

## 河川の pH と RpH

### The pH and RpH of Rivers

平井 俊男

大阪府立長尾高等学校

Toshio Hirai

Osaka Prefectural Nagao High School

本研究の目的は河川の水質調査項目として知られていない RpH（敗戦後に法令で指定）を紹介し、pH とともに RpH を測る必要性を示すことである。「RpH（reserved pH）とはきれいな空気です十分に通気した後の pH 値」で「RpH は表流水では普通の pH とあまり変わりません」（国土交通省, 2025）。国内外の河川（表流水）の RpH を測ると pH と異なる事例があった。上の引用と相反する？国土交通省の説明を示し、調査結果から RpH 測定の必要性を述べる。

#### 1. はじめに

著者は過去 20 年、職場近くの大和川・安治川・前川・船橋川等の水質を生徒と調べ、測った pH については、上で引用した国土交通省（以下、国交省と略す）の「RpH は表流水では普通の pH とあまり変わりません」を信じていた。

ここ 2 年はほぼ無職だったので国内外のツアーに参加でき、RpH を調べた結果を報告する。

#### 2. 国交省の pH と RpH に関連する言説

pH の説明文で関連部分を以下に引用する。

「通常の淡水は pH7 前後ですが、海水はややアルカリ性で pH8 前後です。地下水は土壌中の生物作用によって生じた二酸化炭素のために酸性側のものが多くみられます。

湖沼水は、特に夏季の成層期には、表層は植物プランクトンの光合成によって二酸化炭素が消費されるためにアルカリ側に傾き、底層はプランクトンの遺骸の分解に伴って二酸化炭素や有機酸が生成するため酸性側に傾きます<sup>23)</sup>。河川でも、水深が浅く（日光が河床まで届く）水が停滞するような場所では、河床の付着藻類による光合成のために pH 値が高くなり、同時に溶存酸素も高くなる場合があります。」p. 4

中略

「普通の陸水で pH8 を超えるものは少なく、特に RpH が 8 を超す水は特殊な条件—たとえば、海水の混入（海水の pH は 8 前後）、塩基性温泉水（pH10 近いものもある）の混入、流域の地質（石灰岩地帯など）、コンクリートの溶出など人為的原因—があると考えられます。なお、富栄養湖の表層水は夏季に pH8 を超えることが珍しくあ

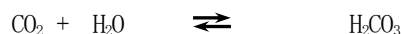
りませんが、RpH はもっと低くなります。」

「\*RpH（reserved pH）

きれいな空気です十分に通気した後の pH 値をいいます。

表流水では普通の pH とあまり変わりませんが、地下水や夏季の湖沼水では pH と RpH の差が大きことがあります。これは主に二酸化炭素が通気によって出入りするためです。

注）通常、水中の炭酸物質は次の平衡関係を保っているため、光合成によって CO<sub>2</sub> が消費されると反応が左に進んで H<sup>+</sup> 濃度が下がり（pH が上がり）、呼吸によって CO<sub>2</sub> が増えると反応が右に進んで H<sup>+</sup> 濃度が上がる（pH が下がる）。



以上、引用終わり。前段の引用部分の太字は次で言及するので目立つように改変した。

太字部分に注目し、表流水（停滞せずに流れている水）が著者の研究対象であるため、以下のように言い換えてみる。「河川でも、水深が浅く（日光が河床まで届く）水が流れているような場所では、河床の付着藻類による光合成のために pH 値が高くなり、同時に溶存酸素も高くなり（場合があります）。」

そうすると、「RpH は表流水では普通の pH とあまり変わりません」という国土交通省の主張と一致する。河川で水が停滞するような場所では流れが無いので、湖沼水と同じで当然光合成と呼吸の影響がまともに出てくる。

逆に pH と RpH を測ることで、光合成や呼吸等による pH の変動を知ることができる。

### 3. 調査

器具: 佐藤計量器製作所のポケットタイプ pH 計 SK-632PH (pH 4、7、10 の 3 点校正機能、自動温度補償機能、測定精度 $\pm 0.40$  pH、 $\pm 0.5$  °C、分解能 $\pm 0.01$  pH、 $\pm 0.1$  °C)、ひも付きヨーグルト容器 (採水用具兼曝気時の容器) など

方法: 国の法令である国土調査法による水質調査作業規程準則の別表第三にある河川の RpH を調べる際の方法「試水 20 ないし 50 ml をとり、新鮮な空気を 10 分間じゅうぶんに通じた後」

(国土調査法, 2025) pH を測るに準じて、pH 計を用いて約 50 ml の試水を 15 分以上かき混ぜ (曝気し)、15-30 分の pH の値を RpH とした。

1) 調査サイトにおいて、ひも付きヨーグルト容器で河川水 (試水) を採水し、その場で pH を pH 計により測った。

2) そのまま pH 計で 15 分以上かき混ぜた後、pH (RpH) を pH 計で測った。

表 1 国内の河川の pH と RpH (2024 年)

調査サイト(地域)	厩橋(東京)	萬代橋(新潟)	萬代橋(新潟)	選鉱場跡(佐渡)
河川名	隅田川	信濃川	信濃川 *	濁川
月/日(時刻)	8/7(17:07)	9/23(18:20)	9/25(6:30)	9/24(16:10)
pH(水温/°C)	7.70(29.8)	8.41(22.3)	7.57(20.7)	8.37(21.0)
RpH(曝気15分後)	7.82	7.46	7.40	7.78

曇量9割 午前に雨止み、晴れる 日出5:34 快晴 日中晴 夕方曇

表 2 トルコとフランスの河川の pH と RpH (2024 年)

国	トルコ			フランス	
調査サイト(地域)	A(イズミール)	B(デレチネ)	C(アパノス)	E(ルーアン)	F(パリ)
河川名	ウルジャ川 *	不明	クズルウルマク川	セーヌ川(下流)	セーヌ川(中流)
月/日(時刻)	1/22 (6:25)	1/23 (11:43)	1/24 (13:25)	2/12 (12:15)	2/13 (15:55)
pH(水温/°C)	8.63(13.4)	9.19(5.6)	8.04(8.0)	8.32(11.2)	8.38(11.4)
RpH(曝気30分後)	8.62	8.22	7.67	8.24	8.25

暗くて不明 曇り 晴 曇り 曇り

表 3 ドイツ・ベルギーの河川(淡水の運河)の pH と RpH (2025 年)

地域(国)	ケルン(ドイツ)	ブリュッセル(ベルギー)	アントワープ(ベルギー)
調査サイト	大聖堂裏護岸	スーザン・ダニエル橋下	聖ミハエル橋下
河川名	ライン川 *	ブリュッセル運河 *	レイエ川
月/日(時刻)	1/8(16:15)	1/10 (5:15)	1/10 (10:00)
pH(水温/°C)	7.43(6.5)	7.46(5.4)	7.56(7.0)
RpH(曝気15分後)	8.07	7.79	7.97

前日は雨 曇 積雪・路面凍結 真っ暗 晴 曇量7割 霧 視界不良

### 4. 結果と考察

2024 年の国内の河川は、東京都内厩橋下護岸 (隅田川: 表 1)、新潟市内の萬代橋下護岸 (信濃川: 表 1)、同じく四方見橋 (ヨモミバシ: 新栗ノ木川: pH7.27 と RpH7.09 はほぼ同じため表にまとめず、以下同じ) と四方見橋より 200 m

少し下流の月見橋 (新栗ノ木川: pH7.28 と RpH7.21) と佐渡島の北沢浮遊選鉱場跡の小橋 (濁川: 表 1)、松戸市内の樋野口排水機場近くの岸 (江戸川: pH7.72 と RpH7.52) である。

国外の河川は 2024 年トルコとフランスを表 2 に、2025 年ドイツとベルギーを表 3 に示した。

RpH と pH の値の差が測定精度 $\pm 0.40$  pH の 2 倍を超え、2 つの値が明らかに異なるのは各表の赤色の楕円で囲まれた 2/16 事例のみである。

但し、早朝、晴でないなど光合成が十分できない事例\*5 つを除くとそれは 2/11 となる。そのうちの新潟港の上流約 2 km の信濃川は不透明で底が見えない大河 (深さ 1 m 以上) だが異なり、国交省表現の「**ことがある**」例外事例か。

以上から、上の本文中で示した太字表示の河川と表の河川の大部分は、国交省の言う通り RpH と pH はあまりかわらなかった。

### 5. 結論

河川水が本当に酸性や塩基性になると水道や農業に使えなくなるだけでなく、水生生物の生死にかかわるリスクとなる。

得られた pH が生物活動による影響を受けたものか、影響を受けない RpH かを区別するためには、RpH の測定は必須である。

### 参考文献

国土交通省北陸地方整備局(2025 年 9 月 17 日現在), <https://www.hrr.mlit.go.jp/hokugi/file/mijika/glossary1.pdf>,

水質調査, pp. 4-5

国土調査法に基く水質調査作業規程準則の別表第

三(2025 年 9 月 12 日現在): <https://laws.e-gov.go.jp/law/332M50000002014>

付記: 本研究の一部は、化学会近畿支部化学教育研究発表会 (2024 年 6 月 8 日, 2025 年 6 月 7 日, 大阪教育大学) において発表した。

## 地域協働による河川再生実施箇所の場所的特性に関する分析 - 全国の「小さな自然再生」事業を事例に -

### Analysis of Spatial Characteristics of River Restoration Sites Through Community Collaboration - Case Studies of "Small Nature Restoration" Projects across in Japan-

本吉吏玖<sup>1</sup>, 坂本貴啓<sup>2</sup>

金沢大学人間社会学域地域創造学類<sup>1</sup>, 金沢大学人間社会研究域地域創造学系<sup>2</sup>

MOTOYOSHI Riku<sup>1</sup>, SAKAMOTO Takaaki<sup>2</sup>

Kanazawa University College of Human and Social Sciences School of Regional Development Studies<sup>1</sup>

Kanazawa University Institute of Human and Social Sciences Faculty of Regional Development Studies<sup>2</sup>

現在、気候変動や施設の老朽化、管理者不足により河川の変化が進行している。この背景から地域協働による河川再生の推進も重要となる。本研究は社会実装の拡大を目的に、小さな自然再生の物理環境と市区町村特性を分析した。その結果、人口密度 200 人/km<sup>2</sup>未満かつ川幅の狭い区間で実施されやすく、そのような箇所では魚道や空隙の再生が行われやすいことが明らかになった。

#### 1. はじめに

現在の河川の変化として、気候変動による影響や河川管理施設等の老朽化、管理者不足が挙げられる(国土交通省 2024)。このような変化に対応していくために、地域協働による河川再生が重要であり、その手法の一つとして小さな自然再生がある。

小さな自然再生とは1つめに、「発案者や実施する自らが資金を調達できる範囲であること」、2つめに、「作業や計画に対して様々な主体が参加できること」、3つめに、「何か課題が生じた場合には、手直しや撤去が容易にできること」である(「小さな自然再生」研究会 2020)。

現在、「小さな自然再生」研究会により 69 事例のデータベースが公開されており、和田ら(2025)は、位置諸元、自然再生の目的(生物の対象種、創出する場)、実施内容、実施体制、資金源、効果の評価、対象種などを体系的に分類している。さらに、事例がどのような河川の性質や都市の性質を有する場であるか示すことで新たな小さな自然再生を行う上でも、どのような取り組み方が適しているかを検討する目安となりうることも期待される。そこで本研究では、河川の物理環境特性(川幅、縦断距離、標高)や都市の人口特性(人口密度)から場所的特性を分析し、事例箇所周辺の特徴を明らかにした。

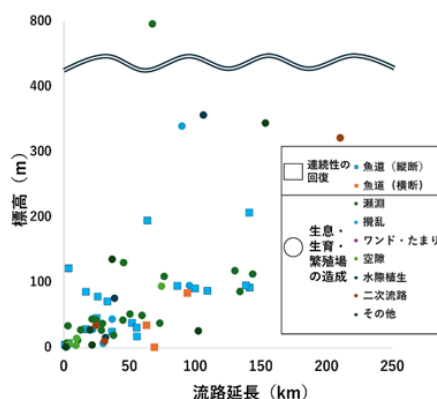


図1. 小さな自然再生箇所の標高と流路延長

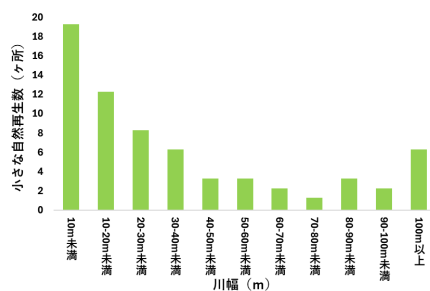


図2. 小さな自然再生箇所の川幅分布

#### 2. 研究方法

##### (1) 対象事例

対象事例の抽出について「水辺の小さな自然

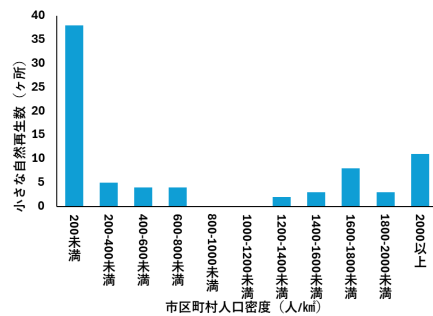


図3. 小さな自然再生市区町村の人口密度分布

再生事例紹介」を用いた。日本全国で、2025年7月1日時点で掲載されている全事例69ヶ所を対象とした。

## (2) 分析方法

### a) 小さな自然再生の物理環境分析

小さな自然再生の物理環境の設置箇所を明らかにするため、「水辺の小さな自然再生事例紹介」の緯度経度をもとに、標高と流路延長と物理環境の場の情報の整理、川幅の分布を分析した。

物理環境の場の項目は既往事例の収集・分析(和田ほか 2025) の分類を用いた。

### b) 小さな自然再生実施市区町村の規模調査

実施市区町村の規模を明らかにするため、国土地理院全国都道府県市区町村別面積調と総務省統計局国勢調査をもとに人口密度を調査した。

## 3. 結果

### (1) 物理環境別の標高と流路延長分析

図1より傾向として標高と流路延長は比例関係にあることが確認された。物理環境の特性があるもので、空隙は勾配が緩い箇所が多く、魚道は標高が約200m以下から設置されていることが確認された。他の物理環境の場は幅広い標高と流路延長にて設置されていることが確認された。

### (2) 川幅分布について

図2で示すように川幅が10m未満の箇所でも多くの事例が確認されており(19ヶ所)、川幅が広がるにつれて事例数が減少する傾向にある。大規模河川においても少数事例が確認された。

### (3) 市区町村の人口密度について

図3で示すように人口密度200人/km²未満の市区町村にて半数以上の事例(37ヶ所)が実施されていた。800-1200人/km²未満の市区町村では事例が確認されず、その他の人口密度では少数事例が確認された。

## 4. 考察・まとめ

本研究では、小さな自然再生の標高・流路延長と物理環境の場の関係性、川幅分布、実施市区町村の人口密度を分析した。その結果、空隙は緩勾配部に多く、魚道は標高約200m以下に設置され、小さな自然再生は主に川幅の狭い区間や人口密度200人/km²未満の地域に多いことが確認された。川幅が狭い箇所や人口密度の低い地域での設置が多いのは、都市部に比べて施工スペースの確保や住民合意形成、コストの面で容易であることが考察される。ただし、今回の分析では魚道、空隙以外の物理環境の場は幅広い標高と流路延長にて設置されていることが確認されたことに留まり、今回の分析ではほとんどの物理環境と標高・流路延長の関係性を詳細に明らかにするには至らなかった。

今後は、場所的特性をより明らかにするため、物理環境と再生種や工法の組み合わせの分析、小さな自然再生の都市部、農業地帯の設置状況の分類を行っていきたい。

## 5. 参考文献

- 国土交通省(2024), 「「生物の生息・生育・繁殖の場としてもふさわしい河川整備及び流域全体としての生態系ネットワークのあり方」提言, [https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/seitai\\_network/pdf/gaiyou.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/seitai_network/pdf/gaiyou.pdf)
- 「小さな自然再生」研究会(2020), 「水辺の小さな自然再生事例集 第2集」, pp7, 日本河川・流域再生ネットワーク(JRRN).
- 和田 彰, 白尾 豪宏, 森本 洋一, 瀧 健太郎(2025), 「水辺の小さな自然再生の社会実装に向けた事例研究」, リバーフロント研究所報告, vol36, pp81-90.

## 河川空間の視覚化と展示手法に関する考察

### Considerations on visualization and exhibition methods for river environments

吉富友恭  
東京学芸大学

YOSHITOMI Tomoyasu  
Tokyo Gakugei University

概要：本研究では、複雑かつ動的で捉えにくい河川環境の捉え方を整理し、河川空間の視覚化と展示手法について考察する。河川の現場を見せる手法と、水族館等において環境を再現する手法は、微生物場からセグメントまでのスケールを効果的に表現できる。一方、水系スケールの視覚化は難しく、ジオラマや映像等を用いた展示装置による表現の工夫が必要となる。微生物場スケールから水系スケールを内包する流域の展示手法を検討することが、現代的課題を扱う上で重要となる。

#### 1. はじめに

河川環境は自然の営為を基本とし、人為が合わさって成立している。土砂と水の流れがつくり出す動的かつ複雑な環境に、魚類をはじめ多くの生物、そして私たち人間が依存している。このような河川環境に見られる事物や事象を認識して理解するためには、実際の現場において直接的に観察・体験することが基礎となる。しかし、河川環境は上述の通り動的で複雑な対象であり、視覚的に捉えにくい部分が多い。水面下の流れや河床の状況、そこに棲む生物の生態は捉えにくく、水深や流速の関係で観察できる場所も限られる。一方、河川の空間は流域全体に変化しながら広がっているため、特定の空間と全体との関係を把握するにも制限がかかる。

河川教育においては、環境中の事物・事象に気づき、それらを取り巻くものとの関係性を理解するプロセスが重視される。そのプロセスでは現場を適切に認識することが求められ、わかりやすく伝える表現、特に視覚化が鍵となる。

河川環境の視覚化を必要とする場面としては、教育や研修のカリキュラムやプログラムに組み込まれる観察や見学の場面が想定される。フィールドでの観察、施設での展示の見学、その他、教材・教具を用いた活動等があげられる。

展示の空間としては博物館だけでなく、水族館や水辺のありのままの自然も対象として考えることができる。これらの施設には、自然観察を通じて学術的な好奇心を働きかける場、環境教育の場としての役割が期待されている。このような場で河川環境の現代的課題をとりあげることは重要であり、そのためにも展示の創出の

視点や技法等に踏み込んだ方法論的な考察が必要とされる。

河川の特性の捉え方については、河川における生物調査や物理環境調査に基づいたいくつかの論考がある。本研究では、河川に関する既往研究をもとに、河川環境の捉え方について整理し、それらをふまえ、実際の展示の現状の分析から、展示による河川環境の視覚化の要点について考察する。

#### 2. 河川環境の捉え方

河川環境を捉えるには、空間スケールごとに河川地形を形成する物理的パターンが異なることを階層的に示したFrissell et al. (1986)による整理が参考になる。この中では河川環境を、微生物場、瀬淵、リーチ、セグメント、水系の5つのスケールのシステムとして捉えている。

人の視点からは、微生物場は重層的で微小な領域であるため、水中で接近しなければ、肉眼で直接確認することが困難である。一方、セグメント～水系は、長距離を移動するか、高所からの眺望を確保しなければならず、日常的なスケールでは捉えにくい対象といえる。それらに対して、瀬淵～リーチは、現場で全体を見渡すことのできる比較的捉えやすいスケールといえる。視覚的に認識できる景観的にまとまりをもったこのスケールの空間は、河川の事物・事象を焦点化でき、展示の対象として扱いやすい。

展示化においては、見る人の日常的な空間と

時間に合わせて対象物を提示する方法を考えることになる。そのためには伝えたい場面の設定が基本となり、焦点をあてる対象と、その構成要素と関係性を視覚化できるような技法を導入することが必要とされる。

### 3. 展示による視覚化

河川環境の展示の現状を見ると、「実際の現場を活用する事例」と「環境を展示スペースに再現する事例」が代表例としてあげられる。

前者は、河川に近接する展示施設において多く見られ、自然の一部を取り込んだり、眺望を活かしたりして展示する事例である。そこには様々な建築設計や視点場の設定を見ることができる。河川断面が見えるような構造を整備し、河床の間隙のような微生物場から瀬淵を観察できるようにした事例、リーチ〜セグメントのスケールを対象に、高所に視点場を配して流路を俯瞰できるようにした事例等である。

後者は実際の現場ではなく、環境の一部を切り取って展示スペースに再現する事例である。水族館においては、河川環境を再現し、臨場感のある中で生物の営みを見せる生息環境展示の手法が多くみられる。この手法は微生物場〜瀬淵スケールの視覚化に有効であり、自然の事物を造作に取り入れることで、リアルな状況を創出することができる。展示計画においては実際の現場を参照し、実物の利用も含めて河川環境の造形化を試み、一つの景として空間に再現する。河床の状況や流れの変化等、水面下の特徴をアクリルガラス等を用いて視覚化している。

以上のように、微生物場からセグメントまでの展示にあたっては、対象とする空間スケール、視点場、展示スペース等の関係によって、視覚化の手法が選択され、実際の現場の活用や実物による環境の再現によりリアルな展示が実現している。各階層における環境の切り取り方は様々であり、地域の特徴を活かした独創的な展示が各地で展開されている。

しかし、これらの手法では視覚化が難しいのが水系スケールである。魚類の通し回遊や河川の氾濫、水の循環等を展示として表現するためには、流域全体を捉える必要があるが、現場に

おける視点場の調整や展示スペースにおける再現には限界がある。水系に着目し、施設内で連続的に展示を構成する事例はあるが、それらには河川を上流から河口にかけて単純化した一本のラインとして捉えて展示しているものが多い。水系は樹木のように枝分かれしたネットワークとなっている。本川と支川がつながる合流点もしくは合流点下流部では、合流点上流部とは異なる環境や生物群集が存在することから（森・石川 2014）、河川環境の理解において、ネットワークの視点は重要となる。

流域を展示する場合、実際の現場を見せることや再現することは難しく、展示装置、例えば、サインやモニター、ジオラマや模型等を駆使して表現することが必要となる。展示のコンポーネントとしては、イラストレーションと映像が視覚化においては特に重要な役割を担う。特定の空間と全体との関係に着目する際には、スケールを段階的にシフトした表現や、デフォルメ化も含めた拡大・縮小、対比や断面化の表現も必要となる。

微生物場から水系までのスケールを内包した流域の展示は、流域治水や水循環等、防災や環境保全に関連する現代的課題との関連が深いため、今後の重要な検討課題といえる。

### 4. 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 23K02784 の助成を受けている。

### 5. 参考文献

- Frissell C.A., Liss W.J., Warren C.E., and Hurley M.D. (1986) "A hierarchical framework for stream habitat classification: Viewing streams in a watershed context". *Environmental Management* 10. pp. 199-214.
- 森照貴・石川尚人 (2014) 「特集のおわりに：河川生態系の“つながり”に関する展望 (特集：境界で起こるプロセスに注目して河川生態系を理解する)」。 *日本生態学会誌* 64. pp. 143-150.



## 河川堤内地・堤外地に着目した子どもの水辺のポテンシャル評価の試み

### A potential assessment of "Children's waterfront" focusing on protected lowland and riverside land.

小鳥居倭子<sup>1</sup>，坂本貴啓<sup>2</sup>

金沢大学人間社会学域地域創造学類<sup>1</sup>，金沢大学人間社会研究域地域創造学系<sup>2</sup>

KOTORII Wako<sup>1</sup>，SAKAMOTO Takaaki<sup>2</sup>

Kanazawa University College of Human and Social Sciences School of Regional Development Studies<sup>1</sup>

Kanazawa University Institute of Human and Social Sciences Faculty of Regional Development Studies<sup>2</sup>

1999 年より「子どもの水辺」の整備が全国各地で行われ河川教育の実践の場として役割を担ってきた。設置から 20 年以上が経過したが、現在の子どもの水辺の利用状況は不明な点も多い。そこで、本研究では 262 ヶ所の子どもの水辺の周辺の土地利用や空間利用特性を分類した。その結果、都市的環境に囲まれる場合が多い一方で自然環境も併存し、アクセス施設は整備されるが親水・休憩機能は限定的であることが明らかとなった。

#### 1. はじめに

河川での体験は心身の発達や水難事故防止など多様な効果が期待されている（高橋・高橋 2007；稲垣・岸 2021）。1998 年に「川に学ぶ社会」構築が掲げられ、翌年に国土交通省による「子どもの水辺」が設置され、子どもが安全に自然体験を行える河川空間が整備された（国土交通省，2003）。しかし、その利用実態は不明な点が多い。実態把握は体験学習の充実や水難事故防止、地域活性化につながると考えられる。

空間利用状況に関する先行研究として、山崎ら（2018）は活動内容が人口密度や低水路幅、河岸の状態など河道特性に左右されることを示し、適切な低水路幅や近づきやすさを踏まえた場の選定により継続的な河川学習が可能になると指摘している。これらを踏まえ、著者らの先行研究（小鳥居ら 2024）では、子どもの水辺の設置場所や管理主体に関する基礎的分析を行い、小・中学校校区との関係性を評価した結果、子どもの水辺設置個所の周辺 4～6km 圏内に小中学校が複数立地していることが明らかとなった。これらの知見を整理すると、山崎ら（2018）の河道特性は堤外地（河道）の空間評価、小鳥居ら（2024）の小中学校校区は堤内地の土地利用特性の評価に位置づけられる。したがって「堤内地」と「堤外地」という視点から子どもの水辺周辺の空間を体系的に分析することは、より実態に即したポテンシャル評価につながると考

えられる。そこで本研究では、堤内地の土地利用と堤外地の空間利用の可能性を分析し、今後のあり方を考察する。

#### 2. 研究方法

##### (1) 対象地域

対象地域の抽出については、河川財団の「子どもの水辺一覧」を用いた。日本全国で 2024 年 4 月 11 日時点で登録されている 307 件の「子どもの水辺」を対象とした（ただし各種分析対象としては、住所が掲載されている 262 件とした。）

##### (2) 分析方法

##### a) 子どもの水辺周辺の堤内地の土地利用

子どもの水辺の周辺環境を把握するため、各地点の背後地を 500m×500m の範囲で抽出し、堤内地の土地利用を分析した。分析項目は、田、その他用地、森林、荒地、建物用地、海浜、ゴルフ場とした。

##### b) 子どもの水辺周辺の堤外地の空間利用

子どもの水辺が立地する堤外地に着目し、その空間利用状況を調査した。調査は子どもの水辺を中心として上流・下流方向に各 250m の範囲を対象とし、航空写真から要素を判読した。高水敷については木陰、ベンチ・東屋、遊歩道、公園、せせらぎ水路、駐車場、橋の有無を調査項目とした。低水敷については砂洲、飛石、親

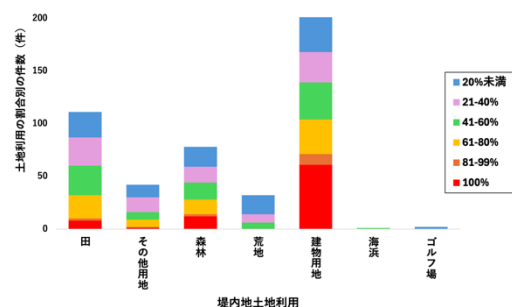


図 1. 堤内地の土地利用の割合別の件数

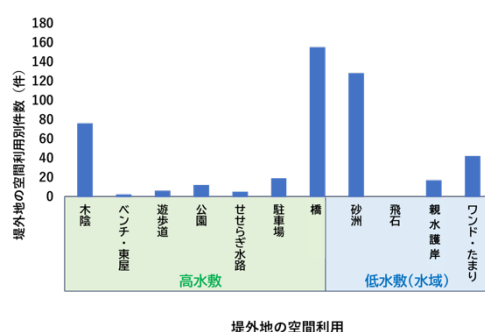


図 2. 堤外地の空間利用別件数

水護岸、ワンド・たまりの有無を調査項目とし、木陰については整備された木に限って判定した。

### 3. 結果

#### (a) 子どもの水辺周辺の堤内地の土地利用分析

図 1 に示すように、子どもの水辺周辺の堤内地では、建物用地として利用されている事例が最多であった。特に、全面的に建物用地であるのは 61 件にのぼり、全体の約 2 割を占めた。一方、田や森林として利用されている事例も一定数確認された。その他用地や荒地についても少数ながら存在していたが、海浜やゴルフ場として利用されている事例は限定的であった。

#### (b) 子どもの水辺周辺の堤外地の空間利用分析

図 2 に示すように、高水敷の空間利用では橋の設置が最も多く、156 件であった。続いて木陰・駐車場の順に多かった。一方で、遊歩道、公園、ベンチ・東屋、せせらぎ水路は比較的小数であった。低水敷の空間利用については、砂洲の存在が最も多く 129 件あり、全体の約 5 割を占めた。ワンド・たまりは 43 件、親水護岸は 18 件であり、飛石は 10 件未満であった。

### 4. 考察・まとめ

本研究では、子どもの水辺の利用実態を、土地利用と空間利用の観点から分析した。建物用地が堤内地の主要な利用形態であることが多かったが、田や森林など自然的環境に隣接する事例もあり、多様な立地条件に存在することが示された。堤外地では特に橋が近くにある事例が多くみられ、対岸との行き来を容易にしていると考えられる。一方、ベンチや東屋などの親水・休憩に関わる施設は少数であった。低水敷では砂洲やワンドといった自然要素が多く確認されたが、人工的な親水施設は限定的であった。

これらのことから、子どもの水辺として登録されている場所は、砂洲、ワンドといった自然的要素を有しており、潜在的な利用可能性を備えているといえる。しかし現状では整備が十分でなく、駐車場やベンチ、浸水護岸などの人工的な施設整備が不可欠であると考えられる。

また、航空写真のみでは把握できない要素も存在するため、今後は現地調査を通じてポテンシャルをより的確に評価していく必要がある。また、子どもの水辺の立地条件や地域社会との関係をさらに明らかにするため、市役所からの距離や街の中心からのアクセス、周辺商業施設との位置関係を分析し、地域とのつながりを把握する。さらに、各子どもの水辺の実態をより詳しく知るため、活動状況や頻度などのヒアリング調査なども行いたい。

### 5. 参考文献

- 稲垣良介, 岸俊行 (2021), 「河川での水難事故防止学習が中学生の認識及び感情に及ぼす影響予防行動の意図に影響を及ぼす要因に着目して」, 体育科教育学研究, 37(2) pp. 1-10.
- 高橋多美子, 高橋敏介 (2007) 「幼少期における自然体験の重要性の再検討と教育的意義」 理科教育学研究, Vol148 No. 1, pp. 51-58.
- 山崎健一・知花武佳・山田真央・渡部哲史 (2018) 「子どもの水辺」における河川学習活動の分析と河道特性ごとの活用ポテンシャルの提示」 河川技術論文集, Vol124, pp. 373-378
- 国土交通省 (2003) 「『子供の水辺』再発見プロジェクトについて」, <https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyoku/kodomo/kodomo.html> (2024/9/26)



紫外線酸化分解法による琵琶湖淀川水系の水質分析

－ 高校教員による河川教育のための簡易水質分析法の開発と実践 －

Water Quality Analysis of the Lake Biwa-Yodo River System Using Ultraviolet  
Oxidative Decomposition

－Development and Practice of a Simplified Analytical Method for River Education by High School Teachers－

橘 淳治<sup>1</sup>, 橘 孝<sup>2</sup>

神戸学院大学<sup>1</sup>, 広島県立府中高等学校<sup>2</sup>

TACHIBANA, Junji<sup>1</sup>, TACHIBANA, Kou<sup>2</sup>

Kobegakuin University<sup>1</sup>, Hiroshima Prefectural Fuchu High School<sup>2</sup>

概要: 高校教員による河川教育の基礎データを得るために琵琶湖淀川水系ならびに大和川水系の河川水質調査を行ってきた。今回は、紫外線 LED を用いて河川水中の有機物を酸化分解し、全窒素、全リンほか栄養塩類の比色法による定量を行い、琵琶湖淀川水系ならびに大和川水系の河川水質マップを作成した。

1. はじめに

河川水中の全窒素、全リン等の有機物の定量は、河川環境保全を対象とした河川教育を行う上で重要である。しかしながら、全窒素、全リンの定量を行うには、強酸あるいは強アルカリ下でオートクレーブなどを用いて高温・高圧可で酸化分解を必要とするなど、煩雑な操作が必要であり、大学の教養課程や高校においては実施が困難である。

天然水中の紫外線酸化分解法による全窒素の分析は F. A. J. Armstrong ら (1968) によって行われていたが、高圧水銀灯を用いていたため、装置の大型化に加えて高熱を発生するため、酸化分解に用いる試験管の大型化に加え、紫外線照射中の試水の蒸発など、学校では簡単に行うことができなかった。

そこで、近年、安価で高出力の紫外線 LED が市販され、これを用いた河川水中の有機物の酸化分解による全窒素、全リンの分析法の開発と河川水質の分析を行った。

2. 紫外線 LED による河川水中有機物の分解

試水 3mL を光路長 1cm の石英ガラス製の分光光度計用セルに入れ、過酸化水素水 (35%) を一滴添加した後、民生用の 120W 紫外線 LED ランプ 2 台を用いて 4 時間紫外線照射を行い、硝酸態窒素まで酸化分解した (図 1)。これを硫酸ヒドラジン還元 (または、銅ーカドミウム還元) で亜硝酸態窒素にして、エチレンジアミン法で比色定量した。また、

本法により数種のアミノ酸と尿素において、その回収率を調べた (表 1)。

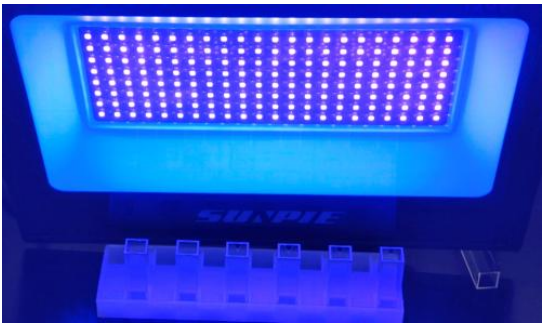


図 1 紫外線 LED ランプによる酸化分解

表 1 有機化合物の酸化分解による回収率 (%)

organic nitrogen compounds	average recovery rate (%)
Urea	95.2 ± 3.1
Asparagine	93.4 ± 3.4
Aspartic acid	93.3 ± 2.7
Arginine	95.5 ± 1.8
Glutamic acid	93.7 ± 2.9
Serine	94.6 ± 2.8
Lysine	92.1 ± 3.5

有機物である、尿素をはじめ各種のアミノ酸の酸化分解による回収率は 90% を超え、比較的ばらつきの少ないものであった。

3. 琵琶湖淀川水系の水質分析

2025 年 7 月 25 日～31 日にかけて、高校の教員が手分けを行い、琵琶湖淀川水系および大

表2 2025.7.25-7.31 琵琶湖淀川水系および大和川水系の各種成分の平均値

水域名		NH4	NO2	NO3	DIN	P04	DON	DOP	PN	PP	T-N	T-P
(μg-atoms/L)												
琵琶湖淀川水系 (22地点)	最大	17.20	7.50	24.2	42.2	10.50	38.0	2.70	35.0	8.45	101.5	12.30
	最小	1.35	0.85	4.5	6.7	0.25	6.8	0.45	8.7	0.65	22.2	1.08
	平均	7.54	3.47	11.2	22.3	3.29	19.6	1.05	16.2	4.12	58.0	4.35
大和川水系 (9地点)	最大	25.00	11.50	22.4	56.9	10.80	33.8	1.70	30.5	9.15	121.0	12.50
	最小	5.55	3.02	8.4	17.0	2.05	19.0	0.50	10.0	2.85	46.7	2.55
	平均	13.39	6.42	14.7	34.3	5.85	26.7	0.98	19.6	5.73	80.6	6.82

和川水系の河川に出かけ、31 地点で採水を行い、試水を冷蔵保存して持ち帰り、全窒素、全リン分析用の試水を残して Whatman GF/C グラスファイバーフィルターで吸引濾過し、ろ液と試水は分析まで冷凍保存した。

ろ液のアンモニア態窒素は Sagi のインドフェノール法、亜硝酸態窒素は Bendshneider らのエチレンジアミン法、硝酸態窒素は三田村の硫酸ヒドラジン法、リン酸態リンは Murphy らのアスコルビン酸還元法で分析を行った。

ろ液および試水は、1cm 石英セルに入れ、前述の紫外線 LED ランプ 2 台で 4 時間紫外線を照射した後、硫酸ヒドラジン法とアスコルビン酸還元法で、分解によって生じた硝酸態窒素とリン酸態リンを定量した。

全窒素、全リンは試水の紫外線分解により生じた硝酸態窒素、リン酸態リンの量とした。溶存態窒素、溶存態リンはろ液の紫外線分解により生じた硝酸態窒素、リン酸態リンの量とした。

また、懸濁態窒素は全窒素から溶存態窒素を差し引いて、懸濁態リンは全リンから溶存態リンを差し引いてそれぞれ求めた。

溶存有機窒素は、溶存態窒素から無機態窒素（アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素の合計）を差し引いて求めた。溶存有機リンは、溶存態リンからリン酸態リンを差し引いて求めた。

琵琶湖および琵琶湖内湖を含む淀川水系 22 地点と、大和川水系 9 地点の栄養塩類、溶存有機物、懸濁態有機物の平均値を示した（表 2）。

また、調査地点ごとの全窒素（図 2）と全リン（図 3）を示した。

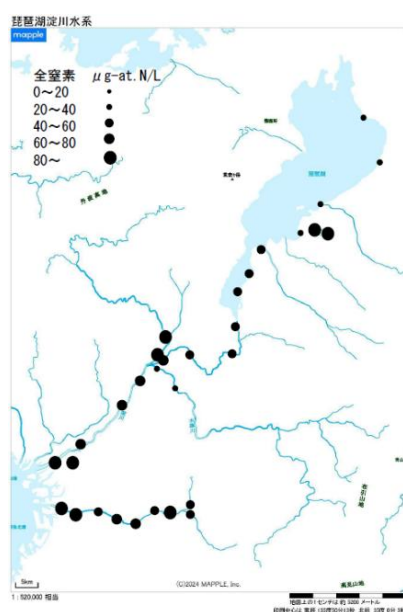


図2 2025.7.25~7.31 琵琶湖淀川水系・大和川水系 全窒素

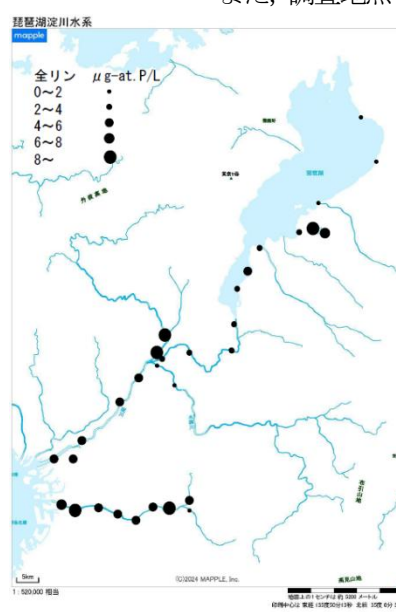


図3 2025.7.25~7.31 琵琶湖淀川水系・大和川水系 全リン

全窒素、全リン共に内湖を除く琵琶湖や、宇治川、木津川、淀川では現存量が低く概ね湖沼の自然環境保全の類型Ⅴ（水産 3 種、環境保全）はクリアしており、全窒素、全リンから見る限り良好な水質と言える。

しかしながら、桂川、大和川においては、近年水質が改善されているが、類型Ⅴ（環境保全）から見るとさらなる水質改善が必要と考えられる。