

多摩川河口干潟におけるトビハゼの
生息環境に関する調査研究
—泥質干潟形成との関連性について—

2005年

五明 美智男
特定非営利活動法人 海辺つくり研究会 理事

目 次

第Ⅰ部 研究の方法論	1
1. はじめに	2
2. 研究の目的	4
3. 研究の方法	5
4. 研究の対象	6
5. 研究の動機と構図	7
(1) 動機としての「気づき」と「発見」	7
(2) 総合環境学習の構図	8
(3) 市民研究の構図	10
第Ⅱ部 環境フィールドスタディとしての市民見学会	12
6. たんけん・はっけんの場としての市民見学会	13
7. 対象干潟を理解するために	15
8. トビハゼの生態・生息状況を知るために	16
(1) トビハゼの巣穴を形にしようー初めてのトライ	16
(2) トビハゼの巣穴を形にしようー再挑戦	18
(3) トビハゼの生息数を数えてみよう	19
(4) トビハゼの棲む土の断面を見てみよう	20
(5) トビハゼ生息地を空から見てみよう	21
9. 対象干潟のトビハゼ生息環境をより理解するために	22
(1) 江戸川河口干潟を訪ねて	22
(2) 東京港野鳥公園を訪ねて	23
(3) トビハゼの巣穴つくりを観察しよう	25
10. 対象干潟を取り巻く環境を理解するために	27
(1) 地域の郷土資料館を訪ねて	27
(2) 対岸の羽田猟師町を訪ねて	28
(3) 羽田の漁業を見て聞いて	29
第Ⅲ部 専門家との連携によるトビハゼ生息地研究	31
11. トビハゼ生息地研究の概要	32
12. 多摩川河口域でのトビハゼ生息地の現状	33
(1) 地形および底質特性ー縦断面	33
(2) 地形および底質特性ー湾入部平面	34
(3) 干潟内の底生生物の分布	34

(4) 干潟内の産卵巣穴数	36
(5) 生息地の底質の鉛直分布	37
(6) 底質の間隙水の鉛直分布	38
(7) 干潟の底質条件とトビハゼの生息状況	39
(8) 巣穴体積による泥質干潟の評価	39
1 3. 多摩川におけるトビハゼ生息地の成立・形成要因	41
(1) ミクロな生息条件	41
(2) マクロな生息地成立・形成条件	41
1 4. おわりに	44
謝辞	44
参考文献	45

付 録 : 研究ノート

Note1 現地を歩く	A-1
Note2 トビハゼの生態と指標性	A-2
Note3 樹脂を用いたトビハゼの巣穴調査法	A-4
Note4 底生動物の巣穴形状	A-6
Note5 気球による空撮	A-7
Note6 トビハゼの飼育方法	A-8
Note7 多摩川河口干潟底泥の間隙水	A-11
Note8 複数の干潟におけるトビハゼの生息条件	A-15
Note9 河口植生の変遷	A-16
Note10 地形図で追う多摩川河口地形の変遷	A-17
Note11 河口干潟の安定性	A-19
Note12 行政管理計画における多摩川河口の位置付け	A-20

研究者・協力者等一覧

敬称略

	氏名あるいは団体名	所属
研究代表	五明美智男	特定非営利活動法人 海辺つくり研究会
研究担当	玉上和範	
	木村 尚（事務局）	
共同研究者	杉浦 琴	東京工業大学大学院
	東亜建設工業（株）技術研究所	
見学会協力	工藤孝浩	神奈川県水産総合研究所
	木村賢史	東海大学海洋学部
	木下今日子	（当時）東邦大学理学部大学院
	森田健二	東京久栄株式会社
	田辺雅子	マッドスキッパーランド HP 主宰
	田中修	東京港野鳥公園グリーンボランティア
	中瀬浩太	東京港野鳥公園グリーンボランティア
	日本ミクニヤ株式会社	
	関東地方整備局江戸川工事事務所	
	東京港野鳥公園	
	大田区立郷土博物館	
	小松丸	
	かわさき・海の市民会議	
	多摩川と語る会	
	川崎・水と緑のネットワーク	
	海をつくる会	
見学会協力・データ提供	棚瀬信夫	鹿島建設株式会社
データ提供	関東地方整備局京浜河川工事事務所	

第 I 部 研究の方法論

1. はじめに

東京湾内に存在する三番瀬、小櫃川河口干潟などと比較して、多摩川の河口干潟に対する認知度はそれほど高くありません。自然再生の対象として社会的にも注目されている三番瀬や東京湾横断道路の千葉側取り付け部に位置する小櫃川河口干潟に対し、多摩川河口干潟は海岸線が人工化してしまった神奈川県川崎市、東京都大田区に残された潮の干満の影響を受ける自然の水際線として、地域の中で静かなたたずまいを見せてきました。しかしながら、今後は羽田空港の再拡張の進捗とともに、注目されていくのは必至と思われま

す。一般に多摩川下流域として位置づけられる多摩川河口から大田区田園調布にある調布堰までの13.2kmの区間は、潮の満ち引きの影響を受ける感潮域となっています。その特徴を一言で表せば、東京・神奈川の都市域を流れる都市河川としての縮図であることが挙げられます。特に河口部においては、羽田空港、水際に隣接する工場群や堤防に迫る住宅、歴史的な施設などと相対しながらも季節ごとの彩を見せる汽水性植物群落、多くの野鳥や底生生物が棲む干潟などの水辺が、都市生活をおくる多くの人々に憩いと安らぎの場を提供しています。休日には堤防上に設けられた遊歩道・サイクリング道路を散歩、ジョギングする人々に混じり、野鳥を観察したり干潟遊びや釣りに興じたりする人達も多く見受けられます。また、多摩川の流域には、9つの下水処理場があり、そこから出される下水処理水や雨天越流時に合流式下水道区域の雨水吐き等から排出される汚濁物質の浄化にあたり、底生動物が棲みヨシなどの植生が見られる干潟の存在は大変重要と考えられます。

羽田空港へ向かうモノレールの車窓から、本研究で対象とする干潟を遠望したもの。写真の左側には、いすずなどの工場群が存在。

(平成16年8月2日撮影)





多摩川には歴史的な施設が少なくない。
六郷の渡しモニュメントと六郷水門。



マルタがあがり, 釣り人と見物の人たちの間に話が弾む。

高度成長期に遡上が途絶えていたマルタだが, 1990年代に入って遡上数が急速に増加。



六郷橋と大師橋の間の左岸側は, 水鳥たちのオアシス。餌付けされているような状況も。

(全て平成16年11月16日撮影)

さらに、多摩川河口干潟においては、最近の調査によって東京湾を生息北限とする絶滅希少種のトビハゼの生息が確認されています(例えば、伊東ら,1999)。このように、多摩川河口を取り巻く社会環境は多様で、様々な価値観のもとでのまなざしが向けられています。こうした中、干潟に対して多くの市民に関心を向けてもらい、その存在価値を高めていくためにも、市民への啓蒙と市民を巻き込んだ多摩川河口干潟の研究が必要と考えられます。

本研究は、こうした多摩川河口干潟の存在価値を、市民の目でかつそこに生息するトビハゼの視点で、市民見学会および大学、民間企業との共同研究による市民研究によって明らかにしようとしたものです。本報告では、2年間の研究成果を三部構成でとりまとめています。

巣穴から体を乗り出しているトビハゼ。遠方から粘り強く双眼鏡で出入りを追跡することで巣穴を特定できる。この後、登場いただいたトビハゼには申し訳ないが、巣穴の型を採取させてもらった。
(2002年9月22日
第4回見学会にて田中氏撮影)



2. 研究の目的

多摩川河口干潟については、川崎市の第四次自然環境調査(1999)によって、植生配置、鳥類生息、底質分布の調査ならびに自然史考察が実施されています。しかしながら、これを含む既往の研究では調査対象の分布特性を記述したものがほとんどで、トビハゼの生息環境に言及したもの、あるいはその検討に利用できるようなものは見あたりません。

海辺つくり研究会では、2001年12月に最初の見学会を実施し、その際に気づいたことや意見交換から、以下のような点に着目して多摩川河口干潟の研究を進めてみることにしました。

- 大師橋下手の右岸側では、局所的に見られるヨシ原湾入部とその隣接区域にのみ非常に柔らかな泥が堆積し、ここがトビハゼ生息場所と一致していること
- その場所の空間的なスケールが前面に位置する中州のスケールとよく一致していること

貴重な自然環境の保全や創造を考えていく上で、その成立基盤となる場の物理的特性（地形、底質分布、流況など）を把握し、その形成、維持のしくみ、生態系としての特性を明らかにすることが基本と考えられます。本研究においても、トビハゼの働きかけによって底質が軟泥化するようなことは考えにくいことから、上述したような物理地形学的な視点から検討することにしました。すなわち、多摩川河口干潟の現状や保全について市民や専門家とともに調べ学び、トビハゼの生息場所がどのように形成、維持されているのか、明らかにしていきたいと考えています。

大師橋を下流側の上空から見た写真(京浜河川事務所 HP より引用し加筆)。右岸側のヨシ原の切れ目が湾入したような形状を示し、流下方向の開始点や延長が見事なまでに沖側の中州の空間的スケールと一致している。



上掲の写真に示した湾入部を河岸から見たもの。撮影時刻はほぼ満潮時に相当する。(2002年4月30日撮影)



3. 研究の方法

研究を進めるにあたっては、まず市民の視点で、市民の人たちと一緒に対象を見て、いろいろなことに気づいていくことが重要と考え、「フィールドスタディとしての市民見学会」の開催を第一の柱としています。対象干潟およびそこを取り巻く社会環境も含めた見学会を実施するも

のです。また、泥質干潟の形成、維持とトビハゼ生息環境との関連性について検討するためには、専門的な知識と調査方法が必要となります。そこで、大学ならびに民間企業の協力あるいは共同研究によって調査解析を進めることとし、「専門家との連携によるトビハゼ生息地研究」を第二の柱としています。

研究の第一の柱となる市民見学会の開催風景。
前頁の写真と比較すると、干潮時の干潟の様子がよくわかる。
(2002年5月11日第2回見学会にて撮影)



4. 研究の対象

多摩川下流の大師橋付近から河口までの右岸側を対象とし、必要に応じ対岸の大田区側、上流側ならびに東京湾内のトビハゼ生息地などへと拡張しています。特に、トビハゼ生息地の調査は、大師橋下流の右岸側の泥質湾入部を中心に実施しています。



多摩川河口から六郷橋までの航空写真（山口，2004の口頭発表資料より）。
写真中○印で示す調査対象となったトビハゼ生息地は、約100haの干潟のごく一部。

5. 研究の動機と構図

研究の目的でも述べたように、本研究は平成13年12月に実施した見学会での地形的な「気づき」に始まります。しかしながら、こうした見学会での気づきと同時に、研究着手に駆り立てた1つの「発見」がありました。ここでは、こうしたプロセスについて紹介するとともに、わたしたちの研究の構図について記述します。

(1) 動機としての「気づき」と「発見」

干潟の生物は春季から夏季にかけて生物量が増すのが一般的ですが、冬の干潟を見ておくことも比較という意味で大変重要です。昼間の干潮時潮位が比較的低く、暖かい日差しに恵まれたこともあり、第1回の見学会当日には羽田空港近くの河口付近でシジミ採りの人たちも見られました。その粒の大きさに驚かされるとともに、多摩川との関わりを体現する近隣の人たちに、多摩川との親密さを見たような気がします。

また、トビハゼが生息するとされている干潟の湾入部分に足を踏み入れると、個体数は少ないものの当歳魚と思われる小さなトビハゼが飛び跳ねていきます。干潟上には多数の底生生物の多様な巣穴が見られますが、これらの中にわたしたちを研究へと後押しした特別な巣穴が発見されました。この見学会での最大の収穫というべきその巣穴は、小さく盛り上がった中央の穴に向かって、底泥表面にトビハゼの這い跡が鮮明に残っているものでした。胸鰭を使って前進する姿を思い浮かべながら、このトビハゼをシンボルにした見学会と泥質干潟の形成を探る研究の実施を考えるようになったわけです。

対岸にはモノレールの橋脚と東急ホテルが見える。ここから少し下流へ向かえば、すぐに羽田空港の前面へ出る。ヤマトシジミを採取する人たちは、こうした場所で熱心に土を掘り返していた。(2001年12月1日第1回見学会にて撮影)



注意してみなければ
通り過ぎてしまうほ
どの小さな痕跡。
後の見学会で巣穴型
採取をした経験から
推測すると、この這い
跡はたまたま近くの
穴へ逃げ込んだとき
にできたものかもしれ
ない。
(2001年12月1日第
1回見学会にて)



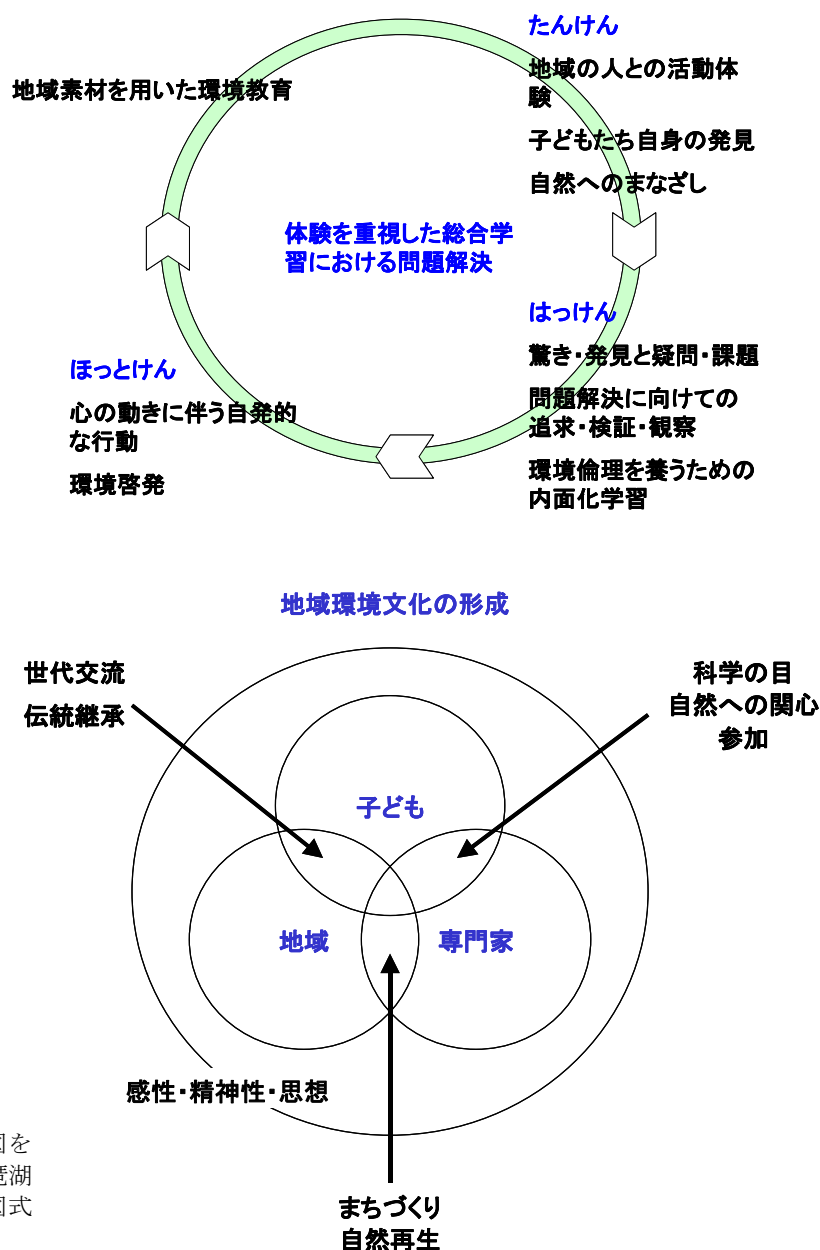
(2) 総合環境学習の構図

環境に対する関心や行動（好奇心・発見・探究心など）についていろ
いろと調べたところ、琵琶湖沿岸の湖東平野に広がる蒲生野の総合体験
学習を記録した「たんけん・はっけん・ほっとけん」というタイトルの本
を見つけました（井阪尚司・蒲生野孝元倶楽部，2001）。市民参加の見
学会の進め方は、実は小学校の総合学習における子どもたちへの動機づ
けに類似したものがあり、このへんに環境フィールドスタディとしての
市民見学会を考えるヒントがありそうです。

大人も子どもも、日常
生活の中で「たんけん」し新事実を発見する。そこから、このま
ま「ほっとけん」という行動が生まれる。人間の心と心が通じ合
い、自然と人間が交流する。この素晴らしい実践記録は、多くの
人々に「生きる」ことの豊かさと楽しさを伝えてくれるだろう
(河合隼雄氏推薦のことば)



この本に紹介されている活動では、地域素材を用いた環境教育として体験を重視した総合学習による問題解決が実践されています。その問題とは、地域環境文化の再形成ともいべきもので、地域内の世代交流・伝統の継承、子どもたちの関心・参加、豊かな自然の保全再生、まちづくりです。解決の手段として下図に示すような「たんけん・はっけん・ほっとけん」といった活動が、子ども・地域・専門家の連携のもとで進められています。子どもたちは、こうしたサイクルを通じ、地域環境文化の感性・精神性・思想を身につけていくことになります。



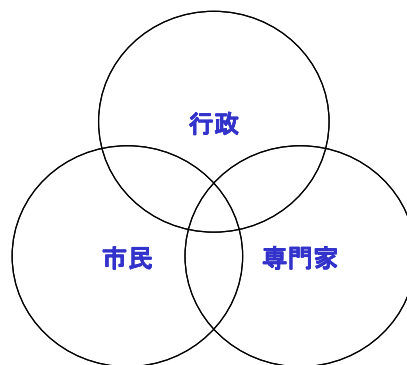
市民見学会の構図を
 考えるために、琵琶湖
 での総合学習を図式
 化したもの

(3) 市民研究の構図

本研究を同様な構図で見ると、市民見学会は「たんけん・はっけん」の場に、「ほっとけん」は市民見学会の方法や仕組みを工夫することで誘起される自発的な活動などに相当します。このように市民活動は総合環境学習と非常によく類似していますが、子どもたちの総合環境学習との大きな違いもあります。それは、地域環境文化を保全・再生・継承していく主体としての立場であり、下図に示すような行政や専門家との関わりでもあります。市民活動の場合には、まさに主体としての自発性、責任感、行動を示すものとして「たんけん・はっけん・ほっとけん」を捉えることもできます。

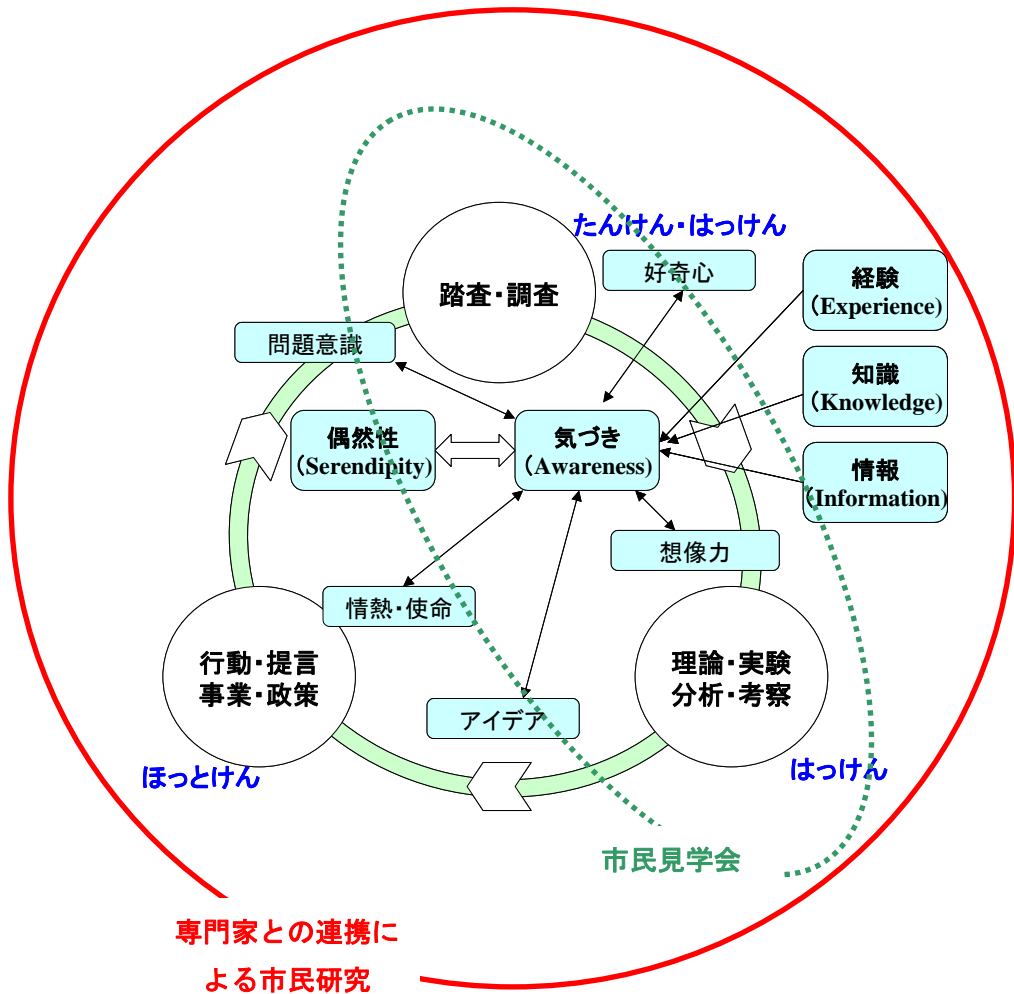
地域環境文化形成のための主体間の連携

自然環境の保全や再生活動に取り組む場合、市民という主体の他に行政・専門家が存在する。これら主体間の連携が、大変重要。



また、市民活動として何らかの行動、提言などへ向かおうとする場合、市民見学会での気づきや発見を科学的な視点で捉えデータとして客観化したり、行動の理論的・科学的根拠を得たりすることが不可欠になります。ここに市民活動としての研究が必要になるわけですが、実は研究における「調査・踏査」、「実験・分析・考察」、「結論・提案・提言」も「たんけん・はっけん・ほっとけん」のサイクルによく一致しています。

以上のことから、見学会および専門家との連携による研究を2つの柱としたわたしたちの活動にも「たんけん・はっけん・ほっとけん」の考え方を適用することができそうです。本研究では、「トビハゼ生息地への関心・探究心に関する市民啓蒙」を目的とした見学会と「トビハゼ生息地の科学的知見の取得」を目的とした市民研究を、次ページに示すような構図で実践していくことにしています。



第Ⅱ部 環境フィールドスタディとしての市民見学会

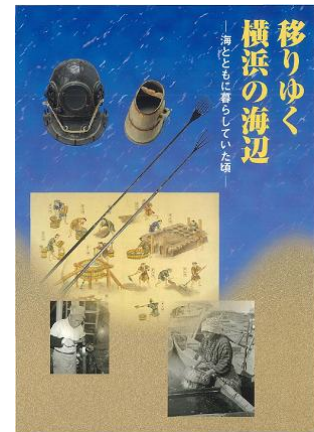
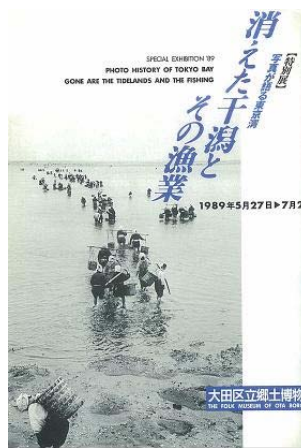
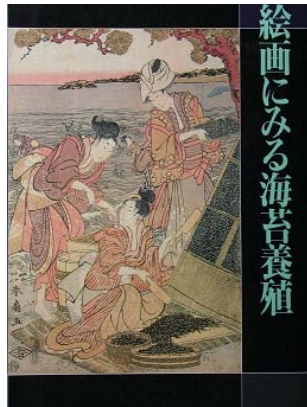
6. たんけん・はっけんの場としての市民見学会

研究期間中の見学会の期日と概要をまとめたものが下記の表であり、計 11 回開催しています。参加者の人たちと一緒にたんけん・はっけんを実践するために、毎回ユニークな内容を工夫しています。参加者の経験・知識・情報などのレベルはまちまちですが、誰もが好奇心・想像力を刺激されるような企画をめざしたものとなっています（【研究 Note1】を参照）。

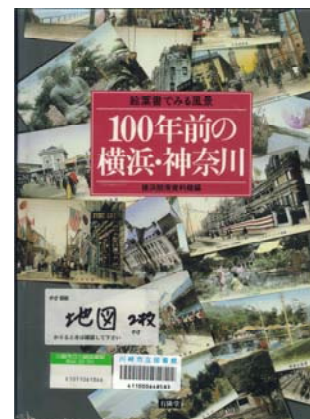
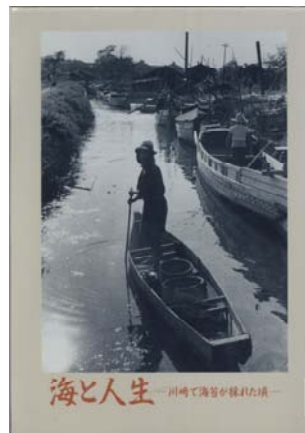
見学会期日と企画内容
2001年12月1日：第1回見学会 冬季の干潟観察，研究申請のための予備的な観察会
2002年5月11日：第2回見学会 大潮時の干潟の観察，トビハゼの観察，巣穴への樹脂注入
2002年5月12日：第3回見学会 干潟の巣穴型採取
2002年9月22日：第4回見学会 干潟のパノラマ写真撮影，巣穴への樹脂注入
2002年9月23日：第5回見学会 トビハゼの巣穴型採取・底質調査
2002年10月4日：第6回見学会 江戸川河口干潟のトビハゼ生息地観察と浦安市郷土博物館見学
2003年1月26日：第7回見学会 大田区郷土博物館・漁師町見学，大田区側干潟観察
2003年7月12日：第8回見学会 多摩川河口周辺での船での観察，浅瀬への上陸，体験漁業など
2003年7月13日：第9回見学会 東京都野鳥公園主催の「潮入りぐるっと観察会」への参加とトビハゼミニワークショップの開催
2003年10月25日：第10回見学会 多摩川河口干潟でのトビハゼ生息数調査
2004年2月7日：第11回観察会 多摩川河口干潟での柱状採泥の見学・採取試料の観察

また、それぞれの見学内容には、気づきの視点から見学会に盛り込むべきアプローチとして、以下のようなものが含まれています。

- 1) 対象についての情報を集めよう・見てみよう
- 2) 対象地点に近接する博物館や郷土資料館に行ってみよう
- 3) 対象に対する歴史・地理的な認識を高めよう
- 4) 対象に触れよう
- 5) 対象を見て歩こう
- 6) 対象の二面性を理解しよう
- 7) 対象と類似性のあるものを比較しよう



地元の博物館や資料館の出版物を探すだけでもいろいろと興味深い資料を見つけ出すことができる。
出展は参考文献参照



以下、見学会の開催時期にとらわれず、4つの大項目に分類して見学会の内容を紹介することにします。

7. 対象干潟を理解するために

第2回見学会は3つの目的で開催しました。第一に、まずは干潟へ出かけてみることに。第二に、冬季の干潟との比較により、生物生産・生物量が豊かになった干潟を見るとともに、年間を通じて最も潮位の下がる春季大潮時期の干潟の様子を見ること。そして第三には、冬眠が明けて活動しはじめたトビハゼを自分の目で見て観察することです。

調査対象地点の前面にある中州の下流側には広大な浅瀬が存在し、冬季には見ることはできなかった地形が確認されます。また、干潟に足を踏み入れていくと、ヨシ原へとはねるトビハゼを多数見ることができます。既往の文献から付録の【Note2】にもまとめて示したように、トビハゼは大変ユニークな魚類で、有明海のムツゴロウと同じように分類・分布、生活史・食物連鎖、行動・生息様式などの特徴から、泥質干潟のシンボル種と考えることも可能です。

中にははじめて干潟に出る参加者も。5月ともなるとトビハゼも活動期の真最中。
(2002年5月11日第2回見学会にて)



8. トビハゼの生態・生息状況を知るために

(1) トビハゼの巣穴を形にしようー初めてのトライ

第2回見学会の際には、もう1つの試みをしています。【Note3】に示したような方法でトビハゼの巣穴の型を取るために、これこそはと思う巣穴に樹脂を流し込んでいます。

回収するのは翌日の第3回見学会。大潮の干潮時をねらい、巣穴の型を掘り起こしていきます。東邦大学で底生生物を研究している木下さんの指導のもと慎重に掘り起こしていきますが、巣穴の選定そのものが初めての経験。結局、第3回の見学会では、トビハゼの巣穴型は採取できず、その代わりにハサミシャコエビ（体長は数cm）の特大的巣穴型（深さ約80cm，横幅約50cm）などを取ることに成功しました（【Note4】参照）。

干潟上を歩きながら、これぞと思う巣穴の近傍に目印を立てていきます。ペットボトルで樹脂を用意したら、牛乳パックを泥に差し込んでいよいよ注入。

(2002年5月11日第2回見学会にて)



拍子抜けするほど簡単に回収できるものもあれば、右の写真のごとく悪戦苦闘するポイントも。
なんとも複雑なハサミシャコエビの巣穴に、参加者も驚きつつも記念写真を撮る。
(2002年5月12日
第3回見学会にて)



(2) トビハゼの巣穴を形にしようー再挑戦

第2・3回見学会の巣穴選定の反省点をふまえ、第4回見学会では東京港野鳥公園グリーンボランティアの田中さんの参加を仰ぎ再挑戦をしました。彼の作戦は、ヨシ原にひそみ忍耐強く、巣穴に出入りするトビハゼを追跡。ここだ！と思った巣穴に駆け寄り、いち早く目印を置くものです。

翌日の第5回見学会での巣穴型採取では見事に2つの巣穴型を回収し、参加者みんなで達成感を味わっています。現在そのうちの1つは東京港野鳥公園にて展示されています。

Note1 でも図示したように、2つ穴はトビハゼ巣穴の特徴。2つの牛乳パックが並ぶ姿は大変期待をもたせてくれました。

(2002年9月22日
第4回見学会にて)

見事なまでのYJ型巣穴。

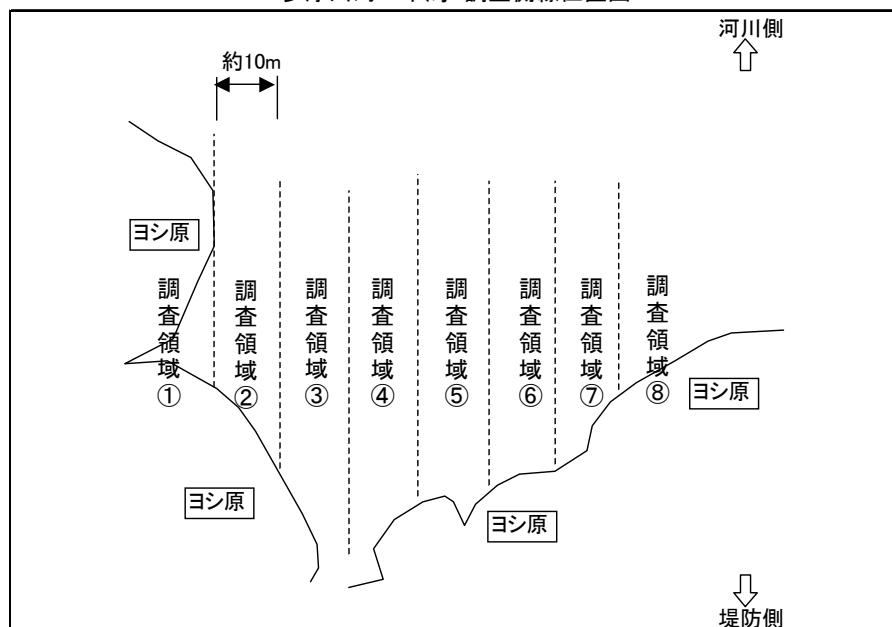


(3) トビハゼの生息数を数えてみよう

第10回の見学会では、6名参加のもとトビハゼ生息数調査を実施しました。最初の頃の見学会では巣穴調査を実施し、また江戸川や東京都野鳥公園にも足を運んできましたが、実際どれくらいの数のトビハゼがいるのか？といった疑問がありました。原始的な方法ではありますが、領域を決めてその中を目視で計数する方法を試みています。

結果は、領域の⑤～⑦で多く見られ、全領域合計では249尾です。体長の小さいものが見落とし、低温期に入り活性が低いことなどを差し引くと、東京湾内でも生息数の多い場所として位置づけてよいものと考えられます。この時期になると、チムニー型の巣穴も多く見られ、じっとしていれば愛嬌たっぷりの姿も見ることができます。

多摩川河口干潟 調査側線位置図



上図に示した各領域について、沖側（河川側）から岸に向かって歩きながら計数した（2003年10月25日 第10回見学会にて）



(4) トビハゼの棲む土の断面を見てみよう

第 11 回見学会において、対象干潟内のトビハゼ生息場所とそうでない場所において、約 1.8~2.0m の柱状の試料を採取し、その観察を行いました。用いたサンプラーは日本ミクニヤ製の振動サンプラーです。

トビハゼが多数生息する地点においては、目視からもシルト含有量が多いことを確認しています。また、採取した試料については東亜建設工業技術研究所で粒度組成などの分析を行い、第 2 部の研究データとして利用しています。



下に示す 2 枚の写真では、明らかに粒度特性が異なります
(2004 年 2 月 7 日第 11 回見学会にて)



(5) トビハゼ生息地を空から見てみよう

わたしたちの調査対象である干潟の湾入部を詳細に見ると、沖側の砂地の急勾配部、湾入部中央およびヨシ原に接続する漣筋、平坦な泥質部分より構成されています。トビハゼの巣穴は、漣筋やヨシ原の近傍、湾入部下流側の周囲よりやや高い地盤の岸側の水溜りなどに多く観察されます。

こうした地形を俯瞰的に把握するためには、高い場所から見るのが一番です。しかしながら、当該地点には羽田空港近辺ということいくつかの規制や制限があり、近隣の建物の屋上などに上がることもできません。そこで、第4回調査では、気球を用いた撮影により干潟の全景の写真撮影を試み、沖側斜面や漣筋、その他の微地形を確認することができました（【Note5】参照）。

千葉県谷津干潟の遠景. 近接するマンションの高層階から撮影. 漣筋の発達状況がよくわかる.
(2002年12月3日撮影)



気球による湾入部での撮影状況とその成果. 高度制限のため30m以下で撮影したもの.
(2002年9月22日第4回見学会にて)



9. 対象干潟のトビハゼ生息環境をより理解するために

研究対象の干潟の生息環境に対する理解を深めるために、同じ東京湾内のトビハゼ生息地にて見学会を開催しています。また、トビハゼ飼育について学んだ後に室内水槽での巣穴づくりを観察しています。

(1) 江戸川河口干潟を訪ねて

巣穴の型取りでは、ヤマトオサガニと生息場所が重なっているような干潟では、トビハゼの巣穴の同定が難しいことを痛感しました。そこで、台風で被災した堤防の復旧とトビハゼ生息地の保全を両立し、東京湾内では最も取り組みが進んでいた江戸川河口干潟を観察しました。

その結果、完成した離岸堤背後に、明らかにトビハゼのものと判る巣穴を多数見つけることができました。また、江戸川河口干潟の生息地の特性として、

細粒子、陸域からの淡水の供給

細粒子が堆積しやすい遮蔽域と障害物（離岸堤と橋脚）

植生の切れ間での生息場の発達

三番瀬から進入する波浪やゴカイ採取による適度な擾乱

などの項目が確認されました。多摩川河口干潟と共通する部分も少なくありません。



離岸堤の背後には軟弱な泥が堆積し巣穴がおおく見られる。写真からもその状況が見て取れる。

(2002年10月4日
第6回見学会にて)



放水路内に存在する干潟であり、背後の土手が侵食されて土砂が供給されている。
(2002年10月4日
第6回見学会にて)

橋脚の存在は、トビハゼ生息場を考える上で重要なポイント。
(2002年10月4日
第6回見学会にて)



(2) 東京港野鳥公園を訪ねて

野鳥公園でのワークショップでは、公園イベントの干潟観察に参加するとともに、レンジジャーの有田さんによる公園および干潟の概要説明、田辺さんによる飼育面からのトビハゼの生態説明(【Note6】参照)、多摩川のトビハゼ、東京湾のトビハゼ生息地についての意見交換を行いました。

野鳥公園は干潟内への立ち入りに制限があるものの、干潟上方に設けられた建物屋内から観察ができたり、建物に近接する干潟内に通路が設けられていたりして、大変便利な施設となっています。ただし、生息数は多摩川と比べて非常に少ないことから、公園内の個体群の再生産あるいは他の地域との交流などがどのようになっているのか、大変気になるところです。

ワークショップでは、トビハゼのHPを開いている田辺さんに飼育面からの講義を
(2003年7月13日
第9回見学会にて)





ワークショップに先立ち、野鳥公園の概要や観察方法など学ぶ。
(2003年7月13日
第9回見学会にて)

通路などによって、普段着でも子どもでも、気楽にトビハゼを見ることができる。
(2003年7月13日
第9回見学会にて)



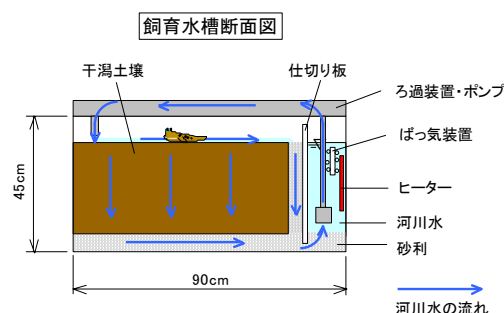
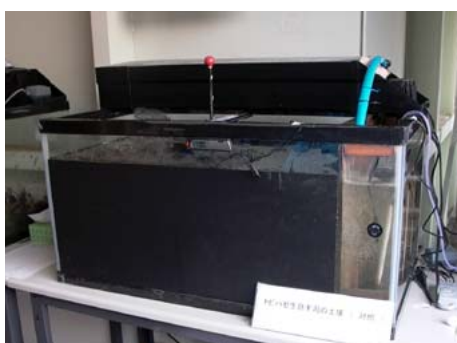
公園ではグリーンボランティアやイベント参加者によって、干潟づくりやヨシ刈りなどが実施されている。
(2003年6月15日
干潟ファンクラブ参加時に撮影)



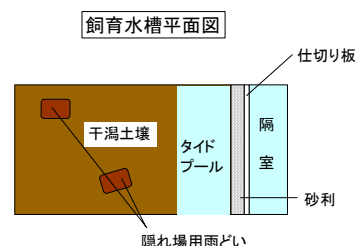
(3) トビハゼの巣穴つくりを観察しよう

第9回の見学会でトビハゼの飼育方法を学んだことをうけ、東亜建設工業技術研究所内に簡単な擬似干潟水槽を作成して、トビハゼの巣穴形成状況を観察しました。ここでは、飼育の実践とその経過ならびに飼育して気づいたことなどをとりまとめておきます。

飼育方法： 2003年10月に対象干潟から干潟の底泥および河川水を採取し、飼育水槽を作成しました。作成後、同時期に採取しました3尾のトビハゼ（体長約10cm、性別不明）を投入して飼育を開始しました。飼育水槽は、ヒーターで暖めた河川水が土壌面及び土壌中を通過して循環するというシステムにしました。また巣穴形成に支障がないように干潟土壌は約30cmの深さとしました。また、干潟土壌表面には、隠れ場用雨どいを2ヵ所配置するとともに、河川水が流れやすいように滲筋を作成しました。



飼育水槽の製作ならびに運転状況と最初に見られる泥吐き跡。



飼育経過： 3尾のトビハゼは、飼育開始後2-5日目から巣穴を形成するために各々泥を掘り始め（トビハゼの泥吐き跡が各所で見られる）、概ね1-2日間で完成させました。その後も巣穴を保持するために泥を掘っていました。また、巣穴を形成したにもかかわらず、その巣穴を放置して別の場所に巣穴を形成するケースが多くありました。放置された巣穴が壊れて少し埋まり始めていることから、巣穴保持には適していない箇所と判断しているものと思われます。

飼育して気づいたこと： ここでは，巣穴形成の観察過程で気づいたことをまとめてみます。

- ① トビハゼは，タイドプール内や水路の近傍といった水分の多い場所に巣穴を形成していることが多い。
- ② トビハゼは，ガラス面際や雨どいの際といった障害物の近くや目印がある場所に巣穴を形成していることが多い。
- ③ トビハゼは，巣穴が安定して保持できるまで場所を変えて何度も巣穴の形成を繰り返している。
- ④ トビハゼの巣穴形状は場所および個体ごとに異なっている。これはトビハゼが何らかの理由で巣穴形状を作り分けていることが考えられるが，現在のところ明らかでない。

飼育水槽のガラスに沿って巣穴を掘り進んでいる様子



クレータ型巣穴のガラス面に接した断面

クレータ型の巣穴



チムニー型の巣穴から顔をのぞかせるトビハゼ

10. 対象干潟を取り巻く環境を理解するために

(1) 地域の郷土資料館を訪ねて

見学会では、多摩川河口干潟の歴史やその周辺の特性、あるいは東京湾の自然環境、漁業などについて知るために、地元の大田区立郷土博物館（第7回見学会）と浦安市郷土博物館（第6回）を訪ねています。

大田区の郷土博物館では、大田区の家業の歴史を知ろうということで学芸員の北村さんに説明をいただき、浦安市郷土博物館では東京湾では絶滅したアオギスを見るとともにべか船に代表される浦安の漁業の歴史を見てきました。両博物館で入手した「消えた干潟とその漁業」、「アオギスがいた海」は、東京湾内湾や干潟の研究に大変参考になります。

北村さんの話に熱心に聞き入る。博物館には貴重な資料があり、過去の企画展などの資料も借りられることに。

2階の展示室には、地元大森で使われていた数々の道具類も展示されている。

(2003年1月26日
第7回見学会にて)



浦安の郷土博物館では、昔の民家を再現した建物の中にアオギスの魚拓を発見。

(2002年10月4日
第6回見学会にて)



(2) 対岸の羽田獵師町を訪ねて

第7回見学会の午後には、獵師町羽田の現在と大師橋上流左岸側の干潟を踏査しています。穴守稻荷、街なかに残る煉瓦造の旧堤防など、獵師町の歴史を体感しました。現在を見て過去を知ることで(例えば、「空港のとなり町羽田」、「我が海、我が町ー羽田漁師の今昔」など)、対象地域の歴史的環境の断片を知ることができます。

漁船がもやいアナゴ漁の筒やカゴが積まれている大師橋から海老取川周辺には今も漁を続けている漁師がおり、見学者の間から多摩川河口を船で見学するなどの企画要望も飛び出してきました。

海老取川河口の五十間鼻跡には、ここまで流されてきた関東大震災の犠牲者を弔う祠が、街なかの旧堤防には行き来するための開口や小さな自前の階段が置かれている。
(2003年1月26日 第6回見学会にて)



大師橋上流の左岸側にも広大な干潟が、ここにもトビハゼが生息しています。興味は今後のたんけんまで取りおきですが、近隣の佃煮のお土産も楽しみに。

(2003年1月26日 第6回見学会にて)

(3) 羽田の漁業を見て聞いて

第7回の見学会で出された船上見学の要望は、第8回に実現することとなりました。調査対象とした干潟から 2km 下流の河口および羽田空港前面にかけて、漁船による刺し網、アナゴ漁の漁業体験、羽田空港護岸前面の砂浜へ上陸してのアサリ探しなどとともに、船上から干潟を見学しています。また、過去の豊漁期を経験されている小松崎さんの話を伺う機会も設けました（小松崎ら，2004）。

空港護岸前の浜ではアサリを見つけることは難しく、沖側の水深 1m 程度のところでの腰巻漁を見学しました。船上では、前日に仕掛けた刺し網やアナゴ籠での漁獲風景を間近に見ることができ、頭上を行きかう飛行機の下でいろいろなことを考えさせられる体験だったと思います。こうした感覚は、オイルショック後のアサリ漁業の小康状態や最盛期、平成に入ってから苦境、漁場環境としての問題意識などを聞き、またおみやげにいただいたブランド品の江戸前アナゴの蒲焼を味わうことで、側深く記憶に残るのではないのでしょうか。

わたしたちの調査している干潟と漁場との関連性、連続性や河川と漁場の接する場所に発達する干潟の役割や保全など、より広い視野で考えていかなければ問題といえます。見学会などの実施に助言をいただいている神奈川水産総合研究所の工藤さんは、干潟域の稚魚調査結果に対する考察から、東京湾と干潟の連続性について、孤立化が進む地域個体群の生育基盤を保全、再生していく重要性を以下のように説明しています（工藤，2004）。

『東京湾岸に点在する汽水域の魚類相は、それぞれが固有性をもちつつも相互に関連し合っており、中でも湾の中央部に位置する多摩川河口は、東京湾全体に影響を及ぼす極めて重要な存在である。風呂田は、汽水域に生息する浮遊幼生期をもつ巻貝が 1960 年代以降全国の内湾で同時多発的に減少した現象について、局所個体群の消滅により内湾ごとの地域個体群の孤立化が生じるとともに東京湾などでは内湾内ネットワークさえ崩壊したと考察し、局所個体群の保全・再生の重要性を指摘している。同様の考え方は、汽水域の魚類についても当てはまる。多摩川河口においては、羽田空港の再拡張と川崎側への羽田口開設に伴う新たな架橋などの大規模な人為的環境改変が計画されており、生物への悪影響が懸念されている。現在ある干潟やヨシ原の厳正保全を前提に、生物相を豊かにし、生物量を増やすための環境再生事業に取り組むべきである。それが東京湾の他の汽水域へも好影響を与えることは間違いないと考えられる。』



熊手で掘り返すも残念ながら…。沖側では、スズキやタイワンガザミなどが刺し網に絡まる。
(2003年7月12日第7回見学会にて)

参加した子どもたちは別の船からの見学。目の前での光景にかえて大人たちのほうが興奮していたのでは。
(2003年7月12日第7回見学会にて)



両手で持つ棒と腰に巻いたロープとで、漁具全体を巧みに操る。豊漁の時期と比べ手ごたえは残念ながら小さい。
(2003年7月12日第7回見学会にて)



海上に不慣れな見学者を無事陸まで連れ帰り精神的にもお疲れの中、照れながらも貴重なお話を披露してもらえた。
(2003年7月12日第7回見学会にて)

第Ⅲ部 専門家との連携によるトビハゼ生息地研究

1.1. トビハゼ生息地研究の概要

トビハゼの生息地の形成条件を探るために、見学会の開催と同時に市民研究として専門家と一緒に様々な調査を実施したり、データや航空写真を入手したりして検討を進めてきました。ここでは、これらの結果および既往の知見から、最初に多摩川河口干潟のトビハゼ生息地の現状として地形・底質・間隙水・巣穴数などについて考察しています。次に、見学会で踏査した江戸川河口干潟および東京港野鳥公園との比較から、トビハゼのミクロな生息条件について明らかにします。そして最後に、対象干潟の地形や植生の変遷などを照査しマクロな生息地の形成条件について分析し、研究目的に対する1つの仮説を提唱しています。

調査内容	データ	実施時期	備考
干潟の断面測量	地盤高	2003年6月	
干潟の表層底質分布	粒度分布	2003年6月	
干潟の平面測量	地盤高	2002年12月 2003年5月	
底生生物分布調査	種類・分布状況	2003年6月	
巣穴数調査		1999～2003年の8月	棚瀬(未公表)
底質の鉛直分布	粒度・含水比・強熱減量	2004年11月	
間隙水の鉛直分布	栄養塩	2004年3月	

測量風景. 基準点から地盤の高さをあたる.
表層底質の採取や生物・巣穴調査は根地道な作業.

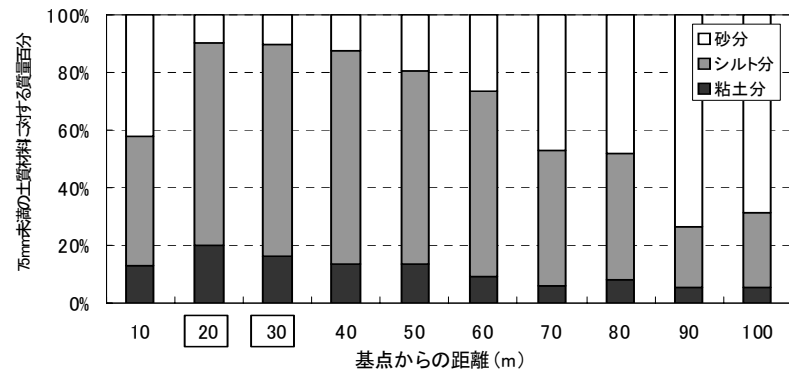
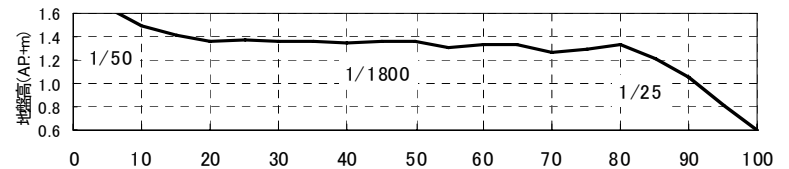


1.2. 多摩川河口域でのトビハゼ生息地の現状

(1) 地形および底質特性—縦断面

湾入部中央付近の縦断測量の結果から、対象干潟の地形的な特性を概略まとめてみます。ヨシ群落に囲まれた湾入部の前面には、湾入部とほぼ同じ空間スケールの中洲が存在し、湾入部内には微地形として滞筋、タイドプール等が見られます。地形としては、ヨシ群落に囲まれた中央部に広い平坦部（勾配 1/1800）があり、遊歩道斜面の法尻基点より 80 m以降において河川の主流域に向かって急勾配（勾配 1/25）になります。また、河川の主流域側の一部には、周囲より 10cm 程度地盤が高いマウンドが存在しています。

基点から 20~40m 程度の区間では、シルト・粘土分が 90% 近くあり、非常にやわらかい底質となっています。縦断方向で見た場合のトビハゼの分布もこのあたりに集中しています。



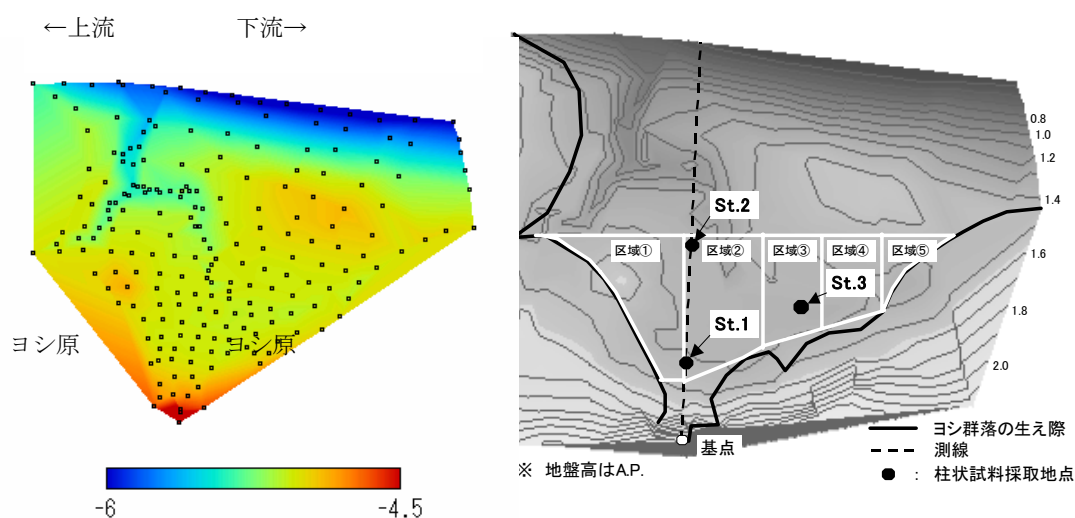
含水率 (%) 25.1 36.9 34.4 33.0 28.5 28.8 29.7 26.9 26.0 28.9

土質分類 砂質粘性土 砂まじり粘性土 砂質粘性土 粘性土質砂

□ : トビハゼ生息地

(2) 地形および底質特性—湾入部平面

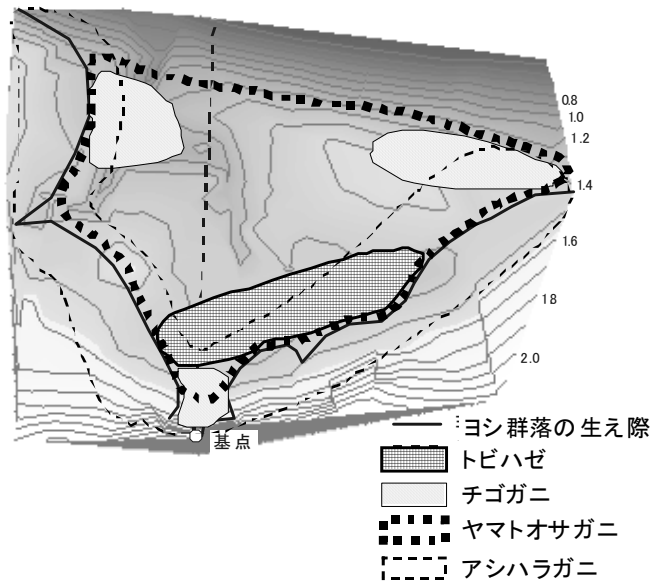
2002年12月と2003年5月に、光波測距儀を使用して湾入部の地盤高測量を実施しました。胴長をはきレベル測定用のスタッフを持った測量員が、下図左側の点で示した場所を順次移動し、陸側から測量します。対象地域では、上流側のヨシ原の切れ目および湾入部中央岸よりから2本の滯筋ができており、途中で合流しています。第Ⅱ部での空撮の項でも確認できましたが、湾入部下流側に地盤がやや高い場所が存在していることがわかります。



(3) 干潟内の底生生物の分布

底質表面には巣穴孔が多数存在することは見学会でも明らかになっています。そこで、2003年の6月に対象干潟内の底生生物の目視調査を行いました。

この調査より、干潟上の主要な生物としてトビハゼ、ヤマトオサガニ、チゴガニ、アシハラガニ等の生息が確認されています。これらの生物の分布を上述の平面図に記載すると、次ページのようにその特性が明確になります。本研究の対象であるトビハゼは見学会でも多数計測された場所に、チゴカニは沖側および岸側の一部に、アシハラガニはヨシ原の縁辺部に沿って、そしてヤマトオサガニは全域で見られます。トビハゼの生息域は、ごく一部を除き干潟全域に分布するヤマトオサガニの生息域と重複している点が特徴的です。



説明文は大阪市立自然史博物館(1999)より引用



トビハゼ：
本研究の対象魚。全長 10cm。河口域に棲み、干潮時胸鰭を使って泥干潟をはい回る。小動物を食べる。満潮時には、岸部にはいあがり次の干潮を待つ。冬には越冬用の巣穴を掘り休眠。寿命は 2 年。



チゴカニ：
甲幅 1cm。干潟の中～低潮帯の水分の多い所に高密度で出現。雄は両方のハサミを振り上げるウエイビングを頻繁に繰り返す。



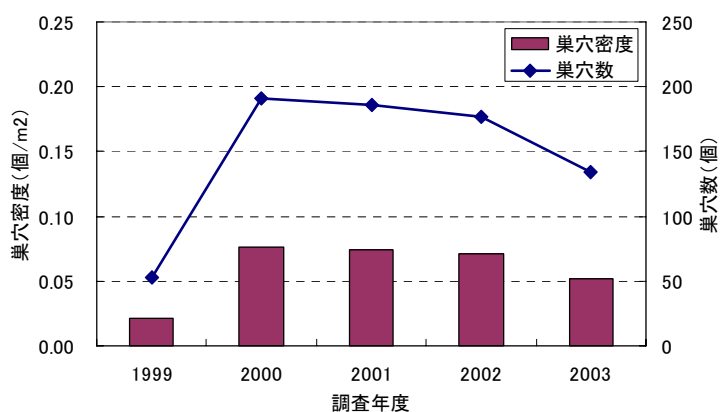
ヤマトオサガニ：
甲幅 3.5cm。柔らかい泥質の干潟に斜めの穴を掘って棲む。高密度で出現。雄はハサミを曲げたまま上に持ち上げるだけのウエイビングを行う。



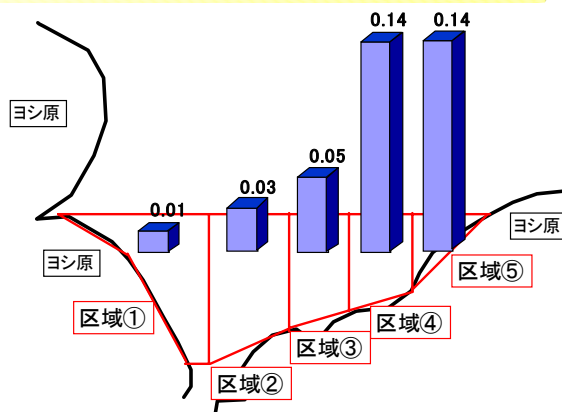
アシハラガニ：
甲幅 3cm 前後。干潟に斜めの穴を掘る。棲息範囲は広いが、ヨシ帯の周辺に多く見られる。

(4) 干潟内の産卵巣穴数

1999年～2003年の各8月に、干潟の湾入部で行われた産卵巣穴調査結果（柵瀬らの調査，未公表）によれば，巣穴の数は概ね一定した数で推移しています．2003年の調査結果を干潟内の区域毎に比較したところ，生息分布域の中でも特にヨシ群落際のタイドプールがある区域に多いことが確認されています．この区域は，第10回の見学会で生息数調査をした際に，多く計数されて領域と一致しています．



調査干潟の区域別巣穴密度（2003年度）

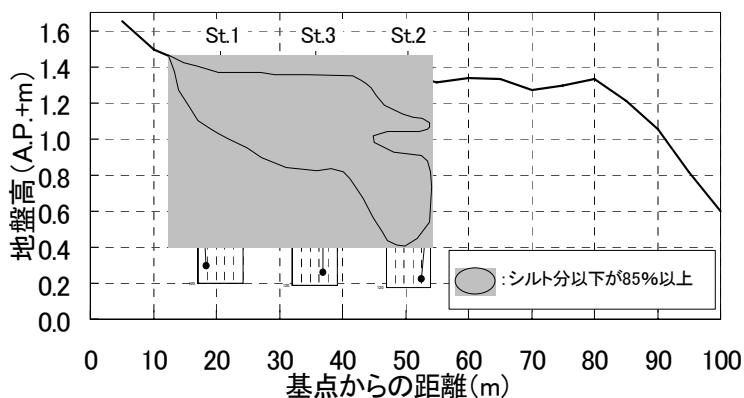
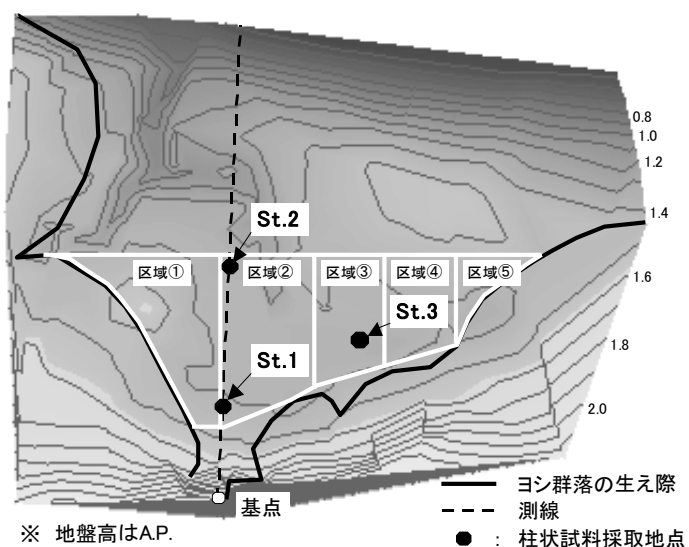


この区域における巣穴密度は，平均 0.06 (0.01-0.14) 個/m² であり，従来東京湾最大のトビハゼ生息地とされていた江戸川放水路で 1999 年に実施された同様の調査結果より推定した平均 0.02 (0.02-0.09) 個/m² の約 3 倍にも相当しています．また，トビハゼの生息数が多いとされる有明海諫早湾の本明川河口域での調査結果（平均巣穴密度 0.37 個/m²）より小さいものの，最大密度では約 1/3 程度となっています．

(5) 生息地の底質の鉛直分布

第 11 回の見学会で柱状試料を採取した場所を前述の干潟地形に重ねて示すと、トビハゼ生息地内に 2 地点 (St.1, St.3)、生息地沖側に 1 地点 (St.2) となっています。柱状試料の分析項目は、底質の含水率、粒径分布、強熱減量で、採取した柱状試料を表層 60cm まで 5cm 間隔、60cm 以降 20cm 間隔に分割し分析に供しています。

最初に、St.1~3 の深さ方向の粒径分布 (シルト分以下の割合) と地形の関係について下図に示します。シルト分以下の割合が 85% 以上となる細粒分が多い軟泥は、主に基点から 20~40m の地点に、表層から 35~60cm の深さ、含水率約 32~40% で堆積しています。こうした軟泥が表層から厚く堆積している場所は、巣穴が多数見られる領域と一致しており、トビハゼの生息場として巣穴の形成が可能な場所となっていることがわかります。ちなみに、2002 年 9 月の第 5 回見学会において St.3 付近で採取された巣穴型は、【Note1】の YJ 型に相当し、巣穴深さは約 30cm、巣穴体積は約 420cm³ となっています。

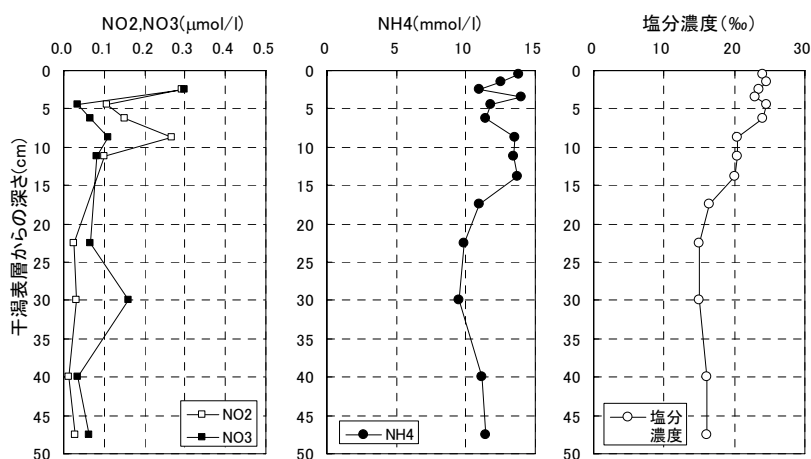


次に、St.2, 3 の深さ方向の強熱減量結果について見ると、下表に示すようにトビハゼの生息域と非生息域では表層 15cm までの有機物量に明確な違いが見られます。粒度分布とあわせて考えると、トビハゼ生息域の表層には、非生息域にくらべ有機物量が多い軟泥が堆積しているといえます。さらに詳細な調査が必要と思われるが、表層 15cm 程度までの底質の違いがトビハゼの生息域と非生息域を分ける要因の 1 つとなっている可能性があります。

	St.2 (トビハゼ非生息域)	St.3 (トビハゼ生息域)
表層~15cm	3.9~4.2%	5.1~5.7%
20cm 以深	20cm と 55cm に極大値を示すものは同じ傾向	

(6) 底質の間隙水の鉛直分布

2004 年 3 月に、St.3 において底質中の間隙水の調査を行いました。カーボネイト製パイプ (径 10cm 長さ 150cm) にて底質を採取した後、直ちに採水を行い分析に供します。採水はコア全体を圧縮し、上層 5cm では 1cm 毎、5~15cm で 2.5cm 毎、15~30cm で 5cm 毎、30cm 以深では 10cm 毎にシリンジ採水し、0.22 μm のフィルターを用いてろ過処理をしています。こうして得られた間隙水の分析項目は、 NO_2^- 、 NO_3^- 、 NH_4^+ 、塩分濃度です。



上図は深さ方向の間隙水の分析結果を示したものです。 NO_2^- 、 NO_3^- は表層で高く、それ以深では 10、30cm 付近でピークを示していますが深さととも減少しています。一方、 NH_4^+ は表層を除いて 15cm までは微増しており、それ以深では 25~30cm の深さで最小となります。また、こ

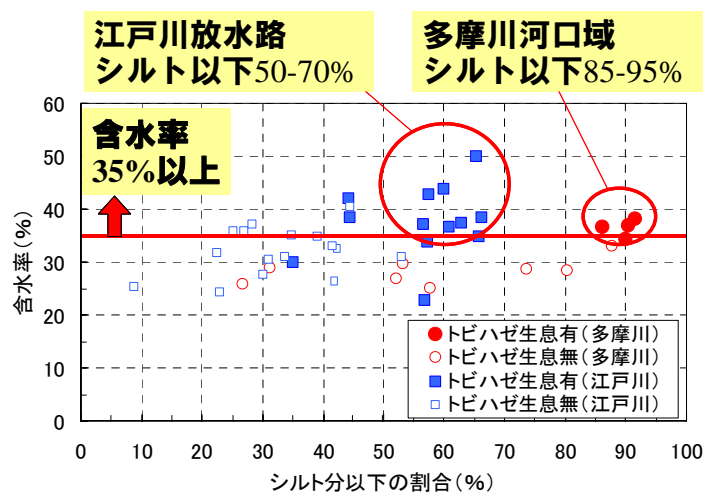
の最小となる深度は、 NO_2^- 、 NO_3^- の深度 30cm のピークと概ね一致し、巣穴の存在する底質中の無機態窒素の垂直分布（栗原，1988）と同様の傾向を示しています。これらのことより、採取試料の間隙水にも巣穴の影響が表れているものと考えられます。また、詳細に見ると、30cm 付近の NO_3^- のピークは硝化の促進による増加と推測されます。この硝化に必要な酸素の供給源として、巣穴底部とヨシの地下茎からの可能性があります。現時点では明らかになっていません。

こうした間隙水の概要、その指標性、調査方法、専門的な分析結果については、共同研究者の杉浦さんが付録の【Note7】にまとめています。

（7）干潟の底質条件とトビハゼの生息状況

第 6 回の見学時にも多摩川河口域と江戸川放水路での底質の違いを指摘する声もあったことから、今回の調査および棚瀬ら（2000）の調査結果を引用し、両地点での底質の含水率とシルト分以下の割合の関係を比較してみます。

下図に示すように、トビハゼ生息域の底質含水率は概ね 35% 以上で一致しますが、シルト分以下の割合は 2 つの干潟で異なる傾向（江戸川 50～70%、多摩川 85～90%）が見られます。



（8）巣穴体積による泥質干潟の評価

底生生物の巣穴の存在を泥質干潟の健全性を示す指標としてとらえ、調査結果を利用して具体的な評価を試みてみました。従来、底生生物には、バイオタベーションという作用があることが知られています。バイオタベーションとは、底生動物が底質中を移動し、巣穴を形成し、また堆積物や底質を食べ糞として排泄する等の底質に対する作用のことをい

います。栗原（1988）によれば、その作用は大きく5つに分けられていますが、ここでは巣穴の形成が底質の質的变化に寄与する点に注目します。

今回報告したトビハゼの巣穴を指標化するために、一定面積の巣穴数（巣穴密度）に巣穴体積を掛合わせ、それを深さ30cm（巣穴深さ平均）までの底泥体積で割った値をバイオタベーション量と定義して算出し、評価します。

トビハゼの巣穴体積：

トビハゼの巣穴の大きさについては、有明海の3ヵ所の干潟にて1971年6～7月のトビハゼの産卵期に行われた巣穴の径、長さ等の測定結果があります。その測定結果をもとに巣穴体積を概算すると、平均385（246-486） cm^3 /巣穴となります。また、多摩川河口域の干潟にて産卵期が終わり冬眠期まであと1ヶ月程となっていた2002年9月下旬に見学会で採取されたトビハゼの巣穴型は、前述のように約420 cm^3 /巣穴で既往の知見とほぼ一致する結果であったことがわかります。

バイオタベーション量：

多摩川河口域の干潟における面積1 m^2 当りのトビハゼのバイオタベーション量は、一巣穴あたりの体積を400 cm^3 と仮定すると、前述した巣穴の計数結果より以下のように計算されます。

$$\begin{aligned} & \text{巣穴密度} \times \text{巣穴体積} / \text{底泥体積} \\ & = (0.01 \sim 0.14) (\text{個}/\text{m}^2) \times 400 (\text{cm}^3) / 300,000 (\text{cm}^3) \\ & = 1.33 \times 10^{-5} \sim 1.86 \times 10^{-4} (\text{/m}^2) \end{aligned}$$

これは、泥質干潟として健全性が高いと思われる本明川河口域での調査結果（的場・道津，1977）による計算結果 $4.93 \times 10^{-4} (\text{/m}^2)$ に比べ小さい値となっています。しかしながら、東京湾奥部において、比較的高い生息密度でトビハゼ個体群が維持されている多摩川河口域の干潟の値であることから、東京湾奥部におけるトビハゼ生息地の再生や保全を考える上で、当面の目標値と考えるてもよいと思われます。

1.3. 多摩川におけるトビハゼ生息地の成立・形成要因

(1) ミクロな生息条件

トビハゼの生息条件については、江戸川放水路での柵瀬ら(2000)の研究により明らかにされています。しかし、これらは江戸川放水路のトビハゼの生息条件をまとめたものであることから、ここでは東京湾奥部全体での生息条件を比較検討しトビハゼの生息条件を明らかにします。

本研究で調査を行った多摩川河口域の干潟と見学会を実施した東京湾奥部の生息地で比較的情報がある江戸川放水路、東京港野鳥公園および参考として諫早湾の本明川河口をとりあげ、付録の【Note8】に示すように各干潟におけるトビハゼの生息条件を比較整理しました。これらは生息地およびその近傍の環境について議論していることから、以下に示すようにミクロな視点でのトビハゼの生息条件と考えられます。

- ① 周辺環境：干潟の周囲に干潟に來襲する風波を防ぐような遮蔽物（橋脚、中洲、マウンド、ヨシ群落等）があること。これにより、泥が堆積し易く流出し難い環境となり、泥質干潟が維持される。
- ② 地形条件：勾配は平坦に近く、地盤高は東京湾奥部において 110～160cm の範囲で潮間帯の中では比較的干出時間の長い高潮帯であること。
- ③ 微地形：底生生物の巣穴が多数存在し、巣穴の作成によりできたと思われる小さな凸凹があること。この凸凹に水が溜まったタイドプールや浅いミオスジが点在していること。
- ④ 植 生：背後および周囲にヨシ群落があること。これは、潮が満ちてきた時や外敵が来た時のトビハゼの逃げ場となる。
- ⑤ 水 質：汽水域であること。ただし、塩分に対しては適応性が広いことが知られている（4～24‰）。
- ⑥ 底 質：含水率が 35%以上の保水性のよい軟泥であること。粒度については、多摩川河口干潟と江戸川放水路との比較から、シルト分が多いほうが望ましい。

(2) マクロな生息地成立・形成条件

上述のミクロな視点に対し、川幅のオーダーあるいは上下流までも含めたマクロな視点で対象地点を見ることも必要です。調査地点は、航路、中洲、浅瀬、干潟あるいは植生が見られる複断面水路の一部と考えられます。下記に示す 1998 年に撮影された当該地域の航空写真からも明らか

かなように、多摩川河口右岸側でのトビハゼの生息地は、非常に局所的でもあります。

こうした河川の横断方向における河床高の急変や植生、構造物の存在によって、横断方向には大きな流速の勾配が生じ、横断方向に活発な運動量交換が起こることが知られています（藤田・福岡，1991）。こうした運動量交換は平面的に形成される水平渦に起因しており、低水路から高水敷に向かっての浮遊土砂の輸送を盛んにします（池田，2003）。以下、トビハゼ生息地の局所性および生息地成立の仮説として、2枚の航空写真を用いた水平渦による説明を試みます。



(神奈川県)

1964年時点においては、首都高速横羽線の架橋が施工されておらず、大師橋下流には2つの中洲が見られます。そのため、上流側の中洲付近、航路部分と浅瀬部分との間に生じる水平渦により、右岸側の干潟部分の堆積が維持されていたものと推測されます。その後、1998年の写真から明らかなように、1964年時点に存在した上流側の中洲が消失し、同時に右岸側のヨシ原が発達しています。こうした植生の遷移状況は

【Note9】でも明らかです。これらより、1964年当時上流側の中州付近で生じていた水平渦による横断方向の運動量交換、微細土砂の堆積は、おそらく徐々に下流側に移動し、ヨシ原の発達による減勢効果もあいまって現存する中州付近で顕著になったものと考えられます。

また、河口部においては、基本的に出水時に微細土砂が下流へ流されるものの、潮汐による上流への輸送が生じている可能性が高く（八木ら、2003）、土砂の供給も存在します。付録の【Note10】および【Note11】に示した河口付近の地形の変遷、安定性をみれば、対象地点が河道内の堆積・侵食域の境界のわずかに上流側に位置し堆積傾向にあることがわかります。

以上を整理し、2001年の12月に実施した見学会で気づいたヨシ原湾入部の空間スケールと沖側の中州のスケールの一致あるいは局所的に泥が堆積する理由として、以下のような仮説を考えました。

**水平渦による微細土砂の湾入部への堆積と同時に、
洪水時の流れなどにより湾入部でのヨシ原の拡大が
制限されている。**

さらに、大師橋上流左岸側の生息地も大規模なヨシ原による流れの減勢効果および橋脚の影響などによる水平渦によって成立しているという仮説も考えられます。

本研究では、こうした仮説を検証するために対象干潟における地形変化や流速測定などの調査を考えましたが、付録の【Note12】にも示したように生態系保持空間としての管理域であることから、極力生態系に影響を与えない小規模な範囲での調査に留めています。こうした仮説の是非については、数値シミュレーションなどの方法も有効と考えられます。

14. おわりに

本研究は、多摩川河口干潟をフィールドに、東京湾を北限として絶滅の恐れのある地域個体群に指定されているトビハゼをシンボルとして実施してきました。その方法論は、市民見学会と専門家との連携による市民研究の2つの切り口です。こうした手段を選んだ理由としては、市民活動が単なる観察で終わるのではなく、地域の主体の一員として更なる活動につながるような市民啓蒙と、科学的な視点、科学的な考察、科学的な判断による活動を目指す専門的なインタープリターとしての思いが根底にあります。こうした事例が、同じような活動をされている方たちの参考になれば幸いです。

また、巣穴を形成するトビハゼの特性を踏まえた上で東京湾奥部のトビハゼ生息条件を調査・整理し、泥質干潟の底質を中心にトビハゼの生物生息条件についても未完成ながら整理しています。今後もこうしたデータを充実させていきたいと考えています。加えて、泥質干潟の評価指標として、巣穴の体積と計数によって広義のバイオタベーション量を推定する方法を提案しています。巣穴の見分けに習熟すれば巣穴の計数は比較的簡易であることから、市民にも簡単にできる調査であると考えられます。巣穴形状のデータベースを作るようなことも今後の課題と捉えています。

当該地点の下流側の河口前面では、羽田空港の再拡張工事が目前に迫っています。市民レベルの活動ではありながら干潟の重要性をより客観的・科学的な視点で捉え、地域環境の保全、環境文化の形成に寄与していければと願っています。対象とした干潟のトビハゼ生息地の5年後、10年後をどのように見据えどのように活動していくかの、本報告書の完成を機に改めて考えていきたいと考えております。

謝辞

最後に、本研究の助成をいただいたとうきゅう環境浄化財団に謝意を申し上げますとともに、冒頭に列挙させていただいた協力者の方々、見学会に参加していただいた市民の方々、また対外的な発表の場で様々な意見やアドバイスを寄せてくださった方々にお礼を申し上げます。

研究代表 海辺つくり研究会理事 五明美智男

参考文献

- 池田駿介 (2003), 生態水理学の現状と課題, 水工学シリーズ, A-1, 1-14.
- 井坂尚司・蒲生野孝元倶楽部 (2001): たんけん・はっけん・ほっとけんー子どもと歩いた琵琶湖・水の里のくらしと文化, 昭和堂, p.214.
- 石松惇, 吉田雄, 糸岐直子, 鳥羽敦史, 竹田達右 (2003): トビハゼ・ムツゴロウの再生産と空気の利用, 月刊海洋, Vol.35/No.4, pp.222-225.
- 伊東嘉一郎 (2001): 我が海, 我が町ー羽田漁師の今昔, 心泉社, p.111.
- 伊東宏・石原元・近磯晴・瀬能宏 (1999): 多摩川河口干潟におけるトビハゼの出現, 神奈川自然誌資料, (20), pp.39-43.
- 浦安市郷土博物館 (2001): アオギスがいた海, 平成 13 年度第 1 回特別展, p.80.
- 大阪市立自然史博物館(1999): ミニガイド, No.17, p.38.
- 大田区立郷土博物館 (1991): 絵画に見る海苔養殖, p.121.
- 大田区立郷土博物館 (1999): 写真が語る東京湾ー消えた干潟とその漁業, p.95.
- 川崎市教育委員会 (1999): 川崎市自然環境調査報告IV, p.115.
- 川崎市民ミュージアム (1995): 海と人生ー川崎で海苔が採れた頃, p.112.
- 木村賢史・西村修, 太田祐司・三嶋義人・柴田則夫・稲森悠平・須藤隆一 (2002): 人工海浜造成後の魚類, 鳥類, 水辺植生の遷移に関する研究, 土木学会論文集, No.720/VII-25, pp.15-25.
- 工藤孝浩 (2004): 多摩川河口の魚類, 第 5 回汽水域セミナー講演集, pp.25-30.
- 栗原康編 (1988): 河口・沿岸域の生態とエコテクノロジー, 東海大学出版会, pp.65-77.
- 京浜河川事務所 HP (2004): URL http://www.keihin.ktr.mlit.go.jp/index_top.html
- 小林知吉・道津吉衛・田北徹(1971): 有明海産トビハゼの巣について, 長崎大学水産学部研究報告, 32, pp.23-24.
- 小松崎正輝・小松崎益男・森田健二 (2004): 羽田の漁業とその移り変わり, 第 5 回汽水域セミナー講演集, pp.25-24.
- 五明美智男 (2004): 絶滅危惧種トビハゼの生息する多摩川河口, 第 5 回汽水域セミナー講演集, pp.13-16.
- (財)千葉県史料研究財団編 (2002): 千葉県の自然誌, 本編 6 千葉県の動物 1, 陸と淡水の動物, 県史シリーズ 45.
- 柵瀬信夫・鈴木信洋・萩原清司・北島洋二 (1991): 干潟の生態に関する研究 (その 1), 鹿島技術研究所年報, 第 39 号, pp.335-342.
- 柵瀬信夫・中村華子・林文慶・越川義功・金子謙一 (2000): 江戸川放水路トビハゼ生息干潟の特性, 海洋開発論文集, 第 16 巻, pp.357-362.
- 征矢野清 (2003): 有明海泥干潟域における環境エストロジェン汚染, 海洋と生物, No.144, p.15-20.
- 玉上和範・五明美智男・杉浦琴 (2004): 人工的な泥質干潟の創出技術に関する基礎的研究,

- 海洋開発論文集, Vol.20, pp.995-1000.
- 富田京一監修 (2002) : 学習自然観察—海の生き物の飼い方, 成美堂出版, pp.100-101.
- 仲里裕子 (2000) : トビハゼとミナミトビハゼの繁殖, 遺伝, 54 卷 11 号, pp.44-49.
- 中瀬浩太・林英子 (2000) : 市民参加による人工干潟の環境管理, 日本沿岸域学会研究討論会, 2000 年講演概要集, No.13, pp.14-17.
- 中瀬浩太・林英子 (2002) : 埋立地に造成した人工干潟の環境変化と環境管理—東京港野鳥公園の事例, 海洋開発論文集, 第 18 卷, pp.31-36.
- 日本水産資源保護協会 : 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料 (Ⅲ) トビハゼ, pp.136-141, 1998.
- 藤田光一・福岡捷二 (1991) : 洪水流における水平乱流混合, 土木学会論文集, No.429/II-15, pp.27-36.
- 松久保晃作 (2000) : 砂浜・干潟の生きものの飼いかた, 偕成社, pp.26-27.
- 的場実・道津善衛 (2003) : 有明海産トビハゼの産卵前行動, 長崎大学水産学部研究報告, 43, pp.23-33.
- 八木宏・大森義暢・高橋亜依 (2003) : 多摩川河口域における流れと懸濁物質輸送特性について, 海岸工学論文集, 第 50 卷, PP.461-465.
- 山口充弘 (2004) : 多摩川河口域の現状, 第 5 回汽水域セミナー講演集, pp.9-12.
- 横浜市開港資料館 (1999) : 絵葉書で見る風景—100 年前の横浜・神奈川, p.349.
- 横浜市歴史博物館 (1999) : 移りゆく横浜の海辺—海とともに暮らしていた頃, p.96.
- 横山宗一郎・宮田登 (1995) : 空港のとなり町羽田, p.94.

【Note1】 現地を歩く

見学会の企画や研究のキーワードなどを探しに、あるいは見学会の計画・安全性などの下見のために何度も調査地点や周辺を踏査します。

例：大師橋下流の右岸側を河口に向かって歩く（2002年4月24日撮影）



大師橋のすぐ下流の広場



ヨシ原のところどころに水辺まで続く切れ込みが、



ヨシ原の中にも巣穴がところどころに、



サイクリング道路上の案内板



下流へ向かうと整流工（？）の一部があり、材料ブロックの散乱が見られる。いつ頃造られたのか？



【Note2】 トビハゼの生態と指標性

1. 分類

トビハゼ (*Periophthalmus modestus*) は、硬骨魚類スズキ目ハゼ科 *Oxudercianae* 亜科に属しています。日本では、トビハゼ以外にミナミトビハゼ (*Periophthalmus argentilineatus*) が確認されています。

2. 分類・分布からみた指標性

本種の日本における分布は、東京湾以西の太平洋岸各地および瀬戸内海、日本海側の下関以西で、東京湾が北限となっています。東京湾奥部と沖縄島の個体群は他の分布地と地理的に隔離され孤立状態にあり、特に東京湾奥部では、千葉県市川市の江戸川放水路と新浜、習志野市の谷津干潟、東京都江戸川区の葛西海浜公園東なぎさ、大田区の東京港野鳥公園、多摩川河口域でその生息が確認されています。

3. 生活史・食物連鎖からみた指標性

トビハゼは、鰓呼吸の他に皮膚呼吸により水陸両生の生活を行います。泥質の干潟が発達する河口域や内湾などの汽水域に生息し、生後約1年で成熟、寿命は2年、全長は10cmに達します。その生活史は、夜間の気温が15℃以上に安定する初夏から秋までの活動期と泥の中で冬眠する越冬期の2期に分けられます。活動期には干潟表面を活発に動き回り小動物を捕食し、概ね5月下旬～8月中旬までの間に産卵用の巣穴で繁殖活動を行います。1巣穴あたりの卵数は約6,000個程度で、8～9月に全長約15mmの稚魚が干潟上に現われますが、浮遊期の生態については知られていません。一方、越冬期には泥中の巣穴に隠れ活動を休止します。

この様に、本種は一年を通して底質と密着した生活を送る底質依存型の魚種で、干潟を訪れる鳥類が主な捕食者であり、トビハゼは食物連鎖の中では高位に位置しているといえます。

4. 行動・生息様式から見た指標性

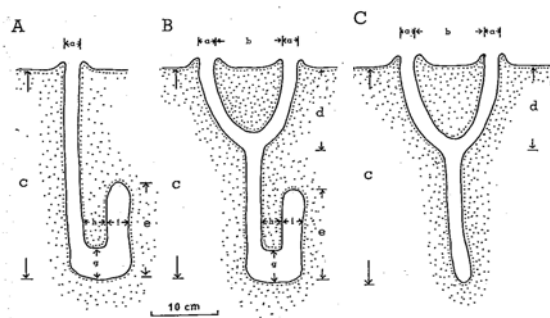
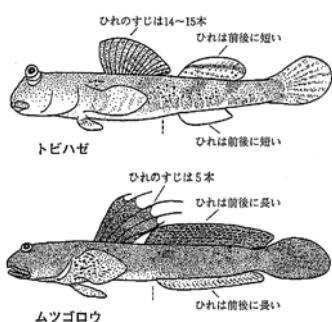
そのユニークな形態とユーモラスな行動（歩行・ジャンプ・泥シャワー・巣穴ほり・求愛ジャンプ・体側誇示など）が大きな特徴で、ムツゴロウとよく似ています。

特に、泥を口にくわえそれを吐き出す行動をくり返すことによって、干潟の泥中に深さ20～30cmの巣穴を作ります。そのため、巣穴周辺にはトビハゼが吐き出した1cmほどの泥粒が多数堆積しているのが観察できます。巣穴内は干潟が干出した時も干潟表面からわずかに下がったところまで水で満ちています。

巣穴には活動期につくられる標準型・クレーター型、越冬期につくられるチムニー型の3つのタイプがあることが知られています。さらに、標準型とよばれる巣穴は、産卵期に

つくられる産卵巣穴とそれ以外に大別され、前者は産卵期に成熟オスが作る巣穴のことで、そこに成熟雌を誘導して産卵活動を行うためのものです。その形状は、干潟表面に1～2個の出入口を持ち、これが地下でつながったほぼ垂直の坑道とその末端が上方へ屈曲した産卵室からなります（JもしくはYJ型）。また、巣穴の最深部は干潟表面から約30cm程度で、産卵室の高さは約10cmです。

一方、産卵期以外の巣穴とは外敵や夏の暑さを避けるためにつくる巣穴のことで、形状は出入口が2個の産卵巣穴から産卵室を取り除いたような形となっています（Y型）。



参考文献

小林知吉・道津善衛・田北徹(1971)：有明海産トビハゼの巣について，長崎大学水産学部研究報告，32，pp.27-40.

的場実・道津善衛(1977)：有明海産トビハゼの産卵前行動，長崎大学水産学部研究報告，43，pp.23-33.

大阪市自然史博物館(1999)：干潟に棲む動物たち，ミニガイド No.17，p.38.

【Note3】樹脂を用いたトビハゼの巣穴調査法

トビハゼの巣穴の型を採取するにあたり、東邦大学木下今日子さんに指導していただきました。ここでは、教えていただいて方法と手順、注意事項などをノートとしてとりまとめておきます。

1. 全体の手順

- ① 1斗缶から適量の樹脂を出す
- ② 樹脂に硬化剤を混ぜる
- ③ 巣穴に樹脂を流す
- ④ 硬化を待つ
- ⑤ 掘り出す
- ⑥ 運搬する

2. 手順①～⑤での具体的な作業内容と留意事項

① 樹脂について

樹脂の使用量：

巣穴に対する樹脂の注入量は実際に流してみないと判りません。巣穴の直径が小さく、巣穴がさほど長くないことが予想される場合には、1～2Lの樹脂を用意して複数の巣穴に分けて流せば良いでしょう。

樹脂剤の準備：

樹脂はフィールドで分注も可能ですが、小さな子どもなどが見学会に参加することが判っている場合には、予め分けてから持っていった方が安全です。フィールドですと風で樹脂が飛んで人にかかったり、臭いで気持ちが悪くなる方が出たりします。

樹脂の分注には乾いたペットボトル（2L）などに入れると便利で、巣穴に注ぎやすく注いだ後に口を閉めておけます。1斗缶から目盛のついたバケツ（量の測れるもの）に移し、それを漏斗などでペットボトルに移すようにし、必ず計量しておきます。ペットボトルの限界まで入れてしまうと、樹脂を固める硬化剤をいれることができなくなるので注意が必要です。

取扱注意事項：

樹脂は水に弱いので、ペットボトルは中を完全に乾かしたものを用品です。そして樹脂を入れたペットボトルは直射日光の当たらない冷暗所に保管します（常温で可ですが、日光に当たると発火する恐れがあります）。なるべくペットボトルの表にこぼさないようにした方が、運搬する方は楽です（わずかでも樹脂がこぼれますと、運搬の際に車に充満します）。

樹脂は臭いがきつく人体に有害ですので、取り扱いには通気が良く火気のない所で行いま

す。樹脂を扱う際には使い捨てのゴム手袋などの着用を勧めます。

② 硬化剤について

メーカー配布の「技術資料」をもとに硬化材量を算出します。

③ 巣穴への注入

樹脂を巣穴に流す際に、巣穴の周りに「おおい」をかぶせ、その中に樹脂を注入します。「おおい」は牛乳などのパック（中身は何でも可。代用品があればそれでもOK）の上と底を切った物（1Lパックですと高さがあるので用いる際には1/2に切ったもの）を用意すると便利です。この「おおい」は樹脂を流す巣穴の数だけ必要となりますので、牛乳パックを用いる場合には早い時期から用意した方が楽になります（寸前で牛乳をむりやり飲まずに済みます）。

④ 硬化

冠水直前までにある程度樹脂が固まらなると、注入口（巣穴の入り口付近）が波浪により変形する可能性があります。なるべく潮が退いて巣穴が干出したらすぐに樹脂を流すくらいのタイミングで考えていた方が状態の良い巣型が取れます。もし干潮時間が長いようであればそれほど神経を使わなくても大丈夫かと思えます。

⑤ 掘り起こし

マン・パワーがあれば大丈夫です。掘り起こしは「潮がひいている間に掘り終わること」を目指せば良いかと思えます。掘り切れなければ後日でも可能ですが、河川が増水した場合は流される危険があることと、樹脂に生物が包埋した場合に腐敗が進行する問題があります。

⑥ 運搬

一番の留意事項は掘り出した巣型（樹脂）の「臭い」対策でしょうか。通常の車（トラックではない）に乗せると（窓を全開にしても）同乗者は同情されるかもしれません。「樹脂は身体に悪い」ことが体感できる臭いがします。

今回は、ホームセンターなどで販売している大きなビニール袋を風船のように膨らませ、その中に巣型を入れて運搬しました。臭い対策と巣型破損防止の一石二鳥の方法としてお勧めです。

【Note4】 底生動物の巣穴形状

大阪市立自然史博物館では、干潟の展示ブースで底生動物の巣穴模型を展示しています。写真はスナガニ科の仲間の巣型で、左から順にハクセンシオマネキ・ヤマトオサガニ・チゴガニ・コメツキガニ・アシハラガニのものとなっています。



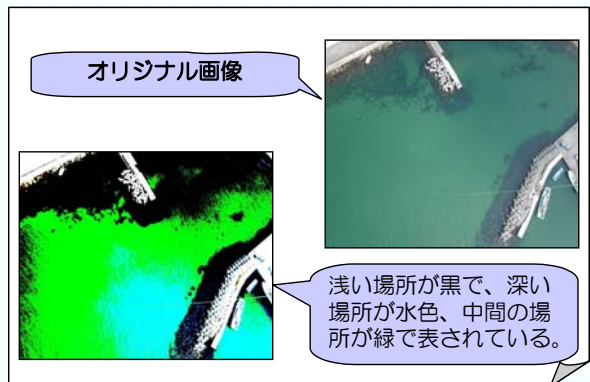
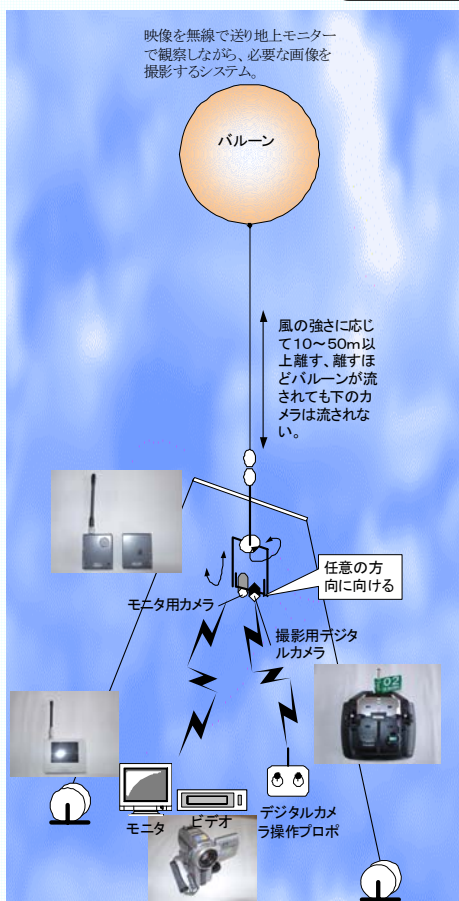
表面の形状からすぐにその巣穴の持ち主を判定するのが困難な場合、通常は辛抱強く巣穴の利用者を特定します。本文でも述べているように、トビハゼはヤマトオサガニとほぼ重なった生息場所となっており、わたしたちもその特定に大変苦労しています。下の写真はそうした状況を示すもので、第3回見学会で採取された巣穴型写真の一覧です。巣穴形状の形、大きさなどその多様さ、複雑さに目を見張るばかりです。



【Note5】 気球による空撮

上空からの簡易な撮影手段としては、ラジコンヘリやカイトなどにカメラを積載して撮影するものがあります。今回は、気球にデジタルカメラを吊るして遠隔操作するバルーン空撮システム（日本ミクニヤ）を利用しています。以下、その特徴や仕組み、用途などを示しておきます。

バルーンにデジタルカメラおよびデジタルビデオカメラを搭載し、地上モニターに送信されてきた画像を確認しながら撮影します。












※空撮を安価に提供いたします。

【Note 6】トビハゼの飼育方法

トビハゼワークショップに参加していただいた田辺さんは、Maril's Mudskipper Land : Brackish Aqua Terrarium を運営し、トビハゼ飼育の初心者アクアリストに簡単な水槽飼育方法や情報などを提供しています。ご本人いわく、

「2000年当時、弱っていくマッドスキッパーに何をしてもやれぬものかわからず、泣きたい気持ちで情報を求めて書店やインターネット内を探し回った経験から、当時の私が知りたい時こそく探せなかった情報を、今必要とする方がまとめて読めるようにと思い、作ったサイトです。」

ここではその詳細を記載することは出来ませんが、是非参考文献にも掲載している HP を訪ねてみてください。以下に示すような情報が提供されています。

 How to keep mudskipper	マッドスキッパー飼育方法	見る >トビハゼ属を基本としたアクアリスト向け飼育ポイント集と、水槽実例の写真紹介。及びキッズ向けトビハゼのかいいた。
 Mudskipper's tank mate	汽水水槽の混泳・混棲	見る >魚食性が高く水深が浅いからこそ悩ましい、汽水水槽での遊泳魚との混泳・混棲をあれこれ考てみる
 Meet in a neighboring tidal flat	近所の干潟で会いましょう	見る >日本に残された干潟と森の消滅のカウントダウンは、すなわち野生トビハゼ絶滅のカウントダウンでもあるのです
 Periophthalmus argentilineatus	ミナミトビハゼ	見る >世界でも分布が広いトビハゼ属の一種ミナミトビハゼはムッチリぶっくりした造形の愛らしいトビハゼ／フリー写真素材有
 Periophthalmus sp.(INDIA)	インディアン・マッドスキッパー	見る >インド便で熱帯魚店に入るの日本ではなじみのあるマッドスキッパー。だけど彼らは未発表種／フリー写真素材有
 Periophthalmus barbarus	アフリカン・マッドスキッパー	見る >第一背鰭のブルーバーが美しい大型種。2〜3頭での複数飼育を推奨する、孤独ストレスに弱い魚／フリー写真素材有
 Periophthalmus modestus	トビハゼ	見る >小さな体に強気な心体。強健で飼いやすく、日本で一番おめにかかりやすいトビハゼ属です／フリー写真素材有
 Periophthalmodon septemradiatus	セプテムラディアトウス	見る >オオトビハゼ属だけど小さな体。でも魚食性は超高い。共食いもありえるから注意が必要／フリー写真素材有
 The further mudskipper	マッドスキッパーをもっと知る	見る >マッドスキッパーと呼ばれる魚は日本で見られる3属(トビハゼ属、ムツゴロウ属、トカゲハゼ属)以外にもいます

また、このページには写真を趣味とされるご本人が取られた数多くのトビハゼの写真が掲載されています。ここでは、大井野鳥公園でのワークショップに参加されたときにいつの間にか撮影されていたすばらしい写真を引用して示すことにします。

参考文献 : http://ki.itigo.jp/marli/mudskipperland/mudskipper_tank01.htm

近所の干潟で会いましょう 2・東京 日本の野生マッドスキッパーと干潟

笑われるかもしれませんが、10年位前まで、私はマッドスキッパーなんて知りませんでした。ムツゴロウなら知ってましたが、それが故か、そういう泥で跳ねるような魚は全部南のほうにしかないと思ってたんです。

実は、温帯でも生息可能なマッドスキッパー (*Periophthalmus modestus*) がいて、それはなんと素敵なのに、日本に(も)居ると知った時はとても嬉しかったですよ。

しかも東京湾(※)にも居るなんて、素敵じゃないですか。

※東京湾に注ぎ込む川の河口干潟あるいは前浜干潟、つまり汽水域です。

東京湾野鳥公園の人工干潟



というわけで、

今回は東京湾の干潟に住むトビハゼ (*Periophthalmus modestus*) の見学記です。

このトビハゼたちは、東京湾に面した 管理された野鳥公園内に住んでいます。

といっても元からあった干潟ではなく、はじめはただの海で、商用目的で埋め立てて作られた人工島だったのですが、埋め立てが済んだ後、しばらく放置されている間に埋め立て地に草が生え、雨水が溜まって割と大きい池ができ、いつしか野鳥の楽園として人々の注目を集める結果となりました。

市民団体の働きかけで、造成地の一角を野鳥公園として残すことになり、管理施設と観察小屋などが作られ、今に至るそうです。

元は人工埋め立て地ですから、当然はじめはトビハゼなんか居ませんでした。

ですからこれは、周辺の河川から偶然流されてきた幼魚あるいは成魚が居着き、いつしか繁殖すから行えるようになったという、ハッピーな例です。





管理地ですから、網もってGOとか絶対できない場所ですので、割と安心して紹介できるんですが、残念ながらそれほど生息数は多くない、というか少ないです。それでも、トビハゼが人馴れしていて、管理事務所の1F(干潟に直接出られるようになっている)から間近に眺める事ができるのが利点です。巣穴掘りの様子なんかも観察できました。

お次は、野鳥公園だけに当然多い「捕食者」の皆さんです。



この写真でアオアシシギ(上)が食べているのは多分アナジャコです。



Back

Next

Partial博物記>川魚とエビの家>マッドスキッパーランド>近所の干潟で会いましょう>東京湾野鳥公園の人工干潟

【Note 7】多摩川河口干潟底泥の間隙水

1. 間隙水とは

堆積物を構成する泥の表面に吸着されている，あるいは，泥と泥の間の空隙（隙間）に存在する水のこと．堆積物表層では，潮汐によって満潮時にもたらされる河川水や海水が供給源となる．また，干潟などの沿岸域の地下水位は浅いため，堆積物下層では，地下水が供給源となる．さらに，干潟と河川あるいは海との境界の斜面付近から堆積物中に浸透するものもある．

2. 間隙水の指標性

間隙水は堆積物中の空隙に存在するため，地表面を流れる川や海水のように流れることができず，その流れは圧力勾配の違いによって引き起こされるが，堆積物中に保持された間隙水は，微生物の移動や間隙水中に溶存した様々な物質の移動の媒体として機能している．このように間隙水は，それ自体はほとんど移動することがないため，間隙水中に含まれる様々な化学物質に関する情報は，堆積物中で起こっている化学反応や堆積物中の環境を反映している．そのため，間隙水中に含まれる物質やその濃度を分析することは，堆積物中で起こっている反応を理解する上で非常に重要なツールとなる．

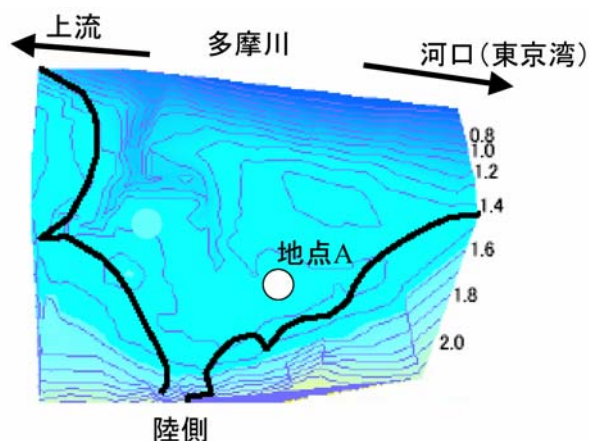
特に，以下の2つに主に利用される．1つは，堆積物を通しての物質移動量(フラックス)の見積もりが可能である．2つ目は，堆積物の変化過程(続成過程)の指標として使われる．たとえば，酸化還元環境の変化は，直ちに間隙水柱の硫化水素(H_2S)やマンガン濃度(Mn)に反映するので，これらから堆積物の状態を知ることができる(西村ほか，1994)．

3. 間隙水の採取方法

間隙水の採取方法は，主に3つが挙げられる．1つ目は，ポーラスカップ法とよばれるもので，長細い円筒形のパイプの先に素焼きでできた集液カップがついたポーラスカップを現場の堆積物に設置し，減圧することによって，間隙水を採取する方法である．この方法は，現場の堆積物を乱さないという点で優れているが，加圧サンプリングのために，間隙水中の溶存気体成分の採取には適していないこと，また粒度組成が深さによって異なる堆積物においては，採水した水が必ずしもポーラスカップを設置した深度の間隙水のみを採水しているかわからないことが問題である．2つ目と3つ目の方法は，どちらも実際に，堆積物を採取して行う方法である．2つ目の方法は，堆積物を採取後，その堆積物を遠心分離することによって，間隙水を抽出する方法である．この方法は，現場で行えないことが多いため，実験室への堆積物の輸送方法に注意が必要であるが，海洋堆積物中の間隙水の採取方法としては，最も一般的な方法である．しかし，この方法も，間隙水中の溶存気体の採取には適さない．3つ目の方法は，採取した堆積物から間隙水を圧搾する方法であり，この方法は間隙水中の溶存気体の採取が可能である．

サンプリングと栄養塩の分析

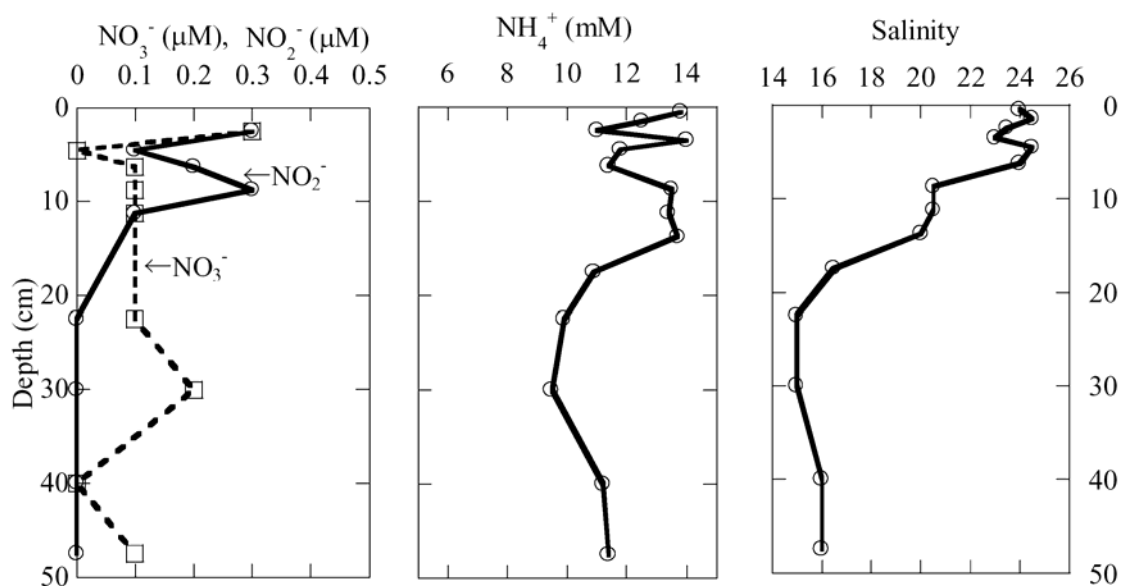
間隙水採取のための堆積物のサンプリングは、トビハゼの生息密度の高い地点 A において行った。



間隙水の採水は、「3. 間隙水の採取方法」の 2 つ目の方法を用いて行った。遠心分離によって得られた上澄みは、 $0.22\mu\text{m}$ のフィルターでろ過した後、分析用のボトルに移し、イオンクロマトグラフを用いて、水中の硝酸(NO_3^-)、亜硝酸(NO_2^-)、アンモニア(NH_4^+)濃度の分析を行った。また、屈折計を用いて、塩分の分析を行った。

4. 間隙水中の化学成分の分析結果

地点 A の堆積物中間隙水に含まれる硝酸、亜硝酸、アンモニアの濃度と塩分の鉛直分布を下に示す。



塩分は、表層から 20cm 深度までは、潮汐の影響を受けて高かった。表層の塩分は、潮がひく直前の干潟上部水柱の塩分を反映し、その後、乾燥化するために、干出時間の経過とともに、高くなる。20cm 深度付近を境に、塩分は 20 から 16 に減少し、深さに対してほぼ一定となった。

アンモニアの濃度は、表層(14mM [mM = mmol/l])と 3.5cm(14mM), 10cm 付近(14mM), 40cm 付近(11mM)で濃度が増加したが、2.5cm(11mM), 5cm 付近(11mM), 30cm(10mM)深度では、周辺の深度の濃度に比べて低くなった。

硝酸(NO_3^-)の濃度と亜硝酸イオン(NO_2^-)の濃度の鉛直分布は、ほとんど同様の傾向を示した。それらの濃度は、2.5cm, 9cm, 30cm 深度にピークを示し、それぞれの深度における硝酸の濃度は、0.3, 0.1, $0.2 \mu\text{M}$ [$=10^{-6} \text{ mol/L}$] であった。

アンモニアの濃度と硝酸・亜硝酸の濃度分布を比較すると、アンモニアの濃度が低くなる層で、硝酸・亜硝酸の濃度が高くなっていることがわかる。これらの濃度分布は、堆積物中での微生物活動を反映した結果であり、硝酸・亜硝酸のピークが形成された層に、酸化環境が形成されていることを示唆するものであった。

堆積物中では、微生物の活動が盛んである。この微生物の活動は、主に酸化環境で起こる反応である有機物の分解と硝化、還元環境で起こる反応である脱窒をアンモニア異化に分けられる。海底堆積物は、表層以外は基本的には還元的であるため、後者の反応が起こりやすい環境にある。酸化環境下では、微生物は有機物を分解して、無機態のアンモニアを生成する。さらに、アンモニアは硝化によって、亜硝酸を経て、硝酸に酸化される。還元環境下では、硝酸が再びアンモニアに固定されるアンモニア異化と、硝酸から亜硝酸、さらには亜酸化窒素(気体)を経て、窒素ガスにまで還元する脱窒が起こる。干潟は窒素の除去としての浄化能が高い場所として注目されているが、この浄化能は、主に、還元反応で起こる脱窒に関係している。脱窒反応で生成された亜酸化窒素ガスや窒素ガスは、気体成分であり、堆積物中の空隙を通して、大気に放出されるため、干潟堆積物中の窒素を系外に除去することができる。つまり、脱窒速度が高いと、干潟の浄化能は高くなる。しかし、脱窒に必要な硝酸が十分に存在しなければ、高い脱窒速度が維持されないため、硝化は、脱窒に必要な硝酸の供給源として重要であり、酸化環境の存在は、干潟の高い浄化能を維持するために必要な要素である。干潟の形成・維持には、潮汐や陸域からの高濃度有機物や無機態窒素の供給、生物の存在、ヨシなどの塩性植物の存在、地下水の湧出などの構成要素が存在するが、そのほとんどが堆積物中の酸化環境形成に寄与している。潮汐の影響によって、干潮時には、堆積物が直接大気に曝露されるため、表層堆積物は酸化的となる。また、干潟に生息する底生生物が巣穴を掘ることによって、巣穴の周辺は酸化環境が形成される(Kristensen, 1988)。ヨシなどの塩性植物は、地下 20-30cm に、地下茎を発達させることが知られ、この地下茎は、地上の茎を通して、堆積物中にやはり酸素を運ぶ。このため、地下茎の発達する深度では、酸化環境が形成される(Madureira et al., 1997)。さらに、干潟は河口に近いと、干潟部に湧出する地下水は一般に浅く、酸化的である。そのため、地下

水は、直接、干潟堆積物に湧出するため、地下水が湧出、浸透する部分にも、酸化環境が形成される(Tobias et al., 2001).

上記にまとめたように、酸化環境で起こる硝化では、微生物は、アンモニアを消費して、亜硝酸、硝酸を生成する。今回得られた間隙水の結果は、アンモニア濃度が低くなる層と、亜硝酸・硝酸の濃度ピーク層が一致したことから、これらの層(2.5, 10, 30cm 深度付近)に酸化層が形成されていることを示唆した。これらの推測された酸化層と、干潟堆積物中の酸化環境形成に寄与する因子との関係をサンプリング地点において調べると、個々の因子が影響する深度と、これらのピーク層はよく一致した。2.5cm と 10cm 深度は、カニなどの底生生物の巣穴深度や、ヨシの手前に繁茂するシオクグの根の深度とほぼ一致し、生物攪乱や植物根によって、酸化環境が形成されていたことを示した。また、30cm 深度付近は、ヨシの地下茎が発達する深度と、さらにはトビハゼの巣穴深度とほぼ一致し、やはり生物攪乱と植物の地下茎により、酸化環境が形成されていたことを示した。以上、堆積物中間隙水のアンモニア、硝酸、亜硝酸濃度の鉛直分布の結果から、干潟を構成する因子の働きによって形成された酸化層において、微生物の硝化作用によって、アンモニアが消費されて、亜硝酸と硝酸が生成されていることを示した。また、それ以外の層は、還元であると予想されるが、硝酸や亜硝酸の濃度も減少していることから、脱窒作用によって、硝酸が消費されていることを示唆した。

参考文献

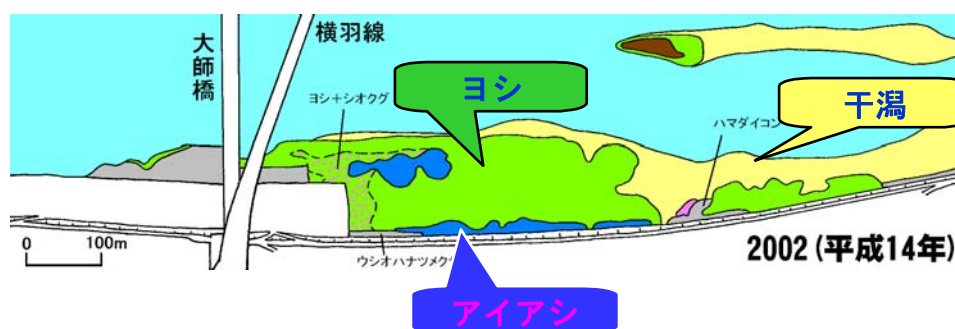
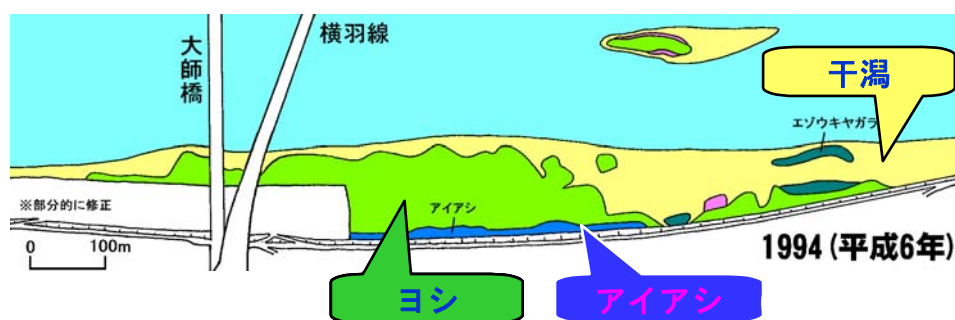
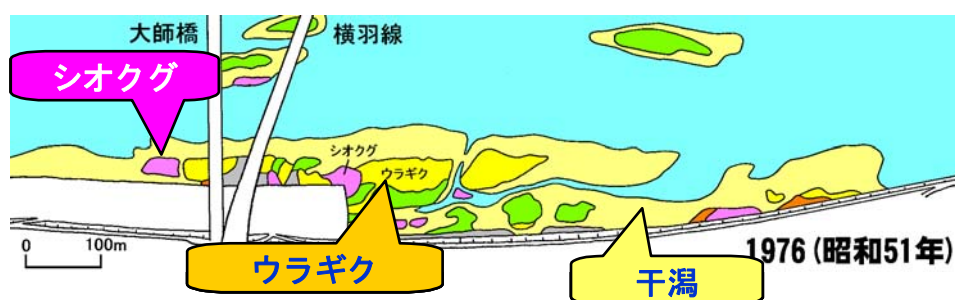
- 西村雅吉 編, 角皆静男・乗木新一郎 著(1994): 海洋化学—化学で海を解く, 産業図書.
- Kristensen, E. 1988 Benthic fauna and biogeochemical processes in marine sediments: Microbial activities and fluxes. In *Nitrogen Cycling in Coastal Marine Environments*. SCOPE 33.(Blackburn, T. H. and Sorensen, J., eds).John Wiley and Sons, New York, pp. 276-299.
- Madureira, M. J., Vale, C., and Goncalves, M. L. S. 1997 Effect of plants on sulphur geochemistry in the Tagus salt-marshes sediments. *Marine Chemistry* **58**, 27-37.
- Tobias, C. R., Anderson, I. C., Canuel, E. A., and Macko, S. A. 2001 Nitrogen cycling through a fringing marsh-aquifer ecotone. *Marine Ecology Progress Series* **210**, 25-39.

【Note8 複数の干潟におけるトビハゼの生息条件】

地 域		東京湾湾奥部			諫早湾
干 潟 名		多摩川河口域	江戸川放水路	東京港野鳥公園 潮入の池	本明川河口
所 在 地		神奈川県川崎市	千葉県市川市	東京都品川区	長崎県諫早市
位置概要		河口から約2km 川崎大師橋を挟んで両岸に位置	河口から約3km 新行徳橋を中心にして東西両岸に位置	2ヵ所の水門から潮汐 により海水が流通する人工の潟湖干 潟	河口から約1km付近 不知火橋のすぐ上流の左岸域
地形	周辺	前面に中洲	上流に橋脚	外海から遮断	両岸に護岸用の石垣
	植生	背後にヨシ群落	周囲にヨシ群落 (背後と一部前面)	周囲にヨシ群落 (植栽)	なし (背後に3m幅の径30~40cmの礎 石有)
	微地形	浅いミオスジ, タイドプール	浅いミオスジ, タイドプール	ミオスジを造成	中央部にミオスジ
	地盤高	140cm程度	110~160cm (平均潮位から10~20cm 程度高い)	120~140cm付近	大潮の干潮時に約70mの幅で干出
	勾配	1/1800	1/200~250程度	—	—
水質	水温	24~27℃ (7月)	8~37℃	—	—
	塩分	4~10‰ (7月)	15~25‰	—	—
	栄養塩	—	—	—	—
	溶存酸素	—	3.41ppm	—	—
底質	地温 (深さ10cm)	—	8~26℃	—	2.2~33.4℃
	粒径分布	シルト分以下が85%以上	シルト分以下が50%以上	—	素足で歩くと膝まで埋まる軟泥
	含水率	35~40%	35~50%	—	—
	強熱減量	5.1~5.4%	2.1~4.9%	—	—
	酸化還元電位	—	-188mV	—	—
	堆積深さ	35~60cm (シルト分以下が85%以上)	20cm以上	—	—
トビ ハゼ	生息域面積	約2,500m ²	西岸7,550m ² 東岸15,100m ²	—	—
	巣穴密度	平均0.06個/m ² (0.01-0.14)	平均0.02個/m ² (0.02-0.09)	—	平均0.37個/m ²
	巣穴分布	ヨシ群落際のタイドプールの付近に 多い	人工干潟では消波用の蛇カゴ背面に 集中	—	干潟上の浅いミオスジの付近に多い
	個体数	288	—	20-30	—
参考文献		本調査結果	日本水産資源保護協会(1998), 棚瀬ら(2000), 棚瀬ら(1991)	中瀬・林(2002), 中瀬・林 (2000)	的場・道津(1977), 小林ら(1971)

【Note9】 河口植生の変遷

大師橋下流の右岸側すなわち調査対象地点の付近の植生変化を見てみますと、昭和 20 代に進められた浚渫・低水路拡幅によって、その後植生は繁茂・拡大状況にあります。昭和 51 年の植生分布を見ますと、干潟に先駆的に侵入するウラギク群落は最大面積を占めています。地盤の高いところにはヨシが生育し、複雑多様な分布が形成されていることがわかります。その後、平成に入り干潟の植生面積が拡大し、当該地点では下流側にヨシ原が広がり安定化するとともに、一部でアイアシ群落は拡大傾向にあることがわかります。



- | | | | |
|--------|--------------|--------|-----------|
| シオクグ群落 | アイアシ群落 | ウラギク群落 | エゾウキヤガラ群落 |
| ヨシ群落 | ヒメガマ群落 | ヨシ群落 | 干潟 |
| オギ群落 | セイタカアワダチソウ群落 | 木本類 | その他 |

参考文献：京浜河川事務所(2004)：第 5 回汽水域セミナー講演資料より

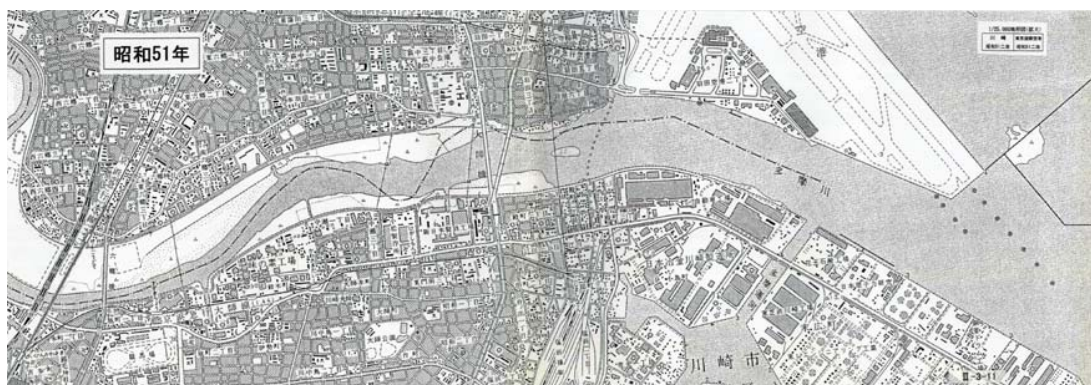
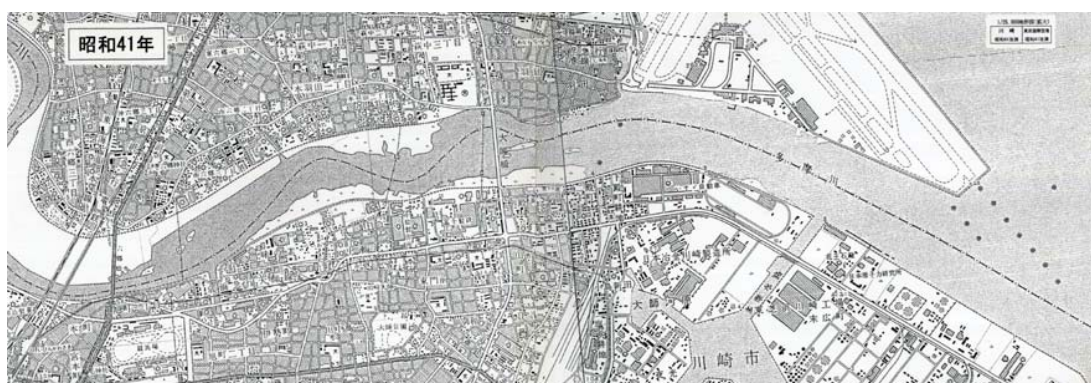
【Note10】 地形図で追う多摩川河口地形の変遷

明治期には、六郷橋より下流の河道が蛇行し、河口から前浜干潟への流出部には滞筋が分派して存在していました。地形図から判断する限りでは、河道内にはほとんど干潟が発達しておらず、沖合に広がる干潟とは非常に対照です。

大正 7 年に直轄改修事業が着手されました。低水路に沿っての護岸等の整備、低水路の拡幅が行われるとともに、掘削により大部分の高水敷地盤高が下げられたため、河道内に広い干潟が形成され始めました。大正 11 年の地形図には、こうした状況が明確に現れています。さらには、昭和初期にかけて、六郷橋完成（大正 14 年）、河港水門完成（昭和 3 年）、六郷水門完成（昭和 6 年）、下流部改修工事完成・下流部の浚渫着手（昭和 8 年）が続き、河道の安定化と干潟の発達が進んできました。



昭和期の大きな変化は、戦後からの高度経済成長時における羽田空港の造成・拡張と川崎側の埋立の進行です。前浜干潟のほとんどが消失し、河道内の砂州の発達、水面幅の減少、ねずみ島の下流側への移動が認められます。この間に、大師橋ならびに首都高速横羽線の建設が進められたこととの関係が推測されます。



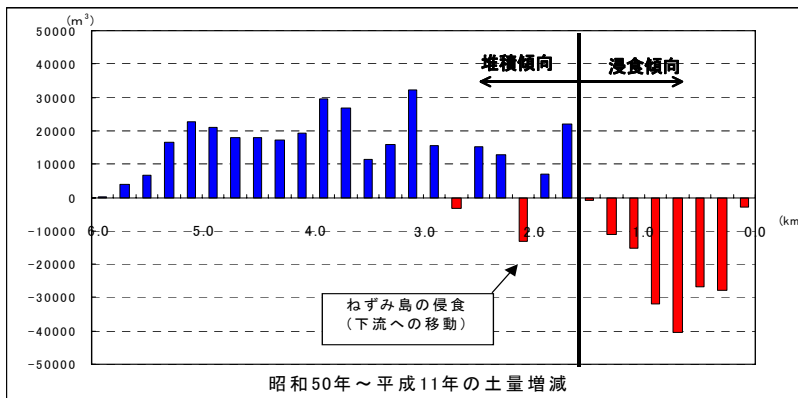
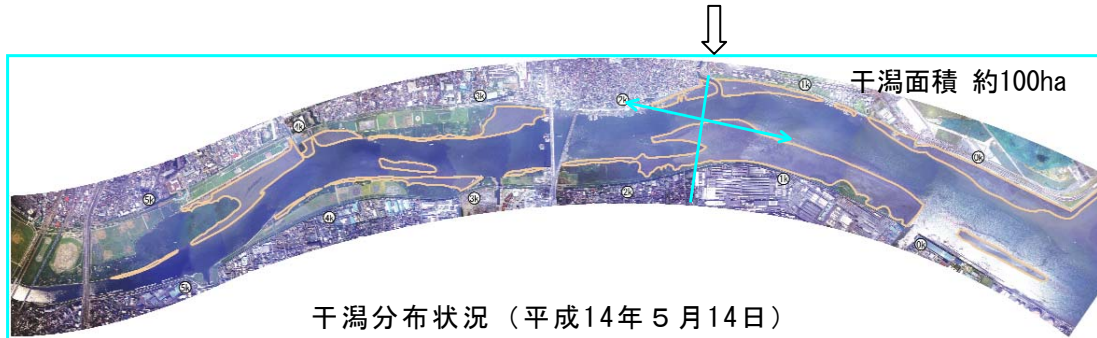
参考文献：京浜河川事務所(2004)：第5回汽水域セミナー講演資料より

【Note11】 河口干潟の安定性

Note3 では昭和 51 年までの河口から六郷橋の間の地形変化を見てきました。Note4 では、昭和 50 年から平成 11 年まで京浜河川事務所が実施した横断測量による土砂量変化を見えます。

戦後昭和 50 年頃まで続いてきた河道内の堆積傾向のその後を見ると、河口から 1.6km 付近の海老取川河口を境に上流側で堆積、下流側の河口で侵食といった明らかな傾向があります。かつての川幅への復元過程を示す上流側に対し、下流側では東京湾から進入する波浪による仮称材料の巻上げや浅海部への流出によるものと考えられます。

1.6km(海老取川合流点)付近が侵食・堆積の境界



参考文献：京浜河川事務所(2004)：第 5 回汽水域セミナー講演資料より

【Note12】 行政管理計画における多摩川河口の位置づけ

多摩川では、昭和55年に行政と市民の協働によって、河川環境の秩序ある保全と利用の考えを盛り込んだ「多摩川河川環境管理計画」が策定されています。この中では、高水敷の利用・保全の観点から国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所（以下、京浜河川事務所）の直轄管理区間が5つのゾーンと8つの機能空間に設定されました。本研究で対象としている多摩川河口付近の干潟・ヨシ原は、塩沼湿地性の植物や貴重な生物の生息地であることを踏まえ、機能空間区分の中では最も自然の度合いの高い「⑧生態系保持空間」とされています。

また、平成4年には河口から調布取水堰の間について水面利用が活発なことに鑑み、水面や水際の利用方法のあり方を踏まえた「多摩川水系水面利用計画」が策定されています。最近の動きで特徴的なことは、平成9年の河川法改正により河川整備計画に地域の意見を反映する手続きが導入され、平成13年に「多摩川河川環境管理計画」が改定されるなど、市民参加型の協働プロジェクトとしての位置づけが明確にされてきていることです。



参考文献：京浜河川事務所（2002）：多摩川の環境と川づくり—人と自然の共生をめざして，p.33.

「^{た ま がわ か こう ひ が た}多摩川河口干潟^{せいそくかんきょう}におけるトビハゼの生息環^{かん}境^{ちようさけんきゆう}に関する調査研究」

—^{でいしつひがたけいせい}泥質干潟形成^{かんれんせい}との関連性について—

(研究助成・一般研究 VOL. 27-NO. 154)

著 者 ^{ごみょう}五明 ^{みちお}美智男

発行日 2006年3月31日

発行者 財団法人 とうきゅう環境浄化財団

〒150-0002

東京都渋谷区渋谷1-16-14 (渋谷地下鉄ビル内)

TEL (03) 3400-9142

FAX (03) 3400-9141