

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	水景施設における人の行動と周辺環境の解析および設計手法の開発に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	小瀬博之
Author(English)	
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第3814号, 授与年月日:1998年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第3814号, Conferred date:1998/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:
学位種別(和文)	博士論文
Type(English)	Doctoral Thesis

平成9年度学位論文

水景施設における人の行動と周辺環境の解析および
設計手法の開発に関する研究

*Analysis of Human Behavior and Environment in Amenity Water Facilities,
and Development of Planning and Design Tools*

指導教官 紀谷 文樹 教授

東京工業大学大学院 総合理工学研究科
人間環境システム専攻
小瀬 博之

目次

第1章	緒論	4
1.1	研究の背景と目的	5
1.2	本論文の位置づけ	7
1.2.1	水景施設の研究分野	7
1.2.2	水景施設に関する既往の研究	14
1.2.3	本研究の方向性と意義	26
1.3	論文の構成	28
第2章	水景施設の現状と問題点	30
2.1	目的と概要	31
2.2	水景施設の計画・設計・管理	32
2.2.1	水景施設の計画・設計・管理に関わる項目	32
2.2.2	計画者、設計者、管理者へのヒアリング	42
2.3	水景施設の利用	50
2.3.1	水景施設の形態と利用形態	50
2.3.2	現地調査による問題点の把握	53
2.4	まとめ	57
第3章	水景施設における滞留行動の解析	59
3.1	目的と概要	60
3.2	水景施設における人の行動と各要素の測定	61
3.2.1	対象となる水景施設の概要	61
3.2.2	測定の概要	67
3.3	滞留行動データの取得	73
3.3.1	滞留行動の定義	73
3.3.2	滞留行動の抽出	75
3.3.3	滞留行動の分類	78
3.4	記録項目から見た滞留行動の特性	84
3.4.1	解析領域の抽出	84
3.4.2	水との接触の有無による行動の特性	86
3.4.3	頻出行動の細分類	88
3.4.4	利用者の属性から見た滞留行動の特徴	90
3.4.5	滞留時間からみた滞留行動の特徴	92
3.5	場所の形態による滞留行動の特性	96
3.5.1	分割した画像の平面への置換	96
3.5.2	場所による滞留密度の傾向	98
3.5.3	場所による平均滞留時間の傾向	101
3.6	まとめ	104

第4章	画像処理による人の行動の抽出	105
4.1	目的と概要	106
4.2	画像処理の導入と方法	107
4.2.1	画像処理導入の利点と問題点	107
4.2.2	画像処理の理論	109
4.2.3	収録画像の特性	112
4.3	行動抽出アルゴリズムの構築	118
4.3.1	行動抽出アルゴリズムの構成	118
4.3.2	セル抽出の設定	121
4.3.3	人の抽出の設定	126
4.3.4	連続する人の行動の抽出	129
4.4	行動抽出アルゴリズムの評価	133
4.5	まとめ	137
第5章	画像処理を用いた人の行動の解析	138
5.1	目的と概要	139
5.2	抽出した行動データの解析	140
5.2.1	解析データの取得方法	140
5.2.2	行動データの基礎的解析	142
5.3	行動密度分布と周辺環境要素との関係	148
5.3.1	行動密度分布の取得と傾向	148
5.3.2	周辺環境要素の検討	152
5.3.3	行動密度分布と各周辺環境要素との関係	157
5.3.4	各周辺環境要素の影響範囲の把握	167
5.3.5	構造方程式によるモデルの評価	182
5.4	周辺環境要素による行動密度分布の影響と予測	187
5.4.1	周辺環境要素の影響と評価	187
5.4.2	行動密度分布の予測と評価	190
5.5	まとめ	198
第6章	結論	199
6.1	本論文のまとめ	200
6.2	今後の展望と課題	202
	謝辞	213
	開発環境	214
	発表論文	216
	参考・引用文献	217

第1章 緒論

1.1 研究の背景と目的

1.2 本論文の位置づけ

1.2.1 水景施設の研究分野

1.2.2 水景施設に関する既往の研究

1.2.3 本研究の方向性と意義

1.3 論文の構成

1.1 研究の背景と目的

水環境計画の構成要素のひとつとして、人工の水環境施設である水景施設を取り入れる例が、近年ますます増加してきている。住宅団地などの中心地区や公園における水景施設は、近隣住民の憩いの場、または水遊びの場として活用されている。また、生態系の形成や保存の機能を持つ水景施設も増加してきており、ますますその存在の重要性を増してきている。

水景施設は本来、人が水際で遊んだり水を見て休息したりしながら、水のさまざまな存在形態の価値を認識し、憩いの場として機能する施設であるが、利用者の要求、またそれを維持管理する人々の要求を満たす施設計画や設計が不十分なままに実施されてきているものが多く見られる。この問題は、設計基準が、利用者や管理者などの利用、または評価に対して定量的な視点を欠くものであることや、明確な指針がないために、実際の設計に両者の要望が盛り込まれないことによるものと、たとえ上記の事項を計画段階で考慮に入れたとしても、実際の施設設計に有効に盛り込まれていないことに起因するものと考えられる。

筆者らがおこなっている一連の研究は、そのような水景施設に見られる計画や設計の問題を解決する手段のひとつとして、水景施設における人の心理的特性と物理的特性の把握をおこない、その知見を活かした計画、設計の指針を示し、さらに具体的な設計手法を提案しようとするものである。

既往の研究においては、上記の目的のもとに、住宅団地の水景施設について、現場観察および計画・設計・管理者へのヒアリングと、団地の住民に対するアンケート調査をおこない、住民の回答からさまざまな形態の水景施設の評価を検討したもの^{1.1)}、また対象施設を拡大して、形態別の利用者の印象評価を分析した^{1.2)}ものがある。その他にも、水質^{1.3)}・水音^{1.4)}・水量^{1.5)}による水景施設の評価の相違を被験者の印象評価実験により考察し、心理的特性を把握したものがある。

このように水景施設における利用者の行動や評価などの特性を考察する研究は、他にも多く見られるが、これらの知見を具体的に水景施設の計画・設計に活用しようとする試みは見られない。これは、物理的な特性と比較すると、人の行動や心理的な特性が量的に把握しにくく、また一定の値を示さないことによるものと考えられる。一方、水景施設は比較的自由的なデザイン重視のコンセプトにより計画されることが多いが、このような施設が不具合により稼働停止に至ることも多いことから考えると、利用者の特性や評価、周辺環境要素の特性などを定量的に把握し、これを計画、設計時にデータとして盛り込むことは必要なことであると考えられる。

本研究では、筆者らの一連の研究の成果をふまえた上で、水景施設内における人の

行動の定量的な把握と、その要因の解析、またその要因による人の行動の予測をおこなう一連のプロセスの開発をおこなうことで、水景施設の設計手法開発のための基礎的システムを構築しようとするものである。

1.2 本論文の位置づけ

1.2.1 水景施設の研究分野

水景施設は、基本的には図 - 1.1のように4つの形態が存在し、人間が水を眺めたり、水音を聴いたり、水に触れたりすることによって、さまざまな心理的作用を与える人工的につくられた水関連施設と定義されている^{1.1)}。加えて、水景施設に求められる機能は多様になってきており、水・空気・熱・音・光の5つの基本的な環境要素をすべてに考慮に入れながら、生態系全体に関わる作用が論じられている。ここでは、水景施設の研究分野を概観しながら、いくつかの既往の研究を参照することで、後の項で扱う本論文の位置づけの基礎資料とする。

水関連施設に関する研究が行われている分野は、大きく「建築」「土木」「造園」「心理」に分類されるが、ここでは水景施設に関する研究が数多くおこなわれている日本建築学会の「日本建築学会計画系論文集」「日本建築学会大会学術講演梗概集」から、水景施設の研究分野で掲載された1980年以降の論文題目を表 - 1.1に示す。この論文題目から論文内容を解釈して、キーワードを作成して分類をおこない、関連する言葉同士を直線で結び、分野を概観できるようにしたものが図 - 1.2である。

この図では、中心に水景施設の呼称を分類している。それらは大きく、すべての水景施設に関わる設備を人工的に作る「施設」と、水源について現状の河川を用いる、または河川を再生したものなどの「河川」の2つに分類することができる。また、その存在位置が影響を及ぼす領域を示す「場所」が領域を限定する意味で題目に表れている。現在までの水景施設に関する研究は、人の利用・行動・評価に関するものが多いが、これらを示すキーワードとして「対象者」「利用・行動」「評価」に分類して表した。上の方には、水景施設の計画・設計に関わるキーワードで、大きく「環境デザイン」「環境設備」に分類した。

近年の傾向を見ると、「施設」に比較して「河川」を扱う論文が多いこと、「場所」としては、地域や街並みといった広域の領域を扱う論文が増加していること、「対象者」としては、住民が常に多いものの、生態系を扱う論文が現れていること、「環境デザイン」と比較すると「環境設備」に関わる、また中間領域と考えられる論文が増加し、雨水利用に関わる施設、音環境を扱う研究が現れている。

総じて、造形や演出、稼働や管理、水質といった技術的な面と比較して、対象者と水景施設との関わりに重点を置き、この「利用」「行動」「評価」を通して水景施設のあり方を論じるという方法をとるものが多いことがこの研究分野の特徴といえる。



噴水 (Fountain)



滝 (Waterfall)



流れ (Stream)



池 (Pond)

図 - 1.1 水景施設の4つの基本形態

表 - 1.1 水景施設関連の論文題目リスト (1/4)

著者名	表題	論文種類	No.	p.	年度
村川三郎・飯尾昭彦・西田勝・日野利夫	長良川・筑後川・四万十川流域の特性と居住環境評価の分析 住民意識に基づく水環境評価に関する研究 その1	建築論報	355	20	1985/9
村川三郎・飯尾昭彦・西田勝・西名大作	長良川・筑後川・四万十川流域の特性と居住環境評価の分析 住民意識に基づく水環境評価に関する研究 その2	建築論報	363	9	1986/5
村川三郎・西名大作	住民意識による都市内河川環境評価の分析 河川環境評価手法に関する研究 その1	建築論報	366	42	1986/8
村川三郎・西名大作・飯尾昭彦	都市内親水施設を対象とした距離圏域による住民の利用・評価の分析	建築論報			1988
石川順子・大崎裕史・宮崎俊哉・紀谷文樹	各種水景施設の住民による利用傾向および評価 住宅団地における水景施設に関する研究 その1	建築論報	437	19	1992/7
大崎裕史・長谷川巖・紀谷文樹	住宅団地における水景施設の形態別利用状況に基づく印象評価実験とその解析	建築論報	457	65	1994/3
渡辺秀俊・畔柳昭雄・近藤健雄	都市化に伴う住民の意識・行動変化から見た親水行動特性に関する研究, 都市住民の親水行動特性に関する研究 その1	建築論報	449	151	1993/7
畔柳昭雄・渡辺秀俊・長久保貴志	都市臨海部の水辺空間における利用者の水辺環境評価に関する研究, 都市住民の親水行動特性に関する研究 その2	建築論報	454	197	1993/12
畔柳昭雄・渡辺秀俊	都市臨海部の水辺空間における利用者の親水活動特性に関する研究, 都市住民の親水行動特性に関する研究 その3	建築論報	459	195	1994/5
上山肇・若山治憲・北原理雄	親水公園の利用実態と評価に関する研究 - 東京都23区における親水公園の現況と利用状況 -	建築論報	462	127	1994/8
長久保貴志・渡辺秀俊・畔柳昭雄・近藤健雄	都市住民の意識からとらえた水辺空間の持つオープンスペース効果に関する研究, 居住環境における水辺空間価値に関する研究 その1	建築論報	464	215	1994/10
上山肇・若山治憲・北原理雄	親水公園の周辺環境に関する研究 - 親水公園が周辺住民のコミュニティに与える影響 -	建築論報	465	95	1994/11
渡辺秀俊・畔柳昭雄・長久保貴志	都市内の水辺空間と居住環境評価の関連性に関する研究, 居住環境における水辺空間価値に関する研究 その2	建築論報	468	199	1995/2
小瀬博之・紀谷文樹	水景施設における人の行動の解析に対する画像処理の適用 水景施設における人の行動と周辺環境の解析に関する研究 その1	建築論報	481	75	1996/3
村川三郎・西名大作・横田幹朗	被験者実験による水際建築物からの眺望景観に対する選好特性	建築論報	481	103	1996/3
八十川淳・尾島俊雄	住宅地開発における水路型雨水調整施設導入の可能性に関する研究	建築論報	481	113	1996/3
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	建築論報	485	61	1996/7
西名大作・村川三郎	国内外河川景観の評価特性の比較分析	建築論報	491	57	1997/1
西名大作・村川三郎	河川景観評価予測モデルの作成と適用性の検討 コンピュータ画像処理による河川環境評価に関する研究 その2	建築論報	494	61	1997/4
田島佳征・渡辺秀俊・畔柳昭雄	高密度住空間における水辺空間の効果に関する研究 居住者の生活習慣より見た水辺空間の効果	建築論報	494	277	1997/4
山田穰・菅芳生・斉藤百樹・永井広之・岩下誠一	熊本都市圏, 河川, 水路の研究 (市街化区域における水路と空間の考察 - 1・景観)	建築大会	7046	1501	1980
別当公一・菅芳生・山田穰・斉藤百樹・福島啓仁	熊本都市圏, 河川, 水路の研究 (市街化区域における水路と空間の考察 - 1・水質)	建築大会	7047	1503	1980
菅芳生・山田穰・斉藤百樹	熊本都市圏, 河川, 水路の研究 (市街化区域における水路と空間の考察 - 1・排水)	建築大会	7048	1505	1980
水野弘之・河合靖	団地における親水空間に関する計画的な研究	建築大会	5111	1083	1982
八木澄夫	緑と水のもたらす視覚心理的效果の基礎的考察	建築大会	4196	391	1984
西名大作・村川三郎・飯尾昭彦	河川環境の視覚・心理的評価実験(4) 地域の水環境計画に関する基礎的研究・その27	建築大会	4197	393	1984
村川三郎・飯尾昭彦・渡辺裕之・西名大作	都市部の親水公園と利用者の行動・評価について(地域の水環境計画に関する基礎的研究・その27)	建築大会	4267	533	1984
中山徹・堀江悟郎	子供のための水あそび空間と事故防止対策のあり方に関する研究 都市の自然的な空間に関する研究(2)	建築大会	7103	2085	1984
渡部一二・森下清子・松本直司・岩下肇・渡辺義則	都市域内を流れる「水路空間」の利用形態の研究 その1・研究の概要と方法	建築大会	7104	2087	1984
森下清子・渡部一二・松本直司・岩下肇・渡辺義則	都市域内を流れる「水路空間」の利用形態の研究 その2・アンケート調査による水路利用とその管理状況	建築大会	7105	2089	1984
渡辺義則・渡部一二・森下清子・松本直司・岩下肇	都市域内を流れる「水路空間」の利用形態の研究 その3・アンケート調査による水路利用形態と対象都市との関連性	建築大会	7106	2091	1984
鈴木信宏・中澤王久東・横村宜江・高橋江理子	水に関する意識調査にみる水の人間に対する心理効果 - 地域的・建築的特性を考慮した水利用環境に関する研究	建築大会	4207	413	1985
水沼均・鈴木信宏・中澤王久東	水の心理効果にたいする住民評価とその要因となる特徴	建築大会	4208	415	1985
村川三郎・飯尾昭彦・渡辺浩之・西名大作	親水空間周辺の居住環境評価について - 都市内人工的親水空間に対する居住者意識構造に関する研究(その1)	建築大会	4209	417	1985

次ページへつづく

表 - 1.1 水景施設関連の論文題目リスト (2/4)

著者名	表題	論文種類	No.	p.	年度
飯尾昭彦・村川三郎・渡辺浩之・西名大作	人工的親水空間評価について - 都市内人工的親水空間に対する居住者意識構造に関する研究 (その2)	建築大会	4210	419	1985
大塚栄之・飯尾昭彦・村川三郎・渡辺浩之・西名大作	親水施設設置の問題点および管理のあり方について - 都市内人工的親水空間に対する居住者意識構造に関する研究 (その3)	建築大会	4211	421	1985
西名大作・村川三郎	居住性からみた都市内河川環境評価に関する研究 (その3) 評価と物理的・社会性指標との関連	建築大会	4212	423	1985
後藤むつみ・鈴木信宏ほか	東京港水辺のアメニティーをもたらず場、施設及び行為の種類と変遷	建築大会			1988
田中周一・鈴木信宏	水景施設稼働状況に関する調査	建築大会	4229	457	1986
赤司浩一郎・村川三郎・西名大作	子どもの遊び場としての河川空間の利用に関する研究 (その2) 瀬野川の環境特性と小学生の利用状況	建築大会	4230	459	1986
近藤剛啓・鈴木信宏・津島暁生	水に対する意識とその水環境についての調査研究 (その1) アメリカ西海岸と日本	建築大会	4231	461	1986
近藤剛啓・鈴木信宏・津島暁生	水に対する意識とその水環境についての調査研究 (その2) シアトルのユニオン湖	建築大会	4232	463	1986
村川三郎・西名大作	住民意識と現地・スライド実験による河川環境評価の比較分析 (第1報)	建築大会	4233	465	1986
西名大作・村川三郎	住民意識と現地・スライド実験による河川環境評価の比較分析 (第2報)	建築大会	4234	467	1986
赤司浩一郎・関根毅・村川三郎・西名大作	子どもの遊び場としての河川空間の利用に関する研究 その4.小学生の生活行動と河川利用について	建築大会	4486	971	1987
武田述生・村川三郎・西名大作	都市内河川における住民のレクリエーション利用行動の分析	建築大会	4487	973	1987
西名大作・村川三郎・関根毅	河川環境の視覚・心理的評価に関する実験的研究 (その3) 一対比較法による評価と心理的指標との関連	建築大会	4488	975	1987
村田浩之・村川三郎・西名大作	コンピュータ画像処理による河川景観評価に関する実験的研究 (その2) 河川環境構成要素と評価との関連	建築大会	4489	977	1987
笹島秀之・船越徹・積田洋	街路空間の研究 (その21) 親水空間における空間意識の分析 (心理量分析)	建築大会	5409	817	1987
船越徹・笹島秀之・積田洋	街路空間の研究 (その22) 親水空間における意識の型の分析 (意識型分析)	建築大会	5410	819	1987
村川三郎・西名大作・村田浩之	コンピュータ画像処理による河川景観評価に関する実験的研究 その4 景観画像の提示方法の検討2	建築大会	4527	1053	1988
村田浩之・関根毅・村川三郎・西名大作	コンピュータ画像処理による河川景観評価に関する実験的研究 その5 河川規模と評価との関連1	建築大会	4528	1055	1988
西名大作・村川三郎・村田浩之	コンピュータ画像処理による河川景観評価に関する実験的研究 その6 河川規模と評価との関連2	建築大会	4529	1057	1988
赤司浩一郎・関根毅・村川三郎・西名大作	子どもの遊び場としての河川空間の利用に関する研究 その6.保護者による河川環境の評価と児童の河川利用との関連	建築大会	4530	1059	1988
上田伸子・堀越哲美	六甲山南麓住宅地河川の景観と親水性について	建築大会	4531	1061	1988
薄倉修・鈴木信宏・島村淳一	住民の利用要求からみた住宅団地親水施設の計画と管理運営の要点	建築大会			1988
清水章・船越徹・積田洋	街路空間の研究 (その23) 親水空間における意識型の分析 (意識型分析)	建築大会	5328	655	1988
船越徹・積田洋・清水章	街路空間の研究 (その24) 親水空間における水の構成について (物理量分析・相関分析)	建築大会	5329	657	1988
金津文夫・岡田誠之・武藤暢夫・小島久幸・関本剛・高柳乃彦	水景施設の意識調査とその水質 (その1) 意識調査について	建築大会	4608	1215	1989
岡田誠之・武藤暢夫・金津文夫・小島久幸・関本剛・高柳乃彦	水景施設の意識調査とその水質 (その2) 意識調査と水質の関係について	建築大会	4609	1217	1989
村川三郎・西名大作	河川環境整備に関する住民意識評価構造の研究 その1.研究概要と現況・整備案の評価結果	建築大会	4610	1219	1989
西名大作・村川三郎	河川環境整備に関する住民意識評価構造の研究 その2.現況・整備案の評価構造分析	建築大会	4611	1221	1989
村田浩之・村川三郎・西名大作	河川景観に関する視覚心理的評価手法の比較検討	建築大会	4612	1223	1989
村川三郎・西名大作	河川環境整備に関する住民意識評価構造の研究 その3.広島・瀬野川における整備案の評価結果	建築大会	4517	1033	1990
西名大作・村川三郎	河川環境整備に関する住民意識評価構造の研究 その4.河川空間の部分的構成要素に関する整備案の評価結果	建築大会	4518	1035	1990
石川順子・紀谷文樹	住宅団地における水景施設の設計、管理の問題と住民評価のケーススタディ	建築大会	4519	1037	1990
村川三郎・西名大作	河川環境整備に関する住民意識評価構造の研究 その5.住民・被験者・専門技術者による評価の比較	建築大会	4611	1221	1991
西名大作・村川三郎	河川環境整備に関する住民意識評価構造の研究 その6.構成要素整備案の累計化と評価構造分析	建築大会	4612	1223	1991

次ページへつづく

表 - 1.1 水景施設関連の論文題目リスト (3/4)

著者名	表題	論文種類	No.	p.	年度
北村麻子・飯尾昭彦・濱中香也子	神田川周辺住居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	建築大会	4613	1225	1991
森山玲子・飯尾昭彦・濱中香也子	神田川周辺住居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	建築大会	4614	1227	1991
濱中香也子・飯尾昭彦	神田川周辺住居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	建築大会	4615	1229	1991
大崎裕史・紀谷文樹	居住者の満足度からみた住宅団地水景施設のあり方	建築大会	4616	1231	1991
横田幹朗・村川三郎・西名大作	都市内河川が住宅の居住性に及ぼす影響 その1.居住者による住宅内外の環境評価結果	建築大会	4627	1253	1992
西名大作・村川三郎	河川環境整備に関する住民意識評価構造の研究 その7.住民・被験者・専門技術者による評価の比較	建築大会	4628	1255	1992
村川三郎・西名大作	河川と周辺の景観的調和に関する研究 その1.スライド実験による評価結果	建築大会	4629	1257	1992
岡田誠之・武藤暢夫	水景施設の意識調査とその水質(その3) 意識調査の解析	建築大会	4630	1259	1992
長谷川巖・大崎裕史・紀谷文樹	水質から見た住宅内水景施設の評価に関する研究	建築大会	4631	1261	1992
伊藤宜子・飯尾昭彦・村川三郎・西名大作	住民意識からみた住宅団地の親水施設評価に関する研究 その1.親水施設の利用状況と施設評価	建築大会	4632	1263	1992
飯尾昭彦・伊藤宜子・村川三郎・西名大作	住民意識からみた住宅団地の親水施設評価に関する研究 その2.親水施設のありかたと評価意識構造	建築大会	4633	1265	1992
梅澤英司・長久保貴志・渡辺秀俊・畔柳昭雄	地域住民による都市内水辺空間の評価に関する基礎的研究 - その1 オープンスペースの魅力要素と水辺の位置づけ	建築大会	4563	1125	1994
長久保貴志・渡辺秀俊・畔柳昭雄	地域住民による都市内水辺空間の評価に関する基礎的研究 - その2 水辺空間と居住環境評価の関連性	建築大会	4564	1127	1994
中町高士・長久保貴志・渡辺秀俊・畔柳昭雄	地域住民による都市内水辺空間の評価に関する基礎的研究 - その3 居住地近隣の水辺空間の利用実態	建築大会	4565	1129	1994
小瀬博之・長谷川巖・徳山久雄・剣持一・紀谷文樹	水音が水景施設の評価に与える影響に関する研究	建築大会	4568	1135	1994
岩崎聡子・小泉隆・鈴木信宏	称光寺川の宿根木骨格形成要素とその成立要件	建築大会	4569	1137	1994
上野訓・小泉隆・鈴木信宏	江戸、明治期における日本橋川、神田川、隅田川の接水施設、接水行為	建築大会	4570	1139	1994
大澤真・小泉隆・鈴木信宏	都市小河川における「水景を骨格とした街づくり」の計画テーマ設定の実態調査	建築大会	4571	1141	1994
村川三郎・西名大作	国内外河川景観評価に関する研究 その1 国内外河川景観の評価傾向	建築大会	4572	1143	1994
西名大作・村川三郎	国内外河川景観評価に関する研究 その2 自由記述回答による評価・判断要因の検討	建築大会	4573	1145	1994
田中三鈴・村川三郎・飯尾昭彦・西名大作・河村順子・山川和美	住民意識から見た各種親水施設の評価 その1.対象施設と住民の利用行動	建築大会	4574	1147	1994
山川和美・村川三郎・飯尾昭彦・西名大作・河村順子・田中三鈴	住民意識から見た各種親水施設の評価 その2.施設環境の評価と生活への影響	建築大会	4575	1149	1994
河村順子・村川三郎・飯尾昭彦・西名大作・田中三鈴・山川和美	住民意識から見た各種親水施設の評価 その3.維持管理意識	建築大会	4576	1151	1994
萩島一守・田島佳征・渡辺秀俊・畔柳昭雄	表現語句から見た親水公園の機能特性に関する研究	建築大会	4577	1153	1994
川村順子・村川三郎・飯尾昭彦・西名大作	住民意識に基づく各種親水施設の評価 その4. 親水施設に対する要求性能と整備の在り方	建築大会	40267	533	1995
村川三郎・飯尾昭彦・西名大作・川村順子	住民意識に基づく各種親水施設の評価 その5. 各施設の評価項目間の関連分析	建築大会	40268	535	1995
小瀬博之・紀谷文樹	水景施設における人の行動と周辺環境の解析に関する研究	建築大会	40269	537	1995
村田淳・小瀬博之・紀谷文樹	水量が水景施設の評価に与える影響に関する研究	建築大会	40270	539	1995
坂田克彦・小瀬博之・紀谷文樹	視覚心理評価からみた噴水施設の演出手法に関する研究	建築大会	40271	541	1995
飯村弘佳・小泉隆・鈴木信宏	源氏物語にみる水音とその環境の効果	建築大会	40272	543	1995
西名大作・村川三郎	国内外河川景観評価に関する研究 その3 自由記述回答とカテゴリカルな評価との関連分析	建築大会	40273	545	1995
中野恵美・村川三郎・西名大作	河川環境整備が住民の意識・利用行動に及ぼす影響 その1. 瀬野川の整備状況と利用実態調査結果	建築大会	40274	547	1995
吉原タケル・菊池健一・大沢真・小泉隆・鈴木信宏	ヒアリングとワークショップがとらえた和泉川への住民意見 その1 : 水の5機能別にみた住民意見	建築大会	40275	549	1995
菊池健一・小泉隆・鈴木信宏	ヒアリングとワークショップがとらえた和泉川への住民意見 その2 : 重視すべき住民意見	建築大会	40276	551	1995

次ページへつづく

表 - 1.1 水景施設関連の論文題目リスト (4/4)

著者名	表題	論文種類	No.	p.	年度
岡田誠之・泉忠之・趙志	雨水利用施設の工程別の水質に関する研究	建築大会	40277	553	1995
八十川淳・尾島俊雄	住宅地開発における水路型雨水調整施設導入の可能性に関する研究	建築大会	40278	555	1995
吉江正道・小泉隆・鈴木信宏	事例でみた建築的雨水利用目的とそこでの水装置	建築大会	40279	557	1995
坂井哲也・黒川英明・小泉隆・鈴木信宏	建築と街並みの魅力的な雨表情タイプ/その1:整理指標と雨表情傾向	建築大会	40280	559	1995
黒川英明・小泉隆・鈴木信宏	建築と街並みの魅力的な雨表情タイプ/その2:事例	建築大会	40281	561	1995
豊田和則・田島佳征・渡辺秀俊・畔柳昭雄	高密度住空間における水辺空間の効果に関する研究(その1 自由連想法による水辺空間に対するイメージの把握)	建築大会	40240	479	1996
豊田和則・渡辺秀俊・畔柳昭雄	高密度住空間における水辺空間の効果に関する研究(その2 居住者の生活様式より見た水辺空間の効果)	建築大会	40241	481	1996
松本卓也・田島佳征・渡辺秀俊・畔柳昭雄	居住環境における水辺空間の評価に関する研究(都市化に伴う自然空間に対する住民意識の変化から見た水辺空間の位置づけの把握)	建築大会	40242	483	1996
八十川淳・大平耕司・尾島俊雄	芝浦港南地区の運河における親水護岸整備の実態調査と親水型遊歩空間の提案	建築大会	40243	485	1996
小瀬博之・紀谷文樹	水景施設における人の行動と周辺環境の解析に関する研究(第2報)	建築大会	40244	487	1996
三浦秀一	都市内水路の形成する地域の音環境に関する研究(山形市の水路を実例に)	建築大会	40245	489	1996
北村武・畔柳昭雄	水郷水都における人間と水との係わりに関する研究	建築大会	40246	491	1996
磯部久貴・渡辺秀俊・畔柳昭雄	都市河川の変遷から見た人間と水の係わりに関する研究(石神井川と目黒川を対象として)	建築大会	40247	493	1996
上村嘉孝・村川三郎・西名大作	河川環境整備に対する周辺住民の意識・評価構造に関する研究 その1 現況と整備案の評価結果	建築大会	40248	495	1996
西名大作・村川三郎・上村嘉孝	河川環境整備に対する周辺住民の意識・評価構造に関する研究 その2 河川に対する関心の内容による評価結果の比較	建築大会	40249	497	1996
大地啓子・村川三郎・西名大作・中野恵美	河川環境整備が住民の意識・利用行動に及ぼす影響 その2 季節による利用特性の比較	建築大会	40250	499	1996
中野恵美・村川三郎・西名大作	河川環境整備が住民の意識・利用行動に及ぼす影響 その3 整備前後における住民意識調査結果の比較	建築大会	40251	501	1996
中村光隆・吉原タケル・鍋島康子・小泉隆・鈴木信宏	源兵衛川における、親水行為と川沿いに住むことと生態系の共存に向けての計画・設計管理要件の調査	建築大会	40213	441	1997
田島栄治・小瀬博之・紀谷文樹	水景施設における人の滞留行動の解析に関する研究(その1) 滞留行動の特性の把握	建築大会	40214	443	1997
小瀬博之・田島栄治・紀谷文樹	水景施設における人の滞留行動の解析に関する研究(その2) 滞留行動と周辺環境との定量解析	建築大会	40215	445	1997
大平耕司・八十川淳・尾島俊雄	臨海部埋立地における水辺沿い歩行者用幹線動線の創出に関する研究(その1 芝浦・港南地区運河沿岸の変遷とまちづくりに関する考察)	建築大会	40216	447	1997
八十川淳・大平耕司・尾島俊雄	臨海部埋立地における水辺沿い歩行者用幹線動線の創出に関する研究(その2 幹線遊歩空間整備手法の検討)	建築大会	40217	449	1997
上村嘉孝・村川三郎・西名大作	河川環境整備に対する周辺住民の意識・評価構造に関する研究 その3. 現況の整備と修景整備案の選好特性	建築大会	40218	451	1997
西名大作・村川三郎・中野恵美	河川環境整備に対する周辺住民の意識・評価構造に関する研究 その4. 小学生に対する意識調査結果	建築大会	40219	453	1997
大地啓子・村川三郎・西名大作・中野恵美	河川環境整備に対する周辺住民の意識・評価構造に関する研究 その5. 大人と子供の河川利用行動特性の比較	建築大会	40220	455	1997
中野恵美・村川三郎・西名大作	河川環境整備に対する周辺住民の意識・評価構造に関する研究 その6. 連続観察調査に基づく河川利用行動の検討	建築大会	40221	457	1997
地斎聡・依田浩敏・河村務	都市内河川流域の環境に関する調査(その1) 遠賀川に対する意識調査	建築大会	40222	459	1997
河村務・依田浩敏・地斎聡	都市内河川流域の環境に関する調査(その2) 遠賀川水系の河川敷の利用と周辺土地被覆	建築大会	40223	461	1997
佐々木由佳・三浦秀一	音環境を視点とした居住者による都市内水路の評価に関する研究-山形市の水路を事例に-	建築大会	40224	463	1997

* 建築大会: 日本建築学会大会学術講演梗概集、建築論報: 日本建築学会計画系論文集

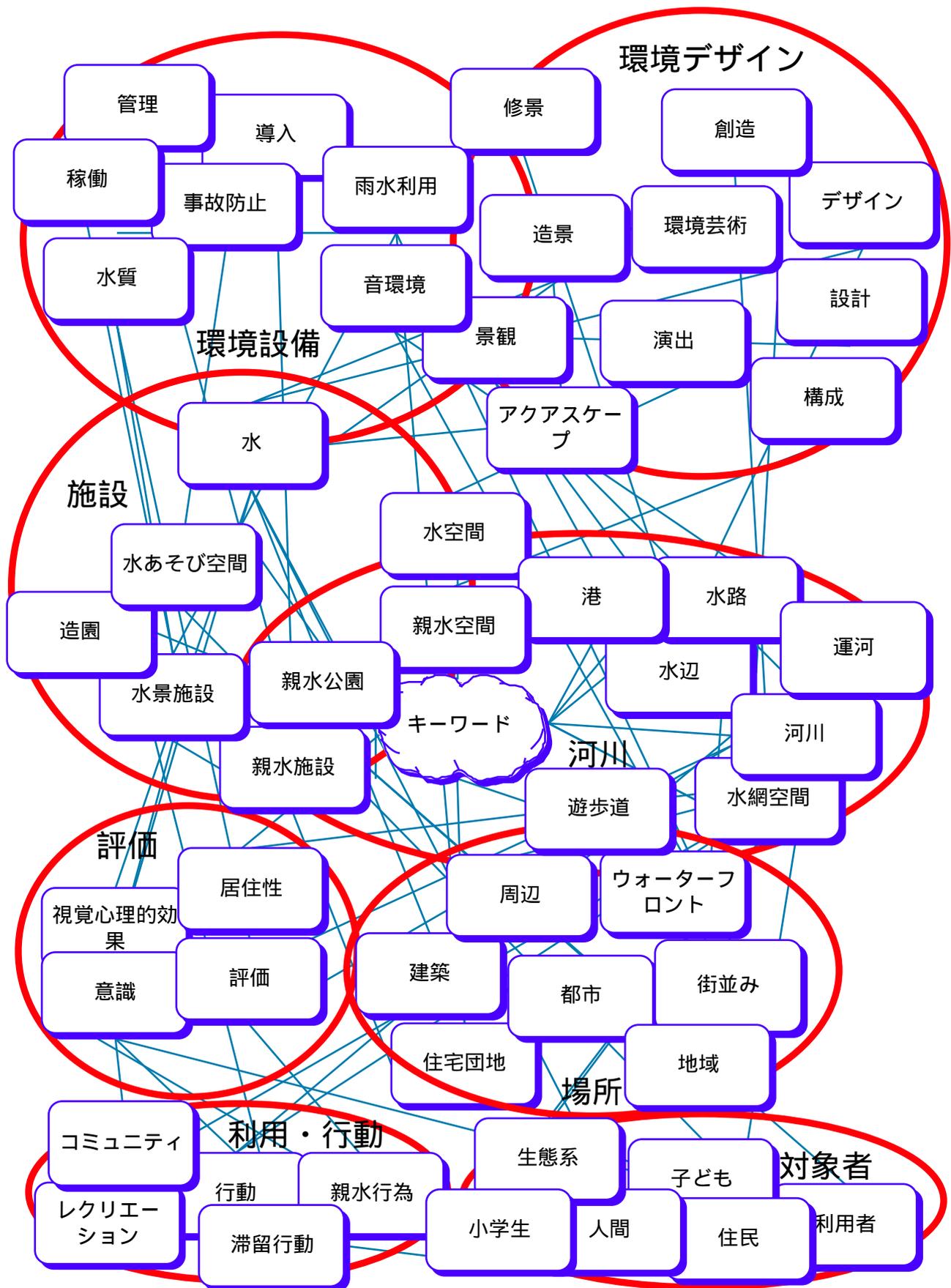


図 - 1.2 水景施設の研究分野のキーワード

1.2.2 水景施設に関する既往の研究

既往の研究として、本研究と関わりのある水景施設における利用と行動を扱った論文6編の概要とそれに対するコメントを記す。

1.6) 渡辺秀俊・畔柳昭雄・近藤健雄：都市化に伴う住民の意識・行動変化から見た親水行動特性に関する研究 都市住民の親水行動特性に関する研究 その1、日本建築学会計画系論文集、No.449、pp.151～161、1993.7

1.7) 畔柳昭雄・渡辺秀俊・長久保貴志：都市臨海部の水辺空間における利用者の水辺環境評価に関する研究 都市住民の親水行動特性に関する研究 その2、日本建築学会計画系論文集、No.454、pp.197～205、1993.12

1.8) 畔柳昭雄・渡辺秀俊：都市臨海部の水辺空間における利用者の親水活動特性に関する研究 都市住民の親水行動特性に関する研究 その3、日本建築学会計画系論文集、No.459、pp.195～203、1994.5

1.9) 村川三郎・飯尾昭彦・西田勝・日野利夫：長良川・筑後川・四万十川流域の特性と居住環境評価の分析、住民意識に基づく水環境評価に関する研究 その1、日本建築学会計画系論文報告集、No.355、pp.20～31、1985.9

1.10) 村川三郎・飯尾昭彦・西田勝・西名大作：長良川・筑後川・四万十川流域の特性と居住環境評価の分析 住民意識に基づく水環境評価に関する研究 その2、日本建築学会計画系論文報告集、No.363、pp.9～19、1986.5

1.11) 福永弘樹・林春男：都市河川における親水行動の定量的評価、社会心理学研究、第11巻第3号、pp.159-169、1996.3

1.6) 渡辺秀俊・畔柳昭雄・近藤健雄：都市化に伴う住民の意識・行動変化から見た親水行動特性に関する研究 都市住民の親水行動特性に関する研究 その1、日本建築学会計画系論文集、No.449、pp.151～161、1993.7

[目的]

居住環境と親水行動の関連性を把握することにより、親水行動の生起する背景を考察すること

[研究の概念]

「親水行動」とは「人々が親水性を求めて水辺に行く」という移動行為

親水行動は人々が余暇に行う場所的移動を伴う種々の行動（分散行動）のひとつ

生起要因（住民の行動欲求の発生要因）は「居住地における日常の環境条件の影響」と「都市化のレベル」である

品田穰、立花直美、飯泉茂、大賀宜彦：人間居住環境としての都市の生態学的研究、日産科学振興財団、研究報告書Vol.4、pp.31～60、1981

品田穰、立花直美、杉山恵一：都市の人間環境、都市環境学シリーズ3、共立出版、1987

上記文献においては、都市化の進展に伴って「自然を求める行動」が増加する傾向にあることを指摘し、human Ecological Space(H.E.スペース)という生物的空間概念を用いて人々の意識・行動を説明しているが、この研究でも上記の概念を用いて人々の意識・行動を説明している

[調査対象]

都市化の指標となる人口密度および水辺環境を考慮し、9都市（品川区・大田区・鎌倉市・鴨川市・金沢市・京都市・倉敷市・福岡市・柳川市）を選定、各都市について、基準値域メッシュ(約1km²)に基づき、人口密度および水辺からの距離の異なる3地区を選定、合計27地区を対象地区とする。人口密度は昭和60年度国勢調査結果（総務庁統計局より収集）水辺との距離は1/25000の地形図より読み取る

[調査内容]

1.土地利用による空間分類

地区レベルにおける居住環境を示す物理的指標 各地区の土地利用状況。用途を（社会的空間・社会的施設・外的施設・個人的空間）の4つの空間に分類し、1/2,500の地形図よりデジタイザーを用いて各空間の占有率を求めた。分類はH.E.スペースの存在様式という観点からおこなっている。

表 - 1.2 土地利用による空間分類^{1.6)}

分類	空間特性	対象例
社会的空間	地域住民が自由に利用可能で、かわりがもっとも深い空間。H.E.スペースを多く包含する。	水路、堤防 田畑、草地 雑木林
社会的施設	地域住民の生活上の要求を満たす施設。社会的空間の機能欠損や低下を補完する代替空間。	小・中学校 商店、病院 公園
外的施設	地域住民の生活とは直接関わりを持たない空間。H.E.スペースはゼロと見なされる。	大学、工場 デパート 鉄道、倉庫
個人的空間	個人の住宅。住人にとっては、H.E.スペースを有するが、他の地域住民にとっては外的施設に相当する。	個人住宅 集合住宅 別荘

2.住居前面における写真撮影

住民が日常的に接する住居周辺の物理的環境の把握。各地区10世帯の住居前面道路において魚眼レンズによる写真撮影をおこなう。被写体の前面道路中央において地上1.5mにおける水平面上方および鉛直面2方向の撮影をおこなう。デジタイザーを用いて水平面上方の天空率および鉛直面の被緑率を測定、地区別平均値を求める。これは、撮影地点における視覚的環境を示し、住民の心理およびH.E.スペースに影響を及ぼすパラメータと考えられる。

3.住民アンケート調査

対象地区における住民の意識・行動を把握するため、18歳以上の住民を対象として、居住環境条件10項目、居住環境に対する満足度・重要度評価23項目、行動の実態に関して6設問52項目および属性8項目を調査。サンプリングは各地区を5×5の格子状に分割、各メッシュより1世帯を抽出、配票調査法により

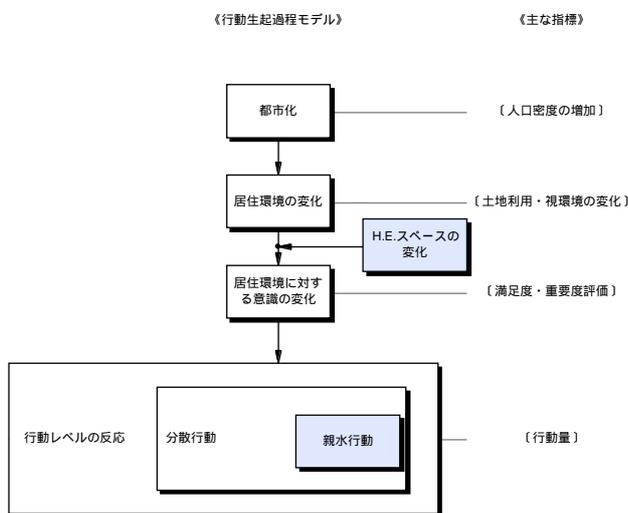


図 - 1.3 研究概念^{1.6)}

実施。各地区20サンプル、全地区で540サンプルが解析対象資料となる。

表 - 1.3 アンケート調査項目^{1,6)}

項目	質問内容
1 属性	性別、年代、職業、家族構成、住居形態 収入、居住年数、前居住地
2 居住環境	・住居の広さ、設備に関する項目 ・利便性、トラブルに関する項目 ・窓からの眺望、庭の利用状況 ・周辺の空間や施設に対する認知
3 居住環境に対する意識・評価	・居住環境に対する満足度 ・居住環境に対する重要度 ・生活における不安や関心
4 行動の実態	・余暇行動、親水行動の行き先及び頻度 ・日常生活における水辺との接触頻度 ・代償行動、彷徨行動の有無

[因子分析による環境因子の構造]

満足度4因子：「周辺環境」「居住性」「利便性」「保健性」

価値観6因子：「住居の快適性」「地域環境」「居住空間」「利便性」「自然的要素」「周辺空間」

「周辺の水辺の多さ」は満足度では「周辺環境」、重要度では「周辺空間」に属している。

[都市化と分散行動]

行動レベルの反応を見るために、アンケートによって分散行動量を調べる。

分散行動：居住地近隣への行動から長期旅行などまでを含んだ場所の移動を伴う行動の総称、H.E. スペース・モデルでは、居住地において欠損したH.E. スペースを補完し、人間環境の安定を回復する機能を持つ。

時間的制限条件から行動圏を（徒歩圏、日帰り圏、宿泊圏）の3つに区分して行動特性を把握

この3類型をそれぞれ1次分散行動、2次分散行動、3次分散行動と呼ぶ。

アンケート調査で想定される行動先を設定、行動先別の行動頻度を調査

項目別の年間行動回数の地区別平均値
行動先の類型化

[まとめ]

都市化に伴う居住環境と住民の意識・行動の関連性を考察した。

- 1.都市化の進行に伴って居住地の物理的環境は明らかに変化し、田畑、水路などの2次自然空間が減少し、人工的施設が増加する。
- 2.居住環境因子における水辺の重要度は相対的に見ると低い。一方、住民の価値観に地域差はない
- 3.都市化の進行、空間率の変化に伴って住民の意識、特に周辺環境に対する満足度は低下する。
- 4.都市化とともに分散行動が増加する傾向が見られ、何らかの分散圧が発生していることが推察される。しかし、行動に伴う制限要因によりこの両者は必ずしも一義的な関係として顕在化はしていない。
- 5.親水行動は、1次（徒歩圏）および2次（日帰り圏）行動では都市化に対応する顕著な増加は見られず、近隣の水辺環境条件に左右されていると考えられる。3次(宿泊圏)親水行動は他の分散行動とともに都市化に伴う増加傾向が見られる。
- 6.水辺の近隣地区では周辺環境への満足度が高く、かつ1次、2次分散行動が多い。3次親水行動は、逆に満足度の低い地区で多い傾向が見られる。

[調査結果による傾向関連]

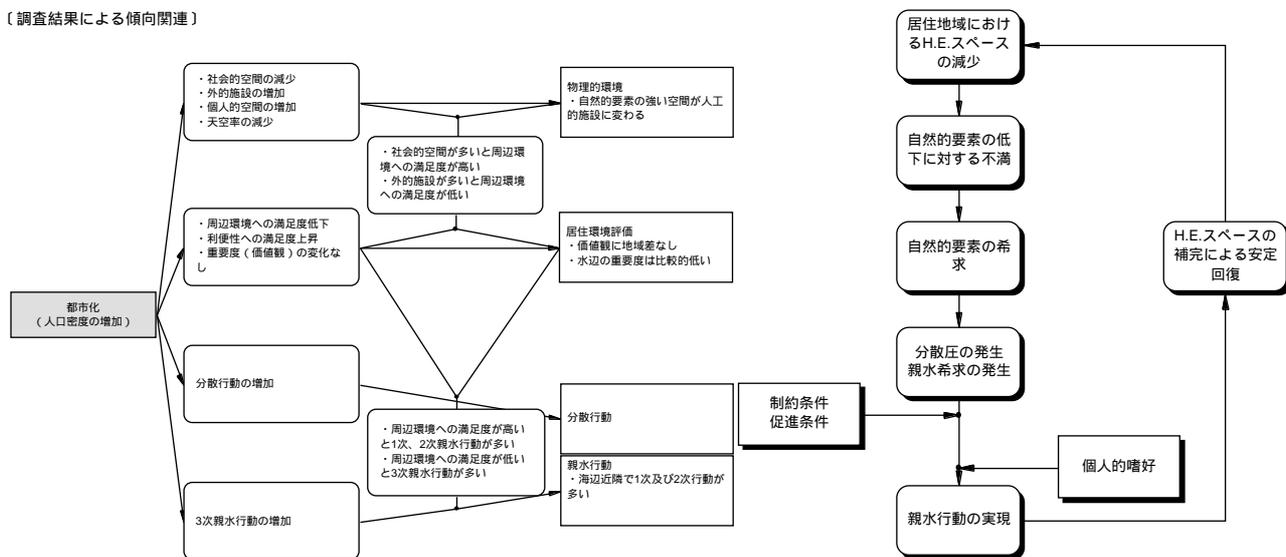


図 - 1.4 親水行動の背景関連図^{1,6)}

1.7) 畔柳昭雄・渡辺秀俊・長久保貴志：都市臨海部の水辺空間における利用者の水辺環境評価に関する研究 都市住民の親水行動特性に関する研究 その2、日本建築学会計画系論文集、No.454、pp.197～205、1993.12

「親水」の概念：「五感を通じた水との接触により、人間の心理・生理にとってよい効果が得られる」
 「親水行動」：「人々が親水性を求めて水辺に行く」こと
 「親水活動」：「水辺空間における人間活動の総称」

[目的] 水辺空間における人間の行動・意識過程を明らかにすることにより、人間の心理的側面に及ぼす水辺の効果を把握することを主題とする。ここでは水辺利用者の評価構造に焦点を置いて分析を行っている。

[調査対象] 不特定多数の都市住民に利用される代表的な水辺空間、東京都海上公園（お台場海浜公園、大井埠頭中央海浜公園）
 （水辺空間を有する東京都海上公園は1992年4月現在16公園）東京都港湾局の資料に基づき規模、形状、利用者数、水辺空間の配置などを検討した結果、解説年次が比較的古く利用傾向が定着していると考えられる2公園を選定

[調査方法] アンケート調査、18歳以上の公園利用者を対象、面接調査法。アンケート項目が以下の3つ。
 総合評価2項目：満足度と再来希望度
 総体的評価18項目：感受度
 個別評価24項目：満足度

[総体的評価項目の構成4因子]
 第1軸 清新性
 第2軸 快適性
 第3軸 解放性
 第4軸 情景性

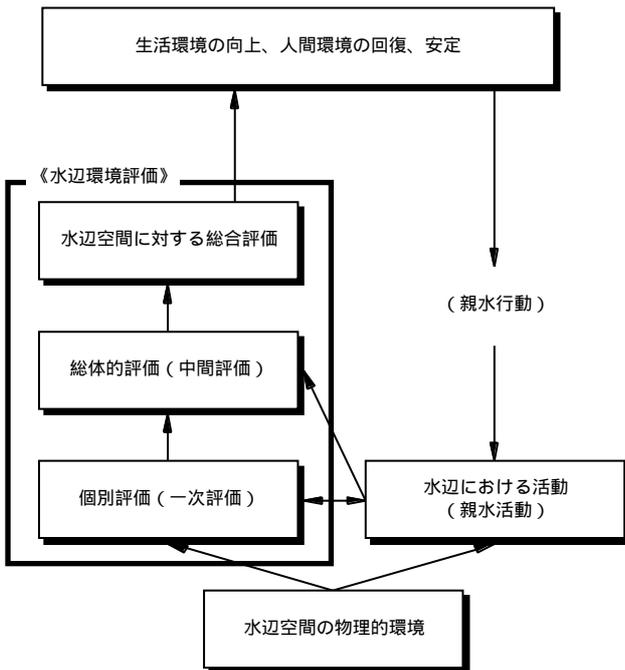


図 - 1.5 研究の概念^{1.7)}

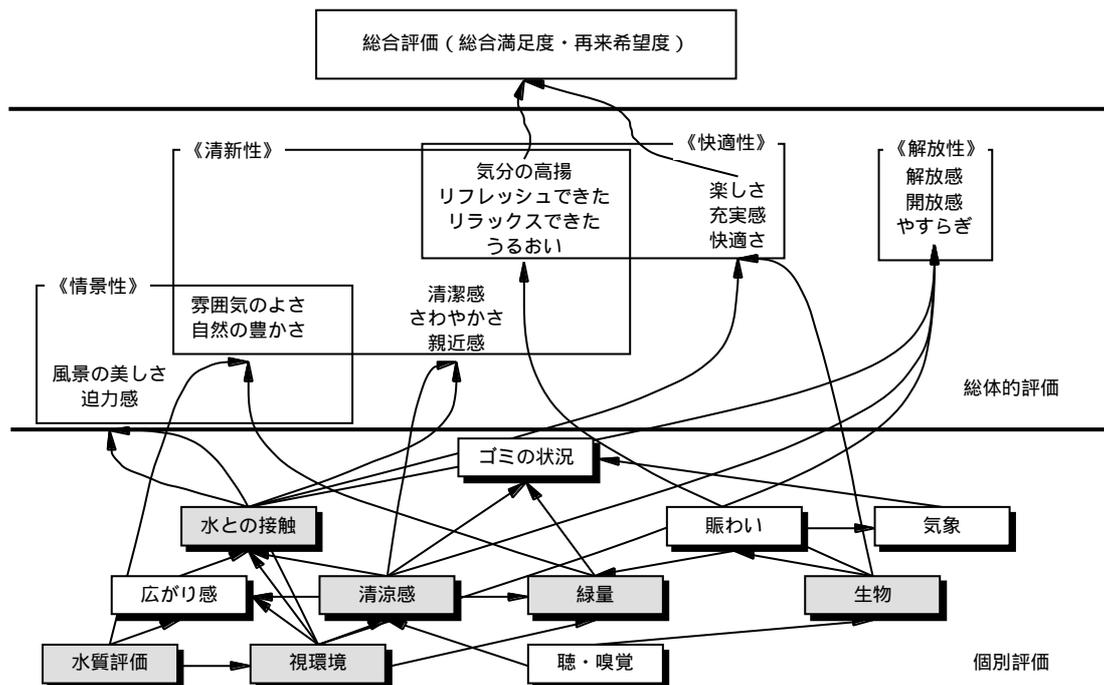


図 - 1.6 水辺環境評価構造の総括図^{1.7)}

[個別評価の構成因子]

- 第1軸 水質評価
- 第2軸 広がり感
- 第3軸 水との接触
- 第4軸 ゴミの状況
- 第5軸 気象条件
- 第6軸 賑やかさ
- 第7軸 聴・嗅覚
- 第8軸 緑量
- 第9軸 視環境
- 第10軸 生物
- 第11軸 清涼感

[評価構造の分析手法] CATDAP(A Categorical Data Analysis Program Package)による分析

この手法はAIC(赤池情報量基準)に基づき、カテゴリカルな目的変数に対して最適な説明変数(群)を抽出できる。したがって、多数の評価項目間の相互寄与関係を求め、最適な(もっとも説明力のある)目的変数と説明変数の関係を抽出・整理することが可能となる。

[まとめ]

- 1.個別評価(一次評価)の構成要素は、因子分析により11因子が抽出された。その構造は、水質評価、視環境、聴・嗅覚、生物の有無など、水の持つ物理的諸要素の関連する評価が下位にあり、上位にある水との接触性など水に関連する評価系およびゴミの状況など陸上部に関する評価系へと波及している。
- 2.総体的評価(中間評価)に関与する個別評価項目として、「水への近づきやすさ・触れやすさ」「水辺の景色」「涼しさ」などが主要であり、また野鳥・魚など生物の存在も大きな意味を持っていることがわかった。
- 3.総体的評価の構成因子として、因子分析により水辺空間の「清新性」「快適性」「解放性」「情景性」の4因子が抽出された。
- 4.総体的評価の構造は、「清新性」「情景性」を構成する項目が下位にあり、上位の「快適さ」を構成する項目に影響を与えているが、「解放性」を構成する項目は比較的独自の系を形成している。
- 5.総合評価に最も関与している総体的評価項目は、総合満足度に対しては「リフレッシュできた」、再来希望度に対しては「親近感」および「快適さ」であり、両者で判断基準の異なっていることがわかった。

1.8) 畔柳昭雄・渡辺秀俊：都市臨海部の水辺空間における利用者の親水活動特性に関する研究 都市住民の親水行動特性に関する研究 その3、日本建築学会計画系論文集、No.459、pp.195～203、1994.5

[目的] 水辺空間において親水系が有効に機能するためには、水辺に対する人間の意識・行動系を十分に理解した上で施設計画がなされるべきであろうが、現状では、ともすれば施設整備が先行し、利用者に見られる活動形態や反応に関する調査研究はやや遅れている感がある。

水辺における行動レベルの反応をとらえるため、親水活動に焦点を置いて分析。更に密接に関連している意識と行動の関係を把握する。

[研究方法]

親水活動は40項目の活動項目を提示。

被験者が対象地で当日行った(または行う予定の)項目を複数選択。

[親水活動の類型]

数量化 類による分析の第1軸および第2軸のサンプル得点を用いたクラスター分析

- 類型 複合活動型
- 類型 A 水辺定置型活動パターン
- 類型 B 水辺での休息的な項目
- 類型 C 最も多様な活動内容
- 類型 D 多様な活動だが「釣り」が少ない
- 類型 E 「散歩」中心、「子供と遊ぶ」「自然に触れる」
- 類型 F 「釣り」と「子供と遊ぶ」が併合
- 類型 散歩型
- 類型 釣り型
- 類型 日光浴型

これらは利用者の属性にも大きく依存する

[活動類型別の相対的評価傾向]

「釣り」がよい評価、「日光浴」は評価点の低い傾向にある。

日光浴を中心とした非活動・非移動性の親水活動を行う人は水辺から受ける心理効果が相対的に少ない。

[親水活動と評価の関連分析]

個別評価と親水活動は密接に関連している。

総体的評価に対しては個別評価を経由した間接的な影響しか及ぼさない。

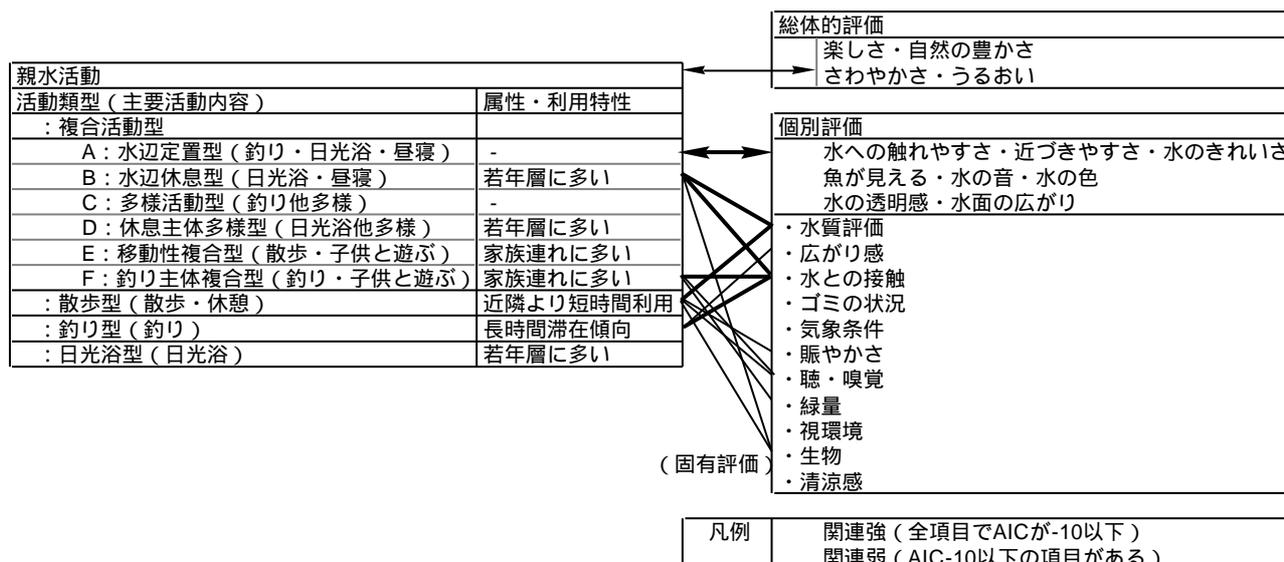


図 - 1.7 親水活動の類型と水辺環境評価の関連図^{1.8)}

[まとめ] 従来まで、水辺の快適性については抽象的な表現がされがちであったが、本研究では水辺で行われる親水活動とそこに生じる個別評価との関係を明確にした。このことは、水辺と人間の関係は必ずしも一元的にとらえられる性質のものではなく、親水性には種々の形成過程があることを示している。ただし、親水活動内容と深いかわりを持つ「評価」とは必ずしも良い評価のみを指すのではなく、悪い評価をも含んだ情報であることに留意する必要がある。また、親水活動と水辺評価との関係は、一方向性、すなわち一方により他方が規定されるような因果関係を持つものではなく、相互に関与し、一体的に形成されるものであろう。したがって、水辺環境整備においては「利用者の属性 親水活動内容 良い水辺環境評価 = 親水効果」を一体的な系と認識して施設計画を行うことが望まれる。

[コメント]

水辺環境の具体的な設計指針まで言及されてはいない。そのことが「望まれる」という言葉に現れている。ただし、人の行動がおこるまでの過程や、人の行動と水辺の環境の因果関係を言葉の上で理解することができる点で有用であると考えられる。

1.9) 村川三郎・飯尾昭彦・西田勝・日野利夫：長良川・筑後川・四万十川流域の特性と居住環境評価の分析、住民意識に基づく水環境評価に関する研究 その1、日本建築学会計画系論文報告集、No.355、pp.20~31、1985.9

[はじめに]

地域における水環境 水の存在と生活・社会との係わり方によって形成される地域の総体と定義 水の存在と生活・社会との係わり方を治水、利水、保全、親水の4形態に分類 地域の水環境の総合的評価の研究を住民などによる意識的・知覚的評価をとおして進めている。

[目的] 地域に存在する水について、周辺環境を含めて機能を総合的に評価する研究がないので、評価と河川環境特性を示す諸指標との関連を定量的に把握すること。

[方法] 3流域の市町村を対象に実施した住民意識調査に基づき、居住環境評価構造の分析結果を示している。各対象地域の河川環境の現況把握区間、20km

[アンケート調査項目]

1. 居住環境構成要素の個別的评价
 2. 居住環境の総体的評価
 3. 各用水の利用状況と評価
 4. 河川環境の個別的・総体的評価
 5. 河川環境の管理・整備に関する意見
 6. レクリエーションによる河川利用状況
 7. 河川のイメージ評価
 8. 日常の水使用行為と水問題意識
 9. 回答者の属性
- 住居環境構成要素の個別的评价45項目を6段階尺度で問う

[関連する評価項目の整理]

環境6因子

- 第1因子 交通・買物などの「利便性」
- 第2因子 周辺の自然・風紀・街並などの「快適性」
- 第3因子 公衆便所・水飲み場・下水尿尿処理など施設・空間の「整備性」
- 第4因子 騒音・大気汚染・震動などの「公害・保健性」
- 第5因子 交通事故・消火活動などの障害などの人為的災害の安全性」
- 第6因子 河川の氾濫・風水害などの「自然的災害の安全性」

[総体的評価5項目]

「住み心地」「愛着」「定住への欲求」「うるおい」「生活の満足度」

[個別的評価と総体的評価] 数量化 類で分析

第 軸 安全性・衛生性から見た居住環境の評価軸

第 軸 都市化軸

数量化 類で分析

外的基準：住み心地 説明変数：個別的評価

住み心地は「近所づきあい」「自然の豊かさ」・「家屋の立て込み」「蚊・蠅・ネズミの発生」など快適性、衛生性を示す要素が比較的影響する。

[総体的評価と個人属性の関連] 数量化 類で分析

第 軸 個人の居住性評価

第 軸 個人の活動性

[環境6因子と総体的評価5項目間の関連]

環境因子の平均因子得点および総体的評価5項目の平均評価点

「利便性」と「快適性」および「快適性」と「公害・保健性」の間で、負および正の強い関連がある。

「公害・保健性」は「自然的災害の安全性」を除く3因子と負の関連がある。

「人為的災害の安全性」は「利便性」と正、「快適性」と負の関連がある。

[地域の評価と指標値との関連]

快適な環境を創造していく上で重要

地域指標

人口密度

第1次産業就業者割合

行政区の単位面積あたり一般会計歳出決算額

同製造品出荷額

河川物質の浮遊物質(SS)

河川の水面こう配

人口密度が高くなるにつれ「利便性」の評価は良くなり、「快適性」は悪くなるが、「利便性」の平均因子得点はある程度以上の人口密度になると密度に応じてそれほど大きくはならない。

「快適性」の評価は第1次産業就業者割合が高くなる程良くなり、第5因子の「人為的災害の安全性」は逆の傾向を示す。

「整備性」の評価は単位面積あたり一般会計歳出決算額の増加に伴い良くなる、単位面積あたり製造品出荷額と高い関連性がある。

「公害・保健性」の評価は、同製品出荷額と負の相関関係、浮遊物質量は都市化の進んだ地域と農山村の差異が明確である。

「自然的災害の安全性」の評価は河川の水面こう配と関連性、河川の下流部と上流部では評価が明確に異なる。

[まとめ] 本論文は、長良川・筑後川・四万十川流域の上・中・下流部9市町村で実施した居住環境・水環境の住民意識調査をもとに、住民の居住環境に対する意識評価を明らかにし、さらに地域の各指標値と評価の関連を示した。その主な内容をまとめるなら以下の通りである。

1) 居住環境構成要素の評価として取り上げた45項目について、各地域の評価結果を示した。また、因子分析により6因子を抽出し、各因子ごとに求めた地域の平均因子得点により、都市化による差異など地域の評価傾向を明らかにした。

2) 居住環境の総体的評価として5項目を設定し、各地域の評価結果を示した。また、「住み心地」などの総体的評価は快適性などに関わる構成要素に比較的影響を受けるが、「生活の満足度」は都市化に伴う利便性などによっても評価される傾向にあることを示した。

3) 居住環境の総体的評価を個人属性から見るなら、出身地・年齢・居住年数・住居形式などが関係し、地元出身で高齢者ほど良い評価傾向にあることを示した。

4) 地域の平均因子得点および相対的平均評価点より、環境6因子および総体的評価5項目間の関連の強さを示した。この結果、「利便性」と「快適性」因子の関連に代表されるように、都市化地域と農山村地域における評価の差異を明らかにした。

5) 地域の平均因子得点と地域指標の関係より、抽出した6因子の意味内容を確認するとともに、限定された範囲であるが、地域の特性と平均因子得点による評価がある傾向を持ち、対応することを示した。また、地域の居住環境整備を進める上で環境6因子の総合的に均整のとれた計画が重要であることを述べた。

[コメント] 地域指標と住民意識の関連が、水環境評価とどれだけの関係があるのかよくわからない。また、具体的な項目をあげるには至っていない。対象は地域を含めた大きな水環境であるからこのような分析結果となるものと考えられる。しかしながら、分析の定義づけがしっかりしている、調査方法も詳しく述べられている。

1.10) 村川三郎・飯尾昭彦・西田勝・西名大作：長良川・筑後川・四万十川流域の特性と居住環境評価の分析 住民意識に基づく水環境評価に関する研究 その2、日本建築学会計画系論文報告集、No.363、pp.9～19、1986.5

[はじめに] 河川の保全・親水性評価を論じ、さらにレクリエーションによる利用行動およびSD法によるイメージ評価について示す。

[河川環境の特性]

河川環境の現況：河川幅、水面勾配、河床勾配、水際線（護岸設置or未設置）、河川の土地利用、河畔の土地利用、河川工作物、取水施設

水質：pH,DO,BOD,SS

(DO：溶存酸素量 BOD：生物化学的酸素消費量 SS：浮遊物質)

[利用行動]

利用程度：5段階

レクリエーション：サイクリング・ランニング、夕涼み・散策、ハイキング・キャンプ、スポーツ活動、植物・昆虫採集、水泳・水遊び、釣り・魚とり、お祭りなどの行事、その他いろいろな遊びの中から3項目選択する。

夕涼み・散策、水泳・水遊び、釣り・魚とりが多いが、地域によって若干の差異が見られる。水質が悪い地域は「水泳・水遊び」が少なく「スポーツ活動」が盛ん。頻度の高い地域ほど徒歩あるいは自転車圏域に楽しめる利用の場が存在しており、低い地域ほど自動車圏域におよぶ行動が多い。利用頻度と滞在時間：「夕涼み・

散策」「水泳・水遊び」では、それほど顕著ではないが、頻度が高くなると滞在時間は短くなる、「釣り・魚とり」は長時間滞在型のレクリエーションである。

[環境構成要素の個別の評価] 環境保全を視点とした11項目に関する6段階評価と親水環境評価項目（レクリエーション等に利用できる場所の有無）に関する12項目の6段階評価

[因子分析による地域間の比較]

保全3因子

第1因子 「景観・自然性」

第2因子 「流状性」

第3因子 「人工性」

親水2因子

第1因子 「陸域部の親水性」

第2因子 「水域部の親水性」

[全体的環境評価]

住民の河川に対する関心および親しみの程度、河川とその周辺環境に対する満足感

数量化 類による総体的評価と利用程度、保全環境評価項目、回答者属性についての分類

満足と水質評価項目との関連が強い

「親しみ」「関心」は類似した評価傾向にある

保全評価と「景観・自然性」を示す項目との対応

第 軸 河川環境評価を示す軸

第 軸 河川利用の行動性

[イメージ評価]

地域住民が河川に対して抱いているイメージをSD法で分析している。

形容詞対は水・河川などから想起される形容詞から選定した30対7段階を用いている。

第1因子 「快適性」

第2因子 「力量性」

第3因子 「親近性」

第4因子 「変動性」

[河川環境指標と評価の関連分析]

環境6因子

第1因子 交通・買物などの「利便性」

第2因子 周辺の自然・風紀・街並などの「快適性」

第3因子 公衆便所・水飲み場・下水屎尿処理など施設・空間の「整備性」

第4因子 騒音・大気汚染・震動などの「公害・保健性」

第5因子 交通事故・消火活動などの障害などの「人為的災害の安全性」

第6因子 河川の氾濫・風水害などの「自然的災害の安全性」

[平均因子得点、総体的評価5項目間の関連]

河川の利用程度、保全・親水評価、河川環境の総体的評価およびイメージ評価の相互の関連を相関行列より検討している。

「関心」と「親しみ」に強い関連がある。

河川に親しみよく利用している地域は「景観・自然性」に富み、「水域の親水性」の評価が高く、「快適性」に対するイメージも高い。

相対的な満足評価と「流状性」との関連、「水域の親水性」と「快適性」イメージとも強い関連がある。

「公害・保健性」で評価の良い地域は、河川の利用も多く「景観・自然性」「人工性」および「水域の親水性がよい」

[「自然的安全性」と「変動性」イメージとの関連]

居住環境の総体的評価では「生活の満足度」と「利用の程度」「親しみ」「水域の親水性」で負の関連 都市化され生活基盤整備が進み生活上の満足度が高い地域では、河川との接触が薄れる傾向

[河川の環境評価と指標値との関連]

河川の環境評価と河川およびその周辺の特徴を示す諸指標値との関連

舞うr「利用の程度」は「水域の親水性」との関連が強い 水質値との関連、水質の良い方が利用頻度も高くなる

「親しみ」と都市化との関連、河畔の市街化率が高くなると評価点は低くなる

「満足」と水質値との関連

「景観・自然性」と都市化との関連、河畔の市街化率が高くなると評価は低くなる

「流状性」と水質値との関係

「水域の親水性」と水質

「快適性」と水質

「力量性」と河口からの距離

「親近性」と河川の水際線護岸設置率、人工化が進むほど「親近性」の評価が劣る傾向

「変動性」と河口からの距離、水質との関係

[まとめ]

本論文では、長良川・筑後川・四万十川3流域の9市町村で実施した水環境に関する住民意識調査結果を基に、河川の特性と河川環境評価について、保全・親水環境の側面から分析した。主な内容をまとめると以下のとおりである。

1.河川におけるレクリエーション内容、利用頻度、および代表的な利用行動の頻度と行く手段・滞在時間の関係を示した。また、利用しなくなった内容とその理由についても示した。

2.河川の保全、親水性の個別的評価として、それぞれ11、12項目の評価結果を示し、さらに親水評価と利用頻度の関係も示した。

3.河川の保全、親水性の個別的評価結果を因子分析によって検討し、保全評価では3因子、親水評価では2因子を抽出し、それぞれの因子ごとに各地域の平均因子得点により地域間の比較を行った。

4.河川に対する相対的評価として「関心」「親しみ」「満足」の3項目について地域間の評価傾向の差異を示し、さらに保全評価、属性との関連を数量化理論類によって分析し、各アイテム・カテゴリーの関連を明らかにした。

5.河川のイメージ評価として、30対の形容詞対を用いSD法によって検討した。因子分析の結果、4因子を抽出し、各地域の平均因子得点より因子ごとに河川に対するイメージの差異を示した。

6.各地域における河川の利用程度、総体的評価、保全・親水評価、イメージ評価結果を基に、相互の関連を相関行列より検討した。また前報の居住環境に関する個別的・総体的評価との関連も示した。

7.上述した各地域における河川の利用程度および各評価について、河川環境指標との関連を示した。

総合的な河川環境管理計画を策定する上で有用と考えられるが、具体的な計画へ適用していくためには、評価場所を限定し、環境要素の詳細な状況と評価の関連を明らかにすることも必要と考えている。

[コメント]

上記のように評価場所を拡張すると、具体的な計画・設計論に展開できなくなることが考えられる。

1.11) 福永弘樹・林春男：都市河川における親水行動の定量的評価、社会心理学研究、第11巻第3号、pp.159-169、1996.3

[問題]

都市河川環境と水辺を利用する人間がどのように関わっているかに着目して、親水行動の定量化を試みる。

親水行動：「人が特別な目的のために水辺に集まったり、意識的あるいは無意識的に生活動線の中に水辺を組み入れたりする行動」

- - アフォーダンス理論 - -

アフォーダンス理論：Gibson(1979)---「環境が空間の大きさ・奥行きなどの知覚情報を提供する際に、同時に直接的に伝える、その価値・意味的情報」

環境情報：静的な構造化された情報だけではなく、動的なイベント情報をも包含する。

静的な情報：物質の形や色

動的なイベント情報：物質の移動だけでなく知覚する生物の積極的な探索行動から生じる情報

アフォーダンス：生物に影響を与える環境が持っている情報、生物の経験にはよらない客観的な価値

人間は環境から提供されるアフォーダンスを抽出することにより、行動の可能性や有効性を推測し、行動が決定されるといえる。

単一の物理的要素が持つアフォーダンスを検討した研究はあるが、複数の物理的要素のセットにより構成されるアフォーダンスの研究は数少ない。

この研究では、複数の物理的要素のセットである河川環境の持つアフォーダンスが、人間行動である親水行動を規定すると仮定している。

河川環境の持つアフォーダンスとそこで観察される親水行動との関連をみる第一歩として、親水行動の定量化を行い行動パターンの類型化を試みた。

- - 都市河川空間の評価 - -

工学の分野から河川の景観評価として検討されてきた

SD法を主体とする認知的評価：美しい・よいといったファジィな量の定量化という方法---> 個々人の社会的背景や経験に影響され、現実場面と対応した河川空間の評価とはいいがたい

現実の河川空間における定点観察による行動的評価：人間行動の定性的な評価であり、定点の一時期における観察

このような事象への情報提供は心理学的な立場からも行うことが可能である。

実際の都市河川における親水行動を定量的に把握するための、行動観察による行動的評価

定点観察ではなく、広範囲な一定区域内における観察

工学：人間行動を情報処理モデルの立場から、環境認知の結果としてとらえる認知的評価が中心

生態学的心理学：人間行動は直接知覚される環境情報によって規定される

都市河川における親水行動：性別・年齢・行動の種類・パーティ数・関係の5項目の行動的特性により定量化

河川空間のクラスター分析による分類

定量化：フィールド観察調査による「いつ・どこで・どのような人が・何をしているのか」に関する資料を用いる

親水行動が気象学的特性、社会制約的特性に影響されることを考慮

気象学的特性：年間変動の四季と日内変動の時間帯

社会制約的特性：曜日

[方法]

- - 対象河川区域 - -

広島市太田川（本川）約3.5km

広島市の中心部を流れる都市河川

建設省が定めた距離標（100mピッチ）をもとに、調査対象区域を74区域に分類

- - 調査方法 - -

観光船（太田川リバークルーズ）に乗船

右岸・左岸を往路・復路でビデオ撮影

固定カメラ---水面下部に水面が移るように倍率を調整、人は画面の2分の1から4分の1の大きさ

可動カメラ---画面枠内最大限に人が入るように撮影

撮影者が人の5項目の行動的特性を音声によりビデオカメラレコーダーに記録

行動特性コーディングマニュアル（表-1.2.4）に基づき、人単位にコーディングを実施

- - 調査日時 - -

四季を通じて調査（4季節、気象学的特性を考慮）

1日7時間帯を調査（7時間帯、気温の日内変動を考慮）

平日と休日を調査（2曜日、社会制約的特性）

55クルーズに乗船（春は花見の団体予約が多かったため、6クルーズにより調査）

天候はほぼ晴

- - 行動特性のコーディング - -

表 - 1.8 行動的特性の分類項目および一致係数^{1.11)}

行動的特性項目	分類基準	一致係数
性別		.81
1 男	-	
2 女	-	
年代		.65
1 子供	0~15歳(乳児から中学生まで)	
2 若者	16~39歳	
3 中年	40~59歳	
4 老年	60歳(歩行補助を使用、白髪の特徴)	
行動		.87
1 親水行動	直接水に触れるような行動	
2 滞留	一定の場所に留まる行動	
3 移動	時間の推移にともない場所が変化する行動	
パーティ数		-
X 行動を共にしている人の人数		
関係		.83
1 アベック	異性同年代2人	
2 友人	同性同年代2人以上, 異性同年代3人以上	
3 家族	異年代	
4 作業仲間	同服装(ユニフォーム)	

秋の休日の行動特性コーディングは2名の心理学専攻大学院生で行い、2者間の一致係数を求める
 一致係数は、.80以上 --- 高い一致
 中年と老年の区別が曖昧
 - - 太田川(本川)護岸で観察された行動的特性 - -
 74区域で観察された人々の頻度
 原爆ドーム前で突出
 区域ごとに観察された人々の頻度は大きく異なる
 季節によっても人々の頻度が異なる
 - - 季節・曜日・時間帯が河川に集まる人々の数に及ぼす影響 - -
 季節・曜日・時間帯の各要因による水辺に集まる人々の数の影響
 従属変数：各区域で観察された人々の数
 独立変数：季節(春・夏・秋・冬) 曜日(休日・平日) 時間帯(7時間帯)
 季節、曜日の主効果が有意

人の度数：春 > 秋 > 夏 > 冬、休日 > 平日
 季節 × 曜日、季節 × 時間帯、曜日 × 時間帯の交互作用が有意
 季節と曜日の交互作用 --- 春における休日と平日の差が顕著、冬においては曜日の差がみられない
 季節と時間帯の交互作用 --- ピークは、春12:30、夏15:30、秋14:30、冬10:00
 曜日と時間帯の交互作用 --- 休日12:30、平日14:30
 - - 季節・曜日が行動的特性に及ぼす効果 - -
 4季節で性別・年齢・行動・パーティ数・関係の行動的特性の違いをみるためのカイ自乗検定
 性別 --- 夏と冬に男性の割合が高い
 年齢 --- 春に中年、夏に若者、秋に子供、冬に若者と老年
 行動 --- 春に滞留、夏に親水行動、冬に移動
 パーティ数 --- 春に複数、夏冬に単独
 関係 --- 春に恋人と家族、夏冬に作業仲間、秋に友人
 曜日で行動的特性の違いをみるためのカイ自乗検定
 季節によらず曜日による行動的特性の差異は同様の傾向がみられる
 性別 --- 平日に男性
 年齢 --- 休日に子供、平日に中年と老年
 行動 --- 休日に親水行動、平日に移動
 パーティ数 --- 休日に複数、平日に単独
 関係 --- 休日に恋人と家族、平日に友人と作業仲間
 - - 行動特性による太田川(本川)護岸のクラスター分析 - -
 人々の水辺の利用形態をもとにして河川空間を分類
 対象：74区域、属性：5行動特性の頻度とする
 UPGMA クラスター分析

表 - 1.9 季節ごとの曜日別の人間行動的特性^{1.11)}
 (原図はすべてのカテゴリーに数値を示していたが、ここでは各ゾーンおよび行動的特性ごとの最大値を網掛けした)

	年代				行動			パーティ数			関係			
	子供	若者	中年	老年	親水	滞留	移動	1人	2人	3人以上	アベック	友人	家族	作業仲間
春	観光ゾーン													
	移動型広場ゾーン													
	アベックゾーン													
	花見ゾーン													
夏	通常ゾーン													
	観光ゾーン													
	親水ゾーン													
	移動型広場ゾーン													
秋	通常ゾーン													
	観光ゾーン													
	親水ゾーン													
	移動型広場ゾーン													
冬	通常ゾーン													
	アベックゾーン													
	滞留型広場ゾーン													
	移動型広場ゾーン													

季節ごとに利用形態が異なる ---> 分析は季節ごと
各季節は表 - 1.9のように分類される
全季節共通のクラスターの行動的屬性
観光ゾーン --- 中年、複数で滞留、家族連れ
親水ゾーン --- 直接的な親水行動をする人
移動型広場ゾーン --- 若者が移動
アベックゾーン --- アベックの割合が高い
通常ゾーン --- 老年が1人で移動、作業仲間と家
族連れが多い

[考察]

- - 行動的特性コーディングの信頼性 - -
年齢以外では、2者間の行動的特性コーディングの
一致率は高い。

カテゴリー間の相違が映像だけで容易に判別できる
+ 音声による記録の補完

- - 太田川(本川)護岸で観察された行動的特性 - -
各区域に集まる人々の行動パターンが異なり、それ
をもとに河川空間を評価することが可能

- - 季節・曜日・時間帯が河川に集まる人々の数に及
ぼす影響 - -

季節による人々の数の変化:気温といった気象学的
要因が親水行動に大きく影響していることを示唆

冬に曜日による差がない:社会制約的要因よりも気
象学的要因のほうが親水行動に及ぼす影響が大きい

夏夕方、冬散歩:気温の日内変動といった気象学的
要因も親水行動に少なからず影響

春の花見、秋の団体旅行は社会的な要因
休日のほうが人が多い:会社、学校が休みといった
社会制約的な要因が影響

気温の日内変動:気温の年内変動と社会制約的な要
因の交互作用によってのみ親水行動に影響

- - 季節・曜日が行動的特性におよぼす効果 - -
季節による人々の行動的特性の違い:気温の年内変
動が大きく親水行動に影響していることを示唆

季節の違いによる集まる人々の年代の違い:年代に
よって気温の年内変動の影響の受け方が異なる

春の滞留行動:花見による社会的影響
夏の親水行動、冬の移動行動:気温の年内変動によ
る影響

- - 行動的特性による太田川(本川)護岸のクラス
ター分析 - -
7つの河川環境のゾーン:河川環境の持つアフォー
ダンスにより規定される親水行動が7つに集約

通年で利用形態が同様の区域:ある特定の行動を誘
発する強い工学的特性によるアフォーダンス

季節によって利用形態がまったく異なる区域(マル
チ利用):工学的特性+気象学的特性によるアフォー
ダンスに影響

同じ利用形態がみられるゾーンでも季節によって区
域が異なる:工学的特性と気象学的特性の相互作用に
よってアフォーダンスが生じる

特定の行動は、河川環境という複数の物理的要素の
セットにより構成されるアフォーダンスによって規定
アフォーダンスを構成する要素のセットは、工学的
特性のみによる場合と、工学的特性と気象学的特性と
の相互作用による2種類がある

年代によるゾーンにしめる割合の違い:アフォーダ
ンスがある特定の人々に向けて発せられている

[まとめ]

河川空間に集まる人々の行動観察により、親水行動
を定量的に把握することが可能

河川空間の各区域によって、河川空間に集まる人々
の行動的特性が異なる:河川空間の持つアフォーダ
ンスによって親水行動が規定される

[今後の課題]

具体的な特性の検討(工学的特性の数量化 ---> そ
れぞれのアフォーダンスに特有の工学的特性が存在す
るか否かの検討 ---> 気象学的特性+社会制約的特性
の相互作用

行動的特性の特定を行動観察によって行う --- 信
頼性を高めるため分類カテゴリーを詳細にすることが
できなかった

アフォーダンスにおける他の人の影響 ---> マルチ
利用される区域の定点観測調査

[コメント]

手法としては、しっかりと手順を踏んでいる。
本研究と比較すると、気象学的特性 --- 自然環境
要素、工学的特性 --- 設計要素と読み換えが可能

本研究では、自然環境要素と設計要素の相互作用を
仮定しているところが異なる。

既往論文より、広い範囲における社会制約的特性
(水景施設までの距離、動線)は考察済である。

参照論文と本研究では、スケールが大きく異なるた
めに、調査手法と考察方法が異なっているが、参照論
文自体は、本研究に近い方向で研究が進められる可
能性がある。

1.2.3 本研究の方向性と意義

前述の従来の研究においては、人と水景施設の関係性を扱ったものが多く見られるものの、これらの論文では水景施設の実際の空間、設備を計画、設計するための資料を示そうとするものは少ない。また、資料を示したとしても、これらを実際の設計に直接活かすような手法がこの分野では開発されてはいない。つまり、構造分野や流体分野では、設計時に構造解析や気流解析がおこなえるような手法が存在するが、環境分野において具体的な設計における人の行動解析をおこなうものは存在しない。本研究では、上記の事項をふまえた上で研究の方向性を定めた。

本研究の方向性を図 - 1.10に示す。本研究は、水景施設内における人の行動を定量的に把握する手法を開発・確立するとともに、これを用いて水景施設の評価指標を得、人の行動が形成される要因を周辺環境（「設計要素」と「自然環境要素」）との対応を解析することで明らかにしようとするものである。さらに、この解析結果を具体的に設計資料に反映させる方法を開発しようとするものである。ただし、この論文のような問題解決の方法は、従来まったくおこなわれてこなかった手法を数多く用いることから、本論文においては、一連の解析手法の開発とその適用例を示すこと、そしてそれらの解析手法は、そのまま設計手法として扱えるようなデータとして扱うことを第一の目標として、研究を進めることとした。よって、周辺環境としては時間的あるいは季節的な変動が大きな自然環境要素は、一連の解析手法を開発するためには特に必要でないこと、多くの実測データを必要とすることから、本論文では解析対象には含めていない。なお、本論文における周辺環境とは、水景施設の周辺を指すのではなく、水景施設内部における、人の外界に存在するすべての要素を周辺環境と定義している。

また、本研究の意義としては次のようなことがあげられる。

本研究では、水深や流速など、給排水衛生設備を同時に考慮に入れなければならない要素についても周辺環境要素に含めることによって、従来の設計手法においては十分な考慮が足りないものと考えられる給排水衛生設備を、基本設計の段階からデザインとともに考慮に入れることによって、設計資料と設計手法の提供をおこなうことができるものと考えられる。また、一連の解析にはコンピュータを用いることにより、これからCADの適用範囲が拡大することによって、この手法が活用される可能性が高くなるものと考えられる。現在の解析において、手入力をおこなっている部分についても、CADの使用により自動化される箇所が多くなり、本研究で用いる手法が実際に活用されることも将来的には多くなるものと考えられる。また、パーソナルコンピュータ上で一連の解析ツールを作成していることから、すべて解析者、設計者の手で簡単に手を加えることができるようになっている。

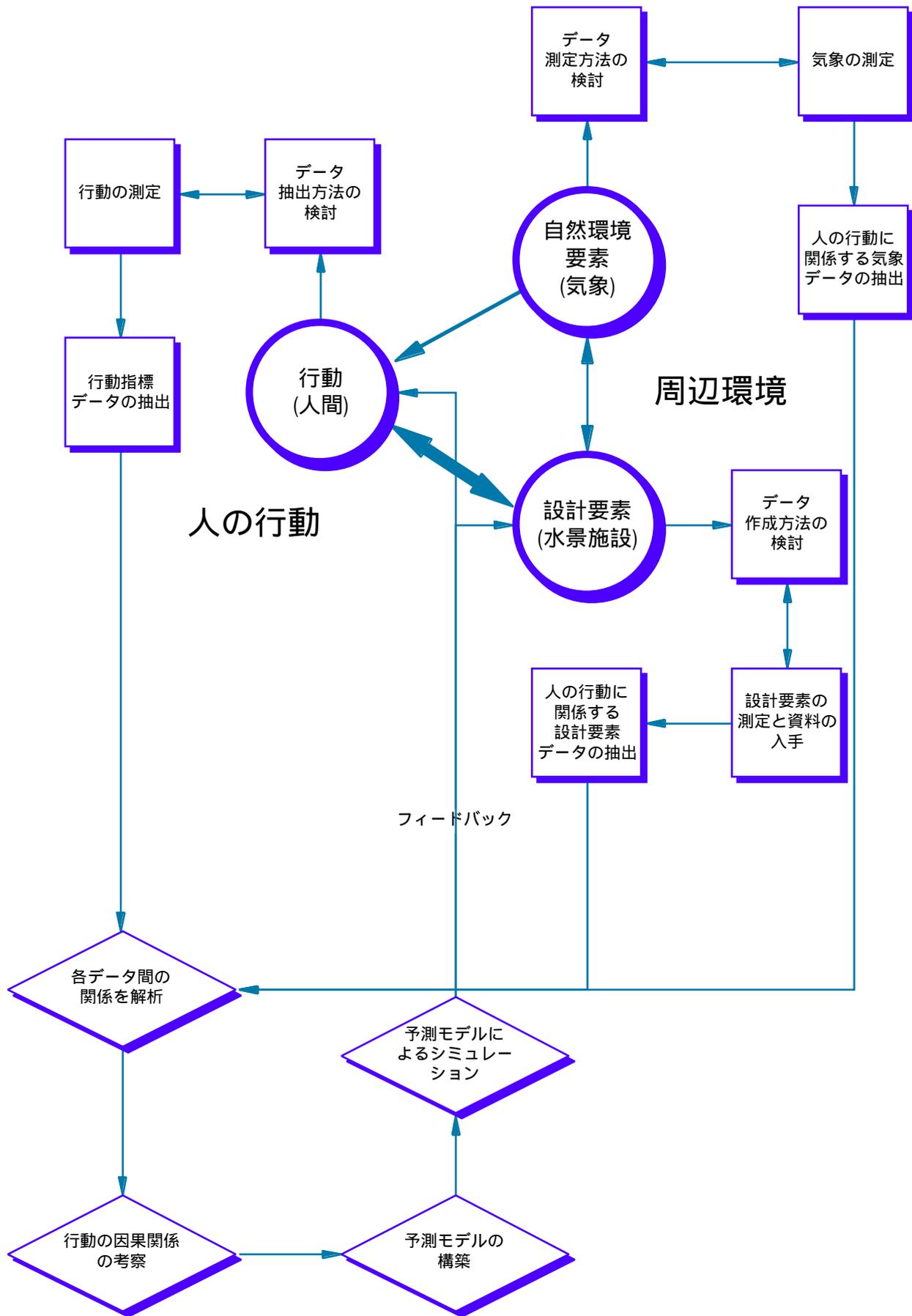


図 - 1.10 研究の概念

1.3 論文の構成

本論文の構成を図 - 1.11に示す。

本論文は6章から構成されている。

第1章「緒論」では、研究の背景として、現状の水景施設に関する問題点、また計画、設計に関する問題点を明らかにする。また研究分野を概観することや既往の論文を参照することにより、本論文の方向性と意義を明らかにする。そして、論文全体の構成を示す。

第2章「水景施設の現状と問題点」では、水景施設の計画、設計、維持管理についての文献調査やヒアリングをおこない、利用実態についてのアンケートと現地調査の結果から、水景施設の現状と問題点を具体的に示す。

第3章「水景施設における滞留行動の解析」では、選定された水景施設における詳細な現地測定をおこない、このデータを用いて5秒以上同じ場所にとどまる行動を滞留行動と定義して、目視により行動を抽出する方法を検討する。また行動を分類することによって、滞留行動の特性を把握する。そして、場所の形態による滞留行動の特性を解析することによって、行動のおきやすい場所と施設形態との関連を論じる。

第4章「画像処理による人の行動の抽出」では、画像処理を行動解析に使用する意義を述べた上で、その理論を説明する。そして、水景施設における画像の特性を把握した上で、画像処理による行動抽出アルゴリズムの検討を行う。そして、得られたデータについての精度を確認するために、目視データとの比較をおこなうことにより、画像処理の有用性を示す。

第5章「画像処理を用いた人の行動の解析」では、前章で検討した行動抽出アルゴリズムを用いて人の行動を抽出し、このデータを用いて人の行動の基礎的な傾向を把握する。そして、行動密度分布を作成する方法を検討した上で、データを作成する。さらに、行動密度分布と周辺環境要素との関係を定量的に解析して、双方の影響を把握し、行動密度分布の予測モデルの作成をおこなう。最後に、モデルの予測式を用いた周辺環境要素による人の行動密度分布を予測し、このモデルを評価する。

第6章「結論」では、本論文のまとめをおこない、今後の水景施設分野における研究の課題を述べる。

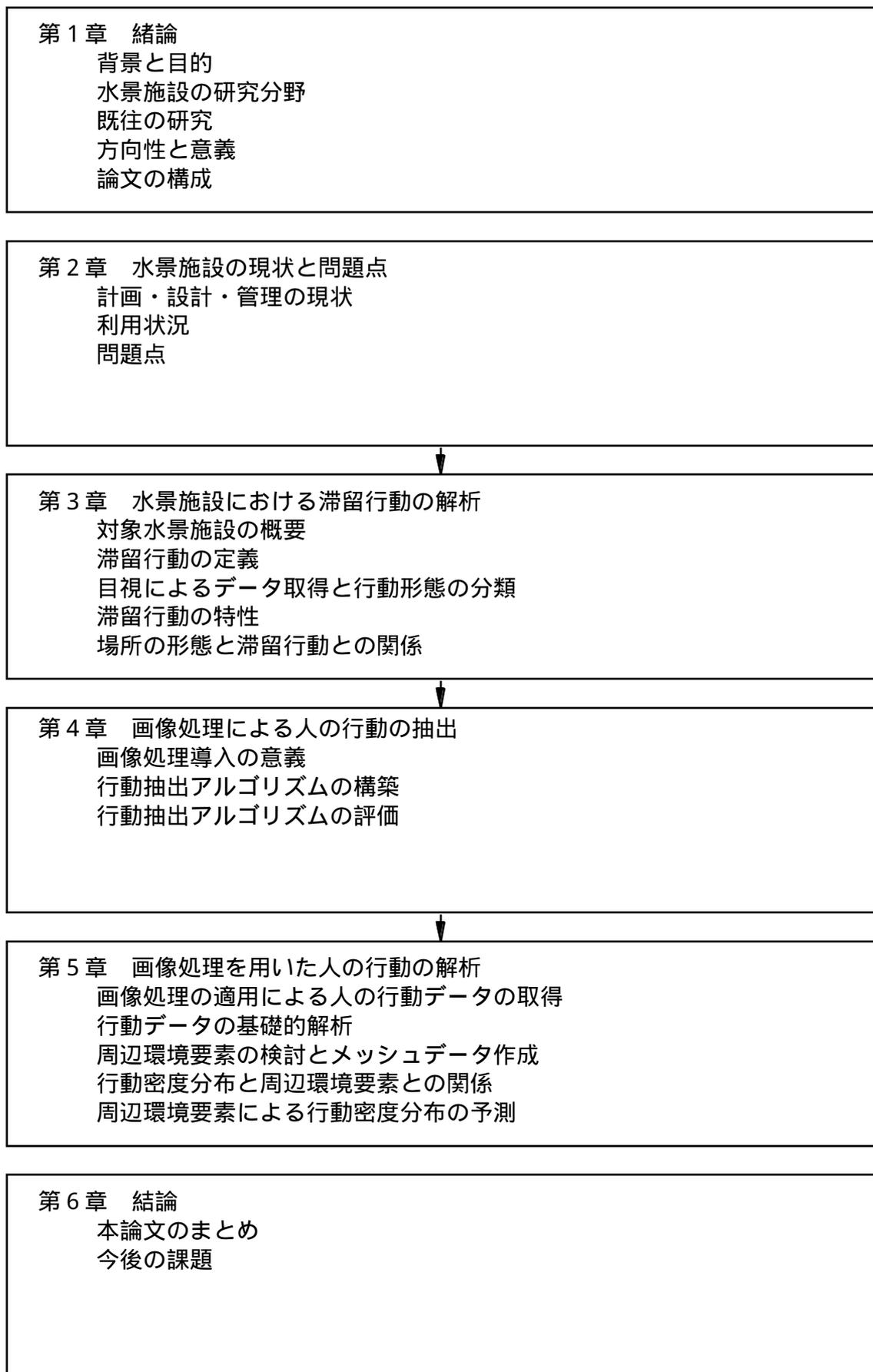


図 - 1.11 論文の構成

第2章 水景施設の現状と問題点

2.1 目的と概要

2.2 水景施設の計画・設計・管理

2.2.1 水景施設の計画・設計・管理に関わる項目

2.2.2 計画者、設計者、管理者へのヒアリング

2.3 水景施設の利用

2.3.1 水景施設の形態と利用形態

2.3.2 現地調査による問題点の把握

2.4 まとめ

2.1 目的と概要

本章では、文献調査や計画者、設計者、管理者を対象としたヒアリング、または現地調査によって水景施設の現状について把握し、水景施設にみられる問題点を明らかにしようとするものである。

構成としては、水景施設の提供者である、計画・設計・管理と、利用の2つに大きく分けて、双方の現状と問題点を把握し、次章からの測定と解析の基礎資料となるように調査をおこなっている。

2.2 水景施設の計画・設計・管理

2.2.1 水景施設の計画・設計・管理に関わる項目

水景施設を計画、設計、また維持管理する際の指針となる文献として、以下の5つの文献を参照した。以下に、その概要と引用した図表および文章を示す。

2.1) 土木学会編：水辺の景観設計、技報堂出版、1988

土木分野では、海辺と河川の水辺を扱う分野があるが、この図書では、河川の景観のみを扱っている。河川と人工的な水景施設との違いは、河川は元からその場所に存在している場合がほとんどであり、河川の従来から持っている機能（治水機能、利水機能、環境機能）のバランスを保ちながら景観を設計することが肝要であることが記述されている。具体的な設計項目としては、護岸が多いのが特徴である。この中で、河川の計画の概略について示したものを図 - 2.1に引用する。

2.2) 空気調和・衛生工学会：第12版 空気調和・衛生工学便覧、4 給排水衛生設備篇、1995

空気調和設備、および給排水衛生設備とそれらに関連する分野についての情報を網羅する図書であり、第7編 給排水衛生特殊設備の第6章 水景および散水設備（pp.517-527）において取り扱われており、設備計画と設計に関わる記述が見られる。このうち、設備計画の手順を示した図を図 - 2.2に示す。

2.3) 日本建築学会編：建築と都市の水環境計画、彰国社、1991

水環境計画について、広い視野でまとめられている図書である。水景施設についても、都市における水環境の導入という広い視野の視点から論じられており、その基本計画から計画のための調査など、デザイン、環境調整などの各論、そして実施例が掲載されている。そのうち、「計画の指標」として記述されている部分をpp.36-37に引用する。

2.4) 日本水景協会：水景技術標準（案）解説、1993

水景施設の計画・設計・保守管理に関する基準をまとめた図書である。内容は、実務者を主な対象としているために、デザインそのものを扱うよりも実施設計に役立つ装置や設計値、また浄化施設やその要求水質について詳細に掲載されている。このうち、一部記述をpp.37-40に引用する。

2.5) 鈴木信宏：水空間の演出、SD選書167、鹿島出版会、1981

この文献は、「物理的要素に起因する水のイメージの構造を、要素の知覚的把握によって究明し、あわせて、イメージ形成に必要な要素の演出手法を獲得し、建築における水空間設計の資料としてそれらを体系的にまとめ」たものである。ここでは、水のイメージの想起要因を考察した文章と水のイメージの物理的要素の操作指標をpp.40-41に引用する。

以上、現在までの研究成果や実例を元にした文献を参照した結果、人の行動の形成要因が解明されていないことが明らかになった。水景施設は、主として人への心理的な作用を目的とした施設であるから、それらをアンケートや写真実験、そして現地実験によって調査することは従来からおこなわれてきた。しかしながら、特に子供などでは、このような実験的手法によって評価を得ることが困難なことから、水景施設で人が利用する行為について定量的に把握することで、これらの評価の補足的な役割ができるものと考えられる。また、行動を詳細に把握することで、施設形態との関連を具体的に提示することができることから、設計資料として直接用いられやすい資料の作成が可能であると考えられる。

また、利用者のイメージだけでなく、行動と物理的要素の関係を視覚的要因以外の面から検討する手段の必要性があると判断された。これを解決するには、脳波や心拍を測定するなどの生理的な変化を測定する方法が有効であると考えられるが、屋外におけるこのような実験は実際的には困難なことであり、また、不特定多数の利用者の行動を把握することによって、施設における行動を集約し、平面図との対応によってこれらの要因の関係を検討することができるものと考えられる。

また、文献によっては施設計画と設備計画の手順が区別して書かれているが、水景施設においては、その主要な機能は給排水衛生設備によって成り立っているともいえる施設であり、本来は水景施設の計画段階から設備的な数値を考慮に入れて作業がおこなわれるべきである。施設をデザインする際に、このような視点を考慮に入れることのできる設計手法が必要であると考えられる。

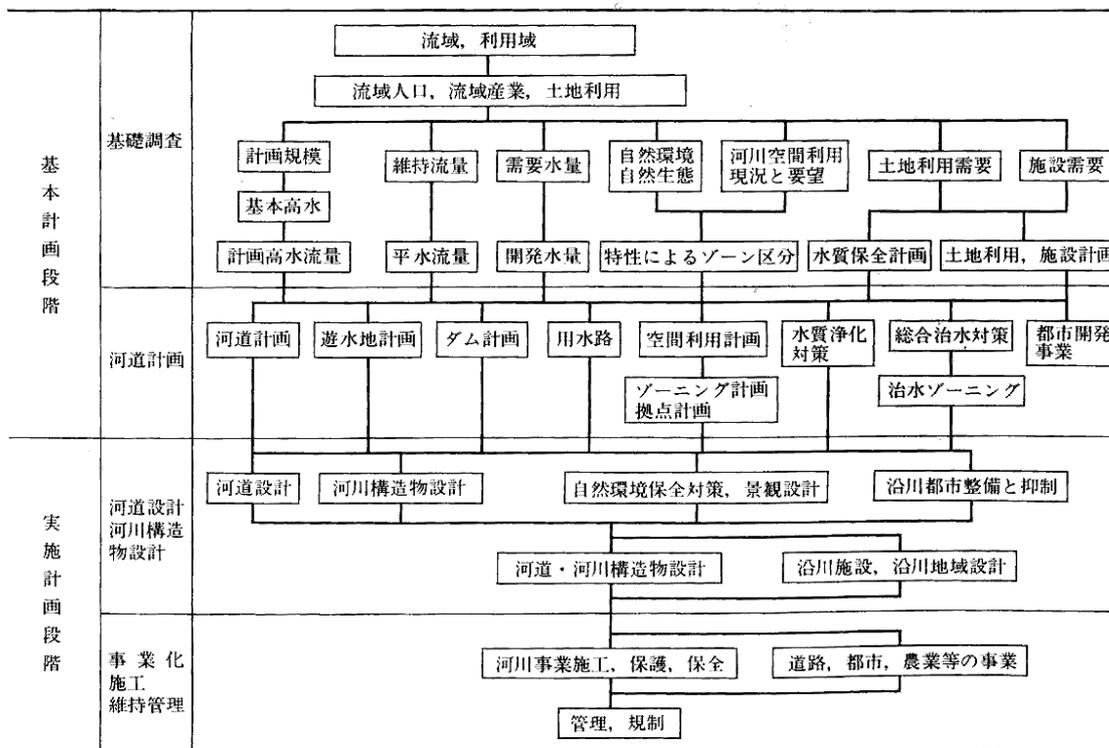


図 - 2.1 河川の計画の流れの概略と関連する諸計画^{2.1)}

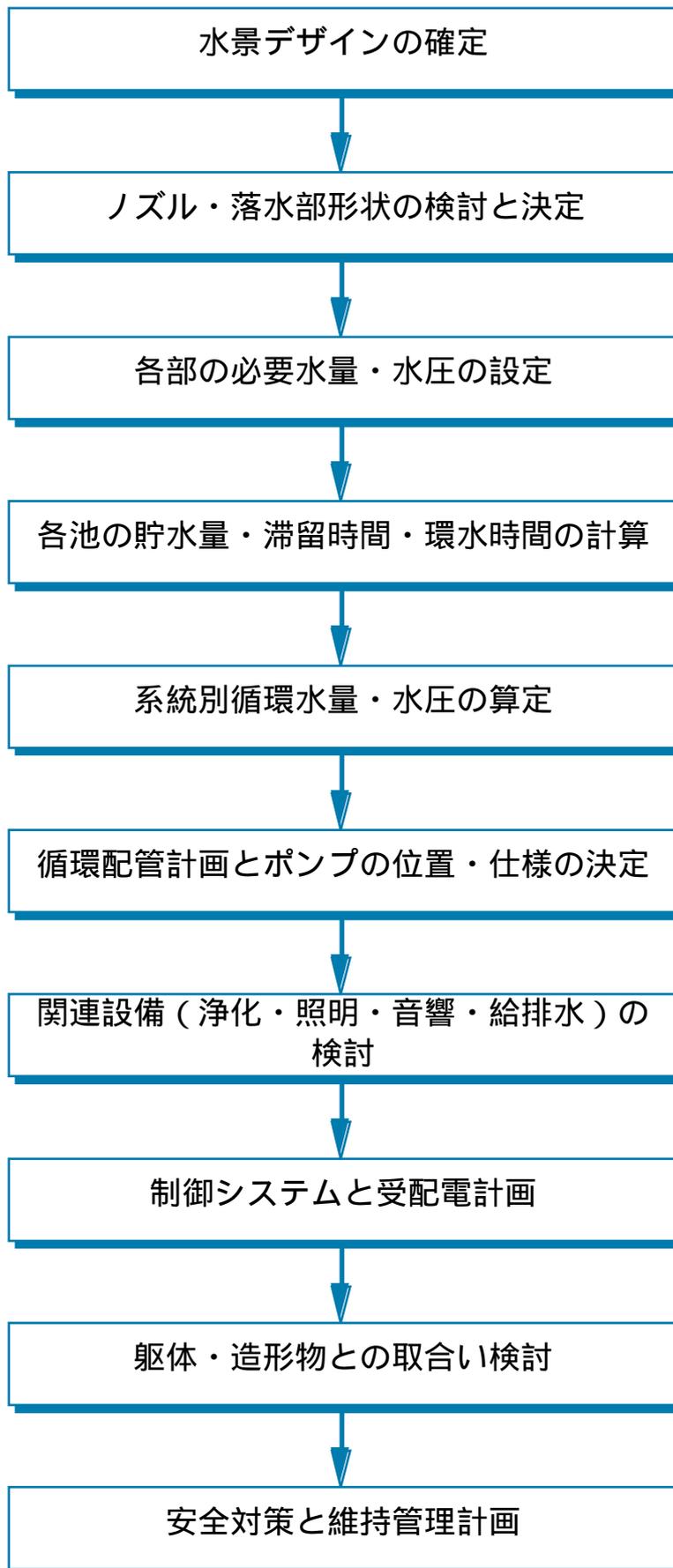


図 - 2.2 計画の手順 (岡田幸男) ^{2.2)}

2.3) 日本建築学会編:建築と都市の水環境計画, pp.19-20, 彰国社, 1991

的なものまで幅広いが、その代表的な例を表 - 2.1に示す。

計画対象の分類

水を用いた施設、水の存在する風景等、水環境には多種多様なものが存在している。そこでこの項では、今後の計画検討の前段階として、いままでに形作られてきた実際の水環境を、いくつかの視点から分類してみた。

(1) 水の存在形態の面からとらえる

水自体の存在の状態とその動きの面からは、(1)落下したり流れたりするような下降する水、(2)噴き上げたり水位が徐々に上がるような上昇する水、(3)地上及び地下に溜る水、(4)液体から固体および気体に相変化する水、以上四つの形態に分けてとらえることができる。

自然界ではこれら四つの形態のすべてが存在するが、都市や近郊の住民の目に触れる機会が多い自然の水は下降する水と溜る水である。水を人工的に演出する場合には、この二態の他に上昇する水を作り出すことも多い。なお、水の四態は、スケールや存在の状況に応じて、さらに細かな現象や状態としてとらえることもできる。

(2) 水の利用目的からとらえる

水は人間の出現以前に存在していたものであるが、人間の生活の面から水環境を利用したり作り出していく場合には、利用目的の種類からとらえることが重要である。

人間と水のかかわりは多岐にわたるが、大別すると、(1)日常的な生活に関する利用、(2)精神的な利用、(3)環境調節としての利用、(4)生産への利用が考えられる。

以上は、どれも水を積極的にあるいは必要に応じて人間の生活に利用していこうとする立場であるが、逆にこのほかに、水を利用する場合に克服しなければならない課題として、(5)水の制御があげられる。これは、利用することによる質の低下および洪水等の水の持つ人間にとって不都合な性質を、上手にコントロールしていこうとする立場である。

(3) 水の機能の面からとらえる

水の利用は、水の持つ数多くの機能を基にして成り立っている。これらの機能には物理的なものから精神

表 - 2.1 水の作用と利用項目^{2,3)}
(原文では文中であるが、ここでは別表としてまとめた)

基本的な作用	水の作用による利用項目
動かす	発電、運搬
運ぶ	水運
浮かす	船舶
溜る	利水、水源
浸透する	水はけ
浄化する	洗浄、洗濯
冷やす	食物保存、環境調節
燃烧防止	消化、防火
暖める	環境調節
生命を育む	飲用、生物存在環境
清める	祭事
映す	象徴、景観形成
隔てる	景観形成、侵入防止
つなぐ、結ぶ	水路網、連絡
眺める	鑑賞
憩う	レクリエーション
つかる	親水

(4) スケールの面からとらえる

水そのものはひとつの分子から成り立っているが、その集まり方から、いろいろなレベルの把握のスケールが存在する。

- (1) 全地球的レベル(海水等)
- (2) 国土レベル
- (3) 地域、地方レベル
- (4) 各都市レベル
- (5) 都市空間レベル(街路、町並み、地区公園等)
- (6) 外部空間レベル(団地内の一街区、公園内施設等)
- (7) 外部空間レベル(インテリアおよび外観、外構)
- (8) 施設内レベル(水景施設等)
- (9) 器具内レベル
- (10)体内、物質内レベル

(5) 水の形状の面からとらえる

- (1) 固体 (2) 液体 (3) 気体

(6) 自然度の面からとらえる
水そのものの自然度と、水を取りまく環境の自然度の両面から考えられる。

- (1) 水自体に関して
 - ・水質の加工の程度
 - ・経路の変更の程度
 - ・コントロールする水量の大きさ等
- (2) 水を取り巻く環境に関して
 - ・都市化の程度
 - ・水際線（護岸等）の加工の程度
 - ・河川の流れる向き等

(7) 流量、流速の面からとらえる
水環境を計画する場合、扱う流量や流速によって、装置の設計が異なってくる。

- (1) 河川規模の流量、流速
- (2) 屋外施設規模の流量、流速
- (3) 屋内設備、器具規模の流量、流速

(8) 時間の面からとらえる

- (1) 過去の水利用
- (2) 現在の水利用
- (3) 将来の水利用

2.4) 日本水景協会：水景技術標準（案）解説、1993

目次

第1章 総則

- 第1条 目的
- 第2条 適用範囲
- 第3条 用語の定義

第2章 計画

- 第4条 計画基本条件
- 第5条 システムとしての基本条件
- 第6条 噴水姿態の基本形
- 第7条 滝・流れの基本形
- 第8条 照明効果
- 第9条 水景用水の基本事項
- 第10条 水の利用形態の分類
- 第11条 基本的水質項目
- 第12条 用途別目標水質

第3章 設計

- 第13条 流水路の流量計算
- 第14条 滝・流量計算

- 第15条 ノズルの流量計算
- 第16条 シャープノズルの噴水到達高さ計算
- 第17条 エアージェットノズルの噴水到達高さ計算

第4章 噴水施設

- 第18条 キャンドルノズルの噴水到達高さの計算
- 第19条 ノズルの名称と機能
- 第20条 水中モータポンプの構造
- 第21条 水中モータポンプの材質
- 第22条 水中モータの軸シール
- 第23条 水中モータの電圧の制限
- 第24条 リングノズルヘッダーユニット
- 第25条 分岐ノズルヘッダーユニット
- 第26条 カスケードノズルヘッダーユニット
- 第27条 噴水用照明器具の種類
- 第28条 照明器具の構造

第5章 浄化施設

- 第1節 浄化の方法
 - 第29条 浄化方法の選定
 - 第30条 浄化設備の構成と種類
 - 第31条 除塵の方法
 - 第32条 水質浄化の方法
 - 第33条 消毒・殺藻の方法

第2節 浄化設備

- 第34条 除塵設備
- 第35条 水質浄化設備
- 第36条 消毒・殺藻設備

第3節 排水先条件

- 第37条 排水先条件

第6章 電気設備

- 第38条 適用規格、基準
- 第39条 水景制御盤の構造
- 第40条 水景制御盤の主回路
- 第41条 水景制御盤の器具

第7章 付帯設備

- 第42条 壁貫通配管
- 第43条 池の有効水量

第8章 保守管理

- 第44条 保守管理の内容
- 第45条 管理責任者の選定
- 第46条 管理組織図の作成
- 第47条 記録

- 第48条 水中モータポンプ

- 第49条 横軸ポンプ

- 第50条 照明器具

- 第51条 ノズル及びノズルヘッダーユニット

- 第52条 濾過装置
- 第53条 消毒・殺藻設備
- 第54条 水景制御盤
- 第55条 特殊機器
- 第56条 池清掃

以下に、本論文に関係の深いと思われる条について引用し、それに対するコメントを記す。

各条の記述と解説

(計画基本条件)

第4条 水景施設は次の各号の条件に基づいて計画するものとする。

- 1)水の演出を中心に考え、各装置が有機的に結合したものであること。
- 2)維持管理や保守点検が容易であること。
- 3)積雪や凍結など地域の特殊性を考慮のこと。
- 4)安全でかつ美観を損なわない計画であること。
- 5)更新の困難な部所については十分な耐久性を有すること。
- 6)必要とされる初期原水、および補給水が確保できること。
- 7)原水質を維持できる設備を有すること。
- 8)関係法規に適合すること。
- 9)効率的に動くシステムを考え、省エネルギーを図ること。

解説

- 1.水の演出を考える時、重要なものは、その空間にどのようなものを作るかというコンセプトとデザインである。一般に多くの人の目に触れ、また、長期間供されるのであるから、十分芸術性、永続性を考慮して計画・設計のこと。
- 3.強風時の水の飛散の影響、冬期の積雪加重に対する強度、凍結対策など、地域の気象条件を十分調査の上計画のこと。
- 4.感電防止対策など安全面については万全の対策を取ること。また、防護柵やカバーなど美観を損なわない程度に土木、造園や設備と総合的に検討をすること。
- 6.水景用水は上水、井水、河川水、湖沼水、雨水、下水処理水(放流水) 中水道などが供されるが、原水の水質を十分調査しておくこと。また補給水として自然蒸発や施設での漏水、および浄化施設の

洗浄用水などの損失水量を確保できること。

7.水景施設は、不快感を覚えない用途目的にあった水質を維持するため浄化施設が必要である。水景施設における不快感とは、主に降塵、自然発生的な植物プランクトンなどによる濁り、発泡性物質、付着物質、及び臭気をいう。これらの不快物質の発生を防止し、除去する浄化施設を設けることが望ましい。

<コメント> コンセプトとデザイン性 - デザインにもインダストリアルデザインのような考えかたがあると考えられる。コンセプトがあったとして、それを具体的に詰めるときに必要な要素を、設計手法として提供できる可能性を検討したい。

(水景用水の基本事項)

第9条 水景用水の目標水質設定にあたっては、以下の各項目について十分な検討を行う。

- 1)水景施設の設置目的
- 2)水景施設の種類と周辺環境
- 3)供給原水の水質と水量

解説

1.水景施設の設置目的が、景観施設、親水施設、自然観察施設として計画されるとき、それぞれの施設により水質の検討を行う必要がある。またこれらが複合して利用される場合もある(図-2.3)。

水景



図-2.3 水景施設の設置目的^{2,4)}

2.水景施設の種類、例えば池でも水生生物の有無、噴水ではそのノズル径などにより処理項目や処理の程度が異なる。また水景施設の周辺環境によって汚濁物や落葉などへの対応が必要となる。また日照時間や風なども十分に留意しなければならない。よって水景施設構成機器、種類など、周辺環境を十分に調査検討する必要がある。

- 1)水景施設の種類により処理項目、処理の程度、規模などを明確にする。
- 2)水景施設の水の流出入方法、位置、敷地の高低、他施設との調和などにより浄化施設の設置位置を検討する。
- 3)水景施設への補給水源の位置、オーバーフロー、排水、浄化排水の排水先などを明確にする。
とくに排水先の調査、及び事前協議を充分に行う。
- 4)浄化施設の設置予定地の地形、地質、隣接の住民の有無などの調査及び対策を明確にする。

<コメント> 研究対象は、この分類で考えると親水施設ということになるが、噴水でも親水施設であるものもある。2.については、研究のテーマの一部として取り入れる必要があるものと考えられる。

(水の利用形態)

第10条 水の利用形態としては、一過的利用法、循環的利用法、部分循環利用法の三種類とする。

解説

- 1.水の利用形態としては下記のごとく分類されるが「水景技術標準(案)」においては水利用上最も合理的と思われる循環利用法を原則とする。

<コメント> 循環利用法を採用している水景施設は、これらの施設の配置や容量を把握する必要がある。

(流水路の流量計算)

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

$$R = \frac{Bh}{B+2h}$$

$$Q = 60vA$$

第13条 障害物のない流水路(開水路)の流量は次式で求める。

ここに、

Q: 流量[m³/min]

v:平均流速[m/s]

R: 径深[m]

I: 水面勾配

n:水路壁の粗度係数

B: 水路幅[m]

h:水深[m]

A: 流水路断面積[m²]

解説

- 1.この式は"マンニングの公式"と呼ばれている式であり、開水路の水量計算に広く用いられている。しかし、水景施設としては、視覚的効果をあげるために水路途中に置石などの障害物や段差流水がある。このような場合には水路の設計条件に合わせて本公式から求めた値を修正して用いる。
- 5.水路壁の粗度係数は一般に表-2.2の値を用いる。

表-2.2 水路壁の粗度係数^{2,4)}

材料および潤辺の状態		nの値	平均値	
			n	1/n
石工水路	切り石モルタル積み	0.013 - 0.017	0.015	66.7
	粗石モルタル積み	0.017 - 0.030	0.025	40.0
	粗石から積み	0.025 - 0.035	0.033	30.3
	両岸石張り、底面平らな土	0.016 - 0.022	0.025	40.0
土砂地盤または岩盤に掘った水路	粘土性の地盤(洗掘しない流速)		0.020	50.0
	同上、沈泥により底面が滑らかになり、水草のないもの		0.017	58.8
	砂質ローム、粘土質ローム地盤		0.020	50.0
	硬土または硬質ロームの大水路、両岸規則正しく底は沈泥で滑らかなもの		0.0225	44.4
	同上、小溝または大水路で状態が悪くなったもの	0.017 - 0.0250	0.025	40.0
	土砂地盤、直線上、断面一樣な新水路	0.0225 - 0.030	0.022	45.5
	土砂地盤、蛇行した鈍流	0.025 - 0.040	0.027	37.0
	土砂地盤、石れき底、両岸に草がしげる	0.012 - 0.018	0.015	66.7
	断面一樣な水路、底、砂泥		0.015	66.7
	断面一樣な水路、底、砂まじり小砂利		0.020	50.0
	断面一樣な水路、底、砂利径1~3cm		0.022	45.5
断面一樣な水路、底、砂利径2~6cm		0.025	40.0	
断面一樣な水路、底、砂利径5~15cm		0.030	33.3	

<用語> 径深(流体平均深さ) hydraulic mean depth

水路の断面積を流路のぬれ縁長さで除した値。直径Dの円管ではD/4になる。円形以外の断面形状の管路や、水路の損失ヘッドを求めるのに用いられる。水力平均深さともいう。水理学関係では径深、水力半径ともいう。

<コメント> 本研究では、流速についての空間分布を求める必要がある。人の行動に影響を与える因子としては、流量よりも流速そのものであると考えている。

(滝・流量計算)

第14条 滝における落水は、落水口をせきとした越流水として計算し、適切な修正を行う。落水口が長方形の場合次式で求める。

$$Q = KBh^{3/2}$$

$$K = 107.1 + \left(\frac{0.177}{h} + 14.2 \frac{h}{D} \right) (1 +)$$

ここに、

Q: 落下流量[m³/min]

K: 流量係数

B: 滝幅[m]

h: 越流水深[m]

D:水路底よりせき頂までの水深[m]
 e:補正項 Dが1m以下のときe=0
 Dが1mを越えるときe=0.55(D-1)

解説

1.この式は全幅せきの公式(修正レーボックの公式)である。したがって落水口の形状が長方形でない場合は適用できない。また、この式はせき(堰)として求めたものであり、水切り部の形状によって落下流量が異なるので、適切な修正が必要である。

<コメント>これについても、前条と同様のことがいえる。

(排出先条件)

第37条 水景施設から排出される水の受入れ先は、次を標準とする。

- 1)下水
- 2)河川
- 3)地下浸透

解説

1.水景施設から排出される水は保有水槽から出るオーバーフロー水、ドレーン水および浄化設備である濾過装置や生物処理装置から排出される濾材洗浄排水等である。

<コメント>排水先は、測定前に把握する必要がある。実際の水景施設では漏水の量が多いということがヒアリングで明らかになった。近年の水量に対する厳しい要求を満たすためには、給水量・循環水量・蒸発量・排水量の把握が必要になるものと考えられる。

(保守管理の内容)

第44条 水景施設を安全でかつ美観と機能を維持することを目的として次の保守管理を行うことを標準とする。ただし、別に法規に定めがあるものについては、その法規に従うものとする。

- 1)運転前点検
 絶縁低下のチェックや機能低下の原因になるようなゴミの除去などの日常的な点検を行う。
- 2)月次点検または長期休止後の運転時点検
 池の美観の向上、設備の機能回復、信頼性の確保のため、池の清掃設備の総点検を行う。

3)3年点検整備

損傷防止のため、また点検の判定結果に基づき、実施する清掃、調整、給油、部品交換、修理を行う。

<コメント>人の行動と周辺環境をとらえることは、点検整備の一部となるであろう。そこで、利用者の要求にあった、よりよい施設にしていくための見直しの計画を立てることができる資料を作成できる。

2.5) 鈴木信宏：水空間の演出、SD選書167、鹿島出版会、1981

目次

序論

水のイメージとその構造

- 1 心を動かす水のイメージとその分類
 - A 湿・冷・柔
 - B 流動
 - C 水平面
 - D 水かさ・深さ・浮沈
 - E 澄質・透光・反射
 - F 溶解
 - G 連続体
- 2 水のイメージの指向要素
- 3 構造型

水空間の演出

- 1 演出の手法
 - A 湿・冷・柔の演出
 - B 流動の演出
 - C 水平面の演出
 - D 澄質・透光・反射の演出
 - E 連続体の演出
- 2 演出手法のまとめ

結び

あとがき

以下、研究の方向づけで重要と考えた部分を引用、参照した。

キーワード

<文献からひろった物理的要素>

- 1.音圧レベルと周波数
- 2.流速、方向、流量
- 3.平面性

<自分の考え>

- 1.行動と評価（評価は時間軸が困難）
- 2.深さと快適性、安全性
- 3.分離、限定などの空間の位置

引用

1.3 心の動き - 知的なものと情的なもの

水のイメージを想起する際の心の動きは、知的なもの、すなわち知的内容による心の動きと、情的なもの、すなわち情的内容による心の動き、の二種類に大別できる。

先に、物理的要素に起因する代表的な水のイメージを示したが、これらのほとんどは、知的内容が心を動かす水のイメージであると言える。たとえば、「深さの持つもの」は、水の物理的性質としての深さという知的内容が心を動かす水のイメージである。「沈めるもの」は、人体に対する力動的な水作用という知的な内容が、そして、「空間を深めるもの」は、空間に対する水作用という知的な内容が、心を動かす水のイメージである。

ただ、「快適な潤い」「快適な涼しさ」「快適な柔らかさ」及び「快適な広々とした面」だけは、「快適さ」という情的内容が心を動かす水のイメージなのである。これらのイメージは、湿潤・冷たさ・柔らかさ、及び水平面状という水特徴が、それぞれ、乾燥・暑さ・固さ、及び狭さといった気候や周辺環境の特徴とともに知覚されることによって、そこに感情移入を計り、「快適さ」という情的内容を獲得したものなのである。

感動 - 中でも情的なもの

知的な内容が心を動かす水のイメージとともに、「優しさ」「恐ろしさ」、あるいは、「清らかさ」といった情的内容を伴い、それが深く、激しい心の動きとなる水のイメージが想起されることが多かった。しかし、それらは、激しく、派手で、鮮明な感動をもたらし、それ故に、比較的穏やかで、地味な知的水のイメージを、その影にかすませてしまうほどであった。

こうした感動は、快適さ・美しさ・純粋さ・豊かさ・優しさ・静安、あるいは生々変化といった「快」を軸とするものと、緊張・すさまじさ・力強さ、あるいは

恐ろしさといった「緊張」を軸とするものの、二種類に分類することができる。

感動を伴った水のイメージが、筆者だけではなく、アンケートの回答者や、水に関する書物のあちこちに、繰り返し、とらえられていることからして、一見、物理的要素が、それらの感動を直接指向しているかに見えた。しかしながら、厳密に考えると、物理的要素がこれらの感動を直接指向するとは、言い切れないのである。その指向度は、必ずしも高くない。なぜならば、観察者の心理状態によっては、激しく動く水は、「恐ろしい水」にも、「力強く、たくましい水」にも成るし、また冷たい水は、「快適な、涼しい水」にも、「不快な、寒々とした水」にもなり得るためである。

とは言え、このことは、物理的要素が感動の要因となっていることを、全く否定しているのではない。それどころか、観察やアンケートの結果は、その可能性がかなり大きいとさえ予想させるものである。ただ、厳密な因果関係は、「物理的要素に直接起因する水のイメージを究明する」という限界を越えた、新たな視点に立つ研究に待たなければならないと考えるのである。

水のイメージの物理的要素の操作指標

表 - 2.3 は、水のイメージを規定する物理的要素を、指向要素と演出要素に分けてとらえたものの関係を示したものである。

表 - 2.3 水のイメージを規定する物理的要素^{2.5)}

指向要素の操作指標	演出要素の操作指標	整理概念
1 水の触特徴 2 水の動き 3 水の形状 4 水の量 5 水質 6 水の光属性 7 水の浮沈性 8 水の溶解性 9 水の異質性 10 水の連続性 11 水への視覚	1 水の触特徴 2 水の動き 3 水の量 4 水質 5 水への視角 6 水との距離	A 水特徴とその知覚のさせ方に関するもの
12 気候 13 周辺環境	7 気候 8 周辺環境	B 広域特徴に関するもの
14 人体 15 物体 16 空間		C 水が作用する物体に関するもの
17 空間への水配置	9 空間への水配置 10 水のあるレベル 11 水際床の形態 12 水際床の材質 13 光源 14 介在物 15 水中物	D 空間とその特徴に関するもの

2.2.2 計画者、設計者、管理者へのヒアリング

既往の研究^{1,4)}では、2つの住宅団地における水景施設の計画および設計に関わる人に対してヒアリング調査をおこなっている。この結果、水景施設が中心地区への人の引き寄せに有効であることや、従来の中心地区とは異なった施設を作りたいという付加価値の意味から、水景施設が導入される経緯が聞き出されている。そして、基本計画段階では、風景や自然などのコンセプトを作成し、これをもとに施設形態を決定していることがわかる。利用形態と施設形態の関係は、個別設計の段階から考慮されている。

本研究では、1996年の7月から9月にかけて、水景施設の管理にあっている人に対してヒアリングをおこない、同時に設計図やパンフレット^{2,6),2,7)}などの資料調査をおこなった。これをもとに水景施設の計画、設計、維持管理に関わる現状と問題点を考察した。

調査対象施設は、W広場(図 - 2.4)、K広場(図 - 2.5)、O親水公園(図 - 2.6)の3施設である。これらの施設は、団地の中心地区、または駅前に設置されていることから通過者、利用者ともに多く、夏期に多くの方が水に入って利用している施設である。

ヒアリングまたは文献調査、現地調査の結果を、W広場については表 - 2.4に、K広場については表 - 2.5に、O親水公園については表 - 2.6に示す。ここで対象としたすべての水景施設は、流れを主体としながらも4つの基本形態のうちの2つ以上を備えた複合形態の施設であり、水道水、または地下水を使用し、この水を循環させることによって人工的に水流を発生させている。また水深は深いところでも30cm程度であり、人が水の中に入ることをある程度考慮している。O親水公園ではシャワーを備えていて、小学校で集団利用がなされており、当初から親水を目的に施設づくりがなされている。一方W広場では、もともと水を眺めることを主目的に施設を計画したため殺菌などの処理設備を備えていないが、水に触れるだけでなく、顔まで水に浸かる利用形態が見られることから、管理者の判断のもと、1か月に数回全面的に水を入れ替えることにしている。K広場では、塩素による殺菌装置が備えられているが、時期によっては藻が発生し、水の色が緑に変化することから、装置がうまく働いていないことを指摘していた。

以上の結果、夏期における水質管理が問題になっていること、本来設計で意図していなかった利用形態が多く見られることによって対応に苦慮していることがわかった。調査した時期が、ちょうど病原性大腸菌 O-157 による食中毒の騒動にあたる時期であったため、一部の施設では、水質に関する注意書きがなされていた。また、夏の降

水量が少なかったために、東京都においては取水制限が実施され、その影響でK広場は翌日から稼働が停止してしまった。水景施設における利用形態は、施設の形態と水質によってある程度決まってくることが予想されるが、計画時に利用形態を考慮に入れていないために、それに見合った給排水衛生設備の整備がなされていないこと、また機器容量の不足からうまく稼働していないという問題点が明らかになった。さらに、水源の確保が一元的である場合に稼働停止に至り、本来の機能を生かし切れない実態が明らかになった。

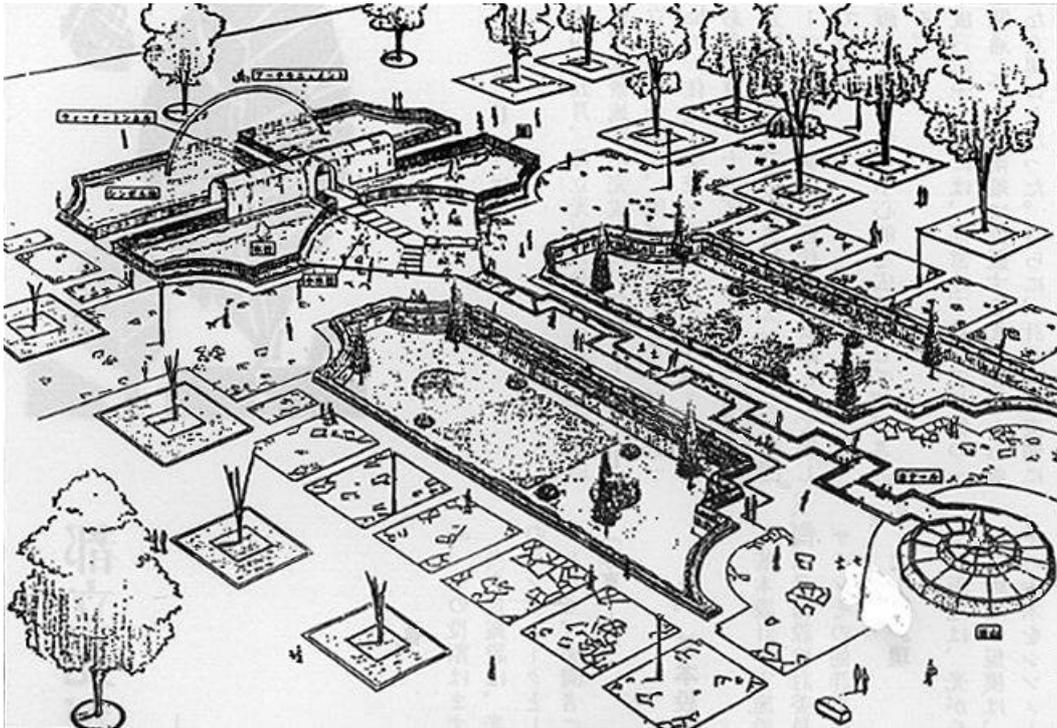


下部の池から上部と高層団地を望む



中間にある流れの部分

図 - 2.4 W広場（横浜市旭区W団地）

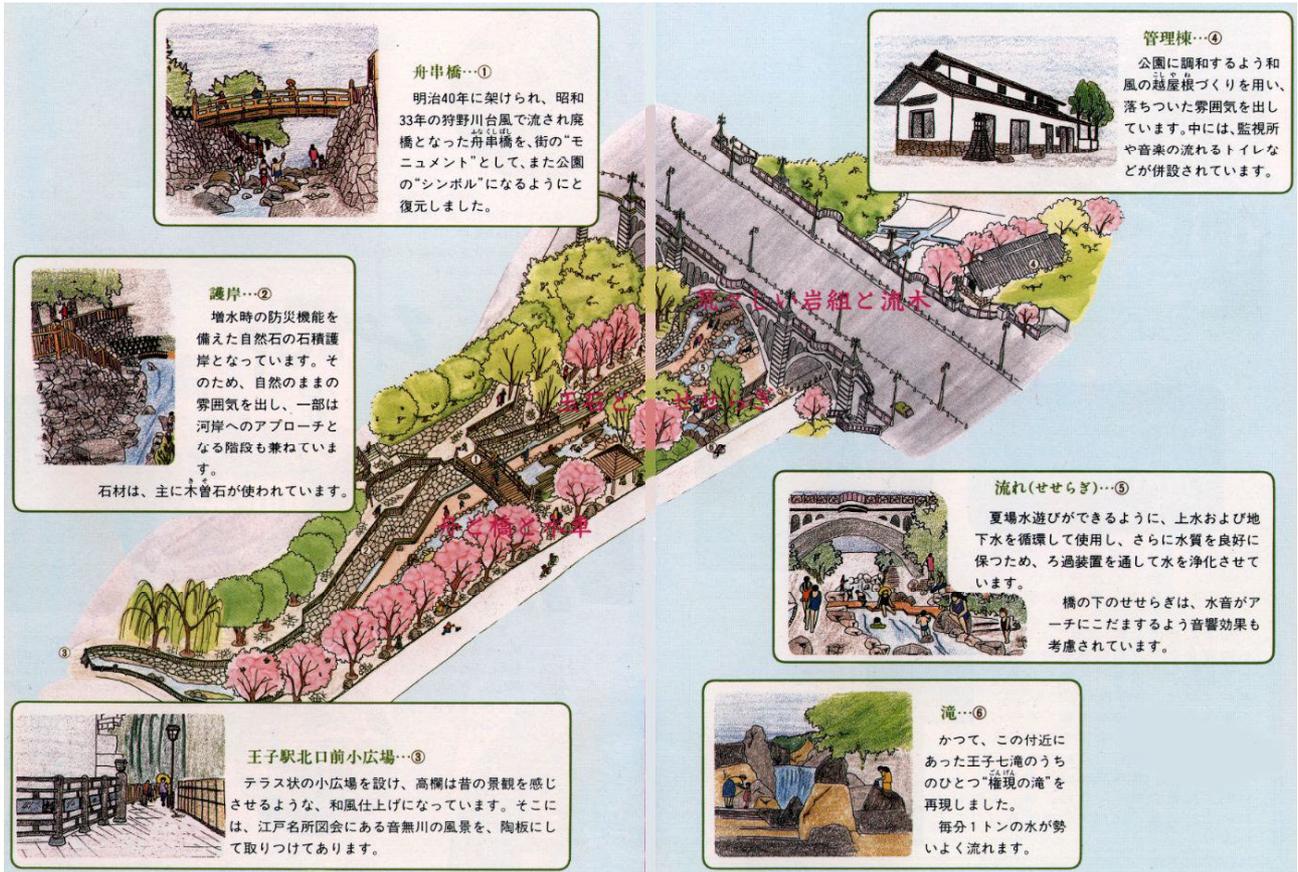


水景施設の全景^{2.6)}



下流より上流を望む

図 - 2.5 K広場 (東京都立H公園)



全体図 2.7)



上部にかかる橋から下流方向を望む

図 - 2.6 O親水公園 (東京都北区)

表 - 2.4 調査結果 (W広場)

施設名	W広場
管理者	W管理センター
所在地	横浜市旭区
形態	池、滝、流れ
設置目的	センターへの人の呼び込み、子供の遊び場
稼働期間	通年
稼働時間	10:00 ~ 19:00
使用水	水道水
排水状況	循環
浄化施設	ストレーナー
清掃頻度	2週間に1回程度、夏期は様子を見て不定期におこなう
床面	石張、玉石洗い出し、コンクリート
付属施設	パーゴラ、ベンチ、手洗い場、夜間照明、トイレ
管理上の問題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本来見ることを目的として設置した施設であったが、水に触れる利用が多い ・ 水に触れることはやむを得ないが、泳いだりもぐったりはしてほしくない ・ 清掃時には、水をすべて抜き床面を清掃している ・ 管理者と実際の維持管理をする組織は別になっていて、管理者が維持管理会社に清掃などを委託している
観察による所見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浄化施設に滅菌装置がついていないので、固体の塩素をまいていた。残留塩素は確認された ・ 植栽が周辺に多いため、多くの落ち葉が水景施設に流れ、流量を下げているようである ・ 床面がすべりやすいため、転倒する人がときどきみられた

表 - 2.5 調査結果 (K広場)

施設名	K広場
管理者	東京都H公園管理事務所
所在地	東京都練馬区
形態	滝、流れ、噴水、池、噴霧
設置目的	うるおいのある空間づくり
稼働期間	通年
稼働時間	9:00 ~ 17:00
使用水	水道水
排水状況	循環
浄化施設	ストレーナー、ろ過、塩素滅菌
清掃頻度	様子を見ておこなう
床面	石張、玉石洗い出し、コンクリート
付属施設	ベンチ、ドーム、夜間照明
管理上の問題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水面への立ち入りはさせない方針であったが、利用者の水面への要求の大きさから流れ部分の水面を開放することにした ・ 技術責任者が当時から交代しているので、設計時の意図がわからなく、設備のメンテナンス時に不都合な場合がある ・ 公園に位置していることから、ノズルなどの機器が破損されやすい ・ 取水制限時には、東京都の方針により稼働を停止している
観察による所見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 夏期には藻が発生し、水が緑色になっていた ・ 残留塩素が少量しか検出されなかった。滅菌装置はあるがうまく働かないようである

表 - 2.6 調査結果（〇親水公園）

施設名	〇親水公園
管理者	東京都北区建設部河川公園課
所在地	東京都北区
形態	滝、流れ、魚道
設置目的	河川への親水活動の復活
稼働期間	通年
稼働時間	9:00～17:00
使用水	水道水、地下水
排水状況	循環
浄化施設	ストレーナー、ろ過、塩素滅菌
清掃頻度	2週間に1回程度
床面	石畳
付属施設	シャワー、トイレ、ベンチ、管理棟、橋、水車、舟、夜間照明
観察による所見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 橋の下は、塩素臭が感じられた。循環水量が小さいためか？ ・ 水が緑色になっていた ・ 床面に白い付着物が沈殿していた

2.3 水景施設の利用

2.3.1 水景施設の形態と利用形態

本項では、水景施設の形態と利用形態の関係について、文献調査と現地観察により傾向を把握をおこない、本研究における検討課題について考察する。

水景施設の形態と利用形態の関係については、参考文献2.1)と2.8)に掲載されている。2.1)においては、河川での活動を、大きく活動内容による分類と、水との関わりによる分類の2つにわけて説明している。ここでは、水との関わりによる分類について文章を引用したものを表 - 2.7にまとめた。これによると、水に依存する活動については、河川の水質や流況に大きく左右されると記されている。2.8)においては、ある親水公園の親水化を図るために設定した8つの機能区分と目的が示されている。これをまとめたものを表 - 2.8に示す。これには、親水の機能と目的、そして機能に対応する施設(要素)が列記されている。このように水景施設においては、一定の機能と施設形態を結びつけて計画をおこなっていることがわかる。しかしながら、これらの文献においては具体的な人の行動と水景施設の形態との関係を示した結果が示されていない。

これらの現状と問題点をふまえて、長期の現地観察による感覚的な結果を加味した上で、水景施設における人の具体的な行動と水景施設の基本形態との関連を仮定した。これを図 - 2.7に示す。水景施設の行動は、大きく「親水行動」と、それ以外の「非親水行動」、また同一場所にとどまって行動する「滞留行動」と、通り道としての利用である「通過行動」に区分できると考えられる。そしてそれぞれの施設形態によってこれらの行動のおこる形態はある程度決まってくるものと考えられる。また、それぞれの行動形態を表す言葉は、「人が～する」というように動作を表すようにして、その具体的な行動の位置づけを仮定した。ただし、この仮定はあくまでも文献調査と現地観察によるものであり、このような位置づけを明らかにするには、本論文のほかにさまざまな知見が必要であると考えられる。

表 - 2.7 河川での活動 - 水との関わりによる分類^{2.1)}

(i) 水に依存する活動	釣り、水遊び、舟、ボート遊びなど、水の存在が不可欠な活動である。したがって、これらの活動は河川の水質や流況に大きく左右される。その場所の水深や流量、河川の状態、水質などによって、活動の立地は左右される。 もっとも活動に適した流れの場所には活動に配慮した護岸整備が望まれる
(ii) 水に関連する情緒的活動	水との直接的な関わりは少ないが、精神的な潤いや安らぎといった河川空間の有する自然や広場性など情緒的特性と関わる活動である。散策、休息、野草摘み等がこのタイプの活動である。 これらの活動は親水活動に比べて導入に対する制約も少なく、河川空間における主活動のひとつとして、より積極的にその導入をはかってゆくべき活動である。
(iii) 水に関わりない空地利用的活動	野球、テニス等水辺との結びつきはなく、河川空間の有するオープンスペースのひとつとしての拡がりを利用した活動である。 これらの活動は、都市におけるオープンスペースの不足から河川空間にも持ち込まれることが多いが、その導入においては無制限に受け入れるのではなく、河川空間としての秩序からみた選択的な受入れが必要である。

表 - 2.8 親水機能と施設（要素）^{2.8)}

機能種別	目的	施設（要素）
レクリエーション機能	魚釣り・水遊び・ボートなどが楽しめる	魚釣り場・渡渉川・ボート乗り・ブランコ・滑り台などの遊戯施設
公園的機能	憩いとコミュニケーションの場となる	散歩道・休憩所・ベンチなどの休養施設・オープンスペースその他
景観形成機能	景観を形成する	滝・せき・池・遣り水・アヤメ園
心理的満足機能	水と周辺の地物・生物に接することによって情緒的満足を与える	清浄水・樹木その他
浄化保健機能	空気・水を浄化する	浄化用水・樹木その他
生物育成機能	鳥類・魚類・虫類・水生植物を生育する	水中および水辺動植物の生育場
空間機能	空地帯などとなる	水流・樹木・遊歩道・オープンスペース
防災機能	消防水利	貯留池

出典 日本河川協会：河川（1973.11）

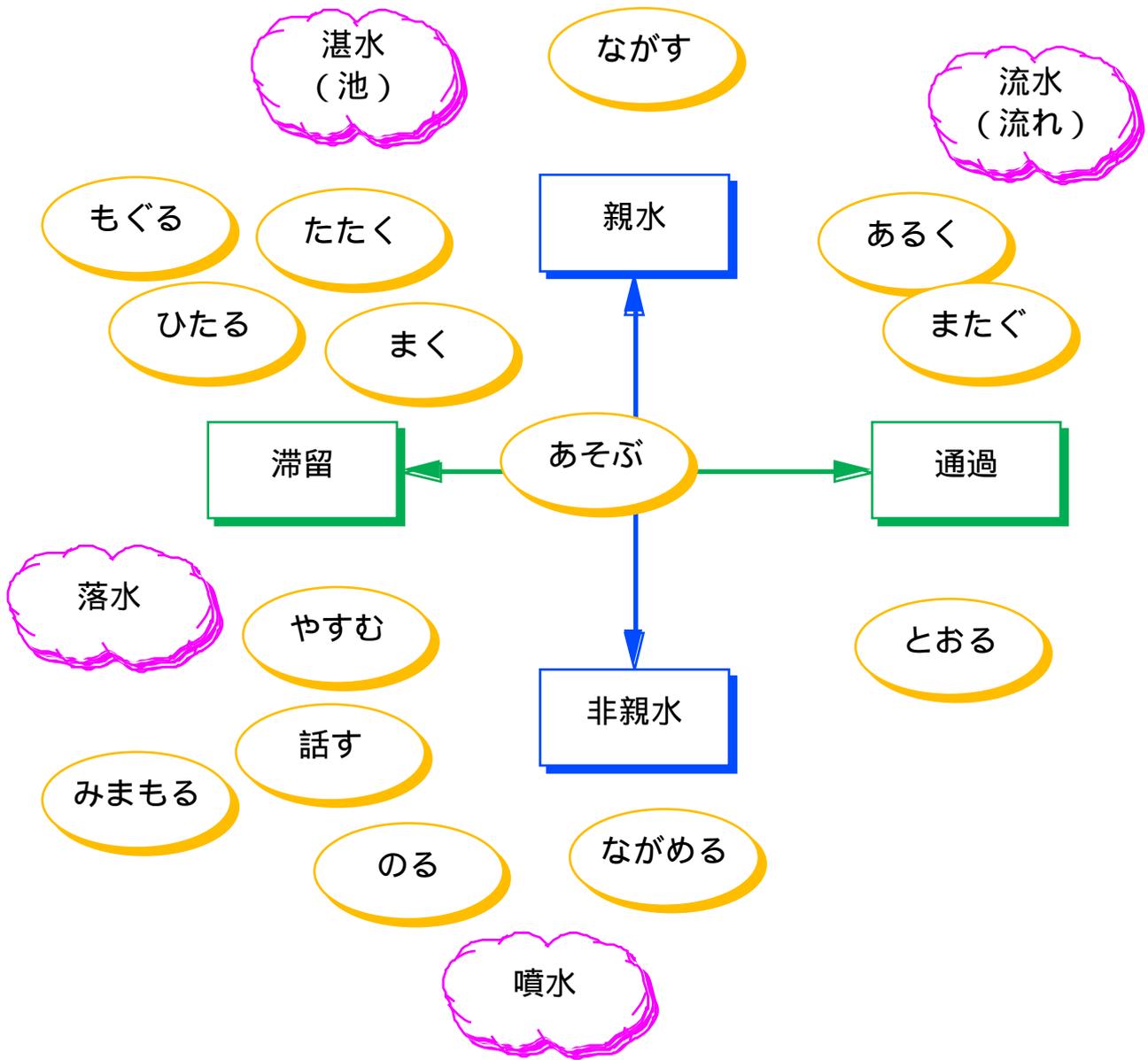


図 - 2.7 水景施設における施設形態と行動との関係の仮定

2.3.2 現地調査による問題点の把握

ここでは、水景施設の現地調査によって観察された、水景施設が抱える問題点について述べる。

水景施設は、主として人が能動的に関わることで効果が発揮される施設であるから、前述のとおり、そこでおこなわれる行動を想定して計画はなされているが、これが実際の施設形態に反映されていない例がみられる。

図 - 2.8は既往の研究^{2,9)}で対象とした水景施設であるが、施設形態が親水行動を想定したものであるにも関わらず、排水をすべて下部の蛙池に放流するシステムになっているために、人が触れるための水質基準を確保できない可能性が高まって、稼働停止になってしまった例である。

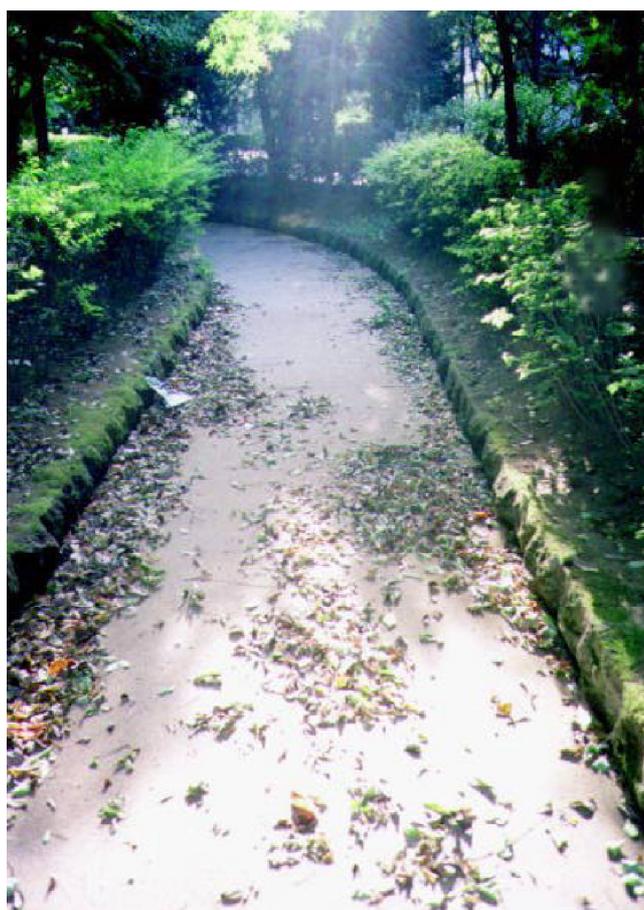
図 - 2.9は、本来人が侵入しないことを想定している施設であるが、人はこのような形態においては侵入できるために、それを阻止するために張り紙がなされている例である。

図 - 2.10は、稼働はしているものの、水質の悪さで人が入るには適さない状態になっている例である。しかしながら、形態としては親水を目的として作られているものと考えられ、以前は人が水に触れて遊んでいた施設である。

施設の形態と人の行動形態の関係が深く関わる以上、それにかなう給排水衛生設備も当初からこれに見合った形で考慮されているべきであるが、実際は実例のように考慮されていない施設が多い。これは、水景施設の人に触れる施設の部分と、給水、排水、循環、浄化の機能を持つ給排水衛生設備が一体として計画、設計されるべきことを示唆しているものと考えられる。



1994年当時、親水的な利用が多くなされていた



1996年、稼働停止後落ち葉が堆積しつつあった

図-2.8 稼働が停止した水景施設（東京都H団地）



施設全景 階段状の滝を水がつたう。張り紙は下部の池にある



張り紙のようす 段差が低いために容易に人が侵入できる

図-2.9 想定していない行動形態が発生した水景施設（東京都K駅前水景施設）



現在は清掃がされていないようで、床面も汚れている。人が入らなくなっている。



水景施設の設計意図がわからない例である。死んでいる魚も確認された。

図-2.10 施設形態に対して設備と管理が不十分な水景施設（東京都多摩ニュータウン）

2.4 まとめ

以上の文献調査とヒアリング、および観察結果より、水景施設の計画、設計、管理の状況、また利用状況が明らかになった。水景施設は、計画段階から人に触れる施設と、水を給水、排水、循環、浄化させる給排水衛生設備を一体として設計することの必要性、水景施設の形態に対してとりうる人の行動をとらえることの必要性と、それに見合う設備との関係の把握が必要であると判断された。そして、水景施設内における人の行動をとらえることは、水景施設全体の計画、設計に大きく関わる大切な項目であることを理解した。

既往の研究^{1,1)}においては、住宅団地の水景施設における住民の利用状況をアンケート調査により詳細に把握し、その成果が報告されている。これにより水景施設に訪れるまでの利用、意識の実態が明らかになった。

本研究では、この研究の報告をふまえ、利用状況をもとに選定した施設における人の行動を詳細にとらえて、これと施設形態との関係を把握し、定量的に表現することで、将来的に計画や設計、維持管理の基礎資料、または設計手法の一部に直接取り込まれるような方法で解析手法と設計手法を開発することを主題として研究を進めることにした。これを表したものが図 - 2.11である。

既往の研究では、6団地および2団地の水景施設での利用調査がおこなわれたが、本研究では、1団地の水景施設の現地調査をもとに、水景施設における人の行動の把握とその形成要因にいたる解析手法の開発をおこなうこととする。

なお、設備的に問題となるのは水質が主であることが確認されたが、水質は床面の汚さには影響するものの、人の行動は、濁度や色度などの見た目の水質にもそれほど影響を大きく受けないことが観察された。よって、水景施設の水質については法的な規制がないものの、文献^{2,4)}の第12条にあるとおり、水質については湖沼の環境基準の利用目的の適応性を参考に定められた基準を満たす程度の安全上の配慮をすることが必要であると考えられるが、本研究で主題とする人の行動の形成要因における要素としては、水質を除外して考えてよいと判断した。

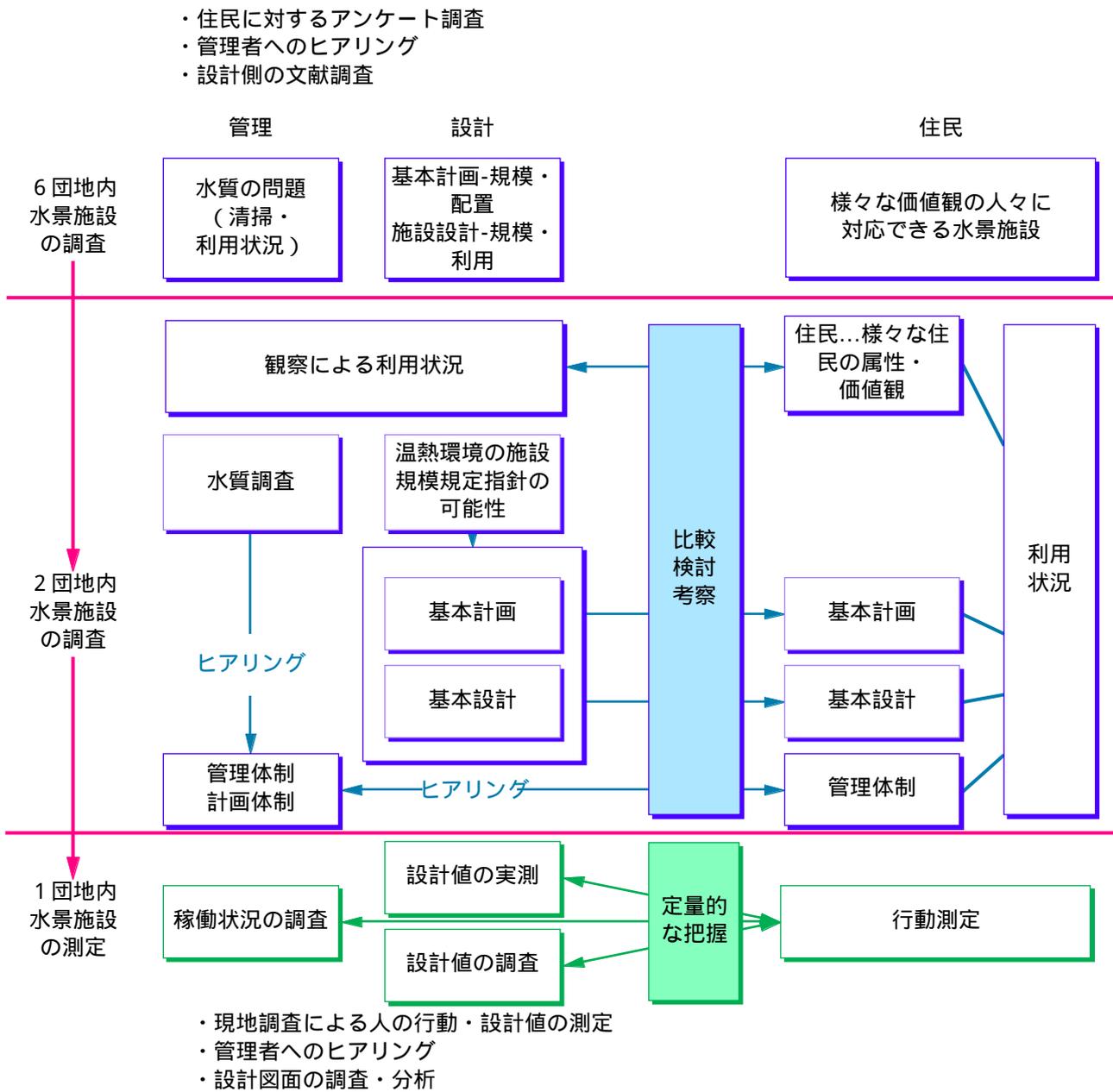


図-2.11 既往の研究と本研究との関係

第3章 水景施設における滞留行動の解析

- 3.1 目的と概要
- 3.2 水景施設における人の行動と各要素の測定
 - 3.2.1 対象となる水景施設の概要
 - 3.2.2 測定の概要
- 3.3 滞留行動データの取得
 - 3.3.1 滞留行動の定義
 - 3.3.2 滞留行動の抽出
 - 3.3.3 滞留行動の分類
- 3.4 滞留行動の記録項目から見た滞留行動の特性
 - 3.4.1 解析領域の抽出
 - 3.4.2 水との接触の有無による行動の特性
 - 3.4.3 頻出行動の細分類
 - 3.4.4 利用者の属性から見た滞留行動の特徴
 - 3.4.5 滞留時間からみた滞留行動の特徴
- 3.5 場所の形態による滞留行動の特性
 - 3.5.1 分割した画像の平面への置換
 - 3.5.2 場所による滞留密度の傾向
 - 3.5.3 場所による平均滞留時間の傾向
- 3.6 まとめ

3.1 目的と概要

前章までの調査によって、水景施設内における人の行動を把握することの必要性を論じた。

そこで本章では、実態が定量的に把握されていない水景施設内における人の行動をとらえるために、測定と解析をおこなったものである。

具体的には、利用者の多い水景施設において、人の行動と周辺環境の測定をおこない、5秒以上同一箇所に静止しておこなう人の行動を滞留行動として定義して、これをビデオテープに収録した画像より抽出している。この滞留行動を11項目の属性により記録し、10種類の行動形態に分類した上で、記録項目から滞留行動の特性を把握している。また、場所の形態による滞留行動の特性を、ビデオ画像上に設定したグリッドごとに、滞留密度と平均滞留時間の2つの滞留行動指標を求めることで検討し、各滞留行動指標の値の大きい領域を平面図上にプロットすることによって、滞留行動と施設の形態との関係について考察をおこなっている。

3.2 各要素の測定と滞留行動データの取得

3.2.1 対象となる水景施設の概要

水景施設内における人の行動を把握することを目的とするため、親水的な利用が多く、池・流れ・滝とさまざまな施設形態が同一の施設に存在しているW広場（前述）を測定対象として選定した。これにより地理的条件、周辺環境ができるだけ同じ条件となり、施設形態の違いによる行動の特性を把握できると考えられる。施設の概要は表 - 2.4に示したとおりである。また、平面図を図 - 3.1に示す。施設形態は、吐水口から上部の池（エリア4）、流れ（エリア3）、滝（エリア2）、下部の池（エリア1）を経て取水口、もしくはオーバーフロー時の排水口に至る。取水口で取り込まれた水は、スクリーン、ストレーナーを経由した後に、ポンプアップによって吐水口に至ることで循環利用されている。蒸発等による水の減少に対しては自動的に水道水を補給するシステムになっている。清掃は、1か月に2回程度（夏期には様子を見てさらに頻繁に）おこなっており、いったんすべての水を排水した上で、床面についた汚れ、藻などを除去し、水道水を新たに補給する。なお、消毒装置がないので、池中に固形の塩素剤を投入することで塩素消毒をおこなっている。

この水景施設は住宅団地の中心地区に位置しており、施設内のいたるところに岩などの設置物が存在している。また水深が比較的浅く、水へのアプローチがしやすい形態のため、水の中に入ることができ、特に夏期には、子供の水遊びに多く利用される。また、周囲にはトイレ、パーゴラ、手洗い場があり、そのために親子連れの利用者も多い。図 - 3.2 から図 - 3.9にかけて対象となる水景施設および付属施設の写真と説明を示す。写真は、上流から下流にかけて順番に掲載している。

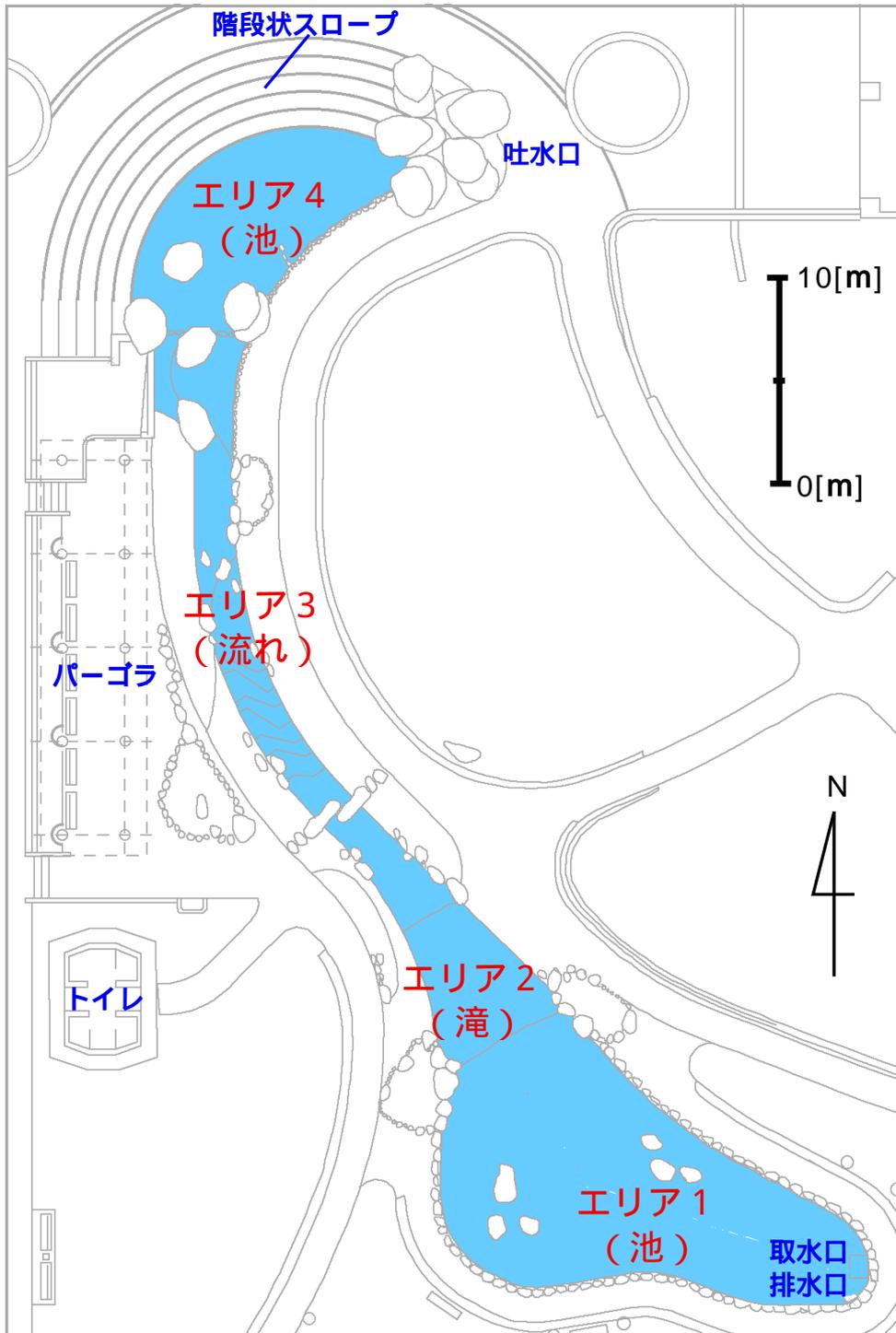


図 - 3.1 W広場平面図



図 - 3.2 吐水口

5つの大きな岩の下に吐水口があり、そこから先の池に水が注がれている。
エリア4においては、このみが流れとなっている。
水上、または大きな岩の上に人が集まりやすい。



図 - 3.3 上部の池と階段状スロープ

傾斜の緩やかな階段が上部の池の水際まで続いている。
池の水深は15[cm]ほどであり、流速はほとんどない。
腰を下ろすのに都合がよい形態なので、見学する親と水遊びする子供の
コミュニケーションや、水際に腰を下ろして休憩するなどの行動がみられる。



図 - 3.4 上部の池と流れを結ぶ滝
上部の池にたまっている水は、ここから流れに落ち込む。
レベル差は70[cm]あるので、子供が直接ここをまたぐことはむずかしい。
また、この付近の床面は玉石仕上げのため比較的すべりやすい。



図 - 3.5 パーゴラとそこから流れへの導入部分
藤棚の下にはベンチがあり、休憩できるようになっている。
大人が読書をするためにここに立ち寄る姿も見られる。
ここから水際まではスロープになっているので、接近しやすい。

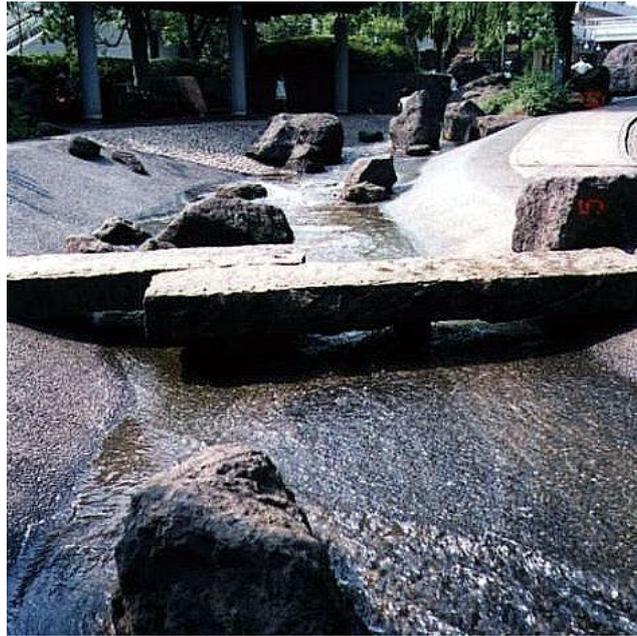


図 - 3.6 流れにかかる橋
エリア2のパーゴラ下に橋が架かっていて、兩岸を結んでいる。
ここは、住民の通路として通過利用されているほか、
水景施設で水遊びする子供が流れ（水深は5 [cm]以下）に平行にまたぐ姿が見られる。
なお、水面と橋の下面との間隔が低いため橋の下をくぐることはできない。



図 - 3.7 流れと下部の池を結ぶ滝、また下部の池
この滝は、約125[cm]の落差をコンクリート舗装の床面を伝い落ちるものである。
水深は2 [cm]ほどで、コンクリート舗装には流れに垂直に溝が掘られているので、
流れに変化が表れるばかりでなく、滑りにくくなっている。
ここで、ものを流して遊ぶ子供が多い。



図 - 3.8 取水口と排水口

左に循環水の取水口があり、そこには除塵用の金網（スクリーン）がかぶせられている。
水底に見える鉄格子は排水口で、清掃時の排水に使用される。
その右側の、石積みの途絶えているところがオーバーフローの排水口である。
下部の池の深さは、最大で25[cm]程度である。



図 - 3.9 副受水槽と運転制御盤

補給水である水道水は、ここでいったん貯えられ、水量が減少したら自動的に補給される。
ここから、ポンプピット（受水槽）に水を供給し、
流れ循環ポンプにより吐水口に循環される。

3.2.2 測定の概要

対象とした水景施設において、施設形態を考慮した上で、対象の水景施設をエリア1（池）エリア2（滝）エリア3（流れ）エリア4（池）の4つに分割し、ビデオカメラを用いた定点撮影により水景施設内の人の行動を記録し、同時に周辺環境要素の測定をおこなった。ビデオカメラに収録した画像と、その収録エリアを平面図上に表したものを、それぞれ図 - 3.10から図 - 3.13と図 - 3.14に示す。

測定日は、利用が多く、また人の行動の違いを最小限にすることを考慮して、学校が夏休みである平日で、かつ天気が晴れまたはくもりの夏日を任意に選定し、各エリアにおいて稼働開始時間である10時から、人がほとんどいなくなる17時までの測定をおこなった。

周辺環境の測定においては、ビデオ撮影を含めて表 - 3.1の10項目について現地測定ならびに図面による測定をおこなった。各要素の測定について以下に記す。

(a) 人の行動

水景施設の水上と水際を含む位置にカメラを固定して、ビデオカメラによる連続撮影をおこなった。広角のレンズにワイドコンバージョンレンズを装着し、広範囲の撮影をおこなった。明るさ調整は自動調整とした。

(b) 地表面温度

デジタル放射温度計を使用し、ビデオ撮影エリア内全般に測定点を設定し、各測定点の周辺の、床面仕上げの異なる場所について30分ごとに測定をおこなった。値は、50cm四方の測定結果の平均値をとった。

(c) 全天空照度

デジタル照度計を使用し、ビデオ撮影エリア内全般に測定点を設定し、各測定点について、全天空照度を30分ごとに測定をおこなった。

(d) 水温

デジタル温度計に水温測定用のセンサを取り付けて、撮影エリア全体にわたって水底の水温を測定した。60分ごとに測定をおこなった。

(e) 気温

機差のないことを確認した2台のゼンマイ式アスマン通風乾湿計を用い、撮影エリア内の水上と地上の2つの測定点において、地表からの高さが約1.0[m]の地点にこれを設置して、60分ごとに測定をおこなった。気温としては乾球温度を用い、湿球温度については気圧とともに、湿度を算出するために数値を用いた。

(f) 気圧

気圧計を使用し、60分ごとに1箇所測定をおこなった。この値は湿球温度とともに湿度の算出に用いた。

(g) 水道メータ

副受水槽への補給水をはじめとする水景施設内の使用水量を、水道メータを1時間ごとに目視することにより測定した。

(h) 水質

時間による変化は少ないので、参考資料として対象施設の稼動開始時と測定終了時の2回、亜鉛、残留塩素、鉄、pH、アンモニウムの5項目について測定を行った。

(i) 表面流速

水表面の流速を測定するために、流れの中央地点において浮子（国際規格のピンポン玉）を5[m]流し、その時間を記録した。各測定点で10回測定し、その平均値を測定点間の流速と見なした。

(j) 水深

対象の施設では、蒸発などにより水がある程度減少した場合、自動的に上水を補給するシステムをとっている。そのため、時間による水深の変化が見られた。測定は対象施設の全域にわたり測定点を決定し1時間ごとに水深を金尺を用いて測定した。

各エリアにおける測定時間中の主要な測定項目の測定値を表 - 3.2に示す。

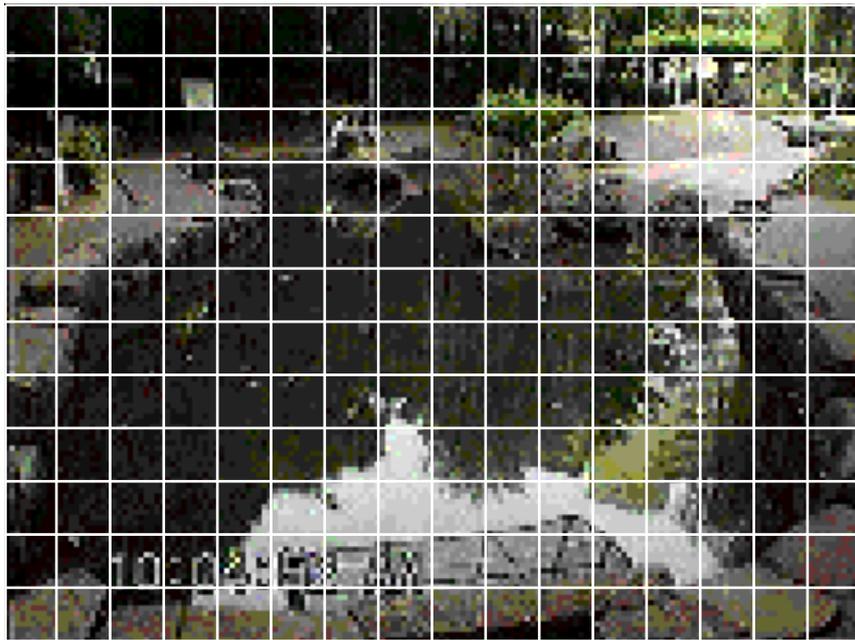


図 - 3.10 エリア1（池）の収録画像
取水口付近から撮影し、池の上部と滝を望む
（白いグリッドは、滞留行動の解析時に使用するものである）

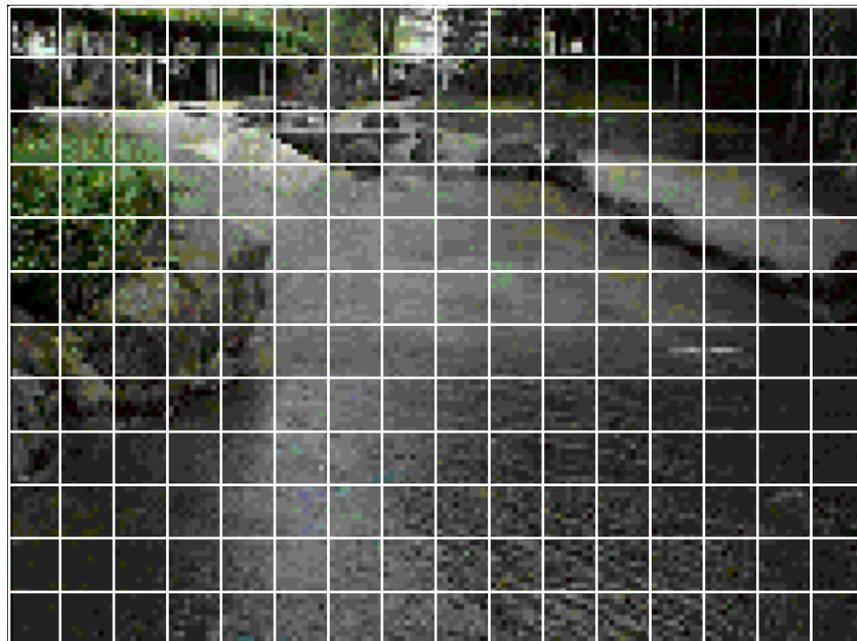


図 - 3.11 エリア2（滝）の収録画像
池にある大きな岩の上から撮影し、池の上部と滝、流れの下部を望む



図 - 3.12 エリア3（流れ）の収録画像
流れにある橋付近から撮影し、上部の池と流れとを結ぶ滝を望む

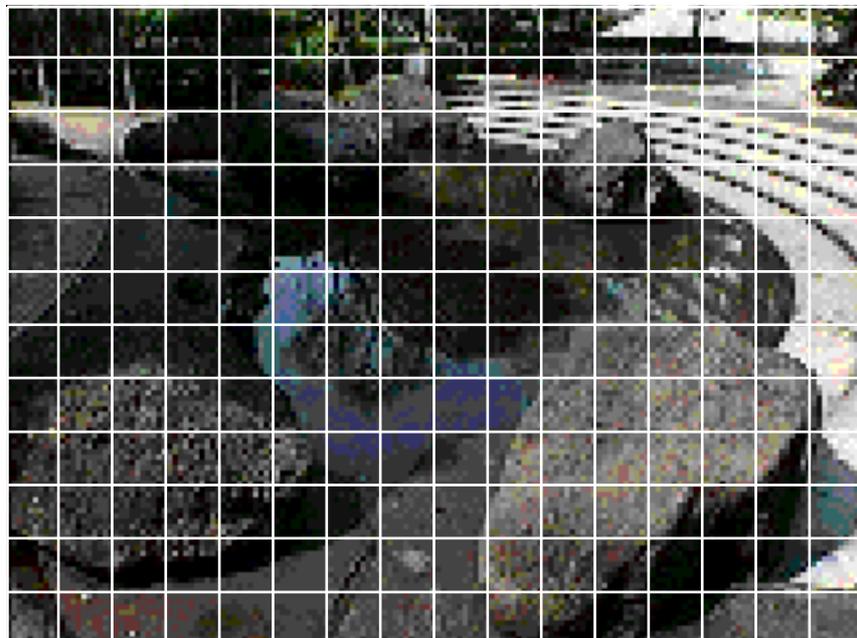


図 - 3.13 エリア4（池）の収録画像
吐水口上にある大きな岩の上から、池全体を流れ方向に望む



図 - 3.14 ビデオ画像の収録エリア

表 - 3.1 水景施設の測定における測定項目

測定項目	測定方法	測定点	測定回数
人の行動	ビデオ撮影	固定	7時間連続
地表面温度	デジタル放射温度計	14～15箇所の測定点	60分ごとに8回
全天空照度	デジタル照度計	14～15箇所の測定点	60分ごとに8回
水温	デジタル温度計	水中全体	60分ごとに8回
気温	アスマン通風乾湿計	地上と水上の2箇所	60分ごとに8回
気圧	気圧計	1箇所	60分ごとに8回
水道メータ	目視	系統に供給する水道メータ	60分ごとに8回
水質	バックテスト(亜鉛、残留塩素、鉄、pH、アンモニウム)	1箇所	測定開始時と終了時の2回
表面流速	浮子(ピンポン玉)の流れ	測点をとって数回づつ実施	各測定エリアで10回づつ
水深	金尺	水中全体	1回

表 - 3.2 主要な測定項目の測定値

エリア	エリア1(池)		エリア2(滝)	
測定日	1996/08/06(火曜日)		1996/08/07(水曜日)	
測定項目	最大値	最小値	最大値	最小値
全天空照度	42,900[lx] (10:30)	13,200[lx] (16:30)	46,100[lx] (13:30)	5,710[lx] (16:30)
水温	29.9[°C] (13:00)	25.7[°C] (10:00)	28.6[°C] (13:00)	24.6[°C] (10:00)
気温	27.4[°C] (14:00)	23.4[°C] (10:00)	29.6[°C] (13:00)	24.6[°C] (10:00)
補給水量	19.927m ³		32.538m ³	

エリア	エリア3(流れ)		エリア4(池)		平均	
測定日	1996/08/22(木曜日)		1996/08/23(金曜日)		4日間	
測定項目	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値
全天空照度	36,300[lx] (13:30)	14,200[lx] (16:30)	39,200[lx] (13:30)	10,220[lx] (16:30)	41,130[lx]	10,830[lx]
水温	30.5[°C] (13:00)	25.7[°C] (10:00)	29.7[°C] (14:00)	25.7[°C] (10:00)	29.7[°C]	25.4[°C]
気温	30.0[°C] (12:00)	25.4[°C] (17:00)	30.2[°C] (12:00)	27.2[°C] (17:00)	30.2[°C]	27.2[°C]
補給水量	14.429m ³		25.607m ³		23.125m ³	

*全天空照度は、施設内の同一測点によるものである。

3.3 滞留行動データの取得

3.3.1 滞留行動の定義

水景施設における人の行動は、前述の仮説のとおり同一箇所にとどまって行動する滞留行動と、動きながらおこなう通過行動（移動行動）に大きく区分されるものと考えられる。そこで本研究では、このうち5秒以上同一箇所にて静止しておこなう人の行動を滞留行動と定義して、これを収録したビデオ画像を目視することによって抽出することにした。表 - 3.3に滞留行動の抽出条件を、図 - 3.15に滞留行動の区別の例を示す。

表 - 3.3 滞留行動の抽出条件

- * 5秒以上足を止めた行動を滞留行動として記録する
- * 足を止めてから再び歩き出すまでの行動を1行動とする
- * 1行動の間に2種類以上の行動をおこなったものについては、連続行動として、単独の行動と区別する



図 - 3.15 滞留行動の区別の例
同一箇所に5秒以上とどまっている人の行動のみを抽出し、
5秒以内に移動する人の行動については抽出しない。

3.3.2 滞留行動の抽出

収録したビデオ画像から、表 - 3.3に示した条件に基づいて目視により滞留行動を抽出した。また、抽出したデータより滞留行動の特性を明らかにするため、表 - 3.4に示す5つの記録項目を設定し、それをもとに目視で判断可能である(A)～(K)の細項目を決定した。以下に、滞留行動の記録項目の詳細を記す。また、表 - 3.5に滞留行動の記録シートの一部を示す。

1. 時刻

目的

水景施設における人の滞留行動の時間的特徴を明らかにする。

項目

(A) 開始時刻

足を止めた時刻

(B) 終了時刻

再び歩き出した時刻

(C) 滞留時間 $\{(C) = (B) - (A)\}$

* (C) 滞留時間は計算より得られる項目である。

2. 場所

目的

場所による滞留行動が起こりやすい場所、起こりにくい場所を記録し、その場所の特徴との比較により、滞留行動と、周辺環境との関係を明らかにすることを目的とする。

項目

(D) 滞留位置

* 画面を12行16列のグリッドに分割し、滞留行動を起こした人の足の位置の行列番号を記録し、滞留場所についての簡単な説明を付記している。

3. 水の影響

目的

水景施設内での行動は、親水レベルの高いものから、直接水に触れない行動までさまざまである、そこで、水との接触の有無による、行動特性を得る。

項目

(E) 水との接触 (1: あり、2: なし)

* 滞留行動時の利用者が水に触れているかどうかを記録した。

4. 利用者の属性

目的

服を着ている利用者と、水着を着ている利用者では、水景施設での行動の目的、滞留行動の形態が違ふことが予測される。ここでは、服装、年代、設置

物の影響の各属性の違いによる行動特性を把握する。

項目

- (F) 服装 (1: 服、2: 水着)
- (G) 年代 (1: 子供、2: 大人)
- (H) 設置物の影響 (1: なし、2: 岩、3: 排水口、4: 橋)

5. 行動形態

目的

水景施設で起きた滞留行動の形態の詳細を把握することにより、水景施設において起こりうる滞留行動の把握および分類をおこなう。また、それぞれの滞留行動について上記の4項目との関連を整理し、滞留行動の特性を把握する。

項目

- (H) 行動形態の詳細
- (I) 次の行動
- (J) 姿勢

* (H) 行動形態の詳細については、判断できる範囲で行動形態の詳細を記録した。

* (I) 次の行動については、滞留時に行動が変化した場合についてのみ、次に起きた行動形態の詳細を記録した。

* (J) 姿勢については、滞留行動時の利用者の姿勢 (立った状態・腰をおろした状態・寝転がった状態) を記録し、(H) 行動形態の詳細において正確なデータを抽出するための補助とした。

抽出の結果、2,344件 (エリア1...448件、エリア2...917件、エリア3...380件、エリア4...599件) の滞留行動データを得た。

表 - 3.4 滞留行動の記録項目

1. 時刻	(A) 開始時刻
	(B) 終了時刻
	(C) 滞留時間[s] $\{(C)=(B) - (A)\}$
2. 場所	(D) 滞留位置(画像を12×16の領域に分割してその場所を記述)
3. 水の影響	(E) 水との接触 (1:あり, 2:なし)
4. 利用者の属性	(F) 服装 (1:服, 2:水着)
	(G) 年代 (1:子供, 2:大人)
	(H) 設置物の影響 (1:なし, 2:岩, 3:排水口 4:橋)
5. 行動形態	(I) 行動形態の詳細
	(J) 次の行動
	(K) 姿勢

表 - 3.5 滞留行動の記録シートの例

エリア	番号	A 滞留開始時刻	B 滞留終了時刻	C 滞留時間	D 滞留位置	E 水との接触	F 服装	G 年代	H 設置物	I 行動形態の詳細	J 次の行動	K 姿勢
エリア1	1	10:53:30	10:54:14	00:00:44	13*04	1	1	1	1	ものを流して、流れてくるのを待つ		1
	2	10:54:59	10:55:09	00:00:10	14*04	1	1	1	1	ものを流して、流れてくるのを待つ		1
	3	10:54:59	10:56:48	00:01:49	14*04	1	1	1	1	ものを流して、流れてくるのを待つ	腰をおろして水に浸かる	1
	4	10:55:47	10:56:27	00:00:40	13*04	1	1	1	1	ものが流れてくるのを待つ		1
	5	10:57:12	10:57:42	00:00:30	13*04	1	1	1	1	腰をおろして物を使って水遊び		2
	6	10:57:12	10:57:36	00:00:24	13*04	1	1	1	1	腰をおろして会話		2
	7	10:58:10	10:58:21	00:00:11	14*04	1	1	1	1	会話+棒で水面をたたく		1
	8	10:58:10	10:58:21	00:00:11	14*04	1	1	1	1	会話+友人の付き添い		1
	9	10:58:33	10:58:49	00:00:16	14*04	1	1	1	1	腰をおろして会話		2

3.3.3 滞留行動の分類

水景施設内で起きた人の滞留行動を定量的に把握するため、抽出した2,344件の滞留行動データのうち、5.行動形態の(Ⅰ)行動形態の詳細、(Ⅱ)次の行動、(Ⅲ)姿勢、の項目を使用し、水景施設で起きた滞留行動の行動形態を整理した。データの正確さを確認するために、(Ⅰ)と(Ⅱ)の項目において記録された滞留行動を、(Ⅲ)と比較し、一致しないものに関しては、もう一度画像により確認した。2行動以上の複合した滞留行動については、各行動を独立した滞留行動とみなした。得られたデータを整理した結果、60種類の滞留行動形態が記録された。

表 - 3.6 に60種類の滞留行動形態を示す。

次に、抽出した滞留行動の詳細を定量的に扱うための第1段階として、表 - 3.7に示すように、行動形態をツール(道具)、オブジェクト(行動の対象)、アクション(基本となる行動)の3つの項目によってコード化し、60種類の滞留行動を整理した結果、39種類の滞留行動に分類された。さらに第2段階として、それを類似した行動同士でグループ化し、最終的に10種類の行動に分類された。

以下に分類された行動と、各行動の説明、例を示す。また、分類された10種類の行動と、それに属する39種類の行動を表 - 3.8に示す。

行動1 物を使った親水行動

容器、玩具などの道具を使用した、水に触れている行動

- ・物を流す
- ・容器の水を浴びる など

行動2 物を使わない親水行動

物を使わないで水に触れている行動

- ・水に触れる
- ・水に浸る など

行動3 設置物に対する行動

施設内に設置された岩、橋、排水口、吐水口等の設置物に対する行動

- ・岩によりかかる
- ・排水口に触れる など

行動4 対人行動

親子、友人などに対する行動

- ・人に物を渡す
- ・世話をするなど

行動5 施設内での生物に対する行動

施設内に生息する昆虫などの生物に対する行動

- ・ 網で虫をすくう
- ・ 水中の虫を探す など

行動6 見学・休憩・会話

特に行動をとっていない状態を見学・休憩・会話とした。

画像からは、見学・休憩・会話の判別がつかなかったため、同一に扱った。

行動7 偶発的な行動

転ぶなど、行動でも、自らの意志で行ったものではなく、偶発的な行動

- ・ 転ぶ

行動8 身につけている物に対する行動

衣服、靴など身につけているものに対する行動

- ・ 服を着る・脱ぐ
- ・ 靴を履く・脱ぐ など

行動9 親水行動でない物に関連した行動

親水行動とは関係ないが、何か物に対しての行動

- ・ 物を転がす
- ・ 自転車に乗ったまま停止する など

行動10 その他

上記の9項目に属しない行動及び、目視で判断が付かなかった行動

そして、10種類の行動にもとづいて2,344件の滞留行動データをエリアごとに集計し、各行動の件数を求めた。これを表-3.9に示す。なお各滞留行動は、主体となる行動を判断して記述したものであるために、行動1と行動2の親水行動以外の行動においても、水との接触がある場合とない場合の両方が存在する。

これより、本研究での滞留行動の解析は、分類された10種類の行動より進めていくものとする。

表 - 3.6 抽出された60種類の滞留行動形態

1	ものを洗う、水につける	31	岩に上ろうとする
2	ものを使って水遊び	32	排水口にいたずらをする
3	棒で水面をたたく	33	岩に寄りかかる
4	水景施設にものを投げる	34	岩陰に隠れる
5	ものを投げて流れてくるのを待つ	35	岩の上に立つ
6	ものを流して、流れてくるのを待つ	36	橋に腰掛ける
7	ものを流す	37	岩に寄りかかる
8	ものが流れてくるのを待つ	38	岩に張り付く
9	容器に水を詰める	39	橋の上に立つ
10	容器の水をまく	40	岩の上で寝転がる
11	水際から足で水に触れる	41	人に付き添う
12	容器に水をくみ浴びる	42	世話をする
13	容器の水を人にかける	43	世話してもらう
14	岩に容器で水をかける	44	人にものを渡す
15	橋に容器で水をかける	45	人とじゃれる
16	斜面から靴を転がす	46	網で虫をすくう
17	斜面からものを転がす	47	水中の虫をさがす
18	手で水に触れる	48	手で虫を捕まえる
19	顔を水につける	49	動物に水遊びをさせる
20	水際から手で水に触れる	50	特に行動していない(見学・休憩・会話)
21	立って足を水に浸す	51	転ぶ
22	水に浸る	52	帽子をかぶる
23	水を蹴って相手にかける	53	服を着る・脱ぐ
24	子供に水をかける	54	靴を直す
25	ジャンプを繰り返す	55	着替えさせる
26	水を蹴り上げる	56	着替えをする
27	手で水をはね上げる	57	靴を履く、脱ぐ
28	岩に向かって水を蹴り上げる	58	自転車に乗ったまま停止している
29	水を岩にかける	59	乳母車を揺さぶる
30	岩の上に腰を下ろす	60	不明(よくわからないもの)

表 - 3.7 滞留行動形態のコード化

ツール	
0	無し
1	有り
オブジェクト	
0	無し
1	水
2	設置物
3	人
4	水景施設の生物
5	衣服
アクション	
1	つける
2	たたく
3	流す
4	流れてくるのを待つ
5	流して流れてくるのを待つ
6	投げて流れてくるのを待つ
7	詰める・撒く
8	浴びる
9	かける
10	転がす
11	触れる
12	浸る
13	はね上げる
14	ジャンプを繰り返す
15	上にのる
16	上ろうとする
17	寄りかかる
18	隠れる
19	世話する
20	世話される
21	渡す
22	じゃれる
23	捕まえる
24	すくう
25	探す
26	特に行動していない
27	転ぶ
28	着る・脱ぐ
29	かぶる
30	着替えさせる
31	着替える
32	履く・脱ぐ
33	乗ったまま停止
34	揺さぶる
35	何かしている
36	水浴びさせる
37	投げ込む

表 - 3.8 分類された滞留行動と行動の詳細

分類された行動	抽出した行動を整理したもの	~を使 って ツール	~に オブジ ェクト	~する アクシ ョン
行動1 物を使った親水行動	物を 水に つける	1	1	1
	棒で 水面を たたく	1	1	2
	物を 流す	1	0	3
	物が 流れてくるのを待つ	1	0	4
	物を 流して流れてくるのを待つ	1	0	5
	物を 投げて流れてくるのを待つ	1	0	6
	容器に 水を 詰める・撒く	1	1	7
	容器を使って 水を かける	1	1	9
	容器の 水を 浴びる	1	1	8
	物を 水に 投げ込む	1	1	37
行動2 物を使わない親水行動	水に 触れる	0	1	11
	水に 浸る	0	1	12
	水を かける	0	1	9
	水を はね上げる	0	1	13
	ジャンプを繰り返す	0	0	14
行動3 設置物に対する行動	設置物の 上への	0	2	15
	岩に 上ろうとする	0	2	16
	排水口に 触れる	0	2	11
	岩に 寄りかかる	0	2	17
	岩陰に 隠れる	0	2	18
行動4 対人行動	世話する	0	0	19
	世話される	0	0	20
	人に 物を 渡す	1	3	21
	人とじゃれる	0	3	22
行動5 施設内での生物に対する行動	生物を 捕まえる	0	4	23
	網で 虫を すくう	1	4	24
	水中の 虫を 探す	0	4	25
	ペットに 水浴びさせる	0	4	36
行動6 見学・休憩・会話	見学・休憩・会話など	0	0	26
行動7 偶発的な行動	転ぶ	0	0	27
行動8 身につけている物に対する行動	衣服を 着る・脱ぐ	0	5	28
	帽子を かぶる	0	5	29
	服を 着替えさせる	0	5	30
	服を 着替える	0	5	31
	靴を 履く・脱ぐ	0	5	32
行動9 親水行動でない物に関連した行動	物を 転がす	1	0	10
	自転車に乗ったまま停止	1	0	33
	乳母車を 揺さぶる	1	0	34
行動10 その他	何かしている	0	0	35
	連続行動	2つ以上の行動		

表 - 3.9 各エリアにおける10種類の滞留行動の件数

分類された行動	抽出件数				
	エリア1 (池)	エリア2 (滝)	エリア3 (流れ)	エリア4 (池)	計
行動1 物を使った親水行動	90	168	8	37	303
行動2 物を使わない親水行動	123	355	127	252	857
行動3 設置物に対する行動	43	25	71	84	223
行動4 対人行動	12	48	26	26	112
行動5 施設内での生物に対する行動	30	0	3	0	33
行動6 見学・休憩・会話	101	221	117	137	576
行動7 偶発的な行動	0	2	3	1	6
行動8 身につけている物に対する行動	1	1	9	19	30
行動9 親水行動でない物に関連した行動	3	5	3	1	12
行動10 その他	10	20	2	7	39
連続行動	35	72	11	35	153
計	448	917	380	599	2,344
うち、各エリアの水の形態における件数	310	763	380	574	2,027

3.4 滞留行動の記録項目からみた滞留行動の特性

3.4.1 解析領域の抽出

対象の水景施設で記録された滞留行動は、水に直接浸るような親水レベルの高いものから、眺める、休憩など、水と直接接触のない行動まで多様であった。以上の理由から、すべての滞留行動データをまず滞留行動の記録項目「(E)水との接触」で得たデータをもとに、水との接触がある行動と、接触がない行動の2つに分類し、その上で、10行動について各エリアごとに解析をすることにした。なお、連続行動については、行動の組み合わせが複雑で件数も少ないため、本研究では考察の対象外とした。

水との接触がある行動については、それぞれの水の形態における滞留行動の特性を正確に把握するため、各画像について池、滝、流れ以外の水の形態があるグリッドを除外した。各エリアからの水の形態の抽出方法を以下に述べる。また、抽出した結果を図 - 3.16に示す。それぞれのグリッドは、元画像である図 - 3.10から図 - 3.13のビデオ画像に記入されているグリッドに対応している。

エリア1...池、滝、滝と池の中間帯の3つの形態が含まれる。面積の割合は池が多いため、それ以外の部分を除外した。

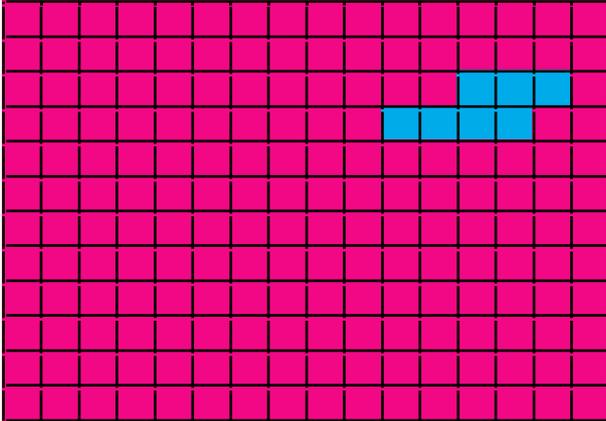
エリア2...滝、滝と池の中間帯、流れの3つの形態が含まれる。面積の割合は滝が多いため、それ以外の部分を除外した。

エリア3...流れのみであり、エリア全体を対象とした。

エリア4...池、流れ(吐水口のそば)の2つの形態が含まれる。面積の割合は池が多いため、それ以外を除外した。

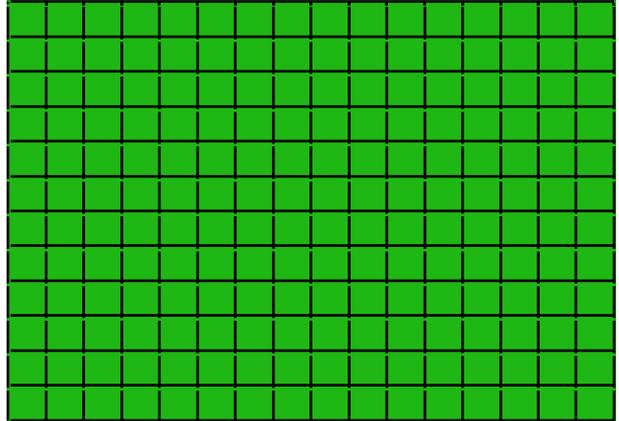
なお、水との接触がない行動については、それぞれの撮影エリア全体について検討した。これによって本節で解析に用いるデータは2,027件(エリア1...310件、エリア2...763件、エリア3...380件、エリア4...574件)となった。

エリア1



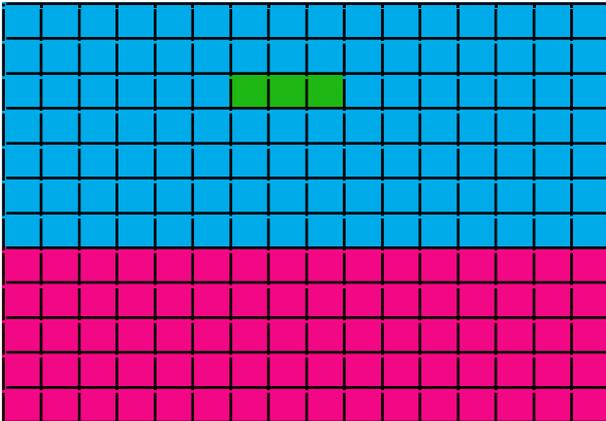
池+水際
滝

エリア3



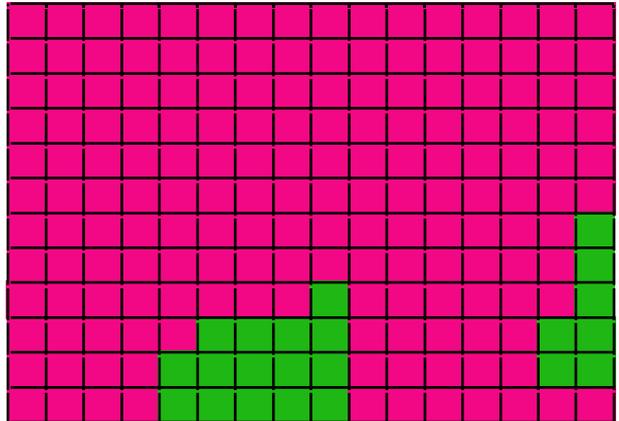
流れ+水際

エリア2



滝+水際
池
流れ

エリア4



池+水際
流れ

図 - 3.16 解析対象となる領域の抽出
(それぞれのエリアにおいて同一色のもっとも多いものが解析領域である)

3.4.2 水との接触の有無による滞留行動の特性

本項では、前述のとおりすべての行動についてまず水との接触がある場合とない場合とに分類し、その上で各エリアにおけるデータ数に対する、10種類の各行動形態の頻度割合を求めた。

図 - 3.17に行動件数の多い行動1～行動6の6種類の頻度割合を示す。水との接触がある場合、行動1・行動2・行動3・行動4・行動6の5種類の行動の合計の占める割合は、エリア1（池）が79.9%、エリア2（滝）が89.9%、エリア3（流れ）が94.1%、エリア4（池）が89.6%となっており非常に高い。また、いずれのエリアにおいても行動2の割合が最も高い。エリア1においては行動5が多く見られるが、同じ池であるエリア4では見られない。これは樹木に囲まれているかいないかなどの周辺の環境の差、また、エリア4と比較してエリア1は水深が大きく、水がよどんでいるといった施設の形態の違いによるものと考えられる。水との接触がない行動の特徴としては、行動3・行動4・行動6の占める割合が大きく、3つの行動の合計の占める割合は、それぞれエリア1が71.1%、エリア2が81.1%、エリア3が88.1%、エリア4が88.9%であった。以上の結果より、対象とした水景施設においては、水際で起こる行動のほとんどが上記の5種類の行動で説明でき、それ以外の行動の起こる割合は非常に小さいことが明らかになった。

行動1	物を使った親水行動
行動2	物を使わない親水行動
行動3	設置物に対する行動
行動4	対人行動
行動5	施設内での生物に対する行動
行動6	見学・休憩・会話

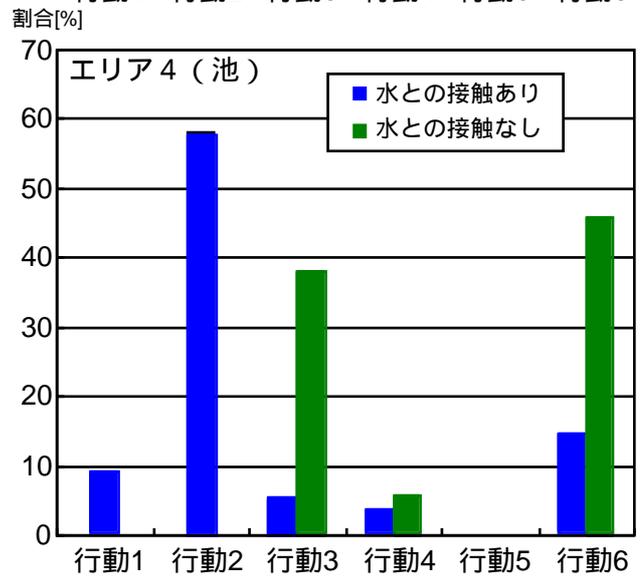
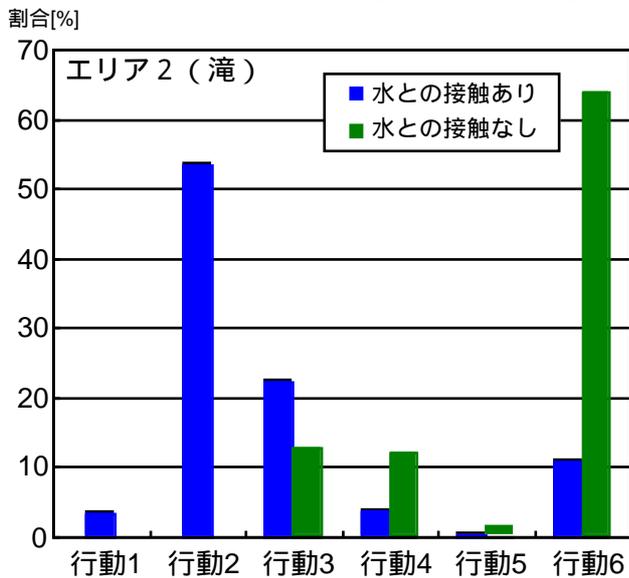
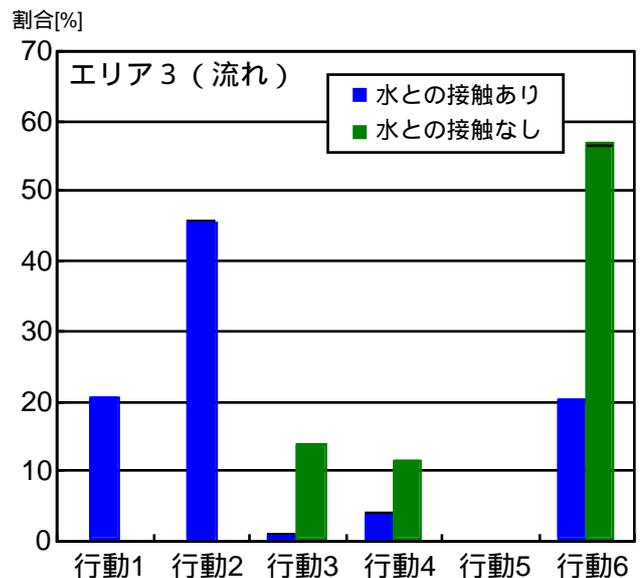
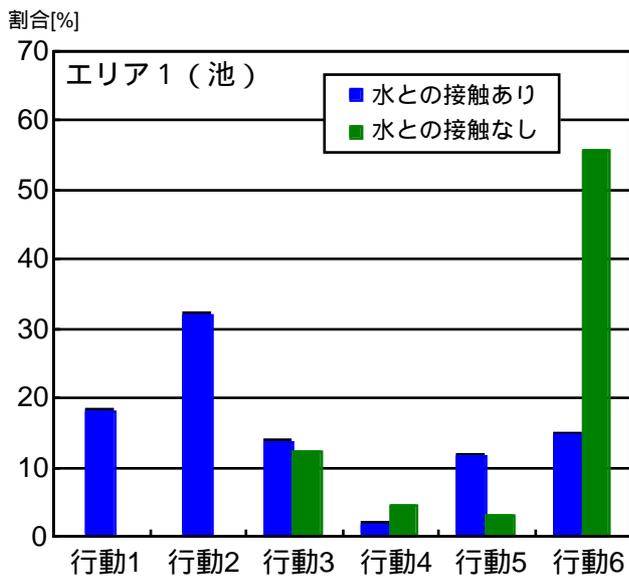


図 - 3.17 各エリアにおける滞留行動の頻度割合

3.4.3 頻出行動の細分類

抽出件数の多かった「行動1：物を使った親水行動」「行動2：物を使わない親水行動」「行動3：設置物に対する行動」「行動6：見学・休憩・会話」のうち、さらに分類可能な行動1・行動2・行動3を、表-3.10に示すようにさらに3つずつの行動に細分類し、各行動に対する細分類した行動の頻度頻度割合について検討した。この結果を表-3.11に示す。

行動1について見ると、エリア1・エリア3・エリア4においては「行動1-2：容器を使った水の出し入れ」が多く起きており、エリア2では「行動1-1：流す」が多い。よって、滝においては物を流す行動が多く、その他の水の形態においては、容器を使った水の出し入れが多いという傾向があるものと考えられる。

行動2について見ると、すべてのポイントにおいて「行動2-1：浸る」が多く見られ、エリア3・エリア4については「行動2-2：触れる」も多く見られる。行動3に関しては、水との接触がある場合、エリア1・エリア2・エリア3においては、「行動3-2：寄りかかる、触れる」が多く見られ、エリア4においては、「行動3-1：上る」が多い。これは、エリア4の岩の配置と形状が他のポイントと大きく異なる（岩が水上に存在し、体積が大きい）ためであると考えられる。水との接触がない場合には、すべてのエリアにおいて「行動3-1：上る」が多い傾向が見られる。

表 - 3.10 行動1・行動2・行動3の細分類

分類した行動(行動1・2・3)	行動1・2・3をさらに分類したもの
行動1 物を使った親水行動	行動1-1 流す
	行動1-2 容器を使った水の出し入れ
	行動1-3 その他の行動
行動2 物を使わない親水行動	行動2-1 浸る
	行動2-2 触れる
	行動2-3 かける、はね上げる
行動3 設置物に対する行動	行動3-1 上る
	行動3-2 寄りかかる、触れる
	行動3-3 その他の行動

表 - 3.11 細分類した滞留行動の頻度割合

単位:[%]

エリア		1 (池)	2 (滝)	3 (流れ)	4 (池)
水との接触あり	行動1-1	7.0	65.0	12.5	0.0
	行動1-2	86.0	18.0	75.0	78.0
	行動1-3	7.0	17.0	12.5	22.0
	計	42件	137件	8件	37件
	行動2-1	71.0	76.0	39.0	41.0
	行動2-2	16.0	17.0	46.0	44.0
	行動2-3	13.0	7.0	15.0	15.0
	計	75件	305件	127件	238件
	行動3-1	19.0	20.0	21.0	76.0
	行動3-2	53.0	60.0	74.0	24.0
水との接触なし	行動3-3	28.0	20.0	5.0	0.0
	計	32件	5件	53件	21件
	行動3-1	100.0	83.0	67.0	100.0
	行動3-2	0.0	17.0	0.0	0.0
	行動3-3	0.0	0.0	33.0	0.0
	計	9件	12件	18件	61件

3.4.4 利用者の属性からみた滞留行動の特徴

10種類の滞留行動形態のうち、頻度割合の高い5つの行動「行動1：物を使った親水行動」「行動2：物を使わない親水行動」「行動3：設置物に対する行動」「行動4：対人行動」「行動6：見学・休憩・会話」について、滞留行動の記録項目のうち「4.利用者の属性」別に各エリアの頻度割合を求めて検討した。結果を表-3.12に示す。なお、行動1と行動2は親水行動なので、水との接触がない場合の件数はない。

年代（子供と大人）においては、水との接触がある場合では、子供はすべてのエリアにおいて「行動2：物を使わない親水行動」の占める割合が最大である。大人については、エリア1・エリア3では「行動4：対人行動」の割合が大きく、エリア4については、「行動6：見学・休憩・会話」の割合が高い。エリア2については「行動4：対人行動」「行動6：見学・休憩・会話」ともに占める割合が高い。水との接触がない場合では、子供はすべてのエリアにおいて「行動6：見学・休憩・会話」が多く、「行動3：設置物に対する行動」の頻度割合も高いエリアが多い。大人は、各エリアとも「行動6：見学・休憩・会話」が多く、エリア2・エリア3・エリア4においては「行動4：対人行動」の占める割合、エリア1においては「行動3：設置物に対する行動」の占める割合も高い。

服装（服と水着）においては、対象の水景施設は住宅団地の中心にあるため、幼児のプール代わりに利用されることが多く、夏期には水着での利用が多くみられる。水との接触がある場合では、各エリアにおいて服、水着ともに「行動2：物を使わない親水行動」が多い。ただし、服の場合は他の行動も多くみられるのに対して、水着の場合は「行動2：物を使わない親水行動」が多くの割合を占めている。水との接触がない場合では、各エリアにおいて服では「行動6：見学・休憩・会話」「行動3：設置物に対する行動」が多く見られる。水着では、服に比べて件数が少なく、特別な傾向は見られない。

表 - 3.12 利用者の属性による滞留行動の頻度割合

単位：[%]

水との接触の有無	あり							
	子供				大人			
エリア	1	2	3	4	1	2	3	4
年代	子供				大人			
行動1	18.1	20.8	3.5	9.9	14.3	15.5	0.0	0.0
行動2	32.6	48.3	55.6	61.9	14.3	9.6	16.7	18.0
行動3	14.1	0.8	23.6	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0
行動4	0.0	1.1	0.9	1.1	57.1	34.6	58.3	25.6
行動6	14.5	18.5	10.7	10.2	14.3	34.6	16.7	53.8
全行動の総計(件)	227件	621件	225件	373件	7件	52件	12件	39件
水との接触の有無	なし							
	子供				大人			
エリア	1	2	3	4	1	2	3	4
年代	子供				大人			
行動1	-	-	-	-	-	-	-	-
行動2	-	-	-	-	-	-	-	-
行動3	7.4	17.9	21.0	44.5	14.3	0.0	0.0	0.0
行動4	7.4	5.9	3.5	2.2	2.0	26.1	24.6	24.0
行動6	55.6	56.7	58.1	42.3	55.1	56.5	71.9	64.0
全行動の総計(件)	27件	67件	86件	137件	49件	23件	57件	25件

水との接触の有無	あり							
	服				水着			
エリア	1	2	3	4	1	2	3	4
服装	服				水着			
行動1	19.0	22.9	3.5	12.5	0.0	16.7	3.6	2.1
行動2	29.1	38.2	45.6	52.6	78.6	55.6	80.1	68.0
行動3	14.1	1.0	28.0	5.2	7.1	0.4	3.6	5.0
行動4	1.8	5.3	4.9	4.0	0.0	1.5	0.0	2.1
行動6	15.5	21.5	13.2	17.3	0.0	17.1	3.6	8.6
全行動の総計(件)	220件	398件	182件	272件	14件	275件	55件	140件
水との接触の有無	なし							
	服				水着			
エリア	1	2	3	4	1	2	3	4
服装	服				水着			
行動1	-	-	-	-	-	-	-	-
行動2	-	-	-	-	-	-	-	-
行動3	11.8	13.3	12.9	35.8	0.0	14.3	9.1	46.5
行動4	4.0	9.6	11.4	5.2	0.0	28.6	18.2	7.1
行動6	55.3	61.5	62.9	50.8	0.0	0.0	72.7	21.4
全行動の総計(件)	76件	83件	132件	134件	0件	7件	11件	28件

行動1	物を使った親水行動
行動2	物を使わない親水行動
行動3	設置物に対する行動
行動4	対人行動
行動6	見学・休憩・会話

3.4.5 滞留時間からみた滞留行動の特徴

本項では各行動の滞留時間の長さについて検討する。10種類の滞留行動形態のうち、各エリアにおいて水との接触の有無で分類した時点で件数が10件以上ある行動に関して滞留時間の傾向を見た。解析には、5秒間隔で滞留時間のヒストグラムと累積割合を合わせたグラフを用いることにした。各エリアにおける各行動の滞留時間の長さの間には有意な差は見られなかったが、各条件で各行動の滞留時間分布に突出したピークがあることが確認できた。図 - 3.18から図 - 3.21にかけて、水との接触がある場合のエリア別の滞留時間の傾向を示す。これらの場合、10～20秒に各行動の滞留時間が集中している傾向がみられる。また、水との接触がない場合でも同様の傾向がみられる。

次に、5秒間隔での滞留時間分布の累積割合が50%、70%、90%を満たす滞留時間を各行動について求めた。表 - 3.13に「行動1：物を使った親水行動」「行動2：物を使わない親水行動」「行動3：設置物に対する行動」「行動4：対人行動」「行動5：施設内での生物に対する行動」「行動6：見学・休憩・会話」「行動8：身につけている物に対する行動」の各行動の累積割合を満たす滞留時間を示す。累積割合が50%に達する時間をみると、水との接触がある場合は15～30秒、水との接触がない場合は15～45秒と、後者のほうが滞留時間の長いものが多い。また、各行動の滞留時間分布の累積割合についてみると、50%、70%の滞留時間の長さの差が、70%、90%の差よりも短いことから、全体的に各行動の滞留時間頻度分布は短い時間に集中するという傾向があるものと考えられる。

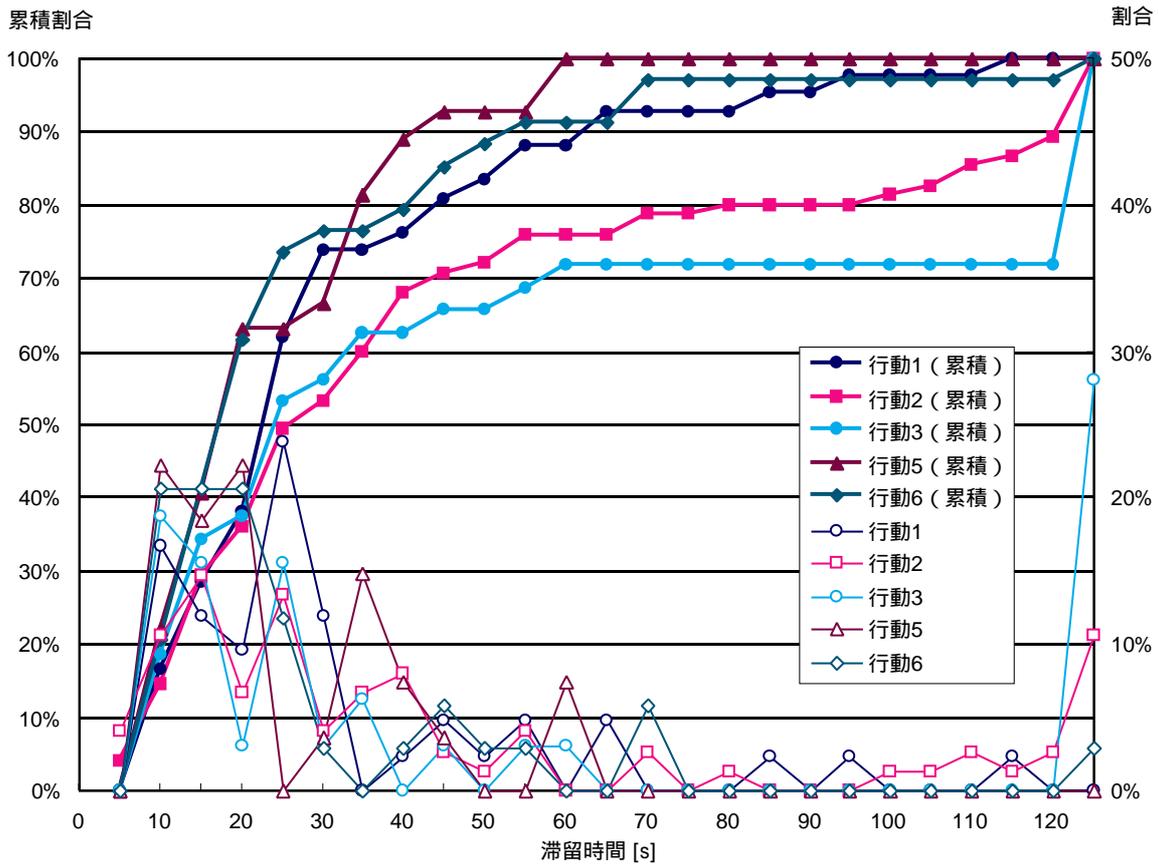


図 - 3.18 滞留時間の傾向 (エリア 1、水との接触あり)

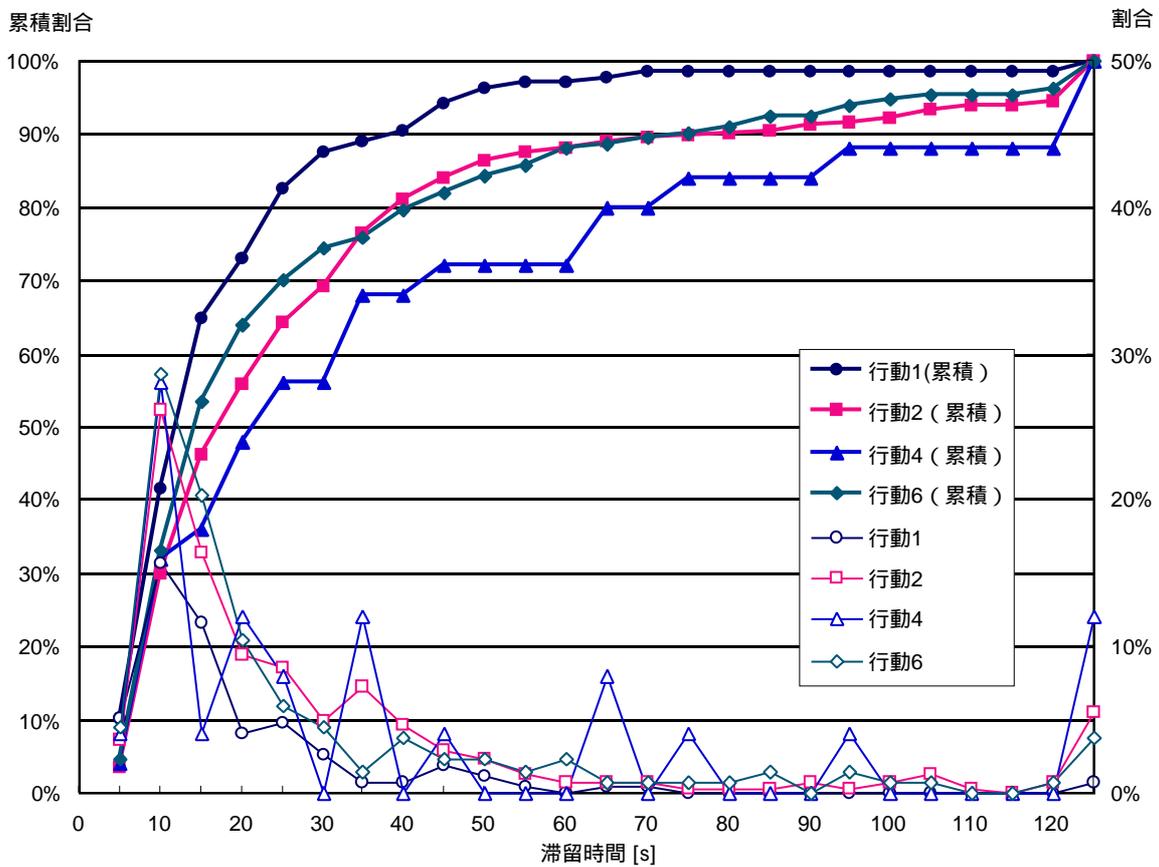


図 - 3.19 滞留時間の傾向 (エリア 2、水との接触あり)

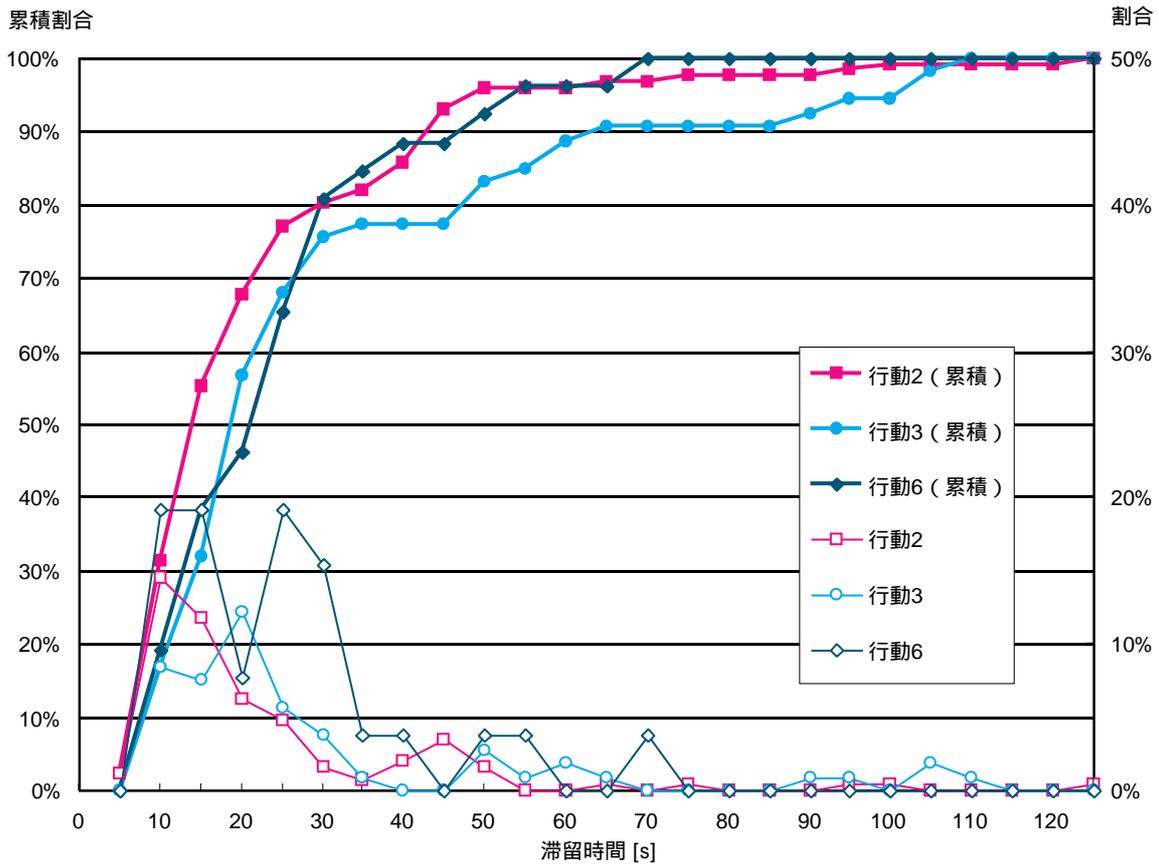


図 - 3.20 滞留時間の傾向 (エリア 1、水との接触あり)

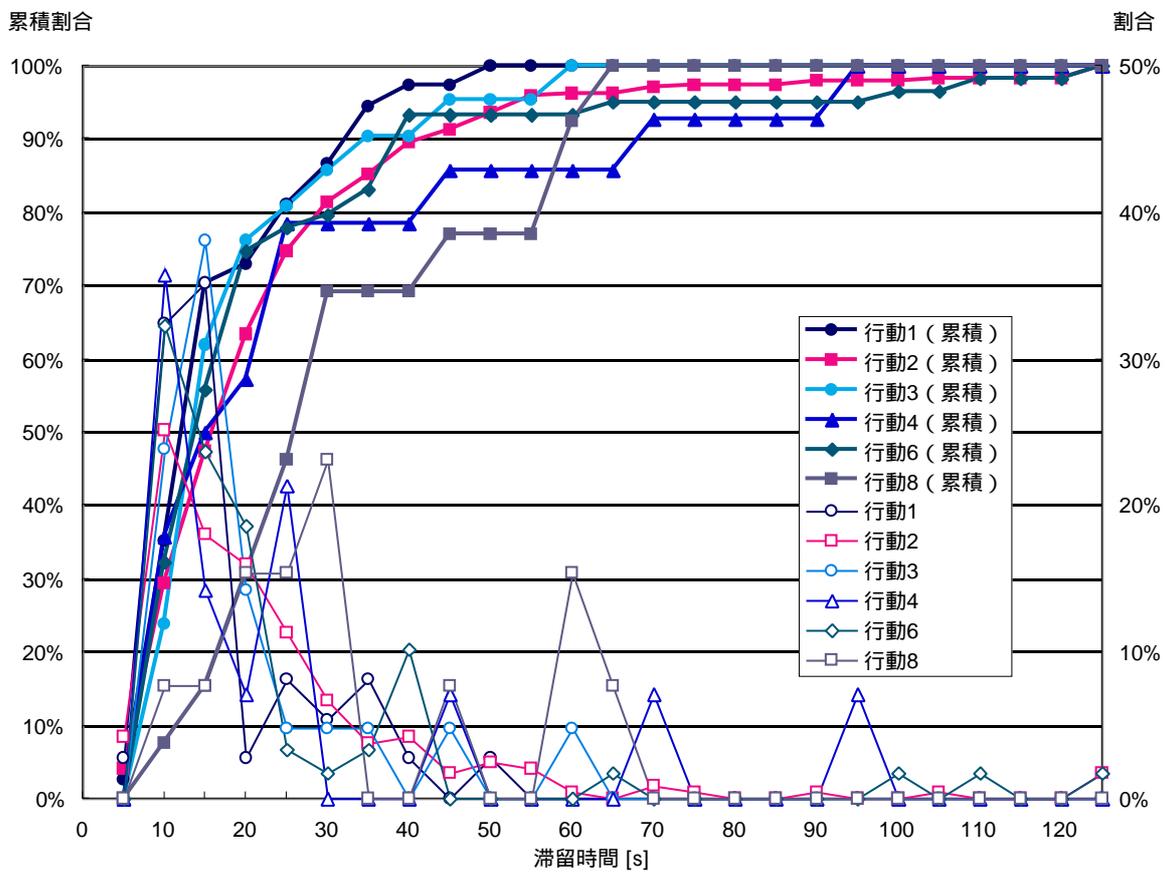


図 - 3.21 滞留時間の傾向 (エリア 2、水との接触あり)

表 - 3.13 設定時間に対する滞留時間分布の傾向

水との接触	エリア	累積割合	設定割合を満たす滞留時間（秒）						
			行動1	行動2	行動3	行動4	行動5	行動6	行動8
あり	1	50%	25	30	25	-	20	20	-
		70%	30	45	60	-	35	25	-
		90%	65	125	235	-	45	55	-
	2	50%	15	20	-	25	-	15	-
		70%	20	35	-	45	-	30	-
		90%	40	80	-	* 300	-	75	-
	3	50%	-	15	20	-	-	25	-
		70%	-	25	30	-	-	30	-
		90%	-	45	65	-	-	50	-
	4	50%	15	20	15	15	-	15	30
		70%	15	25	20	25	-	20	45
		90%	35	45	35	70	-	40	60
なし	1	50%	-	-	-	-	-	30	-
		70%	-	-	-	-	-	45	-
		90%	-	-	-	-	-	175	-
	2	50%	-	-	35	45	-	35	-
		70%	-	-	70	140	-	75	-
		90%	-	-	105	* 300	-	205	-
	3	50%	-	-	15	25	-	30	-
		70%	-	-	25	25	-	55	-
		90%	-	-	45	95	-	225	-
	4	50%	-	-	25	-	-	20	-
		70%	-	-	40	-	-	35	-
		90%	-	-	80	-	-	105	-

* 300・・・300秒以上

行動1	物を使った親水行動
行動2	物を使わない親水行動
行動3	設置物に対する行動
行動4	対人行動
行動5	施設内での生物に対する行動
行動6	見学・休憩・会話
行動8	身につけている物に対する行動

3.5 場所の形態による滞留行動の特性

3.5.1 分割した画像の平面への置換

滞留行動の記録項目について「(D) 滞留位置」は、目視による把握でありながらも行動のおこりやすい場所をできるだけ定量的に把握できるようにするために記録したものである。具体的には、ビデオ画像を12行16列のグリッドに分割して滞留行動が起きた位置を記録した。そして各グリッドを、地理的状况を詳細に示した平面図上に座標置換し、前節と同様に各エリアの水の形態に対応する領域について頻出行動である「行動1：物を使った親水行動」「行動2：物を使わない親水行動」「行動3：設置物に対する行動」「行動4：対人行動」「行動6：見学・休憩・会話」の5つの行動形態における行動頻度、滞留時間を集計した。

これら2つの行動指標は、滞留行動を定量的に把握するために適当な要素と考えられるために、本節で用いることにしたものである。そして、これらの行動指標を直接平面図上に濃淡図で表現することで、施設形態と滞留行動の関係を考察した。

なお、ビデオ画像から平面へのグリッドの置換については、まず、6行8列のポイントを平面図上にプロットし、これを2倍に補間した上で各ポイントをつなぎ、グリッドを作成した。そして、各グリッドの面積が小さくなり過ぎないように、エリア2とエリア3については1行2列の2つのグリッドをひとつの領域として、また、すべてのエリアにおいて下4行については、2行2列のグリッドをひとつの領域として解析を行った。平面図上に各エリアのグリッドを置換したものを図-3.22に示す。また、平面図は、施設設計図と現地視察から作成した。設置物に関しては、それぞれの設置物に対して実測をおこなうとともに、写真撮影により詳細なデータを得、これをもとに制作した。

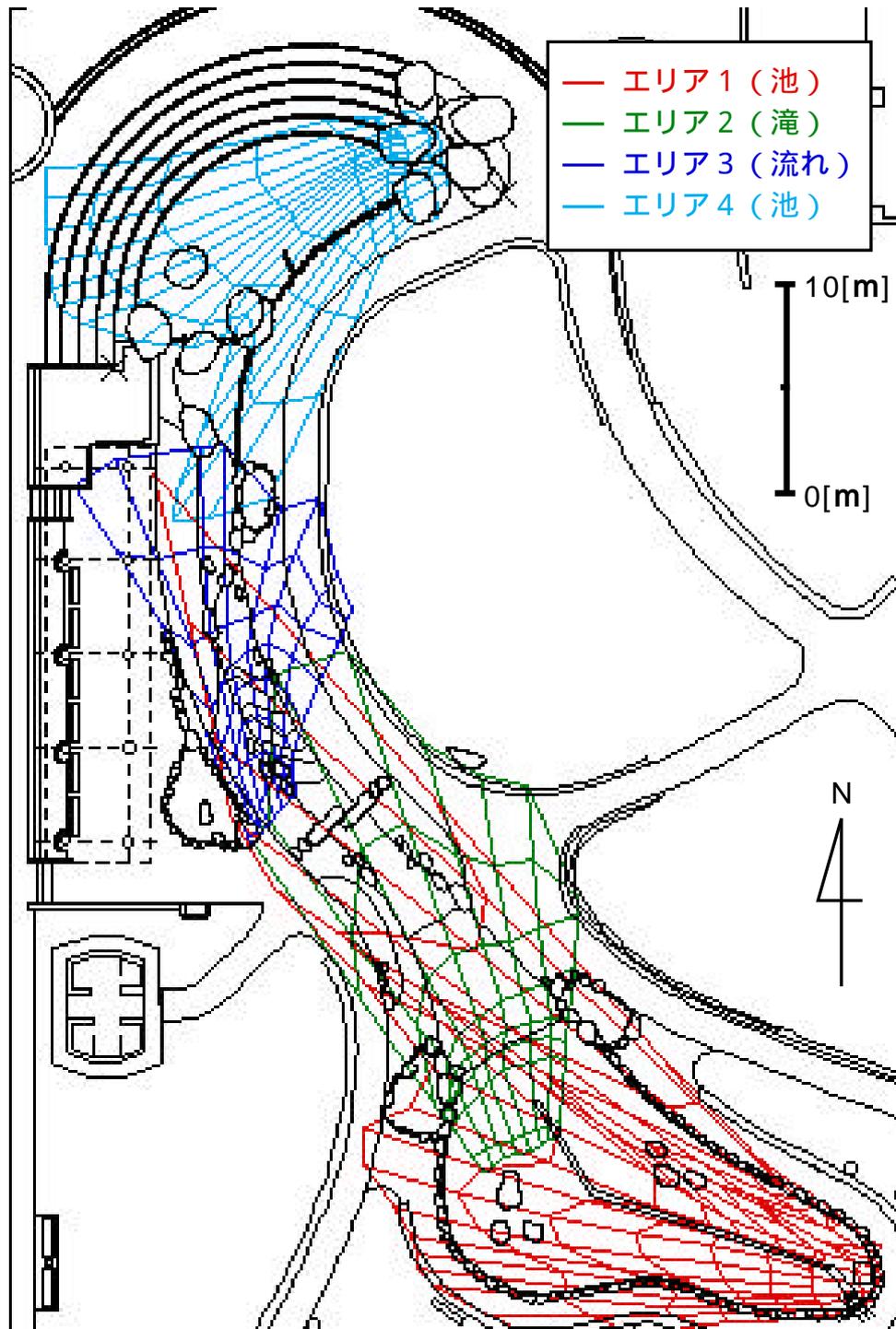


図 - 3.22 平面図上におけるグリッドのプロット (平面図は450×300pixel)

3.5.2 場所による滞留密度の傾向

各グリッドで起きた各行動頻度を対応する平面図の画像上の面積(単位は[pixel]、ここで1[pixel]はほぼ0.02[m²])で割ったものを滞留密度と定義して、滞留密度の大きさから相対的に各行動の起こりやすい場所について特徴を検討した。各行動の滞留密度を平面図上の濃淡図で表現したものが図 - 3.23である。ここでは、滞留密度の大きい領域が赤、小さい領域が紫、または黒で示されている(レインボーカラーテーブルによる表示)。そして、この図より滞留行動の大きい領域を各行動形態別に図 - 3.24のようにまとめた。

「行動1：物を使った滞留行動」「行動2：物を使わない滞留行動」とも吐水口、滝の中流から下流にかけて多く起きており、流れの速い場所、流れに変化のある場所で起きやすいという傾向が見られる。「行動4：対人行動」は、パーゴラのそば、階段状のスロープといった水にアプローチしやすい場所で起きやすいという傾向が見られる。「行動6：見学・休憩・会話」は、水際全般で多く、また、滝、吐水口付近の水際など、他の行動の起きる件数が多い場所の近くでも多く起きている。「行動3：設置物に対する行動」については、それぞれの設置物に対しての件数を求めて比較したが、特別な傾向は見られないため、図示をしていない。

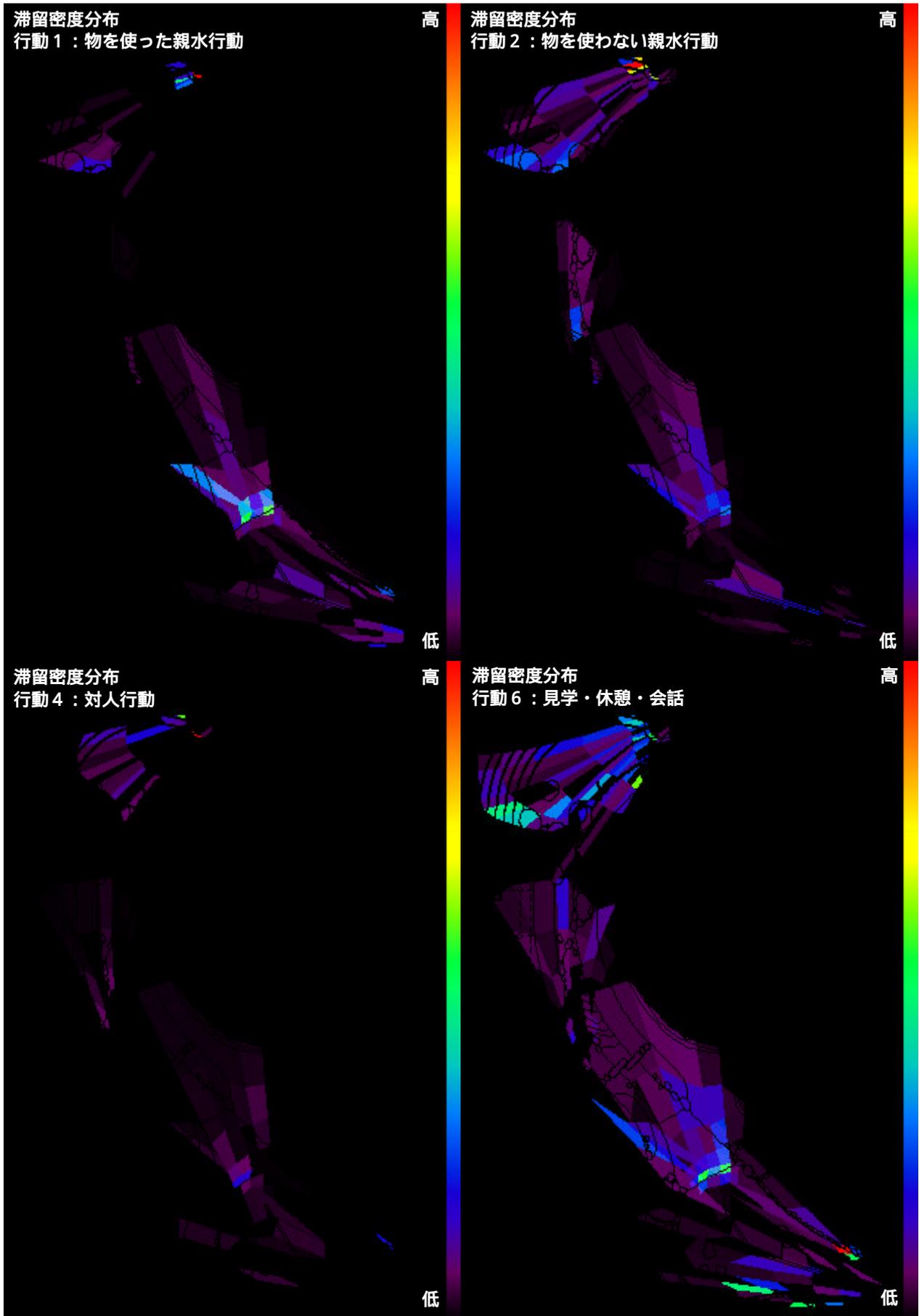


図 - 3.23 各行動形態における滞留密度の分布

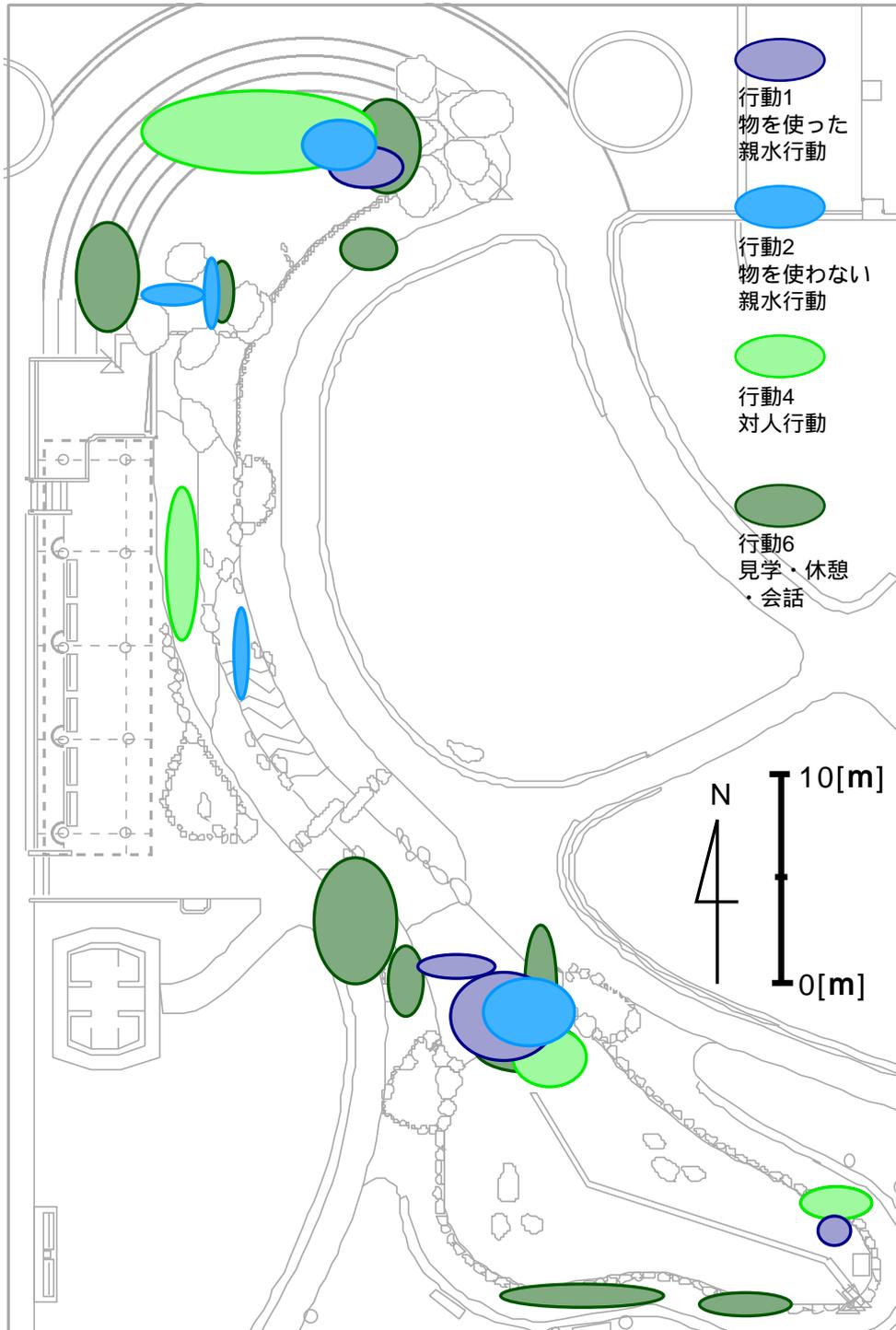


図 - 3.24 各行動形態における滞留密度の大きい領域

3.5.3 場所による平均滞留時間の傾向

各グリッドで起きた平均滞留時間の合計を滞留件数で除算したものを平均滞留時間と定義して、平均滞留時間の長さから相対的に各行動の起こりやすい場所について特徴を検討した。前項と同様に、各行動の平均滞留時間を平面図上の濃淡図で表現したものが図 - 3.25である。そして、この図より滞留行動の大きい領域を各行動形態別に図 - 3.26のようにまとめた。

「行動1：物を使った滞留行動」は滝の上流、下流、池の開けた場所で長い時間の滞留行動がおきている。「行動2：物を使わない滞留行動」は、階段状のスロープ、滝付近の水際、池の開けた場所で長い時間滞留する傾向が見られる。「行動4：対人行動」については、行動頻度と同様の傾向が見られパーゴラのそば、階段状のスロープで長い時間滞留している。「行動6：見学・休憩・会話」は、水際全般で長い時間滞留がおきている。「行動3：設置物に対する行動」については、特に傾向は見られないため、図示していない。

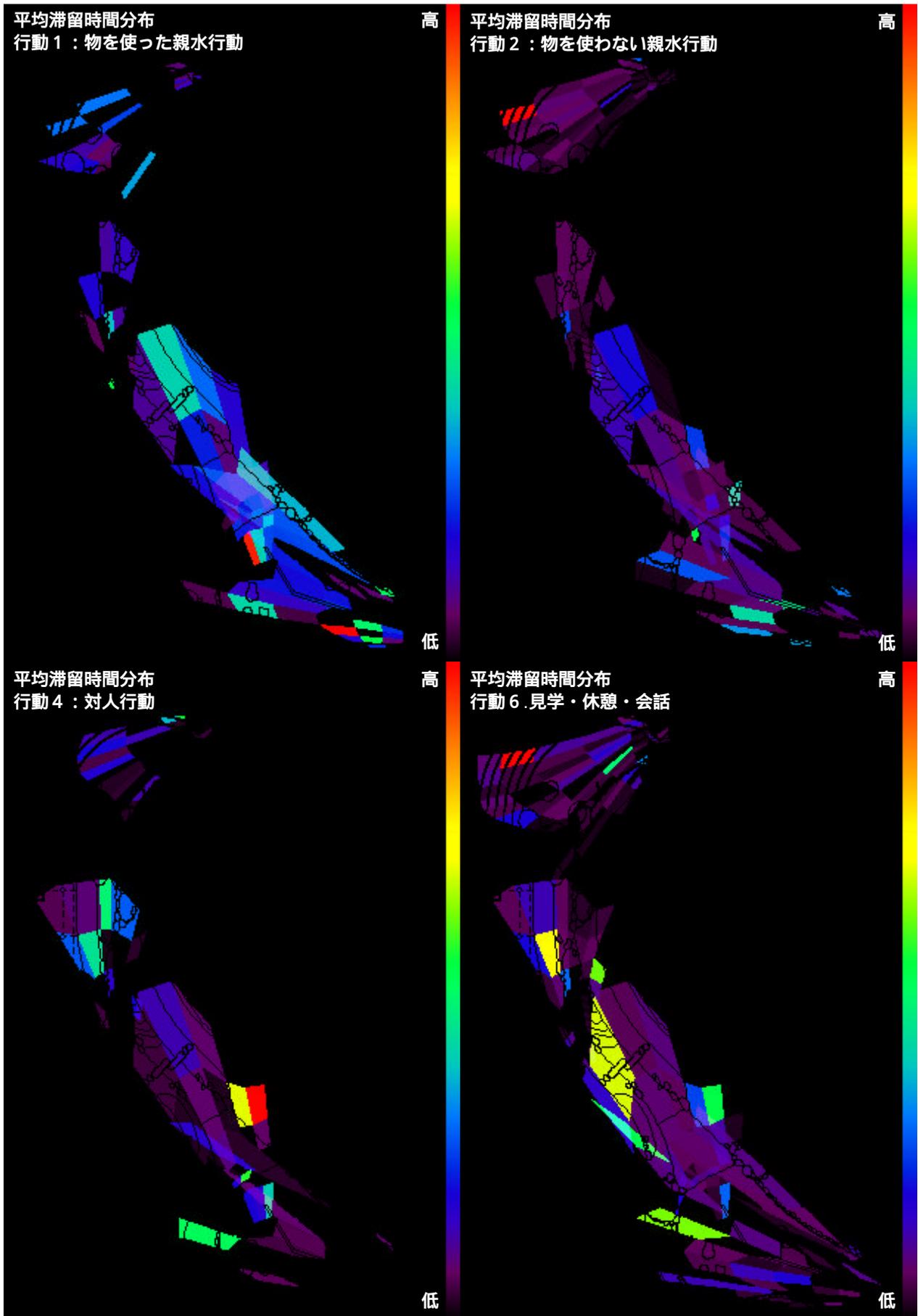


図-3.25 各行動形態における平均滞留時間の分布

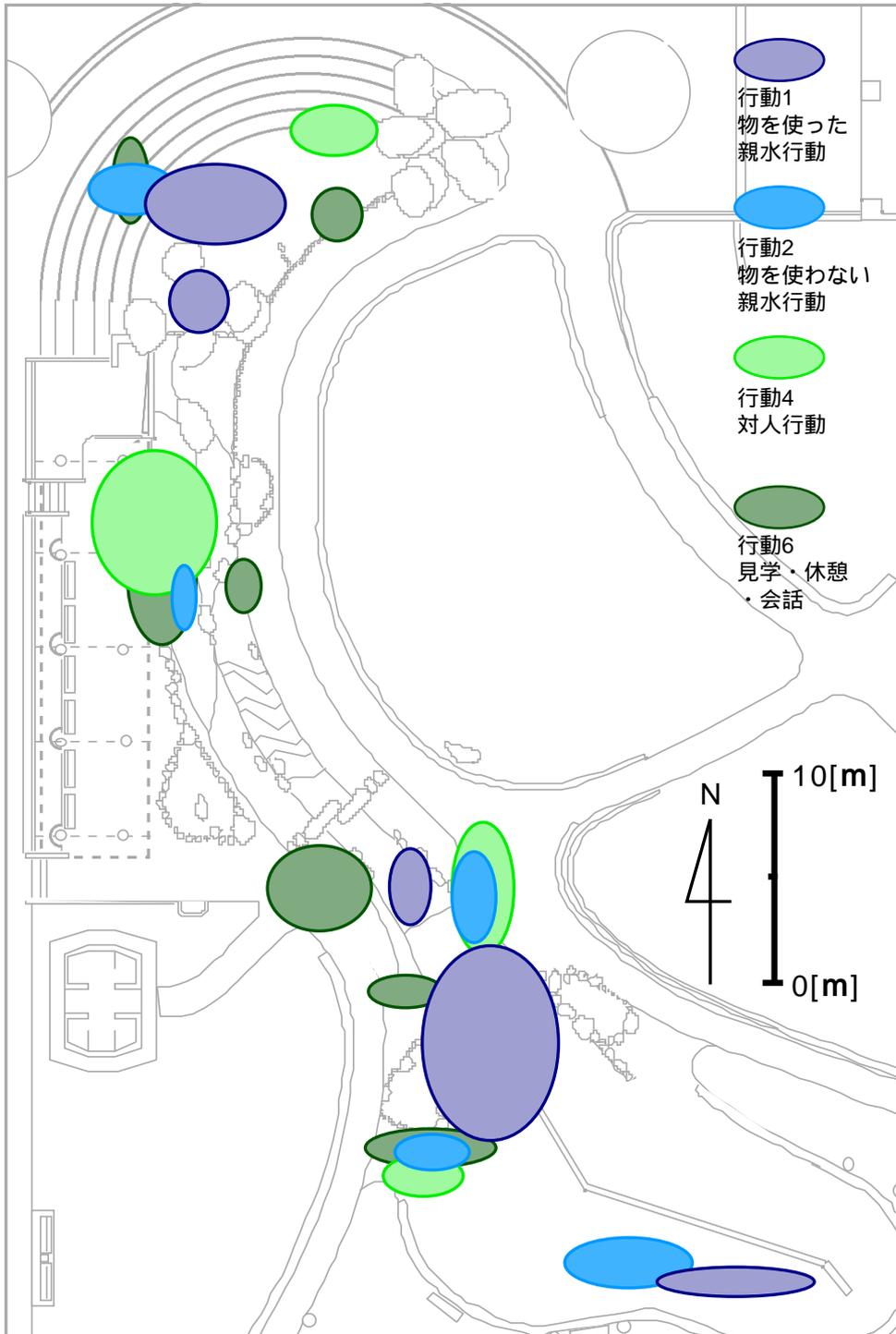


図 - 3.26 各行動形態における平均滞留時間の長い領域

3.6 まとめ

本章では、これまで定量的に明らかにされてこなかった、水景施設における人の行動の基礎的な把握をおこなうことを目的として、さまざまな施設形態が存在し、親水的な利用の多い水景施設を選定して行動の測定をビデオ撮影によりおこない、5秒以上同一の場所に停止しておこなう行動を滞留行動と定義して、目視によりこれを抽出した。

このようにして抽出したデータを10種類の行動形態に分類し、水との接触の有無・属性・滞留時間から各行動の特性を考察した。また、場所による行動の特性を定量的に把握するために、「滞留密度」と「平均滞留時間」の2つの行動指標を使用して、各行動がおりやすい場所を平面図上に図示することにより各行動の特性を把握することができた。

第4章 画像処理による人の行動の抽出

- 4.1 目的と概要
- 4.2 画像処理の導入と方法
 - 4.2.1 画像処理導入の利点と問題点
 - 4.2.2 画像処理の理論
 - 4.2.3 収録画像の特性
- 4.3 行動抽出アルゴリズムの構築
 - 4.3.1 行動抽出アルゴリズムの構成
 - 4.3.2 セル抽出の設定
 - 4.3.3 人の抽出の設定
 - 4.3.4 連続する人の行動の抽出
- 4.4 行動抽出アルゴリズムの評価
- 4.5 まとめ

4.1 目的と概要

前章の解析において、水景施設における人の滞留行動を明らかにすることにより、水景施設内でおこりうる行動を系統的に整理した。また、行動のおこりやすい場所を解析することで、行動の形成要因の基礎的な把握をおこなうことができた。しかしながら、これらの結果は、あくまでも5秒以上同一の場所にとどまっておこる滞留行動に限定されていること、また、滞留地点を16行12列のグリッドの範囲しか特定しなかったことから、周辺環境要素との対応関係を十分論じることができなかった。また、水景施設の設計資料としてこれらの成果を利用することができるばかりでなく、実際の設計過程にこれらの資料が組み込まれるべきであり、設計業務のCAD化を見通した方法論の検討が不可欠になってくるものと考えられる。

以上のことから修士論文をもとに編集した既往の研究^{2,9)}においても、人の行動データを取得するために画像処理を適用し、行動抽出の自動化と高精度化を目的として、データ抽出のためのアルゴリズムの検討とその評価をおこなった。しかし当時のプログラムがコンピュータに最適化されていなかったために処理能力が低かったことや、アルゴリズムの煩雑さから、画像の取り込み間隔を1分間としたため、1日の行動人数をとらえるには十分なものであっても、人の行動をとらえるために有効な方法とはいえなかった。その後、プログラムがコンピュータに最適化されたこと、またアルゴリズムを改良した結果、2秒間隔で以前と比較してかなり高速に画像を処理できるようになり、精度も大幅に向上させることができるようになった。

そこで本章では、改良された画像処理の方法とその評価についての検討結果をまとめ、さらに、改良方法の提案をおこなうことで、今後の同種の解析に役立つ資料を提供することを目的としてとりまとめた。

4.2 画像処理の導入と方法

4.2.1 画像処理導入の利点と問題点

前述のとおり、本論文において画像処理を導入することにしたが、導入に際しての利点と問題点を確認しておくことは、今後研究を進める上で不可欠なことである。本項では、これらの項目についての整理をおこなう。

まず、画像処理による人の行動をとらえることの利点を考える。

人の行動を記録する際に画像処理を導入することで、労力をおさえながら人の行動を詳細にとらえられるようになるほか、処理の自動化により継続したデータを取得することが可能になる。また、データがコンピュータに直接蓄積されることにより、設計業務のCAD化が進展してきている現在、これらの成果を利用した設計手法も可能になってくるものと考えられる。また、行動解析を必要とする研究範囲は、建築分野においても動線計画、配置計画、避難計画など多くあるものと考えられ、これらの分野への応用が期待できるものと考えられる。

次に、画像処理による人の行動をとらえることの問題点を考える。

まず、既往の研究^{2,9)}からもわかるとおり、処理方法を検討して構築することが困難なことである。目視によるデータの記録と比較すると、実用に堪える十分な精度を得るためには多くの検討が必要になる。もっとも、一度方式が決定した場合は、場所の違いにより処理が変化する部分のみの修正で対応できるため、検討が容易になる。また、現状の解析方法においては、ビデオテープで録画した画像をコンピュータに取り込み、解析データを保存するという大量のデータ領域を必要とする。これについては、大容量の記録媒体が普及していることにより、以前と比較して対応が容易になってきたが、将来的にはリアルタイムの画像を解析することによるデータ量の削減が必要になるものと考えられる。また画像処理の精度は、現在の方法では日影の関係で100%確実な精度でデータを収集することはできない。また、データ容量と処理能力の関係で画像の精度に限界があるので、それに伴う問題もある。しかしながら、機器に関する問題については、高解像度のデジタルカメラの普及やコンピュータの処理能力の向上で、問題は解決しつつある状態であると考えられる。

以上の項目についてまとめたものを表 - 4.1 に示す。

表 - 4.1 画像処理導入の利点と問題点

画像処理導入の利点

- 多くのデータを詳細にとることができる
- データの自動取得（管理者などが利用できる）
- データの2次利用が容易になる（CAD）
- 他の行動解析への応用ができる

画像処理導入の問題点

- 処理の手順を決定することが煩雑（一度決定すると容易）
- 現状で大量の画像データが蓄積される（リアルタイムの解析を指向する必要あり）
- 画像処理の精度の問題（高解像度のデジタルカメラ、コンピュータの処理能力の向上により機器の問題は解決しつつある）

4.2.2 画像処理の理論

本項では、コンピュータ上における画像データの扱いについての概要を記す。

現在一般的に使われているコンピュータは、すべての情報を0と1のコードに変換して処理している。1 bitが0,1の最小の単位で表されるもので、これが2 bitsなら00,01,10,11と2ケタ4種類の情報を表すことができる。たとえば、JIS（日本工業規格）で定められている文字コードを拡張した「シフト JIS」といわれる文字コードでは、漢字やひらがななどを16bits=2bytesで表現している。その中のすべてのbitを使用しているわけではないが、たとえば「小」は8FAC、「瀬」は90A3と表すことによって、コンピュータ上で扱える情報になっている^{4.1)}。

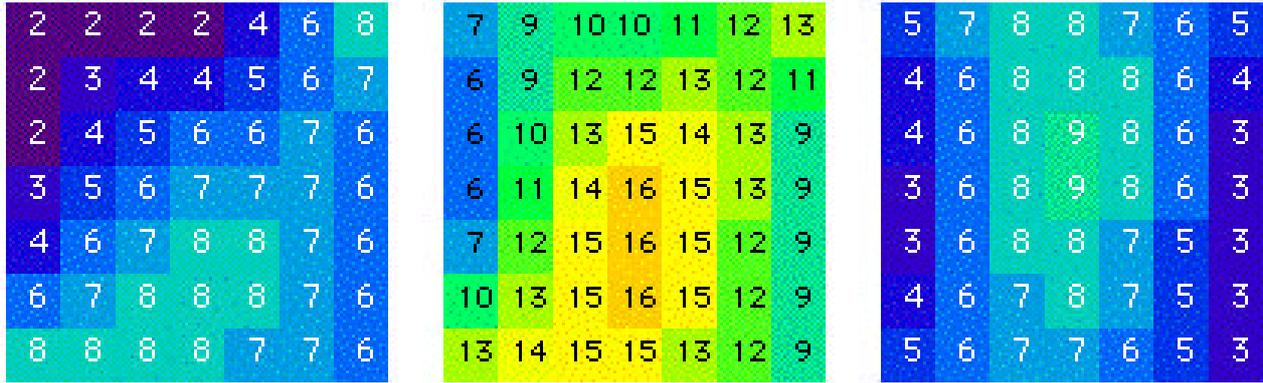
一方、画像を表示するしくみも同様に、0,1のコードで表現されている。白黒画像の場合は、正方格子の各点（これをpixel; picture elementという）について、1 bitの情報が割り当てられることになる。一般の白黒写真のような画像は、256 階調のグレースケールデータで表現されるが、これは8 bits=1byteで各pixelを表現している。たとえば、320 行240 列のグレースケールデータの場合、 $320 \times 240 \times 1=76800\text{bytes}=76.8\text{KBytes}$ の容量が必要になる。カラー写真を扱うためには、各pixelに16bits 程度の情報量が必要とされていて（パーソナルコンピュータのOS (Operating System)であるMac OS では15bits= $2^{15}=32,768$ 色、Windowsでは16bits= $2^{16}=65,536$ 色）これは、フルカラーといわれる24bitsデータ16,777,216色から任意に選択して色を表現する方式である。

フルカラーのデータは、光の3原色であるRGB各色について、それぞれ8 bitsのデータを割り当てたものであり、320行240列のフルカラーのデータは、 $320 \times 240 \times 8 \times 3=1,843,200\text{bits}=230.4\text{Kbytes}$ の容量が必要になる^{4.2)}。そうするとフロッピーディスクには6枚の画像を入れるだけでいっぱいになってしまい、データを受信するのにかかる時間も莫大なものになってしまうが、画像圧縮技術（この色がここにいくつあるという情報に元データを置き換える。画像の圧縮は画像の劣化する非可逆圧縮で、近隣のpixelの情報は近い値を示すことを利用して、情報を表現している。）が進歩したことによって、フルカラーの画像でも容量が小さく扱えるようになった。

画像は正方行列で表現されるので、一般の数字の並んだ行列と同様の演算が可能である。参考資料^{4.3)}のマニュアルには、図 - 4.1のように示されている。また、演算値に対して256段階のカラーテーブルを割り当てることができるので、数値を画像に変換することができる。たとえば、図 - 4.2のように気温分布をレインボーカラーテーブルを用いて表現できる。

本研究で用いた mc(Matrix Calculator;Mac OSで動作する行列演算プログラム言

語)の場合、画像についてはフルカラーの演算をおこなうので、各pixelのRGBそれぞれ256段階の数値[0,0,0](黒)~[255,255,255](白)を計算に用いることができる。各pixelには、光の3原色である[Red,Green,Blue]の256階調データが8bits×3=24bitsに格納されている。本研究の場合は、フルカラーデータを用いると計算をおこないにくいので、グレースケールの8bitsのデータに変換して演算をおこなっている。2枚の画像を減算した場合は、両者の階調の違う部分のみが浮き出ることになる。これによって移動する物体を抽出することができる。



$$A = C - B$$

図 - 4.1 画像処理の原理^{4.3)}

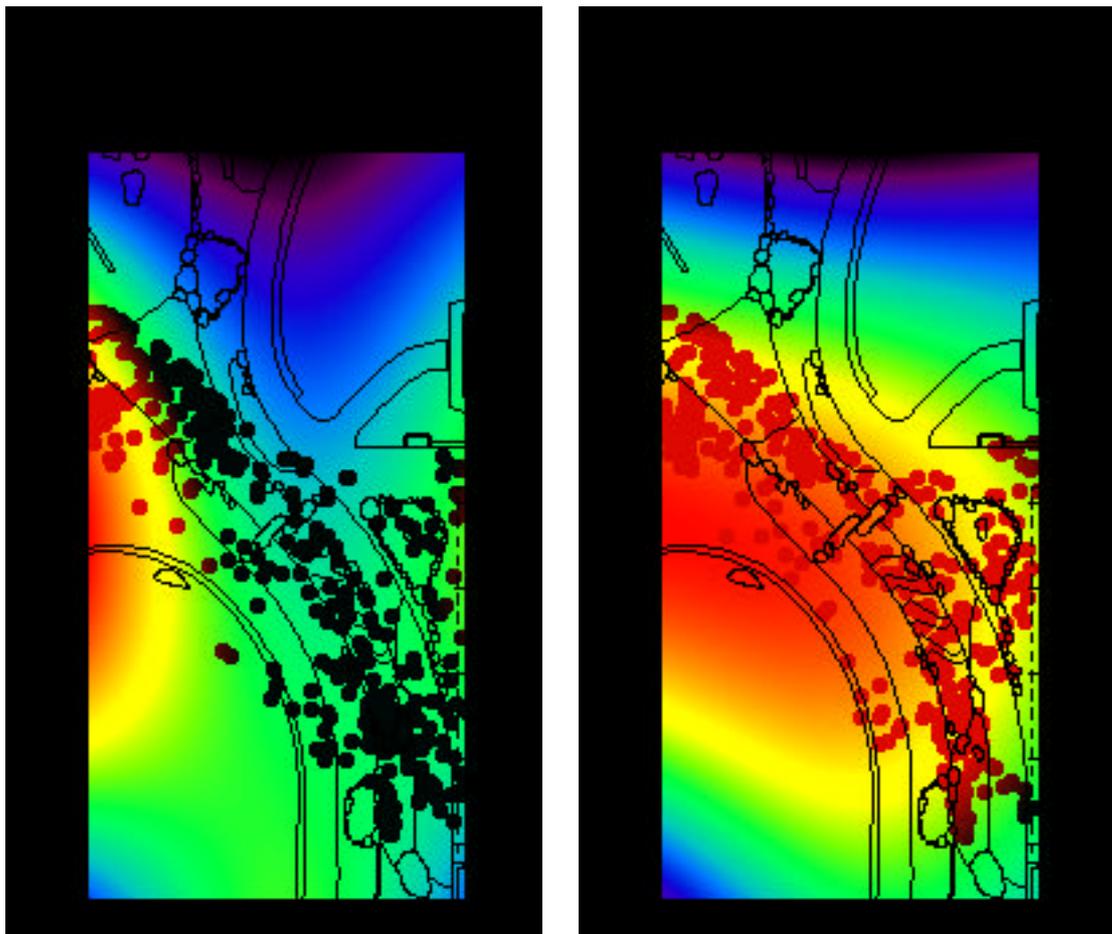


図 - 4.2 レインボーカラーテーブルによる気温の表示^{2.9)}
 (最大値が赤、最小値が紫、黒になっている)

4.2.3 収録画像の特性

本研究の画像処理に用いる画像は、前章で測定時に撮影したビデオ画像と同一のものである。収録した画像は、露出を自動化して安定した映像が得られるようにしていることなど、当初から画像処理をある程度考慮して撮影しているものである。

既往の論文^{2,9)}の「今度の課題」で検討したとおり、撮影位置については、水景施設のレベルからかなり高い位置において撮影する方法が有効であると考え、さまざまな検討をおこなったが、対象施設では、樹木に遮られることからレベルの高い位置から適当な撮影場所を選択できずに、物干し竿にビデオカメラを固定する方法をとって、有効性を検討した。撮影の様子を図 - 4.3に、撮影した画像を図 - 4.4に示す。この結果、撮影画像を調整しにくいこと、解析に適当な画像をうまく得られないことや、長時間の撮影の際にテープを交換する必要があり、そのときに撮影位置が変化してしまうので、有効でないことが明らかになった。

そこで本研究においては、ある程度上方からの撮影をしながらも、ビデオカメラを確実に固定できる位置にビデオカメラを設置して撮影することにした。本研究で用いたビデオ撮影の状況を図 - 4.5に示す。なお、収録画像は前掲のとおりである。ビデオカメラは、安定した位置に三脚を用いて固定されている。仰角は、画像の大部分が解析に使用できるよう、水平方向よりも下げている。このようにして撮影した画像の特性は、屋外における水平位置からの撮影のため以下の特性を持っている。

- 1) 背景の画像が不均一であり、またところどころに陰影があるため、複雑な画像情報である。
- 2) 人の形態と服装などの色が多様で、個人差も大きいことから、単独の画像から人を識別することが困難である。
- 3) 水平方向から撮影した画像であるために画像に奥行きがある。また標高差があるので、奥行きが均一でない。

これらの項目を整理して図示したものを図 - 4.6に示す。次節から説明する画像処理は、これらの特性を持つ画像の特性を十分に考慮に入れておこなったものである。

ここで、既往の論文から画像処理による屋外の移動人物の追跡を扱ったもの^{4,4)}を参照して、pp.116-117に示す。この研究においては、実験により人を追跡しようとしている。また、枝葉の陰などの外乱の影響が報告されている。本研究では、不特定多数の行動の追跡を扱うために、移動パスを随時設定することは計算能力の面から困難であると考えられる。これより、本研究における画像処理の方法は、比較的単純な処理方法で比較的有効な抽出精度を保つことを目標とすることにした。



図 - 4.3 ビデオ撮影位置の検討
ビデオカメラは、物干し竿に固定され、街灯またはパーゴラの支柱にしばり付けられている



図 - 4.4 上記の設置位置によるビデオ画像
ファインダを覗けないために、構図が安定しない。
またテープ交換するときに位置がずれてしまうために、長時間の測定に向かない。



図 - 4.5 解析画像の撮影位置

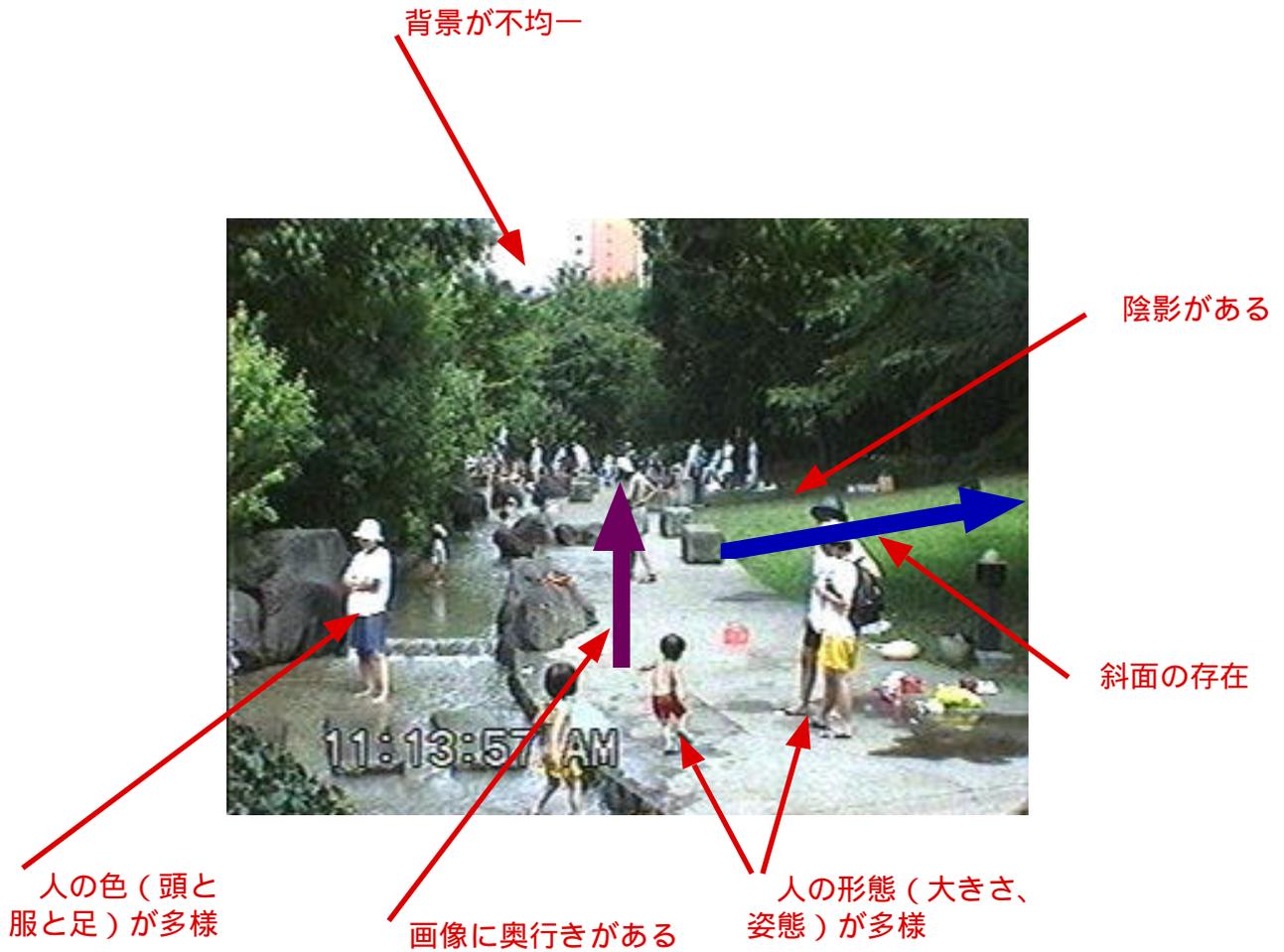


図 - 4.6 撮影したビデオ画像の特性

4.4) 小林伸江・山口順一：時空間情報を用いた屋外移動人物追跡、第2回画像センシングシンポジウム講演論文集、pp.173～175、1996

Abstract

画像処理による屋外人物検知は、外乱(木の枝葉の揺れや水面の光反射といった、背景における画像変化)の影響を受けやすいため使用範囲が限られている現状にある。筆者らは、時間的空間的な画像情報を用いて、外乱の影響を受けにくい人物追跡法を開発した。これは、変化領域について演算処理することによって得られる動きデータを移動方向についてのパラメータテーブルに投票し、そのピーク値に寄与した移動データの重心座標位置を追跡することによって、人物の移動追跡を検出するものである。背景が林あるいは池や川といった場所で行った実験では、外乱の影響を低減しながら良好な追跡結果が得られ、本手法の有効性が確認された。

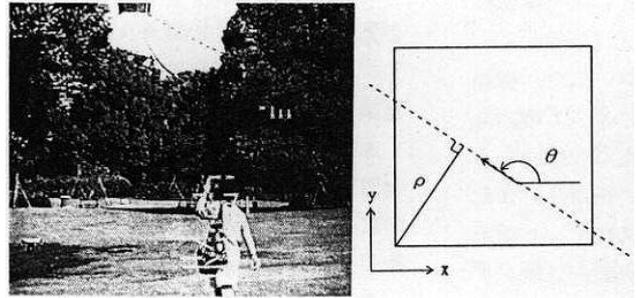


図 - 4.7 移動量の検出^{4.4)}

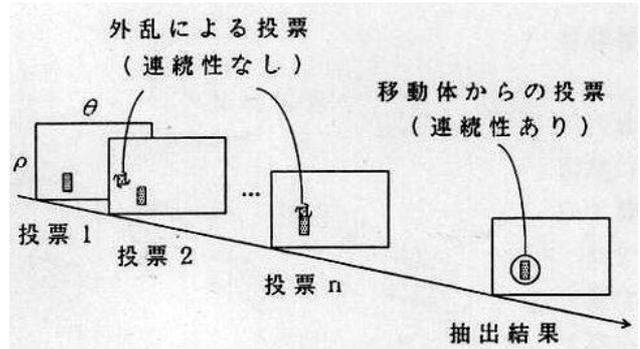


図 - 4.8 投票の連続性^{4.4)}

1.はじめに

画像処理による人物検知や追跡...明るさ変化や影の発生などがある非整備環境の下ではエラー(誤報や見逃し)発生が多い

特に屋外では、さらに枝葉の揺れや水面の光反射などの外乱の影響を受け易く、システムの使用範囲が限られている。

時間空間的な画像情報を用いて、木の枝葉の揺れやその影、また水面の光反射などの外乱の影響を受けにくい人物追跡法を開発

2.人物検知アルゴリズム

2.1存在検知

2枚の画像を比較することによって抽出した変化領域について、マッチング法により移動方向および移動量を求める。

移動データは、画像の左下隅を原点として移動方向及びで表現し、で示される空間(予めメッシュに分割しておく)に移動量を投票する(図-4.7)。

投票の連続性を調べ、投票が単発的または継続的でない投票位置での投票データを除去しその結果、残留投票データが検出される場合に人物がいるものと判断する(図-4.8)。

2.2追跡

残留投票データに寄与した移動データの発信位置を用いて入力画像ごとにそれらの重心座標位置を求めることによって、時間的に変化した人物存在位置を検出

重心座標位置データについて直線近似し進行方向をつけ加えることによって人物移動パスを検出する。

これらの一連の処理を繰り返し行うことで、人物移動軌跡としての直線群を検出する(図-4.9)。

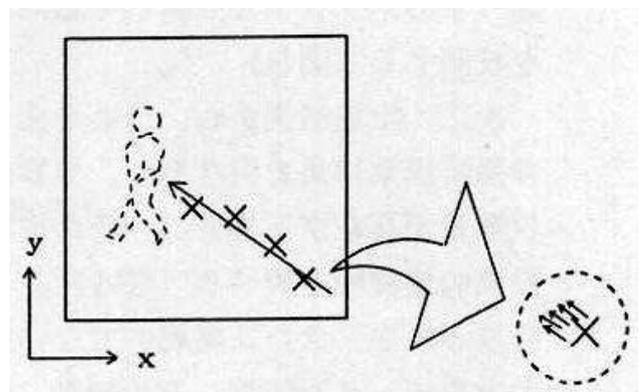


図 - 4.9 人物の移動パスの検出^{4.4)}

3.実験及び検討

公園で実験

画像取り込み時間間隔 --- 500[ミリ秒]、画像 --
- 128×128[pixel]、256階調、相関計算用のテン
プレート --- 3×3[pixel]、探索領域 --- 21×21
[pixel]

- 空間での分解能 --- :24[pixel]、 :15
[度]

入力画像は14枚

背景として、風で揺れている使用がある場合、滝
および池の場合、波打ち際の場合で実験

人物追跡結果としての直線群は、真の移動パスと
は若干のずれが生じているが、おおむね良好な結
果が得られた。

直線のずれ：人物の腕の振りや足の運び、また体
や服の揺れなどによって、投票データがある程度
広がりを持ったり、投票集中位置がずれるため。

外乱の影響：エラー（誤報）発生がなく本手法が
有効に機能しているが、路面に枝葉の影が適度な
速さで突然大きく往復運動を始めた場合にエラー
が発生することがあった。これは、歩行人物の残
留投票データとの区別しにくいから ---> 移動
データの発生位置の時間的推移に着目し、進行し
ているかどうかの判断を加えることによって改善
できると考えている。

4.まとめ

今後は、投票データの変動及び移動データの発生
位置の時間的推移を考慮して、追跡精度の向上、
複数人同時追跡を検討していく予定

コメント

本研究のほうが、対象物としてかなり複雑なもの
に取り組んでいる。

手法については、言葉の違いはあるが、おおよそ
同一の手法をとっている。ただ、アルゴリズムと
してはいろいろ考えられても、処理能力の限界も
あるので、あまり複雑な条件を入れて分析しない
ことにした。たとえば、移動パスの検出では、私
の場合方向性を含んでいないが、これを計算に入
れた場合には、ここでいう - の座標を得る必
要がある。

複数人同時追跡については、本研究では検討済み
である。

4.3 行動抽出アルゴリズムの構築

4.3.1 行動抽出アルゴリズムの構成

本研究で適用した画像処理のアルゴリズムは、既往の論文^{4.5)}で採用した画像処理を改良したものである。そこで、まず既往の論文^{4.5)}における画像処理の概要を図 - 4.10 に示す。この解析において、各解析データにおいて輝度を取得して、これを大きい方から小さい方へ順に頻度を求め、その差が急激になるところを閾値(画像の2値化)として、画像処理をおこなっていたが、これはかなり煩雑な方法で、多くの時間を費やすことから、本研究では、この部分の改良をおこなった。また、抽出したセルから人を抽出するためのアルゴリズムに、理論的な根拠がなかったため、これを汎用性を高めるために理論的な根拠を立てて抽出するようにした。そして、そこから連続する人の行動を抽出するためのアルゴリズムを、すべての画像における人の抽出後の次の処理段階において新たに設定した。これらの改良項目を含めた本研究における画像処理の手順を図 - 4.11に示す。

ビデオテープに収録した画像は、 180×240 [pixel]の大きさのフルカラーで、2秒間隔の静止画像としてコンピュータに取り込まれる。このとき本来の画像は $43,200$ [pixel] \times 3 [bytes]= 129.6 [KB]の大きさになるが、画像圧縮の記述により 14.6 [KB]程度に圧縮されて保存される。この画像の大きさはすべての画像を保存することや演算処理の速度、そして人を抽出するための最低限の大きさを考慮して決定したものである。この後3枚の画像を用いて画像の減算をおこない、閾値処理によりセルを抽出する。そして、セルの座標を平面に変換し、各セルにおける形態的特徴をもとに人のセルを選別する。選別したセルの情報をまとめて保存した後、これらを一定の条件をもとに連結することで、連続する人の行動をとらえることになる。

なお、画像処理による解析範囲については、上部においては平面の座標がはっきりしなくなること、また一部の画像においては、人が入り込まない範囲であることから、滞留行動の解析で用いたグリッドにおける上2行を、また、エリア2とエリア3についてはそれに加えて左2行の領域について、解析範囲から除外した。

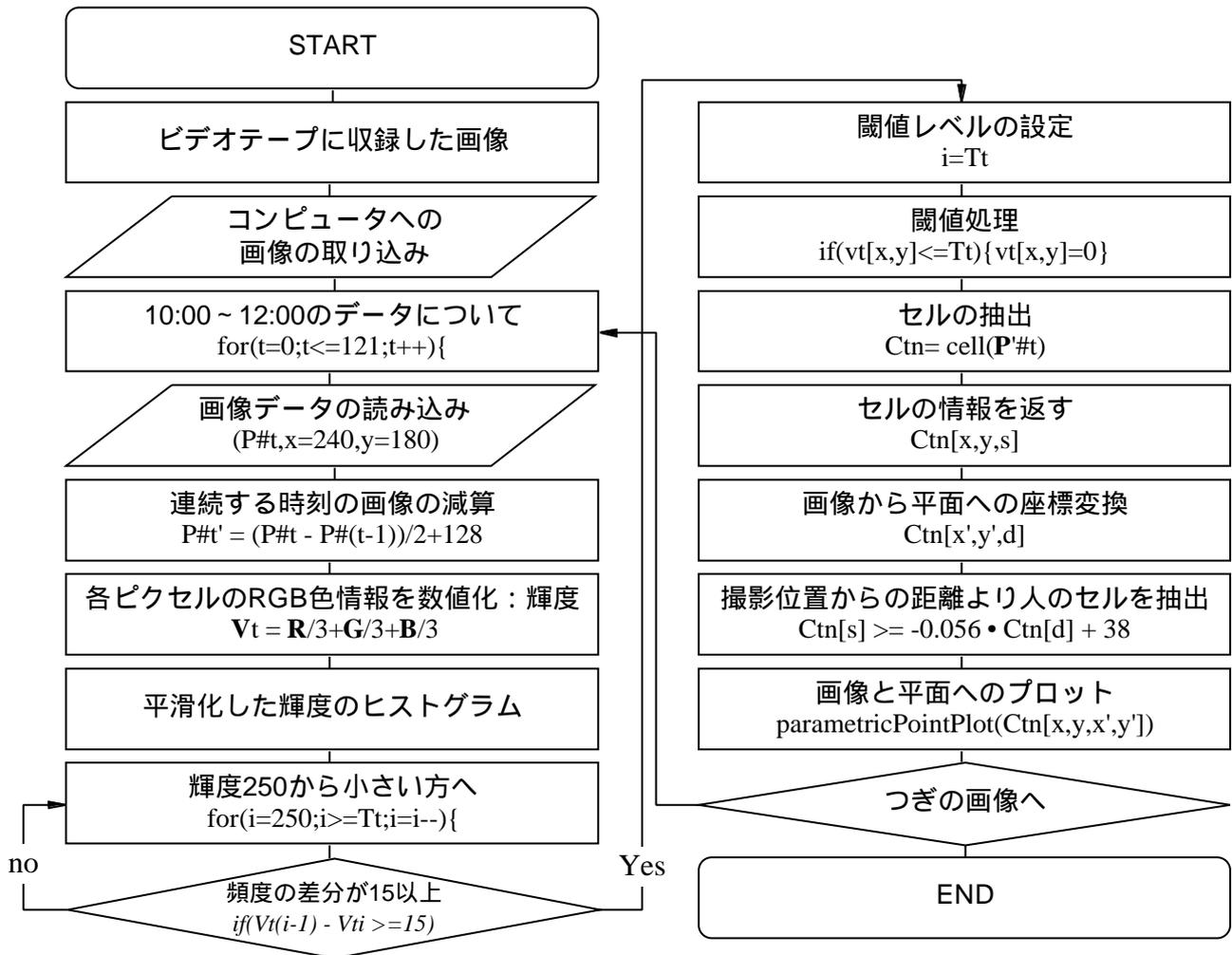


図 - 4.10 既往の研究^{4,5)}における画像処理の手順

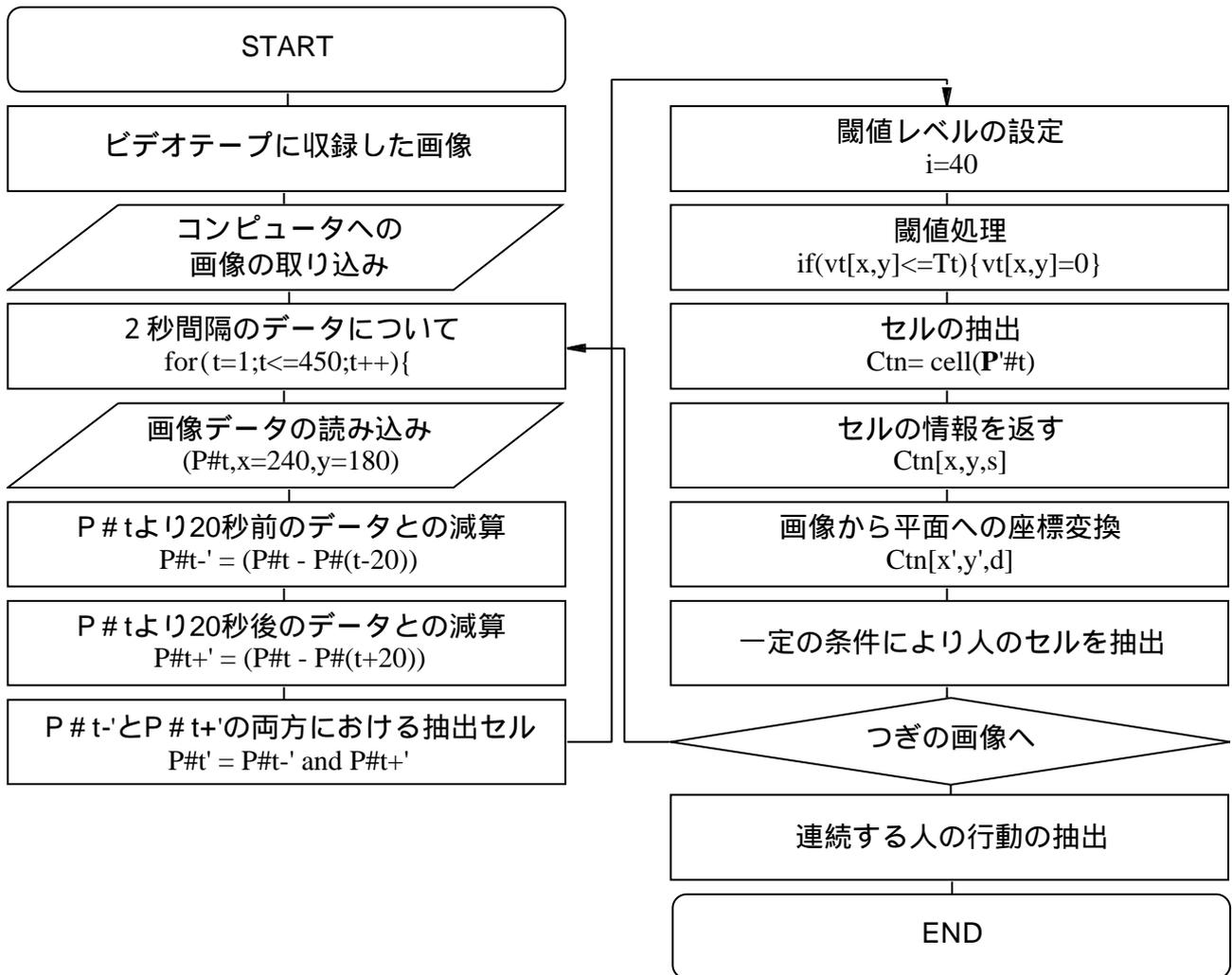


図 - 4.11 本研究における画像処理の手順

4.3.2 セル抽出の設定

本研究では、画像処理により得られた抽出部分のかたまりをセルと称している。本節では、画像処理の第一段階として背景と移動物体とを識別し、セルを抽出するためのアルゴリズムを検討した。

既往の研究^{4,5)}で生じていた、セルの分割や対象となっていない画像の人が抽出されてしまう問題については、図 - 4.12のように、ある時間のセルを抽出するために、前後20秒の2枚の画像を用いてそれぞれを対象となる画像と減算をおこない、両方の計算で0でない部分を抽出することで、かなりの改善が見られることを確認した。前後20秒の画像を用いることにより、短時間静止している物体についても抽出することが理論上は可能になっている。抽出の対象となる画像を $b\#$ 、20秒前後の画像をそれぞれ $a\#$ 、 $c\#$ 、抽出した画像を $abc\#$ とすると、

$$\begin{aligned} ab\# &= (|a\#-b\#|)>0 \\ bc\# &= (|b\#-c\#|)>0 \\ abc\# &= (|ab\#-bc\#|)>0 \quad \dots \text{ [式 - 4.1]} \end{aligned}$$

となる。

閾値の設定については、既往の研究^{4,5)}においては前述のとおり、画像の減算によっては陰影が発生していたために、輝度分布の状況により閾値を変化させていたが、今回の解析では、3枚の画像の減算をおこなうことや20秒前後の画像を減算に用いていることから、このような陰影を抽出する可能性はほぼなくなった。よって、本研究の画像処理においては、計算の簡素化を図るために、閾値の定数を検討することにした。図 - 4.13のように抽出画像を輝度差 t を20から60に設定し、抽出セルを比較検討した結果、固定値として閾値40を適用するのが適当であると判断した。これは、セルの分割を防ぐことができ、かつ不必要なセルが抽出されにくい値であることが確認できたことによる。図 - 4.14に、任意の画像の閾値を変化させたときの抽出pixel数の変化を示す。閾値が40になると抽出数が安定することがわかる。このことから閾値を40に固定することの優位性が明らかになった。

抽出したセルは、水平方向(x方向)は各セルの中央値、また垂直方向(y方向)は各セルの最下値に座標をとって、この座標をセルの抽出位置とした。この方法を示したものを図 - 4.15に示す。これは、人の足下の位置を想定することにより、行動を起こす位置が明らかになること、またこのあとの処理で、人のセルとそれ以外のものを選別するための基礎資料とするためである。

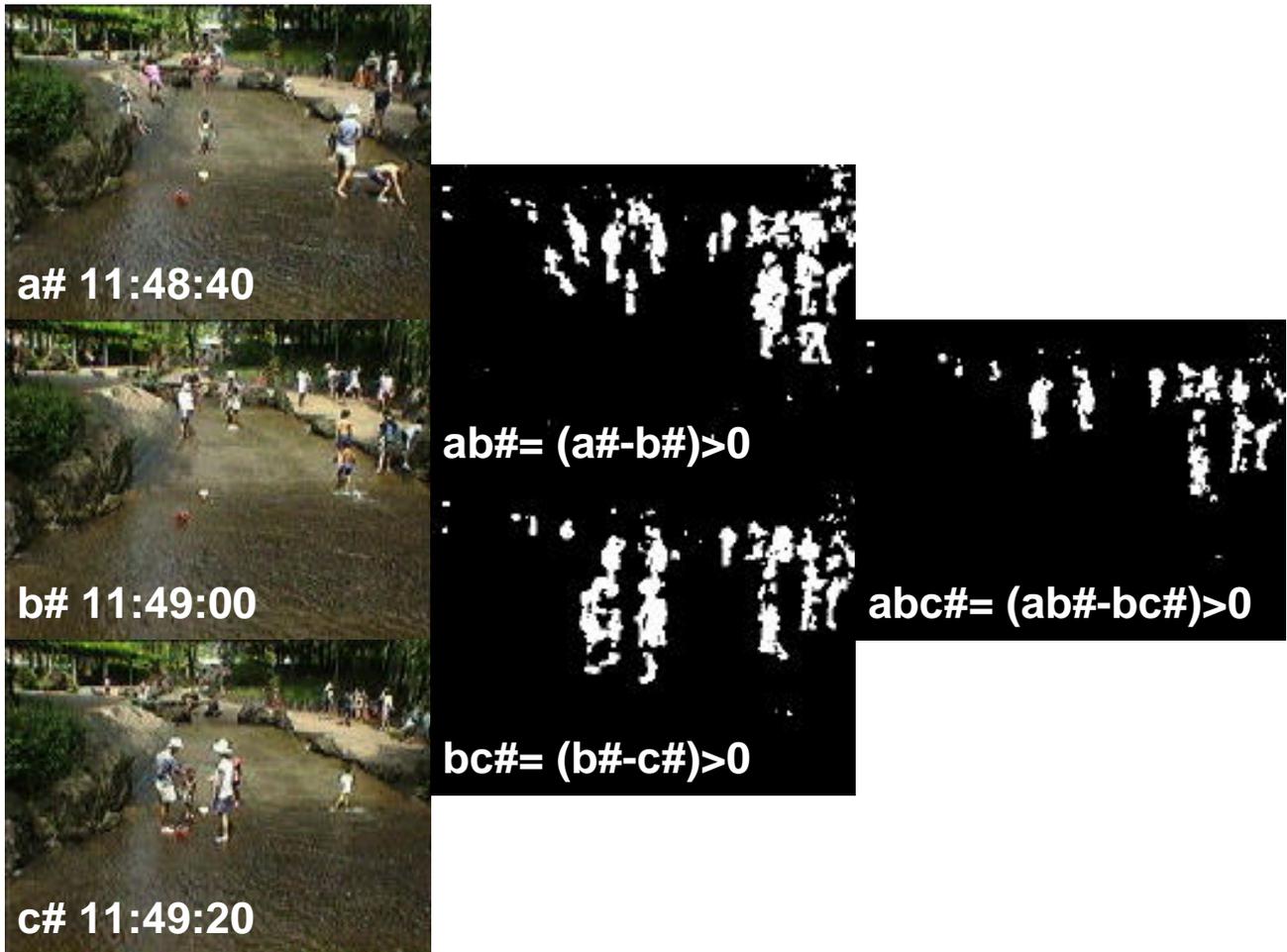


図 - 4.12 3枚の画像を用いたセル抽出の方法

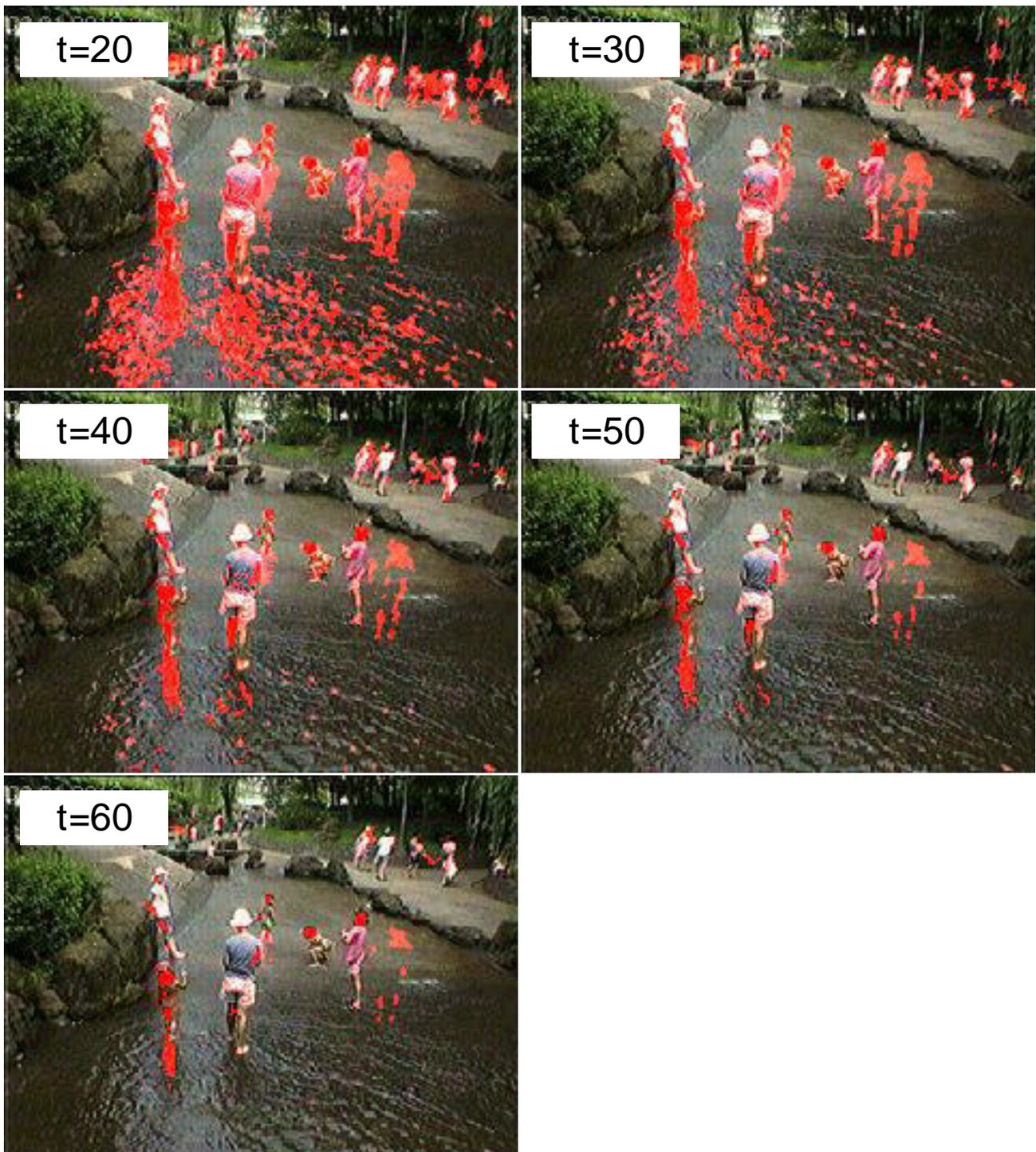


図 - 4.13 閾値を変化させたときの抽出セルの変化（赤い部分が抽出された部分）

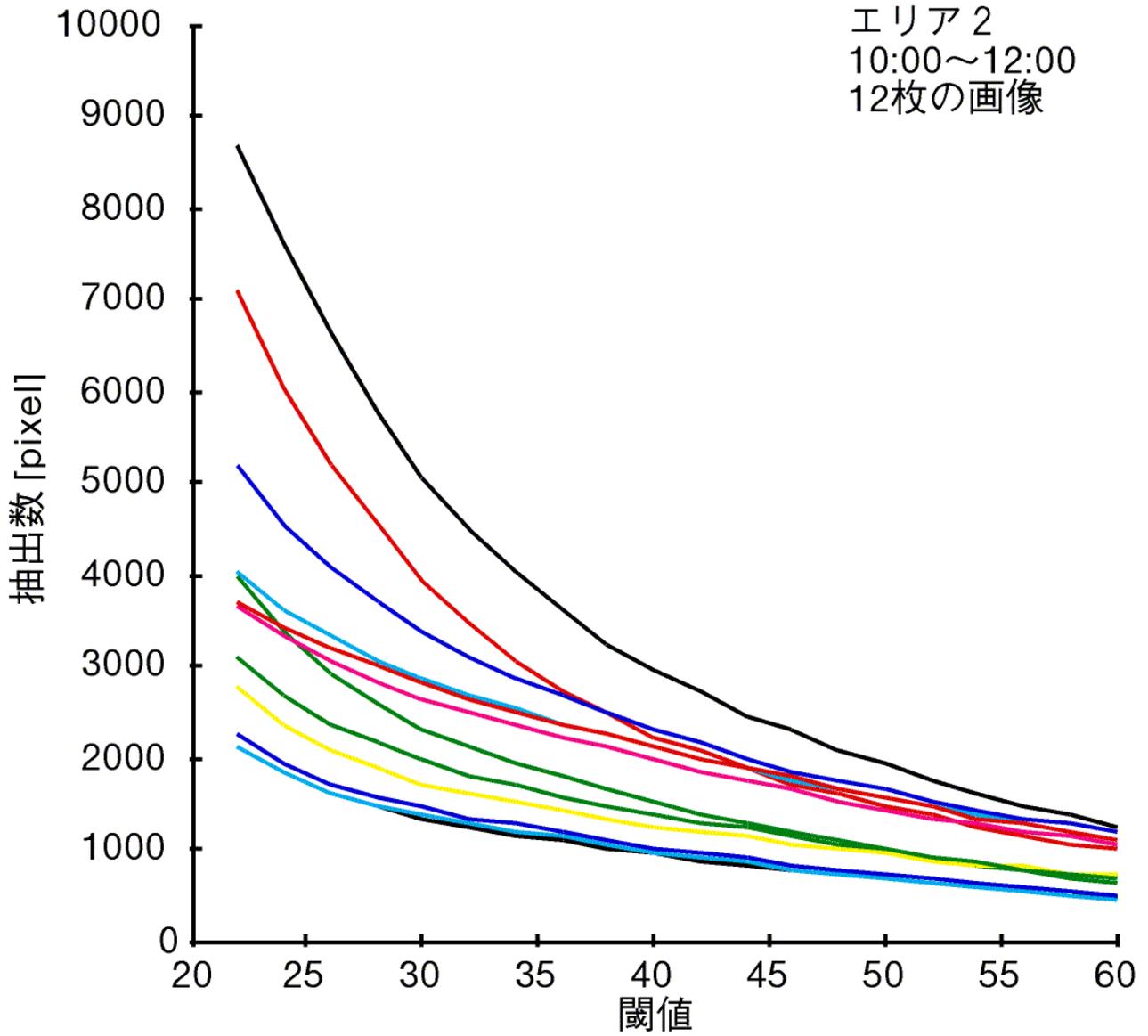


図 - 4.14 閾値の設定による任意の画像の抽出pixel数の変化

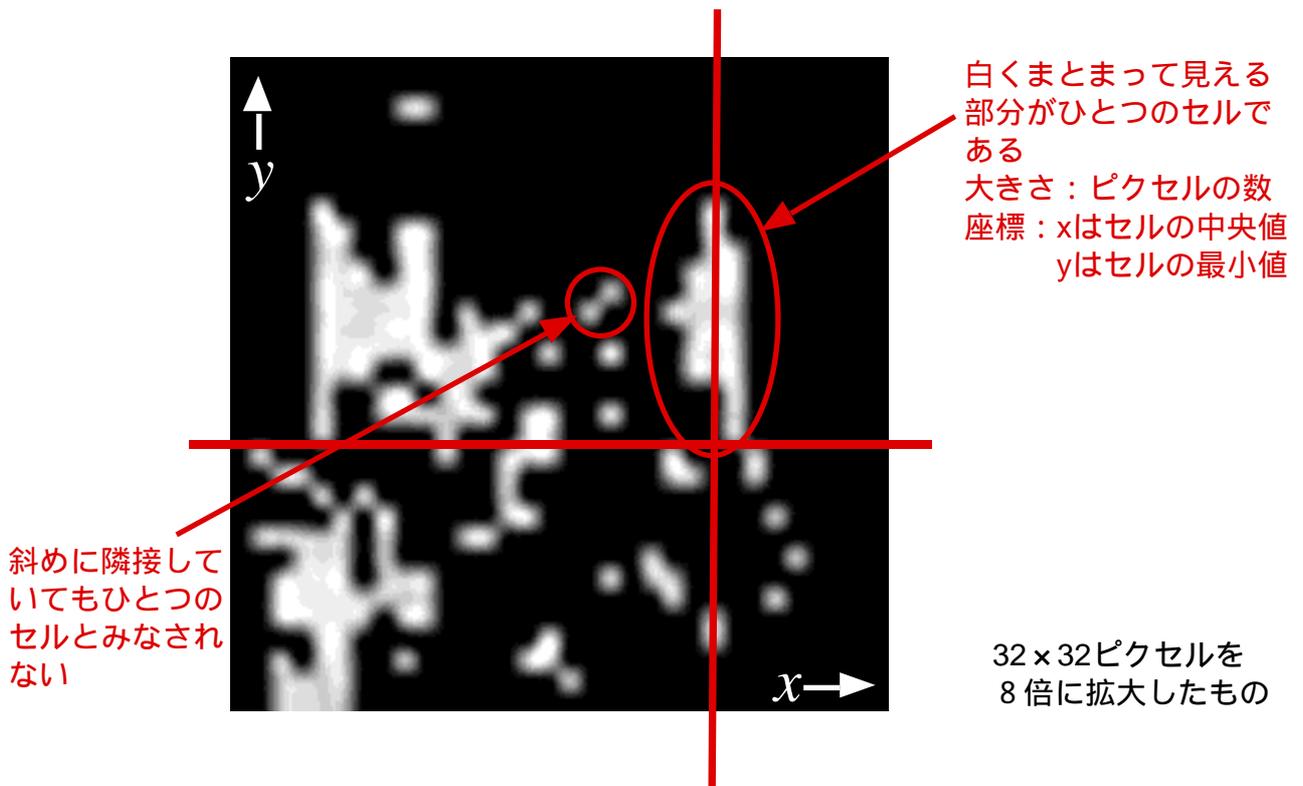


図 - 4.15 セルの座標の取得方法

4.3.3 人の抽出の設定

前項のセルの抽出によって、各画像における移動物体と背景とを識別して抽出できたが、抽出したセルには水紋などのノイズが含まれていることが確認された。人のセルは、ある程度決まった形態であると考えられることから、大きさがあらかじめわかっている人のセルの情報を選別関数の基礎資料とすることによって、人のセルとそれ以外のセルとの選別が可能であるかどうか検討した。大きさがわかっている人（身長170 [cm]程度、体重65 [kg]程度）のセルを、4つのエリアの解析画像においてさまざまな位置についてトレースし、50例を得、抽出データのセル情報を得た。これより、セルの大きさと撮影地点からの距離（図 - 4.16... [式 - 4.2]）またセルのx方向の大きさとy'方向の大きさ（図 - 4.17... [式4.3]）に大きな相関が見られることが確認されたため、これらの関数を選別関数の基礎データに利用することとした。

そして、対象となる水景施設の利用者とその行動を想定して、身長80 [cm]の子供がしゃがんでいる姿勢と身長180 [cm]の人が立ち上がっている姿勢が抽出されるように選別関数の範囲を調整した上で、セルの選別をおこなった。これにより選別関数はそれぞれ以下のようになり、範囲を持つことになった。

$$\log(y) \geq -1.420 \cdot \log(x) + 4.104 \text{ and} \\ \log(y) \leq -1.420 \cdot \log(x) + 5.300 \quad \dots \text{ [式 - 4.2]}$$

$$y \geq 0.955x + 1.385 \text{ and} \\ y \leq 1.911x + 9.971 \quad \dots \text{ [式 - 4.3]}$$

選別の第1段階においては [式 - 4.2] を、第2段階においては [式 - 4.3] を用いたところ、第2段階の選別は、撮影地点からの距離が大きいところに適用することが不要であることが確認されたため、第2段階の選別を撮影地点から5 [m]以内に限定して適用することにした。これによる各エリアの抽出結果の例を図 - 4.18に示す。第1段階の選別では「青」のセルが除外され、第2段階の選別では「黄」のセルが除外される。最終的には「赤」のセルがこの時点で抽出されることになる。第1段階においては、巨大または微小なセルは除外され、結果的に人のセルが抽出されることが確認された。第2段階の抽出においては、撮影地点からの距離が近い水紋を選別できた。

すべてのエリアにおいてこの抽出関数が有効に作用したことから、同手法は一般性を持ちうる方法として評価できるものと考えられる。

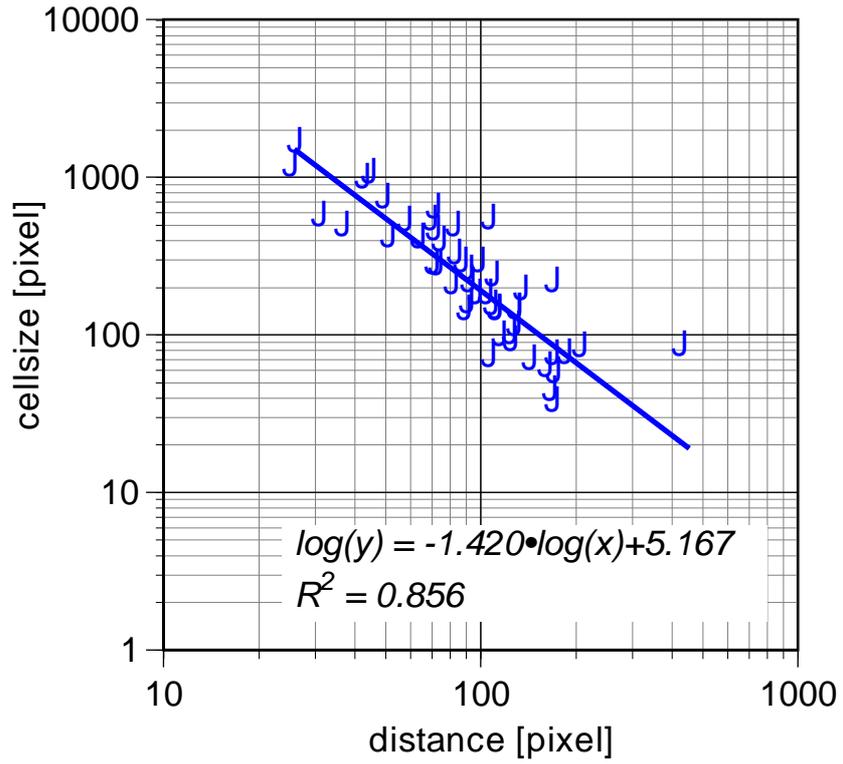


図 - 4.16 撮影地点からの距離とセルの大きさとの関係 (第1段階の選別)

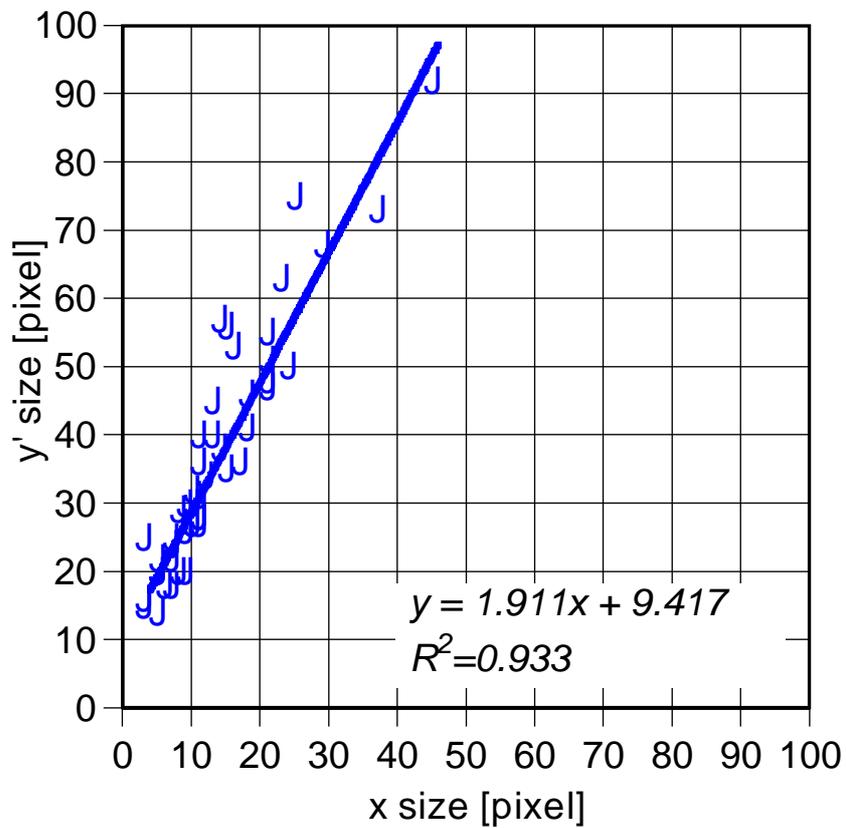


図 - 4.17 画像上におけるx,y方向の大きさの関係 (第2段階の選別)

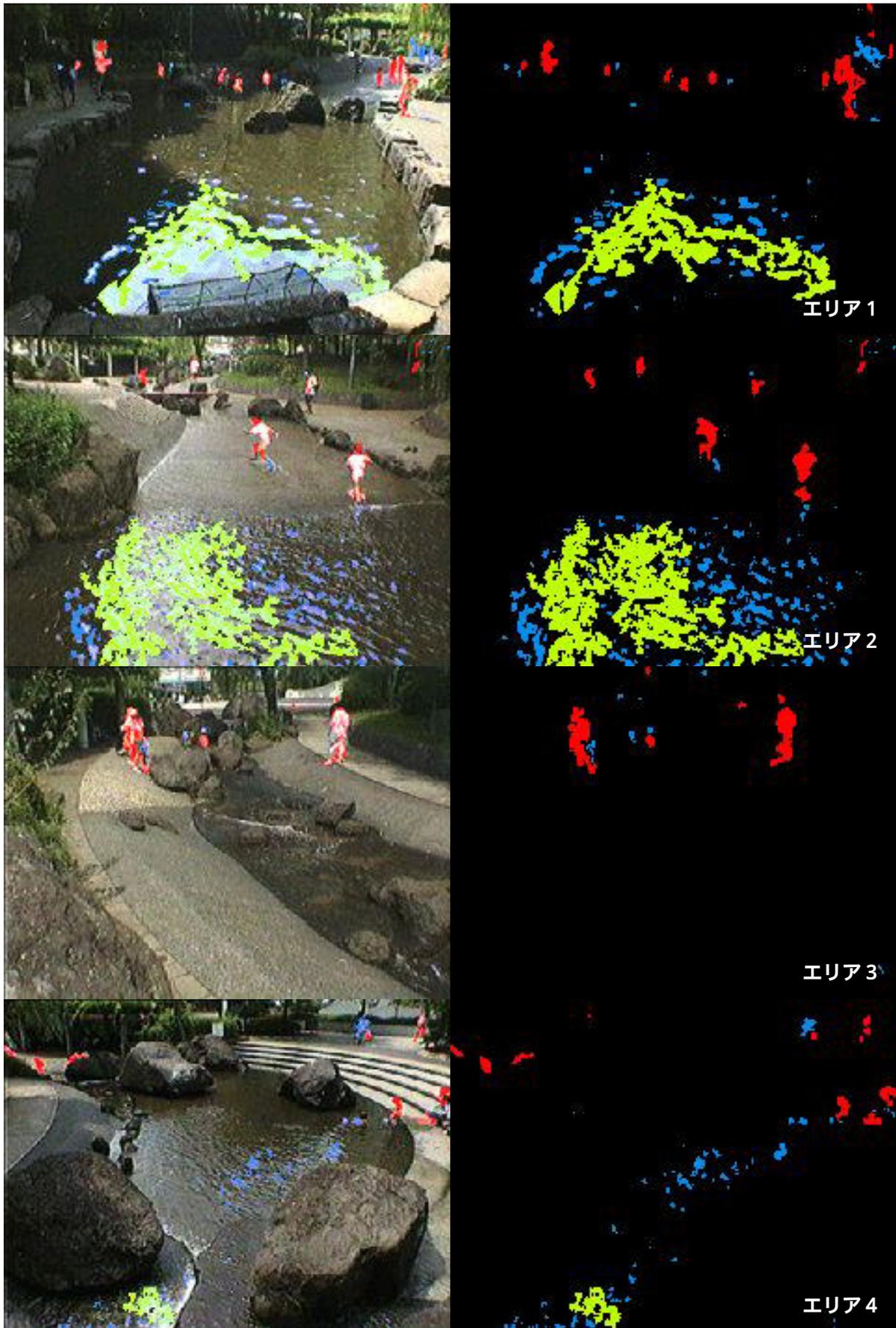


図 - 4.18 各エリアにおける人の抽出状況（赤いセルが第2段階の選別を経て抽出されたもの）

4.3.4 連続する人の行動の抽出

各画像で抽出されたセルを時系列で連結させることにより、連続する人の行動を抽出することができる。この抽出方法の基礎資料とするために、解析データの中から連続する人の行動を任意に60例取得して平面上の位置を出力し、2点間の移動距離の傾向を見た。

図 - 4.19 に2点間の移動距離の2乗値の累積割合を示す。データ数は4,360である。これより、95%以上データが500[pixel²] 3.16[m]以内の移動距離であることが示されている。また、移動方向の変化を図 - 4.20に示す。これについては、移動距離の小さいデータが多いために特に傾向は現れなかった。しかし、移動距離の大きさ別に移動方向変化の頻度を集計すると、移動距離の大きい行動については、比較的方向が定まった移動(45°以下)であることが確認された。これらの図を図 - 4.21と図 - 4.22に示す。ただし、頻度が少ないためにこれらの影響は無視できるものと考えられる。

これらの結果をもとに、連続する行動を抽出するためのアルゴリズムを検討した。時系列で連続したセルのすべてを比較して、平面上でもっとも距離差の小さいセルを優先的に連結させることにして、これにセルの大きさの変化を考慮に入れた方法をとることにした。ただし、時系列で連続するセルの距離差が3.16[m]以上の場合は、確率的に頻度が少ないため抽出対象から除外した。これによって、前後の画像に接続できなかったセルについては、抽出から除外されることになる。これが第3段階の選別となる。そして、連続する時間で連続したデータを連結することにより、2秒間を超える行動軌跡データを取得することができる。

画像処理による行動抽出の結果と目視による抽出位置とを比較した例を図 - 4.23に示す。青と黄のセルは、前述のとおり第1段階と第2段階のセルの選別による除外されたセルであり、緑のセルは、第3段階のセルの選別によって除外されたセルである。最終的な抽出は赤いセルであり、この足下と目視による抽出位置である小さな黒抜きの丸が一致している場合は、良好な抽出ができたことになる。これを見ると、緑のものは分割されたセルであることから、余分なセルの削除に有効に作用するものと考えられる。

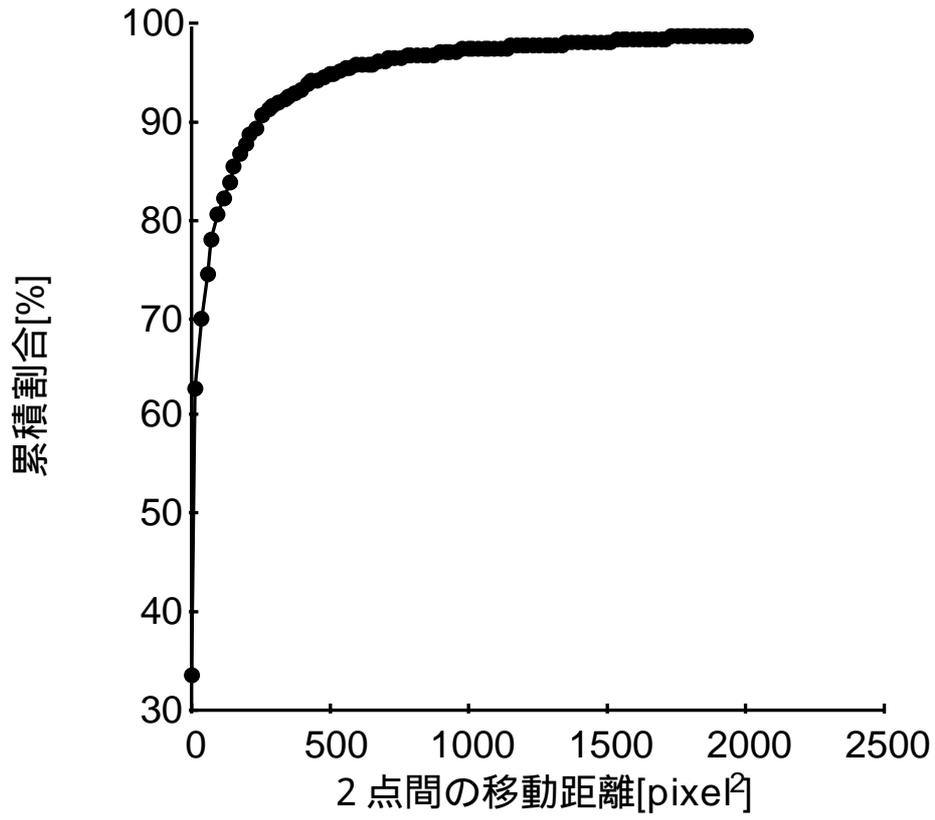


図 - 4.19 目視データにおける2点間の移動距離の累積割合

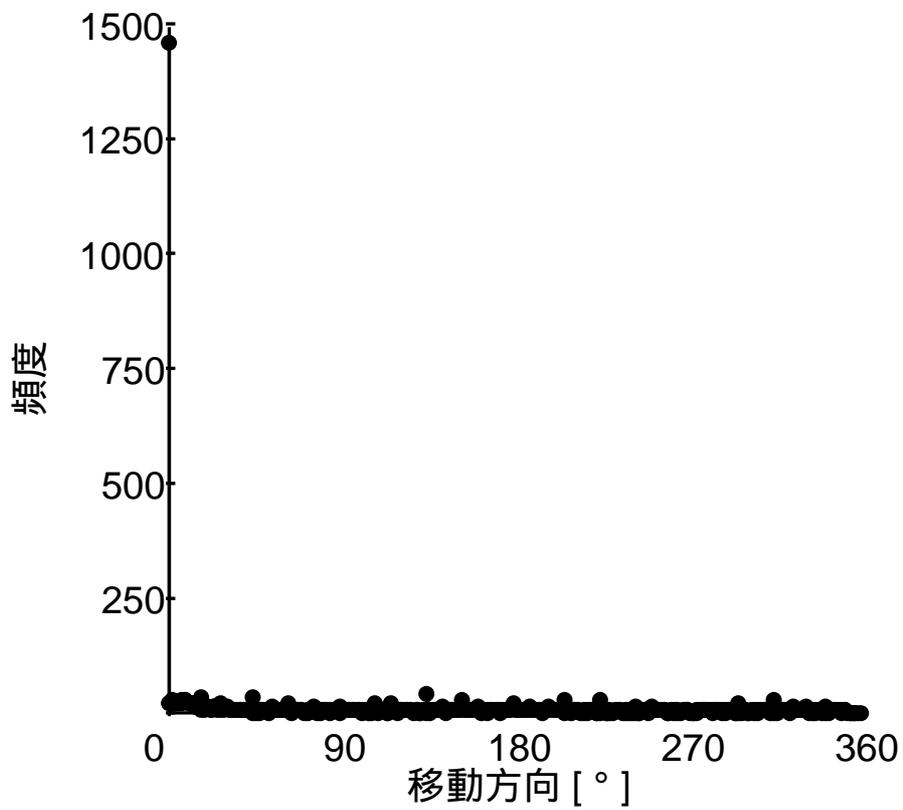


図 - 4.20 目視データの移動方向変化頻度

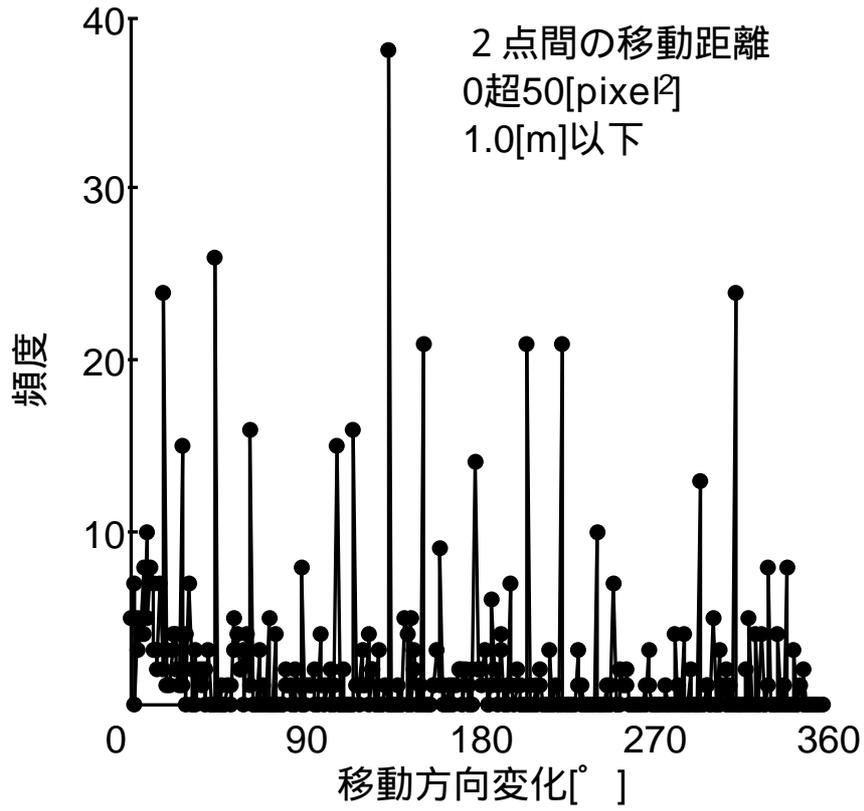


図 - 4.21 目視データの移動距離による移動方向変化頻度 (0を除く0.5[m/s]以下)

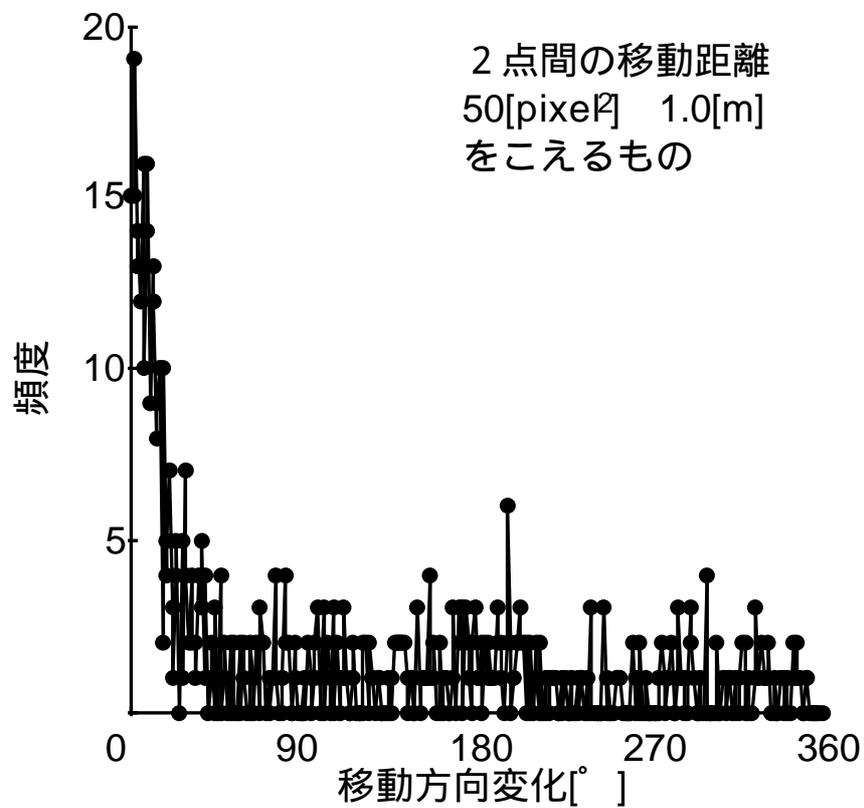


図 - 4.22 目視データの移動距離による移動方向変化頻度 (0.5[m/s]以上)



図 - 4.23 画像処理による行動抽出の結果と目視による抽出位置との比較
(黒抜きの丸が目視による抽出位置、赤が最終的に抽出されたセル)

4.4 行動抽出アルゴリズムの評価

この節では、各エリアであらかじめ45枚ずつの画像について目視により人の足下の位置を抽出しておき、前章で検討した画像処理による行動抽出アルゴリズムを適用することによって人の行動を抽出したもののうち、同時刻の抽出データとの比較をおこなうことで、行動抽出アルゴリズムを評価する。

目視による抽出位置と抽出したセルとを比較した画像の一例は、前節の図 - 4.23に示したとおりである。すべての画像について同様の解析をした結果、長時間同一箇所に滞留する人と、集団で固まっている人については抽出できない例のあることが確認された。また、撮影位置から近い位置の人は、セルの形態が複雑になために抽出できない例のあることが確認された。これらの問題は、滞留する人については画像処理に用いる3枚の画像の秒数を長くすることで、セルの形態が複雑であることについては、撮影位置を遠方に变化させることで、今後対応できると考えられる。

次に、抽出数の比較をおこなった。各エリアについて45例ずつ、合計180例の抽出数の変化を時系列で並べ、目視と3段階の選別に区分して図 - 4.24に示す。また、目視による抽出数と、画像処理による抽出数の差をとったものを図 - 4.25に示す。最終的に目視のほうが抽出が多くなっているのは、移動距離の大きいデータを除外したためと考えられる。目視による抽出と最終的な抽出との抽出人数の差は、平均で-2.37人となったが、相関係数は0.90であるため、人数の変化には十分に追従しているものと考えられる。

また、目視データと画像処理による抽出データとの平面図上の距離差を図 - 4.25に示す。ここでは、両者の距離差の2乗値が $400[\text{pixel}^2]$ $2.82[\text{m}]$ 以下のものを比較対象にしたが、この範囲内に77.3%の抽出セルが入っている。また、半分以上のセルについては、距離差が $10[\text{pixel}^2]$ $0.45[\text{m}]$ 以内であることから、既往の研究^{4,5)}における抽出結果と比較するとかなり良好な抽出結果であることが確認された。

最後に、平面のX座標、Y座標の差をそれぞれ図 - 4.27と図 - 4.28に示す。Y方向は、平均すると $1.42[\text{pixel}]$ 上に位置している。一方、X方向にはずれは見られない。これは、画像上では大きな位置の差はなくても、Y軸方向の変化は平面上の大きな変化として現れるためであると考えられる。

以上のことより、本研究で検討した画像処理を用いた行動抽出アルゴリズムを適用したデータは、十分な精度を保つことができることから、十分今後の解析に使用できることが確認された。

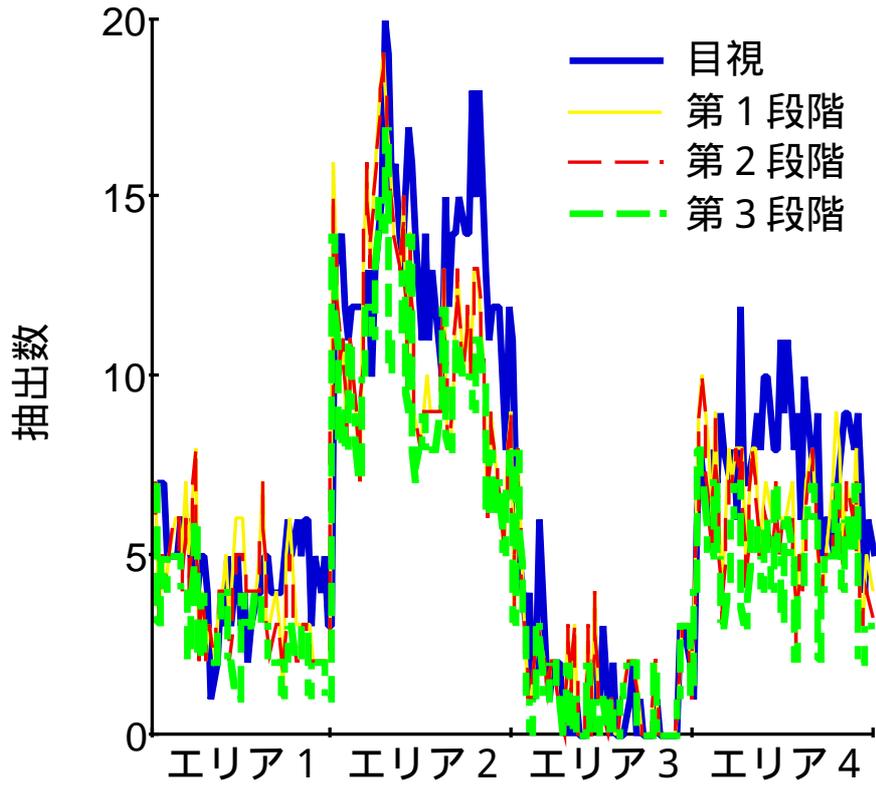


図 - 4.24 目視データによる抽出と画像処理による抽出との抽出数の比較

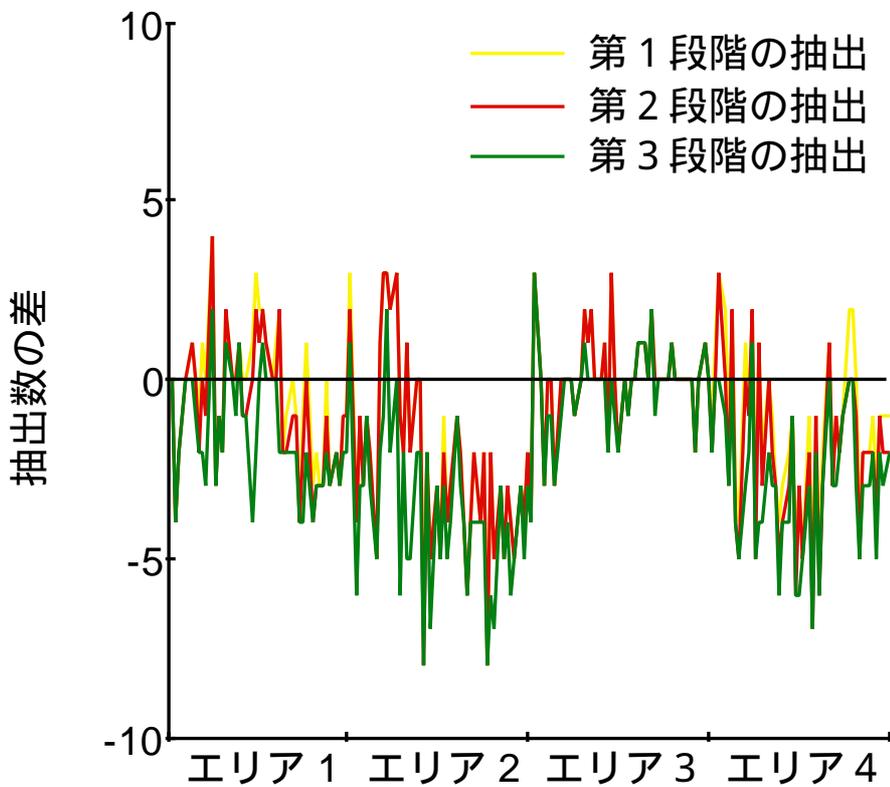


図 - 4.25 目視データによる抽出と画像処理による抽出との抽出数の差の比較

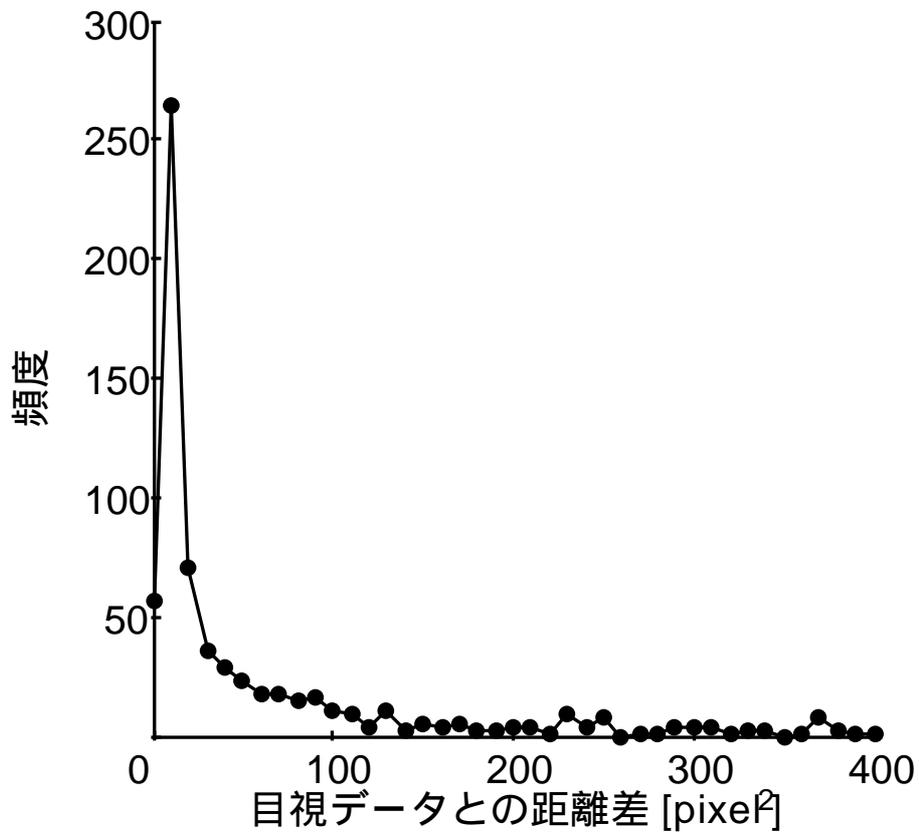


図 - 4.26 目視データによる抽出と画像処理による抽出との平面図上の距離差

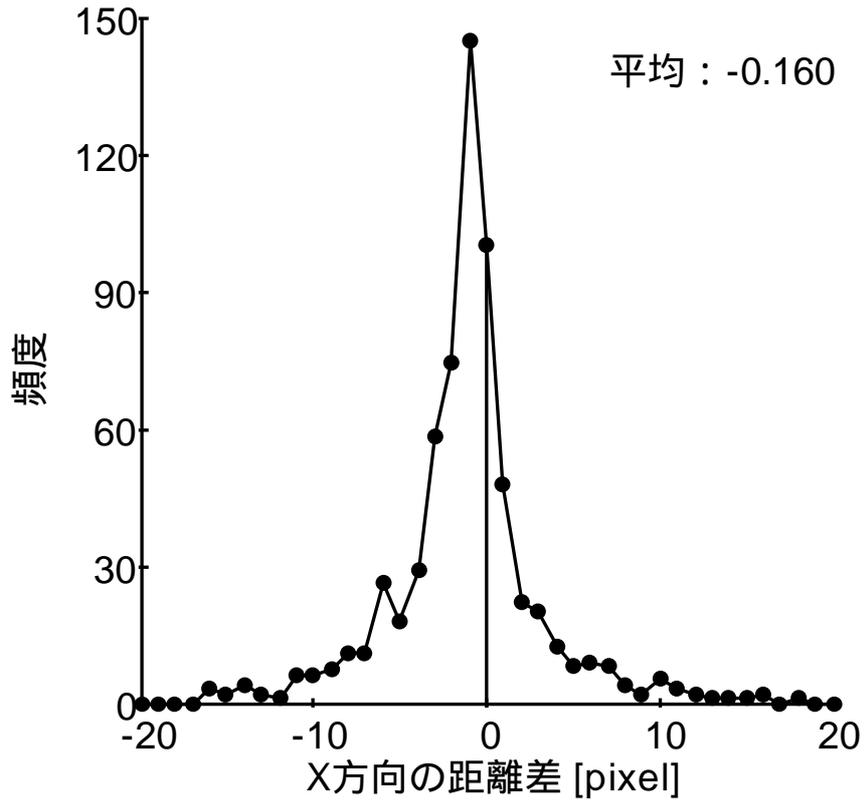


図 - 4.27 目視データによる抽出と画像処理による抽出との平面図上X方向の距離差

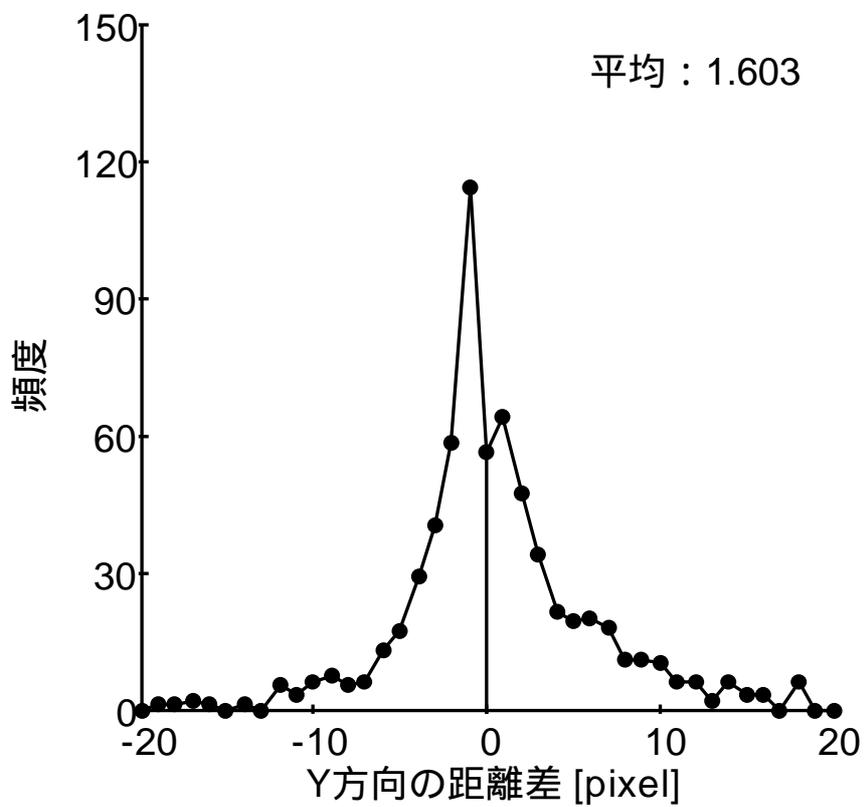


図 - 4.28 目視データによる抽出と画像処理による抽出との平面図上Y方向の距離差

4.5 まとめ

本章では、水景施設における行動の全体を画像処理によってとらえる方法を検討するために、修士論文をもとにまとめた既往の研究^{4,5)}の行動抽出アルゴリズムを、測定方法から解析方法まで再検討することで、効率的な行動抽出アルゴリズムを構築した。これによって、2秒間隔でコンピュータに取り込んだデータから、平面上の座標に連続する人の行動を抽出できるようになった。

また、この章で構築した行動抽出アルゴリズムを評価するために、目視データによる行動抽出と画像処理を用いた行動抽出結果との比較をおこなった。これにより抽出数は若干少ないものの、抽出数は、比例関係を保つことができること、抽出位置の差については、y方向に若干の差が見られるものの、実用的な結果を得られることが確認された。

第5章 画像処理を用いた人の行動の解析

5.1 目的と概要

5.2 抽出した行動データの解析

5.2.1 解析データの取得方法

5.2.2 行動データの基礎的解析

5.3 行動密度分布と周辺環境要素との関係

5.3.1 行動密度分布の取得と傾向

5.3.2 周辺環境要素の検討

5.3.3 行動密度分布と各周辺環境要素との関係

5.3.4 各周辺環境要素の影響範囲の把握

5.3.5 構造方程式によるモデルの評価

5.4 周辺環境要素による行動密度分布の影響と予測

5.4.1 周辺環境要素の影響と評価

5.4.2 行動密度分布の予測と評価

5.5 まとめ

5.1 目的と概要

前章の画像処理による人の行動の抽出の検討によって、画像処理による人の行動の抽出の有用性が確認された。本章では、将来的な設計手法として適用できるように、この画像処理の手法を用いて人の行動の抽出をおこない、実際に行動データを取得したときの解析方法の検討と解析結果の基礎的な考察をすること、また、人の行動と周辺環境要素との関係をより定量的、かつ包括的に把握できるようにすること、また、周辺環境要素を用いて人の行動を予測し、これを評価することを目的としている。

この目的を実現するために、人の行動を定量的に扱う指標として「行動密度分布」を定義する。そして、行動密度分布と周辺環境要素のメッシュデータを作成して、行動密度分布に対する周辺環境要素の影響範囲の大きさを確認した上で、両者の関係を構造方程式モデルを用いて考察をおこなう。また、この解析で得られた予測式を用いて、周辺環境要素から行動密度分布を予測し、このモデルの評価をおこなう。

なお、本論文は一連の設計手法の基礎を構築することを主眼としており、その実例のひとつとして、画像処理の適用による人の行動の基礎的な把握と、行動密度分布と周辺環境要素の解析、また、この解析結果を用いた予測とその評価をおこなったものであり、全体的な設計手法のまとめ、および設計手法の適用は、今後さらなる検討をおこなう必要があることをお断りしておく。

5.2 抽出した行動データの解析

5.2.1 解析データの取得方法

画像処理による人の行動の抽出を適用して、行動データの取得をおこなった。

本章で用いた解析データは、各エリアにおいて10時から17時までの4つの撮影時間帯(1本のビデオテープは2時間であるため)から、それぞれ任意に15分間ずつの連続するビデオ画像を選択し、これを2秒間隔でコンピュータに取り込んだものである。2秒間隔の時間は、前述のとおり、行動を把握するための最低限の時間間隔であると考えられることと、コンピュータの処理能力、保存データの容量を勘案して決定したものである。これにより、解析データは各エリアで1,800枚となるので、合計7,200枚の画像を解析した。1枚の画像あたりの解析時間は8.5秒程度であった。

行動データは、前章で述べたとおり、第3段階の選別をおこなって、連続する行動として抽出をおこなった。解析の結果、2点間の行動として42,852件のデータを得た。構成は、エリア1が12,136件、エリア2が15,340件、エリア3が4,694件、エリア4が10,682件である。また抽出件数の構成割合は、エリア1から順に28.3%、35.8%、11.0%、24.9%である。

抽出件数の比較として、第3章の滞留行動の抽出においてエリアごとに15分ごとの行動件数を集計したものを図-5.1に示す。これによると、エリア1においては、11:45~12:00、14:45~15:00、エリア2においては、12:00~12:15、13:15~13:30、に抽出人数のピークがある。行動件数は対象エリアの面積が異なるために、一様に比較できないが、前述のとおり行動件数の多い順にエリア2(917件)、エリア4(599件)、エリア1(448件)、エリア3(380件)となっている。各エリアの抽出件数の構成割合は、エリア1から順に、19.1%、39.1%、16.2%、25.6%である。

画像処理による行動抽出と目視による滞留行動の抽出の抽出件数の構成割合を比較すると、エリア1とエリア3に少し開きがあるが、おおよそ利用者の傾向に近いと考えられることから、エリア間の抽出数の補正はおこなわないことにした。

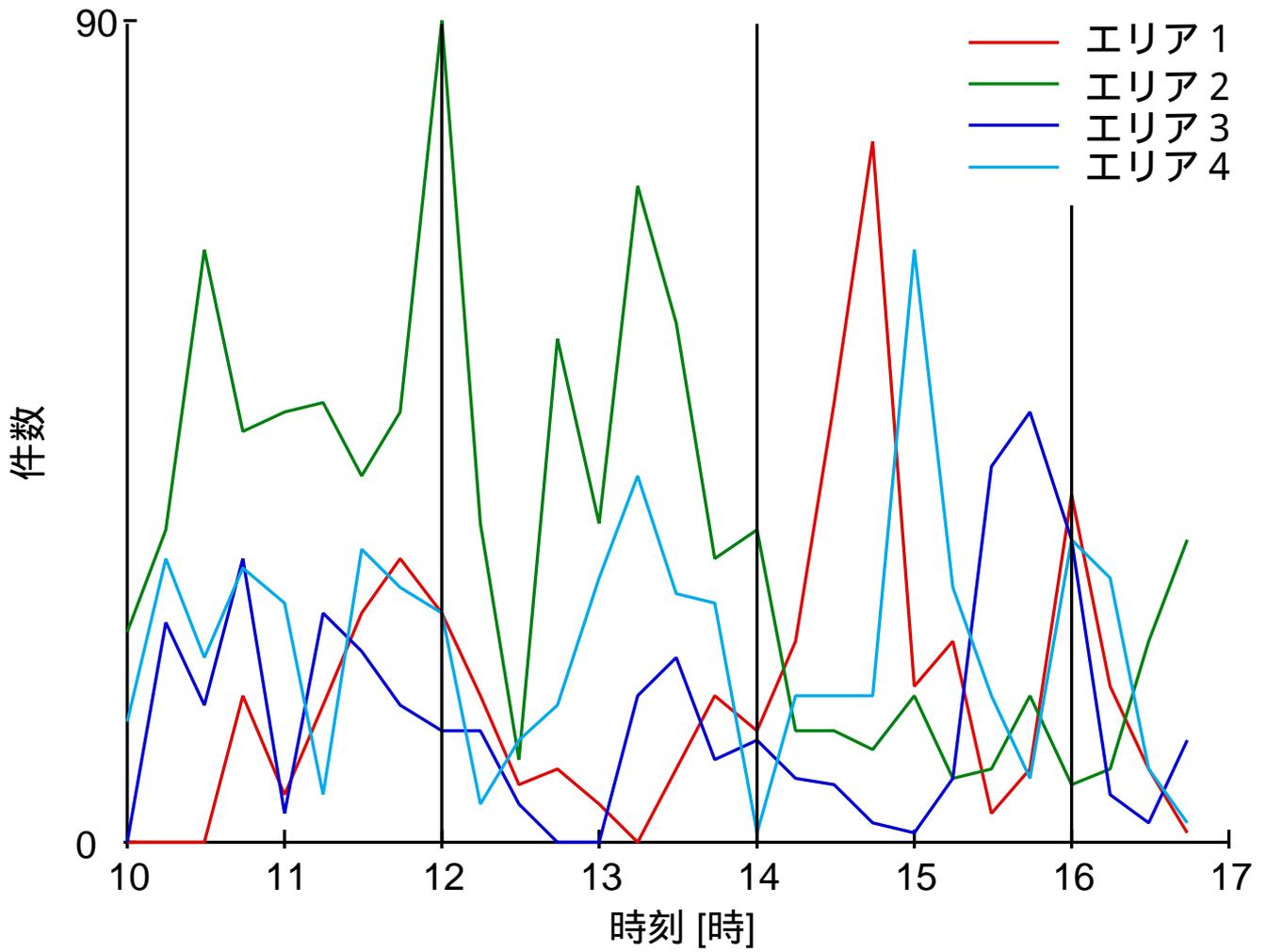


図 - 5.1 時間別滞留件数 (各エリアの10時から17時までの15分ごとの滞留件数を集計)

5.2.2 行動データの基礎的解析

抽出したすべての行動データには、画像上の座標・平面上の座標・撮影地点からの距離・セルの大きさが記録されており、これが連続する行動ごとにまとめられている。また、連続する2点間の各値の差より各変化量が求められることから、これを用いた人の行動の解析が可能になる。本項では、まず人の行動の基礎的な統計量を取得するための解析をおこなった。

まず、連続する行動についての集計結果を図-5.2に示す。ここでは、連続する行動はまとめて1件として算出している。この場合、各エリアの抽出件数は、エリア1は1,931件(件数割合33.2%)、エリア2は1,878件(同32.2%)、エリア3は655件(同11.2%)、エリア4は1,361件(同23.4%)となり、合計は5,825件となる。エリア2のほうが、エリア1よりも行動件数が少なくなるということは、行動時間を見てもわかるとおり、エリア2のほうが長い行動時間が観測されたためであると考えられる。これは、総移動距離を比較すると、エリア2のほうが短いほうに件数が多くなっていることから、滝の形態が滞留的な行動をしやすいことを示していると考えられる。1秒あたりの最大移動距離を見ると、エリア1については0.6[m]以上の移動距離の長いものも多く、エリア2は0.5[m]以下の移動距離の短いものが見られる。このことから同様のことが考察できる。エリア1においては、虫取りなどの行動が多く見られていたことから、この影響があるとも考えられる。同一の形態であるエリア4と比較すると、最大移動距離が短いところで頻度が逆転していることから、移動距離の長さがエリア1を特徴づける項目であるといえる。エリア3については、頻度は低いものの全体的に分布がなだらかであることから、ここでも0.6[m]前後の移動距離の大きな行動が多く現れるものと考えられる。1秒あたりの平均移動距離も同様のことが考察できる。平均移動距離においても0.2[m]以下の移動距離においてはエリア2で頻度が多くなっており、それ以上ではエリア1の頻度が多くなっている。エリア3は、平均移動距離は0.1[m]がもっとも大きい、0.4[m]までの分布は比較的大きいことから、さまざまな行動形態が現れていることが予想できる。エリア4については、0.2[m]から0.4[m]までに集中して多く分布が見られる。比較的エリア1と分布特性が近似していることから形態によって移動距離の違いがある可能性が考えられる。

次に、すべての2点間における移動距離の変化量の集計をおこなった。これにより2秒間にどのような行動変化が現れていたのかを考察することができる。図-5.3に2点間の移動距離を示す。2点間の移動距離は、多くの場合は2.0[m]以内であることがわかる。2.0[m]以上であった場合は、軽いかげ足で行動する速さと考えられることから、水景施設における行動は、それ以下で説明できるものと考えられる。

最後に、2点間の人の抽出位置を直線で結ぶことにより、行動軌跡を作成し距離別に平面図にプロットしたものを図 - 5.4に示す。なおこの場合は、2点間の移動距離による分類となる。これを見ると、滝の下部に0.5[m]以下の移動距離の軌跡が多く集まっていることがわかる。この部分がエリア2における移動距離の短さに影響を与えているものと考えられる。1.0[m]より移動距離の長い軌跡は、滝の上部から流れにかけて多く見られる傾向がある。これは流れと滝という形態が関係している可能性があるものと考えられる。また、全体的に移動距離の短い軌跡の方向は、同一方向であるものが見られないが、移動距離の長い行動については、比較的行動軌跡が流れに平行であったり通路に平行方向になっている傾向がある。特に流れの発生しているところにおける方向は、同一方向になっているものが多い。

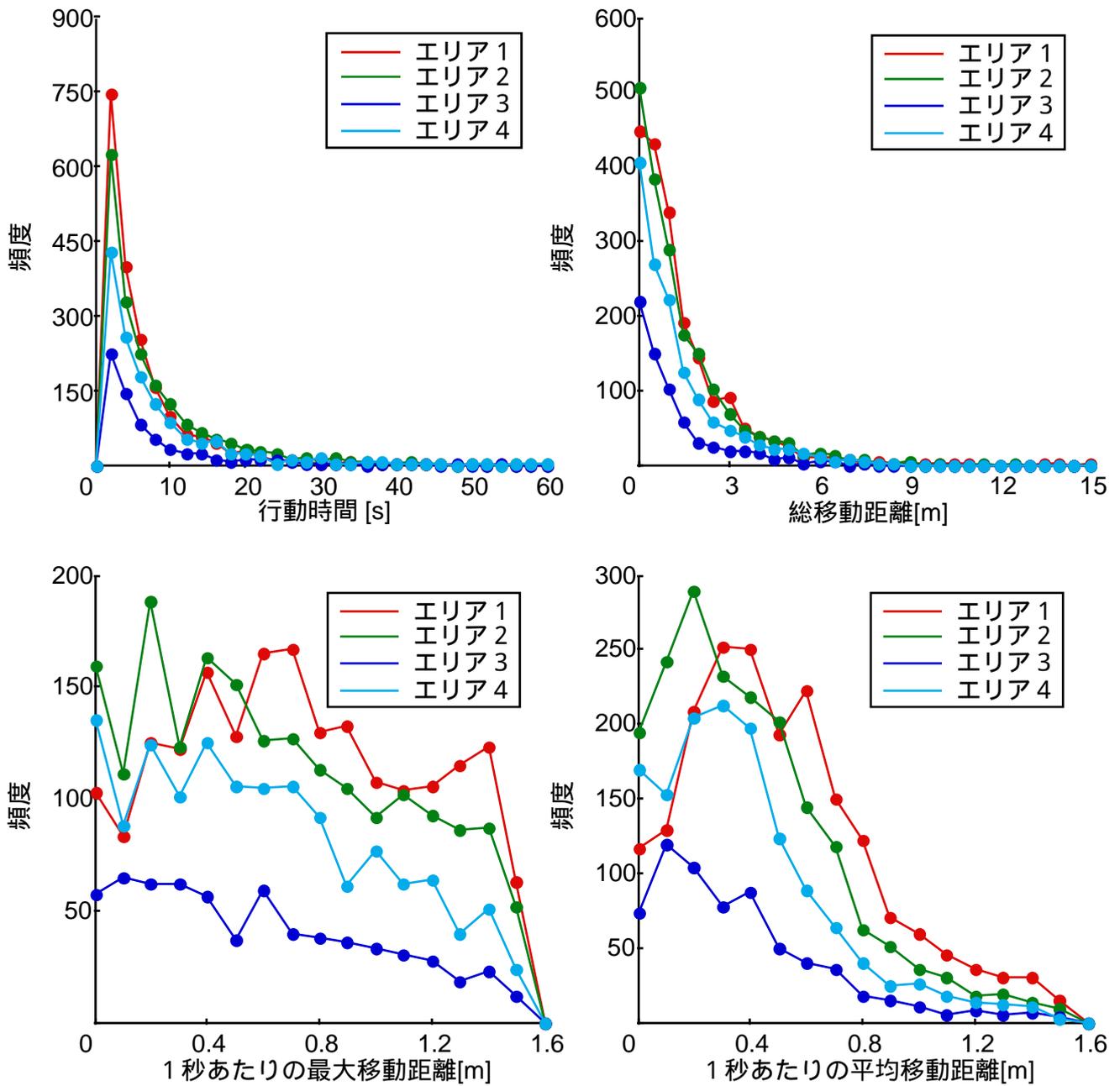


図 - 5.2 画像処理により抽出した行動の統計（移動時間、移動距離）

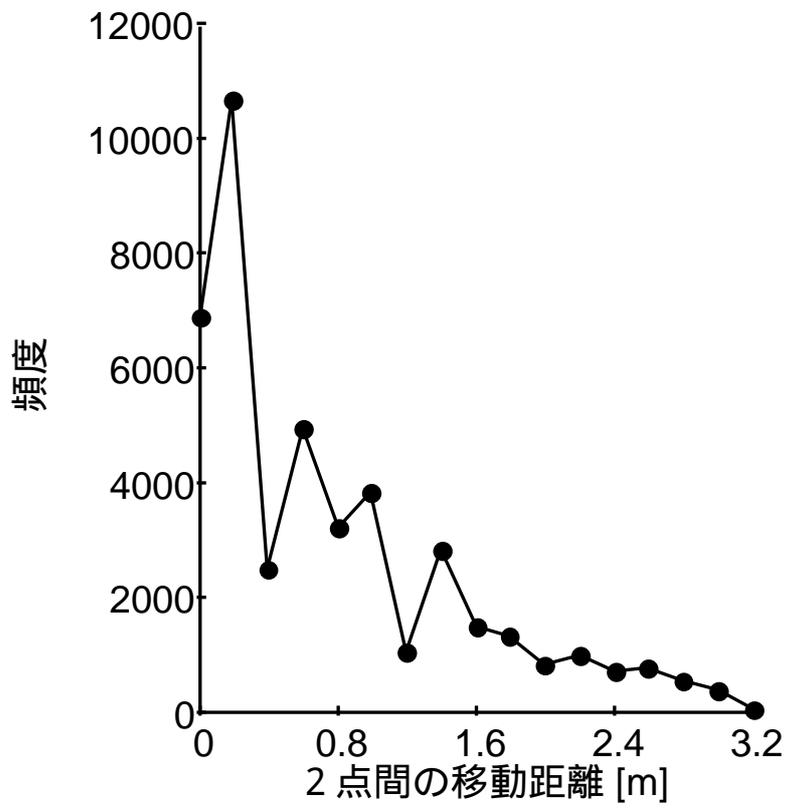


図 - 5.3 2点間の移動距離の頻度分布

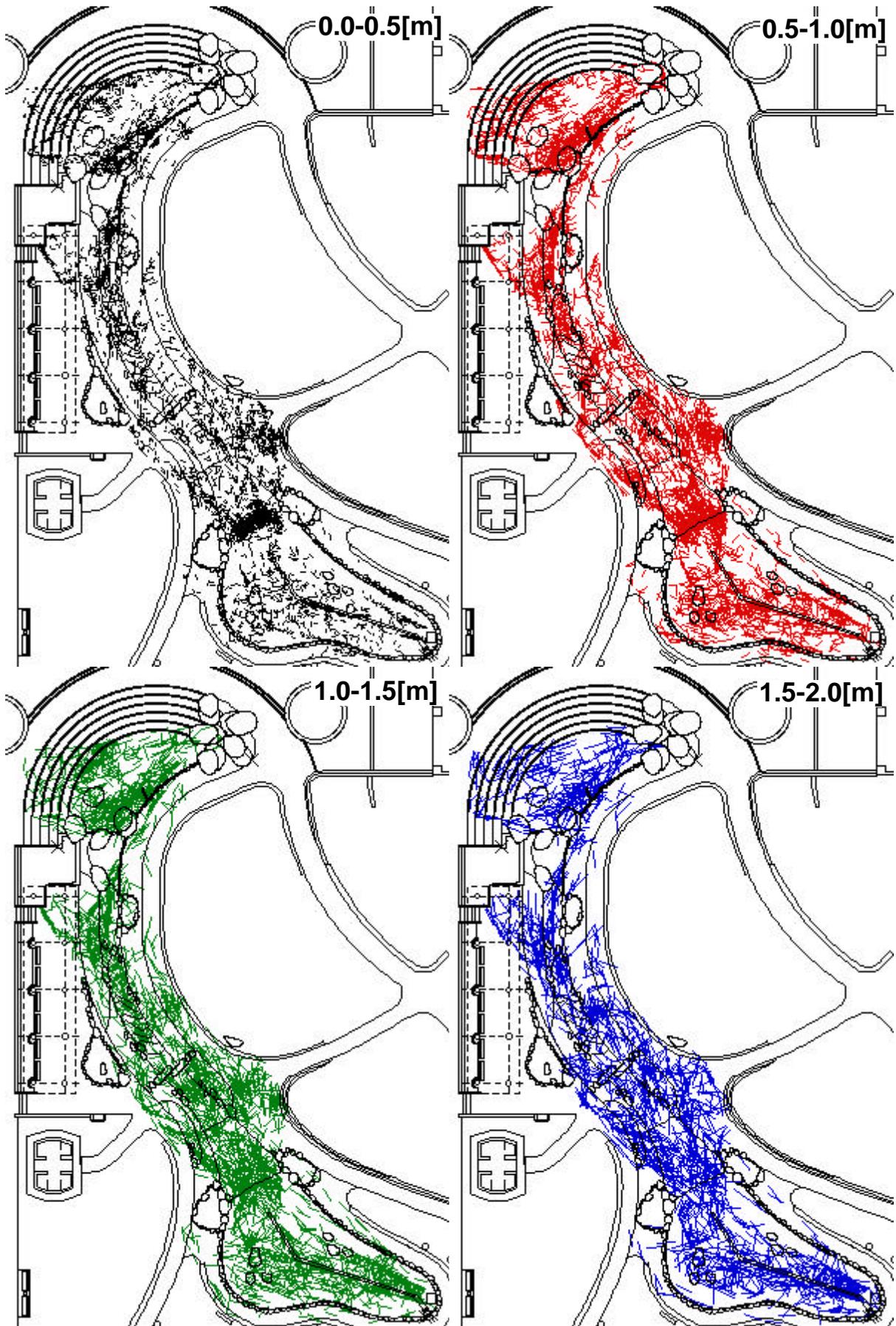


図 - 5.4 2点間の移動距離別の行動軌跡 (1/2)

次ページへ続く



図 - 5.4 2点間の移動距離別の行動軌跡 (2/2)

5.3 行動密度分布と周辺環境要素との関係

5.3.1 行動密度分布の取得と傾向

水景施設において人の行動が起りやすい場所を把握すること、またその要因を解析することは、水景施設の設計資料作成にとって重要な要素であると考えられる。本節では、画像処理による人の行動の抽出データを用いた行動の解析方法と解析結果の考察、周辺環境要素による人の行動の影響の解析方法の検討と考察をおこなう。

本項では、行動分布の抽出方法を検討する。

画像処理による行動データは、図 - 5.4に示したとおり2点間の軌跡を描くことで、2秒ごとの抽出点だけでなくその間に通過した場所についても検討がおこなえるようになっている。しかしながら軌跡のデータは、線が重複することにより通過数の多さを論じることはできなかった。そこで、450×300[pixel]のすべてのメッシュについて通過数を集計し、これを「行動密度分布」と定義して、通過数の多さを比較することができるようにした。ここで各pixelの1辺は14.11[cm]となるが、これは、人の足下の大きさを考慮に入れて決定したものである。なお、各エリアで測定範囲が重複した領域については、重複する回数で除することにより、場所による測定時間の差が出ないように処理をした。

このようにして、解析範囲内のすべての場所(38,078[pixel])における行動密度分布を集計した。ただし、平面上における人体寸法のおおよその最大値である60[cm]を考慮して、各メッシュにおいて近隣の上下左右各2[pixel](およそ28.2[cm])、合計25[pixel]のデータを平均して、これを行動密度分布のデータとして用いることにした。式でこの5×5=25[pixel]の平滑化フィルタを表すと以下の式 - 5.1のようになる。

$$g(i,j)=\left\{\sum_{m=-1}^1\sum_{n=-1}^1f(i+m,j+n)\right\}/121 \quad \dots \text{ [式 - 5.1]}$$

平滑化した行動密度分布データを図 - 5.5に示す。これを見ると、分布の集中しているところは、エリア1の排水口付近、エリア1とエリア2の境界付近において滝を流れ落ちる水が池に達する部分、エリア2の下部、エリア3の流れの中央付近の水深の深い部分、エリア4の水際、そして陸上では、通路が交差して水に一番接触しやすいエリア2の左岸、また、パーゴラ付近のエリア3の水際、そしてエリア4の階段状の水際付近である。

また比較のために、第3章における滞留行動をすべての行動形態について集計した滞留密度分布を図 - 5.6に示す。滞留行動と比較すると、移動行動を含んだ全体的な

行動分布を表している行動密度分布は、かなり大きな値を示していることがわかる。その中で、エリア1とエリア2の境界付近は、両者とも分布密度が共通して高い。また、エリア4の下部も共通である。エリア3の水上では、行動密度分布のほうが、滞留密度分布よりも分布している割合が高い。これは、移動行動の多さを示しているものと考えられる。また、エリア2からエリア3にかけての左岸の通路やエリア4の中心付近にも同様のことがいえる。

次に、すべての行動密度分布をデータがおおよそ均等になるように分類し、2点間の移動距離が1.0[m]以下の行動密度分布と、それを超える移動距離の行動密度分布としてそれぞれを集計した。この結果を図-5.7に示す。移動距離の小さい行動については分布が集中する傾向がわかる。2点間の移動距離が1.0[m]以下の行動は、多くはエリア1とエリア2の境界とエリア4の下部でおこっている。一方、2点間の移動距離が1.0[m]を超える行動は、全行動の集計である図-5.5と同様の傾向を示している。ただし、1.0[m]以下の行動を除外した分、他の場所における行動密度分布の割合が高くなっている。

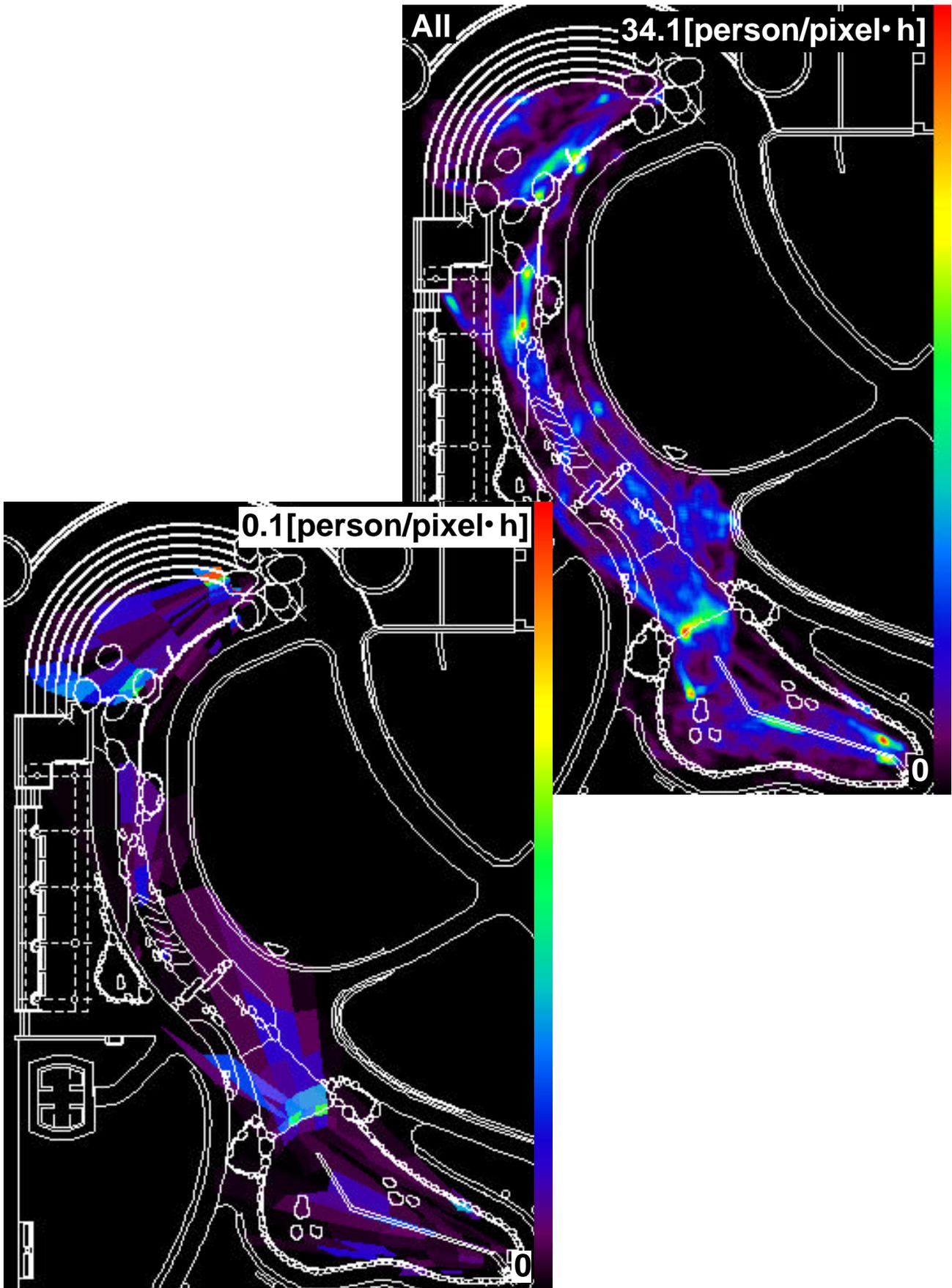


図 - 5.5 (右上) すべての行動の行動密度分布
図 - 5.6 (左下) すべての行動形態の滞留密度分布

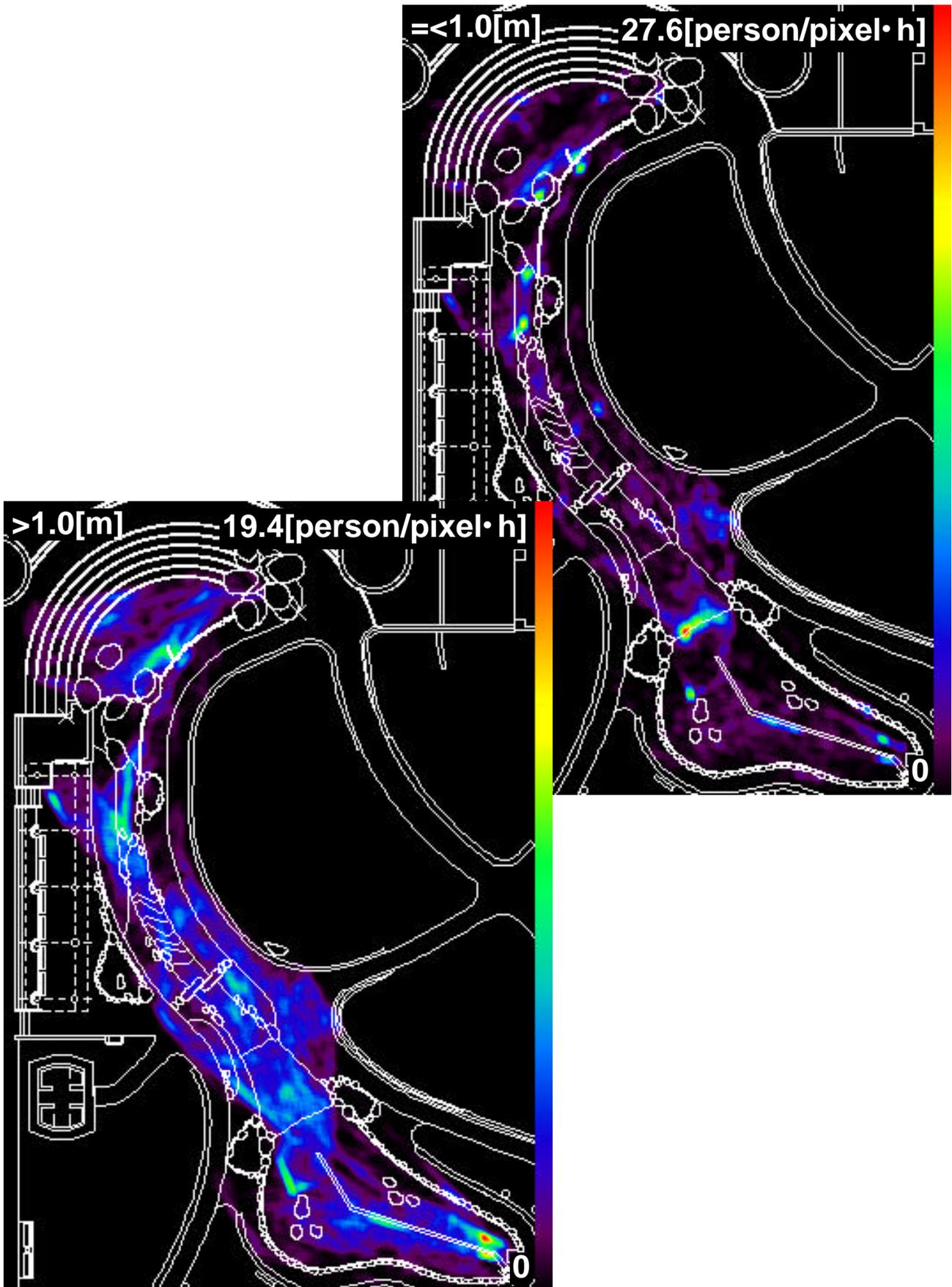


図 - 5.7 移動距離別の行動密度分布
(右上は2点間の移動距離が1.0[m]以下の行動、左下は2点間の移動距離が1.0[m]を超える行動)

5.3.2 周辺環境要素の検討

本項では、人の行動に影響を与える周辺環境要素について検討をおこなう。なお、第1章「緒論」で述べたとおり、本研究においては、対応関係の把握が容易でないこと、また時間変化を考慮に入れていないことから、気温、気流、照度、水質などの自然環境に関わる要素（本研究では、自然環境要素と定義している）については、定量的な解析を必要とする周辺環境要素からは除外し、時間による変化が少なく、施設の平面に固定して備わっている要素（本研究では設計要素と定義している）について周辺環境要素の検討をおこなう。

人の行動と周辺環境との関係については、第3章「水景施設における滞留行動の解析」の3.5「場所の形態による滞留行動の特性」で定性的な評価をおこなっている。ここでは、行動形態別の「滞留密度」と「平均滞留時間」という行動指標を用いて、これを平面図上に濃淡図でプロットし、このプロットと場所の形態や設置物との関係を検討した。そこであげられた要素としては、「吐水口」「流れの速い場所」「流れに変化のある場所」「水にアプローチしやすい場所」「水際」など流れに関する要素や水と地上との接点に関する場所において行動がおりやすいことが示されている。また、行動を把握する上で、人が立ち入ることができない場所や岩などの障害物、通路といった場の役割を考慮に入れることは必要なことである。

これらの点と、入手可能な図面データと実測データを元に、平面におけるこれらの周辺環境を表現する指標として7つの周辺環境要素を設定した。これらは大きく、絶対尺度をもつ設計データ3要素（最大標高差、水深、流速）と、ダミーデータを用いた存在データ4要素（植え込みの存在、水の存在、通路の存在、突起物の存在）に分類できる。以下にこれらの要素の設定の意図と用途を示す。

「最大標高差」

最大標高差は、メッシュデータの各メッシュにおける近隣8方向の標高差のうち、最大のものを値としてとったものである。これは、岩やベンチなどの突起物、または水際などの段差の存在によって人の行動が左右されるものと考えて設定した要素である。特に、水際の段差においては、設計寸法によって行動が段階的に異なってくることが予想されるために、定量化した指標を用いることにした。単位は[m/pixel]となる。

「水深」

後述する形態データの「水の存在」と関係する要素であるが、こちらは単純に施設

における水の深さが施設形態の特徴を決定づけていること、滞留行動の解析より、水深によって行動形態がある程度限定されることが予想されることから、周辺環境要素として採用した。データは、各メッシュにおける水面の標高と水底の標高との差を取ったものである。単位は[m]。

「流速」

流れに関する要素は、水景施設の主要な要素である。また、滞留行動でもその影響が予想されていることから周辺環境要素として採用した。流れを表現する手段としては流量も考えられるが、人との関係を考察するには流速のほうが適当と考え、こちらを採用することにした。データの取得は、マンニングの式に準じて $v=(1/n)R^{2/3}I^{1/2}$ 、 n :粗度係数, R :径深, I :水面勾配を用いるが、ここでは対象施設の形状を考慮して、 $n=0.025$ (粗石モルタル積み平均値), R :水深, I :水路勾配とした。なお、障害物等が多数存在するため、ここでは連続の式を考慮してはいない。単位は[m/s]。

「植え込みの存在」

植え込みには人が入り込めないようになっていることから、人の行動に対する阻害要因ということで設定した。植え込みの存在する場所を1とし、それ以外の場所を0としてデータを取得した。

「水の存在」

水の存在があるかないかによって行動大きさが異なってくることは、滞留行動の解析結果でも明らかである。データは、水の存在するところを1とし、存在しないところを0とした。

「通路の存在」

水景施設の場所の意味が行動に関係していることは、滞留行動の解析より予想されることである。水景施設の用途としては、通路の部分とそうでない部分に大別できることから、通路である場所を1、それ以外の用途の場所を0としてデータを取得した。

「突起物の存在」

この周辺環境要素は、岩の存在やベンチの存在そのものを定義できるように設定したものである。データは、岩やベンチの形状部分をすべて1とし、それ以外を0として形態を区別している。

各周辺環境要素は、図面データおよび現地測定をもとに、コンピュータ上で入力をおこなった。そして、図 - 3.22で示した1/400平面図をもとに、450×300[pixel]のメッシュデータで出力させた。

得られた各周辺環境要素データを濃淡図に表現したものを設計データ3要素については図 - 5.8に、存在データ4要素については図 - 5.9に示す。

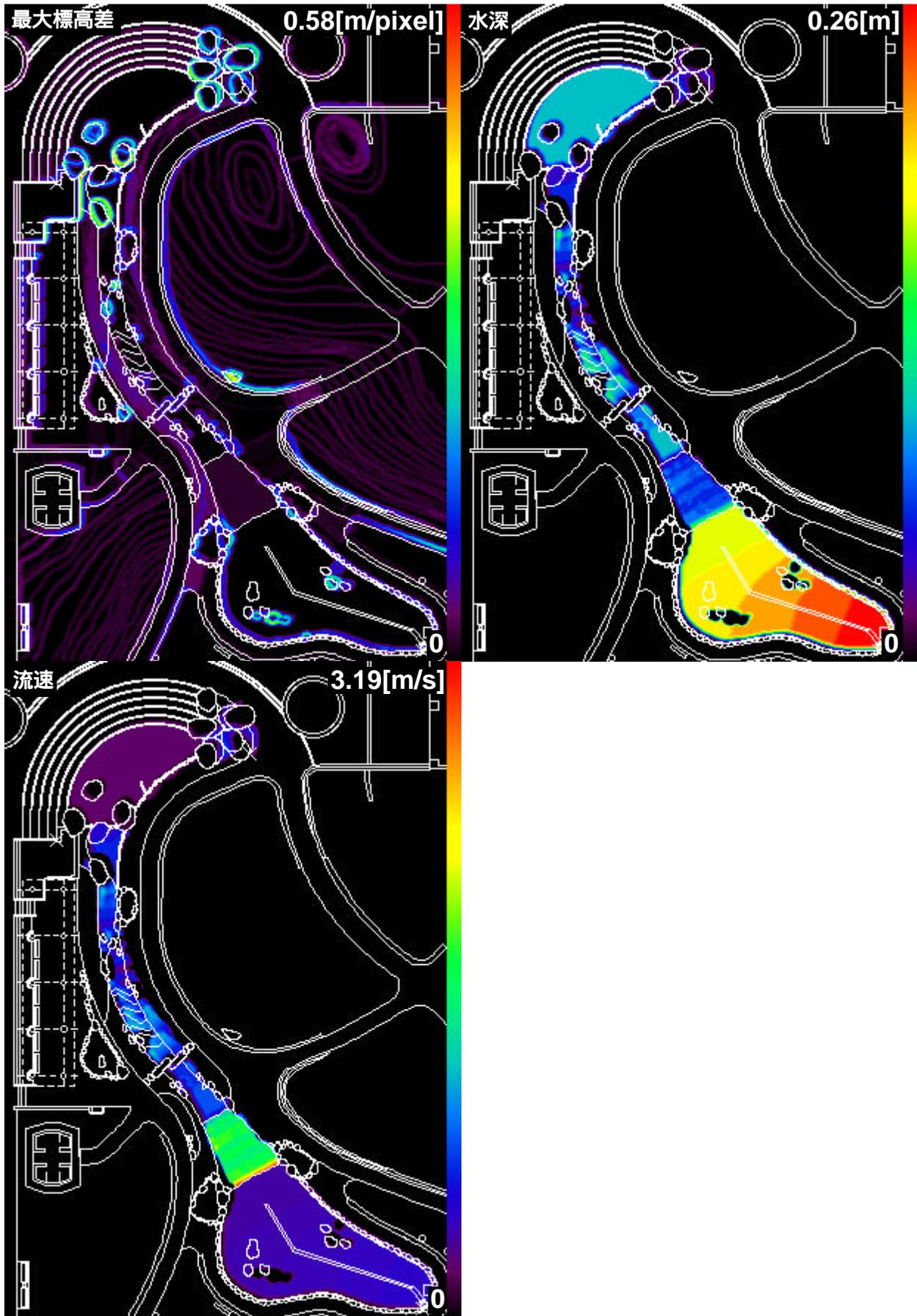


図 - 5.8 設計データ 3 要素の濃淡図

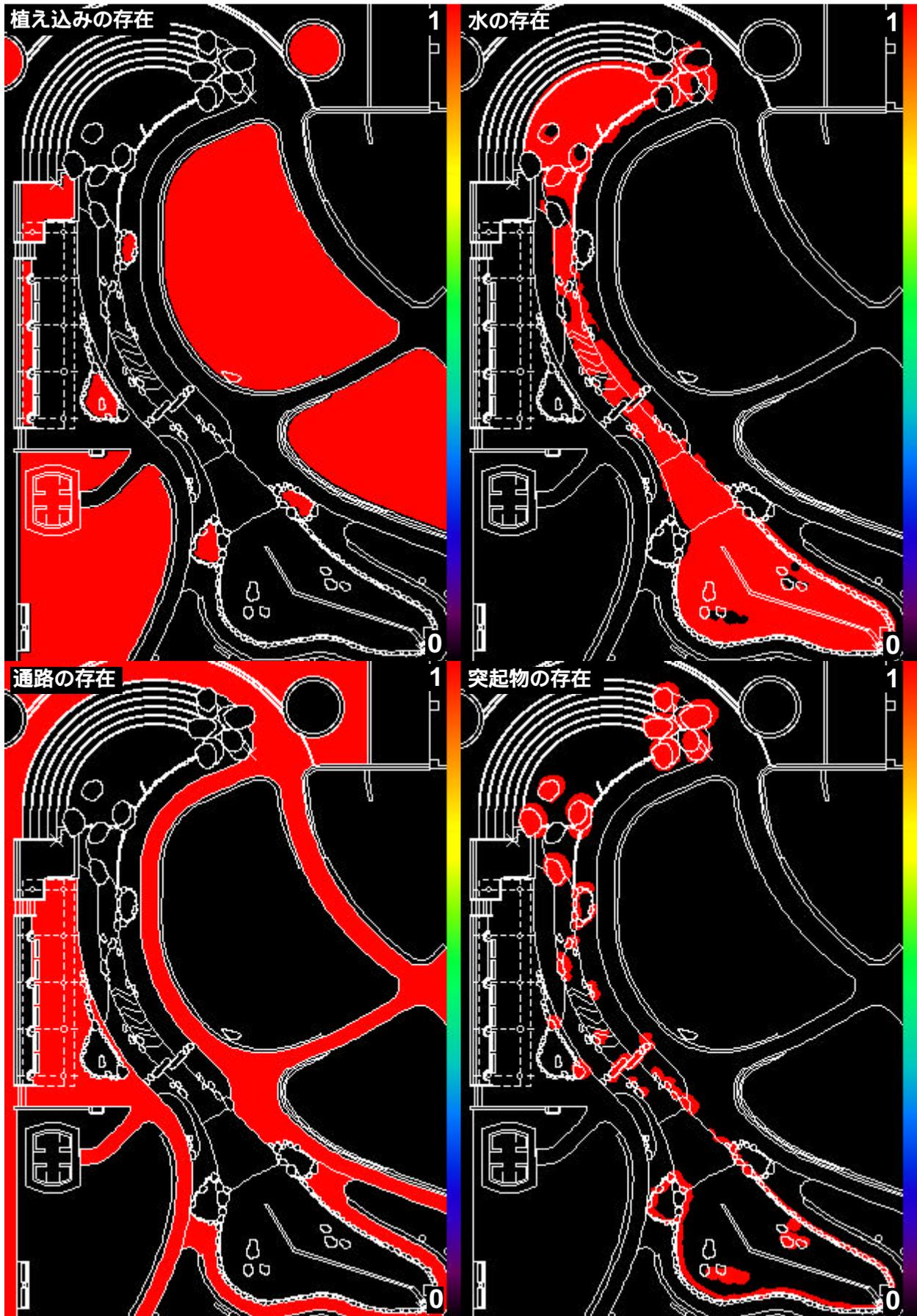


図 - 5.9 存在データ4要素の濃淡図

5.3.3 行動密度分布と各周辺環境要素との関係

本項では、行動密度分布と7つの各周辺環境要素との関係を定量的に把握するための解析をおこなう。

滞留行動の解析においては、「エリア1（池）」「エリア2（滝）」「エリア3（流れ）」「エリア4（池）」の施設形態を持つエリアごとに解析をおこなったが、それぞれの行動形態が異なっていることが確認された。本章では、施設形態別に解析をおこなうべきかどうかを事前に統計的手法を用いて確認することにした。本章においては、平面上の450×300[pixel]のメッシュを4つの施設形態（「地上」「池」「滝」「流れ」）に分類をおこなった。なお、これらは撮影領域によって分類した滞留行動の解析とは少し異なる領域となっている。本章で用いる4つの施設形態を図-5.10に示す。この施設形態を作成した上で、各施設形態における行動密度分布の値の違いが有意であるかを、繰り返し数が異なる1元配置分散分析により検定をおこなった。なお、本研究の分散分析プログラムは、SAS Release6.11のGLMプロシジャを用いている。

ここで各施設形態については、1：地上、2：池、3：滝、4：流れとして4つの水準数を用いているため、多重比較により各水準間の滞留密度分布の差が有意であるかどうかの比較をおこなった。また、行動密度分布のデータについては、全行動、2点間の移動距離が1.0[m]以下の行動、2点間の移動距離が1.0[m]を超える行動の3つの種類のデータを用いた。これらの結果を全行動については表-5.1に、2点間の移動距離が1.0[m]以下のものについては表-5.2に、2点間の移動距離が1.0[m]を超えるものについては表-5.3にそれぞれ示す。

使用したデータの多さによるところもあるが、分散分析表より施設形態による行動密度分布の差については、すべて0.01%水準で有意差が確認された。また、多重比較の結果より各要素間の多重検定においても5%水準で有意差が確認された。これより、行動密度分布と周辺環境要素との関係は、ここで用いた施設形態別に解析することが適当であると判断した。

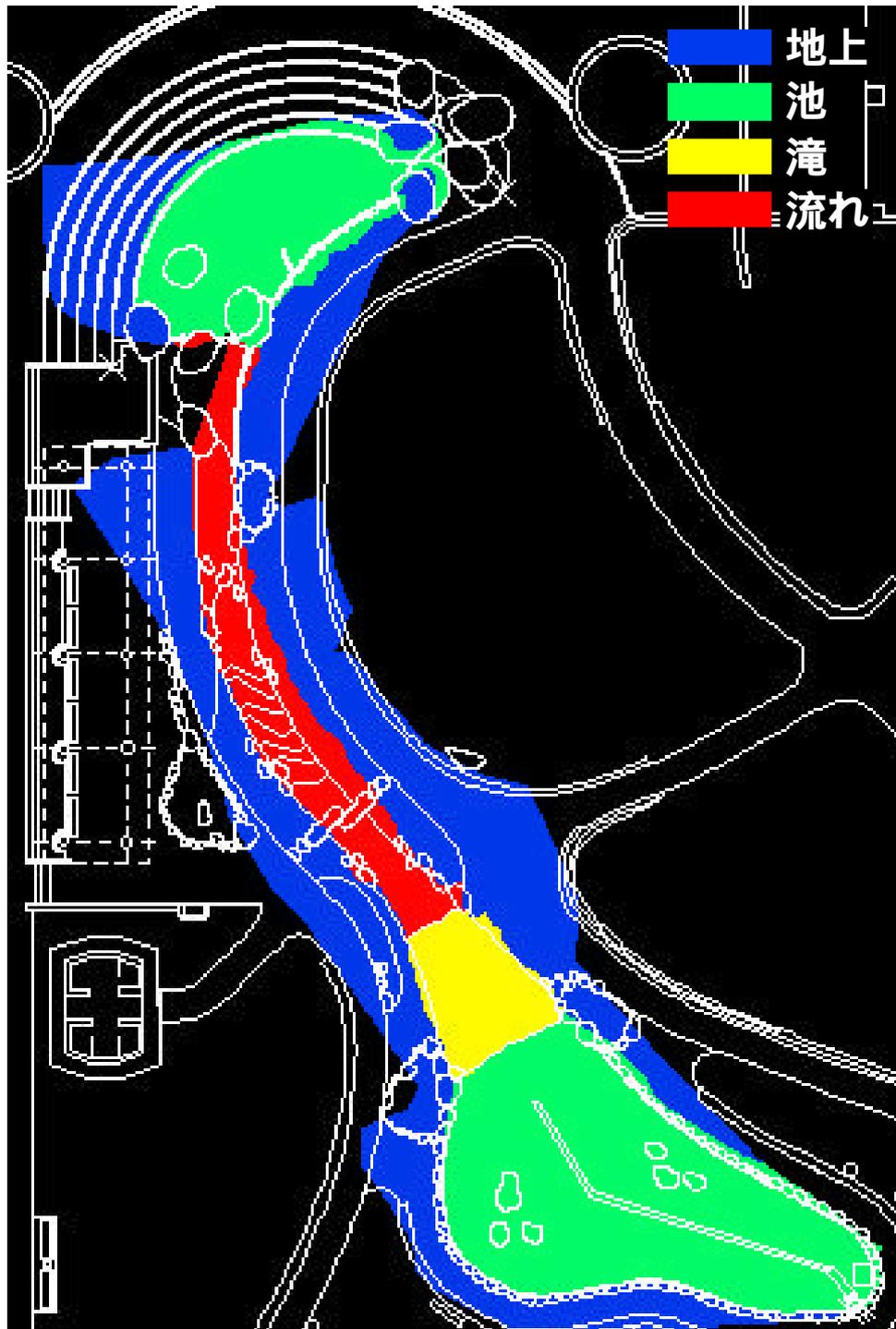


図 - 5.10 4つの施設形態

表 - 5.1 施設形態を因子とする分散分析(変数:全行動)

分散分析表、変数:行動密度分布(全行動)

変動要因	自由度	平方和	平均平方	F値	限界水準
施設形態	3	68373.12	22791.04	1975.51	0.0001
誤差	38074	439251.62	11.54		
全体	38077	507624.74			

多重比較(SCHEFFEの検定)

変数:行動密度分布(全行動)

比較	同時下側信 頼限界	平均の差	同時上側信 頼限界	限界水準
3-4	2.16	2.44	2.71	***
3-2	3.34	3.58	3.82	***
3-1	5.00	5.24	5.47	***
4-3	-2.71	-2.44	-2.16	***
4-2	0.97	1.14	1.31	***
4-1	2.63	2.80	2.97	***
2-3	-3.82	-3.58	-3.34	***
2-4	-1.31	-1.14	-0.97	***
2-1	1.55	1.66	1.76	***
1-3	-5.47	-5.24	-5.00	***
1-4	-2.97	-2.80	-2.63	***
1-2	-1.76	-1.66	-1.55	***

注)5%水準で優位な比較は'***'で示している

表 - 5.2 施設形態を因子とする分散分析 (変数: 2点間の移動距離が1.0[m]以下のもの)

変動要因	自由度	平方和	平均平方	F値	限界水準
施設形態	3	11194.21	3731.40	985.72	0.0001
誤差	38074	144128.29	3.79		
全体	38077	155322.51			

多重比較(SCHEFFEの検定)

変数: 行動密度分布 (2点間の移動距離が1.0[m]以下のもの)

比較	同時下側信頼限界	平均の差	同時上側信頼限界	限界水準
3-4	1.13	1.28	1.44	***
3-2	1.45	1.59	1.73	***
3-1	2.12	2.25	2.39	***
4-3	-1.44	-1.28	-1.13	***
4-2	0.21	0.31	0.41	***
4-1	0.88	0.97	1.07	***
2-3	-1.73	-1.59	-1.45	***
2-4	-0.41	-0.31	-0.21	***
2-1	0.60	0.66	0.72	***
1-3	-2.39	-2.25	-2.12	***
1-4	-1.07	-0.97	-0.88	***
1-2	-0.72	-0.66	-0.60	***

注)5%水準で優位な比較は'***'で示している

表 - 5.3 施設形態を因子とする分散分析 (変数: 2点間の移動距離が1.0[m]を超えるもの)

変動要因	自由度	平方和	平均平方	F値	限界水準
施設形態	3	24553.96	8184.65	2363.99	0.0001
誤差	38074	131820.53	3.46		
全体	38077	156374.48			

多重比較(SCHEFFEの検定)

変数: 行動密度分布 (2点間の移動距離が1.0[m]を超えるもの)

比較	同時下側信頼限界	平均の差	同時上側信頼限界	限界水準
3-4	1.00	1.15	1.30	***
3-2	1.85	1.99	2.12	***
3-1	2.85	2.98	3.11	***
4-3	-1.30	-1.15	-1.00	***
4-2	0.74	0.83	0.92	***
4-1	1.74	1.83	1.92	***
2-3	-2.12	-1.99	-1.85	***
2-4	-0.92	-0.83	-0.74	***
2-1	0.94	1.00	1.05	***
1-3	-3.11	-2.98	-2.85	***
1-4	-1.92	-1.83	-1.74	***
1-2	-1.05	-1.00	-0.94	***

注)5%水準で優位な比較は'***'で示している

次に、施設形態ごとに行動密度分布と周辺環境要素との関係を把握する。設計データ3要素については、散布図および単回帰分析、形態データ4要素については、形態の違いによる行動密度分布の違いを確認するために分散分析により検討をおこなう。

設計データ3要素について、解析対象領域における各周辺環境要素の値をx軸に、それに対応する行動密度分布(全行動)をy軸にプロットした散布図を図-5.11に示す、両者の関係について単回帰分析をおこなった結果、単相関係数が0.20以上のものについてはその回帰直線をあわせて示す。

これを見ると、滝については各要素単独でも、ある程度行動密度分布を予測できるが、その他の施設形態においては、周辺環境要素の値による行動密度分布に大きなばらつきがあることから、単独の周辺環境要素を用いた行動密度分布の予測が困難であることが確認できる。

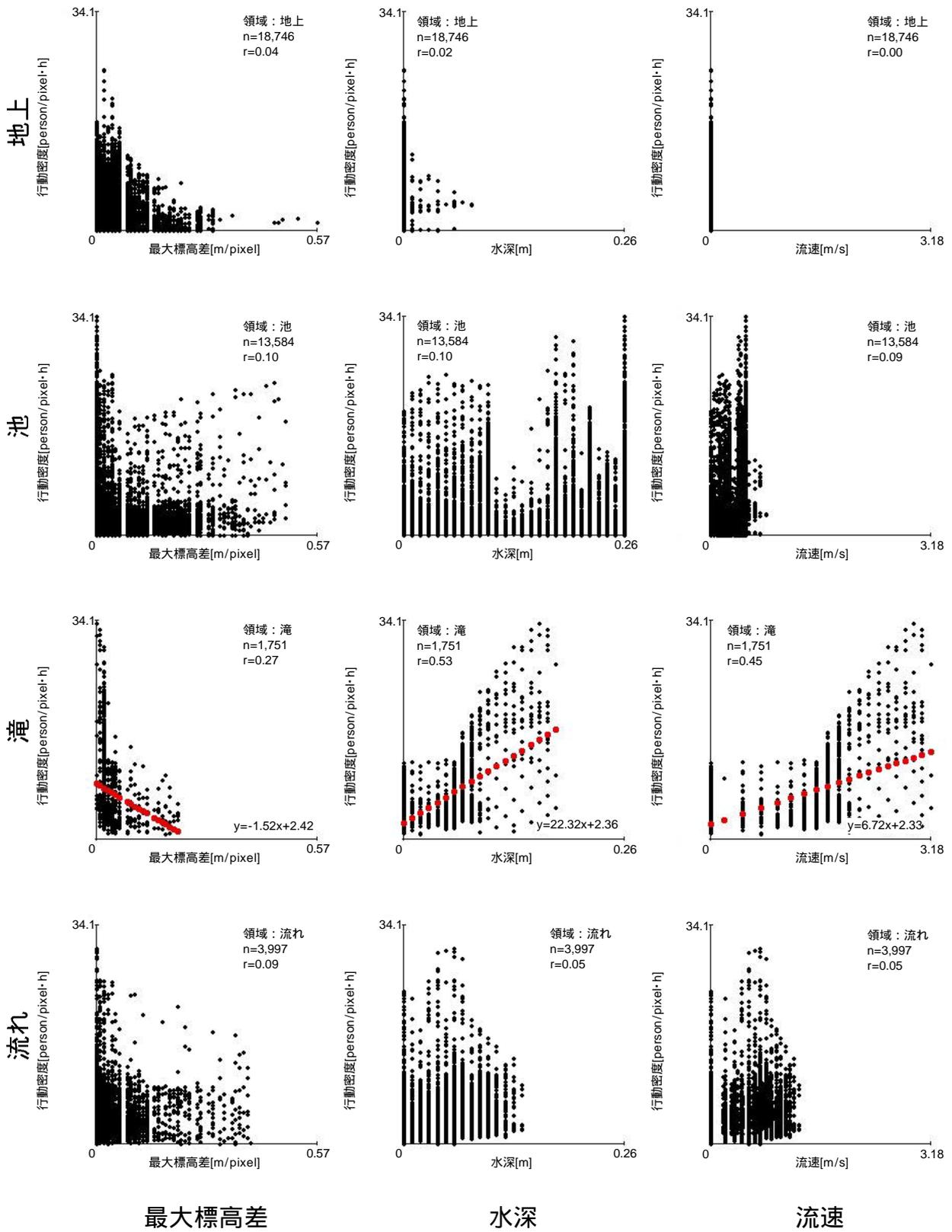


図 - 5.11 各周辺環境要素（設計データ3要素）と行動密度分布との関係

存在データ4要素については、各要素を因子とする1元配置分散分析をおこない、各存在データの値による行動密度分布の違いが有意であるかどうかを確認をおこなった。各存在データを因子とする1元配置分散分析の分散分析表を表-5.4に、各存在データの水準による行動密度分布の平均値と標準偏差を表-5.5に示す。

分散分析表より、すべての存在データにおいて、存在データによる行動密度分布の差が、0.01%水準の有意差で確認された。交互作用が有意であるということは、存在データによる行動密度分布に差があるということになり、これらの要素を用いて、行動密度分布を評価することの有用性が確認されたことになる。

また、平均値と標準偏差が、存在データの水準ごとに示されている。植え込みの存在では、「あり」と「なし」の水準における平均値が3.12異なっており、形態データの4因子の中で最も差が大きい。水の存在では、「あり」のほうが平均値が大きくなっている。通路の存在においては、通路の存在が「なし」のほうが、「あり」よりも平均値が1.17高くなっている。突起物の存在では「なし」が、「あり」よりも平均値が大きいことがわかる。

表 - 5.4 存在データを因子とする1元配置分散分析の分散分析表

分散分析表、要因：植え込みの存在、変数：行動密度分布（全行動）

変動要因	自由度	平方和	平均平方	F値	限界水準
植え込みの存在	1	6042.28	6042.28	458.68	0.0001
誤差	38076	501582.46	13.17		
全体	38077	507624.74			

分散分析表、要因：水の存在、変数：行動密度分布（全行動）

変動要因	自由度	平方和	平均平方	F値	限界水準
水の存在	1	40858.87	40858.87	3333.03	0.0001
誤差	38076	466765.87	12.26		
全体	38077	507624.74			

分散分析表、要因：通路の存在、変数：行動密度分布（全行動）

変動要因	自由度	平方和	平均平方	F値	限界水準
通路の存在	1	8569.23	8569.23	653.80	0.0001
誤差	38076	499055.52	13.11		
全体	38077	507624.74			

分散分析表、要因：突起物の存在、変数：行動密度分布（全行動）

変動要因	自由度	平方和	平均平方	F値	限界水準
突起物の存在	1	2431.67	2431.67	183.27	0.0001
誤差	38076	505193.07	13.27		
全体	38077	507624.74			

表 - 5.5 存在データの水準による行動密度分布の平均値と標準偏差

植え込みの存在	要素数	平均	標準偏差
0(なし)	37,448	3.56	3.66
1(あり)	630	0.44	0.74
水の存在	要素数	平均	標準偏差
0(なし)	20,031	2.52	2.68
1(あり)	18,047	4.60	4.23
通路の存在	要素数	平均	標準偏差
0(なし)	30,173	3.75	3.85
1(あり)	7,905	2.58	2.57
突起物の存在	要素数	平均	標準偏差
0(なし)	32,344	3.61	3.72
1(あり)	5,734	2.91	3.15

5.3.4 各周辺環境要素の影響範囲の把握

前章では、作成したメッシュデータにおける行動密度分布と周辺環境要素との関係を把握した。しかしながら、滞留行動の解析で考察したように、水際における行動の多さ、また、境界周辺における行動の多さを説明するには、各周辺環境要素の影響範囲の大きさを考慮に入れた解析をおこなう必要があるものと考えられる。

そこで本項では、各周辺環境要素データに平滑化フィルタを用いることによって各周辺環境要素の影響範囲の大きさを表現し、平滑化フィルタの大きさによる各周辺環境要素データと行動密度分布との関係をとらえることで、周辺環境要素の影響範囲の大きさの検討をおこなう。

ここで、ダミーデータを平滑化することで得られるデータは、元の「存在」データとは意味づけが異なるために、新たにこれらのデータを「境界」データとして定義することにする。平滑化フィルタは、前述の行動密度分布の平滑化で用いた式 - 5.1と同様に、近隣の上下左右各 r [pixel]、合計 r^2 [pixel]のデータを平滑化して、この r を順次変化させることで、各周辺環境要素の r^2 [pixel]の近隣のメッシュの影響を示すデータを作成した。式でこの平滑化フィルタを表すと以下の式 - 5.2のようになる^{4.2)}。

$$g(i,j) = \left[\sum_{m=-1}^1 \sum_{n=-1}^1 f(i+m,j+n) \right] / r^2 \quad \dots \text{ [式 - 5.2]}$$

なお、境界データは行動密度分布の特性によって、上記の式 - 5.2をそのまま用いることにより、0,1の形態がまとまっている領域の値を残し、両者の値を中間である0.5とするデータ（これを「境界補間データ」と定義する）と、中間領域である0.5前後の領域を強調するために、存在データが1で、かつ境界補間データが0.5を超えるメッシュについて、式 - 5.3を実行することにより、境界領域における行動変化を考慮に入れることのできるデータの両方を作成できるようにした（これを「境界強調データ」と定義する）。

$$g'(i,j) = 1 - g(i,j) \quad (\text{if } f(i,j) = 1 \text{ and } g(i,j) > 0.5) \quad \dots \text{ [式 - 5.3]}$$

一例として、「突起物の存在」において、 $11 \times 11 = 121$ [pixel]の平滑化フィルタを使用して作成した「突起物境界」の境界補間データと境界強調データを図 - 5.12に示す。境界補間データにおいては、0,1の境界領域において行動密度分布が線形に変化する現象を予測でき、境界強調データにおいては、境界領域における行動密度分布の増加、または減少がある場合の行動密度分布の予測をおこなうことができる。

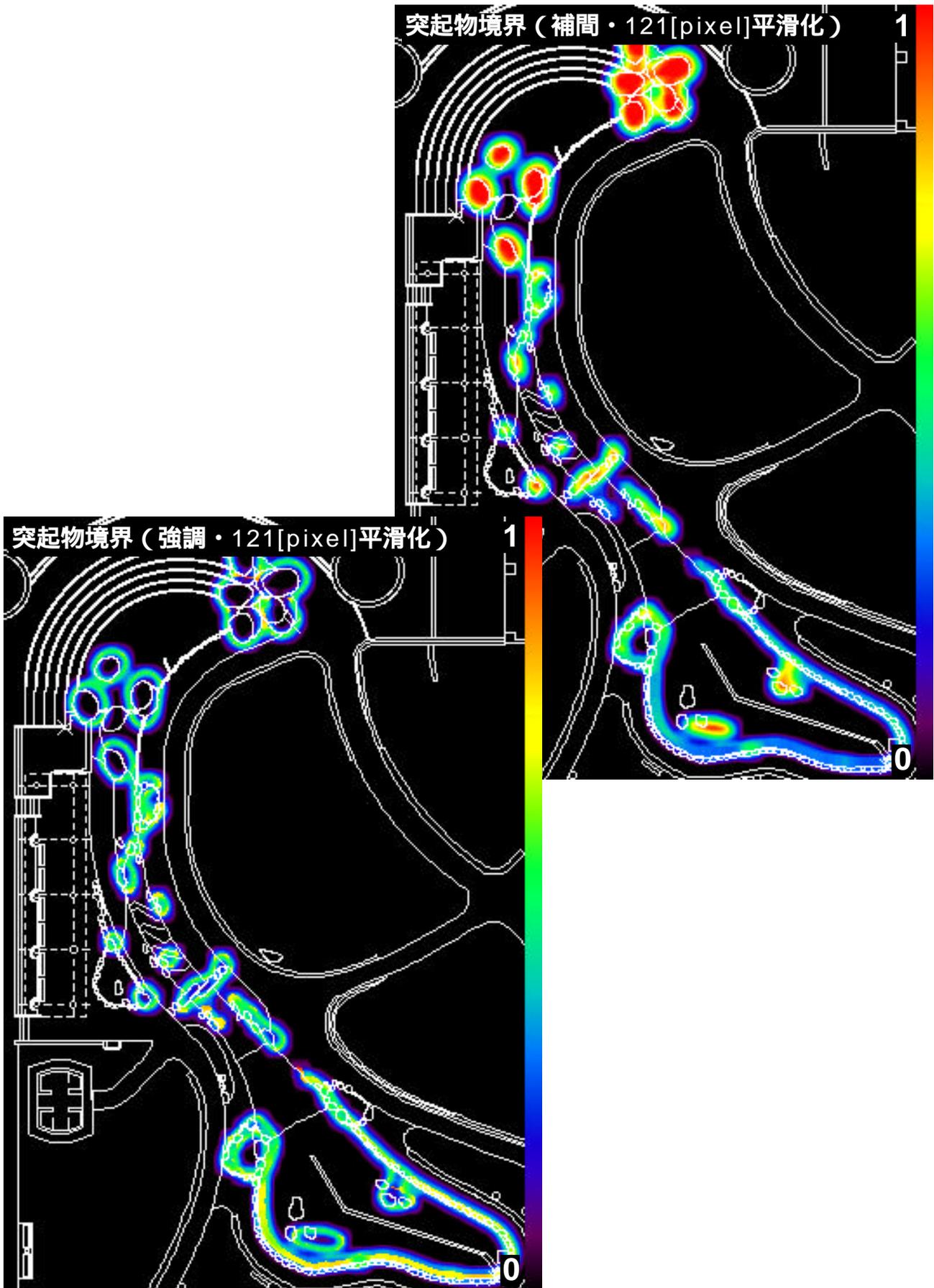


図 - 5.12 突起物境界データにおける「境界補間」データと「境界強調」データの比較

各周辺環境要素について、平滑化フィルタを $r=1$ (平滑化なし)から $r=21$ (441[pixel]平滑化フィルタ)まで変化させたときに、前節と同様の散布図を用いて行動密度分布(全行動)との関係を把握した。また、両者の単回帰分析をおこない、この回帰直線の単相関係数を、施設形態ごと、また平滑化フィルタごとに集計した。これにより、行動密度分布を予測するために適当な周辺環境要素のデータを選択する。

図 - 5.13、5.14、5.15 に、設計データ3要素における散布図と単相関係数の変化を、図 - 5.16、5.17、5.18、5.19に、境界補間データ4要素における散布図と単相関係数の変化を、図 - 5.20、5.21、5.22、5.23に、境界強調データ4要素における散布図と単相関係数の変化を示す。なお、境界補間データと境界強調データにおける1[pixel]平滑化データは、存在データをそのまま用いたものである。

これより、行動分布密度に対する各周辺環境要素の影響範囲の大きさについて検討する。単相関係数が最大であるということは、最も行動密度分布を予測するのに適当な影響範囲ということを示しており、これを影響範囲の大きさとして解釈することが可能である。

「最大標高差」では、「滝」において行動密度分布に対する影響が大きいことがわかる。これは、滝の近隣に存在する植え込みの存在が、行動密度分布に負の影響を及ぼしているものと考えられる。他の単相関係数は、平滑化フィルタの変化に対してそれほど大きな変化はない。単相関係数が最大となる平滑化フィルタは、水上である「池」「滝」「流れ」では $9 \times 9 = 81$ [pixel] 1.03[m]四方となっており、およそ中心から周囲0.5[m]の最大標高差の大きさに対して影響範囲があるものと考えられる。一方、地上においては、 $21 \times 21 = 441$ [pixel] 2.40[m]四方となっていることから、施設形態による影響範囲の違いが確認できる。

「水深」では、「滝」における影響が、平滑化フィルタを大きくすることで急峻になることが確認できる。これは、水深が深い「池」や「流れ」の境界領域の影響を大きく受けていることが考えられる。

「流速」では、「滝」における単相関係数が平滑化フィルタを大きくすることで減少することが確認できる。これは、散布図を見るとわかるように、行動密度分布の大きい領域が、平滑化で中央付近の値になってしまうことによるものと考えられる。これに対して「池」「地上」では、平滑化フィルタを大きくすることで流速の影響がはっきりと示されることがわかる。地上では、平滑化フィルタを用いない場合には、その場所に流速が存在していないために影響を把握できないが、周囲1.20[m]の範囲で流速の大きいところが存在している場合に、行動密度分布が小さくなることを確認できる。池の場合は反対に、流速の大きい領域が近くに存在している場合に、行動密度分布が大きくなることを確認できる。これは、池と滝の境界領域、また吐水口付近に存在する流れのある場所の影響があるものと考えられる。

境界データ4要素については、「境界補間データ」と「境界強調データ」の両方について同時に検討をおこない、行動密度分布に対する影響を考察する。

「植え込み境界」は、元データである「植え込みの存在」の「あり」が、地上のみで存在するが、平滑化フィルタを大きくすると、水上の「池」「滝」「流れ」においても、植え込み境界の影響が現れることが確認できる。「境界補間データ」においても「境界強調データ」においても単相関係数はほとんど等しくなっているが、これは、植え込みの存在するところの要素数が少ないために、「境界強調データ」においての影響が小さいためであると考えられる。散布図から判断して、「境界補間データ」によって、行動密度分布を説明することが適当であると考えられる。

「水際境界」は、散布図を見ると「境界補間データ」のほうを適用することが適当であると考えられる。これは、水の存在するところに接近するにしたがって行動密度分布が大きくなることを示している。各施設形態における影響の大きさを、平滑化フィルタによる単相関係数の変化から見ると、 $21 \times 21 = 441$ [pixel]が水上の「池」「滝」「流れ」において最も大きくなっていることがわかる。これは、水の存在しない地上、または突起物の境界に近い場所よりも、水が周囲にすべて存在するところにおいて行動密度分布が大きいことを示しており、その影響範囲が大きいことを示している。地上においては、 $15 \times 15 = 225$ [pixel]前後で単相関係数が最大になっている。地上では水上と異なり、水の存在のない場所における行動密度分布が大きく、他の施設形態との特性の違いがはっきりとしている。

「通路境界」では、全体的に「境界強調データ」のほうが、単相関係数の値が大きくなっており、散布図を見ると、通路とそうでない部分の境界付近に行動密度分布の少ない領域があることを示している。これは、特に「地上」で明確であり、「境界補間データ」の散布図では、0.5付近において行動密度分布が小さくなっていることがわかる。よって、「境界強調データ」においては、「境界補間データ」と比較して線形の傾向がはっきりと現れるようになる。他の領域では、両者のデータによる単相関係数の違いは明確ではない。これは、通路である領域が地上に存在するためである。いずれも、通路が近くに存在する場合に行動密度分布が小さくなる傾向が、平滑化フィルタを大きくすることで明確になる。

「突起物境界」では、「境界補間データ」の「池」の散布図より、突起物の存在するところとしないところの境界付近において、行動密度の小さくなる領域のあることがわかる。よって、「池」については、境界強調データの $11 \times 11 = 121$ [pixel]平滑化フィルタを用いることによって、突起物の境界付近の行動密度分布の減少を説明できる。他の施設形態では、「境界補間データ」を用いたほうが、行動密度分布を説明できる。ただし、平滑化フィルタの大きさを変化させることによる単相関係数の最大値は、施設形態によって大きく異なる。

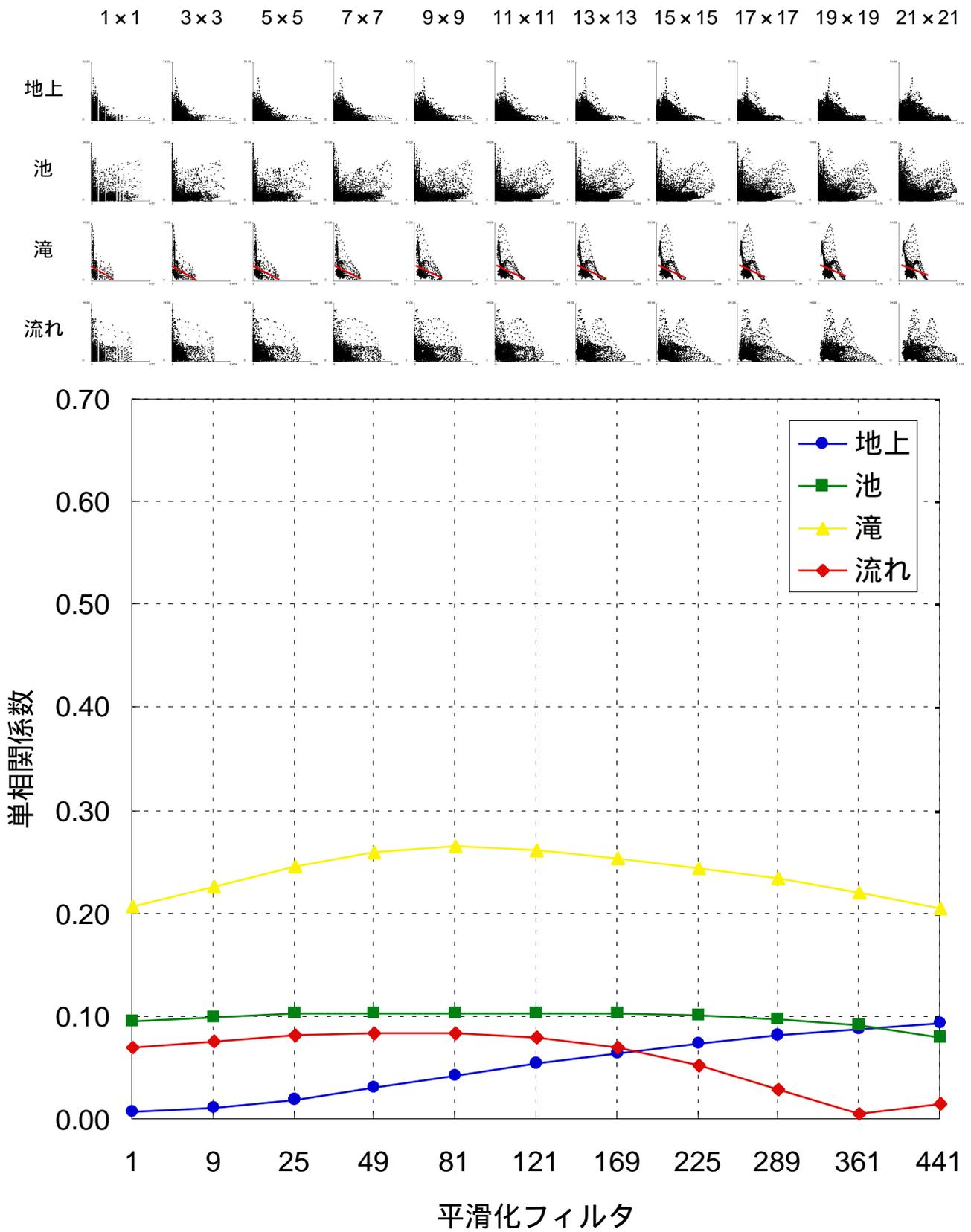


図 - 5.13 平滑化フィルタによる周辺環境要素と行動密度分布の散布図および単相関係数の変化
(設計データ「最大標高差」、散布図は図 - 5.11と同様の凡例となる)

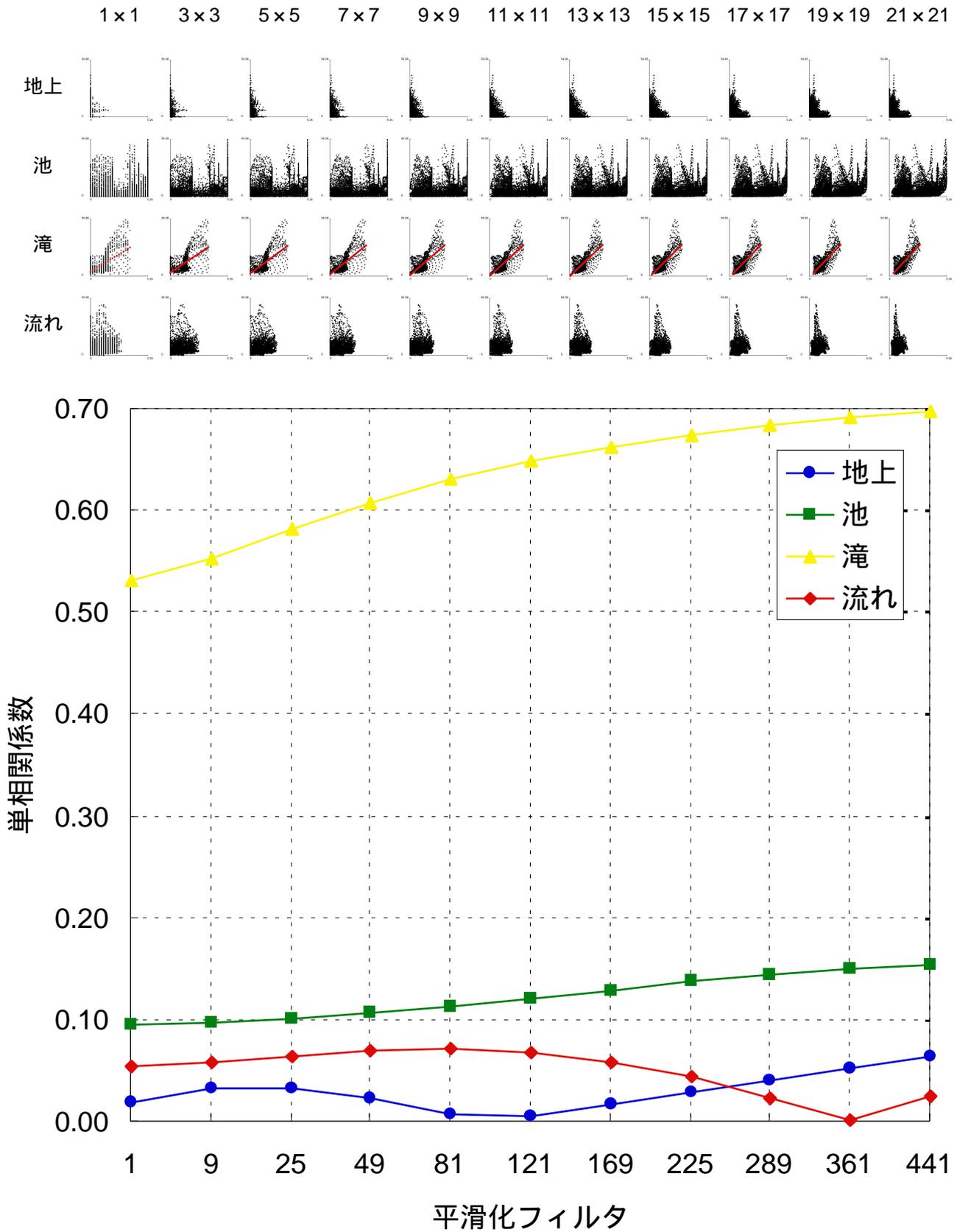


図 - 5.14 平滑化フィルタによる周辺環境要素と行動密度分布の散布図および単相関係数の変化 (設計データ「水深」、散布図は図 - 5.11と同様の凡例となる)

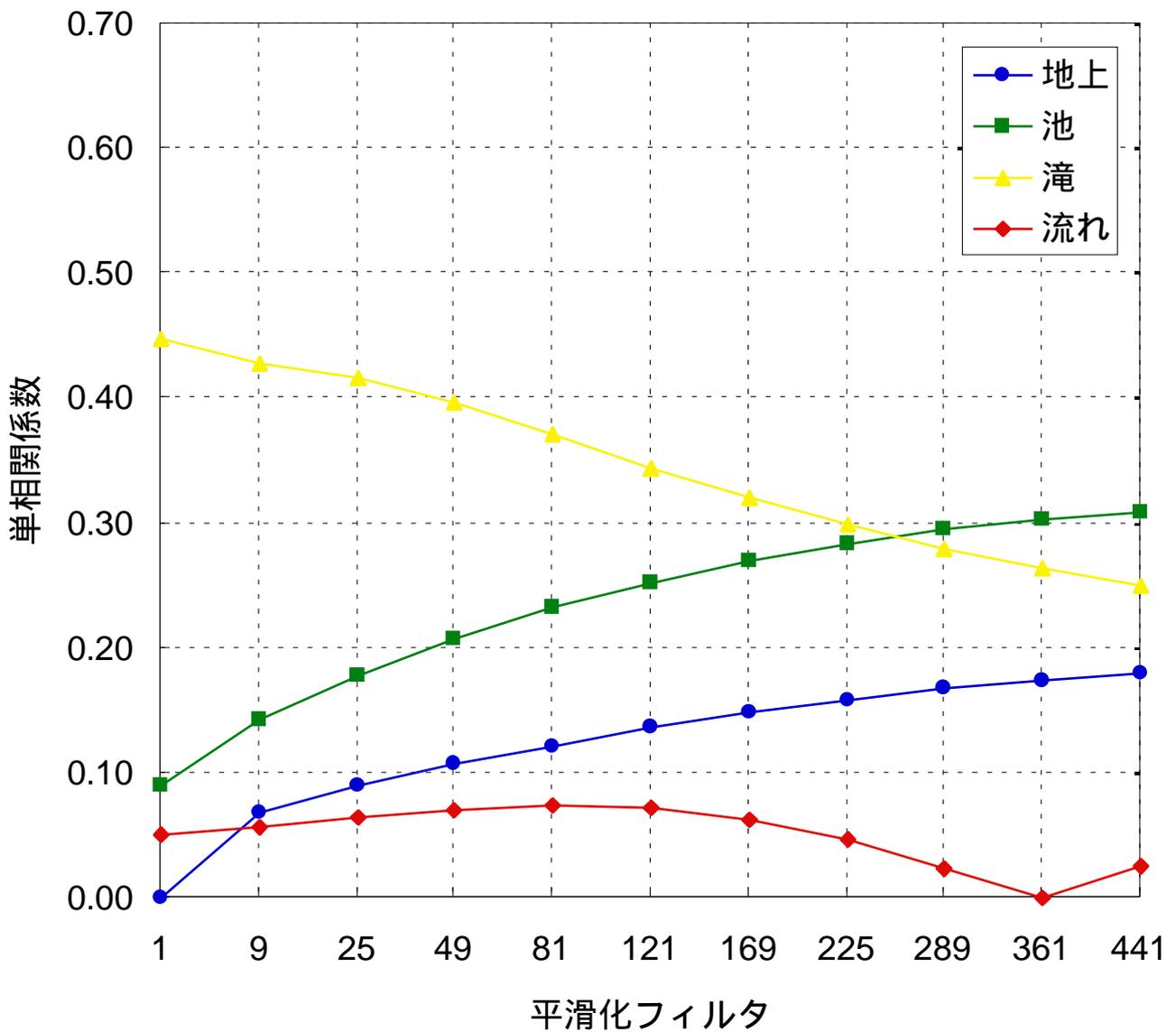
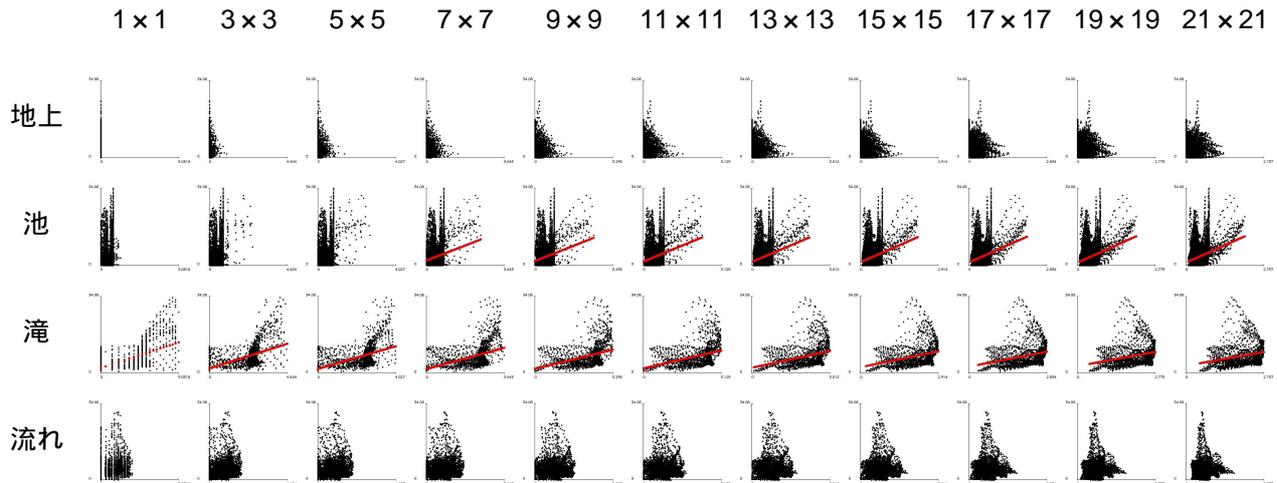


図 - 5.15 平滑化フィルタによる周辺環境要素と行動密度分布の散布図および単相関係数の変化 (設計データ「流速」、散布図は図 - 5.11と同様の凡例となる)

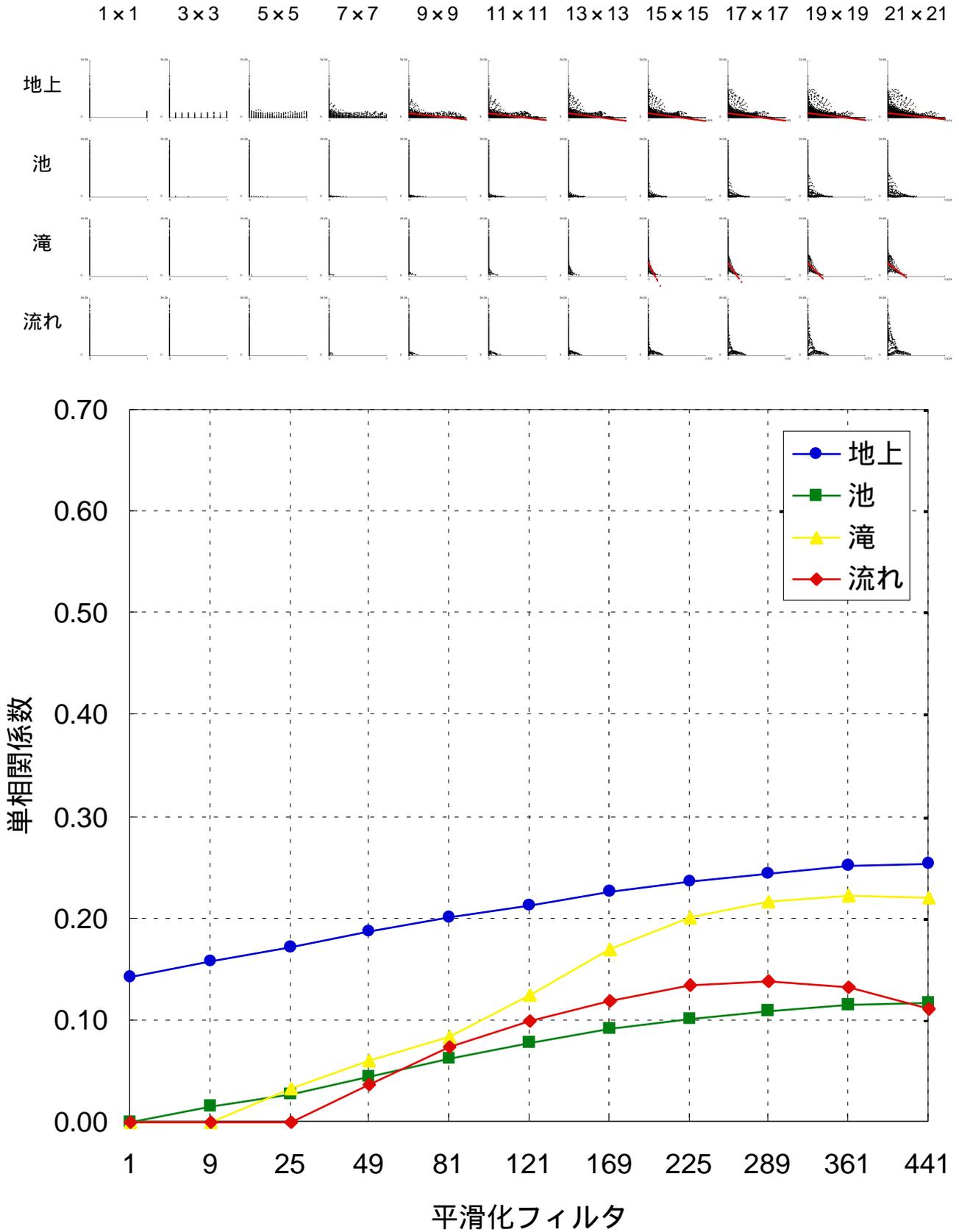


図 - 5.16 平滑化フィルタによる周辺環境要素と行動密度分布の散布図および単相関係数の変化 (境界補間データ「植え込み境界」、散布図は図 - 5.11と同様の凡例となる)

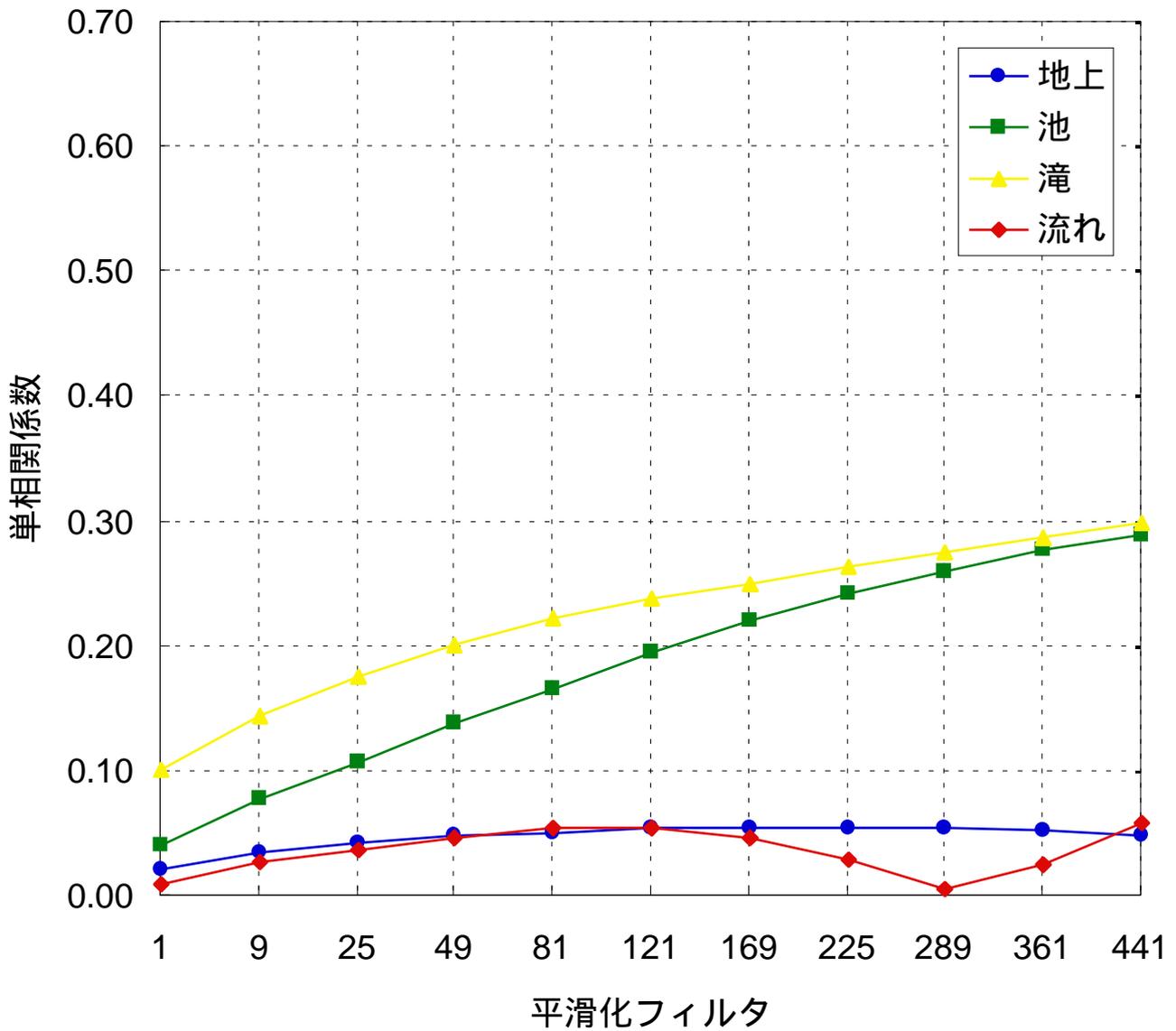
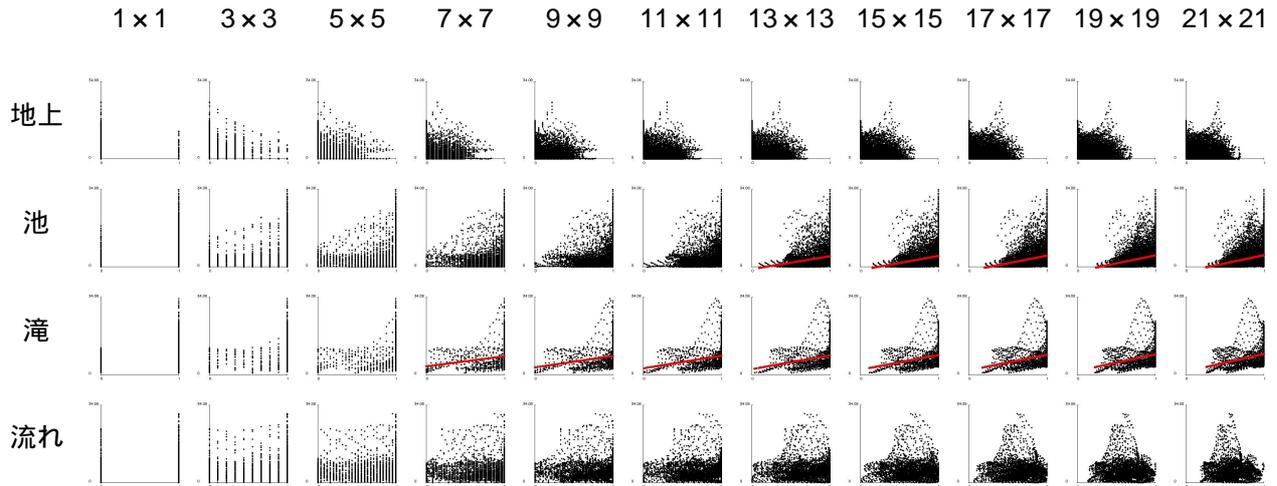


図 - 5.17 平滑化フィルタによる周辺環境要素と行動密度分布の散布図および単相関係数の変化 (境界補間データ「水際境界」、散布図は図 - 5.11と同様の凡例となる)

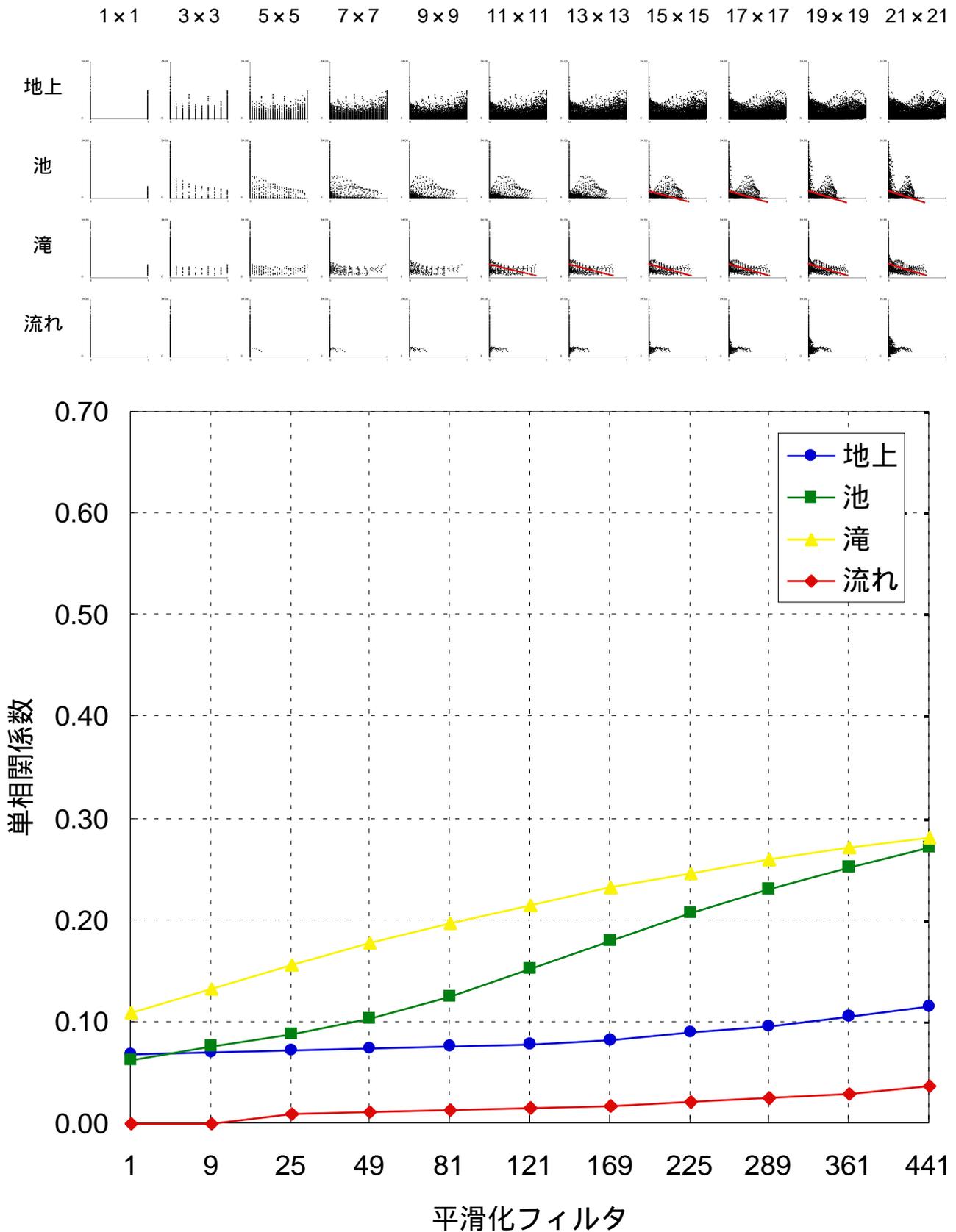


図 - 5.18 平滑化フィルタによる周辺環境要素と行動密度分布の散布図および単相関係数の変化 (境界補間データ「通路境界」、散布図は図 - 5.11と同様の凡例となる)

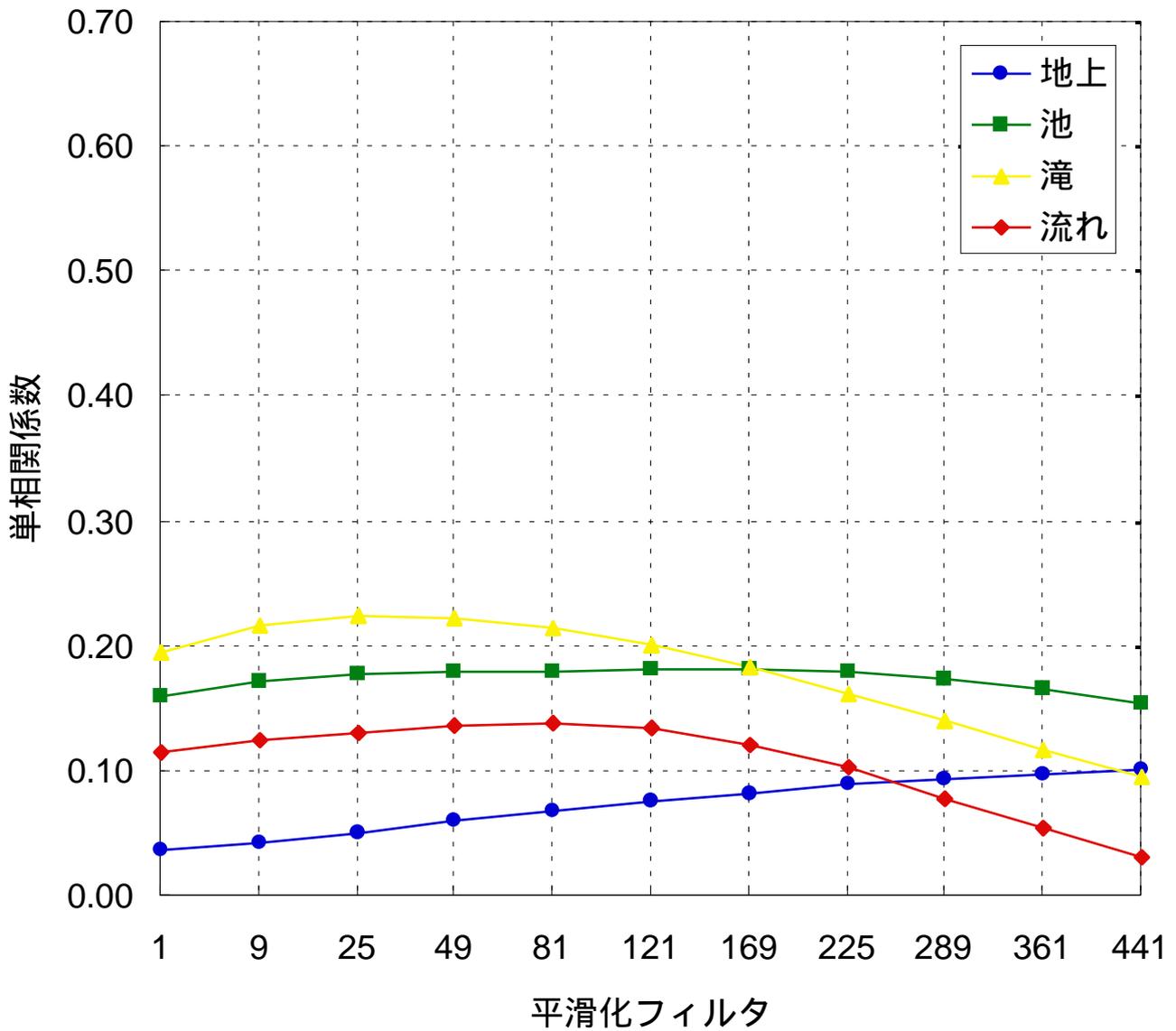
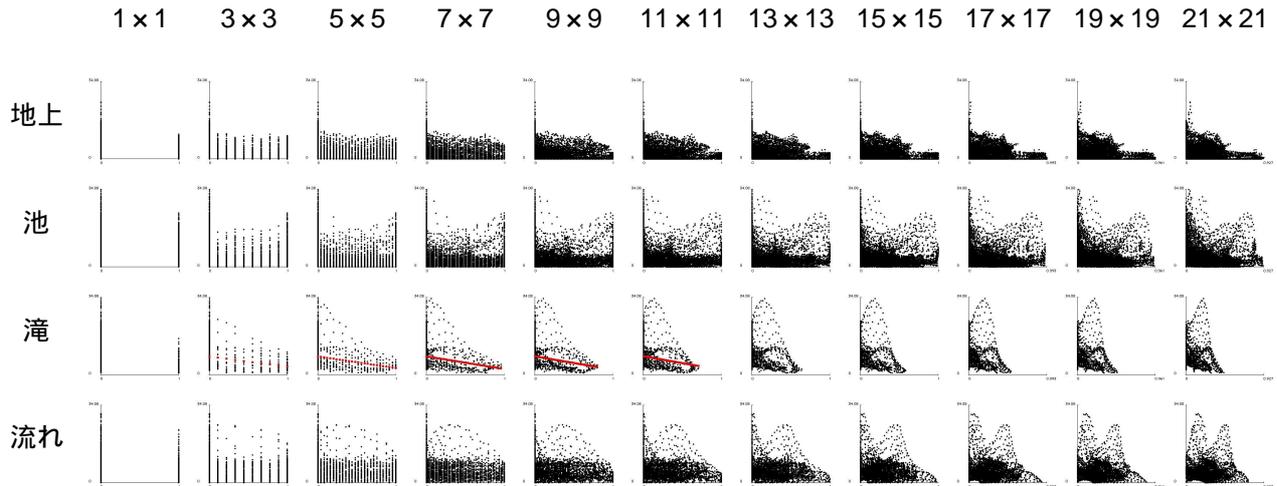


図 - 5.19 平滑化フィルタによる周辺環境要素と行動密度分布の散布図および単相関係数の変化 (境界補間データ「突起物境界」、散布図は図 - 5.11と同様の凡例となる)

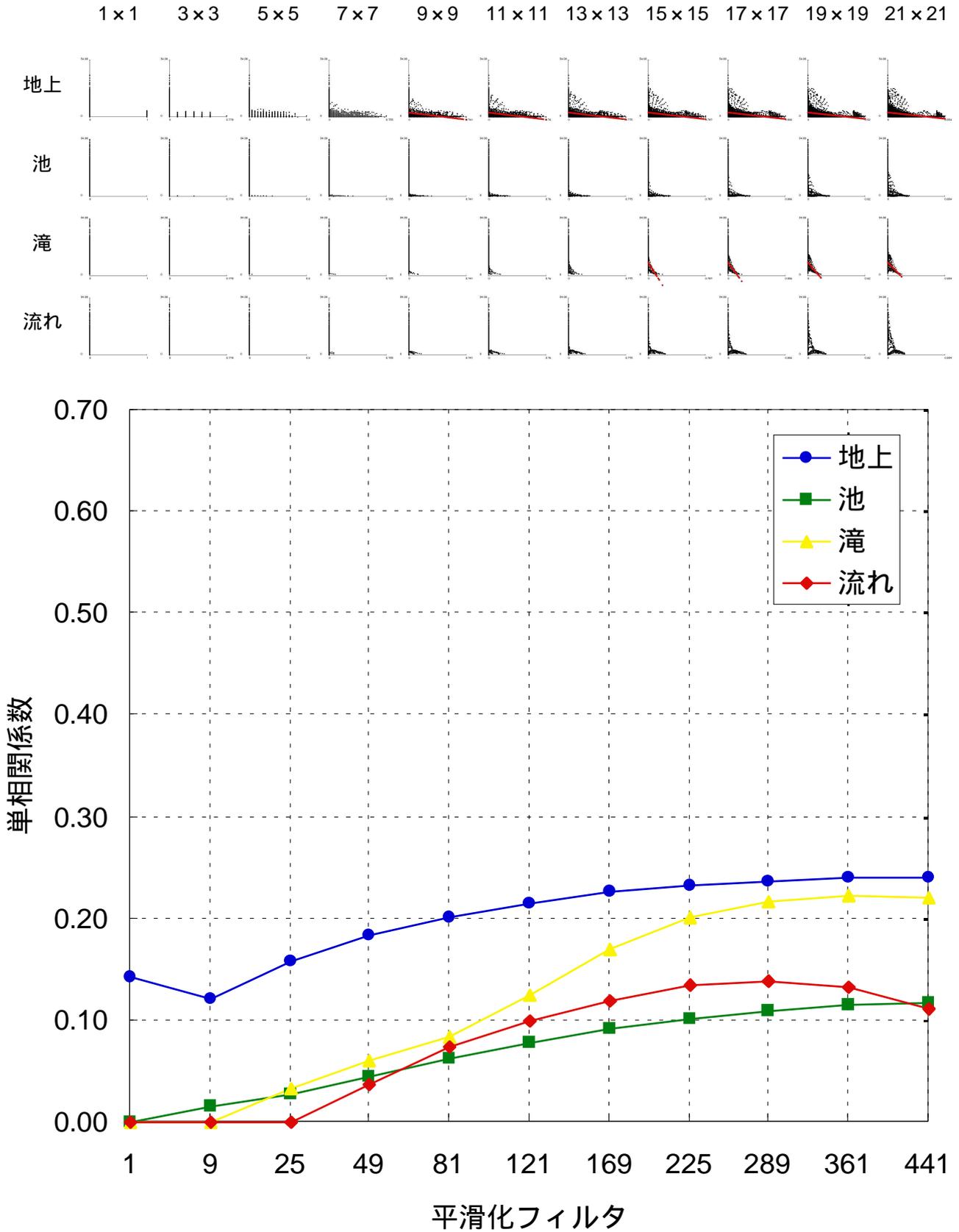


図 - 5.20 平滑化フィルタによる周辺環境要素と行動密度分布の散布図および単相関係数の変化 (境界強調データ「植え込み境界」、散布図は図 - 5.11と同様の凡例となる)

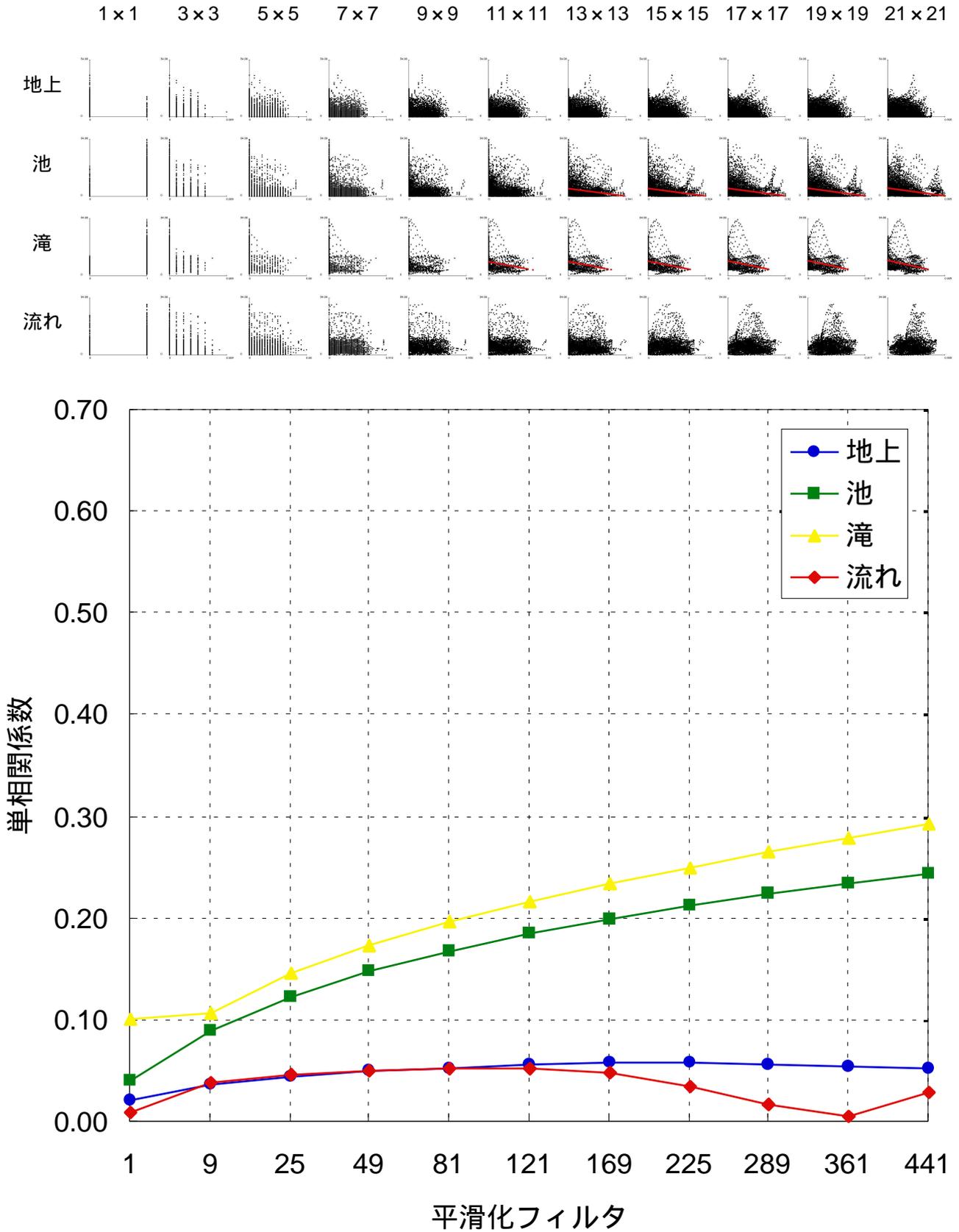


図 - 5.21 平滑化フィルタによる周辺環境要素と行動密度分布の散布図および単相関係数の変化 (境界強調データ「水際境界」、散布図は図 - 5.11と同様の凡例となる)

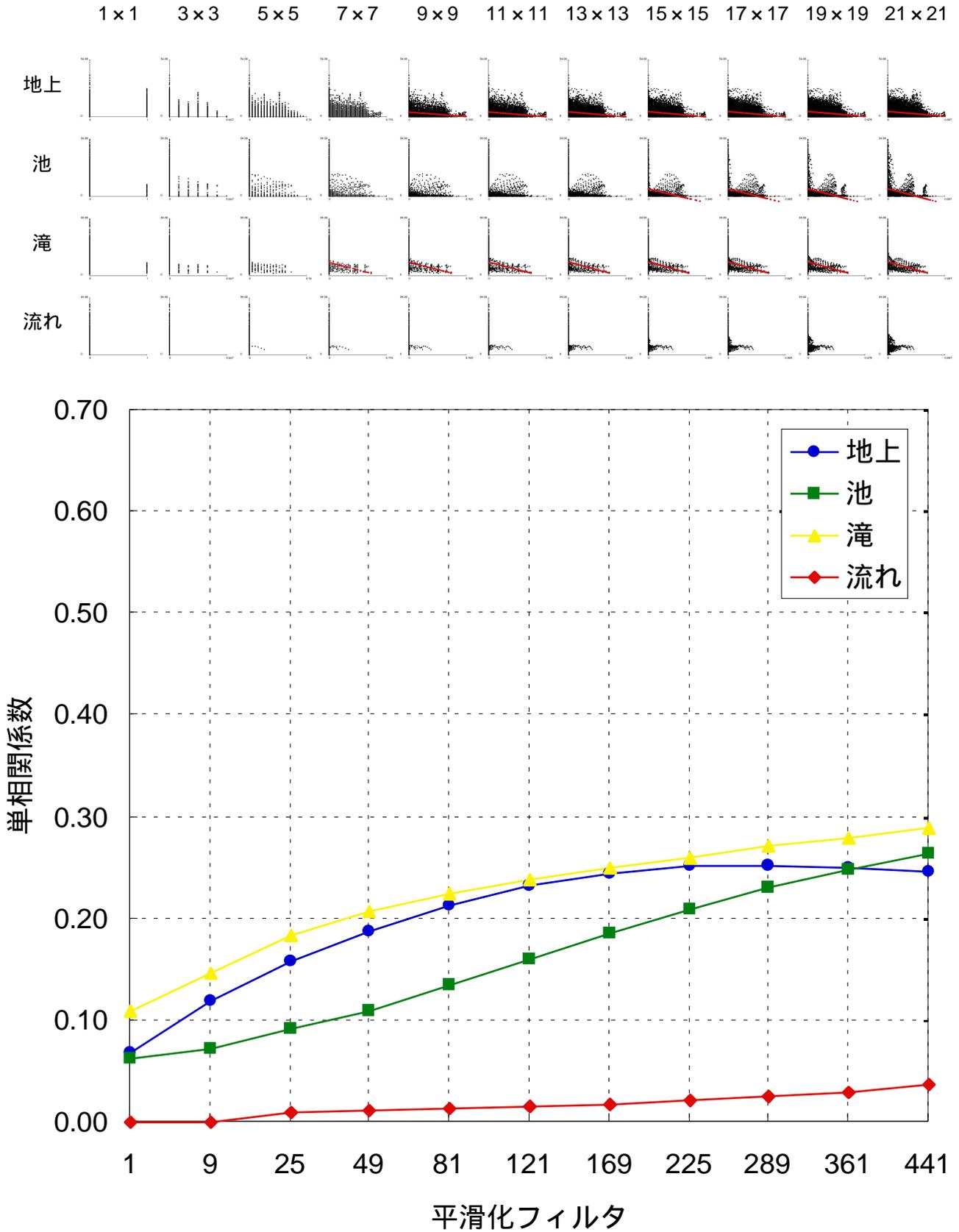


図 - 5.22 平滑化フィルタによる周辺環境要素と行動密度分布の散布図および単相関係数の変化 (境界強調データ「通路境界」、散布図は図 - 5.11と同様の凡例となる)

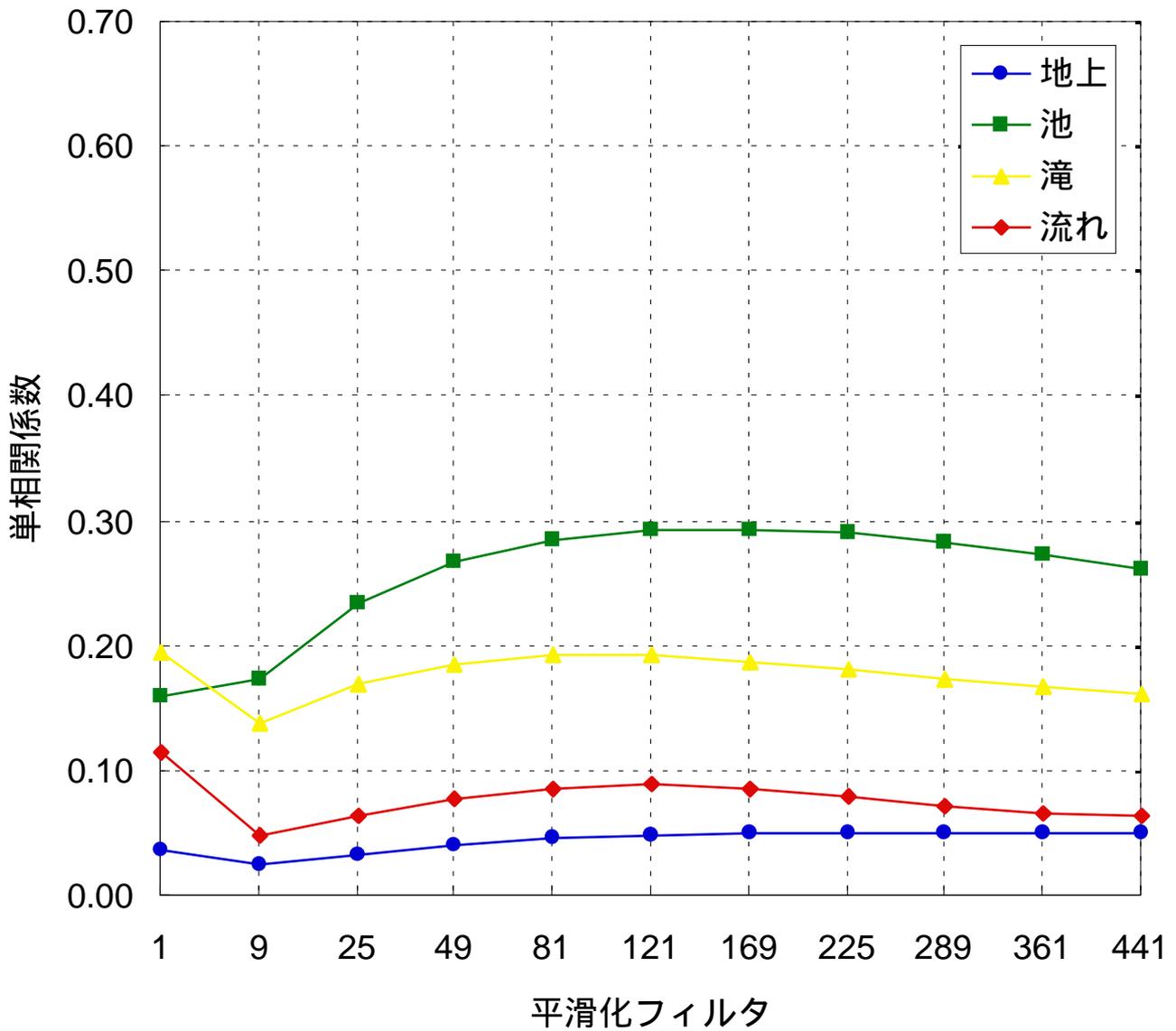
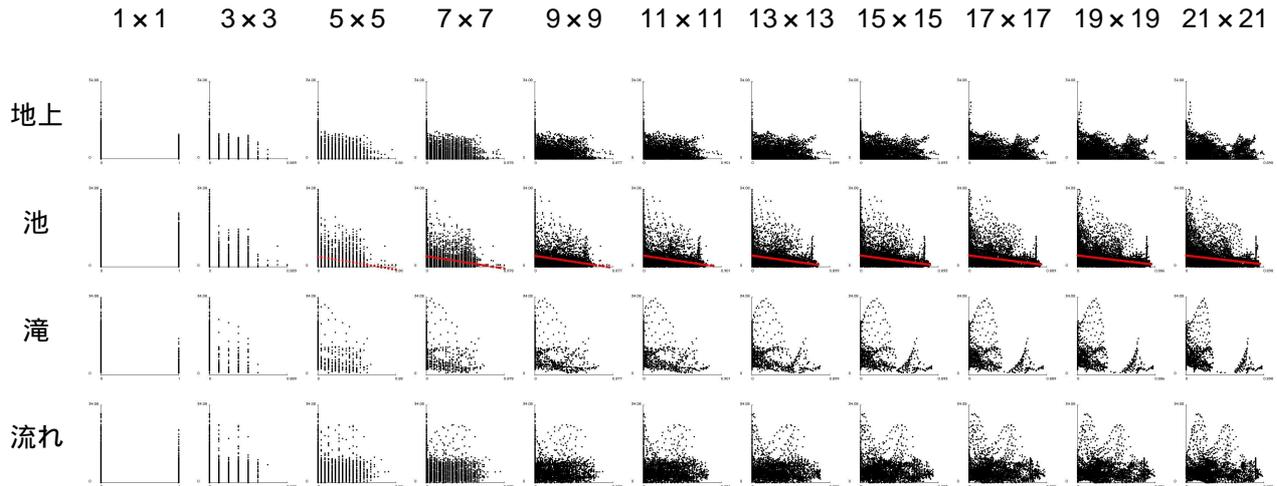


図 - 5.23 平滑化フィルタによる周辺環境要素と行動密度分布の散布図および単相関係数の変化 (境界強調データ「突起物境界」、散布図は図 - 5.11と同様の凡例となる)

5.3.5 構造方程式によるモデルの評価

本節では、すべての周辺環境要素を用いて、行動密度分布に対する影響を包括的に把握するために、共分散構造分析の下位モデルである構造方程式による観測変数の分析モデルを構築して、周辺環境要素のデータの違う3つのモデルの評価をおこなう。ここで用いた共分散構造分析プログラムは、SAS Release6.11のCALISプロシジャである。構造方程式によるモデルは、観測変数（基準変数と説明変数）で構成される下記の式 - 5.4を構築して、変数間の共分散行列から母数を推定するものである。たとえば、説明変数が3つの場合を考えると、基準変数を y_{s1} 、説明変数を x_{sj} 因果係数（偏回帰係数）を β_{ij} 、誤差項を ϵ_1 として、

$$y_{s1} = \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \beta_{13} & \beta_{14} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{s1} \\ x_{s2} \\ x_{s3} \\ 1 \end{bmatrix} + \epsilon_1 \dots \text{[式 - 5.4]}$$

と表現される^{5.5)}。

なお、一般的に絶対尺度（本研究で用いている周辺環境要素では、設計データ3要素）、間隔尺度（本研究で用いている、境界補間データ4要素および境界強調データ4要素）を用いた構造方程式モデルは、単回帰分析および重回帰分析と呼ばれているが、ここでは、ダミー変数である存在データ4要素を用いた構造方程式モデルを構築しているため、「構造方程式によるモデルの評価」とした。共分散構造分析では、分析者が任意のモデルを構成して解析をおこなうことができる。

本論文では、3つの構造方程式によるモデルを構築し、それぞれのモデルの比較をおこなうことにした。基準変数は、ここでは行動密度分布の全行動データを用いている。以下に、3つのモデルの説明変数の違いを説明する。

Model 1（ダミー変数である「存在データ」をそのまま用いたモデル）

構造方程式を用いたモデルをなるべく簡便に構成するために、説明変数に設計データ3要素（「最大標高差」「水深」「流速」と存在データ4要素（「植え込みの存在」「水の存在」「通路の存在」「突起物の存在」）を用いたモデル。存在データについてはダミーデータをそのまま用いているために、厳密には重回帰分析とはいえないため、構造方程式モデルとしてモデルを構成した。なお、設計データ3要素については、各形態の影響領域を考慮しながらも、簡便に解析をすることを意図して、「最大標高差」に

については、 9×9 [pixel]の平滑化フィルタを用いたデータを（これを「最大標高差09」とする。以下同様。）「水深」については「水深21」を、「流速」については「流速01」を用いることにした。

Model 2（各施設形態において、存在データの有無で別々にモデルを構成）

ダミーデータを用いた存在データを構造方程式モデルに含めず、存在データの有無により別々にモデルを構築し、設計データ3要素を用いた重回帰分析をおこなえるようにしたモデル。ただし、「水の存在」については、ほぼ施設形態と一致しているので、変数として用いないことにする。「地上」では「植え込みの存在あり」「通路の存在あり」「突起物の存在あり」「いずれもなし」のメッシュにおける4モデル、水上の「池」「滝」「流れ」については、それぞれ「突起物の存在なし」「突起物の存在あり」でモデルを構築した。これによって、解析領域におけるモデルは10個存在することになる。なお、設計データ3要素については、Model 1と同様に、「最大標高差09」「水深21」「流速01」を用いた。なお「地上」については、「最大標高差09」のみを用いた単回帰分析をおこなっている。

Model 3（単相関係数が最大となる変数を各施設形態ごとに選択したモデル）

このモデルは、できるだけ各施設形態における行動密度分布の説明率が高くなることを意図して周辺環境要素データを選択したものである。前項の解析から、各施設形態について最も単相関係数が大きくなる変数を7つの周辺環境要素から選択し、これを用いて重回帰モデルを構成した。

以上、3つのモデルの各施設形態における構造方程式モデルと、使用した変数をまとめて表 - 5.6 に示す。

表 - 5.6 構造方程式によるモデルと使用した説明変数

Model 1	最大標高差	水深	流速	植え込み	水	通路	突起物
地上	最大標高差09	-	-	植え込みの存在	水の存在	通路の存在	突起物の存在
池	最大標高差09	水深21	流速01	-	水の存在	通路の存在	突起物の存在
滝	最大標高差09	水深21	流速01	-	水の存在	通路の存在	突起物の存在
流れ	最大標高差09	水深21	流速01	-	水の存在	-	突起物の存在

注) 各施設形態における - の変数は、その施設形態でデータが存在しないことを示す

Model 2	最大標高差	水深	流速	植え込み	水	通路	突起物
地上×植え込みあり×通路なし×突起物なし	最大標高差09	-	-	あり	-	-	-
地上×植え込みなし×通路あり×突起物なし	最大標高差09	-	-	-	-	あり	-
地上×植え込みあり×通路なし×突起物なし	最大標高差09	-	-	-	-	-	あり
地上×植え込みあり×通路なし×突起物なし	最大標高差09	-	-	なし	-	なし	なし
池×突起物なし	最大標高差09	水深21	流速01	-	-	-	なし
池×突起物あり	最大標高差09	水深21	流速01	-	-	-	あり
滝×突起物なし	最大標高差09	水深21	流速01	-	-	-	なし
滝×突起物あり	最大標高差09	水深21	流速01	-	-	-	あり
流れ×突起物なし	最大標高差09	水深21	流速01	-	-	-	なし
流れ×突起物あり	最大標高差09	水深21	流速01	-	-	-	あり

注) 地上においては、「植え込みあり」と「通路あり」と「突起物あり」の領域は重複していない

注) 水上の3形態における「水の存在なし」「通路の存在あり」の領域は数が少ないのでここでは割愛した

Model 3	最大標高差	水深	流速	植え込み	水	通路	突起物
地上	最大標高差21	水深21	流速21	植え込み境界21	水際境界15	通路境界15i	突起物境界15
池	最大標高差09	水深21	流速21	植え込み境界21	水際境界21	通路境界21i	突起物境界11i
滝	最大標高差09	水深21	流速01	植え込み境界19	水際境界21	通路境界21i	突起物境界5
流れ	最大標高差09	水深09	流速17	植え込み境界19	水際境界21	通路境界21i	突起物境界9

注) 境界データにおける末尾のiは境界強調データを表す

表 - 5.7に各モデルにおける重相関係数（一部は、単相関係数）を示す。重相関係数が大きいものほど、説明変数（周辺環境要素）による基準変数（行動密度分布）の説明率が高いことを示している。これを見ると、各施設形態において適切な周辺環境要素を選択しているModel 3の説明率が最も高いことがわかる。特に、「地上」「池」においては、ダミーデータを用いたModel 1と比較して、重相関係数が0.6から0.9高くなっている。「滝」の変化が小さいのは、Model 1における設計データ3要素の変数選択が、「滝」における単相関係数の変化を基準にしておこなっているためであると考えられる。「流れ」については、ここにあげた以外のさまざまなモデルを比較してもそれほど重相関係数に差が現れない。これは、平滑化フィルタの変化による単相関係数の変化が小さいことと関係があるものと考えられる。Model 2は、重回帰分析のモデルであるが、形態を区別しても、それほど重相関係数が高くない。これは、用いる説明変数の少なさのためであり、存在データおよび境界データ4要素を含めた上で、行動密度分布の解析をおこなうことが適切であることを示している。

以上の結果より、後節で扱う各周辺環境要素の影響の大きさの評価、また、移動距離別の行動密度分布を用いた構造方程式によるモデルの解析、そして、周辺環境要素による行動密度分布の予測とその評価は、いずれもModel 3を使用しておこなうことにした。

表 - 5.7 行動方程式によるモデルの重相関係数または単相関係数

Model 1		Model 2		Model 3	
地上	0.48	地上×植え込みあり×通路なし×突	0.48	地上	0.57
		地上×植え込みなし×通路あり×突	0.50		
		地上×植え込みあり×通路なし×突	0.26		
		地上×植え込みあり×通路なし×突	0.47		
池	0.53	池×突起物なし	0.49	池	0.59
		池×突起物あり	0.55		
滝	0.86	滝×突起物なし	0.77	滝	0.90
		滝×突起物あり	0.86		
流れ	0.66	流れ×突起物なし	0.69	流れ	0.67
		流れ×突起物あり	0.65		

5.4 周辺環境要素による行動密度分布の影響と予測

5.4.1 周辺環境要素の影響と評価

本項では、前述の構造方程式によるモデルの中からModel 3を使用して重回帰分析をおこない、この偏相関係数または重相関係数を示すことによって、周辺環境要素が行動密度分布に及ぼす影響を評価する。

前節では、行動密度分布データは全行動のものを用いたが、ここでは2点間の移動距離が1.0[m]以下のものと、それを超えるものを集計した行動密度分布データについても用いるものとした。ただし、説明変数はModel 3と同様とした。このようにしておこなった重回帰分析の結果のうち、各施設形態におけるモデルを評価するために、各説明変数の評価指標となる標準偏相関係数と、全説明変数の評価指標となる重相関係数を表 - 5.8に示す。これによって、他の説明変数の影響を取り除いた状態における各施設形態における説明変数の影響の大きさを把握できる。

まず、全体の標準偏相関係数の傾向から考察をおこなう。これを見ると、まず「滝」を除いては全体的に「流速」の正の影響が大きいことがわかる。これは、流速の大きい領域が近い場合に、行動密度分布が大きくなることを示している。この結果と単重回帰分析における結果に相違があるが、これは、各説明変数間の相関係数が影響しているものと考えられる。たとえば「滝」においては、流速が負の標準偏相関係数、または小さな正の標準偏相関係数であるが、これは、「滝」における水深と流速の相関係数が大きいためであり、滝においては、結果的に水深の影響が大きいことが示されている。水深では、「滝」「流れ」における正の影響が大きい。これは、「水深」が深い場所の近くで行動密度分布が大きいことを示している。反対に「地上」「池」では、標準偏相関係数の値が小さい。これは、水深の深い場所が近くにある場合、行動密度分布が小さくなることを示している。最大標高差では、「池」のみが正の標準偏相関係数の値になっている。これは、池における大きな岩に分布が集まる傾向を示しているものと考えられる。植え込み境界、通路境界、突起物境界は、いずれの施設形態でも負の標準偏相関係数となっている。これは、植え込みの存在する領域、また通路の境界付近、また突起物のある場所（ただし、池においては、突起物境界付近）に接近するにしたがって、行動密度分布が小さくなることを示している。

次に、基準変数による標準偏相関係数の相違について考察する。全行動を集計した行動密度分布データと、2点間の移動距離が1.0[m]以下の行動を集計した行動密度分布データにおける重回帰分析の標準偏相関係数の傾向には大きな変化がない。正と負の偏相関係数の最大値も同一の項目となっており、正負の変化も、絶対値の小さい項

目に限られる。一方、これら2つの標準偏相関係数と、2点間の移動距離が1.0[m]を超える行動の行動密度分布を用いた重回帰分析における標準偏相関係数とは、傾向が少し異なっていることがわかる。特に「池」では水深が負の影響から正の小さな影響を示すようになってきている。これは、池における水深の深い場所、またはその付近における移動距離の大きな行動の多さを示すものである。また、正の偏相関係数が最大となるのは水際境界となっている。これは、池の中心付近において移動距離の大きい行動が多く見られることを示している。「流れ」においては、水深の標準偏相関係数が大きくなっている。これは、「流れ」における水深の深い場所では、移動距離の小さな行動よりも移動距離の大きな行動が多く見られることを示しているものと考えられる。

最後に、基準変数による重相関係数の変化から考察をおこなう。重相関係数は、すべての説明変数における行動密度分布の変動の説明力を表すものであるが、全行動と比較すると、2点間の移動距離が1.0[m/s]以下の行動は、重相関係数の値が全体的に小さくなる。これは、移動距離の小さな行動の予測がしにくいことを示している。反対に、2点間の移動距離が1.0[m/s]を超える行動は、重相関係数の値が全体的に大きくなることから、移動距離の大きい行動のほうが、行動密度分布の予測がしやすいことを示しているものと考えられる。

表 - 5.8 Model 3の重回帰分析による各説明変数の標準偏相関係数と重相関係数

全行動	最大 標高差	水深	流速	植え込み 境界	水際境界	通路境界	突起物 境界	重相関 係数
地上	-0.13	-0.18	0.24	-0.16	-0.01	-0.22	-0.04	0.57
池	0.08	-0.39	0.73	-0.06	0.32	-0.07	-0.13	0.59
滝	-0.19	1.57	-0.05	-0.17	-1.68	-0.06	-0.01	0.90
流れ	-0.04	0.13	0.15	-0.08	-0.69	-0.03	-0.07	0.67
<=1.0[m]	最大 標高差	水深	流速	植え込み 境界	水際境界	通路境界	突起物 境界	重相関 係数
地上	-0.19	-0.14	0.12	-0.12	0.04	-0.24	-0.02	0.42
池	0.14	-0.94	1.25	-0.08	0.16	-0.02	-0.14	0.46
滝	-0.18	2.49	0.04	-0.23	-2.71	-0.01	0.04	0.81
流れ	0.09	0.01	0.15	-0.05	-0.70	-0.05	-0.22	0.42
>1.0[m]	最大 標高差	水深	流速	植え込み 境界	水際境界	通路境界	突起物 境界	重相関 係数
地上	-0.08	-0.20	0.31	-0.18	-0.04	-0.19	-0.05	0.58
池	0.03	0.09	0.24	-0.04	0.42	-0.10	-0.10	0.65
滝	-0.16	0.29	-0.15	-0.08	-0.27	-0.10	-0.06	0.93
流れ	-0.14	0.21	0.13	-0.10	-0.62	-0.01	0.05	0.76

 各施設形態で正の偏相関係数が最大の変数
 各施設形態で負の偏相関係数が最大の変数

5.4.2 行動密度分布の予測と評価

Model 3の重回帰分析の結果を用いることで、7つの周辺環境要素をもとに行動密度分布の予測をおこなうことができる。これは、重回帰分析の重回帰式(式 - 5.4から誤差項を除いたもの)に各pixelの周辺環境要素のデータを入力することによって求められる。この方法によって、周辺環境要素の設計値を変更した場合にも、行動密度分布の予測が簡単におこなえるものと考えられる。

重回帰式は、説明変数(ここでは、7つの周辺環境要素)を x_i 、偏回帰係数を b_i 、基準変数(ここでは、行動密度分布)を \hat{y} 、切片を a とすると、以下の式 - 5.5のように表される。

$$\hat{y} = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_ix_i + a \quad \dots \text{ [式 - 5.5]}$$

本研究では、 b と x ともに7つであり、それぞれの周辺環境要素の偏回帰係数と、各メッシュの各周辺環境要素の値が入る。

7つの周辺環境要素は、施設形態による影響領域の大きさを適切に把握するために、施設形態別に別々の変数を用いているが、これを平面図上の同一の濃淡図に表現して、各説明変数の状況を視覚的に表現できるようにした。これを設計データ3要素については図 - 5.24に、境界データ4要素については図 - 5.25に示す。なお、これらの図においては、解析対象外の領域のデータを0として表現している。これらのデータを各形態別の重回帰式に当てはめることによって、周辺環境要素から全行動、また、2点間の移動距離が1.0[m/s]以下の行動、2点間の移動距離が1.0[m/s]を超える行動のそれぞれの行動密度分布の予測とその評価をおこなうことにした。

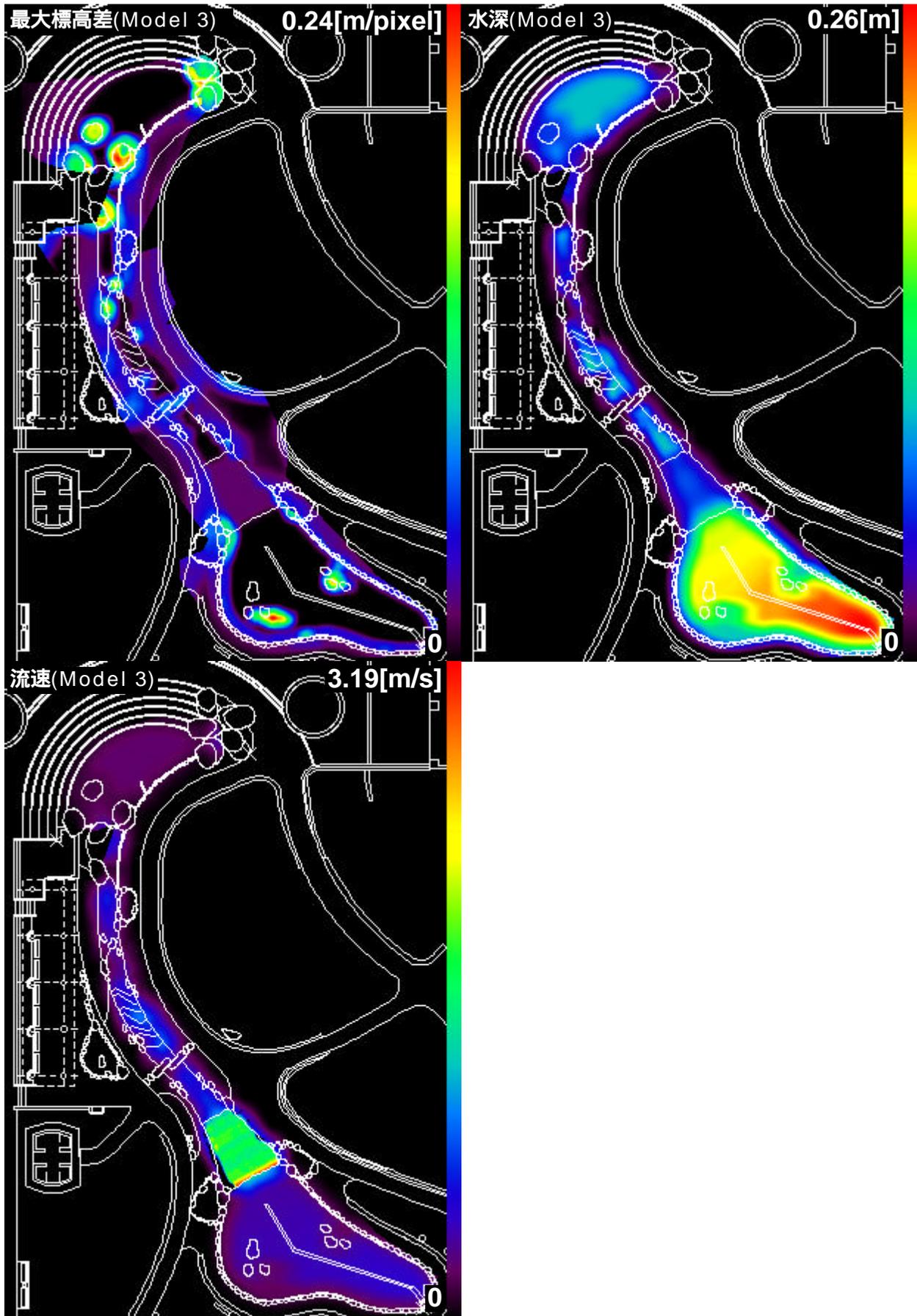


図 - 5.24 重回帰分析に用いる設計データ3要素の濃淡図

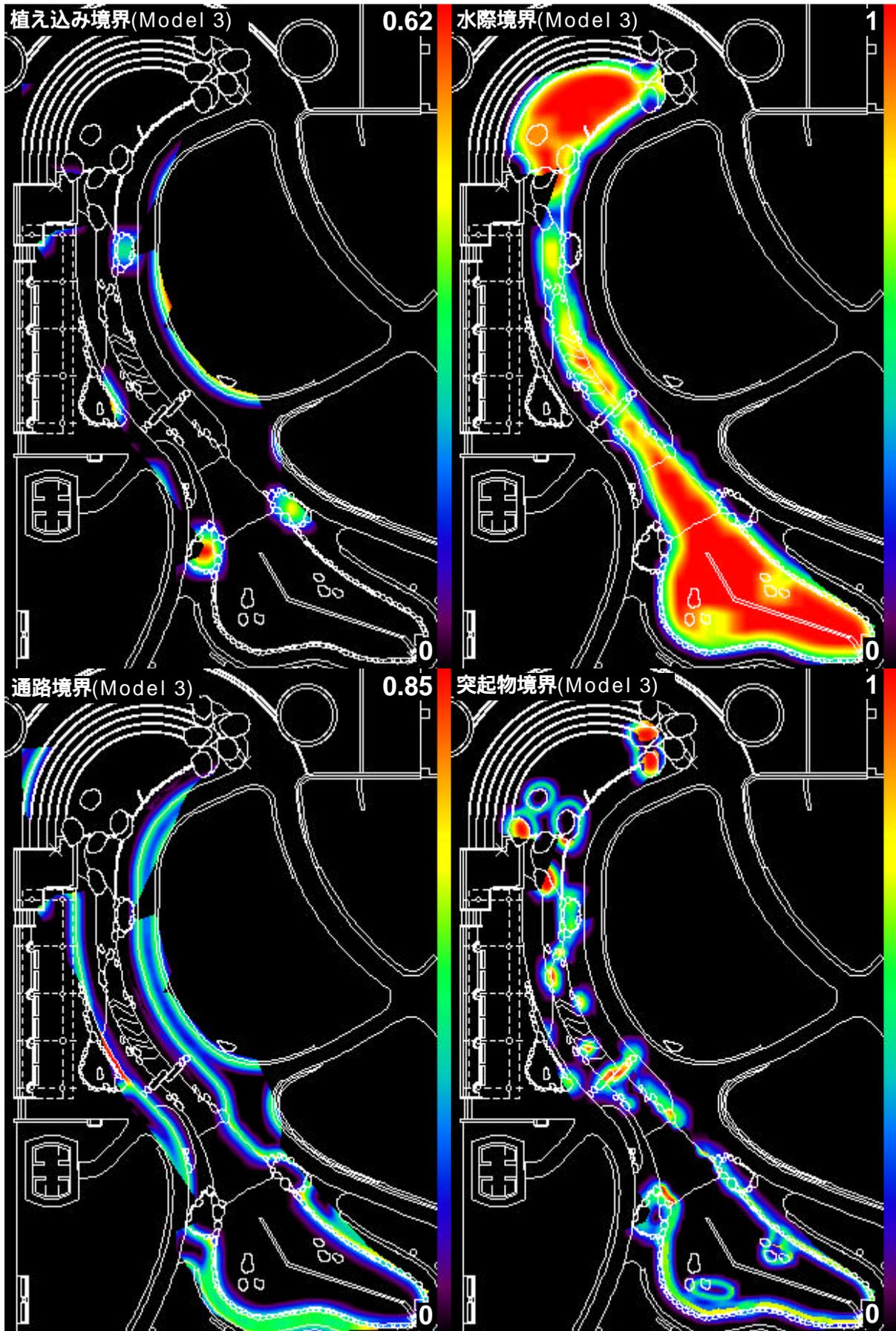


図 - 5.25 重回帰分析に用いる境界データ 4 要素の濃淡図

図 - 5.26から図 - 5.31にかけて、行動密度分布の実測値と予測値を比較するための濃淡図と散布図を示す。

まず、3つの基準変数を通した全体的な評価をおこなう。行動密度分布を濃淡図より比較すると、予測値においては細かな行動密度分布の変化が消えてしまっているものの、施設形態による行動密度分布の変化におおよそ対応していることがわかる。たとえば、「滝」と「池」の境界付近における行動密度分布の大きな地点については、いずれの基準変数においても対応がされている。これは、「滝」の重相関係数が高いためであると考えられる。「滝」の次に重相関係数の高い「流れ」においては、水深の深い場所（段差になっている付近）における行動密度分布の増加や、突起物境界付近の行動密度分布の減少に対応していることがわかる。「池」においては、突起物の存在しているところ（岩の上）における行動密度分布が高くなっており、逆に突起物と水上の境界付近で行動密度分布が減少しているところがよく対応していることがわかる。また、水際における行動密度分布の減少にも対応している。しかし、池の中央付近に散在する行動密度分布の大きい部分には対応しておらず、同一の値を示していることがわかる。この部分の行動密度分布を説明するには、新たに周辺環境要素を設定する必要があるものと考えられる。施設形態と対応させてみると、下部の池では排水口に至るまでの集水溝の部分（幅20[cm]程度、高さ3[cm]程度の段差になっている）、上部の池では水際のスロープと池の中間にある小さな石の列に対応しているので、これらを変数として定義することにより説明力が高くなる可能性がある。「地上」は、重相関係数が最も小さいために、全体的に予測値が平坦になっている。たとえば、上部の池における階段状スロープの中央付近やパーゴラ近くの行動密度分布の大きい場所、滝と石橋の中間にある行動密度部分の大きい場所は、いずれもその場所に入り込みやすいという特徴を備えている（たとえば、スロープよりは階段のほうが水に近づきやすい、パーゴラの近くは子供の往来が多い、通路の交差点で幅が広いなど）と考えられるが、これらを盛り込んだ変数が必要になるものと考えられる。また、地上においては、施設への入口などの指向性を定量化する必要があるものと考えられる。この点では、水上の3要素とは異なった予測方法を検討する必要があるものと考えられる。

次に、散布図による比較をおこなう。散布図は施設形態別に色分けすることによって、施設形態別に実測値と予測値の対応がなされているかどうかを評価できるようにしている。ここでは、「地上」が赤、「池」が緑、「滝」が青、「流れ」が水色でプロットされている。全体的に青の「滝」は比較の実測値に予測値が対応していることがわかる。しかしながら、負の予測値が算出されているものもある。これは、水深以外をすべて負の影響と評価していることが影響しているものと考えられる。

全行動についての傾向を見ると、池においては、一部の实測値については予測値が対応していることがわかる。これは他の施設形態の境界付近のデータであることが予

想される。これに対して、予測値が $5[\text{person}/\text{pixel}\cdot\text{h}]$ でとどまっているところは、池の中央付近で突出した値を持つ行動密度分布であると考えられる。赤の「地上」においては、全体的に行動密度分布が小さく評価される傾向が示されている。行動密度分布の実測値が小さい場合には、比較的予測値が追従するものの、地上においては、 $10\sim 15[\text{person}/\text{pixel}\cdot\text{h}]$ の実測値のデータの予測値が $1.0[\text{person}/\text{pixel}\cdot\text{h}]$ にとどまっているものもある。水色の「流れ」においては、行動密度分布の実測値が低い場合にも高い予測値を示しているものがあることがわかる。 $0[\text{person}/\text{pixel}\cdot\text{h}]$ 近くの実測値でも、 $6.0[\text{person}/\text{pixel}\cdot\text{h}]$ あたりの予測値が算出されている。

2点間の移動距離が $1.0[\text{m}]$ 以下の行動密度分布を見ると、赤の「地上」と水色の「流れ」に関しては、ほとんど小さな予測値を算出していることがわかる。これは、この行動密度分布の実測値の分布が集中していることが影響しているものと考えられる。

2点間の移動距離が $1.0[\text{m}]$ を超える行動密度分布を見ると、緑の「池」における行動密度分布の突出値において予測値が追従できていないこと以外は、比較的予測値が実測値に追従していることがわかる。

すべてのデータについて実測値と予測値の相関係数(このモデルの重相関係数にあたる)をまとめてみると、行動密度分布(全行動)は 0.563 、行動密度分布(2点間の移動距離が $1.0[\text{m}]$ 以下のもの)は 0.557 、行動密度分布(2点間の移動距離が $1.0[\text{m}]$ を超えるもの)は 0.532 となる。ここでは、2点間の移動距離が $1.0[\text{m}]$ を超えるものが最小値を示しているが、これは、行動密度分布の突出値において予測値が実測値に追従できていないことを表しているものと考えられる。

このモデルは、比較的形態の特性にあった予測値を算出できるモデルであることを確認したが、一部の突出値への追従がなされないことが確認できた。この問題を解決するには、先に述べた変数の追加のほかに、非線形の解析および予測手法の適用が必要であると考えられる。

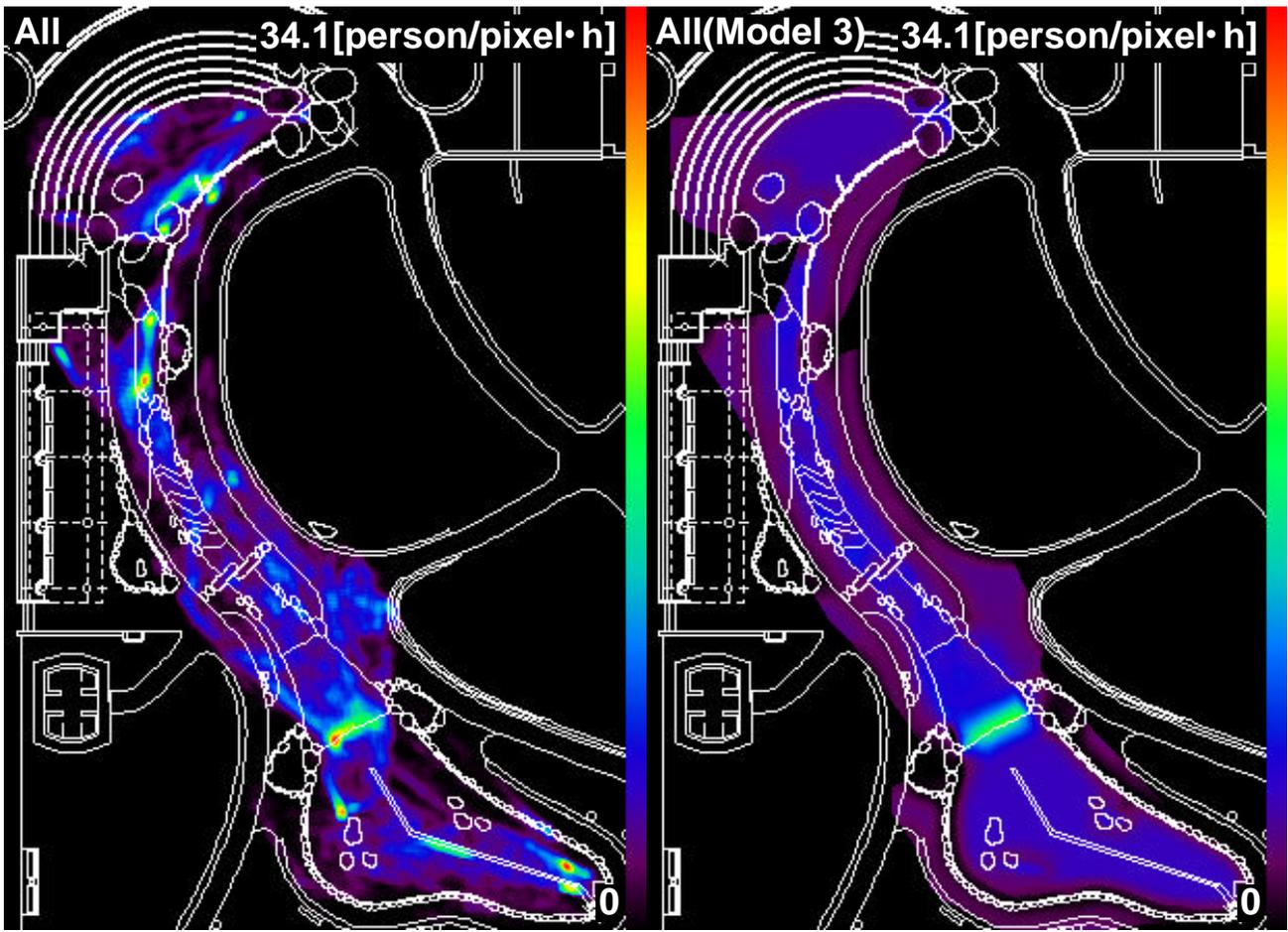


図 - 5.26 行動密度分布（全行動）の実測値と周辺環境要素による予測値との比較
 （濃淡図による比較：左が実測値、右が予測値）

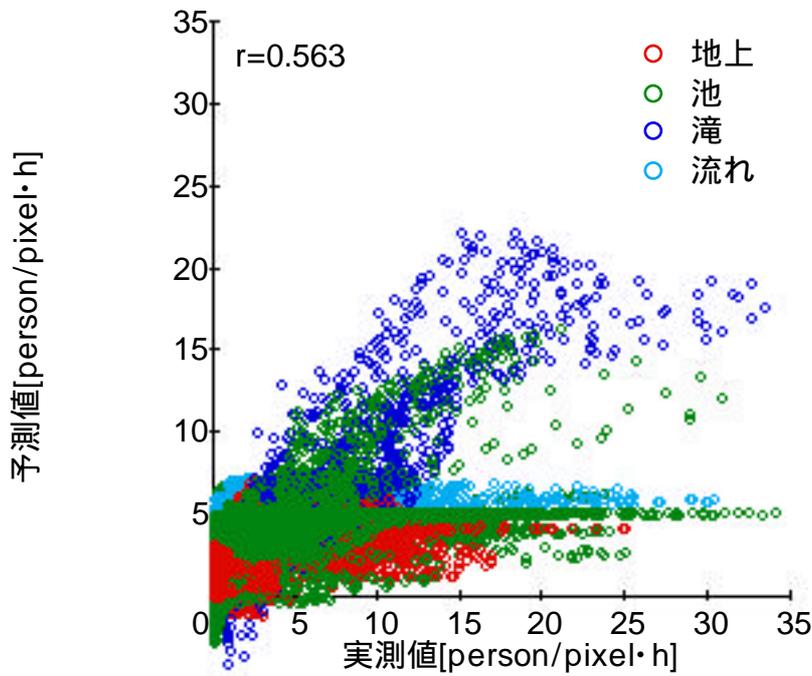


図 - 5.27 行動密度分布（全行動）の実測値と周辺環境要素による予測値との比較
 （散布図による比較：x軸が実測値、y軸が予測値）

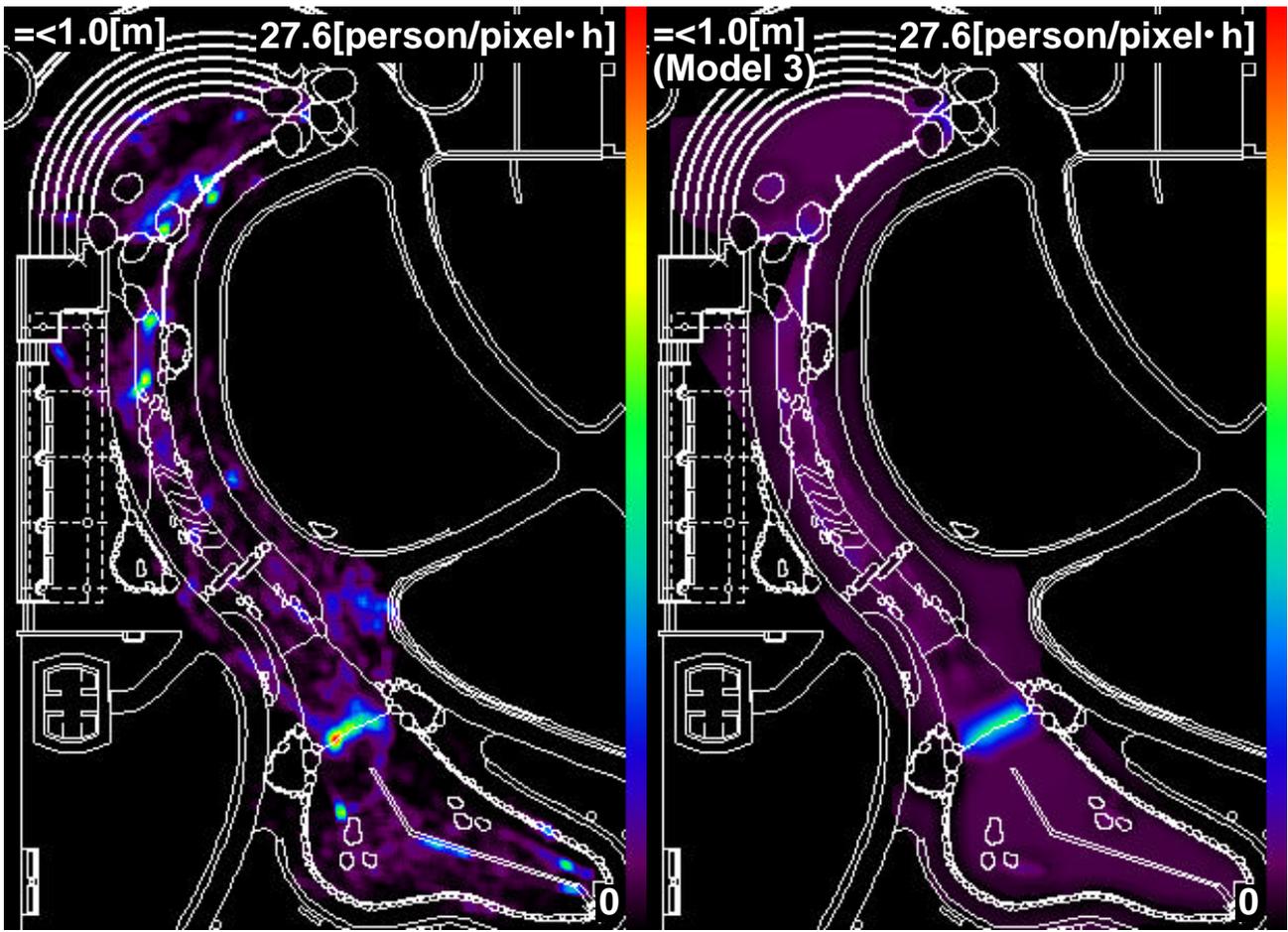


図 - 5.28 行動密度分布（2点間の移動距離1.0[m]以下）の実測値と周辺環境要素による予測値との比較（濃淡図による比較：左が実測値、右が予測値）

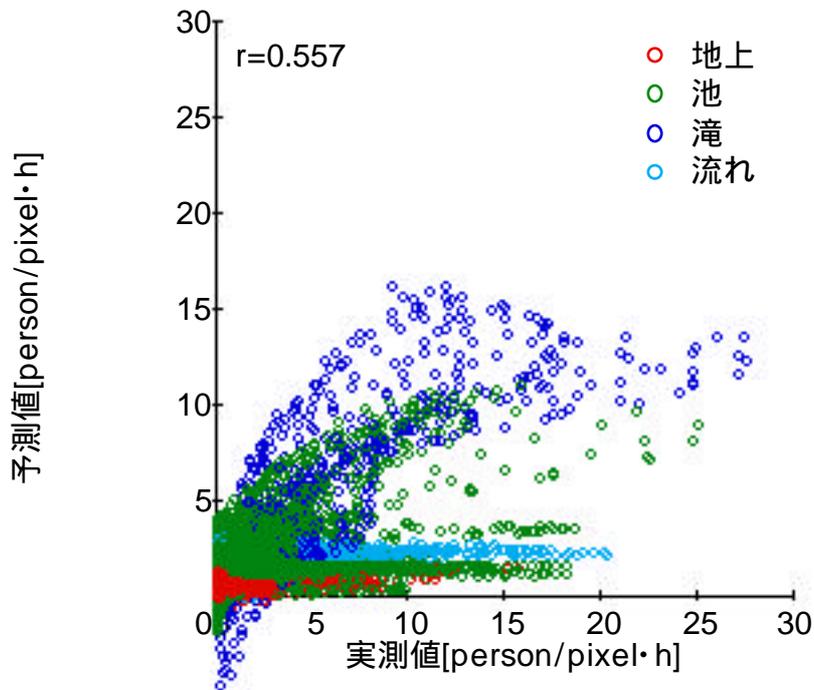


図 - 5.29 行動密度分布（2点間の移動距離1.0[m]以下）の実測値と周辺環境要素による予測値との比較（散布図による比較：x軸が実測値、y軸が予測値）

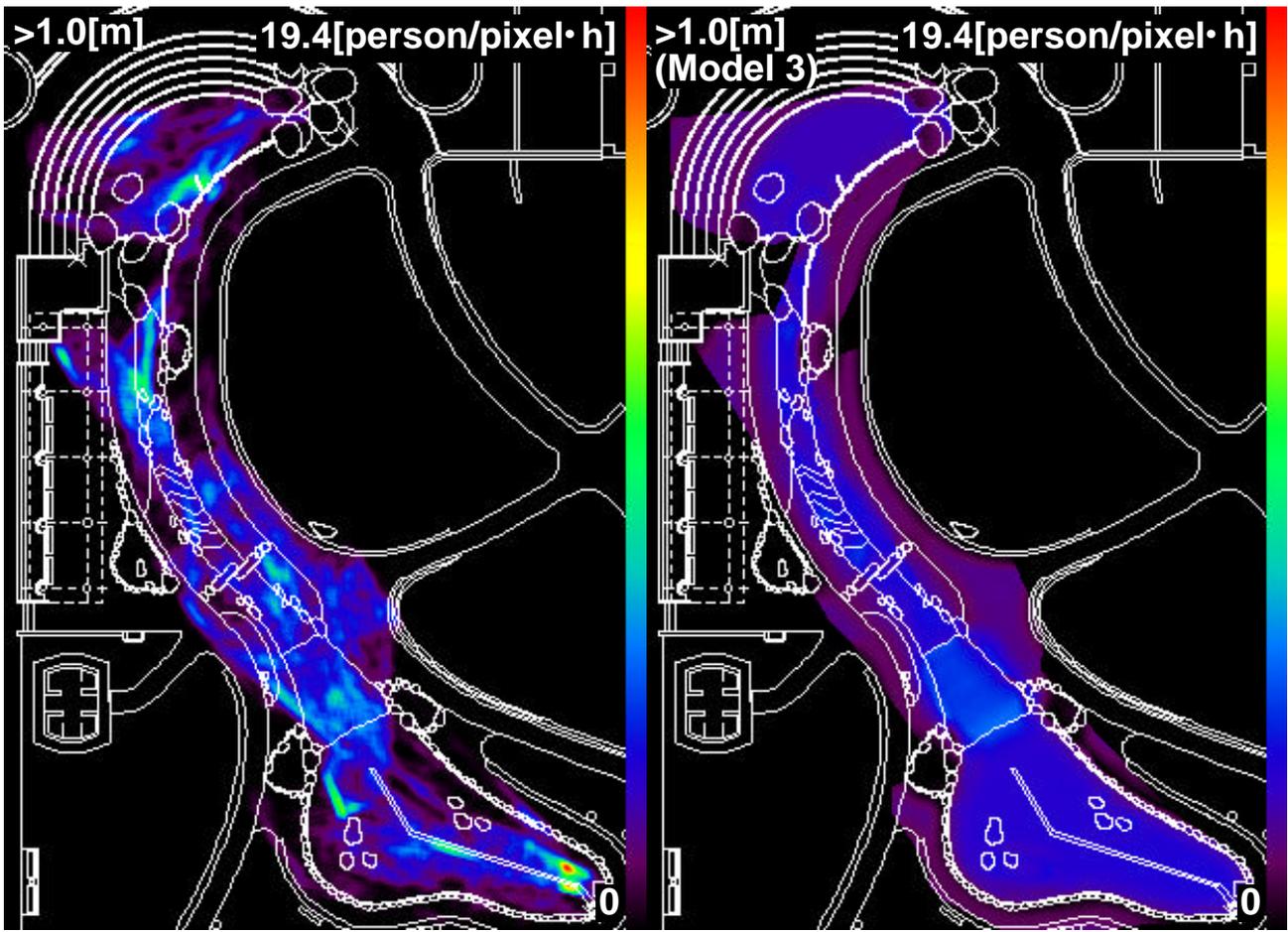


図 - 5.30 行動密度分布（2点間の移動距離1.0[m]超）の実測値と周辺環境要素による予測値との比較（濃淡図による比較：左が実測値、右が予測値）

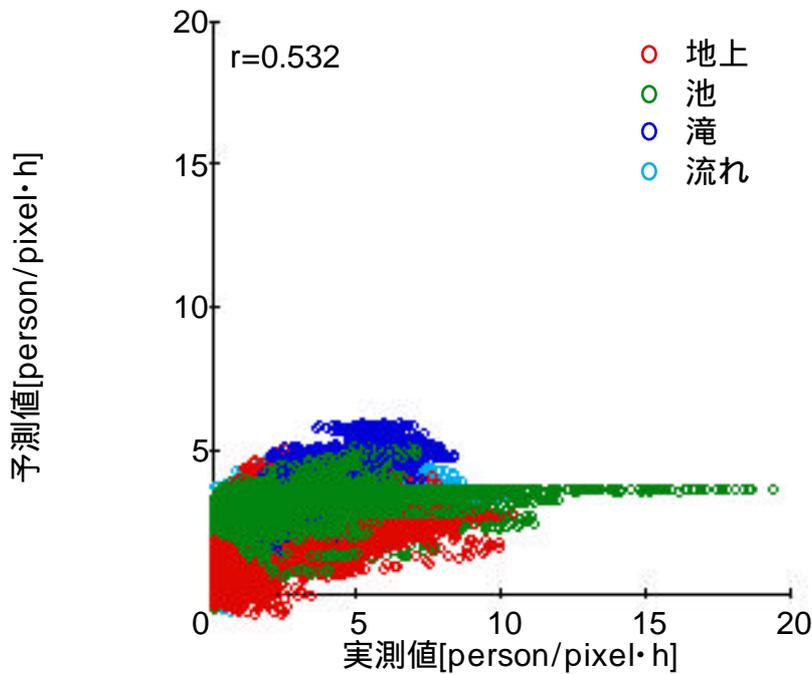


図 - 5.31 行動密度分布（2点間の移動距離1.0[m]超）の実測値と周辺環境要素による予測値との比較（散布図による比較：x軸が実測値、y軸が予測値）

5.5 まとめ

本章では、画像処理による人の抽出のアルゴリズムを適用することで、より詳細な行動データを抽出し、水景施設における人の行動を包括的に把握すること、また周辺環境との関係をより定量的に把握することを目的として解析をおこなった。

まず、測定データのうち、任意に解析データとして用いるデータを抽出し、画像処理により人の行動を抽出し、このデータについての基礎統計量を取得し、水景施設における人の行動の傾向を考察した。

次に、人の行動と周辺環境との関係を、従来の手法より定量的に把握するための検討をおこなった。まず、設定したメッシュデータにおける人の行動軌跡の累計を行動密度分布と定義してこれを取得し、平面図上にプロットすることで傾向を把握した。次に、人の行動に影響を与えると考えられる周辺環境要素を検討して、これらのデータを取得し、各周辺環境要素と行動密度分布との関係を散布図および単回帰分析、または分散分析により検討した。

行動密度分布は、各メッシュにおける周辺環境要素の値のほか、周辺環境要素の近隣のメッシュの影響があるものと考えられることから、これを周辺環境要素データを平滑化することによって表現し、これと行動密度分布との関係を散布図に示すことで、周辺環境要素の影響範囲の大きさについて検討をおこなった。

そして、すべての周辺環境要素を用いて、行動密度分布に対する影響を包括的に把握するために、構造方程式による観測変数の分析モデルを3種類構築し、これらの評価をおこない、最終的に全体として最も説明力の高いモデルを選択し、行動密度分布に対する周辺環境要素の影響を考察し、このモデルの評価をおこなった。

最後に、選択されたモデルから得られた重回帰式を用いて周辺環境要素による行動密度分布の予測をおこない、これを濃淡図と散布図に示すことで評価をおこなった。

第6章 結論

6.1 本論文のまとめ

6.2 今後の展望と課題

6.1 本研究のまとめ

本研究は、近年住宅団地や公園などの外部空間において多く導入されている水景施設に関して、設計資料の取得と、これを用いた設計手法の開発を目的としている。この目的を達成するために、稼働している水景施設における人の滞留行動の把握をおこなった上で、この画像をコンピュータに取り込んで画像処理することにより、人の行動を包括的にとらえる方法を開発した。そして、周辺環境要素との関係を定量的に把握するために人の行動分布をモデル化し、周辺環境要素による行動密度分布の予測をおこない、これを評価した。

以下に、本論文の作業内容と得られた知見を示す。

第1章「緒論」では、本研究の背景と目的、意義を述べた。従来の水景施設の計画、設計においては、人に触れる施設の部分のデザインと給排水衛生設備のデザインの両面が計画段階から十分に考慮に入れられていない現状を示し、両者を考慮に入れた設計手法の開発の必要性を示した。また、本論文の全体構成を示した。

第2章「水景施設の現状と問題点」では、水景施設の計画、設計、維持管理、および利用の実態を把握するために、設計資料となる文献の調査や計画者・設計者・管理者へのヒアリング、および、現地調査をおこなった。これらの調査に基づいて、現在の水景施設の計画・設計・維持管理方法の問題点の指摘をおこない、その結果をふまえて、人の行動を水景施設の計画、設計のための評価指標として適用する提案をおこなった。

第3章「水景施設における滞留行動の把握」では、水景施設の基礎的な設計資料を取得することを目的として、施設形態が多様で親水利用の多い水景施設を選定し、人の行動と周辺環境要素を測定した。得られたデータのうち5秒以上同一箇所に留まる行動を滞留行動と定義してこれを抽出し、滞留行動の特性を各行動形態と水景施設の形態との関係から解析した。この結果、水景施設における滞留行動の形態は大きく10種類に分類され、このうち5つの行動で多くの滞留行動が説明できること、さらに、属性による滞留行動の違い、滞留時間に見られる突出したピークについて考察した。また、滞留行動の指標として滞留密度と平均滞留時間を定義し、これを平面図上に濃淡図でプロットすることによって、施設形態との関係を考察した。

第4章「画像処理による人の行動の抽出」では、滞留行動以外の行動を含めた包括的な行動の把握のために、行動の自動解析の手法を開発することを目的として、コンピュータによる画像処理の導入によって人の行動を抽出する方法を検討した。ビデオカメラに収録した画像データを2秒間隔でコンピュータに取り込み、3枚の画像の行列演算により移動物体としてのセルを特定し、画像の特性を把握した上で最適な抽出画像を得た。これをセルの形態の条件から人として認識し、各時刻の認識されたセルを結合させることにより、最終的に連続する人の行動の軌跡を抽出した。一連の行動抽出アルゴリズムの評価は、一部のデータについての目視結果と比較することでおこない、抽出数の比例が保たれることや抽出位置の差が少ないことなど、良好な結果が得られたことから、本手法が行動解析における有用な手法であることを明らかにした。

第5章「画像処理を用いた人の行動の解析」では、まず、水景施設における人の行動を包括的に把握することを目的として、前章で検討した画像処理による行動抽出アルゴリズムを用いて行動データを抽出し、抽出された行動データの基礎的解析をおこない、行動時間、移動距離についての傾向を把握した。また、人の行動に影響を及ぼすと考えられる7つの周辺環境要素を選定した後、行動データに対応するこれらのメッシュデータを作成し、行動軌跡を集計して得られた行動密度分布と周辺環境要素との関係を把握するための解析をおこなった。まず、施設形態による行動密度分布の違いを分散分析により確認し、周辺環境要素による行動密度分布の傾向をみた。次に、隣接メッシュ間の影響範囲を適切に評価するためにメッシュデータの平滑化をおこない、各周辺環境要素によって行動密度分布の解釈ができる適当な影響範囲を確認した上で、これらのデータを用いた3つの構造方程式モデルの適用を検討した。この結果より、行動密度分布の変化に対する説明力の高いモデルを選択し、このモデルについて重回帰分析をおこなうことにより、施設形態ごとに各周辺環境要素の行動密度分布に対する影響の強さを把握した。また、重回帰分析により得られた重回帰式を用いて、7つの周辺環境要素から行動密度分布を予測し、モデルの適用性を評価した。このモデルは、突出する行動分布密度には追従できない部分があるものの、全体的には、周辺環境要素の変化に対して比較的適切に対応することが明らかになった。

第6章「結論」では、本研究の成果をまとめて結論を述べるとともに、今後の課題について示した。

6.2 今後の展望と課題

本論文をまとめるにあたり、本論文の流れに基づく研究における今後の課題、および、水景施設の分野全体に関わる5年間の状況の変化を示した上で、今後、水景施設の分野で取り組むべき課題をあげておく。

まず、本研究の今後の課題を3点あげる。

1. 4章と5章においては、画像処理を用いた解析方法の検討と基礎的な解析方法の例を示した。画像処理における解析では、当初からセルの形状を測定しており、滞留行動の10分類に基づく行動形態の自動的な把握を考えていた。また、おのこの行動を連続的に解析することにより、行動変化を読みとろうと試みた。しかしながら画像の精度が十分に得られない現状や作業時間の問題から、本論文では上記内容についての解析を見送ることにした。しかしながら、これらの行動を測定・解析することは今後必要なことと考えられるので、継続して解析方法を検討していきたい。

2. 画像処理における解析で用いている平面図は、当初から設計寸法を考慮した大きさにメッシュデータが作成されている。また、ポリウムで建築をとらえるという考え方をとっていることなど、全体的には、プロセスそのものを設計手法としてとらえ、この研究でおこなった手法が、将来おこなわれるべきCADを用いた設計手法の開発につながるように研究を進めている。そのため、現在の設計手法とは観点が異なる部分がある。当初は、CADと連動した解析手法および設計手法を検討してきたが、現状ではCADのデータはベクトルデータであり、対応関係が現状においてはうまくとれなかった。このあたりは、CADフォーマットの策定状況などの動きをにらみながら、今後対応する必要性が生じてくるものと考えている。

3. 本研究では、当初、単回帰分析と重回帰分析における線形モデルにより、各周辺環境要素と行動密度分布の関係を把握し、その後、非線形重回帰分析を用いた予測評価をおこなうことを考えていたが、現状では有効な解析手法がパッケージとして開発されていないことから、作成のために相当の時間を要することがわかった。そのため、非線形モデルの構築は今後の課題として扱うこととした。

次に、水景施設の分野全体に関わる5年間の状況の変化を示した上で、今後、水景施設の分野で取り組むべき課題をあげておく。

本研究は、5年間にわたっておこなわれたものであり、人の行動と周辺環境の関係を定量的に把握し、設計資料作成のための基礎資料の取得と設計手法の開発を主目的におこなってきた。この5年間の間に、渇水による水不足で水景施設の稼働が長期間にわたって停止したことがあった。また、兵庫県南部地震によって水景施設などの貯水能力がある設備に関する関心が高まり、水景施設の利用目的が多様になった。そして昨年の細菌O-157の集団感染により、水景施設の水質管理に関する問題が改めて浮上し、これにともないいくつかの施設では稼働を停止し、またほとんどの施設において、注意書きの看板が掲示される事態となった。このように、水景施設に関する状況は、社会情勢によって大きく変化しつつあり、これらの経験をふまえた上で必要水量、必要水質の基準を作成し、従来おこなわれてきたアンケート調査による利用状況、被験者実験による水景施設の評価、そして本研究でおこなった人の行動と周辺環境の關係の定量的な把握を包含した設計指針および設計手法の作成が望まれる。

最後に、水景施設の設計指針を作成していくために必要な各要素の計画・設計・運用のモデルや各要素の評価モデル、複合要素（横断的要素）のモデルについての現状と問題点および今後の課題を示すことで、今後の展望と課題のまとめとしたい。

(1) 各要素の計画・設計・運用のモデル

最適設計・計画（気象・景観・利用者・行動の把握）

（現状と問題点）

現状の水景施設を見ると、計画・設計段階から形態的な、また、にぎわい創出的なデザインに傾倒した傾向が強いために、環境状況の把握や利用状況や環境変化の想定を考慮に入れることが十分なされていない（または、予測がまちがえていると思われる）例が多く、それによって要求水質を満たさずに稼働停止に至る施設や、利用形態に合わない施設形態により、実際の想定と異なる利用のされ方をされる施設など、問題点があまりに多い。

（今後の課題）

上記のような問題点は、水景施設の循環系をひとつの系としてとらえ、すべてを一貫してデザインすることにより解決するものと考えられる。水が循環する水景施設を要素に分解すると、人などの生物に見えるSurfaceの部分と、水を注入・排出・浄化・循環させるBottomの部分がある。Surfaceの部分においては、水景施設の4形態として「噴水」「落水」「流水」「湛水」の4つの形態があり、それぞれについて必要な水

圧、流速、床材などがある。Bottomの部分においては、ストレーナ、ろ過装置、揚水ポンプ、消毒装置などが配管とともに組み込まれており、この性能を決定するために基本設計からの要求性能の把握が必要になってくる。水景施設の詳細設計を考える場合、このSurfaceがいかに利用者（生物）に効果的に作用するのかをまず把握し、次にこれに見合ったBottomの部分をどのように設計するかを考える必要があり、これらの各要素を定量的に把握することができるモデルが必要になる。この概念を表したものが図 - 6.1である。

現状でもさまざまなモデルが構築されているが、例をあげると水景施設で起こりうる事象である気象・景観・利用者・人間行動等の事前把握・予測が必要である。まず、これらのデータ蓄積のための調査・解析をおこなうことが必要になると考えられる。気象では、気温・湿度・天候・気流による水の蒸発や水質の変化、利用者の変化の調査と解析、利用状況では、上記の記述のような気象による変化のほかに、生活時間の把握、利用者の年齢構成・施設利用者の距離圏などの調査と解析、景観では、実空間における調査からシミュレーションによる状況変化に対する評価の変化の予測、人間行動では、施設形態による人の行動の調査と予測をおこなうことにより、施設の設置目標にかなう水景施設の設計資料を得ることができるものと考えられる。各要素についての概念を示したものが図 - 6.2、図 - 6.3である。

水景施設の運用と維持管理

（現状と問題点）

水景施設の運用と維持管理は、稼働時間の調整や噴水などのポンプの制御は手動またはタイマーによる運転、維持管理としては、水質の調整、浮遊物の除去、各機器の保守や交換などである。これらのノウハウはまとめられつつあるが、実際には、設計時の予測とは異なる水質の劣化や機器の劣化がおこっている例が見られる。

（今後の課題）

水景施設は、屋外におかれることから施設の劣化が早期に起こる。よって、屋外環境の把握により事前に維持管理スケジュールを組み込んでおくことが望ましい。塩素の注入、ろ過装置の逆洗、カートリッジ交換、ゴミの排除などの保守から、ノズル、ポンプ、床材の更新まで、あらゆる保守および更新のスケジュール管理が求められる。また、施設の状況を常にモニタリングしておくことによって、過去のデータを蓄積することにより将来の運転制御の管理をすることが可能になるので、そのようなシステムをあらかじめ組み込んでおくことが望まれる。この概念を示したものが図 - 6.4である。

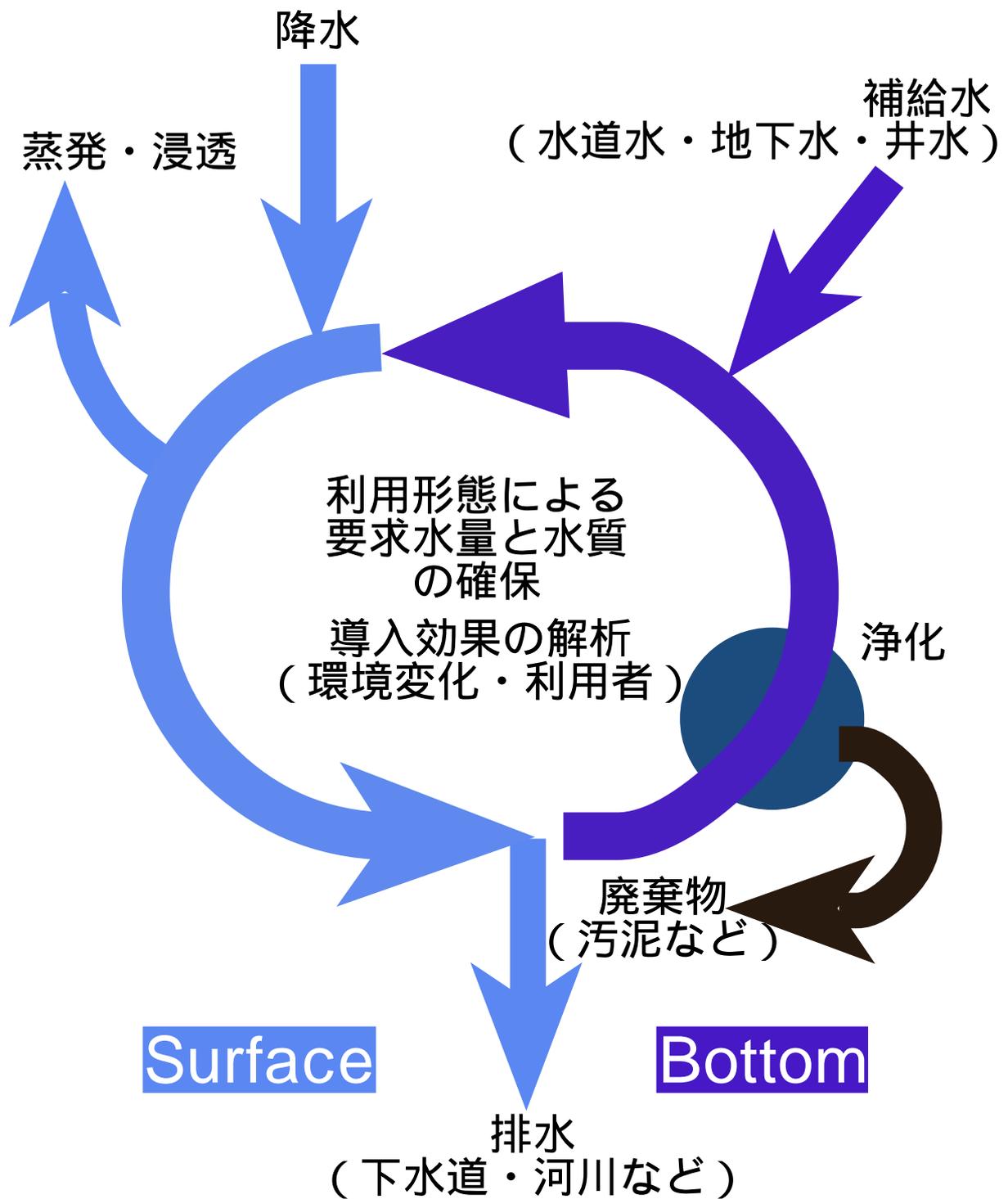


図 - 6.1 水景施設の最適設計・計画モデルの概念

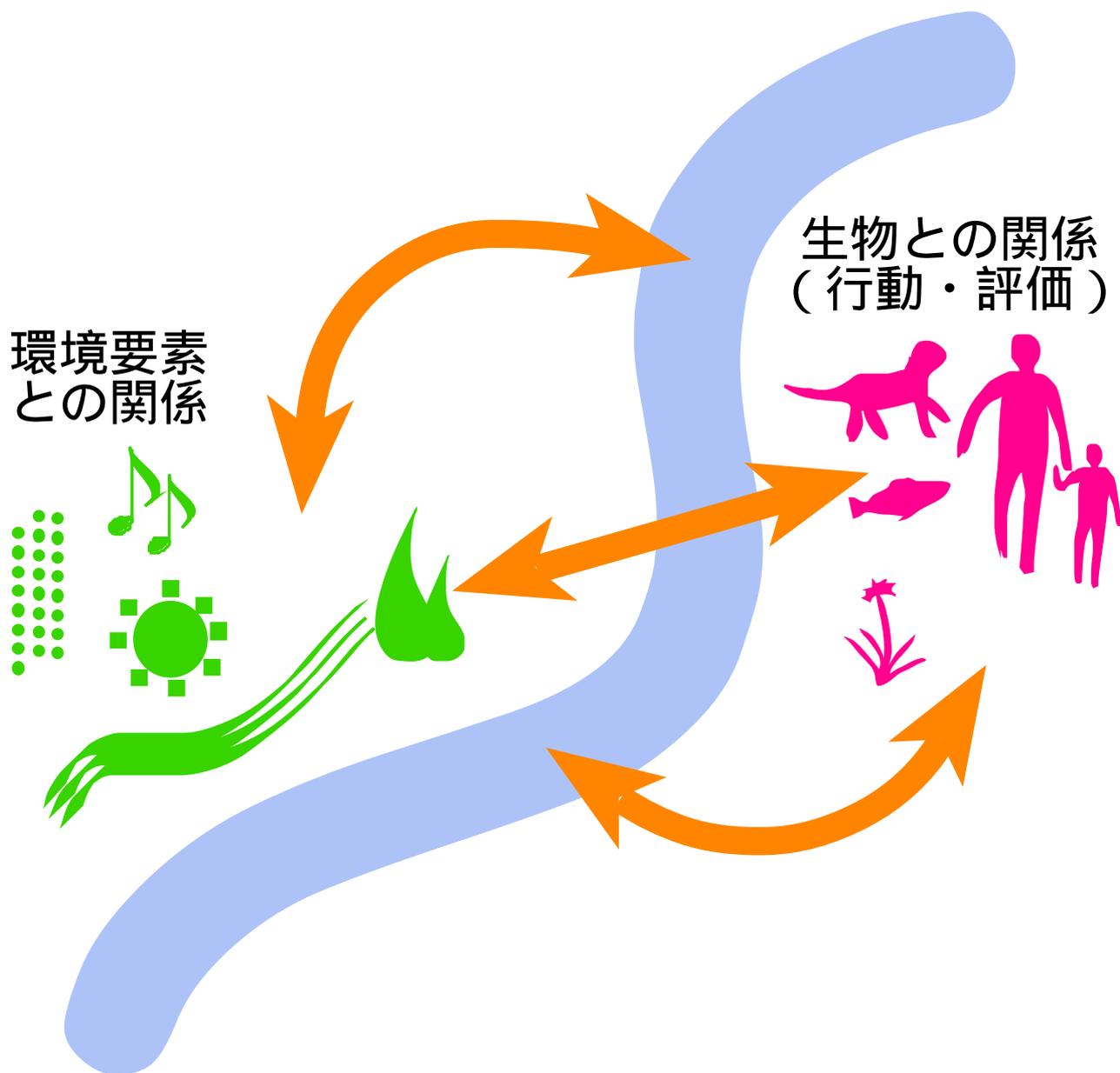


図 - 6.2 水景施設のSurfaceの個別モデル

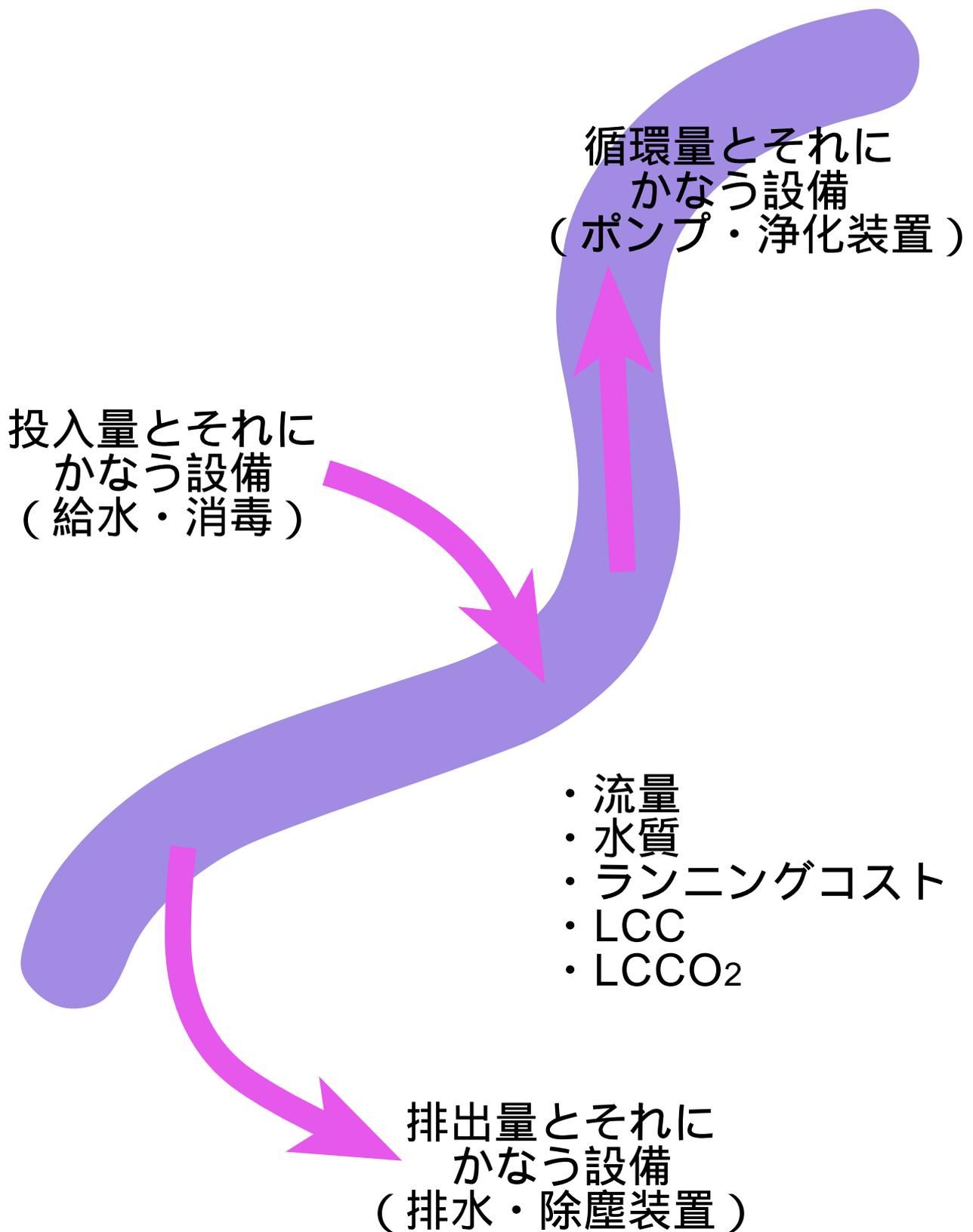


図 - 6.3 水景施設のBottomの個別モデル

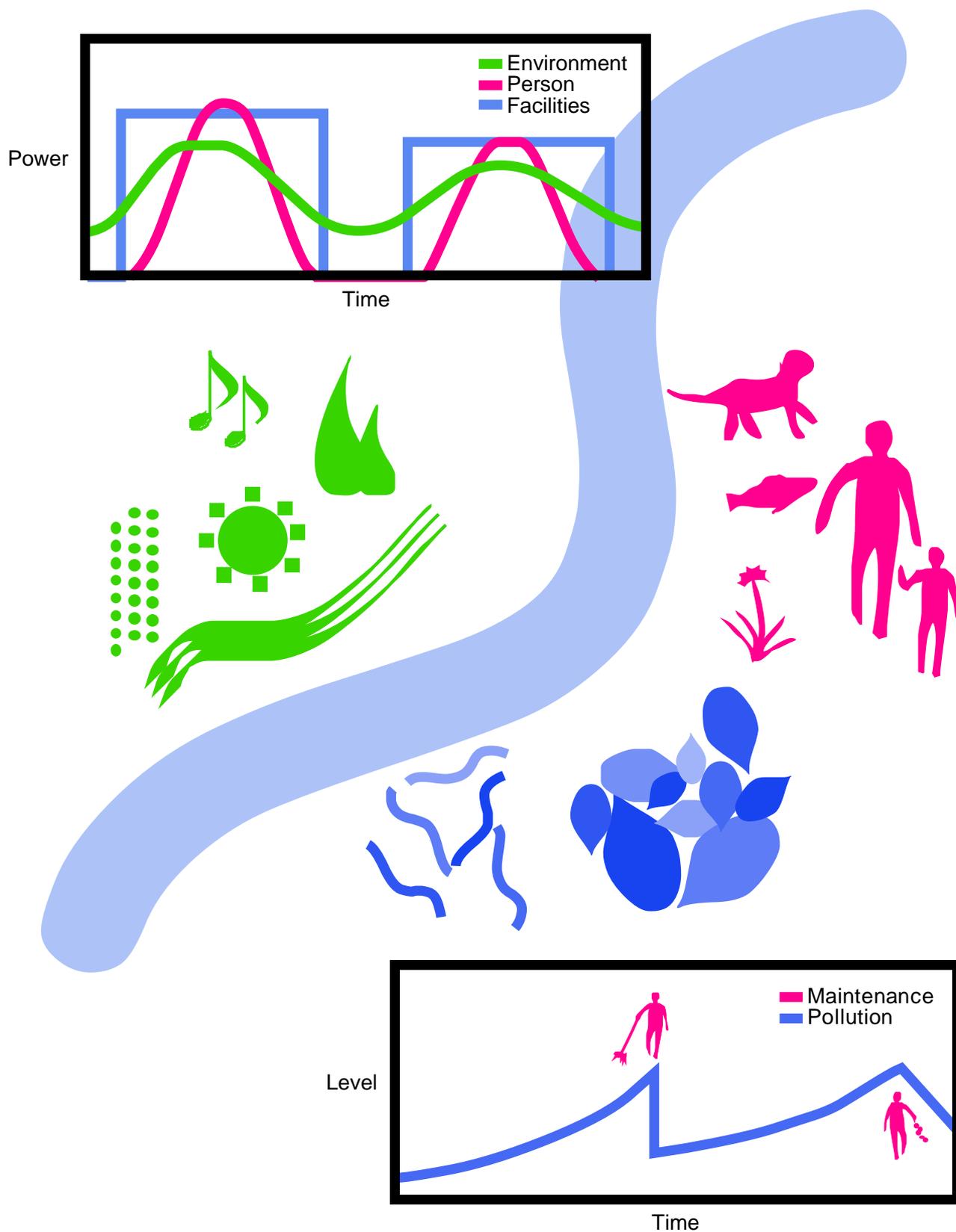


図 - 6.4 水景施設の運用と維持管理モデルの概念

(2) 各要素の評価モデル

導入効果

(現状と問題点)

水景施設は、「治水」「利水」の概念でとらえられてきた水利用に「親水」という概念を持ち込んだものであり、今までは、人間のレジャー時の利用価値を主として考えてきたものが多い。しかしながら、水景施設は、地区の主要な水源となる例が災害時のときに見られた。また、生態系を保護する意味から三面コンクリート張りの護岸を自然護岸に戻す河川の例などが見られるようになってきていることから、水景施設も多様な利用形態を考慮に入れていく必要があると考えられるが、現状ではまだそこまで至っていない施設が多いものと考えられる。

(今後の課題)

水景施設の導入は、必要不可欠なものというよりも付加的な目的が大きいことから、まずその付加的な利用価値を享受する主体を想定した上で、主体の周辺環境から影響を受ける係数を利用者の増加や満足度の高揚・気候調整機能・災害時における水利用などとして具体化し、水景施設の施設規模・施設形態・必要水量・電力量・要求水質などの設備容量との関係を効果関数として予測することが必要になるものと考えられる。上記のような多岐にわたる導入効果をいかに定量的な評価として表すかが今後の検討課題となる。

最適計画（施設規模・施設設計・要求水量）

(現状と問題点)

導入効果と最適計画は、表裏一体のものとして結びつけられるものであるから、最適計画は主体によって変化するものと考えられる。たとえば、施設形態が人の利用を主体とするのか、自然の保全や再生を主体とするのかで、要求する性能が大きく異なってくる。水景施設の多くは、屋外に設置されるために、微生物の混入など水質の劣化が大きい。そのため、要求水質のレベルは、かなり高めに設定しておくことが望ましい。主体をはっきりして区別して考えなかったことにより、人が親水利用する水景施設の排水が、生物を保護するための池となっている場合、両者を満たす水質を得られないために、稼働停止した例がある。

(今後の課題)

最適な施設計画をするためには、まず目標となる施設のレベルを設定することが重要であり、これらは、各要素のモデルを適宜利用することにより算定が可能になる。施設規模を決める際には、利用者予測が重要になるし、災害時の水利用を考えるときには、これに別の利用者予測の要因を追加することによって、最適な計画を評価が可能

になると考えられる。その他、施設の具体的な配置・空間設計には、視覚デザイン的な要素のみならず、環境調整機能を最大限発揮するようなデザイン、利用者が楽しく使えるデザインなども考えていかなければならないことから、目標と各要素のモデルをいかに結びつけていくか、また、これらの現象をモデル化することが肝要になる。

環境への配慮（LCC・LCCO2・環境負荷）

（現状と問題点）

環境への配慮は、その環境の規模を考えることから始めることになり、それによって回答も異なる場合がある。たとえば水景施設は、ふつう循環水を使用することから、水使用量はそれほど多くはないのであるが、現状では湯水時には水を止め、節水意識の高揚に役立っているという一面がある。水景施設を稼働させることによる環境負荷はそれほど多くはないものの、全体的な環境負荷の低減に役立っているというような面が無視できないのであるが、研究ベースではこのような観点に言及した論文は少ないものと考えられる。

（今後の課題）

水景施設としては、人間が利用するという形態と、生態系を保護する形態に大きく分類できるが、生態系を保護する施設においても実測データを蓄積し、それを利用することによって、最適な周辺環境を構築するための資料を作成することが必要である。この中には、人間に対する環境問題の認識を向上させるために、大きなスケールで事象を考える必要があり、上記の例のほかにもLCC・LCCO2・地球環境への負荷というような視点を考慮に入れたモデル構築が必要になっていくものと考えられる。

自立性（雨水利用・排水再利用・水源確保）

（現状と問題点）

災害時に水景施設の水の利用がされたことは、水景施設の存在価値の多様化を示す例である。このような水景施設の利用を考えると、このような用途を考慮に入れた施設形態・設備のデザインがなされることが必要になってきているが、水景施設におけるこのような考え方は比較的新しいものであるから、そこまで考慮されている施設は少ないのが現状と考えられる。

（今後の課題）

水景施設は人工の水関連施設のことであるから、水源の確保が必要となるが、循環利用するものが大半であることから、施設内の浄化装置は、利用形態に合わせて適したものを設置する必要がある。これからは水利用の効果的な利用が必要なことになるので、たとえば、水道水を採用したときと比較して、雨水利用や排水再利用を水質・コストの面から評価するモデルの構築などが必要になると考えられる。また、非常時

の水源確保の面から考えると、さらに要求水質が高くなると考えられるため、従来の仕様を再検討する必要性が生じるものと考えられる。

(3) 複合要素（横断的要素）のモデル

他要素への影響（蒸散・冷却・微気象等）（人間行動・環境心理）

（現状と問題点）

水景施設は、給排水衛生設備の分野においては特殊設備のひとつとして分類されているものであり、特に水利用を主体とする施設であるから、当然ながら施設全体の形態から、給水、排水・通気、衛生器具、雨水利用・排水再利用までの総合的な判断を必要とする。また、水の循環利用を採用していることから、環境設備のノウハウがすべてに要求される場所であるが、現状ではコンセプト重視の傾向が多く見られることから、新たな施設形態というものが創出されている例は少ない。

（今度の課題）

(1)で構築した、気象・利用状況・景観・人間行動等の事前把握・予測をもとにして、施設規模・要求水質・設備容量・運用計画等が決定し、これらを実際の施設設計（配置・各装置）の決定に適用するまでの一貫した設計手法モデルの開発が必要である。水景施設の計画・設計・運用は、これらの一連の流れを十分考慮に入れた上でおこなうことが肝要であり、それぞれの把握が十分におこなわれることによって、過大設計・運用停止・事故などの事態が防げるものと考えられる。また多要素との関連として、水景施設の付加価値を高める上で、熱的な効果や雨水利用など環境要素への影響、また水音や水と連動する照明などの心理的な評価をモデル化する必要が求められるものと考えられる。これらの設計手法は、CADをベースとして、設計・運用データがデータベース化されることにより、運用される水景施設や将来的に設計される水景施設へのフィードバックがなされるようになると考えられる。

謝辞

開発環境

発表論文

参考・引用文献

謝辞

早いもので5年間この研究を続けてきて、やっとこのような形で論文としてまとめることができました。この研究を進める上で、私の考えを尊重しながらも適切な指導によって幅広い見識を与えてくれました、指導教官の紀谷文樹教授に心から感謝の意を表します。

また、環境系のゼミにおいて、終始さまざまな疑問点についてご指摘していただき、論文の方向性が逸脱しないように見守っていただきました環境物理学専攻の梅干野晃教授、情報環境学専攻の藤井修二教授、人間環境システム専攻の大野隆造教授、中村芳樹助教授に感謝の意を表します。

卒業論文から修士論文の審査までは、東京理科大学の志水英樹教授の叱咤激励によって、現在の思考の形成につながるさまざまなことを教えていただきました。この場を借りてお礼申し上げます。

講座の助手である小林茂雄氏には、ゼミにおける指導をはじめ資料の提供をいろいろといただきました。どうもありがとうございました。

この研究で測定の対象となった水景施設は、多数に上ります。特に、財団法人若葉台管理センターの高橋智氏をはじめとするみなさまには、3年間の測定にわたって特別のご配慮をいただきましたことを深く感謝いたします。また、東京都光が丘公園管理事務所の古野幾万氏をはじめとするみなさま、東京都北区役所建設部河川公園課のみなさま、音無親水公園管理事務所のみなさまにもお世話になりました。残念ながら今回の論文に測定結果を活かすことができませんでしたが、厚くお礼申し上げます。

解析にあたっては、無料で公開されているmcというプログラムを多く利用しましたが、このプログラムを開発している秋田県立脳血管研究センターの西村弘美氏には、こちらの要望にもとても迅速に対応していただきまして、感謝に堪えません。どうもありがとうございました。

この論文は、紀谷研究室の水景施設を研究する先輩方と、村田淳、坂田克彦、田島栄治各氏の協力の下に成り立ったものです。共に研究をしながら、いろいろなことを学ぶことができました。どうもありがとうございます。その他、私と研究室生活を共にした研究室のみなさま、在籍中にお世話になった多くの秘書のみなさま、ほんとうにありがとうございました。

最後に、9年間の長い間、また博士後期課程に進学して下宿生活を始めてから、研究生生活を陰でいろいろ支えてくれた家族に感謝を申し上げます。

1998年2月12日 小瀬 博之

開発環境

本研究は、「設計手法の開発」という題目にあるとおり、CADでの使用を念頭においたシステムの開発をおこなってきた。特に、ほとんどのシステムをパーソナルコンピュータ上に構築することによって、利用者が簡単に使用、修正できるようなシステムを開発した。実際のCADとして使用するには、CADで使用されるベクトルデータと、本研究のメッシュデータで使用したビットマップデータとの変換や、CADの3次元空間における視覚位置からの周辺環境要素の取得など、将来にわたる問題がシステムの開発によって明らかになったが、CADデータの標準化の進行や、コンピュータの処理能力の向上にともなって、このような課題も徐々に解決していくものと考えられる。また、建設CALSの実用が進むと、すべての設計の業務はCADに移行するはずであるから、その際にこのような解析から予測までのシステムを盛り込むべきであることを提言していきたいと考えている。

以下に、実際に研究において使用した設計手法の開発環境についてその仕様を示す。

ハードウェア

1. Power Macintosh 8100/80 AV (CPU: PowerPC 601 80MHz, RAM: 96MB, HDD:500MB, ビデオキャプチャボード内蔵、アップルコンピュータ)
2. 外付けハードディスクドライブ (1GB、ロジテック)
3. 外付けMO ディスクドライブ (230MB 対応、ロジテック)
4. CCD ビデオカメラレコーダー (8mmテープ対応、f6.1 ~ 61mm、ワイドコンバージョンレンズ装着、ソニー)

ソフトウェア (図 - 7.1)

1. Mac OS 8 (J1-8.0、Mac OS コンピュータの基本システム、<http://macos.apple.co.jp>、アップルコンピュータ)
2. QuickTime 2.5 (J1-2.5、動画フォーマット作成、画像圧縮、<http://quicktime.apple.co.jp>、アップルコンピュータ)
3. VideoMonitorPRO (2.4.3J、ビデオキャプチャボードからの静止画連続取り込み、<http://www.eac.co.jp/> ebata、江幡太)
4. Movie Conversion (HyperCardスタック、動画ファイルを画像ファイルに変換、Lawrence D'Oliveiro)
5. mc (1.7.6、画像処理、濃淡図・グラフ作成、その他行列計算、<http://www.akita-noken.go.jp/provide/mc>、西村弘美)

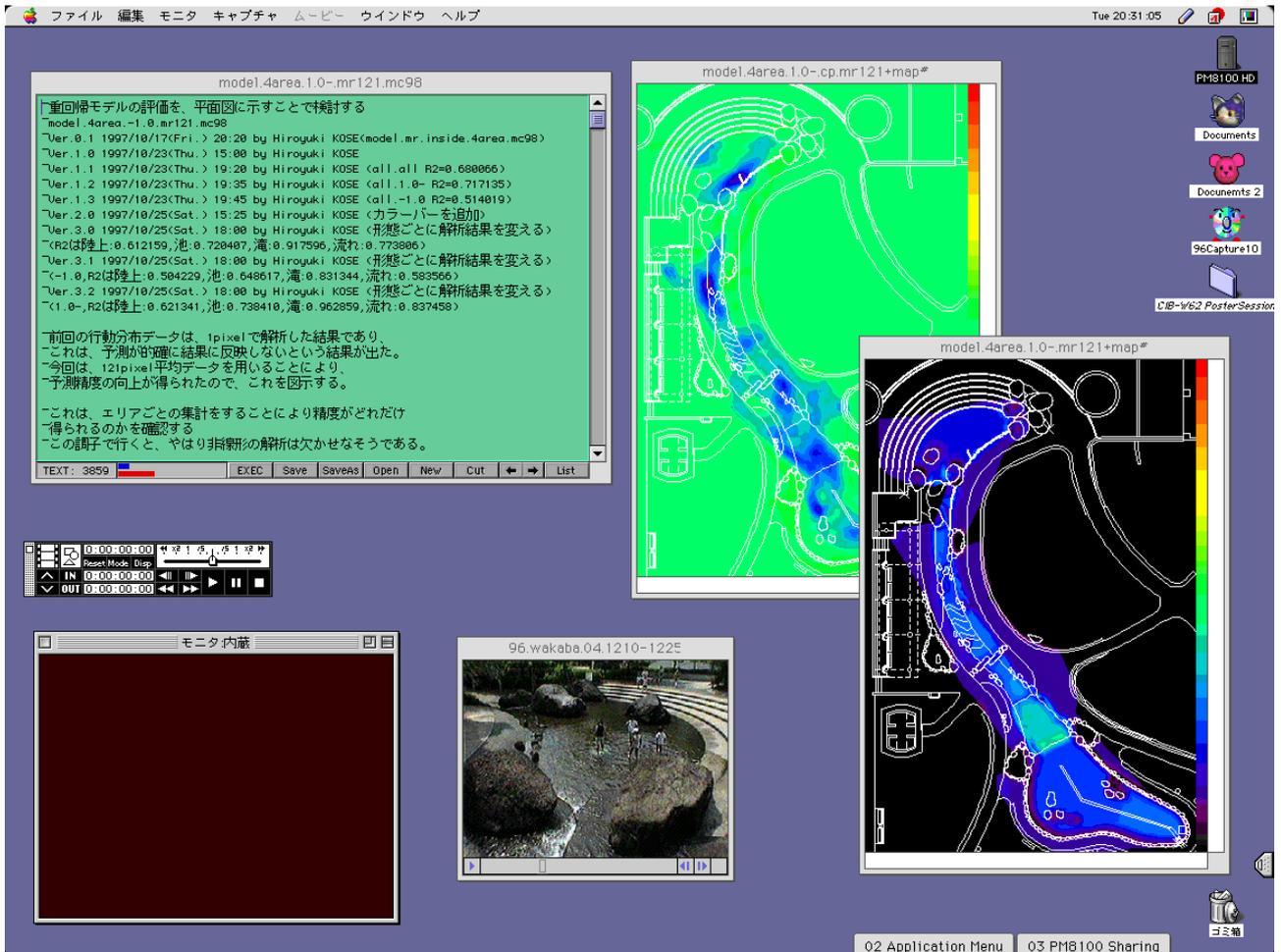


図 - 7.1 開発環境のスクリーンショット
(Mac OS 8上でVideoMonitorPROとmcを起動しているところ)

発表論文

審査論文

1. 小瀬博之・紀谷文樹：水景施設における人の行動の解析に対する画像処理の適用 水景施設における人の行動と周辺環境の解析に関する研究 その1、日本建築学会計画系論文集、1996.3、No.481、pp.75-81
2. 小瀬博之・田島栄治・紀谷文樹：水景施設における人の滞留行動の解析、日本建築学会計画系論文集、1998.5、No.507（掲載予定）
3. 小瀬博之・紀谷文樹：画像処理を用いた人の行動の解析と周辺環境要素との関係 水景施設における人の行動と周辺環境の解析に関する研究 その2、日本建築学会計画系論文集、1998.7、No.509（掲載予定）

口頭発表

1. 小瀬博之・長谷川巖・徳山久雄・剣持一・紀谷文樹：水音が水景施設の評価に与える影響に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 D 分冊、4568、pp.1135-1136、1994.9
2. 小瀬博之・紀谷文樹：水景施設における人の行動と周辺環境の解析に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集D-1分冊、40269、pp.537-538、1995.8
3. 村田淳・小瀬博之・紀谷文樹：水量が水景施設の評価に与える影響に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集D-1分冊、40270、pp.539-540、1995.8
4. 坂田克彦・小瀬博之・紀谷文樹：視覚心理評価からみた噴水施設の演出手法に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集D-1分冊、40271、pp.541-542、1995.8
5. 小瀬博之・紀谷文樹：水景施設における人の行動と周辺環境の解析に関する研究(第2報)、日本建築学会大会学術講演梗概集D-1分冊、40244、pp.487-488、1996.9
6. 田島栄治・小瀬博之・紀谷文樹：水景施設における人の滞留行動の解析に関する研究(その1) 滞留行動の特性の把握、日本建築学会大会学術講演梗概集D-1分冊、40214、pp.443-444、1997.9
7. 小瀬博之・田島栄治・紀谷文樹：水景施設における人の滞留行動の解析に関する研究(その2) 人の行動と周辺環境の定量解析、日本建築学会大会学術講演梗概集D-1分冊、40215、pp.445-446、1997.9
8. Hiroyuki KOSE, Fumitoshi KIYA: Analysis of Human Behavior and Environment in Amenity Water Facilities, CIB-W62 1997 SYMPOSIUM ,pp.p11-1-p11-19, 1997.11

参考・引用文献

- 1.1) 石川順子：住宅団地の水景施設に関する研究、平成元年度修士論文、東京工業大学大学院理工学研究科建築学専攻紀谷研究室
- 1.2) 大崎裕史：住宅団地における水景施設の形態別利用状況とその評価に関する研究、平成3年度修士論文、東京工業大学理工学研究科建築学専攻紀谷研究室
- 1.3) 長谷川巖：水質からみた住宅団地内水景施設の評価に関する研究、平成3年度卒業論文、東京工業大学工学部建築学科紀谷研究室
- 1.4) 星野有紀：水音が水景施設の評価に与える影響に関する研究、平成4年度卒業論文、東京工業大学工学部建築学科紀谷研究室
- 1.5) 村田淳：水量が水景施設の評価に与える影響に関する研究、平成6年度卒業論文、東京工業大学工学部建築学科紀谷研究室
- 1.6) 渡辺秀俊・畔柳昭雄・近藤健雄：都市化に伴う住民の意識・行動変化から見た親水行動特性に関する研究 都市住民の親水行動特性に関する研究 その1、日本建築学会計画系論文集、No.449、pp.151-161、1993.7
- 1.7) 畔柳昭雄・渡辺秀俊・長久保貴志：都市臨海部の水辺空間における利用者の水辺環境評価に関する研究 都市住民の親水行動特性に関する研究 その2、日本建築学会計画系論文集、No.454、pp.197-205、1993.12
- 1.8) 畔柳昭雄・渡辺秀俊：都市臨海部の水辺空間における利用者の親水活動特性に関する研究 都市住民の親水行動特性に関する研究 その3、日本建築学会計画系論文集、No.459、pp.195-203、1994.5
- 1.9) 村川三郎・飯尾昭彦・西田勝・日野利夫：長良川・筑後川・四万十川流域の特性と居住環境評価の分析、住民意識に基づく水環境評価に関する研究 その1、日本建築学会計画系論文報告集、No.355、pp.20-31、1985.9
- 1.10) 村川三郎・飯尾昭彦・西田勝・西名大作：長良川・筑後川・四万十川流域の特性と居住環境評価の分析 住民意識に基づく水環境評価に関する研究 その2、日本建築学会計画系論文報告集、No.363、pp.9-19、1986.5
- 1.11) 福永弘樹・林春男：都市河川における親水行動の定量的評価、社会心理学研究、第11巻第3号、pp.159-169、1996.3
- 2.1) 土木学会編：水辺の景観設計、技法堂出版、1988
- 2.2) 空気調和・衛生工学会：第12版 空気調和・衛生工学便覧、4 給排水衛生設備篇、1995
- 2.3) 日本建築学会編：建築と都市の水環境計画、彰国社、1991
- 2.4) 日本水景協会：水景技術標準（案）解説、1993
- 2.5) 鈴木信宏：水空間の演出、SD選書167、鹿島出版会、1981
- 2.6) 東京都光が丘公園管理事務所：都立光が丘公園の水景施設について -「光」「水」「大気」の三重奏、都市公園第118号抜粋、発行年不明
- 2.7) 東京都北区役所建設部河川公園課：音無親水公園 リバーサイドルネッサンス、発行年不明
- 2.8) 土屋十囀：親水施設の実態と動向、空気調和・衛生工学、第68巻第1号、特集：都市における親水施設、pp.5-14、1994.1
- 2.9) 小瀬博之：水景施設における人の行動と周辺環境の解析に関する研究、平成6年度修士論文、東京工業大学大学院総合理工学研究科社会開発工学専攻紀谷研究室

- 4.1) 伊藤英俊：漢字文化とコンピュータ、中公PC新書、9、1997
- 4.2) 安井院猛・長尾智晴：画像の処理と認識、pp.7-11,pp.160-164、昭晃堂、1992
- 4.3) 西村弘美：mcオンラインマニュアル(ソフトウェアのオンラインドキュメント)、03_行列、1995
- 4.4) 小林伸江・山口順一：時空間情報を用いた屋外移動人物追跡、第2回画像センシングシンポジウム講演論文集、pp.173-175、1996
- 4.5) 小瀬博之・紀谷文樹：水景施設における人の行動の解析に対する画像処理の適用 水景施設における人の行動と周辺環境の解析に関する研究 その1、日本建築学会計画系論文集、No.481、pp.75-81、1996.3
- 5.1) 関邦博・坂本和義・山崎昌廣編集：人間の許容限界ハンドブック、朝倉書店、1990
- 5.2) 竹内啓監修・市川伸一・大橋靖雄・岸本淳司・浜田知久馬著：SASによるデータ解析入門[第2版]、SASで学ぶ統計的データ解析1、東京大学出版会、1994
- 5.3) 竹内啓監修・高橋行雄・大橋靖雄・芳賀敏郎著：SASによる実験データの解析、SASで学ぶ統計的データ解析5、東京大学出版会、1989
- 5.4) 豊田秀樹：違いを見ぬく統計学 実験計画と分散分析入門、ブルーボックス、B-1013、講談社、1994
- 5.5) 竹内啓監修・豊田秀樹著：SASによる共分散構造分析、SASで学ぶ統計的データ解析3、東京大学出版会、1992
- 5.6) 豊田秀樹・前田忠彦・柳井晴夫：原因をさぐる統計学 共分散構造分析入門、ブルーボックス、B-926、講談社、1992