

ノート

鹿児島湾の水質変動に関する調査研究

田 島 義 徳 瀬 戸 加 奈 子 吉 留 雅 仁
池之平 剛

要 旨

鹿児島湾のCOD環境基準の適合率悪化の要因及び現状水質の特性について解析を行ったところ、以下の知見が得られた。

(1) COD環境基準の適合率悪化の要因

1998年度以降の鹿児島湾のCOD環境基準の適合率悪化の要因は、湾内の内部生産COD濃度上昇が影響していると考えられた。また外海のCOD濃度上昇が影響を及ぼしている可能性があると考えられた。

(2) 現状水質の特性

鹿児島湾の環境基準点ごとのCOD濃度と全窒素、全りん濃度は相関があり、全窒素、全りん濃度が高い地点ほどCOD濃度が高くなっていた。

また、内部生産COD濃度の割合は、COD濃度が比較的高い湾奥、鹿児島市沖で約40～49%を占めており、内部生産COD濃度は全窒素、全りん濃度と相関があり、全窒素、全りん濃度が高い地点ほど高くなっていた。

さらに、COD濃度は春季から夏季にかけてプランクトンの増殖による影響を受けて高くなっていた。

キーワード：鹿児島湾，COD，全窒素，全りん，内部生産COD， Δ COD法，プランクトンの増殖

1 はじめに

鹿児島湾は、南北80km東西20kmの細長く入り込んだ内湾であり、最深部は水深237mに達する閉鎖性の高い海域である。1970年代半ばに既に初期汚染の段階にあるという専門家の指摘を受け、県は鹿児島湾水質環境管理計画（通称：鹿児島湾ブルー計画）を1979年5月に策定し、以来これまで三次にわたる改訂を行っている。この計画の中で水質汚濁の代表的指標であるCODや窒素、りんについて水質保全目標を設定し、各種水質保全対策を講じてきたが、1998年度以降、CODの環境基準に適合していない環境基準点が増加している状況となっている。

本報告は、2005～2009年度に実施した本調査研究結果^{1)～7)}、1989～2008年度の本県の公共用水域常時監視調査結果等をもとに、鹿児島湾のCOD環境基準の適合率悪化の要因の解析及び現状水質の特性の解析を行い、その

結果を取りまとめたものである。

2 調査方法

2. 1 調査地点

調査地点は、環境基準の水域類型が海域A類型に指定されている鹿児島湾（1）（以下、鹿児島湾という。）の環境基準点（以下、基準点という。）1～16を対象とした。また、外海の影響を調べるために湾口部の監視点へを対象とした。調査地点の位置を図1に示す。

2. 2 解析データ

2. 2. 1 鹿児島湾及び流入河川の水質データ

1989～2008年度の鹿児島県公共用水域及び地下水の水質測定結果⁸⁾並びに2005～2009年度に実施した鹿児島湾水質の変動に関する研究のデータを用いた。流入河川の水質調査地点を図1及び表1に示す。

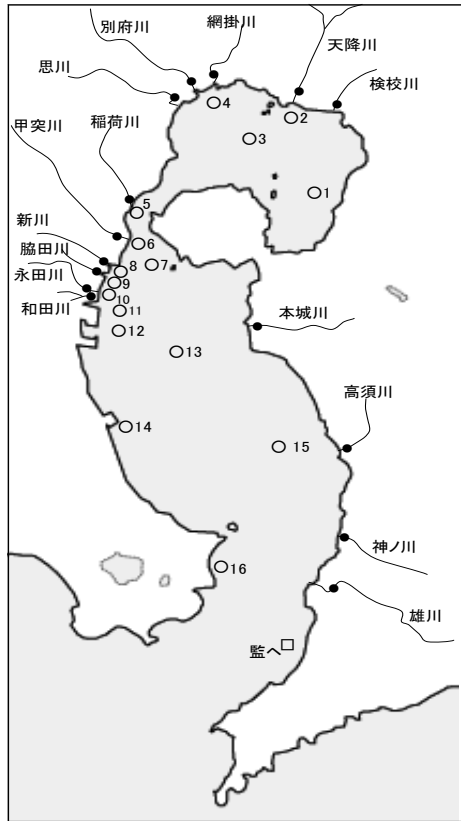


図1 調査地点

2. 2. 2 太平洋沿岸各県のCODデータ

外海の影響を検討するため、1989～2008年度の鹿児島県、宮崎県、高知県、徳島県、和歌山県、静岡県及び神奈川県が公表した太平洋沿岸海域の環境基準点における水質測定結果^{8)～14)}を用いた。解析に用いた太平洋沿岸各県の水質調査地点を表2に示す。

2. 3 内部生産CODの算出

内部生産の影響について検討するため、 Δ COD法¹⁵⁾を用いて、内部生産COD (Δ COD) 濃度を次のとおり算出した。

Δ CODの推定法として最も簡単な方法は、水域で測定した全CODから予測した外部負荷CODを差し引く方法であり、次式で示される。

$$\Delta \text{COD} = \text{全COD (実測)} - \text{外部負荷COD (予測)} \quad \dots\dots\textcircled{1}$$

①式で外部負荷COD (予測) を年間のCOD最小濃度 (COD_{min}) とする方法を Δ COD法という。すなわち、①式は次式で示される。

$$\Delta \text{COD} = \text{COD (実測)} - \text{COD}_{\text{min}} \text{ (年間の最小濃度)} \quad \dots\dots\textcircled{2}$$

一般にCODは夏季に高く冬季に低い季節変動を示すので、冬季には基礎生産はなく全てのCODは外部負荷

表1 鹿児島湾流入河川の水質調査地点

河川	水質調査地点	河川	水質調査地点
和田川	潮見橋	思川	青木水流橋
永田川	新永田橋	別府川	岩淵橋
脇田川	脇田井堰*1	網掛川	田中橋
	南田橋*2	天降川	新川橋
新川	鶴ヶ崎第二橋	檢校川	檢校橋
甲突川	松方橋	本城川	中洲橋
稲荷川	黒葛原橋	高須川	高須橋
		神ノ川	神ノ川橋
		雄川	雄川橋

*1 2006年度以前

*2 2007年度以後

表2 太平洋沿岸各県の水質調査地点

県名*	水域又は海域名	水質調査地点
鹿児島県 (7地点)	大隅半島東部海域 (4)	基準点6, 基準点8, 基準点9, 基準点10, 基準点11
	薩摩半島南部海域	基準点3
	奄美大島本島海域	基準点1
宮崎県 (7地点)	日豊海岸国定公園地先海域	北浦湾No1, 熊野江港沖
	北浦湾	北浦湾No3
	延岡湾	沖田川河口東3000m
	尾末湾	飛島北2000m
高知県 (15地点)	串間地先海域	トセンバエ沖南1km, 一里崎沖南2km
	室戸阿南海岸国定公園水域	三津地先St-1
	須崎湾水域	St-4
	中土佐地先海域	St-1, St-3, St-4, St-5
	足摺宇和海国立公園水域	St-2, St-3, St-4
徳島県 (3地点)	足摺海中公園水域	St-3, St-4, St-5
	宿毛湾水域	St-2, St-3, St-4
和歌山県 (2地点)	県南沿岸海域	St-1, St-2, St-3
	日高海域	日高海域St-3
静岡県 (21地点)	三輪崎地先海域 (その他の海域)	三輪崎海域St-3
	伊豆沿岸海域	神奈川県境沖, 網代漁港沖
	奥駿河湾海域	由比川沖, 美保・大瀬崎中間点 (I・B・P), A水域田子の浦地先 (1), A水域田子の浦地先 (2), A水域田子の浦地先 (3), 田子の浦沖, 原町沖, 志下沖, 狩野川河口沖
	西駿河湾海域	久能沖, 高松沖, 石部沖, 栢山川沖, 勝間田川沖
神奈川県 (7地点)	遠州灘海域	新野川沖, 菊川沖, 太田川沖, 馬込川沖, 愛知県境沖
	相模湾 (2)	城ヶ島沖, 小網代湾, 由比ヶ浜沖, 大磯沖, 湾央, 根川沖府, 吉浜沖

* 県名の欄の () 内は解析に用いた水質調査地点数

CODで構成されているという仮定をおいている。

実際には冬季にも基礎生産は行われており、COD_{min}を示す冬季のCODは年度によって変動があるので、COD_{min}の変動影響をできるだけ小さくして解析するため、各年度のCODの最小濃度の3年間移動平均をCOD_{min}として検討を行うこととした。また、実測のCODとしてCOD年平均値を用いて次式で解析を行った。

$$\Delta \text{COD} = \text{COD} (\text{年平均値}) - \text{COD}_{\text{min}} (\text{年間最小濃度の3年間移動平均}) \quad \dots\dots ③$$

2. 4 プランクトン沈殿量の測定

プランクトンの採取は、プランクトンネットを水深20mから引き上げて行った。プランクトンネットには網目0.335mm、口径45cmのもの(手法A)と、網目0.1mm、口径22.5cmのもの(手法B)の2種類を用いた。一般的に手法Aでは主に動物プランクトンが、手法Bでは植物プランクトンと動物プランクトンの両方が採取されると考えられている。採取したプランクトンをメスシリンダーに移し、沈殿量から海水に含まれるプランクトンの量(以下、プランクトン沈殿量という。)を求めた。

3 結果及び考察

3. 1 鹿児島湾の水質の状況

3. 1. 1 環境基準の適合状況

鹿児島湾における16基準点の環境基準の適合状況を図2に、20年間のCOD環境基準適合回数を図3に示す。

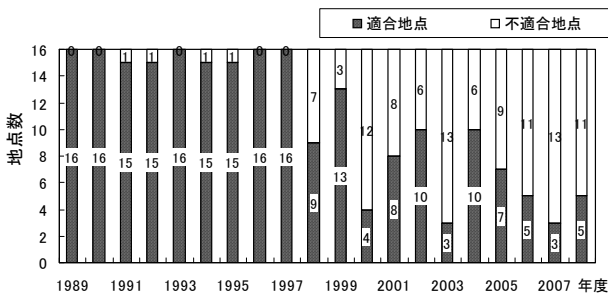


図2 鹿児島湾における16基準点の環境基準適合状況

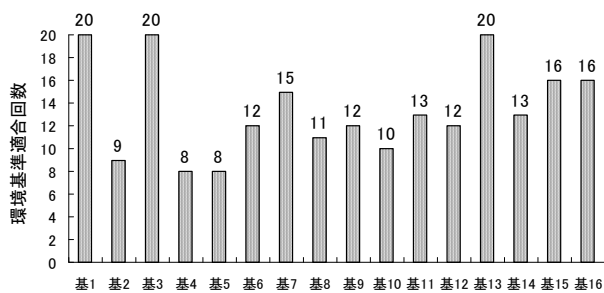


図3 16基準点の20年間(1989~2008年度)の環境基準適合回数

CODの環境基準(海域A類型: 2mg/L以下)の適合状況をみると、1997年度まではほぼ全地点において適合していたが、1998年度以降、不適合地点数が増加し、2008年度では適合率は31%となっている。20年間の適合回数をみると、基準点2, 4~12までの湾奥、鹿児島市沖では、湾央・指宿沖に比べ適合回数が少なくなっている。

なお、基準点1, 3及び13では3層以上の層採水を行っており、COD濃度が比較的低い底層部の結果を含む全層平均値で評価を行っているため、過去20年全てで環境基準に適合している。

3. 1. 2 COD濃度の年平均値の推移

COD濃度の年平均値の推移を湾奥、鹿児島市沖北部、鹿児島市沖南部及び湾央・指宿沖に区分して図4に示す。

湾奥(基準点1~4)については、1997年度までは基準点1, 3では1.0mg/L前後、基準点2, 4では1.5mg/L前後で推移しているが、1998年度以降上昇しており、特に基準点2, 4では2.0mg/Lを超えて推移している。

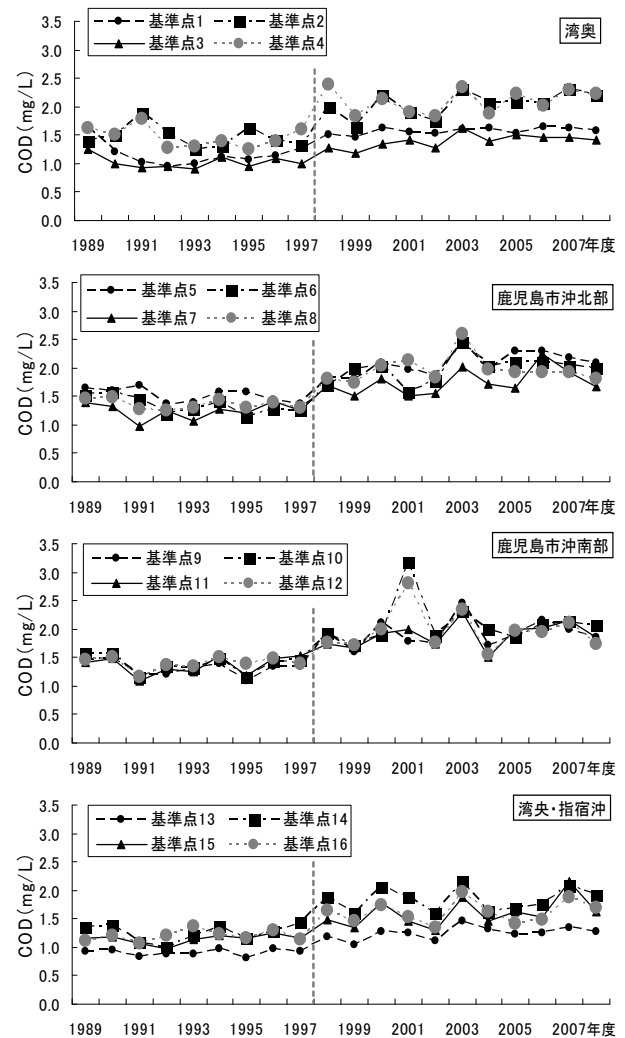


図4 COD濃度の年平均値の推移

鹿児島市沖北部（基準点5～8）については、1997年度までは全基準点で約1.5mg/Lで推移しているが、1998年度以降上昇しており、2.0mg/L前後で推移している。

鹿児島市沖南部（基準点9～12）については、1997年度までは全基準点で約1.5mg/Lで推移しているが、1998年度以降上昇しており、約2.0mg/Lで推移している。

湾央・指宿沖（基準点13～16）については、1997年度までは全基準点で1.5mg/L未満で推移しているが、1998年度以降上昇しており、1.0～2.0mg/Lで推移している。

3. 1. 3 全窒素濃度の年平均値の推移

全窒素濃度の年平均値の推移を湾奥、鹿児島市沖北部、鹿児島市沖南部及び湾央・指宿沖に区分して図5に示す。

湾奥については、基準点2以外は概ね横ばいで約0.2 mg/Lで推移している。基準点2は他の地点と異なり、濃度レベルが高く0.5mg/L付近を中心に大きく変動している

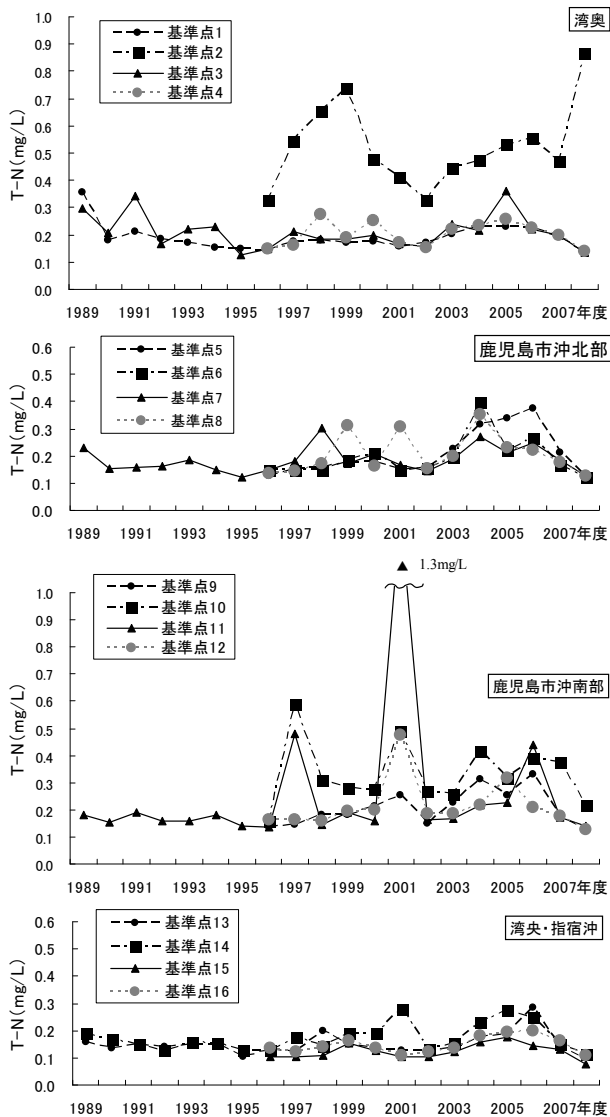


図5 全窒素濃度の年平均値の推移

る。

鹿児島市沖北部については、概ね横ばいで約0.2mg/Lで推移しているが、年度によっては赤潮の影響と考えられる濃度上昇がみられる地点がある。

鹿児島市沖南部については、基準点9、12では約0.2 mg/Lで、基準点10、11では約0.3mg/Lで推移しており、年度によっては赤潮の影響と考えられる濃度上昇が観測されている。

湾央・指宿沖については、全地点において概ね約0.2 mg/Lを下回って横ばいで推移している。特に、湾口に近い基準点15、16では年度によるばらつきが小さく0.2 mg/L以下で推移している。

3. 1. 4 全りん濃度の年平均値の推移

全りん濃度の年平均値の推移を湾奥、鹿児島市沖北部、鹿児島市沖南部及び湾央・指宿沖に区分して図6に示す。

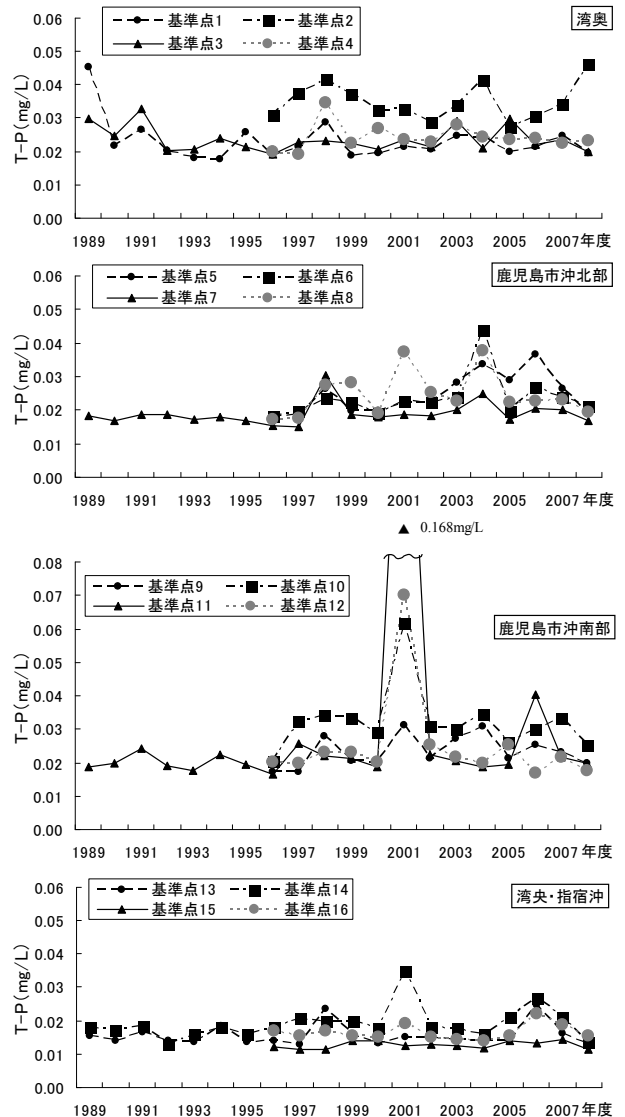


図6 全りん濃度の年平均値の推移

湾奥については、基準点2以外では0.02mg/Lを少し上
 回って概ね横ばいで推移している。基準点2では濃度レ
 ベルが高く0.035mg/L付近を中心に変動している。

鹿児島市沖北部については、0.02~0.025mg/Lで概ね
 横ばいで推移しているが、年度によって赤潮の影響と考
 えられる濃度上昇がみられる。

鹿児島市沖南部については、基準点9, 12では約0.025
 mg/Lで、基準点10, 11では約0.035mg/Lで推移しており、
 年度によっては赤潮の影響と考えられる濃度上昇が観測
 されている。

湾央・指宿沖については、全地点において概ね0.02
 mg/L未満で横ばいで推移している。特に、湾口に近い
 基準点15, 16では年度によるばらつきが小さく約0.015
 mg/Lで推移している。

3. 2 鹿児島湾のCOD環境基準の適合率悪化の要因

閉鎖性海域の有機性汚濁の原因は、河川等から流入す
 る有機物のほかに、窒素、りん等の栄養塩を利用した植
 物プランクトンの増殖（内部生産COD）に由来するも
 のなどがある。

そこで、鹿児島湾流域のCOD、窒素及びりんの排出
 汚濁負荷量と鹿児島湾流入河川の水質の推移を調べると
 ともに、鹿児島湾の内部生産CODの変化及び外海が鹿
 児島湾の水質に及ぼす影響について解析した。

3. 2. 1 COD、窒素及びりんの排出汚濁負荷量

鹿児島湾におけるCOD、窒素及びりんの排出汚濁負
 荷量の推移を図7に示す。

CODの排出汚濁負荷量は、1980年度から1989年度に
 かけて、増加傾向にあったが、以後は減少傾向にあり、
 1997年度から2007年度にかけては横ばいとなっている。

窒素の排出汚濁負荷量は、1984年度以後、横ばいで推
 移する期間があるが、やや増加傾向で推移している。

りんの排出汚濁負荷量は、1980年度から1984年度にか
 けて減少傾向を示していたが、1989年度以後は増加傾向
 にある。

3. 2. 2 流入河川の水質

鹿児島湾流入河川（表1）のBOD濃度の年平均値の推
 移を図8に、全窒素濃度の年平均値の推移を図9に、全り
 ん濃度の年平均値の推移を図10に示す。

BOD濃度については、鹿児島市内河川では、長期的
 には緩やかな低下傾向を示している。湾奥流入河川のう
 ち、思川では他の河川に比べ年度による変動があるが、
 概ね横ばいで推移している。網掛川、検校川、別府川及

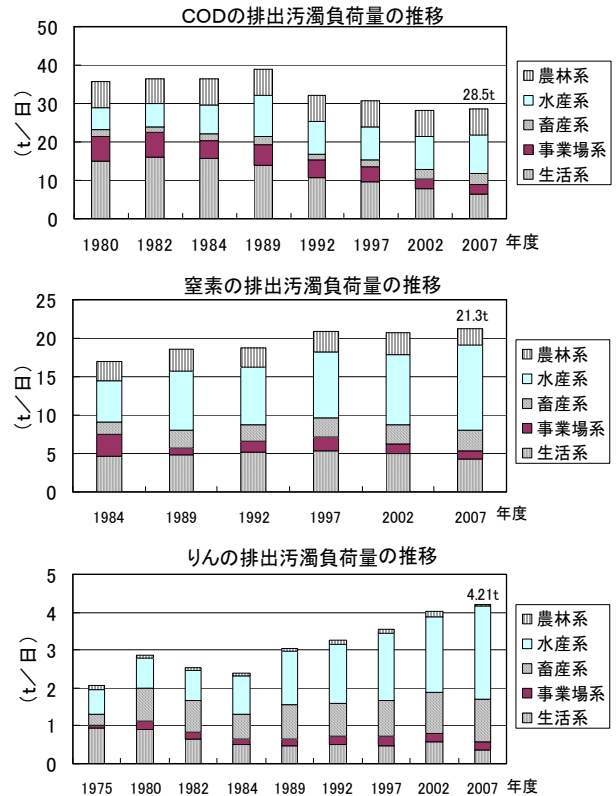


図7 鹿児島湾におけるCOD、窒素及びりんの排出汚濁負荷量の推移

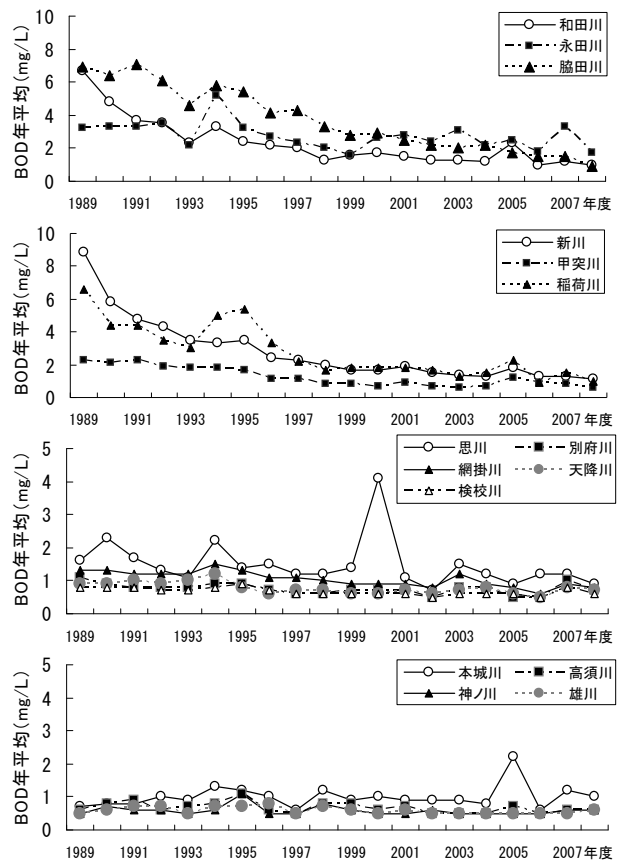


図8 鹿児島湾流入河川のBOD濃度の年平均値の推移

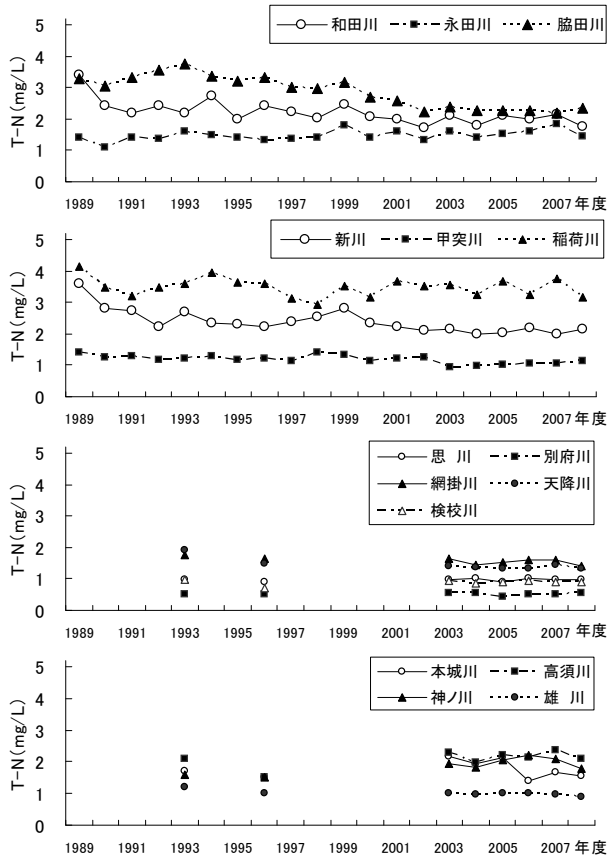


図9 鹿児島湾流入河川の全窒素濃度の年平均値の推移

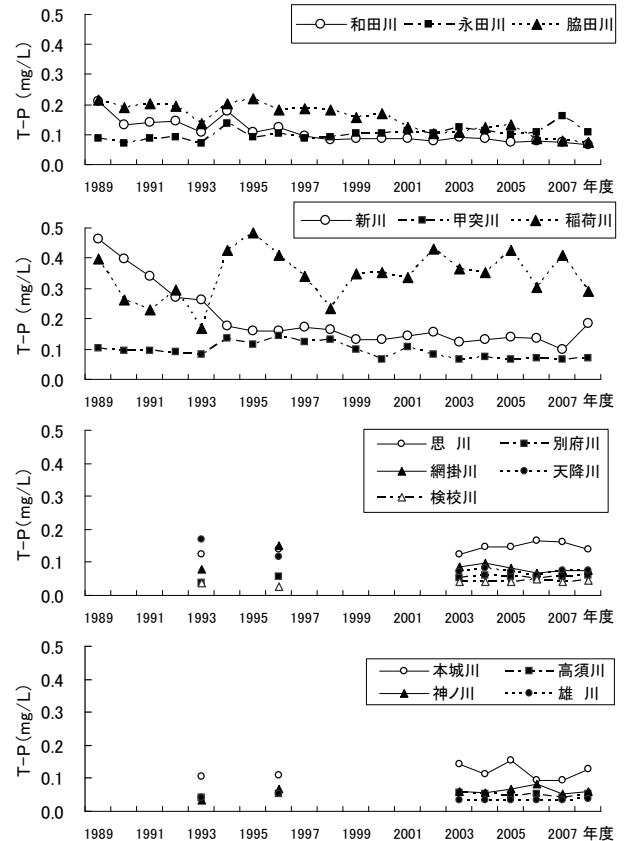


図10 鹿児島湾流入河川の全りん濃度の年平均値の推移

び天降川では、以前は低下傾向にあったが、近年は1mg/L前後で横ばいで推移している。湾央・湾口の流入河川のうち、本城川では年度によって変動があるが、長期的には横ばいである。他の河川では概ね横ばいで推移している。

流入河川のBOD濃度が低下傾向又は横ばいで推移していることから、河川からの流入負荷が近年の鹿児島湾のCOD濃度上昇の要因である可能性は低いと考えられる。

全窒素濃度については、鹿児島市内河川では低下傾向を示していたが、最近では横ばいで推移している。湾奥及び湾央・湾口の流入河川では、2003年度からの継続調査で調査期間は短い、概ね横ばいで推移している。

全りん濃度については、鹿児島市内河川のうち和田川、脇田川、新川及び甲突川では低下傾向、永田川では横ばい、稲荷川では比較的高い濃度で推移している。湾奥及び湾央・湾口の流入河川では、全窒素と同じく2003年度からの継続調査で調査期間は短い、概ね横ばいで推移している。

3. 2. 3 内部生産の影響

鹿児島湾の16基準点の平均COD濃度と2.3節の③式で

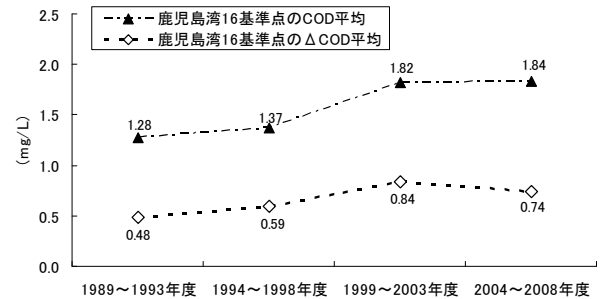


図11 鹿児島湾16基準点のCOD及びΔCOD濃度5年間平均値の推移

表3 海域別のΔCOD濃度の5年間平均値

(単位: mg/L)

期間(年度)	湾奥	鹿児島市沖北部	鹿児島市沖南部	湾央・指宿沖
1989~1993	0.63	0.45	0.49	0.35
1994~1998	0.66	0.57	0.61	0.54
1999~2003	0.83	0.93	0.97	0.61
2004~2008	0.82	0.82	0.75	0.55
2004~2008と1989~1993の差	0.19	0.37	0.26	0.20

算出した平均ΔCOD濃度について、5年間平均値の推移を図11に示す。ΔCOD濃度は、1989～1993年度に比べると2004～2008年度では0.26mg/L上昇している。COD濃度は、1989～1993年度に比べると2004～2008年度では0.56mg/L上昇しており、近年の鹿児島湾のCOD濃度上昇に内部生産CODが影響していると考えられる。

海域別の内部生産の状況を検討するため、海域別のΔCOD濃度の5年間平均値を湾奥、鹿児島市沖北部、鹿児島市沖南部及び湾央・指宿沖に区分して表3に示す。1998年度以前は、湾奥>鹿児島市沖>湾央・指宿沖の順になっており、湾奥部に行くにしたがって内部生産が高い傾向を示していたが、1999年度以後は鹿児島市沖のΔCOD濃度は湾奥と同程度となっている。また、2004～2008年度と1989～1993年度の差をみると、いずれの海域も内部生産が増加しているが、鹿児島市沖における増加幅が顕著である。

3. 2. 4 外海の影響

中央環境審議会の第6次水質総量規制の在り方について(答申)¹⁶⁾によると、「黒潮の流路に近接する我が国の太平洋沿岸域のCOD濃度は、近年上昇傾向にあることが認められた。」とされており、外海のCOD濃度上昇は、水質総量規制の対象となる指定水域(閉鎖性海域)のCOD濃度に影響を与えていると考えられている。

外海のCOD濃度の指標として、黒潮の流路に近接する鹿児島県から神奈川県までの太平洋沿岸の環境基準点のうち、閉鎖性海域、港湾及び漁港等の陸域の影響を受けやすいと考えられる環境基準点を除外した62地点(表2)の平均COD濃度を整理した。その結果と併せて鹿児島湾の16基準点の平均COD濃度及び監視点へのCOD濃度の推移を図12に示す。

外海のCOD濃度は、1995年頃から上昇が始まり、2000年頃からは概ね横ばいで推移している。また、鹿児島湾の16基準点の平均COD濃度、及び外海に近い鹿児島湾の湾口部の監視点へのCOD濃度の年平均値も同様な傾

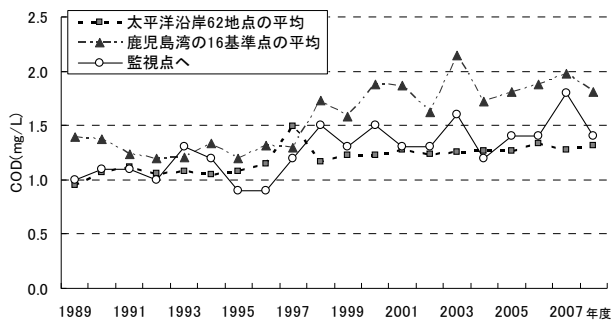


図12 外海及び鹿児島湾内のCOD濃度の推移

向を示しており、外海のCOD濃度の上昇が鹿児島湾内のCOD濃度に影響を及ぼしている可能性があると考えられる。

3. 3 鹿児島湾の現状水質の特性

鹿児島湾の現状水質の特性の解析を行うため、基準点におけるCOD濃度、全窒素、全りん濃度及び内部生産COD濃度の関係について検討した。

また、鹿児島湾におけるプランクトン沈殿量とCOD濃度との関連、窒素、りんの状態の季節変動について検討した。

3. 3. 1 特異点の検討

鹿児島湾の16基準点の塩化物イオン濃度を図13に、全窒素濃度と全りん濃度の相関を図14に示す。

16基準点の塩化物イオン濃度を比較すると、基準点2以外の地点では概ね $18.0 \times 10^3 \text{mg/L}$ であるが、基準点2では $12.5 \times 10^3 \text{mg/L}$ であり他の地点に比べ明らかに低く、天降川の河川水の影響を受けていると考えられる。

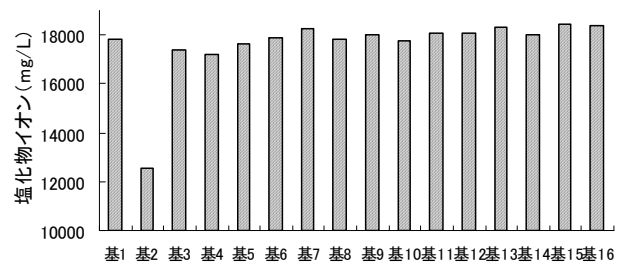


図13 塩化物イオン濃度 (1989～2008年度の平均値)

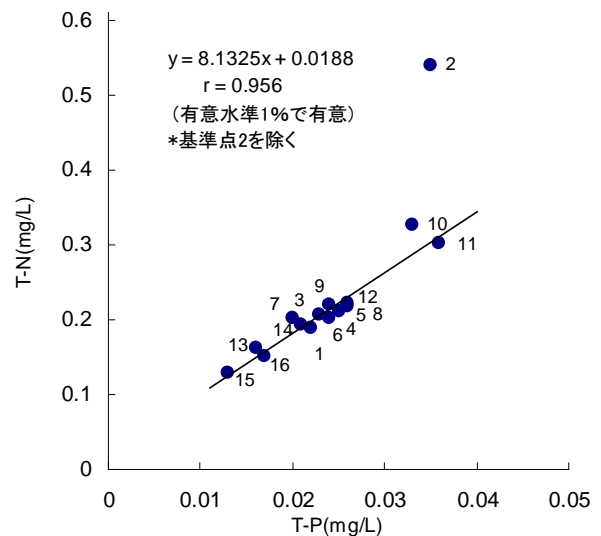


図14 全窒素濃度と全りん濃度 (1998～2008年度の平均値)

また、全窒素、全りん濃度の比 (T-N/T-P) を比較すると、図14から基準点2以外の地点では約8であるが、基準点2では約15であり他の地点と明らかに異なっており、天降川の河川水の影響を受けていると考えられる。

これらの検討の結果、基準点2は天降川の河川水の影響を受けている特異点と考えられることから、以下の解析においては除外した。

3. 3. 2 COD濃度と全窒素、全りん濃度

基準点別の表層のCOD濃度と全窒素、全りん濃度の相関を図15、図16に示す。

表層のCOD濃度と全窒素、全りん濃度は、有意な正の相関が認められ、全窒素、全りん濃度が高い地点ほど表層のCOD濃度は高くなる傾向にある。

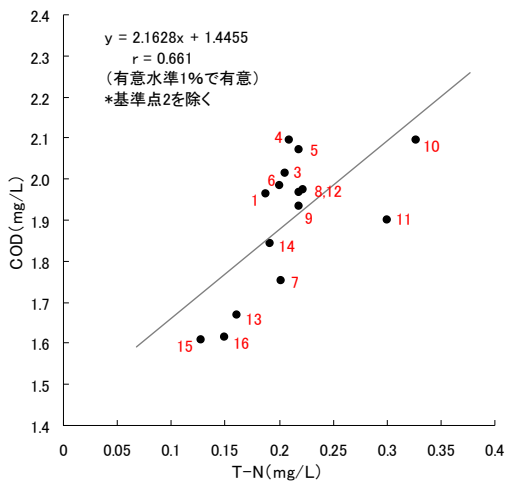


図15 表層のCOD濃度と全窒素濃度 (1998~2008年度の平均値)

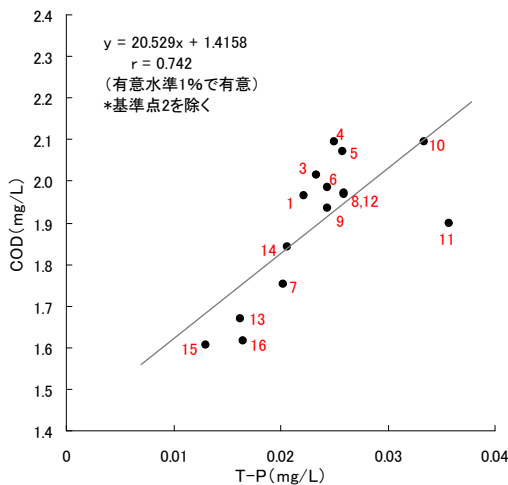


図16 表層のCOD濃度と全りん濃度 (1998~2008年度の平均値)

3. 3. 3 COD濃度とΔCOD濃度

基準点別の表層のCOD濃度と表層のCOD濃度に占める内部生産COD濃度 (ΔCOD濃度) の割合を図17に示す。

表層のCOD濃度に占める内部生産COD濃度の割合は、湾奥では約41~48%、鹿児島市沖北部では約42~49%、鹿児島市沖南部では約40~45%、湾央・指宿沖では約30~38%となっており、湾奥、鹿児島市沖の割合が高くなっている。東京湾等の閉鎖性海域における内部生産CODは、海域の全CODの約40~60%を占めている^{16)~20)}といわれており、鹿児島湾の内部生産CODの割合は、これと同程度か低い値である。

また、内部生産COD濃度の占める割合が高い地点ほど表層のCOD濃度が高くなる傾向が窺える。

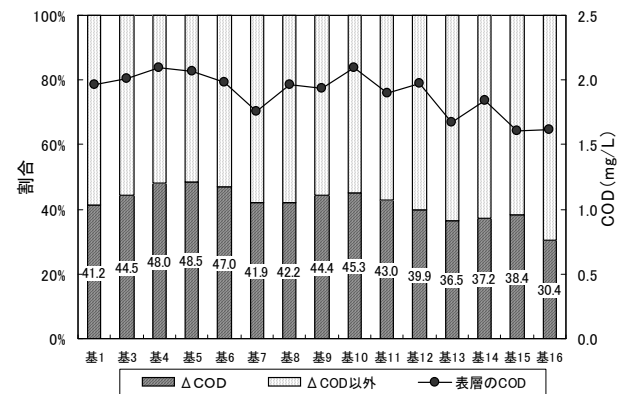


図17 表層のCOD濃度とΔCOD濃度の割合 (1998~2008年度の平均値)

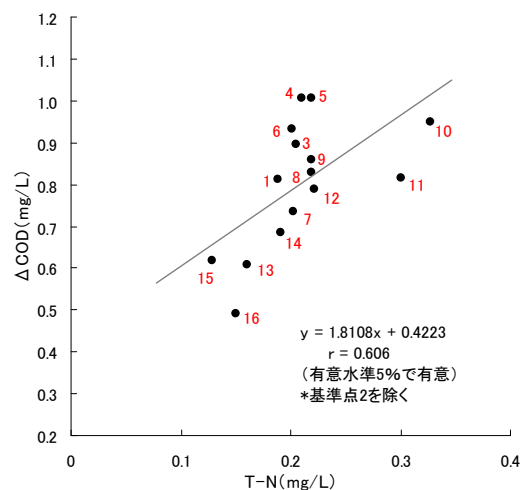


図18 表層のΔCOD濃度と全窒素濃度 (1998~2008年度の平均値)

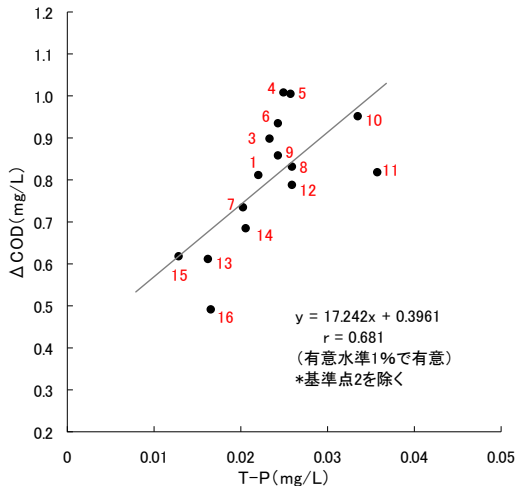


図19 表層のΔCOD濃度と全りん濃度 (1998~2008年度の平均値)

3. 3. 4 ΔCOD濃度と全窒素, 全りん濃度

基準点別の表層のΔCOD濃度と全窒素, 全りん濃度の相関を図18, 19に示す。

表層のΔCOD濃度と全窒素, 全りん濃度は, 有意な正の相関がみられ, 全窒素, 全りんの濃度が高い地点ほど, ΔCOD濃度は高くなる傾向にある。

3. 3. 5 COD濃度とプランクトン増殖

(1) COD濃度の月別変動

基準点3, 13における採水層別のCOD濃度の月別変動を図20に示す。

2地点とも0.5m層では暖候期にCOD濃度が最大となり, 寒候期に最低となる一山型の季節変動を示している。20m層においてもその傾向が窺える。水深がさらに深くなるほど2地点とも季節変動はみられなくなり, 最深水層(基準点3では130m層, 基準点13では200m層)では, COD濃度は1年を通じてほぼ一定で推移している。暖候期には植物プランクトンの増殖による内部生産により表層のCOD濃度が上昇していると考えられ, 水深の深い層では日光が届かず, 日光を利用した植物プランクトンの増殖がほとんどないため, COD濃度の季節変動がみられないと考えられる。

(2) プランクトン沈殿量とCOD濃度

2005年5月~2008年3月に調査したプランクトン沈殿量とCOD濃度の推移を図21に示す。いずれの調査地点においても, 春季から夏季にかけてプランクトンが増殖する傾向があることがわかる。また, COD濃度は5~9月の夏季に上昇し冬季に低くなる変動を示し, 概ねプラン

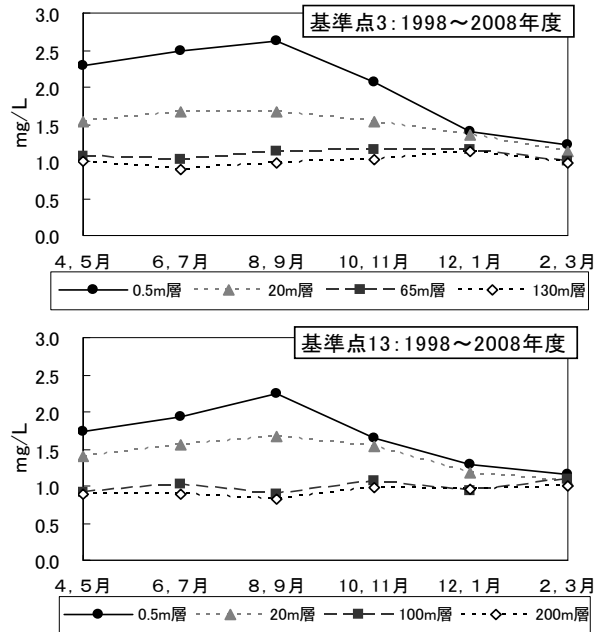


図20 水深別COD濃度の月別変動 (1998~2008年度の平均値)

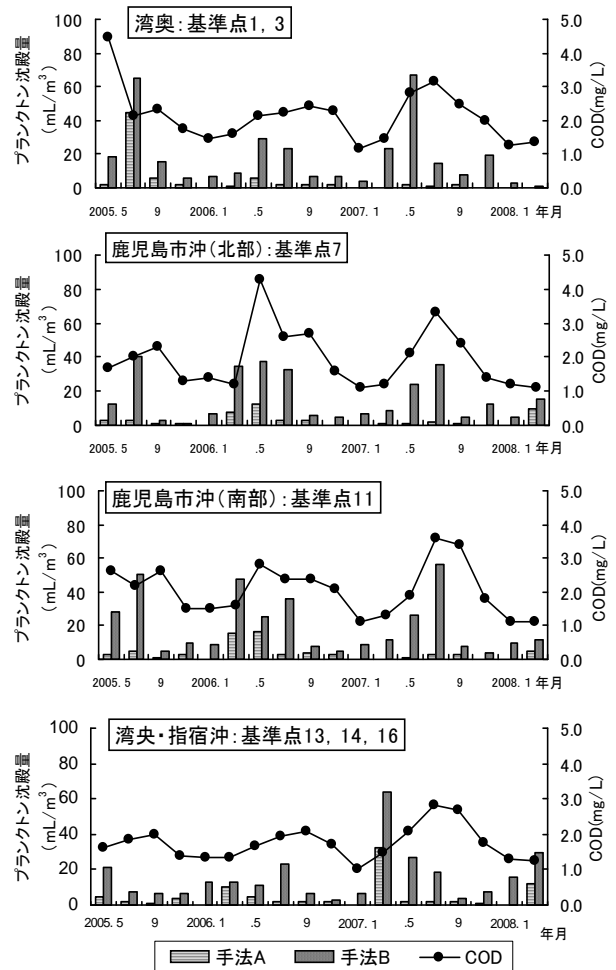


図21 プランクトン沈殿量とCOD濃度の推移

クトン沈殿量と類似した変動を示している。

(3) 窒素, りんの形態の季節変動

2007年3月～2009年3月に基準点3, 7, 11及び13において調査した表層の形態別の窒素, りんの推移を図22, 23に示す。

窒素は, 各地点とも冬季に栄養塩である各溶存無機態窒素 (NH₄-N, NO₃-N, NO₂-N) の濃度が増加し, 夏季には減少している。特にNO₃-Nの濃度変動が顕著であった。溶存態窒素 (D-N) の主要な形態は, 冬季では溶存無機態窒素 (DIN) で, 夏季では溶存有機態窒素 (DON) であった。

りんは, 各地点とも冬季に溶存無機態りん (DIP) の濃度が増加し, 夏季には減少している。溶存有機態りん (DOP) は一年を通してあまり濃度変動はみられなかった。

夏季に溶存無機態の窒素・りんが減少するのは, 夏季

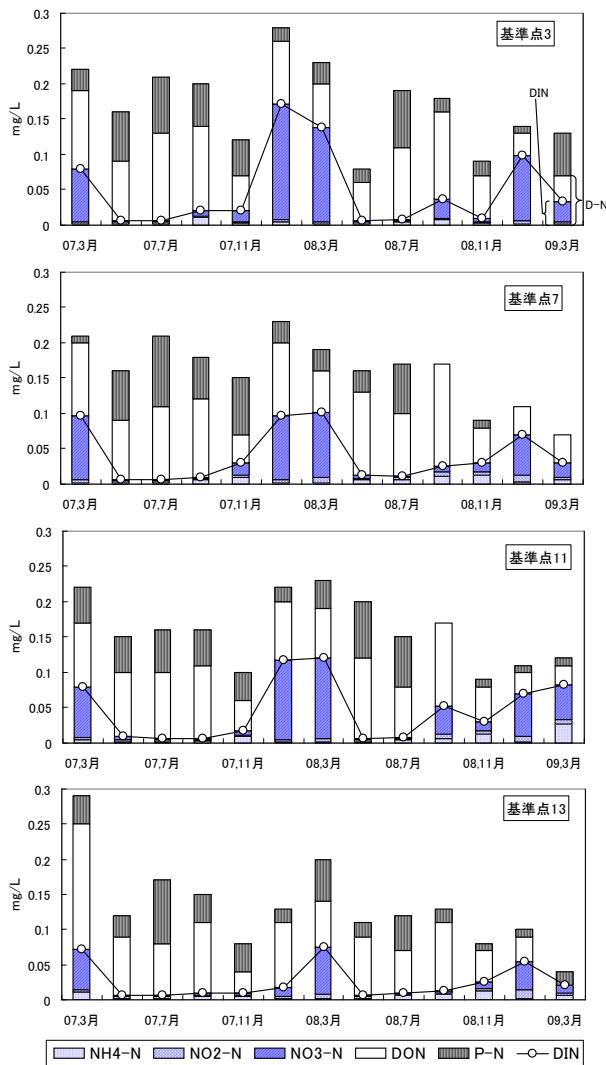


図22 表層の窒素の形態の推移

にプランクトン増殖が大きくなることから, プランクトンの増殖によって溶存無機態の窒素・りんがプランクトンに取り込まれることが原因と推察される。

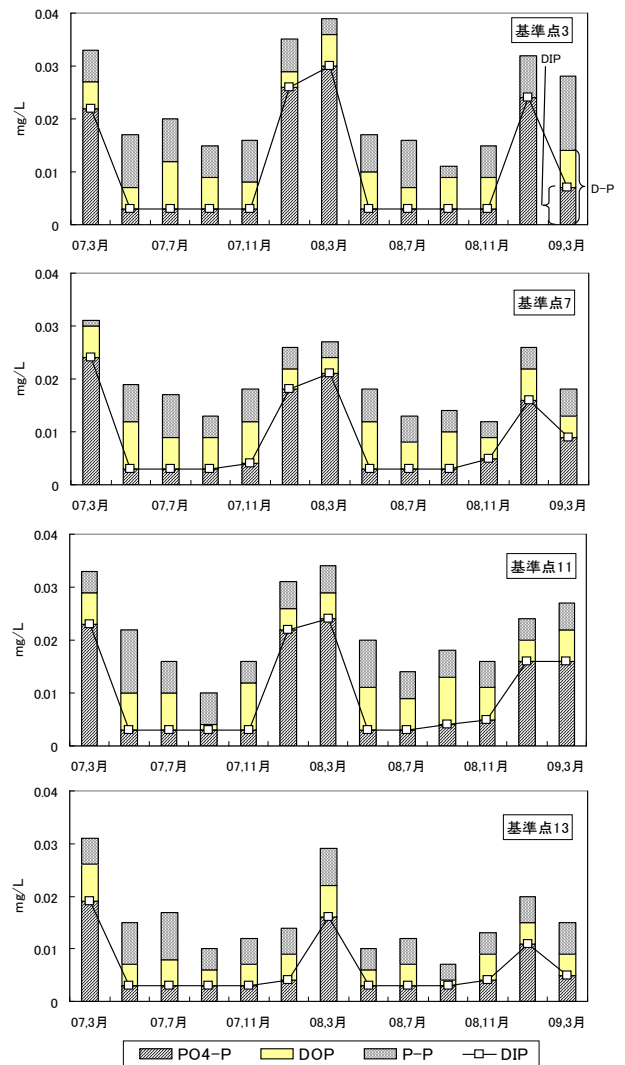


図23 表層のりんの形態の推移

4 まとめ

鹿児島湾のCOD環境基準の適合率悪化の要因及び現状水質の特性について解析を行ったところ, 以下の知見が得られた。

1) COD環境基準の適合率悪化の要因

1998年度以降の鹿児島湾のCOD環境基準の適合率悪化の要因は, 湾内の内部生産COD濃度上昇が影響していると考えられた。また外海のCOD濃度上昇が影響を及ぼしている可能性があると考えられた。

2) 現状水質の特性

鹿児島湾の環境基準点ごとのCOD濃度と全窒素, 全りん濃度は相関があり, 全窒素, 全りん濃度が高い地点ほどCOD濃度が高くなっていた。

また、内部生産COD濃度の割合は、COD濃度が比較的高い湾奥、鹿児島市沖で約40～49%を占めており、内部生産COD濃度は全窒素、全りん濃度と相関があり、全窒素、全りん濃度が高い地点ほど高くなっていた。

さらに、COD濃度は春季から夏季にかけてプランクトンの増殖による影響を受けて高くなっていた。

これらのことから、鹿児島湾のCOD環境基準の適合率を改善するためには、COD濃度が比較的高く環境基準適合率の悪い湾奥、鹿児島市沖の海域の内部生産COD濃度を低減させるため、これらの海域の全窒素、全りん濃度の低減を図る必要がある。

参考文献

- 1) 荒川浩亮, 末吉恵子, 他; 鹿児島湾の水質変動に関する調査研究 (第I報), 本誌, 7, 49～56 (2006)
- 2) 實成隆志, 末吉恵子, 他; 鹿児島湾の水質変動に関する調査研究 (第II報), 本誌, 8, 58～62 (2007)
- 3) 末吉恵子, 實成隆志, 他; 鹿児島湾の水質変動に関する調査研究 (第III報), 本誌, 8, 63～69 (2007)
- 4) 吉留雅仁, 實成隆志, 他; 鹿児島湾の水質変動に関する調査研究 (第IV報), 本誌, 8, 70～75 (2007)
- 5) 末吉恵子, 吉留雅仁, 他; 鹿児島湾の水質変動に関する調査研究 (第V報), 本誌, 9, 41～46 (2008)
- 6) 吉留雅仁, 末吉恵子, 他; 鹿児島湾の水質変動に関する調査研究 (第VI報), 本誌, 9, 60～65 (2008)
- 7) 吉留雅仁, 末吉恵子, 他; 鹿児島湾の水質変動に関する調査研究 (第VII報), 本誌, 10, 41～47 (2009)
- 8) 鹿児島県; 平成元～20年度公共用水域及び地下水の水質測定結果
- 9) 宮崎県; 平成元～20年度大気・水質 (公共用水域及び地下水) 測定結果
- 10) 高知県; 平成元～20年度公共用水域の水質測定結果
- 11) 徳島県; 平成元～20年度公共用水域及び地下水の水質の状況についての測定結果
- 12) 和歌山県; 平成元～20年度わかやまの水質測定結果
- 13) 静岡県; 平成元～20年度公共用水域及び地下水の水質測定結果
- 14) 神奈川県; 平成元～20年度公共用水域及び地下水の水質測定結果
- 15) 中西弘; 海域の富栄養化の機構と予測, 環境管理, 30, 276～281 (1994)
- 16) 中央環境審議会; 第6次水質総量規制の在り方について (答申), 2005年5月
- 17) 竹下俊二; 閉鎖性海域における水界生態系機構の解明及び保全に関する研究, 国立環境研究所ニュース, 11 (4), 3～4 (1992)
- 18) 竹下俊二; 内湾海域の水質汚濁, 化学工学, 56 (1), 82 (1992)
- 19) 浮田正夫, 山原康嗣, 中西弘; 大阪湾における流入負荷量の推移と内部生産, 沿岸海洋研究ノート, 29 (1), 51～59 (1991)
- 20) 岡田光正; 海域の窒素, リンに関する環境基準について, 沿岸海洋研究, 37 (2), 53～58 (2000)

Studies on the Water Quality Variations of Kagoshima Bay

Yoshinori TASHIMA, Kanako SETO, Masahito YOSHIDOME
Takeshi IKENOHIRA

(Kagoshima Prefectural Institute for Environmental Research and Public Health)
18, Jonan-cho, Kagoshima-shi, 892-0835, JAPAN

Abstract

We analyzed about the factors of exceeding the environmental quality standard for chemical oxygen demand (COD) and the characteristics of current water quality of the Kagoshima bay. The summary of results is shown below.

(1) Factors of exceeding the environmental quality standard for COD

It would appear that the factors of exceeding the environmental quality standard for COD of the Kagoshima bay after FY1998 is involved COD concentration having risen in response to the autochthonous production COD having increased, and the influence of COD concentration rising of open ocean water.

(2) Characteristics of current water quality

The COD cocentration of the Kagoshima bay significantly correlate with total nitrogen concentration, and with total phosphorus concentration, and the COD concentration of the point, where total nitrogen and total phosphorus concentration are higher, is higher.

In addition, the ratio of the autochthonous production COD concentration have occupied approximately 40-49% at the innermost area of the bay and the Kagoshima city offing area, where COD concentration is comparatively high.

Moreover autochthonous production COD concentration significantly correlate with total nitrogen concentration, and with total phosphorus concentration, and the autochthonous production COD concentration of the point, where total nitrogen and total phosphorus concentration are higher, is higher.

Furthermore, the COD concentration have been high in response to the influence by growth of plankton from the spring to the summer.

Key Words : Kagoshima Bay, COD, total nitrogen, total phosphorus, autochthonous production, Δ COD method, growth of plankton