

横浜市平潟湾野島水路開放に伴う生物動態調査

STUDY ON BIOTIC COMMUNITY SUCCESSION BY OPENING OF NOJIMA WATERWAY, HIRAKATA COVE, YOKOHAMA

柵瀬信夫・林文慶・越川義功・中村華子¹・工藤孝浩²
関口昌幸³・相原健彦⁴・早川厚一郎⁵・村橋克彦⁶

Nobuo SAKURAI, LIM Boon Keng, Yoshinori KOSHIKAWA,
Hanako NAKAMURA, Takahiro KUDO, Yoshiyuki SEKIGUCHI,
Takehiko AIHARA, Koichiro HAYAKAWA, Katsuhiko MURAHASI

¹正会員 鹿島建設株式会社 技術研究所 葉山水産研究室
(〒240-0111 神奈川県三浦郡葉山町一色2415)

²神奈川県水産総合研究所 (〒238-0237 神奈川県三浦市三崎町城ヶ島養老子)

³横浜市企画局 (〒231-0017 神奈川県横浜市中区港町1-1)

⁴横浜市金沢区役所 (〒236-0021 神奈川県横浜市区金沢区泥亀2-9-1)

⁵横浜市漁業協同組合金沢支所 (〒236-0024 神奈川県金沢区乙舳町11-5)

⁶横浜国立大学経済研究所 (〒236-0027 神奈川県横浜市区金沢区瀬戸22-2)

Nojima waterway is a typical closed water in Tokyo Bay. To improve its water quality and remove the sediment odor, the waterway was opened to outer sea and the sediment was dredged away. As a result, salinity in the waterway increased due to outer sea water flowing in, and successions of the biotic community occurred. Goby fishing is getting vigorously around this area.

Key Words : Opening waterway, successions, goby fishing

1. はじめに

京浜臨海部は、産業構造の空洞化に伴って土地の利用の見直しが迫られ、工場跡地や新たな埋立では住宅を中心とした街づくりの整備計画が進んでいる。

この計画の中に、今まで物流の場として、または閉鎖性が高いため全く利用されなかった水域や水路を、住民が楽しめると共に、多様な生物が生息できる緑地や公園として利用・活用を求める声が高まっている。

本研究は、利用・活用のモデルとして水質保全と環境悪化した水路の改善を目的に、横浜市が市内金沢区平潟湾内の野島水路で実施した水路開放と浚渫工事の事後の状況を追ったもので、当地で釣り魚として人気のマハゼを指標魚種にして実施した資源量調査の紹介である。

2. 対象水域の概要

対象水域は図-1に示すように、神奈川県横浜市の南端金沢区に位置している。かつては東京湾に直接面していたが、現在は埋立によって形成された金沢湾の内陸側にある。また陸域では古くは新田開発で戦後は住宅開発によって埋立が進み水面は大幅に縮小され、現在の形状になった。

湾は、宮川、六浦川、侍従川、鷹取川の4つの河川を持っている。これら河川の特徴は、高潮時に旧海岸線まで、海水の遡上で汽水域を形成し、埋立によって河川形状にはなっているが、本質的には湾に続く水路もしくは入江と位置づけられる。

現在、湾は金沢湾との間を野島運河と野島水路の2本の水路で結ばれている。太平洋戦争までは野島水路が唯一湾外と通じ航路となっていたが、戦争中、この水路に軍の命令で野島と横須賀側の海軍施設を結ぶ連絡道路が造成され、閉鎖された。そのため、この水路の代用として開削されたのが野島運河で、現在も船舶の航路として使用されている。

戦後、連絡道路は撤去され、元の形状に戻された。しかし1960年前半、水路地先に設けられたノリの種場へ隣接の工場排水が流出して被害を及ぼした。このため漁業者が土砂で堰を造成し、再び水路は閉鎖された。

閉鎖された水路と湾内は、経済成長と都市化に伴ない工場と家庭排水の流入で水質悪化が進み、1980年代には悪臭が発生する事態が起きた。とくに水路部分では泥の堆積によって干潟が形成され、夏期には悪臭が発生し周辺住民を悩ませ、水路から人を遠ざけることになった(写真-1)。

1980年後半には、横浜市はこの湾の改善のための検討を始め、閉鎖された水路の開放と、堆積した底土を浚渫する工事が1992年から始まり、湾内全体と水路部分の浚渫が実施され、1994年に堰が撤去されて水路は開放された。この結果、湾は水路と運河の2本で金沢湾と結ばれ、現在の形状になった(写真-1)。

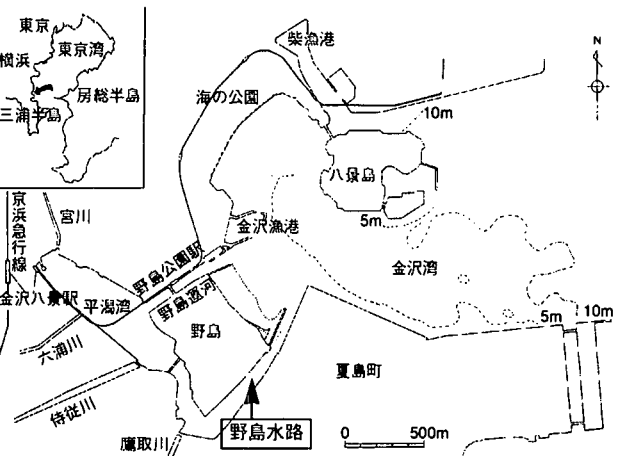


図-1 平潟湾とその周辺

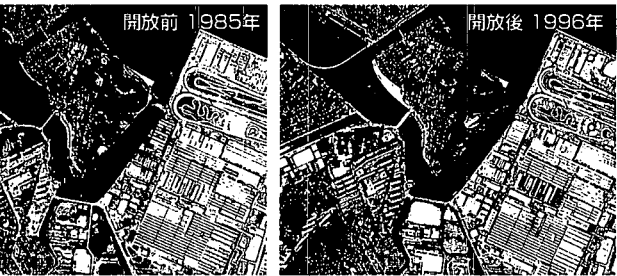


写真-1 開放前(左)と開放後(右)の野島水路



写真-2 野島水路浚渫の状況(1993年)



写真-3 浚渫後の野島水路(1993年)

3. 開放による変化

(1) 水質変化

潮汐による湾外水の流入は、今までの運河に加え、開放された水路の2カ所から始まり海水交換率が高まった²⁾。

神奈川県が実施している各年の水質調整年表³⁾を整理すると、開放後は、湾内河川の河口表層の塩分濃度上昇が起り、水路でも同様の状況が生じた(表-1)。開放後の湾内では水中に溶解する溶存酸素の値も上昇する現象が示された。

(2) 干潟の変化

水路部分の浚渫は幅40m、深さ4mを基準に水路全体で行われ(写真-2)、加えて堰前面の海面部分も同様の基準で沖合い100mまで浚渫が行われた(写真-3)。水路の全体に形成されていた干潟38000㎡(写真-1、4)は、この浚渫によって水路に沿う形態となり、その面積は21000㎡(公園側3800㎡、横須賀側17200㎡)になったが、水路は低潮時でも常に水面がある状況になった(写真-5)。

(3) 生物変化

湾外水の流入による塩分濃度の上昇によって減少したのは、ヨシ、エゾウキヤガラ等の植物群落で、開放前は横須賀側の護岸沿いに3340㎡の群落が形成されていたが、開放後は高潮線上部の280㎡のヨシだけが残った。公園側では堰の撤去の際、残土として積み残した部分に新たなヨシ群落が形成されているが、ここでも生息域は高潮線上部である。しかし、この残土は1998年現在、当初面積の60%が風波によって削られ、近い将来全体が消失するであろう。逆に今まで全く出現しなかったアオサ、ボウアオノリが水路内を中心に繁殖し、さらに湾の塩分変化が小さい底部にはワカメ等の海藻の出現も起きている。

開放前の泥分の多い水路の干潟では、唯一の漁業活動として釣餌用ゴカイ堀が行われていた。しかし、開放後は塩分の上昇に加え、底質ではシルト質の減少や、含水率の低下等の変化でこの干潟の優占種であったゴカイ類(表-2)と同条件下を好むヤマトオサガニが減少した。浚渫で残った水路干潟では湾内

表-1 水路開放前後の底質環境の比較⁴⁾

測定項目	開放前 (91.5~92.5)	開放後 (96.3~)
塩分濃度 Salinity(PSU)	22.8±7.1 (5.5~31.2)	29.1±2.1 (24.5~31.7)
中央粒径 Md50(μm)	144 (121~174)	147 (95.6~186.2)
含水率 Moisture(%)	29.4 (27.2~31.5)	21.8 (18.7~28.1)
酸化還元電位 ORV(mv)	-167 (-358~13)	36 (-130~137)

表-2 定点ベントス調査結果（7月個体数）

水路	開放前(91年)	開放後(97年)
アサリ	20.6	93.1
他二枚貝類	0	2.0
腹足類	0	0
甲殻類	3.1	0
多毛類	76.3	4.9

の溶存酸素量の増加と底質の水通しが良くなったことから、底質の酸化還元電位が上昇した（表-1）。そこに湾外水の流入に乗って水路、さらに湾奥にアサリ幼生が入り込み⁴⁾、それが定着・成長し、アサリが水路干潟での優占種⁵⁾となり潮干狩りができる状態になった（写真-5）。また、横須賀側の転石やコンクリートの護岸壁面ではカキが生育し始め、カキを採る人が出始めた。

開放で悪臭を発した底質は砂泥質に変化し、アサリや後述するハゼなど食用にできる生物が増え始めた結果、それを採るために人が干潟部分に、そして、水路全体に入り始め、そして水路は常に水面が保たれているため、カヌーなどの練習も行われ、人間の活動の強度が増した。その結果、水路を利用する水鳥類の数も減少傾向にあり、さらに、ヨシ群落の減少は群落内で営巣していたカルガモの利用の場をなくした⁶⁾。



写真-4
開放前の水路干潟
（1990年）



写真-5 開放後の水路干潟（1997年）

4. ハゼ釣り大会

平潟湾の魚類については、漁業活動の場でないため、開放による変化に対し十分な資源的調査は行われていない。著者の一人である工藤は、この水域に出現する魚類の詳細な潜水目視調査⁷⁾を行っているが、資源量までは把握できていなかった。そして、開放後は今まで湾内では釣れなかった魚種の出現や、水路部分では多くの人がハゼ釣りに楽しむ状況が発生した。そこで著者らは金沢区の協力を得て、この湾を中心にした市民団体の行事「金沢水の日」のひとつのプログラムの中で、住民参加型の魚類資源量調査の試みを、ハゼ釣り大会という形で1996年10月13日、1997年9月14日、10月10日、1998年9月6日、10月10日の、合計5回実施した。

(1) ハゼ釣り大会の仕組み

当大会の特徴は、住民への広報活動を金沢区が担当し、この平潟湾を活動の場に行っている県・市・大学・企業の担当者がボランティアで参加し、3年間の結果を1999年3月21日に開催された金沢水の日パネル展示した。

大会の仕組み及び参加方法を図-2に示した。申し込み方法では1996,97年度は往復はがきを用いたが、1998年度は電話とFaxで受け付けを行った。大会当日の受け付けは3カ所設け、登録を受けた段階で、個人にアンケート用紙と釣り餌のアオイソメ、登録者ステッカーを配布した。

アンケート用紙の内容は図-3に示した通りで、用紙にある時計に釣りを行った時刻を、地図上に釣りをした場所を、そして釣り方を示し、釣れた魚は種別にアンケート用紙のメジャーを使って大きさを測り、その数を記入する方法を用いた（写真-6）。釣りは7時から夕方6時までの時間帯で、いつでも参加し終了するフリータイム制で行った。釣り場所や釣り方は参加者が自由に選択する方法を採用した。

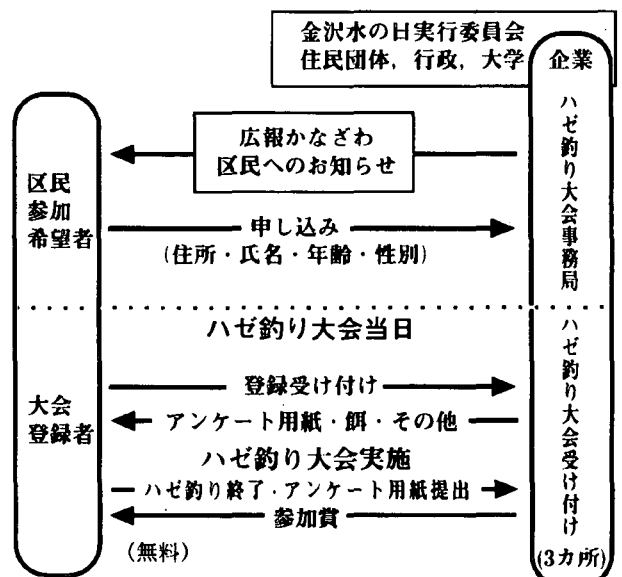


図-2 ハゼ釣り大会のしくみ

1998年ハゼ釣り大会アンケートシート No. _____

Q.1 何時から何時まで釣りをしましたか

Q.2 どこで釣りをしましたか

Q.3 釣り方は？

Q.4 どんなハゼが釣れましたか？

Q.5 ハゼ以外にどんな魚が釣れましたか？

Q.5 ハゼ以外にどんな魚が釣れましたか？

Q.6 釣り上げたマハゼの全長を記入してください。

Q.7 釣り上げたマハゼの尾長を記入してください。

Q.8 釣り上げたマハゼの重量を記入してください。

Q.9 釣り上げたマハゼの性別を記入してください。

Q.10 釣り上げたマハゼの産卵状況を記入してください。

Q.11 釣り上げたマハゼの産卵数を記入してください。

Q.12 釣り上げたマハゼの産卵時期を記入してください。

Q.13 釣り上げたマハゼの産卵場所を記入してください。

Q.14 釣り上げたマハゼの産卵方法を記入してください。

Q.15 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.16 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.17 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.18 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.19 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.20 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.21 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.22 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.23 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.24 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.25 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.26 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.27 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.28 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.29 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.30 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.31 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.32 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.33 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.34 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.35 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.36 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.37 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.38 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.39 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.40 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.41 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.42 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.43 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.44 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.45 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.46 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.47 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.48 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.49 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.50 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.51 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.52 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.53 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.54 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.55 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.56 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.57 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.58 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.59 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.60 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.61 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.62 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.63 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.64 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.65 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.66 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.67 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.68 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.69 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.70 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.71 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.72 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.73 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.74 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.75 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.76 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.77 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.78 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.79 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.80 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.81 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.82 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.83 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.84 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.85 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.86 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.87 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.88 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.89 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.90 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.91 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.92 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.93 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.94 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.95 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.96 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.97 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.98 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.99 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

Q.100 釣り上げたマハゼの産卵回数に記入してください。

図-3 アンケート用紙

釣り終了後、3カ所の受け付けでアンケート用紙の提出をお願いし、アンケート用紙と交換に参加賞を進呈した。釣り始めから夕方まで主催者として各釣り場を回り、参加者の釣果の状況を観察し、記録して写真撮影も行い、各種の情報を伝達し、餌不足の参加者には追加の餌を配布した。また、低潮時と高潮時には小型船舶を使用し、釣り場周辺で水温、塩分の測定を実施し、海況の把握も行った。

(2) 参加者

5回の開催概要を表-3に示した。参加者1回の平均数は220人、総計で1144人、このうち95%以上が金沢区の住民で、その他の参加者は隣接する横浜市内住民と横須賀市の住民であった。参加者の年齢構成は、この大会では10代の子供達とその保護者に当たる30～40代にピークがあり(図-4)、家族連れの釣りを示す結果が得られた。また、参加者の多くが近隣住民であることもあって、自転車での参加が多く見られた。

釣りをする時間帯の特徴は、昼食を中心とした時間帯で、ハゼの時間別釣果では、1996、97年では潮時との関係は見られるが、1998年では参加者の多い少ないで釣果が左右されている結果が示された。

表-3 ハゼ釣り大会概要

	96年	97年		98年	
		9月	10月	9月	10月
参加者	243 人	214 人	266 人	206 人	215 人
回収数	207 人	142 人	153 人	189 人	211 人
	85.2 %	66.4 %	57.5 %	91.7 %	98.1 %
全体釣果	1038 尾	616 尾	685 尾	758 尾	1366 尾
ハゼ釣果	874 尾	408 尾	390 尾	289 尾	293 尾
その他釣果	164 尾	208 尾	295 尾	469 尾	1073 尾

備考：3カ年参加者合計1144人
平均回収率78%
3カ年平均釣果892尾

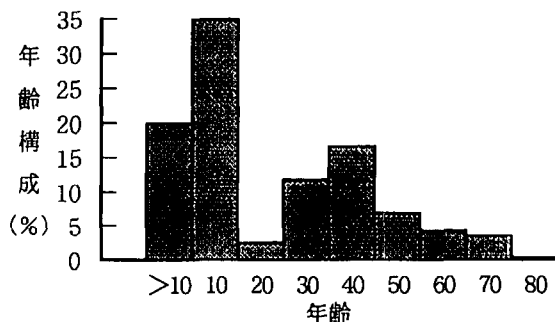


図-4 参加者の年齢構成

(3) 魚種別釣果

アンケート用紙上では19種の魚種を示したが、実際にはカニなど含めて25種が釣れた。1996年、97年では、ハゼ釣り大会の目的であるマハゼが優占種となっていたが、1998年では、チブヤスジハゼ等の数が増加し、マハゼの釣果は減少傾向が示された。他の魚種ではボラ、メゴチ、メバル、アジ、ウミタナゴなどが多く釣れている。

釣り上げられたマハゼは全長5cmから20cm以上の範囲で、その中心は全長12cm前後を示し、1997、98年度では、9月の結果と10月を比較すると、1カ月の間でのマハゼの成長が読みとれる(図-5)。

マハゼの釣果は、1996年874尾、1997年408尾と390尾、1998年289尾と293尾と年々減少している(表-3)。この原因についてひとつの推察を行った。(財)神奈川県栽培漁業協会は1993年からスズキ稚魚(体長20～120mm)を横須賀から横浜市にかけて放流し、1996年9月には八景島沖に103～155mmの未成魚を1万尾放流した。この年の大会では標識を装着したセイゴが水路内で釣れ、また同時期に水路より奥の夕照橋では夕方になると多くの釣り人によってセイゴが釣られ、今までなかった釣りができるようになった。さらに、1997年12月に平潟湾内に全長195～245mmのものが4000尾放流された。この放流によると思われるスズキ未成魚が現在湾奥部から各流入河川の陸域に形成される汽水域に入り込み、釣りの対象となっている。

1987年、この平潟湾内でのマハゼの発育段階に伴う捕食関係を、桑原、武内⁸⁾が明らかにしている。その中でマハゼはスズキの被食者として餌にされている。これが事実とすれば、釣果に現れたマハゼ数の減少は過度に放流されたスズキによって捕食されている可能性が考えられ、この問題は今後の調査によって明らかにする必要があるだろう。

(4) 釣り場

マハゼの場所別釣果状況を図-6に示した。この3年間での結果は、沖のボート釣りが最も多く、次に鷹取川付近で、残りは1〜4尾と大きな差は見られない。全魚種での場所別釣果の結果から、湾外と湾内を結ぶ運河と水路部分に多くの魚種が釣果として現れ、開放によって水路からも魚が入っていることが明らかになった。

湾内にはたくさんの釣り場がある。参加者が利用した釣り場で、最も多くの人が釣りを楽しんだのは水路に面した公園部分で、場所別利用度では31%の最も高い値を示した(図-7)。

家族連れが主体のマハゼ釣りでは、釣れる釣れないよりも、護岸が低く、水にも触れやすく、安全で、他の遊びも楽しめ、手洗いなど必要な設備が整備されている場所を選んでいることが判明し、加えて1998年10月では、潮があげると釣り場が形成される野島海岸の駐車場近くの、波返しが低い護岸では、車椅子で釣りを楽しむ姿があり、多くの人に水辺を楽しんでもらう為の利用・活用のモデルになる状況が示された(写真-7)。

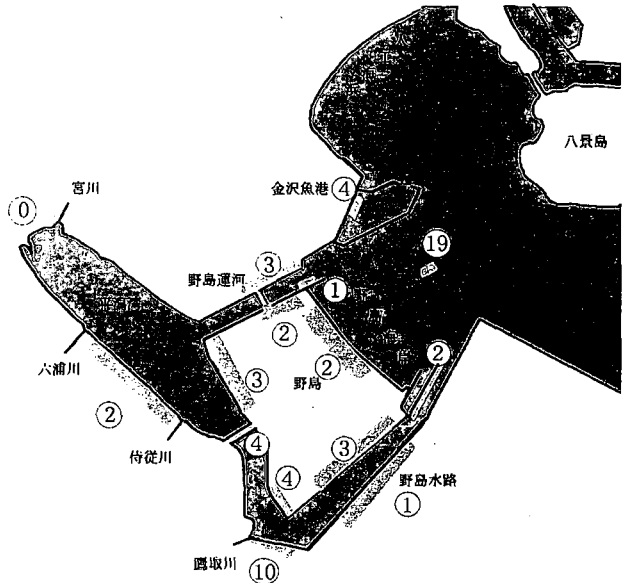


図-6 場所別釣果状況 (1996~1998年度)



写真-6
楽しみながら測定

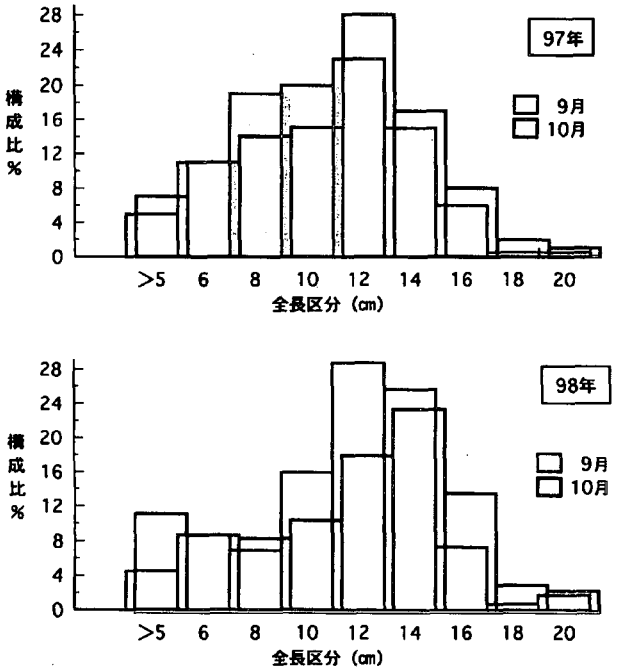


図-5 マハゼ全長構成比

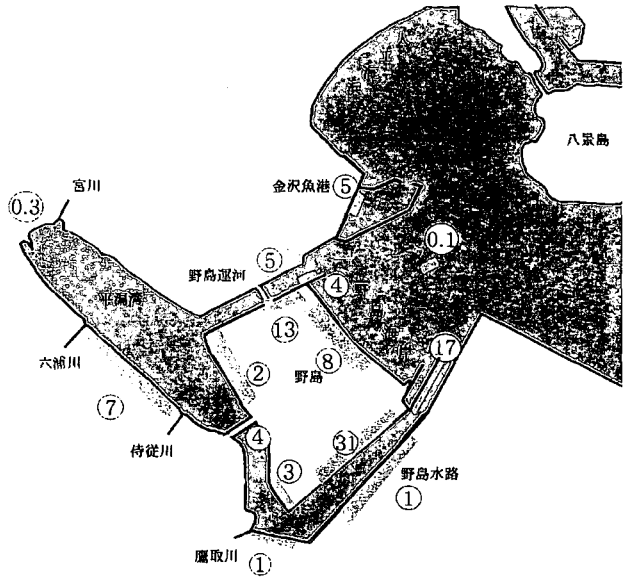


図-7 場所別利用度 (1996~1998年度)



写真-7 釣り場の状況

表-4 生物種間の捕食利用関係

生物種	増加を想定した種										減少の要因
	人	水鳥	スズキ	マハゼ	サガニ	ゴカイ	アサリ	ヨシ	アオサ		
人	○	—	+	+	+	+	+	△	△		
水鳥	●	—	+	+	+	+	+	+	△	干潟・ヨシ の減少	
スズキ	○	—	—	+	+	+	+	+	△	干潟による 人為的増加	
マハゼ	●	—	—	—	+	+	+	+	+	不明	
サガニ	●	—	—	—	—	+	+	+	+	干潟の減少	
ゴカイ	●	—	—	—	—	—	△	+	—	干潟の減少	
アサリ	○	—	—	—	—	△	—	△	—		
ヨシ	●	△	△	△	+	+	△	—	△	塩分上昇	
アオサ	○	△	△	△	△	△	△	△	—		
調査での 利用度数	0	1	2	3	5	6	5	5	2		

○ 開放による増加種 △ 捕食・利用
● 開放による減少種 — 被食
△ 不明 ※ かくれ場
人場合はバードウォッチング、釣、釣餌、
潮干狩り、水遊びの対象として。

4. おわりに

報告したハゼ釣大会での情報は、今まで全く手がつけられていなかった平潟湾での魚類資源量の推定が可能になり、加えて参加者数やアンケートの回収状況から住民主体の楽しめる方法であることと、そして漁業の場ではない水路や水域での資源量調査に適していることが実証された。この調査では、参加

者の行動、特に楽しみ方での考え方とか釣り場の選定基準などが明らかになり、今後の水辺の利用・活用に関して具体的な参考事例となった。

水路開放によって起きる水理、水質の予測は、事前に検討が行われたり。しかし、生物に対する十分な検討はされなかったようである。開放による生物の増減の要因には、湾奥でのアサリ幼生、海藻、魚類の出現にみられるように湾外水の流入に乗った直接的なもの、湾外水の流入によって生じた塩分濃度上昇と溶存酸素量増加、浚渫工事による干潟面積の減少と底質条件の変化、水路全体の変化に伴う人間活動の拡大などに整理され、同様の事業での事前予測のひとつの資料になろう。

開放によって変化した水路では、さらなる環境改善の検討が行われている。そこで、これらの活動で必要になる基礎情報としての生物種間の関係を探る試みを行った。表-4は、マハゼを中心に各生物種を自然もしくは人為的に増加させた時の影響を、捕食と被食の関係や、隠れ場所の提供などを基に種間利用度を数値で示した。ここでの被食者は、卵、幼体から成体までの全生活史上のものとし、高い値は多くの種に利用されていることを表し、カニ、ゴカイ、アサリ、ヨシがそれに当たり、その増加は全体の生物相を支えるものと言えよう。反対に人間の活動が強まれば、全生物に負担が生じることが示される。このように、簡易な方法で生物種間の相互関係を表現することができ、予測や評価の手法になるものと考えている。

参考文献

- 1) 横浜市(1989):平潟湾水質保全計画 平成元年11月。
- 2) 稲垣聡・新保裕美・林文慶・田中昌宏・柵瀬信夫(1996):密度成層を形成する閉鎖性湾の流動及び水質の特性, 海岸工学論文集, 第43巻(2), pp.1096-1100.
- 3) 神奈川県環境部水質保全課(1980-1998):神奈川県水質調査年表。
- 4) 越川義功・萩原清司・柵瀬信夫・田中昌宏(1998):横浜平潟湾における環境と二枚貝現存量の変動, 日本水産学会平成10年度秋季大会, 講演要旨。
- 5) 平潟湾クリーンアップ協議会(1998):中・高校生グループによる平潟湾周辺生物・環境調査報告, 第25報, pp.15-17.
- 6) 横浜市金沢区金沢野鳥クラブ(1997):金沢野鳥クラブ調査報告書, pp.22-35.
- 7) 工藤孝浩(1992):横浜市金沢区沿岸域の魚類, 神奈川自然保全研究会報告書(9), pp.19-34.
- 8) 桑原連・武内博治(1987):生活史から見たマハゼの環境保全, 横浜市立大学総合研究第4号。
- 9) 柵瀬信夫(1997):ふたつの海浜公園の特性について, 横浜市立大学経済研究所, 経済と貿易, 174号, pp.77-89.

(1999.4.19受付)