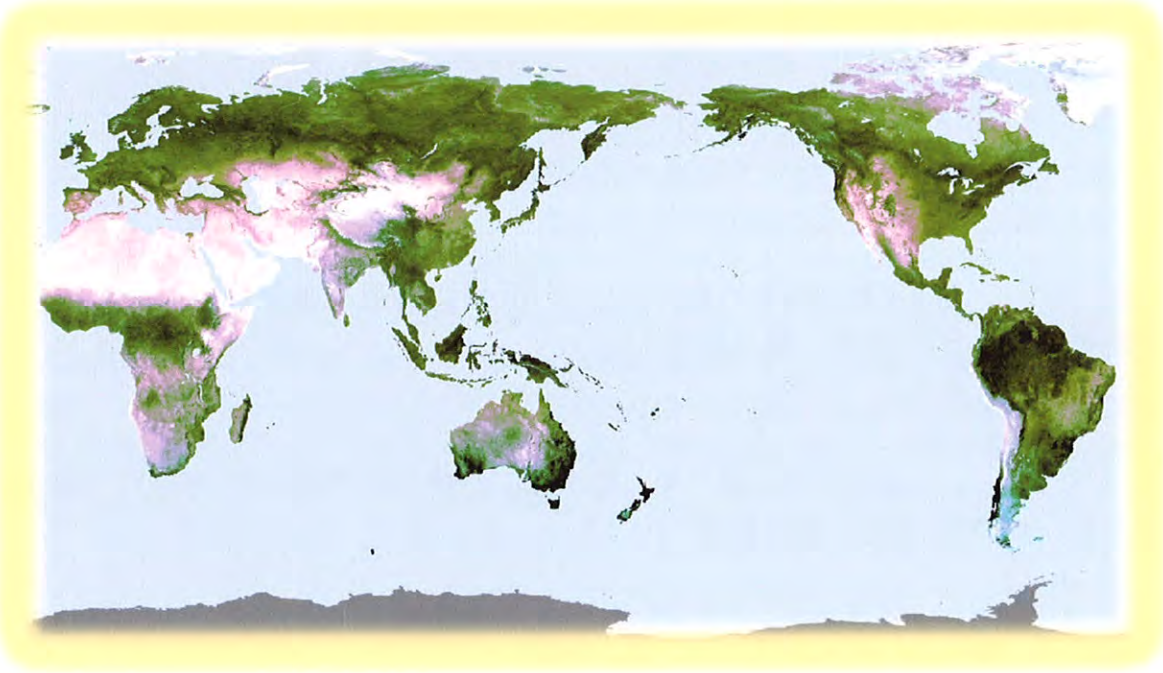
国際森林年　特別企画

2011・国際森林年

世界の森林は動いている

－研究の現場から人と森の関係を考える－



2011年11月28日（月）　高知会館

共催：独立行政法人 森林総合研究所四国支所、農林水産省 四国森林管理局

後援：NHK高知放送局、高知新聞社、RKC高知放送、KUTVテレビ高知、KSSさんさんテレビ、KCB高知ケーブルテレビ

国際森林年　特別企画　テーマ「人々のための森林」

世界の森林は動いている

－研究の現場から人と森の関係を考える－

13:25　開　会

【基調講演】

13:30　「空から観た世界の森林と人々の活動」

東京大学　生産技術研究所　教授　沢田治雄

【講　演】

14:20　「アラスカ、シベリアの森林と人間活動－温暖化と火災による危機－」

四国支所　主任研究員　野口享太郎

14:45　＜休憩＞

14:55　「タイの熱帯季節林の復元－キノコを食べて森林再生－」

四国支所　研究チーム長　酒井　敦

15:20　「ボルネオ熱帯林の現在－残す森、使う森、育てる森－」

四国支所　主任研究員　宮本和樹

15:45　「オーストラリア乾燥地を森に－udon も beef も森のおかげ－」

四国支所　産学官連携推進調整監　田内裕之

16:10　質疑応答

16:40　閉　会

空から観た世界の森林と人々の活動

東京大学生産技術研究所
沢田治雄

地球観測衛星ランドサットが 1972 年に打ち上げられ、宇宙からの画像が森林分野でも使われるようになった。当初は白黒フィルムが林業試験場の中島巌先生のもとにアメリカから送られてきた。1974 年に林業試験場を訪れ、まず頼まれたのがアフリカの画像の合成であった。森林が赤く見える赤外カラー画像で、森林を識別しやすいように合成するのに苦心した。それ以来、衛星利用した地球観測技術(リモートセンシング)は、コンピュータと周辺機器の発達と共に、急速な発展を示してきた。本報告では、このリモートセンシング技術で観測されて来た世界の森林地帯の状況を紹介する。

森林の現況

食糧農業機構（FAO）の世界森林資源評価（2010）によれば、世界の森林面積は約 40 億 ha（陸地面積の約 31%）で、原生林はそのうちの約 36%である。つまり現存する森林もその 6 割以上がなんらかの人為的影響を受けており、その影響が今も進んでいる。2000 年代の世界全体の森林減少は、年 1,300 万 ha で、1990 年代の 1,600 万 ha よりも改善しているが、アフリカや南米などでは依然として減少が続いている。

森林は世界中に一様に分布するわけではなく、5 大森林国と言われるロシア、ブラジル、カナダ、米国、中国に半分以上の森林があり、森林面積が 10%以下の国は 54 カ国にのぼる。世界全体の約 8 割は公有林で、森林保護活動や植林活動は増加傾向にあり、国立公園、自然保護区など法的に保護されている森林面積は 10%以上を占めている。2000 年以降の植林面積は毎年 500 万 ha で人工林の総面積は約 7 %に達している。砂漠化防止、土壌・水資源保全等の森林のもつ様々な環境保全機能の活用を管理目的とする森林も約 3 億 3,000 万 ha にのぼっている。レクリエーション、教育、文化・精神的遺産の保護等の社会的サービスを管理目的とする森林は、統計の信頼性に偏りがあるものの、全世界で 4%である。ブラジル・アマゾンでは全森林面積の 20%以上が森林に依存して暮らしている人々の文化や生活様式を保護するための森林として指定されている。

しかしこのような森林保護活動の増加にもかかわらず、森林伐採以外の理由での森林減少も多数報告されている。その主な原因は森林火災と病虫害である。森林火災被害は約 1%と報告されているが、情報が無い国も多く、さらに多くの森林が被害にあっていると考えられている。病虫害を受けている森林は毎年 3,500 万 ha で、異常気象などの影響でも多くの森林が被害にあっている。これらは先進国でも多く見られる。

造林や森林利用に関わる雇用者の数は約 1,000 万人で、1990 年から 2005 年にかけて、主に労働生産性が向上したために約 10%減少している。しかしこれはフォーマルなセクターでの雇用者数であり、実際の数ははるかに多いと考えられている。

このような FAO の統計からも数値からも森林と人々の関係が国によって大きく異なることがうかがえる。しかしこの統計データは、各国の調査、分類に依存することが多く、

世界共通の森林分類とその評価方法が必要で、そのため衛星リモートセンシング技術を利用した調査を行っている。この結果は2011年末に取りまとめられる予定である。

遠隔探査（リモートセンシング）技術

地球を観測する低分解能の衛星センサ(空間分解能：数 100m レベル)の代表は静止気象衛星ひまわりである。この衛星は気象の常時観測によって、台風、豪雨などによる災害予測に利用されており、一般の人にも最も理解されているであろう。しかし、直接的な生態系分野での利用例は少ない。一方、同じ気象衛星と言われる南北に太陽同期軌道で周回するノア衛星のセンサ AVHRR は 1960 年代から植生把握に利用されてきた。空間分解能は 1km で 1 日 2 回(昼夜)の観測だが、可視と近赤外、熱赤外波長の計測を行っている。1981 年から約 20 年間の全世界のモザイクデータ(10 日間合成)も無償で提供されており、地球規模の環境変動分析にも多用されて来た。さらに 2000 年代ではテラ衛星とアクア衛星に搭載された観測センサ MODIS が良く利用されている。AVHRR と MODIS の衛星データは観測幅が約 2,000km で、毎日のように広域を同時に観測できることから、広域の植生分布とその季節変化把握に使われる。また、干魃、洪水、森林火災等の早期警戒や早期発見で有効である。

中分解能衛星（空間分解能数 10m レベル）の筆頭はランドサットで、1 号機に搭載されたセンサの空間分解能は 80m であったが、1982 年以降のセンサ TM の空間分解能は 30m となり、1999 年に打ち上げられたランドサット 7 号では空間分解能 15m のパンクロマチック機能も備えている。すでに 40 年近い観測データが蓄積されており、無料で提供されている。立体観測機能を初めて備えたフランスの SPOT 衛星の 1 号機は、1986 年に打ち上げられた。地図の作成を目的とした衛星であるが、パンクロマチックでは 2.5m の高分解能画像が得られ、森林分野でも利用されている。

数 m 以下の物体を識別できる高分解能衛星としては、IKONOS（パンクロ 1m、マルチスペクトル 4m）や QuickBird（パンクロ 0.6m、マルチスペクトル 2.4m）などがあり、単木の樹冠計測もある程度可能である。高分解能衛星は注文によって観測位置を制御することがあり、一定の周期での観測データが蓄積されているわけではない。

以上のような衛星は光学センサと呼ばれ、太陽光の反射や地球からの放射エネルギーを観測するもので、大気の影響を受けやすく、雲があると地表の観測はできない。一方、日本の人工衛星 ALOS に搭載されていた PALSAR などの合成開口レーダー（SAR）は、アクティブセンサと呼ばれ、雲や雨を透過して地表の状況を観測できる。そのため熱帯の森林を対象とする場合には特に有効で、ブラジル・アマゾンの違法伐採発見でも活躍してきた。また、洪水の把握にも有効である。これらのリモートセンシングデータは周期的に観測できることが大きな利点のひとつである。これによって森林地帯の変化が効率的に観測できるようになった。

地球環境と森林

地球環境と森林は極めて大きな相互関係にあることが認識されている。地球温暖化は、植生に必要な水、温度、光などの生育環境の変化をもたらし、北方林や高山帯、半乾燥地など脆弱な植生に特に大きな影響を与える。一方、温暖化の原因物質である二酸化炭素の

大気中濃度の上昇に森林減少が大きく関与していることがIPCCの報告でまとめられている。これが今日、REDD（森林減少・劣化の抑制等による温室効果ガス排出量の削減）問題が世界的に議論されている所以である。ところで地球環境問題は期間の長い問題であり、人工衛星データの一般的な利用は漸く 40 年を迎えているに過ぎないとも言える。存在する多くの森林はそれ以上の期間を経て現在に至っているため、森林に関わる地域的な歴史的背景を捉えておく必要もある。このような背景をもとに、これまでに対象とした世界の森林をリモートセンシング画像を利用して具体的に紹介する。

北方の森林

ロシアは世界第一の森林面積を有する国で、約 8 億 ha の森林があり、日本も主に極東や東シベリアから木材を輸入している。いずれの地方でも交通アクセスが容易なところは森林開発が進んでおり、伐採や火災による攪乱を受けている。バイカル湖の西北に位置するイルクーツク州の北には広大な凍土地帯があるが、大規模な伐採で凍土の融解や河川流量の変化などの影響も出てきている。森林地帯にある無数の丸い池（アラス）の存在も異様な風景である。

欧州で森林率の最も高い国はフィンランドである。森林面積率は FAO の報告書に寄れば 74%で、人口は 500 万人程度で、一人あたりの森林面積は他の欧州諸国平均の 16 倍である。森林は何世紀にもわたってフィンランドの最も重要な天然資源で、森林からは畑のように木材が搬出されている。地球温暖化は森林の成長を促すため、好都合であると話す研究者もいる。

アフリカの森林

アフリカ大陸の森林分布は極めて偏った様相を呈している。サヘル周辺では雨量が少なく半乾燥地が広く分布し、砂漠化が進行して慢性的な食料不足の地帯である。その幅は広いところで約 1,000km、東西は大西洋から紅海まで 5,400km におよぶ。この地域はほぼ平坦で、年間降水量は 200mm から 600mm 程度で、主な優勢樹はアカシアである。木材を燃料として利用している国が多く、薬用などの用途に利用される特定の樹種以外は伐採されることも多い。しかし一般的に植林の習慣が無いために森林植生の劣化が著しく、薪集めに長い時間がかかることも多く、主婦の負担になっている。砂漠化は気候変動などの自然的要因も大きく関係しているが、紀元前約4000年には乾燥が始まったとされている。植民地時代の綿花栽培、人口増加とそれに伴う家畜の過剰放牧、過剰耕作、薪炭用の樹木伐採などによる植生の劣化が砂漠化を助長している。季節に応じて南北に家畜を移動させることで、広範囲の植生劣化も起こっている。また近年のスーダンなどからの難民流入も同様な影響を与えている。2010 年 8 月は非常に乾燥し、チャドでは 35 万人が飢餓にあった。またダストがひどいのもこの地域の特徴である。

アフリカ中央部には、世界の熱帯雨林の 18%にあたる樹高の高い熱帯降雨林が分布している。森林面積はアフリカ大陸の約 7 割、樹種は 600 種、動物は 1 万種いると推定されている。しかし、森林面積の減少率は世界で最も高く、樹木は様々な用途に利用されている。世界で最も貧困が大きな問題となっている地域でもある。

東南アジアの森林

東南アジアでは植民地を経験した国が多く、宗主国の影響が現在の森林にも大きな影響を与えている。ベトナムとカンボジアにはフランスの影響が大きかった時代がある。さらに、カンボジアはその後のポルポトの内戦で、森林官の多くが虐殺され、未だに森林管理では人材不足が続いており、現在も森林減少が著しい国である。タイは欧州の植民地となったことは無く、王国制度が長く続いてきた。しかし英国が造船用などにチーク材を大量に輸入したため、チーク資源の急激な減少をもたらした。1896 年にチェンマイに山林局が設置され、森林法によって森林保護政策を展開した。しかし 1963 年に 67%であった森林率は現在 30%以下になっている。タイでは森林分布図作成に早くからリモートセンシング画像を導入した。当初は縮尺 20 万分の 1 の画像上で肉眼判読していたが、現在は縮尺 5 万分の 1 の画像が使われている。リモートセンシング画像はチェンマイ近郊山地でのケシ栽培発見にも使われた。

インドネシアはオランダの植民地政策の影響を受けたが、1848 年にドイツ林学を導入した。オランダによるチーク林の直轄統治がおこなわれた。日本は 1,963 年にカリマンタン森林開発株式会社を設立するなど、木材資源を大量に輸入した。エルニーニョの年など特に大規模な森林火災が発生し、泥炭火災は煙害を引き起こす。マレーシアはポルトガルとイギリスの影響を受けた。イギリスはゴム園開発が中心で 1900 年にマレー山林局を設置し、森林管理にあたった。1908 年の森林法は英領ビルマの森林法を単純化したものである。ボルネオ島サバ、サラワクの森林伐採は奥地にまで進んでいる。フィリピンはスペインと米国の影響を受けている。1863 年に山林局権限規定が制定され、1888 年にはスペイン王室令森林諸規則が制定されたが、米国林業の父と言われるピンチョットにより森林局が設置され、1900 年には米国森林規則一般命令 92 が適用された。米国式の森林管理は、森林の永久性、資源調査、調査研究、立木管理に重点をおいたものである。1965 年の南洋材輸入に占めるフィリピン材の割合は、約 65%に達した。JICA（日本）による植林事業は長期に渡ったが、火を付けられたこともあった。

南米の森林

アマゾン熱帯降雨林地帯の面積は約 5 億 5 千万 ha で 9 カ国にまたがるが、ブラジルに 60%、ペルーに 13%が属している。生物多様性の宝庫と考えられている。ブラジルの他の地域は農業開発が進み、サンパウロ州などは大西洋岸に海岸林が残っている程度である。2005 年にアマゾンは未曽有の乾燥に見舞われたが、2010 年にもさらに厳しい乾燥に襲われた。最近のアマゾンの森林開発は減少傾向にある。

このように、森林はその土地で起きた自然環境変化と社会状況の影響を受けて形成されている。衛星画像では人間を直接観ることはできないが、その活動の結果現れた土地利用状況から森林への影響程度を伺い知ることができる。衛星画像を持って現地を訪れると得られる情報は多い。

アラスカ、シベリアの森林と人間活動－温暖化と火災による危機－

森林総合研究所四国支所
野口享太郎

永久凍土上に生育するアラスカ、シベリアの森林

アラスカやシベリアは北極に近い寒冷な地域であり、永久凍土が広く分布している。永久凍土とは、一年中凍った状態にある土のことである。永久凍土は樹木にとっては極めて厳しい生育環境であるが、アラスカではトウヒ林、シベリアではカラマツ林が永久凍土上に分布している。ただし、これらのトウヒ林やカラマツ林は極端に成長が遅く、私たちが調査を行った樹齢が 180 年を超えるアラスカのトウヒ林では、大きい個体でも幹の直径が 15 cm 程度、木の高さが 10 m を少し超える程度であった。このように、永久凍土上の森林は、木材生産などの人間活動においては利用しにくい森林である。（写真１）

写真１．アラスカ内陸部のトウヒ（*Picea mariana*）の林と永久凍土。右写真の穴の底は永久凍土の表面。凍っているために白っぽく見える。

永久凍土に炭素を封じ込めるアラスカ、シベリアの森林

一見、人間活動に利用しにくそうなアラスカやシベリアの森林が、近年になり注目を集めている。その最も大きな理由は、これらの森林が莫大な量の炭素を貯留していることにある。地球上の森林は、気候帯により熱帯林、温帯林、亜寒帯林（北方林）の３つに大きく分けられる。これらの森林の炭素貯留量を比較すると、アラスカ、シベリアを含む亜寒帯林が最も多く、その貯留量は熱帯林と温帯林を合計した量に匹敵する（表１）。また、亜寒帯林に特徴的なのは、貯留されている炭素の 80%が土壌中に存在することである。現在、地球温暖化現象が問題視されているが、その主な原因は、大気中の二酸化炭素濃度の上昇にあると考えられている。つまり、アラスカやシベリアの森林は、炭素を大気中に放出せずに永久凍土中に封じ込めておくことにより、私たち人間を含め、生き物が暮らしやすい現在の地球環境を維持するのに役立っていると言える。

表１．森林生態系の炭素貯留量（IPCC 2001）

	面積	植物	土壌	合計
	10^9 ha	Pg	Pg	Pg
亜寒帯林	**1.4**	**90**	**470**	**560**
温帯林	1.0	60	100	160
熱帯林	1.8	210	220	430

ha = 100 x 100 m; Pg = 10^{15} g

アラスカ、シベリアの森林にとって森林火災とは？

現在、アラスカやシベリアの森林では、森林火災の件数や規模が拡大する傾向にある。その原因は特定されていないが、火災が大規模化しやすい乾燥年が、温暖化などの気候変動の影響により増えているのかもしれない。一方で、永久凍土上のトウヒ林やカラマツ林

にとって、実は、火災は次世代への更新のために無くてはならない存在である。これらのトウヒやカラマツは、火災により焼けた地面の上で次の世代が成長を始める。その後、百数十年を経て森林が成熟してくると、また次の火災がやってきて新しい世代へと更新する。永久凍土上のトウヒ林やカラマツ林は、このようにして世代交代し、森林を維持してきたのである。しかし、炭素貯留機能の点から見ると、温暖化や森林火災の頻発化・大規模化は悪影響を及ぼす可能性がある。仮に、温暖化や火災の大規模化が進行した結果、永久凍土が融解して回復しなかったり、回復が遅れたりすると、それまで封じ込められていた大量の炭素が、二酸化炭素やメタンなどの形で大気中に放出されることになる。二酸化炭素やメタンはいわゆる温室効果ガスであるため、このような永久凍土の変化は、さらに温暖化を加速させる可能性すらある。永久凍土上のトウヒ林やカラマツ林は、もともと火災に適応した生態系である。しかし、炭素貯留機能や温暖化現象への影響の観点では、アラスカやシベリアの森林に対する火災の影響や火災後の森林の回復過程については不明な点が多い。そのため、森林総合研究所では、これらの課題の解明に向けて研究に取り組んでいるところである。（図２）

写真２．アラスカ内陸部における火災後のトウヒ林の様子。
（左）火災後１年を経過した林．トウヒだけでなく地表のコケ類も焼失している。
（中）火災後５年を経過した林．カンバやポプラなどの低木類が増えている。
（右）ポプラやヤナギランに混じって焼けた地表面に出てきたトウヒの実生。

タイの熱帯季節林の復元　－キノコを食べて森林再生－

森林総合研究所四国支所
酒井　敦

研究の背景

タイの森林率はかつて国土の 60%を超え、日本と同じくらいの森林国であった。しかし、人口増加と経済発展を背景に、森林は急速に姿を消していき、1980 年代にはわずか 30%にまで減少した。特に東北地方は地形が平らなために農地への転換が盛んに行われ、現在では森林率が 15%まで減少している。東北タイのサケラート地方では、森林伐採後にできた広大な荒廃地を緑化するため、JICA とタイ森林局による大規模なプロジェクトが 1980 年代から行われてきた。様々な調査の結果、アカシアやユーカリなどの早生樹が荒廃地緑化に有効であることがわかり、2,500ha の荒廃地を緑化することに成功した。

アカシアは主にベニア材、ユーカリはパルプチップに使われ、どちらも大切な商業用材である。一方で、森林には薪や炭などバイオマス燃料の供給、タケノコやキノコなどの食料の採集場所、さらには野生生物の成育場所（ハビタット）の提供など、様々なサービスを提供している。アカシアやユーカリは生産性が高い一方で、森林の持つ多様な機能を発揮するのには向いていない。そこで私達は、タイに元々生えている樹種（郷土樹種）を育成して、オリジナルに近い森林を再生する試みを行ってきた。

早生樹林に郷土樹種を植える

強い乾期（12 月～翌 3 月）のある東北タイでは、造林木にとって最も怖い敵は火事である。荒廃地ではチガヤに似た雑草が生い茂り、これが山火事の温床になる。植えた木が大きくなって日陰が増えると雑草が消えて火事のリスクは減る。しかし、郷土樹種は早生樹に比べると成長が遅いため、その分火事でダメージを受けるリスクが高い。そこで、最初に早生樹林を成立させて、その後早生樹林を間伐して郷土樹種を植える方法を試した。様々なパターンで間伐試験をした結果、早生樹林を小面積皆伐（一辺の長さが早生樹の高さの 2 倍程度）して郷土樹種を植えると成長がよくなり、作業効率もよいことが明らかになった。しかし、郷土樹種が用材として使えるようになるまでに時間がかかり、その間収入の道は閉ざされる。そこで私達が注目したのがフタバガキ林に生える食用キノコであった。

写真１　フタバガキ林に生えたタマゴタケの仲間

写真２　国道沿いの屋台で売られているキノコ類

フタバガキ林に生えるキノコ

東南アジアの主要樹種はフタバガキ科の樹木で、ちょうど日本のブナ科樹木（ブナ、カシ、シイ）のような地位を占めている。日本のブナ林にキノコが生えるように、フタバガキ林にもキノコが生える。サケラートでは日本と共通するキノコが意外と多く、タマゴタケの仲間（図-1）やツチグリ、アイタケなどが多く見られる。これらのキノコは菌根菌の仲間で、樹木の根の組織にびっしりととりついて栄養をもらい、その代わり根がミネラル分を吸収するのを助けたり、耐乾性を高めたりして、木の成長を促進させる働きを持っている。このキノコは食料としても利用価値が高く、サケラートの国道沿いでは雨期のキノコシーズンになると屋台が建ち並び、種類によって１キロ当たり 80～200 バーツ（220～540 円）で売られている。私達の推計では、フタバガキの人工林１ライ（0.16ha）から、１年で約 30kg のキノコが収穫できる。仮に５ライ（0.8ha）のフタバガキ造林地で１年間にとれたキノコをキロ 200 バーツで売ると、東北タイの平均的な世帯収入の 2.5 ヶ月分（3 万バーツ）になる。キノコとりは特別な設備投資も機械も必要なく、地域住民の定期的な副収入としてとても魅力的である。

キノコが生える森をつくる

タイでは企業や林業公社もそれぞれ植林を行うが、木を植える主役は土地所有者である農民である。木材として利用できるのは当分先であっても、毎年おいしいキノコがとれ、現金収入の道が開けるのであれば農民も植林に前向きになれるであろう。サケラート近辺の集落ではカセトサート大学の指導の下に積極的に郷土樹種を植える試みがされている。ここでは地域住民が共同で使う共有林（コミュニティ・フォレスト）に郷土樹種を含む様々な樹種を植えている。山に入ってキノコを探すだけだった地域住民に、木を植えればキノコが収穫できるという動機付け（インセンティブ）が働きだしたのである（図-3）。

サケラートは周囲に天然林が残っているので、キノコが発生しやすい環境だったといえる。しかし、長年農地だった場所では、菌や胞子が失われ、キノコが発生するかどうか疑わしい。森林総合研究所とカセトサート大学は、フタバガキの苗にツチグリを接種させて植林する共同研究を今年からスタートさせた。こうした研究が地域住民の生活を助けつつ、フタバガキの森を増やすきっかけになればと考えている。

図１　木とキノコと人の“いい関係”

ボルネオ熱帯林の現在 －残す森、使う森、育てる森－

森林総合研究所四国支所
宮本和樹

はじめに

ボルネオ島は世界で３番目に大きな島に数えられ、多くの野生生物が生息する生物多様性ホットスポットのひとつとなっている。フタバガキ科の巨木がそびえる熱帯低地林をはじめ、様々なタイプの森林が多様な生物を育んでいる。しかし、商業伐採やアブラヤシのプランテーションへの転換等により森林面積は減少を続けている。一方で、森林環境への負荷を少なくした伐採方法や、森林を修復・再生するための取り組みも進められている。ここでは東マレーシア・サバ州の事例を中心に、ボルネオ熱帯林の現状を「残す森」、「使う森」、「育てる森」の３つの視点から紹介し、森林の保全と持続的な利用・管理のあり方を考えてみたい。

残す森　－固有種の宝庫－

ボルネオ島における野生生物種、特に植物種の多様性は、単に種数が多いだけでなく、そこだけに分布する種（固有種）が多いのが特徴である。サバ州にはキナバル山をはじめとする国立公園のほか、いくつかの森林保護区が設定されている。その中のひとつであるマリアウ盆地には、約 390 km^2 のほぼ手つかずの原生林が残されている。マリアウ盆地では、低地混交フタバガキ林、常緑のカシ類が多く見られる下部山地林、養分の乏しい場所に成立するヒース林など、地形や土壌の違いにより様々な森林を見ることができ、さらにそれぞれの森林には特有の生物が生息している。人間活動の影響により劣化した森林生態系が多い現状では、マリアウ盆地の原生林と野生生物は、森林生態系の本来の機能を残す場として重要である。

写真１　（左）マリアウ盆地周囲に広がる低地林、（中）標高約 900m 付近のベースキャンプの背後にそびえるアガティス（ナンヨウスギ科）の巨木、（右）アガティス の球果

使う森　－低インパクト伐採－

サバ州のデラマコットでは、1995 年からサバ州森林局の主導で、低インパクト伐採（Reduced Impact Logging, RIL）を導入し、持続可能な森林資源の利用を実践している。サバを含む熱帯地域の多くは天然林の伐採が木材生産の主体である。現在、多くの野生生物の生息場所は、「生産林」と呼ばれる木材生産のための天然林に依存している。そのため、RIL による森林環境への負荷の低減は、そこに生息する野生生物の保全にとって重要である。経営面では、FSC 認証の取得など、持続可能な森林経営という付加価値によって木材は通常より高い価格で取引されている。一方、RIL による伐採量は厳しく制限されているため、今後より広い地域へ RIL が導入されると、木材生産量が大きく減少することになる。その場合、木材需要への対応が課題となる。

写真２　低インパクト伐採（RIL）による伐採・搬出の様子
（左）伐採後の林内、（中）ヘリ集材、（右）搬出される木材（撮影　Robert C. Ong）

育てる森　－保護樹を用いた在来樹種の森林再生－

減少を続ける熱帯林においては、一度失われた森林の再生や、機能が損なわれた森林の修復も森林の保全や持続的な管理を実践する上で重要である。演者は、国際農林水産業研究センター（JIRCAS）のプロジェクトに参画し、サバ州森林局と共同研究を行ってきた。このプロジェクトでは、成長の早いマンギウムアカシアを保護樹（植栽した苗木に適度な被陰を与える）として用い、その下でフタバガキ科などの在来の樹種を育て森林の再生を図ることを目的としていた。アカシアの下に植えた苗木の生存率は、ほとんどすべての種で裸地に植えた場合よりも高くなるなど、保護樹の効果が示された。また、２～３年間といった短期間の観測結果だけでは苗木の生育状況を正しく評価できず、より長期的な観測が必要であることもわかってきた。

写真３　アカシア人工林内に植えられた在来樹種の苗木（撮影　加茂皓一）

おわりに

これまで見てきた３つの視点は互いに関連している。「残す森」を守っていくためには、「使う森」と「育てる森」が十分かつ適切に機能しなければならないと演者は考えている。熱帯林において「使う森」のほとんどが天然林である現状を考えると、消失・劣化した森林の再生を図る「育てる森」の中で、木材生産のための人工林の割合をある程度まで増やすことで、「使う森」（天然林）の木材生産の減少を補うことも方策のひとつと思われる。

オーストラリア乾燥地を森に
-udonもbeefも森のおかげ-

森林総合研究所四国支所
田内裕之

写真１．疎林が広がる乾燥地域

オーストラリアの森林

オーストラリアの内陸部には広大な乾燥地が広がり、降水量が 200mm/年以下の沙漠地域では樹木は育たないが、200mm/年を超える乾燥地域では森林が出現し、ユーカリ属樹木が優占する広大な疎林が広がる(写真１)。この森林は、1950 年代以降、金の精錬用の燃料として伐採され、更には放牧によって草地化が著しくなり、厳しい乾燥も加わって、森林の再生が妨げられている。

また、降雨量が 350mm/年以上の半乾燥地域では、更に高木になるユーカリ林が発達する。ここでは耕作が行われ、大規模な農地開発によって、世界的な小麦の産地になっている(写真２)。しかし、この地域も、凹んだ土地に塩湖が出現し、その周辺は塩害が生じて耕作できなくなった土地が増え、大きな問題となっている。

写真２．小麦畑が広がる半乾燥地域

私たちが行った研究

写真３．７年生のカマルドレンシス（乾燥地域）

私たちは、1998 年よりこの乾燥地域で森林を再生する研究を開始し、植林最適樹種の選択や植栽方法の開発を行った。まず、乾燥に対する試験では、植栽方法を変えて、10 種類以上の候補樹種を植えた結果、植栽場所の土壌を改良すれば、ユーカリ属の一種である、*Eucalyptus camaldulensis*（カマルドレンシス）が最も成長が良いことがわかった。さらに、日本では苗木を 1ha あたり 2000-3000 本も植えるが、乾燥地域では 200 本程度でも、単位面積当たりの成長量がほぼ最大になることも解った（写真３)。一方、塩害に対しては、高濃度の塩に耐え、成長が可能な樹種の選択を行った。11 種類の候補樹種を、異なる塩濃度の潅水下で栽培したところ、やはりカマルドレンシスが塩に対する耐性が高く、高塩環境下でも成長が可能なことが解った。しかし、塩分は土壌の表面近くに集積しやすく、そのような高塩濃度下ではカマルドレン

シスでも生育できない。そこで、塩濃度の低い地下 1m 以下へ根を素早く伸ばさせ、その水を利用して早期に成長させる育林技術を開発した(図１)。

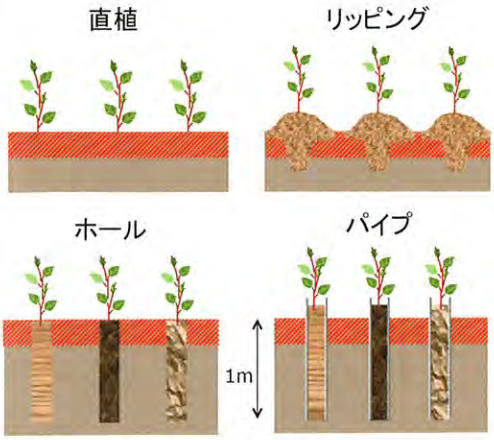


図１. 植栽方法を変え、塩害（赤い部分）回避の植林法を探る（半乾燥地域）

森・農地・人との関係

さて、元々あった森林は、どうして植生が貧弱な草地や塩害地（荒漠地という）になってしまうのだろう。乾燥地域では、草木は元々成長が遅く、乾燥に耐えながら生存している。放牧された牛・羊などの家畜は、普通は草を食べるが、食料が減ってくると樹木を食べ始め、小さな芽生えや稚樹も彼らの餌となる。そのため、家畜の数が多くなると、稚樹がなくなり次代の樹木は育たず、植生や土壌はますます劣化し荒漠地が広がっていく（図２)。オージービーフとして家計を助けている牛も、ウールとして最適品のメリノ（羊）も、過放牧すると森林を衰退させ、それによってこれら産物の生産量を低下させるという悪循環が始まる。

一方、半乾燥地域には立派な森林が分布する豊かな土地が広がり、その大規模な農地は、ウドンはじめ麺用の小麦の生産地として日本にとっても重要な場所となっている。しかし、耕作地（草地）からの水の蒸発散量は森林より少ないため、降雨と蒸発散量との収支バランスを崩し、水は行きどころを失い、地下水位の上昇が顕著になってきた（図３)。そのため、低地には塩湖が出現し、周辺には水分が蒸発して地表に塩が集積した荒漠地が広がり、耕作出来ない土地が広がるという大問題が生じている。

この様な問題が顕在化した今、我々と現地の研究者らは、より持続的に農業を営み、環境を改善・維持するために、荒漠地を森林に戻し、森林と農地を適正に配置し利用する方法を検討している。世界の陸地の 30%は、人間活動が原因で森林から荒漠地になったといわれている。私達が開発した植林手法が世界中で通用し、農地の回復や森林の再生が促進されるよう、更に技術の改良を行なっている。

図２. 家畜の過放牧による森林の衰退様式（乾燥地域）

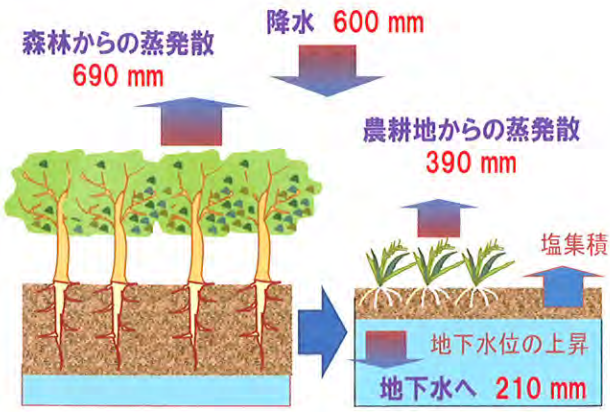


図３. 水収支のアンバランスによる農地の塩害・湛水現象化（半乾燥地域）

公開講演会講演要旨

発 行 日　2011年11月
編集・発行　独立行政法人 森林総合研究所四国支所
780-8077　高知市朝倉西町2-915
TEL.088-844-1121(代)　FAX.088-844-1130
お問い合わせ　連絡調整室 koho-ffpri-skk@gp.affrc.go.jp
ホームページ　http://www.ffpri-skk.affrc.go.jp/
印 刷 所　(有)西村謄写堂
780-0901　高知市上町1-6-4 TEL.088-822-0492

本誌から転載・複製する場合は、森林総合研究所四国支所の許可を得て下さい。

【この印刷物は、印刷用の紙にリサイクルできます】