

昭和53年1月異常降雪によって冠雪害をうけた スギ人工林の解析[#]

Ⅲ. 林分内被害の特徴

石井 弘^{*}・片桐 成夫^{*}・三宅 登^{*}

Hiroshi ISHII, Shigeo KATAGIRI and Noboru MIYAKE
Analysis of Snow-damaged Sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON)
Stand by Unusual Snowfall in January, 1978
III. Characteristic Features of Damage in a Stand

まえがき

冠雪害に強い林分を実際に育成するとすると、われわれはまだ確かな指針を持ち合わせていないことに気付く。従来いわれている耐冠雪性林分の条件である低密度、低形状比で偏樹冠の少ない林分といえ、結局、できるだけ密度の疎な林分を最初から仕立てればよいということになって、育成林業の目的が土地生産力を最大限に利用して高蓄積で形質の良い林分を育成することにあるとすれば矛盾してしまい、一般の林家が実行しがたいのは当然であろう。そこで、これ以外に現実に保育手段としてとりうるような耐冠雪性林分の条件を求める必要があるが、その点からみると冠雪害と林分構造に関する情報はまだ至って不十分である。それには冠雪害をうけた林分の構造をよく観察して何か新しいヒントを得ることからまず始めなければならない。

このような観点からすると、冠雪害の発生機構を単木の形状、強弱と被害の関係のみから解明するだけでなく、個体の集合体である林分としての構造上からみて、どのような部分に被害が発生しやすいかを詳しく検討しておくことが必要である。従来の調査報告書のなかにも、被害林分の立木配置並びに樹冠投影図を掲載したものや、その観察結果を記述したものが若干みられるが、測定した諸数値と林分内の被害状況とを併せてさらに詳しく検討したという例はない。

そこで、本報告では昭和53年1月2～3日に島根県下で発生した冠雪害の被害調査で、最も詳細な測定を行うことができた一つのスギ林について、林分内での被害のおこりかたを樹高階別に検討する。なお、この林分の被害の概況と連鎖状被害については本報告のⅠ、Ⅱ報としてすでに発表した。

Ⅰ. 調査林分

調査林分は島根県大田市三瓶町にある島根大学農学部附属三瓶演習林多根団地(23林班)「か」小班のスギ人工林である。この林分は北西向きの緩かな斜面の中腹にある平坦部分を占めている。昭和30年に列状に植栽され、列間距離は2.5mで整然と並んでいる。列内の樹間距離は当初約1.2mで植えられたようで、植栽後に枯死木が生じていない場所では今なおその程度の樹間距離のものが多い。18植栽列をほぼ含むように30m×45mのプロットを設定し、立木位置図を作成して図上で冠雪害の状況を検討できるようにした。1350m²のプロット内立木本数は310本で、ha当たり2296本になる。プロット外にあるもの16本を加えた326本が18植栽列の全本数で今回の調査対象とした(内、欠測のもの2本)。平均胸高直径は14.4cm、平均樹高は10.7mで本数被害率は26.4%であった。被害木は曲りと折れの2形態がみられた。割れは折れに含めた。その他調査林分の概況、調査方法、被害状況についての詳細はⅠ、Ⅱ報を、被害木の測定事項については別報を参照されたい。

* 育林学研究室

本研究の一部は文部省科学研究費補助金によって行われた。

表1 各樹高階の形状比別被害率と被害形態

		樹 高 階			
		12.5m 以上	12.5>~≥11.0	11.0>~≥9.5	9.5m 未満
本 数		59	95	87	83
平均形状比		69	77	77	81
形状比別被害率	H/D 40~	0 %	— %	— %	— %
	50~	0	0	0	0
	60~	10.5	19.0	36.8	18.2
	70~	12.5	35.1	36.7	19.2
	80~	50.0	31.6	40.0	30.0
	90~	100.0	33.3	57.1	23.1
	100~	—	50.0	33.3	11.1
平均		15.3	29.5	36.8	20.5
梢端折れの割合		44 %	28 %	3 %	12 %
曲り木の割合		22 %	10 %	28 %	47 %

II. 林分内被害の検討

全滅に近い激害をうけた場合は別にして、本調査林分のように被害率が20~30%程度の林分では林内の被害木分布は不均一なのが普通であって、集団的に被害木が生じた部分と全く被害のない部分がある。これは一つには降雪が不均一で全林に一樣に被害を生ずるだけの冠雪が発達しないのが原因と考えられるが、他方、林分構造の部分的な違いから冠雪の発達しやすき部分とそうでない部分ができることや、部分的に林木の冠雪荷重に耐える力に強弱の差があることが原因であると考えられる。したがって被害の分布に不均一を生じた原因となる林木側の条件を知ることができれば、それは耐冠雪性林分を育成するうえで有効な指針になる。前報⁷⁾で本調査地の被害木は樹高と胸高直径が林分中の中級の個体に多いこと、その原因が林冠構造に由来するのではないかと推測した。この点をさらに解明するために、以下調査林分の被害状況を樹高階層別に検討していく。

1. 樹高階区分と形状比別被害率

全立木を樹高 12.5m 以上, 11m 以上 12.5m 未満, 9.5m 以上 11m 未満, および 9.5m 未満の4段階にわけた。各樹高階毎に形状比別の被害率を計算した(表1)。林冠の最上層を構成する 12.5m 以上の樹高階では形状比の大きい個体ほど被害率が高く、形状比が小さい個体ほど被害率は低かった。11m~12.5m 階層では同様に形状比の大きい個体ほど被害率が高いものの、形状比の小さい個体の被害率との差は少なくなる。9.5m~11m と 9.5m 未満の両階層では形状比100以上ではむしろ被害率は低く、それよりも小さい形状比の方で被害率が高く、形状比の大小間での被害率の差も少ない。この事実は上層木ほど形状比の大小が被害の有無と直接関係することが多いことを意味するとみられるのに対して、下層木ほど形状比の大小がそれほど被害を生ずる直接の因子となっていないことを示しているものと考えられる。いいかえると、林冠上層を構成する個体は自身の樹幹の冠雪荷重に対する強弱で被害を生ずるのに、下層のものは自身の強弱だけでなく、林分内での位置と隣接木との関係から冠雪形成の程度が様々であることも被害発生に大きく関係していると推測される。これからみても、冠雪に対する立木の強弱を決める因子は林分内の個体の大小関係と位置関係とによって変わることが考えられる。そこで以下に、立木位置図を使って各樹高階別に林分内での被害の生じかたを検討してみる。

図1~図4に各樹高階毎の立木を健全木と被害木に分けて示した。形状比78以上の個体についてはその値を記入した(78以上とした根拠に特別な理由はなく、後述のように樹高階 12.5m 以上で群状被害を生じた被害木の形状比が78以上であったので、それ以上と以下に区分した)。梢端折れ(ここでは折損比高:折損高/樹高 ≥ 0.8 をそれとみなした)と林縁木で被害をうけたものはTおよびBの記号をつけて区別した。図4では全被害木のうちの曲り木(C)も明示した。

図1~図4に各樹高階毎の立木を健全木と被害木に分けて示した。形状比78以上の個体についてはその値を記入した(78以上とした根拠に特別な理由はなく、後述のように樹高階 12.5m 以上で群状被害を生じた被害木の形状比が78以上であったので、それ以上と以下に区分した)。梢端折れ(ここでは折損比高:折損高/樹高 ≥ 0.8 をそれとみなした)と林縁木で被害をうけたものはTおよびBの記号をつけて区別した。図4では全被害木のうちの曲り木(C)も明示した。

2. 樹高 12.5m 以上階層の被害

図1にこの階層の個体の位置を示した。59本中被害をうけたのは9本、被害率15.3%で、ここで4段階に分けた樹高階中被害は最も少なく、樹高の大きい優勢木には

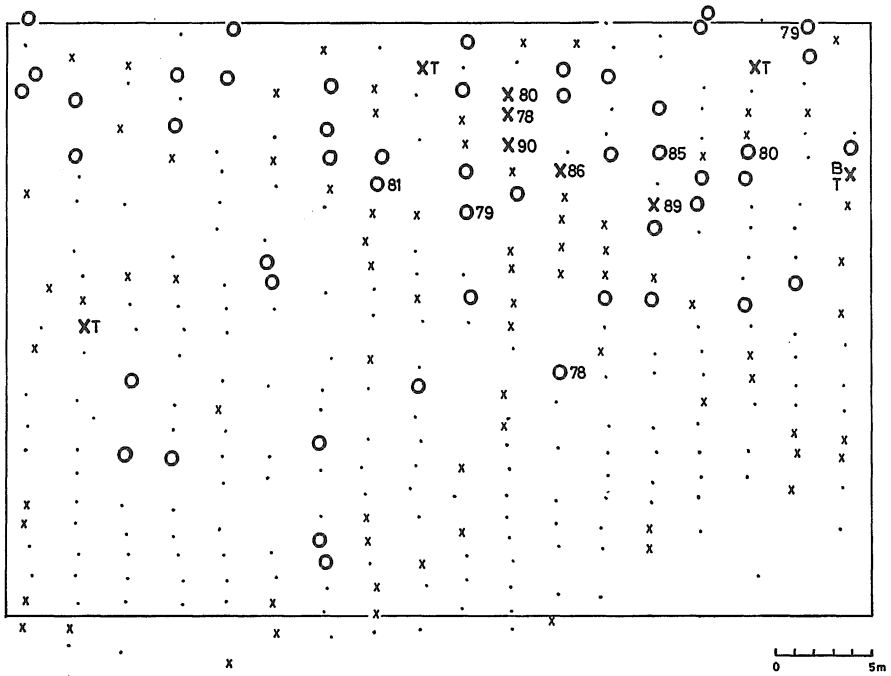


図1 樹高12.5m以上個体の立木位置図

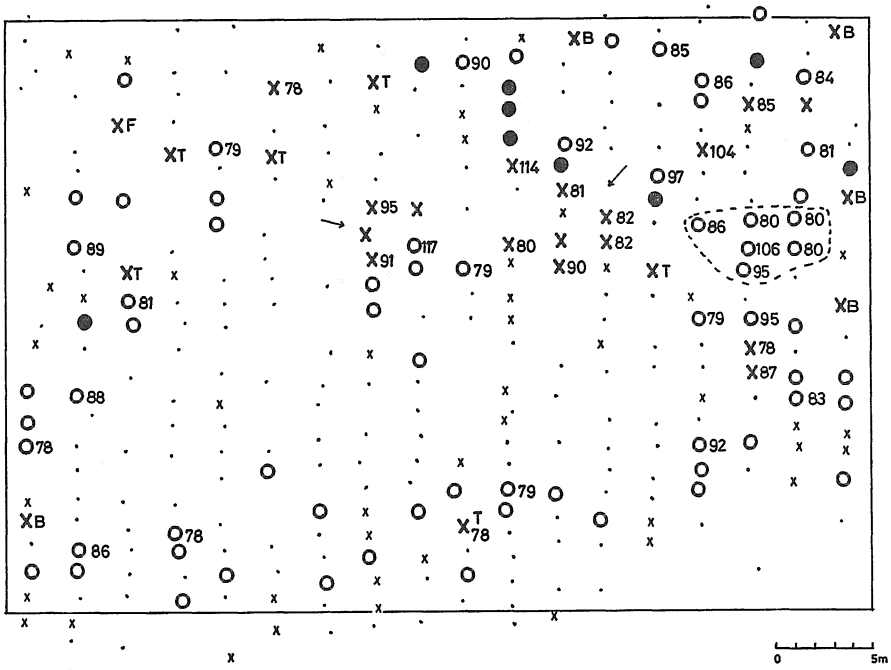


図2 樹高11m~12.5m個体の立木位置図

註) ○ 各樹高階健全木, × 各樹高階被害木 ● 上層樹高階被害木, × 下層樹高階被害木
 ・他階層健全木

表2 樹高12.5m以上被害木の測定値

個体番号	樹高	胸高直径	形状比	折損比高	折損部直径	被害形態
214	12.5m	18.4cm	68	0.82	3.8cm	梢端折れ
918	13.5	18.8	72	0.85	3.8	〃
1120	12.5	14.0	90	0.45	11.0	折れ
1121	12.5	16.0	78	0.69	8.4	〃
1122	15.3	19.2	80	—	—	先曲り
1213	13.7	15.8	86	0.53	11.8	折れ
1412	12.5	14.0	89	—	—	曲り
1617	13.2	18.6	71	0.87	2.8	梢端折れ
1812	13.0	19.8	66	0.92	?	〃

表3 樹高11m~12.5m被害木の測定値

個体番号	樹高	胸高直径	形状比	折損比高	折損部直径	被害形態
105	11.2m	15.8cm	71	0.53	9.6cm	林縁木
311	12.2	17.2	71	0.85	3.4	梢端折れ
313	11.8	15.8	74	0.53, 0.62	8.6, 6.6	折れ, 2又木
414	11.4	14.8	77	0.83	?	梢端折れ
613	11.9	15.4	77	0.81	?	〃
615	11.6	14.8	78	0.78	4.8	折れ
814	11.2	12.4	91	0.62	7.0	〃
815	12.2	18.0	68	0.46	11.2	〃
816	12.3	13.0	95	—	—	曲り
820	11.1?	17.6	?	?	?	梢端折れ
915	11.9	15.6	76	—	—	曲り
1004	11.2	14.4	78	0.85	2.8	梢端折れ
1117	11.5	14.4	80	0.47	10.0	折れ
1119	11.6	10.2	114	0.55	6.4	〃
1209	11.7	13.0	90	0.57	7.8	〃
1210	12.3	17.2	71	0.58	9.8	〃
1212	12.3	15.2	81	—	—	やや曲り
1217	11.0	15.6	71	0.43	10.2	林縁木
1313	11.8	14.4	82	0.49	9.6	折れ
1314	12.3	15.0	82	0.65	8.4	〃
1410	11.4?	16.6	?	?	?	梢端折れ
1515	11.4	11.0	104	0.76	5.0	折れ
1604	11.2	12.0	87	0.47	9.0	〃
1605	11.7	15.0	78	0.51	9.8	〃
1615	11.5	13.6	85	0.87	3.0	梢端折れ
1715	12.1	15.8	77	0.60	9.8	折れ
1808	11.9	18.6	64	0.65	9.4	林縁木
1811	12.3	19.6	63	0.80	?	梢端折れ
1815	12.4	16.6	74	0.30	14.6	林縁木

被害が少ないという従来¹⁰⁾の知見と同じ傾向を示している。この階層の被害木の特徴は非常に明瞭である。被害木に関する測定値を表2に示した。個体番号214, 918, 1617, 1812はいずれも折損比高0.8以上で梢端折れとみなされ、これらの形状比は72以下と小さい。その周辺のより低い樹高階の個体が被害をうけていることからみて、このあたりに被害を生ずるほどの冠雪が形成されたのであろうが、いずれも胸高直径18cm以上でこの林分では大径木の部類に入るものであるから幹の中、下部の抵抗力が大きく、梢端部分の折れにとどまったものと考えられる。梢端折れの被害木は他の被害形態と異なり大径木あるいは高樹高木に多いことはこれまでの報告で

も認められている¹¹⁾。一方、群状に被害をうけた1120, 1121, 1122, 1213はいずれも形状比78以上の個体で、うち3本は胸高直径16cm以下の折損木で、折れた位置(折損高)は低い。他の1本は胸高直径19cmで折れるまでに至らず、曲り木であった。被害をうけなかった個体で形状比78以上の個体は図のように他に6本あるが、いずれも単独で分布し、形状比の大きい個体が集合していたのは上記4本の部分だけであった。この事実は冠雪害に弱い林分構造の特徴の一つとして重要な示唆となる。すなわち、優勢木であるために比較的冠雪に対する耐性が大きいとみられる上層木であっても、形状比が他に比して大きい個体が集まっている部分は連続した林冠に形成

表4 樹高9.5m~11m被害木の測定値

個体番号	樹高	胸高直径	形状比	折損比高	折損部直径	被害形態
106	10.5m	15.4cm	68	—	—cm	曲り
110	10.7	17.4	62	0.40	13.4	折れ
112	10.1	11.6	87	0.39	9.4	〃
113	9.6	13.0	74	0.69	6.0	〃
222	10.7	15.0	71	—	—	曲り, 林縁木
315	10.5	14.2	74	0.38	9.0	林縁木
412	10.6	12.4	86	0.58	7.0	折れ
509	10.5	13.2	80	—	—	少し曲り
601	10.6	17.2	61	0.35	14.2	林縁木
602	9.8	14.4	68	—	—	曲り
714	9.7	10.0	97	—	—	少し曲り
718	10.4	14.8	70	0.83	2.6	梢端折れ
805	10.0	13.4	75	0.65	7.2	折れ
806	10.5	14.4	73	—	—	曲り
811	10.9	16.4	67	0.69	5.6	折れ
819	10.3	9.8	105	0.58	7.4	〃
903	10.0	13.8	80	0.55	9.4	〃
1014	10.2	11.0	93	0.65	6.6	〃
1015	10.5	16.2	65	0.62	6.2	〃
1110	10.5	13.0	81	—	—	曲り
1115	10.5	14.2	74	0.52	9.4	折れ
1116	10.9	11.6	94	0.46	8.2	〃
1124	9.7	13.0	75	0.59	7.4	林縁木
1211	9.6	9.4	102	—	—	やや曲り
1309	10.8	12.8	84	0.57	8.2	折れ
1402	10.0	15.0	66	0.25	13.0	林縁木
1614	10.7	11.8	91	—	—	曲り
1701	10.2	14.6	70	0.36	11.6	林縁木
1702	10.2	13.4	76	0.47	9.4	折れ
1703	10.4	12.8	82	0.61	7.4	〃
1803	10.7	12.4	86	0.42	9.6	〃
1804	10.7	15.0	71	0.46	10.8	〃

される冠雪の団塊によって群状に破壊されるのではなからうか。矢野¹²⁾は林分内の平均形状比が大きい部分に冠雪被害が大きい事例を報告している。そうだとすれば形状比の大きい個体が集まって連続した林冠を形成することがないような立木の配置を工夫することは耐冠雪性林分の一条件となる。形状比の小さい大径の個体が単独で被害をうけるときは梢端折れ程度ですむことが多いとみてよいのではなからうか。ただこの被害形態だけについていえば、全体の林冠層から梢端を突出させた上層木における危険が特に大きい(表1)。

3. 樹高 11m~12.5m 階層の被害

図2にこの階層の立木位置を示した。先の場合ほど明瞭な特徴はないが、いくつか注目すべき点を指摘できる。集団的に被害の生じた個所が2個所ほどあり(矢印)、樹高が揃って、形状比が大きい個体の集まる地点が被害をうけやすい傾向はここでも認められる。ただ点線で囲んだ個所のように形状比の大きい個体が集まっているにもかかわらず被害のない所もある。これはたまたまこの部分に被害を生ずるほどの冠雪荷重がかからなかったと考えれば納得できる。これは冠雪被害林分の調査結果を解釈する場合に、被害をうけなかった立木あるいは林分が常に冠雪害に強い条件をもっているとする見方ができないことを示す一例である。単木的に被害をうけた個体には先の場合同様梢端折れかあるいは林縁木で、個体番号1615を除いて形状比78以下⁸⁾のものばかりである(表3)。林縁木の被害の特徴は前報に報告した。形状

比の小さい個体でも群状被害を生じた形状比の大きい個体に隣接するかあるいは囲まれているものは、その中にとりこまれて被害をうけるものがあり、折損高も低い(個体番号815, 915, 1210)。

4. 9.5m~11m 階層の被害

この階層は87本中32本の被害木があり、被害率36.8%で最も被害が多かったが、その被害分布の特徴はみつけにくい(図3)。群状に被害を生じたのは林縁に接する1個所(点線で囲んだ部分)であった。隣接する上層木の被害と連鎖的に被害をうけたとみられるもの以外は林縁木が多い。形状比との関係もはっきりしなくなる。下層木のために梢端折れは少なく1本しかない(表4)。

5. 9.5m 以下階層の被害

図4の立木位置図にみられるように、下層木が集まっている部分でも、せいぜい2, 3本の被害木でそれ以上大きい群状被害はみられない。全般に形状比の大きい個体が多いにもかかわらず被害木は少なく(83本中17本、被害率20.5%)、明らかに下層木には周辺の上層木に保護されて冠雪が発達しにくいことが推測できる。小径木が多いために被害形態では曲り木の占める割合が多くなる(表5)。

III. 考 察

以上の見方はかなり主観的なものであるが、従来の冠雪害の調査結果の検討が測定された数値を機械的に処理することだけで終わっている現状では、冠雪害発生機構と

表5 樹高 9.5m 未満被害木の測定値

個体番号	樹高	胸高直径	形状比	折損比高	折損部直径	被害形態
101	7.2m	9.6cm	75	—	—cm	曲り, 林縁木
102	9.2	12.6	73	0.47	9.8	折れ
203	8.4	9.6	88	—	—	曲り
215	8.9	11.0	81	—	—	〃
501	9.0	12.4	73	—	—	〃, 林縁木
802	9.3	10.6	88	0.40	10.0	折れ
803	9.4	10.6	89	0.46	8.2	〃
912	9.4	10.2	92	—	—	曲り
1006	9.4	15.0	63	—	—	〃
1112	9.1	13.0	64	0.90	?	梢端折れ
1114	7.7	9.4	81	—	—	曲り
1201	8.4	11.6	73	0.36	9.0	林縁木
1312	9.1	8.4	108	0.16	8.6	折れ
1401	7.2	9.0	80	0.33	8.0	林縁木
1506	7.6	7.8	97	0.85	?	梢端折れ
1510	7.5	8.0	94	—	—	曲り
1810	8.8	12.4	71	0.47	8.2	折れ

耐冠雪性林分条件を解明していくうえで必要な新しい見方や仮説を提起するために一度はとらなければならない観察手段であると考え。

林分内での被害のおこりかたは樹高を異にした層あるいは個体で違うことが上の検討結果で認められるから、先に仮定したように林分あるいは林冠の構造の差によって冠雪害のおこりかたが変わってくることは十分に予想される。ここから耐冠雪性の林分構造を考える可能性もでてくる。今回の冠雪害の発生条件では(雪の降り方、積り方、雪質が時々により変わるから常に今回と同じ冠雪の状況がみられるとは断定できない)、上層木の樹高が比較的良好なところ、林冠が一斉で、そのうえ形状比の大きい個体が集まった部分は冠雪が連続した団塊を形成しやすく、その大きな荷重で被害を最も受けやすい。群状にまとまって発生するから、残存林分としては大きな林孔ができて不都合である。これを防ぐには同じ立木密度ではなただけ上層の林冠が不斉になるような立木配置の林分をつくることができればよい。下層木の被害傾向は明瞭でないが、上層木が健全であればそれだけ連鎖的に被害をうける下層木は少なくなるだろうし、下層木自身が被害をおこすきっかけとなった場合でも隣接木への波及効果は上層木の場合ほど大きくはない。また林分構造の上からも他へ及ぼす影響は小さいから耐冠雪性林分

の条件としては重要視する必要はないであろう。

以上やや大胆な仮説ではあるが、今後の冠雪害発生機構の研究と耐冠雪性林分条件を模索していく上での一つの話題を提供するためにあえて提言したい。

引用文献

1. 河田 杰・佐多一至：林試集報27：1-36, 1929
2. 高橋喜平・塩田 勇：林試集報62：1-31, 1952
3. 武田英文・三浦義之：日林東北支会誌 26：106-107, 1974
4. 上野直之：30回日林中支講, 217-226, 1982
5. 矢野進治・森本俊雄：昭和49年2月の異常降雪による林木の被害について 兵庫県林務課 1975, 1-58
6. 木原富雄：御料林49：73-85, 1932
7. 石井 弘・片桐成夫・三宅 登・赤塚金治・高見宗臣：島根大農研報14：50-59, 1980
8. 石井 弘・片桐成夫・三宅 登：島根大農研報15：47-50, 1981
9. 石井 弘・片桐成夫・三宅登：日林誌64：87-92, 1982
10. 杉山利治・佐伯正夫：林試研報154：73-95, 1963
11. 井上由扶・柿原道喜：九大演報 9：1-21, 1958
12. 矢野進治：32回日林関西支講, 1-4, 1981

Summary

The knowledge about the relationship between the stand structure and snow damage is essential for silvicultural operations to establish more tolerable stands for snow. For this purpose, the susceptible parts of the stand were induced from the analysis of measurements and the maps of tree distribution in the stand where 26.4 % of trees were damaged by snowload accumulated in the crown of trees. Although the dominant trees with crowns extending above the general level of the canopy were most tolerable in general, the parts where those trees with high stem-form coefficient clustered were severely damaged. Intermediate and overtopped trees were more susceptible but were sporadically damaged.