

(4) 林床に出現する植物は26種で、チシマザサが優占しており、種組成はブナ林と亜高山針葉樹林の両方の性質を持っていた。

(5) 白木峰のブナ低木林から、30科65種類のササラダニ類を記録した。

(6) 日本海型ブナ林(青木, 1995)に結びつくササラダニ類は9種と少なく、典型的な日本海型からは少しずれていた。

(7) 垂直分布帯別にみたササラダニ類の組成(原田, 1988)と比較してみると、山地帯より、むしろ高山・亜高山帯を特徴づける種が多かった。

(8) 出現したササラダニの種数をもとにMGP分析Iを行ったところ、典型的な森林型であるG型を示した。

### 引用文献

- 青木淳一, 1978. 打込み法と拾取り法による富士山麓青木ヶ原のササラダニ群集調査. 横浜国大環境研紀要 4(1), 149-154.
- 青木淳一, 1983. 三つの分類群の種数および個体数の割合によるササラダニ群集の比較(MGP分析). 横浜国大環境研紀要, 10(1), 171-176.
- 青木淳一, 1995. 群馬県玉原高原ブナ林のササラダニ類. 森林文化研究, 16, 89-94.
- 青木淳一・原田洋, 1981. 愛鷹山・天城山・箱根山のブナ林土壌のササラダニ相の比較. 国立科博専報, 14, 85-93.
- 原田洋, 1988. ササラダニ類の生態分布に関する研究I—本州中部地域を中心として—. 横浜国大環境研紀要 15(1), 119-166.
- 平内好子, 1997. 富山のブナ林と生き物たち 5. ブナ林の土壌動物. ブナ林研究グループ発行, pp. 37-54.
- 平内好子・小川徳重・澤田昭芳・佐藤卓, 1998. 富山県東部の低地型ブナ林とササラダニ類. 富山市科学文化センター研究報告, 21, 9-13.
- 平内好子・大西純, 1994. 富山県のササラダニ相. 富山市科学文化センター研究報告, 17, 19-33.

平内好子・佐藤卓・松村勉, 1997. 富山県大山町ブナ林における土壌動物(ササラダニ類)と落葉量の関係. 富山の生物, 36, 17-26.

平内好子・佐藤卓・松村勉・小川徳重・信清義和, 1995. 立山カルデラ内の異植生下における土壌動物群集(特にササラダニ群集)の比較. 富山の生物, 34, 20-28.

吉良龍夫・四手井綱秀・沼田真・依田恭二, 1976. 日本の植生—世界の植生配置の中での位置づけ. 科学, 46(4), 235-247.

気象庁, 1996. 気象庁観測平年値, CD-ROM. メッシュ統計値. 気象業務支援センター, 東京.

丸山一郎, 1984. 中越地方低地ブナ林におけるササラダニの群集構造. 新潟県生物教育研究会誌, 19, 1-19.

丸山一郎, 1993. 中越地方の高地ブナ林におけるササラダニの群集構造. 新潟県生物教育研究会誌, 28, 53-67.

斎藤晋・加藤徳重・百済弘胤・香川宰一郎, 1983. 分布上限におけるブナ林の構造と種類組成. 群馬県立女子大学, 3, 115-122.

佐藤卓, 1994. 二上山のブナ林は低地型のブナ林. pp. 45-50. in 「越中二上山と国泰寺」弘源禅寺総合調査団編. 桂書房, 富山.

佐藤卓・平内好子・松村勉, 1995. 瀬戸蔵山ブナ林の森林構造と土壌動物相. 富山市科学文化センター研究報告, 18, 19-29.

佐藤卓, 1998. 富山県のブナ林. 富山県高等学校教育研究会生物部会報, 21, 23-29.

芝実・青木淳一・石川和男, 1978. 谷川岳マチガ沢のブナ林の土壌ダニ類. 北沢右三(編)各種生態系における野生動物の現存量に関する研究報告書, 101-127.

野外教材研究委員会, 1991. 有峰ブナ林について. 富山県高等学校教育研究会生物部会報, 14, 14-31.

野外教材研究委員会, 1988. 大辻山周辺の森林群落について. 富山県高等学校教育研究会生物部会報, 11, 20-37.

## 富山県上平村ブナオ峠のブナ林の森林構造について

佐藤 卓

富山県立上市高等学校 〒930-0424 富山県上市町齊神新 444

Stand Structure in a Natural Beech Forest around Bunao-touge, Kamitaira-mura, Toyama Prefecture, Japan

Takashi SATO : Kamiichi High School, 444 Sainokamishin, Kamiichi-machi, 930-0424, JAPAN

Species composition and stand structure of natural beech forest was investigated around Bunao-touge, Kamitaira-mura, Toyama prefecture. A survey of stem girth at breast height, tree height, size of canopy, location of tree and identification of tree species for the all trees higher than 2m in each plot(10X10 - 20X20m<sup>2</sup>) was carried out in 1984 - 1986. 1) Tree densities and Basal-areas were 1400 - 11067 trees/ha and 32.8 - 90.2 m<sup>2</sup>/ha, respectively. 2) *Fagus crenata* was regarded a dominant species because the beech occupied more than half of the total Basal-area in each plot excepting plot No. 6. 3) Fisher's coefficient of diversity ( $\alpha$ ) varied from 2.5 - 6.0. The range of  $\alpha$  was bigger than that of value reported in Mountain type of beech forest in Toyama. 4) Six plots, No. 1- 6 plots, were constructed of double stories, two plots, No. 8 and 9, were constructed of triple stories. Plots No. 9 and No. 10 were not evidently stratified. 5) Concerning the Basal-area sequence of the constituent species in each plot, six plots fulfilled geometrical relationship, but no such relation was found in four plots; three plots showed sigmoid relationship and a plot showed exponential relationship. 6) The result of cluster analysis on the species composition of the Basal-area in each plot revealed that ten plots were gathered into two categories, mature and immature stands. 7) Consequently the beech forest in Bunao-touge was regarded as mosaic composition with several stands classifying into mature, building or initial phases in succession.

### はじめに

富山県のブナ林は標高500m未満に見られる低地型ブナ林と、標高500m~1500mの山地帯を中心に分布する山地型ブナ林に分けられている(佐藤, 1994, 1998; 佐藤・松村 1997)。山地型ブナ林の林分構造については、大辻山周辺(野外教材研究委員会, 1989)、高落場山と水無(野外教材研究委員会, 1989)、立山美女平(野外教材研

究委員会, 1990)、有峰(野外教材研究委員会, 1991)、立山カルデラ(佐藤ら, 1995b)、瀬戸蔵山(佐藤ら, 1995a)の林分について報告がなされている。これらの報告では1つの林分内に1つの調査区を設けて観察した結果が記載されているが、広い面積に成立しているブナ林に、複数の調査区を設けた林分構造の研究が行われていない。そこで、東砺波郡上平村と西砺波郡福光町との境界にあるブナオ峠周辺には面積500ha以上のブ

ナ林が成立しているので、この林分に10ヶ所の調査区を設け、このブナ林がどのような構造をしているのかを明らかにすることにした。

### 調査地点及び調査方法

ブナオ峠は大獅子山(標高1127m)と大門山(標高1572m)の鞍部で、標高は976m。峠の名前は周辺にブナの原生林が広がり、峠にブナの大木があったことに由来するという(角川日本地名大辞典編集委員会, 1979)。峠は五箇山に住む人々によって、昔から利用されており、文明年間には蓮如上人が越前に行くために通ったと伝えられている。また、江戸時代には五箇山で作られた煙硝がこの峠を越えて金沢へ運ばれたという。現在は上平村西赤尾から福光町刀利へ抜ける県道が通じ、ブナオ峠の近くにはキャンプ場が整備されている。

ブナ林は庄川沿いの上平村や平村の集落の後背地から、庄川を取り囲む山稜の尾根まで、緩斜面を中心に断続的に分布している。五箇山地方の集落の後背地にあるブナ林は雪持ち林と呼ばれ、冬期の雪崩防止林として保護されている。大獅子山からブナオ峠を経て、タカンボウ山(標高1119m)にいたる一帯には連続したブナ林が広がっている。このブナ林を調査することにした。ブナ林が成立していないブナオ峠近くの痩せた尾根上にはゴヨウマツの線状群落が見られ、草谷や赤摩木古谷などの谷間にはトチノキやサワグルミの群落が見られる。

調査区の数はいづ(1991)に基づいて、80%以上の精度で立ち木密度等を推定するために単純任意抽出法による抽出単位としての方形区面積とその数を算出すると、15×15mの方形区枠の場合7.6個以上必要であることがわかった。そこで、今回は面積225m<sup>2</sup>以上の方形区を10個設けることにした。

森林構造の調査は方形区法毎木調査法を用い、対象は樹高2m以上の樹木とした。方形区内に出現する対象木の名前、位置、胸高直径、樹高、樹冠の大きさを記録し、種多様度指数( $\alpha$ 値; Fisher et al., 1943)や基底面積、樹冠面積等を算出した。

### 調査結果及び考察

#### 1 概況

気象庁発表のメッシュ統計値(気象庁, 1996)からブナオ峠周辺の気候を推定した。年平均気温の平年値は7.6~9.0°C、月平均の最高気温は20.3~21.8°C(8月)、最低気温は-2.7~4.4°C(2月)と推定された。年降水量の平年値は3021~3122mmで、最大の月降水量は379~387mm(1月)、最深積雪量の平年値は212~233cmと推定された。メッシュ統計値の月平均気温平年値から推定したブナオ峠の暖かさの指数(63~73)は、吉良ら(1976)が指摘している夏緑樹林帯の暖かさの指数(45~85)の範囲に含まれていた。また、寒さの指数は-24~-31と推定された。ブナオ峠の日本海指数(鈴木・鈴木, 1971)を、このメッシュ統計値の月平均気温と月平均降水量から求めると125で、典型的な日本海側気候と考えられた。

調査区は大獅子山山頂近くからブナオ峠、タカンボウ山北西斜面に10ヶ所設け(図1)、現地調

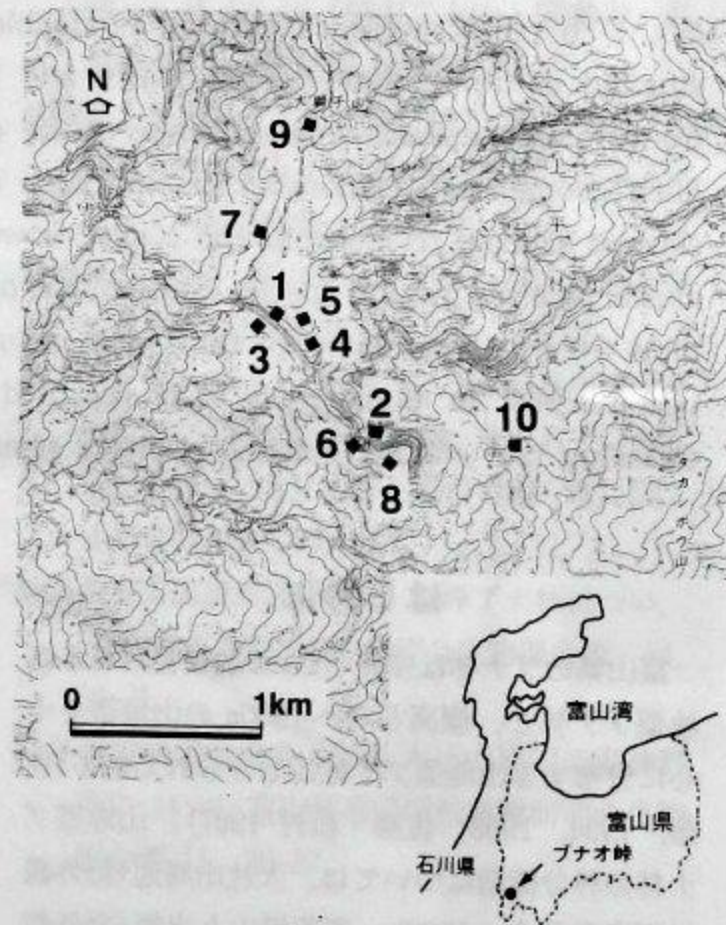


図1 ブナオ峠ブナ林に設けた調査区の位置

査は1984年~1986年に行った。調査区の標高は880m~1100mで、調査区の面積は150~400m<sup>2</sup>、その斜面方向は南東~北西、斜度5~30°であった(表1)。調査区の土壌のA層の厚さは4~12cmで、半数の調査区は5cmであった。調査区6と8のA層の厚さは10cmを越えた。これらの値は山谷(1991)が報告している東北地方のブナ林のA層の値(0~14cm)とほぼ同じである。A層の土壌pHは3.5~4.4と酸性であることから、酸性褐色森林土(腐食質褐色森林土; hb)と見なされた。

樹高2m以上の立木密度は1400~11067本/haで、平均4184本/haであった。最大密度を記録したのは大獅子山西側斜面に設けた調査区9であった。また、最小密度を記録したのはブナオ峠に最も近い南向き斜面に設けた調査区3であった。

各調査区における出現種数は7~16種で、平均12.1種であった。最も多くの種が出現したのは調査区9で、最も出現種数が少ないのは調査区1であった。全調査区に出現した種数をまとめると26種で、その内の24種(92%)がブナを始めとする落葉樹で、常緑樹はユキツバキとアカミノイヌツゲの2種だけであった。出現種数と出現個体数から求めた種多様度指数の1つ $\alpha$ 値(Fisher et al., 1943)は2.5~6.0で、平均3.9であった。最大の多様性を示したのは調査区4で、最小の多様性を示したのは調査区1であ

た。また、10個の調査区をまとめた値(個体数=1001、種数=26)で、多様度指数( $\alpha$ 値)を算出すると4.9であった。ブナオ峠周辺のブナ林の種多様度指数の変異幅は伊藤・宮田(1977)が報告しているブナ林の値(1.9~4.0)より広く、富山県内で報告されている値(2.4~4.8)の範囲(佐藤, 1998)を越え、低地型のブナ林で報告されてきた高い多様度指数( $\alpha$ 値=6以上)の範囲(佐藤, 1998)を含むことが明らかになった。

基底面積合計は32.8~90.2m<sup>2</sup>/haで、平均は62.6m<sup>2</sup>/haであった。最大値は調査区1、最小値は調査区9であった。富山県内のブナ林の基底面積合計は32.6~84.0m<sup>2</sup>/haである(佐藤, 1998)から、富山県内でこれまでに報告されたブナ林の変異範囲とほぼ同じであった。他県の調査結果と比較すると、ブナオ峠ブナ林は丸山・船引(1975)が報告している新潟県浅貝(標高950~1200m)のブナ林(24~112m<sup>2</sup>/ha)と良く似た変異幅であった。しかし、ブナオ峠ブナ林は標高700~1500mの新潟県苗場山(40~42m<sup>2</sup>/ha; Maruyama, 1977)や標高800mの新潟県赤紫山(32m<sup>2</sup>/ha; 田尻・丸山, 1981)より大きな基底面積合計を持つブナ林であると認められた。

樹冠面積合計は1.6~4.7ha/haで、平均3.0ha/haであった。最大値は調査区9、最小値は調査区4であった。富山県内のブナ林の樹冠面積合計は1.4~2.4ha/ha(佐藤, 1998)である

表1 ブナオ峠ブナ林調査概況

調査区名	調査年月日	標高(m)	斜面方向	斜度(°)	土壌A層(cm)	調査区面積(m <sup>2</sup> )	出現個体数	密度(N/ha)	出現種数	$\alpha$ 値	基底面積(m <sup>2</sup> /ha)	樹冠面積(ha/ha)
No. 1	1984年9月16日	1000	S45° W	15	4	225	38	1689	7	2.5	90.2	3.4
No. 2	1984年9月16日	1090	S30° E	20	8	200	81	4050	14	4.9	82.4	4.4
No. 3	1984年10月14日	1000	S30° W	25	5	250	35	1400	9	3.9	80.5	3.7
No. 4	1984年10月14日	1100	S70° E	5	5	240	68	2833	15	6.0	77.5	1.6
No. 5	1985年6月16日	1050	S10° W	25	5	400	123	3075	12	3.3	46.5	2.1
No. 6	1985年7月7日	900	S10° W	10	13	150	119	7933	12	3.4	88.9	3.2
No. 7	1985年8月18日	1150	N80° W	30	5	400	88	2200	10	2.9	40.1	2.0
No. 8	1985年8月18日	880	S45° E	12	12	375	73	1947	13	4.3	51.4	1.9
No. 9	1985年9月15日	1100	N70° W	20	8	225	249	11067	16	3.8	32.8	4.7
No. 10	1986年6月2日	850	S10° W	15	5	225	127	5644	13	3.6	35.4	2.8
平均		1012		18	7		4184	12	3.9	62.6	3.0	

$\alpha$ 値はFisher et al (1954)の多様度指数

から、ブナ峠のブナ林はその変異幅を越え、さらに高い値までの広い変異幅を示した。

これらの林分構造の概況から、ブナ峠周辺に分布するブナ林は均一な構造を持つのではなく、様々な構造を持つ林分がモザイク状に集まっていると考えられた。

## 2 構成種の基底面積から見た特徴

ブナ峠ブナ林の調査区ごとの種別基底面積を表2と図2に示した。ブナの基底面積合計は20.08~88.80m<sup>2</sup>/haで、それぞれの全基底面積合計に対する割合は45.3~98.5%であった。調査した10調査区のすべてにおいて、基底面積合計に占める割合が一番多い種はブナであることから、ブナ優占林と認められた。ブナの基底面積合

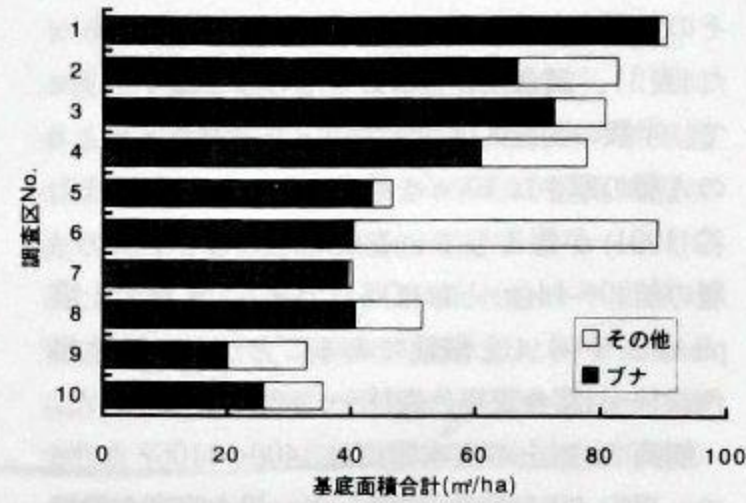


図2 ブナ峠ブナ林の各調査区ごとの基底面積合計

表2 ブナ峠ブナ林調査区1~10の基底面積合計

種名	調査区ごとの基底面積合計(m²/ha)									
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
ブナ	88.80	66.46	72.39	60.61	43.21	40.23	39.39	40.55	20.08	25.77
ミズナラ	.	14.19	7.00	4.31	.	16.25	.	7.53	.	5.61
ホオノキ	.	.	0.05	7.67	0.06	21.97	0.03	.	.	0.46
タムシバ	.	0.05	0.08	0.85	0.72	0.54	.	.	3.95	0.02
リョウブ	0.65	0.58	0.03	0.18	0.55	1.54	0.06	0.02	1.61	0.59
マンサク	.	0.13	.	0.16	0.62	1.17	0.01	0.21	1.57	1.80
ヤマモミジ	0.36	.	0.84	0.61	0.51	1.70	0.01	0.35	0.74	.
オオカメノキ	0.19	0.15	0.08	0.99	0.45	0.23	0.29	0.10	0.88	0.27
ヤマハンノキ	.	0.04	.	.	.	3.57	.	.	.	.
アズキナシ	.	.	.	0.45	.	.	.	0.32	1.27	0.08
コシアブラ	.	0.07	r	0.74	0.03	.	0.10	.	1.05	.
イタヤカエデ	.	.	.	0.14	0.05	.	.	1.53	.	.
コハウチワカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	1.06	.
ユキツバキ	.	0.03	.	0.08	0.04	0.83	0.05	.	.	.
ハウチワカエデ	.	0.50	.	.	0.14	.	0.03	0.26	0.02	.
ヤマウルシ	0.02	0.09	.	0.06	.	0.67	.	0.01	0.04	0.03
ウリハダカエデ	.	0.09	.	0.61	.	.	.	.	.	.
ナナカマド	.	.	.	.	.	.	.	0.12	0.03	0.55
ウワミズザクラ	.	0.06	.	.	.	.	.	0.42	.	0.19
オオバクロモジ	0.06	.	r	.	0.08	0.20	0.11	0.01	0.00	r
ミネカエデ	.	.	.	.	.	.	.	.	0.44	.
アオダモ	0.09	.	.	0.06	.	.	.	.	.	.
アカミノイヌツゲ	.	.	.	.	.	.	.	.	0.06	.
シナノキ	.	0.04	.	.	.	.	.	.	.	.
ネジキ	.	.	.	.	.	.	.	.	0.03	.
サワフタギ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
合計	90.17	82.45	80.47	77.53	46.46	88.89	40.07	51.43	32.83	35.36

r: 小数点以下第3位で四捨五入すると0.01以下になることを示す。

計に対する割合が90%以上の値を示した調査区は調査区1、調査区3、調査区5、調査区7の4つの調査区であった。これらの4調査区の林分では、ブナが寡占状態であることを示す。全基底面積合計に対するブナの割合が50%以上の値を示した調査区は、調査区6を除く9つの調査区であった。調査区6では林冠に達するホオノキ(24.7%)とミズナラ(18.3%)が混交しているために、全基底面積合計に占めるブナの割合が小さい値を示した。

ブナの基底面積に注目すると、60m<sup>2</sup>/ha以上の値を示す調査区1~4の4つの調査区、40m<sup>2</sup>/ha前後の値を示す調査区5~8の4つの調査区、そして20~26m<sup>2</sup>/haの値を示す調査区9と10の2つの調査区の3つのグループに分けられた。

次にブナ林に混交する主要な樹種を基底面積合計に対する割合から見てみる。ブナ以外でいずれかの調査区で3%以上の値を示した樹種は、ミズ

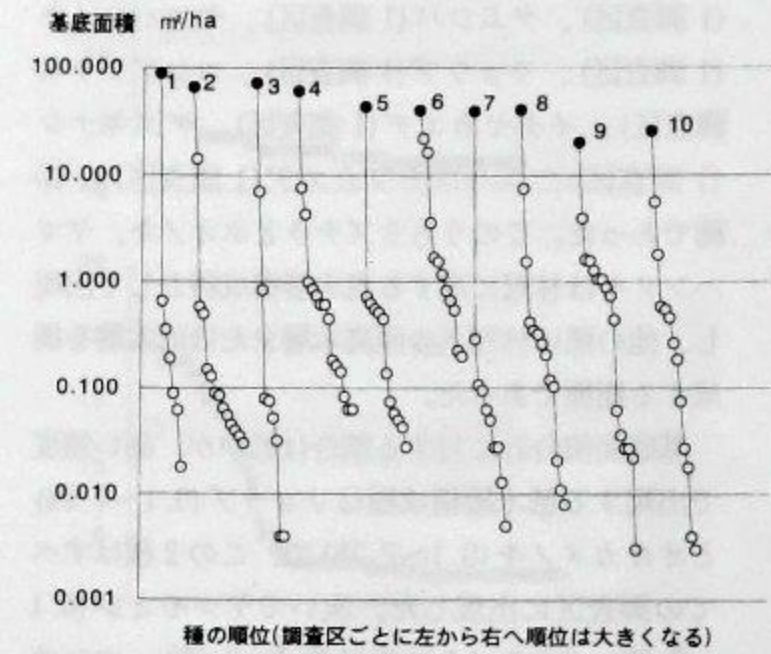


図3 ブナ峠ブナ林の各調査区ごとの基底面積-種順位関係

1~10は調査区の番号を示す。  
●はブナ、○はその他の樹種を示す。

表3 ブナ峠ブナ林における調査区ごとのブナとその他の樹木の樹高階級分布(本/ha)

調査区	種名	樹高階級 (m)										合計		
		2.0	4.1	6.1	8.1	10.1	12.1	14.1	16.1	18.1	20.1		22.1	
No. 1	ブナ	.	.	.	.	.	.	.	.	133	311	44	.	489
	その他	1022	178	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1200
No. 2	ブナ	.	.	.	.	.	.	.	50	200	350	50	.	650
	その他	3150	50	.	.	.	.	.	.	200	.	.	.	3400
No. 3	ブナ	.	.	.	.	.	.	40	.	.	120	40	160	360
	その他	840	80	40	.	.	.	.	.	.	40	40	.	1040
No. 4	ブナ	.	.	.	.	42	.	42	.	83	83	42	.	292
	その他	2042	292	125	.	.	.	.	42	42	.	.	.	2542
No. 5	ブナ	.	.	25	.	.	.	50	150	325	50	.	.	625
	その他	2150	275	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2450
No. 6	ブナ	.	67	.	.	.	.	.	.	.	.	.	333	467
	その他	6533	333	200	67	.	.	.	.	67	133	133	.	7467
No. 7	ブナ	375	50	25	50	100	25	100	225	125	.	.	.	1075
	その他	1100	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1125
No. 8	ブナ	160	160	27	53	53	53	53	240	160	.	.	.	960
	その他	747	400	.	.	.	53	.	53	.	.	.	.	1253
No. 9	ブナ	933	978	1156	222	267	44	133	.	.	.	.	.	3733
	その他	5022	1689	533	89	.	.	.	.	.	.	.	.	7333
No. 10	ブナ	400	711	356	267	311	222	133	.	.	.	.	.	2400
	その他	2178	933	44	.	44	.	44	.	.	.	.	.	3244

ナラ(6調査区)とホオノキ(2調査区)、マンサク(1調査区)、タムシバ(1調査区)、ヤマハンノキ(1調査区)、リョウブ(1調査区)、コシアブラ(1調査区)、イタヤカエデ(1調査区)、アズキナシ(1調査区)、コハウチワカエデ(1調査区)の10種であった。このうちミズナラとホオノキ、ヤマハンノキは林冠に達する高木層構成種として出現し、他の種は林冠下の亜高木層または低木層を構成する樹種であった。

基底面積合計に対する割合は低いが、高い頻度で出現する低木層構成種はリョウブ(0.1~4.9%)とオオカメノキ(0.1~2.7%)で、この2種はすべての調査区に出現した。次いでヤマモミジ(0.1~2.2%)、オオバクロモジ(0.1~0.3%)、マンサク(0.1~5.1%)、ヤマウルシ(0.1~0.8%)、タムシバ(0.1~12.0%)が7つ以上の調査区に出現した。常緑樹ではユキツバキが5つの調査区で出現し、基底面積合計に対する割合は0.1~0.9%であった。アカミノイヌツゲは調査区9だけに出現し、基底面積合計に対する割合は0.2%であった。

群落の安定性を測る1つの手段として、基底面積-種順位関係を調べた。その結果を図3に示した。調査区1、調査区3、調査区6~8、調査区10の6つの調査区では、それぞれの種はほぼ直線上に並び、等比級数関係が成り立っており、安定な林分構造をしていると考えられた。調査区4、調査区5、調査区9の3つの調査区ではS字型分布、調査区2ではL字型分布をしていることから、これらの4つの調査区では対数級数関係が成り立っていると推定された。そして、後者の4つの調査区では上位種群(ブナ)と中位(ミズナラやタムシバ)、または下位の種群(ネジキ、オオバクロモジ、ユキツバキなど)とに分化しており、それぞれの種群内で競争が生じていると考えられる。そして、安定した構造に向かって種数が減少する方向に遷移が進むと推定された。

### 3 階層構造と更新について

調査区ごとの樹高階級分布(表3)を作成し、階層構造を解析し、更新が行われているかどうかを

検討した。調査区1~6までの6調査区は高木層と低木層の2層構造で、4m階級にはブナが見られず、16~24mまでの林冠を構成する階層にのみブナが出現した。これらの調査区はギャップもほとんどない林冠が閉鎖した林分で、これまで山地型ブナ林の典型的な構造として理解されてきた。調査区7と調査区8では、高木層と亜高木層、低木層の3層構造が認められたが、調査区9と調査区10は、低木層から林冠を構成する高木層まで、連続的な構造を示した。調査区7と8では、8~16mの樹高階級が減少していることから、調査区1~6に見られる亜高木層を欠いたブナ林への移行段階を示していると考えられる。調査区7~10の4つの調査区では、ブナは4m階級から林冠に至る20m階級まで連続的に出現した。これらの林分ではブナ個体間で光をめぐる厳しい競争が行われている状態と考えられた。特に調査区9と10では林冠の高さがまだ20mに達せず、ブナの個体間及びブナとミズナラやコシアブラ、イタヤカエデ、タムシバ、アズキナシ、コハウチワカエデなどとの競争が厳しい状態と考えられた。

それぞれの調査区ごとに、樹高が最も高い個体から最も低い個体まで、順番に並べたものを図4に示した。調査区1~調査区6では林冠を構成する高木層と低木層の2つの層構造が認められる。しかし、調査区7~10では林冠木を構成する高木層と低木層との間を埋める亜高木層が連続的に存在していることがわかる。調査区7と調査区8でははっきりした高木層が認められるが、調査区9と調査区10では最大樹高付近の個体が少なく、最大樹高木から直線的に樹高が減少している様子が読みとれる。そして、調査区9では樹高8mから、調査区10でも樹高6mからそれぞれ個体数が急激に増え、右側に長く伸びたカーブを描いた。これは低木になるほど個体数が急激に増加していることを示す。

それぞれの樹高における樹冠がどのような配置をしているかを明らかにするために、調査区面積に対する樹高階級ごとの樹冠面積合計の割合を図5に示した。すべての調査区において、ブナは林冠を構成している樹種となっており、林冠でブナ

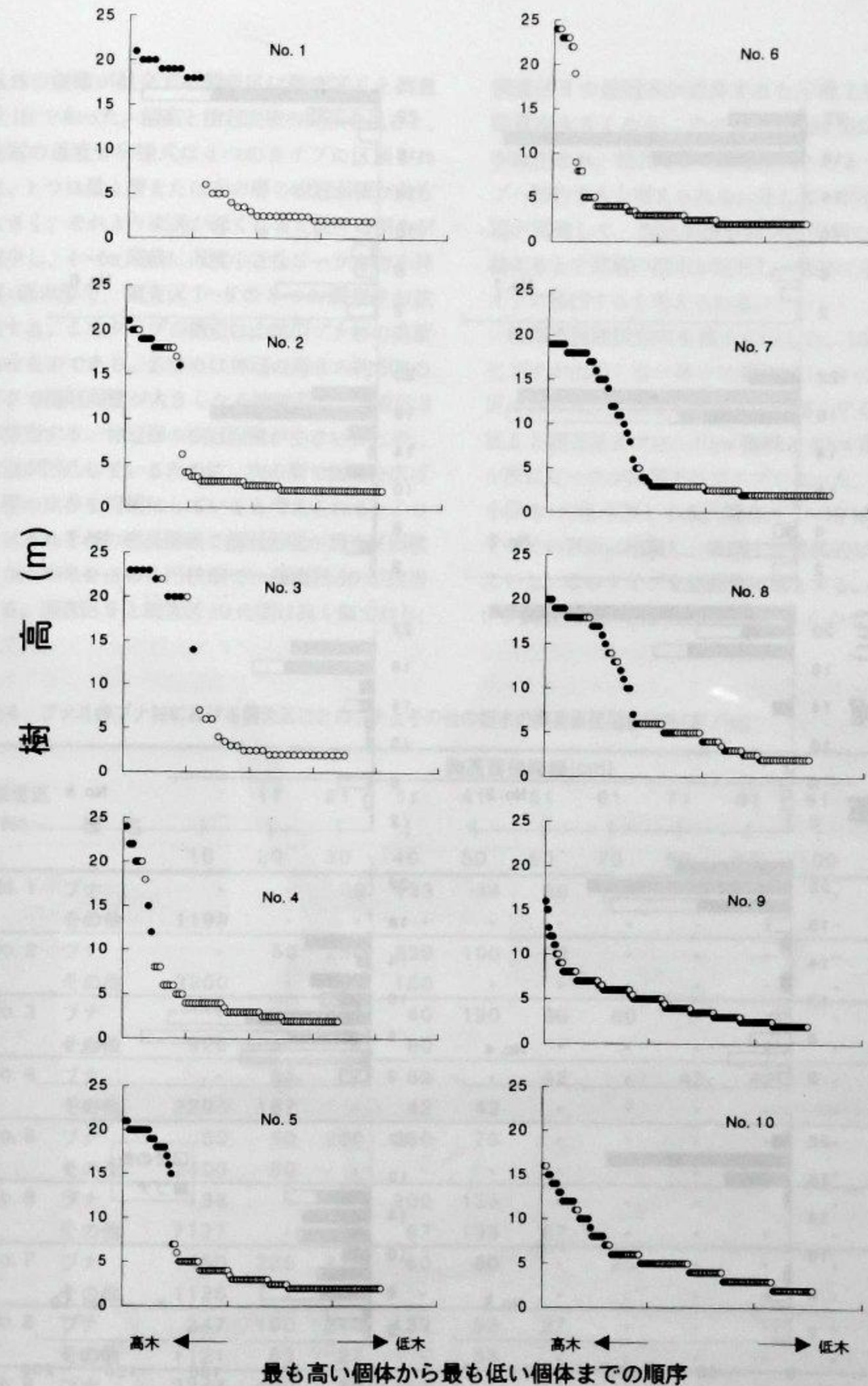


図4 ブナオ峠ブナ林の各調査区ごとの樹高分布  
●はブナ、○はその他の樹種を示す。

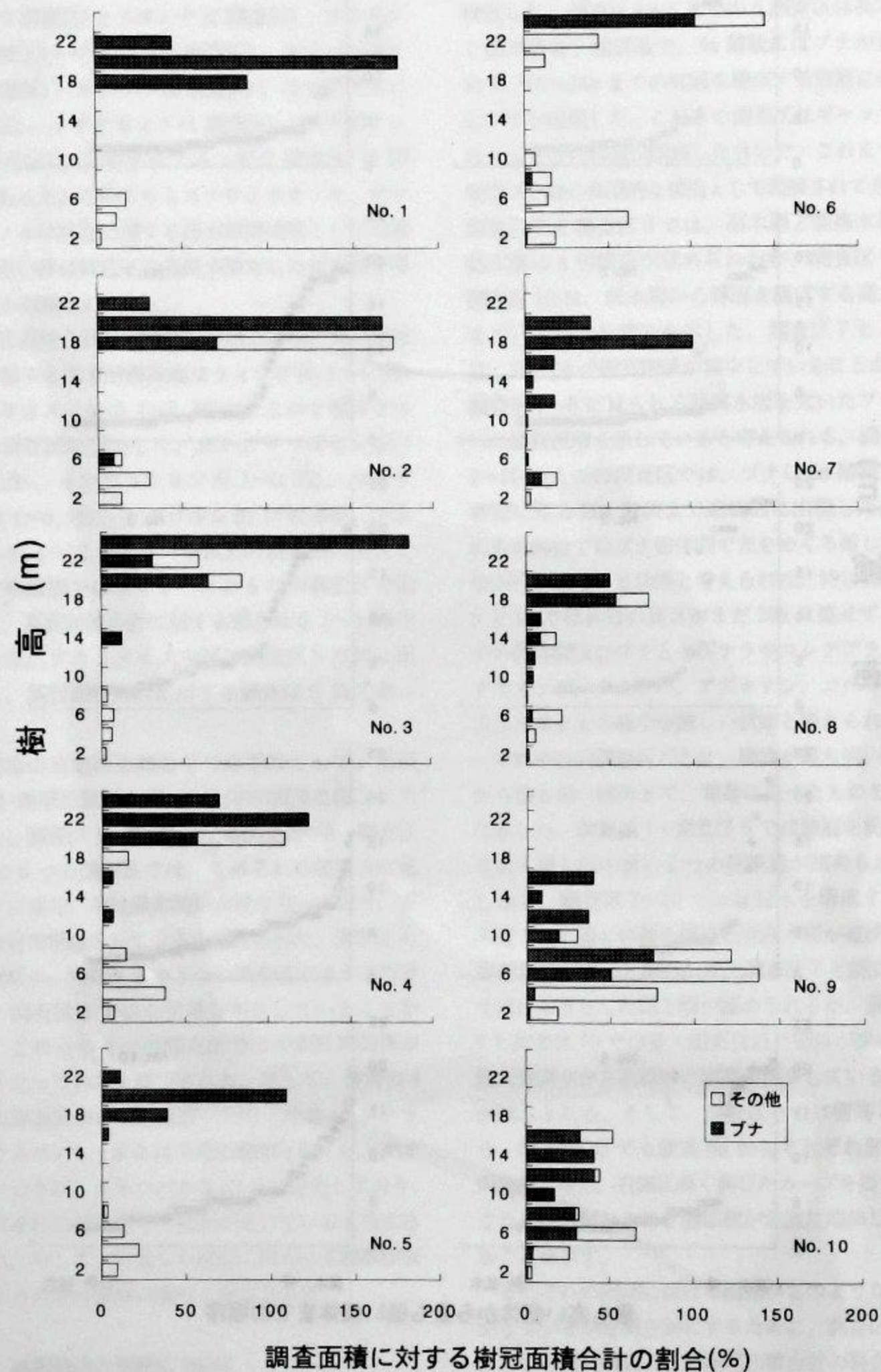


図5 ブナオ峠ブナ林の調査区別、樹高階級ごとの調査面積に対する樹冠面積合計の割合(%)の分布

以外の樹種が混交する調査区は調査区6と調査区10であった。樹高と樹冠面積の関係を見ると、樹冠の垂直分布様式は3つのタイプに区別された。1つは最上層または次の層の樹冠面積が最も大きく、それより樹高が低くなると徐々に割合が減少し、4~6m階級に再度小さなピークを作る林冠+低木型で、調査区1~8の8つの調査区が該当する。このタイプの構造は山地型ブナ林の典型的なものである。2つめは林冠の高さの約50%の高さで樹冠面積が大きくなる紡錘型で、調査区9が該当する。林冠層の樹冠面積が小さいことや、林冠が凹凸しているために、次の層で樹冠を広げる種の生存を可能にしていると考えられる。3つめはそれぞれの樹高階級で樹冠面積が調査区面積の30~60%を占める円柱型で、調査区10が該当する。調査区9と調査区10の型は良く似ており、

調査区9の林冠木が成長すると、最上層の樹冠面積が大きくなり、その結果6~8m階級の樹木が被圧され、枯死すると調査区10のようなタイプへ移行すると考えられる。そして、林冠木の樹冠が発達して、樹冠面積が調査区面積の100%を越えると中間層の樹木が枯死し、最初に示したタイプへ移行すると考えられる。

胸高直径階級分布を表4に示した。10cm階級にブナが出現しない林分は調査区1~4の4調査区であった。これらを小径木欠如型とする。調査区5と調査区6では、10cm階級と40cm階級の2ヶ所にピークが出現するタイプであった。これを小径木+大径木型とする。調査区7~10はブナがすべての階級に出現し、後継木が連続的に分布していた。このタイプを連続分布型とする。調査区9と調査区10では10cm階級に多くのブナが出

表4 ブナオ峠ブナ林における調査区ごとのブナとその他の樹木の胸高直径階級分布(本/ha)

調査区 No.	種名	胸高直径階級(cm)										合計
		11	21	31	41	51	61	71	81	91		
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
No. 1	ブナ	.	.	89	133	44	89	133	.	.	.	489
	その他	1199	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1199
No. 2	ブナ	.	50	250	200	100	50	.	.	.	.	650
	その他	3200	.	100	100	.	.	.	.	.	.	3400
No. 3	ブナ	.	.	40	40	120	80	80	.	.	.	360
	その他	920	40	.	80	.	.	.	.	.	.	1040
No. 4	ブナ	.	83	.	83	.	42	.	42	42	.	292
	その他	2294	167	.	42	42	.	.	.	.	.	2544
No. 5	ブナ	50	50	200	250	75	.	.	.	.	.	625
	その他	2400	50	.	.	.	.	.	.	.	.	2450
No. 6	ブナ	133	.	.	200	133	.	.	.	.	.	467
	その他	7137	.	67	67	133	67	.	.	.	.	7470
No. 7	ブナ	450	225	275	50	50	.	25	.	.	.	1075
	その他	1125	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1125
No. 8	ブナ	347	160	240	133	53	27	.	.	.	.	960
	その他	1121	53	27	.	53	.	.	.	.	.	1255
No. 9	ブナ	3244	400	89	.	.	.	.	.	.	.	3733
	その他	7237	89	.	.	.	.	.	.	.	.	7326
No. 10	ブナ	1511	622	267	.	.	.	.	.	.	.	2400
	その他	3152	44	.	.	44	.	.	.	.	.	3241

現していることから小径木間での光をめぐる激しい競争が起きていると考えられる。また、直径階級分布において、小径木～大径木までの広い範囲に分布する構造は遷移の後期に出現すると考えられているので、80cm クラスの大径木を含む調査区4が最も成熟した林と考えられた。直径階級分布において、小径木(20cm クラス)を最大とする調査区9は最も未熟な林と考えられた。

#### 4 ブナ林構成種の胸高直径と樹高との関係

ブナ林を構成する主要な樹種の胸高直径と樹高との関係を調べた結果を表5に示した。最初に林冠を構成するブナとミズナラ、ホオノキについて考察する。ブナはアロメトリー式で良く近似でき、回帰式の決定係数は0.91であった。拡張相対成長式(Ogawa et al. 1965)を用いた計算上の最大樹高を上限樹高という。ブナの上限樹高は33.7mで、今回の調査によって得られた最大樹高(24m)より10m近く高い値であった。このことか

ら、ブナの潜在的な成長限界は、現在見られる最大樹高の個体よりも高いことを示しており、好条件があれば、樹高30m以上の個体が出現すると推定された。ミズナラもアロメトリー式で良く近似でき、回帰式の決定係数は0.95であった。上限樹高は24.7mで、今回の調査によって得られた最大樹高(24m)とほぼ同じであった。ホオノキもアロメトリー式で良く近似でき、回帰式の決定係数は0.97であった。上限樹高は12.3mで、今回の調査によって得られた最大樹高(24m)より10m近く低い値であった。ホオノキは陽樹で遷移の初期に現れる先駆植物であることから、林分中に出現する個体が被圧され、成長速度が落ちていくためにこのような結果になったと推定される。

次に亜高木層を構成するアズキナシ、ヤマモミジ、タムシバについて考察する。アズキナシはアロメトリー式で近似でき、回帰式の決定係数は0.79であった。上限樹高は19.9mで、今回の調査によって得られた最大樹高(10m)より10m近く

高い値であった。このことはブナが被圧しなければ、アズキナシは樹高20m近くまで成長できる潜在能力を持っていると推定される。ヤマモミジはアロメトリー式で近似でき、回帰式の決定係数は0.73であった。上限樹高は8.8mで、今回の調査によって得られた最大樹高(9m)とほぼ同じであった。タムシバもアロメトリー式で近似でき、回帰式の決定係数は0.67であった。上限樹高は7.6mで、今回の調査によって得られた最大樹高(8m)とほぼ同じであった。このことからブナオ峠のヤマモミジとタムシバは潜在的な成長限界まで成長をしていると推定される。

低木層を構成するオオバクロモジ、マンサク、オオカメノキ、ヤマウルシはいずれもアロメトリー式で近似でき、マンサクとヤマウルシの回帰式の決定係数は0.5以上であったが、オオカメノキとオオバクロモジの値は0.5未満であった。上限樹高はそれぞれ今回の調査によって得られた最大樹高とほぼ同じであった。これらのことから、低木層を構成しているこれらの樹木はほぼ潜在的な成長限界まで達していると推定され、ブナ林と強い結びつきを持つ低木層構成種と言える。

#### 5 ブナオ峠ブナ林の全体的な姿

ブナオ峠周辺に広がるブナ林の中に10ヶ所の調査区を設けて、それぞれの林分構造について考察してきた。それらをまとめて、全体像を考察する。

それぞれの調査区の類似性を調べるために、種ごとの基底面積を基にクラスター分析を行い、その結果を図6に示した。調査区1～4のグループと調査区5～10のグループに大きく分かれることがわかった。調査区1～4のグループの特徴はブナの基底面積が大きく、しかも基底面積合計に占める第2位の優占種の割合が小さいことである。そこで、このグループをブナ成熟林タイプとする。それに対して、調査区5～10のグループの特徴はブナの基底面積が前グループより小さいこと、基底面積合計に占める第2位の優占種の割合が大きいことである。そこで、このグループをブナ未熟林タイプとする。

密度と基底面積に、階層構造を含めてそれぞれの調査区の間を関係を図7に示した。階層構造が未発達で、密度が大きい基底面積が小さいグループに調査区9と調査区10が含まれ、遷移の初期の状態と推定された。そして、階層構造が3層

表5 胸高直径と樹高との関係

種名	個体数	最大胸高直径(cm)	最大樹高(m)	相対成長則	決定係数	推定最大樹高(m)
ブナ	289	83.1	24	$H=1.5538DBH^{0.7148}$	0.91	33.7
ホオノキ	16	50.6	24	$H=1.5075DBH^{0.7006}$	0.97	12.3
ミズナラ	13	44.3	23	$H=2.1009DBH^{0.6167}$	0.95	24.7
タムシバ	73	14.3	8	$H=1.5067DBH^{0.6267}$	0.67	7.6
コシアブラ	14	13.4	7	$H=1.6005DBH^{0.5344}$	0.56	5.8
ヤマモミジ	30	13.1	9	$H=1.5772DBH^{0.6265}$	0.73	8.8
アズキナシ	13	11.8	10	$H=1.7413DBH^{0.6821}$	0.79	19.9
ウリハダカエデ	11	11.1	6	$H=1.7811DBH^{0.426}$	0.75	4.8
ハウチワカエデ	14	9.2	6	$H=1.7647DBH^{0.529}$	0.45	6.7
マンサク	113	9.2	6	$H=1.8674DBH^{0.5196}$	0.51	6.1
リョウブ	151	8.6	7	$H=1.7265DBH^{0.4766}$	0.56	4.3
オオカメノキ	140	8	5	$H=1.7976DBH^{0.4243}$	0.49	4.1
オオバクロモジ	36	5.4	4	$H=1.8567DBH^{0.3784}$	0.44	3.4
ヤマウルシ	27	4.8	5	$H=1.7273DBH^{0.5679}$	0.70	5.2
ユキツバキ	36	4.8	2.5	$H=2.0088DBH^{0.0232}$	0.01	2.1

推定最大樹高は拡張相対成長則(逆数式)を用いて推定した



図6 ブナオ峠ブナ林における調査区間の類似度  
類似度は種ごとの基底面積を基にクラスター分析(ワード法)した結果を示す。

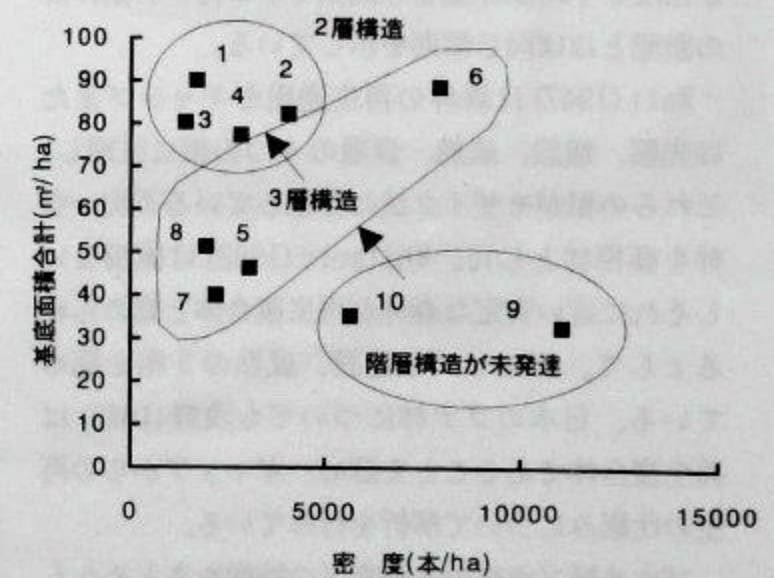


図7 ブナオ峠ブナ林の調査区における密度と基底面積合計の関係

表6 ブナオ峠ブナ林の林分構造のまとめ

調査区	ブナの基底面積の割合	ブナの基底面積	クラスター分析	基底面積-種順位関係	階層構造	樹冠分布	胸高直径分布	分類
1	90%以上	60m <sup>2</sup> /ha以上	ブナ成熟林	一直線型	2層	林冠+低木型	小径木を欠く	成熟した安定ブナ純林
2	50-89%	60m <sup>2</sup> /ha以上	ブナ成熟林	L型	2層	林冠+低木型	小径木を欠く	成熟ブナ純林で低木層で競争
3	90%以上	60m <sup>2</sup> /ha以上	ブナ成熟林	一直線型	2層	林冠+低木型	小径木を欠く	成熟した安定ブナ純林
4	50-89%	60m <sup>2</sup> /ha以上	ブナ成熟林	S型	2層	林冠+低木型	小径木を欠く	成熟ブナ純林で亜高木層と低木層で競争
5	90%以上	40m <sup>2</sup> /ha前後	ブナ未熟林	S型	2層	林冠+低木型	小径木+大径木	建設中のブナ純林で、亜高木層と低木層で競争
6	50%未満	40m <sup>2</sup> /ha前後	ブナ未熟林	一直線型	2層	林冠+低木型	小径木+大径木	建設中の安定ブナ混交林
7	90%以上	40m <sup>2</sup> /ha前後	ブナ未熟林	一直線型	3層	林冠+低木型	連続分布	建設中の安定ブナ純林
8	50-89%	40m <sup>2</sup> /ha前後	ブナ未熟林	一直線型	3層	林冠+低木型	連続分布	建設中の安定ブナ純林
9	50-89%	20-26m <sup>2</sup> /ha	ブナ未熟林	S型	未発達	紡錘型	連続分布	未熟なブナ林で、低木層で競争
10	50-89%	20-26m <sup>2</sup> /ha	ブナ未熟林	一直線型	未発達	円柱型	連続分布	未熟なブナ林

になり、密度は小さいが基底面積が大きいグループに調査区5~調査区8までの4つの調査区が含まれる。このグループは安定期への移行期であると考えられる。亜高木層が欠けた2層の階層構造を持ち、密度は小さいが基底面積が大きいグループに調査区1~調査区4までの4つの調査区が含まれた。このグループは完成期と考えられた。この調査区6では、ギャップに生じた陽樹であるミズナラやホオノキとブナの間で光をめぐる競争が行われている。今後、「陽樹であるホオノキの寿命がくれば、高木層のブナが樹冠を拡大し、低木層で待ちかまえているブナの幼木が成長し、上層で樹冠を広げ、林冠を閉鎖させる」というストーリーが推定される。これは Nakashizuka (1987) が密度と平均個体重との関係で示したブナ個体群の動態とほぼ同じ傾向を示している。

Watt (1947) は森林の再生過程をギャップまたは先駆、建設、成熟、衰退の4つの相に区別し、これらの相がモザイク状に存在している不均一な林を極相林とした。Whitmore (1982) は極相ないしそれに近い安定な森林が再生複合体と認められるとして、ギャップと建設、成熟の3相を認めている。日本のブナ林についても浅野 (1983) は再生複合体であることを認め、ギャップからの再生の仕組みについて解析を行っている。

ブナオ峠ブナ林の各調査区の特徴をまとめたものを表6に示した。このように1つの広い面積を覆っているブナ林は、様々な構造を持った林分がモザイク状に集まっており、遷移の段階も初期

のものから安定な状態に達しているものなどが含まれていると考えられた。今回の調査の結果より、ブナオ峠ブナ林は Watt (1947) が提唱した再生複合体的な様相を持っていることが認められた。つまり、1つのブナ林全体として、一方でギャップが生じて、遷移の初期段階に戻っている場所から、途中段階、そして安定な林分をモザイク状に含みながら、全体として、安定な森林を構築していると考えられた。

### 引用文献

- 浅野透, 1983. ブナ林の再生過程. 大阪市立大学大学院理学研究科博士論文, pp. 1-174.
- Fisher, R. E., Corbet, A. S. & Williams, C. B., 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *J. Anim. Ecol.*, 12, 42-58.
- 伊藤秀三・宮田逸夫, 1977. 群落の組成と構造, pp. 76-111. 朝倉書店, 東京.
- 角川日本地名大辞典編集委員会, 1979. 角川日本地名大辞典, 富山県. p. 726. 角川書店, 東京.
- 片岡寛純, 1991. 望ましいブナ林の取り扱い方法. 「ブナ林の自然環境と保全」, 村井宏ら編, pp. 351-394, ソフトサイエンス社, 東京.
- 吉良龍夫・四手井綱秀・沼田真・依田恭二, 1976. 日本の植生-世界の植生配置の中での

位置づけ. *科学* 46 (4), 235-247.

気象庁, 1996. 気象庁観測平年値, CD-ROM, メッシュ統計値. (財) 気象業務支援センター, 東京.

丸山幸平・船引洪三, 1975. 浅見周辺のブナ及びミズナラ天然林について. 日本自然保護協会報告書, 50, 49-70.

Maruyama, K., 1977. Differences of Floristic Composition and Forest Structure on Climax Beech Forest along the Altitudinal Gradient in Mt. Naeba. *Bull. Niigata Univ. Forests* 10, 1-17.

Nakashizuka, T., 1987. Regeneration dynamics of beech forests in Japan. *Vegetatio*, 69, 169-175.

Ogawa, H., Yoda, K., Kira, T., Ogino, K., Shidei, T., Ratanawongse, D. and Apasutaya, C., 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand I. Structure and floristic composition. *Nature & Life in SE Asia*, 4, 13-48.

佐藤卓, 1994. 二上山のブナは低地型ブナ林. 「越中二上山と国泰寺」, 弘源禅寺総合調査団編, pp. 45-50. 桂書房, 富山.

佐藤卓・平内好子・松村勉, 1995a. 瀬戸蔵山ブナ林の森林構造と土壌動物. 富山市科学文化センター研究報告, 18, 19-29.

佐藤卓・松村勉・小川徳重・平内好子・信清義和, 1995b. 立山カルデラ内に見られる主要な森林群落の構造と二次遷移について. 富山の生物, 34, 12-19.

佐藤卓・松村勉, 1997. 1. 富山のブナ林. 「富山のブナ林と生き物たち」, ブナ林研究グループ, pp. 1-22. ブナ林研究グループ.

佐藤卓, 1998. 富山のブナ林. 富山県高等学校教育研究会生物部会報 21, 23-29.

鈴木時夫・鈴木和子, 1971. 日本海指数と瀬戸内海指数. *日本生態学会誌*, 20, 252-255.

田尻昭彦・丸山幸平, 1981. ブナ林の生態学的研究 (35), 赤紫山ブナ天然林における種個

体群の構造について. 新潟大学農学部演習林報告, 14, 79-94.

Watt, A. S., 1947. Pattern and process in plant community. *J. Ecol.*, 35, 1-22.

Whitmore, T. C., 1982. On pattern and process in forest. in "The plant community as a working mechanism", ed. by Newman, E. I. British Ecological Society.

野外教材研究委員会, 1989. 富山県に見られるブナ林の森林構造について (1). 富山県高等学校教育研究会生物部会報, 12, 34-46.

野外教材研究委員会, 1990. 立山ぶな坂のブナ林の構造. 富山県高等学校教育研究会生物部会報, 13, 45-51.

野外教材研究委員会, 1991. 有峰のブナ林について. 富山県高等学校教育研究会生物部会報, 14, 14-31.

山谷孝一, 1991. 3-2 ブナ林土壌の分類, 分布. 「ブナ林の自然環境と保全」, 村井宏ら編, pp. 146-157, ソフトサイエンス社, 東京.