

# 水質評価に用いるDO濃度が指標生物の分布に及ぼす影響様式の設定

奥田 将己

リスク解析戦略研究センター 環境リスク研究グループ 特任研究員

## 【研究の背景】

人口及び産業が集中し汚濁が著しい広域的な閉鎖性海域の水質改善に向けて制定された水質総量削減計画において、最近では市民にも明確で分かりやすい指標としてDO(溶存酸素)と透明度を用いる方針が検討されている。特にDOは、生態系管理の上で重要性が高く、水質改善の対策を行う際の効果予測シミュレーションの結果も良好なことから、非常に注目されている。

実際の運用にあたっては、指標となる生物への影響を認識した上で環境条件の目標を定める必要がある。東京湾を対象とした評価においても、貧酸素水塊と底棲魚介類の分布関係について研究が行われており、維持すべきDO濃度の下限を判断するための材料とされている。ここで指標生物の種によってはデータを取り始めてから日が浅い場合もあるため、短期的に影響評価を成立させる手段も講じておくことが重要となる。

そこで指標として用いるDOから指標生物への反応が安定して相応の精度を保てる形で統計的アプローチ方法を模索していく。環境条件と生物量の量的関係や生物の移動特性を反映させた空間的特徴など、現時点のデータ量で設定可能な統計量の挙動の安定性を確かめた上で、環境基準値の決定に用いる情報を絞り込んでいく。

## 【検討対象生物】

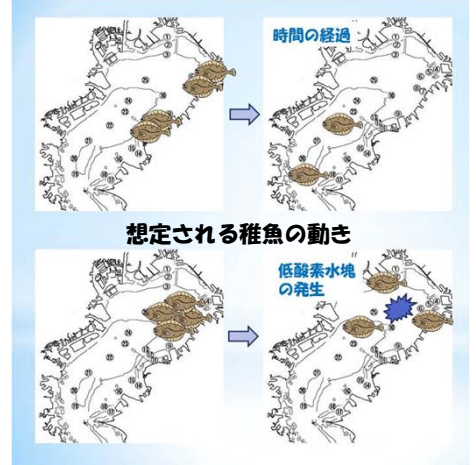
### マコガレイ(*Pseudopleuronectes yokohamae*)

東京湾における重要な漁獲対象種  
ここ25年ほどの漁獲量は低水準で推移

仔魚:1月中旬前後に孵化し、浮遊状態で生息。2月から3月中旬にかけて生息域を海底に移していく。

稚魚:5~6月から沖合へ移動。

生態学的特性の情報と室内実験等の過去の研究結果より判断される個体密度分布傾向  
仔魚・・・水温に依存  
(高水温で生残率低下)  
稚魚・・・DOに依存



## 【調査条件と分布の概況】

研究対象であるDOに関連する情報を得るため、稚魚の調査データに更に着目。

### 稚魚調査

調査地点:東京湾内に25点  
調査日程:毎年3月から12月までおおむね月1回  
調査方法:試験底曳き調査(最大1分間曳網)  
25点の定点についての調査結果が得られているのは現時点で2006~2010年分。

### データの特徴と前提となる処理方針

- 0データが多く値の変動が激しい漁獲データ  
特有の性質は踏襲  
⇒変動を抑えた頑強な統計量の形を検討
- 稚魚の移動による不在を回避する必要  
⇒後々生残率のようなものを設定するために、5~6月の情報を初期密度、8~9月の情報を最終密度として利用することを想定
- 空間相関の特徴  
⇒稚魚移動経路を組み込みながらの評価

## 【溶存酸素と生物量の対応】

まずは大局的な傾向を確認するための分析を実行。

### DO関連の値とひと月前の調査時の個体密度を説明変数としたモデル

漁獲成否 (密度欠測の場合を除く)

$$p(X_i) = \frac{1}{1 + \exp(-X_i'\beta)}$$

推定密度 (密度欠測と0の場合を除く)

$$d(X_i) = X_i'\beta$$

説明変数の環境要因  
○表層DO  
○底層DO(主題の要因)  
○前回漁獲密度  
○前回漁獲成否  
他の環境条件はひとまず不使用

DOに対する対応は夏から冬にかけての値の回復による予測値への反応を避けるため、当該期間までの年最低値を充てるケースも実行

例)実データ 5.5→6.3→3.2→4.1 年内最低値 5.5→5.5→3.2→3.2

### モデル係数の有意性

	表層DO	底層DO	前回推定密度	前回漁獲成否	※4~12月
漁獲成否	***	×	**	***	
推定密度	×	×	**	×	外れ値除外あり

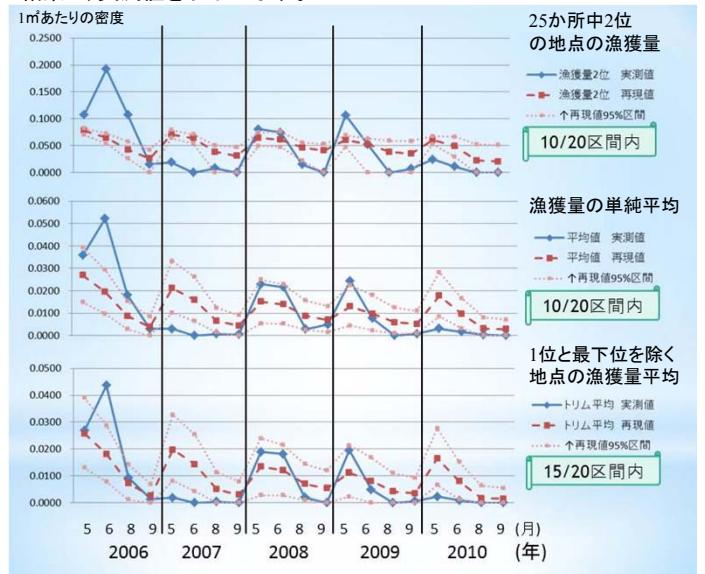
	表層DO 年内最低値	底層DO 年内最低値	前回推定密度	前回漁獲成否	※4~10月
漁獲成否	***	*	*	***	
推定密度	×	†	**	×	外れ値除外あり

†:p<0.10, \*:p<0.05, \*\*:p<0.01, \*\*\*:p<0.001, ×:変数減少法で棄却

年内最低値を利用すれば、このモデルの形でも底層DOとの対応あり。

### 探採モデルを基にした再現シミュレーションの挙動

- 個々の地点の変動を使いながら、利用候補の統計量評価を目的に実行。
- 漁獲の成否確率と成功時の推定密度は説明変数の値に対して固定。
- 各年で3月実測値の初期値を与えて通年変化の追跡を1000回実行した結果と、実測値を以下に示す。



トリム平均が比較的再現性がある。2007年と2010年については別の原因を探ってから、DOの影響具合を判断していきたい。

## 【見込まれる法則性と今後の課題】

### 空間相関

調査が行われていない時の予測を成立させるため、説明変数に対し前時点の漁獲情報:使用可  
現時点の環境情報:使用可  
現時点の漁獲情報:使用不可  
(生データ・自己相関共応変数)という設定で考えていく

⇒前時点の漁獲情報に対する構造を取り入れる形で活用

### 移動経路の定量化

- 異方的な空間相関の利用
- 岸からの距離や水深情報の利用
- 前述のモデルにて他地点前時点の漁獲量を説明変数に入れ、現時点の漁獲量を推定

4月~10月の漁獲量の前時点対応少々ではあるが、移動経路が反映→



## 【共同研究者等】

本研究は、環境省環境研究総合推進費(戦略一般)H22~H24「貧酸素水塊が底棲生物に及ぼす影響評価手法と底層DO目標の達成度評価手法の開発」(研究代表:堀口 敏宏)の支援を受けて行った。

共同研究者<敬称略>

- 李政勲 児玉圭太 (国立環境研究所)
- 石井光廣 大畑聡 (千葉県水産総合研究センター)
- 安藤晴夫 (東京都環境科学研究所)
- 金藤浩司 (統計数理研究所)
- 堀口敏宏 (国立環境研究所)