

# 生物多様性の保全・創出から見た森林管理の研究

山浦 悠一（森林総合研究所森林植生研究領域）

yamaura@ffpri.affrc.go.jp

日本は世界第二位の森林率（67%）を誇る、文字通りの森林国である。森林のうち40%がスギやヒノキ、カラマツやトドマツなどからなる人工林である。森林に占める人工林の割合、すなわち人工林率は世界第二位であり、日本は森林大国かつ人工林大国ということになる。この広大な日本の森林を背景に、いくつかの変遷を重ねながら、私は生物多様性と森林の管理について研究してきた。

## 人工林景観における鳥類多様性

人工林が優占する日本の森林景観。残存する天然林は、まるで人工林の海の中に、島のように小さく隔離されて浮かんでいる。残存する天然林の面積が小さくなると、天然林内の鳥類の単位面積当たりの種数が減少することが野外調査から示された<sup>1)</sup>。一方人工林内でも、広葉樹が混交すると多様な鳥類が生息することが明らかになった<sup>2)</sup>（図1）。



図1. 広葉樹や立ち枯れ木が混交し、下層植生が発達した人工林には多くの鳥類が生息する<sup>2)</sup>

## 肥沃な場所は改変されている

### —人間と生物多様性は適地が競合している—

人工林景観での調査では、小面積の隔離された天然林へ到達するのに苦労した。そうした天然林は通常、傾斜が急で岩がちだった。天然林は、人工林を造成するには不向きな場所—非生産的な場所—に残存していた<sup>1,2)</sup>。

その後、日本全国の森林性鳥類の分布に、気候や地形に対して、土地利用がどれ程重要かを検証した<sup>3)</sup>。解析の結果、日本の土地利用は気候と地形に大きく依存していることが示された。広大な天然林は気温が低い高標高域にのみ残存していた。一つの仮説が導かれた—私たちは、多くの生物にとって最も価値が高い温暖で低地の生息地を優先的に奪い、生物にとって条件が不利な冷涼な高地で生物多様性を保全しようとしているのではないだろうか<sup>4)</sup>？

## 人工林で生物多様性を保全する意義—保護区の設定だけでは十分ではない—

原生的な自然や保護区は地理的に偏って分布し、大面積の保護区は必ずしも確保できない。地域によっては保護区に適した原生的な自然はほとんど残っていない。大型の動物や渡り鳥は保護区内では生活史を全うしない。こうした事実から、保護区以外の場所で生物多様性を保全することの生態学的な意義が広く認識されるようになった<sup>4,5)</sup>。人工林景観では、天然林を取り巻く人工林に広葉樹を混交させ、景観全体で生物多様性を保全する、という選択肢に意義を見いだせないだろうか<sup>4,5)</sup>？

## 広葉樹が混交した針葉樹人工林の社会的価値—木材を生産しながら生物多様性を保全する—

木材の経済的価値は、第二次大戦以降長期的に下落してきた。一方で、生物多様性の保全に対する

国民の理解は進んだ<sup>6)</sup>。人工林における生物多様性の保全の社会的機運が高まっていると考えられた。そこで、人工林で広葉樹の増加に伴う鳥類の増え方を調べ<sup>7)</sup>、鳥類が増加することの経済的な価値をインターネットによる調査（選択型実験）で評価した<sup>8)</sup>。費用便益分析を行なったところ、広葉樹を人工林に混交させることは経済的損失を伴うが、鳥類が増加することにより、この経済的な損失が相殺されることが分かった（図2）。木材や鳥類の経済的な価値を変化させて分析を行なっても、多くの状況下で、広葉樹が混交した人工林の社会的価値は針葉樹のみの人工林よりも高くなることが明らかになった<sup>8)</sup>。

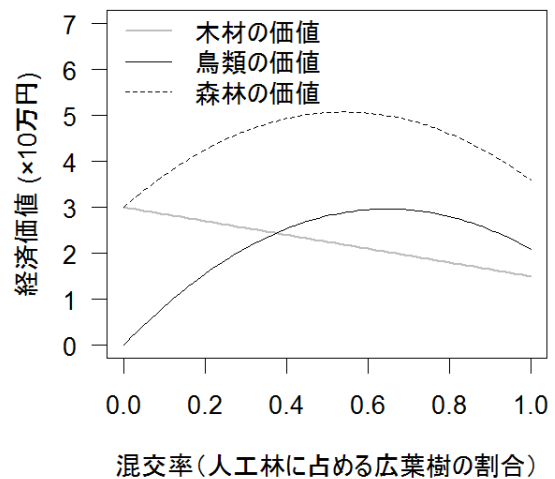


図2. 費用便益分析の一例。混交率が増加するにつれて針葉樹が価格の低い広葉樹に置き換わるため、木材の総額（木材の価値）は減少する。一方で鳥類の個体数は増加するため、鳥類の価値は増加する。木材の価値と鳥類の価値の合計が森林の社会的価値で、この値が最大化する混交率が最適な混交率となる。

### 変わりゆく森林・林業、生物多様性

二度の世界大戦と復興期を経て、日本の森林は伐採されなくなった。昭和末期から平成にかけての最も大きな森林の変化は、消失でも増加でもなく成熟である<sup>9)</sup>。10年生以下の幼齢林は天然林・人工林を問わず大きく減少し、同時に経済的な役割を失った半自然草地も明治以降激減した。しかし日本の木材需要は戦後増加し、「南洋材」と呼ばれる東南アジア産の木材によって需要を満たしていた。日本へ木材を輸出するための択伐は、結果的に東南アジアの森林の消失を招いたことが知られている。

日本で繁殖する鳥類のうち、繁殖を終えると南下して越冬するいわゆる「夏鳥」のほとんどは東南アジアで越冬する。そこで、1970年代と90年代に行なわれた全国規模の鳥類調査の結果を解析したところ、以下の傾向が見られた<sup>10)</sup>。

- ・ 草地や幼齢林に依存する種（草地性種）は森林が成熟したために分布域が減少した。
- ・ 成熟した森林に依存する種（成熟林種）のうち、越冬期も日本にとどまる種の分布域は増加した。
- ・ 成熟林種のうち、夏鳥は分布域を減少させた。

日本は自国の森林を温存して成熟林種のうち国内に留まる種を増加させ、東南アジアの森林を伐採して夏鳥を減少させてきたと考えられる<sup>9,10)</sup>。この結果は、森林の管理は一国の鳥類多様性を左右するほど重要であること、さらに国境を超えてその影響が波及しうることを示している。

### 幼齢林の生物多様性—半自然草地が激減し森林が成熟した日本における林業の新たな役割—

萱や刈敷き、牛馬の飼料を生産するため、人為的に維持されてきた半自然草地はかつて日本で重要な土地利用・生態系だった。しかし、茅葺屋根は姿を消し、牛馬や刈敷きは農耕に用いられなくなった。明治期に国土の10%以上を占めた半自然草地は1%以下に激減した<sup>6)</sup>。これに伴い、多くの草地性生物がその数を減らし、今や半自然草地の減少は、日本の生物多様性喪失の主要因となった。

人工林の伐採、地拵え、下刈りは典型的な人為攪乱であり、植栽直後の幼齢林では草地的な環境が維持される。野外調査の結果、カラムツ幼齢人工林は、ハナバチ、鳥類、植物にとって半自然草地に匹敵する好適な生息地であること



写真1. 代表的な草地性鳥類、ノビタキ。カラムツの植栽木に留まるオス（論文<sup>13)</sup>より転載）

<sup>11)</sup>、10年生以下の幼齢林が草地性鳥類にとって優れた生息地であること<sup>12)</sup>、草地性の鳥類（写真1）・

植物の単位面積当たりの保全機能は幼齢林の面積に応じて大差ないこと<sup>13)</sup>、などが明らかになった。計画的な林業活動は、幼齢林という一時的な草地を国内で創出・維持しうる能力を持っていることも示すことができた<sup>9,14)</sup>。半自然草地が激減し広大な人工林が成熟した現在、林業の再生は木材資源の利用と生物多様性の保全を win-win の関係に変えるのではないだろうか。

### 極東の小鳥の渡りルートを探る—ノビタキはどこで越冬しているのか？—

東南アジアで越冬する草地性鳥類は、日本国内の林業再生で必ずしも保全できるとは限らない。そこで、照度を定期的に計測する小型機器（ジオロケーター）をノビタキ（写真 1）の背中に装着し、翌年帰還個体を再捕獲してジオロケーターを回収し、格納されたデータを解析した<sup>15)</sup>。その結果、繁殖を終えたノビタキは本州を経由せず直接大陸に渡り、華北平原で一時滞在した後、主にインドシナ半島で越冬していた（図 3）。現在、華北平原では小鳥を違法に大量捕獲しており、渡り鳥の減少の一因になっていると指摘される。また、インドシナ半島では草地がゴム農園に転換され、世界の食料需要を満たすために粗放的な農地を集約化することが最も望まれている。東南アジアで生物多様性への負荷を低減した「持続可能な集約化」をいかに達成するかは、極東の草地性渡り鳥だけではなく、世界の生物多様性を保全するための重要な課題である。

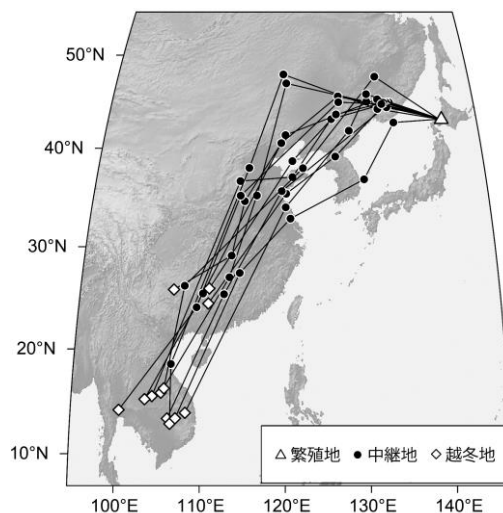


図3. 石狩平野で繁殖した12個体のノビタキの渡りルート

### 木材を生産しながら生物多様性を保全する試み—結びに代えて—

1,000 万 ha に及ぶ人工林の多くは戦後の拡大造林政策下で造成された。近年、人口減少や製材・用材の国内需要の減少などを背景に、人工林の一部を天然林に誘導するという動きがみられるようになった。一方で、人工林は現在世界的に拡大している。日本の人工林の歴史を振り返ると、木材生産に特化した人工林景観でも、木材生産の必要性が将来的に小さくなり、天然林の再生が求められるという可能性を少なからず抱えているのではないか。そのために、人工林景観でもいくらかの天然林や在来樹木を残しておくべきではないだろうか。時は今、生物多様性の保全は国民から理解を得た。費用便益分析で示されたように、生物多様性の保全への配慮は、森林・林業の社会的価値を大きく向上させるのではないだろうか？

私たちは現在、北海道の道有林で、トドマツ人工林を主伐して再造林する際、混交する広葉樹を残す実験を行なっている（写真 2）。残した広葉樹が、主伐後の生物多様性やその後の回復過程にどのように影響を及ぼすのかを検証している。混交広葉樹を未来への遺産として残す——この実験は、林業が国民から理解と支持を得るための大事な試みだと考えている。



写真2. 単木中量保残区

### 謝辞

私を指導してくださった先生、共に研究を進めてくださった研究者、森林・林業に興味を持って共に研究に取り組んでくれた学生、山林での調査を許可してくださった所有者、今回私を推薦して下さった森林学会の先生をはじめ、これまでお世話になった皆さんに深く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) Yamaura Y., Ikeno S., Sano M., Okabe, K. and Ozaki K.: Bird responses to broad-leaved forest patch area in a plantation landscape across seasons. *Biological Conservation* 142:2155-2165 (2009).
- 2) 山浦悠一: 人工林景観における生物多様性の保全—マトリックス管理の概念と応用. *遺伝* 65(5):54-59 (2011)
- 3) Yamaura Y., Amano T., Kusumoto Y., Nagata H. and Okabe K.: Climate and topography drives macroscale biodiversity through land-use change in a human-dominated world. *Oikos* 120:427-451 (2011).
- 4) 山浦悠一, 森章: 分断化景観のマネジメント—残存生息地からマトリックスへ. 森章 (編) *エコシステムマネジメント—包括的な生態系の保全と管理へ—*. 共立出版. 44-72 (2012).
- 5) 山浦悠一: 広葉樹林の分断化が鳥類に及ぼす影響の緩和—人工林マトリックス管理の提案—. *日本森林学会誌* 89:416-430 (2007).
- 6) Yamaura Y., Oka H., Taki H., Ozaki K. and Tanaka H.: Sustainable management of planted landscapes: lessons from Japan. *Biodiversity and Conservation* 21:3107-3129 (2012).
- 7) Yoshii C., Yamaura Y., Soga M., Shibuya M. and Nakamura F. Comparable benefits of land sparing and sharing indicated by bird responses to stand-level plantation intensity in Hokkaido, northern Japan. *Journal of Forest Research* 20:167-174 (2015).
- 8) Yamaura Y., Shoji Y., Mitsuda Y., Utsugi H., Tsuge T., Kuriyama K. and Nakamura F. How many broadleaved trees are enough in conifer plantations? The economy of land sharing, land sparing and quantitative targets. *Journal of Applied Ecology* 53:1117-1126 (2016).
- 9) 山浦悠一, 岡裕泰: 変わりゆく森林・林業、生物多様性—攪乱不足の日本における林業の新たな役割. *森林技術* 844:16-20 (2012).
- 10) Yamaura Y., Amano T., Koizumi T., Mitsuda Y., Taki H. and Okabe K.: Does land -use change affect biodiversity dynamics at a macroecological scale? A case study of birds over the past 20 years in Japan. *Animal Conservation* 12:110-119 (2009).
- 11) Yamaura Y., Royle J. A., Shimada N., Asanuma S., Sato T., Taki H. and Makino S.: Biodiversity of man-made open habitats in an underused country: a class of multispecies abundance models for count data. *Biodiversity and Conservation* 21:1365-1380 (2012).
- 12) Toyoshima Y., Yamaura Y., Mitsuda Y., Yabuhara Y. and Nakamura F.: Reconciling wood production with bird conservation: a regional analysis using bird distribution models and forestry scenarios in Tokachi district, northern Japan. *Forest Ecology and Management* 307:54-62 (2013).
- 13) Yamaura Y., Connor E. F., Royle J. A., Itoh K., Sato K., Taki H. and Mishima Y.: Estimating species – area relationships by modeling abundance and frequency subject to incomplete sampling. *Ecology and Evolution* 6:4836-4848 (2016).
- 14) 山浦悠一, 岡裕泰, 沓掛徳宗, 岡本透: 土地利用の歴史から見た林業と生物多様性—オーバーユースからアンダーユース、そして win-win へ—. *北方森林研究* 61:3-4 (2013).
- 15) Yamaura Y., Schmaljohann H., Lisovski S., Senzaki M., Kawamura K., Fujimaki Y. and Nakamura F.: Tracking the Stejneger's stonechat *Saxicola stejnegeri* along the East Asian–Australian Flyway from Japan via China to southeast Asia. *Journal of Avian Biology* (in press).