

大阪湾湾奥の運河での魚類の種多様性向上に向けた 生息場創出に関する研究

○大谷壮介¹⁾ 上村了美²⁾ 上月康則³⁾

¹⁾大阪府立大学工業高等専門学校准教授

²⁾大阪市立大学大学院工学研究科研究員

³⁾徳島大学環境防災研究センター教授

1. 研究目的

大阪湾湾奥に位置する尼崎港は廃棄物処分場，工場用地のための埋立や防潮堤の建設によって，浅場はほぼ消滅しており，閉鎖的な水域である．さらに最も湾奥に位置する尼崎運河は，陸閘・水門と直立護岸に囲まれているため，流速もほとんどなく，底質はヘドロ化し，壁面は単調なコンクリートや矢板鋼材で囲まれている．そこには二枚貝が優占するなど単調な生物相であり，生物多様性は劣化している状況にある．

一方で，運河域は静穏な汽水域環境であり，過栄養化域であるため，一次生産力の高い運河は魚類の餌資源が豊富である．したがって，運河は魚類にとって重要な稚魚の成育場や再生産の場として，また海水魚や河口魚の生息場として機能していると考えられる．そこで，本研究では現地調査より尼崎運河における水質を計測して，さらにボサ籠，定置網，環境 DNA を用いた魚類相の把握，食物網の解析を行うことで，尼崎運河における魚類の多様性を評価し，魚類と水質の関係を明らかにすることを目的に行った．

2. 研究方法

現地調査は大阪湾湾奥の兵庫県尼崎市臨海部に位置する尼崎運河において実施した．この尼崎運河において，北堀運河，南堀運河，東堀運河において 1 地点ずつ調査地点を選定して，対象区として港湾に 1 地点を追加して合計 4 地点を調査地点とした（図-1）．北堀運河の調査地点は北堀チャンネルベース前の水質浄化施設の前面であり，南堀運河は水深 2 m 以浅の浅場が形成されている．また，東堀運河の調査地点は尼崎運河の中でも最も奥まった地点である特徴がある．調査は 2018 年 5 月 12 日，8 月 28 日，11 月 22 日，2019 年 1 月 17 日に実施した．現地において多項目水質計（HydroLab 社，MS5）を用いて，水深，溶存酸素（DO），pH，塩分，酸化還元電位（ORP）を計測した．水深を把握した後に，各調査地点の上層，下層において 1000 ml の採水ボトルを用いて 3 回の採水を行った．上層は水面より 0.5 m 下の箇所，下層は海底より 1 m 上の箇所を採水用ボトルを用いて採水した．ただし，南堀運河と港湾は水深が浅いため，下層は 0.5 m 上での採水に変更した．採水に使用した採水ボトルは洗浄済の 3L ボトルを用いて各地点の採水層別の水試料を混ぜた後に DNA 分解を抑えるために，すぐに塩化ベンルコニウム溶液（オスバン消毒液）を水の容量に対して 1% となるように添加した．尼崎運河は過栄養域で懸濁物質が多いため，ガラス繊維ろ紙（Whatman GF/F）

を用いて、ろ過量を以下のように変更して実施した。5月と11月のすべての試料は1000 mL、8月と1月のすべての試料は500 mLのろ過を実施して、ろ紙を環境DNA用分析試料として得た。環境DNAの分析に関して、DNA抽出からPCRまでの方法はMiya et al. (2015)を参照して、環境DNAメタバーコーディング法による工程で実施した。次世代シーケンサー解析(Miseq)を行って、作成したOTU(類似性の高い塩基配列)は、Blast検索を用いて魚類ミトコンドリアゲノムデータベースとMiFish用リファレンスの配列と比較し、97%以上の相同性のOTUについてデータベースを照合し、種名を決定した。

運河における魚類相を把握するために、ボサ籠による調査を2016年5月～2019年1月まで行った。ボサ籠は籠の中に竹、網、木といった素材を入れた垂下式のカゴ(0.5×0.4×0.4 m)であり、北堀運河の水深1 mと水深3 mに設置した。運河における魚類の現存量を把握するために北堀運河および南堀運河において採捕調査を2018年8月28日、29日に行った。調査は1日目に漁具の設置、2日目に漁具にかかった魚類を回収した。北堀運河では、刺網(約25 m×3 m)を表層と底層、小型定置網、カゴ網を底層に設置した。一方で、南堀運河では刺網(約15 m×3 m)を1層、小型定置網、カゴ網を底層に設置して魚類を採捕した。また、両地点において、3回ずつの投網を実施した。採捕した魚類は現地にて同定した後、種ごとの個体数および湿重量を測定した。さらに、比較的個体の大きな魚類について採捕した魚類の体長を測定後、胃内容物を採取し、ホルマリン固定した。後日、固定した試料は実体顕微鏡下において分析した。また、採捕した魚類を中心に炭素・窒素安定同位体比の分析を行った。

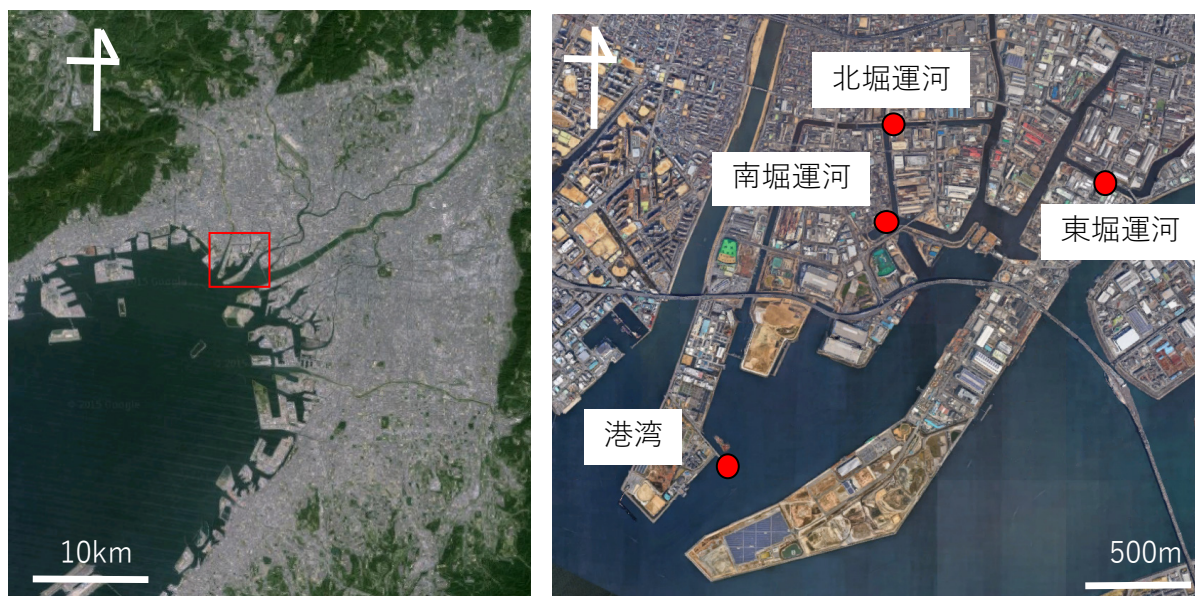


図-1 調査地点

3. 結果と考察

水質の鉛直分布を図-2に示す。ここでは8月と1月のORPとDOを例として示した。図-2より、尼崎運河におけるORPとDOの水質指標について、北堀運河と東堀運河の

両地点の下層では季節を通じて ORP はマイナスの値を示しており，還元的かつ貧酸素状態であり，生物は生息しにくい環境になっていることが示唆される．一方で，南堀運河は 8 月においても酸化的かつ DO は底層でも十分にあることがわかった．

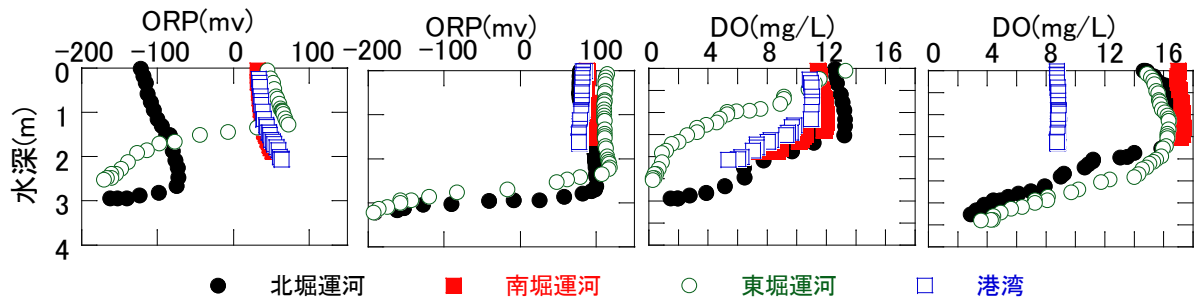


図-2 水質の鉛直分布

定置網調査によって採捕された魚種を表-1 に示す．表-1 より，北堀運河では刺網と投網のみで魚類を採捕することができ，定置網とカゴでは魚類を採捕することができなかった．北堀運河ではコノシロが優占しており，全体で 4 種の魚種しか採捕されなかった．また，その魚類の大部分は上層で採捕される特徴があった．南堀運河では，各網類で魚類は採捕されており，北堀運河で確認できなかったマハゼ，ウロハゼおよびチチブといった底生魚が採捕された．

表-1 定置網調査によって採捕された魚種

採捕網	北堀運河			南堀運河		
	魚種	湿重量(g)	個体数	魚種	湿重量(g)	個体数
刺網	コノシロ(上層)	891.5	62	ウロハゼ	26.5	1
	コノシロ(下層)	12.6	1	コノシロ	127.3	7
	スズキ(下層)	46.1	1	マハゼ	55	2
定置網				ウロハゼ	22.9	1
				ギマ	2.9	1
				シマイサキ	1.2	3
				スジエビ	14.1	55
				チチブ	13.6	9
				トウゴロウイワシ	2.6	1
				ヒイラギ	0.2	1
				マハゼ	150.2	17
				ヨシエビ	1.6	1
カゴ				スジエビ	2.2	9
				マハゼ	7.1	1
投網	コノシロ	4.2	2	チチブ	39.2	23
	サツパ	1.7	1	トウゴロウイワシ	51.8	24
	トウゴロウイワシ	5.4	2	マハゼ	30.6	5
合計		961.5	69		549	161

魚類の炭素・窒素安定同位体比を図-3 に示す．食う-食われるの関係を炭素・窒素安定同位体比の関係性に当てはめるならば，マハゼ，ウロハゼおよびチチブのような底生魚はスジエビを餌資源としており，スズキはヨシエビやサツパを餌資源としてい

ることが示唆される。また、スズキを食物網の頂点とした底生系と浮遊系の食物連鎖の存在が示唆される。同時に実施した胃内容物分析の結果より、スズキの胃内容物から2匹のエビ類、1匹の魚類、ウロハゼの消化管からスジエビが1匹、チチブの胃内容物から1匹のエビが確認されている。このように、炭素・窒素安定同位体比と胃内容物分析の結果から主な魚類の餌資源は一致していると考えられる。

4回の北堀運河における環境DNAとボサ籠調査(2016年5月-2019年1月)による魚種の比較を図-4に示す。図-4より、環境DNA調査で検出された魚種は13種、ボサ籠における魚種は16種が確認されており、共通種は5種であった。したがって、環境DNAとボサ籠の調査から得られた北堀運河の魚種は24種であるため、環境DNAで検出された確認率は54%と計算できる。図-4より、環境DNAとボサ籠調査の魚類の比較において、底生魚について環境DNAではマハゼ、チチブの2種であるのに対して、ボサ籠調査では、それらの2種に加えてアカオビシマハゼ、ウロハゼ、ヒナハゼ、カサゴおよびシロメバルの合計7種が確認されている点に特徴があった。

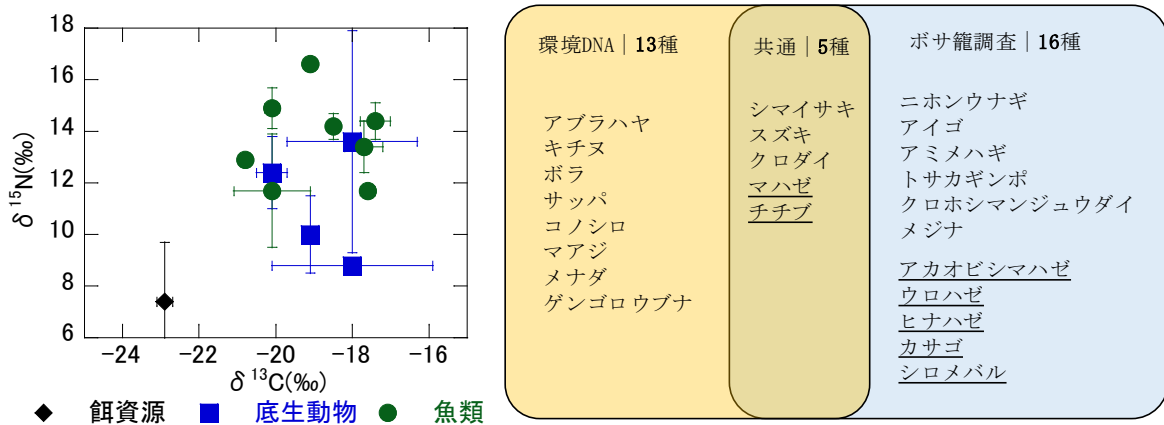


図-3 魚類を中心とした炭素・窒素安定同位体比

図-4 環境DNAとボサ籠の魚類相の比較

4. 結論

過栄養化した尼崎運河の水質環境からみた魚類の生息場について、北堀運河のような水深の深い地点の底層は還元的かつDOはほとんどない状態であり、底生魚の生息が難しい環境であることが明らかになった。定置網を用いた現地調査の結果より、北堀運河では底生魚を採捕することができなかったことから水質環境を反映した結果であると考えられる。一方で、南堀運河のように水深が浅ければ、底層でも十分にDOがあり、そのような地点では夏季の定置網調査において底生魚を採捕することができた。さらに炭素・窒素安定同位体比を用いて魚類の食物網の解析を行ったところ、浮遊系と底生系の食物連鎖の存在が示唆され、胃内容物調査との結果と比較するとエビ等のベントスが餌資源となっていることが考えられた。したがって、過栄養化した運河における魚類の生息場として、南堀運河のように水深が浅く、底層においてもDOがあるような底生魚の生息できる環境が望まれる。