

# JODC の水温データを用いた沿岸湧昇域の探索と既往知見

富澤 伸樹・綿貫 啓（株式会社アルファ水工コンサルタンツ）  
桑原 久実（水産工学研究所）・梅津 啓史（水産庁）

## 1. はじめに

近年、全国各地の沿岸域において、藻場が大規模に消失する「磯焼け」が発生している。磯焼けの要因には、植食動物による食害のほか、水温上昇や貧栄養などが影響しているとされている。一方で、湧昇流を人工的に発生させる技術が確立されている。底層水を栄養塩が枯渇し海藻類が生育しにくい表層付近まで湧昇させることができれば、栄養供給による海藻の生長促進、低水温化に伴う暖海性の植食動物による食害の抑制につながり、藻場の回復が期待できる。

そこで、本調査ではまず藻場と沿岸湧昇域との因果関係を把握すべく、その基礎調査として日本沿岸における湧昇域の探索を行った。湧昇域の探索に当っては、一般に公開されている JODC（日本海洋データセンター）の水温データを用いた。そして、湧昇域ではないかと推定した地点について、既往の知見との比較を行った。

## 2. 調査方法

### 1) 使用するデータ

湧昇域を探索する上での指標となるものに、水温・塩分・栄養塩濃度などが挙げられる。本調査では、公開されていて、なおかつデータ数が多い水温に着目した。水温は、全国各地の定点で様々

な機関により継続的に観測されている。最近では、衛星観測により得られた海面水温情報も公開されている。ただし、現状の衛星観測データに関しては、今回対象とする現象（局所的な湧昇）に対し、空間分解能が大きい点、またセンサーの特性（雲の影響を受けないマイクロ波放射計は汀線から 50km の範囲は陸の影響等で不正確になる）などの理由から、今回の検討に利用できない。

以上より、本調査では JODC が公開している全国約 120 地点（図 1）の定地水温データをもとに、日本沿岸の湧昇域を探索した。

### 2) 評価手法

JODC の定地水温データは、概ね 2002～2005 年の 4 年間分が公開されている。本検討では、各年の春～秋季（5～11 月）のデータより、日変動で 2 以上の水温降下が認められた日を沿岸湧昇の影響が示唆される日として抽出・累計した。そして得られた結果について、既往の知見（續ら, 1986）に基づいた日本近海における主要な湧昇域との比較を行った。

## 3. 調査結果

### 1) 湧昇域の推定

JODC データに基づいた沿岸湧昇の影響が示唆される日の累計（棒グラフ）を図 2 に示す。なお、

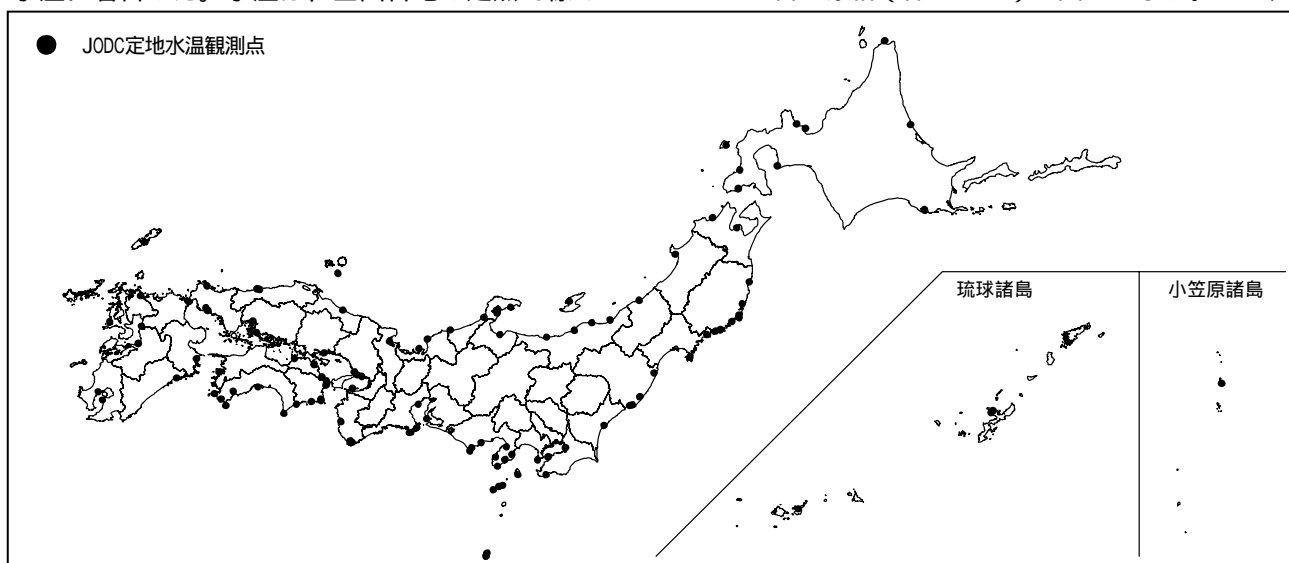


図 1 JODC 定地水温観測点

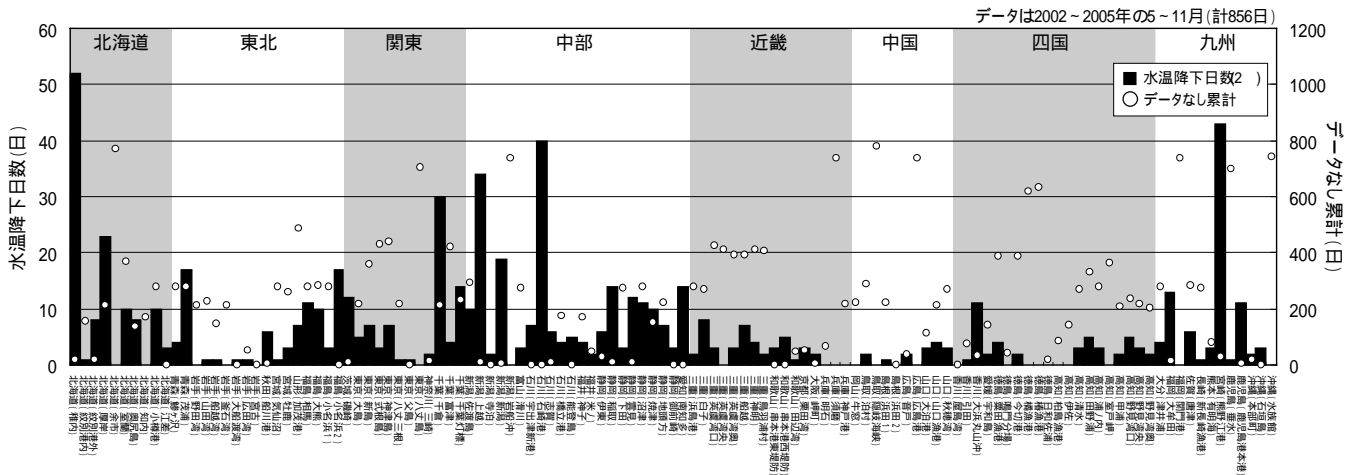


図2 JODC データ(5~11月)において水温が1日で2 降下した日数の累計

図中の は、欠測等により水温データがない日の累計を示している（グラフ右軸を参照）。

結果を概観すると、関東および中部地方、九州地方で水温降下日数(沿岸湧昇が示唆される日数)が比較的多いのにに対し、中国、四国地方では少ないことが分かる。地点別に見ると、北海道(稚内)、石川県(石崎港)、宮崎県(熊野江港)で、対象期間内に40日を超える水温の降下が認められた。図3は、上記3地点を含む水温降下日数が比較的多い地点の水温降下の年別内訳を示している。同図より、水温降下日数が多い箇所はほぼ毎年同じ時期に水温降下が生じていることが分かる。これは、各地点において、何らかの要因によって沿岸湧昇が例年起こっていることを示唆する結果と言える。

## 2) 既往の知見との比較

今回の検討結果(推定された湧昇域)と、既往の知見に基づいた日本近海における主要な湧昇域とを比較すると、さほど一致していないことが分かる(図4)。例えば、水温降下日数が比較的多い新潟や石川では沿岸湧昇に関する報告がなく、逆に熊野灘や遠州灘の沿岸などでは沿岸湧昇の既往報告(例えば、宇野木ら,1983)があるにもかかわらず、今回の検討では顕著な水温降下が確認されなかった。この理由としては、観測の仕様(測温方法、観測層など)や水温降下の主因が湧昇でないこと(例えば河川流入など)などが考えられる。また、この解析手法の欠点として、恒常的に鉛直混合が生じているような海域(例えば、瀬戸内海や豊予海峡など渦による地形性の湧昇が顕著な海域)では、1日に水温が数度降下するという

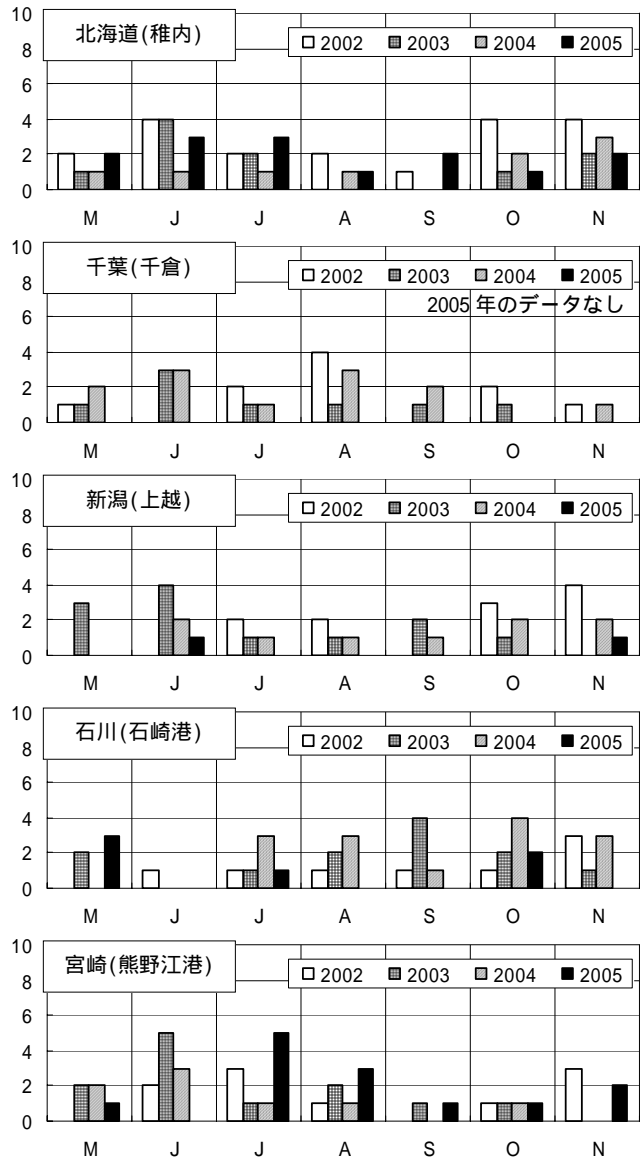


図3 水温が1日で2 降下した日数の年別内訳

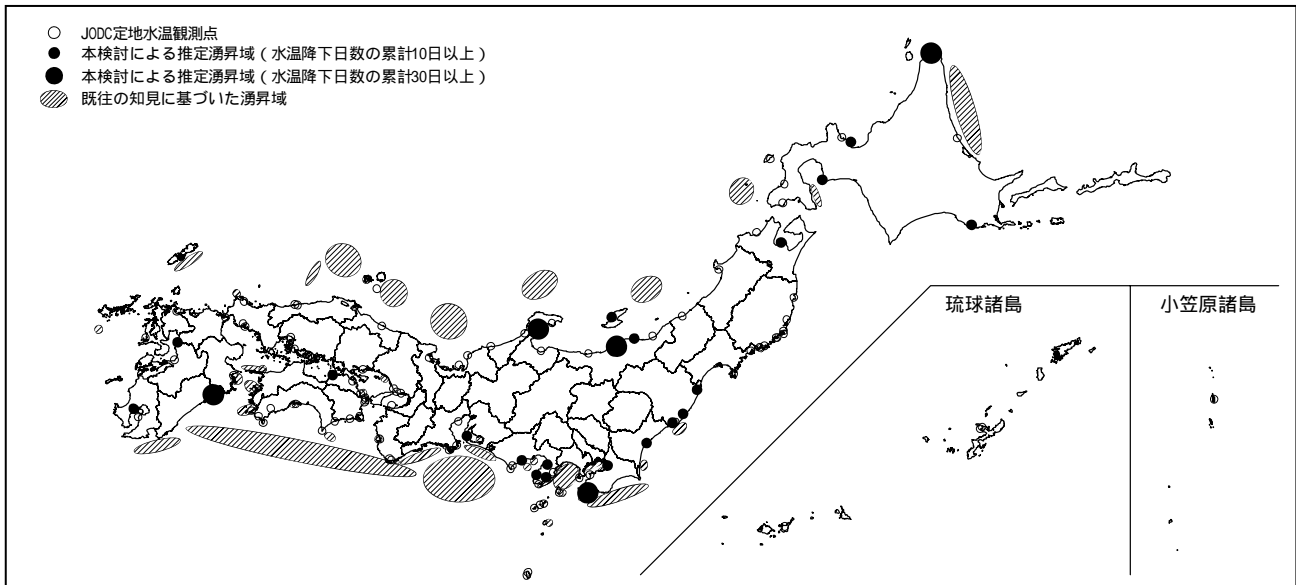


図4 本検討による推定湧昇域と既往の知見に基づく主要な湧昇域との対比（續ら(1986)より作成）

考え方で、（湧昇域を）抽出できないことが既往の知見と一致しない原因と考えられる。

一方、千葉県（千倉）では今回の検討と沿岸湧昇の既往報告（清水ら, 1984）が一致する結果となった。当該地点が位置する外房沿岸では、水温躍層が発達する夏季に陸岸に平行に吹く卓越風（南寄りの風）により沿岸湧昇が生じる。ここで、今回の検討で水温降下が生じた原因が上記機構のような、いわゆる風成湧昇（図5）が影響しているのか、近傍の気象データを用いて確認を行った。図3にて水温降下日数が最も多い2002年8月に着目し、当該期間の水温と風の関係から、風成湧昇の可能性について検討を行った。図7にJODC千倉の水温時系列、図8に水温観測所近傍の館山と鴨川のアメダスの風向・風速の時系列を示す。8/7~9、8/10~12にかけて水温が1日に2程度降下している。このとき、当該地域では南西寄りの比較的強い風が継続的に吹いていたことが分かる。したがって、水温の急降下は、沿岸湧昇が起こっていたことを示唆する結果と判断できる。なお、期間中の8/19~20にかけて、台風13号が房総半島沖を通過したのに伴い、7~8m/sの強い風が観測されているが、このときの水温は大きな変動を示していない。これは風向きが東寄りであったため、沿岸湧昇が起こらなかったものと推察される。

以上、今回はJODCの水温データを用いて沿岸湧昇域の探索を行ったが、観測の仕様（測温方法、観測層など）や水温降下の原因が場所によって様

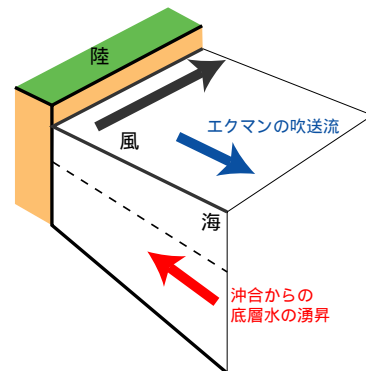


図5 風成湧昇の模式図



図6 観測位置図

々であることなどから、既往の知見に基づいた湧昇域との整合という点で課題が残る結果となった。また、水温データの評価方法に関しても、今回は「日変動で2以上の水温降下が認められた日」としたが、水温設定や水温が数日にわたり降

下した場合など、種々の条件での検討の積み重ねが必要である。しかし、千葉県（千倉）のように湧昇現象を反映したものと考えられる結果が得られていることも事実であり、本手法が机上の検討から沿岸湧昇域を推定し得る一つのツールとしての可能性を有するものとする。

#### 4. おわりに

JODC の水温データを用いて沿岸湧昇域の探索を行い、既往の知見に基づく湧昇域との比較を行った。「水温の急降下 = 沿岸湧昇」という単純な理屈であるため、実際の湧昇域との整合には課題があるものの、日本沿岸の水温特性を包括的に捉え、沿岸湧昇の影響が示唆される海域を大まかに把握することが可能と考える。

今後は沿岸湧昇域の探索に係るさらなる検討、また、藻場と湧昇域との因果関係についての調査・検討など、下記項目について進めていく。

沿岸湧昇域の探索に係るさらなる検討

高解像度の沿岸域衛星観測データを用いて、湧昇域を探索する。

藻場と湧昇域の因果関係についての調査・検討

海域を絞り込み、水産関係機関等への聞き取り調査を行う。「湧昇域には健全な藻場が存在する」ことの裏付けを得る。なお、前述の沿岸湧昇域である外房沿岸（興津地先：鴨川の東約 10km）には、写真 1 に示すように良好な藻場が存在している。

現地調査および人為的制御についての検討

現地調査を踏まえて、湧昇域では低水温もしくは水温変動が大きいことを理由に植食動物の摂餌圧が抑制される機構を解明する。そして、人為的制御の可能性について検討する。

#### 参考文献

- 1) 續辰之介・中尾徹 (1986) : 天然湧昇域の海洋環境特性について、水産土木第 22 巻 2 号、41-58.
- 2) 宇野木早苗・海野裕 (1983) : 東海・関東沿岸海域における暖候期の低温化現象、水産海洋研究会報第 44 号、17-28.
- 3) 清水利厚・瀬戸口明弘 (1984) : 外房沿岸における沿岸湧昇、水産土木第 21 巻 1 号、57-62.
- 4) 柳哲雄 (1990) : 潮目の科学-沿岸フロント域の物理・化学・生物仮定-、恒星社厚生閣

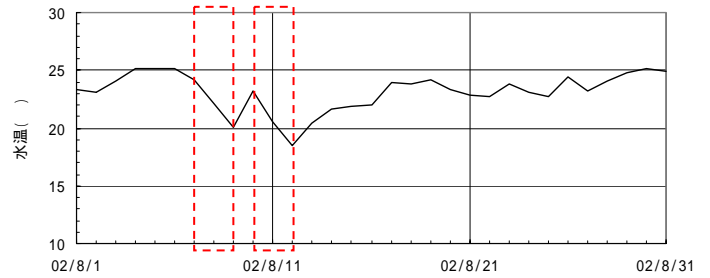


図 7 JODC による水温時系列（千倉）

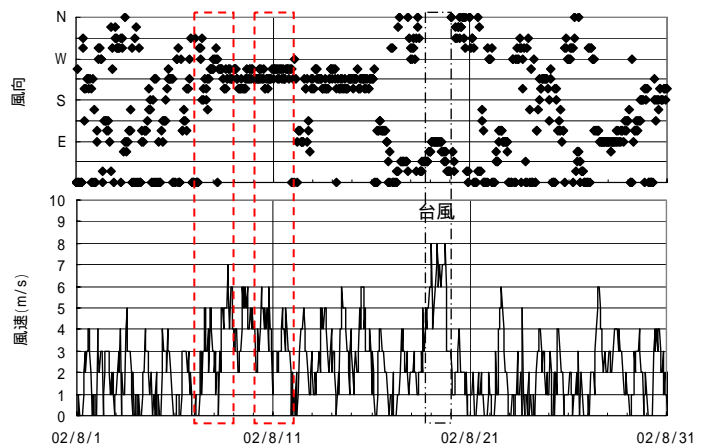


図 8 アメダスによる風向・風速時系列（鴨川）



写真 1 外房沿岸の藻場（興津地先）