総 説

森林機能評価に関する研究の展開と森林計画の側面から見た課題

宮 本 麻 子¹

A review on the assessment of forest functions, and problems for forest planning

Asako MIYAMOTO¹

I はじめに

1972年、林野庁による初の森林の公益的機能評価が行われ、計量化調査（みどりの効用調査）に基づき木材生産機能のほか公益的機能の効用が国民に貨幣価値で示された。これは公害問題などを背景とした国民の公益的機能への関心の高まりに加え、農林業の低迷が続く中、農林業の多面的機能とそれに対する費用負担の主張を見込んで行われたものであった（栗山，2000a）。以降、国は森林施策や計画制度において森林の公益的機能に着目した各種施策を展開し、機能の判定方法や区分の変更を伴いながら現在に至っている。当初は、我が国の森林を総体としてとらえ、最も理想的な姿を整備すべき面積で示すにとどまっていたが、現在では個々の機能に着目して森林整備の方向を示し、森林が第一に発揮すべき機能に応じてゾーニングを行っている（木平，2005）。さらに、民有林においても2001年森林・林業基本法を受け、国有林同様の森林の機能に応じた3区分が導入され、現在、都道府県の約8割が国のゾーニングやそれに準じた、あるいは、独自の何らかの森林区分を示すまでになっている（石崎，2009）。

現状維持の費用負担のための森林の価値の具現化から発した機能評価は、林業採算性の悪化が進行し、新たな財源確保の必要性が高まり、かつ、森林のもつ環境的側面に需要がいつそうシフトしている現在、少ない財源を投資効果の高い土地へと効率的に配分するためのゾーニング手段として利用されている。

このような情勢の中で展開されてきた機能評価の研

究は、代替法による初の貨幣価値評価以降、どのように展開され、どういった特徴を持つのか。

本稿では、森林機能評価の既往研究を体系的に把握・整理し、研究成果と問題点を指摘することで、今後の森林機能評価に関する研究を発展させるとともに、多様化・高度化する森林計画に資することを目的とする。そのため、ここでは森林の機能評価についてこれまでの既往研究の系譜を整理し、その特徴を明らかにする。さらに、森林計画の側面から見て今後必要となる視点等について考察する。

II 研究の対象と方法

はじめに、レビューの対象とする文献の範囲、時代についての検討を行った。機能評価に関する研究は諸外国でも行われているが、それらの国々と我が国とは人口、土地利用、地形条件、森林管理の歴史などが異なるため、土地利用のスケールや森林に対する価値観が異なることが推察される。そのため、国外を対象とした研究はレビューに含めないこととし、国内を対象とした研究に限った。

農林業における多面的機能評価は、1972年に林野庁が代替法を用いて行った全国の森林機能評価を契機とし、以降、多数の評価が実施されている（栗山，2000a）。そのため、初の森林機能評価が行われた1970年代以降から2008年現在までに行われた研究を対象とした。

具体手的な方法としては、（独）森林総合研究所の図書館に受け入れられている国内刊行の学会誌、雑誌

¹ （独）森林総合研究所

〒305 - 8687 茨城県つくば市松の里1

Forestry and Forest Products Research Institute, Matsunosato 1, Tsukuba, Ibaraki 305-8687

等約400誌から林業・林産関係の論文・記事を選出し、その書誌情報を収録した「林業・林産関係国内文献データベース（FOLIS）」を用いた論文検索を行った。使用した検索語は、「機能」、「評価」、「ゾーニング」であり、検索対象年は検索時にFOLISが検索対象としていた1978年から2005年である。1977年以前および2006年以降の文献については次に述べる主要学会誌に直接目を通し、検索するとともに、抽出された文献の引用文献などを収集して補完した。直接検索の対象とした学会誌は、日本森林学会による「日本森林学会誌（旧日本林学会誌）」および各支部会誌、森林計画学会発行の「森林計画学会誌（旧林業統計研究会誌）」、日本造園学会発行の「ランドスケープ研究（旧造園雑誌）」である。さらに、検索により抽出された文献に加えて、継続して収集してきた本論の趣旨に合う文献・書籍・報告書等を加えた資料を分析の対象とした。収集した資料を時系列に研究トピックにとりまとめ（図-1）、特徴や研究展開等について整理し、最後に、森林計画の側面から見た課題を提起した。

Ⅲ 森林機能評価に関する研究の歴史的展開

1. 林野庁による初の公益的機能評価

わが国初の機能評価は、1972年に林野庁により全国を対象とし代替法を用いてマクロ的に行われた森林機能の貨幣評価である（栗山，2000a）。当時、環境保全や公害防止といった問題等を背景とし、林産物供給確保のための施策とともに公益的資源としての森林に対する施策を積極的に推進し、新しい行政需要に対処する必要がでてきた。そのため、森林の公益的機能計量化調査等により、森林の公益的機能の定量化と各機能の高度発揮の望ましい森林の姿などの計量・評価が行われた（林野庁，1972）。この報告以前に行われていた機能評価は、木材生産機能のみを対象として林地や林木、森林の価値を評価したものであり、林野庁による当報告は木材生産以外の公益的機能の評価を対象とした画期的な試みであった。行われた評価方法については、存在価値が代替法では評価不可能（栗山，2000b）、全国均一に扱っているため地域特性を反映した評価ではない（堀，1991）などの問題点があるが、以降、様々な研究分野で森林機能評価研究が展開することとなった。

2. 森林景観の心象評価等に関する研究

森林景観の評価に関する研究は、人にとって好ましい森林景観づくりの計画に活かすために、人がどのような森林を好ましいと感じるか、景観的価値が高いかを模索する研究であり、直接、ある定量的な評価値に

基づき機能の大小を問う研究ではない。しかし、それら魅力的な森林景観づくりのための研究も森林の景観的側面に着目し、その良し悪しを何らかの定量的な評価値を持って示す機能評価の一側面を持っていると考えられる。そこで、本稿では論文の内容からレクリエーションやアメニティ、風致などの公益的機能の高い森林の姿やそのための整備等に資するため森林景観の評価を行っていると考えられる研究を機能評価に関する研究として位置づけレビューの対象とした。

造園学分野を中心として、1970年代頃から森林景観のイメージや評価構造、景観のよしあしや重要度の心理的評価によって好ましい森林景観の模索が行われてきた。背景として、コンピュータ技術の発達や多変量解析の普及により定量的な評価が可能となったこと、また、高度経済成長が続く中で都市部での人口集中や生活環境の悪化が進行する一方で、国民所得の向上による余暇時間の増大、生活様式の多様化によりレクリエーション利用に対する需要が高まったことから、森林についてもアメニティやレクリエーションに対する期待が増大したことがあげられる。

この分野の研究初期段階には、ある事柄に対して個人が抱く印象を対立する形容詞対を用いて測定し、それぞれの形容詞対に尺度を持たせ、その尺度の度合いによって対象事項の意味構造を明らかにするSD法（Semantic Differential Technique）を用いて人にとって好ましい森林や樹林のイメージを模索した研究が行われた。

対象とする景観は、主としては、針葉樹を対象とした研究（市原ら，1991；朴・小林，1993）、広葉樹を対象とした研究（井川原ら，1997；井川原，2002）、針葉樹と広葉樹の両方を対象とした研究（井川原，2001；白藤ら，2002；大石ら，2003；井川原・横井，2004）に分類できる。初期には、写真やスライドといった画像を対象とした室内実験（梶返，1987；鈴木・堀，1989；山瀬・田中，1992；朴・小林，1993；阿部ら，1997）が主流であったが、林内景観を対象とした室内実験と野外実験とでは印象の差異が見られること（白藤ら，2002）、視覚刺激のみによる評価は環境評価としては限定的であるなどの理由から、現実の森林の利用に近い形での環境評価が望まれ、次第に実際の森林環境下で野外実験の試み（市原ら，1991；大石・比屋根，1993；大石ら，1994；大石ら，2003）が行われるようになった。

当初は、数種の異なる森林景観を対象として、イメージや評価に影響を与える森林の空間構成要素（斎藤，1978）や好まれやすい森林景観（梶返，1987）の解明が行われたが、次第に特定の森林景観を研究対象とし、好ましい森林空間を創出するための森林整備の

方向性が模索されていった。針葉樹林を対象とした研究からは、スギ人工林（朴・小林，1993）やヒノキ複層林（市原ら，1991）を対象として景観の価値の高い森林へと改善するための風致施業を進める上での森林整備の方向性が示された。さらに，カラマツ，アカマツ人工林を対象とした研究から，人工林における立木密度等を森林施業により改変することで，人の心理反応への影響をコントロールできる可能性が示唆された（大石ら，1994）。また，落葉樹林を対象とした林内景観とその構成要素に関する一連の研究から，好ましい森林景観の維持には，適切な立木密度（井川原ら，1997），見通しの良さや樹木の姿が重要であり（井川原，2001；2002），林内の雰囲気形成のための林内景観の整備の指標として，胸高直径と立木密度を考慮した胸高直径合計の有効性が指摘された（井川原・横井，2004）。混交林を対象とした研究からは，集中・分散という混交型に着目した森林整備の必要性が示唆された（高橋ら，2001）。

SD法は被験者がある対象から受けた印象を形づくっている主要な要因を明らかにし，その影響度合いを把握する手法であり，必ずしもその場における被験者の気分を表したものではない。そのため，2000年代にはいと，被験者の一時的な気分を客観的に評価するPOMS（Profile of Mood States）と併用した心象評価が行われるようになった。例えば，大石ら（2003）はPOMSとSD法の併用により森林環境下における活動と人の気分や印象から森林環境の評価を行った。

SD法やPOMSといった手法による分析の他にも，一対比較法により景観選好と景観を構成する因子の関係の分析（野田・柳，1986a），AHP法によるヒノキ人工林を対象とした林内景観の評価基準の分析（廖ら，1999），人工林（香川，1991），天然林（香川・八巻，1990），二次林（香川，1992）を対象としたアメニティの評価基準の分析などが報告された。

以上，森林景観の心象評価は，SD法などによるスライドや写真を用いた室内実験により森林景観をイメージとして捉えた心理空間を対象とした研究から，実際の森林環境下で人の心象評価を行う野外実験へ，さらに，より直接被験者の森林環境下の気分を測定するPOMSへと，実際の保健休養に利用される森林に近い環境下における人の反応を追求し研究が展開した。2000年代中盤になると，この分野の研究は，森林景観に対する心象評価に加えて，光環境や温熱環境をも含めた物理的な側面（井河原ら，2005；総谷ら，2008）や人の生理的反応（井川原・宮腰，2007）といった森林環境下における人の反応を包括的に分析する森林浴効果についての研究へと展開されていくこと

になった。

3. 物理的特性等に基づく地理的評価およびゾーニングに関する研究

様々な機能を対象とした地理的評価に関する研究が盛んになるのは，1980年代からであった。この頃，情報処理技術や機器の発達により，物理的なデータを用いた保健休養機能の様々なポテンシャル評価の研究が主として造園学分野で行われた。例えば，森林立地・林況情報を活用してレクリエーションと景観ポテンシャルを500mメッシュで評価した研究（溝口・熊谷，1987），風致機能を人口分布と被視ポテンシャル，植生から明らかにし，メッシュで評価した一連の研究（野田ら，1989；1990；1991），物理的な地形要因と森林景観の評価指標との関係を求め，地形要因から景観機能の推定式を提示し，50mメッシュで評価した研究（大萱・石橋，1998；2000），レクリエーション資源・施設に着目しスモージング手法を用いて1kmメッシュでレクリエーションポテンシャルを算出した研究（田中，2000）などが見られた。さらに，人の主観的な判断（心理量）を物理量に結びつけ地理的な解析を行った研究（野田ら，1986b；丹羽・佐藤，1988）も行われた。

1990年代にはいと，木材価格の低迷，林業労働力の減少などによる森林の整備水準が低下する中，森林整備を行政的に誘導するため，現況の森林の機能面から見た目標に対する整備水準を評価するための手法開発がなされた（林野庁，1990；1991；白石，1992）。この報告を契機とし，主として森林計画分野で，森林機能の地理的評価の研究が多数行われた。背景には，コンピュータ性能の向上により従来大型のコンピュータでしかできなかった図面情報の処理が小型のパソコンで可能となり，森林管理に必要な情報がパソコンで統一的に管理可能となったこと，森林計画や森林管理に欠かせない森林の位置情報と多種多様な数値データとを一元的に扱えるGISの導入・実用化に期待が寄せられたことがある。

例えば，林野庁による報告（1990）により開発された評価基準を応用し，機能評価モデルの作成と森林の類型区分を行った研究（鄭・南雲，1994），同基準を用いメッシュと小班を用いて森林機能区分を行った研究（吉村ら，1998；1999），数量化Ⅰ類を用いて森林機能のポテンシャル評価を行った研究（西川・西川，1998），緑地の持つ環境的な価値を物理的要因により計量化し，10mメッシュで総合評価した研究（伊藤ら，1993），樹種・樹林高・樹冠幅などの物理的特性に基づく植生図を作成し機能評価を行った研究（重松ら，1997；上原ら，2003）などが精力的になされた。

2000年代にはいると、2001年森林・林業基本法の成立により、木材生産の量的拡大を目指した方向から、森林の多面的機能を重視する方向へと施策の転換が行われた。その一端として導入された森林を重視すべき機能に応じて3区分する森林ゾーニングの制度を受けて、機能評価と森林ゾーニングに関する研究が盛んになった。例えば、林小班を単位とした木材生産機能の評価（井ノ口ら、2002；島崎ら、2002）および木材生産に適した地域をゾーニングした事例（高橋・田中、2000；浦島・伊藤、2001）、林班単位の人造林の資源成熟度をもとに森林ゾーニングを試みた事例（浦島ら、2002）、25m メッシュで林地生産力に基づきゾーニングを行った事例（松本ら、2002）、土地生産力や経済性といった木材生産に関わる指標に基づきゾーニングをした事例（保科ら、2002；2003；岩岡ら、2004）など、木材生産機能を基準としてゾーニングを行った事例が多数報告された。さらに、メッシュ単位の森林の崩壊危険度から管理区分図を作成した事例（吉村ら、2000）、林野庁による森林の評価水準を参照し小班を単位とした数量化による機能評価（川田・松村、2003；呉ら、2004a）およびにゾーニングを行う事例（呉ら、2004b）、などが見られた。

また、このほか近年地球温暖化を緩和する機能として注目されている森林のもつ炭素固定機能の評価（白石ら、1997；土田ら、2000）といった、新たに着目されてきた森林機能を対象とした評価も見られた。

以上、森林機能の地理的評価に関する研究は植生、立地、地形など物理特性に基づくポテンシャル評価を基本として行われてきた。その中で、造園学分野は保健休養機能を対象とした流域や森林計画区等の広域レベルの評価研究が進められてきた。保健休養機能は、林地の属性のみから評価することができないため、木材生産との関連で作成されている森林簿の情報は視覚対象とした評価（例えば紅葉など）などに関する情報が不十分であった。そのため、植生を面的な広がりの中で捉え、メッシュを単位とした解析が主流で行われてきた。一方、森林計画分野は経営区や演習林等の小規模な範囲と対象とし、ある目的に適した土地のゾーニングや優先順位付けのため、林地の持つ物理的属性に基づき既存の森林情報を利用し、森林計画の基本単位である林小班を単位とした解析が多く行われてきたという特徴がある。また、1990年初頭に行われた林野庁による森林の整備水準・機能計量等の調査や2001年森林・林業基本法の成立を契機として研究が展開されたことに現れているように、森林計画分野におけるこれらの研究は行政需要に追従して行われてきたことに特徴がある。

4. 一般市民の価値を組み込んだ研究

1980年代から1990年代初頭にかけて、地球温暖化、熱帯林減少、生物多様性など地球環境問題が浮上し、一般住民の間で環境保全への意識の高まりが見られるようになった。さらに米国から、合意形成・住民参加の概念が導入され、従来、専門家のみで決定されていた森林計画に、一般市民の価値観を取り込もうとする動きが見られるようになった。このような背景の中、機能評価においても住民評価を組み込んだ研究が試行された。例えば、熊谷（1989）は計画者が行う評価と一般利用者が行う評価の両方を反映した機能評価が重要であるとし、保健休養機能を対象として資源評価と住民評価を結びつけた評価を試みた。青柳・内藤（1989）は生活環境保全機能を対象として住民評価による評点を従属変数、森林やその周囲の状況を独立変数とした重回帰式を作成し、住民意識に基づく評価指標の作成を行った。山根（1989）は住民の利用状況に基づく保健休養機能の評価式を提案した。

また、1990年代中頃から森林機能の総合評価や森林機能の属地的な割り付けに社会的ニーズを組み込む方法も提案されはじめた。例えば、阿部・石橋（1995）は木材生産・水源涵養等の機能を対象として森林の持つ潜在的能力を求めるポテンシャル評価と森林の機能に対する社会の要求度を求める社会的評価を組み合わせた総合的な評価法を開発した。杉村（1995；2001a）は立地環境から見た森林のポテンシャル評価と住民による機能間の相対評価を総合化し、森林機能の配分を決定する評価法を提案した。上野（2000）は森林諸機能の配分割合を最適化問題として捉え、配分方法に社会的ニーズを取り入れた最適化法を提案した。興梠（2003）は森林が持つポテンシャル機能と社会的要求度の両方を評価基準に加えたAHP法を用いて、森林の各機能を総合的に評価する手法を提示した。

以上、機能評価に住民評価の視点を組み込んだ研究は、計画者による評価のほかに、一般利用者の評価を強く意識した保健休養機能を対象とした研究分野で先駆けて行われ、その後、様々な機能を対象とする評価やある土地における機能間の優先順位付けや配分方法を対象として行われた。社会的な背景が公益的機能に与える影響は大きく、また社会条件は地域ごとに大きな違いがあることから、社会的条件を加味した評価にもとづく森林整備によってニーズに即した森林管理が行える可能性がある（杉村、2001a）。しかし、社会的ニーズは時間的・空間的に変化し、対象とする機能によって受益者の範囲も異なるため、一律な手法による評価は困難であり、普遍的なものは算出しづらいと考えられる。社会的ニーズの抽出にあたっては、一般住

民が分析対象とする森林を特定する難しさ（青柳・内藤，1989），評価システムについては自然条件と社会条件との統合方法の検討（杉村，1995）など問題点があり，今後の一層の研究蓄積が望まれる。

5. 環境経済学手法等による経済評価に関する研究

環境経済学手法による機能評価の研究が国内で盛んになるのは1990年代半ば以降のことであり，それ以前のこの分野の研究は，散見されるのみである。例えば，自然休養林を対象としたレクリエーション価値の交通費を用いた試算（今永，1975），1972年に行われた林野庁による保健休養機能の貨幣価値評価の検討考察を目的とし国土レベルの保健休養効果を平均所得等に基づき評価した試算（堀，1991），保健休養機能を対象とした自然観察の森を事例とした旅行費用法（TCM）による試算（幡・赤尾，1993）などがある。これらの研究からは，交通費に現れる金額は価値の最小評価に過ぎないこと（今永，1975），旅行費用法では計測できない価値（存在価値）の存在（幡・赤尾，1993）が指摘された。

1990年代半ばになると，これまで評価できなかった生態系などの非利用価値が評価可能な仮想評価法（CVM）に注目が集まり，栗山（1996；1999a；2001）を中心としCVMによる経済評価の研究が精力的に行われた。当時，地球環境問題の顕在化により生態系に対する社会的関心が高まり，森林生態系のもつ社会的価値を表明する必要性が緊急に求められていたこと，木材価格の低迷，林業の停滞，山村の過疎化などにより，木材生産を目的に実施されていた森林管理が立ち行かなくなり，新たな財源が必要とされた（栗山，2000a）ことが背景にある。

例えば，釧路湿原の「湿原景観」を対象とした非利用価値の評価から，景観価値の支払意志額は湿原への訪問の有無が影響すること，景観価値には厳正自然が残されているか否かが影響することなどが指摘された（栗山，1996）。さらに，屋久島の生物多様性の非利用価値を評価し，小規模事前調査と大規模な最終調査結果の比較から，CVMのバイアスの影響を検証し，評価額の安定性という観点からは環境政策に適用する信頼性が示された（栗山ら，1999a）。また，生態系に対する社会の関心は高まっているが，生態系に対する認識は人により異なるため，市民参加や情報公開が不十分な現状においてはCVMによる評価のみからでは保護政策を決定することはできないことが指摘された（栗山，2001）。

北海道の湿原におけるレクリエーション，景観の価値の評価からは，客観的な尺度で，従来評価不可能であった価値を評価できることで，自然公園管理に対し

て具体的な施策提案の可能性が提示されたが，同時に，CVMは現在の価値の一側面の価値評価にすぎないことが指摘された（庄子，1999）。さらに原生林や緑地環境の価値評価を対象とした研究から，支払意志額に対する個人の属性（加藤，1996）や認識の違い（林・今泉，1998）に評価結果が影響されることが指摘された。この他にも平地林の価値（大山・野口，1998）や仮想森林の価値（岡田ら，2001）を対象にCVMによる経済評価の事例が見られた。

同時期，レクリエーション価値を対象としたTCMとCVMの比較研究も見られ，レクリエーションという回答しやすいシナリオに対して，被験者が両手法で同様の回答を示し（柴崎・永田，2001），真の評価額が存在する範囲の推定に両手法で得られた推定値が有効であること（庄子，2001）が報告された。

以上，環境経済学手法による機能評価は，レクリエーションなどの計量化が比較的容易な利用価値を対象とした研究から，計量困難な非利用価値の計量化手法の発達により，原生自然や野生動物などの遺産価値や存在価値といった非利用価値を対象とした研究へと展開されてきた。特に，CVMは従来，評価が困難とされていた森林生態系の持っている社会的価値を表明できる手法として，注目を集め，1990年代半ばから盛んに行われた。信頼性のあるCVM評価を行うためには，多額の評価コストが必要であり，正確な評価額を得るためのアンケート設計など多くの課題がある（栗山，1999b）。さらに，CVMは自然環境に対する一般市民の意見を貨幣単位で評価し，政策に反映させる特徴を持つため，CVMによる評価を行うには，制度的に市民の意見を環境政策へ反映させる枠組みが必要である（栗山，2000b）。

6. 森林浴効果の定量化に関する研究

2000年代中頃になると，森林を政策的に国民福祉の向上へ活用する動きや心身の癒し場としての森林への国民ニーズの増大，また，各種測定技術の進歩，高度化により従来は困難であった物理的，生理的な側面の評価が可能になったことを受けて，森林浴効果に関する研究が推進された。この分野の研究は，大きくは，森林浴効果の心理的側面，物理的側面，生理的側面に着目した3つの分析に分類できる。

評価の対象の場としては，当初は，森林と都市といった森林と非森林との環境の比較から森林が持つ癒し効果の検証が試みられたが，都市との比較において森林浴の効果が一定に検証されると，森林浴やレクリエーションなどの利用を念頭にいった森林整備への有効性や効果的な森林浴コースの設定を期待し，多様な森林タイプの比較（総谷ら，2006；総谷，2008a）や

人工林と天然林の比較（井川原・大田，2007）を対象とした試みが行われるようになった。心理的評価の面からはPOMSやSD法を用いた実験から，都市との比較から森林による気分の改善効果が検証された（総谷ら，2005；総谷ら，2006）。森林タイプ間の比較については，針葉樹人工林と落葉広葉樹林の両森林における気分転換の効果が持つ差の可能性は示唆されているものの，違いの検出には至っていない（井川原・大田，2007）。

物理的な側面からは季節あるいは通年を通じた光環境や温熱環境（大石ら，1994；高山ら，2005b；高山ら，2008；藤澤ら，2007）およびイオン環境（高山ら，2005a）から森林浴を構成する環境要因の特性が明らかにされつつある。さらに，嗅覚や聴覚に関する指標を加えて快適性に関する物理環境を多面的に捉えようとする方向（高山ら，2007）へと研究の広がりを見せている。また，物理環境の測定と実際の森林環境下から人間が受けた心理反応などのデータを合わせて，温熱環境やイオン環境（高山ら，2005c；高山ら，2006；藤澤ら，2006；小山ら，2006a；小山ら，2006b；井川原ら，2005；総谷ら，2008b），音環境（政木ら，2006；政木ら，2007）と人が認識する快適性の関係も検討されている。

生理的な側面からは，針葉樹林，落葉樹林，針広混交林など多様な森林における歩行，座観は都市との比較において生体を生理的にリラックスさせる効果が検証された（朴ら，2006a；朴ら，2006b；朴ら，2006c；恒次ら，2006；石井ら，2006；古橋ら，2006；古橋ら，2007）。さらに，生理的および心理指標を用いて様々な森林景観における森林浴効果の差異（吉田ら，2006；総谷ら，2007），森林内活動の効果（総谷ら，2006），森林浴効果の持続性（井川原・宮腰，2007）などが検証されつつある。

以上，2000年代に入り，森林浴効果は心理，物理，生理面から多面的に解明されつつある。しかし，立木密度の違いによる物理環境の差異の報告（大石ら，1994），年齢や性別による気分の改善効果の差異の報告（総谷ら，2008a）に見られるように，実験対象の森林の整備状況や実験の被験者の属性により心理，生理，物理反応等が異なる可能性が考えられる上，野外環境を対象とした実験には，森林環境を形成する様々は複合要因の切り分けが難しいといった問題点がある。実験の調査対象者についてはこれまでの多くの研究が若年男性を対象としてなされており，多様な年齢や性別を対象とした事例は少ない。今後，森林環境の変動要因を制御する試み（高山ら，2009）からの知見や多様な属性を対象とした知見が蓄積されることにより，森林浴に効果的な森林環境の整備・創出につなが

図-1 1970年代以降の森林機能評価に関する研究の展開

ることが期待される。

Ⅳ 森林計画の側面から見た課題

以上，森林機能評価に関わる研究をトピック毎にとりまとめ（図-1），特徴や研究展開等について概観してきた。ここでは，上述の各論の整理を踏まえ，森林計画の側面から見て必要とされる視点等について述べたい。

1. 計画レベルを意識した研究

本報告で扱った研究の中には国土全体の利用をにらんだ空間計画に位置づけられる研究もある一方で，具体的な計画へ応用する意図が見えにくい研究や現実の計画へ適用意識が薄い研究も見られるように感じられた。光田ら（2009）は森林計画を戦略，戦術，実行の3段階の計画レベルと林分，団地，地域レベルという3つの空間スケールを用いた2軸で整理している。上述された各論の位置づけを，この枠組みに当てはめて考えてみると，例えば森林景観を対象とする心象評価や森林浴効果により導き出された森林整備の方針は，実行・林分レベルへの応用が考えられ，林地の物理的

特性に基づくポテンシャル評価やゾーニングは戦略レベルの団地・地域レベルの森林計画への応用、環境経済手法等による貨幣価値評価の研究や住民評価の視点を組み込んだ研究は、戦略から実行レベルの林分から地域レベルの研究まで、出口として想定される計画は多岐に及んでいると考えられる。今後は“どの計画レベル”を対象に“どのようなスケール・観点から分析するのか”といった各分野で具体的な計画レベルを意識した研究を行うことで、森林整備の方向性や実践的な計画立案のための一助となることが期待される。

2. 一般市民の目・価値観の反映

かつて木材生産のみを評価対象としていた頃と比較すると、現在は森林に対する社会の要求が多様化、複雑化し、かつ、森林に関わる人々が所有者や計画立案者に加えて一般住民までも広がりを見せている。関わる一般住民も森林の比較的豊かな農村地域の住民から緑の少ない都市域の住民までと様々なケースが想定される。1980年代を境とし、人々の価値観は資源から環境へと変わり、計画立案者は地域に住む人々などの利害関係者の意見をまとめることが大切になってきた(木平, 2003)。こうした状況の中、森林の取り扱いに深く関与するゾーニングやその基盤となる機能評価に何らかの形で社会の要求を取り入れていくことが必要である。これまで、森林計画分野では機能評価に一般市民の価値観を取り入れるため、AHP法(阿部・石橋, 1995; 興梠, 2003)や一対比較法に基づく相対評価値を用いる方法(杉村, 1995; 2001a)などが提案されてきた。こうした研究は、一般市民の価値観を機能評価に反映させようとする動きの一端を示しているが、研究蓄積は未だ十分とは言えない。国民の森林に対する要求には山村、農村、都市とで地域差が大きく(安村・永田, 1999)、全国展開できる手法が適切でない場合も想定される一方で、評価の単位が小さな事例研究は現実の管理体系と対応しない場合や評価法を全国に応用しにくい場合も考えられる。さらに森林に対する国民の要請は、国土保全、水源涵養などの期待と共に、生物多様性保全や地球温暖化防止などへも向けられていることから(森林・林業・木材産業基本政策検討会, 1999)、生物多様性保全など林学の中では公益的機能としての認識が遅かった機能(杉村, 2001b)についても、評価の枠組みに取り入れていくことが期待される。また、森林計画そのものは基本的な姿勢や数量計画を示すのみで個別の森林の具体的な取扱いは示さないため、これに対する市民参加はどのようなものであっても十分ではない(松下, 2000)という指摘もあり、森林計画へ一般市民の価値観を取り込むにはまだまだ課題が多い。

どの計画レベルを対象とし、どのような手法で一般市民の価値観を取り込むか、現段階では、体系的に整理されているとはいえず、空間的にも時間的にも変化する人の主観に基づく価値観をどのように評価し、計画に反映させるのか、さらなる研究が必要であろう。

3. ランドスケープの視点

森林機能評価は、最終的に森林管理に活かすことが目的であるため、従来の機能評価は、林小班を単位とし、既存の森林情報(森林簿等)を利用した研究が多く見られた。しかしながら、現在の森林情報は木材生産を主目的とする計画のために作成されたものであるため、林齢、樹種、施業方法など林小班単位でまとまる情報については詳しいが、野生鳥獣、生物多様性、水など林小班単位に収まらない情報については不足、あるいは扱いにくいという特徴がある(木平, 2003)。今後、多様な価値観を反映した機能評価、あるいは、生物多様性など新しい機能を評価するためには、従来には必要とされなかった情報を既存の森林情報へ付加している努力も必要であろう。さらに、森林は、森林のみではなく周囲の環境と密接に係わりあいながら存在している点を考慮する必要がある、森林のみではなくその森林を取り巻く環境がどのようになっているのか、周囲の環境も含めたランドスケープの視点が必要となる。例えば、木平(2005)は「森林は地域のランドスケープの構成要素であり、それらと隔離された存在ではありえない」とし、「木材などの林産物の生産は森林域内の機能であるが、環境機能あるいは公益的機能の視点から見るとランドスケープを構成する自然の要素として森林を把握することが不可欠である」と指摘している。また、中村(2002)は「森林の公益的機能評価には限界がある」としながらも、「森林の公益的機能を発揮するための森林管理について、現段階で早急に実施すべきは、林分単位の施業論の確立ではなくランドスケープレベルの森林配置と伐採規制」とランドスケープの視点の必要性を説いている。こうした、ランドスケープの視点は、現段階での機能評価には、まだ十分取り込まれていないと考えられる。今後、林小班単位でまとまらない機能の評価に当たっては、周囲の環境も考慮したランドスケープの視点を持った評価方法を考える必要がある。

謝 辞

本研究を行うにあたって、東京大学大学院農学生命科学研究科 石橋整司教授には有益なご助言ご指導を頂いた。また、森林総合研究所 杉村乾主任研究員には、文献等々の貴重な資料を頂いた。ここに記して感

謝の意を表する。

引用文献

- (1) 阿部正久・石橋整司 (1995) 森林の総合評価法の開発. 森林計画誌25: 33-56.
- (2) 阿部由美子・香川隆英・田中伸彦・井川原弘一 (1997) フォトモンタージュ法による身近な森林景観の評価. 日林論108: 185-188.
- (3) 青柳みどり・内藤正明 (1989) 森林の持つ生活環境保全機能の評価に関する研究－住民意識にもとづく評価指標の作成－. 農村計画学会誌8: 22-35.
- (4) 藤澤翠・高山範理・香川隆英・小山泰弘・井川原弘一・総谷珠美・加藤正人 (2006) 森林浴における光環境の快適性についての研究. 中森研54: 137-140.
- (5) 藤澤翠・高山範理・大平辰朗・松井直之・朴範鎮・香川隆英・小山泰弘・井川原弘一・加藤正人 (2007) 森林浴に適した林内照度の特徴と管理方策に関する考察－木漏れ日に特有のゆらぎとその特徴－. 中森研55: 191-194.
- (6) 古橋卓・朴範鎮・森川岳・石井秀樹・森下智子・平野秀樹・香川隆英・宮崎良文 (2006) 生理指標を用いた森林浴の評価 (4)－長野県南箕輪村アカマツ平地林－. 日林学術講117: J08.
- (7) 古橋卓・朴範鎮・恒次祐子・平野秀樹・香川隆英・宮崎良文 (2007) 長野県木島平村カヤの高原における整理指標を用いた森林浴の評価. 関東森林研究58: 219-222.
- (8) 幡建樹・赤尾健一 (1993) 森林レク・エリアの経済価値評価の理論と適用. 林業経済研究123: 125-129.
- (9) 林進・今泉史雄 (1998) 緑地環境の価値評価に関する研究－岐阜市・金華山に関する「支払意志額」調査からの分析－. 中森研46: 29-31.
- (10) 堀繁 (1991) 森林の国土レベルの保健休養効果の貨幣価値評価法. 日林論102: 135-138.
- (11) 保科典之・夏目佳史・岩岡正博・峰松浩彦 (2002) 木材生産からみた森林の区域区分手法. 日林学術講113: 239.
- (12) 保科典之・夏目佳史・岩岡正博・峰松浩彦 (2003) 木材生産を評価指標とした人工林適地. 日林学術講114: 284.
- (13) 市原恒一・豊川勝生・山田健・大川畑修 (1991) ヒノキ複層林の林内景観. 造園雑誌54: 191-196.
- (14) 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.
- (15) 井川原弘一 (2001) 好ましさを尺度とした林内景観とその構成因子の評価. 日林学術講112: 373.
- (16) 井川原弘一 (2002) 落葉広葉樹林における視覚的な好ましさと林分構造. 日林学術講113: 114.
- (17) 井川原弘一・横井秀一 (2004) 大学生を対象とした心象評価による森林内の雰囲気と景観の好ましさを決定する因子の解析. ランドスケープ研究67: 611-614.
- (18) 井川原弘一・高山範理・香川隆英・朴範鎮 (2005) 晩秋の森林保養地における森林浴の心理的評価と物理環境要因の関係. 環境情報科学論文集19: 229-234.
- (19) 井川原弘一・宮腰博幸 (2007) 日常生活と比較した森林散策の生理的・心理的效果とその持続性. 中森研55: 183-186.
- (20) 井川原弘一・大田陽子 (2007) 針葉樹人工林と落葉広葉樹林における森林散策による気分転換効果の比較. 中森研55: 187-190.
- (21) 今永正明 (1975) 森林のレクリエーション機能に関する研究 (I) 仁別自然休養林 (秋田) を対象とするレクリエーション機能評価への接近. 造園雑誌39: 43-51.
- (22) 井ノ口香子・箕輪光博・李定洙・鶴見康幸・山本博一 (2002) GISを用いた森林の木材生産機能の評価～東大千葉演習林を事例として～. 日林学術講113: 405.
- (23) 石井秀樹・朴範鎮・森川岳・上田佳那子・森下智子・(24) 平野秀樹・香川隆英・宮崎良文 (2006) 生理指標を用いた森林浴の評価 (3)－長野県飯山市斑尾高原沼ノ原湿原沿いのミズナラ・シラカバ林－. 日林学術講117: J07.
- (25) 石崎涼子 (2009) 2000年以降の都道府県による森林ゾーニングの性格. 林業経済62: 1-16.
- (26) 伊藤泰志・武内和彦・井出任・加藤和弘・恒川篤史・斎藤馨 (1993) 緑地の持つ環境保全機能の評価と解析支援システムに関する研究. 造園雑誌56: 319-324.
- (27) 岩岡正博・保科典之・峰松浩彦 (2004) 生産システムの最適化と森林の機能区分. 日林学術講115: 380.
- (28) 香川隆英・八巻一成 (1990) 森林の保健休養機能に関する一考察 (I)－南会津地方におけるAHP法の応用－. 日林論101: 153-156.
- (29) 香川隆英 (1991) 京都北山における人工林のA

- メニティに関する研究. 造園雑誌54: 185-190.
- (30) 香川隆英 (1992) 里山二次林そして自然性の高い森林におけるアメニティ. 造園雑誌55: 217-222.
- (31) 梶返恭彦 (1987) 視覚的な好ましさをみた森林構造. 環境情報科学16 (1): 75-80.
- (32) 総谷珠美・高橋孝之・香川隆英・高山範理・朴範鎮・恒次祐子 (2005) 里山林での森林浴による心理的効果について—POMS・SD法を用いて—. 日林関東支論56: 27-28.
- (33) 総谷珠美・山口昌樹・朴範鎮・宮崎良文・香川隆英 (2006) 唾液アミラーゼとPOMSを指標とした森林浴による生理的・心理的効果. 日林関東支論57: 39-40.
- (34) 総谷珠美・奥村憲・吉田祥子・高山範理・香川隆英 (2007) 様々な里山景観での散策による生理的・心理的効果の差異. ランドスケープ研究70: 569-574.
- (35) 総谷珠美 (2008a) 里山の森づくり作業によるセラピー効果—里山公開講座の参加者を対象とした心理的効果の検討事例—. 関東森林研究59: 71-72.
- (36) 総谷珠美・高山範理・朴範鎮・古谷勝則・香川隆英・宮崎良文 (2008b) 森林散策の光・温熱環境と森林浴における主観評価との関係. ランドスケープ研究71: 713-716.
- (37) 加藤明香 (1996) 都市近郊林の環境経済評価法による便益評価—野幌原生林を事例として—. 林業経済研究129: 135-140.
- (38) 川田伸治・松村直人 (2003) 三重県型森林ゾーニングと森林の機能評価手法の検討. 中森研51: 101-104.
- (39) 木平勇吉 (2003) 森林計画学. 228pp, 朝倉書店, 東京.
- (40) 木平勇吉 (2005) 森林の機能と評価. 272pp, 日本林業調査会, 東京.
- (41) 興梠克久 (2003) 森林の機能的ゾーニングの手法に関する一考察. 林業経済55 (10): 2-18.
- (42) 小山泰弘・高山範理・朴範鎮・大平辰朗・松井直之・藤澤翠・政木志帆・総谷珠美・香川隆英 (2006a) 夏期の長野県における森林浴の心理的効果と物理環境要因の関係. 日林学術講117: J12.
- (43) 小山泰弘・高山範理・朴範鎮・藤澤翠・政木志帆・香川隆英 (2006b) 長野県の自然休養林における森林浴の心理的評価と物理的環境要因の関係. 中森研54: 93-96.
- (44) 熊谷洋一 (1989) 森林の保健休養機能と住民評価に関する研究. 造園雑誌52: 175-180.
- (45) 栗山浩一 (1996) 釧路湿原における湿原景観の環境価値の計測. 林業経済研究129: 45-50.
- (46) 栗山浩一・北畠能房・大島康行 (1999a) CVMによる「屋久島」の価値評価とその信頼性—パイロットとファイナルサーベイの比較—. 林業経済研究45 (1): 45-50.
- (47) 栗山浩一 (1999b) 環境評価の新たな展開—便益移転とコンジョイント分析—. <http://www.isc.senshu-u.ac.jp/~the0043/kkuri.PDF>
- (48) 栗山浩一 (2000a) 農林業政策における環境評価の役割. 林業経済研究46 (1): 69-74.
- (49) 栗山浩一 (2000b) 森林生態系の価値は評価できるか. 林業経済53(6): 1-17.
- (50) 栗山浩一 (2001) 森林の環境価値とそのCVM評価—評価手法の確立と環境政策—. 日林学術講112: 1.
- (51) 廖為明・竹内亮・野上啓一郎 (1999) ヒノキ人工林の景観評価基準に関する考察 (I)—AHP法の応用—. 中森研47: 139-140.
- (52) 政木志帆・小山泰弘・高山範理・大平辰朗・松井直之・香川隆英・藤澤翠 (2006) 保健休養機能の観点から見た森林の音環境特性 (I). 日林学術講117: J13.
- (53) 政木志帆・小山泰弘・高山範理・大平辰朗・松井直之・香川隆英・藤澤翠・北原曜・小野裕 (2007) 森林と市街地における音環境特性と心理的効果の比較. 中森研55: 179-182.
- (54) 松本啓吾・尾張敏彰・塚原正之 (2002) 林地生産力の違いに基づくカラマツ人工林のゾーニング. 日林学術講113: 237.
- (55) 松下芳樹 (2000) 市民参加の視点から見た森林・林業政策. 山林1399: 22-32.
- (56) 光田靖・家原敏郎・松本光朗・岡裕泰 (2009) 基準・指標の理念に基づく森林計画手法に関する検討. 森林計画誌42: 1-14.
- (57) 溝口周道・熊谷洋一 (1987) 森林立地・林況情報を活用した保健休養機能評価. 造園雑誌50: 215-220.
- (58) 中村太士 (2002) 森林の公益的機能と施業計画論. 林業技術721: 2-6.
- (59) 西川理子・西川公也 (1998) GISを用いた森林の機能評価—滋賀県の民有林における木材生産機能と水源かん養機能—. 森林応用研究7: 21-24.
- (60) 丹羽富士雄・佐藤洋平 (1988) 緑空間の保健休養機能の測定. 環境情報科学17 (4): 31-36.

- (61) 野田巖・柳次郎 (1986a) 景観選考と景観構成因子の評価——対比較実験による一考察——. 日林関東支論37: 11-12.
- (62) 野田巖・柳次郎・丹羽富士男 (1986b) 森林保健休養機能の計量的評価. 日林関東支論38: 9-12.
- (63) 野田巖・天野正博・澤田耕作 (1989) 森林の風致機能の計量評価. 日本林学会大会発表論文集100: 93-96.
- (64) 野田巖・天野正博・澤田耕作 (1990) 森林の風致機能の計量評価 (Ⅱ) —評価のためのメッシュサイズ, 視線入射角に関する考察—. 日林論101: 157-160.
- (65) 野田巖・天野正博・澤田耕作 (1991) 森林の風致機能の計量評価 (Ⅲ) —森林植生のウェイトづけに関する一考察—. 日林論102: 229-232.
- (66) 大萱直花・石橋整司 (1998) 森林計画における景観をもとにした保健休養機能の評価. 日林論109: 197-200.
- (67) 大萱直花・石橋整司 (2000) 景観認識の分析をもとにした森林の保健休養機能評価法の開発. 森林計画誌34: 35-49.
- (68) 大石康彦・比屋根哲 (1993) 森林空間における意識の評価 (Ⅰ) —SD法による分析の試み—. 日林東北支誌45: 67-68.
- (69) 大石康彦・比屋根哲・田口春孝・村井宏 (1994) 森林環境下における心理構造の解析—保健休養機能試験林におけるSD法の適用—. 森林計画誌23: 33-43.
- (70) 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—POMSおよびSD法を用いた森林環境評価—. 日林誌85: 70-77.
- (71) 岡田圭太・箕輪光博・鄭躍軍 (2001) 東京湾ゴミ処分場埋立地における仮想森林の評価. 日林学術講112: 161.
- (72) 大山広一郎・野口俊邦 (1998) 森林の公益的機能の経済的価値評価—長野県伊那市ますみヶ丘の平地林を事例に—. 中森研46: 185-186.
- (73) 朴範鎮・石井秀樹・古橋卓・森川岳・李妍受・平野秀樹・香川隆英・宮崎良文 (2006a) 生理指標を用いた森林浴の評価 (5) —長野県信濃町カラマツ・ブナ・ミズナラ混交林—. 日林学術講117: J09.
- (74) 朴範鎮・石井秀樹・古橋卓・李妍受・恒次祐子・森川岳・平野秀樹・香川隆英・宮崎良文 (2006b) 生理指標を用いた森林浴の評価 (1) —1) HRV (心拍変動性) を指標として—. 日林関東支論57: 33-34.
- (75) 朴範鎮・李妍受・石井秀樹・総谷珠美・藤縞亜矢子・森川岳・恒次祐子・平野秀樹・香川隆英・宮崎良文 (2006c) 生理指標を用いた森林浴の評価 (2) —唾液中コルチゾールならびに分泌型免疫グロブリン A を指標として—. 日林関東支論57: 37-38.
- (76) 朴賛雨・小林正吾 (1993) スギ人工林の林内風景の評価に関する研究 (Ⅱ) スギ林内風景のイメージ解析. 森林計画誌20: 47-59.
- (77) 林野庁 (1972) 森林の公益的機能計量化調査—みどりの効用調査—. 14pp, 林野庁, 東京.
- (78) 林野庁 (1990) 森林の整備水準・機能計量等調査報告書 (森林の整備水準の評価手法). 194pp, 林野庁, 東京.
- (79) 林野庁 (1991) 森林の整備水準・機能計量等調査報告書 (森林の整備水準の評価手法). 186pp, 林野庁, 東京.
- (80) 斎藤淳子 (1978) 森林のイメージに関する基礎的研究—奥日光の森林を対象として—. 造園雑誌41: 2-10.
- (81) 柴崎茂光・永田信 (2001) 屋久島におけるレクリエーション価値の算出と評価. 日林学術講112: 129.
- (82) 重松敏則・朝廣和夫・瀬戸島政博・牧田史子 (1997) 現存植生環境動態図の作成とその活用に関する基礎的研究. ランドスケープ研究60: 527-530.
- (83) 島崎浩司・浦島淳吉・吉田剛司・片上高志・田中和博 (2002) 三重県宮川村大杉地区における森林ゾーニング (2) —GISによる地位・地利の評価—. 日林学術講113: 211.
- (84) 森林・林業・木材産業基本政策検討会編 (1999) 森林・林業・木材産業基本政策検討会報告—森林・林業・木材産業にかんする基本的課題—. 26pp, 林野庁.
- (85) 白藤清伸・比屋根哲・國崎貴嗣・大石康彦 (2002) 写真と現地における森林景観のイメージの相違. 森林計画誌36: 1-9.
- (86) 白石則彦 (1992) 木材生産機能の整備水準の評価手法について. 森林計画誌18: 19-44.
- (87) 白石則彦・石橋聡・佐野真 (1997) 森林による炭素固定能の評価. 日林北支論45: 110-113.
- (88) 杉村乾 (1995) 住民意識と立地環境から見た機能評価の総合化による森林機能配置計画. 環境情報科学論文集8: 63-68.
- (89) 杉村乾 (2001a) 森林の役割評価とその適正配置—新たな森林計画のためのガイドブック.

- 92pp, 林業科学技術振興所, 東京.
- (90) 杉村乾 (2001b) 環境学の立場からみた生物多様性の保全 (2) - 人間社会との共存を目指して -, 環境情報科学 30:87-93.
- (91) 鈴木修二・堀繁 (1989) 森林風景における自然性評価と好ましさに関する研究. 造園雑誌52: 211-216.
- (92) 庄子康 (1999) 自然公園管理に対する CVM (仮想的市場評価法) を用いたアプローチ. ランドスケープ研究62: 699-702.
- (93) 庄子康 (2001) トラベルコスト法と仮想評価法による野外レクリエーション価値の評価とその比較. ランドスケープ研究64: 685-690.
- (94) 高橋教夫・菅野智美・野堀嘉裕 (2001) 針広混交林の景観評価の試みー夏季写真を用いた SD 法と一対比較法による評価ー. 日林学術講112: 374.
- (95) 高橋大輔・田中和博 (2000) 三重県宮川村上流域民有林における木材生産機能の林班別解析. 日林学術講111: 38.
- (96) 高山範理・香川隆英・朴範鎮・井川原弘一 (2005a) 冬季森林保養地における森林浴の快適性と温熱環境の関係. 日林学術講116: 3B20.
- (97) 高山範理・香川隆英・恒次祐子・朴範鎮・大石康彦・総谷珠美 (2005b) 中等度温冷感指標 (PMV) を用いた夏季森林内外の温熱環境の測定と比較. 日林関東支論56: 21-24.
- (98) 高山範理・香川隆英・総谷珠美・朴範鎮・恒次祐子・大石康彦・平野秀樹・宮崎良文 (2005c) 森林浴における光/温熱環境の快適性に関する研究. ランドスケープ研究68: 819-824.
- (99) 高山範理・大平辰朗・松井直之・香川隆英・小山泰弘・藤澤翠・政木志帆 (2006) 森林浴におけるイオン環境の快適性に関する研究. 日林関東支論57: 29-32.
- (100) 高山範理・大平辰朗・松井直之・香川隆英・小山泰弘・喜多明・藤澤翠・政木志帆 (2007) 森林環境における物理指標の日変化. 関東森林研究58: 69-72.
- (101) 高山範理・小山泰弘・大平辰朗・松井直之・香川隆英・不破正仁 (2008) 長野県のアカマツ林における温熱環境の通年変化と温熱環境的に快適な活動との関係. 関東森林研究59: 77-80.
- (102) 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.
- (103) 田中伸彦 (2000) 流域レベルの森林観光・レクリエーションポテンシャルの算定. ランドスケープ研究63: 607-612.
- (104) 土田絢子・白石則彦・唐鎌勇 (2000) 森林の炭素固定能 東京大学千葉演習林を事例とした100年間の変遷. 日林学術講111: 41.
- (105) 恒次祐子・朴範鎮・石井秀樹・古橋卓・李妍受・森川岳・平野秀樹・香川隆英・宮崎良文 (2006) 生理指標を用いた森林浴の評価 (1) - 2) 唾液中コルチゾールならびに分泌型免疫グロブリン A を指標として-. 日林関東支論57: 35-36.
- (106) 上原三知・重松敏則・朝廣和夫 (2003) 都市近郊農村における里山林の管理・利用実態とその公益的機能に関する研究. ランドスケープ研究66: 573-578.
- (107) 上野洋二郎 (2000) 森林計画における森林諸機能の最適配分. 日林誌82: 360-263.
- (108) 浦島淳吉・伊藤達夫 (2001) 京都府北桑田郡における GIS を用いた森林機能評価. 日林学術講112: 175.
- (109) 浦島淳吉・島崎浩司・吉田剛司・片上高志・田中和博 (2002) 三重県宮川村大杉地区における森林ゾーニング (1) - GIS による持続可能な林業地域の抽出-. 日林学術講113: 210.
- (110) 呉守蓉・箕輪光博・島田佳津比古 (2004a) 朝日の森を対象とした森林 GIS を用いた機能評価. 日林関東支論55: 81-82.
- (111) 呉守蓉・箕輪光博・島田佳津比古・露木聡・廣島卓也・李定珠 (2004b) 朝日の森を対象とする GIS を用いた森林機能評価と森林ゾーニング. 東大演林報111: 59-83.
- (112) 山根正伸 (1989) 身近な森林の保健休養機能の指標化の試み. 日林論100: 25-26.
- (113) 山瀬敬太郎・田中義則 (1992) 快適な森林空間の創造に関する研究 (I) -SD 法を用いた森林景観の評価-. 日林関西支論1: 41-45.
- (114) 安村直樹・永田信 (1999) 国民の森林ニーズについて (II): 地域によるニーズの違い. 東大演林報101: 107-121.
- (115) 吉田祥子・総谷珠美・高山範理・朴範鎮・宮崎良文・香川隆英 (2006) タイプの異なる里山環境における癒し効果の研究. 日林学術講117: J05.
- (116) 吉村暢彦・和孝雄・加藤正人 (1998) GIS を用いた森林機能区分図の作成. 日林論109: 119-121.
- (117) 吉村暢彦・和孝雄・加藤正人 (1999) GIS を用いた森林機能区分図の作成 (II). 日林学術講

- 110 : 469-470.
- (118) 吉村暢彦・加藤正人・対馬俊之 (2000) GIS を用いた森林機能区分図の作成 (Ⅲ) - 崩壊危険度を基にして -, 日林北支論48 : 160-162.
- (119) 鄭躍軍・南雲秀次郎 (1994) GIS を利用した森林機能による類型区分. 日林誌76 : 522-530. (2009年12月20日受付)
(2011年 7 月13日受理)