

## 秩父地方山地帯天然林の更新に関する基礎的研究 III

—約 145 年前に生じた人為的攪乱がヒノキ林の  
更新に与えた影響—

澤田 晴雄\*・梶 幹男\*\*・五十嵐勇治\*\*・大村 和也\*\*

### Study on the Regeneration Dynamics of Natural Forests in the Chichibu Mountains, Central Japan III

—An artificial disturbance occurred ca. 145 years ago and its effect  
on the regeneration process of natural Hinoki  
(*Chamaecyparis obtusa*) stands—

Haruo SAWADA\*, Mikio KAJI\*\*, Yuji IGARASHI\*\*  
and Kazuya OMURA\*\*

#### I. はじめに

安定した森林において何らかの原因で林冠が攪乱されギャップを生じた場合、それを契機に更新が再び活発となりギャップを修復する。これは一般にギャップ更新と呼ばれ森林の維持に大きな役割を果たしている (RUNKLE, 1981; WHITMORE, 1984)。ギャップはそこが更新の場となること (住田, 1939; 鈴木, 1980; 高村, 1982; KANZAKI, 1984; NAKASHIZUKA, 1987; YAMAMOTO, 1989, 1993) 以外にも、形成されたギャップの面積 (前田・宮川, 1966; 菊沢, 1986) やギャップ下に残された個体の樹種およびそのサイズなど (鈴木, 1981; 荒上, 1987; 沢田・梶, 1992; 木佐貫ら, 1992) によって、その後に更新する林分の構造に大きな影響を与える。

秩父山地の北東部の埼玉県側では、標高 520~1,940 m の尾根筋の北~東向き斜面を中心に天然生ヒノキ林が分布している (村上・宮脇, 1990)。同山地の天然生ヒノキ林に関する研究は、これまで組成・構造・分布などについて行われてきたが (山田, 1930; 前田, 1951; 前田・吉岡, 1952; 上原, 1969; 永戸・永野, 1971; 村上・宮脇, 1990)、その更新様式や林冠層の攪乱が与える影響について扱ったものはない。そこで筆者らは秩父山地の林床に腐朽した根株が多く残る天然生ヒノキ林において、ギャップの発生年代、原因、範囲、その後の更新過程などを解明することを目的として、林分構造および林冠部を構成する個体の樹齢、成長経過などについて調査を実施し、得られた結果に若干の考察を加えたので報告する。

---

\* 東京大学農学部附属北海道演習林

The University Forest in Hokkaido, Faculty of Agriculture, University of Tokyo.

\*\* 東京大学農学部附属秩父演習林

The University Forest at Chichibu, Faculty of Agriculture, University of Tokyo.

## II. 調査地の概況

## 1. 位置

調査は埼玉県西部大滝村に位置する東京大学秩父演習林内の標高 1,420 m と 1,460 m の隣接する 2 カ所 (北緯  $35^{\circ}55'10''$ , 東経  $138^{\circ}47'45''$ ) に調査区を設置して行った。調査区の名称は標高の低い順に A 区, B 区とした (図-1)。A 区は尾根の先端部にあり傾斜が  $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$  で、 $45^{\circ}$  以上の斜面が多く, B 区は尾根の肩部にあり傾斜が  $20^{\circ}\sim 55^{\circ}$  で、 $45^{\circ}$  以下の斜面が多い。

調査区のあるヒダナ沢流域は、概ね北向きの急傾斜地で、中腹以上の尾根部を除いて小沢と小尾根が交錯した複雑な地形をなしている (図-1)。地質は秩父中生層で、基岩は粘板岩・黒色千枚岩からなる。植生は沢筋でシオジ、サワグルミ、中腹でブナ、イヌブナ等の広葉樹が優占する林分が分布している。尾根筋や 1,600 m 以上の標高域ではツガ、コメツガ、ヒノキ、ネズコ、ウラジロモミ、シラベ等の針葉樹が優占する林分が分布し、ヒノキの分布は林分としては標高 1,720 m 付近まで細い尾根に沿って分布し、その面積の合計は約 8 ha であった (図-1)。また単木としては 1,800 m 付近まで分布がみられた。

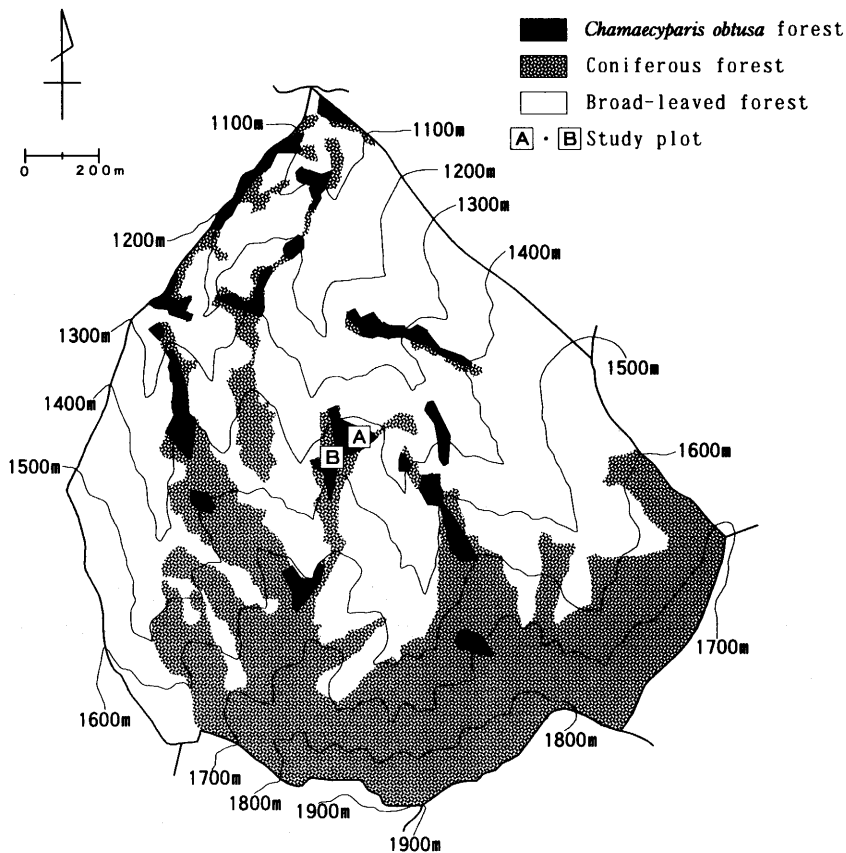


図-1 調査区的位置.

Fig. 1. Study plot.



## 2. 気候

栃本観測所（標高 770 m）の気温と降水量および突出峠（標高 1,650 m）の気温を表-1 示す。前者の年平均気温は 11.0°C，年間降水量は 1,384.0 mm，後者の平均気温は 6.3°C であった。

調査区付近では気温の観測を行っていないので上の二つの観測点の月別平均気温から各月の気温通減率を計算し，各調査区の月別平均気温と温量指数を求めた（表-1）。ただし，A 区と B 区は距離も標高も近いので，今回は標高 1,450 m の気温を A・B 両区の値として代表させた。その結果，A・B 両区の年平均気温は 7.3°C，暖かさの指数は 55.3，寒さの指数は -27.1 で，温量的には山地帯上部に位置していることが分かる。

## III. 調査方法

### 1. 林分構造の調査

調査は 1989 年 9 月に両地点に 50×50 m の方形区を設置して，調査区内に出現した胸高直径（地上 1.3 m 部）が 4 cm 以上の全個体について樹種を記録し，胸高直径と樹高を測定した。また，直径 4 cm 以上の個体の立木位置図を作成した。

### 2. 枯死木の調査

枯死木は，根倒木，幹折木，立枯木，根株の 4 形態に分類して調査した。根倒木，幹折木，立枯木については，根際から長さ 1.3 m の幹の直径が 10 cm 以上の個体を調査対象とし，樹種，直径，枯死形態を記録し，同時に位置図を作成した。枯死木の樹種は材の組織，腐朽状態および樹幹に残っている樹皮によって樹種の判定を行った。直径は樹皮の有無や腐朽の状態に関係なく根際から長さ 1.3 m の部分を測定した。

根株については高さが 50 cm 以下で周辺にその幹が無いものを根株と定義し，そのうち地際部の直径が 10 cm 以上のもを調査対象として樹種，直径（地際部），位置を調査した。

### 3. 胸高部の年輪数および成長経過の調査

両調査区の林冠構成木（樹高 12 m 以上）のうち，ヒノキとツガを中心に，任意に選んだ個体（A 区が 59 本，B 区が 54 本）から成長錐を用いて山側一方向から胸高部（地上 1.3 m）のコア試料を 1989 年 9 月～1992 年 8 月に採取した。

コアの採取に際して，幹の芯に当たる確率は高くない。したがって幹の芯に当たらなかった場合，採取したコア試料の芯に近い年輪の曲率をもとに描いた円の中心を幹の芯とした（以下，芯とする）。芯から 4.0 cm 以内の年輪を採取できたコア試料については，コア試料の年輪数と，芯から各年輪までの距離をデジタイザーにより測定し成長曲線を作成した。ただし，芯を採取できなかったコア試料の欠損部の年輪数は，欠けている部分の幅に達するまでの年数を，測定可能な最も古い 10 年間の平均直径成長量により計算して年輪数を推定した。

コア試料は 1989～1992 年に採取したが，年輪幅の測定は 1989 年の年輪から 5 年毎に行い，芯と各年輪との距離を測定した。また各個体の胸高部の成長曲線は，採取したコア試料の芯から 1989 年の年輪までの距離と 1989 年の胸高直径との比により修正して作成した。

なお本文中では，1989 年を“現在”，1989 年の時点での胸高部の年輪数を“樹齡”，現在を原点とする年数を“何年前”，とした。

## IV. 調査結果

## 1. 林分構造

## 1-1. 樹種構成および階層構造

出現した樹種数は A 区が 23 種 (表-2), B 区が 19 種 (表-3) で, そのうち 15 種が共通している。また, それらはヒロハツリバナ, サラサドウダン, オオカメノキを除き, 主に山地帯域に分布する樹種であった (前田, 1952)。優占樹種は BA 割合でヒノキが A 区の 43.3%, B 区の 41.3% を, ツガが A 区の 27.2%, B 区の 35.0% を占め, 両調査区ともにヒノキとツガが優占していた。本数密度は A 区が 1,648 本/ha, B 区が 1,040 本/ha で, A 区が B 区の約 1.6 倍多かった。断面積合計は A 区が 55.3 m<sup>2</sup>/ha, B 区が 62.3 m<sup>2</sup>/ha で, B 区が A 区の約 1.13 倍大きかった。

A 区の樹高階分布は 4~8 m の階層にピークがあり (表-4), 12 m 以上の階層 (以下, 林冠層とする) での本数割合はヒノキが 49.2%, ツガが 18.9%, ミズメが 9.1% であった。12 m 以下の階

表-2 A 区の樹種構成  
Table 2. Species composition in plot A

Species	N	N/ha	N%	D <sub>max</sub> (cm)	H <sub>max</sub> (m)	BA (m <sup>2</sup> )	BA/ha (m <sup>2</sup> )	BA%
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	109	436	26.5	69.00	24	5.9799	23.9195	43.3
<i>Tsuga sieboldii</i>	34	136	8.2	67.50	27	3.7556	15.0223	27.2
<i>Clethra barbinervis</i>	102	408	24.8	18.05	10	0.6902	2.7607	5.0
<i>Betula grossa</i>	14	56	3.4	52.50	20	0.6879	2.7516	5.0
<i>Trochodendron aralioides</i>	25	100	6.1	32.00	14	0.5854	2.3414	4.2
<i>Ilex macropoda</i>	24	96	5.8	27.85	15	0.5035	2.0142	3.6
<i>Thuja standishii</i>	7	28	1.7	44.60	18	0.4393	1.7572	3.2
<i>Acer micranthum</i>	27	108	6.6	26.45	12	0.3401	1.3602	2.5
<i>Pieris japonica</i>	26	104	6.3	15.75	7	0.1775	0.7098	1.3
<i>Evodiopanax innovans</i>	4	16	1.0	30.55	18	0.1759	0.7036	1.3
<i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	3	12	0.7	38.70	13	0.1334	0.5335	1.0
<i>Magnolia obovata</i>	1	4	0.2	34.95	14	0.0959	0.3837	0.7
<i>Sorbus commixta</i>	2	8	0.5	17.85	14	0.0479	0.1914	0.3
<i>Fraxinus lanuginosa</i>	2	8	0.5	17.85	14	0.0465	0.1861	0.3
<i>Rhododendron dilatatum</i>	13	52	3.2	7.80	6	0.0283	0.1130	0.2
<i>Acer nipponicum</i>	2	8	0.5	15.15	15	0.0268	0.1071	0.2
<i>Fagus crenata</i>	1	4	0.2	17.05	18	0.0228	0.0913	0.2
<i>Enkianthus campanulatus</i>	1	4	0.2	16.20	6	0.0206	0.0824	0.1
<i>Viburnum furcatum</i>	3	12	0.7	13.65	7	0.0203	0.0811	0.1
<i>Pterostyrax hispida</i>	1	4	0.2	14.00	11	0.0154	0.0616	0.1
<i>Enkianthus cernuus</i> var. <i>matsudae</i>	6	24	1.5	6.95	4	0.0123	0.0490	0.1
<i>Rhododendron metternichii</i> subsp. <i>pentamerum</i>	4	16	1.0	4.85	2	0.0067	0.0268	0.1
<i>Lyonia ovalifolia</i>	1	4	0.2	6.20	3	0.0030	0.0121	+
Total	412	1648	100.0	69.00	27	13.8149	55.2596	100.0

N.B. Number of stems per 2,500 m<sup>2</sup> (N) and 1.0 ha (N/ha), relative number (N%), maximum diameter (D<sub>max</sub>), maximum height (H<sub>max</sub>), basal area per 2,500 m<sup>2</sup> (BA) and 1.0 ha (BA/ha) and relative dominance (BA%).

表-3 B区の樹種構成

Table 3. Species composition in plot B

Species	N	N/ha	N%	$D_{max}$ (cm)	$H_{max}$ (m)	BA ( $m^2$ )	BA/ha ( $m^2$ )	BA%
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	114	456	43.8	60.50	26	6.4320	25.7279	41.3
<i>Tsuga sieboldii</i>	49	196	18.8	65.50	24	5.4454	21.7814	35.0
<i>Thuja standishii</i>	7	28	2.7	111.00	24	1.4498	5.7991	9.3
<i>Betula grossa</i>	13	52	5.0	39.10	22	0.7597	3.0389	4.9
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	1	4	0.4	63.50	18	0.3167	1.2668	2.0
<i>Clethra barbinervis</i>	30	120	11.4	28.40	11	0.2982	1.1929	1.9
<i>Ilex macropoda</i>	16	64	6.2	29.10	15	0.2683	1.0733	1.7
<i>Betula maximowicziana</i>	3	12	1.2	32.10	20	0.1541	0.6165	1.0
<i>Picea bicolor</i>	1	4	0.4	33.20	21	0.0866	0.3463	0.6
<i>Trochodendron aralioides</i>	4	16	1.5	25.20	9	0.0738	0.2951	0.5
<i>Stewartia pseudocamellia</i>	4	16	1.5	20.00	15	0.0713	0.2853	0.5
<i>Acer nipponicum</i>	1	4	0.4	27.60	20	0.0598	0.2393	0.4
<i>Pieris japonica</i>	5	20	1.9	16.05	6	0.0518	0.2071	0.4
<i>Acer micranthum</i>	1	4	0.4	21.90	14	0.0377	0.1507	0.2
<i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	1	4	0.4	17.60	13	0.0243	0.0973	0.2
<i>Euonymus macropterus</i>	1	4	0.4	14.85	7	0.0173	0.0693	0.1
<i>Enkianthus campanulatus</i>	3	12	1.2	7.10	5	0.0074	0.0294	+
<i>Enkianthus cernuus</i> var. <i>matsudae</i>	3	12	1.2	5.50	5	0.0062	0.0247	+
<i>Rhododendron dilatatum</i>	3	12	1.2	4.50	4	0.0044	0.0177	+
Total	260	1040	100.0	111.00	27	15.5648	62.2591	100.0

N.B. Number of stems per 2,500  $m^2$  ( $N$ ) and 1.0 ha ( $N/ha$ ), relative number ( $N\%$ ), maximum diameter ( $D_{max}$ ), maximum height ( $H_{max}$ ), basal area per 2,500  $m^2$  ( $BA$ ) and 1.0 ha ( $BA/ha$ ) and relative dominance ( $BA\%$ ).

層(以下, 低木層とする)では, リョウブ, アセビ, コミネカエデ, ヤマグルマ, アオハダなどの広葉樹類が多かった。B区の樹高階分布は4~8mと20~24mの階層にピークがあり, A区に比べて階層の分化が進んでいた(表-5)。林冠層ではヒノキが本数割合の46.5%を, ツガが30.3%を占めていた。また, 低木層に占める広葉樹類の本数割合はA区に比べて小さかった。

両調査区は図-2に示す立木位置図から, A区はツガとヒノキ, B区はツガ, ヒノキおよび広葉樹類の優占する範囲(以下, パッチと呼ぶ)が認められた。そこで優占する樹種によりA区を2つのパッチに, B区を3つのパッチに区分し, 最高樹齢の高い順にそれぞれA-a(面積607  $m^2$ ), A-b(1,893  $m^2$ ), B-a(907  $m^2$ ), B-b(1,253  $m^2$ ), B-c(340  $m^2$ )とした。

各パッチのBA割合および直径階分布を表-6に示す。A-aとB-aは直径30~70cmのツガが優占するパッチで, BA割合でツガがそれぞれ73.9%, 64.6%を占めていた。A-bとB-bは直径4~50cmのヒノキが優占するパッチで, BA割合でヒノキがそれぞれ56.8%, 67.1%を占めていた。B-cは直径4~30cmの広葉樹類が優占するパッチで, BA割合で広葉樹類が88.3%を占め, ミズメとウダイカンパの2種が53.4%を占めていた。

## 1-2. 齡構成

林冠層を構成する個体のうち, ヒノキとツガを中心にA区は59本から, B区は54本からそれぞれコア試料を採取した(表-4,5)。

コア試料を採取した個体の樹齡階分布をパッチ別に表-7に示す。ツガの優占するパッチは樹

表-4 A区の樹種別直径および樹高階分布  
Table 4. Diameter and height class distribution of the trees in plot A

Species	Diameter class (cm)										Height class (m)				
	4-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	-4	4-8	8-12	12-16	16-20	20-24	24-28	
<i>Tsuga sieboldii</i>	5	7	5	4	7	2	4	5	3	2	6 (2)	9 (7)	4 (2)	5 (3)	
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	24	26	25	24	9	0	1	17	15	22	14 (9)	20 (14)	21 (18)		
<i>Betula grossa</i>	2	6	4	1	0	1		0	2	1	9 (2)	2 (1)			
<i>Evodiapanax innovans</i>	0	1	2	1				0	0	1	1 (1)	2 (2)			
<i>Thuja standishii</i>	1	2	0	3	1			2	1	0	3 (2)	1 (1)			
<i>Fagus crenata</i>	0	1						0	0	0	0	1 (1)			
<i>Ilex macroboda</i>	6	12	6					2	6	11	5 (1)				
<i>Trochodendron aralioides</i>	11	8	4	2				2	17	3	3				
<i>Acer nipponicum</i>	0	2						0	0	0	2				
<i>Fraxinus lanuginosa</i>	0	2						0	0	0	2 (1)				
<i>Sorbus commixta</i>	0	2						0	0	0	2 (1)				
<i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	1	1	0	1				0	1	1	1				
<i>Magnolia obovata</i>	0	0	0	1				0	0	0	1 (1)				
<i>Clethra barbinervis</i>	74	28						5	78	19					
<i>Acer micranthum</i>	12	13	2					1	13	13					
<i>Pterostyrax hispida</i>	0	1						0	0	1					
<i>Pteris japonica</i>	18	8						19	7						
<i>Rhododendron dilatatum</i>	13							10	3						
<i>Viburnum furcatum</i>	2	1						2	1						
<i>Enkianthus campanulatus</i>	0	1						0	1						
<i>Enkianthus cernuus</i> var. <i>matsudae</i>	6							6							
<i>Rhododendron metternichii</i> subsp. <i>pentamerum</i>	4							4							
<i>Lyonia ovalifolia</i>	1							1							
Total	180	122	48	37	17	3	5	76	148	74	49 (20)	35 (26)	25 (10)	5 (3)	

In parentheses: Number of trees from which increment cores were sampled.

表-5 B区の樹種別直径および樹高階分布  
Table 5. Diameter and height class distribution of the trees in plot B

Species	Diameter class (cm)										Height class (m)									
	4-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	-4	4-8	8-12	12-16	16-20	20-24	24-28			
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	21	36	23	14	16	3	1				13	26	16	12(1)	10(4)	32(18)	5(4)			
<i>Tsuga sieboldii</i>	3	2	18	8	9	5	4				3	0	5	5(2)	16(5)	20(9)				
<i>Thuja standishii</i>	0	1	3	1	1	0	0	~	1		0	0	0	3(3)	1(1)	3(2)				
<i>Betula grossa</i>	0	3	7	3							0	0	2	7	3(1)	1(1)				
<i>Picea bicolor</i>	0	0	0	1							0	0	0	0	0	1				
<i>Betula maximowicziana</i>	0	1	1	1							0	0	0	0	3(1)					
<i>Acer nipponicum</i>	0	0	1								0	0	0	0	1(1)					
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	0	0	0	0	0	0	1				0	0	0	0	1					
<i>Ilex macropoda</i>	9	4	3								5	5	1	5						
<i>Stewartia pseudocamellia</i>	1	2	1								1	0	2	1						
<i>Acer micranthum</i>	0	0	1								0	0	0	1						
<i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	0	1									0	0	0	1						
<i>Clethra barbinervis</i>	19	10	1								2	16	12							
<i>Trochodendron aralioides</i>	2	1	1								2	1	1							
<i>Pieris japonica</i>	2	3									2	3								
<i>Enkianthus campanulatus</i>	3										1	2								
<i>Enkianthus cernuus</i> var. <i>matsudae</i>	3										2	1								
<i>Euonymus macropterus</i>	0	1									0	1								
<i>Rhododendron dilatatum</i>	3										3									
Total	66	65	60	28	26	8	6	~	1		34	55	39	35(6)	35(13)	57(31)	5(4)			

In parentheses: Number of trees from which increment cores were sampled.



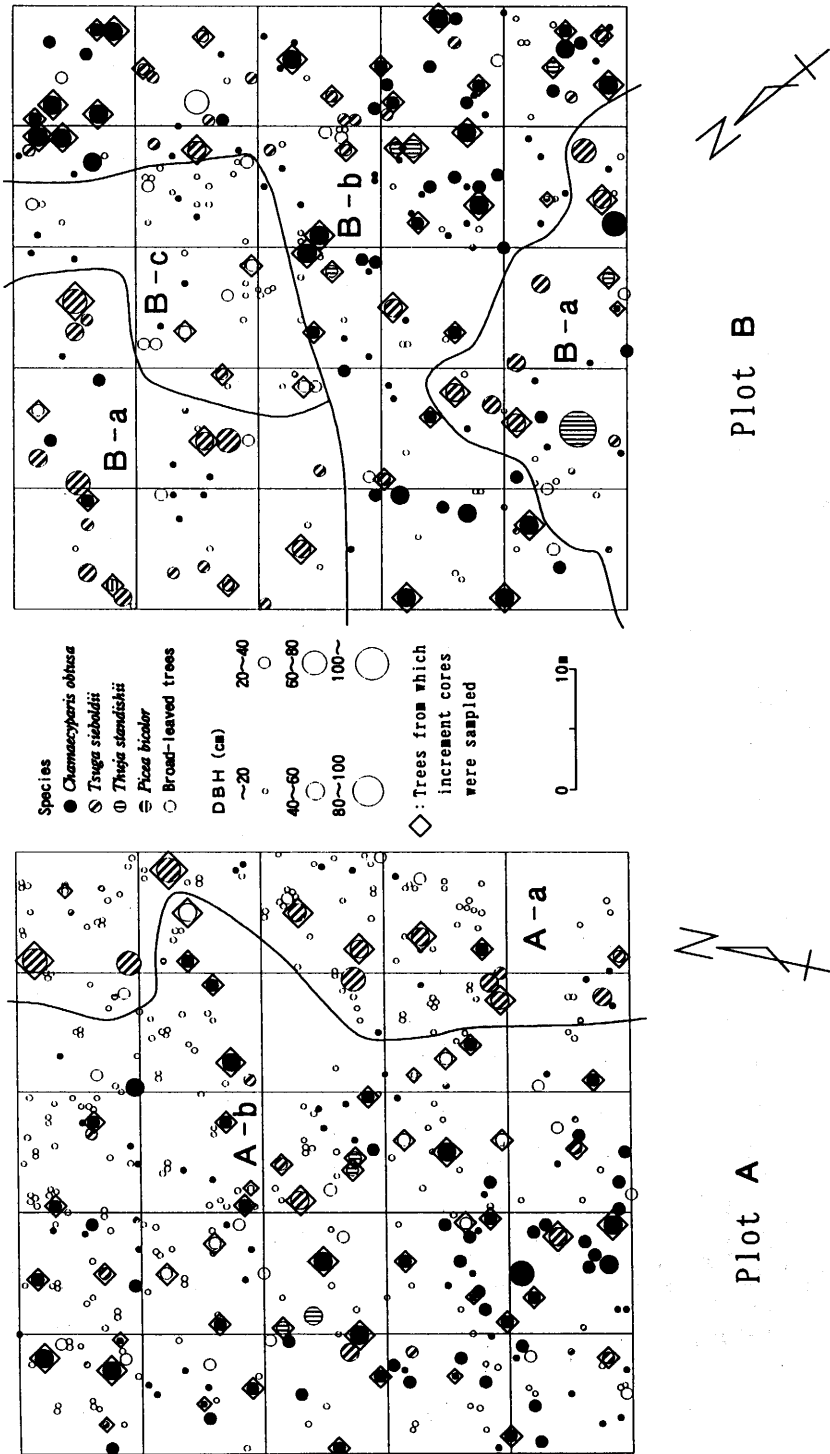


図-2 両調査区の立木位置図。

Fig. 2. Position of standing trees in plots A and B.

表-6 各パッチの樹種構成と直径階分布  
Table 6. Species composition and diameter class distribution of trees in each patch

Patch	Area (m <sup>2</sup> )	Species	Density and Basal area			Diameter class distribution (cm)							
			N/ha	N%	BA/ha (m <sup>2</sup> )	BA%	4-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70
A-a	607	<i>Tsuga sieboldii</i>	247	13.3	45.7809	73.9	1	2	0	2	4	2	4
		<i>Chamaecyparis obtusa</i>	165	8.8	1.9967	3.2	8	1	0	1			
		<i>Thuja standishii</i>	33	1.8	0.2175	0.4	1	1					
		Broad-leaved trees	1,417	76.1	13.9720	22.5	54	28	3	1			
Total	1,862	100.0	61.9671	100.0	64	32	3	4	4	2	4		
A-b	1,893	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	524	33.1	30.1886	56.8	16	25	25	23	9	0	1
		<i>Tsuga sieboldii</i>	100	6.4	5.9192	11.2	4	5	5	2	3		
		<i>Thuja standishii</i>	26	1.7	2.2509	4.2	0	1	0	3	1		
		Broad-leaved trees	930	58.8	14.7496	27.8	96	59	15	5	0	1	
Total	1,580	100.0	53.1081	100.0	116	90	45	33	13	1	1		
B-a	907	<i>Tsuga sieboldii</i>	298	39.7	44.2536	64.6	1	2	3	5	8	4	4
		<i>Thuja standishii</i>	23	3.0	11.3164	16.5	0	0	1	0	0	0	1
		<i>Chamaecyparis obtusa</i>	209	27.9	7.6747	11.2	7	6	4	1	0	0	1
		<i>Picea bicolor</i>	11	1.5	0.9548	1.4	0	0	0	0	0	0	1
Broad-leaved trees	209	27.9	4.2833	6.3	10	4	5						
Total	750	100.0	6.1638	100.0	18	12	13	7	8	4	5	1	
B-b	1,253	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	686	58.5	45.3017	67.1	8	27	19	13	16	3	
		<i>Tsuga sieboldii</i>	168	14.3	11.0710	16.4	2	0	14	3	1	1	
		<i>Thuja standishii</i>	40	3.4	3.3783	5.0	0	1	2	1	1		
		Broad-leaved trees	279	23.8	7.7949	11.5	16	12	3	3	0	0	1
Total	1,173	100.0	67.5459	100.0	26	40	38	20	18	4	1		
B-c	340	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	266	20.0	1.7529	6.7	6	3					
		<i>Tsuga sieboldii</i>	29	2.2	1.3029	5.0	0	0	1				
		Broad-leaved trees	1,029	77.8	23.0882	88.3	15	10	9	1			
		Total	1,324	100.0	26.1440	100.0	21	13	10	1			

N.B. Number of stems per 1.0 ha (N/ha), relative number (N%), basal area per 1.0 ha (BA/ha) and relative dominance (BA%).

表-7 各パッチでコアを採取した個体の樹齡階分布  
 Table 7. Age class distribution of the trees from which increment cores were sampled in each patch

Age class	A-a			A-b					B-a			B-b			B-c												
	Tsi	Co	Im	Total	Tst	Co	Tsi	Be	Ei	Fl	Fc	Mo	As	Total	Tsi	Co	Tst	Tst	Total	Bg	Tsi	Bm	Total				
101~110	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
~120	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
~130	1	1	2	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	7	10	2	2	14	-	1	-	-	1				
~140	-	-	-	-	5	-	-	-	1	1	-	-	-	7	7	-	-	-	7	-	1	1	2				
~150	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1	-	3	-	1	-	-	1				
~160	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	1	-	1	-	-	-	-				
~170	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
~180	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	1	-	2	-	-	-	-	-				
~190	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	4	1	1	-	1	1	5	-	-	-				
~200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	3	-	-	-	-	-	-				
~210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-				
~220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
~230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
~240	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
~250	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2	-	2	-	-	-	-				
~260	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4	1	1	-	1	1	-	-	-	-				
~270	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	-	-	-	2	-	-	-	-				
~280	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	-	-	1	-	-	-	-				
~290	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
~300	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
~310	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-				
~320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
~330	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
~340	2	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-				
~350	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-				
~360	2	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
~370	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
~380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
~390	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
~400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
~410	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Total	7	1	1	9	3	30	7	3	3	1	1	1	1	50	7	2	1	1	12	25	8	5	38	2	1	1	4

N.B. Tsi; *Tsuga sieboldii*. Tst; *Thuja standishii*. Co; *Chamaecyparis obtusa*, Pb; *Picea bicolor*, Bg; *Betula grossa*, Bm; *Betula maximowicziana*, Fl; *Fraxinus lanuginosa*, Ei; *Evodiapanax innotans*, As; *Acanthopanax sciadophylloides*, Im; *Ilex macrospora*, Fc; *Fagus crenata*, Mo; *Magnolia obovata*, An; *Acer nipponicum*.

齢 291 年以上のツガが多く、A-a は 7 本、B-a は 4 本であった。ヒノキの優占する A-b、B-b ともに 121～140 年に最大のピークがあり、そのうちヒノキが A-b で 10 本、B-b で 17 本であった。その他に A-b では 151～160 年、181～190 年、261～270 年、321～330 年の齡級に、B-b では 191～200 年の齡級にそれぞれ小さなピークがみられた。広葉樹の優占する B-c から採取した 4 本の樹齡はいずれも 145 年以下であった。

### 1-3. 枯死木

直径 10 cm 以上の枯死木は (図-3)、A 区では立枯木が 5 本、幹折木が 2 本、根倒木が 4 本、根株が 69 本、B 区では立枯木が 16 本、幹折木が 1 本、根倒木が 4 本、根株が 70 本で、両調査区とも根株の数が非常に多かった。

根株の樹種はヒノキが A 区で 59 本、B 区で 57 本で、根株全体の 8 割以上を占め、その多くがヒノキおよび広葉樹類が優占するパッチ、すなわち A-b、B-b、B-c の林床にあり (図-3)、ツガが優占するパッチには比較的少なかった。なお根株の腐朽状態は、ほとんどが材部を手で簡単に崩せるほど腐朽が進み、樹皮は地際や根に一部が残るくらいであった。

### 1-4. 個体の成長経過

コア試料を採取した個体の成長経過を図-4, 5 に示す。両調査区では 130～145 年前 (以下、145 年前とする) に更新した個体が多く、145 年前に直径成長を増大させている個体が A-b で 22 本 (図-4: A-b ②, ③)、B-b 区で 12 本 (図-5: B-b ②, ③)、樹齡が 145 年以下の個体は A-b で 22 本 (図-4: A-b ④, ⑤)、B-b で 24 本 (図-5: B-b ④, ⑤)、B-c で 4 本 (図-5: B-c) であった。これらのことから、145 年前に両調査区ともに現在林冠木となっている個体の成長あるいは発生を促進するような比較的規模の大きな攪乱が生じたものと推察される。逆に樹齡が 146 年以上で、145 年前に直径成長の増大が見られない個体はツガ優占パッチに多く、A-a に 7 本 (図-4: A-a)、B-a に 9 本 (図-5: B-a) であった。

以上のことから、145 年前の攪乱は現在ヒノキおよび広葉樹類が優占する A-b、B-b、B-c を中心に発生したものと推定された。

## 2. 攪乱の発生原因と年代

### 2-1. 発生原因

比較的規模の大きな攪乱が発生する原因としては斜面崩壊、山火事、気象害、病虫害、人為による伐採などがあげられるが、両調査区の A-b、B-b および B-c の林床には高さ 20～50 cm の腐朽した根株が多く存在し、周辺にそれら根株の幹がないことから (図-2)、根株は伐採により生じ、幹は伐採後に持ち出されたものと考えられる。従って 145 年前の攪乱は人為による伐採であると推察される。

### 2-2. 発生年代

ヒダナ沢流域は江戸時代の林政改革以前は御巢鷹山として伐採が厳しく規制され、林政改革により元文 3 年 (1738 年) から百姓稼山として利用されるようになった山林で、天保 15 年 (1844 年) 11 月に古大滝村名主大助によって勘定吟味方下役内田惣助および普請役川嶋小七郎に、武州秩父郡大瀧山荒川筋御林並字ひだな百姓山 (現秩父演習林内ヒダナ沢流域) からヒノキ、ツガ、ネズコなどの伐出願が出されている (大滝村誌資料調査委員会、1971)。この史実は林床に数多くの根株が残っていることや、コア試料を採取した個体の樹齡および成長経過の解析結果などと

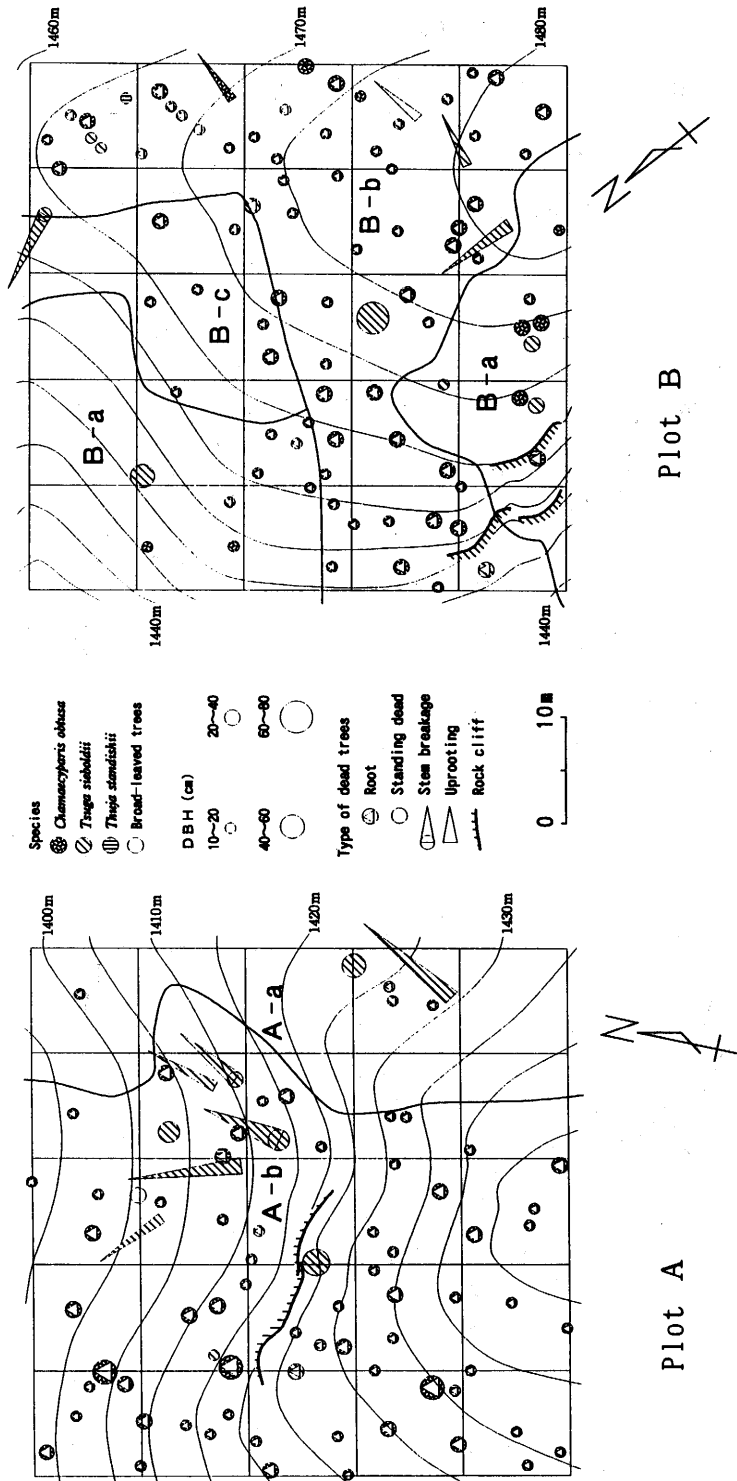
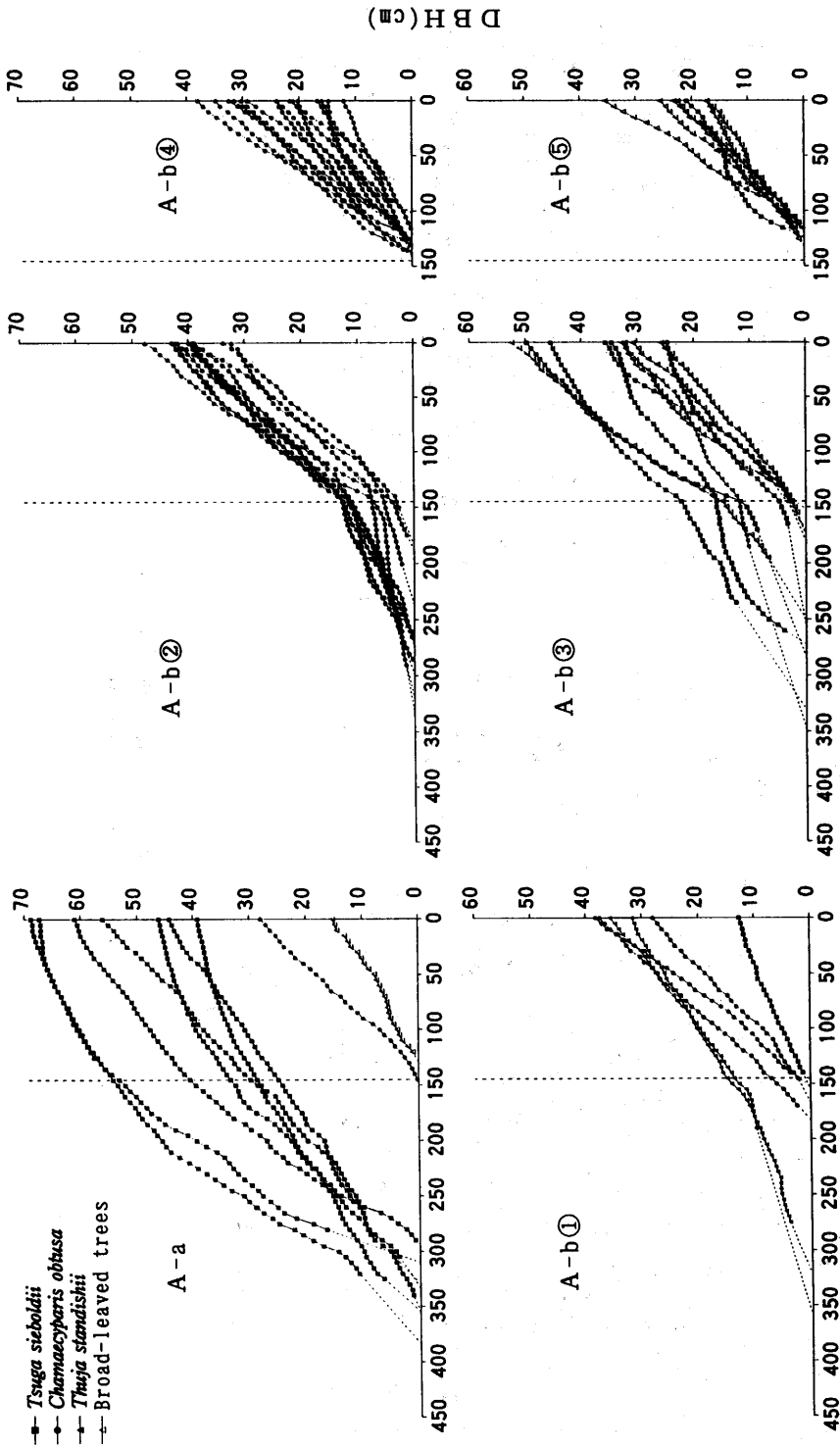


図-3 両調査区の枯死木位置図.

Fig. 3. Position of dead trees in plots A and B.

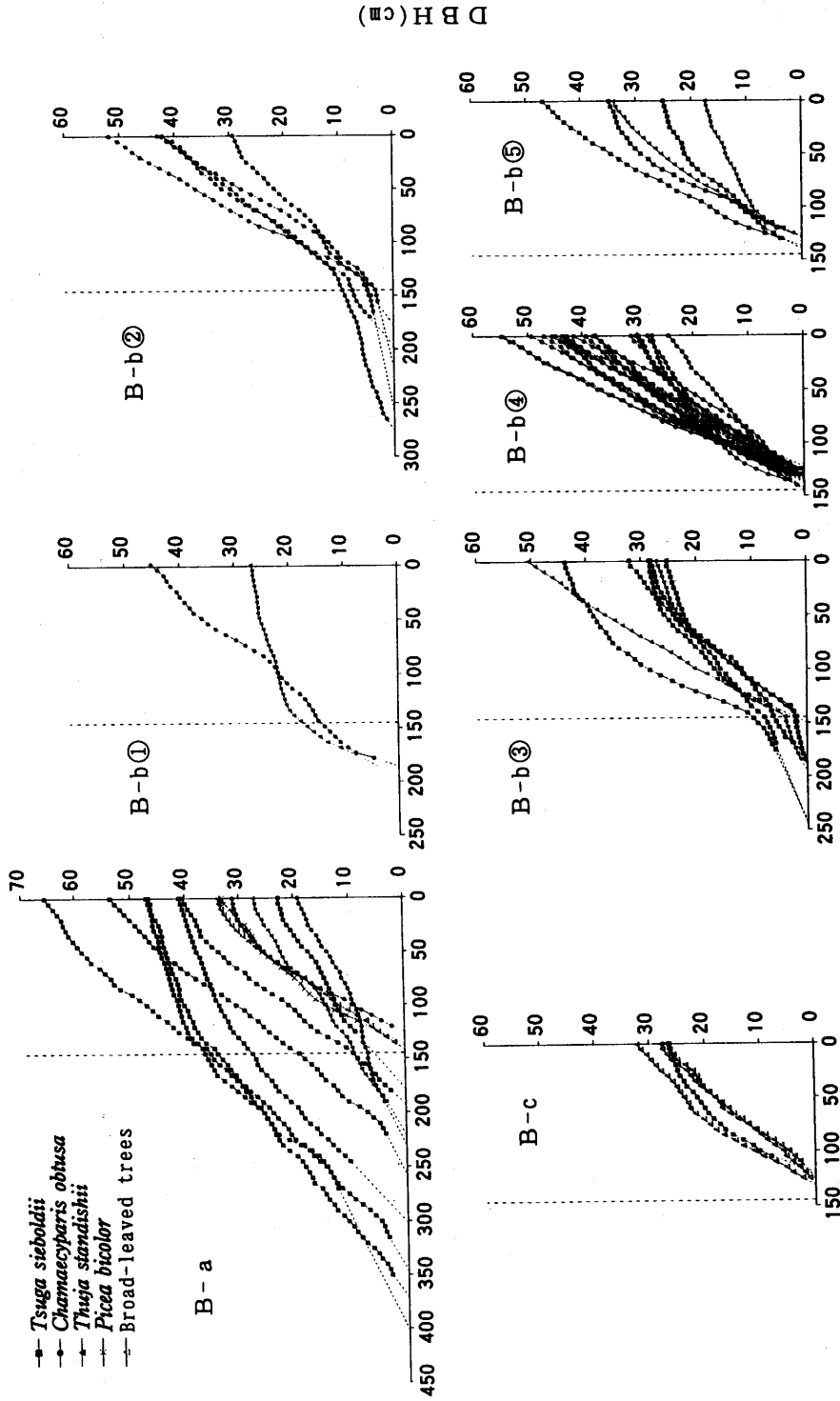


Years dated back from 1989

図-4 A区においてコア試料を採取した個体の胸高部の直径成長曲線.

Fig. 4. DBH growth curves of trees from which cores were sampled by increment borer in plot A.

Dotted line indicates the growth curve estimated from the mean diameter growth of the increment core in the oldest 10 years.



Years dated back from 1989

図-5 B区においてコア試料を採取した個体の胸高部の直径成長曲線。

Fig. 5. DBH growth curves of trees from which cores were sampled by increment borer in plot B. Dotted line indicates the growth curve estimated from the mean diameter growth of the increment core in the oldest 10 years.

表-8 各パッチでコア試料を採取した個体の145年前の直径分布  
 Table 8. Diameter class distribution of trees at 145 years ago from which increment cores were sampled in each patch

Patch	Species	S	0-2.5	2.5-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55
A-a	<i>Tsuga sieboldii</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	1	0	2
	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	1												
	Broad-leaved trees	1												
Total		2	0	0	0	0	1	2	2	1	0	1	0	2
A-b	<i>Tsuga sieboldii</i>	1	1	2	0	1	1							
	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	14	3	2	4	7								
	<i>Thuja standishii</i>	0	0	0	0	3								
	Broad-leaved trees	6	2	1	0	1								
Total		21	6	5	4	12	1	1						
B-a	<i>Tsuga sieboldii</i>	0	0	0	2	0	1	0	1	1	1			2
	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	1	0	0	1									
	<i>Thuja standishii</i>	0	0	0	1									
	<i>Picea bicolor</i>	1												
	Broad-leaved trees	1												
Total		3	0	0	4	0	1	0	1	1	1			2
B-b	<i>Thuja standishii</i>	2	1	1	0	0	1							
	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	19	0	3	2	1								
	<i>Tsuga sieboldii</i>	3	2	1	2									
Total		24	3	5	4	1	1							
B-c	<i>Tsuga sieboldii</i>	1												
	Broad-leaved trees	3												
Total		4												

N.B. S; Saplings lower than 1.3 m in height or trees regenerated after 145 years ago.



一致し、145年前にヒノキを主体とする伐採が両調査区で行われたと推定される。

### 2-3. 伐採された個体の直径

コア試料を採取した個体の145年前の直径階分布を表-8に示す。ヒノキが優占するパッチでは直径15 cm以上の個体がA-bで2本、B-bで1本と少なく、現在ある多くの個体が145年前に15 cm以下であった。逆にツガが優占するパッチでは直径15 cm以上の個体がA-aで7本、B-aで5本であった。広葉樹類が優占するB-cでは4本全てが樹齢145年以下であった。従って145年前の伐採によりA-bおよびB-bでは直径15 cm以上の、B-cでは樹高1.3 m以上の個体の多くが失われたと推察される。

## V. 考 察

両調査区は145年前に伐採により攪乱を受けた林分で、A-b、B-bおよびB-cではヒノキを主体に直径15 cm以上の個体が、B-cでは樹高1.3 m以上の個体のほとんどが消失した。これに対して、A-aおよびB-aでは数本が伐採されただけであった。

攪乱後の樹種構成は、その時に残った前生樹の樹種、サイズ（直径および樹高）、本数に因るところが大きかった。攪乱後に直径15 cm以上のツガが多く残ったA-aおよびB-aパッチではツガが優占する林分に、直径15 cm以上の個体をほとんど失ったA-b、B-bではヒノキが優占する林分に、樹高1.3 m以上の個体をほとんど失ったB-cでは広葉樹類が優占する林分になっていた。林冠が閉鎖した林分において比較的大きな攪乱が発生した場合、残った前生樹が攪乱後の林分の修復に大きな役割をはたすことはツガ林（鈴木，1981）、モミーツガ林（荒上，1987）、コメツガ-シラベ林（沢田・梶，1992）などで知られているが、今回調査したヒノキーツガ林においても同様の結果が得られた。

ヒノキ優占パッチにおいて、ヒノキはツガより145年前の直径が小さくても、現在まで旺盛な成長量を維持しているものが多かった（図-4,5,表-8）。筆者らはコメツガ-シラベ林においてギャップが形成された時にコメツガが林冠を占めるにはシラベや広葉樹類より大きなサイズであることが必要であることを示したが（沢田・梶，1992）、ヒノキ優占パッチにおいてギャップが形成された時にツガの前生樹はヒノキやネズコより大きなサイズでなければ林冠を占めることが難しいと推定された。

今後林冠木が失われた場合、その個体の樹冠下にある前生樹や隣接する個体がギャップを埋めることが想定される。現在ツガが優占するA-aおよびB-aには直径30~70 cmの階級にツガが多く（表-6）、それらが寿命や気象害により単木的に失われた場合には、ツガが有利に更新すると考えられる。また、直径30 cm以上の個体がほとんど失われた場合には、直径30 cm以下の階級にツガが少なくヒノキが多いことから（表-6）、ヒノキが有利に更新すると考えられる。現在ヒノキが優占するA-bおよびB-bでは各階層ともヒノキがツガより多いことから（表-6）、今後もヒノキが優占し続けることが考えられる。現在広葉樹類が優占するB-cでは、直径20 cm以下のヒノキが多く（表-6）、広葉樹類がヒノキに比べて短命であることから、自然枯死により徐々にヒノキが優占すると考えられる。

今後の課題として、ツガとヒノキの優占するそれぞれのパッチの遷移上の位置づけ、並びに両優占パッチの地形的な棲み分け関係等の生態的位置づけが問題となる。今回の調査ではヒノキの優占するA-b、B-bおよびB-cは、林床に残る根株の樹種構成から145年前の攪乱以前もヒノキ

が優占していたと推察されたが、ツガの優占する A-a および B-a については、最高齢のツガが発生した約 400 年前の林分の状況について明らかにすることはできなかった。鈴木(1981)は、高知県久保谷山のアカマツ、モミ、ヒノキを混えるツガ天然林において、アカマツ林から、ツガ林を経て、ツガ-ヒノキ林に至る中で、ヒノキの割合が次第に増加していることを示したが、ヒノキの抜き切りや植栽など人為的な影響が想定されるため、ツガとヒノキの遷移的關係については触れていない。また呉ら(1989)は、富士山麓・青木ヶ原樹海においてアカマツ優占林がツガ優占林を経てヒノキ優占林に至ることを示し、ヒノキ優占林の低木層にヒノキの前生樹が少なく、ツガの更新が良好であることを報告しているが、ヒノキ優占林がツガ優占林に移行するかについては述べていない。一方、秩父地方のヒノキ林が北～東向き斜面に多く、沢に近い急峻な尾根や冷湿な高地の尾根に土地的極相林を形成すること(前田, 1952; 村上・宮脇, 1990)、ツガ林の成立する尾根は北向きであっても日当たりが良いこと(前田, 1952)を示しているが、両調査区においても立地条件の違いにより両種は棲み分けているとも考えられ、今回の調査だけではツガとヒノキの遷移的關係を解明するには至らなかった。今後も両調査区を引き続き追跡調査することにより、各パッチがどのように推移するのかを検証したい。

## VI. 謝 辞

現地調査に際して御協力いただいた秩父演習林の石田健教官、赤岩朋敏技官、斉藤俊浩技官ならびに秩父演習林職員諸氏にお礼申し上げる。また、調査地周辺の江戸時代の山林の状況に関する記録について有益な助言を頂いた埼玉県県史編纂室の兼子順氏にお礼申し上げる。

## 要 旨

1. 秩父山地のヒダナ沢流域に分布するヒノキ林において、過去に発生した攪乱の影響とその後の更新過程を明らかにする目的で、標高 1,450 m に 50×50 m の調査区を 2 箇所設置し、林冠構成木の樹齢と直径成長について調査を行った。
2. 二つの調査区(A と B)は林冠構成種の違いによって、A 区はツガとヒノキ、B 区はツガ、ヒノキおよび広葉樹類が優占するパッチに明瞭に区分された。
3. 成長錐を用いてコア試料を採取した個体には樹齢 131~140 年のものが最も多くを占め、なかでも樹齢 146 年以上のものには約 145 年前に胸高直径の成長量が增大している個体が多かった。したがって、約 145 年前に調査区内で何らかの攪乱が生じたと推定された。
4. 約 145 年前に攪乱があったと推定されたヒノキと広葉樹類の優占するパッチの林床には腐朽した根株が数多く認められ、それらの根株の 8 割以上がヒノキであった。ヒダナ沢流域の森林では、西暦 1844 年にヒノキを含む有用樹数種の「御伐出願い」が出されている。この史実はコア試料の解析結果と一致することから、145 年前の攪乱は伐採による人為的攪乱であると推察された。
5. 攪乱後の樹種構成は、その時に残った前生樹の樹種、サイズ、本数に因るところが大きかった。現在ツガの優占するパッチは、約 145 年前の攪乱発生時に直径 15 cm 以上のツガが多く残った箇所、逆にヒノキの優占するパッチは直径 15 cm 以下のヒノキが数多く残った箇所であることが明らかになった。一方、広葉樹類が優占するパッチは、攪乱発生時に樹高 1.3 m 以上の個体が全て失われた箇所であった。したがって、攪乱の程度はツガの優占するパッチに小さく、広葉

樹類のそれに最も大きいことが推定された。

キーワード：秩父山地，天然林，更新，ヒノキ，人為的攪乱

### 引用文献

- 荒上和利：九州中部山岳地帯におけるモミ・ツガ天然林の成立過程に関する研究。九大演報，57，17-108，1987。
- 呉建業・中村俊彦・濱谷稔夫：富士山青木ヶ原における針葉樹林の分布と群落構造。東大演報，81，69-94，1989。
- KANZAKI, M.: Regeneration in Subalpine Forests I. Mosaic Structure and Regeneration Process in a *Tsuga diversifolia* Forest. Bot. Mag. Tokyo, 97, 297-311, 1984.
- 菊沢喜八郎：ダケカンパ林の最多密度曲線。日林北支講，35，125-127，1986。
- 木佐貫博光・梶 幹男・鈴木和夫：秩父山地におけるシオジ林分構造と更新過程。東大演報，88，15-32，1992。
- 前田禎三：ヒノキ林の群落構成と日本海要素について。演習林（東大），8，57-65，1951。
- ：吉岡二郎：秩父山岳林植生の研究（第2報）山地帯群落について。東大演報，42，129-150，1952。
- ：宮川 清：亜高山帯の更新に関する研究（IV）伐採跡地における稚樹の更新。日林講，77，525-531，1966。
- 村上秀雄・宮脇 昭：秩父山地のヒノキ林について。日生態会誌，40，85-94，1990。
- 永戸 健・永野 巖：秩父鉾山地域に発達するヒノキ林。秩父自然科学博物館研究報告，6，49-56，1971。
- NAKASHIZUKA, T.: Regeneration dynamics of beech forests in Japan. Vegetatio 69, 169-175, 1987.
- 大滝村誌資料調査委員会：大滝村誌（資料編1）。pp. 280-281，大滝村，1971。
- RUNKLE, J.: Gap regeneration in some old-growth forests of the eastern United States. Ecology 62, 1041-1051, 1981。
- 沢田晴雄・梶 幹男：秩父山地天然林の更新に関する基礎的研究II—約110年前と150年前に発生した風害と関連した亜高山針葉樹林の更新過程—。東大演報，87，175-193，1992。
- 住田芳太郎：秩父演習林に於けるコメツガ天然林の組成並に更生状態。東大演報，26，33-79，1939。
- 鈴木英治：ツガ天然林の更新II。約260年前および50年前におこった2回の更新過程。日生態会誌，30，333-346，1980。
- ：ツガ天然林の更新IV。久保谷山周辺の温帯針葉樹林植生。日生態会誌，31，421-434，1981。
- 高村達夫：ツガ林における林冠ギャップの修復過程。東大・農・卒論，1982。
- 上原重雄：秩父山地の植生（環境傾度に沿った樹種個体群の分布）。東大・農・卒論，1969。
- WHITMORE, T. C.: Tropical rain forests of the Far East. pp. 15-36. Clarendon Press, Oxford, 1984.
- 山田昌一：奥秩父における針葉樹，潤用樹分布に関する研究。東大・農・卒論，1930。
- YAMAMOTO, S.: Gap dynamics in Climax *Fagus crenata* forest. Bot. Mag. Tokyo, 102, 93-114, 1989.
- ：Seedling establishment of *Chamaecyparis obtusa* in different microenvironments in the Akasawa Forest Reserve, Central Japan. J. Jpn. For. Soc., 75, 519-527, 1993。

(1994年4月26日受付)

(1995年5月9日受理)

### Summary

1. In order to clarify the disturbance occurred in the past and its effect on the regeneration processes of natural forest stands mainly dominated by Hinoki Cypress (*Chamaecyparis obtusa* Endl.) which distribute at the area of Hidana watershed in the Chichibu Mountains, Central Japan. We made a research on the age and diameter growth of canopy trees within the two plots (A and B) of 50 m × 50 m, established at an altitude of ca. 1450 m a.s.l.

2. Based on the dominant species of the canopy, each plot was divided into a few patches i.e., Hemlock (*Tsuga sieboldii* Carr.) and Hinoki patches in plot A and Hemlock, Hinoki and broad-leaved tree patches in plot B, respectively.

3. From the analyses of age composition and growth pattern of canopy trees in each patch, trees aged 131–140 years were most abundant among the trees from which core were sampled by increment borer. And trees which showed the obvious increment of diameter at breast height (DBH) at about 145 years ago were also abundant among the trees older than 146 years. Therefore, it was assumed that a kind of strong disturbance had occurred at about 145 years ago (in 1845) within the plots.

4. A large number of decayed stumps mostly composed of Hinoki were found on the forest floor within Hinoki and broad-leaved tree patches in which the disturbance had occurred in ca. 1845. This disturbance was supposed to be caused by logging, because we found a written petition for having logged several useful species including Hinoki from the research area, which had been submitted by villagers of Tochimoto in 1844.

5. A large number of Hemlock trees with DBH larger than 15 cm were saved from the disturbance and survived in the Hemlock patches. On the contrary, only advance growth of Hinoki with DBH less than 15 cm abundantly survived in Hinoki patches. While in a broad-leaved tree patch, all of the trees with height taller than 1.3 m were completely destroyed by the disturbance. Therefore, it was supposed that the degree of disturbance was the smallest in the Hemlock patches, and it was the largest in the broad-leaved tree patch, and that the species composition of canopy trees at present in each patch depends largely on the kind of species, density and size of advance growth which survived against the disturbance.

**Key words:** Chichibu Mountains, Natural forests, Regeneration, Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Endl.), Artificial disturbance

# Water Distribution Inside the Woods by Neutron Radiography

Tomoko M. NAKANISHI and Sadamoto WATANABE

Neutron radiography (NRG) was applied to know the water distribution inside the wood, for the first time. Five kinds of woods, *Pinus thunbergii*, *Metasequoia glyptostroboides*, *Chamaecyparis obtusa*, *Quercus serrata* and *Robinia pseudoacacia* were used. The NRG was performed by an atomic reactor at Japan Atomic Energy Research Institute. X-ray film was exposed to the neutrons, after penetrating the sample, to get the image, which resolution was about 15  $\mu\text{m}$ . Water distributing pattern was drastically changed within the samples and was not necessarily along with annual rings. NRG was shown to be a promising method to analyze water movements inside the wood.

## Study on the Regeneration Dynamics of Natural Forests in the Chichibu Mountains, Central Japan III —An artificial disturbance occurred ca. 145 years ago and its effect on the regeneration process of natural Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) stands—

Haruo SAWADA, Mikio KAJI, Yuji IGARASHI and Kazuya OMURA

The disturbance and its effect to the regeneration process of natural Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) stands at Hidana watershed in the Chichibu Mountains, Central Japan were studied by analysing age and diameter growth of canopy trees within the plots and historical facts in Tochimoto village.

The age of the disturbance inferred from the analyses of age composition and growth patterns of canopy trees, well coincides with that of logging found in the history of Tochimoto Village. Therefore, the stands dominated by Hinoki at present were supposed to have been regenerated by the effect of logging occurring 145 years ago (in ca. 1845).