

冠雪激害スギ林分の解析[#]

—昭和56年12月福井県小浜地方の冠雪害—

石井 弘^{*}・片桐 成夫^{*}・上野 直之^{**}

Hiroshi ISHII, Shigeo KATAGIRI and Naoyuki UENO

Analysis of the Severely Damaged Sugi (*Cryptomeria japonica*
D. DON) Stands by Unusual Snowfall.

—Snow Damage Occurred in Obama District of Fukui
Prefecture in December, 1981—

まえがき

被害率が高いほど林分内の大多数の個体が被害をうけているから、立木あるいは林分内の部分による冠雪に対する強弱の特徴が見だしにくくなり、研究上の興味からすると得るところは少ない。しかし、現実に発生する冠雪害の極大値を知るために、できるだけ大径、高樹高の林分で折損部直径の大きい、被害率の高い例に関する詳細な資料を集める必要がある。

本報告では平均樹高16m、平均胸高直径21cmの2林分で、被害率46%と72%、折損部直径最大22cm、平均12.5cmの被害例を報告する。本例は昭和56年12月14～15日にかけての異常降雪で福井県小浜地方に発生した冠雪害で、前年のいわゆる56豪雪時の冠雪害に比べると被害区域面積が狭く、ごく局地的な被害であったから世間の注目を集めなかったが、被害程度からみれば過去最大と推定される56豪雪被害に劣るものでなく、その被害林分の状況を記録しておく意義も大きい。

本調査を行うに当たり種々便宜を与えられた福井県若狭事務所林業課、福井県総合グリーンセンター林業試験部の各位、ならびに調査地(P2)の自由な使用を許された所有者中川平太夫氏に感謝の意を表する。

I. 昭和56年12月14～15日雪害の概要

今回の冠雪害の状況は、福井県若狭事務所林業課のと¹⁾りまとめた資料によると以下のとおりである。

* 育林学研究室

** 福井県農林水産部林務課

本研究は文部省科学研究費補助金(Ns57560146)によって行われた。

1. 気象状況

昭和56年12月11日から12日にかけて低気圧が日本海を北東進し、千島方面で発達して、低気圧の通過後は強い冬型の気圧配置となり、15日まで続いた。11日は晴れたが12日から天気は崩れ、13～15日まで嶺北、嶺南地方ともに雪が降り、県下各地で積雪をみた。遠敷郡上中町熊川の観測地点で14日に45cm、15日に47cmの降雪量を記録し、嶺南地方としてはこの時期に例を見ない特異なものであった。この期間の気温は平均気温0.9°C、最低0.3°Cと高く、平均風速は2.9m/secであった。

2. 被害状況

この異常降雪によって小浜市、遠敷郡上中町、三方町の1市2町で、被害区域面積731ha、被害実損面積175ha、被害金額3億8千万円に及ぶ折損被害が3階級以上のスギ人工林に発生した。

II. 調査林分と調査方法

調査林分は福井県遠敷郡上中町河内(P1:標高260m)と小浜市池河内(P2:標高240m)にそれぞれ1地点を選んだ。P1では15m×15mのプロットをとり立木位置図を作成し、折損木の折損先端部の落下位置も記入した。樹高(H)、胸高直径(D)、樹冠長(H_C)あるいは枝下高(H_B)を測定し、折損木の折損高(H_L)と折損先端部長(H_V)および折損部直径(D_F)を測定した。曲り木では梢端の正常位置からの変位長⁵⁾も測った。

P2では時間の許すかぎり調査面積を広げてゆき、結果として975m²のプロットとなった。立木位置図を作成するとともに、樹高、胸高直径を測定し、折損木につい

表1 調査林分概況と被害内訳 (P1)

調査面積	調査本数	ha 当たり	Ry	本数被害率	林分材積	林 齢	
225m ²	41本	1822本/ha	0.90	46.3%	506m ³ /ha	不 明	
	本 数	\bar{D} cm	\bar{H} m	\bar{H}/\bar{D}	被害木中割合%	折損部直径 cm	\bar{H}_L/\bar{H}
全 立 木	41	20.7	15.7	78	—	—	—
無 被 害 木	22	22.2	16.2	75	—	—	—
折 損 木	17	19.7	15.3	80	89.5	12.5(6.2~21.0)	0.55
曲 り 木	2	13.2	13.8	105	10.5	—	—

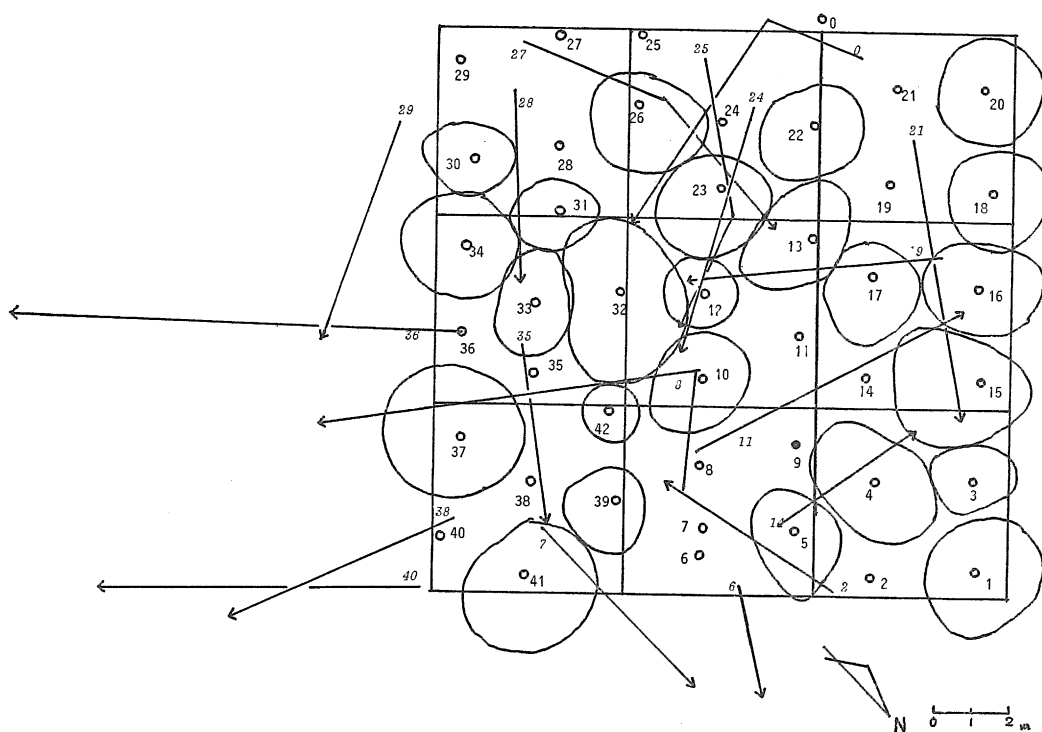


図1 立木位置図 (P1)

註) No.39と42が曲り木, No.40が折損優勢木, No.9枯死木

て折損高, 折損先端部長, 折損部直径を測った。このプロットの被害率は70%を越え, 折損先端部が地上に錯綜して1本1本折損木とその先端部を照合するのが容易でなく, どうしても符合しないものが何本かあった。このプロットの調査は本来, 微地形と被害の関係を明らかにするために行ったもので, コンパスを用いて微地形の測量も同時に行ったが期待した成果がえられなかったのでその結果はここでは省略する。

P1の調査は昭和57年6月に, P2は同8月に行った。

III. P1林分の被害状況

1. 林分の概況

被害林の実態を十分把握するためには, なるべく広い調査面積をとるのが望ましいが, 本調査地では限られた調査時間と労力の都合から15m×15mのプロットしかとれなかった。林分の概況と被害の内訳を表1に示す。林

表2 胸高直径階別本数被害率と形状比 (P1)

D cm	全本数	被害木本数	被害率%	形 状 比 *
11≤12<13	2	2	100.0	⑨ ⁵ (112)
13≤14<15	2	1	50.0	⑧ ³ , 85
15≤16<17	8	5	62.5	75 ⑩ ³ , ⑧ ³ , 88, ⑨ ¹ , 95, ⑨ ⁵ , (98)
17≤18<19	7	4	57.1	69, ⑦ ³ , 79, ⑦ ³ , ⑧ ⁴ , 88 ⑨ ³
19≤20<21	3	2	66.7	⑧ ¹ , 83, ⑧ ⁴
21≤22<23	3	0	0	64 79 84
23≤24<25	6	2	33.3	65, 68, ⑩ ³ , ⑦ ³ , 78, 80
25≤26<27	5	1	20.0	60, 66, 74, ⑦ ⁴ , 77
27≤28<29	2	1	50.0	63, ⑧ ⁴
29≤30<31	1	0	0	62
31≤32<33	2	1	50.0	⑧ ³ , 63
計	41	19	46.3	

* ○印：折損木，()印：曲り木，他は無被害木

表3 樹高階別本数被害率 (P1)

H m	≤12	12<13≤14	14<15≤16	16<17≤18	18<19≤20	計
全本数	4	9	9	11	8	41
被害木本数	2	5	5	4	3	19
被害率%	50.0	55.6	55.6	36.4	37.5	46.3

分平均樹高 15.7m, 平均胸高直径 20.7cmで, 本数被害率は46.3%であった。北東向き斜面で, 傾斜度はプロット上半分が30°, 下半分は13°であった。

2. 被害木の分布と折損方向

立木位置と折損木の折損先端部の落下位置を図1に示した。全立木の46.3%と半数近い立木が被害を受けたが, その分布は明らかに群状であって, 冠雪害の発生が林内に均一におこるものでないことをこの場合もよく示している。冠雪の形成が一般にむらのあることと林分側にも強弱各様の個所がありうることを暗示するものと考えられる。折損先端部は斜面下部の方向あるいは等高線方向に倒れるものがほとんどであるが, 傾斜の緩やかなプロット下方では等高線よりやや斜面上部へ向かって落ちているものがみられた。落下した時の衝撃でさらに二つに折れたとみられるものが若干ある。

3. 被害形態

被害形態は折れと曲りの2種類が認められたが, 折れが多く90%を占めた。この林分は最小の個体で胸高直径が11cm以上あり, 胸高直径11cm以上の木では折れが多くなるという先に報告した被害形態の一般的傾向とよく一致している。³⁾ 2本の曲り木も林分内では胸高直径の小

さい, 形状比の大きい個体であって(表1・表2), 被害形態と胸高直径の関係に関する筆者の先の見解が妥当なことがわかる。³⁻⁵⁾ 曲りの程度はわずかで先端の変位量は1.8~2.0mであり, いずれ回復がみこまれる程度のものであった。

4. 折損部直径

折損部直径は平均で12.5cm, 最大値は21.0cmであった。これは筆者がこれまで検討してきた島根県下の冠雪害の場合より大きい値であって, 筆者の提唱する冠雪強度の仮説が正しいものであれば, 今回の冠雪害はより多量の冠雪が樹冠に形成された結果発生したと考えられる。⁹⁾

5. 胸高直径階・樹高階別被害率, 形状比

胸高直径階別に被害率を計算すると(表2), 被害は全階級に及んでいるが, 立木本数の半分を占める直径21cm以下の個体で特に被害率が高い傾向がみられる。一方, この林分中で最大の胸高直径階に属し, 形状比が最小の優勢木が折れたことも注目すべき特徴である。このような被害実態は冠雪害における被害木の大きさについてみられる一般的傾向と災害の異常性という両面をよ

表4 調査林分概況と被害内訳 (P2)

調査面積	調査本数	ha 当たり	Ry	本数被害率	林分材積	林 齢
975m ²	137本	1405本/ha	0.81	71.5%	411m ³ /ha	22年

	本 数	\bar{D} cm	\bar{H} m	\bar{H}/\bar{D}	被害木中割合%	折損部直径 cm	\bar{H}_L/\bar{H}
全 立 木	137	21.2	16.4	79	—	—	—
無被害木	39	22.8	16.3	73	—	—	—
折 損 木	91	20.8	16.6	81	92.9	12.5(4.8~21.8)	0.58
曲 り 木	1	18.9	—*	—	1.0	—	—
根 返 木	6	17.1	14.5	87	6.1	—	—

* 曲りの程度が大きく、樹高の測定はできなかった。

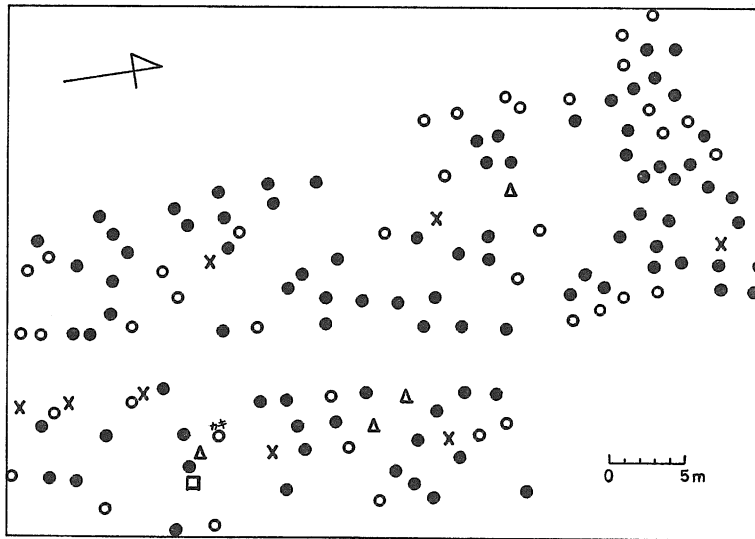


図2 立木位置図 (P2)

註) ○無被害木, ●折損木, △根返木, □曲り木, ×枯死木 根返木2本欠測

く表わしており、冠雪害とは現実にはこうしたものだということを認識する上で好個の例だといえよう。すなわち、一般的にみるならばスギでは胸高直径10cm台の木が冠雪害に最も弱いという傾向が³⁾ここでも当てはまり、林分平均胸高直径が20.7cmのこの林分では林分内の小径木に被害が大きいという結果になった。一方で最優勢木が折れたという事実は、材に強度上の特殊な欠陥がなかったとすれば、被害木が無被害木に比べて弱い条件をもつという観点からは全く説明のできないことである。冠雪のでき方の方にその理由を求めなければならない。したがって確率的にみれば、こうした事例が頻繁に起こるものとは考えられないが、この地方に実際に発生したこの規模の異常降雪(冠雪強度で表わして、平均12.5

cm, 最大値21.0cm)が今後どこかに発生する時は、胸高直径31cm, 形状比58の個体でさえ絶対に安全だとは決して言いきれないとみるべきである。

樹高階別の被害率でみると(表3)、最も高い層でやや被害が少なく、中、下層の方が被害大という傾向がみられる。

形状比についてみると(表2)、形状比が大きい個体ほど被害率の高い傾向は明瞭である。

以上のような結果から、無被害木、折損木、曲り木ごとの平均胸高直径、平均樹高、平均形状比を計算するとその間には顕著な違いがみられ(表1)、全体として無被害木は直径、樹高ともに大きく、形状比の小さい個体に多く、被害木はそれよりも直径、樹高が小さく、形状

表5 胸高直径階別本数被害率と形状比 (P2)

胸 高 直 径 D cm	全 本 数	被害木本数	被害率%	形 状 比*							
				50	60	70	80	90	100	110<	
6 ≤ 7 < 8	1	0	0			1/0					
8 ≤ 9 < 10	1	0	0		1/0						
10 ≤ 11 < 12	4	4	100.0					0/1	0/2	0/1	
12 ≤ 13 < 14	7	5	71.4			1/0	1/0	0/1	0/3	0/1	
14 ≤ 15 < 16	11	6	54.5		0/1	2/0	1/1	1/1	1/1		
16 ≤ 17 < 18	20	19	95.0		0/1	0/3	1/6	0/2	0/3	0/1	
18 ≤ 19 < 20	8	6	75.0			1/1	1/2	0/2			
20 ≤ 21 < 22	26	21	80.8		0/1	4/6	1/9	0/2			
22 ≤ 23 < 24	20	14	70.0		3/1	2/10	1/3				
24 ≤ 25 < 26	19	14	73.7	0/1	2/5	3/5	0/3				
26 ≤ 27 < 28	4	3	75.0		0/2	1/1					
28 ≤ 29 < 30	5	3	60.0		2/2	0/1					
30 ≤ 31 < 32	7	3	42.9	0/1	4/1	0/1					
32 ≤ 33 < 34	2	0	0	1/0	1/0						
34 ≤ 35 < 36	—	—	—								
36 ≤ 37 < 38	2	0	0	1/0	1/0						
計	137	98	71.5	2/2	14/14	15/28	6/24	1/9	1/9	0/3	

* 無被害木本数/被害木本数

表6 樹高階別本数被害率 (P2)

H m	<12	12 ≤ 13 < 14	14 ≤ 15 < 16	16 ≤ 17 < 18	18 ≤ 19 < 20	20 ≤ 21 < 23	計
全 本 数	11	13	27	38	25	14	128
被 害 木 本 数	4	12	19	28	20	6	89
被 害 率 %	36.4	92.3	70.4	73.7	80.0	42.9	69.5

比の大きい個体に多いという従来の冠雪害でもしばしば認められている一般的傾向をはっきり示している。

IV. P2 林分の被害状況

1. 林分の概況

本調査地では南北方向に通る谷をはさんだ東向と西向の両斜面に975m²のプロットを設定した。傾斜度は20°前後である。林分の概況と被害の内訳を表4に示す。木の大きさはP1に比べると平均胸高直径、平均樹高ともわずかに大で、やや高樹高、大径の個体が多いが、被圧された小径木もあって直径階の巾は広い林分である。RyはP1より小さいが、立木配置(図2)をみると疎なところと密なところのむらが多い。被害率は70%を越す激害で、無被害木が局所的に数本ずつかたまって残る傾向は同じで、ここでも冠雪被害の林内分布の不均一さがうかがえた。

2. 被害形態

P1同様折損木が90%以上を占めた。曲り木は1本だけで、あと根返木が若干あった。根返木は折損木に比べて小径の個体にみられることから、根系の発達が不十分なものが冠雪荷重をうけて耐えきれず根元から倒れたものと考えられる。

3. 折損部直径

P1の折損部直径と非常に近い値を示し、平均値が12.5cmと全く同じで、最大値も21.8cmとほとんど差がない。この両プロットは直線距離にして5km隔たった、流域を異にするところにある。このような一致は島根県^{2,3,9)}の冠雪害でも認められ、興味ある現象である。

4. 胸高直径階・樹高階・形状比階別被害率

胸高直径階別被害率と各直径階毎の形状比階別被害本数を表5に、樹高階別被害率を表6に示す。この林分では胸高直径10cm以上30cmまで、樹高で12mから20mま

での木がほぼ同じような高い被害率を示し、少数の胸高直径あるいは樹高の最も大きい個体と最も小さい個体¹⁰⁾が被害を免れた。これは高橋・塩田の報告した激害林分の例と一致する。この林分の中核をなす木の大きさが胸高直径²⁾20cm以上であり、先の報告で示したように、一般に冠雪害では林冠の中心を構成する中級木に被害が最も大きいという傾向がこの場合に当てはまり、胸高直径10cm台の小径木だけでなく、20cm台の個体にまで広く被害が及んだ結果、70%を越す高い被害率になったといえる。形状比でみると、形状比の大きい個体ほど被害率が高いことはここでも明瞭である。無被害木、折損木、曲り木、根返木ごとの平均胸高直径、平均樹高、平均形状比の傾向もP1同様である。

V. 考 察

1. 林分構造と被害の関係

一般に激甚な冠雪害では被害状況が無差別的であって一定の傾向が見だしにくいとされているが、今回の2林分の調査結果をみても、適当な広さのプロットをとれば高被害の場合でも被害傾向には大体従来の一般的知見と同様な結果がえられることがわかる。冠雪荷重による曲りや折損という物理的現象である冠雪害に弱い林分の条件は、物理的に弱い個体と林分の部分であって、それが雪の降り方、すなわち冠雪の分布と量の多少によって被害の及ぶ範囲が変り、その結果様ざまな被害程度がみられる。そして被害程度が低い場合⁵⁾は林分側の原因によるところが大きく、被害程度が高い場合ほど冠雪側の原因が強く働いていると解釈できる場合が一般には多いのではなからうか。

2. 折損部断面積合計からみた被害程度

われわれは一般に本数被害率の大小によって冠雪害の被害程度を判断している。しかし、本数被害率は同じでも倒伏しやすい幼齢林と冠雪害に対する抵抗性の増してくるといわれている老壮齢林とでは、冠雪害発生機構の上からみれば全く違った内容である。また同程度の大きさの林分であっても、梢端近い幹の細い部分が折れる場合とより幹の太い部分が折れる場合とでは、たとえ被害率が同じでも全く異質の被害である。したがって、本数被害率だけでは被害程度のあらゆる内容を十分表現しえ

ない。先に提唱した折損木の折損部直径^{2,3,9)}もこれを補う尺度の一つであるが、ここではさらに折損部直径から求めた折損木の折損部断面積合計について検討する。

両林分のプロット内全折損木の折損部直径から断面積を計算し、それを ha 当たり合計値に直すと P1 で10.2 m²/ha, P2 で11.7m²/ha となった。この値はプロット内立木のうち折れた個体の折損部の断面積の総和であるから、林冠に形成された冠雪が実際に折ることのできた太さの総和である。ゆえに、この値でもって、実際に折損をおこすところまで作用した冠雪の単位面積当たりの量を間接的に示すことができると考えられないであろうか。そうすると、本数被害率という尺度では46%と72%とかなり隔りのある両林分で、実際に折損をおこした単位面積当たりの幹の太さとその冠雪量ではほとんど差がなかったといえる。折損部直径の値は冠雪が折ることのできた単木の幹の太さであるから、単木にかかる冠雪量の指標になるのに対し、断面積合計値はそれに面的広がりを加えた林分にかかる冠雪量の指標となる。その妥当性と意義は今後資料の集積をまってさらに検討したい。

引用文献

1. 福井県若狭事務所林業課：56.12～57.1 積雪被害状況調査, 1982.
2. 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.
3. 石井 弘・片桐成夫・三宅 登：日林誌 64：87-92, 1982.
4. 石井 弘・片桐成夫・三宅 登・赤塚金治：日林誌 63：451-457, 1981.
5. 石井 弘・片桐成夫・三宅 登：日林誌 65：288-293, 1983.
6. 石井 弘・片桐成夫・三宅 登：島根大農研報15：47-50, 1981.
7. 石井 弘・片桐成夫・三宅 登：島根大農研報16：65-72, 1982.
8. 石井 弘：94回日林論, 717-718, 1983.
9. 石井 弘：93回日林論, 257-258, 1982.
10. 高橋喜平・塩田 勇：林試集報62：1-31, 1952.

Summary

Sugi stands (*Cryptomeria japonica* D. DON) in Obama district of Fukui Prefecture were severely damaged by unusual snowfall in December 14-15, 1981. In this report, the result of the survey of two severely damaged stands was discussed.

1. Mean height, mean dbh and percentage of damaged trees of two stands are 15.7m,

16.4m ; 20.7cm, 21.2cm ; and 46.3%, 71.5% respectively.

2. The mean diameter of the breaking point of stems, of which value indicates the intensity of snowload accumulated on the tree crowns, is 12.5cm.

3. In general trend, trees which are small in size and high in stem-form coefficient are more susceptible as found in more slightly or moderately damaged cases.

4. The concept of “the extent of snowload” was introduced from the calculated value of total basal area of the breaking point of stems per unit area of stands.