

昭和35年12月末の大雪による北陸地方の 森林の冠雪害調査報告

杉 山 利 治⁽¹⁾

佐 伯 正 夫⁽²⁾

ま え が き

昭和35年12月27日から、本土全域にわたって、本冬初の強い寒波が襲来し、裏日本をはじめ各地に大雪を降らせた。北陸地方平野部に降りはじめた雪は、翌年1月2日ころまでつづき、特に29～31日には、日本海沿岸に発生した北陸不連続線が停滞したため記録的な大雪となり、海岸平野部は数日の間に1m以上の積雪におおわれた。新潟市では、最深積雪105cmに達し、また、1日の新積雪62cmは、明治19年気象台開設以来の最多日降雪量であつた。このため、各地で列車は運休立往生し、交通・通信機関は大混乱し、建物、施設などの被害も続出した。また、森林、農地にも多大の被害が発生した。

林業関係の被害は、新潟、富山、石川、福井の各県里山および海岸地帯に発生し、炭がまなど施設の被害を除いて、立木だけの被害で5億円にも達する大雪害であつた。この地帯の今回の雪害の特徴は、多雪地帯に例年みられる雪害とちがつて、主として、壮・老齢林における冠雪による被害であつて、急性的、災害的な雪害である。災害の研究では、その実態を調査することが重要な手段の一つと考えられるが、過去におけるこの種の調査記録は比較的少ない。そこで、林木の雪害の実態を記録し、また、その解析によつて、今後の林業経営上の基礎資料をうる目的で、昭和36年3月22～29日に、富山・新潟両県の一部の雪害地において現地調査を行なつた。短期間の調査で十分なことはできなかったが、両県における現地調査の結果をとりまとめたので、ここに報告する。

現地調査にあつて、いろいろ便宜を与えられた富山県林政課吉本造林係長・南部技師・山藤技師、西砺波事務所林務課大島技師、下新川事務所新村所長・田中林務課長、新潟県林務課瀬賀技師、頸城林業事務所斎藤所長・北島経営課長・中野技師、大潟町佐藤助役・藤縄町議会事務局長、国鉄直江津保線区佐藤営林士および資料提供その他にご高配をいただいた林野庁造林保護課関係各位に深じんなる謝意を表する。

I 森林の雪害概況

今回の雪害を発生した降・積雪については、次項で詳しく述べるが、昭和35年12月27日から降りはじめた雪は翌年1月2日ころまでつづき、新潟県・富山県など北陸地方の沿岸、里山地帯の積雪は1m以上、多いところでは2mに達した。このため、北陸地方の里山にある民有造林地あるいは海岸林において、多量の雪害が発生した。

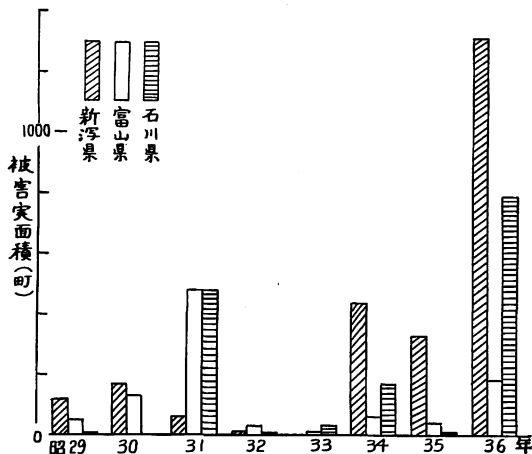
本雪害の全般の被害数量については、今回これにふれる調査を行なう機会がなかつたが、罹災県林務課から報告された森林災害対策資料(林野庁)によつて雪害の概況をみよう。第1表は北陸4県の雪害状況、

(1) (2) 防災部防災第二科風雪研究室員

第1表 雪 害 総 括 (昭和36年1~6月)

県 名	林齢階級 (年) ①	民有人工林 面積 (町) ②	被害区域 面積(町) ③	実損面積 (町) ④	被 害 率 ④/②(%) ⑤	被 害 額 (千円) ⑥	実 損 額 (千円) ⑦
新 潟	1 ~ 5	14,588	1,292	345	2.4	19,851	19,851
	6 ~ 10	16,205	1,484	382	2.4	37,718	33,954
	11 ~ 20	17,489	1,519	321	1.8	58,104	40,675
	21 ~ 40	26,019	1,224	205	0.8	87,989	43,996
	>40	12,829	414	53	0.4	42,675	12,801
	計	87,130	5,933	1,306	1.5	246,337	151,277
富 山	1 ~ 5	10,995	79	28	0.3	1,463	1,463
	6 ~ 10	10,709	168	73	0.7	2,688	2,058
	11 ~ 20	1,586	121	37	2.3	6,933	5,008
	21 ~ 40	2,259	96	30	1.3	13,077	6,582
	>40	691	47	13	1.9	12,599	8,072
	計	26,240	511	181	0.7	36,760	23,183
石 川	1 ~ 5	9,031	729	187	2.1	9,748	9,748
	6 ~ 10	9,218	622	158	1.7	13,170	13,170
	11 ~ 20	6,506	558	169	2.6	25,955	20,786
	21 ~ 40	18,232	1,259	216	1.2	80,366	53,676
	>40	14,284	297	64	0.4	48,426	31,490
	計	57,271	3,465	794	1.4	177,665	128,870
福 井	1 ~ 5	16,936	437	120	0.7	5,579	5,579
	6 ~ 10	10,103	306	79	0.8	7,482	7,482
	11 ~ 20	11,261	253	84	0.7	11,572	11,572
	21 ~ 40	17,574	280	44	0.3	13,631	9,544
	>40	9,732	3	3	0.0	2,500	2,500
	計	65,606	1,279	330	0.5	40,764	36,677
総 計		236,247	11,188	2,611	1.1	501,526	340,007

備考：森林災害対策資料（林野庁）による。富山県の集計期間は1~12月。



第1図 年別雪害面積

また、第1図は最近数カ年の雪害面積¹⁶⁾である。表の期間は昭和36年1~6月となつてゐるが、実際には、昭和35~36年冬期間の雪害であつて、昭和35年12月に発生した雪害はこの中に含まれてゐる。なお、積雪地帯の林木は、1冬期間を通じて多少の被害をうけてはゐるが、各県の雪害概況資料からみて、表に示された被害はおおむね12月末に発生した雪害によるものと思われる。

被害の総括表に示すように、北陸4県下の林木の雪害の実損面積は、2,600町歩、被害額は5億円におよび、量的には、新潟県が最も多く、全体の約半分を占め、ついで石川県が

多い。いま、被害実面積の人工林面積に対する比を求めると、新潟、石川両県はそれぞれ1.5%、1.4%で、被害程度も大きい。富山県は0.7%で、前者にくらべて小さいが、これは後でも述べるように、被害

区域が県東部および西部に極端に集中しているため、その地方においては、かなり激しい被害である。

被害樹種は、各県ともスギが最も多いが、新潟県では、全被害のうちスギ 7 割、マツ類 3 割の割合で、新潟市から頸城地方にいたる海岸地帯では、マツ類の被害が非常に多い。富山県では、ほとんどスギで、特にボカスギの被害が多く、また、局所的ではあるが、入善町のサウスギの被害が激進である。石川県もスギの被害が最も多いが、アテ、マツ類の被害も多く、その被害材積は全体の 2 割弱を占める。福井県の被害樹種はほとんどすべてがスギである。

このように、今回の雪害は非常に激しかったが、被害の中には、積雪地帯に例年におこる幼齡林の倒伏などの害も含まれている。幼齡林の雪害が、今回特に激進であつたということは、もちろん無視できないが、今回の雪害で最も特徴的なのは、壮齡林以上の冠雪による幹折れなどの急性的・致命的な被害の多いことである。したがって、被害面積に比して、被害額は非常に大きく、また、被害地の分布は、地形によつて団地状に発生しているので、一般に小面積の森林所有者の多い里山地帯においては、個人のうける被害は一層激進であるといえる。

なお、新潟県を除く 3 県では、昭和 31 年 1 月にも、今回のような冠雪による大雪害が発生しており (第 1 図参照)、今回の雪害は、わずか 5 年目にまた見舞われたものである。

II 調 査 方 法

1. 調 査 の 意 図

林木の機械的被害は、その原因によつて、積雪の荷重によるもの (冠雪、着雪の害)、雪圧によるもの (沈降力、匍行力の害) およびなだれによるものの 3 つに大別される。今回の雪害は、前 2 者がほとんどで、その中でも、冠雪の害が最も特徴的なものである。したがって、ここでは、雪害のうち特に冠雪害の防止、軽減を目的として調査した。

冠雪害防止の研究では、冠雪の機構、単木の冠雪量などについての研究はかなりあるが、冠雪害は突発的・災害的被害であるために、現実林分の冠雪害の実態についての調査例は比較的少ない。林分の冠雪害防止対策を確立するには、災害地の実態を数多く調査し、分析することが重要な研究手段の一つと考えられる。したがって、森林の冠雪害の実態例を集積することおよびその分析によつて北陸地方の森林の冠雪害軽減のための施業のあり方の基礎資料をうることの 2 つに視点をおき、主として、1) 冠雪害が発生しやすい気象、2) 冠雪害をうけやすい地形、3) 冠雪害に対して強い林分の構成について調査、検討することとした。

2. 調 査 方 法

おもな調査は、気象状況調査、被害概況調査および実測調査である。概況調査は、主として林野庁、関係各県から提供された資料に基づく解析であつて、現地での調査は、富山、新潟県下のごく一部を短時間で概観したにすぎない。実測調査は、地況、林況、被害状況などからみて、次の 4 カ所に調査区を設け、毎木の調査を行なつた (第 3 図)。

- (1) 富山県石動町のボカスギ林
- (2) 富山県入善町のサウスギ林
- (3) 新潟県高田市のクマスギ林
- (4) 新潟県大潟町のマツ林

毎木測定の記事は、胸高直径、樹高、枝下高、枝張りなどで、胸高直径は1cm、樹高は1m 括約とした。被害の種類は、幹折れ、幹曲がり、幹傾斜、根返りなどに分けて観察し、幹折れ木では、折損高、折損部の長さを測定し、また樹幹の曲がり、傾斜、根返り、折損などの方向を8~16方位にわけて測定した。

III 調 査 結 果

1. 気 象 状 況

1) 降雪概況

被害発生当時の気象状況を地上天気図によつてみると、昭和35年12月26日、発達した低気圧が、北海道東方にあつて、この低気圧が北東に進むにつれて、大陸高気圧が漸次張りだし、気圧配置は顕著な冬型となつた。このため、27日ごろから本土全域にわたつて、西ないし北西の季節風が吹走するとともに、気温は急降し、この状態はおおむね翌年1月2日までつづいた。

裏日本側、特に北陸地方では、26日夕刻から27日朝にかけて風雨は風雪にかわり、新潟県平野部、沿岸部では、かなりの電線着雪の被害が発生した。27~28日は引きつづいて季節風の降雪がつづき(第2図(1))、29日は一時季節風は弱まつたが、あらたに日本海沿岸に低気圧が発生し(第2図(2))、東進するにつれて同日夕刻から猛吹雪になつたが、30日にいたり、気圧配置は袋型(日本海で等圧線が袋状になること、第2図(3))になり、日本海沿岸に北陸不連続線が停滞したため、沿岸部、平野部では、30日には記録的な大雪となつた(第2図(4))。降雪の状況は、ところによつて相違はあるが、その経過の概要は上記とほぼ同様である。

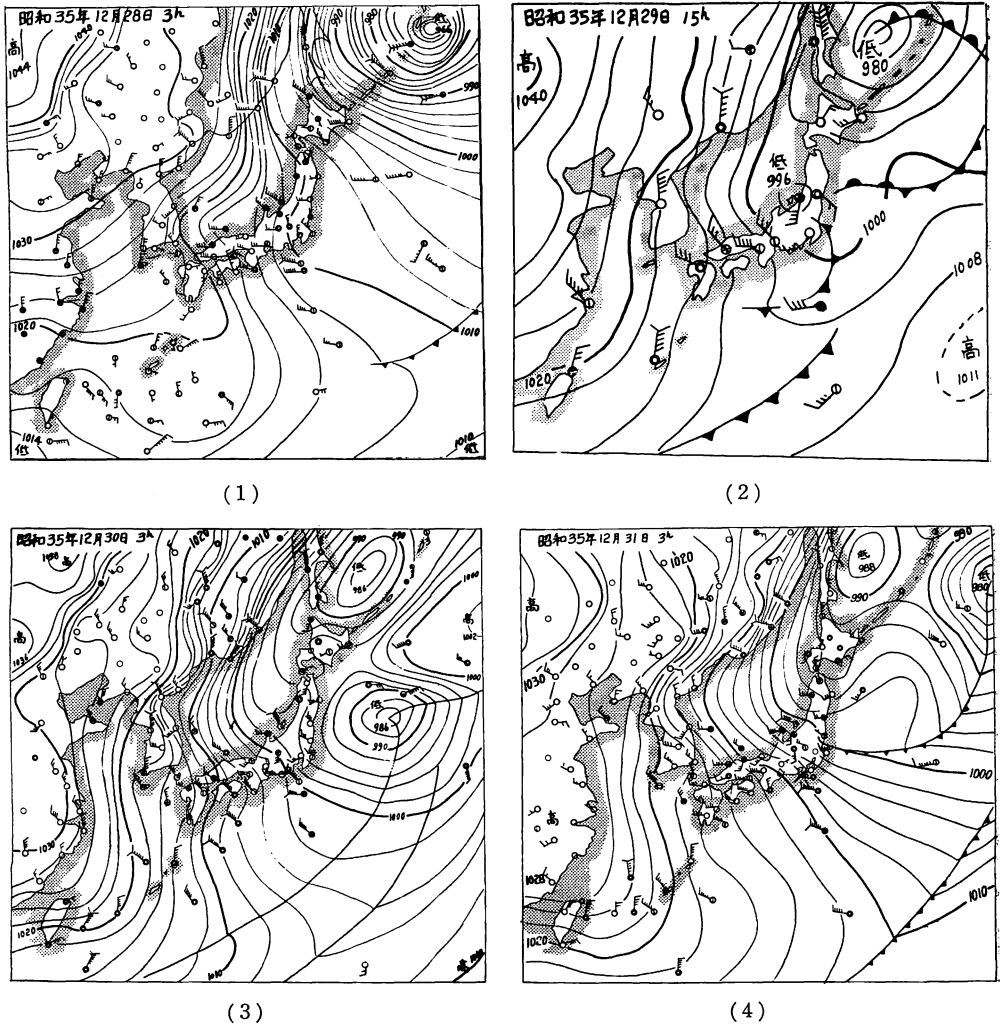
各地の降水量および積雪深は第2表のとおりである。また、第3図は昭和36年1月1日9時における積雪深度分布である。12月26日以前に積雪のあつた地帯は、新潟県西部の頸城、魚沼地方の山岳部、富山、石川県南部の山岳地帯のみで、その他の地点では、12月27、28日が本冬の根雪初日である。この降雪で積雪は急増して、1月1日には各地とも積雪1mにおよび、多いところでは2m以上にも達した。積雪の分布は、平年の積雪分布にくらべて、平野部、沿岸部に多雪であつて、顕著な里雪型降雪である。

2) 冠雪害と気象

雪害の発生日時は場所により異なり、正確にはつかみえないが、現地調査の際聞いたところを記すと、富山県石動町、福岡町では、風は比較的弱かつたが、樹冠に降り積つた雪は凍りついて、ますます冠雪量を増し、12月30日午後から31日に被害が発生したという。富山県沿岸地帯入善町では、29日にミゾレが降り、その後の大雪のため冠雪量を増し、やはり30~31日に被害が発生した。また、新潟県高田市および大潟町においても、30日午後から31日朝までに被害が発生し、高田では、風速は最大5m/s程度であつたという。

被害発生日時は、上記のように現地調査を行なつた地域内(新潟県南西部および富山県)においては、12月30日午後から31日朝までと思われる。したがつて、被害に直接関係した気象は、おおむね29~30日の期間のものとみてさしつかえないであろう。いま、主要地点の気象経過についてみると、第4図のごとくである。

降水は27日までは雨で、その後ミゾレから雪に変わつたようであるが、30日の降水量は各地とも50mm以上で、29~30日の降水量は、高田116mm、富山119mm、伏木137mm、また、29日9時~31日9時の積雪増加深は、高田103cm、富山97cm、伏木96cmであつて、いずれも非常に多量の降雪で



第2図 昭和35年12月28～31日地上天気図(気象協会刊速報天気図による)

ある(第2表)。最近では最も大きい雪害といわれた昭和31年の北陸地方の雪害時の降雪量と同程度あるいはそれ以上である。

気温は26日から下降しはじめ、平均気温は29日から氷点下に下がったが、各地とも大体 -2°C 以上である。30日の最高気温は -0.5°C 、最低気温は -2°C 程度であつて、その較差は非常に小さく、既往の実験結果¹³⁾¹⁷⁾²⁰⁾に照らして、最も冠雪の発達しやすい気温状態であつたといえる。

風については、29,30両日の24時間平均風速は $2\sim5\text{ m}$ で比較的弱く、最大風速は、海岸線の伏木では 10 m 以上であるが、高田、富山では $5\sim9\text{ m}$ である。したがつて、里山地帯まで内陸にはいると、この風速は幾分減少しているものと思われる。風向はNWからW $\sim$ Sの風に変わり、最も降雪の激しかった29,30日には、おおむねWSW $\sim$ Sで、特に富山では、両日ともほとんどSの風である。31日には、各地とも風速は前日より大きくなっているが、被害の発生は明らかに31日朝までに終わったようであるから、この風は被害には影響しないものである。なお、第4図(4)新潟は、調査区域からはなれた地点であ

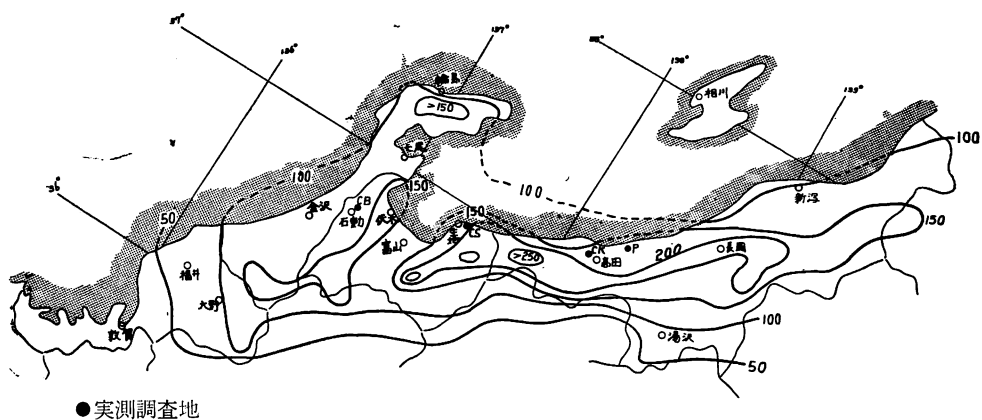
第2表 降水日量および積雪深

観測地点	降 水 日 量 (9~9 h, mm)					積 雪 深 (9 h, cm)				
	27	28	29	30	31	28	29	30	31	1
(新潟県)										
新潟	8	6	12	45	77	3	9	16	57	99
湯田上	105	31	63	53	4	69	83	135	186	187
高村	13	3	22	39	64	12	10	32	57	106
新発田	15	6	27	53	33	3	2	28	89	115
三條	17	7	32	78	83	11	13	38	100	145
寺泊	17	2	11	39	34	12	11	27	64	94
森町	25	28	70	150	80	20	40	70	170	220
長岡	39	21	68	88	36	47	64	110	200	206
柏崎	54	29	33	30	25	87	94	125	165	160
小出	19	66	65	43	11	26	92	152	165	153
湯沢	15	34	22	3		40	100	140	110	95
三頭	87	70	32	29	3	210	235	235	240	220
根知	41	38	×	×	×	65	120	190	260	265
(富山県)										
富山	29	9	62	57	15	17	21	85	118	111
伏木	14	4	49	88	78	7	7	61	103	167
泊平	11	10	65	67	34	×	×	×	×	215
小屋	16	30	75	58	22	50	81	150	215	255
生地	46	36	85	94	49	16	17	75	145	157
伊折	8	23	25	21	41	42	97	135	160	160
細入	15	6	52	39	7	15	18	85	97	82
田動	10	20	40	75	60	6	10	50	95	150
石動	13	20	40	50	55	11	36	75	110	135
祖山	7	7	70	59	26	15	25	105	149	152
(石川県)										
金沢	9	29	33	57	53	10	36	46	60	108
輪島	15	10	22	34	51	3	15	21	46	78
柳田	15	14	37	69	70	20	35	60	110	150
三井	39	50	73	56	61	35	50	75	110	155
来方	13	10	32	85	25	15	25	35	85	98
七尾	9	9	23	80	120	5	10	40	90	140
羽咋	17	33	44	60	80	29	60	70	82	120
宇ノ気	6	80	37	35	87	3	65	61	85	120
小松	8	16	18	40	51	4	15	30	64	100
小内	11	7	106	71	31	6	35	78	125	140
白峰	7	16	41	34	30	13	25	110	147	150
九谷	17	25	33	21	49	15	20	50	90	115
大聖寺	11	28	23	48	55	1	10	20	67	105
(福井県)										
福井	20	25	54	12	11	4	17	40	48	56
敦賀	66	31	3	0	0	1	13	10	8	6
勝山	25	16	63	33	22	10	25	70	90	100
大野	19	24	64	24	14	6	28	69	75	75
大谷	16	11	40	12	5	25	47	90	105	105
下一光	13	30	40	20	30	5	35	60	75	90
武生	20	25	35	10	3	2	19	34	45	48
小浜	12	30	0	—	—	—	6	5	3	3

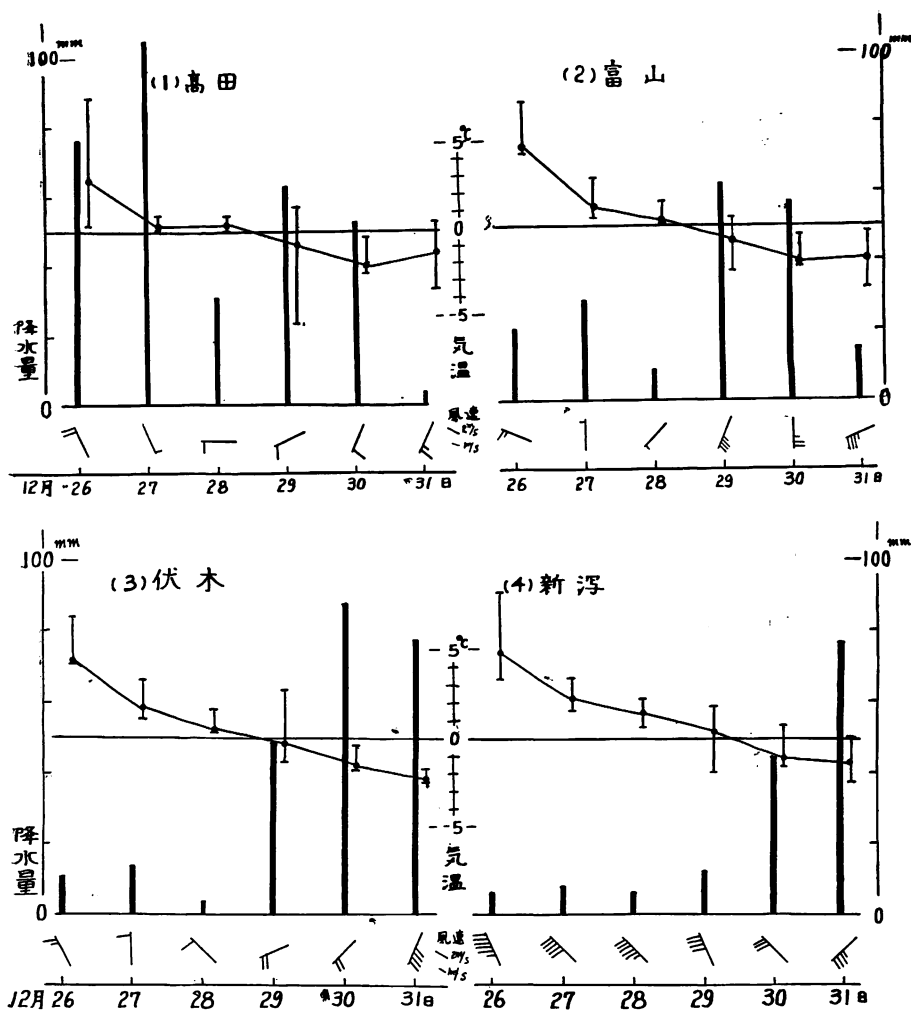
備考：気象庁発行全国気象旬報による。

るが、参考のため掲げた。輪島、相川などととも、この調査区域より1日おくれて、12月31日に最強降雪がおこっている。

以上、主として新潟県西部から富山県にいたる雪害区域を対象として、冠雪害に係る気象因子について述べたが、これは、昭和31年1月の雪害時の気象状態¹²⁾と非常によく似ており、また、既往の冠雪実験の成績からみても、冠雪の発達に非常に好適な気象状態であつたといえる。



第3図 積雪深分布(昭和36年1月1日9時, 単位 cm)



第4図 昭和35年12月26~31日気象経過

2. 冠雪害と地形

1) 被害地域

今回の雪害の範囲は、北陸4県にわたる広範な地域であるが、さらに各県の調査資料によつて、多少細かくみると、雪害発生区域はいずれも海岸里山地帯であるが、新潟県では新潟中部地区が最も被害が多く、全県の半分を占め、ついで頸城、蒲原の順である。富山県の激害地は、石川県に近い西砺波地方および県東部の下新川地方であつて、県中央部には、ほとんど被害はない。全被害の約7割は、ボカスギを主とする西砺波地方の造林地の被害である。石川県は、能登半島の被害が最も激しく、南部山岳地帯の被害は非常に少ない。福井県では、やや内陸の大野地方に多い。

新潟、富山県について、基本計画区、林齢階級別に民有人工林面積に対する被害面積をみると第3表のとおりである。

新潟県では、県全体の面積被害率は1.5%であるが、C、E区は前にも述べたように面積被害率でみても最も被害が多く、ついでB区の順で、その他はごく微害である。なお、F区では林木の被害はないが、竹林にはかなりの被害が発生している。このことは、平常最も多雪の魚沼地区(D区)よりも、むしろ比較的積雪の少ない地域に被害が多いことを示している。富山県では、県全体の面積被害率は0.7%で、新潟県の半分にすぎないが、激害地のA、E区だけをみると、いずれも1%以上であつて、被害地は里山および沿岸部に偏在している。

つぎに、林齢別の被害についてみると、新潟県では、各区とも10~20年生以下の幼齢林に被害率が大きいものに対して、富山県では逆に老・壮齢林の被害が多い。このことは、調査方法の県による差もあるかもしれないが、富山県ではボカスギの壮・老齢林に被害が多く、新潟県のC、E区では、マツ類の幼齢林の雪害が多かつたこともその一因ではないかと考えられる。雪害の程度は樹種や林型などに影響されるので、厳密には、単に面積被害率のみによつて、雪害危険地域を論ずることはできないが、一応の目安はえ

第3表 基本計画区別面積被害率

県名	基本計画区	位置	林 齢 階 級					計
			1~5	6~10	11~20	21~40	>40	
新 潟	A	岩 船	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1
	B	蒲 原	1.9	2.1	2.3	1.0	0.5	1.6
	C	新 潟 中 部	6.1	3.2	2.8	1.3	0.7	2.5
	D	魚 沼	—	1.5	0.1	0.0	—	0.1
	E	頸 城	3.7	3.2	3.3	1.5	0.8	2.5
	F	佐 渡	—	—	—	—	—	—
	計		2.4	2.4	1.8	0.8	0.4	1.5
富 山	A	下新川、魚津	2.1	1.9	3.9	0.1	0.1	1.5
	B	中、上新川	—	—	—	—	—	—
	C	婦 負	—	—	—	—	—	—
	D	東砺波、射水	—	—	—	—	—	—
	E	西砺波、氷見	0.1	1.0	2.7	4.1	4.4	1.0
	計		0.3	0.7	2.3	1.3	1.9	0.7

- 備考 1. 森林災害対策資料(林野庁)による。
 2. 被害率は、基本計画区別、林齢階級別に、民有人工林面積に対する雪害実面積を%で示した。

られると思われる。

以上のように、被害地は海岸、里山地帯が大部分である。これを気象の面からみると、降雪量については、量的な差はあつても、山岳、里山を問わず、冠雪害の発生には十分な量であるが、一方、気温については、 -3°C 以下では冠雪量が極端に小さくなるのが既往の実験によつて知られており、この点から、海拔高 300 m をこえる山地では平均気温は -3°C 以下と推定され、冠雪の発達是非常に少なく、したがつて、比較的海拔高の高い地方では、冠雪害は発生しなかつたものと思われる。

2) 冠雪害と地形

冠雪害の発生は、内陸山岳地帯ではほとんどなく、被害地域は海拔高の低い里山あるいは海岸平地林に限られたが、さらに小地形的に冠雪害と地形との関係をみることにしよう。広範囲に被害地を調査する機会がえられなかつたが、富山県西砺波地方、新潟県高田市周辺における観察では、被害地の地形的特徴がはつきり認められた。

二、三の例をあげると、富山県福岡町西五位土屋 および 同町花尾の調査地は、海拔高 30~160 m で、共に谷筋は NW から SE にそそぐ里山ボカスギ林であるが、雪害地はすべて右岸にあり、N~E 向き斜面に小団地状に点在している。また、これらの斜面のうちでも尾根に近いところは被害はほとんどなく、谷沿いの凹地形に集中している。同県石動町の宮中一丁輪一高坂一下屋敷にいたる区間 (海拔高 30~150 m) のボカスギ林においても、被害地はほとんど E~N 向き斜面の谷筋に近い部分である。なお、この付近は昭和 31 年にも激しい冠雪害をうけた場所で、前回の雪害団地の周辺の林木の被害もかなりみうけられた。新潟県高田市街北西の滝寺においても、被害地は N 向き斜面の谷沿いであり、後日見学の機会をえた同県寺泊町竹の沢付近では、被害地は E 向き斜面に団地状に点在していた。

以上のように、地上積雪の雪圧による被害を別にして、冠雪害のみについてみると、被害地は、すべて N~E 向き斜面、すなわち、風下斜面で、しかも山ろく谷沿い地形に発生している。一般に冬季の季節風は NW 風であるが、北陸地方において冠雪が顕著に発達するような降雪のある場合は、風向は W~S¹⁸⁾ であるから、この地方における冠雪害の危険性のある場所は、風下側 N~E 向き斜面であるということができよう。なお、石川県においては、能登半島の被害が大きい、この地帯は海拔 200 m 内外の丘陵性山地であつて、諸川の河谷が樹枝状に発達しているため、このような地形的影響によつて、被害面積は一層増大したのではないかと推定される。

海岸林など平地林では、地形的影響はほとんど考えられない。この地帯の被害の多少は主として林況によつて左右されるものと思われる。

3. 冠雪害と林況

1) 調査地の概要

富山県石動町 (ボカスギ)、同県入善町 (サウスギ)、新潟県高田市 (クマスギ)、同県大潟町 (マツ) の被害地において、調査区を設けて毎木調査を行なつた。調査区の数はいずれも各地区 1 カ所で、面積も小さいが、以下この調査区における測定結果を中心にして、雪害と林況の関係について検討することとする。調査区の概要は第 4 表および第 5 図のとおりである。図は林冠の形を示したもので、縦軸は樹高および枝下高を示し、横軸は各調査区の立木総本数を 100 としたときの樹高階別本数比率を長さであらわしてある。したがつて、横軸に平行する長さの長い階層ほど本数比率が大きいことを示す。上層木と下層木とは、その樹冠の拡張状態を著しく異にするので、林冠の組成を十分に示す模図とはいえないが、Cb, Ck, P 区は一斉林

第4表 調査区の概況および被害概要 (昭和36年3月24~28日調)

調 査 区		Cb			Ck		Cs		P	
所 在 地		富山県石動町下屋敷			新潟県高田市滝寺		富山県入善町五十里		新潟県大潟町 潟町駅東方鉄道林	
地形	標 高 (m)	150			50		10		10	
	斜面の向き 傾 斜 (度)	E 5			N20°E 23		— 0		— 0	
調 査 面 積 (m ²)		1,395			230		320		600	
林 齢 (年)		約40			約40		—		約40	
立 木 本 数 (本)		ボカスギ 152			クマスギ 52		サワスギ154		アカマツ 62	
		リョウワスギ } ベツシヨスギ } 23			ク リ 1		ハンノキ 1		クロマツ 30	
立木密度 (本/ha)		1,254			2,304		4,844		1,533	
樹 種		ボカスギ	リョウワ スギなど	計	クマスギ	サワスギ	アカマツ	クロマツ	計	
樹高	範 囲 (m)	5~25	7~23	5~25	6~16	2~13	6~14	5~14	5~14	
	平 均 (m)	18.8	17.6	18.6	11.6	5.5	10.5	9.8	10.3	
胸高 直径	範 囲 (cm)	8~55	10~42	8~55	8~40	2~38	9~28	6~27	6~28	
	平 均 (cm)	28.8	27.8	28.7	17.0	9.0	17.8	16.6	17.4	
平 均 形 状 比		69	66	69	69	74	62	65	63	
平均樹冠率 (%)		49	52	49	57	30	30	37	32	
被害 木 (%)	幹 折 れ	17	4	15	29	6	24	20	23	
	幹 曲 が	3	—	3	17	23	3	13	7	
	幹 傾	1	—	1	6	8	3	7	4	
	根 返 計	—	—	—	—	3	—	—	—	
		21	4	19	52	40	31	40	34	
健 全 木 (%)		79	96	81	48	60	69	60	66	

備考: 過去の雪害によつて被害をうけたもの Cb...6%, Ck...8%, P...5% は健全木の中に入れた。

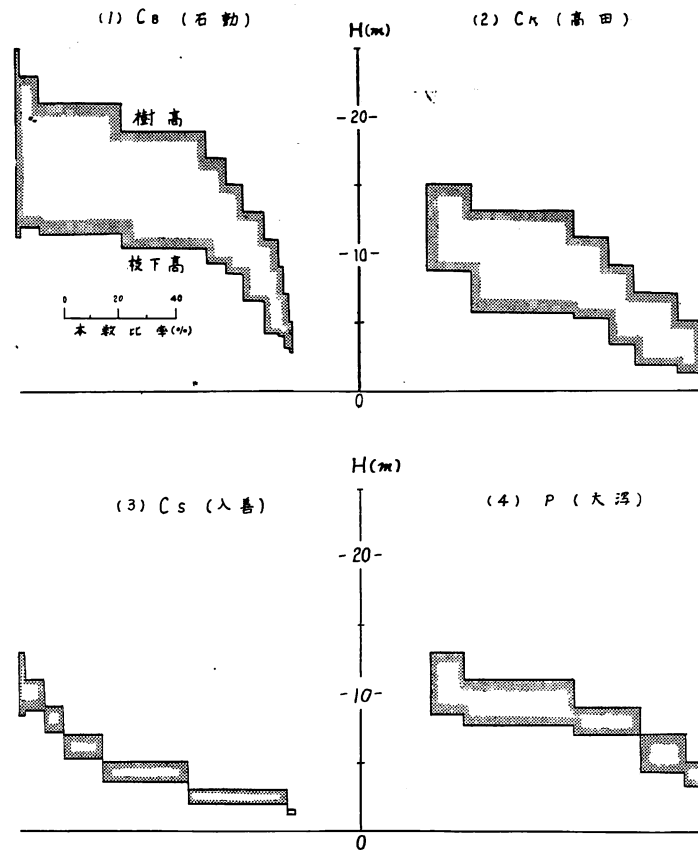
で、特に Cb 区は顕著な一斉1段林である。Cs 区は連続層林である。

つぎに、全体からみた調査区の概況、その他参考事項について記すことにしよう。

(i) 調査日は雪害発生日から約3カ月を経ているため、調査時において、はつきり被害の形が認められるもののほかに、一度被害をうけても、調査時点にはすでに回復しているものもある。すなわち、小径木は直接冠雪荷重により、あるいは冠雪が誘因となり、その後の地上積雪の雪圧によつて被害をうけ(幹曲がりの形態が多い)、そのまま永久的な被害となるものもあるが、融雪後自然に立ちなおつたものも多数ある。

(ii) 各調査区は、その地域の被害状況を概観したうえ設定したが、富山県西砺波地方のボカスギ林における Cb 調査区は、その地帯では比較的海拔の高い 300~350 m の山塊の北麓にあり、被害地域全体からみると、海拔高が割合に高く、また、被害程度は比較的大きい団地である。間伐など保育は行なわれていない。

(iii) 新潟県高田市のクマスギの調査区 (Ck) は、非常に小面積の激害団地であつて、この地方では特に被害の大きい地点である。間伐など保育は全く行なわれていない。Ck, Cb 区が里山山地における雪害地であるのに対して、つぎのサワスギ (Cs 区)、マツ類 (P 区) は海岸平地林の被害である。



第5図 林冠の形

(iv) サワスギは、立山スギが黒部川上流から流され品種化されたものだといわれ、富山県でも入善町の海岸地帯の湿地にのみ分布し、現地の話では、今まで雪害には一度もかかったことのない、非常に雪に強い品種とされている。萌芽性で、1つの根株から数本の樹幹が立っている。根株の大きさは、大きいものでは 5 m^2 の広さにおよぶものがある。林分の保育はほとんど行なわれず、必要に応じて抜き伐りされているため、択伐林型を呈している。Cs 調査区は海岸から約 500 m の平地林で、この地方のサワスギの平均的被害を示すものと思われる。

(v) マツ類の被害は、新潟市から直江津市にいたる海岸地帯に最も多く発生した。P 調査区は信越線潟町駅付近の、海岸線から約 800 m の鉄道林であつて、被害程度は、この付近の平均よりやや大きい程度と思われる。

2) 被害形態

(i) 樹種と雪害

今回の雪害は、この地方の主要造林樹種のすべてに発生した。被害量はスギが最も多く、ついで海岸地帯のマツ類、能登半島のアテである。雪害は降雪量をはじめとする気象状態および地形、林分の構造に左右されるところが非常に大きいので、これらの樹種間の冠雪害に対する抵抗性の大小を単純に比較することは困難であるが、調査区における実測結果によつて、一、二の樹種・品種間の抵抗性について比較する

ことにしよう。

C_B 区はボカスギとリョウウスギなど⁵⁾ (ベツシヨスギを含め、以下リョウウスギという) の混交林であるが、本数被害率はボカスギ 21%, リョウウスギ 4% であつて、ボカスギは冠雪害に対する抵抗性が非常に小さい。昭和 31 年の雪害¹²⁾ においても同様の傾向がはつきり認められた。アカマツとクロマツの混交した P 区では、クロマツの被害率がアカマツよりも大きい。この 2 例は、いずれも 2 つの樹種が混交した林分の場合の比較であるが、概況調査からみて、樹種あるいは品種固有の耐雪性についても、上記の傾向は認められる。

被害の形態は、林齢、林の形などによつて異なるが、樹種による一、二の特徴をあげると、ボカスギの幹折れは、他のものにくらべて、折損部に割裂がはいったものが多く、利用価値の小さい被害形態といえる。また、マツ類では、根元からねじれて割れがはいった幹折れがかなりあることは、スギの場合とくらべて特徴的である。

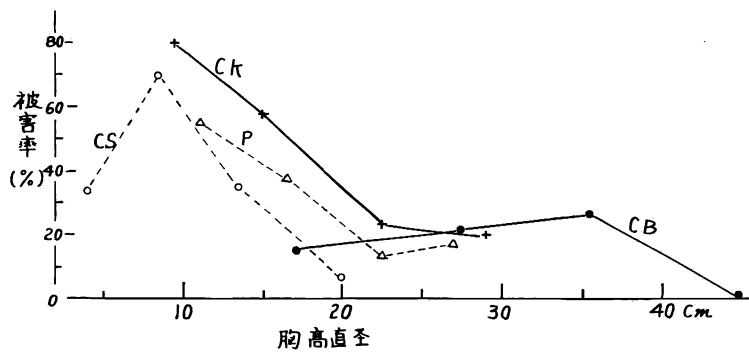
(ii) 直径・樹高と雪害

各調査林分の全本数を 2～4 群に分けて、樹高および胸高直径階別の本数被害率を求めると第 5 表のとおりである。ただし、樹高階別の被害率は、幹折れの被害木で樹高を測定できなかつたものがあるので、直径階別のものよりも被害率算出の対象とした全本数が少なく、特に C_B および C_K 区においては非常に少ないので、この 2 区については十分な検討はできないが、一般に樹高の高いものほど被害率が少ないといえる。C_s 区では、全林木の約 7 割を占める樹高 6 m 以下の林木の被害率は 45% で、被害の種類はすべて幹曲がり、幹傾斜である。そして、樹高が増すにつれて被害率は減少するが、被害の種類は幹曲がりが減少し、幹折れの被害が多くなる。全林木の約 1 割の優勢木では全く被害は認められない。P 区においても同様な傾向が認められる。

第 5 表 樹高、胸高直径階別被害率および形状比

調査区	樹高階 (m)	全本数 に対する 本数 (%)	被害率 (%)	胸 高 直径階 (cm)	全本数 に対する 本数 (%)	被害率 (%)	被害木中 幹折れ木 の割合 (%)	幹折れ 被害率 (%)	形 状 比		
									健全木	被害木	計
C _B	≤18	約30	4	≤24	約30	15	50	8	83	84	83
	>18	70	1	25～30	30	21	91	19	73	70	73
				31～40	30	26	93	24	59	55	59
				>40	10	0	—	0	47	—	47
								平均	69	69	69
C _K	≤9	約30	55	≤11	約30	80	25	20	81	80	80
	10～12	20	33	12～18	30	58	73	42	75	78	76
	>12	50	0	19～26	30	23	100	23	58	—	58
				>26	10	20	100	20	51	—	51
								平均	66	79	69
C _s	≤6	約70	45	≤6	約50	34	0	0	88	87	87
	>6	30	25	7～10	20	70	12	8	64	70	68
	>10	10	0	11～16	20	35	56	20	56	69	60
				>16	10	6	100	6	48	—	48
								平均	73	77	74
P	≤9	約30	37	≤14	約30	55	63	35	73	80	77
	10～12	60	30	15～18	30	38	70	27	61	64	62
	>12	10	10	19～26	30	13	75	10	54	60	54
				>26	10	17	100	17	47	44	47
								平均	59	72	63

備考：幹折れ被害率は直径階別本数に対する幹折れ木本数である。



第6図 胸高直径階別被害率

つぎに、胸高直径と被害の関係についてみると、CB区では、全体の約6割を占める直径25~40cmのものに最も被害が多く、それ以下および以上のものの被害は少ないが、他の3区については、直径の大きいものほど被害が少ない傾向が認められる(第6図)。Cs区において6cm以下の被害率が、7~10cmの階級のそれよりも小さいのは、罹災後3ヵ月を経た調査時点においては、6cm以下のものは被害(主として曲がり)をうけても、その後自然に立直りをみせたもののがかなりあるのに対し、10cm近くになると自然に立直る率が少ないためと考えられる。

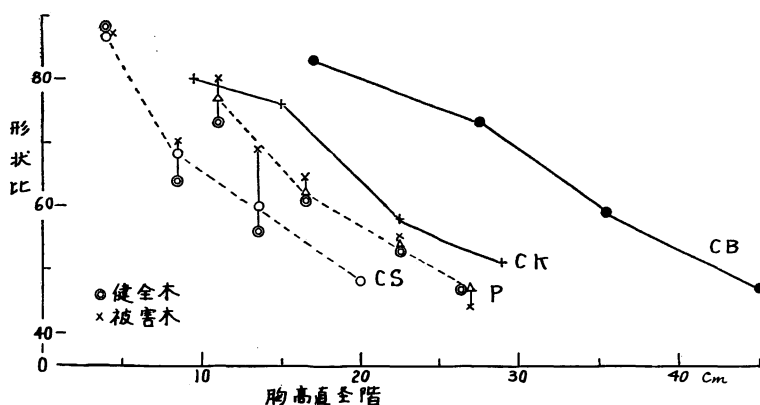
被害の種類を幹折れと幹曲がりその他の被害とに分けてみると、いずれの区においても、直径の小さいものほど幹曲がりなどの被害が多い。Ck区では、直径11cm以下の林木の被害はその75%が幹曲がりなどの被害であり、また、Cs区の10cm以下の直径階では90~100%がそうである。直径が増すにつれて、被害木中幹折れ木の占める割合が多くなる。いま、最も致命的被害である幹折れ被害のみについてみると、第5表に示すように、幹折れ被害率最大の直径階級は、Ck=12~18cm, Cs=11~16cm, P≤14cmであつて、CB区を除いては、直径15cm程度に達した林木が最も幹折れの危険性が高いと思われる。

以上樹種、林況のちがい、気象状態の差はあるとしても、一般に1つの林分では、樹高、胸高直径ともに大きいものほど被害が少なく、特に林分中の約1割程度の優勢木の被害は非常に少ない。なお、Cs区のように顕著な一斉1段林では、林冠の大部分の層をなす中庸木の被害が多く、それ以下および以上の林木には被害が少ないといえる。

(iii) 樹形と雪害

冠雪害を対象とした樹形の表現には、樹冠の形、大きさ、枝条の太さ、密度、樹幹の形などがあるが、ここでは主として形状比(樹高/胸高直径)によつて、樹幹形と雪害の関係を検討しよう。各調査林分の平均形状比は、第4表および第5表のとおりであるが、直径階別の平均形状比は第7図に示すように、各区とも直径の増加につれて形状比は小さくなる。すなわち、直径の小さいものほど、細長な樹幹形をしているといえる。細長な樹幹形が冠雪荷重に対して抵抗性が小さいことは既往の調査により、また、常識的にも想像されるところであつて、(ii)で述べた胸高直径と被害率の関係は、この形状比の特性が大きく影響しているためともいえる。

被害木の形状比の算出数の少ないCB, Ck区を除いて、Cs, P区について、各直径階別の被害木の平均形状比と健全木のそれとをくらべると第7図のとおりで、Cs区では、6cm以下の小径木の健全木の形状



第 7 図 胸高直径階別平均形状比

比は被害木のそれよりもやや大きいですが、その他の階級では、被害木の形状比の方が大きい。P 区では、直径 26 cm 以上の階級（被害木は 1 本のみ）を除き、他の階級では Cs 区同様被害木の形状比の方が大きい。そして、林分全体としても、被害木の形状比の方が大きい。

形状比と雪害との関係については、上記のように、形状比が大きいほど冠雪害に対して抵抗力が弱い傾向が認められる。しかし、Cb 区では形状比の小さい直径 25~40 cm の階級の林木の方が、形状比 80 以上の直径 24 cm 以下のものよりも被害率が大きく、また、単木についてみると、形状比の大きいものも必ず被害をうけているというものでもない。雪害の発生は地形はいうまでもなく、樹種、林分の構成状態など種々の因子によつてきまるものであるから、形状比のみによつて被害程度まで論ずることはできない。

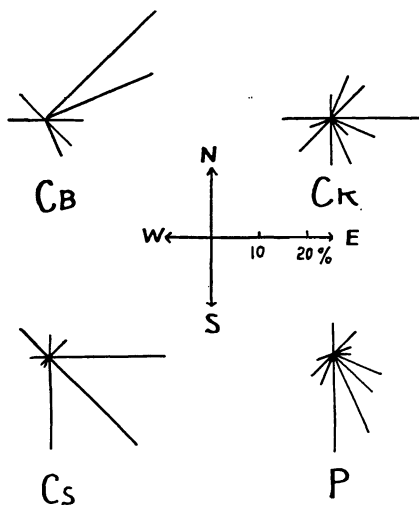
つぎに、樹冠形については、海岸地帯の平地林（Cs, P 区）では、常風の影響によつて樹冠が偏倚したものが多く、樹幹も傾斜しているものさえある。このような林木では、樹幹に対する冠雪荷重の影響が一層大きいと推定される。特にマツ林において顕著である（写真 9）。

樹冠率と雪害の関係については、健全木の平均樹冠率の方が、被害木のそれよりもわずかに大きい傾向が認められる。

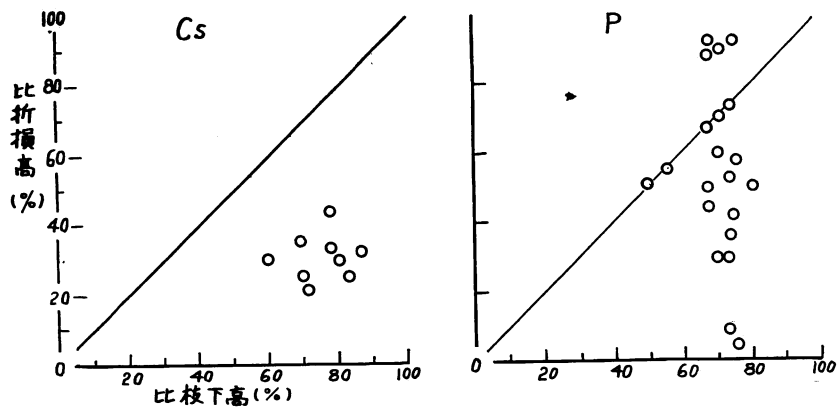
(iv) 被害木の折損高およびその方向

幹折れおよび幹曲がりなどの被害の方向は第 8 図のとおりで、Cb 区では NE 方向が著しく多く、Ck 区ではやや分散はしているが E 方向に多い。また、Cs 区では S~E 方向、P 区では S~SSE 方向の被害が著しく多い。

被害木の方向と地形・風向の関係についてみると、傾斜地の Cb, Ck 区では斜面の下方に倒れ、これは被害発生当時の風向の風下方向とほぼ一致している。しかし、平地林の Cs, P 区では、風向に逆らつた倒れ方で、両区とも S~E 方向の被害が多い。常風によつて樹冠あるいは樹幹が SE 方向に偏倚しているため、冠雪荷重はその方向に作用し、S~E 方向の被害を生じたものと考え



第 8 図 被害木の折損、曲がりの方向



第9図 比折損高と比枝下高

られる。また、山地の被害は、比較的風速の小さい風下斜面の凹部に集中していることからみて、今回の雪害では、被害に対して風圧の影響は少なかったと考えられる。

幹折れ木の折損高は、被害木の利用価値に影響されるところが大きい。折損高の平均値は、Cb, Ck, P 区では約 5 m, Cs 区では約 3 m であるが、これを樹高あるいは枝下高と対比してみると第9図のとおりである。

Cs 区では、折損高は樹高の約 30% であり、枝下高よりかなり下方に折れが集中しているのに対し、P 区では、大別すれば、梢折れ、樹冠下の折れ、根元折れとやや集中的に折損しているが、梢から根元まで折損高が広く分布している。

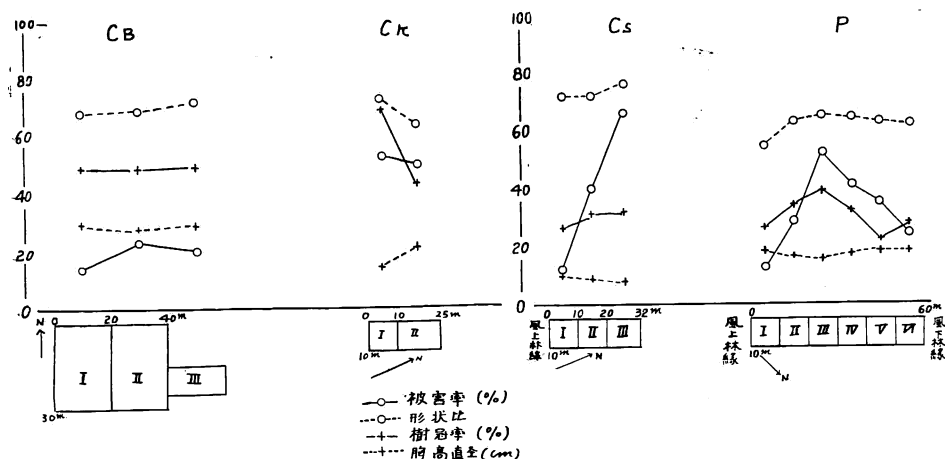
Cb, Ck 区については、折損高がすべて樹冠層より下部にあることは現地の観察によつて認められたが、折損木の樹高測定のできなかつたものが多かつたので、詳細な解析は試みられなかつたが、Cb 区では折損高は 4~6 m に集中しており、折損木の推定樹高からみて樹高の 20~30% の高さで推定される。また Ck 区では樹高の 40~50% の高さで折損しているものと思われる。林型が著しく異なる Cs 区は別として、ボカスギとクマスギの折損高についてみると、昭和 31 年の雪害時のボカスギと地スギの折損高の比較¹²⁾においても認められるように、一般にボカスギは、クマスギにくらべて樹高に対する折損高の比が小さく、したがつて、同じ幹折れ被害でも、材の利用価値の低い被害であるといえる。

(v) 林分の被害

林分の被害の傾向についてみると、まず、被害林の林相は、被害地域が里山地方に限られているので当然のことともいえるが、そのほとんどすべてが人工針葉樹林であつて、広葉樹の被害はみられない。林齢については、すべての林齢に被害が発生しているが、おおむね 20 年生以上の林分では、幹折れ、幹割れなど致命的の被害が目立ち、それ以下では幹曲がり、幹傾斜などの被害が多い。

各調査区の立木密度は収穫表にくらべて過密であり、また、林分の形状比も大きく、既往の成績¹⁷⁾からみて冠雪害の危険のある林分といえるが、さらに各調査区を小区割に分けて、林況と被害の関係をみると第10図のとおりである。一般に被害率の大きい区割は、樹高・胸高直径の平均値が小さいことと、立木密度が大きく、したがつて形状比の平均値が大きいこと、また、樹冠率が大きい傾向が認められる。

Cb, Ck 調査区は林内の一部であるが、Cs, P 区は林縁を含む林分であつて、Csi, P_i は風上、Pvi は風下林縁である。したがつて、区割別被害率を他面からみると、林縁の被害は林内にくらべて小さいという



第10図 林況と被害率

第6表 雪害林分調査 (昭和36年1~2月, 新潟県調査)

調査地	樹種	林齢(年)	面積	立木密度(本/ha)	被害率(%)	備考
東蒲原郡三川村	スギ	40	7 反	1,010	4	幹折れ 平坦地
加茂市里水	スギ	35	4 //	1,260	10	"
三島郡寺泊町	スギ	30	3 //	2,020	50	" 傾斜5度
北魚沼郡川口町	スギ	25	249 ha		20	幹折れ, 幹傾斜, 割裂, 目廻り 海拔250m, 傾斜5~15度
西蒲原郡巻町	スギ	20	0.29 //		20	幹折れ 海拔130m, 傾斜25度, E向き
北蒲原郡安田町	スギ	17	5 畝	2,020	20	幹折れ, 梢折
北魚沼郡堀之内町	スギ		1 反		100	流失 傾斜15度, W向き
加茂市七谷	スギ	1~10	822 ha		63.6	倒木の被害, 面積被害率
"	スギ	11~15	596 //		48.6	" "

ことができる。これは、もちろん林況の差（このような林況の差が林縁と林内の林況の一般的傾向かどうかは疑問である）によるところが大きいであろうが、一方、Cs区の周辺に点在する幅5m程度の林帯では、ほとんど被害はみられないことなどからみて、林縁では林内にくらべて風速が大きく、したがって、樹冠の動揺などによつて林縁木の冠雪量は林内木にくらべて少ないことも1つの原因と考えられる。

このほか、CK, CB区において、林孔の周辺の林木は被害を受けやすいことが認められた。また、林分の被害は、特に山地では、地形によつて非常に影響されることは前に述べたとおりである。

なお、新潟県林務課で行なつた雪害林分の抽出調査を示すと第6表のとおりで、今回の雪害は、冠雪による被害のみならず、幼齢林では雪圧によつて倒伏・流出などの被害もかなりあつたことがうかがえる。

IV 冠雪害防止についての考察

1. 冠雪害の発生しやすい気象

降雪があれば必ず冠雪は発生するものであるが、それが異常に発達して林木に被害をおよぼすような

るには、降雪量が多いことはもちろん、その他の気象条件が適当であることが必要である。今回の雪害時の気象状態を総括すれば、12 月 27 日から降りはじめた雪は、その後一時は雨あるいはミゾレに変化したのが、29 日から 31 日朝までに 100 mm 以上の大雪（その間の積雪増加深は 100 cm 程度）となり、30 日午後から 31 日朝にかけて多数の林木の冠雪害をひきおこした。気温は 26 日から徐々に下降し、29 日氷点下に下がり、30 日は -0.5°C ～ -2.0°C を持続した。風速は海岸近くで $2\sim 5\text{m/s}$ であつて、比較的弱く、風向は WSW～S であつた。

今回の雪害時の気象状態を、過去の冠雪害発生地における気象と対比して、冠雪害発生時の気象条件を考察しよう。まず、降雪量については、群馬県下の小根山国有林のマツ類の被害⁹⁾のように、12～3 cm の積雪によつて雪害が発生した例もあるが、一般には、降水量 30 mm、新積雪 20 cm 以上の場合に冠雪害が発生している。今回の雪害時の降水量は約 100 mm で、最も多い部類に属する。

つぎに各地の冠雪害発生地に共通的な現象としては、降水は雨、ミゾレあるいはアラレから雪に変わつた場合が多く、これを気温からみれば、比較的湿度の高い 0°C 前後の時の降雪であつて、 -3°C 以下の気温ではほとんど被害はみられない。すなわち、降雪時の気温が -3°C 以上 0°C 前後であることが、冠雪害発生時の重要な条件であるといえる。また、被害の発生時は夜から明け方に多いことからみて、日射のないことが著しく冠雪の発達を助長することが認められる。

風は冠雪の発達に対して、正負両方の作用をもち、実験結果では、わずかな風は冠雪を助長する傾向があるが、風速 3 m 以上になると冠雪は 0 になることが¹³⁾知られている。冠雪が異常に発達するには、風速は小さいことが重要であるが、過去の雪害例からみると、風と被害の関係は 2 つの型に分けられる。1 つは、被害の発生に対して、風の直接的影響が少ないもので、他は風圧によつて被害が著しく助長せられたと思われるものである。後者は風雪害ともいふべきもので、長野県下のカラマツ²¹⁾ (昭. 7. 11, 台風)、山口県川上村のスギ¹⁹⁾ (昭. 24. 2, 季節風)、千葉県東大演習林¹⁾ (昭. 26. 2, 低気圧) の雪害などであり、前者は今回の雪害をはじめ、北陸¹⁰⁾¹²⁾、奥羽地方⁶⁾²⁰⁾ の雪害などに多くみられ、冠雪荷重そのものが主原因になつた被害である。風向については、北陸、奥羽地方では偏南風 W～S であり、その他の地方では NW 風の場合が多いようである。

冠雪害の発生しやすい気象は上記のごとくであるが、大雪の降る機構は地域によつて異なる。北陸地方の大雪は、山岳地帯に降雪が多く海岸地帯に少ない山雪型と、海岸地帯をも含めて大雪となる里雪型降雪に分けられる。福田⁹⁾によると、いずれの場合も大気の上層に強い寒域が南下するときみられるが、山雪型では、等圧線は N から S へ、地上風はおおむね NW であるのに対して、里雪型では、等圧線は NW から SE へ、地上風は S～SW である。また、里雪型では、日本海沿岸近くで泡末的低気圧が発生し、積乱雲をとまう場合が多いとのべている。山雪型降雪の場合、山岳地帯では気温が低く、また NW 風も強いので、冠雪の発達には不適当な気象状態である。したがつて、北陸地方の冠雪害気象の特徴は、比較的気温の高い里山、沿岸地帯における里雪型降雪で、季節風型の気圧配置の場合に、なお日本海に小低気圧または前線が存在し、地上風が S～SW の微風であることといえる。

2. 冠雪害の発生しやすい地域・地形

今回のような顕著な冠雪害は突発的な災害であるが、地域ごとの冠雪害の発生の可能性、危険性を知ることが林業経営上重要なことである。既存の雪害についての統計資料は、冠雪害と地上積雪の雪圧などによる被害を総計したものであらわされている。しかし、前者は 1 連続降雪量に、後者は主として積雪総量

に起因する被害であつて、その機構を異にし、雪害防止対策についても別個に考えらるべきものである。ここでは、主として過去の冠雪害発生事例によつて、冠雪害の発生しやすい地域をみよう。

本邦の積雪分布についてはかなり報告されているが、1降雪量についての報告は少ない。福田²⁾は 1954～1959 年の資料によつて、9 時～9 時に 30 cm 以上の増積雪のあつた場合を大雪として、日本の大雪の分布を解析している。大雪回数の異常に多いのは、北陸地方の山間地帯とその周辺で、この地域を除けば、北海道、東北地方の日本海側と北陸地方や山陰地方とは大差はない。そして、関東地方や四国、九州地方ではその回数は非常に少ない。

ここで、調査記録の残された冠雪害についてみると、被害地は北陸地方の里山地帯¹⁰⁾¹²⁾、山形、秋田県の海岸、里山地帯⁶⁾⁷⁾²⁰⁾が多く、ついで岩手県⁸⁾¹¹⁾、群馬県⁹⁾、長野県²¹⁾、千葉県¹⁾、山口県¹⁹⁾、福岡県⁴⁾などにみられる。少数の事例からではあるが、最も大雪回数の多い北陸山間部や北海道では被害例がなく、また、台風による長野県の被害を除けば、海拔の高い寒冷地帯では被害がない。すなわち、冠雪害の発生しやすい地域は、多雪地帯よりもむしろ、平時は少雪で、比較的気温の高い地方といふことができる。なお、冠雪害と大雪回数の分布は必ずしも一致しないが、大雪の頻度と気温など冠雪に関係する気象因子を組み合わせることによつて、気象統計資料から、さらに小地域について地域別の冠雪害危険度を求めることが可能と考えられる。

つぎに、被害地の地形についてみると、今回の雪害では、幼齢林の倒伏による被害を除けば、被害のほとんどは風下斜面である N～E 向き斜面に発生し、しかも山腹下部の凹地形に集中している。前記の過去の冠雪害発生事例においても、被害発生斜面はいずれも風下斜面の場合がほとんどで、また、沢沿い地形の被害が多い。このような地形は、風当たりが弱く、吹きだまりになりやすいため、冠雪害の危険が大きいものと考えられる。

このように、風下斜面は冠雪害危険地形といふことができるが、大雪の機構は地域ごとに大体一定しているので、大雪時の風向からその地方の危険斜面の方位を知ることができる。季節風による大雪は主として日本海側に降るが、北陸、東北地方の日本海側で冠雪害の危険のある地帯は、主として海岸、里山地帯であり、この地帯に大雪が降るのは、日本海沿岸を低気圧や前線が通過するときである。この場合、北海道西海岸から北陸にかけては偏南風が吹き、ことに北陸地方ではその傾向が著しい。前にも述べたように、北陸地方では S～W 風で、したがつて、冠雪害危険斜面は N～E 向き斜面であるといえる。なお、北陸地方では、このような場合、積乱雲の移動によつて、同地方平野部に広範囲に大雪を降らすことが特徴である。

季節風による大雪は日本海側だけでなく、北海道、東北地方や岐阜県以西では、太平洋側におよぶこともある。西日本における冠雪害は主としてこのような時に発生するので、風向は NW とみてよいであろう。太平洋側の関東、東北地方の大雪は、南海低気圧または二つ玉低気圧による場合が多く、この地方でも、大雪時の風向は大体 NW とみてよいであろう。なお、この地方の降雪分布は、局地的集中性をもつといわれている。

3. 雪害林分の特徴

ボカスギ林地帯、新潟県里山のスギ造林地における雪害は、地形的に風下斜面に集中していることが最も著しい特徴であるが、さらに各調査区の被害の特色についてみよう。

ボカスギ林地帯では、同一地区に生立するボカスギとリョウウスギの被害に差があり、前者の被害が著

しく多い。ボカスギが冠雪害に弱い原因として、樹幹の材質の強度が弱いこと¹⁴⁾、あるいは成長が早いこと⁵⁾による樹幹の抵抗力の低下が考えられるが、一方樹冠にかかる冠雪荷重の面からも、冠雪害に対して不利であることが認められる。すなわち、冠雪量の比較実験によると¹⁵⁾、ボカスギの樹冠投影面積あたり冠雪量はクマスギ(新潟県十日町産)の約2倍に達することがあり、同一降水量に対してボカスギの方が冠雪しやすい。ボカスギの樹冠形は、外形は細長で尖鋭であるけれども、葉形は表日本型で着雪しやすく、また、枝が短いわりに太いので、冠雪荷重により枝条は容易に下垂しないため、冠雪の落下が少なく、雪片を捕捉しやすいためと考えられる。

サワスギ林は、富山県入善町にのみ分布する択伐林型の森林である。林分の成長過程を伐倒木の根元直径によつてみると、幼齢時の成長が極端に抑制され、30年で根元直径はわずか10cm程度であるが、被圧状態から開放された後の成長はかなりよく、55年で約30cmくらいに達する。一斉林の被害にくらべると、小径木が多いため幹曲がりあるいは幹傾斜などの被害が多く、幹折れが少ないことは択伐林型の特徴といえる。幹折れ、根返りが林木にとつて致命的な被害であるのに対し、小径木の幹曲がり、なお生育の可能性があることからみて、択伐林型では、1林分が壊滅的被害をうけることは少ないと考えられるが、林分の本数被害率では、択伐林型と一斉林型の冠雪害に対する抵抗性の差は認められないようである。

海岸地帯のマツ林(P区)では、アカマツがクロマツよりも冠雪害に対して抵抗力が大きい傾向が認められる。この傾向は、既往の調査⁶⁾⁹⁾でも認められており、河田ら⁹⁾は、樹幹の強度はクロマツの方が大きい、被害の大小は樹幹の内的因子よりも外的因子に支配されるところが大きいと述べている。冠雪量の面からみると、両者は同一林内で外観的に成長の差はほとんど認められないが、クロマツの葉はアカマツにくらべて長く、太く、剛直で、葉のつき方が多いことなどのために、冠雪が増しやすいと考えられる。また、海岸線のマツ類は、一般に樹冠の偏倚が著しく、樹幹さえも傾斜しているものがあり、このような樹形は一層被害を助長したものと考えられる。

つぎに、各調査区に共通的なことでは、形状比の大きい林木は冠雪害にかかりやすい。このことは、一面からみると、一般に林分中の胸高直径、樹高の大きいものは被害にかかりにくいといえることができる。林分全体についても、同様に平均形状比の大きい林分ほど冠雪害に対する危険性が大きい。雪害の状態は降水量、地形は別としても、樹種、林齢などによつて異なるので、単に形状比のみによつて、林分の被害程度まで類推することはできないが、形状比は雪害防止のための保育法に対して重要な指標といえよう。なお、既往の冠雪害の調査例¹²⁾¹⁷⁾¹⁹⁾²⁰⁾では、雪害林分の形状比は60以上、大部分は70以上である。また、樹冠率については、これが大きい林木ほど被害をうけやすい傾向が認められる。

各調査区の立木密度は、いずれも林齢に比して過密である。立木密度は形状比に影響し、一般に密度の大きい林分ほど形状比が大きくなるが、今回の雪害についても、立木密度の大きいことが1つの原因と考えられる。1林分内の立木密度の分布についてみると、ボカスギ林地帯では、植栽本数は約1,800本/ha(8尺ごとに1本)程度の疎植であるが、その後の保育は10年目に力枝以下の枝打ちを行なうことがある程度で、間伐は行なわれない。したがって、本数の減少は自然淘汰にまかされ、林分内の疎密度にはかなりの差があり、著しい場合は林孔さえ生じている。このことは、林分の形状比に関係するのみでなく、林内気流の攪乱により冠雪の発達を促すことによつて、林孔周辺の被害を増す原因になると考えられる。間伐の行なわれていないクマスギ林(Ck区)においても、このような傾向が認められる。

被害形態については、小径木の被害は幹曲がり、幹傾斜などが多く、直径が増すにつれて幹折れの割合

が多くなる。幹折れの被害がおこるのは直径約 10 cm 以上の林木で、15~20 cm 程度以上になると、ほとんど幹折れの被害である。幹折れの場合、折損高は被害木の利用価値に影響するところが大きい。折損の位置は、樹幹の強度分布および冠雪荷重の影響、すなわち樹冠の状態によつて変化する。スギでは、枝下高以下の折損が多いが、ボカスギとクマスギをくらべると、ボカスギの方が樹高に対する折損高の比が小さい。マツ類では、樹冠の中で折れたものもかなり多い。スギは枝条のつき方が比較的密で、しかも、樹冠内の枝条の密度分布の差が少なく、したがつて、冠雪荷重は樹冠全体が一団となつて樹幹に作用するのに対し、マツ類では、樹冠の形、枝葉の密度分布が複雑なため、折損位置の変動が大きいものと考えられる。

4. 今後の森林の取扱い方

今回の調査は短期間であり、調査地域もごく限られた範囲であるため、十分な観察はできなかつたが、冠雪害を対象とした森林の取扱い方について考察を加えよう。

(i) 今回のような冠雪害は災害的雪害ではあるが、その発生頻度がごくまれなものであるか、あるいは比較的しばしば起こるものであるかによつて、今後の森林の取扱い方も異なつてくる。わが国の「多雪9年周期」説は、概観的にはかなりあてはまることが認められている。しかし、大雪（1連続降雪量の多いこと）は必ずしも多雪年におこるとは限らず、また、地域的な変化が大きいので、冠雪害を発生するような大雪の予測は困難であるが、過去の気象統計によつて、地域ごとに冠雪害発生の危険頻度を求めることが必要であらう。

北陸地方では、今回の雪害は、昭和31年1月の雪害から5年目の大雪害であるが、過去の調査¹²⁾によると、広範な地域にわたる大雪害は、さほどしばしばおこるものではない。しかし、現地調査の林分内には、過去の雪害によつて折れた林木がかなりあることからみて（第4表）、局所的な被害はしばしば発生しているものと思われる。したがつて、北陸地方の里山林業においては、冠雪害を十分考慮した取り扱いを行なうことが必要である。

(ii) 里山地方の森林の冠雪害については、今回の調査 および昭和31年の雪害調査によつて、この地方の冠雪害危険地形がはつきりした。すなわち、被害は風下斜面の山腹下部の凹地形に集中している。なお平地林には被害がみられるが、風上斜面ではほとんど被害は認められない。

里山地方の大雪の降雪機構の研究の進んでいるこの地方では、冠雪害が発生するような気象状態における風向は一定で、S~W方向の微風であることが明らかになつている。したがつて、北陸地方では、N~E斜面の凹部地形が最も冠雪害の危険のある場所といふことができる。このような危険地形の場所では、重点的に冠雪害を考慮した樹種、品種の選定あるいは集約的な保育を行なうことが必要であらう。

(iii) 冠雪による被害はすべての林齢の林分におこるが、幼齢木の被害は倒伏・湾曲が多く、これらはその後の手入れによつて、将来、生育、成林の見込みのある被害である。これに対し、胸高直径15 cm程度以上になると、致命的な被害である幹折れ、幹割れなどの被害が多くなる。したがつて、この時期に達した林分は、個樹としてあるいは林分として冠雪害に耐えうるような形に導くことが重要である。そのためには、肥大成長を促進し、林分の形状比を小さくするため、壮齢時以降、徐々に間伐をくりかえして、林分が過密にならないようにすることが必要である。なお、この際、林分内の密度が不均一になり、吹きだまりになりやすい林孔あるいはそれに類した状態にならないように、立木配置に留意することが必要である。

択伐林型の林分では、林分が壊滅的被害をうけることは少ないが、被害木の手入れには多くの労力を必要とするであろう。サワスギ林のような立木密度の高い林分では、手入れにあたって、小径木の除・間伐を行なつて、健全な林木を仕立てることが必要である。このことは冠雪害に対するのみならず、林分の生産性向上の上からも、サワスギ林に必要なことと考えられる。

(iv) 樹冠の偏倚が冠雪害の発生の原因となつている場合が多い。したがつて、偏倚の著しい林木には、枝打ちによつて樹冠の整形を行なうことが望ましい。また樹冠率の高い林分は被害をうけやすいことからみて、枝打ちによる雪害防止法が考えられる。枝打ちは個樹の冠雪量を減少させるに効果のあること¹⁵⁾は認められているが、林分の成長に影響し、したがつて、形状比にも関係するので、今後冠雪害防止のための枝打ちの基準をうる必要があるであろうが、すでに生産目的に達した伐期に近い林分では、冠雪荷重の減少のために強度の枝打ちを行なうことが効果的と考えられる。この場合、たとえ雪害をうけても、幹折れの位置は樹幹の比較的高いところに移ることが予想され、したがつて、損害額を軽減する利点もあると思われる。

(v) 造林樹種の決定は、立地条件、経済性など多くの因子によつてなされるが、雪害危険地形にある林分については、できるだけ冠雪害に対して抵抗性の大きい樹種、品種に更改することが望ましい。ボカスギ林で今回雪害をうけた林分は、昭和 31 年の雪害と全く同様な地形にあり、将来も雪害をうける可能性が非常に強いと考えられるので、このような場所では比較的抵抗性の大きいリヨウワスギ、ベツシヨスギなどに変えることが有利であろう。

海岸地帯のマツ林は従来クロマツが多いが、クロマツはアカマツよりも冠雪害に対する抵抗力が小さい傾向が認められるので、今後も冠雪害の危険の予想されるこの地方では、潮風害の危険の少ないところでは、アカマツの方が雪害防止上有利と考えられる。

(vi) 以上述べた冠雪害を対象とした森林の取り扱いを、大面積に集約に実行することは、経済的にあるいは労働力の面から困難な問題もあろうが、北陸地方のように、冠雪害危険地形がかなりはつきりしているところでは、危険地形に限つて、集約的な保育、樹種更改を実行することは可能なことと思われる。

文 献

- 1) 平田種男・堀田雄次：千葉県演習林の風雪害に就て一昭和26年2月14～15日一，東大演習林，8，(1951) p. 45～55.
- 2) 福田喜代志：日本の大雪 (1)，雪氷，22，(1960) p. 73～81.
- 3) 福田喜代志：日本の大雪 (3)，雪氷，23，(1961) p. 115～123.
- 4) 井上由扶・柿原道喜：粕屋演習林における冠雪被害林の研究，九大演習林集報，9，(1958) p. 1～27.
- 5) 石崎厚美：ボカスギ林業，林業技術，243，(1962) p. 32～38.
- 6) 伊藤陳重：酒田地方 海岸クロマツ林の雪害について，62 回日本林学会大会講演集，(1953) p. 172～173.
- 7) 岩城敦治：4 月中旬の晩雪と院内地方の森林の被害，森林治水気象彙報，3，(1924) p. 114～116.
- 8) 鎌田一美：スギの雪害について，青森林友，8，(1953) p. 17～18.
- 9) 河田 杰・佐多一至：あかまつ・くろまつ人工植栽林の雪害調査，林業試験場彙報，27，(1929) p. 1～36.

- 10) 中野 徳：積雪と造林木 (5), 雪害木 (2), 雪氷, 10, (1948) p. 116~119.
- 11) 大内 力：アカマツ林の雪害について, 青森林友, 46, (1952) p. 56~58.
- 12) 林業試験場防災部風雪研究室：昭和31. I. 9~10日北陸地方に発生したスギ造林地の雪害調査報告, 昭和31年北陸並びに本州中部地方に発生した森林の気象災害調査報告(林野庁), (1957) p. 1~58.
- 13) 林業試験場防災部雪害研究室：冠雪の研究(第1報), 林試研究報告, 54, (1952) p. 115~154.
- 14) 林業試験場木材部強度研究室：スギ雪害木およびカラマツ雨水害木の材質試験, 昭和31年北陸並びに本州中部地方に発生した森林の気象災害調査報告(林野庁), (1957) p. 147~178.
- 15) 林業試験場十日町試験地：スギの冠雪実験(未発表).
- 16) 林野庁：森林火災国営保険事業統計表, 昭和29~35年度.
- 17) 四手井綱英：雪圧による林木の雪害, 林試研究報告, 73, (1954) p. 1~89.
- 18) 田口竜雄：伏木の雪, 雪氷, 10, (1948) p. 83~92.
- 19) 高橋喜平・塩田 勇：昭和24年2月14日山口県阿武郡川上村に発生したスギ造林地の風雪害調査報告, 林業試験場集報, 62, (1952) p. 1~36.
- 20) 高橋敏男：冠雪による林木の被害一機構とその分析一, 雪と生活, 5(5), (1953) p. 22~28.
- 21) 玉手三葉寿・山田昌一：昭和7年11月14・15日の颱風に因る森林の風雪害調査報告(東京営林局), (1933) pp. 69.

**A Survey on the Snow Damage to Forests in Hokuriku
District by the Snowfall at the End of December 1960.**

Toshiharu SUGIYAMA and Masao SAEKI

(Résumé)

During the last week of December 1960, a heavy snowfall was experienced in Hokuriku district, and on the night of the 30th, severe snow damage was caused by the weight of crowned snow on the trees in the forests near villages and on the level lands in this district. The total area of the damaged forests amounted to 2,600 *ha*.

We made an on-the-spot survey in Niigata and Toyama prefectures to investigate the actual state of the damaged forests, and to study the methods of snow damage prevention that should be applied to the forests of these regions in future.

By the survey, the following points were made clear:

- 1) The snowfall on the 29th and 30th of Dec. which had a wide influence on the damage was of more than 100 *mm* precipitation. The wind speed was relatively mild and its direction was S~WSW. The air temperature on the 30th continued within -0.5°C to -2.0°C in the investigated regions. From past studies it is recognized that in such a meteorological condition the snow crown of the tree grows remarkably large and heavy.

The damage by the snow crown weight was restricted to the forests located below 300 *m* elevation, because the meteorological conditions suitable for the enlarging of snow crown occurred rarely in such cold mountain ranges, as is confirmed by past researches.

According to the past records, little or much snow damage occurred every year in these regions, although such a severe damage in wide areas as is now reported was

rare.

- 2) The snow damage is largely controlled by the local topography. The most damaged sites were the leeward slopes, especially valley sides. Although some damage was observed on the plain forests, it was rarely observed on the slopes facing wind direction or the summits. As the wind direction at the time of heavy snowfall is constantly S~W in this district, the hazard plot for snow damage by the weight of snow crown in this district therefore, is the valley side of the slope facing N~E.
- 3) Most of the damaged forests were artificial, coniferous forests. Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. DON), Pine (*Pinus* spp.), and *Thujopsis dolabrata* SIEB. et ZUCC. which were major planting species in this district were the most commonly injured. Judging from the results of the spot survey in the Japanese cedar forests in Toyama prefecture, "Ryowasugi" was more resistant to the snow damage than "Bokasugi". Among *Pinus* spp. in the coastal forests, Japanese red pine (*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.) was more resistant than Japanese black pine (*Pinus Thunbergii* PARL.). It seemed that these differences in the resistance to snow damage were caused probably by the crown form and its inner constitution.
- 4) The type of damage to trees of the less than 10 cm diameter at breast height was mainly stem bending, some of which would be straightened gradually. In proportion to the diameter increase, the percentage of the stem breakages increased, and the type of damage on matured forest trees was almost all stem breakage.

The height of stem breakage was under the crown in Japanese cedar trees, whereas breaking points in *Pinus* spp. ranged from the top to the root of the trees.

- 5) In general, high density stands had a large form coefficient (tree height/diameter of breast height), and the percentage of damaged trees increased with form coefficient.

In one stand, the dominant trees with large diameter and height and the trees with small crown were resistant to snow damage. At the forest edge where the trees were directly exposed to the wind, the damage was rare, and more damage occurred on trees around the forest opening where the snowdrifts were apt to develop.

- 6) From the above facts, attention should be paid to the following:

On the dangerous slopes facing the direction of N~E in this district, the management with due regard to the snow damage by the weight of snow crown is required.

On the above-mentioned hazard plots in the "Bokasugi" forestry zone in Toyama prefecture, it is desirable to plant the more resistant species such as "Ryowasugi" in the place of "Bokasugi".

In the coastal forests, Japanese red pine is better able to withstand snow damage than Japanese black pine, excepting in places where there is a danger of salty wind damage.

It is necessary to promote the thickening growth of individual trees by thinning enough to stand against the weight of snow crown, and to prune the trees with the excessive or irregular crown to decrease the crowning snow.



写真 1. 富山県石動町 ボカスギ林



写真 2. 富山県石動町 ボカスギ林



写真 3. 富山県石動町 ボカスギ林

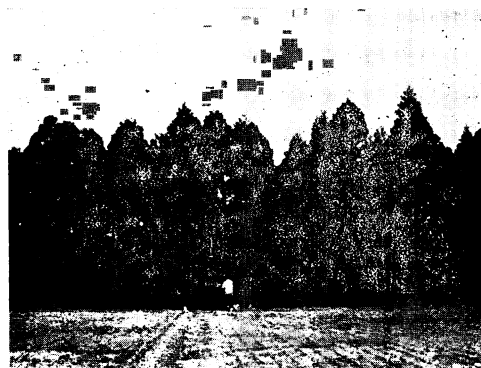


写真 4. 富山県入善町 サウスギ林



写真 5. 富山県入善町 サウスギ林



写真 6. 富山県入善町 サウスギ林



写真 7. 新潟県高田市 クマスギ林



写真 8. 新潟県高田市 クマスギ林

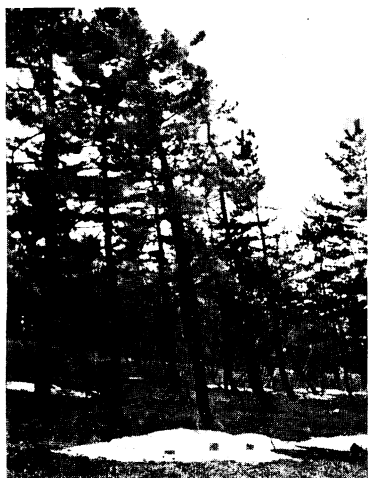


写真 9. 新潟県直江津市 海岸マツ林



写真 10. 新潟県直江津市 根元のねじれ折れ



写真 11. 新潟県直江津市 海岸砂地造林地



写真 12. 新潟県大潟町 鉄道防雪林