

# 複層林内の積雪と下木の動態

—上木配置と下木の形態の季節変化—

山形県立林業試験場

小野瀬浩司

## I はじめに

スギ大苗を下木植栽したスギ複層林内の植栽後1冬季目の積雪環境と消雪後の下木の形態変化について調査した(1)。本報では、植栽後2冬季目の積雪環境と上木樹冠投影面内外の下木の形態の季節変化について報告する。

## II 研究方法

### 1. 研究林分

研究林分は山形県内陸中央部の山地に造成された3ヶ所のスギ—スギ型複層林である。これらは標高約620mの丘陵頂部を中心に、中心から半径200m以内の南斜面と西斜面と北斜面に方位別に設定され、1991年春到下木が植栽された。植栽時の下木は平均苗高60.2cm、平均根元径10.8mmの3年生実生苗で、山形県における苗木の規格では、「特大」の規格を上回る大苗である。植栽方式は、植栽間隔2.2×2.2m、普通穴植えとした。

### 2. 調査方法

降雪前の1992年11月から降積雪期を経て消雪後の1993年7月までを調査期間とした。

降雪前の11月下旬に、各研究林分内に40m×10mの調査地を設けて調査地1、調査地2、調査地3とし、調査地ごとに樹冠投影図を描いて上木の樹冠投影面内（以下樹冠内という）と樹冠投影面外（以下樹冠外という）の下木を類別し、下木の傾きの方向と角度および最長枝の岐出方向を記録した。

降雪後は、12月16日から翌年4月15日の間約10日おきに調査地ごとに下木の埋雪状況の観察と林内3定点と林外1定点の積雪深観測を行い、また全下木が埋雪中の3月3日に1調査地当たり2本の下木を掘出して雪中の埋雪状態を観察した。

消雪後は、下木の被害形態を根元折れ、先端折れ、枝抜け、および倒伏に分けて4月26日に被害状況と倒伏の方向および角度を調査し、その後6月22日までの間約7日おきに倒伏の方向と角度を調査した。最終の調査は7月19日に行った。

下木の調査本数は、1冬季目に回復困難な被害を受けたものと埋雪中に掘り出したものを除き、調査地1が66本、調査地2が58本、調査地3が71本である。

## III 結果と考察

### 1. 林内積雪と降積雪期の下木の形態

表-1に調査地の林内外の積雪深と下木の埋雪状況を示した。

各調査地とも、林内積雪深は、既往の調査結果(3)と同様に林外積雪深よりも少なく、林外積雪深の48%~70%であり、また林内最深積雪深は下木の平均樹高よりも大きかった。

表-1 林内外の積雪深と下木の埋雪状況

調査地\調査日	12/16	1/6	1/14	1/29	2/5	2/19	2/24	3/4	3/18	3/29	4/15	消雪日
1 林外積雪(cm)	34	41	37	115	105	124	143	134	127	108	53	4/16~26
林内積雪(cm)	19	24	26	76	70	83	105	117	95	78	48	4/16~26
全下木埋雪				○	○	○	○	○	○	○	○	
2 林外積雪(cm)	43	58	53	135	130	144	171	155	141	122	90	4/16~26
林内積雪(cm)	20	24	23	71	71	65	94	90	84	68	49	4/16~26
全下木埋雪				○	○	○	○	○	○	○	○	
3 林外積雪(cm)	41	49	44	128	116	126	168	141	112	93	30	4/16~26
林内積雪(cm)	14	23	18	52	57	59	87	74	74	55	40	4/16~26
全下木埋雪				○	○	○	○	○	○	○	○	

降積雪期の下木の倒伏と埋雪の経過および埋雪中の雪中の状態はほぼ次のようであった。

降雪初期の1月14日(林内積雪18~26cm)に冠雪による樹体彎曲が多くみられ、積雪増大中の1月29日(林内積雪52~76cm)に全下木が埋雪した。埋雪期間は、調査地1と調査地2では1月29日から4月15日(林内積雪40~48cm)の間、調査地3では1月29日から3月29日(林内積雪55~78cm)の間で4月15日に1本のみ埋雪から脱した。スギ幼齢木の埋雪は、冠雪による樹体の倒伏に始まり、積雪の増大につれて進行し、積雪の減少によって脱することが観察されているが(4)、本調査の経過もそれと同様であった。

全下木が埋雪中の3月3日(林内積雪74~117cm)の埋雪木の掘り出し調査では、調査した6本とも樹体の倒伏角度は非常に大きく、幹の下部は地面に接し梢端部は地面付近まで垂下していたが、幹の中央部は彎曲して地面から離れていた。雪圧に対して最も安全な埋雪形態は地面に密着した形態であるといわれ(5)、その形態は積雪初期に急速に埋雪することにより生ずることが観察されているが(2)、この点から類推すると、各調査地の2冬季目の下木の埋雪経過は地面密着型のものよりもやや遅く、埋雪形態は雪圧に対してやや不安全な形態であったといえる。なお、1冬季目は、埋雪が遅く最深積雪期に至って埋雪し、樹体の彎曲度が小さく斜立に近い埋雪形態が多かったが、これは林内積雪が少なかったこととあいまって下木が小さかったためと考えられる。

## 2. 降積雪期の下木の被害

表-2に2冬季目における下木の雪害の被害形態別被害率を示した。

調査地全体の被害形態別の被害率は、根元折れが樹冠内下木で6.3%、樹冠外下木で6.1%、先端折れが樹冠内下木で6.3%、樹冠外下木で2.1%、枝抜けが樹冠内下木で13.5%、樹冠外下木で22.9%であった。

樹冠内下木と樹冠外下木との被害形態別の被害率の差を検討するため、被害率をANScombeの方法で逆正弦変換し、分散分析法により分析し

表-2 下木の雪害の被害形態別の被害率

		根元折れ	先端折れ	枝抜け
調査地1 (%)	樹冠内	7.1	9.5	4.8
	樹冠外	8.3	16.7	8.3
調査地2 (%)	樹冠内	8.7	0.0	8.7
	樹冠外	11.4	8.6	8.6
調査地3 (%)	樹冠内	3.2	6.5	29.0
	樹冠外	0.0	12.5	42.5
全体 (%)	樹冠内	6.3	6.3	13.5
	樹冠外	6.1	12.1	22.9

た。表-3、4、5に分散分析表を示した。その結果、樹冠内下木と樹冠外下木の間に有意な差がないことが認められた。スギ冠雪害復旧林としての複層林では樹冠内下木は樹冠外下木よりも雪害が少ないとの報告(6)があるが、上層林冠が均一である通常の複層林においては、樹冠内下木と樹冠外下木の雪害の程度には差がないと考えられる。

### 3. 消雪直後の下木の倒伏方向

表-6に下木の消雪直後の倒伏方向と降雪前の倒伏方向および最長枝岐出方向の一致率を示した。

下木の消雪直後の倒伏方向と降雪前の傾き方向との一致率は、3調査地全体で樹冠内下木が85.7% (95%信頼区間74.6~93.3%)、樹冠外下木が87.2% (95%信頼区間75.5~94.7%)であった。また、下木の消雪直後の倒伏方向と最長枝岐出方向との一致率は、3調査地全体で樹冠内下木が63.2% (95%信頼区間52.2~73.3%)、樹冠外下木が64.4% (95%信頼区間53.7~74.3%)であった。すなわち、下木の消雪直後の倒伏方向は、樹冠内下木、樹冠外下木とも最大枝岐出方向よりも降雪前の傾き方向と一致する割合が高い傾向を認めた。

### 4. 時間経過にともなう下木形態の変化

表-7に時間的推移にともなう下木の平均倒伏角度の変化を示した。

3調査地全体の下木の消雪直後の平均倒伏角度は樹冠内下木が47.2度、樹冠外下木が45.7度であった。

樹冠内下木と樹冠外下木との消雪直後の倒伏角度の差を検討するため、分散分析法により分析した。表-8に分散分析表を示した。その結果、樹冠内下木と樹冠外下木の間に有意な差がないことが認められた。

下木の倒伏角度は時間経過につれて小さくなっていった。3調査地全体の平均倒伏角度は消雪後約

表-3 樹冠内下木と樹冠外下木の根元折れ被害率の分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方	F値
処理間	1.2512	1	1.2512	0.0332
処理内	150.7410	4	37.6852	
全体	151.9922	5		

表-4 樹冠内下木と樹冠外下木の先端折れ被害率の分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方	F値
処理間	82.8816	1	82.8816	3.4731
処理内	95.4542	4	23.8635	
全体	178.3358	5		

表-5 樹冠内下木と樹冠外下木の枝抜け被害率の分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方	F値
処理間	22.9321	1	22.9321	0.1673
処理内	547.9846	4	136.9961	
全体	570.9167	5		

表-6 下木の消雪直後の倒伏方向と降雪前傾き方向および最長枝岐出方向の一致率

		倒伏方向と一致	最大枝方向と一致
調査地1 (%)	樹冠内	92.9(76.5~99.1)	61.5(44.6~76.6)
	樹冠外	83.3(51.6~97.9)	54.2(32.8~74.4)
調査地2 (%)	樹冠内	84.6(54.6~98.1)	66.7(41.0~86.7)
	樹冠外	95.0(75.1~99.9)	70.0(50.6~85.3)
調査地3 (%)	樹冠内	77.3(54.6~92.2)	63.3(43.9~80.1)
	樹冠外	82.6(61.2~95.0)	66.7(49.0~81.4)
全体 (%)	樹冠内	85.7(74.6~93.3)	63.2(52.2~73.3)
	樹冠外	87.2(75.5~94.7)	64.4(53.7~74.3)

注：()内の数値は、一致率の95%信頼区間を示した。

表-7 時間的推移にともなう下木の平均倒伏角度の変化

		降雪前	消雪直後	消雪後30日	消雪後60日	消雪後90日
調査地1 (度)	樹冠内	5.7(4.1~7.3)	48.6(42.4~54.7)	36.4(32.0~40.8)	17.3(14.1~20.5)	14.4(10.9~17.8)
	樹冠外	4.0(2.0~5.9)	49.6(41.7~57.5)	34.8(28.4~41.1)	15.2(10.5~19.9)	12.7(9.5~16.0)
調査地2 (度)	樹冠内	5.2(2.8~7.6)	51.3(43.2~59.4)	37.4(32.4~42.3)	15.5(11.5~19.4)	11.7(7.8~15.6)
	樹冠外	6.1(4.1~8.1)	47.9(42.0~53.8)	36.3(30.9~41.6)	16.1(12.3~20.0)	13.7(9.6~17.9)
調査地3 (度)	樹冠内	6.5(4.1~8.8)	42.3(35.4~49.2)	30.2(24.8~35.5)	17.2(13.6~20.8)	12.7(8.8~16.6)
	樹冠外	4.8(3.3~6.2)	41.4(36.7~46.1)	30.1(26.3~34.0)	17.4(14.0~20.7)	13.9(10.5~17.2)
全体 (度)	樹冠内	5.8(4.7~7.0)	47.2(43.3~51.1)	34.6(31.7~37.4)	16.8(14.8~18.8)	13.2(11.0~15.3)
	樹冠外	5.1(4.0~6.1)	45.7(42.3~49.0)	33.3(30.5~36.1)	16.5(14.3~18.6)	13.5(11.5~15.6)

注：( ) 内の数値は、倒伏角度の95%信頼区間を示した。

30日では樹冠内下木が34.6度（95%信頼区間31.7~37.4度）、樹冠外下木が33.3度（95%信頼区間30.5~36.1度）であったが、消雪後約60日では樹冠内下木が16.8度（95%信頼区間14.8~18.8度）、樹冠外下木が16.5度（95%信頼区間14.3~18.6度）になり、消雪後約90日では樹冠内下木が13.2度（95%信頼区間11.0~15.3度）、樹冠外下木が13.5度（95%信頼区間11.5~15.6度）になり、その95%信頼区間から、樹冠内下木と樹冠外下木との間の倒伏回復の遅速に差がないことが認められた。

消雪後約90日を経過しても平均倒伏角度が降雪前の平均傾き角度までに回復しないのは倒伏が甚だしい下木があるため、倒伏角度の大きい下木は雪起しが必要と考えられる。

#### IV おわりに

複層林内の積雪環境と上木樹冠投影内外の下木の形態の季節変化について検討した。林内最深積雪が約90~120cmの場合、雪による下木の倒伏の方向は降雪前の下木の倒伏方向の影響が大きく、下木の折れや枝抜けなどの雪害と消雪後の倒伏からの回復経過は樹冠内下木および樹冠外下木ともほぼ同じであることが認められた。

#### 引用文献

- (1) 小野瀬浩司：複層林内の積雪と下木の動態（I），日林東北支誌 44：123~124,1992
- (2) 佐藤啓祐：スギ幼令木の埋雪について（第3報），日林東北支誌 21：61~63,1969
- (3) 佐藤啓祐ほか：スギ人工林内外の積雪（I），日林東北支誌 41：96~99,1989
- (4) 四出井綱英ほか：幼令林の雪害，林試集報58,1950
- (5) 四出井綱英：雪圧による林木の雪害，林試研報 73：1~89,1954
- (6) 松田正宏：スギ二段林内の積雪状態と下層木の雪害，雪氷 53：291~295,1991

表-8 樹冠内下木と樹冠外下木の消雪直後の倒伏角度の分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方	F値
処理間	1.8150	1	1.8150	0.0906
処理内	80.1200	4	20.0300	
全体	81.9350	5		