沿岸域景観の恒常性特性に関する研究*

Study on Perceptual Stability of Coastal Landscape *

岡田昌彰**・鈴木武***

By Masaaki OKADA**・Takeshi SUZUKI***

1. はじめに

港湾・埋立地をはじめとする沿岸域の景観検討に関し、主題の設定や眺望の確保などが重要事項として挙げられている¹⁾。しかし、恒常性をはじめとする水面を介する沿岸域景観の知覚特性に関する検討は未だ十分とはいえず、まとまったマニュアルも未整備というのが現状である^{横注(1)}。また、映像における大きさや形の恒常性については、その発現メカニズムについて研究が行われているが^{2) 3)}、海洋表面のテクスチャを介したものについては実証的研究は存在していない。

本研究では特に、海洋表面を介して対象物を知覚するという沿岸域景観の恒常性特性に着目し、心理実験を通してその実像の一側面を実証的に検証することを目的とする^{横注(2)}。

2. 恒常性とは

恒常性とは「幾何光学的な法則性に従わない知覚的性質」であり、大きさの恒常性は見えの大きさと距離感との相互作用によって成り立っている⁴⁾。すなわち、距離（奥行き）の情報が豊富なほど恒常性は高くなる。例えば、図-1左に示す2本の円柱は明らかに左側の方が大きく見えるが、図-1右のようにその背景に三次元的秩序（距離の情報）が導入された場合、見かけの大小関係と認知する大小関係の間にずれが生ずる。

また、図-2において2本の水平線分は実際同じ長さであるが、恒常性の発生による錯覚によって上の方が長く見える。これは2本の縦のラインが平行線のバースペクティブを暗示し、「上の水平線分の方が遠くにある」といった距離の情報を認識することから、実際よりも大きく見えるものと考えられている⁵⁾。

*キーワード：景観，恒常性，沿岸域，ロジットモデル

**正員，博士（工学）

近畿大学理工学部 社会環境工学科

（東大阪市小若江3-4-1，TEL:06-6730-5880 ext.4674，

E-mail: okd@civileng.kindai.ac.jp）

***正員，博士（工学）

国土交通省国土技術政策総合研究所（横須賀）

（横須賀市長瀬3-1-1，TEL:046-844-5025，

E-mail: suzuki-t92y3@ysk.nilim.go.jp）

図-1 茫漠とした背景(左)及び三次元的背景におかれた(右)2本の円柱

図-2 ポンゾ錯覚（Gregory, R.L., 1968）⁵⁾

図-3 実験に用いた画像の例

3. 恒常性実験の概要

様々な大きさをもつ構造物の見え方について、恒常性が発現する程度を計測した。学生計37名を対象とし、様々な大きさや視軸方向における位置を与えた3つの円柱A, B, Cが配置された映像44枚^{横注(3)}（図-3）を見せ、円柱の大小関係を15秒以内で記述してもらった。1枚の映像から3つの大小関係が得られ、データ総数は4974となった。回答フォームを図-4に示す。また、各

円柱について以下のような属性を変数として設定した。

なお、基本単位の格子目の大きさを k と表記する。

(1) 平面テクスチャ(チェック格子, 海洋表面)

海洋表面を介した景観における景観恒常性の特徴を把握すべく、距離感覚の明快なチェック格子表面、及び海洋表面の2種類を作成した(図-5)。

(2) 円柱群の相似比(1, 1.4, 2)

3つの数の組合せについて相似比が3種類におさまるよう、 $1 : \sqrt{2} : 2$ の比で円柱を相似形に拡大・縮小し描画した。これによって各円柱対の相似比としてこれら3つの数字の組合せ、即ち1, 1.4, 2の3種類が得られることとなる。

(3) 視軸方向距離比(2, 3, 6)(図-6)

視点位置から3円柱を「 $2k : 6k : 12k$ 」「 $1.5k : 4.5k : 9k$ 」にそれぞれ配置し、各円柱対の比2($6k : 12k$ 及び $4.5k : 9k$)、3($2k : 6k$ 及び $1.5k : 4.5k$)、6($2k : 12k$ 及び $1.5k : 9k$)を得た。相対的に前者の場合が「遠方対の比較」、後者の場合が「近傍対の比較」ということとなる。なお、距離の計測にはこのチェック格子の格子目を基本単位として用いている。

(4) 視軸方向最短距離(1.5k, 2k, 4.5k, 6k)

比較する円柱対のうち、視点位置からもっとも近傍にある円柱までの距離を考慮した。最も遠方となる $12k$ 、 $9k$ 以外の4距離が変数となる。

(5) 視軸直角方向距離(0.5k, 1k)(図-7)

円柱対の視軸直角方向距離が2通り副次的に発生するため、これも考慮した。図-7のようにこれは $0.5k$ 及び $1k$ の2つの値をとることとなる。

これらを表-1のようにデータ入力し、各変数をもとに円柱対における大小関係の正解率を算出した。また、3円柱対 $\times 44$ 枚=全132円柱対の比較をした4974データの平均正解率は79.4%であった。

4. 単純集計・クロス集計による検討

(1) 相似比による正解率の相違

(a) 全体集計(図-8)

相似比が大きいほど大小関係判断の正解率が向上しており、相似比2の場合は両テクスチャで正解率が9割以上となった。また、相似比=1において両テクスチャ間の正解率に明確な差異がみられる一方、相似比 > 1 では殆ど差異がなくなっている。

(b) 円柱の前後関係を考慮した分析

回答例			
大きい順に記号を書いてください。 同じ大きさだと思う場合は、1つの欄に記号を2つ書いてください。 (例) 映像番号①について、 $C > B > A$ の順に大きいと思ったら、解答用紙には			
映像番号	1番目に大きい	2番目に大きい	3番目に大きい
①	C	B	A
と記入してください。			
(例) 映像番号②について、 $A = C > B$ だと思ったら、解答用紙には			
映像番号	1番目に大きい	2番目に大きい	3番目に大きい
②	A, C	B	
と記入してください。			
(例) 映像番号③について、全部同じ大きさだと思ったら、解答用紙には			
映像番号	1番目に大きい	2番目に大きい	3番目に大きい
③	A, B, C		
と記入してください。			
回答用紙(1枚目)			
映像番号	1番目に大きい	2番目に大きい	3番目に大きい
1			
2			
3			
4			
5			
6			

図-4 回答フォーム

図-5 平面テクスチャ

図-6 視軸方向距離

図-7 視軸直角方向距離

表-1 データ例

被験者 番号	映像	テクス チャ	比較	相似比	距離比	直角方 向距離	最短 距離	正解	正否	誤答 内容
1043001	1	海	BC	1	2	0.5	6	=	1	正解
1043002	1	海	AB	1	3	0.5	2	=	0	>
1043029	3	海	AC	1.4	6	1	2	<	0	=
1043010	4	海	BC	2	2	0.5	6	>	1	正解
1043007	6	海	AC	1	6	1	2	=	0	>
1043031	9	海	BC	1.4	2	0.5	6	>	1	正解
1043015	11	海	AC	1.4	6	1	2	<	0	>
1043002	14	チェック	AB	1	3	0.5	2	=	0	>
1043018	16	チェック	AC	2	6	1	2	<	1	正解
1043028	19	チェック	BC	2	2	0.5	6	<	1	正解
1043002	21	チェック	AC	1.4	6	1	2	>	1	正解
1043011	24	海	BC	1.4	2	0.5	4.5	>	1	正解
1043022	26	海	AB	2	3	0.5	1.5	<	0	=
9999998	28	海	AC	1	6	1	1.5	=	0	<
1043004	31	海	AB	1.4	3	0.5	1.5	<	1	正解
9743034	33	海	BC	1	2	0.5	4.5	=	0	<
1043024	35	チェック	BC	1.4	2	0.5	4.5	>	0	=
1043011	37	チェック	BC	2	2	0.5	4.5	>	1	正解
1043013	37	チェック	BC	2	2	0.5	4.5	>	1	正解
9743034	38	チェック	AC	2	6	1	1.5	<	1	正解
1043018	40	チェック	AC	1.4	6	1	1.5	>	0	<
1043003	42	チェック	AC	1	6	1	1.5	=	0	<
1043027	44	チェック	AB	1.4	3	0.5	1.5	<	1	正解

図-8 相似比と正解率(全体)

遠方配置の円柱が大きい場合、小さい場合、及び同じ大きさの場合の回答内容を個別に集計した。相似比1の場合、誤答内容はチェック格子において「遠方大」「遠方小」の両者に分散しているのに対し、海洋表面では「遠方小」と誤答した割合が「遠方大」の約3倍ほど高くなっているのがわかる(図-9)。

一方、相似比1.4で遠方大の場合(図-10)、チェック格子で正解率が有意に高くなっている。また、海洋表面では「遠方小」との誤答の多さが有意である。これとは逆に、相似比1.4で「遠方が小さい」場合(図-11)、海洋表面で正解率が有意に高くなっている。また、相似比1.4 遠方大・遠方小の両ケースを比較すると、チェック格子では両正解率の差が約5%に過ぎないのに対し、海洋表面においては「遠方小」が「遠方大」の場合の正解率に比べ約20%も大きくなっている。すなわち、海洋表面はチェック格子に比べ、遠方にある物体を実際よりも小さく認識させる傾向がここに指摘できる。

なお、相似比2においては(図-12、13) いずれの

図-9 相似比1の場合の回答内容

図-10 遠方が大きい場合の回答内容(相似比 1.4)

図-11 遠方が小さい場合の回答内容(相似比 1.4)

ケースにおいても正解率が90%を超えており、両テクスチャ間の正解率の差異も縮小している。

(2) 視軸方向距離比による正解率の相違

(a) 全体集計(図-14)

視軸方向距離比が大きいくほど正解率は低下している。海洋表面では視軸方向距離比の増加とともに正解率が単純減少しているが、チェック格子では距離比3まで8割近い正解率が維持されているのがわかる。

(b) 遠方対の比較/近傍対の比較の相違(図-15、16)

全体的に近傍対の比較にくらべ、遠方対の比較におい

図-12 遠方が大きい場合の回答内容(相似比2)

図-13 遠方が小さい場合の回答内容(相似比2)

図-14 視軸方向距離比と正解率(全体)

て正解率が低くなっており、チェック格子では視軸方向距離比6で遠方対比較および近傍対の比較の両者に有意な差が確認できる。それに対し、海洋表面においては視軸方向距離比3及び6の場合において両者に有意な差異が確認できる。

(c) 円柱の前後関係を考慮した分析

遠方配置の円柱が大きい場合の正解率を視軸方向距離比別に集計すると、全体的にチェック格子の正解率が高くなっており、いずれも近傍対の比較での正解率が高くなっている(図-17)。これに対し同じ大きさの場合は、

図-15 視軸方向距離比と正解率(チェック格子)

図-16 視軸方向距離比と正解率(海洋表面)

特に海洋表面の遠方対の比較において、正解率の低さが有意となっている(図-18)。一方、遠方配置が小さい場合には、遠方対の比較において海洋表面の正解率が逆にやや高くなっている(図-19)。

(3) まとめ

以上より、海洋表面はチェック格子に比べて、遠方にあるものを実際よりも小さく認識させ、大きさの恒常性もはたらくにくい傾向がみられる。また、円柱対が遠方に配置されている場合、海洋表面においてはその大小関係判断が相対的に困難になる傾向がみられる。

5. ロジット解析による検討

ここでは、正解率に対し想定した各説明変数の影響の正負と有意性すなわち各説明変数のきき具合を相対的に評価すべく、ロジット解析を行った。ロジットモデルは[0, 1]の目的変数yを複数の説明変数で説明する確率予測モデルであると同時に多変量解析モデルでもあり、各説明変数X1~Xpの重みの相対的の評価が可能である。ここでは、各変数を以下のように設定し、正解率と各説明変

図一17 視軸方向距離比と正解率(正解:遠方大)

数との関係を分析した。但し、X2～X5 については、距離減衰を図るべく対数変換を施している。(Xp=lnXp)

X1: テクスチャダミー (0: 海洋表面, 1: チェック格子)

X2: 相似比 (1, 1.4, 2)

X3: 視軸方向距離比 (2, 3, 6)

X4: 視軸方向最短距離 (1.5, 2, 4.5, 6) (単位: k)

X5: 視軸直角方向距離 (0.5, 1) (単位: k)

y: 正解率 (0～1)

X1～X5及び正解率yの各組合せから、ベクトル (X1, X2, X3, X4, X5, y) を作成し、これらを (i)遠方大, (ii)同じ大きさ、及び(iii)遠方小の場合分けしてロジット解析した(表一2)。なお、各説明変数の信頼性を表す指標として、t検定の信頼確率をそれぞれ算出した。

遠方大の場合には、X1, X2, X3の説明力は信頼確率95%以上で有意であり、これに対してX4, X5の説明力はやや劣る。遠方小の場合は全体的に信頼確率がやや低下する。ただし、X1, X2, X3の信頼確率は相対的に高い。また、遠方小のケースのみX1の係数0.48がプラス(すなわち、海洋表面の場合に正解率向上)という特徴的な結果が算出されたが、これは4章の結果にも合致する。さらに正解率が全体的に低かった相似比1すなわち同じ大きさの場合、各説明変数が揃って正解率に寄与しているのがわかる。すなわち、遠方小のように判別が容易な過程においては寄与する説明変数が限定されるとともに優位性が低い。これに対し、遠方大、同じ大きさというように判別が困難になるに従い、各変数が万遍なくしかも確実に寄与するようになる。つまり、判別が困難となるに従ってより多くの手がかりを総動員して大小判断が行われたものと推察される。

6. 結論

以上より、本研究において次のような結論を得た。

図一18 視軸方向距離比と正解率(正解:同じ大きさ)

図一19 視軸方向距離比と正解率(正解:遠方小)

表一2 ロジット解析結果

		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	切片
遠方大	係数	-0.44	-3.19	1.00	0.32	0.25	-1.45
	信頼確率(%)	100	100	99	64	52	97
遠方小	係数	0.48	-2.73	1.65	0.54	-0.67	-4.60
	信頼確率(%)	75	88	72	30	34	91
同大	係数	-0.52	—	1.54	1.80	1.31	-2.71
	信頼確率(%)	100	—	99	100	98	99

- (1) 海洋表面を介する対象の大小関係判断過程では、チェック格子に比べて恒常性ははたらくにくい。
- (2) 海洋表面のテクスチャを介したCG上の物体の知覚においては、遠方にあるものを実際よりも「小さく」知覚させる。
- (3) ロジット解析により、視対象の大小関係に作用する要因の実態を明らかにした。

今後の課題

本研究ではチェック格子との相対比較において恒常性の問題を検討したが、沿岸域景観を特徴付けると考えられるその他の属性について検討するには至らなかった。気象条件による視程の相違や波高による海洋表面そのもののバリエーション、さらに視点高さや対象物の大きさ、具体的な形状などを加味した分析を発展的課題として行う余地がある。

補 注

- (1) 例えば、1997年9月から2000年7月にわたった「和歌山県・和歌山下津港本港沖地区埋立問題」においても、恒常性が重大な論点の1つとなった。「雑賀崎地区連合会自治会及び雑賀崎の自然を守る会」のURL⁶⁾によれば、『カメラの遠近法の場合、遠くにあるものはそれだけ小さく見えるようになるのに対して、私たちは、遠くにあるものほど相対的に大きく見えるような見方をしている』とある。これは恒常性を部分的に正しく説明したものといえるが、そもそもこの論理が茫漠とした海水面を介する埋立地の景観検討に適用できるか否かは確認を要するものと考えられる。よってここでは、遠近にある様々な大きさの構造物について、それらの見え方に恒常性が発現する程度を計測することとした。
- (2) 沿岸域景観において特に本研究のような「遠近関係」に着目した場合、たとえば波高などに起因する水面テクスチャそのものの相違や、気象状況による視程の相違などといった沿岸域特有の景観特性に加え、視点の高さや対象物の絶対的大きさ、形状などの各条件が複雑に関係するものと推察される。本研究ではこれらのうち、特に「海水面」としての平面テクスチャ特性に主に着目し、その他の諸条件は一定として研究を行うこととした。
- (3) 映像は、Aの大きさを1に固定し、B、Cにはそれぞれ

れ1, $1/\sqrt{2}$, $\sqrt{2}$ の3通りの大きさを施し ($3 \times 3 = 9$ 通り) これに大きさ2をもつものを1:2:1, 1:1:2の2通り加えている。(全11通り) これらそれぞれを遠方・近傍比較、ならびに2種の平面テクスチャの4通り作成し、全映像数は $11 \times 4 = 44$ 枚 となっている。

参考文献

- 1) 土木学会編：「土木工学ハンドブック I」, pp.814-845, 1989.
- 2) 石井雅博他：「観察者に接近する物体に対する奥行き感覚」, 映像情報メディア学会技術報告, 2002.
- 3) 安田稔：「大きさ, 形の恒常性と図形の奥行き感覚」, NHK技研月報, 1983.
- 4) 仲谷洋平・藤本浩一：「美と造形の心理学」, 北大路書房, 1993.
- 5) Gregory, R.L.: Visual Illusions, Scientific American, 1968, p.219 (大山正 (訳) : 錯覚のメカニズム, 別冊サイエンス特集・視覚の心理学, イメージ世界, 1975, pp.47-59)
- 6) 雑賀崎地区連合自治会ほかURL: 雑賀崎沖埋立問題: フォトモンタージュのトリックを検証する, http://www.infonet.co.jp/Aso/s_manyo/fotokensyo.htm (2003年2月19日現在)

沿岸域景観の恒常性特性に関する研究*

岡田昌彰**・鈴木武***

本研究では、従来十全に検討が行われていなかった沿岸域景観の恒常性特性に着目し、心理実験を通してその実像を実証的に検証した。海洋表面及びチェック格子上に、距離や大きさを変えて描画した3円柱のCGを被験者に見せ、大小関係を判断・記述させる形式の心理実験を行い、大小関係正解率と相似比、距離比等との関係を、単純集計、クロス集計、ロジット解析により分析した。その結果、海洋表面を介する対象の大小関係判断過程では、チェック格子に比べて恒常性がはたらくにくい点、及び海洋表面は遠方にあるものを実際よりも「小さく」知覚させる点 が指摘され、さらに視対象の大小関係に作用する要因の実態が明らかになった。

Study on Perceptual Stability of Coastal Landscape *

By Masaaki OKADA**・Takeshi SUZUKI ***

This study attempts to prove property of perceptual stability of Coastal Landscape through psychological experiment. 3 pillars with different distance or size drawn on ocean and check surface are shown to examinees to guess difference of size. Then, we analyzed relationship between percentage of correct answers and similitude ratio or distance ratio, through cross analysis.

It proves that ocean surface makes perceptual stability lower, compared with the case of check, and that ocean surface makes objects located with farther distance perceived smaller. Furthermore, logit analysis permits estimation of contribution of each variable to percentage of correct answers.