

平成3年度森林総合研究所
研究成果発表会講演要旨集

日時：平成3年10月1日（火） 13:00～17:00

会場：三会堂ビル9階 「石垣記念ホール」

農林水産省 林野庁
森林総合研究所

目 次

開 会 挨 拶 所 長 勝 田 証

1. 落葉広葉樹林の安定性に及ぼす自然攪乱の影響
森林環境部 植物生態科 群落生態研究室 主任研究官 浅野 透 ----- 2
2. 小形集材車の安全性と操作性
生産技術部 作業技術科 労働科学研究室 山田 容三 ----- 6
3. 炭素循環からみた竹林の生態特性
関西支所 育林部 造林研究室 井鷲 裕司 ----- 10
4. 地理情報システムを利用した広葉樹資源分布の把握
九州支所 育林部 経営研究室 松本 光朗 ----- 16
5. 木造住宅の温熱的特徴－木の家で心地よく暮らすには－
木材利用部 構造利用科 木質環境研究室長 葉石 猛夫 ----- 22
6. 熱帯荒廃地の回復と社会林業
林業経営部 経営管理科 経済分析研究室長 加藤 隆 ----- 26

閉 会 挨 拶 次 長 安 永 朝 海

司 会 : 企 画 調 整 部 長 有 光 一 登

(注) 1 課 題 講 演 2 5 分 質 疑 5 分

落葉広葉樹林の安定性に及ぼす自然攪乱の影響

森林環境部 植物生態科 群落生態研究室 主任研究官 浅野 透

はじめに

いわゆる極相林と呼ばれるような発達した森林は、本来どの程度の安定性（現存量、樹種構成などの変動の程度）をもつのか。それを知ることは、森林の環境容量（どれだけのインパクトに耐え得るか）の推定に通じ、持続可能な利用を目的とした天然林の管理や施業に生かすことができる。

近年、世界各地の森林動態に関する研究から、森林群落の維持・更新には、山火事、風倒などの自然攪乱が大きく関わっていることが明らかになってきた。こうした自然攪乱と森林の樹種構成や現存量の安定性の定量的解析のため、北茨城市の発達した落葉広葉樹林（小川学術参考保護林，高萩営林署管内）で調査・研究を継続している。これまでに明らかになった、いくつかの知見を報告する。

自然攪乱

日本の冷温帯では、急傾斜地や河川など地形的に不安定な場所を除外すると、発達した落葉広葉樹林で卓越する自然攪乱は、台風・強風による1～数本の風倒である。風倒により、林冠の欠落部分（林冠ギャップ）ができ、林床まで太陽の直達光が届くと、実生・稚樹の成長が速くなり、更新が促進される。極相林とよばれるような発達した森林は、このような攪乱による部分的な破壊とその修復（樹木の成長）によってモザイク状の構造をもつ。

小川学術参考保護林には、森林面積の約6%のギャップがあり、これまでの観測では4年間に11個の新たなギャップが形成された（図1）。1年当たりでは、森林の0.44%のギャップができていくことになり、回転時間（一度ギャップができてから同じ場所で次にできるまでの時間）は約230年と計算される。熱帯林では回転時間はこれより短く、温帯林ではこれとほぼ同程度かやや短い場合が多い。ギャップの大部分は台風によって形成され、時間的ばらつきも大きいいため、さらに長期間の観測が必要である。

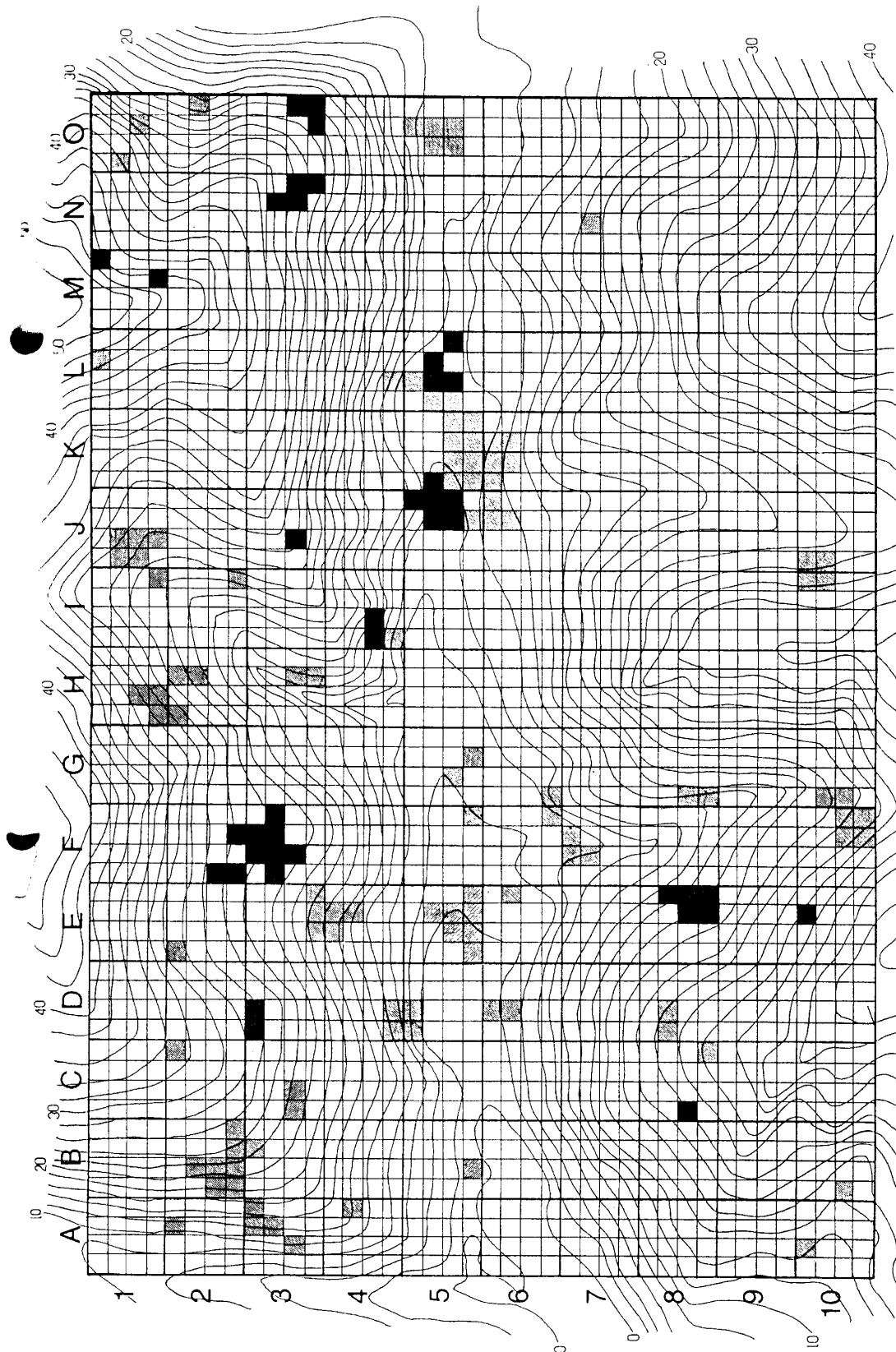


図1 調査地(6ha)における林冠ギャップの分布(斜線部)。色の濃い部分は4年間に新たに形成されたギャップ。

現存量の変動

現存量の変動は、林木の枯死・倒木による消失量と、生き残った樹木の成長と新たに加わった個体による加入量との収支で定まる。4年間の観測の結果、消失速度は1年当たり現存量の約0.8%、加入速度は1.5%であり、この期間では森林の現存量は成長していた(表1)。消失量のうち44%が攪乱によるものであったが、ギャップ形成自体がやや緩やかなこともあり、この結果からこの森林が動的平衡状態にあるか否かは即断できない。時間的にも空間的にも、消失量のばらつき(変動係数)は加入量の数倍以上であり、精度の高い推定のためには長期・大面積の継続観測が不可欠である。

表1 調査地(小川学術参考保護林, 6 ha)における胸高断面積の収支と回転時間

	現存量 ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)	加入及び消失の速度 ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$)	($\% \cdot \text{yr}^{-1}$)	回転時間 (yr)
1987年の現存量	32.97			
加入(生存個体の成長+加入個体)		0.495	1.50	67
消失		0.255	0.77	130
(うち被圧などによる枯死)		(0.144)	(0.44)	
(うちギャップ形成など攪乱)		(0.111)	(0.34)	
収支		+0.240	+0.73	

樹種構成の安定性

小川学術参考保護林を構成する樹種について、各樹種の直径分布から高木・亜高木の別と耐陰性の強弱を、各樹種の分布の重なりあいから地形に応じた生育環境と攪乱への依存のしかたなどの生態的地位(ニッチェ)が区分された(表2)。

さらに、ある林冠木が枯死するとその下層にある樹木がその空間を埋めるという簡単なモデルを考え、推移確率行列によって安定な樹種構成を推定した。その結果、現在の構成種のうち、耐陰性の強い種と、耐陰性が弱くてもギャップに依存する更新特性を持つ種は安定的に存在するが、大規模攪乱に依存する耐陰性の弱い樹種は存在できないという結果を得た(図2)。ただし、花粉分析などによる過去の植生変化では、これらの種も最近数千年間は森林構成種として優占度を保っており、一定頻度で起こる大規模な攪乱が、この地方の植生維持には必要であることが示唆された。

表 2. 主要構成樹種の生態的地位の分類

分布相関によるクラスター分類		個体群構造（直径分布）による分類			
		高 木		亜 高 木	
		し型分布	ベル型分布	ベル型分布	し型分布
A. 沢すじ	成熟相を構成	イヌブナ サワシバ			アワブキ ヒナウチワカエデ マンサク
B. 斜面～尾根	a. 大規模攪乱に依存する	アカシデ	コナラ クリ ミズナラ カスミザクラ	ハクウンボク	エゴノキ
	b. ギャップに依存する	アズキナシ	ミズメ	ウリハダカエデ	リョウブ アオダモ ヤマボウシ アセビ
	c. 成熟相を構成(?)	コハウチワカエデ	ウラジロノキ		アオハダ コシアブラ
C. 地形に不偏	a. 成熟相を構成	オオモミジ イタヤカエデ ブナ	クマシデ		
	b. ギャップに依存		ミズキ アサダ イヌシデ		
	c. 不明				メグスリノキ

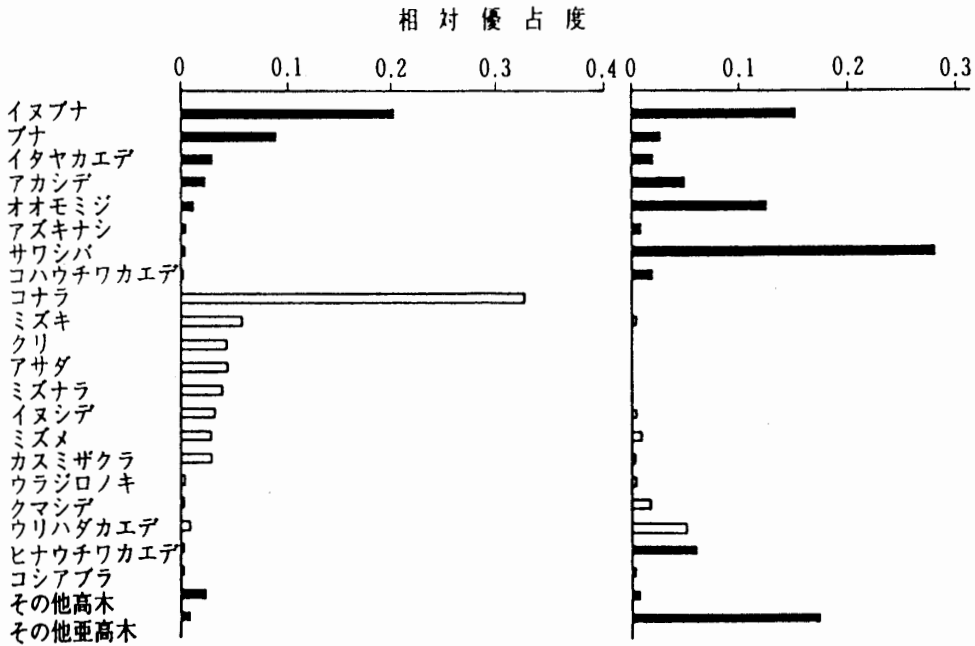


図 2. 現在の樹種構成（左）と推移確率行列によって推定した樹種構成（右）
黒く塗った部分は、耐陰性の強い樹種。

小形集材車の安全性と操作性

生産技術部 作業技術科 労働科学研究室 山田 容三

はじめに

現在、日本で使われている小形集材車は約2万台あり、その半数の約1万台を横積み式クローラ形が占めている。このタイプは、車体の左半分にエンジンとウィンチを配置し、右半分に材を積載する台を有する簡便な機械である。しかしながら、その構造に起因すると考えられる事故が近年たびたび報告されている。そこで、本研究ではこの小形集材車の事故の理由を明らかにし、事故を防ぐために講じられるべき手段を考察する。

事事故事例の分析

1983～1989年の間に九州地方の6県で起きた41件の事事故事例を分析した(図1)。この分析を通して、1)荷を積んだ小形集材車の前を歩きながらの後進運転、2)2人以上の作業員によるウィンチ木寄せ作業、3)人力による積み込み作業、そして4)人力による荷おろし作業が特に危険であると認識された。

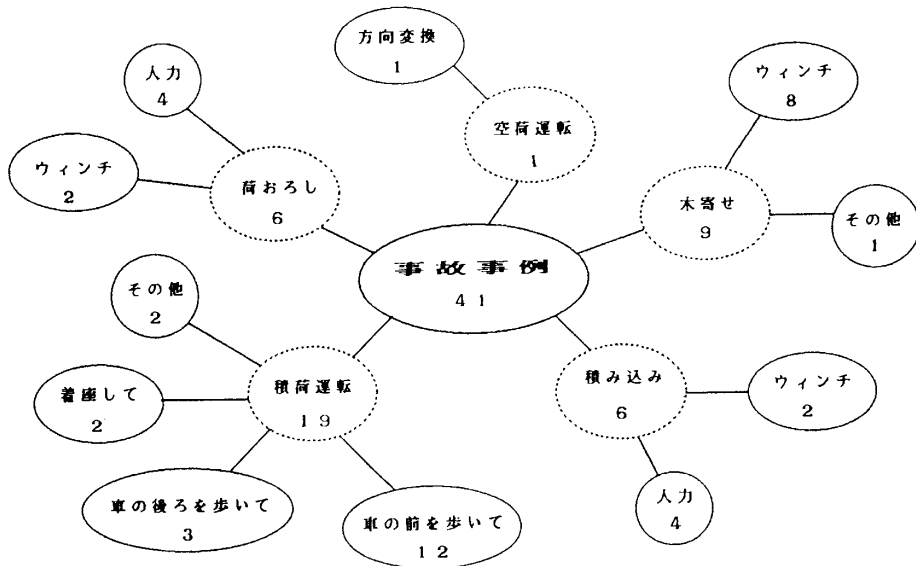


図1 九州地方の事事故事例分析

事故及びヒヤリ・ハットの調査

熊本県の小形集材車オペレータにアンケート調査を行い、回答のあった29件を分析した。彼らはふつう積荷走行で歩き、空荷走行で座席に座る傾向が見られた。また、小形集材車の前を歩きながら後進運転をすることもあると回答したものが8件あった。表の運転走行中のヒヤリ・ハットの内、10件は急な勾配上で発生し、5件は小形集材車が横転したケースであった。

表 アンケート調査による事故及びヒヤリ・ハットの分析

作業種	事故	ヒヤリ・ハット	計
空荷運転		5	5
積荷運転	1	9	10
木寄せ	4	1	5
積み込み		4	4
その他		1	1
	5	20	25

作業と操作性に関する危険性調査

ウィンチ制御のレバー類が4本あり、その操作が複雑である。また、アンカーなしで木寄せする場合、車体は1200～2400Nの張力で容易に横転し始める(図2)。作業者同志の意志伝達も騒音及び木寄せ距離が障害となり問題がある。

積み込み作業の多くは人力が使われ、とても危険な重労働である。積み込み作業時のウィンチ操作は、小さな誤操作が側にいる他の作業者に大きな災害をもたらす危険性がある。

積荷走行時の視界は極端に悪く(図3)、小形集材車の前方の地面は積荷によって隠され、特に道路の右側にある障害物は極めて見つけにくい。また、積荷走行

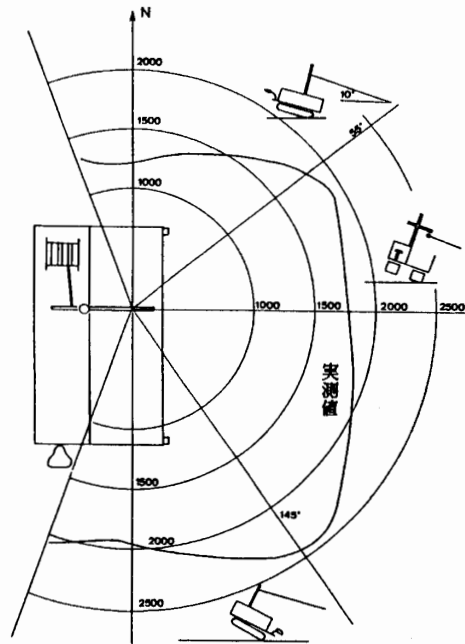


図2 アンカーなしの木寄せ張力限界

時の車体は安定性が悪く、小さな障害物や急激な操作によって大きな挙動を生じる。

荷おろしでは、積荷の支持ポールをはずした後、作業者がしばしば積荷の前を歩き非常に危険である。

全作業を通じて身体的な過負荷が見られ、また、エンジンからの排気口がオペレータ側にあり、排気ガスに暴露される。

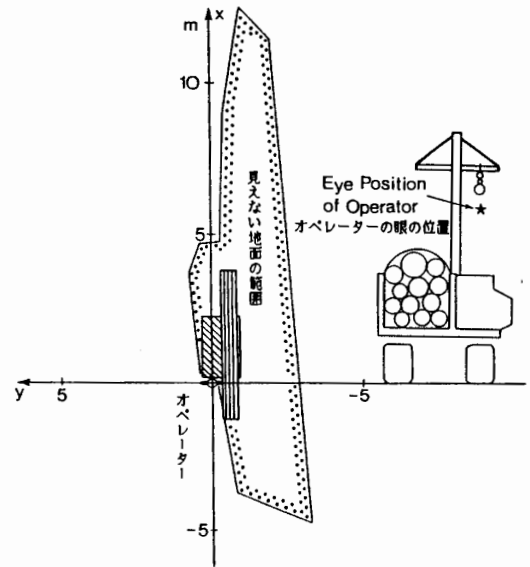


図 3 積荷運転時の視界

シミュレーション計算と実験

障害物乗り越え能力に関するシミュレーション計算と実験の結果、両クローラで障害物を乗り越える能力が、片クローラの場合よりも劣っていることが明らかになった。しかしながら、いずれの場合も操作不能になるほどの車体の大きな動きを伴うことが、実験において観察された(図4)。さらに、障害物乗り越え能力は、積み荷の位置と路面勾配によってとても敏感に変化する。

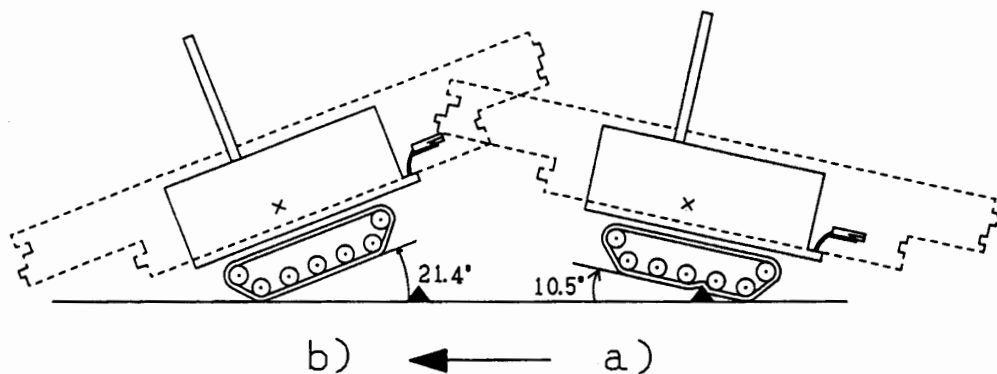


図 4 積荷前進で障害物を乗り越える動き

事故防御のための手段

機械設計：①より簡単な1本レバーによるウィンチ操作。

②手を離すことによって車体が停止するアクティブな操作システム。

③ウィンチ木寄せのためのアンカー装置と固縛装置の標準装備。

④安全作業法の解説を含む小形集材車の詳しいマニュアルの添付。

⑤排気口はオペレータの反対側に設ける。

作業法：⑥リモコン・ウィンチ（図5）による一人作業法の開発。

⑦2人作業のための安全作業法の確立。

⑧安全靴等の保護具の着用。

道路作設：⑨小形集材車の横を安全に歩くことができる道幅の確保。

⑩段差のある障害物を取り除き、路面を平にする。

⑪曲線部はあまり鋭角にしない。

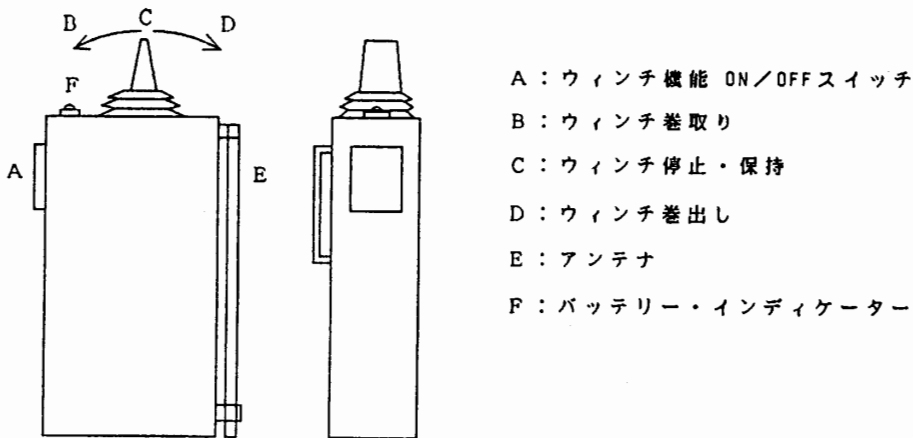


図5 リモコン発信機改良案

まとめ

以上のように横積み式クローラ形の構造的特性は決してよいものではなく、その作業には危険性が多い。しかし、比較的安価なこのタイプはこれまで大量に販売され、おそらく将来に渡っても使い続けられることであろう。それゆえ、横積み式クローラ形の設計概念の中で、最善の状態に機械とその作業法を改良してゆく不断の努力が求められる。

炭素循環からみた竹林の生態特性

関西支所 育林部 造林研究室 井鷲裕司

はじめに

タケ・ササ類は全世界に広く分布し、約100属1000種が知られている(図1)。そのうち日本には10属100種が生育している。タケ・ササ類は、稈を連結する地下茎、肥大成長をしない稈、タケノコによる素早く確実な稈の更新、などの特性を共通して持つ反面、生育環境の利用可能な資源量にあわせて、葉や稈などのサイズ、寿命、現存量を種ごとに「微調節」し、多様な環境にうまく適応している。

日本で現在最も普通に見られる竹林はマダケ属のマダケ林とモウソウチク林である。これらの稈材は竹細工に利用され、タケノコは食用となり、人々の生活にとけこんでいる。しかしながら、モウソウチクは本来日本に天然分布するものではなく、中世あるいは近世に中国から導入されたものとされている。最近は燃料革命により放置状態にある里山が多いが、そのような場所でモウソウチクが活発に分布を広げていることも多い。一般に帰化植物として成功し分布を広げる植物は草本性のものが多い。モウソウチクを木本とみなすには異論もあろうが、少なくとも群落高が20mにも達する大型の植物がこのように生態的に成功し、分布を広げつつあるのは興味深い現象である。

タケ・ササ類の生活様式を簡単にモデル化すると図2のようになる。すなわち葉で光合成により生産された物質が稈や根系に分配される。それぞれの部分は呼吸により光合成産物を消費する。光合成生産量と呼吸消費量の差が純生産量であるが、稈の生産は肥大生産による樹木の幹とは異なり、根系の蓄積に依存したタケノコの素早い生産によっており、短期間に一人前の稈が更新される。

このようなタケ類の生態特性を定量的に明らかにするために、分布面積も広く、また経済的にも重要なマダケ属のマダケとモウソウチクについて、林分内の物質の蓄積量や循環量を明らかにした。蓄積の項目としては地上部現存量、地下部現存量、土壤中の炭素の蓄積を、循環の項目としては再生産量、リターフォール量、地上部の呼吸量、そして土壌呼吸量等を測定した。

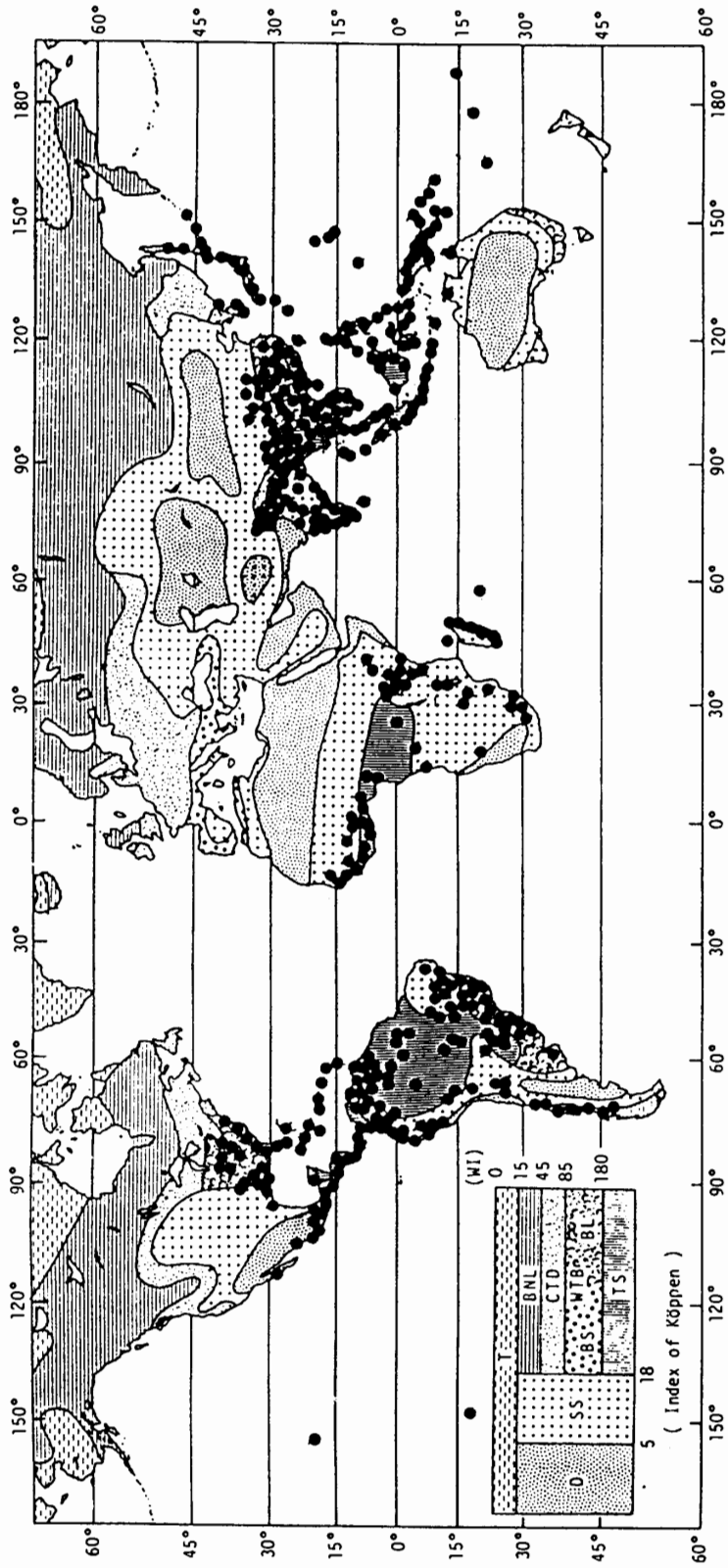


図1 世界的にみたタケ類の分布 (渡辺1987)

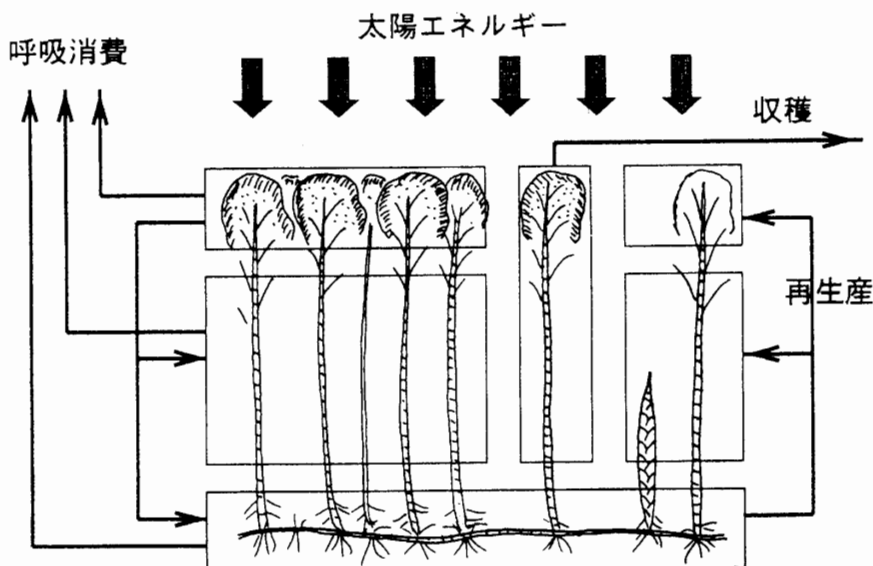


図2 タケ類の生活様式

測定結果

図3にモウソウチク林におけるリターフォールの季節変化を示した。落葉は春～初夏にピークがあり、この時期に年間の6割以上が落下する。年間の落葉量はモウソウチク林で $4.3\text{t}/(\text{ha}\cdot\text{年})$ 、マダケ林で $6.9\text{t}/(\text{ha}\cdot\text{年})$ であり、平均的な落葉量が $3\text{t}/(\text{ha}\cdot\text{年})$ 前後である日本の森林と比較するとマダケ林の値は大きい。竹林に特長的なリターとしては稈鞘、葉鞘がある。稈鞘はいわゆる「タケの皮」であり、タケノコの伸長時に落下する。個々の稈鞘の大きさは大きいが量的には $0.5\text{t}/(\text{ha}\cdot\text{年})$ 前後である。葉鞘は稈鞘の相同器官であるが、葉身とともに枝に付着しており、主に落葉時に落下する。一つ一つの葉鞘の大きさは小さいが量的には $2\text{t}/(\text{ha}\cdot\text{年})$ 弱あり、量的に無視できない。リターフォール量は合計するとマダケ林で $9.8\text{t}/(\text{ha}\cdot\text{年})$ 、モウソウチク林で $6.7\text{t}/(\text{ha}\cdot\text{年})$ であった。これらの値は日本の森林の中では大きく、特にマダケ林の値は熱帯多雨林におけるリターフォール量に匹敵する。

マダケの葉と稈の呼吸速度の季節変化を図4に示した。どちらの呼吸速度も気温と密接な関係があることが明らかであるが、稈の場合はさらに経年的な呼吸速度の低下も見られた。このような関係をもとに稈が発生して枯死するまでに放出する二酸化炭素量や、林分レベルの二酸化炭素放出量を推定できた。

地表に落下したリターは土壤微生物の働きにより分解される。また、地中の根系は地上部の稈や葉と同様に呼吸を行ない、枯死したものは分解される。これらのプロセスにより発生した二酸化炭素が地表面から放出される現象を土壤呼吸と呼んでいる。土壤呼吸速度は気温と密接な関係があった(図5)。年間の土壤呼吸速度を推定すると、マダケ林で $43\text{tCO}_2/(\text{ha}\cdot\text{年})$ 、モウソウチク林で $52\text{tCO}_2/(\text{ha}\cdot\text{年})$ であった。日本では土壤呼吸速度はおよそスギ・ヒノキ造林地で $10\sim 20\text{tCO}_2/(\text{ha}\cdot\text{年})$ 、落葉広葉樹林で $10\sim 20\text{tCO}_2/(\text{ha}\cdot\text{年})$ 、照葉樹林は $30\sim 50\text{tCO}_2/(\text{ha}\cdot\text{年})$ という値が報告されている。従って、今回測定した土壤呼吸量は日本の森林の中では最も高い部類に入るといえる。

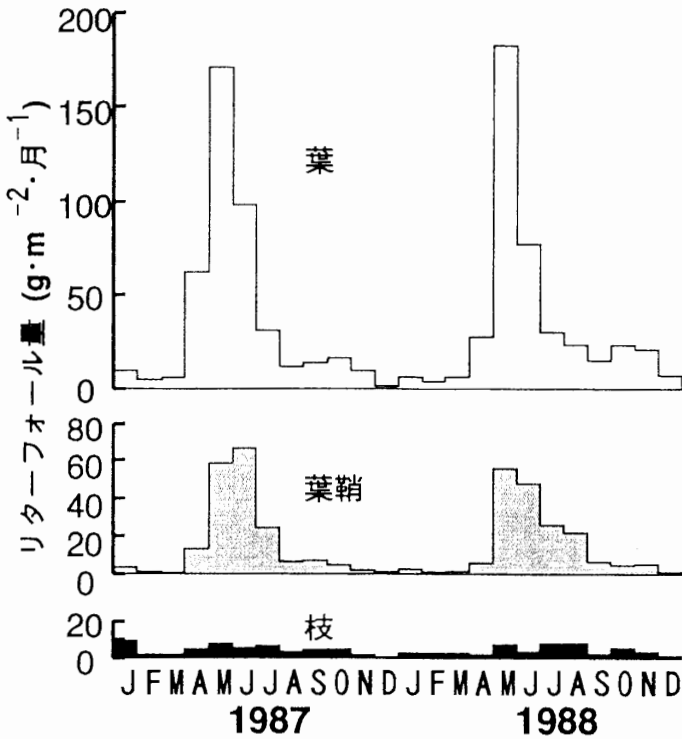


図3 モウソウチク林のリターフォール

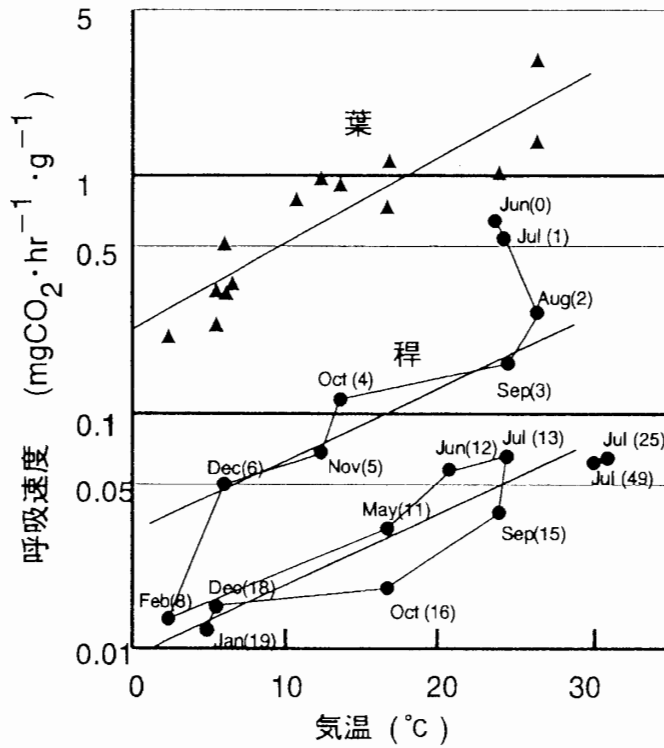


図4 マダケの葉・稈呼吸速度の季節変化

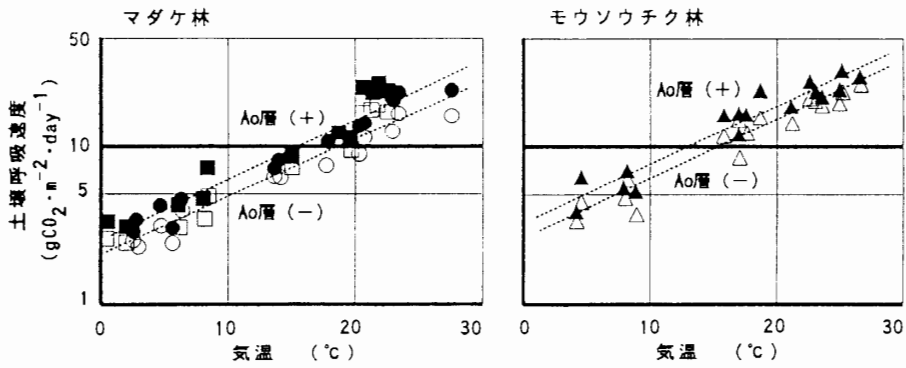
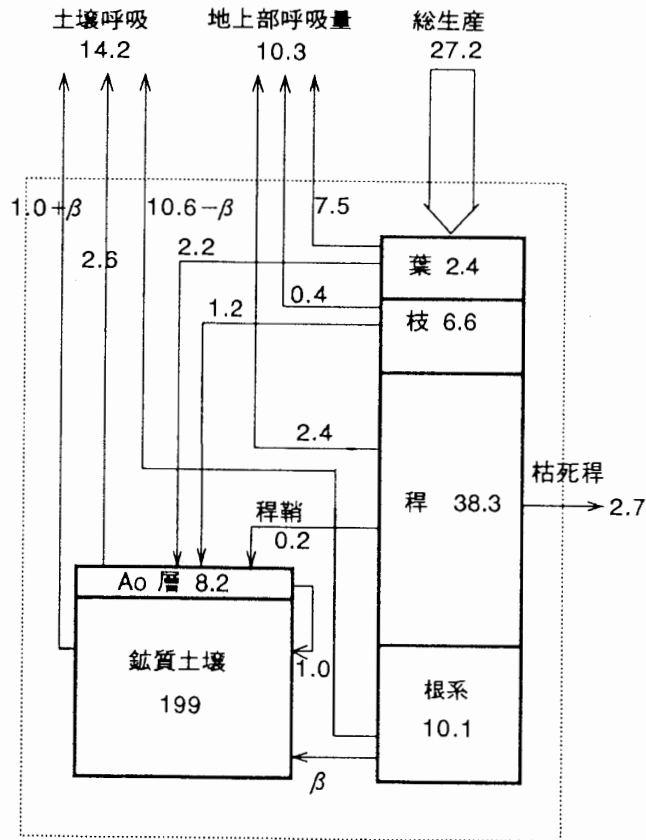


図5 林内気温と土壌呼吸速度

まとめ

図6にモウソウチク林における物質の蓄積・循環を示した。根系を経由する流れが総生産の3分の1程度あり、かなり大きな流れといえる。竹林は林冠が閉鎖した状態でもタケノコという形態で確実に稈を更新することができ、生態的に有利な性質をもっている。この性質のためタケ・ササ類は様々な環境下に適応することができたともいえよう。そしてその更新特性を支えているのが稈と稈とを結ぶ根系である。しかしながら、タケ類はその有利な更新特性を維持するために、光合成で稼いだ物質のかなりの部分を根系に投資しているようである。

有用なタケ・ササ類の合理的な管理や、林業的に生育の抑制が必要とされるササ類の管理のためには、このような物質生産・循環に基づく生態特性の理解をさらに深める必要がある。



蓄積 ($tC \cdot ha^{-1}$) 循環 ($tC \cdot ha^{-1} \cdot 年^{-1}$)

図6 モウソウチク林の炭素蓄積と循環

地理情報システムを利用した広葉樹資源分布の把握

九州支所 育林部 経営研究室 松本光朗

研究の背景と目的

近年、広葉樹及び広葉樹資源に多方面から関心が集まっている。しかしながら、戦後の長い間、針葉樹人工林が林業の中心であったことから、広葉樹資源に関する情報は針葉樹と比較して非常に不足している。例えば、広葉樹資源量の総量は把握されているものの、樹種別の資源量は明らかにはされておらず、分布に関しても生態学的な把握にとどまっている。

このような広葉樹資源及び資源情報の現状を背景に、本研究は農林水産省の大型別枠研究「バイオマス変換計画」において、広葉樹資源について「何が、どこに、どれだけ」分布しているのかを明らかにし、広葉樹資源の適性管理のために基礎的で不可欠な情報を示すことを目的としたものである。

資料と方法

分布把握の対象地域は北海道から鹿児島県まで46都道府県とした。資源量推定の資料は、国有林及び民有林の森林簿と、広葉樹賦存状況調査に求めた。

資源量の推計計算及び分布把握に関しては、取り扱うデータ量や作図作業が膨大である。本研究ではコンピュータの活用を徹底し、資源量に関するデータベースの構築と分析、地理情報システムによる分布図の作成を行った。

分布図の区画単位は市町村とし、市町村界をポリゴン（多角形）として取り扱った。結果的に3198市町村が対象となった。分布図作成のために構築した地理情報システムでは、日本全図がデータベースと連結しており、指定した項目の値によって各市町村に色やパターンが与えられ、瞬時に分布図が作成される。

資源量推定の手順

分布図作成の基礎となるそれぞれの推定値は、図1に示した手順でもとめた。

広葉樹バイオマス量の把握では、森林簿から得られた齢級別面積と、広葉樹賦存状況調査から得られた都道府県別の収穫表から、幹材積蓄積量を推定し、幹枝葉比と容積密度を利用して枝葉を含んだ重量としてのバイオマス量の算出を行った。

プロジェクトの目的から、チップの粗飼料化技術を念頭においた利用可能バオマ

広葉樹資源量の分布

(1) 広葉樹バイオマスの分布

表に示したように全国の広葉樹バイオマス総量は10億tonであり、北海道、東北各県、新潟県、長野県、島根県、宮崎県、鹿児島県において資源量が高かった。森林1ha当たりでは全国平均で84.4ton/haであった。

ha当たりのバイオマス量は近畿以西で高く、東北、北海道では比較的lowかった。これは中部以北の広葉樹がコナラ、ミズナラといった落葉樹が中心であるのに対し、近畿以西ではシイ類、カシ類といった常緑樹の分布が主体であり、比較的ha当たりのバイオマス量が高い常緑樹の影響が現れたものと考えられる。

表 バイオマス量及び利用可能量の都道府県別集計

都道府県	バイオマス量	利用可能量	都道府県	バイオマス量	利用可能量
		1,000ton			1,000ton
北海道	222,886	28,879	三重県	12,995	5,012
青森県	26,020	7,140	滋賀県	14,484	5,336
岩手県	45,955	12,100	京都府	12,312	4,539
宮城県	11,714	3,134	大阪府	608	374
秋田県	38,937	2,579	兵庫県	18,227	7,688
山形県	37,032	5,418	奈良県	11,099	4,217
福島県	47,485	11,774	和歌山県	14,496	5,873
茨城県	4,022	1,606	鳥取県	15,559	5,404
栃木県	10,180	2,815	島根県	35,374	12,448
群馬県	15,765	2,857	岡山県	15,645	4,353
埼玉県	3,316	350	広島県	19,114	6,176
千葉県	5,749	3,277	山口県	25,517	10,268
東京都	2,629	615	徳島県	15,140	5,660
神奈川県	2,328	644	香川県	2,224	733
新潟県	39,408	8,079	愛媛県	12,910	4,384
富山県	10,822	3,008	高知県	24,466	9,288
石川県	13,653	4,068	福岡県	2,661	1,622
福井県	14,144	5,239	佐賀県	2,526	1,072
山梨県	12,878	2,009	長崎県	6,245	4,954
長野県	31,547	10,682	熊本県	27,903	10,638
岐阜県	25,150	9,518	大分県	14,946	5,796
静岡県	12,470	3,974	宮崎県	38,936	13,310
愛知県	3,327	2,108	鹿児島県	45,087	16,761
			合計	1,025,891	277,779

(2) 利用可能バイオマスの分布

利用可能量バイオマス量は2億8千万tonであり、北海道、岩手県、福島県、島根県、宮崎県、鹿児島県において資源量が高かった。利用可能バイオマス量の比率はバイオマス総量の27%に当たる。森林1haあたりでは全国平均は30.3ton/haであった。

図2に利用可能バイオマスの分布を示した。西日本において利用可能バイオマスが高く分布していることが分かった。高い利用可能バイオマスの分布は、シイ類を中心とした常緑広葉樹の分布と重なる。

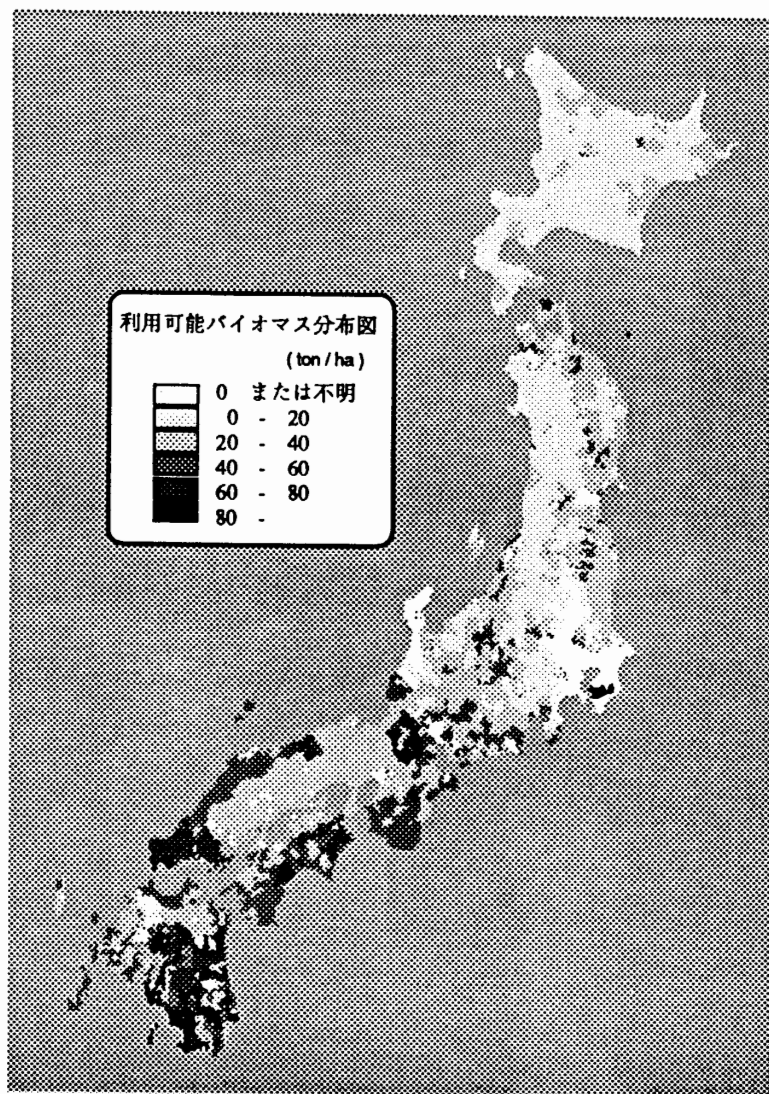


図2 利用可能バイオマスの分布

(3) 広葉樹優占樹種の分布

図3に優占樹種の分布を示した。ここでの優占樹種とは最も蓄積比率が高い樹種を意味している。

41%の市町村ではコナラの蓄積比率が最も高く、シイ類10.0%、カシ類9.4%、クヌギ8.0%、ブナ6.4%と続いていた。全国を総計した主要広葉樹の蓄積比率を図4に示した。最も蓄積比率が高い樹種はコナラで、全体の14.3%を占めていた。それ以降はブナ8.2%、ミズナラ7.4%と続く。このように分布域、分布量ともにコナラが群を抜いていた。

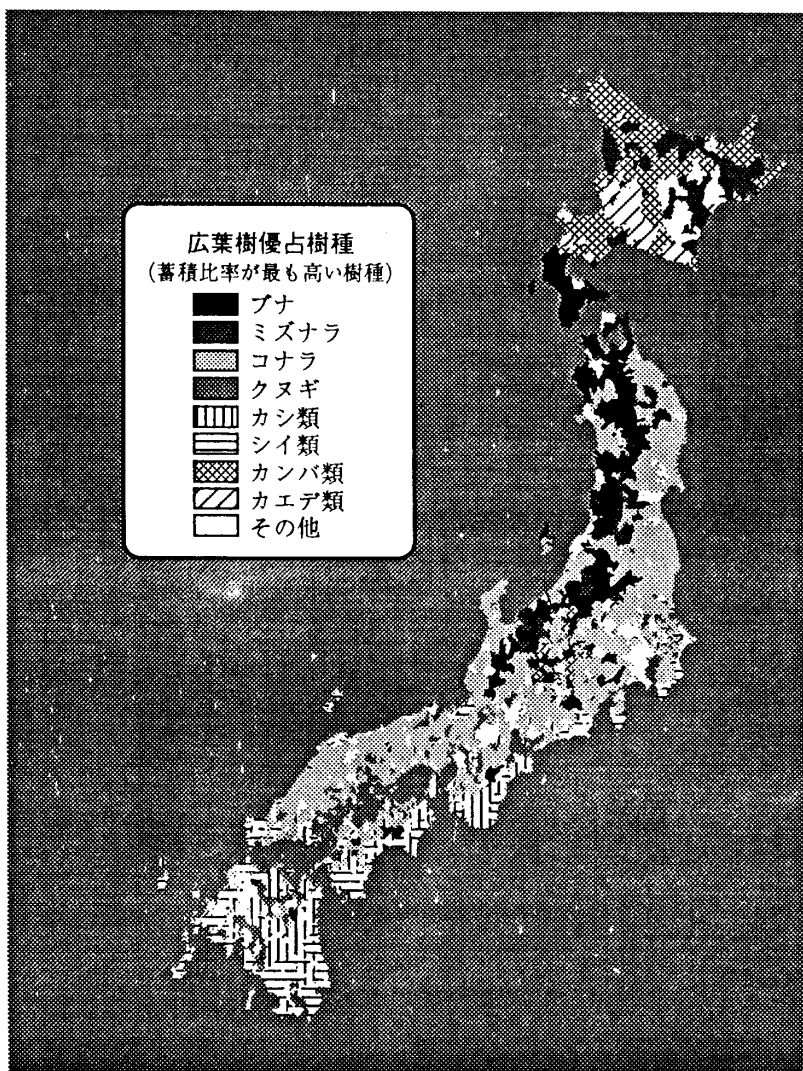


図3 広葉樹優占樹種の分布

(4) コナラの分布

コナラは東北地方から九州まで広い範囲で分布していると同時に、いずれの地方でも高い蓄積比率を示した。特に岩手、宮城、福島県一帯では蓄積比率が60%を越す市町村が分布していた。

コナラは主としてシイタケ原木として利用されるが、チップとしての利用も多い。コナラの広い分布域と高い資源量、そしてその利用形態から、コナラはバイオマス利用として中心の樹種となるものと考えられた。しかしながら、その一方でこうした豊富な資源量を背景に、価値の高い用材としての有効的な利用が望まれる。

(5) シイ類の分布

シイ類は東北から九州にかけて太平洋沿岸、日本海沿岸に線状に長く分布していた。四国・九州では局所的ながら非常に高い蓄積比率が見られた。

シイ類は用材としての利用は少なく、シイタケ原木としても利用することはできないが、成長が早くチップ生産に適している。これらのことから、四国、九州地方においてはシイ類がバイオマス利用の中心となる樹種であると考えられた。

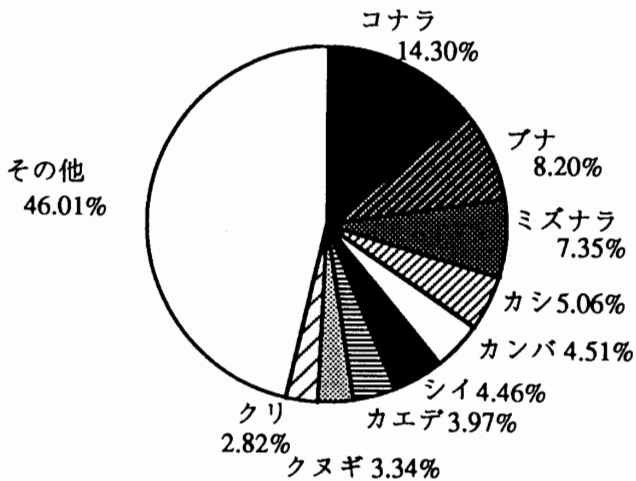


図4 広葉樹の樹種蓄積比率

木造住宅の温熱的特徴 一木の家で心地よく暮らすには一

木材利用部 構造利用科 木質環境研究室長 葉石 猛夫

はじめに

近年、コンクリート造集合住宅を中心に喘息や皮膚炎症など、ダニ・カビアレルギーによる健康被害が生じ、木造でも被害例は増えつつある。共通の誘因として住宅の通気性が減ってきたため、と指摘されている。

周知のように、日本の住宅建築における基本は伝統的に「夏を旨とすべし」であった。このため、日本の木造住宅は体質として気密性や蓄熱性が不足することとなり、冬季は暖房停止後に室温が急速に低下する傾向があった。この反省から、気密化のためにアルミサッシ、断熱化にはグラスウール系断熱材、等の新しい建具・建材が短期間に普及し、現在の木造住宅の気密性や温熱的性能はかなり高いものとなってきている。

しかし、密閉性の高いコンクリート造居室が室内空気の汚染、結露、ひいては上記の健康被害を招く結果となっている今日、コンクリート造と色々の点で対極にある木造ではあるが、このまま気密化を進めてよいかどうか検討すべき時期に来ているといえよう。

「冬と夏」という気候からくる構法的なジレンマは、技術者や研究者の知恵・工夫の積み重ねによって解決されねばならないが、系統だった研究の取り組みはまだ少ない。

木造とコンクリート造の温熱性の特徴

図1と図2は、木造住宅のD.KとP.Cコンクリート造住宅のL.D.Kの約1年間の気候図を示す。図中の斜めに走る2本の線は、上はこれを越えると冷房が必要な「蒸暑限界」、下は暖房が必要な「室内暖房限界」の線である。P.C造L.D.Kでは、暖房が継続する1～3月は平均温度が暖房限界より上にあるが、木造D.Kでは12～2月が限界より下にある。これは、同じような生活条件で住人が生活していても、木造では夜半から早朝にかけて室温が著しく低下して平均温度が低くなったのに対し、P.C造は蓄熱量が大きいいため室温低下が小さかったことを示すものである。木造は非暖房時には低温になりやすく、このことが「木造は寒い」という「誤解」を生みだす根拠となっていると考えられる。

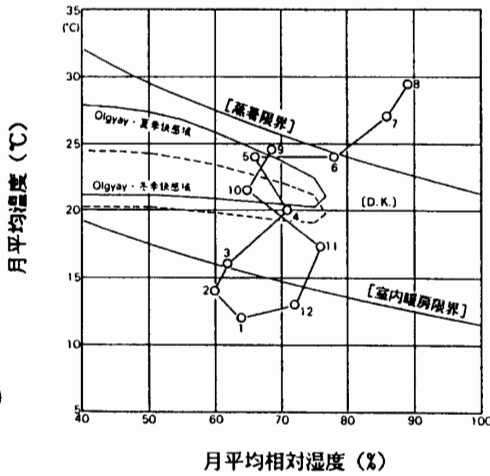


図1 木造住宅のクリマトグラフ

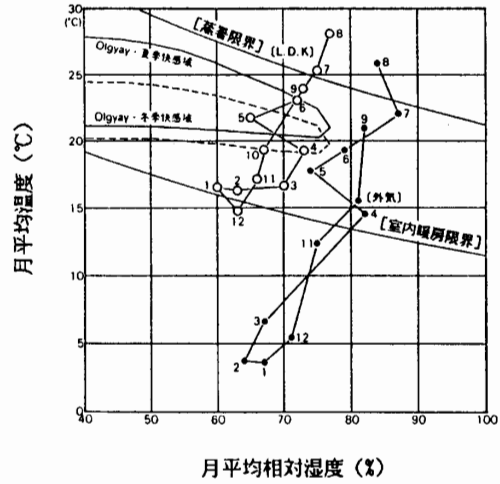


図2 コンクリート造住宅のクリマトグラフ

住宅の保温性の評価方法の開発

住宅の保温性を評価する物差しに「室温変動率」がある。しかし、これを導く熱収支の方程式は外気温が一定の時しか知られておらず、外気温が変化する場合に煩雑な理論的処理が必要で、その作業は一般的ではなかった。

しかし、図3のような外気温の低下を指数関数化し熱収支の微分方程式にあてはめてラプラス変換すると、室温低下式を導くことが見出された。また、熱収支微分式を積分すると、図4のような室温(θ)と外気温(f)の曲線には含まれた「温度差・時間面積(S)」と「温度降下幅(ξ)」の間に図8のような正比例の関係があり、比例定数自体が室温変動率であることが見出された。

従って、外気温がなだらかに低下する条件であれば、「温度差・時間

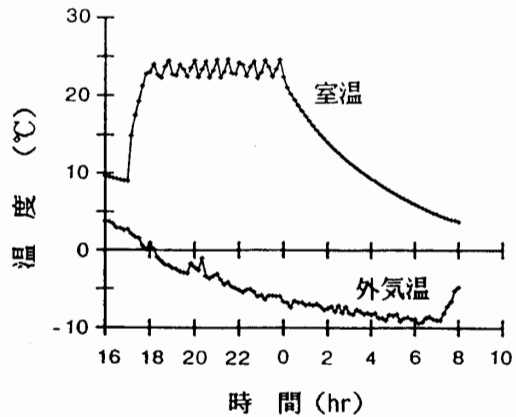


図3 外気温と室温の挙動(木造住宅)

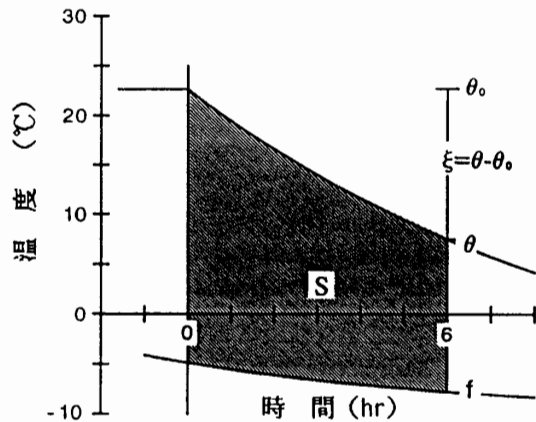


図4 温度降下幅(ξ)と温度差・時間面積(S)の関係

面積法」から室温変動率を求め、それを理論式で検証することも可能となった。これによって、断熱・気密化などの工法的改良が住宅の温熱的性能にどのように反映するか評価できる見通しが得られた。

冬・夏並立構法と暖房効果

日本の住宅建築において求められる温熱的な基本課題とは、冬季の断熱・気密性と夏季の通気性を並立させる「構法」の確立である。日本の蒸暑を通気でしのぐには床面に接する開口部の存在が最も効果的で、伝統構法の知恵に倣う必要がある。反面、冬季はそのような開口部は熱の逃げが大きく保温的に不利である。

この「冬・夏」のジレンマを軽減するには、床や内壁の中の空間を通路とし暖房機からの温風の熱を床面や壁面を介して室内に放熱させる「床・内壁通風暖房」の採用が考えられる。図5は床・内壁通風暖房実験の概念図で、図6は通常の吹き出し暖房時の室内中央の垂直断面内の等温線分布、図7は床・内壁通風暖房時の等温線分布である。明らかに後者は等温線の幅が広がり、22~24℃の等温帯が床面に接するなど理想的な温度分布となり、より快適な温度状況になっている。

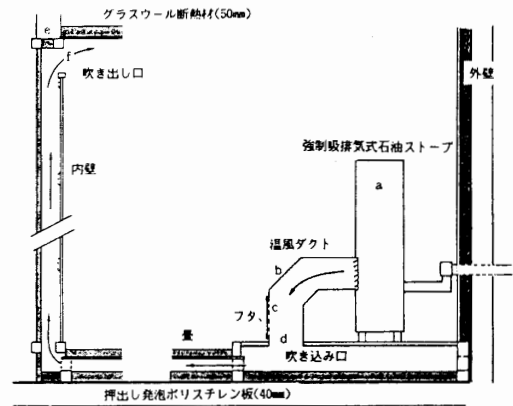


図5 在来木造住宅の床・内壁通風暖房

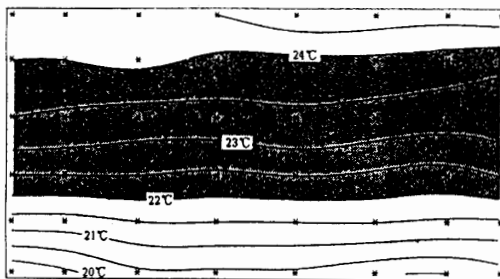


図6 通常の暖房（温風吹き出し）時の室内中央垂直断面内の等温線分布

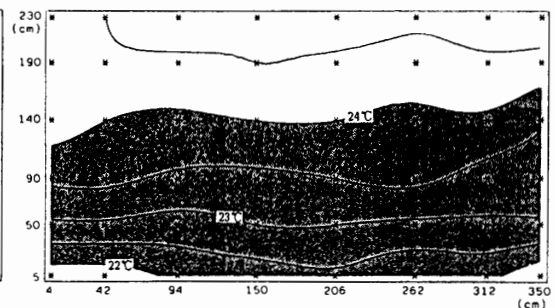


図7 床・内壁通風暖房時の室内中央の垂直断面内の等温線分布

図8は、室温変動率の測定例と既往データとの関係を示し、図中の4本の直線は、0.05～0.20の代表的な室温変動率を表す。

この図は、室の熱容量や暖房方式に変更がない限り、外気温の冷えこみがある・なしで温度降下幅が増減しても、それは常に同じ室温変動率の直線上に現れる、ということを示している。

実験の結果、通常暖房時(△印)の室温変動率は0.14近傍に出現するが、床・内壁通風暖房時(*印)の室温変動率は0.12近くに現れ、気密性の補正を行った場合(+印)は、コンクリート造並の0.11にシフトすることが知られた。

まとめ

住宅の保温性を評価する簡便な現場測定法を開発し、より快適な木造住宅をめざす「冬・夏並立構法」の開発研究に応用した。

冬季の場合、在来工法木造住宅に「床・内壁通風暖房」を導入した場合、暖房時の室内は床暖房と同様の良質な温度分布になること、暖房停止後翌朝の温度低下もコンクリート造並に少なくなり、温度低下を防止するための過度な気密化は必要ないこと、などが分かった。

一方、夏季の場合、開口面積が大きい冬・夏並立構法は伝統構法並の通気性が期待されることから、この構法によって質の高い居住性が年間を通じて実現されるものと考えられる。

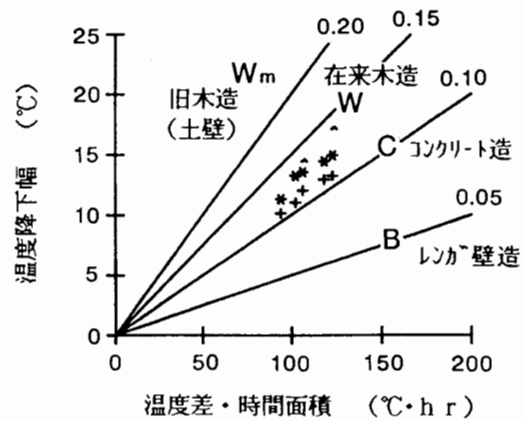


図8 温度差・時間面積法による室温変動率の測定例と既往のデータ

熱帯荒廃地の回復と社会林業

林業経営部 経営管理科 経済分析研究室長 加藤 隆

背景と目的

熱帯地域において、植林と地域住民の生活改善を両立させる方策として社会林業 (social forestry) の役割が重視されつつあり、援助プログラムや途上国政府の植林事業の一部として取り組まれるようになってきた。社会林業とは一般に、住民の植林活動への参加による住民の生活・福祉改善のための林業と定義され、地域住民のニーズに応えることを出発点とするものである。しかし社会林業といっても定型的な実行方式があるわけではなく、所期の目的が十分達成されないまま終わる例も多くみられる。これには様々な原因が考えられるが共通する問題として、事業の実績や住民の家計、意識の変化などを現場レベルで的確に把握し計画・運営内容の改善を図っていくようなきめ細かな実行体制の欠如があげられる。以下、このような不備を補うために、フィリピンで実施中の技術協力による社会林業プログラムの一環として行った、植林実績と住民生活に関するデータを継続的に収集・分析するためのモニタリング手法の開発状況について報告する。

プログラムの概要

事例的にモニタリング手法の開発の対象としたのは、ルソン島北部で実施中のパントバンガン林業開発計画において取り組まれている社会林業プログラムである。このプログラムは度重なる火入れ (火災) と放牧によりチガヤの草原と化した荒廃地を、地域住民の請負作業による植林を通じて緑化しようとするもので、協力課題の一つとして現場レベルでのモニタリング手法の開発が加えられた (図1)。プログラムの主な内容は次のとおりである。

参加家族：公有林内に居住する農民や近隣集落の土地無し農業労働者。
180家族。

植栽対象地：耕作地周辺及び早期緑化の必要な火災危険区域。180ha。

期間：3年間。

樹種：多目的早生樹及び果樹。

活着率：80%以上。

請負代金：1家族当たり合計約10,000 Peso (約70,000円)。実績による分割払い。

インセンティブ：果樹木の植栽地での農作物の間作。技術指導。

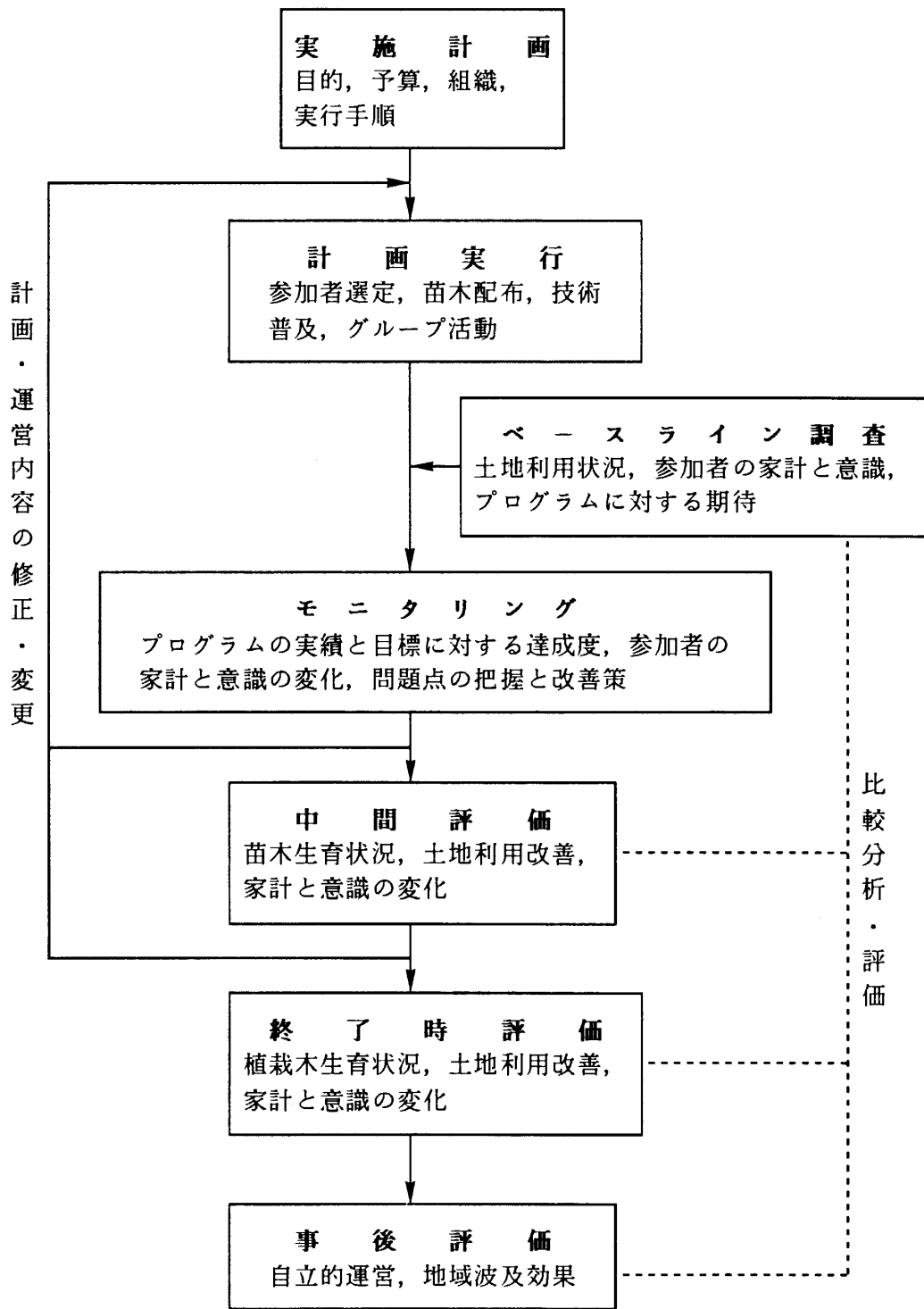


図1 社会林業プログラムのフロー

モニタリングの枠組みと項目

1. ベースライン調査

ベースライン調査とはプログラムが開始されてからの土地利用や参加家族の家計の変化などを以前と比較・分析するために、プログラム開始前の状況に関する情報を収集・整理しておくものである。プログラムの目的や、内容に応じて調査項目が選択されるが、この事例ではプログラムへの要望なども含め表1に示されるような項目とした。

2. プログラム開始後のデータの収集・整理

社会林業プログラムの成否を大きく左右する要素として、参加者の家計や意識の変化があげられる。このためモニタリングに際しては、植林実績とあわせてこれらに関連した情報を重点的に収集・分析する必要がある。しかし通例、社会林業プログラムは少ない予算と限られた担当者によって実行されており、情報収集作業をできるだけ簡略化することが求められる。パンタバンガン林業開発の事例では、これらを考慮しつつデータを大別して、①投入要素（インプット）、②短期的成果（アウトプット）、③中・長期的成果（イフェクト）の3つに分け、おのおのについて物的側面と社会的側面の調査項目が含まれるような枠組みを設定した（表2）。また、おのおのの項目に関して表3～6に例示したように、参加家族毎（ないし地区毎）にデータが収集・整理されるような表を作成した。

3. 分析の視点

社会林業のモニタリングで重要な点は、植林活動への参加が真に地域住民の家計と福祉の向上につながっているかどうか、とくに最貧層の人々にも便益が十分及んでいるかどうかを把握することである。もしこれらの点で問題があれば、整理したデータと観察にもとづいて原因を明らかにしなければならない。プログラムの便益がどのような人々に及んでいるかを明らかにする上で、所得階層別ないし職業別に集計したデータにもとづく分析が有効である。

表1 ベースライン調査の項目

- ①家族構成（年齢，職業，部族など）
- ②耕作地（面積，権利関係），家畜数
- ③年間所得（収入源別），労働配分
- ④相互扶助組織，地域慣習
- ⑤生活上の問題点とニーズ
- ⑥樹木の植栽経験
- ⑦プログラムへの参加動機
- ⑧期待する技術指導
- ⑨植栽地での農作物の間作予定
- ⑩火災防止のための対策，手段
- ⑪プログラムに対する要望

表2 モニタリングの項目

投入要素（インプット）

- 予算，物的・人的投入
- 普及活動

短期的成果（アウトプット）

- 植栽面積（本数），活着率
- 農作物の間作状況
- 共同組織の活動状況

中・長期的成果（イフェクト）

森林造成

- 森林造成：植栽木の生育状況
- 火災防止：防止活動と効果
- 土壌保全：テラスなどの作設

所得向上

- 家計の変化：所得額，収入源，食糧自給度
- 意識の変化：参加意識，要望

地域社会への影響

- 社会経済的变化：所得格差の縮小，集落の意志決定，定住化など

表3 農作物の間作状況

地区：_____ 植栽地番号：_____ 家族名：_____ 面積：_____

植栽樹種 (密度)	作物の種類	作付面積	収穫量	単位	価格	備 考 (立地条件, 労働投入, 技術など)

調査方法：植栽地観察及びインタビュー。調査時期：年2回（雨期，乾期）。

表4 植栽木の生育状況

地区：_____

植栽地 番 号	家族名	活 着 率				平 均 樹 高		備 考 (立地条件, 植栽・保育技術 など)
		緑 化 樹		果 樹		緑 化 樹	果 樹	
		本 数	%	本 数	%	cm	cm	
		樹種		樹種		樹種		

調査時期。方法：活着率→請負代金（分割）支払い時に毎木調査。平均樹高→年1回サンプル調査。

表5 参加家族の家計・食糧自給度の変化

地区：_____

植栽地 番 号	家族名	年 間 所 得 の 変 化		食 糧 自 給 度 の 変 化			備 考 (変 化 し た 主 な 理 由 な ど)
		参 加 前	参 加 後	向 上	変 化 な し	低 下	
		収入源	収入源				

調査方法：インタビュー調査（別途調査様式を使用）。ただし参加前はベースライン調査による。
調査時期：年1回，農閑期。

表6 地域社会への影響と問題点

地区： _____

項 目	変 化 の 内 容 ・ 特 質
住民間の所得格差 集落の意志決定 その他地域への波及効果	

調査方法：住民各階層に対するインタビュー調査。

今後の課題

社会林業が熱帯諸国に広がる広大な荒廃林地の緑化の決め手になるか否かは、現在の段階ではどちらともいえない状況にある。社会林業を実効性のある植林事業として拡大していくためには、人材の養成、技術開発、制度改革など多くの問題を解決しなければならない。モニタリング手法の開発も緊急に取り組むべき課題の一つであるが、社会林業プログラムの一部として定着させていくためには、分かりやすく簡略な手法の確立が望まれる。この報告で示した社会林業のモニタリング手法は、バンタバンガン林業開発計画を事例として開発中のものであるが、今後より汎用性のある内容に改善していく必要がある。