

# 混交林等多面的機能発揮に適した森林造成管理技術の開発

(国庫課題 平成6～10年度)

造林経営部 今井辰雄  
 高原尚人※  
 斎藤寛  
 渡部秀行

## 目次

要 旨 .....	91
はじめに .....	92
1. 混交林の実態 .....	93
2. 試験地の土壌 .....	98
3. 目標林型の造成技術 .....	107
4. 混交林の管理技術体系の検討 .....	111
おわりに .....	113
文 献 .....	114

## 要 旨

アカマツは1957年に人工植栽されたが、その後の不成績化と手入れ不足に伴い、前生樹のコナラが10年程遅れて混交林化した「アカマツ-コナラ混交林」と、アカマツの生育は中庸であるが、保育管理が不十分で前生樹のミズナラが植栽後26年以降に萌芽更新した「アカマツ-ミズナラ混交複層林」において、除間伐および下刈りを行い、5ヶ年間の林分状態を総合的に調査検討した。

その結果、アカマツ-コナラ混交林では除間伐実施後から、自然枯死木や衰退枝の発生がみられなくなり、5年経過時では上木のアカマツ生長には有意な差がないものの、亜高木のコナラでは13%程度の肥大生長があった。

林内の相対照度は約11%で推移したが、無施業区では約8%と平均で3%程度下回り、これが劣勢木の枯損助長に結びついたものと考えられた。

斜面の土砂流出量は無施業区で71g/m/年であったが、集中豪雨の月ではこれが509g/m/年に拡大した。しかし、施業区においてはこれが13g/m/年と1/5以下に抑制され、集中豪雨の月においても103g/m/年と緩和される傾向にあった。

施業区の土壌断面では地表部の典型的な堅果状構造や粒状構造が弱くなり、物理性ではA層の透水

性が若干上昇し、化学性では pH(H<sub>2</sub>O) がやや弱酸性化した。なお、その他の数値は若干の変動はみられたものの無施業区との差は明らかではなかった。

深さ30cmまでのコナラ等の根系は施業区において健全根が94%に達し、しかも無施業区と比較しても34%増加しており、特に下層で太根が多く出現する傾向にあった。

なお、コナラを伐倒しシイタケを発生させたところ、施業区の原木において10%程度、発生量が多い傾向を示した。

以上のように、アカマツ-コナラ混交林において、アカマツ植栽後38年目に15%程度の除間伐と下刈りを実施しても、アカマツの肥大生長に大きく関与することはなかった。

しかし、施業を実施することで林内の光環境が変化し、亜高木層のコナラ根系の健全化が促進され、肥大生長と土砂流出の減少という防災機能の強化に結びついた。

一方、アカマツ-ミズナラ混交複層林では試験地設定3年目に、無施業区での下層木枯損や衰退枝が多くなり、5年経過時では少なくとも立木の20%が衰退していた。ここでも施業区と無施業区のアカマツには生長差がないものの、下層木ミズナラの樹高と直径において、施業区が7%程度の生長促進と肥大生長がみられた。

林内の相対照度は施業区が当初24%、最終17%で推移したが、無施業区では12~6%と平均的に12%程度下回り、これが下層木の衰退に大きく結びついたものと考えられた。

斜面の土砂流出量は施業区で1.5g/m/年、無施業区で0.5g/m/年と極めて少なく、林内整備を行うことによる差は認められなかった。これは斜面が安定し立木の本数が多いことと、落葉層も厚く堆積しているため、土砂流出が発生しにくい立地条件にあるものと考えられた。

施業区の土壌断面はA層上部にみられた堅果状構造等が弱くなり、落葉層も40%以下に減少した。また、根系調査の際掘り取っておいた断面中の白色菌糸も1/7程度に減少した。

物理性・化学性での若干の数値の変動はみられたものの無施業区との差は明らかではなかった。

深さ30cmまでのミズナラ等の根系は、施業区の健全根が96%に達したが、無施業区では83%に止まった。施業による根系の増加や下層での太根には結びつかなかったが、今後、これら施業効果が、下層木の旺盛な生長に転じるものと考えられた。

以上のように山腹平衡斜面下で、50%程度の除伐効果が5年間での生長量に大きく関与することはなかった。しかし、今後は無施業区に比較し、林内の光環境が改善され、落葉層の分解促進とともに、有用広葉樹の生長やアカマツ上木の肥大生長に結びつくものと考えられた。

## はじめに

近年、森林の持つ役割が木材生産や国土保全といった機能にとどまらず、生活環境や保健文化といった方向へ高度化・多様化されており、これらは戦後植栽されたスギ・アカマツ等の造林地についても、その多面的機能の発揮が期待されている。

このため、地域の自然環境・社会経済的条件に応じて、一斉造林地に広葉樹の導入や萌芽促進を適合させた、幅広い森林造成管理技術の確立が求められている。

福島県では、人工造林面積が1997年度<sup>1)</sup>203,124haに達し、このうちスギは130,673ha、ヒノキ9,668ha、アカマツ50,374ha、カラマツ11,131ha、そして広葉樹は1,173haに及んでいる。

このうち手入れの行き届かないスギ、ヒノキ林内の相対照度が10%以下になると、光環境の悪化により下層植生の侵入が少なくなり、裸地化したり、また、地形・地質等の条件によっては表土流出が発生している。

これらの林分では人工的にギャップを造成し広葉樹を導入しても、混交林への誘導化は難しく、時間も必要である。この点、アカマツは前世樹の広葉樹が比較的容易に侵入しており、混交林として誘導しやすい性質を持っている。

そこで、一つにはアカマツ人工林の不成績地を対象として、林内に亜高木として侵入しているコナラ等を適宜除間伐し「アカマツ-コナラ混交林」を造成するとともに、二つ目として、比較的手入れが行き届き生長も良い、アカマツ人工林内に萌芽発生したミズナラ等を適宜除伐して「アカマツ-ミズナラ混交複層林」化する方法を試みた。

なお、本研究は平成6～10年度にかけて林野庁の国庫助成「混交林等多面的機能發揮に適した森林造成管理技術の開発」として、本県を含め全国35道府県・36機関が連携し実施したものである。

本研究をまとめるに当たり、試験地設定や現地での調査にご協力を戴いた田島町荒海財産区、ならびに南会津農林事務所森林林業部の改良普及員各位に厚くお礼を申し上げます。

また、終始有益なご助言・ご指導を戴いた荒井場長、在原緑化保全部長に感謝します。

## 1 混交林の実態

### 1. 試験地の概況および立地環境特性

試験地は、本県南西部の南会津郡田島町大田沢地内の民有林に設置した。図-1に示すように阿賀野川の上流、小桂川と水無川両河川により浸食された山間部に位置し、標高は650～750mで中起伏山

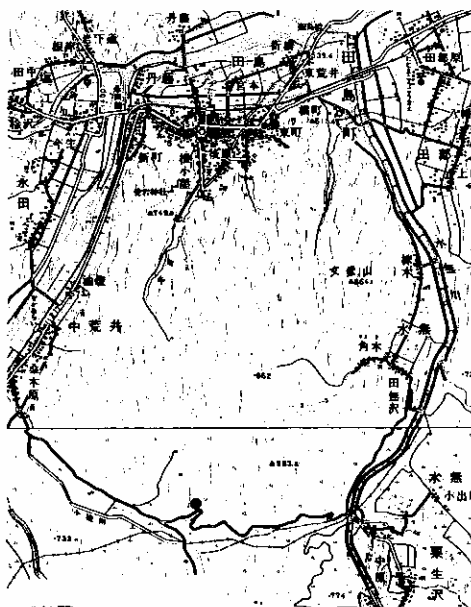


図-1 試験地位置

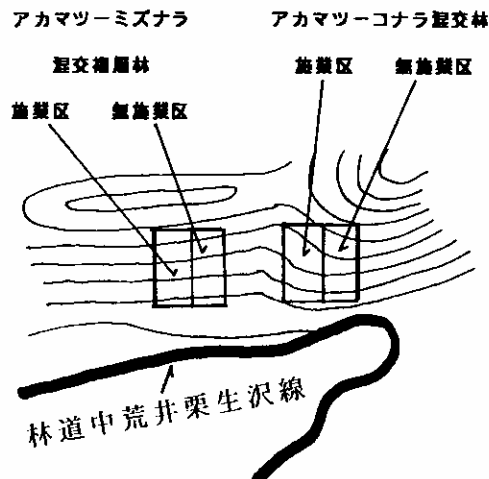


図-2 試験区配置

地を呈している。方位は全体的に南南東～南東で、傾斜は尾根部で35～40度と急峻で、山腹斜面で22～30度とやや緩斜である。

表層地質は新第三紀層の溶結凝灰岩および安山岩質岩石で、土壌はこれらの風化母材に石礫が混在し、尾根部や山腹凸型斜面では乾性褐色森林土のB<sub>A</sub>・B<sub>B</sub>・B<sub>C</sub>型が、山腹中・下部の斜面では適潤性褐色森林土のB<sub>D(a)</sub>・B<sub>D</sub>型が、山麓緩斜面の一部には火山灰土壌である適潤性黒色土のBl<sub>b</sub>型が出現する。

試験区は図-2、表-1に示すように、アカマツ-コナラ混交林(試験区Ⅰ)は林道のカーブ付近に突き出た尾根凸型急斜面下にあり、生育不良なアカマツとコナラが約3:1の割合で混交している。傾斜が急なため林床下には小角礫がみられる。

一方、アカマツ-ミズナラ混交複層林(試験区Ⅱ)はカーブ手前のやや緩斜な山腹平衡斜面下にあり、比較的生長の良いアカマツが生育し、下層植生はミズナラが優占する複層林形式の混交林である。斜面上部の土壌は残積土を主に、斜面下部は匍行土で林床下は厚い落葉層に覆われている。

表-1 試験地の立地環境

試験区	標高	位置・形状	堆積様式	方位	傾斜度	地質	土壌型	A層の厚さ
アカマツ-コナラ混交林(Ⅰ)	680m	山腹凸型	残積	S23E	35	溶結凝灰岩	B <sub>B</sub>	3~9cm
アカマツ-ミズナラ混交複層林(Ⅱ)	670m	山腹平衡	匍行	S30E	28	溶結凝灰岩	B <sub>C</sub> -B <sub>D</sub>	15~50cm

気象は最寄りの測候所資料<sup>2)</sup>から年平均気温9度、年降水量1,263mm、最高積雪深135cmと寒冷であるが、近年の傾向は秋～冬～初夏の最低気温が上昇しており、積雪量も減少している実態にある。

## 2. 植生と林分構造

試験区の植生と林分構造は表-2に示すように、1957(昭和32)年にアカマツが植栽されたものの、試験区Ⅰは生育不良と手入れ不足に伴い、前世樹のコナラが10年後に林内に侵入し、アカマツ-コナラ混交林となり、高木層のアカマツ・コナラは樹高14m、亜高木のコナラは11mに達している。また、

表-2 試験地の植生

( )は被度階級

試験区	高木層	亜高木層	低木層
アカマツ-コナラ混交林(試験区Ⅰ)	アカマツ 14m(3)	コナラ 11m(4) ミズナラ 9m(1)	ウワミズザクラ7m(1) リョウブ(3) ヤマウルシ(2) マンサク7m(1) ネジキ7m(1) コバノトネリコ7m(1) ヤマツツジ(1) ホツツジ(1) ナツハゼ(1) シラヤマギク(+) ススキ(+) ミヤマガマズミ(+) フジ(+) ヤマハギ(r) ギボウシ(r) ハクウンボク(r) ノブキ(r) スゲ sp(r)
アカマツ-ミズナラ混交複層林(試験区Ⅱ)	アカマツ 17m(5)	-	ミズナラ4m(4) クリ6m(2) ウワミズザクラ5m(2) コバノトネリコ4m(1) ウリカエダ3m(1) ミズキ4m(1) コナラ4m(1) ヤマウルシ3m(1) ヤマモミジ3m(1) ハリギリ1m(1) ヤマツツジ1m(1) ミヤマガマズミ(1) コマユミ(1) フジ(1) ツノハシバミ(+) オケラ(+) フタリシズカ(+) ヤマガシユウ(+) スゲ sp(+) シュラン(+) イチヤクソウ(+) ヤマイモ(+) ミツバアケビ(+) ギボウシ(r) ノブドウ(r) カナワラビ(r) ユリ sp(r)

低木層にはミズナラ・ウワミズザクラ、マンサク・コバノトネリコ・ネジキ・リョウブ等、試験区内で22種が確認された。

一方、試験区Ⅱのアカマツは生長も良く、樹高が17mに達している。これは土壤条件が良いのと、林内の間伐が植栽後15年目に1回、冠雪害の整理伐が植栽後34年目に1回実施されてきたもので、低木層にはミズナラ等の萌芽が5m前後に生長している。

植生は高木層にアカマツのみが存在し、低木層にはミズナラ・クリ・ウワミズザクラ・コバノトネリコ・ウリカエデ・ミズキ・ヤマモミジ等、全体で30種が確認された。

試験区Ⅰではコナラ(写真-1)、試験区Ⅱではミズナラ(写真-2)の侵入が多く、コナラは尾根から山腹上部にかけて、ミズナラは山腹中部から下部にかけて出現率が高い傾向にあり、両者の住み分けがみられた。



写真-1 アカマツ-コナラ混交林



写真-2 アカマツ-ミズナラ混交複層林

### 3. 樹幹解析

混交林として目標林型を設定するには、各樹種のこれまでの主林木の生育経過を樹幹解析する必要がある。このため、1994年8月にアカマツ-コナラ混交林におけるコナラ、アカマツ-ミズナラ混交複層林のアカマツを選抜し、地上0.2m・1.2m・3.2m、その後は2m間隔で順次円盤を採取し測定した。測定木はそれぞれ優勢木1本を用いた。

#### (1) コナラの解析結果

##### ① 樹幹解析図からみた生長過程

コナラの樹幹解析木を図-3に示す。この図は縦軸に樹高と年齢、横軸に高さ毎の直径を示したもので樹齢32年、樹高14.1m、胸高直径12.4cm、枝下高7.3mであった。

幼年時から15年生までの生育は良好で、その後の生長も比較的順調である。これは福島県民有林コナラ・クヌギ林分材積表<sup>3)</sup>の地位級1~3に当てはめると、1級とほぼ同等の生育を示唆し

ている。しかし、試験区内のコナラの樹高は7~14(平均11)m、直径は5~14(平均11)cmであることから、総体的な材積では地位級2と3のほぼ中間にあり、平均よりやや低い生長を示している。

## ② 樹高生長曲線

図-4に樹高生長を示す。これによると伐倒時の樹齢32年までの総生長量は14.1mで、連年生長量(5年間の平均)の変化は11年から15年までと1年から5年までの生長がそれぞれ0.7、0.64mと伸びが良く、26年以降から伐採時までには0.21m以下の最盛期の1/3以下となっている。総平均生長量は1年から5年までと11年から15年までの生長がそれぞれ0.64、0.58mと伸びが良い。32年間の年平均生長量は0.44mである。

この曲線からアカマツを植栽後しばらくしてからコナラが萌芽更新し、しかもアカマツの生育不良と手入れ不足から、初期のコナラの生育は旺盛で、これは20年頃まで続き、その後アカマツやコナラ同士の競合と、地力の低下から生育が鈍ってきたものと考えられる。

## ③ 胸高直径生長曲線

図-5に胸高直径生長を示す。伐倒時の胸高直径は皮なしで9.9cmであり、連年生長は11~15年にかけて0.53cmと比較的良好であるが、その後次第に衰え、26年以降から伐倒時までには0.26cmとさらに低下している。平均生長量は16~25年が0.32cmと最大である。32年間の年平均生長量は0.31cmである。

この曲線から直径生長は樹高生長より時間的に遅れて生長し、樹高の伸びが低下した後も引き続き肥大生長する傾向にあった。

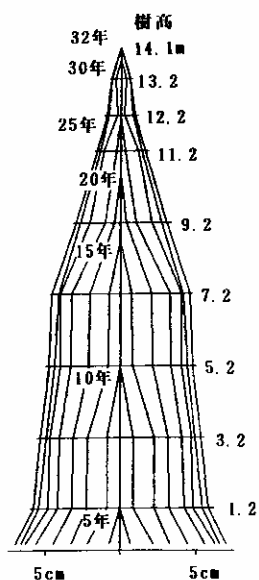


図-3 コナラの樹幹解析

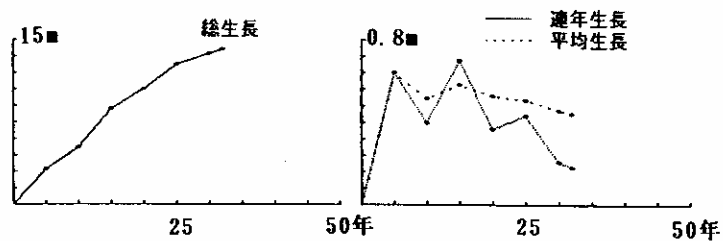


図-4 コナラの樹高生長曲線

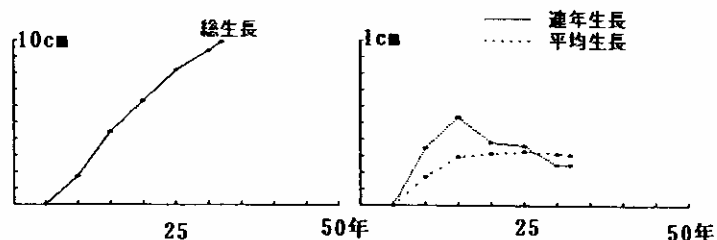


図-5 コナラの直径生長曲線

## ④ 胸高断面積生長曲線

図-6に胸高断面積生長を示す。伐倒時の胸高断面積は0.0076m<sup>2</sup>であり、連年生長は21~25年にかけて0.0004m<sup>2</sup>と最大であった。平均生長量は16年以降伐倒時まで0.0002m<sup>2</sup>で推移した。この曲線から胸高断面積は胸高直径よりさらに時間的に遅れて生長し、その後も僅かながら上昇傾向

にあった。

⑤ 材積生長曲線

図-7に材積生長を示す。伐倒時の幹材積は0.0647 $\text{m}^3$ であり、樹皮率は14.6%であった。総生長は21~25年に0.018 $\text{m}^3$ と最大で、連年生長・平均生長は、ともに31年以降からそれぞれ0.0053、0.002 $\text{m}^3$ と最大であった。この曲線から材積は胸高断面積よりさらに時間的に遅れて生長し今後も上昇する傾向にあった。

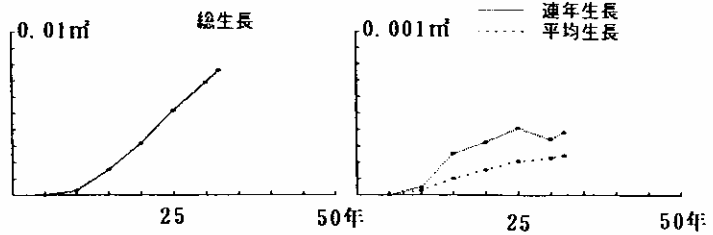


図-6 コナラの胸高断面積曲線

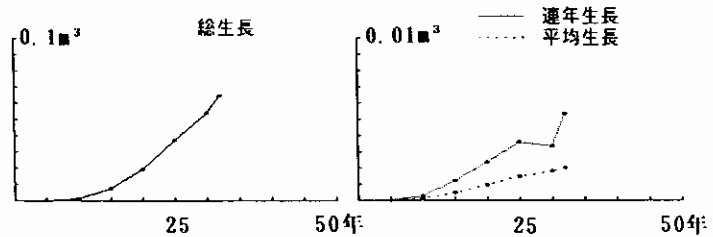


図-7 コナラの材積生長曲線

(2) アカマツの解析結果

① 樹幹解析図からみた生長過程

アカマツの樹幹解析木を図-8に示す。樹齢41年、樹高18.7m、胸高直径25.4cm、枝下高7.8mであった。これによると植栽時から7年生頃までの生育は良くないが、10年生以降から生育は良好となり、その後の生長も順調である。これは福島県民有林アカマツ人工林収穫予想表<sup>4)</sup>の地位級1~5に当てはめると、2級の生育をしている。

試験区内のアカマツの樹高は15~21(17)m、直径は18~37(25)cmであり、総体的な材積では地位級2~3にあり平均よりやや高い生長を示している。

② 樹高生長曲線

図-9に樹高生長を示す。伐倒時の樹齢41年までの総生長量は18.7mで、連年生長量の変化は11年から15年までの生長が0.9mと極めて伸びが良く、36年以降伐倒時までには0.32m以下と最盛期の1/3程度となっている。総平均生長量は11年から35年までの生長が0.48m以上と平均的な伸びをみせている。41年間の年平均生長量は0.46mである。

この曲線から植栽10年頃までは積雪環境下にあるため伸びが停滞していたが、11年以降から旺盛な生長に転じたことが伺える。

③ 胸高直径生長曲線

図-10に胸高直径生長を示す。伐倒時の胸高直径は皮なしで20.6cmであり、連年生長は16~20年に1.38cmと良好であるが、その後次第に衰え、36~40年までは0.39cmと低下した。しかし、その後伐倒時には0.75cmまで回復している。平均生長量は26~30年まで0.52cmとピークを示し、その後もほぼ同程度に推移した。41年間の年平均生長量は0.5cmである。

この曲線からアカマツの直径生長もコナラ同様、樹高生長より5年程遅れて生長し、樹高が低下した後でも生長する傾向にあった。

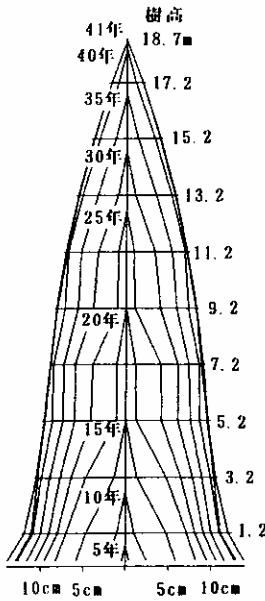


図-8 アカマツの樹幹解析

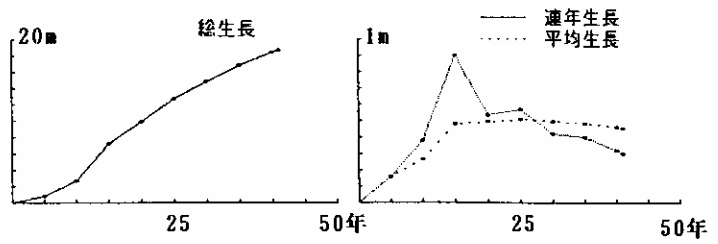


図-9 アカマツの樹高生長曲線

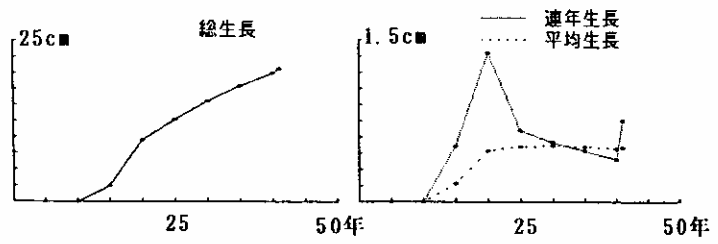


図-10 アカマツの直径生長曲線

④ 樹高断面積生長曲線

図-11に胸高断面積生長を示す。伐倒時の胸高断面積は $0.0332\text{m}^2$ であった。総生長は16~20年にかけて $0.0065\text{m}^2$ と最大であり、その後も同程度で推移している。連年生長は16年以降 $0.0012\text{m}^2$ で推移し、平均生長量は36年以降伐倒時まで $0.0008\text{m}^2$ であった。

この曲線から胸高断面積は胸高直径よりさらに5年程遅れて生長し、その後も上昇傾向にあった。

⑤ 材積生長曲線

図-12に材積生長を示す。伐倒時の幹材積は $0.356\text{m}^3$ であり、樹皮率は6%であった。総生長・連年生長・平均生長はともに26年以降同じような形態で推移している。この曲線から材積は胸高断面積とほぼ同時期に生長カーブを描いている。

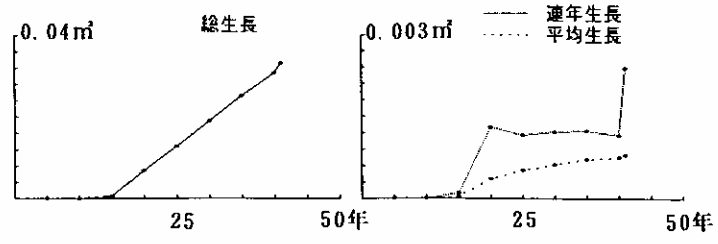


図-11 アカマツの胸高断面積曲線

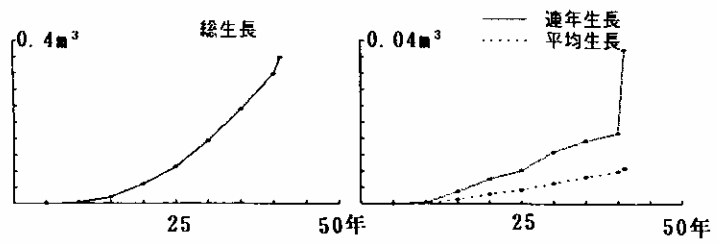


図-12 アカマツの材積生長曲線

2 試験地の土壌

1. 土壌の特性

アカマツ-コナラ混交林およびアカマツ-ミズナラ混交複層林を施業することにより、林床下の落葉層や森林土壌の構造、さらに理化学的性質や林内の土砂流出量がどのように変化するかを、施業前の1994年8月と、施業5年後の1998年8月に、それぞれの代表箇所1ヶ所ずつで実施した。

施業前の土壌断面調査結果を図-13、表-3に、理学的性質を表-4に示した。



なお、化学性は簡易分析によったため、pHを除き数値は示さなかった。

(1) アカマツ-コナラ混交林

① 施業前

全体的に土色は淡い褐色でA層も浅く腐植も少ない。層中には小・中・大の角礫を含み、土性は壤土～砂質壤土、地表部に粒状・弱堅果状構造を持つ。堅密度は軟、水湿は乾燥傾向にある。物理性での透水性はA層で112ml/分とやや大きく、B層で90mlと中であつた。

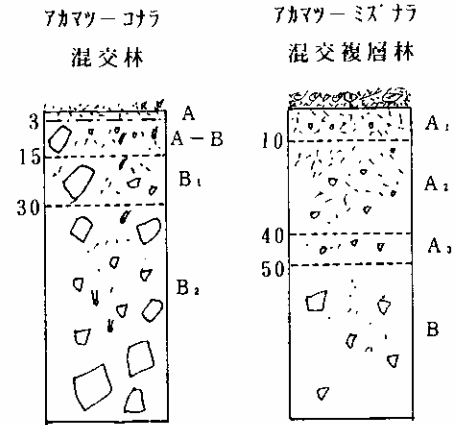


図-13 土壌断面

表-3 土壌断面調査

試験地	層位・層厚	上色	腐植・石礫	土性	構造	堅密度	水湿状態
アカマツ-コナラ混交林 B <sub>a</sub> 型	A 3cm	10YR 2.5/3	含・小角含	L	Gr・弱 Nt	軟 10	乾
	A-B <sub>1</sub> 12	10YR 3.5/3	乏・小大含	L-SL	弱 Gr	軟 11	〃
	B <sub>2</sub> 15	10YR 4/4	乏・小角含	L	—	軟 12	やや乾
	B <sub>3</sub> 20+	10YR 4.5/4	乏・小中含	L	—	軟 13	〃
アカマツ-ミズナラ混交複層林 B <sub>c</sub> -B <sub>d</sub> 型	A <sub>1</sub> 10	10YR 2/2.5	富・小角富	L	Nt・Gr	しょう 6	乾
	A <sub>2</sub> 30	10YR 2/3	〃	L	弱 Gr	軟 10	やや乾
	A <sub>3</sub> 10	10YR 2/3	富・小中富	L	弱 Gr	やや堅 15	やや潤
	B 20+	7.5YR 3/4	含・小中含	L-CL	—	やや堅 14	〃

表-4 土壌の理化学性

試験地	層位・層厚	透水性	全孔隙量	細孔隙量	粗孔隙量	最大容水量	最小容気量
アカマツ-コナラ混交林	A 3cm	112ml/分	67%	16%	51%	53%	14%
	A-B <sub>1</sub> 12	90	68	15	53	52	16
	B <sub>2</sub> 15	90	65	19	46	54	11
	B <sub>3</sub> 20+	67	63	17	46	53	10
アカマツ-ミズナラ混交複層林	A <sub>1</sub> 10	103	70	16	54	38	32
	A <sub>2</sub> 30	80	73	26	47	64	9
	A <sub>3</sub> 10	76	71	23	48	63	8
	B 20+	76	72	27	45	64	8

土壌水分を保持する細孔隙量は15~19%と小さく、透過させる粗孔隙量は46~53%と大きい。最大容水量は52~54%と中で、最小容気量も10~16%と通常の値である。

化学性での pH(H<sub>2</sub>O)は4.5~4.6と中酸性であり、pH(KCl)は3.6~3.7と H<sub>2</sub>O より 1 前後低下した。リン・カルシウム・マグネシウムは僅かに含むものの乏しい含有であった。

② 施業後

施業5年後の土壌断面では、地表部の典型的な粒状・弱堅果状構造は少なくなりつつあった。物理性ではA層の透水性が137ml/分とやや上昇した。化学性では pH(H<sub>2</sub>O)が5.0~5.1と僅かに上昇し弱酸性に移行しつつあった。これ以外の項目においては数値の変動はあったものの、施業

区、無施業区の差は特に認められなかった。

## (2) アカマツ-ミズナラ混交複層林

### ① 施業前

全体的に土色は黒褐～暗褐色でA層も深く腐植を含む。層中には小・中の角礫を含み、土性は壤土、地表部に堅果状・粒状構造を持つ。堅密度は軟～やや堅、水湿はやや乾燥傾向にある。透水性はA層で103ml/分とやや大きく、これより下位では76～80mlと中であつた。細孔隙量はA<sub>1</sub>層で16%と極めて小さく、A<sub>2</sub>層以下は23～27%と上昇している。粗孔隙量は45～54%と大きい。最大容水量はA<sub>1</sub>層で38%と減少しA<sub>2</sub>層以下は63%と大きい。最小容気量はA<sub>1</sub>層で32%と特に大きくA<sub>2</sub>層以下は9%と通常よりやや低い値である。化学性でのpH(H<sub>2</sub>O)は4.7～5.0と中酸性で、pH(KCl)は3.8～3.9と1程度低下した。アカマツ-コナラ混交林と比較しても大差ない傾向にある。リン・カルシウム・マグネシウムは含むものの乏しい含有であつた。

### ② 施業後

施業5年後の土壤断面では、地表部の典型的な堅果状構造はやや弱くなり、試行点としてそのまま放置した断面の白色菌糸は1/7程度と大幅に減少した。しかし、物理性・化学性では数値の変動は若干みられたものの、施業区、無施業区の大きな差はなかった。

## 2. 土砂流出量

施業を行うことにより林床地表部の土砂流出量がどう軽減変化するかを、1996年6月～1998年12月までの918日間、約1ヶ月毎に1回、土砂流出トラップ(金網箆を改良)を設定・回収し、林床下での石礫流出量を測定した(写真-3)。



写真-3 土砂流出量トラップ

なお、トラップは林床接地面を20cm、高さを10cmとした蒲鋒型とし、各区に2m間隔で4個ずつ配置した。その結果は20cm×5個=1mに換算して図-14に示した。

### (1) アカマツ-コナラ混交林

図-14の左方に示すように、平均傾斜35度の凸型急斜面下に位置するため、施業区・無施業区とも毎月土砂流出が認められた。斜面1m当たりの絶乾土砂流出量の918日間の合計は施業区で31.6g、無施業区で178.2gであつた。

これを1年当たりの土砂流出量に換算すると、施業区では13g/m/年となり、無施業区では71g/m/年となり、林内の施業を実施することにより1/5以下に軽減された。

また、最大雨量時の土砂流出量に換算すると施業区で103g/m/年となり、無施業区では509g/m/年と雨量が多い場合に流出量が大となった。しかも、粒径的に20mm以上の石礫が全流出量の80%を占めた。この傾向は施業区・無施業区とも同様であったが、施業区においてはより緩和された。

## (2) アカマツ-ミズナラ混交複層林

図-14の右方に示すように山腹平衡斜面のため、施業区・無施業区とも隔月僅かに認められるに過ぎなかった。また、絶乾土砂流出量の合計は施業区で3.7g、無施業区で1.3gと、1年当たりに換算しても、施業区で1.5g/m/年、無施業区で0.5g/m/年と、アカマツ-コナラ混交林に比較し極めて少なく、雨量の多少との関係も認められなかった。これは斜面の安定化と落葉の堆積によるものと考えられた。

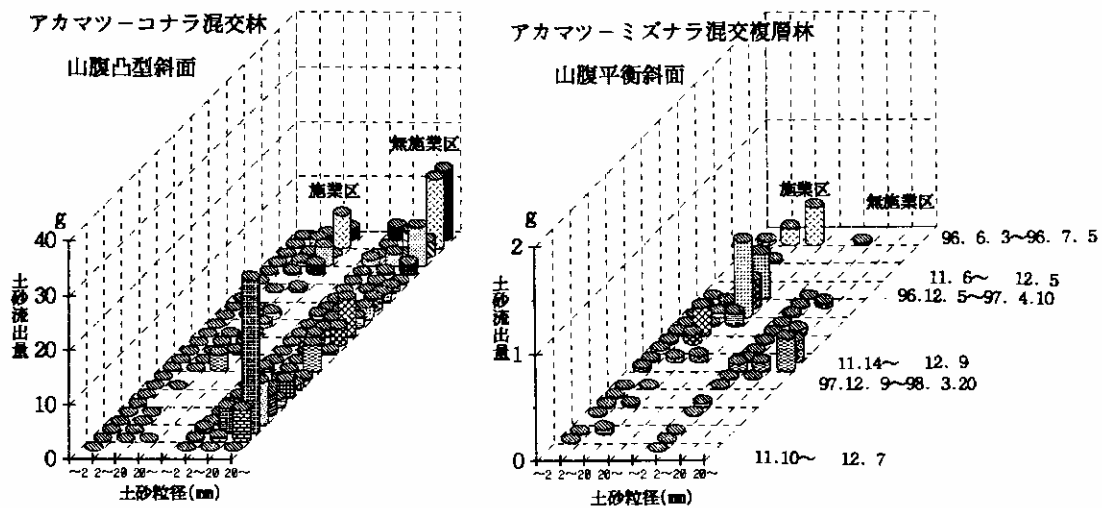


図-14 林層・地形・施業の違いによる土砂流出量

## 3. 土砂流出および落葉量の測定

施業を行うことによる土砂流出や落葉の堆積の増減(写真-4)をみるため、1995年11月に長さ30cmのピン(針金)を斜面上部から下部にかけ2m間隔で、深さ20cmに10本打ち込んだ。1998年5月に測定した結果を表-5に示す。

傾斜度はピンを打ち込んだ上下1mで測定した。

### (1) アカマツ-コナラ混交林

施業区の傾斜は30~41度で平均は34度であった。全てのピンの山側に落葉が15~40mmと厚く堆積し、平均では+34mmに達した。ピンの谷側では僅かに堆積したピンが約半数に達したが、いずれも+5mm程度であり平均では-2mmであった。

無施業区の傾斜は30~41度で平均は35度であった。全てのピンの山側に落葉が20~60mmと厚く堆積し、平均では+45mmに達した。谷側では堆積したピンは斜面最上部の1本のみで、残り9本はいずれも1~-18mmとなり、平均では-6mmであった。

以上のことから、施業を凸型急斜面下で行った場合、ピンの山側の落葉等はやや薄くなるものの

比較的良好な条件で保たれ、ピンの谷側では土砂等の流出はマイナスとなるが、それでも無施業区より-4mm程度抑えられる傾向にあった。

(2) アカマツ-ミズナラ混交複層林

施業区の傾斜は28~32度で平均は30度であった。全てのピンの山側に落葉が15~45mm堆積し、平均では+28mmに達した。谷側においても全てのピンで2~20mm堆積し、平均では+10mmであった。

無施業区の傾斜は25~30度で平均は28度であった。全てのピンの山側に落葉が30~70mmと厚く堆積し、平均では+46mmに達した。谷側においても全てのピンで5~40mm堆積し、平均では+26mmと厚かった。

以上のことから安定した平衡斜面下においては、施業を行うことによりピンの山側で18mm程度、谷側で16mm程度の落葉分解が進み、薄くなる傾向にあった。また、土砂の流出も極僅かで大きな影響はなかった。



写真-4 落葉の堆積・流出等の簡易測定ピン

表-5 落葉の堆積・流出等の簡易測定

試験区	アカマツ-コナラ混交林						アカマツ-ミズナラ混交複層林					
	施業区			無施業区			施業区			無施業区		
ピンNo	ピン上	ピン下	傾斜	ピン上	ピン下	傾斜	ピン上	ピン下	傾斜	ピン上	ピン下	傾斜
No 1	+40	-3	30	+20	+20	30	+30	+20	31	+55	+35	25
2	+40	-13	33	+40	0	37	+30	+10	30	+50	+40	29
3	+30	+5	36	+50	-18	33	+35	+15	32	+45	+5	29
4	+35	+5	36	+40	-5	34	+15	+3	32	+30	+10	30
5	+40	+5	31	+50	-10	41	+25	+5	31	+30	+15	28
6	+30	0	36	+50	-15	37	+10	+5	30	+35	+20	29
7	+15	-15	38	+60	-15	35	+40	+2	31	+70	+30	30
8	+40	-3	41	+60	-8	37	+30	+5	28	+45	+40	27
9	+30	-3	30	+30	-3	33	+45	+10	30	+60	+25	27
10	+35	+5	31	+55	-8	35	+20	+20	29	+35	+35	26
合計	335	-17	342	450	-62	352	+280	+95	304	+455	+255	280
平均	+34mm	-2mm	34	+45mm	-6mm	35	+28mm	+10mm	30	+46mm	+26mm	+28

4. 施業による落葉量の推移

一般的には施業を行えば落葉の分解促進が早まり、残存木の生長量にも影響を与える。

このため、4年間経過した各試験区の平均的な斜面下において、縦・横100cmの方形区を設定し1997年11月に落葉を採取した。

採取した落葉は105度で8時間乾燥した後、土を除き、L層、F・H層、枝条、根に区分し、重量を測定した。結果は図-15に示すとおりである。

(1) アカマツ-コナラ混交林

施業区における落葉量は1㎡当たり944gであった。内訳はL層が48%、F・H層が34%、枝条

が18%であり、F・H層が多い傾向にあった。また、落葉層に侵入している根は1g以下と極めて少なく、地表下の根系状態は健全性を保っているものと考えられた。

無施業区においては1㎡当たり337gと施業区の1/3であった。内訳はL層が65%、F・H層が13%、枝条が21%であった。総体的に落葉の供給が少なく、そのため、地表の一部では裸地化、または土砂堆積した箇所が認められた。

(2) アカマツ-ミズナラ混交複層林

施業区における落葉量は1㎡当たり723gであった。内訳はL層が56%、F・H層が18%、枝条が25%であり、落葉の分解がやや促進している傾向にある。また、地表下の状態も健全性を保つ方向にある。

無施業区における落葉量は1㎡当たり1,919gと施業区の2.7倍であった。内訳はL層が47%、F・H層が32%、枝条が19%であり、根も枯死したものを含め2%に達した。

総体的には落葉の供給が多過ぎ、そのため分解が遅れ、白色菌糸・腐植酸等による落葉の臭いはひどい。

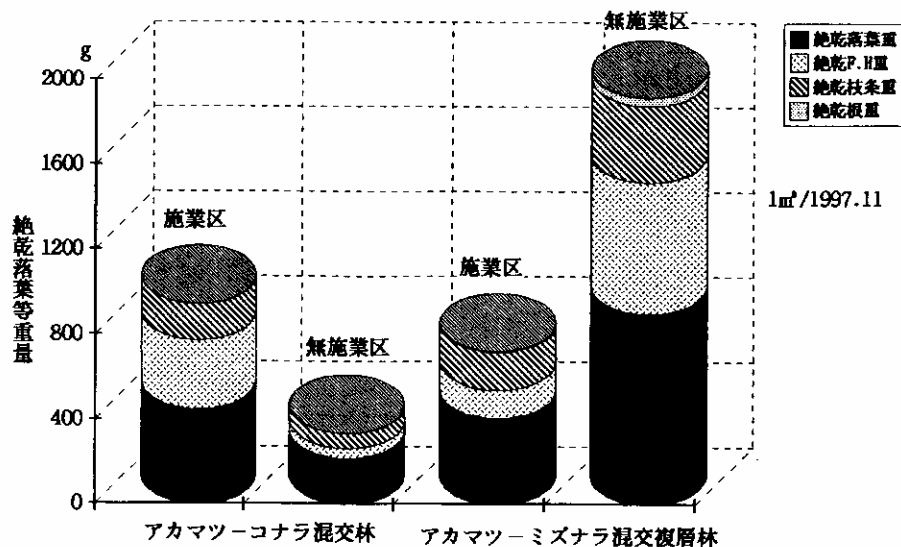


図-15 林層・施業の違いによる落葉量の推移

5. 施業による根系の健全性

一般的に施業を行えば落葉の分解が早まり、残存木の生長量にも影響を与えることは施業による落葉量の推移でも述べた。このため、落葉を採取した後、今度は縦・横100cmの方形区の土壌・根系を0~10、10~20、20~30cmの深さ毎に採取した。

採取した全ての根系は水洗し、105度で8時間乾燥した後、2mm未満、2~20mm、20mm以上の3区分とし、さらに健全根と枯死根に分けそれぞれ重量を測定した。その結果は1m×1m×0.1m=0.1㎡として換算し、図-16、図-17、図-18に示した。

(1) アカマツ-コナラ混交林

施業区における深さ毎の根系は、図-16に示すとおり0.1㎡当たり0~10cmが488gであった。内訳は健全根の2mm未満が71%、2~20mmが27%、枯死根2mm未満が0%、2~20mmが1%、20mm以

上が1%であり、総体的な健全根は98%に達した。

深さ10~20cmの根系は361gであった。内訳は健全根の2mm未満が40%、2~20mmが49%、20mm以上が5%、枯死根2mm未満が2%、2~20mmが3%、20mm以上が1%であり、総体的な健全根は95%に達した。

深さ20cm以上の根系は430gであった。内訳は健全根の2mm未満が19%、2~20mmが47%、20mm以上が26%、枯死根2mm未満が3%、2~20mmが4%、20mm以上が1%であり、総体的な健全根は92%に達した。

一方、無施業区における深さ毎の根系は、0.1㎡当たり0~10cmが359gであった。内訳は健全根の2mm未満が54%、2~20mmが38%、枯死根2mm未満が6%、2~20mmが2%であり、総体的な健全根は92%であった。

深さ10~20cmの根系は320gであった。内訳は健全根の2mm未満が49%、2~20mmが42%、枯死根2mm未満が6%、2~20mmが3%であり、総体的な健全根は91%であった。

深さ20cm以上の根系は272gであった。内訳は健全根の2mm未満が41%、2~20mmが49%、枯死根2mm未満が5%、2~20mmが5%であり、20mm以上が0%であり、総体的な健全根は90%であった。

傾向的には施業区の根系量が多く、しかも、太い根系の割合が深度を増す毎に多くなり、枯死根も無施業区に比較し2~4%少なかった。

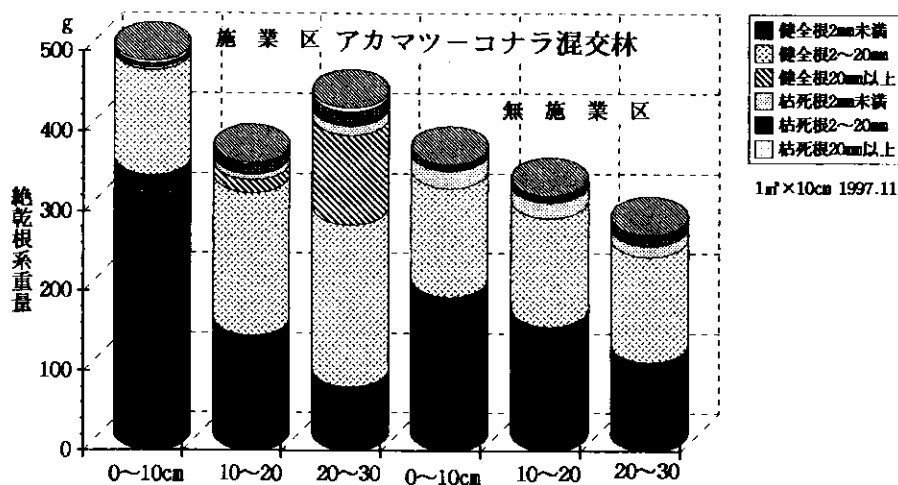


図-16 深さ別根系の健全性

(2) アカマツ-ミズナラ混交複層林

施業区における深さ毎の根系を図-17に示す。これによると0.1㎡当たりの0~10cmの根系は398gであった。内訳は健全根の2mm未満が58%、2~20mmが39%、20mm以上が1%、枯死根2mm未満が1%、2~20mmが1%であり、総体的な健全根は98%に達した。

深さ10~20cmの根系は211gであった。内訳は健全根の2mm未満が34%、2~20mmが60%、枯死根2mm未満が2%、2~20mmが4%であり、総体的な健全根は94%に達した。

深さ20cm以上の根系は82gであった。内訳は健全根の2mm未満が40%、2~20mmが56%、枯死根2mm未満が2%、2~20mmが2%であり、総体的な健全根は96%に達した。

一方、無施業区における深さ毎の根系は0.1㎡当たり0～10cmが344gであった。内訳は健全根の2mm未満が61%、2～20mmが35%、20mm以上が2%、枯死根2mm未満が1%、2～20mmが1%であり、総体的な健全根は98%であった。

深さ10～20cmの根系は197gであった。内訳は健全根の2mm未満が34%、2～20mmが35%、枯死根2mm未満が14%、2～20mmが11%であり、20mm以上が6%であり、総体的な健全根は69%であった。

深さ20cm以上の根系は100gであった。内訳は健全根の2mm未満が38%、2～20mmが24%、枯死根2mm未満が23%、2～20mmが15%であり、総体的健全根は62%であった。

傾向的には施業を行うことによって根系量の増加や、太い根系の割合が深度を増す毎に多くなることはなかった。しかし、施業区では深さが増しても枯死根が4～6%であるのに対し、無施業区では枯死根が31～38%と極端に多かった。

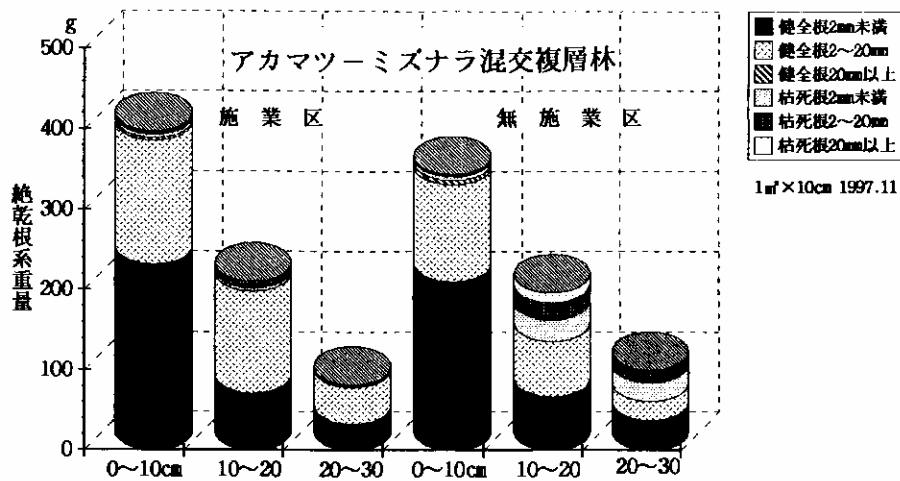


図-17 深さ別根系の健全性

### (3) 健全性の総括

アカマツ-コナラ混交林、アカマツ-ミズナラ混交複層林の根系の健全性を、深さ30cmの0.3㎡として再載すると図-18に示すとおりである。

これによると、アカマツ-コナラ混交林の施業区の根系総量は1,279gであった。内訳は健全根の2mm未満が44%、2～20mmが40%、20mm以上が10%、枯死根2mm未満が2%、2～20mmが3%、20mm以上が1%であり、総体的な健全根は94%に達した。

無施業区の根系総量は951gであった。内訳は健全根の2mm未満が49%、2～20mmが42%、枯死根2mm未満が6%、2～20mmが3%、20mm以上が0%であり、総体的な健全根は91%であった。

アカマツ-コナラ混交林では、高木、亜高木が多く、そのため下層との空間が比較的広い。このため、施業を行うことによる相対照度の高まりと共に、根系の健全な発達が促され根系総量の増加と深部での太根に結びついているように考えられる。

一方、アカマツ-ミズナラ混交複層林の施業区の根系総量は690gであった。内訳は健全根の2mm未満が49%、2～20mmが47%、20mm以上が0%、枯死根2mm未満が2%、2～20mmが2%であり、総体的な健全根は96%に達した。

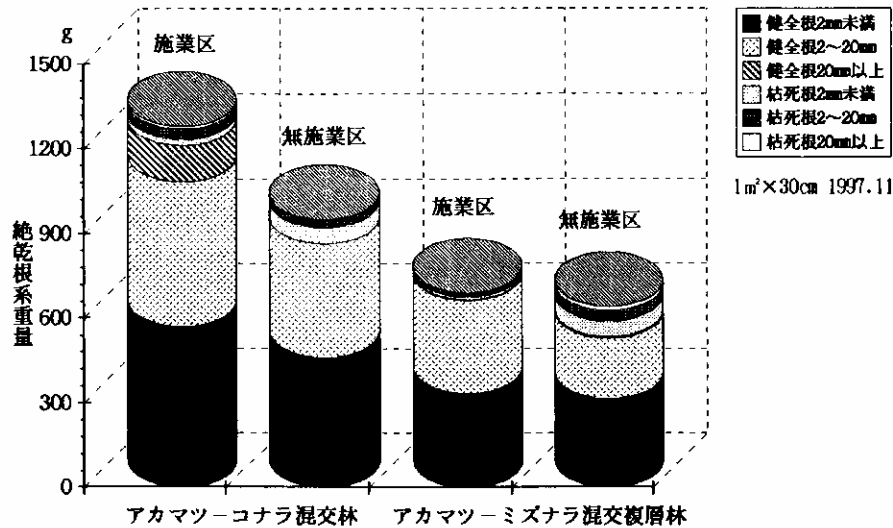


図-18 根系の健全性 (総括)

無施業区の根系総量は641gで、施業区と大差なかった。内訳は健全根の2mm未満が49%、2~20mmが33%、20mm以上が1%、枯死根2mm未満が9%、2~20mmが6%、20mm以上が2%であり、総合的な健全根は83%であった。

アカマツ-ミズナラ混交複層林では亜高木はまったくないが、下層木が多いため、上層の空間が広いわりには林床は暗い。このため、下層木の施業を行っても相対照度の高まりや根系の健全な発達には一定程度結びついたと考えられるが、根系総量や深部での太根増加には、まだ時間的経過が必要と考えられた。

参考までに写真-5は試験地設定5ヶ年間保育がされていないアカマツ-ミズナラ混交複層林の隣接地、写真-6は林道からみたアカマツ-コナラ無施業区隣接地の冬の状況である。

### 6. 施業による林内雨量の変化

林内に降る雨の量は常に一定とは限らない。これは地形、風向き、木の高さ、さらに高木や低木の密度や葉の容量に



写真-5 アカマツ-ミズナラ混交複層林 (無手入れ状態)



写真-6 アカマツ-コナラ混交林 (冬の状態)



よっても違うからである。ここでは、施業を行うことによって林内雨が増加し、光環境の向上とともに浸透強度が高まることを目的に、96年6月～98年12月にかけて、各区の樹冠の疎と密の箇所それぞれ1箇所に雨水装置を設置、概ね1ヶ月毎に重量を測定後、雨量に換算した。装置は雨水升(20ℓ)とロート(直径30cm)を組み合わせ、地表から60cmの高さで捕捉した。その結果を図-19に示す。

これによると、この一帯では年平均1,400mm以上の降雨があるが、757日間の林内総雨量はアカマツ-コナラ混交林の施業区(疎)で2,808mm、無施業区(疎)で3,148mmと多く、施業区(密)で2,560mm、無施業区(密)で2,391mmとやや少なかった。

当初は無施業区(疎)が施業区(疎)を下回るものと考えていたが、無施業区(疎)が施業区(疎)を112%と上回る結果となった。また、施業区(密)と無施業区(密)では、無施業区(密)が少なく93%であった。

これらは一ヶ所ずつの結果ながら、無施業区では思ったより高木・亜高木の枝・葉の衰退程度が激しく、そのため林床に雨滴が落下する割合が高まったものと推察される。

アカマツ-ミズナラ混交複層林は施業区(疎)で2,702mm、無施業区(疎)で2,565mmとやや少なく、施業区(密)で2,459mm、無施業区(密)で2,083mmと少なかった。

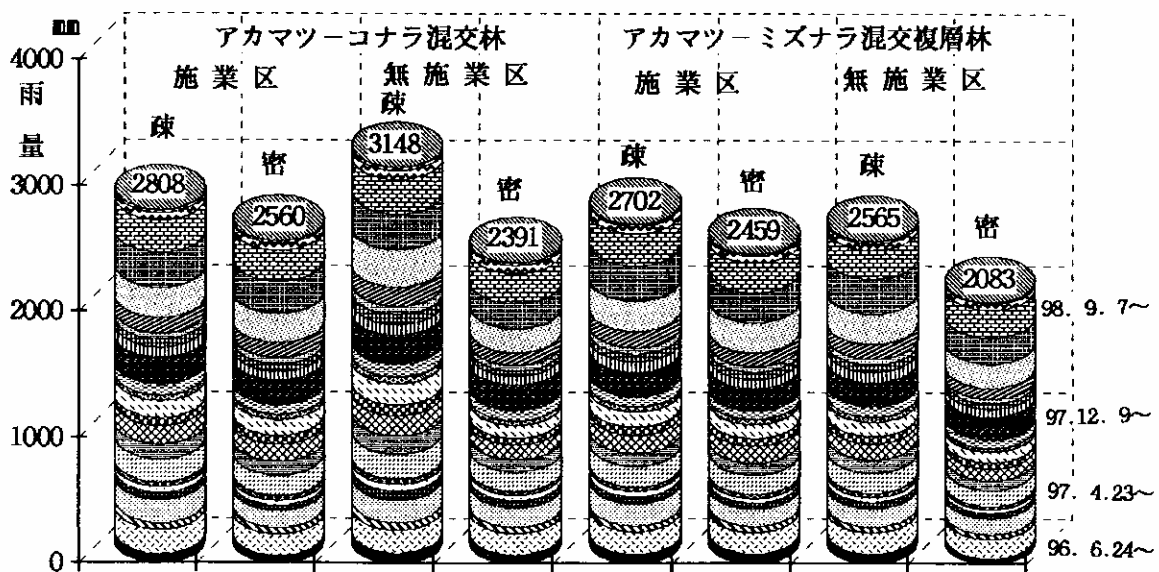


図-19 林層と施業の違いによる雨量の変化

当初想定したように、無施業区(疎)は施業区(疎)の95%であった。また、無施業区(密)と施業区(密)では、無施業区(疎)が85%と極端に少ない割合であった。

これらは、上木以外に低木の本数割合も多いため、特に無施業区では低木の枝・葉による林内雨の捕獲が高まったものと推察される。

### 3 目標林型の造成技術

#### 1. 機能評価と目標林型

本試験で目標とする森林機能はアカマツ材の生産は勿論、林内に侵入したコナラ・ミズナラ等をシ

イタケ原木として利用すること、さらに、ホオノキ等の有用広葉樹の育成と活用を図ること。また、施業することによる急傾斜地からの土砂流出量を軽減させるという多面的機能の発揮にある。

そこで1994年8月、試験区Ⅰについては亜高木のコナラ等を15%整理伐して、アカマツ-コナラ混交林の施業区とし、また、試験区Ⅱではアカマツ林内の下層木を50~60%除伐し、アカマツ-ミズナラ混交複層林の施業区を設けた。また、試験区Ⅰおよび試験区Ⅱの隣接地にそれぞれ無施業(対照)区を設けた。試験地設定時の林分状況および林分配置は表-6、図-20に示すとおりである。

表-6 試験区の林分状況 ( ) は ha 当たりの本数

試験区	アカマツ本数	コナラ等本数	上木合計	下木合計	総計	林齢
アカマツ-コナラ混交林(Ⅰ) 施業区	10(587)	26(1,527)	36(2,114)	—	36(2,114)	アカマツ41年
〃 無施業区	6(377)	34(2,138)	40(2,515)	—	40(2,515)	コナラ31年
アカマツ-ミズナラ混交複層林(Ⅱ) 施業区	14(788)	—	14(788)	34(1,914)	48(2,702)	アカマツ41年
〃 無施業区	16(872)	—	16(872)	85(4,635)	101(5,507)	ミズナラ14年

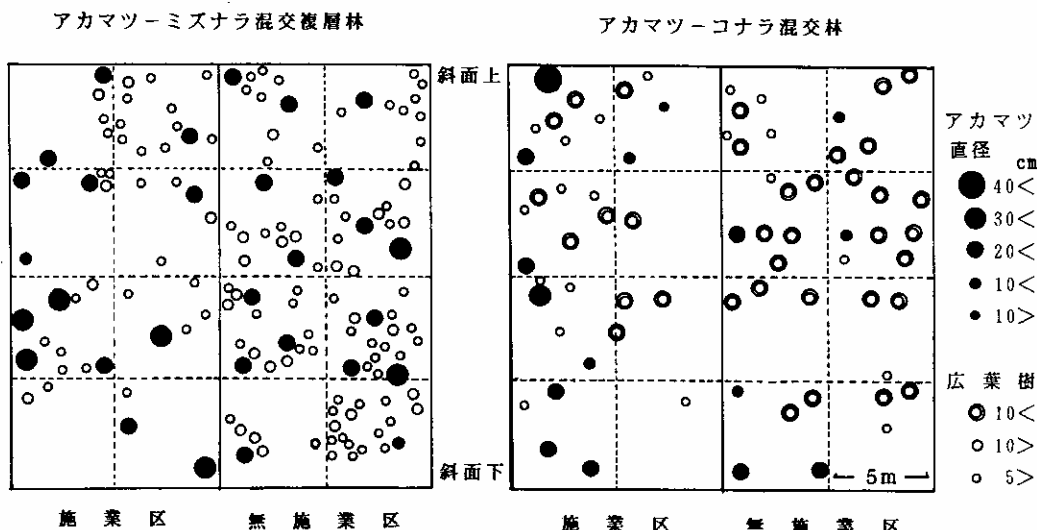


図-20 試験区の林分配置

## 2. 構成樹種の現存状況

本試験地の目標林型をアカマツ-コナラ混交林およびアカマツ-ミズナラ混交複層林の二種としたが、毎木調査による5ヶ年間の生長量は表-7に示すとおりである。

表-7 試験区毎の生長量格差

試験区	アカマツ		生長率		広葉樹				生長率			
	1994.8		1998.12		98/94%		1994.8		1998.12		98/94%	
	樹高	直径	樹高	直径	樹高	直径	樹高	直径	樹高	直径	樹高	直径
アカマツ-コナラ混交林(Ⅰ) 施業区	15.3	27.4	15.8	28.7	103	105	11.1	10.7	11.7	12.7	105	119
アカマツ-コナラ混交林(Ⅰ) 無施業区	13.5	19.6	13.9	20.5	103	105	11.1	10.9	11.5	11.5	104	106
アカマツ-ミズナラ混交複層林(Ⅱ) 施業区	16.5	24.8	17.1	26.6	104	107	4.4	3.0	5.5	4.3	125	143
アカマツ-ミズナラ混交複層林(Ⅱ) 無施業区	17.0	24.2	17.6	25.7	104	106	4.0	2.5	4.7	3.4	118	136

### ① アカマツ-コナラ混交林(試験区Ⅰ)

本試験区の特徴は、上木のアカマツがha当たり平均で482本、材積で150 $\text{m}^3$ と少ないことである。これは土壤条件が悪く植栽後のアカマツの生長も不良で、かつ傾斜が35度以上と急峻なため、雪の匍行圧等により欠損が生じ、また、手入れ不足も加わり部分的にしか生長できなかったものと思われる。そのため、前生樹であるコナラが早くから萌芽更新し、ha当たり1,833本、材積で78 $\text{m}^3$ と現在の林況になったものと考えられる。

そこで、施業区においては一部の形質不良木のアカマツを10%間伐し、かつ優占度の高いコナラを15%伐採した。また、林床にある草本類の旺盛な生育を促すため毎年下刈りし、アカマツ-コナラ混交林として整備・誘導することとした(写真-7)。

94年8月と98年12月の5ヶ年間の樹高・胸高直径生長を比較すると、施業区の上木アカマツで103.3%、104.7%、亜高木のコナラ等で105.4%、118.7%であった。

一方、無施業区の上木アカマツは103.0%、104.6%、亜高木のコナラ等は103.6%、105.5%であった。

以上のことから、施業区では特に、亜高木コナラの胸高直径生長が無施業区を13%程度上回る結果となった。



写真-7 アカマツ-コナラ混交林  
(除間伐及び下刈り施業後)

### ② アカマツ-ミズナラ混交複層林(試験区Ⅱ)

本試験区の特徴は、土壤が適潤な匍行土で、試験区Ⅰ区の残積土と比べ土壤条件が良く、かつ斜面が安定し、しかも2回にわたる除間伐も実施されている。

このため、上木のアカマツはha当たり平均で830本、材積で331 $\text{m}^3$ と多く、その生長も比較的良好である。亜高木層の広葉樹は初期に下刈り・除伐を実施しているため皆無であるが、下層木はha当たり4,635本もあることから、将来、シイタケ原木等に利用すべきものを残存させ、60%程度を除伐した。

この試験地は傾斜が比較的緩やかで土砂流出の恐れもないことから、上木のアカマツ材の利用と下層木の除伐による有用広葉樹の育成を基本として、落葉の分解を促進しながら土壤の富栄養価や

土壌中の白色菌糸等を減少させ、健全で持続する混交林を目標に整備・誘導することとした(写真-8)。

94年と98年時5ヶ年間の樹高・胸高直径生長を比較すると、施業区の上木アカマツで103.6%、107.3%、下層木のミズナラ等で125.0%、143.3%であった。

一方、無施業区の上木アカマツは103.5%、106.2%、下層木のミズナラ等は117.5%、136.0%であった。

以上のことから、施業区では特に下層木ミズナラ等の樹高・胸高直径生長が無施業区をそれぞれ7%程度上回る結果となった。

上木アカマツの生長量格差は、試験区Ⅰ・試験区Ⅱにおいて施業区が無施業区を僅かながら上回ったが、生長率ではほぼ同率であった。



写真-8 アカマツ-ミズナラ混交複層林  
(除伐・枝打ち及び下刈り施業後)

### 3. 更新・保育技術

試験区Ⅰ・試験区Ⅱの施業区においては毎年下刈りを行い、必要に応じて下層木の枝打ちを行った。林内1.2mの高さにおける相対照度は表-8に示すとおりである。

#### ① アカマツ-コナラ混交林

施業区における相対照度は、94年当初は11.8%であったが、その後照度は僅かながら減少し、96年時は10.4%となった。その後97年4月にシイタケ原木として、供試木2本を伐採したことから、林内照度はやや回復し、98年時には11.2%となった。

表-8 試験区の林内相対照度

試験区	相対照度(%)			
	1994.8	1995.7	1996.7	1998.6
アカマツ-コナラ混交林(I) 施業区	11.8	10.6	10.4	11.2
アカマツ-コナラ混交林(I) 無施業区	7.3	7.1	7.8	8.5
アカマツ-ミズナラ混交複層林(Ⅱ) 施業区	23.5	20.1	17.8	16.9
アカマツ-ミズナラ混交複層林(Ⅱ) 無施業区	12.3	10.3	6.7	6.2

亜高木のコナラは比較的優勢木が多く、材は通直で枝・葉は殆ど幹の上・中部にまとまっている。また、林床植生は毎年刈取りを実施しているため、背丈は小さいものの新鮮で密度も高く、種も98年6月の調査で35種となった。

無施業区における相対照度は、94年当初は7.3%と低く、95年時は7.1%に低下しながら96年時は7.8%、98年時には8.5%と依然照度は10%に満たないもののやや上昇した。

無手入れ状態の林内照度が僅かながらも高まった理由は、試験地設定後2年目から劣勢木が自然枯死したり、先端部の枝枯れ、また、一部に胴吹き状態がみられたため数値が変動し、一時的に動いたものと考えられる。

しかし、林内は依然劣化木が多く、さらに径級の細いアカマツも枯死しており、下層植生の林内密度は低く、まばらな状態にあった。しかも、林床にはコナラの枯死木が散在し、さらに急傾斜地のため地表部の一部土壌と石礫は場所により流下・堆積したものがみうけられた。下層植生は33種となったが、その内容は貧弱であった。

## ② アカマツ-ミズナラ混交複層林

施業区における相対照度は、94年当初は除伐を実施したため23.5%と高かったが、その後照度は次第に減少し、98年時は16.9%まで低下した。

低木のミズナラ等は比較的順調に生育しながら、枝・葉は殆ど中～上部に集合している。

また、林床植生は毎年下刈りを実施しているため、切り株から新鮮で多くの萌芽が発生し、林内の密度も比較的高いまま、落葉層も5～6cm前後から3～4cmと徐々に分解促進している過程にあった。なお、施業時に侵入していたホオノキの生長も良好である。98年6月の調査で下層植生は59種となった。

無施業区における相対照度は、94年当初は12.3%と低く、これも次第に減少しながら98年時は6.2%まで低下した。照度の低下に伴い試験区設定後の劣勢木に自然枯死が発生したり、葉量が減少したものが5年間で20%程度に達した。これはリョウブ・ヤマウルシと一部のミズナラで顕著であった。しかし、劣勢木が増加したとはいえ一部の優勢なミズナラ・クリ等が旺盛となったことから葉容量は微増し、照度の低下に結びついたものと考えられる。5年後の地表下落葉量は依然6～7cmと極めて厚いままであり、落葉の分解は停滞している現況にあった。下層植生は56種であったが、その内容は貧弱であった。

施業区・無施業区とも中傾斜であり、上・下層木の本数が多く、しかも、平均的に落葉も堆積していることから、地表部土壌や石礫の流出・堆積等は試験区Iに比べ、極めて僅かであった。

## 4 混交林の管理技術体系の検討

今回、調査林分としたアカマツ-コナラ混交林およびアカマツ-ミズナラ混交複層林について、管理技術体系を述べると次のとおりである。

### 1. 施業体系のモデル化

#### ① アカマツ-コナラ混交林

本試験地は、コナラを主としたシイタケ原木の生産、従としてアカマツ材の生産、さらに施業効

果による土砂流出防止機能を達成させることが可能である。従って目標林型は広針混交林で、森林整備目標は水土保持ならびに木材生産となる。

目標林型への更新は70%程度優占しているコナラを ha 当たり1,000本、アカマツ300本残存させ、大きなギャップが生じる場合には山取りしたコナラを植栽するか、天然更新したアカマツやコナラ等を育成する。保育は下刈り・ツル切りを行い、萌芽してきたコナラは当初3～5本/1株とし、最終的には1～3本として育成する。コナラを伐採する基準は胸高直径が12cm以上のものを選抜する。アカマツは劣勢木や暴れ木を中心に伐採する。材としての目安は胸高直径30cmとする。なお、林内立木の根系強度を保つため、相対照度は概ね20%を保持するよう、林内立木のバランスに配慮しながら密度調整する。

② アカマツ-ミズナラ混交複層林

本試験地は、アカマツを主としたアカマツ材の生産と、従としてミズナラ等のシイタケ原木生産・有用広葉樹材、さらにこれらの施業効果から林床のキノコ生産を達成することが可能である。

従って目標林型は針広混交複層林で、森林整備目標は木材生産となる。目標林型への更新は上木で100%優占しているアカマツを ha 当たり650本とし、下層木のミズナラ・クリ等を1,500～2,000本に残存させる複層林形式の混交林とする。上木のアカマツは大径材に導き、胸高直径が40cmに達したのから順次伐採する。下層木のミズナラはシイタケ原木として胸高直径12～14cmを目安に伐採し、種木として ha 当たり100本残存させる。

また、林内に侵入しているホオノキ等を中径木として育成する。

保育は下刈り・ツル切りを行い、同時にミズナラの稚樹発生を促すため落葉掻きを行い、萌芽しているミズナラは1～3本/株に整理伐する。大きなギャップが生じる場合には山取りしたミズナラや現存するホオノキ等を育成する。なお、相対照度は20～30%を保持するよう、林内立木のバランスに配慮しながら密度調整すること。

2. 施業区別シイタケ発生量

混交林の除間伐と下刈り等を適宜行ってきた結果、アカマツ-コナラ施業区ではコナラの肥大生長が認められた。また、目標林型の項でも述べたがシイタケ原木として利用した場合、施業効果がどの程度シイタケ発生量に優位なのかを見定める必要がある。

このため、試験地設定から4年後の97年4月に施業区内から2本、無施業区の隣接地から2本のコナラを伐倒玉切りし、8本ずつの原木を確保、Y602を植菌した。原木の大きさは元口の平均で8.5～9.3cm、末口で7.7～8.7cm、長さ1mとして用いた。

その結果は表-9に示すとおりである。

シイタケは98年4月1日より5月14日まで自然発生し、その後5月18日と7月15日に浸水し、3回

表-9 施業別シイタケ発生量

施業区No1 8本		施業区No2 8本		無施業区No1 8本		無施業区No2 8本	
子実態数	採取・重量	子実態数	採取・重量	子実態数	採取・重量	子実態数	採取・重量
159	151 3,612g	290	279 5,483g	159	157 3,543g	221	219 4,573g

※自然発生 4.1～5.14 第1回浸水発生 5.25～6.1 第2回浸水発生 7.22～7.24



写真-9 自然発生のシイタケ原木(施業区)



写真-10 アカマツ-ミズナラ混交複層林  
(無施業区の白色菌糸)

の発生量を合計した。

これによると施業区のNa1とNa2の16本の原木から449個の子実態が発生し、このうち430個を採取、生重量で9,095gの収穫があった。

無施業区では380個の子実態が発生し、このうち376個を採取、生重量で8,116gの収穫があった。原木の表面積等の詳細や今後の発生過程でどのような生産量の違いとなるかは考慮しなかったが、今回の合計では、単純比較ながら施業区の発生が10%程度多かった。

写真-9は自然発生しているシイタケ、写真-10はアカマツ-ミズナラ複層混交林無施業区の土壌断面にみられた白色菌糸である。

## おわりに

混交林等多面的機能発揮に適した森林造成管理技術の開発は、平成6年より平成10年度の5ヶ年間にかけて、大型プロジェクト研究開発課題として、本県においては田島試験地で実施し、その成果<sup>5)6)</sup>を発表した。

今回の報告は、急傾斜地での不成績林分=アカマツを上木として亜高木のコナラを組み合わせた混交林と、安定斜面での比較的良好な林分=アカマツを上木として下層木のミズナラを組み合わせた複層林的な混交林の二つの生育状況を検討してきた。

アカマツ-コナラ混交林では当初、亜高木のコナラ等を15%程度整理伐し、その後の生育状況や土砂流出量、落葉の推移、根系の健全度合い、シイタケ発生量等を調査してきた。

5ヶ年間の結果は、上木アカマツでは生長差がみられなかったが、コナラの直径においては施業区で13%程度の肥大生長が認められた。また、無施業区では径級の細かいアカマツおよびコナラの枯死、衰退枝が増加の傾向にあった。土砂流出測定ではヒノキの閉鎖林やスギの要間伐林と比較すると、石礫の量はそう多くはないものの林内整備を実施することにより1/5以下に低下した。同時に下層植生も豊富となり、特に、ピン谷側における落葉・石礫流出が減少傾向にあった。根系は全体的に健全で、しかも太い根系が多くなり、また、枯死根も少ない傾向にあった。シイタケ発生量ではやや多め

となった。

アカマツ-ミズナラ混交複層林では当初、下層木のミズナラ等を50%程度除伐し、その後の生育状況や土砂流出量、落葉の推移、根系の健全度合いを調査してきた。

5ヶ年間の結果は、上木アカマツでは生長差がみられなかったが、下層木でのミズナラの樹高・直径生長では7%の格差となった。また、無施業区では下層木広葉樹の20%で枯損木・衰退枝がみられた。土砂流出量は施業の実施に係わらず差はなく流出もみられなかった。これは地形的要因と落葉の堆積によるものと考えられた。施業区での根系は健全であったが量の増加には結びつかなかった。しかし、無施業区では枯死根が30%に達した。

以上のように、森林の公益的機能を発揮させることと多様な木材需要への対応から森林を裸地化せず、しかも、不成績林分の適切な更新を図り、さらに複層林化している混交林への施業技術体系を確立することは保全機能や森林の育成から考えて、当然配慮されなければならない技術である。

しかしながら、このような択伐施業や小面積皆伐は必要以上に経費が係り、しかも収益が少ないため枯渇させない施業や保育のあり方を認識していても、現場段階ではなかなか進展していかないのが実情である。

しかし、国土保全機能の維持と森林資源の保続培養機能の両者を考えるなら、今回の調査地のように、まず、択伐や除伐および下刈り等により森林へ手を加えるのが先決であろう。しかも、伐採した材は必ず搬出し、利用することも大切である。勿論、作業道や土場の設置にあたっては土砂流出を最低限に抑える等は当然配慮されなければならない。

そういう意味あいから、課題名である「混交林の多面的機能」を充分引き出すためには、まず、人工植栽後ほとんど手の入っていない林分の毎木調査を行い、どのような樹種がどの程度あるかを見極め、目標林型を決定することにある。また、地域で取り組まれてきた過去の技術等も併せて考慮しながら、その林分にあった適度な間伐・除伐・下刈り・蔓切り等の森林整備を行い、各種機能を枯渇させない流域的林業を踏まえるなら、林産資源は永遠に循環するであろうし技術の発揮は本来このようなところにあるように考えられる。

## 文 献

- 1) 福島県農林水産部：福島県林業統計書，34-39(1999)
- 2) 日本気象協会福島県支部：福島の気象百年誌，181-190(1995)
- 3) 福島県農地林務部：広葉樹人工林の賦存状況と今後の利用，(1981)
- 4) 福島県農地林務部：あかまつ人工林収穫予想表作成に関する基礎調査書，(1984)
- 5) 今井辰雄：アカマツを上木とした混交林の施業、林業福島414(1998)
- 6) 今井辰雄：アカマツを上木とした混交林の機能，第3回東北森林学会要旨集(1998)