沿岸域の統合的管理による港湾環境の保全・再生に関する研究

―マハゼの生活史行動を利用した広域的な環境評価手法の開発―

国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 海洋環境研究室
岡田（おかだ） 知也（ともなり）

1. はじめに

沿岸域の持続的な利用，生物多様性の確保および生態系サービスの向上において，統合的沿岸域管理の重要性は，アジェンダ21や海洋基本法をはじめ国内外さまざまなところで指摘されている。ところが，現状の統合的沿岸域管理においては，管理概念を統合的に扱うことに主眼が置かれ，評価結果を統合的に検証する考えは乏しい。

土砂供給のように流域にわたる事象に対しては統合的な評価ができるのに対して，水質や底質のようなローカルな指標に対しては，依然としてローカルな評価に留まっている。そのため，その評価結果を統合的な管理へフィードバックできない弱点が現状の環境評価の手法にはある。

そこで著者らは，それを解決する手法の一つとして，流域を横断する生物であるマハゼ（**写真―1**）の特性を利用して，環境を広域的に評価することを考えた。

マハゼ（*Acanthogobius flavimanus*）はその多くが1年魚であり，沿岸から水深15m以浅を生息域とし，内湾域と河口域を行き来する特性を持っている生物である。その生活史は，春に深場（水深8～15m）でふ化し河口域へ遡上し，春から夏にかけて浅場砂泥域（水深0～3m）で生活し，

写真―1 マハゼ

秋に成熟とともに徐々に深場へ移動し，冬に深場で産卵する（**図―1**）。

また，マハゼは，底質の選好性（宮崎，1940；道津ら，1953；星野ら，1993）や貧酸素水塊の忌避（中瀬ら，2010）等，環境の指標性が高い生物である。東京湾におけるマハゼの漁獲量は，年間500tを超える漁獲があったが，現在ではその1/20まで減少している（工藤・吉野，2010）。これは，水質・底質などの変化がその要因の一つであると考えられている。

本研究では，沿岸域一体を生息場とし，沿岸域の環境変化の影響を受けているマハゼが，沿岸域の広域的な環境を包括的に評価する指標として活用できるかについて検討することを目的としている。本報では，マハゼの耳石（じせき）の持つ情報に着目した検討内容について紹介する。その他の検討内容については，吉田ら（2013）を参照していただきたい。

図―1　マハゼの基本的な生活史

2. 方　　法

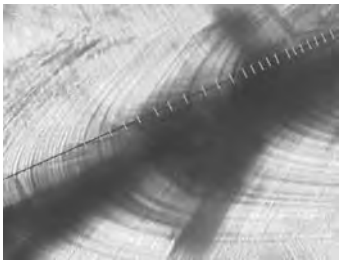
(1) 耳　　石

耳石（じせき）は聴覚や平衡感覚をつかさどる器官であり，魚類などの脊椎動物の場合は主に炭酸カルシウムでできている。耳石の形は種によって異なり，マハゼの場合はやや楕円形をしている（写真―2(a)）。頭から尾の先まで全長10cm程度のマハゼの場合，耳石は長径3.5mm，短径2.8mm前後である。耳石を研磨すると輪紋が明確になる（写真―2(b)）。耳石に形成される輪紋は日周性や年周性があり，齢査定形質として多くの研究で扱われてきた（新井，2002）。また，耳石には生息環境中にある微量元素が取り込まれ，この微量元素を測定することによって，成長段階ごとの生息環境を推定することが可能である。微量元素の中でも特にストロンチウム（Sr）に対するカルシウム（Ca）比は，生息環境の塩分や水温に応じて変化する。特に河川と海を行き来する回遊型の魚類では，Srが河川水よりも海水の方が100倍近く高い濃度であることに起因して，高塩分下では耳石のSr/Caが高く，低塩分下では低い値を示す（新井，2002）。

(2) 調査および分析

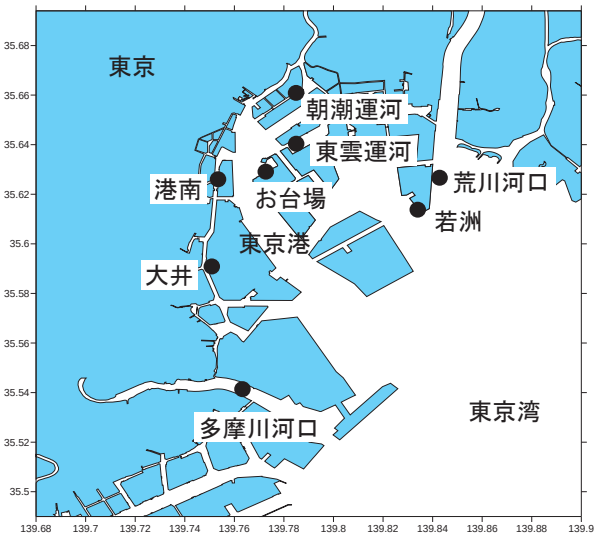
2009年７月～10月に多摩川河口，大井ふ頭中央海浜公園（大井），京浜運河の港南付近（港南），お台場海浜公園（お台場），東雲運河，朝潮運河，荒川河口，若洲海浜公園（若洲）の計８地点

(a)耳石の全体

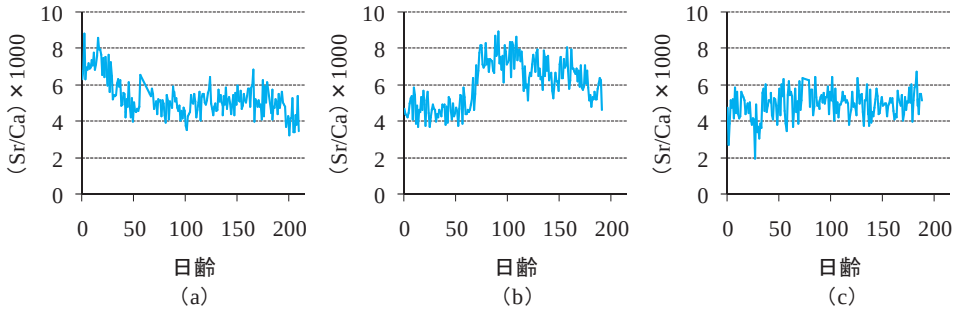


(b)耳石の輪紋

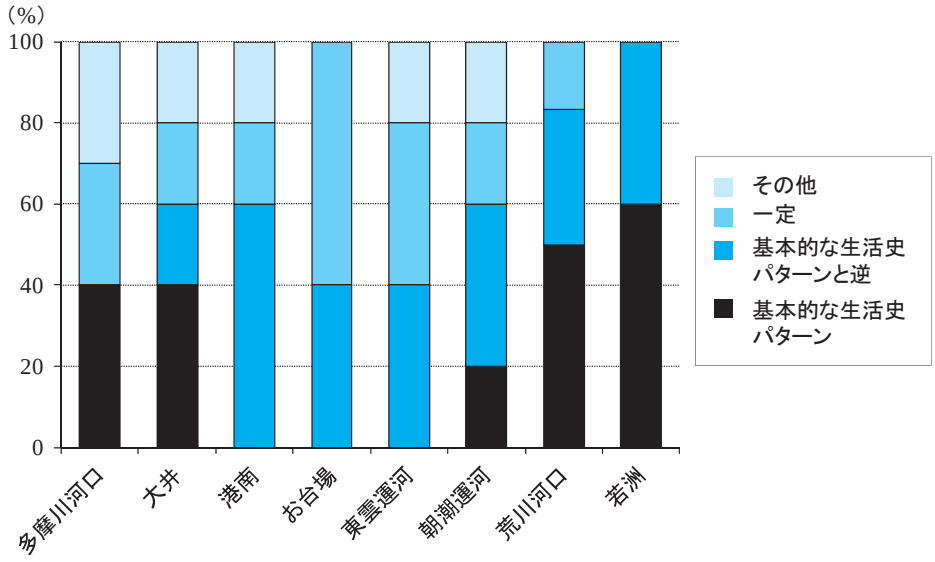
写真―2



図―2　マハゼの採取地点



図―3　日齢に伴う耳石中のSr/Caの変動パターン．(a)パターン1：高塩分→低塩分，(b)パターン2：低塩分→高塩分，(c)パターン3：一定



図―4　地点別の変動パターンの割合

でマハゼの採出を行なった（図―2）。各地点において5～10個体のマハゼの耳石に対して，輪紋数および輪紋幅を調べるとともに，SrおよびCa含有量をEPMA法により3μm間隔で測定した。

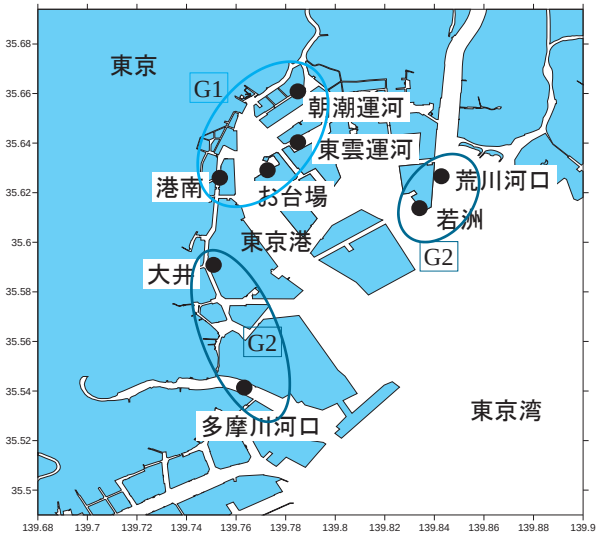
3. 結　果

個体ごとにふ化直後を0日齢とし，その後捕獲されるまでの日齢ごとのSr/Caの値の変動を比較した。その結果，パターン1：高塩分→低塩分，パターン2：低塩分→高塩分，パターン3：一定の3パターンとその他があった（図―3）。

マハゼの基本的な生活史（図―1）に従ったパターン1は多摩川河口，大井，朝潮運河，荒川河口，若洲に存在していた。多摩川河口，大井，荒川河口，若洲では40%から60%程度，朝潮運河は20%程度だった。一方，港南，お台場，東雲運河では，パターン1は存在していなかった（図―4）。基本的な生活史と逆のパターン2は多摩川河口以外の地点で存在しており，港南で60%，お台場，東雲運河，朝潮運河，荒川河口，若洲で40%，大井で20%を占めていた。異なる塩分の場に移動していないパターン3は若洲以外の地点で存在しており，お台場で60%，東雲運河で40%，多摩川河口，大井，港南，朝潮運河，荒川河口で20%から30%を占めていた。

4. 考　察

耳石の変動パターンには大きく二つのグループがあった（図―5）。一つのグループ（G1）は基本的な生活史のパターン（パターン1）が20%以下の港南，お台場，東雲運河，朝潮運河である。これらは，東京港の奥部のエリアである。もう一



図―5　変動パターンの割合に基づいた調査地点のグループ分け

つのグループ（G２）は基本的な生活史の行動パターン（パターン１）が40%以上の多摩川河口，大井，荒川河口，若洲である。これらは，G１と比べると東京港の外側に位置するエリアである。

G１においてパターン１がほとんどないことは，G１のマハゼは基本的な生活史に従う移動がほとんどできていないことを示す。この基本的な生活史の移動を妨げている要因は，秋まで続く貧酸素水塊の影響や周辺の深場が産卵に適さないヘドロであること等が考えられる。逆にG２では，秋期には貧酸素水塊が解消され深場に移動することができ，周辺には産卵場として適した底質の場所があると推測できる。

これらのことから，G１においては，貧酸素水塊は秋期には解消し，底泥はヘドロ化していない場があると評価できる。一方，G２では，貧酸素水塊は秋期まで継続し，周辺の深場の底泥はヘドロ化していると評価できる。

G１およびG２ともにマハゼは生息しており，その場の局所的な生息環境はマハゼに対して適していると評価されるだろう。また，われわれは，個別調査の結果として，運河域の貧酸素水塊は秋まで続くことや，運河域周辺の底泥はヘドロ化しているという情報を持っている。しかし，それらの情報を意味ある形で融合させて，広域的な場を総合評価することはこれまでできていなかった。このマハゼの解析を通じて，個別の環境情報を融合させることの有用性および意味が明確になったと考えている。

5.　おわりに

本研究では，沿岸域一体を生息場とするマハゼが沿岸域の広域的な環境を評価する指標として活用できるかについて，マハゼの耳石の持つ情報を用いて検討した。　その結果，沿岸域一体を生息場としているマハゼは，沿岸域の広域的な環境を広域的に評価する指標として活用できることが示された。また，このマハゼの解析は，個別データを融合させて総合的に検討することの有用性を示した。今後は，このような手法から得られる知見を集約し，沿岸域の広域的な環境を評価する効果的な手法を構築していきたいと考えている。

【参考文献】

1)　新井崇臣：「魚類の回遊履歴：解析手法の現状と課題」魚類学雑誌49，pp.1–23（2002）
2)　岡田知也：「東京湾の海辺の自然再生に向けた取り組み」公益法人日本水環境学会，水環境学会誌第35巻第５号，pp.151–154（2012）
3)　工藤貴史，吉野暢之：「東京湾における人とマハゼの関係史」一般財団法人東京水産振興会，水産振興第516号，p.62（2010）
4)　道津喜衛，水戸敏：「マハゼの産卵習性および仔，稚魚について」魚類学雑誌，IV–4/5/6，pp.153–161（1995）
5)　中瀬浩太，金山進，木村賢史，上野淳一，石橋克己：「都市内湾域の人工干潟水域における水質環境と生物に関するモニタリング」海洋開発論文集，第26巻，pp.729–734（2010）
6)　吉田潤，古川恵太，上村了美，岡田知也：「沿岸域の総合的評価に向けた指標生物（マハゼ）の群集動態の整理」国総研資料，第740号，pp.1–47（2013）
7)　宮崎一老：「マハゼに就て」日本水産学会誌，Vol.9，No.4，pp.159–180（1940）