

低標高のブナ天然生林の構造と稚幼樹の更新状況

—白山市鴫ヶ谷の事例—

小谷二郎

要旨：石川県加賀地方の低標高域で集落の後背林として残存したブナ天然生林の林分構造と稚幼樹の更新状況を調査した。他の樹種が斜面の上部に偏って出現したのに対し、ブナは1haの調査地内に満遍なく出現し優占度が高かった。胸高直径4cm以上のブナの本数分布はL字型を示し、10cm未満の小直径階が最も多かった。ブナの胸高直径1cm未満の稚樹密度は低かったが、胸高直径1cm以上4cm未満の幼樹密度は、高木性ではコハウチワカエデについて高かった。土壌が弱湿性であったこと、枯死木の周辺に後継木が分布していること、林内の光環境が他の広葉樹の成長には不利であったこと、ササの密度が比較的低かったことなどがブナの優占度を高めている要因と考えられた。

キーワード：ブナ天然生林、更新、林分構造、低標高、稚幼樹

I はじめに

ブナ (*Fagus crenata* Blume) は、奥山水源地域を中心に分布し、全国的にも保護活動が盛んな樹種である。ブナは日本海側の多雪環境に対する適応性が高いことでも知られ、太平洋側に比べて純度が高く標高の分布域が広い (本間 2002)。石川県でも主要分布域は冷温帯 (標高 300~1500m) であるが、低山や丘陵地からなる能登地方では標高 400~600m の山頂部を中心に小面積で断片的に残存するとともに、奥能登地域では海岸近くでも孤立して生育している (石川県 1997)。一方、加賀地方でも白山麓の低標高域 (300~500m) の集落後背林として小面積で孤立的に分布している

(水野 1989) 場所が多くみられる。こうした小面積で孤立したブナ林は、近交弱勢や自家不和合性などにより健全な種子が生産されない可能性が指摘 (沼野ら 2002) されており、更新による世代交代が行われていない可能性がある。今後こうした小面積で孤立したブナ林がどのように推移するか検証する必要がある。

そこで、石川県白山市鴫ヶ谷で集落後背林として保護されてきたブナ天然生林の推移を定期的に観測するために、1999年に1haの永久固定調査プロットを設けた。この報告では、プロット設定時の林分構造や稚樹の更新状況を調査し、現況について考察した。

II 調査地および調査方法

1 調査地

調査対象地は、石川県白山市鴫ヶ谷 (旧尾口村鴫ヶ谷) の鴫ヶ谷県有林 (36° 14' 01" N, 136° 38' 04" E、標高 470~700m) 66.31ha である。この付近 (白山市白峰支所：標高 488m) の気象観測データ (1979~1998年) によると、年平均気温は 12℃、年間降水量は 3,300mm、最深積雪深は 213cm である (石川県 2000)。地質は、中生代前~中期白亜紀の手取層群五味島層 (礫岩) で、一部尾根にジュラ紀以前の飛騨変成岩類 (片麻岩類) がみられる。この地帯の広葉樹は、沢筋でオニグルミ・トチノキなどが、斜面中腹部から上部

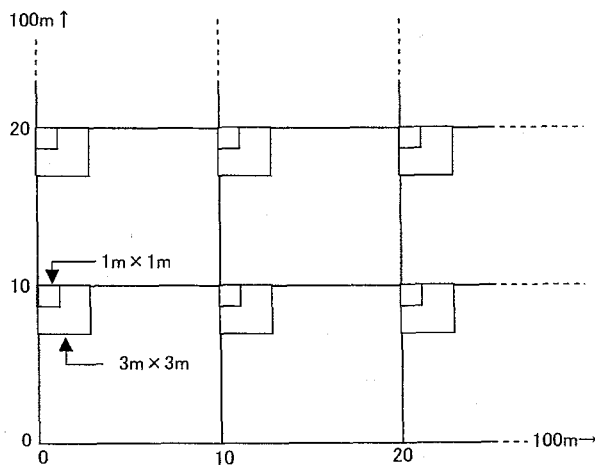


図-1 プロットの設置方法

Stand structure and regeneration of seedling or sapling in Beech naturally regenerated forest of low elevation — A case study in Togatani, Hakusan city, Japan

表-1 胸高直径 4cm 以上の立木の本数、平均胸高直径、平均樹高、断面積合計、材積合計

樹種	本数密度	DBH	H	胸高断面積合計		材積合計	
	本/ha	cm	m	m ² /ha	%	m ³ /ha	%
ブナ	457	23.7	12.3	32.573	89.679	244.855	95.126
コハウチワカエデ	281	7.0	4.4	1.283	3.531	4.191	1.628
ミズナラ	12	17.0	7.6	0.345	0.951	1.696	0.659
コナラ	2	40.0	14.2	0.259	0.713	1.484	0.576
コシアブラ	106	6.4	4.6	0.391	1.076	1.343	0.522
ハウチワカエデ	123	5.6	3.4	0.332	0.914	0.775	0.301
アズキナシ	61	6.8	3.6	0.268	0.736	0.728	0.283
マルバマンサク	108	5.5	3.1	0.279	0.768	0.624	0.242
ナツツバキ	24	7.8	4.1	0.138	0.379	0.427	0.166
イタヤカエデ	2	21.5	12.8	0.074	0.203	0.410	0.159
アカシデ	18	9.8	4.0	0.159	0.438	0.402	0.156
リョウブ	71	4.8	2.9	0.134	0.368	0.279	0.109
マルバアオダモ	10	6.1	2.6	0.031	0.085	0.064	0.025
タムシバ	9	4.8	3.3	0.017	0.046	0.038	0.015
オオカメノキ	7	4.7	3.0	0.012	0.034	0.026	0.010
ウワミズザクラ	4	5.0	3.3	0.008	0.022	0.018	0.007
タカノツメ	3	4.7	2.8	0.005	0.014	0.011	0.004
ヤマザクラ	1	7.0	4.1	0.004	0.011	0.010	0.004
ナナカマド	1	7.0	3.9	0.004	0.011	0.010	0.004
ナツハゼ	2	4.5	2.2	0.003	0.009	0.005	0.002
ウリハダカエデ	1	5.0	1.6	0.002	0.005	0.002	0.001
ヤマウルシ	1	4.0	2.1	0.001	0.003	0.002	0.001
ヤマボウシ	1	4.0	1.5	0.001	0.003	0.002	0.001
合計(平均)	1,305	12.6	6.9	36.322	100	257.401	100

DBH: 胸高直径、H: 樹高

にブナ・ミズナラなどが生育している。上部ではキタゴヨウが混交している。

2 永久固定調査プロットの設定

4.6ha のブナを中心とする天然生広葉樹林内のうち、比較的純度の高い 1.8ha の高齢林に 1.0ha の永久固定調査プロットを設定した。標高は 520~600m で、方位は南向き、平均傾斜度は 25° である。土壌型は、B_D(d)型 (石川県 2000) である。1.0ha は、10m メッシュに区切られ、図-1 のとおり、メッシュの交点に 3m×3m と 1m×1m の小プロットを設けた。

3 調査方法

1999 年 10 月にプロットを設定したのち、10m メッシュ内では、胸高直径 4cm 以上の全立木の胸高直径 (以下、DBH) と樹高 (以下、H) を測定した。また、3m×3m の小プロット内では、DBH1cm 以上 4cm 未満の幼樹の DBH と H を測定し、1m×1m の小プロット内では DBH1cm

未満の稚樹の H を測定するとともに、草本の本数をカウントした。

4 データ解析

上層木の分布は、Iwao (1977) の ω 指数を用いて、胸高直径 30cm 以上のブナ枯死木との分布相関で解析した。ブナ幼樹および稚樹の分布は、ポアソン分布との有意差で集中度を、また種の組み

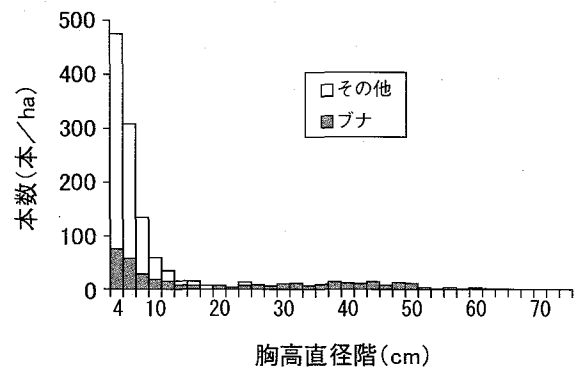


図-2 ブナを含む全体の胸高直径階別本数

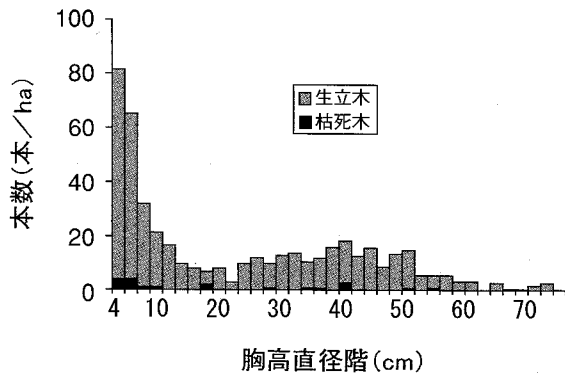


図-3 プナのための胸高直径階別本数分

合わせによる分布相関は χ^2 検定を用いて解析した。

III 結果

1 上層木の林分構造

表-1に胸高直径4cm以上の出現樹種の本数密度、DBH、H、胸高断面積合計および材積合計を示した。出現種類数は23種で、合計本数は1,305本/ha、胸高断面積合計は36.322 m²/ha、林分材積は257.401 m³/haであった。ブナの優占度は高く、ほぼ9割を占めていた。その他では、高木性でコハウチワカエデ、ミズナラ、コナラ、コシアブラが上位を占め、亜高木性ではハウチワカエデ、マルバマンサク、ナツツバキ、リョウブなどが上位を占めた。図-2は、それらの胸高直径階別本数分布図を示している。小直径階ほど本数が多く、直径の増加と共に本数が減少するL字型を示した。ブナ以外は、10cm以下の小直径階に集中していた。図-3は、ブナのみを取り出して、同図に示したものである。10cm未満の本数(189本/ha-41.8%)が多かったが、10cm以上では40cm付近をピークとする山がみられ、全体では二山型を示した。また、枯死木は10cm以下だけでなく

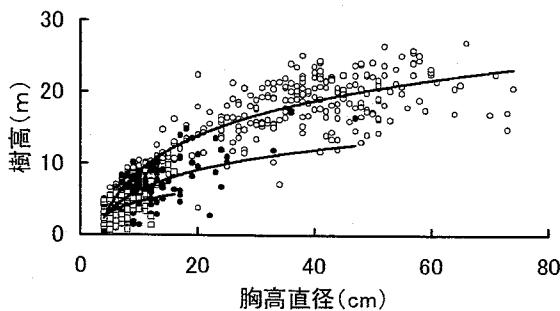


図-4. 胸高直径と樹高の関係

○-ブナ: $y=7.176\ln(x)-7.6718$, $r=0.935$, $n=473$
 ●-ブナ以外の高木性: $y=4.1314\ln(x)-3.3458$, $r=0.748$, $n=498$
 □-小高木・低木性: $y=2.1845\ln(x)-0.424$, $r=0.511$, $n=350$

表-2 斜面位置別の上層木出現割合(%)の偏り

樹種	斜面位置			χ^2 検定
	上	中	下	
ブナ30cm未満	26.3	35.5	38.2	ns
ブナ30cm以上	33.0	32.0	35.0	ns
アカシデ	96.2	3.8	0.0	$p<0.001$
アズキナシ	54.3	34.3	11.4	$p<0.01$
コシアブラ	12.4	36.7	50.9	$p<0.01$
コハウチワカエデ	22.5	38.1	39.4	ns
ナツツバキ	41.2	58.8	0.0	$p<0.001$
マルバアオダモ	77.8	16.7	5.5	$p<0.001$
ミズナラ	59.1	40.9	0.0	$p<0.001$
ハウチワカエデ	48.3	35.0	16.7	ns
マルバマンサク	73.5	22.0	4.5	$p<0.001$
リョウブ	24.2	49.2	26.6	ns

10本/ha以上の樹種を対象、ns:有意差無し

30cm以上の大径木にもみられた。

図-4は、ブナとブナ以外の高木性樹種および小高木(低木)性樹種での胸高直径と樹高の関係を示している。ブナ以外で、コナラやミズナラなどブナの分布に近いものもあったが、全体としては同じ胸高直径ではブナは他の樹種よりも樹高が高かった。

2 上層木の分布

1) 斜面の位置との関係

プロットを斜面に沿って3分割(上・中・下)し、それぞれの樹種の分布割合を比較した(表-2)。ブナ、コハウチワカエデ、ハウチワカエデ、リョウブは斜面に関係なく全体に出現していた。その他の樹種では、コシアブラが斜面下部に偏って出現する傾向があった以外は、斜面上部に偏って出現する傾向があった。

2) ギャップとの関係

図-5は、胸高直径30cm以上のブナの枯死木とそれぞれの樹種の分布相関(ω 指数)を示している。胸高直径10cm未満のブナは区画面積に関係なく1以上を示しブナ枯死木に近い場所に分布していることを示した。コシアブラ、ミズナラ、ハウチワカエデ、リョウブ、ナツツバキが区画面積に関係なくほぼ0前後でブナ枯死木と無関係に分布したのに対し、その他の樹種は小区画ほど-1に近づき、ブナ枯死木と離れた場所に分布していることを示した。

なお、この林分では大きな林冠ギャップが3箇所(520 m²、470 m²、280 m²)あったが、いずれも急傾斜地に囲まれた谷地形の上空で細長い形状をしていた。

3 低木層（幼樹）の樹種構成とブナの分布

表-3は、胸高直径1cm以上4cm未満の出現頻度、本数密度、DBH、Hを示している。出現樹種数は22種であった。リョウブは、出現頻度および本数密度とも最も高かった。その他ではハウチワカエデ、ユキグニミツバツツジなど低木性が上位を占めた。高木性ではコハウチワカエデ、ブナ、コシアブラが上位を占めた。ハウチワカエデ、コハウチワカエデ、ブナ、コシアブラなどは、Hが2mを超えていた。

ブナの分布はやや集中分布する傾向があった(χ^2 検定, $p < 0.05$)。しかし、上層枯死木やその他の樹種の影響による分布の偏りはなかった(χ^2 検定, $p > 0.05$)。

4 下層稚樹の構成とブナの分布

表-4は、胸高直径1cm未満の出現頻度、本

数密度およびHを示している。出現樹種数は、48種であった。ツクバネ、ヤブコウジ、ササ sp、イワガラミなどは出現頻度も本数密度も高い傾向があった。高木性では、コシアブラ、ウワミズザクラ、ブナが上位を占めたが、小高木性や低木性に比較すれば、本数密度が低かった。出現頻度、本数密度とも上位を占めた樹種のHはほとんど50cm以下であった。

ブナの分布はランダムであった(χ^2 検定, $p > 0.05$)。上層枯死木やササの影響による分布の偏りはなかった(χ^2 検定, $p > 0.05$)。稚樹の芽鱗痕をカウントしたところ、ほとんどは1995年の大豊作年の翌年に出現したものと推定された。

5 草本の種構成

表-5は、草本の出現頻度と本数密度を示している。出現種数は18種であった。ツルアリドオ

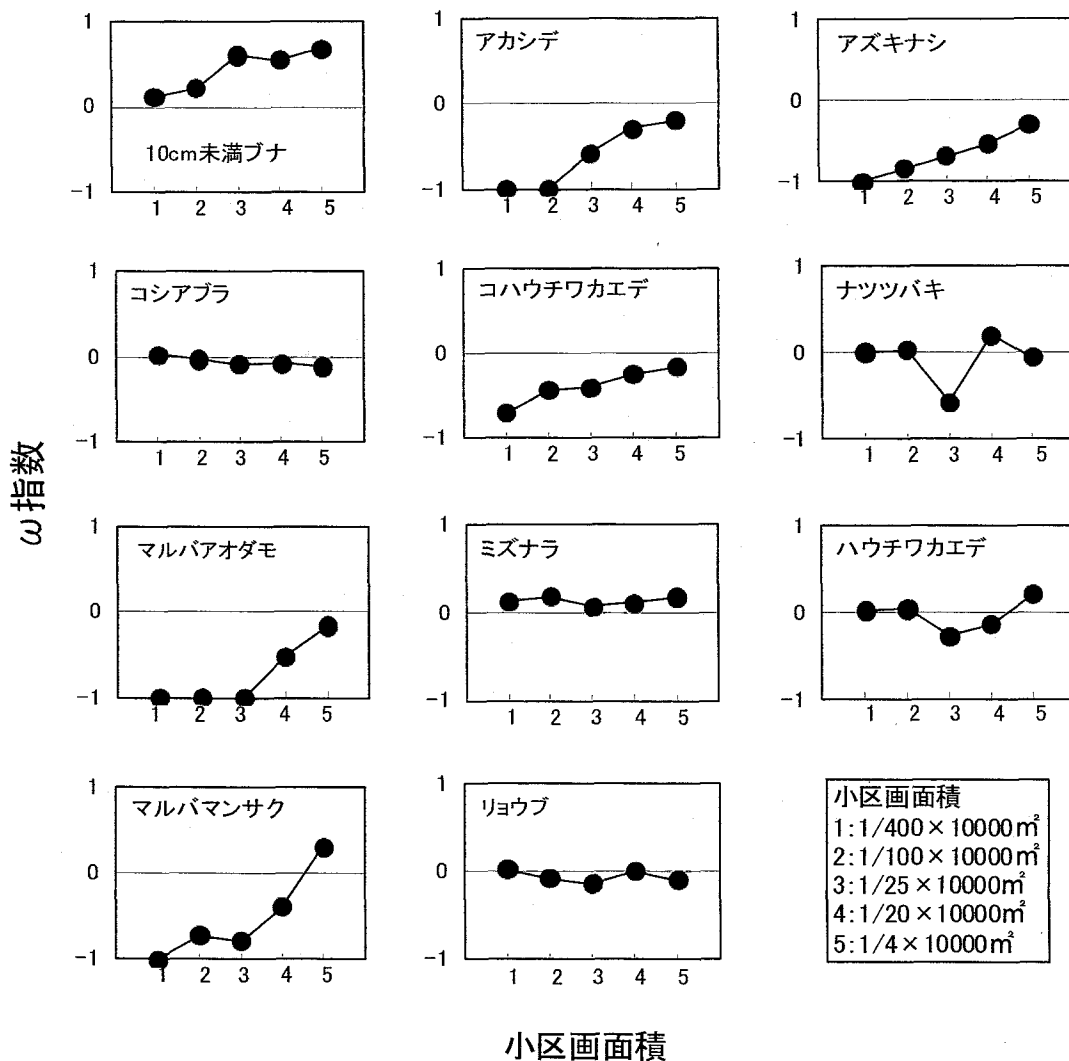


図-5 ブナ上層枯死木と11種広葉樹の分布相関関係
上層木：胸高直径30cm以上

表-3 胸高直径1cm以上4cm未満の出現頻度、本数、平均胸高直径、平均樹高

樹種	出現頻度	本数密度	DBH	H
	%	本/ha		
リョウブ	37.0	102,222	1.85	1.79
ハウチワカエデ	20.0	44,444	2.20	2.29
ユキグニミツバツツジ	19.0	51,111	1.43	1.16
コハウチワカエデ	16.0	23,333	2.26	2.26
ブナ	13.0	21,111	1.91	2.07
マルバマンサク	12.0	22,222	2.12	1.85
オオバクロモジ	12.0	22,222	1.46	1.70
コシアブラ	12.0	15,556	1.90	2.03
オオカメノキ	10.0	22,222	1.73	1.89
ウワミズザクラ	8.0	12,222	1.33	1.55
アズキナシ	5.0	7,778	2.20	1.39
ナツツバキ	4.0	4,444	1.78	1.62
ヤマツツジ	3.0	4,444	1.73	0.93
サワフタギ	2.0	3,333	1.33	0.87
ミヤマガマズミ	2.0	2,222	1.05	1.73
ヤマウルシ	2.0	2,222	2.30	1.94
ウリカエデ	2.0	2,222	1.20	1.10
アカシデ	2.0	2,222	1.65	1.70
マルバアオダモ	1.0	3,333	1.53	0.82
ハイヌガヤ	1.0	2,222	1.35	0.93
コマユミ	1.0	2,222	1.30	1.64
タムシバ	1.0	1,111	1.40	0.85
合計(平均)		374,444	1.81	1.76

DBH: 胸高直径、H: 樹高

シ、チゴユリの出現頻度、本数密度が高かった。

IV 考察

このブナ林の特徴は、ブナの優占度が非常に高いことである(表-1、図-3、4)。土壌型はB_D(d)型でブナ林としてはやや乾性に偏った条件(丸山1991)と思われ、他の樹木にとっても生育制限となった可能性がある。付随種の優占度から、このブナ林は秋田県森吉山のササーエゾユズリハ型(弱乾性)からムシカリ(オオカメノキ)型(適潤性)(前田1991)に相当するものと思われる。他の樹種に比べて、斜面の位置の違いによる密度の差がほとんど無い(表-2)ことから、適応土壌の範囲が広いことがブナの成立に好条件を与えたものと考えられる。日本のブナ林の多くは、ササ類が密生し稚樹や幼木が少ない林分構造を呈している(中静2004)。このブナ林では、胸高直径4~10cmが189本/ha、1cm以上4cm未満が21,000本/ha、1cm未満が2,300本/haで、稚幼樹の密度が比較的高かった(図-2、表-1、3、4)。林床でのササの密度は他の樹種に比べて高い(表-4)が、平均高が50cm以下でブナ林としては比較的低いと考えられる。これらのことより、

表-4 胸高直径1cm未満の出現頻度、本数、平均樹高

樹種	出現頻度	本数密度	H
	%	本/ha	
ツクバネ	58.0	29,400	51.84
ヤブコウジ	56.0	44,700	10.52
ササ	53.0	47,300	47.60
イワガラミ	47.0	20,600	11.28
コシアブラ	42.0	9,900	21.63
ウワミズザクラ	38.0	6,600	53.30
ヒメアオキ	35.0	14,500	31.69
リョウブ	34.0	17,300	54.31
ヒメモチ	32.0	27,000	21.38
オオバクロモジ	31.0	6,600	50.06
アクシバ	29.0	11,100	23.79
ヤマウルシ	27.0	7,000	28.96
ミヤマガマズミ	26.0	6,100	44.96
コアジサイ	25.0	19,300	58.28
ウスノキ	25.0	11,100	52.12
オオカメノキ	25.0	7,400	33.12
ブナ	21.0	2,300	38.96
ユキグニミツバツツジ	19.0	9,700	58.95
ホツツジ	18.0	6,400	79.44
マルバマンサク	18.0	3,000	46.94
ハイヌツゲ	17.0	6,700	23.65
ハウチワカエデ	17.0	4,400	46.68
ウリカエデ	15.0	5,100	34.80
サワフタギ	13.0	2,600	52.69
ヤマモミジ	13.0	2,600	18.69
コハウチワカエデ	10.0	1,400	23.44
アズキナシ	8.0	1,400	61.21
ウスギヨウラク	7.0	2,100	93.57
エゾユズリハ	6.0	1,600	30.50
タムシバ	6.0	1,300	16.33
フジ	5.0	2,000	51.00
タカノツメ	5.0	600	60.60
キンキマメザクラ	4.0	500	14.50
ヤマツツジ	4.0	600	10.75
コマユミ	4.0	400	11.25
ツルシキミ	3.0	800	36.67
サルトリイバラ	3.0	500	20.67
ミズナラ	3.0	300	15.00
ウリハダカエデ	2.0	1,200	13.50
ツルウメドキ	2.0	500	30.00
ナツツバキ	2.0	200	35.00
ソヨゴ	1.0	600	13.00
ナンキンナカマド	1.0	300	150.00
ネジキ	1.0	200	70.00
クリ	1.0	100	15.00
コナラ	1.0	100	12.00
マルバアオダモ	1.0	100	12.00
アカシデ	1.0	100	5.00
合計(平均)		345,600	36.99

H: 樹高

このブナ林ではササの影響が少ないこともブナの優占度を維持している要因の1つと考えられる。直径階別本数分布は、L字型で二山形を示し(図

ー2)、10cm未満の幼樹は30cm以上の枯死木の周辺に分布が重なっている(図-5)ことから、10cm未満の幼木は30cm以上の母樹からの種子によって更新したものと推察される。この林分の3つの大きな林冠ギャップ(520 m²、470 m²、280 m²)の中心部の相対照度はNakashizuka(1985)の計算式から39.9%、37.9%、28.5%と推定された。しかし、いずれも急傾斜地に囲まれた谷地形の上空であることから、実際にはもっと暗い環境にあると推測される。陽樹が陰樹の生産力を上回るには30%以上の散光相対照度が必要とされている(Monji and Oshima 1955; Nakashizuka 1985)。ブナ以外の樹種が成長するには暗い環境にあることが、ブナ幼樹の優占度を高める原因となっていると考えられる。

1995年に大豊作年が訪れたにも関わらず、胸高直径1cm未満のブナの稚樹は、1cm以上4cm未満の幼樹の密度よりも低かった。しかも、30cm以上の枯死木やササの影響による分布の偏りはなかった。これは、ブナやその他樹種の胸高直径1cm以上の稚幼樹密度が高いために、それらの被圧を受けている(中静 2004)可能性が考えられる。

以上のことより、鴫ヶ谷のブナ林は土壌環境、ササの低密度化、林内光環境などブナの更新と維持に最適な環境に恵まれたことが、ブナの優占度を高める要因となっていると考えられた。今後は、定期的にモニタリングを重ねて行くことによって、検証して行きたいと考えている。

引用文献

- 本間航介(2002)雪が育んだブナの森。(梶本卓也ら編著、雪山の生態学-東北の山と森から、289pp, 東海大学出版会, 東京). 57-73.
- 石川県(1997)石川の自然環境シリーズ-石川県植生誌. 230pp.
- 石川県(2000)手取川上流域広葉樹林整備基本計画(下田原・鴫ヶ谷県有林広葉樹林整備モデル事業). 150pp.
- Iwao S (1977) Analysis of spatial association between two species based on the interspecies mean crowding. Res. Pop. Ecol. 18: 243-260.
- 前田禎三(1991)ブナ林の植生。(村井宏ら編、ブナ林の自然環境と保全, 399pp, ソフトサイエンス社, 東京). 70-89.

表-5 草本の出現頻度と本数

種	出現頻度	本数
	%	本/ha
ツルアリドオシ	77.0	160,900
チゴユリ	50.0	30,900
シシガシラ	24.0	4,100
オクモミジハグマ	20.0	4,300
スゲSP	15.0	5,500
クマバハグマ	10.0	1,900
アキノキリンソウ	10.0	1,600
タガネソウ	9.0	4,300
ツルリンドウ	3.0	500
ヤマカシユウ	2.0	200
タチツボスミレ	2.0	500
ツクバネソウ	2.0	500
ヌスビトハギ	1.0	2,100
シオデ	1.0	600
トリアシショウマ	1.0	500
イタドリ	1.0	100
カンスゲ	1.0	100
ナルコユリ	1.0	100
合計		218,700

丸山幸平(1991)ブナの生理・生態的性質。(村井宏ら編、ブナ林の自然環境と保全, 399pp, ソフトサイエンス社, 東京). 70-89.

Monji M and Oshima Y (1955) A theoretical analysis of the succession process of plant community, based upon the production of matter, Jpn. J. Bot. 15: 60-82.

水野昭憲(1989)ブナ林の開発と保存。(石川の自然-ブナ林, 95pp, 橋本確文堂, 金沢). 84-87.

Nakashizuka T (1985) Diffused light conditions in canopy gaps in a beech (*Fagus crenata* Blume) forest. Oecologia 66: 472-474.

中静 透(2004)森のスケッチ。(日本の森林/多様性の生物学シリーズ①). 236pp, 東海大学出版会, 東京.

沼野直人・陶山佳久・山本志保・富田瑞樹・清和研二(2005)分断化されたブナ個体群における遺伝的多様性の喪失に関する研究. 日林学術講演集 116: CD-ROM.