

森林生態系保護地域等における  
管理のあり方に関する調査研究

## 森林生態系保護地域等における管理のあり方に関する調査研究

### I 試験担当者

谷本丈夫（宇都宮大学農学部）  
桜井尚武（森林総合研究所生産技術部）  
田中信行（森林総合研究所生産技術部）  
飯田滋生（森林総合研究所生産技術部）

### II 要旨

モニタリング等研究管理に必要な情報とその管理方法を検討した。

生態系保護地域設定の目的の一つは、現在および将来の人類のために質の良い自然を保護保全し、そこから得られる情報をもとに有効な森林管理法を見いだすことである。これらの各種情報の調査法を検討するために、甲府営林署の「中山のハリモミ林」と小笠原東海岸生態系保護地域の移入植物の実態を調査し、これらの成果をもとに大面積長期継続調査（モニタリング）の方法と意義および問題点を検討した。モニタリングの目的は、長期間にわたる広範な森林変化の動態をとらえることにある。そのことの意義を明らかにするため、一度設定されたこの種の調査地の有効性を論じた。しかしながら、生態系保護地域は奥地、山岳地が大部分であり、調査のために利用する歩道すら存在していない場合が多い。従って、効率的、また省力的に研究を進めるために航空写真、衛星写真的利用によって長期的な変動をとらえる方法を採用することも必要である。これまで我が国では大規模、長期にわたるモニタリング研究は行われてこなかった。各生態系保護地域のネットワークシステムの設立を行い、データベース化とその管理・利用法などのサポート技術の開発が必要であることを指摘した。

### III 試験目的

林野庁により森林生態系保護地域の設定が進められている。その結果、その管理法の基礎的資料が必要となっている。本研究では森林生態系保護地域における保護と利用に関する管理手法の確立に必要な基礎的成果を得る目的で、大正4年に設定された保護林制度によって管理されてきた保護林のうち、東京営林局甲府営林署管内の天然記念物に指定されている「中山のハリモミ純林」における管理実態と森林の現況およびその問題点を検討する。また、森林生態系保護地域あるいは類似地における人の入り込みが森林生態系に及ぼす影響を解明する。そして、これらの結果をもとに当該地域における保護と管理のあり方を考察する。

### IV 試験の方法と結果

#### 1. 甲府営林署管内ハリモミ林

## 1) ハリモミ保護林の現況

ハリモミ林の現況を現地踏査と文献で検討した。文献としては山中のハリモミ純林（甲府営林署, 1974）および秋山（1985）と岡田ほか（1991）の資料を用い、1957年に行われた天然記念物「山中のハリモミ純林」の現地検討会資料として謄写印刷された東京営林局計画課の内部資料のデータも参考にした。

現地調査ではこれらの資料によるハリモミの衰退の現象を確認し、それぞれの報告にある調査地を踏査し、現況を確認した。

## 2) 枯損の経過と保護対策

ハリモミ林の成立経過は不明であるが、貞觀年間における富士山の火山爆発によって、富士山東麓に鷹丸尾溶岩を噴出し、そこに台地が形成された。この台地にハリモミが侵入して現在の林相が形成された。このハリモミ林は、鷹丸尾溶岩台地のみに成立し、周囲の林相とは著しく相違している。

ハリモミは本州の福島県以南から、中部および近畿を経て、四国、九州にまでわたり生育する温帶性針葉樹類の一つである。通常は単木か小群落を形成するのみで、富士山麓の青木が原のヒノキ、ツガ等の温帶性針葉樹と同様、溶岩台地等の特殊な場所以外では純林を作れないものであり、本群落のような純林は他に類例のないきわめて貴重なものである。1916年、ハーバード大学ヘンリーウイルソン教授による現地調査結果が、海外に紹介されその貴重な存在が世界的に広く認識されるようになった（甲府営林署, 1974；岡田ほか, 1991）。

この地域の林分は徳川時代には御鷹巣山禁伐林として厳重に保護されてきた。明治以降になっても御料林として、昭和4年以降は国立公園として、同25年以降には国有林の学術参考保護林として管理してきた。また、昭和38年に文化財保護委員会告示1号で天然記念物に指定され伊豆箱根国立公園特別保護地域に指定されて現在に至っている。この間に、この林分の一部に火災が起り約半分が消失して、跡地がアカマツを中心とした林分に変化した。また、昭和初期からの道路の建設や伐採・開墾が進み、現在では約56ha程度になっている。

この林分はすでに樹齢250年以上の高齢木を主要構成個体とするようになっている。そして、肥沃な土壌に乏しい溶岩台地に成立しているため風の影響を受けやすく、昭和34年と41年の台風の大被害を受けた結果、林分の動的平衡が破れ、昭和47年にはそれぞれ30%および7%程度の枯損被害が認められていた固定調査区において、平成2年にはそれぞれ10%と74%の被害率を呈し、現在も生き残った立木の枯死が進行している。

ハリモミ林の急速な枯損衰退は、すでに述べたように樹齢300年内外になっている高齢木の多いことにその原因の一つがあることは否定できない。しかし、明治期以来、ことに昭和初期からは保護林や天然記念物指定地のすぐそばまで伐採、開拓が行われバッファゾーン

が破壊されたことも原因の一つとなっている。

これらの林分には、防風林の造成、天然生稚樹の保育育成、溶岩台地に客土してのハリモミの造林が試みられており、相当の効果をあげているが、バッファゾーンの欠如が影響して完全復元には多くの問題をかかえている。特定森林の維持管理には、その林分の更新維持機構の継続調査によって基礎的な資料を収集し、それに基づく保護保全策を講じる必要があるが、ハリモミ林においては、健全な時代の記録がほとんどなく、台風被害によって林分の破壊が顕在化してからの記録しかなかった。

これら復元に関する調査は、対症療法的な育苗技術に関するものが多く、ハリモミの復元・維持に必要な長期にわたった詳細かつ学術的な調査は行われていないために、応用性に乏しい記録となっているものしか残されていなかった。

## 2. 小笠原諸島母島東岸生態系保護地域

### 1) 小笠原のアカギの生育特性と群落形成過程の解明

#### (1) 目的と現状

小笠原諸島母島東岸生態系保護地域は、1993年に東京営林局管内において新たに指定された生態系保護地域の一つである。小笠原諸島は東京から南に約1000km離れた洋上に浮かぶ大洋島で、東洋のガラパゴスとも称される固有種の多い特異な動植物相を持つ島である。ここには戦前から移入された幾つかの樹種があり、これが貴重な在来種の繁殖を阻害し、本来手つかずの自然状態による推移変化が原則の生態系保護地域の保全管理上の問題となっている。ここではこれらの小笠原諸島の移入樹種のうち問題の大きいアカギを取り上げ、その実態と適切な管理法について検討する。

アカギは我が国の亞熱帯地域に生育する有用広葉樹で、小笠原諸島には用材、薪炭用材として沖縄地域から移入された。しかし戦後40年以上経過し、人々の生活構造や消費構造の変化により木材の利用方向に大きな変換がもたらされ、木材生産用樹種としてのアカギの役割は減少した。

その一方で、近年十分に成熟したアカギが大量の果実を実らせるようになり、その繁殖力が旺盛になる事態となってきた。その結果、東洋のガラパゴスとも称される大洋島としての小笠原の特殊な植生、植物社会は、移入された外来樹種であるアカギによって、その生存が危うくなってきた。アカギは天然自然の状態では単木的に生育し、ときに林道開設による法面などの人為的な疎開地において小規模な純林を形成するのが普通であるが、生育地は土壌の深い適潤地を好み、適地では成長が早く、在来の植生を駆逐するほどの旺盛な生育をみせる。

小笠原の固有種、とりわけ適潤性土壌に好んで生育するウドノキ、シマホルトノキなどの樹種の中には、旺盛なアカギの生育によって生育地が狭められ、絶滅に瀕しているものも多い。この傾向は、大型台風により林冠が破壊されたことや、復帰後の林道開設などに

より林冠疎開地が増大したことにより加速されていることが、経験的・断片的に明らかにされている（林野庁業務部、1994）。しかしながら、これまでに具体的な事実を積み上げてのその実態解明は十分に行われているとはいえない。

そこで本報告では、母島東岸生態系保護地域の自然景観、種組成を可能な限り搅乱しないように配慮しつつ、このようなアカギの生育を抑制あるいは除去するなどして、生態系を保護保全する方法を検討した。すなわちアカギの生育特性を生理生態的に明らかにし、それに基づいてアカギの天然更新による生育地の拡大と在来の人工林における群落形成過程の解明を行い、併せて在来樹種との関係を解析し効率的な在来樹種の保護、保全に資するための基礎的資料とすることを試みた。

## 2) 調査項目

- (1) 在来の人工林および天然生アカギ群落の種組成、群落構造を植物社会学的手法で明らかにする。
- (2) 樹高、胸高直径などからみた生育特性と環境条件を検討し、アカギの生育適不適地の条件と環境条件との関係を解明する。
- (3) 更新特性、群落形成過程を開花特性、種子の生産、散布形態、雄・雌樹の分布、発芽と稚幼樹の生育特性、在来の群落構成種との競合関係などを個体および群落レベルで明らかにする。
- (4) 天然生アカギ個体の分布と更新形態を明らかにする。具体的には侵入群落の林冠疎開地の大きさと萌芽、孤立、小集團形成などの実態を調査し、天然更新の形態を明らかにする。
- (5) 幹形成、萌芽力、混生種との競合など群落維持形成機構を年輪および枝、節解析により解明する。
- (6) 耐陰性などの生態的特性を実験的手法により明らかにする。
- (7) 人工林におけるアカギの生育過程について追跡調査し、巻き枯らし、伐採による林冠疎開後の萌芽再生力、耐陰性などから効果的な抑制法や駆逐法を検討する。

## 3) 調査方法

- (1) 母島東岸生態系保全地域におけるアカギ天然生林および個々の林木の成長と、地形、土壤条件など環境条件の検討。
- (2) アカギ人工林の所在地、面積、生育状態、環境などの情報収集。
- (3) 人工林および天然更新地におけるアカギ林の組成、構造、更新過程などの研究に必要な標準地の選定、試験地の設定、初期条件としての群落組成、樹高、胸高直径などの毎木調査。

## 4) 期待される調査結果

- (1) アカギの生育環境特性が明らかになる。
- (2) アカギの繁殖、更新特性が明らかになる。
- (3) アカギと在来固有種の関係が解析され、在来種の衰退、繁殖要因が明らかになる。これらの成果は、アカギを生態系の一構成樹種と位置づけながら徐々に個体数を減らし、在来植生を復元し、あるいは在来植生の再生力を増強させるという、在来種の自力による森林再生の補助を行うための重要な情報となる。

## 5) 具体的な予定調査地と当面の調査項目

### (1) 人工林における調査

イ) 桑の木山学術参考林内のアカギ人工林内に試験地を設定し、 $50\text{ m} \times 50\text{ m}$ 、可能ならば $1\text{ ha}$ 程度の固定調査区を設定する。調査区の四隅には主杭、主要交点には補助杭を打ち、長期間の継続調査が可能なようとする。このような調査区を石門山のアカギ人工林内にも設定する。

ロ) この中に含まれる若木、成木すべて（胸高直径測定可能木）に番号を付けて個体識別し、可能なものについては雌雄の別の確認を行い、当初5年間は毎年、それ以降は2年から5年ごとに生死を確認し、胸高直径を測定する。

ハ)  $10\text{ m}$ ごとの各格子点に $2 \times 2\text{ m}$ の小方形枠を設置し、この中に含まれる樹木すべてと、 $30\text{ cm}$ 以上の高木性樹種すべてに標識を付して個体識別し、上記の場合と同様に生死の確認と直径や樹高を測定する。

二) 母樹との関係が解析できるように樹冠下の任意の位置あるいは定点にシードトラップを設置し、捕捉された種子の種類と数を調査する。

ホ) 上記のシードトラップの横に $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ の調査枠を設けメバエの消長を観察記録する。

ヘ) 1本の母樹から何個の種子ができる、どれだけ発芽してどれだけが生き残り、再び母樹となるかまでのプロセスを解析する。また、種子生産量が母樹のサイズにどの程度依存するかを調べる。

### (2) 天然更新地における調査

イ) 道路周辺の更新状態を $4\text{ m}$ 幅で任意の長さのベルトランセクト法により調査し、アカギの侵入と道路開設との関係を調査する。

ロ) 尾根、平坦、谷地形におけるアカギの更新と上木の林冠疎開程度との関係を調査する。林冠疎開地の中央から上下、左右に $2\text{ m}$ 幅で任意のベルトランセクト法によってすべての更新樹の状態を調査する。

ハ) アカギの萌芽更新・成長特性を林冠疎開の大きさ、地形・土壤環境との関係で調査

する。

### (3) 萌芽再生力調査

イ) 人為的な巻き枯らし、伐採を胸高直径のサイズの異なった立木を対象に施し萌芽力の違いを調査する。

ロ) 上記の場所における更新再生過程を併せて調査する。

### 6) その他

固定試験地の測定結果は、広域長期調査のモニタリング調査とオーバーラップさせ、空中写真などと併用し、林冠の長期変化に関する地上情報として活用する。

## 3. 森林動態の長期大面積継続調査

### 1) 目的

森林生態系保護地域は、MAB計画における生物圏保護地域の概念（ユネスコ・MAB国際委員会、1987）に基づいたものである。これは、厳正保護地域としての核となる地域（コア部分）をまず定め、それを取り巻くように緩衝帯（バッファゾーン）を設定し、その周間に移行地域（トランジションエリア）を位置づけて、これらのそれぞれに核であるコア地域の厳正保護をはかるための相応の役割を持たせようというものである。すなわち、コア地域は保護対象となる典型的な自然で、この地域を代表とする生態系および生物圏保護地域の長期変化を指標するものとしての価値を持つ。緩衝帯の利用としては、エコツアーやレクリエーションなどによる自然環境の探勝や鑑賞のほか、研究、環境教育訓練を行うことなどの、コア地域の保護と両立できる活動のみが可能とされている。また、生態系保護地区の核になる場所においては、以上のような考え方を受けてモニタリング（自然生態系の長期的変化の継続的観測・記録）、生物遺伝資源の利用に係る行為など、学術研究その他公益上の事由により必要と認められる行為のみが可能である旨が明記されている。これは大正4年設定の保護林制度には明記されていなかった事項で、核になる部分が地域の森林施業、保護管理に必要な情報を保有する代表的な生態系であり、それを保全しその仕組みを学ぶための生態系管理を緩衝地帯あるいは移行地帯において行うための、いわば基準となる地域であるという役割を明確にしたものである。

### 2) 方法と問題点

これまでの森林動態の調査結果は、ある時点における森林構造の推定や、年輪、花粉などからによる過去の動態の推定、これらにある短い時間における調査結果を外挿するなどして得られたものに基づいたもので、推定値と実際の値との差の検証ができるものではない。山中のハリモミ純林における調査などもこれに類似したもので、今後の予測や正確な

管理法にまで成果が応用できない場合が多い。

最近では、大規模な台風による風倒被害や山火事、ササの一斉開花とそれに続く枯死などとその後の変化のように、まれにしか起きない出来事が森林の動態に大きな影響を与え、その後の森林の遷移方向を規定してしまうことがしばしば起こると考えられている。確かに、十分に成熟し発達した森林には一斉林に近い齢構造を持つパッチ状の群が存在することはよくみられることである。このことから、数年、数十年あるいは、数百年に一度の現象が、長期的な森林動態あるいは更新過程に重要な影響を及ぼしていると容易に考えることができる。このようなことが実際に起こることを証明し、また、その及ぼす影響を正確に把握することが、今後精度高い将来予測の下に高度な森林管理を行ってゆく上で重要である。

しかし、これまでの調査では、このような現象が出現した後の変化を追跡するだけにとどまっていたものが多い。その結果、まれに起こる大規模な擾乱現象前の状態はハリモミ林の例にみると、推定の域をでることができないのである。さらに、このような継続調査には、近年問題視されている酸性降下物等による森林の衰退、森林の断片化とそれに伴う生物資源や多様性の減少といった環境問題に対するバックグラウンドデータの提供や、影響のモニタリングという意義もある（中静、1991）。

大面積の継続調査は、経費、労力、時間などの点で、他の研究方法に比べると能率的でないという見方ができる。しかし、この調査法は、現在のところ長期にわたる森林の動態を正確に観察記録するためには欠かせないただ一つの方法であるし、これを実行することで生態系保護の基礎資料として重要な知見が得られる。また、一度設定されてしまえば中静（1991）が紹介したB C I（Barro Colorado Island）の例に見られるように、それを利用した研究は非常に効率がよく、質の高い成果が得られる。

B C Iとは、中米のパナマ運河を建設する際、運河に必要な水を確保するために作られた人工湖に生じた島の名前で、この島の中に50haの永久調査区が設けられ、その中に成立している直径1cm以上の立木全てが個体識別されている。この個体の成長枯死、加入などの状況を定期的に観測記録することにより、ギャップ形成や先駆種等の樹種のギャップ依存特性や更新機構に関する優れた研究成果が報告されている。これらの成果は、熱帯林の保全管理の基礎情報となっている。そして、このB C Iの成果を敷衍するべく、アメリカの研究者を中心に他の熱帯地域でも、同様の調査区を設定する動きがあちこちで始まっており、その動きはさらに広く世界各地に広まりつつある情勢にある。

通常、こうした大面積長期継続調査では、1haから100ha程度のコドラートを設定し、一定の大きさ以上の個体の樹種すべてに恒久的なラベリングを行い、一定周期をもって調査を繰り返すことを基本とする。この事業を円滑に進めるためには、多数の研究者や技術者が共同で研究を維持・継続するためのシステムの確立、数十年後をにらんだ全体計画、さらに計画に従った研究課題やデータ収集の分担・協力関係、成果の公表や帰属等の問題を

解決する必要がある（中静，1991）。幸い、わが国においても大面積長期継続調査の機運は高まってきており、森林総合研究所をはじめとして幾つかの大学や地域林業研究機関でも取り組みが始まっている。前述した問題点に対する解決法が模索され議論されるようになってきている。とはいものの、生態系保護地域は比較的山岳奥地に存在するものが多く、航空写真や衛星写真などの遠隔探査技術の利用を積極的に行い、地上データとの比較しての精度を高める研究も必要である。

#### 4. 観光資源としての人の入り込み等による影響

原生自然地域、生態系保護地域の設定は、急速に減少してきた原始性の高い自然環境を、現在および将来の人類の利用に供するため、自然生態系における動植物の保護およびその遺伝的多様性の保存を図り、また、当該地域を、研究・教育・訓練の場として提供することにある。

原始性の高い自然が生態系保護地域に指定されることによって、観光資源として過剰利用され原始性が損なわれたり、あるいは該当地域に居住する住民の生活の場を奪うものとして問題になっている。小笠原母島東海岸生態系保護地域では、本来大洋島には存在しなかった各種移入種が在来種を駆逐し、さらには在来の生態系を大きく損なう恐れが生じている。こうした場所では早急に現在残っている本来の自然の記録を行い、ついで変質しつつある動植物の生態系の実態を長期的に観察記録し、変動に関与する要因を摘出し解明するための森林動態の解析を行う必要がある。このような、よりよい自然生態系に復元するための働きかけや失われつつある生態系の姿を解析・記録することは、研究の一環としてのみでなく、国家的資産保全の見地からも積極的に推進されるべきである。

しかしながら、観光あるいは研究体験などを目的とした活動や行為を行わせるために、核の部分を開放することは排除する必要がある。多数の人々が森林に入り込むことによる林地搅乱が森林生態系にあたえる影響はネガティブなものであり、森林を大きく劣化させるものだからである。一方で、地域を代表する原生的自然生態系のような良質の自然において自然を探勝し学ぶことは、自然と共存する心を涵養する上で最良の方法でもある。したがって、これらの体験的行為は、保存すべき核地域の自然に近い質を有するバッファーゾーンの範囲内で実施することとすべきである。バッファーゾーンにおいては、該当地区的生態系の様はもとより、核の部分の遠望をも可能にするような最小限度の遊歩道等や、案内板等を設置し、高度に訓練された良質の森林インストラクターによる十分な案内と解説を用意するなどの配慮が望ましい。そして、このような活動を通じて核となっている原始的自然生態系部分の重要性を広く一般に理解させる必要がある。

#### 参考文献

秋山悦雄：天然記念物「山中のハリモミ林」の被害と保護対策、昭和59年度業務研究発表

#### 集17 東京営林局

甲府営林署：山中のハリモミ純林、5pp. (1974)

中静 透：森林動態の大面積長期継続研究について、日生態会誌 (Jap. J. Ecol.) , 41:45 ~53 (1991)

岡田廣巳・原嶋広行・曾我六郎：天然記念物「山中のハリモミ純林」の施業について、平成2年度業務研究発表集23 東京営林局

林野庁業務部：小笠原における外来樹種（アカギ）の繁殖抑制対策に関する調査報告書  
(平成5年度環境保全調査研究促進調査費) , 153pp. (1994)

ユネスコ・MAB国際委員会：A Practical Guide to MAB (1987)