尾瀬国立公園のシーケンス景観に対する定量指標と主観評価の関連性について

Relation of quantitative index and subjective evaluation for sequence landscape in Oze national park

国井 洋一* 古谷 勝則**

Yoichi KUNII Katsunori FURUYA

Abstract: There are many kinds of landscape materials in Oze national park. Visitors of the Oze can be seen such materials as sequence landscapes due to walking on boardwalks. Some subjective evaluations of the landscape at individual positions were performed by image survey. Therefore, in order to extract interesting position with characteristic landscape, sequence landscape in Oze should be also evaluated. Moreover, the landscapes during the walking are analyzed continuously. On the other hand, landscape analysis is needed for some viewpoints which are not only subjective but also objective understanding. Particularly, in order to acquire stable data for landscape, acquisition of quantitative data is useful. Therefore, relation between such quantitative data and subjective data is concretized, and more reliable landscape analysis is become possible. As the method of quantitative data acquisition for landscape, fractal analysis is adopted by several situations. Relation between such fractal dimension and the subjective evaluation by human are analyzed, and it is expected that the fractal analysis can be proposed as an objective evaluation method for landscape. In these circumstances, the fractal analysis and image survey for sequence landscape were performed by using image sequences, and relation between results of both investigations in this paper.

Keywords: *Oze national park, sequence landscape, fractal analysis, quantitative index, subjective evaluation*

キーワード: 尾瀬国立公園, シーケンス景観, フラクタル解析, 定量指標, 主観評価

1. はじめに

尾瀬国立公園(以下、尾瀬)には、樹林、湿原、湖沼等を構成要素とする多くの景観が存在している。また、尾瀬には多くの散策路に木道が敷かれているため、来訪者は木道上の歩行により必然的にシーケンス景観を体感することとなる。尾瀬の景観把握に関する既往研究では、特定の位置における景観に対し、アンケート調査などによる主観評価が行われてきた¹⁾。しかしながら、尾瀬の景観は連続的に移り変わることも大きな魅力の一つであるといえ、景観を把握する上ではシーケンス景観に対する評価も重要であると考えられる。自然空間における歩行中のシーケンス景観に対する分析手法としては、静止画の撮影による写真投影法により、森林内のトレイルにおける景観把握を実施した事例²⁾がある。その一方で本研究は、ビデオ撮影によって歩行中の景観を連続的に取得し、撮影した映像に対する画像処理手法の適用による分析を試みたものである。そのため、歩行中においてより特徴的な景観がみられる地点などを、客観的な尺度において判定できる可能性が考えられる。また、シーケンス景観の分析におけるビデオ映像の利用は、その利便性の高さから多くの研究蓄積がある。例えば、土地利用に対する街路樹の自動車からの修景効果の分析³⁾や、鉄道における車窓景観の特性の考察⁴⁾、農村地域における景観評価構造の検討^{5,6)}等である。これらの研究においては、景観の映像からの構成要素抽出によるシーンの分類およびSD法を用いた景観評価実験を実施し、両者の結果を一体的に分析している。このように、景観解析においてはSD法による評価実験のような主観的な把握だけでなく、景観を客観的に捉える必要性も考えられる。すなわち、人が介在する主観データのみでは、被験者の属性や調査の環境等が精度に影響をおよぼすため、データの信頼性が課題となる。一方、映像からの構成要素抽出等の処理においても人の手が介在するため、作業者の主観が入り込む可能性があり、さらに労力も要することとなる。そのため、景観に対する客観的な定量データを映像から直接的かつ自動的に取得すれば、

常に安定したデータが容易に得られ、さらに定量データと主観データとの関連性を明らかにすることによって、より信頼性の高い景観解析が可能になるものと推測される。

本研究では、景観に対する定量データを取得するための画像処理手法であるフラクタル解析を用いた⁷⁾。フラクタル解析を用いたシーケンス景観の解析には、走行中の自動車における車窓景観⁸⁾や、回遊式日本庭園における歩行景観⁹⁾に対しても事例がある。これらの研究は、景観構成要素や測量データといった客観データ同士での比較を行ったものであるため、本研究では主観データとの比較を試みることにした。また、尾瀬のシーケンス景観に対してもフラクタル解析による実験事例があり、池塘や抛水林といった尾瀬特有の景観構成要素や、季節の変化によってフラクタル次元が変化することが確認されている¹⁰⁾。このようなフラクタル次元と人の感覚との関連性が明らかになれば、フラクタル解析が来訪者に与える景観の影響を客観的に把握可能な手法として提案できるものと推測される。以上より、本研究では尾瀬のシーケンス景観を撮影した計5区間の動画像に対してフラクタル解析ならびにイメージ調査による主観調査を実施し、両者の関連性を見いだすことを目的とした。なお、本研究におけるイメージ調査は、各区間の動画像全体を通じたシーケンス景観に対するイメージの把握および、区間毎で連続的に展開する景観において印象的な地点の抽出を目的として実施した。

2. 動画像撮影の概要

本研究で用いた動画像は、図-1に示した尾瀬の各区間において、2008年9月24日の6:00~16:00、HVR-Z1J(SONY)にてフルハイビジョン撮影されたものである。撮影対象とした各区間は、尾瀬のもっとも一般的な散策ルートである鳩待峠-牛首間において選定したものである。なお、各区間の概要は、ほぼ樹林に覆われている区間1、大規模な湿原の区間2、抛水林に入り込む区間3、湿原の中に小規模な池塘がみられる区間4、数多くの池塘がみら

*東京農業大学地域環境科学部造園科学科

**千葉大学大学院園芸学研究科

写真-1 各区分におけるフレーム画像

図-1 尾瀬国立公園における調査区分

表-1 各撮影区間の概要

撮影区間	歩行距離 (m)	主な景観構成要素
1	102	樹林
2	76	湿原
3	75	抛水林
4	86	湿原・池塘
5	78	池塘

すなわち 1 区間あたり 120 枚のフレーム画像全てに対して行い、3 種類のフラクタル次元の算出を行った。以下、本処理で求めた各フラクタル次元をそれぞれ緑フラクタル、茶フラクタル、グレーフラクタルとする。

4. イメージ調査

つぎに、本研究ではシーケンス景観に対する主観調査を行うために、複数の被験者に対して各動画画像を鑑賞させ、アンケート等への回答を求めるイメージ調査を実施した。本研究におけるイメージ調査の目的は、各動画画像に対する全体のイメージとフラクタル次元の変化との関連性を把握すると共に、シーケンス景観において来訪者の印象に残る地点とフラクタル次元との関連性を探求することである。したがって、ここでのイメージ調査は以下に示す 2 種類の手法を実施することとした。

(1) 形容詞対による評価

ここでは各動画画像の全体のイメージを評価するための指標として、複数の形容詞対を用意し、動画画像に対するイメージを 5 段階評価で回答させる形式を採用した。本調査で用いる形容詞対は、尾瀬の景観評価に関する既往研究¹⁴⁾にて採用されているものから、総合評価の背後にある因子を想定して設定した。具体的に想定したのは、評価性(好き・嫌い、醜い・美しい)、活動性(慌ただしい・落ち着く、動きがある・動きがない)、快適性(心地よい・不愉快な、明るい・暗い)を表す計 6 ペアを採用した。その際、被験者の回答に偏りが生じることを防ぐために、「好き」、「美しい」、「心地よい」、「落ち着く」、「明るい」、「動きがある」といったポジティブな形容詞が左右いずれかに偏らないよう、分散させることとした。また、被験者には各動画画像をそれぞれ鑑賞させた直後に、全問の回答を 30 秒以内で求めることとした。なお、得られた全ての回答は最もネガティブな回答を 1 点、最もポジティブな回答を 5 点の 5 段階で点数化し、以後の分析に用いることとした。

(2) 印象に残る地点抽出

つぎに、各動画画像のシーケンス景観において、人の感覚的に印象に残りやすいシーンが、フラクタル次元とどのような関連があるかを把握するために、シーケンス景観において印象に残る地点を抽出するための調査を実施した。この調査は、まず被験者全員にストップウォッチを配布し、動画画像の再生前に「印象に残った」あるいは「気になった」ポイントでスプリットタイム計測ボタンを随時押下するよう指示した後、動画画像の再生開始と同時にスタートボタンを押下させる。その後、再生終了後にスプリットタイムのログを確認し、被験者各自がボタンを押下した時間を用紙に記録するものである。なお、本調査では各被験者のボタン押下のタイミングが互いに伝わらないよう、ボタン押下音を消音に設定して実施した。また、使用したストップウォッチはスプリットタイムのログが 100 個まで記憶可能である。

以上 2 種類の調査に際しては、各動画画像を 2 回ずつ再生することで実施した。すなわち、最初に区間 1 の動画画像を再生し、その直後に上記(1)の形容詞対に対する回答を求める。その後、被験者にはストップウォッチを持たせ、区間 1 の動画画像を再度再生しながら(2)の作業を実施する。以上の作業を区間 1～5 に対して行い、前述のフラクタル解析の結果と併せて検討および分析を行うこと

限り分散するように選定した。表-1 に各区間の概要を示す。撮影者はビデオカメラを進行方向に向け、自身が歩行しながら景観の撮影を実施した。その際、ビデオカメラには振動抑制装置を搭載し、ブレを軽減させるとともに可能な限り水平を保持した。写真-1 は区間 1～5 における撮影動画画像から抽出したフレーム画像であるが、区間毎に景観構成要素の異なることが確認できる。本研究では各区間において主な景観構成要素が写し込まれている 1 分間ずつの動画画像を利用し、フラクタル解析および被験者によるイメージ調査を試みた。

3. フラクタル解析

フラクタル解析は、画像内に写しこまれた景観の複雑さを表す数値を画像処理によって求めるための手法である。フラクタル解析により得られる数値はフラクタル次元と呼ばれるものであり、フラクタル次元の値が大きいくほど景観が複雑であるとされている。本研究で実施するフラクタル解析には、ボックスカウンティング法およびグレースケール法の 2 種類を採用した¹⁴⁾。ボックスカウンティング法は画像内から特定の対象物のみを抽出し、抽出した対象物に対するフラクタル次元を 1～2 の実数で求める手法である。本研究では尾瀬における景観の主な構成要素である緑(草本、葉など)および茶(枝幹、枯草、枯葉など)に着目し、それぞれの色要素を抽出してボックスカウンティング法の処理を行った。なお、色要素の抽出には、各区間の動画画像に写し込まれている緑および茶の構成要素の RGB 値をそれぞれサンプリングし、サンプリングした RGB 値に対し±50 を許容値として設定した。一方、グレースケール法はカラー画像をグレースケール化し、得られたグレースケール画像全体に対するフラクタル次元を 1～3 の実数で求める手法である。図-2 は任意のフレーム画像に対し、ボックスカウンティング法ならびにグレースケール法によりフラクタル解析を行った例である。

以上の処理を、各区間における動画画像の 0.5 秒毎のフレーム、

(a) 緑 (F:1.91) (b) 茶 (F:1.87) (c) グレー (F:2.26)

図-2 フレーム画像に対するフラクタル解析 (F:フラクタル次元)

とした。また、本調査の実施期間は2010年7月27日～8月5日、被験者は東京農業大学造園科学科の学生37名(男24、女13)を対象とした。複数回の実験に対する被験者数の内訳は、1回目(7月27日)に5名、2回目(8月2日)に13名、3回目(8月5日午前)に11名、4回目(8月5日午後)に10名で、所要時間は各回約20分程度であった。会場として利用した部屋は7m×11mの広さで、前方の1.8m×2.5mのスクリーンに動画像を映し出して実施した。なお、本研究における被験者には、尾瀬を訪れた経験の無い者のみを採用することにより、データの客観性を担保することとした。

5. 調査結果

(1) 形容詞対による評価との関連

表-2は各動画像に対するフラクタル次元の平均値および標準偏差、ならびに各形容詞対による5段階評価の平均値および標準偏差である。また、各平均値および標準偏差に対する相関行列が表-3である。なお、本研究で用いた5区間の動画像は、景観のパターンを可能な限り分散させて抽出したものであるため、5個のデータでも相関関係の分析が可能であると判断した。まず、平均値との相関係数より、グレーフラクタルに関しては2ペアの形容詞対との間に有意な負の相関があることが見受けられる。また、10%有意水準で検定した場合は、緑フラクタルで3ペア、グレーフラクタルで新たに1ペアが有意となる。これらの有意と見なされた形容詞対に着目すると、評価性や快適性を表す形容詞対に集中していることが確認できる。さらに、緑フラクタルとグレーフラクタルに関しては“動きがないー動きがある”以外の形容詞対に対してすべて負の相関となっており、一定の傾向が見られる。一方、茶フラクタルや活動性を表す形容詞対については、総じて他の項目との相関が見られない結果となった。以上のことからフラクタル次元は、着目する景観構成要素次第で、シーケンス景観に対する特定のイメージを表す指標として成り立つ可能性があることが予測される。一方、標準偏差との相関については、いずれの項目も有意な相関が見られないという結果となった。これにより、区間内における景観の複雑さの移り変わりに関しては、人のイメージに大きな影響は与えないことが予測される。

(2) 印象に残る地点抽出との関連

ここでは各動画像において、ストップウォッチボタン押下により得られた印象に残る地点と、フラクタル次元の推移との関連に着目する。まず、図-3は被験者によりボタンが押下された際の再生秒数を5秒毎の度数として集計し、フラクタル次元の推移と併せて示したものである。同図において、ボタン押下回数が二標

準偏差(2σ)以上の25回をしきい値として着目すると、しきい値以上の集中的なボタン押下が行われた時間帯が、区間3で1箇所、区間5で3箇所見られる。これらの時間帯におけるグレーフラクタルの変化量はいずれも0.03以上であり、他の時間帯と比較すると大きくなっている。グレーフラクタルの変化は、全体的な景観構成の変化を意味するものであることから、この結果から景観構成の変化する地点は人の印象にも残りやすいことが確認できたといえる。一方、5秒毎のボタン押下回数の分散傾向に着目すると、各区間同士の標準偏差に対するF検定を介しての比較において、最大は区間5(±9.8回)、最小は区間4(±6.2回)となる。ここで、表-2に示した各フラクタル次元の標準偏差に着目すると、区間5および4における茶フラクタルおよびグレーフラクタルは、それぞれ最大および最小となっている。これらについてF検定を介して比較すると、区間5は他の各区間と有意な差があるが、区間4は茶フラクタルが区間3、グレーフラクタルが区間2、3とそれぞれ有意な差が無いという結果となった。しかしながら、区間3のボタン押下回数については34回の押下があった20-25秒を除けば、標準偏差は±5.1回と区間4よりも小さな値となり、茶およびグレーフラクタルの標準偏差と傾向が合致する。これらの結果からも、各フラクタル次元の変化と人の印象との間における関連性が推測される。

つぎに、上記の推測をより定量的に明らかにするために、各地点におけるボタン押下回数と、フラクタル次元の変化量との比較を行う。すなわち、各区間における0.5秒毎のフラクタル次元の変化量をすべて算出し、算出した変化量の絶対値を求めた後、ボタン押下回数のカウントと同様の5秒毎のスパンで総和を求め、ボタン押下回数との相関を求めるものである。表-4に各動画像におけるボタン押下回数と各フラクタル次元の変化量との相関係数を示す。この結果より、区間3、5においては有意な相関となる項目が確認された。これらの区間においては、それぞれ有意と判断されたフラクタル次元の変化量が、被験者の印象に残る地点を表していることがうかがえる。しかしながら、区間1、2、4など、他の多くの項目においては有意な相関が見られていない。このことから、フラクタル次元は一部の区間や地点においてボタン押下回数と関連があるものの、人の印象を表すための全般的な指標としての利用は難しいと判断される。

6. 考察

以上の調査結果をもとに、フラクタル次元とイメージ調査との関連性について考察を行うこととする。

まず、形容詞対による評価との相関において、緑やグレーフラクタルの平均値が小さな値になるほど被験者のイメージはポジティブになる傾向が見受けられた。すなわち、フラクタル次元が景観の複雑さの指標であることを考えると、尾瀬においてはある程度単純な景観が好まれることが推察される。特に、各フラクタル

表-2 各調査結果の平均値および標準偏差
(フラクタル次元: n=120, 形容詞対: n=37)

	区間	緑 フラクタル	茶 フラクタル	グレー フラクタル	嫌い-好き	醜い-美しい	不愉快な心地よい	慌たしい-落ち着く	暗い-明るい	動きがない-動きがある
平均値	1	1.89	1.81	2.28	3.59	3.57	3.62	3.73	2.08	2.68
	2	1.52	1.83	2.22	4.30	4.14	4.08	4.03	4.43	2.65
	3	1.78	1.86	2.27	3.73	3.57	3.65	3.22	3.76	3.65
	4	1.62	1.85	2.21	4.11	3.84	4.14	4.03	3.89	2.68
	5	1.68	1.84	2.21	4.43	4.27	4.08	3.76	4.19	3.62
標準偏差	1	0.021	0.032	0.017	0.865	0.987	0.953	0.902	0.829	1.056
	2	0.070	0.019	0.011	0.571	0.751	0.829	0.763	0.801	1.086
	3	0.073	0.013	0.012	0.962	0.929	0.919	1.084	0.955	1.060
	4	0.046	0.012	0.010	0.658	0.898	0.787	0.763	1.075	1.292
	5	0.033	0.038	0.028	0.603	0.990	0.795	0.895	0.877	1.063

表-3 形容詞対調査に対する相関係数 (n=5)

形容詞対	平均値			標準偏差		
	緑 フラクタル	茶 フラクタル	グレー フラクタル	緑 フラクタル	茶 フラクタル	グレー フラクタル
嫌い-好き	-0.814	0.249	-0.927*	0.124	0.203	0.360
醜い-美しい	-0.724	0.071	-0.838	0.020	0.388	0.482
不愉快な心地よい	-0.873	0.249	-0.996**	0.088	-0.036	0.085
慌たしい-落ち着く	-0.626	-0.363	-0.700	-0.246	0.087	-0.093
暗い-明るい	-0.867	0.683	-0.769	0.641	-0.288	-0.019
動きがない-動きがある	0.229	0.570	0.104	0.179	0.188	0.541

※網掛けは有意な相関 (**: p<0.01, *: p<0.05, その他: p<0.10)

図-3 各区間の再生時間に対するフラクタル次元とボタン押下回数

表-4 各区間におけるボタン押下回数とフラクタル次元変化量との相関係数 (n=12)

	区間	緑変化量 絶対値の総和	茶変化量 絶対値の総和	グレー変化量 絶対値の総和
ボタン 押下 回数	1	0.564	0.400	-0.220
	2	-0.456	0.244	0.476
	3	0.626*	0.250	0.774**
	4	0.214	0.142	0.070
	5	0.041	0.608*	0.439

※網掛けは有意な相関 (**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, その他: $p < 0.10$)

次元の平均値が比較的低い区間2は、尾瀬の代表的な人気散策路である尾瀬ヶ原の大湿原であることなどからも、傾向をうかがうことができる。また、標準偏差との相関では有意性が皆無であったことを考えると、本調査で採用した1分間程度のスパンのシークエンス景観においては、景観の変化が人の評価に与える影響は少ないものと考えられる。一方、茶フラクタルについては「明るい」と比較的高い相関が見られたが、これは動画像の撮影時期が9月下旬であることが大きく起因しているものと考えられる。すなわち、茶フラクタルが高い値となった場所は、湿原などの広大な地帯において草本類が概ね茶色と判断されたケースが比較的多い。そのため、夏季などの緑が多い時期の場合は、異なる傾向になるものと推測される。

つぎに、ストップウォッチボタン押下による印象に残る地点の抽出においては、一部の地点において各フラクタル次元が増減する際にボタン押下数が増加する傾向が見られたものの、全般的な傾向としては両者の相関は弱く、必ずしも関連があるとは言えない結果となった。しかしながら、シークエンス景観に対してフラクタル解析を適用した既往研究⁸⁾¹²⁾等によると、特徴的な景観が見られる地点では、フラクタル次元の変化が大きくなる傾向が見受けられている。そのため、本研究においても各フラクタル次元の変化が大きいかつボタン押下回数の多い地点を個別に注目したところ、木道が大きくカーブする地点、標高が変化する地点といった地形的なものや、池塘や拋水林といった個性的な景観構成要素の出現が見られる地点あることが確認された。このことから、フラクタル次元は尾瀬において人の印象に残る景観を捉える手法として、有用となる可能性が示唆されたといえる。

以上の考察より、フラクタル次元はシークエンス景観の変化や特徴を定量的に表す指標として利用可能であり、景観に対する人

の印象との関連性もある程度明らかにすることができたといえる。さらに客観性の高い景観分析を実現させるためには、他の季節の撮影画像による分析や、被験者の属性の多様化などに努め、データの精度向上が必要であると考えられる。

謝辞:

本研究は科学研究費補助金(No.21760406)の助成を受けたものである。また、尾瀬国立公園における動画像撮影においては、尾瀬地域ヘルスツーリズム推進研究会の榎村修生教授(東京農業大学国際食料情報学部)ならびに一場博幸氏(有限会社田園都市研究所)よりご協力をいただいた。ここに記し、感謝の意を表する。

参考・引用文献

- 1) 古谷勝則, 栗原雅博, 中津好徳, 下嶋聖, 一場博幸 (2005): 尾瀬ヶ原におけるビデオ映像を用いた木道上の利用者の分布と混雑感評価の特性: ランドスケープ研究 68(5), 727-732
- 2) 奥敬一 (2005): 林内トレイルにおける景観体験のモデル化に関する研究: 東京大学農学部演習林報告 113, 45-132
- 3) 雨宮護, 横張真, 渡辺貴史 (2001): 沿道土地利用の違いからみた街路樹の修景効果の解明: ランドスケープ研究 64(5), 787-792
- 4) 柳田健太, 小野良平, 伊藤弘, 下村彰男 (2004): 都市近郊鉄道における車窓からの景観の特性に関する研究: ランドスケープ研究 67(5), 643-646
- 5) 竹内絵, 藤本信義, 三橋信夫 (1995): シークエンス景観と連続シーン景観の評価構造分析 農山村地域における景観評価に関する研究 その1: 日本建築学会計画系論文集(475), 119-128
- 6) 内海志泉, 浅川昭一郎, 愛甲哲也 (2000): 北海道美瑛町の農村地域におけるシークエンス景観の評価: ランドスケープ研究 63(5), 783-788
- 7) 吉沢達也, 曾根光男, 高木幹雄 (1990): フラクタル次元と低次統計量を用いたテクスチャの自動分類: 情報処理学会論文誌 31(7), 1027-1037
- 8) 石田真二 (2006): 北海道における道路のシークエンス景観の定量的評価に関する研究 シーニックバイウエイルトにおける試行: 都市計画 41(3)別冊, 都市計画論文集, 463-468
- 9) 國井洋一, 加藤萌優美 (2009): フラクタル次元および高さや角度変化を用いた園路上の景観評価手法の開発—小石川後楽園・六義園を事例として—: 東京農業大学農学集報, 54(3), 182-191
- 10) 國井洋一, 古谷勝則 (2010): フラクタル解析を用いた尾瀬国立公園におけるシークエンス景観の定量的分析: ランドスケープ研究 73(5), 585-588
- 11) Turner, M. G., Gardner, R. H., O' Neill, R. V. z (2004): 景観生態学—生態学からの新しい景観理論とその応用—: 中越信和・原慶太郎監訳, 文—総合出版
- 12) 佐藤鑑洋, 磯村拓也, 斎藤静彦, 松永志久 (2007): フラクタル解析を用いた景観の数値化と適用事例: こうえいフォーラム, 16, 1-7