5	2.5	3	2	2	-	4	2.5	
Total coverage (%)	8	5	5	-	10	15	5	5	3	8	3	5	-	1	15	
H: Herb																
Height (m)	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.8	0.6	0.8	0.8	1	0.8	
Total coverage (%)	30	60	70	40	50	35	55	40	55	65	55	20	65	55	35	
Number of species	31	36	45	40	41	33	48	63	47	49	50	39	64	37	27	

Differential species of *Botrychium nipponicum* subordinate unit

<i>Botrychium japonicum</i>	オオハナワラビ	H	+2	2-2	2-2	1-2	1-2	2-2	3-2	1-2	2-2	-	-	-	-	+2
<i>Blechnum nipponicum</i>	シシガシラ	H	+	+	+2	+	+	+2	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Dumasia truncata</i>	ノササゲ	H	1-2	-	+	-	+2	1-1	-	1-1	+	-	+2	-	-	-
<i>Botrychium nipponicum</i>	アカハナワラビ	H	-	-	-	1-2	+	+2	1-2	2-2	3-2	-	-	-	-	-
<i>Dryopteris hondoensis</i>	オオベニシダ	H	-	+	-	-	+	+	+	1-1	+	-	-	-	-	-
<i>Osmunda japonica</i>	ゼンマイ	H	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Liriope platyphylla</i>	ヤブラン	H	-	+2	+	-	+	-	-	+2	-	-	+2	-	-	-
<i>Prunus pendula</i>	エドヒガン	T1	-	3-2	2-1	-	-	-	-	3-2	-	-	-	-	-	-
		H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prunus verecunda</i>	カスミザクラ	T1	-	-	-	1-1	-	-	-	3-2	-	-	-	-	-	-
<i>Prunus grayana</i>	ウワミズザクラ	T1	-	-	-	1-1	-	-	-	-	2-1	-	-	-	-	-
<i>Castanea crenata</i>	クリ	T1	-	-	-	-	-	-	-	1-1	-	-	-	-	-	-
		S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		H	-	-	-	-	-	-	-	1-2	-	-	-	-	-	-
		H	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Differential species of *Elaeagnus pungens* subordinate unit

<i>Elaeagnus pungens</i>	ナワンログミ	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
		H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Carex mollicula</i>	ヒメシラスゲ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	3-2	1-2	-	3-3
<i>Arachniodes standishii</i>	リョウメンシダ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	+2	1-1	-
<i>Carex lenta</i>	ナキリスゲ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	+2	-	-	2-2
<i>Corydalis incisa</i>	ムラサキケマン	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+2	-
<i>Ajuga decumbens</i>	キランソウ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Athyrium deltoideifrons</i>	サトメシダ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Viola hondoensis</i>	アオイスミレ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Thelypteris decursive-pinnata</i>	ゲンゲシダ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+2

Representative to tree layer of *Cryptomeria japonica* - *Chamaecyparis obtusa* community

<i>Cryptomeria japonica</i>	スギ	T1	5-5	2-1	2-1	4-3	5-4	4-4	3-3	1-1	-	5-4	4-4	3-2	1-1	5-5	1-1
		T2	2-1	-	-	-	-	-	1-1	-	1-1	1-1	-	2-2	1-1	-	-
		S	-	+	+	-	-	-	+	+	1-1	-	-	-	-	-	-
		H	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	ヒノキ	T1	-	2-1	3-2	-	-	2-2	-	4-3	-	-	-	1-1	3-3	-	5-4
		T2	-	1-1	-	-	-	-	2-2	1-1	-	-	-	-	2-1	-	-
		S	-	-	-	-	-	1-1	-	+	+	-	-	-	-	-	-
		H	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Wisteria floribunda</i>	フジ	T1	1-1	1-1	1-1	1-1	1-1	1-1	2-1	1-1	2-1	2-1	2-1	2-1	-	2-1	-
		T2	-	-	-	-	-	-	-	-	1-1	-	1-1	3-2	1-1	-	-
		H	1-2	-	+	1-1	-	1-1	1-1	1-1	1-1	1-1	1-1	+2	-	2-2	-

Representative to habitat condition of *Cryptomeria japonica* - *Chamaecyparis obtusa* community

<i>Carex stenostachys</i>	ニンノホモンジスゲ	H	+2	2-2	2-2	2-2	+2	+2	1-2	2-2	3-2	+2	+2	+2	3-2	1-2	-
<i>Opilsmenum undulatifolium</i> var. <i>japonicum</i>	チヂミザサ	H	-	1-2	1-2	1-2	1-2	-	2-2	+2	1-2	-	-	+2	2-2	3-2	+2
<i>Houttuynia cordata</i>	ドクダミ	H	+	-	+2	-	+2	-	1-2	+2	+2	-	-	+2	+2	+2	-
<i>Rhynchospermum verticillatum</i>	シュウブソウ	H	-	+2	+2	-	+	-	1-2	+2	+2	1-2	1-2	1-2	1-2	-	-
<i>Deparia japonica</i>	シゲシダ	H	-	-	+	+2	+2	-	+2	-	+2	-	+2	+2	1-2	-	+2
<i>Athyrium wardii</i>	ヒロハイトワラビ	H	1-2	-	-	+	1-1	+	1-2	-	-	+2	-	+2	1-1	-	-
<i>Thelypteris laxa</i>	ヤワラシダ	H	-	+2	-	+	+2	-	-	+2	+2	+	-	+	+2	-	1-2
<i>Athyrium iseanum</i>	ホソハイヌワラビ	H	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	1-1	-	-
<i>Phryma leptostachya</i> var. <i>asiatica</i>	ハエドクソウ	H	+	+	-	1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1-1
<i>Polystichum polyblepharum</i>	イノデ	H	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	1-1
<i>Salvia japonica</i>	アキノタムラソウ	H	-	-	+2	+	-	-	-	+	+	+	+	-	1-2	-	-
<i>Antenoron filiforme</i>	ミズヒキ	H	-	-	-	-	-	-	-	+	1-1	-	+	+2	1-2	-	1-1
<i>Rubus buergeri</i>	フユイチゴ	H	-	-	+2	-	+	-	1-1	-	+2	-	-	1-1	+2	-	-

Escape

<i>Ligustrum vulgare</i>	セイヨウイボタノキ	H	1-2	-	+2	1-2	1-1	-	-	+	+	+2	+	+	1-1	+
<i>Nandina domestica</i>	ナンテン	S	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		H	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	1-1	+
<i>Mahonia japonica</i>	ヒイラギナンテン	H	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-
<i>Ardisia crenata</i>	マンリョウ	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		H	-	-	+	-	-	-	1-1	+	+	+	+	+	+	-
<i>Rohdea japonica</i>	オモト	H	-	-	-	-	+	-	+	1-2	+	+	-	+	-	-
<i>Sarcandra glabra</i>	センリョウ	H	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Fatsia japonica</i>	ヤツデ	H	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Podocarpus macrophyllus</i>	イヌマキ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+2
<i>Laurus nobilis</i>	ゲッケイジュ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Citrus sp.</i>	ミカン	H	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-

Companion

<i>Dryopteris erythrosora</i>	ベニシダ	H	1-1	3-3	3-3	2-1	2-1	1-1	2-1	2-1	2-1	+2	2-2	1-2	3-2	+2	2-2
<i>Stegogramma pozol</i> subsp. <i>mollissima</i>	ミソシダ	H	1-2	+2	-	2-2	2-2	+2	1-2	1-2	1-2	4-3	2-2	1-2	1-2	+2	1-2
<i>Ilex crenata</i>	イヌツゲ	H	+	1-2	+	+	+	+	+	1-1	+2	+2	+	+	+	-	-
<i>Eurya japonica</i>	ヒサカキ	T2	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		S	-	+2	1-2	-	1-1	2-1	1-1	+	1-1	1-1	-	+	-	-	2-1
		H	1-1	2-2	2-2	+	-	1-1	-	-	-	-	-	-	+2	-	+



Appendix 2 SDR<sub>2</sub> and SDR<sub>3</sub> in three types of 50cm × 50cm quadrats.1. Only *B. japonicum* (5 quadrats)

Species	Occurrence	Frequency F(%)	Average		H'	C'	F'	Summed Dominance Ratio (SDR)				
			H	C				SDR <sub>2</sub>	rank	SDR <sub>3</sub>	rank	
<i>Botrychium japonicum</i>	オオハナワラビ	5	100.00	16.00	44.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1	100.00	1
<i>Eurya japonica</i>	ヒサカキ	2	40.00	6.60	3.80	41.25	8.64	40.00	24.94	2	29.96	2
<i>Carex stenostachys</i>	ニシノモンモンジスゲ	2	40.00	3.80	1.00	23.75	2.27	40.00	13.01	3	22.01	3
<i>Ilex crenata</i>	イヌツゲ	2	40.00	2.40	0.20	15.00	0.45	40.00	7.73	4	18.48	4
<i>Akebia trifoliata</i>	ミツバアケビ	2	40.00	2.30	0.40	14.38	0.91	40.00	7.64	5	18.43	5
<i>Tripterispermum japonicum</i>	ツルリンドウ	2	40.00	2.20	0.40	13.75	0.91	40.00	7.33	6	18.22	6
<i>Rabdosia longituba</i>	アキチョウジ	1	20.00	2.40	0.20	15.00	0.45	20.00	7.73	7	11.82	7
<i>Callicarpa japonica</i>	ムラサキシキブ	1	20.00	1.80	0.20	11.25	0.45	20.00	5.85	8	10.57	8
<i>Trachelospermum asiaticum</i>	テイカカズラ	1	20.00	1.40	0.10	8.75	0.23	20.00	4.49	9	9.66	9
<i>Blechnum niponicum</i>	シシガシラ	1	20.00	0.80	0.80	5.00	1.82	20.00	3.41	10	8.94	10
<i>Torilis japonica</i>	ヤブジラミ	1	20.00	0.80	0.10	5.00	0.23	20.00	2.61	11	8.41	11
<i>Viola grypoceras</i>	タチツボスミレ	1	20.00	0.30	0.10	1.88	0.23	20.00	1.05	12	7.37	12

2. Only *B. nipponicum* (5 quadrats)

<i>Botrychium nipponicum</i>	アカハナワラビ	5	100.00	11.00	11.50	80.88	100.00	100.00	90.44	2	93.63	1
<i>Nandina domestica</i>	ナンテン	2	40.00	13.60	9.60	100.00	83.48	40.00	91.74	1	74.49	2
<i>Carex stenostachys</i>	ニシノモンモンジスゲ	2	40.00	9.60	6.20	70.59	53.91	40.00	62.25	3	54.83	3
<i>Cyrtomium fortunei</i> var. <i>clivicola</i>	ヤマヤブソテツ	1	20.00	4.60	2.00	33.82	17.39	20.00	25.61	4	23.74	4
<i>Duchesnea chrysantha</i>	ヘビイチゴ	2	40.00	1.20	1.00	8.82	8.70	40.00	8.76	8	19.17	5
<i>Pilea hamaei</i>	ミズ	2	40.00	1.80	0.40	13.24	3.48	40.00	8.36	9	18.90	6
<i>Stellaria media</i>	ハコベ	2	40.00	0.70	0.04	5.15	0.35	40.00	2.75	11	15.16	7
<i>Sedum bulbiferum</i>	コモチマネングサ	2	40.00	0.30	0.22	2.21	1.91	40.00	2.06	12	14.71	8
<i>Ilex crenata</i>	イヌツゲ	1	20.00	2.60	0.40	19.12	3.48	20.00	11.30	5	14.20	9
Moss (Rhytidiaceae)	フサゴケ科の一種	1	20.00	0.20	2.40	1.47	20.87	20.00	11.17	6	14.11	11
<i>Stegogramma pozoi</i> ssp. <i>mollissima</i>	ミソシダ	1	20.00	1.80	1.00	13.24	8.70	20.00	10.97	7	13.98	10
<i>Festuca parvigluma</i>	トボシガラ	1	20.00	1.20	0.20	8.82	1.74	20.00	5.28	10	10.19	12
Seedling, unidentified	実生sp.	1	20.00	0.30	0.10	2.21	0.87	20.00	1.54	13	7.69	13
<i>Ligustrum japonicum</i>	ネズミモチ	1	20.00	0.30	0.10	2.21	0.87	20.00	1.54	13	7.69	13

3. Both *Botrychium*

<i>Botrychium japonicum</i>	オオハナワラビ	13	100.00	17.54	26.08	100.00	100.00	100.00	100.00	1	100.00	1
<i>Botrychium nipponicum</i>	アカハナワラビ	13	100.00	12.00	16.85	68.42	64.61	100.00	66.51	2	77.67	2
<i>Carex stenostachys</i>	ニシノモンモンジスゲ	4	30.77	6.23	3.38	35.52	12.96	20.06	24.24	3	26.42	3
<i>Nandina domestica</i>	ナンテン	2	15.38	3.77	5.38	21.49	20.63	31.93	21.06	4	19.17	4
<i>Dryopteris erythrosora</i>	ベニシダ	1	7.69	3.69	2.69	21.04	10.31	15.96	15.68	5	13.01	5
<i>Rubus buergeri</i>	フユイチゴ	3	23.08	1.85	0.62	10.55	2.38	3.68	6.46	8	12.00	6
<i>Cyrtomium fortunei</i> var. <i>clivicola</i>	ヤマヤブソテツ	1	7.69	1.54	3.08	8.78	11.81	18.28	10.29	6	9.43	7
<i>Akebia trifoliata</i>	ミツバアケビ	2	15.38	1.31	0.15	7.47	0.58	0.89	4.02	9	7.81	8
Moss (Rhytidiaceae)	フサゴケ科の一種	1	7.69	0.08	3.46	0.46	13.27	20.53	6.86	7	7.14	9
<i>Rhynchospermum verticillatum</i>	シュウブソウ	2	15.38	0.77	0.12	4.39	0.46	0.71	2.43	12	6.74	10
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	イボタノキ	2	15.38	0.62	0.19	3.53	0.73	1.13	2.13	13	6.55	11
<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>japonica</i>	イノコズチ	2	15.38	0.54	0.12	3.08	0.46	0.71	1.77	14	6.31	12
<i>Galium kikumugura</i>	キクムグラ	2	15.38	0.38	0.08	2.17	0.31	0.47	1.24	17	5.95	13
<i>Smilax china</i>	サルトリイバラ	2	15.38	1.31	0.08	7.47	0.31	0.47	3.89	10	7.72	14
<i>Blechnum niponicum</i>	シシガシラ	1	7.69	0.69	0.31	3.93	1.19	1.84	2.56	11	4.27	15
<i>Viola grypoceras</i>	タチツボスミレ	1	7.69	0.46	0.08	2.62	0.31	0.47	1.46	15	3.54	16
<i>Festuca parvigluma</i>	トボシガラ	1	7.69	0.46	0.08	2.62	0.31	0.47	1.46	15	3.54	16
<i>Paederia scandens</i>	ヘクソカズラ	1	7.69	0.46	0.04	2.62	0.15	0.24	1.39	16	3.49	17
<i>Duchesnea chrysantha</i>	ヘビイチゴ	1	7.69	0.23	0.08	1.31	0.31	0.47	0.81	18	3.10	18
<i>Pilea hamaei</i>	ミズ	1	7.69	0.12	0.08	0.68	0.31	0.47	0.50	19	2.89	19
<i>Stellaria media</i>	ハコベ	1	7.69	0.15	0.01	0.86	0.04	0.06	0.45	20	2.86	20
<i>Cardamine flexuosa</i>	タネツケバナ	1	7.69	0.15	0.01	0.86	0.04	0.06	0.45	20	2.86	20
<i>Ilex crenata</i>	イヌツゲ	1	7.69	0.00	0.15	0.00	0.58	0.89	0.29	21	2.76	21
<i>Sedum bulbiferum</i>	コモチマネングサ	1	7.69	0.08	0.01	0.44	0.04	0.06	0.24	22	2.72	22

H: Height (cm), C: Coverage (%)

H': Relative Height (max.100), C': Relative Coverage (max.100)

F': Relative Frequency(max.100)