

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18H04154

研究課題名（和文）保残伐の大規模実験による自然共生型森林管理技術の開発

研究課題名（英文）A large-scale experiment for retention forestry to develop ecologically sustainable forest management

研究代表者

尾崎 研一（Ozaki, Kenichi）

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・研究専門員

研究者番号：50343794

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 29,450,000円

研究成果の概要（和文）：保残伐の大規模実験の初期の成果から、単木保残では、ほとんどの生物群で広葉樹の保残量が大きいほど生物多様性保全効果が高い一方、群状保残の効果は生物群によって異なり、保残パッチが伐採の影響から逃れる一時的な避難場所として機能するものとしめないものがあった。また、木材生産性に対する負の影響は10本/ha保残では無視できる範囲であったが、50本/ha保残以上で顕在化した。以上の成果から人工林で保残伐を実施する場合、単木保残では広葉樹を10本/ha以上、できれば50本/ha以上残すこと、群状保残と単木保残は組み合わせると効果的であることを提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

保残伐の長期・大規模実験において初期の効果を明らかにし、各要因への効果を統合した森林管理手法を提案したことは学術的に新規性があり意義が大きい。人工林は世界中で拡大しており、現在、全森林面積の7%を占めるが、そこから世界の木材生産量の50%を供給している。世界的な木材需要の増加を考慮すると、木材生産上、重要な森林である人工林で、木材生産と生物多様性保全の両立をめざす森林管理手法を提案した社会的意義は大きい。特に、近年、人工林が顕著に増加している東アジア地域の森林管理に大きく貢献するものである。

研究成果の概要（英文）：From a comprehensive review of the short-term results of a large-scale experiment of retention harvesting in plantations in northern Japan, the level of retention was positively associated with the beneficial effects of forest species in all taxa except understory plants in dispersed retention. In aggregated retention, small aggregates maintained undisturbed forest floor and thus served as refugia for forest species of understory plants and carabid beetles but not for forest species of birds, and necrophagous silphid and dung beetles. Harvesting costs increased slightly when more than 50 trees/ha were retained. Our results revealed that combinations of aggregated and dispersed retention are important and that retention of more than 10 trees/ha, and if possible more than 50 trees/ha, is recommended to mitigate the negative impacts of harvesting in plantations.

研究分野：生態学、昆虫学、保全生物学

キーワード：保残伐 生物多様性 人工林 長期実験

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日本では1000万haの人工林の50%が主伐期を迎えている。これは、日本の国土の約13%で木材が収穫可能になったことを意味する。しかし、従来の大面積皆伐では生物多様性や生態系サービスへの悪影響が懸念される。そのため、自然環境に配慮しながら効率的な木材生産が可能な、新たな自然共生型の森林管理技術が必要となっている。

近年、木材生産と生物多様性の両立をめざす森林管理技術として、保残伐 (retention harvesting) が世界的に注目されている。保残伐 (または保持伐) は、伐採時に一部の樹木を残して複雑な森林構造を維持することにより、生物多様性や生態系サービスを損なわないように木材を生産する方法である。保残伐は、皆伐に代わる伐採方法として世界的に普及しており、現在では1億5千万ha以上の森林で実施されている。それに伴い、保残伐の効果を検証するための大規模実験が世界各地で行われている。しかし、人工林を対象とした保残伐実験は世界的にも行われておらず、伐採時に何をどの程度、残せばよいのかは明らかではない。そこで我々の研究グループでは北海道有林の協力を得て、2013年から「トドマツ人工林における保残伐施業の実証実験(略称 REFRESH)」を開始した。ここでは、伐採区域が100haに及び国内では最大規模の実験が進行している。この実験の目標は、人工林における木材生産と公益的機能の両立をめざす森林管理技術を開発することであり、そのために保残伐の影響を次の主伐までの約50年間、調査する計画である。これまでに計画通りの実験区が設定され、伐採前から伐採直後の生物多様性、水土保全機能の変化と伐採コストが明らかになってきている。

2. 研究の目的

本研究では、この長期・大規模実験のうち伐採2~8年後を対象として、生物多様性、水土保全機能、木材生産性に与える伐採の影響を調査する。そして、その結果を伐採前からのデータとともに解析することで、各要因への効果を統合した自然共生型森林管理技術を開発することを目的とする。

3. 研究の方法

北海道・芦別市周辺の北海道有林 (約6千ha) において、50年生以上のトドマツ人工林と広葉樹天然林に面積5~9haの実験区を設け、以下の8つの処理を3セット設置した(図1)。3つの単木保残区では人工林内に天然更新した広葉樹林冠木を保残した。これは人工林化で失われた広葉樹を残すことにより、人工林化以前の樹種構成に近づけて、広葉樹の大径木、枯死木を必要とする生物を保全するためである。保残率を3段階とすることで、保残率の違いの影響が調査可能である。一方、群状保残区では実験区の中央に保残パッチ(0.36ha)を残した。ここでは閉鎖林分の環境が維持され、伐採や植栽に伴う攪乱からの避難場所となることが期待される。伐採は2014年から1セットずつ3年かけて行った。伐採後は、通常的人工林同様に地拵え、トドマツの植栽、下草刈りを行った。



図1 保残伐施業の実証実験の8通りの実験区

4. 研究成果

(1) 生物多様性

鳥類

各実験区に固定調査ルートを設定し、テリトリーマッピング法およびライントランセクト法で繁殖鳥類のなわばり数を記録した(Yamaura et al 2023)。その結果、伐採前後を比較すると人工林内に広葉樹が増えるにつれて鳥類の個体数は上に凸の形を描いて増加した。8つの処理の効果を個別にみると、皆伐は鳥類の密度を大きく減らす一方、残す広葉樹の本数が増えるほど伐採のインパクトは低減できることが分かった。伐採後1年目から2年目にかけて鳥類の密度は皆伐区でわずかに減少、小量保残区(10/ha本保残)ではわずかに増加した程度で、保残の効果最も顕著だったのは伐採後2年目であった。伐採していない人工林の対照区と天然林の参照区

は伐採の前後で鳥類密度の大きな変化は見られず、この時期、地域の鳥類相は安定していたことが示唆された。林分の1/3を1haの伐区で伐採する小面積皆伐(受光伐)は、林分全体として伐採の大きなインパクトは検出されなかった。伐区中央に60m四方のパッチを残した群状保残区の伐採のインパクトは皆伐区と大差なかった。ただし、群状保残区の一つの保残パッチが風倒でほぼ倒壊したことには留意する必要がある。広葉樹の量に対する鳥類個体数の上に凸の増加パターンは、少量の広葉樹を保残することによって一人工林の木材生産量をわずかに減少させることによって一多くの鳥類を保全できることを示す。そして中量保残区とは異なり、少量保残区は皆伐区との間で鳥類密度に有意差がなかったことから、ヘクタールあたり20~30本の広葉樹を保残すれば、皆伐に比べて森林性鳥類の個体数を統計的に有意に多く維持できると期待された。即ち、鳥類では少量の広葉樹を保残することが費用対効果の高い保全手法であることが示された。

植物

林床植生について、各実験区に50m間隔で5×5m方形区を設定した。各方形区を1×1mの区画に区切り、それぞれの区画に出現した維管束植物を記録した。トドマツ人工林に設定した調査区について、伐採前後の林床植生をNMDSによって座標付けしたところ、伐採3年後までは、伐採前の植生の構成要素を残しながら、新たな種の侵入によって植生が変化した(Akashi 2023)。3年後から6年後にかけては、変化の方向が3年後までとは反転した実験区が多かった。そこで、伐採前から伐採3年後までの座標の移動距離を求めたところ、伐採していない対照区と群状保残の保残部分、および皆伐区と群状保残の伐採部分、単木保残区はそれぞれ同様の値を示し、群状保残の保残部分では植生がほぼ変化しなかったのに対して、単木保残は皆伐と同様の変化を示した。また、群状保残として残した上層木のほとんどが倒れてしまった保残パッチでは、上層木は失われたものの地拵えや下刈りなどの攪乱がなかったことから、林床植生の変化はわずかであった。伐採前に各調査区に出現した種の、伐採1年後の生残に関連する要因を検討したところ、保残木ありの調査区や傾斜の急な調査区において、伐採後も残っている確率が高かった。このような結果から、単木保残は伐採等による攪乱を軽減して伐採前の種が残ることに寄与する可能性があるが、種構成全体の変化を軽減する効果はこれまでのところほとんど認められていない。林床植生の保全には、上層木の有無よりも、地表を攪乱しないことが重要であると考えられる。

昆虫類

昆虫の多様性については様々なトラップを用いて調査を実施した。その中で落とし穴トラップを使って調べたオサムシ類(Yamanaka et al 2021)と腐肉食性甲虫(Ueda et al 2022)の結果を示す。オサムシ類は地表徘徊性の甲虫で、環境変化に鋭敏に反応することから、森林管理の影響を調べるのに用いられることが多い生物群である。伐採1年後の調査では、森林性オサムシ類の種数と個体数は伐採により減少し、皆伐区で最も少なく、単木保残区の保残量が増えるほど増加した。つまり、単木保残は皆伐による森林性種の減少を緩和することがわかった。一方、群状保残区の保残パッチでは森林性種の個体数が伐採前後で変化せず、保残パッチは森林性種の避難場所として機能していた。また、保残パッチは群状保残区全体の個体数・種数のある程度、下支えしていた。これらの結果から、単木保残、群状保残のいずれの手法でも、伐採地に残された保残木が森林性種の生息環境を提供し、伐採の負の影響を緩和すると考えられる。

腐肉食性甲虫(腐肉食のシテムシと糞虫)は森林環境のすぐれた指標種であり、腐肉の分解や衛生害虫(ハエ類)の抑制といった機能がある。森林性種の個体数は皆伐区が最も少なく、単木保残区の保残量が多いほど多くなったため、単木保残は皆伐による森林性種の減少を抑制していた。しかし、群状保残区の保残パッチの個体数は皆伐区と同様で、非伐採区よりも大幅に少なかったことから、保残パッチは森林性種の避難場所として機能しなかった。つまり昆虫類の中でもオサムシ類とは保残パッチの効果が異なっていた。

(2) 水土保全機能

平水時の硝酸態窒素濃度

第2セット流域では皆伐区、中量保残区で、第3セット流域では少量保残区で伐採3年後に硝酸態窒素濃度が0.3mg/L以上増加したが、いずれも4年後以降、減少した。特に皆伐、大量保残区、群状保残区では減少傾向が顕著であった(図2)。保残木量を集水域単位で見た場合、伐採前の流域内立木量に対し18~33%を保残した少量、中量保残区では、保残木量の違いによる窒素流出抑制効果は明瞭ではなかったが、50%前後まで保残した大量保残区と群状保残区で硝酸態窒素の濃度上昇が見られなかったことから、一定量以上の樹木保残により、伐採直後の窒素流出が抑制されることが示唆された。

水流率

皆伐、中量保残区では伐採年に流出率が1.5割程度増加し、その後減少して6年後には伐採前のレベルに戻った。皆伐区では流域下部が残置トドマツ林となっており、流域に占める樹木保残量が28%と、保残量19%の中量保残区よりも多かったことから、保残量の違いと伐採後の水流の違については確認できなかったが、植生回復による蒸発散量の増加等により、6年程度で

水流出量が伐採前のレベルに戻ることがわかった。

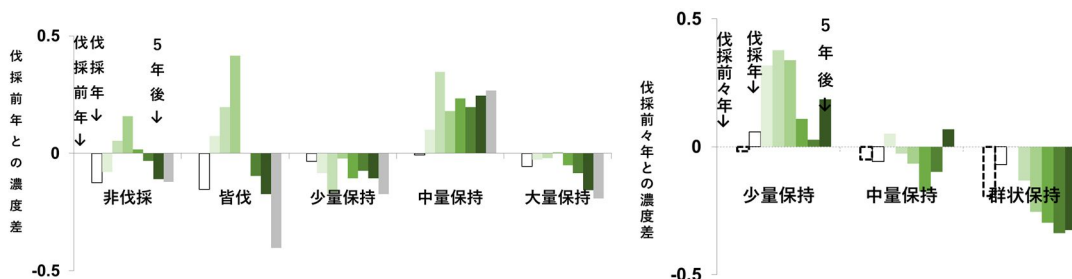


図2 伐採前後の平水時硝酸態窒素濃度 (mg/L) の変化
 左: 2015 年伐採 (第 2 セット) 流域 右: 2016 年伐採 (第 3 セット) 流域

出水時の微細土濃度

各伐採区では伐採年と翌年に高濃度の微細土流出が確認されたが、保残伐による流出緩和効果は見られなかった。その理由として、沢を横断する集材路等の影響が大きく、流路周辺の保全が重要なことが再確認された。施業 2 年後以降は顕著な濁り (微細土流出) は発生せず、裸地面の植生被覆が回復したためと考えられた。

(3) 木材生産性

単木保残が伐出生産性とコストに及ぼす影響を評価するために、作業日報の解析を行った (Tsushima et al 2023)。その際、作業道と土場での作業は保残木に影響されないため、それ以外の工程である伐倒と木寄せ作業への影響を調べた。その結果、10 本/ha 保残では生産性の低下はみられなかった。一方、50 本/ha と 100 本/ha 保残では、伐倒時間がそれぞれ 7% と 17%、木寄せ時間がそれぞれ 20% と 19% 増加した。そしてそれに応じて伐出コストも増加した。しかし、これらの工程のコストが集材や土場での作業などを含む全体のコストに占める割合が小さいため、伐出全体のコストの増加は皆伐に比べて 3% にとどまった。この結果から、今回の伐出システムでは、作業道に保残木を残さない限り、保残伐に伴う伐出コストの増加は少ないことがわかった。また、伐出コスト以外に収穫量の減少なども検討した結果、木材生産性への負の影響は 10 本/ha 保残では無視できる範囲だが、50 本/ha 保残以上で顕在化すると考えられた。

表1 保残伐施業の実証実験、初期の成果のまとめ

機能	評価の対象	単木保持量との関係 ^a	群状保持の避難場所効果 ^b
生物多様性保全	鳥類	+	なし
生物多様性保全	林床植生	なし	+
生物多様性保全	オサムシ類	+	+
生物多様性保全	腐肉食性甲虫	+	なし
生物多様性保全	コウモリ	+	
生物多様性保全	外生菌根菌	+	+
木材生産性	伐出生産性	-	
水土保全	伐採直後の変化を緩和	+	

a: 広葉樹保残量と正 (+)、負 (-) の関係、または関係が認められない (なし)
 b: 群状保残の避難場所効果があり (+)、なし (なし)、または調査せず (空欄)

(4) 自然共生型森林管理技術の開発

表 1 に本研究の初期の成果をまとめた。ここには当初、予定していなかったコウモリ、外生菌根菌の結果も記載している。単木保残では林床植生を除くすべての生物群で森林性種の個体数、種数と保持量に正の相関がみられたことから、広葉樹の保残量が大きいほど生物多様性保全効果が高いことがわかった。また、木材生産性への負の影響は 50 本/ha 保残以上で顕在化し、水土保全機能については伐採直後の変化を緩和する効果があった。一方、群状保残の効果は生物群によって異なり、保残部分が伐採の影響から逃れる一時的な避難場所として機能するものと機能しないものがあった。また、伐採翌年の強風により、ほとんどの保残木が倒れた保残パッチも一時的な避難場所として機能したことから、避難場所となるには林床が攪乱されていないことが重要だと考えられた。

以上の成果から人工林で適切な保残伐のあり方を提案した。単木保残では木材生産性を犠牲

にしないのであれば保残木を 50 本/ha (材積で約 10%) 以下に抑えるが、多少のコスト増加を許容するならば 50 本/ha 以上の保残が望ましい。ただし、保残伐が国内で普及していない現状を考慮すると、10 本/ha (材積で約 2%) から始めるのが現実的だと考えられる。一方、単木保残と群状保残では効果的な生物群が異なるため、両方の生物群を保全するには単木保残と群状保残を組み合わせる必要がある。

単木保残と群状保残を組み合わせる場合、保残する本数を一定とすると、トレードオフが起きる。すなわち、単木保残に割りあてる本数を増やすと群状保残に割りあてる本数が減り、逆に単木保残に割りあてる本数を減らすと群状保残に割りあてる本数が増える。そして、割り当てる本数に応じてそれぞれの保全効果も変化する。このトレードオフを解消する方法として、図 3 の

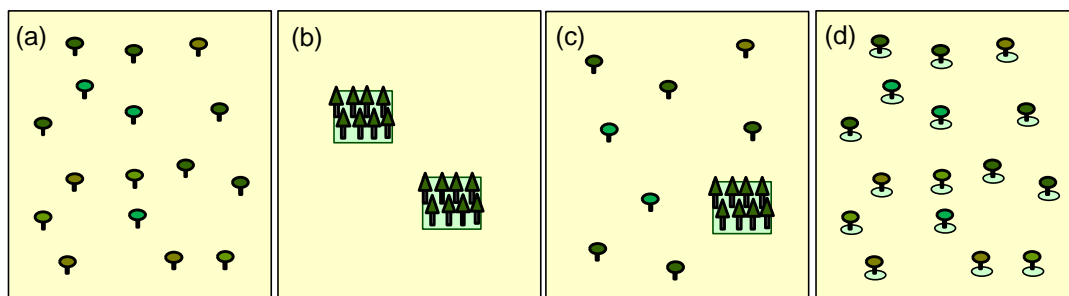


図 3 単木保残と群状保残のトレードオフの説明図。(a)単木保残では広葉樹を残すため、広葉樹を必要とする生物を保全することができる。(b)群状保残では閉鎖林分の環境を維持するため、未攪乱の林床が必要な生物を保全することができる。(c)単木保残と群状保残を組み合わせると両方の生物を保全することができる一方、それぞれの保全効果も低下してしまう。(d) このトレードオフを解消する方法として、単木で保残した広葉樹の樹冠の下では施業をせずに、未攪乱の林床を維持するやり方が考えられる。Ozaki et al(2024)の Fig.1 を転載

(d)のように、すべてを単木保残としつつ、保残した広葉樹の樹冠の下で地ごしらえ、植栽、下刈りなどの施業をやめて、林床を攪乱しないやり方が考えられる(Ozaki et al 2024)。この方法では単木保残で維持される広葉樹が必要な生物と、群状保残で維持される未攪乱の林床が必要な生物の両方が保全できると予想される。また、この方法は、保残した広葉樹に被陰されて成長が低下する植栽木を減らすことにより、木材生産性の低下を抑える効果も期待できる。今回の実験では保残パッチの面積は一定(0.36ha)なため、広葉樹の樹冠と同じ面積の、小さな保残パッチが生物の避難場所として機能するかどうかは調べていない。今後の研究により、予想通りの効果があるかどうかの検証が待たれる。

<引用文献>

- Akashi N (2023) Responses of understory vascular plant communities up to 6 years after retention harvesting in planted *Abies sachalinensis* forests. *Forest Ecology and Management* 538.
- Ozaki K, Akashi N, Kawamura K, Obase K, Ueda A, Unno A, Yamanaka S, Yamaura Y (2024) Retention forestry in plantations: synthesizing key findings of early studies from a long-term experiment in northern Japan. *Forest Ecology and Management*, 562.
- Tsushima T, Watanabe I, Akashi N, Ozaki K (2023) Productivity and cost of retention harvesting operation in conifer plantations. *Forests* 14.
- Ueda A, Itô H, Sato S (2022) Effects of dispersed and aggregated retention-cuttings and differently sized clear-cuttings in conifer plantations on necrophagous silphid and dung beetle assemblages. *Journal of Insect Conservation* 26: 283–298.
- Yamanaka S, Yamaura Y, Sayama K, Sato S, Ozaki K (2021) Effects of dispersed broadleaved and aggregated conifer tree retention on ground beetles in conifer plantations, *Forest Ecology and Management*, 489: 119073-119082.
- Yamaura Y, Unno A, Royle J A (2023) Sharing land via keystone structure: retaining naturally regenerated trees may efficiently benefit birds in plantations. *Ecological Applications* 33(3) 32802.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Ueda Akira, Ito Hiroki, Sato Shigeo	4. 巻 104
2. 論文標題 オサムシ科甲虫群集への針葉樹人工林の単木・群状保残伐および小面積皆伐の効果	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Japanese Forest Society	6. 最初と最後の頁 309 ~ 320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4005/jjfs.104.309	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Obase Keisuke, Yamanaka Satoshi, Yamanaka Takashi, Ozaki Kenichi	4. 巻 523
2. 論文標題 Short-term effects of retention forestry on the diversity of root-associated ectomycorrhizal fungi in Sakhalin fir plantations, Hokkaido, Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Forest Ecology and Management	6. 最初と最後の頁 120501 ~ 120501
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foreco.2022.120501	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yamaura Yuichi, Unno Akira, Royle J. Andrew	4. 巻 33
2. 論文標題 Sharing land via keystone structure: Retaining naturally regenerated trees may efficiently benefit birds in plantations	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Ecological Applications	6. 最初と最後の頁 1-22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/eap.2802	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Tsushima Toshiyuki, Watanabe Ichiro, Akashi Nobuhiro, Ozaki Kenichi	4. 巻 14
2. 論文標題 Productivity and Cost of Retention Harvesting Operation in Conifer Plantations	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Forests	6. 最初と最後の頁 324 ~ 324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/f14020324	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Yamanaka Satoshi, Yamaura Yuichi, Ozaki Kenichi	4. 巻 16
2. 論文標題 Examining the bias of pitfall traps with enclosure experiments and removal sampling	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Insect Conservation and Diversity	6. 最初と最後の頁 555 ~ 565
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/icad.12661	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Akashi Nobuhiro	4. 巻 538
2. 論文標題 Responses of understory vascular plant communities up to 6 years after retention harvesting in planted <i>Abies sachalinensis</i> forests	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Forest Ecology and Management	6. 最初と最後の頁 120991 ~ 120991
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foreco.2023.120991	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 尾崎 研一	4. 巻 71
2. 論文標題 「トドマツ人工林における保残伐施業の実証実験」全体説明	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 北方森林研究	6. 最初と最後の頁 1 ~ 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24494/jfsh.71.0_1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 明石 信廣	4. 巻 71
2. 論文標題 下層植生に対する保残伐の効果と保残木の生残	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 北方森林研究	6. 最初と最後の頁 5 ~ 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24494/jfsh.71.0_5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 長坂 有	4. 巻 71
2. 論文標題 水土保全機能の保持から見た保残伐の効果	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 北方森林研究	6. 最初と最後の頁 9~10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24494/jfsh.71.0_9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 上田 明良、末吉 昌宏、佐藤 重穂	4. 巻 71
2. 論文標題 北海道における保持伐と小面積皆伐がベッコウバエ科とアカバトガリオオズハネカクシに与える影響	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 北方森林研究	6. 最初と最後の頁 63~66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24494/jfsh.71.0_63	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yamaura Yuichi, Fletcher Robert J., Lade Steven J., Higa Motoki, Lindenmayer David	4. 巻 -
2. 論文標題 From nature reserve to mosaic management: Improving matrix survival, not permeability, benefits regional populations under habitat loss and fragmentation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Applied Ecology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1365-2664.14122	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Akashi Nobuhiro, Nitta Noritoshi, Ohno Yasuyuki	4. 巻 497
2. 論文標題 Effect of forest management on understory vascular plants in planted Abies sachalinensis forests	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Forest Ecology and Management	6. 最初と最後の頁 119521~119521
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foreco.2021.119521	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ueda Akira, Ito Hiroki, Sato Shigeo	4. 巻 -
2. 論文標題 Effects of dispersed and aggregated retention-cuttings and differently sized clear-cuttings in conifer plantations on necrophagous silphid and dung beetle assemblages	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Insect Conservation	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10841-022-00386-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamanaka Satoshi, Yamaura Yuichi, Sayama Katsuhiko, Sato Shigeo, Ozaki Kenichi	4. 巻 489
2. 論文標題 Effects of dispersed broadleaved and aggregated conifer tree retention on ground beetles in conifer plantations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Forest Ecology and Management	6. 最初と最後の頁 119073 ~ 119073
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foreco.2021.119073	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamanaka Satoshi, Hironaka Yutaka, Ozaki Kenichi	4. 巻 54
2. 論文標題 Cost-effective sampling for estimating species richness of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) using pitfall traps: efficiency of non-parametric species richness estimators	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Entomology and Zoology	6. 最初と最後の頁 231 ~ 238
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13355-019-00617-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 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	4. 巻 68
2. 論文標題 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	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本生態学会誌	6. 最初と最後の頁 101 ~ 123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18960/sei tai .68.2_101	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kenichi Ozaki, Nobuhiro Akashi, Kazuhiro Kawamura, Keisuke Obase, Akira Ueda, Akira Unno, Satoshi Yamanaka, Yuichi Yamaura	4. 巻 562
2. 論文標題 Retention forestry in plantations: synthesizing key findings of early studies from a long-term experiment in northern Japan	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Forest Ecology and Management	6. 最初と最後の頁 121929-121929
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foreco.2024.121929	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 山浦 悠一、雲野 明	4. 巻 974
2. 論文標題 人工林で広葉樹を保持して鳥類を保全する	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 森林技術	6. 最初と最後の頁 28-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamaura Yuichi, Unno Akira	4. 巻 104
2. 論文標題 Retention Experiment for Plantation Forestry in Sorachi, Hokkaido (REFRESH), Northern Japan	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Bulletin of the Ecological Society of America	6. 最初と最後の頁 e02044
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/bes2.2044	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計16件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 OBASE Keisuke, YAMANAKA Satoshi, YAMANAKA Takashi, OZAKI Kenichi
2. 発表標題 Short-term effects of retention forestry on the diversity of root-associated ectomycorrhizal fungi in Sakhalin fir plantations, Hokkaido, Japan.
3. 学会等名 International Conference on Mycorrhiza 11 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 尾崎研一
2. 発表標題 「トドマツ人工林における保残伐施業の実証実験」全体説明
3. 学会等名 北方森林学会大会シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 明石信廣
2. 発表標題 下層植生に対する保残伐の効果と保残木の生残
3. 学会等名 北方森林学会大会シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長坂 有
2. 発表標題 水土保全機能の保持から見た保残伐の効果
3. 学会等名 北方森林学会大会シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河江輝樹
2. 発表標題 道有林を活用した保残伐施業の実施について
3. 学会等名 北方森林学会大会シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上田明良・末吉昌宏・佐藤重穂
2. 発表標題 北海道における伐採がベッコウバエ科とアカバトガリオオズハネカクシに与える影響
3. 学会等名 北方森林学会大会シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 尾崎研一
2. 発表標題 人工林における保持林業の実証実験 初期の成果の概要
3. 学会等名 日本森林学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 明石信廣・新田紀敏
2. 発表標題 トドマツ人工林主伐時における上層木の保残が下層植生に及ぼす影響
3. 学会等名 日本森林学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長坂晶子・長坂 有
2. 発表標題 保持林業実証実験地における源流域の底生動物相 - 伐採前後の推移 -
3. 学会等名 日本森林学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山浦悠一, 雲野明, J. A. Royle
2. 発表標題 人工林における天然木の実験的な保持は鳥類群集を支持する
3. 学会等名 第133回日本森林学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akashi, N., Ohno, Y. & Nitta, N.
2. 発表標題 A retention forestry experiment in a planted conifer forest in Hokkaido, Japan: initial responses of understory plants to harvesting.
3. 学会等名 XXV IUFRO World Congress, Curitiba, Brazil (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yamanaka S, Yamaura Y, Sayama K, Sato S, Ozaki K
2. 発表標題 Retention harvesting mitigates harvesting impact on ground beetles in planted forests in Hokkaido, northern Japan.
3. 学会等名 XXV IUFRO World Congress, Curitiba, Brazil (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ozaki K, Yamaura Y, Akashi N, Unno A, Tsushima T, Sayama K, Sato S, Yamanaka S
2. 発表標題 Retention forestry to balance biodiversity and timber production in planted forests
3. 学会等名 XXV IUFRO World Congress, Curitiba, Brazil (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長坂晶子、長坂有
2. 発表標題 トドマツ人工林小流域における伐採前後の流出量変化
3. 学会等名 第68回北方森林学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 雲野明、山浦悠一
2. 発表標題 伐採時に木を残す保残伐施業地で繁殖したクマゲラ
3. 学会等名 日本鳥学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山中聡、佐山勝彦、佐藤重穂、尾崎研一
2. 発表標題 保残伐施業実証実験における伐採後の森林性昆虫類の変化
3. 学会等名 第130回日本森林学会大会関連研究集会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 柿澤宏昭、山浦悠一、栗山浩一	4. 発行年 2018年
2. 出版社 築地書館	5. 総ページ数 372
3. 書名 保持林業	

〔産業財産権〕

〔その他〕

保持林業の実証実験（REFRESH）
<https://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/dyr/REFRESH.html>
 保持林業の実証実験プロジェクト
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/refresh/index.html>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	山中 聡 (Yamanaka Satoshi) (10804966)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等 (82105)	
研究分担者	山浦 悠一 (Yamaura Yuichi) (20580947)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等 (82105)	
研究分担者	明石 信廣 (Akashi Nobuhiro) (40414239)	地方独立行政法人北海道立総合研究機構・森林研究本部 林業試験場・部長 (80122)	
研究分担者	長坂 晶子 (Nakasaka Akiko) (70414266)	地方独立行政法人北海道立総合研究機構・森林研究本部 林業試験場・研究主幹 (80122)	
研究分担者	長坂 有 (Nagasaka Yu) (80414267)	地方独立行政法人北海道立総合研究機構・森林研究本部 林業試験場・主査 (80122)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	雲野 明 (Unno Akira) (20414245)	地方独立行政法人北海道立総合研究機構・森林研究本部 林業試験場・研究主幹 (80122)	
研究分担者	佐山 勝彦 (Sayama Katsuhiko) (70353711)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等 (82105)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関