

大阪湾の水質等の長期的な変化傾向（試算結果その2）

大阪府環境総合計画の複数年サイクルの点検評価が行われた環境総合計画部会において、「COD、T-N、T-Pに関するデータの有意差についての詳細な検討が必要。」「大阪湾の底層DO等の環境濃度については、中長期的な変動で評価すべき。」との指摘があったことを踏まえ、大阪湾の水質の長期的な変化傾向について定量的に把握するために試みに検定を行い、その結果を前回水質部会（平成27年1月）において報告した。

今回は、前回水質部会での指摘を受け、対象データの追加、見直しを行うとともに、底層窒素と表層窒素、表層CODとの関係について考察を行った。

1 対象項目等

(1) 対象項目

- ・表層及び底層：COD、窒素（全窒素（T-N）、溶存性無機態窒素（DIN））、りん（全りん（T-P）、溶存性無機態りん（DIP））及び水温
- （ 溶存性無機態窒素（DIN）の濃度は、硝酸態窒素（NO₃-N）、亜硝酸態窒素（NO₂-N）及びアンモニア態窒素（NH₄-N）の濃度の総和とした。
溶存性無機態りん（DIP）の濃度は、りん酸態りん（PO₄-P）の濃度とした。）
- ・底層：DO
- ・表層：植物プランクトン数及びクロロフィルa

(2) 対象期間

大阪府の公共用水域の水質測定データが得られている期間で、

- ・表層COD：1972（昭和47）～2013（平成25）年度
- ・底層COD：1981（昭和56）～2013（平成25）年度
- ・表層窒素、りん：1976（昭和51）～2013（平成25）年度
（DINは1986（昭和61）～1993（平成5）年度を除く。）
- ・底層窒素、りん：1981（昭和56）～2013（平成25）年度
（DINは1986（昭和61）～1993（平成5）年度、DIPは2002（平成14）～2005（平成17）年度を除く。）
- ・表層水温：1972（昭和47）～2013（平成25）年度
- ・底層水温：1981（昭和56）～2013（平成25）年度
- ・底層DO：1981（昭和56）～2013（平成25）年度
- ・表層植物プランクトン数：1972（昭和47）～2013（平成25）年度（1974（昭和49）年度を除く。）
- ・表層クロロフィルa：1984（昭和59）～2013（平成25）年度（2002（平成14）～2005（平成17）年度を除く。）

(3) 対象データ

各地点の年度平均値について、図1-1及び1-2に示す類型の海域に属する地点ごとに平均した値とした（底層DOについては、A類型とB類型を合わせた海域に属する地点の平均についても対象とした。）。

植物性プランクトンについては、1リットルあたりの個体数の年度平均値とした。

(4) 検定方法

気温、水温、水質等のデータの増加・減少傾向を検定する場合に一般的に用いられる Mann-Kendall（マン・ケンドール）検定（時間順序とデータの順序の間の順位相関を用いる検定）を用いた。危険率（増加・減少傾向が「ない」という仮説が正しいにもかかわらず棄却してしまう確率）は5%とした。



図1-1 CODに係る類型と環境基準点位置図



図1-2 T-N、T-Pに係る類型と環境基準点位置図

2 結果

(1) COD

表層CODの推移は図2-1に、推移の傾向がそれまでと異なっているように見える1992年度以降の表層CODの推移は図2-2にそれぞれ示すとおりである。

検定の結果によると、表層CODはA～C類型の海域について、「減少傾向にある」とはいえない。また、1992年度以降の表層CODはA～C類型の海域について、「増加傾向にある」とはいえない。

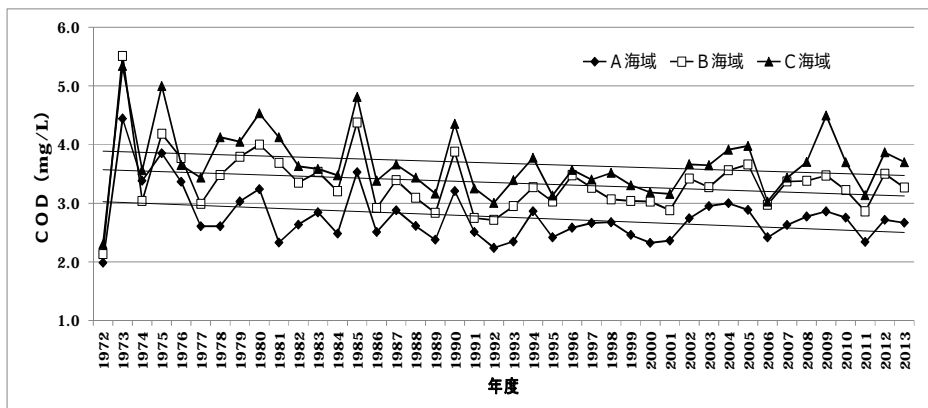


図2-1 表層CODの推移

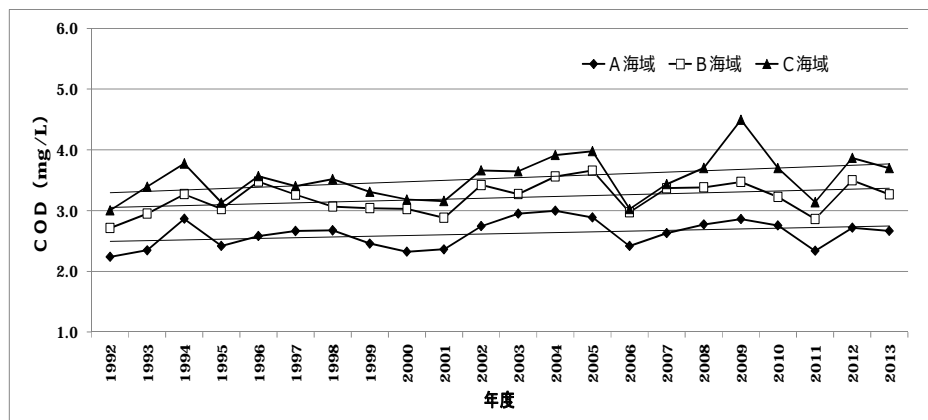


図2-2 表層CODの推移 (1992～2013年度)

底層CODの推移は図2-3に示すとおりである。

検定の結果によると、底層CODはA～C類型の海域について「増加傾向にある」といえる。

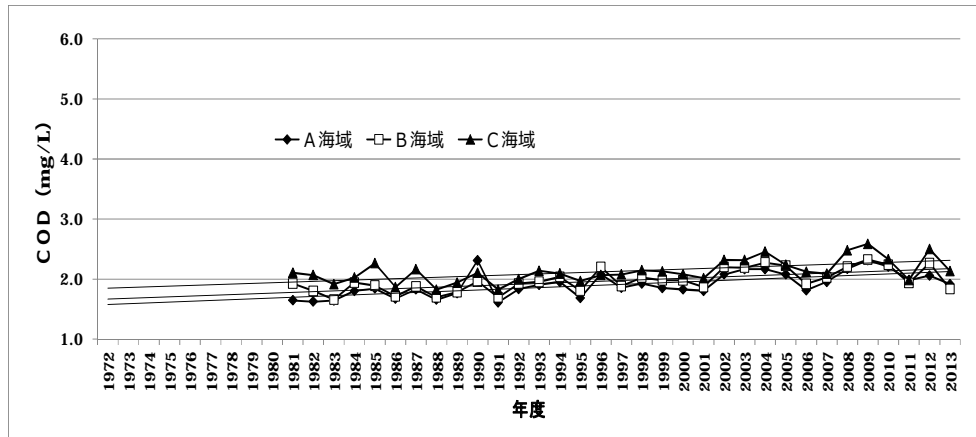


図2-3 底層CODの推移

(2) 表層窒素

表層T-N及びDINの推移は図3-1～3-3に示すとおりである。

検定の結果によると、T-NはII～IV類型の海域について「減少傾向にある」といえる。また、DINはII類型の海域について「減少傾向にある」とはいえない、III、IV類型の海域について「減少傾向にある」といえる。

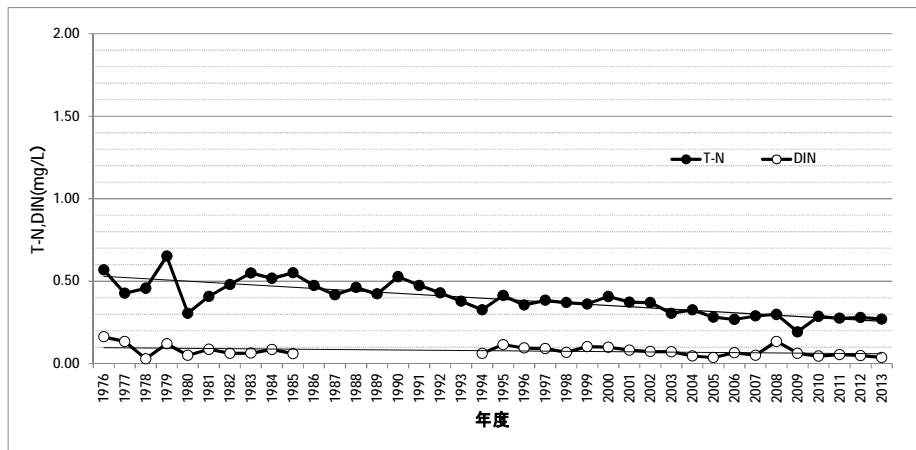


図3-1 表層T-N及びDINの推移 (II類型海域)

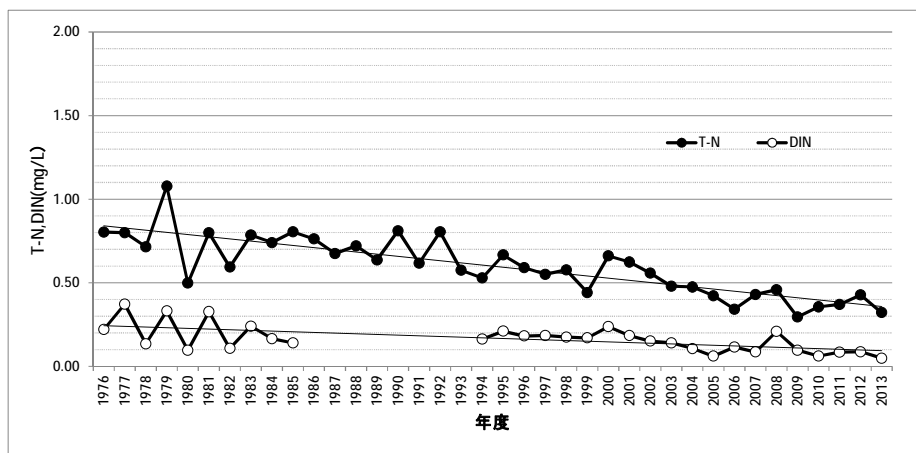


図3-2 表層T-N及びDINの推移 (III類型海域)

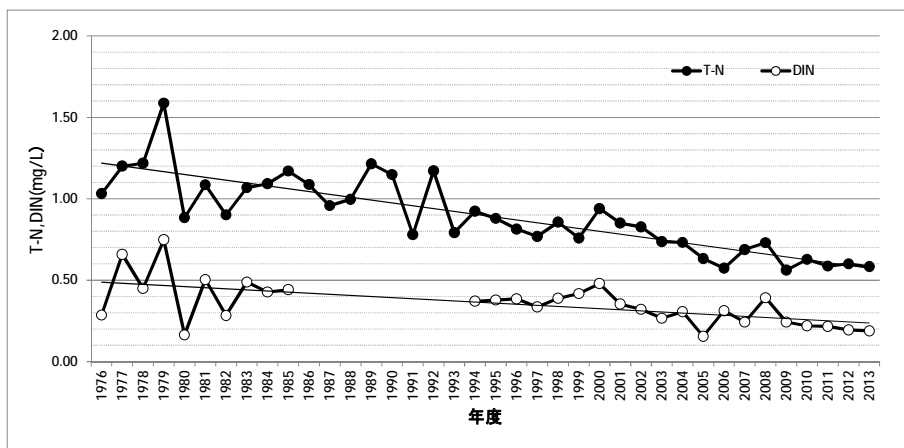


図3-3 表層T-N及びDINの推移 (IV類型海域)

(3) 底層窒素

底層T-N及びDINの推移は図4-1～4-3に示すとおりである。

検定の結果によると、T-NはII～IV類型の海域について「減少傾向にある」といえる。また、DINはII、III類型の海域について「減少傾向にある」とはいえない、IV類型の海域について「減少傾向にある」といえる。

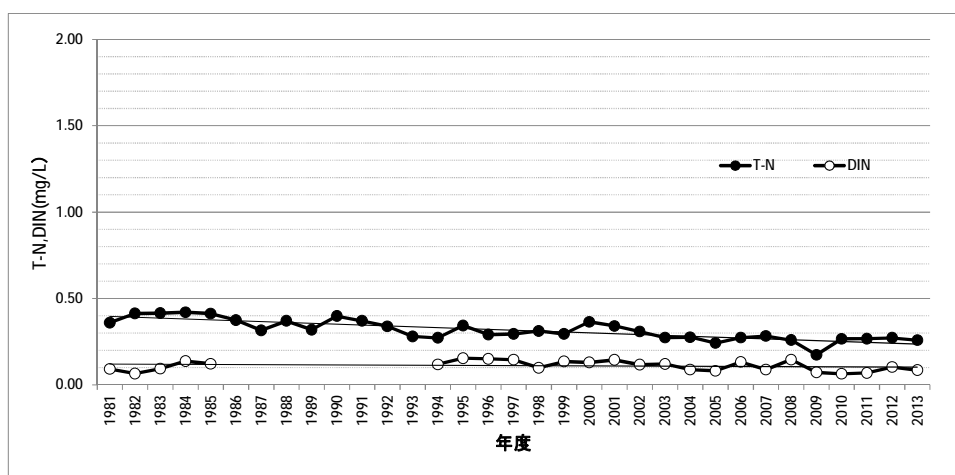


図4-1 底層T-N及びDINの推移 (II類型海域)

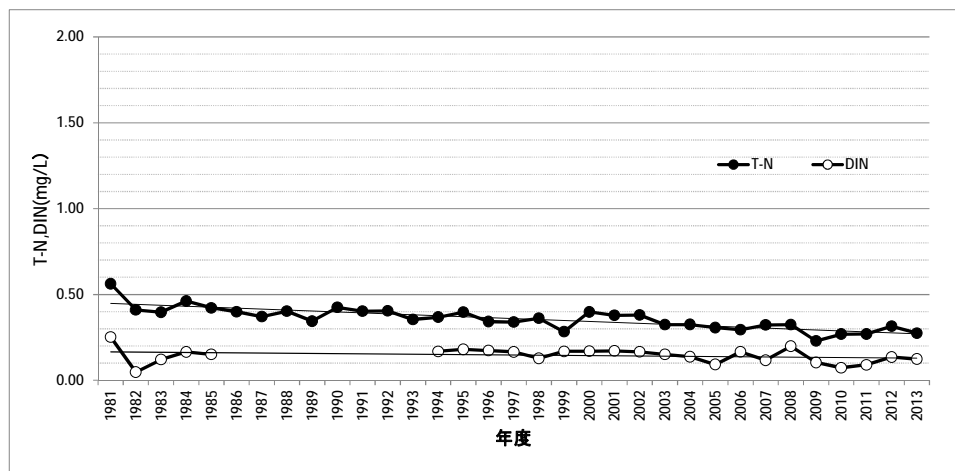


図4-2 底層T-N及びDINの推移 (III類型海域)

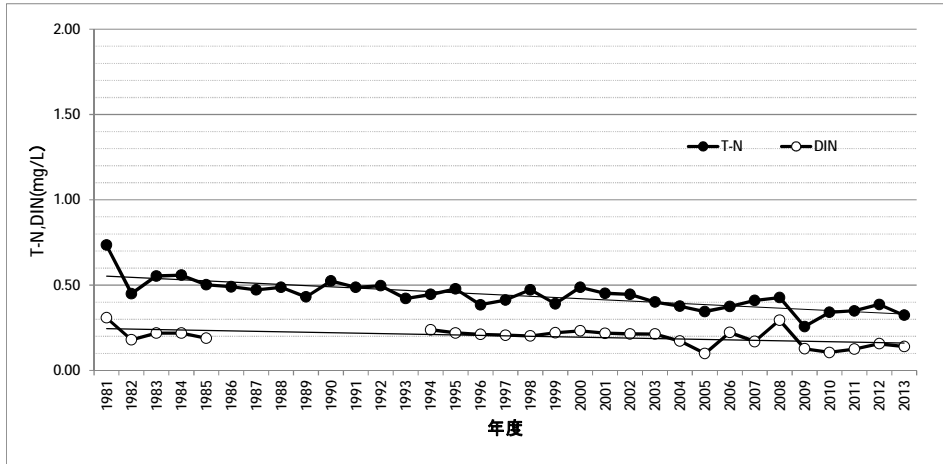


図4-3 底層T-N及びDINの推移 (IV類型海域)

(4) 表層りん

表層T-P及びDIPの推移は図5-1～5-3に示すとおりである。

検定の結果によると、T-PはII～IV類型の海域について「減少傾向にある」といえる。また、DIPはII～IV類型の海域について「減少傾向にある」といえる。

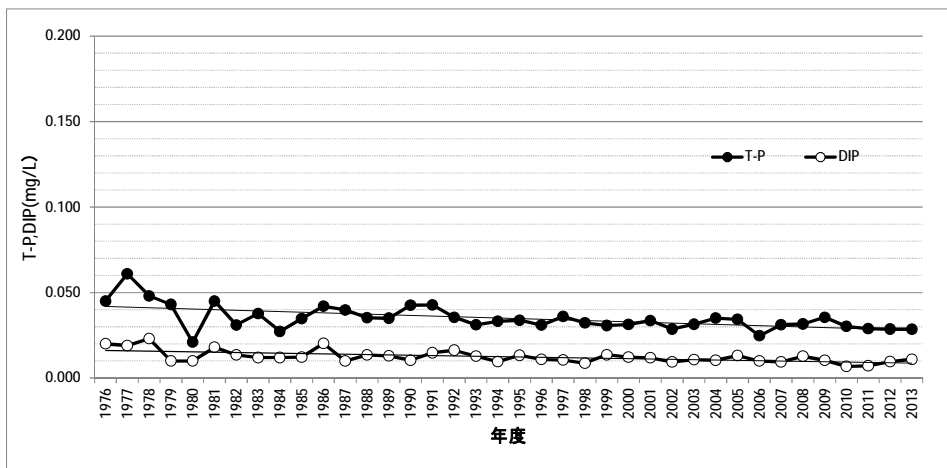


図5-1 表層T-P及びDIPの推移 (II類型海域)

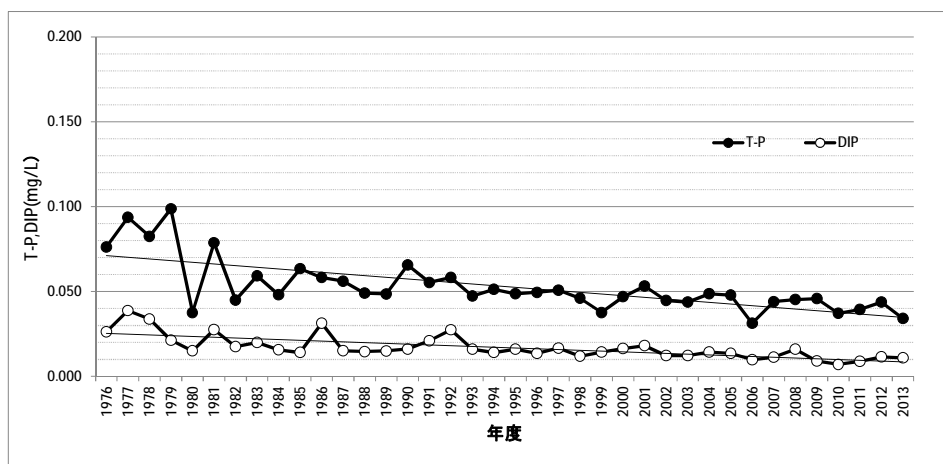


図5-2 表層T-P及びDIPの推移 (III類型海域)

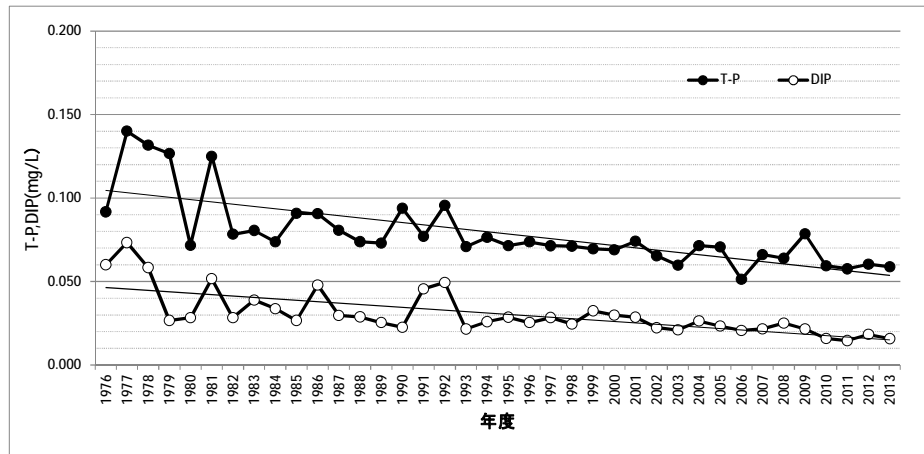


図5-3 表層T-P及びDIPの推移 (IV類型海域)

(5) 底層りん

底層T-P及びDIPの推移は図6-1～6-3に示すとおりである。

検定の結果によると、T-PはⅡ～Ⅳ類型の海域について「減少傾向にある」とはいえない。また、DIPはⅡ、Ⅲ類型の海域について「減少傾向にある」とはいえない、Ⅳ類型の海域について「減少傾向にある」といえる。

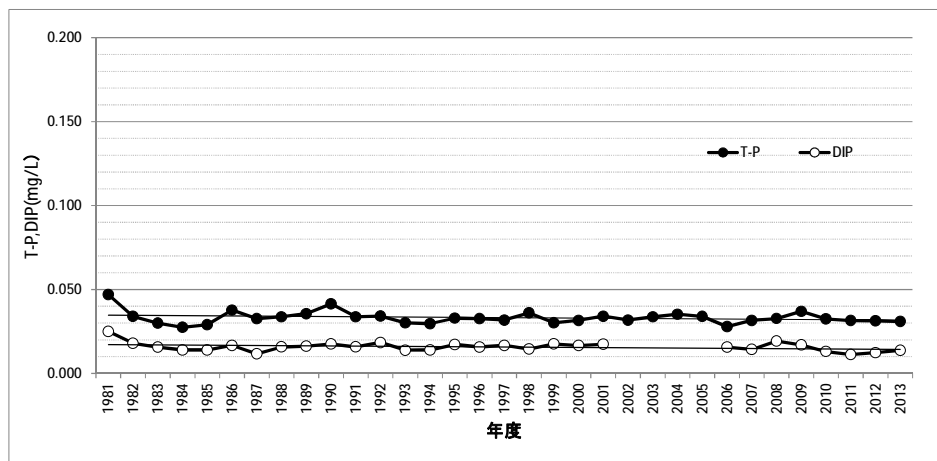


図6-1 底層T-P及びDIPの推移 (Ⅱ類型海域)

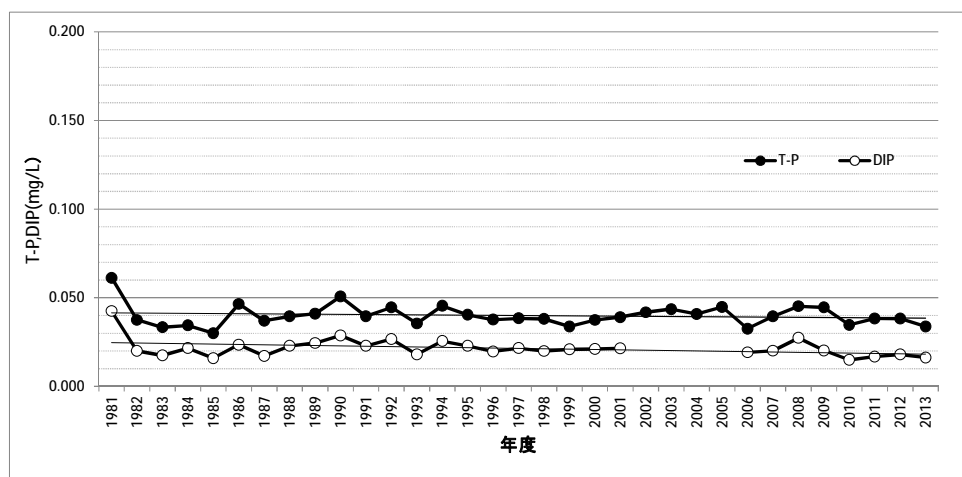


図6-2 底層T-P及びDIPの推移 (Ⅲ類型海域)

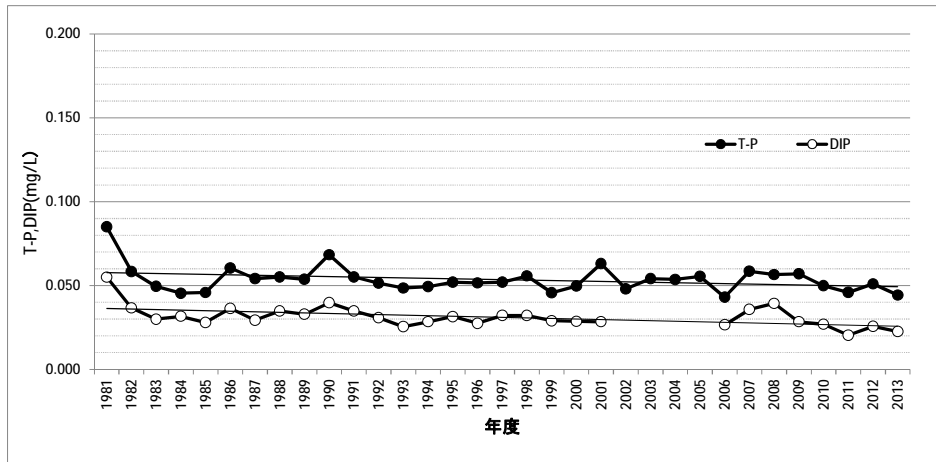


図6-3 底層T-P及びDIPの推移 (IV類型海域)

(6) 水温

水温の推移は図7-1～7-3に示すとおりである。

検定の結果によると、水温はA～C類型の海域について、表層、底層のいずれも「上昇傾向にある」といえる。

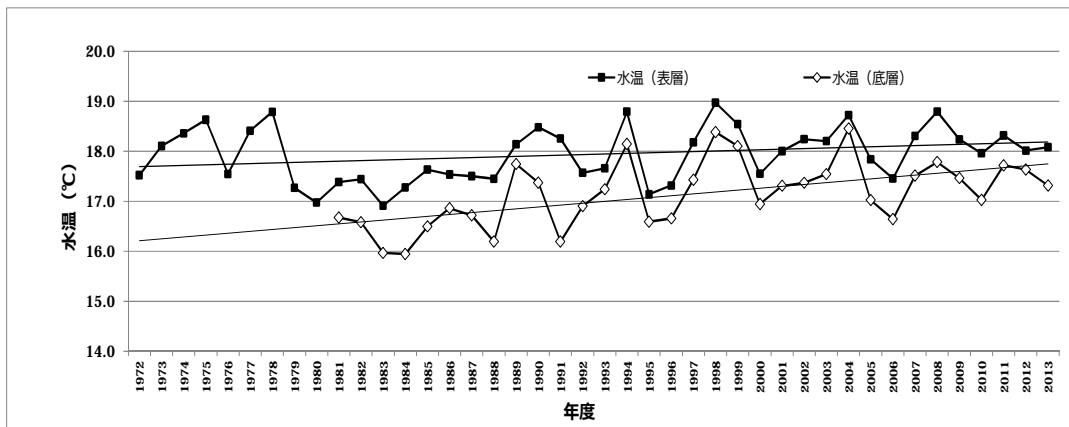


図7-1 水温の推移 (A類型海域)

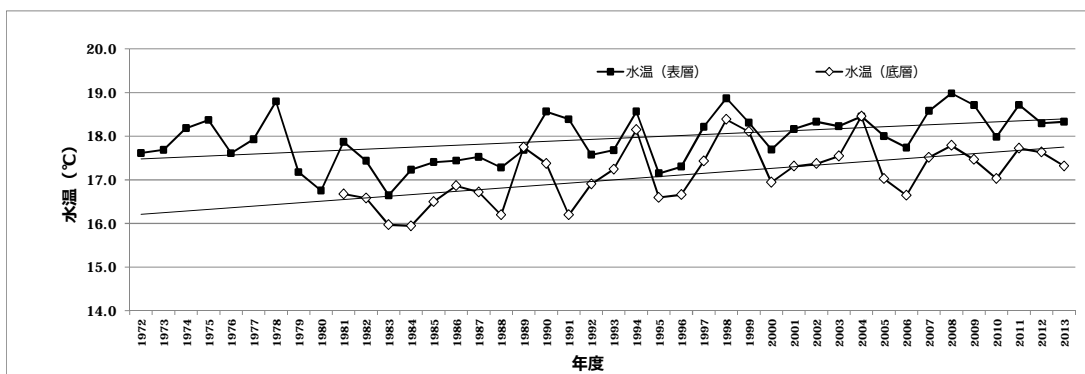


図7-2 水温の推移 (B類型海域)

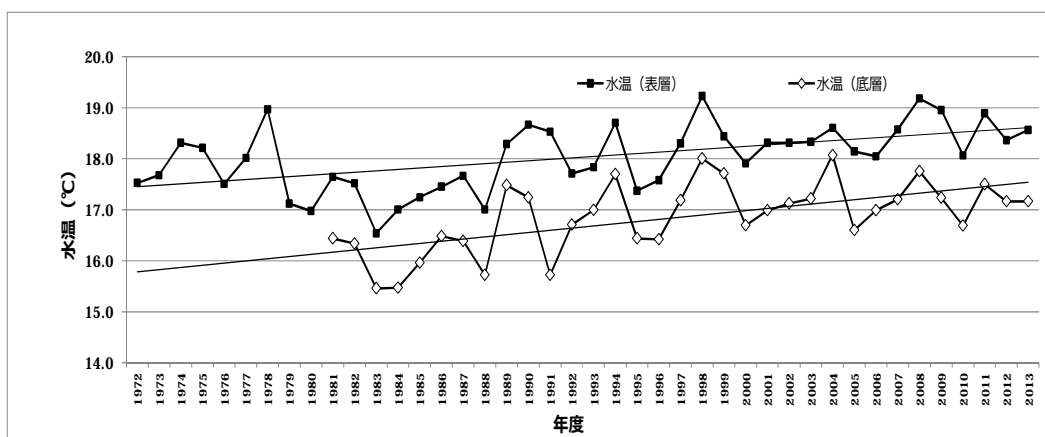


図7-3 水温の推移 (C類型海域)

表層と底層との水温差の推移は図7-4に示すとおりである。

水温差は概ねC類型>B類型>A類型の順に大きく、また、1994年度以降は、水温差が増大する傾向が見られる。

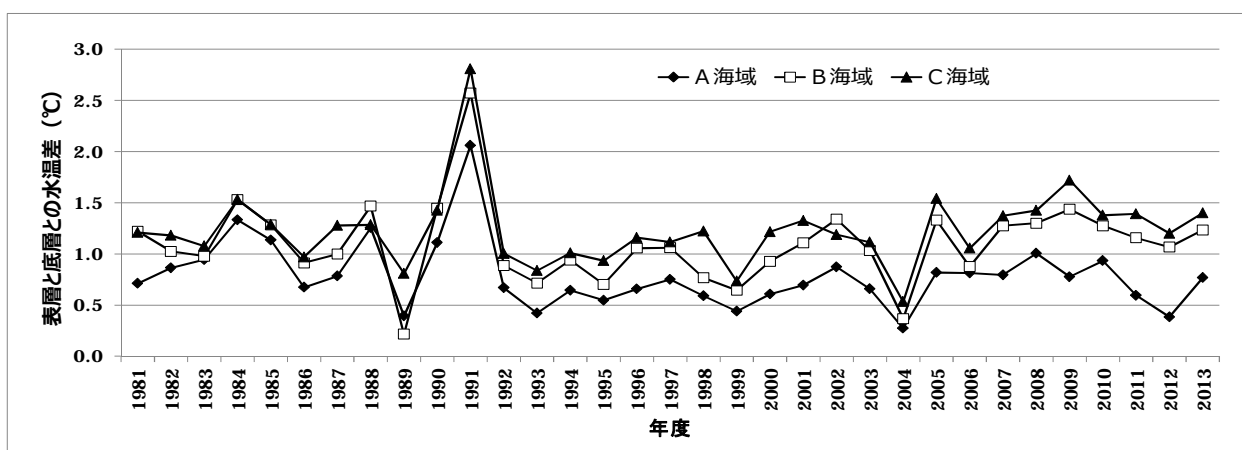


図7-4 表層と底層との水温差の推移

(7) 底層DO

底層DOの推移は図8に示すとおりである。

検定の結果によると、底層DOはA類型の海域について「増加傾向にある」といえる、B、C及びA+B類型の海域について「増加傾向にある」とはいえない。

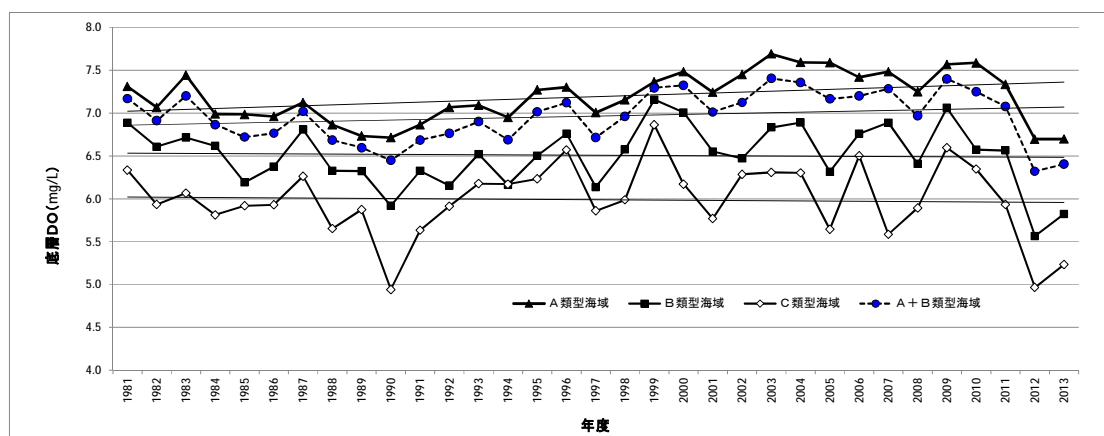


図8-1 底層DOの推移

(8) 植物プランクトン数及びクロロフィル a

植物プランクトン数及びクロロフィル a の推移は図 9-1～9-3 に示すとおりである。

植物プランクトン数の推移は横ばいの傾向であり、概ね C 類型 > B 類型 > A 類型の順に多い。

クロロフィル a の検定の結果によると、クロロフィル a は A、B 類型の海域について「減少傾向にある」といえる、C 類型の海域について「減少傾向にある」とはいえない。

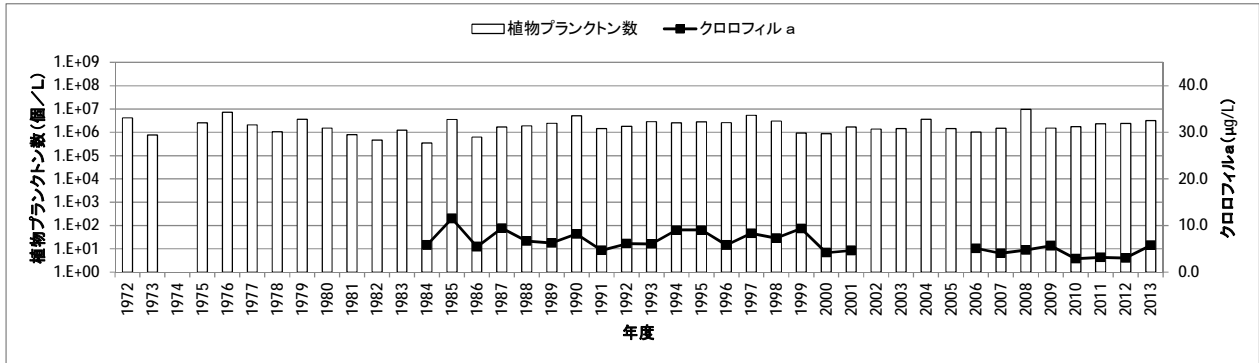


図 9-1 植物プランクトン数及びクロロフィル a の推移 (A 類型海域)

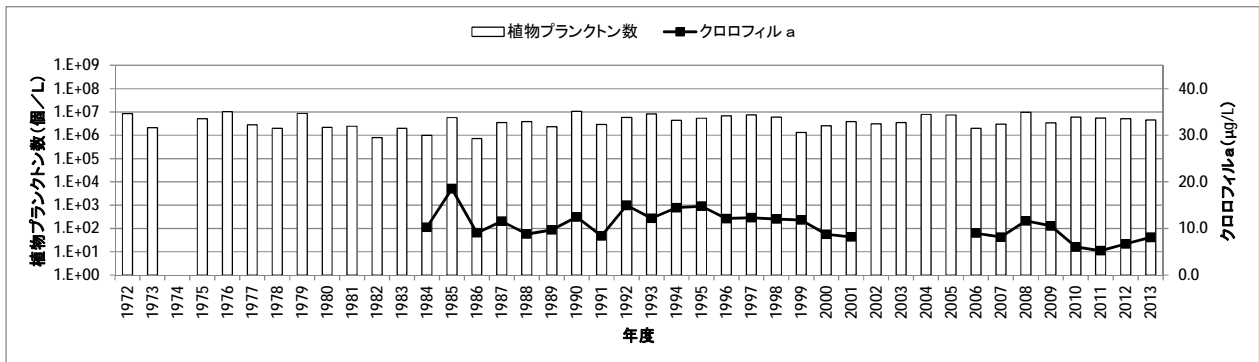


図 9-2 植物プランクトン数及びクロロフィル a の推移 (B 類型海域)

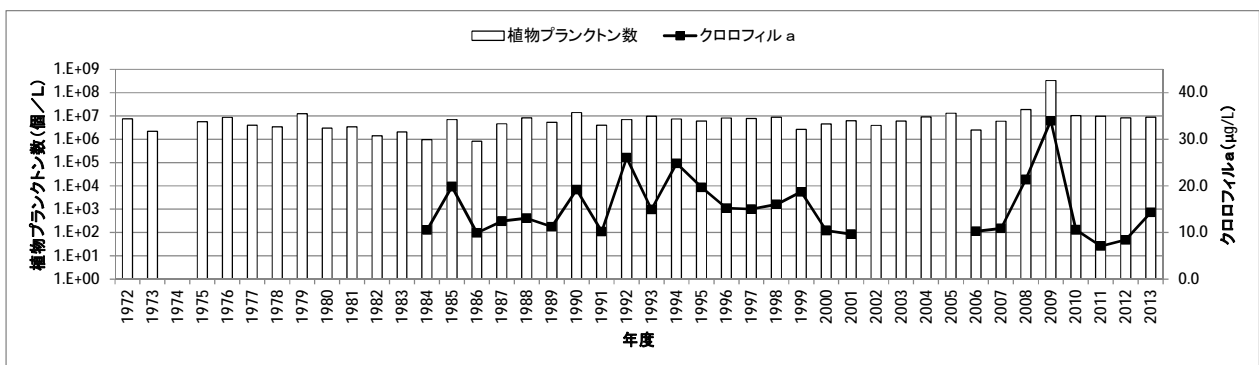


図 9-3 植物プランクトン数及びクロロフィル a の推移 (C 類型海域)

植物プランクトンの網別の構成割合の推移は図 9-4～9-6 に示すとおりである。

植物プランクトンの構成割合は、年度による違いはあるが、珪藻綱が最も多くを占めている。

なお、珪藻綱では、*Skeletonema costatum* が卓越しており、次いで、*Thalassiosira sp.*、*Chaetoceros sp.* が多く出現している。

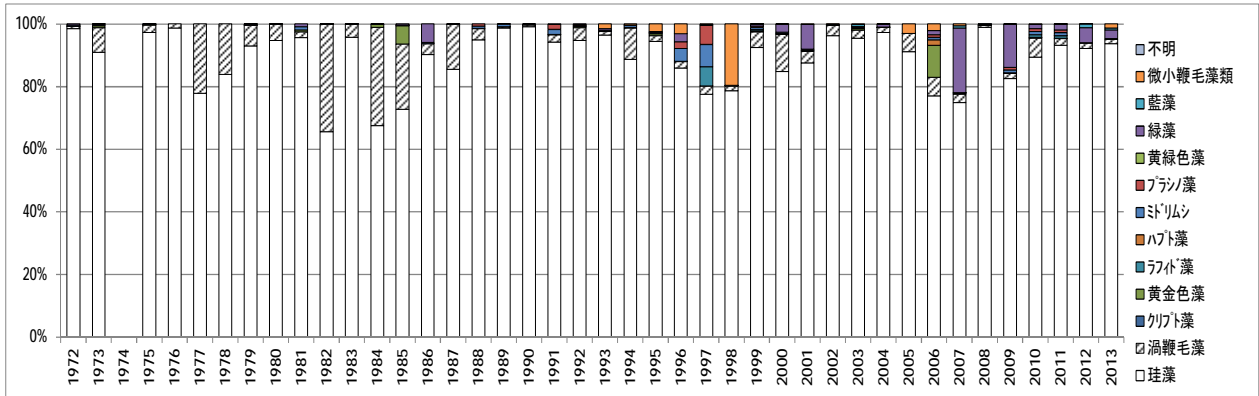


図9-4 植物プランクトンの網別構成割合の推移 (A類型海域)

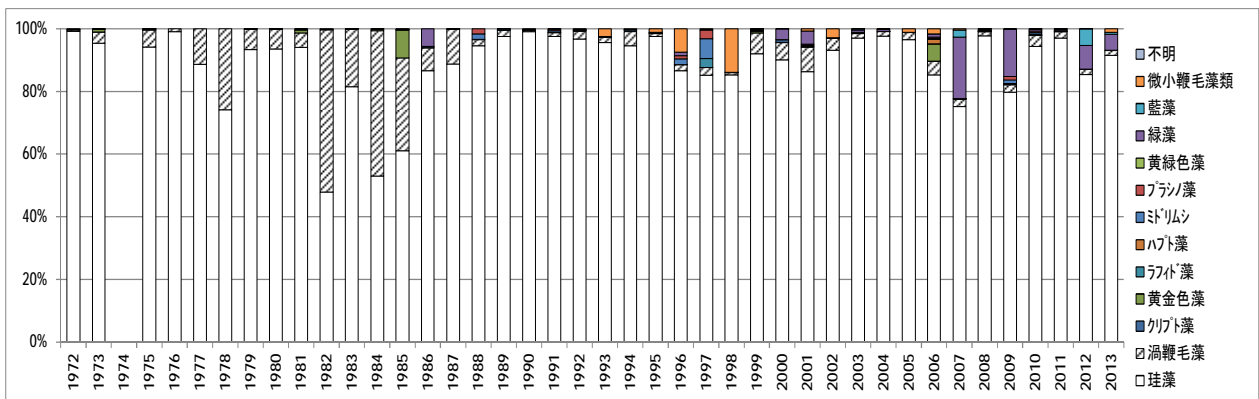


図9-5 植物プランクトンの網別構成割合の推移 (B類型海域)

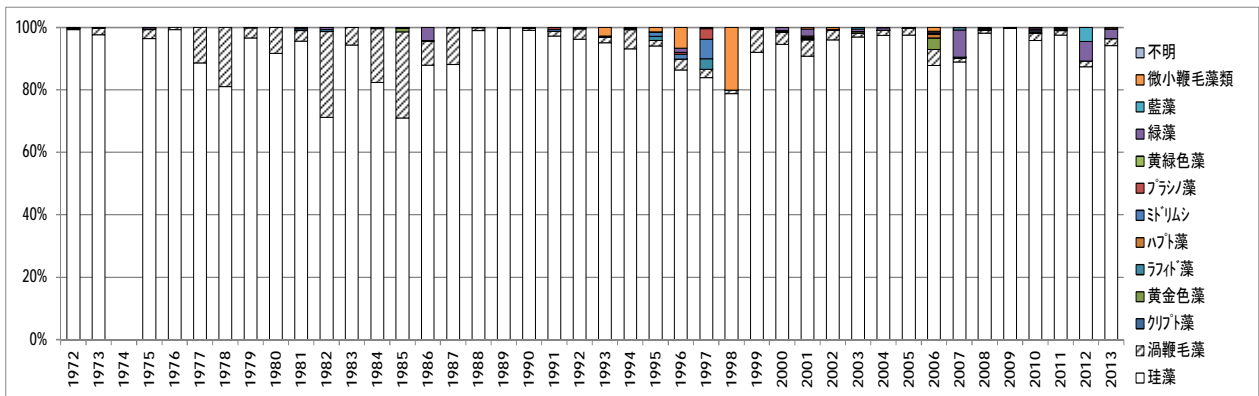


図9-6 植物プランクトンの網別構成割合の推移 (C類型海域)

(9) 底層窒素と表層窒素、表層COD等との関係について

2006 (平成 18) 年 4 月～2014 (平成 26) 年 3 月の、大阪湾奥部の地点C-3 (水深約 15 m) における表層のCOD、DIN、T-P及びクロロフィルa、底層のCOD、DIN及びT-Pの経月変化を図 10-1 に示す (同一の図で示すために、クロロフィル a 濃度には 0.1、T-P濃度には 2.5 を乗じた。)

表層では、夏季にクロロフィルaが最大となり、植物プランクトンの増殖が示唆される。同様に、COD、T-Pも夏季に最大となる。

一方、DINは夏季に最小となり、これは、植物プランクトンが増殖する際に消費されるためと考

えられる。また、DINは冬季に最大となる。

底層では、DIN、T-Pは夏季に最大に、冬季に最小となる。

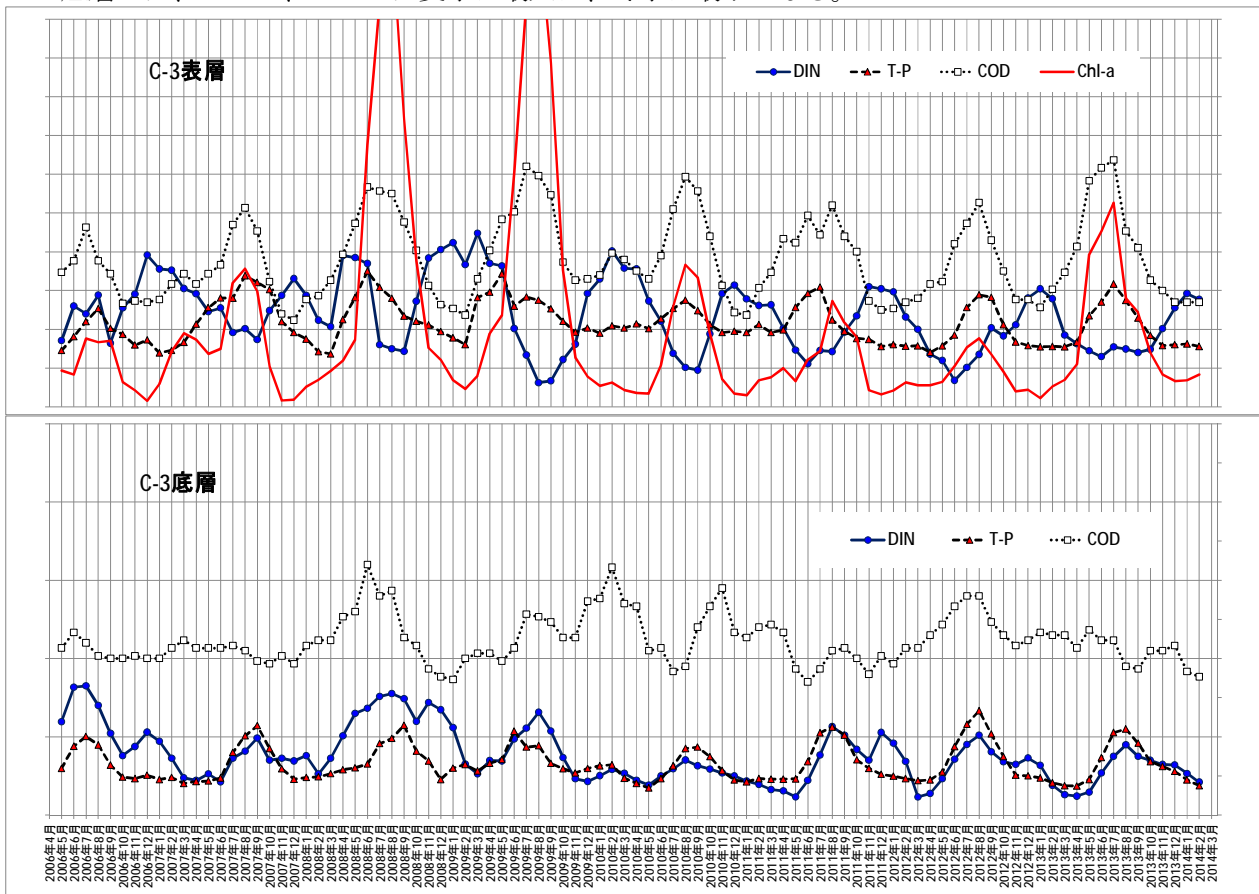


図 10-1 COD、窒素、りん等の経月変化 (地点C-3)

底層でDINのピークがみられた月とその前後月の底層DINデータと、その直後に表層でDINのピークがみられた月とその前後月の表層DINデータとの散布図は図 10-2 に示すとおりである。底層DINと表層DINとの間の相関係数は 0.754 であり、5%の有意水準で検定を行ったところ「相関がある」といえる。

また、表層でDINのピークがみられた月とその前後月の表層DINデータと、その直後に表層でCODのピークがみられた月とその前後月の表層CODデータとの散布図は図 10-3 に示すとおりである。表層DINと表層CODとの間の相関係数は 0.585 であり、5%の有意水準で検定を行ったところ「相関がある」といえる。

これらのことから、以下のことが推察された。

- 夏季には躍層が生じるため、夏季の間、底泥から溶出したDINは底層で留まり濃度が上昇する。秋季から冬季にかけて躍層が解消された際に、DINが表層に供給されるため、表層DINが冬季に上昇する。
- 表層DINは夏季になると植物プランクトンにより消費され減少する。表層CODは植物プランクトンの増殖により夏季に最大となる。
- 以上のことから、秋季から冬季にかけての底泥からのDINの溶出が、次の夏季の表層CODの増加に寄与している。

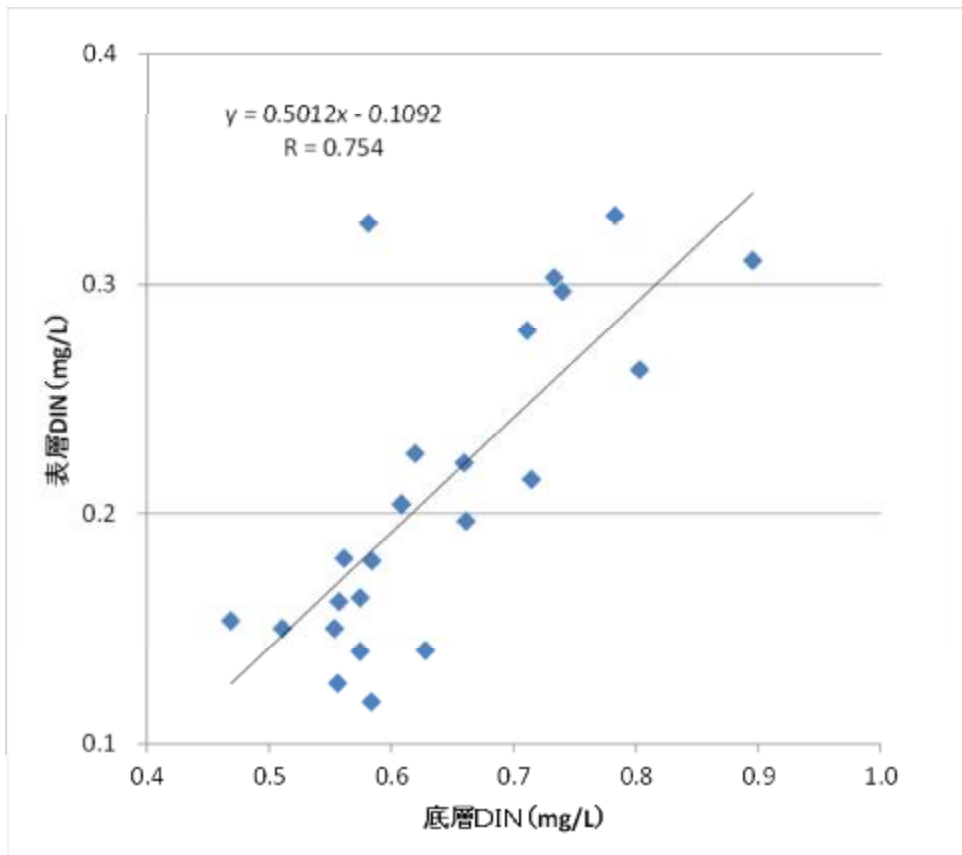


図 10- 2 底層DINと表層DINとの関係 (地点C-3)

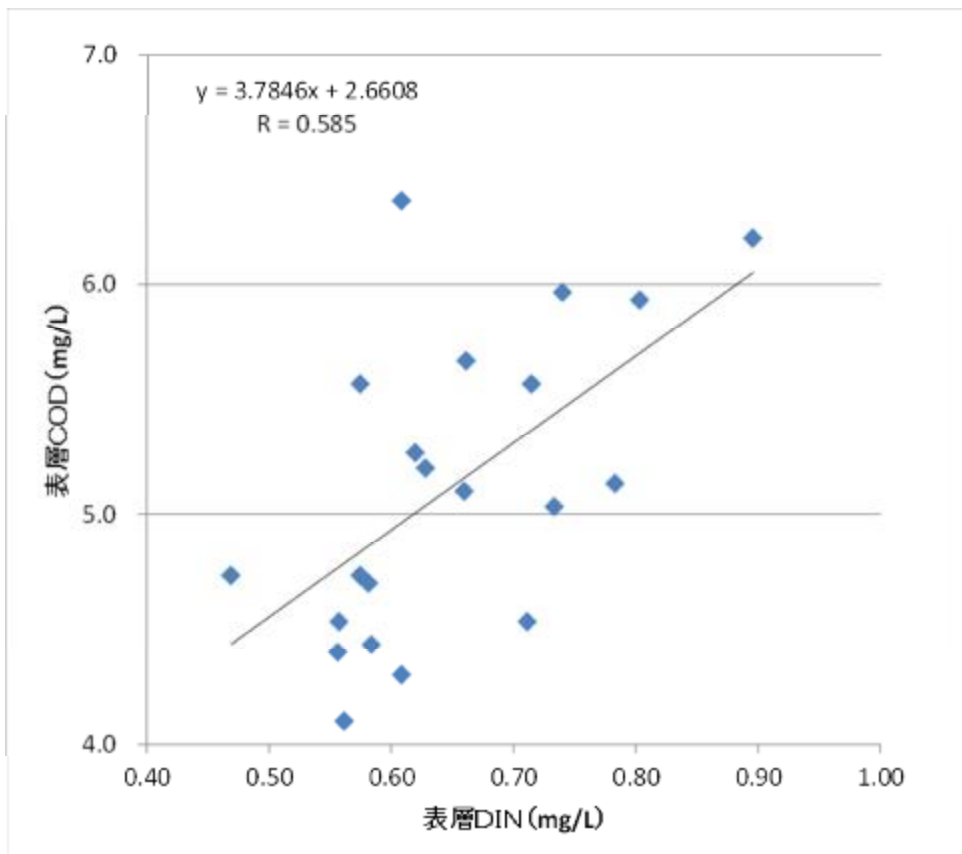


図 10- 3 表層DINと表層CODとの関係