

シーニックバイウェイ北海道のシークエンス景観の特徴*

Characteristics of sequential landscape of Scenic Byway in Hokkaido*

浅田拓海**・石田眞二***・亀山修一***

By Takumi ASADA**・Shinji ISHIDA***・Shuichi KAMEYAMA***

1. はじめに

北海道では、レンタカーなどを利用したドライブ観光の需要が高まっており、これに対応するために、2005年から「シーニックバイウェイ北海道」と題して、道路景観を活かした地域づくりが推進されている。シーニックバイウェイ北海道では、道内の主要な12つのエリアで景観が良好なルートが指定され、景観保全活動や地域振興・観光イベントが行われている¹⁾。シーニックバイウェイ北海道の精力的な活動を受けて、国土交通省は、2007年、全国の91路線を「風景街道」として登録し、シーニックバイウェイ制度の全国的な展開をスタートさせたことから、今後、地域活性化や観光振興などを目的に、全国各地で道路景観の保全や改善が積極的に行われると思われる。

このような取り組みを推進するためには、まず第一に、地域の資源である道路景観を評価する手法を確立し、地地域との違い、すなわち地域が有する景観の特徴や独自性を明確にすることが重要である。移動する車両内から眺める道路景観（内部景観）は、シークエンス景観であり、訪れた観光客の地域に対するイメージの形成に大きく影響を及ぼすと言われている²⁾。したがって、走行する車両内から眺めるシークエンス景観を評価することは、地域の特徴を捉える上で極めて重要となる。

しかし、シークエンス景観に関する研究事例は少なく、その評価手法は未だに確立されていないのが現状である。近年では、コンピュータ技術や画像処理技術の急速な発展を背景に、動画やCGアニメーションなどを用いてシークエンス景観を定性的に評価した研究が報告されている^{3)・4)}。また、定量的な評価も幾つか試みられている。速水・後藤は、1m間隔で撮影した街路（区間長127m）の内部景観画像から濃度値を求め、そのデータ列にスペクトル解析を適用し、シークエンス景観の変動特性を分析している⁵⁾。その結果、ゆらぎ値（スペクトルの回帰直線の勾配）を用いることによって、街路樹や

建築物などがもたらす景観の変動を評価できることを明らかにした。

長距離に及ぶ道路のシークエンス景観の評価を扱った研究としては、著者らの一連の研究がある。著者らは、シークエンス景観を定量的に評価するために、シーニックバイウェイ北海道の2ルート（総延長190km）において、走行する車両内から1km間隔で内部景観を撮影し、画像からフラクタル次元を求めた⁶⁾。その結果、フラクタル次元は、市街地や平野部で大きく変動することを明らかにしたが、撮影間隔が1kmと粗いため、シークエンス景観の変動特性について検討できなかったことから、次に、短い間隔（20m間隔）で撮影できるようにシステムを改良した上で、シーニックバイウェイ北海道の8ルート（総延長420km）のシークエンス景観を測定した。その結果、区間内における画像特徴量（フラクタル次元、空の占有率、緑の占有率）の平均値とパワースペクトル密度から、シークエンス景観の構造特性と変動特性を評価し、それを基に、シーニックバイウェイ北海道のシークエンス景観を6つのクラスターに分類した⁷⁾。しかしながら、これらの研究では、ニセコや富良野などの6エリアからそれぞれ選んだ1あるいは2ルートを解析の対象としており、シーニックバイウェイ北海道の全指定ルートの解析結果を基に、各エリアの特徴を明らかにしたとは言い難い。

そこで、本研究では、著者らが開発したシークエンス景観の評価手法を用いて、シーニックバイウェイ北海道の6エリア・28ルート（路線延長計1260km）の評価を行い、各エリアの特徴および独自性を明らかにすることを目的とする。

2. 調査の概要

図-1 に示すような、シーニックバイウェイ北海道が指定している6つのエリアの計28ルートにおいて調査を実施した。

本研究では、移動する車両内から20m間隔（60km/hで1.2秒間隔）で撮影した景観画像の連鎖をシークエンス景観と定義した。撮影には、一眼レフデジタルカメラ（Canon Kiss Digital X）を用い、これを助手席側の路面から1.2mの高さに設置した（写真-1）。また、動視野の視野狭窄を考慮して、撮影した画像の左右をトリムし、画角35°の正方形画像としたものを解析に用いた。撮影

*キーワード：景観、観光・余暇

**学生会員，工修，北海道工業大学大学院建設工学専攻
（札幌市手稲区前田7条15丁目4-1，

TEL：011-681-2161，E-mail：asada@hit.ac.jp）

***正会員，工博，北海道工業大学空間創造学部
都市環境学科

には、車両のコントロールユニットから得られる車速パルス走行距離に変換し、設定した距離間隔でシャッター信号をカメラに伝送する制御装置（シーンプロファイラ）を用いた。夏期の道路景観を対象としたため、7月から9月の晴天日の午前10時から午後4時までの時間帯に調査を実施した。

3. シークエンス景観の評価

図-1に示すように、5つのエリアから8路線をモデルルートに選定し、これらのルートにおいて撮影した景観画像を用いて、シークエンス景観の評価を行った。

(1) 画像特徴量の算出

本研究では、構図の複雑さ、空の広大さ、緑の豊かさを道路景観の重要な要素と考え、撮影した画像からフラクタル次元（以下、FD）、空の占有率（以下、SK）、緑の占有率（以下、GR）を求めた。

画像を輪郭処理（エッジ検出）によって線画像に変換した後、ボックスカウント法⁹⁾によってFDを算出した。算出されたFDは、1~2の非整数値で表され、1に近い場合は直線的であり、2に近づくにつれて平面を充填する面的な形状となり、抽出された輪郭線が複雑であることを表す⁹⁾。

SK・GRは、空あるいは緑（樹林や山林の緑）の領域を、原画像を参照しながら抽出した後、全視野面積に対する割合として算出した。

(2) シークエンス景観の構造特性

シーニックバイウエイルートは、市街地、平野部、山岳部などを通過するため、表-1に示すような様々なタイプの道路景観を呈する。そこで、同表に示すように、モデルルートの全ての道路景観画像を「市街」、「広大」、「森林」の3種類のタイプに分類し、モデルルートの「市街」の割合（市街度）、「広大」の割合（広大度）、「森林」の割合（森林度）と、画像特徴量（FD、SK、GR）の関係について解析した。

各モデルルートのFDの平均値と市街度の割合の関係を図-2に示す。両者の間には強い相関が見られることから、FDの平均値からルートの市街度を評価できると言える。同様に、図-3に示すように、SKと広大度の割合、およびGRと森林度の割合にも強い相関が見られることから、SKの平均値はルートの広大度を、GRの平均値はルートの森林度を表すことが分かる。したがって、画像特徴量（FD、SK、GR）の平均値によって、ルートの市街度、広大度、森林度、すなわちシークエンス景観の構造特性を評価できると言える。

(3) シークエンス景観の変動特性

走行する車両内から道路景観を眺めた場合、市街地→郊外→森林のように長い周期で景観が変化する区間や、植生や人工物によって比較的短い周期で景観が変化



図-1 調査路線

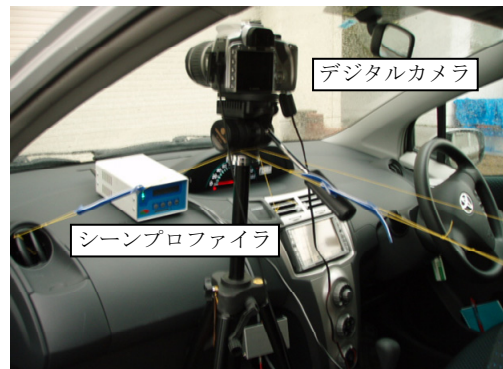


写真-1 シークエンス景観測定装置

表-1 道路景観画像タイプ

| 市街 | 森林 | |
|----|----|--|
| | | |
| | 広大 | |
| | | |

する区間などが存在する。著者らは、フラクタル次元の変動（1km間隔）が市街地、平野部、森林部で異なり、ルート内で大きく変動することを明らかにした⁶⁾。そこで、本研究では、20m間隔のFDのデータ列にスペクトル解析を適用し、FDの変動特性について解析した。な

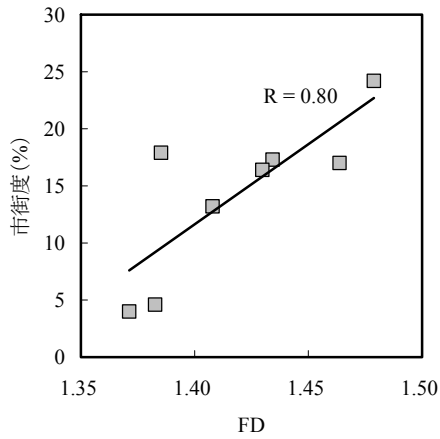


図-2 FDと市街度の関係

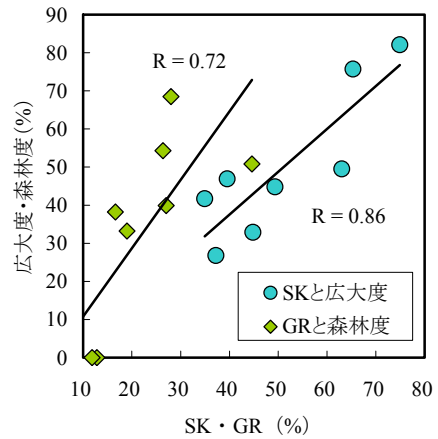


図-3 SKと広大度, GRと森林度の関係

お、解析区間の延長は、60km/hで10分間に相当する10kmとし、各モデルルートに10kmの区間に分割した後、スペクトル解析を行い、得られたパワースペクトル密度(PSD)を表-2に示すオクターブバンドで平均した。

FDのPSD(以下、F_PSD)とSKのPSD(以下、S_PSD)、F_PSDとGRのPSD(以下、G_PSD)の関係について分析した。F_PSDとS_PSD、F_PSDとG_PSDの相関係数を図-4に示す。

図-4に示すように、波長が2.82km以上のFDの変動(以後、長期変動)を表すF_PSD_{0.125}とF_PSD_{0.25}は、S_PSDおよびG_PSDとの相関が弱いことから、FDの長期変動を空や緑の変動で説明することは難しい。そこで、モデルルートの中から、F_PSD_{0.125}とF_PSD_{0.25}が大きいルート①の区間Aと小さいルート③の区間Bを選び、両者のFDの変動を比較した。図-5に示すように、両ルートともに、FDは、道路景観画像タイプの「市街」が連続する区間で大きく、市街以外の自然が豊富な区間(以下、自然)で小さくなり、この繰り返しが波長5~10kmの長期変動を形成している。さらに、F_PSD_{0.125}とF_PSD_{0.25}が大きい区間Aは、区間Bと比べ、市街と自然のFDの差(コントラスト)が大きい。したがって、F_PSD_{0.125}とF_PSD_{0.25}は、自然と市街の繰り返しによって生じるFDの長期変動、すなわち「自然と市街のコントラスト」を表すと考えられる。

図-4に示すように、F_PSDとS_PSDの相関係数は、 $n_c = 0.5 \text{ cycle/km}$ 以降増加し、 $n_c = 4 \text{ cycle/km}$ でピークを示した後、急激に低下する。したがって、F_PSD_{0.5}~F_PSD₄(波長が0.18~2.82kmのFDの変動)はSKの変動、すなわち波長が0.18~2.82kmの「スカイラインの変動」を表すと考えられる。

F_PSDとG_PSDの相関係数は、 $n_c = 1 \text{ cycle/km}$ 以降増加し、 $n_c = 2 \sim 8 \text{ cycle/km}$ で大きな値を示すことから(図-4)、F_PSD₂~F_PSD₈(波長が0.09~0.71kmのFDの変動)は「緑の変動」に起因すると考えられる。また、G_PSDとS_PSDを比べた場合、相関係数が大きい波数帯はG_PSDの方が高いことから、「緑の変動」

表-2 波数帯の分割

| PSD (平均値) | オクターブバンド (cycle/km) | 波長 (km) |
|----------------------|---------------------|-----------|
| PSD _{0.125} | 0.1~0.18 | 5.65~10 |
| PSD _{0.25} | 0.18~0.35 | 2.82~5.65 |
| PSD _{0.5} | 0.35~0.71 | 1.41~2.82 |
| PSD ₁ | 0.7~1.4 | 0.71~1.41 |
| PSD ₂ | 1.4~2.8 | 0.35~0.71 |
| PSD ₄ | 2.8~5.7 | 0.18~0.35 |
| PSD ₈ | 5.7~11.3 | 0.09~0.18 |
| PSD ₁₆ | 11.3~22.6 | 0.04~0.09 |

※PSDの添え字はオクターブバンドの中心波数(n_c)を表わす。

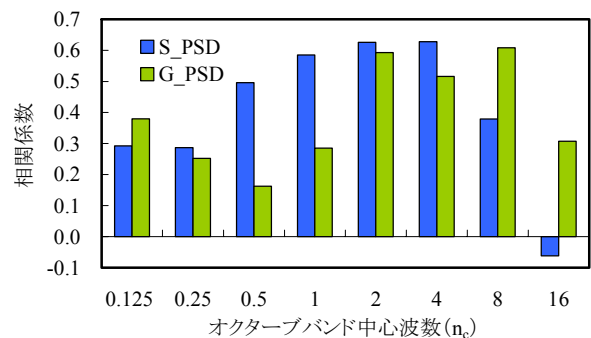


図-4 F_PSDとS_PSD, F_PSDとG_PSDの相関係数

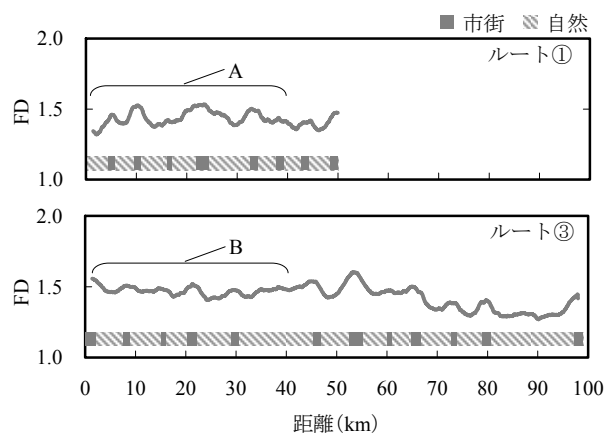


図-5 FDの変動

は「スカイラインの変動」よりもFDの高い波数帯（短い波長成分）に影響を及ぼすことが分かる。

さらに、「緑の変動」は市街地のような人工物が多い区間では少なく、自然が豊富な区間では多いと推測できることから、全モデルルートにおいて、道路景観タイプから求めた市街度と $F_PSD_2 \sim F_PSD_8$ の平均値との関係を求めた。その結果、市街度と $F_PSD_2 \cdot F_PSD_4$ の間にはほとんど相関は見られなかったが、 F_PSD_8 に関しては、図-6 に示すように、市街度が小さい範囲で若干バラツキが大きいものの、市街度の増加にともなって F_PSD_8 が減少する傾向が明確に見られた。市街度と $F_PSD_2 \cdot F_PSD_4$ の間に相関が見られなかった原因としては、図-4 に示すように、 $F_PSD_2 \cdot F_PSD_4$ はGRだけではなく、SKとも相関が強いことが考えられる。市街度の増加は、広度や森林度の減少を意味することから、「緑の変動」によってもたらされる $F_PSD_2 \sim F_PSD_8$ の内、 F_PSD_8 （波長 0.09~0.18km）は区間の「自然の豊富さ」を表すと考えられる。

4. シークエンス景観の類型化

シークエンス景観の構造特性と変動特性を表す10因子（表-3）の類似度をもって、シークエンス景観の類型化を行った。なお、 F_PSD_{16} については、空と緑の変動との間に明確な相関が見られなかったこと、スペクトル解析では高波数成分にノイズを多く含む傾向があることから、因子には採用しなかった。

類似度からデータを分類する方法としては、クラスター分析が有効であるが、変数が多いと分類結果に偏りが生じてしまうため、まず、因子分析によって、変数間に内在する総合的な評価軸を抽出し、クラスター分析に用いる変数を集約した。

因子分析（主因子法）の結果、表-3 に示すように、累積寄与率が80%未満の4つの因子が抽出された。

第1因子では、 $F_PSD_{0.5} \sim F_PSD_4$ の値が大きいことから、当該因子は「スカイラインの変動」を表す指標と解釈できる。第2因子では、SKの平均値が大きく、GRの平均値が負側に大きな値を示していることから、「広大/森林」のいずれかを表す評価軸と解釈できる。第3因子では、FDの長期変動である $F_PSD_{0.125}$ と $F_PSD_{0.25}$ の値が大きいことから、「自然と市街のコントラスト」を表す指標と考えることができる。第4因子は、 F_PSD_8 が大きな値を示し、FDの平均値が負側に大きな値を示していることから、「自然の豊富さ」を表す指標と解釈できる。

因子分析によって抽出された4つの指標を用いてクラスター分析（ウォード法）を行った結果、表-4 のような6つクラスターが得られた。

クラスターAは、自然が少ないことから「市街型」とした。その他のクラスターについては「広大/森林」の指標から、クラスターB、Cのような広大型と、クラスターD、E、Fのような森林型の2つに大別した。

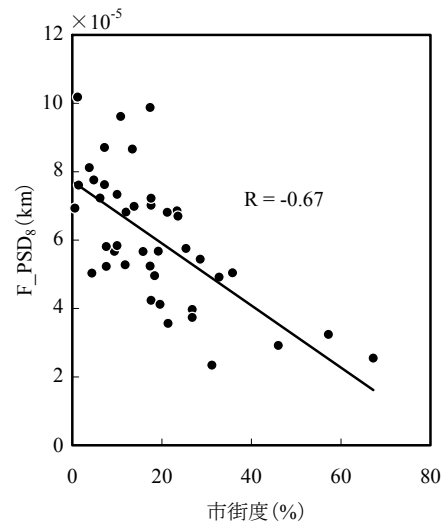


図-6 市街度と F_PSD_8 の関係

表-3 因子負荷量（バリマックス回転後）

| 構造特性 | 第1因子 | 第2因子 | 第3因子 | 第4因子 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| FDの平均値 | -0.154 | 0.198 | -0.159 | -0.852 |
| SKの平均値 | -0.091 | 0.972 | 0.011 | -0.140 |
| GRの平均値 | 0.092 | -0.640 | 0.123 | 0.194 |
| 変動特性 | | | | |
| $F_PSD_{0.125}$ | 0.041 | 0.025 | 0.791 | 0.080 |
| $F_PSD_{0.25}$ | 0.198 | -0.167 | 0.940 | 0.045 |
| $F_PSD_{0.5}$ | 0.779 | 0.022 | 0.330 | 0.120 |
| F_PSD_1 | 0.801 | -0.072 | -0.005 | 0.210 |
| F_PSD_2 | 0.777 | -0.482 | 0.094 | 0.047 |
| F_PSD_4 | 0.539 | -0.525 | -0.025 | 0.315 |
| F_PSD_8 | 0.362 | -0.458 | -0.034 | 0.615 |
| 固有値（回転前） | 4.13 | 1.74 | 1.12 | 0.71 |
| 寄与率（%） | 24.7 | 22.2 | 18.6 | 11.5 |
| 累積寄与率（%） | 24.7 | 47.0 | 65.5 | 77.0 |

※データ数：42（区間） 因子負荷量が|0.6|以上

表-4 各クラスターの平均因子得点

| | 広大+森林 | コントラスト | スカイライン | 自然 | 総合評価 |
|---|-------|--------|--------|----|---------|
| A | ◎ | △ | × | × | 市街型 |
| B | ◎ | △ | ◎ | ○ | 広大変動型 |
| C | ◎ | ○ | △ | ◎ | 広大単調型 |
| D | × | ◎ | △ | ○ | 森林市街混在型 |
| E | × | ○ | ◎ | △ | 森林変動型 |
| F | × | × | ○ | ◎ | 森林単調型 |

因子得点による区分（平均値）
 0.6以上⇒◎ 0~0.6⇒○
 -0.6~0⇒△ -0.6以下⇒×

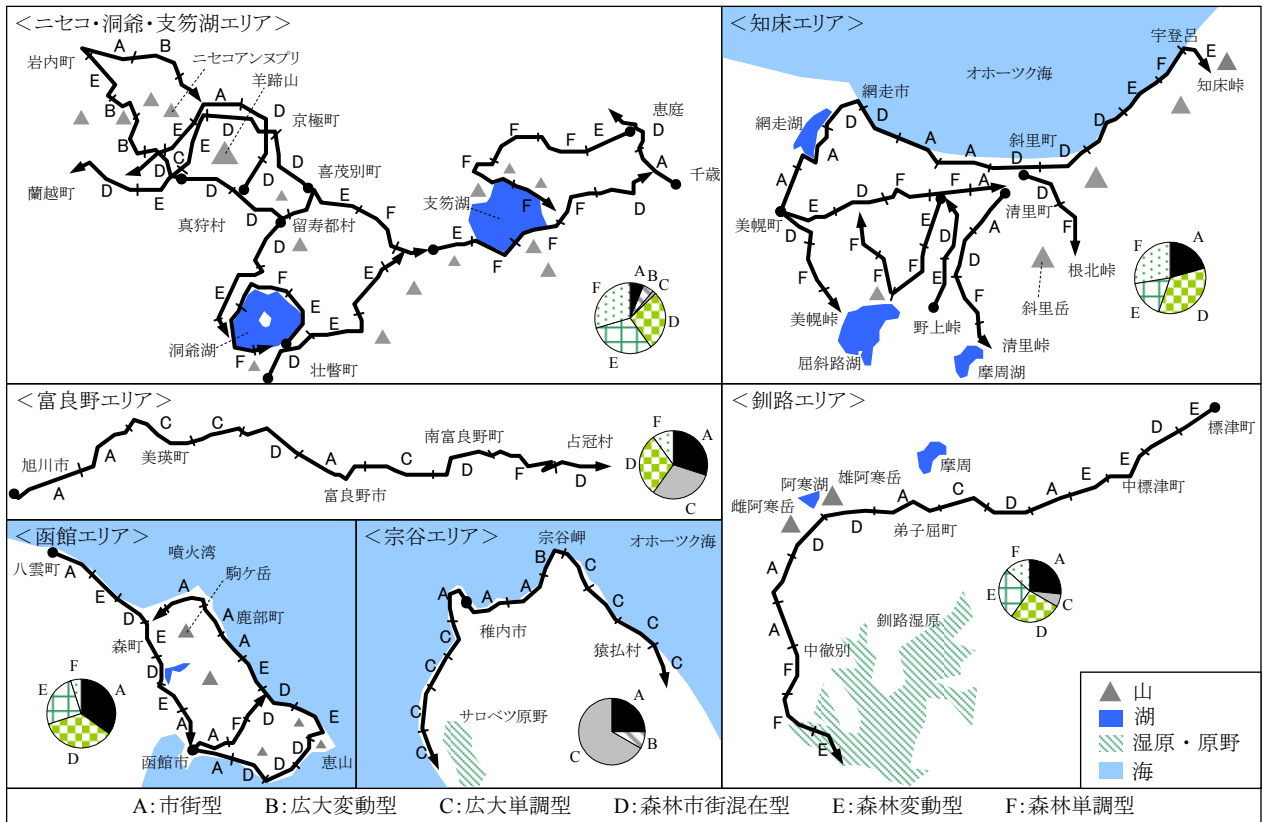


図-7 シーニックバイウェイ北海道のシークエンス景観構造 (6エリア・全126区間)

広大型の内、クラスターBは、スカイラインの変動が大きいことから「広大変動型」、クラスターCは、クラスターBと比べスカイラインの変動が小さいことから「広大単調型」とした。また、森林型では、クラスターDは、自然と市街のコントラストが明瞭なことから「森林市街混在型」、クラスターEは、スカイラインの変動が大きいことから、「森林変動型」、クラスターFは、クラスターEと比べスカイラインの変動が小さいことから「森林単調型」とした。

5. シーニックバイウェイ北海道のシークエンス景観の特徴

モデルルートから得られたシークエンス景観クラスターを用いて、他のルートのシークエンス景観の同定を行った。まず、モデルルートの因子分析で得られた相関行列および因子負荷量を用いて、他の調査ルートの4つの因子得点を算出し、その区間を類似するクラスターに組み入れた。調査を実施した6エリアにおけるクラスターの占める割合と配列を図-7に示す。

・ニセコ・洞爺・支笏湖エリア

山や湖が密集するこのエリアでは、クラスターC、E、Fの森林型が全体の約9割を占めている。羊蹄山周辺では、クラスターDが多く、森林と市街が交互に現れる長期変動の大きいシークエンス景観が特徴的である。また、洞爺湖周辺では、クラスターEやFが多く見られ、緑が

豊富なシークエンス景観が続く。支笏湖周辺では、クラスターFが続いており、緑が豊富な反面、単調なシークエンス景観が続くことが分かる。

・富良野エリア

クラスターCの広大型と、クラスターDとFの森林型がほぼ同じ割合を占めている。旭川から南富良野までは、クラスターCの広大な景観が多く、南富良野からクラスターDやFなどの緑豊かな景観に移り変わる。

・函館エリア

クラスターA、D、Eの割合がほぼ等しい。函館市、八雲町、森町、鹿部町の周辺はクラスターAであり、それ以外では、クラスターDとEが交互に分布している。したがって、森林によるスカイラインの変動が大きい区間の後に、市街が散在する区間が続く景観の変動が大きなエリアであることが分かる。

・宗谷エリア

クラスターAと、クラスターB、Cの広大型で構成される。稚内市の周辺はクラスターAが続き、猿払村周辺とサロベツ原野周辺では、クラスターCが連続していることから、広大である反面、単調なシークエンス景観が約40kmに渡って続くことが分かる。単調なシークエンス景観が続く中、宗谷岬周辺の海岸沿いでは、クラスターBの広大でスカイラインの変動が大きいシークエンス景観も見られる。

・知床エリア

クラスターD、E、Fが全体の約8割を占め、森林型のシークエンス景観を呈する区間が多い。美幌町から斜

里町までの海岸部では、クラスターAの市街型が続き、斜里町周辺から、クラスターD、E、Fの森林型に移り変わる。山岳部では、クラスターFが多く、緑が豊富で、単調なシークエンス景観を呈する区間が多い。また、海岸部と山岳部の間には、クラスターDの自然と市街のコントラストが大きい区間が見られる。

・釧路エリア

クラスターD、E、Fの森林型が約7割を占める。標津町から中標津町周辺までは、クラスターEが多く、スカイラインの変動が大きい森林が続く。中標津から中徹別までの約80kmの区間では、クラスターAとDが多く、市街と自然が豊富な区間が交互に現れ、釧路湿原周辺からクラスターEとFの緑が豊富なシークエンス景観に移り変わる。

6. 結論

本研究では、シークエンス景観の構造特性と変動特性を評価する手法を用いて、シーニックバイウェイ北海道が指定する6エリア・28ルートのシークエンス景観の特徴を分析した。本研究で得られた結論を以下に示す。

- ・景観画像からフラクタル次元、空の占有率、緑の占有率を求め、それらの区間平均値がシークエンス景観の構造特性を表すことを明らかにした。
- ・上記の画像特徴量の区間内変動にスペクトル解析を適用し、シークエンス景観の変動特性を明らかにした。
- ・構造特性と変動特性の解析結果を基に、シーニックバイウェイルートのシークエンス景観を6つに類型化した。
- ・得られたクラスターの占める割合と配列を基に、シーニックバイウェイ北海道のエリア・ルートが有するシークエンス景観の特徴を明らかにした。

参考文献

- 1) シーニックバイウェイ支援センター（2006年）：シーニックバイウェイ北海道―“みち”から始まる地域自立―、株式会社ぎょうせい。
- 2) 編著（財）道路環境研究所・道路景観研究会（2005年）：道路のデザイン 道路デザイン指針（案）とその解説、大成出版社、pp.15-19
- 3) 星子隆、齋藤潮、岡田一天（2005年）：沖縄自動車道のシークエンス景観構造に関する研究、土木学会論文集 No.779, pp.83-94
- 4) 張挺、八馬智、杉山和雄（2006年）：“飽き”に着目した道路シークエンス景観の評価構造に関する研究、景観・デザイン研究論文集 No.1, pp.163-171
- 5) 速水研太、後藤春彦（1992年）：街路シークエンス景観の定量記述方法に関する研究、日本建築学会計画系論文集、第502号、pp.155-162
- 6) 石田眞二、亀山修一（2006年）：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、第41回日本市計画学会都市計画論文集、pp.463-468
- 7) 浅田拓海、石田眞二、谷下雅義、原文宏、亀山修一（2009年）：“シーニックバイウェイ北海道”指定ルートのシークエンス景観の評価に関する研究、土木学会論文集D, Vol.65, No.1, pp.77-87
- 8) 石田眞二、堀口敬（2003年）：公園景観の色彩と構図に関する評価手法の研究、土木学会論文集 No.723, pp.63-71
- 9) 高安秀樹（1986年）：フラクタル、朝倉書店、pp.9-11