

E-4 熱帯林生態系の修復に関する研究

(2) 修復過程における土壌、根菌類の役割の解明に関する研究

研究代表者	森林総合研究所	三森利昭
農林水産省 林野庁 森林総合研究所		
森林環境部	治山研究室	三森 利昭
	山地防災研究室	阿部 和時
森林生物部	腐朽病害研究室	服部 力
北海道支所	防災研究室	坂本 知己
(委託先)	東京大学農学部	佐々木恵彦・丹下 健

平成3-7年度合計予算額 71,383 千円
(平成7年度予算額 13,278 千円)

[要旨]

熱帯林小流域におけるSS(浮遊固体物)の発生機構解明のため、ブキタレ試験地において水文・SS濃度の観測と水理実験を実施した。この結果、SS濃度は降雨強度と相関があり、流出水量とSS濃度の関係にヒステリシスが見られたが、その強度は洪水規模と関係があった。SSの強熱減量値はSS濃度と逆比例の関係にあったが、高濃度時においても依然として高い有機物含有量を示し、SSの素材が有機物を含まない河床堆積物と異なっていた。裸地における自然降雨時のSS濃度は、流水のみの場合に比べ3割程度高く、雨滴衝撃力がSS発生の主因であった。これらの結果と水理学的検討から、森林におけるSSの発生源は溪流の近傍にあることが推察された。

試験地において約130種の木材腐朽性担子菌類が記録された。ほとんどの種類が純熱帯産、または熱帯-亜熱帯産種であった。木材腐朽菌相は基質のサイズによって異なっていることが明らかになった。小径の基質上に発生する菌は大径の基質上に発生する菌と比較してより水ポテンシャルによる影響が小さく乾燥耐性が高いことが示唆された。数種の木材腐朽菌はフタバガキ科樹木に特異的に発生することが示唆されたが多くの種類は宿主特異性を有しないと考えられた。倒木の広い範囲に同一種の木材腐朽菌がコロナイズする例が多数見られた。異なる子実体から分離した菌株は異なるクローンに属することが多く、同一木上の菌個体群はサイズの小さな多数のクローンから形成されていることが多いことが明らかになった。実験室内での腐朽試験の結果、倒木初期にコロナイズする菌の多くは高い材分解能力を持つことが明らかになった。

[キーワード] 修復過程、SS発生運搬機構、分解、木材腐朽菌

1. 序

熱帯林の保全・再生には、熱帯林の環境特性とそこに生育する生物の種特性に関して十分な理解が必要である。熱帯林攪乱後に森林に修復するか否かを左右する第一の条件は、稚樹の発生とその成長である。この稚樹の発生・成長に大きく関与するのが、表層土壌であり、また腐朽・病

気等に関わる菌類の存在である。このため、これらの修復過程において大きな役割をはたしている土壌、菌類について、現地調査を主に表層土壌の流亡機構の実態や、表層土壌の理化学性の植生に与える影響、さらに修復過程における菌類相の把握が重要と考えられる。

熱帯林においてはリター類の分解が早いため、攪乱により地表が露出すると腐植層下の表層土が現れる。また降雨は一般に短時間に終了するが降雨強度が非常に大きい特徴がある。このため土壌の構成が細粒である場合、地表面は長く不安定化したままで、長期間にわたり表面流により流出が継続する。この結果、植生の修復基盤である表層土が長期間に不安定であることなどから、修復に大きな影響を与えるとともに、下流域での水質の悪化等をもたらすことが言われているが詳細は不明である。

木材腐朽菌は材質リターの分解者として重要である。しかし熱帯地域における木材腐朽菌の研究はほとんどが分類や生物地理学に終始しており、腐朽や木材腐朽菌の生態に関する研究はほとんど行われてきていない。本研究では熱帯多雨林における木材腐朽菌の群集形成および生態的役割についての調査研究を行うものである。

2. 研究目的

本研究は、熱帯林の自然攪乱地の修復に際して大きく影響を与える、土壌の移動現象の実態、木材腐朽菌のはたす役割などについて、ブキタレ森林水文試験地・パソー試験地での観測調査を通じて、定性的・定量的に把握することを目的とする。土壌については小流域を対象とし、土砂移動および土壌物理性等の実態を明らかにし、森林・攪乱地との比較から土壌の修復過程における役割を明らかにする。菌類については試験地において木材腐朽菌の採集、同定を行い、試験地における木材腐朽菌相を把握する。基質サイズや樹種の木材腐朽菌相に与える影響を調べ、木材腐朽菌群集の特性を明らかにする。倒木上の木材腐朽菌のクローン解析を行い、木材腐朽菌個体群構造、菌の伝播法を明らかにする。実験室内で腐朽試験を行い、材分解能を明らかにする。

3. 研究方法

(1) 土壌

本研究を実施した Bukit Tarek 森林水文試験地はマレーシア半島の中央部に位置し（北緯 $3^{\circ} 31'$ 、東経 $101^{\circ} 35'$ ）、起伏の比較的小さいいわゆる low land hill にある。この付近の自然植生は *Koompassia malaccencis*, *Eugenia spp.*, *Canarium spp.* が卓越する天然生 2 次林であるが、付近はゴムやオイルパームのプランテーション開発と *Acacia mangium* の植林が広くが進み、残り少ない貴重な天然林となっている。年降水量は、2414mm（1992～1994）となっており、月別の降水量はモンスーンを反映し 5 月と 11 月にピークがあり、そのうち 11 月が最も多い¹⁾。

継続時間の短い降雨特性を反映し、その応答である流出水量・SS 濃度変化については、短時間に急激な変化を呈すること²⁾が予想されたため、高感度の降雨強度計（最小感度：0.0083mm / pulse）と分解能の高いデジタル式水位計からなる水文観測システムを設置した。また、洪水時に SS を運搬する流下水の起源についての検討のため、最も簡単でかつ連続的な測定が可能なものとして、電気伝導度 (EC) および溶存酸素量 (DO) を計測することにし、これらのセンサーを量水堰の後方に設置し 5 分間隔で記録した。同様の観点から、降雨に対する SS あるいは土砂流出と渓流水質の応答を十分に評価するために、2 つの自動採水装置を組み合わせた自動水サンプル採取システムを採用した。2 つの自動採水装置のうちの 1 つは、雨量計により短時間降雨強度がある閾値を越えると採取トリガーがかかり、その後 5 分間隔で 24 サンプルを採取するようにブ

ログラムし、他のもう1つは常に2時間間隔で2日間自動的に採取する様に設定したが、これによって降雨開始から洪水低減まで試料水の採取が可能となった。SS濃度は秤量法によって測定したが、濃度測定後に有機物含有量の簡易指標値である強熱減量を、SS発生源の特定を目的として計測した。上記の観測に加えて、C1流域内の林地斜面ならびに流域外の林道において、小規模な流水実験³⁾を実施し、流下水に含まれるSS濃度についても測定した。得られた表面流の流量・流速・傾斜等からManning式によって粗度係数を算出し、林地斜面ならびに林道表面の水理学的な違いを評価した。また、林道表面においては自然降雨時の流量・SS濃度の経時変化も計測し、裸地表面におけるSS発生のメカニズムを検討することにした。また、試験地内と近傍のゴム園の表層付近の土壌について、受食性の指標である粘着力を現場用一面せん断試験装置によって測定し、森林と開発地との間で比較を行った。

(2) 菌類

① 木材腐朽菌相

パソー試験地 Ecological Plot 1 および周辺などで木材腐朽菌の採集を行い、肉眼的・顕微鏡的検討を行い種または属までの同定を行った。

② 基質サイズの木材腐朽菌相に与える影響

パソー試験地内に4プロットを設定、プロット内の直径2cm以上の木質リターについてそこに発生した木材腐朽菌名と平均直径を記録した。木材腐朽菌菌糸の成長に与える水ポテンシャルの影響を調べるため、主要種の分離を行い、得られた菌株を用いて成長試験を行った。培地の水ポテンシャルをKCl塩により調整、露点式マイクロボルトメーターによって測定した。10段階のKCl塩濃度の培地について調べた。各実験区につき5回繰り返しを行った。

③ 木材腐朽菌の宿主特異性

プロット1および周辺において樹種名の明らかな倒木上の木材腐朽菌名を記録、各種の宿主範囲を調べた。

④ 倒木上の木材腐朽菌クローン分布の解析

下記の同一種木材腐朽菌が広域にコロナイズした倒木上の木材腐朽菌クローンの解析を行った。調査木・I (樹種名不明) *Phellinus lamaensis* および *Pyrofomes* sp. が広域にコロナイズ。調査木 II (*Triomma malaccensis*) *Ganoderma australe* が広域にコロナイズ。調査木 III (*Scaphium macropodum*) *Ganoderma* sp. および *Rigidoporus microporus* が広域にコロナイズ。調査木 IV (*Dipterocarpus sublamellatus*) *Ganoderma australe* および *Erythromyces crocicreas* が広域にコロナイズ。子実体または子実体直下の腐朽材より菌の分離を行い、以下の菌株が得られた: 調査木 I より *P. lamaensis* 10 菌株; 調査木 II より *G. australe* 12 菌株; 調査木 III より *G. sp* 3 菌株および *R. microporus* 2 菌株; 調査木 IV より *G. australe* 3 菌株および *E. crocicreas* 5 菌株。オガクズ米ぬか培地上での対峙によりクローン解析を行った。

⑤ 材腐朽力

試験地において木材腐朽菌普通種 (22 種) の分離を行った。これらの菌株および JIS 規格菌である *Trametes versicolor* および *Fomitopsis palustris* によって実験室内での腐朽試験を行った。プラスチック瓶内にオガクズ米ぬか培地を詰め、それぞれにブナ材テストピース (20 x 20 x 15mm) を 5 片埋め、滅菌後菌の接種を行った。6 カ月培養後、テストピースを取り出し、乾燥後重量測定を行い、重量減少率を計算した。

4. 結果と考察

(1) 土壌

1992年ならびに1993年の11月の雨期の観測において、4つの降雨におけるデータを収集した。以下に観測結果と考察を記す。洪水初期の降雨に対する溶存酸素濃度の素早い応答がいずれの降雨においても認められたが、この原因は降雨水が洪水初期の流出を形成しているためと推察された。これに対し、地中流起源の高い電気伝導度を示す渓流水は、主に洪水の後半を構成し対照的であった(図-1)。SS濃度はDOの変動と同様に流出水量の増加に先立って素早く応答する結果が得られた。SS濃度と流出水量との間には時計回りのヒステリシスループ¹⁾が認められ(図-2)、その大きさは洪水のスケールとの関係が認められたが、このヒステリシス現象は、SS発生と流出水量とに関係がなく、流出水に替わる作用がSSを発生させている証拠であると結論された。そこでSSを発生させる要因にSS濃度との相関が高いものとして降雨強度に着目した。この降雨強度とSS濃度のピークの時間差(ΔT)については、SSの発生場所と観測場所が空間的に離れている(L)ため運搬に要する時間であるとして、流量(Qin)からManning式によって流速 v を求め、 ΔT に関しての(1)式を得た。ここで、 l は溪流幅、 n は粗度係数、 i は溪床勾配である。

$$\Delta T = \frac{L}{v} = \frac{L \cdot l \cdot h}{Qin} = (L \cdot l^{0.4} \cdot n^{0.6} \cdot i^{-0.3}) \cdot Qin^{-0.4} = aQin^b \quad (1)$$

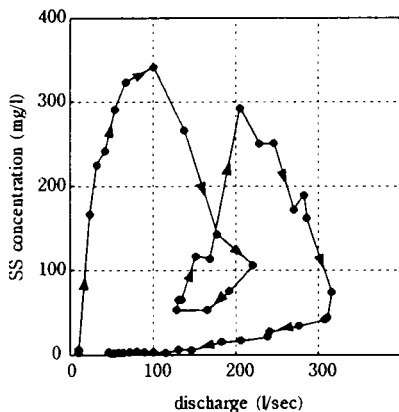


図-2 流出水量とSS濃度

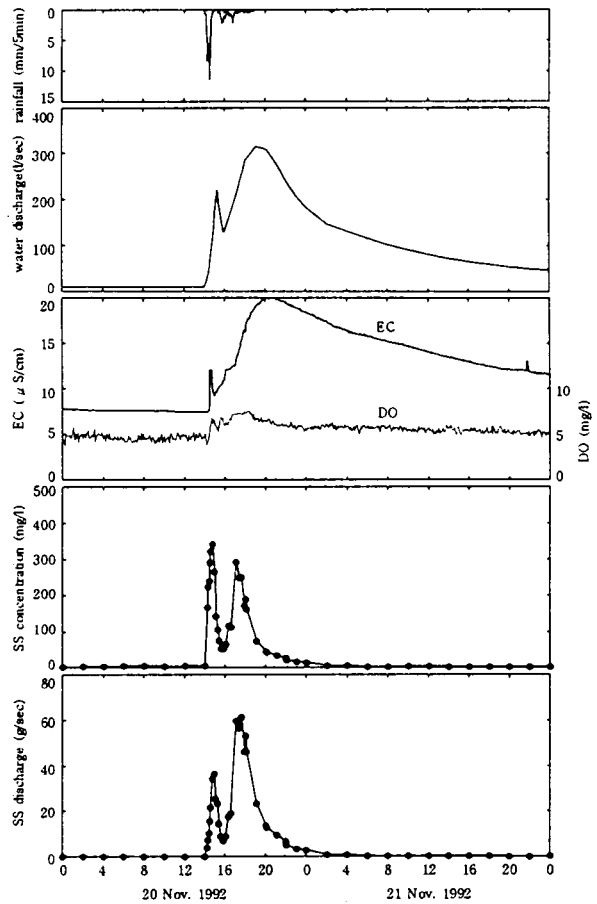


図-1 降雨・流出量・EC・DO・SS濃度

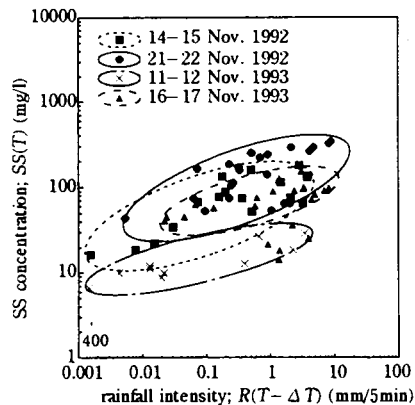


図-3 降雨強度とSS濃度

パラメータ a , b は、得られた時間差データから、それぞれ $45.3(Q_{in}$ の単位が l/s で、 ΔT が min の時)、 -0.337 と計算された。 b の値は矩形河道断面の理論値である -0.4 に近い値となっている。この様にして時間差 ΔT を考慮し降雨強度 R と SS 濃度との関係を整理する (図-3) と (2) 式が得られた。

$$SS(T) = c\{R(T - \Delta T)\}^d \quad (2)$$

ここで、 c, d は洪水ごとに異なるパラメータである。パラメータ c, d は Q_{in} によって変化し初期流量に対する依存性を持ち、 Q_{in} が大きくなるほど c, d が小さくなり SS 濃度を減少させることが解った。

c, d パラメータの初期流量 Q_{in} に対する依存性は、初期流量が多い場合に SS 発生源の表面を覆う水によって、雨滴の衝撃力による細粒土砂の分離^{5), 6), 7)} から保護されるためと推察された。図-4に(2)式によって計算された SS 濃度と観測された SS との関係を示す。

SS の強熱減量と SS 濃度との関係を図-5に示す。 SS 濃度が低い場合には強熱減量の値は非常に高く、また SS 濃度が増加するにしたがい $30 - 40\%$ 程度に減少する逆比例の関係が見られたが、 SS 濃度の高低によって強熱減量の値が変化する現象は、 SS の濃度によりその発生源が異なることがその原因と推察された。 SS 濃度が $100mg/l$ 以上の場合強熱減量値はほぼ等しく、 SS の発生源が同一である可能性が高い。

表面流による水理実験の結果を表1に示す。林地における表面流の実験での流入量は地中への浸透量が非常に多いため 5 リットル/min に設定した。この値は降雨強度に換算すると $1500mm/h$ となり、森林においてはほとんど表

Table. 1 Results of runoff experiment on forested hillslope and forest road

Plot surface condition #	velocity v(cm/s)	hydraulic slope		roughness n	SS (mg/l)
		radius h(cm)	gradient $l(\sin \theta)$		
1 humus	6.395	0.2450	0.2867	0.03279	8.8
	21.053	0.1146	0.2867	0.00600	-
2 humus	5.61	0.1113	0.4040	0.02617	4.7
	29.520	0.0982	0.4040	0.00458	24.9
3 forest road	7.475	0.1236	0.1405	0.01245	4.3
	10.602	0.1685	0.01079	7.4	
	13.564	0.1981	0.00939	15.3	
	16.181	0.2409	0.00897	-	
	18.684	0.2336	0.00761	-	

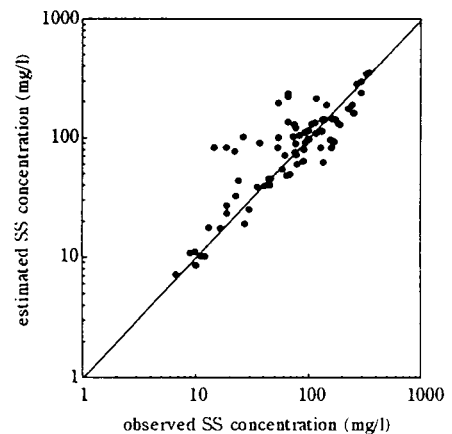


図-4 SS濃度の計算値と実測値

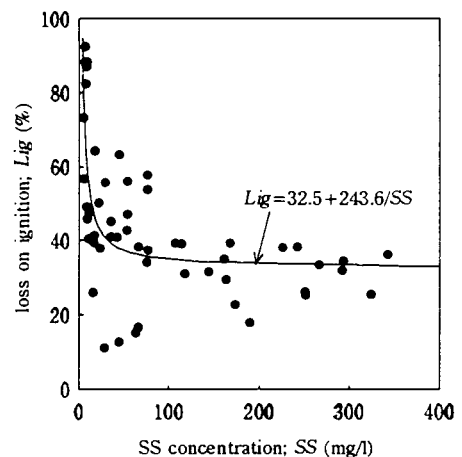


図-5 SS濃度と強熱減量

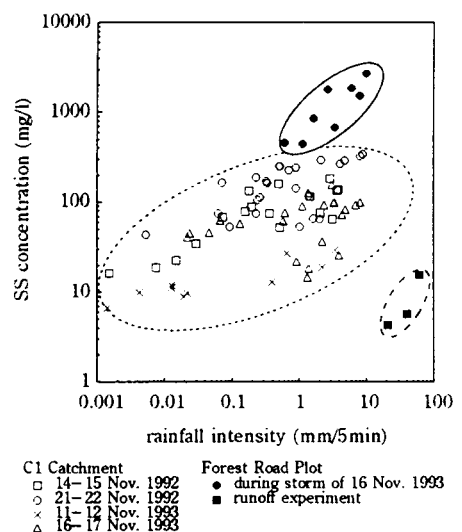


図-6 林道プロットにおける SS 濃度と森林流域との比較

面流が生じないことを示している。対照的に、林道表面における流出率はほぼ 100% であり、多量の表面流を発生させた。自然降雨時の林道における浮遊粒子の発生量は表面流実験時の約 1000 倍に達していたが(図-6)、条件の違いは雨滴衝撃の有無だけであり、雨滴衝撃による表土粒子の分離が SS 発生に如何に重要な役割を果たしているかが解る。

現地せん断試験の結果(図-7)、粘着力 c' は森林地で 0.02835 kgf/cm^2 、ゴム園で 0.06761 kgf/cm^2 であり、内部摩擦角 ϕ' は森林地で 32.1° 、ゴム園で 29.6° であった。森林地の値は本邦のローム土の値に近く、その値の特徴から、粗粒分を含み構造が比較的ルーズであることを示している。一方、ゴム園の値はより粘着成分が高く構造が緻密であることを示している。これらの結果は森林土壌の方が粘着力が小さく構造も粗であるため、浸食を受けやすい土であることを示しているが、浸食土砂はゴム園等の開発林地からの方が多いとされており土性の特徴と反対の結論が得られている。森林の浸食防止効果が高い理由は、土そのものよりも植生・リター等によって地表面を雨滴エネルギーが保護する機能によると推察される。

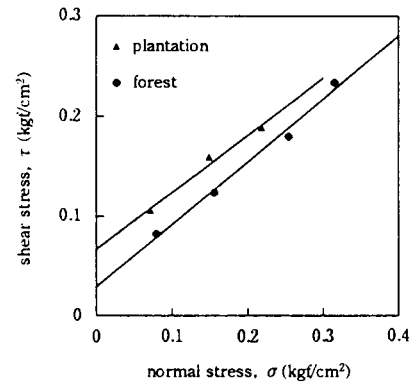


図-7 せん断試験結果

濃度と降雨強度のピーク時間差がどの洪水についても非常に短いという結果と、発生源から観測点までの間を発生後速やかに運ばれること、林地斜面上では高い浸透能から表面流を発生し得ないことなどは、発生源が溪流の近傍にあることを裏付けている。その発生源では非常に薄い表面流が発生している可能性は、生産された SS が降雨期間中に速やかに溪流まで運ばれていることから明らかである。溪流沿いの帯状の湿潤な箇所や湿地状の箇所はこの条件を満たしていることから、SS 発生源である可能性が高い。Bukit Tarek 森林水文試験地内にはこの様な溪流沿いの帯状の湿潤な箇所や湿地状の箇所は河道沿いに存在している。

そこで、降雨強度と SS 濃度のピーク時間差、降雨初期の流量等の観測データに基づき、水理的にこの SS 発生源の位置を検討した。 L を SS 濃度のピークを構成させる材料を発生させる場所と観測点 (SS 測定のための観測点すなわち量水堰) までの距離とする。(1) 式を用い、 L についての (3) 式を得る。

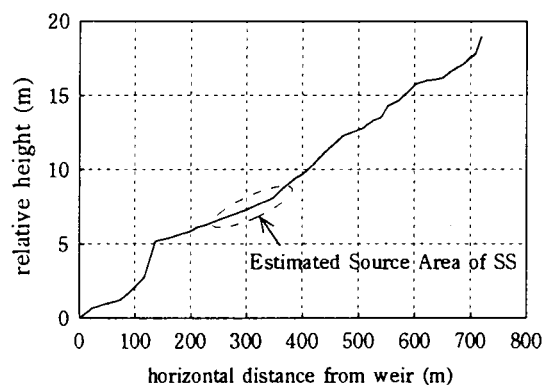
$$L = a \cdot i^{0.4} \cdot n^{-0.5} \cdot i^{0.3} \quad (3)$$

ここで、 $a \cdot i \cdot l \cdot n$ をそれぞれ 205.8、

$1/37$ 、 3 、 0.04 とすると $L=309.7\text{m}$ が得られる。 図-8 計算によって求められた SS 発生源

図-8 は Bukit Tarek 森林水文試験地における

本流溪床の縦断を示している。推定された SS 発生源の付近は溪床勾配が緩く、付近には帯状の湿潤地や小規模な湿地状の箇所が溪流沿いに多く見られ、前述の推測した発生源の特徴と合致している。



SSの発生源は、溪流への水流出におけるいわゆる流出寄与域 (contributing area⁸⁾) の箇所と一致する。比較的規模の小さい洪水におけるSS濃度と流出水量との関係に見られる、非常に小さなヒステリシス・ループすなわち流出水量とSS濃度との良い対応は、流出水量とSS濃度のピーク間の時間差が非常に小さいという点において、洪水初期のSSと渓流水の発生源が一致していることを表している。しかしながら流出寄与域に基づく部分的流出寄与域の概念 (partial area concept) を拡張した流出変動寄与域 (variable source area concept^{9), 10)} をSSの発生に関して拡張することはできない。なぜならば、SSの発生源は降雨の停止とともに消失するのに対し、流出水の発生源が降雨後も引き続き拡大するからである。ここにSS流出の特徴があり、SSの発生は降雨が継続している洪水ステージで言えばごく初期の段階においては雨滴の衝撃力によって規定され、降雨停止後の洪水後期の段階においてはその発生源自体が消失することによって規定されている。このようなSS発生の特徴がSS濃度と流出水量との関係における時計回りのヒステリシス・ループを生み出している原因でもある。Heidel²⁾ は、温帯小流域における流出水量とSSの観測の結果、その特徴として、土砂流出濃度のピークが流出水量のピークに先立つことを報告している。本研究において提示したSS発生源とSS発生機構に関する仮説は、湿潤な地域における小流域では、熱帯・温帯を問わず、ほぼ普遍的な現象であるように思われる。

(2) 菌類

① 木材腐朽菌相

約130種の木材腐朽菌(但し担子菌類サルノコシカケ科、タバコウロコタケ科、マンネンタケ科およびコウヤクタケ科の一部)がこれまで試験地から記録された。この中で7種は温帯地域との共通種、20種が日本国内暖温帯地域(主にシイ・カシ帯)との共通種、22種が国内亜熱帯地域との共通種であった。その他の多くの種は熱帯地域特産の種と考えられる。

② 基質サイズの木材腐朽菌相に与える影響

試験地内で普通に見られる種のうち、下記の種は主に小径の基質上に発生が見られた：*Earliella scabrosa*, *Hexagonia tenuis*, *Microporus carneoniger*, *M. xanthopus*, *Stereum ostrea*, *Porostereum crassa*, *Coriolopsis retropicta*, *Megasporoporia cavernulosa*。下記の種は主に大型の基質上に発生が見られた：*Erythromyces crocicreas*, *Fomitopsis carnea*, *Ganoderma australe*, *Nigroporus vinosus*, *Phellinus lamaensis*。小径の基質に発生する菌の菌糸成長に与える水ポテンシャルの影響は類似しており、*H. tenuis*以外は-2.2 MPa付近または以下で成長は半分に、また-6.7 MPa以下で成長が停止した。大径の基質に発生する菌のうち、*P. lamaensis*は小径の基質に発生するものと同様の傾向を示した。しかしその他の種では水ポテンシャルの菌糸成長に与える影響はより大きく、-2.2 MPa以上で成長は半減、また-6.7 MPa以上で成長が停止した。このことから、大径の基質に発生する種は小径の基質に発生する種と比較して水ポテンシャルの影響を強く受けた。水ポテンシャルの低い培地では利用可能な水が少ないことから、小径の基質に発生する種では大径の基質に発生する種の多くと比較してより乾燥耐性が強いと考えられる。

③ 木材腐朽菌の宿主特異性

これまでのところ *Ganoderma australe* は7科10種の樹木倒木上からの発生が認められ、宿主範囲が広いことが示唆された。以下の種も2科以上にまたがる樹種の倒木から発生が認められ、宿主特異性を持たないと考えられる：*Daedaela* cf. *aurora*, *Ganoderma* sp., *Loweporus fuscopurpureus*,

Microporus affinis, *Nigroporus durus*, *Phellinus lamaensis*, *Polyporus grammocephalus*, *Trametes elegans*。しかしながら、*Erythromyces crocicreas*, *Fomitopsis carnea*, *Fomitopsis dochmia* および *Perenniporia* cf. *meddulaeapanis* はその発生がフタバガキ科樹木の倒木に限られることが示唆された。温帯域では多くの木材腐朽菌が宿主特異性を持つことが知られているが、今回の調査では一部のものがフタバガキ科樹木に対して特異的に発生するものの、発生頻度の高いものでは宿主特異性を持つものは少ないと考えられる。

④倒木上の木材腐朽菌クローン分布の解析

調査木 I の基部から 15.5 m の高さの範囲から *P. lamaensis* 10 菌株が得られた。分離源が 3.5 m 離れた菌株 PI I-2 と PI I-3、および 4.0 m 離れた PI I-1 と PI I-5 はそれぞれ同一クローンに属すると考えられたが、その他の菌株はすべて別クローンに属していた。調査木 II から分離された *G. australe* 菌株、調査木 III から分離された *G. sp* および *R. microporus* 菌株、調査木 IV から分離された *G. australe* および *E. crocicreas* 菌株はすべて別クローンに属していた。これらの菌株の多くはそれぞれ別々に担子孢子によって感染したものと考えられた。おそらくこれらのうち多くは同一子実体由来の菌株であり、その倒木または近接した倒木に形成された同一または少数の子実体由来の孢子によって感染したものであろう。

⑤材腐朽力

ここで調べたほとんどの木材腐朽菌がブナ材テストピースに対して分解能力を持っていた。*Earliella scabrosa*, *Ganoderma australe*, *Microporus xanthopus*, *M. affinis* および *Nigroporus vinosus* は 50 % 以上の腐朽力を示し、規格菌と同様またはそれ以上の腐朽力が認められた。しかしながら、*Fomitopsis carnea*, *F. dochmia*, *Grammothele lineata*, *Hexagonia tenuis* および *Phellinus caryophylleus* の材分解力は 5.4 % 以下と低かった。倒木の初期にコロナイズする主要な菌ではいずれも高い材分解能力が認められた。

5. まとめ

(土壌)

マレーシア半島の Bukit Tarek 森林水文試験地において、熱帯林小流域における浮遊固体物の発生機構を明らかにするために、降雨・流出・浮遊固体物濃度・水質等の観測と、林地ならびに裸地において表面流による水理実験を行った。この結果、浮遊固体物濃度と流出水量との関係に時計回りのヒステリシス・ループが観測され、浮遊固体物濃度は到達遅れ時間を考慮した降雨強度のべき乗で表されることが明らかになった。豪雨時における裸地からの浮遊固体物の濃度は表面流の送流力のみの場合に比し約 1000 倍であった。これらの実験・観測で得られた結果から、小流域においては浮遊流下物の発生場所は溪流河道のごく近傍にあり、流出寄与域でもある溪流沿いの湿潤帯や湿地帯である可能性が高いことが明らかになった。この様な仮説は、広範な現地観測によって確認される必要がある。ヒステリシス現象と SS 発生場所に関する議論では、降雨強度・流域スケールによる溪流の送流力の大小を考慮すべきであるが、この様な観点から検討した例はほとんどない。溪流の送流力と雨滴衝撃による浮遊固体物発生との関係の明確化を意図したシステムによるより広範な観測が、浮遊固体物に関する問題の解決のために必要であろう。

(菌類)

研究期間中において約 130 種の木材腐朽性担子菌類が記録されたが、ほとんどの種類が純熱帯

産、または熱帯-亜熱帯産種であった。小径の基質上に発生する菌は大径の基質上に発生する菌と比較して、水ポテンシャルによる生育への影響が小さく、乾燥耐性が高いことが示唆されたが、このことが腐朽菌の基質サイズを選択性を生み出しているかと推察された。採取された数種の木材腐朽菌はフタバガキ科樹木に特異的に発生していたが、これ以外の多くの種類は宿主特異性を有しないと考えられた。現地において倒木の広い範囲に同一種の木材腐朽菌がコロナイズする例が多数見られたが、異なる子実体から分離した菌株は異なるクローンに属することが多く、同一木上の菌個体群はサイズの小さな多数のクローンから形成されていることが明らかになった。また、実験室内での腐朽試験の結果、倒木初期にコロナイズする菌の多くは高い材分解能力を持つことが明らかになった。

6. 本研究により得られた成果

土壌に関しては、熱帯林における浮遊固体物の発生流下機構について以下の知見が得られた。

1. 浮遊固体物の濃度が流出水量よりも降雨強度と関係があり、降雨強度のべき乗で表されることがわかった。
2. 浮遊固体物の有機物含有量はSS濃度と逆比例の関係があり、高濃度時においても30～40%と高い有機物含有量を示し、系外への炭素流出が無視できないことがわかった。
3. 雨滴の衝撃力による土粒子の分離と表面流との相互作用によって、裸地における自然降雨時の浮遊固体物流下量は非常に多いことが判明した。
4. 森林における浮遊固体物の生産源は河道の近傍であると推察され、開発時には河道付近の植生を存置することが水質保全に有効な方法となると判断された。

菌類に関しては、以下の知見が得られた。

1. 未解明であった熱帯林における木材腐朽菌相の一端が明らかとなった。
2. 菌の乾燥耐性の違いによって基質サイズ・樹種が異なることが明らかになった。
3. 採取された腐朽菌のほとんどが宿主特異性を有しないことが明らかになった。
4. 同一基質上に広範囲に同一種の木材腐朽菌がコロナイズする例が多数見られたが、クローン分析の結果では異なるクローンに属しており、同一基質上の菌個体群は形状の小さなクローンの集合であることが明らかとなった。
5. 倒木初期にコロナイズする菌は高い材分解能力を持つことが明らかになった。

7. 参考文献

- (1) Noguchi, S., Abdul R. N., Saifuddin S., Sammori, T. and Tani, M., Hydrological characteristics of tropical rain forest in peninsular Malaysia(I)-General hydrological observations on a hillslope-, International Symposium on Forest hydrology 1994.
- (2) Heidel, S. G., The progressive lag of sediment concentration with flood waves, Tran. Am. Geophy. Union, 37(1), 56-66, 1956.
- (3) Kitahara, H., Zhang, H. and Endo, T., Hydraulic experiments on erosion control function of forest in Huangtu Plateau, China, Trans. of the Japanese For. Soc., 104, 747-750, 1993.
- (4) Williams, G. P., Sediment concentration versus water discharge during single hydrologic events in rivers, J. of Hydrology, 111, 89-106, 1989.

- (5) Ellison, W. D., Soil Erosion Studies – Part 1, Agricultural Engineering, 145–146, 1947.
- (6) Meyer, L. D., and Monke, E. J., Mechanics of soil erosion by rainfall and overland flow, Trans. ASAE, 572–577, 1965.
- (7) Fukada, M., The mechanism of soil erosion by surface flow affected by the impact force of raindrops, doctoral thesis of Kyushu Univ., 1993.
- (8) Betson, R. P., What is watershed runoff?, J. Geophys. Res., 69, 1541–1552, 1964.
- (9) Tsukamoto, Y., Storm discharge from an experimental watershed, J. Japanese Soc. Forestry, 45(6), 186–190, 1961.
- (10) Ragan, R. M., Role of basin physiography on the runoff from small watersheds, Vermont Resources research Center, Water Res. Res., Univ. Vermont, Burlington, Vermont, Report No. 17, 25, 1967.

[国際共同研究などの状況]

本研究は 1991 年 6 月に調印された議定書の下記の項目に基づき実施されている。

共同研究名 : Quantification of Hydrological Processes in Tropical Forests (土壌)

Roles of fungi on soil production in a tropical rain forest (菌類)

カウンターパート : Dr. Abdul Rahim Nik (FRIM) (土壌), Dr. Lee Su See (FRIM) (菌類)

[研究発表の状況]

論文

- Sammori, T., Zulkifli Yusop, Baharuddin Kasran, Noguchi, S. & Tani, M.: Hydrological characteristics of tropical rain forest in Peninsular Malaysia(II)– Characteristics of suspended solids transport–, Proc. of ISFH, 1994.
- Hattori, T. & Lee S. S.: Community structure of wood decaying Basidiomycetes in a tropical rain forest of Malaysia. – Interaction between their drought tolerance and the diameter of their substrata. Abst. 5th. Int. Mycol. Cong., 1994.
- Sammori, T., Zulkifli Yusop, Baharuddin Kasran, Noguchi, S. & Tani, M.: Production and Transport Mechanism of Suspended Solids in a Tropical Rain Forest – A case study on a small catchment in Peninsular Malaysia– (準備中)
- Hattori, T. & Lee S. S. : Cultural studies on *Phellinus noxius* comp., Mycoscience. (準備中)
- Tange, T., Yagi, H., Sasaki, S., Niyama, K. and Kassim, A. R. : Properties of Acrisol developed from granite in a hill dipterocarp forest of Peninsula Malaysia, Journal of Tropical Forest Science (準備中)

学会発表

- 三森利昭・Zulkifli Yusop・Baharuddin Kasran・野口正二・谷誠：マレーシア・熱帯林小流域の水・土砂流出特性 (II)– 土砂流出および渓流水質 –，104 日林講要。
- 三森利昭・野口正二・谷誠・Zulkifli Yusop・Baharuddin Kasran・Saifuddin Sulaiman: 熱帯降雨林における浮遊土砂流出機構，105 日林講要。
- 三森利昭・Zulkifli Yusop・Baharuddin Kasran・野口正二・谷誠：マレーシア・熱帯林小流域の水・土砂流出特性 (IV)–SS の発生機構 –，107 日林講要