

湾・灘ごとの水環境等を取り巻く課題について

湾・灘ごとの実情に応じた、きれいで豊かな海の確保に向けた方策の検討を進めるに当たり、表 6-1 のとおり湾・灘ごとに着目する観点を設定した上で、その観点到に係る各種データの整理等を行うこととした。今回は、紀伊水道、大阪湾、播磨灘及び備讃瀬戸について整理を行った。

表 6-1 湾・灘ごとに着目する観点

湾・灘	着目する観点
紀伊水道	・ワカメ養殖を取り巻く環境の変化 ・栄養塩類分布の変化及び外海からの流入
大阪湾	・湾内における水質の傾向の違いについて ・貧酸素水塊の発生状況について
播磨灘	・ノリ養殖を取り巻く環境の変化について ・魚類養殖を取り巻く環境の変化について
備讃瀬戸	・ノリ養殖を取り巻く環境の変化について

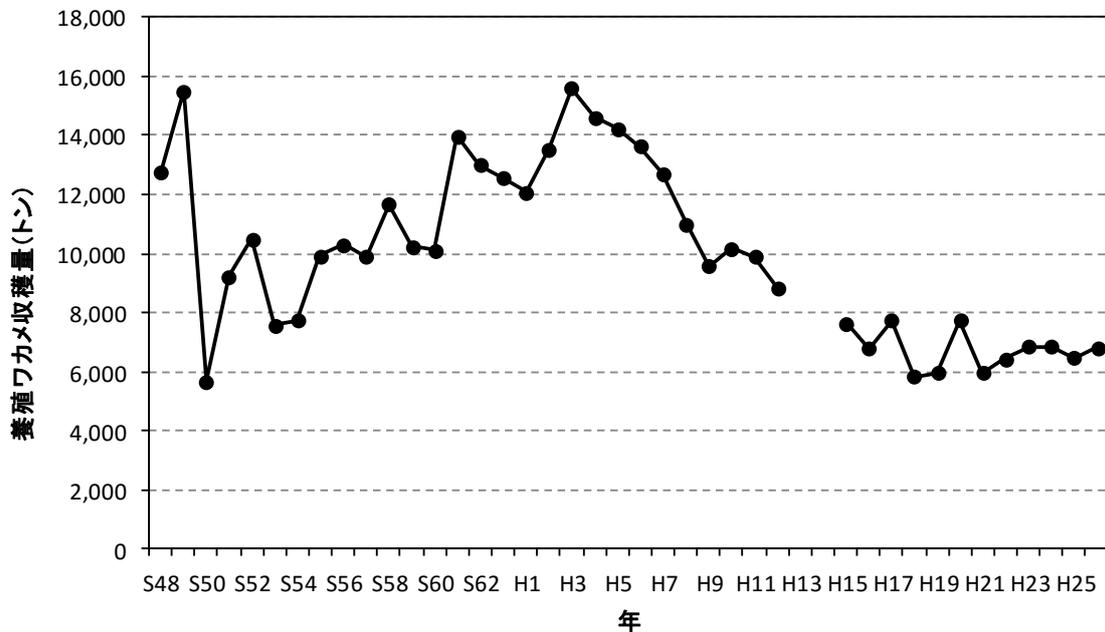
(1) 紀伊水道

紀伊水道については、ワカメ養殖を取り巻く環境の変化を把握する上で重要な冬季の栄養塩類濃度や植物プランクトン等に着目し、広域総合データ及び浅海定線データについて整理を行った。また、北部では大阪湾と播磨灘に、南部では太平洋に接する紀伊水道における栄養塩類の分布特性を把握するため、広域総合データ及び浅海定線データを用いて大阪湾側と外海側の栄養塩類濃度を整理した。

1) ワカメ養殖を取り巻く環境の変化

① ワカメの生産状況の変化

徳島県におけるワカメの収穫量の推移を図6-1に示す。徳島県のワカメの年間収穫量は、昭和48,49年の高い水準から昭和50年に減少し、そこから増加して平成3年に最大値に達した後、平成18年頃にかけて減少している。



備考)平成13年及び平成14年は非公表
出典)漁業・養殖業生産統計(農林水産省)より作成

図6-1 徳島県における養殖ワカメ収穫量の推移

② 水環境の変化

ワカメ養殖を取り巻く環境の変化を把握する上で重要な、冬季の栄養塩類濃度等の水環境に関するデータを整理した。

紀伊水道における冬季の DIN、クロロフィルa(冬季の植物プランクトンの量を推定するデータとなる)、水温及び赤潮発生件数の推移を図 6-3 に示す。

なお、広域総合水質調査及び浅海定線調査(和歌山県・徳島県)の調査位置は図 6-2 に示すとおりである。

- ・ 広域総合データによる DIN は、昭和 58 年度頃から上昇した後に平成 14 年度頃にかけて低下し、それ以降も上昇と低下を繰り返し、近年は上昇している。
- ・ 浅海定線データによる DIN は、昭和 58 年度頃まで上昇と低下を繰り返しつつ低下した後に平成 8 年度頃にかけて上昇し、その後再び低下し、平成 19～22 年度頃からは上昇している。
- ・ クロロフィル a は、昭和 58,63 年度に比較的高い値を示し、平成元年度頃からは上昇と低下を繰り返しつつ概ね横ばいで推移している。
- ・ 広域総合データによる水温は、昭和 59 年度頃まで低下した後に平成 3 年度頃にかけて上昇している。その後再び平成 13 年度頃にかけて低下し、以降は上昇と低下を繰り返しつつ概ね横ばいに推移している。
- ・ 浅海定線データによる水温は、昭和 58 年度頃まで上昇と低下を繰り返しつつ低下した後に平成 3 年度頃にかけて上昇している。その後再び平成 13 年度頃にかけて低下し、以降は上昇と低下を繰り返しつつ概ね横ばいに推移している。

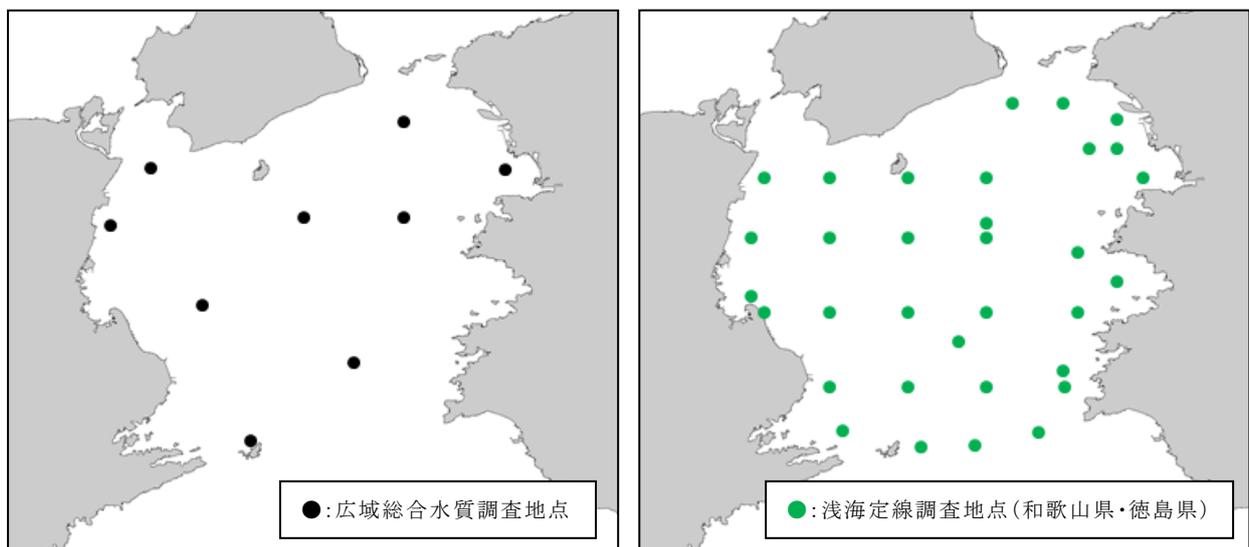
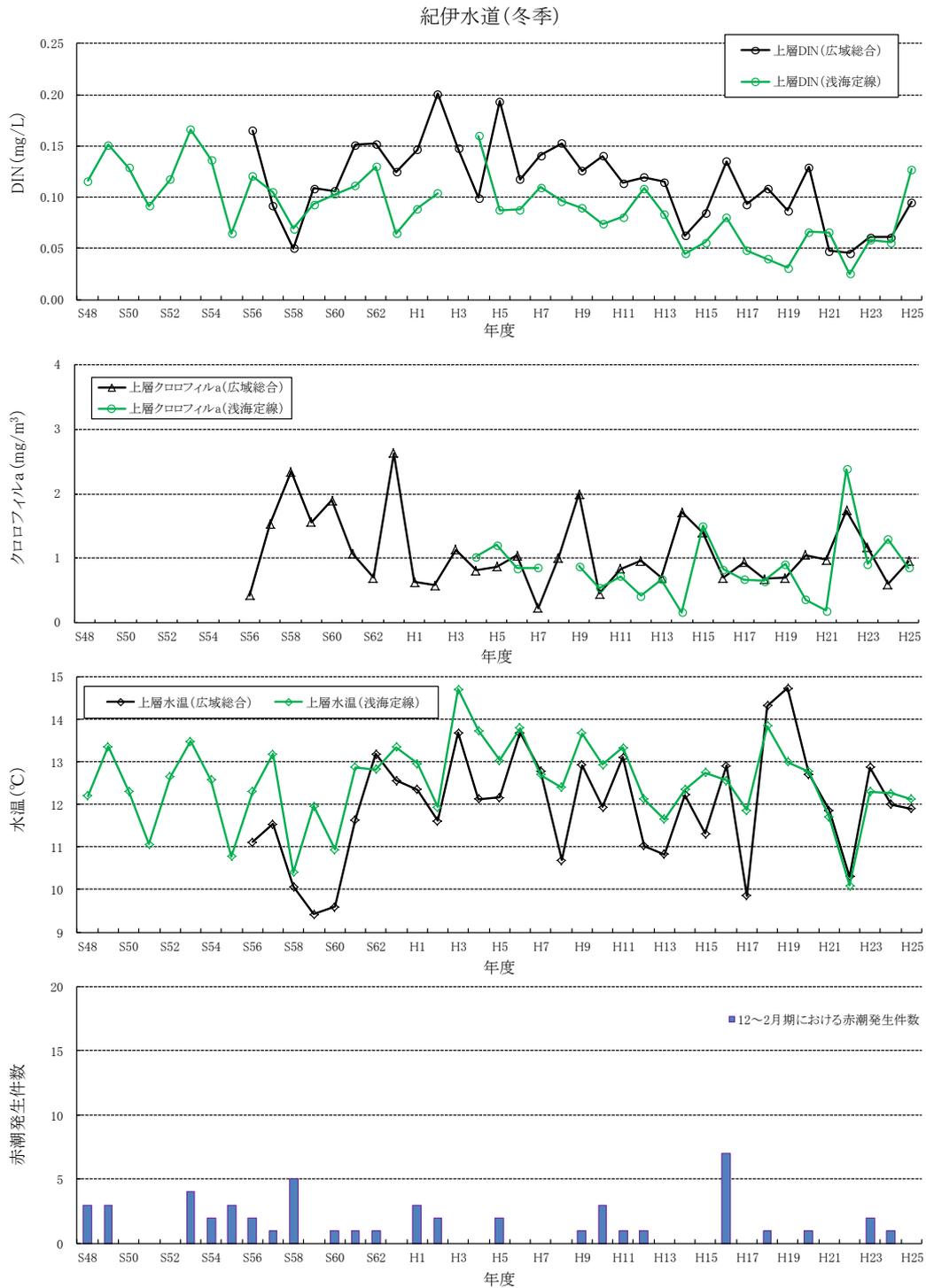


図 6-2 調査地点(左:広域総合水質調査、右:浅海定線調査)



注) 浅海定線調査結果は DIN 及びクロロフィル a が 2 月、水温が 1,2 月の観測値、広域総合水質調査結果は冬季 1 回/年(1 月)の調査結果である。赤潮発生件数については、当該年度の 12 月から 2 月までの観測値である。

注) 赤潮発生件数については、赤潮の発生が複数月にまたがるものは、各々当該月に 1 件として計上している。

出典) 水質: 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(和歌山県・徳島県)より作成。

出典) 赤潮発生件数: 「瀬戸内海の赤潮」(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)より作成

図 6-3 紀伊水道における冬季の DIN、クロロフィルa、水温(いずれも上層値)及び赤潮発生件数の推移

2) 栄養塩類分布の変化及び外海からの流入

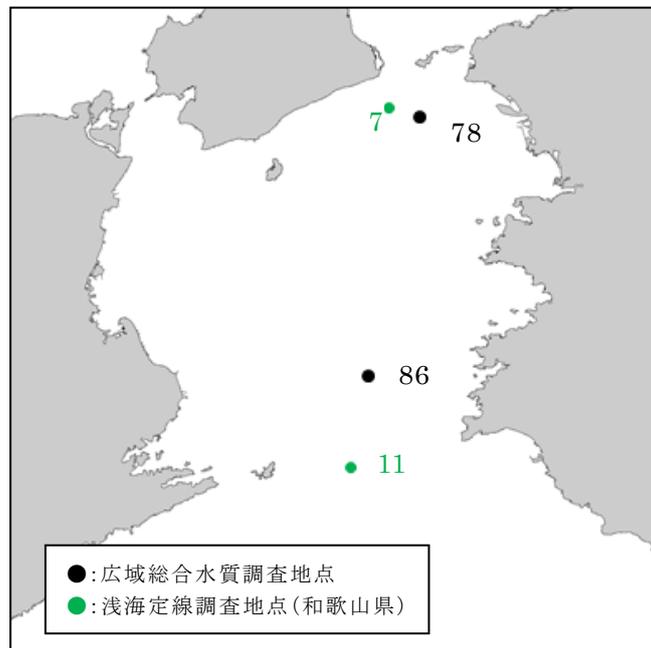
紀伊水道における栄養塩類の分布特性を把握するため、図 6-4 に示す大阪湾側と外海側の観測地点における DIN の推移を図 6-5～図 6-14 に整理した。

<DIN> (図 6-5～図 6-9)

- ・ 上層 DIN の年度平均値は概ね大阪湾側の濃度が高い傾向を示しているが、下層 DIN の年度平均値は上層に比べて大阪湾側と外海側の濃度差が小さい傾向がみられる。
- ・ 季節ごとの DIN は、上層ではいずれの季節も大阪湾側の濃度が高い傾向を示しており、この傾向は春季と秋季で顕著である。
- ・ 一方下層では、夏季において外海側の濃度が高くなる年が多くみられる。

<DIP> (図 6-10～図 6-14)

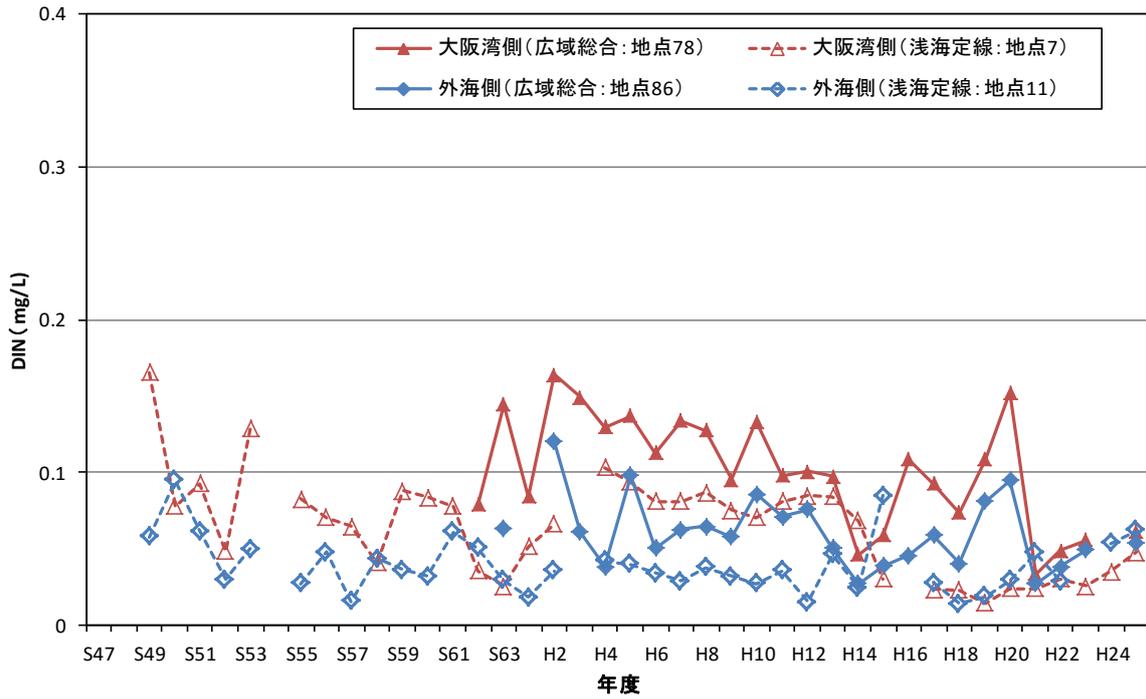
- ・ 上層 DIP の年度平均値は概ね大阪湾側の濃度が高い傾向を示しているが、下層 DIP の年度平均値は上層に比べて大阪湾側と外海側の濃度差が小さい傾向が見られる。
- ・ 季節ごとの DIP は、DIN ほど明瞭ではないが、上層ではいずれの季節も大阪湾側の濃度が高い傾向を示している。
- ・ 一方下層では、夏季において外海側の濃度が高くなる年が多くみられる。



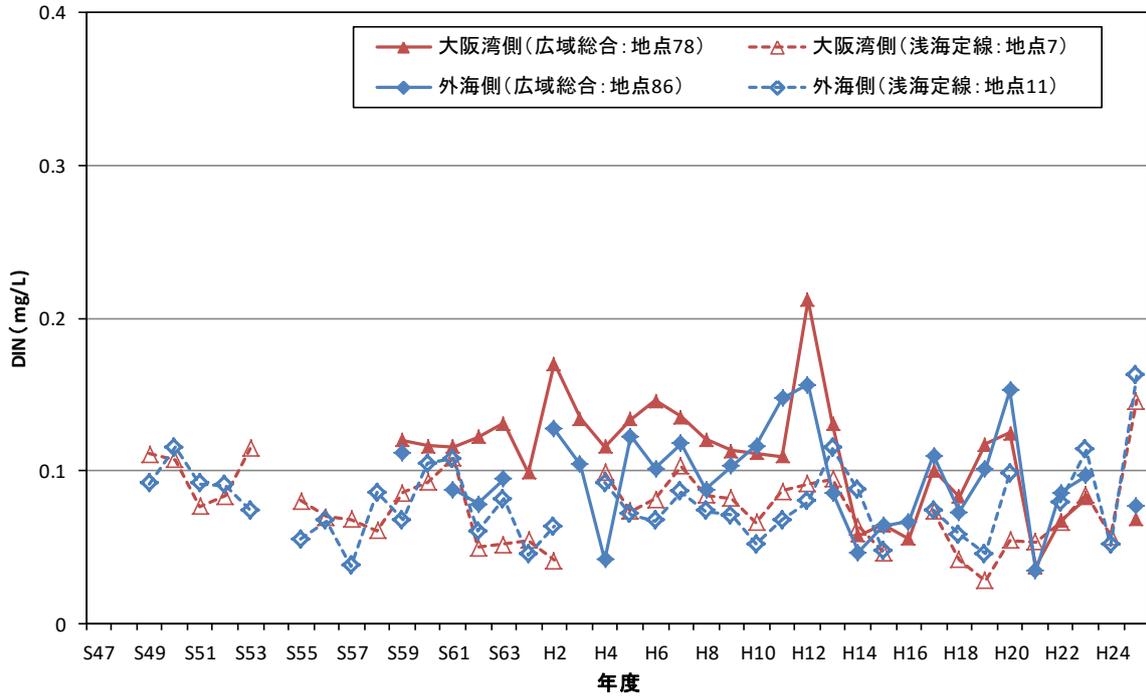
注) 数字は地点番号を示す。

図 6-4 観測地点

上層DIN(年度平均値)



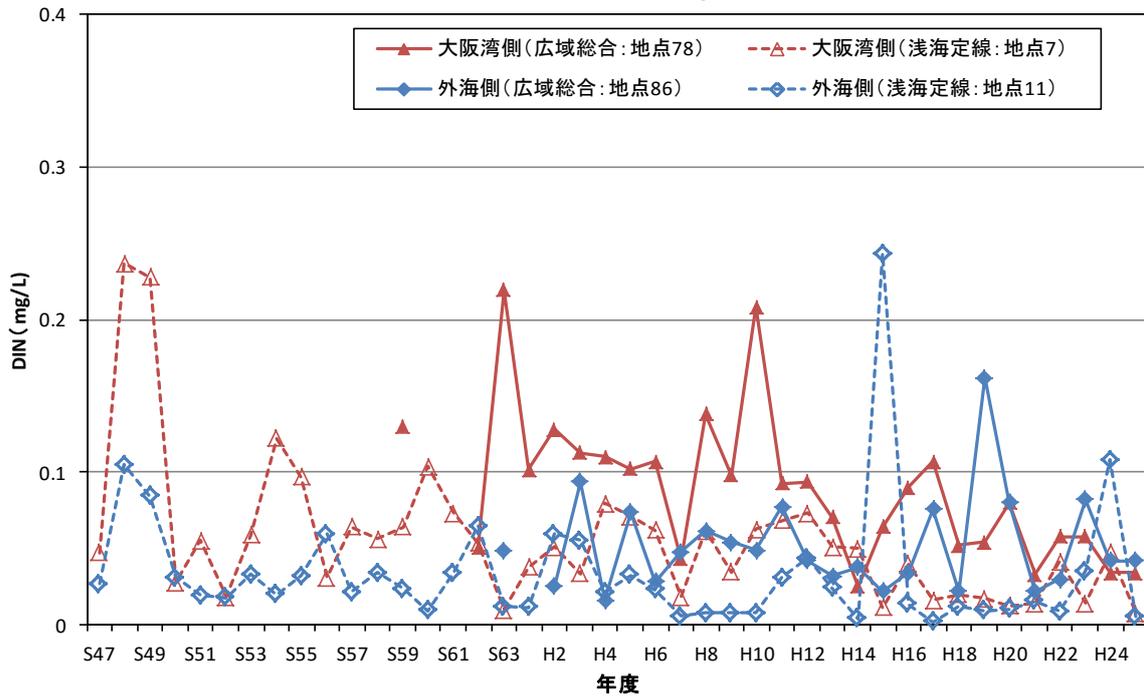
下層DIN(年度平均値)



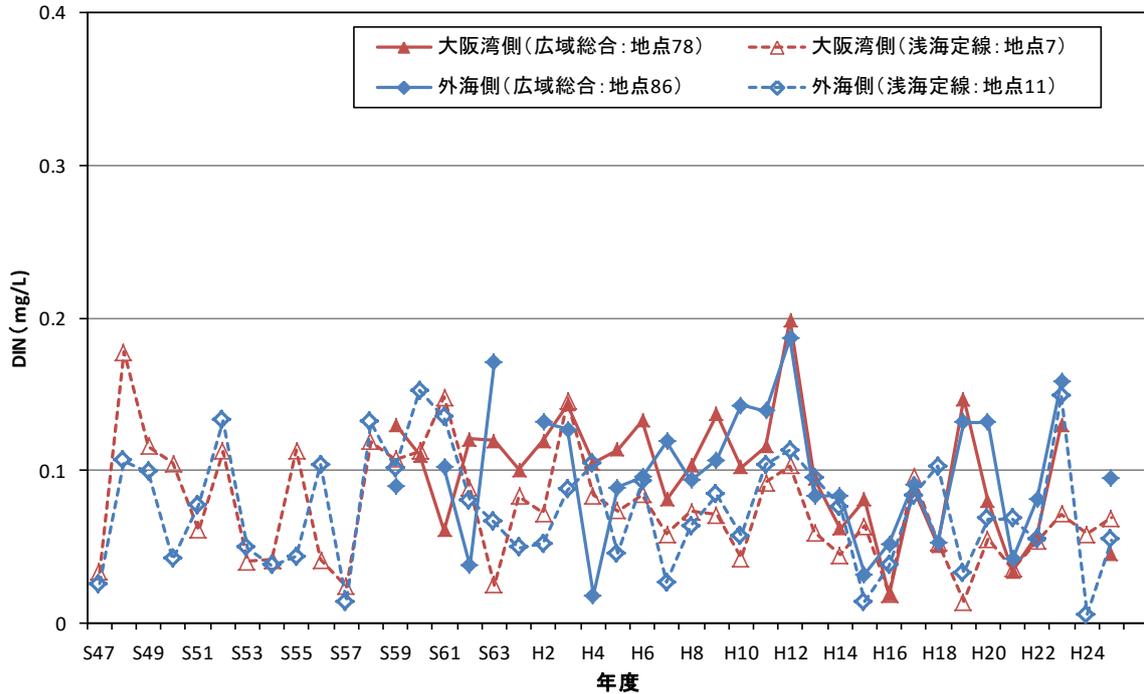
出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(和歌山県)より作成

図 6-5 DIN の推移(年度平均値)

上層DIN(春季)



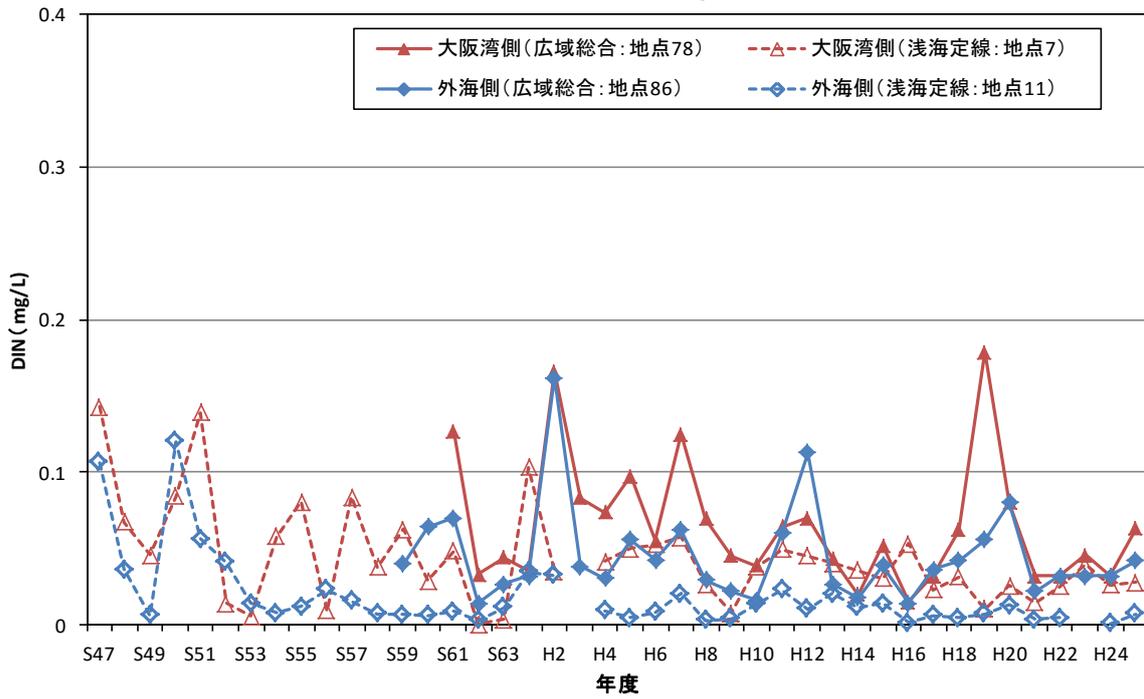
下層DIN(春季)



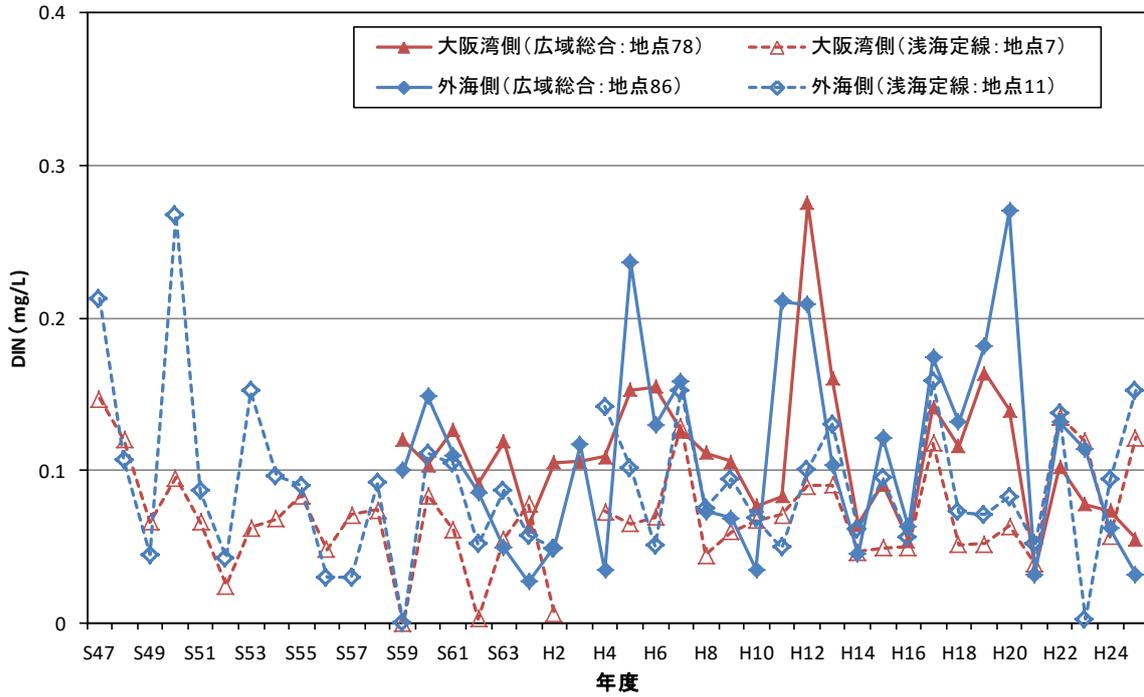
出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(和歌山県)より作成

図 6-6 DIN の推移(春季)

上層DIN(夏季)



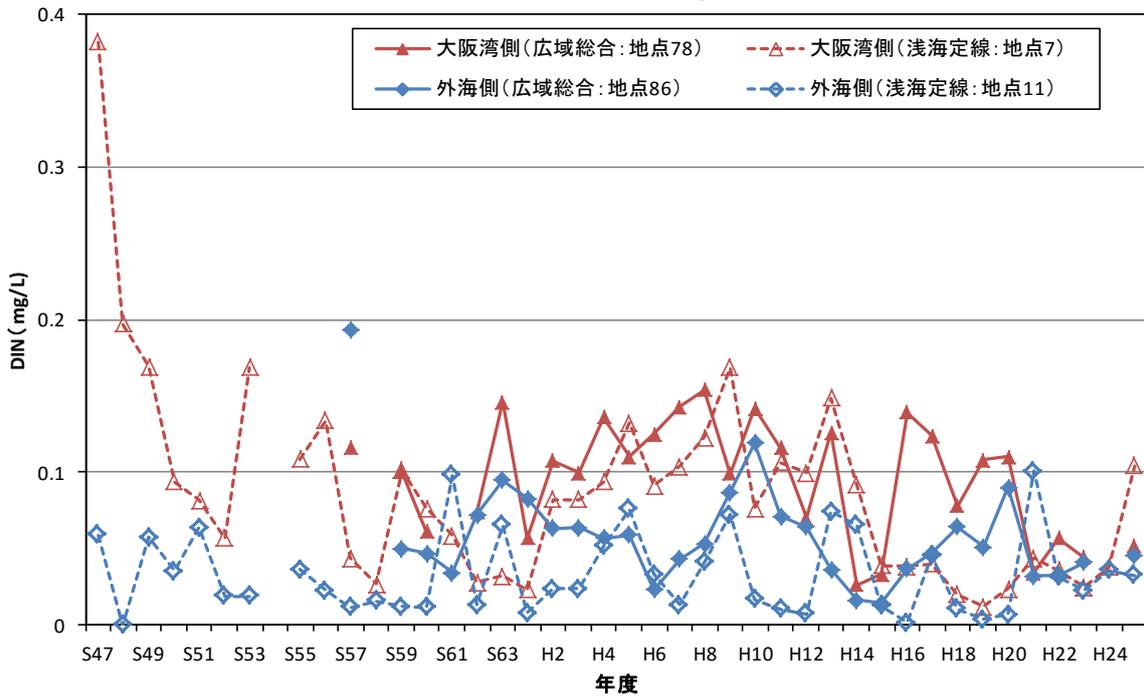
下層DIN(夏季)



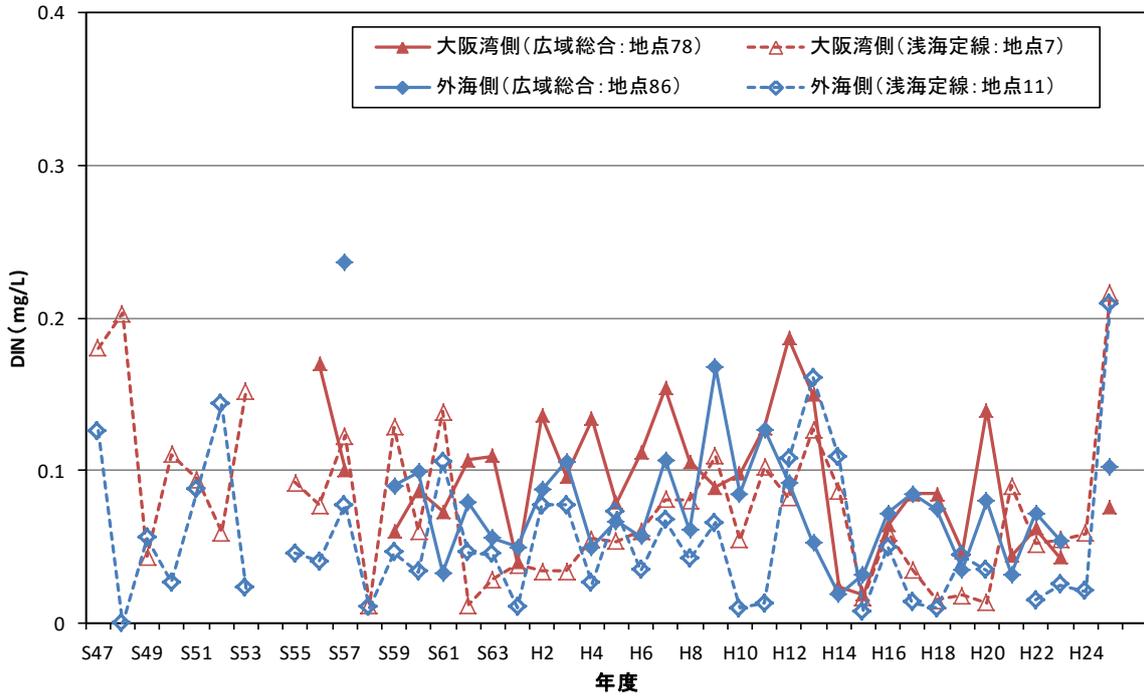
出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(和歌山県)より作成

図 6-7 DIN の推移(夏季)

上層DIN(秋季)



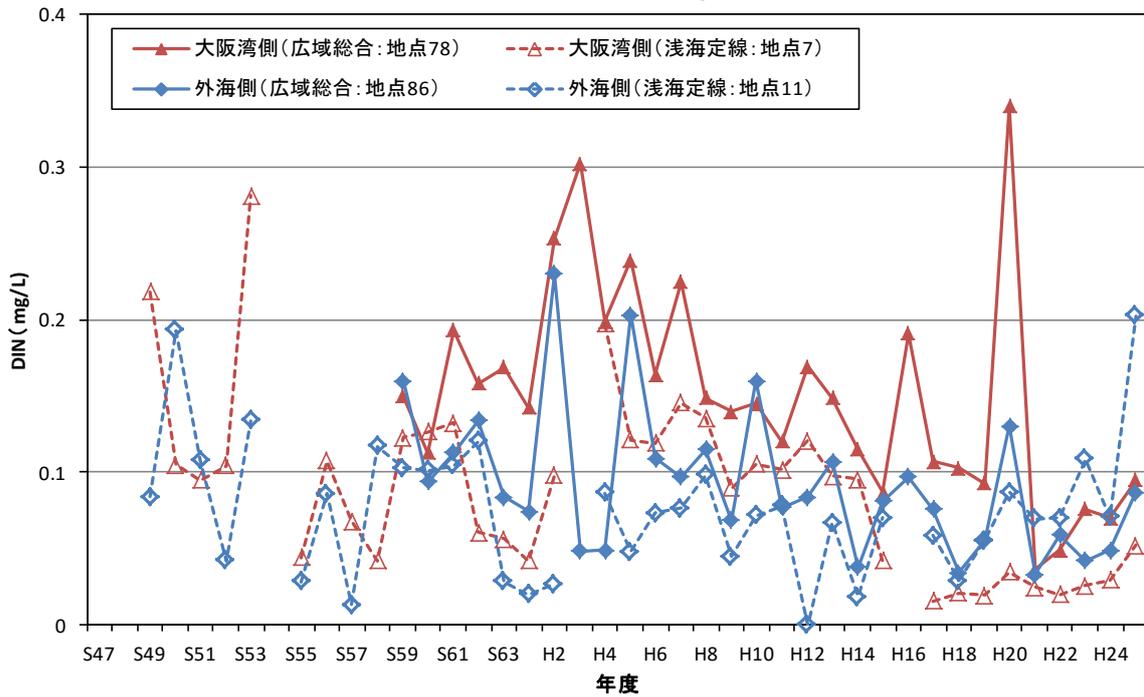
下層DIN(秋季)



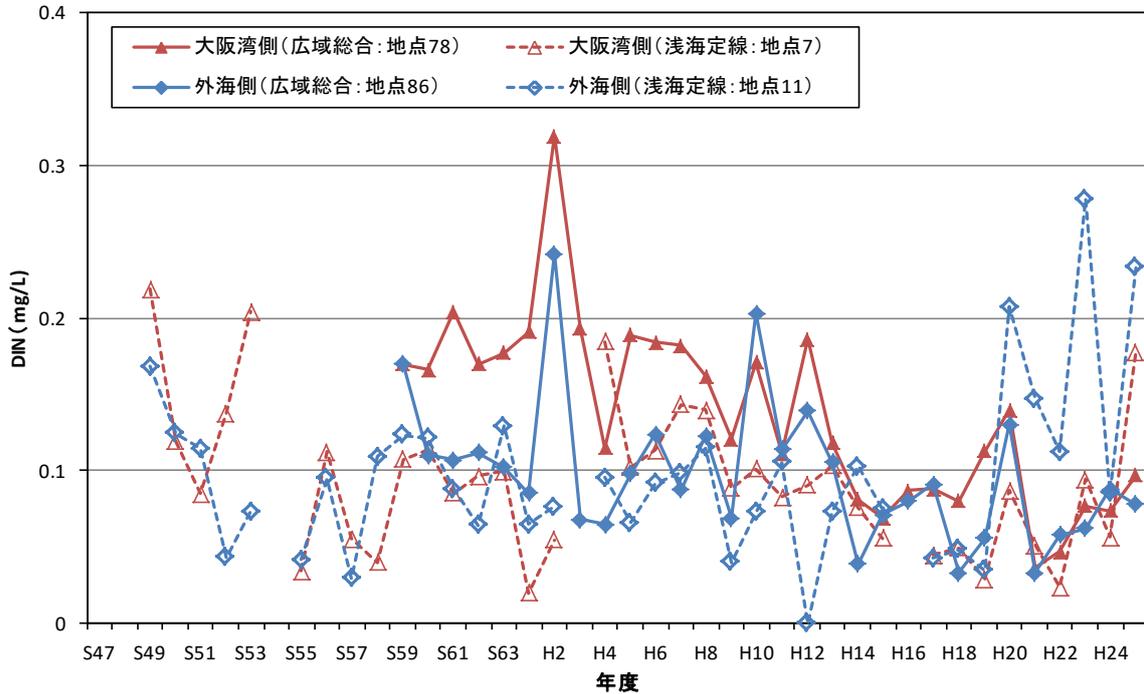
出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(和歌山県)より作成

図 6-8 DIN の推移(秋季)

上層DIN(冬季)



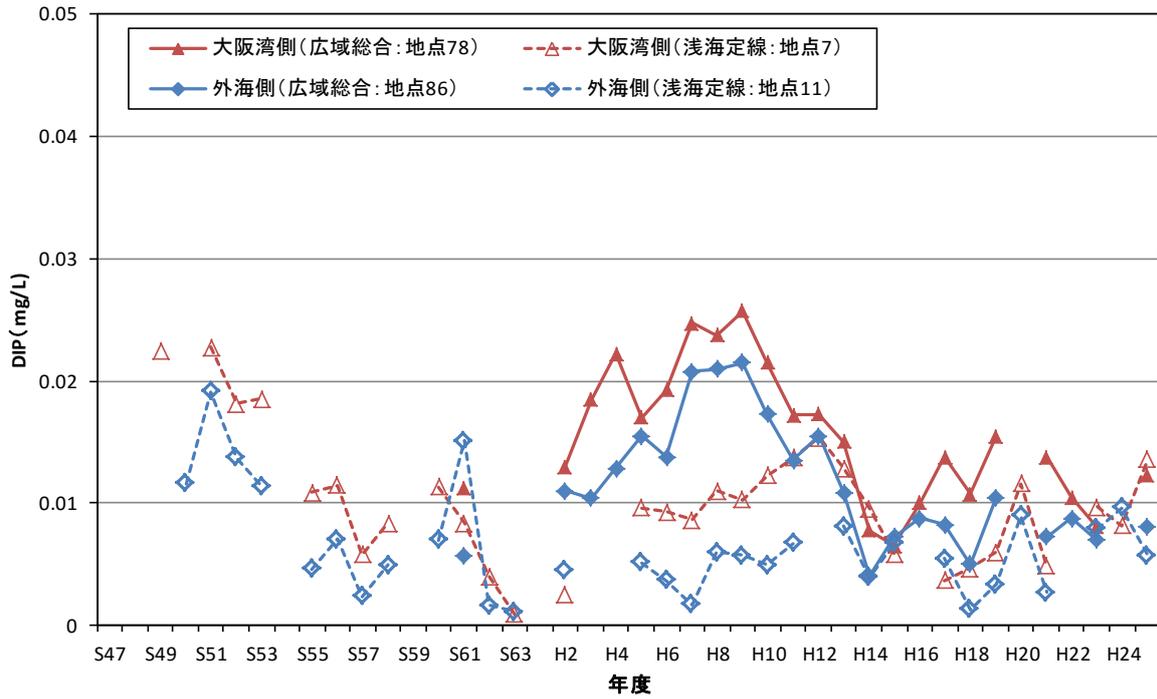
下層DIN(冬季)



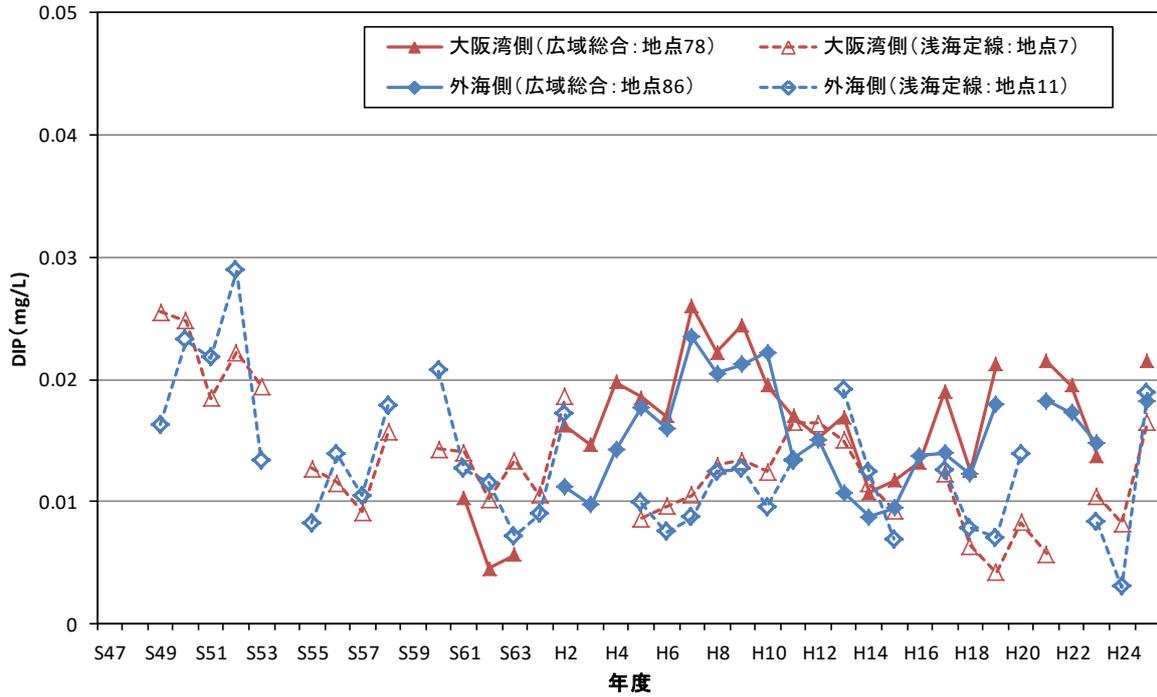
出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(和歌山県)より作成

図 6-9 DIN の推移(冬季)

上層DIP(年度平均値)



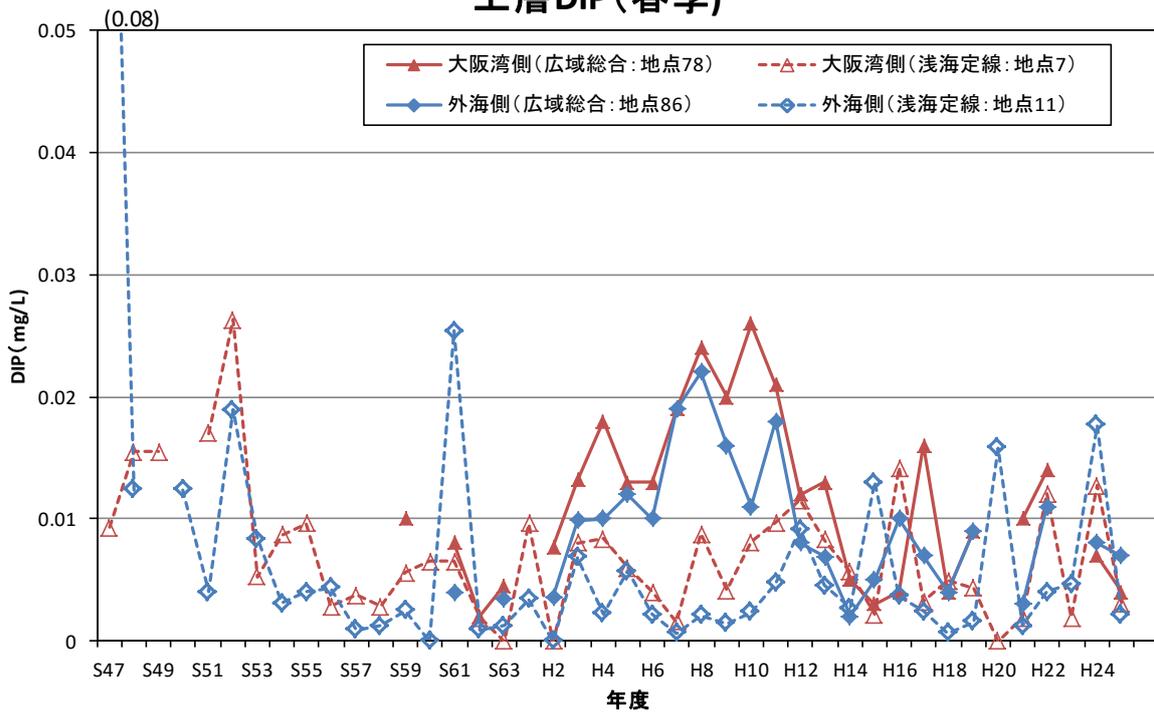
下層DIP(年度平均値)



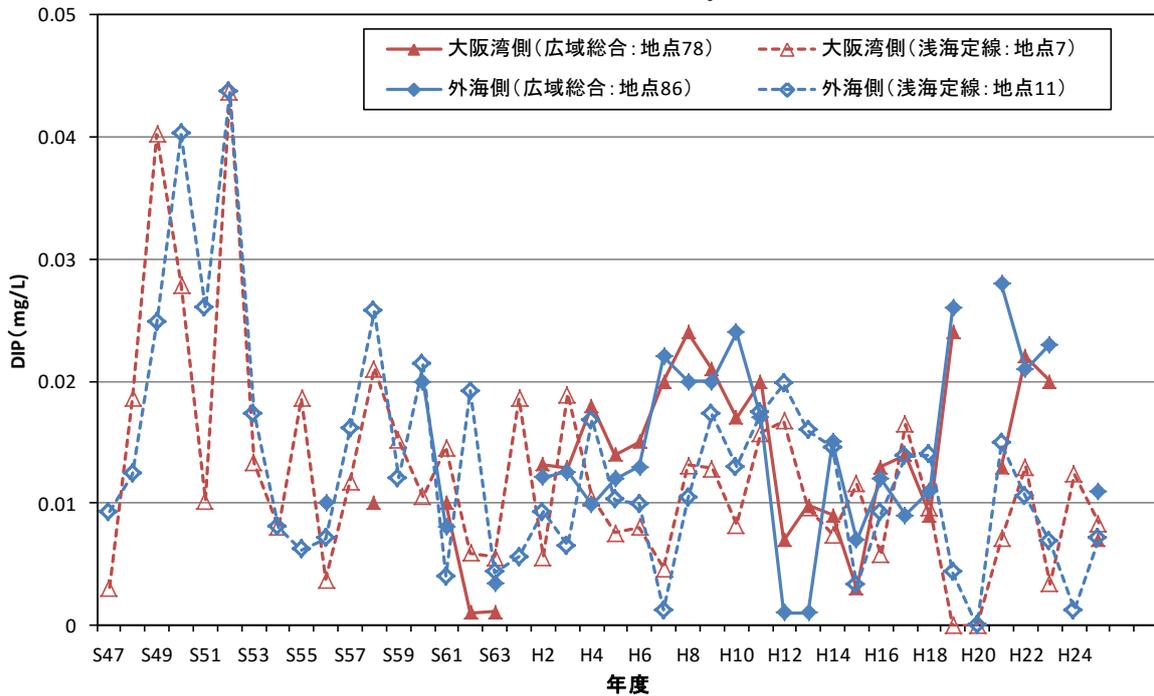
出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(和歌山県)より作成

図 6-10 DIP の推移(年度平均値)

上層DIP(春季)



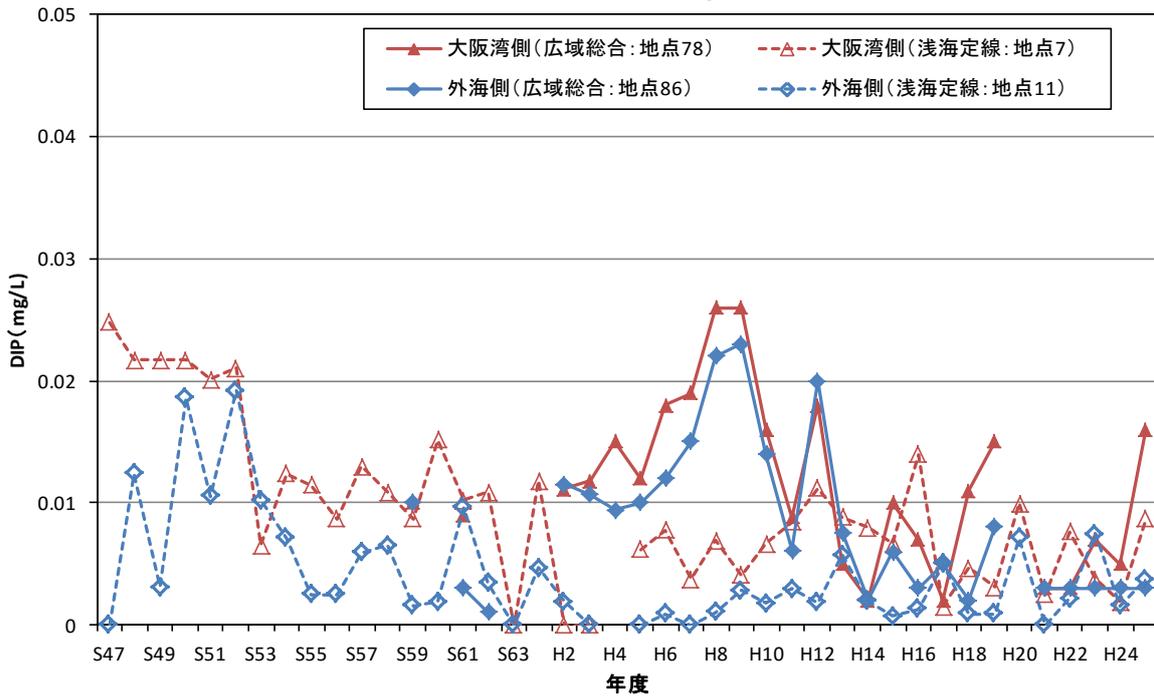
下層DIP(春季)



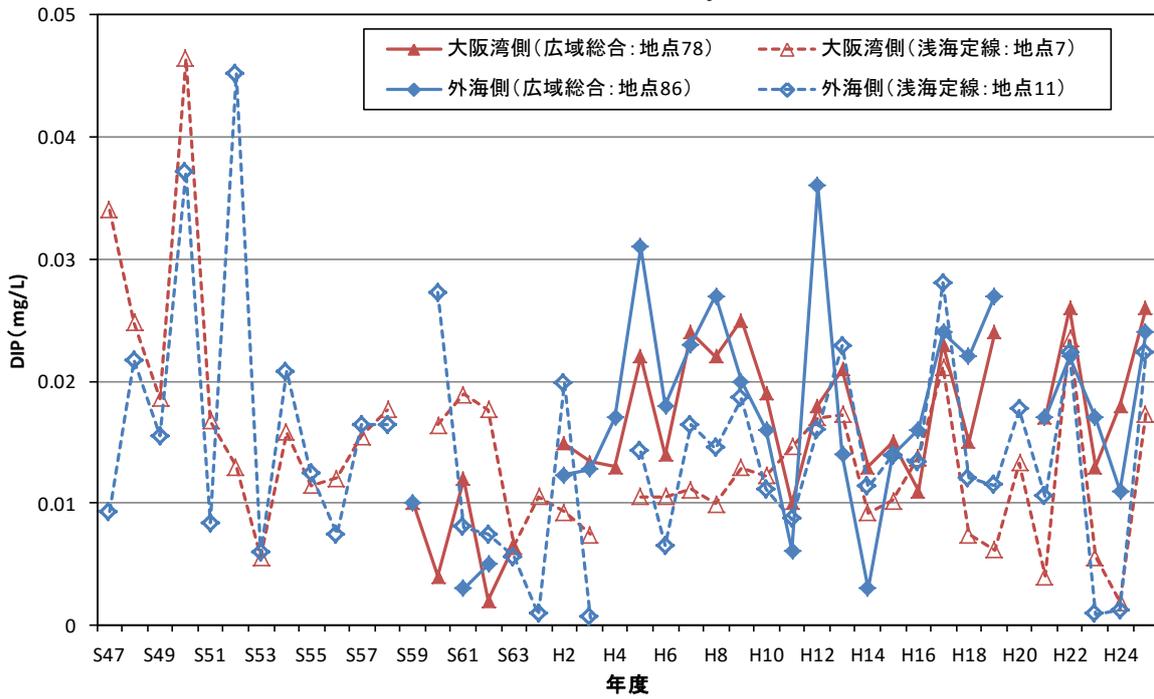
出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(和歌山県)より作成

図 6-11 DIP の推移(春季)

上層DIP(夏季)



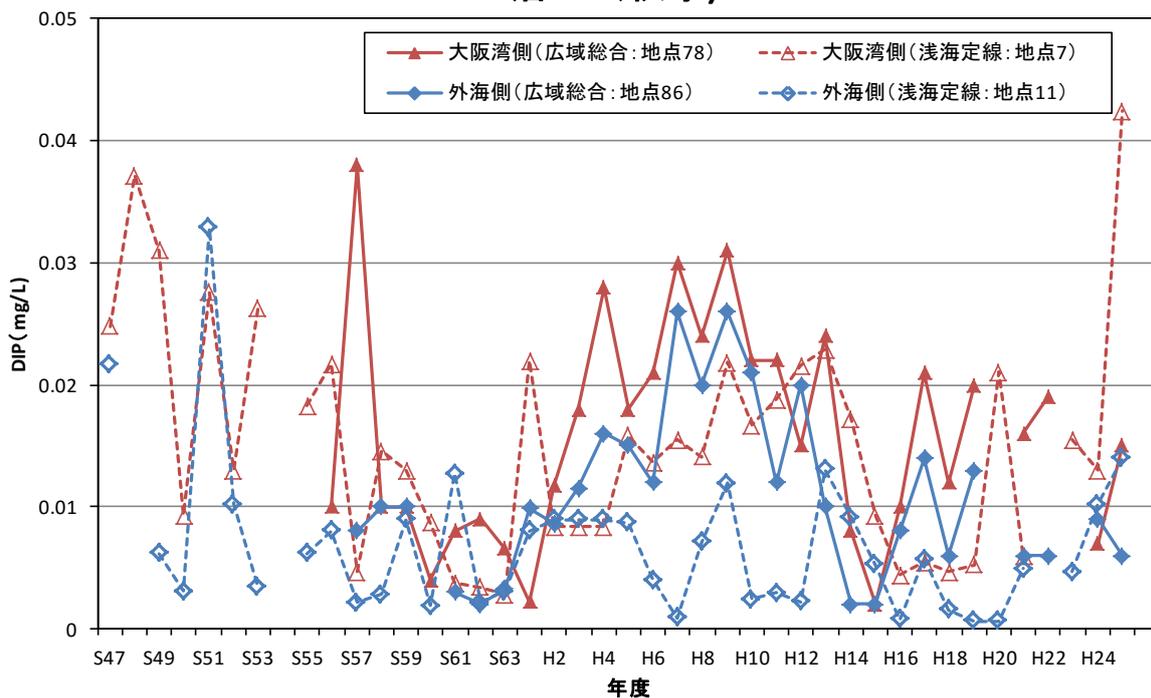
下層DIP(夏季)



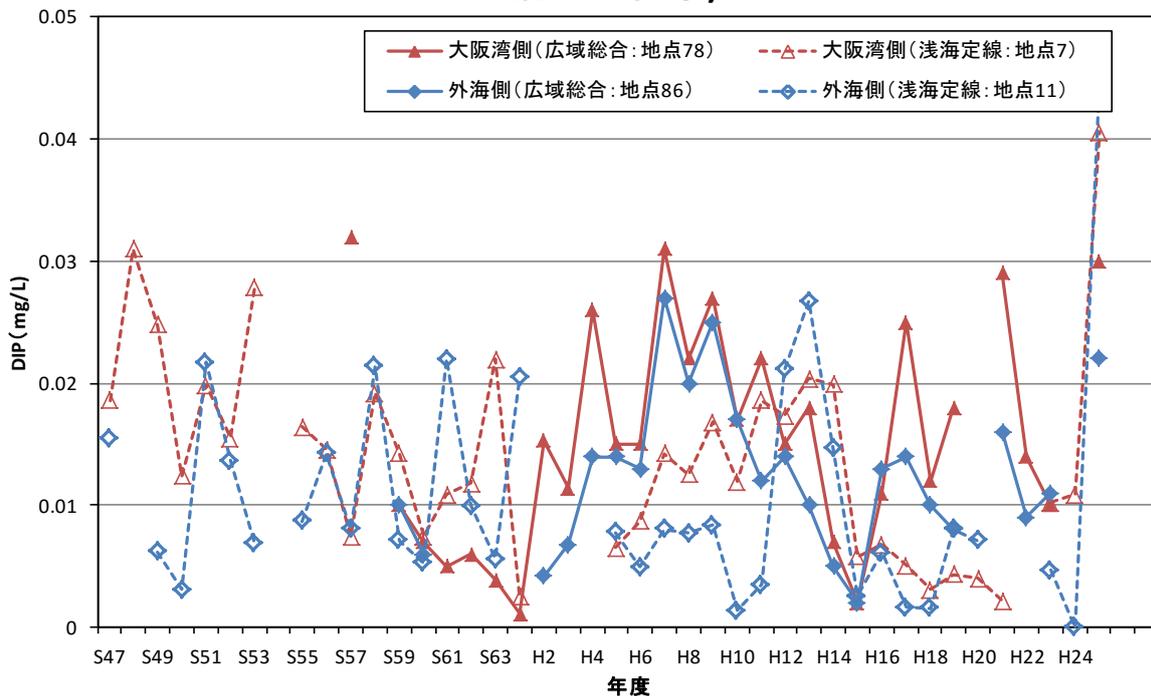
出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(和歌山県)より作成

図 6-12 DIP の推移(夏季)

上層DIP(秋季)



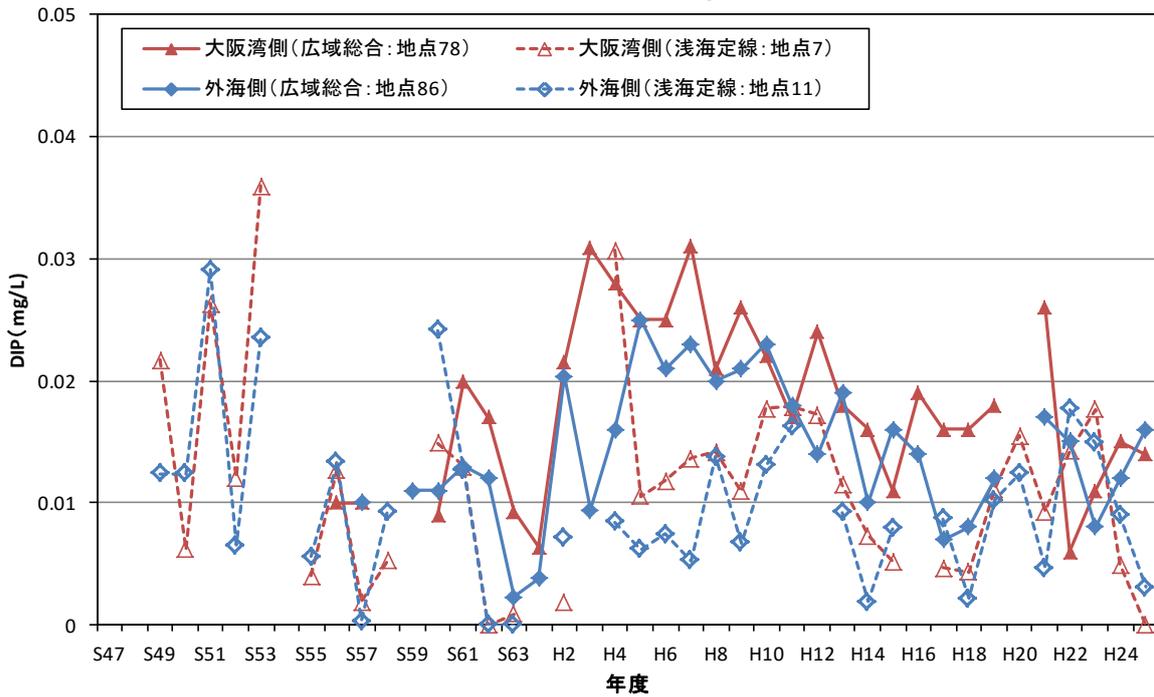
下層DIP(秋季)



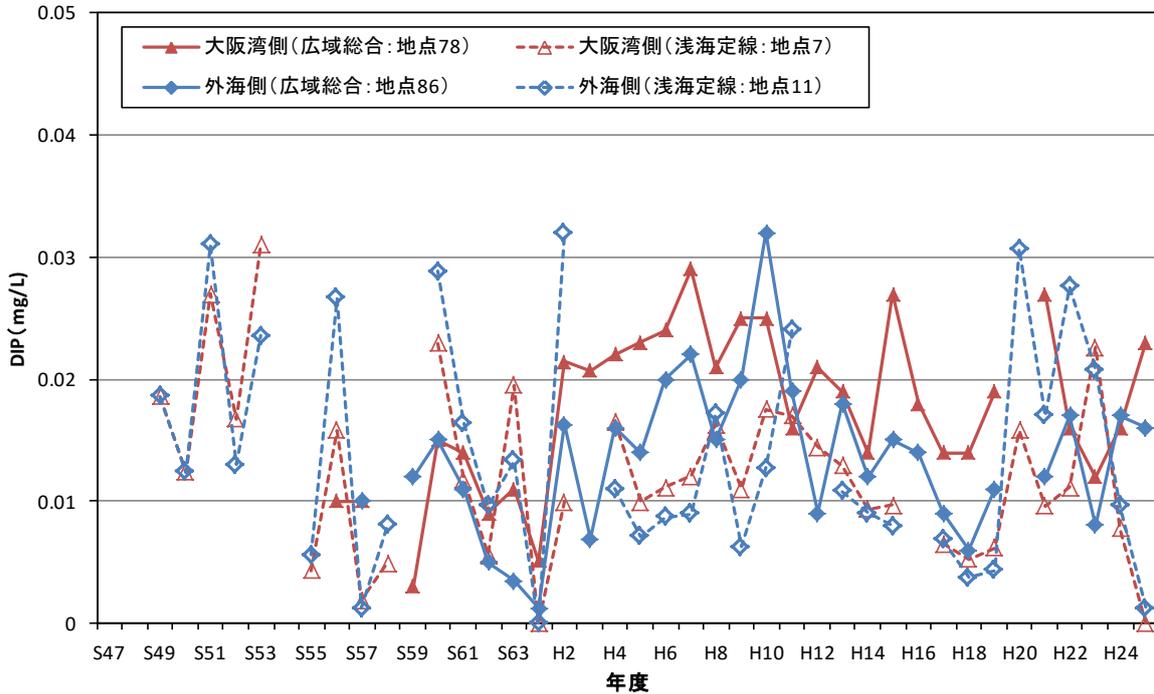
出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(和歌山県)より作成

図 6-13 DIP の推移(秋季)

上層DIP(冬季)



下層DIP(冬季)



出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(和歌山県)より作成

図 6-14 DIP の推移(冬季)

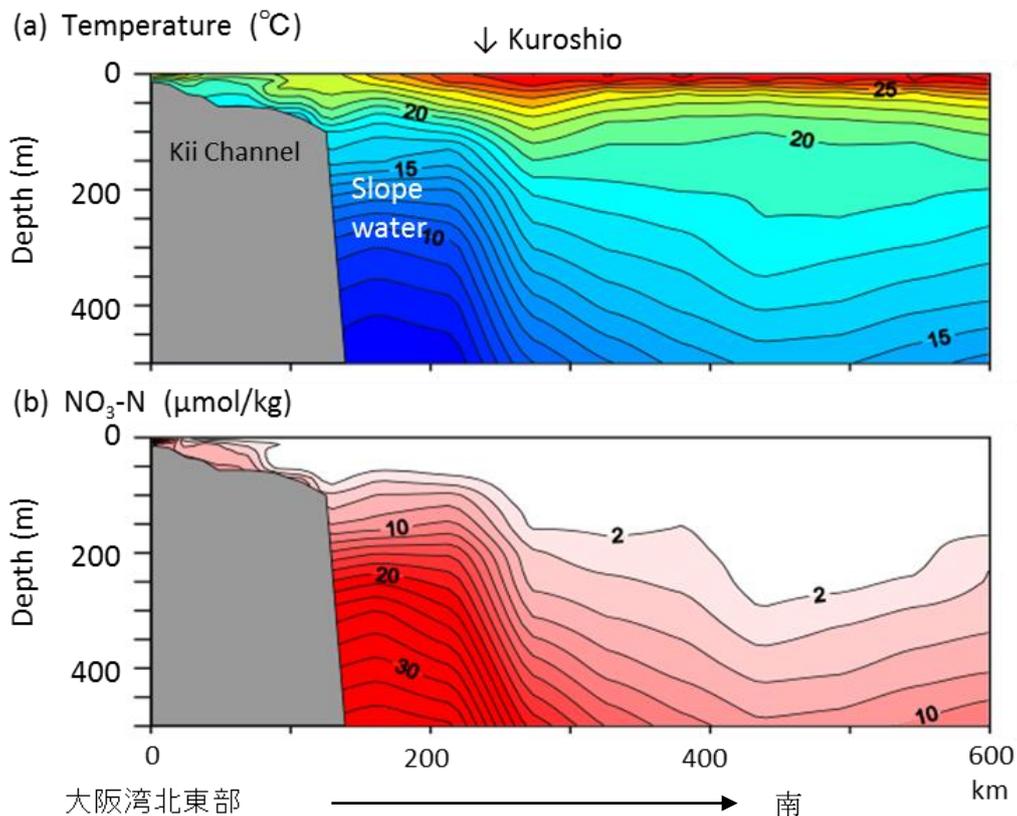
前述のとおり紀伊水道の下層では、夏季において外海側の栄養塩類濃度が高くなる傾向がみられるが、紀伊水道は外海(太平洋)と接しており、特に夏季において紀伊水道下層に外海から多くの栄養塩類が流入するといった指摘もある。

外海からの栄養塩類の流入については、現在までの研究報告において以下のような指摘がなされている^{1,2}。

- ・ 陸棚斜面と黒潮の間では、黒潮の南側に比べ、低温・高栄養塩の海水が浅いところに位置している。この海水が陸棚斜面水(slope water)であり、下に行くほど低温・高栄養塩である。一方、水温 22℃以上の海水は栄養塩をほとんど含んでいない。(図 6-15: 紀伊水道を縦断し南方に伸びる測線の水温と栄養塩[硝酸態窒素濃度]の鉛直分布)
- ・ 黒潮が離岸した時は陸棚斜面水が大きく上昇し、低温で高栄養塩の海水が底層に流入している。一方、黒潮が接岸した時は紀伊水道には高温で貧栄養の海水が全層に流入する。(図 6-16: 黒潮が離岸したときと接岸したときの紀伊水道から南に伸びる測線の水温の鉛直分布、図 6-17: 黒潮が離岸したときと接岸したときの紀伊水道の水温・栄養塩の鉛直分布)
- ・ 1968～2014 年の潮岬から黒潮流軸までの離岸距離の経年変化(図 6-18)によると、1970 年代後半は複数年にわたり著しく離岸傾向が続き、1980 年代も 1970 年代後半ほどではないものの、比較的大きな離岸がみられた。1990 年代以降は 2000 年代中期を除いて概ね接岸傾向となっている。

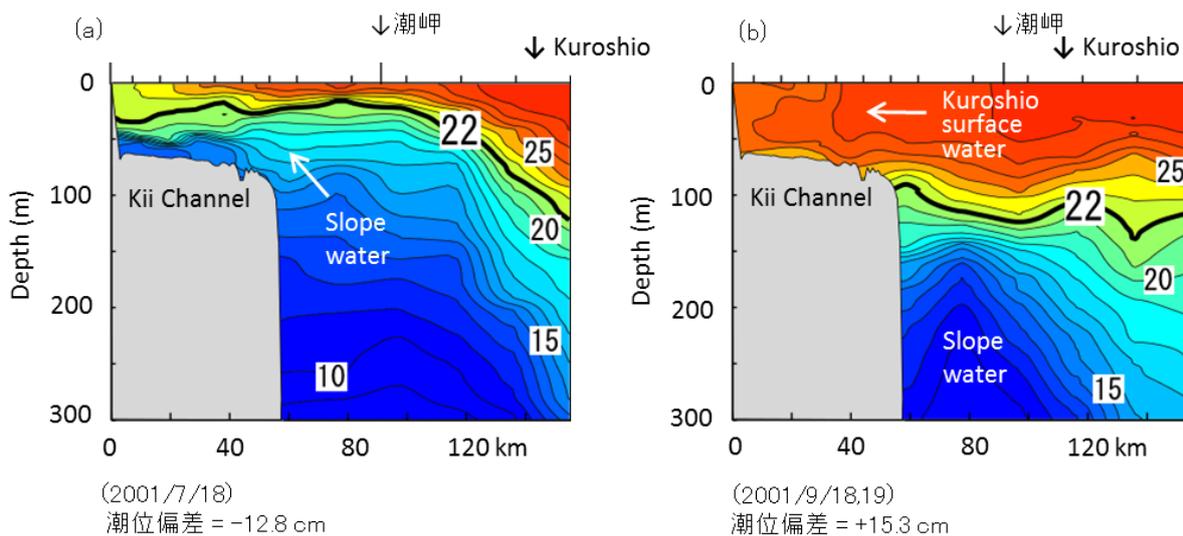
¹ 藤原建紀(2013): 瀬戸内海の水温・塩分と海況変動. 瀬戸内海の気象と海象, 海洋気象学会 神戸, pp. 37-61.

² 枝川大二郎・鎌田信一郎・守岡佐保・天真正勝・住友寿明・平野匠・上田幸男(2015): 播磨灘南部および紀伊水道における溶存無機態窒素と全窒素の分布と動態. 海洋と生物 218 Vol.37-No.3, pp.222-228.



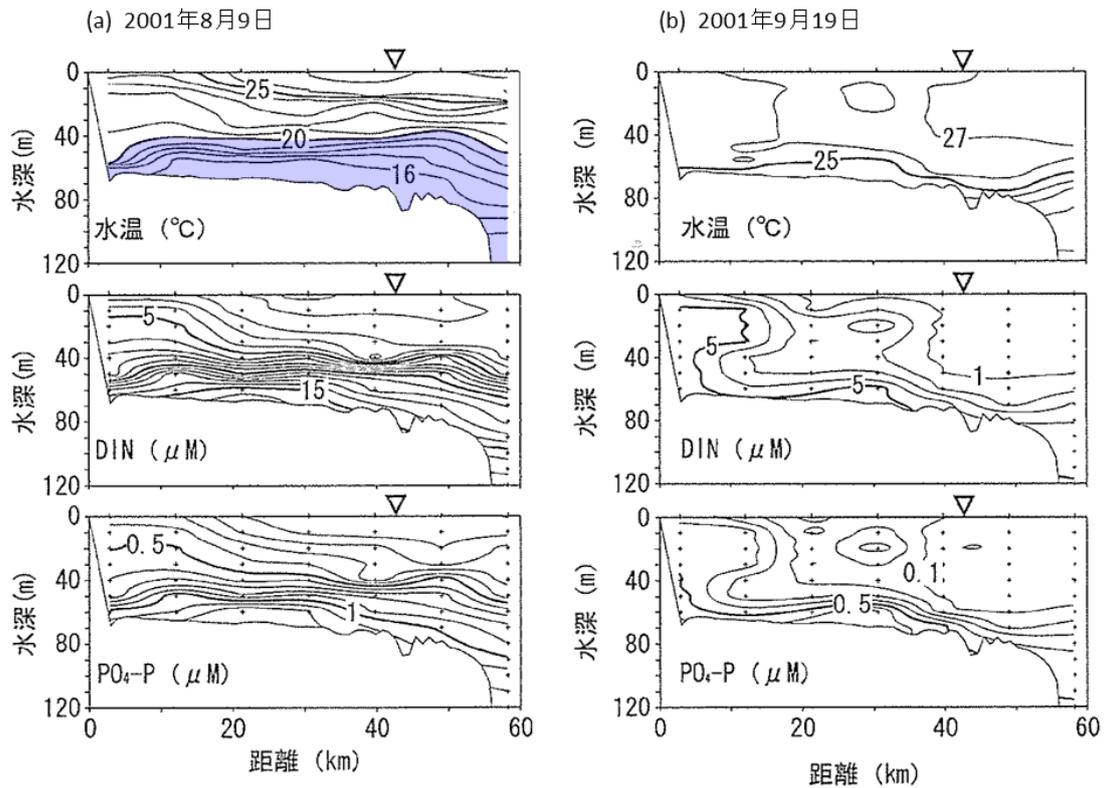
出典) 藤原建紀(2013):瀬戸内海の水温・塩分と海況変動. 瀬戸内海の気象と海象, 海洋気象学会神戸, pp. 37-61.

図 6-15 大阪湾から紀伊水道を経て潮岬から南に延びる測線における水温及び NO₃-N(1990 年 7 月 6 日から 14 日)



出典) 藤原建紀(2013):瀬戸内海の水温・塩分と海況変動. 瀬戸内海の気象と海象, 海洋気象学会神戸, pp. 37-61.

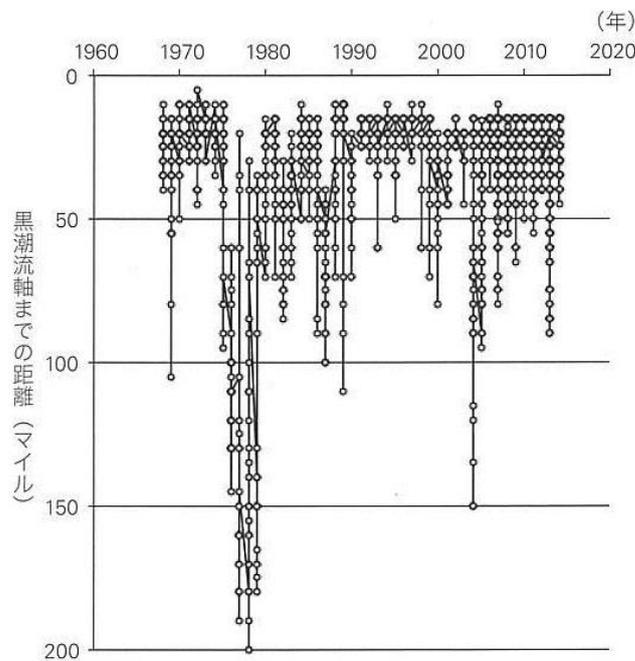
図 6-16 陸棚斜面水の紀伊水道への流入(紀伊水道から南に延びる測線の水温)
(a)冷水が進入した時[2001 年 7 月 18 日]、(b)暖水が進入した時[2001 年 9 月 18,19 日]



出典) 藤原建紀(2013): 瀬戸内海の水温・塩分と海況変動. 瀬戸内海の気象と海象, 海洋気象学会神戸, pp. 37-61.

図 6-17 紀伊水道の水溫、栄養塩類の鉛直分布

(a)冷水が進入した時[2001年8月9日]、(b)暖水が進入した時[2001年9月19日]



出典) 枝川大二郎・鎌田信一郎・守岡佐保・天真正勝・住友寿明・平野匠・上田幸男(2015): 播磨灘南部および紀伊水道における溶存無機態窒素と全窒素の分布と動態. 海洋と生物 218 Vol.37-No.3, pp.222-228.

図 6-18 潮岬から黒潮流軸までの離岸距離

3) まとめ

<ワカメ養殖を取り巻く環境の変化について>

- 冬季の DIN 濃度は、昭和 48～58 年度頃にかけて低下し、昭和 58 年度頃から上昇した後に平成 14 年度頃にかけて低下し、平成 22 年度頃からは再び上昇している。
- 冬季のクロロフィルa濃度は上昇と低下を繰り返しており、大きな変化はみられない。
- 冬季の水温は、昭和 58～59 年度頃まで低下した後に平成 3 年度頃にかけて上昇し、その後再び平成 13 年度頃にかけて低下した後、上昇と低下を繰り返しつつ概ね横ばいに推移している。
- ワカメ養殖を取り巻く環境を考える上では、ワカメ養殖の現状や変化、色落ち発生状況等について把握・評価していくことが重要である。

<円滑な物質循環について>

- 大阪湾側と外海側の上層の栄養塩類 (DIN) 濃度は、いずれの季節も大阪湾側が高い傾向を示しており、この傾向は春季と秋季で顕著である。
- 下層の DIN 濃度は、夏季において外海側の濃度が高くなる年が多くみられ、黒潮離岸時における高栄養の陸棚斜面水 (slope water) の流入によるとの指摘がある。
- 紀伊水道における円滑な物質循環を考える上では、大阪湾側及び外海側からの影響及び季節変化等を踏まえることが重要である。

(2) 大阪湾

大阪湾においては、湾内で水環境の状況が異なっていることに着目し、大阪湾を湾奥・湾中央・湾口の3つに区分し、各海域内における水質等の状況を整理した。また、貧酸素水塊に関わる情報及びデータ等について整理した。

1) 水質濃度等の状況

広域総合データ、公共用水域水質測定結果(以下「公共用水域データ」という。)及び浅海定線データを用いて、大阪湾における上層の水質濃度等の推移を整理した。その際には、湾内の各海域による変化特性の違いを把握するため、3つの海域区分(湾奥、湾中央、湾口)に基づきデータ整理を行った。なお、湾奥、湾中央、湾口の区分については、「瀬戸内海の環境の保全に関する大阪府計画」における大阪湾のゾーニングを参考に、図 6-19 に示すとおりとした。

各調査の調査地点を図 6-20 に、調査ごとの COD、窒素、りん、クロロフィル a 及び水温の推移を図 6-21～図 6-26 に示す。

<広域総合データ>(図 6-21～図 6-23)

- ・ COD は、湾奥では平成 7 年度頃まで低下傾向がみられ、それ以降は概ね横ばいで推移している。湾口では概ね横ばいで推移している。
- ・ T-N は、湾奥では昭和 60 年度頃から低下傾向がみられ、湾口でも低下傾向がみられる。
- ・ T-P は、湾奥では昭和 60 年度頃から低下傾向がみられ、湾口では概ね横ばいで推移している。
- ・ DIN は、湾奥では平成元年度頃から低下傾向がみられ、湾口では平成 4 年度頃から低下傾向がみられる。
- ・ DIP は、湾奥では昭和 62 年度頃から低下傾向がみられ、湾口では昭和 56 年度以降やや低下傾向がみられる。
- ・ クロロフィル a は、湾奥では低下傾向がみられる。湾口では昭和 61 年度以降は $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下で、平成 11 年度以降は $5\text{mg}/\text{m}^3$ 以下で推移している。
- ・ 水温は、いずれの海域も上昇している。

<公共用水域データ>(図 6-24)

- ・ COD は、いずれの海域も概ね横ばいで推移している。
- ・ T-N は、いずれの海域も平成 7 年度以降低下傾向がみられる。
- ・ T-P は、湾奥及び湾中央で低下傾向がみられ、湾口でもやや低下傾向がみられる。

<浅海定線データ>(図 6-25、図 6-26)

- ・ DIN は、いずれの海域も低下傾向がみられ、特に湾奥で顕著である。
- ・ DIP は、湾奥及び湾中央で低下傾向がみられ、湾口でもやや低下傾向がみられる。
- ・ 水温は、いずれの海域も上昇している。

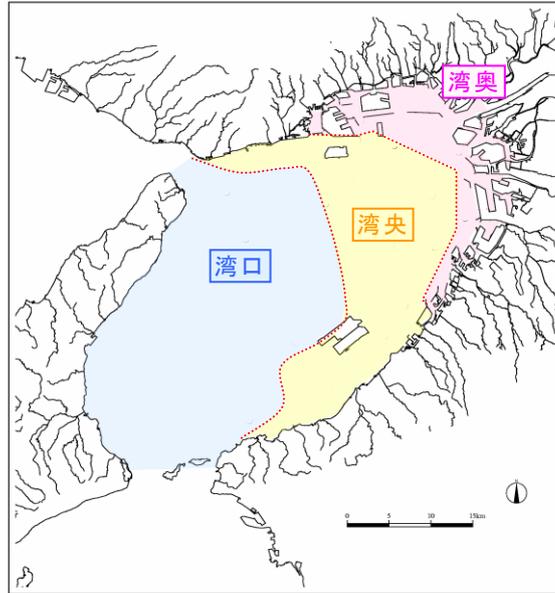


图 6-19 海域区分

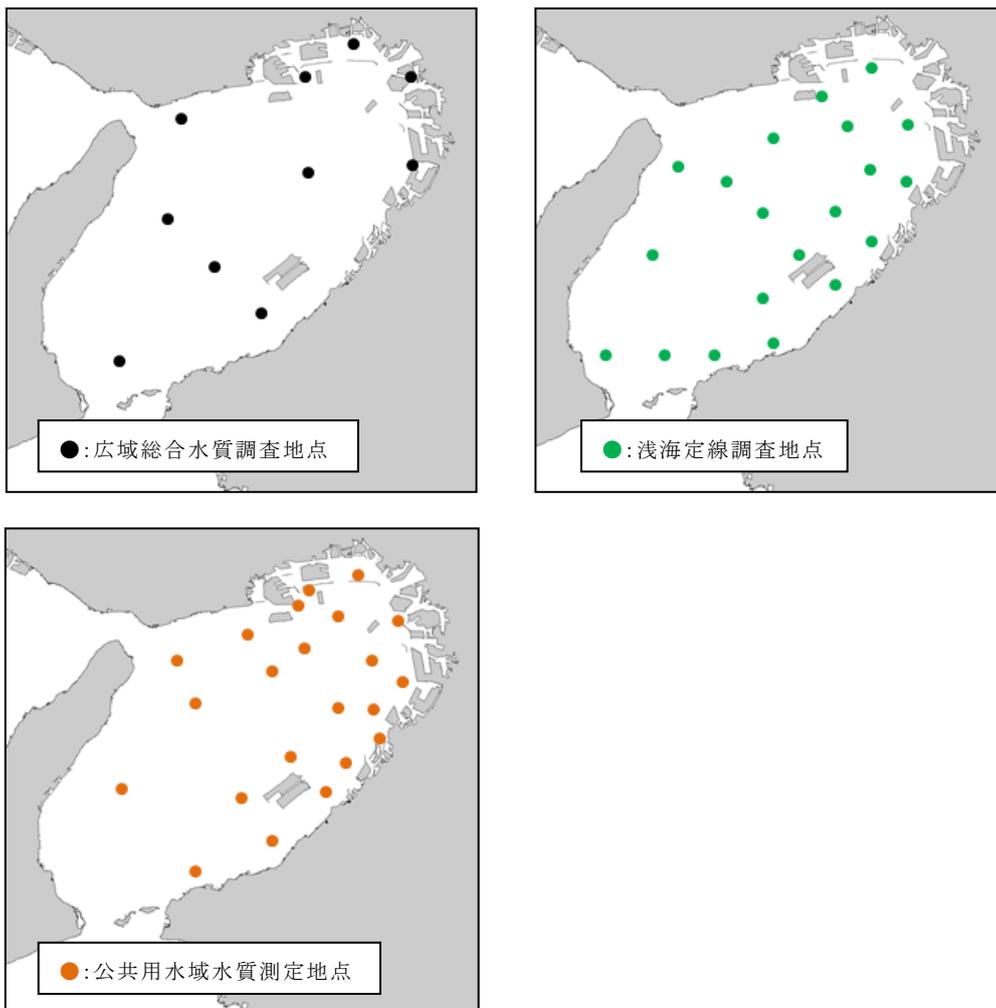
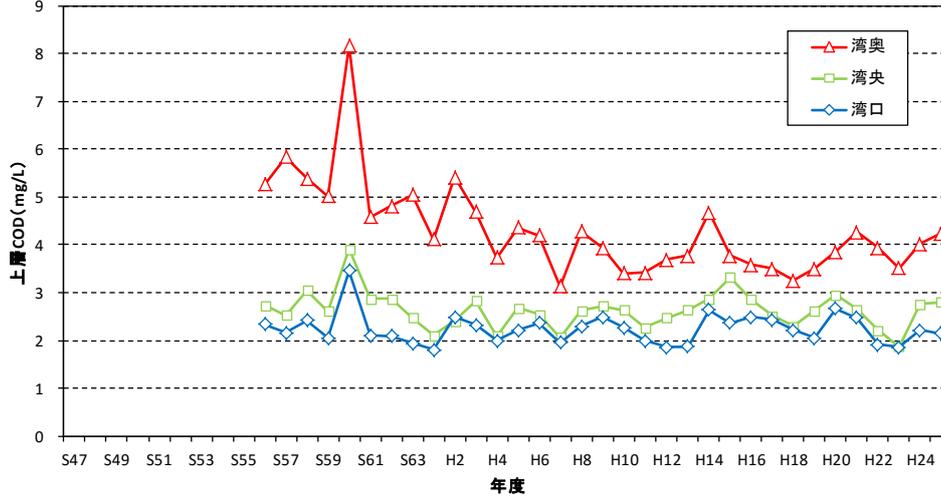
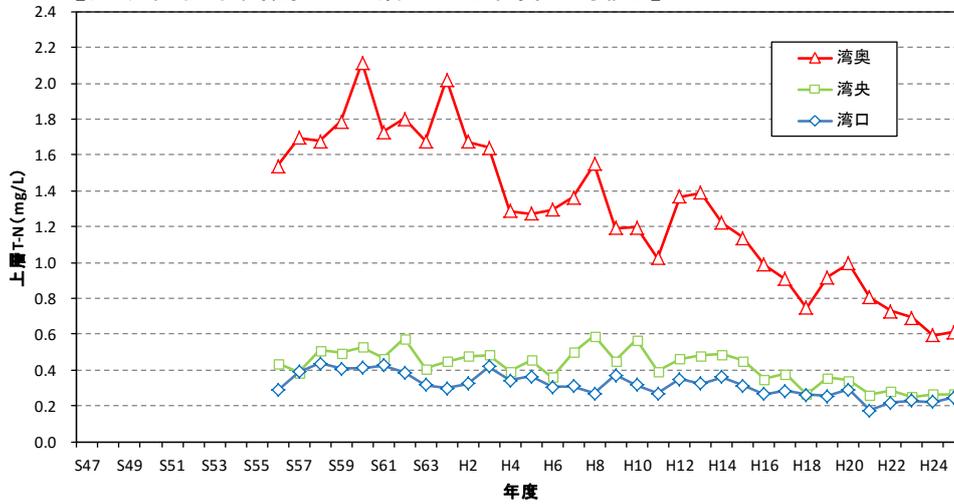


图 6-20 調査地点

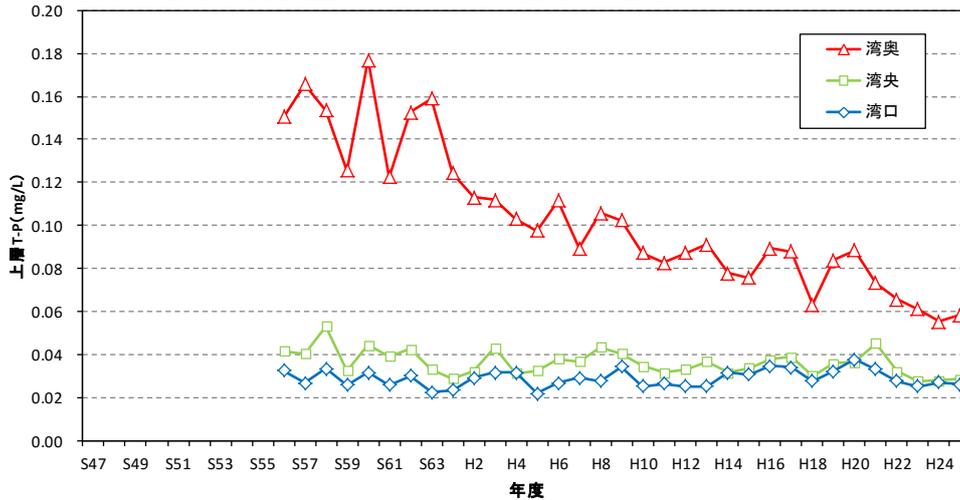
【広域総合水質調査:上層 COD(年度平均値)】



【広域総合水質調査:上層 T-N(年度平均値)】



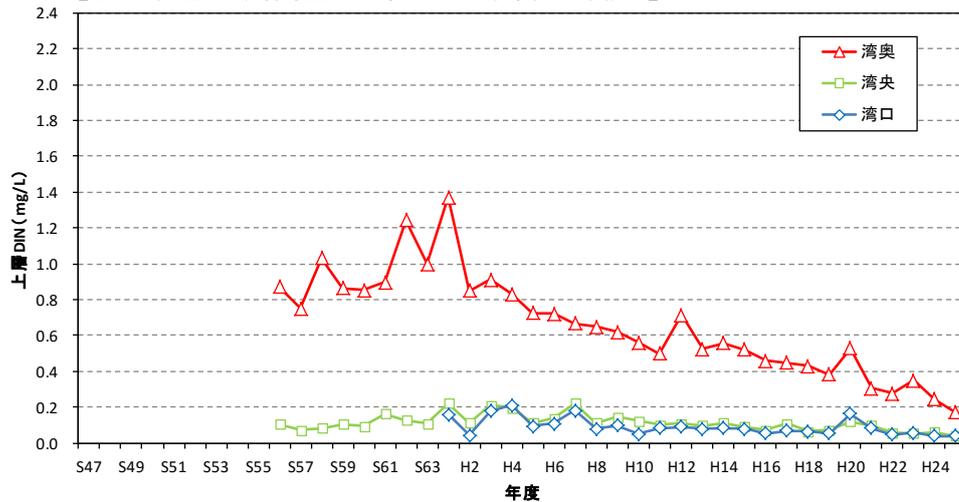
【広域総合水質調査・上層 T-P(年度平均値)】



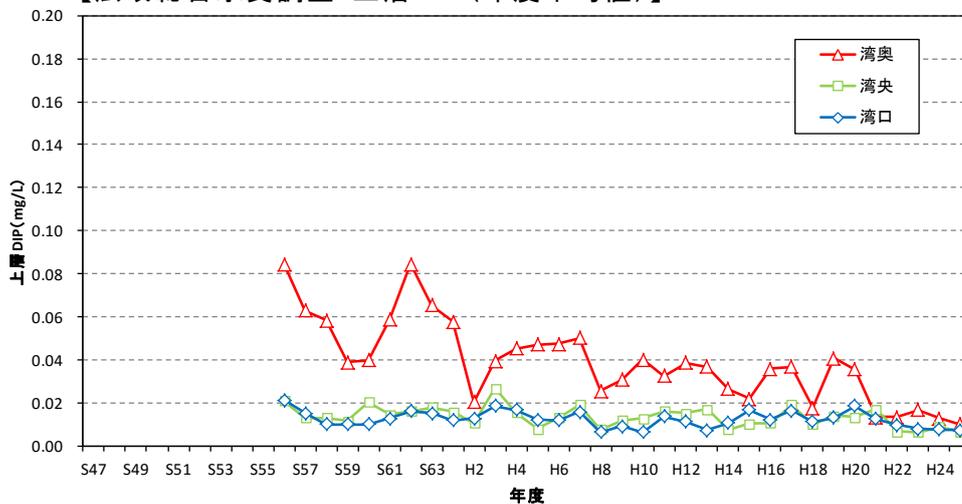
出典)広域総合水質調査結果(環境省)より作成

図 6-21 COD、T-N、T-P の推移(広域総合水質調査)

【広域総合水質調査:上層 DIN(年度平均値)】



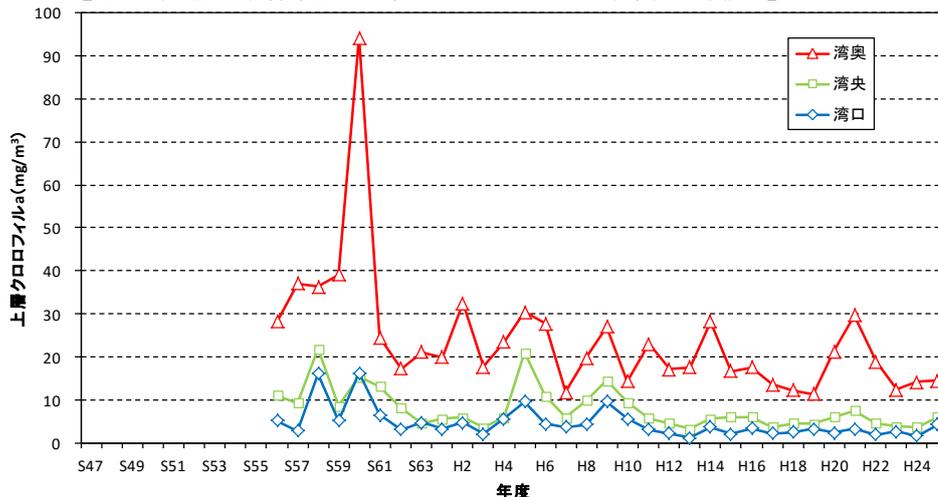
【広域総合水質調査:上層 DIP(年度平均値)】



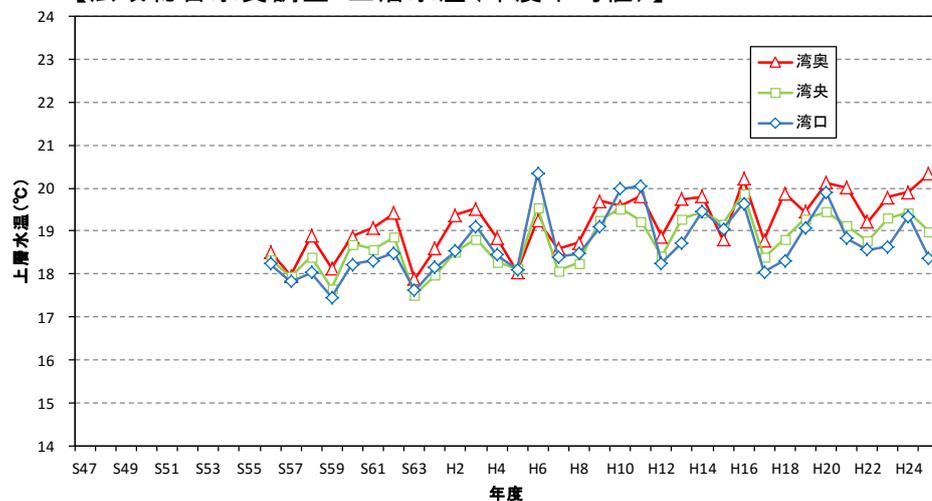
出典) 広域総合水質調査結果(環境省)より作成

図 6-22 DIN、DIP の推移(広域総合水質調査)

【広域総合水質調査:上層クロロフィル a(年度平均値)】



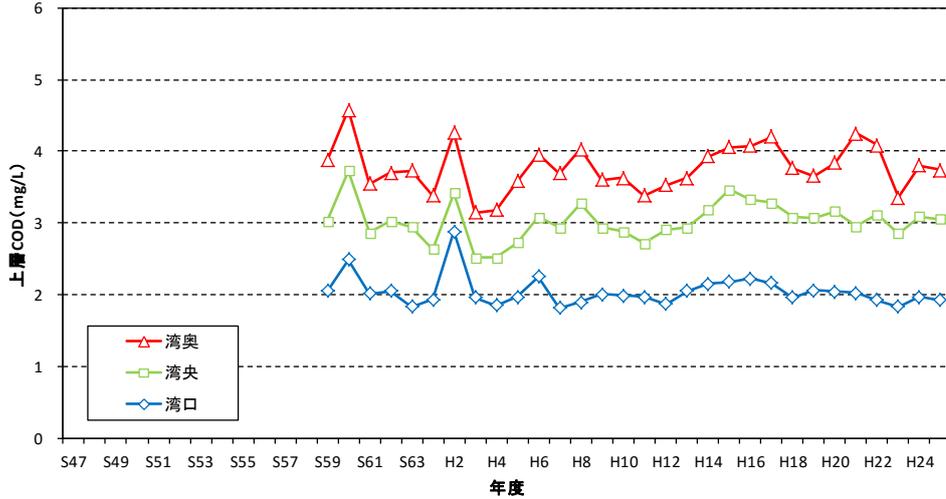
【広域総合水質調査:上層水温(年度平均値)】



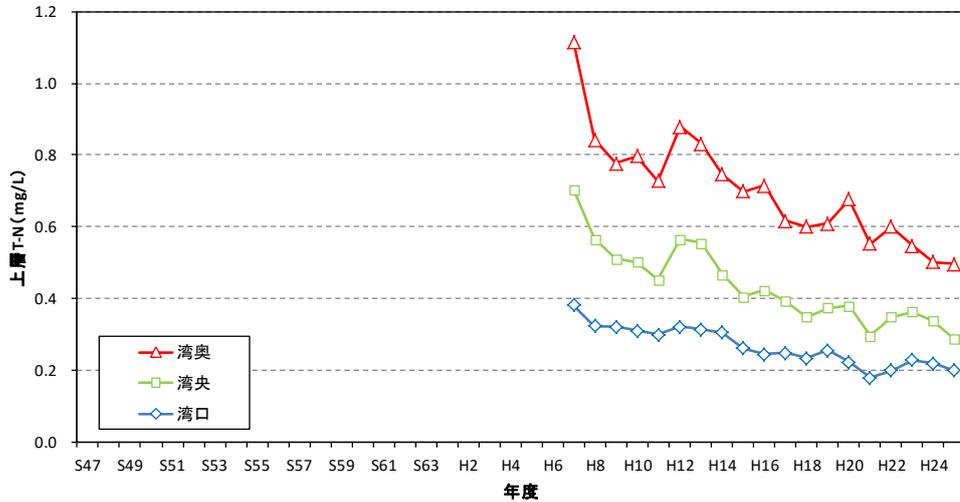
出典)広域総合水質調査結果(環境省)より作成

図 6-23 クロロフィル a、水温の推移(広域総合水質調査)

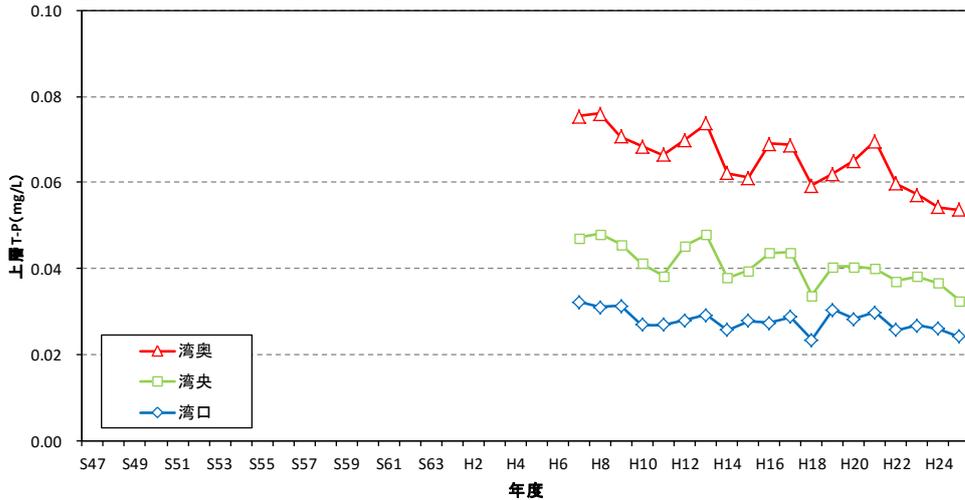
【公共用水域水質測定調査:上層 COD(年度平均値)】



【公共用水域水質測定調査:上層 T-N(年度平均値)】



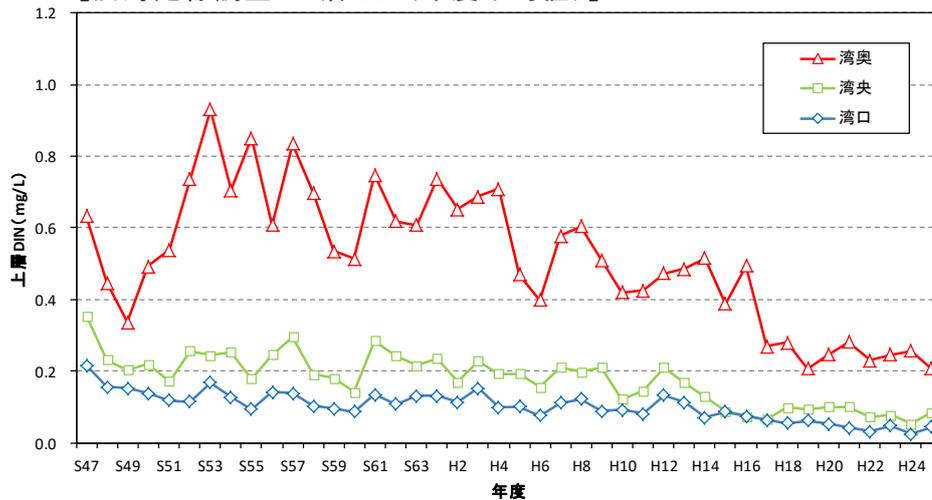
【公共用水域水質測定調査:上層 T-P(年度平均値)】



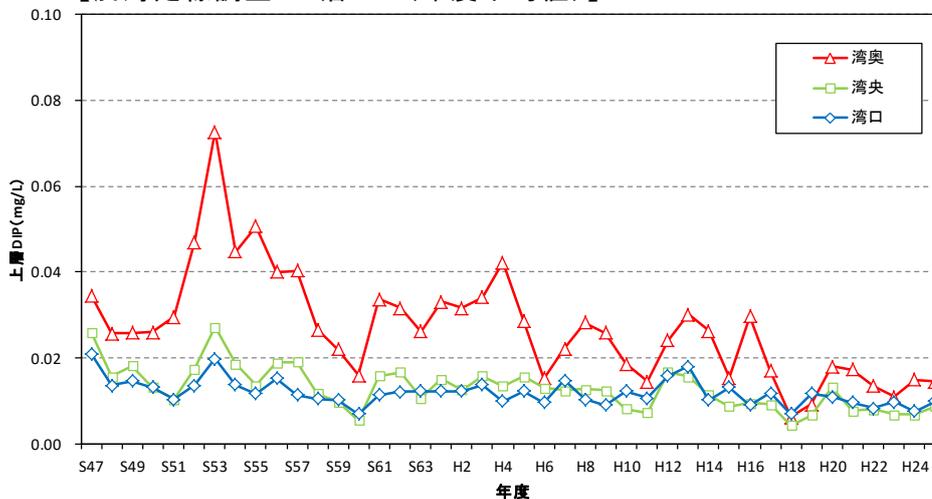
注)大阪湾(1)~(5)水域における各項目の環境基準点のデータを集計した。
 出典)公共用水域水質測定結果(環境省)より作成

図 6-24 COD、T-N、T-P の推移(公共用水域水質測定調査)

【浅海定線調査:上層 DIN(年度平均値)】

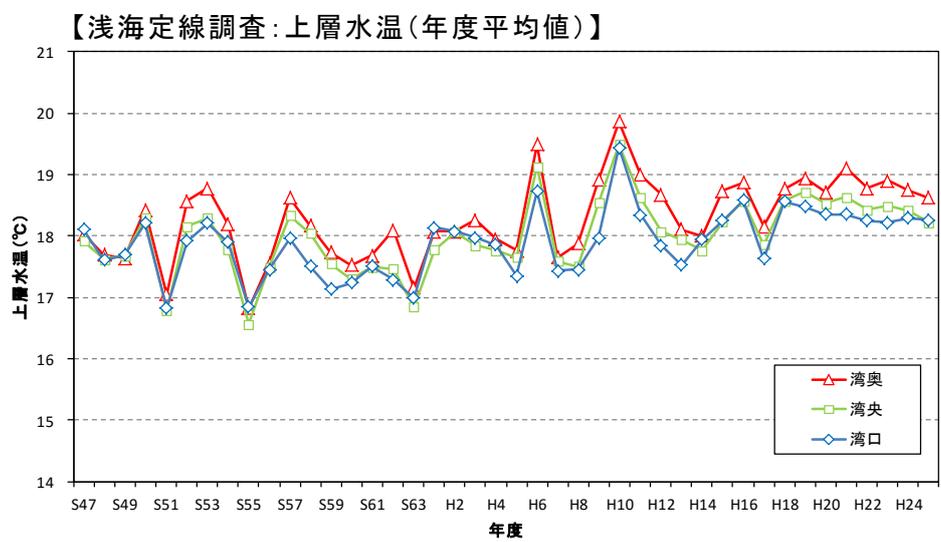
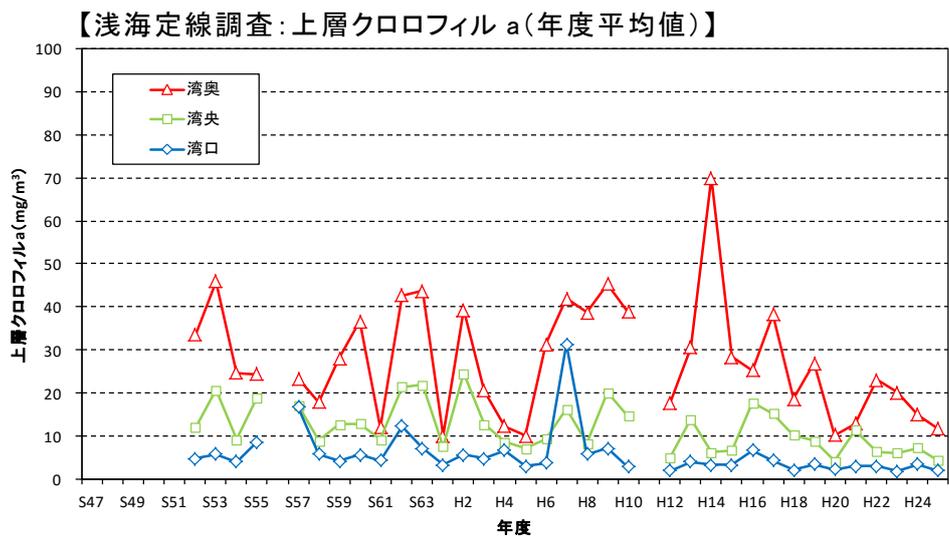


【浅海定線調査:上層 DIP(年度平均値)】



出典) 浅海定線調査結果(大阪府)より作成

図 6-25 DIN、DIP の推移(浅海定線調査)



出典) 浅海定線調査結果(大阪府)より作成

図 6-26 クロロフィル a、水温の推移(浅海定線調査)

次に、海域ごと(湾奥、湾央、湾口)に、広域総合データ、公共用水域データ及び浅海定線データによるCOD、窒素、りん、クロロフィル a 及び水温の推移を整理した(図 6-27～図 6-33)。

<COD> (図 6-27)

- ・ 湾奥は、広域総合データでは平成 7 年度頃まで低下傾向がみられ、公共用水域データでは概ね横ばいに推移している。
- ・ 湾央及び湾口では、広域総合データ、公共用水域データとともに概ね横ばいで推移している。

<T-N> (図 6-28)

- ・ 湾奥では、広域総合データ、公共用水域データともに低下傾向がみられるが、広域総合データの方が濃度レベルは高くなっている。
- ・ 湾央では、広域総合データ、公共用水域データともに低下傾向がみられる。
- ・ 湾口では、広域総合データ、公共用水域データともに低下傾向がみられるが、湾奥に比べて低下の程度は小さい。

<DIN> (図 6-29)

- ・ 湾奥では、広域総合データは昭和 57 年度頃から上昇し、平成元年度以降は低下傾向がみられる。浅海定線データは昭和 49 年度頃から上昇し、昭和 53 年度以降は低下傾向がみられる。
- ・ 湾央では、広域総合データは平成 7 年度頃から低下傾向がみられる。浅海定線データは昭和 47 年度以降低下傾向がみられる。
- ・ 湾口では、広域総合データは平成 4 年度頃から低下傾向がみられる。浅海定線データは昭和 47 年度以降低下傾向がみられ、両データの濃度レベルは同等程度となっている。また、湾奥に比べて低下の程度は小さい。

<T-P> (図 6-30)

- ・ 湾奥では、広域総合データ、公共用水域データともに低下傾向がみられ、広域総合データの方が濃度レベルは高くなっている。
- ・ 湾央では、広域総合データはやや低下傾向、公共用水域データは低下傾向がみられる。
- ・ 湾口では、広域総合データは概ね横ばいで推移している。公共用水域データの濃度レベルは広域総合データとほぼ同等程度となっている。

<DIP> (図 6-31)

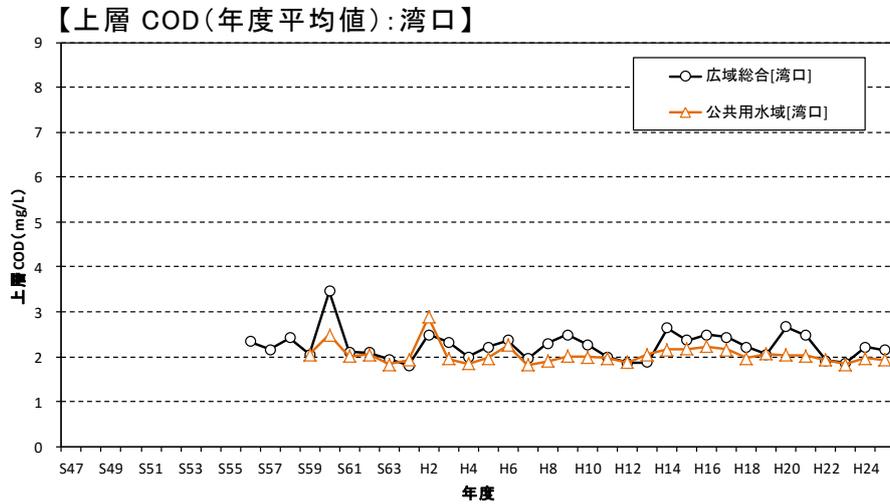
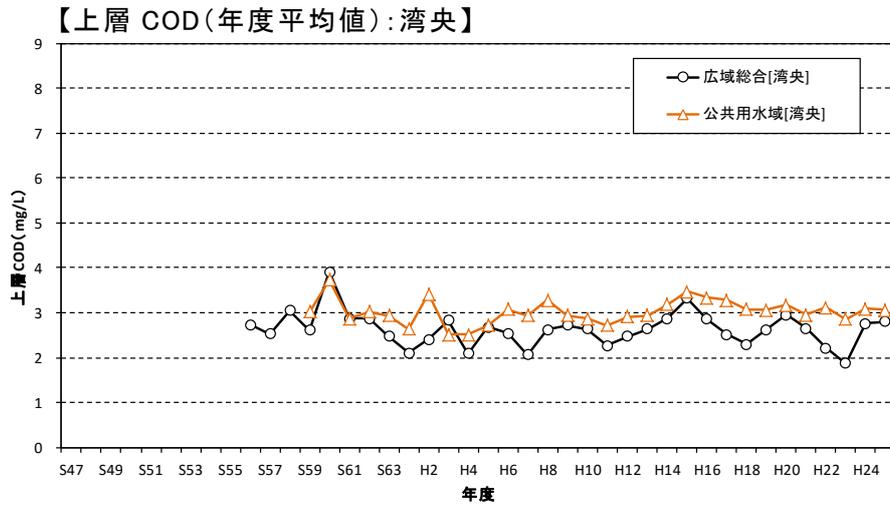
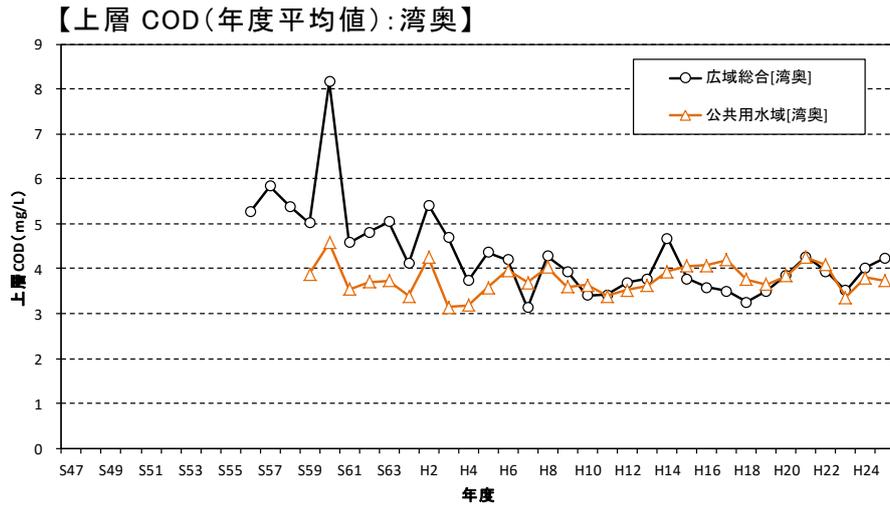
- ・ 湾奥では、広域総合データは昭和 62 年度以降、浅海定線データは昭和 53 年度以降に低下傾向がみられ、広域総合データの方が濃度レベルは高くなっている。
- ・ 湾央では、広域総合データ、浅海定線データともに低下傾向がみられる。
- ・ 湾口では、広域総合データ、浅海定線データともにやや低下傾向がみられるが、湾奥に比べて低下の程度は小さい。

<クロロフィル a> (図 6-32)

- ・ 湾奥では、広域総合データは低下傾向がみられる。
- ・ 湾口では、広域総合データは昭和 61 年度以降、浅海定線データは平成 8 年度以降 10mg/m³ 以下で推移している。

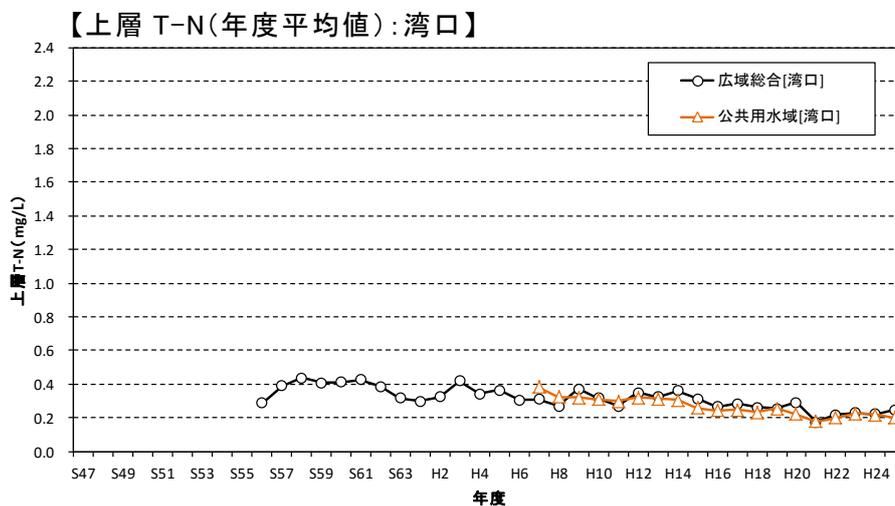
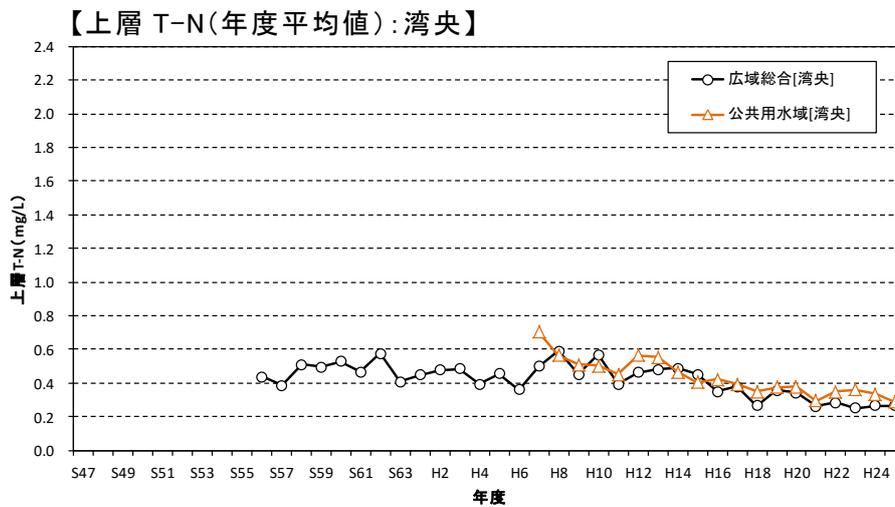
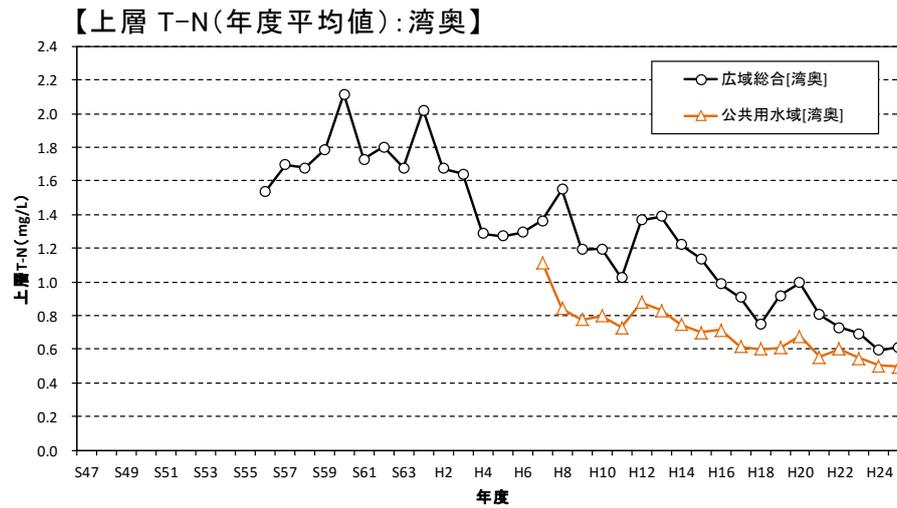
<水温> (図 6-33)

- ・ いずれの海域も上昇している。



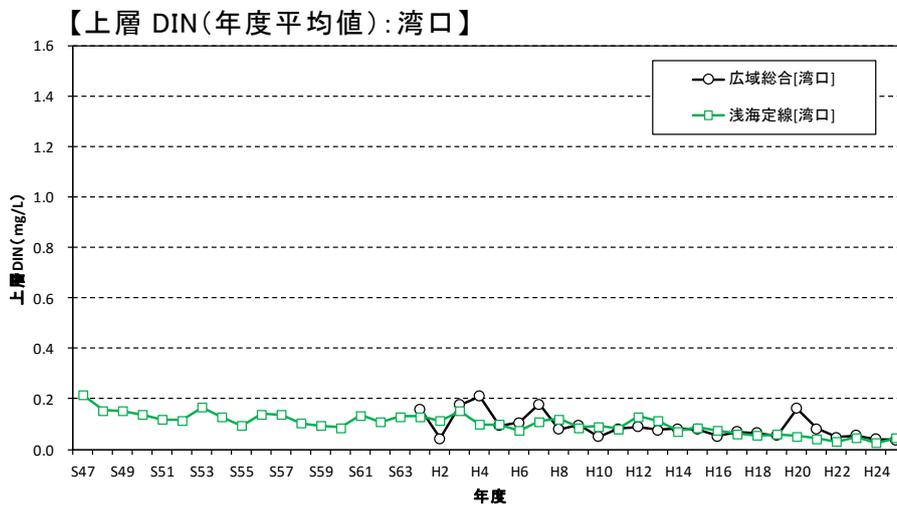
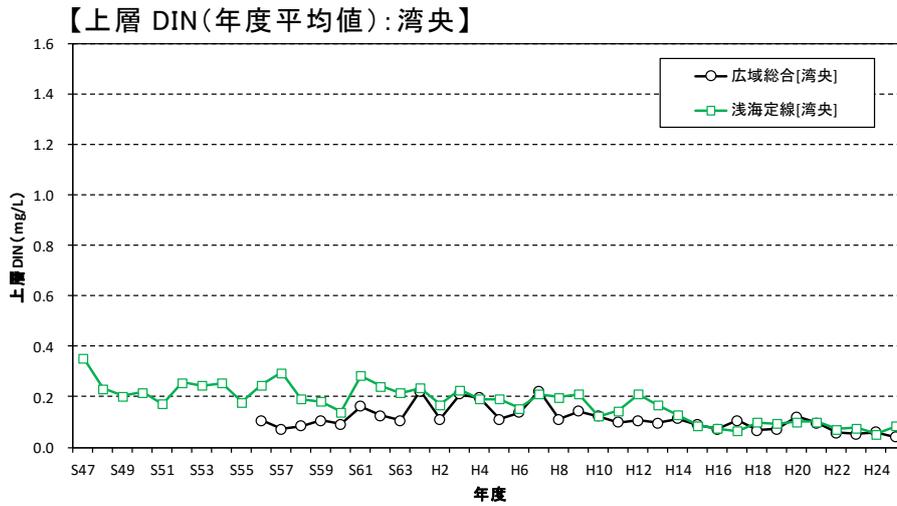
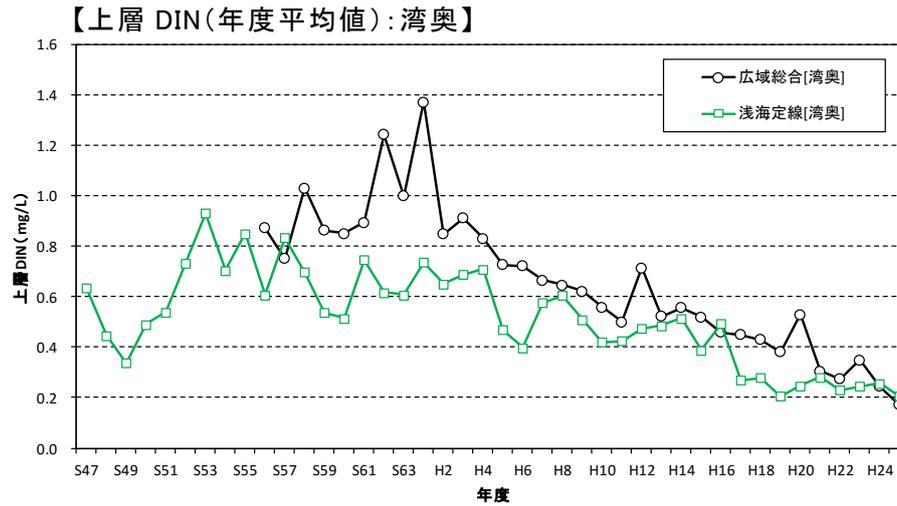
注) 公共用水域測定調査結果は、大阪湾(1)~(5)水域における環境基準点のデータを集計した。
出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び公共用水域水質測定結果(環境省)より作成

図 6-27 COD の推移(海域ごと)



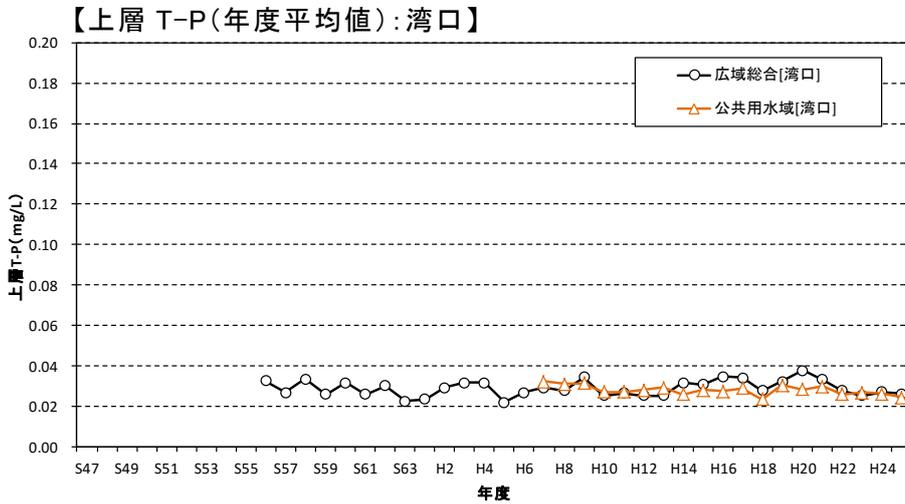
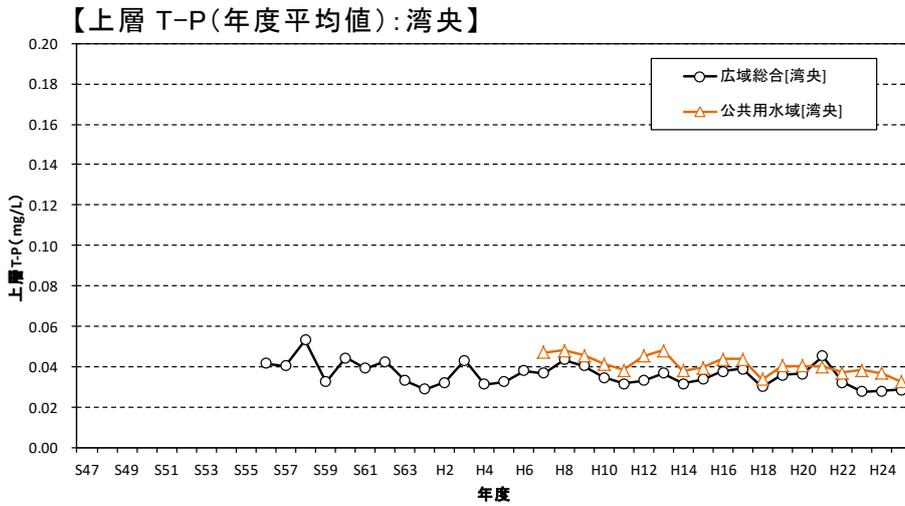
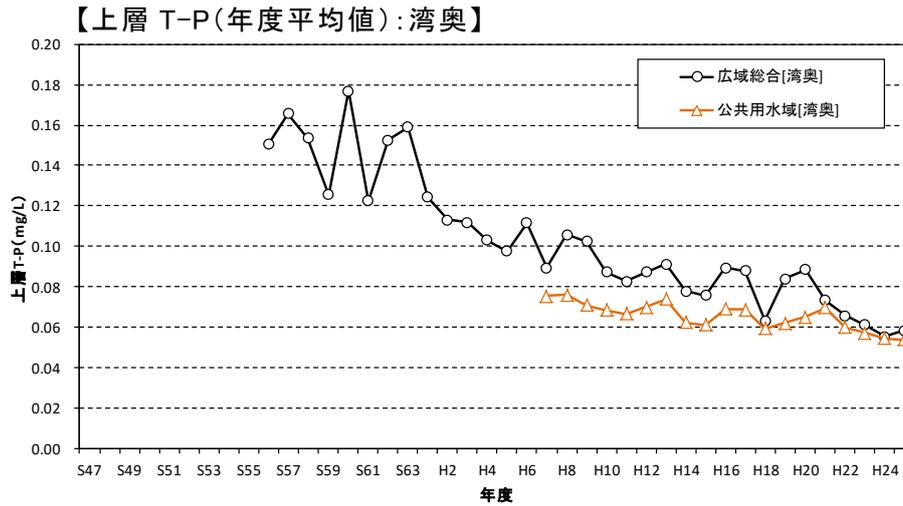
注) 公共用水域測定調査結果は、大阪湾(1)～(5)水域における環境基準点のデータを集計した。
 出典) 広域総合水質調査結果(環境省)、公共用水域水質測定結果(環境省)及び浅海定線調査結果(大阪府)より作成

図 6-28 T-N の推移(海域ごと)



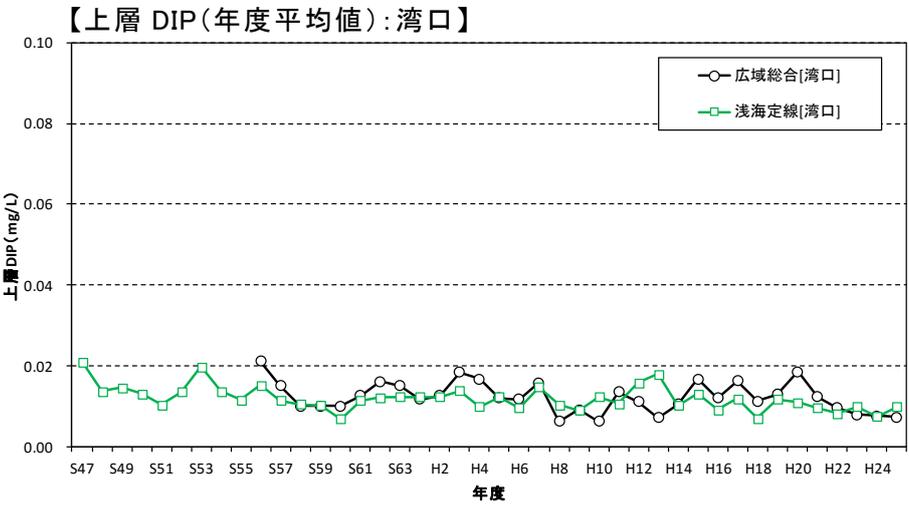
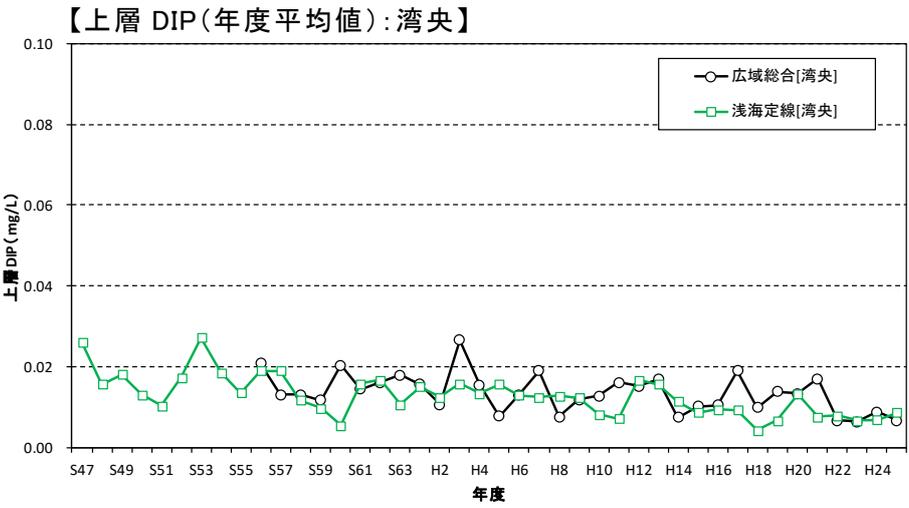
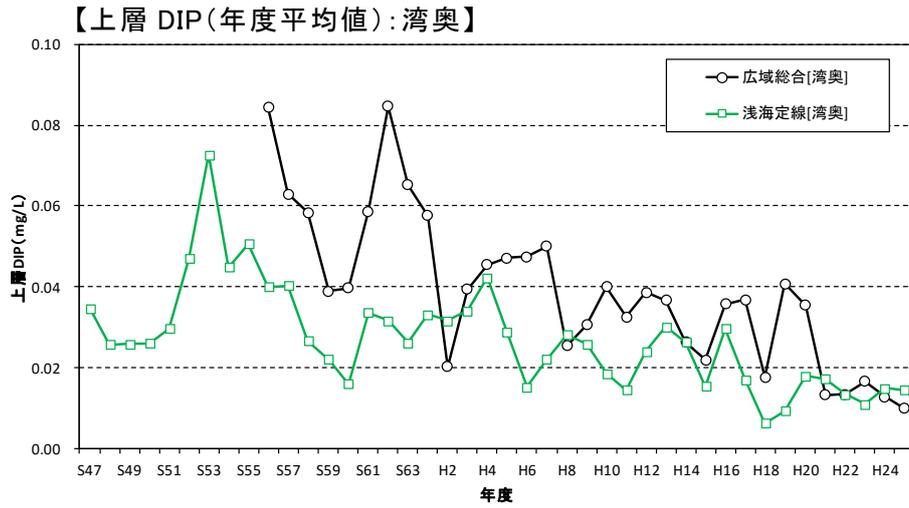
出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(大阪府)より作成

図 6-29 DIN の推移(海域ごと)



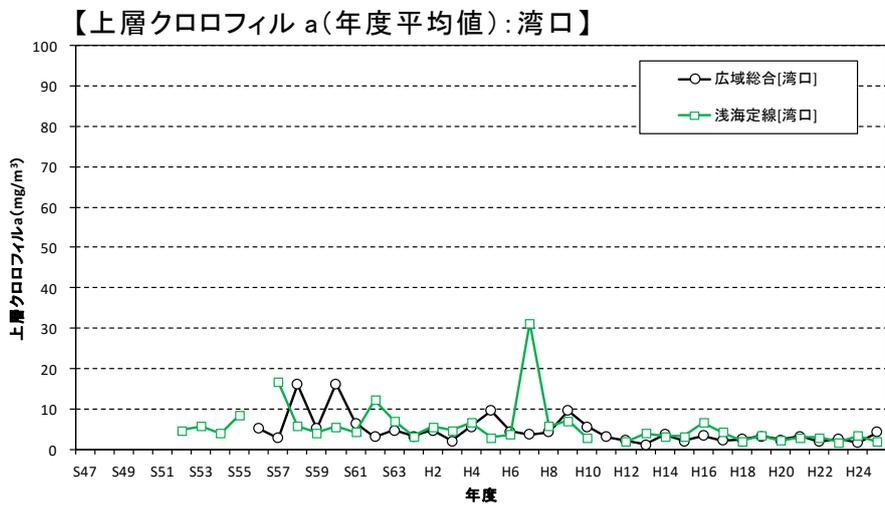
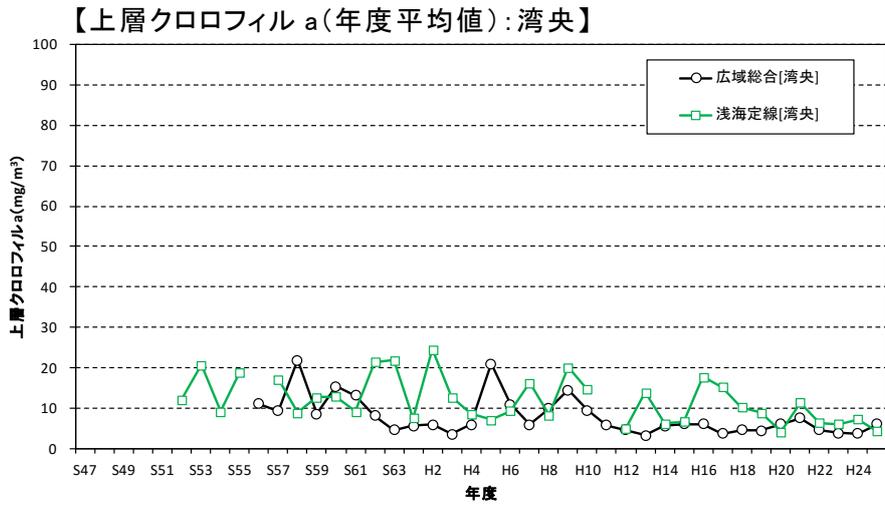
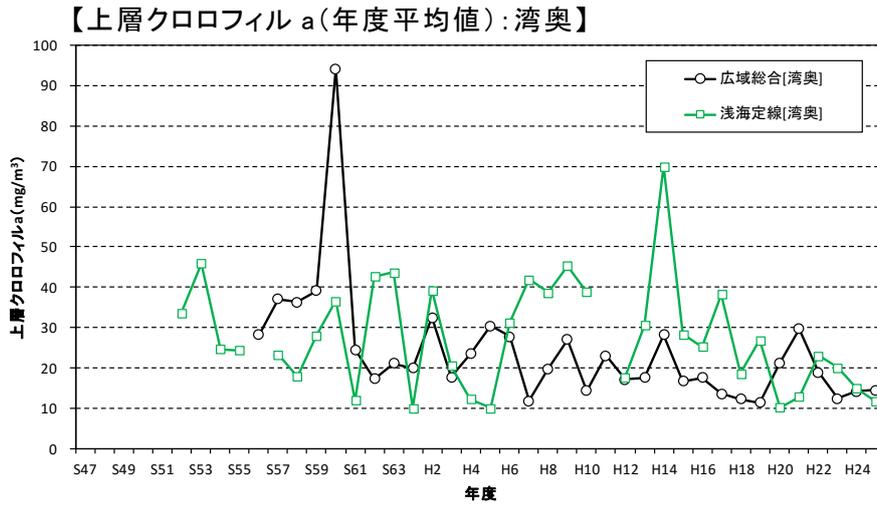
注) 公共用水域測定調査結果は、大阪湾(1)~(5)水域における環境基準点のデータを集計した。
 出典) 広域総合水質調査結果(環境省)、公共用水域水質測定結果(環境省)及び浅海定線調査結果(大阪府)より作成

図 6-30 T-P の推移(海域ごと)



出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(大阪府)より作成

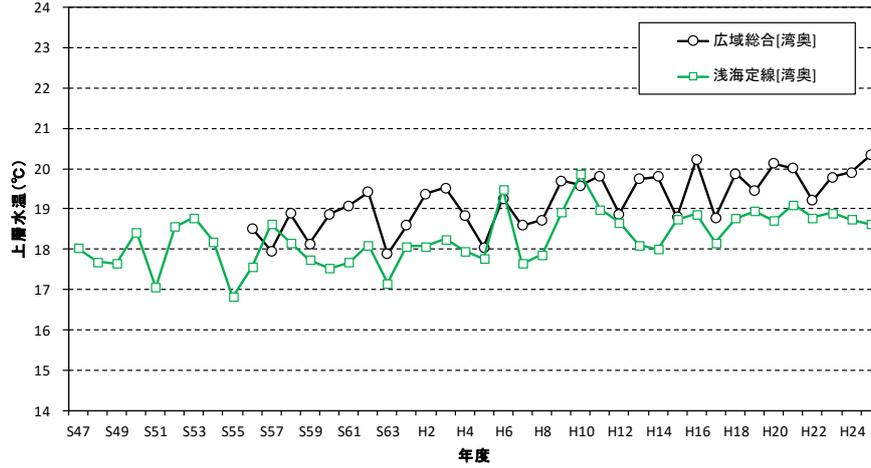
図 6-31 DIP の推移(海域ごと)



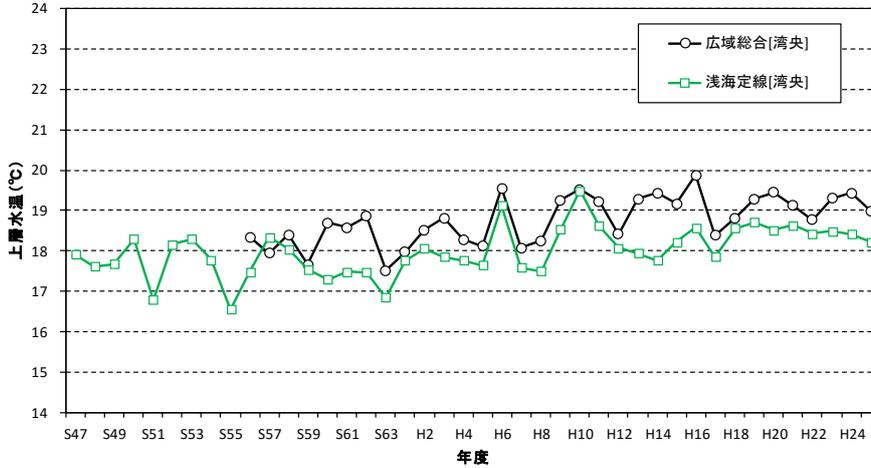
出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(大阪府)より作成

図 6-32 クロロフィル a の推移(海域ごと)

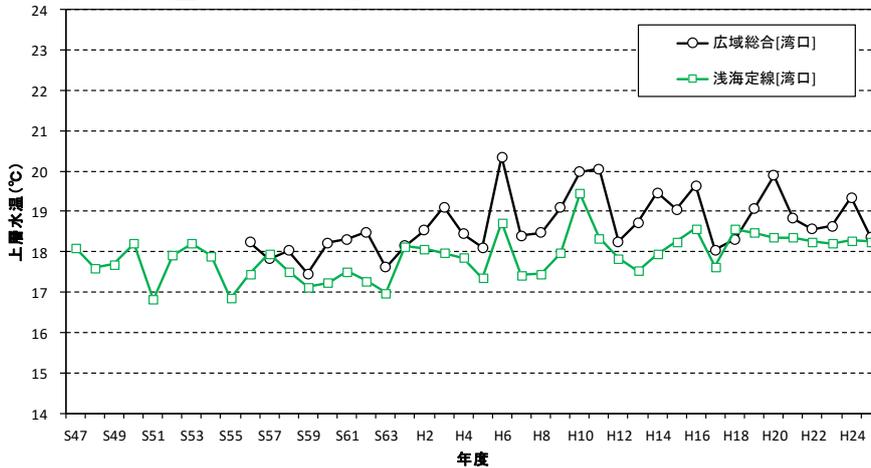
【上層水温(年度平均値): 湾奥】



【上層水温(年度平均値): 湾央】



【上層水温(年度平均値): 湾口】



出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(大阪府)より作成

図 6-33 水温の推移(海域ごと)

2) 底層 DO の変化・分布

広域総合データ、公共用水域データ及び浅海定線データを用いて、大阪湾における夏季の底層 DO の推移を整理した。なお、湾内の各海域による変化特性の違いを把握するため、前述の図 6-19 に示す3つの海域区分(湾奥・湾央・湾口)に基づきデータ整理を行った。

調査ごとの底層 DO の推移を図 6-34～図 6-36 に示す。

<広域総合データ>(図 6-34)

- ・ 湾奥における底層 DO の夏季平均値は概ね 1～4mg/L の範囲で、夏季最低値は概ね 0～3mg/L の範囲で推移している。夏季平均値は平成 13 年度まで低下し、それ以降は上昇している。
- ・ 湾口における底層 DO の夏季平均値は概ね 5～7mg/L、夏季最低値は概ね 4～7mg/L の範囲で推移しており、昭和 59 年度以降はやや上昇傾向がみられる。

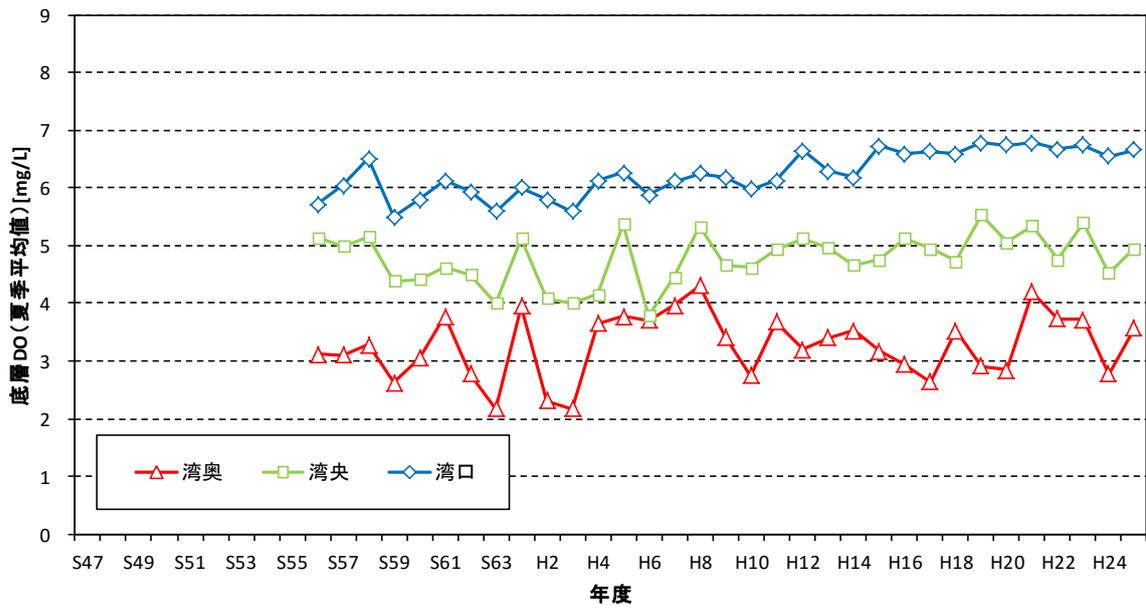
<公共用水域データ>(図 6-35)

- ・ 湾奥における底層 DO の夏季平均値は概ね 2～4mg/L、夏季最低値は概ね 0～2mg/L の範囲で横ばいに推移している。
- ・ 湾口における底層 DO の夏季平均値は概ね 5～7mg/L、夏季最低値は概ね 3～6mg/L の範囲で推移しており、やや上昇傾向がみられる。

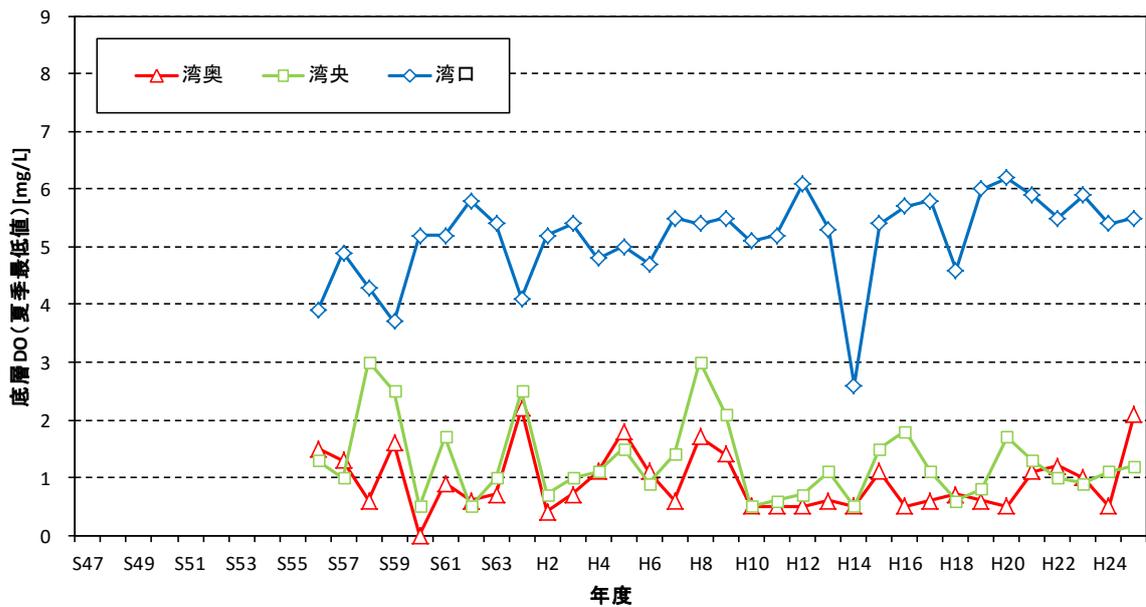
<浅海定線データ>(図 6-36)

- ・ 湾奥における底層 DO の夏季平均値は概ね 0～5mg/L、夏季最低値は概ね 0～4mg/L の範囲で横ばいに推移している。
- ・ 湾口における底層 DO の夏季平均値は概ね 4～6mg/L の範囲で横ばいに推移している。夏季最低値は概ね 1～6mg/L の範囲で推移しており、やや上昇傾向がみられる。

【公共用水域水質測定調査:底層 DO(夏季平均値)】



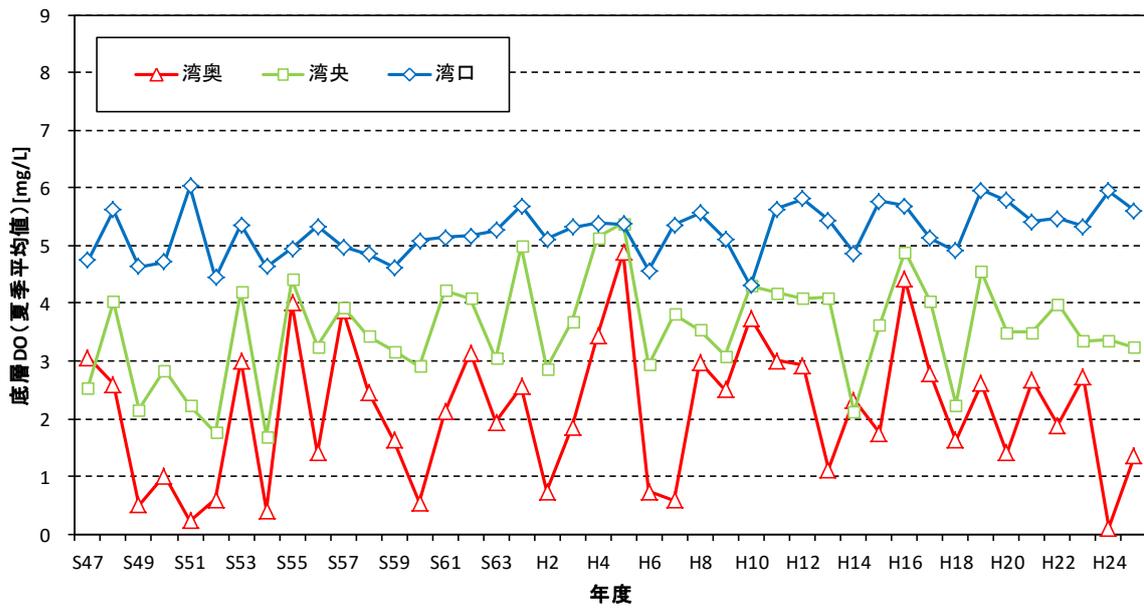
【公共用水域水質測定調査:底層 DO(夏季最低値)】



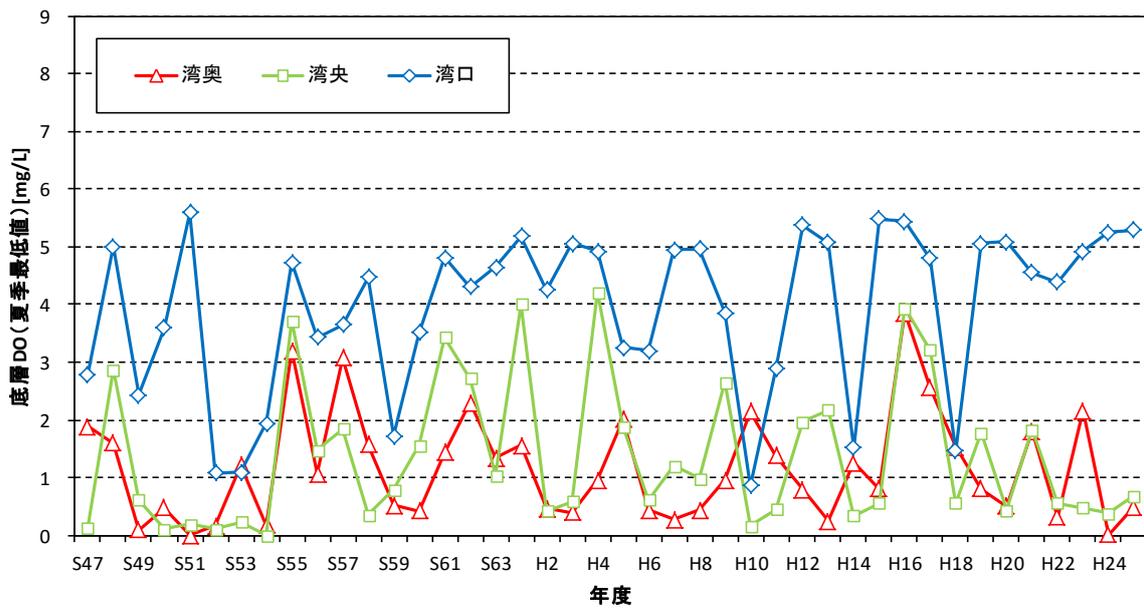
注) 大阪湾(1)~(5)水域における全窒素及び全リンの環境基準点のデータを集計した。
 出典) 公共用水域水質測定結果(大阪府及び兵庫県)より作成

図 6-35 底層 DO の推移(公共用水域水質測定調査、夏季平均値及び夏季最低値)

【浅海定線調査:底層 DO(夏季平均値)】



【浅海定線調査:底層 DO(夏季最低値)】



出典) 浅海定線調査結果(大阪府)より作成

図 6-36 底層 DO の推移(浅海定線調査、夏季平均値及び夏季最低値)

次に、海域ごと(湾奥・湾央・湾口)に、広域総合データ、公共用水域データ及び浅海定線データによる底層 DO の推移を整理した(図 6-37、図 6-38)。

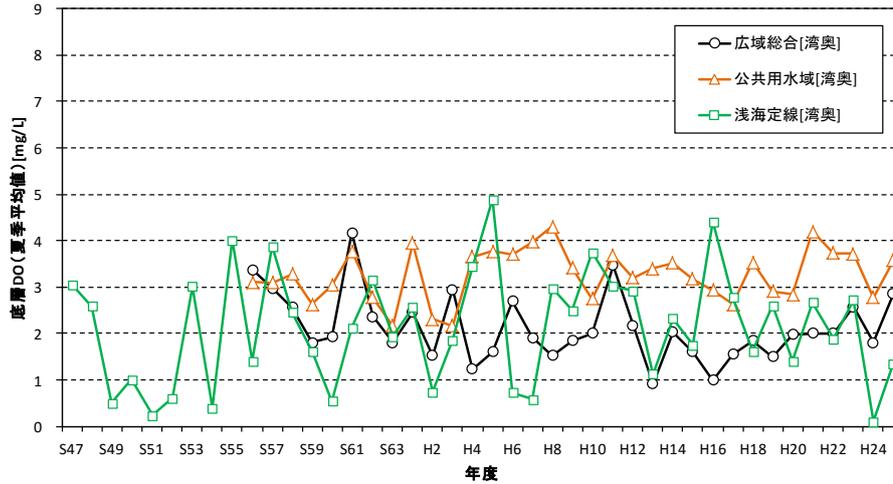
<夏季平均値>(図 6-37)

- ・ 湾奥では、広域総合データは昭和 56 年度頃から平成 13 年度頃まで低下し、それ以降は上昇している。公共用水域データと浅海定線データは長期的には概ね横ばいに推移している。
- ・ 湾央では、広域総合データ及び公共用水域データは概ね横ばいに推移している。浅海定線データは昭和 54 年度頃から平成 5 年度頃まで上昇し、平成 6 年度以降は概ね横ばいに推移している。
- ・ 湾口では、いずれのデータも昭和 59 年度以降やや上昇傾向がみられる。

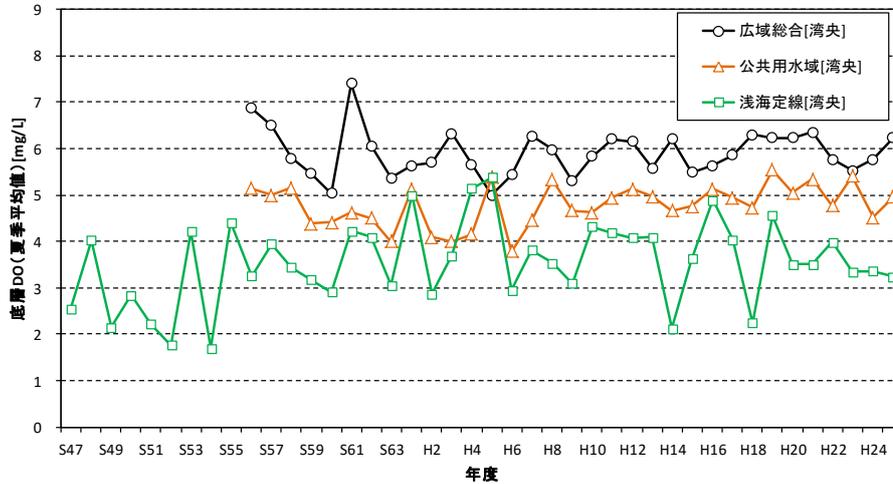
<夏季最低値>(図 6-38)

- ・ 湾奥では、広域総合データは平成 2 年度頃まで低下しているが、その他はいずれの調査も概ね横ばいに推移している。各調査の濃度レベルは概ね同等程度である。
- ・ 湾央では、広域総合データ及び浅海定線データは概ね横ばいに推移している。公共用水域データは平成 10 年度頃からそれ以前に比べてやや低い値を示している。
- ・ 湾口では、いずれのデータも昭和 59 年度以降やや上昇傾向がみられる。

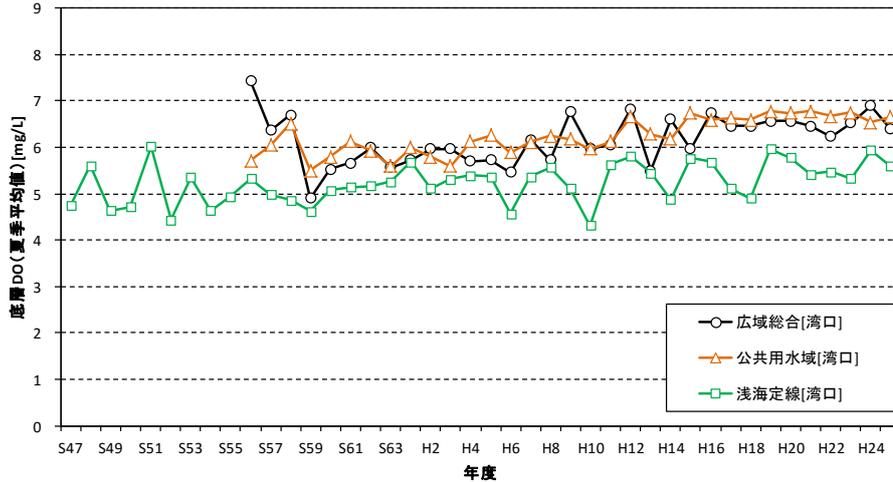
【底層 DO(夏季平均値): 湾奥】



【底層 DO(夏季平均値): 湾央】



【底層 DO(夏季平均値): 湾口】

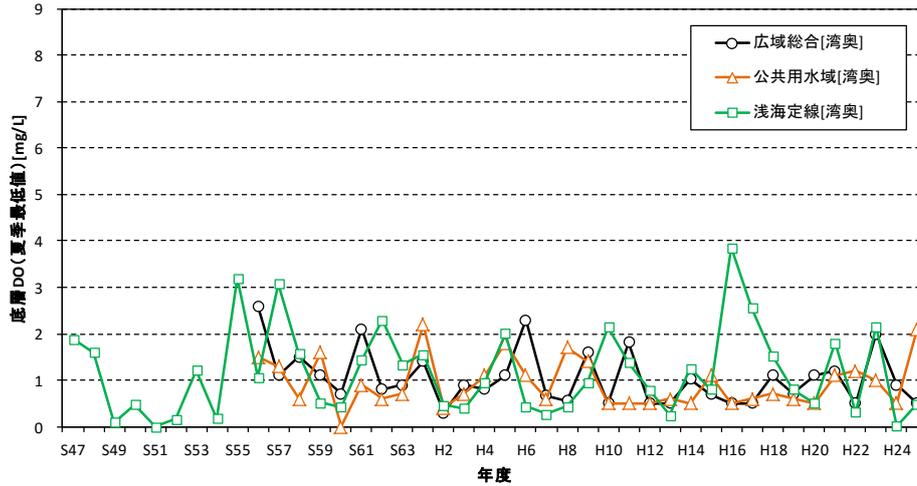


注) 公共用水域測定調査結果は、大阪湾(1)~(5)水域における全窒素及び全リンの環境基準点のデータを集計した。

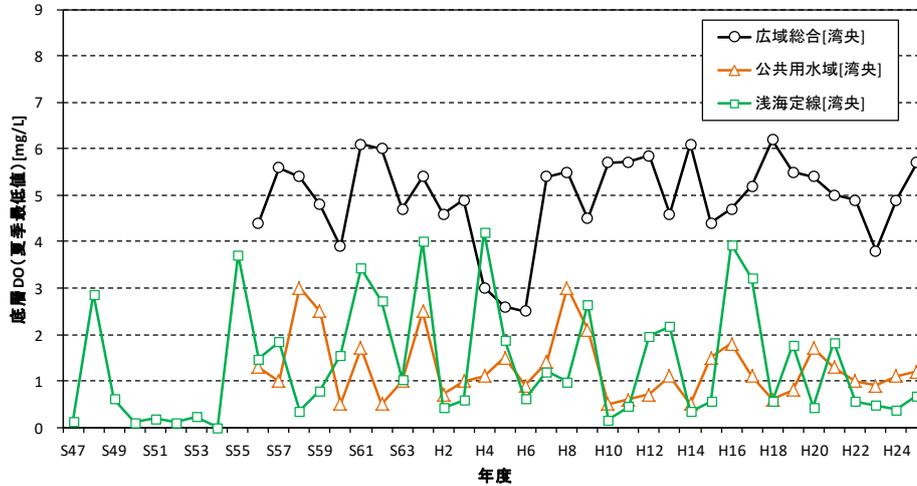
出典) 広域総合水質調査結果(環境省)、公共用水域水質測定結果(大阪府・兵庫県)及び浅海定線調査結果(大阪府)より作成

図 6-37 底層 DO の推移(海域ごと、夏季平均値)

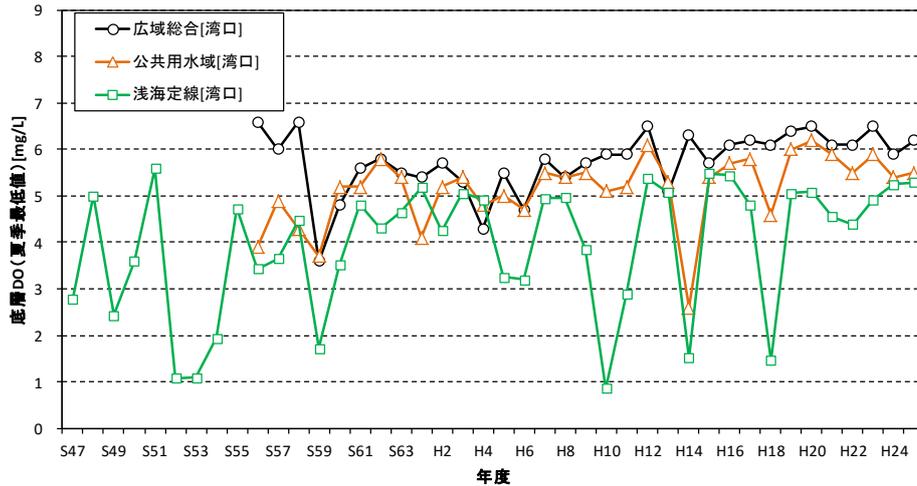
【底層 DO(夏季最低値): 湾奥】



【底層 DO(夏季最低値): 湾央】



【底層 DO(夏季最低値): 湾口】



注) 公共用水域測定調査結果は、大阪湾(1)~(5)水域における全窒素及び全リンの環境基準点のデータを集計した。

出典) 広域総合水質調査結果(環境省)、公共用水域水質測定結果(大阪府・兵庫県)及び浅海定線調査結果(大阪府)より作成

図 6-38 底層 DO の推移(海域ごと、夏季最低値)

大阪湾における夏季の底層 DO の水平分布を図 6-40～図 6-41 に示す。

平成 16～25 年度における各年の 8 月上旬の底層 DO (図 6-40) は、気象条件の違いにより各年の分布状況に差異はみられるものの、毎年湾奥部で DO3mg/L 以下のエリアがみられ、特に湾奥部沿岸域では 1mg/L 以下のエリアがみられる。平成 24 年度における 5～10 月の底層 DO 飽和度 (図 6-41) によると、6～9 月に DO 飽和度 40% 以下のエリアが、7 月下旬～9 月上旬に DO 飽和度 10% 以下のエリアが確認されている。

大阪湾モニタリングポスト (図 6-39) で得られた底層 DO の推移を図 6-42 に示す。

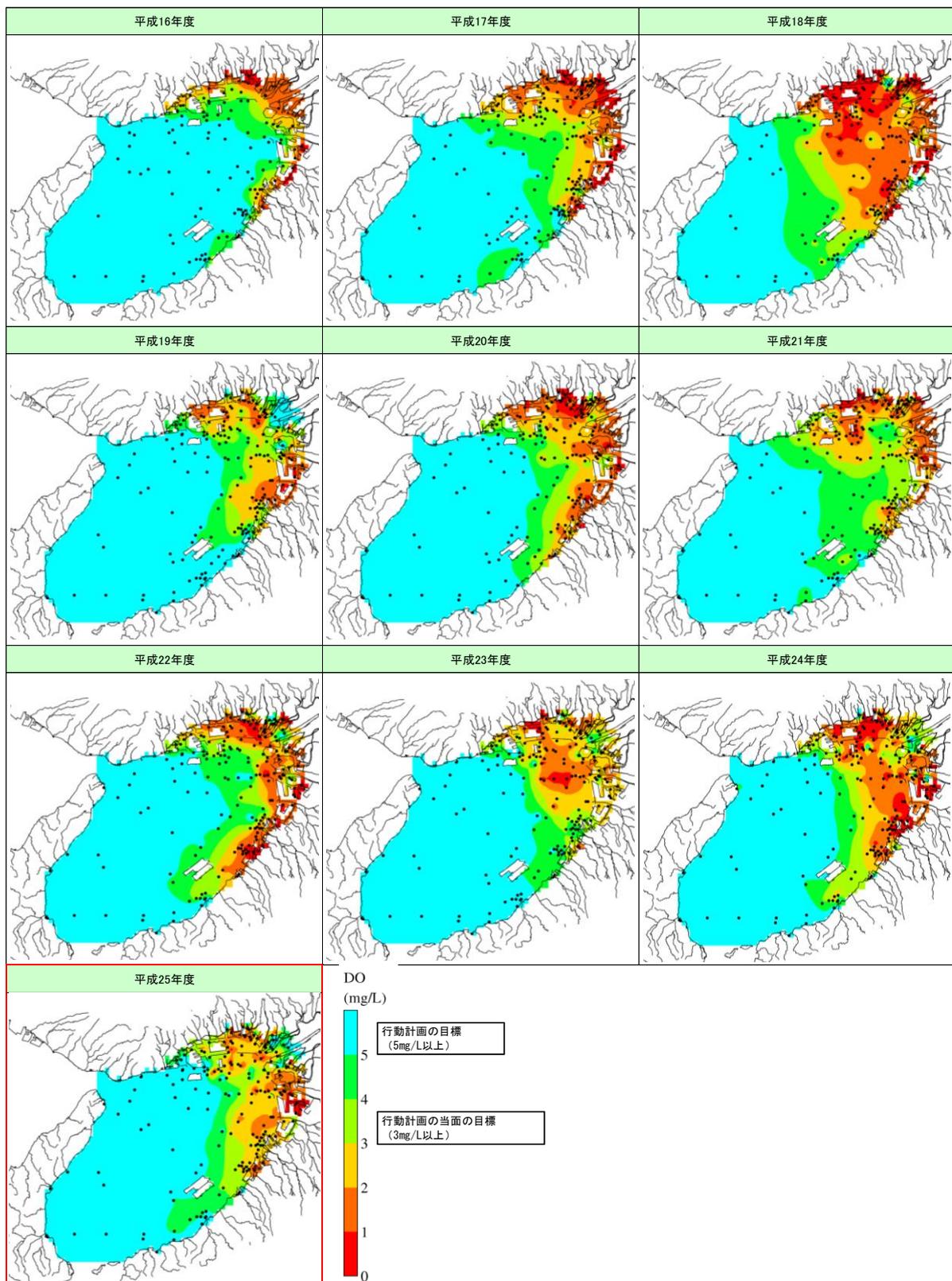
湾口部に近い関空 MT 局を除く湾奥部の各地点では、春季から徐々に濃度が低下し、7～9 月は 3mg/L を下回ることが多いが、防波堤外側では、この期間中でも数度にわたって一時的な回復がみられる。しかし、港最奥部に位置し窪地形状の堺浜では、夏季における一時的な底層 DO の回復がほとんどみられず、1mg/L を下回る期間が長期間継続している。

また、窪地底層部における貧酸素化の問題も指摘されている。参考として、大阪湾における窪地の位置を図 6-43 に示す。



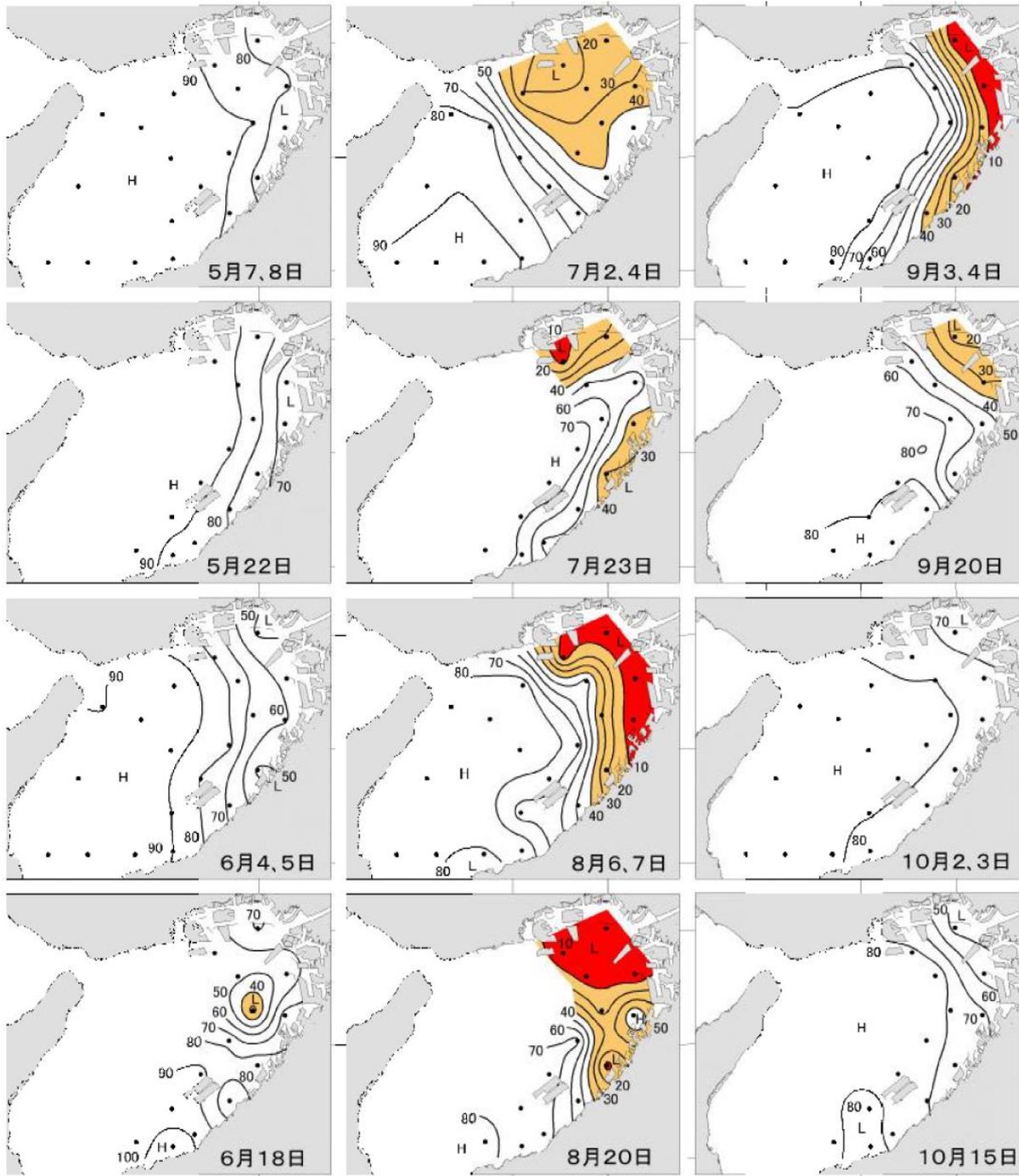
注) 上記観測地点のうち、DO を観測している地点は以下の 7 地点③関空 MT 局、④神戸港波浪観測塔、⑤淀川河口、⑥阪南沖窪地、⑦堺浜、⑫大阪港波浪観測塔、⑬岸和田沖

図 6-39 大阪湾モニタリングポストの位置



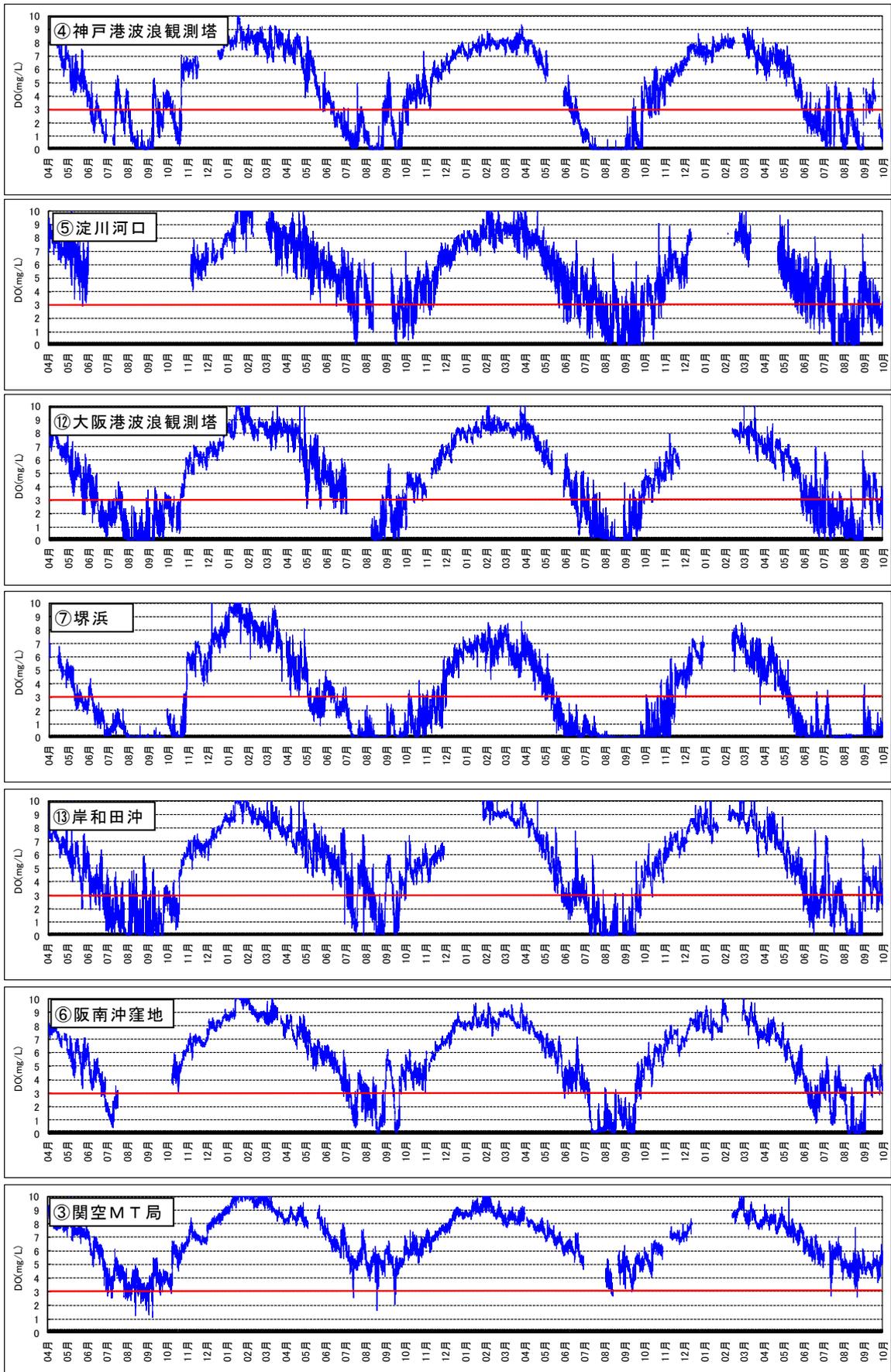
出典) 大阪湾再生推進会議ホームページ(<http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/suishin/>)

図 6-40 大阪湾における貧酸素水塊発生状況(大阪湾水質一斉調査結果:底層水の酸素濃度の水平分布、平成 16~25 年 8 月上旬)



注) 酸素飽和度(%) 薄いハッチは 40%以下、濃いハッチは 10%以下を示す。
 出典) 地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所資料

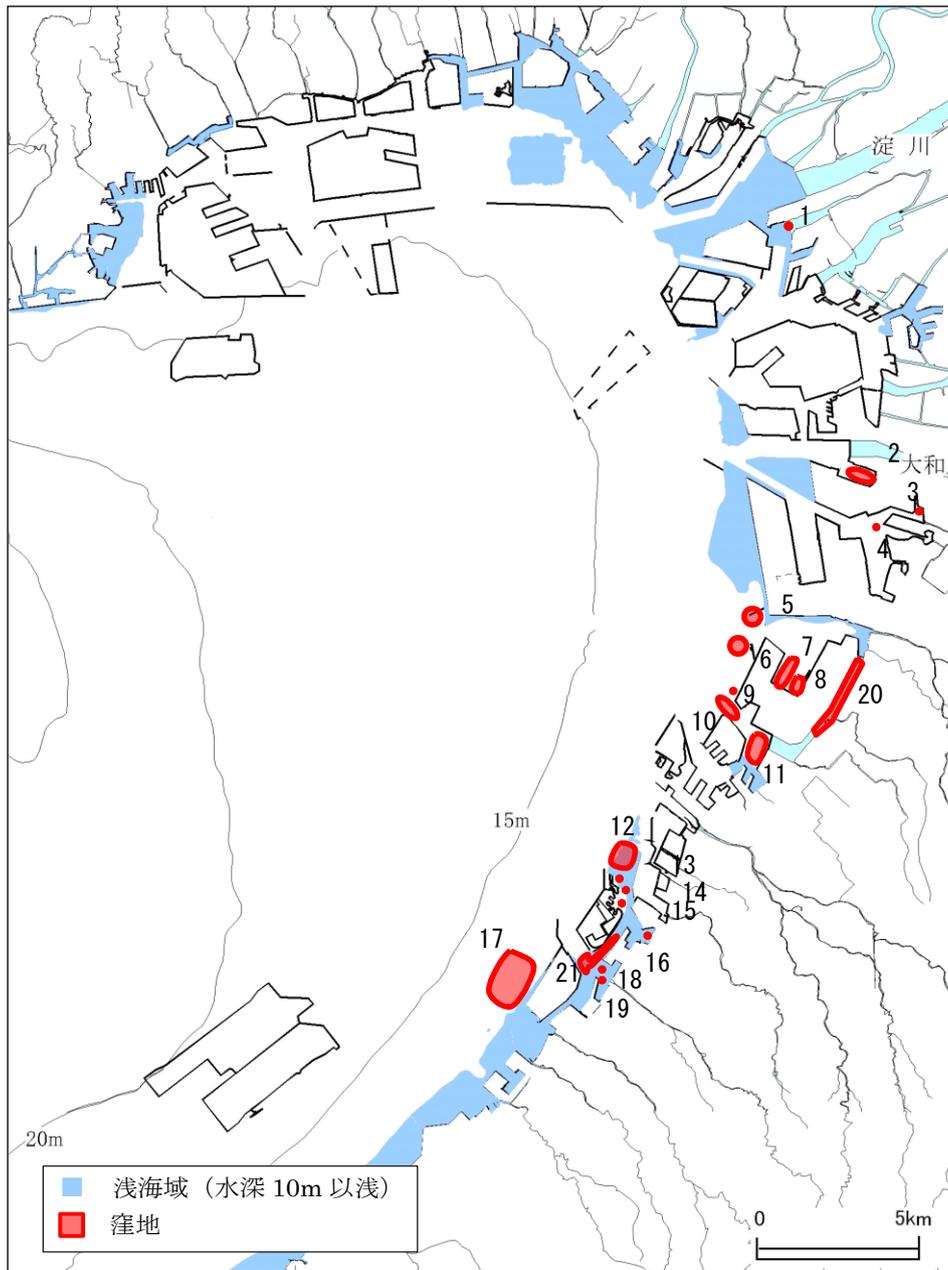
図 6-41 大阪湾における貧酸素水塊発生状況(底層水の酸素飽和度の水平分布、平成 24 年 5
 ~10 月)



平成 22 年 平成 23 年 平成 24 年 平成 25 年

出典)大阪湾水質定点自動観測結果(国土交通省近畿地方整備局)より作成

図 6-42 モニタリングポストにおける底層 DO の経時変化



出典)大阪湾再生行動計画(第二期)パンフレットより作成

図 6-43 大阪湾の窪地位置

3) まとめ

<湾奥、湾口等における水質等について>

- 大阪湾における窒素及びりん的环境基準達成率は着実に上昇し、近年は 100%を維持している。
- 大阪湾内の海域(湾奥、湾央、湾口)ごとの窒素及びりん濃度は、湾奥では低下傾向が明確にみられる。一方、湾口では湾奥に比べてその低下の程度は総じて小さくなるなど、各海域でその傾向は異なっている。そのような傾向は、DIN や DIP、クロロフィル a でもほぼ同様にみられる。
- 大阪湾における COD の環境基準達成率は横ばいに推移しており(平成 25 年度の達成率は 66.7%)、その濃度は、湾奥(広域総合水質調査結果)を除き、いずれも概ね横ばいに推移している。

<貧酸素水塊について>

- 底層 DO の推移については明瞭な変化傾向はみられず、湾奥では夏季を中心に底層の貧酸素化が確認されている。

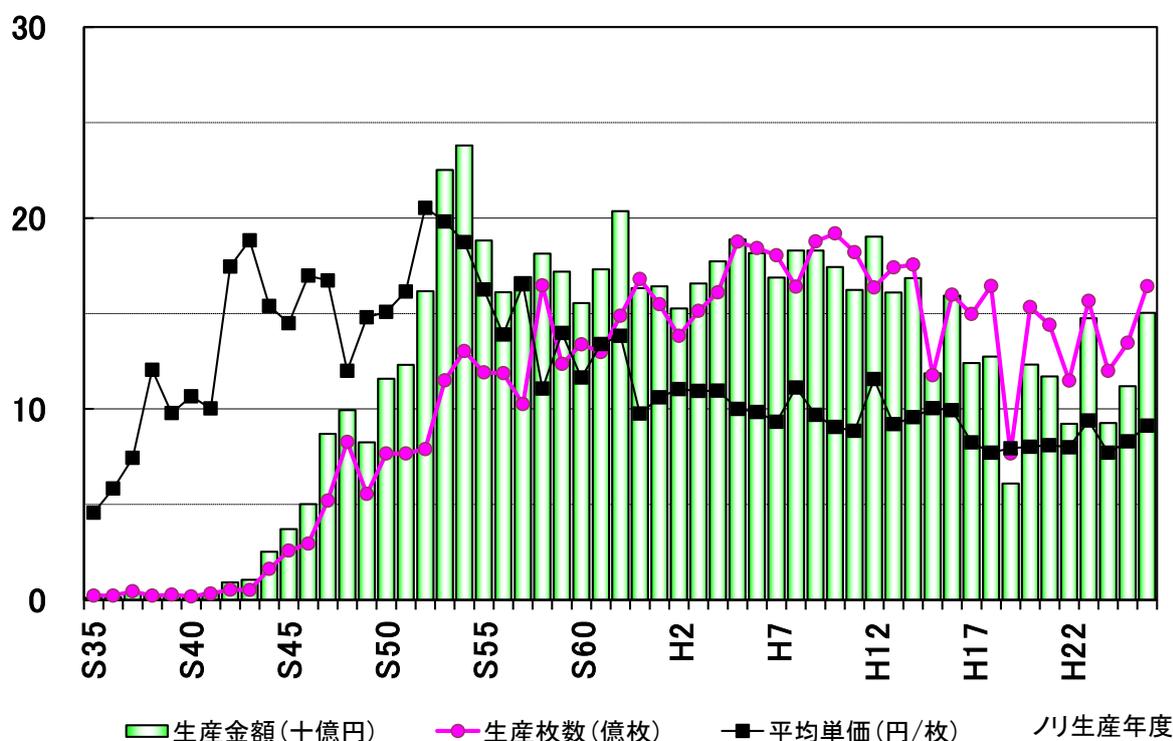
(3) 播磨灘

播磨灘においては、ノリ養殖を取り巻く環境の変化を把握する上で重要な、冬季の栄養塩類濃度や植物プランクトン等に着目し、既存文献や広域総合データ及び浅海定線データ等について整理を行った。また、夏季の赤潮発生に関わる水環境の変化を把握するため、夏季についても同様にデータの整理を行った。

1) ノリ養殖を取り巻く環境の変化

① ノリの生産状況の変化

兵庫県におけるノリの生産状況を図 6-44 に示す。兵庫県の養殖ノリの生産枚数は、平成 5 年度頃まで増加し、平成 10 年度頃から減少傾向にある。近年では、平成 23 年度及び平成 26 年度に増加がみられた。



出典) 兵庫県漁連資料

図 6-44 兵庫県におけるノリ養殖生産動向

② 水環境の変化

リ養殖を取り巻く環境の変化を把握する上で重要な、冬季の栄養塩類濃度等の水環境に関するデータを整理した。

播磨灘における冬季の DIN、クロロフィルa(植物プランクトンの量を推定するデータとなる)、水温及び赤潮発生件数の推移を図 6-46 に示す。また、広域総合データによる冬季の DIN/T-N(T-N に占める DIN の割合)の推移を図 6-47 に、浅海定線データによる1~2月の月毎の DIN 及び水温の推移を図 6-48、図 6-49 に示す。

なお、広域総合水質調査及び浅海定線調査(兵庫県・岡山県・徳島県・香川県)の調査位置は図 6-45 に示すとおりである。

- ・ 広域総合データによる冬季の DIN は、昭和 58,59 年度頃から上昇した後に平成 9~14 年度頃にかけて低下し、近年の濃度レベルは昭和 58,59 年度頃と同等程度となっている。
- ・ 浅海定線データによる冬季の DIN は、昭和 48~58 年度頃にかけて低下し、平成 3 年度頃まで上昇した後に平成 14 年度頃にかけて低下し、それ以降は概ね横ばいに推移している。
- ・ 冬季のクロロフィル a は、昭和 57 年度頃から低下した後、昭和 62 年度頃から上昇している。
- ・ 冬季の水温は、広域総合データ及び浅海定線データともに昭和 60 年度頃から上昇しており、近年の水温は昭和 60 年度頃と比べて1~1.5℃程度高い。
- ・ 赤潮は、平成 13 年度以降、冬季に毎年発生している。

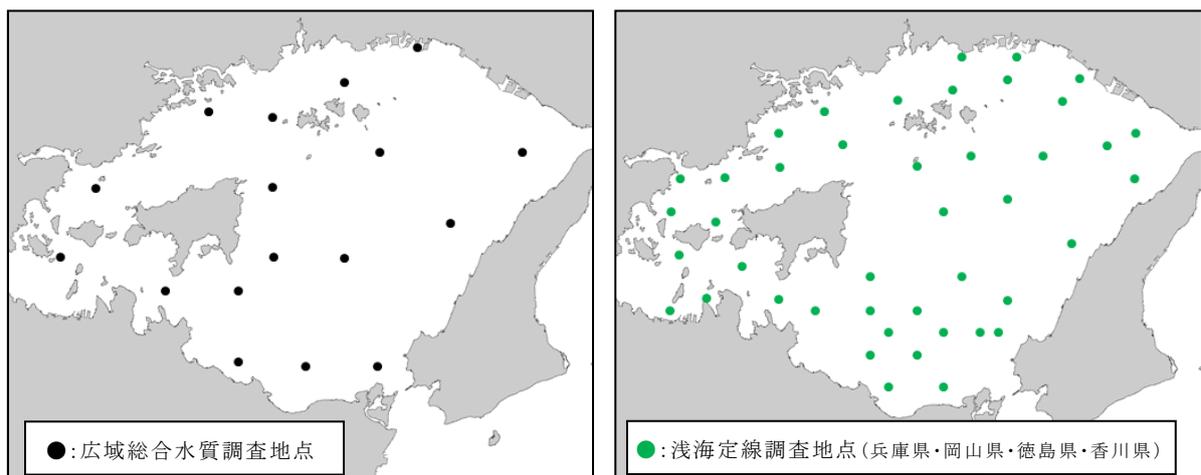
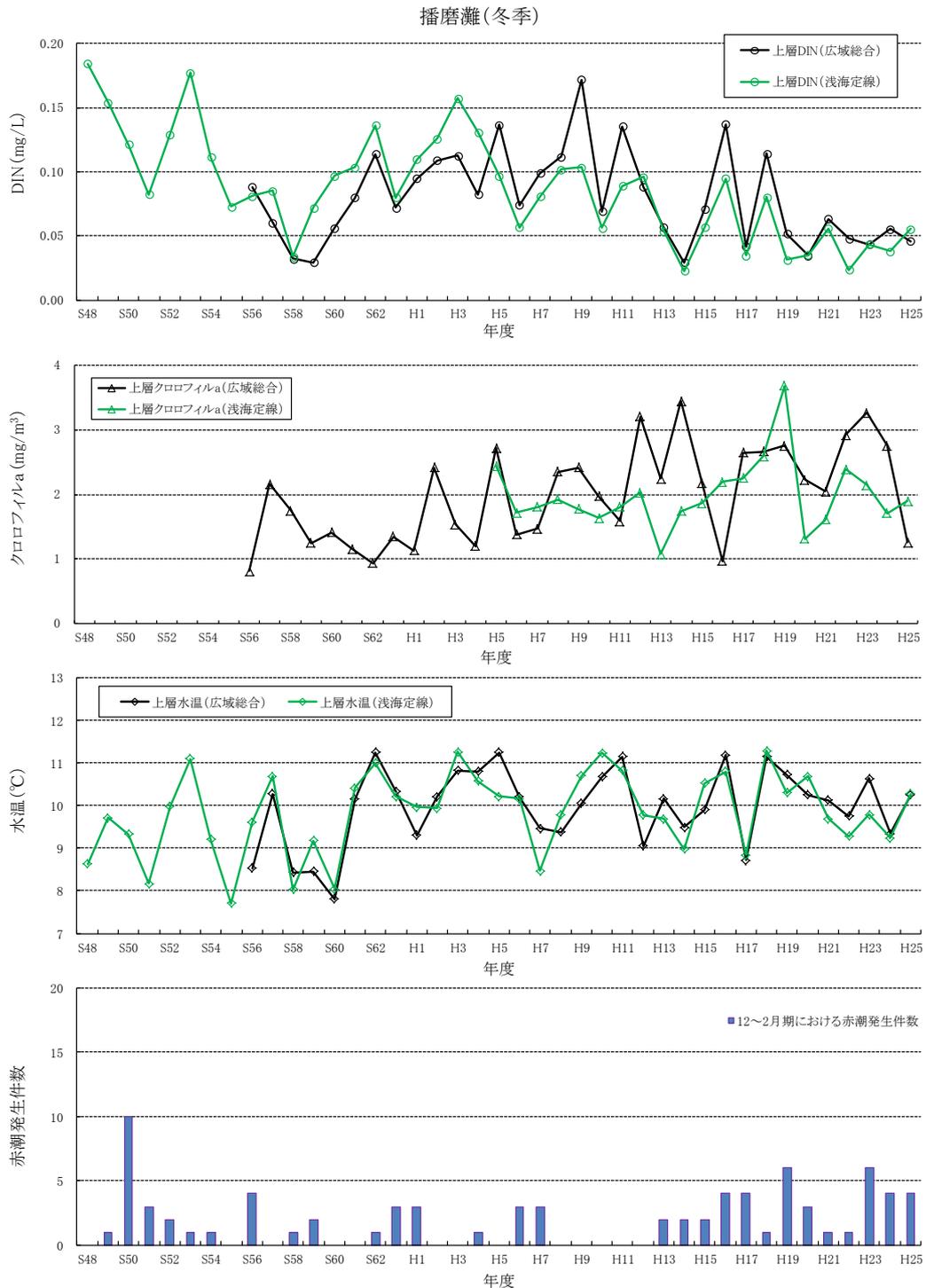


図 6-45 調査地点(左:広域総合水質調査、右:浅海定線調査)

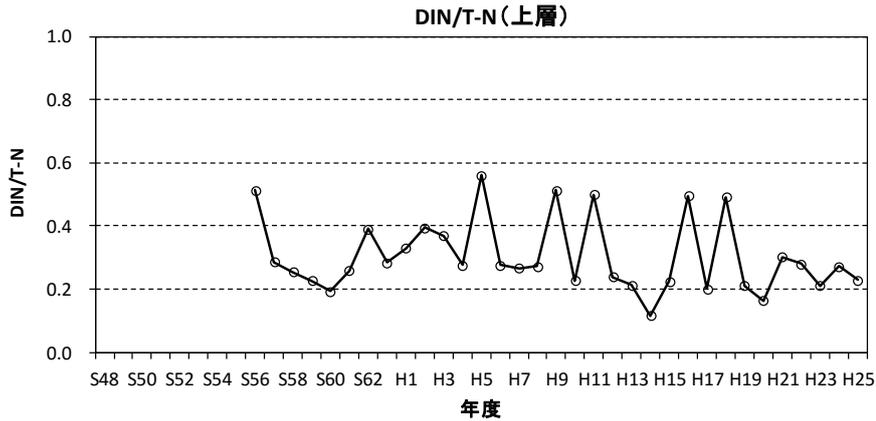


注) 浅海定線調査結果は1,2月の観測値、広域総合水質調査結果は冬季1回/年(1月)の調査結果である。赤潮発生件数については、当該年度の12月から2月までの観測値である。
 注) 赤潮発生件数については、赤潮の発生が複数月にまたがるものは、各々当該月に1件として計上している。

出典) 水質：広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(兵庫県・岡山県・徳島県・香川県)より作成(ただし、クロロフィルaは岡山県データ及び香川県データのみ)

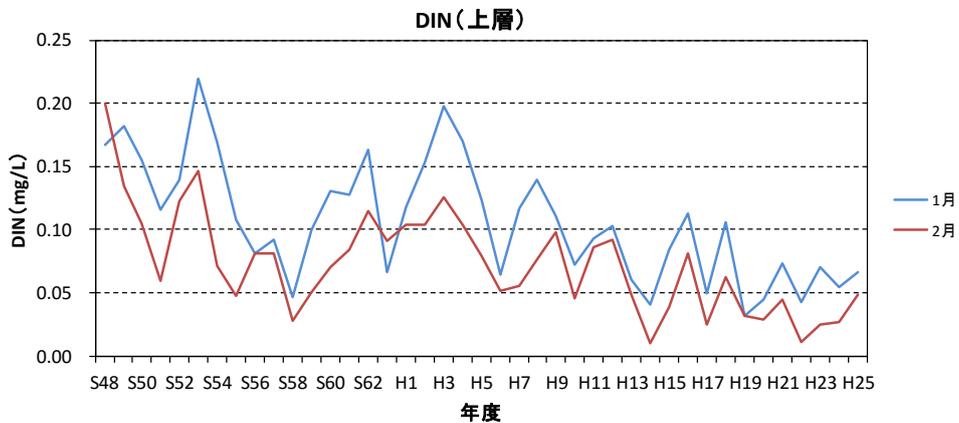
出典) 赤潮発生件数：「瀬戸内海の赤潮」(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)より作成

図 6-46 播磨灘における冬季の DIN、クロロフィルa、水温(いずれも上層値)及び赤潮発生件数の推移



出典)「広域総合水質調査結果」(環境省)より作成

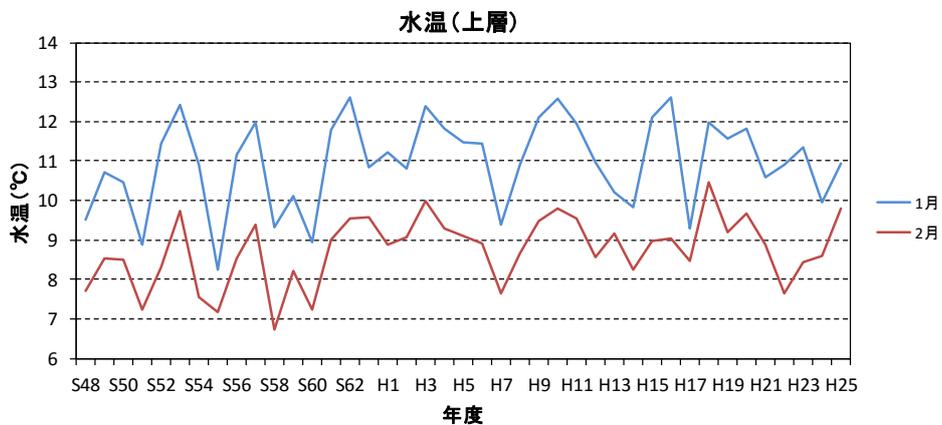
図 6-47 播磨灘における冬季の DIN/T-N(上層)の推移



注)岡山県データ、徳島県データ及び昭和 58 年度までの香川県データは 2 月のみ。徳島県データは平成 4 年度以降。

出典)「浅海定線調査結果」(兵庫県・岡山県・徳島県・香川県)より作成

図 6-48 播磨灘における 1~2 月の上層 DIN の推移



出典)「浅海定線調査結果」(兵庫県・岡山県・徳島県・香川県)より作成

図 6-49 播磨灘における 1~2 月の上層水温の推移

③ 大型の珪藻類について

ノリの色落ち現象は、ノリの生長に必要な栄養塩類が不足することによって発生する。瀬戸内海では、近年、栄養塩類の消費量の多い大型の珪藻類(*Eucampia zodiacus* 等)が冬季に大量発生することにより栄養塩類の減少が起こっているとの指摘がある。

表 6-2 に、瀬戸内海における赤潮によるノリの色落ち被害の発生状況について、当該赤潮発生時の構成プランクトン種とあわせて整理した。同表からは、平成 13 年度以降、*Eucampia zodiacus* を主構成種とする赤潮及びそれに伴うノリの色落ち被害が多く発生していることがわかる。

表 6-2 赤潮によるノリの色落ち被害の発生状況(瀬戸内海)

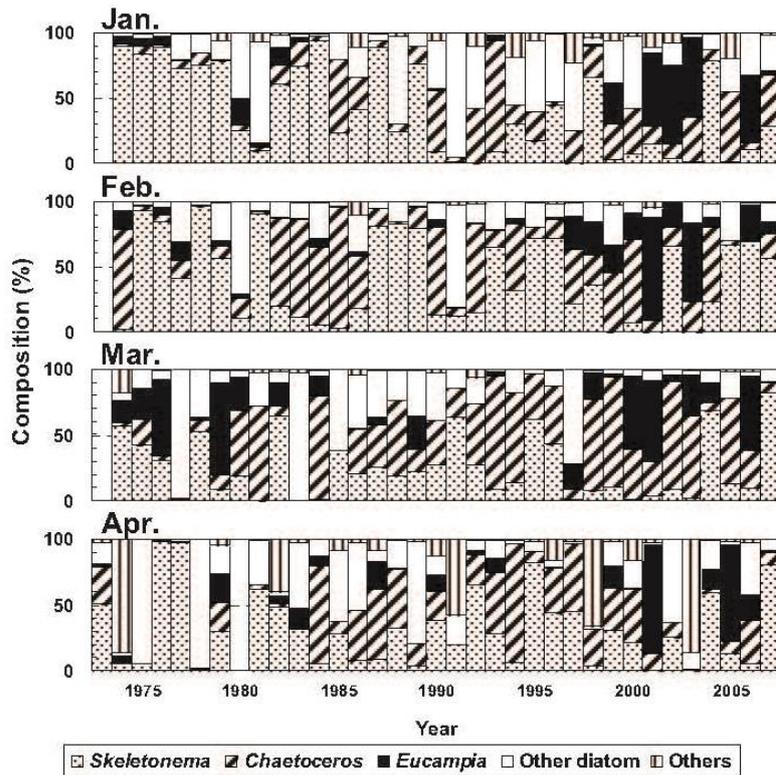
発生年	発生県	発生海域	被害内容 *注	被害金額 (千円)*注	赤潮構成プランクトン
S60	山口県	周防灘(小野田市高泊～山陽町埴生地先)	ノリの色落ち	40,000	<i>Gymnodinium nelsoni</i>
H9	徳島県	紀伊水道(徳島空港沖～那賀川町沖)	ノリ、ワカメの色落ち	不明	<i>Rhizosolenia</i> sp.
H13	兵庫県	播磨灘(北部沿岸)	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
H14	兵庫県	播磨灘(北部沿岸)	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
H15	兵庫県	播磨灘(北部沿岸)	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
H16	兵庫県	大阪湾、播磨灘(大阪湾北西部、播磨灘北部及び淡路島沿岸)	ノリの色落ち	不明	<i>Coscinodiscus wailesii</i> <i>Eucampia zodiacus</i>
H17	兵庫県	大阪湾、播磨灘(大阪湾北西部、播磨灘北部及び淡路島沿岸)	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
H18	兵庫県	播磨灘(北部)	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
	香川県	播磨灘、備讃瀬戸、燧灘海域	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
H19	兵庫県	大阪湾、播磨灘(大阪湾北西部及び播磨灘北部)	ノリの色落ち	不明	<i>Skeletonema costatum</i> <i>Chaetoceros</i> spp. <i>Thalassiosira</i> spp. <i>Coscinodiscus wailesii</i> <i>Eucampia zodiacus</i>
	兵庫県	播磨灘(北部～中央部)	ノリの色落ち	不明	<i>Thalassiosira diporocyclus</i>
H20	兵庫県	播磨灘(北部～中央部)	ノリの色落ち	不明	<i>Thalassiosira diporocyclus</i>
	兵庫県	播磨灘(北部)	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i> <i>Guinardia flaccida</i> <i>Rhizosolenia</i> spp.
	兵庫県	播磨灘(北部沿岸)	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
H21	兵庫県	播磨灘(播磨灘北部沿岸)	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
H24	香川県	備讃瀬戸(東部)、播磨灘	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
	香川県	備讃瀬戸(中部)	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
	兵庫県	播磨灘(北部海域、淡路島西岸海域)	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
H25	兵庫県	播磨灘	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
	徳島県	紀伊水道(鳴門市市浦町～阿南市中林町)	ノリ、ワカメの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>

出典：昭和53年度～平成25年度「瀬戸内海の赤潮」(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)

*注：内容については、判明したのみを記載している。

図 6-50 には、播磨灘上層における1～4月の月別植物プランクトン組成についての長期変動を示した。各月のいずれも、植物プランクトンの主な構成種は珪藻であるが、近年は *Eucampia* の割合が増加する傾向がみられる。

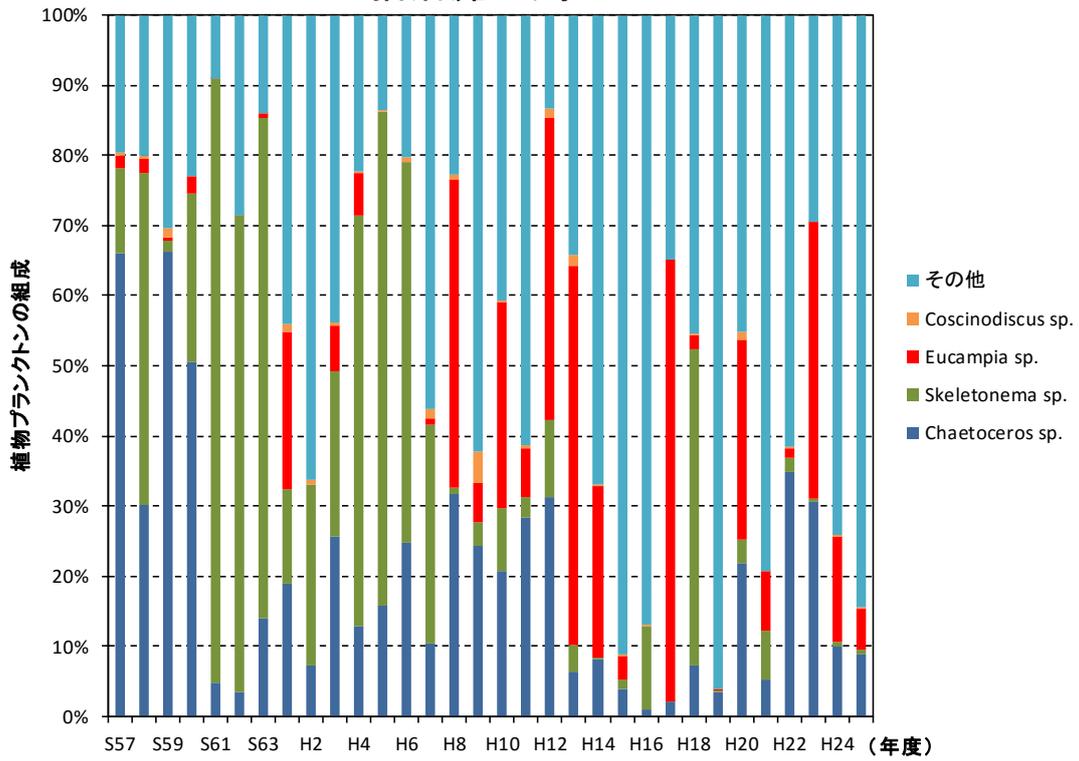
広域総合水質調査による植物プランクトン調査結果では、平成 8 年度頃から *Eucampia* の割合が増加する傾向がみられる(図 6-51)。



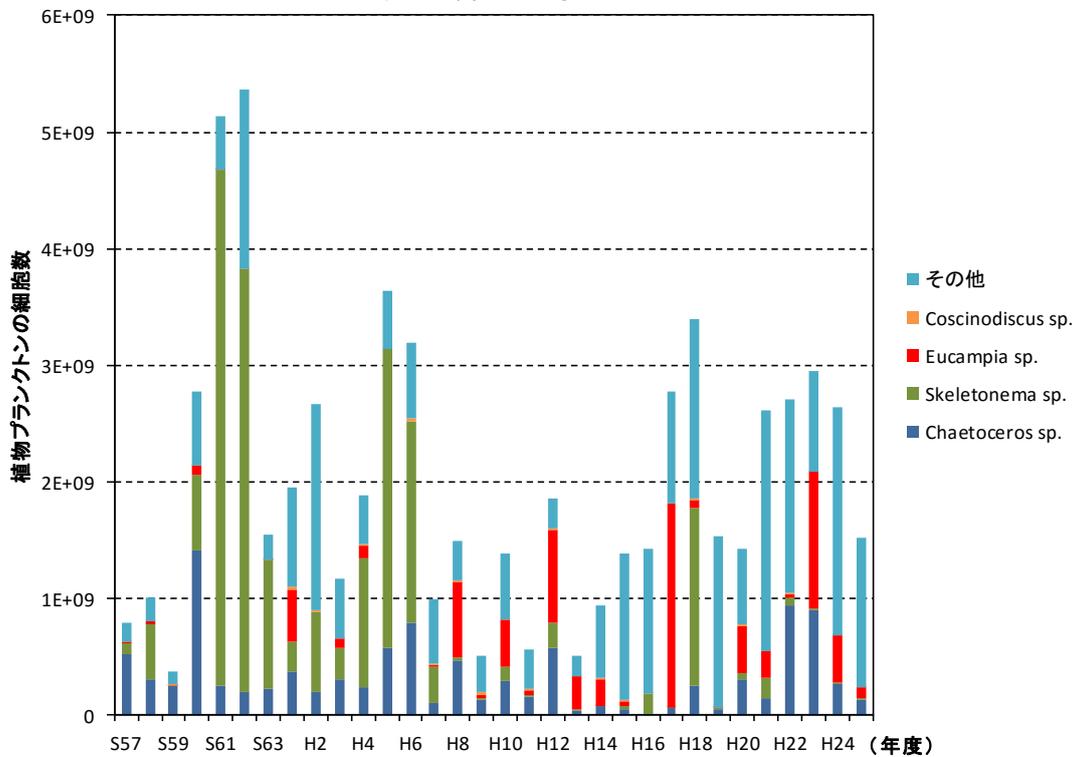
出典) 西川哲也(2011): 養殖ノリ色落ち原因珪藻 *Eucampia zodiacus* の大量発生機構に関する生理生態学的研究. 兵庫県農林水産技術総合センター研究報告.

図 6-50 播磨灘上層における1～4月の月別植物プランクトン組成の長期変動

播磨灘・冬季



播磨灘・冬季



出典) 広域総合水質調査結果(環境省)より作成

図 6-51 播磨灘上層における冬季の植物プランクトン組成及び細胞数の推移

Eucampia zodiacus 等の大型の珪藻類については、現在までの研究報告³において、以下のような指摘がなされている。

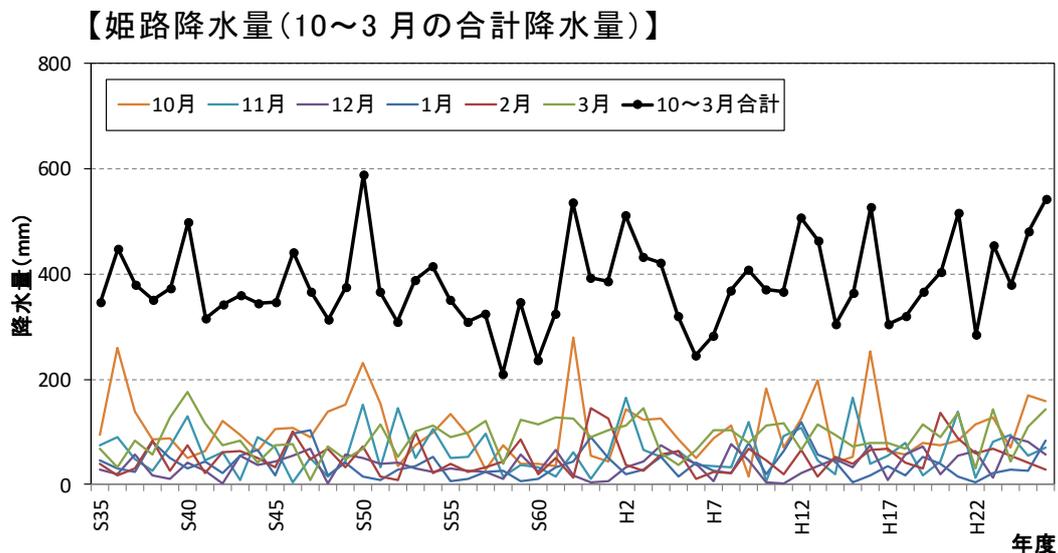
- 播磨灘では、*Eucampia zodiacus* 等の大型の珪藻類が大量発生可能な時期は鉛直混合期(概ね 10~4 月)に限定される。
- この時期はノリ養殖漁期(11~4 月)と重なるため、大型の珪藻類は養殖ノリと栄養塩を巡って競合することとなり、これら珪藻の大量発生は結果的に養殖ノリに色落ち被害を及ぼすことになる。
- 播磨灘では近年水温が上昇傾向にあり、低水温期における水温の上昇は、*Eucampia* の増殖にとって極めて有利な環境変動であると考えられる。
- *Eucampia* は海域の栄養塩が枯渇するまで増殖することが可能であり、栄養塩レベルが低下傾向にある海域では、他種との栄養塩を巡る競合に有利となる可能性がある。

³ 西川哲也(2011):養殖ノリ色落ち原因珪藻 *Eucampia zodiacus* の大量発生機構に関する生理生態学的研究. 兵庫県農林水産技術総合センター研究報告.

④ 降水量との対応

ノリの生産状況と降水量の対応を把握するため、姫路における10～3月の降水量の推移を整理し、兵庫県におけるノリ養殖の生産動向と対比した(図6-52)。

近年において、前年度からのノリ生産の増加がみられた平成23年度や平成26年度においては、10～3月における姫路の降水量も前年度から増加している。



出典)「地域気象観測データ[姫路]」(気象庁)より作成

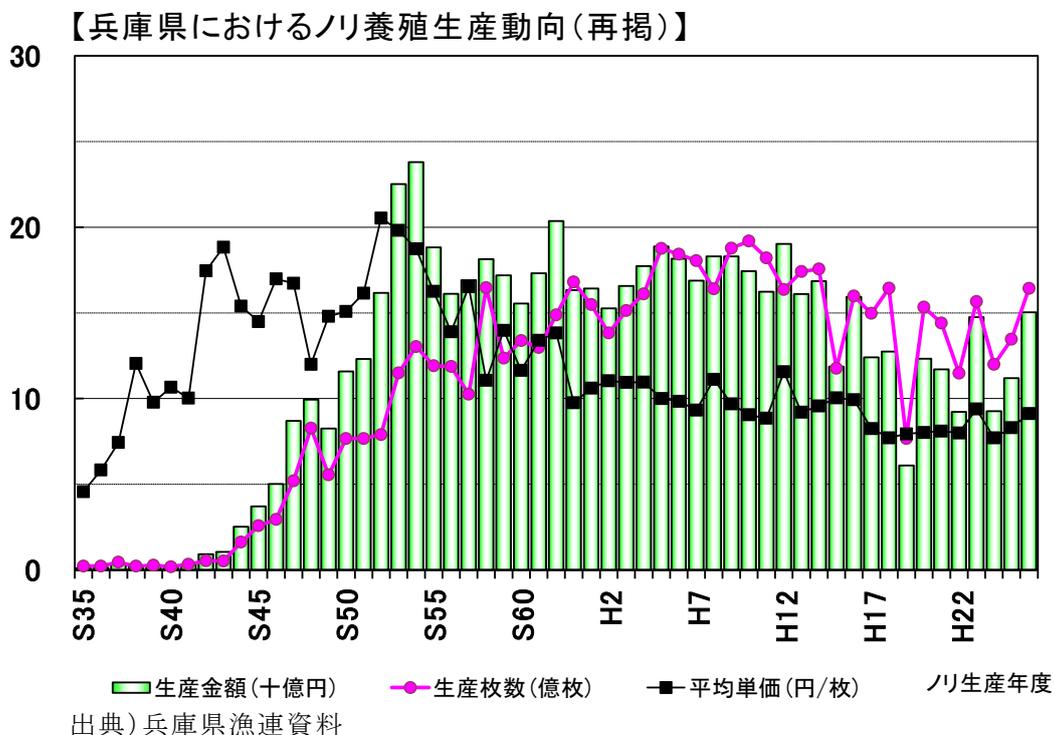


図6-52 姫路における10～3月の降水量及び兵庫県におけるノリ養殖生産動向

2) 赤潮の発生状況(夏季)

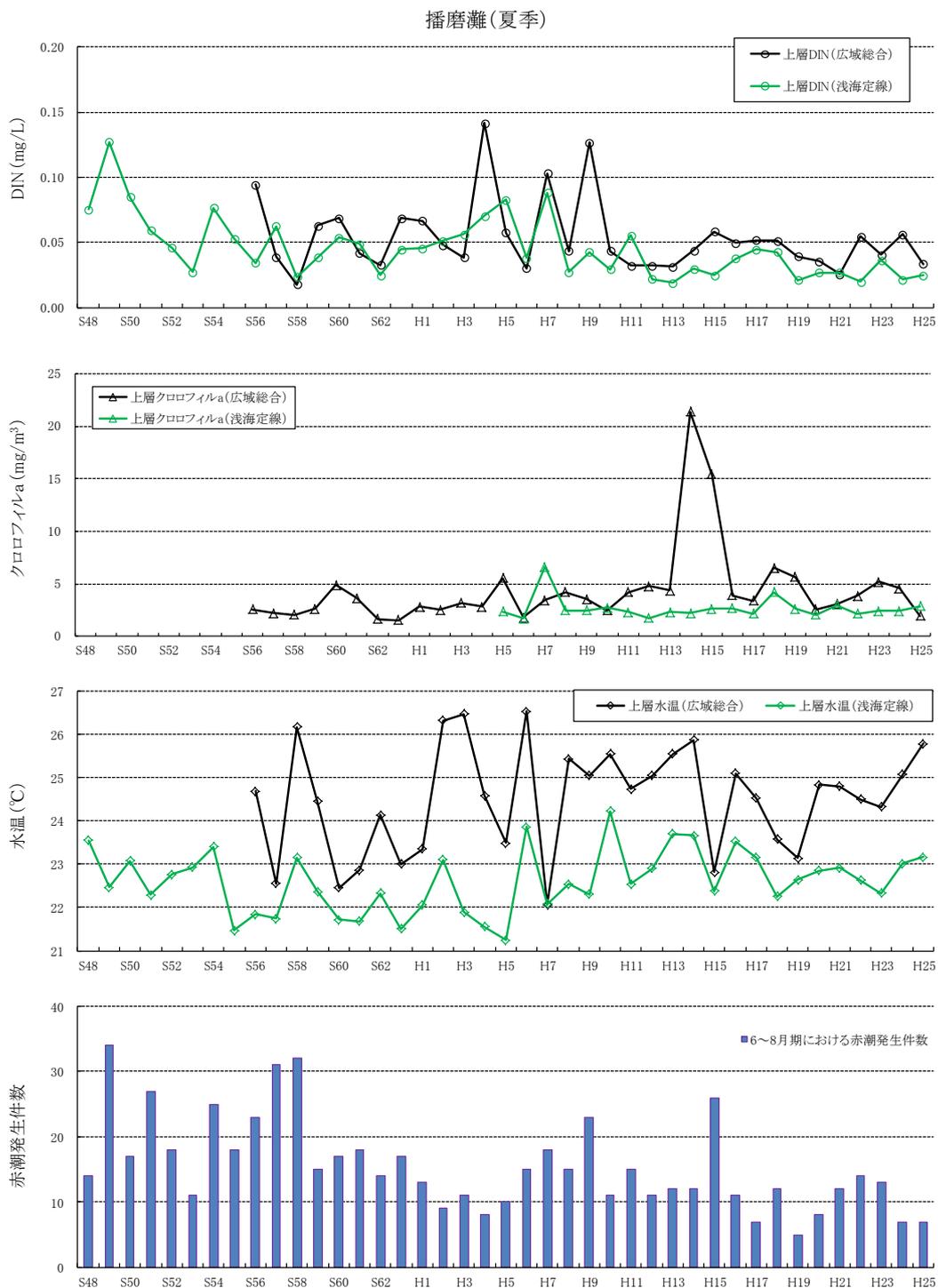
① 水環境の変化

夏季の赤潮発生に関わる水環境の変化を把握する上で重要な、夏季の栄養塩類濃度等の水環境に関するデータを整理した。

播磨灘における夏季の DIN、クロロフィルa(植物プランクトンの量を推定するデータとなる)、水温及び赤潮発生件数の推移を図 6-53 に示す。

なお、広域総合水質調査及び浅海定線調査(兵庫県・岡山県・徳島県・香川県)の調査位置は前述の図 6-45 に示すとおりである。

- ・ 夏季の赤潮は、昭和 58 年頃から発生件数が減少しており、近年は概ね 5～10 件の範囲で推移しているが、単発的には 20 件を超える年(平成 9 年、平成 15 年)もみられる。
- ・ 広域総合データによる DIN は、平成 4、7、9 年に比較的高い値を示しているが、平成 10 年以降は概ね横ばいに推移している。
- ・ 浅海定線データによる DIN は、昭和 58 年頃まで低下した後に平成 7 年頃まで上昇し、それ以降は再び平成 13 年頃まで低下している。その後は概ね横ばいに推移している。
- ・ クロロフィル a は、平成 14、15 年に高い値を示していること(広域総合データ)を除き、全体的に大きな変化はみられない。
- ・ 水温は、広域総合データ及び浅海定線データともに平成 5～7 年頃から上昇している。



注) 浅海定線調査結果及び赤潮発生件数は6月から8月までの観測値、広域総合水質調査結果は夏季1回/年(7月)の調査結果である。

注) 赤潮発生件数については、赤潮の発生が複数月にまたがるものは、各々当該月に1件として計上している。

出典) 水質: 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(兵庫県・岡山県・徳島県・香川県)より作成(ただし、クロロフィル a は岡山県データ及び香川県データのみ)

出典) 赤潮発生件数:「瀬戸内海の赤潮」(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)より作成

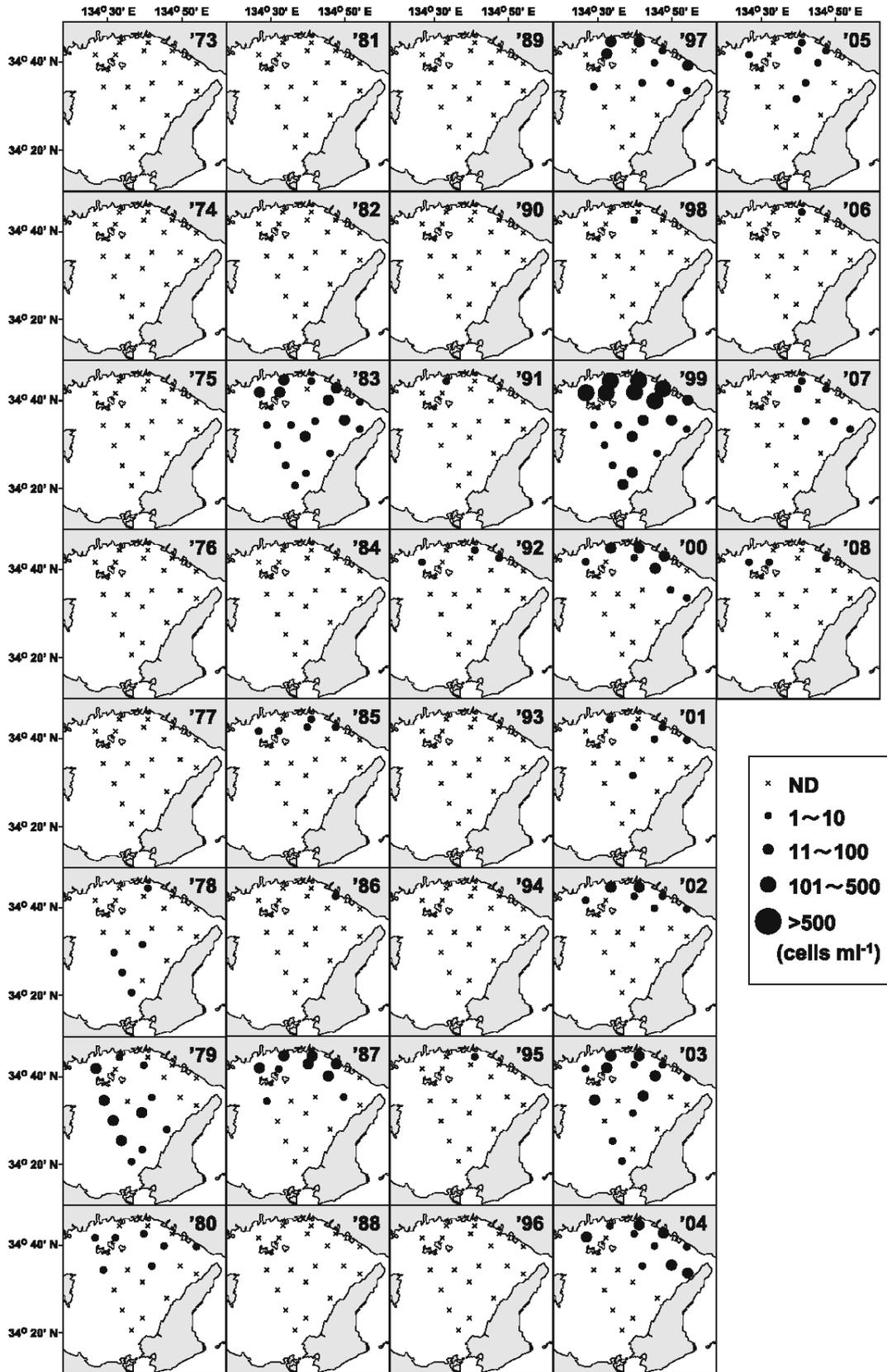
図 6-53 播磨灘における夏季の DIN、クロロフィル a、水温(いずれも上層値)及び赤潮発生件数の推移

② *Chattonella* spp.の発生状況

播磨灘において漁業被害を発生させる主な赤潮構成プランクトンである *Chattonella* spp.については、栄養塩類の減少や水温の上昇により、播磨灘における *Chattonella* spp.の発生状況(分布状況や発生時期)が以下のように変化していると指摘されている⁴。

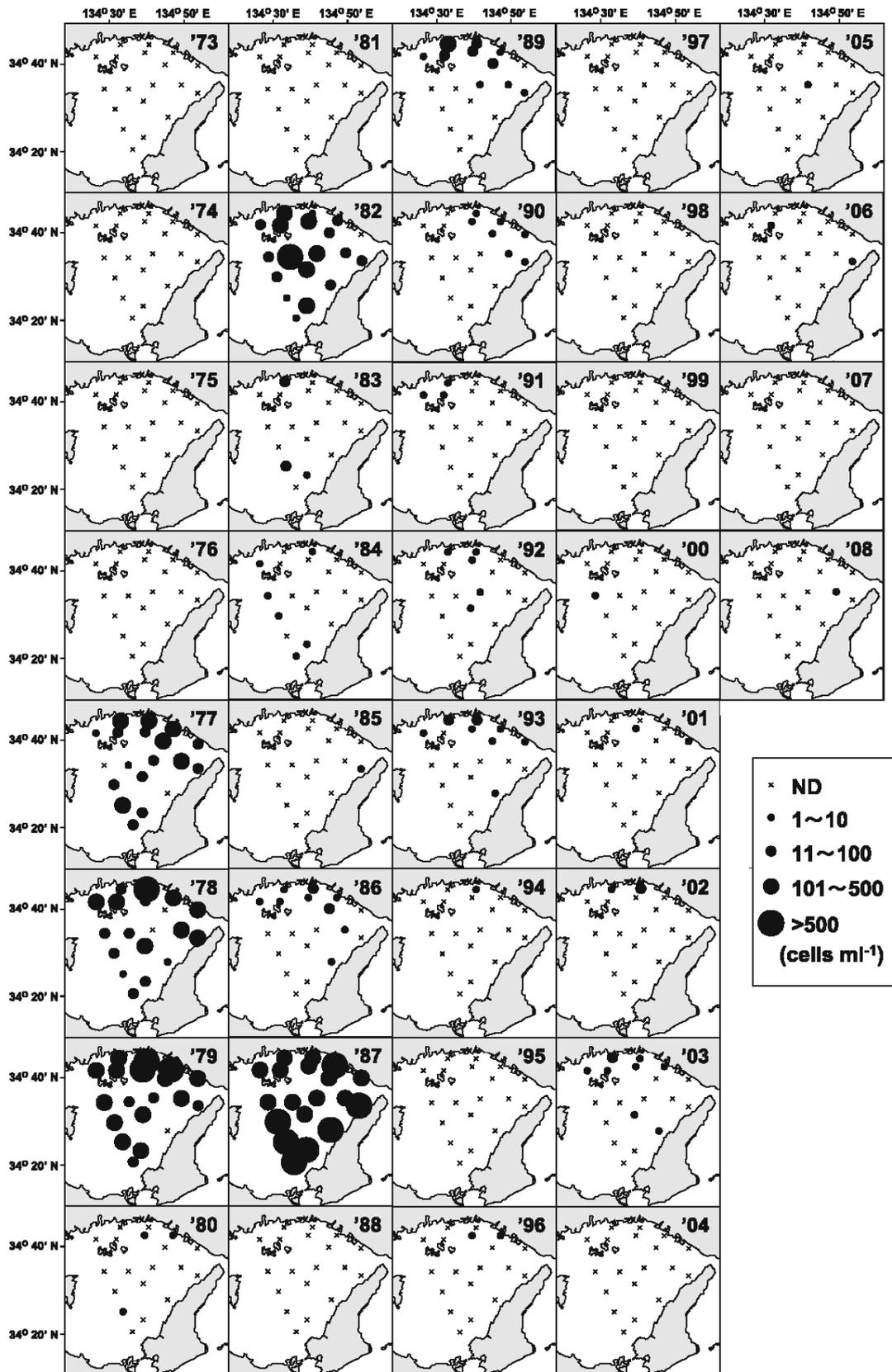
- 7月においては、1990年代後半以降に北部沿岸域での増大がみられる(図 6-54)。一方、8月においては1970～1980年代に広い範囲で高い値がみられる(図 6-55)。
- 1970～1980年代の8月にみられた広範囲での *Chattonella* spp.の大量発生が1990年代以降にみられなくなったことについては、陸域からの栄養塩類負荷流入の減少に伴う海域栄養塩類濃度の低下が要因であると考えられる。
- 1990年代後半以降、7月に *Chattonella* spp.の増大がみられることについては、水温上昇によりシストの発芽時期が数週間から1ヶ月程度早い時期にシフトしたためと考えられる。また、加古川や揖保川等からの河川水が流入する北部沿岸域では、降水量の多い7月に一時的に出水による栄養塩類の供給があるため、北部沿岸域の狭い範囲でのみ *Chattonella* spp.が増大すると考えられる。

⁴ Tetsuya N, Yutaka H, Satoshi N, Kazutaka M, Yukinobu N, Kazuhiro H, Kuninao T, Ichiro I (2014): Long-term (36-year) observations on the dynamics of the fish-killing raphidophyte *Chattonella* in Harima-Nada, eastern Seto Inland Sea, Japan. J Oceanogr (2014) 70:153-164.



出典) Tetsuya N, Yutaka H, Satoshi N, Kazutaka M, Yukinobu N, Kazuhiro H, Kuninao T, Ichiro I (2014): Long-term (36-year) observations on the dynamics of the fish-killing raphidophyte *Chattonella* in Harima-Nada, eastern Seto Inland Sea, Japan. J Oceanogr (2014) 70:153-164.

図 6-54 7月における *Chattonella* spp.細胞数分布の推移



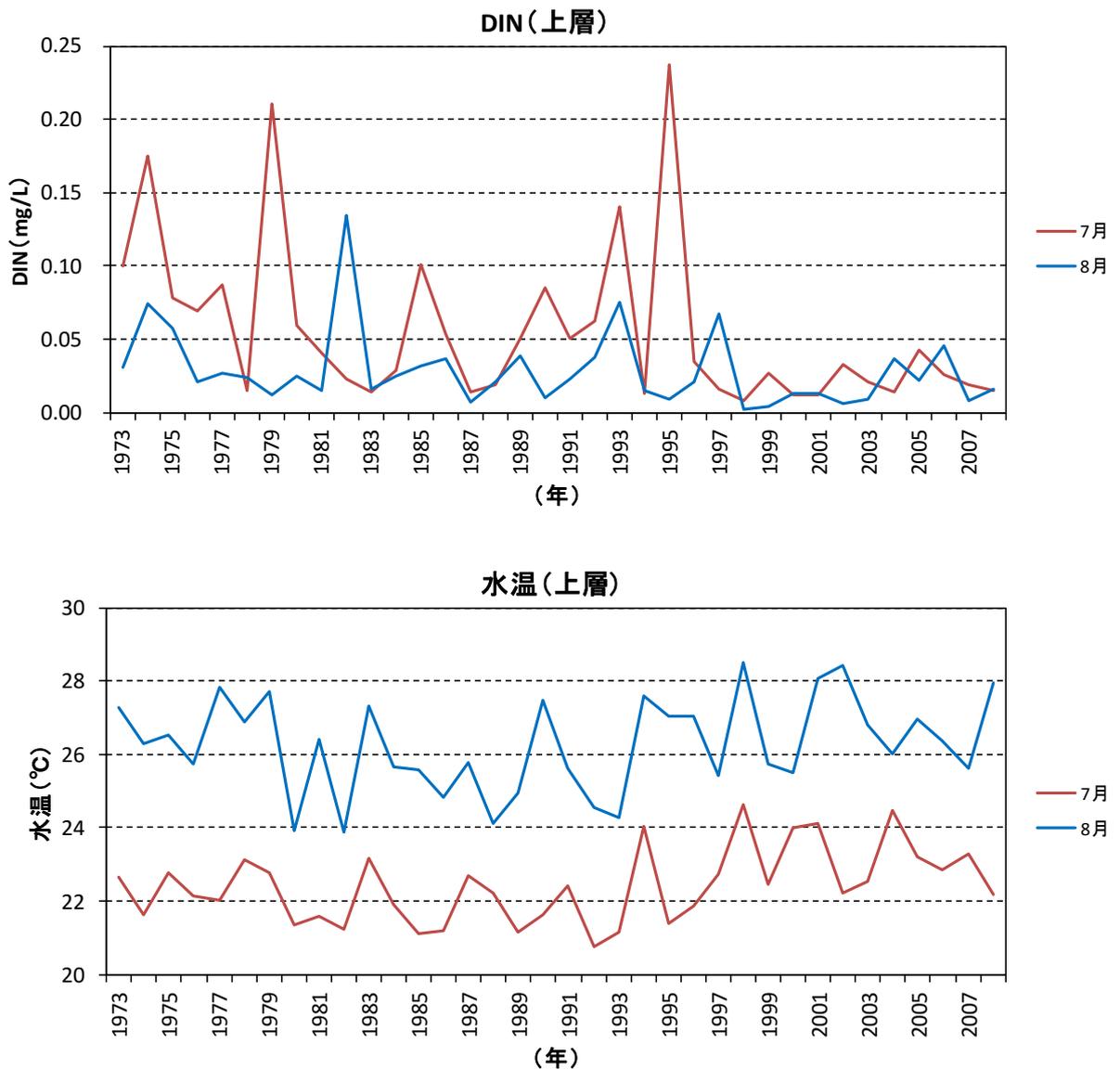
出典) Tetsuya N, Yutaka H, Satoshi N, Kazutaka M, Yukinobu N, Kazuhiro H, Kuninao T, Ichiro I (2014): Long-term (36-year) observations on the dynamics of the fish-killing raphidophyte *Chattonella* in Harima-Nada, eastern Seto Inland Sea, Japan. J Oceanogr (2014) 70:153-164.

図 6-55 8 月における *Chattonella* spp.細胞数分布の推移

前述のように、*Chattonella* spp.の発生状況(分布状況や発生時期)の変化は栄養塩類濃度の低下や水温の上昇が影響を及ぼしていると指摘されている。そこで、浅海定線データにより、同海域(兵庫県浅海定線調査海域)・同期間(1973～2008年の7月及び8月)のDIN及び水温の推移を整理した(図6-56)。

7月、8月のDINは、1995(平成7)年までは濃度変動が大きく、0.1mg/L以上の高い値を示す年もみられたが、1998(平成10)年以降は0.05mg/L未満で推移している。

水温は7月、8月ともに1992～1993(平成4～5)年以降上昇している。



出典)「浅海定線調査結果」(兵庫県)より作成

図6-56 播磨灘における7～8月の上層DIN及び上層水温の推移

次に、7月に *Chattonella* spp.の大量発生がみられた 1990 年代後半以降の播磨灘北部沿岸域(図 6-57)において、河川水流入の影響を確認するため、浅海定線データにより、7月における上層塩分の推移を整理した(図 6-58)。

1990 年代後半以降における 7 月の上層塩分は、*Chattonella* spp.の大量発生が確認された 1999(平成 11)年に塩分の低下がみられた。

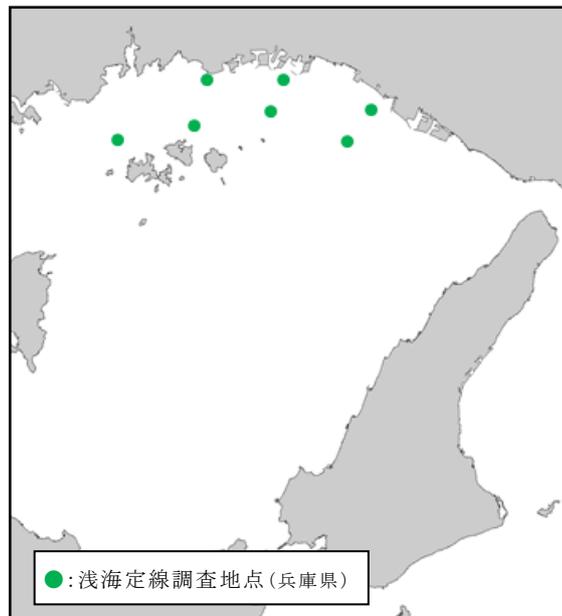
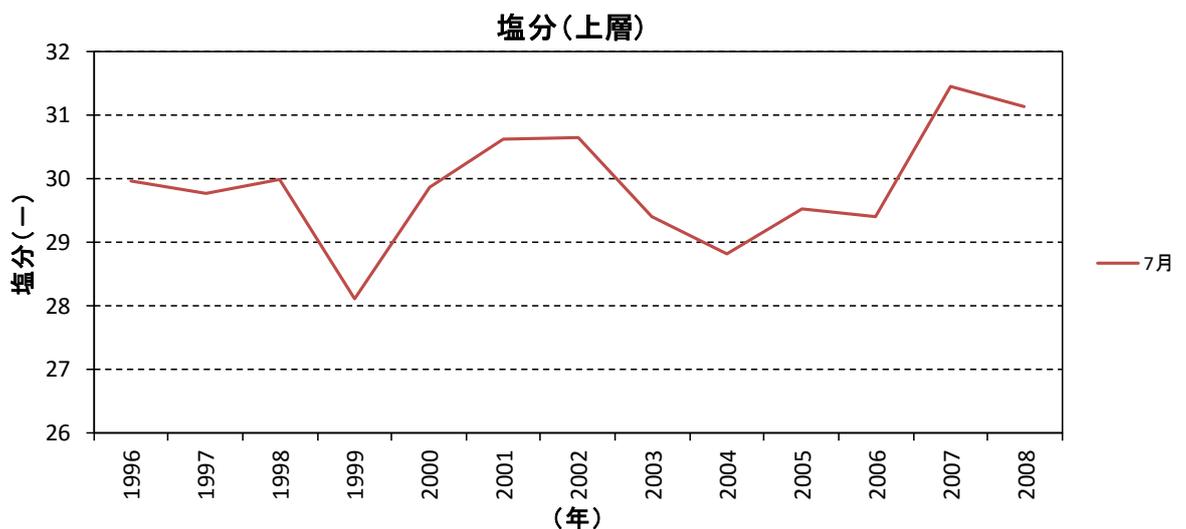


図 6-57 調査地点(播磨灘北部沿岸域)



出典)「浅海定線調査結果」(兵庫県)より作成

図 6-58 播磨灘北部沿岸域における 7 月の上層塩分の推移

3) まとめ

<ノリ養殖を取り巻く環境の変化について>

- 冬季の DIN 濃度は、昭和 48～58 年度頃にかけて低下し、昭和 58～59 年度頃から上昇した後に平成 3～9 年度頃から低下し、近年の濃度レベルは昭和 58～59 年度頃と同等程度となっている。
- 冬季のクロロフィル a 濃度は、昭和 57 年度頃から低下した後、昭和 62 年度頃から上昇している。
- 冬季の水温は昭和 60 年度頃から上昇しており、近年の水温は昭和 60 年度頃と比べて1～1.5℃程度高い。
- 平成 13 年度頃から、*Eucampia zodiacus* が大量発生するようになり、それに伴い、養殖ノリの深刻な色落ち被害が報告されるようになった。
- ノリ養殖を取り巻く水環境は変化しており、そのような環境の変化が、ノリの色落ち被害を引き起こす *Eucampia zodiacus* の増殖に有利に作用していると考えられる。
- ノリ養殖を取り巻く環境を考える上では、栄養塩類や水温、*Eucampia zodiacus* 等の大型の珪藻類、降水量等の状況を確認していくことが重要である。

<魚類養殖を取り巻く環境の変化について>

- 夏季の赤潮は、昭和 58 年頃から発生件数が減少しており、近年は概ね 5～10 件の範囲で推移している(単発的には 20 件を超える年もみられる)。
- 夏季の DIN 濃度は、平成 4～9 年頃に比較的高い値を示しているが、それ以降は概ね横ばいに推移している。
- 夏季のクロロフィルa濃度は、概ね横ばいに推移している。

(4) 備讃瀬戸

備讃瀬戸においては、ノリ養殖を取り巻く環境の変化を把握する上で重要な、冬季の栄養塩類濃度や植物プランクトン等に着目し、広域総合データ及び浅海定線データ等について整理を行った。

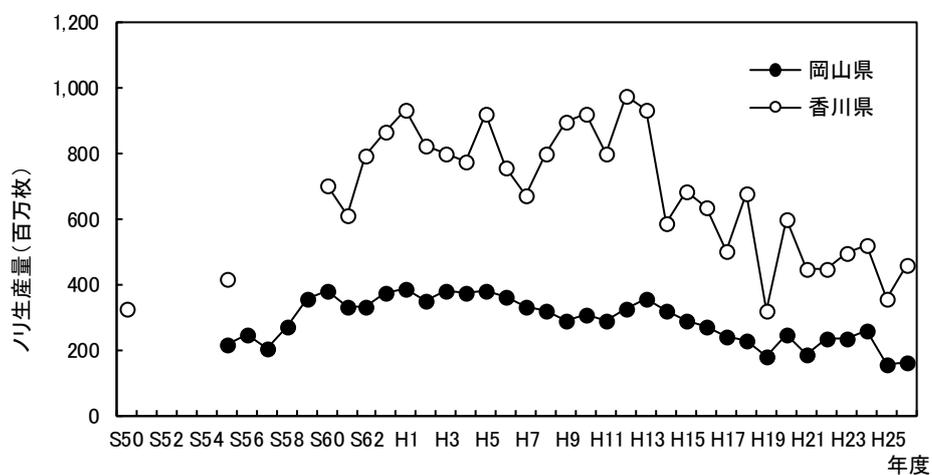
1) ノリ養殖を取り巻く環境の変化

① ノリの生産状況の変化

岡山県及び香川県におけるノリの生産量の推移を図 6-59 に示す。

岡山県におけるノリ生産量は、昭和 60 年度頃まで増加し、平成 13 年頃から減少している。

香川県におけるノリの生産量は、平成元年度頃まで増加し、平成 12 年度頃から減少している。



出典) 岡山県資料及び香川県資料より作成

図 6-59 岡山県及び香川県におけるノリ生産量の推移

② 水環境の変化

リ養殖を取り巻く環境の変化を把握する上で重要な、冬季の栄養塩類濃度等の水環境に関するデータを整理した。

備讃瀬戸における冬季の DIN、クロロフィルa(植物プランクトンの量を推定するデータとなる)、水温及び赤潮発生件数の推移を図 6-61 に示す。また、広域総合データによる冬季の DIN/T-N(T-N に占める DIN の割合)の推移を図 6-62 に、浅海定線データによる1~2月の月毎の DIN 及び水温の推移を図 6-63、図 6-64 に示す。

なお、広域総合水質調査及び浅海定線調査(岡山県・広島県・香川県)の調査位置は図 6-60 に示すとおりである。

- ・ 広域総合データによる DIN は昭和 58 年度頃から上昇と低下を繰り返しており、近年の濃度レベルは昭和 58 年度頃と同等程度となっている。
- ・ 浅海定線データによる DIN は、昭和 49~54 年度頃にかけて低下し、平成元年度頃まで上昇した後に平成 6 年度頃にかけて低下している。
- ・ クロロフィル a は、広域総合データでは平成 5 年度頃から上昇しており、浅海定線データでは昭和 52~57 年度頃にかけて低下した後に平成 13 年度頃から上昇している。
- ・ 水温は、広域総合データ及び浅海定線データともに昭和 60 年度頃から上昇しており、近年の水温は昭和 60 年度頃と比べて1~1.5℃程度高い。
- ・ 赤潮は、近年 1~3 件程度の発生がみられる。

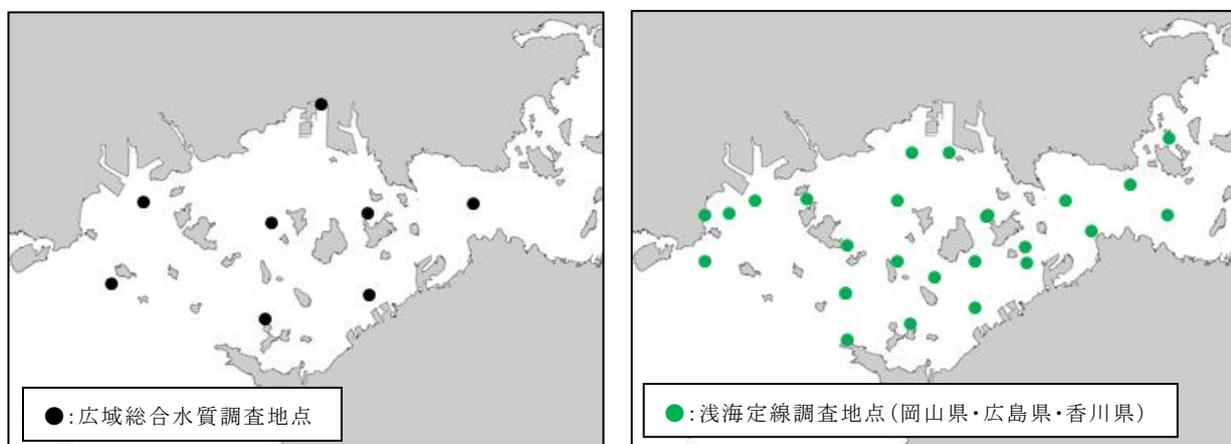
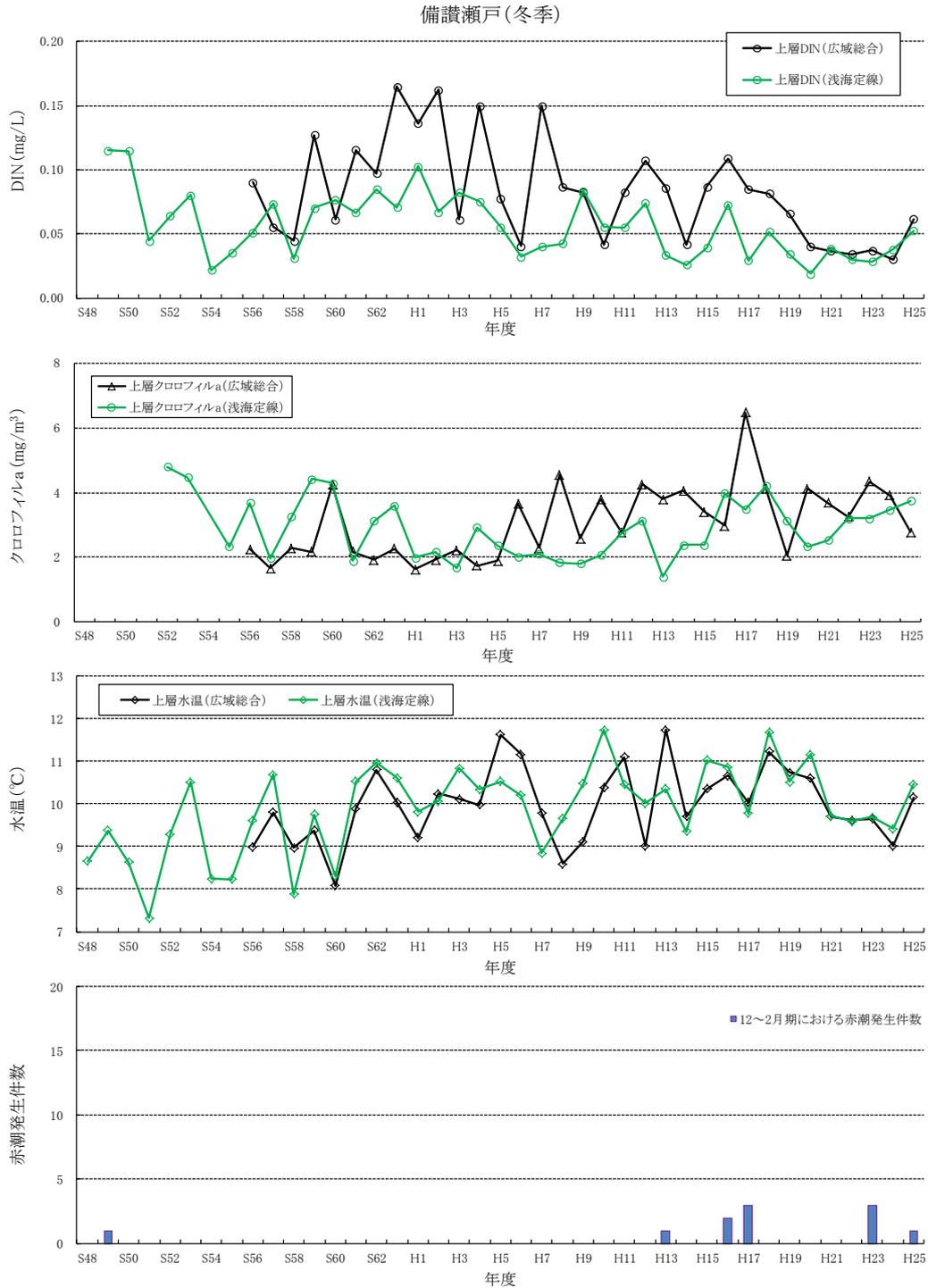


図 6-60 調査地点(左: 広域総合水質調査、右: 浅海定線調査)

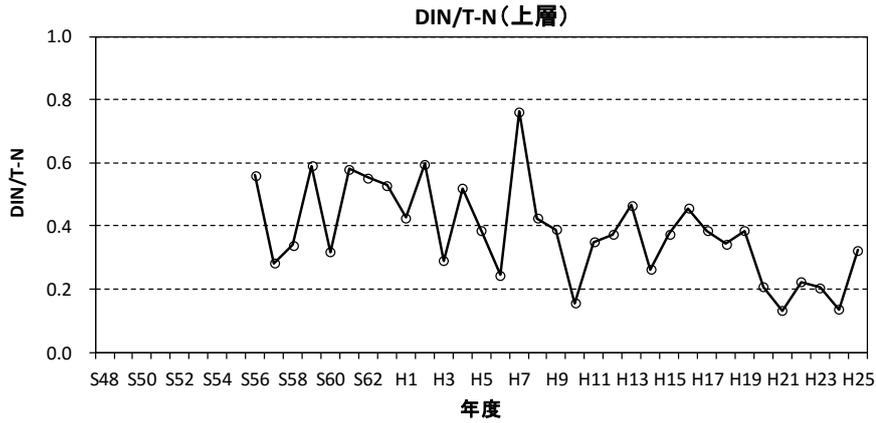


注) 浅海定線調査結果は1,2月の観測値、広域総合水質調査結果は冬季1回/年(1月)の調査結果である。赤潮発生件数については、当該年度の12月から2月までの観測値である。
 注) 赤潮発生件数については、赤潮の発生が複数月にまたがるものは、各々当該月に1件として計上している。

出典) 水質：広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(岡山県・広島県・香川県)より作成

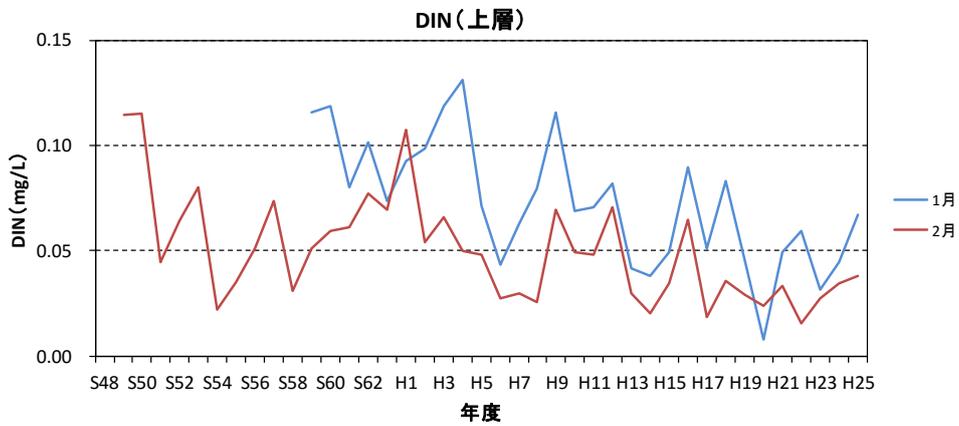
出典) 赤潮発生件数：「瀬戸内海の赤潮」(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)より作成

図 6-61 備讃瀬戸における冬季のDIN、クロロフィルa、水温(いずれも上層値)及び赤潮発生件数の推移



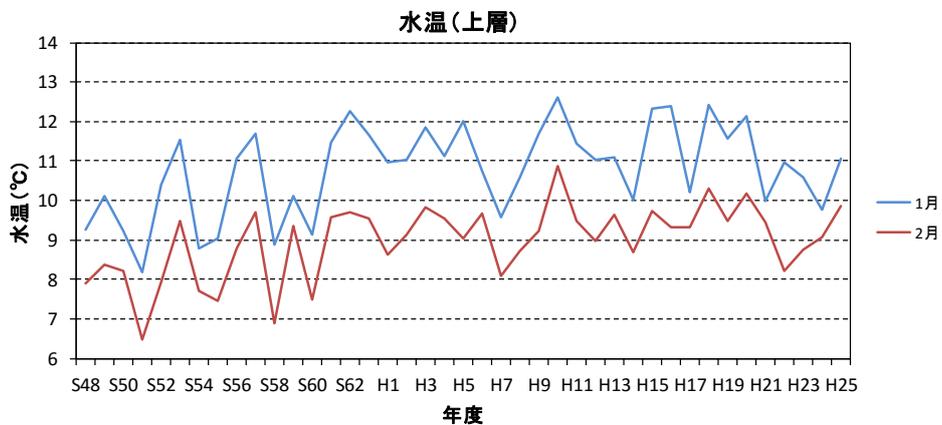
出典)「広域総合水質調査結果」(環境省)より作成

図 6-62 備讃瀬戸における冬季の DIN/T-N(上層)の推移



注)岡山県データ及び昭和 59 年までの香川県データは 2 月のみ。
出典)「浅海定線調査結果」(岡山県・広島県・香川県)より作成

図 6-63 備讃瀬戸における 1~2 月の上層 DIN の推移



出典)「浅海定線調査結果」(岡山県・広島県・香川県)より作成

図 6-64 備讃瀬戸における 1~2 月の上層水温の推移

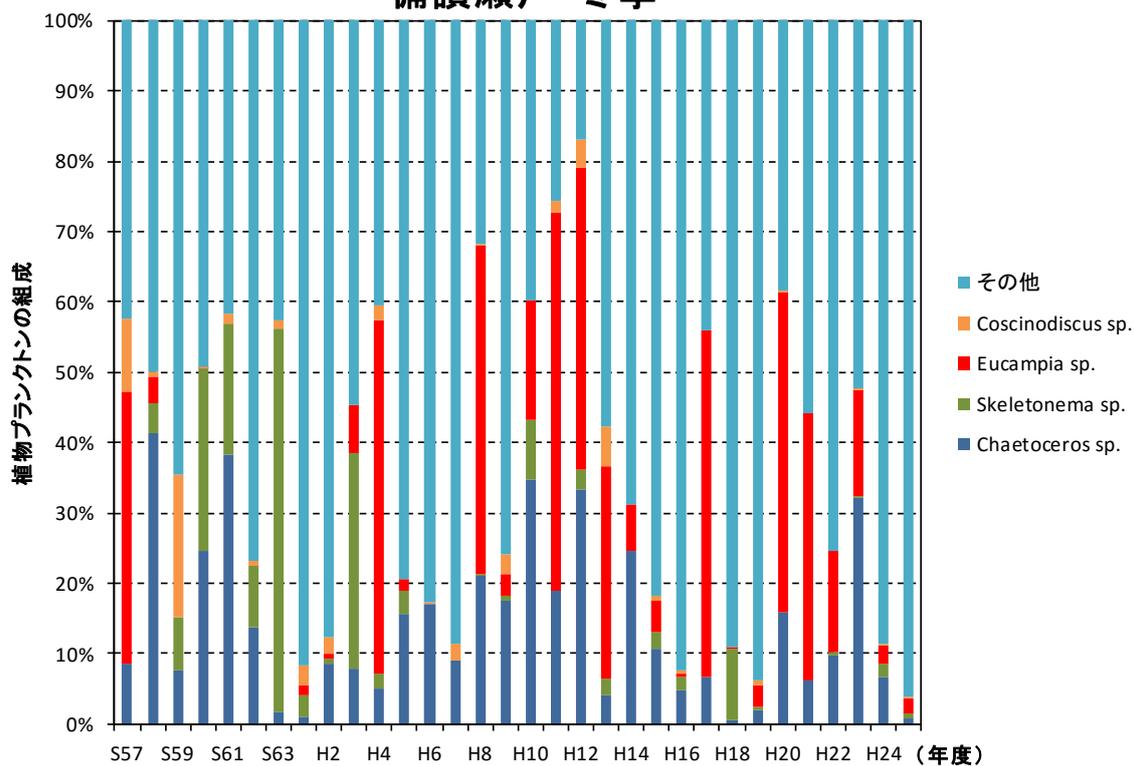
③ 大型の珪藻類について

前述のとおり、瀬戸内海では、近年、栄養塩類の消費量の多い大型の珪藻類(*Eucampia zodiacus* 等)が冬季に大量発生することにより栄養塩類の減少が起こっているとの指摘がある。

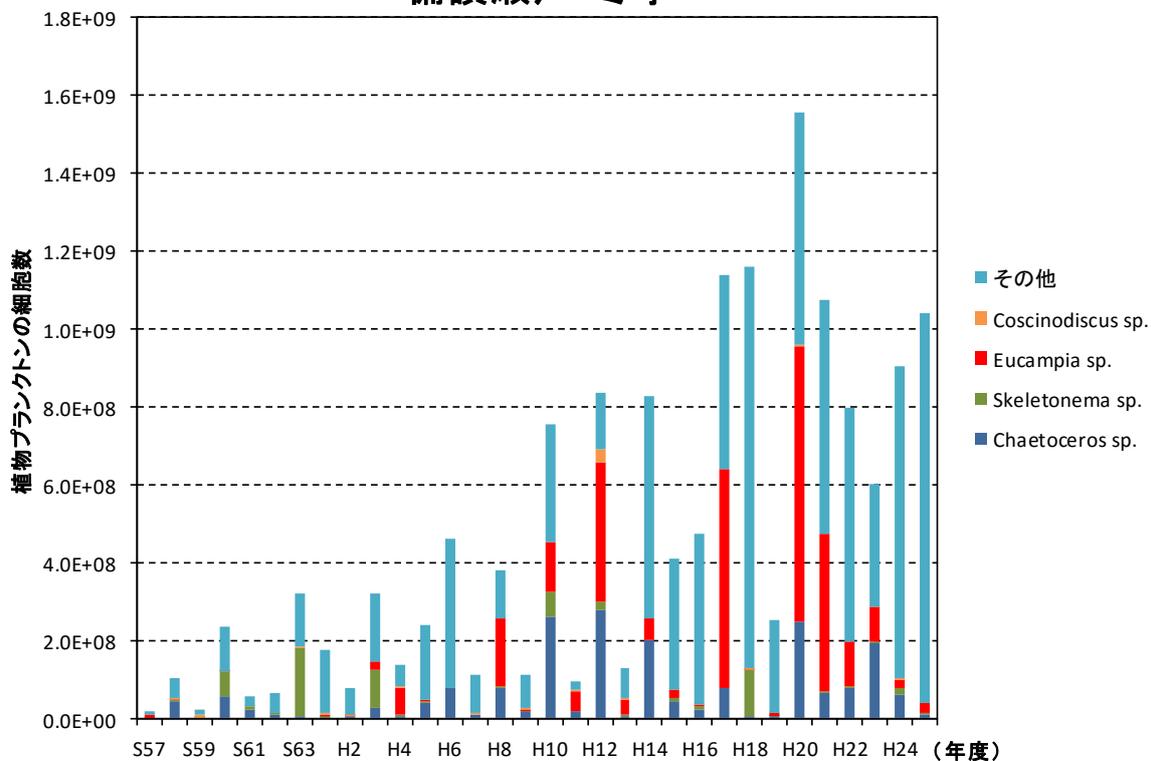
図 6-65 には、広域総合データによる備讃瀬戸の冬季(1月)の植物プランクトン組成及び細胞の推移を示した。

植物プランクトンの主な構成種は珪藻であるが、平成 8 年度頃から *Eucampia* の割合が増加する傾向がみられる。

備讃瀬戸・冬季



備讃瀬戸・冬季



出典) 広域総合水質調査結果(環境省)より作成

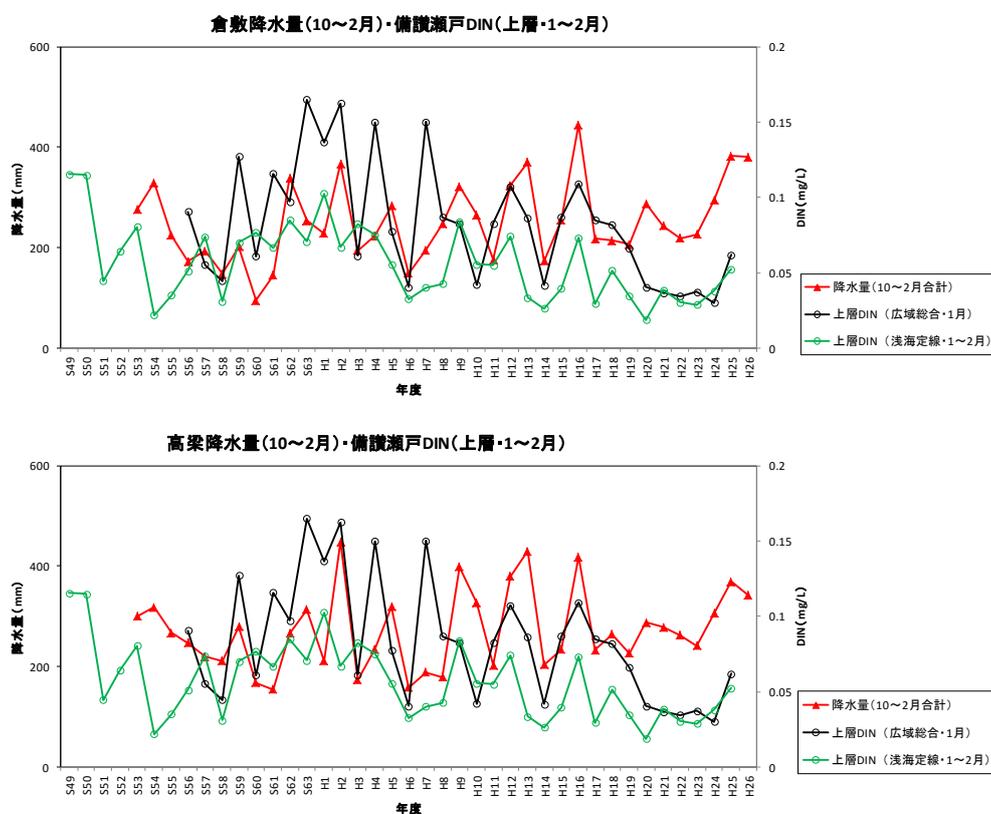
図 6-65 備讃瀬戸上層における冬季の植物プランクトン組成及び細胞数の推移

④ 降水量との対応(河川水流入の影響)

備讃瀬戸に流入する高梁川や芦田川の河川水の影響を考えるため、河川流量と関連性が強い降水量と冬季の海域 DIN の変動を対比した。

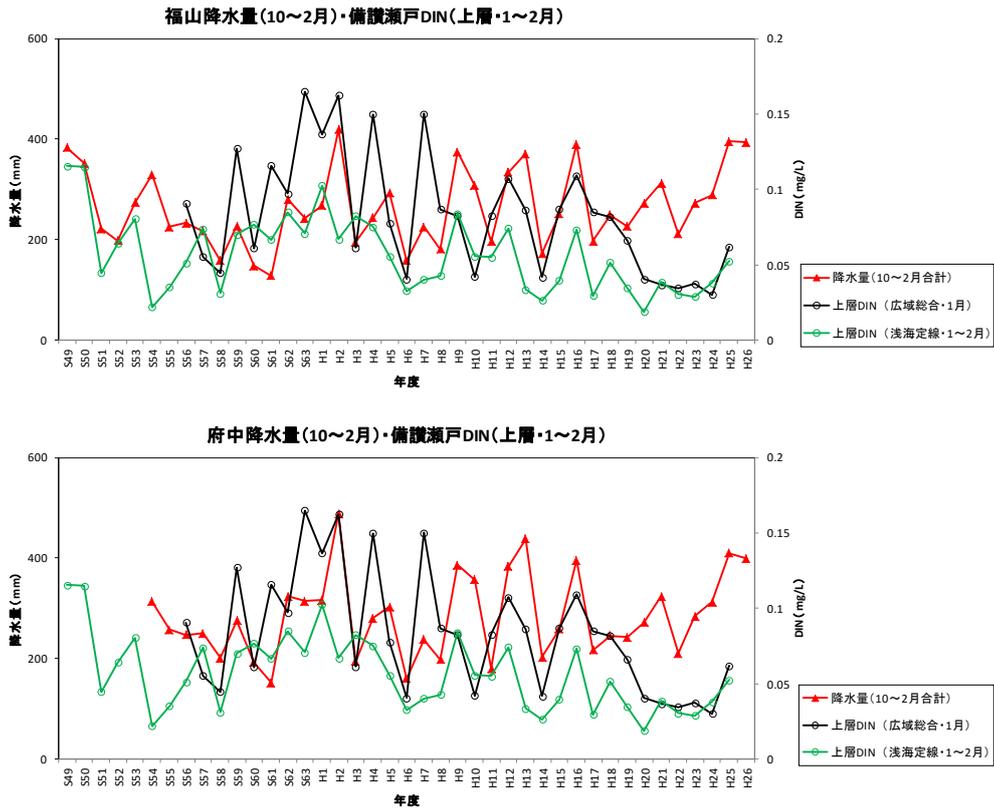
倉敷(高梁川下流付近)、高梁(高梁川上流付近)、福山(芦田川下流付近)及び府中(芦田川上流付近)における10～2月の合計降水量と、冬季における備讃瀬戸の上層DINの推移を図6-66～図6-67に示す。

- 各観測所における10～2月の合計降水量の変動は、備讃瀬戸の上層DINの短期的な変動と一部で対応がみられた。



出典)降水量:「地域気象観測データ[倉敷・高梁]」(気象庁)より作成。DIN:「広域総合水質調査結果」(環境省)及び「浅海定線調査結果」(岡山県・広島県・香川県)より作成。

図 6-66 倉敷及び高梁の降水量(10～2月)と備讃瀬戸のDIN(1～2月)の推移



出典)降水量:「地域気象観測データ[福山・府中]」(気象庁)より作成。DIN:「広域総合水質調査結果」(環境省)及び「浅海定線調査結果」(岡山県・広島県・香川県)より作成。

図 6-67 福山及び府中の降水量(10~2月)と備讃瀬戸のDIN(1~2月)の推移

2) まとめ

<ノリ養殖を取り巻く環境の変化について>

- 冬季の DIN 濃度は、昭和 49～54 年度頃にかけて低下し、昭和 54～58 年度頃から上昇した後に平成元～6 年度頃にかけて低下しており、近年の濃度レベルは昭和 54～58 年度頃と同等程度となっている。
- 冬季のクロロフィル a 濃度は、平成 5～13 年度頃から上昇している。
- 冬季の水温は昭和 60 年度頃から上昇しており、近年の水温は昭和 60 年度頃と比べて 1～1.5℃程度高い。
- 冬季の植物プランクトンの構成種について、平成 8 年度頃から *Eucampia zodiacus* の割合が増加する傾向がみられる。
- ノリ養殖を取り巻く水環境は変化しており、ノリ養殖を取り巻く環境を考える上では、栄養塩類や水温、*Eucampia zodiacus* 等の大型の珪藻類、降水量等の状況を確認していくことが重要である。