河川景観に馴染む護岸ブロック判定に関する技術開発

研究予算：運営費交付金
研究期間：令 5～令 7
担当チーム：自然共生研究センター
研究担当者：森照貴、林田寿文、坂元泰平、永山明

【要旨】
河川景観に馴染むコンクリート製護岸ブロックの特性を明らかにすることを目的として、護岸と周辺景観との調和および護岸ブロックの景観評価を行った。護岸と周辺景観の明るさ分布の重なりとして「重複度」を求めたところ、景観的に評価の高い事例では重複度が高い傾向が確認された。また、石積み護岸とコンクリート製護岸ブロックを比較した結果、景観に馴染む護岸の特徴として、周辺景観と類似した明るさ分布を有すること、極端に大きな要素や縦長につまれる縦石のような要素を避けること、目地角度に適度なばらつきを持たせること、四ツ目地を減らすことが挙げられ、これらを考慮することが河川景観において重要であることが示された。
キーワード：石積み護岸、コンクリートブロック、河川護岸、重複度

1. はじめに

近年、気候変動に伴う豪雨災害の頻発化や激甚化により、河川での災害が増加する一方、河川管理者や河川技術者は減少しており、生産性向上として業務の効率化が求められている。河川護岸には河岸侵食の防止や河道の安定化といった治水上の機能が求められるが、多自然川づくりを推進するために、生物の生息環境や水辺利用を考慮することに加え、周辺景観との調和を図ることも重要となっている。特に中小河川では、護岸が景観に占める割合が大きく、護岸の素材や形状、配置方法などが河川景観の印象に大きな影響を与える。現在、河川工事では施工性や経済性に優れるコンクリート製護岸ブロックが広く利用されている。しかし、同一形状の部材（ブロック）が連続的に配置されることで人工的で単調な景観となる場合があり、周辺景観との調和が十分に図られていない事例もみられる。「美しい山河を守る災害復旧基本方針」等では、護岸が周辺景観と調和し、できるだけ目立たない存在となることが求められているものの、景観への適合性を客観的かつ定量的に評価する手法は十分に確立されていない。

護岸ブロックの景観評価に関しては、ブロックそのものの明度や表面のテクスチャなどについて検討が進められてきたが、周辺景観との関係性や、護岸ブロック全体として景観に与える影響については十分な知見が蓄積されていない。そのため、地域ごとの景観特性に応じて、河川景観に馴染みやすい護岸ブロックを選定するための評価手法や判断基準の構築が求められている。そこで本研究では、河川景観に馴染む護岸ブロックの特性を明らかにすることを目的として、二つの観点から検討を行った。第一に、河川護岸と周辺景観との関係に着目し、画像解析を用いて景観との調和を定量的に評価する手法を検討した。第二に、景観面で優れていると考えられる石積み護岸を参照として、コンクリート製護岸ブロックの全体としての模様（景観パターン）の改善に向けた指標を整理した。

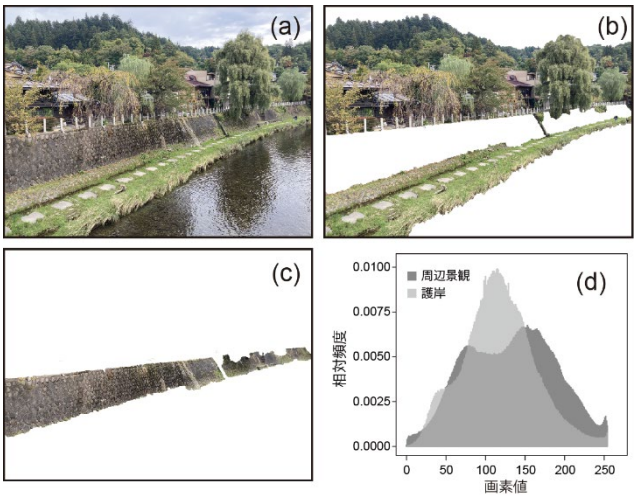

図-1 収集した河川景観の画像の例と画素値のヒストグラム。収集した画像（a）から空と水面を削除した上で、周辺景観（b）と護岸（c）に区分し、グレースケールに変換することで画素値の相対度数ヒストグラム（d）を得た。

2. 河川護岸と周辺景観との調和

2.1 明るさ分布に基づく調査評価手法の開発

河川景観に馴染む護岸ブロックを選定するためには、護岸が周辺景観とどの程度調和しているかを評価する必要がある。しかし、従来の景観評価では、護岸材料の明度や表面テクスチャなど、護岸単体の特性に着目した評価が中心であり、周辺景観との関係性を定量的に評価する手法は十分に確立されていなかった。河川景観は、水面や河床、植生、背後地の土地利用など様々な要素によって構成されている。このため、同じ護岸であっても、設置される場所によって景観との調和の程度は異なると考えられる。そこで本研究では、景観を構成する要素のうち「明るさ」に着目し、護岸と周辺景観との類似性を評価する手法について検討した。

具体的には、中小河川に設置された石積み護岸（石系）、かご護岸（かご系）、コンクリート護岸（コンクリート系）に加え、景観面で高い評価を受けている河川整備事例（土木学会デザイン賞の受賞）を対象として画像を収集した。画像から護岸部分と周辺景観部分を抽出し、グレースケール画像へ変換した後、それぞれの明るさ分布をヒストグラムとして表現した(**図-1**)。さらに、両者のヒストグラムが重なる割合を「重複度」として定量化し、護岸と周辺景観との調和度を評価する指標とした。

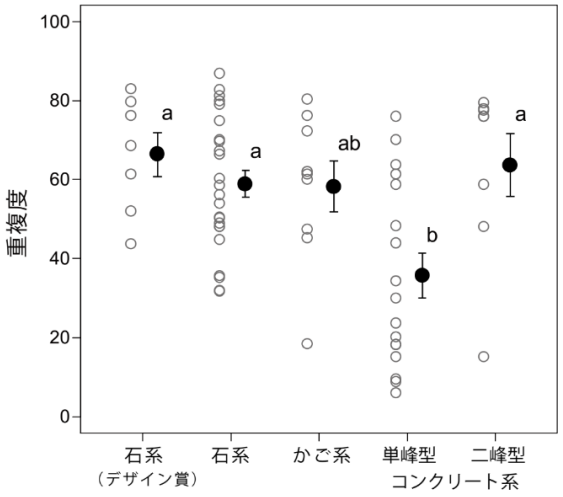

図-2 5つのグループ間（土木学会デザイン賞受賞の石系、石系、かご系、単峰型のコンクリート系、二峰型のコンクリート系）における重複度の違い。白抜きの丸は各事例での値を示し、黒丸は平均を、エラーバーは標準偏差を示す。アルファベットの違いは有意差を示し、同じ文字または重複する文字は統計的に有意な差がないことを示す。

2.2 河川景観に馴染む護岸の特徴

景観面で高い評価を受けている事例（土木学会デザイン賞を受賞）では、護岸と周辺景観との明るさ分布が類似しており、重複度が高い傾向が確認された（**図-2**)。また、土木学会デザイン賞の受賞有無に関わらず、石系やかご系では比較的高い重複度を示す事例が多く、周辺景観に溶け込みやすい傾向が認められた。一方、コンクリート系では重複度が低い事例もみられた。このように護岸の素材や意匠だけでなく、周辺景観との相対的な関係が景観評価に大きく影響する可能性が示された。

コンクリート護岸の一部では、護岸部分のヒストグラムが二峰形となる事例がみられた（**図-3**)。これは、コンクリート表面の明るい部分と目地や凹凸による陰影部分が明確に分離して存在していることを示している。このような二峰形のヒストグラムを示す護岸では、周辺景観の明るさ分布との重なりが大きく、重複度が高くなる傾向が認められた。しかし、このような護岸は千鳥配置や穴あき構造を持つブロックなど、陰影の強い凹凸構造を有する事例である。こうした護岸では、高い重複度となっていたが、既存研究（国土交通省水管・国土保全局 2018）で指摘されているように、穴や凹部を多く持つ護岸であるため、景観的に望ましくないとされている。そのため、重複度による評価では単峰型であるかどうかを確認する必要がある。

護岸と周辺景観が異なる明るさ分布を持つ場合には、護岸が独立した視覚要素として認識されやすくなる。一方で、護岸と周辺景観の明るさ分布が類似している

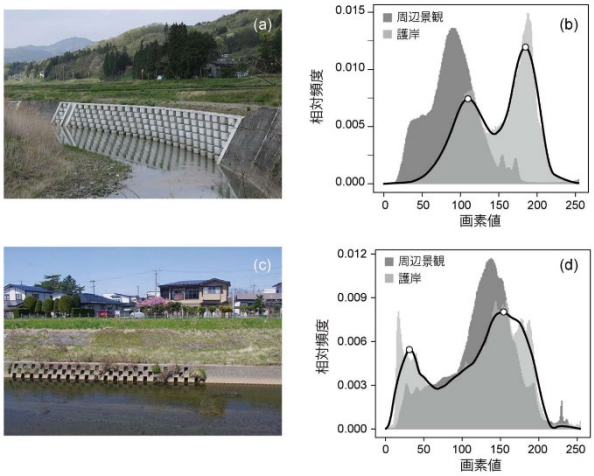

図-3 階段状の積み方(a)や千鳥配置(c)により穴が目立つブロックの例。これらの画像から得た画素値の相対度数ヒストグラム（b、d)。実線は平滑化した曲線を示し，点は検出されたピークを示す。

場合には、両者が一体的な景観として認識されやすくなる。これは河川景観における「図」と「地」の関係とも整合的である。重複度の低い護岸や、二峰形のヒストグラムを示す護岸は「図」として認識されるだろうが、周辺景観と類似した明るさ分布を示す護岸は「地」として背景に同化しやすいと考えられる。すなわち、景観との調和を考える上では、明るさの平均値だけでなく、明るさの分布が示す形状も重要であることが示された。これらの結果から、景観に馴染む護岸の特徴の一つとして、「周辺景観と明るさ分布が類似していること」が挙げられる。従来は護岸材料の明度そのものが重視されてきたが、本研究により、景観との調和を評価するうえでは、周辺景観との相対的な明るさの関係が重要であることが明らかとなった。

本研究で提案した重複度は、護岸と周辺景観との調和を定量的に評価できる指標であり、河川景観に配慮した護岸整備や護岸ブロックの選定を行う際の基礎情報として活用できると考えられる。また、地域ごとの景観特性を把握するための指標としても利用可能であり、今後の設計や護岸ブロックの選定の際に用いられることが期待される。

3. 護岸ブロックの景観評価と改善指標

3.1 景観に馴染む護岸ブロックの特性分析

河川景観に馴染む護岸ブロックの開発を進めるためには、景観との調和に関わる護岸の特徴を明らかにする必要がある。そこで本研究では、景観面で優れていると考えられる石積み護岸を参照し、コンクリート製護岸ブロックとの違いについて検討した。護岸の見た目を構成する項目として、石材や護岸ブロックの表面で認識できる閉じた模様を素材として、「素材の大きさ」、「素材の形状」、「素材間にある目地の角度」、「四ツ目となる目地」に着目した。石積み護岸 45 事例とコンクリート製護岸ブロック 36 製品を対象に画像解析を行い、それぞれの特徴を定量的に比較した。

「素材の大きさ」は石積み護岸とコンクリート製護岸ブロックとで大きな違いはみられなかったが、護岸ブロックでは極端に大きな要素が含まれる割合が高い傾向が確認された（**図-4**）。「素材の形状」として、護岸ブロックでは縦長（素材の傾きが 81–90°）となっていることが多いことが明らかとなった（**図-5**）。石積み護岸では石材が縦長に積まれていたとしても、その縦横比は正方形に近くなっていた（**図-5**）。「素材間にある目地の角度」に関して、石積み護岸では角度が連続的に変化し、適度なばらつきを有していたのに対し、護岸ブロックでは限られた角度のみが存在していた（**図-6**）。また、目地が十字に交差する「四ツ目となる目地」を計数したところ、石積み護岸で四ツ目地の割合は低く、護岸ブロックで高いことが示された（**図-7**）。これらの結果から、石積み護岸を参照すると景観に馴染む護岸は、完全に規則的でも完全に不規則でもない特徴が存在することが示された。石積み護岸では、全体として統一感を保ちながらも、素材の形状や配置、目地の方向に適度な変化が存在しており、このような特徴が良好な自然景観の形成に寄与していると考えられた。

3.2 護岸ブロックの景観改善指標

石積み護岸との比較により、景観に馴染みやすい護岸が有する特徴を整理することができた。これらの知見は、護岸ブロックの意匠設計や製品開発における改善指標として活用できる。具体的には、極端に大きな

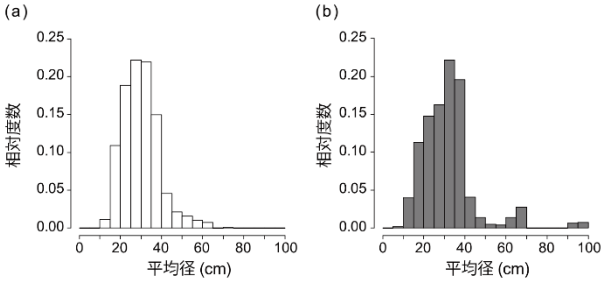

図-4 石積み護岸で測定した 1350 個の石材の大きさ (a) とブロック積み護岸で測定した 1080 個の素材の大きさ (b)。

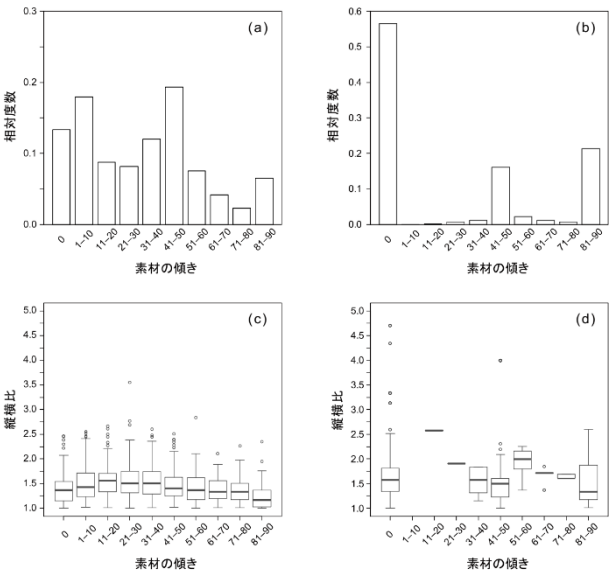

図-5 石積み護岸 (a、c) およびブロック積み護岸 (b、d) における素材の傾きと、素材の傾きに応じた縦横比の変化

素材にみえる模様を避けること、素材が縦長となる模様を少なくすること、目地角度に一定の変化（ばらつき）を持たせること、四ツ目となる目地を減らすことが重要な条件として考えられる。これらは、従来の明度やテクスチャに関する基準では評価が難しかった形状や景観パターンに関する指標である。

4. まとめ

本研究で整理した特徴は、景観に馴染む護岸が有する共通特性として捉えることができる。これらの特性を用いることで、護岸ブロックの景観適合性を定量的に評価できる可能性が示された。今後は、本研究で得られた知見に加え、周辺景観の特徴や地域特性などを組み合わせることで、地域ごとの景観に適した護岸ブロックを選定する手法へと発展させることが期待される。また、護岸ブロックのデータベースとの連携により、景観面から推奨される護岸ブロック候補を提示する技術への応用も期待される。最後に、本研究で得られた成果を下記に示す。

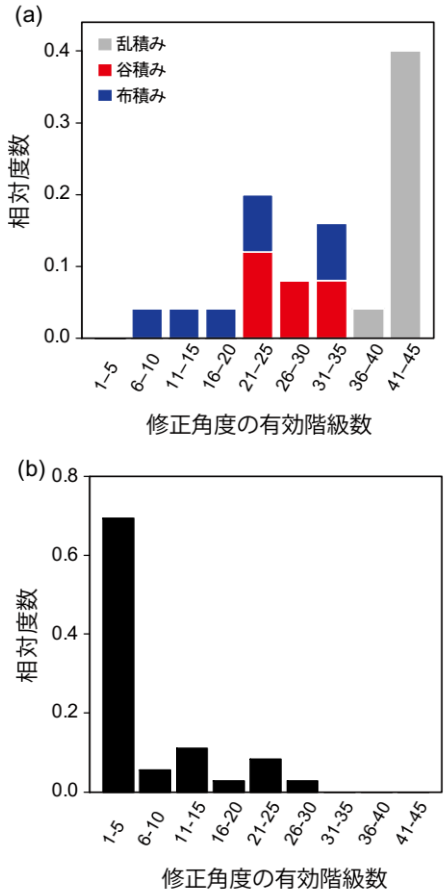

図-6 石積み護岸(a)およびブロック積み護岸(b)における目地の修正角度の有効階級数。修正角度の有効階級数とは、目地角度を0度もしくは90度からの差を取ることで求めた修正角度に対し、ヒストグラムでの階級数を求めた指標である。目地の角度が一部の値に集中している場合には小さくなる。

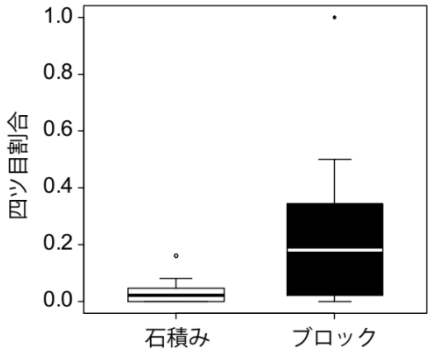

図-7 石積み護岸とブロック積み護岸での目地が四ツ目となっている割合

1) 河川護岸と周辺景観との調和を定量的に評価する手法として、護岸部分と周辺景観部分の明るさ分布の重なりを示す「重複度」を提案した。
2) 景観面で高い評価を受けている事例では、護岸と周辺景観との明るさ分布が類似し、重複度が高い傾向が確認された。また、明るさの平均値だけでなく、明るさの分布が示す形状も重要であることが示された。
3) 石積み護岸とコンクリート製護岸ブロックとの比較により、「素材の大きさ」、「素材の形状」、「素材間にある目地の角度」、「四ツ目となる目地」に差異があり、石積み護岸では統一感を保ちながらも適度にばらつきを有する特徴が確認された。
4) 景観に馴染む護岸ブロックの特徴として、極端に大きな素材にみえる模様を避けること、素材が縦長となる模様を少なくすること、目地角度に一定の変化（ばらつき）を持たせること、四ツ目となる目地を減らすことが挙げられた。

参考文献

1) 国土交通省水管・国土保全局：美しい山河を守る災害復旧基本方針、2018

DEVELOPMENT OF AN EVALUATION METHOD FOR RIVER REVETMENT BLOCKS

Research Period: FY2023-2025
Research Team: Aqua Restoration Research Center,
Water Environment Research Group
Author: MORI Terutaka
HAYASHIDA Toshifumi
SAKAMOTO Taihei
NAGAYAMA Akira

Abstract: The objective of this study was to identify the characteristics of concrete river revetment blocks that harmonize with river landscapes. To achieve this, we evaluated the visual harmony between revetments and their surrounding landscapes, as well as the landscape quality of different revetment block designs. We quantified the degree of overlap in brightness distributions between revetments and surrounding landscapes as an index termed “overlap degree.” The results showed that revetments receiving higher landscape evaluations generally exhibited greater overlap degrees. Furthermore, a comparison between stone masonry revetments and concrete revetment blocks revealed several characteristics of revetments that blend well with river landscapes: (1) possessing brightness distributions similar to those of the surrounding landscape, (2) avoiding excessively large elements and vertically elongated stone-like components, (3) incorporating moderate variation in joint angles, and (4) reducing four-way joint intersections. These findings suggest that consideration of these characteristics is important for achieving harmonious river landscapes.

Keywords: Stone masonry revetments, Concrete revetment blocks, River revetment, Degree of overlap

論文リスト

- **学術誌等による成果普及**

学会発表等その他（計 2 本）

e-1) 坂元 泰平、森 照貴、林田 寿文：仮想現実を利用した河川景観評価に向けた護岸ブロックの見え方の課題、令和 5 年度土木学会全国大会年次学術講演会、2023

e-2) 永山 明、森 照貴：河川景観に配慮した護岸を構成する素材の特徴量、令和 5 年度土木学会全国大会年次学術講演会、2023