

都市中小河川の水面の見えと印象評価に関する研究

5208D005-8 池田孝夫[※]

Takao IKEDA

本来、河川空間では水の流れが主役であるはずなのに、都市中小河川においては水の流れが主役として存在していないように思う。本研究では CG を用いて住宅街を流れる都市中小河川空間を作成し、CG の画像を用いた心理実験による調査を行うことにより、河川空間において水がどのように人の視野に入り、人の心理に影響を与えているのか明らかにしている。その結果、まったく同じ河川空間でも見る方向により印象が異なること、河川空間の印象は「快適感」、「水量感・危険感」、「スケール感」の三つの軸で捉えられることを明らかにした。

key words：都市中小河川、CG、水面の見え、SD 法、一対比較法、因子分析

1. 研究の背景と目的

20 世紀後半に入り都市化、技術の発展、人々の便利さや快適さの追求に伴い、都市の様相は大きく変化した。特に大きな変化をみせたのが都市の河川である。河川は直線のコンクリートの護岸や河床で固められた。住宅等の建設により溜池は消失し、降雨のときは水嵩が増し、洪水をもたらすようになった。また、降雨のないときは乾いた河川になった。さらに、汚染も深刻化し、人々は河川に背を向けるようになった。整備の際も、治水一辺倒の思想により行われ、より一層水と人々は切り離された。

上記のような河川の沿川道路を歩くとき、水の流れが見えないことが多くある。河川空間では水の流れが主役であるはずなのに、そのような河川空間では、視野の中で水の流れが主役ではなくなっている。そこで、都市中小河川において、人の視野の中に水の流れがどのように存在するかを把握する必要があると感じた。

また、治水を重きに置いた整備をしてきたが、豪雨による甚大な被害を受けている都市河川周辺の地域は多くあり、今後も治水能力を向上させるための河川改修を行うことは必須である。そこで、改修を考えるにあたり、護岸の天端から水面までの距離の違いに対する水面の見えと人の印象がどのようなものであるかを把握することは意義があると考えた。

都市中小河川の空間構造と人の印象の関係性を把握するために、本研究では、東京に水源を発し、東京を東西に横断するように流れる典型的な都市中小河川である神田川を対象に、コンピュータグラフィックス（以下 CG とする）を用いた河川空間モデルを作成し、都市中小河川において沿川から水の流れがどのように見えているか、水の流れが空間にどのような影響を与えているかを把握すると共に、作成した河川空間に対する人の印象を調査し、河川の空間構造と人の印象の比較を行う。最終的に、本研究が都市中小河川の整備を行う際の一助となることを期する。

2. 研究の概要

2-1. 既存研究

1) 神田川に関する研究

三宅¹⁾は、神田川沿川の空間構成を把握し、河川利用者や沿川住民を対象に意識調査を行い、人々の川との関わり方や川への意識を把握している。豊田²⁾は、神田川において場所性と人々の行動の関係を考察している。小川ら³⁾は、神田川の実態を調査し機能を分類することで、川の持つ性格や地域的特徴を知ると共に以前に神田川が持っていた役割を比較・検討し、今後の方向性を考察している。飯尾ら⁴⁾⁵⁾⁶⁾は、神田川周辺居住者を対象にアンケート調査を行い、利用状況、水環境評価、必要性、改善要求を把握し、分析している。

2) CG により河川空間モデルを作成した研究

安部ら⁷⁾は、CG を用いて、都市の大河川の空間モデルを作成し、流軸景と対岸景の向きの画像を用いて心理実験を行い、河川の流路線形が曲線であることが、河川景観の多様性を創出する上で重要であることを明らかにしている。

3) 水の見え方に関する研究

島谷ら⁸⁾は、光と水の関係、水の色や動きと見え方の関係について記している。逢沢ら⁹⁾は、水利学的知見に基づく予測手法を確立することにより、動的に変動する落水表情と流水表情を予測し視覚的に再現することを可能にした。

2-2. 本研究の位置づけ

現状の都市河川の空間構成や機能、沿川住民の利用行動や意識について調査しているものは多くある。しかし、都市中小河川を対象に河川空間モデルを作成し、研究したものはほとんど見られなかった。また、水が持つ特性に着目し、水の動きや見え方について研究しているものは見られたが、都市中小河川を対象に、河川の主役である水の流れがどのように視野に入り、どのような印象を与えているかを把握した研究や、都市中小河川の河川空間モデルを作成した研究は見られず、研究の必要性があると考えた。

※ 早稲田大学大学院創造理工学研究科建設工学専攻

景観・デザイン研究室 修士 2 年

2-3.論文の構成と研究の手法

(1)人間の視覚的特性と水面の見え方

人の視野や視角、視線の特徴から、どのように空間を認識しているかを視覚に関する基礎研究¹⁰⁾¹¹⁾を基に把握する。また、河川空間構造と水面に対する視角の関係を平面図、断面図を基に把握する。

(2)神田川の概要

資料¹²⁾を基に神田川の基礎的情報を得る。さらに現地調査により、空間の情報を得る。

(3)視線の方向に着目した印象評価実験

CG を用いて、水位を変化させた河川空間モデルを作成し、橋上から流軸方向、沿道から対岸方向の画像を用いて被験者に対し実験を行う。この実験では、水面を際立たせ、水面の形状を意識させた実験を行っている。また、実験に際しては、それぞれの空間の印象を調査するために SD 法による実験を行う。そして、実験結果と作成したモデルの空間構造、画像における水面の状態との比較を行う。

(4)水位と構成要素に着目した印象評価実験

CG を用いて、水位を変化させた河川空間モデルと構成要素を変化させた河川空間モデルを作成し、沿川道路から流軸方向の画像を用いて被験者に対し実験を行う。この実験では、より現実に近い河川空間モデルを作成し、被験者の評価を調査している。実験に際しては、前の実験同様、それぞれの空間の印象を調査するために SD 法を用いた。また、同時に、水位変化において、被験者が好む順番を知るために一対比較法を用いた。そして、実験結果と作成したモデルの空間構造、画像における水面の状態との比較を行う。

(5)まとめ

水面の見え方と人々の印象の関係性をまとめる。

3.人の視野と視線の特性

視野とは、人間が対象を眺める場合の「見えている範囲」のことである。そして、視野 60° コーン説（頂角 60° の円錐を視野とする説）が人間の視覚体験に近いと、簡便な指標としてよく用いられる。また、視角は見かけの大きさを規定し、視角 60° は視野に対応し、視角 10~20° は景観の主対象となる。熟視角は対象をはっきり見ることができる視角のことであり、一般には視角 1~2° が用いられる。

また、ヘンリー・ドリフェスは、「立った姿勢の人間の視線は、一般に水平よりも 10° 下であり、座っている場合には 15° 下にある」としている。

4.沿川道路からの水の見え方

沿川道路から河川方向を見たときに、視線に対する鉛直視野内に水面が見えるための空間構成を把握するために、断面図と平面図を用いて考察する。

都市中小河川を沿川道路から対岸方向を向いたとき、斜め方向を向いたときの断面図を図 1 に示す。また、そのときの

平面図を図 2 に示す。そして、凡例を図 3 に示す。それぞれにおいて、視野に水面が入る視角を表 1 に示す。視点は高さ 1.60m とする。変化する要素は、河川幅、水面までの高さ、コンクリート地覆の高さ、視点と手前の護岸との距離、左右方向に動く視線の向きの 5 要素とする。

作成した河川空間モデルに対し、どのように水面が視野に入るかを把握し、心理実験による印象評価の結果と比較する一つの要素として、本章の考えを用いる。

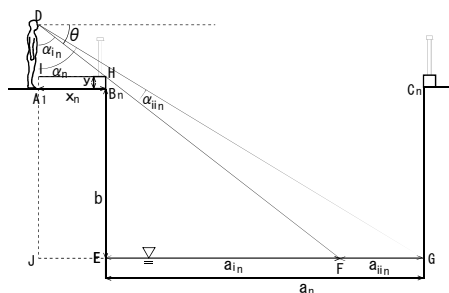


図 1：沿川道路からの見え（断面図）

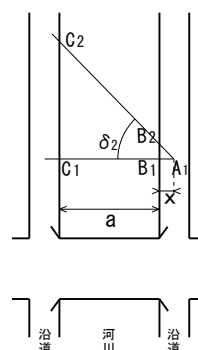


図 2：沿川道路からの見え（平面図）

凡例	
A:	視点位置
B:	視線と交わる手前の護岸部
C:	視線と交わる対岸部
D:	視点
E:	手前の護岸における水面の位置
F:	見える水面の限界点
G:	対岸における水面の位置
H:	コンクリート地覆と見える水面の限界点への視線の交点
I:	視点位置における地覆の高さの点
J:	直線 DA1 と直線 GE の交点
a:	河川の幅
a _i :	視点から見えない水面部
a _{ii} :	視点から見える水面部
b:	水面までの高さ
x:	視点と手前の護岸との距離
y:	コンクリート地覆の高さ
alpha:	水面の最奥部への視線と鉛直方向のなす角
alpha _i :	見える水面の限界点への視線と鉛直方向のなす角
alpha _{ii} :	水面が見える視角
delta:	対岸方向となす視線の角度
theta:	見える水面の限界点への視線と水平方向のなす角

図 3：凡例

表 1：水面を見るときの視角

	$\tan \alpha$
α_2	$\tan \alpha_2 = \frac{1}{\cos \delta_2} \frac{a+x}{1.60+b}$
α_{i2}	$\tan \alpha_{i2} = \frac{1}{\cos \delta_2} \frac{x}{1.60-y}$
α_{ii2}	$\tan \alpha_{ii2} = \frac{\cos \delta_2 \{(1.60-y)(a+x) - (1.60+b)x\}}{\cos^2 \delta_2 (1.60+b)(1.60-y) + (a+x)x}$

5.神田川の概要

神田川は、三鷹市の井の頭池に源を発し、東京の中心部に東に流れ、隅田川に注ぐ荒川水系の一級河川である。流域面積は約 105km²、河川延長は 24.6km である。

神田川を始めとする都内中小河川では、現在 50mm/h の降雨（3 年に 1 回発生する降雨）に対処できるよう整備を進めている。一方で、都内では 100mm/h（70 年に 1 回発生する降雨）を越える集中豪雨が近年多発し、都市型水害が頻発している。したがって、現在は 75mm/h（15 年に 1 回発生する降雨）に対処できるように整備することが適当とされている。

また、現地調査より、神田川上流部は沿川に住宅が並んでおり、定期的に沿川を活用する住民が多くいると考えられ、本研究において河川空間モデルの対象を上流部とする。

6. 視線の方向に着目した印象評価実験

本実験は河川を見る方向によって、どのように水面の見え方が変化する、人々の受ける印象にどのような違いがあるかを把握するために行う。

6-1. CG による河川空間モデルの作成

CG を用いて、護岸の天端から水面までの距離を操作した河川空間モデルを作成した。CG 作成の際は、e frontier 社が開発する 3DCG ソフトウェア「Shade8.5 professional」を使用した。CG 上の建物は、同社が製造している「Shade 実用 3D データ集 森シリーズ」の「街の森 1」を使用した。空間の要素の設定を表 2 に示し、作成したモデルを表 3 に示す。

表 2：空間モデルを作成する際の設定

要素	内容
空間構造	河道の幅 12m
	水面までの高さ 0.5m, 2.0m, 3.5m, 5.0m, 6.5m, 8.0m, 9.5m
	転落防止用柵 高さ 1.2m (コンクリート地覆: 0.3m) 柱: 50mm × 100mm 縦格子: 20mm × 40mm 間隔 100mm
	遊歩道の幅 約 4m
	建物 戸建住宅
視点と視線	視点場 橋上、遊歩道
	視線の向き 橋上: 流軸方向 遊歩道: 対岸方向 斜め方向 (対岸方向に対し 60° 下流方向)
	視点の位置 橋上: 橋の縁から 50cm 離れた場所 遊歩道: 護岸から 50cm 離れた場所
	視点の高さ 160cm
	視線の角度 俯角 10° の向き
	カメラ 35mm レンズ

6-2. 河川空間モデルの分析

1) 水面が見える視角

表 1 の式を基に、それぞれの水面が鉛直視野内に見える視角を求めるため、 b の値が変化したときの、 α と α_{ii} の角度を求める。また、顔を動かさずに、俯角 40° 内の視野に水面が映る視角を、対岸方向: ϕ_1 、斜め方向: ϕ_2 とする。

$$\phi = (\alpha + 40^\circ - 90^\circ) \div 2$$

以上から、 α 、 α_{ii} 、 b 、 ϕ の関係を表 4 にまとめる。

2) 開放感・圧迫感と水の見え方感

作成した河川空間の開放感・圧迫感をみるために、河川兩岸の建物間隔 D 、建物高 + 水面までの高さ H を用い、 D/H を

表 3：CG による河川空間モデル：i) 橋上から流軸方向 ii) 斜め方向 iii) 対岸方向

	b=0.5m	b=2.0m	b=3.5m	b=5.0m	b=6.5m	b=8.0m	b=9.5m
i							
ii							
iii							

求める (図 4)。 $D/H < 1.5$ では谷間のような印象を受ける空間であり、 $2.0 < D/H < 3.5$ では適度なバランスを持つ空間であり、 $4.0 < D/H$ では開放的な印象を受ける空間である。

建物の河川に面する側面の高さの平均値は、5.8m である。その点から、河川までの距離は、平均で 4.7m である。また、河道の幅を 12m としているため、以下の式が成り立つ。

$$D = 12 + 4.7 \times 2 = 21.4(m) \quad H = 5.8 + b$$

上記の式を基に水面までの高さ b を変化させ、 D/H の値を求め、空間のバランスを表 4 に示す。

次に、水の見え方感をみるために、水面までの高さに対する川幅 a/b を求め (図 4)、表 4 に示す。 a/b が 2 以上のとき、人々は水面の見える大きさが適度であるとされている。

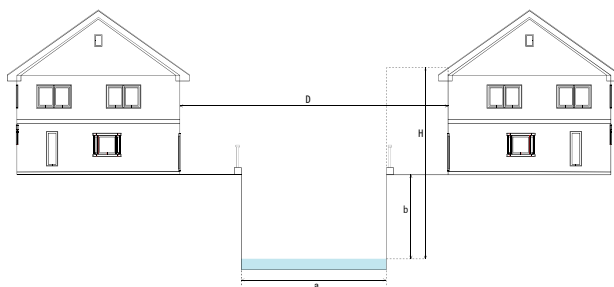


図 4：D/H と a/b

表 4：水面を見るときの視角と空間のバランスと水の見え方感

b(m)	$\alpha_1(^{\circ})$	$\alpha_{ii} (^{\circ})$	$\phi_1 (^{\circ})$	$\alpha_2 (^{\circ})$	$\alpha_{ii2} (^{\circ})$	$\phi_2 (^{\circ})$	H(m)	D/H	a/b
0.5	80.5	59.5	15.3	85.2	48.2	17.6	6.3	3.4	24
2	73.9	52.9	12	81.8	44.8	15.9	7.8	2.7	6
3.5	67.8	46.8	8.9	78.5	41.5	14.3	9.3	2.3	3.43
5	62.2	41.2	6.1	75.2	38.2	12.6	10.8	1.98	2.4
6.5	57.1	36.1	3.55	72	35	11	12.3	1.74	1.85
8	52.5	31.5	1.25	69	32	9.5	13.8	1.55	1.5
9.5	48.4	27.4	0	66.1	29.1	8.05	15.3	1.4	1.26

3) 画像における水面

画像全体に対する見かけの水面の割合を表 5 に示す。見かけの水面とは、見えている水面のうち、影がかかっている部分を除いた部分のことである。

表 5：画像における見かけの水面の割合

	0.5m	2.0m	3.5m	5.0m	6.5m	8.0m	9.5m
流軸方向	60.5%	50.6%	39.9%	30.2%	23.4%	18.9%	15.5%
斜め方向	34.3%	25.1%	16.2%	7.6%	1.9%	0.0%	0.0%
対岸方向	51.0%	33.5%	16.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

4) 水面に対する視角

重心を通る水面に対する視角を求める(図5)。求めた値を表6に示す。水面は見かけの水面とする。

表6: 重心を通る水面に対する視角

	流軸方向				斜め方向				対岸方向			
	a1	b1	a2	b2	a1	b1	a2	b2	a1	b1	a2	b2
b=0.5m	29.8	53.2	29.8	53.2	20.1	38.3	24.2	53.0	21.5	52.8	21.5	52.8
b=2.0m	29.8	51.8	29.8	52.9	16.0	34.3	24.2	52.8	14.1	52.3	14.1	52.3
b=3.5m	28.8	39.1	29.6	52.2	11.1	18.8	24.4	52.5	6.8	51.7	6.8	51.7
b=5.0m	27.4	29.2	29.1	43.7	5.8	8.7	24.1	43.1	0.0	0.0	0.0	0.0
b=6.5m	26.5	22.8	28.9	34.1	1.5	2.1	23.3	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0
b=8.0m	25.7	18.4	28.7	27.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
b=9.5m	25.0	15.1	28.4	22.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

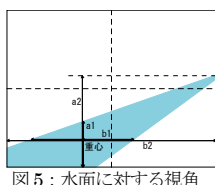


図5: 水面に対する視角

6-3. 印象評価実験の概要

6-1 で作成した CG 画像を用いて印象評価実験を行う。実験では、河道の幅を固定し、水面までの高さを徐々に変えた。その中で、一番良いと思う水面までの高さを被験者を選択してもらった。そして、選択したモデル、最高水位のモデル、最低水位のモデルの三つのモデルに対し、SD 法により印象評価をしてもらった。それを、流軸方向、斜め方向、対岸方向の3通りのパターンで行った。

水面までの距離を変化させたモデルは、表3を用いた。SD法の際に用いた形容詞対を図6に示す。

実験は2009年7月28日、30日に行った。被験者は9名で早稲田大学理工学部キャンパスに通う土木を専攻し、景観・デザイン研究室に所属する学生である。

心地よい	不快な
好き	嫌い
落ち着く	落ち着かない
親しみやすい	親しみにくい
美しい	醜い
雄大な	こぢんまりとした
開放的な	閉鎖的な
広い	狭い
がっしりした	崩れそうな
氾濫しそうでない	氾濫しそうな
安心	不安な
水量の多い	水量の少ない
みずみずしい	かわいた
親水性の高い	親水性の低い

図6: 心理実験における形容詞対

6-4. 前期実験の結果

印象評価の結果を表7、図7、8に示す。表7、図7は最も良いと思う水位のモデルの回答である。見る方向によって水面までの距離が異なるモデルを良いモデルとして選択していることがわかり、対岸方向を向くに従い、水面までの距離が短くなっていることがわかる。また、極端に水面までの距離が短いモデル、長いモデルは良いと思わないことがわかる。

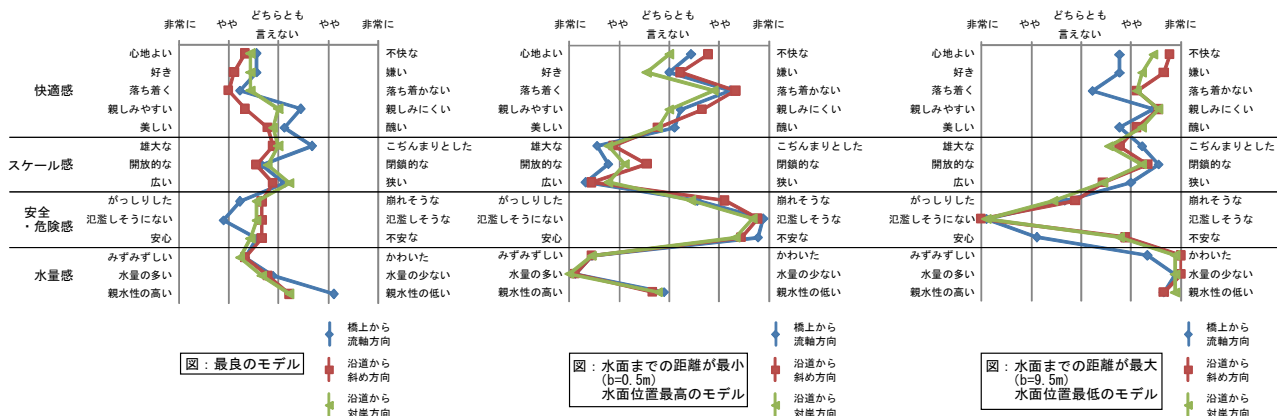


図8: 水位別の橋上から流軸方向、最高水位、最低水位のモデルに対する印象

表7: 良いと思う水位

	人数(人)		
	i	ii	iii
b=0.5m	0	0	0
b=2.0m	1	3	5
b=3.5m	0	4	4
b=5.0m	5	1	0
b=6.5m	2	1	0
b=8.0m	1	0	0
b=9.5m	0	0	0
b:平均	5.33m	3.50m	2.67m

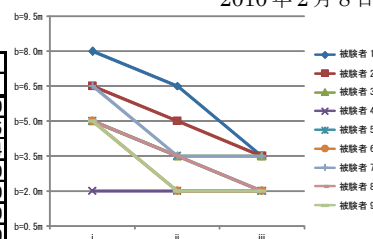


図7: 良いと思う水位

また、図8はプロフィール分析の結果であり、被験者が好む水位に対する印象、最高水位に対する印象、最低水位に対する印象が、河川を見る方向が異なっても同程度であり、被験者が好む水位が河川を見る方向によって異なるため、最高水位と最低水位以外の水位では、河川を見る方向によって、印象が異なることがわかる。

6-5. 空間、画像の分析と印象評価実験結果の比較

被験者が好ましいと感じるモデルにおいて、顔を動かさずに水面が見える視線に対する鉛直視角をみると、対岸方向では10.6°、斜め方向では14.3°である。

空間のバランスについてみると、流軸方向において被験者が好ましいと感じる b=5.3m では D/H=1.9、斜め方向の b=3.5m では D/H=2.3、対岸方向の b=2.7m では D/H=2.5、であることがわかる。

水の見え方感についてみると、流軸方向において被験者が好ましいと感じる b=5.3m では a/b=2.3、斜め方向においては b=3.5m では a/b=3.4、対岸方向においては b=2.7m では a/b=4.9、であることがわかる。

見かけの水面の割合についてみると、流軸方向において被験者が好ましいと感じる b=5.3m では水面の割合が28.7%、斜め方向の b=3.5m では水面の割合が16.2%、対岸方向の b=2.7m では水面の割合が25.8%、であることがわかる。

見かけの水面に対する視角についてみると、流軸方向において被験者が好ましいと感じる水面における視角は、a1=27.2°、b1=27.8°、a2=29.1°、b2=41.6°、斜め方向においては、a1=11.1°、b1=18.8°、a2=24.4°、b2=52.5°、対岸方向においては、a1=10.8°、b1=52.0°、a2=10.8°、b2=52.0°、であることがわかる。

7. 水位と構成要素に着目した印象評価実験

本実験は CG を用いて水位と構成要素を変化させた都市中小河川に対する人々の印象を把握するために行う。

7-1. CG の概要

本実験では、空間の要素の設定を表 8 のようにし、一回目の実験と同様に水位を変化させたモデル (表 9)、そして構成要素を変化させたモデル (表 10) を作成した。

本実験では、人が一番見るであろう風景を対象とし、その印象を把握するために行う。一回目の実験において、見る方向によって、水面の見え方と印象がことなることがわかったので、橋上から流軸方向を見た風景について言及されることが多いが、実際は人が一番見るであろう遊歩道から流軸方向の風景の中の水面の見え方とその印象について調査、分析を行う。また、水面が見えることの重要性和、人々にとってどの程度水面が見えることが良いのかを把握するために実験を行う。そして、本実験では、人が多く通ることが予想できる神田川上流部の空間を対象に空間モデルを作成している。

表 8 : 空間モデルを作成する際の設定

空間構造	河道の幅	7.5m
	水面までの高さ	0.5m, 2.0m, 3.5m, 5.0m, 6.5m, 8.0m
	転落防止用柵	高さ: 1.2m (コンクリート地覆: 0.0m) 柱: 直径 60mm 縦格子: 直径 20mm 間隔 100mm
	遊歩道の幅	約 4m
	建物	戸建住宅
	高架物	高架下空間の高さ: 5m
視点と視線	視点場	遊歩道
	視線の向き	流軸方向 斜め方向
	視点の位置	護岸から 100cm 離れた場所
	視点の高さ	160cm
	視線の角度	流軸方向: 水平 斜め方向: 俯角 10° の向き
	カメラ	35mm レンズ

7-2. 河川空間モデルの分析

1) 水面が見える視角

表 1 の式を基に、それぞれの水面が鉛直視野内に見える視角を求めるため、 b の値が変化したときの、 α と α_{ii} の角度を求める。また、顔を動かさずに、俯角 40° 内の視野に水面が

表 9 : CG による河川空間モデル : 水位変化

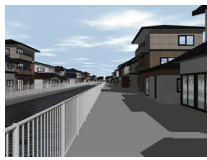
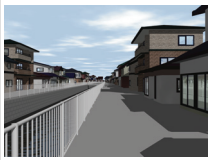
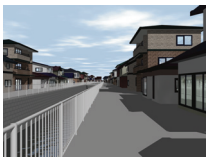
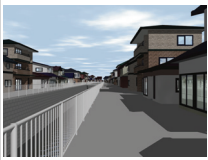
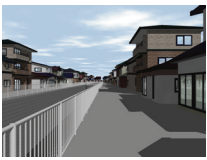
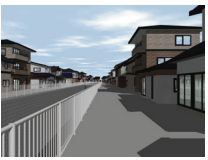
model1	model2	model3	model4	model5	model6
b=0.5m	b=2.0m	b=3.5m	b=5.0m	b=6.5m	b=8.0m
					

表 10 : CG による河川空間モデル : 構成要素変化

水が見えない	高架物がある	柵がない	暗渠 1	暗渠 2
				

映る視角を、斜め方向: ϕ_3 とし、 α 、 α_{ii} 、 b 、 ϕ の関係を表 11 にまとめる。

2) 開放感・圧迫感と水の見え方感

河川空間のバランスをみるために、一回目の実験と同様の計算を行い、 D/H と a/H を求め、表 11 に示す。

$$D = 7.5 + 4.7 \times 2 = 16.9(m) \quad H = 5.8 + b \quad a = 7.5(m)$$

表 11 : 水面を見るときの視角と空間のバランスと水の見え方感

b(m)	$\alpha_3(^{\circ})$	$\alpha_{ii3(^{\circ})}$	$\phi_3(^{\circ})$	H(m)	D/H	a/b
0.5	83	31.7	16.5	6.3	2.7	15
2	78	26.7	14	7.8	2.2	3.8
3.5	73.3	22	11.7	9.3	1.8	2.1
5	68.8	17.5	9.4	10.8	1.6	1.5
6.5	64.5	13.2	7.3	12.3	1.4	1.2
8	60.5	9.2	5.3	13.8	1.2	0.9

3) 画像における水面

水面の割合を表 12 に示す。また、柵の格子部分を含めた水面形の主な見え、見かけの水面と定義し、見かけの水面の画像全体に対する割合を求め、表に示す。

表 12 : 画像における水面の割合

	model1	model2	model3	model4	model5	model6
水面の割合	7.13%	4.26%	3.05%	1.87%	1.00%	0.49%
見かけの水面の割合	12.15%	9.28%	7.40%	4.82%	2.86%	1.61%

4) 水面に対する視角

重心を通る水面に対する視角を求め、表 13 に示す。水面は見かけの水面とする。

表 13 : 重心を通る水面に対する視角

	角度($^{\circ}$)			
	a1	b1	a2	b2
model1	15.4	18.2	18.5	24.2
model2	12.5	17.6	18.5	24.1
model3	10.0	15.0	14.6	18.0
model4	8.4	10.1	13.2	17.1
model5	7.3	6.6	11.8	12.4
model6	5.6	4.1	10.2	9.1

7-3. 印象評価実験の概要

7-1 で作成した CG 画像を用いて印象評価実験を行う。実験の内容を以下に記す。

実験 1. 水位を変化させたモデルを用いた実験

1-1. 一対比較法による実験

水位を変化させたモデル 6 つを 2 つずつ見せ、好ましいと感じるモデルを答えてもらう実験である。

1-2.SD 法による心理実験

水の見えないモデルと、実験 1-1 のモデルの中の 4 つ、

- ・水面位置が最も低い：model6
- ・model4
- ・水面位置が最も高い：model1
- ・被験者が最も好ましいと感じる水面位置

の計 5 つのモデルに対し印象を問う実験である。

実験 2.構成要素を変化させたモデルを用いた実験

SD 法による心理実験

下記の 4 種類のモデルに対する印象を問う実験である。

(天端から水面までの距離：5m：model4 の水位)

- ・高架物がある
- ・柵がない
- ・暗渠 1
- ・暗渠 2

実験に際しては、水面が近い＝危険度が高い、という水害を考慮してもらい、印象を答えてもらった。また、SD 法による実験の際の形容詞対は、一回目の実験の 14 対に「自然的な—人工的な」、「明るい—暗い」、「連続性のある—連続性のない」の 3 つの形容詞対を加えて実験を行った。

実験実施日は、2009 年 12 月 1～5 日の 5 日間において、各日 1 回行った。被験者 33 名は、早稲田大学理工学部社会環境工学科、早稲田大学大学院創造理工学研究科建設工学専攻の学生である。

7-4.心理実験の結果

1)実験 1-1

実験 1-1 はどちらのモデルの方が良いかを単純に問いた実験であり、この場合サーストンの比較判断の法則⁽¹⁾が利用されることが多い。しかし、model4 と model6 の比較の際、33 人のすべての被験者が model4 の方を選択しているため、Microsoft Excel の関数「NORMSINV⁽²⁾」を用いた計算をすることができない。すなわち、サーストンの比較判断の法則を利用することができない。そこで、本研究では、上田¹³⁾が記している回帰分析を用いた計算方法⁽³⁾により 6 種類のモデルの関係を導き出し、図 9 に示す。

結果、model3,model4,model2,model5,model1,model6 の順に評価が高いことが分かる。また、最も好まれる model3

を基準として、同じだけ水位が変化する時、水位が上がることで、水位が下がることの方が、人に良いと思われる可能性が高いことがわかる。

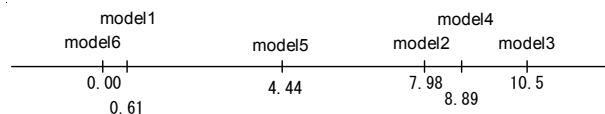


図 9：空間モデルの好ましい度合

2)実験 1-2

実験 1-1 において、6 種類のモデルを一对比較したとき、どの水位のモデルに対し、どれくらいの人数が最も好ましいと感じたかを表 14 に示す。

被験者が最も好ましいと感じた水位を表から平均値で求めると、3.4m であった。また、一对比較法の結果とは違い、model3 の次に好まれたモデルは model4 ではなく model2 であることがわかる。

表 14：被験者が最も良いと思うモデル

	model1	model2	model3	model4	model5	model6
人数	1	10	14	7	1	0

次に、実験 1-2 の SD 法による心理実験で得られた印象評価のプロフィール分析を図 10、11 に示す。

水量を変化させた実験のプロフィール分析をみると、水が見えないモデルと水が少しだけ見えるモデルを比較すると、快適感にほとんど差がないことがわかる。また、水が見えないモデルの方が広く、開放的に感じる事がわかる。他には、水が近いと自然的に感じる事がわかる。

構成要素を変化させた実験のプロフィール分析をみると、快適感が高い順は、model4、柵なし、暗渠 2、暗渠 1、水が見えない、高架物がある、という順番であることがわかる。掘込がない「暗渠 1」のモデルの方が、実際にはオープンな空間が多い「水が見えない」モデルよりも広く、開放的に感じていることがわかる。掘り込みがあるのに水が見えないことは、人を不安にさせることがわかる。水量感についてみると、実際は同じ水位であるはずなのに、構成要素が変化していることによって、大きく印象が異なっていることがわかる。柵や高架物が見えているよりも、水が見えている方が連続性を感じる事がわかる。

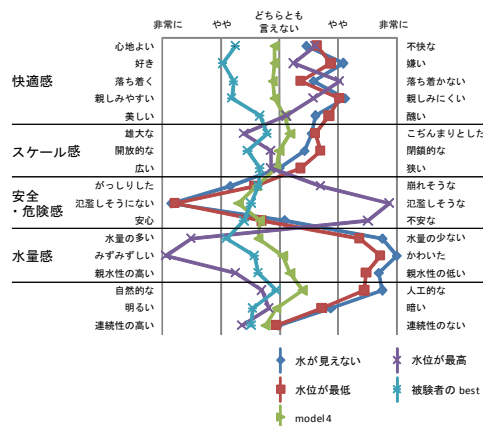


図 10：水位変化のモデルに対する印象

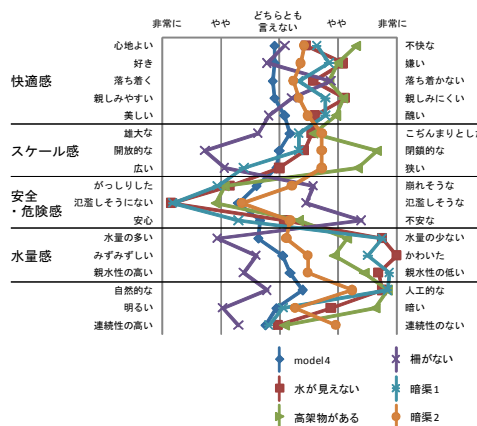


図 11：構成要素変化のモデルに対する印象

7-5. 因子分析

実験で得られたデータを基に因子分析を行った。因子軸の回転法はバリマックス法を用いる。因子負荷量を表 15 に示す。抽出した因子数は累積寄与率が 60%を超えた第三因子までとした。また、各因子軸はそれぞれの因子負荷量から、第一因子が「水量感・危険感」、第二因子が「快適感」、第三因子が「スケール感」を表すものと解釈した。

ここで、「水量感・危険感」と「快適感」の因子得点の布置図、「快適感」と「スケール感」の因子得点の布置図、「スケール感」と「水量感・危険感」の因子得点の布置図を図 12 に示す。

図 12 より、「水量感・危険感」は、最高水位、柵なし、best、暗渠 2、model4、高架物あり、最低水位、水が見えない、暗渠 1、の順番である。暗渠 2 と model4 が近い値である。そして、「水量感・危険感」が高架物があることによって下がり、柵がないことによって上がることをわかる。

「快適感」は、best、model4、暗渠 2、柵なし、最低水位、最高水位、高架物あり、暗渠 1、水が見えない、の順である。最高水位のモデルと高架物があるモデルと完全暗渠のモデルが近い値である。そして、水が見えないモデルよりも少しでも水が見えるモデルの方が「快適感」が高いことがわかる。単純に水が見えないモデルより、暗渠で水が見えないモデルの方が「快適感」が高いことがわかる。最高水位のモデルより、最低水位のモデルの方が「快適感」が高いことがわかる。

「スケール感」は、柵なし、暗渠 1、best、最高水位、水が見えない、model4、最低水位、暗渠 2、高架物あり、の順

表 15：因子負荷量表

		第1因子	第2因子	第3因子	
10	氾濫しそうにない	-0.858	0.008	-0.147	水量感・危険感
2	みずみずしい	0.830	-0.338	0.200	
7	水量の多い	0.827	-0.190	0.210	
13	親水性の高い	0.669	-0.444	0.225	
14	安心	-0.594	-0.340	0.037	
4	がっしりした	-0.576	-0.138	-0.119	快適感
15	自然的な	0.576	-0.448	0.384	
9	親しみやすい	0.120	-0.802	0.316	
3	好き	0.226	-0.782	0.349	
1	心地よい	0.004	-0.747	0.346	
5	落ち着く	-0.241	-0.736	0.126	スケール感
12	美しい	0.227	-0.616	0.423	
11	広い	-0.030	-0.172	0.807	
8	開放的な	0.198	-0.267	0.805	
16	明るい	0.268	-0.351	0.649	
6	雄大な	-0.201	-0.207	0.527	
17	連続性のある	0.121	-0.196	0.331	
	因子負荷量の二乗和	3.970	3.724	2.964	
	寄与率 (%)	23.4	21.9	17.4	
	累積寄与率 (%)	23.4	45.3	62.7	

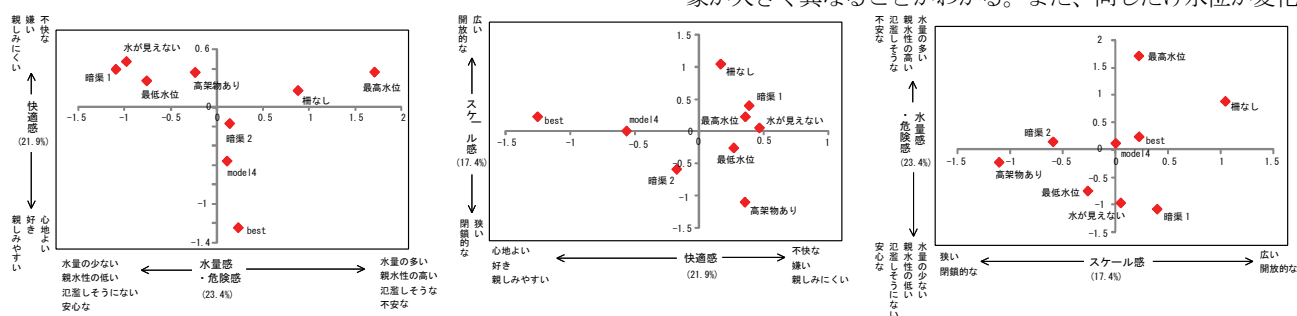


図 12：因子得点布置図

である。被験者が好むモデルと最高水位のモデルの「スケール感」が同程度であることがわかり、model4 と水が見えないモデルの「スケール感」が同程度である。

7-6. 空間、画像の分析と印象評価実験結果の比較

被験者の多くが最も好ましいと感じる $b=3.5m$ のモデルでは顔を動かさずに水面が見える視線に対する鉛直視角が 11.7° である。

被験者の多くが最も好ましいと感じる $b=3.5m$ のモデルでは $D/H=1.8$ であり、適度なバランスの空間がもつ値に近い値である。

被験者の多くが最も好ましいと感じる $b=3.5m$ のモデルでは $a/b=2.1$ であり、水面の見え方感が適度な空間であることがわかる。

被験者の多くが最も好ましいと感じる $b=3.5m$ のモデルでは水面の割合が 3.05% である。また、見かけの水面割合についてみると、被験者の多くが最も好ましいと感じる $b=3.5m$ のモデルでは見かけの水面の割合が 7.40% である。

水面に対する視角についてみると、被験者の多くが最も好ましいと感じる $b=3.5m$ のモデルにおける水面に対する視角は、 $a1=10.0^\circ, b1=15.0^\circ, a2=14.6^\circ, b2=18.0^\circ$ である。

8. モデルの分析と心理実験から得られた知見

8-1. 二つの実験からわかること

二回目の実験において、見えている水面の割合が 3.05%、見かけの水面の割合が 7.40% であるため、一回目の実験と比較して見える割合が非常に小さいことから、見えている水面面積で印象を捉えているのではなく、見た画像から空間を想像して印象を答えていると考えられる。

水位の変化を見ると、水位が高くなっていく方が、評価の下がり具合が大きいことがわかる。

都市中小河川において、適度なバランスと感じる空間と、人が好ましいと感じる空間では D/H の値が一致しないことが考えられる。

8-2. まとめ

1) 視点場と視線方向の変化

見る方向によって、同じ水位のまったく同じ空間でも、印象が大きく異なることがわかる。また、同じだけ水位が変化

しても、見る方向によって、印象の変化の仕方に違いがあることがわかる。

2) 水位の変化

「快適感」についてみると、水が見える空間と水が見えない空間では水が見える空間の方が多少評価が高い。また、ある水位での快適感は、被験者が好む水位と最低水位または最高水位までの水位の比によっておおよそわかる。

「スケール感」についてみると、水位が高いほどスケール感が大きく感じることがわかる。しかし、水が少し見えるよりも、まったく見えないものの方がスケール感が大きく感じることがわかる。

「安全・危険感」についてみると、水位が高いほど危険に感じていることがわかるが、水が見えないと不安に感じることがわかる。

3) 水が見えることの影響度

高架物があるモデル、柵がないモデル、完全に暗渠のモデル（上部空間何ものなし）、途中から暗渠のモデル（上部空間に住宅あり）、水が見えないモデルと、model4 との比較から、水が見えないことは、人の印象を大きく変える影響を持っていることがわかる。しかし、最低水位と水が見えない空間の比較では、他の影響度と比べて非常に小さいことがわかる。

4) 水面に対する視角

沿道から河川を見るときに、柵を考慮せずに視線の鉛直視角内に水面が視角 10° 未満のもの、水面に対する重心を通る垂直・水平視角が 10° 未満のものは、最も良い空間とみなされることがない可能性が高いことがわかる。

5) 空間のバランス

住宅に囲まれた河道の幅 7.5m の都市中小河川では、水位 3.5m 程度が好まれ、そのときの D/H は 1.8 である。また、住宅に囲まれた河道の幅 12m の都市中小河川において被験者が好む空間のバランスをみると、流軸方向 $b=5.3m$ では $D/H=1.9$ 、斜め方向 $b=3.5m$ では $D/H=2.3$ 、対岸方向 $b=2.7m$ では $D/H=2.5$ である。つまり、都市中小河川においては、適度な空間である $D/H=2.0\sim 3.5$ という値を用いて河川を改修しても、人が良いと感じる水位よりも、水位が高くなってしまふことが考えられる。

6) 河川空間の印象

河川空間の印象は、「快適感」、「水量感・危険感」、「スケール感」の三つの軸で捉えられる。

9. 今後の課題

CG において、住宅をそのまま固定し、河道の幅、視点の位置、視線の方向、柵の種類等を変えて、さらなる心理実験を行うことで、都市中小河川においてどのような空間が好まれるかを把握することができると考える。しかし、CG を見たときと、実際の空間を見たときの印象の差はやはりあると思うので、その乖離を考慮する必要はあると考える。

補注

(1) サーストンの比較判断の法則¹⁴⁾

2 つの刺激が存在し、各々の刺激に対する反応が正規分布するとき、差の判断（大小の比較判断）もまた正規分布するということである。

(2) NORMSINV

Microsoft Excel の機能で、標準正規分布の累積分布関数の逆関数の値を返す機能である。

(3) 上田が記している回帰分析を用いた計算方法

本実験を例に説明をすると、model1～model6 の中で model1 と model2 の比較のときは、行列の行に (1, -1, 0, 0, 0, 0) と配置する。そして、被験者が model1 を選択したとき +10、model2 を選択したとき -10 の得点をつけ、被験者の人数分得点を加算・減算し合計得点を出す。本実験では、model1 を選択した人が 1 人、model2 を選択した人が 32 人であり、 $(1 \times 10 - 32 \times 10)$ が合計得点になる。各々のモデルの比較を行い合計得点を出し、それぞれを被験者の人数で割る。そのようにして出てきた数字群を y とし、 $(1, 0, -1)$ で表わされた行列を X とおき、 $X \cdot a = y + e$ という式を解いて実力係数 a を出すという方法である。 a は $e^T e$ を最小になるようにして、つまり最小二乗法を用いて求める方法である。

参考文献

1. 三宅祐司：神田川沿川の特性と人々の意識に関する調査研究, 早稲田大学大学院修士論文, 2006
2. 豊田真彦：神田川沿いにおける人の行動実態と場所との関連性に関する研究, 早稲田大学卒業論文, 2006
3. 小川信子, 藤堂佳絵：神田川流域における都市河川の機能と役割, 都市公園, No.135, pp76～83
4. 飯尾昭彦, 濱中香也子, 北村麻子：神田川周辺居住者の意識構造に関する研究 その 1. 河川空間利用状況と水環境評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D 環境工学, pp1225～1226, 1991
5. 飯尾昭彦, 濱中香也子, 森山玲子：神田川周辺居住者の意識構造に関する研究 その 2. 居住者の水環境要求意識, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D 環境工学, pp1227～1228, 1991
6. 飯尾昭彦, 濱中香也子：神田川周辺居住者の意識構造に関する研究 その 3. 居住者意識の要因分析, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D 環境工学, pp1229～1230, 1991
7. 安部大就, 増田昇, 下村泰彦, 山本聡, 加我宏之：CG 画像評価による都市河川空間整備モデルに関する研究, ランドスケープ研究, No58, pp185～188, 1995
8. 島谷幸宏, 千田庸哉：河川環境講座（その 3）—水の見え方—, 土木技術資料 32-5, pp73～77, 1990
9. 逢澤正行, 篠原修：水利学的知見に基づく落水表情と流水表情の予測手法, 土木学会論文集, No590, pp51～62, 1998
10. 景観デザイン研究会, 篠原修編者：景観用語事典, 彰国社, 1998.11
11. 島谷幸宏：河川風景デザイン, 山海堂, 1994.9
12. 東京都建設局, 河川, 神田川再生構想検討会報告会, (参考資料) 現状と課題, 2004.12
13. 上田太郎：Excel でできるデータマイニング入門, 同友館, 2001.9
14. 白石照美, 深木義之, 吉田登美男, 伊藤明：ミューラー・リヤー錯視図形の視空間伝達特性モデル F(1) による解析, デザイン学研究, Vol47, No.1, 2000, pp35～42