

6

熱帯 バイオマス社会

河川特集

ラジャン川における河岸侵食の特徴と社会的影響
渡壁 卓磨、祖田 亮次、目代 邦康、池田 宏、袖洞 一央 1

河川水質を通して知りたいこと
— Kemena・Tatau 流域の水質調査報告
福島 慶太郎 4

調査活動記録 2011年8月

Keresia 社～ Sungai Asap ～ Jelalong 流域
祖田 亮次 9

Anap-Muput 森林管理区、Pandan-Binyo 川、
SPF 社、Anap 川
鮫島 弘光 11

関連活動記録 2011年5月～12月

2011年度研究会・講演会などの記録 14

Shamsul A. B. 氏講演会報告 14

プロジェクト・ホームページ紹介 16

編集後記 16

プロジェクト参加メンバー 17

日本学術振興会 科学研究費補助金 基盤研究 (S)

**東南アジア熱帯域における
プランテーション型バイオマス社会の
総合的研究**

Bintulu から Kuala Binyo 行きのエクスプレス（乗合船）で Kemena 川を遡る
合板・製材工場の並ぶ Kemena 工業地帯を過ぎる。
2011年5月（写真：鮫島 弘光）



河川特集

ラジャン川における河岸侵食の特徴と社会的影響

渡壁 卓磨（鳥取大学地域学部）
祖田 亮次（大阪市立大学文学研究科）
目代 邦康（自然保護助成基金）
池田 宏（深田地質研究所）
柚洞 一央（室戸ジオパーク協議会）

はじめに

熱帯雨林の広がるマレーシア・サラワク州では、木材の伐採が始まって以来、住民を取り巻く環境が大きく変化している。例えば、サラワク州内を流れるラジャン川流域（図1）に住む人々は、河岸侵食の問題に直面しているという。住民によると、ラジャン川の河岸侵食は1960年代末あるいは70年代から顕著になっており、これはラジャン川上流（とくに支流のバレ川）での熱帯雨林の伐採やエクスプレスボート（町と町をつなぐ高速船）の就航といった、社会経済の変動時期と一致している。この頃から大型動力船が河川を航行するようになったため、ラジャン川流域の住民の多くは「船の航走波によって河岸が侵食された」と述べており、これを河岸侵食の主要因として理解しようとしている。しかし、河川地形学的な観点から河岸侵食の進行を見た場合、それはより長期的な河道変動プロセスの一部として理解すべきことかもしれない。

ラジャン川では流域の人口が集中する中流から下流にかけて、河岸侵食が顕著に起こっている（写真1）。現地では河岸侵食に対する護岸工事なども一部行われているが、河岸侵食の原因解明が行われていない状況であるため、その場しのぎの対応になりがちで、しかもその効果は高いと言えない。河川の流路形態についての地形学的な理解と、河岸侵食の被害状況の正確な把握を行わない



写真1 ラジャン川での特徴的な河岸侵食
小学校の校庭がえぐられ、サッカー等の球技はできない状況になっている。このような学校は流域に複数存在する。

限り、今後の河岸侵食の被害軽減の方策を立てることは困難であると思われる。

ラジャン川の流路は700 km 以上になるため、上流から河口へと流れる間に河川の特徴が大きく変わる。河岸の被害状況を考える上でも河川の流れ方は考慮すべきである。そこで我々は、まずはラジャン川の河川の特徴についての正確な理解を得るため、流路形態の分類を行った。ラジャン川は熱帯を流れる河川のため、日本を流れる河川と特徴が異なる。まず、ラジャン川流域の降水量は、日本の年平均降水量に比べて2倍近くあるため、河川の流量が非常に多い。また流域の気候は熱帯湿潤であるために、岩石の風化速度も格段に速い。その上、比較的均質な泥岩が広く分布する。このような環境下にある河川の地形の形成（変化）過程を解明することは、地形学の課題としても意義がある。そして前述のように、この河川沿いの低平地は、住民の生活の場である。河岸侵食という自然環境の変化に、住民がどのように対応しているかというこ

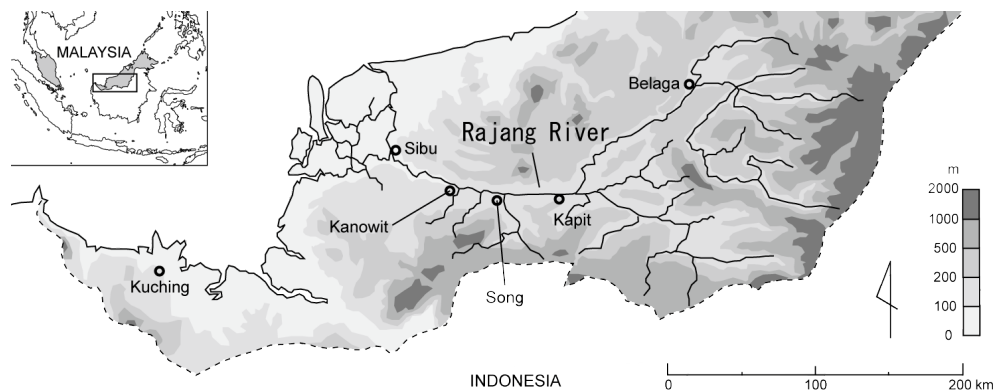


図1 研究対象地域

とも興味深い。

以下では、2010 年 3 月と 8 月に現地調査を行った結果をもとに、現地で観察された河岸侵食の概要と、河岸侵食が引き起こす社会への影響について報告したい。

研究対象地域

ラジャン川は、マレーシア・サラワク州のほぼ中央部に位置する河川総延長 760 km、流域面積 5 万 km² のマレーシア最長・最大の河川である。サラワク州とインドネシアを分けるイラン山脈を源流として、サラワク州内を谷にそって流下し、南シナ海に流れこむ。サラワク州には、南シナ海プレートの運動による南北方向の圧縮をうけ、走向が東西方向の泥岩からなる山地が広がり、地層の走向方向にそって山地が発達している。この河川の流域は、古第三紀の堆積岩から成り、主に泥岩が広がる。ラジャン川は、その大局的な地形にそって河道が延びている。図 2 はラジャン川の河床縦断面形を示したものである。河口から約 435 km 上流の町 Belaga でも河道の標高は 55 m ほどしかなく、日本の河川に比べて非常に勾配が小さい。最上流部より Kanowit までは山地の間を流れ、Kanowit から

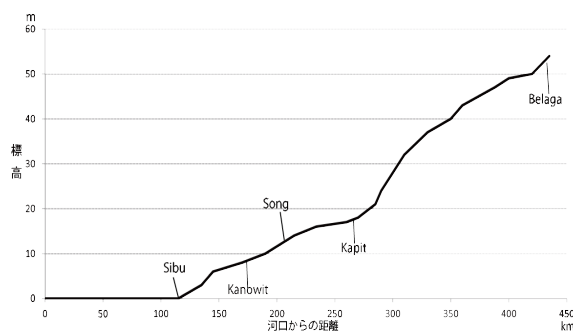


図 2 ラジャン川の河床縦断面形

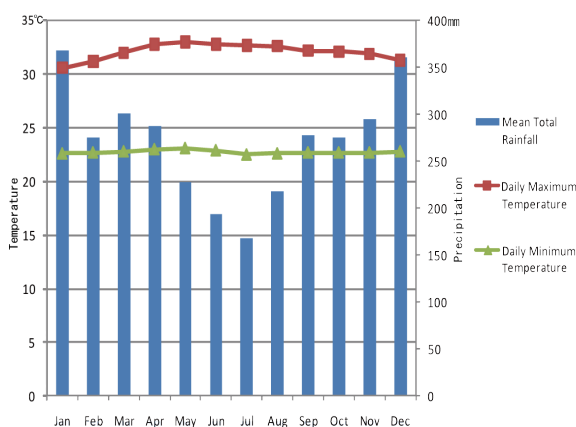


図 3 Sibul における月別平均降水量（1971–2000）
World Weather Information Service をもとに作成

は上流から流れてきた土砂が堆積してできた沖積平野内を流れる。Sibu から下流は、河道は大きく蛇行をする三角州（デルタ）地帯となる。このデルタは、完新世以降に発達した泥炭層をもつ（Gastaldo, 2010）。この地域は、熱帯雨林気候に属しており、6 月～8 月にかけては相対的に降水量が少なくなる一方、12 月～1 月にかけて降水量が多くなるので、河川の流量に大きな季節変動がある（図 3）。

調査方法

ラジャン川の河道の様子と河岸侵食の実態を把握するために、河口から Belaga までをエクスプレスポートに乗り、河川の状況（河川の流れ方や河岸侵食の様子）を観察・記録した。ラジャン川流域の地形図・地質図・空中写真・衛星画像を用いての流域の地形分類と、現地での観察結果をあわせて、形態に基づく流路の地形の区分を行った。

河岸侵食の分布（広範囲・長距離にわたる侵食状況）を把握するために、現地観察によって判明した河岸侵食の地点を 1:50,000 地形図に記録し、GIS を用いて侵食地形の分布図を作製した。

河岸侵食の激しい地域や河道の形状が特徴的な区間では、上述の観察のほか、ロングボート（住民が日常的に使う小舟）をチャーターし、より詳細な観測と観察を行った。その中のいくつかの地点では、近隣のロングハウスや小学校等に立ち寄り、住民や教員からの聞き取り調査も実施した。

河岸侵食地形の形態

侵食が数多く起こっていた Kanowit から Belaga にかけて、侵食地形の分布と特徴について調査をした。現地観察の結果、Kanowit から Belaga まで約 265 km の区間で河岸侵食は 225 箇所確認された。図 4 は例として、河口から約 165 km 上流にある Kanowit 近辺での河岸侵食の分布図を示したものである。ここは地質構造に適応した流路の末端部で、下流には沖積平野が広がり始める。図 4 で示した区間は、観察した約 265 km のうちの 20 km にも満たないが、侵食箇所は合計 35 箇所も存在する。

現地観察により記載した地形の特徴と分布のパターンを元に、河岸侵食の地形分類を行った。これらの河岸侵食は、Ⅰ：斜面崩壊、Ⅱ：滑走斜面・直線流路の侵食、Ⅲ：攻撃斜面の侵食の 3 つのタイプに分類できる。以下では、それぞれのタイプについて説明する。

斜面崩壊（Ⅰ）は、尾根がそのまま河岸となっており、その斜面先端部分が崩壊しているものとして分類をした（写真2）。斜面崩壊のいずれの場所も、砂や泥の堆積物の上に、基盤が崩壊して発生した礫が転がっていた。砂泥の上に礫が乗っている状態のため、足元が不安定で、上まで登るのは困難であった（写真3）。こうした場所も、もとは植生に覆われた部分である。滑走斜面・直線流路の侵食（Ⅱ）は、水流の影響をそれほど受けない、河川の湾曲部の内側や川が直線的に流れているところでの侵食を指す。もともと緩やかな傾斜の斜面をなす河岸であつ

たところが、侵食作用を受けて、垂直崖へと変化した（写真4、5）。侵食の考えられる主要因として、乾季と雨季の繰り返しや洪水による著しい水位変動が挙げられる。また、住民の聞き取りから判断すると、エクスプレスボートなどの航走波の影響があるのかもしれない。垂直崖直下の堆積物を観察すると、場所によっては数多くのゴミ（ガラス片、木片、コンクリート片など）が残留しており、これらが、とくに増水時に航走波に乗って河岸を攻撃している可能性も考えられる。多くの住民は、このわずかな河岸段丘上の平坦地で生活をしている。攻撃斜面の侵食（Ⅲ）は、河

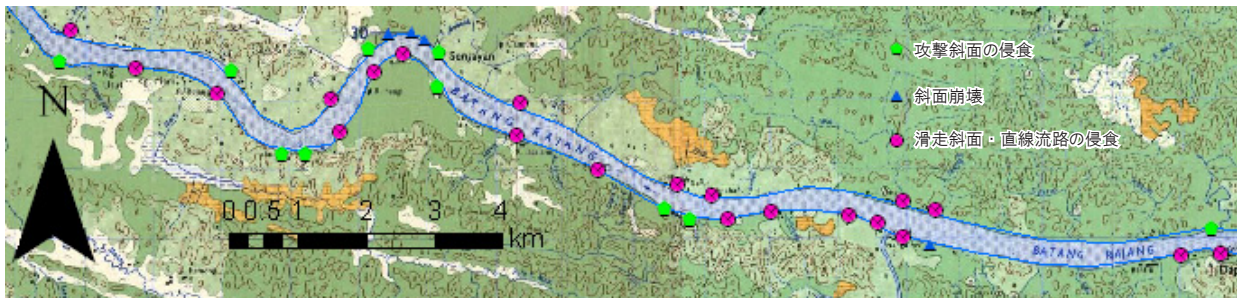


図4 Kanowit 上流での侵食地形の分布



写真2 斜面崩壊の様子 山の尾根がそのまま川に突き出している。



写真4 垂直崖前面で河岸の崩壊 住民への聞き取りによれば、洪水時にエクスプレスボートの波が当たって河岸が崩壊したという。



写真3 斜面崩壊の様子 砂や泥の上に基盤岩が崩れてできた礫が転がっているため足もとが不安定である。



写真5 写真4の水が引いた後の様子 粘土質の河岸の崩壊物が残っている。

川が蛇行し、水流の集まる水衝部で侵食が起こっている。ここでの侵食要因は主に、水流による侵食であると推測される。

社会的影響

ラジャン川の中流部から下流部では、侵食の進行によって、河岸のロングハウスや小学校、そして町（ショップハウス）までもが危機にさらされている光景を、いくつも見る事ができる（写真6）。実際に、これまで、いくつものロングハウスが崩落してきたという。河岸に設置された栈橋も、数年ごとに補強したり、作り替えたりしなければならないという（写真7）。しかし、侵食スピードは、毎年数メートルずつ後退しているという程度であり、建造物崩壊の危機が迫れば、数か月かけてロングハウスを解体し、やや内陸に新たなロングハウスを築くことで、問題は一時的には解消する。ただし、ロングハウスの移築にはコストがかかる。昔ほど後背森林が豊かではないので、建材も町から買ってこなければならない。また、条件の良い川沿いの平坦



写真6 崩落の危機にあるロングハウス



写真7 現在の栈橋に以前使用していた短い杭が残っている。赤丸内に短い杭を見ることができる。この短い杭は以前の河岸に刺さっていたものであり、以前は緩やかな傾斜の河岸であったと推測できる。

地（河岸段丘）は、過去100年にわたり華人に買い占められてきたため、新しいロングハウスの移築先を探せない住民も多い。「強欲な華人のせいで、俺たちの生活が危機にさらされている」とまで語る人もいます。つまり、ラジャン川の河岸侵食は、単なる自然災害ではなく、土地権問題や民族間の軋轢にも発展しうる社会問題となりつつある。

まとめ

ラジャン川の河岸侵食の概要と、河岸侵食が引き起こす社会への影響を理解するために、侵食地形の分布図の作成と分類を行い、住民への聞き取りを行った。その結果、ラジャン川の侵食地形は、地形の特徴と分布のパターンから、Ⅰ：斜面崩壊、Ⅱ：滑走斜面・直線流路の侵食、Ⅲ：攻撃斜面の侵食、の3つのタイプに分類できた。そして、現地住民は河岸侵食の影響を被っており、それは民族間の緊張を生み出す要因の一つとして認識することができる。

今後は、ラジャン川の河岸侵食の原因について言及するために、更なるデータの蓄積と分析が望まれる。熱帯の高温多湿という風化速度の速い環境が引き起こした地形変化なのか、それとも現地住民の言うとおり社会変動が引き起こした人的災害なのかを判断すべく、河川地形学的な調査を進めると同時に、社会的な面からラジャン川流域の変化をとらえる必要があるであろう。

参考文献

Gastaldo, R. A. 2010. Peat or no peat: Why do the Rajang and Mahakam Deltas differ? *International Journal of Coal Geology* 83: 162-172.

河川水質を通して知りたいことー Kemena・Tatau 流域の水質調査報告

福島 慶太郎
(京都大学 フィールド科学教育研究センター)

河川水質は、採取地点より上流の流域環境を知る有効な指標として用いられる。たとえば、 Ca^{2+} （カルシウムイオン）や Mg^{2+} （マグネシウムイオン）、Si（ケイ素）の濃度は地質を、N（窒素）や P（リン）の濃度は農地や宅地といった土地利用を、 Cl^- （塩化物イオン）濃度は海からの距離を反映する。特殊な物質を排出する鉱山や特定の工場も、その物質の点源として河川水質を形成する。また、森林伐採や農地・宅地化などの土地利用改変の影響や、

植物の成長や農地への施肥などの季節的な変化も水質に現れる。したがって、同一地点で時系列的に水質を調べれば当該流域の土地利用の変遷を評価することができる。

そして河川に生息する生物や河口付近の沿岸・海洋域の生物の生産性や生存は、河川水質と密接に関わっており、水質が内水面・沿岸漁業の成否を決定している。また、流域内に生活する人間にとっても飲料水や農工業用水などとして河川水を利用する。そのため河川水質の保全と監視が、人間の生存基盤確保のためには必要不可欠といえる。河川水質の調査が、流域生態系の健康診断と形容されるのは、人間でいう尿検査のように、水質から流域に関する様々な環境情報を併せ持ち、水質が悪化した場合にその原因とそれによる人間生活への影響をある程度推測できるからである。

マレーシア・サラワク州では、ここ数十年の間、次々に熱帯林がアカシアやオイルパームのプランテーションに変換されてきた。その背景には、狩猟採取・漁労・焼畑耕作などの伝統的な営みの中に、経済効率を重視した資本主義経済が拡大してきたことが挙げられる。このような急激な土地利用変化が河川水質にどのような影響を与えるのだろうか？本研究では、(1) Kemena 流域と Tatau 流域内に分布する様々な土地利用履歴を持つ支流河川の水質調査を行い、各土地利用が形成する水質を把握すること、(2) 河川の上流から下流までの水質変化を把握し、変化の原因を明らかにすること、を目的とした。特に今回着目する水質項目は、 NO_3^- (硝酸イオン)、DOC (溶解態有機炭素)、SS (懸濁態物質) の3つであり、それぞれの項目から窺い知れる情報について、以下に紹介する。

1) 硝酸イオン (NO_3^-)

一般に熱帯や温帯の森林の土壌には、植物の利用できるN (NO_3^- や NH_4^+ [アンモニウムイオン]) が少なく、植物成長の制限要因となっている。土壌は負に帯電した粘土コロイドによって、同じ負に帯電した NO_3^- の土壌保持力は小さいが、植物による吸収によって森林生態系外へと流出する NO_3^- は少ない。したがって、一度森林が伐採されると、吸収源である植物が無くなるほか、有機物の分解が促進されて土壌中に NO_3^- が多量に生成されるため、河川に一時的に多量の NO_3^- が流出する。この現象は、森林が再成立するにしたがって次第に回復するが、土壌の大規模攪乱などを伴う伐採や天然林からのプランテーション化などの劇的な植生改変が行われる場合は、元の状態に戻るまでに長期間要するか、あるいは以前とは異なる

平衡状態に移行すると考えられる。

NO_3^- の流出は他にも、農地やプランテーションにおける窒素施肥の影響も多分に受ける。日本では下流に行くに従って農地や市街地が増えるので NO_3^- 濃度が上昇する傾向がみられる。それに対して、マレーシアでは河川源頭域でさえオイルパームやアカシアのプランテーションとなっていることもあるため、流域河川の NO_3^- 濃度分布が日本のそれとは大きく異なる可能性がある。また、河川中の NO_3^- を森林伐採によって生成された土壌有機物由来のものと、人為的な施肥由来のものに分離することが極めて困難である。そこで NO_3^- の起源推定に極めて有効とされている NO_3^- の N と O の同位体比 ($\delta^{15}\text{N}-\text{NO}_3^-$, $\delta^{18}\text{O}-\text{NO}_3^-$ 注1) を用いることとした。図1で示されているように、河川水中に含まれる NO_3^- は降水由来であったり、土壌有機物の分解生成物由来であったり、人為的に合成された窒素肥料由来であったりと、様々である。さらに還元的な条件下では NO_3^- がガス態の N_2O や N_2 にまで還元されて放出される脱窒反応が知られており、 NO_3^- の挙動

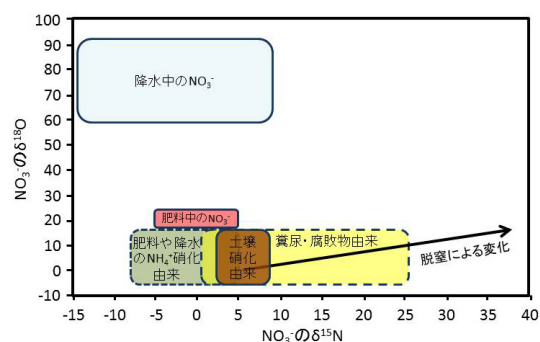


図1 (a) NO_3^- の各起源における $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{18}\text{O}$ の取りうる値の範囲 Kendall (1998) を書き直した。

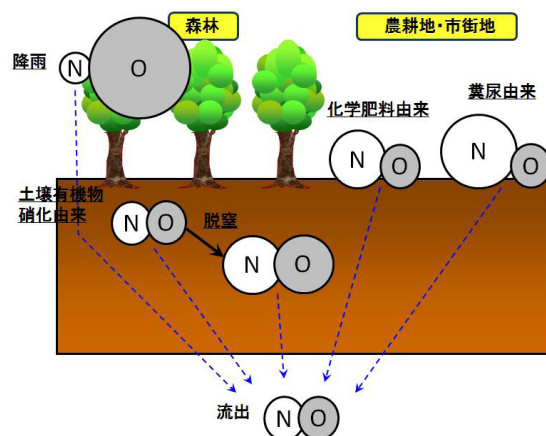


図1 (b) (a) をもとに NO_3^- の $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{18}\text{O}$ の相対的な量的関係を模式的に示した図。河川に流出する NO_3^- の濃度と N, O の同位体組成から流出起源を推定する。

は極めて複雑である。これを NO_3^- の $\delta^{15}\text{N}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ の多寡の組み合わせで起源を推定することができ、河川水質の汚濁指標として注目されている。

本研究では、 NO_3^- 濃度と同位体比を組み合わせること、Kemena 流域・Tatau 流域の河川水質の空間分布を把握し、森林タイプ（原始的な天然林、二次林、アカシアプランテーション、オイルパームプランテーション、湿地林など）や土地利用（農地、市街地など）と NO_3^- 濃度との関係を明らかにする。また、 NO_3^- 濃度の河川流下に伴う変化の要因を同位体比を使って推定する。さらに、河川上流域の源流部に着目して、プランテーションの林齢構成や施業履歴と NO_3^- の関係を明らかにし、森林管理による河川水質への影響を予測するモデルの構築を目指す。

2) 溶存態有機炭素 (DOC)

次に着目する水質項目は、水に溶けている有機物、すなわち溶存有機物 (Dissolved Organic Matter; DOM) である。河川を通じて陸域から海域へと流出する DOM 中の炭素と窒素 (溶存有機態炭素・窒素、Dissolved Organic Carbon・Nitrogen; DOC・DON) は、全球的な炭素循環・窒素循環においても無視できない量であるとされている。また、DOM には Fe (鉄) などの金属イオンと錯体を形成する画分が含まれており、本来なら水中で酸化して沈殿する Fe が、DOM とともに水に溶けた状態で存在することができる。この溶存鉄が淡水や海水中の一次生産者・植物プランクトンの重要な栄養素であり、水産資源を支えていることが報告されている。DOM は主に土壌中に含まれる有機物由来の腐植物質が起源とされている。しかしながら、その構造は非常に複雑である上に、河川中でも生物活動によって生成・消費されていることも報告されており、DOM の挙動についてはいまだ多くの点が不明である。本研究では、河川中の DOC と DON の濃度を測定するだけでなく、DOM の光学的特性を調べて有機物の質的な評価も合わせて行う (図 2)。これにより、各森林タイプから流出する河川の DOM の特性を把握し、それらが合流して海まで流下していくまでの変質過程を明らかにできる。多様な森林タイプを有し、湿地も点在する Kemena 川や Tatau 川の DOM が一体どのように形成されているのか、非常に興味深いテーマである。

3) 懸濁態物質 (SS)

最後に、河川水の濁り成分である懸濁態物質 (Suspended Solids; SS) について紹介する。イオンや

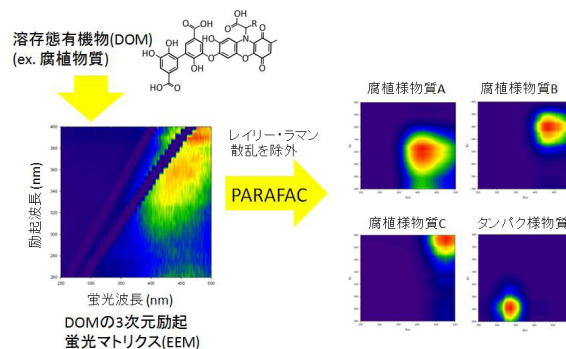


図 2 河川中の溶存態有機物の質の評価を可能にする 3 次元励起蛍光特性の分析と、複数の蛍光波長ピークを統計的に分離する方法 (Parallel Factor Analysis; PARAFAC) の模式図。DOC や DON の濃度に加え、PARAFAC により分離された異なる蛍光特性を持つ DOM 相互の強度比等を解析することで、DOM の質的相違を検討できる。

DOM を測定する際には、水を $0.45\mu\text{m}$ のフィルターでろ過するのが一般的であるが、SS はその濾紙に残ったものの総体である。したがって、粗大な有機物から粘土などの無機物まで様々な物質で構成されており、その構成を明らかにすることで SS の起源推定を行うことができる。本研究では、Kemena 流域・Tatau 流域の SS 濃度の空間

(注 1) 同位体比 δ (デルタ) の解説

同位体とは、元素が同じで質量数の異なる原子同士のことをいう。すなわち、陽子・電子数が一緒であっても中性子の数が異なっているため、質量にわずかながら差がある。また、自然状態で安定的に存在できるものを安定同位体、有限の半減期をもって異なる原子に放射性崩壊 (ヘリウム 4 の原子核を放出して質量数が変わる崩壊を α 崩壊、電子を放出して質量数が変わらない崩壊を β 崩壊) して、放射線が発生させるものを放射性同位体という。ここでは、安定同位体の例を紹介する。

安定同位体の場合、同一原子の同位体の存在比が一定であるため、ある試料の同位体組成を表現する時には、一般に存在量の多い同位体 (たとえば ^{12}C 、 ^{14}N 、 ^{16}O) に対する比 (同位体比) が用いられる ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ 、 $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 、 $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$ など)。土壌中で NH_4^+ が微生物によって NO_3^- に変換される際や、大気中の CO_2 が植物の気孔から取り込まれて糖に合成される際などは、質量数の軽い同位体 (^{14}N 、 ^{12}C) から代謝・合成されていくので、生成物の同位体比は原料に比べて小さい値となる (同位体分別)。また、食物連鎖の中で、下位の一次生産者よりも上位の高次捕食者の方が、体内での合成や呼吸、代謝の結果重いものが体に残るので窒素や炭素の同位体比が大きい値となることが知られている (同位体濃縮)。

このように、ある試料の同位体比 (R_{sample}) が自然状態で安定的・平均的に存在する同位体比に比べてどれくらいずれているか、という情報が精密に表現されれば、その試料の反応性や生成過程、起源の推定に用いることができる。ただ、基準とする試料も同位体分別を受けている可能性があり、様々な環境下で様々な試料の同位体比を比較することができなくなってしまう。そこで、世界基準の標準物質の同位体比 (R_{std}) との比 $R_{\text{sample}}/R_{\text{std}}$ を取り、標準物質に対して試料の ^{15}N や ^{18}O 、 ^{13}C の存在量の多寡を判断する。多寡をより判断しやすくするために、千分偏差 (‰) を取り、その時にあらわされるのが δ 値である。

$$\delta^{15}\text{N} (\delta^{18}\text{O}, \delta^{13}\text{C}) = \frac{R_{\text{sample}} - R_{\text{std}}}{R_{\text{std}}} \times 1000 (\text{‰})$$

ここで、N の標準物質は大気中の窒素、O は平均海水の酸素、C はペレムナイト (Pee Dee Belemnite; PDB) というイカの仲間の化石が用いられている。

分布を把握することに加え、SSの炭素・窒素濃度および同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ ）を測定し、各森林タイプでのSSの質的特徴を明らかにし、Kemena川・Tatau川のSSの起源を明らかにしようと考えている。森林土壌や湿地などを通過すればSSの有機物画分が相対的に多くなる一方、河岸浸食などが起こっている地域からは無機態画分が多くなると考えられる。各河川の下流に広がる濁りがどういったものから形成されており、それがどこからきているものかを知る手掛かりとなるだろう。

最後に

Kemena流域・Tatau流域では、原生林、二次林、泥炭湿地林、アカシアプランテーション、オイルパームプランテーション、乾燥二次林など景観要素は様々であり、また今なお土地利用の大規模な改変が進行している。河川水質による健康診断の結果、“要改善”と出た土地利用方法に対しては、その原因をきちんと示し、処方箋を出して経過観察をしっかりとしていかななくてはならない。さもなくば、持続可能な開発神話のみが先行して、かつて日本の公害問題にあったような重篤な病気の前兆を見落とし、二度と元には戻らない状態にまで進行してしまう可能性があることを肝に銘じておかななくてはならない。河川水質は、当該地域の社会経済活動と密接に関連して変動するため、経済開発の拡大によって生活基盤の一つである河川の水質が悪化して足元をすくわれることがないよう、河川水質形成の要因解明と土地利用改変に伴う水質変化を明らかにすることが喫緊の課題といえる。

調査概要報告

2010年はクチンでの会議に参加しただけで、水質調査を徳地さんに丸投げてしまったので、2011年8月が自分にとって初めての海外調査であった。現場で河川水を取ってpH、EC（電気伝導度）を測定すること自体は日本での調査と何ら変わらないことであるが、コーヒー牛乳を連想するほど茶色に濁った河川水、醤油かと思うほどのブラックウォーター…、とんでもない色の水が次々に溜まっていく様子は何とも異様だ。採水地点間の移動においても、鬱蒼とした泥炭湿地林内の川をボートで進んだり、全く代わり映えのしない地平線一面のプランテーションの中をもうもうと砂塵をあげて突っ走ったり、ランクルの荷台に乗せられて伐採機材や食材と渾然一体になりながらあたかも安全バーのないジェットコースターのように凸凹の林道を時速60キロですっ飛ばしたりと、日本とは全く異なる状況に五

感が大層刺激された。現場で取った水は、宿泊場所に持ち帰って夜な夜な濾過作業をすることになるが、その濁りゆえに濾過作業は一際しんどかった。このように現場で苦労して取ったものはまだただの“サンプル”であり、帰国して後、少しばかりご機嫌斜めな複数の分析機械で化学分析を行って、ようやく水質データとなる。すなわち、サンプリングからデータを得るまでには、だいぶ時間とお金を費やすことになる。

2010年8月では、Kemena川の特に出流部のJelalong川を中心とした調査を行ったが、今回（2011年8月）はもっといろいろな土地利用に着目するため、複数の支流に入って調査を行うこととした。Kemena流域では、Kemena本流河川に注ぐ泥炭湿地林が主体のPandan川、Binyo川流域や、Sarawak Planted Forest (SPF) 社のアカシアプランテーションや天然林保全地区内の河川、Keresa社の管理するオイルパームプランテーション内の河川で水を採取した。またKemena川流下過程での水質変化を把握するためにTubau、Pandan、Sebauhなどの地点で河川水を採取した。Tatau川流域では、Tatau川本流に注ぐZedtee社保有のAnap-Muput森林管理区内の二次林・択伐林内の河川で水を採取した。さらにそれらが合流したAnap川、Tatau川の中流にあたるSanganなどでも河川水を採取して流下過程を把握できるようにした（図3）。

また、今回はさらにKemena川のTubau付近に暮らすLahap氏宅前、Binyo川流域内のBukit Mawang小学校前、SPF社のコンセッション内8点（SPF社自身で行っ

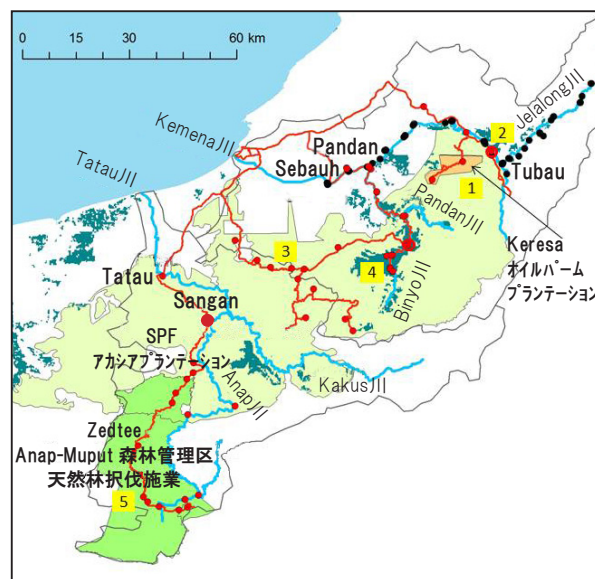


図3 2010年（黒点）、2011年（赤点）の河川水採水地点
赤線は2011年の調査経路。黄色の数字は写真の番号と対応する。
青緑色の部分は泥炭湿地林を示す。

ているモニタリング定点3点を含む)、Zedtee社のAnap-Muput森林管理区内の河川数点について、個人あるいは各関係機関に協力をお願いして1-2月に1回のサンプリング・濾過までをお願いした。こちらの希望通りにサンプリングできるか若干の不安が残るが、それよりも1年であつという間に膨大なサンプル量になるのをそれをさばききれるのかという心配が日に日に高まっていく。しかし、この定期採水から得られる水質の時系列変化は、流域内の水質の空間分布からでは得られない、水質形成に関する新たな情報を得ることができる。サンプリングボトルやシリンジ、フィルターとともにサンプリングマニュアル(英語版と、それをJasonさんが訳してくれたマレー語版)も配布したので、きつと首尾よくいくに違いない。

肅々とサンプルを集め、肅々と水質分析を行い、何カ月か経った後、結果をまたこのニュースレターで紹介する予定である。乞うご期待。

謝辞

河川水採取にあたり、各関係機関と連絡調整をしていただいた鮫島弘光さん、Jason Honさんに大変感謝いたします。特に鮫島さんは調査にずっと一緒についてくださり、本当に心強かったです。Logieさんとのマルコポーロな一夜も楽しかったです。また、調査全般に渡って、プロジェクトリーダー・石川登氏、祖田亮次氏のアドバイスも大変参考になりました。ありがとうございました。



写真3 アカシアプランテーション内の河川



写真1 オイルパームプランテーション内の河川(写真:鮫島弘光)



写真4 Binyo川の泥炭湿地林内の河川(写真:鮫島弘光)



写真2 Lahapさん宅前の河川



写真5 Anap-Muput森林管理区内の河川(写真:鮫島弘光)

調査活動記録 2011年 8 月

Keresas社 ～ Sungai Asap ～ Jelalong流域

祖田 亮次（大阪市立大学 文学研究科）

今年の夏も、サラワクでの共同調査を行ったが、現地ではいくつかのグループに分かれて行動することもあった。おおよそのグルーピングを示すと、石川・奥野・加藤・市川哲・Jayl Langub・Daniel Chew・祖田を中心とする民族間関係の調査グループ、徳地・甲山・福島・鮫島・Logie Seman からなる水文・水質調査のグループ、生方・定道によるプランテーション調査グループなどである。このほかにも、小泉・鮫島・Jason による Anap-Muput 地区の生態調査や、鮫島・加藤・市川昌による同地区の社会調査、内堀・加藤による Kakus 調査などもあった。ここでは、石川・祖田を中心とした活動の報告を行う。

8月12日（金）に、石川・鮫島・生方・定道・祖田が、土地開発企業で RSPO 認証も保有している Keresas 社の本社ビル（Kuching）を訪問し、社長の Graeme Iain Brown 氏をはじめとする幹部の前で、科研プロジェクトの説明を行うとともに研究打ち合わせを行った。これによって、Keresas 社が運営するオイルパーム・プランテーション内での調査が認められ、13～14日に Bintulu のプランテーション・サイトを視察することができた。ビントウルからは、徳地・甲山・ジェイソン・福島・加藤が合流し、徳地・福島は操業地内で水サンプルの採取も行った。その後、いくつかのグループに分かれて行動したが、生方・定道は15日も Keresas 社で資料調査を継続する一方、加藤・祖田は周辺のロングハウスで、小農によるオイルパーム生産の動向について調査した。



写真1 Bintulu 近郊の Keresas 社操業地内にある搾油工場



写真2 オイルパームを持つ石川代表
オイルパームの一房は 20～40kg と非常に重い。



写真3 Keresas 社操業地・屋内施設でのディスカッション
TQM（総合的品質管理）マネージャーの Abdul Aziz 氏によって、パワーポイントを使った操業地の概要説明が行われ、それに続いて活発な質疑応答が交された。



写真4 Keresas 社操業地内での Abdul Aziz 氏による現地説明



写真5 Keresa 社操業地周辺のロングハウスで独自にオイルパームの苗を育てている住民。収穫した果実は Keresa 社の工場に売却している。Keresa 社による研修コースなどにも積極的に参加している。

2010 年度は木材伐採企業の Zedtee 社とアカシア植林企業の Sarawak Planted Forest (SPF) 社の操業地の視察を行い、各操業地内での調査について同意を得ることができたが、今年はオイルパーム操業地での本格的な調査を開始することができ、大きな進展を見ることができた。今回の Keresa 社との合意については、Sarawak Oil Palm Plantation Owners Association (SOPPOA) 会長の Melvin Goh 氏も、プランテーション内での外国人による調査が認められたことは画期的で、今後の産学共同調査のモデルになりうると評価している。

17 日からは、石川・奥野・市川哲・加藤・祖田に加えて、マレーシア・サラワク大学 (UNIMAS) の Jayl Langub と Daniel Chew も参加しての共同調査を行った。訪問したのは、Sungai Asap、Suai、Sebauh、Tubau、Jelalong 川上流域などで、随時、分かれたり合流したりしつつ、また 19 日からは Logie Seman (元・森林局) の参加も得て、共同調査と各自の調査を並行して行った。具体的には、Jayl・奥野・加藤は狩猟採集民を中心とする先住民の生業・生活あるいは自然認識に関する調査を、Daniel・市川は森林産物の流通をめぐる華人―先住民関係に関する調査を、石川・祖田は焼畑民と狩猟採集民との関係性に関する調査を行った。Logie は市川の調査をサポートする傍ら、木材伐採に関わってきた現地キーパーソンのライフヒストリーを収集した。



写真6 Sungai Asap の Kayan のロングハウス。Penan の採集した森林産物をミドルマンとして市場に流していた頃の話聞いた。



写真7 Jelalong 川流域の森を歩く。河畔林伐採の現場やオイルパーム・プランテーションの造成地などを見てまわった。



写真8 Jelalong 川流域 Rh.Udau 付近の森で地元の案内者と記念撮影。すぐ近くにオイルパーム・プランテーションが造成されつつある。



写真9 Jelalong 川流域 Rh.Keti での聞き取り調査。人間や動物の Death Name (喪名) の体系について聞くことで、Penan 社会におけるヒト―自然関係が見えてくる。

調査参加者の関心が少しずつオーバーラップしており、また、華人、Iban、Penan、Kayanといった多様な民族やアクターからの視点で議論を交わすことができたのは、大変有意義であった。

24日にはいったん解散し、奥野は Long Urun での Penan の調査、市川は Belaga での華人コミュニティの調査、祖田は Rajang 川流域での河川調査を行うため、Bintulu を離れた。石川は Kuching に戻り、サラワク大学で新たなフィールド・ステーションを設置するための協議・調整を行った。



写真 10 Sebauh の町で華人の元トレーダーへの聞き取り調査。華語、福建語、英語を交えての調査で、華人トレーダーたちの先住民との関係や「なわばり」意識などについても話を聞くことができた。

今年の共同調査は、昨年度のように全員そろって行動するのではなく、本格的な調査を行うためにいくつかのグループに分かれながらも、Bintulu のフィールド・ステーションを基点に随時合流して、相互に状況報告をしあったり、部分的に共同調査を行ったりするというスタイルを取った。そのため、非常に複雑なスケジュールを組まざるをえず、なおかつ現地での細かい予定変更も頻繁に発生したが、鮫島氏の周到なアレンジによって、各自が充実した調査活動を行うことができたと思う。また、このような調査を行うにあたっては、機材やサンプルの保管場所としても、情報交換の拠点としても、フィールド・ステーションの存在がきわめて効果的であると実感した。（一部敬称略）

（写真：祖田）

Anap-Muput 森林管理区、Pandan・Binyo 川、SPF 社、Anap 川

鮫島 弘光（京都大学 東南アジア研究所）

2010/8/5-11 Anap-Muput 森林管理区

Jason、小泉、鮫島は Anap-Muput 森林管理区で、これまでの継続調査を行った（図1）。

Jason と小泉は、Jason がカメラトラップで哺乳類のモニタリングをしている3つの塩場およびその周辺で植生プロットを作り、樹木群集組成のデータを取った。Jason と鮫島は塩場周辺と全域の合計 11 プロットに設置してある 100 台弱の自動撮影カメラのデータ回収・バッテリー交換も行った。この結果コンセクション全域における各種哺乳類の分布が明らかになりつつある。



図1 Anap-Muput 森林管理区の伐採直後の森林。伐採中にもかかわらずヒゲイノシ、ホエジカ、各種シベット、ブタオザルなど様々な種の哺乳類が生息していることが明らかになった。

2010/13-14 Keresa 社、Tubau

Keresa 社のオイルパームプランテーション内では、徳地・福島が水質サンプルの採集を行った。Tubau の L 氏宅では家の前を流れる Kemena 川に甲山が水位計を設置するとともに、徳地・福島が河川水を毎月サンプリングしてくれるように依頼した。

2010/8/15-17 Pandan 川、Binyo 川

徳地、福島、甲山、Logie、鮫島が河川調査のために行った。Bintulu から Sebauh まで車で、Sebauh からは船をチャーターし、Kemena 川、その支流の Pandan 川、

そのまた支流の Binyo 川で河川水をサンプリングしながら遡航した。Binyo 川では Rh Irai (Iban) に宿泊した。徳地・福島・鮫島は船を雇い、さらに上流の Penyilan 川の泥炭湿地林などで河川水のサンプリングを行った。甲山は Rh Irai に気象ステーション、水位計を設置し、徳地・福島は Rh Irai の小学校の先生に河川水の毎月のサンプリングを依頼した(図 2)。Pandan・Binyo 川は Jelalong 川と同じ Kemena 川の支流である。しかし Jelalong 川流域では択伐施業コンセッション、オイルパームプランテーションが広がるのに対し、Pandan・Binyo 川流域ではアカシアプランテーションと泥炭湿地林が広がるなど、流域の景観構造が大きく異なる。これが水位・水質の変動パターンにどのような影響を与えるのか興味深い。



図 2 Rh Irai 前の Binyo 川
この場所に水位計を設置し、毎月の河川水サンプリングを依頼した。

Rh Irai からは徳地・福島・鮫島は Rh Irai の村長の車で、陸路 Bintulu まで帰った。この道の大半は SPF 社のアカシアプランテーション内を通過するが、所々の河川で水を採集した。甲山は Express (乗り合い船) で Bintulu まで帰った。その後クチンの灌漑排水局を訪問して交渉し、Bintulu・Tatau 30 地点の時間雨量データ、日水位データを提供してもらえるようになった。

2010/8/19-22

徳地・福島・鮫島は Zedtee 社の Anap-Muput 森林管理区を訪問し、最上流から Sangan や Tatau の街の前の川の水まで採集した。Anap-Muput の伐採後 20 年近く経っている林班や、Bukit Kana 保護区からの水は Kemena, Tatau 流域の中でもっともきれいな水であった。

2010/8/22

徳地・福島・鮫島は SPF 社の Joanes 氏の車で、SPF 内のアカシア人工林、保護林などをめぐり、各地で水質サンプルを採集した(図 3)。Joanes 氏はコンセッション内の保護区をできる限り守りたい、そのために根拠となるようなデータをほしいと考えており、今回の調査にも非常に協力的であった。

これらの調査の結果、Kemena、Tatau 川の全域で水を採集するとともに、各地で水位・水質の継続モニタリングをすることが可能になった。詳しくは本号の福島記事を参照のこと。



図 3 SPF 社コンセッション内の保護区の一つ Bukit Jugan
Binyo 川の源頭部に位置する。SPF 社はコンセッション内の3割近くを保護地区としているが、その多くは調査がされていない。

2010/8/23-25 (図 4)

加藤・市川昌広・鮫島は Bintulu から Zedtee 社の Anap-Muput 森林管理区を訪問し、Anap 川最上流の Rh Mawang (Iban) まで行って宿泊した。Rh Mawang は村の前を Ulu Anap の清流が流れる、大変きれいな村である(図 5)。

Rh Mawang からは船を雇って Sangan まで Anap 川を下った。途中 Rh Enteri、Rh Gerina (以上 Iban)、Kerangan Paji、Pelawan (以上 Bukitan) に立ち寄り、社会経済の全戸インタビュー、狩猟についての聞き取りを行った。(図 6・7)。Anap 川沿いの集落はオイルパームを持たず、焼畑を行っている世帯率が多い、また伐採会社で働く世帯が多くなど、Jelalong 川沿いの集落とは生活の様相が大きく異なる。また狩猟活動は Jelalong や Binyo 流域よりも盛んな印象を受けた。

Sangan から市川氏は日本へ帰国したが、加藤・鮫島は Tatau の街から上流へ 30 分ほどの Rh Jalong (Tatau)

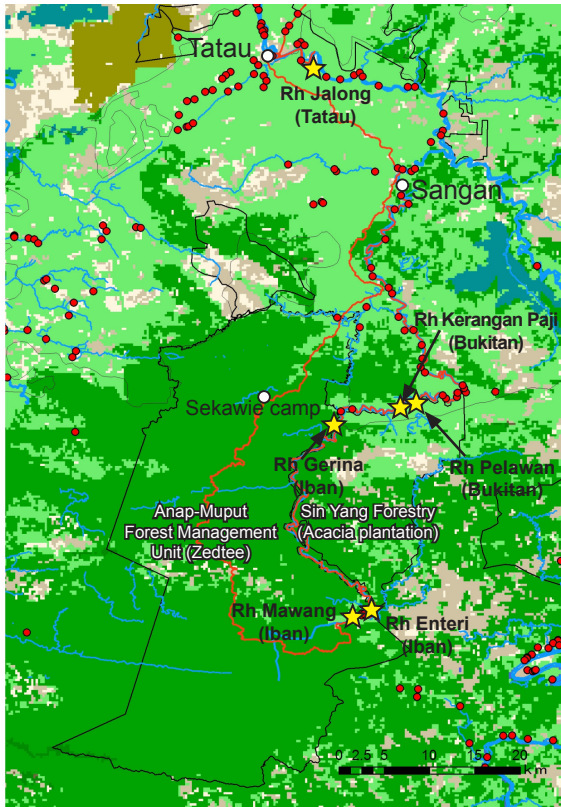


図4 2010/8/23-25の調査地
赤線：通過した経路 ☆：上陸した村 ●：その他の村



図6 Rh GerinaよりAnap川上流方向を望む 右岸（写真の左側）ではSangan - Kapit 接続道路のための測量が行われていた。



図5 Rh Mawang Anap川最上流の村。

へ訪問した。この村では Tatau 人の歴史だけでなく、現在では独立した村を持たず、Tatau の街で華人と結婚している Lugat 人の歴史についても聞くことができた。この調査の後、加藤は Tatau の街の Lugat の人たちを訪問し、彼らの歴史についてさらに興味深い情報を得ることができた。

注：Rh は Rumah の略で村の意。カッコ内はそれぞれの村の民族名を示す。



図7 Kerangan Paji での聞き取り
ロングハウスの廊下に村の人達が集まり、一戸一戸の生業を教えてくれた。

（写真：鯨島）

関連活動記録 2011 年 5 月～12 月

2011 年度 研究会・講演会等の記録

2011 年度に行われた研究会・講演会等の一覧は以下の通りです。今後も引き続き、さまざまな形で研究会・講演会・セミナー等を開催したいと思います。

5 月 31 日

祖田 亮次「生業としての違法伐採 — Jelalong 流域の民族状況との関連から」

定道 有頂「ライフサイクルから見たアカシア・アブラヤシプランテーションの環境・経済・社会面の分析」

東南アジア研究所 稲盛財団記念館 2F 東南亭

6 月 15 日

Shamsul A. B. “From Conflict to Cohesion: The analytical challenge in Southeast Asian Studies”

東南アジア研究所 稲盛財団記念館 3F 小会議室

6 月 30 日

藤田 素子「鳥の食性と土地利用の関係 — 持続的なツバメの巢生産への示唆」

石川 登「森と Commodity Web — 熱帯バイオマス社会の空間的理解」

東南アジア研究所 稲盛財団記念館 2F 東南亭

11 月 4 日

小泉 都「文化人類学（生態人類学）の論文ができるまで — 小泉都さんの場合」

東南アジア研究所 稲盛財団記念館 2F 東南亭

11 月 12 日

加藤 裕美「マレーシア・サラワクにおける狩猟採集民社会の変化と持続 — シハン人の事例研究」

東南アジア研究所 東棟 1F 会議室

12 月 1 日

鮫島 弘光「持続的森林管理によるボルネオの生物多様性維持のための、自動撮影カメラを用いたモニタリング手法の確立 — これまでやってきたことと今後の計画」

東南アジア研究所 稲盛財団記念館 2F 東南亭

From Conflict to Cohesion: The analytical challenge in Southeast Asian Studies

Shamsul A. B. 氏講演会

2011 年 6 月 15 日

京都大学 東南アジア研究所

2011 年 6 月 15 日に、マレーシア国民大学民族研究所（Founding Director, Institute of Ethnic Studies, National University of Malaysia）の Shamsul Amri Baharuddin 氏をお招きして、御講演を頂きました。Shamsul 氏は世界的にも知られる社会人類学・政治学の専門家であり、数々の国際的な賞を受賞されているだけでなく、マレーシア内外のマスメディアにおいてもしばしばコメンテーターを務められています。

今回は、2007 年に自らも創設に尽力された民族研究所の紹介の後、そこで推進されている最新の研究をご報告いただきました。報告の中では、マレーシアの民族間関係をどのような視点でとらえるべきかについて、従来とは異なる理論的枠組みを提示され、民族の対立 conflict ではなく凝集性 cohesion を捉えるための、新しい人類学を提唱されました。

マレーシアをはじめとする東南アジアの民族間関係については、これまで多くの社会学者が言及してきましたが、そのほとんどは民族間の軋轢や対立をリスクと捉え、その調整や安定維持のために多大なコストを払わなければならないという実情を、ネガティブに捉えてきました。しかし Shamsul 氏は、たとえば日本が防災や減災、災害からの復旧・復興に膨大なコストを払い続けていることを引き合いに出しつつ、国家や国民の安全を維持するためにどの部分にコストをかけるのかは国によって事情が異なる、という主張もされました。つまり、民族間関係の調整にコストを払うことは国家として成熟していない「後進性」の現れであるかのように語ってきた従来の研究を批判し、新しい見方が必要とされていることを強調されたわけです。そして、これまでネガティブに見られてきた民族間関係についても、むしろそこには「安定的な緊張状態」があると捉え直し、それを裏付ける具体的事例を示しながら、cohesion approach という考え方を提案されました。

これまで、このような主張がなかったことが不思議なくら

いですが、Shamsul 氏のアイデアは、従来の研究に慣れ親しんでしまった我々には非常に新鮮であり、今後、ボルネオの民族間関係を考える上でも、多くのヒントが隠されている貴重な報告でした。

Shamsul 氏による発表要旨は以下の通りです。



Southeast Asia as a form of knowledge, as being presented in the field of Southeast Asian studies, popularized and expanded during the Cold War has privileged what could be called as a ‘conflict approach’ in which the workings of centrifugal forces as the ruling societal pattern informed analyses regarding the region and its component countries.

Underpinning this conflict approach was the well-known ‘domino theory.’ Therefore, each component country was perceived as a domino that would fall one after another as communism expanded its influence in the region, namely, from Mainland Southeast Asia (Vietnam, Laos, Cambodia, Thailand and Burma) to the Maritime part of the region (Malaysia, Indonesia, Singapore, Brunei and the Philippines).

Social scientists, working independently or for the noncommunist countries (USA, UK, France, Germany), held the viewpoint that the internal conflict and struggle within the region made it fragile and vulnerable to communist takeover. Saving the region from communist takeover became almost a ‘political salvation’ for both the noncommunist bloc and the majority of their social scientists. Although the Cold War was over in 1989, the conflict-based analytical paradigm persists until today. The countries of the

region continued to be seen as fragile and vulnerable exposed to new transnational forces, such as global fundamental Islamic activism, that would find roots locally rather easily. Political analysts often playing the ‘prophet of doom’ role frequently offer negative predictions about the future of these societies. It was predicted once that the fall of Suharto would lead to the breaking down of Indonesian unity as a nation-state. Malaysia was predicted to suffer from serious bloody ethnic conflicts every time an economic crisis occurred in Asia. But none of these has actually taken place. Why it didn’t happen has also to be explained.

Perhaps, as this presentation shall argue, that it is useful to approach this issue sociologically from a ‘cohesion approach’ with the assumption that the plural societies in Southeast Asia are generally in a state of ‘stable tension’ meaning they have been surviving in a situation dominated by major societal contradictions but nonetheless, longitudinally, remains generally cohesive. In other words, there is social cohesion within these societies, but the journey has not been plain sailing. Empirical evidence from Malaysia shall be presented as a case study.



(報告・写真：祖田)

プロジェクト・ホームページの紹介

当基盤Sプロジェクトのホームページを開設いたしました。
アドレスは <http://biomasssociety.org/> です。



イベント情報や予定なども掲載しておりますので是非アクセスをよろしくお願いいたします。

今後も内容の拡充を進めてまいります。リンクのご要望など、ございましたらお知らせ下さい。

編集後記：

今号は河川特集としました。次号はオイルパーム・プランテーション特集の予定です。

引き続き原稿の投稿を募集しています。

(鮫島弘光)

プロジェクト参加メンバー（研究代表者・研究分担者・連携研究者・協力者）

研究代表者	石川 登	人類学	京都大学 東南アジア研究所
研究分担者	祖田 亮次	地理学	大阪市立大学 文学研究科
	河野 泰之	自然資源管理	京都大学 東南アジア研究所
	杉原 薫	グローバル・ヒストリー	京都大学 東南アジア研究所
	水野 広祐	農業経済学	京都大学 東南アジア研究所
	徳地 直子	森林生態保全学	京都大学 フィールド科学教育研究センター
	内堀 基光	文化人類学	放送大学 教養学部
連携研究者	鮫島 弘光	生態学	京都大学 東南アジア研究所
	藤田 素子	鳥類生態学	京都大学 東南アジア研究所
	甲山 治	水文学	京都大学 東南アジア研究所
	福島 慶太郎	森林生態系生態学	京都大学 フィールド科学教育研究センター
	津上 誠	文化人類学	東北学院大学 教養学部
	奥野 克巳	文化人類学	桜美林大学 リベラルアーツ学群
	市川 昌広	東南アジア地域研究	高知大学 農学部
	小泉 都	生態人類学	京都大学大学院 農学研究科
	生方 史数	天然資源経済学	岡山大学 環境学研究科
	市川 哲	文化人類学	立教大学 観光学部
協力者	定道 有頂	ライフサイクル・アセスメント	産業技術総合研究所
	Nathan Badenoch	東南アジア地域研究	京都大学 東南アジア研究所
	田中 耕司	東南アジア地域研究	京都大学 次世代研究者育成センター
	佐久間 香子	文化人類学	京都大学 アジア・アフリカ地域研究科
	小林 篤史	歴史学	京都大学 アジア・アフリカ地域研究科
	Wil de Jong	森林社会学	京都大学 地域研究統合情報センター
	内藤 大輔	地域研究	総合地球環境学研究所
	Jason Hon	動物生態学	京都大学 地球環境学堂
	加藤 裕美	文化人類学	総合地球環境学研究所
	Khairuddin Ab Hamid	情報学	University of Malaysia Sarawak (UNIMAS)
	Lau Seng	水文学	University of Malaysia Sarawak (UNIMAS)
	Abdul Rashid Abdullah	社会人類学	University of Malaysia Sarawak (UNIMAS)
	Lee Hua Seng	森林社会学	Sarawak Timber Association
	太田 淳	歴史学	Academia Sinica (Taiwan)
	大竹 真二	映像人類学	モイ
	木谷 公哉	情報学	京都大学 東南アジア研究所
事務局	田中 園子	総務・会計担当	京都大学 東南アジア研究所
	中根 英紀	情報管理・発信担当	京都大学 東南アジア研究所

京都大学 東南アジア研究所
606-8501 京都市左京区吉田下阿達町46
TEL/FAX: 075-753-7338
<http://biomasssociety.org>
E-mail: nakane@cseas.kyoto-u.ac.jp
編集 鮫島 弘光 中根 英紀（基盤S事務局）

Pandan 川
泥炭湿地から流れ込む川は黒く濁る。
（写真：鮫島 弘光）

