

## 透明度から徳島県沿岸の海を診断する

海洋資源担当 石田鉄兵

Key word; 透明度, 海洋観測, 調査船「とくしま」, 高水温化, 徳島県, 播磨灘, 紀伊水道, 蒲生田岬, 吉野川, 那賀川, 海部沿岸, 水温, 栄養塩, 濁り

### はじめに

「海が汚れたからさかながとれない」という言葉を耳にしますが、増加傾向にある魚介類もある反面、イワシ、アジ、サバ類等、多獲性魚類を中心に総漁獲量は減少しています。今年の 5 月 30 日の徳島新聞に、海水の汚染や、海水温の変化、海岸線の開発などの影響で海が元に戻ろうとする力が弱まっていることを前徳島県漁業士会会長の太居雅敏さんが述べられていました。なぜ、漁獲量が減少したのでしょうか?本当に海の回復力は弱まっているのでしょうか?。

徳島県立農林水産総合技術支援センター 水産研究所は漁業調査船「とくしま」(80 トン, 1,200PS)を用いて 1968 年から徳島県沿岸の 49 定点で毎月 1 回継続して水温, 塩分, 透明度およびリン, 窒素などの海洋観測を行っています。

水研だより 59 号で掲載した徳島県における沿岸環境調査の継続の重要性-沿岸環境関連学会連絡協議会 第 15 回ジョイントシンポジウム「沿岸環境モニタリング, その必要性, 緊急性-関連学会からの提言に向けて」に参加して-においては、紀伊水道では水温が約 40 年前より 1.5℃, 海部沿岸では 1.0℃ 上昇していることを述べました。本論では最も簡便で一般的な海の観測方法である透明度から徳島の海を診断し、海の生産力の変化を論じてみたいと思います。



写真 1. 透明度の観測風景。

船側から直接手で半径 30cm の透明度板を海に投入し、板が見えなくなる水深を透明度とする

## 2. 透明度とは

透明度は古くから海水の清濁(きれいさの程度)を数値で示す指標として通常の海洋観測の基本的な調査項目になっています。透明度を調べるには透明度板(写真 1)といわれる直径 30cm の白色の円板を海に降ろし、実際に目で直接見て、透明度板が見えなくなる深さを透明度の値とします。

透明度板が見えなくなる深さは周囲の海水の色と区別がつかなくなる深さを意味しており、昼間であればそれほど天候等に左右されずに計ることができます。水色の青みが強いほど透明度は高くなるため、青みが強い太平洋のような外洋では透明度が高く、河川や陸水が流入する瀬戸内海のような内湾では低くなります。また、海中のプランクトン量の増減や、陸水や河川水の濁水の流入の影響により透明度は変化します(川島ほか 1999)。

言い換えれば透明度の値を知ることで魚介類の餌となる重要なプランクトン量や、海の濁りの程度を知ることができます。

## 3. 徳島県海域の透明度の変化について

徳島県海域の透明度の変化について知るために、1968 年から 2007 年までのすべての観測データを用いて定点ごとの透明度の平均値を求め、1960、1970、1980、1990 及び 2000 年代ごとの水平分布を示しました(図 1)。

この図では赤になるほど透明度は低く、青になるほど高くなっています。

すべての年代で黒潮の影響を受ける太平洋域(海部沿岸)の透明度が最も高く、ついで紀伊水道、播磨灘の順になっています。しかしながら紀伊水道の吉野川や那賀川の河口域周辺の透明度は播磨灘よりも低くなっています。これは河川や陸水から透明度の低い水が流入するためと考えられます。

1960 年代には紀伊水道の吉野川および那賀川河口域周辺を覆っていた 6m 以下透明度帯(図 1 では赤色で示す)が年代を追うごとに徐々に狭まり、2000 年代には吉野川河口域周辺のごく一部の海域にまで後退してしまいました。

また、図 1 ではオレンジ色から黄緑色で示した 7~11m の透明度帯も過去から比べると範囲が徐々に狭くなるとともに、紀伊水道外域にあった 12m 以上の透明度帯(図 1 では青色系で示す)が紀伊水道内部まで北上しています。

海部沿岸では、1960 年代は美波町阿部沖から海陽町沖の透明度は 12~14m でしたが、徐々に上昇し 2000 年代には 15m 以上の透明度帯(図 1 では藍色で示す)が接岸しています。蒲生田岬の南側でみられていた瀬戸内海から南下する内海系水と考えられる 11m の透明度帯(図 1 では黄緑色で示す)も北部まで後退しました。

年間の平均透明度を回帰式でみてみると、播磨灘は 1985 年から 2006 年までに 0.7m、紀伊水道は 1969 年から 2006 年までに 1.4m、海部沿岸は 1969 年から 2006 年までに 0.2m 上昇していました。これのことから本県沿岸部の透明度は約 40 年の間に上昇しているといえます。

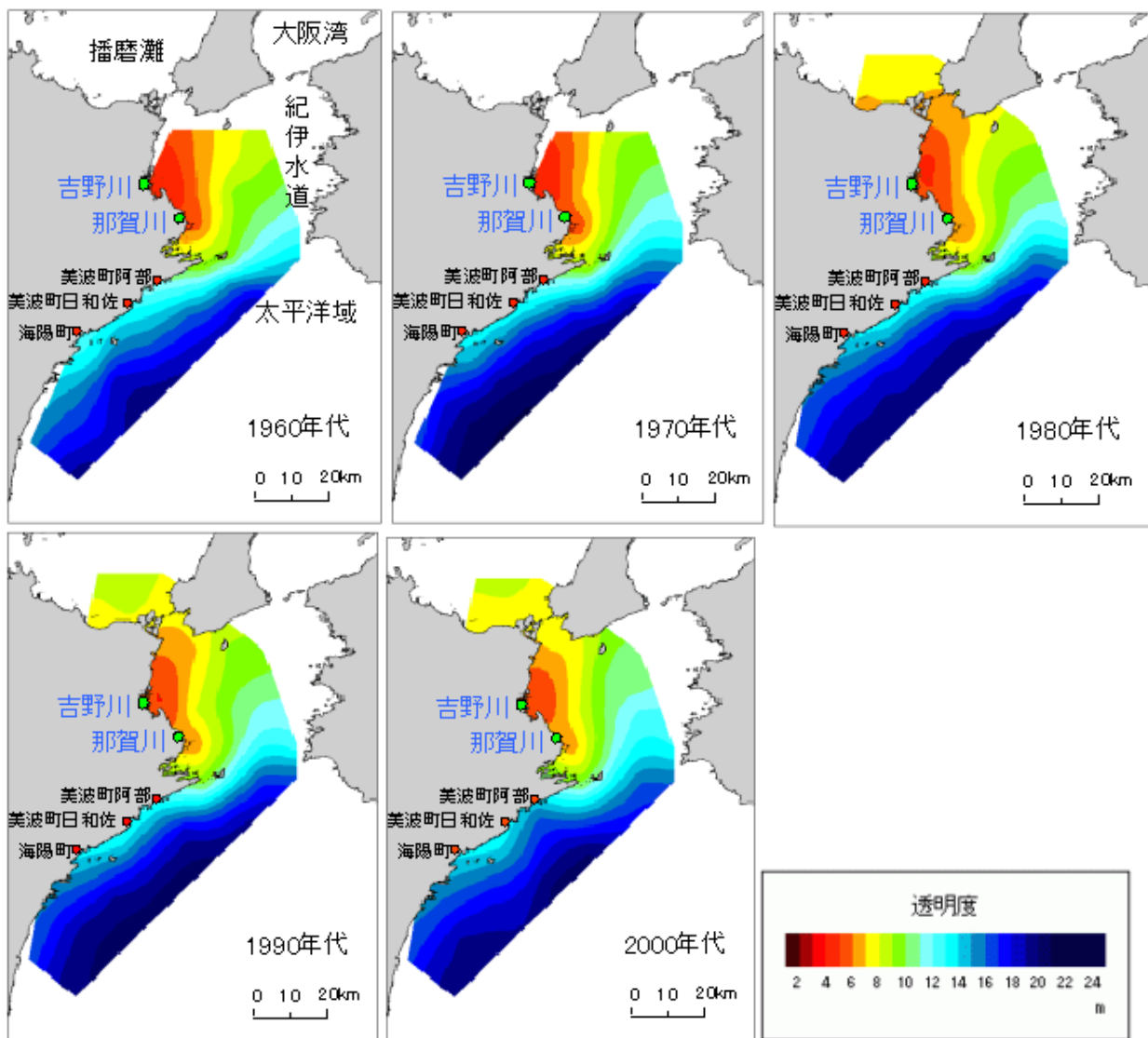


図 1. 1960 年代から 2000 年代における透明度の変化

#### 4. なぜ透明度が上昇しているのか

なぜ透明度が上昇しているのか明らかにするために水温と栄養塩の分布について調べてみました。

水温：1968 年～2007 年のすべての観測データを用いて各定点の水深 10m の水温の平均値を求め、水平図に示しました(図 2)。この図では青いほど水温が低く、赤いほど高くなっています。

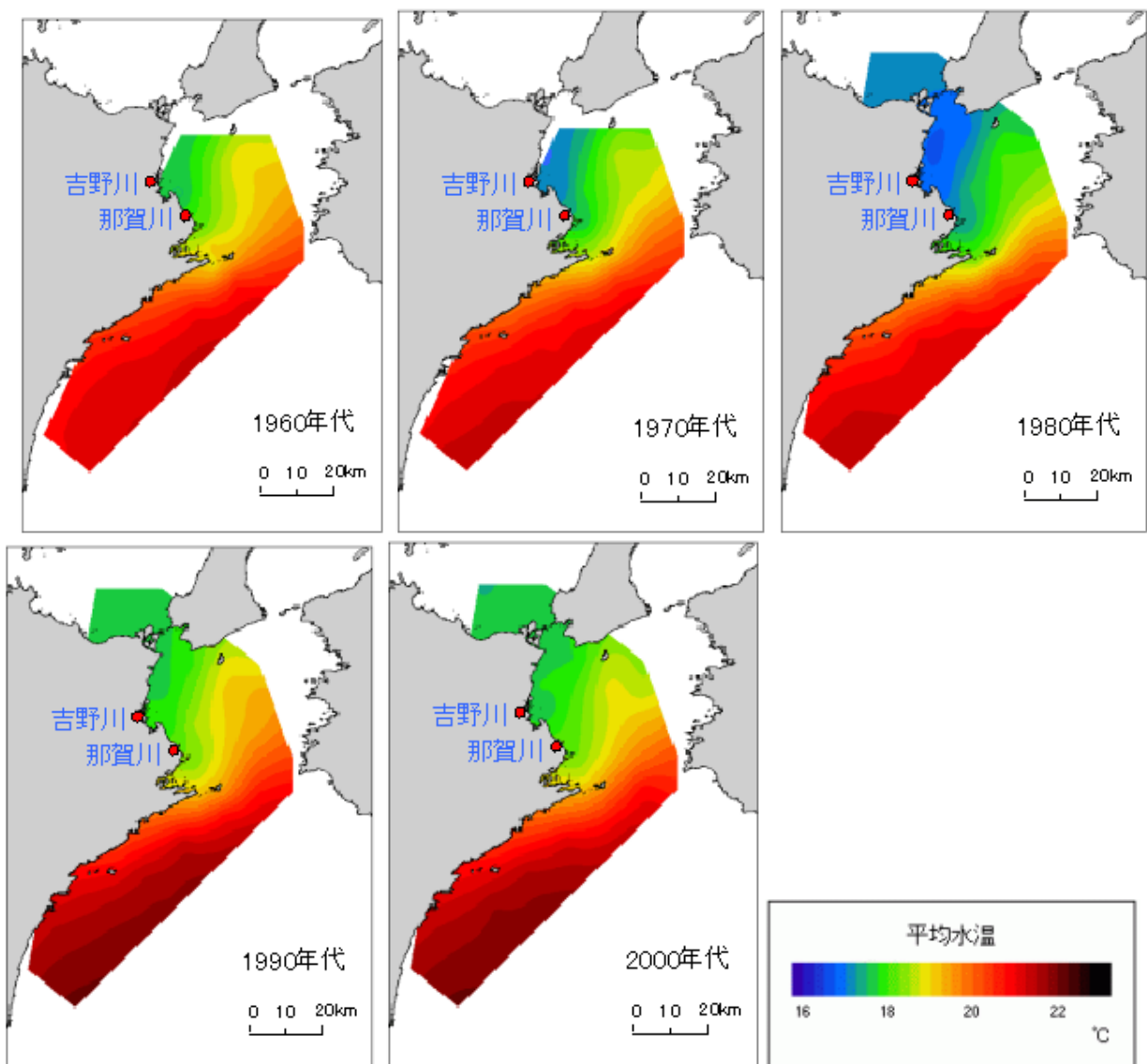


図 2. 観測開始当初からの徳島県海域の水温の年代ごとの変動  
播磨灘は観測を開始したのが 1984 年である。

1960 年代には全般的にやや高めに推移しました。1970 年代、1980 年代には吉野川河口域周辺および播磨灘では 16 度の低い水温帯(図 2 では青色で示す)がみられましたが 1990 年代、2000 年代には 18 度の水温帯(図 2 では緑色で示す)に覆われてしまいました。図 3 では赤色系で示した 20 以上の外海水の紀伊水道内部への差し込みも 1990 年代以降強くなっています。紀伊水道から蒲生田岬南部へ流出する内海系水(図 2 では黄色系で示す)も徐々に後退傾向にあります。このように水温分布については透明度とほぼ同様の傾向を呈します。

栄養塩： 栄養塩とは植物プランクトンや藻類の体を構成するために必要なリン、窒素などの塩類の総称のことです。栄養塩は陸上でいう畑の肥料のような役目を持っています(和達 1960)。

下の絵は、吉野川河口域周辺の栄養塩の流れと食物連鎖を示したものです。黄色の矢印は栄養塩の流れを示しており、山や森の木からしみ出たものや家庭や工業の処理された排水に含まれたものが吉野川や周辺河口を通して海へと流れ込みます。また、底層にたまった流木、生き物の死骸や糞などの有機物および底泥から溶け出したり、外海深部にある陸棚傾斜水(金田ほか 1998)から補給されます。このように様々な場所から補給された栄養塩が栄養源となり植物プランクトンが増殖します。その植物プランクトンを餌にして動物プランクトンが増殖し、動物プランクトンを餌にして小魚が増え、小魚を餌にする魚食性の魚が集まるという食物連鎖を形成します(図 3)。海



の回復力が豊かであるということは、絶え間なく栄養塩が補給され、植物プランクトン 動物プランクトン 小魚 大きな魚という食物連鎖が円滑に行われていることです。

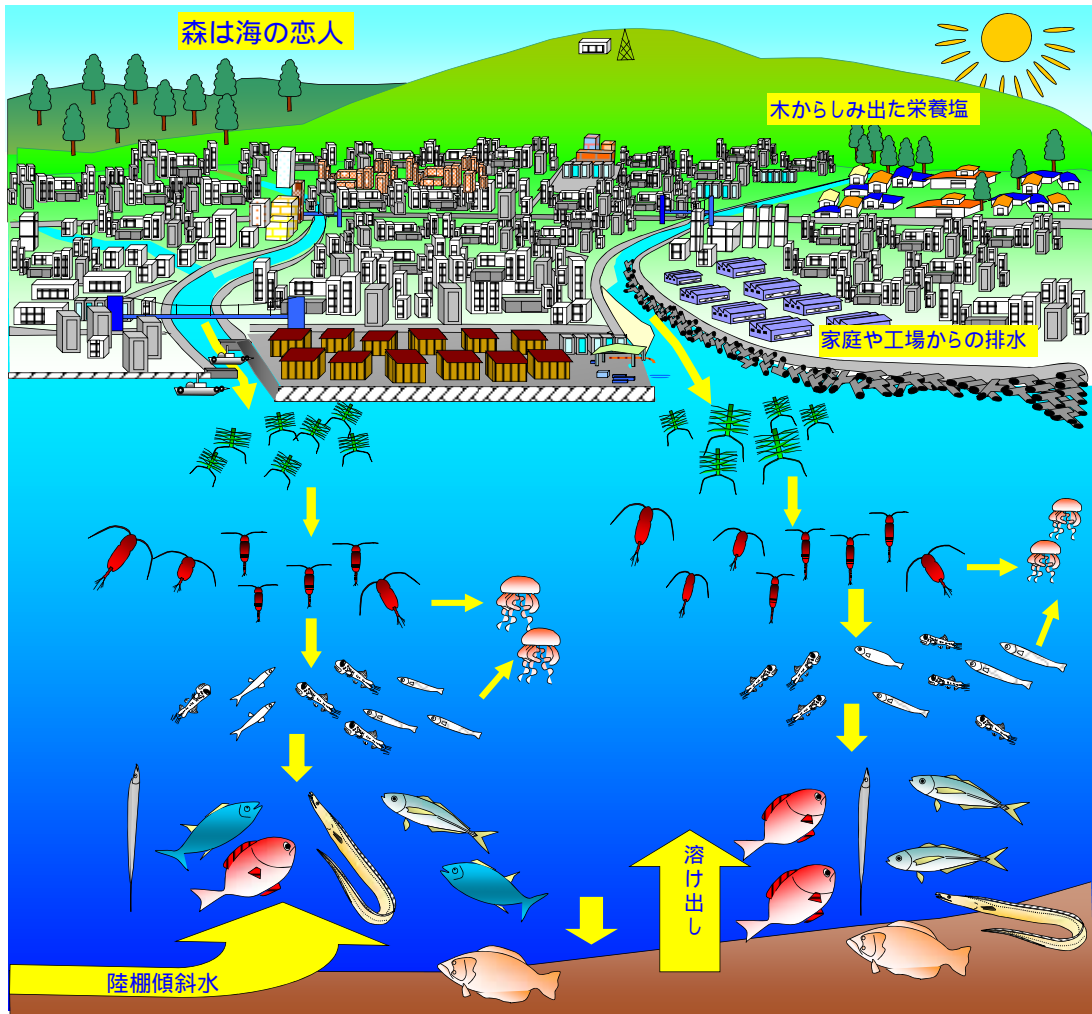
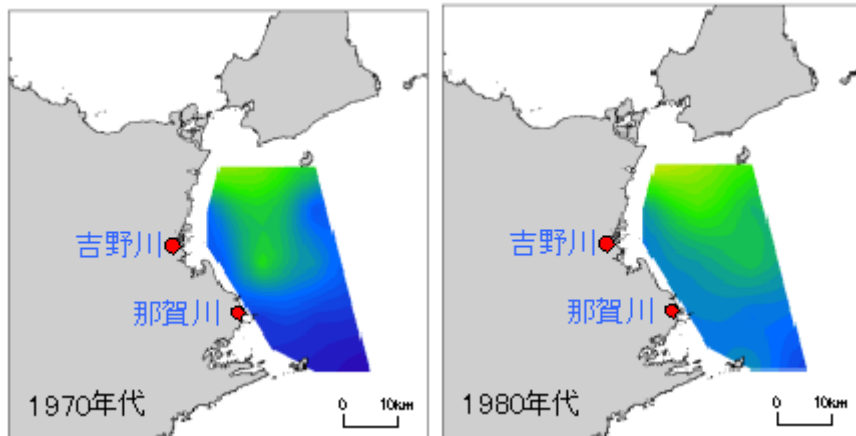


図 3. 吉野川河口域周辺の栄養塩の流れ

72 年から 2007 年における紀伊水道の表層の窒素とリンの分布について調べました(図 4 および図 5)。

どちらの図も青いほど濃度が低く、赤いほど高い値を示します。はじめにリンの変化について示します。



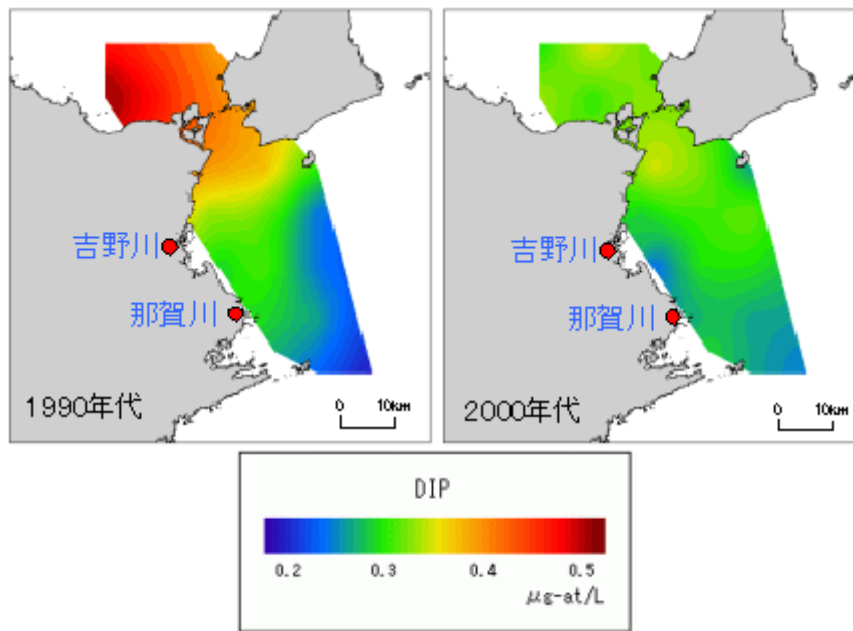
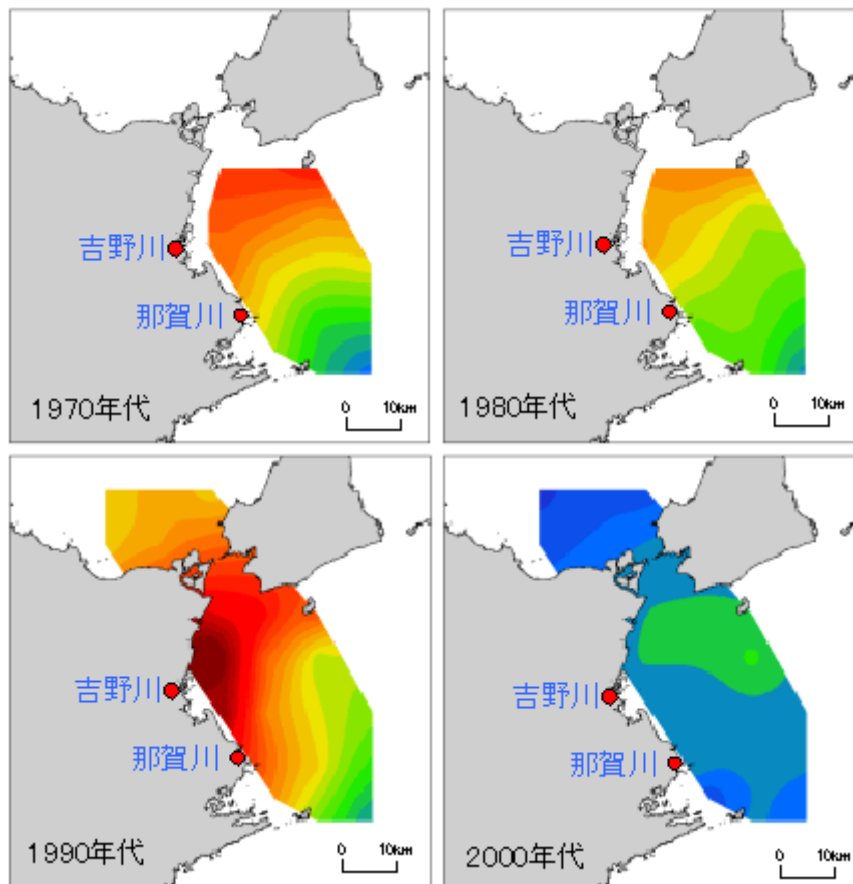


図 4. 観測開始当初からの徳島県海域のリンの年代ごとの変動

1970年代と1980年代はほとんど変化がありません。1990年代は播磨灘から吉野川河口域周辺までの沿岸部で非常に高くなっています。2000年代は全般的に高くなっています。次に窒素の変化について示します(図5)。



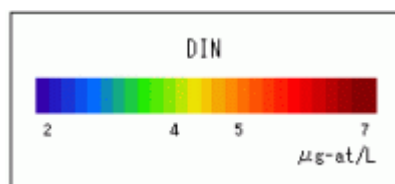


図 5. 観測開始当初からの徳島県海域の窒素の年代ごとの変動

1970年代と1980年代はリンと同様、紀伊水道北部ほど高く南部ほど低くなっています。1990年代は吉野川河口域周辺で著しく値が高くなっています。2000年代には過去にないほど全海域で窒素の濃度が低下しています。

リン、窒素ともに1990年代が著しく高い値を示したことは一致していますがその他の年代では必ずしも両者の傾向は一致していませんでした。リンについては陸上からの栄養塩の流入を削減した瀬戸内環境保全特別措置法および工場や事業者からの排水や地下水への浸透を規制した水質汚濁防止法に基づき1979, 1985, 1990および1996年に削減指導, 2001年に総量規制と計5回も削減されたにもかかわらず上昇傾向にあります。特に1990年代の著しく高い値については専門家の間では、底層および外海深部にある、著しく栄養塩の濃度が高い陸棚斜面水からの補給によりもたらされたと考えられています。陸棚傾斜水については水研だより(現在の水研だより)37号(紀伊水道の夏の海洋構造 - 陸棚斜面水の這い上がり現象 - )に詳しく説明されています。

窒素については1990年代については吉野川河口域を中心に著しく高い値を示しています。これはリン同様に外海深部からの陸棚傾斜水の窒素が紀伊水道内に補給されたことや吉野川などからの陸水の流入が要因として考えられます。しかし、2000年代には過去に類をみないほど極端に減少しています。1996年および2001年に瀬戸内環境保全特別措置法による削減に加え陸棚斜面水や河川からの流入が著しく少ないことによると考えられます。

水温と透明度の推移はよく似ていましたが、窒素およびリンの栄養塩については必ずしも透明度と一致しないことがわかりました。しかしながら2000年代の窒素が著しく減少していることについては、透明度の上昇傾向と対応しているといえます。

## 5. まとめ

以上のことから、高水温化による水温上昇および透明度の高い外海系水の差し込みの増加により年代を追うごとに透明度が上昇していると考えられます。また、降水量や河川からの栄養塩の流入量の低下も透明度を上昇させる可能性があると考えられます。2000年代には外海および底層からの栄養塩、特に窒素の補給が少なく、河川からの栄養塩の流入が著しく少ないため、著しく高温かつ貧栄養状態に陥っていると考えられます。冬に必ずと言っていいほど新聞やニュースで取り上げられるノリの色落ち問題についても、主要な漁場である吉野川河口域で河川からの栄養塩が低下していることが原因としてあげられ、近年発生頻度が高くなっています。ノリの色落ち問題については水研だより53号(ノリ・ワカメ養殖漁場の栄養塩)に詳しく説明されています。また、藻場の減少、アワビ類の漁獲量の減少についても瀬戸内海からの冷たい栄養豊かな海水が太平洋域の海部沿岸に流入しなくなったことが要因の一つとして考えられます。

これらのことから冒頭に述べた、「徳島県の海の回復力は弱まっているのか?」という問いには、残念ながら「現在の海の回復力は弱まっている。」と答えざるを得ません。

多くの水産関係者から「海が汚れたからさかながとれない」という言葉をよく耳にします。海の汚れについては今回の透明度や栄養塩だけでなく、重金属、環境ホルモンおよび微量物質等、さらには沿岸部の埋め立てによる影響などについて詳しく分析する必要があります。いずれにしても、透明度や栄養塩から見る限り「海は汚れた」ということはなく、むしろ、沿岸部の局所的な汚れを除いて沿岸域全体として美しくなりすぎているから海の回復力が落ちているとも考えることができるでしょう。

全国の多くの漁業者は、「海は森の恋人」という考えから、海の生産力を回復させるため、適度に栄養分のある水をじわじわと海に流すため川の上流に広葉樹を植える試みを行っています。このような取り組みが河口周辺域の海のパ生産力を回復し、再び豊かな漁場を取り戻すきっかけになることを願います。

#### 参考資料

金田佳久, 上田幸男; 紀伊水道の平均的海洋構造と陸棚斜面水の這い上がり減少. 第4回瀬戸内海資源海洋研究会報告, 1998, 15-20.

徳島新聞; 移動編集局 阿南をつむぐ. 2007. 5. 30.

川島利兵衛, 田中昌一, 塚原 博, 野村 稔, 隆島史夫, 豊水正道, 浅田陽治 編; 改訂版 新水産ハンドブック. 講談社サイエンティフィック, 1999, 198-199.

和達清夫; 海洋の辞典. 東京堂, 1960, 35