

氏 名	たかしのり 高 志 利 宣
学 位 の 種 類	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	農 博 第 1426 号
学 位 授 与 の 日 付	平 成 16 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	農 学 研 究 科 応 用 生 物 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	黒潮の流路変動に伴う瀬戸内海の栄養塩濃度の変動機構

論文調査委員 (主 査) 教 授 藤 原 建 紀 教 授 中 原 紘 之 教 授 山 下 洋

論 文 内 容 の 要 旨

窒素・リンは海洋の生物生産を支える重要な栄養物質である。しかしながら大量の窒素・リンが海域に流入すると赤潮や貧酸素化などの富栄養化問題が起きる。瀬戸内海では古くから富栄養化問題が顕在化し、陸上から流入する有機物・窒素・リンの負荷量削減が行われてきた。一方、夏季の瀬戸内海には外海からも陸上負荷量に匹敵する量の窒素・リンが流入していることが示されている。本研究では、外海起源の窒素・リンの瀬戸内海への流入過程を明らかにするために、外海水の東部瀬戸内海への進入について実測値に基づいて解析した。本論文の主な内容は以下のように要約できる。

1. 紀伊水道における栄養塩濃度および分布の季節変動・年変動

紀伊水道の栄養塩濃度および分布の季節変動および年変動を外海水進入と関連づけて調べた。紀伊水道への外海水進入は成層期（春季から秋季）に起きる。外海水の進入には黒潮の離接岸に対応した2つのモードがあり、黒潮の離岸期には、外海の有光層下にある低温・高栄養塩の海水が紀伊水道底層に流入し、下層冷水進入モードとなる。一方、黒潮接岸期には、外海表層の高温・貧栄養の海水が紀伊水道に流入し、表層暖水進入モードとなる。このとき紀伊水道は高温で貧栄養となる。

冬季には紀伊水道の全層が混合層となり、大阪湾から広がる低温・低塩分で栄養塩濃度の高い海水が紀伊水道全体を占める。外海には栄養塩濃度の低い高温・高塩分の海水があり、これは紀伊水道水と不連続面（フロント）によって隔てられており、紀伊水道内には流入しない。

2. 大阪湾への外海水の進入と栄養塩の輸送

紀伊水道に進入した外海水が、さらに瀬戸内海内部へ進入する状況を調べ、外海水が大阪湾西部にまで到達していることを明らかにした。下層冷水進入モードの年には外海起源の栄養塩が大阪湾に流入し、大阪湾西部は低温で栄養塩濃度が高くなる。一方、表層暖水進入モードの年には、高温で栄養塩濃度が低くなる。

3. Distance-Intrusion Diagramによる水温・栄養塩濃度の再現

黒潮の離岸距離を説明変数として、紀伊水道の水温、栄養塩濃度を再現するDistance-Intrusion Diagram (DID)を構築した。黒潮が最接岸（離岸距離=10 n. mile）したとき表層暖水の進入が最も強くなり、離岸距離が40 n. mileのときには下層冷水の進入が最強となる。さらに離岸距離が大きくなると下層冷水の進入は弱くなる。作成したDIDにより水温・栄養塩濃度の30年間にわたる変動を計算したところ、計算値は実測値をよく再現した。紀伊水道の水温、栄養塩濃度変動のそれぞれ70%、30%以上が黒潮の離岸距離により説明される。

4. 紀伊水道・大阪湾西部における水温・栄養塩濃度の長期変動

紀伊水道・大阪湾西部における水温・栄養塩濃度の長期変動と外海水進入の関係について調べた。黒潮の離岸距離の変動に伴う外海水進入モードの変化が、紀伊水道・大阪湾西部の水温・栄養塩の長期変動に強く影響していることが明らかになった。黒潮が強く接岸していた1970年代前半は表層暖水の進入が強く、この海域は高温で貧栄養になっていた。1980年代は下層冷水の進入が強くなる離岸距離（35-60 n. mile）が断続的に続き、この海域は低温で高栄養塩濃度となっていた。

1990年代後半になると黒潮の接岸傾向が再び強くなり、高温で貧栄養になっていた。1990年代は、1980年代に比べて栄養塩濃度が1/2以下になっている。

論文審査の結果の要旨

海洋における栄養塩濃度と水温は、海域の生物生産性や生態系を規定する重要なパラメータである。本研究は、東部瀬戸内海の30年間にわたる海況・水質データを解析することにより、黒潮離岸距離によってこの海域に流入する外海水の性質が変化し、水温・栄養塩濃度の変動が起きていることを示したものであり、評価できる主な点は以下の通りである。

1. 外海水の進入は成層期にあたる春季から秋季の間に起こる。また、黒潮の離岸距離により外海水の進入モードは変化する。黒潮が接岸傾向のときには表層暖水進入モードとなり、外海表層の貧栄養水が流入する。黒潮が離岸傾向のときには下層冷水進入モードとなり、外海の高栄養塩水が紀伊水道に流入する。一方、冬季には水温・塩分が鉛直的に一様になり、紀伊水道内は大阪湾から流出してきた海水によって占められ、外海水は流入しない。以上のように、紀伊水道の栄養塩濃度および分布の季節変動は、外海水進入によって支配されていることを明らかにした。

2. 紀伊水道へ進入した外海水は大阪湾西部にまで到達する。特に下層冷水進入モードのときには外海起源の栄養塩が大阪湾西部にまで流入する。これによって、大阪湾には陸上起源の他に、外海起源の栄養塩も流入していることが初めて示された。この結果は、大阪湾の水質を管理する上で重要な知見である。

3. 紀伊水道における水温および栄養塩濃度を再現・予測するモデルを、黒潮の離岸距離を説明変数とするモデルによって構築した。本モデルは黒潮離岸距離のみを説明変数としたモデルであるにも関わらず、紀伊水道における水温および栄養塩濃度の変動をよく再現した。本モデルにより、紀伊水道の水温・栄養塩濃度の予測が可能となった。

4. 黒潮の離岸距離の変動が、流入する外海水の性質の変化を引き起こし、これが紀伊水道・大阪湾の水温・栄養塩濃度の長期変動を起こしていることを示した。本結果は、この海域の水質変動が外海の影響によって起こされていることを示すものであり、海域の生態系の長期変動を理解し、漁場の資源管理を行うために必要な知見である。

以上のように、本論文は、東部瀬戸内海の漁場環境変動が、黒潮流路変動によって起こされていることを明らかにしたものであり、海洋環境学、水産海洋学、沿岸海洋学、水産資源学の発展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。なお、平成16年2月13日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。