

# 利用可能性の高い水辺拠点の評価指標の提案

## PROPOSAL FOR EVALUATION INDEX OF RIVERFRONT AREAS WITH HIGH UTILIZATION POTENTIAL

尾崎 光政<sup>1</sup>・鶴田 舞<sup>2</sup>・中村 圭吾<sup>3</sup>  
Mitsumasa OZAKI, Mai TSURUTA and Keigo NAKAMURA

<sup>1</sup>正会員 工修 国土交通省 北海道開発局 帯広河川事務所 (〒089-0536 北海道幕別町札内西町73-6)  
(前 (国研) 土木研究所 流域水環境研究グループ)

<sup>2</sup>正会員 工博 一般財団法人 国土技術研究センター (〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-12-1)

<sup>3</sup>正会員 工博 公益財団法人 リバーフロント研究所 (〒104-0033 東京都中央区新川一丁目17-24)

人々の利用可能性の高い地区(水辺拠点)を抽出し, 効率的かつ効果的な河川空間整備を実現するため, 河川空間および周辺地域の社会・自然環境の特性を分析し, 水辺拠点のポテンシャルを評価する指標案を提案した。その結果, 堤内地の状況を示す指標を中心に, 河川の自然環境や空間特性に係る10指標が選ばれた。また, 水辺拠点の立地に基づく比較及び那珂川におけるケーススタディより, 都市部と郊外部の水辺拠点では重視される要素が異なり, 都市部では都市施設等の堤内地との関係性, 郊外部では河川が有する空間や自然のポテンシャルが重視されることを認めた。今回提案の評価指標案は, 客観的視点からの水辺拠点候補地の探索に活用されることが期待される。

**Key Words:** riverfront design, river utilization, evaluation index, recreational use

## 1. 序論

河川等の水辺の良好な環境は, 持続可能で魅力ある地域づくりの観点から, その利用を促進させる施策が展開されている。例えば「かわまちづくり」支援制度(H21~)では, 河川空間とまち空間が融合した良好な空間形成を推進しており, 令和4年8月までに252箇所が登録されている<sup>1)</sup>。さらに, 2020年の「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方」では, 流域治水を進めるうえで, かわまちづくりと連携した地域経済の活性化やにぎわいの創出なども考慮し, 持続可能な地域づくりに貢献していくべきとしている<sup>2)</sup>。

こうした中, 地域活性化の核となる空間形成の一層の取組推進には, 河川や地域の資源を理解し, それらを活用した整備を行うことが重要である。そこで, 河川および周辺地域の社会・自然環境特性を指標化したうえで, 人々の利用可能性が高い地区(以下「水辺拠点」という。)を客観的に抽出することは, 効率的かつ効果的な河川空間整備の実現に寄与すると考えられる。定量的な適地探索問題としては例えば鈴木ら<sup>3)</sup>のコンビニエンスストアの店舗に関するものがあるが, 河川空間整備については既往知見が乏しい。河川空間整備の配置計画に関

する研究には高橋ら<sup>4)</sup>のものがあるが, 水辺空間を構成する自然環境及び景観要素から選好性を定性的に評価したものであり, 定量的な評価までは至っていない。

これまで鶴田らは, 事例調査を通じて水辺拠点の抽出に資する評価軸を提案し, 緑川を対象にしたケーススタディにより評価軸を構成する評価指標の検討を行ったが, 複数河川でも検討を進め, 精査を行う必要があるとした<sup>5)</sup>。

本稿では複数河川を対象に, 既存の水辺拠点が持つ河川空間および周辺地域の社会・自然環境の特性を分析することで, 水辺拠点のポテンシャルを評価する指標案を提案するとともに, 指標を活用し, 立地による水辺拠点の特徴の差異を明らかにすることを目的とする。

## 2. 方法

### (1) 水辺拠点を判別する特徴量の検出

本稿では1km間隔の距離標地点を調査地点とし, それらが水辺拠点であるかを判別するRandom Forest(以下, 「RF」という。)を構築することで特徴量の検出を実施した。RFは分類回帰樹木法(CART法)に基づく, アンサンブル機械学習法の一つである。サンプルサイズよ

表-1 分析に用いた河川環境や地域の状況に関する特徴量

| 項目           | 単位      | 集計方法   | 項目              | 単位    | 集計方法                          |
|--------------|---------|--|-----------------|-------|-------------------------------|
| W/D          | -       | D(平水位からの比高)、堤防裏法尻から平水位水際までの距離(W)を、堤防天端から平水位までの高さ(D)で除した値 | 公共施設_博物館・図書館等   | m     | 調査地点から一番近い施設との距離を計測           |
| 早瀬           | -       | 半径500m圏内の有無  | 公共施設_病院         | m     | 調査地点から一番近い施設との距離を計測           |
| 淵            | -       | 半径500m圏内の有無  | 公共施設_公民館        | m     | 調査地点から一番近い施設との距離を計測           |
| ヨシ原          | -       | 半径500m圏内の有無  | 学校(小学校・幼稚園・保育園) | m     | 調査地点から一番近い施設との距離を計測           |
| 砂州・砂礫堆       | -       | 半径500m圏内の有無  | IC              | m     | 調査地点から一番近い施設との距離を計測           |
| ワンド・たまり      | -       | 半径500m圏内の有無  | 鉄道駅             | m     | 調査地点から一番近い施設との距離を計測           |
| 干潟           | -       | 半径500m圏内の有無  | バス停             | m     | 調査地点から一番近い施設との距離を計測           |
| 水質           | BOD75%値 | 各調査地点に近傍の水質調査地点の値を内挿                                     | 国道              | -     | 半径1km圏内の有無                    |
| 史跡・文化財       | 個数      | 半径1km圏内の指定文化財の個数   | 小型車台数           | 台     | 調査地点最寄りの交通センサス地点における24時間小型車台数 |
| 観光地          | m       | 調査地点から一番近い施設(記念館、動物園等)との距離を計測                            | 人口              | 人     | 半径1km圏内の人口                    |
| 橋からの距離       | m       | 調査地点からの距離を計測   | 人口密度            | 人/km2 | 半径1km圏内の人口密度                  |
| 都市公園(地区公園以上) | m       | 調査地点から一番近い施設との距離を計測                                      | DID地区           | ha    | 半径1km圏内の面積                    |
| 自然公園         | ha      | 半径1km圏内の面積   | 都市計画区域          | ha    | 半径1km圏内の面積                    |
| 鳥獣保護区        | ha      | 半径1km圏内の面積   | 堰               | -     | 半径500m圏内の有無                   |
|              |         |  | 河川利用施設          | -     | 半径500m圏内の有無                   |

り多くの特徴量がある場合にも使用できること、予測に寄与しない特徴量が多数含まれたモデルでも予測能力が低下しにくいこと、過学習の問題が発生しづらいこと、などの特徴があり、多数の特徴量の中から重要な要素を探索することに優れている。

分析に用いる特徴量は、河川が有する自然環境や空間特性、背後の堤内地の状況、川と地域の関わりを示す地域資源に関するものを特徴量として設定した。設定にあたっては、既往研究<sup>5)</sup>を参考に、実務現場での適用を想定し、河川管理者が容易にデータの取得が行える河川水辺の国勢調査(河川空間利用実態調査)(以下、「水国」という。)、水質調査、国土数値情報等の公表資料を用いた。特徴量は表-1に示す29項目とした。

判別する水辺拠点は「川の通信簿」<sup>8)</sup>実施箇所に加え、水国調査対象の定点区間に設定され河川空間整備が行われている地点のうち、利用者数が調査ブロックの中央値より多い地点とした。また、水辺拠点が含まれない調査地点を「参照点」とし、両者を判別するRFを構築した。参照点の中には水辺拠点に近接するものがあるため、水辺拠点との特性の差異を明確に分析できるよう、調査地点を中心にGIS上で半径1kmの同心円バッファを発生させ、水辺拠点を含まない調査地点のバッファと重複するバッファを持つ参照点は分析から除外した。

対象河川は、流域の都市化の状況や地域のバランスを考慮して5河川(緑川、那珂川、木曾川、吉野川、千曲川)とした。分析に際し、RFの実行前に互いに強相関の特徴量がある場合には片方を除去したうえ、対象各河川における特徴量の変数重要度を解析し、選定を行った。解析にあたってはR version 4.1.0<sup>9)</sup>のBorutaパッケージ<sup>10)</sup>を用い、統計的有意性の水準を0.01、解析回数を100回に設定した。

Borutaにより重要とされた特徴量に対しては、random Forestパッケージを用い、各特徴量の部分従属プロットを実行した。これは、他の特徴量の作用を平均化してその影響を除去することで、特定の特徴量が判別に与える効果の正負を把握するものである。具体的には部分従属プロットにより、縦軸に水辺拠点の選択確率、横軸に特定の特徴量としたグラフが示される。これより、明瞭に正または負の傾きが見られたものを正または逆相関、明

表-2 対象5河川における特徴量の相対重要度。各河川において最も重要な指標の特徴量を1とした相対値で示した。有意であった変数はアスタリスクで示した(Boruta, P<0.01)

|                       | 那珂川     | 緑川      | 千曲川     | 吉野川     | 木曾川     | 相関  |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|
| W/D                   | 0.142   | 棄却      | 棄却      | 棄却      | 0.882 * | 順相関 |
| 文化財(半径1km圏内)          | 0.385 * | 0.193 * | 棄却      | 棄却      | 棄却      | 順相関 |
| 橋からの距離                | 0.457 * | 1.000 * | 棄却      | 棄却      | 棄却      | 逆相関 |
| BOD75%値               | 棄却      | 棄却      | 0.824 * | 棄却      | 0.275   | 逆相関 |
| 人口総数(半径1km圏内)         | 0.706 * | 0.193 * | 0.824 * | 0.956 * | 0.655 * | 順相関 |
| 公共施設_距離(図書館・博物館等)     | 0.378 * | 0.427 * | 0.499 * | 0.521 * | 棄却      | 逆相関 |
| 学校(小学校以下)距離           | 0.238 * | 0.262 * | 棄却      | 棄却      | 棄却      | 逆相関 |
| 都市公園_距離               | 1.000 * | 棄却      | 0.713 * | 0.772 * | 1.000 * | 逆相関 |
| 河川利用施設(1km区間内)        | 0.690 * | 0.590 * | 0.219   | 0.434   | 棄却      | 順相関 |
| 観光地_距離                | 0.771 * | 0.109   | 1.000 * | 1.000 * | 0.795 * | 逆相関 |
| 都市計画区域総計(1km圏内_単位:ha) | 0.133   | 棄却      | 棄却      | 0.596 * | 棄却      | 無相関 |

瞭な傾きが見られないもの(確率の極大値と極小値の差が概ね0.05以下)を「無相関」とした。

以上の分析により、判別の寄与度が大きくかつ水辺拠点に与える正負の効果が明瞭な項目を「利用可能性の高い水辺拠点の評価指標案」として得た<sup>11)</sup>。

## (2) 立地の違いによる水辺拠点の特性分析

2. (1)により得られた評価指標案には、すべての河川で有意に重要とされた指標がある一方で、2河川でのみ重要とされた指標もあり、指標間での重要度に差異が見られた。対象河川では流域の都市化の状況は異なる。加えて、河川空間における利用行動は周辺地域や河川の環境との関連性が高いことから<sup>12),13)</sup>、水辺拠点の立地により重要視される評価指標にも差異があることが考えられる。そこで、水辺拠点を都市部と郊外部の2つの群に分類し、重要となる評価指標の差異について検証を行った。

調査地点を中心に半径1kmの同心円バッファを発生させ、バッファ内にDID地区を有する調査地点を「都市部」、それ以外の調査地点を「郊外部」とした。都市部と郊外部それぞれにおいて、水辺拠点と参照点の評価指標の値の平均値を算出し、その差を比較した。両者の差異はWelchの検定による独立性の検証を行い、有意水準10%で有意に差異がみられた項目について検討を行った。

## 3. 結果と考察

表-3 利用可能性の高い水辺拠点の評価指標案。「評価」列に示した「+」は多い（高い）ほど良好である。また、「評価指標案」列中に付記した「★」は、水辺拠点の選定の際に特に重要な指標とした。

| 評価軸群                 | 評価軸       | 評価指標（案）                  | 評価指標の概要 |  | 評価の目安・解釈等                                   | 評価 |
|----------------------|-----------|--------------------------|---------|--|---|----|
|                      |           |                          | 単位      | 考え方  |   |    |
| 【1】整備拠点に必要な空間スペースがある | 空間スペース    | 1 W/D                    | 無次元     | 堤防裏法尻から平水位水際までの距離（W）を、堤防天端から平水位までの高さ（D）で除した値の大きさにより、河岸に利用可能なスペースの規模を評価 | 一般的に5以上で利用可能、10以上であると高く利用可能                 | +  |
|                      |           | 2 文化財（半径1km圏内）           | 個数      | 歴史的な街並み建造物等の存在や、水辺に近づきたく   | 境内を含めた社寺、碑、歴史的建造物の存在を評価                     | +  |
| 【2】良好な景観・自然環境がある     | 良好な景観     | 3 橋からの距離                 | m       | 歴史的な街並み建造物等の存在や、水辺に近づきたく   | 橋から水辺空間の視認性が高いかに加え、そこから良好な景観が得られるかを評価       | -  |
|                      |           | 4 BOD75%値                | mg/L    | 歴史的な街並み建造物等の存在や、水辺に近づきたく   | ・A類型：1mg/L以下、A類型：2mg/L以下                    | -  |
| 【3】地域の生活環境から利用可能性が高い | 背後地の利用可能性 | 5 人口総数（半径1km圏内）★         | 人       | 景観の向上による受益者が多い場所を評価  | ・近隣地域の人口の多寡を評価<br>・都市部ではDID地区の分布との位置関係評価も有用 | +  |
|                      |           | 6 公共施設 距離★<br>（図書館・博物館等） | m       | 散歩・通学路等、日常的に利用されているルートとの近さなどの利便性・利用性が高い場所を評価                           | 対象となる施設との距離が近いほど河川利用者を呼び込む素地が大きい            | -  |
|                      |           | 7 学校（小学校以下）距離            | m       |  |   | -  |
|                      |           | 8 都市公園 距離★               | m       |  |   | -  |
|                      | 河川内利用     | 9 河川利用施設（1km区間内）★        | 個数      | 河川空間内に立地する河川公園やグラウンド、隣接駐車場などの存在やこれらの利用者数など、不特定多数の人の集まりやすさを評価           | 河川公園の存在や駐車場の立地を評価                           | +  |
|                      | 川と地域の関わり  | 10 観光地 距離                | m       | 川との一体的な利用が期待される観光の拠点となる場所を評価   | 観光地に近いほど河川利用者を呼び込む素地が大きい                    | -  |

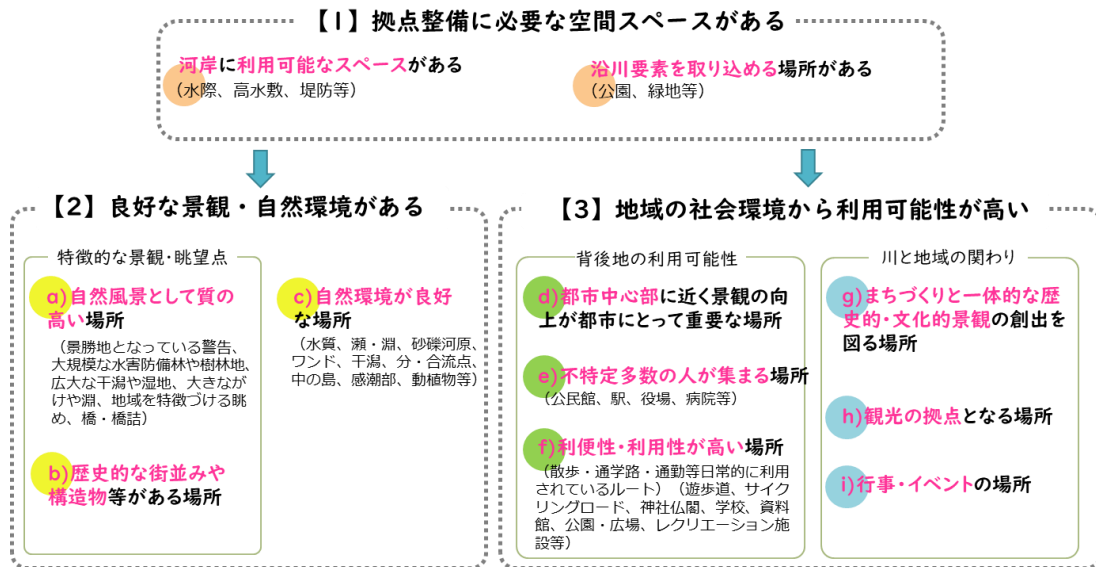


図-1 水辺拠点の抽出に資する評価軸。鶴田ら<sup>3)</sup>を基に作成

### (1) 評価指標の抽出

RFの結果、対象とした特徴量のうち、複数の河川で重要であると示された特徴量の相対重要度を表-2に示す。ほぼすべての河川（4河川以上）で有意に重要とされたのは、「1km圏内の人口総数」「公共施設（博物館・図書館等）からの距離」「都市公園からの距離」「観光地からの距離」の4変数であり、ついで「河川利用施設の有無」が、有意でないものも含めると4河川で重要であるとされた。

また、抽出された変数に対し、河川ごとに部分従属プロットを行った結果を、表-2の「相関」列に順相関、逆相関、無相関に分類して示す。順相関である変数と水辺拠点との間には正の相関がみられた。例えば「人口総数」では、周辺人口が多いほど水辺拠点に正の影響を与えるということを表す。逆に、逆相関の場合では変数の値が小さいほど水辺拠点に正の影響を与える。ただし、「1km圏内における都市計画区域面積」は面積の大小による明確な相関性が見受けられなかった。

複数河川で重要とされた11変数のうち、水辺拠点との

相関性が見られない「1km圏内における都市計画区域面積」を除いた10変数を、「利用可能性が高い水辺拠点の評価指標案」として提案した（表-3）。指標間の重要度に差異があることを考慮し、分析の結果ほぼすべての河川で有意に重要とされた、表中の「評価指標案」列中に付記した「★」をつけた4指標は、特に重要な指標とした。その他の6指標については、それらに次いで水辺拠点の選定の際に参考とされるべき指標とした。

なお、既往研究<sup>5)</sup>で提案された「水辺拠点の抽出に資する評価軸」（図-1）との対応を確認すると、評価軸群【1】に対応する指標として「W/D」、評価軸群【2】の評価軸a)に対応する指標として「橋からの距離」、b)は「文化財」c)は「BOD75%値」、評価軸群【3】の評価軸d)は「人口総数」、e)は「公共施設」、f)は「学校」「都市公園」「河川利用施設」、g)は「文化財」および「観光地」、h)は「観光地」と、評価軸i)を除くすべての評価軸との対応を確認した。なお、評価軸i)を評価する項目は、調査地点でのイベントの開催有無といった現況の利用状況に関する評価項目になる。分析では現況の

表-4 対象5河川における10指標の水辺拠点と参照点の差異.

有意水準:\*\*\*( $p<.001$ ),\*\*( $p<.01$ ),\*( $p<.05$ ),.( $p<.1$ )

| 項目       | 単位 | 郊外部          |              |              | 都市部          |             |              | 全体           |              |              |
|----------|----|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|          |    | 水辺拠点<br>N=32 | 参照点<br>N=385 | t 値          | 水辺拠点<br>N=21 | 参照点<br>N=85 | t 値          | 水辺拠点<br>N=53 | 参照点<br>N=470 | t 値          |
| W/D      | -  | 19.1         | 14.3         | 2.174644 *   | 16.4         | 16.3        | 0.053861     | 18.1         | 14.6         | 1.915996 .   |
| 文化財      | 個  | 0.47         | 0.28         | 1.187615     | 1.86         | 0.55        | 2.073508 *   | 1.02         | 0.33         | 2.484484 *   |
| 橋からの距離   | m  | 856          | 990          | -0.75087     | 480          | 690         | -1.92044 .   | 707          | 936          | -1.92808 .   |
| BOD75%値  | -  | 0.95         | 1.10         | -2.44955 *   | 2.12         | 1.35        | 1.725083 .   | 1.41         | 1.14         | 1.365354     |
| 人口総数     | 人  | 864          | 1190         | -1.90339 .   | 7351         | 5334        | 2.511393 *   | 3434         | 1939         | 2.744048 **  |
| 図書館博物館距離 | m  | 2530         | 3264         | -2.36782 *   | 1280         | 1624        | -1.85822 .   | 2035         | 2967         | -4.10225 *** |
| 小学校以下距離  | m  | 944          | 1119         | -2.1836 *    | 589          | 772         | -2.82355 **  | 804          | 1056         | -4.19178 *** |
| 都市公園距離   | m  | 2822         | 3413         | -1.44152     | 1239         | 1507        | -1.22319     | 2195         | 3068         | -3.03885 **  |
| 河川利用施設※  | -  | 0.84         | 0.23         | 8.879382 *** | 0.86         | 0.49        | 3.805909 *** | 0.85         | 0.28         | 10.55996 *** |
| 観光地距離    | m  | 3062         | 3534         | -1.17549     | 1883         | 1828        | 0.181351     | 2595         | 3226         | -2.2215 *    |

※：河川利用施設は あり = 1

利用状況に左右されず、調査地点の持つ空間的ポテンシャルのみで評価を行う観点から、分析の評価指標候補には含めていない。

以上より、水辺拠点としてのポテンシャルの高い場所は、周辺の人口が多い地点、公園や博物館、図書館等の公共施設、観光資源に近く、それらとの回遊が期待される地点に加え、多様な利用のために十分なスペースが取れること、親水性を感じられるための水質条件が満たされていることが重要であると考えられる。

## (2) 立地の違いによる水辺拠点の特性分析

都市部と郊外部、および両者を合わせた全地域における10指標の水辺拠点と参照点の数値を表-4に示す。

全地域を対象にした分析では、「BOD75%値」を除く全ての項目で水辺拠点と参照点との間には、差異に有意差があった。いずれも、水辺拠点の方が都市施設、河川利用施設との距離が近い結果となった。

都市部と郊外部で差異があった項目を見ると、郊外部の「W/D」、都市部の「文化財」、「橋からの距離」において地域間で有意差があった。

「W/D」の値は、10以上確保できると多様な利用形態に対応する空間の形成が可能となる<sup>14)</sup>。分析結果では都市部および郊外部の水辺拠点、参照点ともに10以上を確保できているが、都市部では水辺拠点と参照点の差が明瞭でないことに比べ、郊外部では水辺拠点で特に広いスペースが確保できており、郊外部の立地選定においては有利に働く要素として考えられる。

また、「水質」は都市部の水辺拠点で値が高いのに比べ、郊外部の値は低かった。このことは、水質環境は郊外部の水辺拠点では重要な要素となることが推察され、「水質」が水に直接触れる活動が行うことのできる場としての評価要素の1つになると考えられる。

また、郊外の「人口総数」では、水辺拠点の方が低い結果になった。表-3では都市部・郊外部に関わらず、流域のすべてで重要であるとしたが、この分析では調査地

点に占める水辺拠点の割合が郊外部より都市部で高いため、全体の分析結果は都市部の影響を強く受けていることが考えられる。立地の違いを考慮し、郊外部のみに着目すると、周辺人口の多寡が必ずしも水辺拠点の立地に影響しないことが示唆される。

以上より、水辺拠点には郊外部と都市部では特徴の違いがあり、都市部の水辺拠点では周辺の人口総数や都市施設の近さなど、堤内地との関係性が重視される一方で、郊外部の水辺拠点では、河川が持つ空間や自然のポテンシャルが重視されることが考えられる。

## (3) 那珂川を対象にした地図化ケーススタディ

郊外部と都市部における水辺拠点の立地と評価指標の関係性をより具体的に理解するため、ケーススタディとして評価指標と水辺拠点の分布を地図上で示し、分布状況の把握を行った。

試行是那珂川をモデルケースに実施した。表-3で示した評価指標のうち、「文化財」「橋」「公共施設」「小学校」「都市公園」「観光地」は、その位置をGIS上でプロットした。また、「1km圏内の人口総数」は、「1km圏域内におけるDID地区面積」により地図に示した。両変数の那珂川における相関係数は0.97であり、非常に高い相関性を有しており、代替として用いて問題ないと判断した。上記の指標をプロットした地図の抜粋を図-2に示す。また、「W/D」「BOD75%値」「河川利用施設」は、調査地点ごとにデータセットを作成しているため、1kmおきの情報をプロットした。紙面の制約から、ここでは一例として「W/D」の結果を示した地図の抜粋を図-3に示す。

あわせて定量的な検証のため、那珂川のデータのみを用いて都市部と郊外部の差異の検証を行った。結果を表-5に示す。なお、水辺拠点のサンプル数が限られていることから、検証結果が不安定である可能性があり、注意が必要である。



表-5 那珂川における10指標の水辺拠点と参照点の差異。

有意水準:\*\*\*( $p<.001$ ),\*\*( $p<.01$ ),\*( $p<.05$ ),( $p<.1$ )

| 項目       | 単位 | 郊外部         |              |              | 都市部         |             |              | 全体           |              |              |
|----------|----|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|          |    | 水辺拠点<br>N=6 | 参照点<br>N=119 | t 値          | 水辺拠点<br>N=9 | 参照点<br>N=13 | t 値          | 水辺拠点<br>N=15 | 参照点<br>N=132 | t 値          |
| W/D      | -  | 20.4        | 16.0         | 1.059652     | 14.5        | 8.9         | 1.136528     | 16.8         | 15.3         | 1.136528     |
| 文化財      | 個  | 0.33        | 0.34         | -0.00829     | 3.11        | 0.85        | 2.09339 *    | 2.00         | 0.39         | 2.09339 *    |
| 橋からの距離   | m  | 528         | 936          | -1.39221     | 177         | 447         | -2.86569 **  | 317          | 888          | -2.86569 *** |
| BOD75%値  | -  | 0.82        | 0.94         | -3.05206 **  | 3.47        | 1.72        | 2.011665 *   | 2.41         | 1.01         | 2.011665 *   |
| 人口総数     | 人  | 595         | 753          | -1.51542     | 8019        | 3659        | 2.875953 **  | 5050         | 1039         | 2.875953 **  |
| 図書館博物館距離 | m  | 2819        | 4990         | -2.98368 **  | 1236        | 2121        | -2.58616 **  | 1869         | 4707         | -2.58616 *** |
| 小学校以下距離  | m  | 1160        | 1314         | -0.59313     | 588         | 1026        | -4.77652 *** | 817          | 1286         | -4.77652 *** |
| 都市公園距離   | m  | 2935        | 4819         | -2.04325 *   | 1327        | 2309        | -3.11878 **  | 1971         | 4572         | -3.11878 *** |
| 河川利用施設※  | -  | 0.67        | 0.07         | 2.826544 **  | 0.78        | 0.08        | 4.224616 *** | 0.73         | 0.07         | 4.224616 *** |
| 観光地距離    | m  | 1334        | 3674         | -4.53649 *** | 1322        | 2286        | -2.22954 *   | 1327         | 3537         | -2.22954 *** |

※：河川利用施設は あり = 1

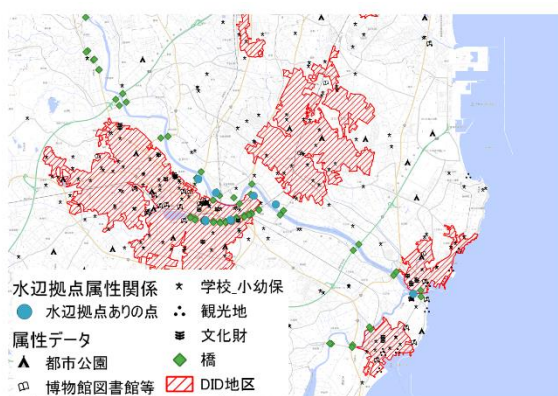


図-2 那珂川における評価指標の分布と水辺拠点の重ね合わせ図。水戸市の周辺を抜粋した。



図-3 那珂川における調査地点ごとのW/Dの状況と水辺拠点の重ね合わせ図。水戸市の周辺を抜粋した。

ケーススタディの結果、都市部の水辺拠点では、平均して「図書館・博物館」が約1200m、「小学校」が約600m、「都市公園」が約1300m以内にあり、郊外部と比べ近傍に位置していた。郊外部の水辺拠点では、近傍に都市公園や観光地が位置しており、その平均距離はそれぞれ約2900m、1300mであった。一般に、大きな荷物もなく歩いて行ける距離は約500m<sup>15)</sup>であることを鑑みると、郊外部においては徒歩で利用しやすい距離にあるとは言いがたいものの、自転車や自家用車により、近傍の都市

公園や観光地とあわせた周遊行動は期待できると考えられる。那珂川の郊外部での水辺拠点では概ね3km以内に都市公園や観光地等があったことから、郊外部における水辺拠点を選定する際、周辺施設との周遊が期待できる距離の目安値とすることが可能であると考えられる。また、郊外部における水辺拠点ではW/Dがすべて10を超えていた。また、「BOD75%値」の平均は0.8と、都市部（平均3.5）に比べ良好であった地点が選ばれていた。

以上より、那珂川においては、都市部では日常的に活用される都市施設が近傍にあることを活かし、日々の生活の中で普段使いされる場となる河川空間、郊外部では遠方からの利用を見据え、河川ならではの自然環境や空間、周辺の観光資源を活かしたレジャー利用の場としての河川空間としての整備が適していると考えられる。

#### 4. 評価指標の適用可能性と留意点

今回提案した評価指標案は複数河川を対象に分析を行った結果であり、一定の共通性を持つことができると考える。また、指標間の重要度に差異が見られたことは、評価指標案を活用した水辺拠点の抽出の際に、選定に用いる指標の優先順位があるという解釈が可能である。すなわち、水辺拠点の選定を考える時には、まず、ほぼすべての河川で重要とされ、特に重要と考えられる指標（表-3「評価指標案」列中に「★」をつけた4指標）から一次的に抽出したのち、他の6指標も考慮し、適地を探すことが望ましい。加えて、都市部と郊外部の立地の違いを考慮することが重要である。本稿の検討から導かれた具体例として、「人口総数」については評価指標案で特に重要と考えられる指標に含まれるが、郊外部においては必ずしも支配的な要因でない可能性があること、概ね3km以内に都市公園や観光地等があれば、水辺拠点とあわせた周遊行動が期待できる点が挙げられる。実務においては、「かわまちづくり」等の実施に当たり、客

観的な視点から利用可能性の高い場所の探索を支援するツールとしての活用のほか、河川整備基本方針及び整備計画における「景観」や「人と河川との豊かなふれあいの確保」に関する事項の充実のための基礎資料への活用が期待される。

また、分析にあたっては既存の統計資料等に基づき分析を行っており、新たにデータ取得を行うことなく評価に必要な情報の入手・作成が可能である。実務現場において、これら評価指標の比較や地図上で可視化することにより、容易に候補地を探索することができる。

一方で、今回提案の指標案ではデータ取得の簡便性を重視して評価指標候補の設定を行った。そのため、水辺拠点の抽出に当たって、考慮すべき特性を網羅的には把握できていない可能性がある。例えば、今回提案の中で自然環境に係る指標は「水質」のみであり、河川が有する自然環境特性を十分に反映しきれていないと言いがたい。また、社会環境特性としては、背後地の「文化財」のみならず、川と地域その関わりそのものを示す歴史・文化的資源など、地域の暮らしや歴史・文化との調和を表す指標も求められるであろう。

## 5. おわりに

### (1) 得られた知見

本研究の成果は以下の通りである

- ・水国データをはじめとする公表資料を活用することで、「利用可能性の高い水辺拠点の評価指標案」を提案した。提案された評価指標はすべて既報で示された指標軸と対応していた。
- ・水辺拠点の立地により重要となる指標が異なる。都市部の水辺拠点では堤内地との関係性が重視される一方で、郊外部の水辺拠点では、河川が持つ空間や自然のポテンシャルが重視される。
- ・上記を踏まえ那珂川を例に、都市部と郊外部の特性を加味した最適な水辺拠点の整備方針を検討した。

### (2) 今後の課題

今後の検討課題を以下に示す。

- ・4. で述べたように、自然環境に係る指標は「水質」のみであり、河川が有する環境特性を十分に反映しきれていない。河川空間は身近な自然に接する貴重な場であり、魅力的な河川空間整備においても自然環境は重要な要素である。自然環境に係る指標の充実は、グリーンインフラとしての河川空間の機能評価に重要であると考えられ、今後の検討課題としたい。
- ・本稿では複数河川を対象にすることで、広く共通する指標の提案を行ったが、良好な河川空間の形成には地域の固有性を反映することも重要である<sup>16)</sup>。今後は水

辺拠点の選定現場での実証的な検証を通して、効率性と質の高さを両立させた河川空間整備に資する評価指標の活用の検討をさらに進めていきたい。

**謝辞：**国土交通省からは、水国調査データを提供いただいた。ここに記して厚く謝意を表します。

### 参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局,かわまちづくり支援制度, <https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/machizukuri/> (2023.3.1閲覧)
- 2) 社会資本整備審議会,「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について ～あらゆる関係者が流域全体で行う持続可能な「流域治水」への転換～」答申,2020.
- 3) 鈴木竜太,谷村秀彦:GISを利用したコンビニエンスストアの出店に関する研究,日本建築学会計画系論文集第499号,pp.57-62,1997.
- 4) 高橋邦夫,萩原良巳,清水丞,中村彰吾:大都市域における水辺整備計画代替案の選定に関する実証的分析,環境システム研究第27巻,pp.225-236,1999.
- 5) 鶴田舞,中村圭吾,萱場祐一:利用ポテンシャルが高い水辺拠点の評価手法の検討,河川技術論文集第25巻,2019.
- 6) Breiman, L.: Random forests. Machine learning, 45, pp.5-32, 2001.
- 7) Díaz-urriarte, R. & Andrés, S. A. De.: Gene selection and classification of microarray data using random forest, BMC Bioinformatics, 7, 3, 2006.
- 8) 国土交通省河川環境課:「川の通信簿」実施マニュアル(案), 2003.
- 9) R Core Team.: R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2016.
- 10) Kursu, M.B., & Rudnicki, W.R.: Feature selection with the Boruta package. J Stat Softw, 36, pp.1-13, 2010.
- 11) 尾崎光政,田和康太,鶴田舞,中村圭吾,水辺利用と環境保全の両立を目指した河川管理の提案 ～水鳥類と人の関係に着目して～,土木技術資料64-12,2022.
- 12) 西名大作,村川三郎,大地啓子:都市内河川空間における住民の利用行動特性の分析,日本建築学会計画系論文集第525巻,pp.75-82,1999.
- 13) 山口勝,北村真一:河川における活動と空間の関連性の分析,土木計画学研究・論文集No.6,pp.113-120,1988.
- 14) 鶴田舞,萱場祐一:河岸の横断面形状に着目した空間利用ポテンシャル評価指標の提案,河川技術論文集第23巻,2017.
- 15) 小林一郎:風景のとらえ方・つくり方九州実践編,p.21,共立出版,2008
- 16) 鶴田舞,中村圭吾:河川水辺の国勢調査データを用いた河川の文化的サービスの特性把握,河川技術論文集第27巻,2021.

(2023. 3. 24受付)