

多雪地帯におけるヒノキの人工造林に関する研究 (I)
山陰地方の高海拔地及び北陸地方における
高齢級人工林の生育状況と多雪地帯の
ヒノキ造林に関する二、三の考察

橋 詰 隼 人*

**Studies on Artificial Reproduction of Hinoki
(*Chamaecyparis obtusa* ENDL.) in Much
Snowfall Regions (I)
Growth of the Man-made Forest of Higher Age Class
in High Lands of the Sanin District and in the
Hokuriku District and a Few Comments on the
Forestation of Hinoki in Much Snowfall Regions**

Hayato HASHIZUME*

Summary

The growth of the man-made Hinoki forest of higher age class, growing in much snowfall regions of the Sanin district and the Hokuriku district was investigated and the method of forestation of Hinoki forest in much snowfall regions was discussed. The results of the investigation are summarized as follows:

The growth of the man-made forest of Hinoki in the Sanin district was good at the region below 800 m above the sea-level. At the region above 900 m, planting trees suffered the damages of basal trunk bend, trunk bend, Rosi disease which secretes resin by damages, etc. by drifted snow, and the growth and wood quality were gone down. In the Hinoki forest of the Hokuriku district, man-made forests in the low land region of the Noto district showed good growth, but the forests in the Kaga district of Ishikawa prefecture and the mountain district of Fukui prefecture suffered the damages of basal trunk bend, trunk bend, Rosi disease, etc., and wood quality grew worse. The growth of planting trees was bad in the soil of B_v type, and good in the soils of B_d and B_{lb} types.

The trunk bend of planted trees occurred mostly at the height of 3~4 m above the ground. The length of basal trunk bend was 90 cm on an average in the planted trees of the Sanin district, and 100 cm in those of the Hokuriku district. In the Hinoki forest of the Sanin district, it was recognized that there was a positive correlation between the elevation of planted land and the degree of basal trunk bend, and that basal trunk bend was affected by snow depth. It was recognized that the number of supported roots which developed from the under side of stump also was closely connected with basal trunk bend.

Hinoki trees growing in much snowfall regions suffered a heavy injury, which was caused by the Rosi disease and snow damage. The Rosi disease was recognized in plantations above 900 m in elevation in the Sanin district. In the Hokuriku district, it was recognized in the broad district except low land

*鳥取大学農学部造林学研究室; Laboratory of Silviculture, Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Tottori University

本研究は、昭和58年度文部省科学研究費補助金 (No. 58560150) による研究である。

regions of the Noto district. The percentage of occurrence of the Rosi disease was from 15 % to 50 %. The Rosi disease occurred mostly on the trunk from 0 m to 3 m above the ground. As for snow damages, although basal trunk bend, trunk bend, trunk crack at the base and treetop break were recognized, the damages of the former two was heavy.

In case of forestation of Hinoki in much snowfall regions, it is important that we do not plant them in the site of deep snow, do carefully tending to planted trees, and use the variety of snow resistance and disease resistance.

I 緒 言

ヒノキは我が国における最も重要な造林樹種である。ヒノキは鹿児島県の屋久島から福島県まで天然に分布するが、主として太平洋側と内陸の少雪地帯に多く、積雪量の多い山陰や北陸地方には天然分布は極めて少ない。

ヒノキはスギに比べて乾燥やせき悪に対する抵抗力が強く、土壌条件の悪い所にも生育するが、寒さや雪に対する抵抗力はスギに劣り、寒冷地や多雪地では雪害や漏脂病が発生し、造林しても成林しないことがあり、また成林したとしても良質材の生産は望めないとされていた。しかし、近年ヒノキは他の樹種に比べて材価が高いこと、立地条件の悪い所に造林が可能であること、更にマツクイムシ被害跡地の復旧造林に利用できることなどからヒノキに対する関心が高まり、全国的にヒノキの造林面積が増加している。昭和57年度の林業白書によると、我が国における昭和56年度の造林面積は15万6,220 haであるが、その内スギの造林面積は36%、ヒノキの造林面積は34%で、スギとヒノキの造

第1表 山陰地方の高海拔地におけるヒノキ人工林の概況と生育状況

調 査 林 分	標 高 (m)	地 形	方 位	傾 斜 (°)	土 壤 型	積 雪 深 (cm)	林 齢 (年)
鳥取県江府町鏡ヶ成民有林	940	平 坦 地	SSW	5	B1D	200	45
鳥取県溝口町大山国有林 (1)	950	斜面上部	〃	25	B1D(d)	〃	74
〃 (2)	900	〃	〃	25	B1D(d)	〃	〃
鳥取県関金町山口奥国有林 (1)	550	尾 根	N	10~20	BB	100	77
〃 (2)	530	斜面上部	NE	35~45	Bd(d)	〃	〃
〃 (3)	420	斜面下部	N	38	BD	〃	〃
岡山県八束村上長田民有林	520	〃	SSE	30	B1D	〃	〃
岡山県川上村上徳山民有林 (1)	550	斜面上部	N	30	B1D	100~150	61
〃 (2)	520	斜面下部	NE	18	B1D~B1E	〃	73
鳥取県若桜町小舟山国有林 (1)	1,190	尾 根	SW	10	BC	200以上	73
〃 (2)	1,140	斜面上部	〃	20	BC	〃	〃
〃 (3)	1,030	斜面上部	SSW	15~20	Bd(d)	〃	〃
鳥取県智頭町宇波山国有林 (1)	890	尾 根	E	5	B1c	100	72
〃 (2)	840	斜面上部	〃	30~35	B1b	〃	〃
〃 (3)	800	斜面上部	〃	20	B1d	〃	〃
〃 (4)	700	〃	〃	10	B1D	〃	〃
〃 (5)	680	〃	〃	35	B1D(d)	〃	〃
鳥取県八束町奥野民有林 (1)	700	尾 根	NW	45	BB	150	72
〃 (2)	600	斜面上部	〃	45	BD	〃	〃

備考 生育状況の良否は生長と被害状況から判定した。◎良, ○中, ×不良。

林面積はほぼ等しい状況である。鳥取県のような多雪地帯においても最近ヒノキの造林が増加し、57年度の造林面積はヒノキが65%に達し、スギよりも多く造林されている。従来ヒノキの造林は不可能とされていた福井県、石川県など北陸地方においても最近ヒノキの造林が増加している。^{2,12)}このような状況から、筆者は多雪地帯におけるヒノキの造林について研究する必要があることを痛感していたが、この度文部省科学研究費の援助を得て山陰及び北陸地方の多雪地帯のヒノキ人工林を概略調査することができたのでその結果を報告する。山陰及び北陸地方は太平洋側の暖地に比べてヒノキ造林の歴史が浅く、高齢級の造林地は極めて少なかった。しかし、国有林においては明治後期から大正初期の特別経営時代に造林したものが小面積ではあるが存在していた。これらの造林地は伐期に達し、現在伐採が進行しているので早速に調査し、資料を収集する必要がある。多雪地帯のヒノキ造林に関する研究は少なく、不明な点が多い。今回の調査は限られた時間内に急いで調査したため不十分な点も多く、特に北陸地方のヒノキ林については未調査の造林地がまだあり、今後引き続き研究を行って問題点を解決して行きたいと考えている。

II 調査地と調査方法

1. 調査地の概況

調査林分の概況を第1表、第2表に示す。山陰地方では、鳥取県西部の江府町及び溝口町、中部の関金町、東部の若桜町、智頭町及び八束町で、更に岡山県蒜山地方の八束村及び川上村で調査した。

平均樹高 (m)	平均胸高 直径(cm)	ha当たり 立木本数	単木幹材 積 (m ³)	ha当たり 幹材積(m ³)	年平均生 長量(m ³)	生育状況 良否,地位級	過去の施業経緯
7	21	1,000	0.113	113	2.5	× 3	枝打ちを執行, 詳細不明
14	25	1,500	0.334	501	6.8	○ 3	} 下刈り(10回), つる切り(2回), 除伐(3回), 枝打ち(2回), 無間伐
15	23	1,800	0.310	558	7.5	○ 3	
13	16	2,240	0.135	302	3.9	× 3	} 下刈り(7回), つる切り, 除伐を執行, 尾根筋は無手入れ, No.3は手入れの形跡あり
17	23	2,070	0.356	737	9.6	○ 3	
21	28	1,260	0.643	810	10.5	◎ 2	} 枝打ち, 間伐を執行, 詳細不明
21	29	920	0.687	632	8.2	◎ 2	
16	23	1,720	0.333	573	9.4	○ 2	同上
22	28	1,130	0.677	765	10.5	◎ 1	同上
10.5	26	1,120	0.261	292	4.0	× 3	} 補植, 下刈り(6回), 倒木起し(1回), 除伐(3回), 枝打ち(2回), 間伐(1回)を執行, 尾根筋は無手入れ
11.5	24	1,380	0.249	344	4.7	× 3	
16	25	1,400	0.387	542	7.4	○ 3	} 補植, 下刈り(5回), つる切り, 除伐, 枝打ち, 間伐(1回)を執行, 尾根筋と斜面上部は無手入れ
14	23	2,000	0.287	574	8.0	○ 3	
10	21	1,660	0.168	279	3.9	× 3	} 補植, 下刈り(5回), つる切り, 除伐, 枝打ち, 間伐(1回)を執行, 尾根筋と斜面上部は無手入れ
22	32	690	0.865	597	8.3	◎ 1	
23	34	750	1.016	762	10.6	◎ 1	} 補植, 下刈り(5回), つる切り, 除伐, 枝打ち, 間伐(1回)を執行, 尾根筋と斜面上部は無手入れ
19	29	850	0.615	523	7.3	○ 2	
10	17	2,650	0.114	302	4.2	× 3	無手入れ
23	39	350	1.308	458	6.4	◎ 1	枝打ち, 間伐を執行, 詳細不明

第2表 北陸地方のヒノキ人工林の概況と生育状況

調査区分	標高 (m)	地形	方位	傾斜 (°)	土壌型	積雪深 (cm)	林齢 (年)
石川県小松市西俣県有林	370	斜面上部	SSW	30~40	BB~BC	200以上	67
石川県小松市瀬領町民有林	200	斜面上部~尾根	-	0~20	BD(d)	150	53
石川県加賀市小坂町民有林	80	斜面下部	S	30	BD	180	約60
石川県山中町荒谷民有林	250	〃	SE	10	BD	200以下	76
石川県山中町四十九院民有林	120	〃	NNE	30~40	BD	〃	63
石川県鹿島町石動山県有林 (1)	430	斜面中腹	SW	5~10	BC~BD(d)	〃	70
〃 (2)	400	〃	SSW	35	BB~BC	〃	65
石川県志賀町矢田民有林 (1)	60	斜面下部	E	35	BD(d)	50~60	約60
〃 (2)	60	〃	S	10	BD	〃	約80
福井県和泉村貝皿民有林	480~500	斜面上部	W	40	BD(d)	300	54
福井県福井市脇三ヶ県有林	100	〃	NE	40	BD(d)	120	75
福井県敦賀市黒河山国有林 (1)	420	斜面中腹	W	40	BB~BC	200	55
〃 (2)	200	〃	NW	35	BD(d)	150~200	62

備考 生育状況の良否は生長と被害状況から判定した。◎良, ○中, ×不良

調査林分は国有林と民有林である。国有林は明治末期から大正初期に造林されたいわゆる特別経営時代の造林地で、数少ない貴重なヒノキの人工造林である。民有林も面積は小さいが70年生前後の造林地で、山陰地方では数少ない人工林である。今回調査した造林地は標高420 mから1,190 mの間にあり、積雪深は1 m以上多い所では3 mに達し、多雪地帯である。

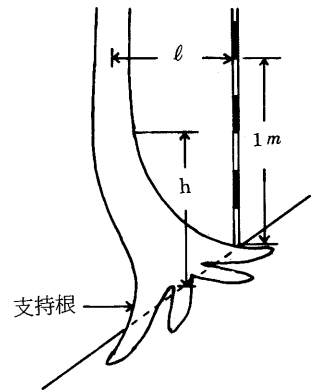
北陸地方では、石川県と福井県で調査した。石川県では、加賀地方の小松市、加賀市、山中町及び中能登地方の鹿島町、志賀町で、県有林及び民有林を調査した。福井県では、和泉村の民有林、福井市の県有林及び敦賀市の黒河山国有林で調査した。北陸地方はヒノキ造林の歴史が浅く、伐期に近い高齢級の人工林は極めて少なかった。しかし、国有林と県有林では大正時代から昭和初期にかけて一部の地区でかなり大面積にヒノキの造林が行われ、その一部が現在残っていた。民有林では、60年生以上の人工林は極めて少なく、1 ha未満の小面積造林地が点在している程度であった。北陸地方の古い造林地は極めて少ないので、これらのヒノキ林は学術上貴重な人工林であると思われる。調査地は標高60 mから500 mの間にあり、積雪深は50 cmから多い所で3 mに達し、多雪地帯である。

2. 調査方法

調査地の中で標準的な生育をしていると思われる林分を選定して10×10 mの標準地を2箇所設けた(ただし時間の関係で1箇所しか設けなかった場合もある)。標準地内の立木について樹高、胸高直径、根元直径、傾幹幅、根元曲がり高、支持根数を測定し、更に根元曲がりの程度、幹曲がりの程度、高さ、漏脂病の程度、被害位置、被害部の長さ、雪害の種類などを調査した。調査本数は、標準地を含めて1林分当たり20~30本である。ただし、樹高は数本を測高器で測定し、その平均値を林分の平均樹高とみなした。胸高直径は地上1.2 m位置で、根元直径は地上0.2 m位置で直径巻尺で測定した。傾幹幅は、第1図の如くポールを植栽木の山側の根元に鉛直に立て、地上1 mの高さの位置から水平方向に幹の中心までの距離(θ)を測定して求めた。根元曲がり高は、地際部の幹の中心部にポールを鉛

平均樹高 (m)	平均胸高 直径 (cm)	ha当たり 立木本数	単木幹材 積 (m ³)	ha当たり 幹材積(m ³)	年平均生 長量 (m)	生育状況 良否,地位級	過去の施業経緯
13	17	2,700	0.152	410	6.1	× 3	無手入れ
18	23	1,700	0.379	644	12.1	○ 2	詳細不明
19	26	1,200	0.502	602	10.0	○ 2	〃
22	35	600	1.021	613	8.1	○ 1	〃
22	31	1,100	0.817	899	14.3	◎ 1	間伐を実行, 詳細不明
18	27	1,100	0.508	559	8.0	○ 2	枝打ちを実行, 詳細不明
15	24	1,340	0.334	448	6.9	× 3	詳細不明
18	27	1,460	0.508	742	12.4	○ 2	下刈り, 枝打ち(3~4回), 間伐(3回)を実行
24	33	1,000	1.009	1,009	12.6	◎ 1	下刈り, 枝打ち(5回), 間伐(4回)を実行, 下木にアテを混植
12	14	3,500	0.097	340	6.3	× 3	無間伐, 詳細不明
20	27	1,100	0.571	628	8.4	○ 2	詳細不明
14	22	1,600	0.264	422	7.7	○ 3	} 枝打ち, 間伐の形跡なし, } 詳細不明
15	20	1,900	0.239	454	7.3	× 3	

直に立て、根元曲がり部の高さ(h)を測定して求めた。根元が曲がり、幹曲がりの程度は、なしあるいは通直、少曲(柱材として利用でき程度の曲がり)、曲がり(柱材として利用できない大きな曲がり)の3段階に、また支持根の数は、なし(0)、少ない(1~2本)、多い(3本以上)の3段階に分けて記録した。漏脂病は、なし、微害(樹脂の分泌が認められるか、樹幹の変形が少ないもの)、中害(患部が小さいもの)、激害(患部が露出し大きな溝状を呈するもの、樹皮の巻き込みが見られるが樹幹の変形が著しいもの)の4段階に分けて調査した。なお、漏脂病かどうか判定のむずかしい類似の傷害についても一応漏脂病として取り扱った。雪害は、根元曲がり、根元割れ、幹曲がり・傾斜、幹折れ、梢折れに分けて調査した。過去の施業経緯は営林署の造林台帳及び聞き取り調査で調べた。地位級は大阪営林局及び鳥取県編集の現実林分収穫予想表⁴⁾又は林分材積表⁹⁾を参照して判定した。



ℓ: 傾幹幅, h: 根元曲がり高
第1図 根元曲がりの測定法

III 結果と考察

1. ヒノキ人工林の概況

山陰地方においては、高海拔地(標高400 m以上)の高齢級人工林について調査した(第1表)。国有林には林齢70年以上の造林地がかなり大面積にあったが、民有には古い造林地は少なかった。国有林では、一般に標高の高い所までヒノキが造林されており、特に鳥取県若桜町小舟山国有林では標高1,190 mまでヒノキが植栽されていた。この造林地はおそらく山陰地方で最も高所の造林地と思われる。国有林では、ヒノキの造林は谷筋から尾根まで行われており、10°以下の緩斜地から45°の

急斜地まで造林されていた。しかし、 35° 以下の箇所が多かった。造林地の土壤型はBB型からBD型、B1E型まで見られた。積雪深は聞き取り調査ではっきりしないが、大山国有林、小舟山国有林などは標高が高く、積雪深は平年値で2mから3mに達すると思われる。山口奥国有林及び宇波山国有林は積雪量が少なく、1m以下である。今回調査した造林地は、国有林では明治末期から大正初期に植栽されたもので、林齢72～77年であった。民有林も林齢70年以上のものが数箇所あった。過去の施業経緯ははっきりしないが、国有林の造林台帳及び聞き取り調査によると下刈り、つる切り、除伐は入念に行われていた。しかし、枝打ち、間伐はあまり行われておらず、ha当たり立木本数は八東町の民有林を除き林分収獲予想表に比べてはるかに多く、72～77年生で1,000本以上の林分が多く、最も多い所は2,650本成立していた。

北陸地方では(第2表)、高齢級のヒノキ人工林は標高500m以下の低地帯に見られた。石川県では、小松市西俣県有林と鹿島町石動山県有林に比較的まとまってヒノキが造林されていたが、民有林には古い造林地は少なく、また面積も1ha未満のものが多かった。福井県には大面積の造林地は見られなかった。ヒノキの造林は民有林では斜面下部あるいは尾根筋に小規模に行われていたが、県有林では斜面全体に植えられていた。造林地は 20° 以下の緩斜地もあれば、 35° ～ 40° の急斜地もあった。土壤型はBB型からBD型まで見られたが、民有林では一般に土地の良い所、BD(d)型～BD型にヒノキが造林されていた。積雪深は、中能登地方の低地帯は雪が少なく1m以下であるが、福井県和泉村は豪雪地帯で平年値で3mに達する。ヒノキ造林地の過去の施業経緯は明らかでなかった。ha当たり立木本数は60～80年生で1,000本以上の林分が多く、間伐はあまり行われていなかった。雪起こし、枝打ち等の手入れをほとんどしていないと思われる林分もあった。

2. ヒノキ人工林の生長

山陰地方の高海拔地のヒノキ人工林の生長についてみると(第1表)、鳥取県関金町山口奥国有林、岡山県蒜山地方の民有林、鳥取県智頭町宇波山国有林、鳥取県八東町の民有林などは比較的生長が良く、BD型、B1D型の林地では林齢72～77年生で平均樹高22～23m、平均胸高直径28～39cm、平均幹材積 $0.7\sim 1.3\text{ m}^3$ で、山陰地方現実林分収獲予想表^{4,9)}と対比すると地位級1等地に相当する生長を示した。しかし、鳥取県江府町鏡ヶ成の民有林、鳥取県若桜町小舟山国有林などは生長が良くなく、前者は林齢45年生で平均樹高7m、後者は林齢73年生で平均樹高10.5～16mで、地位級3等地に相当する生長であった。

今回調査した造林地は智頭町宇波山国有林及び八東町の民有林を除き間伐がほとんど行われておらず、ha当たり立木本数が1,000本以下の林分は少なく、多い所では2,000本から2,650本もあった。従ってha当たり幹材積は収獲予想表に比べてはるかに多く、地位級1等地で最大 800 m^3 に達し、年平均生長量は 11 m^3 という成績であった。しかし、地位級3等地ではha当たり蓄積が 300 m^3 以下の林分もあった。

ヒノキの生長は土壤型と密接な関係があり、BB型では著しく生長が悪く、70年生で平均樹高は10

～13 mであった。BD型、B1D型では生長は良好で、70年生の平均樹高は22～23 mで、地位級1等地の生長を示した。標高との関係については、一般に標高800 m以下で生長が良いようであった。800 mから上には地位級1等地に相当する生長を示した林分はなかった。

北陸地方のヒノキ人工林の生長についてみると(第2表)。小松市西侯県有林、福井県和泉村の民有林、敦賀市黒河山国有林などは生長が悪く、山陰地方林分収獲予想表の3等地に相当する生長であった。しかし、石川県山中町及び志賀町の民有林のヒノキは生長が良く、前者では林齢63～76年生で平均樹高22 m、平均胸高直径31～35 cm、平均幹材積0.8～1.0 m³であった。後者では林齢約80年生で平均樹高24 m、平均胸高直径33 cm、平均幹材積1.0 m³で、地位級1等地に相当する生長であった。山陰地方のヒノキ林と同様に北陸地方のヒノキ林も間伐がほとんど行われておらず、ha当たり立木本数1,000本以上の林分が多く、和泉村のヒノキ林は54年生で3,500本もあった。従ってha当たり幹材積は予想以上に多く、340 m³から最大1,000 m³に達した。年平均生長量は10 m³を越す林分がいくつかあり、最大14 m³あった。北陸地方の低海拔地のヒノキ林は山陰地方の高海拔地のヒノキ林よりもむしろ生長が良いようであった。北陸地方のヒノキの生長は一般に標高250 m以下の低海拔地で良く、特に中能登地方の低地帯では良好な生長を示した。土壌型との関係については、BB～BC型で生長は良くなく、BD型で良かった。

3. 造林木の形状

ヒノキは主として柱材に利用されるので、幹の通直性、正円性、形状比(完満度)などは重要な形質で、幹曲がり、根元曲がりは大きな欠点となる。山陰及び北陸地方は積雪量が多いので、積雪が林木の生育に大きな影響をおよぼし、幹曲がり、根元曲がり、冠雪害などを引き起こす。山陰及び北陸地方におけるヒノキ造林木の形状比、幹曲がり、根元曲がりなどの状況を第3～8表に示す。

1) 樹幹の形状

(1) 形状比(完満度)

山陰地方における高齢級のヒノキ造林木の幹の形状比は34～83、平均61.7であった(第3表)。形状比は林分によってかなり差があり、江府町鏡ヶ成、若桜町小舟山国有林No.1、No.2など生長の悪い林分では著しく小さく、幹は梢殺であった。関金町山口奥国有林、川上村上徳山など生長の良い林分では、形状比が大きく、幹は完備であった。

北陸地方のヒノキ造林木の形状比は61～77、平均68.6であった(第4表)。山陰地方と比較すると、形状比の高い林分が多く、また林分間の差が小さかった。これは、土地の悪い所には造林をさけ、比較的土地の良い所に造林が行われているためであると思われる。

(2) 幹の通直性(幹曲がり)

山陰地方のヒノキ林では(第5表)、江府町鏡ヶ成、溝口町大山国有林、若桜町小舟山No.1など標高の高い林分で幹曲がり木が多く、通直な木は少なかった。通直木の割合は20%以下で、大部分は大なり小なり曲がりを生じていた。しかし、関金町山口奥国有林、智頭町宇波山国有林、川上村、八東

第3表 山陰地方の高海拔地におけるヒノキ人工林の生長、根元曲がり及び幹曲がりの状況

調査林分	標高 (m)	調査本数	樹高		胸高直径		形状比 平均 (H/D)
			平均 (cm)	範囲 (cm)	平均 (cm)	範囲 (cm)	
鳥取県江府町鏡ヶ成	940	27	7.0	6~8	20.7	14~26	33.8
鳥取県溝口町大山 (1)	950	20	14.0	13~15	24.9	18~31	56.2
〃 (2)	900	25	15.0	14~16	23.6	14~31	63.6
鳥取県関金町山口奥 (1)	550	20	13.0	12~14	15.7	11~22	82.8
〃 (2)	530	20	17.0	15~19	23.7	15~34	71.7
〃 (3)	420	20	21.0	20~23	27.8	19~34	75.5
岡山県八束村上長田	520	20	21.0	19~23	28.5	22~37	66.7
岡山県川上村上徳山 (1)	550	20	16.0	15~18	23.6	16~31	67.8
〃 (2)	520	20	22.0	20~24	28.1	20~37	78.3
鳥取県若桜町小舟山 (1)	1,190	27	10.5	9~12	26.1	18~34	40.2
〃 (2)	1,140	26	11.5	10~13	24.1	18~36	47.7
〃 (3)	1,030	30	16.0	15~18	26.1	19~36	61.3
鳥取県智頭町宇波山 (1)	890	20	14.0	13~15	22.7	18~29	61.7
〃 (2)	840	25	10.0	9~11	21.1	12~32	47.4
〃 (3)	800	20	22.0	21~23	32.3	27~39	68.1
〃 (4)	700	20	23.0	22~24	34.0	30~41	67.6
〃 (5)	680	20	19.0	18~20	29.1	22~37	65.3
鳥取県八束町奥野 (1)	700	20	10.0	9~12	17.3	10~26	57.8
〃 (2)	600	20	23.0	23	39.3	33~48	58.5
平均			16.1	32	25.7		61.7

備考：形状比は $H/D_{1.2}$ で、根元肥大率は $(D_{0.2}-D_{1.2})/D_{1.2} \times 100(\%)$ で求めた。

第4表 北陸地方のヒノキ人工林の生長、根元曲がり及び幹曲がりの状況

調査林分	標高 (m)	調査本数	樹高		胸高直径		形状比 平均 (H/D)
			平均 (m)	範囲 (m)	平均 (cm)	範囲 (cm)	
石川県小松市西俣町	370	30	13	10~19	16.8	10~26	77.4
石川県小松市瀬嶺町	200	30	18	15~20	24.6	16~34	73.2
石川県加賀市小坂町	80	20	19	15~20	29.2	22~42	65.1
石川県山中町荒谷	250	20	22	20~25	36.3	28~45	60.6
石川県山中町四十九院	120	20	22	20~25	33.8	25~47	65.1
石川県鹿島町石動山 (1)	430	20	18	17~21	27.4	18~37	65.7
〃 (2)	400	20	15	14~17	24.3	16~35	61.7
石川県志賀町矢田 (1)	60	20	18	15~20	27.4	17~30	65.7
〃 (2)	60	20	24	23~25	33.4	27~42	71.9
福井県和泉村貝皿	490	30	12	10~14	16.5	9~23	72.7
福井県福井市脇三ヶ町	100	30	20	18~22	26.7	16~35	74.9
福井県敦賀市黒河山 (1)	420	25	14	12~17	22.0	16~32	63.6
〃 (2)	200	25	15	13~18	20.2	12~31	74.3
平均			17.7		26.0		68.6

備考：形状比は $H/D_{1.2}$ で、根元肥大率は $(D_{0.2}-D_{1.2})/D_{1.2} \times 100(\%)$ で求めた。

幹曲がり高		傾幹幅		根元曲がり高		根元直径		根元肥大率	支持根数	
平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均	平均	範囲
(m)	(m)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(%)	(本)	(本)
3.7	2.0~5.1	78.2	25~150	188.0	120~280	27.9	18~37	34.8	0.1	0~1
4.2	2.1~7.8	80.0	50~120	140.5	80~200	34.3	23~46	37.8	0.2	0~1
4.2	2.8~6.9	78.2	40~125	129.2	70~310	33.3	20~44	41.1	0.3	0~1
3.4	1.8~5.2	30.3	20~38	66.4	30~120	21.2	14~31	35.0	0.6	0~1
4.3	2.6~7.1	38.8	24~60	59.8	30~90	30.9	20~46	30.4	1.6	0~4
3.7	2.2~7.1	50.9	32~114	55.3	25~70	36.4	24~44	30.9	1.1	0~3
3.4	2.4~4.3	35.6	20~58	57.5	35~90	38.3	28~49	34.4	1.3	0~2
3.8	2.1~7.3	47.6	22~80	92.5	45~200	31.9	21~43	35.2	0.9	0~3
2.8	2.1~3.3	34.2	22~55	60.8	30~110	38.5	28~53	37.0	1.2	0~3
3.2	1.7~5.7	85.9	36~280	148.0	60~280	34.6	22~47	32.6	0.0	0
4.0	2.3~5.7	97.8	35~185	149.8	60~320	33.8	23~53	40.2	0.3	0~2
3.7	2.0~5.6	58.7	43~91	87.1	50~250	35.4	25~58	35.6	0.1	0~2
2.7	1.9~4.6	47.8	26~65	78.8	40~140	29.4	23~38	29.5	0.1	0~1
3.5	1.9~4.7	50.8	30~93	81.2	30~200	29.6	19~43	40.3	0.4	0~1
5.2	3.3~6.9	44.3	33~54	60.3	30~100	44.1	35~56	36.5	1.2	0~2
-	-	38.4	24~60	51.5	30~100	49.0	40~61	44.1	1.6	1~4
4.2	1.5~7.6	38.9	28~54	65.0	40~90	38.1	30~50	30.9	1.5	1~3
3.3	2.2~4.8	40.8	22~70	88.0	50~200	24.7	15~38	42.8	0.8	0~2
-	-	46.0	31~62	54.8	40~80	51.7	37~64	31.6	1.6	1~3
3.7		53.9		90.1		34.9		35.8	0.8	

幹曲がり高		傾幹幅		根元曲がり高		根元直径		根元肥大率	支持根数	
平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均	平均	範囲
(m)	(m)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(%)	(本)	(本)
4.5	2.8~5.8	62.7	40~160	156.7	80~300	20.6	12~32	22.6	0.03	0~1
4.5	-	29.2	14~55	113.5	63~180	29.2	20~32	18.7	-	-
4.1	2.5~7.0	50.5	38~74	144.3	85~215	37.8	27~51	29.5	1.7	0~3
3.6	2.2~5.2	55.7	35~84	131.3	40~230	42.7	33~50	17.6	1.4	0~3
4.6	3.7~7.0	56.6	40~120	121.2	50~240	41.3	31~53	22.2	1.6	0~3
3.7	2.3~5.1	43.1	30~50	61.8	40~75	34.9	25~46	27.4	0.8	0~2
3.6	2.1~4.4	44.9	30~100	88.1	50~210	31.9	24~45	31.3	0.6	0~2
3.5	2.6~4.9	25.8	15~35	40.3	25~65	32.7	21~43	19.3	1.3	0~3
-	-	25.3	20~35	34.5	23~45	45.7	34~58	36.8	1.0	0~2
3.4	2.4~4.2	86.0	64~125	142.3	120~200	24.0	12~33	45.5	0.2	0~1
3.9	1.5~7.4	51.8	30~76	96.8	60~162	35.8	22~45	34.1	1.4	0~4
3.7	1.5~5.2	37.8	20~58	69.3	20~120	27.1	21~35	23.2	0.2	0~2
3.7	2.2~6.3	77.6	38~140	110.2	30~230	29.4	16~45	45.5	0.6	0~2
3.9		49.8		100.8		33.3		28.7	0.9	

町などの標高の低い林分では幹曲がり木が少なく、宇波山国有林や八東町の優良林分では幹曲がり木はほとんど見られなかった。標高との関係についてみると、標高800 m以下で通直木が多く、900 m以上で幹曲がり木が多く認められた。幹曲がり木は積雪量と関係があるものと思われる。

北陸地方のヒノキ林では(第6表)、小松市西俣県有林で幹曲がり木が著しく、通直な木はほとんど

第5表 山陰地方の高海拔地のヒノキ人工林における幹曲がり、根元曲がり、漏脂病、雪害等の出現頻度

調査林分	標高 (m)	積雪深 (cm)	幹曲がり(%)			根元曲がり(%)			支持根(%)			漏
			通直	少曲	曲がり	なし	少曲	曲がり	なし	少ない	多い	
鳥取県江府町鏡ヶ成	940	200	11	48	41	0	4	96	96	4	0	48
鳥取県溝口町大山 (1)	950	200	5	80	15	0	60	40	80	20	0	95
〃 (2)	900	〃	16	52	32	0	52	48	68	32	0	84
鳥取県関金町山口奥 (1)	550	100	36	64	0	14	86	0	36	64	0	95
〃 (2)	530	〃	55	35	10	15	85	0	10	75	15	100
〃 (3)	420	〃	60	40	0	30	70	0	20	75	5	95
岡山県八東村上長田	520	〃	75	25	0	65	35	0	10	90	0	95
岡山県川上村上徳山 (1)	550	100~150	55	30	15	30	50	20	25	70	5	90
〃 (2)	520	〃	75	20	5	75	25	0	20	75	5	95
鳥取県若桜町小舟山 (1)	1,190	200以上	4	33	63	0	11	89	100	0	0	74
〃 (2)	1,140	〃	42	35	23	4	42	54	77	23	0	81
〃 (3)	1,030	〃	35	52	13	19	58	23	94	6	0	90
鳥取県智頭町宇波山 (1)	890	100	52	38	10	5	95	0	86	14	0	86
〃 (2)	840	〃	56	32	12	12	64	24	60	40	0	88
〃 (3)	800	〃	80	20	0	60	40	0	10	90	0	85
〃 (4)	700	〃	100	0	0	70	30	0	0	90	10	75
〃 (5)	680	〃	90	10	0	55	45	0	0	95	5	100
鳥取県八東町奥野 (1)	700	150	32	59	9	18	55	27	41	59	0	100
〃 (2)	600	〃	95	5	0	100	0	0	0	95	5	80

* 根元曲がり、幹曲がり木は激害のみ掲げた。

第6表 北陸地方のヒノキ人工林における幹曲がり、根元曲がり、漏脂病、雪害等の出現頻度

調査林分	標高 (m)	積雪深 (m)	幹曲がり(%)			根元曲がり(%)			支持根(%)			漏
			通直	少曲	曲がり	なし	少曲	曲がり	なし	少ない	多い	
石川県小松市西俣町	370	200以上	0	39	61	0	13	87	97	3	0	77
石川県小松市瀬領町	200	150	39	58	3	3	42	55	-	-	-	55
石川県加賀市小坂町	80	180	29	57	14	0	19	81	5	76	19	86
石川県山中町荒谷	250	200以下	30	45	25	10	20	70	25	65	10	65
石川県山中町四十九院	120	〃	65	35	0	10	45	45	5	90	5	70
石川県鹿島町石動山 (1)	430	〃	70	30	0	75	25	0	30	70	0	70
〃 (2)	400	〃	60	35	5	10	75	15	45	55	0	70
石川県志賀町矢田 (1)	60	50~60	80	20	0	85	15	0	30	65	5	85
〃 (2)	60	〃	95	5	0	95	5	0	20	80	0	100
福井県和泉村貝皿	480~500	300	20	67	13	0	0	100	80	20	0	83
福井県福井市脇三ヶ町	100	120	37	43	20	7	77	17	3	90	7	84
福井県敦賀市黒河山 (1)	420	200	32	60	8	36	48	16	88	12	0	80
〃 (2)	200	150~200	12	56	32	4	40	56	48	52	0	52

* 根元曲がり、幹曲がり木は激害のみ掲げた。

なかった。この林分ではS字型湾曲木が多く見られた。加賀地方低地帯の造林木は約3分の2は幹曲がりを生じていた。しかし、能登地方のヒノキは通直木が多く、石動山県有林では60～70%が、志賀町の民有林では80～95%が通直であった。福井県では、和泉村及び敦賀市黒河山国国有林のヒノキは通直なものが少なかった。北陸では能登地方が積雪量が少なく、山陰地方と同様に積雪量の多い所は幹曲がり木が多いようである。

脂病等の傷害 (%)			雪 害 (%)			
微害	中害	激害	根元* 曲がり	根元 割れ	幹曲* がり	梢折 れ
26	7	19	70	18	15	26
5	0	0	10	0	5	5
4	8	4	24	4	12	4
5	0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	0	5
0	0	5	0	0	0	5
0	5	0	0	0	0	0
5	0	5	5	0	0	5
5	0	0	0	0	0	5
7	0	19	44	15	37	22
0	8	11	38	15	12	4
3	0	7	10	7	7	0
14	0	0	0	0	0	20
4	4	4	4	8	0	16
0	10	5	0	0	0	0
10	5	10	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
10	10	0	0	0	0	0

次に幹曲がりの高さについて調べた(第3表、第4表)。山陰地方のヒノキでは、幹曲がりの高さは林分平均値で2.7～5.2m、平均3.7mであった。個体別にみると、1.5～7.8mの範囲であった。北陸地方のヒノキでは、幹曲がり高は林分平均値で3.4～4.6m、平均3.9m、個体の範囲は1.5～7.4mであった。

幹曲がりの地上高別出現頻度についてみると(第7～8表)、山陰地方のヒノキでは、地上3～4m位置に幹曲がりが最も多く出現し、次いで地上2～3m位置と4～5m位置に多く出現した。北陸地方のヒノキでは、やはり地上3～4m位置に幹曲がりが最も多く出現し、次いで地上4～5m位置に多かった。山陰地方のヒノキに比べて出現位置が少し高かった。これは積雪量が山陰よりも多いためであると思われる。幹曲がりの原因については、積雪による倒伏、冠雪による幹曲がり、梢折れなどが関係していると思われるが、地上3～4m位置に最も多いことは倒伏が大きな原因ではないかと思われる。造林木は最初積雪によって倒伏するが、樹高4～5mになると抵抗力ができて倒伏しなくなり、幹は立ち上がる。根元曲がりはだんだん矯正されるが、矯正の反作用で幹曲がりを生ずるのではないかと思われる。

(3) 根元曲がり

根元曲がりの状況は林分によって差があった。山陰地方のヒノキ林では(第5表)、江府町鏡ヶ成、溝口町大山国有林、若桜町小舟山国有林など標高の高い林分で根元曲がり木の出現率が高く、鏡ヶ成、大山国有林などでは根元曲がりのない木は1本もなかった。しかし、岡山県蒜山地方、智頭町宇波山国有林、八東町

脂病等の傷害 (%)			雪 害 (%)			
微害	中害	激害	根元* 曲がり	根元 割れ	幹曲* がり	梢折 れ
10	3	10	30	0	30	0
19	10	16	3	3	3	0
5	0	9	25	5	5	10
5	10	20	10	10	10	0
0	0	30	15	0	0	15
5	15	10	0	0	0	5
10	5	15	5	5	0	5
0	15	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
14	3	0	17	0	0	7
3	3	10	0	0	7	10
12	4	4	0	0	0	4
12	4	32	16	8	16	8

第7表 山陰地方の高海拔地のヒノキ人工林における幹曲がりの高さ

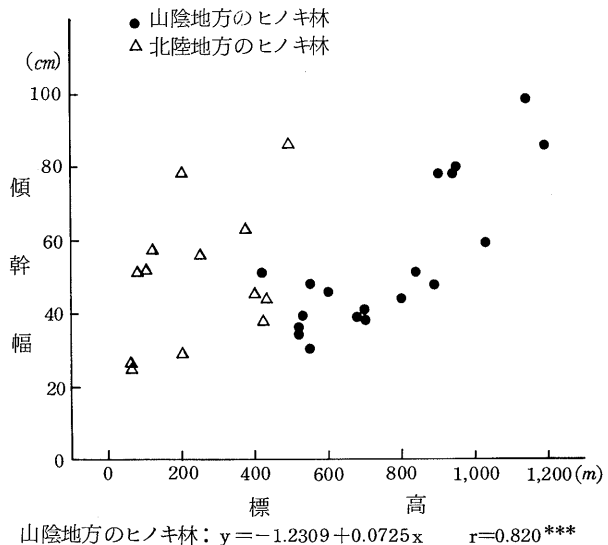
調査林分	調査数	平均幹曲がり高 (m)	地上高別出現頻度 (%)						
			1~2m	2~3m	3~4m	4~5m	5~6m	6~7m	7~8m
鳥取県江府町鏡ヶ成	29	3.7	0	17.2	41.4	34.5	6.9	0	0
鳥取県溝口町大山	55	4.2	0	7.3	43.6	25.5	14.5	7.3	1.8
鳥取県関金町山口奥	42	3.7	2.4	26.2	38.1	21.4	4.8	2.4	4.8
岡山県川上村上徳山	17	3.5	0	41.2	35.3	11.8	0	5.9	5.9
鳥取県若桜町小舟山	75	3.6	1.3	25.3	37.3	28.0	8.0	0	0
鳥取県智頭町宇波山	29	3.5	10.3	34.5	27.6	13.8	6.9	3.5	3.5
鳥取県八東町奥野	17	3.3	0	29.4	52.9	17.7	0	0	0
平均		3.6	2.0	25.9	39.5	21.8	5.9	2.7	2.3

第8表 北陸地方のヒノキ人工林における幹曲がりの高さ

調査林分	調査数	平均幹曲がり高 (m)	地上高別出現頻度 (%)						
			1~2m	2~3m	3~4m	4~5m	5~6m	6~7m	7~8m
石川県小松市西俣町	29	4.5	0	3.4	24.1	34.5	31.0	6.9	0
石川県加賀市小坂町	18	4.1	0	11.1	33.3	33.3	11.1	5.6	5.6
石川県山中町荒谷	18	3.6	0	22.2	55.6	11.1	11.1	0	0
石川県山中町四十九院	5	4.6	0	0	40.0	40.0	0	0	20.0
石川県鹿島町石動山	16	3.6	0	25.0	31.3	43.7	0	0	0
福井県和泉村貝皿	24	3.4	0	16.7	70.8	12.5	0	0	0
福井県福井市脇三ヶ町	26	3.9	7.7	15.4	34.6	23.1	11.5	3.8	3.8
福井県敦賀市黒河山	41	3.7	2.4	22.0	39.0	24.4	9.8	2.4	0
平均		3.9	1.4	14.5	41.1	27.8	9.3	2.3	3.7

などの林分では根元曲がり木は少なかった。根元曲がりの程度を傾幹幅と根元曲がり高を測定して調べた(第3表)。傾幹幅は林分平均値で30~98cm, 平均54cm, 根元曲がり高は林分平均値で52~188cm, 平均90cmであった。江府町鏡ヶ成, 大山国有林, 小舟山国有林などのヒノキは根元曲がりが大きく, 根元曲がり高が1.5~2m, 最大3.2mもあった。

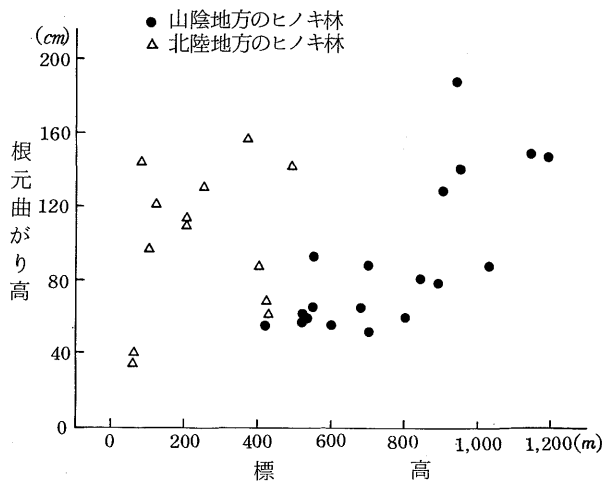
北陸地方のヒノキ林では(第4表, 第6表), 石川県加賀地方及び福井県の多雪地帯のヒノキが根元曲がり著しく, ほとんどの木が根元曲がりしていた。しかし, 能登地方の低地帯のヒノキは根元曲がりあまり見られなかった。傾幹幅は林分平均値で30~86cm, 平均50cm, 根元曲



第2図 標高と傾幹幅との関係

がり高は 35~157 cm, 平均 101 cm であった。石川県加賀地方及び福井県和泉村のヒノキは根元が 1.2~1.6 m 時には 2 m から 3 m も曲がっていた。

根元曲がり高は積雪量と密接な関係があるように思われるが, 各造林地の積雪量を正確に観測することは難しく, 積雪量と関係の深い標高と根元曲がり高との関係について調べた (第 2~3 図)。山陰地方のヒノキ林においては, 標高 900 m までは根元曲がり高が小さく, 900 m 以上になると急に大きくなった。標高と傾幹



山陰地方のヒノキ林: $y = -11.6715 + 0.1341x$ $r = 0.749^{***}$

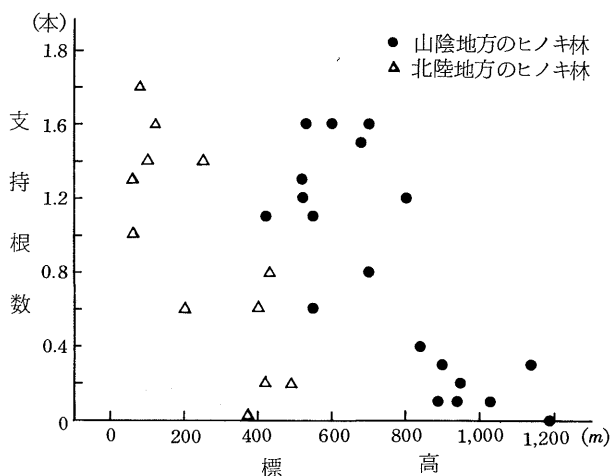
第 3 図 標高と根元曲がり高との関係

幅及び根元曲がり高の間には正の相関関係が見られ, 相関係数は前者で $r = 0.820$, 後者で $r = 0.749$ であった。北陸地方のヒノキ林においても標高が高くなるに従って根元曲がり高が大きくなる傾向が見られたが, 林分間のバラツキが大きく, 有意な相関関係は見られなかった。おそらく地域によって積雪量にかなり差があるために標高との関係がはっきりしないものと思われる。

2) 幹脚の形状

(1) 根元の肥大

ヒノキを谷筋など土壌水分の多い所に植栽するとトックリ病が発生することがある。トックリ病は根元がトックリ状に肥大する病気であるが, 原因は明らかでない。今回調査した山陰及び北陸地方のヒノキ林では典型的なトックリ病は見られなかった。しかし, 多雪地帯のヒノキは根元が肥大してトックリ病に近い症状を呈することがある。ヒノキの根元の肥大は, トックリ病的な肥大と, 根張りが発達して肥大する場合とがある。根張りの発達の良否は根元曲がり高と関係があるようである。



山陰地方のヒノキ林: $y = 2.3055 - 0.0020x$ $r = -0.770^{***}$
 北陸地方のヒノキ林: $y = 1.5977 - 0.0028x$ $r = -0.793^{**}$

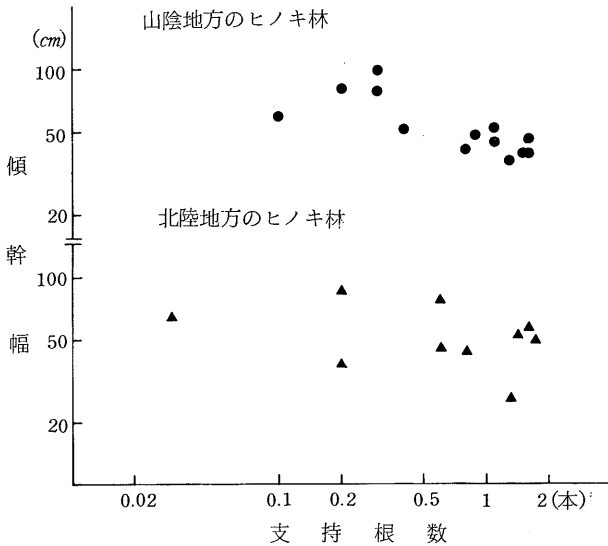
第 4 図 標高と支持根数との関係

山陰地方のヒノキの根元肥大率は林分平均値で 30~44%, 平均 36% であった (第 3 表)。根元の肥大はトックリ病的な肥大と根張りの発達

山陰地方のヒノキの根元肥大率は林分平均値で 30~44%, 平均 36% であった (第 3 表)。根元の肥大はトックリ病的な肥大と根張りの発達

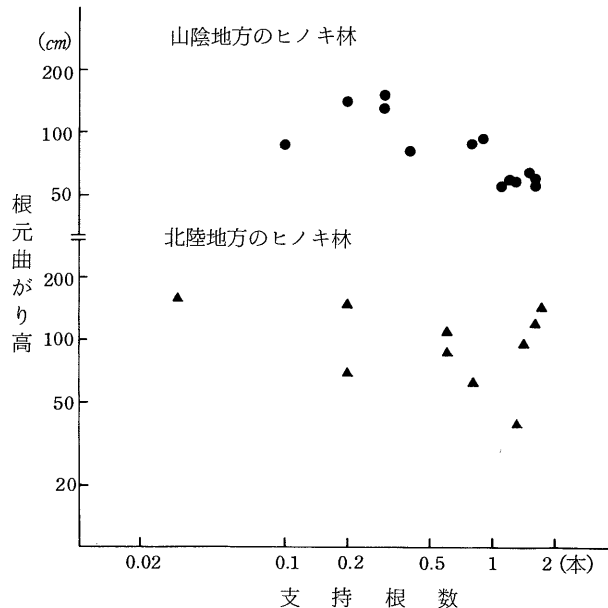
による肥大とがあり、測定値から両者を区別することはできなかった。鳥取県大山国有林、小舟山国有林など標高の高い所のヒノキは根張りの発達が悪く、トックリ病的な根元肥大が見られた。これに対して、山口奥国有林、宇波山国有林など標高の低い所の優良林分では根張りの発達が良く、太い平根または支持根が発生し、幹を支えていた。

北陸地方のヒノキの根元肥大率は林分平均値で18~46%、平均29%で、山陰地方のヒノキに比べて



傾斜20°以上の林分について調査する。
 山陰地方のヒノキ林: $\log y = \log 46.4237 - 0.2610 \log x$
 $r = -0.759^{**}$

第5図 支持根数と傾幹幅との関係



山陰地方のヒノキ林: $\log y = \log 71.0362 - 0.3005 \log x$
 $r = -0.755^{**}$

第6図 支持根数と根元曲がり高との関係

て根元の肥大が悪いようであった(第4表)。しかし、山中町や志賀町の優良林分では根張りの発達の良いヒノキが見られた。

(2) 支持根の発生

支持根の発生は林分によってかなり差があった。山陰地方のヒノキ林では(第5表)、江府町鏡ヶ成、溝口町大山国有林、若桜町小舟山国有林などは発生が悪く、関金町山口奥国有林、智頭町宇波山国有林、八東町の民有林などは発生数が多かった。林分平均値は0.03~1.6本、平均0.9本で、最大は4本であった。支持根の発生数は標高と密接な関係があり、負の相関関係が認められた(第4図)。山陰地方のヒノキ林では標高800m以下で、北陸地方のヒノキ林では標高200m以下で支持根の発生数が多かった。標高と支持根の発生数との間の相関係数は、山陰地方のヒノキ林では $r = -0.770$ 、北陸地方のヒノキ林では $r = -0.793$ であった。

次に支持根の発生数と根元曲がりとの関係について調べた(第5~6図)。一般に支持根の発生の良いものは根元曲がりが少ないといわれている。傾斜20°以上の林分について調査した結果、山陰地方のヒノキ林では支持根数と根元曲がりとの間には負の相関関係が認

められ、支持根の発生数の多い林分は根元曲がり小さい傾向が見られた。両対数グラフにプロットすると直線的な関係が見られ、支持根数と傾幹幅との間の相関係数は $r = -0.759$ 、支持根数と根元曲がりとの間の相関係数は $r = -0.755$ であった。北陸地方のヒノキ林では、支持根数と傾幹幅及び根元曲がり高との間に有意な関係は認められなかった。おそらく根元曲がりに対して積雪の影響が強く働いているものと思われる。

4. 造林木の被害状況

多雪地帯のヒノキ林では漏脂病と雪害が認められた(第5～6表)。

1) 漏脂病

山陰地方のヒノキ林では従来漏脂病の発生はないとされていた。しかし、江府町鏡ヶ成の民有林及び若桜町小舟山の国有林では漏脂病が認められた(第5表、写真1～3)。被害率は江府町鏡ヶ成では50%、小舟山国有林No.1では26%であった。漏脂病は積雪量と密接な関係があり、積雪量の多い(2m以上)標高の高い所で発生している。地形的には傾斜の緩やかな斜面下部、尾根筋などに多いようである。山陰地方においても高海拔地にヒノキを造林する場合には、漏脂病について十分注意する必要がある。

北陸地方のヒノキ林では、中能登の志賀町のヒノキ林を除いて漏脂病の発生が見られた(第6表、写真6～8)。被害率は加賀地方のヒノキ林では15～45%、鹿島町石動山では30%程度、福井県の黒河山国有林では20～48%であった。

漏脂病の被害状況をくわしく調べた結果(第9表)、被害部の高さは地上0mから最高6.5mまで認められた。漏脂病は幹に発生する。微害では1箇所から樹脂が分泌している程度であるが、激害になると幹に縦に長い大きな溝を生じ、樹皮が剥離して患部が露出している。被害部の長さは数cmから長

第9表 北陸地方及び山陰地方のヒノキ人工林における漏脂病の発生状況

調査林分	調査数	被害部の高さ			被害部(上端高)の地上高別出現数							被害部の長さ	
		(地上高) (m)	下端高 (m)	上端高 (m)	0~1m	1~2m	2~3m	3~4m	4~5m	5~6m	6~7m	平均 (cm)	範囲 (cm)
石川県小松市西俣町	8	0.3~3.5	1.4	1.6	2	4	1	1	0			29	5~100
石川県小松市瀬領町	12	0~4.2	1.4	2.2	1	7	0	3	1			87	5~143
石川県加賀市小坂町	4	0~5.0	0.8	2.1	2	1	0	0	0	1		123	60~170
石川県山中町荒谷	7	0~2.8	0.8	1.3	4	1	2	0				57	10~110
石川県山中町四十九院	9	0~6.5	1.1	2.7	0	4	2	1	0	1	1	94	50~175
石川県鹿島町石動山	27	0~4.5	1.3	2.3	0	13	8	4	2			103	40~300
福井県和泉村貝皿	3	1.1~3.7	2.0	2.3	0	2	0	1	0			35	5~50
福井県福井市脇三ヶ町	8	0~4.6	2.0	2.5	1	2	2	2	1			49	5~124
福井県敦賀市黒河山	19	0~5.5	1.3	1.9	4	8	5	0	1	1		55	5~160
鳥取県江府町鏡ヶ成	16	0~2.6	0.8	1.7	2	9	5	0				81	5~190
鳥取県若桜町小舟山	16	0~3.1	0.3	1.3	8	5	2	1				95	40~190
合計(平均)	129	0~6.5	(1.2)	(2.0)	24	56	27	13	5	3	1	(73.5)	
%					18.6	43.4	20.9	10.1	3.9	2.3	0.8		

いものは3 mもあり、平均の長さは74 cmであった。被害部の上端高の地上高別出現数をみると、地上1~2 mの位置で出現数が最も多く、次いで2~3 mと0~1 mの位置で多かった。漏脂病の原因については諸説があるが、多雪地帯では雪害が大きな原因ではないかと思われる。

2) 雪 害

多雪地帯におけるヒノキの雪害についてはくわしい研究はなく、不明な点が多い。ヒノキの雪害は、幼齢時代には倒伏と根抜けの害が多く、生長して倒伏抵抗力が生ずるようになると、根元曲がり、根元割れ、幹折れ、幹曲がり、梢折れなどの被害を受ける。山陰地方の高齢級のヒノキ林では、根元曲がり、根元割れ、幹折れ、梢折れなどの被害が認められたが、根元曲がりが多いことが多く、次いで幹曲がりが多いことが多く、根元割れ、梢折れは少なかった(第5表)。雪害は標高900 m以上の高海拔地で多く発生している。江府町鏡ヶ成の民有林と小舟山国有林の高所で多く見られた。

北陸地方のヒノキ林における雪害の形態も山陰地方のそれと同様で(第6表)、根元曲がり、幹曲がりが多いことが多く、根元割れ、梢折れは少なかった。石川県では能登地方のヒノキ林で雪害が少なく、加賀地方で多く、特に標高の高い小松市西俣県有林では根元曲がり、幹曲がりの被害が著しかった。福井県では、積雪量の多い和泉村で根元曲がりが多いことが著しく、また黒河山国有林でも雪害が認められた。多雪地帯、特に積雪深2 m以上の地帯では良質材の生産は難しいように思われる。

5. 人工造林の適地と造林上の問題点

山陰及び北陸地方の多雪地帯におけるヒノキ造林の問題は、近年ヒノキの造林が飛躍的に増加しており重要な問題である。人工造林に際しては適地の選定が重要で、適地の選定を誤ると成林しないか、造林不成績地になり、取り返しのつかないことになる。多雪地帯におけるヒノキの造林適地について検討した資料は少ないが、大阪営林局計画課の報告書^{5, 6)}や各県林試の報告書^{2~3, 10~12)}がある。

大阪営林局の報告書⁵⁾によると、鳥取事業区においては山陰地方で最も標高の高い小舟山国有林のヒノキ造林地を調査し、ヒノキはスギよりも生長が良く、山陰地方現実林分収穫予想表の2等地の生育を示し、高海拔地でもヒノキの造林が可能であることを示唆している。北陸地方のヒノキ造林については、福井・滋賀県境の野坂山地のヒノキ植栽について検討し⁶⁾、ヒノキを植栽する場合の条件として、積雪深2.5 m未満の箇所、斜面方位は融雪が早く積雪期間の短い南向又は南西斜面、傾斜はおおむね30度以下、土壌型はBD(d)型、使用苗木は優良林分又は天然林から選抜した優良個体の系統苗としている。上野の調査によると、^{10~12)} 福井県におけるヒノキの人工造林地は標高10~600 mの範囲にあるが、300 m以下の低海拔地に多く、特に嶺南地方に多かった。福井県におけるヒノキの造林成績は、脇三ヶ町の林分では木曾ヒノキの地位1等地に匹敵する生長を示し、また県内の積雪地帯にも多くの優良林分が見られ、条件が良ければかなり期待できるとしている。しかし、56豪雪に見られるように異常降雪の時は冠雪害を受けることがあり、一般的には積雪深が150 cmを越える地域ではヒノキの造林を避けた方が良いとしている。石川県では、加藤^{2, 3)}がヒノキ造林地の実態調査を行っている。県内のヒノキ造林地は中能登地区を中心にして比較的広く分布しているが、加賀地区には少なく、小規模な造

林地がある。ヒノキの生育は能登地区では良好であるが、積雪量の多い加賀山間部では漏脂病の発生率が高いという。

今回の筆者の調査によると、山陰地方（特に鳥取県）においては、標高800m以下で、BD(d)～BD型の土壌の所ではヒノキの生育は良好で、人工造林の適地である。しかし、標高900m以上では、根元曲がり、幹曲がり、冠雪害、漏脂病などの被害が多く発生し、成林はするが良質材の生産は難しいと思われる。北陸地方では、能登地方の低地帯はヒノキの生育が良好で、根元曲がり、幹曲がり、漏脂病等の被害が少なく、人工造林は可能である。石川県加賀地方及び福井県の山間部では生育の良好な林分もあるが、一般に根元曲がり、幹曲がり著しく、また漏脂病が発生して形質不良木になり、良質材の生産は難しいと思われる。土壌型については、山陰地方と同様にBD(d)～BD型が適地と思われる。積雪量との関係については、山陰地方、北陸地方共に積雪深1m以下の所でヒノキの生育は良好で、根元曲がり少ない。積雪深が2m以上になると、根元曲がり、幹曲がりが多くなり、場所によっては冠雪害や漏脂病が発生する。積雪深2m以上の場所にはヒノキの造林は避けた方が良い。

高海拔、多雪地にヒノキを造林する場合の問題点は、①ヒノキはスギに比べて生長が遅く、下刈り、雪起こしなど手入れに手間がかかる。②幼時積雪に対する抵抗力が弱く、倒伏、根抜けなどの被害を受け消滅することがある。③積雪によって根元曲がり、幹曲がりを生じ、利用率が著しく低下する。④幹に漏脂病が発生して形質不良となり、商品価値が著しく低下する。⑤暖地に比べて一般に生長が悪いなどである。これらの中で特に問題になるのは雪害と漏脂病である。

ヒノキの雪害についてはくわしい研究はないが、スギに比べて雪に弱く、幼齢時代には倒伏、根抜けなどの被害を受け、造林木が消滅することがある。倒伏抵抗力が生じてからも根元曲がりや幹曲がりが発生する。ヒノキは主に柱材に利用するので、通直でなければならない。曲がり最大の欠点である。今回の調査によると、積雪量の多い所では平均1～1.5m根元曲がりを生じている。また地上3～4mの所で幹曲がりがあり、利用上大きな欠点となる。心持ちの柱材に利用する場合には、長さ3m、4m又は6mに採材するので、根元曲がり及び地上3～4m位置における幹の曲がり用材価値を著しく減ずる。曲がりのない木を造るためには、雪起こし、枝打ちなどの手入れを入念に行くと共に耐雪性の強い品種を育成して造林に用いることが重要である。

ヒノキの漏脂病については二、三の報告がある¹⁾⁷⁾⁸⁾黒河山国有林での調査によると、漏脂病は沢に近い平坦地又は緩斜地で、BD型、BE型など土地の良い所で発生が多いが、林木の生長への影響はあまりないという。今回の調査によると、北陸地方では能登地方の低海拔地を除きほとんどの地区で漏脂病の発生が認められた。しかし、激害林分は少なく、漏脂病よりも根元曲がりの方が被害が大きかった。漏脂病の被害は地上1～2mの位置に最も多く、全体の80%が3mから下の位置に発生している。ヒノキは1番丸太が最も材価が高いので、漏脂病の発生は材価を著しく減ずる。漏脂病対策としては、発病の多い立地条件の箇所にヒノキを植えないこと、雪起こし、枝打ちなどの手入れを入念に行うこと。耐病性、耐雪性の強い品種を育成して造林に用いること、などである。

関西林木育種場山陰支場、福井県、石川県などの林業試験場においては、ヒノキの天然林及び人工

林から耐雪性の強い個体及び漏脂病抵抗性個体を選抜して検定試験を行っている。今回の調査においても、根元曲がり、幹曲がりの激しい不良林分の中に生長が良く曲がりの少ない優良個体が認められた。漏脂病激害林分の中にも生長が優れ、漏脂病にかかっていない個体がある（写真8，No.4）。これらの優良個体を選抜して品種改良すれば、多雪地帯においても優良材の生産が可能になるかも知れない。もちろん雪起こし、枝打ちなどの手入れの重要なことは言うまでもない。

Ⅳ 総 括

山陰及び北陸地方の高海拔、多雪地帯に植栽されている高齢級のヒノキ人工林の生育状況を調査し、多雪地帯におけるヒノキ造林について検討した。山陰地方（主として鳥取県）においては、明治末期から大正初期に造林された人工林が国有林にはかなり大面積にあった。民有林においても高齢の造林地が少しあった。北陸地方においても、石川県及び福井県内に明治後期から大正初期に植栽された造林地が規模は小さいが存在した。

本研究の結果を要約すると以下のとおりである。

- (1) 人工林の生長。山陰地方の高海拔地のヒノキ人工林は、標高800m以下で良好な生育を示した。標高900m以上では、根元曲がり、幹曲がり、冠雪害、漏脂病などの被害が発生し、生育は良くなかった。北陸地方では、石川県中能登地方の低海拔地のヒノキは生長が良く、形質も良好であった。加賀地方の山間部及び福井県の山間部多雪地帯のヒノキは、生育の良好な林分もあったが、一般に根元曲がり、幹曲がりが著しく、また漏脂病に侵かされ、形質不良木が多かった。土壌型との関係については、ヒノキの生長はBB型では著しく悪く、BD型、B1D型で良好な生長を示した。
- (2) 幹曲がり。山陰地方のヒノキ林では、標高800m以下で通直木が多く、900m以上で幹曲がり木が多かった。北陸地方では、能登地方のヒノキは幹曲がり木が少なく通直であったが、加賀地方及び福井県のヒノキは幹曲がり木が多かった。幹曲がりは、地上3～4mの高さに最も多く現われた。山陰地方のヒノキの平均幹曲がり高は3.7m、北陸地方のヒノキのそれは平均3.9mであった。
- (3) 根元曲がり。山陰地方のヒノキ林では、標高900m以上で根元曲がりが大きかった。標高と傾幹幅及び根元曲がり高との間に正の相関関係が認められた。傾幹幅は、林分平均値で30～98cm、平均54cm、根元曲がり高は52～188cm、平均90cmであった。北陸地方では、石川県加賀地方及び福井県の多雪地帯のヒノキは根元曲がりが大きく、能登地方の低海拔地のヒノキは根元曲がりがほとんどなかった。傾幹幅は、林分平均値で30～86cm、平均50cm、根元曲がり高は35～157cm、平均101cmであった。
- (4) 幹脚の形状。根元の肥大、根張りの発達、支持根の発生数などは林分によって差があった。生長の良い優良林分では、根張りの発達が良く、支持根の発生数が多かった。支持根の発生数は標高と密接な関係があり、負の相関関係が認められた。山陰地方のヒノキ林では標高800m以下で、北陸地方のヒノキ林では標高200m以下で支持根の発生数が多かった。支持根の発生数の多い林分は根元曲がりが小さい傾向が見られた。

(5) 被害状況。多雪地帯のヒノキ造林地で発生する大きな被害は漏脂病と雪害であった。漏脂病は、山陰地方のヒノキ林では標高900 m以上の高海拔地で認められた。北陸地方では、中能登の低海拔地では被害がほとんどなく、加賀地方及び福井県の山間部ではほとんどの林分で被害が認められた。漏脂病の被害率は15～50%であった。漏脂病の被害は、地上0 mから最高6.5 mの高さまで認められたが、地上1～2 mの位置に最も多く、全体の80%は3 mから下の位置に発生した。被害部の長さは5～300 cm、平均74 cmであった。雪害は、根元曲がり、幹曲がりが多く、根元割れ、梢折れは少なかった。山陰地方では、標高900 m以上で雪害が多く発生し、北陸地方では能登地方で雪害が少なかった。

(6) 人工造林の適地と造林上の問題点。山陰地方では、標高800 m以下で、B_D(d)～B_D型の土壌の林地はヒノキの生育が良く、造林適地である。標高900 m以上では生長は良くなく、根元曲がり、幹曲がり著しく、場所によっては雪害や漏脂病が発生する恐れがある。

北陸地方では、能登地方の低海拔地はヒノキの生育が良好で、幹曲がり、根元曲がり、漏脂病が少なく、人工造林が可能である。石川県加賀地方及び福井県の山間部では、生育良好な林分もあるが、一般に根元曲がり、幹曲がり著しく、また漏脂病が発生するので、良質材の生産は難しいと思われる。土壌型については、B_D(d)～B_D型が適地である。

積雪量との関係については、山陰地方、北陸地方共に積雪深1 m以下の所に優良林分が多く、2 m以上になると雪害や漏脂病の被害が多くなる。積雪深1.5～2.0 m以上の場所にはなるべくヒノキの造林を避ける方が良いと思われる。

多雪地帯におけるヒノキの人工造林については、雪起こし、枝打ち、間伐などの手入れを入念に行うこと、耐雪性、耐病性の強い品種を造林することが重要であると思われる。手入れの行き届いた林分や木曽ヒノキなど寒い所のヒノキを造林したと言い伝えられている林分には優良林分が見られる。

謝 辞

本研究は昭和58年度文部省科学研究費補助金によって行ったものである。付記して感謝の意を表す。本研究に際し、資料の提供、現地案内、調査測定などに多くの方々のご援助を得た。ここに記名して感謝の意を表す。

石川県関係：石川県白山自然保護センター石田 清氏、石川県林業経営課三橋俊一氏、小倉光貴氏、石川県鶴来林業事務所室 昭生氏、石川県七尾林業事務所礪光 修氏、同石動山林業事務所の方々、石川県小松林業事務所久保氏、小松市森林組合道畑松男氏、清水氏、加賀市森林組合山田氏、幸山氏、江沼郡山中町森林組合武林 正氏、田氏、羽咋郡志賀町森林組合中谷昭夫氏、羽咋郡志賀町岡田正一氏。

福井県関係：福井県総合グリーンセンター井上重紀氏、原 雅継氏、福井県林務課上野直之氏。

大阪営林局関係：大阪営林局計画課西村 正氏、福井営林署菅田節三氏、同敦賀営林事務所青木 繁氏及び担当区の方々、鳥取営林署大野 勉氏、同智頭第一担当区岡 義人氏、倉吉営林署中沢一郎氏。

鳥取大学農学部造林学研究室大学院生船越 修，若宮和泉，同専攻生今村大輔の諸君には測定についてお世話になった。

文 献

- 1) 片山修之：既往ヒノキ漏脂病多発造林地の推移と今後の対策について。日林関西支講，**32** 45～49(1981)
- 2) 加藤六郎：ヒノキ造林の実態。石川の林業，**235** 6(1974)
- 3) 加藤六郎・池田亮一：ヒノキ現存林の生育調査(第2報)。石川県林試業務報告，昭和48～49年度，p.26
- 4) 大阪営林局計画課：現実林分収獲予想表。pp.29～30(1981)
- 5) 大阪営林局計画課：高海拔，多雪地におけるヒノキ植栽の可能性について。pp.1～86(1981)
- 6) 大阪営林局計画課：北陸及び近畿地方の多雪地帯におけるヒノキの植栽について。pp.1～177(1982)
- 7) 田口 勝：ヒノキ漏脂病に関する一考察。大阪営林局昭和54年度林業技術研究発表集録，pp.157～164(1980)
- 8) 田口 勝：ヒノキ漏脂病に関する一考察(第2報)。大阪営林局昭和55年度林業技術研究発表集録，pp.131～138(1981)
- 9) 鳥取県林務課：鳥取県ヒノキ林分材積表(資料)
- 10) 上野直之：ヒノキ人工林の適地判定に関する研究(I) — 実態調査 —。福井県林試報，**19** 24～30(1980)
- 11) 上野直之：ヒノキ人工林の適地判定に関する研究(II)。福井県林試報，**20** 27～40(1981)
- 12) 上野直之：福井県におけるヒノキ造林の可能性と問題点。若越の林業，**317** 10～11(1983)



写真1 鳥取県大山地方の高海拔地におけるヒノキ人工林の生育状況

1～4：大山国有林106林班（標高900～950 m）の74年生ヒノキ林，
 2：根元曲がりの状況。3：傷害木。4：雪害，根元割れ。5～8：
 鳥取県江府町鏡ヶ成（標高940 m）の45年生ヒノキ林。5：根元曲
 がり，幹曲がりの状況。6：根元割れ。7：樹高が7～8 mで，広円
 錐形の樹冠となる。8：漏脂病，雪害（根元割れ）を受けた部分の
 上部から樹脂（矢印）が分泌している。



写真2 鳥取県若桜町小舟山国有林におけるヒノキ人工林の生育状況

1～8：小舟山国有林32林班，標高1,190 mのヒノキ林（73年生）。
2～3：根元曲がり，幹曲がりの状況。5：雪害，根元割れ。6～8
：漏脂病（矢印）。



写真 3 鳥取県若桜町小舟山国有林におけるヒノキ人工林の生育状況

1～4：標高 1,140 m のヒノキ林 (73 年生)。根元曲がり、幹曲がり、幹折れ、二又、幹の傾斜、根元割れなどが見られる。しかし、幹が通直で、根元曲がりの小さい優良木も見られる (No.4)。5～9：標高 1,030 m のヒノキ林 (73 年生)。根元曲がりは多少あるが、幹が通直な良木が多い。8：雪害、根元割れ。9：漏脂病。

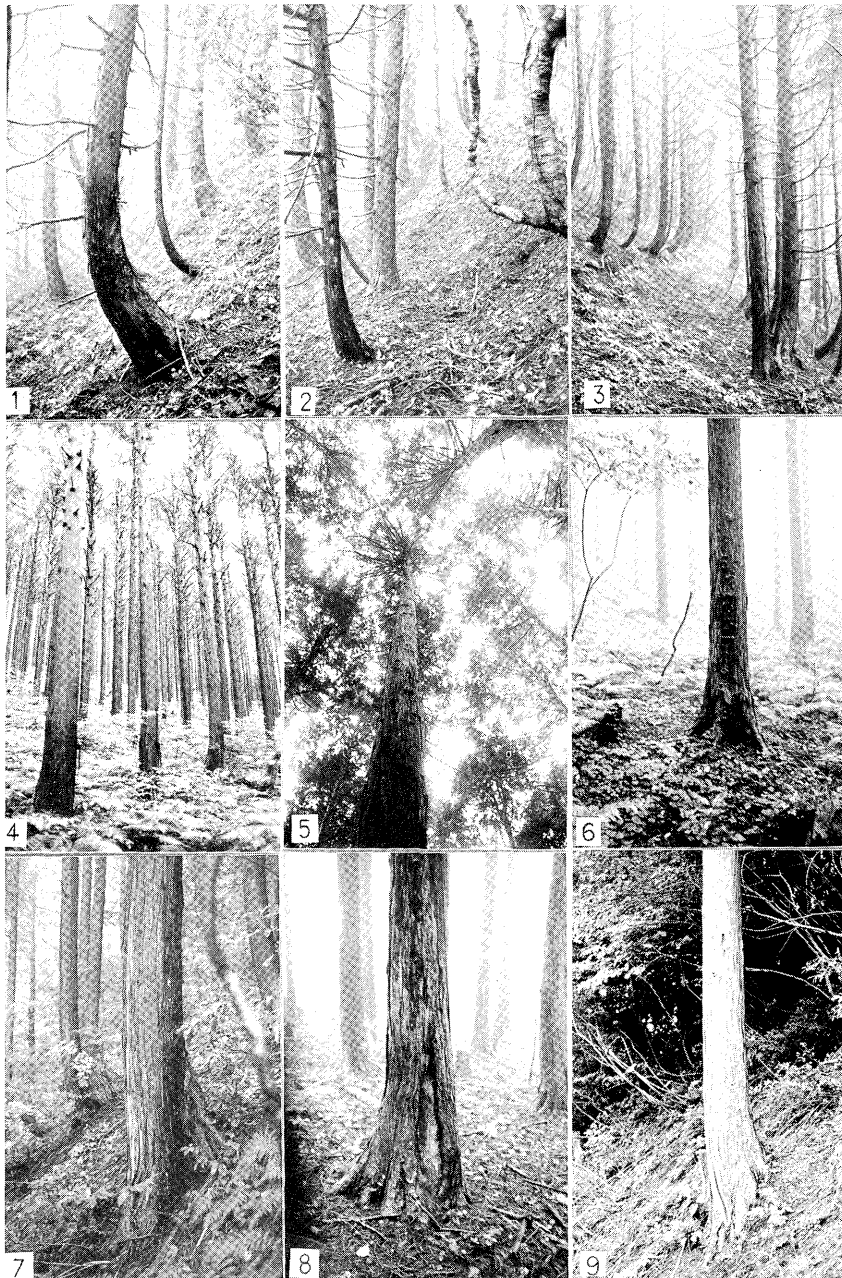


写真 4 鳥取県智頭町宇波山国有林及び八東町の民有林における人工林の生育状況

1～8：宇波山国有林の72年生ヒノキ林。1～3：標高840 m，傾斜35°の急斜地におけるヒノキの生育状況。根元曲がり著しいが，部分的に階段造林が行われており，階段の所には根元曲がりの小さい通直な木がある（No. 2, 3）。4～6：標高700 mの優良林分。根元曲がりは小さく，幹は通直。7：標高680 mの急斜地のヒノキ。支持根が発達し，根元曲がりは小さい。8：傷害木。9：鳥取県八東町の標高600 mの急斜地（45°）に生育する72年生ヒノキ。支持根が発達し，根元曲がりが小さく，幹は通直。



写真 5 鳥取県関金町山口奥国有林及び岡山県八束村におけるヒノキ人工林の生育状況

1～7：山口奥国有林の77年生ヒノキ林。1：標高550 m，尾根筋のヒノキ林。根元曲がりが多い。2～3：標高530 m，急斜地(35～45°)のヒノキ林。根元曲がりが見られるが，支持根の良く発達した根元曲がりの小さい木もある(No.3)。4～6：標高420 mの優良林分。根元曲がり小さく，幹は通直。7：傷害木。8～9：八束村の優良林分(標高520 m，77年生)。間伐が行われている。

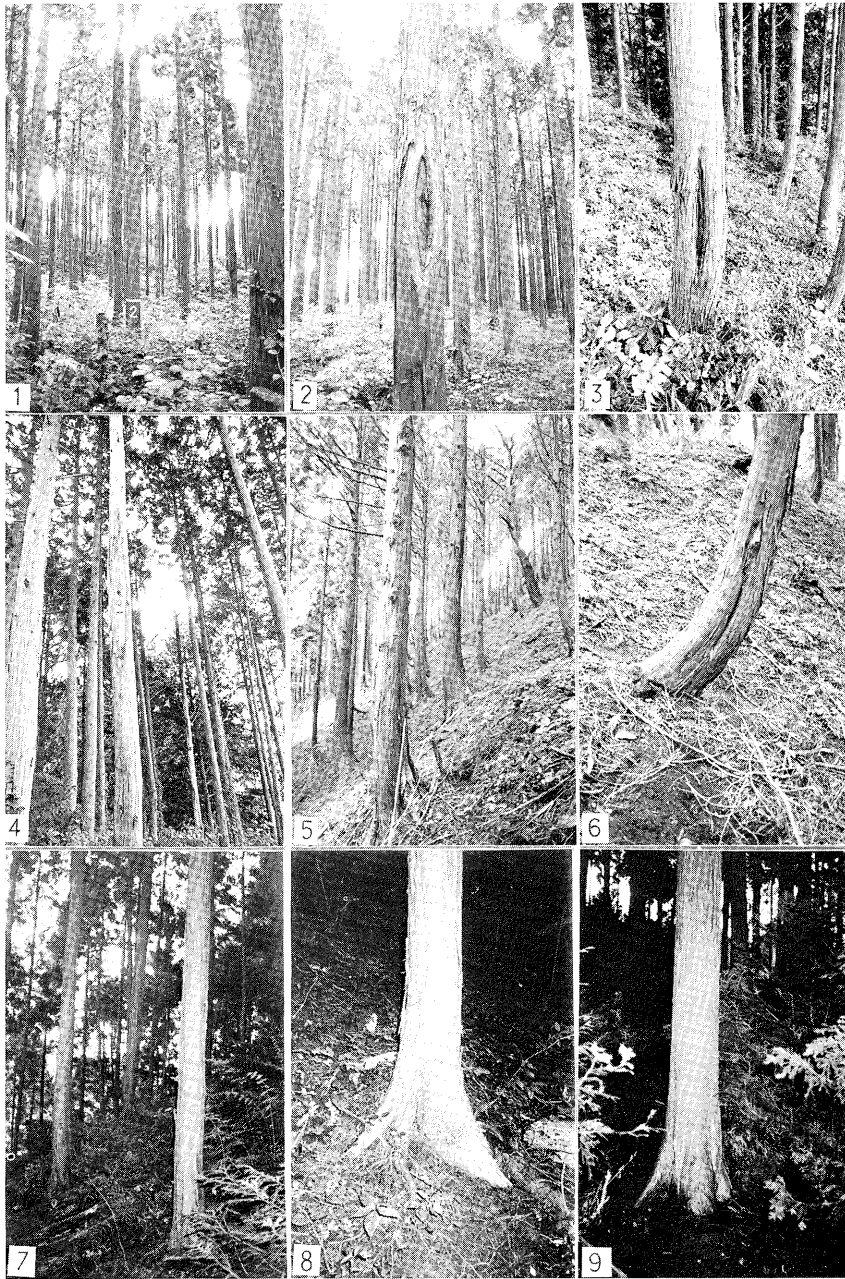


写真 6 石川県能登地方におけるヒノキ人工林の生育状況

1～6：鹿島町石動山のヒノキ林。1：標高430m、緩斜地の70年生ヒノキ林。根元曲がりは小さく、幹は通直。2～4：漏脂病。5～6：標高400m、急斜地(35°)の65年生ヒノキ林。根元曲がりは小さい。6：雪害、根元割れ、7～8：志賀町標高60mの80年生優良林分。根元曲がりはなく、幹は通直。生育良好。



写真7 石川県加賀地方におけるヒノキ人工林の生育状況

1：加賀市小坂町標高80mの60年生ヒノキ林。根元曲がり著しい。2～4：山中町標高250mの76年生ヒノキ林。生長は良いが漏脂病がかなり発生している。3～4：漏脂病。5～6：山中町標高120mの63年生ヒノキ林。根元曲がり割合小さく、幹は通直で生長は良いが、漏脂病が発生している。7～9：小松市西俣県有林の67年生ヒノキ林。無手入れ林分で、幹曲がり著しい。



写真 8 福井県におけるヒノキ人工林の生育状況

1：福井市脇三ヶ町（標高 100 m）の 75 年生ヒノキ林。生長は比較的良好だが、根元曲がり、幹曲がりがある。2：福井県和泉村（標高 500 m）の 54 年生ヒノキ林。根元曲がり著しい。3：敦賀市黒河山国有林 38 林班、標高 420 m の 55 年生ヒノキ林。急斜地（40°）であるが根元曲りは小さく、漏脂病の発生も少ない。4～6：黒河山国有林 43 林班、標高 200 m の 62 年生ヒノキ林（漏脂病保存林）。根元曲がり及び漏脂病の発生が著しいが、幹の通直な優良木もある（No. 4 の右の木）。5～6：漏脂病罹病木。