

阿南市沿岸におけるワカメ大量繁茂の謎

海洋生産技術担当 鎌田信一郎

Key word ; 栄養塩, 親潮系水, 北太平洋中層水, 平成 23 年春, ワカメ繁茂

平成 23 年春、「阿南市沿岸でワカメが大量繁茂」という現象が起きました。阿南市の漁業者の方からは、①アワビを探すのに邪魔になるほど海藻が生えていた。②伊島周辺では通常よりも遅い 5 月に天然ワカメが大量に生えていた。③紀伊水道沿岸に設置された消波ブロックに例年よりも多くのメカブがみられた等の話を耳にしました。農業をされている方はご存じだと思いますが、陸上の植物の成長には土壌中の窒素, リン, カリウム等の栄養が必要です。一方, ワカメなどの海藻や植物プランクトンの成長には, 海水中の窒素, リン, ケイ素, 鉄等(専門用語で「栄養塩」と言います。)が必要です。さらに, 海は土壌と異なり, 海の栄養塩濃度は水塊の移動によりめまぐるしく変化します。そのため, 漁場における海藻の生長については, 海水や河川水の水質(栄養塩量, 温度, 塩分等)を測定するとともに, それらの水がどのように移動するかを知ることが重要です。水産研究所では, 平成 22 年 11 月以降, 本県沿岸への栄養塩がどこから補給されているか解明する目的で, 播磨灘から紀伊水道に至る縦断観測ラインで詳細な水質を調べています(平成 22 年度水産庁委託事業 海面養殖業振興対策事業のうち「あらたなノリの色落ち対策技術開発」)。この調査は, 本県のノリ・ワカメ養殖漁場において海藻の生長を左右する栄養塩の動きを把握するために行っており, 得られたデータから, 本現象の謎を解くことにしました。

なぜ解きの方法

平成 22 年 11 月～平成 23 年 3 月に, 縦断観測ライン上の 9 定点(NH1～NK5)で海洋観測と採水を水産研究所所属の漁業調査船「とくしま」(80 トン, 1,200 馬力, 以下「調査船」)により実施しました(図 1)。我々が直接確認できない深い海から海面までの水温, 塩分等の変化を知るには, CTD(FSI 社)(Conductive Temperature Depth Profiler: 電気伝導度水温水深プロファイラー)という機材を用いて海洋観測を行います。また, 様々な深さの海水の水質を分析するために, オクトパス採水装置(General Oceanics 社ニスキン採水器)という機材を用いて海水を採水しました(写真 1)。この海水に含まれる無機態栄養塩のリン(PO₄-P(溶存態無機リン), 窒素(DIN(溶存態無機窒素)), ケイ酸(SiO₂(ケイ酸態ケイ素))を分析しました。

徳島県沿岸に進入する外海深層水についてー親潮系水とはー

紀伊水道に進入する海水として, 鳴門海峡や友ヶ島水道経由で瀬戸内海から流入する内海系水, 黒潮から分岐し流入する黒潮表層水があります。そして, 内海系水は低温かつ低塩分, 黒潮表層水は高温かつ高塩分という, 周辺の海況や漁業生産を語るうえで非常に重要な特徴を持っています。これらは, 人工衛星水温画像でも確認できる海のごく表層における現象です。一方, 紀伊水道や紀伊水道外域の底層には, 「北太平洋中層水」という低塩分かつ栄養塩濃度の高い親潮系水が進入することがあります。親潮系水は, 徳島県から遠く離れたオホーツク海の水が, 親潮と混ざり合いながら南下し, さらに黒潮と混合しながら黒潮の下に潜り込み四国沖まで運ばれてきたものです。もっとわかりやすく言えば, この親潮系水は「深層水」のことです。室戸岬沖の水深 300～400mから採水された栄養豊富な「深層水」がろ過脱塩されたものが, 飲用水として販売されていることは読者の皆様もご存じのことと思います。徳島県沿岸では, 夏に潮岬沖で黒潮が 35 マイル程度離岸すると, この栄養塩が豊富な親潮系水が紀伊水道に進入することが知られています(金田,1999)。

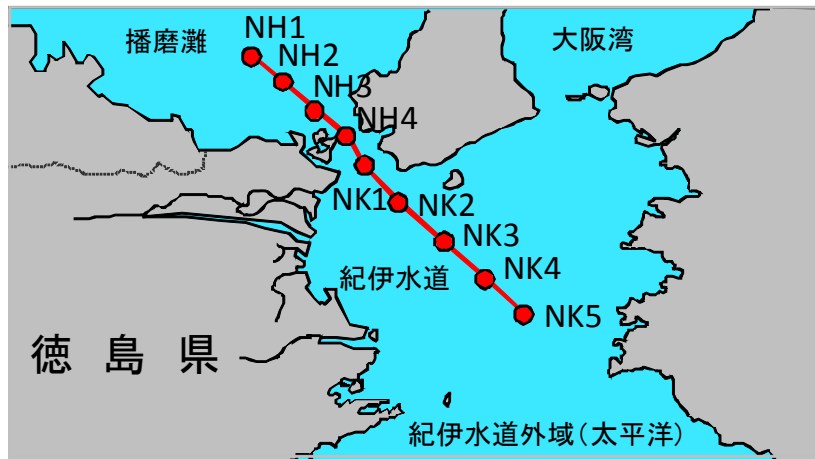


図 1. 鳴門海峡縦断観測定点図



写真 1. 深海の水を水深毎に観測できる CTD。写真中央の灰色のボトル群がオクトパス採水器

平成 23 年 2 月の水温と塩分

図 2 に、NH1 から NK5 を結ぶ線に沿って、海面から海底までを縦切りした断面の水温、塩分及び栄養塩の分布を示しました。平成 23 年 2 月は、水温が播磨灘から紀伊水道北部(NK3)までが概ね 9℃以下、塩分が播磨灘から紀伊水道中部(NH1～NK4)で概ね 33psu 以下でした。特筆すべきは、水温、塩分とも、沖合の底層ほど、高温、高塩分であったことです。水温と塩分の双方の鉛直分布図からは、紀伊水道沖合の底層付近で、周囲と比べ高水温・塩分の海水が舌状に進入していることが確認できるため、隣接する紀伊水道外域から太平洋の底層の海水が紀伊水道へ進入している可能性が考えられました。では、どのような性質の海水が紀伊水道の底層に進入したのでしょうか。幸いにも 1968 年から海洋観測をしている K11 定点が NK5 と同じ場所にあります。そこで、K11 の 2 月の水温、塩分の経年変化と比べてみたところ、NK5 の底層水は、水温 11.7℃、塩分 33.8psu と低水温で平均的な塩分になっていました(K11 における平年値の水温は 13.3℃、塩分は 34.0psu)。

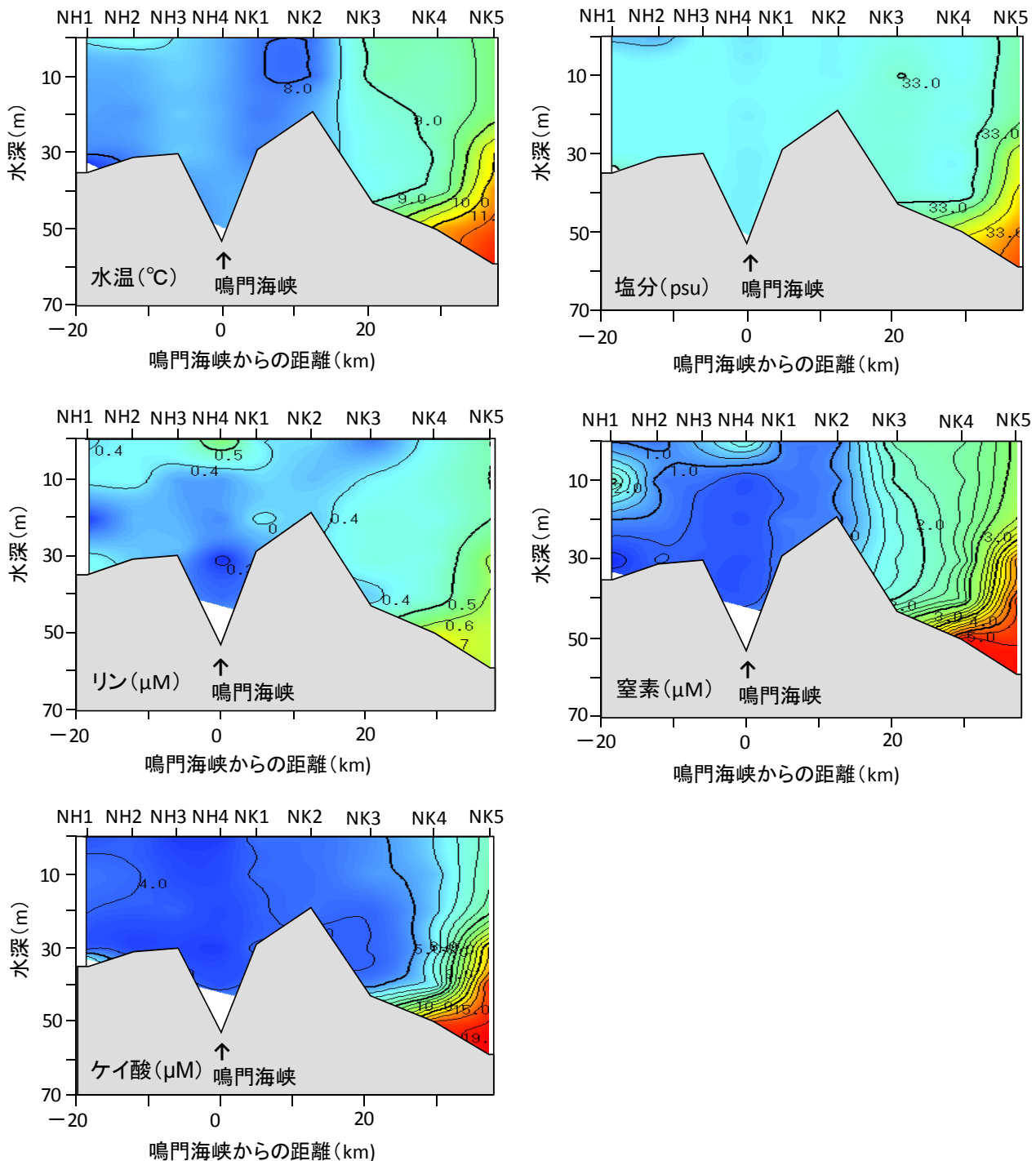


図 2. 縦断観測定点における平成 23 年 2 月の鉛直分布図。灰色が海底地形を示す。NH4 と NK1 の間の深い切れ込みが鳴門海峡。

平成 23 年 2 月の栄養塩

水温と塩分だけでは、舌状に進入した海水の性質や由来が正確にわからないので、栄養塩を確認してみました。栄養塩は紀伊水道の沖合底層域ほど高濃度で、リンが紀伊水道南部(NK5)の 60m 層付近で $0.6\sim 0.7\ \mu\text{M}$ (マイクロモル)、窒素が南部(NK3~NK5)の 30~60m 層付近で $5.0\ \mu\text{M}$ 、ケイ酸が南部(NK4~NK5)の 30~60m 層付近で最高 $19.0\ \mu\text{M}$ と北部の内海よりも高い値を示していました。これらの中で、特に、ケイ酸に着目してみましょう。ケイ酸の濃度は、親潮系水だと高い性質があり、黒潮系水ではサンゴ等の消費により低くなります。今回確認された紀伊水道の底層水は、内海水や通常の紀伊水道の水塊と比べてもかなり高い値になっていました。

親潮系水に由来

これらの結果から、今回、紀伊水道の底層にみられた栄養豊富な海水は、低水温かつ高塩分、しかも、窒素、リン、ケイ酸の栄養塩を多く含んでいるという特徴を有していたことから、親潮系水（北太平洋中層水）に由来するものと考えました。平成 23 年 1 月下旬から 2 月中旬に黒潮北縁が潮岬沖で 30 マイル以上離岸していたことから（図 3）、黒潮が接岸状態に戻る過程で黒潮北縁から紀伊水道外域の親潮系水の一部が紀伊水道へ進入したようです。今回観測された水塊が水深 300～800m にある親潮系水（窒素が 30～40 μM 程度、リンが 2～3 μM 程度）に比べて栄養塩の濃度がかなり低いことから、紀伊水道への進入の過程で中層水と混合して希釈された可能性や親潮系水よりもやや浅い水深にある水塊が進入した可能性も考えられました。

なぜワカメが繁茂したか

調査船が紀伊水道の底層に窒素が進入したことを観測した 2 月上旬以降、藻類養殖漁場環境調査によると紀伊水道の沿岸部で窒素が 1 μM から 2 μM 台に増加したことが確認できます（図 4）。同時期にまとまった降雨は観測されていないことから、陸からの栄養塩流入が無いものと考えられます。つまり、このとき、紀伊水道沿岸の藻類養殖漁場で増加した栄養塩は、紀伊水道底層に進入した親潮系水によりもたらされた可能性が大きいと考えます。この結果として、ワカメの大量繁茂に至ったようです（図 5）。

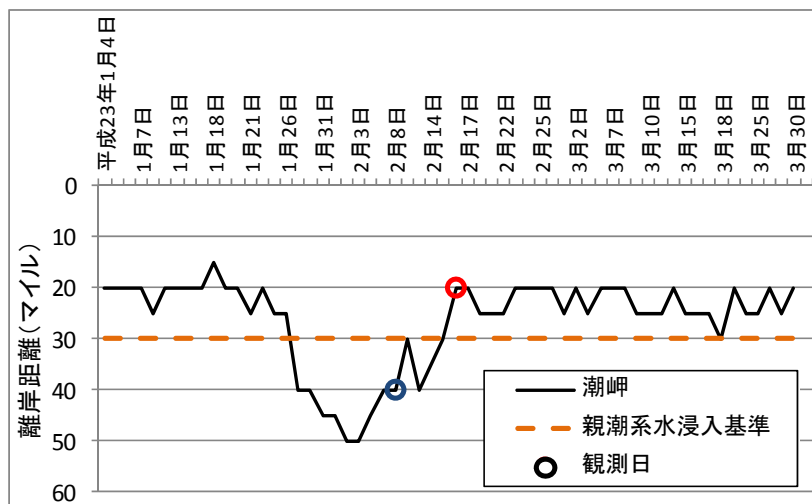


図 3. 潮岬沖における平成 23 年 1～3 月の黒潮北縁の離岸距離。青丸は NH1～4。赤丸は NK1～5 の観測日。

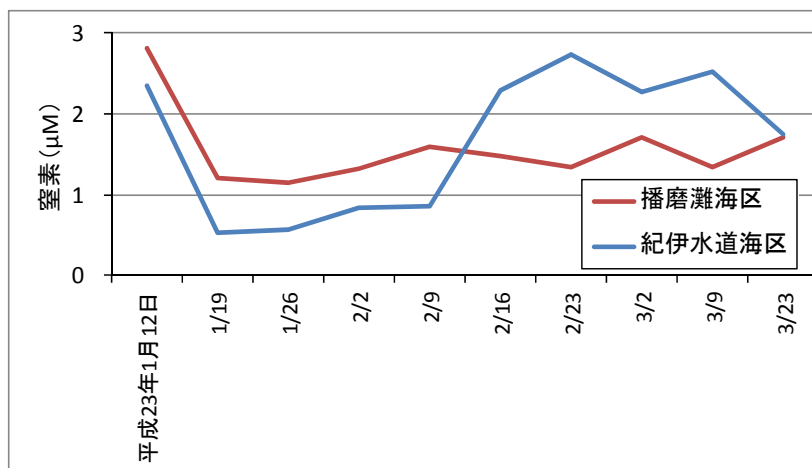


図 4. 徳島県沿岸における平成 23 年 1～3 月の窒素の変化（藻類養殖漁場環境調査）。

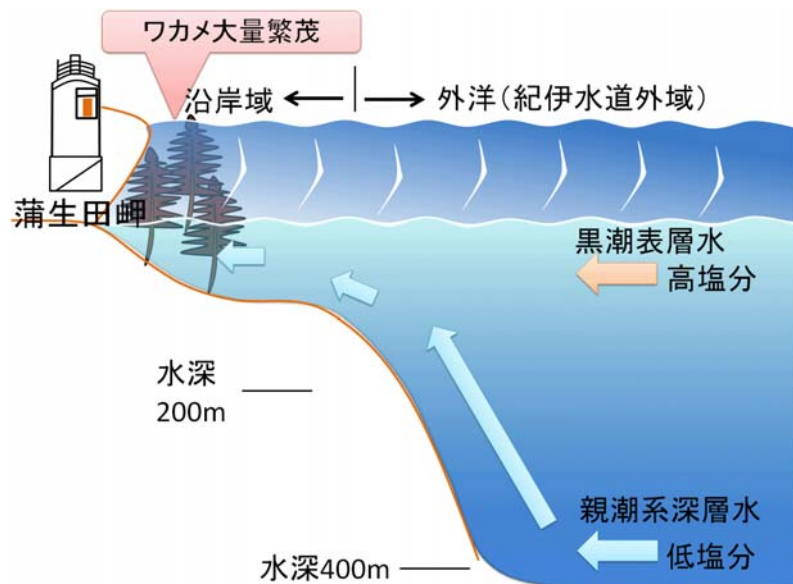


図 5. 阿南市沿岸域への親潮系水流入の模式図

まとめ

播磨灘を含む東部瀬戸内海では、「低塩分なほど高栄養塩になる」とされています(藤沢ほか,2010)。また、紀伊水道では、「冬期には熱塩フロント(紀伊水道でよく見られる水温が 2℃程度急激に変動する潮境のことです)が発達し栄養塩が外海に流出していく」と報告されています(高志ほか,2002)。しかし、今回のように、冬期に紀伊水道の深層に栄養塩の豊富な水塊が進入することが確認できました。冬期に親潮系水が進入したことは、これまでに報告が無く、紀伊水道を含む瀬戸内海東部の栄養塩の動向や基礎生産、ひいては漁業生産を考える上で貴重な知見と考えています。引き続き、紀伊水道にどの程度の頻度で親潮系水が進入しているのかモニタリングを継続したいと考えています。

参考文献

- 藤沢節茂, 宮川昌志, 藤原宗弘, 赤井紀子, 吉松定昭, 大山憲一(2011): 播磨灘南部海域における窒素・リンの動態解明と栄養塩の有効利用技術の開発. 平成 22 年度海面養殖業振興対策事業のうち 新たなノリの色落ち対策技術開発のうち「沿岸海域の栄養塩管理技術の開発委託事業」成果報告書, 37-47.
- 金田佳久(1999): 紀伊水道の夏の海洋構造, 陸棚斜面水の這い上がり現象一. 徳島水研だより 37 号, 1-2.
- 高志 利宣, 藤原 建紀, 住友 寿明, 竹内 淳一(2002): 外洋から紀伊水道への窒素・リンの輸送, 海岸工学論文集, 49, 1076-1080.