

# 五城目営林署管内における 複層林施業の一考察

営林局計画課 齋藤 健一  
五城目営林署 ○立川 優

## 1 はじめに

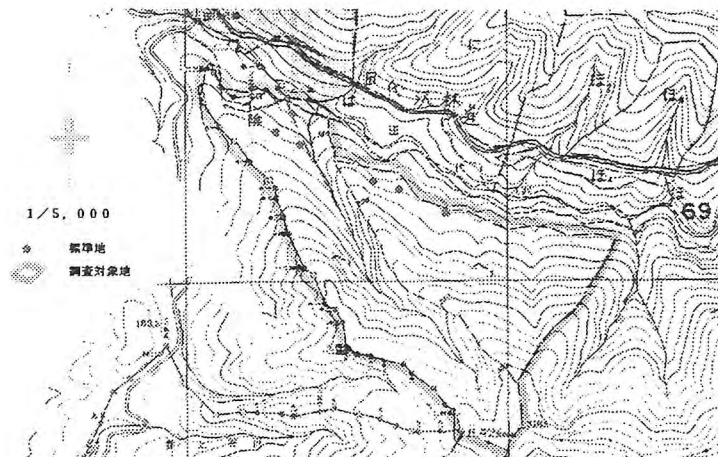
近年、森林の公益的機能の高度発揮が強く求められるようになり、環境に配慮した複層林施業が注目されつつあります。また、平成8年11月29日に閣議決定された、森林資源基本計画の森林資源整備の目標においても、平成7年時点において68万haある育成複層林の面積を、指向する森林資源の状態として約500万haとすることが決定されました。

こうしたことから、当局においても、今後ますます複層林施業が増加することが予想されますが、複層林施業は技術的に確立されていない部分も多く、より一層の研究活動及び情報集積が必要な状況となっています。

そこで、複層林施業の問題点の一つである下層木の生育不良について、五城目営林署管内の複層林において収量比数、相対照度及び下層木の生長状態などの調査を行い、原因を究明するとともに対応策を検討することを目的としています。

## 2 調査地 表1 調査地（五城目営林所管内複層林）データ

林小班	機能類型	方位	傾斜(度)	標高(m)	面積(ha)	上層木林齢	下層木林齢
69へ1	国土保全林	N	10~40	150~300	7.70	85 (T1植栽)	7 (H2, 2千本植栽)
69へ2	国土保全林	N	15~40	170~300	6.53	85 (T1植栽)	6 (H3, 2千本植栽)



調査地位置図（秋田県南秋田郡井川町）

## 3 研究方法

以下の要領で各標準地の収量比数、相対照度及び下層木の生育調査を行いました。

- (1) 平成9年9月18日に五城目営林署管内69へ1及び2小班に標準地(0.05ha)各小班3カ所の合計6カ所設定（調査箇所は別添の位置図参照）しました。
- (2) 各標準地は南北に25m東西に20mとして設定し面積を確定（コンパス測量）しました。

- (3) 各標準地において、上層木の樹高（基準木をブルメライスにより実測、他は基準木をもとに目測）及び胸高直径（輪尺により全て実測）を測定し収量比数を算定しました。
- (4) 平成9年9月25日の午後2時に各標準地において、相対照度を測定（MINOLTAデジタル照度計T1-Hを使用）しました。  
各標準地において4分間（10秒間隔）林内照度を測定し、同一時刻の林外照度で除して相対照度としました。
- (5) 平成9年11月7日に各標準地において、残存本数をカウント（活着成績調査を準用）しました。  
注：森林総合研究所の石塚室長（物質生産研究室）より全天写真による林冠開空度の測定（調査地内の光環境の解析）をしていただきました。
- (6) 平成9年12月2日に各標準地において、下層木の樹高を測定するとともに生育状態を観察しました。

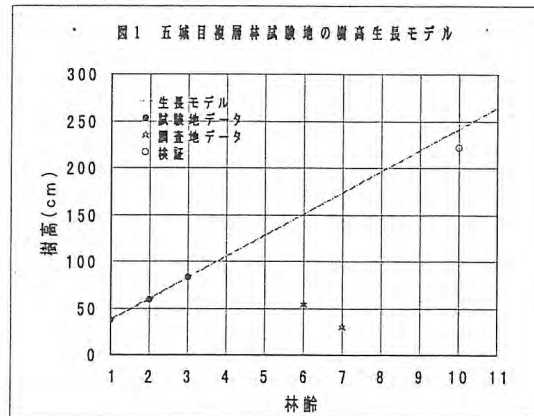
#### 4 結果 表2 各標準地基礎データ及び調査結果

	No1	No2	No3	69へ1	No4	No5	No6	69へ2
面積 (ha)	0.059	0.056	0.059		0.053	0.052	0.050	
標高 (m)	150	170	190		170	180	180	
平均斜度 (度)	23	25	27		35	33	31	
上層木平均樹高 (m)	31	30	30	30	31	29	31	30
上層木平均胸高直径 (cm)	52	52	52	52	50	44	52	50
上層木胸高断面積 (m <sup>2</sup> /ha)	36	42	40	39	30	29	34	31
上層木 ha 当たり材積 (m <sup>3</sup> /ha)	470	530	500	500	400	380	450	410
上層木本数	10	11	11	11	8	10	8	9
上層木 ha 当たり本数	170	200	190	180	150	190	160	170
収量比数 (補正前)	0.38	0.41	0.40	0.40	0.35	0.39	0.37	0.37
収量比数 (補正後)	0.39	0.46	0.43	0.43	0.32	0.32	0.37	0.34
相対照度 (%)	7.6	4.5	5.7	5.9	10.1	10.5	10.2	10.3
下層木残存本数 (本/100 m <sup>2</sup> )	8	2	6	5	17	13	8	13
下層木平均樹高 (cm)	30	25	35	30	49	52	73	58
下層木樹高の年平均生長量 (cm)	4.2	3.6	5.0	4.4	8.1	8.7	12.2	9.2
下層木平均根元径 (mm)	9.2	6.0	7.5	7.6	9.9	11.8	13.1	11.6
下層木根元径の年平均生長量 (mm)	1.3	0.9	1.1	1.2	1.6	2.0	2.2	1.9

##### (1) 林分構造と下層木の生育状態

図1は五城目営林所管内の複層林試験地のデータに基づいて作成した下層木の樹高生長モデルに、調査地における下層木の樹高データをプロットしたものです。データを採取した複層林試験地は、設定当時の収量比数が0.55で、平成9年度の調査時点でも0.62となっており、調査地と比較するとやや高い値を示していますが、この地域の複層林としては比較的良好な生育状態を示しています。図中の星印は69へ1（7年生）及び69

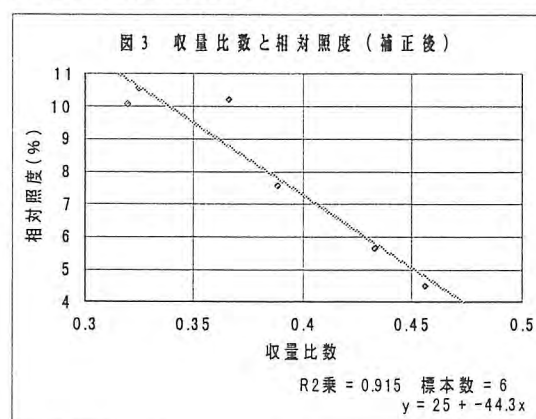
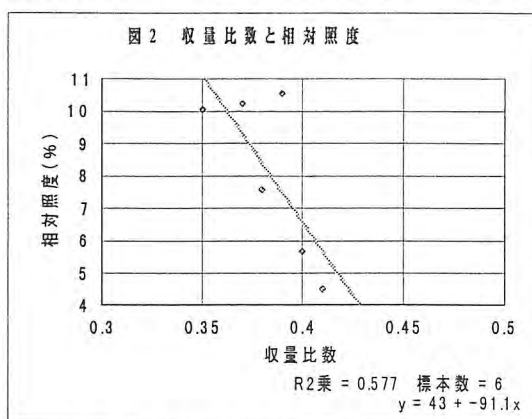
へ2（6年生）の樹高データであり、モデルと比較すると生育状態が悪いことを示しています。なお、樹高生長モデルは、試験地における下層木樹高等の調査が3カ年しか継続されなかったため3生長年分のデータを用いて作成し、モデルの有効性を10年目（植栽年度は含めない）の本年度に追加調査を行い、その結果（白丸印）により検証しました。



## (2) 林内の光環境

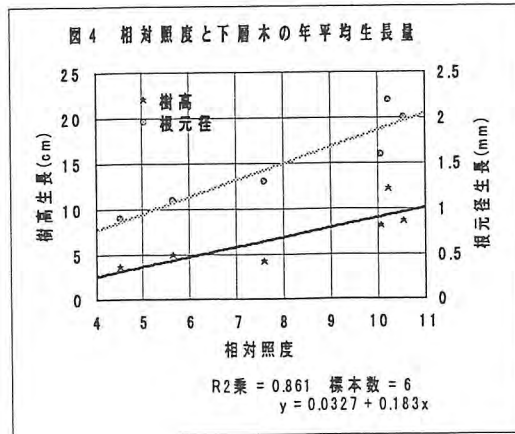
図2は各標準地ごとの収量比数と相対照度の関係をプロットしたもので、収量比数の増加にともない相対照度が減少しています。また、測定時の林外照度は約5万luxであり、林外照度が大きくなるにともなって、林内の相対照度は指数関数的に減少し5～12万luxぐらいの範囲であれば、その減少率は天候や測定時期にあまり影響されない<sup>(1)</sup>とされていることから比較的安定した値が得られたものと考えます。また、以下の考察においても可能な限り林外照度が5～12万luxで測定された相対照度と比較しました。

図3は図2において収量比数（平均樹高とhaあたり本数から算出）と相対照度の対応関係が良くないため、調査地で複層伐を実施してから年数が経過していることや対象林分が壮齢であることを考慮し胸高断面積合計による補正を行いました。これにより、対応関係は補正前と比べて飛躍的に向上し、収量比数と相対照度は負の相関関係を示しています。



## (3) 光環境と下層木の生育状態

図4は各標準地ごとに相対照度と下層木樹高及び根元径の年平均生長量の関係をプロットしたもので、相対照度が増加するに従って樹高及び根元径の年平均生長量が増加する傾向がみられます。なお、年平均生長量は、各標準地における下層木の樹高を生長年で除して算出しましたが、調査地の下層木は秋植えであり植栽年度は伸長生長しなかったものとして、植栽年度は生長年を含めておりません。



## 5 考察

### (1) 林分構造と下層木の生育状態

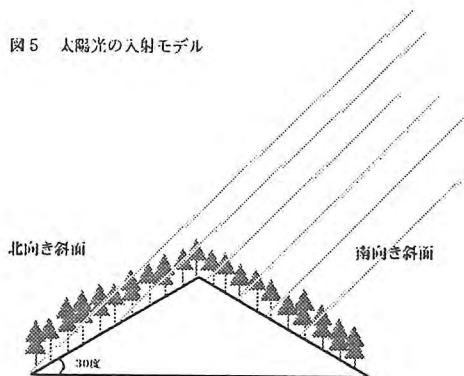
まず、下層木の生育状態は、図1のとおり複層林試験地の生長モデルと比較すると、69へ2（6年生）、69へ1（7年生）のいずれの場合も、樹高が生育モデルの三分の一以下となっており、生育不良であることが分かります。また、同様に調査地における下層木樹高の年平均生長量（表2参照）は試験地の22cmと比較すると大幅に低くなっており、下層木の樹高生長が一定期間抑制されたことが分かります。しかし、現況から判断すると、調査地の収量比数は設定当初0.40弱であり、当局の複層林施業の指針に照らしても問題はなく、また、同じ秋田県内で行われた試験結果からも、収量比数にして0.50～0.60、胸高断面積合計はha当たり45m<sup>2</sup>未満に管理すれば下層木の生育が可能である<sup>(2)</sup>と報告されており、林分構造から考えると十分に下層木の生長が可能であったと推定され矛盾を生じます。

### (2) 林内の光環境

次に林内の光環境についてですが、図2及び3から収量比数と相対照度は、一定の相関を示していますが、一般的な複層林においてはRI（相対照度）＝－84.3RY（収量比数）＋83.5<sup>(3)</sup>から、収量比数0.40に対応する相対照度は50%程度となるところですが、調査地の相対照度はこれと比較してかなり低いことが分かります。この原因として、調査地の林分構造や立地条件からいくつかの推測が成立します。第一に上層木が壮齢で樹冠が発達しているが、収量比数に樹冠の状態に関する因子が十分に考慮されていないため、相対照度との対応関係にずれを生じた可能性があります。第二に林分が連続しているため、側面からの光が樹幹に遮蔽されたことにより相対照度が低下したことが考えられます。すなわち、透過光は林分の立木密度と透過距離反比例して透過量が減少することとなります。また、調査地では数百mにわたって林分が連続していることから、立木密度が約170本/haで胸高直径が約50cmですから、配置を考慮しなければ透過光は1mごとに0.85%減少し約120mで完全に遮蔽されることとなります。このことは現地において、通常は生育の悪い尾根部の生育状態が、斜面の下部よりも良好であったこととも一致します。第三に調査地が北向きの急傾斜地であったため（図5参照）、太陽は斜面の背部を通ることとなり、南向き斜面と比較して日射量が減少し相対照度が低下した可能性があります。具体的には、東北地方における夏至南中時の太陽高度は73度であり、真北を向いた平均傾斜30度の斜面では、午前9時から午後4時までしか太陽光が当たら



ないこととなります。また、斜面の方位については、同じ収量比数であっても北向き斜面の方が南向き斜面よりも相対照度が低くなる<sup>(4)</sup>と報告されてます。こうしたことから、指針等で適切とされる収量比数0.40設定したとしても、林内の光環境が、下層木の生育に適した状態にならない可能性があることが分かりました。



### (3) 光環境と下層木の生育状態

最後に光環境と下層木の生育状態について検討してみると、サンプル数が少ないため断言することは困難ですが、図4のとおり相対照度と下層木樹高及び根元径の年平均生長量には正の相関があり、樹高との相関係数は $R^2 0.706$ 、根元径とでは $R^2 0.861$ と非常に高い値を示しています。また、各標準地では約50cm程度の下層木樹高が、同一小班内の架線跡地では2m程度となっていることや、光環境の良好な箇所では、比較的下層木の残存状態が良いことから、光環境が下層木の樹高生長に影響を及ぼしていることが推測できます。さらに、調査地の平均相対照度（林外相対照度5万lux）は69〜1小班では5.9%、〜2小班では10.3%（表2参照）であり、相対照度が15〜20%以下の明るさでは光が生長の制限因子となる<sup>(5)</sup>とされており、温度、湿度及び土壌などよりも光環境が強く影響していることが考えられます。

さらに、森林総合研究所の石塚室長による全天写真の解析結果から、調査地の平均相対照度は約20%で部分的には15%以下となっている箇所があり、相対照度の低い箇所では下層木の生育に影響を及ぼした可能性があるとのコメントをいただきました。また、当局管内で行われた他の調査でも、相対照度20%以下で生長量が低くなり、下層木の健全な生育を保つためには最低15%以上の相対照度が必要である<sup>(6)</sup>、下層木の生長を期待し健全性を維持するには相対照度を15%以上に保つ必要がある<sup>(7)</sup>の報告もあります。これらのことから、調査地の光環境は、下層木の健全な生育という観点からみると十分ではなく、部分的には生育に悪影響を及ぼす程度であったことが推定できます。

## 6 まとめ

以上のことから、調査地では林分構造及び立地に起因して、林内の光環境が適切な状態でなかった可能性があります。そこで、この原因を考察する中で気付いた、当局の複層林施業の指針の問題点についてまとめを行いました。

#### ① 設定の時期

当局の複層林施業の指針では、「11 齢級以上、原則として14 齢級以下の林分に対して行う」とされています。しかし、調査地は指針が制定される以前の複層林であるため、設定当初に上層木が16 齢級に達しており、下層木の生育に悪影響を与えた可能性は否定できません。このことから、今後は指針の齢級制限を遵守する必要があると考えます。

#### ② 設定時に配慮すべき地形要因

当局の指針には、配慮すべき地形要因として風害を受けやすい地形が示されています。しかし、これ以外の斜面傾斜、方位及び林分の大きさ（広がり）等の要因についても下層木の生長に影響を及ぼす可能性があることから、各要因の影響の程度が明確になるまで、調査地のような連続した北向きの急傾斜地では設定をさけることが望ましいと考えます。

#### ③ 設定及び管理の基準

当局の指針では、収量比数（平均樹高とha 当たり本数から算出）を複層林設定及び管理の基準としてしています。しかし、元来、間伐指針としての意味合いの強い収量比数のみでは、林分の生育条件を予測することが困難な場合があることが分かりました。そこで、収量比数の適用範囲を明確にするとともに、以前に導入が検討されていた樹冠径（胸高直径より算出）を併用する方法を再検討する必要があるのではないかと考えます。また、収量比数の胸高断面積合計による補正は、調査精度を高める簡便かつ有効な方法と考えます。

#### ④ 複層林のタイプ

当局の複層林は全てスギスギの常時複層林となっていますが、各林分の置かれている環境は様々であり、弾力的な運用が必要ではないかと考えます。例えば、調査地のようなケースでは、帯状複層林や群状複層林による造成を行えば、林内の光環境は大幅に改善されるものと考えます。また、複層伐実施時の選木を列状に行う方法、植栽の段階から列状にする方法そして耐陰性の高い樹種の積極的な導入なども検討の余地があると考えます。

### 7 むすび

今回は調査地における生育不良の原因を究明するには至りませんでした。複層林施業を実施する上で検討すべき点を整理することが出来たと思います。また、林内の光環境について、調査地では、同様な地形の南向き斜面よりも直達光成分が少ないとの結果もでており、引続き調査を行い下層木の生育不良との因果関係を調査したいと思います。

また、今回の業務研究発表に際し、貴重な御意見を賜りました森林総合研究所東北支所の中村松三 更新技術研究室長、御多忙中にも関わらず、現地に赴き御指導賜りました森林総合研究所の石塚森吉 物質生産研究室長、そして、調査に御協力を頂くとともに貴重な資料を御提供頂きました五城目営林署、営林局計画課ならびに指導普及課の皆様にご心より感謝いたします。

## 参考文献

- (1) 安藤 貴 : 「林内光環境の変動」 林業試験場研究報告第323号 38頁
- (2) 石田 秀雄他 : 「複層林造成技術の開発」 秋田県林業技術センター研究報告  
第4号 33頁
- (3) 藤森隆郎 : 「複層林の生態と取扱い」 49頁
- (4) 安藤 貴 : 「スギ林間伐後の林内の相対照度」 林業試験場研究報告  
第323号 58頁
- (5) 早稲田 収他 : 「林内人工更新法」 昭和50年度国有林野技術開発報告書  
(完了分) 129～138頁
- (6) 石田 秀雄他 : 「複層林造成技術の開発」 秋田県林業技術センター研究報告  
第4号 46頁
- (7) 小野瀬 浩治 : 「複層林相対照度と上木林分構造および下木の動態」  
山形県林業試験場研究報告第24号 18頁