

滝沢演習林のスギ人工林における 下層木本の種多様性に影響する要因の序列化

菅原 真明*・國崎 貴嗣**

Hierarchy of factors influencing species diversity of understory trees in Sugi
(*Cryptomeria japonica* D. Don) plantations in Takizawa Experimental Forest,
Iwate University

Masaaki SUGAWARA* and Takashi KUNISAKI**

1. はじめに

わが国の森林は国土の3分の2を占め、生態系ネットワークの根幹として生物多様性を支える重要な役割を担っている。戦後、わが国では木材需要の増加に伴い、天然林から高い成長量が期待できる人工林への転換を図る拡大造林が進められた。現在、人工林は全森林面積の41%を占めるまでに至っており、自然環境保全を考えるうえで無視することのできない存在となっている（長池，2000；山川ら，2009）。

人工林は主に木材生産を目的に造成されるため、単一樹種・同齢林で形成されることが多い（Hunter, 1990；Kerr, 1999）。このような人工林では植物の種多様性の低下（清野，1990；長池，2000；Nagaike, 2002；Ito et al, 2003）や野生動物の生息環境の悪化（米田，1994）などが発生し、問題として取り上げられている（杉田ら，2007）。また、近年の林業採算性の悪化などに伴い、十分な手入れの行き届かない人工林が増加しており、経済的機能はもとより、公益的機能が低下することも問題となっている。こうした現状をふまえ、公益的機能を発揮させ、多様化する国民のニーズに応えるため、人工林を生物多様性の高い針広混交林や広葉樹林へ誘導することが求められてきている（林野庁，2008）。このように人工林における生物多様性を高めることが重要な課題となってきた。

Received February 28, 2011

Accepted April 27, 2011

* 岩手大学農学研究科共生環境専攻

** 岩手大学環境科学系

同齢単純林であることが多い人工林は植栽木のみで林冠が構成されるため、人工林における生物多様性を考える上で下層植生の存在が重要となる。下層植生は野生動物の生息に大きく影響し、生物多様性を保つために重要な要因である(渡辺, 2004)。また、人工林を針広混交林へ誘導するためには下層に亜高木層や低木層の階層構造が形成されなければならない。従って、下層植生の種多様性を高めることが人工林の生物多様性を高めるために重要であると考えられる。下層植生の種多様性を高めるにあたり、下層植生の空間分布の傾向を知ることが重要である。針葉樹人工林の下層植生の種多様性については、林内の光環境、林齢などの要因によって侵入する広葉樹の種数や本数が異なる(長池, 2000; 伊藤・中山, 2001; 小谷, 2004など)ことが指摘されており、環境条件や林分構造によって大きく変化すると考えられる。しかし、どの要因が下層植生の種多様性にどのような影響を及ぼしているかについて研究した例は見受けられない。下層植生の種多様性を高める育林方法を確立するにあたり、種多様性に影響する要因を序列化し、より影響力の高い要因を抽出することが必要である。

そこで本研究では、スギ人工林を対象に、下層植生の種多様性を高める要因として何がより強く影響しているのかを明らかにすることを目的とする。また、樹木の侵入様式と環境要因との関連性を見るために、下層木本の種子散布型に注目し、その分布傾向について明らかにする。

II. 調査地と方法

1. 調査地の概要

調査地は岩手県滝沢村に所在する岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育センター滝沢演習林(以下、滝沢演習林)内にあるスギ人工林である。滝沢演習林は北緯 $39^{\circ} 45'$ 、東経 $141^{\circ} 10'$ に位置する。滝沢演習林の標高210m地点における気象観測資料(1983~2003年)によれば、年平均気温 9.2°C 、暖かさの指数76.7、年平均降水量1219mmであり、最深積雪深は40cm程度で、少雪地域に相当する。林齢や林況が異なり、林冠にアカマツや広葉樹が見られないスギ人工林計50ヶ所を調査した。表-1に各調査地の概要を示す。林齢や林況については、滝沢演習林林相図及び作業履歴から特定した。なお、林況とは、調査したスギ林の周囲にどのような森林が存在するかを表す。今回は広葉樹天然林または広葉樹が多数混交する林分として、コナラ林とアカマツ林の有無についてのみ考慮し、これらがスギ林から50m以内に存在するか否かを評価した。

2. 調査方法

図-1のようなプロットを各林分に設置した。各林分の標準的な場所に $15\text{m} \times 15\text{m}$ のプロットを1つ設置した。プロット作成にはポケットコンパスを用い、プロット設置時に傾斜を測定した。毎木調査ではプロット内における全てのスギについて胸高直径を計測した。樹高につい

表-1 調査地の概要

林小班	多様度指数	林齢(年)	天空率(%)	収量比数	傾斜(度)	林況
1-ら	2.20	164	8.3	0.500	3	コナラ林, アカマツ林
1-ね	2.02	61	3.7	0.950	4	コナラ林, アカマツ林
1-つ	2.13	43	4.9	1.000	10	コナラ林
1-う	1.70	103	3.3	0.700	3	コナラ林
2-り	1.63	116	2.4	0.600	3	アカマツ林
2-を	1.08	45	3.1	0.750	10	なし
2-か	1.37	50	4.6	0.775	0	なし
2-よ	1.28	60	3.2	0.550	10	コナラ林
2-た	2.22	55	6.9	0.800	14	なし
2-れ	1.75	71	4.0	0.650	19	なし
3-と	2.22	50	4.8	0.850	12	コナラ林, アカマツ林
3-ち	1.04	112	3.5	0.650	13	アカマツ林
3-を	0.69	29	3.0	1.000	14	アカマツ林
3-か	1.48	56	3.5	0.525	15	アカマツ林
3-ろ	1.94	73	13.8	0.525	13	アカマツ林
4-ち	2.11	7	33.6	0.425	9	アカマツ林
4-る	1.54	38	4.7	0.800	4	なし
4-か	2.23	49	4.9	1.000	2	なし
4-ね	1.61	46	2.1	0.750	2	なし
4-り	1.62	49	3.7	0.850	4	コナラ林, アカマツ林
4-ち	1.67	108	3.0	0.475	12	なし
5-を	2.40	39	5.6	0.950	5	アカマツ林
6-わ	1.73	49	4.3	0.950	22	なし
6-つ	1.77	39	4.0	0.850	17	アカマツ林
6-え	1.82	52	3.7	0.900	11	アカマツ林
6-ふ	1.73	69	2.0	0.675	6	なし
6-く	1.97	69	2.9	0.625	4	コナラ林
6-へ	0.95	23	4.3	0.725	13	コナラ林
6-と	1.61	65	2.8	0.750	32	コナラ林
6-ち	1.59	57	4.5	0.550	26	コナラ林
6-り	1.70	119	4.0	0.425	7	なし
6-る	2.06	57	3.6	0.700	19	なし
6-ま	2.19	51	5.7	0.825	17	なし
7-ち	2.42	73	3.1	0.550	7	アカマツ林
7-む	1.91	41	4.3	0.900	1	アカマツ林
7-ぬ	2.17	52	5.8	0.650	6	アカマツ林
7-る	2.39	71	3.2	0.800	1	アカマツ林
7-れ	1.89	75	3.2	0.875	6	アカマツ林
7-つ	1.94	150	2.7	0.900	13	なし
7-な	1.87	70	2.2	0.875	12	コナラ林, アカマツ林
7-の	1.10	24	2.0	0.800	1	コナラ林
7-は	1.97	64	1.2	0.900	7	コナラ林
7-に	0.69	24	0.7	0.975	14	コナラ林
7-は	2.14	64	1.7	0.850	10	コナラ林
7-へ	2.36	37	4.2	0.900	16	コナラ林
7-み	1.75	36	4.4	0.850	3	コナラ林
7-と	2.32	52	3.1	0.925	8	アカマツ林
9-り	2.18	54	2.6	0.750	12	コナラ林
9-り	2.11	79	2.5	0.950	6	コナラ林, アカマツ林
9-わ	2.32	48	2.4	0.950	15	コナラ林

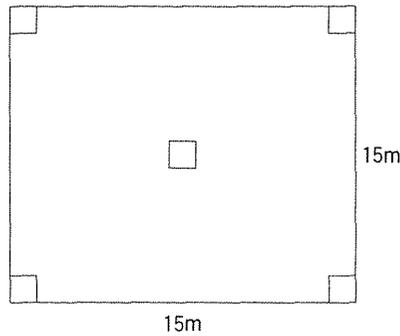


図-1 調査プロット設置方法

図の4隅及び中央にある1m×1mの四角がコドラートを示す。

ては胸高直径の上位5本を対象に計測した。なお、胸高直径の測定には直径巻尺を、樹高の測定にはVERTEXⅢを用いた。下層植生調査ではプロットの4隅及び中央の計5ヶ所に1m×1mのコドラートを設置した。低木層に相当する、樹高が0.3m以上6m未満でコドラートに出現した木本を調査対象とし、樹種判別と樹高の計測を行った。また、プロット内の樹高6m以上の樹木を亜高木として定義し、亜高木の本数も測定した。林内の光環境調査についてはコドラート上で全天空写真を撮影し、天空率を算出した。なお、全天空写真の撮影にはフィッシュアイコンバーター付きのデジタルカメラ(COOLPIX950)を用いた。撮影の方法として、露出をプログラムオート、露出補正を-2.0、ホワイトバランスを太陽光、画質をBASICモード、画像サイズをVGAサイズに設定し、地上高2mの位置で鉛直上向きに撮影した。天空率についてはフリーウェアの画像解析ソフトLIA for Win32 vr.0.373を使用して算出した。

3. 解析方法

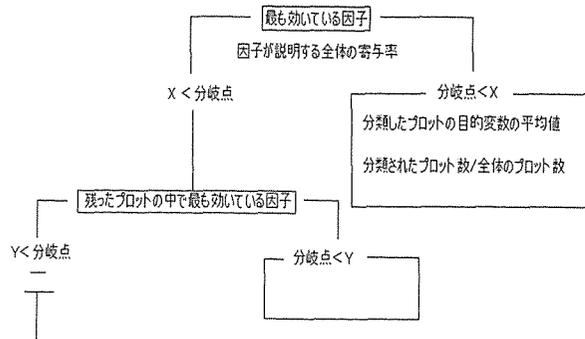
表-2に、出現した下層木本の種子散布型を示す。種子散布型については日本山野草・樹木生態図鑑(沼田, 1990)を参考に動物散布・重力散布・風散布の3グループに区分した。スギの収量比数については日本林業技術協会(1999)により作成された表東北地方スギ林分密度管理図によって推定した。なお、収量比数については1.0を超える林分が存在したが、収量比数の理論的最大値は1.0なので、それらを全て1.0に統一した。

種多様性と環境要因の関係を検討するための指標として多様度指数を用いた。多様度指数について今回はShannon-Wiener指数 H' を採用した。Shannon-Wiener指数については以下に示す(1)。Sは下層植生に含まれる種の数、 p_i は種*i*の幹数が下層木本の全幹数に占める割合である。

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad (1)$$

表一 2 出現した下層木本の種子散布型

樹種	科	散布様式
タラノキ	ウコギ科	動物散布
ハリギリ	ウコギ科	動物散布
ツタウルシ	ウルシ科	動物散布
ヤマウルシ	ウルシ科	動物散布
エゴノキ	エゴノキ科	重力散布
ハクウンボク	エゴノキ科	重力散布
イタヤカエデ	カエデ科	風散布
オオモミジ	カエデ科	風散布
カラコギカエデ	カエデ科	風散布
ヒトツバカエデ	カエデ科	風散布
ヤマモミジ	カエデ科	風散布
ツノハシバミ	カバノキ科	動物散布
ハシバミ	カバノキ科	動物散布
ハンノキ	カバノキ科	風散布
キブシ	キブシ科	動物散布
オオバクロモジ	クスノキ科	動物散布
クサギ	クマツツラ科	動物散布
ムラサキシキブ	クマツツラ科	動物散布
オニグルミ	クルミ科	重力散布
クロウメモドキ	クロウメモドキ科	動物散布
ヤマグワ	クワ科	動物散布
ウグイスカグラ	スイカズラ科	動物散布
ガマズミ	スイカズラ科	動物散布
ニワトコ	スイカズラ科	動物散布
ミヤマガマズミ	スイカズラ科	動物散布
ニガキ	ニガキ科	重力散布
コマユミ	ニシキギ科	動物散布
ツリバナ	ニシキギ科	重力散布
エゾエノキ	ニレ科	動物散布
ケヤキ	ニレ科	重力散布
ウワミズザクラ	バラ科	動物散布
カスミザクラ	バラ科	動物散布
クマイチゴ	バラ科	動物散布
コゴメウツギ	バラ科	重力散布
モミジイチゴ	バラ科	動物散布
ヤマブキ	バラ科	動物散布
クリ	ブナ科	重力散布
コナラ	ブナ科	重力散布
ミズナラ	ブナ科	重力散布
サンショウ	ミカン科	重力散布
ハナイカダ	ミズキ科	動物散布
ヒメアオキ	ミズキ科	動物散布
ミズキ	ミズキ科	動物散布
ミツバウツギ	ミツバウツギ科	重力散布
コブシ	モクレン科	重力散布
ホオノキ	モクレン科	重力散布
マルバアオダモ	モクセイ科	風散布
アオハダ	モチノキ科	動物散布
エゾアジサイ	ユキノシタ科	重力散布
ノリウツギ	ユキノシタ科	重力散布



図一 2 回帰木の図の見方
 図中の X・Y は因子の値である。

データ解析には分類・回帰樹木（以下CART：classification and regression trees）を採用した。CARTは説明変数を2進木に分岐させて表示する手法で、すべての変数に関して可能な分岐を全てチェックし、最もよい分岐ルールを見つけたら、そこから再び最もよい分岐ルールを探し続ける。それ以上分岐しないところまで分岐を続け、そのノードを分類結果として表示する。分析については統計ソフトのRを用い、それぞれの目的変数ごとに回帰木を作成した。なお、Rによる分析では包・對馬（2009）を参考にした。回帰木の図の見方について図一2に示した。分岐点についてはエントロピー（entropy）とジニ係数（GI：Gini index）を用いて分岐点を計算する。エントロピー（2）とジニ係数（3）の定義を以下に示す。式の中の t はノード、 i はクラス、 p は分割された幹がクラスに属する比率である。

$$entropy = - \sum_{i=1}^C p(i|t) \log_2 p(i|t) \quad (2)$$

$$GI = 1 - \sum_{i=1}^C [p(i|t)]^2 \quad (3)$$

目的変数として、前述した多様度指数、各種子散布形式の出現幹数を用いた。それぞれについて説明変数として林齢、収量比数、天空率、傾斜、亜高木の本数、林況（アカマツ林またはコナラ林の有無）を用い、どの要因がより強く影響しているかを解析した。なお、アカマツ林やコナラ林の有無に関してはダミー変数を用いて解析した。

また、種子散布型別の出現幹数に差があるかを調べるため、対応のある2群の母平均の差の検定を行った。

III. 結 果

1. 多様度指数と環境要因

図-3は、目的変数が多様度指数の場合の回帰木である。この回帰木から、今回調べた要因の中で、天空率が最も多様度指数に影響を与えており、天空率がある程度高い林分で多様度指数が高くなる傾向が見られた。次いで林齢が多様度指数に影響を与えており、林齢が若い林分では多様度指数が低くなる傾向が見られた。また、収量比数も多様度指数に影響を与えており、収量比数が低い林分で多様度指数が低くなる傾向が見られた。

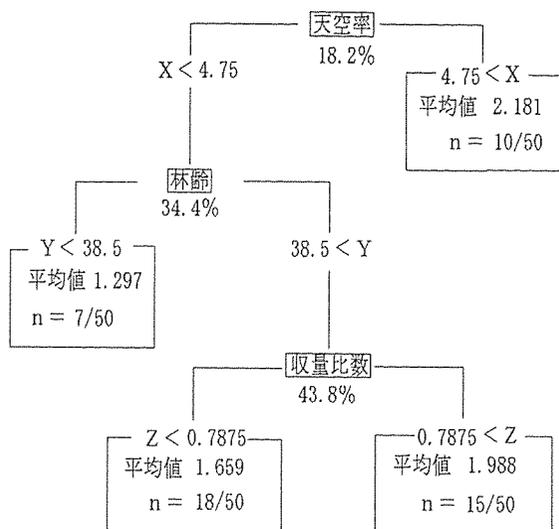


図-3 多様度指数と環境要因の回帰木

nは各範囲に含まれるプロットの数を示す。X, Y, Zはそれぞれ上にある因子の値、平均値は多様度指数及び各出現幹数を示す。

2. 種子散布型と環境要因

表-3に各林分の種子散布型別の出現幹数を示す。動物散布型と重力散布型の出現幹数に関して調査地全体で差があるか、対応のある2群の母平均の差の検定を行った。有意水準5%で差があり、動物散布型が多く侵入していた。風散布型の出現幹数はほとんどの林分で少なかったが、6林班など局所的に多く存在した。

図-4に目的変数が動物散布型の出現幹数の回帰木を、図-5に重力散布型の出現幹数の回帰木を、図-6に風散布型の出現幹数の回帰木を示す。

動物散布型では天空率が最も影響を与えており、天空率がある程度高い林分で出現幹数が高くなる傾向が見られた。次いで収量比数が影響を与えており、収量比数が低い林分で出現幹数が少なくなる傾向が見られた。林齢も影響を与えており、林齢がある程度高い林分で出現幹数

表-3 各林分の種子散布型別の出現幹数

林小班	動物散布(本)	重力散布(本)	風散布(本)
1-ら	9	9	1
1-ね	5	6	0
1-つ	5	9	2
1-う	10	1	1
2-り	7	4	1
2-を	7	3	2
2-か	0	10	1
2-よ	0	6	1
2-た	10	10	0
2-れ	5	2	0
3-と	13	10	0
3-ち	3	1	0
3-を	2	0	0
3-か	11	1	1
3-ろ	14	6	0
4-ち	22	10	0
4-る	11	0	0
4-か	6	11	0
4-ね	2	3	0
4-り	16	2	0
4-ち	3	5	0
5-を	16	5	2
6-わ	5	14	0
6-つ	2	5	11
6-え	5	7	0
6-ふ	7	6	1
6-く	4	10	0
6-へ	1	3	1
6-と	3	1	1
6-ち	5	6	0
6-り	5	5	0
6-る	11	2	6
6-ま	9	15	0
7-ち	18	11	1
7-む	11	8	1
7-ぬ	21	9	0
7-る	14	8	0
7-れ	9	10	0
7-つ	8	9	0
7-な	10	4	0
7-の	2	1	0
7-は	8	12	0
7-に	1	1	0
7-は	18	5	0
7-へ	19	7	0
7-る	17	7	0
7-と	8	15	0
9-り	20	6	1
9-り	12	14	1
9-わ	10	17	0

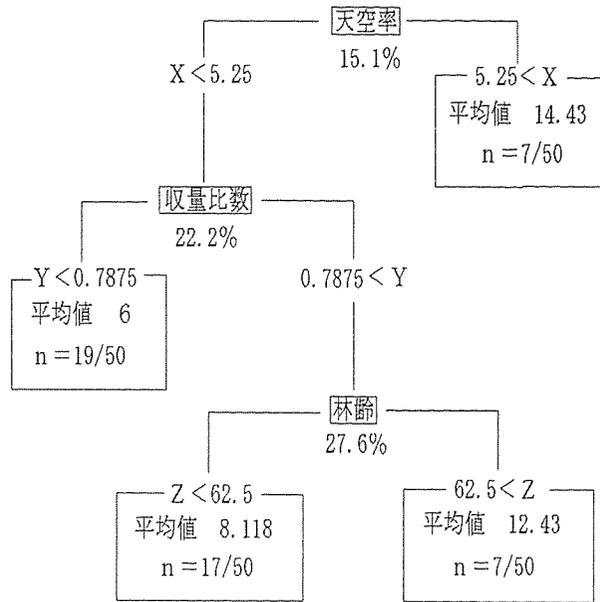


図-4 動物散布型の出現幹数と環境要因の回帰木

nは各範囲に含まれるプロットの数を示す。X, Y, Zはそれぞれ上にある因子の値, 平均値は多様度指数及び各出現幹数を示す。

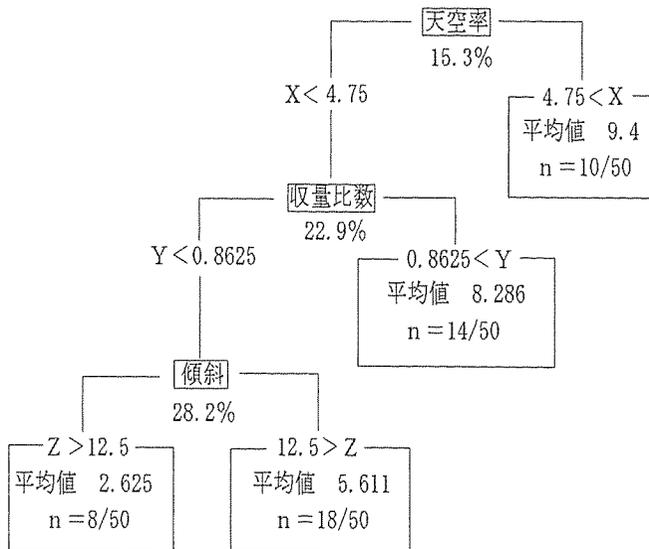
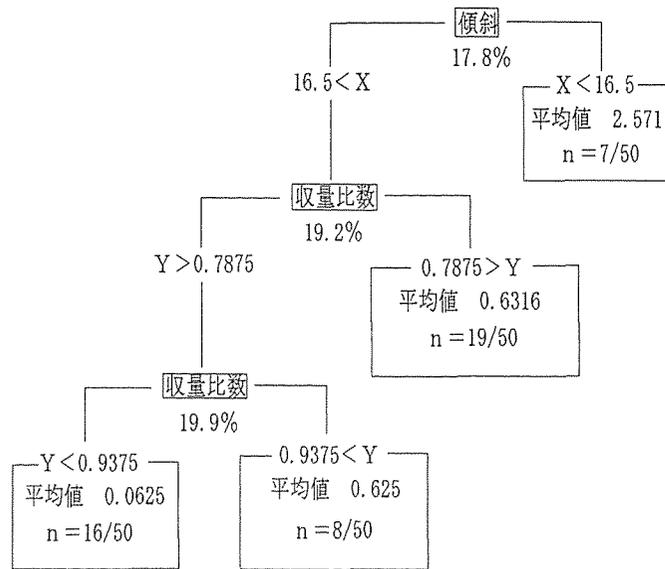


図-5 重力散布型の出現幹数と環境要因の回帰木

nは各範囲に含まれるプロットの数を示す。X, Y, Zはそれぞれ上にある因子の値, 平均値は多様度指数及び各出現幹数を示す。



図一六 風散布型の出現幹数と環境要因の関係

nは各範囲に含まれるプロットの数を示す。X, Y, Zはそれぞれ上にある因子の値, 平均値は多様度指数及び各出現幹数を示す。

が多くなる傾向が見られた。

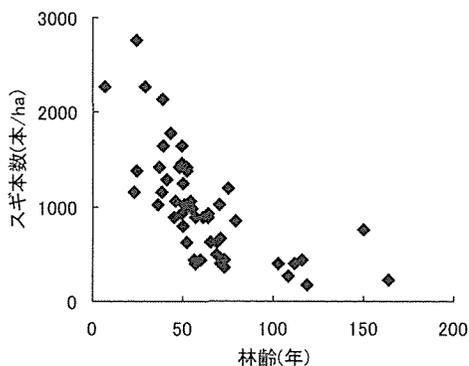
重力散布型では天空率が最も影響を与えており、天空率がある程度高い林分で出現幹数が多くなる傾向が見られた。次いで収量比数が影響を与えており、収量比数が高い林分で出現幹数が多くなる傾向が見られた。傾斜も影響を与えており、傾斜が緩やかな林分で出現幹数が多くなる傾向が見られた。

風散布型では傾斜が最も影響を与えており、傾斜が緩やかな林分で出現幹数が多くなる傾向が見られた。次いで収量比数が影響を与えている傾向が見られた。しかし、分岐した平均値の間で1本以下の差での分岐であったため回帰木で説明するのは有効でなかった。

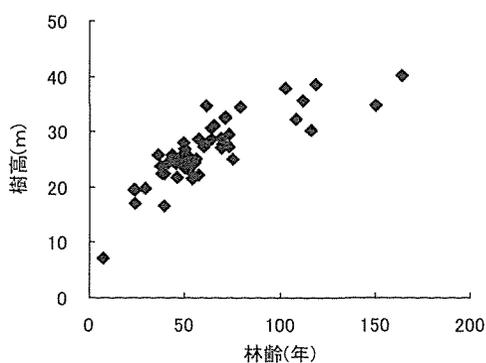
IV. 考 察

1. 下層木本の種多様性

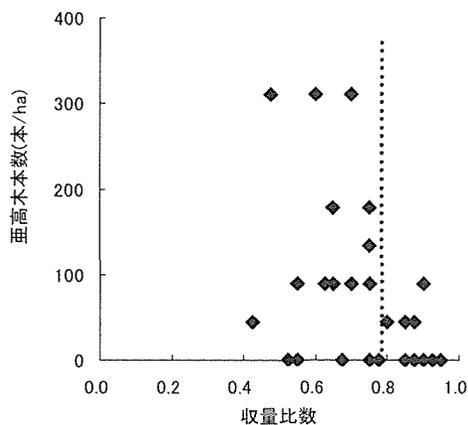
天空率が多様度指数や動物散布型、重力散布型の出現幹数に最も強く影響していた。天空率の高い林分で多様度指数が高かったことや出現幹数が多かったことに関しては、斉藤(1989)の研究から林床植生を構成する植物の種数や生重量は林内が明るいほど増加する傾向があることが示されており、同様な結果になった。樹木の発芽・定着には光エネルギーが絶対に必要であり、そのため光量の指標である天空率が最も強く影響したと考えられる。今回の結果から、



図一七 林齢とha当たりのスギ本数の関係



図一八 林齢とスギ平均樹高の関係



図一九 収量比数と亜高木の本数の関係

天空率で少なくとも5%以上を確保することが下層木本の多様性を高めるために最も重要と考えられる。

林齢が高いほど多様度指数が高くなったことについては、清野（1990）の研究で林齢の増加とともに種多様度が増加することが示されていることから、既存の研究と同様な結果といえる。図一七に示すように林齢の増加に伴ってスギの本数が減少した。そのため、林内への侵入スペースが広がることによって、林齢の増加とともに様々な種が侵入し、多様度指数が高くなったと考えられる。また、図一八に示すように林齢の増加に伴ってスギの平均樹高が高くなった。樹高の高い林分では側光が入りやすくなることで、林齢が高いほど光環境が良くなり、多様度指数が高くなったと考えられる。収量比数が高くなると多様度指数が高くなった。しかし、北原ら（2005）は収量比数と多様度指数との間に負の相関があると報告している。通常、収量比数が高いということはスギが多く密に存在することを意味し、それによって林内は暗く、光を巡

る競争が厳しくなるため下層植生は定着しにくいと考えられる。生江 (2007) は滝沢演習林 7 林班のスギ人工林における 62 年生以上の林分ではスギ立木密度は低いが、広葉樹の立木密度が高いことを示している。今回の調査で亜高木の本数は回帰木では大きな要因として扱われなかったものの、図-9 に示すように分岐点より低い林分で亜高木が多く生立していた。このことから、収量比数が低い林分では亜高木層の存在によって林床が暗くなり下層木本が定着しにくくなったと考えられる。また、表-1 からわかるように、収量比数が分岐点より低い側は 2 林班、3 林班、6 林班で多くを占め (約 72%)、高い側は 7 林班、9 林班で多くを占める (約 67%) といった偏りが見られた。7 林班や 9 林班には、スギ林の周りに広葉樹林やアカマツ天然林などが他の調査林班と比べて多く存在する。従って、種子供給源など周辺林分の影響が多様性指数に大きく影響した可能性が考えられる。これらのことから、多様性指数に及ぼす収量比数の影響とは、実際には亜高木層や周辺林分の影響を指すものと推察される。

2. 下層木本の種子散布型

スギ人工林には動物散布型の樹種が多く侵入していた。Bhujii and Ohsawa (1999) も太平洋側のスギ・ヒノキ人工林では動物散布型の樹種が多いことを示している。重力散布型の樹種や風散布型の樹種は母樹となる樹木、すなわち種子供給源の存在が重要であり、その種子供給源からの距離による影響を受けやすい (小谷, 2004)。その一方で、動物散布型の一つである鳥散布型の種子はスギ人工林では種子供給源からの影響はほとんどないか、あっても非常に少ないとの報告もある (平田ら, 2006)。そのような動物散布型では、種子供給源からの距離の影響が少ないことが出現幹数の差につながったのではないかと考えられる。従って、スギ人工林の種子散布型別の構成には周辺林分の特徴が大きく影響すると考えられる。

重力散布型の樹種については、傾斜が緩やかな林分で出現幹数が多くなった。重力で散布されると傾斜が緩やかな所に種子が集まりやすくなり、傾斜が緩やかな林分で出現幹数が多くなった可能性が考えられる。

風散布型の樹種についても回帰木を表示したが、結果で述べたように全体的に本数が少なく、局所的に多く存在したため、分類は有効ではないと考える。最も幹数が多かった 6 林班つ小班は周囲がアカマツの天然林やアカマツ人工林で囲まれた、今回の調査地でも特異的な小班であり、このような周辺環境の影響が大きい可能性が考えられる。

結論としてスギ人工林の下層木本の多様性を高めるためには林内の光環境を良くすることで下層木本の総数を増やし、加えて様々な樹種が侵入することができるような周辺林分の確保が重要であると考えられた。

本研究を遂行するにあたり、滝沢演習林の職員各位には調査の便宜を図って頂いた。岩手大学農学部青井俊樹教授にはたくさんのご助言をたまわった。岩手大学森林動態制御研究室の皆

さんには調査を手伝っていただいた。ここに記して深く感謝申し上げます。

引用文献

- 包 智華・對馬誠也 (2009) 土壤微生物生態研究への回帰木解析の応用. 土と微生物63(1): 39-43.
- Bhujji, D. R. and Ohsawa, M. (1999) Species dynamics and colonization patterns in an abandoned forest in an urban landscape. *Ecological Research* 14: 139-153.
- 平田令子・畑 邦彦・曾根晃一 (2006) 果実性鳥類による針葉樹人工林への種子散布. 日本林学会誌88(6): 515-524.
- Hunter, M, L. Jr (1990) *Wildlife, forests, and forestry. Principles of managing forests for biological diversity.* 370pp, Prentice Hall, New Jersey.
- Ito, S., Nakagawa, M., Buckley, G.P. and Nogami, K. (2003) Species richness in sugi (*Cryptomeria Japonica* D. Don) plantations in southeastern Kyushu, Japan; the effects of stand type and age on understory trees and shrubs. *Journal of Forest Research* 8: 49-57.
- 伊藤 哲・中山良太 (2001) 過去の土地利用の違いはスギ人工林の林床植生に影響するか?. 第112回日本林学学会大会学術講演集: 442.
- Kerr, G (1999) The use of silvicultural systems to enhance the biological diversity of plantation forests in Britain. *Forestry* 72: 191-205.
- 北原文章・吉田茂二郎・溝上展也・伊藤 哲・村上拓彦 (2005) 森林資源モニタリング調査データを用いた九州地方のスギ人工林における種多様性の評価. 平成15~17年度日本学術振興科学研究費補助金基盤研究 (B) (1) 研究成果報告書, 7-18.
- 清野嘉之 (1990) ヒノキ人工林における下層植物群落の動態と制御に関する研究. 森林総合研究所研究報告359: 1-122.
- 小谷二郎 (2004) スギ人工林の冠雪害と広葉樹の侵入パターン. 石川県林業試験場研究報告書 35: 1-86.
- 米田政明 (1994) 日本の森林とツキノワグマの保護・管理. *森林科学*11: 32-42.
- 長池卓男 (2000) 人工林生態系における植物多様性. 日本林学会誌82: 407-416.
- Nagaike, T (2002) Differences in plant species diversity between conifer (*Larix kaempferi*) plantation and broadleaved (*Quercus crispula*) secondary forest in central Japan. *Forest Ecology and Management* 168: 111-123.
- 生江美紀 (2007) スギ人工林におけるニホンカモシカの植物利用可能量と林内環境の関係. 岩手大学修士論文, 22-38.

- 沼田眞監修 (1990) 日本山野草・樹木生態図鑑. 664pp, 全国農村教育協会, 東京.
- 林野庁 (2008) 森林・林業白書. 日本林業協会, 67-75, 東京.
- 斉藤昌宏 (1989) スギ人工林における林内日射量と林床植生量の関係. 日本林学会誌71(7): 276-280.
- 杉田久志・高橋健保・高橋良一 (2007) 岩手県雫石町の若齢人工林における混生樹の混交歩合と樹種構成. 東北森林科学会誌12(1): 28-36.
- 渡辺一郎 (2004) トドマツ人工林の保育と林床の生物多様性. 光珠内季報134: 12-15.
- 山川博美・伊藤 哲・作田耕太郎・溝上展也・中尾登志雄 (2009) 針葉樹人工林の小面積皆伐による異齢林施業が下層植生の種多様性およびその構造に及ぼす影響. 日本林学会誌91: 277-284.

要 旨

スギ人工林を対象に、下層木本の種多様性を高める要因としてどれがより強く影響しているのかを明らかにするために、調査を行った。林相の異なる50林分を対象に、分類回帰樹木(CART)を用いて影響する要因の序列化を行った。結論としてスギ人工林の下層木本種の多様性を高めるためには林内の光環境が最も重要であることがわかった。スギ人工林の下層木本の多様性を高めるためには光環境を良くすることで下層木本の総数を増やし、また、様々な樹種が侵入できるような周辺林分の確保が重要であると考えられた。

Summary

We investigated *Cryptomeria japonica* D. Don plantations for factors influencing the species diversity of understory' trees. We analyzed a hierarchy of factors to employ a classification and regression tree (CART) model of 50 stands with different forest physiognomies. We found that the light environment is the most important factor in increasing the species diversity of *Cryptomeria japonica* plantations. Total undergrowth is increased by improving the light environment, and neighboring hardwood forests are secured to encourage the invasion of undergrowth in plantations.