

人の視覚による景観画像の分類に関する考察

山崎 俊夫¹

¹正会員 函館工業高等専門学校 社会基盤工学科 (〒042-8501 北海道函館市戸倉町14-1)

E-mail:toshi_ya@hakodate-ct.ac.jp

景観の類型化においては景観構成要素により景観を分類する手法が一般的である。本論では、人の視覚により景観画像を分類する手法について検討した。113枚の景観画像を10組40名の被験者に直感的に分類させた。この実験により景観画像は5区分から9区分に分類された。同一分類の場合を1点とする得点による類似度行列を作成した。この類似度行列を用いてユークリッド距離を設定し、階層的クラスター分析を行った。その結果、第1から第6までのクラスターに分類された。次いで、数量化4類分析により固有ベクトルを算出し、固有ベクトルを用いて作成した散布図を分類結果で可視化して確認した。本論が提案する手法により景観画像を分類できることが判った。なお、景観類型化における基準を明らかにすることが今後の課題である。

Key Words : landscape typology, cluster analysis, quantification 4 class analysis, visualization

1. はじめに

(1) 研究の背景

景観の類型化に関しては、これまで多くの研究がなされている。写真を複数名の合議により定性的に分類する事例¹²⁾もあるが、景観構成要素により分類する事例が多い。例えば、景観構成要素を数量化3類分析によりデータ化してクラスター分析を行う事例³⁴⁾⁵⁶⁾や、SD法による評価実験を行い平均評価値によりクラスター分析を行う⁷⁸⁾、SD法の結果を用いて主成分分析を行いクラスター分析を行う⁹⁾、SD法の結果を用いて因子分析を行いクラスター分析を行う¹⁰⁾¹¹⁾事例がある。

建築物や看板、電柱などの景観構成要素は、景観を整備する際における操作対象となり得る。景観構成要素の有無や色彩・材質は景観全体の印象を左右する¹²⁾。ゆえに、景観の類型化に適切な指標であると言える。しかし、既存研究からは、景観構成要素として何を抽出するかについて共通する基準が見当たらない。

景観を整備し評価する主体は人間であり、景観評価は景観から受ける印象に基づく「好き・嫌い」に左右されやすい¹³⁾。景観を類型化した結果を景観整備や景観評価に反映することが重要である。景観の構成要素や空間構成が景観の評価に繋がる¹⁴⁾ことから、景観類型化には人の感性に基づく感覚的な分類基準が必要である。

人の視覚による直感的な分類結果を分析することにより、景観類型化における基準を明らかにする。これにより景観類型化の新たな手法の構築に繋がると考えられる。

(2) 研究の目的

本論は人の視覚に基づく景観画像の分類手法を提案することを目的とする。本論では函館市の路面電車沿線の街路景観を事例として取り上げる。その成果は、観光立国、コンパクトシティが全国地方都市の共通課題となる中、景観形成に向けたツールの開発に資すると考えられる。本論は人の視覚による分類から、新たな景観類型化手法を開発しようとする試みの端緒である。

2. 研究方法

(1) 研究の手順

本研究を以下の手順で進める。

- 1) 函館市電の沿線景観を撮影した 113 枚の画像を用いて、10 組 40 名の被験者に自由に分類させる実験を行う。
- 2) 10 通りの分類結果より同一分類の場合を 1 点とする得点による類似度行列を作成する。
- 3) 類似度行列よりユークリッド距離を設定して、階層的クラスター分析を行う。
- 4) 類似度行列を用いて数量化 4 類分析により固有ベクトルを算出する。
- 5) 固有ベクトルを用いて散布図を作成し、階層的クラスター分析の結果を可視化して確認する。

(2) 景観画像データの作成

本研究で対象とした函館市電沿線の街路景観は、市電

5系統の湯の川～函館どっく前（約9.5km）の沿線景観である。画像データは、市電に乗車して車内の窓枠下部にデジタルカメラを固定し、進行方向に対して左側の車窓景観を100m間隔で撮影した。使用した機材はPanasonic製LUMIX DMC-LX3である。有効画素数は1,010万画素、焦点距離24-60mm（35mm換算）、絞り値は開放でF2.0である。モードはプログラムAE、ズーム1倍（広角24mm）で撮影した。市電の窓枠下部までの高さは、着座時の視点高さより20～30cm程度低い。路面からカメラレンズまでの高さは約1.5mであり、かつ、被写体は撮影位置から9～12m先の沿道建築物等である。正対して撮影することから視点高さの違いによる影響はないと判断した。

函館どっく前から湯の川の間を往復して計186枚の画像データ（2,048×1,536pixel）を撮影した。画像データには湯の川側から下り方向に昇順に地点番号を付け、上り（右側）と下り（左側）に区分した。これらの中から、映りが悪い、交差点など街路景観のファースードと見なされないなどの理由から、分析に適さない画像データを除外した結果、113枚の画像データを用いて分析することとした。画像データはL版の写真用紙に印刷した。

(3) 景観画像の分類実験の方法

10組、計40名の被験者を対象として、函館市電の沿線景観を撮影した113枚の景観画像を分類させた。被験者は函館工業高等専門学校・環境都市工学科の学生（2年生～5年生）男女40名である。各組は被験者が重複しないよう4人ずつに統一した。113枚の画像を同じ順番で見せ、特に指示することなく自由に分類させた。実験の実施時期は2014年4月～5月である。実験に要した所要時間は各組において15～20分程度であった。

(4) 類似度行列の作成方法

景観画像の分類実験の結果より類似度行列を作成した。各景観画像が互いに同じ分類に区分された場合を1点として、113×113の類似度得点マトリックスを各組ごとに作成した。10組の分類結果より作成した類似度得点マトリックスを串刺し集計し、類似度行列（ $0 \leq e_{ij} \leq 10$ ）を作成した。 e_{ij} は景観画像*i*と景観画像*j*との類似度得点であり親近度を表す。

(5) 階層的クラスタ分析の方法

類似度行列より設定したユークリッド距離を用いて階層的クラスタ分析を行った。類似度得点が10点及び同一景観画像（ $i = j$ ）の場合の距離を0とし、9点以下の場合には「10点－得点」の値を距離としてユークリッド距離を算出した。階層的クラスタ分析のプログラムはR言語を用い、分析方法はウォード法（ward.D）を採用した。



図-1 函館市電路線図（出典：ウィキペディア¹⁵⁾）

(6) 分析結果の可視化の方法

類似度行列を用いて数量化4類分析を行い固有ベクトルを算出した。分析はExcelのVBAを使って作成されたプログラム¹⁶⁾を使用した。第1・第2固有ベクトルにより散布図を作成し、クラスタ分析の結果を散布図によって可視化して確認した¹⁷⁾¹⁸⁾。

3. 結果

(1) 景観画像の分類実験の結果

実験結果は、表-1に示すとおり5区分から9区分に分類された。10組のうち4組において9区分であった。6区分である第4組の分類1が65枚と最多であるに対し、7区分である第5組の分類6・分類7は1枚であった。

(2) 階層的クラスタ分析の結果

階層的クラスタ分析を行いデンドログラムを作成した結果が図-2である。図-2に示す位置（120付近）でデンドログラムを切断し、6個のクラスターに分類した。これより上の150付近で切断すると3個のクラスターとなり、下の80付近で切断すると9個のクラスターとなるため、この位置が適切と判断した。

表-1 視覚による景観画像の分類結果

組	分類数	各分類(景観画像枚数)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5	53	25	22	10	3				
2	8	33	25	14	13	11	7	6	4	
3	5	60	24	13	8	8				
4	6	65	16	14	11	4	3			
5	7	55	40	8	6	2	1	1		
6	9	27	21	21	19	13	3	3	3	3
7	9	26	24	17	13	11	7	7	5	3
8	9	33	20	19	17	7	7	4	4	2
9	9	23	22	22	14	12	7	8	3	2
10	8	33	17	16	15	11	10	6	5	

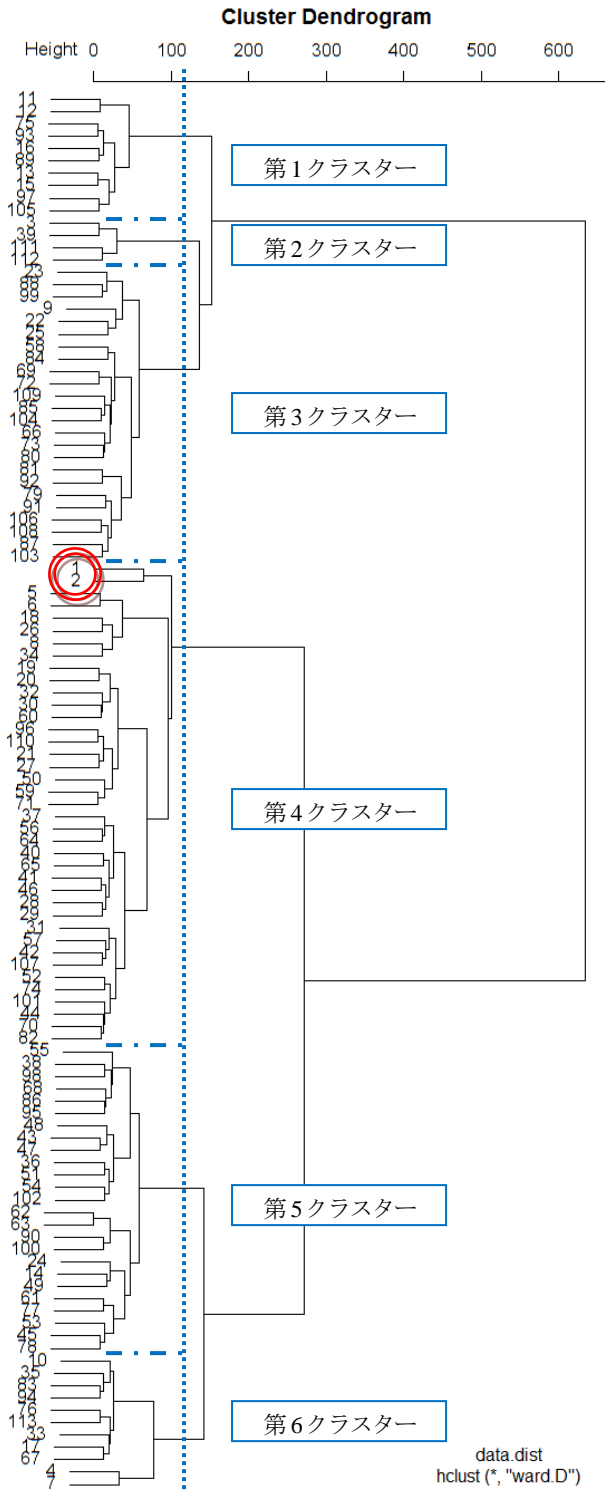


図-2 クラスタ分析の結果 (デンドログラム)

(3) 分析結果の可視化の結果

クラスタ分析の結果を、数量化4類分析で算出した固有ベクトル (第1軸・第2軸) を用いて空間に布置し可視化した結果を図-3に示す。左下の象限に第4~第6クラスタが集中し、第4クラスタと第5クラスタが混在している様子がうかがえる。固有ベクトルが外れ値である5つのデータは散布図の表示から除外した。第2クラスタは全て外れ値であった。

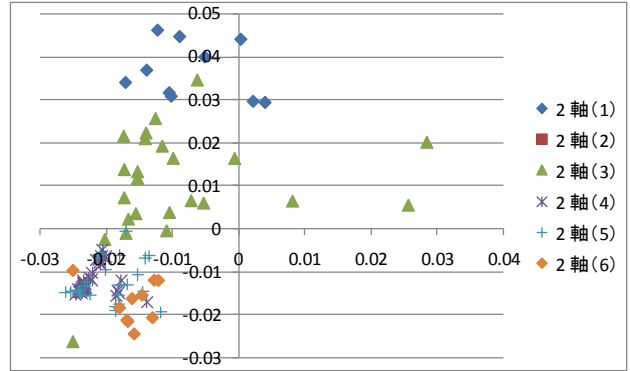


図-3 クラスタ分析結果の可視化

4. 考察

(1) 階層的クラスタ分析による景観画像の分類

ケース数が10である第1クラスタの景観画像の一例を写真-1に示す。「空・駐車場 (空地) ・自動車」という構成要素が共通してあげられる。それと共に建物までの距離が遠く、中景が主体の景観となっている。中景が主体となっている要因としては、道路幅員が広い、建物前面 (道路側) の駐車場 (空地) が広い (大きい) ということがあげられる。

ケース数が4である第2クラスタの景観画像の一例を写真-2に示す。樹木 (緑) が画面の過半を占めている。

ケース数が24である第3クラスタの景観画像の一例を写真-3に示す。2階建程度の小規模な建物と駐車場 (空地) ・自動車が混在する景観である。函館市内の一般的な住宅地の沿道景観と言える。

ケース数が39である第4クラスタの景観画像の一例を写真-4に示す。2階建程度の小規模な建物が連続する景観である。函館市中心部の商業地と住宅地が混在する地域の沿道景観と言える。

ケース数が25である第5クラスタの景観画像の一例を写真-5に示す。2階建程度の小規模な建物が連続する景観である。函館市中心部の一般的な商業地の沿道景観と言える。なお、第4クラスタとの差異は明確であると言えない。

写真-6にケース数が11である第6クラスタの景観画像の一例を示す。大きな一棟の建物が画面全体を占めているという特徴が共通する。



写真-1 第1クラスタの景観画像の一例



写真-2 第2クラスターの景観画像の一例



写真-3 第3クラスターの景観画像の一例



写真-4 第4クラスターの景観画像の一例



写真-5 第5クラスターの景観画像の一例

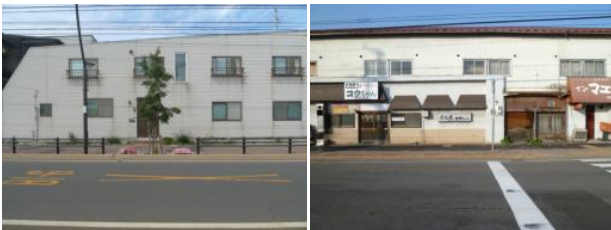


写真-6 第6クラスターの景観画像の一例



写真-7 分類結果が不適切な景観画像の一例

各クラスターに分類された景観画像を1枚ずつ確認すると、必ずしも適切な分類と考えられない景観画像が含まれていることがある。例えば、写真-7に示す2枚の景観画像は第5クラスターに分類されたが、第6クラスターに区分されるべきではないかと考えられる。

図-3の散布図を見ると、第4クラスターから第6クラスターは左下の象限に集中している。分類の難しい似通った景観画像が集まっていると考えられる。

(2) 階層的クラスター分析の分析方法による差異

クラスター分析とは、異なる性質のものが混ざりあっている集団の中から互いに似たものを集めてグループを作り、対象を分類しようという方法を総称したものである。クラスター分析には、階層的クラスター分析と非階層的クラスター分析の2種類の方法がある。

また、クラスター分析においては、対象の近さを距離により定義するが、R言語では階層的クラスター分析における距離の定義方法に、ユークリッド距離、マンハッタン距離、ミンコフスキー距離、キャンベラ距離、バイナリー距離、最長距離がある。

図4～図8にユークリッド距離以外の分析結果のデンドログラムを示す。なお、分析方法はいずれもウォード法である。ユークリッド距離に比べ、何れもデンドログラムの切断位置の判断が難しかった。

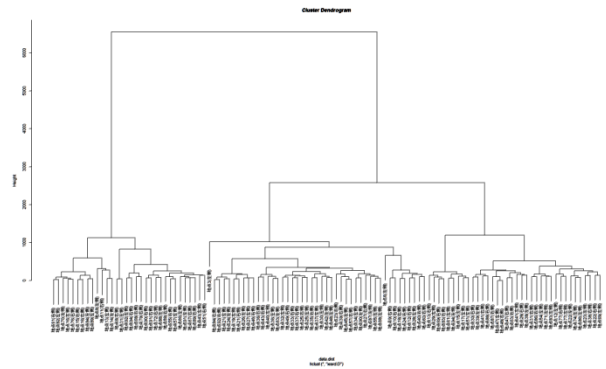


図-4 マンハッタン距離によるデンドログラム

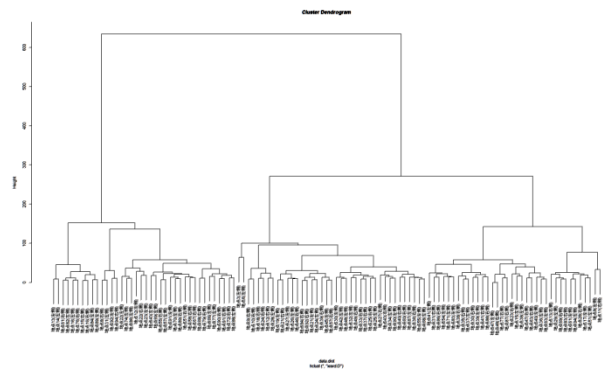


図-5 ミンコフスキー距離によるデンドログラム

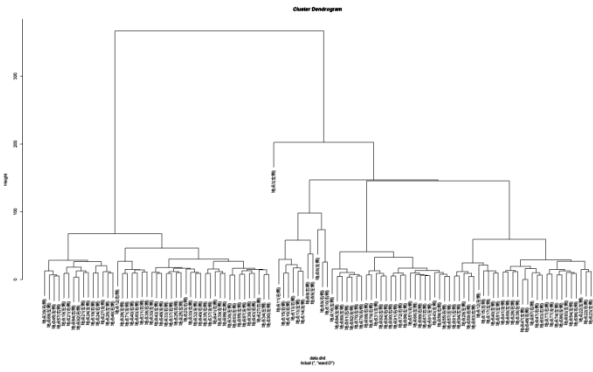


図-6 キャンベラ距離によるデンドログラム

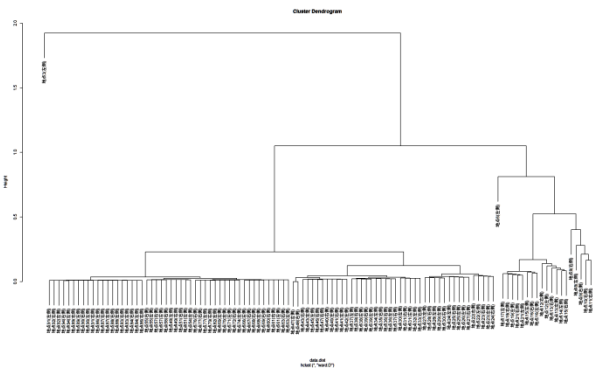


図-7 バイナリー距離によるデンドログラム

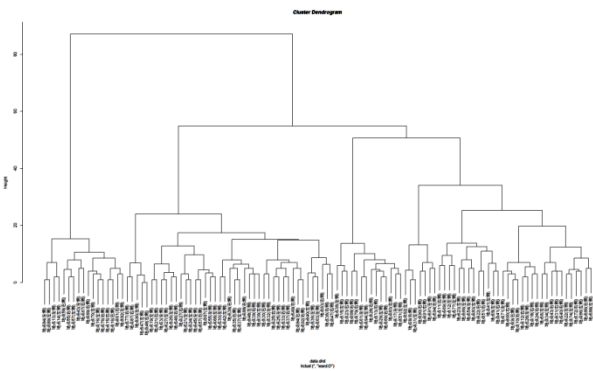


図-8 最長距離によるデンドログラム

さらにグループ分けの方法には、最近隣法、最遠隣法、群平均法、重心法、メディアン法、ウォード法、McQuitty法がある。ウォード法はクラスター内データの平方和を最小にするように考慮された方法であり、データ全体がバランス良く分類される手法とされている。

図9～図14にウォード法以外の分析結果のデンドログラムを示す。これらはウォード法に比べデンドログラムの枝分かれに偏りが見られる分類である。

本論では、ユークリッド距離を用いてウォード法により分類する方法を提案する。これは他の分類方法と比較した結果から判断したものである。

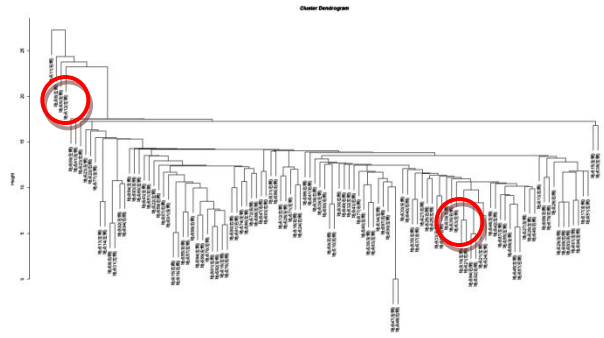


図-9 最近隣法によるデンドログラム

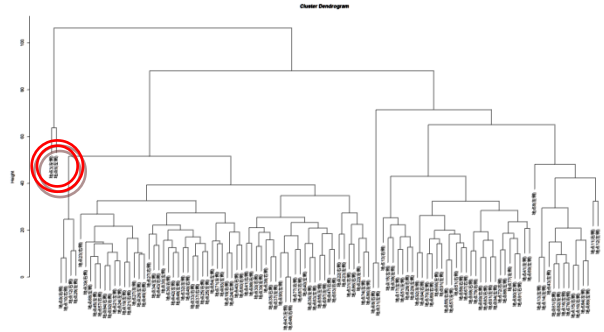


図-10 最遠隣法によるデンドログラム

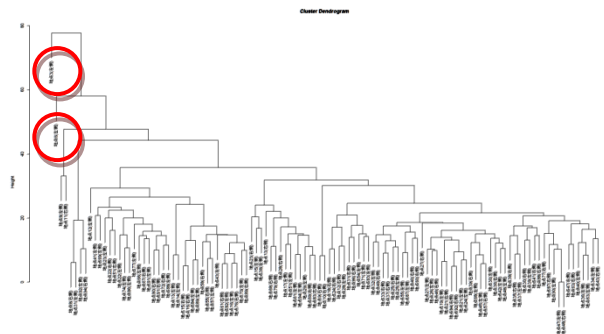


図-11 群平均法によるデンドログラム

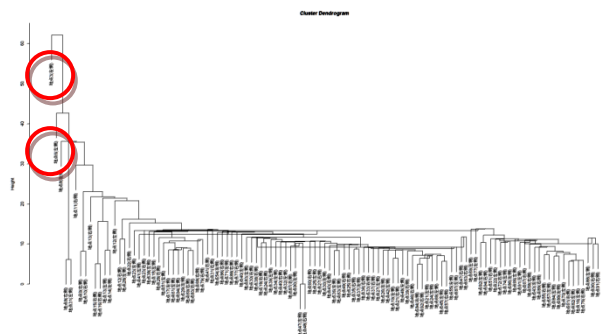


図-12 重心法によるデンドログラム

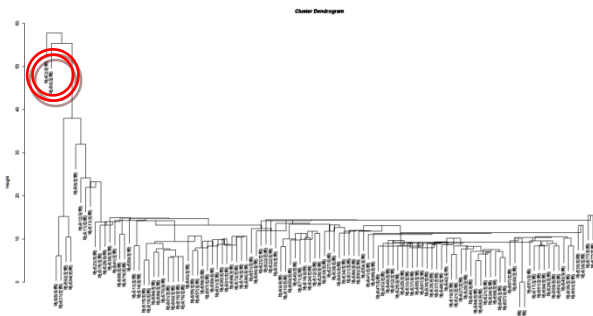


図-13 メディアン法によるデンドログラム

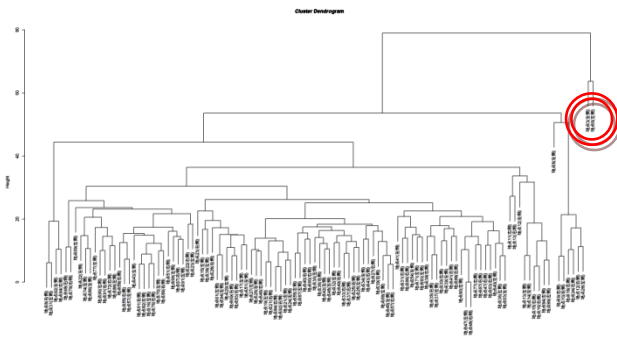


図-14 McQuitty法によるデンドログラム



写真-8 1番目と2番目に提示した画像

(3) 景観画像の提示順序による影響

写真-8の左が分類実験の1番目に提示した画像、右が2番目に提示した画像である。図2及び図9～図14に示す○もしくは◎は両者の画像の分類位置を示す。最近隣法以外の分類方法では同一もしくは近接したクラスターに分類され、かつ他のクラスターとは独立したクラスターに分類されている。

写真-8に示すように両者の画像は類似していると言いきれない。にも関わらず両者の画像が類似していると分類されている理由は、実験方法が被験者に十分に理解されていない初期の段階に提示された画像であるためではないかと考えられる。ゆえに、提示する画像を無作為に抽出する方法により今回の実験結果を検証する必要があると考えられる。

(4) 非階層的クラスター分析による分類

本研究では、非階層的クラスター分析についても検討した。非階層的クラスター分析とは、階層構造を持たず、

あらかじめいくつかのクラスターに分けるかを決定し、決めた数のクラスターにサンプルを分割する方法である。

k-means法は、代表的な非階層的クラスター分析の分析方法である。クラスターの平均を用いて与えられたクラスター数k個に分割するものである。一般に、サンプル数が増加すると、階層的クラスター分析ではデンドログラムの読み取りが困難となることから、非階層的クラスター分析が適していると言われている。

しかし、非階層的クラスター分析は外れ値による影響を受けやすく、初期値により結果が異なることが改善すべき点として指摘されている¹⁹⁾²⁰⁾。

図-15は類似度行列を用いて数量化4類分析を行い固有ベクトルを算出し、第1・第2固有ベクトルにより散布図を作成した結果である。これより4点の画像(写真-9)は外れ値であると判断した。これら4点の画像は画面の過半が樹木(緑)で占めていることが共通している。

これら4点の画像を除きk-means法による分類を行った結果が表-2、図-16である。

非階層的クラスター分析のプログラムはR言語を用いた。初期値となる代表点はデータセットからランダムに取り出される方法とした。アルゴリズムは、最も良い結果を出すと思われるHartigan-Wongを用いた。

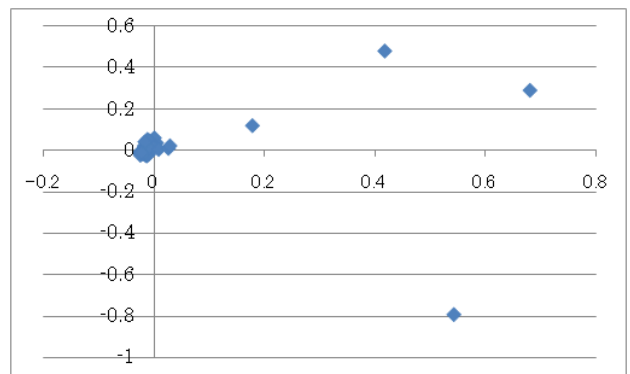


図-15 数量化4類分析結果による散布図



写真-9 数量化4類分析により外れ値と判断した画像

表-2 非階層的クラスター分析の結果

クラスター数	クラスター別ケース数									相関比 群間平方和 / 総平方和
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2	67	46								40.30%
3	61	31	21							49.90%
4	48	26	22	17						54.60%
5	45	23	19	19	7					58.20%
6	33	23	19	16	15	7				60.90%
7	32	21	16	14	13	11	6			63.30%
8	32	18	13	13	13	10	8	6		64.60%
9	20	15	15	15	13	13	10	6	6	65.70%

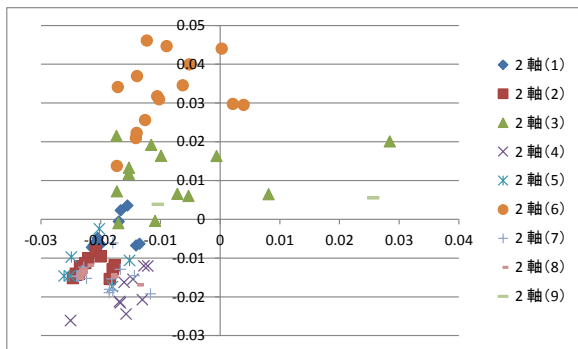


図-16 非階層的クラスター分析結果の散布図

分割数を増やすほどに、初期値の違いによる影響を受けて分析結果の振れ幅が大きくなった。そこで、プログラム (kmeans) を複数回実行し、相関比 (群間平方和/総平方和) が最大となった結果を採用した。

分割数は、分類実験による最大の区分数が9区分であったことから9分割までとした。表-2に示すようにクラスター数を増やすほど相関比が上昇している。

図-16はクラスター数9における分類結果を用いて、数量化4類分析で算出した固有ベクトル (第1軸・第2軸) により散布図を作成した結果である。左下象限に第1・第2・第4・第5・第7・第8クラスターが混在しており明確には分類されていない。

(5) 本研究が提案する景観画像の分類方法

本研究では、景観画像を分類する方法を以下のように提案する。

- 1) 複数の被験者グループに景観画像を自由に分類させる実験を行う。
- 2) 分類結果より同一分類の場合を1点とする得点による類似度行列を作成する。
- 3) 類似度行列よりユークリッド距離を設定して、階層的クラスター分析 (ウォード法) を行う。
- 4) 類似度行列を用いて数量化4類分析により固有ベクトルを算出する。
- 5) 固有ベクトルを用いて散布図を作成し、階層的クラ

スター分析の結果を可視化して確認する。

多くの既存研究において、クラスター分析により景観を類型化するという共通点が見られる。クラスター分析を行うに際し、定性的な景観の要素を定量化することが必要になる。定量化の方法として、数量化3類分析やSD法心理実験 (評定値)、ならびにSD法の結果を用いた因子分析・主成分分析 (因子得点・主成分得点) が採用されている。

景観構成要素をこうした分析方法により定量化することは客観的な分析方法と考えられる。しかし、景観構成要素の設定 (抽出) 方法に統一的な基準が見当たらない。このため、景観構成要素の設定 (抽出) 方法が主観的もしくは恣意的に行われることとなり、同様の景観であっても実験者により分類結果が異なることになり得る。

本研究では、人の視覚による直感的な分類に基づく分類方法により、客観的な類型化の結果が得られると考えるものである。なお、人の視覚による分類が最適であるという結論までは得られていない。これについては今後の検討課題である。

なお、類型化の結果を記述する場合、より定量的もしくは論理的に示すためには、景観構成要素を用いた因子分析・主成分分析が必要になると考えられる。こうした分析を行う場合、景観構成要素をデータ化するという手順が必要になる。であれば、本研究が提案する手法は、人の視覚により分類実験を行うという手順が、従来の方法よりも増えることになる。こうした分析方法の煩雑化が、得られる結果に見合うものであるかという議論も必要になると考えられる。

5. おわりに

景観画像を自由に分類させた結果を用いて類似度行列を作成することで、階層的クラスター分析により景観画像を分類できることが判った。なお、各類型を判りやすく説明するためには、景観の特徴を記述する必要がある。そのためには、本手法で得られた類型に対して主成分分析・因子分析を行い特徴を記述することが考えられる。

本研究の分類実験では、景観画像を分類する時間は1枚当たり10秒程度であった。複数の被験者が共同して短時間に意思決定するためには、景観画像の中に特徴的な要素を見出し、判断材料としていたと考えられる。今後は、被験者が注視する景観構成要素を明らかにすることにより、景観類型化の基準を明らかにすることに取り組む予定である。

参考文献

- 1) 鳴海邦碩, 久隆浩, 楠本博: 街路景観の類型化とその成立要因に関する考察～大阪市を事例として～, pp.665-668, 日本建築学会近畿支部研究報告集, 1989.
- 2) 永谷早都実, 小林英嗣, 小栗真美, 野内美菜: 雑誌掲載写真の類型的分類による北海道の景観イメージの把握 地方分権化時代における地域景観再生プログラム その6, 日本建築学会北海道支部研究報告書 No.82, pp.479-482, 2009.
- 3) 神谷文子, 福井邦宜, 浦山益郎: 景観の構成要素の組合せから見た都市景観写真の構図類型化の研究 観光ガイドブックからみた欧米 10 都市の代表的景観に関する研究 その6, pp.693-696, 日本建築学会東海支部研究報告集第 36 号, 1998.
- 4) 姜明秀, 萩島哲: 山水画による山水景観の構図に関する基礎的な研究－朝鮮時代後期の眞景山水画と定式山水画に対する景観構図の類型化－, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.523-524, 1998.
- 5) 佐藤誠治, 小林祐司: ソウル市における都市景観の類型とその特性, 高密度都市空間における景観誘導と景観阻害要因の発生メカニズム (科学研究費補助金基盤研究(C)(2)研究成果報告書, 平成 10-12 年度), pp.23-37, 2001.
- 6) 西村龍人, 堀越哲美: ロードムービーにおける人物の行為を含む景観描写に関する研究, 人間-生活環境系シンポジウム報告集 36, pp.67-70, 2012.
- 7) 西名大作, 村川三郎: 被験者実験による河川景観の類型化と評価特性の分析, 日本建築学会計画学論文集第 485 号, pp.61-70, 1996.
- 8) 菅原淳子, 鈴木雅和: 視覚障害者の緑地の空間認知に関する研究, 日本造園学会研究発表論文集(18), pp.561-564, 2000.
- 9) 牧田和久, 三橋俊雄: 街路景観構成要素のイメージ評価への影響－街路景観のイメージ構造(その1)－, デザイン学研究(94), pp.75-82, 1992.
- 10) 下村康彦, 増田昇, 安部大就, 前田俊寛: 公共施設における接道部緑化に関する研究, 造園雑誌 53(5), pp.353-358, 1990.
- 11) 田中英樹, 松本直司, 高井智代: 街路景観の類型化－中心市街地における視覚的乱雑, 整然性に関する研究・その4－, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.913-914, 1992.
- 12) 岡島達雄, 渡辺達夫, 小西啓之, 菊池真二, 野田勝, 若山滋, 内藤昌: 景観構成要素とその景観評価への影響 日本の伝統的街並みにおける空間特性(その2), 日本建築学会計画系論文報告集 第 383 号, pp.134-140, 1988.
- 13) 府川哲大, 遠山拓也, 安原治機: 街並みの好き嫌いの要因に関する研究 街並みの構成要素が空間印象に及ぼす影響の調査(その1), pp.1039-1040, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2004.
- 14) 米川光政, 西浦定継: 街路の視覚的、空間的要素からみるイメージ要因分析に関する研究, 都市計画報告集 No.2, pp.8-14, 2003.
- 15) ウィキペディア フリー百科事典: 函館市企業局交通部, < <https://ja.wikipedia.org/wiki/函館市企業局交通部> >, 2015 年 7 月アクセス
- 16) 菊地富男: 24.多変量解析・統計学 ⑩数量化IV類 tah10.exe, < [http:// http://ktsc.cafe.coocan.jp/sub4.html](http://http://ktsc.cafe.coocan.jp/sub4.html) >, 2015 年 7 月アクセス
- 17) 久隆浩, 鳴海邦碩: 都市における河川景観の類型化とその成立要因に関する分析, 日本建築学会近畿支部研究報告集, pp.457-460, 1991.
- 18) 長野綾子, 矢野正晴: 行政官庁間の権限争議の定量的分析の試み, NII journal 国立情報学研究所 No.4, pp.73-81, 2002.
- 19) 速水雄太郎, 菅原俊治: 同期とグラフを用いたクラスタリング手法の提案と評価, 電子情報通信学会論文誌 D Vol.J93-D No.7, pp.1226-1235, 2010.
- 20) 高宮隆弘, 和田俊和, 前田俊二, 渋谷久恵: ユーザの選好を反映した特徴変換, 電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理 109(471), pp.425-430, 2010.

A STUDY ON THE CLASSIFICATION OF SCENE IMAGES BY HUMAN VISION

Toshio YAMAZAKI

Technique to classifying scene by landscape components are common in classification of landscape. In this paper, we study the method of classifying the landscape images by human vision. 113 sheets of landscape images were classified intuitively by subjects of the 10 sets of 40 people. This experiment were classified landscape images into nine segments from five segments. We have created a similarity matrix by scoring with one point in the case by the same classification. Euclidean distance was calculated by the similarity matrix. And, we have analyzed a hierarchical cluster analysis. As a result, the landscape images were classified into six cluster from the first to the sixth. It was then calculate eigenvectors by quantification 4 class analysis. We have confirmed by visualizing with the classification result the scatter diagram created by using eigenvectors. It was found to be classified landscape image by the technique this paper proposes. In addition, it is a future challenge to clarify the standards in landscape typology.