



四国情報

土壌微細形態学の森林土壌研究への応用

— 森林土壌を透視可能に —

林地保全研究室 三 浦 覚

◆土壌微細形態学とは？

森林土壌の研究にはさまざまなアプローチの仕方がある。理化学的分析、土壌動物や土壌微生物の個体数の調査などは、いずれも試料を採取したのち、破壊状態で分析することが多い。一方で、森林土壌の特性とその形成メカニズムを解明しようとするとき、土壌内部の様子をありのままに観察したいという欲求があった。ヨーロッパでは、戦前からクビエナらによってその先駆的試みがなされてきた。近年、樹脂化学や加工機械技術の発達によって、土壌の固化技術や薄片の作製技術が著しく進歩し、土壌学のさまざまな分野からの要求にも応えられる観察法を提供できるようになってきた。

◆試料の作製方法

通常、試料の採取には、クビエナボックスと呼ばれる $6 \times 8 \times 5$ cmの四角いブリキ製容器が使用される。容器は、試料を攪乱しないように採取・運搬できるものであれば良い。そのほか、50cc、100ccの採土円筒、フィルムケース、大型試料用の特殊サイズ容器などが使用される。

採取した試料は、樹脂を注入する前に脱水する必要がある。風乾、アセトン置換、凍結乾燥、臨界点乾燥などの方法があり、試料へのダメージを考慮して、用途に応じて選択する。脱水し

た試料は、ポリエステル樹脂を注入して固化する。完全に固化した試料は岩石と同様に扱うことができ、薄片にしたり、表面を研磨したり、あるいはそのまま観察や分析に供することになる。

比較的短期間に処理が行えるアセトン置換による方法では、試料採取から観察に至るまでに3週間程度を要する。ここでは、薄片に仕上げた試料で実際にどのような観察がなされるのか、以下に具体例をいくつか紹介する。

◆何が明らかになるか？

土壌は無機性物質である固相—気相—液相、並びに、有機性物質である土壌生物と植物体及びそれらの遺体から構成される複雑な系である。地面の下に隠された土壌内部の状態をありのままに観察するためには、これら全ての構成要素をそのままに可視化する必要があるが、今のところ、そのような方法は確立されていない。土壌微細形態学は、これらのうち、主として固相と有機性物質の形態、相互関係—分布、化学組成等を明らかにする一つの手法である。

1) 土壌薄片：写真1は土壌薄片の例で、上部の4個はフィルムケースで採取したものでサイズは 20×28 mm、左下の円形は50ccの採土円筒で採取したもので直径51 mm、右下の矩形はクビ



エナボックスを使用したものでサイズは50×60mmである。

2) 土壌構造と土壌動物：写真2aと2bは、褐色森林土のA層とB層である。A層は団粒状構造を呈し、薄片にすると団粒の一つ一つは丸みを帯びた土塊として捉えられ、あたかも宙に浮いているように見える。左上に見える非常に細かな粒は、土壌動物の糞である。土壌動物の活動痕跡、とくにその排泄物は、表層土壌では普遍的に見られるものである。一方、B層は壁状構造を呈しており、孔隙が基質の中に割れ目状に入っている。土壌の基質と孔隙の比率が、A層に比べると逆転している。

3) 菌類の土壌内分布と有機物の分解：写真3は、乾性ポドゾルのL～F層である。中央の円形の組織は、植物遺体を腐朽菌の菌糸がびっしりと覆ったものである。右上の新鮮な有機物には多数の菌糸が伸びている。土壌中の新鮮な有機物と腐植化が進んだ有機物は、偏光顕微鏡を用いることにより、容易に判別可能である。植物の細胞壁などの主成分であるセルロースは、結晶構造を持つ。新鮮な有機物はこのセルロースを多量に含むため、直交ニコル下では、複屈折現象により淡黄色に明るく輝いて見える。ところが、時間を経て腐植化が進んだ有機物は、非晶質不定形となるために、偏光顕微鏡下でも光を透過しなくなり、暗黒を呈するようになる。これが、有機物の分解過程を判定する良い指標

になる。

4) 鉱物組成と土壌生成：写真4は、花崗岩由来の赤色土のC層を透過光（左）と、直交ニコル下（右）とで観察したものである。土壌の基質の中に、多くの黒雲母の結晶が認められ、平行な劈開面を見せている。透明な結晶は、石英や長石である。一般に、風化が進んでいると考えられる赤色土においても、下層土には黒雲母のような易風化性一次鉱物が、未風化のまま多数残存していることがある。

◆今後の研究発展の可能性と応用

以上、薄片による2次元平面内での観察例を紹介してきたが、最近の計測技術の進歩に伴い解析可能な対象と、その応用分野の範囲が一段と広がってきている。注目すべきものとして、土壌の生試料を対象にして、軟X線装置やCTスキャナ装置を用いて、土壌構造や植物根の伸長状態を直接3次的に解析する例がある。さらに人為的に液体を注入して、リアルタイムで孔隙内での液体の拡散状態を観察すること、また、高分解能透過電子顕微鏡を用いて、土壌内部の特定部位を原子構造レベルで構造解明することなども可能である。

微細形態学によって、これまで「見えないもの」として間接的に推定されていた現象が可視化され、森林土壌内で起きているさまざまな現象に、新たな光が当てられるようになってきた。

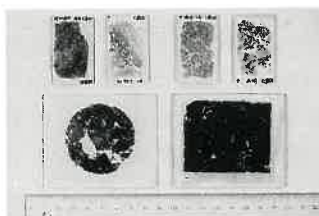


写真1 仕上げられた土壌薄片の例。

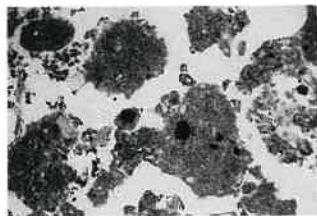


写真2a 褐色森林土A層。ヨコ3.25mm。

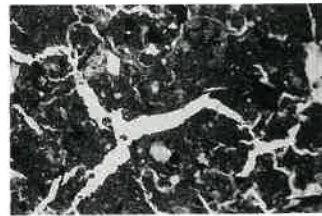


写真2b 褐色森林土B層。ヨコ3.25mm。



写真3 乾性ポドゾルL～F層。ヨコ1.3mm。

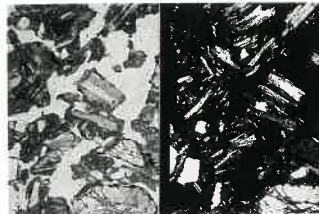


写真4 花崗岩由来の赤色土C層。ヨコ3.25mm。

四国地方の 主伐事例における 収益性の検討

経営研究室 松村直人・吉田 実

林業をとりまく今日の厳しい状況のなかで、長伐期施業への試みが増加している。しかし、長伐期化が、伐採できないための単なる先延ばしであったり、消極的な理由による場合も多い。これは、現実長伐期戦略を取った場合に、収益性を保証する有効な資料がないことも一因であると思われる。そこで、伐採林齢が50年以上の主伐事例を集めて、収益性についての基礎資料の整備と若干の検討を行ったので、報告する。

1. 主伐事例の調査

伐採林齢と伐採搬出費、輸送費等の経費と主伐収入が判明しているものを収集し、スギ人工林について64件、ヒノキ人工林については47件の事例を集めることができた。

まず、伐採時の林齢と収益との関係を調べた。素材売上価格から伐採・搬出費、輸送費、市場経費等を引いたものを粗収益とし、ha当たりの換算値で比較した(図-1)。スギについては、素材単価と連動して、高齢級林分になると粗収益も大きい。特に80年生以上では顕著で、90年生の例では、素材単価7万円、粗収益3,500万円の例もあった。ヒノキ(図-2)では、素材単価の動きがやや不連続であるが、65年生以上では安定し、1,200~1,600万円程度の粗収益であった。それ以上の高齢になっても、スギほどの収益をあげた事例はなかった。

2. 内部収益率の試算

主伐収入を評価するために、昭和41年当時のスギ人工林の作業投入量をもとに、現在の苗木代、労賃で造林・育林費用を算出し、スギ及びヒノキについて内部収益率を推定した。ha当たり植栽本数をスギで3,000本、ヒノキで3,500本とし、下刈り期間はスギで6年、ヒノキで7

年と仮定した。ha当たり投下資本の合計は、スギで160万円、ヒノキで170万円と算出した。

今回の事例では、スギ、ヒノキとも内部収益率はほとんど2~4%の範囲に分布していた。逆に、同じ投下資本を仮定して、2%と4%の収益率をあげるのに必要な粗収益も算出した。

1%以下の2、3の事例を除いて、求められた収益率と粗収益との関係、推定された2%と4%の粗収益ガイドラインをスギ、ヒノキについて図-1、図-2に示す。伐採林齢と内部収益率との相関はほとんど見いだせなかったが、スギでは70年生以上、ヒノキでは65年生以上の場合に、相対的に高い収益率をあげる事例が多かった点が注目される。

主伐時の平均末口直径と内部収益率との関係についてみると、スギの場合、不連続ではあるが、30cm以上で3%程度を示し、ヒノキの場合は、径級に応じて高くなり、28cm以上で3.5%程度の高い収益率を示した。

調査にあたり御世話になった高知営林局、徳島、愛媛、高知県の林業関係課の各位に厚く御礼を申し上げる。

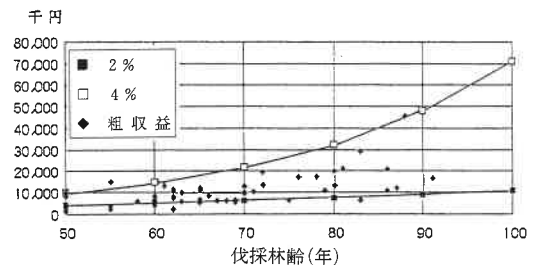


図-1 スギの粗収益と収益率

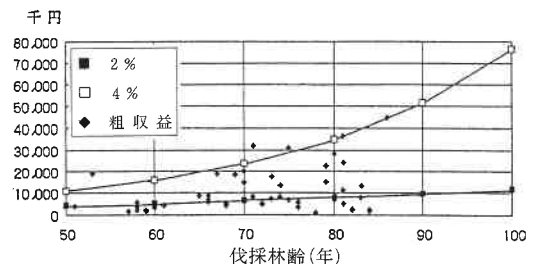


図-2 ヒノキの粗収益と収益率

10年目を迎えた 施業標準地

経営研究室 宮本知子・松村直人

高知営林局では、1980年度から当支所と共同して、管内5計画区に順次試験地を設定してきている。これらの試験地は「施業標準地」と呼ばれ、現行の生産目標施業体系に基づいて施業した場合の成長量、収穫量、その他林分構造の推移を解明する基礎資料となっている。

一般に成長予測のための基礎資料としては、固定試験地資料と暫定試験地資料がある。前者は非常に精密ではあるが、測定に長時間を要し、また、試験地の維持管理も大変である。一方、後者は数多くの標準地を設定できるが、あくまでも一時的な成長資料であり、時系列としての把握ができない。そこで、施業標準地の設定に当たっては、両者を折衷する形で固定試験地とするが、測定目標期間を20年と限定した。

1. 試験地調査の経過

5地域施業計画区（高德、松山、四国西南、高知、安芸）内の施業標準地は、1980年度から1986年度までにスギ225箇所、ヒノキ261箇所が設定され、1985年度から1991年度までに同標準地において第2回目の測定が実施された。昨年度までに2回分の資料が集計され、累計はスギ441箇所、ヒノキ515箇所には達している。

この間に各計画区毎に直径分布や樹高分布の推移、成長量の比較、間伐施業の類型区分等の分析を行いながら、貴重な測定資料のデータベース化を図っている。

2. 直径分布・樹高分布の推移

2回分の測定資料のなかで、他樹種の混入区等の資料を除くとともに、間伐、除伐、風雪害、枯損等による本数減少区においては、残存木のみを集計した。これら各標準地における平均直径、平均樹高の値を用いて、I～X齢級別に、ha当たりの直径分布、樹高分布を推定し、そ

の推移を分析した。スギの直径分布の推移の一例として、高知計画区の4齢級について図-1に示す。I齢級の尖った分布でスタートし、成長するに従い、分布のすそが広がっていく様子がよくわかる。また、5計画区の比較の一例として、VI齢級のヒノキの直径分布について図-2に示す。その結果、高德地域では成長が悪く、安芸、松山両地域では比較的良好な傾向がうかがわれる。

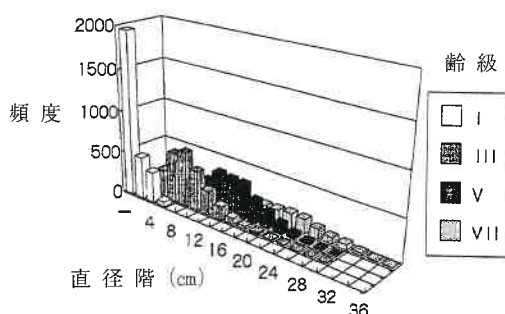


図-1 スギ直径分布の推移（高知計画区）

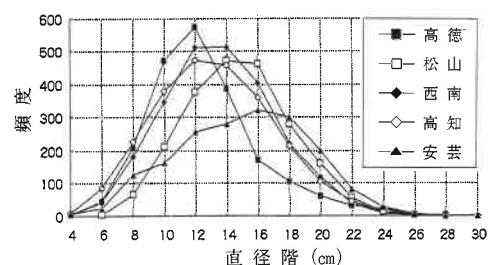


図-2 ヒノキ直径分布の比較（VI齢級）

直径・樹高2次元分布上での間伐対象木の分布領域についてみると、VI齢級のスギの場合は、間伐対象木がかなり広い範囲に分布していた。これに対し、ヒノキではその分布がやや局所的で、下層間伐的な傾向が明らかであった。

最後に、施業標準地の設定及び管理に御尽力いただいている高知営林局、各営林署の関係者各位に厚く御礼申し上げる。

平成4年度研究発表会について

当支所恒例の研究発表会は、特別講演を本所の小沼生産技術部長にお願いして、5月21日に高知グリーン会館で開催された。小沼部長は、林業の機械化における海外事情や国内の開発動向・問題点などについて、貴重なスライドを用いて講演された。また、海外情報として、陶山支所長がニュージーランドにおける地殻変動等について、地図・図形やスライドを用いて紹介した。なお、当日の発表課題及び発表者は次のとおりである。

- 1) スギ人工林の伐期齢と収益性
— 四国地区の民有林におけるスギ長伐期林分の収益性の検討 —
経営研究室 吉田 実
- 2) 四国地方における主要な林木病害
— 4年間の病害診断が示唆するもの —
保護研究室 峰尾一彦
- 3) 誘引剤によるキバチ類の防除法
— その可能性と問題点 —
保護研究室 山崎三郎
- 4) 間伐計画策定のための事前評価手法の開発
— エキスパートシステムの応用例 —
経営研究室 松村直人

[海外情報]

ニュージーランドにおける地殻変動・火山活動・みどり

— 第6回国際地すべりシンポジウムに参加して — 支所長 陶山正憲

[特別講演]

森林作業の生産性向上と安全の確保

森林総研 生産技術部長 小沼順一

5) 枝打ちの基礎と実際

— 枝打ち効果を高める方法 —

造林研究室 竹内郁雄

6) 複層林施業による土壌保全効果

— 林内残存枝条の処理方法が表層土壌の移動量に及ぼす影響 —

林地保全研究室 平井敬三

7) 間伐施業が林木の量的・質的成長に及ぼす影響

— 上層・下層間伐後の成長経過に対する比較検討 — 造林研究室 川崎達郎

8) 土壌微細形態学の森林土壌研究への応用

— 森林土壌を透視可能にする新しい研究方法 — 林地保全研究室 三浦 寛

(この発表会の模様はNHK高知とRKC高知のテレビ及び朝日新聞の高知版で紹介された。)

[特別講演要旨]

森林作業の生産性向上と安全の確保

森林総合研究所

生産技術部長 小沼 順一

伐出作業や造林作業など森林作業の機械化は、生産性の向上によるコストダウン、労働強度の軽減、作業安全の確保及び若者にも魅力ある職場作りを目的として進められている。

技術の飛躍的発展のためには、現地の地形に適合した高性能機械の導入のほかに、林道網の適正配置、事業量の確保、訓練されたオペレータの確保が必要である。どの一つが欠けても生産性の向上にはつながらない。

伐出作業の生産性を向上させるには生産量を増やすか省力が必要である。集材作業の場合、1日の作業量は(1荷の材積)×(集材回数)である。生産性向上には集材回数を増やす必要があり、これが機械開発あるいは作業システムを編成する上で重要課題となっている。対象林地の地形に適応し、準備・後始末などの副作業が少なく、安全で高速度の機械を開発しなければならない。特に、中急傾斜地において利用できる高性能機械の開発を急ぐ必要がある。

造林作業についても、地拵作業、植付作業、下刈作業など、いずれも重労働であり、魅力ある職場作りのためにも、機械化作業を実現する必要がある。

特別研究

「中山間地域における農林業の環境保全機能の変動評価」の開始に当たって

林地保全研究室 平井 敬三

農林業は、中山間地域においては、その生産活動を通じて、下流域を含めた国土の保全に重要な役割を果たしてきた。しかし、過疎化や高齢化の進行に伴って、生産活動の低下、農林地管理の粗放化、耕作放棄地の増加が顕著になり、これら中山間地域のもつ環境保全機能の低下により、斜面崩壊や土壌侵食、土砂流失など、国土保全上重大な危険性の増大が危惧される。

このような社会背景をもとに、中山間地域が多く、耕作放棄地の割合が高い中国・四国地域を対象として、農林業の生産活動の低下に伴う環境保全機能の変動を把握・評価し、将来にわたる予測手法を開発するために、この特別研究に着手することになった。

本研究は、四国農業試験場を中心に、中国農

業試験場、農業環境技術研究所、森林総合研究所四国支所が参画して研究推進に当たり、農業及び林業が一体となって、主に土壌保全機能の面から、中山間地域の環境保全機能を検討することになっている。

当支所では、林地保全研究室がこれに参画し、「林地管理の粗放化による土壌保全機能の変動評価」を担当する。四国地域の山地は急傾斜地が多く、降雨の頻度や強度が高いこと、また、人工林率が高いことなどから、森林の果たす環境保全機能は非常に重要である。そこで、当研究室の分担課題では、特に森林施業が林地の土壌保全機能に及ぼす影響に着目し、間伐されている森林と無間伐の森林を対象として、表層土壌の移動・流亡の実態を把握するとともに、表層土壌の物理性の違いを、主に孔隙量や浸透能の面から検討し、粗放化による土壌保全機能の変動を明らかにしたい。

本研究が、中山間地域のもつ環境保全機能の維持・増進、ひいては地域社会の活性化の一助になれば、幸いである。

第8回四国地区林業技術開発会議の概要

高知営林局、関西育種場四国事業場、四国4県の林業関係課・試験研究機関及び当支所で構成されるこの会議が、徳島県林業総合技術センター宮川所長の座長のもとに、5月20日に高知グリーン会館で開催された。

1. 最近の研究情勢について

当支所長が、熱帯林問題に関する懇談会の第2次中間報告「緑の地球経営実践への提言」の概要、4月に改正された「国有林野事業における技術開発目標」の主要点、「全国森林計画」に示された四国3広域流域に共通な防災的・水土保全的森林施業の必要性及び当支所の地域研究の重点化方向、などについて説明した。

2. 林業技術開発に対する行政ニーズの動向について(林業普及指導事業の概要と今後の課題)

4県の林業普及指導担当者が平成4年度の主要な林業関係事業等について説明した。4県とも林業後継者の育成対策を取り上げており、そ

のほか、林業作業用機械の開発、高性能林業機械の導入とそのオペレータの育成、地域特性に適應した林業技術の開発、県産材の流通・販売等についての取組みが紹介された。

3. 平成4年度試験研究計画の概要について

研究開発関係7機関がそれぞれの試験研究計画について、新規課題を中心に説明した。

4. 関西地区林業試験研究機関連絡協議会総会における提案・要望事項について

4県の場合・所担当者が、林産関係研究組織の地域拠点作りや国庫助成による共同研究候補課題について提案説明を行い、これらの取扱いについて、当支所長と4県の場合・所長で協議し、4項目程度に取りまとめることにした。

森林総合研究所 四国情報 No. 8

平成4年7月16日 発行

編集 農林水産省 森林総合研究所 四国支所
発行

〒780 高知市朝倉丁915 電話 0888-44-1121