

4. 播磨灘

4-1 湾・灘の概況(海域の物理特性等の基礎情報)

(1) 地理・地形－整理項目①

播磨灘は瀬戸内海東部に位置し、海域面積 3,426km²、平均水深 25.9m、容積 889 億 m³ の海域であり、小豆島付近以西で備讃瀬戸と隣接、明石海峡で大阪湾、鳴門海峡で紀伊水道と接続している。関係府県は、沿岸部の兵庫県、岡山県、徳島県、香川県である。

海域の地形は、海峡部で深いところもあるが、全体的に中央が深いすり鉢型をした灘である。

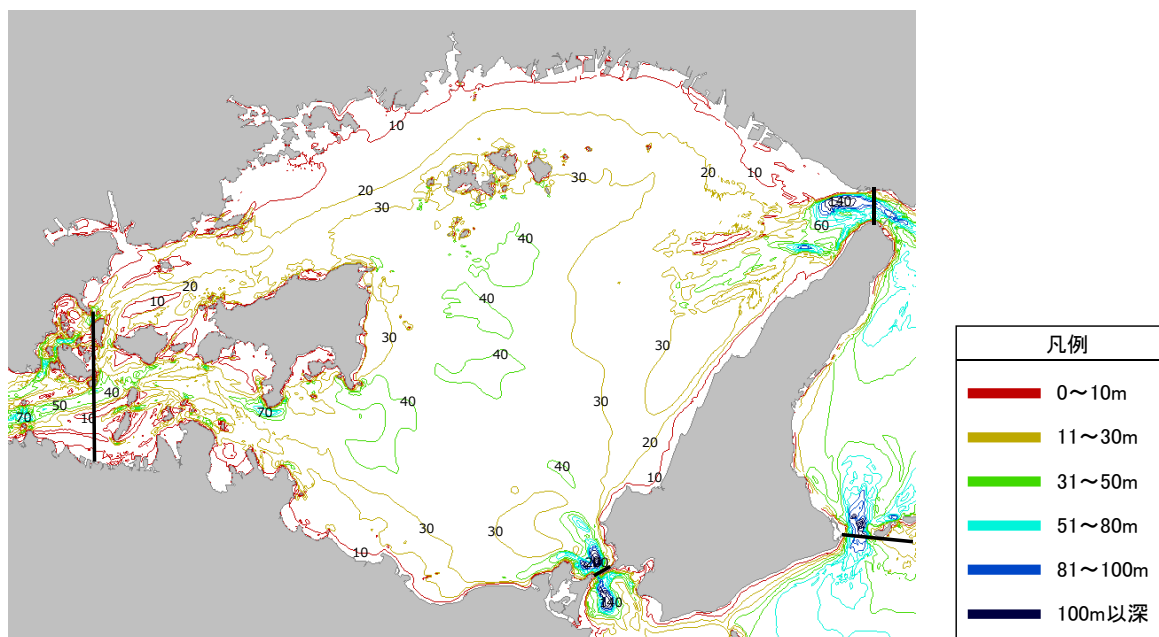


図 4-1 播磨灘の水深分布

表 4-1 播磨灘の海域緒元

海域区分	関係府県	海域面積 (km ²)	平均水深 (m)	容積 (億 m ³)
播磨灘	兵庫県、岡山県、徳島県、香川県	3,426	25.9	889

出典)環境省調べ

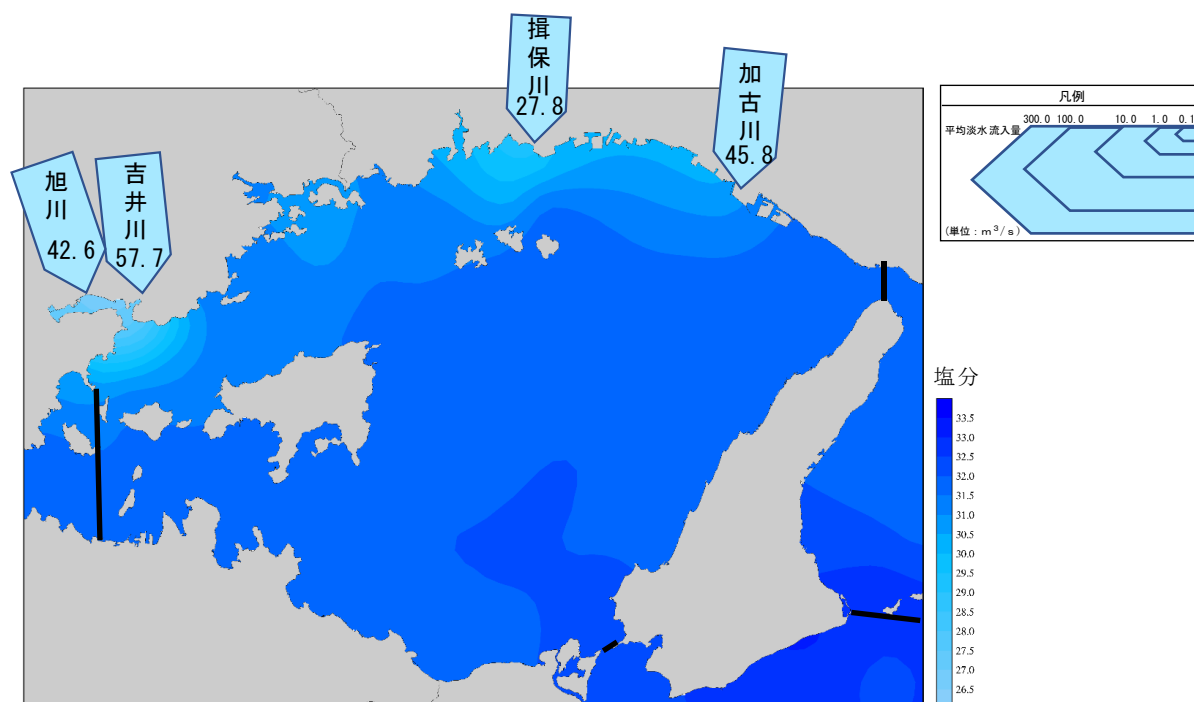
(2) 流入河川・流域－整理項目②

播磨灘に流入する一級河川は、北東部に加古川、揖保川、北西部に吉井川、旭川がある(図 4-2)。流域面積は加古川が 1,700km²、揖保川が 800km²、吉井川が 2,100km²、旭川が 1,800km² である。また、その他の地域には一級河川がない。播磨灘に流入する二級水系は 107 水系であり、流域面積は約 3,400km² である。播磨灘に流入する河川流域の陸域総面積は約 12,000km²、人口は約 560 万人である。

播磨灘では、河川流入量が多い北部海域の方が南部海域よりも塩分が低い傾向がある(図 4-2)。

降水量の年平均値(1976～2016 年の平均)は(図 4-3)、姫路で 1.2 千 mm/年 程度で、岡山で 1.2 千 mm/年 程度であり、近年(2010～2016 年)の平均値は、姫路、岡山ともに 1976～2016 年の平均値と比べて多い。1993、2004、2006 年などの降水量の多い年に流量が大きい傾向がみられる。

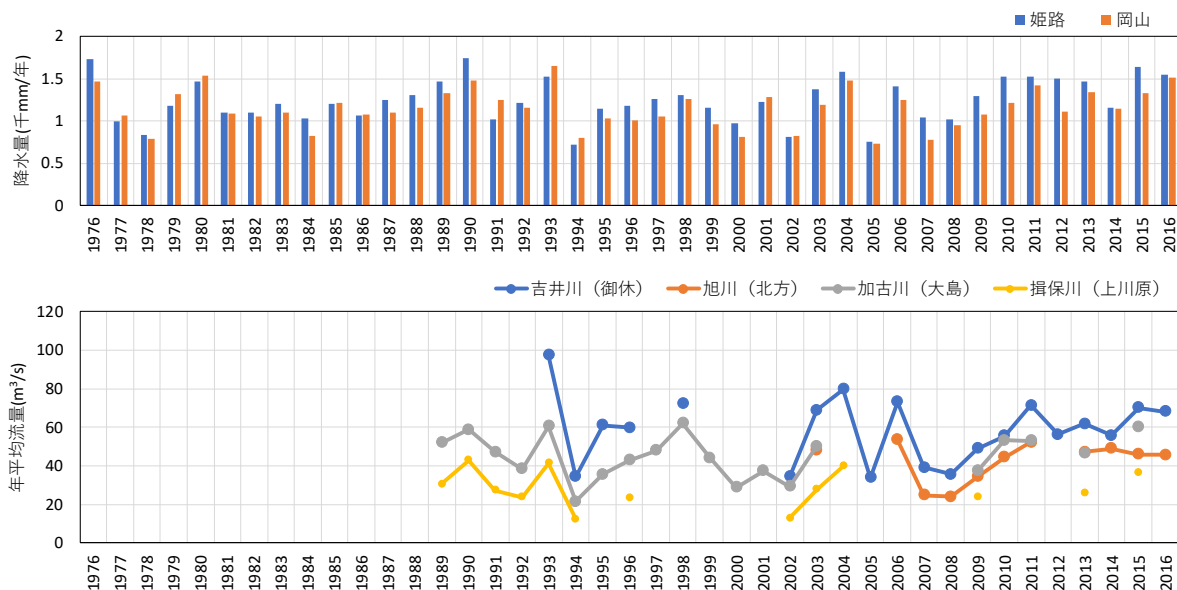
吉井川、旭川、加古川及び揖保川の TN、TP 濃度(図 4-4)は、1990 年代前半まで揖保川、加古川の方が吉井川、旭川よりも高いが、2000 年代以降はおおむね同程度で推移している。揖保川の TN 濃度は、1979～1993 年に高く、その後 1995 年にかけて大きく低下し、以降はおおむね横ばいで推移している。加古川の TN 濃度は 1983 年以降低下傾向を示している。また、揖保川と加古川の TP 濃度は 1980 年代から 2000 年代にかけて低下傾向を示している。旭川、吉井川の TN、TP 濃度は横ばいで推移している。



注) 河川流量は、年平均流量の過去 20 年間(1997～2016 年)の平均値。塩分は、年度平均塩分の過去 20 年間(1997～2016 年度)の平均値。

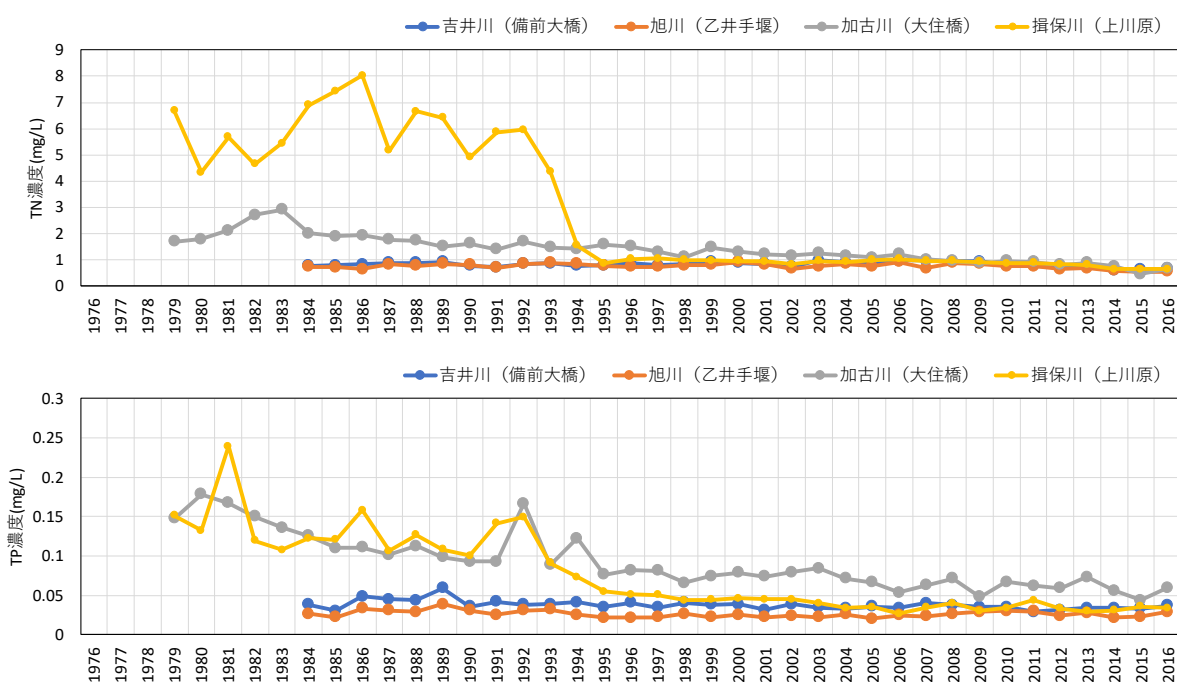
出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(兵庫県・岡山県・徳島県・香川県)、「水文水質データベース」(国土交通省)より作成

図 4-2 上層の塩分分布及び一級河川の流量



注) 降水量については、流量観測所の近傍の代表地点の値を用いた。
 河川によって河口から観測所位置までの距離が異なる。それぞれの河口からの距離は吉井川(御休)では14.1km、旭川(北方)では10.7km、加古川(大島)では20.0km、揖保川(上川原)では4.1kmである。
 出典)「水文水質データベース」(国土交通省)、気象統計情報(気象庁 HP)より作成

図 4-3 一級河川の年平均流量及び代表地点(姫路、岡山)における降水量の推移



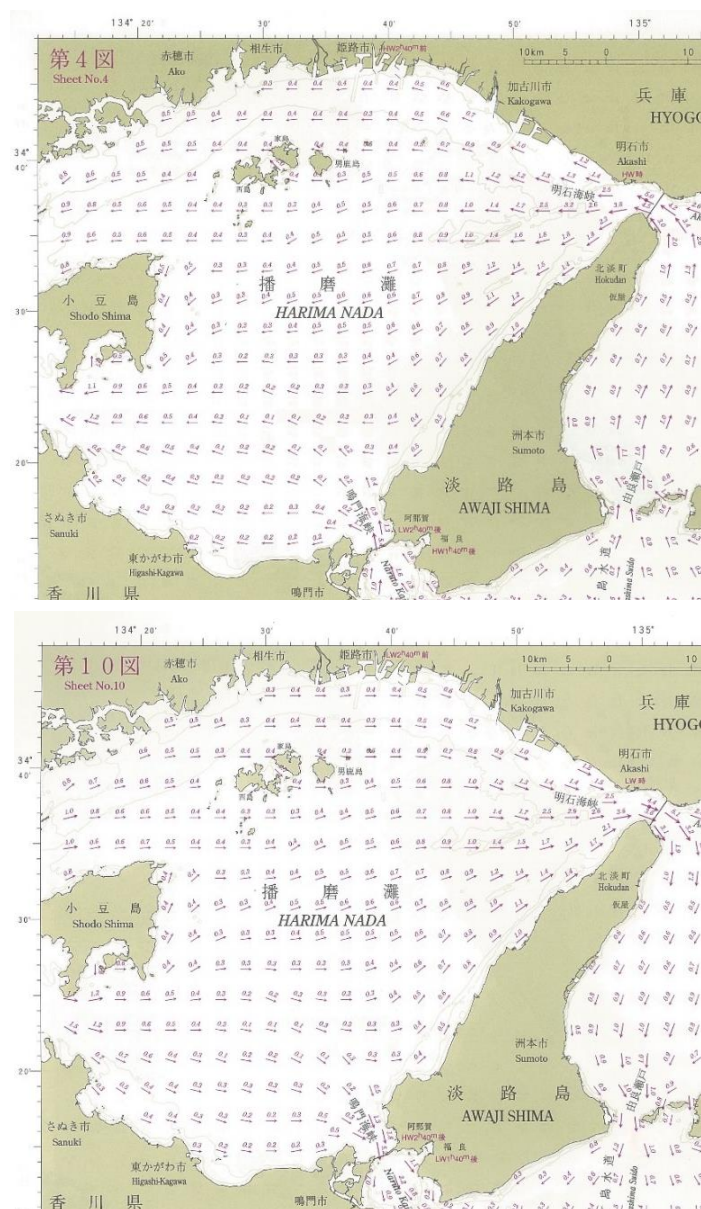
注) TN、TP は平水時のデータであるため、年平均流量と乗算しても年負荷量にはならない。
 水質観測所は流量観測所と同じ観測所または近傍の観測所である。
 河川によって河口から観測所位置までの距離が異なる。それぞれの河口からの距離は吉井川(備前大橋)では14.5km、旭川(乙井手堰)では11.7km、加古川(大住橋)では20.0km、揖保川(上川原)では4.1kmである。
 出典)「水文水質データベース」(国土交通省)、公共用水域水質測定調査(環境省)より作成

図 4-4 一級河川の TN、TP の年平均値の推移

(3) 流況－整理項目③

播磨灘の潮流は(図 4-5)、鳴門海峡付近を除いて主に東西方向の往復流となっている。流速は、備讃瀬戸東口付近で約 2.5 ノット(約 1.3m/s)の流れとなるが、それ以外は海峡付近を除いて流速は弱く、小豆島の南及び北側、播磨灘東部で 1.5 ノット(約 0.8m/s)程度の流れを生ずることがあるものの、全般的には 0.5～0.6 ノット(約 0.3m/s)程度である。¹²

播磨灘の残差流としては(図 4-6)、北部では時計回り、南部では反時計回りの環流が顕著である。¹³



出典)海上保安庁(2005):大阪湾及播磨灘潮流図

図 4-5 播磨灘の潮流(上図:明石海峡西流最強時、下図:明石海峡東流最強時)

¹² 海上保安庁(2005):大阪湾及播磨灘潮流図

¹³ 柳哲雄(1985):第 16 章瀬戸内海Ⅱ,Ⅱ物理,A 播磨灘. 日本全国沿岸海洋誌. 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編, 東海大学出版会. 691-694.

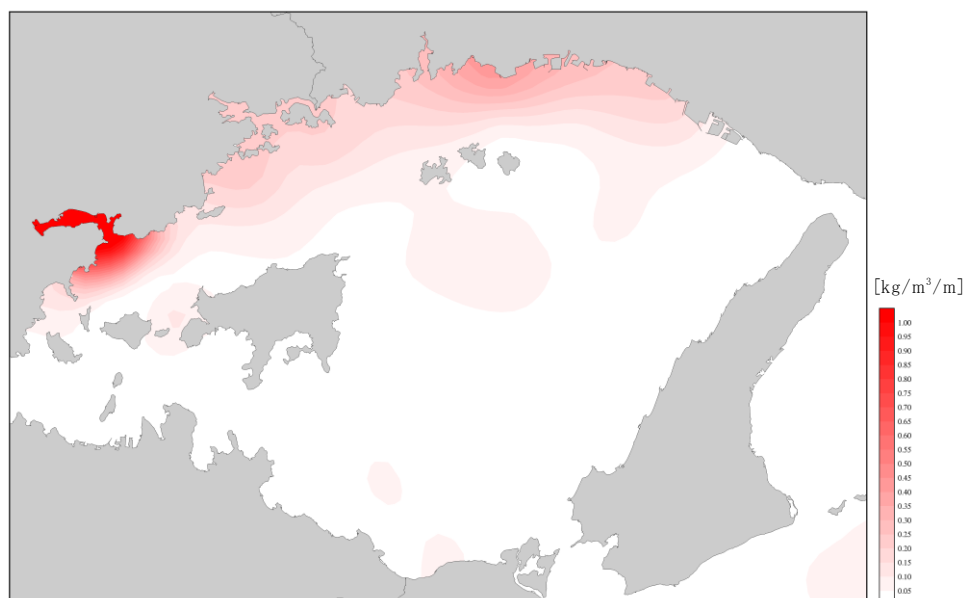


出典) 柳哲雄(1985): 第16章瀬戸内海Ⅱ,Ⅱ物理,A播磨灘. 日本全国沿岸海洋誌. 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編, 東海大学出版会.691-694.

図 4-6 播磨灘の残差流

(4) 成層—整理項目④

播磨灘の夏季(7月)における鉛直方向の密度勾配の分布を図 4-7 に示す。夏季の鉛直方向の密度勾配は、一級河川の河口部付近を中心に北部海域で大きく、流れの速い海峡部では小さい傾向がある。



注) 密度勾配は、過去 20 年間(1997～2016 年)の夏季における上層と下層の平均密度の差を上層と下層の水深差で除したもの。

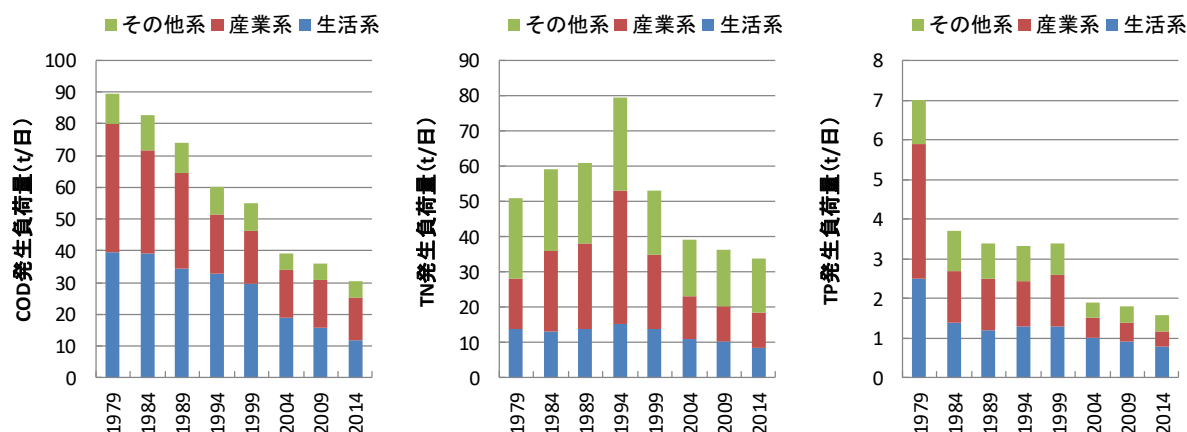
密度勾配 = 上層と下層の密度差 / 上層と下層の水深差

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(兵庫県・岡山県・徳島県・香川県)より作成

図 4-7 播磨灘の夏季(7月)における鉛直方向の密度勾配の分布

(5) 発生負荷量－整理項目⑤

流域における COD の発生負荷量は 1979 年度以降減少傾向を示している。TN の発生負荷量は 1994 年度以降減少傾向を示している。TP の発生負荷量は 1979 年度以降減少しており、特に 1979 年度から 1984 年度にかけて大きく減少している。



注) 本集計は「201 人以上の浄化槽面源分」と「給仕養殖漁業 (TN、TP のみ)」を含まない。

出典) 水質総量削減に係る発生負荷量等算定調査 (環境省) より作成

図 4-8 播磨灘における発生負荷量の推移

(6) 埋立及び護岸整備の状況－整理項目⑥

1) 埋立の状況

播磨灘における大規模な埋立事業の実施状況を表 4-2 に、兵庫県、岡山県、徳島県及び香川県における埋立免許面積の推移を図 4-9 に示す。

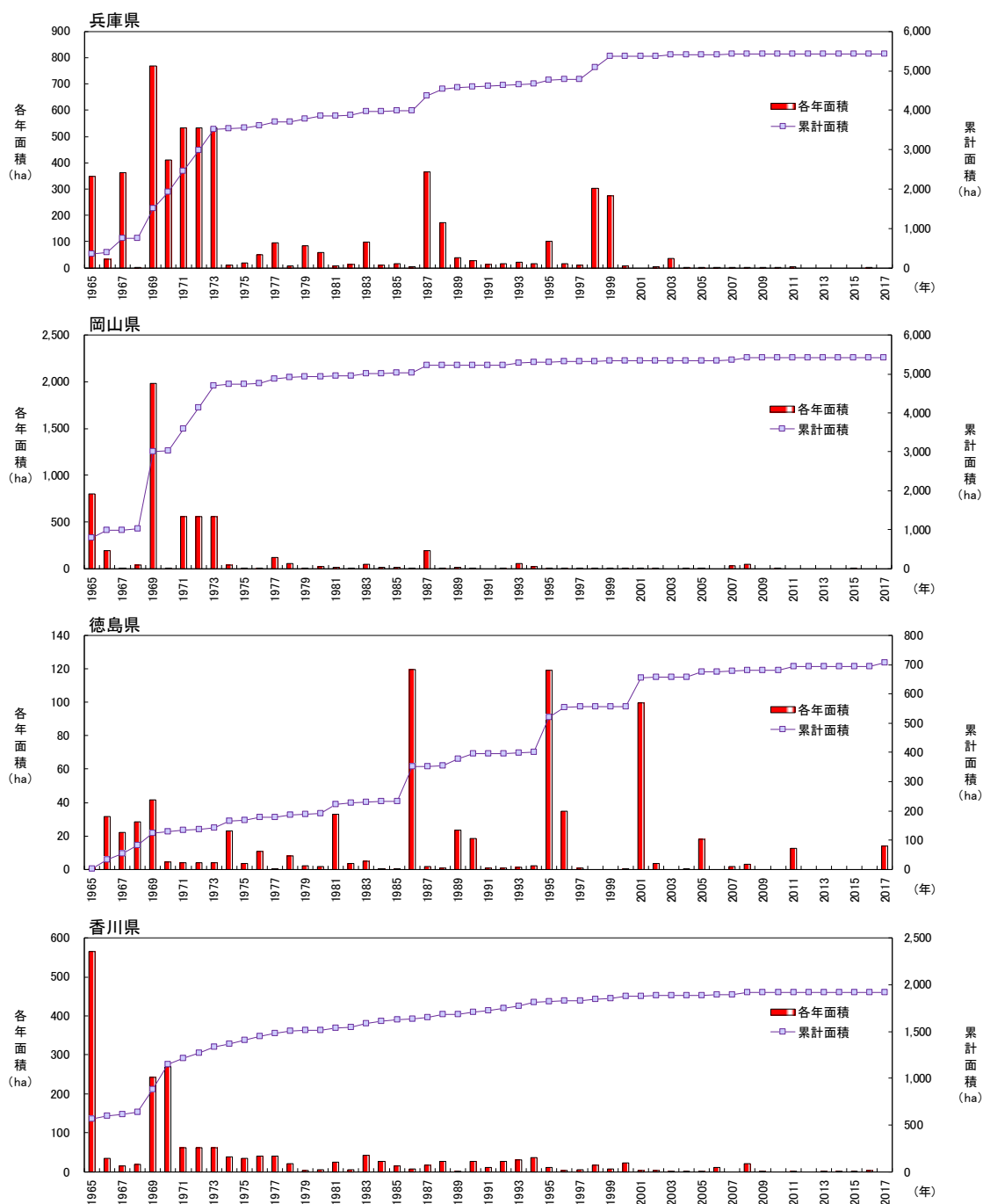
播磨灘では、1977、1983 年に大規模な埋立事業の埋立免許がなされている。

兵庫県の埋立免許面積は、1973 年までに累計面積が 4,000ha 程度であり、その後の各年の面積をみると、1987、1998 及び 1999 年が 300ha 程度と大きいですが、2004 年以降は低位で推移している。岡山県の埋立免許面積は、1965、1969、1971～1973、1977、1987 年には 100ha 以上、1988～2008 年までは 0～50ha 程度であるが、2009 年以降は低位で推移している。徳島県の埋立免許面積は、1986、1995 及び 2001 年には 100ha 程度、1966～1969、1974、1981、1989、1990、1996、2005、2011 及び 2017 年には 10～40ha 程度となっている。香川県の埋立免許面積は、1965 年には 550ha 程度、1969、1970 年には 200～300ha 程度となっており、その後は 2008 年まではおおむね 10ha 以上であるが、2009 年以降は低位で推移している。

表 4-2 播磨灘における大規模埋立事業

湾・灘名	埋立免許面積 (ha)	免許年	事業実施地区・事業名称	埋立免許面積 (ha)	特定海域の 指定有無
播磨灘	160	1977年	姫路港妻鹿地区	79	○
		1983年	姫路港網干沖地区	81	○

出典)「平成 29 年度瀬戸内海の環境保全 資料集」(瀬戸内海環境保全協会)より作成



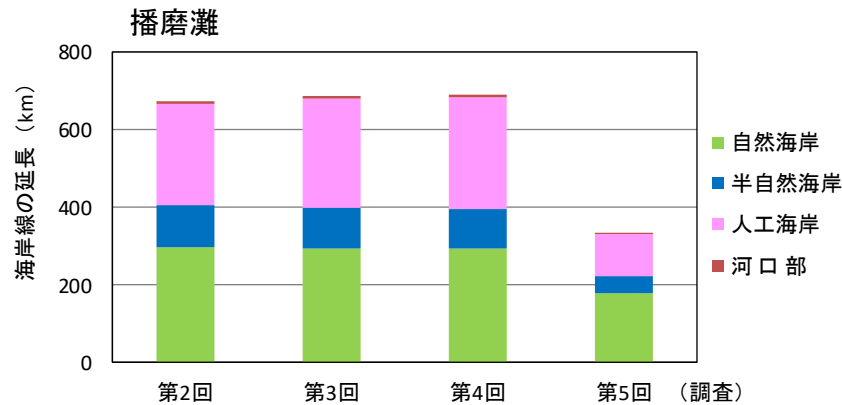
- 注) 1. 1965年～1970年は1月1日～12月31日の累計
 2. 1971～1973年は1月1日～11月1日の累計であり、図中の値は、3年間平均の数値を示した。
 3. 1974年以降は前年の11月2日～当年の11月1日の累計
 4. 播磨灘以外の瀬戸内海の湾・灘を含む。

出典)「平成29年度瀬戸内海の環境保全 資料集」(瀬戸内海環境保全協会)より作成

図4-9 兵庫県、岡山県、徳島県及び香川県における埋立免許面積の推移

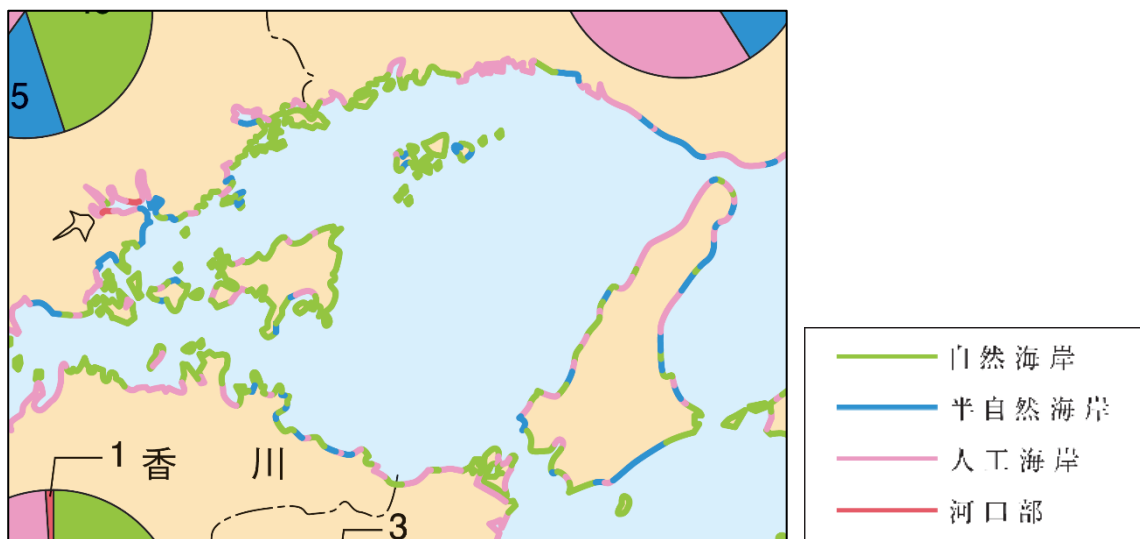
2) 護岸整備状況

海岸線については、1993年度時点の海岸延長に占める自然海岸、半自然海岸、河口部の割合が58%であり、瀬戸内海のなかでは自然海岸が比較的多く残されている海域である。



- 注) 1. 湾・灘の区分は自然環境保全基礎調査に準ずる。
 2. 第5回は兵庫県の実地調査を行っていないため、第5回調査の海岸延長については兵庫県のデータは含まれていない。
 3. 自然海岸: 海岸(汀線)が人工によって改変されないで自然の状態を保持している海岸。
 半自然海岸: 道路、護岸、消波ブロック等の人工構造物が存在しているが、潮間帯においては自然の状態を保持している海岸。
 人工海岸: 港湾・埋立・浚渫・干拓等により人工的につくられた海岸。
 河口部: 河川法(河川法適用外の河川も準用)による「河川区域」の最下流端。
- 出典) 第2回(1978年度)、第3回(1984年度)、第4回(1993年度)及び第5回(1996年度)「自然環境保全基礎調査」(環境省)より作成

図 4-10 播磨灘における海岸線延長の推移



- 注) 第5回は兵庫県の実地調査を行っていないため、兵庫県域のみ第4回調査結果を示している。
 出典) 「平成29年度瀬戸内海の環境保全 資料集」(瀬戸内海環境保全協会)より作成

図 4-11 播磨灘における海岸線の状況(第5回 自然環境保全基礎調査)

(7) 藻場・干潟の分布状況－整理項目⑦

藻場・干潟の分布は図 4-12 に示す。ここで、1989～1992 年度調査と 2015～2017 年度調査では調査方法が異なることに留意する必要がある。

1989～1992 年度調査によると、藻場は主に淡路島西部、播磨灘西部の沿岸に多く分布して

おり、干潟は主に揖保川河口、赤穂、日生、児島湾、小豆島西部に分布している。

2015～2017 年度調査によると、藻場は主に淡路島西部、播磨灘西部の沿岸に多く分布しており、県別の面積は、兵庫県で 289ha、岡山県で 510ha、香川県で 583ha、徳島県で 13ha である。干潟は主に揖保川河口、赤穂、日生、児島湾に分布し、県別の面積は、兵庫県で 97ha、岡山県で 212ha、香川県で 58ha、徳島県で 0ha である。

[1989～1992 年度調査]



[2015～2017 年度調査]



注) 上図 (1989～1992 年度調査) : ヒアリング調査による藻場・干潟分布域

下図 (2015～2017 年度調査) : 衛星画像解析による藻場・干潟分布域

出典)「第 4 回自然環境保全基礎調査」の GIS データ(環境省生物多様性センター)、「瀬戸内海における藻場・干潟分布状況調査」の GIS データ(環境省)を使用し、作成・加工した。

図 4-12 播磨灘の藻場・干潟分布の変化

4-2 水環境等の変化状況

(1) 水質－整理項目⑧

1) 環境基準との対比(COD・TN・TP)

播磨灘のCODは(図4-15)、近年(2010年度以降)ではA類型水域の淡路島西部南部、県北沿岸海域、B類型水域の播磨海域(12)、高松港及びC類型の全ての水域で環境基準を達成している。過去からの達成状況の推移をみると、A類型水域の播磨海域(13)では1998年度を除く全ての年度、播磨灘北西部と児島湾(丙)では全ての年度、牛窓地先海域では1992、2001、2011年度を除く全ての年度、東讃海域では1989～1990、1992～1994、1997～1998、2000～2006、2008～2011、2013～2015年度、詰田川尻では1991、1999年度を除く全ての年度、B類型水域の播磨海域(11)では1992～1995、2001、2004～2006、2009、2011、2013～2015年度、児島湾(乙)では全ての年度で未達成である。

TNは(図4-16)、近年(2010年度以降)ではⅡ類型、Ⅲ類型、Ⅳ類型の全ての水域で環境基準を達成している。過去からの達成状況の推移をみると、Ⅱ類型水域の播磨海域(二)では1997、1999年度、児島湾沖では1998、2003～2004年度、東讃海域では1998、2004年度で未達成である。

TPは(図4-17)、近年(2010年度以降)ではⅡ類型水域の播磨海域(二)、児島湾沖を除く全ての水域、Ⅲ類型の全ての水域、Ⅳ類型水域の児島湾で環境基準を達成している。なお、播磨海域(二)は2011年度のみ未達成である。過去からの達成状況の推移をみると、播磨海域(二)では1996、1999、2011年度、牛窓地先海域では2002年度、児島湾沖では1998～1999、2002～2004、2006～2008、2010、2013～2015年度で未達成である。

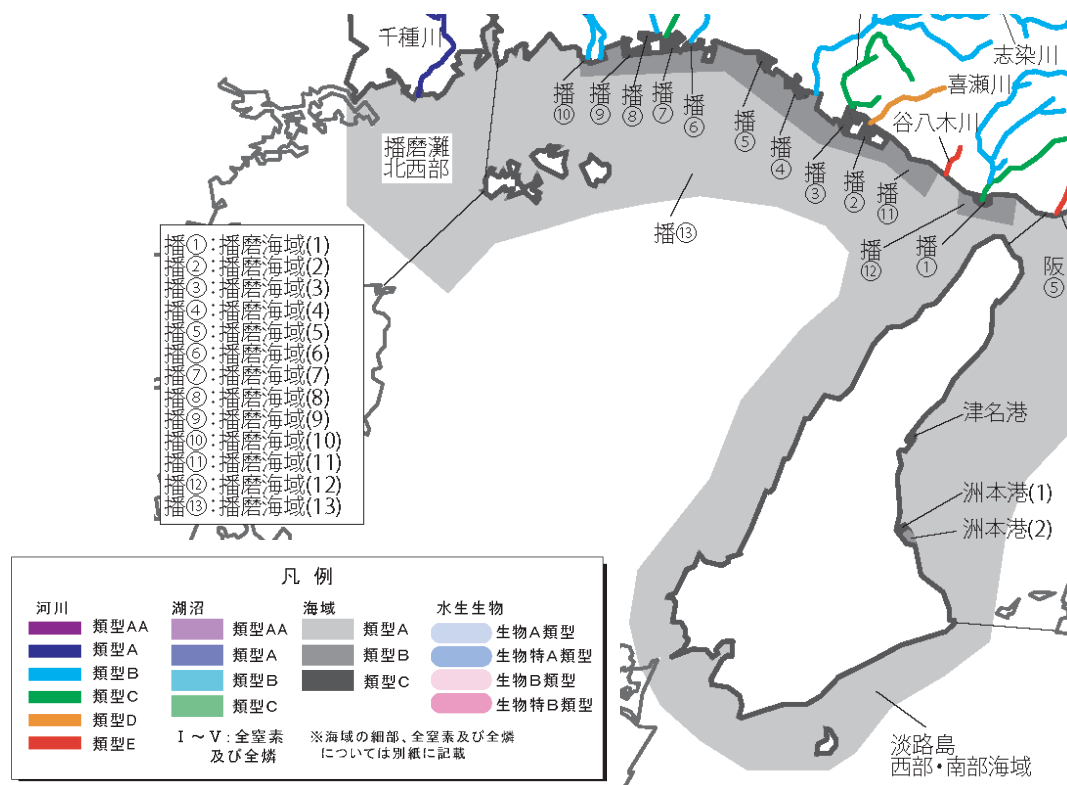


図4-13(1) 播磨灘におけるCODの類型指定(兵庫県)

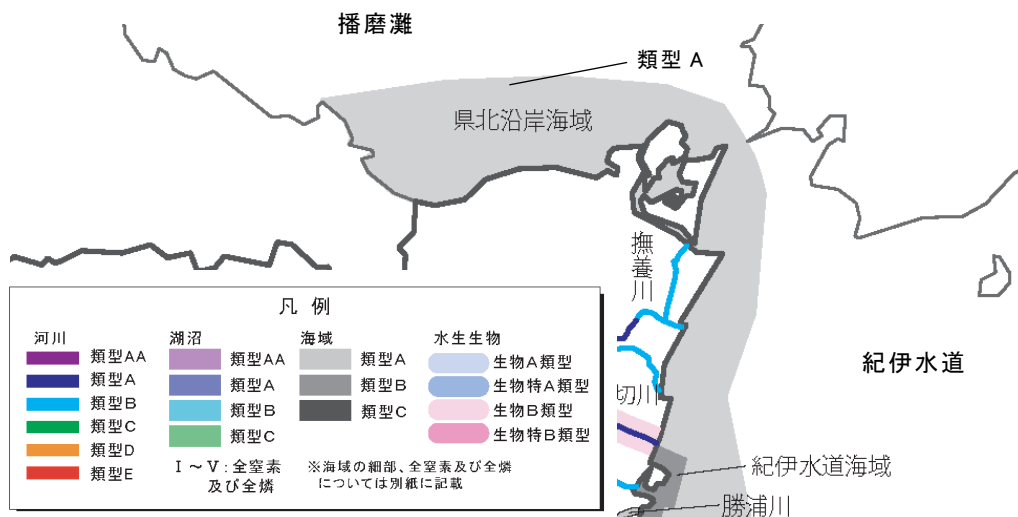


図 4-13(2) 播磨灘における COD の類型指定(徳島県)

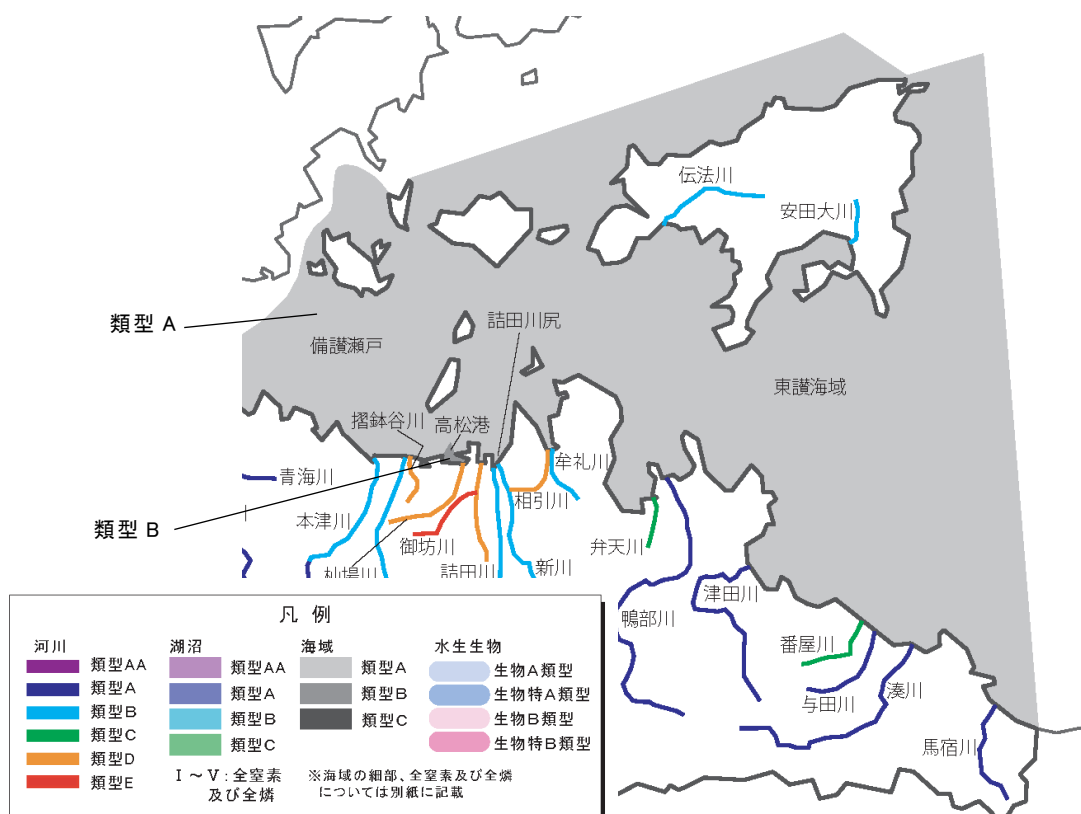


図 4-13(3) 播磨灘における COD の類型指定(香川県)

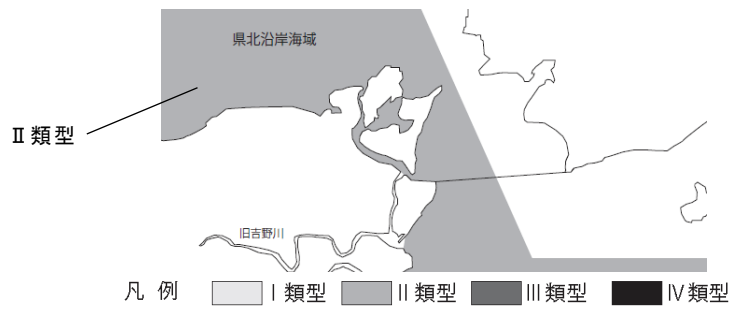


図 4-14(2) 播磨灘における TN、TP の類型指定(徳島県)

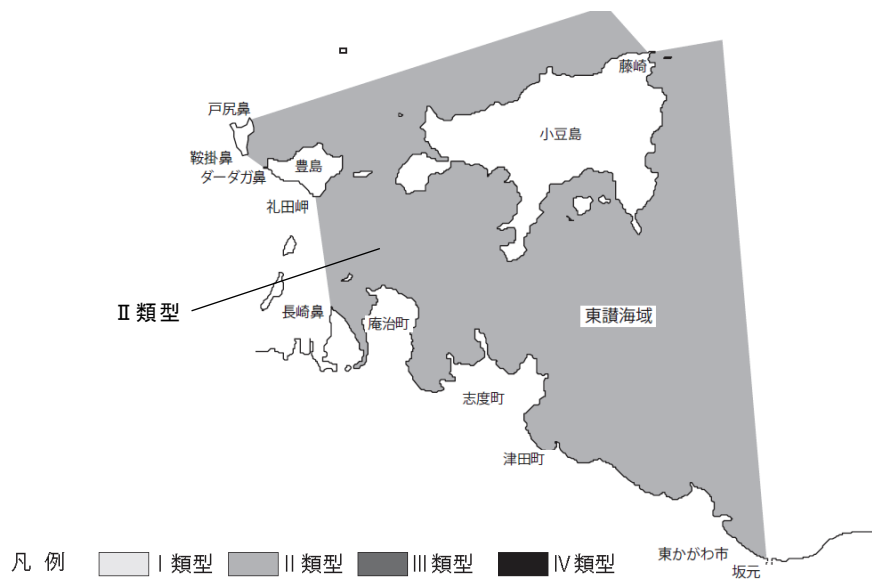


図 4-14(3) 播磨灘における TN、TP の類型指定(香川県)

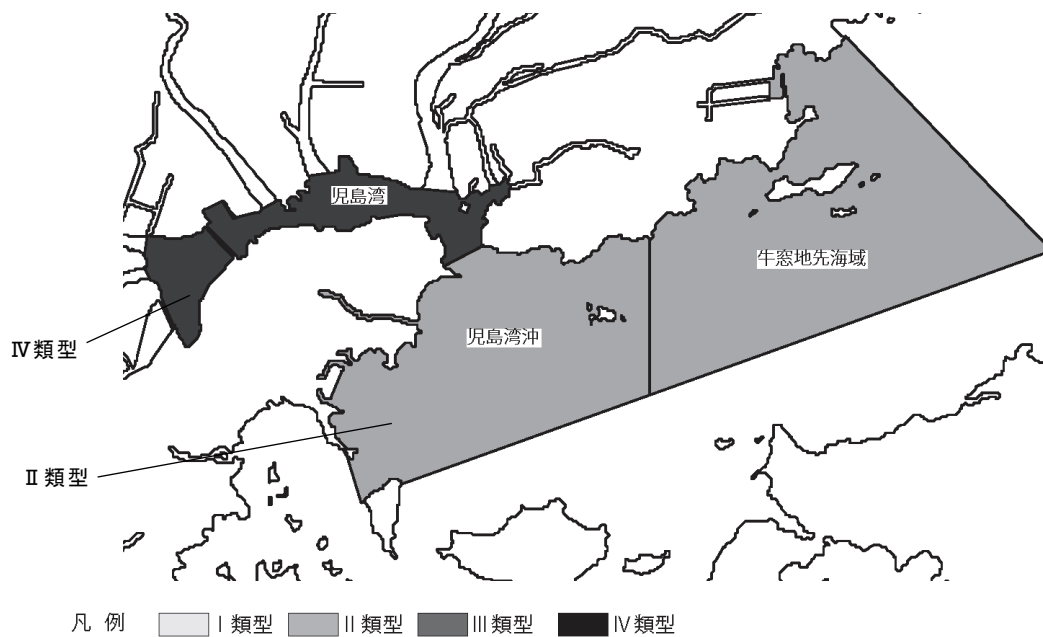
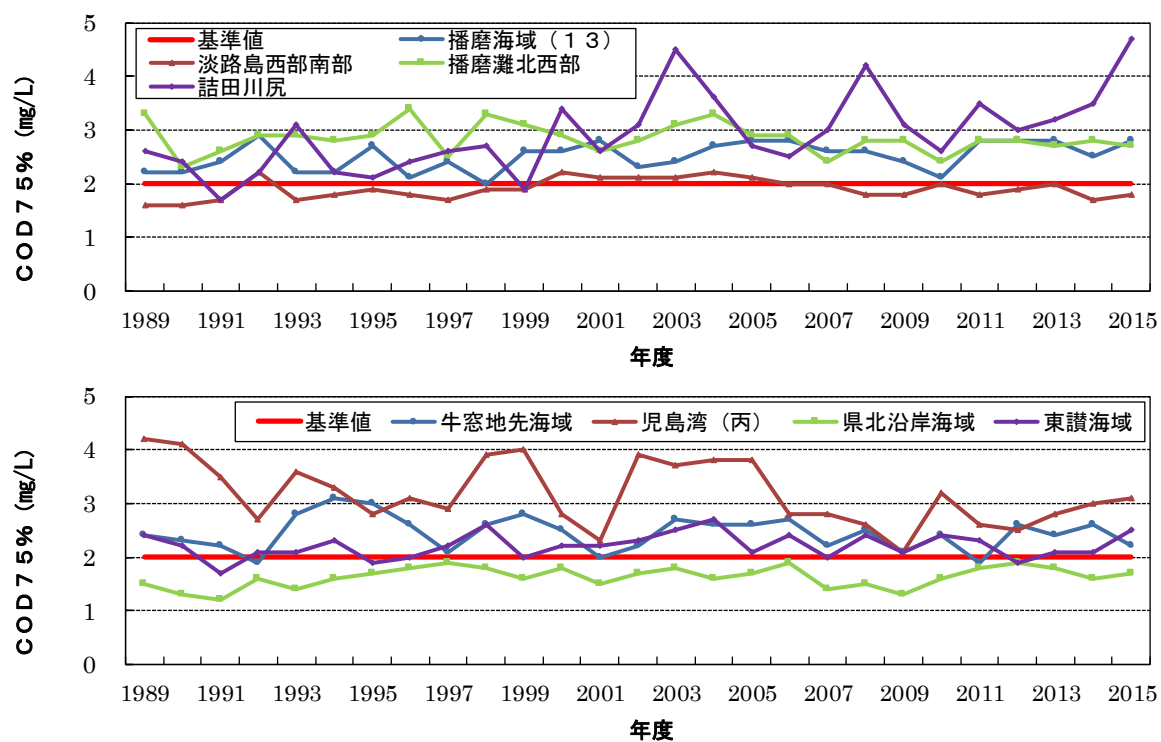
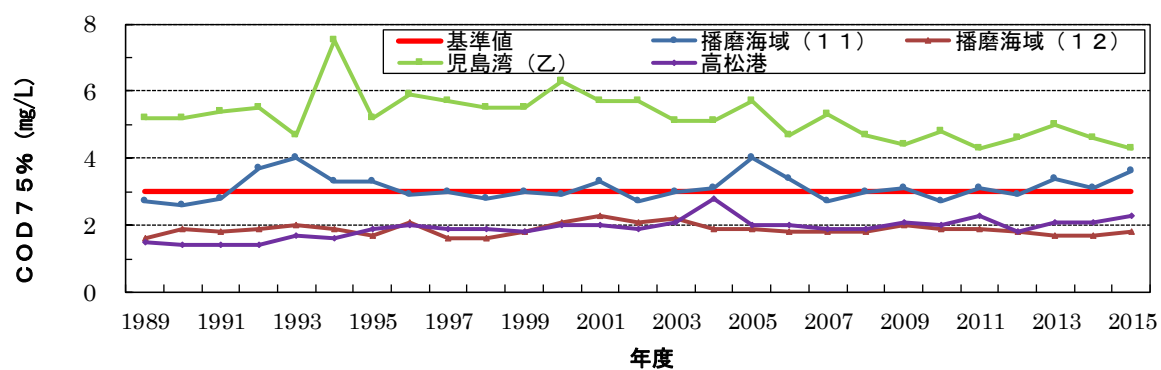


図 4-14(4) 播磨灘における TN、TP の類型指定(岡山県)

[A 類型水域]



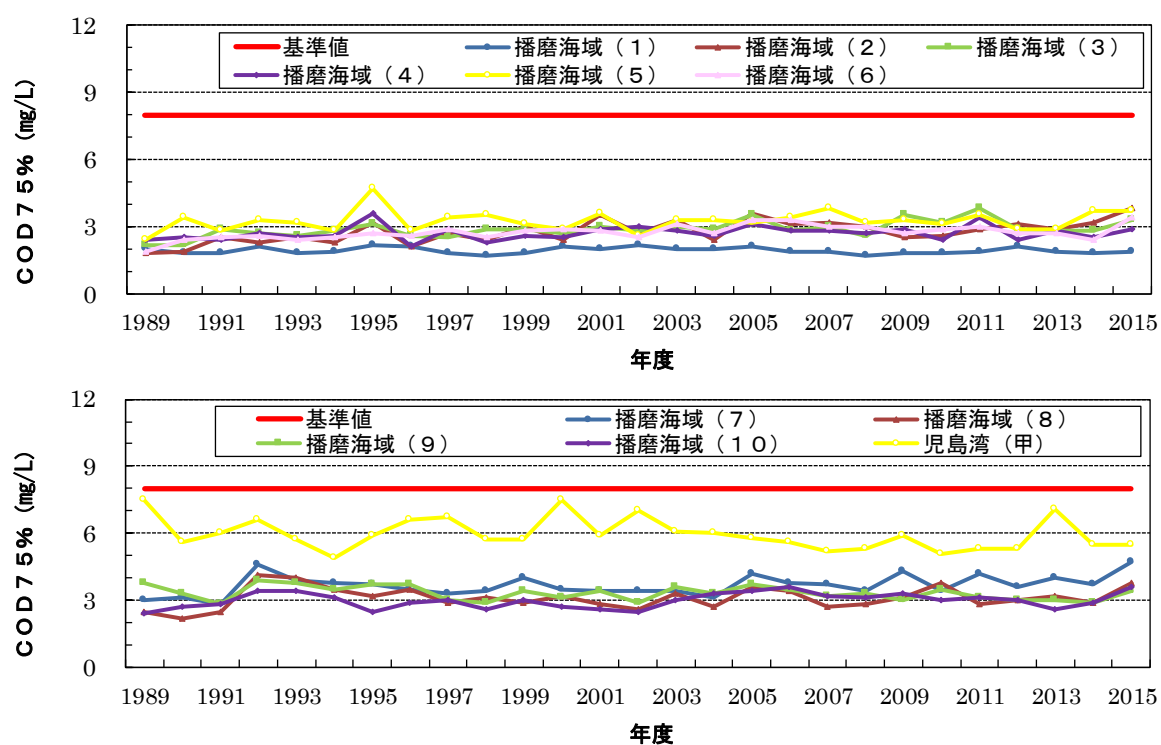
[B 類型水域]



注) 水域内の全測定地点における COD75% 値の最大値の推移

図 4-15(1) 播磨灘における COD75% 値の最大値の推移

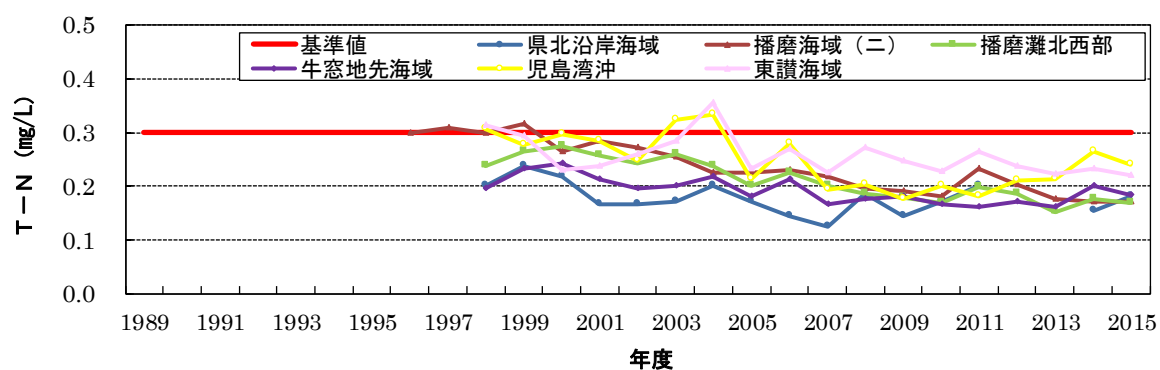
[C 類型水域]



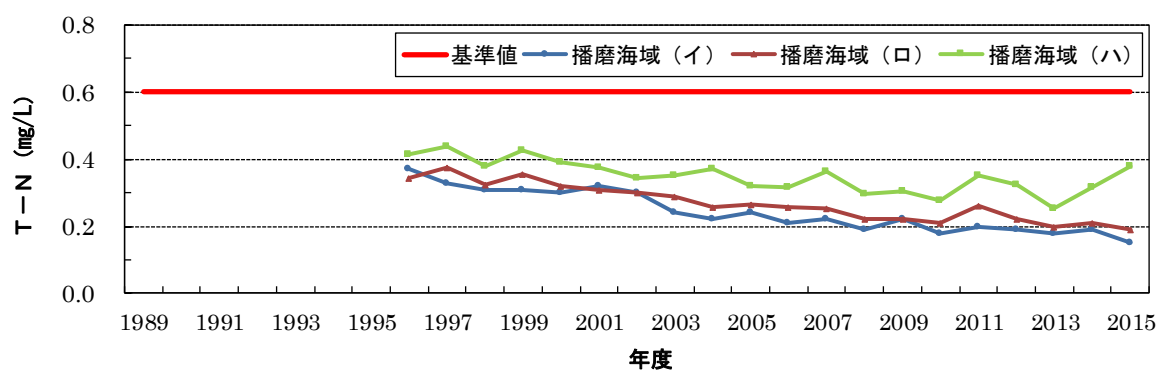
注) 水域内の全測定地点における COD75% 値の最大値の推移

図 4-15(2) 播磨灘における COD75% 値の最大値の推移

[Ⅱ類型水域]



[Ⅲ類型水域]



[Ⅳ類型水域]

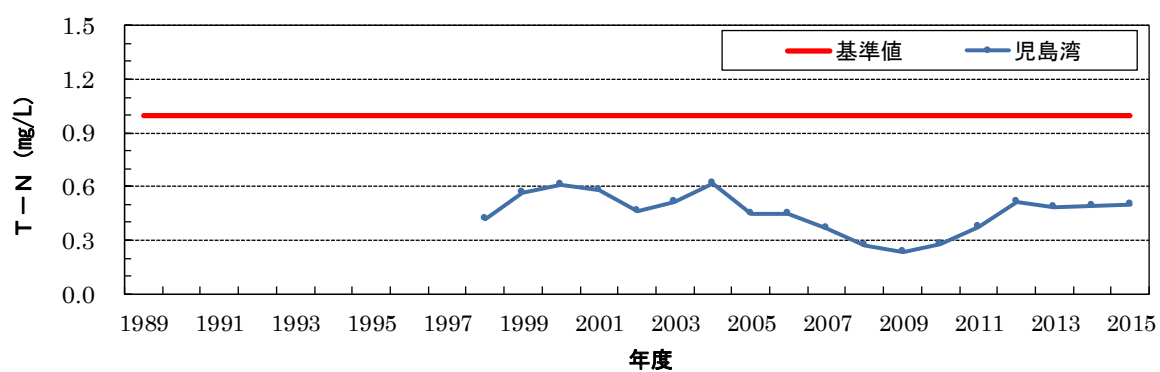
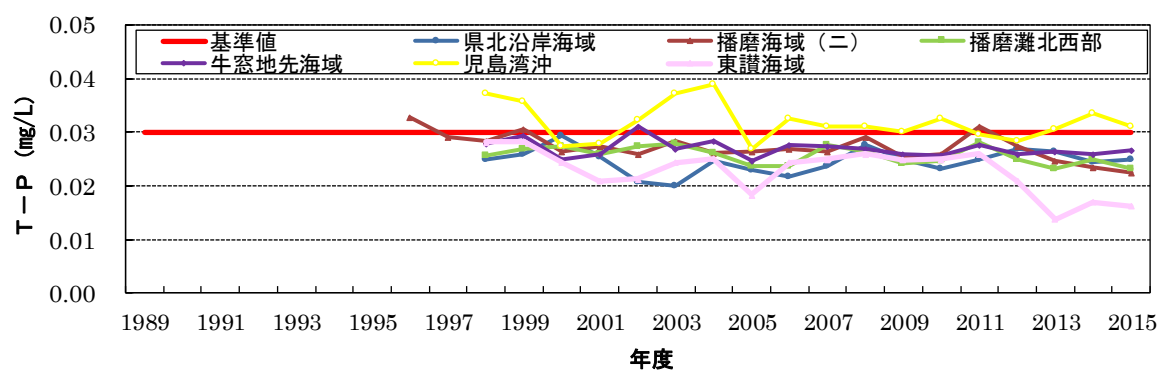
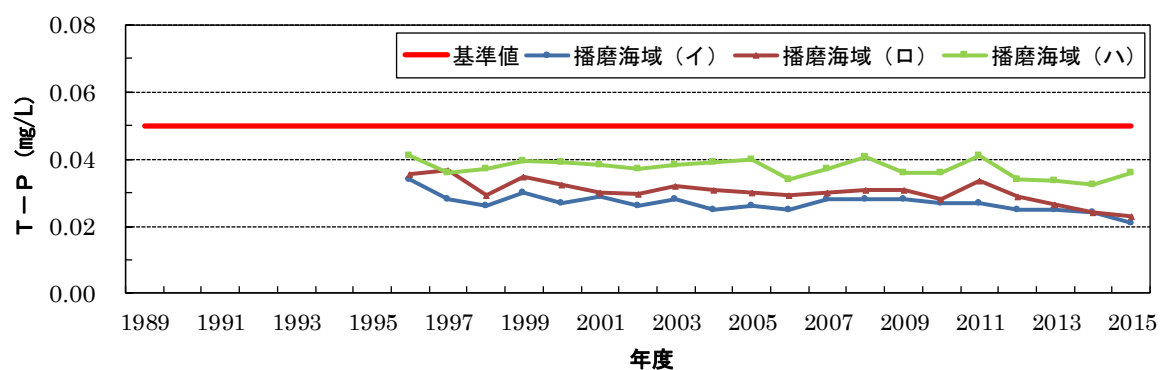


図 4-16 播磨灘における TN の年度平均値の推移

[Ⅱ類型水域]



[Ⅲ類型水域]



[Ⅳ類型水域]

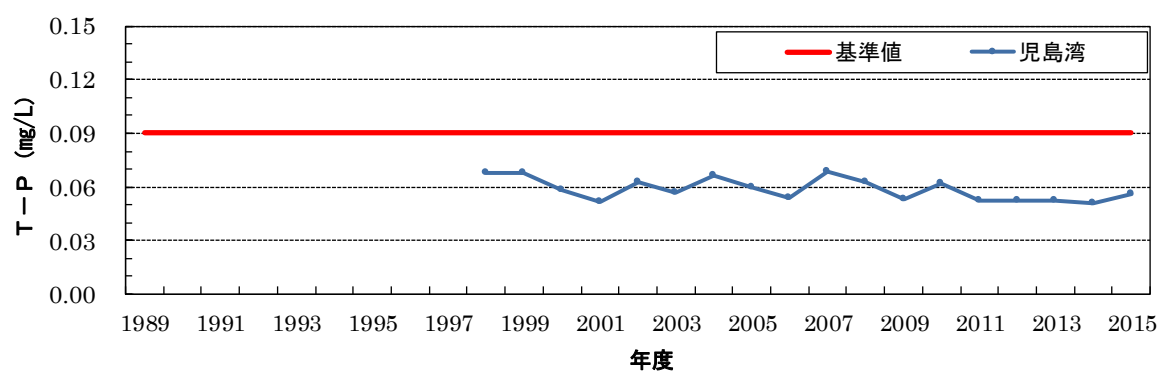


図 4-17 播磨灘における TP の年度平均値の推移

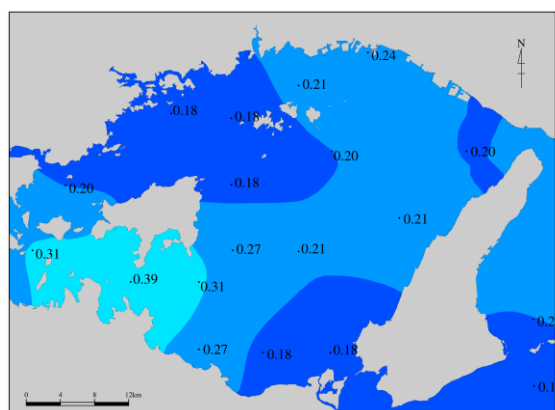
2) 播磨灘の栄養塩類の現状

播磨灘の TN、TP 濃度の分布は図 4-18 に示す。

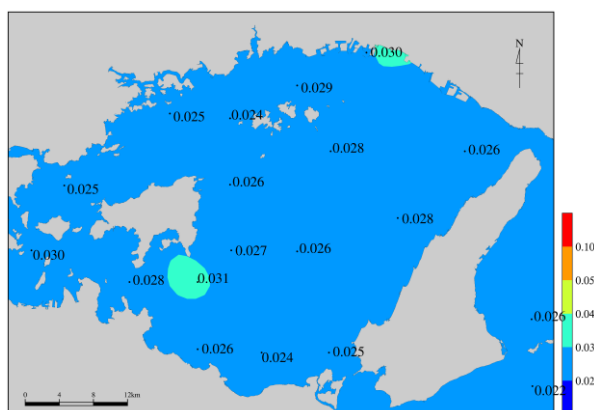
播磨灘の TN 濃度は、南西部海域で高く、北西部海域及び明石海峡・鳴門海峡で低い傾向を示している。

播磨灘の TP 濃度は、水平的な濃度勾配が小さく、おおむね一様な分布となっている。

[平成 21～24 年度の TN の平均値]



[平成 21～24 年度の TP の平均値]



出典) 広域総合水質調査結果(環境省)より作成

図 4-18 播磨灘における上層の TN、TP 分布

3) 栄養塩類等の変化状況

陸域からの負荷流入の影響の大きさによって海域を区分するため、便宜的に塩分を指標として沿岸域と沖合域に区分した。沿岸域(北部海域)及び沖合域(南部海域)における上層の窒素・リンの年度平均値の推移を図 4-20 に示す。

沿岸域では、TN の年度平均値は 1981～1996 年度までは上昇傾向、1996 年度以降は低下傾向である。TP の年度平均値は有意な変化傾向はみられない。DIN の年度平均値は 1972～1983 年度までは低下傾向、1983～1992 年度までは上昇傾向、それ以降は 1998 年度までは有意な変化傾向はみられないが、1998 年度以降は再び低下傾向となり、全期間を通して低下傾向を示している。DIP の年度平均値は 1976～1983 年度まで低下傾向、それ以降は有意な変化傾向はみられない。

沖合域では、TN の年度平均値は 1981～1996 年度までは上昇傾向、1996 年度以降は低下傾向を示している。TP の年度平均値は有意な変化傾向はみられない。DIN の年度平均値は 1972～1983 年度までは低下傾向、1983～1991 年度までは上昇傾向、それ以降は再び低下傾向となり、全期間を通して低下傾向を示している。DIP の年度平均値は低下傾向を示している。

沿岸域と沖合域を比較すると、TN 及び DIN の年度平均値はおおむね同じ値で推移している。

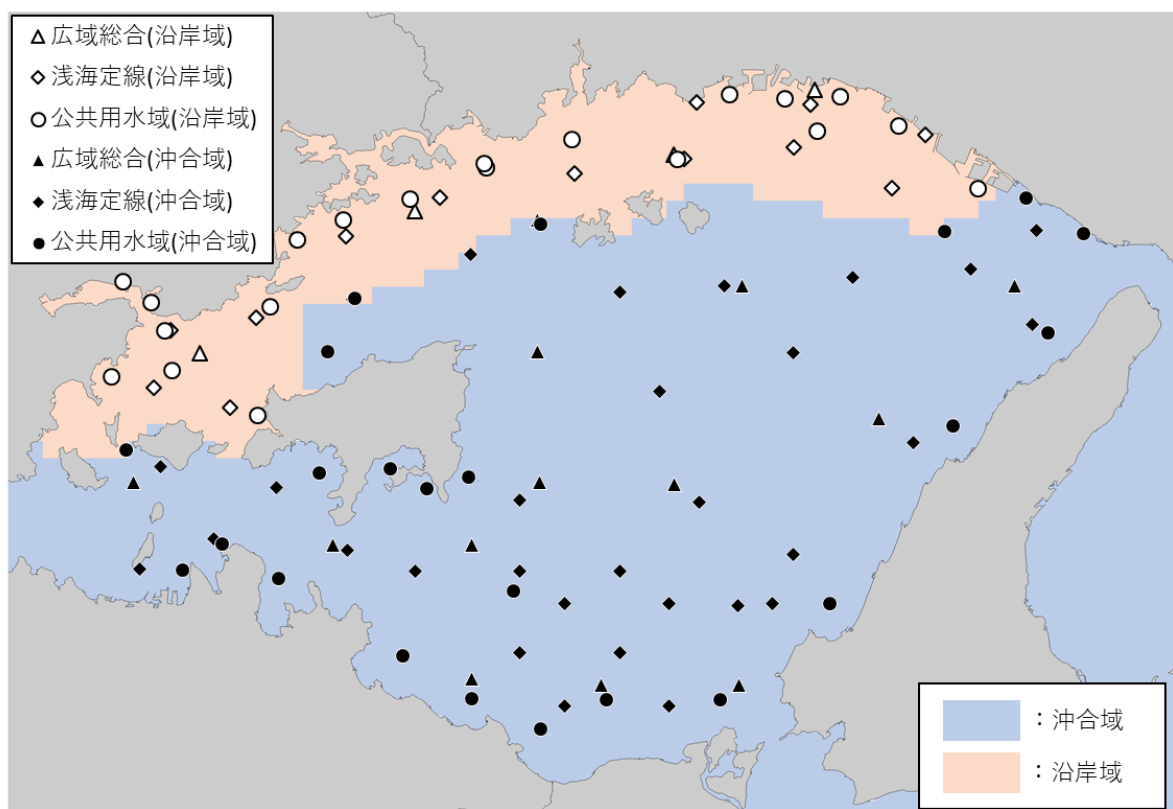
次に、夏季と冬季における水温、透明度、DIN、DIP 及びクロロフィル a の推移を図 4-21 に

示す。

DIN は夏季に比べて冬季の濃度が高い傾向を示しており、沖合域で高い値を示している。また、冬季には沿岸域、沖合域ともに明瞭な低下傾向を示しており、夏季も冬季ほど明瞭ではないものの低下傾向を示している。

DIP は夏季に比べて冬季の濃度が高い傾向を示しており、冬季の沖合域において低下傾向を示している。

一方、クロロフィル a は冬季に比べて夏季の濃度が高い傾向を示しており、特に沿岸域で高い値を示している。



- 注)1. 陸域からの負荷流入の影響度で海域を区分するために、塩分 30.6 未満を沿岸域、塩分 30.6 以上を沖合域と区分すると、播磨灘は沿岸域の面積が 24%、沖合域の面積が 76%で構成され、北部海域が沿岸域に、南部海域が沖合域に区分される。
2. 公共用水域水質測定結果は全窒素及び全りん的环境基準点のデータを使用した。

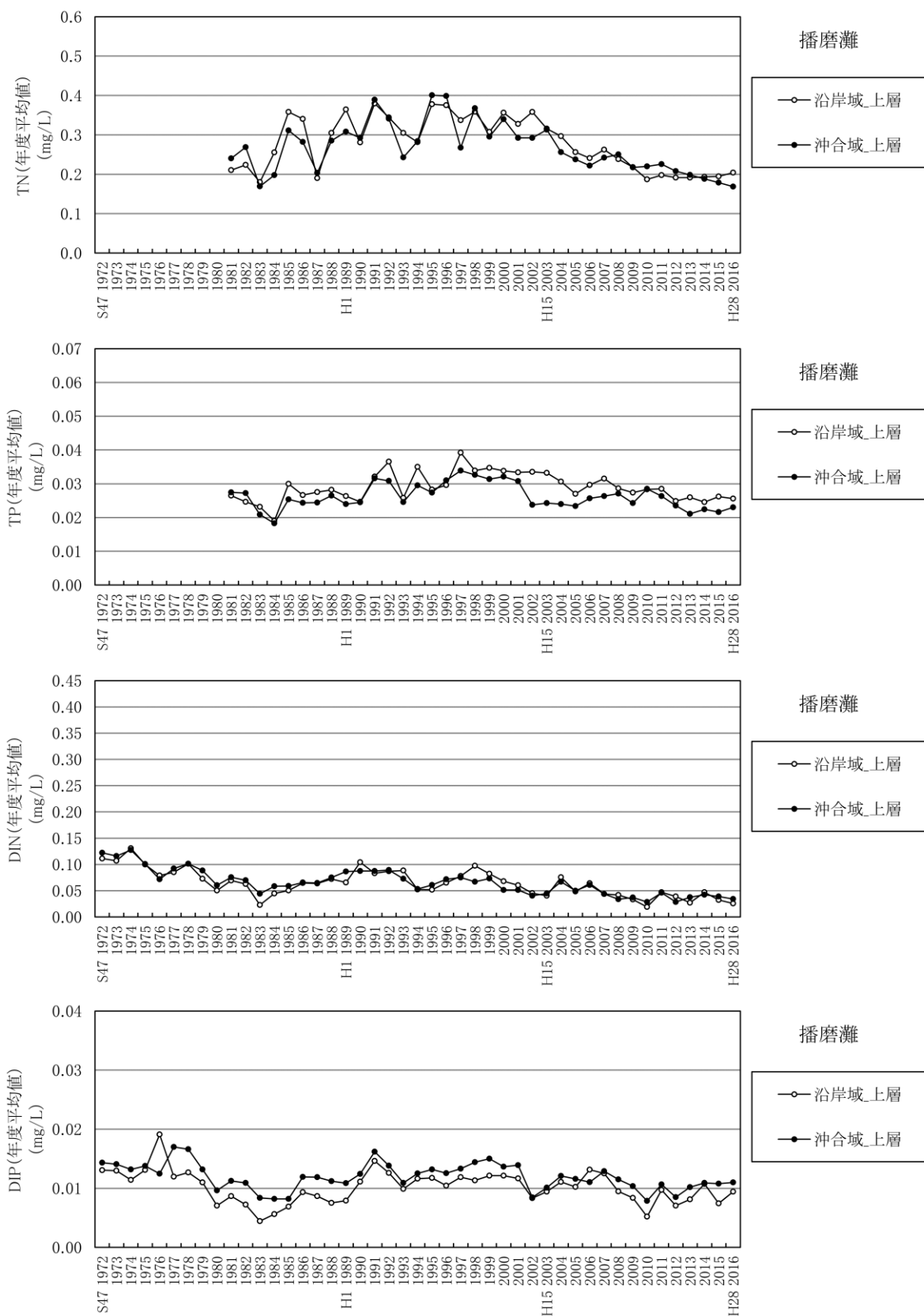
図 4-19 播磨灘における海域区分及び調査地点

表 4-3 播磨灘の水質変化傾向

播磨灘	海域区分	年度平均値		夏季平均値		冬季平均値	
		変化傾向	傾向の程度 (回帰直線の傾き)	変化傾向	傾向の程度 (回帰直線の傾き)	変化傾向	傾向の程度 (回帰直線の傾き)
TN (上層)	沿岸域	～1996:上昇 1996～:低下 [全期間:低下]	-0.0024 mg/L/年	～1995:有意な 変化傾向なし 1995～:低下 [全期間:有意な 変化傾向なし]	-	～1996:上昇 1996～2010:低下 2010～:有意な 変化傾向なし [全期間:有意な 変化傾向なし]	-
	沖合域	～1996:上昇 1996～:低下 [全期間:低下]	-0.0021 mg/L/年	～1996:上昇 1996～:低下 [全期間:有意な 変化傾向なし]	-	～1984:有意な 変化傾向なし 1984～1996:上昇 1996～:低下 [全期間:有意な 変化傾向なし]	-
TP (上層)	沿岸域	有意な変化傾向なし	-	有意な変化傾向なし	-	有意な変化傾向なし	-
	沖合域	有意な変化傾向なし	-	有意な変化傾向なし	-	有意な変化傾向なし	-
DIN (上層)	沿岸域	～1983:低下 1983～1992:上昇 1992～1998:有意な 変化傾向なし 1998～:低下 [全期間:低下]	-0.0013 mg/L/年	～1987:有意な 変化傾向なし 1987～1993:上昇 1993～2006:有意な 変化傾向なし 2006～:低下 [全期間:低下]	-0.0006 mg/L/年	～1983:低下 1983～1992:上昇 1992～:低下 [全期間:低下]	-0.0016 mg/L/年
	沖合域	～1983:低下 1983～1991:上昇 1991～:低下 [全期間:低下]	-0.0015 mg/L/年	～1992:有意な 変化傾向なし 1992～2001:低下 2001～:有意な 変化傾向なし [全期間:低下]	-0.0005 mg/L/年	～1983:低下 1983～1991:上昇 1991～:低下 [全期間:低下]	-0.0022 mg/L/年
DIP (上層)	沿岸域	～1976:有意な 変化傾向なし 1976～1983:低下 1983～:有意な 変化傾向なし [全期間:有意な 変化傾向なし]	-	～1983:低下 1983～2006:上昇 2006～:有意な 変化傾向なし [全期間:有意な 変化傾向なし]	-	～1997:有意な 変化傾向なし 1997～2012:低下 2012～:有意な 変化傾向なし [全期間:有意な 変化傾向なし]	-
	沖合域	低下	-0.0001 mg/L/年	～1985:低下 1985～:有意な 変化傾向なし [全期間:有意な 変化傾向なし]	-	～1984:有意な 変化傾向なし 1984～1991:上昇 1991～:低下 [全期間:低下]	-0.0001 mg/L/年

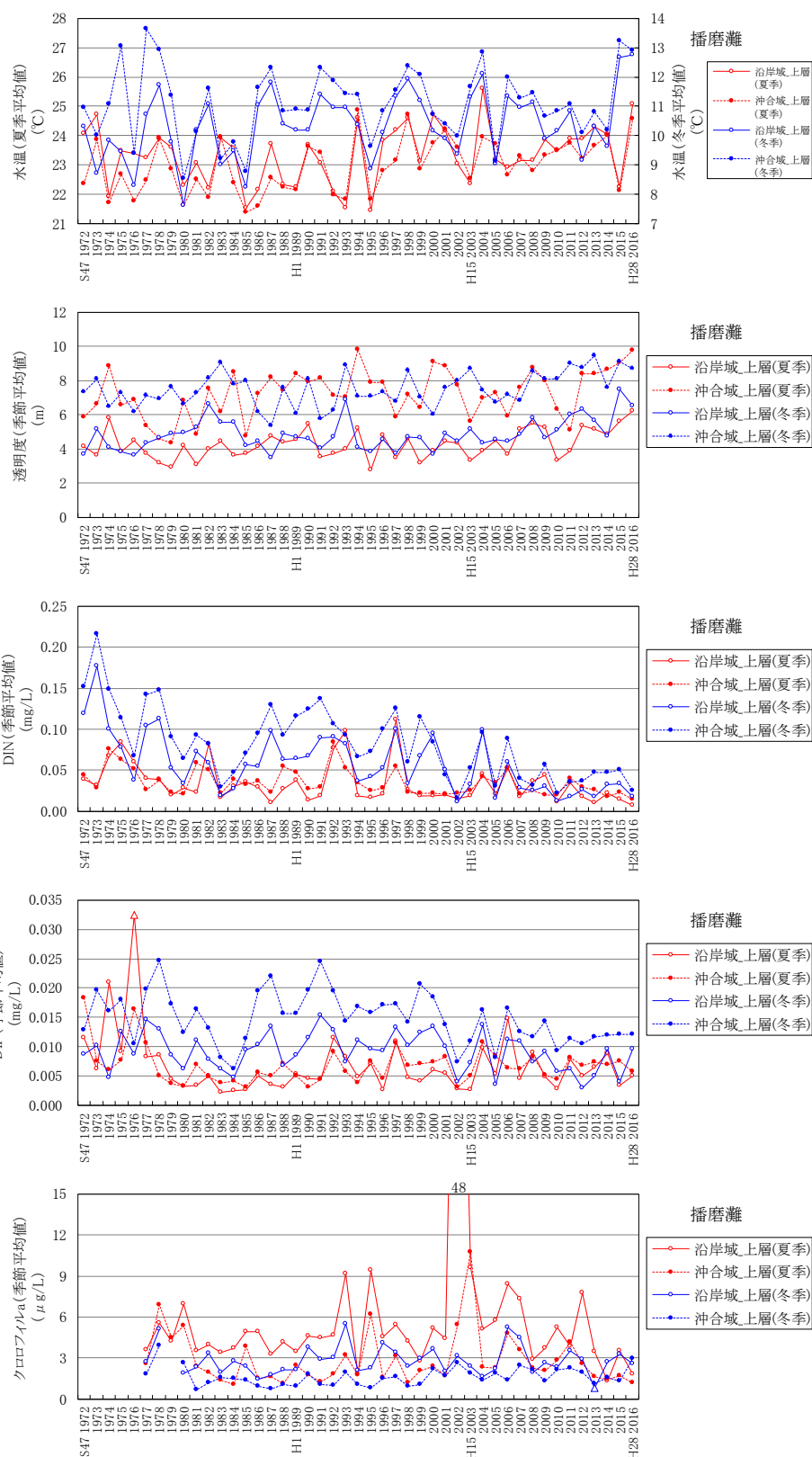
注) 1.危険率 5%で有意な変化傾向について「上昇」「低下」と記載した。また、5 カ年移動平均値と回帰曲線の残差等を用いた手法により変曲点が抽出された場合には、変曲点で区分した期間毎に変化傾向の評価を行った。

2.夏季は 6～8 月、冬季は 12～2 月



注) 図中の△、▲は表 4-3 に示した変化傾向の評価にあたって外れ値と判定されたデータを示す。
 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(兵庫県・岡山県・徳島県・香川県)より作成

図 4-20 播磨灘における TN、TP、DIN、DIP の推移(年度平均値)



注) 図中の△、▲は表 4-3 に示した変化傾向の評価にあたって外れ値と判定されたデータを示す。
 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(兵庫県・岡山県・徳島県・香川県)より作成

図 4-21 播磨灘における水温、透明度、DIN、DIP、クロロフィル a の推移
 (夏季平均値・冬季平均値)

(2) 赤潮－整理項目⑨

1) 赤潮の発生延件数

播磨灘における赤潮の発生延件数の推移は図 4-22 に示すとおりであり、年間の赤潮発生延件数は、1974 年に最大値(68 件)を示した後、減少傾向を示し、近年の発生延件数はおおむね 10 件以下となっている。

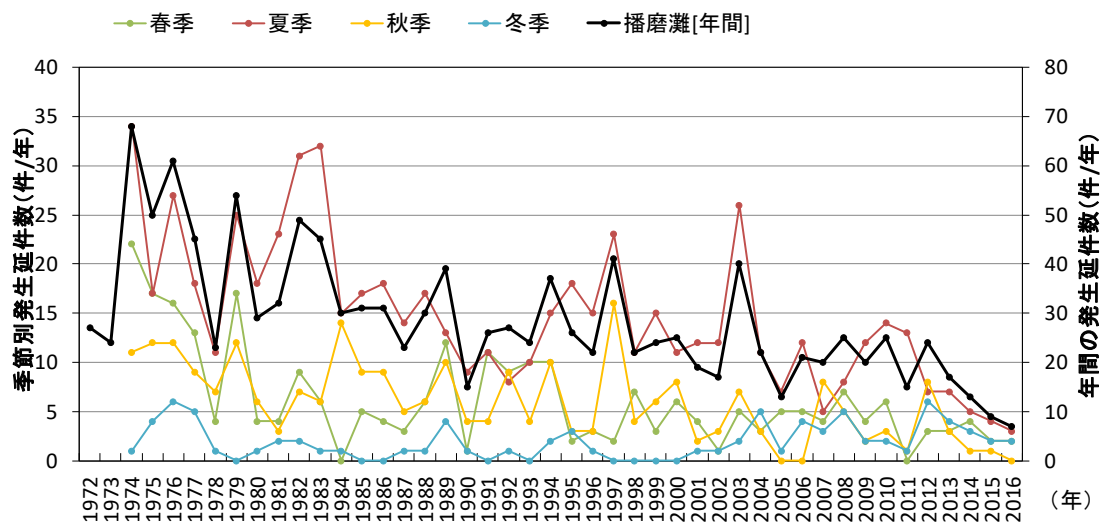
季節ごとの発生延件数をみると、夏季の件数が最も多く、1974 年に最大値(34 件)を示し、1992 年頃にかけて減少した後、2011 年頃まで横ばいで推移し、その後減少している。一方、冬季は発生延件数が最も少なく、おおむね 5 件以下で推移している。

また、播磨灘において各県海域の季節ごとの赤潮の発生延件数の推移を図 4-23 に示す。

兵庫県・岡山県海域では、香川県・徳島県海域に比べて赤潮の発生件数は少なく、近年は年間 4 件程度となっている。

さらに各海域の赤潮発生件数を発生季節についてみると、香川県・徳島県海域の夏季の発生件数が最も多く、最も多い年で約 20 件発生していたが、近年は 5 件前後に減少している。一方、兵庫県・岡山県海域では、近年、夏季の発生件数は 2 件前後となっている。

近年(2010～2016 年)における赤潮による漁業被害は、2012～2014 年の冬季～春季に北部海域や南西部海域で *Eucampia*(ユーカンピア)属による養殖ノリの色落ち、2010～2014 年の夏季に北部海域や南部～南西部海域で *Karenia*(カレニア)属、*Mesodinium*(メソディニウム)属、*Cochlodinium*(コクロディニウム)属、*Chattonella*(シャトネラ)属による蓄養魚介類や天然魚介類のへい死が発生している。¹⁴



注) 1. 「瀬戸内海の赤潮(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)」における湾・灘区分による。

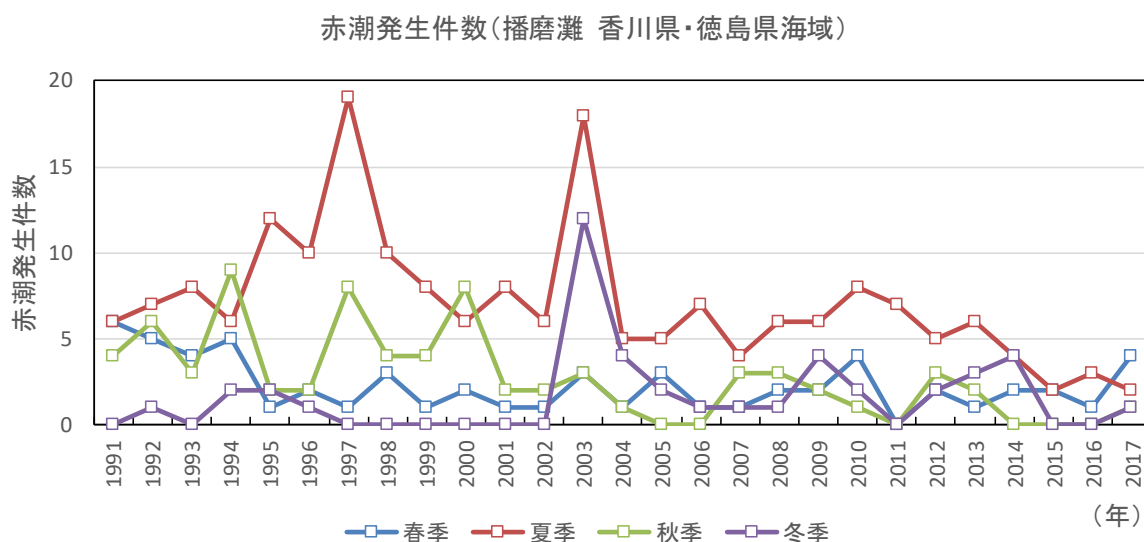
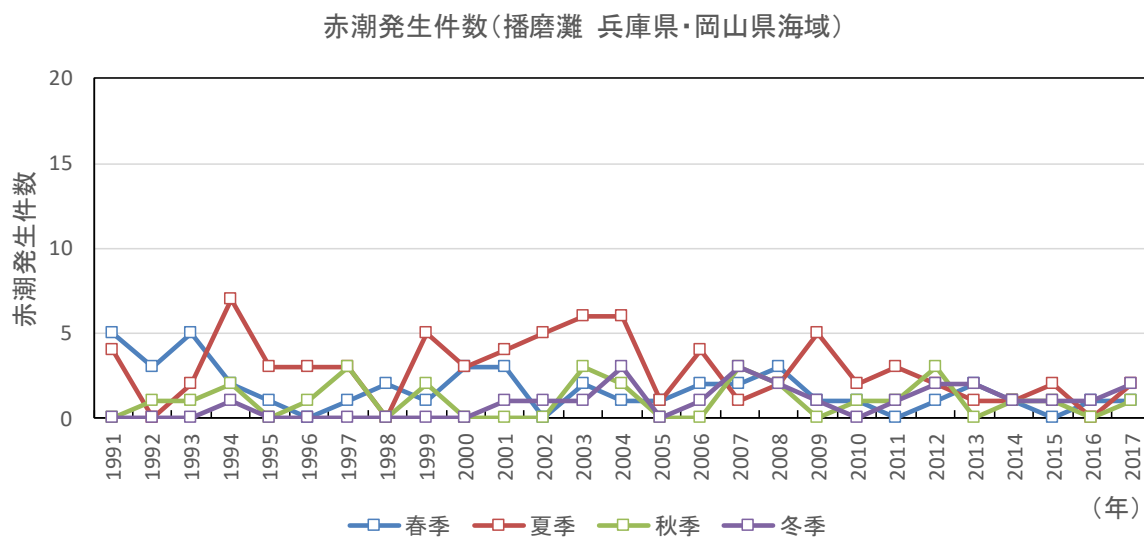
2. 赤潮発生件数は、湾・灘毎、月毎に件数を算定し、それらを合計したものである。複数湾・灘、複数月にまたがって発生した赤潮は、それぞれの湾・灘、それぞれの月で計上される。このため、実際の発生件数より多く計上されている場合がある。

3. 春季:3～5 月、夏季:6～8 月、秋季:9～11 月、冬季:1～2 月及び 12 月

出典)「瀬戸内海の赤潮(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)」により作成

図 4-22 播磨灘における季節別の赤潮発生延件数の推移

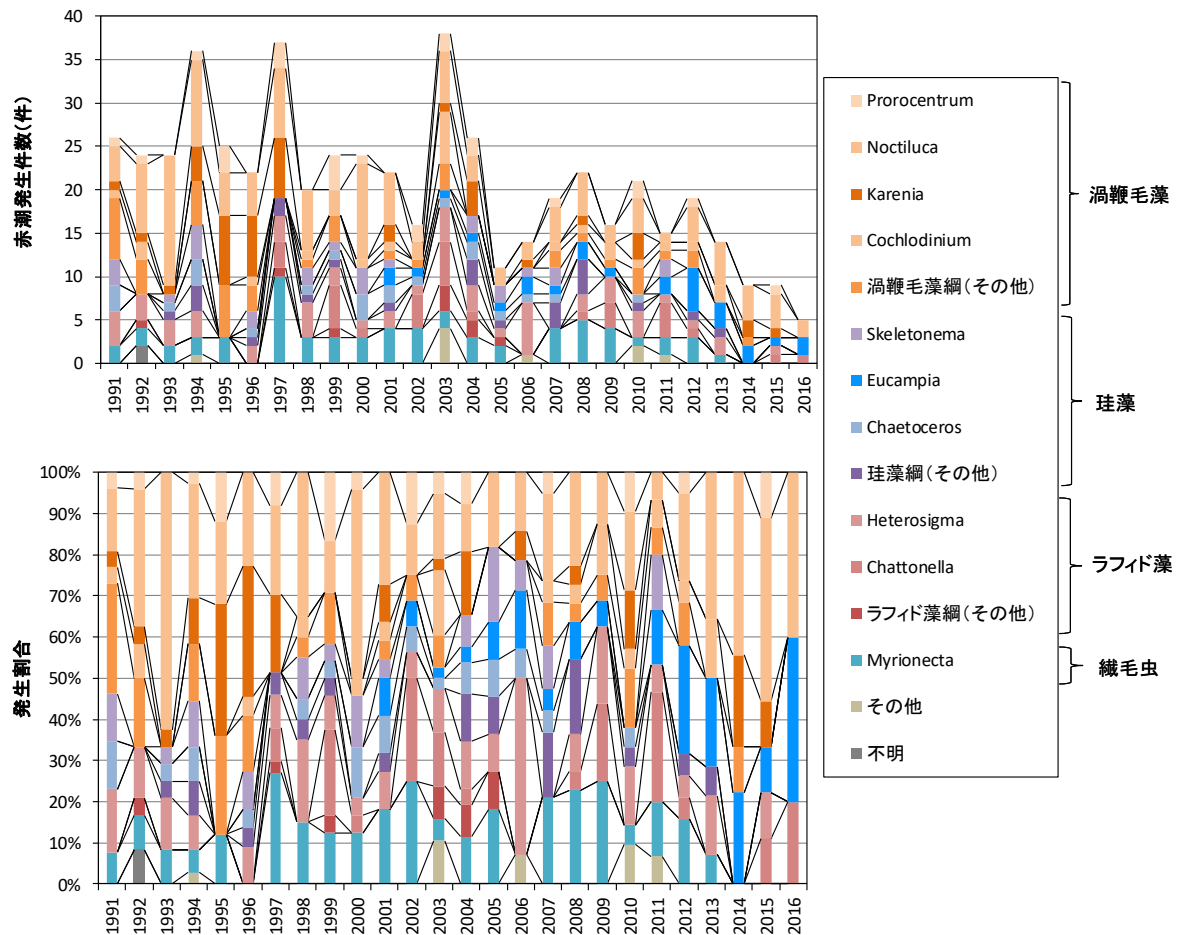
¹⁴ 水産庁瀬戸内海漁業調整事務所:瀬戸内海の赤潮。



注) 1. 「瀬戸内海の赤潮(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)」における湾・灘区分による。
 2. 複数年にまたがって発生した赤潮は、それぞれの年で計上される。
 出典)「瀬戸内海の赤潮(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)」により作成

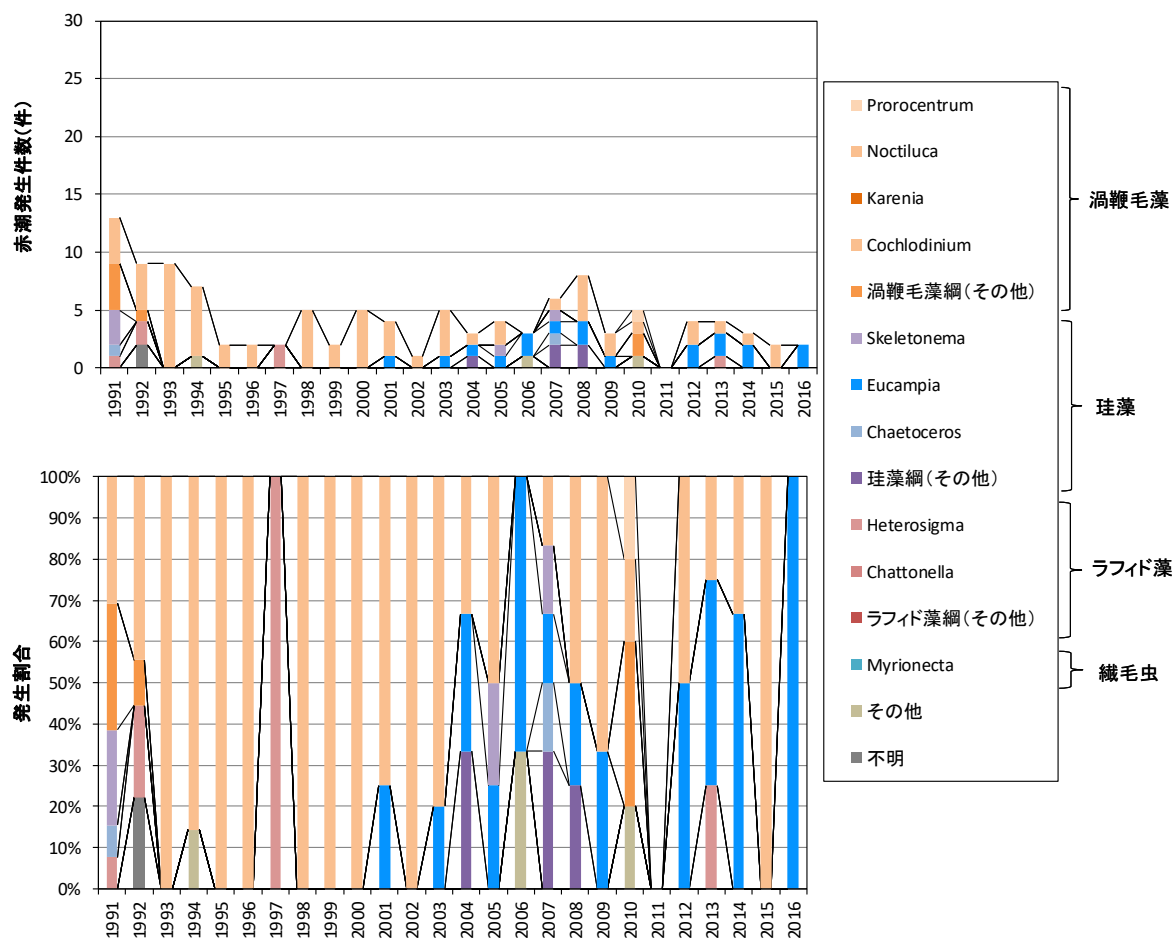
図 4-23 播磨灘における海域ごと・季節ごとの赤潮発生件数

赤潮の構成プランクトン別の発生件数及びその割合(図4-24)をみると、変動が大きいものの *Noctiluca*(ノクチルカ) 属の件数が多い傾向を示している。また、2000 年代以降に冬季における *Eucampia*(ユーカンピア) 属の発生件数が増加している。



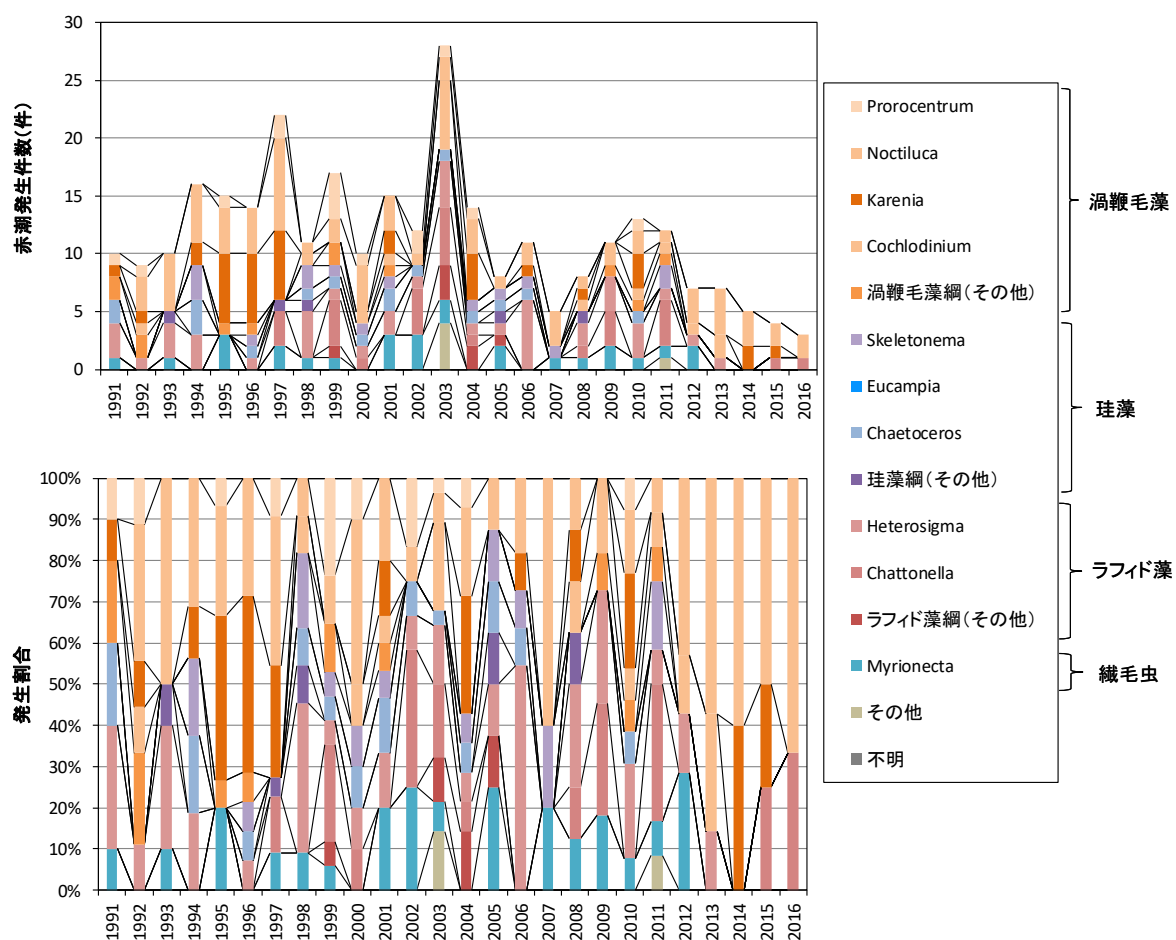
注) 1. 「瀬戸内海の赤潮(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)」における湾・灘区分による。
 2. 1991～2014 年の「瀬戸内海の赤潮」に出現した全ての種を対象とし、種毎に毎年 の発生件数を計上した。
 「瀬戸内海の赤潮」には各赤潮を構成するプランクトンの種名が記載されており、場合によっては複数種が記載されている。その場合、全ての種において同等に発生件数を加算した。このため、図 4-24 の発生件数は図 4-22 に示す実際の赤潮発生件数とは異なる。
 なお、図 4-24 では種毎の発生件数を属レベルで集計している。また、期間中の発生件数が 10 件未満の種は属する綱の「属する綱(その他)」に、発生件数が 10 件未満の綱は「その他」に分類している。
 出典)「瀬戸内海の赤潮(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)」により作成

図 4-24(1) 播磨灘における赤潮構成プランクトン別の発生件数と割合(年間)



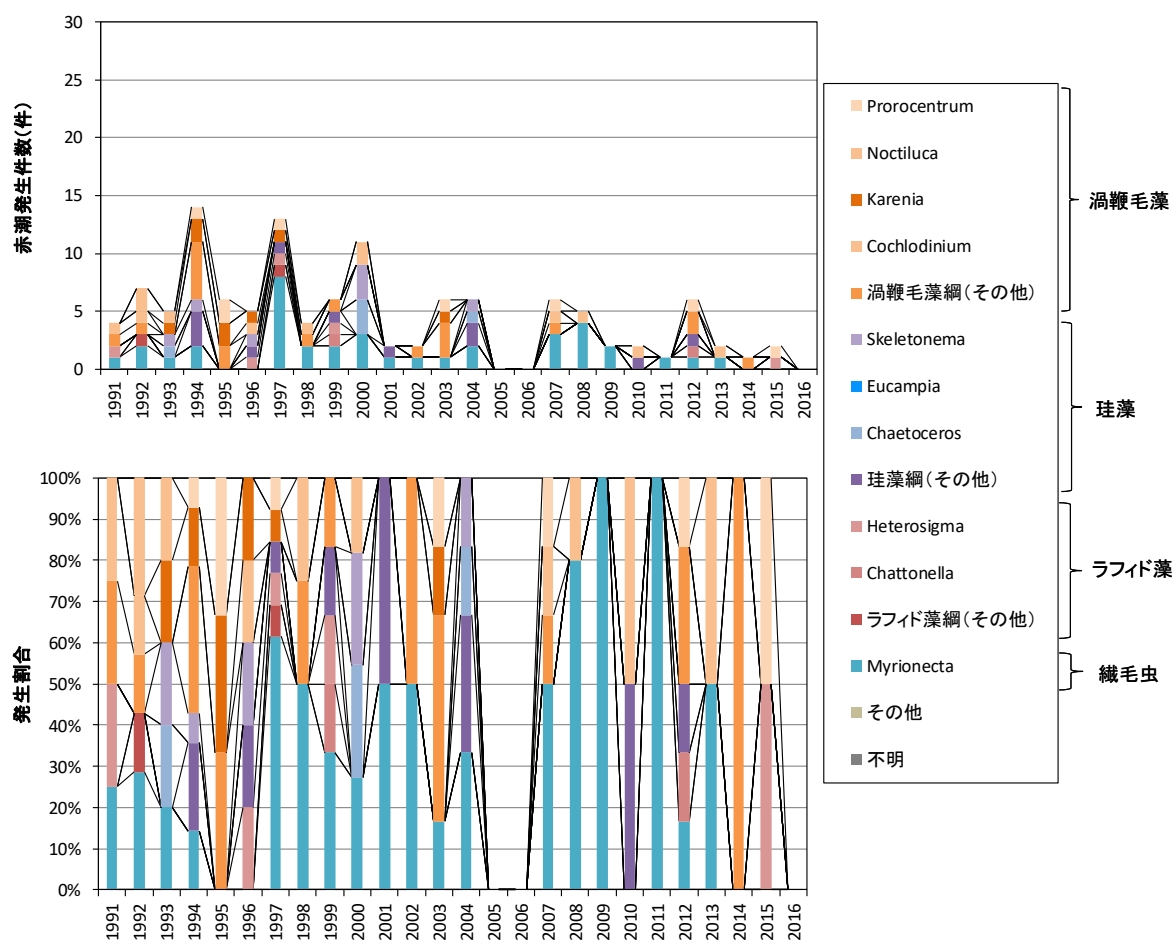
- 注) 1. 「瀬戸内海の赤潮(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)」における湾・灘区分による。
 2. 1991～2014 年の「瀬戸内海の赤潮」に出現した全ての種を対象とし、種毎に毎年の発生件数を計上した。「瀬戸内海の赤潮」には各赤潮を構成するプランクトンの種名が記載されており、場合によっては複数種が記載されている。その場合、全ての種において同等に発生件数を加算した。このため、図 4-24 の発生件数は図 4-22 に示す実際の赤潮発生件数とは異なる。
 なお、図 4-24 では種毎の発生件数を属レベルで集計している。また、期間中の発生件数が 10 件未満の種は属する綱の「属する綱(その他)」に、発生件数が 10 件未満の綱は「その他」に分類している。
 3. 春季: 3～5 月
 出典) 「瀬戸内海の赤潮(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)」により作成

図 4-24(2) 播磨灘における赤潮構成プランクトン別の発生件数と割合(春季)



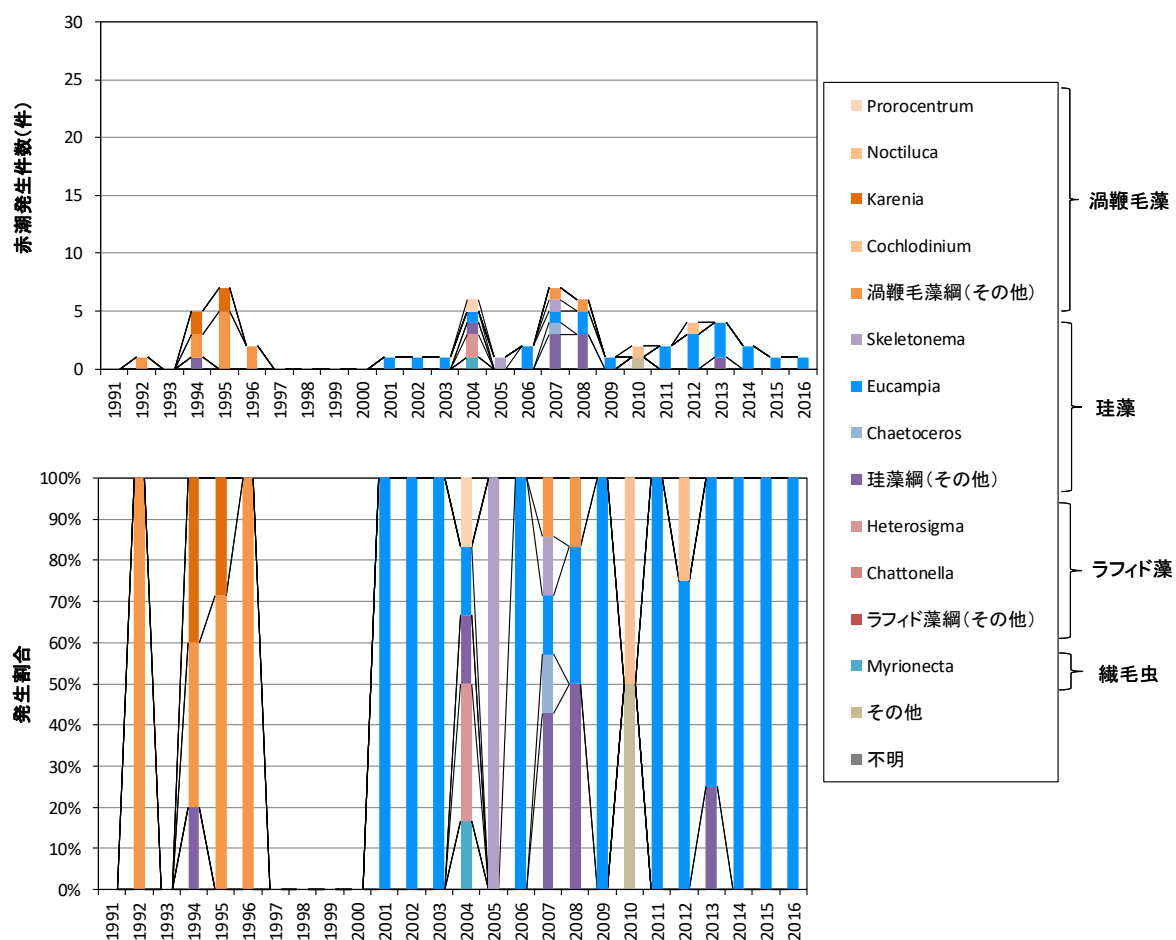
- 注) 1. 「瀬戸内海の赤潮(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)」における湾・灘区分による。
 2. 1991～2014 年の「瀬戸内海の赤潮」に出現した全ての種を対象とし、種毎に毎年の発生件数を計上した。「瀬戸内海の赤潮」には各赤潮を構成するプランクトンの種名が記載されており、場合によっては複数種が記載されている。その場合、全ての種において同等に発生件数を加算した。このため、図 4-24 の発生件数は図 4-22 に示す実際の赤潮発生件数とは異なる。
 なお、図 4-24 では種毎の発生件数を属レベルで集計している。また、期間中の発生件数が 10 件未満の種は属する綱の「属する綱(その他)」に、発生件数が 10 件未満の綱は「その他」に分類している。
 3. 夏季:6～8 月
 出典)「瀬戸内海の赤潮(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)」により作成

図 4-24(3) 播磨灘における赤潮構成プランクトン別の発生件数と割合(夏季)



- 注) 1. 「瀬戸内海の赤潮(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)」における湾・灘区分による。
 2. 1991～2014 年の「瀬戸内海の赤潮」に出現した全ての種を対象とし、種毎に毎年の発生件数を計上した。「瀬戸内海の赤潮」には各赤潮を構成するプランクトンの種名が記載されており、場合によっては複数種が記載されている。その場合、全ての種において同等に発生件数を加算した。このため、図 4-24 の発生件数は図 4-22 に示す実際の赤潮発生件数とは異なる。
 なお、図 4-24 では種毎の発生件数を属レベルで集計している。また、期間中の発生件数が 10 件未満の種は属する綱の「属する綱(その他)」に、発生件数が 10 件未満の綱は「その他」に分類している。
 3. 秋季:9～11 月
 出典)「瀬戸内海の赤潮(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)」により作成

図 4-24(4) 播磨灘における赤潮構成プランクトン別の発生件数と割合(秋季)



- 注) 1. 「瀬戸内海の赤潮(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)」における湾・灘区分による。
 2. 1991～2014 年の「瀬戸内海の赤潮」に出現した全ての種を対象とし、種毎に毎年の発生件数を計上した。「瀬戸内海の赤潮」には各赤潮を構成するプランクトンの種名が記載されており、場合によっては複数種が記載されている。その場合、全ての種において同等に発生件数を加算した。このため、図 4-24 の発生件数は図 4-22 に示す実際の赤潮発生件数とは異なる。
 なお、図 4-24 では種毎の発生件数を属レベルで集計している。また、期間中の発生件数が 10 件未満の種は属する綱の「属する綱(その他)」に、発生件数が 10 件未満の綱は「その他」に分類している。
 3. 冬季: 1～2 月及び 12 月

出典)「瀬戸内海の赤潮(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)」により作成

図 4-24(5) 播磨灘における赤潮構成プランクトン別の発生件数と割合(冬季)

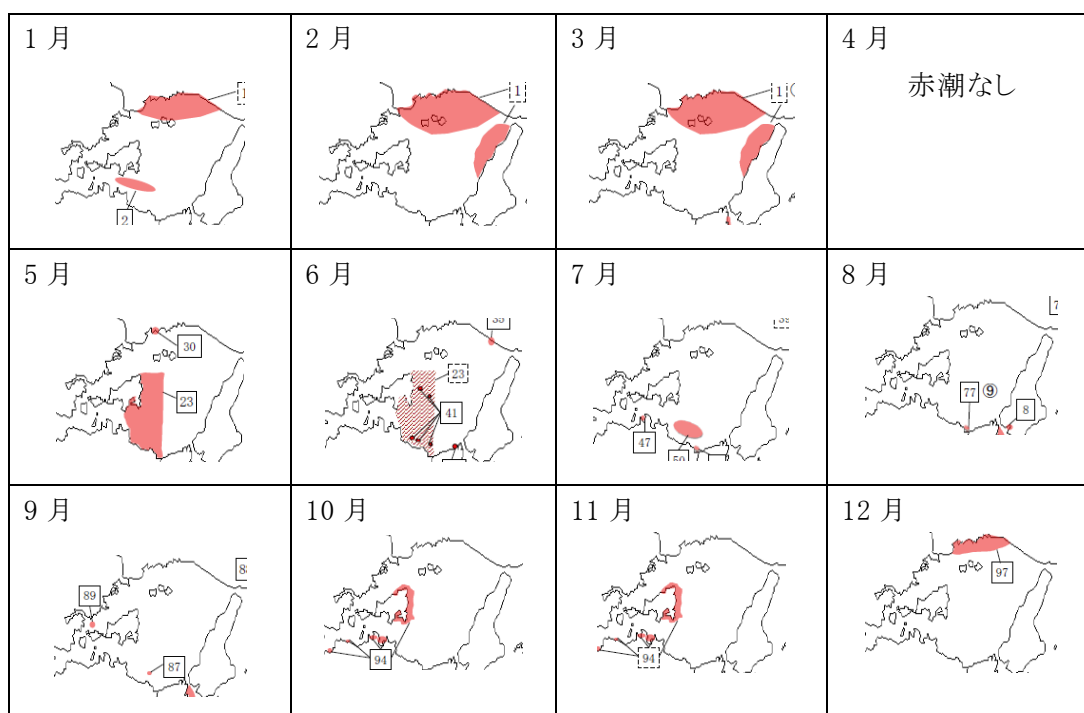
2) 赤潮の発生場所

近年の赤潮の発生状況を良く表している 2013 年における各月の赤潮発生図を図 4-25 に示す。

2013 年における播磨灘の赤潮は、発生件数が 14 件*で、4 月除き発生している。1～3 月及び 12 月に北部海域で発生し、5～11 月では主に南西部海域に発生している。

赤潮の発生状況は年によって異なるものの、近年における赤潮はおおむね北部海域、中央～南部海域及び南西部海域に発生している。

※ここで示した発生件数は実件数であり、前述の図 4-22 で示した延件数とは異なる。



出典)「瀬戸内海の赤潮(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)」により作成

図 4-25 2013 年の播磨灘における赤潮発生状況

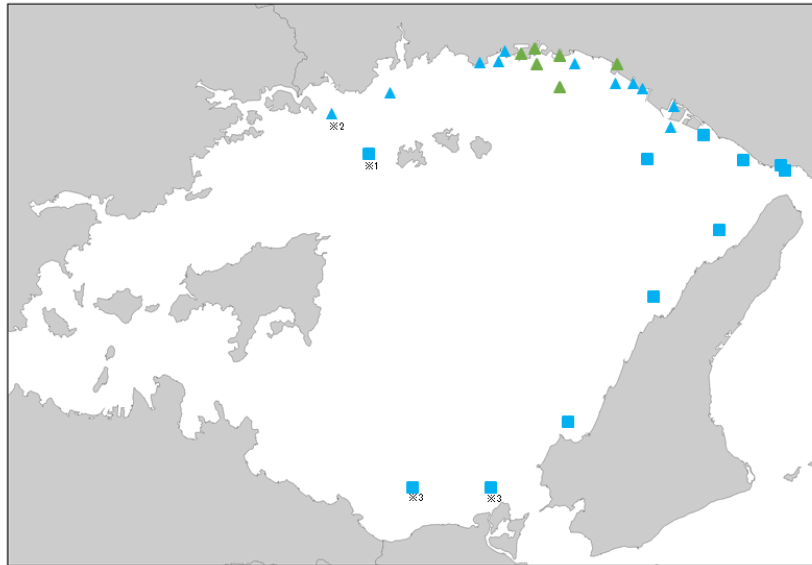
(3) 底層 DO—整理項目⑩

1) 貧酸素水塊の発生状況

海域区分(前述の図 4-19 に示した沿岸域及び沖合域)ごとの底層 DO(年度最低値)の出現範囲の推移を図 4-27 に示す。また、各地点において底層 DO が 2mg/L を下回る頻度を図 4-26 に示す。

沿岸域の底層 DO は、2009 年まで 2mg/L 以下となる地点がみられるが、近年はおおむね 3～6mg/L 程度で推移している。沖合域ではおおむね 4mg/L 以上で推移している。

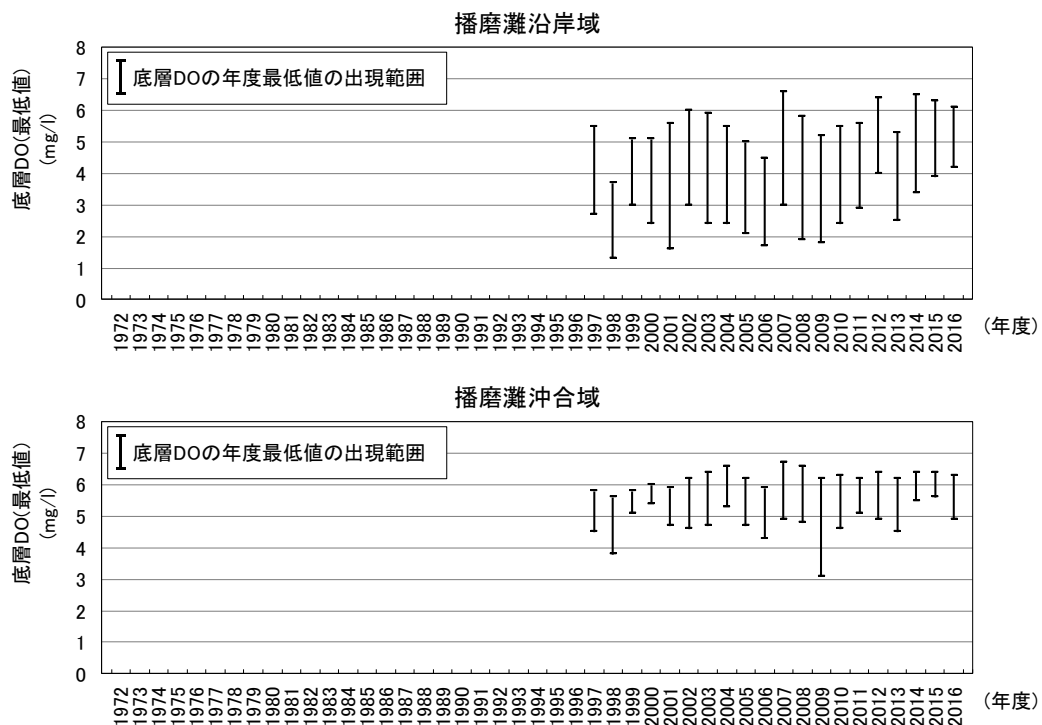
また、浅海定線調査による底層 DO の推移をみると(図 4-28)、中央部の水深が深い地点において 2mg/L を下回る地点がみられるが、近傍の地点ではおおむね 5mg/L 程度で推移している。その他の地点では、近年はおおむね 3～5mg/L 程度で推移している。



凡 例	
▲	: 沿岸域、■: 沖合域を示す。
1997～2016年度において底層DOの年度最低値が2mg/l以下を観測した年度が	
●	: 90%以上観測された地点、●: 75%以上観測された地点
●	: 50%以上観測された地点、●: 50%未満観測された地点
●	: 観測されなかった地点

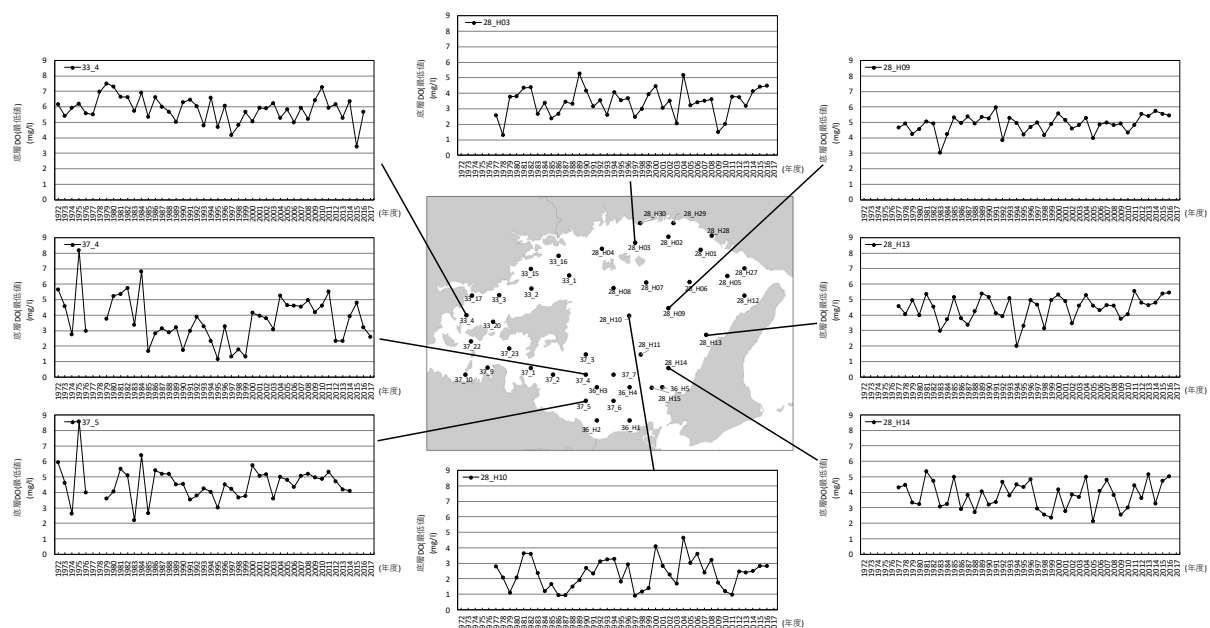
※1: 1997～2016 年度において、1 年度分データがなかった地点
 ※2: 1997～2016 年度において、3 年度分データがなかった地点
 ※3: 1997～2016 年度において、19 年度分データがなかった地点

図 4-26 底層 DO の年度最低値が 2mg/l 以下となる頻度 (1997～2016 年度)



出典)公共用水域水質測定調査結果(環境省)より作成

図 4-27 公共用水域水質測定調査による底層 DO 年度最低値の出現範囲の推移



注) 海底上 1m で測定

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 4-28 浅海定線調査における底層 DO 年度最低値の推移

(4) 底質—整理項目⑪

播磨灘における泥分率及び TOC の分布をそれぞれ図 4-29①及び②に示す。

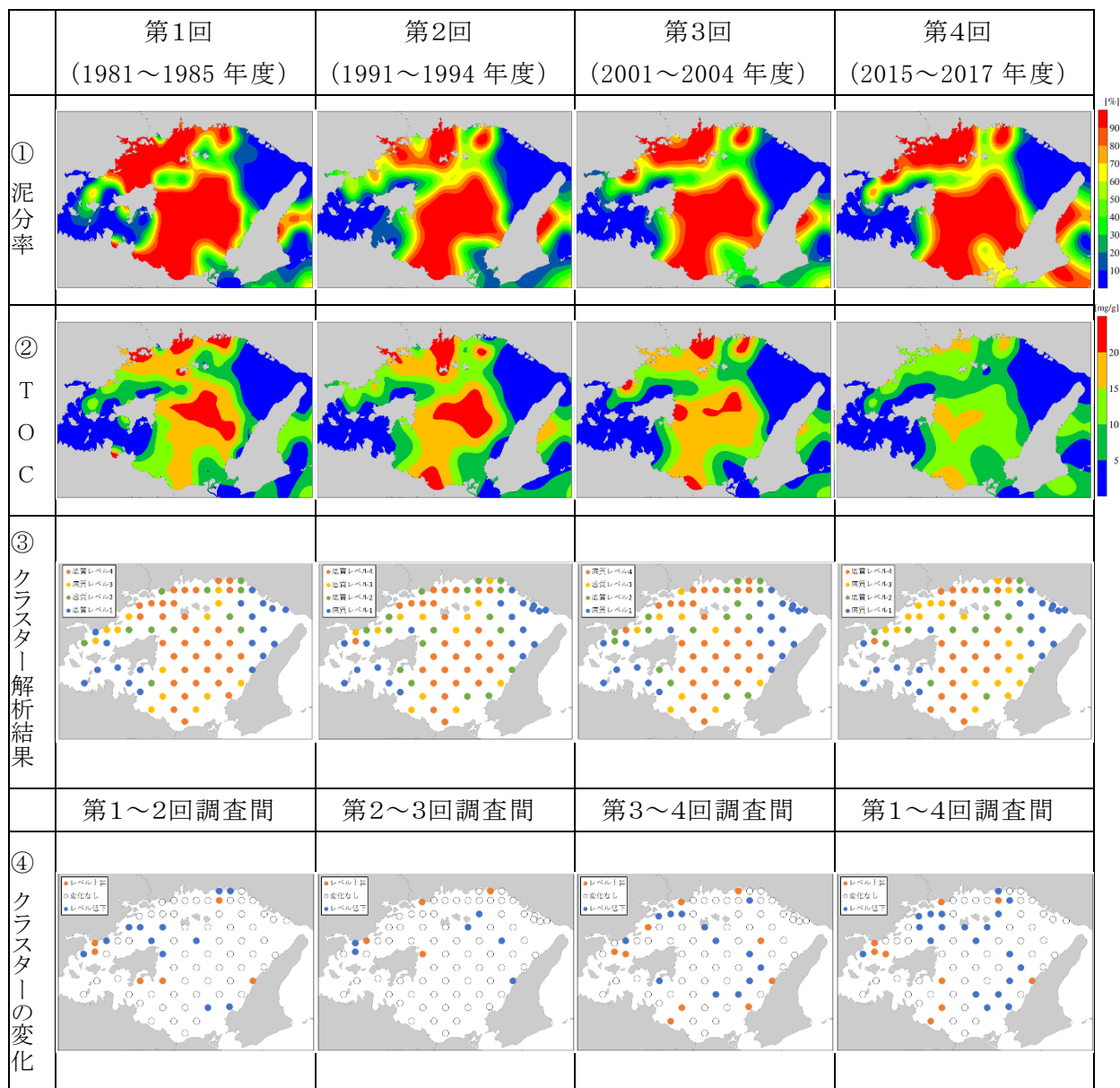
泥分率については、北～北西部海域や中央～南部海域で高く、広い範囲で 90%以上となっている。一方、明石海峡周辺や西部海域では低い分布傾向を示しており、広い範囲で 10%以下となっている。また、北部海域と中央部海域の間には泥分率が低い帯域がみられる。

TOC については、泥分率と同様に北～北西部海域や中央～南部海域で高く、明石海峡周辺や西部海域では低い分布傾向を示している。北部や中央部海域では第 1 回から第 3 回にかけて 20mg/g 以上の調査地点がみられるが、第 4 回では 20mg/g 以上の調査地点はみられなくなり、低下傾向を示している。また、明石海峡周辺や西部海域ではおおむね 10mg/g 以下であり、大きな変化はみられない。

泥分率、TOC、TN、TP を用いたクラスター解析結果に基づき区分した各底質レベルでの底質の平均値と、各底質レベルの地点数の変化を図 4-30 に、底質レベルの分布及び底質レベルが変化した地点の分布を図 4-29③及び④に示す。

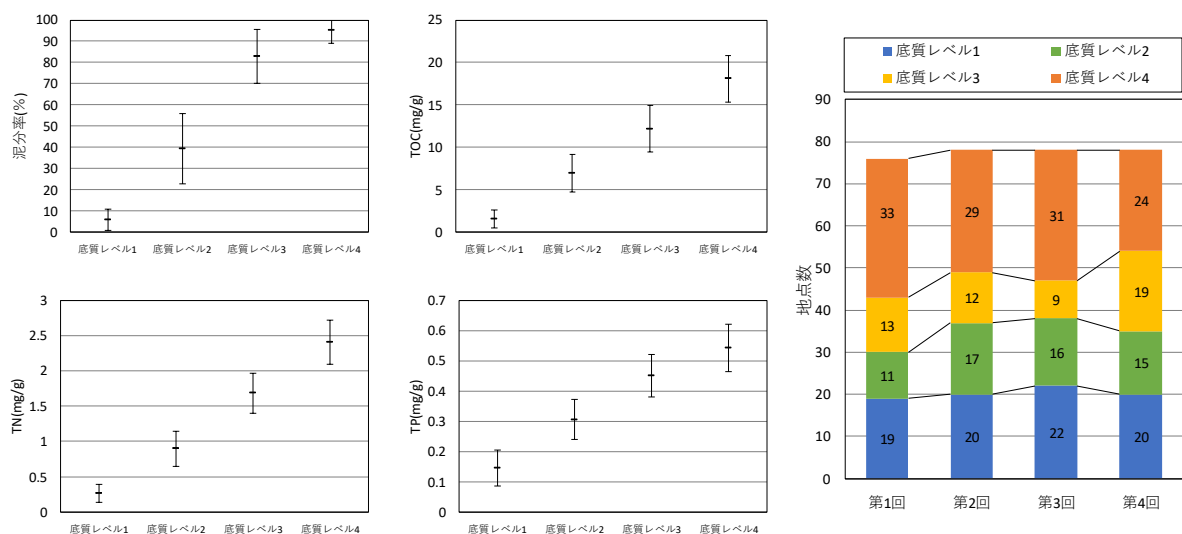
各底質レベルでの底質の平均値によると、高い底質レベルほど有機物量が多いことを示している。各底質レベルの地点数の変化をみると、第 1～4 回調査間で底質レベル 4 の地点数が減少し、底質レベル 3 と 2 の地点数が増加している。

底質レベルが変化した地点の分布をみると、第 1～4 回調査間の変化では、北部海域や南東部で底質レベルが変化する地点が多くみられる。



出典) 第1回(1981～1985 年度)、第2回(1991～1994 年度)、第3回(2001～2004 年度)及び第4回(2015～2017 年度)瀬戸内海環境情報基本調査結果により作成

図 4-29 泥分率、TOC の水平分布及びクラスター解析結果



注) エラーバーは標準偏差を示す。

出典) 第1回(1981～1985年度)、第2回(1991～1994年度)、第3回(2001～2004年度)及び第4回(2015～2017年度)瀬戸内海環境情報基本調査結果により作成

図 4-30 各底質レベルでの底質の平均値

(5) 底生生物—整理項目⑫

播磨灘における底生生物の種類数、個体数をそれぞれ図 4-31①及び②に示す。

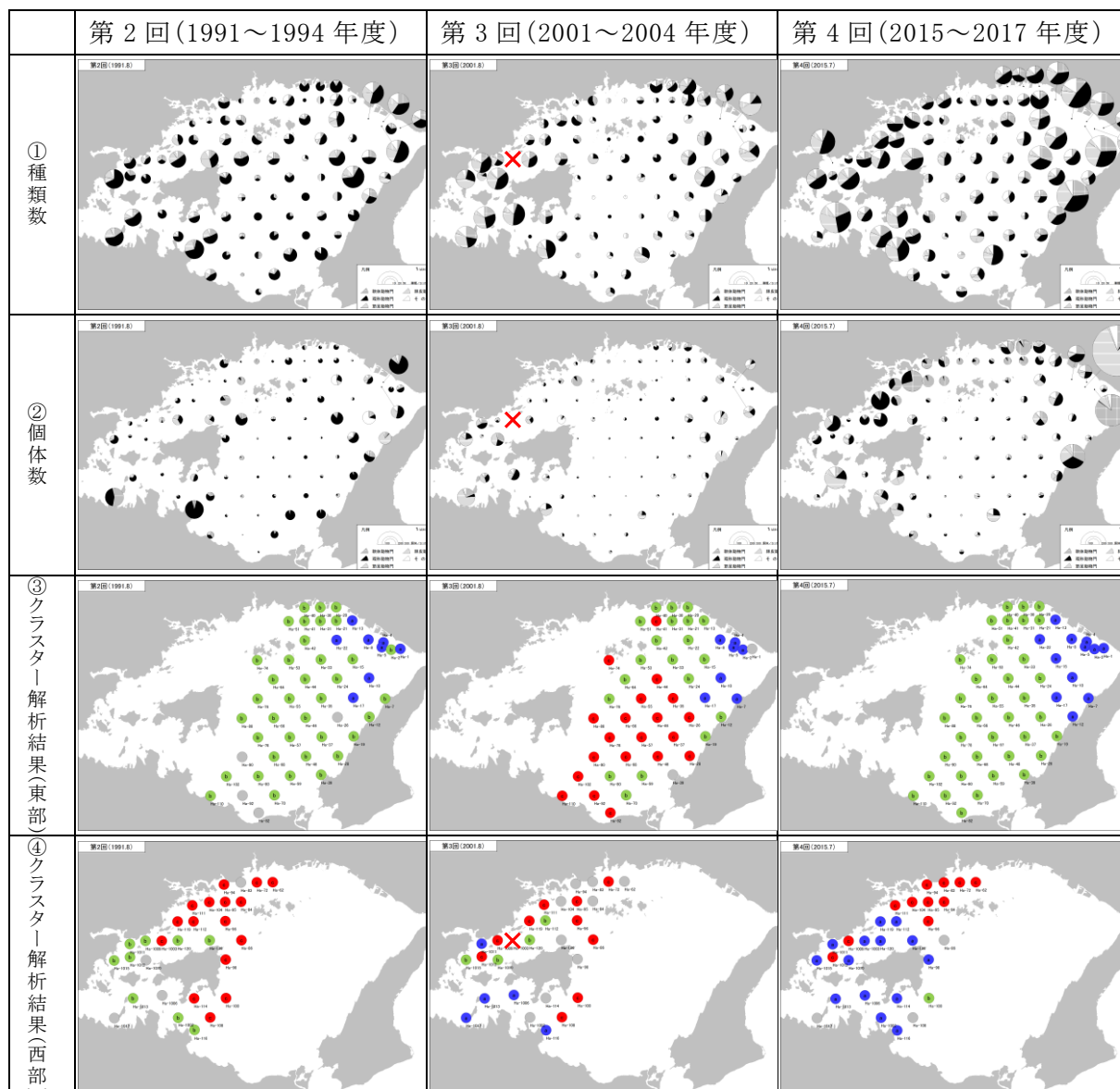
種類数は、明石海峡周辺及び西部海域で多く、中央部海域で少ない分布傾向を示している。播磨灘全域で第2回から第4回にかけて増加傾向がみられ、特に明石海峡周辺及び西部海域で顕著である。

個体数は、明石海峡周辺及び西部海域で多く、中央部海域で少ない分布傾向を示している。広い範囲で増加傾向がみられ、特に明石海峡周辺、西部海域で顕著である。

種別個体数を用いたクラスター解析結果に基づいて区分したクラスターごとの各調査項目の平均値や優占種等を表 4-4 及び表 4-5 に、クラスターの分布を図 4-31③及び④に示す。

播磨灘東部では、いずれの調査回も明石海峡付近とその他の海域にクラスターが分かれる結果となっている。明石海峡付近を除く海域は、第3回調査で一時的に種類数、多様度指数 H' が低いクラスターcに分類される地点が多くみられるが、第4回調査では再びクラスターbに分類されている。

播磨灘西部では、いずれの調査回も北東部とその他の海域にクラスターが分かれる結果を示している。北東部では、第2回から第4回にかけてクラスターcに属している。また、北東部以外の海域では、第2回から第4回にかけて、多くの地点でクラスターbからクラスターaに変化し、種類数、多様度指数 H' ともに増加する傾向を示している。



凡例拡大図(種類数)



凡例拡大図(個体数)



注) ×は無生物地点を示す。

出典) 第 2 回(1991～1994 年度)、第 3 回(2001～2004 年度)及び第 4 回(2015～2017 年度)瀬戸内海環境情報基本調査結果により作成

図 4-31 クラスター解析結果及び種類数、個体数の水平分布

表 4-4 クラスタ毎の底質・優占種等(播磨灘東部)

クラスタ	調査回ごとの地点数			多様度H' (平均)	種類数 (平均)	個体数 (平均)	TOC (平均)	泥分率 (平均)	砂分率 (平均)	硫化物 (平均)	優占種	出現頻度の高い種
	第2回	第3回	第4回									
a	8	7	12	3.751	31.9	198.8	0.9	2.7	79.5	0.01	カマテワレカラ(18.79%) タマエガイ(9.56%) ニホンソコエビ(6.65%)	クチベニデガイ(20地点) 紐形動物門(19地点) Notomastus sp.(17地点) ナメクジウオ(17地点)
b	37	20	37	2.600	10.3	30.6	11.4	67.5	30.6	0.14	シズクガイ(16.85%) エーレルシズビオ(5.80%) カタマカリギボシイソメ(5.06%)	紐形動物門(50地点) シズクガイ(46地点) フクロハネエラスビオ(37地点)
c	0	20	0	1.461	3.8	6.3	18.0	94.2	5.6	0.16	Poecilochaetus japonicus(19.35%) ギボシムシ目(16.94%) カキモヒトデ(12.90%)	Poecilochaetus japonicus(26地点) ギボシムシ目(16地点) カキモヒトデ(16地点)

※硫化物は第2回調査で測定されていないため、第3回、第4回調査の平均値を示す。

表 4-5 クラスタ毎の底質・優占種等(播磨灘西部)

クラスタ	調査回ごとの地点数			多様度H' (平均)	種類数 (平均)	個体数 (平均)	TOC (平均)	泥分率 (平均)	砂分率 (平均)	硫化物 (平均)	優占種	出現頻度の高い種
	第2回	第3回	第4回									
a	0	5	14	3.885	32.6	129.4	4.0	31.0	57.1	0.08	Terebellides sp.(14.29%) Gammaropsis sp.(4.57%) クダオソコエビ(4.08%)	紐形動物門(16地点) Glycera sp.(12地点) イキンチャウ目(12地点)
b	9	4	1	3.393	18.6	62.9	7.2	35.6	56.6	0.04	カタマカリギボシイソメ(24.86%) ドロヨコエビ(6.61%) タケフシゴカイ科(4.56%)	タケフシゴカイ科(13地点) イカリナマコ科(10地点) 紐形動物門(9地点)
c	16	10	11	2.114	8.6	44.7	14.1	79.0	20.6	0.21	シズクガイ(51.97%) カタマカリギボシイソメ(6.85%) Notomastus sp.(5.64%)	シズクガイ(33地点) フクロハネエラスビオ(19地点) 紐形動物門(19地点)

※硫化物は第2回調査で測定されていないため、第3回、第4回調査の平均値を示す。

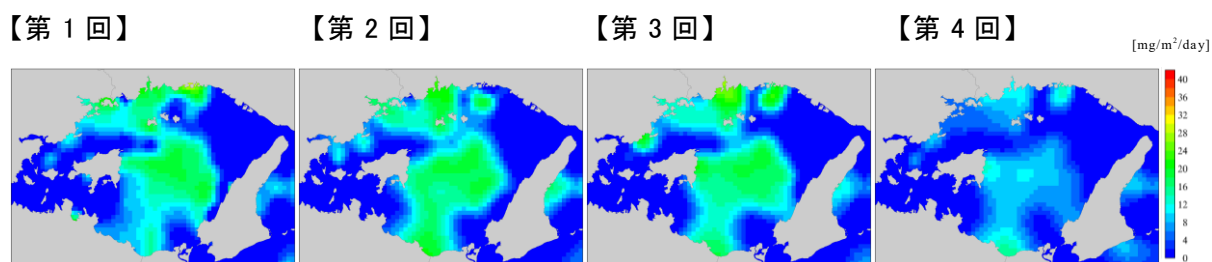
(6) 底質からの栄養塩類の溶出量－整理項目⑬

播磨灘における底質からの窒素溶出量及びりん溶出量の分布をそれぞれ図 4-32、図 4-33 に、各調査回の溶出量と2014年度の発生負荷量の比較を図 4-34 に示す。

窒素溶出量については、北部海域及び中央部海域で大きく、明石海峡周辺、鳴門海峡周辺や西部海域で小さい傾向を示している。北部海域及び中央部海域では第3回から第4回にかけて大きく減少している。一方で、明石海峡、鳴門海峡周辺及び西部海域では大きな変化はみられない。

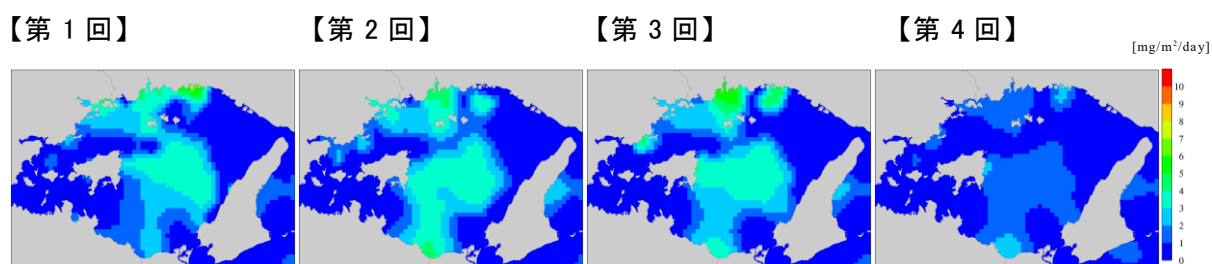
りん溶出量については、窒素と同様に北部海域及び中央部海域で大きく、明石海峡、鳴門海峡周辺や西部海域で小さい傾向を示している。北部海域及び中央部海域では第3回から第4回にかけて減少している。

播磨灘における窒素溶出量は2014年度発生負荷量より小さく、りん溶出量については、第1～3回では2014年度発生負荷量より大きい、第4回では同程度である。



出典) 広域総合水質調査結果(環境省)、瀬戸内海環境情報基本調査結果(環境省)により算定

図 4-32 播磨灘における窒素溶出量(年平均値)の状況



出典) 広域総合水質調査結果(環境省)、瀬戸内海環境情報基本調査結果(環境省)により算定

図 4-33 播磨灘におけるりん溶出量(年平均値)の状況

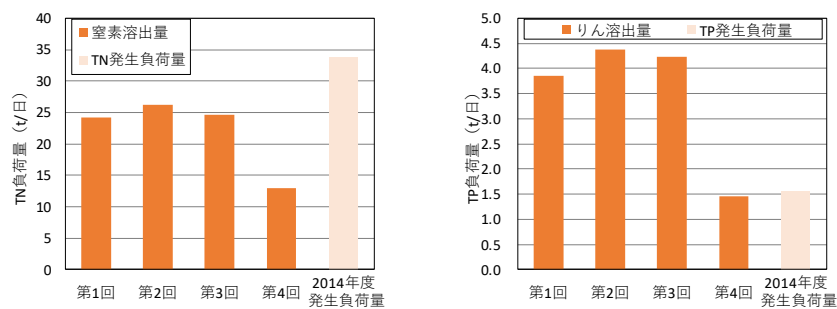


図 4-34 播磨灘における各調査回の溶出量と2014年度発生負荷量との比較

4-3 水産生物の変化状況－整理項目⑭

(1) 漁獲量の変化

1) 海面漁獲量の変化状況

水産庁の湾・灘区分による播磨灘における食性ごと、生活圏ごと、代表種(1965～2016年の漁獲量合計の上位5種)ごとの漁獲量を図4-35に示す。

播磨灘の漁獲量は、1970年にピーク、1979年に最大値を示した後、1982年にかけて減少し、その後1994年まで横ばいで推移していたがその後、減少している。漁獲量は、内海型のイカナゴが多く、これにシラス・カタクチイワシ、マイワシなどの変動が加わっている。1970年のピーク前後の漁獲量はイカナゴ、1979年の最大値前後の漁獲量はマイワシの加入が大きく影響している。播磨灘の主要魚種であるイカナゴは、長期的に減少している。また、1970年代後半から1980年代前半に紀伊水道、大阪湾と同様にマイワシの加入がみられ、一時的に漁獲量は増加している。

2) 海面養殖収穫量の変化状況

播磨灘における区画漁業権の設定状況を図4-36に示す。播磨灘ではノリ類の養殖が多く、特に北部～北東部及び東部に多くみられる。また、中部～西部海域ではカキ類や魚類の養殖もみられる。

【兵庫県(瀬戸内海区、紀伊水道・大阪湾を含む)】

兵庫県の養殖収穫量は、1970年代後半以降増加し、2000年に最大値を示した後、減少している。ノリ類は収穫の多くを占めており、収穫量の変動はノリ類の影響が大きい。兵庫県播磨灘のノリ養殖漁場では1999年以降、程度の差はあるものの、毎年ノリの色落ちが発生している¹⁵。ワカメ類は1990年代前半から2000年代後半にかけて減少し、その後は横ばいで推移している。一方、カキ類は1980年代前半以降増加し、2013年に最大値を示した後、減少している。

【岡山県(備讃瀬戸を含む)】

岡山県の養殖収穫量は、1980年代前半に増加し、1984年に最大値を示した後、1993年頃にかけて減少し、その後1997年頃にかけて増加したが、2000年代に再び減少している。カキ類は1990年代前半頃を除き最も収穫量が多くなっており、収穫量の変動はカキ類の影響が大きい。ノリ類は1970年代後半から1980年代中頃にかけて増加し、その後は1990年代前半にかけて横ばいで推移した後、減少している。

【徳島県(瀬戸内海区、紀伊水道を含む)】

徳島県の養殖収穫量は、1970年代後半以降増加し、1991年に最大値を示した後、減少している。ワカメ類は1970年代後半以降増加し、1991年に最大値を示した後、2000年代前半頃にかけて減少し、その後は横ばいで推移している。ノリ類は1970年代後半以降増加し、2001年に最大値を示した後、減少している。ブリ類は1970年代後半から1980年代前半にかけて減

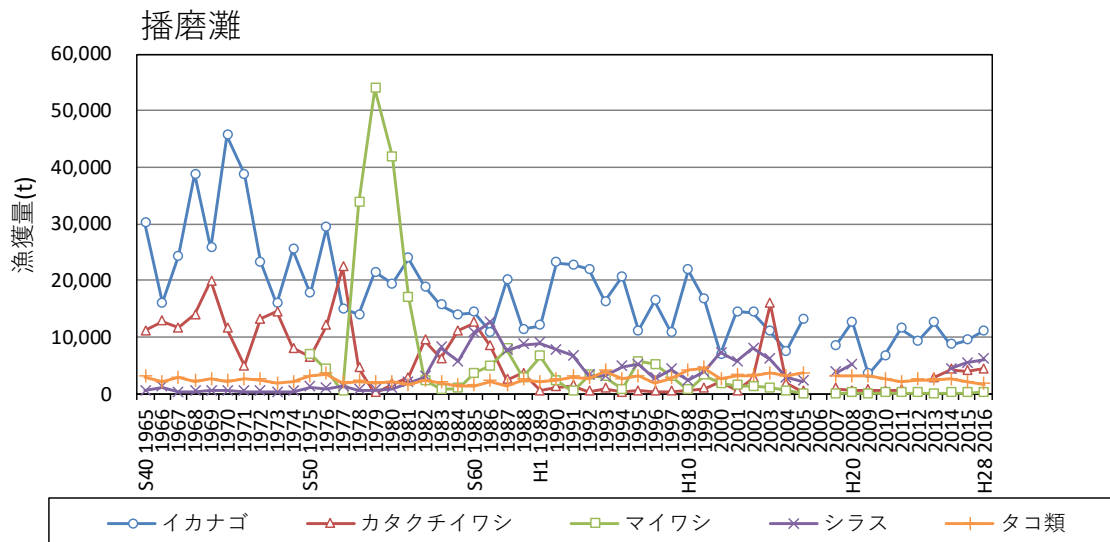
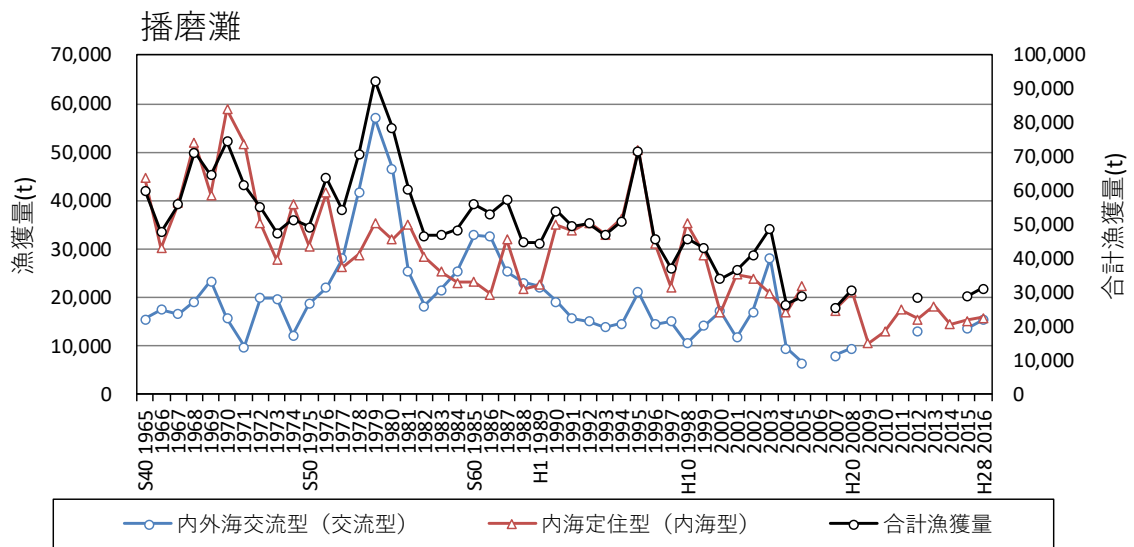
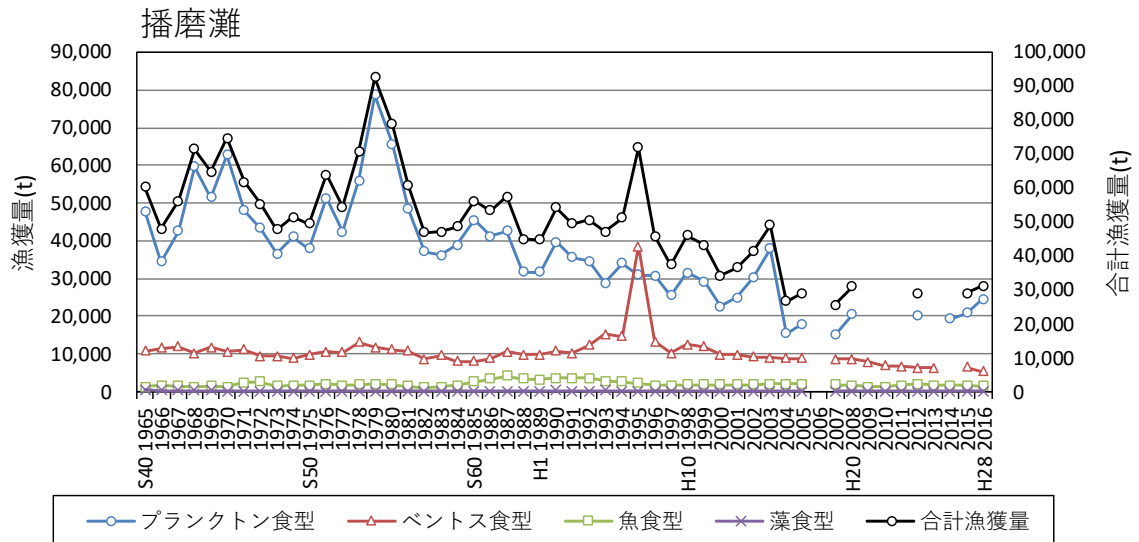
¹⁵ 原田和弘(2008):播磨灘の栄養塩環境とノリ養殖. 2008年度日本海洋学会秋季大会シンポジウム, ノリ色落ちと内湾域の栄養塩動態, 講演要旨集, 6-10.

少しした後、増加している。

【香川県(備讃瀬戸・備後灘を含む)】

香川県の養殖収穫量は、1970 年代後半から 1980 年代後半にかけて増加した後、2002 年頃まで横ばいで推移し、その後減少している。ノリ類は収穫の多くを占めており、収穫量の変動はノリ類の影響が大きい。また、ノリの色落ちの発生も報告されている¹⁶。ブリ類は 1978 年頃から 1982 年頃にかけて増加した後、1990 年代前半まで横ばいで推移し、その後減少している。

¹⁶ 香川県(2018):第 11 回瀬戸内海環境保全小委員会資料.

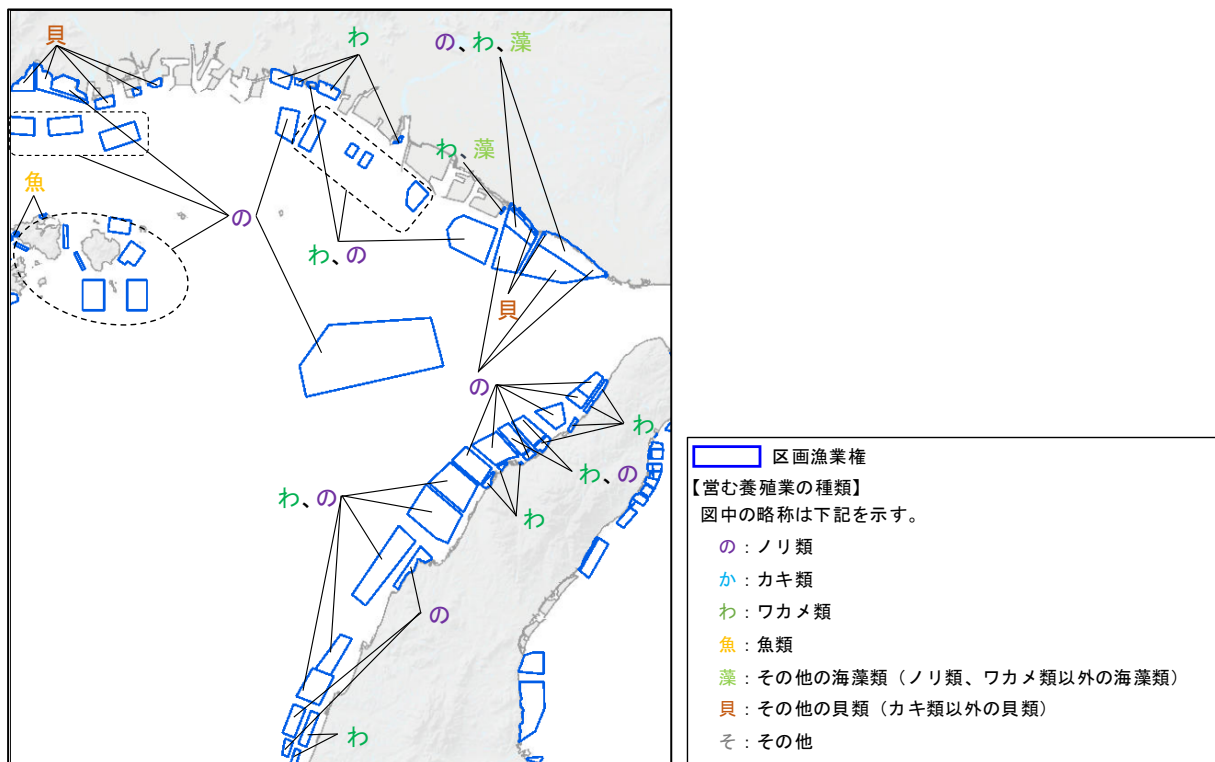


注) 水産庁による瀬戸内海の湾・灘区分に基づく。

出典) 水産庁資料により作成

図 4-35 播磨灘における漁獲量の推移

[播磨灘北東部]



[播磨灘南東部]

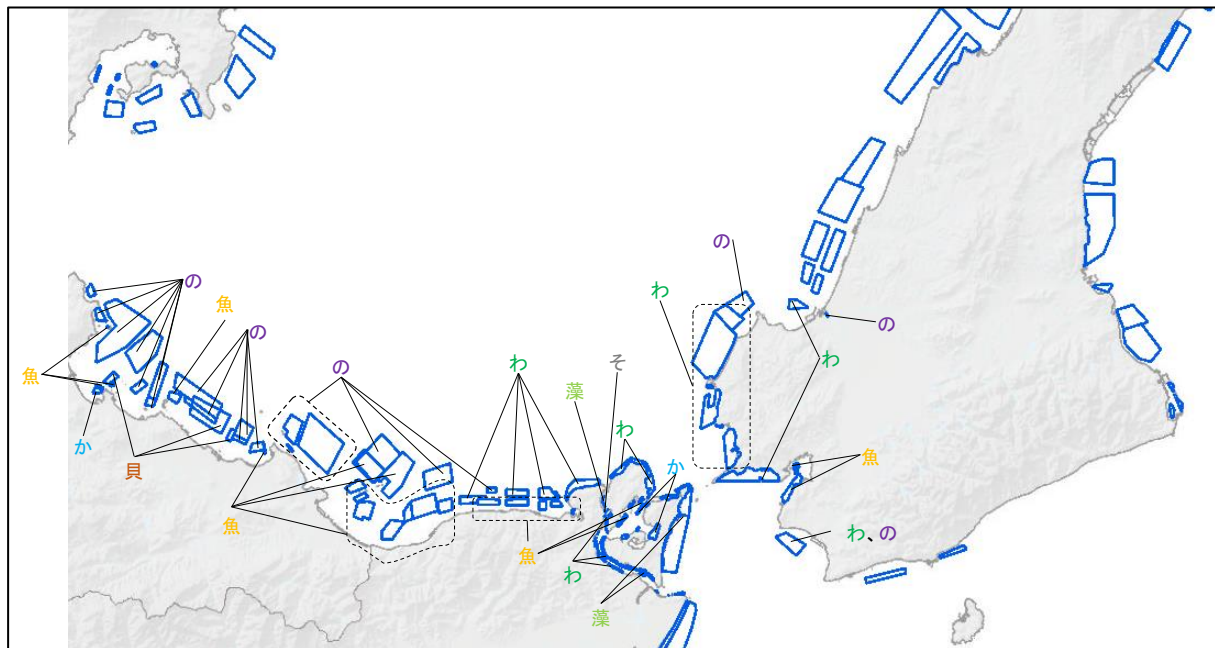
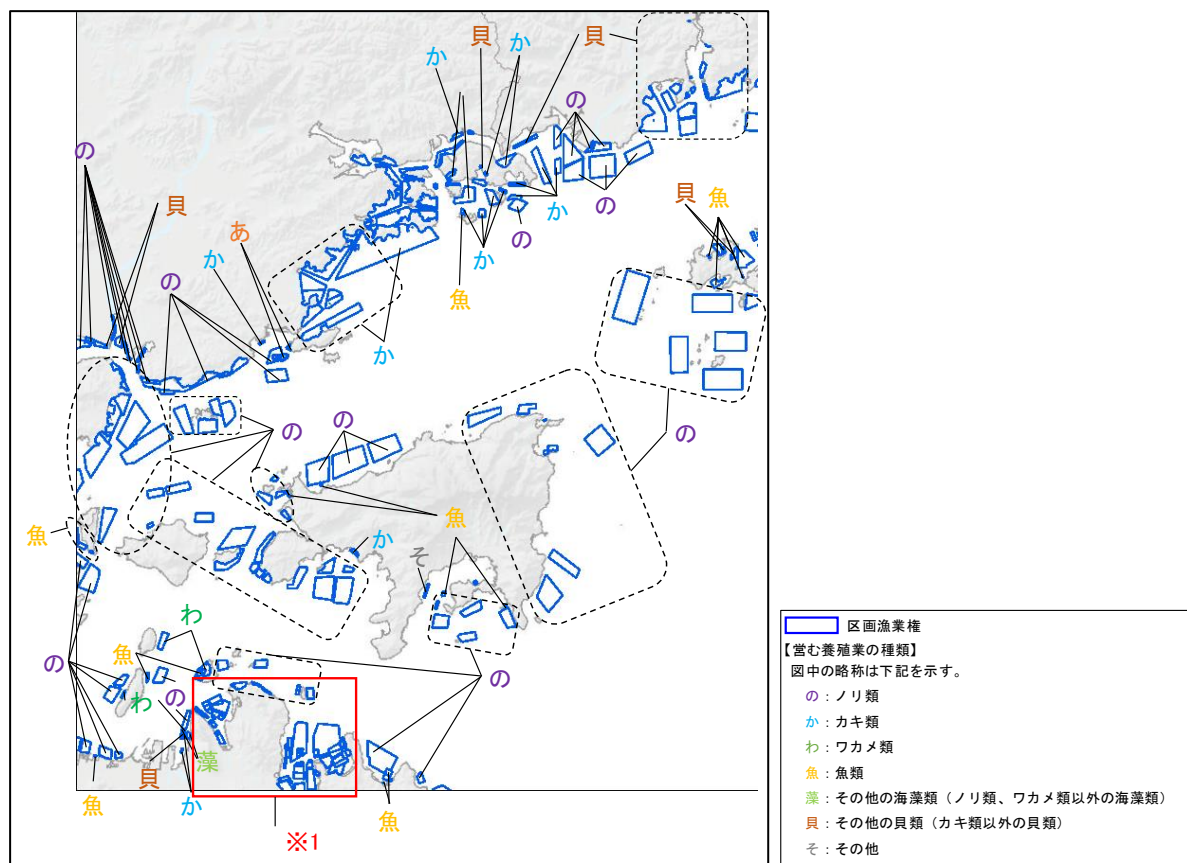


図 4-36(1) 播磨灘における区画漁業権の設定状況

[播磨灘中部～西部]



[※1 の拡大図]

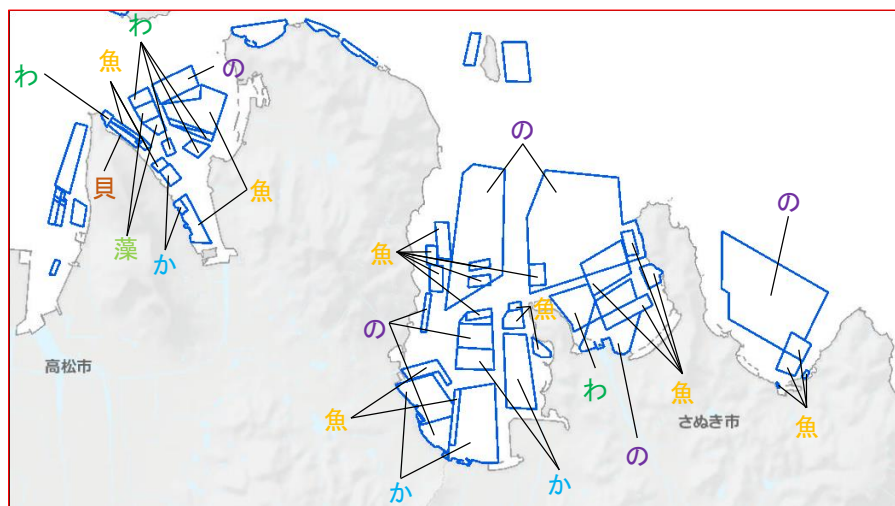


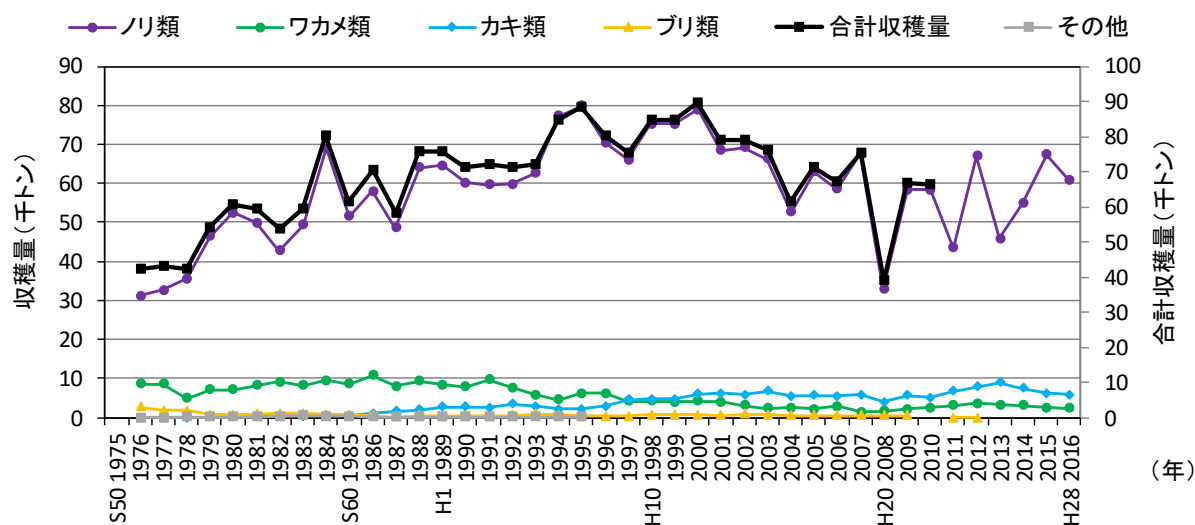
図 4-36(2) 播磨灘における区画漁業権の設定状況

[播磨灘西部]



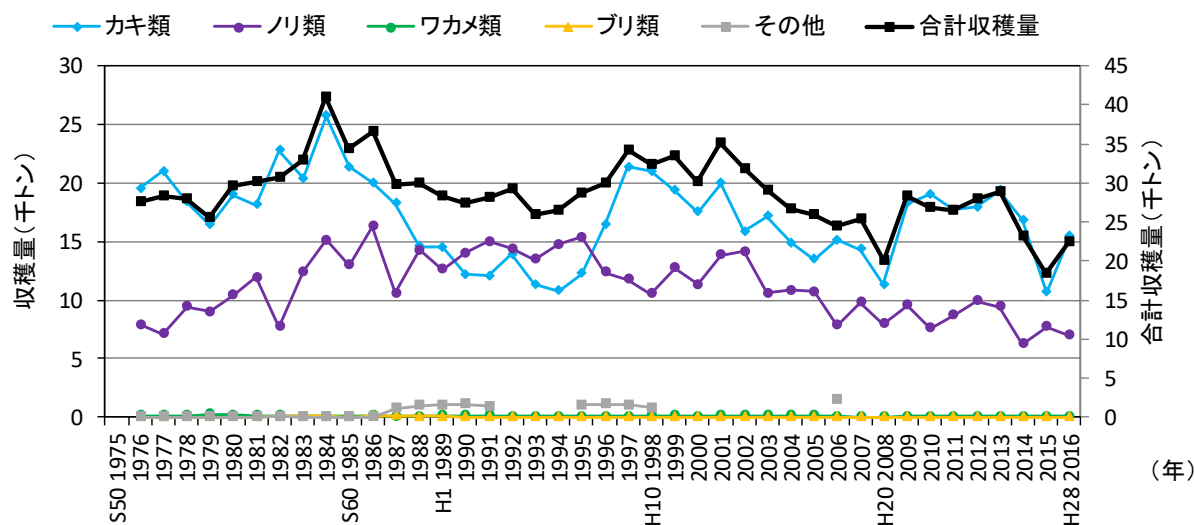
図 4-36(3) 播磨灘における区画漁業権の設定状況

【兵庫県(瀬戸内海区、紀伊水道・大阪湾を含む)】



- 注) 1. ブリ類は 2010～2016 年に、合計収穫量は 2011～2016 年に秘匿となっている。
カキ類は 1976～1978 年には収穫を行っていない。
その他の養殖物は 1996～2016 年に一部秘匿が含まれるため図中から除いた。
2. 紀伊水道、大阪湾の収穫量を含む。

【岡山県(備讃瀬戸を含む)】

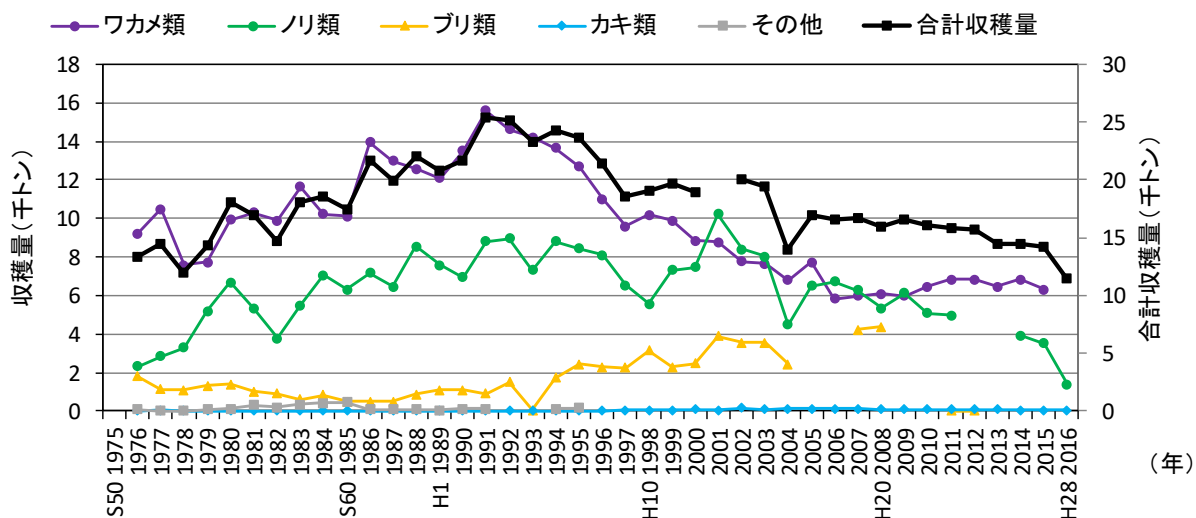


- 注) 1. ワカメ類は 2008 年に秘匿となっている。
その他の養殖物は 1992～1994 年、1999～2005 年、2007～2016 年に一部秘匿が含まれるため図中から除いた。
2. 備讃瀬戸の収穫量を含む。

出典) 1976 年:「瀬戸内海漁業離別統計表」(岡山農林統計協会)
1977～1980 年:「瀬戸内海の漁業」(中国四国農政局統計協会協議会)
1981～1991 年:「瀬戸内海地域の漁業」(中国四国農林統計協会協議会)
1992～1997 年:「瀬戸内海地域における漁業動向」(中国四国農林統計協会協議会)
1998～2006 年:「瀬戸内海区及び太平洋南区における漁業動向」(中国四国農林統計協会協議会)
2007 年以降:「海面漁業生産統計調査」(農林水産省)
(http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/index.html)より作成

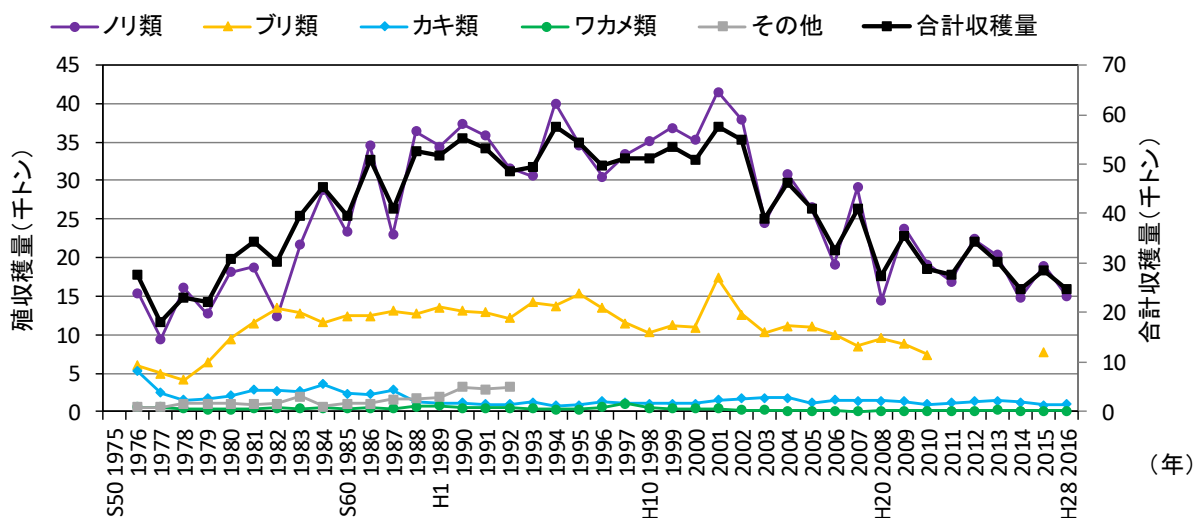
図 4-37(1) 養殖収穫量の推移(兵庫県・岡山県)

【徳島県(瀬戸内海区、紀伊水道を含む)】



- 注) 1 ブリ類は2005～2006年、2009～2016年に、ノリ類は2012～2013年、ワカメ類は2016年、合計収穫量は2001年に秘匿となっている。
 その他の養殖物は1992～1993年、1996～2016年に一部秘匿が含まれるため図中から除いた。
 2. 紀伊水道の収穫量を含む。

【香川県(備讃瀬戸・備後灘を含む)】



- 注) 1 ブリ類は2011～2014年、2016年に秘匿となっている。
 その他の養殖物は1993～2016年に一部秘匿が含まれるため図中から除いた。
 2. 備讃瀬戸、備後灘の収穫量を含む。

出典) 1976年:「瀬戸内海漁業離別統計表」(岡山農林統計協会)
 1977～1980年:「瀬戸内海の漁業」(中国四国農政局統計協会協議会)
 1981～1991年:「瀬戸内海地域の漁業」(中国四国農林統計協会協議会)
 1992～1997年:「瀬戸内海地域における漁業動向」(中国四国農林統計協会協議会)
 1998～2006年:「瀬戸内海区及び太平洋南区における漁業動向」(中国四国農林統計協会協議会)
 2007年以降:「海面漁業生産統計調査」(農林水産省)
 (http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/index.html)より作成

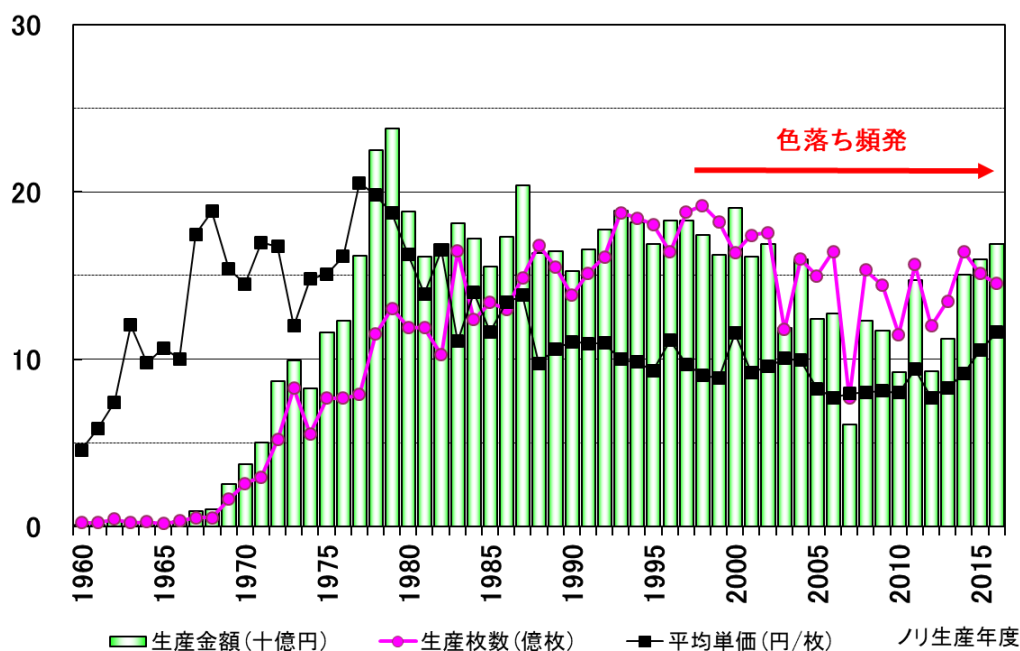
図 4-37(2) 養殖収穫量の推移(徳島県・香川県)

(2) ノリ養殖

兵庫県の養殖ノリの生産枚数は、1993 年度頃まで増加し、1998 年度頃から減少傾向にある。

ノリの色落ちは窒素やリンなど栄養塩が欠乏することにより生じるとされ、細胞成長は起こるものの、色素合成が行われなくなることで、結果、細胞当たりの色素含有量が低下し、発生するとされている。大型珪藻 *Eucampia zodiacus* (ユーカンピア ゴディアカス) の大量発生が生じること、栄養塩類を巡る競合が起こるようになり、播磨灘においては 2001 年度以降、色落ち被害が報告されている。

なお、2008 年 3 月には、明石海峡航路東口付近で船舶 3 隻の衝突事故により 1 隻が沈没し、沈没した船から流出した燃料油がノリ養殖を中心とした沿岸漁業に大きな被害を及ぼしたため、2007 年度のノリ養殖は生産が少ない。



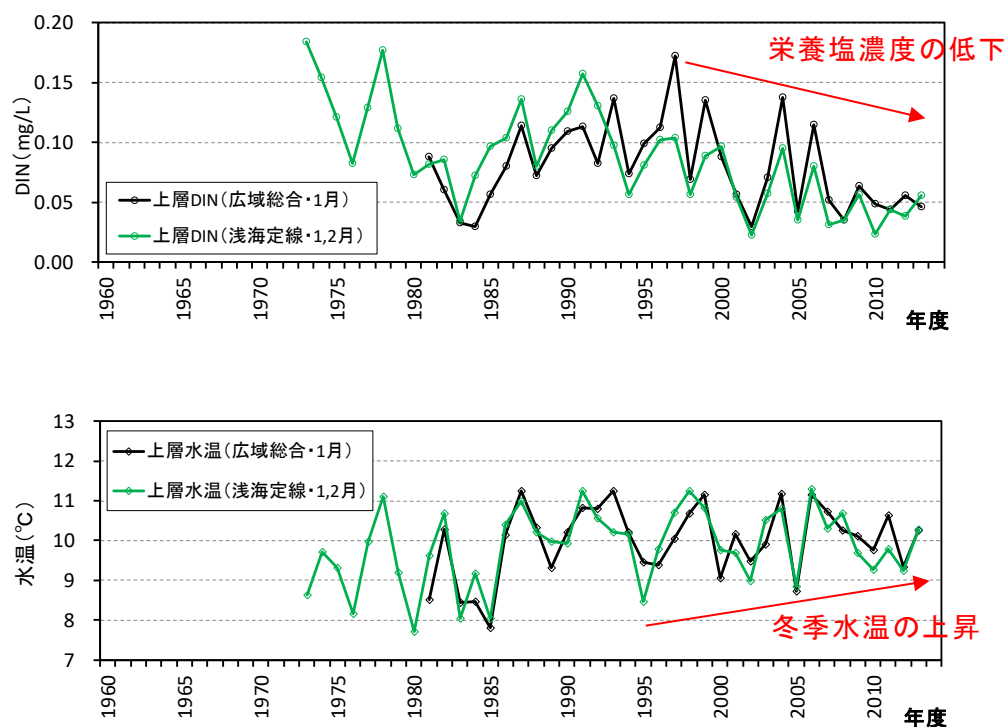
出典) 兵庫県漁連資料

図 4-38 兵庫県におけるノリ養殖生産動向

冬季の栄養塩(DIN)濃度は、1973～1983 年度頃にかけて低下し、1983～1984 年度頃から上昇した後に 1991～1997 年度頃から低下している。(図 4-39)

冬季の水温は 1985 年度頃から上昇しており、近年の水温は 1985 年度頃と比べて1～1.5℃程度高くなっている。(図 4-39)

加えて、ノリの網入れが行われる 10～11 月の瀬戸内海の水温が高めで推移しており、育成開始の目安となる水温(23℃)に低下する時期が遅れる傾向にあり、その結果漁期が短縮されている。



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。
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(兵庫県・岡山県・徳島県・香川県)より作成

図 4-39 播磨灘における冬季の DIN 及び水温(上層値)

2001 年度以降、大型珪藻 *Eucampia zodiacus*(ユーカンピア ゴディアカス)を主構成とする赤潮及びそれに伴う養殖ノリの色落ち被害が報告されるようになった。(表 4-6)

海水温の上昇など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*(ユーカンピア ゴディアカス)の増殖に有利に作用していると考えられる。

表 4-6 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
1985	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>
1997	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.
2001	兵庫県	播磨灘(北部沿岸)	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
2002	兵庫県	播磨灘(北部沿岸)	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
2003	兵庫県	播磨灘(北部沿岸)	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
2004	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>
2005	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>
2006	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>
2007	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>
2008	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>
2009	兵庫県	播磨灘(北部沿岸)	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
2012	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>
2013	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(鳴門市里浦町～阿南市中林町)	ノリ、ワカメの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>
2014	兵庫県	播磨灘(北部)	ノリの色落ち	不明	<i>Eucampia zodiacus</i>

注) 内容については、判明したことのみを記載している。

出典) 1978 年度～2017 年度の「瀬戸内海の赤潮(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)」により作成

1991～1997 年度頃からの栄養塩濃度の低下及び水温の上昇等による植物プランクトンの種の遷移により、大型珪藻が大量に発生することで、栄養塩類を巡る競合が起こり、ノリの色落ちが発生するようになっている。

(3) イカナゴ

播磨灘のイカナゴの漁獲量は 1980 年代から長期的に減少している。近年の主要な漁期である 2～4 月の漁獲が中心となった 1989 年以降(平成元年以降)の播磨灘のイカナゴの漁獲量は 1990 年代前半から 2010 年前後にかけて長期的に低下傾向がみられた後、おおむね横ばいで推移している。

播磨灘のイカナゴの漁獲量と漁場周辺のイカナゴの仔魚期の DIN 濃度は長期的には類似した変動傾向を示していた(図 4-40)。また、兵庫県農林水産技術センターの最新の研究成果によると、イカナゴの餌料生物であるカイアシ類の各年の平均個体数(2～6 月の平均値)は減少傾向にあり、イカナゴの肥満度との間に正の相関があった($p < 0.05$)ことから、カイアシ類の減少がイカナゴの夏眠期前の肥満度を低下させている要因であることが示唆されて(図 4-41)おり、また、伊勢湾産イカナゴで飼育実験を実施したところ成熟に必要な夏眠開始期の肥満度の閾値はおおむね 4.2 と推定されることが報告されている¹⁷。また、動物プランクトンと餌との関係については、カイアシ類の産卵速度は餌濃度の上昇につれて高くなるが、ある一定の濃度以上では飽和する¹⁸とされている。

一方で、Chl.a 濃度については、長期的にはおおむね横ばいで推移しており、イカナゴの漁獲量の変動と明瞭な関係がみられなかったが、イカナゴの主漁場近傍における冬季の植物プランクトンの種組成の推移を確認したところ、種組成の変化がみられた(図 4-42)。

播磨灘のイカナゴの漁獲量と漁場周辺の DIN 濃度は長期的には類似した変動傾向を示しており、兵庫県農林水産技術センターの最新の研究成果等を踏まえると、栄養塩濃度が大きく減少している播磨灘東部のイカナゴ資源に対しては、栄養塩、植物プランクトン、動物プランクトン等といった餌環境の低次生態系の変化が影響を与えている可能性があることが示唆された。

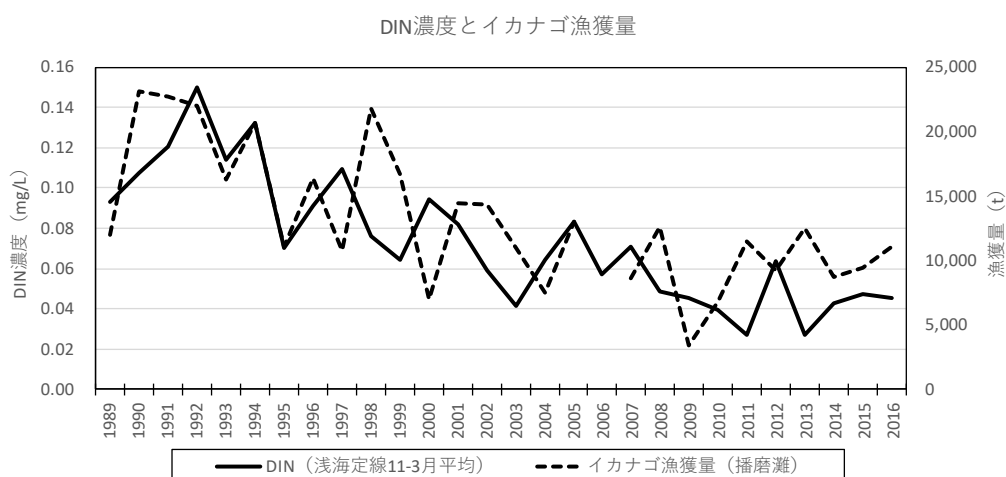


図 4-40(1) 播磨灘における DIN 濃度(11-3 月平均)とイカナゴ漁獲量

¹⁷ 山田浩且・西村昭史・土橋靖史・久野正博(1999):伊勢湾産イカナゴ親魚の栄養状態と再生産力. 水産海洋研究, 63(3), 22-29.

¹⁸ 上真一(1997):動物プランクトン. 沿岸海洋研究, 第 34 巻, 第 2 号, 199-207.

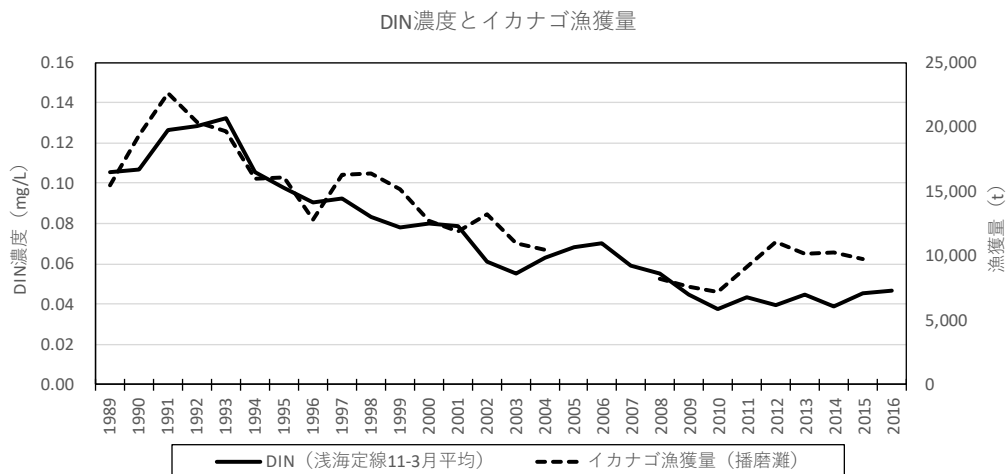


図 4-40(2) 播磨灘における DIN 濃度(11-3 月平均)とイカナゴ漁獲量【3 年移動平均】

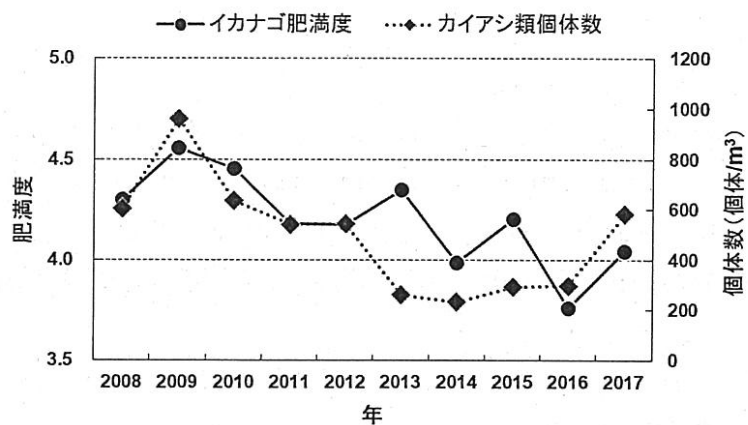


図 4-41 播磨灘におけるイカナゴ肥満度(0 歳魚、7 月下旬)とカイアシ類の平均個体数(鹿ノ瀬周辺 5 定点、2~6 月)の経年変化¹⁹

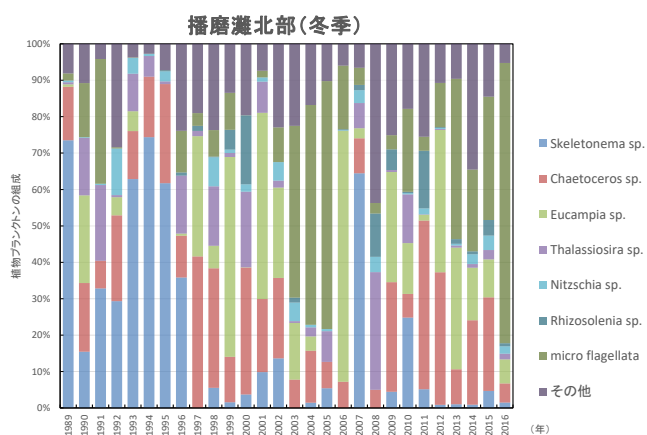


図 4-42 イカナゴ主漁場近傍における植物プランクトンの組成(1 月)

¹⁹ 西川哲也(2018): 播磨灘における夏眠期のイカナゴ肥満度. 水産海洋学会地域研究集会, 第 1 回東部瀬戸内海研究集会, 講演要旨集, 14-16.

4-4 播磨灘のまとめ

(1) 播磨灘における各項目の整理

表 4-7 播磨灘における各項目の整理

①地理・地形	・小豆島付近以西で備讃瀬戸と隣接、明石海峡で大阪湾、鳴門海峡で紀伊水道と接続している。海域の地形は、海峡部で深いところもあるが、全体的に中央が深いすり鉢型をした灘である。
②河川流入・流域	・一級河川は、北東部に加古川と揖保川、北西部に吉井川と旭川がある。その他の地域には一級河川はない。 ・TN 濃度は、1980 年代以降低下傾向を示している。 ・TP 濃度は、1980 年代から 2000 年代にかけて低下傾向を示し、近年は横ばいで推移している。
③流況	・播磨灘の潮流は、鳴門海峡周辺を除いて主に東西方向の往復流となっている。備讃瀬戸東口付近や海峡付近を除いて流速は弱い。播磨灘の残差流としては、北部では時計回り、南部では反時計回りの環流が顕著である。
④夏季の成層	・一級河川の河口部付近を中心に北部海域で成層が発達しやすく、流れが速い海峡部付近で成層が発達しにくい傾向を示している。
⑤陸域負荷の流入	・TN の発生負荷量は 1994 年度以降減少傾向を示しており、TP の発生負荷量は 1979 年度以降減少傾向を示している。
⑥埋立・護岸の整備状況等	・海岸線については、1993 年度時点の海岸延長に占める自然海岸、半自然海岸、河口部の割合が 58%であり、瀬戸内海のなかでは自然海岸が比較的多く残されている海域である。
⑦藻場・干潟	・藻場は、主に淡路島西部、播磨灘西部の沿岸に多く分布している。 ・干潟は、主に揖保川河口、赤穂、日生、児島湾に分布している。
⑧水質	【環境基準の達成状況】 ・COD は、C 類型では全ての水域で環境基準を達成しているが、A 類型・B 類型の多くの水域で環境基準を達成していない。 ・TN はいずれの水域も環境基準を達成し、TP はⅡ類型水域の児島湾沖を除き環境基準を達成している。 【水質の状況】 ・TNは南西部海域で高く、北西部海域及び明石海峡・鳴門海峡で低い傾向を示し、TP は水平的な濃度勾配が小さく、おおむね一様な分布となっている。 ・TN、DIN は 1990 年代以降に低下傾向を示している。TP は有意な変化傾向はみられない。
⑨赤潮	・年間の赤潮発生延件数は、1974 年に最大値を示した後、減少傾向を示し、近年はおおむね 10 件以下まで減少している。 ・赤潮の発生状況は年によって異なるものの、冬季は主に北部海域で、夏季は主に南～南西部海域で発生している。

	・近年(2010～2016 年)における赤潮による漁業被害は、2012～2014 年の冬季～春季に主に北部海域で <i>Eucampia</i>(ユーカンピア)属による養殖ノリの色落ち、2010～2014 年の夏季に主に南部～南西部海域で <i>Karenia</i>(カレニア)属、<i>Chattonella</i>(シャトネラ)属、<i>Cochlodinium</i>(コクロディニウム)属による蓄養魚介類や天然魚介類のへい死が発生している。
⑩夏季の底層 DO	・底層 DO の年度最低値は、近年は、おおむね 3～5mg/L 程度で推移している。
⑪底質	・泥分率・TOC 等の底質項目は、北部海域及び中央部海域で高く、明石海峡周辺及び西部海域で低い傾向を示している。 ・有機物量は、主に北部海域や中央海域において減少傾向を示している。
⑫底生生物	・種類数、個体数ともに明石海峡周辺及び西部海域で多く、中央部海域で少ない分布傾向を示している。 ・種類数・個体数は広い範囲で増加傾向を示している。
⑬栄養塩の溶出	・北部海域及び中央部海域で大きく、明石海峡周辺、鳴門海峡周辺や西部海域で小さい傾向を示している。 ・北部海域及び中央部海域で 2000 年代から 2010 年代にかけて減少している。
⑭水産資源の状況	・水産庁の湾・灘区分による播磨灘の漁獲量は、1970 年にピーク、1979 年に最大値を示した後、1982 年にかけて減少し、その後 1994 年まで横ばいで推移していたがその後、減少している。 ・漁獲量は、内海型のイカナゴが多く、長期的に減少している。 ・養殖ノリの収穫量は、1990 年代～2000 年代頃から減少している。 ・栄養塩濃度の低下(Ⅱ類型・Ⅲ類型水域における窒素の年平均値は一部の水域でⅠ類型の環境基準と同程度となっている)及び水温の上昇等による植物プランクトンの種の遷移により、大型珪藻が大量に発生することで、栄養塩類を巡る競合が起こり、養殖ノリの色落ちが発生している。 ・イカナゴの漁獲量は 1990 年代前半から 2010 年前後にかけて長期的に低下傾向がみられ、漁場周辺の DIN 濃度と長期的には類似した変動傾向を示しており、また、最新の研究成果等を踏まえると、播磨灘東部のイカナゴ資源に対しては、栄養塩、植物プランクトン、動物プランクトン等といった餌環境の低次生態系の変化が影響を与えている可能性があることが示唆された。

(2) 水環境等の状況と課題のまとめ

1) 状況と課題

- COD の環境基準の達成状況をみると、C 類型では全ての水域で達成しているが、A 類型・B 類型の多くの水域で達成していない。TN はいずれの水域も環境基準を達成し、TP はⅡ類型水域の児島湾沖を除き環境基準を達成している。
- 陸域における全窒素・全リンの発生負荷量は減少している。海域における全窒素濃度は 1990 年代以降に低下傾向を示している。全リン濃度は有意な変化傾向はみられない。また、DIN 濃度は 1990 年代以降に低下傾向を示している。
- 底層 DO の年度最低値は、近年は、おおむね 3～5mg/L 程度で推移している。
- 赤潮の発生件数は 1970 年代以降低下傾向を示し、近年はおおむね 10 件以下まで減少している。近年の赤潮による漁業被害をみると、冬季～春季で主に北部海域において *Eucampia* (ユーカンピア) 属による養殖ノリの色落ちの発生や、夏季で主に南西～南部海域の沿岸における局所的な *Karenia* (カレニア) 属や *Cochlodinium* (コクロディニウム) 属による蓄養魚介類等のへい死等の発生がみられている。
- 底質は北部海域及び中央部海域で泥分率が高く、有機物量が多いが、減少してきている。底生生物は種類数、個体数ともに明石海峡周辺及び西部海域で多く、中央部海域で少ない分布傾向を示しており、底質の変化により底生生物の種類数や個体数が増加傾向がみられる。
- 栄養塩濃度の低下 (Ⅱ類型・Ⅲ類型水域における窒素の年平均値は一部の水域でⅠ類型の環境基準と同程度となっている) 及び水温の上昇等による植物プランクトンの種の遷移により、大型珪藻が大量に発生することで、栄養塩類を巡る競合が起こり、養殖ノリの色落ちが発生している。
- 水産庁の湾・灘区分による播磨灘の漁獲量は、1970 年にピーク、1979 年に最大値を示した後、1982 年にかけて減少し、その後 1994 年まで横ばいで推移していたがその後、減少している。主要魚種である内海型のイカナゴの漁獲量は長期的に減少している。
- イカナゴの漁獲量は 1990 年代前半から 2010 年前後にかけて長期的に低下傾向がみられ、漁場周辺の DIN 濃度と長期的には類似した変動傾向を示しており、また、最新の研究成果等を踏まえると、播磨灘東部のイカナゴ資源に対しては、栄養塩、植物プランクトン、動物プランクトン等といった餌環境の低次生態系の変化が影響を与えている可能性があることが示唆された。

2) 総括

- 播磨灘は、海峡部は流れが速く強混合域であるが、一級河川が全て流入している北部海域では塩分が低く成層が発達しやすい。
- 全窒素及び DIN 濃度の低下がみられ、また、Ⅱ類型水域の全窒素濃度は近年、Ⅰ類型の環境基準と同程度で推移している。
- 赤潮発生件数の減少、底質の有機物量の減少がみられ、底生生物が増加傾向を示している。
- 底層 DO の年度最低値は、近年はおおむね 3～5mg/L 程度で推移している。

- 一方で、夏季において主に南西～南部海域の沿岸で *Karenia*(カレニア) 属や *Cochlodinium*(コクロディニウム) 属による赤潮が局所的に発生し、蓄養魚介類等のへい死が発生している。
- また、冬季～春季で主に北部海域で *Eucampia*(ユーカンピア) 属による養殖ノリの色落ちの発生が報告されており、栄養塩濃度の低下及び水温の上昇等による植物プランクトンの組成の変化により、大型珪藻が優占するようになり、栄養塩類を巡る競合が起こり、養殖ノリの色落ちが発生している。
- 播磨灘東部のイカナゴ資源に対しては、栄養塩、植物プランクトン、動物プランクトン等の餌環境といった低次生態系の変化が影響を与えている可能性があることが示唆された。