

## 人工林で広葉樹を保持して鳥類を保全する

山浦 悠一<sup>1</sup>・雲野 明<sup>2</sup>

- 1 (国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所四国支所
- 2 (地独) 北海道立総合研究機構 林業試験場

## はじめに

木材を生産しながら人工林で生き物を守る一私たちは針葉樹人工林を主伐して再造林する際、混交する広葉樹を伐採せずに残す（保持する）大規模な操作実験を北海道有林（トドマツ人工林）で行っている<sup>1)</sup>。本実験で伐採前後、7年間にわたって鳥類を調査し、昨年末に論文を出版した<sup>2)</sup>。論文では、人工林で広葉樹を保持することは費用対効果の高い鳥類保全手法であることが示された。haあたり20~30本の広葉樹を保持すれば、全く樹木を残さない皆伐よりも多くの鳥類を保全できると考えられた。今後施業ガイドラインや森林認証制度に広葉樹の保持が組み込まれれば、林業分野で生物多様性の保全が進み、森林や林業、木材の価値が向上すると期待される。本稿でこの研究成果を紹介したい。

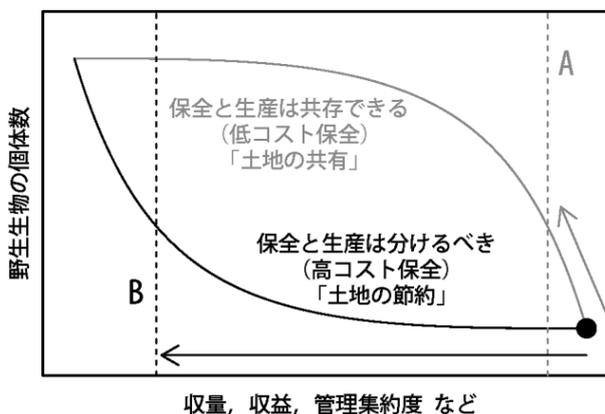
## 土地の節約 vs 共有

20世紀後半、ヨーロッパで農業の集約化<sup>[1]</sup>が進み多くの生物が減少した。これに対応する形で、農薬や肥料の投下量を下げる「野生生物にやさしい農業」が農家への直接支払制度をとおして政策的に推進されていた。そうしたなか、Rhys E. Greenらは次のような考え方を提起した<sup>3)</sup>。

保全対象となる生物の個体数と農地の集約度や収量、収益の間のトレードオフ関係<sup>[2]</sup>が上に凸の場合

(図①の灰色の曲線)、黒丸で示された最も集約度の高い状態からわずかに集約度を下げるだけで（点線A）、対象となる生物の個体数が大幅に増加する（灰色の矢印）。このため低コストで保全が実施でき、保全しながら農作物を生産すること—野生生物にやさしい農業—は理にかなっている。しかし下に凸の場合（図①の黒色の曲線）、集約度をわずかに下げるだけでは生物の個体数はあまり変わらず、例えば、上に凸の点線Aと同じだけの個体数を維持するには大きく集約度を下げる必要がある（黒色の矢印で点線Bまで）。この場合、生物の個体数を増加させるためには収量を大きく犠牲にする必要があるため、保全と生産は別の場所で行うことが有利になる。

前者は保全と生産を同じ場所で行うという意味で「土地の共有」、後者は生産に使う場所を小面積で済



▲図① 生産と保全のトレードオフ関係の模式図  
図の説明は本文参照。

[1] 肥料や農薬の投入回数を増加させるなどして面積当たりの農産物の収量を増加させること。

[2] 経済学用語で、複数の商品を同時に生産あるいは消費する際の互いの量の増減関係のこと。例えばお金が1万円あったとき、食事にたくさんお金を使うと衣服は少ししか購入できない。一方で、衣服をたくさん買うと食事にはあまりお金をかけられない。

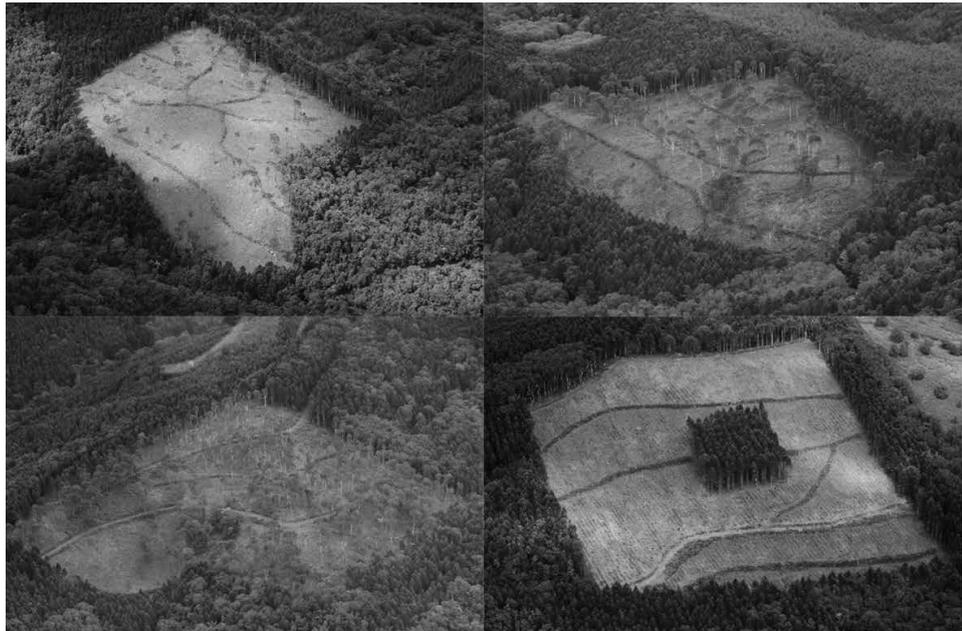
ますという意味で「土地の節約」と呼ばれる。このトレードオフ関係を明らかにすることが、生物多様性への悪影響を最小化しながら農作物を生産するために決定的に重要である、とGreenらは提起した。これ以降、生産と保全を両立するうえでいずれの手法が適しているのか、農業分野で大きな論争が生じている。

林業分野ではアメリカ合衆国で1980年代、森林を「木の畑」<sup>[3]</sup>と「保護区」に二分する以外の選択肢

として、森林を伐採する際に樹木を残して生態系の保全を目指す「保持林業」が提案された<sup>4)</sup>。保持林業は欧米で普及が進み、スウェーデンではha当たり10本の立木を残すことが森林認証の要件で、すべての伐採地で保持林業が採用されている<sup>1)</sup>。一方で、単一樹種・単純な林分構造で特徴づけられる人工林が世界的に拡大し、木材生産上重要になった。人工林は生物多様性に乏しいが<sup>5)</sup>、在来樹木が混交し階層構造が発達すると多様な生物が生息することも明らかにされた<sup>1)</sup>。そして人工林内での生物多様性の保全手法として、保持林業が注目されるようになった<sup>6)</sup>。果たして木材生産のために造成された人工林で保持林業を採用し、木材生産量や収益を下げても生物多様性を保全する意義があるのか。あるいは人工林は木材生産に専念して生物多様性の保全は保護区で成し遂げるべきか？ これはまさに林業分野における土地の節約と共有の問いである<sup>7)</sup>。

### 人工林主伐時に広葉樹を残す

道有林の実験では国内外の先行研究を踏まえ、保持の対象を人工林に混交する広葉樹とした。そして主伐時に広葉樹を3段階の異なる密度（ha当たり10本、50本、100本）で残し、皆伐区と60m四方の非伐採区を残した群状保持区、林分の1/3を1haの伐



▲写真① 代表的な処理区の空中写真（空知森林室提供）

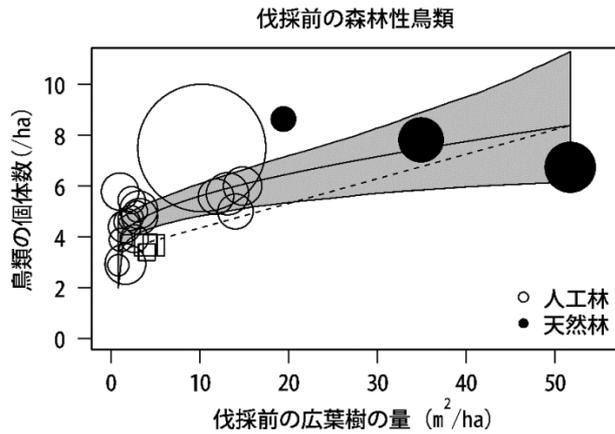
左上から時計回りに、少量保持区、中量保持区、群状保持区、大量保持区。

区で伐採した受光伐区、伐採しない天然林と人工林の対照区を設けた（写真①）。林分が実験の単位で平均面積は7.0ha、受光伐以外は繰り返す（反復）を3つ用意したため、23個の実験区から構成され、合計面積161haという大規模実験である。実験の詳細は別途まとめている。<sup>1)8)9)10)</sup>興味のある方はそちらを参照されたい。なお、実験地は<sup>あしべつ</sup>芦別市、<sup>あかびら</sup>赤平市、<sup>ふかがわ</sup>深川市にまたがる<sup>そらち</sup>道有林空知管理区255-250林班、イルムケツ山麓の南および東斜面である。保持された広葉樹はウダイカンバやダケカンバ、シナノキ、ヤチダモ、ハリギリ、イタヤカエデから主に構成されている。

### 7年間の鳥類調査とその結果

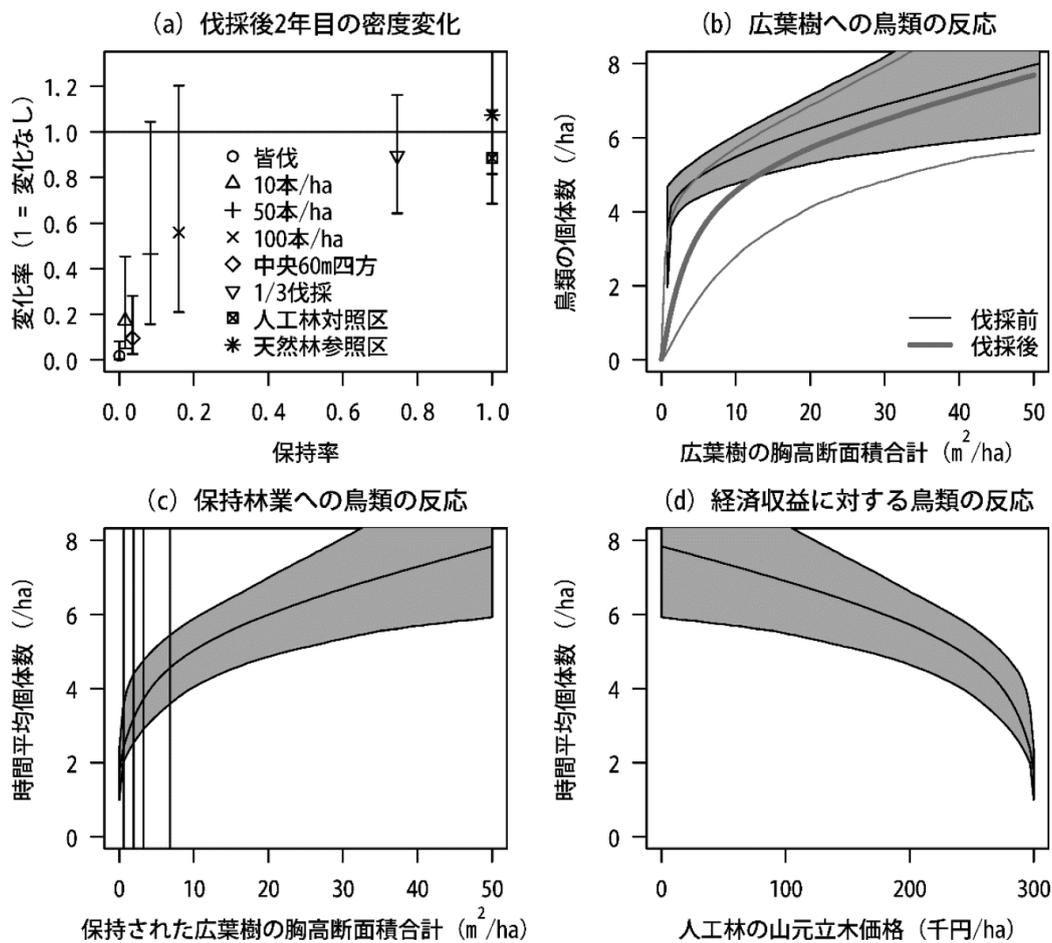
伐採は3年かけて行われ、<sup>じごしら</sup>地拵え後にトドマツが植栽された。私たちは伐採1年前と伐採後3年間、非伐採区を含め、実験区全体を時間をかけて歩く鳥類調査を毎年6回行った。解析では、ホオジロやモズなどの伐採によって増加する種とヒガラやキクイタダキといった針葉樹人工林で個体数が多い種を除き、天然林の人工林への転換で負の影響を受ける種の個体数を対象とした。伐採前のデータを解析したところ、広葉樹がほとんど存在しない人工林に少しでも広葉樹を混交させると鳥類が大きく増加することが示された（図②）。伐採後3年間で鳥類の密度が最も

[3] 原文のtree farmを尊重してそのまま和訳した。



◀図② 伐採前の鳥類（ただし開放地性種・針葉樹嗜好種は除く）の個体数（なわばり数）の広葉樹の量への反応

人工林と天然林のデータを合わせ、haあたりの個体数を解析したところ、個体数は広葉樹の量の増加に伴い上に凸の反応形を示した。破線は始点と終点を結ぶ直線で、反応曲線がこの上に位置することは人工林内に広葉樹を保持することが有利であることを示す。黒塗りの丸は天然林、白抜きの丸もしくは正方形は人工林。丸もしくは正方形の大きさは広葉樹の平均的な大きさ（胸高断面積の平均値）を示し、直線の下側に位置する正方形の3つの人工林実験区は広葉樹が小さいことがわかる。なお、どの人工林にも広葉樹が混交していたため、最も広葉樹が少ない林分でも広葉樹の大きさが計算・表示されている。



▲図③ 鳥類の保持林業への反応

(a) 伐採前に対する伐採後2年目の鳥類の密度変化率と樹木の保持率の関係。皆伐で大きな密度減少が見られたが、樹木を保持するほど密度減少率は緩和され、実験区の1/3のみを伐採する受光伐では、実験区全体では密度の減少は検出されなかった。トドマツから構成される60m四方の区画を残す群状保持では、保持率ほど減少率緩和の効果は見られなかった。(b) 伐採後の密度変化率を広葉樹の量で帰属し、伐採前の曲線と合わせて描いた（群状保持区は除いている）。伐採後も上に凸の反応形を示した。(c) 伐採前後の個体数から伐期をとおした平均個体数を求め、広葉樹の量への反応を描いた。垂線は、左からhaあたり広葉樹を10本、30本、50本、100本残した場合に相当する。(d) 広葉樹の保持に伴う山元立木価格の減少に対する鳥類の個体数の反応形。図①の上に凸の反応形（灰色の曲線）が示された。

低かった伐採後2年目の密度変化率も上に凸の反応形を示し（図③a、b）、少量の広葉樹保持の費用対効果の高さが示された。伐期をとおした鳥類の個体数は、haあたり20～30本の広葉樹を残すことで皆

伐よりも高い値が維持されると示された（図③c）。横軸を山元立木価格に置き換えても、同様に上に凸の反応形が示され、広葉樹の保持の優位性が示された（図③d）。

## 今後の課題と期待

今回、道有林課と北海道大学農学部森林科学科の協力を得て、人工林における生物多様性の保全に関する世界的な実証実験を開始し、後世に継承できる資産をつくることができました。結果は上述のように明確で、人工林内に広葉樹を保持することが、木材生産と鳥類多様性保全を両立するうえで有効であることが示された。今後、施業ガイドラインや森林認証制度に広葉樹の保持が組み込まれることにより、林業分野で生物多様性の保全が大きく進展すると期待される。ただし、道央のトドマツ人工林から得られた結果であるということは留意する必要がある。そこで私たちは現在、高知県の国有林と水源林にあるスギ・ヒノキ人工林でも同様の取組を始めた。まずはスウェーデン型のhaあたり10本、30m四方に一本を目安に、高木性の通直な広葉樹を主伐再造林の際に保持することを目指している。haあたり10本は、樹洞営巣性鳥類を保全するために提示されてきた数値目標でもあり<sup>1)</sup>、一つの目安になるだろう。

なお、haあたり20~30本の本数ならば、伐倒および木寄せに樹木の保持がおよぼす影響は小さいと考えられる。本実験での作業日報の解析では、haあたり50本の中量保持では、皆伐に対する立米当たりの作業時間は伐倒で7%、木寄せで20%増加したが、少量保持ではこの増加は確認されず、むしろ作業時間は皆伐よりも短かったためである<sup>11)</sup>。また保持すべき広葉樹の本数や配置は、地位や周辺環境、保持する広葉樹の種類やサイズ、保全の社会的重要性によっても異なってくるだろう。保持に適した広葉樹が主伐時にない場合には、地寄せや除伐時に更新木を残すことで対応できるかもしれない。しかしまずは、針葉樹人工林内の広葉樹の保全上の役割についての理解・認識を皆で共有する必要がある。人工林内で生物多様性を保全することは、地力の維持や樹木のバイオマスの生産性のみならず、森林、林業、木材の社会的な価値の向上につながる可能性がある。そして生産と保全を同じ場所で成し遂げる土地の共有は、私たちの創造性を引き出し、人類の発展につながりはしないだろうか。

[やまうら ゆういち・うんの あきら]

[4] <http://www.ffpri.affrc.go.jp/research/saizensen/index.html>

[5] <https://twitter.com/RetentionTree>

\*

本プロジェクトではすでに多くの成果が発表されている。そのほとんどは森林総合研究所のホームページの研究成果欄で概要が紹介されている<sup>[4]</sup>。保持林業研究会のtwitterでもスレッドにまとめているが<sup>[5]</sup>、現在、森林総合研究所でホームページの立ち上げを計画中である。本稿内の図・写真は出版社の許可を得て和訳して掲載している。

## 引用文献

- 1) 柿澤宏昭, 山浦悠一, 栗山浩一. 保持林業一木を伐りながら生き物を守る. 築地書館, 2018.
- 2) Yamaura, Y., Unno A., Royle J. A. Sharing land via keystone structure : retaining naturally regenerated trees may efficiently benefit birds in plantations. *Ecological Applications*. 2023, 33(3) : e2802.
- 3) Green R. E., Cornell S. J., Scharlemann J. P. W., Balmford A. Farming and the fate of wild nature. *Science*. 2005, 307(5709) : 550-555.
- 4) Franklin J. F. Toward a new forestry. *American Forests*. 1989, 95 : 37-44.
- 5) Newbold T. et al. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*. 2015, 520 : 45-50.
- 6) Demarais S., Verschuyt J. P., Roloff G. J., Miller D. A., Wigley T. B. Terrestrial vertebrate biodiversity and intensive forest management in the U.S. *Forest Ecology and Management*. 2017, 385(1) : 308-330.
- 7) Betts M. G., Phalan B. T., Wolf C., Baker S. C., Messier C., Puettmann K. J., Green R., Harris S. H., Edwards D. P., Lindenmayer D. B., Balmford A. Producing wood at least cost to biodiversity : integrating Triad and sharing-sparing approaches to inform forest landscape management. *Biological Reviews*. 2021, 96(4) : 1301-1317.
- 8) 明石信廣, 対馬俊之, 雲野 明, 長坂晶子, 長坂 有, 大野泰之, 新田紀敏, 渡辺一郎, 南野一博, 山田健四, 石濱宣夫, 滝谷美香, 津田高明, 竹内史郎, 石塚 航, 福地 稔, 山浦悠一, 尾崎研一, 弘中 豊, 稲荷尚記. トドマツ人工林における保残伐施業の実証実験 (REFRESH) における実験区の伐採前の林分組成. 北海道林業試験場研究報告. 2017, (54) : 31-45.
- 9) 尾崎研一, 明石信廣, 雲野 明, 佐藤重穂, 佐山勝彦, 長坂晶子, 長坂 有, 山田健四, 山浦悠一. 木材生産と生物多様性保全に配慮した保残伐施業による森林管理—保残伐施業の概要と日本への適用—. *日本生態学会誌*. 2018, 68(2) : 101-123.
- 10) Yamaura Y., Akashi N., Unno A., Tsushima T., Nagasaka A., Nagasaka Y., Ozaki K. Retention experiment for plantation forestry in Sorachi, Hokkaido (REFRESH) : a large-scale experiment for retaining broad-leaved trees in conifer plantations. 森林総合研究所研究報告. 2018, 17(1) : 91-109.
- 11) Tsushima T., Watanabe I., Akashi N., Ozaki K. Productivity and cost of retention harvesting operation in conifer plantations. *Forests*. 2023, 14(2) : 324.