



Title	トドマツ幼齡造林木の雪折れとその被害部の手入れ効果
Author(s)	藤原, 滉一郎; FUJIWARA, Koichiro; 笹, 賀一郎 他
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 42(3), 501-524
Issue Date	1985-09
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/21139
Type	departmental bulletin paper
File Information	42(3)_P501-524.pdf



トドマツ幼齡造林木の雪折れと その被害部の手入れ効果*

藤原滉一郎** 笹賀一郎** 高 島 守**

Stem Breakings of Young Planted Todomatsu-firs Caused by Snow Cover
and the Effects of Correcting the Bent Stems*

By

Koichiro FUJIWARA, Kaichiro SASA
and Mamoru TAKAHATA

目 次

はじめに	501
1. 1982年春の幹折れ被害	502
1) 被害の形態	502
2) 幹折れの発生状況	504
3) 降雪状況と被害要因	508
2. 手入れ試験と回復状況	510
1) 手入れ試験と追跡調査	510
2) 一生長期後の回復状況	511
3) 二冬期の経過と手入れ木の状態	514
3. 手入れ木の推移と被害造林地の対策	518
要 約	521
文 献	522
Summary	523

はじめに

1982年春の雪どけとともに、北海道大学中川地方演習林の樹高1.5~3.0mの幼齡のトドマツ等の植栽木に、大量の幹折れ・幹曲りの被害が発生した。この被害は、これまでI齡級の1m以下の植栽地で毎春みられる幹曲り・芯折れ等とは異なり²⁾、また樹高1.5~5.0m位の幼齡植栽木にみられる根元曲り・根元割れ・根倒れなどの多雪地帯の雪害の形態とも異なるものであった³⁾(写真-1)。

* 1985年2月28日受理 Received February 28, 1985.

** 北海道大学農学部附属演習林
College Experiment Forests, Hokkaido University.

この被害は、幼齡の植栽木の樹幹が鋭角的に折れ角がった形態が主であり、被害程度の大
 さい植栽木では、被害位置から上部の樹幹が折れ、そして落ちてしまったものも認められた。
 被害木は、このまま放置すると奇形化して積雪害をうけやすくなり、被害造林地のほとんどが
 不良造林地となることが予想された。このため、被害木の被害の進行を抑制し、さらに被害木
 の回復を早めることを目的に、被害木の手入試験を行い¹⁰⁾、あわせて被害状況調査を行った⁴⁾。
 手入試験は、添木とテープにより被害木を立起し固定して、傷口の癒合をはかろうとしたもの
 である。

本報告は、雪害状況の記録をとどめることと、雪害造林地対策の手がかりを得ることを目
 的に、被害発生状況の整理と手入試験の結果についてとりまとめたものである。手入試験につ
 いては、手入方法の違いによる回復状況の相違や手入木が二冬期を経過するまでの3カ年にわ
 たる追跡調査の結果を整理し、無処理区とした被害造林地の放置木との比較により、その効果
 についての検討を行った。

これらの調査と試験は中川地方演習林の経営試験のなかで実行し、継続調査を行っている。
 この報告は、その成果の一部について筆者らがとりまとめを行ったものである。

1. 1982年春の幹折れ被害

1) 被害の形態

1982年の融雪時に見出された幼齡造林木の被害は、Fig. 1 に示したように、樹幹の中部か
 ら梢頭部にかけての強い曲げによると考えられる幹折れ・幹曲りであった。このような被害は
 本演習林の所在する音威子府村と、これに南接する道有林美深林務署（音威子府村・美深町）⁹⁾、
 北大雨竜地方演習林（幌加内町）の地域で発生している。音威子府の積雪の年による変動や地
 形による変動等については別に報告しているが⁵⁾、これらの地域は平均最高積雪深が2 m 近く
 になるかそれ以上に達する地域である⁹⁾。

また、このような被害の大量発生については、美深林務署管内から、アカエゾマツ幼齡造
 林地の被害（1973年）の報告がなされている¹⁶⁾。今回（1982年）の被害も樹種はアカエゾマツ
 であり、この10年間に2回この種の被害が発生していることが注目される。

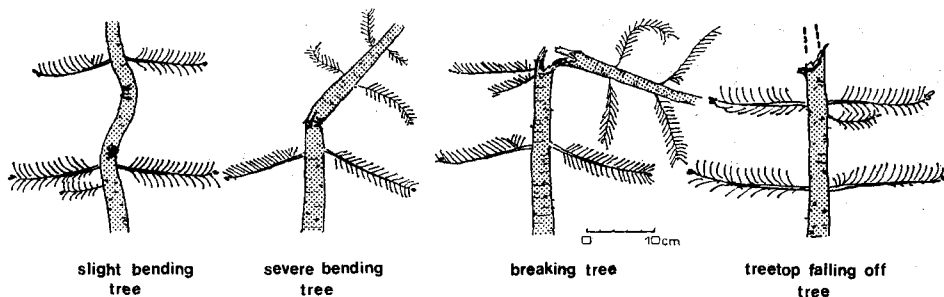


Fig. 1. Forms of damaged trees in spring 1982.

被害の程度については、つぎのように区分した (Fig. 1)。

「湾曲 (slight bending tree)」とした被害木は、芯 (1年生梢) または樹幹 (2・3年生が主) が45度以内の角度で湾曲したものである。この段階の被害木については、外皮や木部に肉眼観察による組織的な損傷は認められない。幹の曲がりや梢の曲がりは消雪とともに回復しつつあるものも認められ、このような個体は被害木から除外した。また、ある程度の根元曲がりや樹幹の湾曲は多雪地の造林木によく見られる現象であることから、これらは「正常 (無被害) 木」に含めることにした。被害について外見上で疑問のあるものについては、曲げてみて、反発力の有無を確かめることによって区分し、梢頭部の反発力のないもののみを「湾曲」とした。

「屈曲 (severe bending tree)」とした被害木は、樹幹や芯が45度以上に折曲がったものである。この段階の被害になると、樹幹が一時的に鋭角的に折曲がったものが多くなる。外皮にも裂傷が生じ、木部にも割れなど肉眼で観察される破壊が発生している (写真-2)。

「折 (breaking tree)」の被害は木部が完全に破壊され、外皮にも大きな損傷が生じているものである。さらに、被害位置から上部の芯や樹幹が落ちてしまったものは、「梢頭落 (treetop falling off)」として区分した。「湾曲」・「屈曲」・「折」・「梢頭落」を合計した被害は、II 齢級や III 齢級の若齡造林木の半数以上に発生しており、なかでも「折」・「梢頭落」の被害木が1/4 ちかくに達している。

以上のような若齡造林木の雪害については、倶知安林務署管内から、トドマツの造林木に慢性的に発生していることが報告されている¹¹⁾。本演習林における観察でも^{1,3)}、トドマツ造林木の雪害のなかに、若干の発生が見出されている。1982年のこの被害調査時にも古い幹折れ造林木の存在が確認された。1978年より1984年まで毎年秋季に雪害の形態を調査しているトドマツ植栽地 (237 林班, Fig. 2 の plot B, 1971年植栽) の毎年の新たな幹折れと芯枯れ (雪折れの他に霜害・枝枯病・虫害等も含まれる) の発生状態を Table 1 に示した。通常は1%に満たないが、多くて数%であるが、1982年は他の年の倍以上の発生率である。

このようなことから、幼齡造林木の幹折れ被害は、雪害のなかでも発生率が低いことや、その発生の頻度の多い地域が限定されていることから、これまでは余り注目されてきていな

Table 1. The rates of broken trees caused by snow cover at the plot B in a year

year	1979	1980	1981	1982	1983	1984
number of observed trees	909	906	904	892	888	864
breaking (ratio %)	15 (1.6)	33 (3.6)	1 (0.1)	59 (6.6)	2 (0.2)	18 (2.1)
treetop withered* (ratio %)	3 (0.3)	19 (2.0)	4 (0.4)	56 (6.3)	4 (0.5)	57 (6.6)

* The factors affecting it would be included as follows, damages by snow cover and damages from insects, fungi and frost.

い。特に、北海道における冬期の樹木被害は、寒害として表現されてきたように、凍害・凍裂害や寒風害・霜害などが問題とされてきた。雪圧の害については、造林木の根元を中心とした被害について注目されだしているが、今回のような幹折れについては前述のようにわずかの報告がなされているだけである。

また、このような幹折れの被害はII 齢級を中心とした若齢造林木に集中して発生することから、本州の日本海側を中心に10~30年生、あるいはそれ以上のスギ・ヒノキ造林地に発生している冠雪害とも形態を異にする。北海道の多雪地帯における雪害の一形態として、独自の究明が必要な課題であると思われる。

2) 幹折れの発生状況

1982年3月下旬の積雪調査において、地上約0.5mの所に非常に硬い氷板の存在が認められていた。この氷板の形成が被害の発生と何らかの関係をもつのではないかという仮定のもとに、被害造林地の調査を計画した。調査地と被害の概況はTable 2に示した。

調査地は、各植栽地の被害状況を概観して、代表的な12箇所をFig. 2に示すように選定した。No. 12のみがアカエゾマツであり、他はすべてトドマツで、いずれもII 齢級の造林地である。調査は各植栽地ごとに無作為に4~8植列をとり、約100本を対象として行った。

調査地の大部分は、1972年12月における湿雪をともなう暴風によって発生した風害の跡地である。No. 6, 8, 11など面積が1ha以上の植栽地には、ha当り数十本の保残木が残されている。他は植栽面積0.05~1haの植込地で、植栽面には保残木は少ない。いづれの植栽地においても、これまでは積雪による被害がほとんど無く、植栽木は順調に育ってきていた。

調査は5月下旬より7月中旬にかけて行った。7月においては当年の生長が開始されているため、樹高については当年度伸長を除外して測定し、胸高直径については当年度分も含めて測定した。また、根倒れや根元折れなどで、被害発生時には全く倒伏していたと思われるものは調査木より除外した。

被害の状況は、Table 2に示すように、12箇所の調査地のうち被害の割合が50%を超えるものが8箇所にもなるという状況である。しかも、「折」・「梢頭落」の被害が30%を超える調査地が6箇所と半数を占めている。「屈曲」・「折」・「梢頭落」の被害をあわせて50%を超える調査地も5箇所に達するなど、今回は大きな被害であったことを示している。

また、アカエゾマツはII 齢級の造林地が少ないため1箇所だけであったが、調査の結果はトドマツの被害形態との差は無いことを示している。

調査地の傾斜と被害の関係については、平坦地に被害木が多くなっている傾向がみられる。特に「折」・「梢頭落」の被害は、傾斜が10度前後の調査地と3度以下の調査地とに別けてみると、傾斜の大きい斜面が少なくなっている。傾斜の最も大きいNo. 1の造林地の被害率が小さいが、この調査地については植栽木の樹高・胸高直径とも他の調査地より著しく大きいことが影響していると考えられる。Table 1に示した調査地は、傾斜25°で樹高は1982年に

Table 2. Snow damages of young planted trees in May 1982

observed plots				observed trees					damaged trees by snow cover						
No.	compartment	slope		number	height		breast high diameter		type					bent and broken derection with max. frequency	
		direction	inclination (°)		mean (m)	max. (m)	mean (cm)	max. (cm)	slight bending (%)	severe bending (%)	breaking (%)	broken and treetop falling (%)	total (%)	direction	(%)
1	210	NW	23	115	3.5	4.7	4.1	7.0	1	4	1	1	7	N	23
2	214	N	2	90	1.8	3.2	1.3	3.0	20	24	24	4	73	E	21
3	209	N	3	243	2.4	3.8	—	—	2	3	32		37	—	—
4	186	SW	8	101	1.8	2.8	1.7	3.4	19	11	7	0	37	S	40
5	221	W	1	129	1.4	2.3	1.2	2.0	34	22	29	5	90	N	27
6	221	SW	9	135	2.1	3.4	2.7	5.2	27	11	8	2	48	S	51
7	209	NE	11	104	1.8	3.0	1.2	3.0	32	20	5	0	58	NW	41
8	222	NW	4	111	1.8	2.8	1.7	4.0	11	6	32	4	53	N	34
9	220	E	1	87	1.6	2.8	1.4	3.0	18	19	29	1	67	S	24
10	220	W	1	137	1.6	2.8	1.3	3.0	21	19	40	2	82	S	49
11	220	E	2	118	1.3	2.4	1.3	3.0	14	11	40	5	70	SW	23
12	221	SE	5	123	2.0	2.4	1.7	4.5	20	28	11	3	62	E	39
total				1493					17	14	23	2	56		

- 1) planted species, plot No. 1~No. 11: *Abies sachalinensis*
 plot No. 12: *Picea glehnii*
- 2) planted year, plot No. 1: in autumn 1971
 plot No. 2~No. 6, No. 12: in autumn 1973
 plot No. 7・No. 8: " 1974
 plot No. 9~No. 11: " 1975

トドマツ幼齡造林木の雪折れとその被害部の手入れ効果 (藤原・笹・高島)

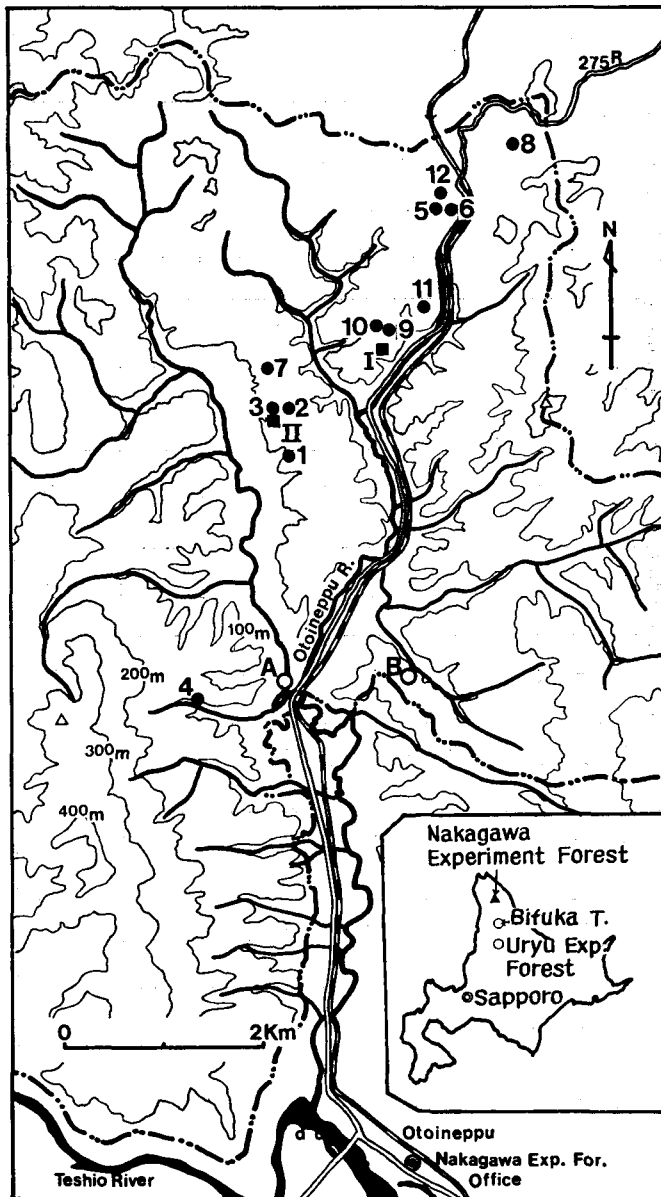


Fig. 2. Topographic map of the observed plots.

平均 2.9 m と Table 2 の調査地より若干大きいことが、ここでの被害率が小さいことは傾斜の影響が大きいと考えられる。

植栽木の樹高と被害高との関連は Fig. 3 に代表的な例を示した。作業道をはさんで隣接する調査地の No. 2 と No. 3, No. 9 と No. 10 を合わせてそれぞれ図に示した。No. 2 と No. 3 の調査地では樹高 1.8~2.2 m に最も被害が多く、しかも「折」・「梢頭落」の被害になっている。樹高が 2.8 m を越えると被害は少なくなってくる。No. 9 と No. 10 では、樹高が 1.6~1.8 m

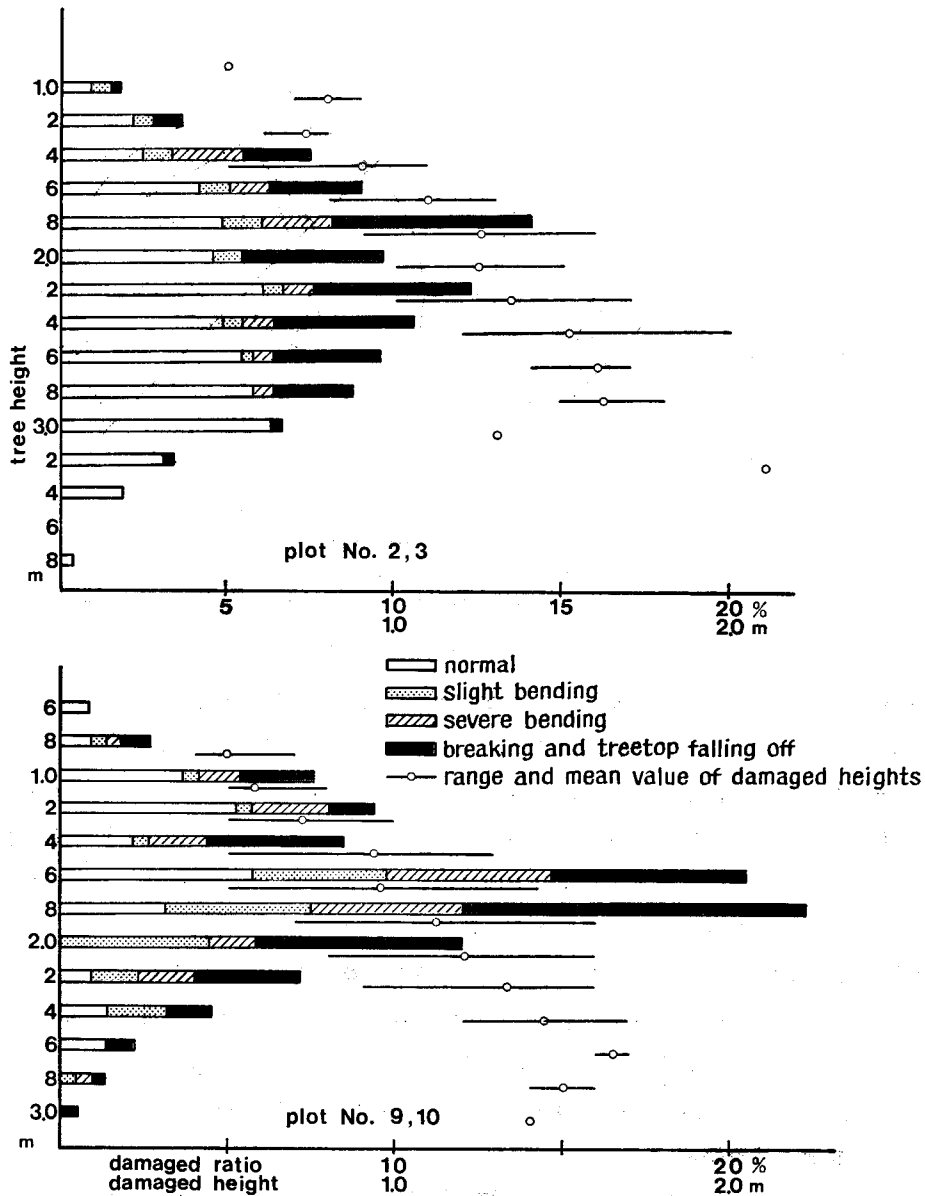


Fig. 3. Relation between tree height and damaged ratio, height.

の植栽木の被害率が高い。しかも、「折」・「梢頭落」の被害は樹高1.6~1.8mのところでは10%を越え、最も高い値を示している。4箇所の調査地とも、樹高1.2~2.4mの範囲で被害率が高く、しかも「折」・「梢頭落」の被害が集中する結果になっている。

被害をうけた高さは、樹高1.4m以下の植栽木では大部分が1m以下の位置であり、樹高が高くなるにつれて被害位置も高くなる。しかし、樹高が2mを越えるようになると、被害位置は樹高と関係がなく、1.2~1.7mの範囲の被害が多くなっている。

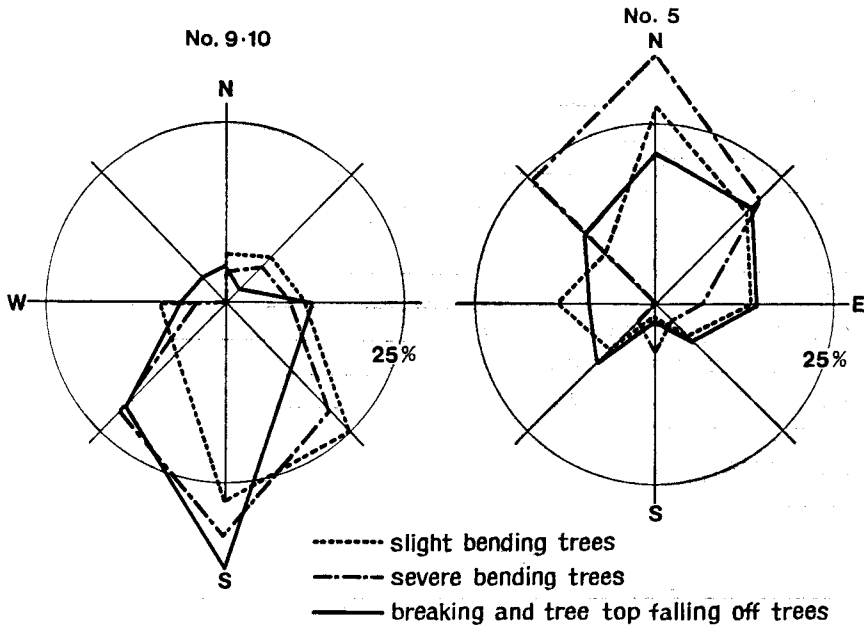


Fig. 4. Directions of bent and broken treetops (%).

被害木の折れ・曲がりの方向は、その調査地ごとに、かなりの頻度である方向に集中している状況がみられる。折れや曲がりの方向はクリノメータで10度単位で測定し、8方位に区分して整理した。Fig. 4に示したように、No. 9・No. 10とNo. 5の例では、それぞれ南と北の方向に集中がみられる。特に、No. 6とNo. 10 (Table 2) では、折れ・曲がりの半数が南方向に集中している。隣接する被害木が反対方向に倒れていたりするが(写真-1)、全体的な倒伏の方向にはかなりの集中性があり、その方向は地域ごとに異なっている。

5度以上の傾斜地になると、倒伏方向はその斜面の最大傾斜方向が優先してくる。No. 7の調査地のみが例外であり、NNE斜面であるがNW・W方向への倒伏が多く、NE方向への倒伏は5%程度である。5度以下の平坦地の場合には、倒伏方向が分散している。ただし、No. 10のように、倒伏方向がかなり集中している調査地も一部みられた。

3) 降雪状況と被害要因

1981年12月から翌1982年にかけての積雪と気温の状況をFig. 5に示した。これは音威子府村の平地部での記録であり、最深積雪は170cmになっているが、演習林内に設置してある高橋式最深積雪指示計¹⁴⁾による観測では2.8mに達した地点もあった⁵⁾。したがって、樹高3m程度までの植栽木は、この積雪期にはほとんど埋雪されていたとみることができる。

幹折れの原因の一つとして、このような積雪に埋雪されている幼樹が、積雪の沈降時に倒伏し屈曲することが考えられる。樹高1.2m以下の樹木は、例年埋雪されて倒伏し、幹曲がりや芯折れなどの被害となって現われるという報告がなされている¹²⁾。また、筆者らの観察でも (Fig 2, plot A) 樹高1m位までの植栽木は積雪による芯折れ・幹曲がりが著しく、特に融雪

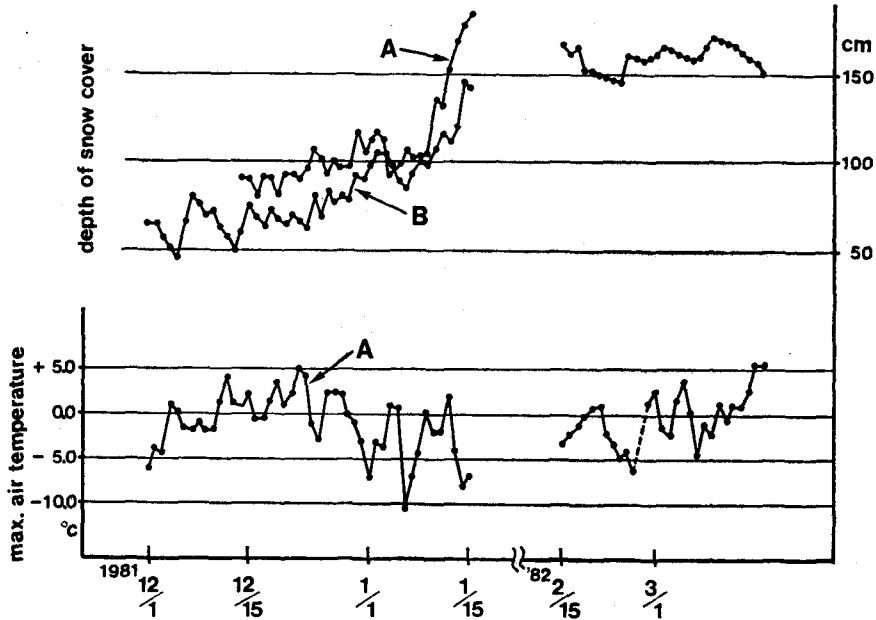


Fig. 5. Snow cover and maximum air temperature at Otoineppu in 1981-82 winter season.

A: Experiment Forest Office.

B: Otoineppu meteorological observation.

時の積雪の沈降による影響が大きいことが明らかにされている²⁾。この冬に埋雪された幼樹についても、積雪の沈降時に強く屈曲されたことが幹折れ被害の発生になったということが、まず考えられた。

しかし、単に多雪のみによる被害であるならば、斜面においては沈降圧の他に葡行の圧力も加わるので、傾斜地の方に被害が多くなると考えられる。これは、傾斜地ほど被害が少ないという状況と矛盾する。また、多雪の記録は過去にもみられ、最近では1969年から1970年にかけての冬にも音威子府観測所で2.4 mを越え、林内では3 mを越えたところもみられている。しかし、その冬には根倒れなどの雪害が発生しているものの、1982年春のような幹折れの大量発生は観察されていない¹⁾。

気温についてみると、Fig. 5に示したように12月下旬から翌年の1月上旬にかけて気温が上昇し、0°C前後の日が続いている。このような気象条件では冠雪が発達しやすいことがいわれており^{12,13,15)}、このような冠雪が形成されたことで幹折れが発生したということも考えられた。しかし、最も冠雪害をうけやすいとみられる樹高5~10 mの植栽木には被害がみられなかった。このことからすると、冠雪による被害という想定も無理である。

ただし、前述のように、この冬の積雪中には地上0.5 mほどの位置に非常に硬い氷板が存在しており、この氷板の形成に12月下旬から1月上旬にかけての気温上昇が影響したと考えられる。前述の美深林務署管内における1973年の幹折れ被害の際にも積雪中にアイス・バーン

がみられ、この時にも高温・湿雪吹雪のあとに本格的な冬型の天気に移行していることが報告されている¹⁹⁾。1982年春の幹折れ被害についても、気温上昇と冬型への移行という条件で形成された氷板が埋雪していた幼齢木に影響を与えたことは十分考えられる。

今回の調査は消雪後の5月以降に行ったため、積雪に関してはこれ以上の検討を加えることができなかったが、1982年の被害は、上述の気象条件・被害状況から単なる多雪のみではなく、降雪あるいは積雪の特異な条件が加わって発生したものと考えられる。

2. 手入れ試験と回復状況

1) 手入試験と追跡調査

今回の雪害は、「湾曲」・「屈曲」・「折」・「梢頭落」の被害を合わせると、幼齢造林地の約40%から90%の植栽木に被害が発生している。幹折れや幹曲りとといった樹幹の被害は、そのままの状態では生長するならば、利用価値は著しく低下する。また、被害木は再度の雪害をうけやすく、最終的には枯死する可能性が高い。手入れ試験は、このような被害の蓄積による植栽木の奇形化や不良造林地の発生を防ぐことを目的に行った。

そこで、手入れ試験はFig. 6のように折れや曲りによる外皮の傷口を密着させるために布テープを巻いて保護し、さらに樹幹を直立させるために添木をあてて固定する方法をとった。添木には0.5 cm×1 cmほどの太さで、長さ約20 cmの製材の割木(割り箸の原材料)を用いた。この添木を各被害箇所当たり2~4本を用い、これを荷作り用の紐で固定した。手入れは生長開始前の5月から6月のはじめにかけて行ない、手入れ面積は約10 ha、手入れ本数は7,000本(延 約70人区)になった。

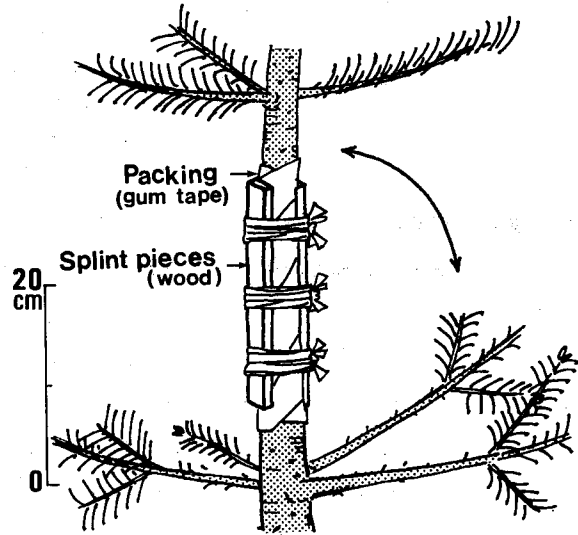


Fig. 6. A treated tree using splint pieces and packing gum-tape.

手入れ試験の効果について追跡調査を行なうために、手入れを行った植栽地と雪害をうけたまま放置して観察する植栽地のなかから、それぞれ1プロットづつ調査区を設定した。調査区を設定した2箇所の植栽地とその被害状況はTable 3に示した。

無処理区 (Fig. 2, plot II) は、1975年9月の植栽で、ha当たり3,000本植の造林地の一部に設定した。この調査区は、手入れ試験との比較を行う目的で、被害木をそのまま放置して観察する植栽地内に設定したものである。4植列をその対象とし、面積は約6 m×30 mになった。

Table 3. Snow damaged trees in observed plots in May 1982

No.	observed plots (compartment)	types of tree stems	number	ratio in damaged trees (%)	ratio in observed trees (%)
I	treatment (220)	normal	153		61
		slight bending	12	12	5
		severe bending	35	36	14
		breaking	39	41	16
		broken and tree-top falling off	11	11	4
		total	97	100	39
II	no-treatment (209)	normal	47		55
		slight bending	8	21	10
		severe bending	18	47	21
		breaking	8	21	9
		broken and tree-top falling off	4	11	5
		total	38	100	45

調査区内の植栽木は85本であり、樹高は平均約2m、1mから3mまでのバラツキがある。

処理区 (Fig. 2, plot I) は、1973年10月植栽のトドマツ造林地内に設定した。植栽本数はha当たり3,000本である。この調査区では、手入れ木の追跡調査を行なう必要性から、13植列を対象地とした。面積は約25m×40m、調査区内の植栽木は250本であり、樹高は平均2.5mで1m~4mまでのバラツキがある。

被害の発生率は無処理区が45%、処理区が40%とほぼ同じ状況である。2年生・3年生の幹折れ被害が多く、「屈曲」と「折」・「梢頭落」を合わせた被害率は無処理区で79%、処理区で88%となる。特に、無処理区では「屈曲」が47%と約半数を占めるのにたいして、処理区では「折」が40%と多く、「屈曲」も36%になっている。処理区を手入試験の調査区として選定した理由は、幹折れの被害が相対的に大きい植栽地の回復状況から手入試験の効果をみようとしたことによる。

さらに、処理区では手入れ方法の違いによる手入れ効果の差を検討するために、添木のみによる手入れ区と添木とテープの両方を用いた手入れ区の2つに区分した。植列を用いて機械的に区分したために、添木のみの手入れ木は40本・添木とテープを用いた手入れ木が46本となった。「梢頭落」の被害木11本は、手入れが不可能であることから、本試験から除外した。「折」の被害木で「梢頭落」にちかい被害木については、とりあえず手入れを試みた。

2) 一生長期後の回復状況

雪害木が一生長期を経過した1982年10月時点での状況を Table 4 に示した。

無処理区では、被害木は5月に観察された被害形態をそのままとどめている。「湾曲」・「屈

Table 4. Effects under treatment using splint pieces after one growth period

plot	aspects of damaged trees in May 1982		aspects after one growth period in Oct. 1982			
	type	number	type	number	growth length of stem mean (range) (cm)	
I treatment	slight bending	12	erected	11	40 (20~70)	
			bending	0		
	severe bending	35	treetop withered	1		
			erected	35		35 (10~60)
breaking	39	bending	0	30 (10~50)		
		treetop withered	0			
normal	153	erected	29	44 (20~70)		
		bending	1			
II no-treatment	slight bending	8	treetop withered	9	26 (20~40)	
			normal	153		
	severe bending	18	bending	8		20 (10~30)
			treetop withered	0		
breaking	8	bending	17	15 (10~20)		
		treetop withered	1			
normal	47	bending (rotted)	6 (4)	37 (20~60)		
		treetop withered	2			

曲」の被害木は曲ったままであり、「屈曲」の折れと「折」の被害木は屈曲したままの状態になっている。

「屈曲」程度の折れの被害木には、屈曲した形態のままでも、外皮の傷口が癒合しはじめたものも一部に認められた。しかし、「折」の被害木では、傷口はほぼ被害当時のままであり、しかも傷口から腐朽が始まっているものや、また被害をうけた位置からの上部の梢頭が枯れたものも3本あり、被害の進行がみられた。無処理区においては、枯損と一部に腐朽のみられる被害木の割合は約20%を示した。

処理区では、一生長期をほぼ経過した9月の時点で、手入れに使用した添木やテープが肥大してきた樹幹に食い込んでいる状態が観察された(写真-3)。そのため、10月に行った追跡調査に合わせてこれらの添木やテープを除去する作業を行った。

Table 4 に示したように、処理区では被害木の「屈曲」や「湾曲」という状態はみられない。無処理区では「湾曲」の被害木でほぼ全部が曲っているという状況に対し、処理区では「湾曲」の被害木から「折」の被害木までがほぼ「直立 (elected tree)」していた。「直立」した手入れ木では傷口の癒合や巻込が始まっており、腐朽の発生はほとんどみられなかった。

被害位置から上部にあたる「梢頭枯 (treetop withered tree)」の率は約10%になっているが、これらは輪生枝の付根にちかい部分に被害をうけたために固定が不完全になったものや、ほとんど「梢頭落」にちかい状態にあった被害木に発生している。樹幹が輪生枝にちかい部分で折れた被害については、その部分の輪生枝を切除してから手入れをおこなうべきであり、このようにした手入れには失敗がみられなかった。「湾曲」の被害木の中に発生している一本の「梢頭枯」は、トドマツの枝枯病が発生しているとみられ、その影響のほうが大きいと思われる。

以上のように被害木のかなりの部分が、添木をはじめとした手入れによって、約5カ月のあいだでも回復してきている。手入れによる回復木と同一調査区内の無被害木との平均伸長量 (Table 4) をみると、「折」の被害木で14 cm 差・「湾曲」の被害木では4 cm の差となっている。無処理区 (Table 4) では、無被害木と「湾曲」の被害木とのあいだで11 cm の差があり、「折」の被害木とでは22 cm の差になっている。手入れ試験をおこなった植栽地のほうが、手入れ木と被害木との伸長量の差が少なく、この点においても手入れの効果を見ることができている。

手入れ試験においては添木のみによる調査区とテープによる保護も加えた調査区に区分して推移を観察したが、その結果を Table 5 に示した。この表にみられるように、どちらの調査区においても、手入れ木のはほとんどが「直立」している。傷口より上部の「梢頭枯」は、添木のみの手入区に約15%、テープを加えた調査区に約9% 出ている。添木のみによる手入れ木の枯損率がやや高いという結果になっている。しかし、被害内容にはかなりのバラツキがあり、それによって手入れの効果も左右されてくることから、上述の値から手入れ方法の優劣を判断することは無理であろう。むしろ添木のみによる手入れ方法でも被害木の約85% が回復していることに注目すべきであり、傷口の接合さえ十分におこなわれるならば、簡単な手入れ方法で大きな成果を期待できることを示している。

手入れの効果により「直立」した被害木は、代表的なものを Fig. 7 に示した。この事例は、2年生の樹幹が約50度に折れた「折」の被害木の回復状況である。直径25 mm であった樹幹

Table 5. Differences by treatment methods

methods of treatment	aspects of damaged trees in May 1982		aspects of treated trees after one growth period (Oct. 1982)		
	type	number	erected	bending	treetop withered
A: fixed using splint pieces	slight bending	7	6	0	1
	severe bending	13	13	0	0
	breaking	20	14	1	5
B: fixed using splint pieces and packing gum-tape	slight bending	5	5	0	0
	severe bending	21	21	0	0
	breaking	20	16	0	4

が、手入れをおこなった部分では、約35 mmとコブ状に肥大している。この樹幹の肥大は、折れた方向の前後には少なく、その両側にそって著しい。外皮にみられた傷口はほとんど癒合し、巻込が始まっている。この事例は添木とテープの両方を用いた手入れ木の回復状況であるが、添木のみによる手入れ木でもその回復形態は同じである。

Fig. 6 に示した手入れの効果をより詳しくみるために、手入れ箇所の縦断面の観察をおこなった。樹幹の中心部が出るように、被害木の倒伏方向と年輪の中心を結ぶ線で縦に切断している。2年生の樹幹が被害をうけていることから、木部の被害は2年目(1981年)

生長部に形成されている。倒伏した方向の反対側の木部に被害が大きく、約6 mm厚の2年目木部の割れと縦方向の亀裂が観察される。倒伏した方向の被害については、木部の圧縮がみられるものの破壊はなく、外皮部の傷だけにとどまっている。

手入れ木の縦断面は傷口の部分が巻込まれつつある状態が良く観察される。当年度(1982年)に形成された木部は、まだ傷口のところでは不連続になっているものの、かなりの部分を覆ってきている。とくに外皮は傷口のすべてを覆うまでに回復している。また、当年形成の木部にはあて材が観察される。このあて材は、幹折れによる倒伏方向にみられるものであり、しかも被害位置から上部の木部にのみ形成されている。このようなあて材形成の状況からも、手入れによる「直立」に助けられながら樹木自体でも回復への動きがなされている状態をみる事ができる⁸⁾。

3) 二冬期の経過と手入れ木の状態

手入れ木に対する一生長期間の観察により、手入れの効果は樹幹の「直立」や傷口の癒合として確かめられた。しかし、この回復木が再び雪圧をうけた場合、回復した状況をそのまま維持するかどうか懸念された。回復しかけた被害部はまだ弱く、添木も除去されているため、例年みられるような積雪下で再び折れることなどの危険性が予想された。

二冬期を経過した1984年5月における無処理区・処理区の状況を Table 6 に示した。無処理区では、被害による変形がそのまま継続されている。「屈曲」が23本から25本になり、無被害木が47本から45本に減少している。このことは、二冬期のあいだに幹折れ被害が新た

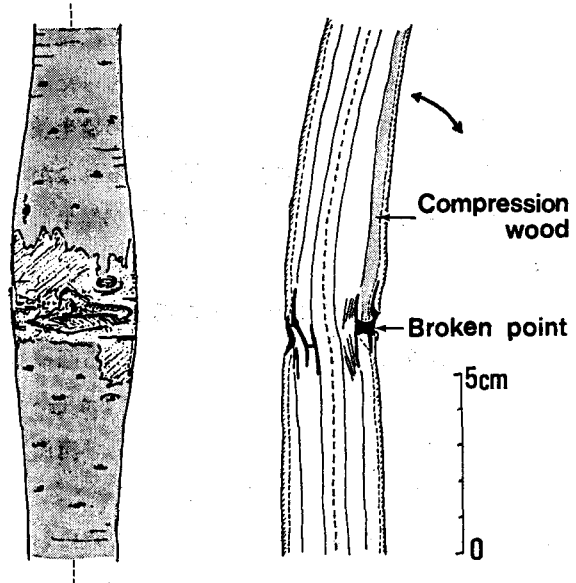


Fig. 7. An example of treated breaking tree after one growth period (in Oct. 1982).

Table 6. The growth of damaged trees after two winter seasons

plots	aspects in Oct. 1982		aspects in May 1984		
	type	number	type	number	growth length in 1983 mean (range)(cm)
I treatment	erected	75	erecting	63	39 (10~80)
	bending	1	bending	13	8 (5~30)
	treetop withered	10	treetop withered and lateral branches erected	21*	31 (10~70)
	treetop fell out	11			
	normal	153	normal	153	40 (15~70)
II no-treatment	slight bending	8	slight bending	8	28 (20~35)
	severe bending	23	severe bending	25	28 (10~45)
	treetop withered	3	treetop withered and lateral branches erected	7	41 (0~70)
	treetop fell out	4			
	normal	47	normal	45	39 (15~60)

* Eight erected lateral branches were broken by snow cover in 1983-84 winter.

に2本発生したことを示す。この無処理区の被害木は増加し、1982年当時の「梢頭枯」や「梢頭落」によって梢頭が無くなっている7本を含めると奇形木の割合は47%になっている。

一方、処理区では手入れにより「直立」した回復木75本は、二冬期経過後には63本になっている。また、「屈曲」の被害木が1本から13本に増加している。1982年における「梢頭落」の手入れ不可能木11本と手入れ不良による「梢頭枯」10本の合計21本と無被害木153本の数は変化していない。したがって、この調査区では新たな個体の被害は発生していないということであり、手入れにより「直立」した回復木のうち12本が二冬期のあいだに「屈曲」したことになる。このことは、12本の回復木に幹折れが再発したことを意味する。再び折れた箇所はすべて1982年の手入れにより回復の兆しがみられていた部分である。ただし、幹折れの再発は16%にとどまっており、大部分の回復木はそのまま「直立」し、生長を続けている。再発の12本を含めても処理区の奇形木の割合は約14%であり、二冬期を経過した段階でも手入れの効果を見ることが出来る。また、二冬期を経験しても被害の再発がみられなかった大多数の回復木は、将来的にもかなりの抵抗力をもつことになったとも判断される。

平均的な伸長量を見ても、手入れによる「直立」木は39cmと無被害木の40cmとほとんどかわらない生長をおこなっている。無手入れ木では、「湾曲」・「屈曲」とも平均28cmと伸びが悪く、無被害木にくらべて約11cmの差がある。

手入れ後二冬期を経過した回復木の構造について、代表的なもの2例をFig. 8に示した。これは1984年5月中旬の状況であり、まだ当年の生長は開始されず、最外部の木部は前年(1983年)に形成されたものである。Fig. 8(A)は2年生樹幹の「折」の回復状況であり、最も一般的な回復の事例である。折れの方では2年目(1981年)形成以前の木部に圧縮がみられ、

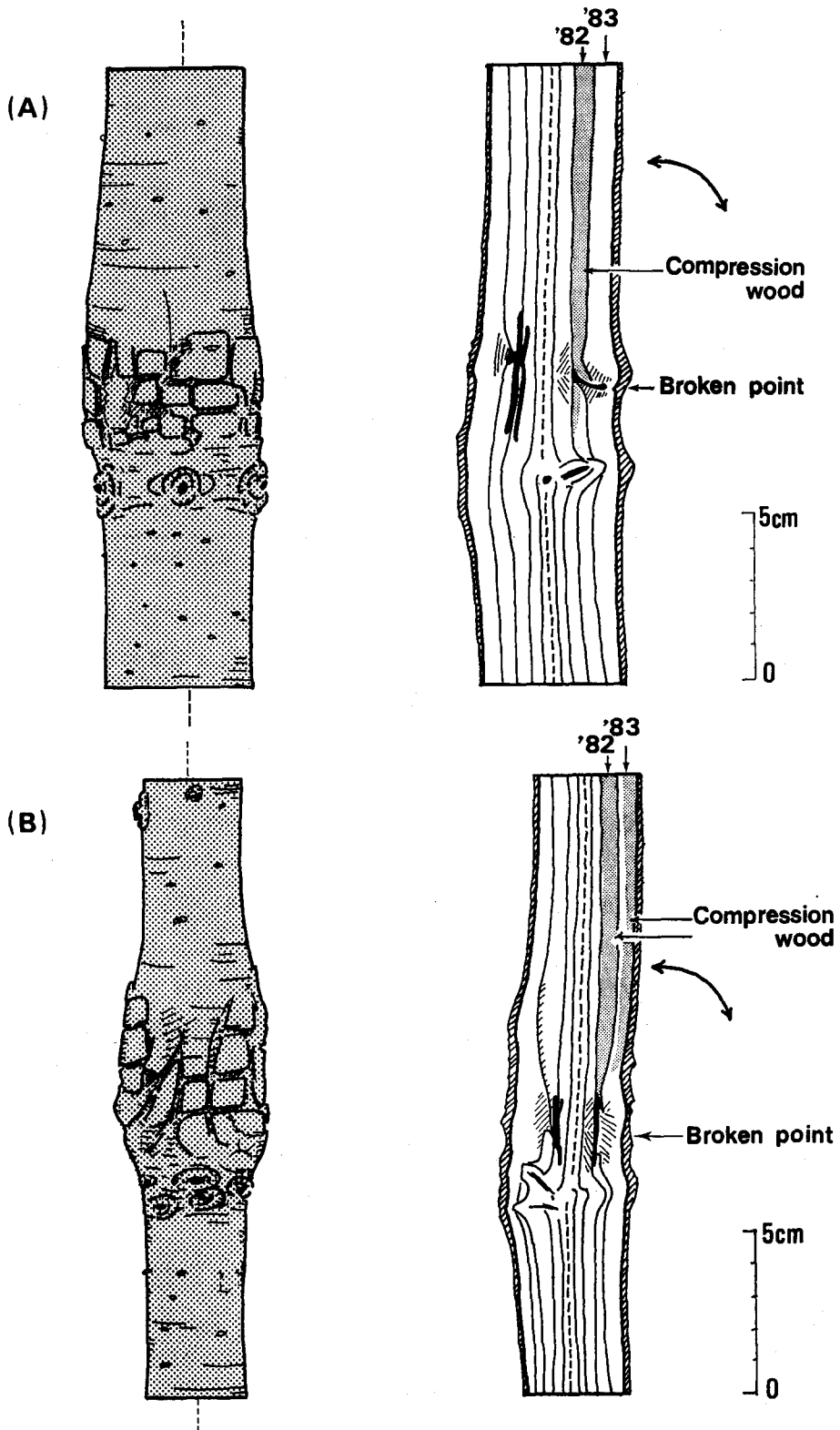


Fig. 8. Examples of treated breaking tree after two winter seasons (in May 1984).

反対に背の側になった木部には約4 cmの割れが形成されている。手入れ後に生長した3年目(1982年)の部分、この傷口を覆うように木部を形成しており、前述のように傷口から上部はあて材になっている。しかし、このあて材の形成はこの1年のみで終り、その翌年(1983年)に形成された木部は普通材になっている。しかも、手入れした年の生長では不完全だった傷口の巻込が翌年形成の木部によりほぼ完全におこなわれている。当年の直径生長量(年輪間隔)も、手入れ年には4 mm~5 mmであったのに対し翌年には7 mm~10 mmと大きくなっている。Fig. 8(B)に示した回復木も2年生樹幹が「折」の幹折れをうけたものの例である。この回復木は添木による「直立」が不完全のため、折れた方向に若干の傾きを残したまま傷口が癒合したものである。この回復木でも、手入れ年には完了しなかった傷口の巻込が、翌年の生長によって完全におこなわれている。ただし、樹幹が少し傾斜して癒合していたため直立化の動きが引き続きおこなわれており、手入れの翌年に形成された木部にもあて材が認められる。形成された木部は、(A)の事例と同じく手入れ年に4 mmほどであったものが翌年には8 mm~12 mmと急激な伸びに変わっている。

回復した手入れ木の内部は以上のような状態になっており、手入れによる被害木の回復、とくに傷口の巻込は手入れ2年目でほぼ完了する状況が観察された。被害木の直立化は、添木による補強が完全であれば1年で完了し、少々の傾斜が残ったとしても樹木独自の回復力でまもなく「直立」する。したがって、樹幹の直立化と傷口の癒合という被害木回復の重要な部分は、添木による立起し・固定という簡単な手入れ法でも2年のうちにはほぼ完了するということができる。

ただし、二冬期経過後の調査においては、被害木に新しく形成されてきた側枝が折れるという被害が観察された。これは、被害をうけた時点で梢頭部が落ちてしまった被害木や、手入れ不良により傷口から上部の梢頭部が枯損したり、落ちた被害木にみられるものである。Fig. 9に示したように梢頭部が失われたことにより逆パラソル型に伸長した輪生枝の一部、特に最大の生長をしている枝がネジレるようにして折れ曲っている。このような被害は、側枝の伸長量が小さいということもあり、手入れ後1回目の冬期にはみられなかったものである。

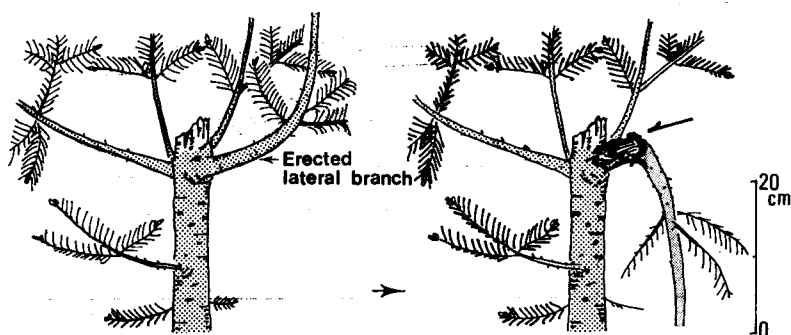


Fig. 9. A sketch of erected lateral branches and breaking next winter (observed in May 1984).

梢頭部が無くなってしまった被害木は、被害の翌年になって輪生枝の伸びが大きくなり、平均伸長量は 31 cm (Table 6) になっている。前述のように、被害はそのなかでも比較的伸長量の大きい枝に発生している。手入れをおこなった処理区では、「梢頭落」や「梢頭枯」の被害木 21 本に形成された側枝のうち 8 本に被害が発生している。その発生率は約 38% になる。1982 年において、「梢頭落」の被害木や手入れ不良による「梢頭枯」はそのまま放置することになったが、輪生枝の伸びによって自然回復してきた被害木には雪折れの被害が引き続き発生する可能性の大きいことを示している。手入れに用いた添木などを除去する際には、回復不可能と判断された被害木や輪生枝が伸びてきている被害木の整理を合わせておこなうことが良いと考えられる。当面の存続が必要と思われる被害木については、将来的に伸ばしていく枝を選定し、その他の輪生枝を剪定しておくことが雪害にたいし有効であろう。

3. 手入れ木の推移と被害造林地の対策

1982 年に発生した雪害造林地の無処理区の 3 年間の推移を Fig. 10 に示した。調査区内の全植栽木のうち 47% が奇形化している。少量ではあるが、新しく発生した幹折れと、「梢頭落」や「梢頭枯」の被害木から伸びてきた側枝が折れるという被害も認められる。

Fig. 11 は処理区の状況である。1983 年 10 月におこなった調査の結果を加えて手入れ木の推移をみると、回復木に再発した幹折れのほとんどは 1982 年から 1983 年にかけての冬期に発生していることがわかる。この冬には 11 本の再発木があり、翌年の冬における再発本は 2 本にとどまっている。1982 年は被害木の手入れをおこなった年であり、手入れ後の最初の冬に再発木が多く、それ以降は減少していく傾向をみる事ができる。手入れにより回復に向かいつつあった被害木でも、内容的におもわしくなかったものは、手入れ後初めての積雪期にそのほとんど

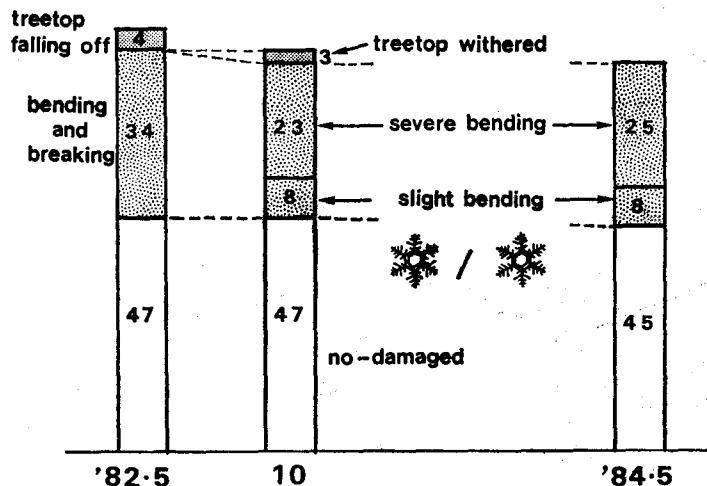


Fig. 10. The changes of growth forms at the no-treatment plot (the numerical values in histograms are numbers of the tree).

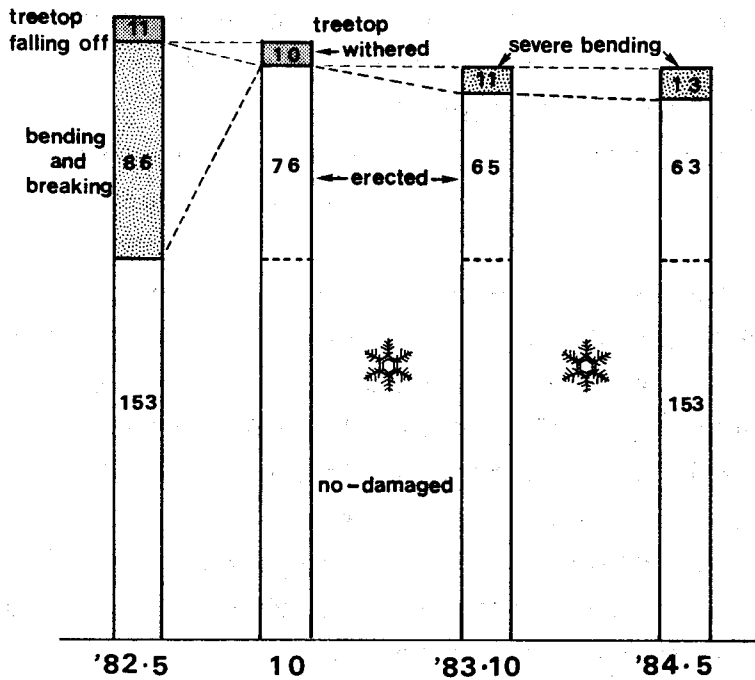


Fig. 11. The changes of growth forms at the treatment plot (the numerical values in histograms are numbers of the tree).

が再び強い被害をうけることを示している。

ただし、このような再発木の割合は、全回復木の17%である。手入れの不良などにより、1982年秋の時点で失敗が明らかになっていた被害木を含めても、手入れによって回復できなかった比率は27%である。「梢頭落」にちかような被害木まで含めておこなった手入れ試験であったが、手入れ不良による失敗木を含めても、その73%が回復したことになる。したがって、二冬期を経過した1984年春の段階における奇形木の割合は、調査区内の全植栽木の約14%である。約40%の被害が発生した造林地であったが、手入れ後二冬期を経過しても植栽木の86%が「直立」していて、不良造林地発生危険性からほぼ免れたと判断される。

被害木の手入れ後を経過した二冬期の積雪状況の観察では、兩年ともアイス・バーンなどの特異な積雪層の形成はみられていない。最大積雪深は1.6m程度と、従来の平均値1.9mよりはやや少ない値であったが、ほぼ例年どりの積雪とみてよい。したがって、手入れ木の回復や再発は一般的な積雪状況のもとでの結果とみることができる。幹折れの大量発生をもたらすような降雪・積雪の特異な条件が新たに発生しない限り、手入れ木の回復はかなり高い確率でなされていくことが明らかになった。

以上のことから、幹折れ被害の多発II齢級造林地については、次のようなことが考えられる。被害木は、添木による立起しという簡単な手入れ方法でも、かなりの確率で回復する。この形態の被害は融雪とともに発見されることから、手入れは発見後できるだけ早く実施し、遅く

とも生長開始の前ぐらいまでには完了しておくことが必要であろう。時期的に遅くなると傷口の固化や乾燥がすすみ、立起しの際に折損するなど、直立化し固定することが困難になってくる。また、傷口から腐朽が始まる危険性もある。

手入れの方法は、被害木を立起し、固定するだけでよく、2本の添木をあてることでも十分な効果を期待できる。テープのみの手入れでは、直立化や傷口の接合が不完全になり、失敗する確率が高い。添木による手入れを基本として、テープは被害の激しいものなどについて補助的に用いる方法が良い。特に、輪生枝のはえぎわで折れた被害木は、輪生枝が障害となって、直立化や傷口の接合が難しい。このことが手入れの効果の生じない大きな原因になっていて、添木をあてる前に輪生枝をあらかじめ剪定しておくというような工夫が必要である。

手入れの直立化は一生長期間内で完成され、傷口の癒合は2年でほぼ完全におこなわれる。一生長期を経過した時点で、回復木の樹幹は肥大生長し、手入れに用いた添木やテープが樹皮内に食い込んでいく。このような状態から回復木を救うためには、添木やテープの除去作業が必要である。回復木の幹折れ再発を少しでも軽減するために、この種の作業は一冬期の経過を待ってからおこなったほうが効果的である。また、樹皮やナワなどといった回復後に除去の必要がない材料の利用も考えられるべきであろう。

以上のような方法により、かなりの雪折れ造林地を救うことが可能となる。ただし、このような手入れを被害木のすべてに実施することは工期や経費などの面からなかなか困難であり、またすべての被害木に手入れを加える必要もない。被害の程度にもよるがこのような雪折れも自然淘汰の一つと考え、将来の成林に必要と思われる対象の被害を決め、それについて優先的に立起しをおこなえばよい。対象外の被害木は、当面の除伐対象木とし、撫育計画と造林地全体の状況をみながら施業を考えていくことが必要である。

なお、この手入れの事例での工期と経費は、添木あてが2人1組で1日200本、材料費が100本当たり2,500円であり、添木の除去が1人区400本であった。添木あて作業は、方法・材料とも試行を含んでの工期である。したがって、手入れの範囲については、被害木の回復の可能性や周囲の被害木とのバランスを考慮したり、将来の被害に対しても余裕を持たせておこなうなどが考えられるが、具体的には今後の検討課題である。

多量の幹折れの発生を防止することがこの種の雪害に対する根本解決ということになるが、他の形態の雪害も含めて、北海道の多雪地帯における雪害についてはまだまだ不明な部分が多い。北海道の多雪地帯においては、雪害は今後も続くと予想され、育林上取り組むべき重要な課題の一つとなってきている。

要 約

北海道の日本海岸や中央山地では、毎年深い積雪に覆われ、ここでは、樹木は積雪の影響をうけ、時には被害をうける。1982年の春、多雪地帯の一つである北海道大学中川地方演習林で、樹高1~3mの若齢の植栽木に、高い頻度で雪による曲がりや折れの被害が発生した。この被害は雪害木の多い中川地方演習林でも異常なものである。この種の被害と被害木の取り扱いには北海道の多雪地帯の更新上の一つの課題でもあり、またこれに関する報告も少ないので、被害状況の調査と被害木の手入試験を行った。

1) 被害木の調査は、1調査地に約100本の植栽木が含まれるように、12個の調査地を設け、樹高・胸高直径・被害程度・被害高、曲げと折れの方向を測定した (Table 2)。

2) 被害程度は次のように4区分した (Fig. 1)。

- 湾 曲： 幹や梢頭が45°以内の角度で曲がったもの
- 屈 曲： 幹や梢頭が45°以上の角度で曲がったもの
(この程度になれば樹皮や木部が破損している)
- 折 折： 幹や梢頭が折れたもの
- 梢 頭 落： 折れた部分から上部の梢頭部が落ちたもの

3) 被害の大きい植栽地では、70~90%が被害をうけていた。また、全体の被害木のうち折と梢頭落の被害が25%を占めている。

被害率は、植栽地の斜面傾斜と関係があり、緩傾斜のところは被害率が大きく、傾斜の大きいところでは被害が少なかった。幹や梢頭の曲がりや折れの方向は多様であるが、1調査地内では特定方向に集中する傾向がみられた (Fig. 4)。

被害高は、樹高1.5m以上のものでは1.2mから1.7mの間に集中している (Fig. 3)。

4) このような被害をもたらした特異な降雪・積雪の条件については解明できなかった。

5) 手入試験は、1982年の5月6日に約7,000本の被害木について行った。手入れの方法は、Fig. 6に示すように、添木と荷造用ガムテープを用いて、曲がったり折れた幹を直立・固定する方法で行った。

手入れの効果を明らかにするため、無処理区と処理区の二つの固定調査地を設け、処理区はさらに、添木のみによる手入区と添木とガムテープを用いた手入区に分けた。

6) 一生長期経過後の調査の状況は、Table 4に示すように、無処理区では、被害木の大部分は春の状況がそのままであり、さらに梢頭枯と折れた部分に腐れの進行が認められるものが被害木の20%にも及び、被害の進行が認められた。処理区では、被害木の大部分は、手入れによって直立し、樹高生長も無被害木とほとんど差がなかった。

直立した被害木では、Fig. 7に示すように折れた部分の癒合が進み、折れた部分より上部にはあてが形成されるなど、樹木自体の回復作用が認められた。

また、添木による手入れと、添木とガムテープを併用した手入れの差は認められなかった。

7) 二冬期を経過した被害木の調査地における状況を次に述べる (Table 6)。

無処理区では、被害木が増加し、被害率は47%を越えた。

処理区では、手入れした被害木の大部分は2年間で回復した。これは、手入れした被害木の断面観察 (Fig. 8) によっても認められた。折れた部分はほぼ完全に癒合し、あて材の形成も手入れ2年目に形成された木部には極めて少ない。処理区での再被害の率は14%であった。一方、上長生長を始めた輪生枝が積雪によって折られるという被害が出ている (Fig. 9)。

8) この調査により、この種の被害木は簡単な手入れにより回復することが明らかになった。手入れについての留意点を述べると、

(1) 手入れは、春早く、生長開始前に行うことが望ましい。

(2) 添木の固定の障害となる輪生枝は、手入れ時に切り落とす必要がある。

(3) 添木やガムテープが生長する幹に食い込むことを防ぐためには、添木等を1年目に除く必要がある。これを避けるため、樹皮や縄など腐れ易い物を用いて結束することが考えられる。

(4) 手入れの実行は、その植栽地の全体的な保育計画にそって行われるべきである。

文 献

- 1) 藤原滉一郎・小野寺弘道・鈴木義弘 (1970): 中川地方演習林のトドマツ雪害の事例。日林北支講, 第19号。
- 2) 藤原滉一郎・岩淵正一 (1974): 北海道大学中川演習林における樹木の雪圧害 (II) —平地での稚樹の倒伏方向—。日林北支講, 第23号。
- 3) 藤原滉一郎・高島 守・木村 肇 (1979): 北海道大学中川地方演習林における樹木の雪圧害 (III) —傾斜地のトドマツの被害形態—。日林北支講, 第28号。
- 4) 藤原滉一郎・笹賀一郎・岩淵正一 (1982): 北海道大学中川地方演習林における樹木の雪圧害 (IV) —1982年春の幼齡造林木の幹折れ—。日林北支講, 第31号。
- 5) 藤原滉一郎 (1985): 多雪地帯における育林指標に関する研究 (英文)。北大演研報, 42-4。
- 6) 中島勇二・新井田利光 (1983): アカエゾマツ人工林の雪害について。昭和57年度林業技術研究発表大会論文集 (北海道)。
- 7) 日本気象協会北海道本部 (1981~1982): 北海道の気象。第26巻・第12号~第27巻・第3号。
- 8) 尾中文彦 (1949): アテの研究。京都大学木材研究所報告, 第1号。
- 9) 林業試験場北海道支場 (1983): 北海道積雪分布図。新技術情報, No. 6。
- 10) 笹賀一郎・藤原滉一郎・高島 守 (1982): 北海道大学中川地方演習林における樹木の雪圧害 (V) —1982年春の幼齡造林木の幹折れ対策と経過—。日林北支講, 第31号。
- 11) 鈴木 悟 (1969): 倶知安林務署管内の雪害木の手入について。第18回林業技術研究発表大会論文集 (北海道)。
- 12) 高橋喜平 (1952): スギの冠雪について。林試研報, No. 54。
- 13) 高橋喜平 (1953): 杉の冠雪に就いて (その1・その2) 雪と生活。1952. 9. 10。
- 14) 高橋喜平 (1968): 最深積雪指示計について。雪氷, 30(4)。
- 15) 高橋敏男 (1953): 冠雪による林木の被害 —機構とその分析—。雪と生活, 1953. 5。
- 16) 田村良次 (1974): 美深林務署の造林おぼえがき —成績を支えるベースに—。林 (北海道林務部), 1974. 7。

Summary

The coast of the Japan Sea and the central mountain ranges of Hokkaido are covered with deep snow of more than 2 m every winter. In these deep snow cover regions, forest trees are influenced directly or indirectly and damaged by snow.

In spring of 1982, the stems of young planted trees which have a height from 1 m to 3 m were bent and broken with high frequency by snow cover at limited areas in Nakagawa Experiment Forest, Hokkaido University. These occurrence of snow damages of planted trees were abnormal even in Nakagawa Exp. Forest covered with snow more than 2 m depth (Table 1).

There are many reports on the snow damages of forest trees in Japan, but only few reports on these snow damages of planted trees have been done in Hokkaido. The clarification and the treatments of the tree stems of which were broken by snow cover are a problem related to forest regeneration practices in deep snow regions of Hokkaido. The present report is concerned with the observations on the snow damages of young planted Todomatsu—firs (*Abies sachalinensis*) and the effects of treating the broken tree stems. The results are summarized as follows.

1. The observations of damaged trees were carried out at 12 observed plots where were selected young planted stands as in shown Table 2 and Fig. 2. Each plot include about 100 of planted tree. The tree height, the breast high diameter, the grade of damages, the damaged height and the directions of bent or broken treetops were measured.
2. The trees damaged by snow cover in spring 1982 were classified into four grades; slight bending tree, severe bending tree, breaking tree and treetop fallen off tree as shown in Fig. 1.
3. The ratios of damaged tree at severely damaged plots reached 70~90%, and the ratio of breaking and treetop fallen off trees in the all damaged trees was 25%.

The ratios of damaged trees concerned with slope inclination, increased at the gentle slope plots and decreased at the steep slope plots.

The damaged heights of the trees were concentrated in a height of 1.2~1.7 m (Fig. 3).

The directions of bent or broken treetops were distributed in a wide range but its derections at a plot were observed to concentrate at a certain direction (Fig. 4).

4. The explanation of the factors affecting those tree damages could not made clear in this observations.
5. The treatments of damaged trees were carried out during May and June 1982. About 7,000 of bent and broken trees were treated as following procedure. The bent and broken stem was erected by hands and was packed as required with gum-tapes for protecting a crack and was fixed with binded-tapes using splint-pieces as shown in Fig. 6.
6. To clear effects of this treatments, two observed plots were set in damaged planted stands. One is no-treatments plot and other is treatment plot which subdivided a portion using splint-pieces with gum-tapes and a portion using only splint-pieces.
7. The forms of damaged trees after one growth period, in October 1982, at the above observed plots were as follows (Table 4).

The damaged trees at the no-treatment plot had been kept in the state of bending and breaking in spring, and about 20% of them were observed to be in advanced stage of damages such as withering of the treetop above the broken point and rotting of the broken crack.

The greater part of damaged trees at treatment plot rised upright and growth lengths of recovered trees were almost the same as that of no-damaged trees. The broken point enfolded with callus, and a compression-wood formed stems in the upper part of broken point were observed as the natural recuperations of damaged tree as shown in Fig. 7.

There was no differences between the treatment using splint-pieces with gum-tapes and using only splint-pieces (Table 5).

8. After two winter seasons, in May 1984, the tree forms at the observed plots are as follows (Table 6).

At the no-treatment plot, the ratio of damaged trees increased slightly and it was 47%.

At the treatment plot, the greater part of treated trees were recovered in two years. This decision is based on the longitudinal section observations of erected trees with treatments as shown in Fig. 8. It became clear that the broken point were completely enfolded by callus and the making of a compression woods in second year's xylem after the treating was a little.

The ratio of recurrent damaged trees was 14% at the treatment plot.

On the other hand, new type damages that the erected lateral branches formed the treetop were broken and fallen off by snow cover were observed as shown in Fig. 9.

9. In this observations, it was proved that the greater part of the damaged trees were recovered by simple treatments. Some notice points of the treatments are as follows.

(1) It is advisable to treat bent and broken stems before the vigorous growing period, in early spring.

(2) It is necessary for recovery to prune the verticillate branches which prevent the setting of splint-pieces.

(3) To prevent that the splint-pieces and binded tapes cut into the growing stem, the splint-pieces must be taken off within the next spring. Otherwise, it is advisable for binding to use a decomposable materials, such as barks and vegetable ropes.

(4) The practices of treatments for saving the damaged trees should be done according to the instruction of the forest regeneration plan.



Photo 1. A damaged plantation (plot 11)



Photo 2. A severe bending tree (plot II)



Photo 3. A stem had been cut by binding tapes (plot II)