資料

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*

大 萱 直 花**, ***・石 橋 整 司**

I. 目 的

保健休養機能は、水資源かん養機能、国土保全機能などとともに森林の重要な公益的機能の一つであるが、定義に曖昧な点が多く評価が困難であるという性質上、森林計画における取り扱いが困難である。

また、森林計画の中では、森林の持つ多様な機能を相互に比較検討したうえで総合的に評価することが必要であり、そのためには各機能の評価方法や評価に用いる因子の共通性が高いことが望ましいと考えられる。しかし、現在提案されている保健休養機能の評価手法は、他の機能とはまったく異質の因子をもとにしているものや計量化に用いるデータの計測が困難なものが多い。

そこで、本研究では、保健休養機能の中でも重要な割合を占めると考えられる景観認識を対象として、他の機能の評価と共有できる可能性が高く、かつ、入手しやすいデータである地形と植生を評価の基礎的なデータとする保健休養機能の評価指標を求め、計量化が容易で、実際の森林計画に用いることができるような保健休養機能の評価手法を求めることを目的とした。なお、本研究の概要は第109回日本林学会大会での口頭発表および日本林学会論文集109号（大萱・石橋，1998）で公表しており、本稿では評価手法の詳しい内容について具体的に説明していきたい。

II. 保健休養機能の評価

保健休養機能の評価に関する既存の研究では、大きく分けて以下の2つの方法が用いられている。

①保健休養機能を貨幣価値などの計量化しやすい価値に置き換えて表す方法

②保健休養機能を心理的変数で評価し、その心理的変数を森林の物理量で計量化する方法

前者は、林野庁が全国の森林について貨幣価値により保健休養機能を算出したもの（林野庁，1972）、森林の観光地としての価値を計量したもの（水利科学研究所，1972）など比較的初期の研究に多く、手法については福岡（1981）がまとめている。この方法については、保健休養機能を他の価値に変換することにより本来森林が持っている機能の意味が失われてしまう可能性があり、保健休養機能の特徴をそのまま反映しているとはいえない面を持っている。

一方、後者は、保健休養機能を目的変数とする関数を求めるもの（丹羽・佐藤，1988；熊谷，1989）、森林のタイプ別にアメニティの階層構造を明らかにしたもの（香川，1991；香川，1992）などがあり、心理的変数を用いているため、精神面に働きかけるといった保健休養機能の特徴が捉えられていると考えられる。しかし、心理的変数の物理量による計量化が困難であること、計量化に用いる物理量の計測が困難な場合があることなどが問題点としてあげられる。

筆者は、これまでの研究の結果、森林景観の認識のされ方について、以下の点を明らかにしてきた（大萱・石橋，1996）。

①森林景観の構成要素は、視覚的に認識される要素（景観の対照性（コントラスト）を高める紅葉、新緑、溪流、巨木など）と、空間的に認識される要素（空間の開放性、鳥の声、風の涼しさ、空気のおいしさなど）とに分類される。

②空間の開放性は、場所の目的により適切な度合いが異なり、見晴らしが求められる場所では開放性が高いことが好ましい。

③空間的に認識される森林景観の構成要素は、レクリエーションを楽しむための環境を整える背景的作用を果たしている。

以上の結果をもとに森林景観の評価という観点から既存の研究をみると、その多くは、スライド、写真を

* Naoka OGAYA and Seiji ISHIBASHI : Construction of the evaluation method for forest's recreational function by an analysis of forest view impression.

** 東京農工大学農学部 Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu, Tokyo 183-8509

*** 現勤務先：(社)日本林業技術協会 present address : Japan Forest Technical Association, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0085

用いたSD法によるものであり（梶返，1987；鈴木・堀，1989），五感全体で感じとるという保健休養機能の一貫としての景観ではなく，視覚のみの点から評価していることがわかる。そこで本研究では，景観の印象の評価指標を決定する際に，視覚的に認識される要素に加えて人間の五感全体を通じて空間的に認識される要素を重要視することにした。

Ⅲ. 方 法

本研究では，空間的に認識される要素を捉えるために野外での聞き取り調査を行った。調査は，高尾山（東京都八王子市）では1995年5月4日，7月30日，11月5日，1996年2月11日の4回，御岳山（東京都青梅市）では1995年5月7日，7月23日，11月19日，1996年2月25日の4回，休日または日曜日に行った。調査時間は原則として午前9時から午後5時までとした。

聞き取り調査地点は，来訪者が休憩できる場所を選ぶこととし，高尾山では山頂と縦走路途中の休憩所で

ある一丁平2箇所の計3箇所，御岳山では，見晴らしがよい休憩所の長尾平と沢沿いの散策路であるロックガーデンの計2箇所とした（図－1）。調査は面接法で行い，対象者は，年齢層，男女に偏りがないように留意しながら，通行者のなかから調査員が選んだ。対象年齢は，聞き取り調査の内容に対する理解度の点からおおむね中学生（15歳）以上とした。

質問内容は，居住市町村，年齢，性別，来訪の同行者，来訪理由，最近1年間の来訪回数，通過したコースなどの項目と，景観に関する項目である。景観に関する質問では「（場所の）風景の印象を言い表していると思う言葉を選んでください」と尋ね，選択肢の言葉（表－1）のなかから5つ以内で選択してもらう「印象選択問題」と，「（場所の）風景を見たことがない人にも思い浮かべられるように説明するとしたらどのように説明しますか」と尋ね，自由に回答してもらう「風景説明問題」の2つを行った。どちらの問題も，聞き取り地点の風景をみながら回答してもらう場合と，通ってきた場所の風景を思い出しながら回答してもら

図－1 聞き取り調査地点

表-1 分散分析 F 検定の結果

	場所	季節		場所	季節
清涼感	**	**	霊性	**	
うるおい	**	**	開放感	**	
明るさ	**	**	力強さ	**	
スケール	**	*	安定感	**	
人間性	**		達成感○	**	
風格	**		みずみずしさ	*	**
生活感	**		優しさ	*	*
広がり	**		生命感	*	
神秘性	**		すがすがしさ		**
暗さ	**		厳しさ		
静けさ	**		躍動感		
厳肅感	**		調和		
安心感○	**		統一感		
親近感○	**		自然性		
雄大さ○	**		楽しさ○		

仮説：母集団の平均値が等しい

** 有意水準 1 % で棄却 * 有意水準 5 % で棄却

○当初は選択肢に含まれなかったが、5月調査において自由回答に多く見られたため、7月以降の調査では選択肢に加えた。

う場合を設定した（対象地点はのべ11ヶ所）。

研究の流れを図-2に示した。本研究では、保健休養機能の評価手法として森林の景観から受ける印象の良し悪しを基準にすることを考えた。そのためには、森林景観の印象を表す評価指標とその評価指標によって景観の印象の良し悪しを求める評価式が必要である。そこで、聞き取り調査における「印象選択問題」の選択肢の選択割合をもとに、どのような言葉がどのような選ばれ方をするかについて検討し、人々が森林の景観から得る印象を分類整理して評価指標としてまとめた。

こうして得られた評価指標は心理的な変数であると考えられ、そのまま森林計画等で取り扱うには適していない。そこで、次に、地形や植生のデータから上で求めた評価指標を推定する方法について検討した。最後に、聞き取り調査の自由回答で好印象を示す言葉が現れた割合を外的基準として重回帰分析を行い、上記の評価指標にもとづく保健休養機能の評価式を求めた。

ここで地形については、国土地理院発行の50mメッシュ標高データ（地形図の緯・経度をそれぞれ200等分したメッシュであり、50×50mメッシュとのずれが大きいため、対象地域の地形図約37×45cmを185×255等分に変換した。）を用い、図-3に示したように地形要素を求めた。地形要素は、遠景までの範囲を

図-2 研究の流れ

図-3 地形要素

含むように、半径10km（石井・元田，1990）以内について、対象地点から見える最も高い地点との仰角、その地点までの水平距離（以下「仰角距離」と呼ぶ）、対象地点から1メッシュ離れた地点との俯角、下り斜面が凸になるまでの水平距離（以下「俯角距離」と呼ぶ）の4要素を考え、この4要素を聞き取り調査の各対象風景地点（図-1）で、8方位について求めた。各対象地点において要素ごとに求めた8方位の値の中の最大値、最小値、平均値、標準偏差などの統計量を保健休養機能評価のための評価指標の推定に用いる地形因子として用いた。

植生については、航空写真の読み取りおよび現地での確認により、対象地の植生を、植生なし、新植地、針葉樹大木、針葉樹、針広混交（落葉広葉樹に針葉樹が混交）、常緑針広混交（落葉および常緑広葉樹に針葉樹が混交）の6つに分類した。

図-4 「明るさ」選択人数割合

IV. 結 果

1. 評価指標の決定

聞き取り調査の印象選択問題で、「明るさ」という印象語を選択した人数の割合を示したのが図-4である。選択割合の高い高尾山山頂、一丁平、稲荷山、御岳山長尾平は、休憩所、展望台などの開けた場所、選択割合の低い高尾山1号路、4号路、6号路、御岳山ロックガーデンなどは、溪流沿いや林内の散策路であることがわかる。また、周囲に広葉樹林が多い稲荷山、一丁平、長尾平、ロックガーデンでは紅葉期、落葉期である11月、2月に選択割合が高く、葉が最も茂る7月には低いこと、針葉樹が多い1号路、溪流沿いで特に明るさが少ない6号路、開けていて特に明るい山頂では季節変化がみられないことがわかる。他の選択肢の言葉についても同様の検討を行った結果、それぞれ

の言葉について場所や季節による選ばれ方に特徴があらわれていることがわかったので、選択肢として用いた30の言葉すべてについて、場所と季節を変動要因とする二元配置の分散分析を行なった。分散分析の結果（表-1）をみると、「清涼感」、「うるおい」、「明るさ」は場所、季節ともに差があり、「人間性」、「風格」など、30個中23個の言葉で場所による差、「みずみずしさ」、「すがすがしさ」など7個の言葉で季節による差がみられた。以上のことから、森林景観の印象は、場所と季節の影響を受けながら形成されている可能性があると考えた。

そこで、場所と季節により選ばれ方が異なる24個の言葉（表-1）を対象としてクラスター分析によって分類し、評価指標を求めることとした。クラスター分析は、場所の特徴が異なる高尾山山頂、1号路、6号

路, 御岳山長尾平, ロックガーデンの各々について季節ごとに4回(6号路は7月欠測)の計19の調査における選択割合を変数として用い, ウォード法, 市街地距離($(x, y) = \sum_i |x_i - y_i|$)によって行なった。クラスター分析の結果(図-5), まず「すがすがしさ」, 「静けさ」, 「清涼感」が含まれるクラスター(ここでは「清涼性」の評価指標と呼ぶことにする)が分類され, 次に, 「開放感」「明るさ」, 「広がり」のクラスター(「開放性」の評価指標と呼ぶ)が分類された。その他の言葉は, 「生命感」, 「神秘性」, 「厳肅感」,

「靈性」, 「力強さ」, 「風格」, 「みずみずしさ」, 「うるおい」からなるクラスター(「神秘性」の評価指標と呼ぶ), 「雄大さ」, 「親近感」, 「安心感」, 「スケール」, 「安定感」, 「優しさ」, 「暗さ」, 「人間性」, 「達成感」, 「生活感」など選択割合が低いもの同士が分類されたクラスター(「親近性」の評価指標と呼ぶ)が分類された。

評価指標ごとに, それぞれの評価指標に分類された言葉を, 聞き取り調査の印象選択問題で少なくとも1回は選択した人数の割合を場所, 季節別に示したもの

図-5 クラスター分析による評価指標の分類

図-6 評価指標の選択人数割合

◇5月 □7月 △11月 ○2月

が図-6である。開放性については、高尾山山頂、一丁平、稲荷山、御岳山長尾平など、開けた場所で高く、1号路、4号路、6号路、ロックガーデンなどの沢沿い、斜面沿いの道で低いこと、清涼性は、季節変化が大きく、山頂で特に選択割合が低いこと、神秘性は季節変化が大きく、ほとんどの場所で5月に最も選択割合が高いこと、親近性は開放性と同じような傾向を示し、開放的な場所で割合が高いが、場所や季節による差はあまり大きくないことなどがわかる。また、場所と季節を変動要因とする二元配置の分散分析の結果からも(表-2)、評価指標が場所や季節の影響を受けながら変化することがわかり、森林景観の印象の評価指標として適していると考えられた。

2. 評価指標の推定

図-7に対象地点ごとの地形要素の特性値(地形因子)を示した。これをみると、高尾山4号路、御岳山ロックガーデンなどの沢沿いの場所では、仰角の平均が高く、俯角の最大が小さいという傾向がある。開放的な展望台である高尾山山頂と御岳山長尾平を比較すると、山頂では仰角の最大が低く、俯角のレンジが大きいことから、下方に眺望が開けていること、長尾平では仰角の平均が山頂より大きいことから、周囲の山々を展望する景観が得られることなど、各々の場所の特徴を表していることがわかる。

一方、距離については、仰角距離、俯角距離ともに、もっとも大きい場所が沢沿いの6号路と開けた山頂であるというように、場所の特徴を表しているとはいえない結果が得られた。

次に、これらの地形因子から評価指標を推定する式を求めるため、図-6で示した各評価指標の選択割合をデータとし、対象地点11ヶ所につき季節ごとに4回行なった調査結果から、聞き取り人数が極端に少ないケースを除いた41ケースを用いて検討を行なった。

まず、開放性について、角度に関する地形因子との相関係数をみると(表-3)、仰角とでは負、俯角とでは正の強い相関があることから、上下に視界を遮るものがない地形で開放性が高いという傾向がわかる。一方、地形因子同士の相関では、たとえば最大仰角と最大俯角の間で-0.74の相関係数を示すなど、仰角に関する因子と俯角に関する因子の間には関連性が高いことが分かった。

そこで、開放性の指標の推定式として、最も相関の高い関係(図-8)を示した最大仰角との単回帰式を採用した。開放性の指標を Y 、最大仰角を X とすると、推定式は

$$Y = -2.17 \times X + 75.72$$

となり、相関係数は-0.82である。

表-2 分散分析F検定の結果

	場所による違い	季節による違い
清涼性	*	*
開放性	**	*
神秘性	**	**
親近性	**	

* 有意水準1% ** 有意水準5%

図-7 対象地点別にみた地形因子

□ 平均+標準偏差 — 最大
— 平均 — 最小
□ 平均-標準偏差

図-8 開放性の最大仰角による推定

次に、清涼性と地形因子との相関係数（表－3）は、いずれも低いですが、これは、清涼性の季節変化が大きいためと考えられる。図－6をみると、多くの場所で2月に選択割合が最も低いことから、夏場に清涼性の高い場所が冬場には寒く感じられることなどが考えられるため、データから2月調査分を除いた32ケースで再度検討を行なった。また、清涼性という印象の性質を考えると、沢沿いで溪流がある地点などは清涼性が高まることが考えられる。そこで、最大俯角が小さい（15度未満）という条件によって、清涼性の高い沢沿いの地形（4号路、6号路、ロックガーデン）を分類して考えることとした。

以上のような考えにたち、俯角の大小によって2つのグループに分けて最大仰角と清涼性の関係を見ると（図－9）、俯角が小さい地点では最大仰角に関わらず高い清涼性を示す一方、俯角が大きい地点では最大仰角と清涼性との間に負の相関があることがわかった。しかし、俯角が大きい地点の中でも、高尾山山頂は地形的に予想されるよりもかなり低い清涼感しか感じられていない。高尾山の山頂は、自動販売機などもある休息所となっており、お昼時にはかなり人が多いこと（図－10）、山頂の周囲を比較的樹高が高い広葉樹が囲んでいるものの山頂そのものには木陰が少なく山頂に日が射すとかなり暑く感じられることなどなどから

清涼感が得られにくいと考えられる。図－6でも、他の場所では清涼感が最も低い2月と清涼感が高い5月、7月が山頂では同じような選択割合を示し、人出が最も多い11月には清涼感が最低になっていることから、地形以外の人込みや植生などによる影響が示唆されている。

そこで、俯角が大きい地点の中から山頂のデータを除いた28ケースを用いて、最大仰角（ X ）と清涼性（ Y ）の指標の推定式を求めると、推定式は

$$Y = -1.09 \times X + 81.66$$

となり、相関係数は -0.70 であった（図－9）。

上述のように、俯角の小さい沢の地点では、清涼性と地形因子の間に相関はみられないが、清涼性はおおむね高いといえる。以上のことから、清涼性が発揮される地点には、

①俯角が小さい、沢沿いの地点である

②ある程度の開放感がある

という2つの異なる条件があること、季節や人込み、植生などの影響を受けやすいという特徴があることがわかった。

神秘性については、図－6をみると、ほとんどの場所で季節変化が大きい中で、季節に関わらず常に選択割合が低い高尾山山頂、稲荷山、常に選択割合が高い1号路があることがわかる。その他の場所では、最も

表－3 評価指標と地形因子の単相関

	最大	最小	仰角 レンジ	平均	標準 偏差	最大	最小	仰角 レンジ	平均	標準 偏差
清涼性	0.38	0.27	0.34	0.39	0.37	-0.23	0.11	-0.25	-0.29	-0.31
開放性	-0.82	-0.48	-0.78	-0.76	-0.79	0.62	0.47	0.59	0.70	0.43
神秘性	0.43	0.36	0.36	0.34	0.36	-0.25	-0.07	-0.25	-0.34	-0.15
親近性	-0.42	-0.48	-0.31	-0.45	-0.34	0.37	0.11	0.38	0.41	0.37

図－9 清涼性と最大仰角との関係（2月を除く）

□ 俯角が小さい地点（4号路、6号路、ロックガーデン） ○ 高尾山山頂
● 俯角が大きい地点（1号路、一丁平A、一丁平B、稲荷山、長尾平）

図－10 休日昼時の高尾山山頂の様子

選択割合の高い5月には、すべて選択割合が50%以上となることから、来訪者の5割以上が神秘性を感じているといえ、季節の影響を強く受けていると考えられる。しかし、5月は新緑の季節であるが、神秘性との関連は明らかにできなかった。

常に神秘性の高い1号路は、薬王院の参道であり、杉の大木の並木道である。参道であることから神秘性を感じられる可能性もあるが、同じように武蔵御嶽神社のそばにある長尾平では、5月以外は低い神秘性しか感じられていないことから、寺社の存在と神秘性の高さの関連性は明らかとはいえない。杉の大木があるという点については、スライドを用いた室内実験の結果からも巨木のある景観は評価が高いことがわかっており(大萱・石橋, 1996; 大萱・石橋, 印刷中), 神秘性を感じさせる要因であると考えられる。

以上のように、神秘性については、今回は数量的に推定式を求めることはできなかったが、巨木が存在したときや5月には半数以上の人が神秘性を感じるように、森林の持つ重要な要素の一つであり、評価指標として取り入れる必要性は高いと考えられる。

親近性については、地形因子との相関をみると(表-3), 開放性と同様に仰角とでは負, 俯角とでは正の相関がみられ, 「雄大さ」, 「スケール」という言葉

から感じられる印象をあらわしていると考えられるが、いずれも開放性と地形因子の関係よりは弱い関係であった。また、評価指標間の相関係数を季節ごとにみたところ、他の評価指標同士の組み合わせと比べて、親近性は開放性と0.6~0.7の正の相関があることがわかり、親近性が代表する印象は開放性によって説明され得ると考えられた。このため、親近性は独立した評価指標として用いないこととした。

最後に、植生と評価指標との関係をみると、広葉樹を含んだ植生と開放性、清涼性との間に関連がみられたので、針広混交と常緑針広混交の分類をあわせて混交林とし、評価指標との関係を求めた。その結果、混交林面積割合と開放性の相関係数は-0.63, 混交林面積割合と清涼性の相関係数は2月を除いた場合で0.42となった。しかし、高尾山や御岳山は古くから人手のはいった森林で、沢沿いに広葉樹が残されたという可能性があり、地形的にみて沢沿いで開放性が低く清涼性が高いことを考えると、評価指標に対して地形的な要因より、広葉樹であることの影響が高いとは考えにくかった。

3. 評価指標メッシュマップの作成

以上の結果をもとに、地形因子と特に関連の強い開

図-11 武蔵御岳地形図における評価指標度数分布
 〰: 正規分布 ↓: 平均-標準偏差, 平均, 平均+標準偏差

図-12 武蔵御岳地形図における評価指標の
 ランク内メッシュ割合(%)

放性、清涼性についてメッシュマップを作成する手法を検討した。

推定式は、開放性を Y_k 、清涼性を Y_s 、最大仰角を X 、最大俯角を Z とすると、

$$Y_k = -2.17 \cdot X + 75.72$$

$$Y_s = \text{Max (ただし } X > 10 \text{ かつ } Z < 15 \text{ のとき)}$$

$$Y_s = -1.09 \cdot X + 81.66 \text{ (上記以外のとき)}$$

である。ここで、沢を選択する条件として、平坦な地形を選択しないよう、最大俯角が小さいことのほかに最大仰角が大きいことを加えた。

推定値をメッシュマップに表示する際のランク分けは、推定値の度数分布から以下の手順で行なった。

メッシュマップは、高尾山、御岳山が含まれる3枚の25,000分の1地形図（八王子、与瀬、武蔵御嶽）について、一部市外地を除き、50mメッシュごとに評価指標の推定値を求めて作成した。

各地形図についての開放性の度数分布（メッシュ数）、沢（最大仰角 > 10 かつ最大俯角 < 15 ）以外の場合の清涼性の度数分布（メッシュ数）は、いずれもほぼ正規分布型を示すことがわかった（武蔵御嶽の例を図-11に示した）。そこで、開放性は、平均が約20、標準偏差が約20になることから、0以下、0より大きく20以下、20より大きく40以下、40より大きい、の4ランクに分け、それぞれを開放性が「低い」、「やや低い」、「やや高い」、「高い」と定義した。清涼性は、最大仰角、最大俯角の条件により求められる沢でもっとも「高い」と定義し、その他の場合について、清涼性の分布の平均（約50）、標準偏差（約10）をもとに、50以下、50より大きく60以下、60より大きい、の3ランクに分け、それぞれを清涼性が「低い」、「やや低い」、「やや高い」と定義した。3枚の地形図中、武蔵御嶽の地形図についての度数分布および各ランクに分類されたメッシュの割合を図-12に示す。

以上の方法で得られたメッシュマップから、開放性については、①尾根筋で高いこと、②相模湖、多摩川などのように広い面積を持つ水面上でも高いこと、③斜面が緩やかな場合は尾根で開放性が高く、沢に下るにしたがって開放性が低くなるが、斜面が急な場合は尾根のすぐ下で開放性ももっとも低くなること、④畑などに切り開かれた地点で開放性が高くなることから、また清涼性については、①湖など面積の広い水域から小さな1次谷まで清涼性の高い沢として選択されていること、②沢床の幅が狭く、沢の流れる向きが入り組んでいる場所は沢として選択されない場合があることなどがわかった。さらに、小さな沢と尾根が入り組んだ傾斜の緩い丘陵地帯では、開放性、清涼性ともに高くなっていることがわかった。

求めた推定式により、尾根筋、開けた水面上など実

際の地形からも考えられる場所で高い開放性を推定し、清涼性が高いと考えられる沢を確実に選択できたことから、開放性、清涼性の推定式、清涼性における沢の選択条件は適切であると考えられた。

ただし、田畑、市街地など、人為的に地形を切り開いた場所で開放性、清涼性が高く求められる場合があり、そのような場所の有無をあらかじめ対象地域の中で確認しておく必要がある。

V. 保健休養機能の評価

— 評価の算出方法 —

前章までの結果から、森林景観の印象をあらわす評価指標は、地形から推定することができた。そこで、評価指標から保健休養機能の評価を算出するため、調査対象地の保健休養機能の評価を、森林景観の好ましい印象としてあらわすことを考えた。

聞き取り調査の風景説明問題の自由回答において、「きれい」、「素晴らしい」、「楽しい」、「また来たい」などの好印象をあらわす言葉が多く使われた場合に保健休養機能の評価が高いと考え、好印象語の回答割合を求めたものが図-13である（一人が複数回答するため、回答割合が100%を越える場合もある）。図をみると、神秘性が常に高い場所である1号路で、好印象語の回答割合が低いことがわかり、神秘性の評価基準と好印象語があらわすイメージは異なっていると考えられる。堀（1988）によれば、森林風景は「神聖さ＝聖性」、「清らかさ＝清性」の2軸で表される座標平面上に位置づけ、分類することが出来る。ここで、「清性」軸は好ましさと関連性が高く、評価の基準となる軸とされているが、「聖性」軸は「清性」軸と直行し、好ましさと意味が異なると考えられる。このことから、好ましさと神秘性との関連性は低く、神秘性は保健休養機能の中でも、特異な指標であるといえる。

開放性と清涼性について、好印象語との関連をみる

図-13 場所別にみた好印象語回答割合

と(図-14), 開放性は, 開放性が40以下のとき好印象語の回答割合のばらつきが大きく, 40より大きい部分ではばらつきが小さい傾向があること, 清涼性は全体的に好印象語の回答割合と正の相関を示すことがわかった。そこで, 清涼性が2月と山頂で特に低いことも考慮し, 2月と山頂のデータを除き, 開放性が40以下の場合(15ケース)と開放性が40より大きい場合(14ケース)に分けて分析した。その結果, 開放性が40以下の場合には(図-15), 開放性と好印象語の回答割合の関連は低く, 清涼性と好印象語の回答割合の相関が高いこと, 一方開放性が40より大きい場合には(図-15), 逆に開放性と好印象語の回答割合の相関が高く, 清涼性と好印象語の回答割合の相関が低いことがわかった。そこで, 保健休養機能の評価を算出するために, 以下の条件を仮定した。

「仮定1: 開放性が40以下と40より大きい場合で保健休養機能の評価基準が異なる」

さらに開放性が40以下の場合と40より大きい場合, 開放性による場合分けをしない場合それぞれについて, 開放性と清涼性を説明変数, 好印象語回答割合を目的変数とする重回帰分析を行なった(表-4)。

その結果をみると, 保健休養機能の評価を Y , 開放性を Y_k , 清涼性を Y_s とすると, 保健休養機能の評価の推定値は, 開放性が40より大きいときは,

$$Y = 0.74 \times Y_k - 0.08 \times Y_s + 1.69 \quad (1)$$

開放性が40以下のときは,

$$Y = 0.61 \times Y_k - 1.00 \times Y_s - 41.92 \quad (2)$$

という式で算出できる。

まず, (1)式についてみると, 清涼性 (Y_s) の係数および定数項の値は小さく, 0 とみなすことが可能と

図-14 評価指標と好印象語回答割合

図-15 評価指標と好印象語回答割合(山頂, 2月除く)

---●--- 開放性が40より大の場合 ---○--- 開放性が40以下の場合

表-4 開放性と清涼性による好印象語回答割合の重回帰分析結果(山頂, 2月除く)

	内部相関	開放性回帰係数	清涼性回帰係数	定数項	重相関係数
開放性>40	-0.11	0.74	-0.08	1.69	0.68
開放性≤40	-0.05	0.61	1.00	-41.92	0.62
場合分けなし	-0.27	0.13	0.73	-16.67	0.45

考えられるので、開放性が40より大きい場合の推定式は、

$$Y = 0.74^* Y_k \quad (3)$$

とすることができる。(3)式を用いた場合の相関係数は0.67である。ここで、開放性が40より大きい値をとるのは、開放性が「高い」ランクの場合であり、地形図中の全メッシュに対する10～20%の地域でしかないこと(図-12)を考え、

「仮定2：開放性が40より大きい場合、保健休養機能の評価は「高い」」

次に(2)式については、定数項が負で大きく、相関係数も低くなっている(表-4)。定数項が大きいのは、開放性が40以下の場合には清涼性が50より大きい部分に偏り、清涼性と好印象語回答割合の回帰式の傾きが大きいことによる(図-15)。相関係数を見ると、清涼性と開放性からでは、保健休養機能の評価の約40%についてしか説明できていないといえるが、開放性による場合分けをしない場合(表-4)や、清涼性のみによる場合(図-15)と比較すると、保健休養機能の評価値をよく推定できているといえる。そこで、

「仮定3：開放性が40以下の場合、保健休養機能の評価（Y）は

$$Y=0.61\times Y_k-1.00\times Y_s-41.92$$

(Y_k :開放性, Y_s :清涼性)|

さらに図-13の度数分布をみると清涼性の最大値は約

a) メッシュマップ

☐ 低い ☐ やや低い
☒ やや高い ☒ 高い

図-16 武蔵御岳地形図における保健休養機能の
評価ランク内メッシュ割合（％）

80であるので,

「仮定4：沢（最大仰角 >10 かつ最大俯角 <15 ）における清涼性の値は $80>$ とする」

以上をまとめると、保健休養機能の評価値 Y は、開放性を Y_k 、清涼性を Y_s 、最大仰角を X 、最大俯角を Z とすると、

$$Y_k > 40 \text{ のとき} \quad Y = 0.74 \times Y_k$$

$Y_k \leq 40$ のとき

$$Y=0.61\times Y_k-1.00\times Y_s-41.92$$

(ただし, $X > 10$ かつ $Z < 15$ のとき $Y_s = 80$)

で表される。

(国土地理院発行 1 : 25,000 地形図、武蔵御嶽より引用)

図-17 御岳山周辺における保健休養機能の評価メッシュマップ

メッシュマップを作成する際のランク分けは、まず、開放性が40より大きい場合は、仮定2で示したように、保健休養機能の評価はすべて「高い」と考える。

開放性が40以下の場合、評価指標の場合と同様、3枚の地形図について保健休養機能の評価を算出し、度数分布から分類を行なった。算出した評価値の度数分布をみると、ほぼ正規分布型を示しているといえ、0以下、0より大きく20以下、20より大きく40以下、40より大きい、の4ランクに分け、それぞれ保健休養機能の評価が「低い」、「やや低い」、「やや高い」、「高い」と定義した。「40より大きい」のランクと、開放性が40より大きい場合はともに評価が「高い」ランクに分類される。武蔵御嶽の地形図について求めた評価値の度数分布と各ランクに分類されたメッシュ数の割合を図-16に示す。

以上のランク分けによってえられた御岳山周辺についての保健休養機能の評価のメッシュマップが図-17である。御岳山周辺では、山頂、長尾平、尾根筋の縦走路で評価が高く、ロックガーデンでは一部やや高い評価がみられるものの、評価が低いことなどがわかる。地形図全体についてみると、①開放性、清涼性がともに高かった傾斜が緩く、地形が細かい地域では広い範囲で全般的に評価が高いこと、②開放性、清涼性ともに低い傾斜が急な地域では評価が低いこと、③清涼性が「高い」ランクの沢でも、開放性が低ければ評価は「やや高い」ランクにおちることがわかる。

VI. 考 察

丹羽ら(1987, 1988)は、総合評価関数の説明変数に「利用の容易性」、「自然性」、「水の存在」、「眺望性」、「歴史的価値」を用いて、保健休養機能のメッシュマップ化を行なっている。丹羽らの方法では、「利用の容易性」は「施設利用の容易性」、「交通の便」の2項目から構成されており、「施設利用の容易性」は行動可能種類により、「交通の便」は時間距離により尺度化されている。「自然性」は植生自然度に天然記念物の存在を加味したもの、「眺望性」は俯角10°による可視距離、「歴史的・文化的価値」は文化財の質と宗教施設、「水の存在」は水の存在の有無を指標とする。そして、次の総合評価関数に各評価指標の評点を代入することで求められる総合評価値をランク分けし、保健休養機能評価メッシュマップを作成するのである。

$$\begin{aligned} \text{総合評価} = & (\text{「施設利用の容易性」} + \text{「交通の便」}) \\ & \times 1 / 2 \times 8 \\ & + \text{「自然性」} \times 4 \\ & + \text{「眺望性」} \times 3 \end{aligned}$$

$$+ \text{「歴史的・文化的価値」} \times 3$$

$$+ \text{「水の存在」} \times 2$$

丹羽らは上記の手法を酒匂川流域（地形図中川を図-18に示す。）に適用して保健休養機能の総合評価メッシュマップを作成した（図-19）。今回開発した筆者らの手法を同じ地域に適用し得られたメッシュマップが図-20である。メッシュサイズは、丹羽らは200m、筆者らは50mである。

丹羽らの手法によると、対象地域における保健休養機能は西から大又沢、中川、中沢、玄倉川という水域を中心に捉えられている。筆者らの手法による清涼性メッシュマップでも同様に4つの水域が沢として選択されており、中沢、玄倉川では周囲の清涼性が低いために、水域の存在が目だっている。しかし、保健休養機能の評価メッシュマップでは、中川以外の水域は開放性が低いため、あまり高い評価が得られていない。

また、両手法で評価が異なる地域としては、丹羽らの手法で評価がやや高く、本手法では評価が低い檜洞丸南西斜面一帯、丹羽らの手法での評価が低く、本手法では評価が高い大又沢、中川にはさまれた屏風岩山、権現山周辺があげられる。本手法による評価の考え方では、檜洞丸南西斜面一帯は傾斜が急なため尾根以外では評価が低く、傾斜の緩い屏風山周辺一帯と権現山の尾根筋での評価が高くなっている。丹羽らの手法では、道が入っていると「利用の容易性」が高く評価されるため、檜洞丸南西斜面一帯の総合評価がやや高く、屏風岩山、権現山周辺の評価が低いと考えられる。

丹羽らは林務関係の専門家による評価を用いているため、「森林の持っている価値を多数の来場者に気持ちよく享受してもらうための条件」であり、「林務関係の専門家の手段系に属するもの」である「利用の容易性」（丹羽ら、1987）が評価指標になっているといえる。また、「施設利用の容易性」を評価指標とするなど、現在森林レクリエーション地域として利用されている森林の保健休養機能を評価するという面が強い。こうした点は重要であるが、一方で本研究では森林が潜在的に持つ保健休養機能を対象として評価を試みており、両手法の目的の違いが評価結果に現れているといえよう。

評価値を求めるまでの作業面について比較すると、本手法では、数値地形図のデータをパーソナルコンピュータに読み込み、表計算ソフトを使ってメッシュマップの作成までを行なうことができる。計画者が行なう作業は、数値地図（フロッピーディスクまたは、CD-ROM）から評価対象地域とその周囲の地形図のデータを読み込ませるだけであり、それ以降は表計算ソフトの自動計算機能によって、自動的にメッシュマップが作成される。一方、丹羽らの手法では、さまざま

図-18 中川地形図（国土地理院発行 1：25,000地形図，中川より引用）

図-19 中川地形図における保健休養機能の総合評価メッシュマップ（丹羽・左藤，1988）

図-20 中川地形図における本手法による保健休養機能評価メッシュマップ

主な評価指標を地図上または現地調査から読み取り、自らデータを入力する必要がある。たとえば「水域の有無」を地図上で読み取っているのに対し、本手法の沢を選択する条件を用いれば、ほとんどの水域が自動的に選択されることになる。

ところで、本手法による保健休養機能の評価値は、市販の数値地図標高データを用いて容易に推定できる「開放性」と「清涼性」という評価指標を用いて算出することができた。しかし、評価値を算出するための条件は、清涼性より、開放性を優先したものとなっている。

御岳山の人数調査の結果を示した図-21をみると、全体の来訪者数の傾向をあらわしていると考えられるケーブルカー乗車人数は、紅葉期の11月にもっとも多く、7月、2月に少なくなる。夏場は、御岳山程度の低山は、より高い山や、海などのレクリエーション地域に比べ、魅力がなくなると考えられ、冬場も寒いために来訪者が少ないと考えられる(石橋・藤土, 1992; 石橋・須崎, 1993; 大萱・石橋, 投稿中)。ただし、沢沿いのロックガーデンでは、一般には来訪者が少な

い夏場にもっとも来訪者数が多く、冬場には極端に少なくなり、一方大岳山への尾根筋の縦走路では、11月にもっとも来訪者数が多いものの、2月でもあまり減少がみられない。このことから、大岳山への縦走路のような開放性の高い地域は、年間を通して常に保健休

図-21 通行者数の季節変化

- 縦走路 (ポイント10)
- - ロックガーデン (ポイント8)
- ◆... ケーブルカー乗車人数

養機能を発揮することができ、ロックガーデンのような清涼性の高い地域には、夏場には高い保健休養機能を発揮するものの、冬場にはほとんど機能が発揮されない地域があると考えられる。したがって、開放性を優先するという考え方は、年間を通して常に保健休養機能の高い地域をより高く評価することができると考えられるのである。

一方、神秘性という評価指標の推定が含まれないことなどを考えると、地形から求めた評価は、基本的なものであり、保健休養機能のすべてをあらわしたものではないといえる。そのため、計画者自らの判断で、ここで求めた評価を基礎に、人出が集中する場所の評価を低く、巨木が存在する場所の評価を高くするなど、地形や植生といった要因からは単純には数値化できない要素を加味する必要がある。逆に、数値化が困難な要素については、単純に計算で求めるよりも、計画者が多様な状況を考慮して評価するほうが、現実的であるとも考えられる。そのために、地形から得られた基本的な保健休養機能の評価は、実際的に有効な情報であるといえる。

VII. おわりに

本手法を用いれば、評価対象としたい地域の数値地図と、パーソナルコンピュータの表計算ソフトがあれば、誰にでも容易に保健休養機能の評価が求められる。この、地形から算出される保健休養機能の評価は、基本的なものであり、実際の森林において保健休養機能を発揮する要素には、さまざまなものがある。本研究では、地形以外の要素として、利用目的にふさわしい森林や、視覚的に評価が高い要素を室内実験から明らかにしており、神秘性も含め、このような数値化が困難な要素を計画者の判断により評価に取り入れることができる。たとえば、ある森林地域についてレクリエーション地域を設定するには、地形から基本的な保健休養機能の評価を算出し、評価の高い地点同士をつなぐよう経路を設計することができる。その際、計画者の判断で考慮する点としては、見晴らしがよい場所では、利用目的にふさわしいように高木を伐採するなどの管理を行う、巨木がある地点では神秘性が高く、評価がより高いと考え、基本的な評価に関わらず経路を通す、などの事柄が考えられる。計画者の判断でさま

図-22 保健休養機能が高い森林レクリエーション地域

ざまな要素を取り入れるということは、数値化が困難な要素のデータを手作業で計測，入力する労力を軽減でき，保健休養機能の多様な側面に対応できるため，より現実的な手法であるといえよう。最後に，本手法を基礎とした保健休養機能の評価の流れを図-22に示す。

引用文献

- (1) 堀 繁 (1988) 「聖」と「清」による森林風景の意味的分類. 造園雑誌 51: 281~286.
- (2) 福岡克也 (1981) 森林の環境評価と経済的価値. 森林文化研究 2: 7~15.
- (3) 石橋整司・藤土久美子 (1992) 高尾山来訪者の意識と利用の傾向(I)人数調査による分析. 森林文化研究 13: 149~156.
- (4) 石橋整司・須崎久美子 (1993) 高尾山来訪者の意識と利用の傾向(II)聞き取り調査による分析. 森林文化研究 14: 93~111.
- (5) 石井一郎・元田良孝 (1990) 景観工学. 39, 鹿島出版会, 東京.
- (6) 香川隆英 (1991) 京都北山における人工林のアメニティに関する研究. 造園雑誌 53: 185~190.
- (7) 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 54: 217~222.
- (8) 梶返恭彦 (1989) 視覚的な好ましきからみた森林構造. 環境情報科学 16(1): 75~80.
- (9) 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.
- (10) 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.
- (11) 丹羽富士雄・佐藤洋平・田島学 (1987) 流域的レベルからみた機能要因の抽出と計測. 「農林水産業の持つ国土資源と環境の保全機能およびその維持増進に関する総合研究」研究報告(第2集): 160~169, 農業環境技術研究所, 筑波.
- (12) 大萱直花 (1997) 森林レクリエーション地域における森林景観の評価指標. 日林論 108: 107~110.
- (13) 大萱直花・石橋整司 (1996) 森林レクリエーション地域における森林景観の役割. 48回日林関東支論: 27~30.
- (14) 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.
- (15) 大萱直花・石橋整司 (投稿中) 来訪者の意識と行動からみた都市近郊森林レクリエーション地域の特徴. 森林環境資源科学 37.
- (16) 林野庁 (1972) 森林の公益的機能に関する費用分担および公益的機能の計量, 評価ならびに多面的機能の高度発揮の上から望ましい森林について. 30~40.
- (17) 水利科学研究所 (1972) 森林の公益的機能計量化調査報告書. 3~59.
- (18) 鈴木修二・堀 繁 (1989) 森林風景における自然性評価と好ましきに関する研究. 造園雑誌 52: 211~216.

(1999年4月15日受付)

(1999年9月13日受理)