都市景観の生態学的分析手法の開発に関する研究 〈キメの勾配〉の数量化による 昼景・夜景の比較分析の試み

A TOOL FOR ANALYSIS OF URBAN LANDSCAPES FROM AN ECOLOGICAL APPROACH COMPARISON OF DAY AND NIGHT-SCAPES BY QUANTIFICATION OF GRADIENT OF TEXTURE

川村匡平 — * 1 伊藤俊介 — * 2
吉村 彰 — * 3

Kyohei KAWAMURA — * 1 Shunsuke ITOH — * 2
Akira YOSHIMURA — * 3

キーワード：
都市景観, 夜景, キメの勾配, 奥行知覚

Keywords:
Urban landscape, Nightscape, Gradient of texture, Depth perception

This study aims to develop and test a tool for analyzing visual structures of day and night-scapes from an ecological approach. Gradient of texture, a concept based on Gibson's theory on visual perception, of urban day and night-scapes are compared by quantifying the roughness of textures in digital landscape images. Results show that roughness of texture decreases by distance in day-scapes while it increases in night-scapes, showing differences in visual structures between day and night.

1. 研究目的

都市夜景は昼景と比べてときに独特の魅力があり、これまで印象評価や照明・ライトアップの観点から研究されてきた。夜景の視覚構造上の特性については「図と地の反転」のような性質¹⁾が指摘され、都市夜景について光の面的な広がりや光のラインとして見える道路の可視率を計量的に分析した研究もある²⁾。一方、従来のような景観構造の分析や印象評価から一歩踏み出し、J.J. ギブソンの生態学的視覚論³⁾に依拠して光学流動や遮蔽、変化といった生態幾何学的視点から景観一般の視覚構造を分析する試みもなされている^{4) 5)}。

夜景の場合、景観のユークリッド幾何学的な構成がはっきり見えない状態で知覚されることから、生態学的な「見え」を分析するアプローチが有効だと考えられる。そこで、(1) 生態学的アプローチからの景観分析手法を開発・提案し、(2) 夜景と昼景の比較分析により都市夜景の視覚構造の特性を明らかにすることを目的として本研究を行った。

ここで鍵となる考え方として、ギブソンの視覚理論における空間知覚原理の一つである〈キメの勾配〉⁶⁾を取り入れた。これは面上のキメ(テクスチャ)のパターンや変化によって視覚世界の構成が知覚されるというものである。本研究では具体的には景観画像から〈キメの勾配〉を数量化し、被験者実験により調べた景観の奥行知覚との関係を分析した。

2. 研究仮説

体験的には、昼夜で風景の見え方が違うことは明らかである。では、そもそも何が違うのか。昼間は建物の壁や窓、樹木などの

物質的な面が見えているのに対し、夜間は建物は見えず、図と地が反転し、窓から漏れる光や街灯の光の粒がテクスチャとなるような非物質的な面を知覚していると考えられる。だとすれば、昼夜で面やキメの見え方が異なってくるはずである。

そこで、キメの勾配が昼夜でどのように異なるかについて、以下のような仮説を立てた。

昼間、近くの建物は細かなところまで見えるためキメは細かく、遠くは空気が霞むことによりキメが粗くなる。夜間は光の粒が遠くなるにつれ小さく密になっていく。そのため、昼間とは逆に近くはキメが粗く、遠くはキメが細くなるのではないかと【図1】。そして、仮にキメの勾配が昼夜で異なるのであれば、ギブソンの理論に基づき奥行知覚も違うはずである。

そこで、本研究ではまず景観画像からキメの細かさを数量化し、キメの勾配を数値で表すことを試みる。次に、景観の奥行知覚を調べるために被験者実験を行い、キメの勾配と奥行知覚の関連を昼夜で比較分析する。

図1. 奥行知覚とキメの細かさを仮説図式

*1 プライム一級建築士事務所 修士(情報環境学)
(〒160-0022 新宿区新宿5-15-1-2F)
*2 東京電機大学情報環境学部 准教授・博士(工学)
*3 東京電機大学情報環境学部 教授・博士(工学)

*1 PRIME Registered Architect's Office, Master (Information Environment Studies)
*2 Associate Prof., Tokyo Denki University, Dr. Eng.
*3 Prof., Tokyo Denki University, Dr. Eng.

図2. 3種類の景観構造(左:都庁 中:WTC 右:文京)

■都庁

■WTC

■文京

図3. 実験に用いた画像(夜景)

3. 実験方法

3.1 実験概要

景観画像として、「超高層ビルからの東京夜景ベスト10」⁷⁾に掲載されている夜景スポットから、図2に示す3種類の構造の景観をサンプルに選び、それぞれの昼夜景観を撮影した。都庁第一庁舎北展望台(以下、都庁)・浜松町世界貿易センター(以下、WTC)・文京シビックセンター(以下、文京)である。画像は26×19マス(1マス=20×20 pixel)に分割し、キメの数量化と奥行知覚の測定単位とした【図3】。

3.2 キメの勾配の数量化

各々の景観画像のピクセルごとに輝度値を0～100のスケールに変換し、隣り合うすべてのピクセルとの輝度差の絶対値の平均を求めた【図4】。キメは一点ではなく一定範囲の面について知覚される性質であるため、分割したマスごとに各ピクセルの輝度差平均の全平均を、そのマスの「キメ指標」とした【図5】。例えば、図6に示すように、粒が細かくコントラストが強い(キメの細かい)マスはキメ指標の値が高くなる。

3.3 奥行知覚の領域分け実験

奥行知覚を調べるため、建築デザインを専攻する学生19名(男14名:女5名)を被験者として景観を「近い領域」「中間領域」「遠い領域」に分ける実験を行った。画像に透明なシートを被せ、グリッドに沿って画像の端から端まで一筆書きで、「近・中」および「中・遠」の境界、計2本の線を引いてもらった。

図4. キメ指標の求め方

図5. キメ指標の計算例

図6. キメ指標の大小

4. 実験結果

4.1 キメの勾配の昼夜比較

数量化されたキメの勾配には昼夜で明確な違いが現れた。図7にWTCの奥行方向(画像の上下方向)のキメ指標の変化を示す。空を除いた範囲では、昼間は距離が遠くなるにつれキメ指標が連続的に減少し、夜は逆に遠距離ほど増加傾向であり、仮説と合致する。また、図8の画像全体のキメ指標分布を見ると、昼間はピークがそれほど見られないが、夜景は景観全体にわたってメリハリが強い。昼景でもごく近くの景観要素は細部まで見えるためか、やはりピークは存在するが、変化は比較的ゆるやかである。以上は、3カ所の景観に共通して見られた傾向である。

特徴的な景観要素(街並、目前に高層ビル、森林)を抽出すると注)、各々に特有なキメの変化が見られる【図9】。建物が連続する部分では、景観全体と同じくキメ指標は昼景では遠くなるにつれ減少し、夜景は途中にピークがあるものの全体としては増加傾向である。目前に高層ビルがある部分は画像の大半が垂直面であるため遠近がなく、キメの勾配が発生せず昼夜で同じような形状のグラフになる。森林部分は昼景では街並と同様、物質的なテクスチャの変化に従って遠くなるにつれ連続的に減少するが、夜は暗く沈むためキメ指標は低く、変化もない。

図7. 奥行方向のキメ指標変化(WTCの例、左:昼景 右:夜景)

図8. キメ指標分布(WTCの例、左:昼景 右:夜景)

図9. 都市構成要素別にみた奥行方向のキメ指標変化

4.2 近・中・遠景の奥行き知覚

次に、奥行き知覚とキメの勾配の関係を分析するために、被験者に引いてもらった奥行き感の境界線の前後におけるキメ指標の変化率を求めた。近い方のマスのキメ指標に対する遠いマスのキメ指標の比を変化率とし、どの変化率の位置に境界が引かれたかを集計した【図10】。

昼景では、キメ指標が減少傾向のところで境を知覚する場合が多い。これは遠くなるにつれキメが連続的に減少する昼景の特徴に沿ったものである。夜景はキメ指標が急激に増加または減少するところで境を知覚する場合が多かった。キメが急減するときに引く境は、空と建物の境界線（スカイライン）のように、キメの細かい景観要素がキメのない空や緑地を背景にしている部分である。急激に増加するのは、遠くなるにつれ増加する夜景のキメの勾配の上で、キメの細かい遠くの要素を手前のキメの粗い建物（群）が遮蔽することで不連続的に変化する部分である【図11】。

図10. キメ指標の変化率に対する境界線の度数分布

図11. 境界線の引かれる位置のキメ指標の変化(夜景)

5 考察とまとめ

本研究では、景観画像のキメの数量化により夜景と昼景では遠近にともなうキメの勾配が逆になるという視覚構造の違いが明らかになった。夜景はメリハリのある景観になっており、キメの不連続によって景観要素の輪郭が知覚されていると思われる。一方、昼景はキメがゆるやかに変化し、目の景観構成要素以外は比較的コントラストは弱い。景観要素は物質として見えており、色彩や陰影といった他の要因によって輪郭が知覚されているといえる。

奥行き知覚実験では夜景の方が近・中景、中・遠景間の境界が引かれる位置に被験者間のばらつきが少なく、キメの変化の大きい部分に集中した。昼景では境界の引き方の個人差が大きいように見受けられた。これは個別の景観要素の輪郭がキメ以外の要因と合わせて細かく知覚されるためと思われる。

以上より、キメの勾配による奥行き知覚の仕方は昼夜で質的に異なり、また、明度や彩度などの要因が多く関わる昼景に比べて夜景はキメの寄与が大きいと思われる。研究方法上の課題としては、キメ指標が相対的なもので、画像中のマスの大きさやマスに含まれるピクセル数によって値が変化することがあげられる。また、輝度を用いてキメを数量化するのは夜景の場合は有効だが、前述したように昼景の場合には他の要因を考慮する必要がある、今後の課題としたい。ここまでの研究ではキメの数量化による景観分析手法を提案し、夜景の質的な特徴を明らかにすることができた。奥行き感からみた視覚構造と印象評価との関係をより深く分析することで、景観評価やシミュレーションに応用できると考えられる。

注

ここでは、キメの変化の特徴がグラフに最も明瞭に現れると思われる幅8マスの範囲を切り取った。

参考文献

- 1) 芦原義信「街並みの美学」岩波書店、1979.
- 2) 渋谷敬一ほか2名「都市夜景の俯瞰景に関する計量分析 - 函館市を対象として」日本都市計画学会都市計画論文集 No.39-3, pp.187-192, 2004.10.
- 3) J.J. ギブソン「生態学的視覚論」サイエンス社、1985.
- 4) 幸山真也ほか4名「都市空間における視覚構造の生態幾何学的分析」日本建築学会計画系論文集第577号, pp.73-78, 2004.3.
- 5) 幸山真也ほか3名「都市空間における遮蔽現象と視覚構造」日本建築学会計画系論文集第591号, pp.95-101, 2005.5.
- 6) 佐々木正人「アフォーダンス-新しい認知の理論」岩波書店、1994.
- 7) 「夕暮れから夜の風景を撮る」日本カメラ社、2000.

[2007年4月20日原稿受理 2007年7月26日採用決定]