

## アカマツ・ヒノキ林における風致間伐の方法と効果

信州大学 農学部 森林科学科

たにもと ゆうこ  
〇谷本 裕子  
いとう せいご  
伊藤 精悟

### 要旨

信州大学農学部構内演習林では、通常間伐と群状に林木を保残する風致間伐という、二つの伐採方法による林相変換を試み、伐採6年後に各々のおもに低木層を調査しました。調査（高木層、低木層毎木調査、樹冠開空度測定など）の結果、風致間伐区では高木層も低木層も多段構造を形成し始め、通常間伐区の林分よりも森林全体の多層化が進行しつつあると考えられました。この原因は風致間伐の独特の伐採方法によるものと考えられます。

### はじめに

近年の林業を取り巻く環境の悪化のその一方で、森林の多面的機能が着目されており、国土の保全や水源林、または保健休養機能のような木材生産以外の目的を優先させるような森林の価値が見直されています。全国有数の森林県である長野県においてもそのような状況は例外ではなく、全県的に伐期を迎えた40年生前後の森林が多いのにも関わらず間伐もされず放置されているものが多く存在します。その反面、こうした人工林に先に延べた公益的機能が重視されてきています。事例地とした信州大学農学部構内の演習林も例外ではなく、そのほとんどがアカマツ・ヒノキの2段林やカラマツ・ヒノキを中心とする人工林です。しかし構内林としてその生産林の目的は無くなり、研究利用と構内環境のための必要性が重視され始めました。

風致の育成のための施業は、森林の風致をどのように考えるかによって目的が相違してくるといえませんが、<sup>3)</sup>嵐山の風致林育成に代表されるようなアカマツ風景林の固定化が考えられる場合が多いと考えられます。しかしここでは遷移の固定化等を行わず、

- ・ 自然美としての森林を目標とすること
- ・ 施業後のその後の手入れの省力化を図ること

に留意して施業方針の検討した結果、人工林を長期間放置した後に成立し、森林として自立的であるといわれている、現在ある一斉林型林分から自己間引き型天然生林の森林構造への林相変換が考えられました。自己間引き型林分では間伐をせずに放置しておいても、劣勢木から次々と枯死脱落していき、相対的な密度調節が生じ、林分として危害に対する抵抗はそれほど弱くはない事が知られています。<sup>8)</sup>

信州大学では伊藤・馬場による、植林木の群状保残による天然生林への誘導を期待した伐採方法の検討がなされ、後述する方法によって伐採されました。伐採から6年を経た現在は、当面の間、伐採による変化の過程に生起してくる林相の状態を観察しながら、目的とする自然林の状態を含んだ高齢林へと近づく手入れを検討していく段階です。

本研究は、この伊藤・馬場の伐採方法を、隣接する林班林業技術者によって同時に行われた通常間伐による林相変換との比較によって、伐採6年後の特に林床の低木層の繁茂、成長の違いを明らかにすることを目的とします。

### 1. 調査対象地の概要

調査地は長野県の南部に位置する上伊那郡南箕輪村の信州大学農学部の構内演習林で、標高は約770mで年平均降水量はおよそ1500mm、温量指数は83です。構内林は平地林で環境林として保全され、皆伐作業は行われていません。調査対象地である管理道を挟んで対置した4林班と5林班は1988年、それまでの生産目的の森林から、新たに期待され始めてきた構内の環境保全に供する風致育成方法の検討がなされ

ました。4林班のは小班は間伐当時50年生のヒノキ、サワラの上層に70年生のカラマツと60年生のアカマツが混在した森林で平均樹高は20m、立木密度は968本/ha、haあたりの材積は440立米、一方5林班のは小班は45年生のヒノキに50年生のアカマツが混交した森林で平均樹高18~19mで、立木密度は1276本/ha、haあたりの材積は380立米でした。林齢、樹高、疎密度について相違があるものの、樹種構成、林床の低木層の衰退などが同等であることから伐採による影響を比較できるものと考え、両林班を比較対象地として選んだということです。

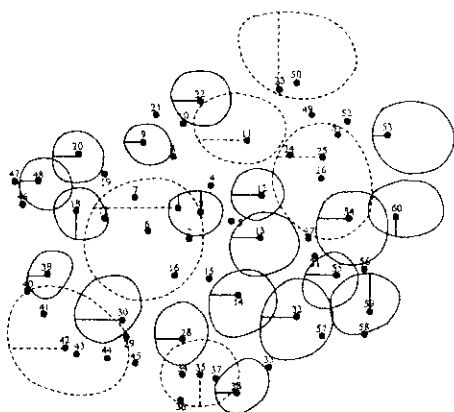
1988年、伐期を過ぎた両林班において風致改良という同じ目的で4林班は森林技術者、5林班は伊藤・馬場によって伐採木の選木が行われ、5年後の1993年2月にはほぼ計画段階と同じように施業が実行されました。その結果として、下層の広葉樹を保全して森林の多層化へと林相の変換を試みた点が共通であったり、間伐率が本数率で近似していました。(4林班は58%、5林班は62%)しかしながら、森林技術者の行った選木は林木の配置が均等であり、木材生産を目的とした密度管理の考えに支配されていることからこれを「通常間伐」と位置付けました。一方間伐時に風致施業を施したとして伊藤・馬場の行った選木は、伐採後の林木の大小と配置が不均等で群状に残る方法をとる「風致間伐」としました。<sup>1) 2)</sup>

## 2. 風致間伐

天然林はいろいろな規模で局所的に相対的に作られる立木の樹冠群によって構成され、その構成林木の樹種の成長上の特徴や環境や林齢の相違などによって群内に、また群間に支配・非支配の関係が生じるといわれています。一斉林を放置し、林内の種内競争による自然間引きを経て到達する天然性林も、林齢の違う林木の集団によってそのような構造をとると考えられます。また、この構造こそが天然林を保全させている原因であると考えられます。

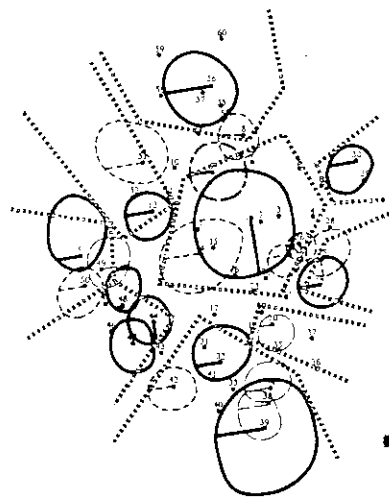
伊藤・馬場は人工林を、自立的に保全している天然林への方向を目指し、放置されるにつれて生じる林木間の形状の優劣は将来到達する天然生林の樹冠群を形作る支配・非支配木に符合すると考え、優勢となりつつある立木を主立木と位置付け、それを中心に林内を大きさの異なる小パッチ群に区分し、パッチ内で当分の間主立木の成長に支障をきたす心配のない立木を主立木に従った木として従立木とし、次世代の主立木として期待される木を次主立木、将来的に種内、種間競争に破れての枯死を予測して今は残して置く木を暫立木と位置づけ、それ以外の立木を伐採木として選定しました。(図-1参照)

この伐採方法は、森林の断続をもたらす一斉林を、少ない頻度での伐採によって保全可能な択伐林型へと森林構造の変換を期待したものであり、本研究はその林相変換の為の第一回目の伐採の施業効果について検証します。



— ヒノキ・サワラ  
- - - マツ・コナラ

図-1 通常間伐区の樹冠投影図 (一部)



樹冠群の境界線.....  
主立木——  
従立木- - -  
次主立木- - -  
暫立木- - -

図-1 風致間伐区の樹冠投影図 (一部)

### 3. 調査方法

調査は1999年8月から12月にかけて行いました。伐採方法の違いを観察するために上層木について毎木調査を、林内環境については全天写真に基づく樹冠開空度調査と相対照度を測定しました。またA、B両区の伐採後の更新と、将来にわたる林相変換の可能性を検証するために低木調査を行いました。

#### 1) 毎木調査

1999年8月に通常間伐区（以降A区）と風致間伐区（以降B区）それぞれに32×32mの面積固定枠を設定し（以下この各施業区の面積固定枠をA区、B区と呼ぶ）、胸高直径10cm以上の個体について樹高、胸高直径、枝下高を測定しました。

#### 2) 樹冠開空度調査

1999年12月にA・B両区を4×4mのグリッド（以降小プロットとする）ごとに分割し、各区内64ヶ所のそれぞれの小プロットの中心点で全天写真を撮影した後画像解析を行い、樹冠開空度を算出しました。全天写真の撮影は画角180度の魚眼レンズ日本光学製のフィッシュアイニッコールを用い、機械高130cmで水平に設定して行いました。さらに撮影は内蔵フィルターをスカイライト(LIA)として用い、また、撮影時はハレーションによる画像解析時の誤差を少なくするために曇天の日を選び行いました。使用したフィルムは35mmのカラーフィルムで、撮影した写真はEpsonフラットヘッドスキャナーES-2000を用いて700dpiで取り込んだ後、アドビ社のフォトショップver.4.0を用いて2値化し、画像面積全体のピクセル数に対する林冠の隙間のピクセル数の百分率をもって算出しました。<sup>5) 6)</sup>なお、本論文では全天空写真から計算される個々の小プロットの値を開空度林分全体の光環境を表すものを樹冠開空度としました。

#### 3) 相対照度調査

相対照度調査は曇天時を選び、遮蔽物のない全天と、林内を同時に測定し、その相対値を求めました。測点数は、A・B両区の各小プロットごとの中心点で低木層の真上で10回反復し、各区とも64個所計640点を測定し、その平均値を算出したものを各区の相対照度としました。なお、測定にはミノルタの照度計TH-1を用いました。

#### 4) 低木調査

低木調査は各小プロットごとに行い、50cm以上の木本類全てについて樹種、樹高、根元直径、130cm以上のものはさらに胸高直径を測定しました。

### 4. 結果と考察

#### (1) 高木層

##### (ア) 分布様式

高木層の平面的配置を明らかにするために高木の分布様式を次式による森下のIδを用いて調べました。<sup>7)</sup>

$$\delta = \frac{\sum_{i=q}^{Z(q)} ni(ni-1)/N(N-1)}{i=q} \quad I\delta = q\delta$$

N=総個体数 q=方形区の数 ni=i番目の方形区内の個体数

また、Iδの値が1から有意にはずれているかどうかは次式によるF検定を用いて調べました。

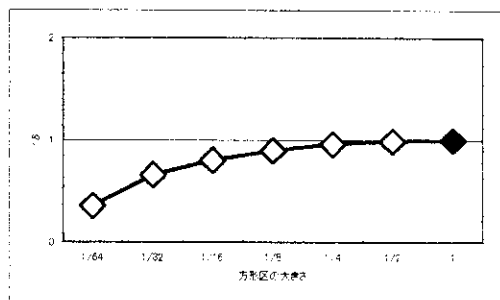
$$F_0 = \{I\delta(N-1) + q \cdot N\} / (q-1)$$

この結果図-2よりA区では規則分布の構造をとりました。A区は森林技術者による残存木の配置を均質化した間伐方法をとるものなので当然の結果となりました。これに対しB区では図-2より1/64と1/2で有意な集中斑を示しました。さらにこれを次式

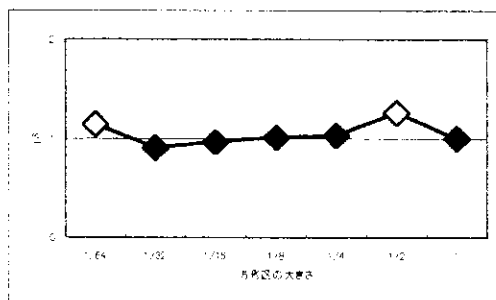
$$I \delta(s) / I \delta(2s)$$

式によって集中斑の大きさを調べたところ、林木は調査区の 1/2 の集中斑の中で 1/64 の大きさの小群状の集中がみられました。これにより、B区では伐採によって意図的に集中斑を持つ林木の集団を作成した事が認められました。

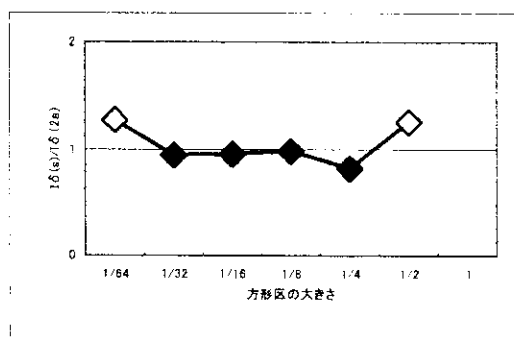
A区



B区



図一2 A、B区高木層分布様式



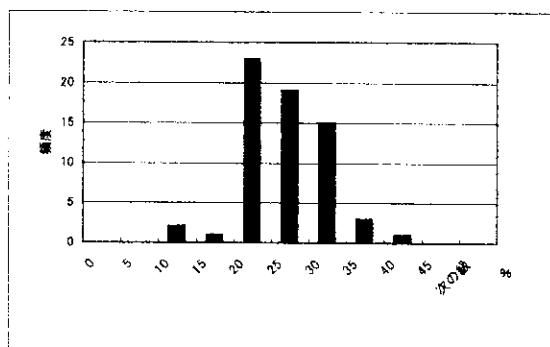
図一2 B区集中斑の大きさ  $I \delta(s) / I \delta(2s)$

### (イ) 樹冠開空度

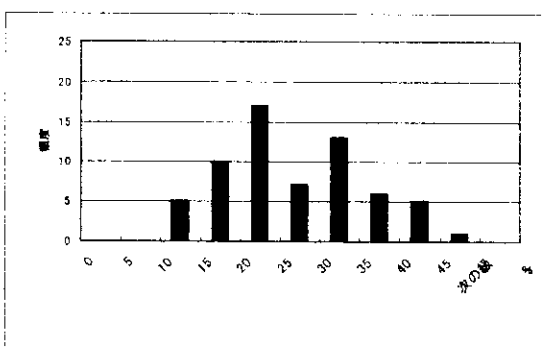
林内の光環境は光を遮断する林冠の疎密によって支配されると考え、樹冠開空度を測定しました。

A・B両区の樹冠開空度の平均値は21.97と21.83でした。図一3はA・B両区の樹冠開空度の度数分布表である。A区では20%から30%までに開空度が集中し、度数の幅が狭く、これはA区の間伐方法での林木の均等な配置を表しています。一方B区は20%~30%での値は大きいですが、度数の幅が広く、開空度の大きさのばらつきがA区より大きいと言えます。このことは、B区の伐採方法が群状になされていることに関係し、B区ではA区より伐採による林冠の粗密の格差が大きいことを表しました。

A区

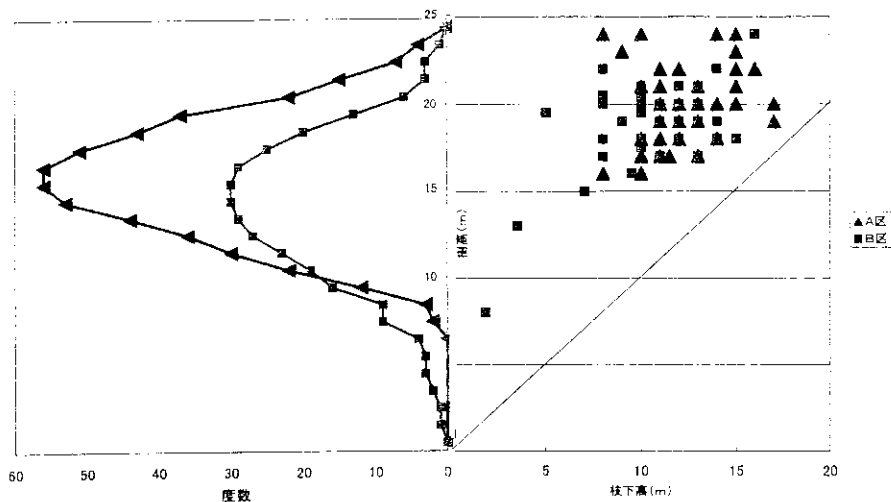


B区



図一3 A、B区開空度度数分布

(ウ) 樹冠層



図一4 A,B区樹冠曲線

図一4は大面積固定枠内の林木すべての樹冠長より作成した樹冠曲線です。これによって林内での垂直方向の樹冠層の厚みが明らかになります。その結果、A区は17~18mに分布のピークが有り、この高さに樹冠が集中しているのがわかります。それに対してB区ではA区

よりも広く分布しました。さらにA区の樹冠の分布範囲は7~25mで、B区の樹冠の分布は1~25mである事から、A区林冠の閉鎖による枝下の枯れ上がりが示され、B区では風致間伐による林冠ギャップから入射してくる光で伐採当初の下枝が残存しているのがわかりました。

(エ) 高木層の考察

林内環境を左右するのは高木層です。そこを透過する光、雨等が林内の環境を決定づける要因となる事は知られています。その結果、高木層を構成する林木の平面的な配置は樹冠投影図よりA区の方がB区より均等であることがわかり、さらに分布様式からもそれが明らかになりました。両区間の高木層の有り様の違いは伐採後6年を経て林冠のうっ閉が始まりつつある現在においてもA区とB区との間に分布形態の違う樹冠開度を保っています。また、林冠層がつくる林内の垂直方向の空間構造は伐採後6年を経て、樹冠長による樹冠曲線からA区ではある高さに樹冠層が集中していて、高木層では一斉林の様相を脱していませんでした。一方B区での樹冠はA区よりも相対的に垂直方向の分布のばらつきが生じました。これはB区が伐採による不均一な林木の平面的配置によって、各林木の受ける光の量が一定でなくなった結果生じたA区との差異であると判断でき、さらにそういった両区の空間の違いが、異なった樹径級の分布を生じさせたことも明らかになり、A区の間伐による林木の配置によって高木層のヒノキの均質な生育が、B区の意図的な群状の林木配置によっては、高木層では異齢多段林を育成しつつありました。

以上の結果によって6年を経てなお、A区とB区の違いが認められたことから、伐採直後から現在に至るまでの間、両区の林内環境に違いがあったと考察されました。

(2) 照度

(ア) 相対照度

相対照度調査の結果、A区では最大値22.04%最小値0.924%、B区では最大値46.38%最小値0.38%でした。しかし全体の平均値はA区で5.10%、B区では5.45%で近接しており、さらにA区では64小プロット中56が、B区では64小プロット中55ヶ所が5~15%の間の値が測定され、林内の散光の分布がほとんど変わりませんでした。

(イ) 照度の考察

今回の測定の結果より、前回の伐採から6年を経て林冠が閉鎖し始めたにも関わらず、現在の両区間で



(イ) 優占種の樹高

図-6は表-1での出現頻度15本以上の低木層の高木類についての度数分布図です。A区ではヤマウルシの最高樹高級260cmまでの間で他の樹種との競合関係にあることが確認できました。さらに、260cm以上の他の樹種はエゴノキ、コシアブラ、ウワミズザクラが少数存在するのみでした。一方B区では、ヤマウルシの分布のピークである200cm付近でやはり他の樹種との競争関係が見られるが、ヤマウルシの樹高が頭打ちである300cm以上でもウワミズザクラを初めとした各樹種の存在がA区よりも多く確認でき、これらはヤマウルシの樹高による被圧から脱した、次世代の森を形成する可能性のある樹種と考える事ができました。

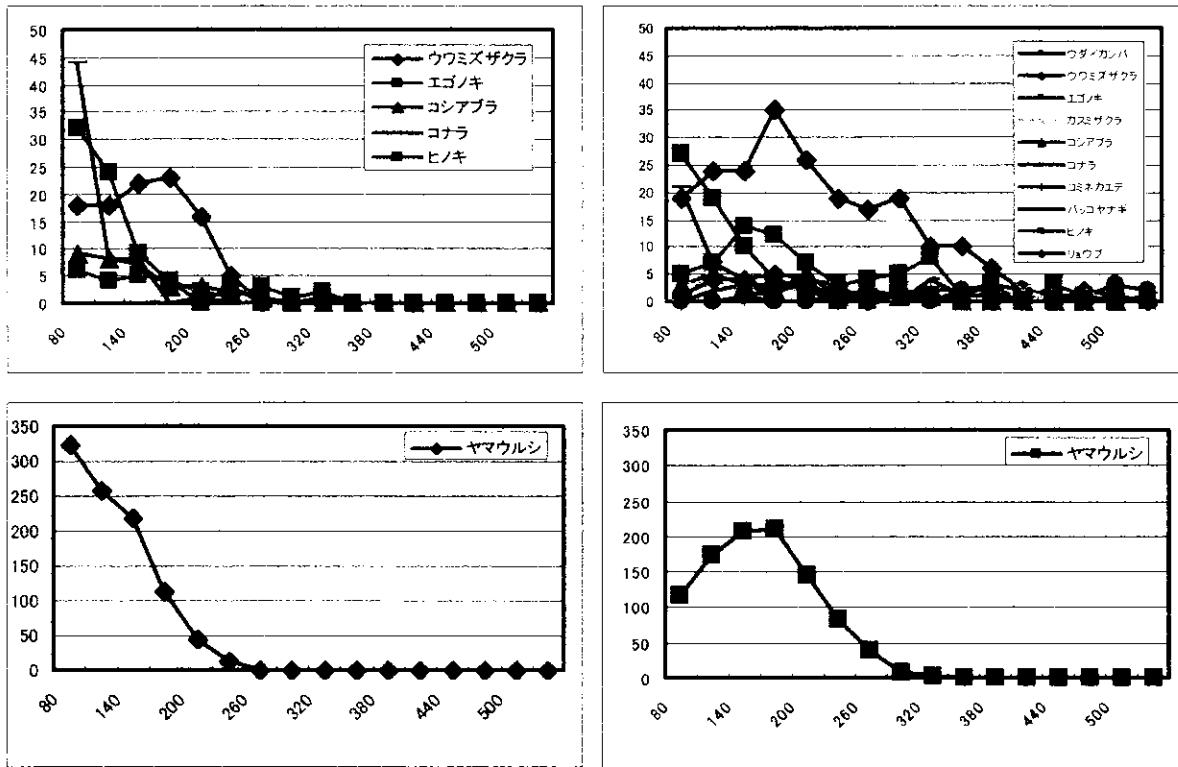


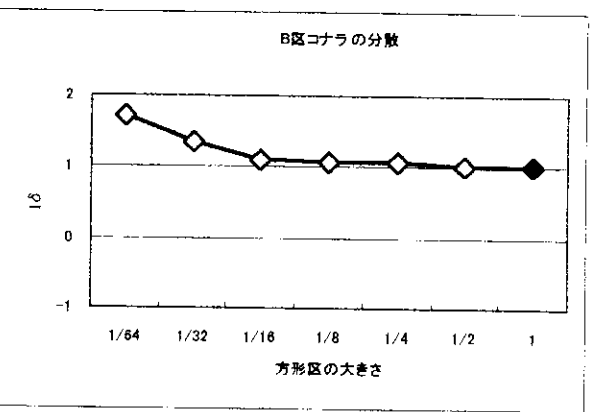
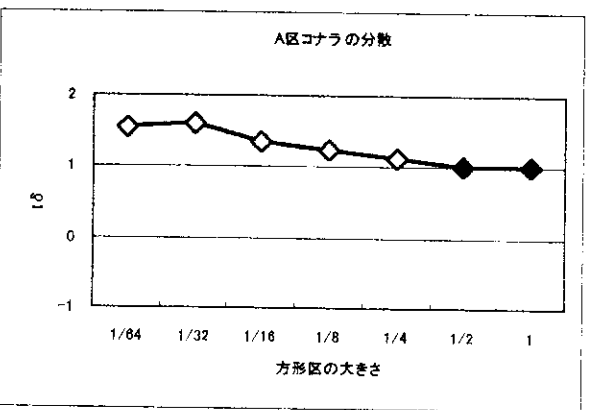
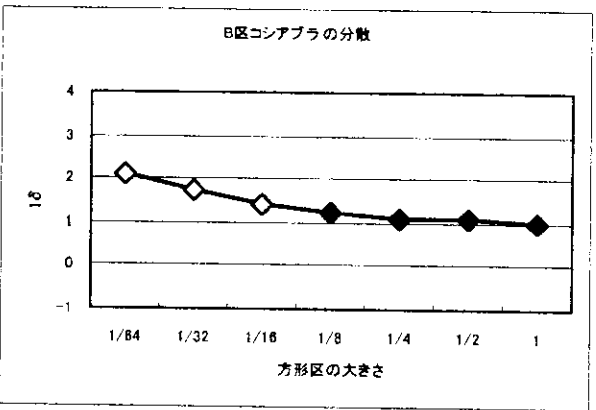
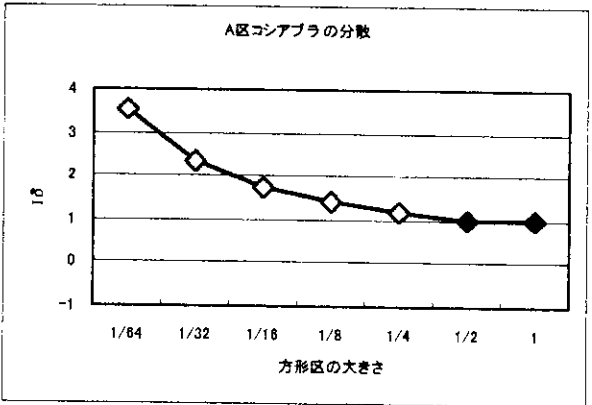
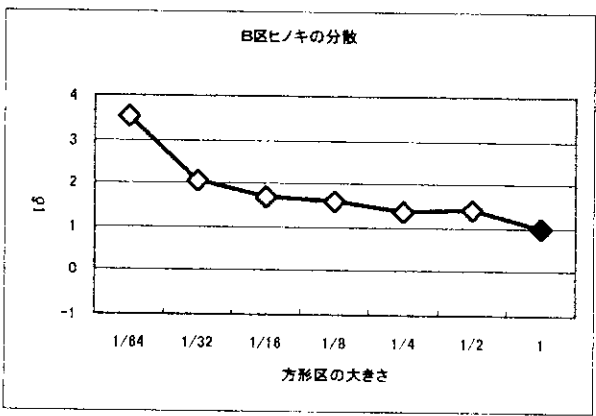
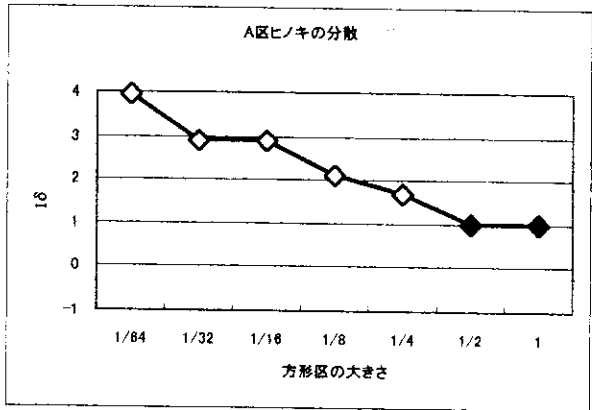
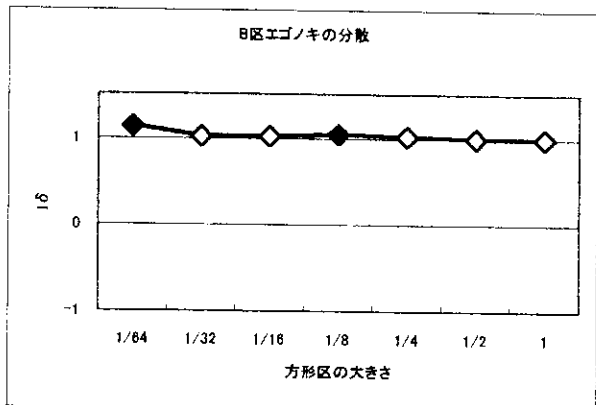
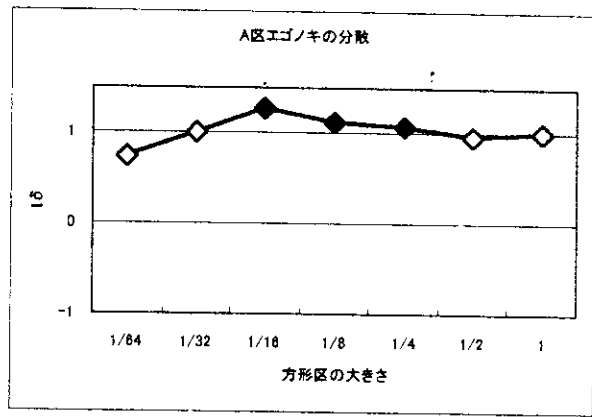
図-6 A,B区出現頻度15本以上の優占種(上)と、ヤマウルシ(下)の樹高級度数分布

(ウ) 優占種の分布様式

次に図-7で、両区での出現頻度上位5種についての分散構造を森下のIδによって調べました。その結果、A区B区の樹種ごとで互いに類似した集中的な分布構造をとる事が判りました。これは両区とも伐採後のギャップ影響下での各樹種の集中斑を表していると考えられました。

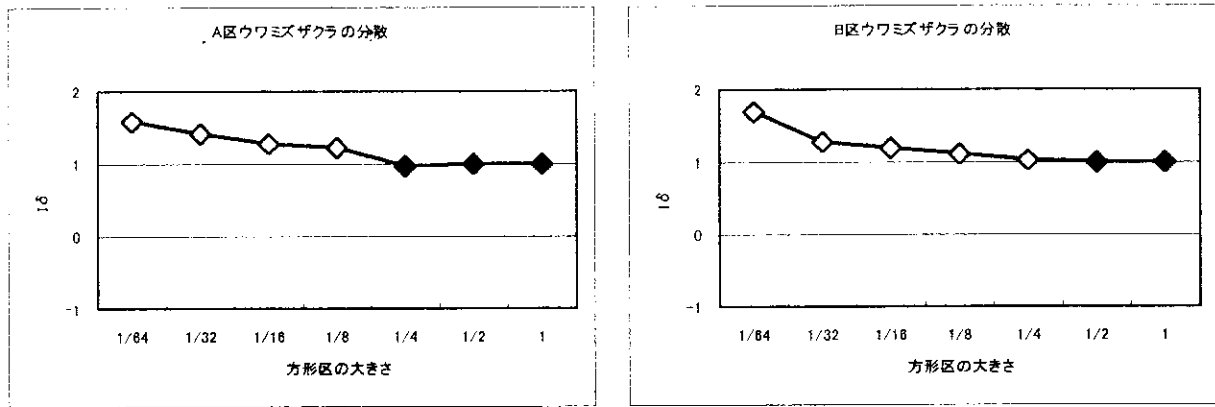
(エ) 低木層の考察

林床の低木類はA区とB区との間では出現種数や本数に多少の差はあったが、林冠ギャップによる平面的な優占種の分布の違いや植生の違いを見いだすには至りませんでした。このことは、両区の林内での相対照度によって測定される散光の、著しい差異が見いだせなかったことに関連していると考えられました。調査では施業方法の異なる二つの林分では、ヤマウルシのその他の樹種への被圧の度合いによる垂直方向への違いが認められました。この林冠ギャップから侵入する光斑や、A区では均等な、B区では広狭の格差の生じた高木層の平面的配置の違いによる低木層の生育場所の占有空間の違いによってもたらされた結果だと考察されます。B区では林床植生の垂直方向の多層化がもたらされたと考えられます。



図一七 A (左) B (右) 区優占種の分布様式  
(上からエゴノキ, ヒノキ, コシアブラ, コナラ)





続 図一七 A (左) B (右) 区優占種 (ウワミズザクラ) の分布様式

## 5. 総合考察

樹冠投影図と分布様式、A区、B区の林木の平面的な配列、さらに樹冠曲線の垂直樹冠の構造から、伐採後6年間にA区では均等な林木の配列が均等な樹冠の断面構造に導き、一方、B区では不均等な林木の配列が不均等な樹冠の断面構造をもたらしたことが明らかになり、高木層の多層化が進行しつつあると考えられました。さらに両区は6年間を経た現在でさえも開空度の疎密の格差による分布の違いが認められました。しかし、相対照度による林内の散光による光環境の違いは今回の調査では顕著に認められませんでした。したが、両区での開空度に格差があることから、また、低木の上長生長に違いがあることから、さらなる林内環境の相違の調査のためには林内の直達光の測定がさらに必要だと考えられます。

低木層の樹高の分布の違いは時間とともに林冠の疎開とうっ閉の格差によって、平面的な分布の違いを誘導するともと思われました。A区では、均等な林木の配置から森林全体の林冠の閉鎖が同時に起こり、下層の広葉樹類の全体的な衰退が予想されます。B区は現在の森林の様子から、疎開した林冠下では主にヤマウルシに対してすでに高さで優占しているウワミズザクラやコナラ、エゴノキ、コシアブラ等のような広葉樹を中心に、うっ閉部では耐陰性の強いヒノキが次第に樹高でヤマウルシを被圧して成長し、それぞれの適所に分布することが予想されるからです。それらはその樹高から、亜高木層や上層木として将来の森林を形成する片鱗をかいま見せていました。この予想については今後、両林地の動態に関するさらなる調査及び検証が必要です。以上によって風致間伐の施された人工林は、通常間伐された森林に比べ、伐採によって構造にばらつきの生じた上層の針葉樹と下層に生育した多種の広葉樹で構成される針広混交の天然生林への変換の可能性を示唆していました。

## おわりに

人工林を間伐しないで放置した場合上層が過密となり、木材生産の目的を達し得ないと共に下層の植生の生育も上層によって抑制され、自己間引きが起こるまでのをある一定期間、自然林への移行停滞させることが考えられます。そのような意味でも、伐採による人工林の手入れが必要であると共に高齢林・天然生林への持続的な林相変換の為の伐採方法の開発が望まれます。さらに持続的森林変化によって転換した人工林は、生態的安定と多様さによって風致的効果が発揮されると考えます。<sup>3)</sup>

## 参考文献

- 1) 伊藤精悟, 馬場多久男 (1989): 人工林の風致間伐のための残存木と伐採木の選定に関する考察: 造園雑誌 52(5), 199-204
- 2) 伊藤精悟, 馬場多久男 (1994): ヒノキ林の風致間伐の実行に伴う森林育成と経営上の問題-信州大学農学部構内ヒノ

- キ林を事例として-: 信州大学農学部演習林報告 31, 1-34
- 3) 伊藤精悟編 (1991): 森林風致計画学: 文永堂出版
- 4) 日本林業技術協会: 森林構成群を基礎とするヒバ天然林の施業法: 1981

5) 安藤貴(1982) : 全天写真による林冠の開空度の測定 : 林業試験場研究報告 323、4-8  
6) 兼平文憲(1992) : イメージスキャナーと全天写真を利用した

開空度の測定 : 青森県林業試験場報告 42、1-9  
7) 群落の組成と構造(1977) : 朝倉書店  
8) 四手井綱英編(1999) : 森林保護学 : 朝倉書店