報 文

スギ二段林内の積雪状態と下層木の雪害¹⁾

松 田 正 宏²⁾

要 旨

スギ二段林内の積雪状態と下層木の雪害実態を調査し、次の知見を得た。

(1) 二段林内の積雪状態は極めて多様で林孔中心部付近では林外積雪深よりかなり多く、上層木の樹冠投影内では少ないことが明確になった。こうした状態は降雪の吹溜り現象や上層木の樹冠の状態によって生ずると考えられた。(2) 下層木の生長量はその位置の積雪深が大きいところほど多く、小さいところほど少ない傾向にあった。このことから、林内積雪深が樹下植栽の位置決定の判断要因になり得ることを指摘した。(3) 二段林内の下層木の雪害は、同じ大きさの一斉林に比較して少なく、二段林内でも上層木の樹冠投影内の下層木は投影外のものよりさらに雪害が少なかった。このことから、二段林内の下層木は雪害に耐性があると考えられた。

表 1 調査地の概要

Plot No.	調査地	標 高 (m)	方 位	傾 斜 (°)	立木密度(本/ha) 全 (下・上)
1	美 山 町	60	N	9	1,877 (1,484・393)
2	福 井 市	120	NW	35	1,973 (1,475・498)
3	美 山 町	200	S	30	2,455 2,455(一斉林)

※全：上層木と下層木の合計 下：下層木，上：上層木

1. はじめに

近年、森林の持つ公益的機能を十分に発揮させる意味から、複層林の造成とそれに関する研究が数多く実施されてきた(例えば安藤, 1983; 藤森, 1989; 河原, 1983; 早稲田, 1983など)。なお、これらの報告のほとんどは光環境と下層木の生長、上層木と下層木の密度に関するものなどであり、いずれも適正な複層林の林分構造を構築してゆく上で重要な因子である。しかし、降雪・積雪地帯における複層林の造成・維持管理においては、こうした諸関係の明確化の他に、雪害に対する耐性の強弱に関する明確化がより重要であると考えられる。

そこで、1980年末の異常降雪によって冠雪害を受けた福井地方のスギ林(松田, 1982)のうち、翌年ただちに補植がなされて、現在二段林型を呈している林分を対象に、林内の積雪状態と下層木の雪害実態を調査した。その結果を報告する。

2. 調査方法

調査地は、表 1 に示すように、福井県足羽郡美山町(No. 1)と福井市(No. 2)に位置するスギ冠雪害復旧林およびスギ一斉林(No. 3)である。まず、冠雪害で

生じた林孔の周辺木を含むように、No. 1林分に464m²、No. 2林分に481m²およびNo. 3林分には404m²の標準地を設定し、標準地内の全ての立木の樹高、胸高直径、枝下高、枝張り(4方向)および立木の位置を測定した。また、積雪後の1991年1月16日に、No. 1林分において、テープを用いて標準地を1mごとの柵目に区切り、それぞれの柵の中心部の積雪深を測定した。さらに、標準地内の上層木のうち枝下高が同じようなもの3本を選出し、幹から林孔方向に20cmごとに積雪深を測定した。

次に、消雪後、No. 1とNo. 2林分における下層木の雪害程度を個体の形態から幹折れ、幹曲がり、根返り、および健全に区分し、全個体について調査した。また、No. 3林分の雪害程度についても同様に調査した。なお、幹曲がりについては根元からの鉛直線から梢端までの水平距離(L)と高さ(H)を測定し、鉛直線と梢端とのなす角度を算出して倒伏角(α°)として、その角度が20度以上のものを幹曲り被害とした。

1) The state of snow depth and snow damages of young *Cryptomeria japonica* stands in two-storied forest

2) 福井県総合グリーンセンター
(Masahiro MATSUDA, Fukui Prefectural General Green Center, Fukui 910-02, Japan)

表2 林 況

Plot No.	樹 高 (cm)	胸高直径 (cm)	枝下高 (cm)	枝 U _p	D _n	張 R	L (cm)
下層木 1	317	3.3	74	76	68	74	70
2	311	3.1	78	61	77	75	71
上層木 1	1,523	23.6	692	186	225	242	196
2	1,580	28.3	620	180	240	120	190
3	368	5.0	95	81	92	83	79

図1 冠雪害跡林内(464m²)の積雪深占有率
(点線：平均値26.2cm)

3. 結果と考察

3.1 標準地周辺の概要と積雪状況

標準地は、美山町から福井市にかけての足羽川流域内で標高200m以下の里山地帯に位置する。当流域内では古くから林業が営まれ福井県では屈指の林業地帯であるが、1980年12月末の異常降雪によってスギ人工林が大冠雪害を受けた。これらの林地はその後改植や樹下植栽されたので、樹下植栽地は現在、スギ・スギ二段林型を呈しており、そのような林分が多く見られる。

標準地最寄りの気象観測所における調査記録によると、積雪は1991年1月4日から始まり、一旦2月14日に消雪したものの2月17日から再び積雪が始まり、2月24日に

図2 冠雪害跡林の樹冠投影と積雪分布
積雪深：□：0～10cm，◻：11～20cm，▨：21～30cm，▩：31～40cm，■：41～60cm
樹冠投影：○

最深積雪100cmを記録し3月8日に消雪した。なお、この最深積雪深は平年値97cm (1970～1988年平均値) とほぼ同じであった。

3.2 林内の積雪分布

標準地の状況を表2に示した。このうち、No.1林分内で測定した464点の積雪深の度数分布は、図1に示したように、積雪深は0cmから60cmまでの範囲内で分布し、31～40cm階層の地点が最も多かった。なお、各測点の積雪深の平均値は26.2cmであり、林縁から約100m離れた平坦な畑地における積雪深は38cmであった。

このように、平均値からみた林内の積雪深は林外のものに比較し69%と少なく、これまでの調査事例(佐藤・小野瀬, 1989)と同様な傾向がみられたが、必ずしも各地点で少ないわけではなかった。すなわち、図2に示すように、林孔中心部付近では積雪深が大きく、特に林外積雪深よりも大きい地点が見られ、また、上層木の樹冠投影内の各地点では逆に積雪深が小さく、調査地点により異なった積雪深であった。

以上のように、林内の積雪深は林外に比較し全体的には小さいが、林孔中心部付近では逆に大きかった。上層木の樹冠によって降雪が遮断されるため、林内の平均積雪深が小さくなることは容易に予想できるが、林孔中心部付近では上層木の樹冠によって気流にわずかな乱れが生じ、降雪が林孔中心部へと収束する、いわゆる吹溜り現象が生じ、更に積雪深が大きくなったものと考えられる。

3.3 上層木の枝張りりと積雪深との関係

降雪が樹冠に遮断されるため、樹冠投影内では積雪深が小さくなるが、ここでは具体的に上層木の枝張りりと積雪状態との関係を検討する。

まず、表3に示すように、ほぼ同じような枝下高で枝張りの異なる3本の上層木を選出し、それぞれの幹から林孔方向へ20cmごとに積雪深を調査した結果、枝張りが小さい上層木下の積雪は、幹から林孔方向へ離れるに

したがって急激に深さが増加しているが、枝張りが大きい上層木下では増加量が少ない傾向にあった。そこで、枝張りによって異なる上層木下の積雪深(HS)と、幹からの距離(L)との相関関係をみると、次式のように、枝張りが小さい上層木下における積雪深増加直線の勾配は、枝張りが大きい場合の直線勾配に比較して大きく、このことから枝張りが大きいほど幹からの積雪増加量が小さいことが明瞭であった。

$$\text{枝張り}2.0\text{m} \quad \text{HS}=9.6\text{L}+2.5 \quad r=0.9824^{***}$$

$$\text{枝張り}2.4\text{m} \quad \text{HS}=9.2\text{L}+0.3 \quad r=0.9901^{***}$$

$$\text{枝張り}3.8\text{m} \quad \text{HS}=7.2\text{L}-6.3 \quad r=0.9558^{***}$$

***:有意水準確率0.1%

以上のように、上層木の樹冠下における積雪分布は枝張りによって支配され、枝張りが小さい樹冠下では大きい樹冠下に比較して積雪深が大きくなる。しかし、こうした積雪状態は、単に枝張りのみではなく枝下高や風速などによっても大きな影響を受けることが考えられるが、これらは今後の研究課題としたい。

3.4 林内積雪深と下層木の樹高との関係

林内では上層木の樹冠の影響を受けて、樹冠投影内の下層木は受光量が少なくなるため樹形が変形し、また、生長量が小さくなることはすでに知られており(河原, 1983; 松田, 1991)、本調査林分の下層木においても同様な傾向が認められた。ここで、林内の積雪深も上層木の樹冠の影響を受けて分布が異なることから積雪深と下層木の樹高との関係をみてみた。その結果、図3に示すように、積雪深が大きいほど下層木の樹高が大きい傾向にあり、双方の間には0.1%の確率で有意な相関関係が認められた。

図3 林内積雪深と下層木の樹高との関係

***:有意水準確率0.1%

表3 標本木の概要

No.	枝下高 (m)	枝張り (m)	樹高 (m)	胸高直径 (cm)
1	12.3	2.0	21	37
2	12.0	2.4	21	39
3	12.5	3.8	34	83

図4 樹高と倒伏量との関係
●：樹冠投影内 ○：樹冠投影外

このことから、冠雪害跡林に補植をする場合、積雪深の大きい位置では造林木（下層木）の生長量が大きく、小さい位置では小さくなることが予想されるので、林内積雪深の分布が植栽位置を決定する場合の一つの判断要因と考えてよいのではなかろうか。

3.5 下層木の雪害

冠雪害後の復旧スギ林の標準地における下層木の被害形態出現状況は、No. 1林分では下層木本数58本中幹曲がりが15本（26%）、幹折れが1本（2%）、および健全が42本（72%）であり、No. 2林分では下層木本数69本中、幹曲がりが28本（40%）、根返しが1本（1%）、および健全が40本（59%）であった。このように、降雪量が平年値とほぼ同等であったために、致命的な被害である幹折れや根返りはわずか1～2%の出現率と少ない一方、被害のほとんどは幹曲がりで、健全木は59～72%と多かった。一方、一斉林の出現被害形態は幹曲がりが（53%）と健全（47%）であり、被害率は二段林のものに比較して大きかった。

次に、被害復旧林における下層木での被害木の位置が上層木の樹冠投影内であるか否かで被害率を区分したところ、No. 1林分では上層木の樹冠投影外の個体本数38本中8本（21%）が被害を受けており、個体本数20本中2本（10%）が被害を受けている樹冠投影内に比較して樹冠投影外は明確に被害率が高い。この傾向は、No. 2林分においても同様に認められ、樹冠投影外の本数被害率は29%、投影内では19%とNo. 1林分に比較し被害率に違いはあるものの、樹冠投影外の下層木の方が多く被害を受けていた。このように、樹冠投影内外では各林分の下層木被害率に約10%の違いが認められ、樹冠投影内

の下層木は被害を受けにくい傾向にあった。

一方、幹曲がりを個々の下層木の倒伏量と樹高との関係で見たところ、図4に示したとおりであった。すなわち、バラツキはあるが、樹高が低い個体ほど倒伏量が大きく、高いほど小さい傾向にあり、さらに、上層木の樹冠投影内外で区分したところ、投影内の個体は外のものに比較して幹曲がりが小さい傾向が明瞭であった。

3.6 考察

冠雪害後の復旧林では被害の程度によって二段林施業が要求される。この場合、上層木の樹形や本数密度状態によって光環境が異なり、照度が小さい位置における下層木では、生長の減退や樹形異変および着葉量減少などが生ずることはすでに明確である。本報告ではこうした二段林内における積雪状態と下層木の雪害実態について調査した。その結果、林内の積雪量は極めて多様で、林孔中心部付近では林外積雪深よりかなり多く、上層木の樹冠投影内では逆にかなり少ないことが明瞭になった。こうした林内積雪深のバラツキは、上層木の樹冠による降雪の遮断や、その樹冠による気流の乱れによって生ずる林孔への降雪吹溜り現象、および樹冠の状態によって積雪深が支配されるために生ずると考えられた。同様に樹冠に支配される相対照度の大小によって違う下層木の生長量と、その下層木の位置の積雪深との間には相関関係が認められ、二段林内では積雪深が大きいところの下層木は樹高生長が大きくなる傾向が認められた。このことから、林内積雪深の分布は相対照度と共に、こうした冠雪害跡地へ補植をする場合の植栽位置決定の一判断要因になり得ることを指摘した。

次に、複層林の雪害耐性の強弱については、ほとんど

報告されておらず、これまで、単に下層木の形状比が大きくなることから雪害に対して弱いだろうと言う推測でしかなかった。しかし、本調査結果から明白のように、一斉林に比較しても被害率は小さく、その上、上層木の樹冠投影内の下層木は投影外のものに比較してさらに被害率が小さかった。このことから、二段林の下層木は雪害に耐性があると言える。しかし、積雪深が小さい上層木の樹冠投影内やその付近では、相対照度が小さいため生長量が小さいので（松田，1991），林業経営を維持してゆく場合，多少雪害を受けても生長量が大い方向の経営，または，生長量が小さくても雪害を回避できる方向の経営のどちらに重点を置くかの選択が余儀なくされるであろう。

4. おわりに

近年，各地で複層林造成が実施されており，これらの林分の雪害耐性は通常の降雪状態であれば強いと言えた。しかし，こうした林分の下層木は生長が少なく樹形が変形することから，必ずしも多雪地帯で有効な手段とはいえない。すなわち，下層木を早期に肥大生長させ，多少の雪害を覚悟しながらも立木自体の強度を増大させるといふ今日の多雪地帯で一般に行なわれている施業も一考

する必要がある，さらに，上層木伐倒後の下層木の雪害耐性問題も未解決のままである。

このように，スギ二段林型は下層木の生育上プラスとマイナスの両面を備えているため，生長量と雪害耐性双方の許容限界を早急に究明する必要があるだろう。

文 献

- 安藤 貴，1983：人工林の複層林施業に関する研究，スギ林内間伐後の林内相対照度。林試研報，323, 58-59。
藤森隆郎，1989：複層林の生態と取扱。わかりやすい林業研究解説シリーズ93，東京，林業科学振興所，96pp。
河原輝彦，1983：人工庇陰下の植栽木と樹下植栽木の生長比較。林試研報，323, 133-134。
松田正宏，1982：56豪雪によるスギ造林木の冠雪害。30回日林中支論，227-234。
松田正宏，1991：冠雪害跡地造林木の形態。39回日林中支論，85-88。
佐藤啓祐・小野瀬浩司，1989：スギ人工林内外の積雪（Ⅰ）—林内と林外の積雪深—。日林東北支誌，41, 96-99。
早稲田收，1983：人工林の複層林施業に関する研究，林内光環境の経年変化。林試研報，323, 74-78。

(1991年5月31日受付)