

平成 10 年度

森林総合研究所

四国支所年報

No.40

Annual Report of the Shikoku Research Center,
Forestry and Forest Products Research Institute

農林水産省森林総合研究所四国支所

September, 1999

は　　じ　　め　　に

日本国土面積の67%は様々なタイプの森林に覆われています。こうした森林が現在まで我が国に成立し得た理由として、第一に恵まれた気候、第二に容易に開発の手が届かない急峻な山岳地であったことが挙げられます。さらに、幾多の戦乱、大型木造建造物や都市造営など歴史上で数え切れない程の森林消失の危機と遭遇しながらも、常に森林の保全と造成に取り組んできた古き先人たちの弛まぬ努力を忘れることはできません。

第二次世界大戦は日本人にとって最も身近な森林消失の危機だったと言えます。戦時期の乱伐と戦後復興のための過伐にも拘わらず、当時の先人たちは国民歌謡「お山の杉の子」を口ずさみながら、明日の美林作りに骨を折り汗を流したと聞きます。その人工林面積はすでに1千万ha、間もなく伐採可能な時期を迎えるのです。しかし、物事全て順調にゆくとは限りません。かと言って、全てが破局に至るとも限りません。これまで我が国の森林を守り育ててきた林業が、今この段階に至って、外材との厳しい競争や採算性の悪化、更には担い手の減少や高齢化などにより停滞著しい状況に陥ってしまっている一方、地球温暖化防止や地球環境保全に果たす森林の役割が世界の衆目の的となり高く評価され始めてきたのです。しかし、もう一度考えて下さい。健全な森林を持続的に育成できる林業が停滞すれば、森林は荒廃し、水土保全機能や温暖化防止機能が低下してしまうなど公益的機能が損なわれてしまい、逆に国土防災上の危険度だけが増幅されるようになるのです。当然の事ながら、情緒の源として、遺伝資源の宝庫としての役割も失せてしまうのです。

先人から受け継いだ大切な森林をより立派な形で次代に引き継いでゆくことは、私達に課せられた使命といえます。そのためには、林業が森林の多面的機能を発揮させるための有効手段であることを科学的に立証し、様々な国民層から幅広い理解を得ながら、将来にわたり多様なニーズを満たしてゆけるような取り組みが求められているのです。

四国支所では、こうした森林・林業を取り巻く情勢とともに四国地域の特性を背景にしつつ、環境保全に配慮した林業活動のための森林管理技術および高度に人工林化された地域における林業経営技術の向上を目指して研究を進めております。当年報は平成10年度における調査・研究業務の概要を取りまとめたもので、関係各位のご参考にご供されれば幸いと存ずる次第でございます。最後に、試験地設定や試験・研究業務の運営に際して様々なご助力、ご助言等を賜りました森林管理局、林木育種場、各県の行政・試験研究機関、大学、森林組合ならびに民間の林業家の皆様に対し、衷心より御礼申し上げます。

平成11年 9 月

四国支所長 佐々 朋幸

目 次

はじめに	1
目 次	2
平成10年度の研究課題	4
試験研究の概要	
1. 環境保全的森林管理技術の向上	
1-1) 急傾斜地における立地環境の保全技術の開発	7
1-2) 環境資源としての森林の保全技術の向上	7
2. 高度に人工林化した地域における林業経営技術の向上	
2-1) 中山間地域における林業経営技術の改善	9
2-2) 中山間地域における森林生物の管理技術の高度化	11
研究成果	
四国地域の主要地質母材上に発達する土壌の受食性の評価	13
隣接するヒノキ人工林と天然生林における表層土壌の一般化学性の違い	15
樹種の異なる林分における窒素無機化速度	17
市ノ又試験地における林分構成個体の成長と枯死パターン	19
四国山地における1998年のブナ種子の落下量 —面積規模と混交率の異なる3林分間の比較—	21
ブナ科広葉樹の開芽期における葉フェノロジー	25
種子発芽法による人工林埋土種子組成の推定とそれに関わる問題点	29
下ル川山スギ人工林収獲試験地の第2回間伐後の成長経過	33
森林所有者の施業実施状況と委託への意向 —徳島県山城町森林組合員へのアンケート調査から—	35
平成10年の四国地域の森林病虫獣害発生状況	37
四国の森林性生物の生物多様性に関する基礎情報の整理	39

森林性鳥類のモニタリングによる種多様性の評価の試み	41
穴内川上流域における平成10年9月24日豪雨時の水位ならびに水質の変動	45
四国支所構内で観測した1998年の降水の性質	47
研究業績	49
資 料	
開催行事・受託研究調査・非常勤研究員	55
依頼出張等・国際関係	56
研修・四国支所研究発表会の記録	57
気象観測値	58
固定試験地位置図	59
固定試験地一覧表	60
平成11年度の研究課題	62
沿革・職員の異動	64
現有施設・機構	65
敷地および実験林	66

注 意

研究成果については、未発表のデータ等を含みますので引用する場合は、著者の承諾を得て下さい。

平成10年度の研究課題

研究問題 XIII 豪雨・急傾斜地域の森林管理技術の高度化

研 究 課 題			担 当 研究室	課題担当者	研究年度	予算区分	備 考
大課題	中課題	小 課 題					
1. 環境保全的森林管理技術の向上				(田淵 隆一) (吉永秀一郎)			
	1) 急傾斜地における立地環境の保全技術の開発						
	(1) 林地の降雨特性および鉱物特性に基づく 地表侵食量の定量化		林地保全研	三浦 覚 吉永秀一郎 山田 毅	6～9 ～10	経常	
	(3) ヒノキ人工林化によって起こる土壌特性 の変化の解明		林地保全研	山田 毅 吉永秀一郎 三浦 覚	8～11	経常	
	2) 環境資源としての森林の保全技術の向上			(田淵 隆一)			
	(1) 光環境変化が複層林下木の成長過程に及 ぼす影響の解明		造林研	田淵 隆一 酒井 武 倉本 恵生 酒井 敦 大黒 正	7～11	経常	
	(2) 源流域天然林の構造と機能の解明		造林研	酒井 武 倉本 恵生 田淵 隆一 酒井 敦 大黒 正	6～9 ～11	経常	
	(3) 人為攪乱に伴う常緑広葉樹林の更新過程 の予測		造林研	酒井 武 倉本 恵生 大黒 正 酒井 敦 田淵 隆一	8～10	大型別 枠	生態秩序
			林地保全研	吉永秀一郎 三浦 覚 山田 毅			
	(4) 天然林主要構成樹種の種子生産～実生定 着過程の解明		造林研	倉本 恵生 酒井 武 大黒 正 酒井 敦 田淵 隆一	9～13	経常	
	(5) 雑草木の種子散布特性と人工林への侵入 過程		造林研	酒井 敦 田淵 隆一 酒井 武 倉本 恵生 大黒 正	10～12	経常	(新規)
			保護研	佐藤 重穂			

研 究 課 題			担 当 研究室	課題担当者	研究年度	予算区分	備 考
大課題	中課題	小 課 題					
2. 高度に人工林化した地域における林業経営技術の向上				(松村 直人) (松村 直人)			
		1) 中山間地域における林業経営技術の改善					
		(1) 魚梁瀬天然木の調査管理システムの開発	経営研	小谷 英司 松村 直人	7～11	經常	
		(3) 1994年夏季少雨が人工林に及ぼした影響の評価	経営研 林地保全研	小谷 英司 松村 直人 吉永秀一郎 三浦 覚 山田 毅	8～10	經常	
		(4) 林家の経営動向と林産物流通経路の究明	経営研	山田 茂樹 都築 伸行 松村 直人	6～10	經常	
		(5) 四国地域における収穫試験地資料を用いた長伐期林の暫定収穫予測	経営研	松村 直人 小谷 英司 山田 茂樹 都築 伸行	8～12	指定Ⅱ	収穫試験地 (四国)
		(6) 森林生態系を重視した公共事業の導入手法調査	経営研 造林研 林地保全研 保護研	松村 直人 他 全研究員	8～17	治山事業	導入手法
		(7) 高性能林業機械の効率的運用のためのGISの有用性評価	経営研	小谷 英司 都築 伸行 山田 茂樹 松村 直人	9～10	指定Ⅰ	高性能林業 機械
		(8) 森林組合の事業展開分析と合理的森林管理受託方策の検討	経営研	都築 伸行 山田 茂樹 松村 直人	10～12	經常	(新規)
		(9) 森林資源情報の効率的な管理システムの検討	経営研	松村 直人 山田 茂樹 小谷 英司 都築 伸行	10～12	經常	(新規)
		(10) 長伐期施業の経営的評価	経営研	松村 直人 山田 茂樹 小谷 英司 都築 伸行	10～11	指定Ⅰ	長伐期施業

研 究 課 題			担 当 研究室	課題担当者	研究年度	予算区分	備 考
大課題	中課題	小 課 題					
	2) 中山間地域における森林生物の管理技術の高度化			(前藤 薫)			
	(2) スギ・ヒノキ穿孔性害虫の個体群変動要因の検討		保護研	佐藤 重穂 前藤 薫	8～10	経常	
	(3) 病虫獣害発生情報の収集と解析		保護研	前藤 薫 田端 雅進 佐藤 重穂	元～9 ～14	経常	
	(4) 四万十川流域の生物多様性に関するデータベース作成と調査手法の検討		保護研 造林研	佐藤 重穂 前藤 薫 酒井 武 酒井 敦	9～10	指定 I	四万十川
	(5) キバチ科・クビナガキバチ科昆虫と共生する菌類の分類と分布に関する調査		保護研	田端 雅進 前藤 薫 佐藤 重穂	10～12	経常	(新規)

平成10年度の特掲課題

略 称	研 究 課 題 名	期 間	担当研究室
-----	-----------	-----	-------

特定研究

1. モニタリング	酸性雨等の森林生態系への影響モニタリング	7～11	林地保全研・造林研
-----------	----------------------	------	-----------

総合的開発研究

2. 貿易と環境	農林水産業及び農林水産貿易と資源・環境に関する総合研究	8～12	林地保全研
----------	-----------------------------	------	-------

環境庁…地球環境研究総合推進費

3. 酸性化物質	東アジアにおける環境酸性化物質の物質収支解明のための大気・土壌総合化モデルと国際共同観測に関する研究	8～10	林地保全研
4. 野生生物	熱帯林における哺乳類及び鳥類の群集構造と多様性の維持機構に関する研究	8～10	保護研
5. 衛星データ	人工衛星データ等を利用した陸域生態系の3次元構造の計測とその動態評価に関する研究	9～11	経営研

科学技術庁…科学技術振興調整費（総合研究）

6. グローバルマッピング	森林分類の高度化と純一次生産力のマッピング手法に関する研究	10～12	経営研
---------------	-------------------------------	-------	-----

科学技術庁…科学技術振興調整費（国際共同研究「二国間型」）

7. 針葉樹病害	針葉樹病害における菌と昆虫の相互作用に関する共同研究	10	保護研
----------	----------------------------	----	-----

試 験 研 究 の 概 要

1. 環境保全的森林管理技術の向上

1-1) 急傾斜地における立地環境の保全技術の開発

森林の生産機能や公益的機能は、森林土壌が有する機能に負うところが多い。森林の持続可能な生産を支えるために、また、水源かん養、水土保全などの機能を維持するために、森林土壌を保全することが重要である。しかし、森林の取り扱い方を誤ると、地表侵食により森林土壌が流亡し、森林が有する諸機能を低下させる恐れがある。四国地域では急傾斜の山地が多く、土壌の流亡が起こりやすいので、森林土壌の保全技術を確立することが求められている。この中課題では、急傾斜山地の立地環境特性を解明するとともに、各種森林施業が森林土壌に与える影響を解明して、林地保全・地力維持を目的とした立地区分法の開発を目指している。平成10年度にはこの中課題において、2小課題を実施した。この中で、(1)「林地の降雨特性および鉱物特性に基づく地表侵食量の定量化」については、本年度をもって完了した。

(1)「林地の降雨特性および鉱物特性に基づく地表侵食量の定量化」

林地における土壌侵食量を定量的に評価するために、四国地域の降雨特性と土壌の鉱物特性について検討した。気象庁のアメダスデータをもとに四国地域の年間降水量、年間積算降雨エネルギー量、降雨係数の分布図を作成して検討した結果、降水量の最大値と最小値の比が3.6倍であるのに対して、侵食強度の指標となる降雨係数では11.5倍の違いがあった。この降雨係数は、年間降水量をもとに指数式で推定できることを示した。また、30分間降水量をもとに計算される降雨係数を60分間降水量で推定するためには、1.1から1.6倍の係数を乗じることにより可能であることが明らかになった。四国地域の各種地質母材に発達する土壌の表層部分の粒径組成は、花崗岩母材が粗粒であったほかは、概ね細粒質であった。また、分散率は30～40%程度であり受食性が高い結果となったが、地質母材間の差は小さく、鉱物特性が土壌侵食量に及ぼす影響は3～4倍程度であると見積もられた。

(3)「ヒノキ人工林化によって起こる土壌特性の変化の解明」

天然生林を伐採してヒノキ林へと転換したときの土壌の変化の実態を把握するために、四万十森林管理署大正事務所管内の市ノ又山国有林において、天然生林、人工林における表層土壌の化学性について検討した。人工林ヒノキの表層土壌は、天然林ヒノキや天然林広葉樹の表層土壌と比べ、 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ ・ $\text{pH}(\text{KCl})$ が高い値を、CならびにNが低い値を示した。交換性塩基量のうち、 Ca^{2+} 量や K^{+} 量、あるいは Ca^{2+} ・ Mg^{2+} ・ K^{+} の合計量については、天然林広葉樹・天然林ヒノキの表層土壌と人工林ヒノキの表層土壌では有意な差がみられず、人工林化に伴う変化は不明瞭であった。一方、 Mg^{2+} 量は、天然林広葉樹や天然林ヒノキの表層土壌に比べて、人工林ヒノキの表層土壌で有意に少なかった。

1-2) 環境資源としての森林の保全技術の向上

四国地域においては、その自然特性すなわち急峻な地形と豪雨の多い気候が森林経営に対して高い環境保全機能の発揮を求めている。さらにその上で林業経営を維持させるための省力化を念頭にいた林分管理技術の開発が不可欠である。近年広がりつつある複層林の健全な発達促進とその有効範囲解明のため、上木密度管理のもたらす諸効果等の施業技術開発を実施中である。また水質等を含めた環境保全機能発揮への期待

の高い源流域森林の管理手法を開発する。この中課題のもとで、平成10年度には前年度からの継続課題5つが実施され、うち大型別枠課題である「人為攪乱に伴う常緑広葉樹林の更新過程の予測」は10年度をもって完了した。

(1) 「光環境変化が複層林下木の成長過程に及ぼす影響の解明」

前年度に引き続き陰・陽葉分化の指標とされる生育場所の相対光強度(RLI)と葉乾重(緑軸内二次木部を除いた重量)当たりの葉面積(SLA:比面積)との関係を調べ、若齢林分成立木においては樹冠中～下部では明環境下葉の方がSLAの大きな葉を持つ傾向を再確認した。また隣接する林縁木の除去により光環境が好転した個体でも、明転の翌年には陰樹冠におけるSLA→小(陽葉化)の傾向、葉量増加とも認められず、陰樹冠では間伐等による光環境急変に即応できないことを示唆している。

(2) 「天然林主要構成樹種の種子生産～実生定着過程の解明」

ブナ科樹種の種子生産過程と、豊凶周期の有無や集団での同調などのパターンについてこれまで欠けていた定量的事項解明のため、常緑・2年結実性樹種であるアカガシを中心に開花から堅果成熟までの生残、果実発達パターンを調べ、開花後1,2ヶ月間ならびに翌年夏に多い段階的落下様式が明らかにされた。2年目の落下時期はサイズ、重量の急増期である果実成熟期に同調することが観察された。

(3) 「源流域天然林の構造と機能の解明」

四万十森林管理署管内の市ノ又試験地に加え、嶺北森林管理署管内の白髪山ヒノキ天然林に追加設定した調査区について、林分構造調査を行い、また実生動態調査を実施中である。市ノ又試験地については胸高周囲長5cm以上の個体のサイズ再測を行い、1994～1997年の間の枯死率が1.8%/年であることを明らかにした。白髪山試験地では、土壌発達の程度による植生差が認められ、土層の厚い場所でスズタケ、岩塊地でヒノキ、広葉樹が分布していた。林分構造の違いから両者間の更新パターンに違いがあるものと考えられた。

(4) 「人為攪乱に伴う常緑広葉樹林の更新過程の予測」

市ノ又試験地内の強度が異なり光環境に差がみられる択伐跡3箇所において攪乱後の環境変化及び更新過程を比較している。林分構造解析や、土壌水分条件、光環境等の立地環境の把握を行い、種子供給パターンや稚幼樹の動態を調べた。ギャップ内光環境と更新稚幼樹の成長、その時間的推移、伐採規模ならびに樹種の光要求度の違いによる高木性主要構成樹種と亜高木性樹種稚幼樹の優占度の差を明らかにした。これらからヒノキ等針葉樹が多く混成する林型を維持するには択伐だけでなく地掻きや補植等積極的補助手法の導入が望ましいことが示唆された。

(5) 「雑草木の種子散布特性と人工林への侵入過程」

人工林伐採後の植物群落形成に関与する雑草木の種子散布特性、埋土種子の貢献度を解明し、合自然的、省力効果の高い雑草木制御手法開発の基礎情報蓄積を目的とする。10年度は林齢の異なる人工林2林分と市ノ又天然林の埋土種子相を解明し、いずれの林分でも現存植生と埋土種子相の組成に著しい違いがみとめられた。また鳥類相の観測から、鳥による種子散布の多くは冬季に行われることが示唆された。

2. 高度に人工林化した地域における林業経営技術の向上

2-1) 中山間地域における林業経営技術の改善

森林法の改正にともない計画事項の市町村への権限委譲が進められ、森林施業に関しても市町村の役割がいつそう強化された。長伐期施業や混交林施業など多様な森林施業の計画技術の検討とともに市町村、森林組合など、地域の森林管理主体の育成方策の検討が「持続可能な森林経営」を目指すうえでの重要な課題となっている。この中課題においては、平成10年度は6つの継続課題と3つの新規課題を実施した。

(1) 「魚梁瀬天然木の調査管理システムの開発」

デジタルオルソフォトの判読に最適な解像度について、人工物、各齢級の森林など15種類を選び、判読可能性を検討した。林相を粗く分ける場合には解像度2.5m程度あれば可能であるが、さらに密着空中写真の場合と同程度で判読するには解像度が1.0mより細かい方が望ましいことが明らかになった。次いでオルソフォト作成方法と精度について、空中写真と地図との対応点であるGCPの把握方法と利用する幾何補正の変換式により3つに場合分けし、1：GCPはGPS測量、射影変換式、2：GCPは地形図、射影変換式、3：GCPは地形図、アフィン変換式、とした結果、1、2、3の順で精度が高かったが、地形図の林道を重ね合わせて検討した結果、特に明瞭な差異はなかった。

(3) 「1994年夏季少雨が人工林に及ぼした影響の評価」

徳島県の1994年の干害被害地ヒノキ林を調査対象として、成長の季節変動を測定した結果、春や秋と比較して梅雨明け後の夏の少雨時期に成長の著しい低下が見られ、短期的に降水量が年輪成長に影響を及ぼしていた。また、年輪解析の結果、中長期的にみて、夏季などの成育期間中の降水量などが年輪幅に影響を与えており、特に干害年の1994年の影響は大きいと考える。土壌の物理特性をみると、孔隙量が少なく、かつ全孔隙量のうち粗孔隙が2/3程度を占めており、土壌が乾燥状態になると急激に土壌水分が低下することが示唆された。土壌深と立木の生存、枯死を検討した結果、土壌深が深い方が枯死する傾向があり、局所的な干害被害への土壌条件の影響が見られた。

(4) 「林家の経営動向と林産物流通経路の究明」

嶺北流域においては、国有林は流域内森林組合に対し、事業供給者として一定の地位を保ち、原木市場に対しては、「優良な国有林材」を取り扱うことにより、集客力を強めるという効果がみられた。また、民有林の大規模林業事業体には主伐抑制、長伐期化傾向がみられた。嶺北流域は、「国公有林、民有林の中・大規模所有主体」－（森林組合）－「高能率素材生産事業体を中心とした比較的大きな素材生産業者」－「流域外流出、流域内加工」という流れが主要なものとなりつつある一方で、「小・零細規模林家」－「自伐生産、小・零細規模素材生産業者」－「流域内原木市、森林組合、質挽き工場による地場消費」という経路もまだかなり残存していることが明らかとなった。

(5) 「四国地域における収穫試験地資料を用いた長伐期林の暫定収穫予測」

四万十川森林計画区宿毛市の奥足川山ヒノキ試験地において、間伐を設計した。平成10年度現在41年生で

あるが、今回が初回間伐である。現在までの成長は、平均直径成長は1500本区で良いが、今回の間伐後3000本区ではほぼ同じ程度に上昇する。樹高成長は1500本区、6000本区の無間伐区で劣っている。同じく四万十川森林計画区大野見村の下川山スギ試験地の定期調査を行った。この試験地は平成7年度に第2回目の間伐を設計しており、今回が間伐後初めての調査となった。現在40年生であり、直径成長は無間伐区で低く、間伐区間では大きな差はみられない。樹高成長でも無間伐区は若干劣っているが、間伐区間ではほぼ同程度の成長を示している。

(6)「森林生態系を重視した公共事業の導入手法調査」

森林タイプ別面積調査では西土佐村において、過去の伐採、造林、保育等の面積の推移、保育対象林分のうち除間伐実施済み林分の割合、広葉樹林の植生調査などを行い、スギ、ヒノキ人工林に固定試験地を設置した。特にヒノキ人工林の比率が高いこと、クヌギが多いなどの特徴がみられた。土壌及び水資源の保全と維持に関する調査として、溪流水・雨水調査（東津野村、梶原町、十和村、西土佐村など）、土壌調査（梶原町、東津野村、葉山村）を行い、物理性、化学性の分析結果をとりまとめ中である。森林棲動物等生息調査では、トンボ類幼虫（ヤゴ）、成虫等の生息分布調査、溪流生息魚類の調査、カミキリムシ類の生息（捕獲）調査を行い、種数の確認と生息分布域を明らかにし、森林環境の特徴付けを行った。

(7)「高性能林業機械の効率的運用のための GIS の有用性評価」

高性能林業機械と GIS の導入実態、利点、問題点を把握するために、四国内の導入事業体に対してアンケート調査を行い、また2森林組合の聞き取り調査を行った。労働強度軽減と生産性の向上の2点で顕著な効果という意見が多く、次いで安全性の向上に関する効果が多いが、生産コスト低減、若年労働力の確保、事業量の増大等への効果は過半に留まっていた。問題点としては、事業量の確保が最も多かった。GISは、森林情報の高精度集積、事務と作業計画の合理化、森林所有者との施業合意の形成を目的として導入され、効果があったが、高額な導入費用、地籍の未調査による情報精度の低さ、関係組織間での連携の必要性、管理者、利用者の人材養成が問題点として挙げられる。

(8)「森林組合の事業展開分析と合理的森林管理受託方策の検討」

10年度は森林所有者の森林管理の実態および管理委託に関する意向を把握するために、徳島県山城町森林組合員全員の1,458名にアンケート調査を行った。管理委託に関する意向では、全体で75%の所有者が委託料や内容によっては委託するかもしれないと回答し、自ら管理を行うので委託は考えていないとの回答は18%であった。保有森林面積の規模別にみると、1ha以下の零細保有層は資産保持的な森林管理を行う傾向が強く、経営には消極的で、管理委託への関心は他に比べてやや低かった。逆に、50ha以上の大規模層と5～10haの中規模層は、他に比べ経営活動が活発であり、委託への関心もやや高いという傾向がみられた。

(9)「森林資源情報の効率的な管理システムの検討」

これまで継続測定されてきた成長資料、樹幹解析資料などのデータベース化を進めた。長期継続測定資料としては、収穫試験地、施業標準地の成長資料など、暫定プロット資料からは、収穫表、密度管理図調製標準地、広葉樹調査、樹幹解析資料ではヤナセ天然スギ、材積表調製資料などを整理した。データベースレコー

ドの事例としては、試験地名、標準地、自治省コード、市町村名、樹種、本数/ha、材積、平均直径、平均樹高などを考慮した。解析例としては、高齢人工林の直径成長データの抽出と通常林分データとの比較を行い、滑床山スギ(宇和島市)、一ノ谷山スギ(馬路村)、西又東又山スギ(馬路村)の成長差を例示した。

(10)「長伐期施業の経営的評価」

樹種別実績単価で、天然スギ931件、人工スギ654件について検討した。天然林材については、50cm以下のクラスでは人工林材と大きな差はなく、それ以上になると価格は急上昇するが、非常にバラツキも大きい。材長については、人工林材では6 m材も最近増えており、30cm以上のクラスを中心に90件(14%)あった。人工林材については通常中目丸太と呼ばれる20～28cmクラスの4 m材で12,000円程度であるが、30cmの20,000円以上クラス、もしくは38cmの40,000円ラインが長伐期経営のひとつの目安になると思われる。平成2年度資料では単価は高めであり、25cmで20,000円を超えていた。当時は30cmで40,000円、44cm以上で50,000円に達しており、この資料からも材価の低迷がうかがわれる。

2-2) 中山間地域における森林生物の管理技術の高度化

健全な森林を維持するには、樹木の発育を阻害したり枯損被害をあたえる病虫害について、被害実態、原因生物、被害発生の機構、被害を助長する要因等を明らかにし、適切な管理手法を提示する必要がある。特に四国地域のスギ、ヒノキ人工林では、伐り捨て間伐の常態化にともなってキバチ類による材変色被害が顕在化しており、変色菌類の生態と材質腐朽力を解明するとともに、変色菌類を伝搬するキバチ類の個体群動態について明らかにすることが急務である。その一方で、地域生態系が本来持っていた生物多様性を維持することが持続可能な森林経営の前提であることが広く認識されるにともない、流域を単位とした森林生態系とそこに生息する生物種を評価、保全するための研究が求められるようになってきた。

平成10年度は、継続課題3課題と新規課題1課題の計4課題を実行した。そのうち(3)「四万十川流域の生物多様性に関するデータベース作成と調査手法の検討」を完了し、(1)「スギ・ヒノキ穿孔性害虫の個体群変動要因の検討」を平成12年度まで延長した。完了課題では、四国の森林性の希少生物と指標性の生物についてデータベース作成のための基礎資料を収集し、希少生物については森林依存度のランク付けを行った。また、鳥類と木本植物および甲虫類の一部について、暖温帯林に適したモニタリング手法の検討を行った。また、新規課題(4)「キバチ科・クビナガキバチ科昆虫と共生する菌類の分類と分布に関する調査」では、ニホンキバチの共生菌についてスギ・ヒノキ材片に対する腐朽力と材強度への影響を評価するとともに、ニホンキバチ以外のキバチ類がもつ共生菌の探索と同定を開始した。

(1)「スギ・ヒノキ穿孔性害虫の個体群変動要因の検討」

四国におけるヒノキカワモグリガの被害分布をメッシュ地図上にまとめた。寄主がスギの場合とヒノキの場合とで被害メッシュ数を比較した結果、樹種間に有意差はなく、両樹種とも激しい被害が認められた。ニホンキバチの成虫の標識再捕試験をカイロモントラップを用いてヒノキ人工林で行った。雄よりも雌の方が有意に再捕獲率が高かった。雄は放虫点の直近のトラップのみで捕獲された。一方、雌は放虫点からの距離が離れるに従って捕獲数が減少し、最大で90m離れたトラップでも捕獲され、雄よりも飛翔距離が長いことが推測された。これまで、伐り捨て間伐によって雌雄成虫の密度が急上昇した後、雄成虫は翌年には激減す

るのに対して雌成虫数は一定のレベルから減少しなくなることが知られていたが、これは雌成虫が周辺の発生林分から飛来するためと考えることができる。なお、ヒノキカワモグリガの個体群変動に対する天敵の働きについては実験が途中である。また、今年度の実験によってニホンキバチの雌成虫が強い飛翔分散力をもつことが明らかになったので、雌成虫の産卵選択性と幼虫の材内死亡について新たに実験・調査を行う必要が生じた。そのため、本課題を2年間延長した。

(2)「病虫獣害発生情報の収集と解析」

愛媛県西南部のウバメガシ天然林に見られたホリシャキシタケンモンの大発生は、越冬幼虫数の減少とともに終息した。大発生個体群の崩壊には、緑きょう病菌による幼虫硬化病の蔓延が関与していたものと考えられた。高知県内のソメイヨシノに多発している幼果菌核病に、ヒキオコシコブアブラムシが関わっていることが示唆された。香川県のヒノキ壮齡人工林において、ヒノキ根株心材腐朽による生立木の枯死被害と心材腐朽被害が確認された。腐朽木は腐朽部の地上高が1.7mに達し、根株部横断面における腐朽部の占有面積が約30%以上になることがあるため、将来材価に大きく影響するものと考えられる。この問題については、平成11年度から新規課題を設定し、腐朽被害の原因となる病原菌を明らかにするとともに、伝搬機構の解明を行う。

(3)「四万十川流域の生物多様性に関するデータベース作成と調査手法の検討」

四国の森林性の希少生物と指標性の生物のデータベースを作成し、希少生物について森林依存度のランク付けを行った。哺乳類、鳥類、爬虫類、両生類、淡水魚類、昆虫、陸生貝類、その他の無脊椎動物、種子植物、シダ植物について、四国産の希少生物はそれぞれ11種、62種、3種、3種、6種、30種、15種、7種、139種、13種であり、これらのうちで森林依存種と準森林依存種に該当するものはそれぞれ34%、7%だった。四万十川上流域の代表的な天然林である大正町市の又国有林に調査地を設定し、森林性生物の代表的な種群として鳥類、甲虫類、木本植物の調査を行った。モニタリング法として鳥類の簡易テリトリーマッピング法、甲虫類のカイロモントラップ法などを検討した。

(4)「キバチ科・クビナガキバチ科昆虫と共生する菌類の分類と分布に関する調査」

ヒゲジロキバチのマイカンギア内の菌糸は無色、長さが $12\sim 183\mu\text{m}$ 、幅が $1.5\sim 6.5\mu\text{m}$ 、細胞数は $1\sim 5$ であった。マイカンギア由来の培養菌株は菌叢の色、菌糸成長、菌糸型が同じで、菌糸にはすべてかすがい連結が認められた。ヒゲジロキバチが採集されたスギ林で *Amylostereum laevigatum* が発生していた。マイカンギア由来の培養菌株を滅菌したスギ丸太に接種した結果、接種6ヶ月後に *A. laevigatum* の子実体が形成された。以上のことから、ヒゲジロキバチのマイカンギアから分離された菌は *A. laevigatum* であることが明らかになった。また、ニホンキバチから得られた共生菌 (*A. laevigatum*) によるスギとヒノキの材片に対する腐朽試験を行ったところ、両者とも材片の重量減少は認められなかった。このことから、本菌のスギ・ヒノキ材片に対する腐朽力はないように思われた。

研 究 成 果

四国地域の主要地質母材上に発達する土壌の被侵食性の評価

林地保全研究室 三浦 寛・吉永秀一郎・山田 毅・稲垣善之

1. はじめに

林地表層の土砂移動量は、降水量、土壌、林相、傾斜、斜面長など複数の因子によって決定される。著者らはこれまで、林地表層における土砂移動の特性を明らかにするために、四国地域における降雨特性（三浦，1995）、土砂移動量の樹種間の相違（三浦ほか，1995）、地表被覆状態の変動実態（三浦ほか，1996）などを明らかにしてきた。本稿では、土壌因子に注目し、四国地域に分布する主な表層地質上に発達する土壌の被侵食性の違いが林地の土砂移動に及ぼす影響について検討する。

2. 研究方法

四国地域に分布する主要な地質区分ごとに土壌調査を行い、その最表層の層位について粒径組成、分散率、懸濁率を測定した。表-1に調査対象土壌の概況を示す。粒径組成は、風乾細土10gを過酸化水素水により有機物分解したのち、水酸化ナトリウムでpHを9～10に調製して完全分散させた後、ピペット法により測定した。分散率は、未処理の試料を蒸留水だけで分散させた後、ピペット法により測定し、完全分散させた場合との比率から算出した。本稿では、分散率を測定する際の細粒物質の境界には20 μ mを採用した（土壌物理性測定法編集委員会編，1972）。また、懸濁率は蒸留水だけで分散したシルト及び粘土画分が供試土壌に占める割合から算出した。

表-1. 調査地の立地概況

土壌グループ	試料数	表層地質	調査地	土壌型	傾斜 (°)	最表層層厚 (cm)	樹種	林齢 (y)
Rk土壌	3	領家帯花崗岩	香川県大川町	B _D (d)	33～43	7～8	ヒノキ	22～36
Iz土壌	3	和泉帯砂岩泥岩	香川県塩江町	B _D (d)	40	13	ヒノキ	56
		〃	香川県土居町	B _D	30	6	ヒノキ	65
		〃	香川県仲南町	B _D (d)	43	8	ヒノキ	69～
Sb土壌	3	三波川帯結晶片岩	高知県大豊町	B _D , B _D (d)	36～37	5～10	ヒノキ	19～65
Mk土壌	2	御荷鉾緑色岩類	高知県大豊町	B _D (d)	37～39	2～5	ヒノキ	18, 23
Sm土壌	3	四万十帯砂岩泥岩	高知県大正町	B _D (d)	13～40	3～13	ヒノキ	5～32
Vo土壌	3	火山灰	高知県本山町	P _D I	8	5	ヒノキ	天然林
		〃	高知県馬路村	B _D	5	5	スギ	天然林
		〃	愛媛県久万町	BI _D	16	6	スギ	47

表-2. 四国地方に分布する主な土壌母材別に示した表層土壌の被侵食性に関わる土壌特性

表層地質	試料数	粗砂(%)	細砂(%)	シルト(%)	粘土(%)	分散率*(%)	懸濁率*(%)
Rk土壌	3	45.6(10.8)	16.6(1.3)	22.6(5.6)	15.2(6.2)	10.5(0.4) b	3.1(0.9) b
Iz土壌	3	13.2(6.6)	16.7(7.4)	45.2(10.5)	24.9(2.3)	28.5(5.9) a	14.9(5.6) a
Sb土壌	3	19.2(6.5)	15.4(1.7)	31.4(3.9)	34.1(4.8)	9.6(1.7) b	4.7(0.4) b
Mk土壌	2	21.9(0.7)	10.1(4.9)	36.2(0.2)	31.9(4.0)	18.0(2.0) ab	9.6(0.1) ab
Sm土壌	3	14.2(12.0)	13.5(6.7)	37.2(6.7)	35.2(5.6)	11.8(3.9) b	5.6(1.7) b
Vo土壌	3	5.7(3.4)	15.8(6.1)	48.9(10.0)	29.7(7.9)	12.9(6.1) b	3.3(3.3) b

数値は平均値（標準偏差）を示す。*同じ英文字は5%水準で有意差がないことを示す（Tukey-Kramer HSD test）。

3. 結果と考察

粒径組成は、Rk土壌とそれ以外の土壌とで大きな差が認められる（表-2）。Rk土壌は粗砂に富みシルト以下の画分が少ないのに対して、それ以外の土壌では粗砂は少なくむしろシルト及び粘土画分が多い。さらに、Rk土壌以外の土壌グループの中でも、Iz土壌とVo土壌はシルトが多く、Vo土壌は粗砂が少なく、母材による相違が認められる。

分散率は、Iz土壌が28.5%で最も高く、Sb土壌が9.6%で最も低い。Iz土壌の分散率は、他の土壌グループに比べて有意（5%水準）に高かった。懸濁率も、分散率と同様にIz土壌が他の土壌グループに比べて有意（5%水準）に高かった。

本稿で取り上げた表層地質は四国地域に出現する主な地質母材をカバーしている。その中で分散率及び懸濁率の最小値と最大値を比べると、前者は3倍、後者は5倍の差が認められた（表-2）。このことから四国地域においては、分散率ならびに懸濁率の相違が土壌の被侵食性に及ぼす影響はたかだか数倍程度に過ぎないことが明らかにされた。一方、林相や傾斜の相違により土砂移動量は100倍程度の差が生じる（三浦ほか、1995）ので、土壌の被侵食性の相違が土壌侵食に及ぼす影響は1オーダー程度小さい。

なお、土砂移動に関わる土壌因子には、本稿で検討した粒径組成や分散率の他にも透水性や土壌構造がある（Wischmeiyer and Smith, 1978）ので、土壌因子全体を評価するためにはこれらの特性についてもさらに検討を進める必要がある。

引用文献

- 土壌物理性測定法編集委員会編（1972）土壌物理性測定法. 426～429, 養賢堂, 東京.
- 三浦 覚（1995）四国地方における林地の土壌侵食に関わる降雨特性について—アメダスデータによる解析—, 日林関西支論 4 : 59～63.
- 三浦 覚・平井敬三・森貞和仁（1995）林地管理の粗放化と林地の地表侵食, 森林総研四国支年報 36 : 19～20.
- 三浦 覚・山田 毅・森貞和仁（1996）ヒノキ林の地表被覆状態の変動実態, 森林総研四国支年報 37 : 21～22.
- Wischmeiyer, W. H. and Smith, D. D. (1978) Predicting rainfall erosion losses — a guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No.537.

隣接するヒノキ人工林と天然生林における表層土壌の一般化学性の違い

林地保全研究室 山田 毅・吉永秀一郎・三浦 覚・稲垣善之

1. はじめに

天然林をヒノキ人工林に転換すると、伐採時の土壌攪乱（小林，1982）やヒノキの樹種特性による表層土の流亡によって（赤井，1977），土壌劣化を引き起こしやすいことが従来から指摘されている。著者らは、ヒノキ人工林化に伴う土壌特性の変化を検討するため、土壌調査および理化学性の分析を行ってきた（山田ほか，1997,1998）。本報では、人工林化による影響を最も受けやすいと考えられる表層土壌の一般化学性の分析結果について報告する。

2. 方法

調査地は、高知県幡多郡大正町にある市ノ又山国有林内の天然生林と約30年生のヒノキ人工林とが隣接する林分である。調査地周辺の土壌の概略については、山田ほか（1997,1998）を参照されたい。

本年度は、調査地内に天然生林内で広葉樹が優占する区画（以下、天然林広葉樹）、天然生林内でヒノキが優占する区画（天然林ヒノキ）、ヒノキの人工林内の区画（人工林ヒノキ）の3区画を設定した。それぞれの区画内は1 m メッシュで区切り、その格子点に相当する地点の表層土壌（HA を含む A 層）を採取した。採取した試料は、風乾後、直径 2 mm 以下の細土について、一般化学性の分析を行った。

pH(H₂O)・pH(KCl)はガラス電極法で測定した。全炭素・全窒素は、N.C.アナライザーを用いた乾式燃焼法によって分析した。交換性陽イオン（Ca²⁺、Mg²⁺、K⁺）の浸出は、亀和田・柴田（1997）の「ストロンチウム振とう法」に従い、0.05M 酢酸アンモニウムと0.0114M 塩化ストロンチウム混合溶液を浸出液として用い、振とう法によって行った。ストロンチウム振とう法で得られた浸出液中の交換性陽イオンは、原子吸光分光光度法によって分析した。なお、分析には天然林広葉樹15点、天然林ヒノキ22点、人工林ヒノキ16点の試料を用い、結果はそれらの平均値で示した。

3. 結果

人工林ヒノキにおける表層土壌（以下、表層土壌を省略）の pH(H₂O)・pH(KCl)は、天然林広葉樹や天然林ヒノキの pH(H₂O)・pH(KCl)よりも高い値を示した（図-1）。これは、伐採に伴う表層土壌の攪乱や流失によって、表層よりも下の土壌が露出したためと考えられる。

人工林ヒノキの CN 比は、天然林広葉樹の CN 比よりも高く、天然林ヒノキの CN 比よりも低い値を示した（図-2）。これは、人工林ヒノキの全炭素および全窒素量が少ないことと天然林ヒノキの全炭素量が多いことによるものである。樹種の違いを反映して、天然林広葉樹において全窒素量が多くなると予想されたが、天然林広葉樹の全窒素量は、人工林ヒノキの全窒素量よりは多かったものの、天然林ヒノキの全窒素量とは同程度であった。

交換性塩基の Ca²⁺量や K⁺量、あるいは Ca²⁺・Mg²⁺・K⁺のイオン合計量については、天然林広葉樹・天然林ヒノキと人工林ヒノキとの間に有意な差がみられず、人工林化に伴う変化は不明瞭であった（図-3）。

一方、 Mg^{2+} 量は、天然林広葉樹や天然林ヒノキに比べて、人工林ヒノキにおいて少なかった。しかし、この原因について特定することはできなかった。

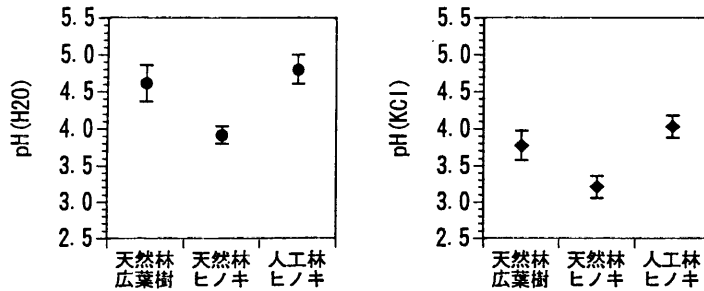


図-1. 各区画における pH

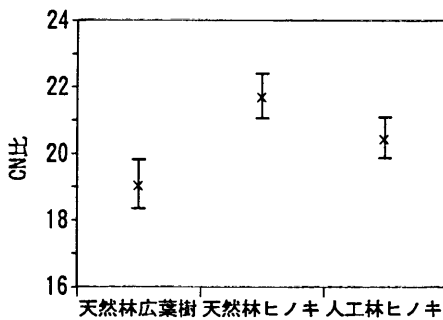


図-2. 各区画における CN 比

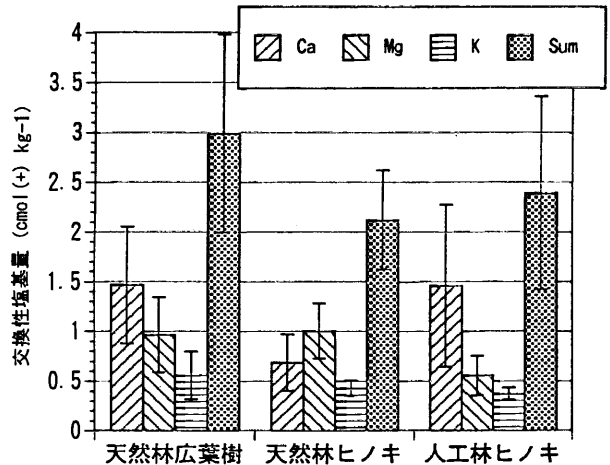


図-3. 各区画における交換性塩基量

引用文献

- 赤井龍男（1977）ヒノキ林の地力減退問題とその考え方. 林業技術 419：7～11.
- 亀和田國彦・柴田和幸（1997）陽イオン交換容量の測定を要さない土壌試料のための簡単な交換性陽イオンの浸出法. 日本土壌肥科学雑誌 68(1)：61～64.
- 小林繁男（1982）森林の皆伐に伴う土壌の変化. ペドロジスト 26(2)：150～163.
- 山田 毅・森貞和仁・平井敬三・三浦 寛・吉永秀一郎（1997）ヒノキ人工林化によって起こる一般化学性の変化. 森林総研四国支年報 38：19～20.
- 山田 毅・吉永秀一郎・森貞和仁・平井敬三・三浦 寛・吉田桂子（1998）ヒノキ人工林化によって起こる土壌の一般物理性の変化—市ノ又風景林と近接するヒノキ人工林の土壌を比較した結果から—. 森林総研四国支年報 39：19～20.

樹種の異なる林分における窒素無機化速度

林地保全研究室 稲垣善之・三浦 覚・山田 毅・吉永秀一郎

1. はじめに

植物が利用できる窒素は、アンモニア態および硝酸態の無機態窒素である。実験室培養による窒素無機化速度は、植物にとって利用可能な窒素量を示す指標として用いられている。森林において窒素無機化速度は土壌の温度、水分、pH、CN比などの影響を受けることが明らかにされている（仁王，1996など）。その他の要因として、樹種によるリターフォールの窒素供給量の違いが、窒素無機化速度に影響を及ぼすことが予測される。本稿では、森林型による窒素無機化特性の違いを明らかにするために、ヒノキ、スギ、アカマツ、落葉広葉樹林の12林分において実験室培養による窒素無機化速度を測定した結果を報告する。

2. 研究方法

調査地は高知県長岡郡大豊町の4種類の森林型からなる12林分である。98年7月に各林分に採取地を5地点設け、深さ0-5 cmの表層土壌を採取した。窒素無機化速度の測定はびん培養法によった。採取した土壌を実験室に持ち帰り、篩にかけ礫や根などを取り除いた。50 mLのバイアルに土壌を10g入れ、25℃で28日間培養した。培養前後の土壌試料を2 M KClで抽出し、抽出液の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ をフローインジェクション装置により測定した。培養前後の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ および $\text{NO}_3^-\text{-N}$ の濃度差をそれぞれアンモニア化速度、硝化速度とし、両者の和を窒素無機化速度とする。また、土壌のpHをガラス電極法、全炭素および全窒素をNCアナライザーによって測定した。

3. 結果と考察

落葉広葉樹では針葉樹に比べて表層土壌の全窒素濃度が高く、CN比が低い傾向がみられた（表-1）。培養初期の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ は4-10 μgNg^{-1} であり、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ はアカマツとヒノキ土壌では非常に低く、スギと落葉広葉樹土壌で高かった（図-1）。すべての林分において培養初期濃度は、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の方が $\text{NO}_3^-\text{-N}$ よりも高かった。実験室培養によるアンモニア化速度は、-4.9-24.4 μgNg^{-1} であった。一方、硝化速度は0-182 μgNg^{-1} で、スギ林と落葉広葉樹で高くアカマツ林で低かった（図-2）。多くの林分で培養初期濃度は $\text{NO}_3^-\text{-N}$ が $\text{NH}_4^+\text{-N}$ より低かったが、培養期間中に $\text{NO}_3^-\text{-N}$ が $\text{NH}_4^+\text{-N}$ より多く生成されていた。これは実際の森林土壌中では、硝化菌によって生成された $\text{NO}_3^-\text{-N}$ が植物によってすばやく吸収されるためであると考えられる。また、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ は土壌に吸着されやすい陽イオンであるが、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ は移動しやすい陰イオンであり、土壌水の移動によって表層土壌から流亡するために培養初期の $\text{NO}_3^-\text{-N}$ が低いと考えられる。以上に示したように、窒素無機化速度は4つの森林型で有意に異なっており（ $P < 0.05$ Kruskal-Wallis test）、樹種の違いが窒素無機化速度に影響を及ぼしていることが示唆された。しかし、窒素無機化速度と関わりのある土壌pHおよびCN比と窒素無機化速度には本研究では明らかな関係はみられなかった。したがって、森林土壌の窒素無機化速度を評価する際には、土壌の性質だけでなく生育する樹木のリターフォールによる窒素供給量や窒素吸収量を考慮する必要がある。

表-1. 12林分の土壌型と表層土壌 (0-5 cm) の性質

		土壌型	pH	全炭素(%)	全窒素(%)	CN比
1	ヒノキ	B _D (d)	5.3(0.2)	13.4(1.1)	0.84(0.03)	16.0(1.2)
2	ヒノキ	B _D	4.2(0.1)	15.3(2.7)	0.87(0.12)	17.4(0.6)
3	ヒノキ	B _D (d)	5.7(0.2)	7.5(2.1)	0.43(0.08)	17.1(1.6)
4	ヒノキ	B _D	4.4(0.1)	7.1(0.4)	0.50(0.04)	14.3(0.9)
5	ヒノキ	B _D (d)	4.4(0.2)	12.9(2.4)	0.72(0.11)	18.0(0.8)
6	スギ	B _D	4.8(0.1)	9.1(0.8)	0.65(0.07)	14.0(0.5)
7	スギ	B _D	4.8(0.1)	9.4(1.1)	0.61(0.04)	15.4(1.1)
8	スギ	B _D	5.3(0.1)	11.3(1.9)	0.70(0.10)	16.0(0.7)
9	アカマツ	B _D (d)	4.7(0.2)	11.9(2.0)	0.70(0.09)	16.9(0.9)
10	アカマツ	B _A	4.0(0.1)	12.3(3.2)	0.53(0.11)	23.1(2.2)
11	落葉広葉樹	B _D (d)	5.2(0.1)	11.7(1.0)	0.83(0.06)	14.0(0.2)
12	落葉広葉樹	B _D (d)	4.6(0.1)	11.6(0.7)	0.93(0.04)	12.4(0.3)
	平均		4.8	11.1	0.69	16.2

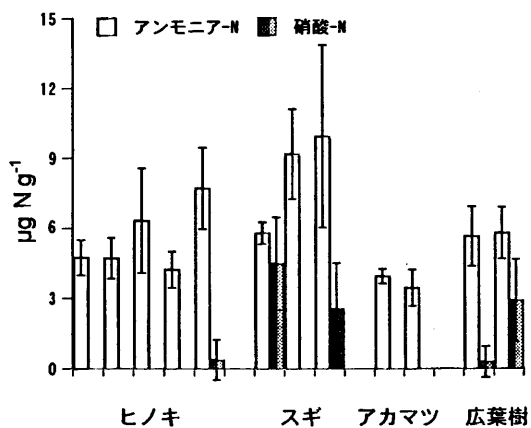


図-1. 培養初期のアンモニア態窒素および硝酸態窒素濃度 棒は標準偏差を示す(n=5)

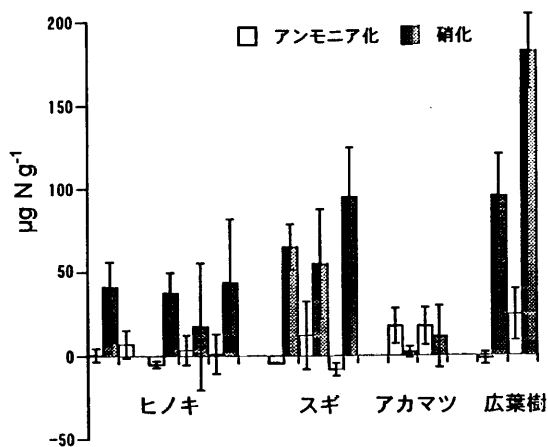


図-2. 28日間の実験室培養によるアンモニア化および硝化速度 棒は標準偏差を示す(n=5)

引用文献

仁王以智夫 (1996) 物質循環における土壌微生物の役割. (森林生態学. 岩坪五郎編, 306pp, 文永堂, 東京). 154~188.

市ノ又試験地における林分構成個体の成長と枯死パターン

造林研究室 酒井 武・田淵隆一・倉本恵生・酒井 敦

1. はじめに

暖温帯上部の天然林の構造と動態を明らかにするため、造林研究室では高知県幡多郡大正町の国有林内にある市ノ又風景林に市ノ又森林動態観測試験地を設定し、モニタリングを実施している。これまで、胸高直径5 cm以上の個体についての調査を1994年、1997年に行った。本稿では3年間の変化を明らかにし、地形による林分構造と攪乱体制の違いについて検討した。

2. 調査地と調査方法

調査地は四国西南部、四万十川流域の暖温帯上部の成熟した天然林に1994年に設定され(100m×100m：面積1 ha)、胸高直径5 cm以上の個体について1回目の毎木調査を行い、1997年に再測を行った。再測時の枯死個体はその形態を立枯、幹折れ、根返りに分けた。調査地は林冠層でヒノキ、ツガなど常緑針葉樹が優占し、ウラジログシ、アカガシ、ツクバネガシなど常緑広葉樹が混交する林分で、下層ではサカキ、ヤブツバキ、クロバイなどが多い(表-1)。調査地は地形によって種組成、サイズ構造が異なっている。すなわち、傾斜の比較的緩やかな尾根ではヒノキ、ツガの大径木が優占し、常緑広葉樹類の割合が低いのに対し、傾斜の急な斜面ではヒノキ、ツガの大径個体が少なく広葉樹の割合が尾根部にくらべて高い(酒井ほか、1996)。このような違いから、尾根部と斜面では3年間の変化にも何らかの違いが生じていると考えて地形別に解析を行った。

3. 結果と考察

調査地内の個体数、断面積合計は1994年：1485個体、55.54m²、1997年：1482個体、55.51m²とあまり変化はなかった。枯死数は75個体、枯死率は1.73%/yrで、枯死率の高かった樹種はアカガシ、ハイノキ、ヒサカキなどであった。枯死率を尾根と斜面で比べると尾根：0.93%/yr、斜面：1.96%/yrと斜面での枯死率が高かった。枯死形態は、全体で立枯が32.0%、幹折れが37.3%、根返りが26.7%であったが、枯死形態が尾根と斜面で異なり、尾根では立枯率が77.8%であったが、斜面での立枯率は25.8%に過ぎず、根返り、幹折れによる死亡率が高かった。つまり、斜面では物理的要因で枯死する個体が尾根より多いことが示された。斜面では急傾斜という立地のため土砂移動などの攪乱が生じやすく、その影響度も大きい事が推測され、それによって尾根と斜面で林分構造が異なる要因のひとつであると考えられる。また、枯死個体は下層木がほとんどであったが、尾根で林冠木のツガの立枯1個体、斜面では林冠木のツガの根返り1個体とウラジログシの幹折れ1個体があり、林分構成個体の枯死率は0.38%/yrであった。この林冠木を除けば、尾根では直径20cm以下、斜面では30cm以下のサイズに枯死木が生じていた。このサイズでの枯死率は尾根、斜面による違いはみられなかった(図-1)。

新たに直径5 cmに達した進階個体は72個体であった。単位面積あたりの進階個体数は尾根、斜面で100本/ha、69本/haで尾根の方が多かった。新規加入率の高い種はクロバイ、ハイノキ、ヒサカキなどであった。

これらの種は枯死率もやや高く、直径成長をみれば直径10cm以下の個体の成長は相対的に大きく、直径10cmを越すと成長が小さいという傾向があった（図-2）。これらの種の最大サイズは20cm程度であった。これに対し、サカキ、ヤブツバキなど枯死率の低い種はサイズによる直径成長に違いはみられず比較的小さな値を示した。これらの種の最大サイズは30cm程度であった。同じように下層を占める種でもこのような成長特性の違いがあることがわかった。また、一般に高木種といわれる針葉樹類、カシ類は小さい個体の成長が小さく大きな個体の成長が大きいという傾向があった。今後、継続して調査を行い、この森林の動態パラメータをより明らかにしていきたい。次回の毎木調査は1999年秋を予定しており、今後2年間隔で再測を継続していく計画である。

表-1. 調査地の概要

樹種	1994年		1997年		進階木	枯死木
	個体数	BA (m ²)	個体数	BA (m ²)		
ヒノキ	40	15.56	40	15.76		
ツガ	49	11.86	47	11.16		2
モミ	11	6.02	11	6.13		
サカキ	462	5.10	466	5.18	8	12
ウラジロガシ	64	3.82	63	3.85	2	4
アカガシ	18	2.17	15	2.13		3
ツクバネガシ	17	1.73	16	1.72		1
ヤブツバキ	115	1.42	126	1.47	3	2
シキミ	89	1.05	84	1.01	3	9
シイ	59	0.83	63	0.98	4	1
クロバイ	106	0.76	125	0.90	14	5
ホソバタブ	65	0.76	66	0.78	5	5
アセビ	59	0.61	62	0.59	2	3
シロダモ	44	0.43	46	0.42	5	3
アラカシ	12	0.39	12	0.39	1	1
モッコク	17	0.38	18	0.40		
ミズメ	3	0.33	3	0.34		
ヒサカキ	69	0.27	74	0.26	9	6
アカシデ	6	0.25	6	0.27		
ハイノキ	40	0.24	39	0.22	5	6
その他 28 種	140	1.55	100	1.55	11	12
TOTAL	1485	55.54	1482	55.51	72	75

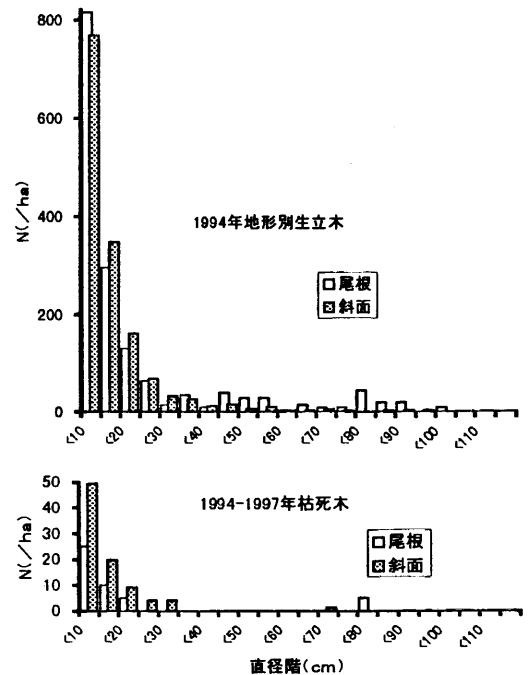


図-1. 地形別の1994年の直径階別本数と1994-1997年の枯死個体の直径階別本数

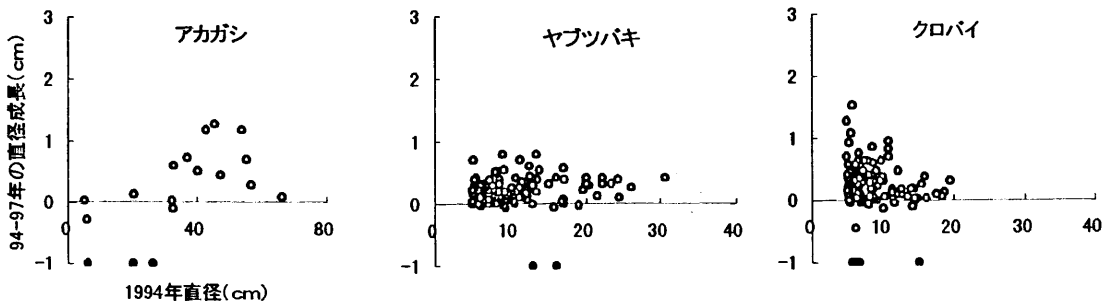


図-2. アカガシ、ヤブツバキ、クロバイの直径成長（●は枯死個体を示す）

引用文献

酒井 武・川崎達郎・田淵隆一（1996）市ノ又風景林の林分構造．日林関西支論 5：123～126．

四国山地における1998年のブナ種子の落下量

— 面積規模と混交率の異なる3林分間の比較 —

造林研究室 倉本恵生・酒井 武・酒井 敦・田淵隆一

1. はじめに

四国山地脊梁部（石鎚・剣山山系）に連続的に広がるブナ林は、分布西南域の太平洋型林としては、最もまとまったものの一つとされている。その周縁の急峻な山岳では、標高およそ1000mをこえる山体上部にブナ林が局所的に分布し、一部は人工林に取り囲まれて孤立的に残存している（宮脇，1972）。すなわち、四国のブナ林は、日本列島のブナ林のなかで独自の位置を占め、林分の規模やブナの優占度が場所によってかなり異なる。当地域におけるブナの結実動態の解明は、結実豊凶の地域変異を考える上で重要であると考えられるが、これまで明らかにされていなかった。

造林研究室では、四国山地脊梁部と2つの周縁山岳において、林分規模とブナの混交率の異なる3つの天然生林で、ブナの結実量調査を開始した。調査初年の1998年、四国山地脊梁部においてブナの大量結実が観察されたので、その種子落下量と形質について報告する。

2. 調査地と方法

（1）調査地：四国山地脊梁部の大面積ブナ林として石鎚山系の伊吹山（標高1500m）を、周辺山岳の局所的分布林分として、白髪山（標高1200m）、三辻山（標高1000m）を選び、調査を行った。白髪山では、ブナを含む落葉広葉樹林の周囲が、常緑針葉樹林を主とした天然生林に囲まれている。これに対して、三辻山では人工林に囲まれている。

（2）林分構造：種数とブナの混交率を考慮した大きさの調査区を各地点に設け、調査区を10m方形区に分割し、胸高直径（DBH）が5cmをこえる立木の調査を行った（表-1）。なお、伊吹山と白髪山では、2つの調査区を設定した。立木密度・サイズ構造およびブナの混交率は3地点間で、とくに伊吹山と周辺2地点の間で異なる。伊吹山では上木のほとんどがブナとミズナラの2種で構成されるのに対し、白髪山は30数種、三辻山では常緑広葉樹も含めた40数種におよぶ。

（3）結実量の調査と解析：伊吹山と白髪山では、各調査区の10m方形区のうち8つを選び、その中央部に、開口面積0.5m²の種子トラップを設置した。解析においては、ブナ樹冠下にあるもののみを対象とした。三辻山では調査区内に母樹が少ないため、調査区周辺を含めた6本（DBH40～60cm）を選び、各個体の樹冠下に8基ずつ種子トラップを配置し、これらの全てを解析対象とした。また、三辻山では1997年にも調査を行っている。落下種実は毎月回収し、このうち成熟種子落下期の9～11月を対象に、結実量（ここでは1m²あたりの落下種子数で表す）を求めた。なお、ここでいう種子とは、一つの殻斗果に内包される個々の堅果のことを指す。さらに、種子の品質について、大久保ほか（1989）の方法に準じて、「健全種子」、「しいな」、「虫害種子」、「発育不全種子」、および「動物被害種子」に区分した。

表-1. 調査地点の林分構造

地点名	記号	調査区	種数	全立木		ブナ		母樹 (本)
				密度 (本/ha)	DBH(cm) (平均±STD)	本数率 (%)	DBH(cm) (平均±STD)	
伊吹山	I	I1	3	183.3	48.2±12.1	90.9	49.4±9.6	11
		I2	4	133.3	45.6±22.0	37.5	30.4±22.8	4
白髪山	S	S1	25	637.5	18.6±20.1	2.9	47.8±44.7	4
		S2	21	618.8	18.7±17.9	3	16.7±12.8	1
三辻山	M		44	2300.2	48.2±12.1	1.4	24.4±17.4	6

3. 結果と考察

(1) 総種子数

1998年の成熟種子落下期におけるブナ樹冠下の1㎡あたりの総落下種子数は、伊吹山で 349.9 ± 347.3 個、白髪山で 484.8 ± 352.0 個であった(図-1)。三辻山の総落下種子数は 17.0 ± 45.8 個(図-1)と、2つの調査地と比較して著しく少ないうえ、種子落下は3個体の樹冠下の一部に限られた。なお、1997年には全く結果をみなかった。

伊吹山と白髪山では、地点の中でも調査区間の差が大きく、ブナの優占度の最も高い伊吹山1で 699.7 ± 271.2 個と最も多く、次いで白髪山1(576.0 ± 331.3 個)が多かった(図-2)。伊吹山2、白髪山2では、それぞれ 187.0 ± 193.8 個、120.0個と、同じ地点でブナ優占度の高い調査区よりも少なかった(図-1)。トラップ間のばらつきは伊吹山1を除いて大きかった。その配置からみて各トラップは別個の母樹の種子を捕捉していることが多く、トラップ間のばらつきは母樹の種子生産量の違いを大きく反映していると考えられる。

白髪山1では、全調査地点中で最大のDBH(94.3cm)をもつ個体があり、この樹冠下のトラップで、並外れて多い994個の種子が落下していた。この逆に、伊吹山2では、小径木2本(DBHは16および35cm)の樹冠下のトラップで落下種子がみられたが、その総数はそれぞれ18,24個と極度に少なかった。林内の大径木では結実量が多く、小径木では少ないことは他の地域でも報告されている(橋詰・山本, 1974)。このように結実量の著しく多い大径木、逆に少ない小径木がみられることが、調査区内の変動を大きくした一因であると推察される。一方で、母樹胸高直径が40~60cmの立木がほとんどを占める伊吹山1では、どの個体も種子を多くつけていた。

三辻山のトラップを設置した個体の平均DBHは $35.5 (\pm 12.9)$ cmと他の調査区と比較して小さい。しかし、調査個体のうち4個体は、経験的に結実開始サイズと考えられている胸高直径40cm(橋詰・山本, 1974)に達しており、サイズによって結実が極度に少ないとは考えにくい。しかし、落下種子は他地点に比べ著しく少なく、かつ一部のトラップに限られていた。1997年との比較から結実が行われていると推察されるが、少数個体の樹冠の一部に限られ、量も少ないと考えられた。

(2) 種子の稔性と形質

種子の形質構成は、地点間で異なっていた。健全種子、しいな、虫害種子、発育不全種子、および動物食害種子の割合は、伊吹山ではそれぞれ、43.6%、23.2%、25.3%、5.9%および2%であり、健全種子の割合は全落下種子の半数弱に及んでいた。これに対して、白髪山と三辻山では、健全種子の割合はそれぞれ

0.45%, 0.25%と低く、種子の大部分はしいなあるいは虫害種子であった。しいなの割合は白髪山と三辻山で、それぞれ62.4%と59.0%, 虫害種子の割合はそれぞれ31.8%と40.8%であった。

いずれの地点でも、発育不全種子と動物食害種子の割合はわずかであった。種子の形質構成は、種子数に比べて、地点内の調査区間の差が小さかった。例えば健全種子の割合は、伊吹山1と2では、それぞれ44.5%と37.8%, 白髪山1と2では、それぞれ0.4%と0%であり、調査区間より地点間の違いが大きい。

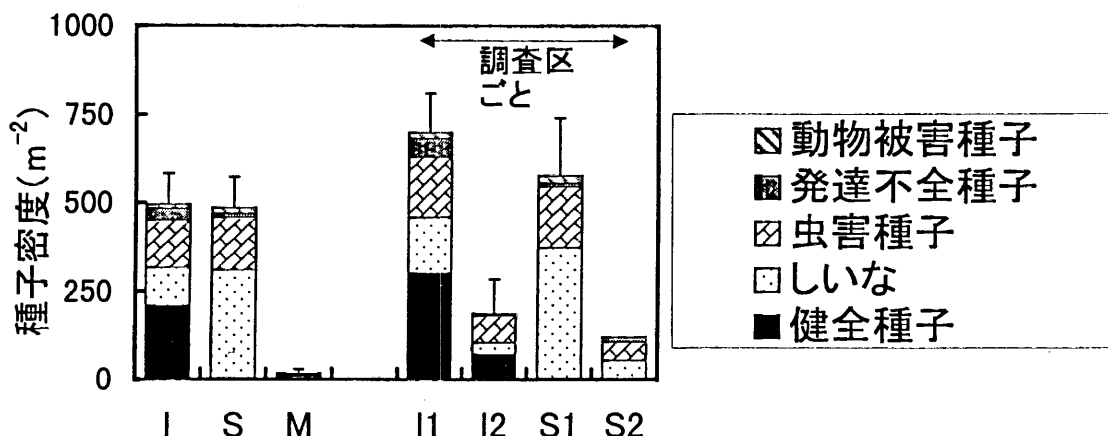


図-1. 各調査地および調査区の落下総種子密度とその構成。

調査地点および調査区記号は表-1 に示した。

(3) 林分構造と種子数および稔性の対応

各調査区の健全種子の割合は、総種子数との間に相関を示さなかった。ブナでは、種子数が多い年であっても健全種子の割合が高いとは限らないことが報告されている(鈴木, 1989; 寺沢ほか, 1995)。年次間だけでなく地点間でみた場合にも同様のことがあてはまるようである。例えば、白髪山1では、総種子数は多くても、健全種子はほとんどみられなかった。各調査区のブナの本数割合と、健全種子およびしいなの割合との間には、それぞれ正の対数 ($r=0.98$, $n=5$, $p<0.01$) と負の累乗関係 ($r=0.91$, $n=5$, $p<0.01$) が認められた。ヨーロッパブナの純林において、林分面積としいなの割合あるいは動物被害種子との間に、それぞれ負の相関がみとめられている(Niilsson and Wastljung, 1987)。この研究では、近接個体の多さだけでなく、林分全体の花粉生産が受粉の成否に関わっていることが指摘されている。今回の調査では林分の面積は調べていないが、伊吹山ではブナ林が高範囲に広がっているのに対し、白髪山や三辻山では局所的であるうえ、ブナの混交率も低い。白髪山や三辻山における林分サイズとブナの密度では、十分な他家花粉が供給されないなどの理由で受粉率が低いため、しいなの割合が高くなったと推察される。虫害種子の割合は、ブナの優占度が最も高い伊吹山1で22.8%とやや低いことを除けば、約30~40%で、林分サイズやブナの優占度と明確に対応していなかった。林分構造はしいなの割合に大きく関わることで、健全種子の割合に影響を与えていると考えられる。

(4) 他地域との比較

今回の調査では単年度の結果しか得ていないため、年変動を考慮したときに、地域差に関して同じ結論が導かれるか今後の検証が必要である。鈴木(1989)、寺沢ほか(1995)は、ある場所では多量の結実がみら

れるが、別の場所では結実の少ない年がみられることを報告している。四国山地では、1998年がそのような年であった可能性も考えられ、3つの地点が一斉に大量結実する年があるのかもしれない。この点については、長期的な検証が必要となる。しかしながら、1998年には、四国山地脊梁部の様々な地点で大量結実が観察されており、その際の豊作時結実量について議論することは可能であると思われる。豊作時における1 m²あたりの総種子落下量については、日本海側ブナ林の場合、北海道南西部で575~900個（寺沢ほか、1995）東北地方で739±82個（山形県飯豊山：箕口・丸山、1984）、525個（山形県鶴岡：保阪・高野、1983）、中国地方で503個（蒜山）および625個（大山）（橋詰・山本、1975）という報告がある。太平洋側ブナ林としては、関東地方で389（茨城県筑波山：鈴木、1989）、紀伊半島で461±292個（Akashi, 1997）と報告されている。伊吹山、なかでもブナ優占度の高い調査区1における総種子落下数は、他地方で報告されている上記の豊作時結実量に匹敵するようである。健全種子の割合については、上述の日本海側ブナ林では35~59%（寺沢ほか、1995）、71%（箕口・丸山、1984）、75%（橋詰・山本、1974）、太平洋側ブナ林では32%（鈴木、1989）、25%（Akashi, 1997）と報告されている。伊吹山の1998年における健全種子の割合はこれらの中間的な値であり、太平洋側ブナ林の中では比較的高かった。地域的な多寡については、複数年次の結実量調査に基づいた検証が必要であろう。

引用文献

- Akashi, N. (1997) Dispersion pattern and mortality of seeds and seedlings of *Fagus crenata* Blume in a cool temperate forest in western Japan. *Ecol. Res.* 12: 159~165.
- 橋詰隼人・山本進一 (1974) 中国地方におけるブナの結実（Ⅰ）着果調査. *日林誌* 56: 165~170.
- 橋詰隼人・山本進一 (1975) 中国地方におけるブナの結実（Ⅱ）種子の稔性と形質について. *日林誌* 56: 393~398.
- 保阪良悦・高野憲一 (1983) ブナノキ種子落下量の分布について. *日林東北支誌* 34: 196~198.
- 箕口秀夫・丸山幸平 (1984) ブナ林の生態学的研究（X X X VI）豊作年の果実の発達とその動態. *日林誌* 66: 320~327.
- 宮脇 昭 (1972) 日本植生誌, 四国. 539pp, 至文堂, 東京.
- Nilsson, S. G. and Wastljung, U. (1987) Seed predation and cross-pollination in mast-seeding beech (*Fagus sylvatica*) patches. *Ecology* 68: 260~265.
- 大久保達弘・丹羽 玲・梶 幹男・濱谷稔夫 (1989) 秩父山地イヌブナ (*Fagus japonica* MAXIM.) 天然林における堅果落下量と実生の消長. *日生誌* 39: 17~26.
- 鈴木和次郎 (1989) ブナの結実周期と種子生産の地域変異（予報）. *森林立地* 31: 7~13.
- 寺沢和彦・柳井清治・八坂通泰 (1995) ブナの種子生産特性（Ⅰ）北海道南西部の天然林における1990年から1993年の堅果の落下量と品質. *日林誌* 77: 137~144.

ブナ科広葉樹の開芽期における葉フェノロジー

造林研究室 倉本恵生

1. はじめに

開葉や落葉の時期や様式（一斉か順次か）は、一次生産や、光環境変化に対する樹冠の反応性を大きく決定づける要素であり（菊沢，1986），天然林の林冠動態，物質循環を理解するための基本的情報となる。着葉期間が一年のなかで制限される落葉広葉樹林では，開葉や落葉の時期や様式などの葉フェノロジーが様々な構成種で調べられている（小見山ほか，1990）。また，上層木の葉フェノロジーによって，下層の光環境が大きく変化することから，葉フェノロジーの林内階層間の違いも調べられている（加藤ほか，1999）。一方で，常緑広葉樹林では，一年を通して着葉がみられ，光環境の季節変化が少なく，一次生産の機会も限定されないため，葉フェノロジーについてこれまで関心が払われていなかった。しかし，天然林の動態や構成種の特性の解明だけでなく，精度の高い光合成生産の推定や，植栽あるいは進入個体の保育をはかる場合に，葉フェノロジーの把握は重要な問題となる。そこで，常緑広葉樹林を構成するシイ・カシ類について，開芽・開葉，および落葉の時期と様式について調査を行なった。さらに，シイ・カシ類に，近縁な落葉性ブナ科樹種についても調査を行なった。そこで，本報では，ブナ科という同一系統群内の常緑・落葉広葉樹の葉フェノロジーについて，同一生育環境のもとで調査した結果について報告する。

2. 調査地と方法

調査は，森林総合研究所四国支所（高知市）構内の実験林で行なった。ブナ科樹種の植栽個体のなかから，樹冠全体が観察しやすく，光環境が良好なものを調査個体として選定した（表-1）。樹高は4～9 m 胸高直径は10～40 cm であり，いずれも樹冠上層は被圧を受けておらず十分な光を浴びている。

（1）開芽・開葉時期の調査

1999年3月1日に調査対象の個体全てを観察し，樹冠全体が未開芽の状態にあることを確かめた。3月20日に一部調査個体で冬芽のふくらみが観察されたため，以降4～6日おきに調査個体を見回って，開芽・開葉の段階を目視によって記録した。開芽・開葉の段階は，0：未開芽，0+：冬芽がふくらんだが芽鱗が割れていない状態，1：芽鱗が割れているが新梢はみえない状態，2：芽鱗が外れ始め新梢がみえる状態，3：新梢が伸び個々の葉身は折り畳まれているが確認できる状態，4：葉が展開している状態，5：展葉が完了した状態，に区分した。樹冠の各部で開芽・開葉段階が異なっている場合は，樹冠全体の中に占める比率を推定して重みづけした。また，開芽・開葉が急速に進行し，例えば0から1へと，間の段階を経ずに移行する場合は，そのまま記録し解析に用いた。5月24日に全ての個体が展葉を完了したため，5月31日に再度確認を行ない，調査を終了した。

（2）落葉量の調査

常緑種5種（アラカシ，シラカシ，アカガシ，ツクバネガシ，ツブラジイ）について，開芽・開葉時期の調査個体の一部にリタートラップを設置して，落葉量の季節変化を調べた。リタートラップは開口面積0.5 m²のものを，各個体の樹冠下に1基ずつ配置した。リターの回収は，1999年3月23日から7月6日までの間，

3～6日おきに行った。風乾したリターから当該樹種の葉を選別し、70℃で36時間乾燥後、重量を測定し、落葉量を求めた。

表-1. 調査樹種と調査本数一覧

種名	記号	調査個体数		
		開芽	落葉	葉
アラカシ	QGL	19	3	常緑
シラカシ	QMY	29	3	常緑
アカガシ	QAC	8	4	常緑
ツクバネガシ	QSS	11	6	常緑
コナラ	QSR	7	—	落葉
ナラガシワ	QAL	1	—	落葉
クヌギ	QAS	8	—	落葉
クリ	CCR	1	—	落葉
ツブラジイ	CCU	1	1	常緑
シリブカガシ	PGL	3	—	常緑

3. 結果

(1) 開芽・開葉時期とパターン

開芽・開葉の時期とパターンは、同一の科に属する近縁の種内でも樹種により異なっていた(図-1)。冬芽の膨らみが観察された0+の段階への移行は、ナラガシワ、クヌギ、コナラで3月20日頃と早く、最も遅いシリブカガシの5月10日頃に比べて、50日間の差があった。加藤ほか(1999)の定義に準じて、50%以上の個体が2に移行したときを開芽日とすると、ナラガシワが3月28日と最も早かった。以降、クヌギ(4月1日)、コナラ(4月5日)、アラカシ(4月10日)、クリ(4月13日)、ツクバネガシ(4月25日)、ツブラジイ(4月27日)、シラカシ(5月5日)、アカガシ(5月11日)、シリブカガシ(5月16日)の順であった。クリがアラカシより遅いことを除けば、落葉樹種のほうが常緑樹種より早かった。

(2) 常緑樹種の落葉パターン

調査対象とした5種の落葉には、約1ヶ月の集中期間がみられ、その時期は種によって異なっていた(図-2)。落葉が最も早く多くなったのはアラカシで、3月23日から落葉が増加し、4月24日までにわたって、落葉の多い時期が3回認められた。このうち最盛期は4月20日頃であった。シラカシは3月下旬から落葉が観察されたが、多い時期は4月20日から5月20日までで3回認められ、最盛期は5月15日頃と5樹種の中で最も遅かった。ツクバネガシは、4月16日から5月19日までにわたって落葉が多く、4月24日から28日にかけてが最盛期で、ついで5月3日から8日にかけても多かった。アカガシは4月20日から6月4日にかけて落葉が多く、4月28日から5月3日にかけてが最盛期で、5月14日から5月19日にかけても多かった。ツブラジイでは4月20日頃から急激に落葉が増加してピークに達したあと、5月14日までにわたって落葉が多かった。

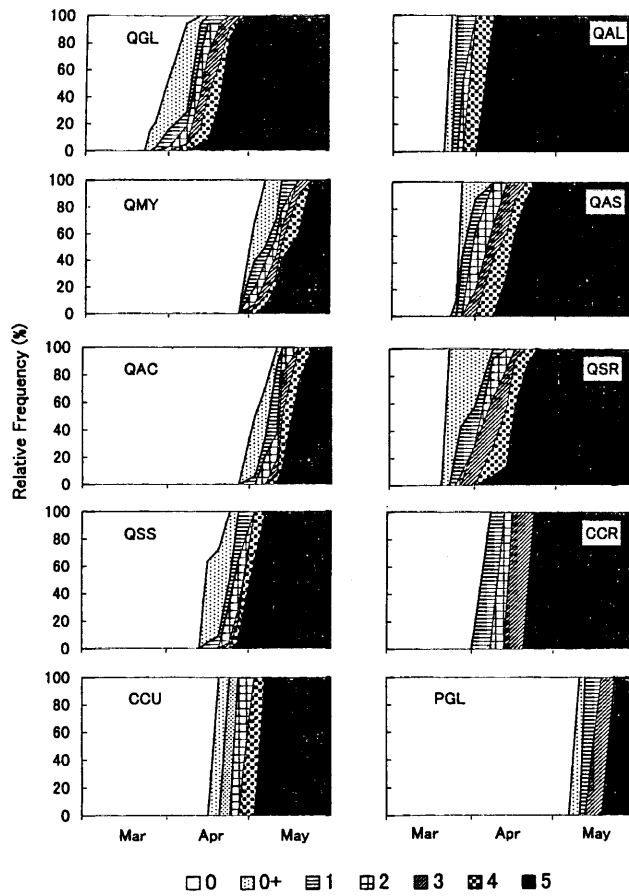


図-1. 各樹種の開芽・開葉フェノロジー (1999年). 開芽・開葉段階は本文を。樹種記号は表-1を参照。

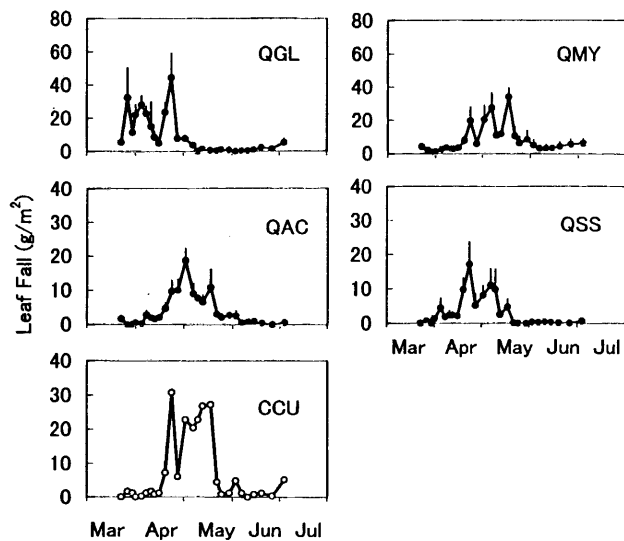


図-2. 常緑性樹種の落葉量の季節変化 (1999年春). 樹種記号は表-1に示した。

4. 考察

今回の結果では、落葉樹種のほうが常緑樹種よりも開芽・開葉時期が早かった。落葉樹種と常緑樹種の開芽・開葉時期の同様なずれについては、東北地方のモミ林（平吹，1984）や、ヒマラヤ中央部の広葉樹混交林（Dhaila *et al.*, 1995）などでも見出されている。このうち前者では、比較する落葉樹と常緑樹で生活型が異なっており、後者では、生活型は同一でも系統的に隔たった樹種間で比較を行なっている。同一の生活型で、近縁な同一系統群内で同一環境下において比較したときにも、落葉樹が常緑樹に比べて開芽・開葉が早いことが、今回の結果より示唆される。

コナラやクリなどブナ科樹種は環孔材樹種に属し、落葉広葉樹種のなかでは散孔材樹種と比べて、開芽・開葉時期が遅いことが知られている（小見山，1991；小見山ほか，1990）。なかでも、クリはコナラやミズナラに比べて開芽・開葉が遅いことが示されている（生田ほか，1989）が、今回の結果でもクリは調査対象としたブナ科落葉樹種のなかで最も遅いことが示された。しかし、他の落葉樹種とクリとの差（約2週間）よりも、常緑樹種間の差はさらに大きく、最も早いアラカシと最も遅いシリブカガシやアカガシとで1ヶ月以上もあった。落葉樹種の場合、限られた生育期間の中で速やかに葉を展開させなければならない制約が強く働くのに対して、常緑樹種の場合はその制約が緩やかで、葉の構築コストや水分要求性などが相対的に強く関係して（Dhaila *et al.*, 1995）、開葉時期がより分散するのかもしれない。

落葉の集中期間の順序は、調査対象とした5種の常緑樹では開芽・開葉時期の順序におよそ対応していた。また、とくに落葉の多い時期は、いずれの樹種とも開芽・開葉の直前と途上にあたっていた。しかし、落葉最盛期でみると、開芽・開葉と落葉の前後関係は樹種によって異なるようである。アラカシでは、開芽以前から落葉が多くなっていたが、開芽・開葉完了後に落葉が最盛期を迎えていた。これに対して、アカガシ、ツクバネガシ、シイでは開芽直前と開芽途上で集中して落葉しており、開葉完了後の落下はほとんどなかった。シラカシは、落葉の集中期間の以前と以後にも少しずつ継続して落下していた。常緑広葉樹種の落葉は、開芽・開葉の時期に近接しておきることが知られているが（平吹，1984）、その時期的対応関係は種によって異なることが示される。

引用文献

- Dhaila, S., Singh, S. P., Negi, G. C. S. and Rawat, Y. S. (1995) Shoot growth phenology of co-existing evergreen and deciduous species in an oak forest. *Ecol. Res.* 10: 151~159.
- 加藤正吾・山本美香・小見山章（1999）落葉広葉樹林の上層と下層での葉フェノロジー—1997年の莊川村六所における解析—。森林立地 41: 39~44.
- 菊沢喜八郎（1986）葉の生存戦略—森林樹木を中心として—。日生態誌 36: 189~203.
- 小見山章（1991）落葉広葉樹の幹肥大成長の開始・休止時期と着葉期間の相互関係、およびそれらに關係する環境要因。日林誌 73: 409~415.
- 小見山章・生田賢英・脇 孝介（1990）1988年と1989年における落葉広葉樹の開葉開始時期の比較。日林中支論 38: 71~72.
- 平吹喜彦（1984）モミ林構成樹種のフェノロジー。日生態誌 34: 235~238.
- 生田賢英・大塚智英・小見山章（1989）落葉広葉樹の葉の生長過程。日林中支論 37: 53~54.

種子発芽法による人工林埋土種子組成の推定とそれに関わる問題点

造林研究室 酒井 敦・酒井 武・倉本恵生・田淵隆一・大黒 正

保護研究室 佐藤重穂

1. はじめに

埋土種子集団は森林伐採後の植物群落の形成に貢献していると考えられる。森林伐採跡の植生を予測し、植生管理をするためには、埋土種子の組成を調べ、その生成過程や環境条件を知ることが必要である。埋土種子組成を調べる方法として、種子を水溶液、篩（ふるい）等で土中から選別し直接目で確認する方法（沼田ら, 1964; 中越, 1981）、土を播き出して発芽した芽を確認する方法（Houle and Phillips, 1988; 浜田・倉本, 1994）などがある。このうち後者（種子発芽法）は比較的操作が簡単でかつ大量の試料を処理でき（露崎, 1990）、また種ごとに時間的な発芽特性に関する情報が得られるという利点がある。埋土種子は空間的に著しくばらついて分布し（Thompson, 1986）、埋土種子数の推定には多数のサンプルが必要であることから、筆者らは後者の方法を用い、林齢、下層植生の異なる人工林の埋土種子組成を推定した。それと同時に埋土種子の研究を進める上で問題となる点を整理した。

2. 調査地および調査方法

1998年3月、林床植生の発達した80年生スギ・ヒノキ混交人工林（高知県大豊町、民有林）に12m×8mのコドラートを設置した。コドラートを2m×2mのサブコドラート（24個）に区切り、サブコドラートごとにブラウン・ブランケによる植生調査を行った。また、2mメッシュの交点（35カ所）で20cm×30cm×深さ5cm（約3L）の土壌サンプルを採取し、四国支所に持ち帰った。持ち帰った土壌は、礫や根を取り除き、赤玉土を入れたプランター（18cm×58cm×深さ15cm）へ平らに播き出し、日なたに暴露した。外から種子が混入するのを避け、土の過熱を防止するためプランターの上から寒冷紗をかけた。調査期間中土が乾燥しないように適宜灌水した。発生した実生は、3～7日おきに標識し、順次種名と数を記録した。同年4月、林床植生がほとんどない約30年生スギ林（高知県大正町、国有林）から採取した土壌サンプルについて同様の試験を行った。ただし、調査コドラートの大きさは10m×10mで、土壌サンプル数は36個であった。なお、80年生の林分は落葉広葉樹二次林に隣接しており、30年生の林分は周囲がすべて人工林化されていた。

3. 結果および考察

ここでは調査した2林分のうち、古い方の林分を壮齢人工林、若い方を若齢人工林とする。今回行った埋土種子数の推定方法では、試験期間中に種子の休眠が解除されなかったり、試験途中で種子が死亡する個体は検出されない。従って、ここでいう埋土種子数は実際の数よりも少なく見積もられている。播き出しによって推定された埋土種子数および種数は、壮齢人工林で67種1,077個/m²、若齢人工林で41種611個/m²であった（表-1）。どちらの林分も、種子数が多いのは特定の数種で、それ以外の種では種子数は僅かであった。このことは、全体に占める種子数の割合が1%未満の種が壮齢林では54種、若齢林では23種あることからもうかがえる。従って、埋土種子集団にみられる種の豊富さは、現存植生の多くの場合と同じように、出現頻

度の少ない種によって保たれているといえよう。

表-1. 各林分で推定された埋土種子組成

壮齡人工林					若齡人工林				
種名	種子数 (/m ²)	出現率*** (%)	散布型****		種名	種子数 (/m ²)	出現率*** (%)	散布型****	
**コガクウツギ	491.4	45.7	91.4	D1	タネツケバナ	131.0	21.4	97.2	D3
カヤツリグサ	86.2	8.0	71.4	D4	ススキ	56.5	9.2	91.7	D1
ハシカグサ	53.8	5.0	45.7	D4	キイチゴ属	31.0	5.1	52.8	D2
クサイチゴ	38.6	3.6	57.1	D2	キブシ	25.5	4.2	69.4	D1
ヤブウツギ	27.6	2.6	48.6	D1	ウツギ	25.0	4.1	66.7	D2
タラノキ	27.6	2.6	42.9	D2	ヒメコウゾ	22.2	3.6	69.4	D2
コナスビ	25.7	2.4	40.0	D4	ハシカグサ	20.4	3.3	27.8	D4
リョウブ	19.0	1.8	54.3	D1	ヤクシソウ	19.4	3.2	50.0	D1
クマイチゴ	14.3	1.3	40.0	D2	ヒサカキ	17.6	2.9	52.8	D2
**ヒサカキ	12.9	1.2	34.3	D2	オニタビラコ	16.7	2.7	50.0	D1
オニタビラコ	12.9	1.2	42.9	D1	メヒシバ	15.3	2.5	52.8	D4
ヒメコウゾ	12.4	1.2	31.4	D2	ネムノキ	14.4	2.3	38.9	D4
*モミ	11.0	1.0	40.0	D1	スマレ属	14.4	2.3	30.6	D3
タケニグサ	9.0	0.8	22.9	D4	ムカシヨモギ属	11.6	1.9	36.1	D1
**チヂミザサ	8.1	0.8	25.7	D4	イイギリ	11.6	1.9	38.9	D2
ヌルデ	7.6	0.7	28.6	D2	イタドリ	8.3	1.4	44.4	D1
タチツボスミレ	7.1	0.7	22.9	D3	ヒヨドリバナ	5.6	0.9	25.0	D1
カラスザンショウ	7.1	0.7	31.4	D2	マタタビ	5.6	0.9	25.0	D2
アカメガシワ	7.1	0.7	25.7	D2	**スギ	5.1	0.8	22.2	D1, D4
マルバウツギ	6.7	0.6	14.3	D1	ベニバナボロギク	4.6	0.8	22.2	D1
他47種	105.7	9.8			他19種	26.4	4.3		
不明	85.2	7.9			不明	123.1	20.1		
計67種	1077.1	100.0			計41種	611.1	100.0		

* 植生調査で確認された種

** コドラート内で種子生産していた種

*** 芽ばえが一個以上確認された土壌サンプルの割合

**** D1: 風散布, D2: 動物散布 (被食散布), D3: 機械散布, D4: 重力散布

壮齡人工林では林床植生であるコガクウツギの種子が半数近くを占め、カヤツリグサ、ハシカグサがこれに続いた。種子散布型別に見ると、コガクウツギ、ヤブウツギ、リョウブなど、微細な種子をもつため実質的には風散布と考えられる種が半数以上を占めた。カヤツリグサ、ハシカグサ、コナスビ等特別な散布器官を持たない草本種がこれに次いで多かった。これらの種は現存植生として林内にみられないので、その散布経路に疑問が残る。植物の中には土中で何十年か生存する種子を持つものも知られている (Kivilaan and Bandurski, 1987) ので、今回確認された芽ばえは森林造成時に生産された種子に由来する可能性も考えられる。いずれにせよ、土中における種子の寿命については情報が少ないため、今後調査されることが望まれる。

若齡人工林では、ススキやヤクシソウなど冠毛によって種子が散布される種が比較的多かった。これは調査プロットが幹線道路から約30m近く、これらの種子が供給されやすい立地にあったことが関係していると考えられる。他に微細種子による風散布種子としてウツギが、重力散布、機械散布する種としてタネツケバナ、メヒシバ、ハシカグサ等が見られた。

被食散布種子はどちらの林分でもよくみられ (表-1)、キイチゴ属 (クマイチゴ、ナガバモミジイチゴ、クサイチゴ等)、ヒメコウゾ、ヒサカキ、キブシは比較的高密度に分布していた。タラノキは壮齡林で多く見られた。アカメガシワ、ヌルデ、カラスザンショウなど伐採跡地に特徴的な種は、密度は比較的低いものの両方の調査地で見られた。キイチゴ属、ヒメコウゾ、ヤマグワの種子は他の被食散布種子と異なり6月頃散布されるが、これらの種子の散布媒体についてはあまり情報がない。この時期の鳥類は栄養価の高い昆虫

を主に食べるとされ、これらの種子が鳥類によってどれくらい効果的に散布されているかは不明である。筆者はテンの糞からキイチゴ属、ヒメコウゾの種子を確認したが、動物の被食散布による量的な供給量や空間的分散に対する貢献度については、今後の調査を待たなければならない。

埋土種子を調べるとき、土壌サンプルの数と量の設定が常に問題になる。若齢人工林では、採土容積60L（サンプル20個）頃から出現する種数が頭打ちになった（図-1）。また、サンプル数の増加にともなう平均埋土種子数の変化を見てみると、40L（サンプル約13個）頃から変動しなくなった（図-2）。このことから、ここでは埋土種子が比較的均等に分布しており、60L程の土壌を分散して採取すれば、埋土種子組成の推定が可能であると考えられる。それに対して、壮齢人工林では、100L以上の土壌（約33サンプル）を採取しても、新規に出現する種が増え続けていた（図-1）。また、平均埋土種子数の変動曲線も100Lを越えるあたりでやっと安定してきたようにみえる（図-2）。このことは、少なくとも埋土種子フロラを作成するためには、今回の土壌サンプルの量が十分でないことを示している。変動曲線の大きな振幅は埋土種子の分布に偏りがあることを示しているが、これは主に林床植生のコガクウツギの種子数の偏りによるものである。

壮齢林における各種埋土種子の出現頻度と変動係数の関係をみてみると、散布器官型によって一定の傾向

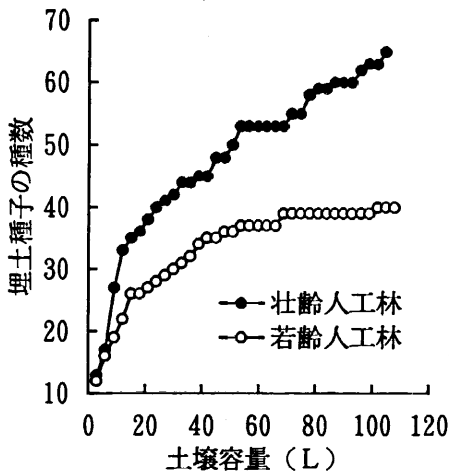


図-1. 埋土種子の土壌容積－種数曲線
サンプルは任意の点から隣接する点へ、コドラート面積を相似的に広げるように追加した。

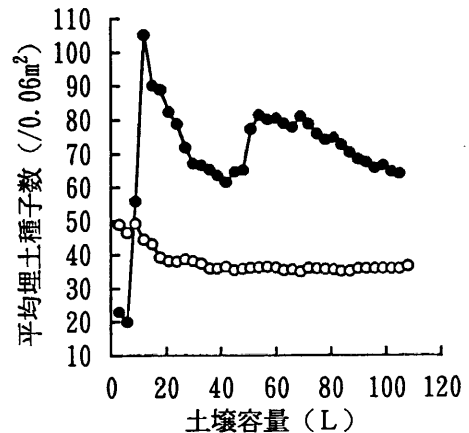


図-2. サンプル数を増やした時の平均埋土種子数の変動

サンプルをひとつ追加するごとに順次埋土種子数の合計をサンプル数で割った値。サンプルの増やし方、凡例は図-1に同じ。

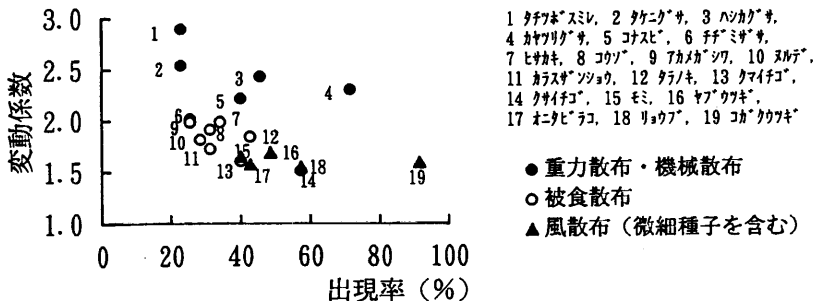


図-3. 壮齢人工林における散布器官型別の埋土種子分布パターン

がみられた(図-3)。微細種子を含む風散布種子は、出現頻度が高く土壌サンプルごとの変動が少なかった。逆に、重力散布や機械散布種子は出現頻度が一般に低く、集中的に分布していた。被食散布種子については、出現率は重力散布種子と同じ程度であるが、変動係数は重力散布種子よりも小さかった。風散布種子では一粒一粒が拡散して散布され、被食散布種子ではある程度まとまった数の種子が離散的に散布され、また重力散布や機械散布(特に丈の小さい草本種については)親株の周囲の限られた範囲に種子が散布されることを考えると、ここで観察された種子の分布パターンは種子の散布特性と照らし合わせても矛盾がないと考えられる。ただし、被食散布種子は動物に食べられない場合、実質的に重力散布と変わらないので、明確に器官散布型を区別することは難しい。

どちらの林分も、現存植生の組成と埋土種子組成は著しく異なっていた。壮齢人工林においては調査面積96m²の中で現存植生は90種、埋土種子は67種あり、埋土種子を含めた潜在的な自然植生は127種におよんだ。この中で現存植生と埋土種子で共通する種は30種あった。しかし、林内で種子生産され埋土種子になったと推定されるものは12種だけであった。一方、若齢人工林では、調査面積100m²の中で現存植生はシロダモ一種のみでほとんど下層植生がみられなかったが、土壌から多く種類と数の埋土種子が検出された。今回得られた2林分の埋土種子組成から判断すると、一斉人工林においては、下層植生が発達するまでは、前代の林を伐採した時に生産された種子と、風や動物などの媒体を経て外から供給された種子によって埋土種子集団が構成され、下層植生が発達するに従い下層植生由来の埋土種子が増加すると考えられた。しかし、今回の試験は場所の離れた2カ所だけで得られた結果であるので、種子の土中における寿命や種子の供給量を明らかにすることも含めて、さらに調査が必要である。

以上、人工林の埋土種子組成を種子発芽法により調べたが、次のような問題点、検討事項が挙げられた。

- 1) 被食散布種子の散布を媒介する動物の種類と種子分散への貢献度
- 2) 種子の土中での寿命および種子の供給量
- 3) 時系列的な埋土種子組成の変化(特に人工林において)

引用文献

- Kivilaan, A. and Bandurski, R. S. (1987) The one hundred-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. *Am. J. of Bot.* 68: 1290~1292.
- 浜田 拓・倉本 宣 (1994) 実生出現法によるコナラ林の埋土種子集団の研究及びその植生管理への応用. *ランドスケープ研究* 58: 76~82.
- Houle, G. and Phillips, D. L. (1988) The soil seed bank of granite outcrop plant communities. *Oikos* 52: 87~93.
- 中越信和 (1981) 再度山の森林群落における埋土種子集団の研究. 再度山永久植生保存地調査報告書 2: 69~94.
- 沼田 真・林 一六・小村登志子・大木 薫 (1964) 遷移からみた埋土種子集団の解析1. *日生態誌* 14: 207~215.
- Thompson, K. (1986) Small-scale heterogeneity in the seed bank of an acid grassland. *J. of Ecol.* 74: 733~738.
- 露崎史朗 (1990) 埋土種子集団の研究法—種子の教材利用—. *生物教材* 25: 9~20.

下ル川山スギ人工林収穫試験地の第2回間伐後の成長経過

経営研究室 松村直人・小谷英司・都築伸行

連絡調整室 大黒 正

1. はじめに

下ル川山スギ収穫試験地は1972年（昭和47年）に、土佐地方（太平洋側）スギ人工林における施業試験と林分構造の推移を解明するために、須崎営林署（現四万十森林管理署窪川森林事務所）管内下ル川山国有林215林班、は小班に設定された。以来、25年生、37年生時の2回の間伐を挟み定期調査を6回実施している。なお、調査にご協力いただいた連絡調整室の門田春夫氏に感謝致します。

2. 成長経過

この試験地は高知県高岡郡大野見村の西に面した凹型地形にあり、2.80haの小班に施業方法を違えた4標準地が設定されている。標高約500m、傾斜は5～10°、地質は中生代白亜紀の四万十帯に属する須崎層で、土壌はB_D型である。林齢は1998年現在40年生で、これまでの定期調査の結果は松村・吉田（1993）、佐竹ほかによって昭和47、52、56、58、62年度の林業試験場四国支場年報に報告されている。

4つの標準地は、植栽本数を同じくし、間伐方法の異なるA～D区である（図-1）。表-1にこれまでの成長経過をまとめ、図-2に平均直径成長を示す。直径成長は無間伐区で明らかに劣っており、間伐区間の相違はあまり見られない。平均樹高についても無間伐区で若干低く、同様の傾向を示している。40年生時で平均樹高26mというのは、土佐地方の収穫表では地位上の21mをはるかに上回っている。材積成長は無間伐区で最も多いが、その他の間伐区でも30m³という連年成長量を示していた。

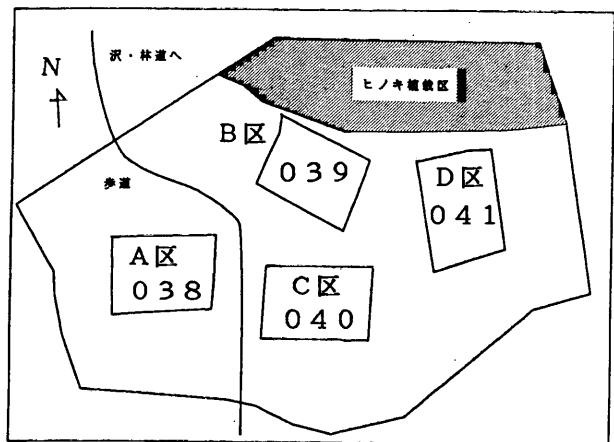


図-1. 標準地の位置図

施業方針については無間伐区以外に、強度、弱度、中庸度の3つの間伐区を設定していたが、2回の間伐を経て、林分構造に大きな差異はなくなってきた。前回の1995年度（37年生）の間伐では、直径比（間伐木の平均直径／間伐前の平均直径）がそれぞれ、A：0.81、C：0.83、D：0.76と、いずれも「強度の下層間伐～弱度の上層間伐」（0.75～0.90）に分類された。

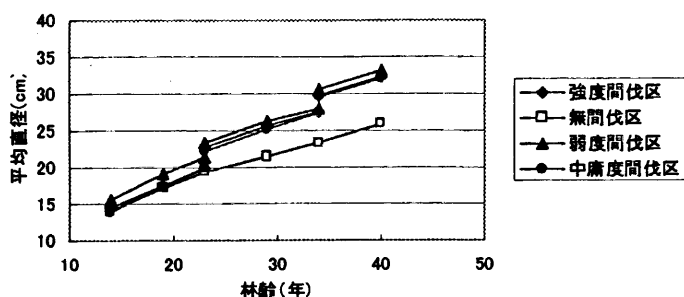


図-2. 各標準地における平均直径成長

表-1. 下ル川山スギ試験地の調査概要

標準地	林齢 (yrs)	立木本数 (/ha)	林分材積 (m³/ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	連年成長量 (m³/ha/yr)	相対幹距比 (%)
A 038 (0.116ha) 強度間伐区	14	2,504	276	14.5	11.2	39.9	17.8
	19	2,448	474	17.5	14.1	42.8	14.3
	23	2,163	630	19.9	17.6		12.3
	25	1,275	467	22.8	19.3	28.2	14.5
	29	1,241	636	25.7	20.7	35.0	13.7
	34	1,241	813	27.6	23.0		12.2
	37	879	662	29.8	23.8	28.7	14.2
	40	879	834	32.3	25.9		13.0
B 039 (0.113ha) 無間伐区	14	2,471	236	14.1	10.1	37.2	19.9
	19	2,407	420	17.2	13.2	40.0	15.4
	23	2,274	576	19.4	16.0	32.3	13.1
	29	2,142	770	21.5	19.2	24.0	11.3
	34	2,009	891	23.4	20.7	29.7	10.8
	40	1,717	1,069	25.9	24.5		9.9
C 040 (0.106ha) 弱度間伐区	14	2,183	274	15.6	11.3	43.3	18.9
	19	2,123	487	19.2	14.5	42.8	15.0
	23	2,000	652	21.4	17.4		12.9
	25	1,367	523	23.4	18.1	40.0	14.9
	29	1,349	763	26.3	22.0	29.0	12.4
	34	1,349	908	28.0	23.1		11.8
	37	877	694	30.6	23.8	30.7	14.2
	40	877	878	33.2	26.2		12.9
D 041 (0.123ha) 中庸度間伐区	14	2,234	216	13.9	10.4	34.3	20.3
	19	2,154	388	17.5	13.0	36.3	16.6
	23	2,000	527	19.9	15.9		14.1
	25	1,236	409	22.2	16.8	33.7	16.9
	29	1,220	611	25.2	19.9	33.0	14.4
	34	1,220	776	27.4	22.7		12.6
	37	919	672	29.6	23.3		14.2
	40	919	863	32.1	25.8		12.8

注) 25, 37年生時の間伐後の資料はそれぞれ23, 34年生時の資料から集計した。

引用文献

松村直人・吉田 実 (1993) 下ル川山スギ人工林収獲試験地の調査結果. 森林総研四国支年報 34: 32~33.

森林所有者の施業実施状況と委託への意向 — 徳島県山城町森林組合員へのアンケート調査から —

経営研究室 都築伸行・山田茂樹*・松村直人

1. はじめに

森林所有者の高齢化や不在村所有の増加、林業採算性の悪化による経営意欲の減退などの要因により、所有者の森林管理機能が全般的に低下し、適正な施業・管理が行われていない森林が増加している。その対策の一つとして森林組合等による受託管理が検討されており、徳島県では、実現に向け「森林受託管理システム構想」を打ち出し、1996年度から民有林境界の明確化に関する事業を山城町でモデル的に開始した。筆者らは、この事業の実行過程と残された課題等について昨年報告した（都築ほか、1998）。本年度は、アンケート調査によって森林所有者の施業実施状況及び施業委託に関する意向を把握し、保有規模別に森林組合への施業受託の実現可能性について検討を加えた。

2. アンケートと調査対象地の概要

アンケート対象は徳島県山城町森林組合全員の1,458名で、地区内の組合員1,288名に対しては森林組合の連絡員を通じて配布・回収を行い、地区外の組合員170名に対しては郵送で配布・回収を行った。回収率は地区内が70%、地区外が42%で全体では67%であった。

世界農林業センサスによれば、山城町の総人口は1980年の7,723人から15%減少し1990年には6,531人となっており、過疎化の激しい地域であることがわかる。また、総土地面積13,159haのうち85%が林野で占められ、その71%が人工林である。人工林の78%はスギで、保有形態別にみると私有林が85%を占めており、山城町はスギ主体の私有林地帯といえる。保有規模別にみると、山城町の林家は、0.1～1haの零細保有層と50ha以上の大規模保有層が少なく、1～5haと5～10haの中規模所有層の占める割合が高いのが特徴である。

3. アンケート結果の保有規模別分析

アンケート結果を保有森林面積の規模別に分析する事により、以下の事項が明らかとなった。①保有森林の人工林率は保有規模が大きくなるにつれて高くなる。また、人工林の35年生以下の割合は保有規模が大きくなるにつれて低くなっており、小規模層に比べ大規模層の方が充実した人工林資源を保有している。②家計に占める林業収入の割合は全体的に低い割合で、林業収入への依存度がやや高いのは大規模層の一部のみである。③森林の保有目的は、全体的に資産保持的な性格が強いが、50ha以上の大規模層と11～20haの中規模層で林業収入目的の割合がやや高く、将来の林業収入への期待度は5～10haと11～20haの中規模層でやや高い。④伐採は間伐が主であるが、大規模層ほど実績のある林家は高い割合で存在する。⑤伐採の労働力は、全体では森林組合へ依存する割合が最も高く、続いて家族労働力であるが、規模別では大規模層で直接雇用労働力に依存する割合が高く、森林組合への依存は10～20haの中規模層で最も高い。⑥森林組合へ

の施業委託に関する意向は、全体で75%が委託料や内容などの条件次第で委託すると回答しており、委託を念頭に置く所有者は高い割合で存在することが明らかとなった。保有規模別にみると、零細保有層で委託に関心を示す割合は低く、資源的に未成熟であり林業経営に消極的であることがうかがわれる。委託への関心を示す割合が高いのは50ha以上の大規模層と5～10haの中規模層であり、大規模層では林業採算性の悪化から直接雇用労働力を抱えることが困難となり、それに代わる労働力を必要としているため森林組合への委託に関心が強いと考えられる。また、中規模層では、現在の労働力を森林組合に依存する割合が他の層に比べて高く、森林組合に対する信頼がある程度存在することから委託への関心が強いと考えられる。しかし、全階層を通じて、内容や委託料によって頼むかもしれないと回答する割合が高く、委託に関心を示しているものの現実的に委託先として森林組合を選択するかどうかはかなり流動的と考えられる。今後は、林家の施業実施状況が家計に占める林業収入の割合や主に収入を得ている職業とどのような関係にあるのかなど、さらに詳細な調査を進めるとともに、具体的な委託の内容や委託料を考慮しつつ、森林組合の経営動向と関連させながら、森林組合への管理委託の可能性について検討していきたい。

表-1. 保有階層別アンケート結果（抜粋）
（送付総数：1,458, 回収：971, 回収率：67%）

単位：%, 戸

質問項目	選択肢	全体	1ha以下	1～5ha	5～10ha	10～20ha	20～50ha	50ha以上	有効回答率
有効回答数		803	149	321	167	96	47	23	55
保有階層別林家数割合			19	40	21	12	6	3	55
人工林率	50%以上の林家の割合	59	44	57	63	67	77	70	53
35年生以下	50%以上の林家の割合	35	39	36	37	32	26	25	51
家計に占める	5%以下	93	99	93	96	92	76	71	44
林業収入の	5～50%	6	1	5	4	8	22	12	
割合	50～70%	0	0	0	1	0	0	6	
	70%以上	1	0	2	0	0	2	12	
森林の	林業収入を得るため	10	4	7	11	19	15	26	50
保有目的	将来の林業収入を見込んで	19	8	19	23	30	20	11	
	先祖の土地を次世代に残す	60	68	64	57	42	63	58	
	林業以外	1	1	1	1	1	0	0	
	売却したいが買い手がない	7	11	6	5	7	0	5	
	その他	4	8	3	2	2	2	0	
伐採実績	収入目的主伐	2	2	2	2	3	7	5	51
(複数回答)	開発を目的とした主伐	7	5	7	8	7	5	19	
	収入目的間伐	2	2	2	4	2	2	0	
	保育目的間伐	26	16	25	28	31	33	33	
	(伐採あり)	(37)	(25)	(36)	(42)	(43)	(47)	(57)	
	伐採なし	60	71	62	56	56	52	38	
	その他	2	3	2	2	1	0	5	
伐採労働力	家族労働力	25	25	22	36	18	29	14	43
	直接雇用労働力	10	8	10	10	5	14	29	
	森林組合へ委託	33	30	34	29	51	29	19	
	森林組合以外の業者へ委託	16	13	16	17	16	24	24	
	その他	15	25	17	7	10	5	14	
森林組合	新しい委託制度ができれば頼む	19	13	20	22	14	20	10	47
への施業委託	内容によって頼むかもしれない	38	36	35	40	42	45	43	
	値段によって頼むかもしれない	18	18	19	20	18	7	29	
	(上記3回答の合計)	(75)	(67)	(74)	(82)	(74)	(72)	(82)	
	自分で行うので頼まない	18	20	19	15	14	23	14	
	人を雇うので頼まない	1	0	1	0	1	2	5	
	親類・縁者に頼む	2	4	1	1	1	0	0	
	その他	5	8	5	2	8	2	0	

注1：構成比は各設問の有効回答数に対する割合。

注2：有効回答数は、保有階層の設問に有効回答があり、かつ各設問に対し有効回答があったもの。

注3：有効回答率＝各設問の有効回答数／送付総数。

注4：伐採実績に関する設問のみ複数回答を有効とした。

注5：伐採実績の「開発を目的とした主伐」とは、山林開発（道路や宅地など）のための主伐を行ったと回答したもの。

注6：伐採実績の（伐採あり）とは、「収入目的主伐」、「開発を目的とした主伐」、「収入目的間伐」、「保育目的間伐」の合計。

注7：数値は四捨五入値のため合計が100にならない場合がある。

資料：アンケート結果。

引用文献

都築伸行・山田茂樹・松村直人（1998）民有林境界明確化への取り組み－徳島県相生町、山城町の事例から

一、森林総研四国支年報 39：29～30。

平成10年の四国地域の森林病虫獣害発生状況

保護研究室 前藤 薫・田端雅進・佐藤重穂

1. はじめに

突発発生的な森林病虫獣害の発生動向を把握するとともに、新たな病虫獣害の発生に迅速に対応するため、保護研究室では平成元年度から経常研究課題「病虫獣害発生情報の収集と解析」によって、四国地域における森林病虫獣害の発生情報を収集し、被害発生の要因や経過の分析を行っている。平成10年も、四国各県と高知営林局（現四国森林管理局）から寄せられた病虫獣害被害報告、個人・団体から当研究室に持ち込まれた森林被害の技術相談、および当研究室で行った現地調査をとりまとめ、四国地域の森林病虫獣害の発生状況を整理した。被害情報の提供および調査に協力していただいた関係機関各位に対して、心からお礼を申し上げます。

2. 森林病虫獣害発生状況

平成10年に四国地域において発生が報告された森林病虫獣害は、表-1のとおりである。なお、個々の被害事例の詳細については別途報告した（前藤，1999）。

平成9年に愛媛県西部のウバメガシ天然林に生じたホリシャキシタケンモンの大発生は、越冬幼虫の減少にともなって終息した（井上，1999）。大発生個体群の崩壊には、天敵微生物（緑きょう病菌，*Nomuraea rileyi*）による幼虫硬化病の蔓延が関与していた可能性が大きい。ほぼ全葉を食害されたウバメガシにも枯死木は生じておらず、大発生が単年でおさまれば樹体に対する実害はないものと考えられる。

平成9年から高知県内のソメイヨシノに多発している幼果菌核病に、アブラムシ科の吸汁性害虫（ヒキオコシコブアブラムシ，*Myzus siegesbeckiae*）が関わっていることが示唆された。本種は、幼果菌核病の発病よりもやや早く、春から初夏にかけて、ソメイヨシノの新葉に多数寄生し、増殖する様子が観察された。

香川県のヒノキ壮齡人工林において、ヒノキ根株心材腐朽による生立木の枯死被害と心材腐朽被害が発生した。腐朽木は腐朽部の地上高が1.7mに達し、根株部横断面における腐朽部の占有面積が約30%以上になるものもあった。本病によるとと思われる材質腐朽被害は他県でも見られており、早急に病原菌を明らかにし、被害発生条件を解明する必要がある。

スギ、ヒノキの材質劣化被害は、外観から被害の有無を判別することが難しく、被害実態の把握が困難である。しかし、ニホンキバチによる材変色被害については、四国各県で間伐木の切り株調査が進められており、被害実態が明らかになりつつある（宮田，1999）。

引用文献

- 井上功盟（1999）ホリシャキシタケンモンによるウバメガシの食葉被害 — 愛媛県佐田岬半島における発生例一．森林防疫 48：132～135。
- 前藤 薫（1999）森林病虫獣害発生情報：四国地方．森林防疫 48：137～140。
- 宮田弘明（1999）高知県におけるニホンキバチによる材変色被害．林業と薬剤 147：1～6。

表-1. 平成10年に四国地域で発生した森林病虫獣害

数字の単位は ha, カッコ内は被害本数

病虫獣害名 (被害樹種)	徳島県	香川県	愛媛県	高知県	高知営林局
＜病害＞					
黒粒葉枯病 (スギ)	45.0				
ならたけ病 (ヒノキ)		+			
ベスタロチア病 (ゴールドクレスト, クロマツ, スギ)			+		
黒紋病 (タラヨウ)			+		
葉ふるい病 (クロマツ)			+		
すす病 (サカキ)				+	
樹脂胴枯病 (ヒノキ)		+			
漏脂病 (ヒノキ)			1.5		
根株心材腐朽 (スギ, ヒノキ)		++	1.5		
モザイク病 (シキミ)				+	
幼果菌核病 (ソメイヨシノ)			+	++	
帯化病 (スギ)				+	
＜虫害＞					
ツツジゲンバイ (サツキ)		+			
トウアマツカサアブラムシ (ゴヨウマツ)			+		
マツホソオオアブラムシ (クロマツ)			+		
ヒキオコシコブアブラムシ (ソメイヨシノ)				++	
スギカミキリ (スギ, ヒノキ)		4.0	81.1		
ゴマダラカミキリ (イロハカエデ)				+	
マスダクロホシタマムシ (スギ, ヒノキ)		+			
オビモンヒョウタンゾウムシ (サカキ)			+		
根切り虫 (コガネムシ類) (スギ, ヒノキ)	(24,300)			+	
ヒノキカワモグリガ (スギ, ヒノキ)		+	5.0	++	
マツカレハ (クロマツ)		+	+	+	
チャドクガ (ツバキ, サザンカ)			+		
マツノシンマダラメイガ (シロマツ)		+			
コウモリガ (クヌギ)		0.5			
ゴマフボクトウ (ケヤキ)		+			
スギメムシガ (スギ)			+		
イブキチビキバガ (カイヅカイブキ)				+	
ルリチュウレンジ (サツキ)	+				
ニホンキバチ (スギ, ヒノキ)		0.9	++	++	+
ニトベキバチ (アカマツ, クロマツ)		+			
スギタマバエ (スギ)			+		
松くい虫 (アカマツ, クロマツ)	873.0			120.0	1,127.0
同上 被害材積 (m³)	1,933	26,660	9,182	516	
＜獣害＞					
ノウサギ (スギ, ヒノキ, ケヤキ)	94.0	3.0	14.1		
野ネズミ (スギ, ヒノキ)	0.1		3.6		
イノシシ (スギ, ヒノキ, タケ)		+	19.1		
ニホンジカ, カモシカ (スギ, ヒノキ, ケヤキ)	317.0	4.5	65.9	1.1	++

+ 微害, ++ 中害, +++ 激害

四国の森林性生物の生物多様性に関する基礎情報の整理

保護研究室 佐藤重穂・前藤 薫

造林研究室 酒井 武・酒井 敦

1. はじめに

1996年度から北海道の石狩・空知森林計画区と高知県の四万十川森林計画区において、森林の保全と持続可能な経営のためのモデル森林のモニタリング事業が開始された。これは、持続可能な森林経営を実現するために、モニトリオール・プロセスで示された基準に基づく各種の指標を計測し、その結果を森林管理法に反映させて持続可能性を図るものである。ここで取り上げられた基準のうち、生物多様性に関しては種の多様性について森林依存種の種数、希少性のある種の数が指標とされている。しかし、四万十川森林計画区をはじめ、四国の森林においては、これまで森林性の生物の体系的なモニタリングは実施されておらず、森林依存種や希少性のある生物種の生息に関する情報も断片的である。

四万十川森林計画区のモデル森林事業を支援するために、四国産の森林性の希少生物や指標性の生物の基礎情報のデータベースを作成し、生物多様性のモニタリングに必要な情報を整理して、その内容を検討した。

2. 方 法

四国産の森林性の希少生物と指標性生物のデータベースを構築するために、森林性の生物種に関する既存の情報を収集した。希少生物としては、日本版レッドデータブックとされている文献（我が国における保護上重要な植物種および植物群落の研究委員会種分科会，1989；環境庁1991a，1991b）に掲載されている種、および絶滅の恐れのある野生動植物の種の保存に関する法律（種の保存法）に該当する種（以下、これらを併せて希少生物とする）をとりあげて、森林依存度のランク付けを行った。指標性生物としては、同定が比較的容易で情報が豊富な種群として陸上性の哺乳類と鳥類を選定し、四国産の全種について森林依存度のランク付けを行った。また、森林生態系に特に大きなインパクトを与える侵入種等について該当種を抽出した。

3. 結 果

希少生物に該当したのは、哺乳類では11種で、うち9種が森林依存種だった（絶滅種1種を含む）。鳥類では希少生物は64種で、森林依存種は11種、準森林依存種は5種だった。爬虫類では希少生物が3種あったが、いずれも非森林依存種だった。両生類では希少生物3種があり、うち2種が準森林依存種だった。淡水・汽水魚では希少生物が6種、うち森林依存種が1種だった。無脊椎動物では昆虫の希少生物が30種（絶滅種1種を含む）、うち森林依存種が6種、準森林依存種が2種だった。陸生貝類では希少生物が15種で、うち森林依存種と準森林依存種が各1種だった。その他の無脊椎動物では希少生物が7種で、うち1種が森林依存種だった。種子植物のうち、希少生物は139種（絶滅種7種を含む）で、内訳は木本性植物が8種、草本性植物が131種だった。このうち、森林依存種は60種、準森林依存種が6種だった。シダ植物では、希少生物が13種（絶滅種1種を含む）であり、このうち、森林依存種が10種だった。

指標性生物として、四国産の陸生哺乳類は53種で、このうち森林依存種25種、準森林依存種が14種で、これらで全体の74%を占めた。なお、53種のうち、7種が自然分布ではない移入種だった。鳥類については、四国で記録のある367種のうち、四国に定着または定期的に渡来するものは272種であった。また、森林依存種は96種、準森林依存種は29種であり、これらで全体の34%を占めた。

森林生態系に強いインパクトを与える侵入種としては、マツノザイセンチュウのみが該当した。マツノザイセンチュウは北米からの侵入種であり、四国4県とも侵入以後、現在までに亘ってマツ類の枯死を引き起こし、平成10年現在、四国におけるマツ類の被害材積は38,291m³であった。在来種では、個体数の増減によって森林生態系への潜在的なインパクトの大きい種としてニホンジカが該当した。

4. 考 察

希少生物のうち、森林依存種と準森林依存種の占める割合は、脊椎動物では36%、無脊椎動物では21%、植物では50%であり（図-1）、森林の伐採や植生の改変が多くの希少生物に大きなインパクトを与えるものと考えられた。

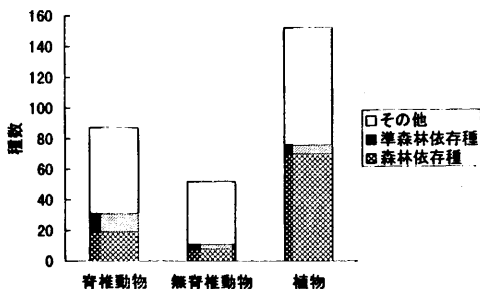


図-1. 四国産の希少生物の森林依存度

環境庁はレッドデータブックの更新作業の一環として、1997年から1999年にかけて日本産の植物と脊椎動物の新たなレッドリストを公表した。このうち、四国産の哺乳類と鳥類について1998年に公表されたレッドリストを1991年版レッドデータブックと比較した場合、哺乳類の1998年のリスト該当種は14種であり、このうち1991年版未掲載種が6種、逆に1991年版掲載種で1998年のリストで希少種とされなかったものは3種（情報不足種1種を含む）だった。鳥類では1998年のリスト該当種は56種であり、このうち1991

年版未掲載種が7種、逆に1991年版掲載種で1998年のリストで希少種とされなかったものは15種（情報不足種7種を含む）だった。1998年のリストでは、従来よりも情報が増加して1991年版よりも詳細なデータに基づく客観的な判定が行われ、新たに情報不足種というカテゴリーが設けられたこともあり、鳥類では希少種に該当するものが減少した。なお、種の保存法で指定されている哺乳類と鳥類は、1998年のリストではすべて絶滅危惧Ⅱ類か、もしくは危険度のそれ以上高いカテゴリーに該当した。

生物多様性のモニタリングにおいては、希少種数や希少種の生息状況がモニタリングの対象となるが、このような情報の更新に伴うモニタリング方法の見直しが必要となる。

引用文献

- 環境庁（編）（1991a）日本の絶滅の恐れのある野生生物 ―レッドデータブック― 脊椎動物編. 340pp, 自然環境研究センター, 東京.
- 環境庁（編）（1991b）日本の絶滅の恐れのある野生生物 ―レッドデータブック― 無脊椎動物編. 271pp, 自然環境研究センター, 東京.
- 我が国における保護上重要な植物種および植物群落の研究委員会種分科会（編）（1989）我が国における保護上重要な植物種の現状. 320pp, 日本自然保護協会・世界自然保護基金日本委員会, 東京.

森林性鳥類のモニタリングによる種多様性の評価の試み

保護研究室 佐藤重穂

1. はじめに

持続可能な森林経営を行う上で、森林の生物多様性をはじめとする各種の指標をモニタリングする必要があることが、1995年にモントリオール・プロセスによって示された（林野庁，1995）。これに従って日本でも北海道の石狩・空知森林計画区と高知県の四万十川森林計画区が林野庁から調査地として指定されて、1996年度から森林の保全と持続可能な経営のためのモデル森林のモニタリングが試行的に開始された。

生物多様性とは1980年代後半に作られた保全生物学上の新概念であり（鷲谷・矢原，1996；樋口，1996），遺伝子から景観まで含む複数の階層の多様性を包括したものである（表-1）。しかし、生物多様性のモニタリングの具体的な手法はほとんど確立されていない。モントリオール・プロセスでは生態系の多様性、種の多様性、遺伝的多様性について指標があげられていて、このうち、種の多様性については森林依存種の種数、レッドリスト掲載種数が指標とされているが、これだけで種多様性について評価が十分できるのか、検討されていない。また、四万十川森林計画区においては、これまで森林性の生物の体系的なモニタリングは実施されてこなかった。

表-1. 生物多様性の階層構造

階層*	構造的要素	機能的要素
遺伝的多様性	遺伝構造	遺伝的過程
種の多様性	個体群構造	生活史・種内相互作用
生態系の多様性	ハビタット構造	種間相互作用
景観の多様性	景観パターン	生態系間相互作用・土地利用

* モントリオール・プロセスにおいては、生態系の多様性、種の多様性、遺伝的多様性の3段階に区分され、景観の多様性は生態系の多様性に含まれる。
（鷲谷・矢原，1996を基に改変）

そこで、森林性の脊椎動物を代表する一群である鳥類を対象として、種多様性の評価法を検討するために、四万十川上流部の森林において繁殖期の鳥相の調査を実施し、モニタリング法について検討した。また、モニタリングに関する生物情報の問題点として、どのような生物モニタリングをすべきかについて検討し、多様性の評価にはどのような指標が必要かを考察する。

2. 四万十川上流域における森林性鳥類のモニタリング

（1）調査地と調査方法

四万十川森林計画区には高知県の須崎市・葉山村・東津野村以西の市町村が含まれる。この中には低山帯上部の落葉広葉樹林帯から暖温帯の常緑広葉樹林までが含まれ、面積的には中間温帯に相当する部分が多いが、森林の大部分が針葉樹人工林に置き換わっている。

調査地を高知県大正町の市ノ又山国有林とその周辺に設定した。市ノ又山国有林は標高440～780m、面積

2-2）中山間地域における森林生物の管理技術の高度化

指定研究「四万十川流域の生物多様性に関するデータベース作成と調査手法の検討」

52haで、ヒノキ、ツガなどの針葉樹にアカガシなどの常緑広葉樹が混交する成熟した天然林である。上木のヒノキは約300年生である。この天然林とそれに隣接する約30年生のスギ・ヒノキ壮齡人工林（以下、天然林隣接人工林と称す）、約1 km離れた場所にあり、周囲に天然林のない約30年生のスギ・ヒノキ壮齡人工林（以下、天然林非隣接人工林と称す）、及び約7年生のスギ・ヒノキ若齡人工林の4箇所にそれぞれ約1 kmの調査路を設けた。1997年と1998年の5月から6月に簡易的なテリトリーマッピング法（日本野鳥の会、1993）によって調査を5回繰り返して、4箇所の調査区の鳥相を調べた。

（2）結果と考察

1）調査の繰り返し回数：鳥相を把握するために必要な調査回数を求めるために、林分毎に累積出現種数と多様度指数（ n 回目の調査までに出現した個体数で求めたシャノン関数） H' (bit) を調査回数毎に求めた。その結果、4林分とも多様度指数は4回の調査で安定に達したが、累積出現種数は5回目の調査まで増加した（図-1）。従って、鳥相のおよその構成は4回までの調査では把握できるが、出現頻度のごく低い種がその後も追加されているので、すべての構成種を明らかにするにはそれ以上の調査が必要である。

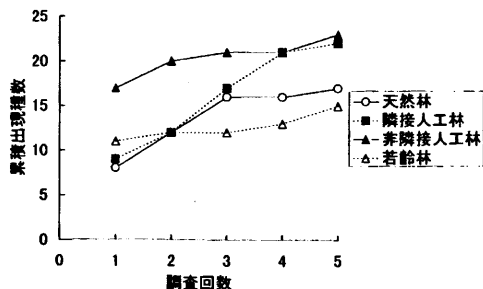


図-1. 調査の繰り返し回数と出現種数
(1997年5-6月)

この程度の調査面積で鳥類相を調べる場合、出現頻度のごく低い種とは、比較的広い行動圏を持ち、調査地がその一部に含まれるような種による低頻度の利用がほとんどである。2年間における10回の調査で出現回数が合計で2回以下の種を低頻度出現種としたところ、この調査地ではジュウイチ、サンコウチョウなどの6種が該当した。調査回数が増えるほど、こうした低頻度出現種が徐々に追加されるので種数は増加するが、主要構成種に限ればその構成比は4～5回程度の調査の繰り返しで把握できるものと考えられる。一方、生息種のリスト作りの上では、低頻度出現種については該当調査地の周辺部を含めた広い範囲で生息の有無を確認する調査が有効であり、テリトリーマッピングのような集約的な調査のみでは不十分である。

出現種については該当調査地の周辺部を含めた広い範囲で生息の有無を確認する調査が有効であり、テリトリーマッピングのような集約的な調査のみでは不十分である。

2）種数及び希少種数：天然林と天然林隣接人工林では鳥相が類似していた（Jaccardの共通係数 $cc = 0.524$ ）が、人工林の方が出現種数が多かった（表-2）。これは、天然林には林縁的な環境が含まれていなかったことによると考えられる。天然林隣接人工林と天然林非隣接人工林では共通する出現種が多く（ $cc = 0.640$ ）、種数はほぼ等しかった。天然林隣接人工林で出現し、天然林非隣接人工林で出現しなかった種は天然林でも出現していた。逆に天然林非隣接人工林のみで出現した種は、天然林では出現しなかった。天然林と天然林非隣接人工林は共通する出現種が比較的少なかった（ $cc = 0.480$ ）。これらの結果は、隣接した環境の異質性や林縁環境が種多様性を高めることを示唆している。若齡人工林では種数は少なくないものの、多様度指数がもっとも低く（表-1）、種構成が単純だった。

希少性のある種として、国内版レッドデータブック掲載種（環境庁、1991）を選んだ。この調査で出現した鳥類ではクマタカ、ミゾゴイの2種が該当し、両者とも前述の低頻度出現種にも該当した。

3. 種多様性の表現のためにどのような指標が必要か

種多様性の表現に適した指標は、分類群や地理的特性などによって異なり、一律の指標ですべてを評価す

表-2. 市ノ又山国有林周辺の森林区分ごとの優占種の種構成 (1997年5-6月, 1998年5-6月)

森林区分*	優占鳥種 (優占度上位5種)	出現種数**	多様度指数
天然林	シジュウカラ>ミソサザイ>オオルリ>ヒヨドリ>ヤマガラ	18	3.86
天然林隣接人工林	ヒヨドリ>シジュウカラ>ミソサザイ>ウグイス>ヤマガラ	24	4.08
天然林非隣接人工林	ウグイス>ヒヨドリ>ホオジロ>シジュウカラ>オオルリ	25	3.44
若齢人工林	ウグイス>ホオジロ>ヒヨドリ>シジュウカラ>エナガ	17	3.16

* 森林区分については、本文参照。 ** 森林非依存種を除く。

るのは適切でないと考えられる。該当地域の生息種リストによる種数を指標とするのがもっとも単純な方法であるが、種数が多ければ、保全上価値の高い場所というわけではない (樋口, 1996)。

種の多様性の評価のために、種数以外の指標を用いることができる可能性がある。特に哺乳類や鳥類のように調査の比較的早い段階で該当地域の生息種のほとんどを把握できる種群では、どのような指標を用いるのが適しているかを検討することが可能である。

群集生態学においては、古くから各種の多様度指数が用いられてきた (木元, 1976)。しかし、多様度指数は、生物の多様性の一面を示すにすぎない。たとえば前節で用いた種数と種構成比率から算出されるような多様度指数は、同じ資源を利用するグループ間や似たような条件を持つ地域間を比較したりすることによってそれぞれの特徴を表現するには役立つが、一方、すべての種が同等の扱いを受ける点で、重要な種を重み付けすることができず、保全生物学上の種多様性の程度を表現する指標としては不十分である。

種多様性を表現するためには、個々の種の持っている特性を考慮に入れた指標を用いる必要がある。種多様性の評価において、保全生態学上の考慮すべき特性としては、生態系内での位置、類縁関係、地理的特異性、絶滅の危険性などが考えられる。

生態系内での位置を考慮すると、アンブレラ種 (生態系の頂点に立つ種)、キーストーン種 (他の多くの種と相互作用を持つ種) などを重視することになる (鷲谷・矢原, 1996)。

類縁関係を重視する場合、その種の進化するのに要した時間の長さを考慮することができる。すなわち、独自の進化を遂げた種を重みづけすることになる。系統分岐図の分岐の長さを指標とするような考え方がこれに該当する。また、同一分類群内に所属する種数の少ない種を重視する立場から、より簡便な指標として一属一種の種数や、属あるいは科などの分類群に所属する種数の逆数の合計値も指標となりうる。

地理的な特異性を考えた場合、その地域に固有の種や、準固有種と言うべき狭域分布種を重視するという方向をもつことになる (平川・樋口, 1997)。従って、固有種や狭域分布種の多さ、それらがすべての生息種数に占める割合などを指標とすることができる。

絶滅危険度としては、モントリオール・プロセスでも採用されているように、国際自然保護連合、環境庁、地方自治体等によるレッドリストの掲載種の種数や生息状況を指標とすればよい。ただし、現状のレッドリストが必ずしも絶滅危険度を正確に評価していないかもしれない。また、地方自治体のものは、すべての都道府県がレッドリストを発行しているわけではなく、危険度の評価法が統一されていない等の問題がある。

希少性としては、特異な環境に依存するために個体数の少ない種などを重視することになる。レッドリスト掲載種と重複するものが多いが、一般的にレッドリストにおいては広域分布種は個体数が減少傾向になければリストに含まれにくく、そのような種であっても低密度で生息するものも重視する必要がある。

上にあげたような項目を評価する場合、同一の種が複数の項目で重複して摘出されるものも多いが、そのような種は特に重視されるべきと考えればよい。これらの特性をどのように種の多様性を表す指標として扱うか、今後検討すべき課題である。複数の指標に重み付けをした得点を配分し、その合計で地域の重要度を評価する方法が提示されている (Spellerberg, 1992) が、このような重み付け法を採用できるものと考えられる。

結論として、単一の指標で種多様性を評価するのは無理であり、上にあげたような複数の指標を併用して評価すべきである。保全のための危険性回避の意味からは、多面的な評価を行う必要があると考えられる。これらのような特性を考慮して地域の生物相の種多様性を評価した例は国内ではまだ少ないが、沖縄本島北部の節足動物について評価した事例 (伊藤, 1998) では、種数、種密度 (面積当たり種数)、個体数密度、種平均個体数、多様度指数、一様度指数、固有種数、固有種率、狭分布種数、狭分布種率を併用している。ただし、具体的にどの指標を用いるのが適切かは、対象となる分類群や地理的特性によって、必ずしも一定ではないかも知れない。

ここでは種多様性のみについて検討してきたが、遺伝的多様性や生態系の多様性など、上下のレベルと種多様性との関連性についても考慮すべき問題は多い。遺伝的多様性は、隔離された個体群の存在の重要性に深く結びついている。隔離個体群は地理的な特異性を持つ場合があり、異種への進化の可能性を有する。また、一時的に隔離された個体群が再融合したり、低頻度で遺伝的交流のあるようなメタ個体群を形成する場合、隔離時の状態が遺伝子組成への影響を及ぼすことが考えられる (椿, 1997)。また、異なる環境要素と隣接する場合に種多様性が高くなることが示唆されているが、複数の環境要素を要求する種や隣接環境と出入りすることによって適応度を高めている種の存在を考慮すれば、個別環境要素の配置としての生態系の多様性の重要性を理解できる。生態系の多様性や景観の多様性をどのような指標を用いるか、これらと種の多様性との関連をどのように評価するかについても検討する必要がある。

引用文献

- 樋口広芳 (編) (1996) 保全生物学. 253pp, 東京大学出版会, 東京.
- 平川浩文・樋口広芳 (1997) 生物多様性の保全をどう理解するか. 科学 67: 725~731.
- 伊藤嘉昭 (1998) 沖縄本島北部「やんばるの森」の節足動物の多様性. インセクトリウム 35: 304~311.
- 環境庁 (編) (1991) 日本の絶滅の恐れのある野生生物ーレッドデータブックー脊椎動物編. 340pp, 自然環境研究センター, 東京.
- 木元新作 (1976) 動物群集研究法 Iー多様性と種類組成ー. 192pp, 共立出版, 東京.
- 日本野鳥の会 (1993) 鳥の生息環境モニタリング調査ガイド I 森林と草原をしらべる. 36pp, 日本野鳥の会, 東京.
- 林野庁 (監修) (1995) 温帯林等の保全と持続可能な経営の基準・指標 モントリオール・プロセス. 24pp, 林野庁, 東京.
- Spellerberg, Ian F. (1992) Evaluation and Assessment for Conservation. 260pp, Chapman & Hall, London.
- 椿 宜高 (1997) 個体群の縮小と絶滅過程. 科学 67: 740~749.
- 鷲谷いずみ・矢原徹一 (1996) 保全生態学入門. 270pp, 文一総合出版, 東京.

穴内川上流域における平成10年9月24日豪雨時の 水位ならびに水質の変動

林地保全研究室 吉永秀一郎・稲垣善之・山田 毅・三浦 覚

1. はじめに

平成10年9月24日朝から25日早朝にかけて、高知県中部は集中豪雨に見舞われた。このときの降水は、高知地方気象台によると、高知で861mm、後免で862mm、繁藤で979mmに達する記録的な豪雨であった。この豪雨によって高知市東部を中心として大規模な浸水被害が発生し、河川の損壊、山・崖崩れなどの被害が多数発生した。

林地保全研究室では、高知市街地の北方約20kmに位置する吉野川支流の穴内川上流域において、定期的な水質モニタリングを平成6年より継続してきた。9月24日は定期調査の予定日であったので調査に出かけ、調査地域のなかで最も下流に位置する南国市黒滝の四国電力黒滝量水所に11時45分に到着した。しかし、豪雨のために、それよりも奥へ向かうことは危険であると判断された。ただし、豪雨時の水位の変化とそれにとまなう水質の変化を調査するためには絶好の機会であったため、夕方まで滞在して観測を実施した。本稿では、このときの水位の変化とそれにとまなう懸濁物質濃度(SS)、pH、電気伝導度(EC)の変化について報告する。なお、筆者らが現地に滞在していた時間以外の水位については、量水所の管理を委託されている黒滝集落在住の吉川芳富さんから御教示いただいた。

2. 調査・分析方法

水位は黒滝量水所に設置されている標尺を読みとった。水位の変化に留意しながら、概ね30分おきに、水質試料を採取した。なお、水位の上昇、下降傾向が変化したときには、その都度、試料を採取した。また、11時40分より16時40分までの間の降水をロートで受け、降水試料を採取した。これらの採取した試料は、実験室に持ち帰った後に孔径1 μ mのガラス繊維ろ紙によりろ過した。ろ紙上に残留した懸濁物質は絶乾後、秤量し、1Lあたりの物質質量に換算して懸濁物質濃度を算出した。ろ液についてはガラス電極法によりpHを、電気伝導度計を用いて電気伝導度を測定した。

3. 結 果

黒滝量水所における水位、懸濁物質濃度、pH、電気伝導度の変化を図-1に示した。なお、図-1には前回の9月9日、ならびに豪雨後、調査地への道路の閉鎖が解除された後の9月27日16時の水位、pH、電気伝導度の値も示した。なお、これらの時には懸濁物質濃度は測定していない。

1) 水位： 24日9時には水位は60cm程度で推移していたが、10時前後からの強い降水にとまなうと、水位の上昇が始まり、11時に80cmに達した。筆者らが黒滝に到着した11時45分には水位は160cmまで上昇しており、12時に178cmに達し、その後減水傾向に転じた。しかし、12時40分以降の強い降水にとまなうと再び水位が急上昇した。13時43分に243cmに達した後、一旦、停滞したが、その後、徐々に上昇し、14時30分に257cmに達した。14時52分に再び255cmに達した後に、急速に減水し、10分間に約5cmの速度で水位が低下した。16

時30分の水位は180cmであった。なお、黒滝ではその後に水位が上昇し、18時に最高水位320cmに達した。

黒滝から東へ約8 km離れた繁藤では、10時台から17時台までの時間降水量は13, 50, 79, 72, 32, 21, 54, 12mmと強く、このような強い降水にともなって水位の変動が起こったことが推察される。なお、繁藤における時間降水量の推移と黒滝における水位の変化は必ずしも連動しない。これは今回の豪雨時には、強い降水が局所的に発生したためであろう。

なお、9月27日16時30分には水位は76cmまで、9月29日には60cmまで低下していた。

2) 懸濁物質濃度： 12時に観察された水位のピークに連動して、懸濁物質濃度は約 100mgL^{-1} まで増加したが、水位の低下にともなって約 40mgL^{-1} まで低下した。その後、水位の再上昇にともなって懸濁物質濃度も上昇を始め、13時35分には 934mgL^{-1} に達した。その後、水位は240cm前後で推移していたにも関わらず、懸濁物質濃度は急速に低下し、水位が最高になった14時30分には約 220mgL^{-1} と減少していた。その後も懸濁物質濃度は低下し、16時30分には約 30mgL^{-1} と低い値を示した。なお、前回の9月9日、ならびに9月27日には懸濁物質濃度は測定していないが、河川水には濁りはなく、澄んでいたため、懸濁物質濃度はほとんど0であると推察される。

3) pH・電気伝導度： 黒滝における平水時の河川水のpHは7.5～8.0の範囲の値を示す。9月9日ならびに9月27日のpHはこの範囲の値を示した。これに対して、豪雨中の河川水のpHは7.2以下の低い値を示した。12時の水位のピークに対応して、pHは7.07まで低下したが、水位の低下にともなってpHも7.16まで増加した。しかし、その後の水位の急速な上昇にともなってpHは低下し、13時35分に6.66の最低値を示した。一方、電気伝導度もpHと同様に、水位の変動に連動した変化を示した。

なお、調査期間中に採取した降水のpHと電気伝導度は、それぞれ5.63, 0.27mS m^{-1} であった。このようなpHならびに電気伝導度の低い降水が、大量に河川水に付加されたために、水位の変化と連動したpH、電気伝導度の変化を示したものと推察される。

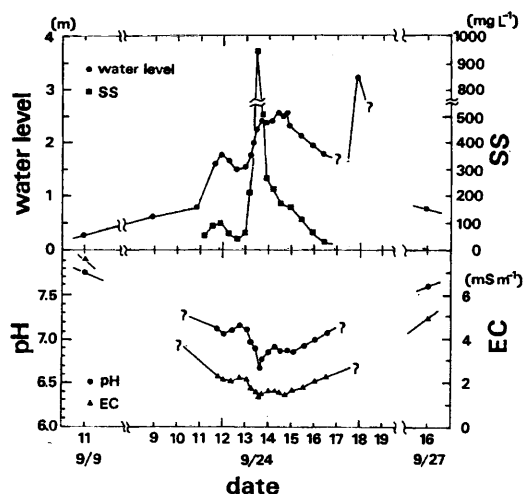


図-1. 黒滝における水位、懸濁物質濃度 (SS)、pH、電気伝導度 (EC) の変化

四国支所構内で観測した1998年の降水の性質

林地保全研究室 山田 毅・吉永秀一郎・稲垣善之・三浦 寛

1. はじめに

森林総合研究所四国支所では、酸性雨の現状とそれが森林生態系へ与える影響を予測するため、1991年度から降水の観測を行ってきた。本報では、前報（山田ほか、1998）に引き続き、1998年の降水中に含まれる酸性物質の森林への負荷量について報告する。

2. 方 法

観測地点は、森林総合研究所四国支所の屋上である。降水は、ポリロートで受けて、そのままポリタンクに貯留し、一連統降水ごとに採取した。ただし、9月26日の降水は多量であったため全量を採取できなかった。そのため、9月26日の降水量は、四国支所苗畑に設置してある雨量計の値を用いた。採取した試料の分析方法については、前報（山田ほか、1998）を参照されたい。

3. 結 果

四国支所構内における1998年の年間降水量は3,927mmであった。この値は、1997年の2,026mm（山田ほか、1998）や最近10年間（1988-97）の平均降水量2,455mm（森林総研四国支年報 No.39による）に比べ、きわめて多く、降水の観測を始めた1991年以降の最高値であった。これは、6月23～26日（計493mm）および9月26日（616mm）をはじめとして、大雨の回数が多かったためである。一連統降水量が100mm以上の降水は、1997年が5回であったのに対し、1998年は11回であった。

pHは降水量の多い月に高い値を、降水量の少ない月に低い値を示す傾向があり、9月に最高値5.06、1月と4月に最低値4.51を示した（図-1）。1998年における降水のpHの平均値は、4.87であった。なお、9月26日の降水のpHは5.04であり、年平均のpHよりも高い値を示した。

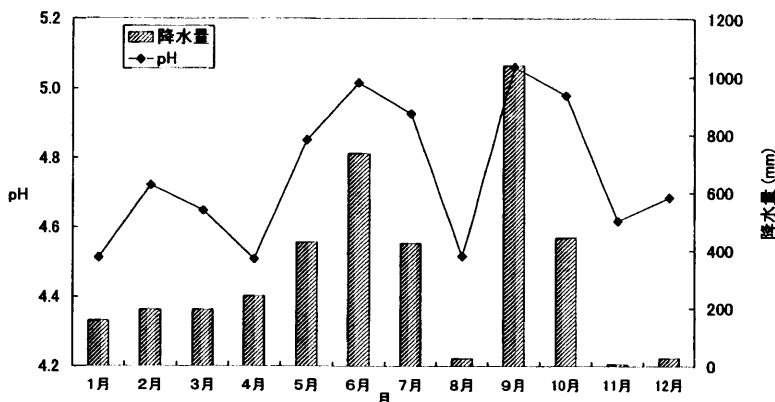


図-1. 月別降水量と pH の関係

硫酸イオン (SO_4^{2-})・非海塩性硫酸イオン (nss-SO_4^{2-})・硝酸イオン濃度 (NO_3^-) はいずれも、降水量が多いときに低い値を、降水量が少ないときに高い値を示した (図-2)。月別でみると、硫酸イオン・非海塩性硫酸イオン・硝酸イオンの濃度は、いずれも降水量の多い9月に最小値を、降水量の少ない11月に最大値を示した。年平均の硫酸イオン・非海塩性硫酸イオン・硝酸イオン濃度は、それぞれ0.97, 0.81, 0.67 mg L^{-1} であった。これらの中で、硫酸イオン・非海塩性硫酸イオン濃度は、1991年以降の最低値であった (山田ほか, 1999)。また、硝酸イオン濃度は、1991~1993年よりは高いものの、1994年以降では最も低い値であった。なお、9月26日の豪雨時における各イオン濃度は、それぞれ0.59, 0.54, 0.45 mg L^{-1} であり、年平均のイオン濃度よりも低い値であった。

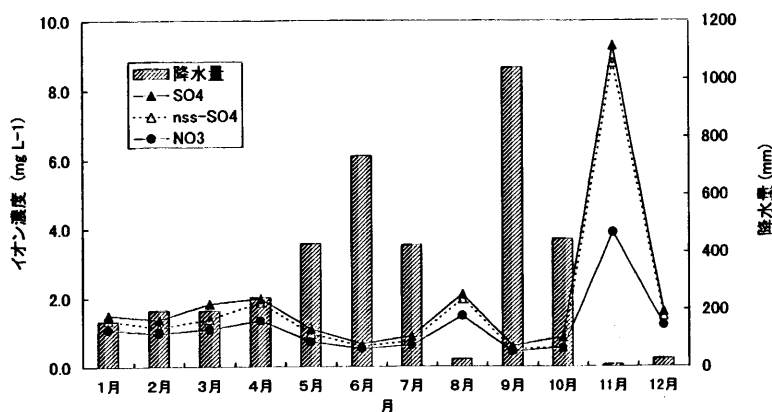


図-2. 月別降水量と各イオン濃度の関係

硫酸イオン・非海塩性硫酸イオン・硝酸イオン負荷量は、降水量の多い月で多く、降水量の少ない月で少なかった。年間を通したイオンの負荷量は、硫酸イオン・非海塩性硫酸イオン・硝酸イオンがそれぞれ、3.79, 3.18, 2.63 gm^{-2} であった。各イオンの1998年における負荷量を1991~1997年における負荷量と比較すると、硫酸イオンは1993, 1992年に次いで3番目に多く、非海塩性硫酸イオンは1992年に次いで2番目に多く、硝酸イオンは1番多かった (山田ほか, 1999)。年平均のイオン濃度が低かったにも係わらず、負荷量が多いのは、降水量が多かったためである。なお、9月26日の豪雨時におけるイオン負荷量は、それぞれ0.36, 0.33, 0.28 gm^{-2} であり、年間イオン負荷量のほぼ1割に相当した。

引用文献

- 山田 毅・吉永秀一郎・三浦 覚 (1998) 四国支所構内で観測した1997年の降水の性質. 森林総研四国支年報 39: 39~40.
- 山田 毅・吉永秀一郎・森貞和仁・平井敬三・吉田桂子・三浦 覚 (1999) 降水中に含まれる溶存成分の森林・林地への負荷量 — 森林総研四国支所構内における観測結果から —. 森林応用研究 8: 113~116.
- 森林総合研究所四国支所 (1998) 気象観測値. 森林総研四国支年報 39: 54.

研 究 業 績

研 究 業 績

支 所 長

- 高橋文敏 (1998. 8) 複層林の光と陰－森林総合研究所四国支所での研究から－. 林業技術 677 : 23～26.
- 高橋文敏 (1999. 2) 発展の世紀での流域環境保全. 森林総研四国情報 21 : 1.

連絡調整室

- 今富裕樹 (1998. 7) 高性能林業機械システムの安全性と労働強度の検討. 林野庁「地域に適合した林業機械作業システム研究」: 85～89.
- 今富裕樹 (1998. 8) 高性能林業機械によるシステム化への取り組み. 山林 1371 : 52～58.
- 今富裕樹 (1998. 8) 林業工学・森林利用学の先端分野. 森林利用学会誌 13(2) : 118～120.
- 今富裕樹 (1998.11) 高性能林業機械作業の適正な連続作業時間と休憩時間. 森林利用学会講要 5 : 9.
- Imatomi, Y. (1998. 不明) Questionnaire on the safety of mobile tower-yarder operations. Proceedings of the IUFRO/ FAO Seminar on Forest Operations in Himarayan Forests with Special Consideration of Ergonomic and Socio-Economic Problems held October 20-23, 1997 in Thimphu, Bhutan. : 99～104.

造林研究室

- 倉本恵生 (1998. 4) 北海道大学苫小牧演習林内の天然生落葉広葉樹林における種子落下量. 日林講要 109 : 175.
- 田淵隆一・倉本恵生・藤本潔・宇都木玄・今矢明宏・平出政和 (1998. 6) ポナベ島マングローブ林の3年間の動き. 日熱帯生態講要 8 : 51.
- 酒井 武・石塚森吉・Higuchi, N., Santos, J.D., Jose Minete L., VIEIRA, G. (1998. 6) 国立アマゾン研究所 (INPA) ZF-2 試験地の地形と林分構造. 日熱帯生態講要 8 : 32.
- 田淵隆一・酒井 武・大黒 正・酒井 敦 (1998. 9) 葉痕による葉量復元の試み. 森林総研四国支年報 39 : 21～22.
- 酒井 武・倉本恵生・酒井 敦・田淵隆一 (1998. 9) 白髪山ヒノキ林の林分構造. 森林総研四国支年報 39 : 23～24.
- 倉本恵生・酒井 敦・大黒 正・田淵隆一・酒井 武 (1998. 9) 2年結実性の常緑カシ, アカガシの開花・結実過程－2年間の着花・着果数変動と開花後1年間の生残過程. 森林総研四国支年報 39 : 25～28.
- 酒井 敦 (1998. 9) 伐採跡地のクローナル植物とその下刈り時期に関する一考察. 林業と薬剤 5 : 15～22.
- Higuchi, N., Santos, J.D., Vieira, G., Ribeiro, R., Sakurai, S., Ishizuka, M., Sakai, T., Tanaka, N. and Saito, S. (1998.10) Land structural analysis of a pristine tropical moist forest in Cuieirasriver

- basin region, ZF- 2, Manaus-AM, Brazil. Pesquisas florestais para a conservacao da floresta e reabilitacao de areas degradadas da Amazonia. : 53~81.
- 酒井 武・倉本恵生・酒井 敦・田淵隆一 (1998.12) 白髪山ヒノキ林の林分構造. 日林論 109 : 327~328.
- 酒井 敦 (1998.12) フジの刈り取り試験. 日林論 109 : 283~284.
- Tabuchi, R. and Takahashi, K. (1998. 不明) The development of a new dendrometer and its application to deciduous broadleaf tree species in Hokkaido, northern Japan. Journal of sustainable forestry. 6 (1/2) : 23~34.
- Sakai, T., Tanaka, H., Shibata, M., Suzuki, W., Nomiya, H., Kanazashi, T., Iida, S. and Nakashizuka, T. (1999. 1) Riparian disturbance and community structure of a Quercus-Ulmus forest in central Japan. PLANT ECOLOGY. 140 : 99~109.
- 田淵隆一 (1999. 2) 食べちゃった熱帯林. 森林の環境100不思議 : 56~57. 日本林業技術協会
- 田淵隆一 (1999. 3) 住民参加によるグリーンベルト造成—いくつかの問題と対策—海外研究業務報告. 1998年 : 53~58.
- 田淵隆一・酒井 武・倉本恵生・酒井 敦・大黒 正・川崎達郎 (1999. 3) 密植したタイワンフウ若齢林分の構造. 森林応用研究 8 : 133~136.
- 酒井 武・田淵隆一・倉本恵生・大黒 正・酒井 敦 (1999. 3) クロバイの更新と生育特性. 森林応用研究 8 : 223~224.
- 倉本恵生・酒井 敦・大黒 正・田淵隆一・酒井 武 (1999. 3) アカガシの開花結実と堅果の発達過程における生残. 森林応用研究 8 : 197~198.

林地保全研究室

- 三浦 寛・吉永秀一郎・山田 毅 (1998. 4) 林地における堆積有機物層の土砂移動抑止効果の評価. 日林講要 109 : 126.
- 稲垣善之・今矢明宏・太田誠一・田中永晴 (1998. 4) 主要元素存在様式からみた褐色森林土の評価に関する研究(Ⅱ)—土壤炭素存在様式と遊離酸化物の役割—. 日林講要 109 : 111.
- 山田 毅・吉永秀一郎・三浦 寛 (1998. 4) 隣接するヒノキ人工林と天然生林における土壌表層の諸特性の違い. 日林講要 109 : 120.
- 吉永秀一郎 (1998. 7) 日本周辺における第四紀後半の広域風成塵の堆積速度. 第四紀研究 37 : 205~210.
- 三浦 寛 (1998. 7) 豊かな森林は地表の保護から—堆積有機物層の地表保護効果—. 森林総研四国情報 20 : 1~2.
- Hirai, K., Miura, S., Yamada, T. and Morisada, K. (1998. 8) Characteristics of nitrogen mineralization using in situ incubation method with ion exchange resin at two types of warm temperate forest in Shikoku, southwest of Japan. Proceedings of the 16th World Congress of Soil Science, 20-26 August 1998, Montpellier, France [CD-ROM], Symposium 33.
- 吉永秀一郎・山田 毅・三浦 寛 (1998. 9) 高知県大正町葛籠川源流域における渓流水質の季節変動.

- 森林総研四国支年報 39:41~42.
- 三浦 覚・吉永秀一郎・山田 毅(1998.9) ヒノキ林とアカマツ林における堆積有機物層の土砂移動抑止効果. 森林総研四国支年報 39:15~18.
- 三浦 覚・吉永秀一郎・山田 毅・森貞和仁(1998.9) 林地を守る堆積有機物層. 森林総研研究成果選集 平成9年度:44~45.
- 山田 毅・吉永秀一郎・三浦 覚(1998.9) 四国支所構内で観測した1997年の降水の性質. 森林総研四国支年報 39:39~40.
- 山田 毅・吉永秀一郎・森貞和仁・平井敬三・三浦 覚・吉田桂子(1998.9) ヒノキ人工林化によって起こる土壌の一般物理性の変化ー市ノ又風景林と近接するヒノキ人工林の土壌を比較した結果からー. 森林総研四国支年報 39:19~20.
- 吉永秀一郎・三浦 修(1998.10) 特集「北上山地における地形形成環境と周水河地形の形成プロセス」について. 地形 19:191~192.
- 三浦 覚(1998.10) 各種林分における林床被覆の実態ーヒノキ林の林床被覆の特異性ー. 日林関西支研要 49:34.
- 山田 毅・吉永秀一郎・森貞和仁・平井敬三・吉田桂子・三浦 覚(1998.10) 降水中に含まれる溶存物質の林地への負荷量ー森林総研四国支所構内における観測結果からー. 日林関西支研要 49:36.
- 稲垣善之・三浦 覚(1998.10) 樹種の異なる森林における窒素の動態ー無機化速度とリターフォーによる供給量の関係. 日林関西支研要 49:32.
- 吉永秀一郎(1999.1) 渓流水質の実態. 4. 四国・九州地方(森林と渓流水質ーその形成メカニズムと実態ーわかりやすい林業研究解説シリーズ) 107:52~62.
- 三浦 覚(1999.3) 森林, 水と土壤保全のかかわり. 四国森林管理局四国地域業務研究発表集 平成10年度:91~96.
- 三浦 覚(1999.3) 土壌有機物の変動が土壌構造に及ぼす影響. 「人工針葉樹林における土壌劣化機構の解明」研究成果 335:26~35, 農林水産技術会議事務局.
- 山田 毅・吉永秀一郎・森貞和仁・平井敬三・吉田桂子・三浦 覚(1999.3) 降水中に含まれる溶存物質の林地への負荷量ー森林総研四国支所構内における観測結果からー. 森林応用研究 8:113~116
- 稲垣善之・三浦 覚(1999.3) 森林の一次生産と土壌の窒素無機化速度の関係. 日生態講要 46:258.

保護研究室

- 佐藤重穂(1998.4) ヒノキカワモグリガの幼虫密度と寄主の樹冠量. 日林講要 109:220.
- 田端雅進・阿部恭久(1998.5) クビナガキバチのマイカンギアから分離された菌. 日菌講要 42:64
- 前藤 薫(1998.6) イタヤカエデがタネを飛ばすのはなぜ. 四国虫報 33:7.
- 前藤 薫(1998.8) 森林病虫獣害発生情報:四国地方. 森林防疫 47:156~159.
- 前藤 薫・田端雅進・佐藤重穂(1998.9) 平成9年の四国地域の森林病虫獣害発生状況. 森林総研四国支年報 39:37~38.

- 前藤 薫 (1998. 9) 森林昆虫の天敵であるコマユバチ科寄生蜂の分類と生態. 森林総研研究成果選集 平成9年度: 8~9.
- 前藤 薫 (1998. 9) コマユバチ科. 日本動物大百科 III. 平凡社: 25~27/69~70.
- 田端雅進・阿部恭久 (1998. 9) ニホンキバチと *Amylostereum* 属菌類によるスギ・ヒノキ生立木の材部変色. 森林総研研究成果選集 平成9年度: 46~47.
- 前藤 薫 (1998.10) 森林昆虫の種多様性の維持にはたす原生林と二次林の役割. 日昆虫講要 58: 45.
- 佐藤重穂 (1998.11) 四国の中間温帯域森林における鳥類の種多様性(2)ー植生の異なる森林型間の繁殖期の鳥類相の比較ー. 日本鳥学会大会講演要旨集 1998年度: 124.
- Inoue, T., Wakayama, M. and Torii, S. (1998.12) Life cycle of the Camphor Tree Weevil, *Dyscerus hylobioides* (Desbrochers) (Coleoptera : Curculionidae) in Japanese Anise-tree plantations in the warm temperate lowland of Kochi Prefecture, southwestern Japan. Entomological Science 1: 523~527.
- 田端雅進 (1999. 2) ニホンキバチの共生菌について. 森林総研四国情報 21: 2.
- 前藤 薫・榎原 寛 (1999. 3) 温帯落葉樹林の皆伐後の二次遷移にともなう昆虫相の変化. 昆虫 (ニュー・シリーズ) 2: 11~26.
- 田端雅進・前藤 薫 (1999. 3) 高知県内で採集されたキバチ科・クビナガキバチ科昆虫. げんせい 73: 23~24.
- 黒岩哲夫・橋本裕子・西村俊彦・吉本海男・和田雅典・矢野聖・佐藤重穂 (1999. 3) 高知市におけるハチクマの渡り. Strix 17: 119~126.
- 黒岩哲夫・橋本裕子・吉本海男・西村俊彦・佐藤重穂 (1999. 3) 高知県におけるハチクマの繁殖確認. Strix 17: 187~190.
- 佐藤重穂 (1999. 3) ハリモシントメカサガタフシを剣山で確認. げんせい 73: 26.

経営研究室

- 松村直人・小谷英司 (1998. 4) 森林資源情報の管理と運用システムについて. 日林講要 109: 289
- 小谷英司・松村直人 (1998. 4) 山岳地域におけるデジタルオルソフォト作成法の検討-GPS 測測の利用-. 日林講要 109: 291.
- 小谷英司 (1998. 5) 四国における森林組合への GIS の導入事例報告 -導入過程と利用方法を中心として-. 林業ワークショップ報告書 1: 62~67.
- 山田茂樹 (1998. 6) 高密度路網と機械の活用でムリなく低コスト化ー安田孝氏の林業経営 (広島県廿日市市). 山林 1369: 19~25.
- 都築伸行 (1998. 7) 森林境界明確化への取り組みー徳島県相生町・山城町の事例ー. 森林総研四国情報 20: 3~4.
- 松村直人・都築伸行 (1998. 9) 1997年度森林計画学会夏期セミナー「森林経営とモニタリングー測る, 量る, 計るー. 森林計画学会誌 31: 73~79.
- 松村直人・松英恵吾 (1998. 9) 第40回森林計画学会シンポジウム「持続可能な森林経営ーモントリオール・プロセス関係国の現状ー. 森林計画学会誌 31: 81~84.
- 松村直人・小谷英司 (1998. 9) 浅木原スギ・ヒノキ人工林収獲試験地の調査結果. 森林総研四国支

年報 39：31～34.

小谷英司・松村直人・山田茂樹・都築伸行（1998. 9）十八川山スギ人工林収穫試験地の調査結果.

森林総研四国支年報 39：35～36.

都築伸行・山田茂樹・松村直人（1998. 9）民有林境界明確化への取り組み－徳島県相生町・山城町の事例－. 森林総研四国支年報 39：29～30.

Matsumura, N. and Ismail, B. K. (1998.10) Simulation model for the multi-storied forest management project in Peninsular Malaysia. Proceedings of International Symposium on Global Concerns for Forest Resource Utilization - Sustainable Use and Management. Japan Society of Forest Planning Press. : 892～900.

小谷英司・松村直人・山田茂樹・都築伸行（1998.10）森林組合へのGISの導入と運用上の問題点－S市森林組合の事例分析－. 日林関西支部講要 49：15.

小谷英司（1998.12）「森林GIS」の動向と今後の可能性について. 森林組合 342：4～9.

松村直人・小谷英司・宇久真司（1999. 3）四万十川森林計画区におけるモデルフォレストの取り組み. 森林応用研究 8：57～64.

西 政敏・石橋公雄・松村直人・小谷英司（1999. 3）GISによるタワーヤードの作業範囲の検討. 森林応用研究 8：73～76.

都築伸行・山田茂樹（1999. 3）森林組合への施業委託に関する所有者の意向－徳島県山城町森林組合員へのアンケート調査から－. 森林応用研究 8：209～212.

山田茂樹・都築伸行・柳幸広登（1999. 3）流域林業の中核として. Free Fresh Future III, 全国森林組合連合会：36～48.

前年度までの追加業績

井上大成・宮田弘明・堺 俊彰・井上功盟・大久保政利・西村知記・若山 学・高橋昌隆（1997. 2）四国地方におけるクスアナアキゾウムシによるシキミの被害解析. 応動昆 41：7～15.

平井敬三（1997. 4）イオン交換樹脂を利用した現地窒素無機化量の測定－常緑広葉樹林での事例－日本土壌肥科学会講要 43：5.

井上大成（1997. 5）シキミの根元にご注意！現代林業 1997年5月号：48～49.

Inoue, T. (1998. 2) Life history of the flea beetle, *Argopistes coccinelliformis* Csiki (Coleoptera : Chrysomelidae) VI. Overwintering and oviposition abilities of adults which emerged late in the season. Applied Entomology and Zoology. 33：21～27.

佐藤重穂・山崎三郎（1998. 3）スギ・ヒノキ混交林と隣接林分におけるヒノキカワモグリガの樹種別被害. 森林応用研究 7：173～176.

佐藤重穂（1998. 3）四国支所構内の鳥類. 森林総研四国支所50周年記念誌：45～48.

井上大成（1998. 3）四国支所構内で採集されたチョウ類（チョウ目）. 森林総研四国支所50周年記念誌：49～51.

山崎三郎（1998. 3）森林動物被害と保護管理. 平成9年度高知営林局業務研究発表集：155～167.

松村直人（1998. 3）西日本での森林情報処理の事例. 平成9年度森林情報の入力・処理システムの

高度化に関する調査報告書 林野庁：38～45.

松村直人（1998. 3）日本型モデルフォレストを目指して－調査結果の概要と今後の展望－. 平成 9 年度森林生態系を重視した公共事業の導入手法調査報告書 高知県：124～128.

松村直人・都築伸行（1998. 3）徳島県の境界確定事業と森林管理. 平成 9 年度長期施業受託マニュアル・森林評価マニュアル 全国森林組合連合会：116～131.

山田茂樹・都築伸行・柳幸広登（1998. 3）「株式会社いぶき」にみる林業労働力の確保策. Free Fresh Future II, 全国森林組合連合会：97～109.

資

料

開 催 行 事

行 事	開催年月日	開催場所
四国地区林業技術開発会議	10. 5. 19	KKR 高知鷹匠苑
四国支所研究発表会	10. 5. 20	KKR 高知鷹匠苑
林業研究開発推進四国ブロック会議（林野庁主催）	10. 10. 21	山内会館
国立機関公害防止等試験研究平成11年度新規課題「四万十川」事前推進評価会議	11. 1. 19	四国支所
研究問題ⅩⅢ 研究検討会	11. 1. 22	四国支所
研究問題ⅩⅢ 研究推進会議	11. 2. 9	四国支所

受 託 研 究 調 査

氏 名	用 務 先	用 務	期 間	委 託 先
松村 直人	高知県梼原町森林組合他	「森林施業管理体制支援事業」に関する調査（森林調査マニュアルの作成）	10. 6. 22～26	全国森林組合連合会
都築 伸行	高知県梼原町森林組合他	「森林施業管理体制支援事業」に関する調査（森林調査マニュアルの作成）	10. 6. 22～26	全国森林組合連合会
松村 直人	熊本県球磨村森林組合	「森林施業管理体制支援事業」に関する調査（森林調査マニュアルの作成）	10. 7. 1～4	全国森林組合連合会
松村 直人	日本林業技術協会	森林情報の入力・処理システムの高度化に関する調査	10. 9. 7～8	日本林業技術協会
松村 直人	森林総合研究所	「森林施業管理体制支援事業」に関する調査（森林調査マニュアルの作成）	10. 10. 12～14	全国森林組合連合会
今富 裕樹	石原林業株式会社	刈払機による地拵え、下刈り作業の作業実態に関する調査	10. 11. 15～17	林業・木材製造業労働災害防止協会
三浦 覚	徳島県教育会館	平成10年度徳島県森の案内人養成講座講師	11. 2. 13～14	徳島県林業振興課
今富 裕樹	林業・木材製造業労働災害防止協会	林業事業体の育成強化に関する調査	11. 2. 21～23	林業・木材製造業労働災害防止協会

非 常 勤 研 究 員

氏 名	課 題	期 間
井上輝一郎	展示用土壌及び岩石標本の作成と展示方法に関する技術指導	11. 3. 8～11. 3. 26
辻 隆道	四国における伐出技術の展示方法に関する指導	11. 3. 8～11. 3. 26
吉田 実	四国地域における天然林施業の展示方法に関する指導	11. 3. 8～11. 3. 26

依 頼 出 張 等

氏 名	用 務 先	用 務	期 間	依 頼 者
吉永秀一郎	文部省菅平高原 体育研究場	第40次南極地域観測隊夏期総合 訓練	10.6.21～10.6.26	国立極地研究所
田淵 隆一	魚梁瀬営林署管 内	千本山林木遺伝資源保存林の保 護管理, 保全	10.6.13～10.6.14	高知営林局
高橋 文敏	国際協力事業団	中国福建省林業技術開発計画F ／U長期専門家帰国報告会	10.7.28～10.7.29	国際協力事業団
吉永秀一郎	岐阜県古城郡上 宝村	氷河堆積物の調査方法の訓練	10.8.17～10.8.20	国立極地研究所
吉永秀一郎	国立極地研究所	第40次南極地域観測における研 究観測に関する観測研究小集会 出席	10.8.26～10.8.27	国立極地研究所
松村 直人	大川村	マダガスカル国流域管理技術研 修員に係る研修旅行同行	10.9.22	国際協力事業団
松村 直人	梶原町他	マダガスカル国流域管理技術研 修員に係る研修旅行同行	10.9.23～10.9.24	国際協力事業団
吉永秀一郎	国立極地研究所	第40次南極地域観測隊全員打合 せ会出席	10.10.4～10.10.6	国立極地研究所
田淵 隆一	国際協力事業団	マダガスカル北西部養殖計画国 内支援委員会分科会	10.11.4～10.11.5	国際協力事業団
酒井 武	高知県長岡郡大 豊町他	タイ国造林研究技術研修員に係 る研修旅行同行	10.11.30～10.12.4	国際協力事業団
松村 直人	ホテルサンルー ト東京	マレーシア複層林施業技術現地 実証調査F／U第1回国内推進 委員会における短期専門家帰国 報告	11.2.8	国際協力事業団
吉永秀一郎	国立極地研究所	南極地域観測事業帰国会	11.3.28～11.3.29	国立極地研究所

国 際 関 係

海外研修員

氏 名	国 名	研 修 項 目	期 間	受入研究室
Claudie Razafintsalama	マダガスカル	森林資源モニタリング	10.9.21～25	経営研究室
Mahefason Razafimatratra	マダガスカル	森林資源モニタリング	10.9.21～25	経営研究室
Chingchai Viriyanbancha	タイ	造林技術	10.11.30～10.12.4	造林研究室

海外派遣

氏 名	用 務 先	用 務	期 間	備 考
田淵 隆一	インドネシア	農場内造林のための樹種選定調査	10.4.8～10.5.7	国際協力事業団短期専門家
小谷 英司	中国	炭素循環に関するグローバルマッピングとその高度化に関する国際共同研究	10.9.13～10.9.26	資源協会・地球科学技術推進機構
田淵 隆一	タイ	農場内造林における樹種別管理法の解明	10.10.1～10.10.17	農林水産技術会議事務局
田端 雅進	アメリカ	針葉樹病害における菌と昆虫の相互作用に関する共同研究	10.11.2～10.12.2	科学技術振興調整費
吉永秀一郎	南極地域	第40次南極地域観測	10.11.14～11.3.28	文部省学術国際局
松村 直人	マレーシア	マレーシア複層林施業技術現地実証調査	10.11.17～10.12.18	国際協力事業団短期専門家
田淵 隆一	タイ	農場内造林における樹種別管理法の解明	11.3.11～11.5.6	国際協力事業団短期専門家

研 修

氏 名	実施機関	研 修 名	期 間
稲垣 善之	NOVA 高知校	英語研修	10.10.1～11.3.31
都築 伸行	NOVA 高知校	英語研修	10.10.1～11.3.31
酒井 武	NOVA 高知校	英語研修	10.10.1～11.3.31
佐藤 重穂	森林技術総合研修所	平成10年度「森林政策技術」研修	11.1.12～11.1.14

四国支所研究発表会の記録

日時：平成10年5月20日

場所：高知市鷹匠町2-4-79 KKR 高知鷹匠苑

「特別講演」

谷田貝光克（森林総合研究所生物機能開発部森林化学科長）

：こんなにも役に立つ木の成分 ―抽出成分利用技術の開発―

1. 吉永秀一郎：ちりも積もれば土となる ―森林土壌への広域風成塵の付加―
2. 山田 毅：降雨中に含まれる溶存物質の林地への負荷量 ―高知市朝倉における観測事例から―
3. 倉本 恵生：タネの豊凶のしくみをさぐる ―どんぐりの豊作、不作はどのようにして起こるのか―
4. 酒井 敦：造林地の雑草木 ―ツルの生態学事始め―
5. 田端 雅進：ニホンキバチの加害によるスギやヒノキの材変色 ―材の変色を起こす原因菌の解明―
6. 小谷 英司：森林組合へのGISの導入と運用上の問題点
7. 今富 裕樹：高性能林業機械化作業の安全性を探る ―労働科学研究からのアプローチ―

気 象 観 測 値

(1998年 1～12月)

月	気 温 (℃)					湿度 (%)	降水量 (mm)
	平均	平均 最高	平均 最低	極 値			
				最高(起日)	最低(起日)		
1	3.6	10.9	1.7	16.4 (3)	−4.3 (20)	62.5	157.0
2	9.2	14.6	4.6	22.8 (14)	−2.1 (9)	68.2	219.5
3	11.0	16.9	5.5	24.6 (31)	0.3 (2)	64.8	212.0
4	18.4	23.0	14.4	28.9 (29)	2.3 (3)	83.7	260.0
5	21.4	25.3	17.7	29.6 (30)	14.5 (15)	84.3	463.0
6	23.0	26.9	19.8	33.6 (29)	14.9 (2)	88.2	833.0
7	26.9	31.1	23.4	35.6 (10)	21.1 (20)	84.9	414.5
8	28.5	33.4	24.7	35.9 (7)	22.8 (21)	80.9	27.0
9	24.9	29.4	21.6	33.1 (3)	17.1 (17)	85.4	1118.5
10	20.5	25.0	17.1	30.1 (1)	12.2 (25)	83.2	470.5
11	13.9	20.0	9.1	25.3 (1)	0.8 (20)	71.0	21.5
12	10.2	16.6	5.3	21.6 (1)	1.4 (12)	66.5	13.5
年	17.6	22.8	13.7	35.9	−4.3	77.0	4210.0
最近10年間 (’89〜’98)	16.8	21.9	12.4	(’91. 8 .27) 39.0	(’90. 1 .25) −6.0	76.2	2617.2

観測地点

森林総合研究所四国支所

北緯 33°32'09"

東経 133°28'54"

海拔高 50m

*1998年 9月24～25日にかけて高知県中部は記録的な豪雨に見舞われた。

ここに森林総合研究所四国支所（高知市朝倉）でのおもなデータを記す。

○24時間雨量

・ 9月24日426mm

・ 9月25日179mm

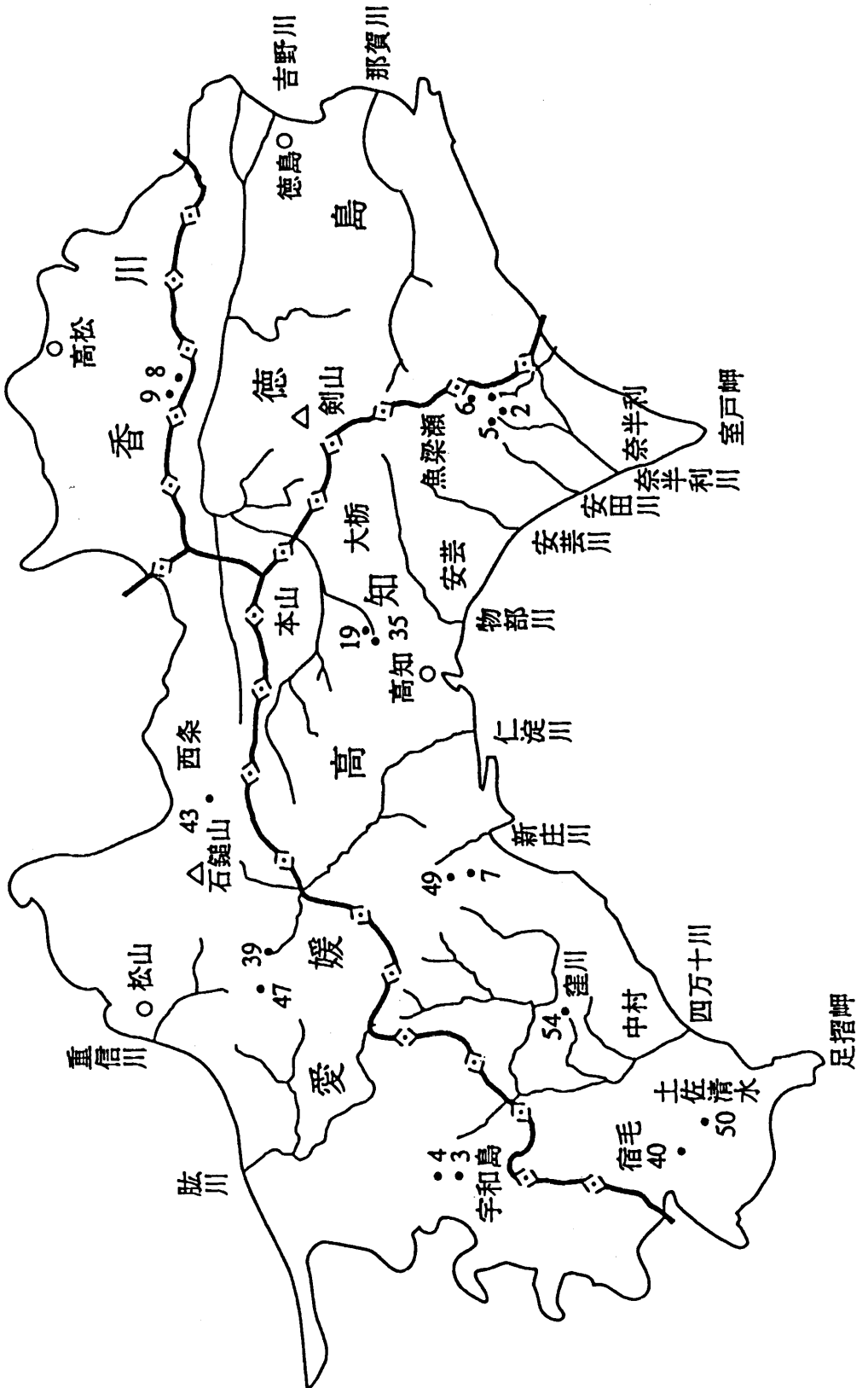
(最大24時間雨量としては9月24日 5：00～25日 5：00で576.5mm)

○最大時間雨量

・ 9月24日85.5mm (18：00～19：00)

・ 9月25日69.5mm (00：00～01：00)

固定試験地位位置図



固 定 試 験

整理 番号	試 験 地 名	研 究 項 目	管理署等	事務所等	林 小 班
1	千本山天然更新試験地	人工林の構造解析	安 芸	魚梁瀬事務所	65.は
2	小屋敷山天然更新試験地	人工林の構造解析	安 芸	魚梁瀬事務所	54.は
3	滑床山ヒノキ人工林収穫試験地	人工林の構造解析	愛 媛	宇和島事務所	72.る
4	滑床山スギ人工林収穫試験地	人工林の構造解析	愛 媛	宇和島事務所	61.る
5	一ノ谷山スギ人工林収穫試験地	人工林の構造解析	安 芸	魚梁瀬事務所	100.ろ
6	西又東又山スギ人工林収穫試験地	人工林の構造解析	安 芸	魚梁瀬事務所	128.は1・は2
7	下ル川山ヒノキ人工林収穫試験地	人工林の構造解析	四万十	窪川事務所	215.に
8	浅木原スギ人工林収穫試験地	人工林の構造解析	香 川		55.ほ
9	浅木原ヒノキ人工林収穫試験地	人工林の構造解析	香 川		55.ほ
19	黒森山連続施肥試験地	複層林施業による地表保護効果の解明	嶺 北		96.は
35	中ノ川山スギ人工林収穫試験地	人工林の構造解析	嶺 北		95.は・98.は
39	二段林造成試験地	スギ、ヒノキ二段林下木の形質の解明	民有林		久万町不二峰
40	奥足川山ヒノキ人工林収穫試験地	人工林の構造解析	四万十	宿毛事務所	226.い
43	西ノ川山ヒノキ人工林収穫試験地	人工林の構造解析	愛 媛	西条森林管理センター	20.ほ
47	松山スギ非皆伐人工更新試験地	スギ、ヒノキ二段林下木の形質の解明	愛 媛		65.ぬ1
49	下ル川山スギ人工林収穫試験地	人工林の構造解析	四万十	窪川	215.は
50	十八川山スギ人工林収穫試験地	人工林の構造解析	宿 毛		272.に
54	市ノ又森林動態観測試験地	源流域天然林の構造と機能の解明	四万十	大正事務所	86.は

地 一 覧 表

平成11年5月現在

樹 種	面積 (ha)	設定 年度	終了予 定年度	今 後 の 調 査 計 画	距離 (km)	担 当 研究室	備 考
スギ, ヒノキ, モミ, ツガ	2.12	T.14	H.40	H.12年度調査, 以降10年毎調査	105	経営	H.6年に研究項目変更
スギ, ヒノキ等, 針, 広	4.97	〃	〃	12 〃 〃	105	経営	〃
ヒノキ	0.88	S.6	〃	11 〃 〃	175	経営	S.60 〃
スギ	1.00	〃	〃	11 〃 〃	175	経営	〃
スギ	1.40	〃 34	〃	18 〃 〃	105	経営	〃
スギ	1.32	S.35	〃	13年度調査以降 5年度調査	105	経営	〃
ヒノキ	3.86	S.36	〃	11 〃 〃	70	経営	〃
スギ	5.30	S.39	〃	14 〃 〃	170	経営	〃
ヒノキ	5.23	S.40	〃	〃	170	経営	〃
スギ, ヒノキ	0.78	S.34	〃	12	55	林地	H.7 〃
スギ	7.35	S.41	〃	13年	55	経営	S.60 〃
スギ, ヒノキ	0.20	S.43	12	H.12年度調査, 以降 5年毎調査	95	造林	H.元 〃
ヒノキ	11.74	S.44	40	H.14年度調査, 以降 5年毎調査	110	経営	S.60 〃
ヒノキ	14.81	S.46	0.4	H.11年度調査, 以降 5年毎調査	200	経営	〃
スギ	4.14	S.47	H.12	H.13年度調査, 以降 5年毎調査	120	造林	H.元 〃
スギ	2.80	S.47	H.40	H.15年度調査, 以降 5年毎調査	70	経営	S.60 〃
スギ	1.42	S.48	H.40	H.14年度調査, 以降 5年毎調査	160	経営	S.60 〃
ヒノキ, ツガ, モミ, 広葉樹	1.00	H.7	H.17	1ヶ月毎調査	100	造林	H.11 〃

平成11年度の研究課題 (平成11年4月現在)

研究問題 XⅢ 豪雨・急傾斜地域の森林管理技術の高度化

研 究 課 題			担 当 研究室	課題担当者	研究年度	予算区分	備 考
大課題	中課題	小 課 題					
1. 環境保全的森林管理技術の向上				(吉永秀一郎)			
	1) 急傾斜地における立地環境の保全技術の開発			(吉永秀一郎)			
	(3) ヒノキ人工林化によって起こる土壌特性の変化の解明	林地保全研		山田 毅 吉永秀一郎 三浦 覚 稲垣 善之	8～11	經常	
	(4) 窒素無機化特性が森林の一次生産に及ぼす影響の評価	林地保全研		稲垣 善之 吉永秀一郎 三浦 覚 山田 毅	11～13	經常	(新規)
	(5) 枯死木や根株の腐朽分解によるCO ₂ 放出量の評価	林地保全研		吉永秀一郎 稲垣 善之 三浦 覚 山田 毅	11～14	一般別 枠	(新規)
	(6) 森林流域からの水質負荷の実態解明	北海道・ 土壌研 林地保全研		田中 永晴 ほか 吉永秀一郎 山田 毅 三浦 覚 稲垣 善之	11～14	公害防 止	(新規) 四万十川
	2) 環境資源としての森林の保全技術の向上			(田淵 隆一)			
	(1) 光環境変化が複層林下木の成長過程に及ぼす影響の解明	造林研		田淵 隆一 酒井 武 倉本 恵生 酒井 敦 大黒 正	7～11	經常	
	(2) 源流域天然林の構造と機能の解明	造林研		酒井 武 倉本 恵生 田淵 隆一 酒井 敦 大黒 正	6～9 ～11	經常	
	(4) 天然林主要構成樹種の種子生産～実生定着過程の解明	造林研		倉本 恵生 酒井 武 大黒 正 酒井 敦 田淵 隆一	9～13	經常	
	(5) 雑草木の種子散布特性と人工林への侵入過程	造林研		酒井 敦 田淵 隆一 酒井 武 倉本 恵生 大黒 正 佐藤 重徳	10～12	經常	
	(6) 清流環境保全のための保育管理手法の開発	保護研 造林研		田淵 隆一 酒井 武 倉本 恵生 大黒 正 酒井 敦 竹内 郁雄	11～14	公害防 止	(新規) 四万十川
2. 高度に人工林化した地域における林業経営技術の向上				(前藤 薫)			
	1) 中山間地域における林業経営技術の改善			(松村 直人)			
	(1) 魚梁瀬天然木の調査管理システムの開発	経営研		小谷 英司 松村 直人	7～11	經常	

研 究 課 題			担 当 研究室	課題担当者	研究年度	予算区分	備 考
大課題	中課題	小 課 題					
	(5)	四国地域における収穫試験地資料を用いた長伐期林の暫定収穫予測	経営研	松村 直人 小谷 英司 都築 伸行	8～12	指定Ⅱ	収 穫 試 験 地 (四国)
	(6)	森林生態系を重視した公共事業の導入手法調査	経営研 造林研 林地保全研 保護研	松村 直人 他 全研究員	8～17	治山事業	導入手法
	(8)	森林組合の事業展開分析と合理的森林管理受託方策の検討	経営研	都築 伸行 松村 直人	10～12	経常	
	(9)	森林資源情報の効率的な管理システムの検討	経営研	松村 直人 小谷 英司 都築 伸行	10～12	経常	
	(10)	長伐期施業の経営的評価	経営研	松村 直人 小谷 英司 都築 伸行	10～11	指定Ⅰ	長伐期施業
	(11)	流域森林資源の空間分布解析・評価と環境保全機能の変動評価	経営研 造林研 林地保全研	松村 直人 小谷 英司 都築 伸行 田淵 隆一 酒井 武 倉本 恵生 酒井 敦 吉永秀一郎 三浦 覚 稲垣 善之 山田 毅	11～14	公害防 止	(新規) 四万十川
	(12)	四万十川モデルフォレストにおける事例研究	経営研 造林研 林地保全研 保護研 林業経営・ 解析研 林業経営・ 環境管理研	松村 直人 田淵 隆一 吉永秀一郎 前藤 薫 家原 敏郎 齊藤 和彦 (前藤 薫)	11～12	指定Ⅰ	(新規) モデルフォ レスト四国
2)		中山間地域における森林生物の管理技術の高度化					
	(2)	スギ・ヒノキ穿孔性害虫の個体群変動要因の検討	保護研	佐藤 重穂 前藤 薫	8～10 ～12	経常	
	(3)	病虫獣害発生情報の収集と解析	保護研	前藤 薫 田端 雅進 佐藤 重穂	元～9 ～14	経常	
	(5)	キバチ科・クビナガキバチ科昆虫と共生する菌類の分類と分布に関する調査	保護研	田端 雅進 前藤 薫 佐藤 重穂	10～12	経常	
	(6)	水生節足動物相を指標とした流域環境の評価	保護研	前藤 薫 佐藤 重穂	11～14	公害防 止	(新規) 四万十川
	(7)	ヒノキ材質腐朽病害の感染経路と伝染様式の解明	保護研 林地保全研 森林生物・ 腐朽研	田端 雅進 前藤 薫 吉永秀一郎 稲垣 善之 阿部 恭久	11～12	指定Ⅰ	(新規) ヒノキ腐朽病 害

沿 革

- 昭和14年7月 治山治水，砂防造林等に関する試験を行うため，大正試験地を設置。
- 昭和22年12月 高知営林局の試験調査部門と大正試験地を統合・編成換えし，林業試験場高知支場として同営林局内に併置。
- 昭和26年12月 造林，経営，土壌の3研究室と庶務課を設置。
- 昭和29年3月 大正試験地を廃止。
- 昭和34年4月 保護研究室を設置。
- 昭和34年7月 高知支場を四国支場と改称。支場長は専任となる。
- 昭和38年4月 調査室を設置。
- 昭和39年4月 新庁舎（現在地）への移転完了。
- 昭和63年10月 組織改編により森林総合研究所四国支所となる。調査室を連絡調整室，土壌研究室を林地保全研究室と改称。

職 員 の 異 動 (10.9.2～11.9.1)

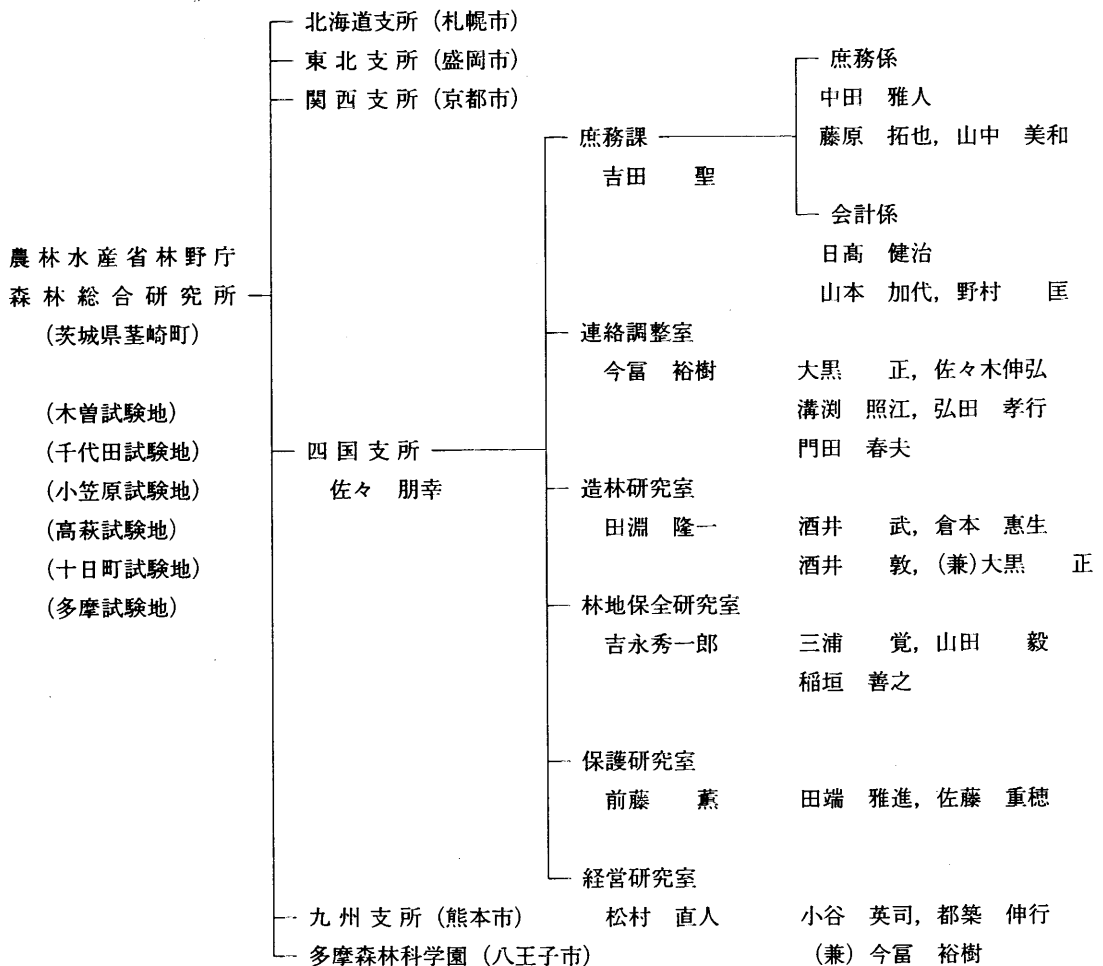
- | | | | |
|------|---------|-------|--|
| 転 出 | 10.10.1 | 山田 茂樹 | 四国支所主任研究官（経営研究室）→本所林業経営部主任研究官
（経営組織研究室） |
| | 11.3.1 | 高橋 文敏 | 支所長→農業環境技術研究所環境管理部長 |
| 転 入 | 11.3.1 | 佐々 朋幸 | 支所長←九州支所育林部長 |
| 内部異動 | 11.4.1 | 藤原 拓也 | 庶務係←会計係 |
| | | 野村 匡 | 会計係←庶務係 |
| 併 任 | 10.10.1 | 今富 裕樹 | 経営研究室（連絡調整室長） |

現 有 施 設

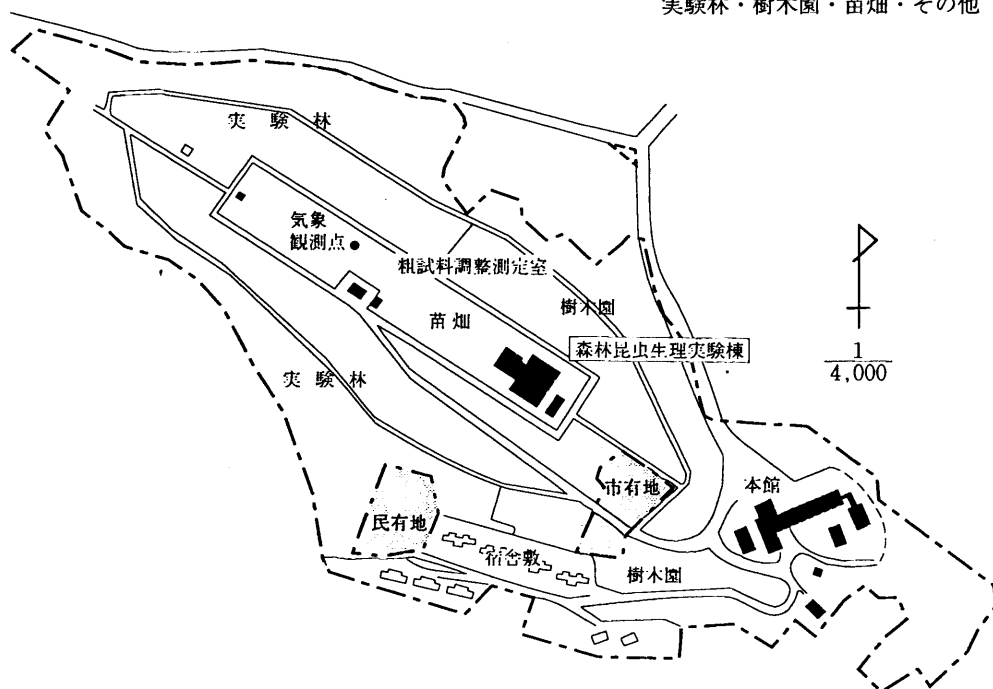
建 物 名	建築面積	延 面 積	建 物 名	建築面積	延 面 積
1 庁舎本館	698m ²	1,522m ²	9 薬 品 庫	5m ²	5m ²
2 造林研究棟	165	165	10 消防用ポンプ格納庫	9	9
3 共同試料調整室	120	320	11 ポンプ室	6	6
4 隔離温室	65	65	12 ガラス室	63	63
5 渡廊下	17	17	13 網 室	22	22
6 粗試料調整測定室	99	99	14 森林昆虫生理実験棟	362	362
7 堆肥舎	46	46	15 昆虫網室	39	39
8 消防器具庫	33	33	合 計	1,749	2,773

機 構

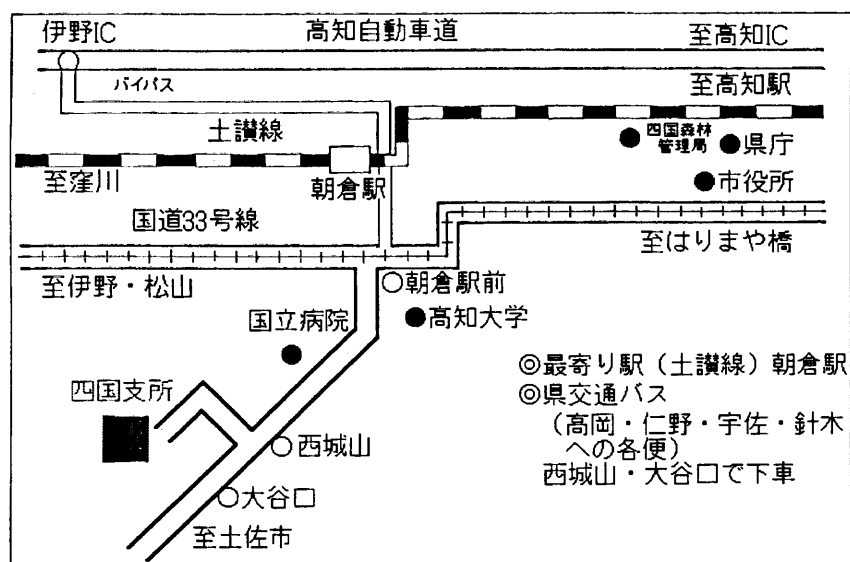
(平成11年 9 月 1 日現在)



敷地面積	7.67 ha
庁舎・宿舍敷	1.38 ha
実験林・樹木園・苗畑・その他	6.29 ha



案 内 図



本誌から転載・複製する場合は、森林総合研究所四国支所の許可を得て下さい。

平成11年 9 月30日発行

森林総合研究所四国支所年報
平成10年度 (No. 40)

発行所 農林水産省林野庁森林総合研究所四国支所

〒780-8077 高知市朝倉西町 2 丁目915

T E L (088) 844-1121

F A X (088) 844-1130

E-mail koho@ffpri-skk.affrc.go.jp

印刷所 西 村 騰 写 堂

高知市上町 1 丁目6-4

T E L (088) 822-0492
