

フランスカイガンショウ林の
マツノシンマダラメイガの被害と雪害について

古野東洲・渡辺弘之

The Relationship of Damage to Cluster Pine (*Pinus pinaster* Ait)
Stands by Snow and Shoot Moth (*Dioryctria splendidella* H. -S.)

Tooshu FURUNO and Hiroyuki WATANABE

目	次
要旨	41
まえがき	42
調査地の概況	43
調査方法	44
調査結果および考察	44
1. フランスカイガンショウのマツノシンマダラメイガによる被害	
2. フランスカイガンショウの雪による被害	
	害
	1) フランスカイガンショウの雪害の状況
	2) 他樹種とくにアカマツとの比較
	3. 虫害と雪害との関係
	あとがき
	引用文献
	Résumé
	51
	51
	52

要 旨

この研究は、愛媛県下の西条営林署管内および今治市長沢にあるフランスカイガンショウ林のマツノシンマダラメイガによる被害と雪による被害を、1968年10月21～24日および1969年1月30日に調査し、その被害の状況を記録したものである。雪害は1968年2月14～16日にみられた降雪のために、冠雪によりおこったもので、当時の降雪量は西条の林分では40～50cm、今治市長沢の林分では20～30cmであったようである。

調査したフランスカイガンショウの林分は調査時つぎのような状態になっていた。

西条の林分は、約1haで、1930年に造林され、平均胸高直径は18.5cm、平均樹高は推定13m、ha当たり1257本で、フランスカイガンショウの純林であったが、雪害で大きな被害をうけていた。

今治市長沢の林分は、西南向きの斜面に成立し、約0.2haにフランスカイガンショウに少数のアカマツ、クロマツが混生していた。ha当りの立木本数は7033本の高密度で、そのうちフランスカイガンショウは6368本であった。この林分は、1952年秋に40年生のフランスカイガンショウを伐採した跡地に天然更新でできあがったもので、胸高直径は1cmから12cmまで、樹高は2.1mから8.9mまでの各種の大きさの個体よりなり、それぞれの平均値は4.5cmと5.5mであった。この林分も雪害で激しい被害をうけていたが、約100m離れた尾根に植栽されている約0.1haの小林分（平均胸高直径9.7cm、平均樹高7.2m、ha当たり2000本）では、雪による被害は軽微であった。

雪害調査は、幹の折損および幹の曲りを記録し、折れたものでは、その状況（幹が全く切断されているもの、幹は折れているが一部で付いているもの、幹が割れているもの）およびその位置（樹冠内

および下枝より下部)を調べ、折損高を測った。さらに長沢の林分では折損部の直径を測り、折損部を分枝部、分枝部上部、分枝部下部および節間に分け調査した。

フランスカイガンショウに対するマツノシンマダラメイガの加害はすべて幹に限られ、その被害率は、西条の林分では43%、長沢の斜面の林分では3%、尾根の林分では6%で、西条と長沢で差がみられた(表-1)。

雪害は幹の折れと曲りが大部分で、幹の割れや枝抜けは数例みられたにすぎなかった。雪害率は西条の林分では71%、長沢の斜面の林分では80%で雪害は激しかったが、長沢の尾根の林分では13%の微害で、長沢での両林分の雪害差の原因は、林分を構成している個体の形状比にあるようであった(表-1, 2, 3)。

雪により激害をうけた両林分を比較すると、西条では幹の折れが雪害木の大部分(98%)を占めていたが、長沢では幹の折れと曲りがほぼ半々であった。さらに、幹の折損で、西条では折損木のうち完全に切断されたものが72%であったが、長沢では4%とすくなく、両林分で雪害のあらわれ方に大きな違いがあった。この原因の1つに両林分の幹の形状比の違いが考えられる(図-1)。幹の曲ったものは形状比の大きいものに、また胸高直径の細いものに多くあらわれている。

幹の折損部は胸高直径が太いものは樹冠内で、細くなるにしたがって樹冠の下で折れる個体が多くなっているが、長沢の林分では、折損木の23%が、西条の林分では75%が樹冠内で折れていた(図-3)。さらに長沢の林分では、枝階の分枝部の直ぐ上で折れているものが67%で最も多く、分枝部(15%)、分枝部の直下(10%)、節間(8%)の順になった。

折損高は、長沢では樹高の0.2~0.5倍の位置に集中(69%)し、大部分(91%)は樹高の0.6倍より下で折れていた(図-4)。西条では樹高の0.6~0.8倍のところで折れたものが多かった。折損部の直径は、大部分の個体では、胸高直径の0.7倍より太く、折損個体の約半数は胸高直径の0.7~0.9倍の太さのところで折れていた(図-5)。

附近のアカマツと比較して、フランスカイガンショウは雪に対してやや弱いようであった(表-1, 4)。

西条の林分で、マツノシンマダラメイガの被害をうけていた73本中、虫害部で折れていたものは4本で、また、雪で折れた119本中、42本は虫害をうけていたにもかかわらず、健全部で折れていた。すなわち、本調査でのフランスカイガンショウの雪による折損はマツノシンマダラメイガによる幹の被害とは、とくに関係がないことがわかった。

以上の結果から、フランスカイガンショウは、マツノシンマダラメイガによる被害に加えて、雪に対して相当に弱いことがわかり、生長が非常に良いということで、これらの要因を考慮せずに利用することには、大きな危険がともなうのではないかと考えられる。

ま え が き

フランスカイガンショウ(*P. pinaster*)は、わが国には古くから導入され、その大部分は海岸の砂丘や砂地、または海岸に近い瘠悪林地などに植栽されている。また一部は山地に造林された例もある。原産地と立地条件のほぼ似ている近畿、中国、四国に多く植えられ、とくに瀬戸内地方に多く導入され、また近年早成樹としても注目されている。

京都大学農学部演習林上賀茂試験地に集められている約90種のマツ属のなかでも、フランスカイガンショウはとくに生長優秀で、テーダマツ(*P. taeda*)、スラッシュマツ(*P. elliotii*)とならんで有望な樹種と考えられるが、マツノシンマダラメイガ(*Dioryctria splendidella*)の加害のためにその生育がさまたげられている。また被害が激しくなれば、その被害部で幹が折れ、見本林の育成もなかなか困難である。なお、この害虫に対しては、その成虫の発生時期に集中して薬剤を撒布すれば

ある程度被害を防ぐこともできるが、この方法を施業的に用いるにはまだまだ不十分である。⁵⁾

現実に、今までに造林されたフランスカイガンショウはある時期までは在来アカマツやクロマツよりも良い生長を示し、それまでの生育結果の報告は数多くみられるが、最終的に成功した例はあまりきかない。これには上賀茂試験地での例のように、一面ではマツノシンマダラメイガの影響が大きく働いているものと考えられていた。

1968年2月中旬に愛媛県の瀬戸内地方に異常な降雪があり、これまで比較的良好な生育をしていたフランスカイガンショウ林が大きな被害をうけた。わが国ではスギ林の雪害の報告は多いが、フランスカイガンショウの雪害報告はみられないので、その状況を記録し、同時にマツノシンマダラメイガによる被害状況をも調査し、今まで、施業的にはほとんど成功し得なかった原因の一面をさぐるとともにマツノシンマダラメイガの被害と雪害との関係をもあわせ調査した。

調査に際し、種々御便宜、御助言を賜った西条営林署高垣署長、愛媛大学農学部金子助教授、愛媛県今治県事務所井門係長、所有林の入林調査に心よく御同意いただいた本宮健次郎氏に厚く御礼申し上げます。さらに、本研究を総合研究の一環として企画された京都大学農学部佐野教授、たびたび御助言をいただいた京都大学農学部四手井教授、和田助教授、赤井助教授ならびに調査に御協力をいただいた演習林教官、職員各位に深謝いたします。

本研究は文部省科学研究費の助成のもとに行なわれたものである。

調査地の概況

本調査は愛媛県下の西条営林署管内の赤ヶ谷山国有林と今治市長沢にある民有林のフランスカイガンショウ林で行なわれ、マツノシンマダラメイガによる被害状況および雪害状況について調査した。

西条営林署管内の調査林分は、標高約120m、海岸から約4kmに位置し、面積約1haで、1930年にアカマツ雑木の天然生林伐採跡地に植栽され、調査時の平均胸高直径は18.5cm、平均樹高は推定13mで、ha当りの平均立木本数は1257本であった。本林分は沢からすこし登った比較的緩傾斜の山腹斜面にあり、一面に1.0~1.5mの高さでウラジロが繁り、広葉樹類など雑木はすくなく、わずかにソヨゴ、ヤマハゼ、ヤマウルシ、ヤマツツジ、リョウブなどが3~4mの高さに生育していた。なおこの林分のこれまでの生育状況については、金子⁶⁾、栗田²⁾らの報告がある。

長沢の林分は約0.2ha、海岸に近く直線にして約1.5kmの位置にある。谷地形の小さな西南向き約30~35°の斜面に成立し、大部分はフランスカイガンショウで、一部アカマツおよびクロマツが混生し、林床はコシダが密生し、ソヨゴ、ヒサカキ、コナラ、ネジキ、ヤマツツジ、マルバハギ、サルトリイバラなども脊高に生育している。ha当りの平均立木本数は7033本で、そのうちフランスカイガンショウは6368本を占めている。本林分は、1952年秋に40年生のフランスカイガンショウを伐採した跡地に天然更新により成立したもので、雪害をうけるまでは、とくに危害をうけることなく、^{7,8)}また附近のアカマツ、クロマツと比べて良い生育をしていたようである。胸高直径は1cmから12cmまで、樹高は2.1mから8.9mまでの個体がみられたが、それぞれの平均値は、前者は4.5cm、後者は5.5mであった。

この両調査林分は1968年2月14~16日の3日間にわたる異常な降雪により、激しい被害をうけ、その大部はすでに林分としての形態を失っていた。すなわち、現地の人の話によると、西条の国有林では、その間40~50cm、長沢では20~30cmの降雪があったようで、そのために、冠雪が発達し、幹折れまたは幹が曲る被害が激しくあらわれた。

さらに、長沢では、激しく雪害をうけた天然生のフランスカイガンショウ林から約100m離れた尾根に植栽されている小面積(約0.1ha)のフランスカイガンショウの林分(2000本/ha、平均胸高直

径 9.7cm, 平均樹高 7.2m) が, 比較的雪害が軽微であったので, 激害林分と対比して調査した。この林分はやせたせまい尾根に成立した小林分で, 尾根をすこしおりた傾斜面には胸高直径 15~20cm のアカマツ, クロマツが成立し, 林床植生はヒサカキ, ネジキ, コシダがわずかにみられた。

調査方法

西条の国有林の調査は1968年10月21日から23日の3日間に行なわれ, 長沢の民有林は10月24日に予備調査を, 1969年1月30日に本調査を行なった。すなわち, 西条の林分では, 立木本数の推定のために, 200~250m² の標準地を3ヵ所選び, 毎木調査を胸高直径と樹高(雪害をうけなかったものおよび測定可能なもの)および折損高の測定により行なった。さらに折損の状況を幹が全く切断されているもの, 幹は折れているが一部で付いているもの, 幹が割れているもの, これらの折損部位が樹冠内部か下枝より下部かに分け, 幹の曲ったものを加え雪害の状況を記録した。同時に, マツノシンマダラメイガの加害の有無を調査した。この確認には, 幹からの樹脂の流出をめやすにし, 幹の下部や一部伐倒したものは樹脂を除き, 樹皮をはいで調査し, 幹の上部での樹脂の流出は双眼鏡で確認した。さらに雪害と虫害との関連を求めるために, 折損部での虫害の有無を同様な方法で, また切断されて落下した梢端部の切断面をも調査した。これらの調査には3標準地内のすべてのものと, 標準地外のものをも加えた。

長沢の林分では, 対象木が若く, 比較的小さかったので, 約70m² の標準地を5ヵ所選び, この標準地内のすべての個体について調査した。すなわち, 西条での調査項目に加えて, 雪害木でも折れた上部を確認して樹高を測り, さらに折損部の直径をも測った。また折損部を枝階の分枝部, 分枝部上部, 分枝部下部および節間(分枝部と分枝部の中間)に分けて調査した。

調査結果および考察

各林分の調査結果を示すと表-1, 2 のようになる。表-1 には3標準地に含まれていた88本に標準地外の調査木をも加え, 表-2 は5標準地に含まれた総本数でまとめた。

Table 1. Results of investigation at Saijo.

DBH (cm)	Total	Breaking	Bending	Percentage of snow damage (%)	Insect damage	Posthorn
7~8	3	1		33	0	1
~10	11	2	1	27	1	1
~12	18	14	1	83	6 (2)	5
~14	20	15		75	3	5
~16	22	20		91	5	7
~18	20	18		90	8 (1)	5
~20	29	25	1	90	18	4
~22	16	11		69	8 (1)	7
~24	7	5		71	4	1
~26	13	5		38	10	6
~28	4	1		25	4	1
~30	1	0		0	1	1
~32	3	1		33	3	1
~34	2	0		0	2	1
~36	2	1		50	0	0
	171	119	3	71	73 (4)	46

() : Breaking at portion of insect damage.

Table 2. Results of investigation on Nagasawa slope.

DBH (cm)	Total	Breaking					Bending	Percentage of snow damage (%)	Insect damage	Posthorn
		Total	above branch whorl	below branch whorl	at branch whorl	between branch whorl				
1	14	0	0				14	100		1
2	45	5	2			3	32	82		5
3	36	7	5		2		18	69		3
4	31	17	9	4	4		9	84		2
5	23	13	8	1	4		9	96		2
6	21	12	8	1	2	1	5	81		1
7	32	20	16	1	1	2	7	84	1	2
8	15	10	7	1	1	1	1	73	3 (1)	3
9	5	2	2					40	1	2
10	4	2	2					50	1	1
11	5	2	1	1				40	2	0
12	1	1	1					100		1
	232	91	61	9	14	7	95	80	8 (1)	23

() : Breaking at portion of insect damage.

1. フランスカイガンショウのマツノシンマダラメイガによる被害

^{4,9,10)} 著者は現在までに、22種のマツ属に対するマツノシンマダラメイガ (*Dioryctria splendidella*) の加害を確認しているが、これらの樹種のなかでも、とくにフランスカイガンショウは激しい被害をうけている。すなわち、わが国に導入され、植栽されているマツ属のなかでもとくにフランスカイガンショウは *P. radiata*, *P. sylvestris*, *P. muricata* などとともにマツノシンマダラメイガにより激しい被害をうける。なかでも、フランスカイガンショウはテーダマツ (*P. taeda*)、スラッシュマツ (*P. elliotii*) とならんでわが国での生育は良好である。また西条の調査林分のごとく、40年も前から国有林で造林され、さらに長沢ではすでに1952年に40年生に生育していた事実からも、外来マツ属樹種のなかでも、早くから注目され、利用されていた樹種と考えても間違いではないであろう。このことは他地域での植栽記録からも明らかである。このように早くから有望樹種とみなされ、かつ造林されたフランスカイガンショウが、現在まで優良な林分に生育した記録がほとんどみられない原因の一つにマツノシンマダラメイガの加害が考えられる。雪害により破壊される以前の西条の林分などは比較的成績は良い方だろうと想像されるが、現在ではやはり幻の林分となってしまった。38年生で平均胸高直径 18.5cm に生育し、大きい個体では胸高直径 36cm、樹高 18m にも生育し、在来樹種とくにアカマツ、クロマツと比べて、比較的優良な生育をしていたことは明らかであろう。

このように、西条の林分は、比較的良い生育をしていたにもかかわらず、表一から明らかなように、調査個体171本中43%もの個体が、マツノシンマダラメイガの被害をうけていたことが明らかになった。フランスカイガンショウへの本種の加害は、幹への加害が主で、他樹種でみられるような新梢の被害はほとんどなく、本調査でもすべてが樹幹の被害であった。樹幹の比較的若い2~3年軸が、本種に食害された場合には、被害部で容易に折れたり、被害部より上部は枯れ、すぐ下の側枝が主軸にとってかわって生長を始め、ポストホルンや二又になることは、著者が⁴⁾京都大学農学部演習林上賀茂試験地で確認していることから、本調査でも、樹脂の流出など本種の食害を確認できなかったものでも、樹幹がポストホルンや二又になっているものは、過去に本種の被害をうけた可能性は大きい。このように考えると被害はさらに大きくなる。樹幹がポストホルンや二又になることは幹材生産を目的とする林業では全く不利なことで、この意味からもフランスカイガンショウの利用には制約が加わ

るのではないだろうか。

一方、長沢の民有林での調査結果は西条の国有林と全く異なった結果となった。すなわち、天然更新林分で、確認された虫害木は8本で被害率はわずかに3%、尾根の林分では、69本のうち4本(6%)で、マツノシンマダラメイガの被害はほとんど目立っていない。上賀茂試験地での調査で、樹幹の直径がある程度(地際直径5cm)以上に生育した個体に被害が多かった事実から、小さい個体を除いても被害木は1割にも達せず、西条の林分に比べて被害率の差は大きい。さらに樹幹がポストホルンになっているものを加えても西条よりすくない。被害率は過去の被害をも含んだ積算のかたちであらわれているから、年数を経ている西条の林分が大きい被害率を示しても不思議ではないが、それでもその差は大きすぎる。上賀茂試験地での植栽8年後のフランスカイガンショウの調査で4割の被害をうけていた事実もあり、この長沢でのマツノシンマダラメイガの加害がとくにすくないことに注目してもよいのではないか。この天然更新林分が後述のように雪害で壊滅状態になり、今後の経過を続いて観察できないことは非常に残念である。ただ、尾根の林分も同様に被害がすくなかったことから、この場合マツノシンマダラメイガの活動にある程度局地的な要因が働いているようにも思われる。

2. フランスカイガンショウの雪による被害

1) フランスカイガンショウの雪害の状況

冬期でも例年ではとくに降雪がすくない瀬戸内海沿岸地帯では、1968年2月のような異常な降雪は、しばしば造林木に大きな被害をあたえることがある。

前述のように、1968年の2月中旬には、愛媛県の東、中予の平野部や山間部に異常な降雪があり、これまでとくに雪による被害がすくなかったこの地方の造林木に激しい雪害をもたらした。この被害実態をスギ林については清水ら¹¹⁾が報告しているが、これによると調査25林分中18林分が80%以上の雪害木を生じている。これらと同地方に成林していたフランスカイガンショウ林も例外でなく、表-1, 2にみられるように、西条の国有林で71%、長沢の天然更新林分で80%もの個体が、雪により幹が折れたり、曲ったりして大きな被害をうけていた。

四手井は、樹木の雪害のあらわれる部位を根(根元)、幹、梢および枝の4部分、さらに被害の種類を抜け(倒れ)、曲り、割れおよび折れの4種に分け、この被害部位と種類から雪害を12種類に分類している。本調査でみられたものは、このなかの幹の折れと曲りが大部分で、根元近くの幹の折れもみられた。しかし梢端部の折れはすくなく、幹の割れや枝抜けは数例みられたにすぎなかった。

西条と長沢(天然更新)の両林分で、前者は幹の曲りが171本中3本と非常にすくなく、後者では232本中95本で、雪害木のはほぼ半数を占め、雪害のあらわれかたに両林分に大きな違いがみられた。また、幹の折損被害のうち、全く切断されたものと、折れたがまだ幹に付いているものに分けると、西条の林分では、切断されたものが雪害木の72%を占めていたが、長沢の林分では折損木91本中4本と非常にすくなく、この点も両林分で大きな差がみられる。なお西条の林分で、折損木のなかで、全く切断されたものとそうでないもので、胸高直径による差はとくにみられない。

このように西条と長沢の両雪害林分で差がみられた原因に、降雪の量、質、その他気象条件も影響をあたえていたと思われるが、これらは正確な記録がなく不明である。また、林分の状態、林分を構成している個々の木の年令、大きさ、形状比などが関与していることが考えられる。それで、西条、長沢での標準地の毎木調査結果および形状比の本数配分を示すと表-3および図-1のようになる。なお、西条での調査木の樹高は、雪害木ではすべての木の折れた部分の確認が困難であったので、無被害木および樹高が確認できた個体で示した。

樹齡の差からくる個体の大きさの違いのほかに、立木密度および樹幹の形状比の違いが主としてこの両林分の雪害に差があらわれた原因と考えられよう。長沢の天然更新林分では、高密度でさらに幹の形状比が非常に大きく、これが雪害、とくに多くの個体の幹が曲った最大の要因と思われる。この

Table 3. Cluster pine stands studied in Saijo and at Nagasawa.

	Sample plot	DBH (cm)	Tree height (m)	Number of trees per hectare		Basal area (m ² /ha)		Height-diameter ratio (H ^m /DBH ^{cm})
				Total	Cluster pine			
Saijo	S-1	18.9 9.2~35.0	13.4 10.0~17.8	1150	1150	35.36		76
	S-2	20.6 7.2~35.8	14.5 9.0~17.7	1120	1120	41.96		70
	S-3	16.6 9.0~26.0	11.3 8.0~14.8	1400	1400	34.61		76
Nagasawa (slope)	N-1	4.6 1.0~12.4	5.1 2.3~7.6	8333	6944	14.33	13.74	126
	N-2	4.6 1.4~10.2	5.8 2.9~8.8	8296	7259	15.63	14.88	145
	N-3	4.6 1.0~11.0	5.6 2.1~8.8	5185	4741	11.14	10.85	141
	N-4	4.0 1.0~9.6	5.3 2.6~8.7	8652	8652	14.18		156
	N-5	5.4 2.0~9.8	6.1 3.0~8.9	4706	4118	11.74	11.47	125
Nagasawa (ridge)		9.7 2.6~24.0	7.2 3.0~12.0	2000	2000	14.07		84

林分では、標準地内の全個体の樹高を測定したので、形状比別に無被害木、幹が折れたもの、幹が曲ったものに分けると図-2のようになる。無被害木は形状比の比較的小さいものに多く、幹が曲ったものは形状比の大きいものに多く、折損木はこの中間で、やや形状比の小さいところで多くみられた。このことは、同じ降雪で被害をうけた愛媛県下のスギ林についても認められている。なお形状比が200を越えていた43個体はすべて雪害をうけ、そのうち40個体は幹が曲っていた。さらに各標準地間にも、それぞれ平均形状比に差がみられ、平均形状比が最大のN-4標準地に幹の曲ったものが最も多く(64%)あらわれ、以下N-2で49

%, N-3で47%, N-1で24%, N-5で21%となっている。このように雪害木のなかでも幹が曲ったのはその形状比が大きかったことに大きく影響されていたことがわかる。また、胸高直径別では、幹が曲ったものは8cm以下にみられ、とくに細い個体に多かった。

雪で幹が折れたもので、その雪損部位を樹冠内とその下で分けると図-3のようになる。

長沢の林分では、胸高直径が太いものは樹冠内で折れ、細くなるにしたがって樹冠の下で折れた個体が多くなっている。とくに胸高直径が5cm以下のものでは、折損木の90%以上は樹冠の下で折れている。反面、胸高直径が10cmを越えているいわゆる優勢木では折損木はすべて樹冠内で折れている。西条の林分でも、胸高直径の絶対値は違ってもこの傾向は全く同じである。しかし、長沢では

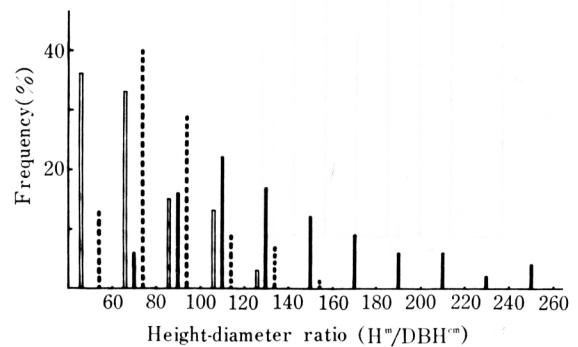


Fig. 1. Frequency distribution of height-diameter ratio of individuals at investigated cluster pine stands in Saijo and Nagasawa.

—○— : Saijo
 —■— : Nagasawa (slope)
 : Nagasawa (ridge)

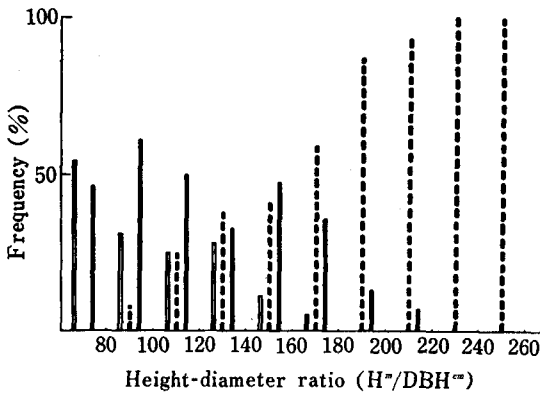


Fig. 2. Relation between snow damage and height-diameter ratio of cluster pine stand on Nagasawa slope.

- : non-damaged trees
- : trees broken by snow crown
- ⋯ : trees bent by snow crown

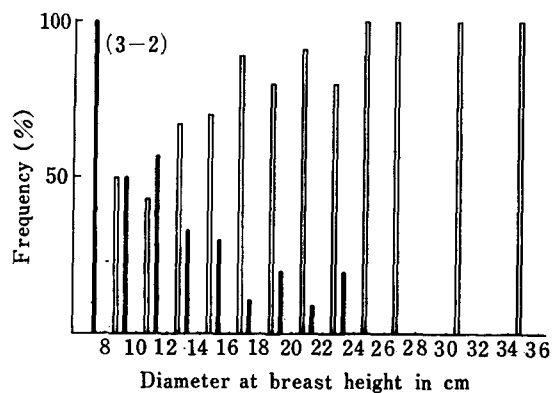
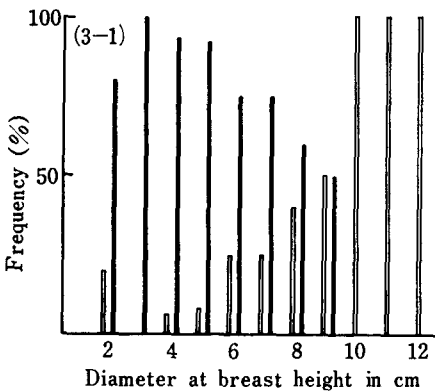


Fig. 3. Relation between breaking portion of stem and diameter at breast height of trees broken on Nagasawa slope and in Saijo.

- 3-1 : Nagasawa slope stand
- 3-2 : Saijo stand
- : within tree crown
- : under lowest living branch

倍, 0.4~0.5倍, 0.1倍のところが多くみられると述べているが, 本調査では, 折損高は樹高の0.2~0.5倍に集中していた。なお, 西条の林分では, 折れた個体の樹高を正確には推定できないが, 樹高測定個体での胸高直径と樹高の関係から推定すると, 折損高はほぼ樹高の60~80%が多いようで, また幹の下の方で折れているものはほぼ樹高の40%にあたり, 四手井の調査とよく似た結果となった。胸高直径と折損部直径との関係は, 図-5のように, 大部分の個体が胸高直径の70%の太さより太いところで折れ約半分が70~90%の太さで折れている。しかし, 胸高直径の細いものは胸高に近く, 太いものほど胸高から離れる傾向があり, これは図-4の結果からもうなづける。

長沢では, 激しく雪害をうけた天然更新林分から約 100m 離れた尾根に植えられていたフランスカイガンショウについても同様に雪害の状況を調査したが, この尾根の林分では, 68本中幹が折れているもの2本, 梢が折れているもの2本, 幹が曲っているもの4本, 枝が抜けているもの2本で, 被

折損木の23%が樹冠内で折れていたが, 西条では75%が樹冠内で折れ, その割合はほとんど逆になっている。

さらに, 長沢の林分での折損部位調査では表-1にみられるように, 枝階の分枝部のすぐ上で折れているものが67%と最も多く, ついで分枝部で折れているもの, 分枝部のすぐ下で折れているものの順に折損がみられ, コの字に二つ折れになっている個体も数例みられた。

長沢の林分の樹高と折損高, 胸高直径と折損部直径の関係は図-4, 5のようになる。すなわち折損高は, 大部分の個体(91%)が樹高の60%の位置より下になり, 胸高から樹高の50%の位置で折れたものがとくに多い。四手井¹²⁾は雪による折損が樹高の0.7

害率は13%で、雪による影響はすくなくなかった。この長沢での両林分の差が位置的に100mほど離れているだけで、これが原因とは考えられず、激害をうけた林分が傾斜地に、微害であった林分が尾根に成立し、後者は比較的風あたりが強く、冠雪の発達がすくなくなかったことも考えられる。しかし、これは当時の風の状況が不明で、さらに冠雪の状況も推定の域を越えず、これらを雪害に差があらわれた原因と考えることは危険である。ただ、一般的に比較的風当りのよい尾根の場合には、冠雪害がすくないことは事実のようである。

両林分の形状比を比較すると、この尾根の林分の形状比の平均は84で、激害林分の125~156に比べて相当に小さい。激害林分の標準地内の無被害木の形状比の平均は106で、これよりも小さく、さらに標準地外で比較的優勢に生育していた無被害木12本の平均形状比は90で、これらのことから両林分で雪害に差がでた最大の原因はこの形状比の差と考えられる。このようなことから、長沢では、フランスカイガンショウの形状比がもし90以下であったなら、今回のような20~30cm程度の降雪ではそれほど激しい被害をうけなかったのではないかと考えられる。

2) 他樹種とくにアカマツとの比較

本調査のフランスカイガンショウの雪害に対する抵抗性を考えるには、附近の他樹種の林分の雪害状況を比較する必要がある。しかし、西条、長沢ともに適当と思われる対象林分が見当らなかつた。ただ、西条では小面積であるが、アカマツの林分が隣接してあり、この林分の胸高直径、樹高はフランスカイガンショウと差があり、十分な対象とはなり得ないが、この林分を調査し雪害状況を比較した。また、長沢では対象林分がなかつたので、調査したフランスカイガンショウ林に混生していたアカマツと比較した。

西条のアカマツでの調査結果をまとめると表4-1のようになる。西条のアカマツ林分は平均胸高直径8.9cm、ha当り4900本の立木本数があったが、この中には相当数の枯死個体がみられた。この

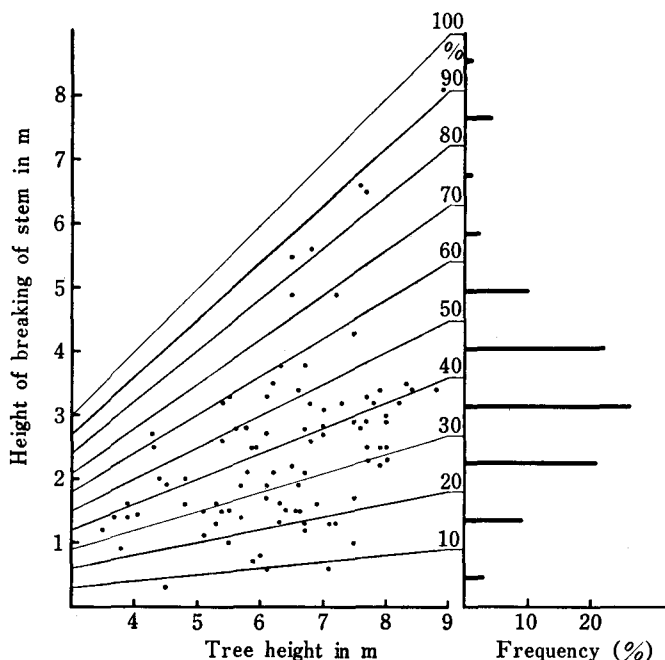


Fig.4. Relation between height of breaking and tree height on Nagasawa slope stand

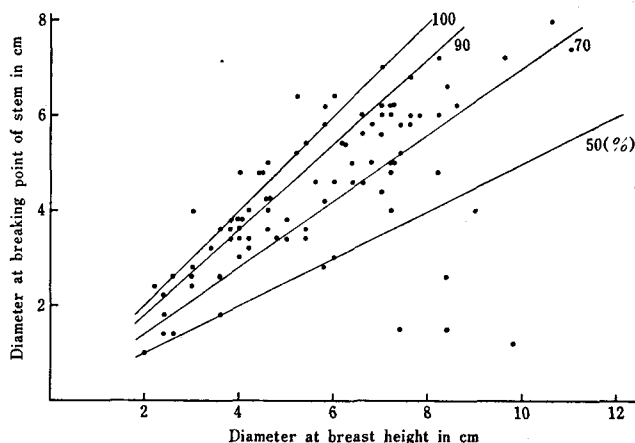


Fig.5. Relation between diameter at breaking point and diameter at breast height on Nagasawa slope stand

Table 4. Results of investigation of Japanese red pine in Saijo and at Nagasawa.
 (4-1) : Saijo (4-2) : Nagasawa

DBH (cm)	Total	Breaking	Bending	Percentage of snow damage (%)	Height-diameter ratio (H^m/DBH^{cm})	Total	Breaking	Bending	Percentage of snow damage (%)
2~4	7	2	1	43	60~80	1			0
~6	23	7	2	39	~100	5	1		20
~8	9	5	1	67	~120	9		2	22
~10	18	9	3	67	~140	9		2	22
~12	13	7	1	62	~160	1		1	100
~14	6	2		33	~180	2	1	1	100
~16	4	2	1	75					
~18	1			0					
~20	1			0					
~22	1	1		100					
	83	35	9	53		27	2	6	30

枯死が、雪害が原因の枯死か、それとも調査時マツクイムシの被害が激しく、これによる枯死か、いずれかわからない。ただ被害から調査までに一生育期を経て、この間にマツクイムシが相当に繁殖したことは事実である。わが国の在来樹種では、スギ、ヒノキに比べればマツ類とくにアカマツは冠雪には強いといわれ、またスギではその形状比は70前後に保つよう施業されることが望ましいようである。西条のアカマツの調査例はこの1例だけであるが、ここではアカマツも比較的激しく雪害をうけたことがわかった。このことから今回の冠雪の影響は大きかったと想像される。しかし、フランスカイガンショウがこのアカマツ相当またはそれ以上の被害をうけたことは、アカマツよりフランスカイガンショウの方が弱いと考えてもよいのではないか。

また、長沢のフランスカイガンショウ林に混生していたアカマツは表-4-2のように、折損木は27本中2本、幹の曲ったもの6本で、調査本数はすくないが、フランスカイガンショウの雪害率80%に対し、アカマツは30%で被害は半分以下であった。このアカマツの平均形状比を求めると118で、大部分が100を越えているにもかかわらず、フランスカイガンショウに比べ雪害木がすくなく、ここでもアカマツがフランスカイガンショウより強かったようである。いいかえれば、同じ場所に更新しても、アカマツの生育は悪く（平均胸高直径は2.5cm、平均樹高は2.9m）、フランスカイガンショウがより雪害をうけやすい状態に生育していた結果とも考えられる。

以上のように、愛媛県下に成林していたフランスカイガンショウは異常降雪により大被害をうけたが、長沢の天然更新林分を構成していた各個体の形状比が、一般に考えられているような形状比よりはるかに大きく、80以下のものはわずかに6%しかなく、この林分は表-3からも明らかのように、相当に高密度の林分で、いずれは何らかの物理的な力により破壊される運命にあったことは推察できる。この長沢の天然更新林分の結果だけで、フランスカイガンショウが雪に弱いとは考えられないが、西条の林分のように、形状比が100以下で多くは80以下の林分でも隣接したアカマツ林分より激しく雪害をうけたことから、フランスカイガンショウはマツノシンマダラメイガによる被害に加えて、このような異常降雪に対しても相当に弱いと判断せざるを得ないだろう。

3. 虫害と雪害との関係

マツノシンマダラメイガの食害は、幹を加害する場合、樹皮下の韌皮部および辺材部をほぼ幹に直角に食害し、激しい場合にはあたかもリングングしたようになる。この被害部から強風など物理的な力が加わった場合に容易に折れやすく、事実、著者は京都大学農学部演習林上賀茂試験地のフランスカイガンショウの見本林で多数の個体が台風のためにマツノシンマダラメイガの被害部で折れたこと

を確認している。一般に、幹に傷ができたりその他何らかの弱点部があれば、外からの力に対して抵抗力は弱いと考えられている。そこで、冠雪による幹の折損も、健全部よりもマツノシンマダラメイガの食害部で折れ易いのではないかと考えられ、この関係を明らかにしようとして、西条と長沢の林分で折損部での虫害の有無を調べた。

この結果、西条の林分では、マツノシンマダラメイガの被害をうけていた73本中、虫害部で折れていたものはわずかに4本で、さらに雪で折損した119本のうちこの4本を除き、42本の幹は虫害をうけていたにもかかわらず、健全部で折れていた。長沢の林分でも虫害8本中、虫害部で折れていたものは1本で、折損木のなかで4本は虫害をうけていたにもかかわらず健全部で折れていた。

このように、本調査でのフランスカイガンショウの場合、マツノシンマダラメイガによる幹の食害と冠雪による幹の折損とは全く無関係であることが明らかとなった。台風により虫害部で折れた京都大学農学部上賀茂試験地での場合と本調査での結果で、虫害と折損との関係に大きな差がみられた原因はわからないが、幹にかかる風と冠雪の作用に、力の加わり方が違いその差が影響しているのではなからうか。

あ と が き

フランスカイガンショウは、わが国には各地に古くから導入植栽され、生長も良いようであるが、今までに成功した場合はすくないようである。例えば、重本が報告した京都のフランスカイガンショウの林分も現在は数本残すのみで壊滅している。この原因の一つにマツノシンマダラメイガの食害が考えられていたが、この調査で、雪に対しても相当に抵抗力がないことがわかった。虫害に対しては適切な薬剤の使用によりある程度はその被害を防ぐこともできるが、雪害のように気象条件が原因の場合には防ぎようがない。ただ、形状比が小さくなるように施業すれば幾らかは防げるかも知れないが、フランスカイガンショウを、生長が良いことだけで無批判に利用することは相当の危険がともなうのではないかと考えられる。

引 用 文 献

- 1) 重本 勝：京都地方におけるカイガンショウ、アカマツの成長比較、西京大学術報告, 2, 132~138, (1952)
- 2) 栗田 勲ほか：外国樹種シリーズ-1, フランスカイガンショウ, 日林協, (1960)
- 3) 荻住 昇：早成樹の養苗と造林の実際——フランスカイガンショウ, 地球出版, 71~91, (1966)
- 4) 古野東洲・岡本憲和・四手井綱英：外国産マツ属の虫害に関する研究, 第1報, マツノシンマダラメイガについて, 京大演報, 34, 107~125, (1963)
- 5) 古野東洲：薬剤によるマツノシンマダラメイガの防除試験, 日林関西支講, 15, 98, (1965)
- 6) 金子 章：愛媛県内における造林樹種としてのカイガンショウ (I), 日林関西支講, 2, 103~105, (1952)
- 7) ———：愛媛県内の造林樹種としてのカイガンショウ (III), 日林関西支講, 8, 74~75, (1958)
- 8) ———・岡 信一：愛媛県内の造林樹種としてのカイガンショウ (IV), 日林関西支講, 15, 41~42, (1965)
- 9) 古野東洲：マツノシンマダラメイガに食害される外国産マツ類, 森林防疫ニュース, 13, 79~80, (1964)
- 10) ———：マツノシンマダラメイガに食害される外国産マツ類(続), 森林防疫ニュース, 14, 261, (1965)
- 11) 清水 敬ほか：異常降雪によるスギ林の被害, I 雪害林分の実態, 日林関西支講, 19, 13~15, (1968)
- 12) 四手井綱英：雪圧による林木の雪害, 林試研報, 73, 1~89, (1954)
- 13) 辻田昭夫ほか：異常降雪によるスギ林の被害 II 雪害と2, 3の関係因子について, 日林関西支講, 19, 16~17, (1968)
- 14) 四手井綱英：アカマツ林の造林, 地球出版, 113~116, (1963)
- 15) 坂口勝美：スギのすべて, 林業改良普及協会, 288~290, (1969)

Résumé

In Japan, the cluster pine (*Pinus pinaster* Ait) is one species which has been imported and planted along the sea and on formerly infertile forest lands.

In this report, the authors deal with the damage by the snow crown in three cluster pine stands and related effects, if any, of damage by shoot moth (*Dioryctria splendidella* H.-S.). These investigations were carried out from October 21~24, 1968 and on Jan. 31, 1969 in national forest in Saijo City and in Nagasawa, Imabari City, Ehime Prefecture.

Many stands in Ehime Prefecture were damaged by snow crowns in 1968. The snowfall, according to the local inhabitants, was 40~50 cm in the cluster pine stand of Saijo and 20~30 cm in Nagasawa from February 14~16, 1968.

The cluster pine stand in Saijo was about one hectare, 38-years old, on an average of 18.5 cm in diameter at breast height and about 13 m in tree height. This stand would be calculated at 1257 trees per hectare and was a pure stand of cluster pines.

In Nagasawa, one stand of cluster pines on the slope was about 0.2 hectares and the natural stand reproduced naturally on the cut-over area in which 40-year-old cluster pines had been cut in autumn, 1952. This stand consisted of cluster, red (*P. densiflora*) and black (*P. thunbergii*) pines, and had a high density of 7033 trees containing 6368 trees of cluster pines per hectare. There were cluster pines from 1 to 12 cm in diameter at breast height and from 2.1 to 8.9 m in tree height in this stand, and the mean diameter at breast height and mean tree height were 4.5 cm and 5.5 m.

The above two pine stands had suffered severely from the snow, but in Nagasawa, another cluster pine stand (about 0.1 ha, 9.7 cm in DBH, 7.2 m in height on an average and 2000 trees per hectare) was about a hundred meters from the natural stand and had been planted on the ridge and had little snow damage.

In these cluster pine stands, the breaking and bending of the stem were observed as the main type of damage by snow. We divided the rest of the damage thus: the breaking of the stem was divided into the snapping of the stem, connecting with the stem and splitting of the stem. The stem breaking was divided into two, within the tree crown and under the lowest living branch, and the height of breaking of stem was measured. And further, in Nagasawa, breaking point of stem was divided into four: above the branch whorl, below the branch whorl, at the branch whorl and between branch whorls, and the diameter of the breaking point of the stem was measured.

The rate of snow damage was 71% in Saijo, 80% in the slope stand and 13% in the ridge stand in Nagasawa, it seems that the difference of snow damage in the two Nagasawa stands was due to the height-diameter ratio (H/DBH) of individuals in these cluster pine stands. Comparing the Saijo stand with the slope stand at Nagasawa, the greater part of damage in Saijo was due to breaking, but in Nagasawa breaking and bending were about half and half. And in Saijo, the snapping of the stem constituted 72% of the breaking but only 4% in Nagasawa. Consequently, it can be seen that there were great differences in the Saijo stand and in the slope stand of Nagasawa.

In the case of large height-diameter ratio and small diameter at breast height, in Nagasawa the stem was apt to be bent greatly by the snow crown. Breaking within the tree crown was 23% of the total breaking in the Nagasawa stand and 75% in Saijo. In this investigation, it was observed that the larger the diameter at breast height, the more breaking within the tree crown and the smaller the diameter at breast height, the more breaking under the lowest living branch. In the Nagasawa slope stand, breaking above the branch whorl was 67% of the total, 15% at the branch

whorl, 10% below the branch whorl and 8% between branch whorls.

In Nagasawa, breaking at 20~50% of tree height was 69% of total breaking, and the most of the breaking was shown to be under 60% of tree height (Fig.4). But in Saijo, much breaking was observed at 60~80% of tree height. In Nagasawa, the diameter of the broken stem portions was generally larger than 70% of the diameter at breast height and about half of the breaking was observed at 70~90% of diameter at breast height. It seemed that the snow crown affected the cluster pine more than the Japanese red pine (Fig.5).

The damage of shoot moth (*D. splendidella* H.-S.) to cluster pines was limited to the stem in these stands, and the rate of insect damage was 43% in the Saijo stand, 3% in the slope stand and 6% in the ridge stand of Nagasawa (Table 1).

Among a number of cluster pines damaged by shoot moths and the snow crown, breaking at portions infested by shoot moths accounted for only four trees in Saijo and one trees in the Nagasawa slope stand. Despite the popular belief that shoot moth damaged trees were more affected by snow crown damage, it was made clear that there was no special relationship between the two.

As cluster pines are greatly infested with shoot moths and greatly damaged by the snow crown, it seems that the greatest care must be taken in the planting of cluster pines in our country.

Description of photographs

- Plate I. cluster pine stand damaged by snow crown in Saijo.
 part of damaged stand (photo. 1, 4 and 5)
 panoramic view of damaged stand (photo. 2)
 upper part of broken stem (Photo. 3)
- Plate II. cluster pine stand damaged by snow crown on slope in Nagasawa.
 part of damaged stand (photo. 6, 7 and 8)
 breaking at branch whorl (photo. 9)
 breaking above branch whorl (photo. 10)
 breaking between branch whorl (photo. 11)

Plate I



photo. 1



photo. 4



photo. 2



photo. 3

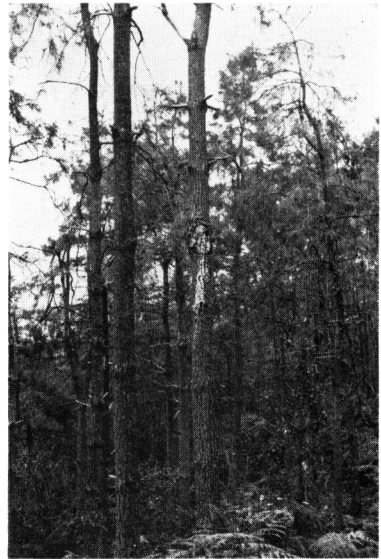


photo. 5

Plate II



photo. 6

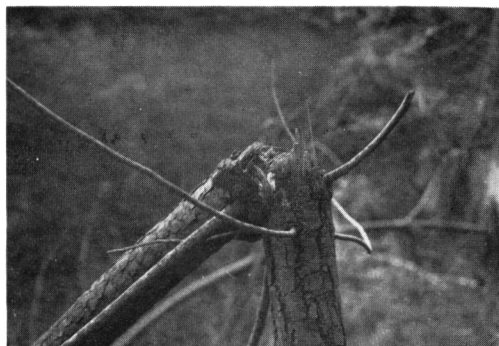


photo. 9



photo. 7



photo. 10



photo. 8



photo. 11