主伐方法に対する非専門家の認知・評価傾向

高山 範理^{*、1}・讃井 知²・山浦 悠一^{3、4}

主伐の時代を迎えた日本で林業が社会的に受け入れられるためには、伐採地の風景的価値を考慮した上で、生物多様性の保全や林業としての経済的合理性に配慮して、適切な主伐方法を選択する必要がある。そこで本研究では、針葉樹（トドマツ）人工林の皆伐地、群状に植栽木を残した伐採地（群状保持）、ha 当たり 10 本、50 本、100 本の広葉樹を単木的に残した伐採地（単木保持）、広葉樹老齢木を残した伐採地、伐採前の人工林の 7 種類の異なる林分状況からなる写真を刺激として、非専門家が伐採地に懐く風景的価値（認知・評価）を調べ、さらに非専門家と専門家間で生物多様性の保全および林業としての経済的合理性に対する伐採地の評価を比較した。その結果、1) 非専門家は皆伐や老齢木保持をポジティブに認知する一方で、群状保持はネガティブに認知する可能性があること、2) 非専門家は樹木の伐採に抵抗感があるため、主伐の実施にあたってはその必要性や生態系保全への配慮、植林の実施等の情報を供与し理解を求めることが有効であること、3) 林業としての経済的合理性の評価については、非専門家と専門家の間にギャップがあり、非専門家の理解を得るためには情報交換や議論を重ねる必要があることなどが明らかになった。

キーワード：主伐、非専門家、比較研究、風景的価値、林業、生物多様性

Norimasa Takayama,^{*、1} Sato Sanai,² Yuichi Yamaura^{3、4} (2020) Cognition and Evaluation of the Public Regarding Final Cutting Methods. J Jpn For Soc 102: 180-190 To promote domestic forestry smoothly in the future, understanding nonexperts' views on forestry and cutting methods is necessary. In the present study, we investigated an aesthetic (cognitive/evaluative) value of the nonexperts for the six types of cutting methods (clear-cutting, group cutting, old tree residual cutting, extensive residual cutting (100 pieces/ha), medium residual cutting (50 pieces/ha), small residual cutting (10 pieces/ha)) and before cutting. Then, we compared the aesthetic perspectives of the nonexperts regarding the methods and their application with those of the experts to evaluate their potential impacts on biodiversity conservation and rationality as forestry. According to the results, 1) nonexperts tended to rate clear-cutting and old tree residual cutting positively whereas group cutting with viewed with negative impacts. Besides, 2) because nonexperts are more likely to resist tree cutting, they should be furnished with information about the role of logging activities, and the need to take into account ecosystem functions and tree planting activities for final cutting. 3) There was a considerable gap between experts and nonexperts based on their perspectives on the roles of different final cutting methods, which implies that further efforts should be made to understand the perspectives of nonexperts to facilitate their education.

Key words: final cutting, nonexpert, comparative study, aesthetic value, forestry, biodiversity

I. はじめに

我が国の人工林資源は、その半数以上が主伐期を迎えるなど本格的な利用期を迎えている。たとえば、人工林の半数以上が一般的な主伐期である 10 齢級以上となるなど、森林資源はかつてないほどに充実しているとされる（林野庁 2019）。これまで国内では、育成段階にある人工林について間伐等の保育作業を適切に実施することが大きな課題であったが、資源構成の推移を考えた場合、すでに主伐とその後の再造林により人工林資源の循環利用を計画的に実施していく段階に入っている（Forest Agency, Japan 2018）といえ、政策的にも森林経営管理法の新規策定、国有林野の管理経営に関する法律の改正を行うなど、主伐を主眼にした法的な整備が進められている（森林経営管理法研究会 2018）。一方で、主伐後の更新を不確実性の高い天然更新ではなく植栽によって確実に実施した場合であっても、大規模な伐採によって一時的に森林の有する公益的機能の

低下が生じる可能性（石川県農林総合研究センター林業試験場 2017）については以前より言及されており、特に、森林内の土壌や植生などの生物環境が攪乱され、森林生態系やその眺めである森林風景に対してネガティブな影響を与える可能性があることについては論をまたない。

林業が生物多様性に及ぼす影響については多くの注目を集めており、これまでも国内外で多くの研究が行われてきた（長池 2002；山浦 2007）。たとえば近年のメタ解析から、人工林は天然林と比較すると生物の種組成が大きく異なり、種数が低いことの一般性が見出されている（Gibson *et al.* 2011；Newbold *et al.* 2015）。しかし、人工林であっても、植栽樹種や間伐の強度やその履歴、さらに高齢になると在来植生が混交し（野々田ら 2008；Seiwa *et al.* 2012；Yamaura *et al.* 2019）、結果として多様な生物相を有することで、その多様性は時に天然林に匹敵しうる（由井・鈴木 1987；Nájera and Simonetti 2010；Ohsawa and Shimokawa 2011）。このことから、人工林の世界的な拡大も相まって、

*連絡先著者（Corresponding author）E-mail: hanri@fpri.affrc.go.jp

¹ 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所企画部 〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1（Administration Bureau, Forestry and Forest Products Research Institute, Forest Research and Management Organization, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan）

² 筑波大学大学院システム情報工学研究科 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1（Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8573, Japan）

³ 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所四国支所 〒780-8077 高知県高知市朝倉西町 2-915（Shikoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Forest Research and Management Organization, 2-915 Asakuranishi, Kochi, Kochi 780-8077, Japan）

⁴ オーストラリア国立大学環境社会学部 Canberra, ACT 2601, Australia（Fenner School of Environment and Society, Australian National University, Canberra, ACT 2601, Australia）

（2019 年 9 月 30 日受付；2020 年 4 月 2 日受理）

人工林の樹種や構造に一定の複雑性を持たせ、生物多様性を保全することの重要性が指摘されるようになった (Paquette and Messier 2010)。近年の国内の取り組み例として、針葉樹人工林の主伐時に混交した広葉樹を意図的に残し、積極的に人工林内で生物多様性の保全を図る実験的な試み (retention forestry; 保持林業) が挙げられる (Yamaura *et al.* 2018; 尾崎ら 2018)。

一方、林業と森林風景の関係については、古くからフォン・ザーリッシュ (2018) や新島・村山 (1991) による「森林美学」の系譜が存在しており、経験的、美学的、定性的なアプローチによって森林美と合理的な林業の両立が唱えられてきた。また、1960年代後半から景観工学的な諸手法を応用することにより、森林風景について客観的、科学的、定量的なアプローチを用いた評価研究が行われるようになった。現在では、森林の外部からの眺めである眺望景観 (たとえば、集落から見る地域の森林の風景、遠景-中景)、および森林内に身を置いた場合の周囲の眺めである圍繞景観 (たとえば、林道内を歩いているときの周囲の風景、近景-林内景) に大別して研究対象とされることが多い。眺望景観については、ほぼ国内独自の研究アプローチとして、主に視点場からの「見え」という観点から、樋口 (1975)、屋代 (1980)、McCooL *et al.* (1986)、東海林・斎藤 (1995)、下村 (1997)、斎藤・香川 (1997)、高山 (2006) などによって各種の分析が行われ、実務的には由田 (2017) の整理によって一つの区切りを迎えたように思われる。基本的に、伐採を行う場合には、重要な視点場から見えやすい場所を避け、それが避けられない場合には、伐採の方法を工夫する、あるいは視線を遮るよう、視点場近傍に樹木を配置するなどの工夫を行うことで「見え」の操作を考えるアプローチである。一方、圍繞景観については、国内外で多くの研究が行われており、たとえば、間伐の有無 (Takayama *et al.* 2017a; Saito *et al.* 2019) や間伐率 (Deng *et al.* 2013, 2014; Takayama *et al.* 2017b)、立木密度や胸高断面積合計 (藤本 1978; 井川原ら 1997; 重松 1989; 大石ら 1996, 2003; 高山ら 2009; Chiang *et al.* 2017; Petucco *et al.* 2018)、枝打ちの効果 (Chen *et al.* 2016)、下層植生や林床の管理程度 (藤本 1978; 重松 1989; Gundersen *et al.* 2017) など、森林内部で行われる間伐や調整伐 (森林の健全な育成を図るために不要な下木を伐採すること) を想定した指標を用い、森林管理が行われることによって利用者等の好ましさや心身に与える影響について調べられるなど、森林内の圍繞景観の管理法として整理されている (岐阜県森林科学研究所 2004)。基本的に圍繞景観の扱いについては、立木密度や林床を適切に管理することで、森林レクリエーションや森林浴といった林内活動の効果が高まることを論拠として、林業と保健休養は両立するといった森林美学の精神と共通した考え方が根本にある。

さらに、生物多様性の保全と森林風景の関係については、国内では関連した研究はほとんどみられない。国外では生物多様性や生態系に関する専門知識の有無や専門家か非専門家かといった属性と、美しさや総合的な好ましさといった風景の評価がどのような関係にあるかといった文脈に

よって語られることが多いようである。こうした状況の中で、先述した保持林業が欧米では森林の伐採時に生物多様性を保全するための手法として大きな注目を集め、森林認証の認証条件に組み込まれるなど、世界的な普及をみせている (Gustafsson *et al.* 2012)。近年では、保持林業の生物多様性の保全効果を検証した研究も蓄積し、保持林業の一般的な有効性がメタ解析によって明らかにされるようになった (Mori and Kitagawa 2014; Fedrowitz *et al.* 2014)。また、欧米では、保持林業の社会的な側面からの評価も行われており、保持林業が適用され、樹木が残された伐採地は皆伐地よりも一般市民によって選好されることが報告されている (柿澤ら 2018)。このように伐採地の風景的な価値は、林業が社会に受け入れられるかを左右する、森林の重要な社会的評価軸である (Shepard *et al.* 2004)。しかし国内においては、間伐地の風景的な価値を評価した事例はあるものの、主伐地を対象とした研究はほとんど見当たらない。したがって、国内における保持林業の生物多様性保全上の有効性は今後の検証が待たれるところであるが、海外で生態学的にも社会学的にも支持され、普及が進んでいることを考えると、保持林業の伐採地を対象として、風景的な価値との関係において生物多様性の保全や林業としての経済的な合理性について検討しておくことは、今後国内林業の社会的な価値を高める上で大きな意義がある。

よく指摘されるように、森林は公益性の高い存在であり、その受益は一般の人々にも及ぶ。今後、本格的に主伐の時代を迎える林業の現場で、適切な施業方法や場所の選択を行っていくためには、計画者や実務家、研究者らの専門家 (専門家) が森林の取り扱いを決定する上で、自らの森林に対する認識や評価の傾向と、専門家ではない一般の人々 (非専門家) のそれらとの異同について熟知しておくことが今以上に求められることになるだろう。

以上のような点を踏まえ、本研究では、将来的に現場レベルに助言や介入をしていくための基礎的なエビデンスを積み上げることを企図し、まず、非専門家の複数の主伐方法に対する認知 (対象を知覚した上で、それが何であるかを判断したり解釈したりすること) および評価 (対象の良し悪し・美醜などの価値を判断して決めること) について明らかにする。さらに、生物多様性および林業に関わる専門家集団を対照として、生物多様性の保全および林業としての経済的な合理性の視点から非専門家と比較・整理することで、各主伐方法に対する非専門家の評価特性についても明らかにしようとするものである。

II. 研究 方 法

1. 調査対象地および刺激

森林環境を持続的に管理していくためには、生物多様性の保全、林業としての経済的な合理性、風景としての価値などのバランスについて専門家や非専門家の声を十分に把握して森林の施業計画等を進める必要がある。また、現実の森林は「林業」、「生物」、「風景」、その何れかのためだけに存在しているのではない。むしろ、そのバランスを考慮して適切な政策を決定していくことが重要である

(J-stage 電子付録付図-1)。

本研究では調査1および調査2の2種類の調査を実施し、両調査を行うにあたっては、共通したスライドおよび写真を刺激として用いた。保持林業が伐採地の風景的価値に与える影響を検証するため、先述したトドマツ人工林を対象として、主伐時に混交する広葉樹を保持する実験地(Yamaura *et al.* 2018; 尾崎ら 2018)の写真を使用した。主伐方法は、すべてを伐採する皆伐と、伐採時に立木を残す保持伐の2種類とし、保持伐については、保持する本数と保持区の形状の違いで4種類設定したほか、老齢木を残すタイプも含めた。より具体的には、伐採の際にすべての樹木を伐採する皆伐、主伐時に混交する広葉樹をha当たり10本残す少量保持、50本残す中量保持、100本残す大量保持、伐採地の中央に60m四方の非伐採区を残す群状保持の四つの主伐区から主に構成される。なお、主伐時に樹木を残す森林施業は非皆伐施業と呼ばれ、択伐がその代表としてよく知られている。しかし保持林業では、生物多様性を保全するという視点から、伐採地に残す生立木や立ち枯れ木が選ばれるため、木材生産の経済的視点から伐採する樹木を選択する択伐とはこの点で大きく異なる(柿澤ら 2018)。また、大径木は大型の樹洞を有することができるなど、生物多様性の保全上重要な役割を有すると同時に(山浦 2007)、ヨーロッパで一般市民は大径木を有する森林を選好すると報告されている(Edwards *et al.* 2012)。そこで対象として、皆伐、少量保持、中量保持、大量保持、群状保持に加えて、老齢木保持として大径木が伐採地に保持された林分も加えることとした。さらに、対照として伐採前の状態について伐採前(伐採前のトドマツ人工林でカンバ類などが混交)として選出し、計7種類の林分状況を対象とした(以降、6種の主伐方法に伐採前を加えた7種類の林分状況について言及する場合には、単に“林分状況”と表記する)。また、林分状況の違いによる評価の異同を確認するには、樹種構成が明確でかつ傾斜等の地形の影響を減じることが望ましいが、その点で北海道芦別市、深川市、赤平市にまたがるイルムケップ山とその周辺に位置す

る北海道有林の本調査地は傾斜が一般に緩やかであった(Yamaura *et al.* 2018; 尾崎ら 2018)。調査に用いた写真は著者らが調査対象地を訪れ、林内または近景域(視点場からおおむね400m以内)から、各林分状況の基準を満たす対象について、それぞれ複数枚の写真撮影を行った。次に、撮影された各写真に対して林分状況ごとに共著者間で議論を行い、最も各林分状況の特徴を顕しているとは判断された写真を調査に用いる刺激として選出した。さらに2名の専門家に著者らの判断の合理性について確認してもらった上で、最終的に各林分状況における代表的な写真(調査に用いる刺激)としてそれぞれ決定した(図-1)。なお、欧米では保持林業は森林認証の認証要件となるなど大きな普及をみせているが(Gustafsson 2012; Lindenmayer *et al.* 2012)、伐採時の保持本数はha当たり5~10本であることが多い(柿澤ら 2018)。このため、ha当たり50~100本という中量保持と大量保持の本数は、施業としては現実的な本数とは必ずしも言えない可能性もある(10~100本の樹木保持量は、本数および材積ベースで2~18%, 1~27%にそれぞれ相当する: Yamaura *et al.* 2018)。しかし、今回の実験地(北海道のトドマツ人工林)では、保持木の本数や材積の生物多様性保全上の影響を調査するためにあえて設定している(柿澤ら 2018)。これは例えば、ha当たり10本という量は生物多様性を保全する上で十分ではないかもしれない、50~100本の保持量が必要かもしれない、といった可能性を考慮したことによる。

2. 調査対象者

まず、調査対象者として非専門家と専門家を設定した。非専門家については、森林や林業についての専門的な知識を持たない首都圏の大学生および大学院生を、知識・経験においてより一般性・代表性が高い集団であると想定した(調査1-1、調査1-2、調査2)。なお調査1では、調査1-1と調査1-2においてそれぞれ異なる調査対象者を用いた。操作可能な範囲で、刺激に対する経験によるバイアスを回避しつつ、さらに調査対象者の一般性を担保することが狙いであった。一方、今回の研究は、将来的に現場レベルに

図-1. 刺激として用いた各林分状況の写真

写真⑤については、山浦(2017)より許可を得て転載。

助言や介入をしていくための基礎的なエビデンスを積み上げるために行われたもので、直ちに現場への適用が可能なツールを開発することを企図したものではない。したがって、専門家として個別の現場に対する知識や実践的な方法論を身に着けた実務家よりも、林業と生物多様性についての普遍的な学術的・科学的知識はもちろんのこと、現地調査等によってある程度現場感覚についても身に着けている研究者がふさわしいと考えた。そこで専門家については、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所の職員を対象として、それぞれの専門性を配慮して生物多様性研究拠点、植物生態研究領域、森林植生研究領域に所属する研究職員（以上、「生物多様性」に関する専門家）、および森林管理研究領域、林業経営・政策領域に所属する研究職員（以上、「林業」に関する専門家）を調査対象者とした（調査2）。

3. 調査方法

まず、調査1として非専門家を対象とした複数の林分状況の森林風景に対する認知傾向を明らかにする調査を行った（調査1-1、調査1-2）。次に非専門家と専門家の両集団を対象として、各林分状況に対して、生物多様性機能の保全、林業としての経済的な合理性の観点からそれぞれ相対評価による順位付けによる調査（調査2）を行った。

調査1-1は2017年7月に実施した。被験者は首都圏の大学生81名であった。まず各林分状況に対する認知傾向を明らかにするために、大教室の大型スクリーンに伐採前、群状保持、老齢木保持、大量保持、中量保持、少量保持、皆伐の7種類の写真（図-1）を各1分間ほど提示し、直ちに7段階・25形容詞対によるSD法質問紙に回答させた。また、SD法の形容詞対には、森林環境を評価する際に用いられた高山ら（2009）の21対の形容詞対から今回の測定目的としない4形容詞対（不健康な-健康的な、騒がしい-静かな、覚醒的な-鎮静的な、いやな匂いがする-いい匂いのする）を削除した。一方、今回の調査に必要だと思われる8形容詞対（ハイキングに行きたい-ハイキングに行きたくない、気分的に逃避できる-気分的に逃避できない、生き物はいなそう-生き物がいいそう、ストレスのある-癒される、狭々した-広々した、魅力のない-魅力のある、乾燥した-ジメジメとした、行動に悩む-行動に悩まない）を新たに加え、計25の形容詞対をSD法の尺度として採用した。なお、実験時には調査対象者を3グループに分け、それぞれ刺激となる写真をランダムに入れ替えて実施した。さらに、刺激となる写真の間には無関係の同じ写真（当該大学正門の写真）を3分間提示し、できるだけ直前の刺激（写真）の印象が残らないように配慮した。調査1-2は2018年の5月および6月に調査1-1と異なる首都圏の大学生および大学院生20名を対象に実施した。各林分状況に対する選好を明らかにするためにA5サイズに紙焼きした各林分状況の写真7枚を調査対象者に提示し、時間の制限を設けず、調査1-1の結果得られた重要な因子について各自が判断した順に順位付けするように指示を行った。また順位付けが終了した後に、その並び順の理由について説明を求めた。

調査2は2018年3～6月に実施した。生物多様性の保全と林業としての経済的な合理性について、非専門家と専門家との評価の異同を明らかにするための順位付け調査を行った。調査対象者として、非専門家は調査1-2で調査対象者となった20名に再び依頼した（非専門家集団）。一方、専門家は国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所の職員41名とした（生物多様性に関する専門家18名（以降、専門家集団Aとする）、林業に関する専門家21名（以降、専門家集団Bとする）、回答内容を判断して調査趣旨を外れた2名は無効回答とした）。調査2では調査1-2で使用したA5サイズ紙焼きの各林分状況の写真7枚（図-1）を提示し、時間を制限することなく専門家集団Aには生物多様性の保全、専門家集団Bには林業としての経済的な合理性について、非専門家には生物多様性の保全と林業としての経済的な合理性の両方について各調査対象者の評価する順に並べるよう指示を行った。なお調査1-2と同じく、調査対象者には並べ替えの終了後に、その順位付けの理由についての説明を求めた。

4. 分析方法

調査1：まず、調査1-1で得られたデータを分析し、各林分状況に対する認知傾向を比較することを目的にプロファイル分析を行った（図-2、表-1）。その後、林分状況ごとの認知に関してどの形容詞対が関係していたのかを調べるため、コレスポンデンス分析を実施した（図-3）。最後に、因子の解釈の確からしさを担保し、先行研究との比較検討を可能にするために、今回新たに追加した八つの形容詞対のうち、先行研究との比較が難しい六つの形容詞対（ハイキングに行きたい-ハイキングに行きたくない、気分的に逃避できる-気分的に逃避できない、生き物はいなそう-生き物がいいそう、狭々した-広々した、魅力のない-魅力のある、行動に悩む-行動に悩まない）を取り除き、これまでに多くの研究で使用されている19の形容詞対による因子分析（主因子法・プロマックス回転）を行い、各林分状況の森林風景に対して全体としてどのような因子軸により認知が行われているのかを抽出・整理した（調査1-1：表-2、図-4～6）。一方、森林風景としての「好ましき」の評価順位についても調査1-2の結果を集計し、調査対象者ごとに最も評価が高かったものに7点、最も評価が低かったものに1点を与え、全調査対象者の平均得点の高低によって各林分状況の順位付けを行った（調査1-2：図-7）。

調査2：各林分状況の獲得得点に専門家と非専門家の差があるのかについて検証するために、専門家集団Aと非専門家集団の得点、および専門家集団Bと非専門家集団の得点についてそれぞれ調査1-2と同様に整理した。その後、Mann-WhitneyのU検定を行い林分状況ごとに専門家と非専門家の生物多様性の保全および林業としての経済的な合理性に対する評価について比較した（図-8～11）。

III. 結果と考察

1. 主伐方法に対する非専門家の認知・評価傾向

図-2は林分状況ごとの認知についてプロファイル分析を行った結果である。プロファイル図からはたとえば、皆

伐は他との相対的な比較から、明るく開放的で広々とした印象を懷かれていることが理解できる。さらに詳細に比較するために、表-1に平均得点の順位を整理したところ、伐採前は、最も自然性が高く、快適で、気分的に逃避ができ、美しく、生き物がいそうで、親しみやすく、安心で、癒される、魅力があり、好きで、落ち着くといった印象のある一方で、物理的にはうっそうとしており、立体的であり、閉鎖的であり、狭々として、一般的な、じめじめとした環境として認知されていた。また、老齢木保持は、最もハイキングに行きたく、活気があり、さわやかで整然としており、神聖で、行動に悩まない場所として認知されてお

り、皆伐については、最も明るく、開放的で、暖かく、平面的で広々とした風景として捉えられていた。一方、群状保持については最も個性的ではあるが、人工的で、ハイキングに行きたくなく、活気がなく、不快で、気分的に逃避できず、みにくく、親しみにくく、うっとうしく、不安で、ストレスがあり、俗で、魅力がなく、嫌いで、そわそわしており、乾燥した、行動に悩む環境として認知されていた。少量保持・中量保持・大量保持については、少量保持が最も生き物がいなそうで、涼しく、閑散とした環境として、中量保持が最も雑然とした環境として認知されている以外には相対的な特徴はみられなかった。

図-3は、コレスポネンス分析を行い、各林分状況と形容詞対の結びつきをプロットした結果である。この結果から、次元1 (Inertiaの寄与率=0.624)、次元2 (同=0.164) が得られた。次元1、2の累積寄与率は78.8%となり、この2軸で林分状況と形容詞対の対応関係にある程度説明することが可能だと思われた。コレスポネンス分析は項目(25の形容詞対および7種類の林分状況)間の距離が近いほど関係性が強いことを表している。図-3において各林分状況と形容詞対との結びつきに着目すると、「空間の認知に関するもの(空間認知)」、「総合的な認知に関するもの(総合的認知)」、「自然性・生物存在に関するもの(生物認知)」の三つのまとまりとして解釈が可能であった。また、老齢木保持、伐採前は、好みや総合的な内容に関する形容詞対の近くに位置しており、さらに自然性・生物に関する形容詞対群の近くに位置していることからそれぞれの結びつきが強いことがわかる。同様に、皆伐は好みや総合的な形容詞対と空間に関係した形容詞対に関連しており、逆に少量保持、大量保持は空間に関係した形容詞対と強い結びつきがあることがわかった。また中量保持は、空間に関係した

図-2. プロフィール分析の結果 (SD 法)

図中の形容詞対は視認性に配慮し、ポジティブと思われる形容詞を右側に、ネガティブと思われるものを左側に配置し得点化した。一方、“一般的な・個性的な”など判断できない形容詞対については、得点の高低そのものは意味を持たない。

表-1. 各林分状況と形容詞対との対応関係

形容詞対	略称	1*	2	3	4	5	6	7
明るい-暗い	明るさ	皆伐	伐採前	老齢木保持	大量保持	少量保持	中量保持	群状保持
開放的な-閉鎖的な	開放性	皆伐	少量保持	老齢木保持	大量保持	群状保持	中量保持	伐採前
自然な-人工的な	自然性	伐採前	老齢木保持	少量保持	皆伐	中量保持	大量保持	群状保持
ハイキングに行きたい-行きたくない	ハイキング	老齢木保持	伐採前	皆伐	大量保持	中量保持	少量保持	群状保持
活気のある-活気のない	活気の有無	老齢木保持	伐採前	皆伐	大量保持	中量保持	少量保持	群状保持
快適な-不快な	快適さ	伐採前	老齢木保持	皆伐	大量保持	少量保持	中量保持	群状保持
気分的に逃避できる-逃避できない	逃避性	伐採前	皆伐	老齢木保持	少量保持	大量保持	中量保持	群状保持
美しい-みにくい	美しさ	伐採前	老齢木保持	皆伐	大量保持	少量保持	中量保持	群状保持
生き物がいそう-生き物はいなそう	生物	伐採前	老齢木保持	皆伐	大量保持	中量保持	群状保持	少量保持
親しみやすい-親しみにくい	親しみ	伐採前	老齢木保持	皆伐	大量保持	中量保持	少量保持	群状保持
さわやかな-うっとうしい	爽やかさ	老齢木保持	皆伐	伐採前	大量保持	少量保持	中量保持	群状保持
整然とした-雑然とした	整然性	老齢木保持	皆伐	大量保持	群状保持	少量保持	伐採前	中量保持
暖かい-涼しい	暖かさ	皆伐	老齢木保持	大量保持	伐採前	中量保持	群状保持	少量保持
安心な-不安な	安心	伐採前	老齢木保持	皆伐	大量保持	少量保持	中量保持	群状保持
癒される-ストレスのある	癒し	伐採前	老齢木保持	皆伐	大量保持	少量保持	中量保持	群状保持
うっそうとした-閑散とした	密度	伐採前	中量保持	老齢木保持	大量保持	皆伐	群状保持	少量保持
立体的な-平面的な	立体性	伐採前	老齢木保持	中量保持	群状保持	大量保持	少量保持	皆伐
広々とした-狭々とした	広大性	皆伐	少量保持	大量保持	群状保持	老齢木保持	中量保持	伐採前
神聖な-俗な	神聖さ	老齢木保持	伐採前	皆伐	少量保持	大量保持	中量保持	群状保持
魅力のある-魅力のない	魅力	伐採前	老齢木保持	皆伐	大量保持	少量保持	中量保持	群状保持
好きな-嫌いな	好み	伐採前	老齢木保持	皆伐	大量保持	少量保持	中量保持	群状保持
落ち着く-そわそわした	落ち着き	伐採前	老齢木保持	皆伐	少量保持	大量保持	中量保持	群状保持
じめじめとした-乾燥した	湿度	伐採前	老齢木保持	大量保持	中量保持	皆伐	少量保持	群状保持
個性的な-一般的な	個性	群状保持	老齢木保持	少量保持	中量保持	大量保持	皆伐	伐採前
行動に悩まない-行動に悩む	活用	老齢木保持	皆伐	伐採前	少量保持	大量保持	中量保持	群状保持

*本欄の数値表記は各形容詞対の左側形容詞を基準とした場合の各伐採方法間の相対的比較による順位を意味している。

形容詞対群からは離れて位置しており、群状保持はさらにそれらの形容詞対群との関連性は弱い、非常に個性的と捉えられていることが理解できる。

次に表-2 は因子分析の結果である。分析の結果、3 因子が抽出され各形容詞対の因子負荷量と意味的解釈によりそれぞれ①好ましさに関する因子（「好ましさ」；10 形容詞

対）、②管理水準に関する評価（「管理水準」；5 形容詞対）、③雰囲気に関する因子（「雰囲気」；4 形容詞対）として命名した。さらに得られた因子を用いて、二つの因子を XY 軸とした二次元空間上に各林分状況をプロットしたところ、図-4～6 のように表わされた。図-4～6 からは様々な情報が読み取れる。たとえば、図-4 においては、皆伐がすべてのクロス評価において第一象限に位置しており、逆に中量保持は第三象限に位置している。すなわち、皆伐は今回得られた因子軸からみるとポジティブな印象であり、伐採前は好ましいが管理はされていないといった印象、中量保持はその反対であった。また、老齢木保持は適度に管理されていることについてはあまり感じられないが好ましい印象であり、群状保持は管理されているが好ましくない印象であることなどが理解できる。すなわち、少量保持、中量保持、大量保持、群状保持については、それぞれ「好ましさ」の得点は低い、中量保持を除いてしっかり管理されていると認知されていることがわかる（図-4）。一方、「好ましさ」と「雰囲気」の2 因子による分析からは、伐採前、老齢木保持とともに皆伐の得点が高く、反対に群状保持の評定が低いなど、「雰囲気」と「好ましさ」の評価が相関傾向にあることが確認できる（図-5）。また、図-6 の管理水準と雰囲気の2 因子による分析から、認知的には管理水準の評定が高いことが必ずしも雰囲気を高めるのに繋がらないことがみてとれる。

図-7 は得られた因子軸のうち、最も寄与率が高かった「好ましさ」（寄与率：0.359）について各林分状況間で順

図-3. コレスポンデンス分析の結果

楕円の範囲は著者らの判断に基づく。

表-2. 因子分析の結果

	好ましさ	管理水準	雰囲気	形容詞対の反転の有無
美しい-みにくい (美しさ)	0.895	0.091	- 0.097	
癒される-ストレスのある (癒し)	0.853	0.084	- 0.023	
好きな-嫌いな (好み)	0.852	0.059	0.008	
さわやかな-うっとうしい (爽やかさ)	0.796	- 0.166	- 0.101	
快適な-不快な (快適さ)	0.777	- 0.016	0.126	
落ち着く-そわそわした (落ち着き)	0.719	0.073	- 0.005	
神聖な-俗な (神聖さ)	0.715	0.085	- 0.270	
親しみやすい-親みにくい (親しみ)	0.692	0.022	0.184	
安心な-不安な (安心)	0.635	- 0.012	0.293	
整然とした-雑然とした (整然性)	0.536	- 0.426	- 0.126	
うっそうとした-閑散とした (密度)	- 0.105	0.689	0.198	○
開放的な-閉鎖的な (開放性)	0.199	- 0.459	0.142	
自然な-人工的な (自然性)	0.310	0.418	- 0.159	○
立体的な-平面的な (立体性)	0.311	0.402	- 0.179	○
じめじめとした-乾燥した (湿度)	0.168	0.379	0.063	○
暖かい-涼しい (暖かさ)	- 0.179	0.032	0.573	
明るい-暗い (明るさ)	0.269	- 0.174	0.517	
活気のある-活気のない (活気の有無)	0.330	0.174	0.394	
個性的な-一般的な (個性)	0.065	0.030	- 0.368	○
信頼性 α	0.921	0.318	0.302	
寄与率	35.915	7.257	4.017	
累積寄与率	35.915	43.172	47.189	

主因子法・プロマックス回転

位付け評価を行った結果である。図-7によると、伐採前が最も評価が高く、老齢木保持、大量保持、中量保持、皆伐、群状保持、最後に少量保持の順になった。皆伐、少量保持の評価については認知傾向の調査結果（調査1-1）とは異なるが、その他の林分状況についての評価は認知傾向とほぼ一致していることがわかる。

2. 非専門家と専門家の評価の比較

図-8, 9および図-10, 11は林分状況ごとの専門家集団と非専門家の生物多様性の保全（専門家集団Aおよび非専門家集団）、林業としての経済的な合理性（専門家集団Bおよび非専門家集団）についての評価結果を整理・対比したものである。

まず、図-8, 9より、生物多様性の保全について比較す

図-4. 因子空間上の各林分状況の位置関係(好ましき-管理水準)

図-5. 因子空間上の各林分状況の位置関係(好ましき-雰囲気)

図-6. 因子空間上の各林分状況の位置関係(管理水準-雰囲気)

図-7. 非専門家による各林分状況に対する好ましきの評価

ると、両集団に共通して伐採前や群状保持、大量保持の評価が高く、中量保持、少量保持、皆伐の評価が低い。一方で、老齢木保持については、専門家の評価が非専門家より高く有意差 ($p=0.000$) が生じていた（図-8）。生物多様性の保全については総じて両集団の評価傾向は類似しておりその傾向は図-9においてより顕著に認められた。

一方、図-10, 11より、林業としての経済的な合理性について比較すると、両集団の間では伐採前 ($p=0.015$)、大量保持 ($p=0.003$)、中量保持 ($p=0.018$)、において専門家の評価が有意に低く、反対に皆伐の評価が有意 ($p=0.000$) に高いことが明らかになった（図-10）。図-11からも群状保持と伐採前を除くと、総じて両者の評価傾向にあまり類似性はみられず、林業としての経済的な合理性に対

図-8. 専門家集団Aと非専門家集団との評価の比較(生物多様性の保全)

図-9. 専門家集団Aと非専門家集団の評価の対応関係(生物多様性の保全)

図-10. 専門家集団Bと非専門家集団との評価の比較(林業の経済的合理性)

図-11. 専門家集団 B と非専門家集団の評価の対応関係（林業の経済的合理性）

する評価については、専門家と非専門家でかなり評価傾向が異なることがわかる。

IV. 総 合 考 察

1. 主伐方法に対する非専門家の認知・評価傾向

これまでの分析結果と個別考察から、各林分状況に対する非専門家の認知傾向について考察する。まず、プロフィール分析において認知的な得点が高いのは、伐採前を除くと、老齢木保持、皆伐であり、反対に得点が高いのは群状保持であった（図-2、表-1）。

このような認知傾向をもたらした要因についてコレスポンデンス分析の結果（図-3）に着目すると、XY 軸上の次元内における形容詞対と各林分状況との距離から、皆伐については総合的認知と空間認知に関する多くの形容詞対が関係し、老齢木保持については総合的認知に関する形容詞対が多く関係していることが明らかになった。同じ得点の高かった伐採前については、生物認知に関する形容詞対と強い関係があるように思われた。また、大量保持、中量保持、少量保持については空間認知に関係した形容詞対との距離が近く、空間的な視点から認知される傾向にあることが見て取れる。一方、群状保持については、形容詞対のうち、個性のみが近くに配置している。コレスポンデンス分析では、二軸上の刺激と形容詞対の位置関係から対応関係について把握可能な分析手法であることから、群状保持については、調査対象者が所与の形容詞対によって群状保持の認知状況を十分に表現できなかったか、あるいは群状保持という刺激に慣れておらず、個性以外への反応が難しかったことなどが考えられる。

さらに、因子分析を行った結果（表-2、図-4～6）から、非専門家が伐採に対してどのような認知軸を有しているのかについて精査した。認知軸として得られた①好ましさ、②管理水準、③雰囲気の三因子で考えた場合、好ましさや雰囲気にはある程度の相関傾向があったが、認知的な好ましさや雰囲気と管理水準とはあまり関係していなかったことから、しっかり管理されているように認知された主伐方

法であっても、必ずしもそれが好ましさや雰囲気の認知得点の向上には結び付かないという非専門家の特性の一端が明らかになった。

また、図-7で順位付けにより、各林分状況間の相対的な「好ましさ」の評価を調べたところ、管理水準に反比例して評価が高いように思われた。過去に Williams and Cary (2002) が非専門家を対象とした調査結果から、森林を評価対象とした場合、風景の好ましさの評価と風景上の生態的な質や生物多様性の保全に関する手がかりとの間にはあまり関係がなかったことを報告しているが、今回は、それとは逆の結果であり、おおむね生物多様性の高さや風景としての好ましさは一致するとした Qiu *et al.* (2013) の報告と一致する結果となった。また、皆伐と少量保持を除いてほぼ認知傾向が評価に反映されていた。このうち皆伐については、欧米の先行研究 (Brunson and Shelby 1992; Ribe 2005) で立木を保持した場所は皆伐よりも高い評価を得るものと同様の結果となった。非専門家において、認知的には明るく開放的で広々とした風景と評定されていたが、時間をかけて他の刺激と比較しながら、枝葉により土壌はあまりみえない伐採後の裸地であるなど林床の状態を詳細に観察したり、皆伐の生態系等への影響について考えることができたことなどから、「好ましさ」の評価の順位において皆伐は低評価（7刺激中の5番目）になったのではないと思われる（図-1および図-7）。また、認知的には中量保持、大量保持と大きく異なることのなかった少量保持の評価が最も低くなったことについて考えると、元々、管理水準に反比例するように「好ましさ」の評価が低下する状況（図-4）にある中で、皆伐は広々として見晴らしがよいなどの空間的な特性があり、一方、群状保持はまとまって森林が残されるなど、風景に生態的な配慮が感じられる（図-2）。そういったそれぞれのポジティブな特徴を加味して比較衡量した結果、非専門家らは相対的に少量保持を最も低評価として選択したのではないと思われる。しかしこの点について、アメリカ西海岸における Ribe (2005) の研究では、単木保持の方が高い評価を得ているが、オーストラリア・タスマニアの研究 (Ford *et al.* 2009) では群状保持の方が高い評価を得ているなど結果が割れており、群状保持と単木保持（老齢木保持・大量保持・中量保持・少量保持）のどちらが評価されるのかについては土地利用の文脈や対象とする森林タイプ、群状保持区の形状、調査対象者によって異なる可能性もある。

2. 非専門家と専門家の評価の比較

このような専門知識や経験の行動・評価への影響について、Pihel *et al.* (2015) は森林内の風景を評価する際に、非専門家と専門家ではそもそも眼球的動かし方が異なるなど、そもそもの身体動きが異なることを指摘している。また判断との関係では Brunson and Reiter (1996) が巨樹林、主伐後、間伐後、倒木残し等の森林内の風景の評価に際して、非専門家であっても森林生態系に関する情報を得ることで同一の風景に対する評価が変化する可能性について言及している。調査2で非専門家と専門家の評価を比較した今回の研究成果は、Brunson and Reiter (1996) の指摘と概

ね一致していることから、今回の研究結果の妥当性については支持されているといえる。

また、具体的に本研究で得られた結果から、森林の機能の面から非専門家と専門家の評価を比較すると、まず生物多様性の保全に対する評価については両者ともほぼ同じ傾向であったが、老齢木保持の扱いが異なっていた(図-8, 9)。老齢木は大型の樹洞を保有することができるといった理由から、生物多様性保全上の価値が高いことはよく知られているが(山浦 2007)、非専門家が老齢木を選好したとする、ヨーロッパの先行研究(Edwards *et al.* 2012)等とは異なる結果となった。この点についてインタビュー中の発言を確認したところ、非専門家は“枯れている”“一本だけ残っていても動物の居場所にならない”など、比較的大きな動物を想定したのか、老齢木が持つ生物に対する価値をあまり評価できていないことが伺えた。一方、専門家からは、“古い木の幹を食べる鳥や虫”など小さな動物の存在、“老齢木が残ること自体の価値”などへの言及がみられ、老齢木に対する知識量の違いがこのような差の原因となっていることが考えられた。

一方、林業としての経済的な合理性についてみると、生物多様性の保全に比べて両集団間の評価はかなり異なっており、特に皆伐と大量保持の評価が大きく異なっていた(図-10, 11)。皆伐について、非専門家からは“全部切ってはいけない”といった発言が多くみられたが、これは樹木を切ることに對してある種の罪悪感が働いているのではないかと考えられた。また、大量保持の評価が専門家に比較して高いこともこのような考え方から説明が可能になる。専門家の発言には“効率性”や“選定コスト”が頻繁に登場しており、そういった専門的な知識が専門家の皆伐の高評価、大量保持の低評価に関与したことが推測された。こうした効率性への配慮は非専門家の発言からはみられなかったこともあり、生物多様性の保全の場合と同じく、林業としての経済的な合理性について評価を求めた場合に、専門知識や経験の相違が判断基準の違いとなって評価に反映されたのではないと思われる。この点については、非専門家の「皆伐」と「少量保持」に対する「好ましさ」の評価の順位(図-7)が認知の順位(図-4)よりも相対的に低下した今回の結果によっても支持されている。今回の調査で行ったきわめて短時間の印象で判断(認知)を求められた場合と、時間をかけて刺激に含まれる情報を丁寧に読み取り判断(評価)を行った場合では、それぞれの判断基準となる情報量に大きな差があったものと思われる。このように刺激からの直接の情報量だけでも判断に差があるのだとすれば、多くの専門知識を有する専門家と非専門家の間には、関係者が考えるよりもはるかに大きな経験・情報の格差が存在しているはずである。したがって、今後主伐を円滑に進めていくためには、専門家側において、今回のような経験・情報の格差の存在を意識した上で、主伐の必要性、生物多様性の保全、伐採による風景の変化等についてより意識的に粘り強く市民に説明するなどの工夫が必要になるものと思われる。

また本研究では林業と生物多様性といった異なる専門家

に、それぞれ林業としての経済的な合理性と生物多様性の保全について尋ねていることから直接的な検討はできないが、もし個人が有する知識や経験によって評価が異なるのだとすれば、専門を異にする専門家の間でも主伐に対する評価が大きく異なる可能性があり、伐採計画を立てる折にはそのことを考慮する必要がある。たとえば、柿澤ら(2018)の中で、アメリカ合衆国における保持林業の勃興について論じた中村によると、保持林業が早期から導入されてきたアメリカ合衆国でも、保持林業が提案された当初、皆伐を前提として木材生産量の最大化を目指す研究者や行政官から多くの疑問が寄せられたという。したがって、伐採時に生物多様性の保全を図る場合には、専門家の中でも議論を重ね、生物多様性の保全の便益と損失を考慮しながら具体的な管理方法を模索する必要があるといえるだろう(Yamaura *et al.* 2016)。

V. ま と め

本研究では、非専門家の主伐方法に対する認知・評価傾向を明らかにするために、まず、7種類の刺激(林分状況)を用いて、①非専門家の各林分状況に対する認知傾向、②各林分状況の認知に関係する形容詞対、③認知に関わる因子軸の抽出、④代表的な因子軸として得られた「好ましさ」に対する評価との関係について調べた。また、専門家との比較から、非専門家の⑤生物多様性の保全に対する評価、⑥林業としての経済的な合理性に対する評価について調べた。その結果、①～④において非専門家の主伐方法に対する認知・評価傾向が、⑤⑥において同じく生物多様性の保全および林業としての経済的な合理性を考慮した場合の評価傾向が明らかになった。

今回の研究では単に非専門家の主伐方法に対する認知・評価傾向を明らかにしただけでない。専門家の立場から、今後、地域社会や利害関係者の理解を得つつ合理的に主伐を進めるにあたって有用となる以下の知見も得られた。

1. 非専門家の認知・評価傾向が可視化された。主伐方法によって認知に関係する形容詞対が異なることが明らかになった。また、主伐方法全体としては、「好ましき」「管理水準」「雰囲気」の三因子で認知されていることも明らかになった。

2. 主伐方法のうち皆伐については、専門家が考えているよりも非専門家には認知的にポジティブに捉えられる可能性があり、反対に群状保持についてはネガティブに捉えられる可能性があるなど、森林・林業の専門家とはかなり異なる認知・評価傾向を有していることが明らかになった。

3. 非専門家の認知傾向と評価傾向はほぼ同じであったが、時間をかけてじっくりと刺激に含まれる情報を吟味し、「好ましき」の判断(評価)ができたためか、認知の段階では高順位であった「皆伐」「少量保持」など一部の主伐方法の評価順位が低下した。このことは、森林風景の評価には単に見ただけでなく、現場の正確な情報の提供が可能になれば、非専門家であっても専門家に近い評価が可能なることを示唆した結果だと思われる。

4. 順位付け後の聞き取りなどから、非専門家は自然状

態を好む（樹木を伐採することに抵抗感がある）傾向があるように思われた。主伐の実施にあたっては、主伐の必要についてはもちろんのこと、生態系や生物多様性に配慮していること、伐採後に植林が行われるなどの情報を与えることで持続性や環境に配慮した林業を目指していることを理解してもらうなどの方法が考えられる。

5. 非専門家の評価において、生物多様性の保全については専門家とほぼ同様の評価であったが、老齢木が有する生物多様性の保全機能についてはあまり周知されていないようであった。また、経済的な合理性の評価については、専門家との間に相当の評価のギャップがあり、非専門家に林業としての経済的な合理性を理解してもらうためには働きかける側にかかなりの努力が必要になると思われた。

また以上の知見から、今後の展望として、林業の専門家と同じ価値判断を有した技術者が事業計画を策定する場合などに、当該計画地に関わる人たちに対してどのように配慮すればよいのかについての示唆を得ることができる。たとえば、本研究にて同じ専門家であっても、生物多様性への配慮を優先した場合と経済的な合理性を優先した場合では、各主伐方法に対する評価はかなり異なることが明らかにされた。一般的に技術者はとすると経済的な合理性を優先して皆伐を選択してしまい勝ちになるかも知れないが、そこに自ら生物多様性に配慮する視点を持つ、あるいは現場にて生物多様性の保全について知識を有する専門家の意見を聞くなどの工夫を取り入れることで、より意識的かつ慎重に持続性に富んだ計画を策定することが可能になるだろう。

最後に、今回の研究の限界を指摘する。まず、森林や林業についての専門教育を受けておらず、専門的な知識を持たない首都圏の大学生および大学院生を非専門家としたが、何を非専門家の代表にするのかについては研究者によって意見が異なるだろう。また、今回の実験では、各主伐方法に対する認知・評価傾向を調べるため、共著者間で協議して各主伐方法（および伐採前）を代表する写真やスライドを選出して刺激とした。可能な限り撮影距離や画角、微地形の違いなどを減じるよう努力をしたが、やはり厳密な統制は困難であった。今後は現場の風景にこだわらず、CGなどを用いて条件を統制し変数だけを操作・可視化する方法で調査を行うことも必要かもしれない。また、困難は伴うが、実際の現場にて評価実験を行うことなども考えられるだろう。さらに、落葉広葉樹を主体とした刺激の多い中、群状保持の写真は針葉樹林であったこと、群状保持自体の形態がやや幾何学的であったことなどが結果に影響していた可能性も考えられる。さらに、今回の論文では主に立木の本数を指標としているが、実際の主伐は、林業における経営目標であり、経営管理を行う上での必要性から目的が設定されるのが一般的である点にも留意が必要である。すなわち、林業における主伐が最大の営利であることを考えると、その視点を無視して「風景的评价が高いから主伐の伐採を行う時はこうすべきである」としてよいものではない。なお、今後このような研究の成果を学術の域を越えて現場へ適用していくためには、本研究で課題として

挙げた事項を解消した上で、実際に林業を行う実務家を調査対象者とした研究を行うことが必要になるだろう。

今後の国内林業の発展のためにも、森林の主伐方法とその風景評価を扱った研究の益々の進展に期待したい。

謝 辞

図表の調整等に協力してくれた筑波大学の天野 亮氏、調査対象者として調査に協力して下さった学生諸氏、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所の同僚諸氏に心より感謝申し上げます。

引用文献

- Brunson MW, Shelby B (1992) Assessing recreational and scenic quality: how does new forestry rate? *J For* 90: 37-41
- Brunson MW, Reiter DK (1996) Effects of ecological information on judgments about scenic impacts of timber harvest. *J Environ Manage* 46(1): 31-41
- Chen Y, Sun B, Liao S, Chen L, Luo S (2015) Landscape perception based on personal attributes in determining the scenic beauty of in-stand natural secondary forests. *Ann For Res* 59(1): 91-103
- Chiang YC, Li D, Jane HA (2017) Wild or tended nature? The effects of landscape location and vegetation density on physiological and psychological responses. *Lands Urban Plann* 167: 72-83
- Deng S, Yan J, Guan Q, Katoh M (2013) Short-term effects of thinning intensity on scenic beauty values of different stands. *J For Res* 18: 209-219
- Deng S, Yin N, Guan Q, Katoh M (2014) Dynamic response of the scenic beauty value of different forests to various thinning intensities in central eastern China. *Environ Monit Assess* 186: 7413-7429
- Edwards D, Jay M, Jensen FS, *et al.* (2012) Public preferences for structural attributes of forests: towards a pan-European perspective. *For Policy Econ* 19: 12-19
- Fedrowitz K, Koricheva J, Baker SC, Lindenmayer DB, Palik B, Rosenvald R, Beese W, Franklin JF, Kouki J, Macdonald E, Messier C, Sverdrup-Thygeson A, Gustafsson L (2014) Can retention forestry help conserve biodiversity? A meta-analysis. *J Appl Ecol* 51: 1669-1679
- Forest Agency, Japan (2018) Annual Report on Forest and Forestry in Japan: Fiscal Year 2017 (Summary), Annual Report Group, Policy Planning Division, Forestry Agency
- Ford RM, Williams KJ, Bishop I, Hickey JE (2009) Public judgements of the social acceptability of silvicultural alternatives in Tasmanian wet eucalypt forests. *Aust For* 72: 157-171
- 藤本和弘 (1978) 樹木のレクリエーション利用とそのイメージに関する基礎的研究. *造園雑誌* 42(2): 23-29
- Gibson L, Lee TM, Koh LP, Brook BW, Gardner TA, Barlow J, Sodhi, NS (2011) Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature* 478 (7369): 378
- 岐阜県森林科学研究所 (2004) 林内景観の整備のしかたと考え方. 岐阜県森林科学研究所育林研究部
- Gundersen V, Stange EE, Kaltenborn BP, Vistad OI (2017) Public visual preferences for dead wood in natural boreal forests: The effects of added information. *Lands Urban Plann* 158: 12-24
- Gustafsson L, Baker, SC, Bauhus J, *et al.* (2012) Retention forestry to maintain multifunctional forests: a world perspective. *BioScience* 62: 633-645.
- 樋口忠彦 (1975) 景観の構造. 技法堂出版
- 井川原弘一・香川隆英・田中伸彦・斎藤和彦・阿部由美子 (1997) 都市近郊林における、レクリエーション空間としての立木密度に関する研究. *日林論* 108: 189-192
- 石川県農林業研究センター林業試験場 (2017) 人工林における主伐と更新等に関する指針. 石川県農林業研究センター
- 柿澤宏昭・山浦悠一・栗山浩一 (2018) 保持林業—木を伐りながら生き物を守る. 築地書館
- Lindenmayer DB, Franklin JF, Lohmus A, *et al.* (2012) A major shift to the retention approach for forestry can help resolve some global forest sustainability issues. *Conserv Lett* 5: 421-431
- McCool SF, Benson, RE, Ashor JL (1986) How the public perceives the visual effects of timber harvesting: An evaluation of interest group preferences. *Environ Manage* 10(3): 385-391
- Mori AS, Kitagawa R (2014) Retention forestry as a major paradigm for

- safeguarding forest biodiversity in productive landscapes: a global meta-analysis. *Biol Conserv* 175: 65-73
- 長池卓男 (2002) 森林管理が植物種多様性に及ぼす影響. *日生態誌* 52(1): 35-54
- Nájera A, Simonetti JA (2010) Enhancing avifauna in commercial plantations. *Conserv Biol* 24: 319-324
- Newbold T, Hudson LN, Hill SL, Contu S, Lysenko I, Senior RA, Day J (2015) Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature* 520 (7545): 45
- 新島善直・村山醸造 (1991) 森林美学 (復刻版). 北海道大学図書刊行会
- 野々田秀一・渋谷正人・斎藤秀之・石橋 聡・高橋正義 (2008) トマト人工林への広葉樹の侵入および成長過程と間伐の影響. *日林誌* 90: 103-110
- 大石康彦・立身政信・田口春孝・村井 宏 (1996) 植生 (森林及び草地) における脳波特性に関する基礎的研究. *日緑工誌* 21: 212-222
- 大石康彦・金濱聖子・比屋根哲・田口春孝 (2003) 森林空間が人に与えるイメージと気分の比較. *日林誌* 85: 70-77
- Ohsawa M, Shimokawa T (2011) Extending the rotation period in larch plantations increases canopy heterogeneity and promotes species richness and abundance of native beetles: implications for the conservation of biodiversity. *Biol Conserv* 144: 3106-3116
- 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 (2018) 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. *日生態誌* 68: 101-123.
- Paquette A, Messier C (2010) The role of plantations in managing the world's forests in the Anthropocene. *Front Ecol Environ* 8(1): 27-34
- Petucco C, Jensen FS, Meilby H, Skovsgaard JP (2018) Visitor preferences of thinning practice in young even-aged stands of pedunculate oak (*Quercus robur* L): comparing the opinion of forestry professionals in six European countries. *Scand J For Res* 33(1): 81-90
- Pihel J, Sang AO, Hagerhall C, Nyström M (2015) Expert and novice group differences in eye movements when assessing biodiversity of harvested forests. *For Policy Econ* 56: 20-26
- Qiu L, Lindberg S, Nielsen AB (2013) Is biodiversity attractive?: On-site perception of recreational and biodiversity values in urban green space. *Lands Urban Plann* 119: 136-146
- Ribe RG (2005) Aesthetic perceptions of green-tree retention harvests in vista views: the interaction of cut level, retention pattern and harvest shape. *Lands Urban Plann* 73: 277-293
- 林野庁 (2019) 森林・林業白書. 全国林業改良普及協会
- Saito H, Horiuchi M, Takayama N, Fujiwara A (2019) Effects of managed forest versus unmanaged forest on physiological restoration from a stress stimulus, and the relationship with individual traits. *J For Res* 24: 77-85
- 斎藤 馨・香川隆英 (1997) フォレストスケープ・デザインのための情報整備. (フォレストスケープ・森林景観のデザインと演出. 堀 繁・斎藤 馨・下村彰男・香川隆英編著, 全国林業改良普及協会). 136-160
- Seiwa K, Etoh Y, Hisita M, Masaka K, Imaji A, Ueno N, Kimura M (2012) Roles of thinning intensity in hardwood recruitment and diversity in a conifer, *Cryptomeria japonica* plantation: a 5-year demographic study. *For Ecol Manage* 269: 177-187
- Sheppard SRJ, Achiam C, D'Eon RD (2004) Aesthetics: are we neglecting a critical issue in certification for sustainable forest management? *J For* 102: 6-11
- 重松敏則 (1989) 2次林のレクリエーション的活用に関する生態学的研究. *造園雑誌* 53: 16-23
- 下村彰男 (1997) フォレストスケープ・デザインの方法. (フォレストスケープ・森林景観のデザインと演出. 堀 繁・斎藤 馨・下村彰男・香川隆英編著, 全国林業改良普及協会). 74-98
- 森林経営管理法研究会 (2018) 早わかり森林経営管理法. 大成出版社
- 東海林克彦・斎藤 馨 (1995) メッシュ標高モデルを用いた可視・不可視領域シミュレーションの再現性に関する調査. *ランドスケープ研究* 58: 189-192
- 高山範理 (2006) 地域森林景観の特徴と保全の方向性. (森林景観計画ガイドブック. 森林景観研究会編, 森林総合研究所). 105-122
- 高山範理・川口哲也・総谷珠美・朴 範鎮・香川隆英 (2009) オンサイトにおける森林環境の評価因子の抽出と環境要因との関係. *ランドスケープ研究* 72: 669-672
- Takayama N, Fujiwara A, Saito H, Horiuchi M (2017a) Management effectiveness of a secondary coniferous forest for landscape appreciation and psychological restoration. *Int J Environ Res Public Health* 14(7): 800
- Takayama N, Saito H, Fujiwara A, Horiuchi M (2017b) The effect of slight thinning of managed coniferous forest on landscape appreciation and psychological restoration. *Progr Earth Planet Sci* 4: 17
- フォン・ザーリッシュ H (2018) 森林美学. (von Salisch H (1902) Forstästhetik. 小池孝良・清水裕子・伊藤太一・芝 正己・伊藤精晤訳, 海青社)
- 山浦悠一 (2007) 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—. *日林誌* 89: 416-430
- 山浦悠一 (2017) 人工林の主伐は生物多様性保全のチャンス! ? —木を伐って, 残して守る日本の自然—. *林業経済* 70: 15-16
- Yamaura Y, Shoji Y, Mitsuda Y, Utsugi H, Tsuge T, Kuriyama K, Nakamura F (2016) How many broadleaved trees are enough in conifer plantations?: The economy of land sharing, land sparing and quantitative targets. *J Appl Ecol* 53: 1117-1126
- Yamaura Y, Akashi N, Unno A, Tsushima T, Nagasaka A, Nagasaka Y, Ozaki K (2018) Retention Experiment for Plantation Forestry in Sorachi, Hokkaido (REFRESH): A large-scale experiment for retaining broadleaved trees in conifer plantations. *Bull For For Prod Res Inst* 17(1): 91-109
- Yamaura Y, Lindenmayer D, Yamada Y, Gong H, Matsuura T, Mitsuda Y, Masaki T (2019) A spatially-explicit empirical model for assessing conservation values of conifer plantations. *For Ecol Manage* 444: 393-404
- 屋代雅充 (1980) 景観におけるテクスチュアに関する研究. *造園雑誌* 44(2): 102-108
- 由田幸雄 (2017) 森林景観. 日本林業調査会
- 由井正敏・鈴木祥悟 (1987) 森林性鳥類の群集構造解析. IV. 繁殖期の林相別生息密度, 種数及び多様性. *山階鳥類研究所報告* 19: 13-27
- Williams KJ, Cary J (2002) Landscape preferences ecological quality and biodiversity protection. *Environ Behav* 34: 257-274