

岩手大学御明神演習林大滝沢試験地内の  
「モニタリングサイト1000」用の  
1haプロットにおける林分構造と17年間の動態

杉田久志\*・高橋利彦\*\*・松木佐和子\*\*\*・菊地智久\*\*\*\*  
濱道寿幸\*\*\*\*・藤田泰崇\*\*\*\*・麻生臣太郎\*\*\*\*

Structure and dynamics for 17 years in a 1-ha plot for the Monitoring Site 1000 Project  
in the Ohtakizawa Research Site, the Omyojin Experimental Forest of Iwate University

Hisashi SUGITA\*, Toshihiko TAKAHASHI\*\*, Sawako MATSUKI\*\*\*, Tomohisa KIKUCHI\*\*\*\*,  
Toshiyuki HAMAMICHI\*\*\*\*, Yasutaka FUJITA\*\*\*\* and Shintaro ASO\*\*\*\*

## 1. はじめに

樹木の寿命は数百年に及ぶため、森林の変遷は数百年をかけてゆっくり進む。また、台風、地すべり、火山噴火などによる攪乱は、人間の視点では数十年～数百年に一度の稀な出来事であるが、樹木の一生のなかではそのような攪乱に遭遇することは必ずしも稀ではなく、それに規定された長期にわたる森林の変化は森林生態系の動態を理解するために無視できない重要な要件である。近年、時空間スケールを広げた長期生態研究の重要性が認識されるようになり (Picket & White, 1985; 中静, 1991), 大面積プロットによる森林動態の長期モニタリングが各地で実施されている。そのような研究を支えるため、アメリカのU.S.LTERやイギリスのECNのように、欧米では早くから政府機関からの予算措置を含む体系的な研究体制の整備が進められてきた。

日本においても2003年に環境省自然保護局生物多様性センターにより、100年以上にわたり多地点で生態系をモニタリングしようというプロジェクト「重要生態系監視地域モニタリング

---

Received January 26, 2010

Accepted April 12, 2010

\* 森林総合研究所

\*\* 木工舎「ゆい」

\*\*\* 岩手大学農学部共生環境課程

\*\*\*\* 岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター

推進事業」(モニタリングサイト1000)が開始された。森林、里地里山、河川・湖沼、干潟、砂浜、サンゴ礁などさまざまな生態系タイプを対象に全国で1000ヶ所程度のモニタリングサイトを設置し、基礎的な環境情報を長期にわたって蓄積することによって、日本の自然環境の質的・量的な劣化を早期に捉えようというものである。そのうち森林については、概ね1haの調査プロットを各地に選定している。参加サイトにはコアサイトと準コアサイトの2つのタイプがあり、前者は毎木調査、リタートラップ調査(地上部一次純生産量、開花結実量など)およびピットフォール調査(地表徘徊性の甲虫群集)、落葉・土壌の分解速度測定などを毎年実施し、後者は毎木調査のみを5年おきに行う。2004年より調査が開始され、2008年には第2期に入り、調査体制がほぼ確立した(石原ら, 2007)。2009年時点でコアサイト19, 準コアサイト25, 計44のサイトが選定されている(石原ら, 2010)。それらのデータは環境省生物多様性センターのホームページ(<http://www.biodic.go.jp/monil000/index.html>)上で公開される予定である。

岩手大学御明神演習林の大滝沢試験地は、1991年に8.91haの山地小流域を包含するように設定され、林分構造、樹種の空間的分布(下本・杉田, 1993; 杉田ら, 1995, 1996)、樹種の結実豊凶(杉田ら, 2000; 杉田, 2005)、種子散布様式(伊佐治・杉田, 1997)、種子段階の死亡要因(Homma et al., 1999)、実生の発生・消失過程(杉田, 2005)、森林動態(杉田・下本, 1997; 本間ら, 2005)に関する調査・観測が行われている。森林動態に関しては、1991~1993に初回の測定が行われ、以後1998, 2003, 2008と5年間隔で4回の観測が実施されている。大滝沢試験地は2005年に「モニタリングサイト1000」の準コアサイトに選定され、1haのサブプロットのデータを2008年の測定から生物多様性センターに提供している。このプロットにおけるモニタリングを長期にわたって継続し、データを蓄積していくことができれば、森林動態観測ネットワークの構築に貢献し、森林動態に関する広域スケールの解析(たとえばMasaki et al., 1999; Takyu et al., 2005)に活用されることが期待される。

本報告では、「モニタリング1000」にデータを提供するために大滝沢試験地内に設定された1haのサブプロット(以下、モニ1000プロット)について、樹種構成、樹種の地形的分布、直径階分布などの林分構造と観測開始後17年間(1991~2008年)の死亡、加入、成長などの動態について紹介する。とくに、観測開始直後に到来した台風による攪乱後の新規加入の動向について検討した。

## II. 調査地

調査地は、岩手県雫石町に所在する岩手大学農学部附属御明神演習林2林班を小班の大滝沢試験地である。この山域は奥羽山脈東部の小起伏山地に位置する。試験地から約4km離れた地点(標高230m)における気象観測(1990~2002年)によれば、年平均気温は9.2℃、暖かさ

の指数74.1, 年平均降水量1,706mmである。試験地における最深積雪深は150~200cm程度である。地質は第三系中新統の凝灰岩類, 流紋岩である(多田, 1976)。

大滝沢試験地は2つの一次谷を含む8.91haの山地小流域全域を包含している(図-1)。冷温帯性の針広混交林が広がり, ヒバが尾根で, トチノキ, サワグルミが谷で, ブナは広範囲にわたり, スギは局所的に優占しており, アカイタヤ, ホオノキ, ミズナラなどが混生している(杉田ら, 1995, 1996)。この森林は19世紀後半の大規模な攪乱の跡に更新した一斉林と推定されている(杉田・下本, 1997)。1973年頃から林冠ギャップが形成されるようになり, 近年では1981年8月の台風, 1991年9月の台風, 1998年, 1999年の冠雪害により多くの林冠ギャップが形成された。

### III. 調査方法

#### 1. サブプロットの設定

大滝沢試験地内の北側の小流域において, 稜線部から沢までを含むように, 1ha(80m×125m)のサブプロットを設定した(図-1)。緯度は北緯 $39^{\circ} 38' 34.4'' \sim 38.7''$ , 東経 $140^{\circ} 53' 36.6'' \sim 40.9''$ (世界測地系), 標高は430~500mである。

#### 2. 野外調査

1991年秋に胸高直径5cm以上の生立木を対象に調査をおこなった。胸高部位(幹長1.3m)にナンバーテープを付けて個体識別を行い, 樹種を同定し, 樹幹の胸高周囲長を測定し, 階層を判定し, 位置を測量した。ただし, キブシ, オオバクロモジ, ムシカリ, ハイイヌガヤなど

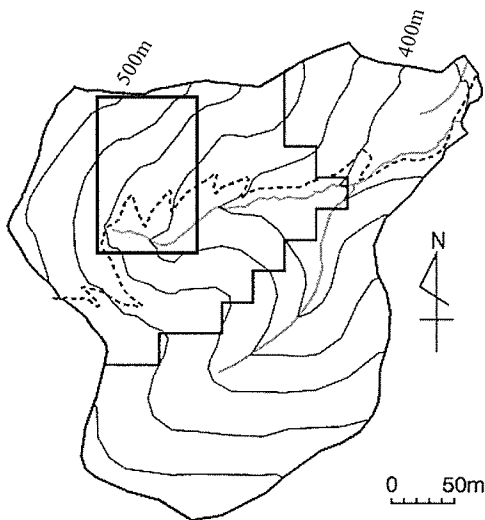


図-1 大滝沢試験地およびモニ1000プロット(網掛け部分)

の低木種やツル性植物は対象外とした。その後、1998年秋に胸高直径3 cm以上を対象に、生死の判定、胸高周囲長の再測を行い、枯死木の死亡形態を判定した。以後、2003年秋、2008年秋と、5年ごとに再測定を実施し、胸高直径3 cmを超えた新規加入木については胸高周囲長と位置を測定した。胸高周囲長の測定は、1991年はビニール製直径巻尺、1998年以降はスチール製巻尺を用いた。さまざまなサイズの樹木をサンプリングし、ビニール製直径巻尺とスチール製巻尺を用いて胸高周囲長を測定して、両者の測定値の関係をもとに1991年の値をスチール製巻尺による値に補正した。階層区分は、林冠部とギャップ部に大別し、それぞれについて林冠木、亜林冠木、被陰上層木、下層木に区分した。死亡形態は、立ち枯れ、幹折れ、根返り、下敷き（他の倒木の下敷きになったと判断されるもの）に区分した。2004～2007年には、胸高直径0～3 cmの小径木を対象に毎木調査を行い、位置を測量した。

### 3. 動態パラメータの計算

死亡率  $m$  と加入率  $r$  (%/年) については以下の式を用いて計算した。

$$m = \ln \{N_0 / (N_0 - N_d)\} t^{-1} \times 100$$

$$r = \ln \{(N_0 - N_d + N_r) / (N_0 - N_d)\} t^{-1} \times 100$$

$N_0$  : 期首の生存幹数       $N_d$  : 死亡幹数

$N_r$  : 新規加入幹数       $t$  : 調査間隔 (年)

死亡率と加入率の95%信頼区間を以下の式により求めた。

$$\text{上限値} = R/N + 1.96 \times ((R/N)(1-R/N)/N)^{1/2}$$

$$\text{下限値} = R/N - 1.96 \times ((R/N)(1-R/N)/N)^{1/2}$$

$N$  : 試料数       $R$  : 死亡数あるいは加入数

胸高断面積の変化 (%/年) については以下の式を用いて計算した。

$$\text{減少率} = \ln(BA_0 / BA_{s_0}) t^{-1} \times 100$$

$$\text{増加率} = \ln \{(BA_{s_1} + BA_r) / BA_{s_0}\}^{-1} \times 100$$

$BA_0$  : 期首の胸高断面積

$BA_{s_0}$  : 期首の胸高断面積のうち期末に生存しているもの

$BA_{s_1}$  : 期末の胸高断面積のうち期首に生存していたもの

$BA_r$  : 新規加入木の胸高断面積

回転時間  $T$  (年) については以下の式を用いて計算した。

$$T = 200 / (m + r)$$

## IV. 結 果

### 1. 林分構造

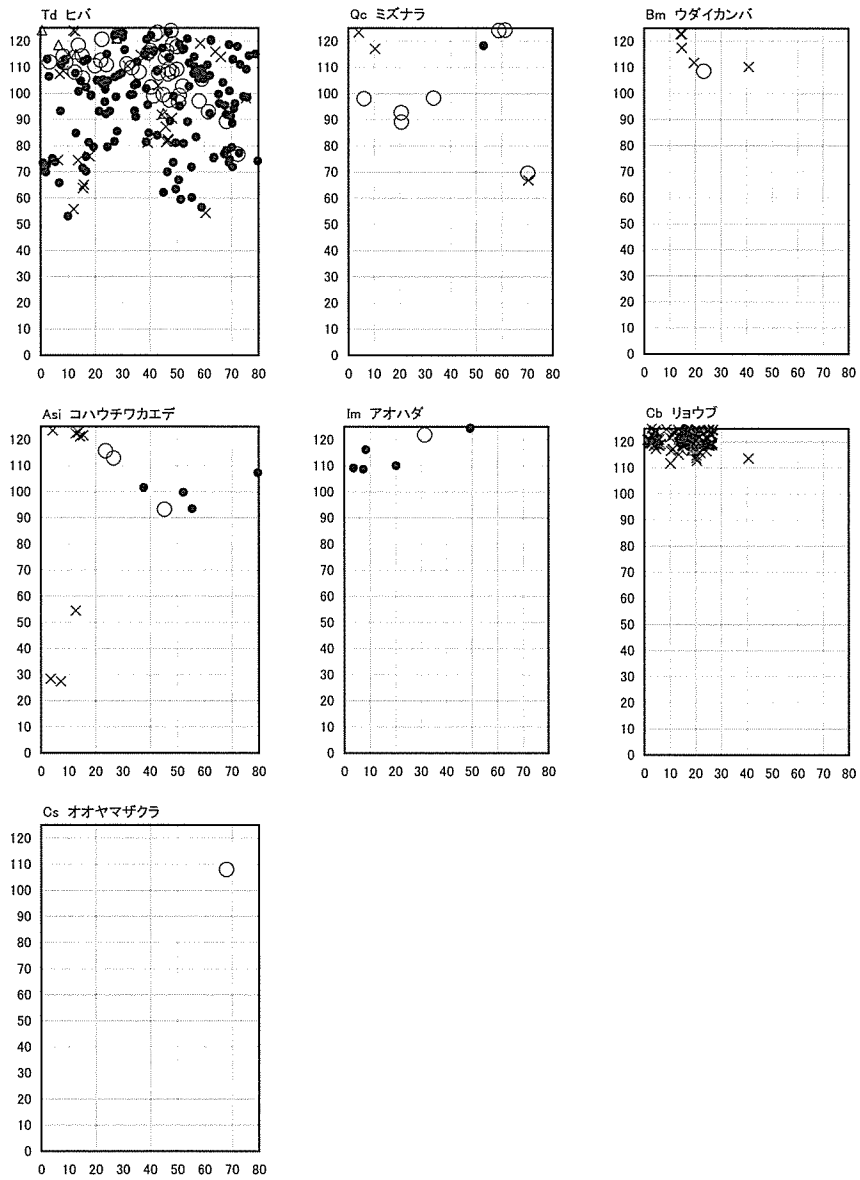
2008年における各樹種の本数と胸高断面積を表-1に示す。出現樹種数は25種あった（胸高直径3cm以上）。全樹種の本数は胸高直径5cm以上で387本/ha、3cm以上で466本/ha、胸高断面積は44.0m<sup>2</sup>/haであった。樹種別の本数ではヒバが圧倒的に多く、半数弱を占めたが、胸高断面積ではヒバとトチノキがともに約25%を占め、ブナとスギがそれに次ぎ、この4種で約70%を占めた。

2008年における各樹種の分布を図-2に示す。図の上が尾根部、下が谷部に相当する。ヒバ、ミズナラ、コハウチワカエデ、アオハダなどは尾根～斜面上部にみられ、トチノキ、サワグルミ、シウリザクラ、ツリバナ、ミズキ、オオバボダイジュなどは谷～斜面下部を中心に分布していた。ブナ、アカイタヤなどは1haのサブプロットの全域で広くみられた。スギは局地的な分布を示したが、尾根あるいは谷に対応しているわけではなかった。

表-1 各樹種の幹本数と胸高断面積

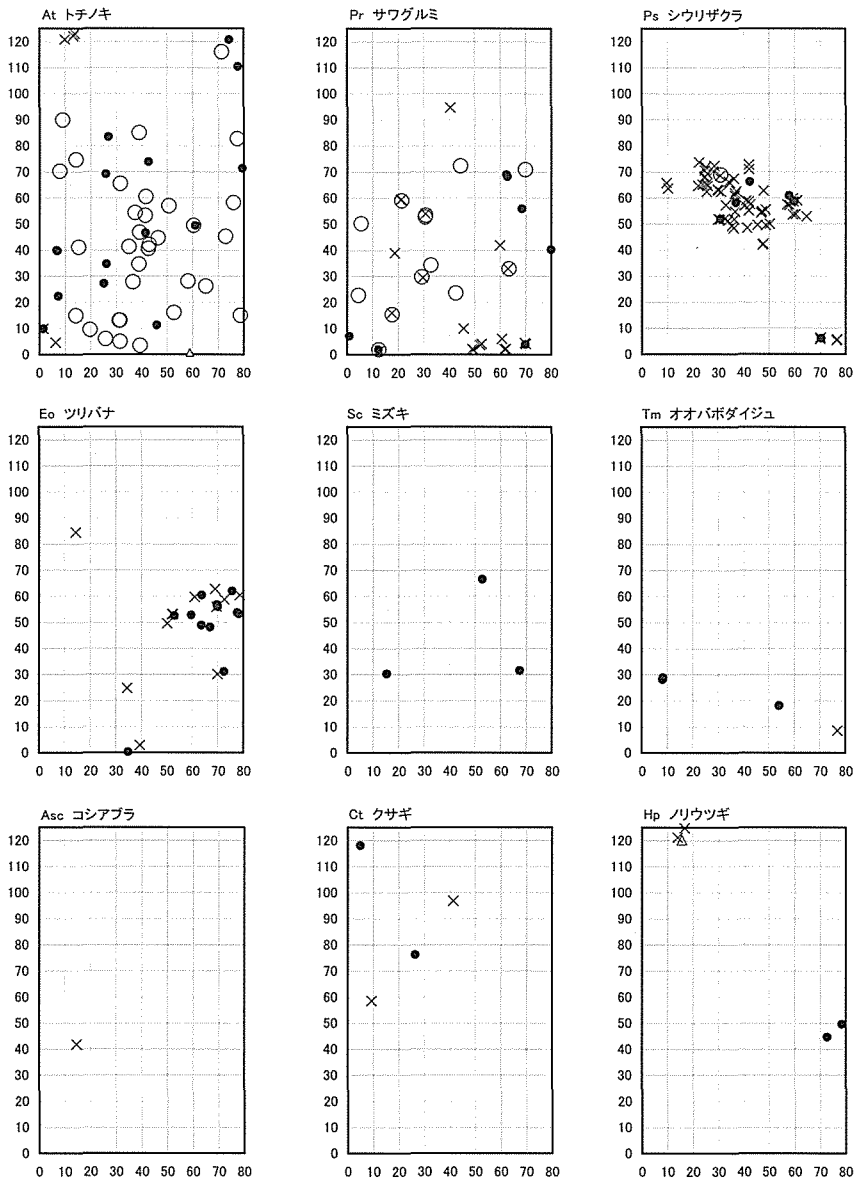
略記 樹種	2008					
	幹本数 (DBH> 5 cm)		幹本数 (DBH> 3 cm)		BA (DBH> 3 cm)	
	(本/ha)	(%)	(本/ha)	(%)	(m <sup>2</sup> /ha)	(%)
Td <i>Thujaopsis dolabrata</i> var. <i>hondai</i> ヒバ	172	(44.4)	185	(39.7)	10.096	(22.9)
At <i>Aesculus turbinata</i> トチノキ	45	(11.6)	50	(10.7)	11.533	(26.2)
Fc <i>Fagus crenata</i> ブナ	27	(7.0)	27	(5.8)	5.717	(13.0)
CRj <i>Cryptomeria japonica</i> スギ	13	(3.4)	16	(3.4)	3.507	(8.0)
Am <i>Acer mayrii</i> アカイタヤ	18	(4.7)	18	(3.9)	2.885	(6.6)
Mh <i>Magnolia hypoleuca</i> ホオノキ	46	(11.9)	64	(13.7)	2.471	(5.6)
Qc <i>Quercus crispula</i> ミズナラ	8	(2.1)	8	(1.7)	2.273	(5.2)
Pr <i>Pterocarya rhoifolia</i> サワグルミ	15	(3.9)	20	(4.3)	2.467	(5.6)
Asi <i>Acer sieboldianum</i> コハウチワカエデ	7	(1.8)	7	(1.5)	0.442	(1.0)
Kp <i>Kalopanax pictus</i> ハリギリ	2	(0.5)	3	(0.6)	0.610	(1.4)
Cs <i>Cerasus sargentii</i> オオヤマザクラ	1	(0.3)	1	(0.2)	0.471	(1.1)
Im <i>Ilex macropoda</i> アオハダ	7	(1.8)	7	(1.5)	0.312	(0.7)
Cc <i>Castanea crenata</i> クリ	1	(0.3)	1	(0.2)	0.376	(0.9)
Ps <i>Padus ssiroi</i> シウリザクラ	5	(1.3)	6	(1.3)	0.261	(0.6)
So <i>Styrax obassia</i> ハクウンボク	3	(0.8)	4	(0.9)	0.081	(0.2)
Bm <i>Betula maximowicziana</i> ウダイカンバ	1	(0.3)	1	(0.2)	0.256	(0.6)
Aj <i>Acer japonicum</i> ハウチワカエデ	5	(1.3)	8	(1.7)	0.058	(0.1)
Tm <i>Tilia maximowicziana</i> オオバボダイジュ	2	(0.5)	3	(0.6)	0.074	(0.2)
Sc <i>Swida controversa</i> ミズキ	3	(0.8)	3	(0.6)	0.054	(0.1)
Pg <i>Padus grayana</i> ウワミズザクラ	1	(0.3)	4	(0.9)	0.006	(0.0)
Fl <i>Fraxinus lanuginosa</i> アオダモ	3	(0.8)	6	(1.3)	0.016	(0.0)
Hp <i>Hydrangea paniculata</i> ノリウツギ	1	(0.3)	3	(0.6)	0.007	(0.0)
Eo <i>Euonymus oxyphyllus</i> ツリバナ	1	(0.3)	6	(1.3)	0.009	(0.0)
Cb <i>Clethra barbinervis</i> リョウブ			13	(2.8)	0.015	(0.0)
Ct <i>Clerodendrum trichotomum</i> クサギ			2	(0.4)	0.002	(0.0)
Asc <i>Acanthopanax sciadophylloides</i> コシアブラ	*					
CEj <i>Cercidiphyllum japonicum</i> カツラ	*					
計	387		466		44.000	

\* 1991年には存在したが、2008年には消滅



図一 2 各樹種の分布 (2008)  
 ○：林冠木 ●：被陰木(亜林冠木、下層木) △：ギャップ内 (DBH 3 cm以上)  
 ×：DBH 0～3 cm  
 数字は左下隅からの距離(m) 上が尾根、下が谷

樹冠投影図を図一 3 に示す。谷部～斜面下部ではトチノキ、ブナ、サワグルミなどが、尾根部～斜面上部ではブナ、ミズナラ、アカイタヤ、ホオノキなどが林冠層を形成していた。ヒバの多くはこれらの林冠の下で被陰上層木となっており、一部に林冠木となっているものもみられた。林冠木を欠く部分(ギャップ部)は、谷部から尾根部まで各所に散在し、その面積比率は



図一 2 続き

18.4%であった。尾根部 (図の左上) には1991年の台風により形成された長径30m短径20m程度のギャップがみられた。

1991年および2008年における各樹種の胸高直径階分布を図一 4 に示す。多くの樹種がいくつかのピークをもつ幅の広い分布を示した。たとえば、ヒバでは15cmと30cm、トチノキで30cmと50cm、アカイタヤで30cmと50cm、ブナで10cmと60cm、ホオノキで10cmと40cm付近

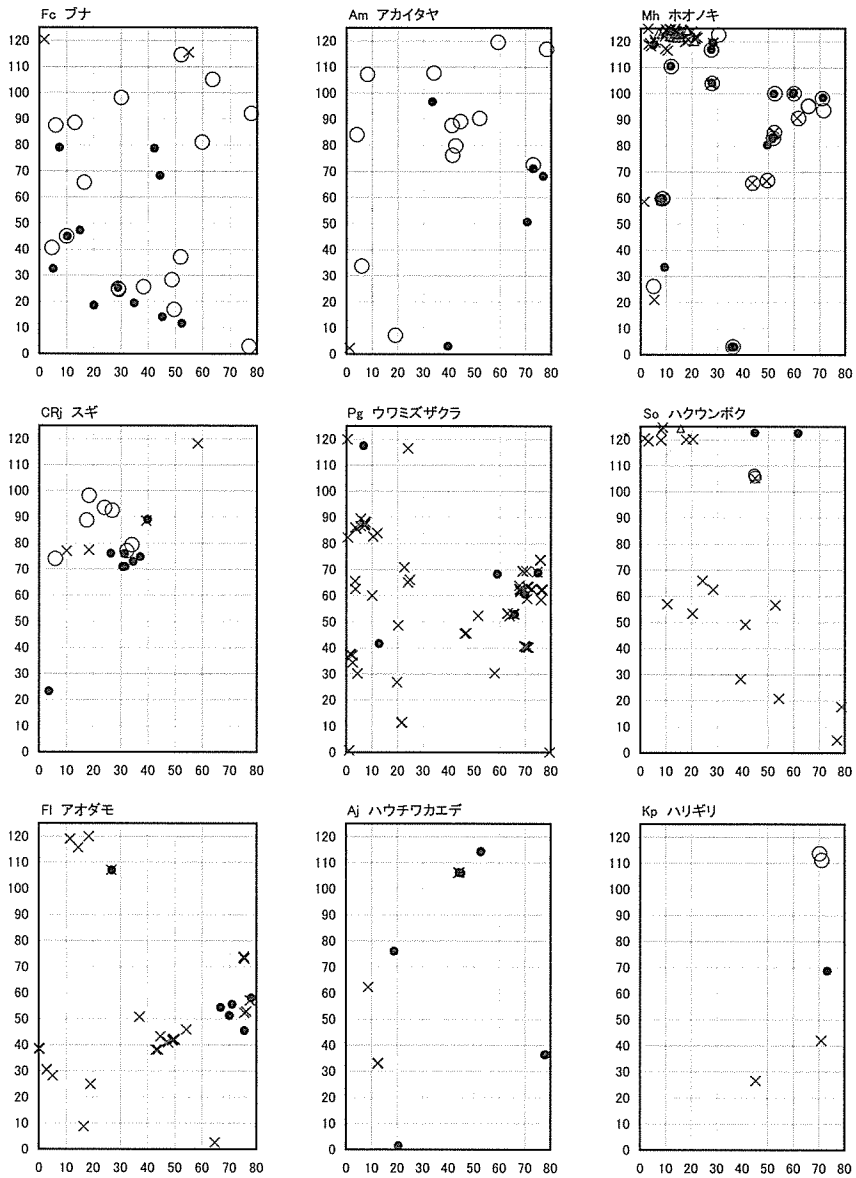


図-2 続き

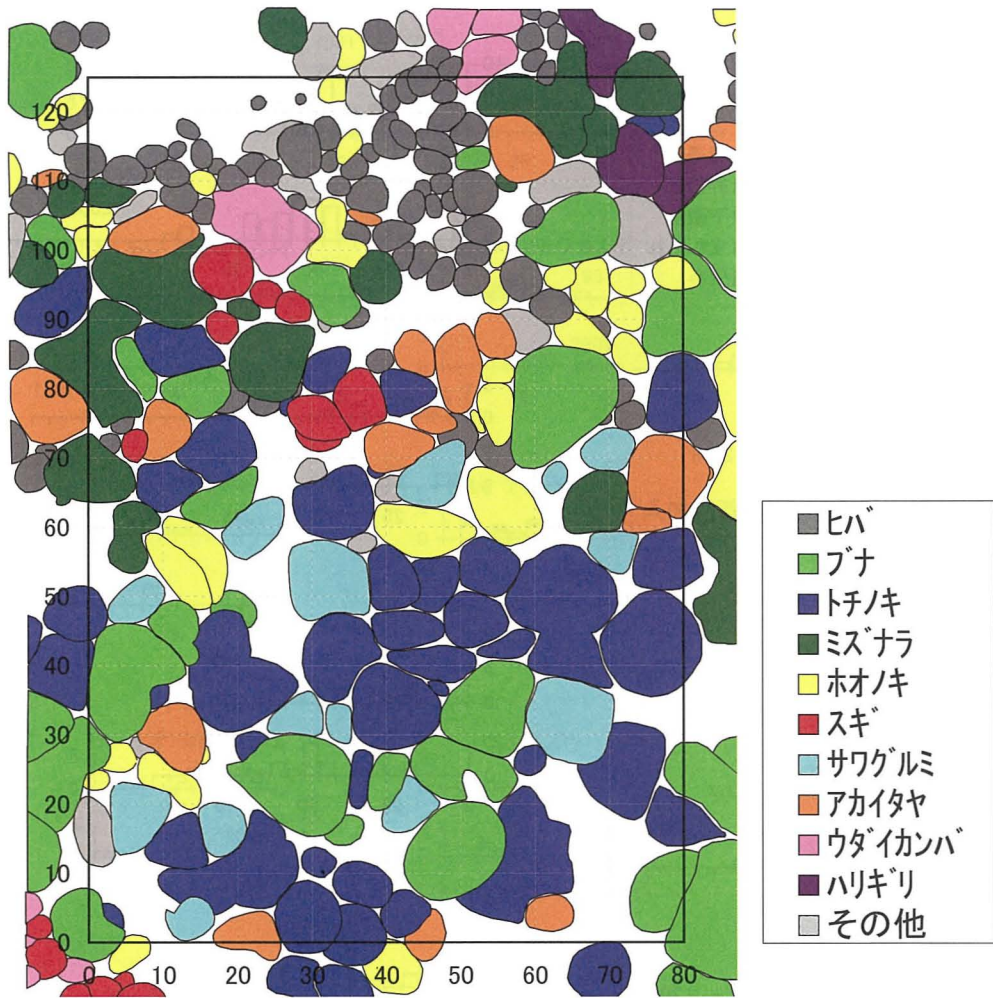
にピークがみられた。

## 2. 森林動態

### (1) 林分全体の動態

17年間の林分全体の幹本数と胸高断面積の推移を図-5に示す。胸高直径5 cm以上の本数

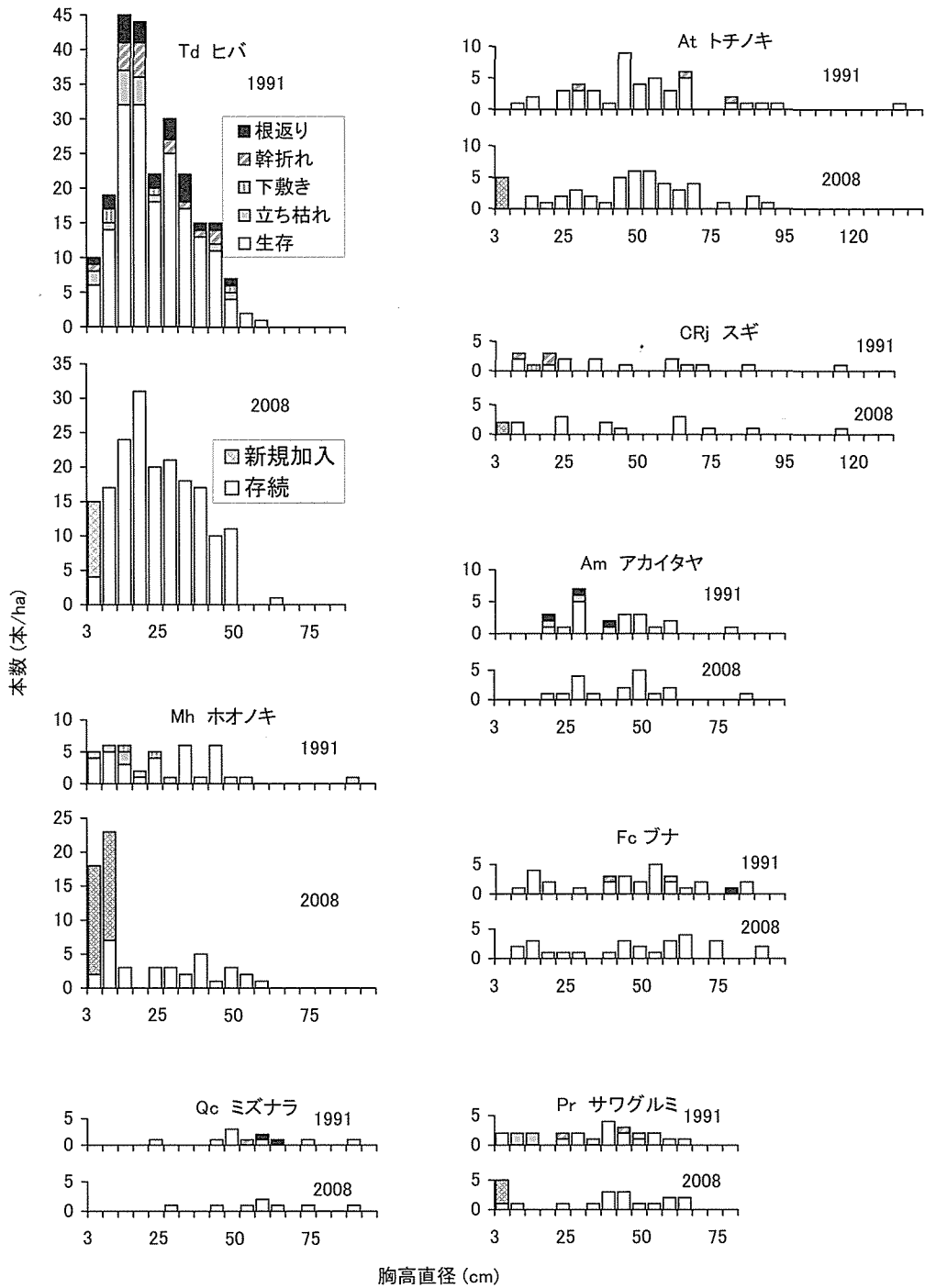




図一 3 樹冠投影図 (2008)

は、1991年の台風被害により38本/haが減少し、その後も一貫して減少を続け、2008年までの17年間に84本/ha、比率にして18%が減少した。しかしながら、胸高直径3 cm以上の本数では1998年に底を打った後に増加に転じ、2003～2008年は横ばいとなった。胸高断面積は1991年の台風被害により1.99m<sup>2</sup>/ha減少した。その後は増加して2003年までに減少分の約半分を回復したが、2003～2008年にはわずかに減少した。

モニ1000プロット全体の期間別の動態パラメータを表一 2 に示す。胸高直径5 cm以上についてみると、1991～1998年には台風による風倒被害があったために死亡率とBA減少率が非常に高かったが、台風被害による死亡を除くとそれらの値は次の期間(1998～2003)と同等の比較的低い値であった。2003～2008年は再び死亡率とBA減少率が比較的高い値を示した。加入



図一 4 各樹種の胸高直径階分布  
上段：1991 下段：2008

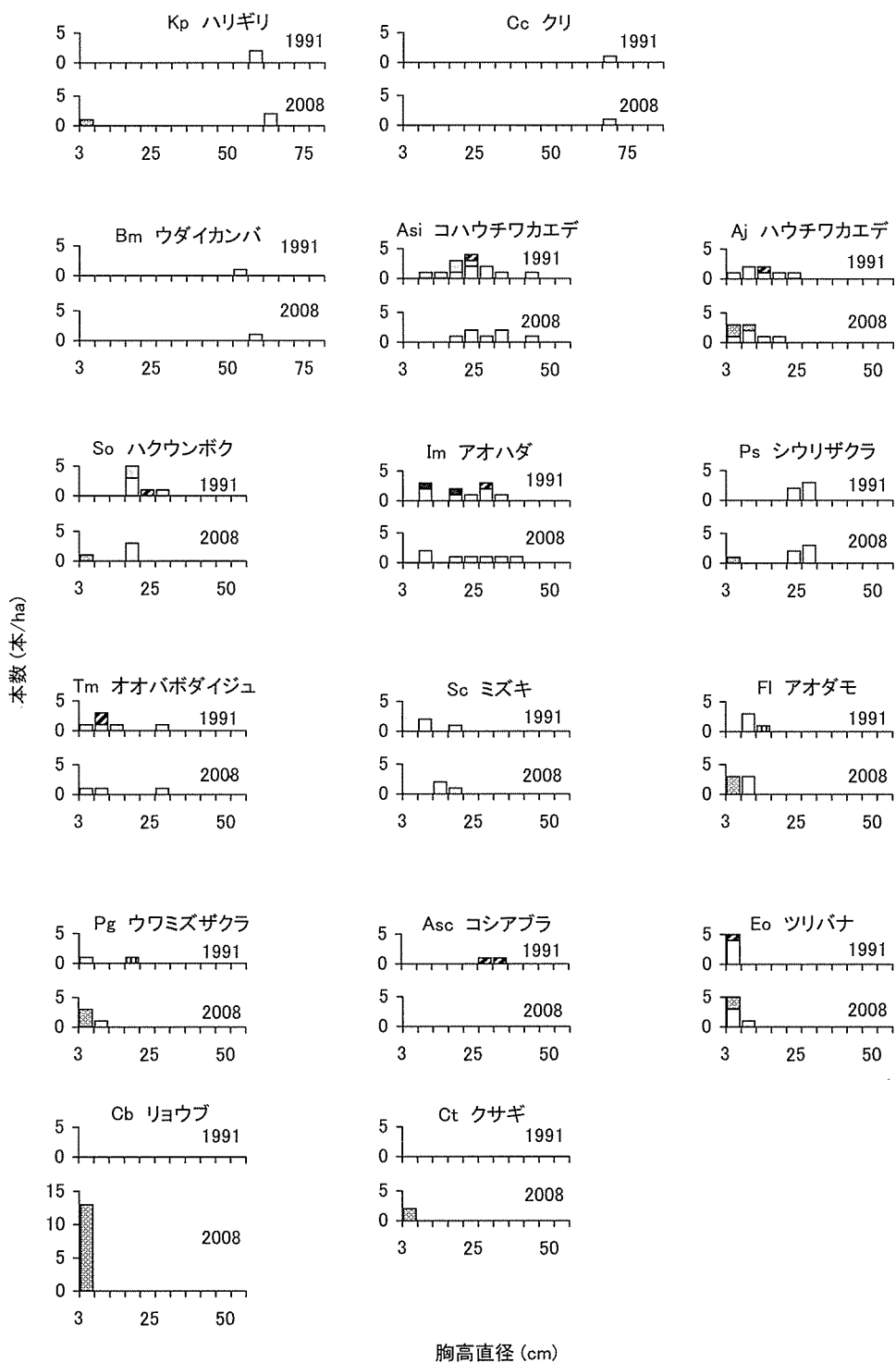
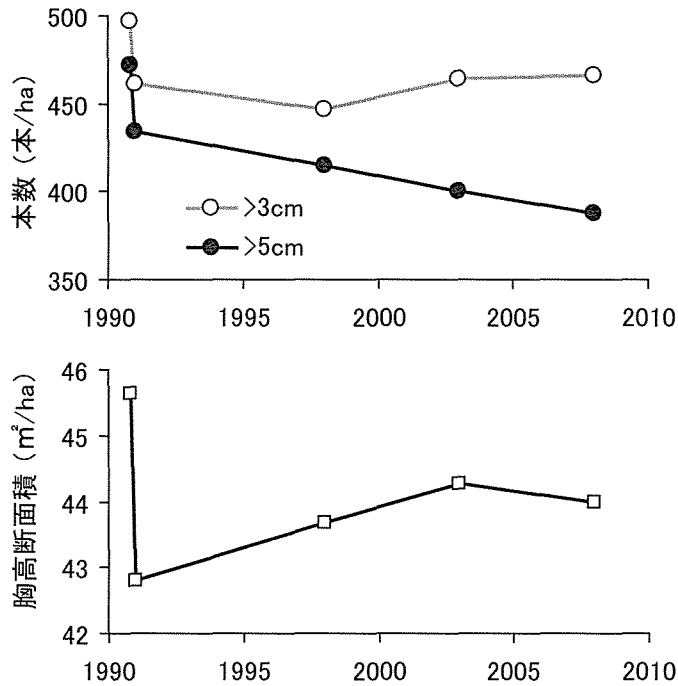


図-4 続き



図一五 モニ1000プロット全体における幹本数および胸高断面面積の推移

表一 二 モニ1000プロット全体の期間別の動態パラメータ

DBH > 5 cm								
期間	死亡率 $m$		加入率 $r$		1) $m > r$	回転時間 (年)	BA減少率 (%/y)	BA増加率 (%/y)
	(%/y)	95%信頼区間	(%/y)	95%信頼区間				
1991台風前~1998	2.12	(1.61-2.64)	0.28	(0.09-0.47)	$m > r$	84	1.45	0.79
1991台風後~1998	0.92	(0.58-1.27)	0.28	(0.09-0.47)	$m > r$	167	0.50	0.79
1998~2003	0.84	(0.44-1.24)	0.10	(0.00-0.24)	$m > r$	213	0.36	0.65
2003~2008	1.51	(0.96-2.06)	0.90	(0.47-1.33)	ns	83	0.98	0.85
1991台風前~2008	1.58	(1.29-1.88)	0.42	(0.27-0.59)	$m > r$	100	1.02	0.80

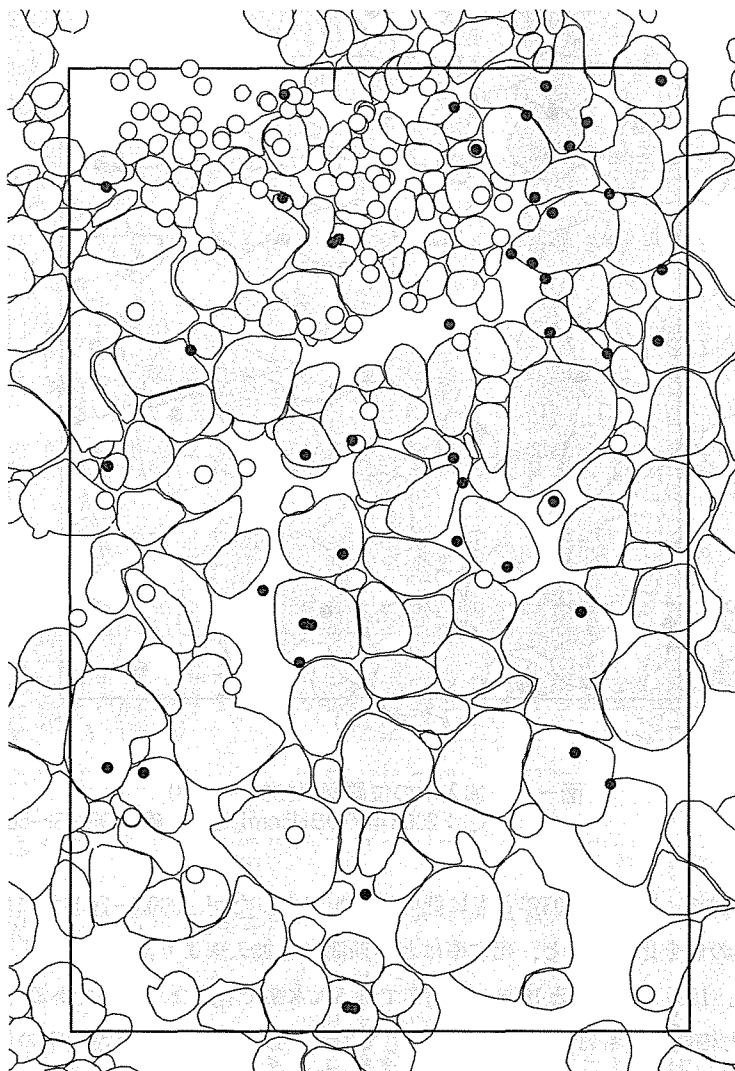
  

DBH > 3 cm								
期間	死亡率 $m$		加入率 $r$		1) $m > r$	回転時間 (年)	BA減少率 (%/y)	BA増加率 (%/y)
	(%/y)	95%信頼区間	(%/y)	95%信頼区間				
1991台風前~1998	2.10	(1.61-2.61)	0.49	(0.24-0.74)	$m > r$	77	1.46	0.82
1991台風後~1998	0.90	(0.57-1.23)	0.49	(0.24-0.73)	ns	145	0.51	0.79
1998~2003	0.78	(0.41-1.15)	1.48	(0.98-1.99)	ns	89	0.36	0.63
2003~2008	1.57	(1.06-2.10)	1.78	(1.24-2.34)	ns	60	0.98	0.85
1991台風前~2008	1.63	(1.34-1.92)	1.23	(0.98-1.50)	ns	70	1.02	0.80

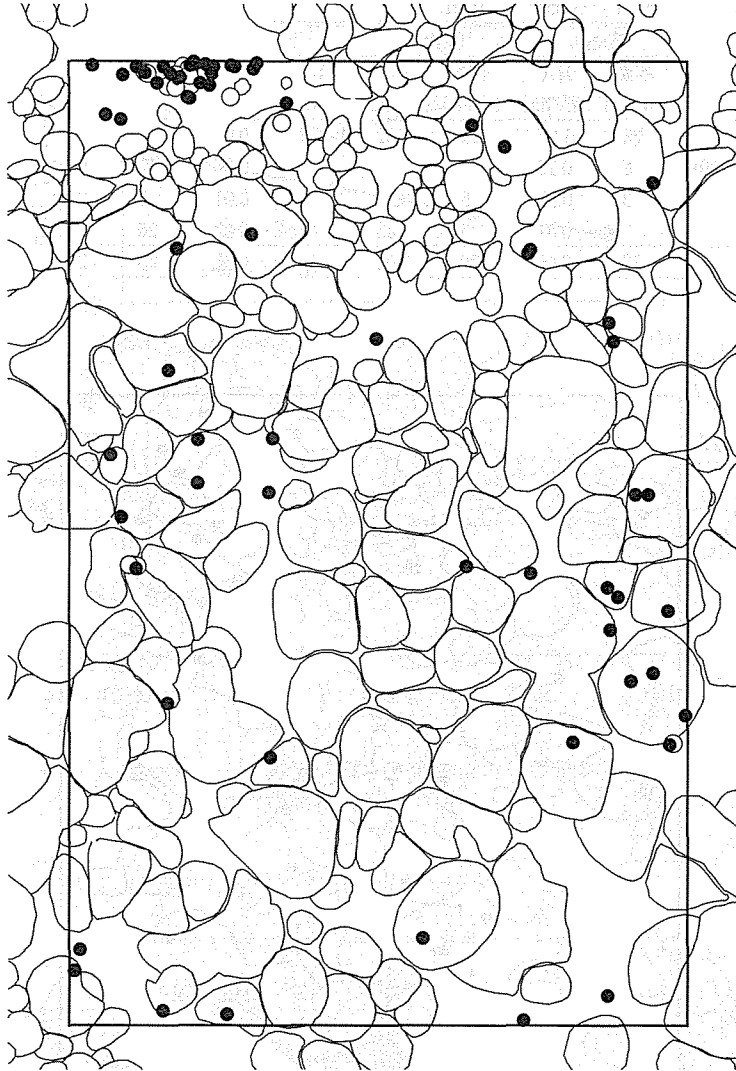
1) 死亡率 $m$ と加入率 $r$ の大小関係( $p < 0.05$ ), ns:  $p > 0.05$

表一 3 死亡形態の内訳 (DBH > 3cm)

期間	根返り		幹折れ		下敷き		立ち枯れ		計	
	本数 (本/h)	BA (m <sup>2</sup> /ha)	本数 (本/h)	BA (m <sup>2</sup> /ha)	本数 (本/h)	BA (m <sup>2</sup> /ha)	本数 (本/h)	BA (m <sup>2</sup> /ha)	本数 (本/h)	BA (m <sup>2</sup> /ha)
1991台風	25	1.97	13	0.92	2	0.05			40	2.94
1991台風後～1998	2	0.16	7	0.41	5	0.06	14	0.50	28	1.14
1998～2003	3	0.33	5	0.24	1	0.01	8	0.19	17	0.77
2003～2008	2	0.01	5	0.43	2	0.22	26	1.46	35	2.12
計	32	2.46	30	2.01	10	0.35	48	2.15	120	6.97



図一 6 死亡木の位置図 (1991～2008)  
 ○：根返り，幹折れ，下敷き ●：立ち枯れ  
 陰影部：2008年における林冠部



図一七 加入木の位置図 (1991~2008)

○ : 2008年のDBH5cm以上 ● : DBH3~5cm

率は1991~1998年, 1998~2003年ともに低いレベルであったが, 2003~2008年に増加した。死亡率と加入率の値を比較すると, 死亡率はどの期間でも加入率より高い値を示し, 95%信頼区間を比べると, 1991~1998年と1998~2003年では5%水準で有意なちがいでであると判断された。BA増加率はどの期間でもほぼ同等の値を示しており, BA減少率とBA増加率のいずれの値が高いのかはBA減少率の変動に応じて変化した。一方, 胸高直径3 cm以上についてみると, 加入率の値は5 cm以上の場合と大きく異なり, 時間の経過とともに増加した。死亡率の値と比較すると, 1998年までは死亡率のほうが高い値であったが, 1998年以降は5%水準では有意で

表一4 各樹種の動態パラメータ (1991台風前～2008, DBH>3cm)

樹種	期首本数		死亡本数		加入本数	BA91 (m <sup>2</sup> /ha)	BA08 (m <sup>2</sup> /ha)	枯死分 (m <sup>2</sup> /ha)	死亡率 <i>m</i> (%/y)	加入率 <i>r</i>		2)	回転時間 (年)	BA 減少率 (%/y)	BA 増加率 (%/y)
	N0 (本/ha)	Nd (本/ha)	Nr	Nr						1)	加入率 (%/y)				
Td	232	61	13	11.77	10.10	3.09	1.79	(1.36-2.26)	ns	0.43	(0.20-0.67)	<i>m</i> > <i>r</i>	90	1.79	0.88
At	47	2	5	10.68	11.53	0.39	0.26	(0-0.62)	---	0.62	(0.10-1.19)	ns	228	0.22	0.67
Mh	40	9	32	2.78	2.47	0.70	1.50	(0.59-2.57)	ns	4.17	(2.85-5.87)	<i>m</i> > <i>r</i>	35	1.70	1.00
Fc	30	3	3	5.68	5.72	0.84	0.62	(0-1.37)	-	0.00	(0-0)	ns	323	0.94	0.97
Pr	24	9	5	2.52	2.47	0.48	2.76	(1.18-4.95)	ns	1.69	(0.37-3.41)	ns	45	1.25	1.12
Am	23	5	5	2.93	2.88	0.27	1.44	(0.29-2.87)	ns	0.00	(0-0)	<i>m</i> > <i>r</i>	139	0.56	0.48
CRj	18	4	2	3.20	3.51	0.06	1.48	(0.18-3.15)	ns	0.79	(0.0-1.99)	ns	88	0.12	0.65
Asi	13	6	2	0.54	0.44	0.13	3.64	(1.24-7.76)	ns	0.00	(0-0)	<i>m</i> > <i>r</i>	55	1.61	0.40
Qc	11	3	3	2.71	2.27	0.80	1.87	(0.06-4.52)	ns	0.00	(0-0)	<i>m</i> > <i>r</i>	107	2.06	1.02
Im	10	3	3	0.38	0.31	0.09	2.10	(0.09-5.16)	ns	0.00	(0-0)	<i>m</i> > <i>r</i>	95	1.50	0.36
So	7	4	1	0.21	0.08	0.13	4.98	(1.35-16.36)	ns	1.69	(0-6.60)	ns	30	5.95	0.44
Aj	7	2	3	0.10	0.06	0.05	1.98	(0-5.70)	ns	2.76	(0.24-7.29)	ns	42	3.89	1.03
Tm	6	3	3	0.08	0.07	0.02	4.08	(0.62-13.55)	ns	0.00	(0-0)	<i>m</i> > <i>r</i>	49	1.93	1.26
Eo	5	1	2	0.00	0.01	0.00	1.31	(0-4.71)	ns	2.39	(0.24-7.29)	ns	54	1.05	4.95
Ps	5	1	1	0.25	0.26	0.00	0.00	(0-0)	ns	1.07	(0-3.68)	ns	186	0.00	0.27
Fl	4	1	3	0.02	0.02	0.00	1.69	(0-6.60)	ns	4.08	(0.62-13.55)	ns	35	0.00	-1.49
Sc	3	2	3	0.03	0.05	0.00	0.00	(0-0)	ns	0.00	(0-0)	ns	84	0.00	2.84
Asc	2	2	2	0.15	0.00	0.15	-	-	ns	-	-	-	-	-	-
Pg	2	1	3	0.02	0.01	0.02	4.08	(0-0)	ns	8.15	(0-11.86)	ns	84	16.08	7.53
Kp	2	1	1	0.53	0.61	0.00	0.00	(0-0)	ns	2.39	(0-11.86)	ns	84	0.00	0.78
CEj	1	1	1	0.03	0.00	0.03	-	-	ns	-	-	-	-	-	-
Cs	1	1	1	0.45	0.47	0.00	0.00	(0-0)	ns	0.00	(0-0)	ns	-	0.00	0.26
Cc	1	1	1	0.37	0.38	0.00	0.00	(0-0)	ns	0.00	(0-0)	ns	-	0.00	0.04
Bm	1	1	1	0.20	0.26	0.00	0.00	(0-0)	ns	0.00	(0-0)	ns	-	0.00	1.51
Hp	1	1	2	0.01	0.01	0.00	0.00	(0-0)	ns	6.46	(0-0)	ns	-	0.00	1.60
Ct	2	2	2	0.00	0.00	0.00	-	-	ns	-	-	-	-	-	-
Cb	13	13	13	0.01	0.01	0.01	-	-	ns	-	-	-	-	-	-
計	496	120	88	45.65	44.00	7.23	1.63	(1.34-1.93)	ns	1.24	(0.98-1.50)	ns	70	1.0	0.80

1) モニ1000プロット全体の死亡率とのちがいが(二項検定), ---: p<0.001, -: p<0.05, ns: p>0.05

2) 死亡率*m*と加入率*r*の大小関係 (p<0.05), ns: p>0.05

ないものの加入率が死亡率を上回った。

枯死木の死亡形態別の幹数、胸高断面積の内訳を表-3に示す。台風、冠雪害などの攪乱による死亡（根返り、幹折れ、下敷き）が幹数で60%、胸高断面積で69%を占め、そのうち根返りが最も多かった。枯死木の位置図を図-6に示す。攪乱による枯死木（根返り、幹折れ、下敷き）の近辺には林冠ギャップが形成されていた。立ち枯れの分布はギャップ周辺のみではなく林冠下にもみられた。

新規加入木の位置図を図-7に示す。ギャップ内～周辺に新規加入木が集中する傾向がみられた。とくに図の左上尾根部の1991年台風によるギャップでは多くの新規加入木がみられ、胸高直径5cmを超えたものはここに限られていた。

## (2) 各樹種の動態パラメータ

図-4には、観測期間（1991～2008）における各樹種の死亡と新規加入も示されている。出現樹種は胸高直径5cm以上では変化がなかったが、3cm以上ではコシアブラとカツラが消滅し、リョウブとクサギが加入した。多くの樹種ではこの17年の間に直径階分布の分布型に大きなちがいは生じなかったが、ホオノキでは新規加入が多いのが目立ち、5～10cmにピークをもつ分布型へと大きく変化した。

各樹種の17年間の動態パラメータ（DBH>3cm）を表-4に示す。死亡率は樹種により0～5%/年の値を示した。林分全体の値（1.63%/年）と比較した二項検定の結果、トチノキとブナは林分全体と比べて有意に死亡率が低いと判定されたが、それ以外の樹種では有意なちがいはなかった。加入率は、樹種により0～8%/年の値を示した。リョウブは期首に1本もなかったため加入率を算出することはできなかったが、多くの新規加入木が出現した。死亡率と加入率の値を95%信頼区間で比較すると、ホオノキでは加入率が、ヒバ、アカイタヤ、ミズナラ、コハウチワカエデ、アオハダ、オオバボダイジュでは死亡率のほうが5%水準で有意に高かった。

## V. 考 察

### 1. 大滝沢試験地全体とモニ1000プロットとの林相・動態のちがい

モニ1000プロットにおける林分構成値や動態パラメータは8.9haの山地小流域からなる大滝沢試験地全体の値と若干異なっている。大滝沢試験地全体における1991年台風前の胸高直径5cm以上の本数と胸高断面積はそれぞれ667本/ha、47.35m<sup>2</sup>/haであり（本間ら、2005）、モニ1000プロットにおける値（それぞれ496本/ha、45.65m<sup>2</sup>/ha、図-5）は試験地全体と比較して胸高断面積は同等であるものの幹本数は少ないことを示している。1haというサンプリング面積は、稜線部から沢までを含むように設定する場合でも、約9haの山地小流域全体の林相を代表するのには十分ではないことが示唆される。また、1991年台風による本数および胸高断



面積の減少は、試験地全体ではそれぞれ24本/ha, 1.55m<sup>2</sup>/haであった(本間ら, 2005)が, モニ1000プロットではそれぞれ38本/ha, 2.86m<sup>2</sup>/haと著しかった(図-5)。試験地全体では2003年には胸高断面積が1991年台風前のレベルまで回復していたが, モニ1000プロットでは台風による損失分の約半分しか回復していなかった(図-5)。このように, モニ1000プロットは試験地全体のなかでは1991年台風による被害が著しい部分に設定されていると判断される。

## 2. 台風によるギャップ形成とその後の新規加入

大滝沢試験地では, 設定直後の1991年に台風が到来した際に, 大径木が根返りや幹折れを起こして倒れ, 周辺の樹木を巻き添え(下敷き)にしながらか林冠ギャップを多数形成した(図-3, 6)。ギャップ形成による光環境の改善により, 風倒前から存在した前生稚樹やその後に定着した後生稚樹の成長が促進され, また落葉層の攪乱や地温の上昇などにより種子休眠性をもつ樹種の埋土種子の発芽が促進される(Seiwa et al., 2009)。台風攪乱後ギャップおよびその周辺では多数の新規加入木がみられ, とくに稜線部のギャップに集中しているのが目立った(図-7)。しかしながらこれらの後継樹のうち胸高直径5cmに到達しているものはギャップ形成から17年を経過した2008年でもまだ少なく, 5cm以上の本数は一貫して減少傾向を示し(図-5), 加入率は一貫して死亡率を下回っており(表-2), その推移をみる限りでは新規加入の増加は明瞭には顕れていなかった。ただ, ギャップ形成12~17年後の5cm以上の加入率はそれ以前の期間の値よりも高いレベルにあり, 最近になって5cmを超える新規加入がみられるようになってきたことが窺える。一方, 胸高直径3cmについてみると, 加入率は1998年以降著しく増加して死亡率を上回り(表-2), 3cm以上の本数は1998年以降増加ないし横ばいに転じた(図-5)。以上のように, 解析対象の下限サイズを胸高直径5cmとした場合にはギャップ形成17年後の時点でも新規加入木の増加を明瞭に把握することはできなかったが, 3cmとした場合には7~12年後にはその増加が検出され, 12~17年後には顕著な増加がみられた。本試験地では, 設定直後に台風による攪乱というイベントに恵まれたこともあり, 攪乱後17年間の森林動態観測によってその変化の過程を記録することができた。新規加入の増加傾向が今後どのように変わっていくのか, 動態観測をさらに継続したうえで検討する必要がある。調査林分は一斉林からモザイク林への移行段階にあると考えられており(杉田・下本, 1997), このような構造発達を伴う長期スケールの森林の変動についても十分な期間の動態観測を行ったうえで論議することが望まれる。

林冠ギャップにおける胸高以上の後継樹の樹種構成では, ホオノキ, リョウブがとくに優勢であり, ウダイカンバ, コハウチワカエデ, ハクウンボクなどもみられた(図-2)。一方, 林冠層の優占種であるトチノキ, ヒバ, ブナ, スギの後継樹はいずれもあまりみられなかった。林冠構成種とギャップにおける更新樹種が異なることは, 今後同様の傾向が続けば, 林冠ギャップ内には林冠部と異なる樹種構成のパッチが成立していく可能性を示唆している。今後の樹種

構成の変化を明らかにするためにも、動態観測を継続する必要がある。また、地形による動態プロセスのちがいを明らかにすることは山地小流域内の地形に対応した植生パターンの成立を理解する上で重要な知見を提供するものと期待される。

## 謝 辞

本研究を進めるにあたり、森林総合研究所の正木 隆博士、鈴木和次郎博士、星野大介博士には貴重なご助言をいただいた。新山 馨博士には草稿に対しご批判をいただいた。岩手大学農学部の故安藤 貴博士、國崎貴嗣博士には惜しみないご援助をいただいた。プロットの設置やデータ解析にあたっては、下本晴夫、成松眞樹、伊佐治久道、本間多恵子の各氏に深甚なるご尽力をいただいた。2008年の現地調査にあたっては、佐藤遼太、千葉里美、長尾雅代、林由布、渡邊るり子の各氏にご協力いただいた。2003年以前の現地調査についても、甲田朋子、新国ふみえ、佐藤哲郎、坂牧はるか、坂本芳弘、鈴木理恵、藤原加奈、山口健太、川俣文人、斎藤正恵、鞍懸重一、小林浩之、佐藤 崇、中根阿沙子、工藤琢磨、米田忠徳、岩崎 正、大崎勝弘、坂口 修、斎藤智之、高橋和規、石井謙次、長池卓男、菊地美和、藤原直子、富永由香、板垣池代子、蓬田英俊、星崎和彦、石井孝和、串田麿々名、奥脇 敬、北川道隆、中野政嗣など、多くの方々にご協力いただいた。岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター、御明神演習林の各位には調査に対し便宜をはかっていただいた。以上の方々には深く感謝する。

## 文 献

Homma,K., Akashi,N., Abe,T., Hasegawa,M., Harada,K., Hirabuki,Y., Irie,K., Kaji,M., Miguchi,H., Mizoguchi,N., Mizunaga,H., Nakashizuka,T., Natsume,S., Niiyama,K., Ohkubo,T., Sawada,S., Sugita,H., Takatsuki,S., Yamanaka,N.(1999) Geographical variation in the early regeneration process of Siebold's Beech(*Fagus crenata* Blume) in Japan. *Plant Ecology* 140:129-138.

本間多恵子・杉田久志・國崎貴嗣・下本晴夫(2005) 岩手大学御明神演習林大滝沢試験地における12年間の森林動態. 岩大演報 36:75-90.

伊佐治久道・杉田久志(1997) 小動物による重力落下後のトチノキ種子の運搬. 日生態誌 47:121-129.

石原正恵・石田 健・井田秀行・伊東 明・榎木 勉・大久保達弘・金子隆之・金子信博・倉本恵生・酒井 武・齋藤 哲・崎尾 均・壽元道徳・芝野博文・杉田久志・鈴木三男・高木正博・高嶋敦史・武生雅明・田代直明・田中信行・徳地直子・並川寛司・新山 馨・

西村尚之・野口麻穂子・野宮治人・日浦 勉・藤原章雄・星野大介・本間航介・蒔田明史・正木 隆・吉岡崇仁・吉田俊也 (2010) モニタリングサイト1000 森林・草原調査コアサイト・準コアサイトの毎木調査データの概要. 日生態会誌 60 : 111-123.

石原正恵・豊田 鮎・中村誠宏 (2007) モニタリングサイト1000 (森林調査). 日生態会誌 57 : 438-442.

Masaki, T., Tanaka, H., Tanouchi, H., Sakai, T. and Nakashizuka, T. (1999) Structure, dynamics and disturbance regime of temperate broad-leaved forests in Japan. *J. Veg. Sci.* 10 : 805-814.

中静 透 (1991) 森林動態の大面積長期継続研究について. 日生態会誌 41 : 45-53.

Pickett, S.T.A. and White, P.S. eds. (1985) *Natural disturbance and patch dynamics*. 472pp. Academic Press, New York.

Seiwa K, Ando M, Imaji A, Tomita M and Kanou K (2009) Spatio-temporal variation of environmental signals inducing seed germination in temperate conifer plantations and natural hardwood forests in northern Japan. *Forest Ecology and Management* 257 : 361-369.

下本晴夫・杉田久志 (1993) 山地小流域における森林の空間分布構造に関する予察的研究. 岩大演報 24 : 17-34.

杉田久志 (2005) 岩手大学御明神演習林大滝沢試験地におけるブナの種子落下, 実生発生および消失の11年間の年変動. 東北森林科学会誌.

杉田久志・成松眞樹・藤村利子・赤沢今朝夫・四ッ家繁雄・水口慶栄・赤沢時男・高橋良一・一本木孝志・堂屋和幸・高橋健保・下川原秀昭・千葉八郎 (2000) 岩手大学御明神演習林大滝沢試験地における樹木種子落下量の年変動 (予報) - 1993~1996年における変動 -. 岩大演報 31 : 133-148.

杉田久志・下本晴夫 (1997) 岩手大学御明神演習林大滝沢試験地における攪乱履歴の推定 - 風倒木の年輪解析と空中写真判読に基づいて -. 岩大演報 28 : 1-11.

杉田久志・下本晴夫・成松眞樹 (1995) 岩手大学御明神演習林大滝沢試験地における樹種の空間分布とサイズ構成. 岩大演報 26 : 115-130.

杉田久志・下本晴夫・成松眞樹・伊佐治久道 (1996) 岩手大学御明神演習林大滝沢試験地北谷の樹木位置図. 岩大演報 27 : 77-86.

多田元彦 (1976) 岩手大学農学部附属御明神演習林の地形と地質について. 岩大演報 7 : 1-14.

Takyu M, Kubota Y, Aiba S, Seino T and Nishimura T (2005) Pattern of changes in species diversity, structure and dynamics of forest ecosystems along latitudinal gradients in East Asia. *Ecol. Res.* 20 : 287-296.