

【シンポジウム：サラワクから見るマレーシア研究】

サラワクにおける生物多様性と生態系サービスの評価

竹内やよい

はじめに

日本の生態学者が東南アジア熱帯林で大々的に調査を開始したのは、1960年代後半にさかのぼる。当時、生物生産力の解明を課題とする国際生物学事業計画 (International Biological Program, IBP) が立ち上がり、生態学者は海外へ調査研究を広げていった (黒岩, 1990:51-73)。高温多湿の熱帯林も対象の一つで、マレーシアをはじめとする国々で熱帯林の生産力の高さを明かにする研究を行い大きな成果を上げた。それから 50 年。学術的、人的交流を深めながら東南アジア各地で調査が展開され、IBP をはじめとする国際的共同研究の下、東南アジア熱帯林生態系について多くの知見が蓄積されている。一方、この 50 年で熱帯の自然環境・社会環境は大きく変化した。開発や資源採集のために熱帯林が切り開かれ、それによる環境の変化も地域、地球規模で起きている。本稿では、「生物多様性」「生態系サービス」をキーワードとして、熱帯林を巡る地球環境問題とその解決に向けた研究を取り上げる。

最初に 2 つのキーワードを整理しておこう。「生物多様性」とは、その名の通り生物が多様な状態を示すものである<sup>1</sup>。特に熱帯林は地球上の生物の約半数が生息しており (Hurlbert and Jetz, 2007:13384-13389)、生物多様性のホットスポットであるといわれている (Myers et al., 2000: 843-845)。「生態系サービス」は、生物多様性を含む生態系が人間社会にもたらす恩恵を指す<sup>2</sup> (MA, 2005)。生態系と人間社会を結びつけるための

---

<sup>1</sup> 生物多様性は、「生態系」「生物種」「遺伝子」の 3 つの階層をもつと一般的に定義される。「生物種」の多様性は、複数の生物種が同時に存在する状態を指す。また、同じ種内でも個体によって遺伝的な違いがあれば「遺伝子」が多様な状態といえる。また、森林・湖沼・農地などの「生態系」の多様性は、それぞれの生態系に特有の生き物にとっても重要である。

<sup>2</sup> 国連ミレニアム生態系評価 (MA, 2005) では、生態系サービスを次の 4 つの区分に分類している。1) 供給サービス：食料、燃料、木材、繊維、薬品、水等、農林水産業等を通じてもたらされている人間の生活に重要な資源を供給するサービス、2) 調整サービス：森林があることによって気候が緩和されたり、洪水が起こりにくくなったり、水が浄化されたりといった、環境を制御するサービス、3) 文化的サービス：精神的充足、美的な楽しみ、宗教・社会制度の基盤、レクリエーションの機会等を与えるサービス、4) 基盤サービス：上記 1) ～3) を支えるサービスであり、植物の光合成による炭素隔離、土壌形成、栄養循環、水循環等がこれに当たる。

用語であり、この 10 年で認識がより高まっている。本稿では、まず生物多様性と生態系サービスに関する研究の背景、中でもボルネオやマレーシア・サラワク州の位置づけについて説明し、筆者らが現在取り組んでいるサラワクでの研究を紹介する。最後に、特に人文社会系と生態学との協働によって明らかにできると考えられる今後のサラワク研究の展開について議論したい。

## I 生物多様性と生態系サービスと社会

地球規模での生物多様性や生態系サービスの評価を初めて行ったのは、国連ミレニアム生態系評価である (MA, 2005)。地球規模で生物多様性が減少しており、生態系サービスが劣化し、現在の利用が持続可能ではないことを報告した (Díaz et al., 2006: e277; MA, 2005)。それ以降、生物多様性と生態系サービスは人間の福利において不可欠であることが一般的な理解となりつつあるが、地球規模でいまだにどちらも減少・劣化が続いている (SCBD, 2014: 155)。国際社会では、将来に渡っての生物多様性と生態系サービスの利用の維持を実現することを目標として掲げている (e.g., 愛知目標 戦略目標 D (SCBD, 2010), 国連持続的開発目標 15 (UN, 2015))。こういった社会の要望を受けて、生態学の学問分野においても、生物多様性、生態系機能を理解することだけにとどまらず、地球環境問題の文脈で生物多様性、生態系機能と生態系サービスとの関わりを明らかにすることが求められている (図 1)。

生物多様性及び生態系機能それぞれについては、地域の生物相のインベントリー調査、

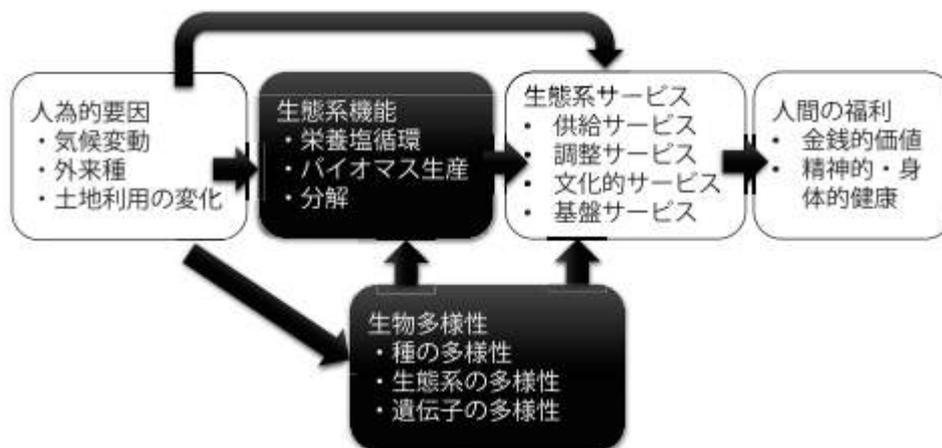


図 1. 人為的要因が生態系機能、生物多様性、生態系サービス、人間の福利に与える影響のフロー (Isbell et al., 2015:119-134 を改変)。塗りつぶし部分は生態学がこれまで取り組んできた研究内容。

土壌・水環境を含む生態系観測、生物群集や生物間の相互作用などの研究が地道に進められてきており、理解が進んでいる。現在は、各地で取得した観測データをつなぎ、地球規模での解析につなげるための国際的なネットワークの構築が課題となっている (e. g., GEOSS (Walters and Scholes, 2017))。生物多様性と生態系機能の両者の関係性についても、生態学の中心課題の一つであるため知見が蓄積されている。先行研究では、種数が多い生態系では生産性が高くなることが示されているが (Balvanera et al., 2013:49-57; Tilman et al., 2012:10394-10397)、いまだ議論は続いている。種数と生態系機能が独立ではなく、双方の間に相関関係があるならば、種多様性の減少は、生態系機能にも負の影響を与え、ひいては人間の福利に不可欠である生態系サービスにも影響を与えることとなる。持続的な生物多様性、生態系サービスの利用のためには、人為的要因による土地利用の変化や生息地面積の変化が、生態的・社会的プロセスを経て人間の福利に影響を与えることを包括的に捉えることが不可欠である (Diaz et al., 2015:1-6; Isbell et al., 2015:119-134)。

人為的要因と一言でいっても、気候変動や温暖化は地球規模の問題である一方、人間活動による生息地の減少、環境汚染、外来種問題は、局所～地域規模であり、空間スケールには大きな違いがある。特に、生物多様性の減少は、生息地破壊などの地域レベルでの影響が強く、既に深刻な影響が出ている (Newbold et al., 2015:45-50)。森林が分断化する景観はどの熱帯地域においても一般的にみられる光景であり (Mayaux et al., 2005: 373-384)、分断化後 25 年の森林で小型哺乳類の在来種がほぼ絶滅するという最悪の結末も近年報告されている (Gibson et al., 2013:1508-1510)。また、このままのペースで森林消失が進むと、東南アジア地域では哺乳類 13%、鳥類 16%が 2100 年までに絶滅するとの予測もある (Wilcove et al., 2013:531-540)。

一方、生態系サービスの社会的な側面、例えばサービスの社会的需要と利用、サービス間の社会的なトレードオフ<sup>3</sup>などは理解が進んでいない (Villamagna et al., 2013: 114-121)。さらに、生態系サービスが人間の福利厚生に与える影響までのフローについての理解もまだ十分でない。また、これまでの生態系サービス研究では、経済的な価値に換算することに重きが置かれてきたが (Costanza et al., 2014:152-158; TEEB, 2010)、サービス間にトレードオフがある場合や、市場がないために経済的な価値に換算できないタイプのサービスもあり (Adams, 2014:549-551)、生態系サービスの評価法についても見直す必要に迫られている。

---

<sup>3</sup> 例えば、森林から木を伐りだして木材として利用すれば (供給サービス)、バイオマス・炭素固定が減少する (調整サービス)。このように生態系サービス間にはトレードオフの関係が存在することが知られている。

## II ボルネオ・サラワクの現状

世界の熱帯林の中でもボルネオは特に生物多様性が高く固有種も多い。例えば、マレーシア、サラワク州、ミリ市近郊のランビルヒルズ国立公園に設置された 52ha の植生プロットには、樹木種が 1,200 種近く記録されており、これは世界で最も種数が高い記録の一つとなっている<sup>4</sup> (Plotkin et al., 2000:10850-0854)。熱帯林は、地球規模での生態系機能や生態系サービスを担う重要な場である (Gibson et al., 2011:378-381; Pan et al., 2011: 988-993)。地域スケールでは、地域の人々に食糧、水源、文化などの多様なサービスを与えている。特に発展途上国の貧困層や先住民は、生活の中で生態系サービス (自然資本) の直接的な異存度が高いとの報告もある (TEEB, 2010)。しかしながら、熱帯地域は開発によって森林が急速に減少しており、生態系サービスの変化・劣化も起きている (Laurance and Balmford, 2013:308-09; Laurance et al., 2014:229-32)。

現在のボルネオ島の択伐林を含めた森林率は約 5 割で、原生林はそのうちさらに半分ほどと推定されている (Gaveau et al., 2014:e101654)。サラワク州全体では、森林のうち原生林は 15% 以下で、残りは択伐林であるため、ボルネオの中でも原生林率が低い州である (Gaveau et al., 2014:e101654)。開発のドライバーは、主に商業伐採<sup>5</sup>、アブラヤシやアカシアのプランテーションである。近年では、サラワク州はアブラヤシプランテーション開発が進行しており、1980 年代後半では州面積の約 0.5% に過ぎなかったが、2013 年の時点では 10% を超える。この数年で、企業による経営だけでなく、農村部の零細農家も焼畑をやめてアブラヤシを植えるケースも増えてきている (Soda et al., 2016:353-363)。現在、開発は農村部にまで広がっており、低地熱帯林では原生状態の森林はほぼ壊滅状態である。一方、開発によって伐採道路が農村部の集落まで伸びており、人々の交通手段が水上交通から陸上交通へと変化しつつある。実際、1973 年から 2010 年までのサラワク州の伐採道路の密度は、他のボルネオの地域よりも非常に高く開発が急速に進行している地域であることがわかる (0.89km/km<sup>2</sup>、ボルネオ平均 0.48km/km<sup>2</sup> (Gaveau et al., 2014:e101654))。都市部へのアクセスの向上は、結果的に農村部における土地利用の改変を促進したり、人々の生業や生活を転換させたりしている。サラワクの先住民の人々は、森林から様々な生態系サービスを享受しているが、開発の圧力によってその利用に変

<sup>4</sup> ランビルヒルズ国立公園の 52ha プロットは、大規模面積での森林動態観測のために日本のグループやアメリカのスミソニアン熱帯研究所らが協働して 1990 年に設置したものである。プロット内の直径 1cm 以上の樹木約 35 万本がすべてマーキングされている。そして、5 年に一度、樹木の生存、生長を追跡している。また、林冠研究も盛んであり、キャノピーウォークウェイや林冠クレーンなどの設備がある。現在では熱帯生態学研究において、世界的にも著名な場所の一つである。

<sup>5</sup> サラワク州における合板の最大輸出先は日本であり、日本にとっても最大の輸入先はサラワク州である。

化が生まれつつある (Meijaard et al., 2013:e73008; Sakai et al., 2016:340-49)。開発が先行し、熱帯原生林が減少する中、地域の生物多様性はどのように保全できるのだろうか？ また、地域住民への生態系サービスは担保されるのだろうか？ この問いに答えるため、筆者は現在サラワク州の農村部で生物多様性と生態系サービスについての研究を行っている。その一部について次で紹介したい。

### III 研究事例——開発が進む農村地域における生物多様性と生態系サービス

マレーシア・サラワク州の先住民イバンの社会は、伝統的に焼畑農業を営む。焼畑農業は、最初に森林を切り開き、火入れを行ったあとに、稲などの作物を栽培する農法で、東南アジアではよく見られる (チン, 1993)。火入れ後の開けた土地には、最初に丈の比較的短い一年生草本が生い茂るが、2年目以降は稲を被陰する多年生草本が繁茂するために、一年から数年ごとに畑の場所を移動させるのが通常となっており、人口密度の低い熱帯地域では最も効率のよい農法といわれている (百瀬, 2006:146-155)。放棄された畑は、草原から二次林、森林へと遷移が進む。従って先住民の農耕地周辺には、遷移の度合いが異なる森林がモザイク状に広がる景観となっている。

この焼畑後の二次林 (休閑林) が優占する焼畑農業地の景観の中には、イバン語で「プラウ pulau (字義どおりには「島」を意味する)」と呼ばれる原生状態に近い森林が断片



写真 1. 小高い丘に残されたプラウ。周りは焼畑休閑林に囲まれている。  
(ジェラロン川流域、成田正司撮影)

的に残されている。プラウの種類・成立条件を次に 3 つ挙げる (Sutlive and Sutlive, 2001)。1) 農耕不適地：土地がやせている、地形が急峻である、村からのアクセスが困難など、農耕地として不適な場所であるため使用できない場所。2) 禁忌森：精霊や妖怪が住んでいるため神聖あるいは不可触とされ、人の立ち入りが制限されている場所。3) 水源林：森林内の沢に小さな堰を作り、集落までパイプを引いて生活用水を採水している。集水のために維持された森である。プラウは、一般的に村での共有林のケースが多いが、その他にも個人の焼畑地に残された個人所有のプラウも存在する (Takeuchi et al. unpublished)。元々はこの 3 つの成立条件の中で最も多いのは 1) の農耕不適地であるため残されたケースであった。

プラウの伝統的な利用法としては、木材、ラタン、食物などの生活に必要な森林資源の調達やイノシシ・シカの狩猟も挙げられる。特に、プラウは木材の調達の場としてのバックアップとしての機能が重要視されていた (de Jong, 2002)。なぜなら、先住民が生活している共住家屋・ロングハウスは木材でできているため、火事による消失というリスクが常に存在するからである。火事は数十年に一度は発生しており、一度消失すると速やかに再建することが必要になる。村の領域内にあるプラウは、わずかな時間的経済的コストでロングハウスの再建に必要な建材を提供できる。そのために、多くの村ではプラウの樹木の伐採は最小限にとどめるという取り決めがあり、伐採のためには村長の許可を必要としているケースが多い。

このように、プラウは森林資源を確保するため大規模な乱が禁止されている、もしくは神聖で立ち入りが禁止されている場所であるため、原生状態に近い森林であるとされている (百瀬, 2006: 146-155)。先行研究においても、プラウは「原生林」と定義されることが多い (Mulyoutami et al., 2009: 2054-2061)。このプラウが地域の生物多様性を保持し、人々に生態系サービスを提供する場であるならば、保全の価値が高い森林であるといえる。しかし開発インセンティブが増大し、土地利用の変化が著しい現在、プラウの所有、プラウに対する人々の考え方が変化している可能性がある。そこで筆者は、プラウが地域の生物多様性を保持し、人々へ生態系サービスを提供する場所であり保全対象として適切か、また開発は地域社会の生物多様性や生態系サービスに影響を与えているか、について明らかにするための研究を行っている。

研究の対象地としているのは、マレーシア・サラワク州ジェラロン川流域で、先住民族であるイバン、プナンの人々が居住する農村地域である。この地域は、伐採コンセッションの中にあり、近隣ではプランテーション開発も迫る場所である。ジェラロン川流域の 6 つの村を対象として聞き取り調査をした結果、6 村中 5 村が、水源林とする少なくとも 1 か所のプラウを保持しており、合計 10 か所のプラウを保持していることが分かった。各村の住民に、それぞれのプラウが原生林であるか否かを尋ねると、原生林であると答えたプラウは 10 か所中 3 か所だけであった。残りの 7 か所は、1950 年代から 2014 年まで

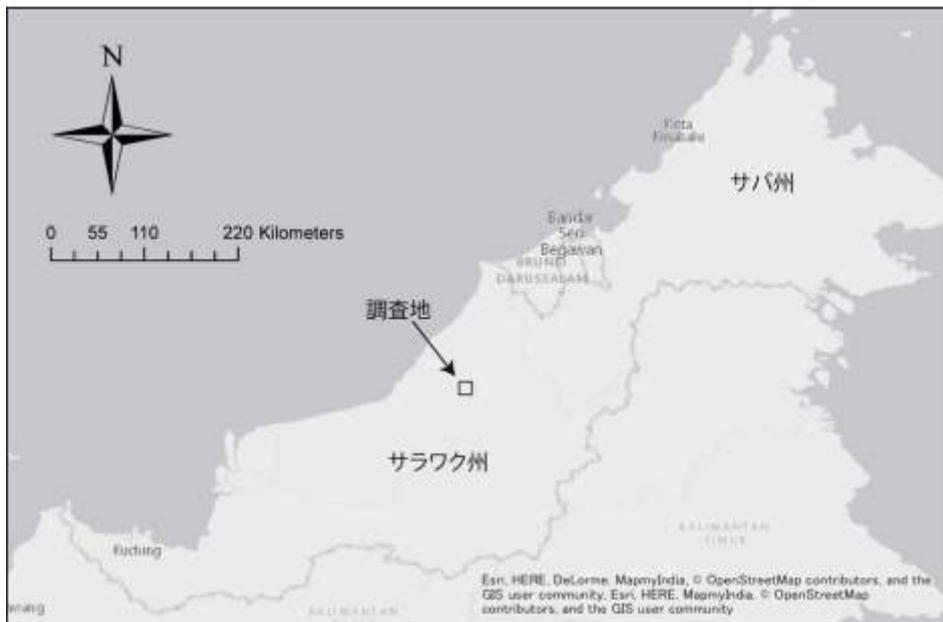


図 2. 調査地であるマレーシア、サラワク州ジェラロン川流域の位置図。

の間に少なくとも一度は択伐を受けた場所であるという。皆伐ではなく、択伐の強度もそれほど高くなかったため、劣化はしたものの森林は残されている。そこで、その森を「プラウ」として利用しているという。さらにそのうち、1か所は既に企業によるアブラヤシプランテーション開発のため切り開かれることが決まっていた。つまり、伝統的な定義ではプラウは原生林とされていたが、実際は一度択伐が入った二次林も含んでいることが分かった。開発が進む社会環境に応じて人々のプラウの概念も変化していると考えられる。

プラウは、かならずしも完全な原生林ではなく、実際は択伐された二次林も含まれていたが、地域の生物多様性は維持されているのだろうか。もし、択伐林も含めた個々のプラウが原生林と同等の生物多様性を持ち、またそれぞれ異なった種のセットを保持するならば、複数のプラウを保護することが、地域的な生物多様性の維持に有効であろう。そこで、地域の生物多様性の貯蔵地としてのプラウの役割について明らかにした。

調査対象のプラウ 10 か所中、8 か所に計 16 個の植生プロットを設置して樹木の種多様性の調査を行った。植生プロットは、一辺 50m の正方形の区画で、その中に出現する胸高直径 10cm 以上の樹木を対象としている。すべての樹木にラベルをつけ、胸高直径を計測し、種同定を行った。これまでの結果、計 2,500 本以上の個体、540 種を超える樹木種みられた (Takeuchi et al., unpublished)。種の多様性については、生息地内の種数と複数の生息地間の種の構成の類似性を用いて評価を行った。種数については、プラウ内の森林とその地域に所在する国立公園内の原生林の間で、ほぼ同等の豊かさを持っていることが分かった (図 1)。一度択伐されたプラウの方が種多様性は低い傾向はあるものの、原

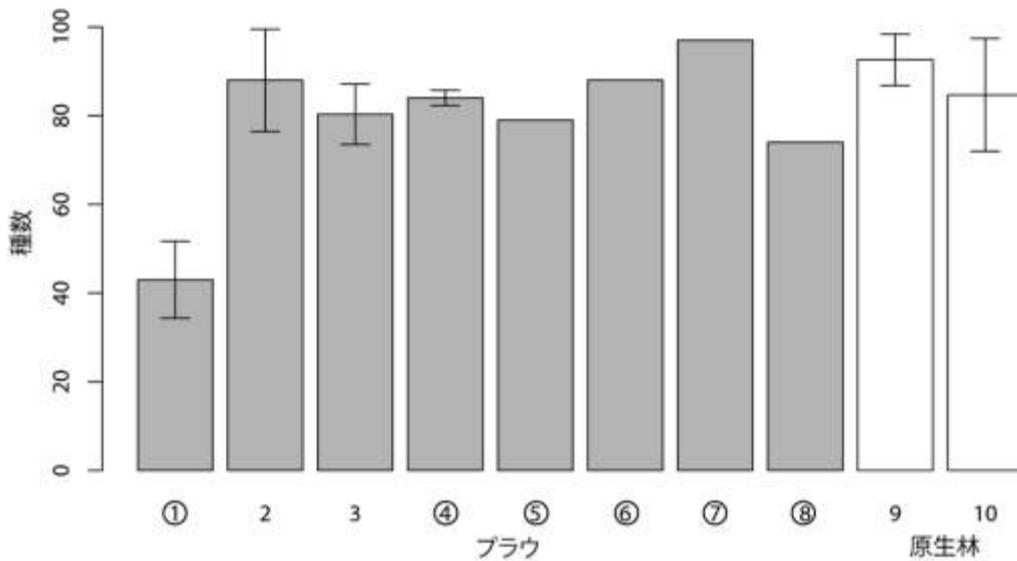


図 3. プラウ (1-8) と原生林 (9,10) のプロット 0.25ha 内に出現した樹木種数 (バーは標準偏差)。

○は過去に伐採があったプラウ。1は貧栄養土壌であるケランガス林で、その他 2~10 の低地・丘陵フタバガキ混交林よりも種多様性は低い。

生林の種多様性と有意な差は認められなかった。また、個々のプラウは特有の種に富んでおり、プラウ間の種構成の類似性は非常に低い状態であった。一方、択伐を過去に受けたプラウの胸高直径は原生林プラウに比べて小さかった。つまり、択伐によってバイオマスの減少があり、まだ回復には至っていない状態である。プラウの種多様性の高さを説明する要因としては、次の二点が考えられる。一つ目は、プラウの周りは焼畑休閑林で、古い二次林も含まれており、それらが種多様性の回復のための種子源となっていることである。伐採によって種多様性が減少しても、周りの二次林から種の供給があるために、多様性が回復した可能性がある。二つ目は、伐採が起きてからまだ年月がそれほど経っていないため、種多様性への影響が顕在化していないことである<sup>6</sup>。これらを検証するには、より長期的な観測が必要である。

次に、絶滅危惧種の保全の観点からのプラウの評価を行った。世界の絶滅のおそれのある生物種のリストであるレッドリスト (World Conservation Monitoring Centre, 2016) に掲載されている種と、サラワク州が指定している保護対象種リスト (Sarawak Government, 1998) に含まれる種がプラウ内の植生プロットにどれくらい含まれているかを検

<sup>6</sup> 種多様性や種構成には、その群集を取り囲む景観構造や配置が影響を与えるが、この影響の顕在化は、一般的にタイムラグが生じていることが知られている。例えば、分断化された森林に残された樹木種は寿命が長いために、その集団から消滅するまでには数十年かかる。

討した。その結果、プラウ内で確認した樹木種のうちレッドリスト掲載種は 54 種あり、サラワクに生息するレッドリスト掲載種の 17%がこのプラウに存在していることになる。特筆すべき種は、ラミン (ジンチョウゲ科 *Gonystylus* 属) とガハル (ジンチョウゲ科 *Aquilaria beccarina*) である。プロット内ではラミン 3 種が出現しており、そのうちの 1 種 *Gonystylus macrophyllus* はレッドリストで絶滅危惧Ⅱ類に指定されている。ラミンは、非常に質が高い建材となるため商業価値が高く、古くから国際的に取引きされていた。大量伐採によって数が激減したため、現在ではワシントン条約で取引きに制限がかけられており (付属書Ⅱ, CITES, 2015)、またサラワク州の保護対象種である (Sarawak Government, 1998)。市場では大変価値の高い建材である一方、先住民の人々はラミンを利用しない。なぜなら、ラミンから出る樹液に触れるとかゆみがでるためである。また、ガハルは沈香 (香木) の材料となる種で、商品として主に中国に輸出されている (金沢, 2010)。乱獲が問題になり、個体数が激減したため、ラミンと同じく絶滅危惧種であり、保全の対象となっている (レッドリスト絶滅危惧Ⅱ類、ワシントン条約付属書Ⅱ、サラワク州の保護対象種)。先住民イバンの人々の間では、伝統的に薬としての利用はあったものの、現在は西洋薬を用いているため利用はほぼない。ラミンとガハルは市場では価値が高いものの、先住民の社会での利用はほぼないために、樹木はそのまま手つかずの状態に残される可能性が高い。プラウはこれらの保全の場となりうることが考えられる。

これまでの結果からは、プラウは絶滅危惧種を含む地域の生物多様性を保持しており、保全の対象としては適切であるといえる。プラウから地域住民への生態系サービスは、食糧や材料の採集などの生物資源の伝統的な利用はいまだにあるものの、減少傾向にある。一方で、プラウの水資源の需要はより増している。実は、水源林としてのプラウの利用は比較的近年の利用法である。ボルネオの先住民イバンの村々は大河川沿いに立地している場合も多く、河川が主要な生活用水の調達の間であった。しかし、上流部の森林伐採やプランテーション開発に伴い土壌流出による汚濁、農薬や化学肥料の混入の懸念が高まっている。そこで質的劣化の少ない代替水源として、プラウ沢水の価値がより高まっているのだ。開発による生態系サービスの利用の変化は、特に生物資源と水資源の利用において対照的である。こういった変化は、開発による自然環境・社会環境への人々の適応の結果であり、まさしく現在のサラワクだからこそ顕著にみられる現象である。

#### IV 今後の展望

サラワク州において、今後も商業伐採やプランテーション開発が進むことは必至である。いかに開発と保全とのバランスを取り、今残されている豊かな生物多様性と地域住民への生態系サービスを両立することは大きな課題である。特に人文学・社会科学との協働が必要な研究の観点から、サラワクにおいて重要な方向性と考える点を次に 2 つ挙げる。

一つ目は、住民の保全のインセンティブの解明である。生物多様性や生態系サービスは地域の問題であるために、保全は地域住民の参加が欠かせない。そのためには、住民の保全のインセンティブや認識を明らかにすることが必要である。筆者らのこれまでの調査を通じて、人々の「生物多様性」に対する認識や評価は低いことが分かってきた。食糧とする植物、薪や樹脂などの燃料、ラタンや竹などの工芸・建築材料などの生物資源は、街に出回っている野菜やプラスチック製の商品に置き代わっている。つまり、都市へのアクセスが向上するほど、プラウの生物資源は利用が減少することが考えられ、利用がないサービスは保全のインセンティブには結びつかない。そこで、持続的に利用されるサービスや需要の高いサービスについて明らかにする必要がある。例えば、イノシシの狩猟は、そのために週末に都市から村に帰ってくる人々もいるほど好まれる。理由として、野生動物の肉は市場での流通が禁止されているが、イノシシ肉は多くの人々にとって最高のご馳走であること、狩猟行為に娯楽性が含まれていることなどが考えられる。また、ラタン等でカゴやゴザを編んでそれをお土産として販売する村もあり、森林はその材料調達のための需要がある。さらに、先述のような水源林としての価値はより一般的な価値として認識しやすく、多くの人は水源として保全することに賛同している。こういった、各地域の生態系サービスの需要を多角的に捉えることは、プラウの社会的な保全価値を高め、さらに保全のインセンティブを明らかにできるので、保全政策の効果を高めるためにも重要である。

二つ目に挙げるのは、持続的森林経営の中の生物多様性と生態系サービスの位置づけである。現在、サラワク政府は持続可能な森林管理の政策を掲げている。違法伐採の撲滅だけでなく、持続可能な森林管理を行う企業には長期の伐採ライセンスを与えることを開始した (Borneo Post, August 21, 2014)。持続可能な森林管理を実践する上で重要となる項目は、1) 将来に渡っての持続的な木材生産性が担保されている、2) 生物多様性や、土壌、水資源が保全されている、3) 地域社会、特に地元の生態系サービスが維持されている、ことである。サラワクの農村部では地域住民が権利を持っている土地の範囲が明確になっていないことも多く、元々地域住民が焼畑を行っていた場所やプラウを含んだ地域に対して伐採ライセンスが発行されていることも多い。この場合地域住民の同意無しにプラウ内の森林が伐採され、地域社会との軋轢が生じたケースも多く存在する。持続可能な森林管理を達成するためには、森林の地域社会への生態系サービス供給機能の維持は欠かせない。持続可能な森林管理、生物多様性保全、地域社会への生態系サービスのそれぞれの関係性を経済的、生態環境的、社会的な側面から明らかにし、どのような条件の下で、すべてプラスの状態を達成するかについて検討することは、学術的・社会的に重要な課題であろう。

上記のどちらについても、生態学や環境学調査だけでなく、人文学・社会科学の調査が重要なカギであり、今後ますます学際的アプローチが有効な手段となるだろう。さらに、研究成果を社会・環境問題解決のために応用、展開することまでを目指すのであれば、様々

なステイクホルダーとの協働は必須である。

今後、環境悪化が進むのか、それとも持続可能な社会へ向かうのかは地球環境分野が抱える最大の課題である。サラワクは開発が進む現状の中で、いまだ高い生物多様性を保持し、多様な生態系サービスを受けている地域社会が存在する場所である。筆者は、生物多様性・生態系サービスを保持した形での持続可能な社会への転換は、サラワクだからこそ非常に価値が高く、また実現可能なのではないかと考えている。また、本稿で議論した熱帯林とその利用の価値は限られたものであるが、実際は文化、知識、歴史などもっと複雑で多様な価値が含まれている。多分野協働によって多次元に評価、認識されることは新しい価値の創造につながる可能性があり、そのことも大きく期待される。

### 謝辞

本研究のサラワク調査許可は、サラワク森林局の Engkamat anak Ladings 氏、現地調査と種同定には、Sarawak Forestry Corporation の Julaihi Abdullah 氏、Bibian Diway 氏、Tinjan anak Kuda 氏とその他スタッフにご協力を頂いた。また調査・解析においては、大阪市立大学の祖田亮次氏、地球環境戦略研究機関の鮫島弘光氏に多大なるご助言を頂いた。本研究は JSPS 科研費 22221010, 16K00641 の助成を受けたものである。

### 〈参考文献〉

#### 日本語文献

金沢謙太郎 (2010) 「熱帯雨林と文化：沈香はどこから来てどこへ行くのか」池谷和信編『地球環境史からの問い』岩波書店。

黒岩澄雄 (1990) 『物質生産の生態学—光合成から繁殖まで』東京大学出版会。

チン, S. (1993) 「サラワクの焼畑と伐採」竹内直一『熱帯雨林とサラワク先住民族』明石書店。

百瀬邦泰 (2006) 「焼畑は湿润熱帯における合理的な食糧生産手段」『理戦』85、146-155。

#### 英語文献

Adams, W. M. (2014) “The value of valuing nature,” *Science*, 346, 549-551.

Balvanera, P., Siddique, I., Dee, L., Paquette, A., Isbell, F., Gonzalez, A., Byrnes, J., O’ Connor, M. I., Hungate, B. A., Griffin, J. N. (2013) “Linking Biodiversity and Ecosystem Services: Current Uncertainties and the Necessary Next Steps,” *Bioscience* 64, 49-57.

Borneo Post, August 21, 2014 <http://www.theborneopost.com/2014/08/21/longer-tenure->

- for-timber-licence/
- CITES (2015) “Convention on International trade in endangered species of wild fauna and flora,” <https://www.cites.org/eng/app/appendices.php> (accessed July 23, 2015) .
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S., Turner, R. K. (2014) “Changes in the global value of ecosystem services,” *Global Environmental Change* 26, 152-158.
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., Larigauderie, A., Adhikari, J. R., Arico, S., Baldi, A., Bartuska, A., Baste, I. A., Bilgin, A., Brondizio, E., Chan, K. M. A., Figueroa, V. E., Duraiappah, A., Fischer, M., Hill, R., Koetz, T., Leadley, P., Lyver, P., Mace, G. M., Martin-Lopez, B., Okumura, M., Pacheco, D., Pascual, U., Pérez, E.S., Reyers, B., Roth, E., Saito, O., Scholes, R. J., Sharma, N., Tallis, H., Thaman, R., Watson, R., Yahara, T., Hamid, Z. A., Akosim, C., Al-Hafedh, Y., Allahverdiyev, R., Amankwah, E., Asah, S. T., Asfaw, Z., Bartus, G., Brooks, L. A., Caillaux, J., Dalle, G., Darnaedi, D., Driver, A., Erpul, G., Escobar-Eyzaguirre, P., Failler, P., Fouda, A. M. M., Fu, B., Gundimeda, H., Hashimoto, S., Homer, F., Lavorel, S., Lichtenstein, G., Mala, W. A., Mandivenyi, W., Matczak, P., Mbizvo, C., Mehrdadi, M., Metzger, J. P., Mikissa, J. B., Moller, H., Mooney, H. A., Mumby, P., Nagendra, H., Nesshover, C., Oteng-Yeboah, A. A., Pataki, G., Rou M., Rubis, J., Schultz, M., Smith, P., Sumaila, R., Takeuchi, K., Thomas, S., Verma, M., Yeo-Chang, Y., Zlatanova, D. ( 2015 ) “The IPBES Conceptual Framework: Connecting Nature and People,” *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14, 1-16.
- Díaz, S., Fargione, J., Chapin, F. S., III, Tilman, D. (2006) “Biodiversity Loss Threatens Human Well-Being,” *PLoS Biology*, 4, e277.
- de Jong, W. (2002) *Forest products and local forest management in West Kalimantan, Indonesia: implications for conservation and development*. Wageningen: Tropenbos International.
- Gaveau, D. L. A., Sloan, S., Molidena, E., Yaen, H., Sheil, D., Abram, N. K., Ancrenaz, M., Nasi, R., Quinones, M., Wielaard, N., Meijaard, E. (2014) “Four Decades of Forest Persistence, Clearance and Logging on Borneo,” *PLoS ONE* 9, e101654.
- Gibson, L., Lee, T. M., Koh, L. P., Brook, B. W., Gardner, T. A., Barlow, J., Peres, C. A., Bradshaw, C. J. A., Laurance, W. F., Lovejoy, T. E., Sodhi, N. S. (2011) “Primary Forests are Irreplaceable for Sustaining Tropical Biodiversity,” *Nature* 478, 378-381.

- Gibson, L., Lynam, A. J., Bradshaw, C. J. A., He, F., Bickford, D. P., Woodruff, D. S., Bumrungsri, S., Laurance, W. F. (2013) "Near-Complete Extinction of Native Small Mammal Fauna 25 Years After Forest Fragmentation," *Science* 341, 1508-1510.
- Hurlbert, A. H., Jetz, W. (2007) "Species Richness, Hotspots, and the Scale Dependence of Range Maps in Ecology and Conservation," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104, 13384-13389.
- Isbell, F., Tilman, D., Polasky, S., Loreau, M. (2015) "The biodiversity-dependent ecosystem service debt," *Ecology Letters*, 18, 119-134.
- Laurance, W. F., Balmford, A. (2013) "A global map for road building," *Nature* 495, 308-309.
- Laurance, W. F., Clements, G. R., Sloan, S., O'Connell, C. S., Mueller, N. D., Goosem, M., Venter, O., Edwards, D. P., Phalan, B., Balmford, A., Van Der Ree, R., Arrea, I. B. (2014) "A Global Strategy for Road Building," *Nature* 513, 229-232.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*, Washington, D.C.: Island Press.
- Mayaux, P., Holmgren, P., Achard, F., Eva, H., Stibig, H.-J., Branthomme, A. (2005) "Tropical Forest Cover Change in the 1990s and Options for Future Monitoring," *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360, 373-384.
- Meijaard, E., Abram, N. K., Wells, J. A., Pellier, A.-S., Ancrenaz, M., Gaveau, D. L. A., Runting, R. K., Mengersen, K. (2013) "People's Perceptions about the Importance of Forests on Borneo," *PLoS ONE* 8, e73008.
- Mulyoutami, E., Rismawan, R., Joshi, L. (2009) "Local Knowledge and Management of Simpukng (Forest Gardens) among the Dayak People in East Kalimantan, Indonesia," *Forest Ecology and Management* 257, 2054-2061.
- Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C., da Fonseca, G., Kent, J. (2000) "Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities," *Nature* 403, 843-845.
- Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L. L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R. A., Borger, L., Bennett, D. J., Choimes, A., Collen, B., Day, J., De Palma, A., Diaz, S., Echeverria-Londono, S., Edgar, M. J., Feldman, A., Garon, M., Harrison, M. L. K., Alhusseini, T., Ingram, D. J., Itescu, Y., Kattge, J., Kemp, V., Kirkpatrick, L., Kleyer, M., Correia, D. L. P., Martin, C. D., Meiri, S., Novosolov, M., Pan, Y., Phillips, H. R. P., Purves, D. W., Robinson, A., Simpson, J., Tuck, S. L., Weiher, E., White, H. J., Ewers, R. M., Mace, G. M., Scharlemann, J. P. W.,

- Purvis, A. (2015) “Global Effects of Land Use on Local Terrestrial Biodiversity,” *Nature* 520, 45–50.
- Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P. E., Kurz, W. A., Phillips, O. L., Shvidenko, A., Lewis, S. L., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Pacala, S. W., McGuire, A. D., Piao, S., Rautiainen, A., Sitch, S., Hayes, D. (2011) “A Large and Persistent Carbon Sink in the World’s Forests,” *Science* 333, 988–993.
- Plotkin, J. B., Potts, M. D., Yu, D. W., Bunyavejchewin, S., Condit, R., Foster, R., Hubbell, S., LaFrankie, J., Manokaran, N., Seng, L. H., Sukumar, R., Nowak, M. A., Ashton, P. S. (2000) “Predicting Species Diversity in Tropical Forests,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97, 10850–10854.
- Sakai, S., Choy, Y. K., Kishimoto-Yamada, K., Takano, K. T., Ichikawa, M., Samejima, H., Kato, Y., Soda, R., Ushio, M., Saizen, I., Nakashizuka, T., Itioka, T. (2016) “Social and Ecological Factors Associated with the Use of Non-timber Forest Products by People in Rural Borneo,” *Biological Conservation* 204, Part B, 340–349.
- Sarawak Government (1998) *Wild Life Protection Ordinance* (Laws of Sarawak, Chapter 26) .
- SCBD (2010) Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020, including Aichi Biodiversity Targets.
- SCBD (2014) Global Biodiversity Outlook 4, Montr 41.
- Soda, R., Kato, Y., Hon, J. (2016) “The Diversity of Small-scale Oil Palm Cultivation in Sarawak, Malaysia,” *The Geographical Journal* 182, 353–363.
- Sutlive, V. H., Sutlive, J. (2001) *The Encyclopaedia of Iban studies: Iban History, Society, and Culture*. Kuching: Tun Jugah Foundation.
- TEEB (2010) *The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations* (Edited by Pushpam Kumar) , London and Washington: Earthscan.
- Tilman, D., Reich, P. B., Isbell, F. (2012) “Biodiversity Impacts Ecosystem Productivity as Much as Resources, Disturbance, or Herbivory,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 10394–10397.
- UN (2015) “Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly (A/70/L.1) .”
- Villamagna, A. M., Angermeier, P. L., Bennett, E. M. (2013) “Capacity, Pressure, Demand, and Flow: A Conceptual Framework for Analyzing Ecosystem Service Provision and Delivery,” *Ecological Complexity* 15, 114–121.

Walters, M., Scholes, R. J. (2017) *The GEO Handbook on Biodiversity Observation Networks*. Springer International Publishing.

Wilcove, D. S., Giam, X., Edwards, D. P., Fisher, B., Koh, L. P. (2013) “Navjot’ s Nightmare Revisited: Logging, Agriculture, and Biodiversity in Southeast Asia,” *Trends in Ecology & Evolution* 28, 531-540.

World Conservation Monitoring Centre (2016) “The IUCN Red List of Threatened Species. Accessed on Oct 2016.”

(たけうち・やよい 国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター)