

令和元年6月20日現在

機関番号：82101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00641

研究課題名(和文) 開発の進む東南アジア熱帯の地域社会における生態系サービス利用量の決定機構の解明

研究課題名(英文) Ecosystem services in the developing rural society in Southeast Asia

研究代表者

竹内 やよい (TAKEUCHI, YAYOI)

国立研究開発法人国立環境研究所・生物・生態系環境研究センター・主任研究員

研究者番号：50710886

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究はマレーシア・サラワク州において、生物資源と水資源を対象に開発が生態系サービスに与える影響を明らかにすることを目的とした。農村地域に存在する保存林は、高い生物多様性を有し、農村部ではここから多様な種類の生物資源を高頻度に利用していたが、都市近郊では利用する種数や頻度が減少していた。また、保存林の水資源は、開発の影響により現在では相対的な重要性が増大していた。生態系サービスの利用は、自然環境・開発・社会経済状況などを含めた生態・社会システムの動的な相互作用でその価値や利用量が決定しており、生態系サービスの代替品の存在は、需要・利用を決定する直接的要因である可能性があることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

- 1) 学術的意義：先行研究では開発が生態系サービスの供給を減少させることに焦点を当てた研究が多かったが、本研究では、開発によって需要自体も変化しており、それが生態系サービスの利用を決める要因である可能性を示した。
- 2) 社会的意義：本研究は、東南アジア熱帯の森林減少・生態系サービスの劣化が進む地域を対象とする。この成果は、生物多様性条約やIPBESでも掲げる生態系サービスの持続的利用のためのケーススタディとしても貢献が期待できる。

研究成果の概要(英文)：This study aims to investigate if social development affects the use of ecosystem services of bioresources and water resources in local communities, Sarawak, Malaysia. Culturally reserved forests (CRFs), which is one of the traditional land use patterns, still hold high tree, animal and rattan species diversity though those were currently fragmented from other forests. Local people in the rural area use diverse bioresources from the CRFs, but those in the suburbs of a town use fewer bioresources in terms of the number of species and frequency. Local people tended to consider that water from CRFs was more important than that from the main river because the latter was currently muddy owing to the plantation development in the upper river area. The results suggested that use and value of ecosystem service could be determined by the dynamic interaction of social and ecological systems, and substitutes of ecosystem services would be a direct factor to affect its demand and use.

研究分野：生態学

キーワード：生物多様性 生態系サービス ボルネオ 動物 樹木 ラタン 水資源 集落保存林

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

生態系サービスの利用量は、供給側である生態系特性(生物多様性・生態系機能)と社会の需要とのバランスによって決定される。市場経済においては需要量と供給量が一致するところで価格を介して取引量が決定され需給が均衡に達するが、生態系サービスではそのようなシステムはないため、過剰な利用による資源の枯渇が起こりかねない。将来に渡って生態系サービスを持続的に利用するためには、サービスの利用量の決定機構を理解し、利用量が生態系のレジームシフトを起こす閾値を超えないように制限する必要がある。供給側の生態系特性に関する情報は蓄積されつつあるが、需要側の知見が不足しているため、利用量の決定機構は未だ理解に至っていない。

東南アジア熱帯林は、生物多様性や生態系機能のホットスポットであるだけでなく、地域社会の人々が食糧、水源、文化などの生態系サービスを楽しむ場である。しかし油やしやアカシアプランテーション開発によって現在森林が急速に減少しており、生物多様性の消失、生態系サービスの劣化が懸念されている。ボルネオにおいても、開発の影響により原生林はほぼ壊滅状態であり、唯一原生状態に近いのは地域社会の共有林である小さな保存林のみである。これまでの研究からは、保存林は原生林と同等の遺伝的多様性と種多様性を保有し、生物多様性の観点からは保全の価値があることが示唆されている。

一方、調査を進める上で開発による周囲の環境の変化によって、保存林からの生態系サービスにも変化が生じている可能性が考えられた。特に、生物資源(食糧・材料に利用する植物、狩猟動物)の利用は減少するケースがみられる一方で、水資源の価値が増大していることが挙げられる。特に水資源の需要の増加については、開発に伴う大河川水の汚染によって、代替である保存林の水資源の価値が高まったためと考えられる。このように開発は需要の増減を駆動する要因であるため、開発が需要と供給に与える影響を考慮することで、生態系サービスの利用の変化を明確に示すことができるのではないかと考えた。

2. 研究の目的

本研究は東南アジア熱帯地域において、生物資源と水資源を対象に開発が需要と供給に与える影響と利用量を決定する機構を解明することを目的とする。一般的に開発によって供給ポテンシャルは減少するが、前述のように生物資源と水資源では開発に対する需要の増減の反応が対照的であると予測している。本研究では、以下の2点の仮説を挙げ、検証する。

1. 保存林の生物資源は、高い生物多様性を有し、伝統的には人々に多様な種類の供給サービスを提供している。しかし、開発の影響により利用する種数や頻度が減少している。
2. 保存林の水資源は、開発の影響により現在では相対的な重要性が増大している。

3. 研究の方法

対象地域は、マレーシア・サラワク州の開発が迫る2地域(A:ジェラロン川流域、B:ウルアナップ川流域)とした。

生物多様性調査

生物資源の供給ポテンシャルである生物多様性については、保存林(2地域、各8森林)で以下の3つの生物群に注目し種多様性調査を行なった。利用と開発の影響については特にラタンに関する聞き取り調査を行った。

樹木: 対象地域内の保存林(2地域、各8森林)において、それぞれ、16個、19個の50×50mの調査コドラートを設けてその中の胸高直径10cmのすべての樹木個体について記録した。ラタン: 代表的な保存林1-3点においてインベントリー調査を行なった。

動物: 対象地域内の保存林(2地域、7, 8森林)において、それぞれの地域で20、23台のカメラトラップを設置して生息する動物種を1年程度観察した。

ラタン: ラタンの種多様性を明らかにするために、A地域の0.25haプロット10か所で出現した種をすべて記録した。B地域ではインベントリー調査を行った。人々の利用については、農村部・都市部の7村のカゴ編みの編み手35人にインタビュー調査を行った。

水資源

水資源については、地域の人々が生活用水として利用する水源(大河川(濁度は高いが一年を通して枯渇はしない)保存林内の小さな河川(濁度は低いが乾季に枯渇する場合あり)に注目し、それらの利用と保全意識について聞き取り調査によって明らかにした。また水質調査も行い、保存林の水と大河川の水の化学成分の違いについても明らかにした。

4. 研究成果

生物資源

1. 樹木多様性: 植生プロットでは、地域A, Bともに2500個体以上が出現し、500種以上に分類された(表1)。種多様性(α 多様性)についてレアファクション解析を行ったところ、プラウの α 多様性は原生林と同等のレベルであった。 β 多様性も高く、個々の保存林がそれぞれに固有な種を持ち、地域の生物多様性に貢献していることが分かった。また、絶滅危惧種もIUCNレッドリスト記載種(VU以上)が68種存在しており、危惧種保全の観点からも重要な森林であることが示唆された。

表 1. 地域 A,B のプラウの樹木調査区の概要と種多様性

Area	No. of community forest	Total area (ha) of plots	No. of Individual	No. of Species	Averaged Shannon's H (SD)	
A	8	4	2741	551	3.90	(0.46)
B	8	4.75	3138	531	3.79	(0.31)
Total	16	8.75	5879	813	3.84	(0.38)

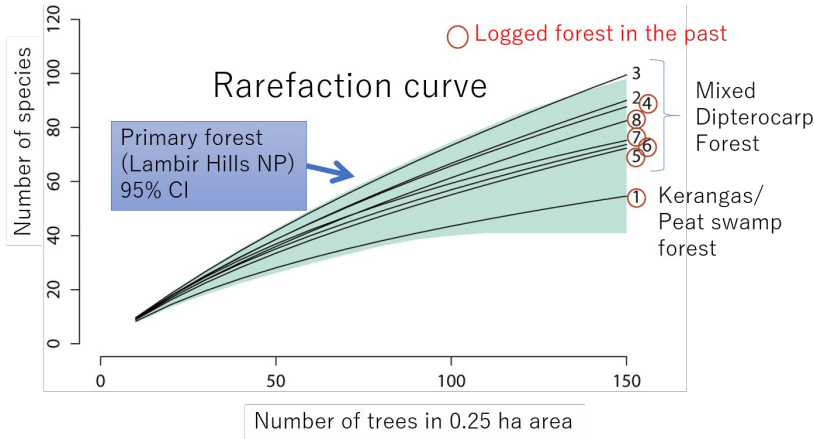
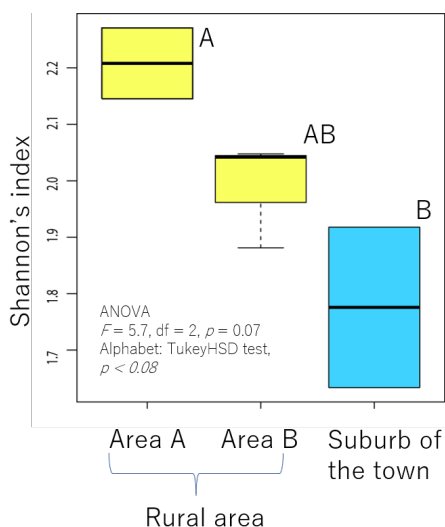


図 1. 地域 A におけるレアファクション解析

2) 動物多様性:カメラトラップによる調査の結果、各地域において合計 29、22 種類の哺乳動物（げっ歯類を除く）を観察した(表 2)。どちらの地域でも、ブタオザル、ヒゲイノシシの個体数が多かったが、森林性の動物（マレーグマ等）も観察された。また、稀ではあるが絶滅が危惧されているボルネオヤマネコ、センザンコウなども観察されており、IUCN レッドリスト記載種（VU 以上）は 9 種存在していた。動物においても、生物多様性保全という観点から重要な森林であることが示唆された。

表 2. カメラトラップによる地域 A,B のプラウの動物調査概要と種多様性

Area	No. of community forest	No. of cameras	Camera working days	No. of Individual	No. of Species	Averaged Shannon's H (SD)	
A	9	23	7952	1692	29	1.68	0.30
B	8	23	11174	1668	22	1.65	0.34
Total	16	46	19126	3360	30		



3) ラタンの多様性と利用：

ラタンのインベントリー調査の結果、学名で 3 属 35 種、現地名で 26 種類のラタンが見つかった。インタビュー調査の結果、26 種類のうち、17 種類はラタン工芸品に利用される種であった。また、利用されるラタンの種特性としては幹が長く林冠まで達するような種が利用されていること、種の形質に対応した部位への利用があることが明らかになった。さらに、農村部と都市近郊部の利用について比較した結果、都市近郊部では利用種数が減少している傾向がみられた(図 2)。開発によって、ラタンが生息する周辺の森林が減少していること、都市へのアクセスの利便性により、ラタンの代替品が入手可能であることが、利用種数低下を引き起していることが考えられた。

図 2 地域 A,B と都市近郊における工芸品に利用されるラタンの種多様性

水資源

聞き取り調査の結果、現在は多くの村(14/16村)で、保存林を水源とする水道管が存在していた。地域住民は、上流部の開発によって大河川が汚濁していると認識しており、保存林からの水の方がより汚濁が少ないため安全であると考え、保存林の水をより利用していた。開発に伴う大河川の水質の悪化により、代替である保存林の水源の需要が高まったと考えられる。また保存林と大河川において水質調査を行い、化学成分についてnMDS解析をおこなった結果、保存林と大河川でクラスターがみられた。また、大河川において硝酸塩、塩素が多い傾向があり、これらは上流部での肥料や除草剤の影響があることが考えられた。

これらの結果は、当初の2つの仮説と矛盾がないといえる。調査地域は開発により森林が減少しているものの、保存林の種多様性はいまだ高い。開発の影響によって生物資源の供給サービスの利用が低下している一方で、水資源は供給サービスのソースの変化が起きていた。また本研究の結果から、生態系サービスの利用は、自然環境・開発・社会経済状況などを含めた生態・社会システムの動的な相互作用でその価値や利用が決定しており、生態系サービスの代替品の存在は、需要・利用を決定する直接的要因である可能性があることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3件)

Takeuchi Y., Soda R., Diway B., Kuda T., Nakagawa M., Nagamasu H., Nakashizuka T. (2017) Biodiversity conservation values of fragmented communally reserved forests, managed by indigenous people, in a human-modified landscape in Borneo. PLoS ONE 12(11): e0187273. <https://doi.org/10.1371/journal.pone>. 査読有

Suetsugu K., Naiki A., Takeuchi Y., Toyama H., Tagane S., Yahara T. (2017) New distributional records of the mycoheterotrophic plant, *Sciaphila alba*, outside the type locality. Acta Phytotaxonomica et Geobotanica. 68(2) 123-126. 査読有

竹内やよい(2017) サラワクにおける生物多様性と生態系サービスの評価. マレーシア研究 第六号. 56-70. 査読無

〔学会発表〕(計 12件)

竹内やよい(2019) 生物多様性観測と社会の接点 ~サラワク先住民の生態系サービスを例として. 日本生態学会第66回全国大会, 同予稿集

Takeuchi Y., Samejima H., Diway B. (2018) Past forest cover affects tree species diversity in fragmented forest landscapes in Borneo. The 103th Ecological Society of America's Annual Meeting, New Orleans, USA

竹内やよい, 鮫島弘光, Bibian Diway (2018) 熱帯林の断片化景観における種多様性とそれに影響を与える要因. 日本生態学会第65回全国大会, 札幌, 同予稿集

竹内やよい(2017) ボルネオ熱帯における開発が文化的生態系サービスに与える影響~ラタン利用を例に, 生態学会関東地区会シンポジウム, 東京

竹内やよい(2017) マレーシア・サラワク州におけるラタンの種多様性と利用. 第27回日本熱帯生態学会年次大会, 同予稿集, 81

Takeuchi Y. (2017) Biodiversity and ecosystem services for local indigenous people-Lessons from a case study in rural area in Sarawak, Malaysia. Asia-Pacific Biodiversity Observation Network (AP-BON), The 10th GEOSS Asia-Pacific Symposium.

竹内やよい, 鮫島弘光, Diway B. (2017) 熱帯林の断片化履歴が樹木個体群アバンダンスへ与える影響. 日本生態学会第64回大会, 東京, 同予稿集

Takeuchi Y. (2016) Biodiversity and ecosystem services of communally reserved forests managed by indigenous people in a human-modified landscape in Borneo. NIES 国際フォーラム International Forum on Sustainable Future in Asia - Converting Aspirations to Actions. Bangkok, Thailand, Abstracts.

竹内やよい, 鮫島弘光, Hon J., Diway B. (2016) 熱帯林の断片化景観における土地利用パターンが種多様性に与える影響. 日本生態学会第63回大会, 仙台, 同予稿集

竹内やよい(2016) ボルネオ熱帯林断片化景観における集落保存林が生物多様性保全に果たす役割. SSC×IRCP(TIEPh)研究集会, 東京

竹内やよい(2016) ボルネオ先住民の森と生き物たち. 第26回日本熱帯生態学会年次大会シンポジウム, つくば, 同予稿集

竹内やよい(2016) サラワクにおける生物多様性と生態系サービスの評価. マレーシア学会第26回研究大会シンポジウム, 京都, 同予稿集

〔図書〕(計 2件)

Takeuchi Y., Soda R., Samejima H. and Diway B. (2019) Current Status and Distribution of Communally Reserved Forests in a Human-modified Landscape in Bintulu, Sarawak, In: Ishikawa

N. and Soda R. (eds), Anthropogenic Tropical Forests, Springer
Takeuchi Y., Kobayashi A., and Diway B. (2019) Transitions in the Utilisation and Trade of Rattan in Sarawak: Past to Present, Local to Global, In: Ishikawa N. and Soda R. (eds), Anthropogenic Tropical Forests, Springer

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等 なし

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：鮫島弘光

ローマ字氏名：Samejima Hiromitsu

所属研究機関名：公益財団法人地球環境戦略研究機関

部局名：自然資源・生態系サービス領域

職名： リサーチマネージャー

研究者番号（8桁）：80594192

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。