

船舶利用に対する河川空間の適性評価手法*

Evaluation technique on suitability of riverside environment for shipping *

渡辺 仁**・窪田 陽一***・深堀 清隆****

by MASASHI WATANABE**・YOUICHI KUBOTA***・KIYOTAKA FUKAHOTRI****

1. はじめに

近年、生活の向上、余暇時間の増加等を背景として、心の豊かさやゆとりある個性的、創造的な生活に関心が寄せられてきており、レクリエーション活動の多様化が見込まれるようになってきた。とりわけヨットやモーターボート、カヌー等のプレジャーボートの利用は年々増加傾向にあり、河川水面もプレジャーボートの活動の場として注目を集めている。河川空間における船舶利用が活性化されれば、河川に直接触れる機会が増加するので、人々が自然環境や健全な水循環に興味を持つという効果が期待できる。また、河川から都市を見る機会が増加するので、美しい河川景観や河川と調和した都市景観の形成に人々が関心をもつことにつながる。つまり船舶利用の活性化は、これまで都市から切り離された存在であった河川を、観光資源、遊びの場、教育の場、人々の交流の場として都市の機能に組み込む契機となり、都市のもつ魅力を引き出すことを可能とする。そのため船舶利用に適した河川環境が形成されることが必要と考えられる。河川水面の船舶利用に関して見てみると、水理学・生態学・都市計画学的な観点から次のような研究が行われている。谷本^①らは直立護岸で仕切られた水路を対象とした数値計算により浅水航走波の基本的性質を明らかにし、新河岸川で現地調査を行って数値計算との比較を試みている。福岡^②らは地形条件や船の条件によって変化する航走波エネルギーの大きさを明らかにし、ヨシ原内におけるエネルギー減衰についての検討を行っている。国栖^③らは、舟運の安全確保を目的に、位置計測システムとしてGPS測位システム、測深システムとしてGPS測位システムと同期がとれるデジタル出力の音響測深機を用いて航路モニタリングシステムを新たに構築した。熊田^④らは、河川水面で利用可能な船舶を挙げ、全長や幅などの数値と利用時の特徴からこれらをグループにまとめ、衝突と転覆という点から共存利用の可能性について考察している。河川空間における船舶利用の適性に関する研究としては、森ら^⑤が行った様々な護岸を対象とした陸域と水面のアク

セシビリティの評価に関するものがあげられる。これらは船舶利用に関する河川水面の安全な利用や、周囲の環境への影響等、専門的もしくは一面的な観点から分析を行っているが、船舶利用に対する適性を総合的評価を試みた研究はあまりみられない。そこで本研究は、GISとの連携を図り、河川空間を構成する要素と船舶利用との関連性を考え、河川空間内の様々な情報を得点に変換するルールを設定することにより、河川水面や利用拠点とする川岸の適地選定方法を提案することを目的とした。本研究では空間の利用のしやすさ以外にも、空間保全の必要性、水面利用の快適性を評価する項目が含まれており、河川空間を目的別に分離利用する、または共存利用するといった仕分けすなわちゾーニングを行いやすいものとしており、河川管理者が定める河川環境管理基本計画の空間管理計画、水面利用におけるゾーニングや航行ルール策定における有効な手法となるものと思われる。

2. 研究手法

(1) 概要

本研究はオーバーレイ法、EES法、ECES法など、環境アセスメントの評価手法を基本として、河川空間における船舶利用に対する適性評価を試みたものである。本研究の評価手法は市販のGIS(地理情報システム)のデータベース機能、オーバーレイ機能等を活用して行い、河川空間を50m四方単位のメッシュに区切り定量的評価を行った。はじめに、船舶利用と河川空間との関連性に関する調査を行い、河川空間構成要素を抽出した。次に、評価の目的別に3つの評価基準を設け、それぞれの評価基準に対して必要と思われる項目(評価項目)を選定した。評価項目は、評価関数、又はチェックリストを設定することにより、すべて0.0~1.0の値に変換し、メッシュデータとして扱うことで、個別的に評価を行う。さらに、それらの結果を総合的に評価し、カヌー・動力船舶別に航行・接岸の行動を主とする水面の評価、乗降りや揚降ろしの行動が主となる陸域での評価を行い、水面利用におけるゾーニングや航行ルール策定における有効な手法を提案する。また本システムを用いて多摩川下流部をケーススタディの対象とし得点化を行い、現地調査から得られた現状との考察を行うことにより本研究の提案する手法の有効性を考察した。

*キーワード：親水計画、観光・余暇

**学生員 埼玉大学大学院理工学研究科建設工学専攻

***正員 工博 埼玉大学工学部建設工学教授

****正員 工博 埼玉大学工学部建設工学助手

(〒338-8570 浦和市下大久保255

TEL : 048-858-9549 FAX : 048-855-7374)

(2) 空間構成要素の抽出

河川空間は無限の要素が複雑に絡み合い、相互に関連を持っている。実際、このような無限の広がりを持つ項目を網羅することは不可能であり、この複雑なシステムの中から、船による水面利用に関連する有限個の要素を抽出し、その結果から環境を表現する必要がある。

河川空間構成要素を抽出する前に、河川を利用する可能性のある船舶を分類し、サイズや利用形態についてまとめた(表-1)。運搬可能な船舶については、乗り降りや、船の揚げ降ろしの拠点が必要となるので、将来的に船舶利用の拠点として利用する空間を選定するためには、陸から水面へのアクセス性がよく、組立等準備作業を行うためのスペースが確保されていることも重要である。そこで、水面のみならず、水際や陸上を含めて船舶利用に関わると思われる河川空間構成要素を文献調査やいくつかの河川について現地調査を行うことにより抽出した。船舶利用に対する適性を考えるとき、仮に水面利用の拠点として物理的に適している場所でも、周囲に貴重な生態系が形成されている場合、利用または整備によって生態系が破壊されるおそれがあるので、その地点が船舶利用に適しているとは必ずしも言いきれない。また、水質も悪く、周囲に何の魅力も無い空間であれば、たとえ船舶利用のための整備を行ったとしてもレクリエーションの場として利用されることは考えられない。そこで、抽出された空間構成要素を、船舶利用との関わり方について以下の3つ観点で分類した(表-2)。

- A. 物理的に船舶利用を制限する要素
- B. 船舶利用によって影響を受ける要素
- C. 船舶利用の快適さに関わる要素

表-2 船舶利用に関わる空間構成要素

構成要素	検討項目	A	B	C
水面	水深	○		○
	水位変動の大きさ	○		○
	水面幅	○		○
	蛇行の状態	○	○	○
	中州の位置	○		○
	河床の素材	○		○
	流速	○		○
橋梁等	クリアランス	○		
	橋脚の位置	○		
鉄塔	デザイン性・歴史的価値			○
	位置	○		
水門	鉄塔の大きさ	○		○
	デザイン性			
堰	位置	○		
	クリアランス	○		
床止め	通行可能幅			○
	デザイン性・歴史的価値			
護岸	位置	○		
	デザイン性			○
テトラポット	護岸勾配	○		
	水面からの高さ	○		
船着場	護岸素材	○	○	
	デザイン性			○
テトラポット	テトラポットの位置	○		○
	船着場の位置	○		
船着場	作業スペースの大きさ	○		
	水面からの高さ	○		
棧橋	スロープの有無	○		
	棧橋の位置	○		
保留船舶	規模	○		
	保留船舶の位置	○		
航行船舶	保留船舶の数	○		○
	利用数	○	○	○
水際の人の活動	利用場所	○	○	○
	水遊び	○	○	○
植物	釣り人の有無	○	○	○
	位置	○	○	○
動物	種類	○	○	○
	生息位置		○	○
堤防	種類		○	○
	位置	○		
公園・空地	勾配	○		
	水際までの距離	○		
駐車スペース	デザイン性			○
	水際までの近づきやすさ	○		
道路	広さ	○		
	清掃状況			○
沿川建築物	水道・トイレ等の有無			○
	水際までの近づきやすさ	○		
遠景	建物の種類			○
	水面からの距離			○
	河川への向き			○
	建物のデザイン性			○
	自然要素			○
	人工要素			○

表-1 河川水面を利用する船の分類

		乗り物の個々の数値					乗り降り口の 水面からの高 さ(cm)	乗り物の利用特性				
		全長(m)	幅(m)	重量(kg)	喫水(m)	馬力		運搬	揚降	乗り降り	動力	操作性
カヌー	カヤック	3.5~6.0	0.6~0.7(2.2~2.5)	15~28	0.2前後	—	0前後	A B	A	A	A	B
	カナディアン	4.0~5.5	0.8~0.9(0.9~1.5)	23~38	0.15前後	—	0前後	A B	A	A B	A	B
ボート	ローボート	2.0~4.5	1.1~1.5(4.5前後)	25~110	0.25前後	2~10	0前後	B	A B	A B	A B	A
	ゴムボート	2.5~4.0	1.4~1.5(3.0前後)	29~67	0.2前後	3.5~20	0前後	A B	A	A B	A B	A
モーターボート	ランナバウト	小 4.0~5.0	1.2~2.1	400~460	0.4前後	15~60	50~100	C	B			
		大 8.0~9.0	2.8~2.9	2800~4000	0.7前後	15~420		D	C	B	B	A
	フィッシング	小 5.0~6.0	1.7~2.4	310~750	0.5前後	40~120	50前後	C	B	B	B	A
		大 5.0~12	1.7~3.0	310~4900	0.5~0.9	230~300		D	C			
	クルーザー	8.5~9.0	3.0~3.1	2200~2800	0.8前後	200~250	50~100	C D	B C	B	B	A
	スポーツフィッシング	9.5~15	3.0~4.2	3100~10500	1.1前後	240~370	50~100	C D	B C	B	B	A
ヨット	ディンギー	2.0~6.0	1.1~2.4	35~270	0.5~1.2	—	30~100	C D	B	B	D	C
	セイリングクルーザー	小 3.5~7.0	1.7~2.8	720~1100	0.5~1.3	2~10	100前後	B	B	B	B D	B
		大 11~13	3.3~5.6	4300~10000	1.2~2.2	18~83	100前後		C			
	ジェットスキー	2.0~3.5	0.6~1.3	120~250	0.6前後	63~120	20~50	B C	B	A B	C	A
水上スキー		1.0以上	0.24以下	規定無し	0前後	—	0	A B	A	A	D	C
	ウインドサーフィン	2.5~4.0	0.5~0.7	6.3~13	0.5前後	—	0	B C	A	B	D	C
屋形船		11~13	2.9~4.5	10000~19000	1.5前後	155前後	50~100	D	C	B	B	A
	水上バス(クイーンメリッサ)	14~29	6	17000~69000	1.5前後	—	100前後	D	C	B	B	A

※種類が同じでも、サイズや馬力などが小さき大きなものがあるものは、最も小さなサイズのものと、最も大きなサイズのものの値をそれぞれ示した

※幅における()内の数値は、オール・パドルを幅方向に伸ばした長さ

運搬 A : 担いで持ち運びが可能 B : 車に積載 C : 車で牽引 D : 水面係留

揚げ降ろし(水面へのアプローチ) A : 人の手で揚げ降ろしが可能 B : スロープ・緩やかな傾斜面等を利用すれば可能 C : 水面係留

乗り降り A : 乗り物に乗ったまま水面に入る B : 水面に浮いた状態で乗り物に乗る

動力 A : パドル、オール B : エンジン C : ウォータージェット D : 風力、他の船等

操作性 A : 思いどおりに動く B : 波、流れがあると不安定 C : あまり自由が利かない

(3) 評価基準・評価項目の設定

河川空間構成要素の抽出の際、船舶利用とそれら構成要素との関係についてA・B・Cの3つの観点から分類を行ったが、これらは性質が全く異なることから、それぞれ分離して評価を行う必要がある。そこで、これら3つの観点を船の物理的な利用しやすさを評価する利用性、河川空間にどれほど保護すべき自然的要素があるかを評価する保全性、水面利用にどれほどの魅力があるかを評価する快適性として捉え船舶利用の評価基準とし、それを判断する評価項目の設定を行った。あまりにも多くの評価項目を設定した場合、評価全体が非常にわかりづらいものになってしまう恐れがあるため、評価基準にとって特に重要と考えられる11の評価項目(利用性6・保全性2・快適性3)に限定した。

利用性評価項目

- ① 水深 I_{1i}
- ② 流速 I_{2i}
- ③ 水面上の障害物 I_{3i}
- ④ 護岸 I_{4i}
- ⑤ 作業スペース I_{5i}
- ⑥ 堤内地からの距離 I_{6i}

保全性評価項目

- ⑦ 動物の生息 I_{7i}
- ⑧ 植生の希少性 I_{8i}

快適性評価項目

- ⑨ 水質 I_9
- ⑩ 自然的要素 I_{10i}
- ⑪ 人口的要素 I_{11i}

(4) 個別評価手法

個別の評価項目の適性を把握するにあたり、メッシュ単位で数的に比較検討できるように、データを定量的なメッシュデータに変換する必要がある。はじめに、GISのマップ上に配置した河道、構造物、植生、生物など必要なアイテム(エリア、ライン、ポイントなど)に評価を行うために必要なデータを与え、次に、個々のメッシュに重なるアイテムのデータを用いて演算等を行い得点を決定する。得点の値は、評価関数、又はチェックリストを用いてすべて0.0~1.0の値に変換するものとした。それぞれの評価項目のデータ入力と得点化の方法を以下のように設定した。

① 利用性－水深

はじめに、メッシュ内の水深データの平均を求め、平水位時の水深が利用を考える船舶の喫水値以下の場合をほとんど利用できない状態($I_{1i}=0$)、干潮時に喫水値の2倍以上確保される場合を安全な状態($I_{1i}=1$)として、これらを基準に以下の評価関数を設定した。

$$I_{1i} = (D_i - D_0) / (\Delta H / 2 + 2 \cdot D_0 - 2 \cdot D_0) \quad (1)$$

$I_{1i} < 0$ のとき $I_{1i}=0$ 、 $I_{1i} > 1$ のとき $I_{1i}=1$

D_i : メッシュ内の平均水深 (m)

D_0 : 船舶の喫水値 (m)

ΔH : 潮汐による水位変動の大きさ

例えば、喫水値の値が 0.25m のボートの利用を考え、水位変動幅が 1 m であった場合、

平均水深 0.25m のとき

$$(0.25 - 0.25) / (1/2 + 2 \times 0.25 - 0.25) = 0$$

平均水深 0.75m のとき

$$(0.5 - 0.25) / (1/2 + 2 \times 0.25 - 0.25) = 0.667$$

平均水深 1.25m のとき

$$(1.25 - 0.25) / (1/2 + 2 \times 0.25 - 0.25) = 1.333 \rightarrow 1$$

② 利用性－流速

流速が 0m/s のときをあらゆる船舶が安全に航行できる状態($I_{2i}=1$)、2.5m/s(海洋でクルージングを行う際に一般的に活動が困難となるとされる目安¹⁾)のとき危険な状態($I_{2i}=0$)と基準を決定し、以下の計算式から求めるものとした。

$$I_{2i} = (2.5 - V_i) / 2.5 \quad (2)$$

$I_{2i} < 0$ のとき $I_{2i}=0$

V_i : 平均流速 (m/s)

③ 利用性－水面上の障害物

水面上に航行を阻害する要素がどれほどの割合であるか、という観点から水面の安全性を評価する。マップ上に橋梁、水門、鉄塔などのアイテムを配置し、橋梁などについては平水位時の水面からの高さを入力する。得点化は、はじめにメッシュ上の構造物アイテムの水面からの高さ考え、次にその構造物がメッシュ内において平面的に占める割合を考える。水面からの高さが干潮位時において 0m であった場合をあらゆる船舶も全く利用できない状態、満潮位時に 5 m(河川を航行するほとんどの船舶が通過できる高さ)以上確保されている水面からの平均高さ (m)(場合を安全な状態とする。GISの機能により、メッシュ内のその障害物の面積を取得し、これを用いて、以下の評価関数を設定した。

$$I_{3i} = 1 - \{(5 + \Delta H - H_s) / (5 + \Delta H)\} \cdot A / (50 \cdot 50) \quad (3)$$

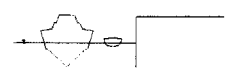
$I_{3i} < 0$ のとき $I_{3i}=0$

H_s : 平水位時における構造物の高さ (m)

(橋脚や鉄塔などは $H_s=0$ とする)

A : メッシュ内の障害物の面積 (m^2)

表－3 利用性－護岸 得点化のためのチェックリスト

タイプ	イメージ図	護岸の特徴と、船舶種類の適性	護岸工法の例	水面からの高さ	カヌー・ボート	動力船
A		勾配 1 : 2 程度の護岸。動力船の利用には適さない。カヌー・小型ボートは利用可能。	空石張護岸、コンクリートブロック張護岸、コンクリート平張護岸 など		0.5	0.25
B		非常に緩やかな河岸。カヌー・小型ボートの利用に非常に適する。大型動力船の接岸、乗り降りなどには不適。	砂利原など緩勾配自然河岸船着場のスロープ など		1	0.25
C		垂直の護岸。動力船の乗り降りに適する。クローズデッキのカヌーなどは、上端が高い場合乗り降りが難しい。	鋼矢板護岸 コンクリート三面張り護岸船着場の岸壁 など	0.5m以下	0.5	1
				0.5～1m	0.25	0.75
				1m以上	0	0.5
D		階段式の護岸 手こぎ・小型ボートの利用に非常に適する。	階段式コンクリート護岸 ステップブロック護岸 など		1	0.25
E		凹凸が大きく、足場の安定しない河岸。基本的に船舶の利用には適しない。	木杭護岸、乱杭打設 捨石護岸、急勾配自然河岸 など		0.25	0.25

④ 利用性－護岸

護岸の形状は接岸や乗降り、ボートの揚げ降ろしの行いやすさを考える上で重要である。マップ上に護岸のアイテムを配置し、勾配が急なものには水面から護岸の上端までの高さを入力する。得点化は森らが行った護岸と利用船舶の関係から適性について考察し、チェックリストを作成して動力船、カヌー・ボート等非動力船別に値を求める(表－3)。

⑤ 利用性－作業スペース

船舶を運搬し、利用するためには、高水敷に十分な作業スペースが必要である。特にファルトボートと呼ばれる折畳式のカヌーなどは利用前後に組立、分解などの作業が必要となる。道路、駐車場、植生が繁茂していない空地、非常に緩やかな勾配の堤防などを作業スペース、植生の群落・群集、樹林帯、建造物、橋梁の橋脚、鉄塔などを障害物として、式(4)のように、メッシュ内の活動が可能な範囲の割合を評価項目 I_{5i} の値とした。

$$I_{5i} = 1 - A / (50 \cdot 50) \quad (4)$$

A : メッシュ内の障害物の面積 (m²)

⑥ 利用性－堤内地からの距離

船舶を運搬し、利用するためには、水際までアクセスがしやすいことが求められる。水際から河川空間へのアクセス道路のノードまでの距離をマップ上で測定し、これが 500 m 以上離れていた場合を基準値として設定して以下の評価関数を設定した。

$$I_{6i} = (500 - d_i) / 500 \quad (5)$$

$I_{6i} < 0$ のとき $I_{6i} = 0$

d_i : 水際のメッシュの中心からノードまでの距離

⑦ 保全性－植生の希少性

船舶の航走波が河岸のヨシ等を与える影響が問題となっており、これらの影響を明らかにするための研究が現在行われている。これらの研究の進歩により、船舶が環境に与える影響範囲などが明らかにされれば、それを基準に評価関数を設定し、環境に与える影響力の大きさをも評価することができると考えられる。しかし、現段階でこれらは十分明らかにされたわけではなく、本研究においては、メッシュ内の範囲に含まれる植生が、どれほど貴重であり、保全する必要があるかを明らかにすることで、空間利用について考える。評価項目の得点化の設定の基準はその植生の稀少度であり、基準として用いたのは、国や地方自治体が発行しているレッドデータ・ブックで、これらに掲載されている希少種や、ヨシなど河川らしさの指標とされている植生がメッシュ内に存在するかによって判断を行う。希少性が高い植生が存在する範囲付近においては環境へのインパクトが大きい動力船などの利用や、大規模な整備は行うべきではないので、その空間は水面利用に適しているとは言えない。

表－4 保全性－植生の希少性 得点化のためのチェックリスト

調査事項	I_{7i}
全国レベルの希少種が存在する	1
地域レベルの希少種が存在する	0.75
河川らしさを表す指標とされる植物	0.5
特に設定されていない	0.25
無し	0

⑧ 保全性－動物の生息

河川には水生昆虫、両生類、爬虫類、魚類、鳥類哺乳類まで様々な動物が生息する。植生と同様に船舶がこれらの生物に与える影響等が明らかであれば基準を設定できるが、明らかでない以上は、別の基準を設定せざるを得ない。今回は、野鳥の生息地が存在するかどうかを明らかにすることで、そのメッシュ周辺の保全の必要性を評価する。得点化は、生物の生息地として特定可能な個所のメッシュに得点 $I_{8i} = 1$ を与えるものとして、単純に得点化を行った。

表－５ 利用性－水質 得点化のためのチェックリスト

一般表現	判断基準								得点	
	ゴミ	油膜	臭気	着色	透明	泡立ち	河床状況	類型	BOD	得点
大変きれい	無し	無し	無臭	無し	50度以上	無し	砂・石質等がはっきり見える	AA	1ppm以下	1
								A	2ppm以下	
きれい	少し有るが 気にならな	無し	無臭	無し	30度以上	無し	藻類等付着物に覆われて いる	B	3ppm以下	0.75
								C	5ppm以下	
やや汚れている	目立つほど ある 気にな	少し 有る	微異 臭	微白 濁色	20度 以上	少し有る	部分的にミズワタが発生し ている	D	8ppm以下	0.25
								E	10ppm以下	
汚れている	多くある ひ どく気になる	有る	異臭	灰濁 色	20度 未満	泡立って流 れている	全体にミズワタが発生して、 ヘドロ状になっている	ランク 外	ランク外	0

⑨ 快適性－水質

どれだけ快適に船舶利用を楽しめるかという観点から評価を行う。水質の得点化は環境基準など既存の基準を利用し、段階的な得点決定のためのチェックリストを作成し、段階的な値をあたえるものとする（表－５）。

⑨ 快適性－人工的要素

比較的景色の中で目立つ橋梁、水門、鉄塔など構造物について、魅力的な要素として感じる（１点）か、景観障害物と感じるか（０点）、どちらともいえないか（０.５点）、という単純なヒアリング調査を現地の利用者に対して行い、最も多い返答に対応する得点を GIS のマップ上の構造物に重なるメッシュにその得点を与える。

⑩ 快適性－自然的要素

河川らしい景観を構成する要素として、植生や、動物活動が見られるエリアを配置し、このエリア上のメッシュに得点 $I_{111}=1$ を与えた。

(５) 総合評価手法

評価項目は、それぞれ互いに関連を持っており、個別の評価項目の結果だけでは判断できない。特に利用性についてはそれぞれの個別評価だけでは評価しきれないので、水際と水面上のメッシュにおいて総合評価を行うものとした。総合評価の方法は、評価項目の値を単純に合計する、又は評価項目に重み付けを行うなどの方法が一般的によく適用されるが、本研究においては、0.0～1.0の値に変換された評価項目の値をそれぞれ掛け合わせるによって行う。これにより、各評価項目の得点が総合的に高い地点のみが

強調されるので、利用に適した地点を選定しやすくなる。しかし、保全性、快適性の評価項目の得点は、それぞれの数値が質的な意味をもっているため、個別評価の結果を定量的に捉えて総合的な見地から適性を評価することが最も有効な方法と考える。

4. ケーススタディ

(１) 対象範囲の概要

実際にこのシステムを用いて多摩川下流部の河口2km地点から6.5km地点までの範囲について評価を行った。この区間は、河口から六郷橋直下流にかけての水面幅は広いが、六郷橋付近から急に狭くなることが特徴である。大師橋付近（3.0km）は、左岸に比較的広い高水敷があり、水面幅は約380mである。水深（対ヘドロ最低河床高）は最大約4.1mである。満潮位時については、約3mの水深が約200m幅で確保できる。六郷橋付近（6.0km）では、左岸に高水敷があり、水面幅は約110mと少し狭い。水深（対ヘドロ最低河床高）は最大約7.6mである。この付近からヘドロ堆積層は薄くなっている。河床勾配は、全体的に約1/2,000である。この区間は対象区間は感潮区間であり、東京湾の潮位変動の影響を受ける。東京湾の朔望平均干潮位はA P+0.00m、朔望平均満潮位はA P+2.00mである。

航行を制限する構造物としては対象区間には6の橋梁があり（横羽線多摩川橋、大師橋、六郷橋、京浜急行鉄橋、東海道本線鉄橋、京浜東北線鉄橋）、桁下が最も低いのは六郷橋である。対象範囲上流の石原における昭和54～63年の平均水量は豊水流量で約19.03m³/sec、平均水量で約12.67m³/sec、低水流量で約8.92m³/sec、湧水流量で約



図－１ ケーススタディ対象範囲

6.35m³/secである。この区間の水質は環境基準の類型指定では、D類型に指定されている。現在では大師橋で3.2mg/lと指定類型の環境基準を下回っている。この対象範囲に見られる植生は、対象範囲は感潮域となっていることから耐塩性の植物により構成され、アイアシ、シオクグ、ウラギクなどの植物群落が発達している。これらは、近年全国的に減少しつつあり、また干潟の生物の生息地としても重要である。多摩川流域でもこの地域だけにしか残されておらず、自然度の高い植生であるといえる。大師橋付近から六郷橋の中水敷と中州は、ヨシ群落となっている。ヨシ群落は成長地が塩沼地に限らないもので、河川敷の自然植生の中で多く見られるものであり、ヨシ原と水面が美しい景観を見せている。大師橋付近の中水敷と中州は野鳥の生息地となっており、水鳥を中心に多種の野鳥が観察されており、バードウォッチングのポイントとなっている。対象範囲における船舶航行数は大師橋～河口に多く特に春の日曜日の河口では1日に300隻以上の航行がある。貨物船・タンカーは、主として平日・土曜日に航行し、多摩運河の平日（年間通じて）で50隻以上が航行している。カヌーの利用は対象区間よりも上流に見られ、対象区間ではほとんど見られない。ジェットスキーは日曜日の六郷橋から大師橋付近で活動している。六郷橋～大師橋手前の右岸川崎側の工場地帯の川岸に設置されたいくつかの係留施設に数十隻のプレジャーボート等の係留が見られる。河口から約6.5km地点に緊急用船着場が存在する。

(2) 調査

調査対象範囲において、以下のような調査をおこなった。

a) 現地における実態調査

護岸の形式や高さ、植生の種類と位置の確認などのため、対象範囲の沿川を歩き、写真撮影を行い、データを地図上にプロットした。

b) 船上からのビデオ撮影

夏季に暫定運行される水上バスからビデオ撮影を行い、船上からの確認される要素について調べた。

c) 河川利用者に対するヒアリング調査

快適性・水質、人工的要素などについてのデータを収集するために、沿道を散歩している人に水質、構造物などのイメージについてのヒアリング調査を行った。

(3) 結果

本研究において設定したシステムによって、各評価項目について個別評価を行い（図-2～図-13）、また利用性については、水際と水面上のメッシュにおいて総合評価を行った（図-14～図-17）。カヌーや小型ボートなど非動力船とモーターボート等動力船の利用について分離・または共存させるべきスペースが存在するのかを考察するために、カヌー・ボート、モーターボートの喫水値をそれぞれ表-1を参考に0.2m、0.8mとして、比較を行った。水面における総合評価の比較すると、河口から約5

km地点上流からそれぞれの水面に活動可能域がほぼ重なり、さらに河道は狭くなるので、非動力船にとっては危険な区域となることが予想される。動力船がつくる航走波も非動力船にとっては危険となりうるので、非動力にとって接岸するための河岸が必要となる。護岸の適性評価結果によれば、6km地点までは右岸側の河岸は利用できない状態にあるが、左岸側には非動力船にとって利用に適した河岸が続いているので、5km～6kmの水面については、水面においてゾーニングを行う際には、右岸側を非動力船が利用するゾーンとすることが望ましいと考えられる。一方、多摩川の河川管理者が定めた『多摩川河川環境管理計画』の一部として策定された「多摩川水系水面利用配置計画」において、この区間の左岸側は「多目的ゾーン」として原則的に非動力船を主体とするゾーンに定められており、本研究が提案する手法による考察結果とほぼ一致する。5km地点下流については、水面利用可能域の違いにより非動力船と動力船の利用を分離することが可能である。動力船と非動力船の利用拠点について比較すると、両者にとって拠点として適している場所として、6km地点上流右岸、河港水門周辺地域、六郷水門周辺地域、3km地点左・右岸周辺、2km地点左岸などがあげられる。六郷水門は歴史的な価値も高い魅力的な要素で、快適性といった点でも船舶利用の拠点として適しているといえる。非動力船のみの拠点として適しているのは、6km地点左岸、2.5km地点右岸などがあげられる。これらの地点は作業スペースも確保されていることから、組み立て式のカヌーなどを持ち運んで利用することもできる。2.5km地点右岸の周辺は非常に保全性の高い空間となっており、利用には注意が必要であるが、一方、河川らしい美しい景観が形成されている魅力的な空間なので、環境に与える影響が少ない非動力船にとっては拠点利用に適した空間であるものと思われる。しかし、実際には6km地点左岸付近でボート等見かけることはあっても、2.5km地点においてカヌーやボートの利用は見られない。この要因として、水質が悪いということも挙げられるが、大師橋の真下にある空間なので、どうしても暗いイメージがあることも要因の一つではないかと考える。実際とは明らかに異なる結果となったものとして、3km地点左岸において動力船の利用に対して拠点として適しているという結果が得られたことがあげられる。この地点は河岸侵食により形成された河岸であり、現在動力船の乗り降りなどには適していない。高得点となった要因は、護岸以外の評価項目の得点の値が比較的高いためであり、利用のためのポテンシャルが高いことを表していると考えられる。

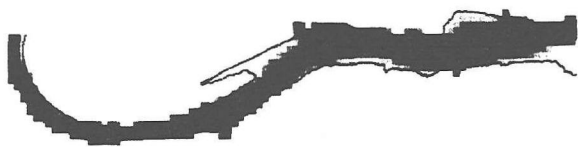


図-2 「利用性-水深（カヌー・小型ボート）」得点分布

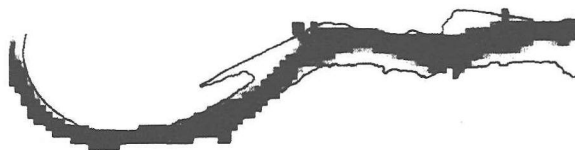


図-3 「利用性-水深（動力船）」得点分布

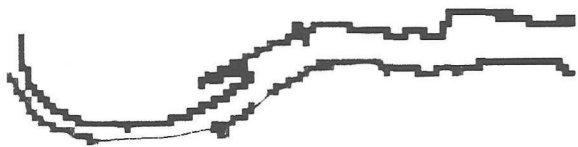


図-4 「利用性-護岸（カヌー・小型ボート）」得点分布

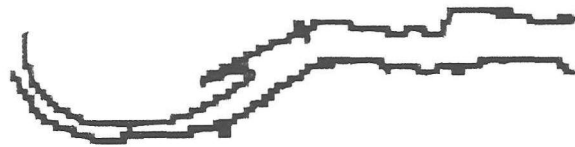


図-5 「利用性-護岸（動力船）」得点分布



図-6 「利用性-水面上の障害物」得点分布

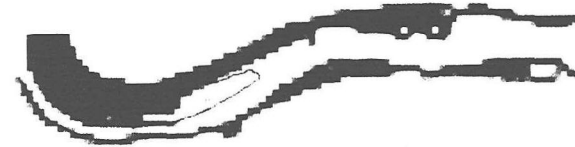


図-7 「利用性-作業スペース」得点分布



図-8 「利用性-堤内地からの距離」得点分布

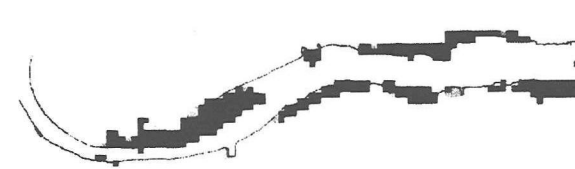


図-9 「保全性-植生の希少性」得点分布

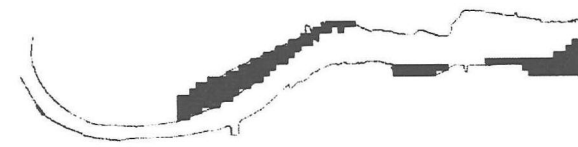


図-10 「保全性-動物の生息」得点分布

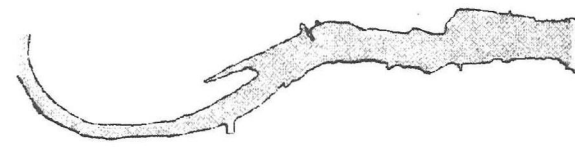


図-11 「快適性-水質」得点分布

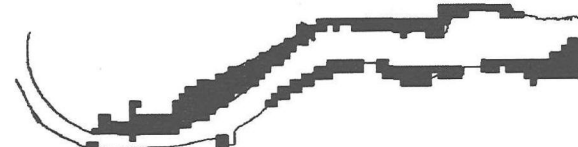


図-12 「快適性-自然的要素」得点分布

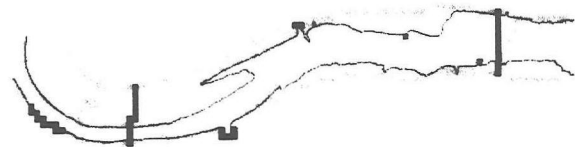


図-13 「快適性-人工的要素」得点分布

凡例

0 ~ 0.1	0.5 ~ 0.6
0.1 ~ 0.2	0.6 ~ 0.7
0.2 ~ 0.3	0.7 ~ 0.8
0.3 ~ 0.4	0.8 ~ 0.9
0.4 ~ 0.5	0.9 ~ 1

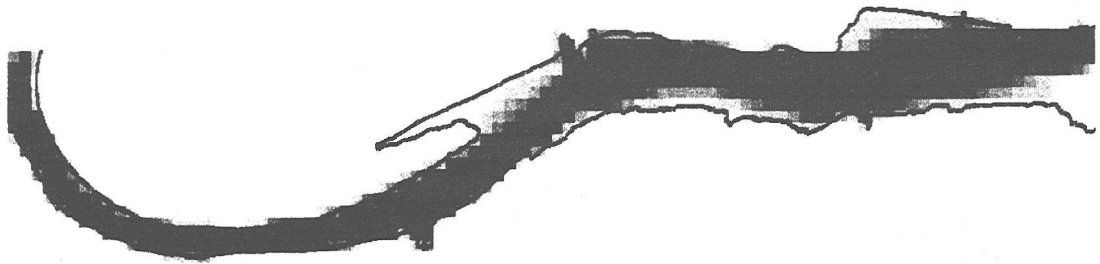


図-14 利用性 水面 総合評価 (カヌー・カヌー小型ボート)

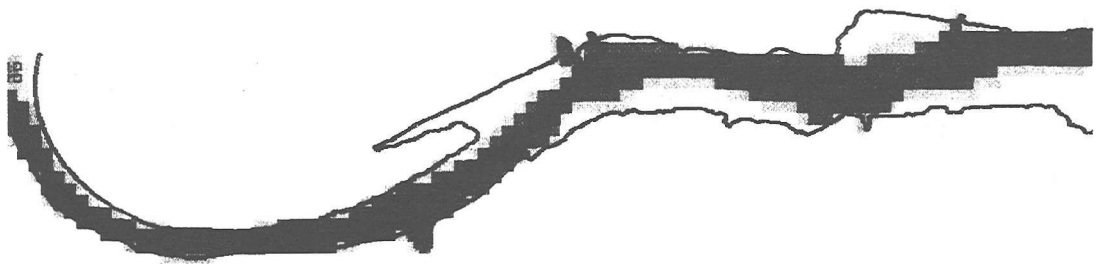


図-15 利用性 水面 総合評価 (動力船)

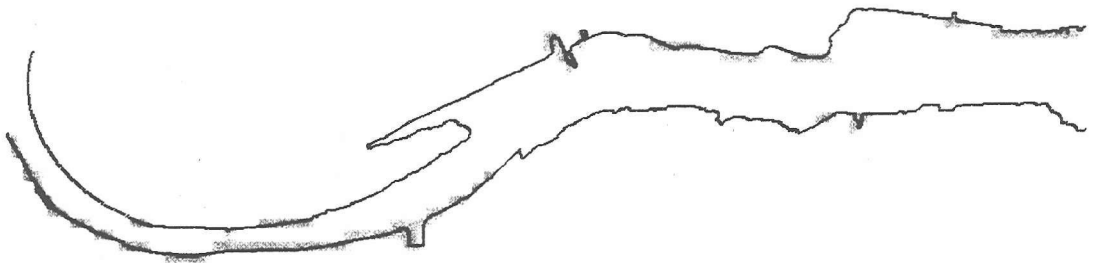


図-16 利用性 水際 総合評価 (カヌー・小型ボート)

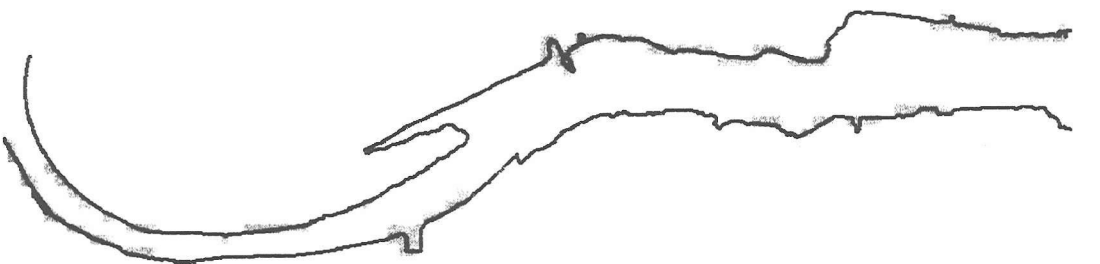


図-17 利用性 水際 総合評価 (動力船)

凡例

0 ~ 0.1	0.5 ~ 0.6
0.1 ~ 0.2	0.6 ~ 0.7
0.2 ~ 0.3	0.7 ~ 0.8
0.3 ~ 0.4	0.8 ~ 0.9
0.4 ~ 0.5	0.9 ~ 1

5. おわりに

本研究では河川空間のレクリエーション利用に着目し、船舶利用に対する河川空間の適性を定量化し平面的に評価する手法を提示した。さらにこれを実際の河川について適用し、現地の状況を踏まえて考察を行った。本研究のシステムを利用することで、河川空間を目的別に分離利用する、または共存利用するといった仕分けすなわちゾーニングが可能になり、あるいは何らかの河川整備形態に対する土地のポテンシャルを評価できるものと思われる。本研究では各評価項目を定量化を行うための基準を設け、評価関数などの得点化ルールを設定したが、この基準の設定は難しく、どうしても主観的になってしまったことは否めないが、今後科学的データの蓄積に伴い、評価関数が整備されれば、より再現性の高い個別評価が可能となるものと思われる。

また、河川空間における船舶の航走波に関する研究が進歩すれば、船舶が与える影響圏を設定することができるので、ゾーニング等の判断の自動化が可能となりさらに効率化が図れるものと思われる。

参考文献

- 1) 谷本勝利・中村廣昭・小林豪毅：河川における航走波について—直立護岸水路に対する数値計算—河川技術に関する論文集, 第6巻, 2000, 6月, pp369-374
- 2) 谷本勝利・小林豪毅・田村正則：航走波の浅水および屈折変形, 海洋開発論文集, 第17巻, 2001, 6月, pp25-30
- 3) 福岡捷二・布村明彦・前原克二・知久雅弘：荒川下流部におけるヨシ原育成の技術開発, 土木学会年次学術
- 4) 国栖広志・田村正秀・横山浩司：河川における航路モニタリングシステムの開発, 土木学会年次学術講演会講演概要集共通セッション, Vol155, pp490-491, 2000
- 5) 熊田泰幸・窪田陽一・深堀清隆：河川水面の利用形態とその成立条件, 土木学会年次学術講演会講演概要集第4部, Vol152, pp494-495, 1997
- 6) 森朋美, 窪田陽一, 深堀清隆：河川における船の利用に対する護岸の適合性の考察, 土木学会年次学術講演会講演概要集第4部, Vol154, pp614-615, 1999
- 7) 新体系土木工学環境アセスメント：千秋信一, 1988
- 8) 染谷昭夫・藤森泰明・森繁泉：マリーナの計画
- 7) 土木学会編：水辺の景観設計
- 10) 建設省関東地方建設局：多摩川水系水面利用計画
- 11) 運輸省港湾局臨海工業地帯課：レクリエーション港湾調査報告書1973.3

船舶利用に対する河川空間の適性評価手法*

渡辺 仁**・窪田 陽一***・深堀 清隆****

近年河川空間を利用したレクリエーションは増加傾向にあり、河川水面における船舶の利用が注目を集めている。本研究は船舶利用に適した場所を見出すために、河川空間の持つ利用ポテンシャルを定量化することを目的としている。これによって環境保全を重視すべき領域、また船舶利用のための拠点整備に適した場所、環境保全と利用が共存可能な場所を見出すことができる。まず河川環境の評価項目の選定を行い、評価関数を定義することにより、河川空間を数量化するシステムを構築した。さらに多摩川の実際のデータを用いて評価を実施し考察を行った。

Evaluation technique on suitability of riverside environment for shipping *

by MASASHI WATANABE**・YOUICHI KUBOTA***・KIYOTAKA FUKAHORI****

Recently, the recreation activities in the rivers have increased, and playing with boats on rivers has attracted people. This study aims at quantifying the potential of utilization of boating. The results are effective in zoning, which contains the area for natural conservation, recreational activities and coexistence of all elements. First, comprehensive environmental factors are selected. Second, their evaluation functions are defined. Finally, the evaluation system qualifying the river environment could be established and the system is applied for the evaluating the case of the Tama River.