

木津川砂州における景観要素の構成と その変遷の把握

TRANSITION OF SANDBAR LANDSCAPE AS ASSEMBLED ELEMENTS WITH ECOLOGICAL FUNCTION IN THE KIZU RIVER

片貝武史¹・井上佳菜²・竹下幸美²・辻本哲郎³

Takeshi KATAKAI, Kana INOUE, Yukimi TAKESHITA and Tetsuro TSUJIMOTO

¹正会員 修(工) (株)建設環境研究所 (〒460-0003 名古屋市中区錦1-3-4)

²学生会員 名古屋大学大学院 工学研究科社会基盤工学専攻
(〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

³フェロー 工博 名古屋大学大学院教授 工学研究科社会基盤工学専攻

The river is composed of different interspaces, for example, habitat supporting river ecosystem and hydrological cycle system. This study consists of the following investigations of the Kizu River, which is a typical sandy river with alternate bars, to evaluate river environment: (1) classification of river landscape elements using aerial photos; and (2) analysis of the relation between the river landscape elements and physical environment by using of GIS. In consequence, river landscape elements are changing by condition of site; moreover they are related to physical environment.

Key Words : transition of sandbar landscape, GIS, aerial photo, river morphology, site location

1. はじめに

河川環境は水の流れ、流砂、地形、構造物や植生の相互作用(河相)によって維持・形成されている。つまり、様々な相互作用の結果として河川空間に形成された景観として捉えることができる。そして、河川生態系や物質循環といった河川環境をつかさどる機能は、その河川景観から読み取ることができると考えられる¹⁾。このことから、固有の河川景観と対応する河川環境の機能を明らかにし、その関係を定量的に示し(指標化)、その指標をもとに評価することができれば河川景観から環境目標について論じることができ、明確な目標のもと、河川環境に対する修復技術や管理手法を構築し、河川環境に対する具体的な整備や管理につながると考える²⁾。しかし、河川景観と河川環境との関係については十分な検討は無く、これからの研究課題と言える。

既往の研究の多くは河道内の植生と地形の変遷に着目した研究^{3), 4)}であり、植被率などの議論はされているが、構造的(植生の群落数や長さなど)の定量化までには至っていない。そのような観点から、河川景観を類型景観の集合体であるとのコンセプト⁵⁾から、本研究は、河

川景観から河川環境の評価を導くための第一歩として、河川を構成している類型景観を定量的に示し、類型景観とそれに対応する物理環境との関係を明らかにすることを目的とする。特に、環境に関する情報が乏しい過去の河川環境の特性を把握するための手法の確立を目指し、木津川下流域における1組の交互砂州に注目し、1970年以降に撮影され、入手可能な航空写真からGISを用いて景観分析を行った。また、類型景観と物理環境との対応を把握するため、航空写真撮影時期に近い横断測量成果や今回実施した土壌サンプリング調査の結果と類型景観との対応関係について明らかにするための検討も行った。

2. 景観解析の手法

(1) 研究対象区間の概要

淀川水系木津川の淀川三川合流点より上流約9kmから12.6km区間の砂州(以下、10km付近の砂州を10番、12km付近の砂州を11番とし、図-1に示す)を対象とする。その区間を含む0kmから20kmの木津川下流区間は、平均河床勾配が約1/1150の砂床で、交互砂州を有するセグメントである。この下流区間は1970年頃までは砂が卓越した

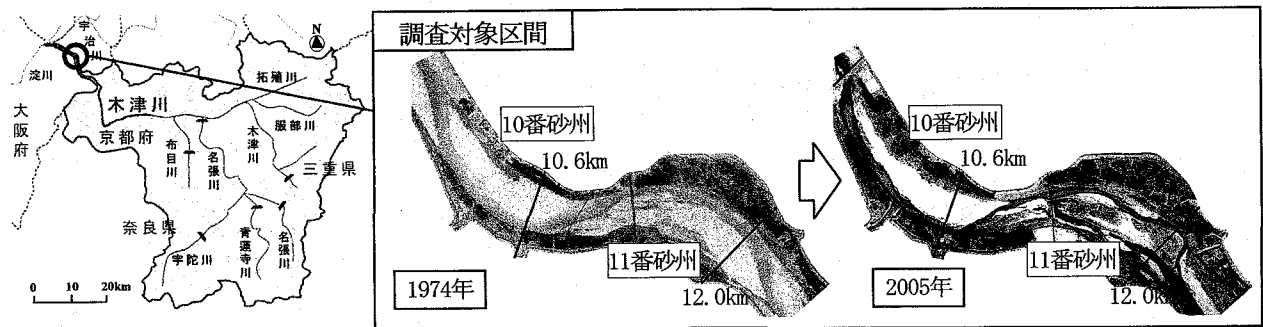


図-1 木津川下流域の調査対象区間 (9.0~12.6km) の河川景観 (1974年と2005年の航空写真)

表-1 類型景観の整理

景観要素		分類基準
人工景観	天端	河川堤防の天端
	法面	河川堤防の天端法面
	人工物	橋梁, グラウンド
	畑	河道内の耕作地
	水路	支川, 排水路
河相景観	裸地域	表層が砂礫で覆われている地域
	植生域	低水路植生域 植生が形成されている地域
		高水敷植生域 1974年時点で高水敷に確認できる植生域
	水域	表流水, 一次水域

表-2 航空写真及び撮影時に関する情報

撮影年月日	航空写真の状態	日平均流量 (m^3/s)
1974年3月3日	密着焼印画カラー	10.1 (渇水)
1979年9月11日	密着焼印画カラー	33.0 (平水)
1983年11月8日	密着焼印画白黒	24.9 (平水)
1985年11月3日	密着焼印画カラー	12.0 (低水)
1987年10月22日	密着焼印画カラー	14.8 (平水)
1988年5月27日	密着焼印画白黒	17.3 (低水)
1990年11月8日	密着焼印画白黒	49.4 (豊水)
1993年5月16日	密着焼印画白黒	23.3 (平水)
1995年10月13日	密着焼印画カラー	45.0 (豊水)
1998年1月26日	密着焼印画カラー	28.4 (平水)
2002年5月13日	密着焼印画カラーコピー	21.6 (平水)
2004年1月1日	密着焼印画カラーコピー	— (低水)
2005年1月1日	密着焼印画カラーコピー	— (低水)

裸地景観を有する砂州であった。しかし、1980年頃から砂州に植生が侵入し、裸地砂州から植生砂州の景観へと変化してきた。この景観の変化は、河相の影響が及びやすい低水路河道内で生じている。一方、堤防付近の耕作地やグラウンド等は人工的な整備の結果であり、同じ河川空間であっても景観の成り立ちが異なる。そのような観点から、本論では表-1のように景観を分類し、整理した。

(2) 画像解析の手法

画像解析に用いた航空写真の情報を表-2に示す。過去に撮影された航空写真はカラー・白黒、画質などにばらつきがあるため図-2に示すような工程によって、画像処理及び類型景観ごとに標準的な図化を行った。その主な

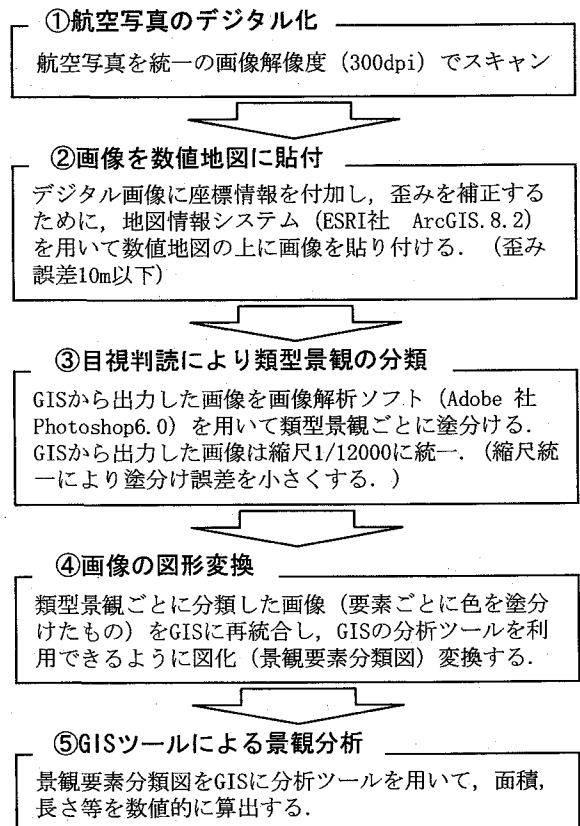


図-2 景観解析の流れ

結果を図-3に示す。この図 (以後、景観要素分類図と呼ぶ) の特徴は、写真画像とは異なり、類型景観ごとに色を塗り分けられていることから情報が整理され、GISを利用した解析を容易に行うことが可能になった。

3. 河川景観の定量化

(1) 河川景観の構成とその変遷

河川景観の成り立ち及び変遷は図-3に示す景観要素分類図によって示された。その景観の構成及び変遷を定量的に示すために、この図からGISによって河川景観を構成している要素の面積を算出した。その結果を図-4に示す。

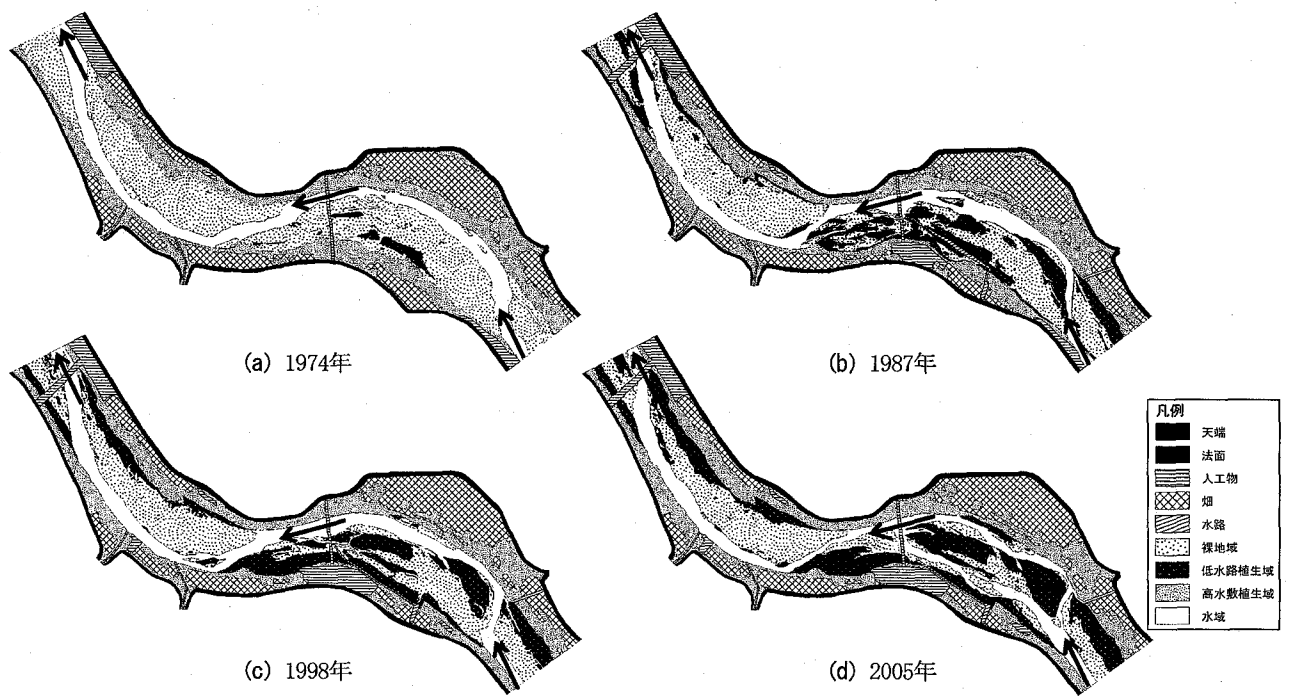


図-3 景観要素分類図を利用した景観変遷

この区間の景観を構成している要素の特徴は、河相景観と人工景観が占める割合はほぼ1:1であることで、すなわち、この空間は水域的な環境と陸域的な環境が1つの空間内で共存していると考えられる。人工景観のうち約15%が耕作地、約25%が樹林帯で占められている。耕作地は施肥により、降雨・出水時による河川への流入が水質に対し負荷がかかり、水質悪化が懸念される。しかし、宅地化している流域にとって、この空間は約30年間維持されており、陸域生態系に対し生息場を提供している⁶⁾ものと考えられる。一方、河相の景観は1974年ごろまでは裸地砂州の景観を有していたが、その後、砂州水際部に植生が侵入し、10番砂州は砂礫景観を維持してきたが、11番砂州は植生が発達し、2000年頃には二次流路が形成され、発達していることが確認できる。これは植生が侵入し発達することによって、砂州を含む河道内の地形にまで影響を及ぼしている例であり、砂州景観の管理が河川管理に通じることを示していると考えられる。

このように、河道変遷を景観要素分類図に整理することにより土地利用の変化や河相景観の変化が容易に確認できるようになった。

(2) 砂州景観の構成とその変遷

砂州景観に着目し、景観要素分類図から砂州を抽出し、砂州を構成している類型景観とその変遷についてGISを用いて算出した結果を図-5に示す。

全体の傾向として、10番、11番砂州ともに植生域の増加とともに裸地域が減少し、植生域の占める割合が上昇している。植生域と裸地域の関係において、10番砂州では緩やかに植生域が増加しているのに対し、11番砂州は80年代に急激に増加していることがわかる。また、11番

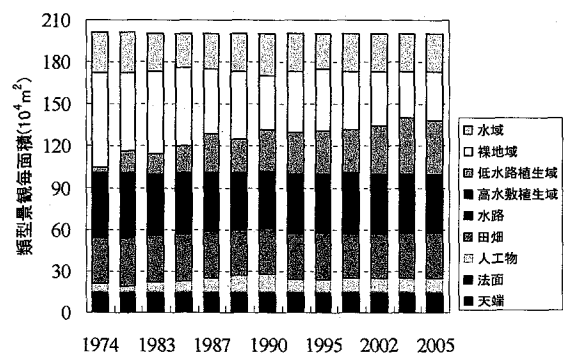
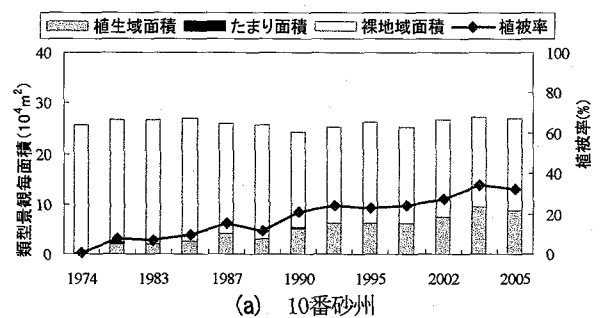
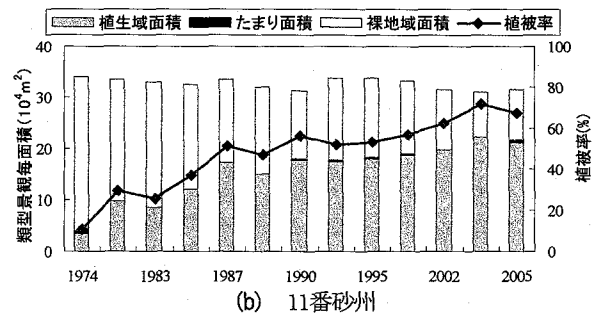


図-4 対象区間における類型景観毎面積の変遷



(a) 10番砂州



(b) 11番砂州

図-5 砂州スケールにおける類型景観毎面積と植生率の変遷

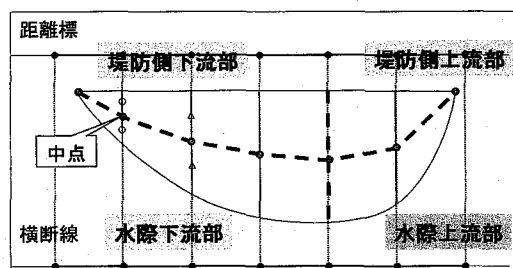
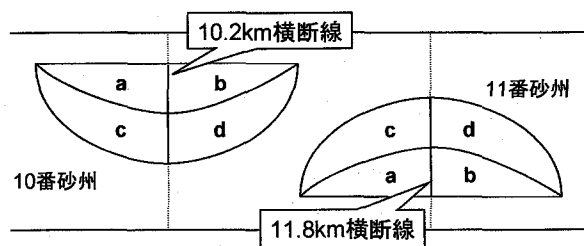
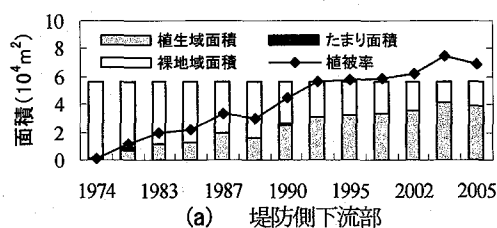


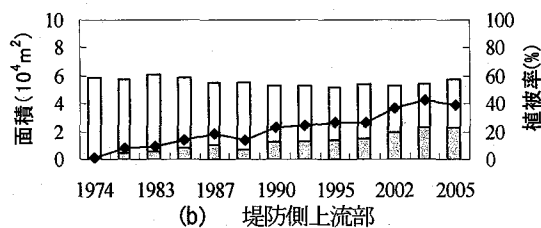
図-6 砂州4分割の方法と立地区分の概略



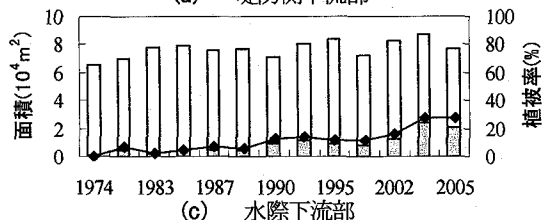
a:堤防側下流部 b:堤防側上流部 c:水際下流部 d:水際上流部



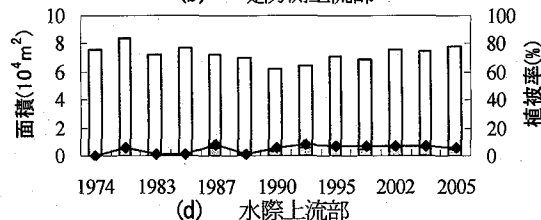
(a) 堤防側下流部



(b) 堤防側上流部

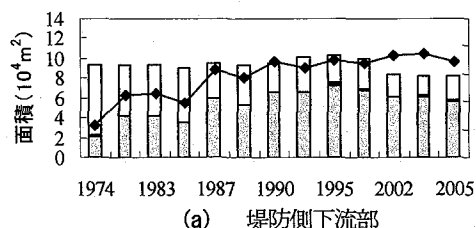


(c) 水際下流部

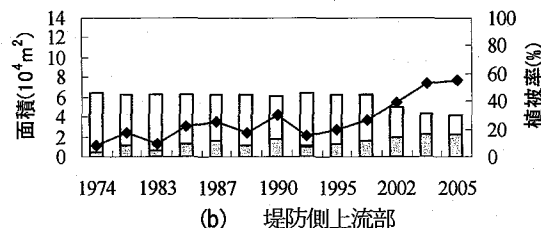


(d) 水際上流部

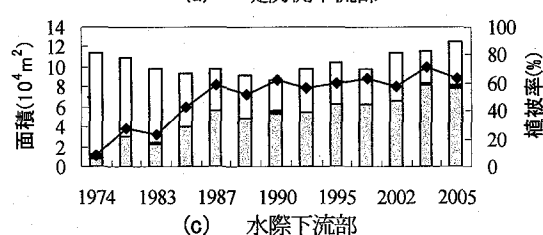
図-7 10番砂州における立地別類型景観毎の面積と植被率の変遷



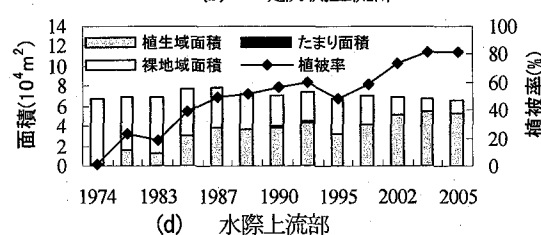
(a) 堤防側下流部



(b) 堤防側上流部



(c) 水際下流部



(d) 水際上流部

図-8 11番砂州における立地別類型景観毎の面積と植被率の変遷

砂州では植生域の発達に伴い、砂州面積そのものが減少している。つまり、植生域の発達が表流水の流れを変え、地形変化を引き起こし、二次流路が形成されたと考えられる。

(3) 砂州景観の立地特性

砂州景観は植生の侵入・発達による影響を大きく受けていることが明らかになった。このことから、その植生に着目し、砂州の立地との関係について議論する。そこで、砂州域を図-6に示すように4分割（堤防側上流部、堤防側下流部、水際上流部、水際下流部）した。立地別の類型景観を構成している要素の面積と植被率の変遷については、図-7、8、植生群落の面積、周長や群落数については図-9、10に示す。

10番砂州における景観の立地特性としては、水際よ

り堤防側、上流部より下流部で植生の増加が顕著であり、11番砂州では、堤防側より水際、上流部より下流部で植生の増加が顕著であることが明らかになった。

上記のことから、各砂州の立地特性について述べると以下の通りである。10番砂州では、堤防側の植生が拡大し、砂州域に侵入・発達し、水際は流路に沿って帯状の植生域が侵入し、発達している。また、上流部は出水による影響を受けやすく、地形そのものが変動するため、植生の侵入・破壊を繰り返している。一方、下流部は、上流部と比較するとその影響は少ないため、植生域が徐々に拡大していると考えられる。つまり、水際や上流部は出水の影響を受けやすく、堤防側や下流部は受けにくい、というように立地条件による支配要因が植生域の拡大に寄与していると考えられることができる。一方、11番砂州では、下流部において植生が発達し、植

被率は約5割に達している。これは、床止めや排水路の付け替えなどの影響があり、特異的な環境となっていることによって。一方、水際上流部は、1980年以降に植生に被覆され、二次流路の形成に伴って中州に変化した。ここでの植生域拡大の要因は不明であるが、1980年ごろに水際に侵入した植生が発達・拡大している様子が見てとれる。また、植生域が発達すると、微地形が形成されやすく、一時水域としての「たまり」ができやすい⁷⁾ことを考えると、多様な地形を創出するという意味で生息場の多様度は高いものである。

植生に着目すると、1974年には植生が少ない景観であったが、1980年以降、群落数の増加に伴い面積、周長も増加している。植生の群落数と周長は、10番砂州で1990年頃から、11番砂州で1983年頃から減少傾向を呈す。面積増加に対し、群落数や周長が減少している要因として植生群落の拡大過程としての植生群落の結合が考えられる。特に、11番砂州は10番砂州に比べて早い時期から植生の発達・拡大が進み、結合による拡大へと転じる時期が早く現れている。つまり、10番砂州と11番砂州とでは、発達過程が異なることが明らかになった。

このように、景観分析手法を用いることにより、砂州を構成している景観を立地スケールに対しても定量化でき、景観形成に特徴があることが明らかになった。

上記のことから、立地スケールにおける景観変化は生物生息場や物質循環などの環境機能^{5), 8)}に関しても変化していることが考えられる。つまり、環境管理として、立地スケールの景観把握は必要であり、本手法は今後の環境管理に有用な手法であると考えられる。

4. 類型景観と物理環境

(1) 表層土壌と類型景観

砂州を構成している類型景観の構成や変化は立地ごとに特性が異なり、そのことは物理環境^{9), 10)}とも関係があることを示唆している。よってここでは、表層土壌との関係について議論する。

表層土壌は立地別の類型景観に対応させて実施した。採取した試料について粒度及び強熱減量の分析を行った。その調査結果を図-11, 12に示す。採取した土砂の特徴として、裸地景観では粒度が粗いのにに対し、植生景観では細かい傾向を示す。強熱減量はそれとは逆で、植生景観で大きく、裸地景観が小さい傾向にある。

そこで、粒径と強熱減量の関係を類型景観ごとに整理した。その結果を図-13に示す。植生景観では粒径が細かく、強熱減量が大きい傾向にあるのにに対し、裸地景観は粒径が粗く、強熱減量が小さい傾向にある。つまり、表層土壌の持つ特性は類型景観ごとに異なることを示唆している。

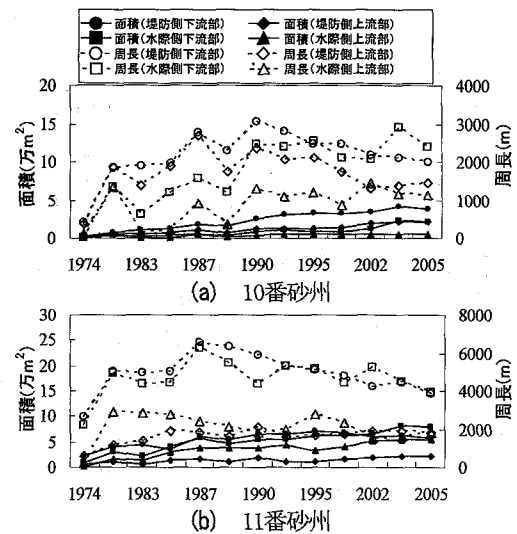


図-9 立地別の植生面積と植生周長

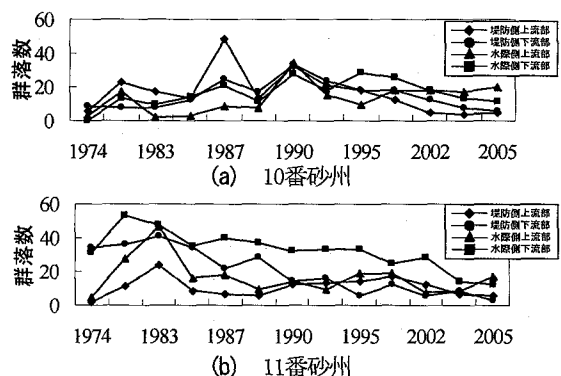


図-10 立地別の植生群落数

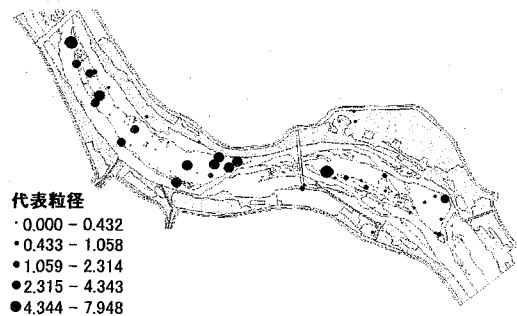


図-11 代表粒径の空間分布

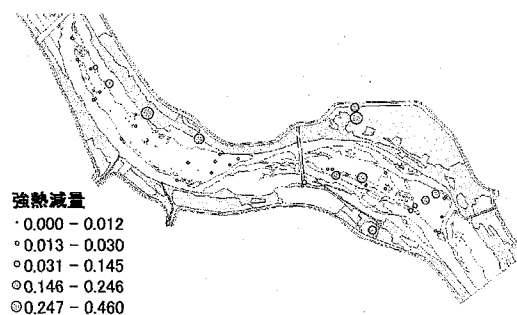


図-12 強熱減量の空間分布

(2) 横断から見た時の景観と立地

類型景観の形成場の立地条件について横断面をもとに議論する。航空写真の撮影年と横断測量年が必ずしも一致していないため、一致していない年については

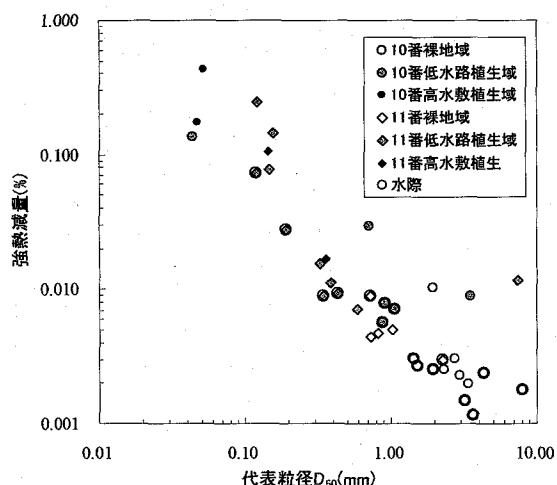
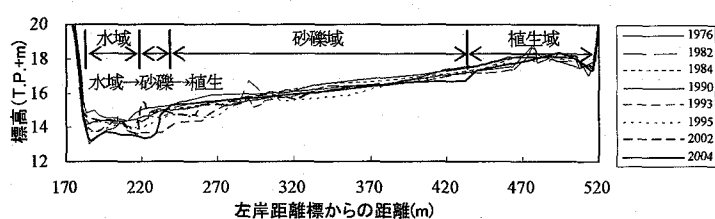
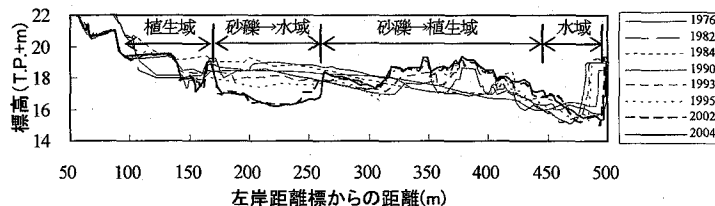


図-13 代表粒径D₅₀と強熱減量



(a) 10.6km横断面図 (10番砂州上流部)



(b) 12.0km横断面図 (10番砂州上流部)

図-14 横断と景観の変遷

なるべく近い時期、かつ撮影年と測量年の間に大きな出水による地形の変化が少ないと考えられるものを抽出し、景観要素分類図と照らし合わせ、景観ごとに整理した(図-14)。10番砂州の横断面図(10.6km)から、1974年には河床と砂州域がなだらかに連続していたが、1990年代以降では水際に植生の侵入に伴い比高差が生じていることがわかった。一方、11番砂州の横断面図(12.0km)からは、1974年では10番砂州と同様に、河床と砂州域がなだらかに連続していたが、水際に植生が侵入して以降、植生の発達とともに比高差が増大していることがわかる。また、この発達が、左岸堤防より150mから250mまでのゾーンでの河床低下と二次流路の形成を促進したことが明らかになった。これは植生域の発達とともに、土砂が堆積し、植生域全体で地盤が上昇し、比高差が増大していることに誘因がある。水際にも植生の侵入が見られるが、比高差はあまりないことから、出水により植生の侵入・破壊が平衡している場であると考えられる。

5. まとめ

河川景観から河川環境の評価を導くための手がかりとして、河川を構成している景観要素を分類し、その景観ごとの構成や特性を明らかにすることを目的に研究を進めてきた。本研究では、既存の航空写真に対しGIS手法を用いた景観分析の手法を示し、その分析手法から類型景観について、指標(面積・周長・個数)を用いて景観特性を定量的に示すなどの整理を行った。また、類型景観と物理環境の関係についても明らかにすることができた。

今後は、特徴的な類型景観に対応する生物の生息場及び物質循環の機能に関する情報を整理し、この手法に組み込み、砂州が有する機能を定量的に評価し、河川環境に対する整備や管理につなげる礎としたい。

謝辞：本研究は河川生態学術研究会(木津川研究グループ)の一部として実施した。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 北村忠紀, 辻倉裕喜, 辻本哲郎: 河川景観の概念とその管理のための河川水理学, 第3回河道の水理と河川環境に関するシンポジウム論文集, Vol. 3, pp. 159-166, 1997.
- 2) 辻本哲郎: 砂州景観保全を河川生態工学からどう意義づけるか, 河川技術論文集, Vol. 10, pp. 43-48, 2004.
- 3) 辻本哲郎, 寺井達也, 寺本敦子: 木津川下流部砂州の植生繁茂と裸地維持の仕組み, 河川技術論文集, Vol. 8, pp. 307-312, 2002.
- 4) 寺本敦子, 辻本哲郎: 植生域を伴う砂州の地形変化—木津川を例として—, 水工学論文集, Vol. 49, pp. 1021-1026, 2005.
- 5) 辻本哲郎: 河川生態系の評価と保全・再生のための課題, 河川技術論文集, Vol. 12, pp. 19-24, 2006.
- 6) 辻本哲郎: 木津川砂州をフィールドとした河川生態に関する生態学・河川水理学共同研究, 河川技術論文集, Vol. 8, pp. 7-12, 2002.
- 7) 辻本哲郎, 寺本敦子: 砂州河川における一時水域「たまり」の形成シナリオ, 河川技術論文集, Vol. 6, pp. 83-88, 2000.
- 8) 片貝武史, 亀井丈史, 鷺見哲也, 辻本哲郎: 裸地景観と植生景観を有する砂州における保存性イオンを利用した伏流水の流動特性, 水工学論文集, Vol. 50, pp. 1123-1128, 2006.
- 9) 鷺見哲也, 荻島晃, 片貝武史, 辻本哲郎: 砂州植生域の発達過程と植生の物理環境に関する研究, 河川技術論文集, Vol. 6, pp. 65-70, 2000.
- 10) 鷺見哲也, 恒川明伸, 辻本哲郎: 木津川砂州における植物生育場の表層物理環境と物質輸送に関する研究, 河川技術論文集, Vol. 9, pp. 389-394, 2003.

(2007.4.5受付)