

5. 備讃瀬戸

5-1 湾・瀬の概況(海域の物理特性等の基礎情報)

(1) 地理・地形－整理項目①

備讃瀬戸は瀬戸内海中央部に位置し、海域面積 1,063km²、平均水深 16.3m、容積 173 億 m³ の海域であり、東部で播磨灘に、西部で備後灘に接している。関係府県は、沿岸部の岡山県、広島県、香川県である。

海域の地形は、最深部で水深 20～40m 程度であるが、平均水深は瀬戸内海の中で最も小さい。水深の大きい備讃瀬戸中央部では潮流が強く、鉛直混合が盛んであるため、夏でも成層が発達しない海域となっている。

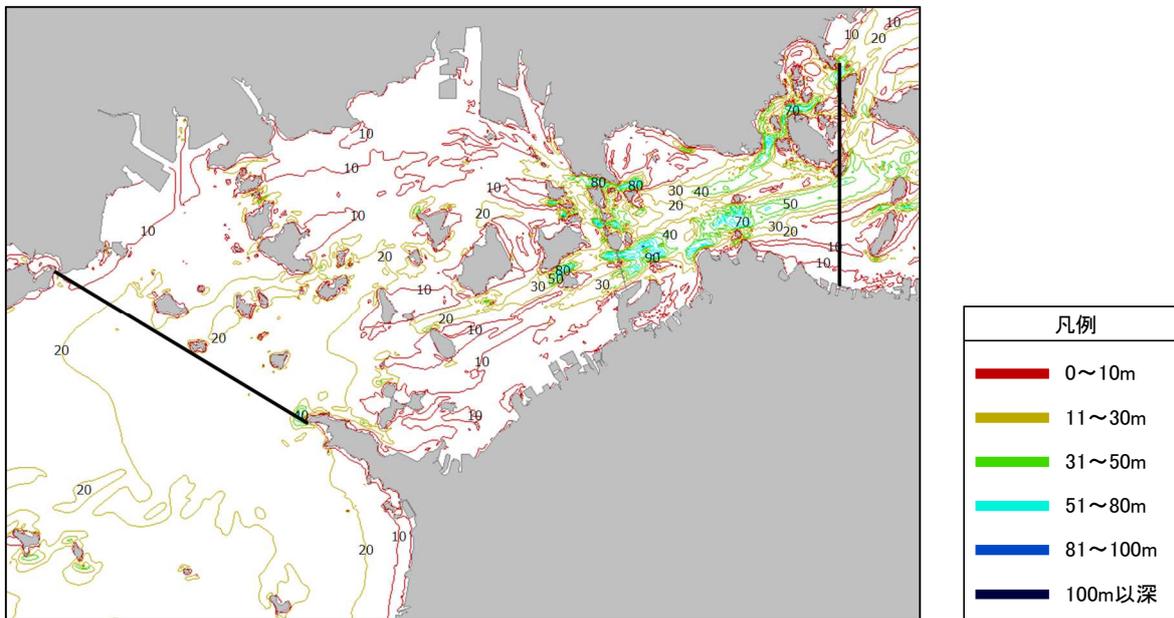


図 5-1 備讃瀬戸の水深分布

表 5-1 備讃瀬戸の海域緒元

海域区分	関係府県	海域面積 (km ²)	平均水深 (m)	容積 (億 m ³)
備讃瀬戸	岡山県、広島県、香川県	1,063	16.3	173

出典) 環境省調べ

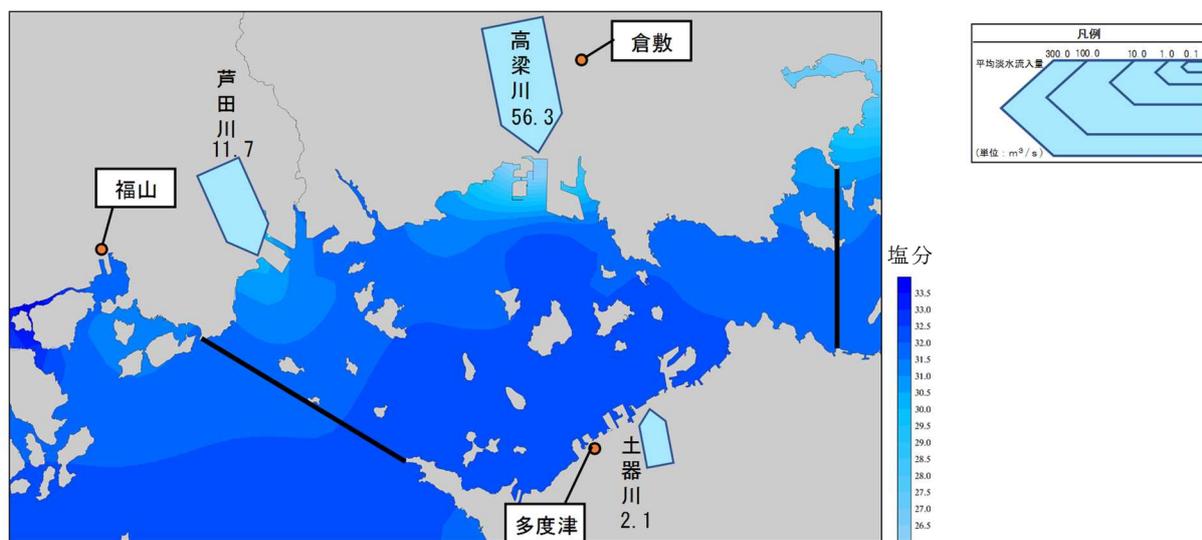
(2) 流入河川・流域－整理項目②

備讃瀬戸に流入する一級河川は、北部に高梁川、芦田川、南部に土器川がある(図 5-2)。流域面積は高梁川が約 2,700km²、芦田川が約 900km²、土器川が約 100km²である。備讃瀬戸に流入する二級水系は 25 水系であり、流域面積は約 800km²である。備讃瀬戸に流入する河川流域の陸域総面積は約 5,000 km²、人口は約 150 万人である。

備讃瀬戸では、河川流量が多い北部の方が南部よりも塩分が低い傾向がある(図 5-2)。

降水量の年平均値(1976～2016 年の平均)は(図 5-3)、倉敷で 1.1 千 mm/年 程度で、多度津では 1.1 千 mm/年 程度、福山では 1.2 千 mm/年 程度であり、近年(2010～2016 年)の平均値は、倉敷、多度津、福山いずれも 1976～2016 年の平均値と比べて多い。また、2004 年などの降水量の多い年には、高梁川の流量が大きかった。

高梁川、芦田川及び土器川の TN、TP 濃度(図 5-4)は、芦田川、土器川の方が高梁川よりも高い傾向を示している。芦田川の TN 濃度は 1984、1987、1988、1995～1997 年に高く、その後は低下傾向を示している。また、TP 濃度は 2000 年代前半まではおおむね横ばいで推移しているが、その後はやや低いレベルで推移している。土器川の TN 濃度は、1994、1996 年に高く、その後は低下傾向がみられる。また、TP 濃度は 1977 年に高いが、その後、1981 年まで低下した後、2000 年代前半まで横ばいで推移しているが、その後はやや低いレベルで推移している。高梁川の TN、TP 濃度は、横ばいで推移している。

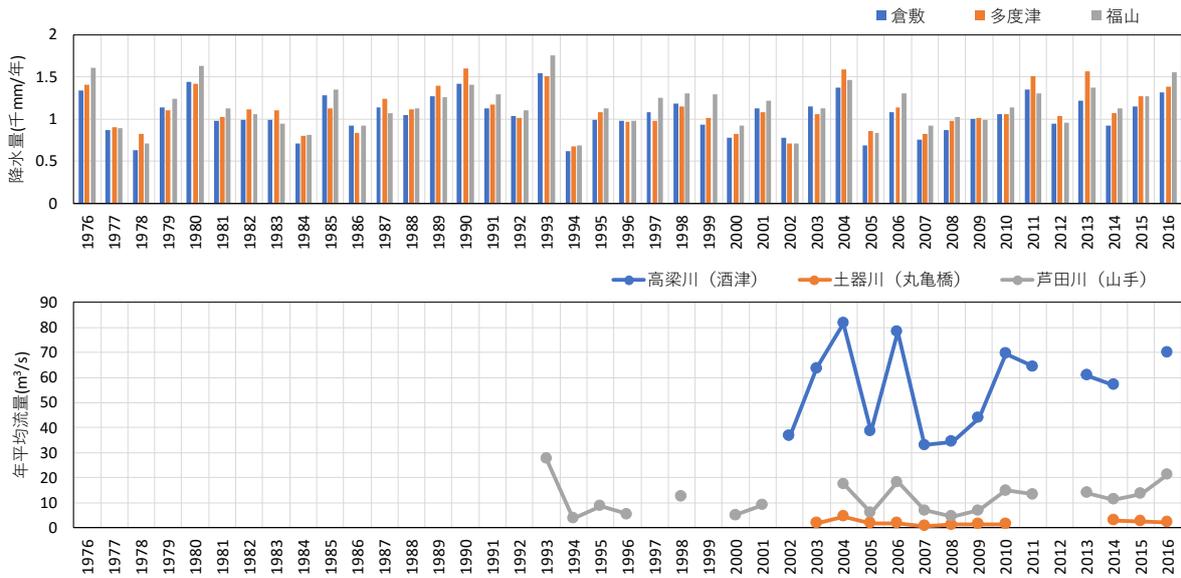


注)1. 河川流量は、年平均流量の過去 20 年間(1997～2016 年)の平均値。塩分は、年度平均塩分の過去 20 年間(1997～2016 年度)の平均値。

2. ●は気象観測所の位置(図 5-3 において整理した降水量の観測位置)を示す。

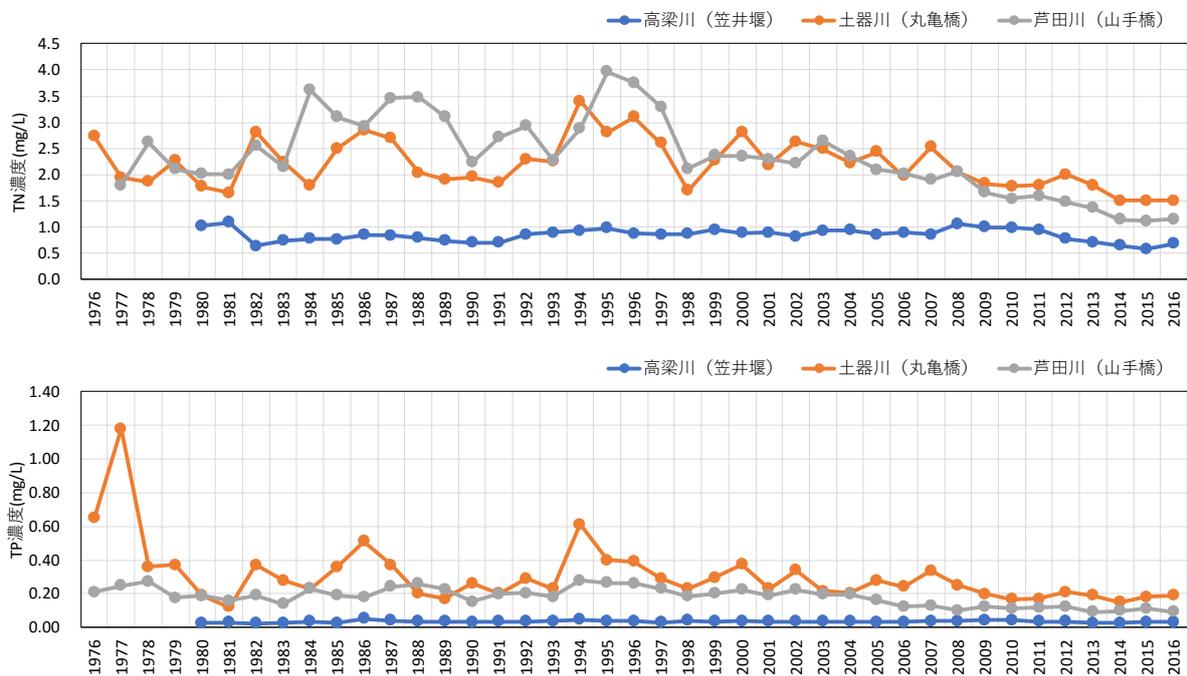
出典)広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(岡山県・広島県・香川県)、「水質データベース」(国土交通省)より作成

図 5-2 上層の塩分分布及び一級河川の流量



注) 1. 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。
 2. 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高梁川(酒津)では10.7km、土器川(丸亀橋)では2.6km、芦田川(山手)では9.3km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 5-3 一級河川の年平均流量及び代表地点(多度津、岡山、倉敷)における降水量の推移



注) 1. 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。
 2. 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。
 3. 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高梁川(笠井堰)では10.8km、土器川(丸亀橋)では2.6km、芦田川(山手橋)では8.2kmである。
 出典)「水文水質データベース」(国土交通省)より作成

図 5-4 一級河川の TN、TP の年平均値の推移

(3) 流況－整理項目③

備讃瀬戸における潮流は、ほぼ東西に流れ、毎日ほとんど規則正しくおおよそ 6 時間ごとに転流する。しかし、いたるところに島や浅瀬が散在するため、流速及び流向は地形に従って変化し、島陰などは反流区域となり、ところどころに急流・渦を生じる。西流最強時及び東流最強時には、広い範囲で 2.5 ノット(約 1.3m/s)を超える強流速となり、瀬戸大橋南西域や挟水道では 3 ノット(約 1.5m/s)を超す流速がみられる。¹⁶



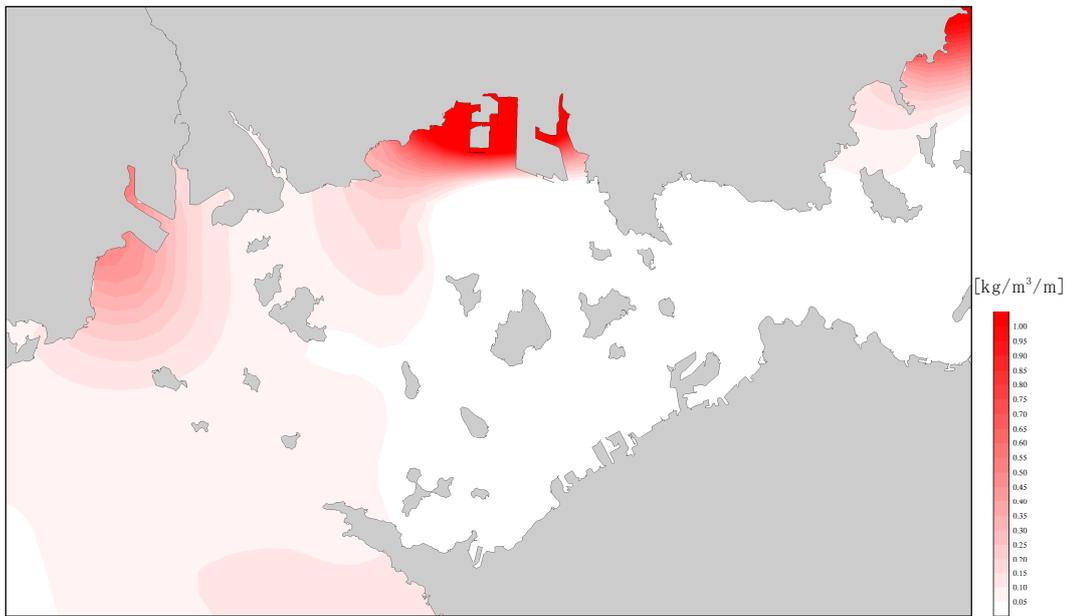
出典)海上保安庁(2004):備後灘及備讃瀬戸潮流図

図 5-5 備讃瀬戸の潮流(上図:備讃瀬戸西流最強時、下図:備讃瀬戸東流最強時)

(4) 成層－整理項目④

備讃瀬戸の夏季(7月)における鉛直方向の密度勾配の分布を図 5-6 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、流れの速い中央～東部海域では小さい傾向がある。

¹⁶ 海上保安庁(2004):備後灘及備讃瀬戸潮流図

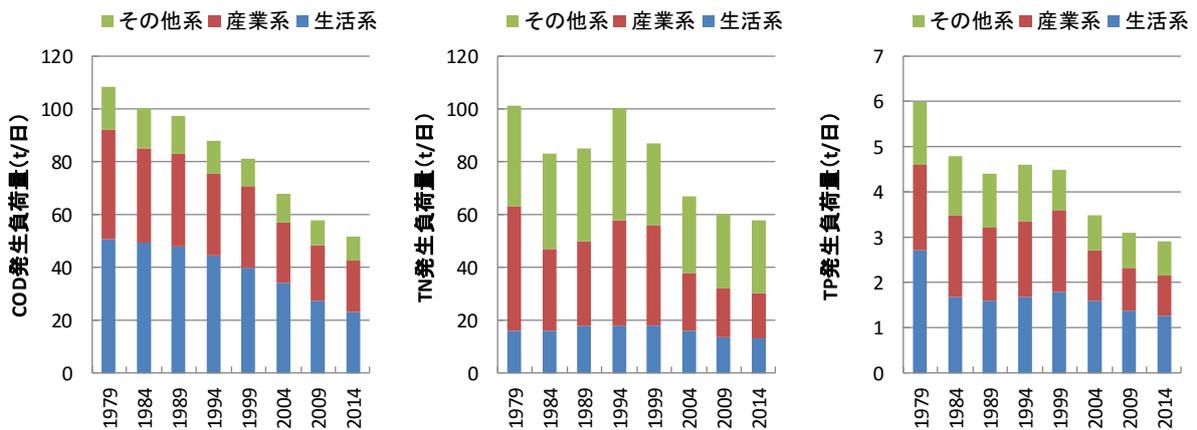


注) 密度勾配は、過去20年間(1997～2016年)の夏季における上層と下層の平均密度の差を上層と下層の水深差で除したもの。
 密度勾配=上層と下層の密度差/上層と下層の水深差
 出典) 広域総合水質調査結果(環境省)及び浅海定線調査結果(岡山県・広島県・香川県)より作成

図 5-6 備讚瀬戸の夏季(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おり、TPの発生負荷量は1979年度以降減少している。



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 5-7 備讚瀬戸における発生負荷量の推移

(6) 埋立及び海岸整備の状況－整理項目⑥

1) 埋立の状況

備讃瀬戸における大規模な埋立事業の実施状況を表 5-2 に、岡山県、広島県及び香川県における埋立免許面積の推移を図 5-8 に示す。

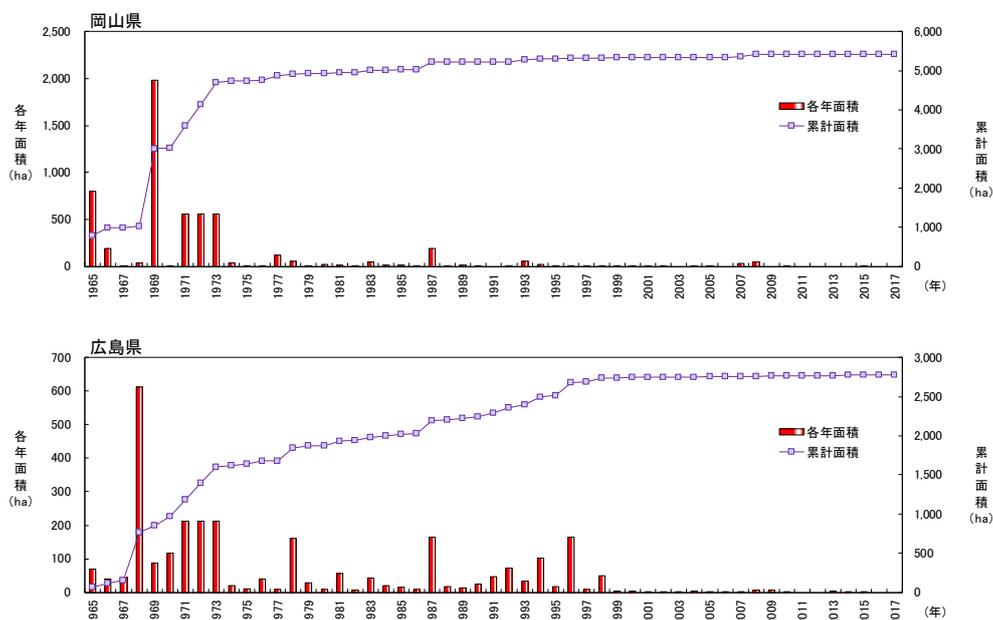
備讃瀬戸では、1977、1986 年に大規模な埋立事業の埋立免許がなされている。

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。広島県の埋立免許面積は、1968 年が 600ha 程度、1970～1973、1978、1987、1994、1996 年では 100ha 以上であるが、1999 年以降は低位で推移している。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 5-2 備讃瀬戸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
備讃瀬戸	281	1977年	水島港水島地区	96	○
		1986年	水島港玉島地区	185	○

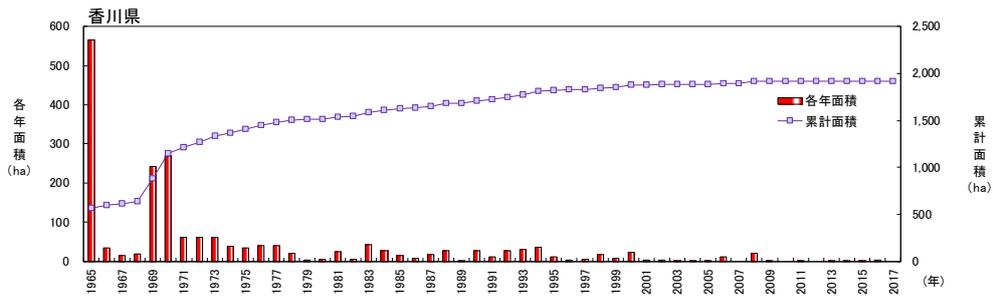
出典)「平成 29 年度瀬戸内海の環境保全 資料集」(瀬戸内海環境保全協会)より作成



- 注)1. 1965～1970 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. 備讃瀬戸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 5-8(1) 岡山県及び広島県における埋立免許面積の推移



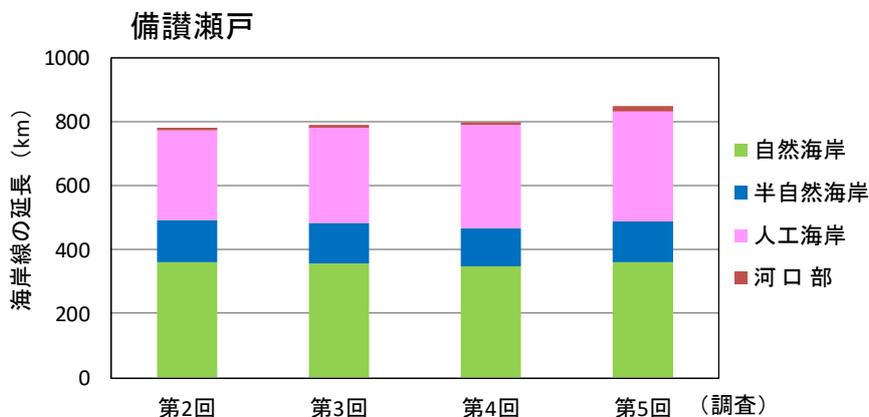
- 注)1. 1965～1970年は1月1日～12月31日の累計
 2. 1971～1973年は1月1日～11月1日の累計であり、図中の値は、3年間平均の数値を示した。
 3. 1974年以降は前年の11月2日～当年の11月1日の累計
 4. 備讃瀬戸以外の瀬戸内海の湾・灘を含む。

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 5-8(2) 香川県における埋立免許面積の推移

2) 海岸整備状況

海岸線については(図 5-9)、1996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59%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。



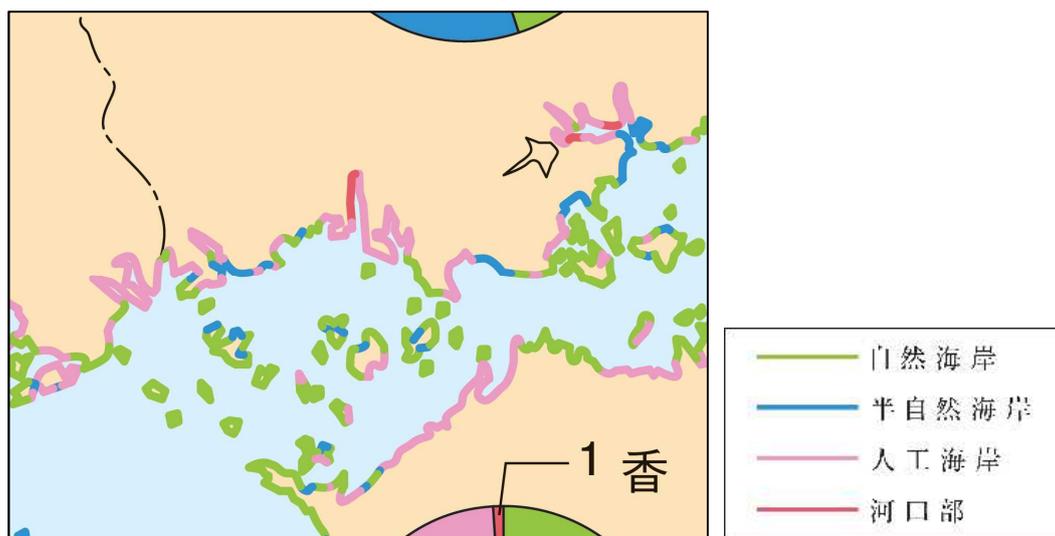
- 注)1. 湾・灘の区分は自然環境保全基礎調査に準ずる。
 2. 自然海岸:海岸(汀線)が人工によって改変されなくて自然の状態を保持している海岸。
 半自然海岸:道路、護岸、消波ブロック等の人工構造物が存在しているが、潮間帯においては自然の状態を保持している海岸。

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 5-9 備讃瀬戸における海岸線延長の推移



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

図 5-10 備讃瀬戸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・干潟の分布を図 5-11 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、藻場は主に味野湾、島嶼部沿岸、香川県沿岸に多く分布しており、干潟は主に味野湾、倉敷、笠岡、香川県沿岸、島嶼部に分布している。

2015～2017 年度調査によると、藻場は主に味野湾、島嶼部沿岸、香川県沿岸に多く分布しており、県別の面積は、岡山県で 846ha、香川県で 543ha、広島県で 46ha である。干潟は主に味野湾、倉敷、笠岡、香川県沿岸、島嶼部に分布し、県別の面積は、岡山県で 173ha、香川県で 233ha、広島県で 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
 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
 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 5-11 備讃瀬戸の藻場・干潟分布の変化

5-2 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)

備讃瀬戸の COD は(図 5-14)、近年(2010 年度以降)では B 類型水域の番の州泊地、坂出港、C 類型の全ての水域で環境基準を達成しているが、A 類型の全水域及び B 類型の水島地先海域(甲)、箕島町地先海域で環境基準を達成していない。過去からの達成状況の推移をみると、A 類型水域の水島地先海域(乙)では 1991、1993、2010～2011、2013 年度を除く全ての年度、備讃瀬戸の全ての年度、B 類型水域の水島地先海域(甲)では 1997～2002、2004～2005、2014～2015 年度、箕島町地先海域では 1989～1991、1995～2010、2012、2015 年度、坂出港では 2004、2009 年度で未達成である。

TN は(図 5-15)、近年(2010 年度以降)では II 類型水域、III 類型水域ともに全ての水域で環境基準を達成しているが、IV 類型水域は達成していない。過去からの達成状況の推移をみると、II 類型水域の備讃瀬戸(イ)と備讃瀬戸(ハ)では 2004 年度、水島地先海域では 1998～2000 年度、IV 類型水域の箕島町地先海域では 2003、2005、2013 年度を除く全ての年度で未達成である。

TP は(図 5-16)、近年(2010 年度以降)では II 類型水域、III 類型水域、IV 類型水域の全ての年度・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 類型水域の水島地先海域では 1998～1999 年度、IV 類型水域の箕島町地先海域では 2004 年度で未達成である。

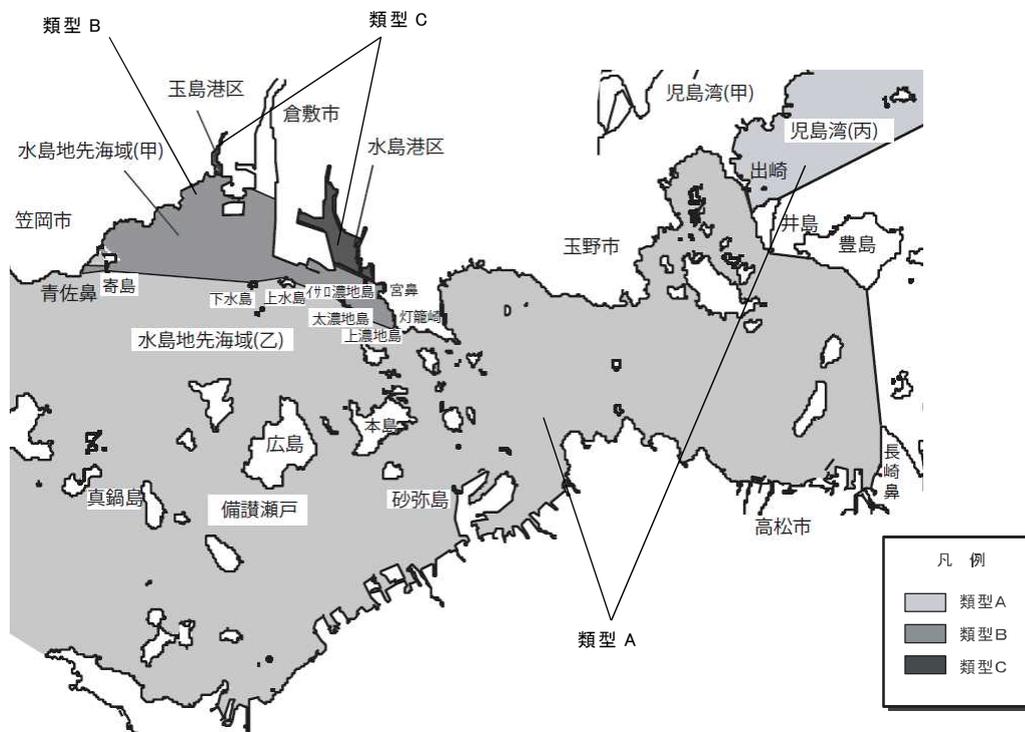


図 5-12(1) 備讃瀬戸における COD の類型指定(岡山県)

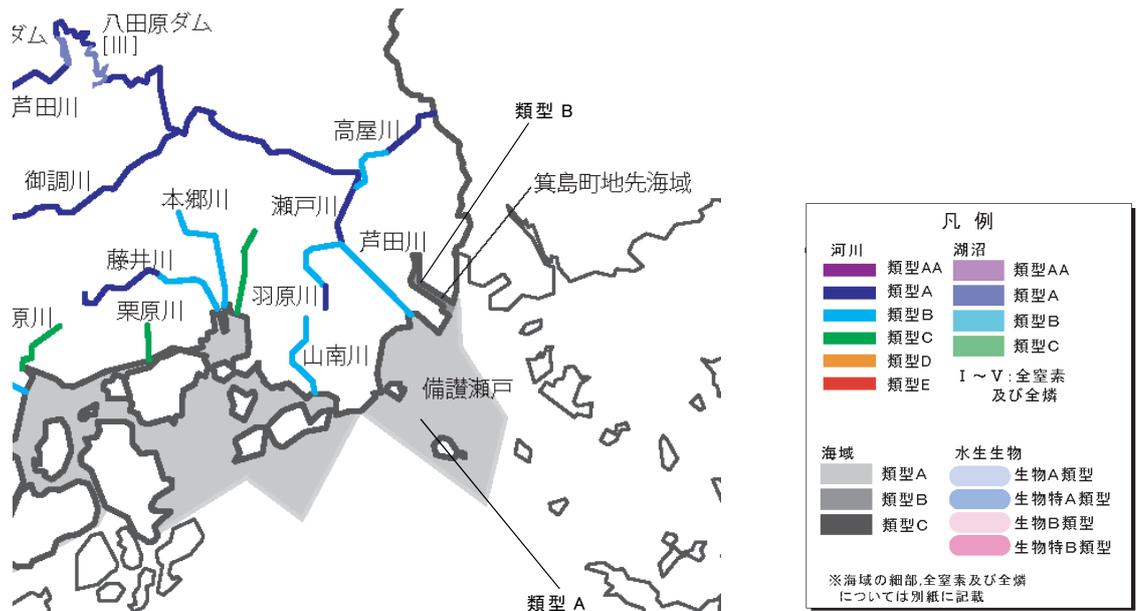


図 5-12(2) 備讃瀬戸における COD の類型指定(広島県)

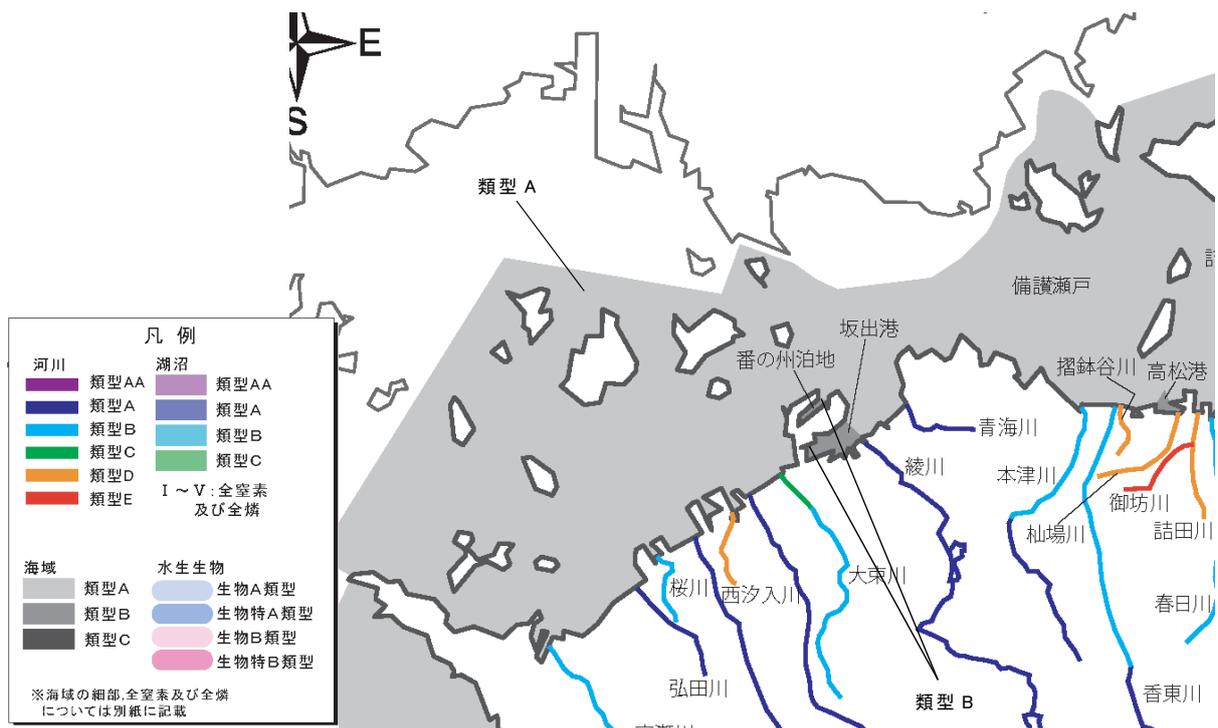


図 5-12(3) 備讃瀬戸における COD の類型指定(香川県)

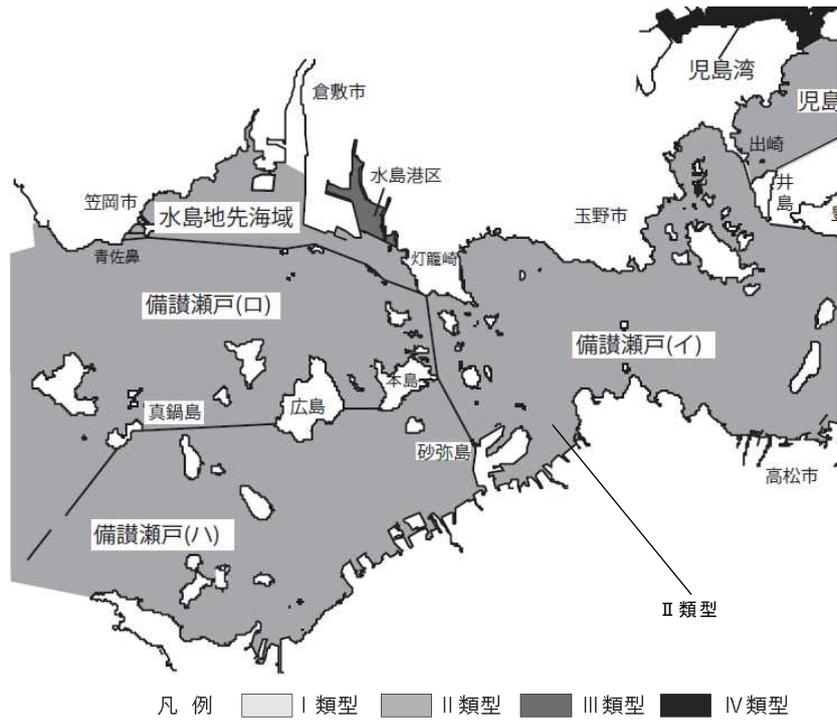


図 5-13(1) 備讃瀬戸における TN、TP の類型指定(岡山県・香川県)

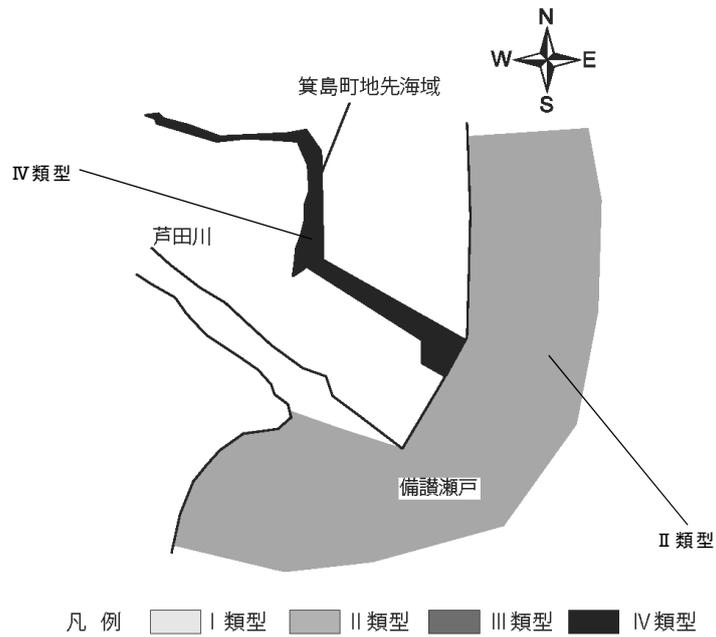
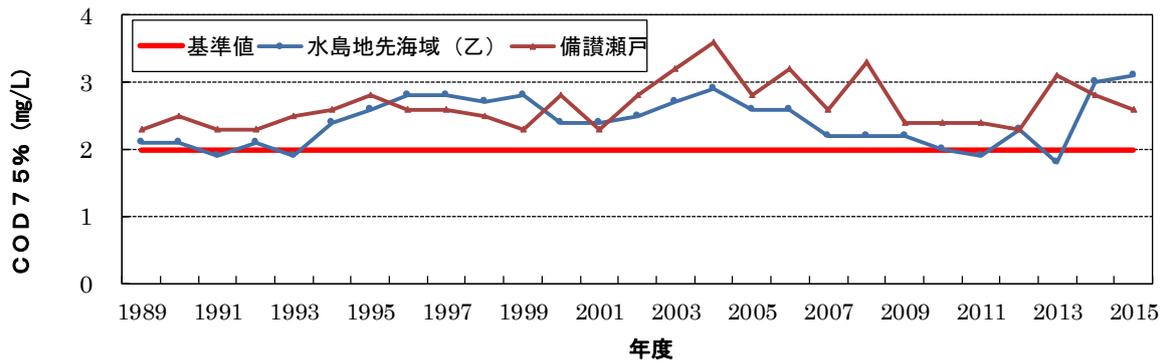
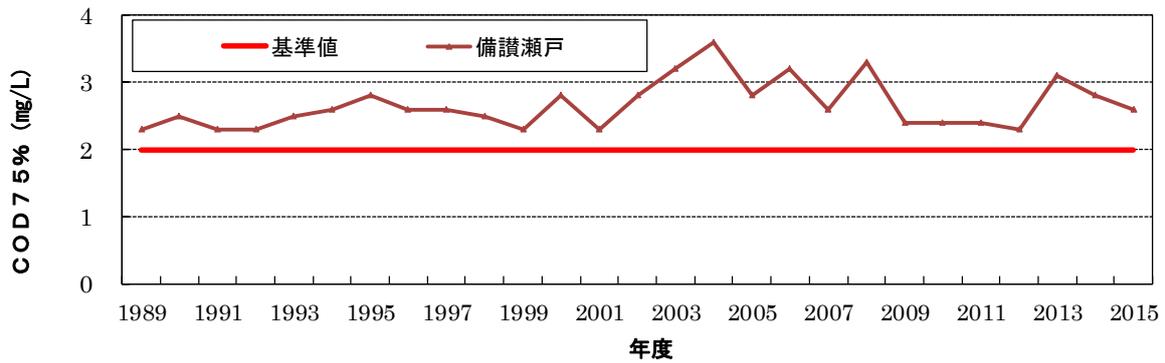


図 5-13(2) 備讃瀬戸における TN、TP の類型指定(広島県)

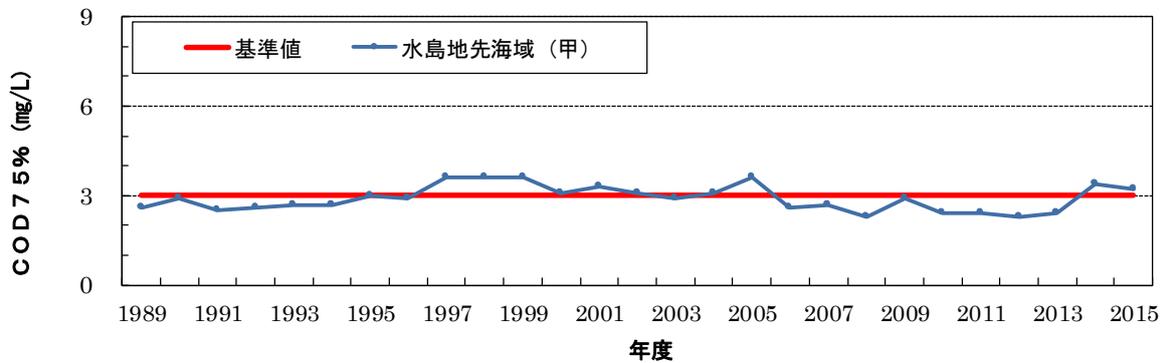
[A 類型水域(岡山県)]



[A 類型水域(広島県・香川県)]



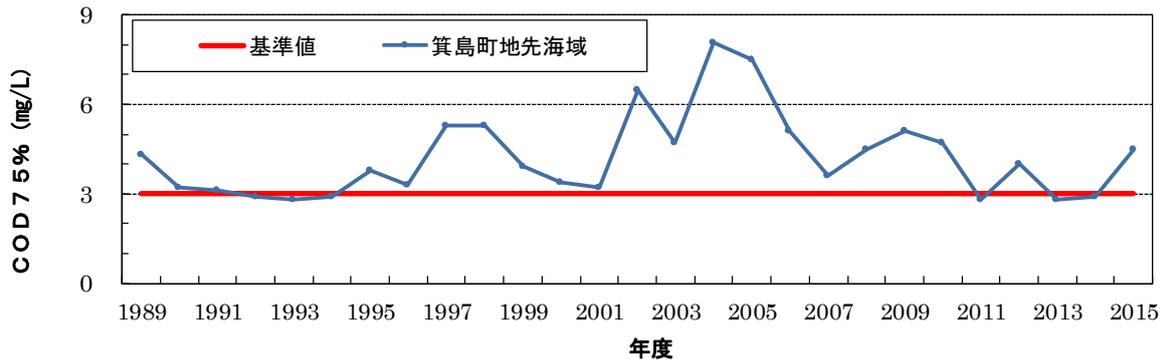
[B 類型水域(岡山県)]



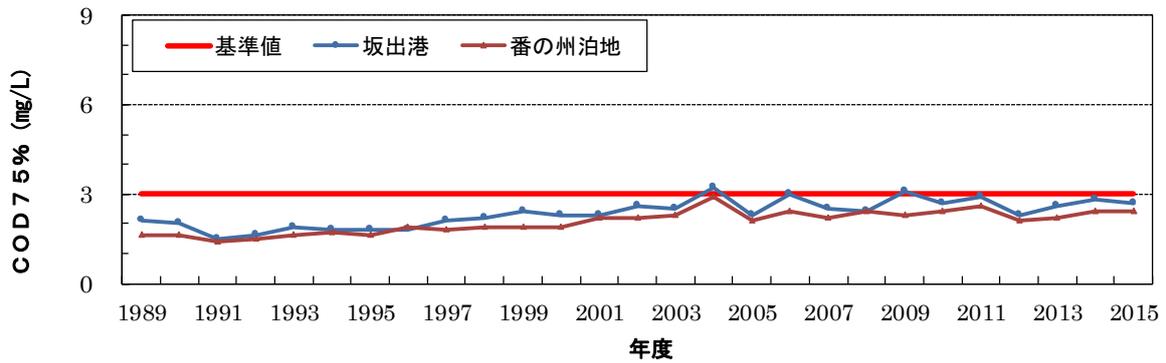
- 注) 1. 水域内の全測定地点における COD75%値の最大値の推移
 2. 複数の県にまたがる水域については、いずれの県のグラフにもデータを掲載した。

図 5-14(1) 備讃瀬戸における COD75%値の最大値の推移

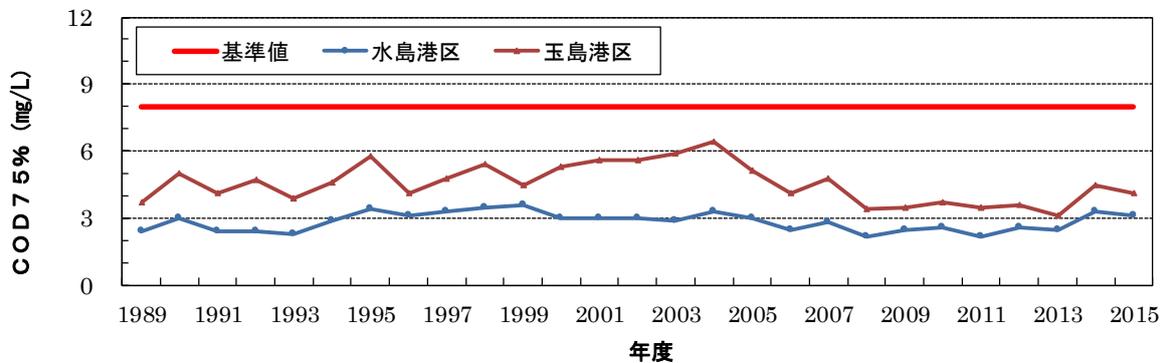
[B 類型水域(広島県)]



[B 類型水域(香川県)]



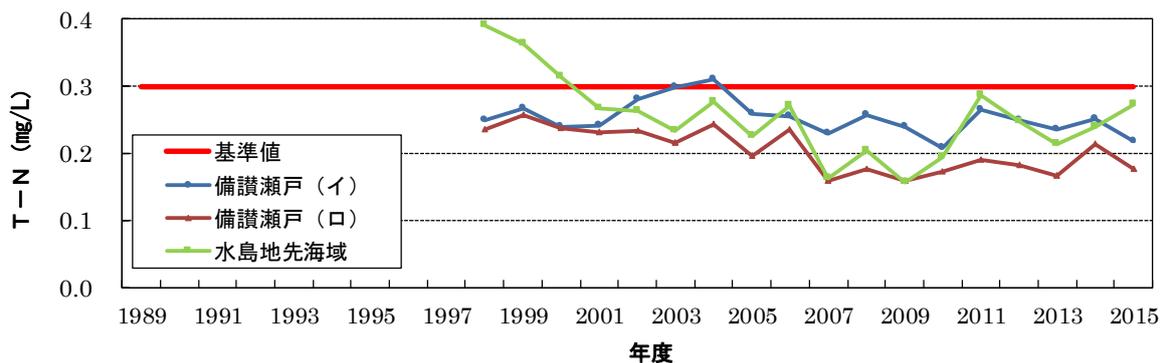
[C 類型水域(岡山県)]



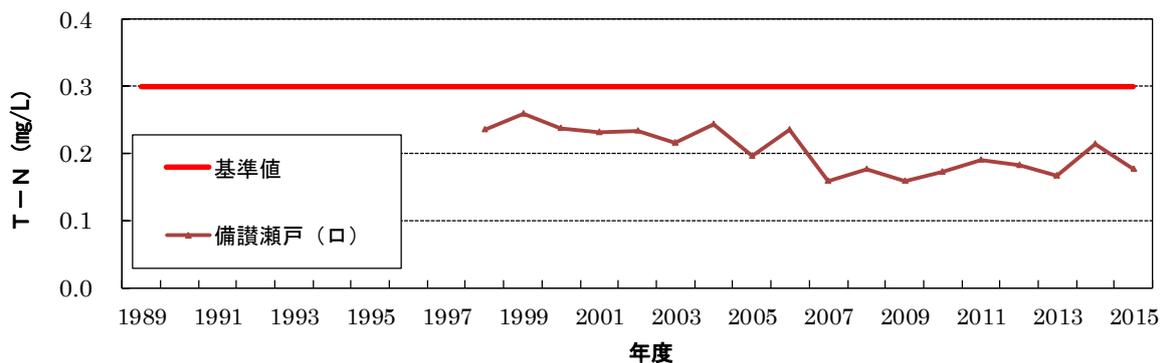
注) 水域内の全測定地点における COD75% 値の最大値の推移

図 5-14(2) 備讃瀬戸における COD75% 値の最大値の推移

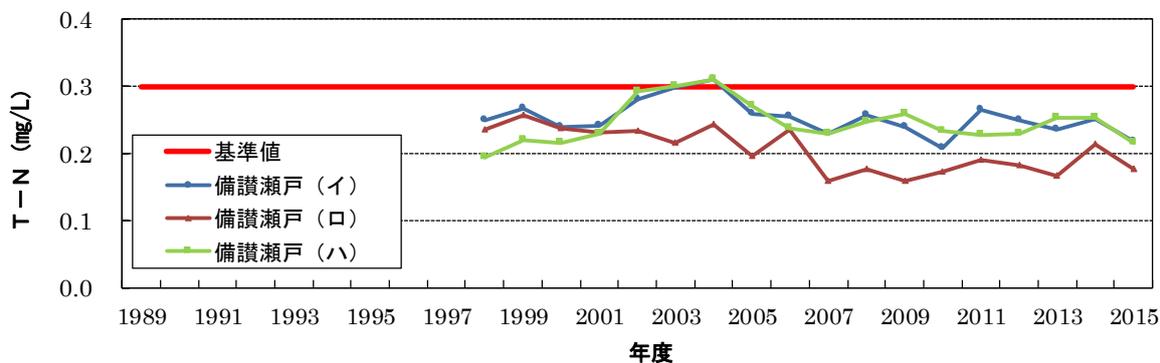
[Ⅱ類型水域(岡山県)]



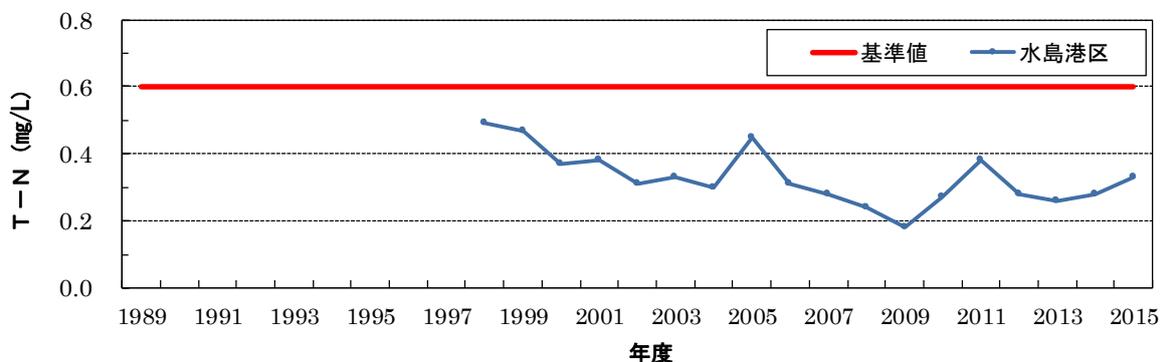
[Ⅱ類型水域(広島県)]



[Ⅱ類型水域(香川県)]



[Ⅲ類型水域(岡山県)]



注) 複数の府県にまたがる水域については、いずれの府県のグラフにもデータを掲載した。

図 5-15(1) 備讃瀬戸における TN の年度平均値の推移

[IV類型水域(広島県)]

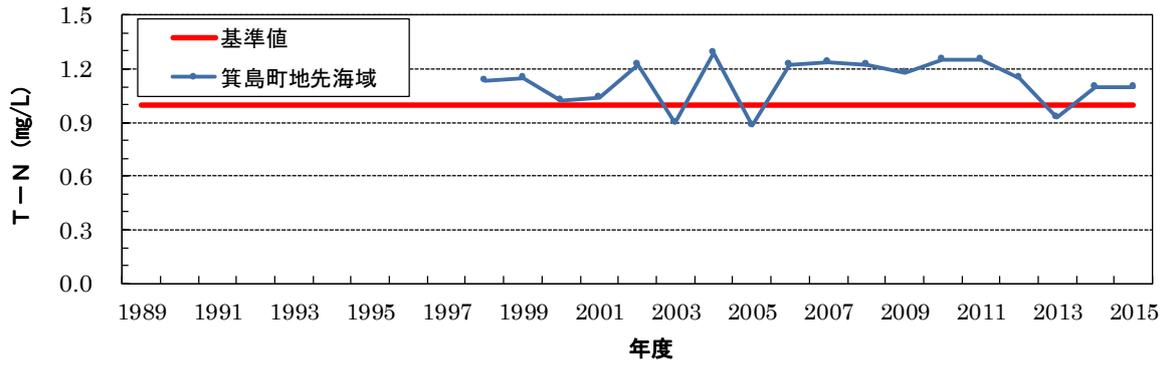
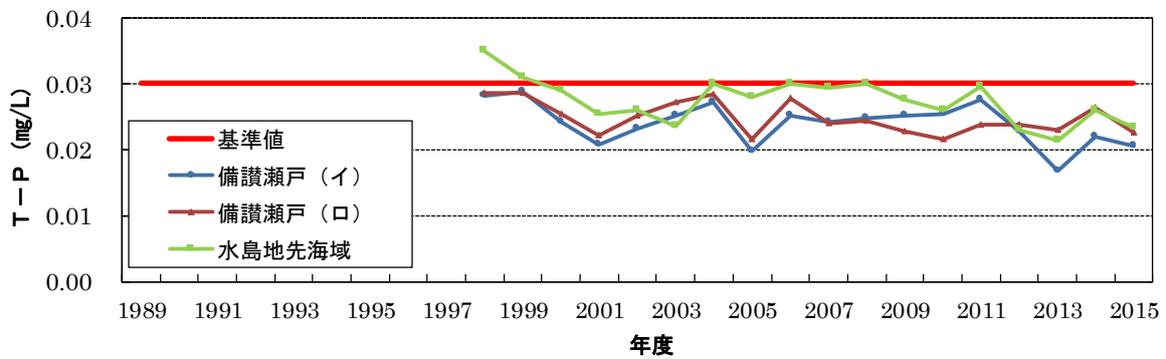
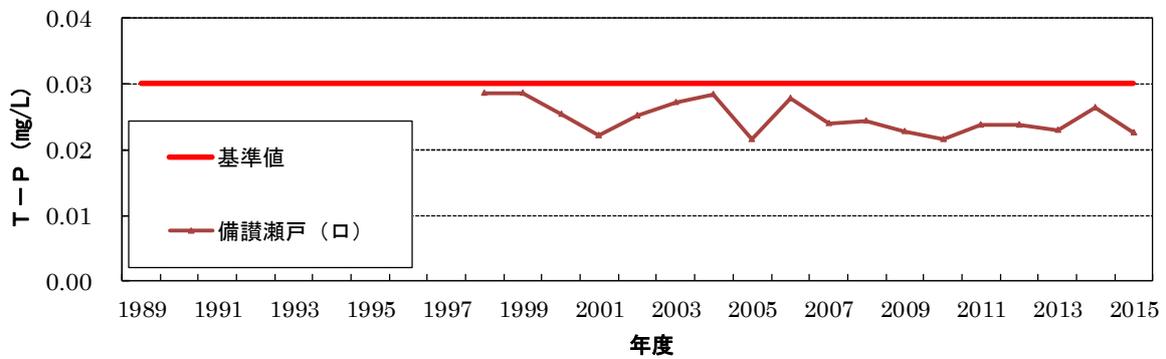


図 5-15(2) 備讃瀬戸における TN の年度平均値の推移

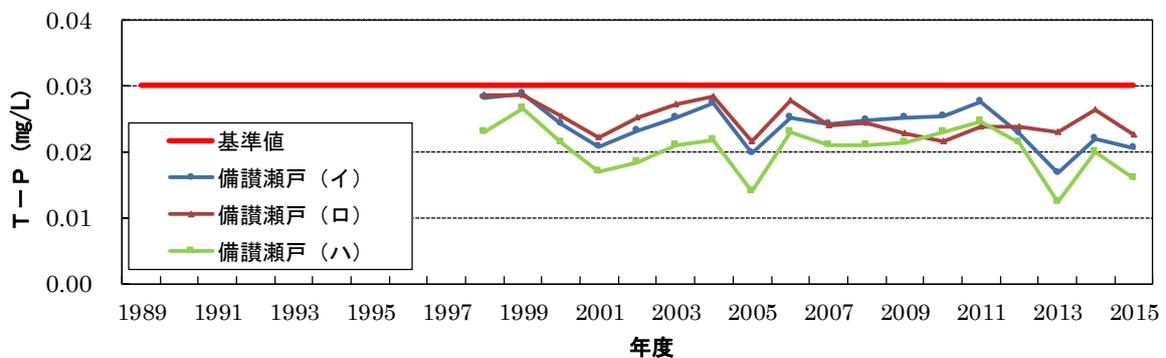
[II類型水域(岡山県)]



[II類型水域(広島県)]



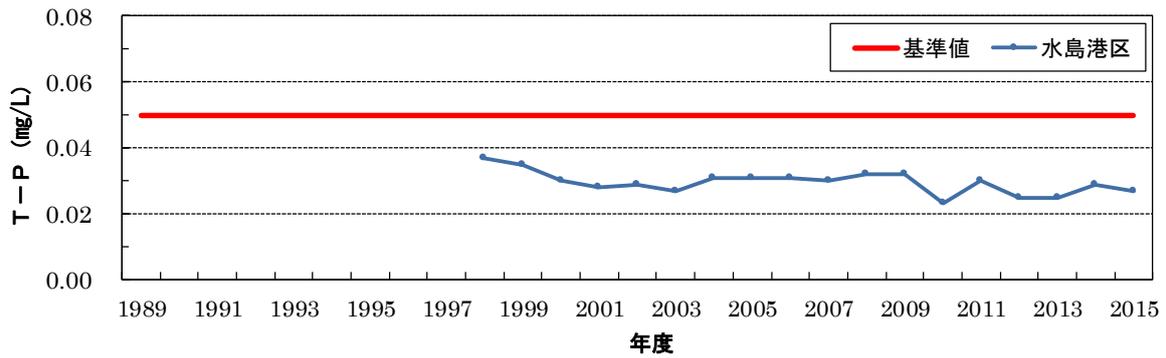
[II類型水域(香川県)]



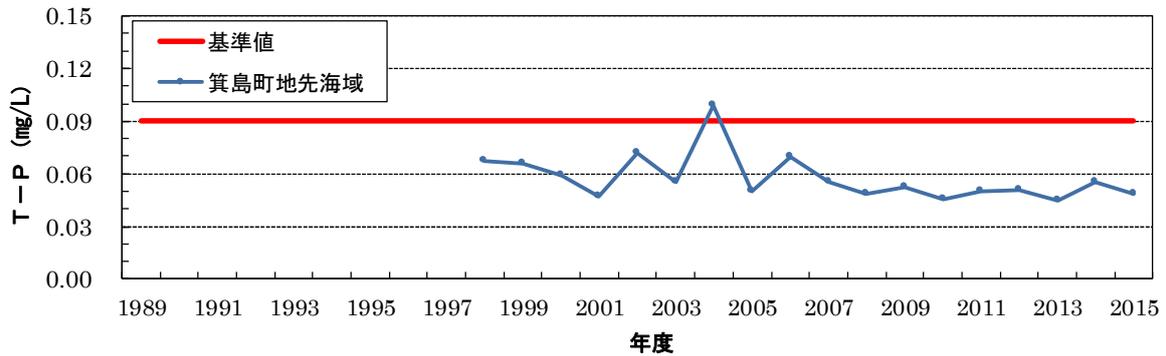
注) 複数の府県にまたがる水域については、いずれの府県のグラフにもデータを掲載した。

図 5-16(1) 備讃瀬戸における TP の年度平均値の推移

[Ⅲ類型水域(岡山県)]



[Ⅳ類型水域(広島県)]



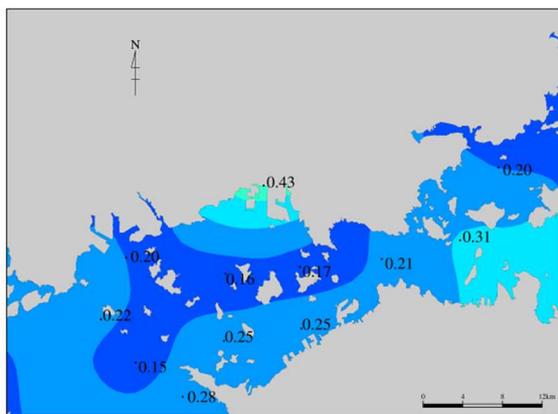
注) 複数の府県にまたがる水域については、いずれの府県のグラフにもデータを掲載した。

図 5-16(2) 備讃瀬戸における TP の年度平均値の推移

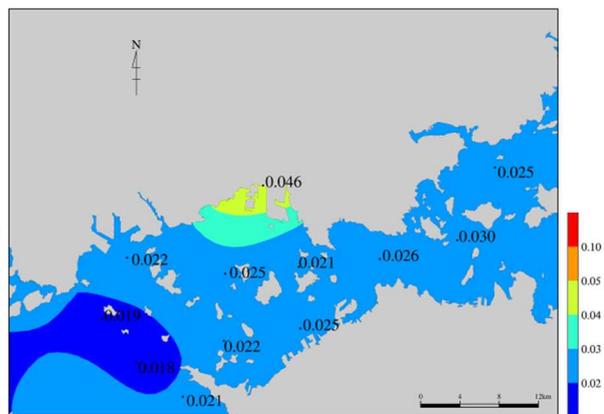
2) 備讃瀬戸の栄養塩類の現状

備讃瀬戸の TN、TP 濃度の分布は図 5-17 に示すとおりであり、TN、TP ともに高梁川河口で高く、西部海域及び中央部海域で低い傾向を示している。

[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 5-17 備讃瀬戸における上層の 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。沿岸域及び沖合域における上層の窒素・りんの年度平均値の推移を図 5-19 に示す。

沿岸域では、TN 及び TP の年度平均値は有意な変化傾向がみられない。DIN の年度平均値は 1972～1983 年度までは低下傾向がみられ、DIP の年度平均値は 1972～1975 年度までは上昇傾向、1975～1983 年度までは低下傾向がみられる。

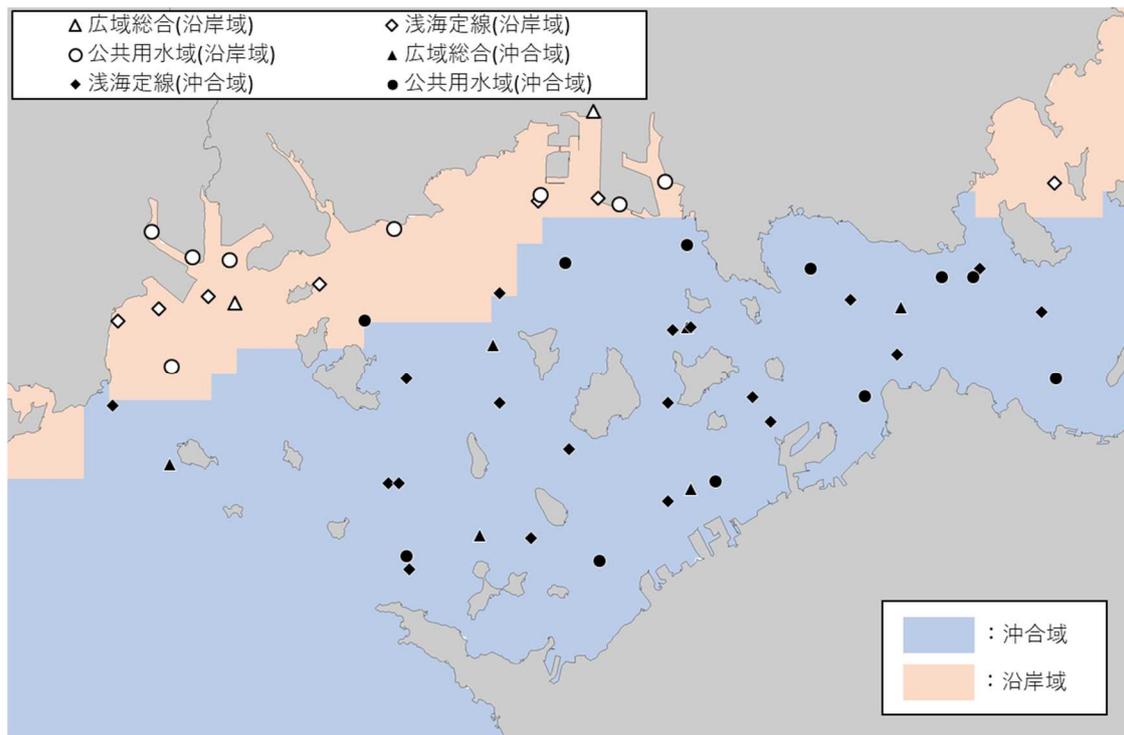
沖合域では、TN、TP 及び DIP の年度平均値は有意な変化傾向がみられない。DIN の年度平均値は 1972～1983 年度までは低下傾向、それ以降は有意な変化傾向はみられない。

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 5-20 に示す。

DIN は夏季と冬季を比べるとおおむね同程度であり、沿岸域、沖合域ともに低下傾向を示している。

DIP は夏季は沿岸域、沖合域ともに 1970 年代中頃に高い値を示し、冬季は沖合域で低下傾向を示している。

クロロフィル a は夏季の沿岸域で高い傾向を示している。



- 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、備讃瀬戸は沿岸域の面積が 23%、沖合域の面積が 77%で構成され、東部海域が沿岸域に、西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。

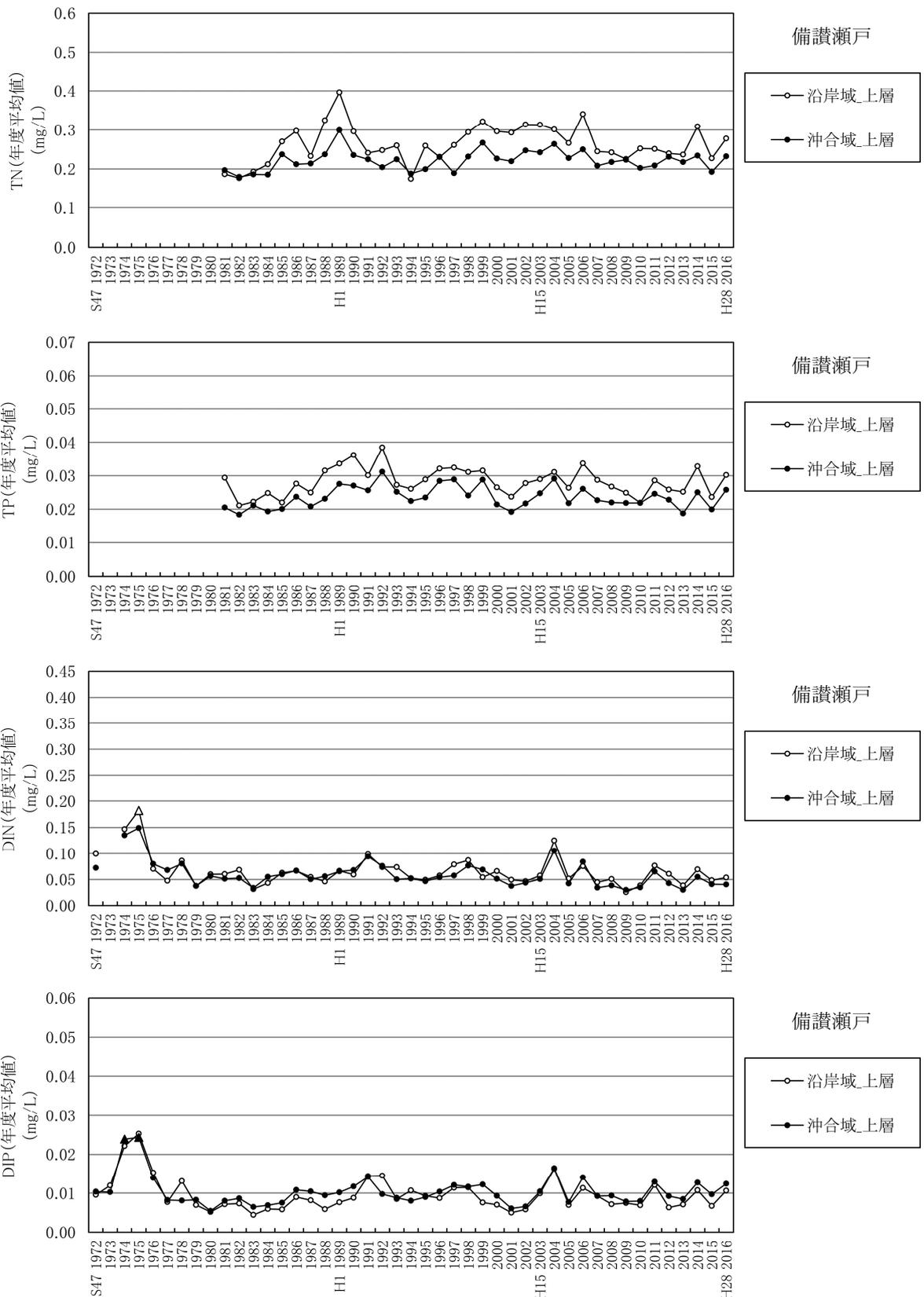
図 5-18 備讃瀬戸における海域区分及び調査地点

表 5-3 備讃瀬戸の水質変化傾向

備讃瀬戸	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	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	-
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～:有意な変化傾向なし [全期間:有意な変化傾向なし]	-	～1975:有意な変化傾向なし 1975～1979:低下 1979～:有意な変化傾向なし [全期間:低下]	-0.0010 mg/L/年	～1983:有意な変化傾向なし 1983～1989:上昇 1989～2010:低下 2010～:有意な変化傾向なし [全期間:低下]	-0.0008 mg/L/年
	沖合域	～1983:低下 1983～:有意な変化傾向なし [全期間:低下]	-0.0009 mg/L/年	低下	-0.0008 mg/L/年	～1979:有意な変化傾向なし 1979～1989:上昇 1989～:低下 [全期間:低下]	-0.0010 mg/L/年
DIP (上層)	沿岸域	～1975:上昇 1975～1983:低下 1983～:有意な変化傾向なし [全期間:有意な変化傾向なし]	-	～1985:低下 1985～:有意な変化傾向なし [全期間:低下]	-0.0002 mg/L/年	～1975:有意な変化傾向なし 1975～1986:低下 1986～:有意な変化傾向なし [全期間:低下]	-0.0001 mg/L/年
	沖合域	有意な変化傾向なし	-	～1983:低下 1983～2004:上昇 2004～:有意な変化傾向なし [全期間:有意な変化傾向なし]	-	低下	-0.0001 mg/L/年

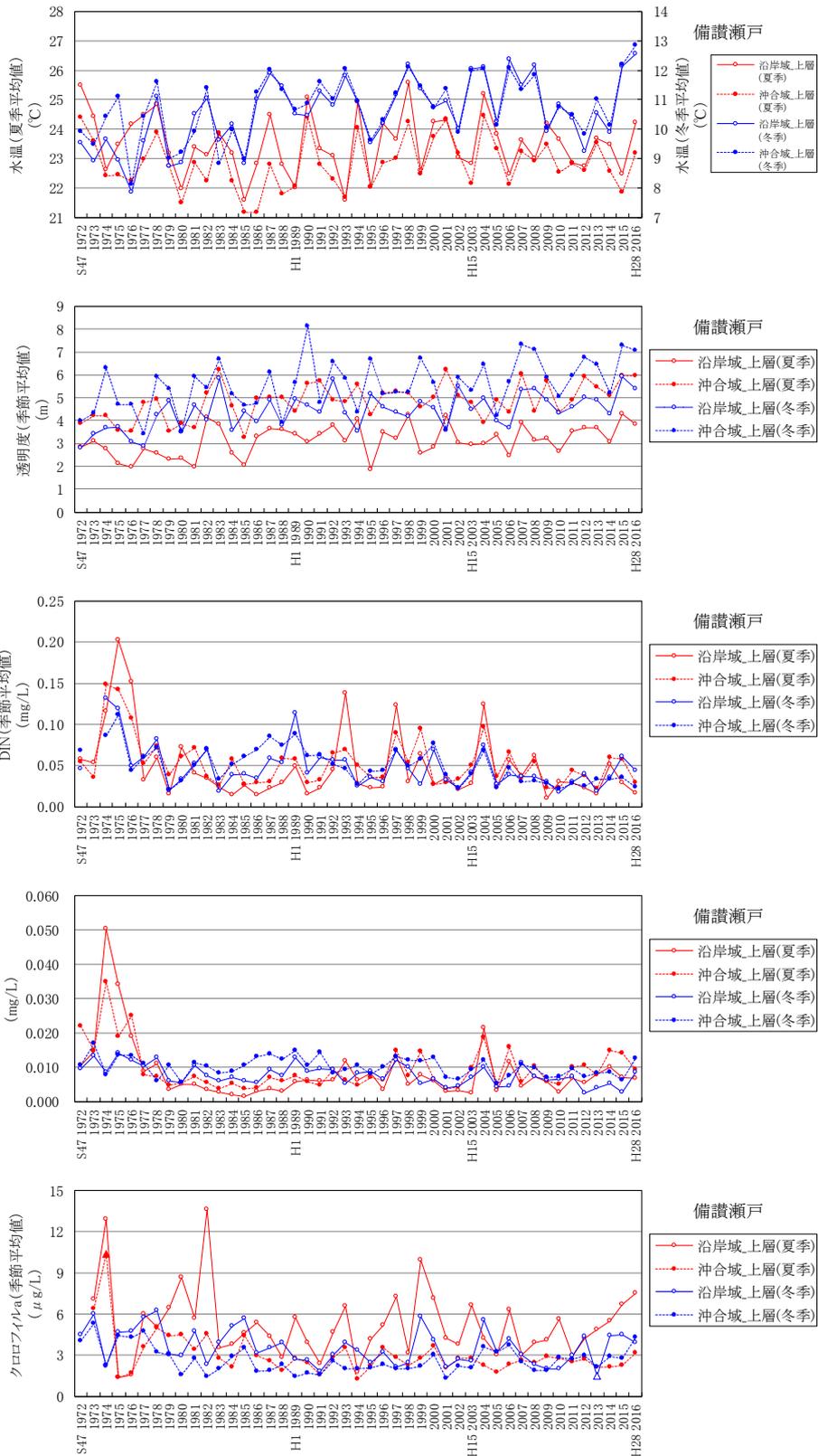
注) 1.危険率 5%で有意な変化傾向について「上昇」「低下」と記載した。また、5カ年移動平均値と回帰曲線の残差等を用いた手法により変曲点が抽出された場合には、変曲点で区分した期間毎に変化傾向の評価を行った。

2.夏季は6～8月、冬季は12～2月



注) 図中の△、▲は表 5-3 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(岡山県・広島県・香川県)より作成

図 5-19 備讃瀬戸における TN、TP、DIN、DIP の推移(年度平均値)



注) 図中の△、▲は表5-3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)及び浅海定線調査結果(岡山県・広島県・香川県)より作成

図 5-20 備讃瀬戸における水温、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)

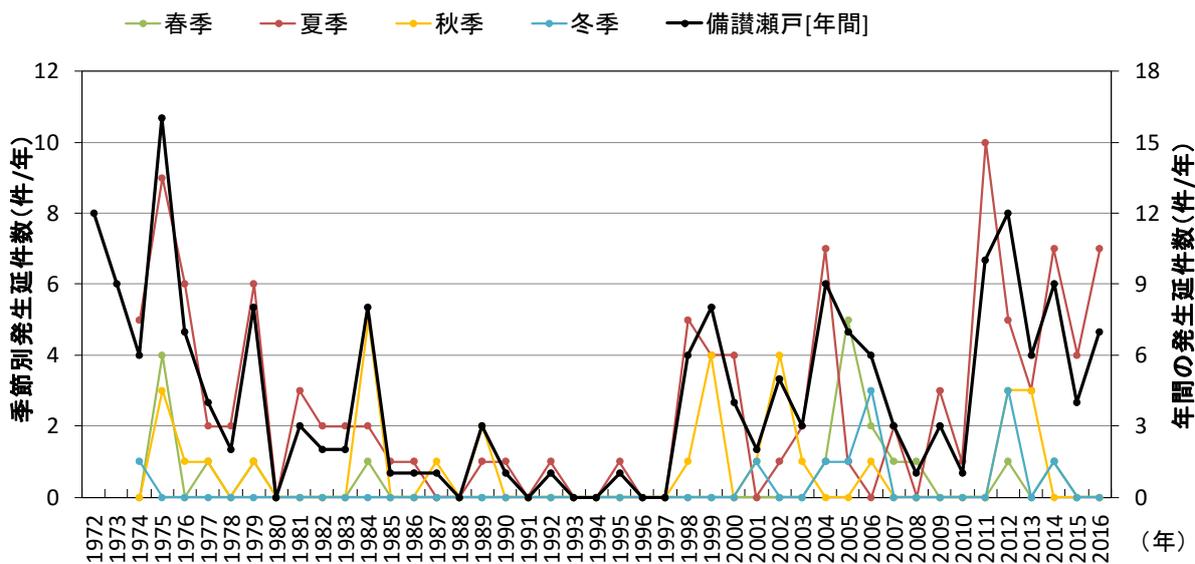
(2) 赤潮－整理項目⑨

1) 赤潮の発生延件数

備讃瀬戸における赤潮の発生延件数の推移は図 5-21 に示すとおりであり、年間の発生延件数は、1975 年に最大値(16 件)を示した後、1998 年頃にかけて減少した後、1997 年頃まで横ばいで推移し、その後増加傾向を示している。

季節ごとの発生延件数をみると、夏季の件数が最も多く、1975 年にピーク(9 件)を示した後、1988 年頃にかけて減少している。その後、1997 年頃まで横ばいで推移し、近年は増加傾向を示している。また、春季、秋季及び冬季においても、近年は赤潮発生延件数が 1990 年代前半に比べて多い傾向を示している。

近年(2010～2016 年)における赤潮による漁業被害は、2012 年の冬季～春季に中央～東部海域で *Eucampia*(ユーカンピア)属による養殖ノリの色落ち、2011～2012、2016 年の夏季に東部海域や北西部海域で *Chattonella*(シャトネラ)属、*Heterosigma*(ヘテロシグマ)属、*Karenia*(カレニア)属による養殖魚介類、蓄養魚介類及び天然魚介類のへい死が発生している。³



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 5-21 備讃瀬戸における季節別の赤潮発生延件数の推移

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 2014 年における各月の赤潮発生図を図 5-22 に示す。

2014 年における備讃瀬戸の赤潮は、発生件数が 8 件*で 2～3 月は南東～東部、6～11 月は主に北西部で発生している。

赤潮の発生状況は年によって異なるものの、近年における赤潮の発生は北西部及び南西～東部海域で発生している。

※ここで示した発生件数は実件数であり、前述の図 5-21 で示した延件数とは異なる。

1 月 赤潮なし	2 月 	3 月 	4 月 赤潮なし
5 月 赤潮なし	6 月 	7 月 	8 月 
9 月 	10 月 	11 月 	12 月 赤潮なし

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

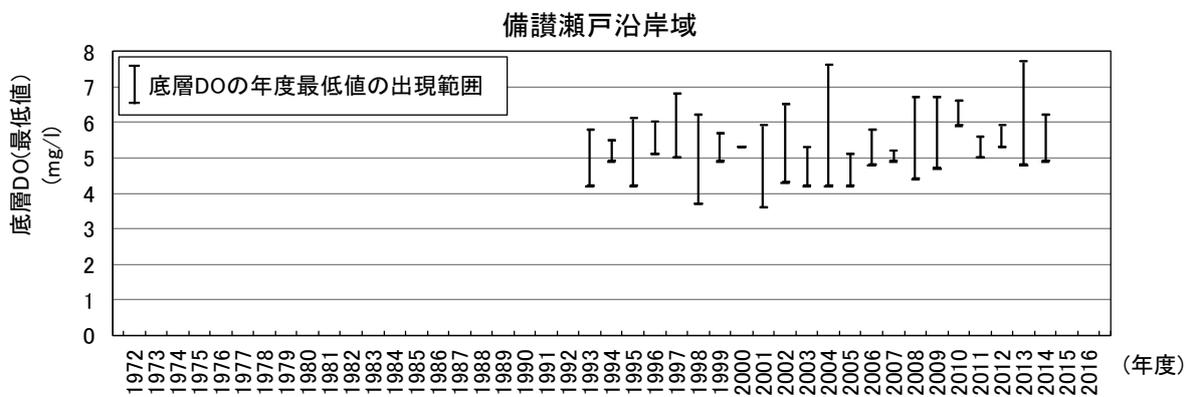
図 5-22 2014 年の備讃瀬戸における赤潮発生状況

(3) 底層 DO—整理項目⑩

1) 貧酸素水塊の発生状況

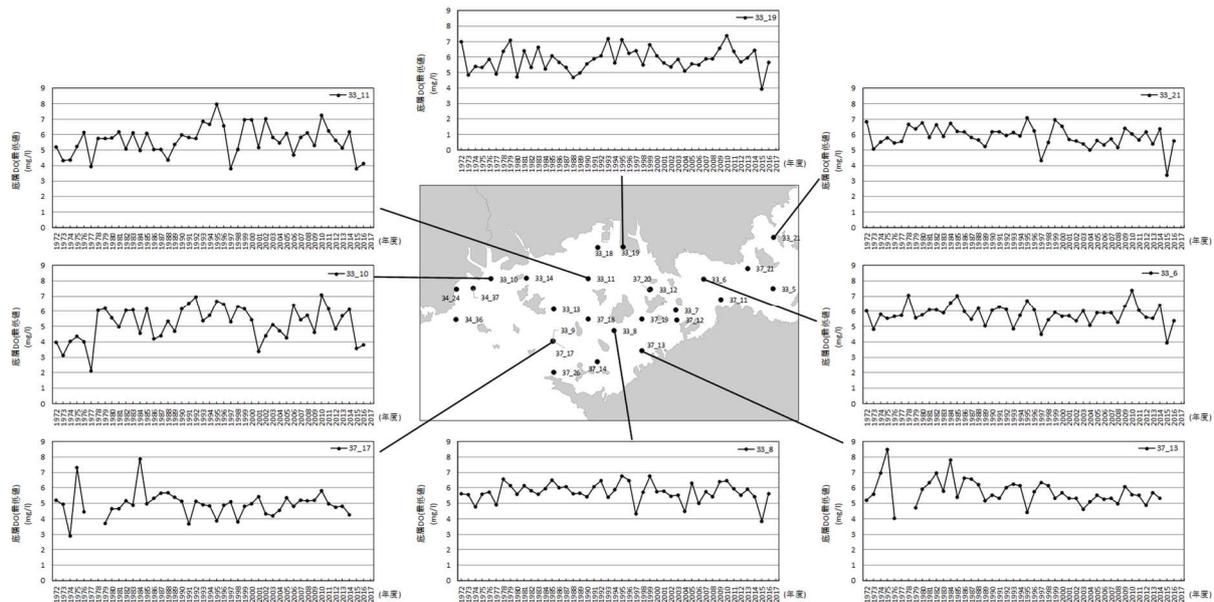
海域区分(前述の図 5-18 に示した沿岸域及び沖合域)ごとの底層 DO(年度最低値)の出現範囲の推移を図 5-23 に、浅海定線調査による底層 DO の推移を図 5-24 に示す。

備讃瀬戸では、底層 DO はおおむね 4mg/L 以上で推移している。



出典) 公共用水域水質測定調査結果(環境省)より作成

図 5-23 公共用水域水質測定地点及び底層 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(岡山県・広島県・香川県)より作成

図 5-24 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

備讃瀬戸における泥分率及び TOC の分布をそれぞれ図 5-25①及び②に示す。

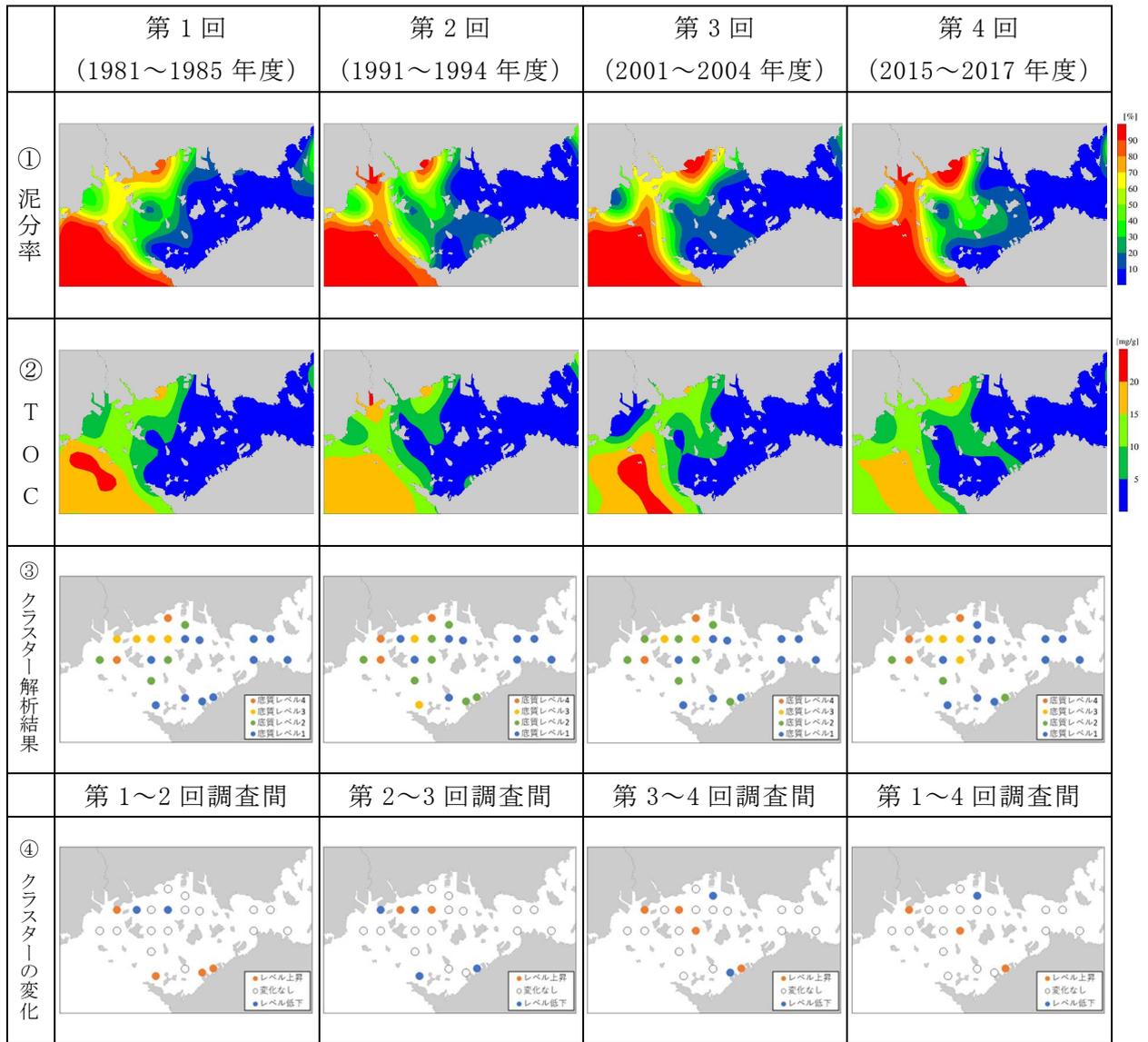
泥分率については、北西部海域で高い傾向を示しているが、その他の海域では広い範囲で 50%以下である。北西部海域では第 1 回から第 3 回にかけて上昇傾向がみられるが、東部海域では大きな変化はみられない。

TOC については、泥分率と同様に北西部海域で比較的高い傾向を示しているが、その他の海域では広い範囲で 5mg/g 以下である。経年的には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 5-26 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 5-25③及び④に示す。

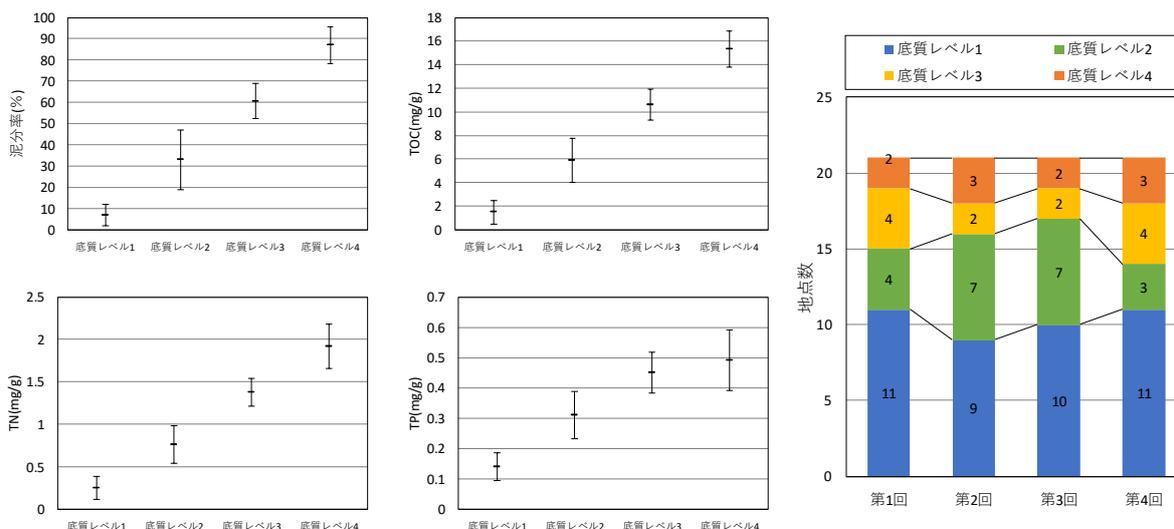
各底質レベルでの底質の平均値によると、高い底質レベルほど有機物量が多いことを示している。各底質レベルの地点数の変化をみると、第 3~4 回調査間で底質レベル 3、4 の地点数がわずかに増加している。

底質レベルが変化した地点の分布をみると、第 1~4 回調査間では底質レベルが変化する地点は少ない。



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 5-25 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 5-26 各底質レベルでの底質の平均値

(5) 底生生物—整理項目⑫

備讃瀬戸における底生生物の種類数、個体数の分布をそれぞれ図 5-27①及び②に示す。

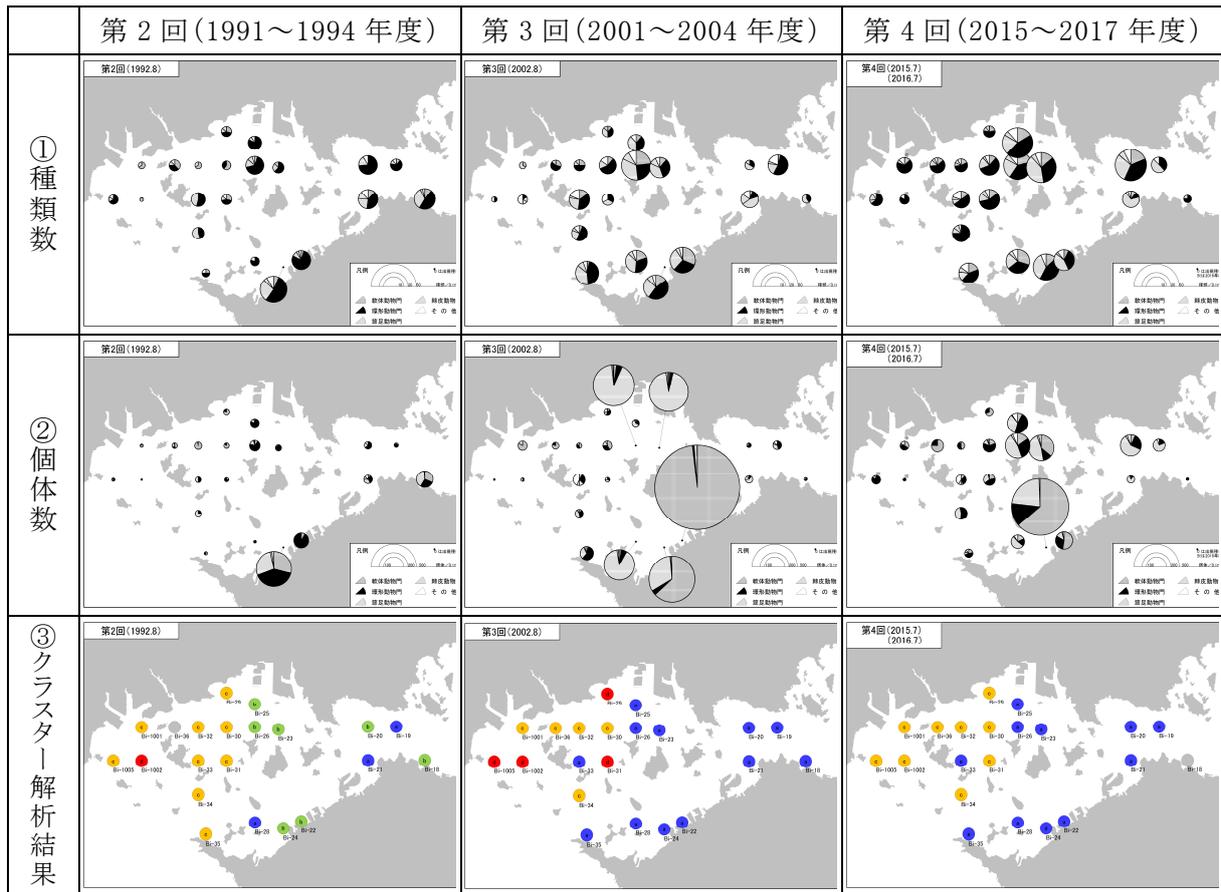
種類数は、各調査回ともに東部、中央部及び南部海域でおおむね 10～20 種類以上と多く、北西部海域ではおおむね 10 種類以下と少ない分布傾向を示している。北～中央部海域を中心には第 2 回から第 4 回にかけて増加している。

個体数は、中央部から南部海域で多く、西部海域で少ない分布傾向を示している。北～中央部海域を中心に第 2 回から第 4 回にかけて増加傾向がみられる。また、中央部及び南部海域では第 2 回から第 3 回にかけて大きく増加している。

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 5-4 に、クラスターの分布を図 5-27③に示す。

備讃瀬戸では、いずれの調査回も東部と西部にクラスターが分かれる結果を示している。

東部はおおむねクラスターbとクラスターaに属し、西部に比べて種類数、多様度指数 H' が高い結果を示している。また、西部は、第 2 回から第 4 回にかけて東部のクラスターに比べて種類数、多様度指数 H' が低いクラスターcに属する地点が多い。



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 5-27 クラスタ解析結果及び種類数、個体数の水平分布

表 5-4 クラスタ毎の底質・優占種等(備讃瀬戸)

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	3	12	11	3.173	30.8	511.2	1.7	8.8	78.4	0.02	ホトギスガイ(52.41%) フクロソガメ(15.30%) クダオソコエビ(7.71%)	Glycera sp.(19地点) クダオソコエビ(18地点) Gammaropsis sp.(17地点) 紐形動物門(17地点)
b	7	0	0	3.065	23.3	187.3	2.7	10.4	68.4	0.00	Aonides sp.(26.77%) アザリ(22.27%) クダオソコエビ(13.50%)	Aonides sp.(16地点) Chaetozone sp.(12地点) イトゴカイ科(12地点)
c	9	5	9	2.387	11.0	40.2	9.5	58.2	41.3	0.09	シズクガイ(30.41%) ドロココエビ(10.50%) カタマガリギボシシノメ(5.30%)	シズクガイ(15地点) Glycera sp.(12地点) イカリナマコ科(11地点)
d	1	4	0	1.809	5.2	11.2	12.2	64.4	34.9	0.08	Heteromastus sp.(16.07%) イカリナマコ科(16.07%) ヨコナガモドキ(16.07%)	Sigambura tentaculata(16地点) ヨコナガモドキ(12地点) ギボシムシ目(12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。

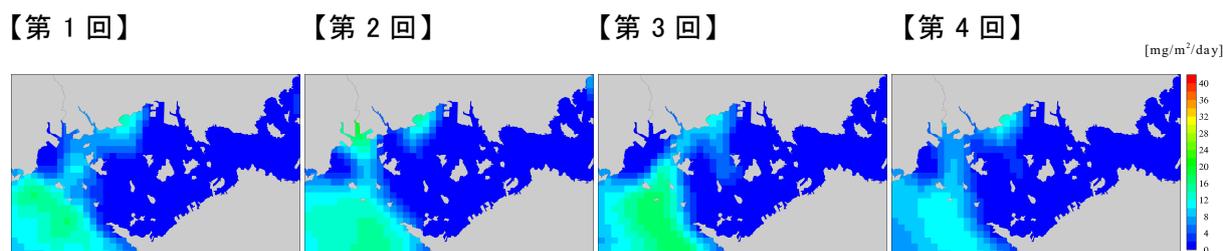
(6) 底質からの栄養塩類の溶出量－整理項目⑬

備讃瀬戸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 5-28、図 5-29 に、各調査回の溶出量と 2014 年度の発生負荷量の比較を図 5-30 に示す

窒素溶出量については、北西部海域で多い分布傾向を示しており、北西部海域で減少傾向がみられる。

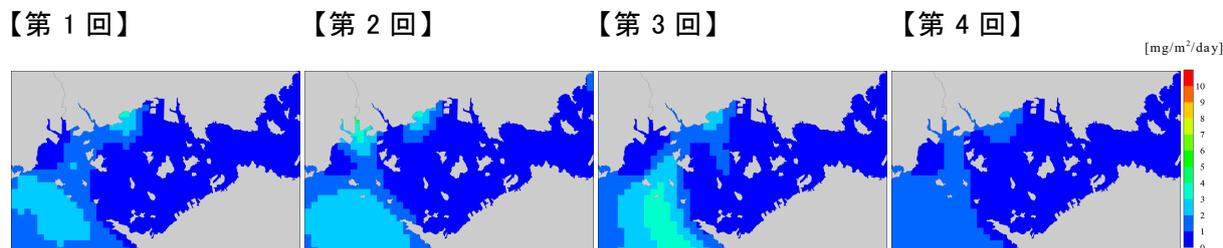
りん溶出量は、窒素と同様に北西部海域で多い分布傾向を示しており、北西部海域で減少傾向がみられる。

備讃瀬戸における溶出量は、窒素、りんともに 2014 年度発生負荷量と比べて小さい値を示している。



出典) 1981～1985 年度、1991～1994 年度、2001～2004 年度及び 2015 年度の広域総合水質調査結果(環境省)、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(環境省)により算定

図 5-28 備讃瀬戸における窒素溶出量(年平均値)の状況



出典) 1981～1985 年度、1991～1994 年度、2001～2004 年度及び 2015 年度の広域総合水質調査結果(環境省)、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(環境省)により算定

図 5-29 備讃瀬戸におけるりん溶出量(年平均値)の状況

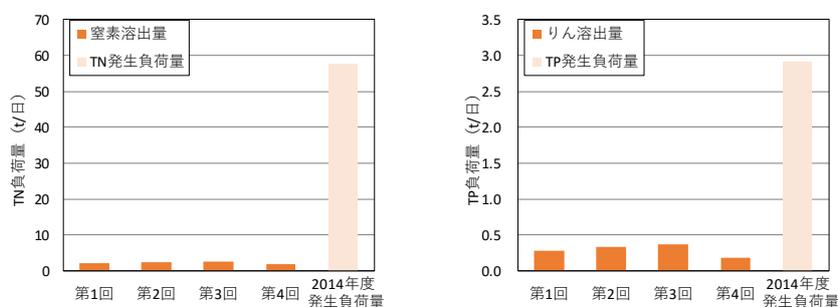


図 5-30 備讃瀬戸における各調査回の溶出量と 2014 年度発生負荷量との比較

5-3 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・灘区分による備讃瀬戸における食性ごと、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5-31に示す。

備讃瀬戸の漁獲量は、1960年代から増減を繰り返して1980年に最大値に達した後、1984年にかけて急減し、その後徐々に減少している。1970年代、1980年代の漁獲量の大半は内海型のイカナゴであり、漁獲量の変動はイカナゴの変動による影響が大きい。その他、タコ類、カレイ類、エビ類などの内海型の魚類による漁獲量が占めている。1980年代以降の漁獲量の減少は、海砂利採取がイカナゴ資源にとってマイナスに作用した可能性¹⁷が指摘されている。タコ類は1985年にかけて減少し、その後増加し2002年に最大値、2008年にピークを示した後、減少している。また、カレイ類は2005年まで横ばいの後、減少している。エビ類は1978年以降、減少し続けている。

2) 海面養殖収穫量の変化状況

備讃瀬戸における区画漁業権の設定状況を図5-32に示す。備讃瀬戸では北西部海域でノリ類の養殖が多く、南西部海域ではカキ類やその他の貝類の養殖及び魚類が多い。東部海域では沿岸部にワカメ類やその他の藻類が多く、島嶼部に魚類が多い。

【岡山県(播磨灘を含む)】

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。

【広島県(備後灘・燧灘・安芸灘・広島湾を含む)】

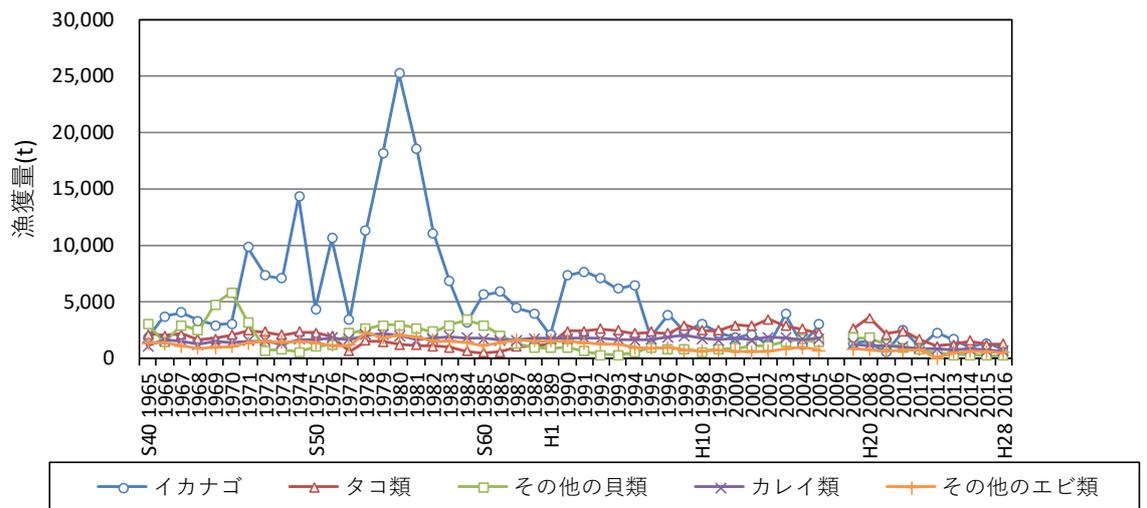
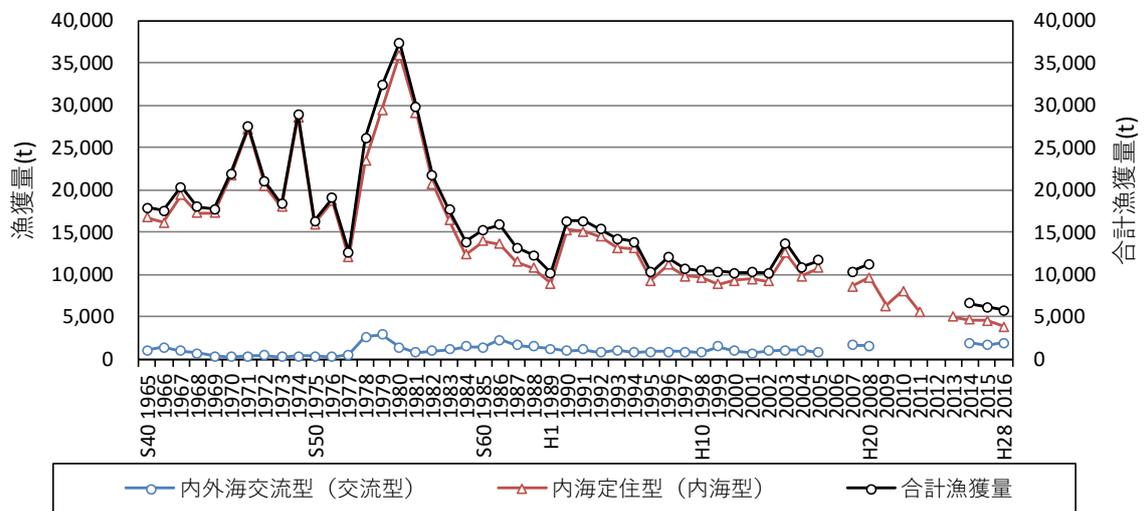
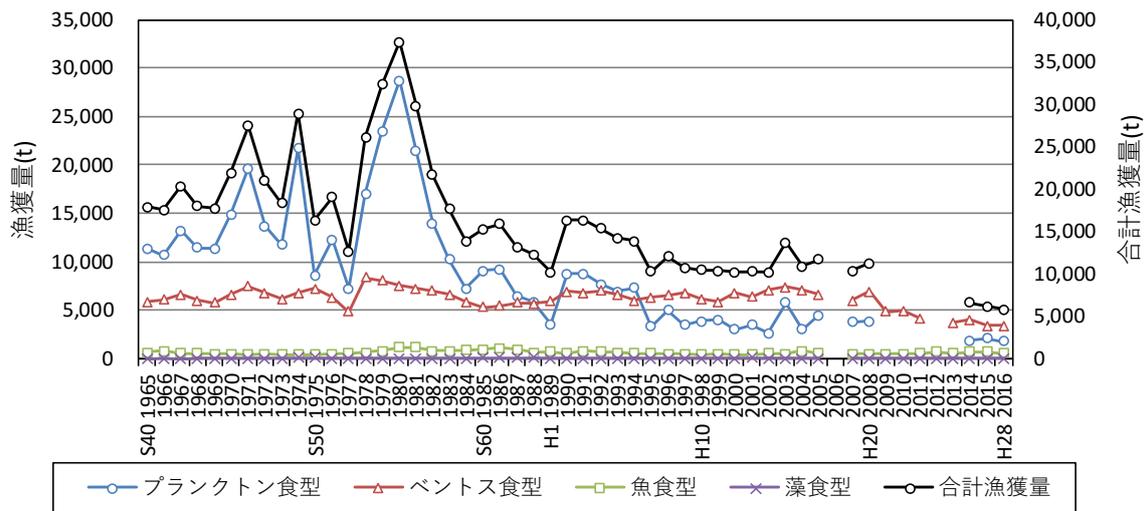
広島県の養殖収穫量は、1970年代後半以降増加し、1988年に最大値を示した後、1990年代後半にかけて減少し、2000年以降は横ばいで推移している。カキ類は収穫の多くを占めており、収穫量の変動はカキ類の影響が大きい。ノリ類は1970年代後半に増加した後、1990年代に減少し、その後は横ばいで推移している。また、備讃瀬戸ではノリの色落ちの発生も報告されている¹⁸。

【香川県(播磨灘・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¹²。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。

¹⁷ 山本昌幸・大美博昭・宮原一隆(2012):瀬戸内海における沿岸性主要資源の漁獲変動. 水産海洋学会大会要旨集, 15-16.

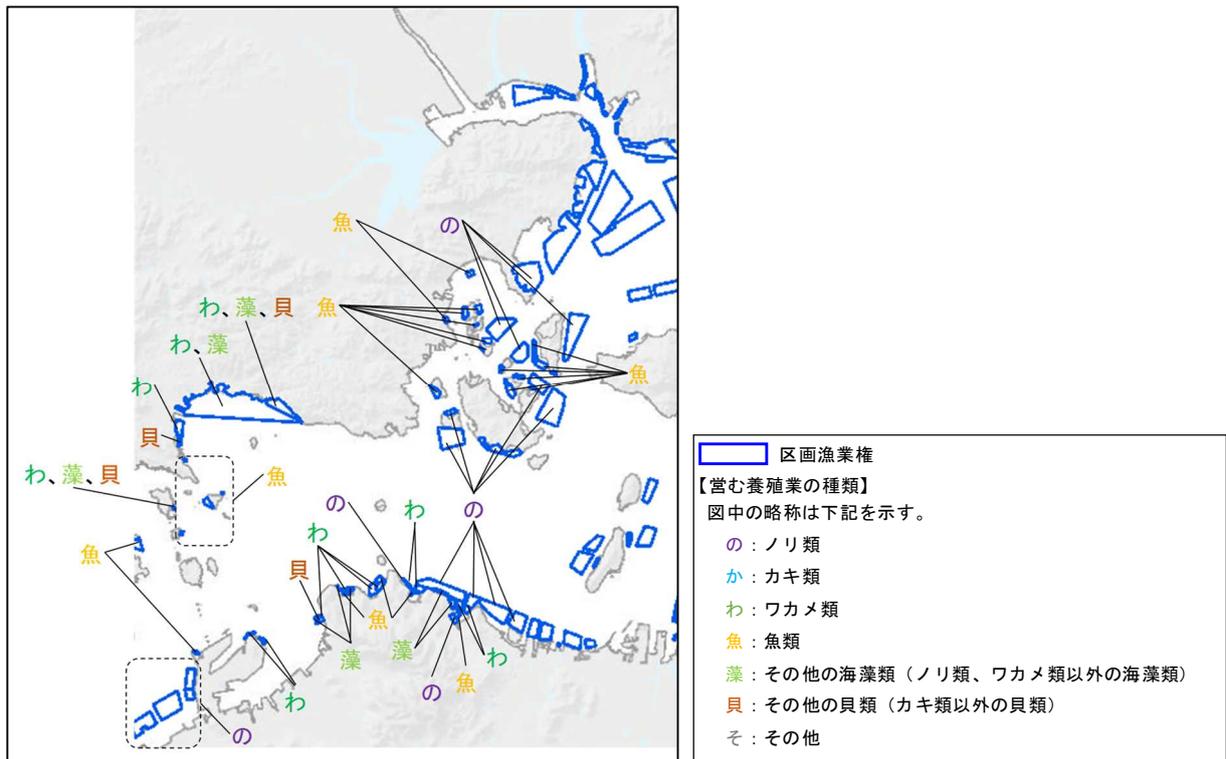
¹⁸ 広島県(2018):第12回瀬戸内海環境保全小委員会資料.



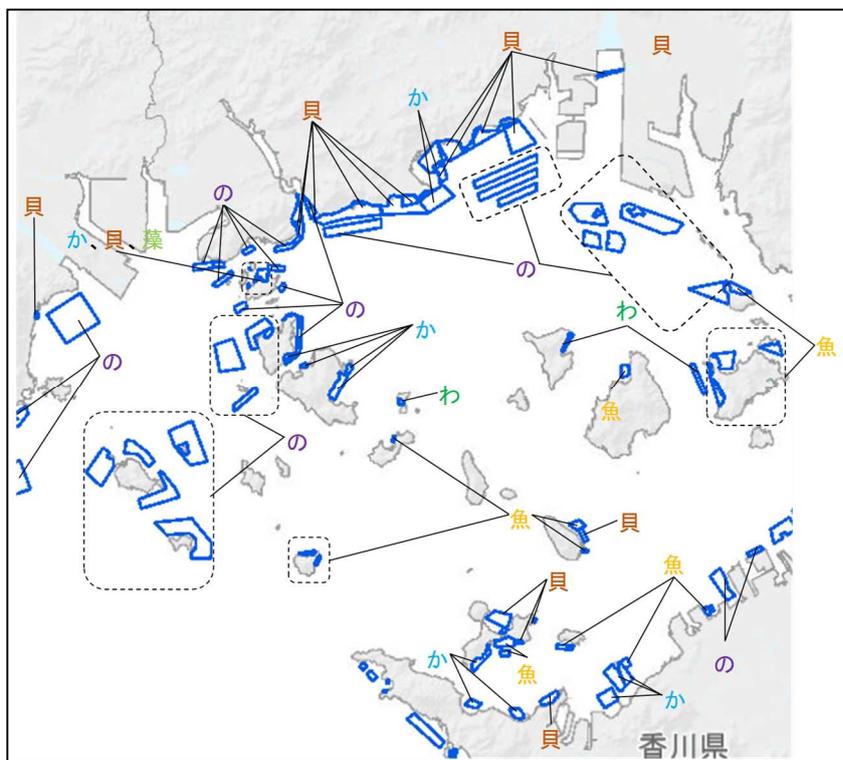
注) 水産庁による瀬戸内海の湾・灘区分に基づく。
出典) 水産庁資料により作成

図 5-31 備讃瀬戸における漁獲量の推移

[備讃瀬戸東部]



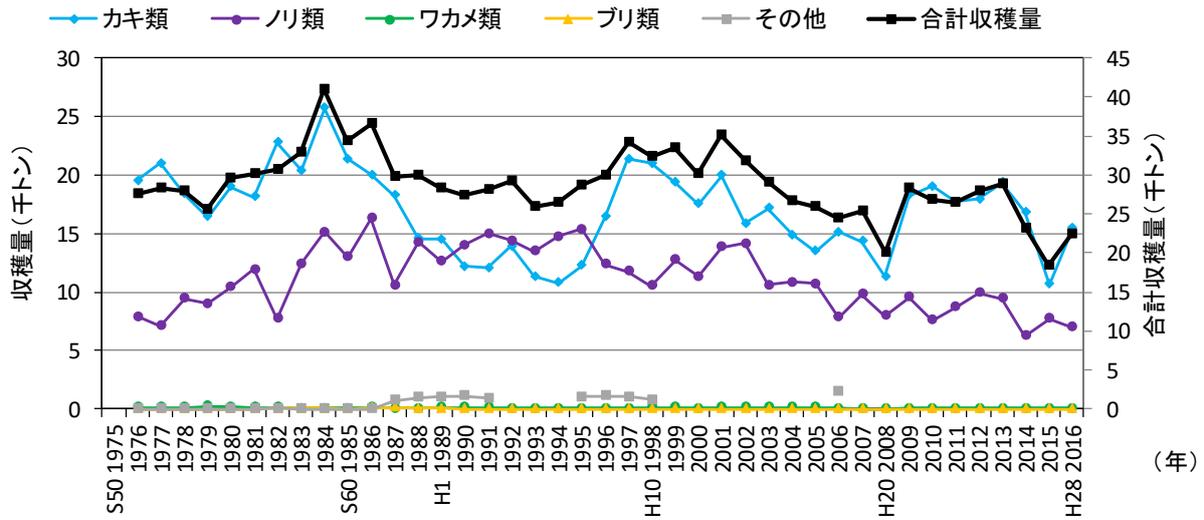
[備讃瀬戸西部]



出典) 海洋台帳 (海上保安庁) により作成

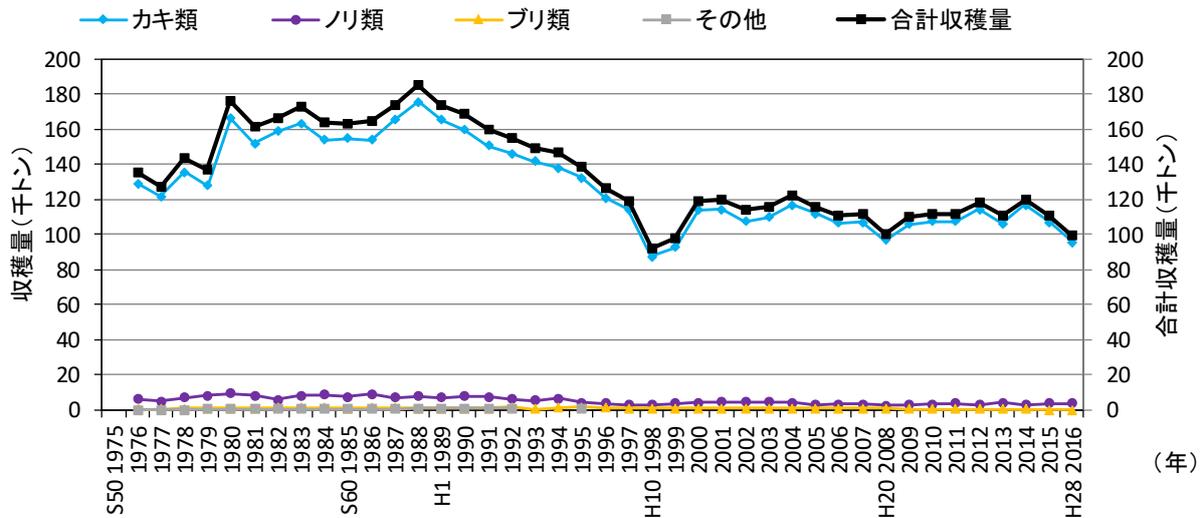
図 5-32 備讃瀬戸における区画漁業権の設定状況

【岡山県(播磨灘を含む)】



- 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. 播磨灘の収穫量を含む。

【広島県(備後灘・燧灘・安芸灘・広島湾を含む)】

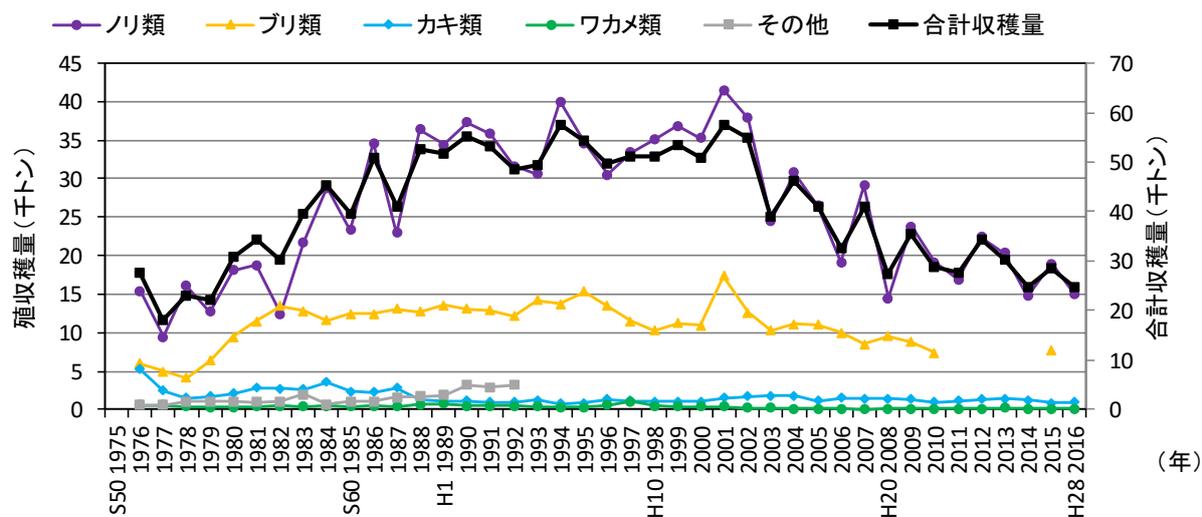


- 注) 1. その他の養殖物は 1993～1994 年、1996～2016 年に一部秘匿が含まれるため図中から除いた。
 2. 備後灘、燧灘、安芸灘、広島湾の収穫量を含む。
 3. カキ類は主に広島湾で収穫されている。また、魚類養殖は備讃瀬戸で行われていない。

出典) 1976 年:「瀬戸内海漁業灘別統計表」(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 5-33 養殖収穫量の推移(岡山県・広島県)

【香川県(播磨灘・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. 播磨灘、備後灘の収穫量を含む。

出典) 1976 年:「瀬戸内海漁業灘別統計表」(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 5-34 養殖収穫量の推移(香川県)

5-4 備讃瀬戸のまとめ

(1) 備讃瀬戸における各項目の整理

表 5-5 備讃瀬戸における各項目の整理

①地理・地形	<ul style="list-style-type: none"> ・備讃瀬戸は瀬戸内海中央部に位置し、東部で播磨灘に、西部で備後灘に接している。海域の地形は、最深部で水深 20～40m 程度であるが、平均水深は瀬戸内海の中で最も小さい。
②河川流入・流域	<ul style="list-style-type: none"> ・一級河川は、北部に高梁川と芦田川、南部に土器川がある。
③流況	<ul style="list-style-type: none"> ・西流最強時や東流最強時には、広い範囲で 2.5 ノット(約 1.3m/s)を超える強流速となる。 ・潮流は、ほぼ東西に流れ、規則正しくおおよそ 6 時間ごとに転流する。
④夏季の成層	<ul style="list-style-type: none"> ・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、流れの速い中央～東部海域では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	<ul style="list-style-type: none"> ・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・海岸の整備状況等	<ul style="list-style-type: none"> ・海岸線については、1996 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 59%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	<ul style="list-style-type: none"> ・藻場は、主に味野湾、島嶼部沿岸、香川県沿岸に多く分布している。 ・干潟は、主に味野湾、倉敷、笠岡、香川県沿岸、島嶼部に分布している。
⑧水質	<p>【環境基準の達成状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 類型の全水域及び B 類型の一部の水域で環境基準を達成していない。 ・TN はIV類型水域を除き環境基準を達成し、TP はいずれの水域も環境基準を達成している。 <p>【水質の状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・TN、TP とともに高梁川河口で高く、西部及び中央部海域で低い傾向を示している。 ・TN、TP は年度平均値に有意な変化傾向はみられない。 ・DIN、DIP はおおむね 1970 年代後半に低下傾向を示しているが、1980 年代以降は有意な変化はみられない。
⑨赤潮	<ul style="list-style-type: none"> ・赤潮の発生状況は年によって異なるものの、近年は、夏季に北西部や南西部等の沿岸部において局所的に発生することが多く、年によって中央～東部海域で冬季～春季に <i>Eucampia</i>(ユーカンピア)属の赤潮が発生することがある。 ・年間の赤潮発生延件数は、1970 年代後半から 1980 年代にかけて減少し、1990～1997 年の発生件数は 0～2 件であったが、その後増加している。 ・近年(2010～2016 年)における赤潮による漁業被害は、2012 年の冬季～春季に中央～東部海域で <i>Eucampia</i>(ユーカンピア)属による養殖ノリの色落ち、2011～2012、2016 年の夏季に東部海域や北西部海域で <i>Chattonella</i>(シヤト

	ネラ)属、 <i>Heterosigma</i> (ヘテロシグマ)属、 <i>Karenia</i> (カレニア)属による養殖魚介類、蓄養魚介類及び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 の年度最低値はおおむね 4mg/L 以上で推移している。
⑪底質	・泥分率・TOC 等の底質項目は、北西部海域で高い傾向を示しているが、その他の海域では広い範囲で泥分率が 50%以下、TOC が 5mg/g 以下と低い。
⑫底生生物	・種類数や個体数は、北西部海域で少なく、その他の海域で多い傾向を示している。 ・種類数、個体数ともに北～中央部海域を中心に増加傾向を示している。
⑬栄養塩の溶出	・北西部海域で大きい分布傾向を示しており、北西部海域では減少傾向がみられる。
⑭水産資源の状況	<ul style="list-style-type: none"> ・水産庁の湾・灘区分による備讃瀬戸の漁獲量は、1980 年に最大値に達した後、1984 年にかけて急減し、その後徐々に減少している。 ・1970 年代、1980 年代の漁獲量の大半は内海型のイカナゴであり、1980 年代以降の漁獲量の減少は、海砂利採取がイカナゴ資源にとってマイナスに作用したことが指摘されている。 ・タコ類は 1985 年にかけて減少し、その後増加しているが、2002 年に最大値、2008 年にピークを示した後、減少している。 ・カレイ類は 2005 年まで横ばいの後、減少している。 ・エビ類は 1978 年以降、減少し続けている。 ・岡山県(播磨灘を含む)の養殖収穫量は、カキ類が 1990 年代前半頃を除き最も収穫量が多くなっており、おおむね 1980 年代後半及び 2000 年代に減少している。ノリ類は 1990 年代前半にかけて横ばいで推移した後、減少している。 ・香川県(播磨灘・備後灘を含む)のノリ類の養殖収穫量は、2000 年代後半以降減少しており、ノリの色落ちの発生も報告されている。 ・広島県(備後灘・燧灘・安芸灘・広島湾を含む)のノリ養殖収穫量は、1990 年代に減少しており、備讃瀬戸ではノリの色落ちの発生も報告されている。

(2) 水環境等の状況と課題のまとめ

1) 状況と課題

- COD の環境基準達成状況は、C 類型の全ての水域で達成しているが、A 類型の全水域及び B 類型の一部の水域で達成していない。TN 及び TP の環境基準達成状況は、TN の IV 類型水域を除き環境基準を達成している。
- 陸域における全窒素・全りん の発生負荷量は経年的に減少している。海域における全窒素・全りん濃度は 1980 年代以降有意な変化傾向はみられない。また、栄養塩である DIN 及び DIP 濃度も同様に 1980 年代以降有意な変化傾向はみられない。
- 赤潮の発生件数は、1970 年代は減少傾向にあり、1980 年代後半から年間 2 件以下で推移していたが、その後増加に転じている。特に、夏季において増加の傾向がみられるとともに、少ないながらも冬季も発生している。夏季は北西部等の沿岸部において局所的に発生することが多く、冬季は年によって中央～東部海域で赤潮が発生している。
- 底層 DO の年度最低値はおおむね 4mg/L 以上で推移している。
- 底質は北西部を除き泥分率が低く、有機物量が少ない。なお、経年的には大きな変化はみられない。底生生物は北～中央部を中心に種類数や個体数の増加がみられる。
- 2012 年の冬季～春季に中央～東部海域で *Eucampia* (ユーカンピア) 属の大型珪藻赤潮の発生等に伴う養殖ノリの色落ち被害が発生している。
- 水産庁の湾・灘区分による備讃瀬戸の漁獲量は 1980 年に最大値に達した後、1985 年にかけて急減し、その後徐々に減少している。1970 年代、1980 年代の漁獲量の大半は内海型のイカナゴであり、1980 年代以降の漁獲量の減少は、海砂利採取がイカナゴ資源にとってマイナスに作用したことが指摘されている。

2) 総括

- 備讃瀬戸は、海域内に多くの島や狭小な瀬戸を有し、場所により潮流の流向・流速が異なる。平均水深は全体的に浅いが、中央部の瀬戸では深い場所もみられる。中央部は流れが速く鉛直混合が盛んで、成層が発達しにくい一方、北～北西部の沿岸域は海域の中でも流れが比較的穏やかで、かつ河川水流入の影響を受けやすく、成層が発達しやすい。
- 全体的に底質の泥分率が低く、有機物量が少ない。底生生物は北～中央部を中心に種類数や個体数の増加がみられる。底層 DO の年度最低値も比較的高い値を維持している。一方で、北西部の沿岸部は底質の泥分率が高く、有機物量が多い他、夏季に赤潮が局所的に発生している。
- 年によっては大型の珪藻赤潮が発生していること等により養殖ノリの色落ち被害が発生している。
- 漁獲量は 1980 年に最大値に達した後、1985 年にかけて急減し、漁獲量の大半をしめていた内海型のイカナゴの減少については海砂利採取による影響が指摘されている。