

ブータンにおける森林・林業分野の研究課題 (2) —ユシパン再生可能自然資源研究センターとの 林業・森林生態セミナーを終えて—

後藤忠男・梶本卓也・大井 徹・松井哲哉・田中信行

前報 (1) では、ブータンの森林・林業行政やユシパン再生可能自然資源研究センターが取り組んでいる研究課題について概略的に紹介した。今回はセミナーにおいて取り上げられた林業と森林管理、野生獣害、気候変化対応の現状と研究課題について報告したい。

1. 林業・森林管理

ブータンの林業や森林管理に関する研究課題は多岐にわたるが、なかでも過剰伐採や過放牧に伴う森林の荒廃や更新阻害の問題にはとくに力を入れている。木材生産の中心となる森林は、高標高 (2,500~3,200 m) に位置する針葉樹混交林である (写真 1)。ツガ (*Tsuga dumosa*) やモミ (*Abies densa*)、トウヒ (*Picea spinulosa*) などの常緑針葉樹が優占する天然林で、直径は太いもので 1 m、樹高も 30~40 m に達するので、基本的には大径木を対象にした択伐施業が行われている。また欧州の施業法を参考にした群状伐採による天然下種更新を試みるなど、環境破壊の少ない持続的施業の確立を目指している。そのための基礎研究として、針葉樹類の成長や更新特性に関する研究が進められている²⁾。

しかしながら、ブータンにおける国産材の年間供給量 (約 28 万 m³, 2004 年時点) は、国内の木材需要量 (約 77 万 m³) を大きく下回っており、需要を満たすために伐採量の増加が避けられない状況に

ある。そこで、環境保全に配慮し、かつ木材の安定供給も可能な持続的施業を行うために、森林政策としてすでに施業上の規則を定めている。例えば、ブータンの択伐施業の場合、集材はおもに架線によるが、架線の各ラインの間には最低 100~120 m の保残帯を確保したり、同じ伐採場所は 30~60 年は再利用しないなど、伐採に伴う森林劣化をできるだけ回避するためのルールが細かく決められている。

針葉樹混交林帯より下部には、日本の照葉樹林によく似たシイ・カシ類 (*Quercus lamellosa*, *Q. glauca*, *Castanopsis hystrix* など) が優占する常緑



写真 1 針葉樹混交林 (標高 2700 m 付近, ドチュ・ラ (峠) 西側)

Tadao Gotoh, Takuya Kajimoto, Toru Oi, Tetsuya Matsui, Nobuyuki Tanaka: A Brief Overview of Research Program and Issues for the Forest Sectors in Bhutan (2) —Information from a Forestry and Forest Ecosystem Seminar with the Renewable Natural Resources Research and Development Centre in Yusipang—

(独) 森林総合研究所

広葉樹林が広がっている。ここでの森林荒廃の原因には、やはり木材生産や燃料用の伐採、また焼き畑による農地への転換などが挙げられるが、さらに移動放牧に伴う食害がもたらす影響が問題になりつつある。移動放牧とは、夏には涼しい高山へ(3,500m以上)、冬には低地へと季節的に移動しながらヤクや牛、馬を放牧することで、ブータンでは今でもほぼ全域で行われている(写真2)。毎年の放牧地と移動のルートはほぼ決まっているために、場所によっては裸地化が進行して土壌侵食が引き起こされる。さらに移動ルート周辺の森林では、食害を受けにくい植物だけが繁茂して本来の天然更新が阻害されるといった、生態系への様々な負の影響が懸念されている。ブータン西部のこうした移牧ルート沿いで被害調査をした例によると、広葉樹の若木の方が針葉樹よりも被食されやすく、食害による更新阻害の影響は、上部の針葉樹混交林よりも低標高にある広葉樹林帯でより深刻になると推察されている³⁾。移牧に伴う被害の軽減策としては、例えば放牧地を毎年変えて過放牧を避けるなどの方法が考えられる。しかし、ブータンの農民にとって移牧は今日で



写真2 ブータンでは、ウシ、ヤク、ウマ、ヒツジなど数多くの家畜が放牧されている。これらは、採食や蹄による踏みつけにより森林に少なからぬ影響を与えている可能性がある。写真はヤクを使ったキャラバン。ブータン東部タシガン県メラ付近、標高約2500m。

も重要な生活手段であり、環境保全と折り合いがつかない森林管理の在り方を提示し、浸透させていくことが課題である。

ブータンの森林(約200万ha)のほとんどは天然林で、人工林は未だに1%足らずを占めるに過ぎない。人工林の造成は、1940年代に南部のインド国境付近で熱帯性樹木(チーク、サール)の植林が始まったが、本格的に進められ出したのは1980年代半ば以降である。おもな造林樹種は、ヒマラヤゴヨウ(*Pinus wallichiana*)とヒマラヤマツ(*P. roxburghii*)、それにブータンの国樹であるイトスギ(*Cupressus torulosa*)などの針葉樹である。このうちマツの植林は、乾燥谷(dry valley)と呼ばれる南北に走る溪谷沿いの周辺斜面(標高1500~2000m)の裸地を対象にしており、木材生産というよりはもともと森林が成立しない荒廃地の緑化事業的な性格が強いものである(写真3)。それ以外の樹種では、日本のスギの植林もわずかな面積だが試みられている。

ブータンでは、木材需要の増加に伴い、人工林の造成ニーズはさらに高まることが予想されており、今後は、天然林の持続的な管理手法とともに、育種選抜や苗畑管理技術も含めた人工林の造成技術に関する幅広い研究と開発が急務であろう。



写真3 乾燥谷斜面に植栽されたブルー・パイン林(ティンブー近郊)

2. 野生動物被害

ブータンでは国民の約8割が農民である。しかし、生産性の低さゆえ、米を含めた食料の多くを輸入に頼っている。そのため、農業振興は重要な政策課題として位置付けられているが、その障害となり国家的な問題としてクローズアップされてきたのが野生動物による農業被害である。ブータンは自然豊かな国であり、九州程度の面積の国土に日本の約2倍の203種の哺乳類が生息している。それゆえの悩みでもある。

ブータンでは約15年前から野生動物による被害が問題化した。政府は、2008年に農民から農業をめぐる苦情を調査し、とりまとめた。その結果によると、野生動物被害に対する苦情は、灌漑施設の不足(16%)、病虫害(12%)、市場不足(11%)、農地不足(10%)をはるかに凌ぎ約31%にのぼった。

年間の被害量は、米が1400トン、トウモロコシ3700トン、小麦150トン、大麦25トン、ジャガイモ540トン、その他外貨獲得に貢献しているリングゴ13トン、ミカン110トンであったことが報告されている(ブータン農林省2008)。穀類(米、小麦、大麦)に対する加害動物として最も深刻なのが、イノシシ(*Sus scrofa*)であり、被害の63%の原因となっている。次いで、サル類(20%) (写真4)、サ



写真4 ブータンに広く生息するアッサムザル *Macaca assamensis*。ブータンに生息する6種のサル類の中でも最も大きな農業被害を出している。

ンバー (*Cervus unicolor*) (8%)、ゾウ (*Elephas maximus*) (5%) の順で深刻である。また、肉食獣によって家畜が捕食されることも多い。ブータンには、トラ (*Panthera tigris*)、ヒョウ (*Panthera pardus*)、クマ類 (*Ursus thibetanus* と *Melursus ursinus*)、オオカミ (*Canis lupus*)、ドール (*Cuon alpinus*)、ジャッカル (*Canis aureus*) など肉食獣が多く、ウシ、ヤク、ウマ、ヒツジ、ヤギ、ブタ、家禽を対象に年間1万頭・羽以上の被害が発生している。これまで農民がとってきた対策としては、田畑の真中に番小屋を作っての一日中の監視、鳴子、投石器、弓、番犬による威嚇、罠や弓による捕獲などがある。

政府関係者からの聞き取りによると、被害が問題化した背景としては、1) 保護区の拡大と自然保護政策の推進により保護区内(ブータンでは保護区内にも居住が認められている)あるいは周辺の農民に被害が増加したこと、2) 被害に対する報復捕殺を禁止した政府への不満があること、3) 地方の若者が都市部へ移住したため、農村部で被害防除のための労働力が不足したこと、4) 民主化により被害者が政府に不満を言いやすくなったことがあげられた。捕殺については、現在は、農地周りで認められているが、仏教の殺生戒が強く意識されるようになり実際に行う人があまりいないという¹⁾。また、たくさんのウシを森林内で放し飼いするとともに、年老いて労働や搾乳の役割を終えたウシを殺さず森林に放免する慣習があるが、林内放牧されているウシによる高い採食圧や飼料の採取のための木々の伐採により森林に生息する野生動物の食物が奪われ、野生動物による農地への被害が拡大しているのではないかという声もある。

このような状況に対応を迫られた政府は、2008年に「人と動物の軋轢を管理するための政府方針 (Human-Wildlife Conflict Management Strategy)」⁵⁾ を策定し、被害の現状把握、農民の意識把握、管理官の養成、対策、普及啓発活動の推進を行うことにした。また、森林・公園局の野生生物保全課 (Wildlife Conservation Division) には野生

動物による被害問題を扱う専門の係 (Human Wildlife Conflict Management Section) が設置されている。

再生可能自然資源研究開発センターが取り組んでいる森林研究課題の中でも野生動物被害の実態把握や防除法の確立は重要課題の一つとなっている。開発・適用されるべき対策は、将来的には外部からの支援なしで持続可能なものであること、仏教の教えによる殺生を嫌う慣習を尊重し、非致命的な方法が望ましい。さらに、伝統的で美しい景観の保全にも配慮したものである必要がある。

3. 気候変化に対する国家戦略

ブータンは国家レベル、地域レベル、分野レベルで気候変化に対する脆弱性に適応する長期の戦略を策定する必要性を認識している。しかし、気候変化についての知識は一部のプロジェクトメンバーに限られており、環境関連の部署全体にまでは広がっていきなく、第10次5カ年計画 (2008-2013) でも気候変化については特別な言及をしていない。一方で、ブータン政府は1995年に気候変化に関する国際連合枠組条約 (UNFCCC) を批准し、同条約の義務として第1回国別報告書を公表した。この報告書には要旨、温室効果ガスの一覧表、脆弱性評価および、気候変化の影響への緩和策と適応策の策定のための国家気候変化行動計画が含まれている。しかしながら、脆弱性と適応策のアセスメントはそれほどの分量ではなく、十分な研究に基づいていないものであった。

ブータン政府の国家環境委員会は2008年に国連環境計画との覚書を修正し、その中で気候変化戦略についてのレポートを盛り込んだ。気候変化戦略を策定するために、気候変化に対して現在何がなされているのかを評価する第二次国別報告書を作成することになった。この報告書の中では、気候変化のリスクなどについて情報を提供し、気候変化への脆弱性、適応策、緩和策に関する詳細なアセスメントを盛り込む必要がある。さらに、国家環境委員会は第10次5カ年計画の完了後に国家持続的発展戦略を

決定することが期待されている。この戦略の内容は、現在の政策と計画の上に持続的土地管理、災害管理、エネルギー持続性、グローバル化、基盤整備などとともに気候変化を考慮に入れたものになる。

3.1 将来の気候変化予測及び森林炭素蓄積

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) のA1B温室効果ガス排出シナリオに基づくと、ブータンでは2100年までに平均気温が3.3°C上昇、降水量が乾季に5%減少、雨季に11%増加と予測されている。しかし、これは全球気候予測に基づいており、ブータン国内での高空間解像度の気候変化予測は気象観測データの不足により実行できないという問題がある。ブータンのほとんどの気象・水文観測所は内陸部と南部に集中している。北部の高山地域では観測されていないこと、また観測所の絶対数も不足していることのために、現在の気象・水文観測所のデータだけではブータンの複雑な地形を反映した気温や降水を空間的に評価できない。このように、ブータンにおいては気象・水文観測地点を増やすことが今後の課題の一つである。

ブータン政府は、森林保全を通して世界の炭素吸収に貢献しているが、国際気候変動メカニズムには適切に認識されていないと考えている。UNFCCCの下でなされている森林減少・劣化からの温室効果ガス排出削減 (REDD) に関して、ブータンが国際的な新しい注意を引けるかどうかかわからないと危惧している。まずは国際基準の森林被覆率の調査を行って国家森林簿 (National Forest Inventory) を作成し、温室効果ガスの蓄積容量を把握することによって、REDDにおけるブータンの交渉能力は高まるだろうと考えている。

3.2 気候変化の生物多様性と森林への影響

ブータンは熱帯林から高山ツンドラにいたる全気候帯の生態系を九州程度の面積の国土内に有しており、地球上の10箇所の生物多様性ホットスポットの一つと認識されている。例えば、西部地域の森林の分布 (図1) のように、標高と地形に対応して多様な植生が広がっている。ドチュ・ラ (峠) を境界とする斜面では、西側の2,200m付近の谷沿いには

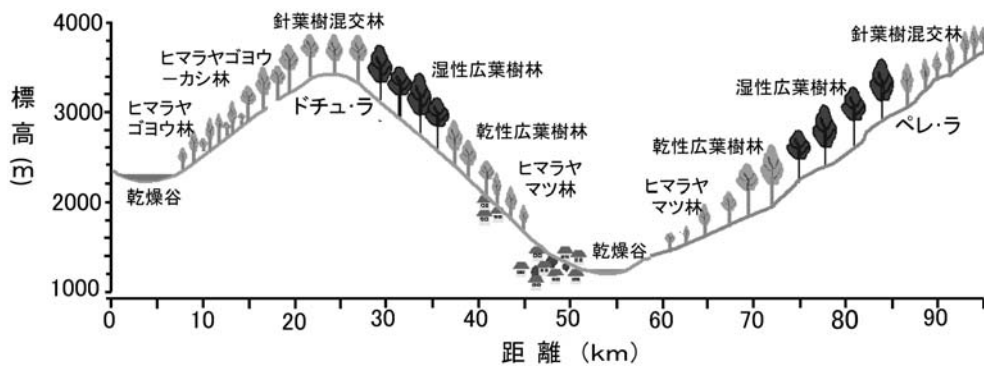


図 1 プータン西部の標高と地形に対応した森林分布 (Wangda and Ohsawa (2011) を一部改変)

ヒマラヤゴヨウが卓越し、標高が上がるとカシ類が増加し、峠ではツガが優占する(写真5)。東斜面では、峠から標高を下がるとツガ林からシイ・カシ類が優占する常緑広葉樹林に移行し(写真6)、1,200m付近の乾燥谷沿いではヒマラヤマツに交代する。一方、南部の低地では熱帯雨林やサバンナ林が分布し、北部の高山では、標高3,500m付近でモミ林が優占し、4,000m付近から上はシャクナゲやビャクシンなどが優占する低木林となり、その上の高山ツンドラに続く^{6, 7)}。

気候変化に加え、森林伐採、土地利用の変化、生息地の劣化や分断化などの複数の要因が複合することで、プータンの生物多様性や森林生態系への重大な影響が危惧されている⁴⁾。しかし、プータンにおける気候変化の影響は、まだ定性的な推定段階にある。そのため今後、気候変化に対する森林への影響の適応策を策定するためには、定量的影響予測と森林生態系のデータの蓄積、データベースの構築が重要である。第一に気象観測地点を増やし、気象データを全国的に整備する必要がある。次に、森林資源情報のインベントリや植生調査・生物分布調査などを全国で行い、データベースを構築する必要があるだろう。植生調査区で継続的なモニタリングを行うこと、とくに植生帯の移行域のモニタリングは、気候変化影響の検出に有効であろう。このような気候と生物相・生態系のデータが整備されることにより、気候変化影響のリスクを定量的に評価すること



写真5 ドチュ・ラ(峠)東側周辺のツガ林(標高3100m)

が可能となる。

4. おわりに

今回のセミナーや交流を通して、再生可能自然資源部門には貧困削減に向けて大きな期待が掛けられていると感じた。現在のプータンにおいては、森林を保全するだけでなく森林としての多様な機能の持続を図りながら、人々の暮らしに森林を利用して行くことが極めて重要な課題となっている。豊か



写真 6 シイ・カシ類が優占する常緑広葉樹林（標高 2800m）

な森林は残っているものの、森林を利用する中で様々な問題が起きており、持続的な利用に向けて多くの課題を抱えているのが現状である。今後、今回のセミナーで提案された研究開発プロジェクト素材の中身を掘り下げながら、具体的な共同研究の立ち上げに繋げたいと考えている。

セミナー開催に当たっては、ユシパン再生可能自然資源研究センターのキンレイ・テンジンセンター長、ペマ・ワンダ研究員を始め、多くの森林行政関係者に尽力頂いた。また、マラヤ大学の沢雅彦教

授（現、雲南大学教授）、駒澤大学の江口卓教授には基調講演を快く引き受けて頂いただけでなく、ブータンの植生、気候について多くのことをご教示頂いた。深くお礼を申し上げます。

〔引用文献〕 1) 宮本万里 (2009) 自然保護をめぐる文化の政治—ブータン牧畜民の生活・信仰・環境政策。風響社。 2) Moktan, M. R. *et al.* (2009) Regeneration of mixed conifer forests under group tree selection harvest management in western Bhutan Himalayas. *Forest Ecology and Management*, 257:2121-2132. 3) Moktan, M. R. *et al.* (2008) Ecological and social aspects of transhumant herding in Bhutan. *Mountain Research and Development*, 28(1): 41-48. 4) National Environment Commission (2009). *Strategizing Climate Change for Bhutan*. Thimpu, Bhutan, 54pp. 5) Nature Conservation Division, Department of Forests, Ministry of Agriculture (2008) *Bhutan National Human-Wildlife Conflicts Management Strategy*. Royal Government of Bhutan, Thimphu, 87pp. 6) Wangda, P. and Ohsawa, M. (2006) Gradational forest change along the climatically dry valley slopes of Bhutan in the midst of humid eastern Himalaya. *Plant Ecol.*, 186, 109-128. 7) Wangda, P. and Ohsawa, M. (2011) Vegetation pattern and human impacts on dry valleys of the Bhutan Himalaya. *ブータンヒマラヤの自然と登山—千葉大学のヒマラヤ—*, 千葉大学学士山岳会. P.28-33.