

環境に優しい河川護岸製品の設計思想

城平徹*・今田寛典**・三上浩志***・市坪誠****

DESIGN PHILOSOPHY OF PRODUCTS FOR RIVER REVETMENT CONCERNING WITH ECOLOGY

Toru Shirohira*, Hirofumi Imada**,
Hiroshi Mikami*** and Makoto Ichitsubo****

The purpose of this paper is to analyze design philosophy of recent products for river revetment and to supply valuable data to river planners and designers. Therefore, we referred to the homepage of manufacturing industry of concrete by internet and got 33 pamphlets, which explain products for river revetment. Explanation sentences in pamphlets were divided some words by KJ Method and those words were analyzed by Quantification Theory Third.

The obtained results are described below. Products are classified into some groups, such as revetments concerning with landscape, accessibility to water, water quality, ecology and so on. And we could make clear the design philosophy.

Key Words (キーワード)

Design Philosophy (設計思想), Products for Revetment (護岸製品), Ecology Conservation (生態系保全), Concrete Block (コンクリートブロック), River Landscape (河川景観), River Improvement (河川整備)

1. はじめに

これまでの河川整備は治水・利水を最優先させてきた。その結果、住民を河川から遠ざけてしまい、水質の悪化や生態系への配慮がおろそかになった。また、護岸、河床ともコンクリートで固められた、いわゆる三面張り護岸化されてきた。

しかし、旧建設省が1990年に通達を出し、取り組みが始まった多自然型川づくり、97年の河川法改正で治水・利水と同列に環境整備も重視され、住民参加もうたわれた。さらに98年、災害復旧の際に環境に配慮するよう通達が出され、整

備箇所が急増している。このように、最近では環境に配慮したさまざまな河川整備の検討がなされてきている。

2. 既往の研究と本研究の目的・方法

河川護岸に関する研究は、田中¹⁾らが、文献や資料、ヒアリングを基に河川護岸を形成してきた素材、特にコンクリートについて整理し、河川における景観・デザインに大きな影響を及ぼしてきたコンクリート製品の開発経緯を明らかにし、その変遷について考察している。宮嶋²⁾らは、環境

*呉大学大学院社会情報研究科 (Graduate School of Social Information Science, Kure University)

**呉大学社会情報学部 (Faculty of Social Information Science, Kure University)

***株式会社ランデス (Landes Co., LTD.)

****呉工業高等専門学校 (Kure National Institution of Technology)

護岸と呼ばれているものを、親水護岸・生態系保全護岸・修景護岸・緑化護岸の4つに大別し、その実施例を紹介している。また和田ら³⁾は、コンクリートを部分的に用いる Point Fix 工法を実河川において試験施工し、洪水時の護岸の安定性と自然環境の回復を調査し、Point Fix のメリットを示している。さらに、使用したコンクリート材料から溶出するアルカリ成分が環境に及ぼす影響は小さいことを報告している。

これらの研究の成果を踏まえ、本研究は、環境に配慮した河川整備の設計思想を考察して、特に護岸製品の開発意図を明らかにすることを目的とする。今、「環境にやさしい商品」という言葉が盛んにささやかれているが、

- (1) どのような特徴をもった護岸が環境にやさしいのか、
- (2) 設計者は護岸製品に対してどういう意図があるのか、

などといった点に着目し、研究を行う。そして、研究結果を河川整備の現場へ提案して、現場での護岸に対する考え方と比較し、考察することを最終的な目標とする。

3章では、河川護岸製品を説明しているインターネット上のパンフレットの収集法について述べる。4章では、パンフレットに記載されている環境に関連するキーワードを抽出し、護岸製品と照らし合わせて分析を行う。5章では、さらに細かい法則性を見いだすため、パンフレットに示されている自由記述データを用いた分析を行う。そしてそのデータを基に、6章で護岸材料の分類、整理をし、河川計画や設計者へ有用な情報を提示する。

3. インターネットによる護岸製品抽出と製品名

ランダス株式会社、IZUMI WORLD、日建工学株式会社、共和コンクリート工業株式会社のホームページから環境に配慮している護岸製品 33 個を選んだ。分析の対象とした 33 の護岸製品を抽出する際に、表-1 に示す言葉を使って検索した。

表 1 検索用語

①環境にやさしい護岸
②多自然型河川
③多自然型護岸
④環境 (空白) 護岸工法
⑤環境 (空白) 河川用製品
⑥環境保全 (空白) 護岸製品

検索した一つの護岸製品から、IZUMI WORLD、日建工学株式会社、ランダス株式会社のホームページを見つけだした。共和コンクリート工業株式会社に関しては、⑤の言葉の検索によって、会社のホームページを見つけだした。護岸製品の情報が少ない場合には、護岸製品の名前で検索を行い、新たな製品情報を入手した。情報が少ない護岸製品は、対象から外した。なお、緑化コンクリートという製品は、上の4社のホームページ上には公開されておらず、③の言葉で検索した製品である。本研究で探索し、分析に用いた製品を表-2 に示す。

4. 数量化理論第Ⅲ類による分析

4.1 特徴からみた分析

(1) 記載されている特徴

製品別のパンフレットを参考に、環境というキーワードに関連する特徴として取り入れたカテゴリーの説明を以下に示す。

「景観」—修景機能に加えて、自然と調和した景観の創出を意味する。

「安定性」—護岸が一体化していて、河川や土壌に対しての安定感を意味する。

「コスト」—低価格だけでなく、経済的も含まれる。

「生物保全」—小動物や昆虫といった陸上部に住む生態系を保護できる機能を意味する。

「魚介類保全」—水生生物や小魚といった水中に

表2 製品情報

製品番号	製品名	工法	護岸形式	コンクリート使用度
1	川ほたる	テキストムアー植生護岸工法	補強土護岸	×
2	リアロック	環境保全型ブロック	ブロック系護岸	△
3	ルーツマット	ジオテキスタイル工法	植生系護岸	×
4	ジオロック	連節（ジオロック）+捨石	連節系護岸	○
5	タイストーン	自然石張（空）	自然石系護岸	×
6	ユニウォール	自然石連結工法	自然石系護岸	×
7	チェックウォール	環境保全型ブロック	ブロック系護岸	△
8	インペーダー	環境保全型ブロック	ブロック系護岸	△
9	ネストン	環境保全型ブロック	ブロック系護岸	○
10	Iレンロック	環境保全型ブロック	ブロック系護岸	○
11	ネオロック	環境保全型ブロック	ブロック系護岸	○
12	アースボックス	環境保全型ブロック	ブロック系護岸	△
13	フィルターユニット	根固め工法	袋型根固め工用袋材	△
14	ポラコン緑化ブロック	多自然型護岸工法	ポーラスコンクリート	○
15	レノマット	省力施工型多自然護岸工法	カゴ系護岸	×
16	ポカラ	軽量盛土工法	無筋コンクリートブロック	○
17	テトラック PG	植栽ポーラスブロック	ポーラスコンクリート	○
18	緑化コンクリート	多自然型護岸工法	ポーラスコンクリート	○
19	カゴボックス	環境保全カゴ型工法	カゴ系護岸	△
20	エコウォール	多孔質積みブロック	ブロック系護岸	△
21	エコテラス	環境保全型空積み工法	ブロック系護岸	○
22	ツインフォース	環境保全型空積み工法	ブロック系護岸	△
23	剛（つよし）	植生用環境保全型練り積み工法	ブロック系護岸	○
24	イタロック	環境保全型練り積み工法	ブロック系護岸	△
25	ネオホタルブロック	環境保全型積み工法	ブロック系護岸	○
26	グラストン	多自然型連結工法	ブロック系護岸	○
27	シンプルベース	多自然型連結工法	ブロック系護岸	○
28	ターブロック	大型覆土工法	ブロック系護岸	○
29	グラックス	緩傾斜護岸植生工法	ブロック系護岸	○
30	ウィーディーロック	多自然型練張り工法	ブロック系護岸	○
31	どじょっこふなっこ	環境保全型魚巢ブロック	ブロック系護岸	△
32	蛇籠・フトン籠	伝統的護岸工法	カゴ系護岸	×
33	サミットストーン	-	-	×

住む生態系を保護できる機能を意味する。

「植生回復」- 植物を回復できる機能を意味する。

「施行性」- 護岸を完成させるまでの過程で、省力で短期間に施行できることを意味する。

「水質浄化」- 水質を浄化できる機能を意味する。

「透水性」- 護岸に水を通す性質を意味する。

「耐久性」- 永久護岸としての強度を持っていることを意味する。

「適用流速」- 流速が秒速 7m 以上の河川で用いられる。

「勾配」- 急な勾配に適用する。

「親水性」- 護岸の親水機能を意味する。

表3 数量化理論Ⅲ類の計算結果

1 軸		2 軸	
特徴	重み係数	特徴	重み係数
適用流速	-1.62083	親水性	-3.24242
勾配	-0.99117	耐久性	-0.71808
景観	-0.50335	勾配	-0.46287
生物保全	-0.46626	施工性	-0.39441
安定性	-0.14884	適用流速	-0.34793
植生回復	0.125221	コスト	-0.13016
コスト	0.158928	植生回復	-0.10299
魚介類保全	0.201627	景観	-0.09054
施工性	0.233548	安定性	-0.0586
透水性	1.20143	生物保全	-0.0015
水質浄化	1.43243	魚介類保全	1.48409
耐久性	1.947457	透水性	3.847911
親水性	5.964285	水質浄化	4.830467
固有値	0.2312	固有値	0.2090
寄与率	19.46%	寄与率	17.60%
累積寄与率	19.46%	累積寄与率	37.06%
相関係数	0.4808	相関係数	0.4572

これら13個の特徴と33個の護岸製品を用いて、数量化理論Ⅲ類の分析を行った。表-3に計算結果を示す。第2軸までの累積寄与率は非常に小さいので、第3, 4, …軸と多くの固有値を求めて

分析を進めることが求められるが、数量化理論Ⅲ類の特徴の一つは多くの指標をより少ない指標に整理することであるから、ここでは第2軸までを考察する。

(2) 軸の解釈

(a) 第1軸

カテゴリースコアをマイナスの数値からプラスの方に並び替えたところ、「適用流速」、「勾配」、「景観」、「生物保全」、「安定性」、「植生回復」、「コスト」、「魚介類保全」、「施行性」、「透水性」、「水質浄化」、「耐久性」、「親水性」の順になる。「親水性」がプラス側で最も高い数値を示している。したがって、第1軸は『近づきやすさ～近づきにくさ』を示すと解釈した。

(b) 第2軸

カテゴリースコアをマイナスの数値からプラスの方に並び替えると、「親水性」、「耐久性」、「勾配」、「施行性」、「適用流速」、「コスト」、「植生回復」、「景観」、「安定性」、「生物保全」、「魚介類保全」、「透水性」、「水質浄化」の順になる。「水質浄化」がプラス側で最も高い数値を示している。

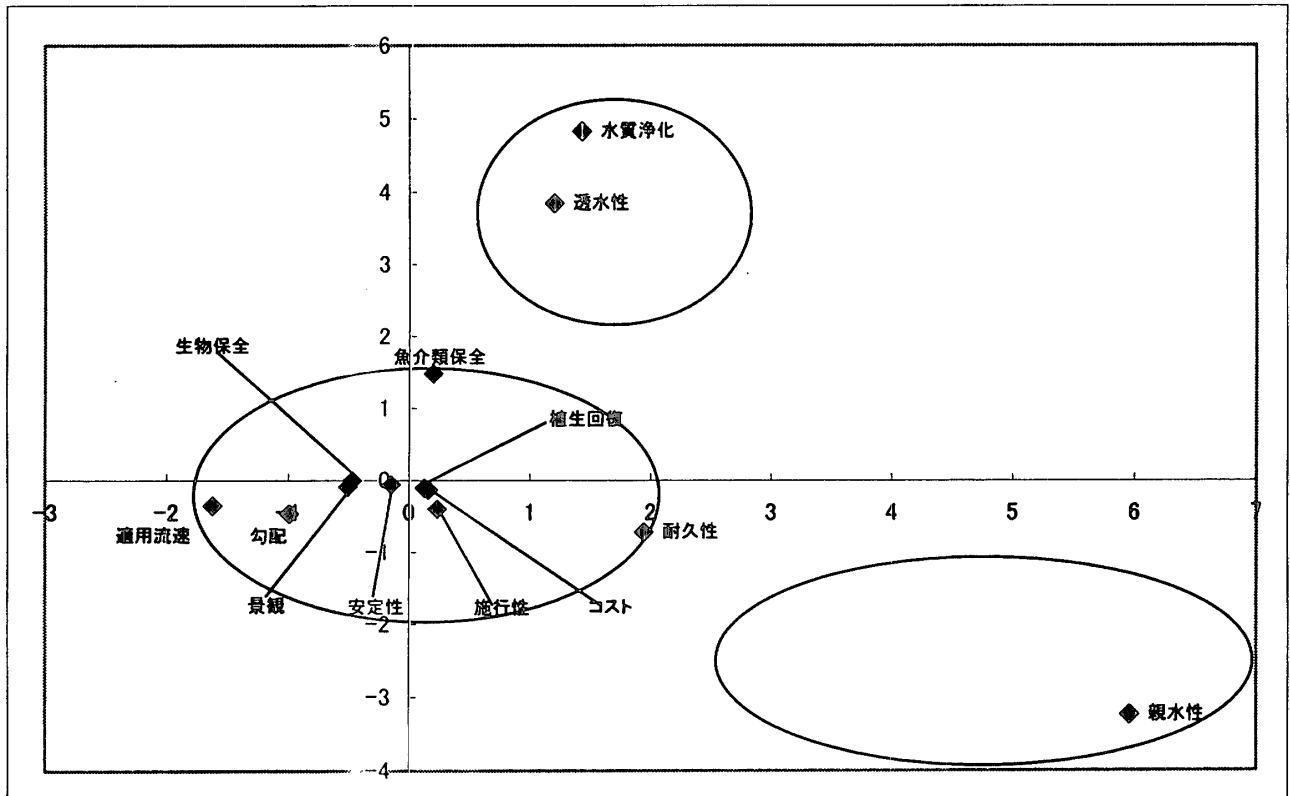


図1 カテゴリースコアの散布図 (第1軸 × 第2軸)

よって、第2軸は『水質機能重視～水質機能軽視』を示すと解釈した。

(3) 散布図の解釈

計算結果のカテゴリースコアを第1軸と第2軸の平面上に示したものが図-1である。

図-1を見ると、3タイプの護岸に分類できる。

一番目のグループは、原点周辺に集まっている傾向が見られる。景観や生態系、植物の保護、それと施行の配慮や地盤に対する安定性などを重視した護岸であり、従来言われてきた「環境にやさしい護岸」である。

他の二つのグループは、第2軸で高い数値となった透水性や水質浄化重視といった河川の水を重視した護岸と、第1軸で高い数値が出た、人間が近づきやすい親水機能を重視した護岸と考えられる。これら二つは、新しいタイプの「環境にやさしい護岸」である。これらのタイプの護岸は1番目のタイプの護岸と比べて、サンプル数が少なく、コストもかかるものが多い。

しかし、図-1を見ると、原点周辺には幾つかの特徴が集まっている。それに対して、「親水性」と「水質浄化」と「透水性」は原点から大きく離れているため、原点周辺に集まったカテゴリースコアとサンプルの関係、さらにカテゴリースコア同士の関連性が明確に分からなかった。したがって、原点から大きく離れた3つのカテゴリースコアを除いて、再び数量化理論第Ⅲ類により計算し、解釈を行った。

4.2 カテゴリースコア10とサンプル33による分析

(1) 数量化理論第Ⅲ類の計算結果

4.1の解釈では3つのタイプの護岸に分類された。その一つである、従来言われてきた「環境にやさしい護岸」のカテゴリースコアのみで数量化理論第Ⅲ類を行った。計算結果を表-4に示す。

(2) 軸の解釈

1軸のカテゴリースコアをマイナスからプラスに数値を並び替えたところ、「適用流速」、「魚介類保全」、「景観」、「勾配」、「生物保全」、「植生回復」、「安定性」、「コスト」、「施工性」、「耐久性」の順になる。マイナス側は『自然環境というキー

表4 数量化理論Ⅲ類の計算結果

1軸		2軸	
特徴	重み係数	特徴	重み係数
適用流速	-1.8808	コスト	-2.41067
魚介類保全	-1.017	魚介類保全	-0.74828
景観	-0.78791	適用流速	-0.48744
勾配	-0.75382	施工性	-0.28818
生物保全	-0.69415	勾配	-0.03836
植生回復	-0.0265	安定性	0.009738
安定性	0.646322	生物保全	0.529315
コスト	0.647613	植生回復	0.570981
施工性	0.690793	耐久性	1.361526
耐久性	2.316263	景観	1.47169
固有値	0.1919	固有値	0.1465
寄与率	24.41%	寄与率	18.64%
累積寄与率	24.41%	累積寄与率	43.06%
相関係数	0.4380	相関係数	0.3828

ワードに関連する特徴』が多いのに対しプラス側は『経済というキーワードに関連する特徴』が多い軸と解釈した。

2軸のカテゴリースコアもマイナスからプラスに数値を並び替えたところ、「コスト」、「魚介類保全」、「適用流速」、「施工性」、「勾配」、「安定性」、「生物保全」、「植生回復」、「耐久性」、「景観」の順になった。最もマイナスの大きい数値は、「コスト」であった。よって第2軸は、『コストの度合い』を示す軸と解釈した。

(3) 散布図の解釈

計算結果のカテゴリースコアの第1軸と第2軸を散布図でグラフ化したものが図-2である。

図-2を見ると、さらに3つのタイプに分類できる。

一つ目は、「耐久性」を重視して、「安定性」や「施工性」に気を配ったタイプの護岸であり、今まで治水と利水の面から考え、構造物として求められていたものであり、コンクリート三面張りともあまり変わらない護岸と考えられる。

二つ目は、「コスト」を重視して、同じく「安定性」や「施工性」に気を配ったタイプの護岸である。低価格で経済性を重視した護岸である。

三つ目は「景観」、「生物保全」、「植生回復」といった自然環境に気を配ったタイプの護岸であ

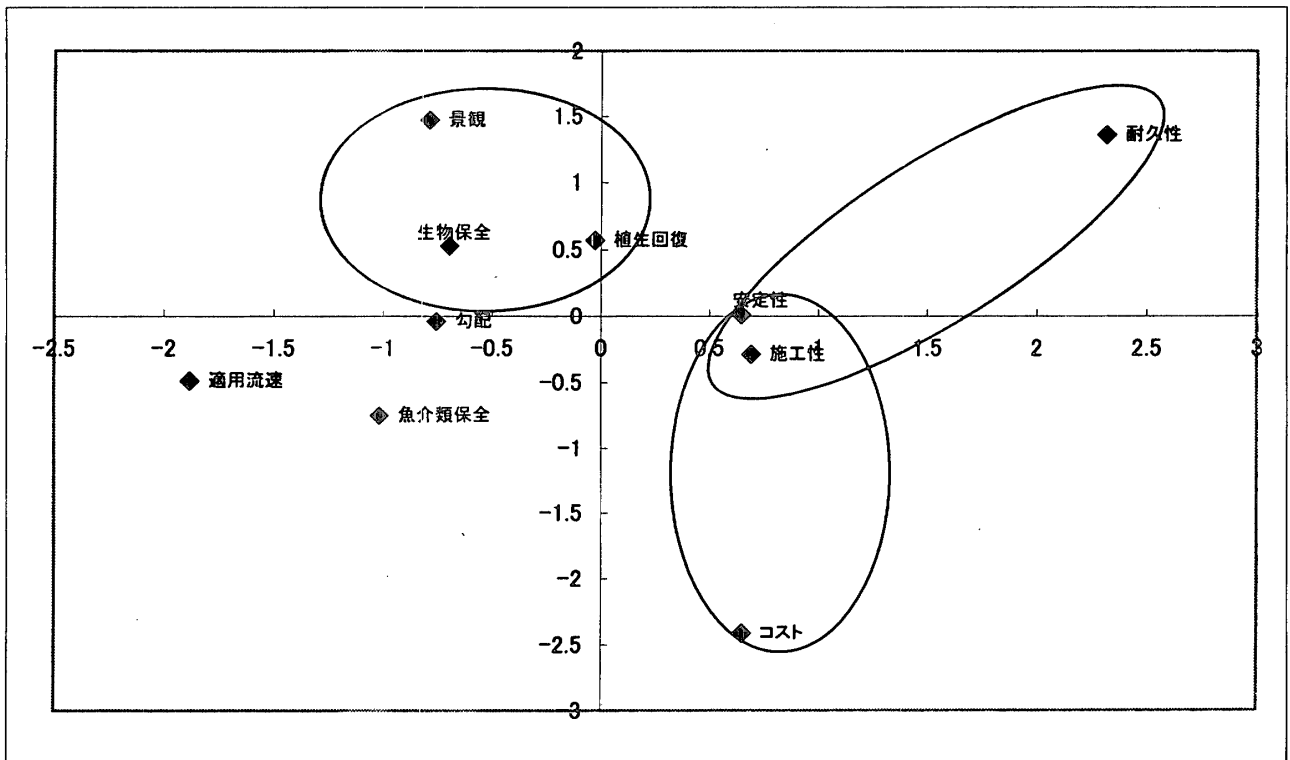


図2 カテゴリースコアの散布図（第1軸×第2軸）

る。

5. 護岸製品の説明文による自由記述データの整理

4章で数量化理論第Ⅲ類を行ったが、さらに細かい法則性や新しい特徴を見いだすため、パンフ

レットに記載されている自由記述データによる分析を行う。インターネット上のパンフレット等に記述されている護岸製品の説明文をすべて入力し、対象の護岸製品の特徴や性質に関連すると思われる言葉を整理した。この結果、189の言葉が得られた。189の言葉をKJ法により、67種類の

表5 頻度の大きい言葉の一例

製品数	: 33	A% = 頻度 / 全語彙数	
語彙数	: 67	B% = 頻度 / 製品数	
頻度	A%	B%	語彙
26	0.0440	0.7879	植生回復
22	0.0372	0.6667	施工性
20	0.0338	0.6061	生物保全
19	0.0321	0.5758	一体化
19	0.0321	0.5758	景觀
17	0.0288	0.5152	緩勾配
17	0.0288	0.5152	高流速
17	0.0288	0.5152	連結性
16	0.0271	0.4848	コンクリート
16	0.0271	0.4848	安定性

言葉に分類した。表-5には得られた言葉の内、指摘率の大きいものを一例として示す。

6. 自由記述データを基にした数量化理論Ⅲ類による分析

6.1 カテゴリー67とサンプル33による分析

(1) 数量化理論Ⅲ類の計算結果

33の護岸製品と67の特徴・性質を照らし合わせて、数量化理論Ⅲ類により分析を行った。カテゴリー数が67と多いため、4軸までの分析を行っ

表6 数量化理論Ⅲ類の計算結果

1 軸		2 軸	
特徴・性質	重み係数	特徴・性質	重み係数
シンプル	-2.142108	シート	-2.151022
コンクリートなし	-2.122702	水分供給	-2.073281
特殊科学合成品	-2.048165	水密性	-1.811301
自然石	-1.855693	胴込コンクリート	-1.793138
アンカー金具	-1.81473	結合力	-1.710929
.	.	.	.
.	.	.	.
結合力	1.9483896	親水性	1.7617594
中詰材の空隙	2.1297558	貯水空間	2.0630824
水平積み	2.4964353	水質浄化	2.4512318
胴込コンクリート	2.8559737	軽量	2.6905547
ポット状	3.5765373	魚巢	2.9646527
固有値	0.2907	固有値	0.2408
寄与率	10.84%	寄与率	8.98%
累積寄与率	10.84%	累積寄与率	19.82%
相関係数	0.5392	相関係数	0.4907

3 軸		4 軸	
特徴・性質	重み係数	特徴・性質	重み係数
アンカー金具	-2.557723	軽量	-2.951801
相互の空隙	-2.098712	水分供給	-2.867407
地盤と連続	-1.838392	ポーラスコンクリート	-2.818621
ポット状	-1.791415	ぎ石	-2.001667
ぎ石	-1.751168	強固	-1.837529
.	.	.	.
.	.	.	.
親水性	2.508895	均一な品質	1.8957648
透水性	2.6407603	多様な水際	2.5897552
軽量	2.6621749	耐久性	2.7949699
移動・流出の抑制	2.664493	親水性	3.4653703
法面保護	3.1565774	重量	3.7881246
固有値	0.2186	固有値	0.1712
寄与率	8.15%	寄与率	6.38%
累積寄与率	27.97%	累積寄与率	34.35%
相関係数	0.4676	相関係数	0.4138

た。計算結果を表-6に示す。

(2) 軸の解釈

(a) 第1軸

カテゴリースコアのプラス側からは、「ポット状」、「胴込コンクリート」、「水平積み」、「中詰材の空隙」、「結合力」、「軽量」、「自然石模様」となり、マイナス側からは、「シンプル」、「コンクリートなし」、「特殊化学合成品」、「自然石」、「アンカー金具」、「地盤と連続」、「水質浄化」となっている。

プラス側の言葉を見ると、複雑な形状や護岸に新たな機能を加えている言葉が多い。マイナス側の言葉を見ると、シンプルな形状や護岸として求められている自然的な機能を表す言葉が多い。したがって第1軸は『複雑、近代的な形状・機能～シンプル、自然的な形状・機能』を示すと解釈できる。

(b) 第2軸

カテゴリースコアのプラス側からは、「魚巣」、「軽量」、「水質浄化」、「貯水空間」、「親水性」、「様々な形状」、「中詰材」となり、マイナス側からは、「シート」、「水分供給」、「水密性」、「胴込コンクリート」、「結合力」、「ポット状」、「滑りにくい」となっている。

プラス側の言葉を見ると、水生生物に関する言葉や水質、親水という言葉がある。マイナス側の言葉を見ると、水を遮断することを表す言葉が多い。その中で、頻度が高かった「生物保全」がプラス側に、「植生回復」、「景観」がマイナス側に位置していることが分かる。したがって第2軸は『水質的機能重視～見た目重視』を示すと解釈できる。

(c) 第3軸

カテゴリースコアのプラス側からは、「法面保護」、「移動・流出の抑制」、「軽量」、「透水性」、「親水性」、「ポーラスコンクリート」、「緑化」となり、マイナス側からは、「アンカー金具」、「相互の空隙」、「地盤と連続」、「ポット状」、「ぎ石」、「滑りにくい」、「胴込コンクリート」となってい

る。

プラス側の言葉を見ると、川の流れに対する機能を表す言葉が多い。マイナス側の言葉を見ると、護岸同士や護岸と地盤に対する機能を表す言葉が多い。したがって第3軸は『川の流れと関係大～護岸同士・護岸と地盤に関係大』を示すと解釈できる。

(d) 第4軸

カテゴリースコアのプラス側からは、「重量」、「親水性」、「耐久性」、「多様な水際」、「均一な品質」、「鉄筋格子・格子編み」、「滑りにくい」となり、マイナス側からは、「軽量」、「水分供給」、「ポーラスコンクリート」、「ぎ石」、「強固」、「地盤と連続」、「相互の空隙」となっている。

マイナスで高い数値を出した言葉が「ポーラスコンクリート」だった。さらに全体の特徴を見ると、多孔質構造を表す言葉が多い。逆にプラス側は多孔質構造を表す言葉が少ない。したがって第4軸は『多孔質構造と関係小～多孔質構造と関係大』を示すと解釈できる。

(3) 散布図の解釈

計算結果のカテゴリースコアを第1軸と第2軸平面上(図-3)に、第3軸と第4軸平面上(図-4)に示す。なお、散布図の解釈に伴い、タイプ別の護岸に名前をつけた。

まず、図-3について述べる。

(a) 生物生息護岸

第1象限には、「魚巣」、「軽量」、「貯水空間」、「中詰材の空隙」、「一部コンクリート」、「魚介類保全」、「栗石・碎石」、「急勾配」、「生物保全」、「高流速」といったカテゴリーが位置している。これらのカテゴリーは、複雑、近代的な形状・機能で水質的機能と関係が大きいことを表している。ここのグループで重要なことは、コンクリートの使用を一部に抑えることにある。そして、護岸製品の内部に栗石や碎石を充填するか、内部の空間を貯水空間にすることで、生物や水生生物が生息できる空間を創出することが考えられている。このタイプは、急勾配の護岸施工が有効で速い流速にも対応できる。

(b) 水質機能護岸

第2象限には、「水質浄化」、「自然石」、「シンプル」、「コンクリートなし」、「アンカー金具」、「相互の空隙」、「地盤と連続」、「透水性」、「多様な流速」、「均一な品質」といったカテゴリーが位置している。これらのカテゴリーは、シンプル、自然的な形状・機能で水質的機能と関係が大きいことを表している。水との関係、特に水質浄化を行うためには、やはりコンクリートを使用しない護岸が有効である。そのうちの1つに自然石がある。自然石をアンカー金具等でつなぎ、その間に相互の空隙が生まれる。そして地盤とつながる。これらが乱流を生じさせ、溶存酸素を多くすることになり、水の浄化につながる。自然石と同じような形のぎ石は、第2象限に位置しているものの、両軸共に数値が低いことから水質浄化ではなく、見た目重視と考えられる。さらに親水性もこのグループに属している。シンプル、自然的な形状・機能は人間にとって近づきやすい要素であり、水質と親水性が関係していると考えられる。

(c) 自然的景観護岸

第3象限には、「特殊科学合成品」、「水分供給」、「低流速」、「緩勾配」、「覆土」、「法面保護」、「シート」、「連結性」、「重量」、「ポーラスコンクリート」といったカテゴリーが位置している。これらのカテゴリーは、シンプル、自然的な形状・機能で見た目と関係が大きいことを表している。地形的な要素である、緩勾配と低流速の二つが位置していることから、このグループでは流速が遅い場所に、勾配が緩い護岸を施工する際に必要な機能を表していると考えられる。位置しているカテゴリーを見ると、景観を向上させる基本的要素と解釈できる。もしコンクリート製品を使用するのであれば、ポーラスコンクリートが有効である。

(d) 人工的景観護岸

第4象限には、「ポット状」、「胴込コンクリート」、「結合力」、「滑りにくい」、「自然石模様」、「修景」、「緑化」、「景観」、「大型」、「省力化」といったカテゴリーが位置している。これらの特徴

や性質は、複雑、近代的な形状・機能であり、景観と関係が大きい。このグループは、景観や修景といった、見た目に関する言葉が多く集まっていることから、景観を重視していることが分かる。製品自体は胴込コンクリートや結合力を高めることにより、外力に対して滑りにくい構造にしている。護岸表面、つまり人間の視界に入る場所は、自然と調和させる景観を創出するために、自然石模様やポット状にしていると考えられる。

以下では図-4について述べる。

(e) 親水護岸

第1象限には、「親水性」、「法面保護」、「移動・流出の抑制」、「シート」、「鉄筋格子・格子編み」、「水密性」、「多様な水際」、「重量」、「腐食防止」、「耐久性」といったカテゴリーが位置している。これらのカテゴリーは、川の流れに関係があり、多孔質構造とは関係が小さいことを表している。位置しているカテゴリーを見ると、水の流れに対抗する言葉が多いことが分かる。親水性が高い数値を出していることから、川の流れに対抗する護岸は、親水性を高めると解釈できる。人間が近づきやすくするための有効な要素は、護岸そのものが強度を保ち安定していなければならない。このためには重量の護岸であることが必要である。さらに、鉄筋格子や格子編みといった特殊な道具もブロック間の連結を強固なものとすると考えられる。これにより安全面とそれにより多様な水際ができ、親水性も高まると考えられる。低流速と緩勾配が数値は低い位置していることから、地形的な要素も親水性に影響すると考えられる。

(f) 省力化低価格護岸

第2象限には、「ポット状」、「滑りにくい」、「コンクリートなし」、「自然石」、「省力化」、「水平積み」、「結合力」、「様々な形状」、「コスト」といったカテゴリーが位置している。これらのカテゴリーは、護岸同士や護岸と地盤に関係があり、多孔質構造とは関係が小さいことを表している。このグループでは、自然石などコンクリートを使用しない護岸、もしくは形状の工夫、大型化や水平積み施工の可能性により、景観や施工の省力化

を目指しているようだ。ポット状の製品は、景観向上だけでなく省力施工も可能である。

(g) 多孔質安定護岸

第3象限には、「アンカー金具」、「相互の空隙」、「地盤と連続」、「ぎ石」、「修景」、「特殊科学合成品」、「強固」、「シンプル」、「高流速」、「経済的」といったカテゴリーが位置している。これらの特徴や性質は、護岸同士や護岸と地盤に関係があり、多孔質構造とも関係が大きいことを表している。護岸製品の相互の空隙が多孔質構造になる。それにより、地盤と連続する利点を持っている。強固な護岸になり高流速にも対応できる。これらは、高い数値を出している、ぎ石が有効である。そして、修景機能も自然石よりは人間の手を多く加えることができる、ぎ石の方が優れている。さらにこのグループは、経済的という利点も持っている。

(h) 多孔質緑化護岸

第4象限には、「軽量」、「ポーラスコンクリート」、「水分供給」、「緑化」、「客土・土壌」、「多孔質」、「強度」、「充填」、「土砂」、「コンクリート」といったカテゴリーが位置している。これらの特徴や性質は、川の流れに対して関係があり、多孔質構造とも関係が大きいことを表している。第1象限とは対照的で、川の流れに対抗するというよりは、川の流れを吸収する言葉が多いことが分かる。有効な護岸はポーラスコンクリートのようだ。もしくは軽量のコンクリート護岸も有効である。このグループは、護岸の特色を活かし水分供給を行い、緑化させることが大きな目的である。緑化は見た目向上のためだけでなく、流れに対して護岸を守る機能も持っている。

7. タイプ別護岸に該当する製品

6章で、タイプ別の護岸に名前をつけたが、どの護岸製品がどのタイプに該当するかを明確にするため、サンプルスコアを参考にそれぞれのタイプの護岸に該当する製品のグルーピングを行った。まず、計算結果のサンプルスコアの第1軸と

第2軸(図-5)、第3軸と第4軸(図-6)を散布図でグラフ化した。そして、明らかにしたタイプ別の護岸に該当する護岸製品の代表的な写真を貼り付けた。

まず、図-5から該当する護岸製品を以下に列挙する。

生物生息護岸: 「どじょっこふなっこ」、「ツインフォース」、「インベーター」、「ポカラ」、「リアロック」

水質機能護岸: 「レノマット」、「サミットストーン」、「タイストーン」、「ユニウォール」、「カゴボックス」

自然的景観護岸: 「シンプルベース」、「ポラコン緑化ブロック」、「グラックス」、「蛇籠・フトン籠」、「ターブロック」

人工的景観護岸: 「イタロック」、「剛」、「ネオホタルブロック」、「ネストーン」、「エコウォール」

次に、図-6から該当する護岸製品を以下に列挙する。

親水護岸: 「フィルターユニット」、「カゴボックス」、「川ほたる」、「アースボックス」、「ジオロック」

省力化低価格護岸: 「サミットストーン」、「剛」、「イタロック」、「蛇籠・フトン籠」、「ルーツマット」

多孔質安定護岸: 「タイストーン」、「ネオロック」、「チェックウォール」、「ユニウォール」、「リアロック」

多孔質緑化護岸: 「緑化コンクリート」、「テトラック PG」、「ポラコン緑化ブロック」、「インベーター」、「ポカラ」

8. 結 論

本研究では、インターネット上のパンフレットを参考に、護岸の特性を明らかにすることを目的として研究を進めた。

本研究で得られた知見をまとめると以下のようになる。

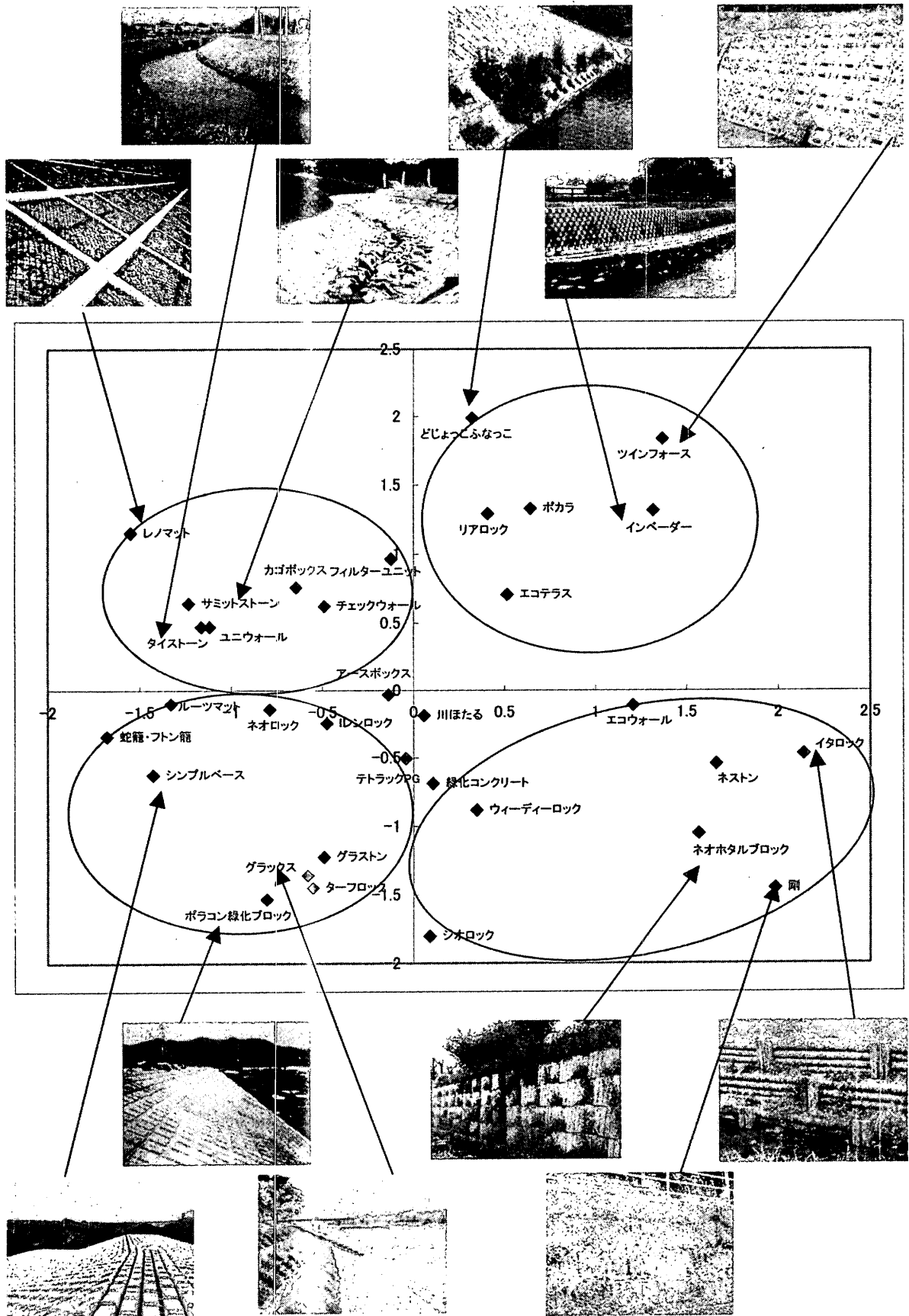


図5 サンプルスコアの散布図 (第1軸 × 第2軸)

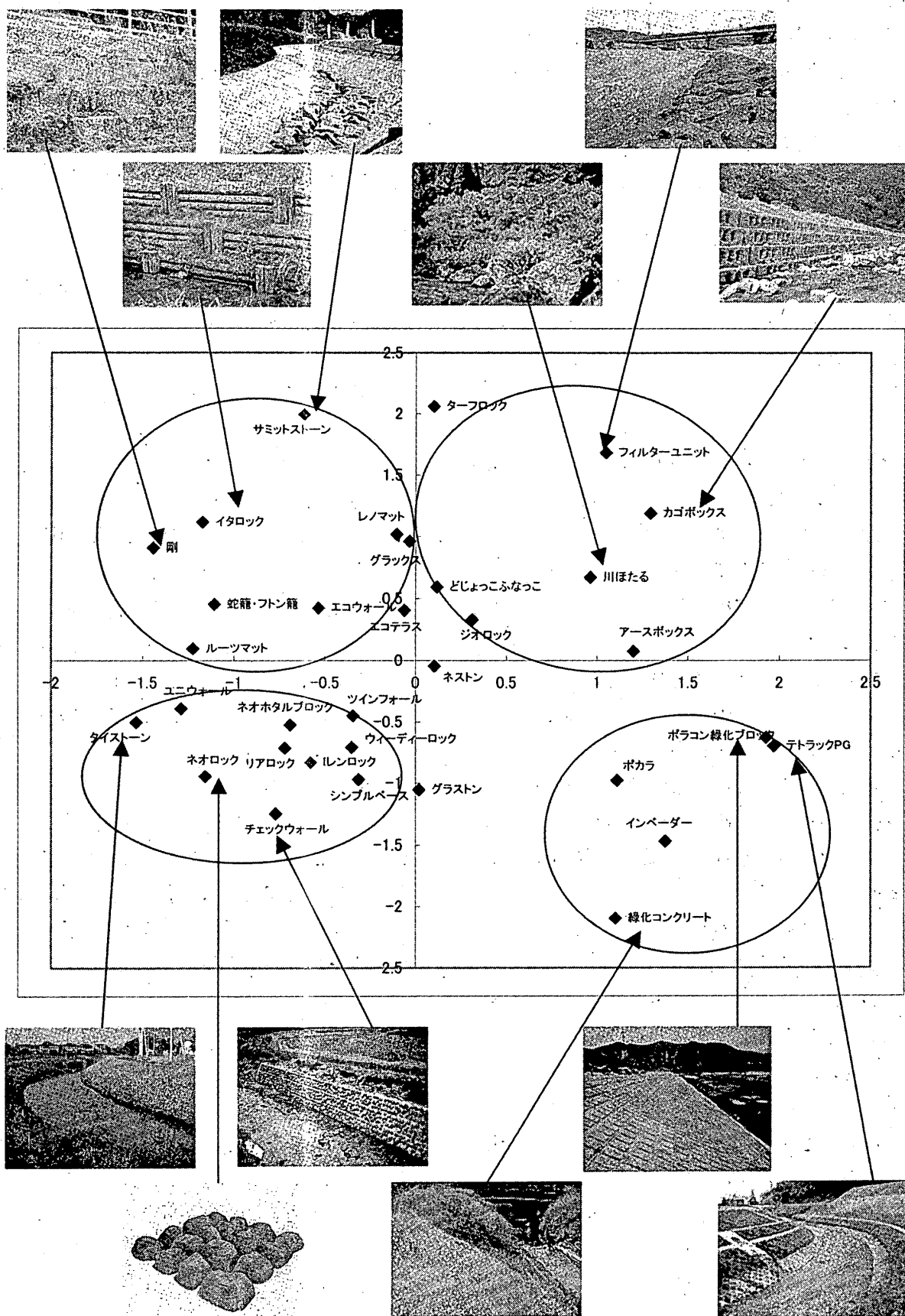


図6 サンプルスコアの散布図 (第3軸 × 第4軸)

(1) 環境というキーワードに関連する特徴をカテゴリとして、分析を行った結果、色々な角度から見た「環境にやさしい護岸」があり、以下の5つのタイプに大別できる。

- (1) 人間の親水行動を重視した護岸,
- (2) 河川の水質を重視した護岸,
- (3) 自然環境を重視した護岸,
- (4) 低コストを重視した護岸,
- (5) 強度を重視した護岸.

(2) 自由記述データにより、特徴と性質を表す言葉をカテゴリとして、分析を行った結果、「環境にやさしい護岸」は、さらに以下の8つのタイプに分類できた。

- (1) 生物生息護岸,
- (2) 水質機能護岸,
- (3) 自然的景観護岸,
- (4) 人工的景観護岸,
- (5) 親水護岸,
- (6) 省力化低価格護岸,
- (7) 多孔質安定護岸,
- (8) 多孔質緑化護岸.

以下に設計者の開発意図を考察する。

(3) コンクリートの使用度という面に関しては以下のようなことになる。

- (1) 生態系、特に水生生物を保護するためには、コンクリートの使用を一部に抑え、内部に空間を作ることを意識している。
- (2) 水質を浄化させるためには、コンクリートを使用しないことを意識している。
- (3) ポーラスコンクリートは、景観向上の基礎と意識している。

(4) 勾配という面からみると、以下のようにまとめることができる。

- (1) 勾配が急な護岸は、景観よりは生物保全を意識している。
- (2) 勾配が緩い護岸は、生物保全よりは景観を意識している。また、緩勾配と覆土は、数値が近いことから、緩勾配には覆土を意識している。

しかし、急勾配と緩勾配は、あまり数値が離れておらず、明確な使い分けは意識されていない。この違いは、流速に左右されるものと考えられる。

(5) 景観と近づきやすさという面

景観と親水性は、数値が離れていて、なお別

のグループに位置していることから、自然と調和した景観を創出しているから親水性が向上するとは意識されていない。

(6) 流速という面

設計者は速い流速に対応できるものは急勾配、遅い流速に対応できるものは緩勾配と意識されている。

(7) 多孔質という面

多孔質という言葉は二つの意味を表している。一つは、護岸と護岸、もしくは石と石の間が多孔質という意味で、もう一つは、護岸自体が多孔質(例: スポンジ)という意味を表している。意味は違うが2つとも多孔質と意識されている。

(8) 自然石とぎ石という面

(1) 自然石は省力で低コストの護岸が作れると意識されている。そして、水質機能を持つ護岸に使用するよう意識されている。

(2) ぎ石は自然石より強固で経済的な護岸を作れると意識されている。そして、水質よりは、修景機能を持つ護岸に使用するよう意識している。

(9) 景観という面

景観を高める護岸として、基礎的なことを施して、後は自然の力にまかせるといったタイプと人間の手を加え、人工的に見た目を向上させるタイプがある。設計者は後者の方が、景観を高める力が強いと意識している。

参考文献

- 1) 田中尚人, 川崎雅史: 河川護岸を形成するコンクリート製品の変遷に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No. 15, pp. 433 ~ 441, 1998.
- 2) 宮嶋昭一, 弘中一美, 中山春光: 河川と環境《環境護岸とコンクリートブロック》, セメント・コンクリート, No. 526, pp. 10 ~ 17, 1990.
- 3) 和田直也, 佐伯昇, 野坂俊夫, 板倉忠興: 近自然工法におけるコンクリートブロックの使用法, 第49回セメント技術大会講演集, pp. 1002 ~ 1007, 1995.

- 4) ランデス株式会社 : <http://www.landes.co.jp/>
- 5) IZUMI WORLD: <http://www.izumiworld.ne.jp/top.html>
- 6) 日建工学株式会社 : <http://www.nikken-kogaku.co.jp/index.htm>
- 7) 共和コンクリート工業株式会社 : <http://www.kyowa-concrete.co.jp/index2.htm>
- 8) 杉山和雄, 井上勝雄編: EXCEL による調査分析入門, 海文堂, pp. 63 ~ 77, 1996.
- 9) 駒澤勉, 橋口捷久, 石崎龍二: パソコン数量化分析, 朝倉書店, pp. 261 ~ 266, 1998.
- 10) 畔柳昭雄, 渡邊秀俊: 都市の水辺と人間行動, 共立出版株式会社, 1999.
- 11) 日経コンストラクション: 事例に学ぶ自然復元のコツ, pp. 70 ~ 81, 2001.
- 12) 柵瀬信夫, 小関喜久夫: 高吸収・高保水コンクリートの開発, 土木学会誌, Vol. 86, pp. 69 ~ 71, 2001.