

## 論文 (Original article)

# 竜の口山森林理水試験地における広葉樹二次林の階層構造に及ぼす攪乱の影響

後藤 義明<sup>1)\*</sup>・玉井 幸治<sup>2)</sup>・深山 貴文<sup>3)</sup>・小南 裕志<sup>3)</sup>・細田 育広<sup>3)</sup>

## Effects of disturbance on vertical stratification of broad-leaved secondary forests in Tatsunokuchi-yama Experimental Forest

GOTO Yoshiaki<sup>1)\*</sup>, TAMAI Koji<sup>2)</sup>, MIYAMA Takafumi<sup>3)</sup>, KOMINAMI Yuji<sup>3)</sup>  
and HOSODA Ikuhiro<sup>3)</sup>

### Abstract

Streamflow observations have been carried out since 1937 in the Kitatani watershed (17.27 ha) and the Minamitani watershed (22.61 ha) of the Tatsunokuchi-yama Experimental Forest (34°42' N, 133°58' E). All pine trees within the two watersheds were cut down between 1944 and 1946, after which deciduous broad-leaved forest grew in the Kitatani watershed without any disturbances. However, large-scale stand replacing disturbances such as fire and pine wilt disease have occurred in the Minamitani watershed. The forest of the Kitatani watershed was classified into 3 types and that of the Minamitani watershed into 4 types, on the basis of tree height and species composition. The aboveground biomass was large and increased during the 7-year census period in the Kitatani watershed. The vertical stratification of the three forest types in the Kitatani watershed was shown to be developed, while all forest types in the Minamitani watershed were judged to be immature, and both the stem density and the aboveground biomass of forest type Minamitani-6 decreased. However, the biomass growth rate of forest type Minamitani-4, which occupied the largest area in the Minamitani watershed, was the highest of all forest types in both watersheds. Deciduous broad-leaved forests with developed vertical stratification such as the Kitatani watershed will consequently be established in the Minamitani watershed.

**Key words :** aboveground biomass, disturbance, experimental watershed, forest structure, stem volume, stratification

### 要旨

竜の口山森林理水試験地では、1937年以降、北谷と南谷という隣接する2流域において流量観測が行われている。北谷の森林は1940年代に皆伐されて以降は大きな攪乱を受けることがなかったのに対し、南谷では山火事や松枯れなどの攪乱を過去頻繁に受けており、現在は異なる階層構造の森林が成立している。樹高と種組成をもとに林相区分を行ったところ、北谷は3タイプ、南谷は4タイプに区分できた。北谷に分布する広葉樹林は地上部現存量が大きく、階層構造が発達しており、3タイプの森林とも地上部現存量は増加傾向にあった。これに対し、南谷に分布する森林は、いずれも未成熟の広葉樹林であった。南谷には幹密度、地上部現存量ともに減少している林相タイプが存在した。しかし南谷で最も広い面積を占める林相タイプは、現存量増加率が全林相タイプの中で最も大きかった。このため、将来は南谷にも北谷同様、階層構造の発達した広葉樹林が成立するものと考えられた。

キーワード：森林理水試験地、攪乱、林分構造、階層構造、地上部現存量、幹材積

原稿受付：平成18年2月22日 Received Feb, 22, 2006 原稿受理：平成18年5月15日 Accepted May 15, 2006

\* 森林総合研究所気象環境研究領域 〒305-8687 茨城県つくば市松の里1 Department of Meteorological Environment, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan, e-mail: gotyos@ffpri.affrc.go.jp

1) 森林総合研究所気象環境研究領域 Department of Meteorological Environment, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) 森林総合研究所九州支所 Kyusyu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

3) 森林総合研究所関西支所 Kansai Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

### はじめに

竜の口山森林理水試験地は1937年1月に設置されて以来、わが国の寡雨地域を代表する試験流域の一つとして、今日まで70年近くにわたって降水量と流域の流出量が継続測定されている。森林総合研究所関西支所における森林と水流出に関する研究は、この試験地での調査を基盤として進められてきた。特にこの70年の間に流域の植生は様々な攪乱を受け変遷を繰り返しており、植生の変化に伴う水収支や流出特性の変化に着目して調査されてきた。こうした研究により、森林が消失すると河川への流出量が増加すること、あるいは降雨直後の流出量や最大流量が増加することが明らかにされるなど、多くの成果があげられている(藤枝・阿部, 1982; 谷・阿部, 1985; 玉井ら, 2004)。森林の変化は流域の水循環に深く関わっており、森林の整備と水源涵養機能の関係解明のための調査研究の充実が求められている(森林と水研究会, 1996)。

竜の口山森林理水試験地には、現在広葉樹二次林が成立している。コナラ林をはじめとする広葉樹二次林は日本全国に分布しているが、その分布には偏りがあり、気候要因だけではなく地形や地質、土壌要因、さらには人間による管理の程度などによって異なるタイプの二次林が成立するとされている(星野, 1996)。日本の二次林の多くは、原生林を伐採した後に成立した森林や人々の生活圏に近く、伐採と再生を繰り返し行ってきた里山に代表される森林である(星野, 1996)。原生林とは異なり、広葉樹二次林の分布や構造は、自然条件だけではなく人為の影響を強く受けており、人為的攪乱の規模や強度を明らかにすることが重要であると考えられている(小見山, 2000)。竜の口山森林理水試験地では、隣接した2流域による対照流域法がとられており、流域により異なる攪乱を受けてきたことから、現在ではそれぞれに階層構造の異なる森林が成立している。理水試験地として設置されて以来、試験地管理がなされてきたため、気象、地形、地質、土壌などの基礎調査に加え、森林の履歴についても比較的詳細に記録されてきた。したがって、森林の構造や動態、攪乱の影響等を調査するには適している。森林の構造や動態に関する研究資料は、森林理水試験地の基礎データとしても重要である。そこで本研究では、竜の口山森林理水試験地における現在の森林構造を把握することを目的とし、試験地内に永久調査区を設け、定期的に調査を行うことによりその変化を調べた。

### 竜の口山森林理水試験地の概要

竜の口山森林理水試験地は岡山市の北部、旭川左岸の丘陵地にあり、隣接した南谷(22.6ha)と北谷(17.3ha)の2流域からなる(Fig. 1)。当試験地では南谷を処理流域、北谷を基準流域とする対照流域試験法がとられている。海拔高は南谷で58~258m、北谷で45~250m、出現頻度の高い斜面傾斜は南谷で22~24°、北谷で

34~36°であり、斜面の傾斜は北谷の方がやや急になっている(農林省林業試験場, 1961)。

試験地を構成する地質は、秩父古生層とこれを貫いて露出する石英斑岩および斜長流紋岩よりなる。北谷流域北側の尾根に沿う帯状の部分(北谷流域面積の約1/3)には石英斑岩がみられ、北谷量水所から南谷量水所にかけての両谷の下流地域には斜長流紋岩が分布している。北谷源頭部付近に含角閃石-黒雲母花崗岩および花崗斑岩がみられるが、その面積は極めてわずかである。両谷とも他はすべて硬砂岩と粘板岩で構成される秩父古生層からなり、北谷の東部には緑色岩を挟む部分がある(武田, 1942; 農林省林業試験場, 1961; 岸岡・藤枝, 1984)。

土壌は、秩父古生層の部分は粘板岩・硬砂岩類の風化土壌で、腐植層が発達し比較的粘土質が強く、全体的に相当厚く堆積している。これに対し石英斑岩・斜長流紋岩の部分は未熟土由来なので土層は薄い(農林省林業試験場, 1961; 岸岡・藤枝, 1984)。

この試験地は瀬戸内海沿岸の寡雨地域に位置しており、年降水量は平均で約1200mmであり、日本の年平均降水量に比べて少ない(岸岡・藤枝, 1984)。2005年までに1000mm以下の寡雨年が11回観測されている。降水量の季節分布をみると、冬季は少なく積雪はほとんどないのに対し、梅雨と台風の影響により6、7、9月に多くなっている。一般に湿潤なわが国の他の地方と比べると降水量は少なく、夏季には著しい乾燥状態になることも多い。年平均気温は14.3℃である(谷・阿部, 1985)。



Fig. 1. 竜の口山森林理水試験地の地形図  
Topography of Tatsunokuchi-yama Experimental Forest.

### 植生の変遷

試験地設置当初の植生は、南谷の大部分(17.55ha)が100～120年生の天然性アカマツ林で、一部には伐採跡地があった。北谷は100～120年生の天然性アカマツ林(9.80ha)のほか、26～29年生のアカマツ林があった。広葉樹にはナナミノキ、コナラ、ネジキ、ヒサカキなどが生育していたが、材積割合では南谷で0.25%、北谷で2.5%と少なく、また両谷とも全体にネザサが繁茂していた。この当時の幹材積は南谷が202.6m<sup>3</sup>/ha、北谷が134.3 m<sup>3</sup>/haで、北谷よりも南谷の方が林木の成長は良好であった(農林省林業試験場, 1961)。

1940年ころから両谷流域のアカマツ林に松枯れの被害が広がりはじめ、1944年ころにはその被害は激甚をきわめるまでになった。そこで1944～1947年に両谷のアカマツ林は皆伐された。全域の伐採跡地にはネズミサシ、コナラ、クヌギ、ソヨゴ、ヤマハゼ、ヒサカキ、イヌツゲなどの広葉樹が再生したが、全体にネザサの繁茂が激しく、アカマツは尾根筋に再生しただけであった(農林省林業試験場, 1961)。

南谷には1954～1956年に筋刈り地ごしらえを行った跡地にヒノキが植栽(19.5ha)されたが、ネザサの繁茂が著しく不成績のまま経過した。その後1959年9月に山火事の類焼を受け、南谷のほぼ全域が焼失した。植栽したヒノキの生育が悪く、再度植林を行うためにササ枯殺剤が散布されたことが原因でネザサが大量に枯れたため、火勢は強く腐植層に至るまで完全に焼失した。しかし同年の10月下旬ころにはネザサやヒメムカシヨモギなどの再生がみられ、裸地状態は約2ヶ月間であった。山火事の翌年の1960年には南谷全域にクロマツが植栽(3000本/ha)されたが、沢沿いの12%はクズ等のツル植物の繁茂と被圧によりクロマツが枯れ、また源頭部の17%は、1974年に発生した小規模な山火事のためネザサの繁茂する草地となり、1975年ころにはクロマツ林は全体の約70%を占める状態になっていた。1974年の山火事跡地には1976年にヒノキが植栽された。1976年ころにはクロマツが順調に生育し、樹高は8.1～9.5m、胸高直径は9～11cmに達し、林冠はほぼ鬱閉した。低木層にはネジキ、ヒサカキ、ソヨゴ、ヤマハゼ、ツツジ類などが生育し、沢沿いにはネザサやシダ類が生育する草地もみられた(農林省林業試験場, 1961; 藤枝・阿部, 1982; 岸岡・藤枝, 1984; 谷・阿部, 1987)。

その後1980年をピークとする松くい虫被害で南谷流域のクロマツは激甚な被害を受けた。1977年のクロマツの幹密度は1838本/haまで減少したが、1977年以前は薬剤の空中散布が行われていたこともあり、松くい虫によるクロマツの枯損率は数パーセントを超えることはなかったと考えられている(小林ら, 1981)。しかし、1981年にはクロマツの幹密度は44本/haにまで激減しており(小林ら, 1981)、1978年から1980年までの3

年間での枯損率は98%に達したと推定される。現在ではクロマツはほとんどみられず、ヒノキの植林地を除いて広葉樹林となっている。1982年には沢沿いのネザサ草地の一部にヒノキが植栽されている。

北谷では1944～1947年の皆伐後は自然放置されたが、アカマツ、コナラ、ヒサカキなどからなる再生林が成立した。1976年ころには、アカマツ・コナラを主林木とし、これに各種の広葉樹が混じる混交林が成立していた。低木層にはヒサカキ、ソヨゴ、ネジキ、ヤマハゼ、ツツジ類が繁茂し、ネザサやウラジロ、コシダなどのシダ類が部分的に生育していた(藤枝・阿部, 1982)。その後1980年ころをピークとする松くい虫被害でアカマツはほぼ全滅したが、松枯れの進行は南谷ほど激しいものではなく、1978年から1980年までの3年間での枯損率は48%と推定されている(小林ら, 1981)。現在は広葉樹林となっている。

### 調査方法

1995年撮影の航空写真及び1998年の現地調査のデータから試験地の林相区分を行い、これをもとに林相区分図を作成した(後藤ら, 2005)。この林相区分図をもとに、各林相タイプに調査区を設け、胸高直径3cm以上の立木について、胸高直径、樹高、樹高1割直径を測定した。調査区数は林相タイプごとに2～3個所とし、調査区の大きさは10m×10mとした。この調査は1998年に行い、7年後の2005年に同じ調査区で同様の調査を行った。

林木の幹材積を林野庁計画課(1998)の立木幹材積表より求めた。地上部現存量は、本来は個々の調査地で伐倒調査を行って推定すべきであるが、当試験地は森林公園に指定されており林木の伐採等ができないことから、西岡ら(1982)が大阪府箕面山のアカマツ林で求めた以下の式を用いて推定した。

$$W = W_S + W_B + W_L \quad (1)$$

$$W_S = 0.02182(D_{0.1}^2 H)^{0.9548} \quad (2)$$

$$W_S = 0.02644(D_{0.1}^2 H)^{0.9688} \quad (2)'$$

$$W_B = 0.01262D_{0.1}^{2.364} \quad (3)$$

$$W_L = 0.005921D_{0.1}^{2.288} \quad (4)$$

$$U = 4.537W_L^{0.9971} \quad (5)$$

$$U = 9.560W_L^{0.9543} \quad (5)'$$

$$U = 17.51W_L^{0.9058} \quad (5)''$$

ここで、 $W_S$ 、 $W_B$ 、 $W_L$ 、 $W$ はそれぞれ幹重(kg)、枝重(kg)、葉重(kg)、地上部重(kg)、 $D_{0.1}$ は樹高1

割直径 (cm)、 $H$  は樹高 (m)、 $U$  は葉面積 ( $m^2$ ) を示す。また (2) 式はアカマツについて、(2)' 式はアカマツ以外の樹種について用い、(5) 式はアカマツについて、(5)' 式はアカマツ以外の常緑樹について、(5)'' 式は落葉樹について用いる。ここで得られた地上部重量を林相タイプごとに集計して地上部現存量 (ton/ha) を求めた。

相対幹密度増加率 (%/yr) と相対現存量増加率 (%/yr) を以下の式によって求めた。

$$\text{相対幹密度増加率} = \frac{(N_{2005} - N_{1998}) / N_{1998}}{7} \times 100$$

$$\text{相対現存量増加率} = \frac{(W_{2005} - W_{1998}) / W_{1998}}{7} \times 100$$

ここで  $N_{1998}$  は 1998 年の幹密度、 $N_{2005}$  は 2005 年の幹密度、 $W_{1998}$  は 1998 年の地上部現存量、 $W_{2005}$  は 2005 年の地上部現存量である。

### 結果および考察

航空写真の判読および 1998 年に行った現地調査により、主に樹高や種組成をもとにした試験地の林相区分を行ったところ、北谷は 3 タイプ、南谷は無立木地を含む 4 タイプの林相に区分できた (後藤ら, 2005) (Table 1)。2 回目の調査を行った 2005 年までの間に、竜の口山試験地の森林には 2 度の比較的大きな攪乱があった。

林相タイプ南谷 5 のヒノキ林では、沢沿いの部分で 1998 年 (第 1 回の調査後) に除伐が行われ、南谷源頭部で 2001 年に保育間伐が行われた。南谷 5 の調査区は 2001 年に間伐が行われた部分に属し、1998 年の毎木調査結果でみると本数にして 50%、幹材積および地上部現存量では 34% に相当する立木が伐採された。

2004 年には 9 月 29 日の台風 21 号 (岡山市での最大風速: 北の風 6.4 m/s、最大瞬間風速: 北の風 33.0 m/s)

と 10 月 20 日の台風 23 号 (岡山市での最大風速: 北の風 21.2 m/s、最大瞬間風速: 北東の風 41.4 m/s) により、試験地内の森林の一部に風倒被害が発生した。台風後に現地踏査を行い、1998 年の調査結果によって作成した林相区分図 (後藤ら, 2005) を修正したのが Fig. 2 である。被害は南谷に集中して発生しており、特に沢沿いに植栽されていたヒノキ林 (南谷 5) は根返りにより一部が壊滅状態となっていた。被害の激しかった部分はその後伐採処理され、現在は無立木地となっている。1998 年の調査では、南谷 7 (無立木地) は竜の口山の山頂付近の伐開された草地だけであったが、今回の台風被害で約 2ha に増加した (Fig. 2、Table 1)。南谷 5 に設置した調査区でも被害が発生し、間伐後に残った林木のうち本数にして 24%、幹材積にして 26%、地上部現存量にして 27% (いずれも 1998 年の調査結果に対する値) に相当する立木が倒伏した。また南谷 6 でも倒伏や幹折れ等の被害が発生したが、南谷 4 では被害は少なかった。北谷では源頭部の尾根付近で大木が数本倒伏した以外は、台風による目立った被害はみられなかった。

Table 1 には各林相タイプの概要について 1998 年と 2005 年の調査結果を示した。ヘクタール当たりの幹材積、地上部現存量ともに南谷に比べ北谷で大きく、逆に幹密度は南谷で大きくなっている。1998 年の調査時に比べ 2005 年の調査時には、幹材積と地上部現存量については南谷 6 以外のすべての林相タイプで増加していた。幹密度については北谷 1 と北谷 2 以外は減少していた。流域全体についてみると、北谷では幹密度にはほとんど変化がなく地上部現存量は増加していたのに対し、南谷では幹密度は減少し地上部現存量は増加していた (Fig. 3)。

南谷で山火事があった 1959 年以降の流域単位の幹材積の変化を Fig. 4 に示した。なお、1978 年より以前の

Table 1. 各林相タイプの概要  
Description of each forest types in Tatsunokuchi-yama Experimental Forest

林相タイプ Forest type	面積 Area		幹密度 Stem density		幹材積 Stem volume		地上部現存量 Above ground biomass		葉面積 Leaf area	
	ha		no / ha		m <sup>3</sup> / ha		ton / ha		ha / ha	
年 Year	1998	2005	1998	2005	1998	2005	1998	2005	1998	2005
北谷 Kitatani										
1	3.14	3.14	2550	2950	68.7	105.1	57.9	79.2	4.3	5.4
2	5.32	5.32	3200	3250	148.8	209.0	104.3	138.3	7.3	8.6
3	8.82	8.82	2567	2398	196.0	231.4	137.1	161.3	7.8	8.6
Total	17.27	17.27	2759	2761	158.4	201.6	112.6	139.3	7.0	8.0
南谷 Minamitani										
4	15.09	15.09	7250	6850	95.6	176.1	81.6	128.2	7.6	9.4
5	4.83	3.09	3400	1300	77.6	105.6	62.5	71.9	3.8	3.2
6	2.30	2.30	2650	2000	34.4	33.1	43.3	32.1	4.4	2.9
7	0.39	2.12	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	22.61	22.61	5835	4954	83.9	135.4	72.2	98.7	6.3	7.0

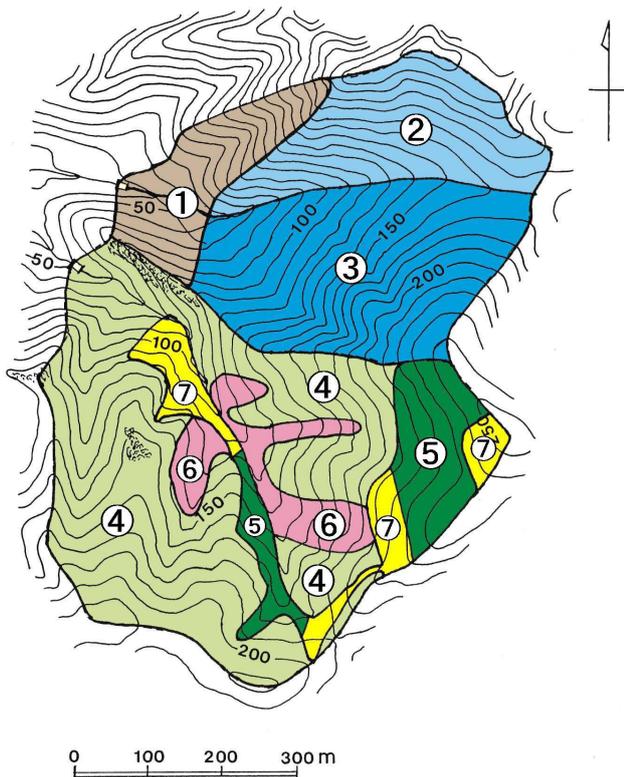


Fig. 2. 2005年調査時における竜の口山森林理水試験地の林相区分図 (林相タイプの番号は Table 1 参照)

Distribution of forest types in Tatsunokuchi-yama Experimental Forest in 2005 (See Table 1 for the number of forest types).

幹材積は藤枝・阿部 (1982) にしたがった。両谷とも幹材積は図に示した対数回帰式で近似できた。北谷では 1963 年から 1968 年にかけて大きく幹材積が増加した後、1978 年以降アカマツが枯れた以外は大きな植生の変化はなく、幹材積も徐々に増加している。南谷では 1959 年の山火事後、1960 年に植栽されたクロマツが順調に生育し (藤枝・阿部, 1982)、1970 年台にかけて材積は大きく増加した。1980 年ころには松くい虫被害でクロマツがほぼ全滅したものの、その後は広葉樹を中心とした森林が成立し、1998 年には 1978 年の幹材積を上回っていた。南谷の幹材積は 1978 年に比べ 2005 年は約 3 倍に増加しており、今後も幹材積は増加していくものと考えられる。

Table 2 には 2005 年の調査の結果得られた各林相タイプの種組成を示した。南谷は北谷に比べ山火事や松枯れなどの攪乱を多く受けており、比較的若い森林で占められている。南谷では南谷 5 のヒノキ人工林を除いて地上部現存量が全体の 50% 以上を占める樹種はなく、多種混交の状態になっている。南谷 5 では、1998 年の調査時にはコナラやカスミザクラの侵入がみられた (後藤ら, 2005) が、1998 年と 2001 年に行われた除間伐によりヒノキ以外の樹木はすべて伐採された。除間伐と台風害により南谷 5 では幹密度は大きく減少したものの幹材積と地上部現存量は逆に増加していた (Table 1)。また平

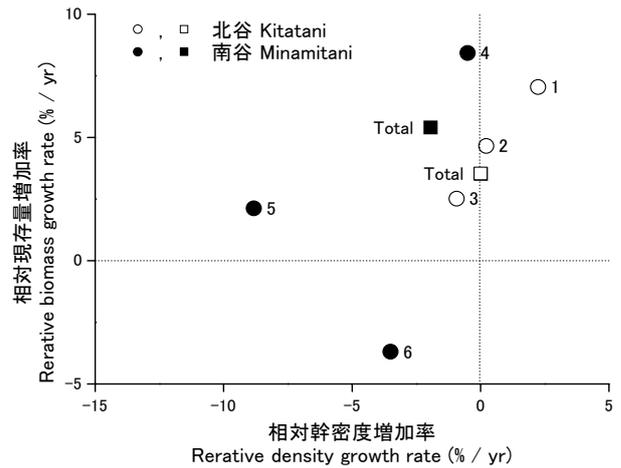


Fig. 3. 北谷流域および南谷流域における相対幹密度増加率と相対現存量増加率の関係

Relationships between relative density growth rate and relative biomass growth rate during 7 years in Kitatani and Minamitani watersheds.

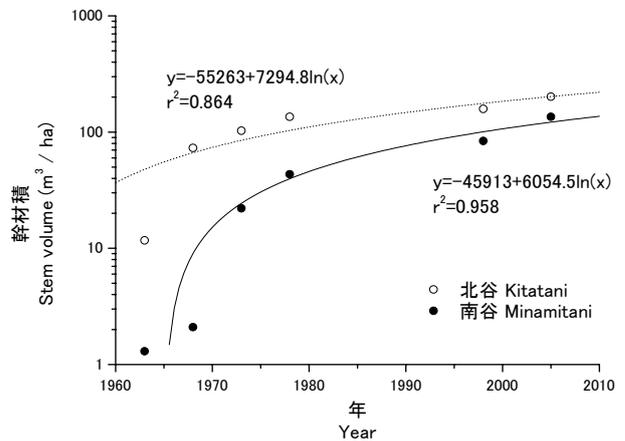


Fig. 4. 北谷流域および南谷流域における幹材積の変化  
Changes in stem volume per hectare in Kitatani and Minamitani watersheds.

均胸高直径は 1998 年の 8.2cm から 2005 年には 13.8cm へ、同じく平均樹高は 6.7m から 10.2m へと大きく増加していた (Fig. 5, Fig. 6)。これは、除間伐が行われたことで林木の成長が促進されたためと考えられる。この除間伐による南谷流出量への影響はなかったことが報告されている (Tamai, 2005)。

1998 年の調査時には、南谷 4 と南谷 6 では、樹高階分布で 4m 以下の低木が最も多い一山型の分布をしており、階層分化は進んでいない状態であった (後藤ら, 2005)。しかし、2005 年の調査時には、南谷 4 で樹高が 16m 以上、胸高直径が 30cm 以上の階級に達する林木が現れ、徐々に階層分化が進んでいる様子がうかがえる (Fig. 5, Fig. 6)。南谷 4 は全林相タイプの中で最も相対現存量増加率が大きく (Fig. 3)、また最も広い面積を占めている (Fig. 2, Table 1) ことから、流域全体では北谷よりも南谷で相対現存量増加率が大きくなるという結果になった。

Table 2. 2005年調査時における各林相タイプの種組成  
Species composition of each forest types in 2005.

種名	Species	幹密度 Stem density no./ha	平均DBH Mean DBH cm	平均樹高 Mean height m	BA 合計 Basal area m <sup>2</sup> /ha	幹材積 Stem volume m <sup>3</sup> /ha	地上部現存量 Above ground biomass ton/ha	相対幹密度増加率 Relative density growth rate %/yr	相対現存量増加率 Relative biomass growth rate %/yr
北谷1 Kitatani-1									
コナラ	<i>Quercus serrata</i>	300	18.4	10.23	11.88	67.20	53.84	0.00	8.16
カスミザクラ	<i>Prunus verecunda</i>	200	10.5	8.67	2.26	11.81	7.74	0.00	7.33
ネズミサシ	<i>Juniperus rigida</i>	50	19.6	11.02	1.51	8.31	4.22	0.00	2.15
ヒサカキ	<i>Eurya japonica</i>	1250	3.7	3.77	1.41	3.79	2.93	3.57	5.28
ネジキ	<i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>	600	4.8	4.39	1.13	3.26	2.79	0.00	1.06
ソヨゴ	<i>Ilex pedunculosa</i>	100	9.2	6.39	0.97	4.56	3.57	14.29	4.85
アベマキ	<i>Quercus variabilis</i>	50	12.0	12.30	0.57	3.47	2.24	0.00	7.08
カクレミノ	<i>Dendropanax trifidus</i>	50	7.5	7.22	0.22	0.90	0.56	0.00	26.20
アオハダ	<i>Ilex macrospoda</i>	150	3.5	4.87	0.15	0.48	0.31	28.57	30.29
シャヤンボ	<i>Vaccinium bracteatum</i>	50	5.8	4.11	0.13	0.35	0.33	0.00	6.89
ヤマハゼ	<i>Rhus sylvestris</i>	50	5.8	6.09	0.13	0.49	0.33	0.00	-0.04
イヌビロ	<i>Ficus erecta</i>	50	4.5	6.45	0.08	0.32	0.19	0.00	1.89
ネズミモチ	<i>Ligustrum japonicum</i>	50	3.3	6.03	0.04	0.17	0.10	-	-
北谷2 Kitatani-2									
コナラ	<i>Quercus serrata</i>	900	18.8	13.65	27.36	184.09	120.48	-2.04	4.49
ヒサカキ	<i>Eurya japonica</i>	1,250	4.3	3.69	1.92	5.15	4.55	3.57	6.52
カスミザクラ	<i>Prunus verecunda</i>	150	11.6	11.43	1.80	11.21	7.05	0.00	7.23
マルバアオダモ	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	400	4.7	5.34	0.79	2.79	1.80	0.00	2.51
ソヨゴ	<i>Ilex pedunculosa</i>	150	7.5	5.31	0.66	2.12	1.54	-5.71	-0.80
カクレミノ	<i>Dendropanax trifidus</i>	100	8.5	7.82	0.56	2.43	1.75	0.00	29.19
ネジキ	<i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>	150	4.4	5.34	0.23	0.80	0.73	0.00	0.46
シャヤンボ	<i>Vaccinium bracteatum</i>	50	4.7	5.29	0.09	0.29	0.23	-7.14	-5.32
サカキ	<i>Cleyera japonica</i>	50	3.0	3.09	0.04	0.08	0.09	-	-
コバノミツバツツジ	<i>Rhododendron reticulatum</i>	50	3.0	2.84	0.04	0.08	0.06	-	-
北谷3 Kitatani-3									
コナラ	<i>Quercus serrata</i>	400	25.6	14.62	24.23	183.44	127.41	-3.57	2.52
ソヨゴ	<i>Ilex pedunculosa</i>	567	8.8	7.20	3.95	18.02	13.47	-2.71	-0.31
カスミザクラ	<i>Prunus verecunda</i>	200	7.9	6.97	1.10	4.31	3.02	2.82	5.31
ヤマザクラ	<i>Prunus jamasakura</i>	33	19.6	15.12	1.01	7.06	4.61	0.00	13.74
ヤブニッケイ	<i>Cinnamomum japonicum</i>	133	7.5	7.52	0.99	5.64	3.71	14.07	3.15
クロガネモチ	<i>Ilex rotunda</i>	33	18.7	15.32	0.92	6.55	4.24	0.00	5.08
カクレミノ	<i>Dendropanax trifidus</i>	367	4.9	5.98	0.78	2.94	2.21	8.22	21.38
ヒサカキ	<i>Eurya japonica</i>	367	4.6	4.16	0.64	1.79	1.42	-2.18	-1.38
マルバアオダモ	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	67	5.2	4.29	0.15	0.42	0.31	0.00	1.97
ネズミサシ	<i>Juniperus rigida</i>	33	6.3	5.65	0.10	0.37	0.29	0.00	0.62
フジ	<i>Wisteria floribunda</i>	33	4.7	11.30	0.06	0.37	0.20	0.00	4.89
サカキ	<i>Cleyera japonica</i>	33	4.6	4.37	0.06	0.16	0.12	0.00	1.53
イヌビロ	<i>Ficus erecta</i>	33	3.9	4.48	0.04	0.12	0.09	0.00	8.10

Table 2. 2005年調査時における各林相タイプの種組成(つづき)  
Species composition of each forest types in 2005. (Continued)

種名	Species	幹密度 Stem density no / ha	平均 DBH Mean DBH cm	平均樹高 Mean height m	BA 合計 Basal area m <sup>2</sup> / ha	幹材積 Stem volume m <sup>3</sup> / ha	地上部現存量 Above ground biomass ton / ha	相対幹密度増加率 Relative density growth rate % / yr	相対現存量増加率 Relative biomass growth rate % / yr
ヤマコウバシ	<i>Lindera glauca</i>	33	3.8	2.88	0.04	0.08	0.05	-9.57	-10.86
ネズミモチ	<i>Ligustrum japonicum</i>	33	3.5	4.10	0.03	0.09	0.07	-	-
コバノミツバツツジ	<i>Rhododendron reticulatum</i>	33	3.1	4.22	0.03	0.08	0.06	-	-
南谷 4 Minamitani-4									
リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i>	1,650	9.6	6.35	13.88	50.62	35.96	-3.06	2.72
クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	150	27.9	15.27	9.32	61.92	40.32	0.00	25.88
カスミザクラ	<i>Prunus verecunda</i>	250	15.0	7.09	5.73	20.08	17.56	-5.36	3.74
ヒサカキ	<i>Eurya japonica</i>	2,500	4.4	3.73	3.98	10.58	8.54	1.24	4.05
ソヨゴ	<i>Ilex pedunculosa</i>	650	5.7	3.65	1.87	4.61	4.76	0.00	4.08
シラカシ	<i>Quercus myrsinaefolia</i>	50	20.6	9.95	1.67	7.72	5.95	0.00	10.31
クロガネモチ	<i>Ilex rotunda</i>	150	10.4	7.67	1.55	6.95	5.48	0.00	16.69
ヤブニッケイ	<i>Cinnamomum japonicum</i>	50	15.6	7.96	0.96	3.70	2.98	0.00	17.06
フジ	<i>Wisteria floribunda</i>	350	4.9	7.67	0.70	3.10	1.98	-1.79	9.14
ナナミノキ	<i>Ilex chinensis</i>	150	6.1	4.57	0.47	1.37	1.17	7.14	14.09
ネズミモチ	<i>Ligustrum japonicum</i>	300	4.4	4.87	0.46	1.45	1.06	7.14	14.18
ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i>	300	4.0	4.35	0.38	1.17	0.69	7.14	6.72
ノラルミ	<i>Platycarya strobilacea</i>	50	7.3	7.42	0.21	0.88	0.52	0.00	4.04
クズ	<i>Pueraria lobata</i>	100	4.7	7.08	0.18	0.81	0.49	0.00	18.29
ネジキ	<i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>	50	5.9	6.38	0.14	0.52	0.34	-	-
ミツバアケビ	<i>Akebia trifoliata</i>	50	5.1	6.91	0.10	0.43	0.28	0.00	51.15
ヤマウルシ	<i>Rhus trichocarpa</i>	50	4.1	4.95	0.07	0.22	0.12	0.00	16.58
南谷 5 Minamitani-5									
ヒノキ	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	1,300	13.8	10.21	19.7	105.6	71.9	-6.5	3.3
南谷 6 Minamitani-6									
アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>	300	12.7	6.43	4.36	14.92	13.53	-6.49	-6.50
ナナミノキ	<i>Ilex chinensis</i>	350	7.8	5.00	2.05	5.84	8.75	2.38	5.58
ヤブニッケイ	<i>Cinnamomum japonicum</i>	100	10.8	6.89	1.03	3.64	2.99	0.00	6.82
カクレミノ	<i>Dendropanax trifidus</i>	150	6.3	4.92	0.50	1.64	1.31	0.00	15.97
ソヨゴ	<i>Ilex pedunculosa</i>	100	7.1	7.02	0.45	2.04	1.32	0.00	9.55
ヒサカキ	<i>Eurya japonica</i>	350	3.9	2.96	0.43	0.94	0.80	-3.18	-3.69
ヤマハゼ	<i>Rhus sylvestris</i>	100	7.0	5.96	0.41	1.48	0.92	0.00	27.21
ネズミモチ	<i>Ligustrum japonicum</i>	100	5.9	4.62	0.30	0.96	0.66	0.00	-0.98
イヌビロ	<i>Ficus erecta</i>	200	4.0	4.32	0.26	0.78	1.08	4.76	14.82
アラカシ	<i>Quercus glauca</i>	50	5.1	4.76	0.10	0.31	0.23	0.00	12.10
クロガネモチ	<i>Ilex rotunda</i>	50	4.8	4.48	0.09	0.27	0.28	0.00	43.27
フジ	<i>Wisteria floribunda</i>	50	3.2	5.05	0.04	0.14	0.10	0.00	4.76
ウツギ	<i>Deutzia crenata</i>	50	3.1	2.82	0.04	0.08	0.09	-7.14	-9.64
ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i>	50	3.1	3.00	0.04	0.09	0.06	0.00	1.48

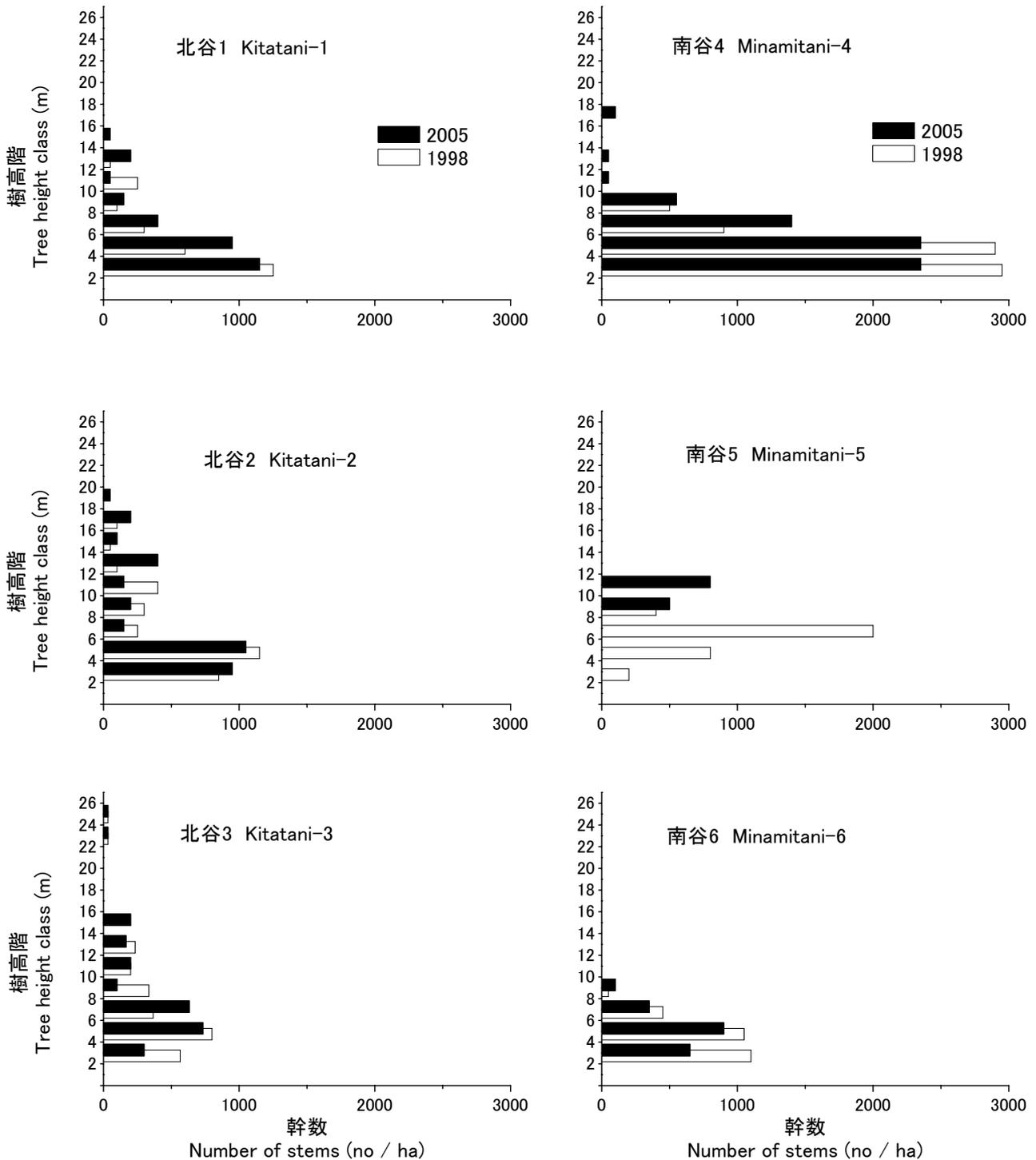


Fig. 5. 各林相タイプにおける樹高階分布  
Tree height class distributions for each forest types.

南谷 6 の分布域は、1959 年の山火事翌年に南谷全域にクロマツが植栽された後もクズなどが繁茂し被圧したためクロマツの生育が悪く、1975 年ころには草地となっていた部分で (谷・阿部, 1987)、現在でも樹高は 10m 以下 (Fig. 5) で林木の生育は悪い。1998 年の調査時には地上部現存量が南谷 4 の約 1/2 であったが、2005 年には南谷 4 の地上部現存量が大きく増加したの

に対し (Table 1)、南谷 6 では逆に減少し南谷 4 の 1/4 にとどまっていた。もともと生育が悪い上に台風の被害を受けたことで、南谷 6 では幹密度、幹材積、地上部現存量ともに減少する結果となったものと考えられる。

1944 ~ 1947 年の皆伐後に自然放置されて以降攪乱の少なかった北谷では、各林相タイプともコナラが優占種となっており (Table 2)、地上部現存量では北谷 1

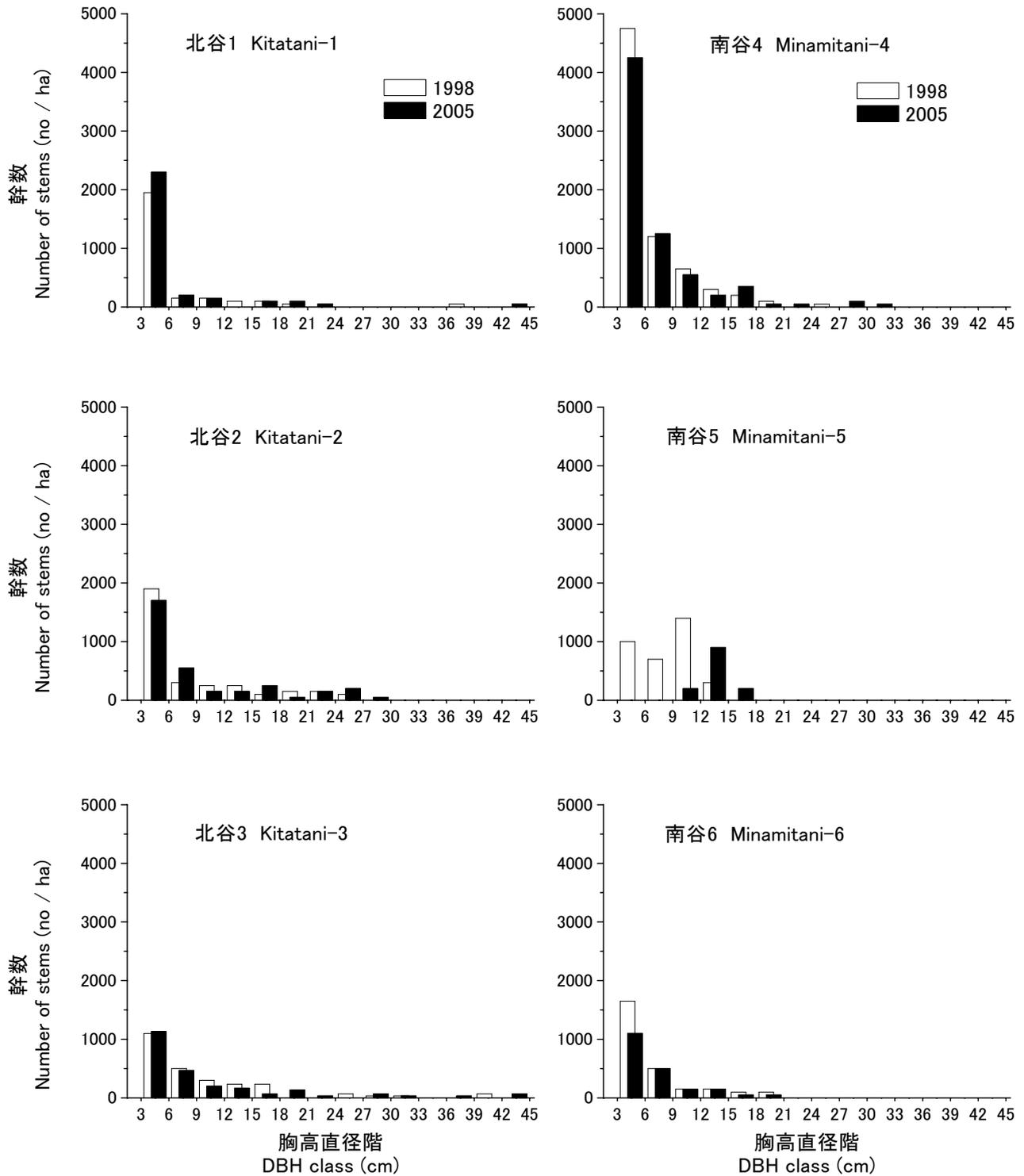


Fig. 6. 各林相タイプにおける胸高直径階分布  
DBH class distributions for each forest types.

で 68%、北谷 2 で 87%、北谷 3 で 79% をコナラが占めている。北谷 1 は、北谷 2 や 3 に比べ樹種の混交率が高く 4m 以下の低木類が最も多くなっている (Fig. 5)。北谷 2 および 3 ではコナラの生育がよく、高木層では 20m を越すコナラが優占しており、北谷 3 の最高樹高は 26m に達している。北谷 2 ではコナラの優占度が高く、コナラ以外の樹種が少ないのに対し、北谷 3 では亜

高木層にコナラやカスミザクラの他、ヤブニッケイやクロガネモチ、ソヨゴなどの常緑広葉樹も多く生育している (Table 2)。

北谷 1 は 1980 年以前にはアカマツが優占していた部分で、松くい虫被害によりアカマツが枯損した後は広葉樹類が高木層を占めている。現在はコナラが優占しているが、北谷 2 や北谷 3 に比べ幹材積や地上部現存量

が小さくなっている。北谷1の分布域は、試験地内での石英斑岩の分布域とほぼ一致しており、石英斑岩の分布域は未熟土で土層が薄い(武田, 1942; 岸岡・藤枝, 1984)ことから、北谷2や北谷3にくらべ林木の生育が悪いものと推定される。

南谷に1960年に植栽されたクロマツは、一部を除いて生育はよく、林冠はほぼ鬱閉した状態であったことから、当時の広葉樹の混交率は低かったと推定され、1980年ころの松枯れ以降に成立した広葉樹林は、2005年の時点で約25年生と考えるとよからう。北谷は1944~1947年にかけて皆伐され自然放置された後は大きな攪乱を受けていないので、北谷の広葉樹林は2005年時点で約60年生と推定できる。日本の各地で報告されている広葉樹二次林の地上部現存量をみると、岩手県の36年生林で131.1 ton/ha(瀬川・加藤, 1970)、富山県の33~35年生林で146.77~206.76 ton/ha(長谷川, 1989)、岡山県の50年生林で125 ton/ha(藤江・安井, 1980)、島根県の40年生林で132.4 ton/ha(片桐ら, 1984)、宮崎県の60~62年生林で118.49~127.42 ton/ha(甲斐, 1984)などとなっている。北谷2と北谷3および南谷4は既に地上部現存量が100 ton/haを越えており、他の地域の広葉樹二次林のレベルに達しているといえる。

樹高階分布(Fig. 5)や胸高直径階分布(Fig. 6)からみて、北谷では2005年の調査時点では亜高木層や高木層が発達している様子が見え、林分の階層分化が進んでいるものと考えられる。特に北谷3は、地上部現存量が最も大きく階層構造も発達している。二次林は遷移の進行に伴って階層構造が発達し(Kelty, 1986; Larson, 1986)、現存量が増加することが知られており(Burrows, 1990)、全林相タイプの中では北谷3が最も遷移段階の進んだ状態にあると考えられる。北谷2は北谷3に比べると地上部現存量が小さく、階層分化もやや未発達ではあるが、構造的には最も北谷3に近い状態にある。北谷1は北谷2や北谷3に比べ高木層や亜高木層の発達が悪く(Fig. 5)、地上部現存量も小さい状態にある(Table 1)が、相対現存量増加率は最も大きく(Fig. 4)、今後も緩やかではあるが地上部現存量が増加していく傾向が続くものと考えられる。

南谷の森林は全体として階層構造が未発達(Fig. 5)であるが、南谷4での森林の生育は良好で、南谷5も台風被害はあったが間伐後の生育はよい状態にある。南谷6はもともと生育が悪かった場所で、現在でもネザサやツル植物の密度が高く、今後も地上部現存量の大幅な増加は難しい状態にある。しかし南谷6の占める面積は小さく(Fig. 2, Table 1)、南谷全体としては、相対現存量増加率も北谷より大きい(Fig. 4)。南谷は、試験地設置当時は北谷より林木の生育が良好であった(農林省林業試験場, 1961)ことから、立地的には北谷に比べ林木の生育にマイナスとなる条件はないと考えられ

る。したがって大きな攪乱を受けることがなければ、今後数10年で南谷にも北谷同様、20m以上の高木層をもつ階層構造の発達した広葉樹林が成立するものと推定される。

## 引用文献

- Burrows, J. P. (1990) Processes of vegetation change, Unwin Hyman, London, 551p.
- 藤枝基久・阿部敏夫(1982) 竜の口山試験地における森林の成立が流出に及ぼす影響, 林試研報, **317**, 113-138.
- 藤江 勲・安井 鈞(1980) 鳥取大学蒜山演習林におけるコナラ林の林分構成および現存量, 島根大学農学部研究報告, **14**, 37-43.
- 後藤義明・玉井幸治・小南裕志・深山貴文(2005) 竜の口山森林理水試験地観測報告(1981年1月~2000年12月), 森林総合研究所研究報告, **4**, 87-133.
- 長谷川幹夫(1989) コナラ萌芽林の生産力, 富山県林業技術センター研究報告, **2**, 5-12.
- 星野義延(1996) 日本の雑木林の分類と分布, “雑木林の植生管理—その生態と共生の技術—”, 亀山 章編, ソフトサイエンス社, 東京, 25-39.
- 甲斐重貴(1984) 暖帯性落葉広葉樹林の特性と施業に関する研究, 宮崎大学農学部演習林報告, **10**, 1-124.
- 片桐成夫・石井 弘・三宅 登・安藤義朗(1984) 三瓶演習林内の落葉広葉樹林における物質生産に関する研究(XII) 斜面位置による地上部現存量の相違, 島根大学農学部研究報告, **18**, 53-60.
- Kelty, M. J. (1986) Development patterns in two hemlock-hardwood stands in southern New England, *Can. J. For. Res.*, **16**, 885-891.
- 岸岡 孝・藤枝基久(1984) 寡雨地帯, 各種地文条件が洪水流出に及ぼす影響, 山地崩壊及び洪水発生危険地区判定法の確立, 農林水産技術会議事務局研究成果, **157**, 123-130.
- 小林一三・奥田素男・細田隆治(1981) 竜の口山における松くい虫被害状況, 林試関西支所年報, **22**, 63-69.
- 小見山章(2000) 森林の記憶, 京都大学学術出版会, 京都, 241p.
- Larson, B. C. (1986) Development and growth of even-aged stands of Douglas-fir and grand fir, *Can. J. For. Res.*, **16**, 367-372.
- 西岡正仁・梅原 徹・永野正弘(1982) 箕面山サル生息地域周辺の森林における樹種別・器官別の現存量(資料), 昭和56年度箕面山サル調査報告書, 箕面市教育委員会, 117-139.
- 農林省林業試験場(1961) 森林理水試験地観測報告(日

- 降水量・日流出量), 農林省林業試験場, 227p.
- 林野庁計画課編 (1998) 立木幹材積表 一西日本編一, 日本林業調査会, 320p.
- 瀬川幸三・加藤亮助 (1971) 好魔実験林におけるコナラ萌芽林の生長, 林業試験場東北支場年報, **11**, 188-198.
- 森林と水研究会 (1996) 森林と水 一主要な研究結果から一, 日本治山治水協会, 東京, 116p.
- 武田繁後 (1942) 龍ノ口山水源涵養試験第一回報告 (昭和 12 ~ 14 年両谷比較観測成績), 農林省山林局, 215p.
- Tamai, K. (2005) A paired-catchment experiment in the Tatsunokuchi-yama Experimental Forest, Japan: the influence of forest disturbance on water discharge, WIT Transactions on Ecology and the Environment, **83**, 173-181.
- 玉井幸治・後藤義明・深山貴文・小南裕志 (2004) 林野火災とマツ枯れによる森林の衰退が流出量と流況曲線に及ぼす影響 一岡山市竜の口山量水試験地の場合一, 日本森林学会誌, **86**, 375-379.
- 谷 誠・阿部敏夫 (1985) 竜の口山森林理水試験地における研究の成果と今後の展望, 林試関西支場年報, **26**, 59-64.
- 谷 誠・阿部敏夫 (1987) 森林変化の流出に及ぼす影響の流出モデルによる評価, 林試研報, **342**, 41-60.

