



気候変動影響等に係る情報収集等

有明海・八代海等における
気候変動影響、干潟生態系、社会経済情勢
に関する知見の収集・整理

令和6年10月
環境省

I. 気候変動影響

- 1 知見の収集・整理の方針など
- 2 知見の整理
 - ①これまでの変化
 - ②将来予測
 - ③適応策

II. 干潟生態系

- 1 知見の収集・整理の方針など
- 2 知見の整理
 - (1) 干潟に関する情報について
 - (2) 渡り鳥に関する情報について

III. 社会経済情勢

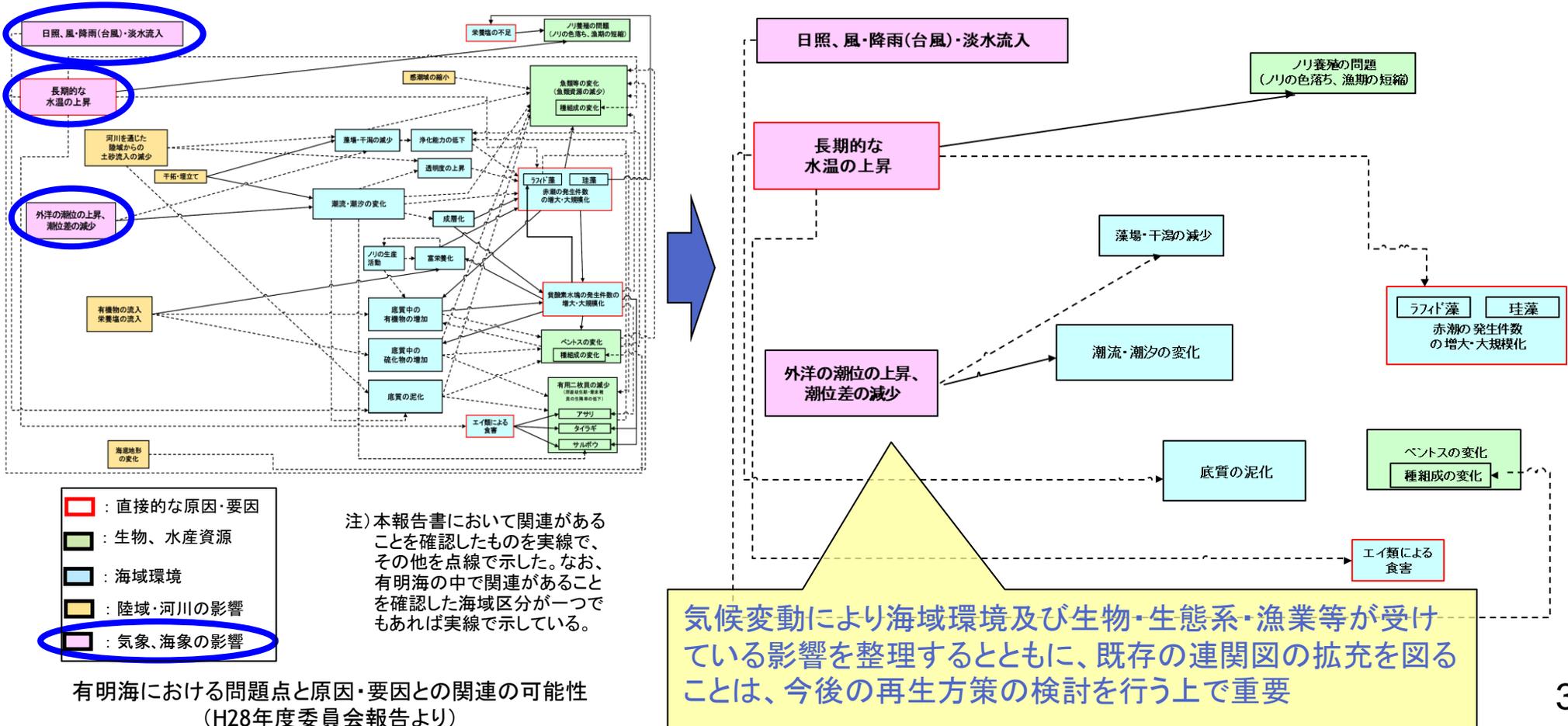
- 1 知見の収集・整理の方針など
- 2 知見の整理
 - (1) 流域人口
 - (2) 土地区分別面積
 - (3) 工業用水量
 - (4) 漁業経営体数
 - (5) 観光客数

I. 気候変動影響

- 1 知見の収集・整理の方針など
- 2 知見の整理
 - ①これまでの変化
 - ②将来予測
 - ③適応策

<背景・目的>

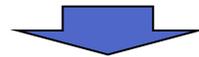
- ◆ 令和3年度中間取りまとめにて、気候変動に伴う気温や水温の上昇、豪雨やそれに伴う大規模出水等による影響が顕在化していることについて指摘
- ◆ 令和8年度委員会報告に向け、海域環境及び生物・生態系への影響を把握するとともに、**気候変動に伴う影響を踏まえた再生方策検討**のための整理等が必要



<基本方針>

- ◆有明海・八代海等の気候変動影響に係る知見の収集にあたっては、**温暖化、気温上昇、水温上昇、豪雨(大雨)、洪水、出水、渇水、高潮、潮位上昇等**のキーワードによる文献検索を行い、情報を収集・整理。
- ◆有明海・八代海等の知見の収集のほか、**日本の海域全体の気候変動影響**に関する知見を収集・整理。
- ◆有明海・八代海等の現地で**潮位・水質・底質・生物データを長期間モニタリングした調査結果**を収集・整理。
- ◆基礎的な情報である**気象データ(気温、降水量、風向・風速、日射量等)**について、有明海・八代海等の近傍に位置する気象官署における経時的なデータを収集・整理し、長期的な傾向を分析。
- ◆九州北部での近年の**豪雨の頻発等に関する研究成果等**も収集・整理。

引用 今後の情報の収集・整理・分析等の具体的内容(R5.12)



<今回の報告(第2回目)の趣旨>

- ◆ 気候変動に関する**第1回目の報告(R6.2第13回小委員会)**での意見に対する**現状の報告**及び追加で収集した文献情報等の報告
- ◆ **①これまでの変化、②将来予測**という観点に加えて、**③適応策(漁業)**の観点を追加して報告

表 気候変動影響に関する情報収集等の状況

項目		①これまでの変化		②将来予測	
		有明海・八代海等	その他海域	有明海・八代海等	その他海域
(1) 気象	気温	●	○		○
	降水量	●	○		●
	台風		○		○
	風速	●	●※2		
(2) 海域環境	海水温	●	○		●
	海面水位等	●	○	○	●
	海洋酸性化	●	○		○
	溶存酸素・成層構造	●		○	●
	水質・赤潮	●		○	
(3) 生物・生態系・漁業	底生生物群集	○※1	●※2	●	
	ノリ養殖	○※1	●※2	○	
	その他	○※1	●※2	●	

○: 第1回目等で報告する項目、 ●: 第1回目かつ第2回目で追加報告する項目

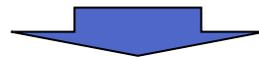
●: 第2回目において新たに報告する項目

※1 第1回目以外の海域・水産小委の報告にて情報収集

※2 第2回目では資料編に掲載

表 第1回目報告時の課題・論点整理表

項目	＜課題・論点＞
気温・降水量	<ul style="list-style-type: none"> ① 長期的なデータのある気象官署を基本とする。また、アメダスが開始された1976年のデータがある地点については、地点数を増やす。 ② 増加トレンドの有無の判断には、Mann-Kendall検定を採用する。 ③ 流域別にデータ整理を行う。 ④ (降水量について) 48時間降水量や72時間降水量等、複数の条件で整理を行い、傾向を確認する。
風速	<ul style="list-style-type: none"> ① 前回(第13回)は風向・風速・日射量は取り扱っていないため、現況の把握及び知見の収集を行う必要がある
海水温・海面水位等・海洋酸性化・溶存酸素量等	<ul style="list-style-type: none"> ① 有明海・八代海における近年のデータを確認する必要がある
生物・生態系・漁業	<ul style="list-style-type: none"> ① 生物・生態系、漁業影響に関する知見の拡充 ② 漁業分野における適応策事例の情報収集が必要



第2回目(本第15回小委)で追加報告する項目については、上記の内容を考慮

I. 気候変動影響

- 1 知見の収集・整理の方針など
- 2 知見の整理
 - ① **これまでの変化**
 - ② 将来予測
 - ③ 適応策

有明海流域における気温のこれまでの変化

◆有明海流域において、観測開始年からの気温の変化傾向は、**全ての気象官署で日平均気温が有意に上昇傾向**であり、**流域による違いはみられなかった**。

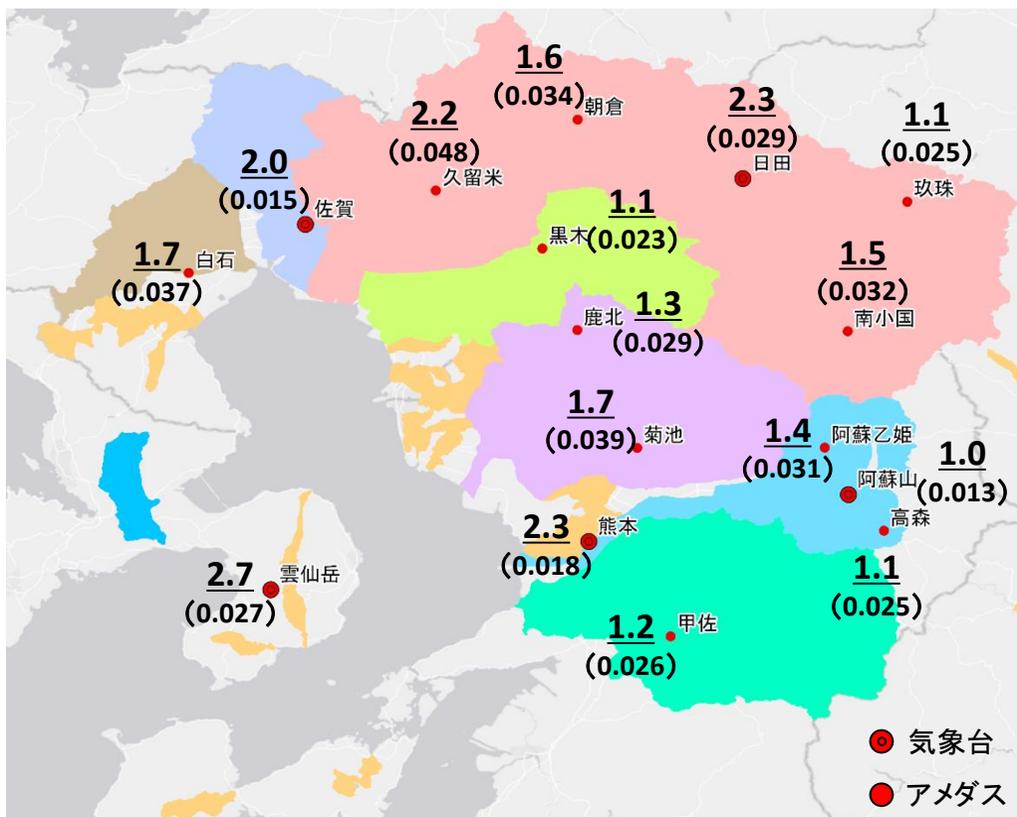


表 有明海流域の気象官署における気温の変化傾向

海域	流域	観測所	県	観測開始年	日平均気温の変化傾向	流域ごとの変化傾向	
有明海	六角川	白石	佐賀	1976	+1.7 °C/46年	+0.037°C/年	
	嘉瀬川	佐賀	佐賀	1890	+2.0 °C/132年	+0.015°C/年	
	筑後川	朝倉	福岡	福岡	1976	+1.6 °C/46年	+0.034°C/年
		久留米	福岡	福岡	1976	+2.2 °C/46年	+0.048°C/年
		日田	大分	大分	1942	+2.3 °C/80年	+0.029°C/年
		玖珠	大分	大分	1976	+1.1 °C/46年	+0.025°C/年
	南小国	熊本	熊本	1976	+1.5 °C/46年	+0.032°C/年	
	矢部川	黒木	福岡	福岡	1976	+1.1 °C/46年	+0.023°C/年
	菊池川	鹿北	熊本	熊本	1976	+1.3 °C/46年	+0.029°C/年
		菊池	熊本	熊本	1976	+1.7 °C/46年	+0.039°C/年
	白川	阿蘇乙姫	熊本	熊本	1978	+1.4 °C/44年	+0.031°C/年
		阿蘇山	熊本	熊本	1931	+1.0 °C/91年	+0.013°C/年
		高森	熊本	熊本	1976	+1.1 °C/46年	+0.025°C/年
	緑川	甲佐	熊本	熊本	1976	+1.2 °C/46年	+0.026°C/年
その他	雲仙岳	長崎	長崎	1924	+2.7 °C/98年	+0.027°C/年	
	熊本	熊本	熊本	1890	+2.3 °C/132年	+0.018°C/年	

※Mann-Kendall検定を用いて変化傾向 (Sen's slope値) を算出した。

青網掛けは、統計学的に有意 (p<0.05) であった観測所を示す。

※変化傾向について、黒字は上昇、赤字は下降を示す。

図 有明海流域における観測開始年からの気温変化 (°C/観測年数) と1年当たりの気温変化 (°C/年)

※上段の値は観測開始年からの気温変化、下段の () 内の値は1年当たりの気温変化

※黒字は上昇、赤字は下降を示す。※下線は統計的に優位な変化傾向がみられた地点を示す。

八代海流域における気温のこれまでの変化

◆八代海流域において、観測開始年からの気温の変化傾向は、**全ての気象官署で日平均気温が有意に上昇傾向であり、流域による違いはみられなかった。**

表 八代海流域の気象官署における気温の変化傾向

海域	流域	観測所	県	観測開始年	日平均気温の変化傾向		流域ごとの変化傾向
					変化傾向	変化傾向	
八代海	球磨川	八代	熊本	1976	+1.3 °C/43年	+0.029°C/年	+1.3°C/43年～ +1.6°C/43年
		人吉	熊本	1943	+1.5 °C/80年	+0.019°C/年	
		上	熊本	1976	+1.6 °C/43年	+0.037°C/年	
	その他	牛深	熊本	1950	+1.5 °C/72年	+0.021°C/年	

※Mann-Kendall検定を用いて変化傾向(Sen's slope値)を算出した。
青網掛けは、統計学的に有意(p<0.05)であった観測所を示す。
※変化傾向について、黒字は上昇、赤字は下降を示す。

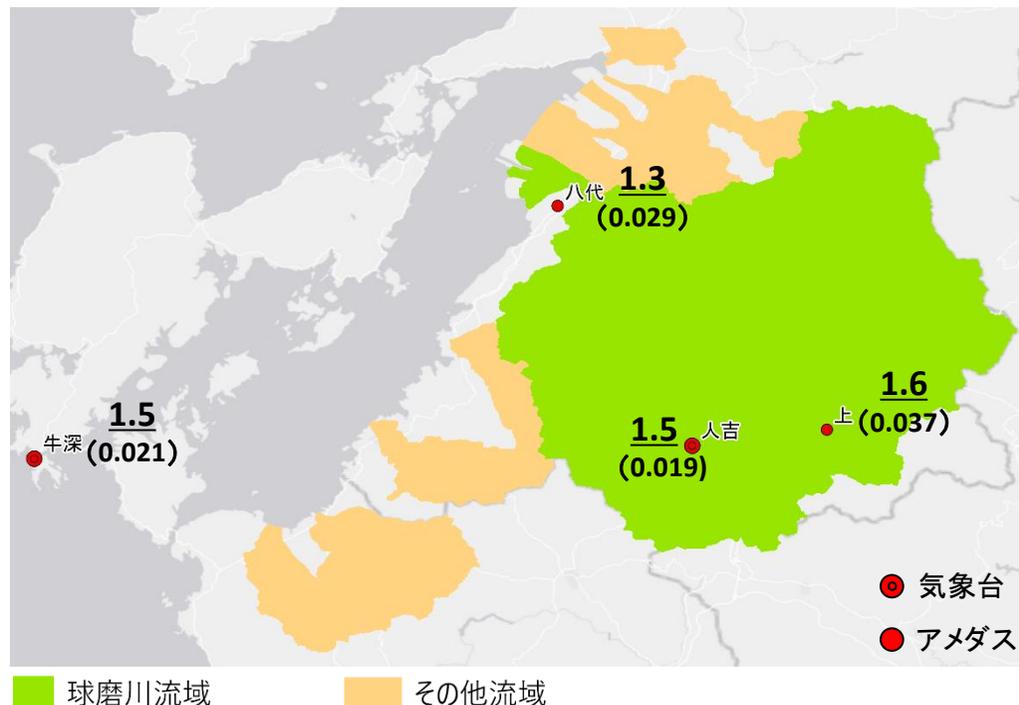


図 八代海流域における観測開始年からの気温(°C/観測年数)と1年当たりの上昇気温(°C/年)

※上段の値は観測開始年からの気温変化、下段の()内の値は1年当たりの気温変化

※黒字は上昇、赤字は下降を示す。※下線は統計的に優位な変化傾向がみられた地点を示す。

有明海流域における降水量のこれまでの変化

◆3～72時間までの最大降水量について、流域ごとに集計※ ※ 最大24時間降水量以外は資料編に掲載
 →長期的な傾向については、今後、**日降水量50mm以上の年発生回数等の変化を確認**

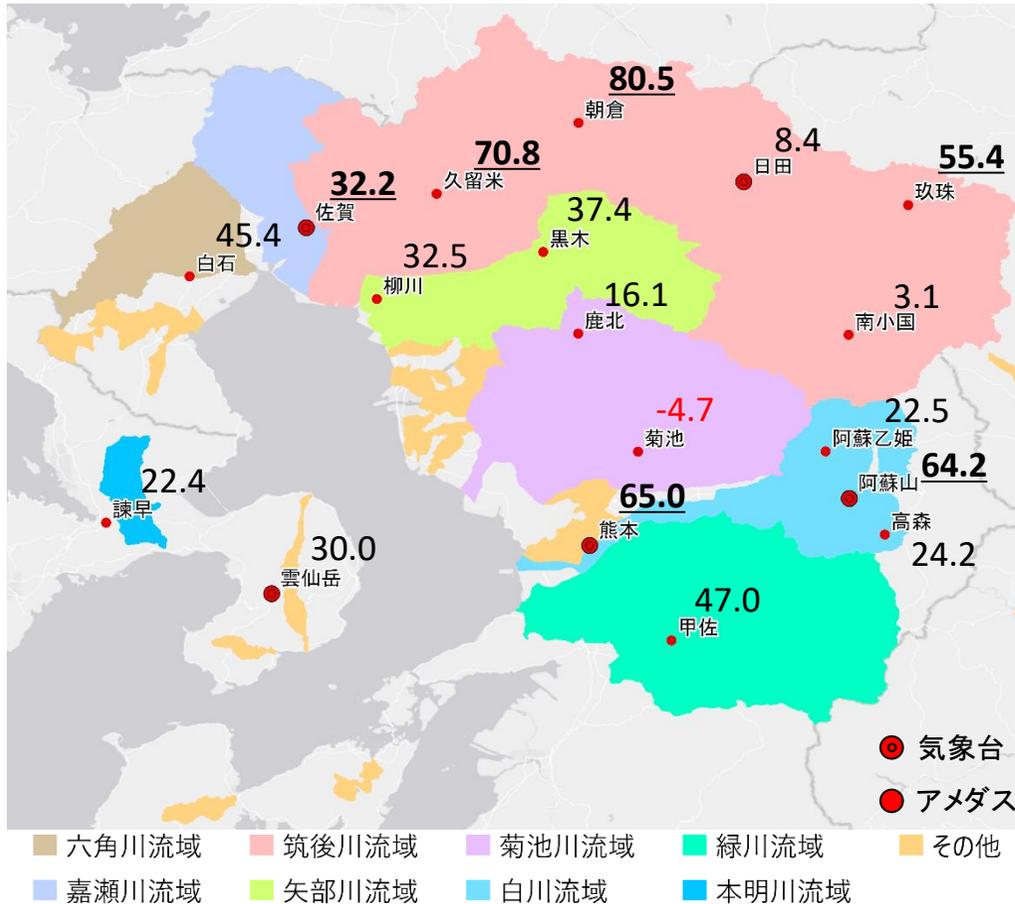


表 最大24時間降水量の変化傾向(有明海流域)

海域	流域	観測所	県	観測開始年	最大n時間降水量	
					24時間	
有明海	六角川	白石	佐賀	1976	+45.4	mm/46年 +0.947mm/年
	嘉瀬川	佐賀	佐賀	1890	+32.2	mm/132年 +0.242mm/年
	筑後川	朝倉	福岡	1976	+80.5	mm/46年 +1.750mm/年
		久留米	大分	1976	+70.8	mm/46年 +1.539mm/年
		日田	福岡	1942	+8.4	mm/80年 +0.107mm/年
		玖珠	熊本	1976	+55.4	mm/46年 +1.154mm/年
	南小国	南小国	熊本	1976	+3.1	mm/46年 +0.064mm/年
		黒木	熊本	1976	+37.4	mm/46年 +0.795mm/年
	矢部川	柳川	熊本	1976	+32.5	mm/46年 +0.678mm/年
		鹿北	熊本	1976	+16.1	mm/46年 +0.335mm/年
	菊池川	菊池	熊本	1976	-4.7	mm/46年 -0.100mm/年
		阿蘇乙姫	熊本	1978	+22.5	mm/44年 +0.500mm/年
	白川	阿蘇山	熊本	1931	+64.2	mm/91年 +0.803mm/年
		高森	長崎	1976	+24.2	mm/46年 +0.551mm/年
甲佐		熊本	1976	+47.0	mm/46年 +1.000mm/年	
緑川	甲佐	熊本	1976	+47.0	mm/46年 +1.000mm/年	
本明川	諫早	熊本	1976	+22.4	mm/46年 +0.476mm/年	
その他	雲仙岳	熊本	1924	+30.0	mm/98年 +0.309mm/年	
	熊本	熊本	1890	+65.0	mm/132年 +0.492mm/年	

※3、6、12、24、48、72時間降水量を整理したが、ここでは指標としてよく用いられる24時間降水量を示す。
 ※変化傾向は、黒字は増加、赤字は減少を示す。

図 有明海周辺流域における24時間降雨量(mm)の観測開始年からの変化傾向

※黒字は増加、赤字は減少を示し、下線は統計的に優位な変化傾向がみられた地点を示す。

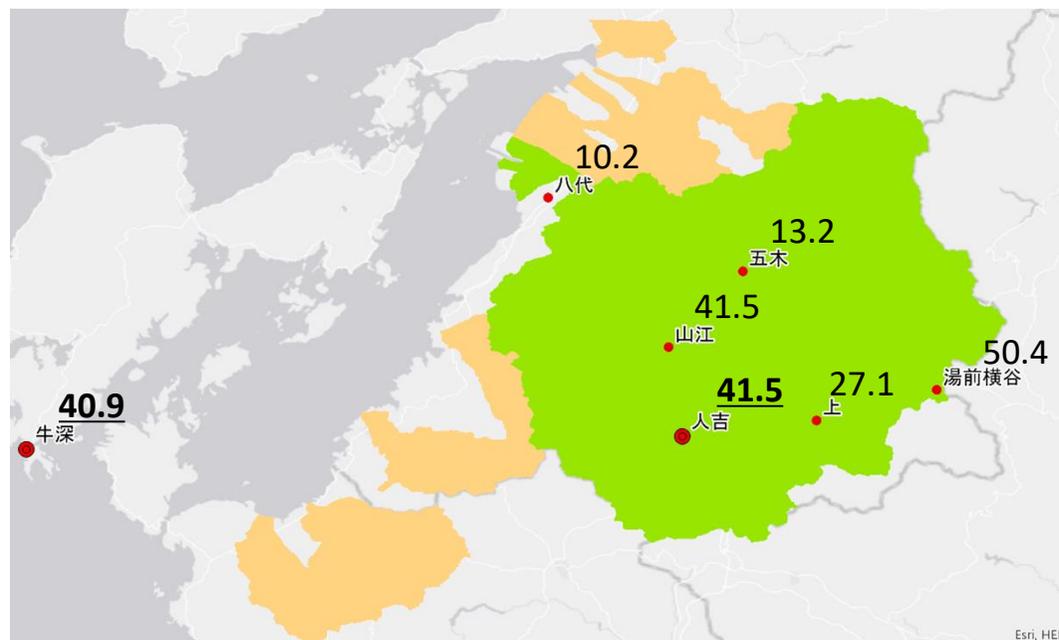
八代海流域における降水量のこれまでの変化

- ◆3～72時間までの最大降水量について、流域ごとに集計※ ※ 最大24時間降水量以外は資料編に掲載
- 有明海と同様に、長期的な傾向については、今後、**日降水量50mm以上の年発生回数等の変化**を確認

表 最大6時間降水量の変化傾向(八代海流域)

海域	流域	観測所	県	観測開始年	最大n時間降水量		
					6時間		
八代海	球磨川	八代	熊本	1976	+10.15	mm/46年	+0.236mm/年
		五木	熊本	1981	+13.17	mm/41年	+0.329mm/年
		山江	熊本	1990	+41.54	mm/32年	+1.385mm/年
		人吉	熊本	1943	+41.45	mm/46年	+0.942mm/年
		上	熊本	1976	+27.06	mm/46年	+0.601mm/年
		湯前横谷	熊本	1976	+50.36	mm/46年	+1.679mm/年
	その他	牛深	熊本	1949	+40.93	mm/46年	+0.909mm/年

※観測開始年からデータが存在するのは最大24時間降水量だったが、優位な変化傾向が見られなかったため、気象台(人吉、牛深)で優位に変化傾向がみられた最大6時間降水量を示す。
 ※変化傾向について、黒字は増加、赤字は減少を示す。



■ 球磨川流域

■ その他流域

図 八代海周辺流域における6時間降雨量(mm)の観測開始年からの変化傾向

※黒字は増加、赤字は減少を示す。

※下線は統計的に優位な変化傾向がみられた地点を示す。

有明海流域における風速のこれまでの変化

◆平均風速について、流域ごとに集計

→今後、沿岸域の観測所及び季節変動に着目した解析を検討

表 平均風速の変化傾向(有明海流域)

海域	流域	観測所	県	観測開始年	平均風速の変化傾向	
有明海	六角川	白石	佐賀	1976	+0.7 m/s/46年	+0.016m/s/年
	嘉瀬川	佐賀	佐賀	1890	+1.2 m/s/132年	+0.016m/s/年
	筑後川	朝倉	福岡	1976	+0.2 m/s/46年	+0.004m/s/年
		久留米	福岡	1976	+0.3 m/s/46年	+0.006m/s/年
		日田	大分	1942	0.0 m/s/80年	0m/s/年
		玖珠	大分	1976	-0.3 m/s/46年	-0.007m/s/年
	南小国	熊本	1976	+0.8 m/s/46年	+0.017m/s/年	
	矢部川	黒木	福岡	1976	+0.5 m/s/46年	+0.010m/s/年
	菊池川	鹿北	熊本	1976	-0.2 m/s/46年	-0.004m/s/年
		菊池	熊本	1976	+0.6 m/s/46年	+0.013m/s/年
	白川	阿蘇乙姫	熊本	1978	+0.2 m/s/44年	+0.004m/s/年
		阿蘇山	熊本	1931	-0.9 m/s/91年	-0.013m/s/年
		高森	熊本	1976	+0.8 m/s/46年	+0.018m/s/年
	緑川	甲佐	熊本	1976	0.0 m/s/46年	0m/s/年
	その他	雲仙岳	長崎	1924	-0.4 m/s/98年	-0.006m/s/年
熊本		熊本	1890	0.0 m/s/132年	0m/s/年	

※変化傾向について、黒字は増加、赤字は減少を示す。

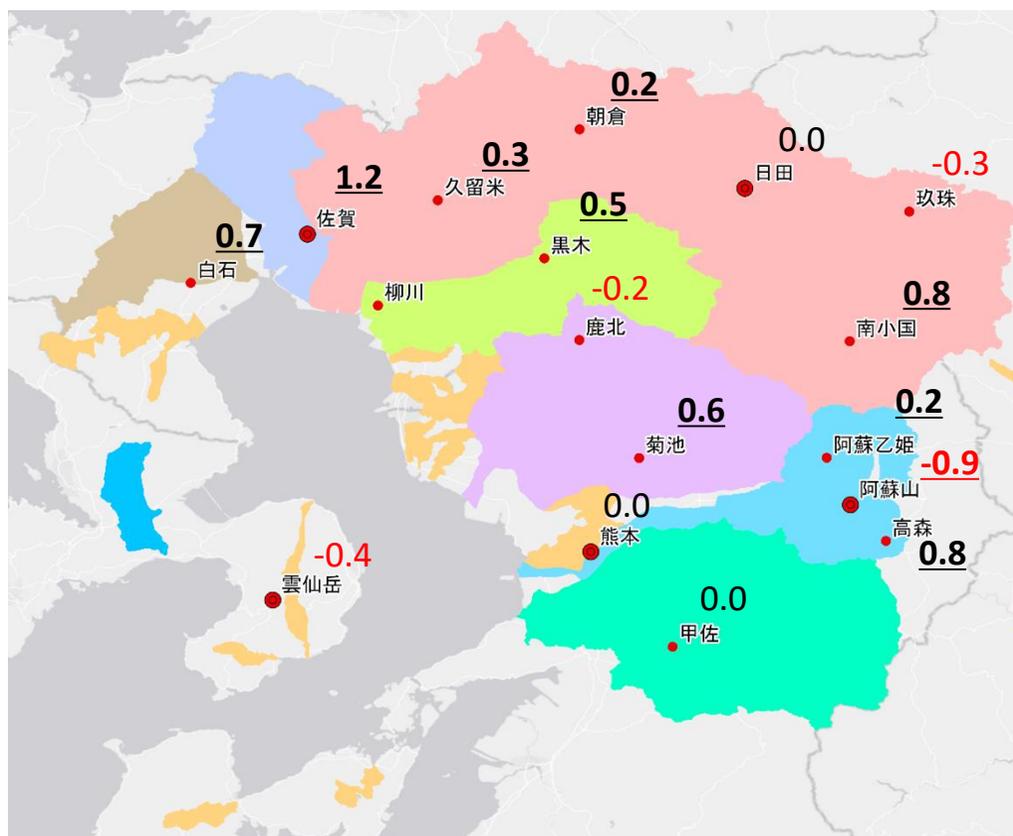


図 有明海周辺流域における平均風速(m/s)の観測開始年からの変化傾向

※黒字は増加、赤字は減少を示す。

※下線は統計的に優位な変化傾向がみられた地点を示す。

八代海流域における風速のこれまでの変化

◆平均風速について、流域ごとに集計

→有明海と同様、今後、**沿岸域の観測所**及び**季節変動に着目した解析**を検討

表 平均風速の変化傾向(八代海流域)

海域	流域	観測所	県	観測開始年	平均風速の変化傾向	
八代海	球磨川	八代	熊本	1976	-0.1 m/s/46年	-0.003 m/s/年
		人吉	熊本	1943	-0.9 m/s/79年	-0.012 m/s/年
		上	熊本	1976	0.0 m/s/46年	0 m/s/年
	その他	牛深	熊本	1950	-1.0 m/s/72年	-0.014 m/s/年

※変化傾向について、黒字は増加、赤字は減少を示す。

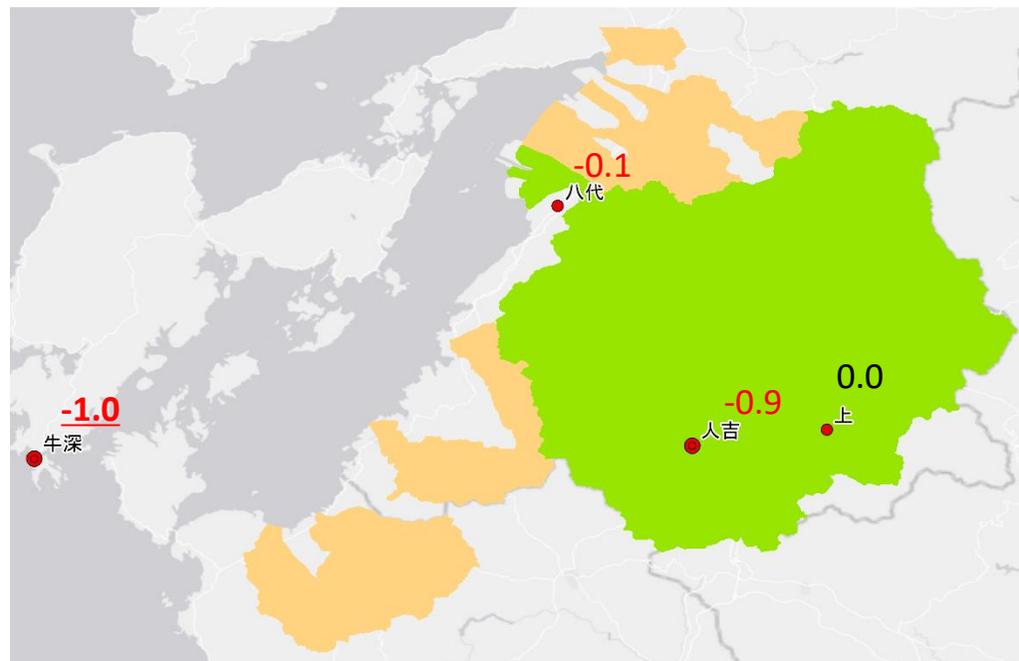


図 有明海周辺流域における平均風速(m/s)の観測開始年からの変化傾向

※黒字は増加、赤字は減少を示す。

※下線は統計的に優位な変化傾向がみられた地点を示す。

有明海における海水温のこれまでの変化

◆1978年～2022年の熊本St.7の表層水温は、有意な増加傾向がみられている

表 有明海における表層水温(年平均値)の変化傾向

海域	地点名	年平均海水温の変化傾向(°C/年)
有明海	佐賀A2	-0.01
	福岡St.9	+0.02
	長崎B3	+0.02
	熊本St.7	+0.02
	島原沖	-0.01
	瀬詰崎沖	+0.01
外海	脇岬港	+0.01

※Mann-Kendall検定を用いて変化傾向(Sen's slope値)を算出
青網掛けは、統計学的に有意(p<0.05)であった地点を示す

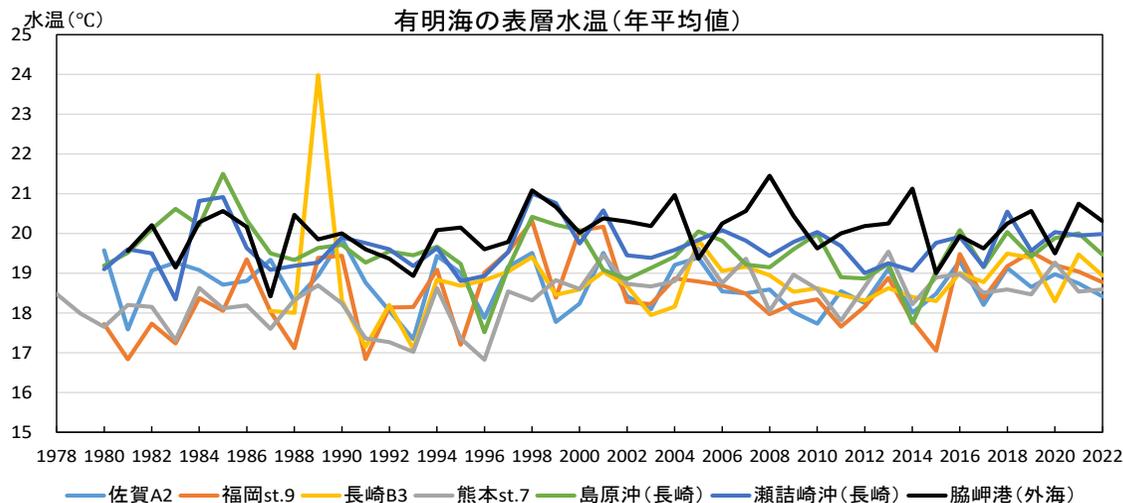


図 有明海の表層水温(年平均値)の推移

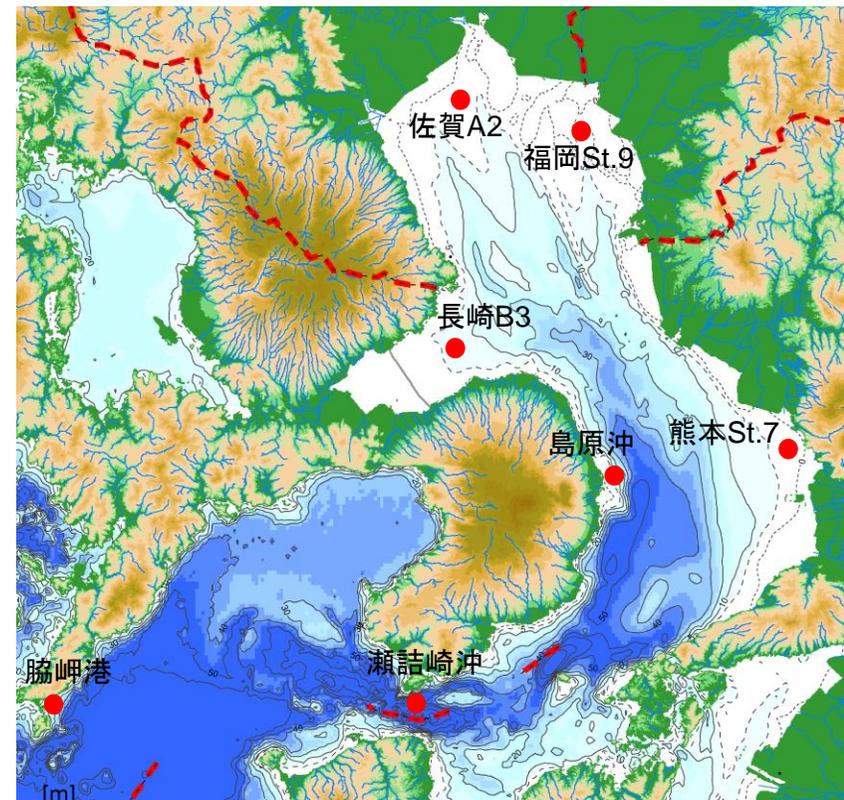


図 調査地点図

※公共用水域水質測定地点で、長期間のデータが蓄積されている地点を対象とした。
なお、外海に位置する脇岬港のデータも比較対象とした。

八代海における海水温のこれまでの変化

◆1978年～2022年の3地点の表層水温は、有意な増加傾向がみられている。有明海と比べて水温の上昇率が高い傾向。

表 八代海における表層水温(年平均値)の変化傾向

海域	地点名	年平均海水温の変化傾向(°C/年)
八代海	八代海St.10	+0.06
	八代地先海域St.7	+0.05
	鹿児島基準点5	+0.02
牛深町周辺の海域	牛深港地先	+0.02

※Mann-Kendall検定を用いて変化傾向(Sen's slope値)を算出
青網掛けは、統計学的に有意(p<0.05)であった地点を示す

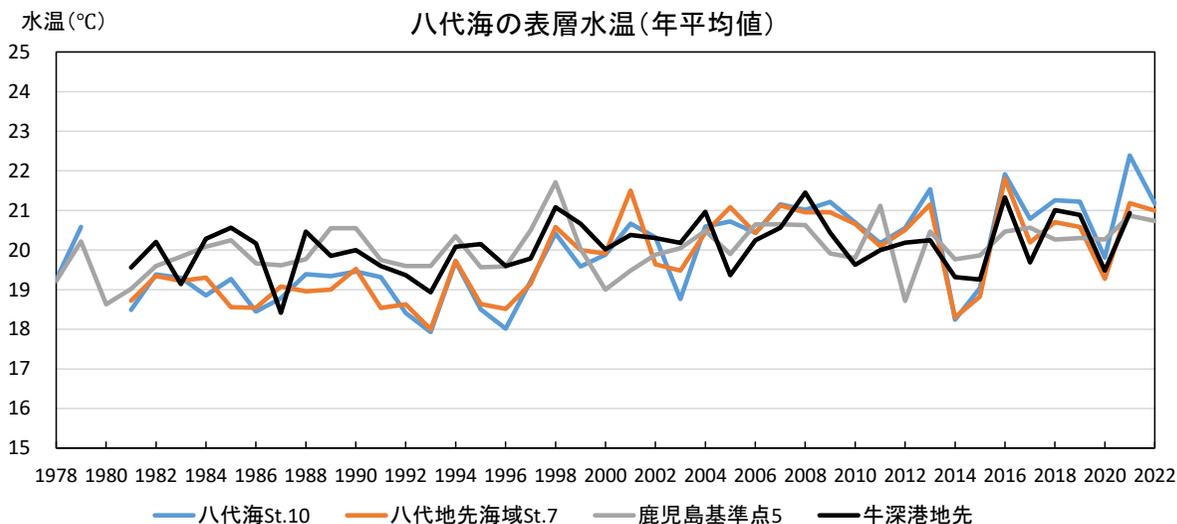


図 八代海の表層水温(年平均値)の推移



図 調査地点図

※公共用水域水質測定地点で、長期間のデータが蓄積されている地点を対象とした。
なお、牛深港地先のデータも比較対象とした。

河川水温の変化に係る知見の収集

(九州地方における事例)

- ◆九州地方の一級河川の1971～2016年の水温データを用いて水温上昇率を算出した結果、**平均値は0.034°C/年**であり、有意な上昇傾向は132地点中35地点で検出された。水温上昇率が高い地点は、本明川、六角川、遠賀川、菊池川で多く見られた。なお、**気温上昇率との有意な相関関係は認められなかった。**
- ◆水温上昇傾向についてクラスター分析した結果、Type1～Type3に類型化され、**全ての月で水温上昇率の平均値が高いType1には、遠賀川、菊池川、松浦川、嘉瀬川、本明川、筑後川等に位置する地点が多かった。**¹⁾

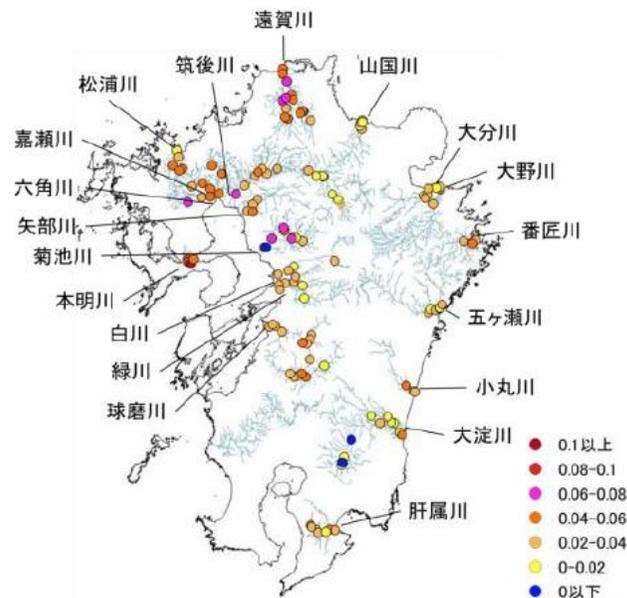


図 河川水温の上昇率

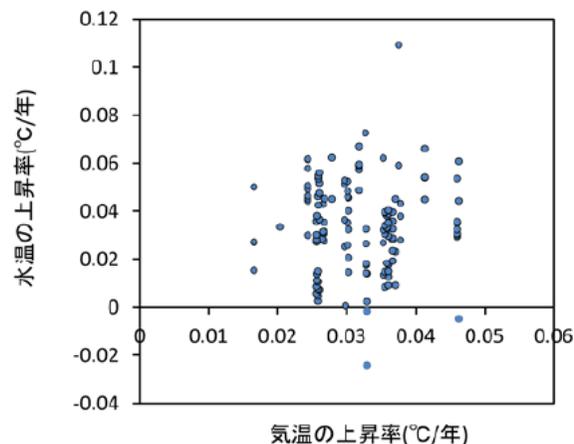


図 河川水温と気温上昇率の比較

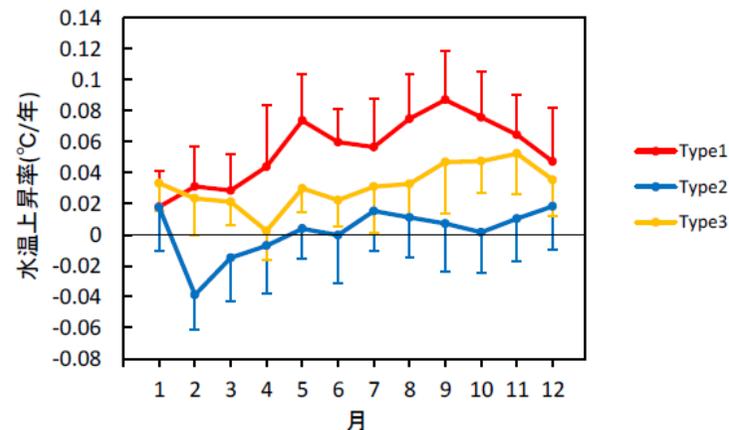


図 類型化された各タイプにおける月ごとの水温上昇率の平均値

1) 野田ら, 土木学会論文集B1(水工学);九州地方を対象とした河川水温の経年変化に関する基礎的研究 (2018)

有明海における海面水位のこれまでの変化

◆ 1990年頃から平均潮位の上昇が有意にみられており、外海の長崎や枕崎においても同様に上昇している。

表 有明海と外海における平均潮位の変化傾向

海域	地点名	平均潮位の変化傾向 (cm/年)
有明海	大浦	+0.26
	口之津	+0.32
外海	長崎	+0.30
	枕崎	+0.33

※Mann-Kendall検定を用いて変化傾向 (Sen's slope値) を算出
青網掛けは、統計学的に有意 ($p < 0.05$) であった地点を示す



図 調査地点図

※長期間の潮位データが蓄積されている地点を対象とした。

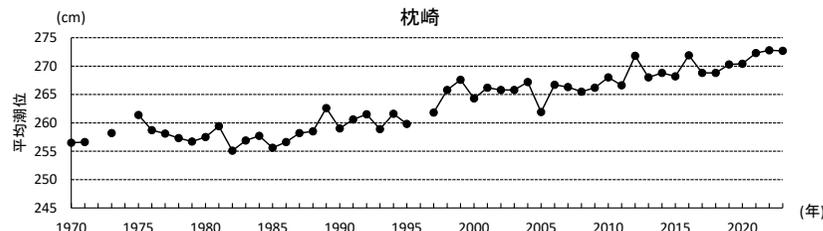
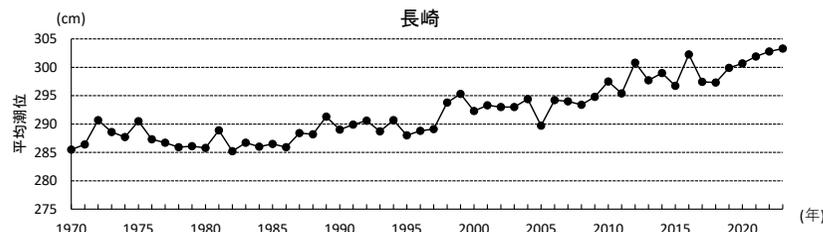
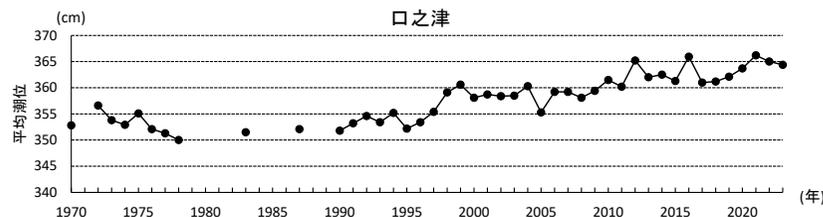
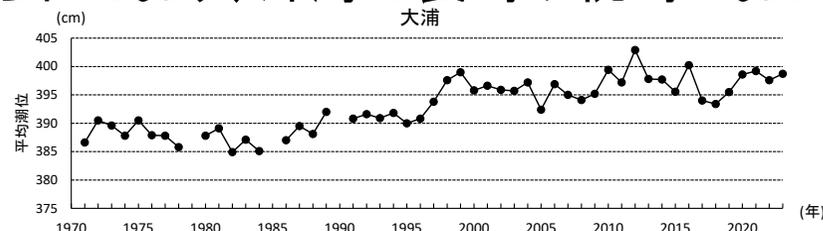


図 有明海と外海の年間平均潮位の推移

注) 平均潮位データは、験潮場の地盤を基準とした海面変化であり、地殻上下変動に伴う験潮場の標高の変化は加味されていない。

資料: 海岸昇降検知センターHP「潮位年報」を基に環境省が作成

有明海における表層pHのこれまでの変化

◆1984年～2022年の島原沖、瀬詰崎沖の表層pHは、有意な低下傾向がみられている

表 有明海における表層pH(年平均値)の変化傾向

海域	地点名	年平均表層pHの変化傾向(年)
有明海	佐賀A2	+0.0015
	福岡St.9	+0.0029
	長崎B3	+0.0000
	熊本St.7	+0.0043
	島原沖	-0.0038
	瀬詰崎沖	-0.0038

※Mann-Kendall検定を用いて変化傾向(Sen's slope値)を算出
青網掛けは、統計学的に有意(p<0.05)であった地点を示す

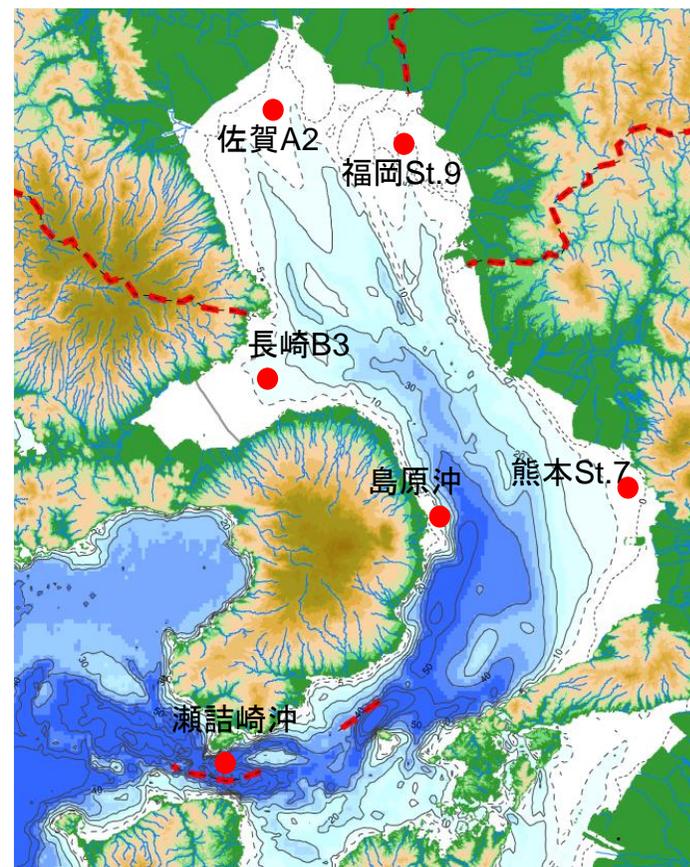


図 調査地点図

※公共用水域水質測定地点で、長期間のデータが蓄積されている地点を対象とした。

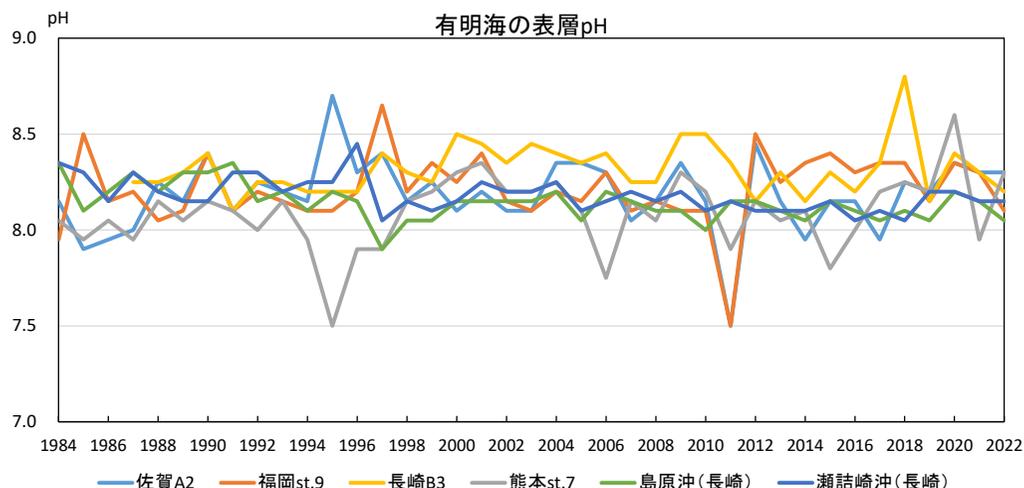


図 有明海の表層pH(年平均値)の推移

資料:各県の公共用水域水質測定結果を基に環境省が作成

八代海における表層pHのこれまでの変化

◆1978年～2022年の八代海湾奥のSt.10の表層pHは、有意な上昇傾向がみられているが、他の地点では大きな変動はみられない

表 八代海における表層pH(年平均値)の変化傾向

海域	地点名	年平均表層pHの変化傾向(年)
八代海	八代海St.10	+0.0036
	八代地先海域St.7	-0.0000
	鹿児島基準点5	-0.0000

※Mann-Kendall検定を用いて変化傾向(Sen's slope値)を算出
青網掛けは、統計学的に有意($p < 0.05$)であった地点を示す

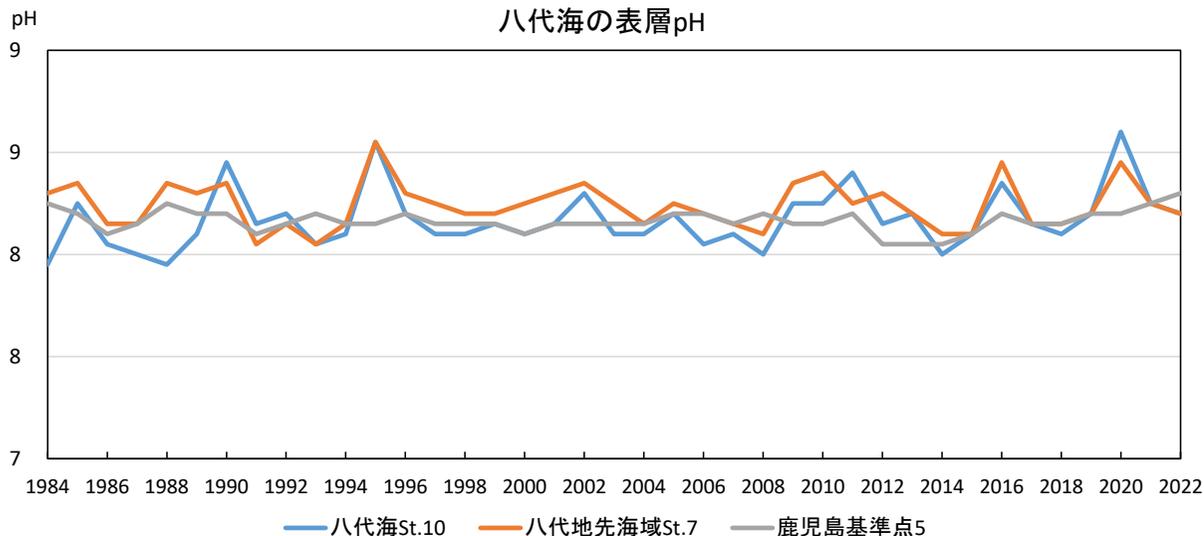


図 八代海の表層pH(年平均値)の推移

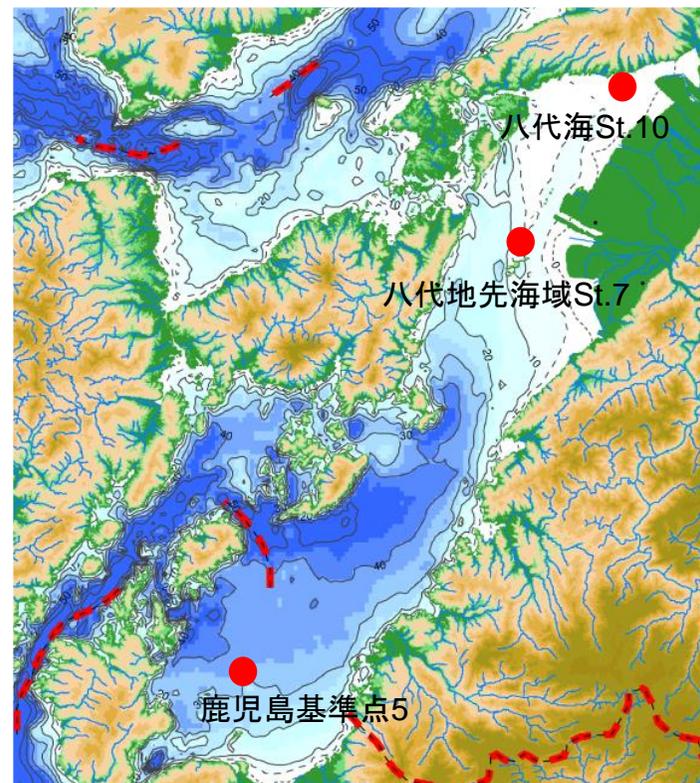


図 調査地点図

※公共用水域水質測定地点で、長期間のデータが蓄積されている地点を対象とした。

I. 気候変動影響 2 ① (2) 海域環境 溶存酸素量、成層構造

有明海における底層溶存酸素量の変化傾向

◆1972年～2022年の有明海における底層溶存酸素量は、**湾奥部や湾奥西部の地点において、有意な減少傾向がみられている。**

表 有明海における底層溶存酸素量(年間最低値)の変化傾向

海域	地点名	底層溶存酸素量(年間最低値)の変化傾向(mg/L年)
有明海	福岡S6	+0.00
	佐賀1	-0.03
	佐賀10	-0.04
	福岡L5	-0.01
	佐賀5	-0.04
	佐賀11	-0.04

※Mann-Kendall検定を用いて変化傾向(Sen's slope値)を算出
青網掛けは、統計学的に有意($p < 0.05$)であった地点を示す

図 調査地点図
※浅海定線調査地点で、長期間のデータが蓄積されている地点を対象とした。

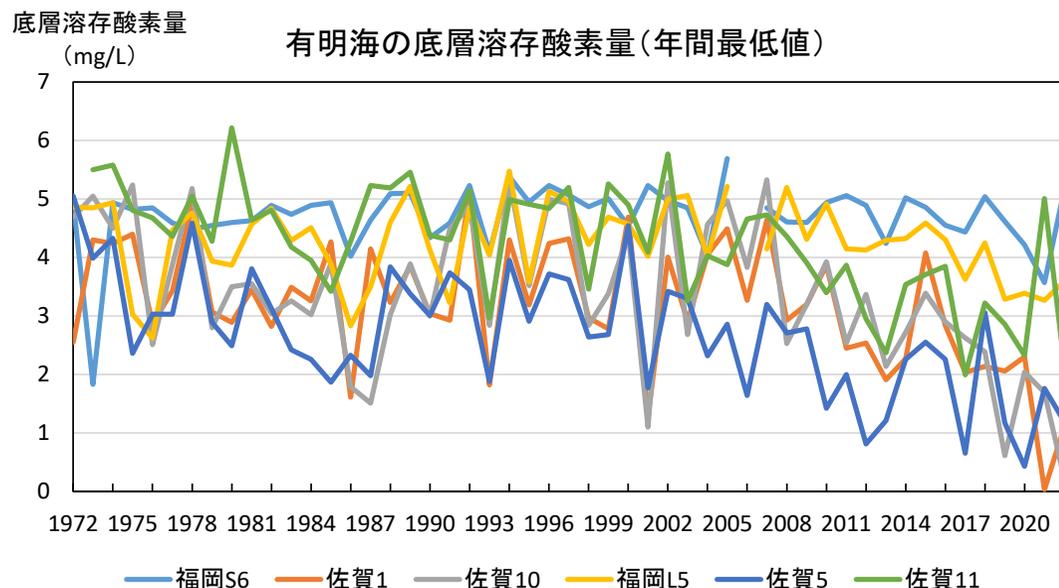
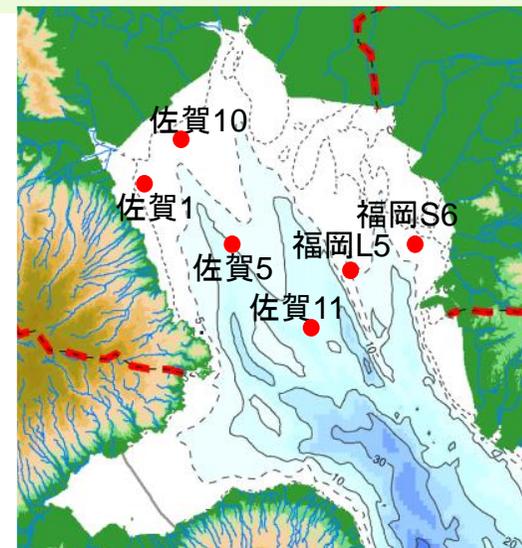
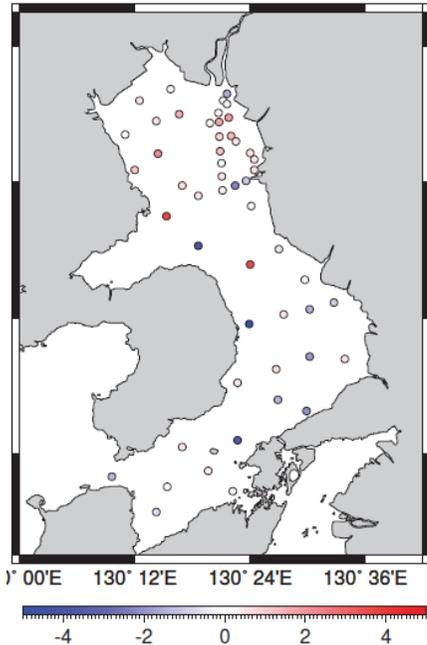


図 有明海の底層溶存酸素量(年間最低値)の推移

成層構造の変化に係る知見の収集

(有明海における事例)

◆有明海の河川流量や潮汐の長期変化・変動と夏季の密度成層の変化の関連について考察を行った。成層度の長期変化については、**全期間(1965年～2010年)を通して、成層度が概ね減少する傾向**が確認された。一方で、成層度の年毎の変動が大きく、統計的に有意な結果が得られていないのは、**成層度が夏季の河川流量の経年変化に対応して変動**しているためと推察された。¹⁾



<1965年から2010年>

図 成層度(ポテンシャルエネルギー)の全期間の経年変化率の空間分布

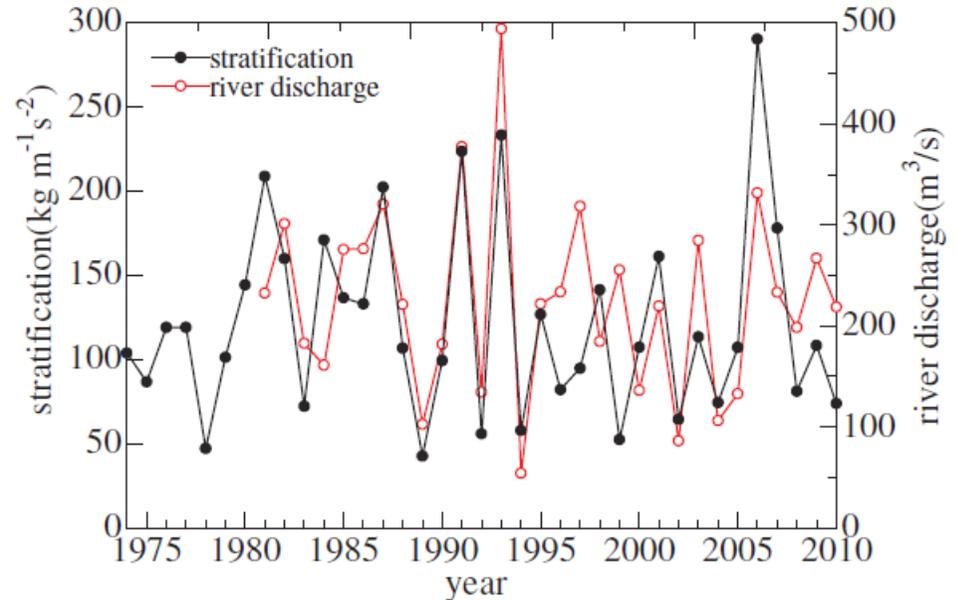


図 夏季(6,7,8月)平均の湾平均成層度(ポテンシャルエネルギー)(赤)と河川流量(黒)の経年変化

1) 田井ら, 土木学会論文集B1(水工学);浅海定線調査データに基づく有明海の密度成層の長期変化に関する解析(2017)

有明海における表層塩分の変化傾向

◆1980年～2022年の有明海の表層塩分は、有意な傾向はみられていない

表 有明海における表層塩分(年平均値)の変化傾向

海域	地点名	年平均表層塩分の変化傾向(‰/年)
有明海	佐賀A2	+0.030
	福岡St.9	+0.001
	長崎B3	-0.047
	島原沖	-0.001
	瀬詰崎沖	-0.007

※Mann-Kendall検定を用いて変化傾向(Sen's slope値)を算出
 青網掛けは、統計学的に有意(p<0.05)であった地点を示す
 ※熊本St.7の塩分データはないため、傾向分析は実施していない

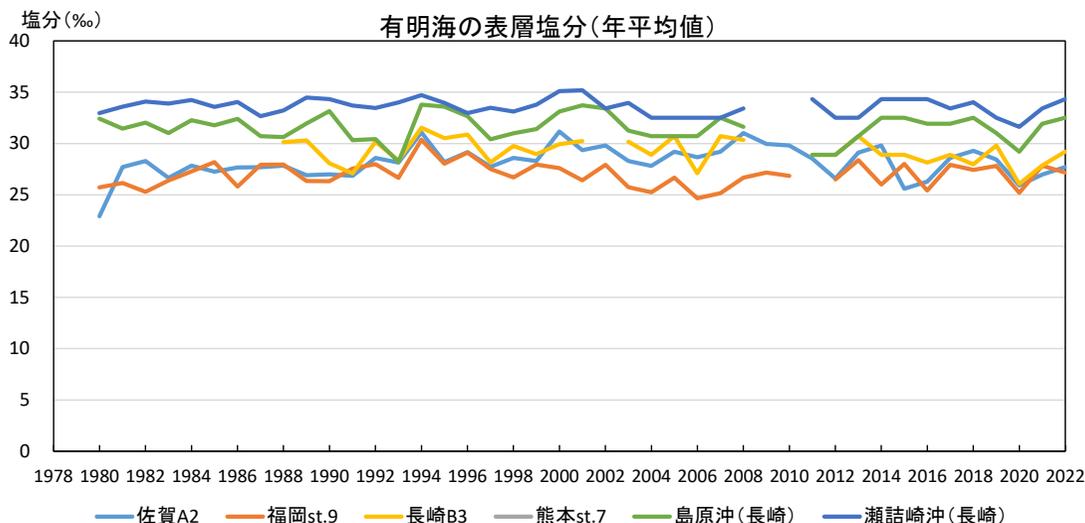


図 有明海の表層塩分(年平均値)の推移

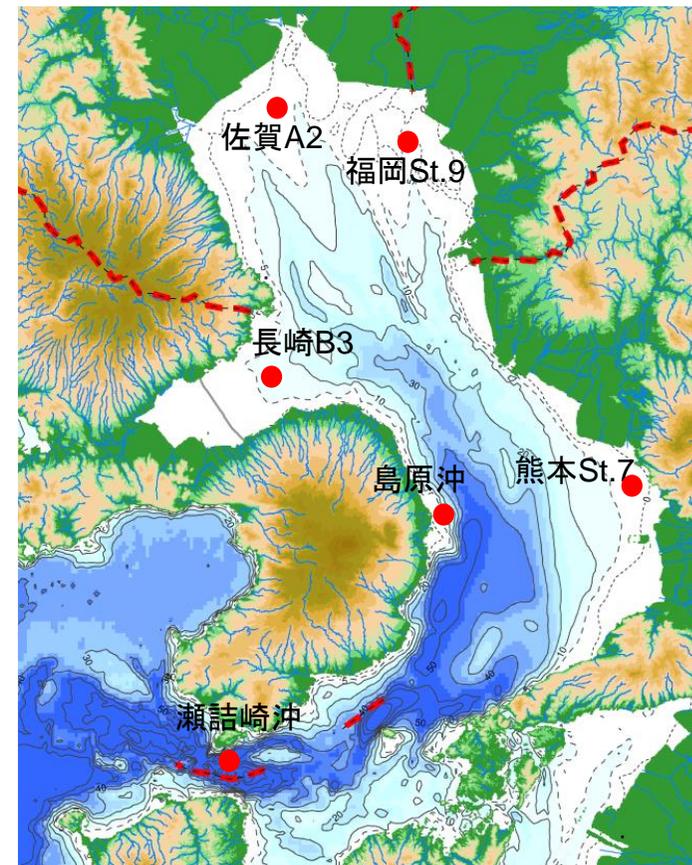


図 調査地点図

※公共用水域水質測定地点で、長期間のデータが蓄積されている地点を対象とした。
 ただし、熊本St.7の塩分データはない

八代海における表層塩分の変化傾向

◆1982年～2022年の八代海の表層塩分は、有意な傾向はみられていない

表 八代海における表層塩分(年平均値)の変化傾向

海域	地点名	年平均表層塩分の変化傾向(‰/年)
八代海	鹿児島基準点5	-0.012

※Mann-Kendall検定を用いて変化傾向(Sen's slope値)を算出
 青網掛けは、統計学的に有意($p < 0.05$)であった地点を示す
 ※八代海St.10および八代地先海域St.7の塩分データは2000年以降しか存在しないため、傾向分析は実施していない

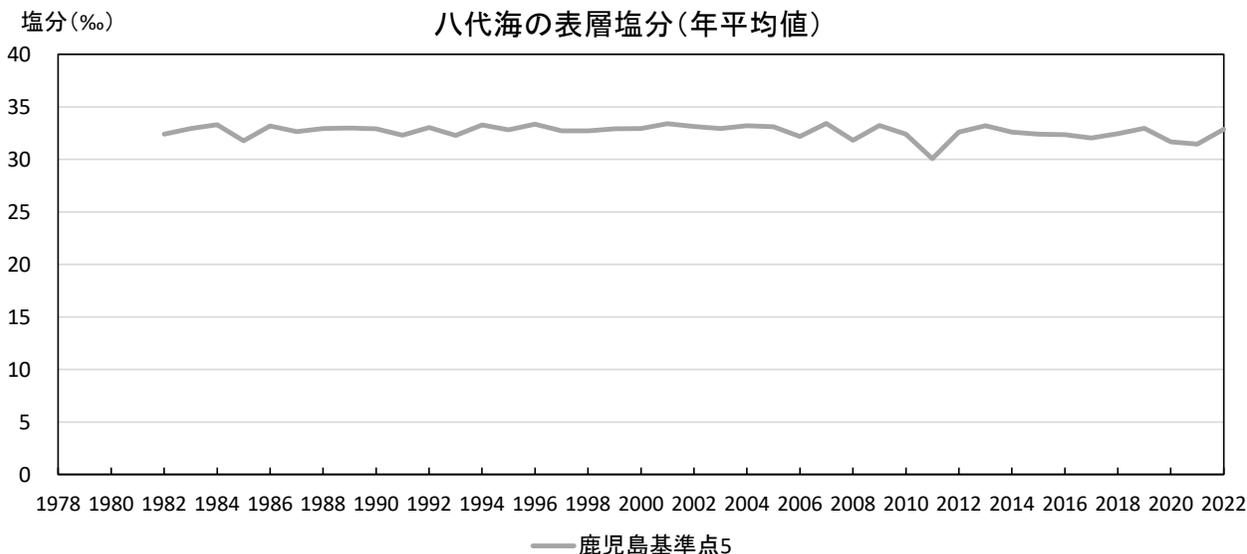


図 八代海の表層塩分(年平均値)の推移



図 調査地点図

※公共用水域水質測定地点で、長期間のデータが蓄積されている地点を対象とした。
 ただし、八代海St.10および八代地先海域St.7の塩分データは2000年以降しか存在しないため、傾向分析は実施していない

まとめ <①これまでの変化>

項目	概要
気温	有明海・八代海流域ともに、 全ての気象官署で日平均気温が有意に上昇傾向
降水量・風速	観測結果を基に流域ごとに整理
海水温	有明海の一部 観測地点、 八代海的全観測地点 で海水温は有意に 上昇傾向 。有明海と比較し、 八代海の上昇率が高い 傾向
河川水温	九州地方の一級河川の 平均水温上昇率は0.034°C/年 であり、本明川、六角川、遠賀川、菊池川で 上昇率が高い 地点が多い
海面水位・潮位・高潮	有明海の平均潮位は、全観測地点で有意な 上昇傾向
海洋酸性化	有明海の表層pHは一部の観測地点で有意な 低下傾向 八代海の湾奥部の観測地点では有意な 上昇傾向
溶存酸素量、成層構造	有明海では 湾奥部 や 湾奥西部 において、有意な 減少傾向 有明海の 成層度は夏季の河川流量に対応して変動
塩分	有明海・八代海とも、表層塩分の有意な傾向はみられていない

I. 気候変動影響

- 1 知見の収集・整理の方針など
- 2 知見の整理
 - ①これまでの変化
 - ②将来予測
 - ③適応策

降水量の変化に係る知見の収集

(日本周辺での将来予測事例)

◆ 将来の降水は、気候変動によって**日降水量100 mm以上の大雨**や**1mm未満の無降水の日数が増加し、現在よりも二極化が進む**との報告がある。¹⁾

表 20世紀末(1980~1999年平均)と比べた 21世紀末(2076~2095年平均)の雨の降り方の変化(いずれも全国平均)¹⁾

	4°C上昇シナリオ (RCP8.5) での予測	2°C上昇シナリオ (RCP2.6) での予測
日降水量 200 mm 以上の 年間日数	約 2.3 倍に増加	約 1.5 倍に増加
1 時間降水量 50 mm 以上の 短時間強雨の頻度	約 2.3 倍に増加	約 1.6 倍に増加
年最大日降水量の変化	約 27% (約 33 mm) 増加	約 12% (約 15 mm) 増加
日降水量が 1.0 mm 未満の日 の年間日数	約 8.2 日増加	(有意な変化は予測されず)

(瀬戸内海での将来予測事例)

◆ 降水流出の変化を考慮した**瀬戸内海の流動場・通過流への気候変動影響**を明らかにするため、陸域降水流出—海域流動モデルを用いて、現在気候(20世紀末)とRCP8.5*の将来気候(21世紀末)のそれぞれ20年間の数値シミュレーションを実施した結果、**長期平均の通過流量は冬に強まり、夏に弱まる傾向**が見られ、**降水の季節性に応じた変動が確認**されたことを示した研究事例がある。²⁾

※RCP8.5：温室効果ガスの排出抑制に向けた追加的な努力を行わない場合のシナリオ
(RCP2.6：温室効果ガスの排出量をほぼゼロにした場合のシナリオ)

1) 文部科学省及び気象庁、「日本の気候変動2020 — 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書 —」(2020)

2) 吉成ら、土木学会論文集B2(海岸工学); 陸域-海域統合モデルを用いた瀬戸内海の流動場・通過流への気候変動影響予測 (2020)

海水温の変化に係る知見の収集

(瀬戸内海での将来予測事例)

◆RCP8.5の中でも最も昇温傾向が強い条件で予測された将来気候の表層水温は、現在気候と比べて3~4°C程度上昇することが全湾灘で確認された。特に夏~秋の顕著な高水温は一次生産を大きく低下させると予測された。それに応じて夏~秋の表層DIN(溶存無機態窒素)は上昇するが、季節的に水温低下が進んだ10~11月に入ると、豊富な栄養塩に支持されて一次生産は強まる傾向が見られた。冬に入っても将来気候では、水温が現在気候より高いため、一次生産は高く維持され、表層DINは減少することを示した研究事例がある。¹⁾

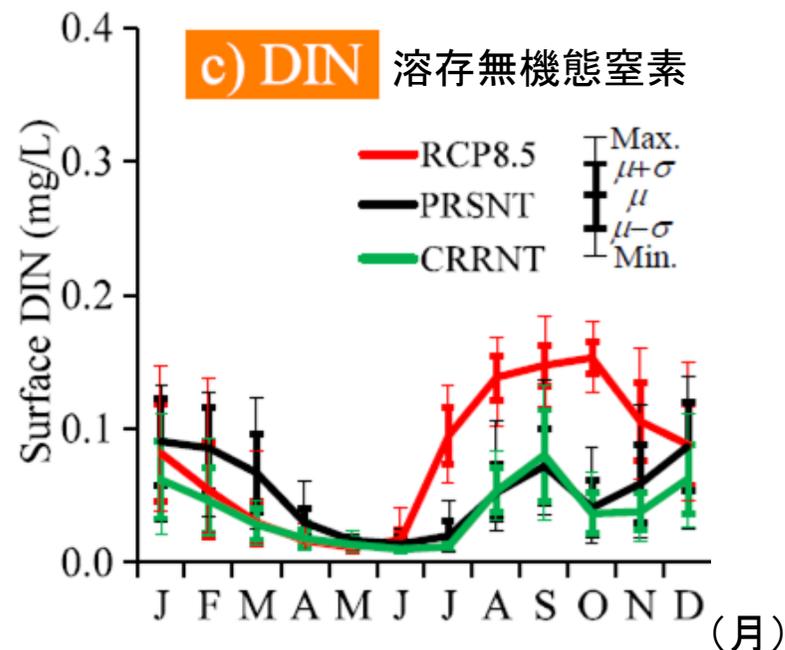
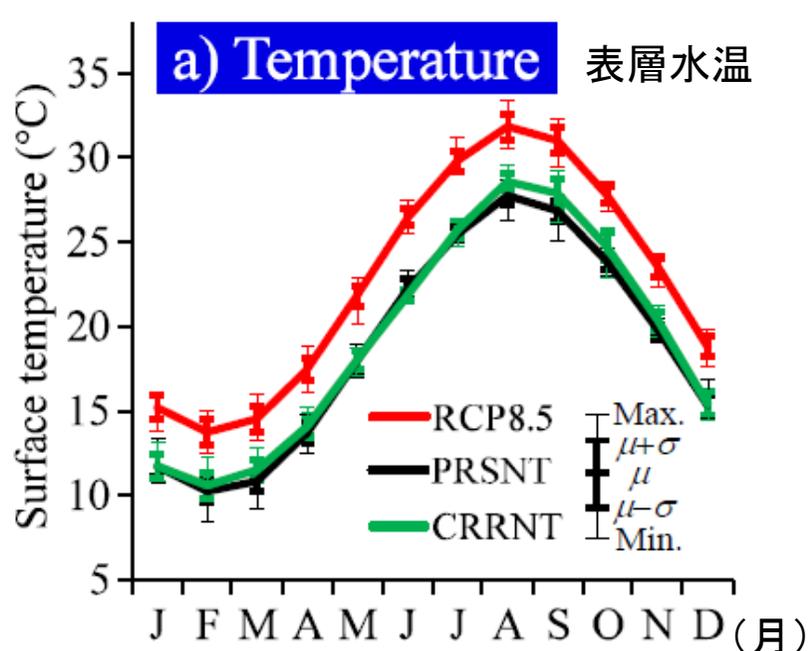


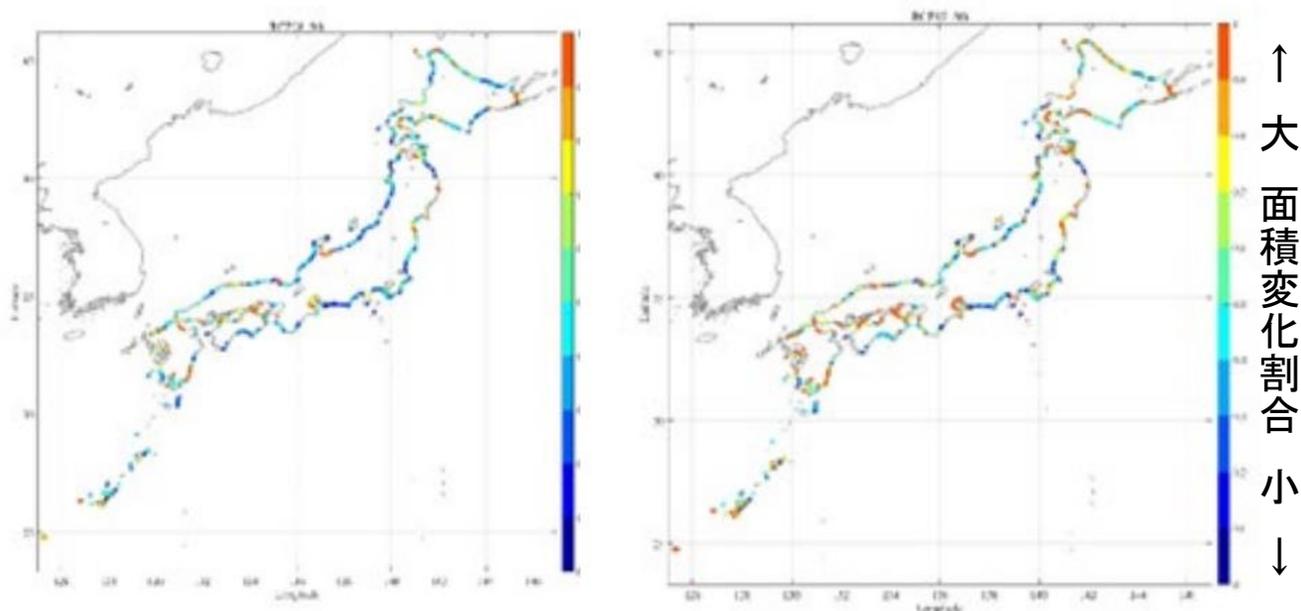
図 現在気候 (PRSNT) 及び将来気候 (RCP8.5) および現況気候 (CRRNT) における播磨灘の表層水温、DINの月別平均

1) 東ら, 土木学会論文集B2(海岸工学); RCP8.5シナリオに基づく瀬戸内海の一次生産および水質への気候変動影響予測(2020)

海面水位・潮位・高潮の変化に係る知見の収集

(日本全域での将来予測事例)

◆海面上昇と高潮沿岸の将来予測をもとに、日本全国の高解像度地形および人口データを解析し、標高毎の影響面積および影響人口分布について評価を行った。SSP5-8.5※ では 2100年に全国で**39～66%の砂浜の面積の消失が予測**され、海面上昇の砂浜海岸への影響が大きいという研究事例がある(S-18 2022)。¹⁾ ※ 化石燃料依存型の発展の下で気候政策を導入しない最大排出量シナリオ(RCP8.5に近いシナリオ)



(a) RCP2.6-SSP1

(b) RCP8.5-SSP5

図 砂浜面積の将来変化: 全国平均・2100年

1) 2022 年度 S-18 プロジェクト研究成果報告_気候変動影響予測・適応評価の総合的研究(2022)
 テーマ3: 自然災害・水資源分野を対象とした気候変動影響予測と適応策の評価
 サブテーマ2: 高潮・高波等を対象とした沿岸域への気候変動影響予測と適応策の評価

底層溶存酸素量の変化に係る知見の収集

(大阪湾での将来予測事例)

◆RCP8.5シナリオを用いた大阪湾の貧酸素水塊の消長および酸素循環構造に与える影響を検討した研究では、**水温上昇が春から夏季にかけて貧酸素水塊の早期拡大を引き起こし、6月の月間累計体積は現況に比べて63%増加すること、現況と比べて鉛直方向への発達ペースが速く、その要因は一次生産の増加、および水温上昇に伴う無機化によるDO消費量の増加**であると示唆された研究事例がある。¹⁾

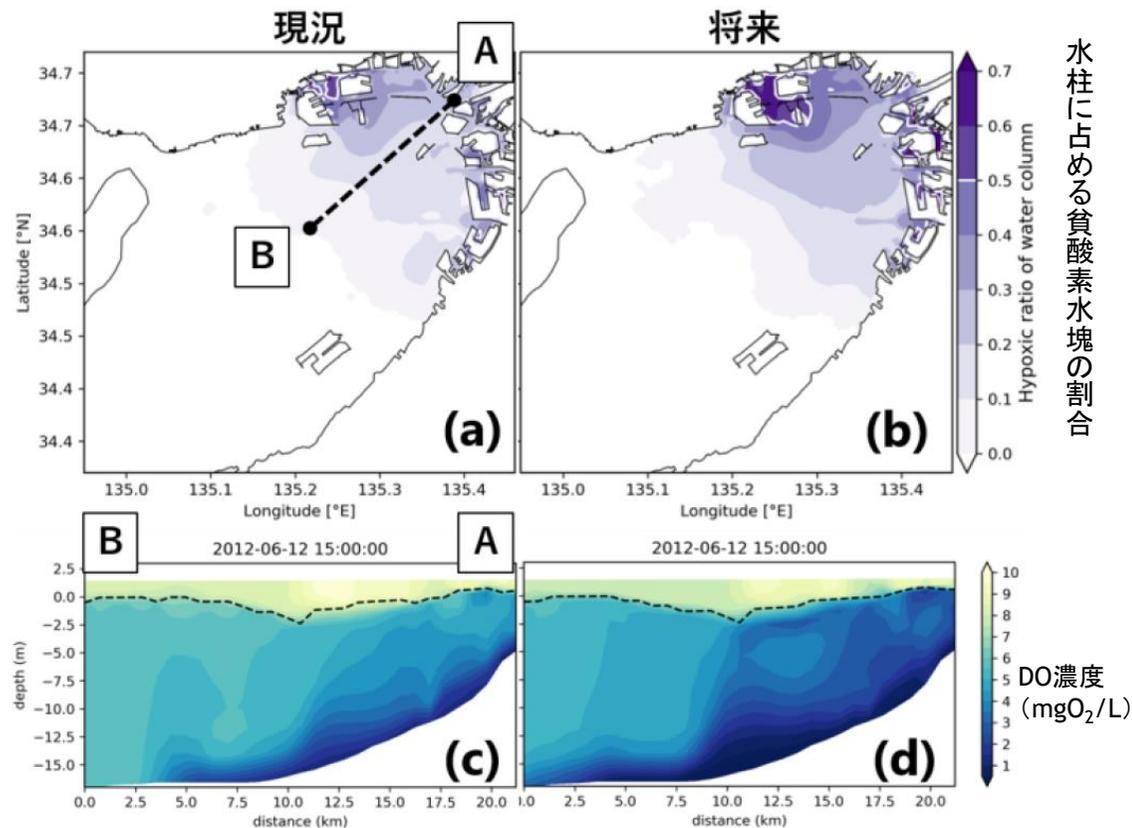


図 (a)(b): 6月の貧酸素水塊が水柱に占める割合の水平分布
(c)(d): 断面A-Bにおける横断分布(破線: 躍層水深、カラーマップ: DO濃度 mgO_2/L)¹⁾

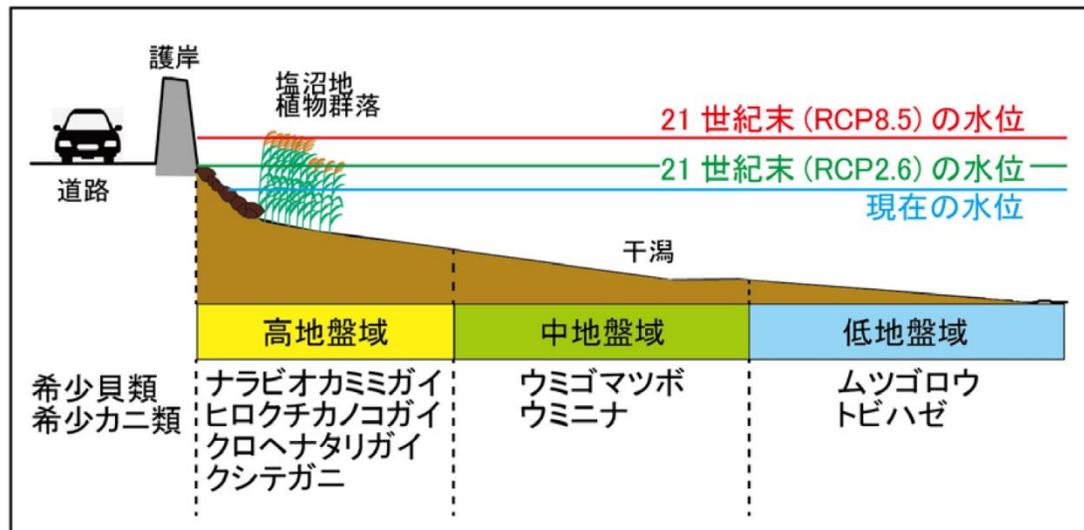
1) 永野ら、気候変動に伴う水温上昇が大阪湾の貧酸素水塊と酸素循環におよぼす影響評価(2022)



底生生物群集の変化に係る知見の収集

(八代海における将来予測事例)

- ◆八代海湾奥部のモデル地区を対象とした現在と21世紀末(RCP2.6、RCP8.5※)の水位の予測結果より、
 - 低地盤域に分布する貝類・カニ類は現在よりも高地盤域へ移動することができるが、護岸沿いの**高地盤域に分布する貝類・カニ類**は現在の分布域よりも高い場所が堤防等によって分断されるため、**移動することができない**。
 - また、水位上昇により冠水時間が長くなり、干潟域の底泥中の塩分が上昇するため、**塩沼地植物群落**が衰退する可能性がある。



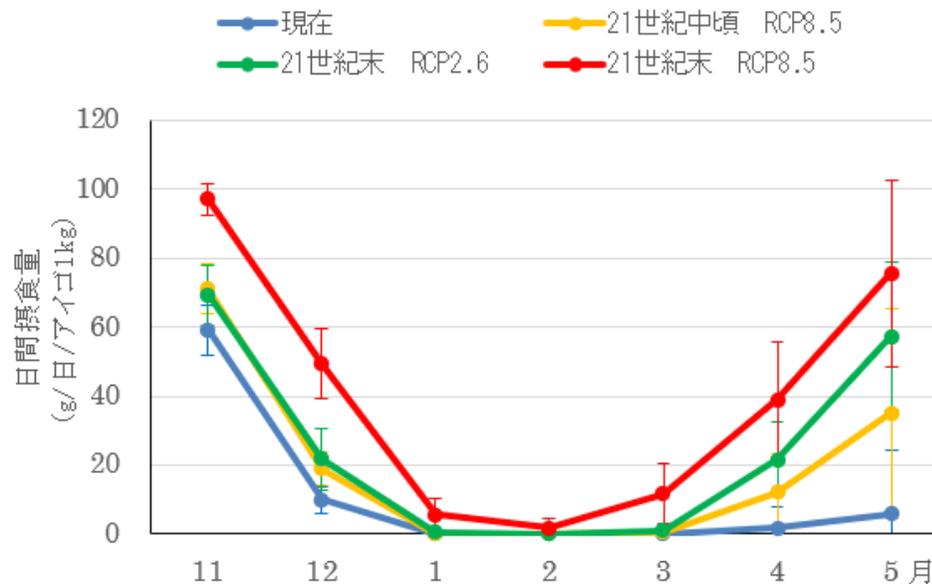
※RCP8.5：温室効果ガスの排出抑制に向けた追加的な努力を行わない場合のシナリオ
 RCP2.6：温室効果ガスの排出量をほぼゼロにした場合のシナリオ

図 八代海湾奥部における希少貝類・希少カニ類の分布と地盤高・水位(大潮満潮時)

ノリ・ワカメに係る知見の収集

(瀬戸内海での食害に関する将来予測事例)

◆ 将来の水温上昇に伴いアイゴの摂食量が増加すると予測される。現在の瀬戸内海では、毎年冬季、アイゴが低温斃死し始める水温へ到達しているが、**将来は低温斃死水温に達しない年が増え、越冬したアイゴによる春期のノリ・ワカメの食害が発生する可能性がある**と予測される。



RCP8.5：温室効果ガスの排出抑制に向けた追加的な努力を行わない場合のシナリオ

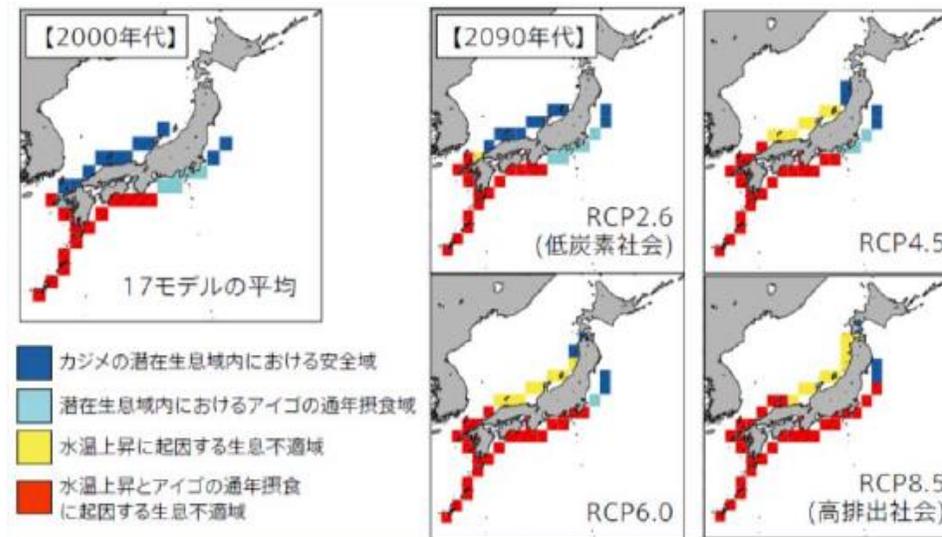
RCP2.6：温室効果ガスの排出量をほぼゼロにした場合のシナリオ
(RCP4.5と6.0はその中間シナリオ)

図 ノリ・ワカメ養殖期間におけるアイゴ日間摂食量の予測結果 (MRI-CGCM3) ※

藻場の変化に係る知見の収集

(日本全域での将来予測事例)

- ◆ 海水温上昇等により、①ウニやアイゴ・ブダイ等の藻食動物による食害の増加による藻場の衰退、②夏季の高水温による海藻草類の枯死、③藻場構成種の変化等の現象がみられる。
- ◆ 特に食害については、捕食圧の大きいウニや植食性魚類(アイゴ、ニザダイ等)が挙げられ、高水温化により、分布域の北上と活性が高くなることによる摂餌量の増大が予測されている。
→カジメの分布とアイゴの間接的な影響を考慮した将来予測研究によると、高水温化により、カジメ自体が直接的なストレスを受けることと、アイゴの捕食圧が強まること、その両方の影響を受けて生息不適域が拡大する可能性が示唆されている。



文部科学省:気候変動リスク情報創生プログラム3 (2015)

図 温暖化シナリオの違いに伴う将来的な藻場分布の変化



魚類・二枚貝に係る知見の収集

(有明海・八代海に関する将来予測事例)

「気候変動による有明海・八代海における漁業及び沿岸生態系への影響調査」(H29～R1)

- ◆海水温、塩分、水位等の現況について現地調査と既存文献により把握するとともに、既存調査・文献等をもとに**漁業対象種、干潟生物の分布と生息環境との関係**を検討

表 2.3-6 調査対象種

分野	調査対象種	
	定量予測	定性予測
漁業	ノリ、ワカメ	ブリ・マダイ
	シャトネラ赤潮	ヒラメ・カレイ類、ムツゴロウ、マアナゴ、ハモ・サワラ・ハタ類、アサリ、ハマグリ
生態系	—	希少貝類・カニ類、藻場全般
人への危害	—	南方系フグ・ヒョウモンダコ

第13回海域小委にて報告

第15回小委では、二枚貝(アサリ)を例に報告

二枚貝(アサリ)に係る知見の収集

(有明海・八代海に関する将来予測事例)

- ◆21世紀末(RCP2.6)では、有明海・八代海でアサリの生息は現在と大きな変化はない。
- ◆21世紀末(RCP8.5)では、有明海では、1, 2月に15°Cを上回ることで、成長が早くなる可能性がある。8月の水温は、生育可能な水温35°Cに近くなり、夏期は成長が出来なくなり、秋季の成熟時期の遅れ、夏眠の個体が発生する可能性がある。

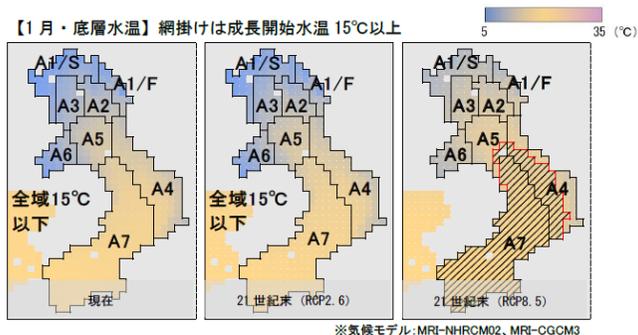


図 2.4-39 有明海における底層水温の変化 (成長を開始する範囲)

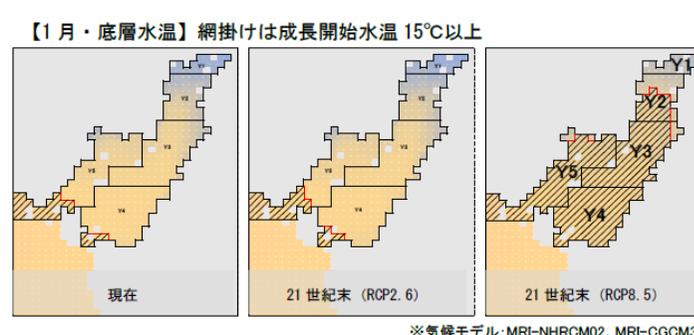


図 2.4-41 八代海における底層水温の変化 (成長を開始する範囲)

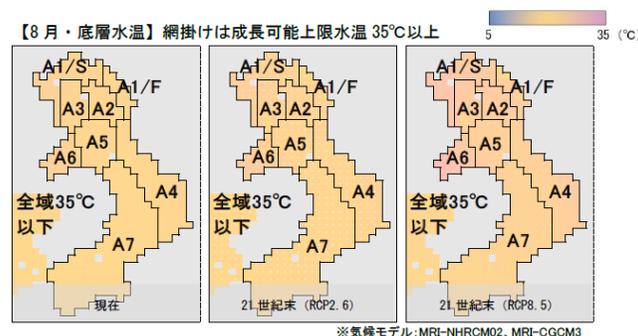


図 2.4-40 有明海における底層水温の変化 (成長可能な範囲)

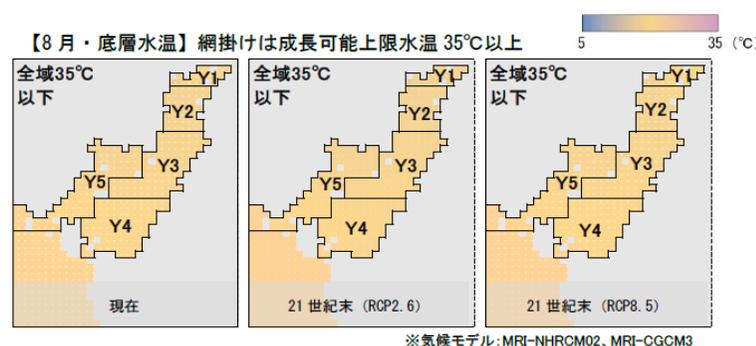


図 2.4-42 八代海における底層水温の変化 (成長可能な範囲)

図 底層水温の変化(アサリの生息可能な範囲) : 有明海(左)・八代海(右)

資料:「気候変動による有明海・八代海における漁業及び沿岸生態系への影響調査」(地域適応コンソーシアム事業報告、2021)

まとめ <②将来予測>

項目	概要
降水量	<ul style="list-style-type: none"> ・(日本周辺) 日降水量100mm以上の大雨や1mm未満の無降水の日数が増加し、二極化が進むとの報告 ・(瀬戸内海) 通過流量は冬に強まり、夏に弱まる傾向が見られ、降水の季節性に応じた変動が確認
海水温	<ul style="list-style-type: none"> ・(瀬戸内海) 将来の表層水温は3~4℃程度上昇し、夏~秋の顕著な高水温は一次生産を大きく低下させるが、冬は一次生産は高く維持されると予測
海面水位・潮位・高潮	<ul style="list-style-type: none"> ・(全国) 2100年(RCP8.5)には、全国で39~66%の砂浜の面積の消失を予測
溶存酸素量、成層構造	<ul style="list-style-type: none"> ・(大阪湾) 水温上昇が春~夏に貧酸素水塊の早期拡大を引き起こすこと、その要因は一次生産の増加と無機化によるDO消費量の増加であるとの研究
底生生物群集	<ul style="list-style-type: none"> ・(八代海) 護岸沿いの高地盤域の貝類・カニ類は、現在より高い場所が堤防等によって分断されているため、移動することが困難
ノリ・ワカメ、藻場	<ul style="list-style-type: none"> ・(瀬戸内海) 将来は越冬したアイゴによる春期のノリ・ワカメの食害が発生する可能性 ・(日本全域) 海水温上昇等により、藻食動物による食害の増加による藻場の衰退、夏季の高水温による海藻草類の枯死、藻場構成種の変化の可能性
魚類・二枚貝	<ul style="list-style-type: none"> ・(有明海・八代海) 気候変動によるにおける漁業及び沿岸生態系への影響調査において、既存調査・文献等をもとに漁業対象種、干潟生物の分布と生息環境との関係が整理

I. 気候変動影響

- 1 知見の収集・整理の方針など
- 2 知見の整理
 - ①これまでの変化
 - ②将来予測
 - ③**適応策**



適応策(漁業・生態系)に係る知見の収集

<水温変化に対する適応策>

(有明海・八代海に関する適応策事例)

◆有明海・八代海における漁業及び沿岸生態系について、気候変動が及ぼす影響の有無とその程度を検討したうえで、**調査対象種の漁獲量の維持、生息場の保全**に関する**適応オプション**が提示されている

魚種や変化する事項(水温変化に伴う漁獲の減少など)に応じた適応オプションについて掲載(右表はその一部を表示)

表 2.3-6 調査対象種

分野	調査対象種	
	定量予測	定性予測
漁業	ノリ、ワカメ	ブリ・マダイ
	シャトネラ赤潮	ヒラメ・カレイ類、ムツゴロウ、マアナゴ、ハモ・サワラ・ハタ類、アサリ、ハマグリ
生態系	—	希少貝類・カニ類、藻場全般
人への危害	—	南方系フグ・ヒョウモンダコ

表 2.1-3(1) 適応オプション

適応オプション	想定される実施主体			評価結果							
	行政	事業者	個人	現状		実現可能性			効果		
				普及状況	課題	人的側面	物的側面	コスト面	情報面	効果発現までの時間	期待される効果の程度
適応オプション検討の基盤となる資源・生態情報、環境モニタリングの継続(全13種対象) ※水温変化に伴う漁獲の減少、分布の変化等に対するオプション	●	●		普及が進んでいる	・調査実施のためのコストの確保 ・対象海域全域での漁場変化を予測するための調査頻度、精度の統一 ・継続的な観測の実施、生態情報を含めたデータの蓄積、情報の公開	△	△	△	◎	長期	高
漁場形成予測モデル・閲覧システムの開発、漁業者への注意喚起(希少貝類・カニ類を除く12種) ※水温変化に伴う漁獲の減少、分布の変化等に対するオプション	●	●		普及が進んでいる	・漁業者との合意形成 ・調査頻度、精度の統一、継続的な観測の実施、データの蓄積、情報の公開	△	△	△	◎	長期	高



ノリ養殖に係る知見の収集

＜高水温に対する適応策＞

(有明海・八代海以外の海域に関する適応策事例)

- ◆周防灘西部海域では、近年は海水温の低下が鈍くなり、2007年度漁期からは1潮、すなわち2週間程度遅らせて10月後半の大潮を目安に採苗を実施
- ◆採苗日繰り下げに伴う**プラス面**として、**水温が低下した適水温下での採苗が行われるとともに、アカグサレ病の発生抑制効果**が得られた。
- ◆一方で**マイナス面**として、**採苗日の繰り下げと漁期後半の水温上昇による漁期の短縮、生産枚数と生産金額の減少**につながっている可能性が示唆

表 採苗日繰り下げ前後の病気の発生までの日数

	採苗から	採苗日繰り下げ前	採苗日繰り下げ後
アカグサレ病発生までの日数		60.8	79.1
壺状菌病発生までの日数		59.0	—
バリカン症発生までの日数		33.0	31.7
		—: 発生なし	有意差なし(p>0.05)



図 採苗日繰り下げ前後の日平均水温の推移

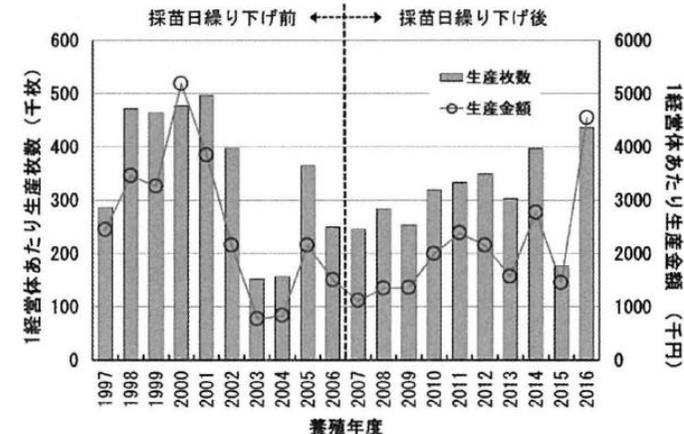


図 採苗日繰り下げ前後の1経営体あたりの生産枚数と生産金額の推移



ワカメに係る知見の収集

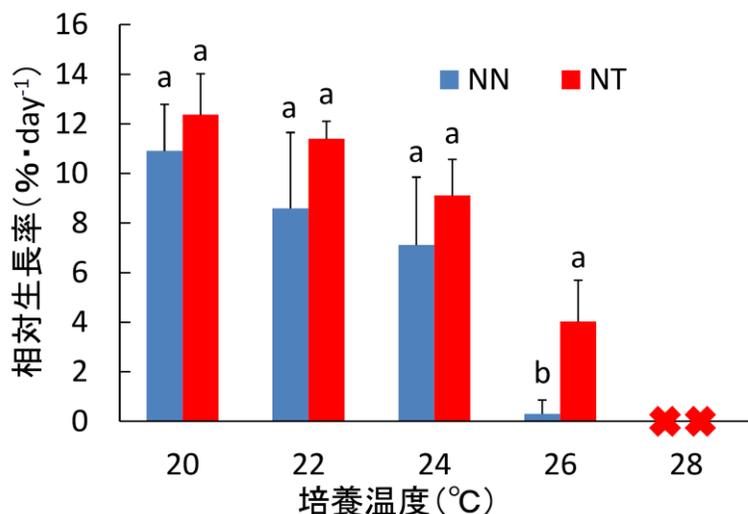
＜高水温に対する適応策＞

(有明海・八代海以外の海域に関する適応策事例)

- ◆フリー配偶体を用いた高水温耐性品種の開発が行われており、高水温でも生長、養殖初期の生産量の増加が確認されている(水温が比較的高い漁期前半に収量増)。

葉長の相対生長率は、26℃:NN(在来種) < NT(交雑種)

養殖期間を通して、NT株(交雑種)はNN株(在来種)より生長が良い



村瀬ら(2019). ワカメ養殖における温暖化適応技術と生長特性評価 海藻資源, 44, 24-28. より一部改変

図 種苗期の生長特性

野外養殖試験(生長)

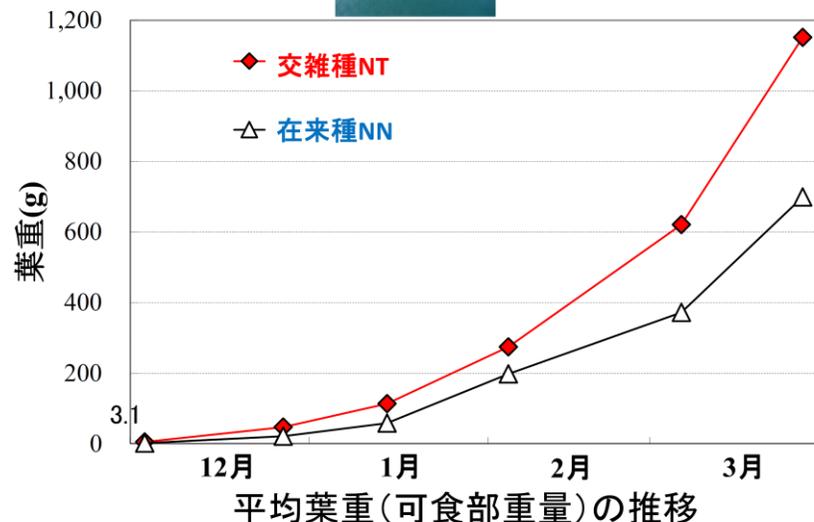


図 野外養殖試験(生長)



まとめ <③適応策>

項目	概要
漁業・生態系	(有明海・八代海) 漁業及び沿岸生態系について、気候変動が及ぼす影響の有無とその程度を検討したうえで、 調査対象種の漁獲量の維持、生息場の保全に関する適応オプション を提示
ノリ養殖	(周防灘西部海域) 採苗日繰り下げに伴う プラス面 として、水温が低下した 適水温下での採苗、アカグサレ病の発生抑制効果 が得られたが、 マイナス面 として、 漁期の短縮、生産枚数と生産金額の減少 につながっている可能性
ワカメ	(有明海・八代海以外の海域) 高水温耐性品種の開発 が行われており、 高水温でも生長、養殖初期の生産量の増加 を確認(水温が比較的高い漁期前半に収量増)。

今後の課題・論点など

- ① 気象変動影響に関する知見の拡充
→引き続き有明海・八代海等の知見の収集のほか、**日本の海域全体の気候変動影響に関する知見**を収集・整理する
- ② 有明海・八代海等のモニタリングデータを活用したより詳細な解析
→収集したデータを基に季節変動や観測年からの変化量と1年当たりの変化量との使い分け、変曲点を踏まえた解析等により、**他地域の文献等で確認された事象が有明海・八代海等でも起きているか確認**する
- ③ 未収集・未整理の項目等におけるデータの整理・解析
→**風向・日射量など**のデータに関する整理・解析を進め、長期的な傾向等を把握する
- ④ 気候変動による海域環境及び生物・生態系・漁業への影響の整理
→①～③により収集・解析した内容を基に、**気候変動により海域環境及び生物・生態系・漁業等が受けている影響を整理**し、今後の**再生方策の検討**に繋げる

I. 気候変動影響 今後の方向性



表 気候変動に関連する文献の概要(一部抜粋) 上表:現取りまとめ、下表:今後の取りまとめイメージ

項目	概要
水温	・河川水温が与える 海域の水温構造への影響 や 貧酸素化の促進 による水環境の悪化の可能性が示された。
水温、水質	・水環境における気候変動の影響は、 気温が上昇すると水温も上昇 し、湖沼やダム貯水池、河川、沿岸域や閉鎖性海域の水質に影響があることが想定されている。また、気候変動による 海面の上昇 は 河川河口部の塩水遡上域の拡大 が想定されている。
海面水位	・IPCC第5次報告書によると、1901～2010年の間で世界平均海面水位は0.19m上昇し、今世紀末には、0.26～0.82m上昇すると予測されている。また、 海面水位の上昇 が大規模に起こると海岸線の後退や島の水没などの要因となるが、その前に 干潟域の後退や消失 が生じると考えられている。
水産	・水産業の増養殖等では、生態系モデルと気候予測シナリオを用いた影響評価は行われていないものの、 多くの漁獲対象種の分布域が北上 すると予測されている。また、 海水温の上昇により、赤潮が発生し、二枚貝等のへい死するリスク 等が予想されている。



気候変動の項目	影響を受ける項目	影響を受ける主な地域	海域	概要
気温・水温(上昇)	溶存酸素	—	有明海	貧酸素化の促進
	水質	河川河口部	有八以外	塩水遡上域の拡大が想定
	植物プランクトン、二枚貝	—	有八以外	赤潮の発生・二枚貝のへい死リスクの増大
海面水位(上昇)	干潟・生態系	干潟域	有八以外	干潟域の後退や消失

これまでの情報収集を踏まえて、以下の2つの時間軸で整理
 ①これまでの変化
 ②将来予測

◆これまで収集した文献等から、**気候変動により海域環境及び生物・生態系・漁業等が受けている影響を整理し、今後の再生方策等の検討に繋げる**

Ⅱ. 干潟生態系

- 1 知見の収集・整理の方針など
- 2 知見の整理
 - (1)干潟に関する情報について
 - (2)渡り鳥に関する情報について

<背景・目的>

- ◆令和3年度中間取りまとめに際し、第47回評価委員会にて、「藻場・干潟等」の記載として、ラムサール条約登録湿地を含む**干潟の生態系(渡り鳥、希少種などを含む)**に関する情報が少ないとの指摘があった干潟生態系に関する記述について、令和8年度委員会報告において拡充するため、知見の収集・整理方法について検討を行った。



<基本方針>

- ◆有明海・八代海等の流域を対象として、**干潟生態系等に関する調査・研究事例**に関する知見を文献等により収集・整理。
- ◆有明海・八代海等における干潟の全体的状況の把握、干潟生態系を対象としてモニタリング調査が長期間にわたって継続されている**永浦干潟**での調査結果を整理するとともに、**ラムサール条約湿地(3か所)**における調査結果等を整理。



<今回の報告の趣旨>

- ◆**第1回目の報告(R6.2第13回小委員会)**で意見いただいた今後の情報収集等の方向性や、得られた情報の整理・分析方法、委員会報告への反映方法等を踏まえた、**現状の整理状況の報告**

<前回の整理結果>

(1)永浦干潟

- ◆有明海と八代海を結ぶ瀬戸に位置する永浦干潟は、周囲は雲仙天草国立公園に指定され、重要湿地に選定されている。
- ◆底生動物の出現種数、レッドリスト掲載種や優占種の出現状況等に大きな経年変化は見られず、近年に干潟・海岸の人為的改変や洪水・高潮・台風等による大きなかく乱がなかったことが大きいと思われるが、一部の群集構造には多少の変化が起きており、特に、**ホトギスガイは2013年以降、大きく増加**している。

(2)ラムサール条約登録湿地

- ◆有明海には**ラムサール条約登録湿地として3か所の干潟**が位置しており、これらの干潟では魚類、プランクトン類、カニ類、貝類、ゴカイ類などの多様な生き物が生息しており、これらを餌とする渡り鳥等の重要な中継地、越冬地となっている。

(3)シギ・チドリ類の希少種の状況

- ◆有明海・八代海等の干潟では**レッドリスト記載種が多く確認**されており、これら干潟の希少性が明らか。

<課題・論点>

有明海・八代海等の干潟生態系に関する知見の拡充

<今回の報告内容>

上記の課題を踏まえ、以下について報告

- (1)干潟に関する情報(有明海・八代海等に分布する干潟の概要と特性)について
- (2)渡り鳥に関する情報(シギ・チドリ類の希少種)について



<有明海・八代海に分布する干潟の概要と特性>

表 有明海・八代海の干潟や生物相の特徴等

◆2002年～2004年に**有明海13地点、八代海2地点**で調査を実施¹⁾

◆有明海奥部は泥質干潟、中央部東側や湾口部では砂質干潟が卓越。有明海の**固有種**をはじめ多くの**特産種**や**準特産種**、**希少種**が多数確認¹⁾

◆八代海湾奥部は泥質・砂泥質、湾中央から以南は砂質の干潟が多い。大野川では79種、氷川では71種が出現し、**他の海域では絶滅あるいは激滅している底生動物を多く確認**¹⁾

地点名	干潟タイプ		底質			干潟や生物相の特徴等
	前浜	河口	泥	砂	砂礫	
諫早湾南岸	○		○	○	○	有明海奥部の諫早湾の南岸で、島原半島沿いに位置
諫早湾北岸	○		○	○	○	干潟の規模は大きくないが、底質環境が多彩であり、生物多様性の高い場所
田古里川		○	○	○		海岸部の砂泥は海から供給された可能性大。過去に47種の貝類が確認されたが、今回は41種であり、確認されなかった希少種が多かった
塩田川		○	○			塩田川河口の広大な干潟。大部分は軟泥で一部は強く還元化。ヨシ原にはカニ類、ヘナタリ類が多い
六角川		○	○	○		六角川河口と河岸に発達した干潟。海岸部はカニ類、多毛類、干潟部には巻貝
筑後川		○	○	○		筑後川河口と河岸に発達した広大な干潟。泥地にはカニ類、砂泥地には貝類が多い
沖端川		○	○	○		沖端川河岸と河口に発達した干潟。底生動物相は比較的多様で、大陸遺存種も多い
矢部川	○	○	○	○		矢部川河口と河岸に発達した干潟。泥地にはカニ類が多い
菊池川		○	○	○		菊池川の河岸・河口の干潟。ヨシ原にはカニ類、カワザンショウ類、ヘナタリ類が多い
塩屋海岸		○	○	○		白川・緑川の河口に発達した干潟。過去に28種の貝類が確認されたが、今回は32種が確認
緑川	○	○	○	○		有明海東部に注ぐ緑川河口に広がる干潟。漁業が盛んな地域。ヨシ原にはイワガニ類や巻貝、砂泥地にはマテガイ、イソギンチャク類、多毛類が多い
永浦	○		○	○	○	底質は軟泥～砂質、砂礫質、転石と多様。有明海で最大の146種が出現するなど生物相が豊か
本渡干潟	○	○	○	○		大部分は前浜干潟であるが、広瀬川・亀川河口には小規模な河口干潟。砂質干潟を代表する多くの種がまとめて出現
大野川		○	○	○	○	不知火干拓があるため、やや閉鎖的環境。79種が出現し、希少な巻貝や他の海域で絶滅・激滅している種が多く見つかった
氷川		○	○	○		八代海奥部の氷川河口に広がる広大な干潟。71種が出現し、希少な巻貝や他の海域で絶滅・激滅している種が多く見つかった

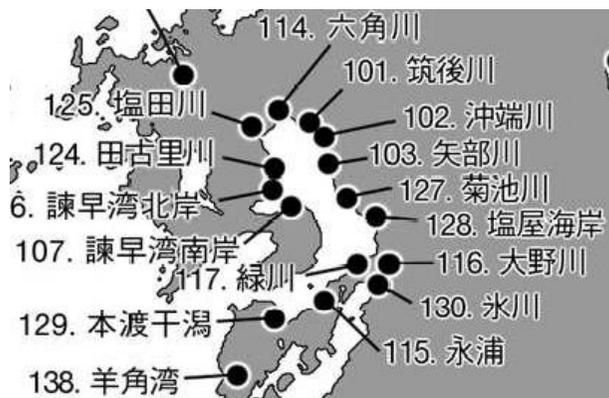


図 有明海・八代海の干潟の位置

1) 第7回自然環境保全基礎調査 浅海域生態系調査(干潟調査)報告書(環境省生物多様性センター、2007年3月)を基に環境省が一部改変



＜レッドリスト記載のシギ・チドリ類の情報＞

- ◆有明海・八代海の干潟では、**レッドリスト記載種が多く確認**。I A類のヘラシギやカラフトアオアシシギは大授掬、球磨川河口等で、I B類のコシャクシギは鹿島新籠海岸、大授掬、不知火干潟で確認されており、**干潟の希少性が明らか**。
- ◆**レッドリストⅡ類のシロチドリ、NT類のハマシギも多く確認されるのは有明海・八代海の干潟の特徴**

表 レッドリスト記載の主なシギ・チドリ類が確認(○)された干潟(2004年～2013年の計30回の調査)

種名	カテゴリー	有明海						八代海			
		白川河口	荒尾海岸	鹿島新籠海岸	早津江川河口	大野島	大授掬	六角川河口	球磨川河口	氷川	不知火干潟
ヘラシギ	I A	○					○		○		
カラフトアオアシシギ	I A	○		○	○		○		○	○	○
コシャクシギ	I B			○			○				○
タマシギ	Ⅱ	○									
シロチドリ	Ⅱ	○									
ツルシギ	Ⅱ	○		○	○		○	○	○	○	○
アカアシシギ	Ⅱ	○		○	○		○		○	○	○
タカブシギ	Ⅱ	○		○			○		○	○	○
オオソリハシシギ	Ⅱ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ホウロクシギ	Ⅱ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
セイタカシギ	Ⅱ	○			○		○		○	○	○
ツバメチドリ	Ⅱ						○				
ハマシギ	NT	○									



まとめ <知見の整理結果と特徴>

(1) 干潟に関する情報(有明海・八代海等に分布する干潟の概要と特性)

- ◆ 諫早湾を含む**有明海奥部**では**泥質干潟**の占める割合が高く、**中央部東側**や**湾口部**では**砂質干潟**が卓越。全ての地点で50種以上、最大で永浦では146種の底生動物が採集されており、**固有種・特産種・希少種**を含めて**種の多様性が高い**
- ◆ **八代海湾奥部(北部)**は**泥質**や**砂泥質**の干潟、**湾中央**から**以南**は**砂質**の干潟が多い。大野川では79種、氷川では71種が出現し、**絶滅・激減**している**底生動物を多く確認**

(2) 渡り鳥に関する情報(シギ・チドリ類の希少種)について

- ◆ **レッドリストⅡ類**の**シロチドリ**、**NT類**の**ハマシギ**も**多く確認**されるのは有明海・八代海の干潟の特徴

今後の課題・論点など

- ◆ **有明海・八代海等の干潟生態系に関する知見の拡充**
 - ・ラムサール条約登録湿地における**モニタリング結果の整理**

Ⅲ. 社会経済情勢

- 1 知見の収集・整理の方針など
- 2 知見の整理
 - (1) 流域人口
 - (2) 土地区分別面積
 - (3) 工業用水量
 - (4) 漁業経営体数
 - (5) 観光客数

<背景・目的>

- ◆ 令和3年度中間取りまとめでは、平成28年度委員会報告以降、**有明海及び八代海等を取り巻く社会経済情勢等も大きく変化**しており、このような状況や情勢の変化を踏まえつつ、中間取りまとめにおいて整理された課題の解決に向けて取り組むことが求められると指摘されており、令和8年度委員会報告に向けて、有明海及び八代海等を取り巻く社会経済情勢等に関する知見の収集・整理方法について、検討を行った。

<基本方針>

- ◆ 有明海・八代海等の流域における**人口、土地利用、産業**(農林水産業、工業、商業等)、エネルギーや上下水道等の経時的データを収集・整理し、過去からの変化状況を確認する。
- ◆ これら社会経済的なデータと流域環境を指標するデータ(汚濁負荷量、河川流量、水質、生物等)との関連性について比較・検討し、**社会経済情勢等の変化が流域環境に及ぼす影響**について分析する。

【補足】社会情勢の変化とは

社会情勢の変化としては、例えば、人口の減少、災害の多発、土地利用の変化等が挙げられる。また、社会全体としては、気候変動の影響やデジタル化の進行等も挙げられる。～中間取りまとめパブリックコメント(意見に対する考え方)～

<今回の報告の趣旨>

- ◆ **第1回目の報告(R6.2第13回小委員会)**で意見いただいた今後の情報収集等の方向性や、得られた情報の整理・分析方法、委員会報告への反映方法等を踏まえた、**現状の整理状況の報告**

<前回の整理結果>

- ◆有明海・八代海の**流域人口**は**減少**傾向
- ◆**田や畑の面積**は**減少**傾向、**宅地**は**増加**傾向
- ◆有明海・八代海流域では、**第一次産業、第二次産業の人口**は**減少**傾向、第三次産業人口は2000(平成12)年までは増加傾向であったが、その後は横ばい、あるいは減少傾向。

<課題・論点>

- ①有明海・八代海等における**社会経済的な経年データの拡充**(水利用、漁業、観光等)
- ②収集するデータの開始時期・制約
- ③**社会経済的データと流域環境との関連性**の比較・検討とその影響分析

<今回の報告内容>

上記の課題①～③を踏まえたうえで、以下のア)～カ)について報告

ア) 主要な河川流域別の流域人口の変化傾向

イ) 流域人口と生活系COD排出負荷量の推移の関連性の確認

ウ) 土地区分別面積の変化傾向

エ) 水収支・水循環に関連する流域で使用される工業用水量の推移

オ) 漁業経営体数と漁業・養殖業生産量の推移の関連性の確認

カ) 観光客数の変化傾向

ア) 流域人口(有明海・八代海流域)の推移

- ◆有明海の各流域の人口は、1980年以降増加傾向にあったが、**2005年以降では緩やかな減少傾向に移行**している。
- ◆八代海の流域人口は**1965年以降緩やかな減少傾向**を示している。

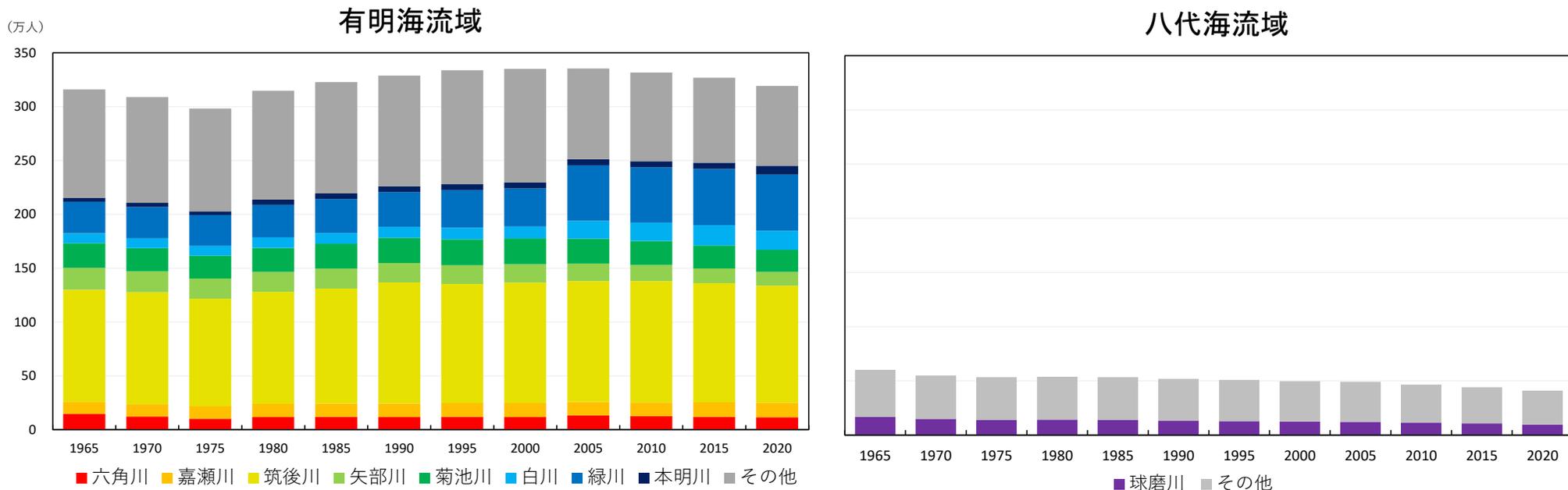


図 流域人口の推移

注) 流域人口の算出方法(流域分割の方法)は、2000年以前と2005年以降とで異なっている。

資料: 環境省資料

イ) 流域人口と排出負荷量(生活系COD)の推移

◆ 有明海、八代海の代表的な河川(筑後川、球磨川)流域における**生活系のCOD排出負荷量と、流域人口の推移**を比較した。近年の流域人口の減少傾向に対して、排出負荷量の低減傾向は大きく、これは**生活排水対策等の進展による効果**と推察される。

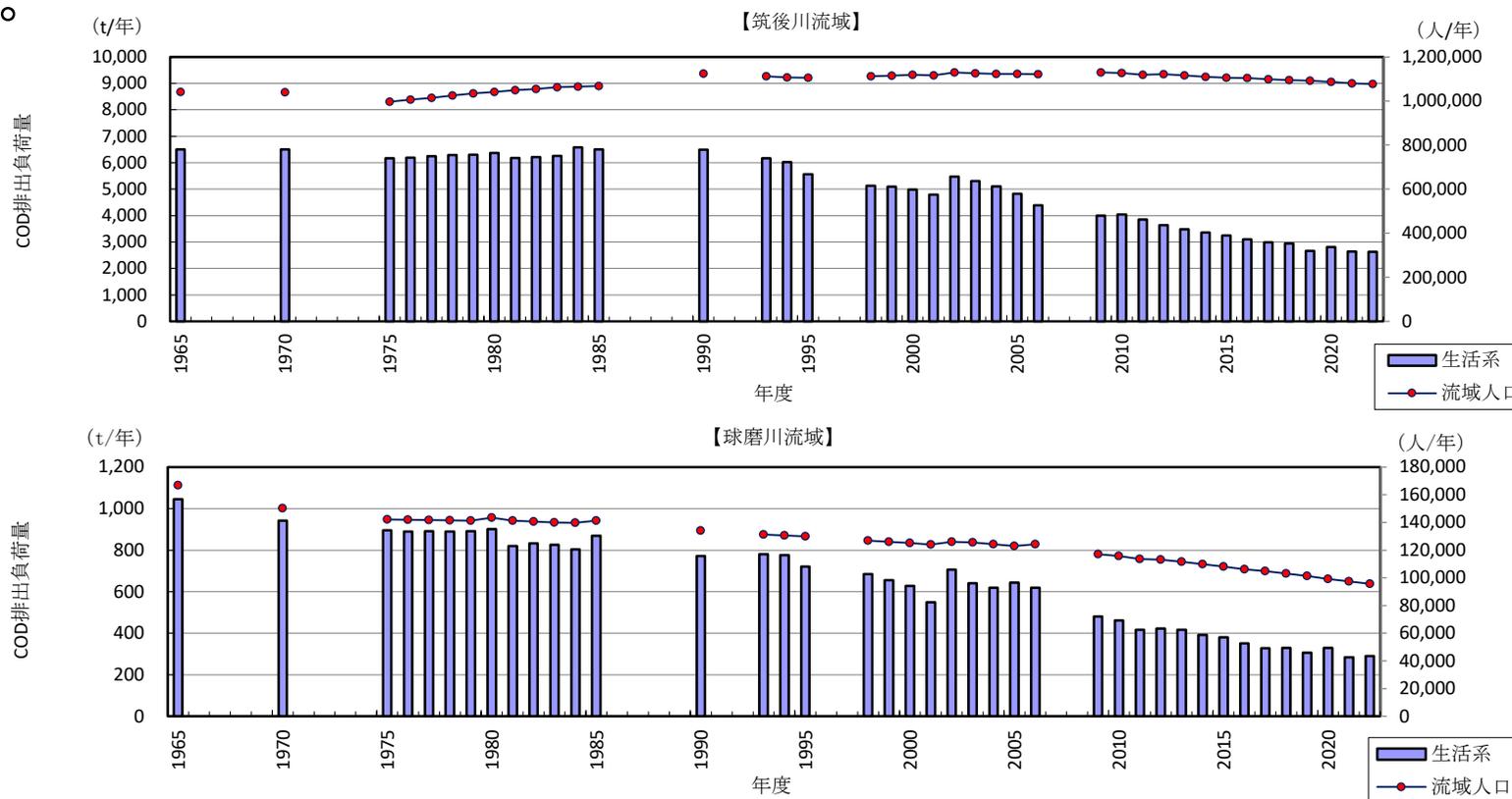


図 流域人口と生活系のCOD排出負荷量の推移

注) 流域人口及び負荷量の算出方法は、2001年以前と2002年以降で異なっている。

ウ) 土地区分別面積(有明海流域)の推移

- ◆ 山林面積は1975年以降、緩やかな減少傾向であったが、**2005年以降は横ばい**傾向であり、依然として山林面積が最も大きい。
- 水田・畑面積は1975年以降、減少傾向が顕著であったが、**2005年以降は横ばい**傾向。
- 市街地等の面積は1975年以降、増加傾向が顕著であったが、**2005年以降は横ばい**傾向。

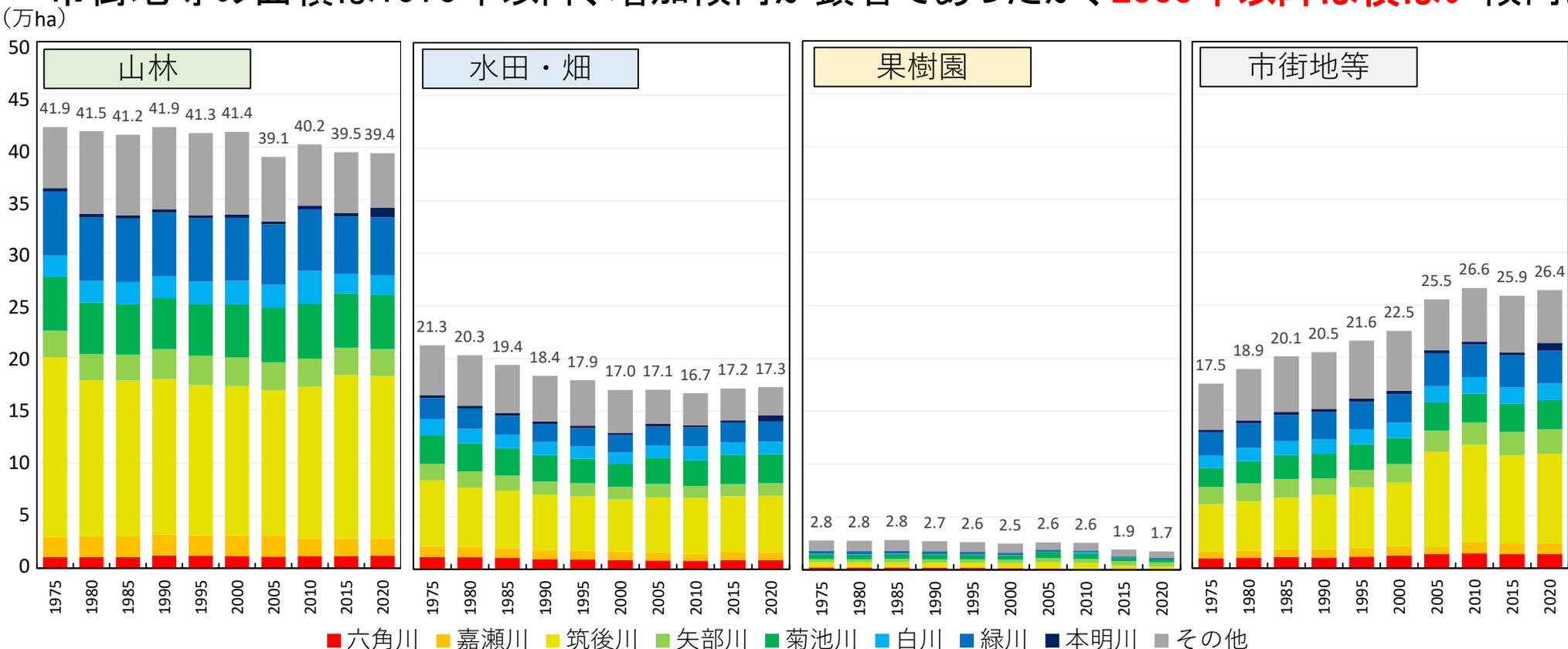


図 有明海流域の土地区分別面積の推移

ウ) 土地区分別面積(八代海流域)の推移

◆山林面積は1975年以降、緩やかな増加傾向であったが、**2005年以降は横ばい**傾向であり、依然として山林面積が最も大きい。

水田・畑面積は1975年以降、減少傾向が顕著であったが、**2005年以降は横ばい**傾向。

市街地等の面積は1975年以降、横ばい傾向であったが、**2005年以降は微増**傾向。

(万ha)

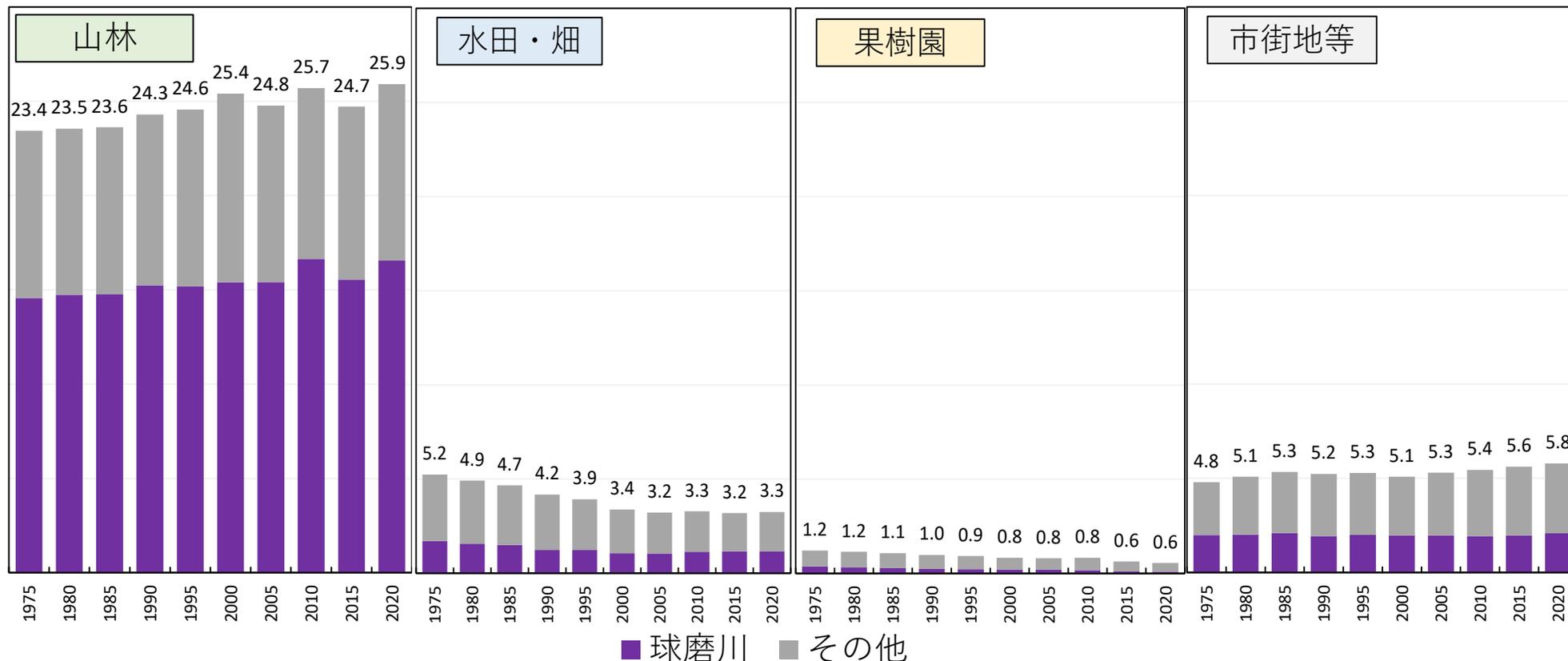


図 八代海流域の土地区分別面積の推移

注) 流域ごとの土地区分別面積の算出方法(流域分割の方法)は、2000年以前と2005年以降で異なっている。

エ) 工業用水量の推移

◆有明海・八代海流域にあたる4県(福岡、佐賀、長崎、熊本)における工業用水量の推移を示す。**近年は、工業用水量は減少傾向**にある。

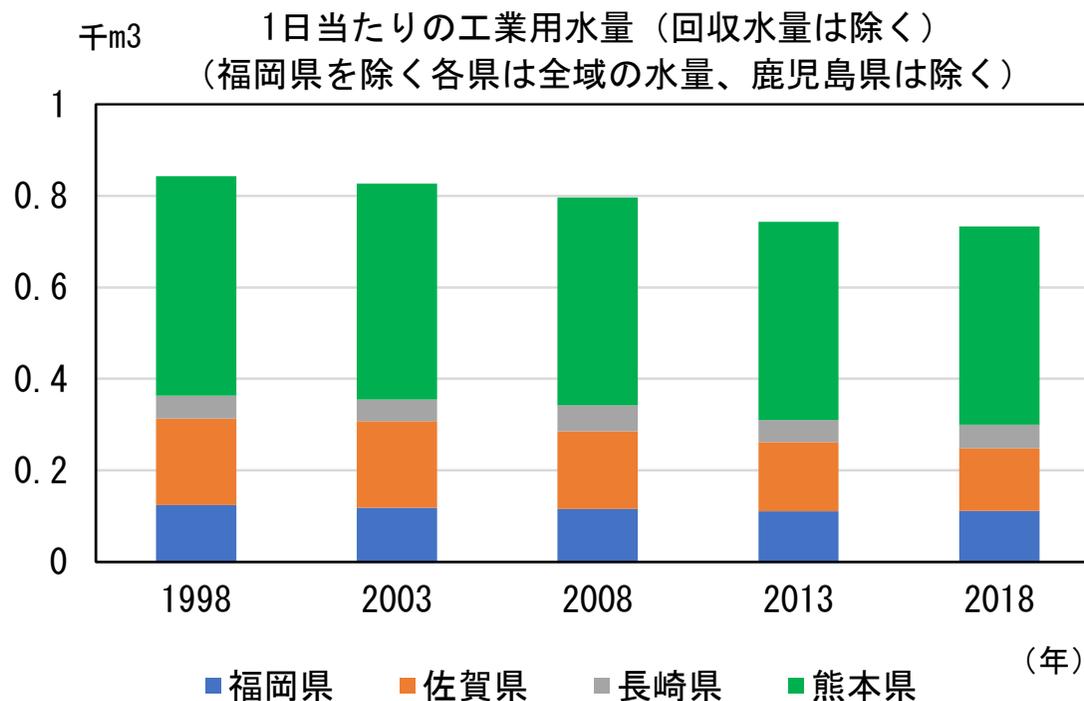


図 工業用水量の推移(回収水量は除く)

注)福岡県は筑後地域のデータを使用。その他の県は、全県データを使用。
鹿児島県は地域別データがなく、流域面積も小さいため、データに含めていない。

才) 漁業経営体数と漁業・養殖業生産量(有明海)の推移

- ◆ 1998年に対して2018年の漁業経営体数は**約半数に減少**しており、**海面漁獲量も減少**している。
- ◆ **養殖業生産量は横ばい傾向**であり、**養殖形態の集約化・大規模化等**による生産量の増加が示唆された。

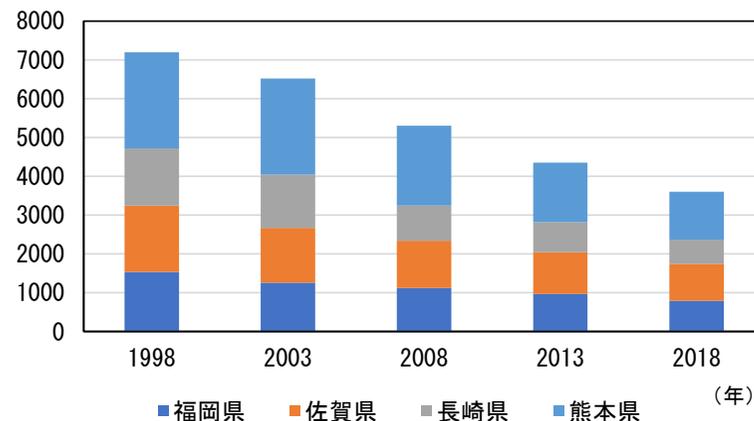


図 有明海の漁業経営体数の推移

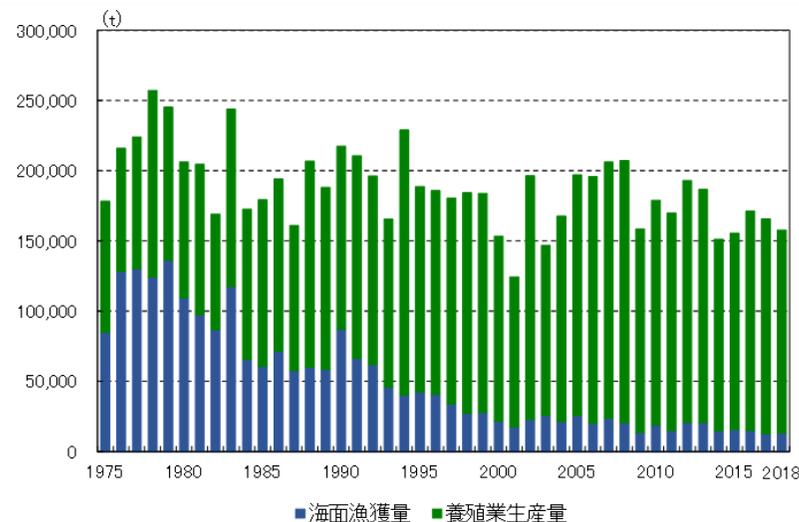


図 有明海の漁業・養殖業生産量

才) 漁業経営体数と漁業・養殖業生産量(八代海)の推移

- ◆ 1998年に対して2018年の漁業経営体数は**約半数に減少**している一方で、海面漁獲量、養殖業生産量とも**横ばい傾向**にある。
- ◆ 年ごとの自然要因等で漁獲量や養殖生産量は増減しているが、**漁業・養殖業生産量は横ばい**であることから、**漁業形態の集約化・大規模化等**による生産量の増加が示唆された。

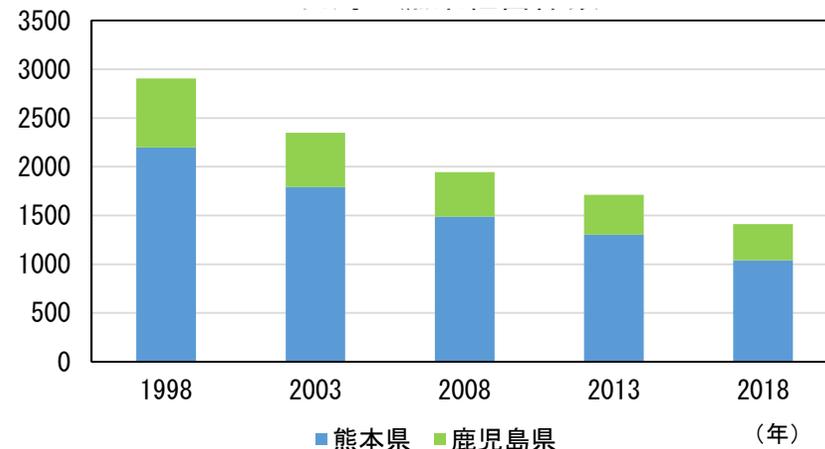


図 八代海の経営体数

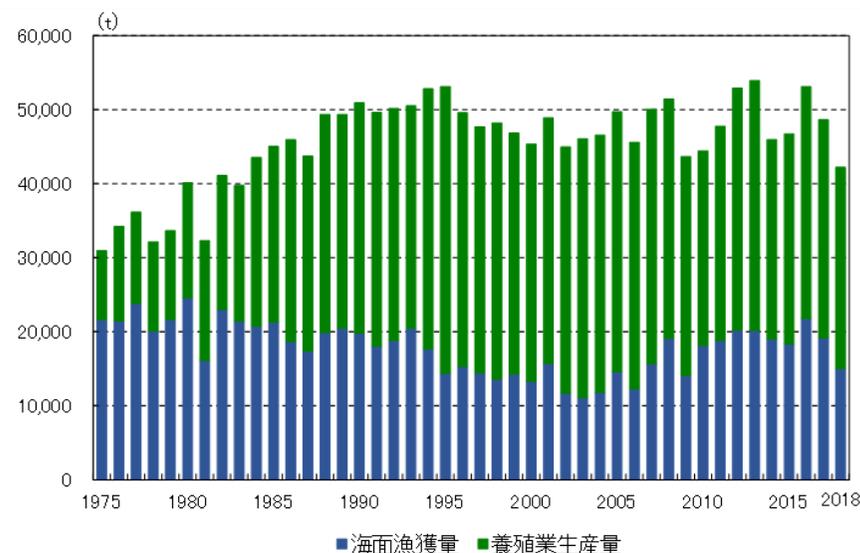


図 八代海の漁業・養殖業生産量

カ) 観光客数の推移

- ◆ 1998年以降は、有明海・八代海とも増加傾向で推移してきたが、**2013年にピークを迎え、2018年にはやや減少傾向**にある。
- ◆ 2018年の**有明海流域では年間約8,700万人**、**八代海流域では年間約1,700万人**の観光客が来訪しており、当該流域の社会経済情勢に係る要素の1つとして考えられる。

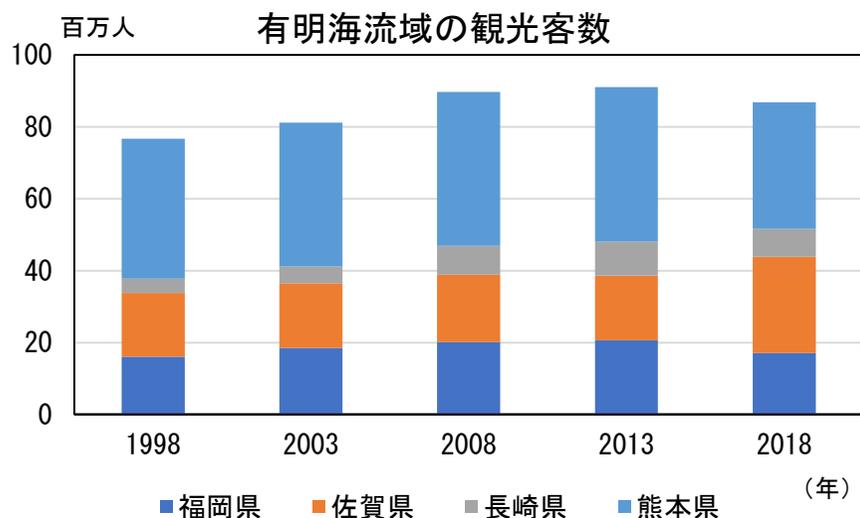


図 有明海流域の年間観光客数の推移

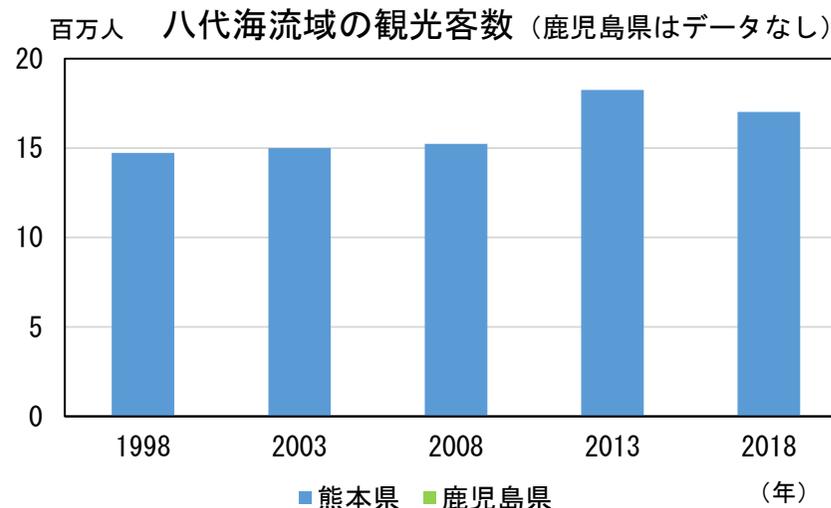


図 八代海流域の年間観光客数の推移

まとめ <知見の整理結果と特徴>

ア) 流域人口の推移

- ◆有明海の流域人口は、**2005年以降緩やかな減少傾向**
- ◆八代海の流域人口は**1965年以降緩やかな減少傾向**

イ) 流域人口と排出負荷量(生活系COD)の推移

- ◆**生活系のCOD排出負荷量、流域人口の推移**から**生活排水対策等の進展の効果**が推察された

ウ) 土地区分別面積の推移

- ◆山林や水田・畑面積は1975年以降**緩やかな減少傾向**、2005年以降は**横ばい傾向**
- ◆市街地等の面積は**1975年以降、有明海流域では顕著な増加、八代海流域では横ばい傾向、2005年以降は横ばい傾向**

エ) 工業用水量の推移

- ◆有明海・八代海流域の4県の**工業用水量は近年は減少傾向**

オ) 漁業経営体数と漁業・養殖業生産量の推移

- ◆有明海・八代海とも1998年以降、**漁業経営体数は約半数に減少**。一方で**有明海の養殖業生産量や八代海の漁業・養殖業生産量は横ばい傾向**であり、漁業経営の集約化・大規模化等により生産量の増加が示唆された

カ) 観光客数の推移

- ◆2018年の**有明海流域では年間約8,700万人、八代海流域では年間約1,700万人**の観光客が来訪しており、当該流域の社会経済情勢に関係する要素の1つとして考えられる

今後の課題・論点など

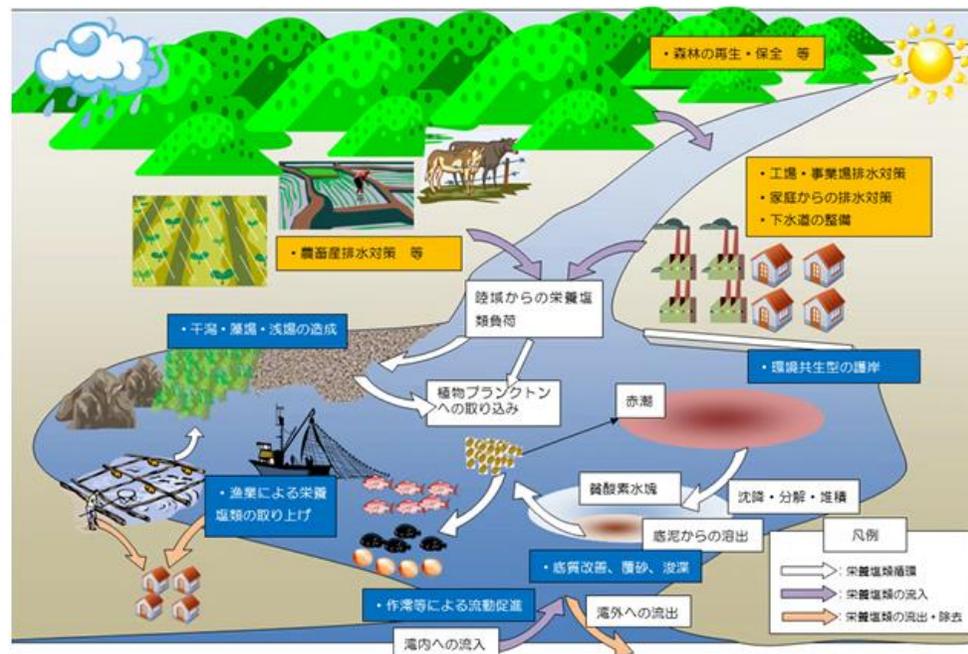
- ◆有明海・八代海等における社会経済的な経年データの拡充（水利用、漁業、観光等）
 - ・流域の水収支・水循環を指標化できるデータの活用検討
→**水利用形態やその量の変化傾向の把握**
 - ・漁業生産に係る経済的評価、観光漁業の利用者数・売上等、**地域での活動情報等の把握**の検討

- ◆社会経済的データと流域環境との関連性の比較・検討とその影響分析
 - ・**閉鎖性海域の環境改善に関する項目**の変化状況の把握

例1) 各排出負荷に関する取組み等の変化
(生活系以外にも着目)

例2) 用水量に関する取組み等の変化
(工業用水量以外にも着目)

＜閉鎖性海域の環境改善に向けた対策のイメージ＞



■ : 陸域での取り組み、■ : 海域での取り組み

資料編

有明海・八代海流域における気温の変化傾向

◆有明海・八代海流域の**日平均気温**は、各流域の気象官署において**全ての地点で有意に上昇傾向がみられた**。

表 有明海・八代海流域の気象官署における気温の変化傾向

海域	流域	観測所	県	観測開始年	日平均気温の変化傾向		流域ごとの変化傾向	
有明海	六角川	白石	佐賀	1976	+1.7 °C/46年	+0.037°C/年	+1.7°C/46年	
	嘉瀬川	佐賀	佐賀	1890	+2.0 °C/132年	+0.015°C/年	+2.0°C/46年	
	筑後川	朝倉	福岡	福岡	1976	+1.6 °C/46年	+0.034°C/年	+1.1°C/46年～ +2.3°C/80年
		久留米	福岡	福岡	1976	+2.2 °C/46年	+0.048°C/年	
		日田	大分	大分	1942	+2.3 °C/80年	+0.029°C/年	
		玖珠	大分	大分	1976	+1.1 °C/46年	+0.025°C/年	
	南小国	熊本	熊本	1976	+1.5 °C/46年	+0.032°C/年		
	矢部川	黒木	福岡	福岡	1976	+1.1 °C/46年	+0.023°C/年	+1.1°C/46年
	菊池川	鹿北	熊本	熊本	1976	+1.3 °C/46年	+0.029°C/年	+1.3°C/46年～
		菊池	熊本	熊本	1976	+1.7 °C/46年	+0.039°C/年	+1.7°C/46年
	白川	阿蘇乙姫	熊本	熊本	1978	+1.4 °C/44年	+0.031°C/年	+1.0°C/91年～ +1.4°C/44年
		阿蘇山	熊本	熊本	1931	+1.0 °C/91年	+0.013°C/年	
		高森	熊本	熊本	1976	+1.1 °C/46年	+0.025°C/年	
緑川	甲佐	熊本	熊本	1976	+1.2 °C/46年	+0.026°C/年		
その他	雲仙岳	長崎	長崎	1924	+2.7 °C/98年	+0.027°C/年	+2.3°C/132年～	
	熊本	熊本	熊本	1890	+2.3 °C/132年	+0.018°C/年	+2.7°C/98年	
八代海	球磨川	八代	熊本	熊本	1976	+1.3 °C/43年	+0.029°C/年	+1.3°C/43年～ +1.6°C/43年
		人吉	熊本	熊本	1943	+1.5 °C/80年	+0.019°C/年	
		上	熊本	熊本	1976	+1.6 °C/43年	+0.037°C/年	
	その他	牛深	熊本	熊本	1950	+1.5 °C/72年	+0.021°C/年	+1.5°C/72年

※Mann-Kendall検定を用いて変化傾向(Sen's slope値)を算出した。青網掛けは、統計学的に有意(p<0.05)であった観測所を示す。
※変化傾向について、黒字は上昇、赤字は下降を示す。

気温の変化に係る知見の収集

(有明海・八代海等以外の解析事例)

◆ 気候変動による**気温上昇**により、海域や河川における**水温の上昇傾向**と**海域**における**酸性化**の傾向が認められた地域が確認されている¹⁾

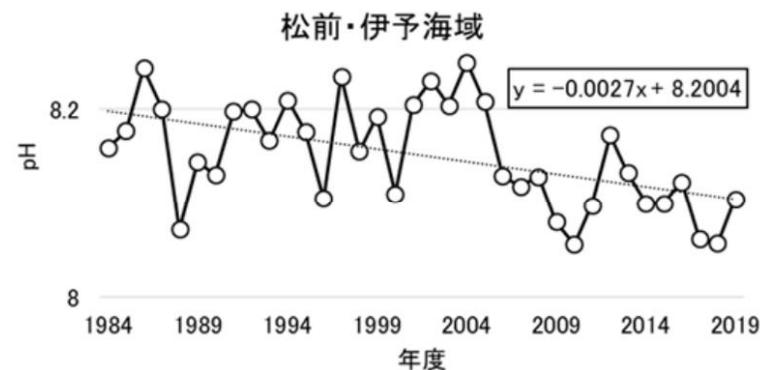
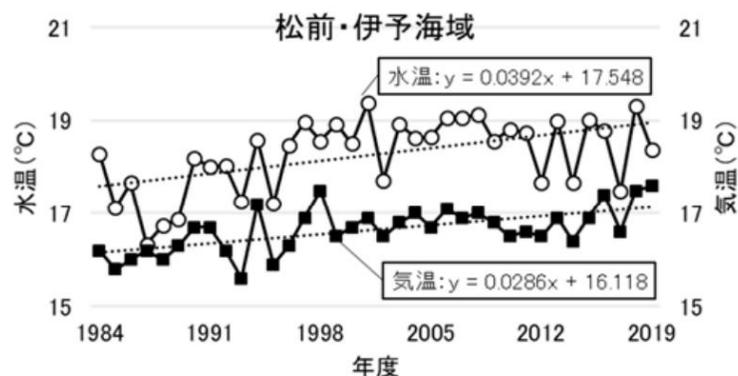
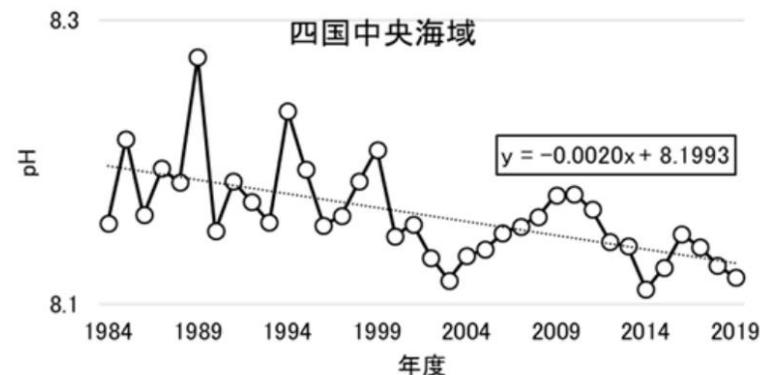
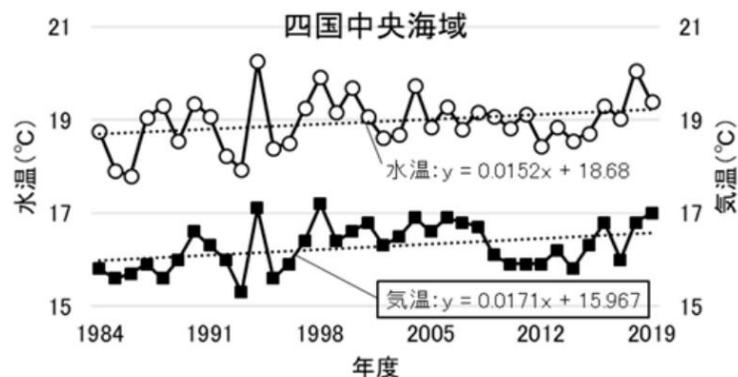


図 四国中央、松前・伊予海域の気温と水温の推移

図 四国中央、松前・伊予海域のpHの推移

1) 井上ら, 愛媛県立衛生環境研究所年報; 気候変動がもたらす愛媛県の水質変化について (2020)

I. 気候変動影響 2 (1) 気象 降水量

有明海・八代海流域における降水量の変化傾向

表 有明海・八代海における最大n時間降水量の変化傾向

海域	流域	観測所	県	観測開始年	最大n時間降水量																								
					3時間		6時間		12時間		24時間		48時間		72時間														
有明海	六角川	白石	佐賀	1976	+31.3	mm/46年	+0.667	mm/年	+38.9	mm/46年	+0.828	mm/年	+40.3	mm/46年	+0.875	mm/年	+45.4	mm/46年	+0.947	mm/年	+74.8	mm/46年	+1.625	mm/年	+76.7	mm/46年	+1.667	mm/年	
	嘉瀬川	佐賀	佐賀	1890	+38.1	mm/46年	+0.793	mm/年	+51.5	mm/46年	+1.072	mm/年	+66.4	mm/46年	+1.384	mm/年	+32.2	mm/132年	+0.242	mm/年	+78.3	mm/46年	+1.667	mm/年	+89.5	mm/46年	+1.904	mm/年	
	筑後川	朝倉	福岡	福岡	1976	+34.5	mm/46年	+0.750	mm/年	+43.2	mm/46年	+0.940	mm/年	+71.9	mm/46年	+1.563	mm/年	+80.5	mm/46年	+1.750	mm/年	+156.4	mm/46年	+3.636	mm/年	+170.9	mm/46年	+4.169	mm/年
		久留米	大分	大分	1976	+50.8	mm/46年	+1.105	mm/年	+48.8	mm/46年	+1.083	mm/年	+62.6	mm/46年	+1.361	mm/年	+70.8	mm/46年	+1.539	mm/年	+78.6	mm/46年	+1.966	mm/年	+85.0	mm/46年	+2.181	mm/年
		日田	福岡	福岡	1942	+30.3	mm/46年	+0.659	mm/年	+40.2	mm/46年	+0.894	mm/年	+51.0	mm/46年	+1.158	mm/年	+8.4	mm/80年	+0.107	mm/年	+109.6	mm/46年	+2.739	mm/年	+124.1	mm/46年	+3.103	mm/年
		玖珠	熊本	熊本	1976	+25.7	mm/46年	+0.571	mm/年	+29.1	mm/46年	+0.647	mm/年	+43.4	mm/46年	+0.944	mm/年	+55.4	mm/46年	+1.154	mm/年	+87.7	mm/46年	+1.993	mm/年	+79.6	mm/46年	+1.810	mm/年
		南小国	熊本	熊本	1976	+11.3	mm/46年	+0.250	mm/年	+16.2	mm/46年	+0.351	mm/年	+26.5	mm/46年	+0.589	mm/年	+3.1	mm/46年	+0.064	mm/年	+36.2	mm/46年	+0.803	mm/年	+84.0	mm/46年	+2.000	mm/年
	矢部川	黒木	熊本	熊本	1976	+18.2	mm/46年	+0.396	mm/年	+31.6	mm/46年	+0.688	mm/年	+52.1	mm/46年	+1.132	mm/年	+37.4	mm/46年	+0.795	mm/年	+76.4	mm/46年	+1.625	mm/年	+84.3	mm/46年	+1.833	mm/年
		柳川	熊本	熊本	1976	+14.7	mm/46年	+0.313	mm/年	+22.6	mm/46年	+0.481	mm/年	+39.8	mm/46年	+0.846	mm/年	+32.5	mm/46年	+0.678	mm/年	+65.0	mm/46年	+1.444	mm/年	+86.9	mm/46年	+2.118	mm/年
	菊池川	鹿北	熊本	熊本	1976	+23.5	mm/46年	+0.500	mm/年	+17.9	mm/46年	+0.389	mm/年	+42.1	mm/46年	+0.979	mm/年	+16.1	mm/46年	+0.335	mm/年	+71.2	mm/46年	+1.655	mm/年	+74.9	mm/46年	+1.742	mm/年
		菊池	熊本	熊本	1976	+11.8	mm/46年	+0.263	mm/年	+11.8	mm/46年	+0.268	mm/年	+8.0	mm/46年	+0.189	mm/年	-4.7	mm/46年	-0.100	mm/年	+33.0	mm/46年	+0.804	mm/年	+13.4	mm/46年	+0.336	mm/年
	白川	阿蘇乙姫	熊本	熊本	1978	+22.2	mm/44年	+0.493	mm/年	+30.4	mm/44年	+0.675	mm/年	+40.5	mm/44年	+0.920	mm/年	+22.5	mm/44年	+0.500	mm/年	+19.1	mm/44年	+0.455	mm/年	+35.0	mm/44年	+0.833	mm/年
		阿蘇山	熊本	熊本	1931	+33.6	mm/46年	+0.932	mm/年	+45.0	mm/46年	+1.250	mm/年	+55.8	mm/46年	+1.550	mm/年	+64.2	mm/91年	+0.803	mm/年	+85.4	mm/46年	+2.589	mm/年	+27.3	mm/46年	+0.854	mm/年
		高森	長崎	長崎	1976	+17.4	mm/46年	+0.425	mm/年	+15.5	mm/46年	+0.379	mm/年	+13.7	mm/46年	+0.333	mm/年	+24.2	mm/46年	+0.551	mm/年	+1.1	mm/46年	+0.026	mm/年	+20.3	mm/46年	+0.550	mm/年
	緑川	甲佐	熊本	1976	+13.8	mm/46年	+0.313	mm/年	+34.6	mm/46年	+0.786	mm/年	+52.9	mm/46年	+1.231	mm/年	+47.0	mm/46年	+1.000	mm/年	+86.6	mm/46年	+2.063	mm/年	+92.1	mm/46年	+2.301	mm/年	
	本明川	諫早	熊本	熊本	1976	+11.8	mm/46年	+0.245	mm/年	+8.0	mm/46年	+0.167	mm/年	+19.6	mm/46年	+0.417	mm/年	+22.4	mm/46年	+0.476	mm/年	+40.4	mm/46年	+0.898	mm/年	+28.1	mm/46年	+0.624	mm/年
	その他	雲仙岳	熊本	熊本	1924	-24.0	mm/46年	-1.500	mm/年	-60.9	mm/46年	-4.063	mm/年	-67.7	mm/46年	-4.833	mm/年	+30.0	mm/98年	+0.309	mm/年	-23.4	mm/46年	-1.800	mm/年	+35.3	mm/46年	+2.714	mm/年
		熊本	熊本	熊本	1890	+2.7	mm/46年	+0.056	mm/年	+7.3	mm/46年	+0.156	mm/年	-1.8	mm/46年	-0.038	mm/年	+65.0	mm/132年	+0.492	mm/年	-6.4	mm/46年	-0.141	mm/年	-6.9	mm/46年	-0.156	mm/年
	八代海	球磨川	八代	熊本	1976	+20.0	mm/46年	+0.464	mm/年	+10.2	mm/46年	+0.236	mm/年	+14.3	mm/46年	+0.333	mm/年	+5.3	mm/46年	+0.118	mm/年	+19.4	mm/46年	+0.462	mm/年	+0.7	mm/46年	+0.455	mm/年
五木			熊本	熊本	1981	+5.3	mm/41年	+0.135	mm/年	+13.2	mm/41年	+0.329	mm/年	+16.0	mm/41年	+0.420	mm/年	-4.4	mm/41年	-0.106	mm/年	+38.1	mm/41年	+1.029	mm/年	+0.6	mm/41年	+1.519	mm/年
山江			熊本	熊本	1990	+36.4	mm/32年	+1.214	mm/年	+41.5	mm/32年	+1.385	mm/年	+42.9	mm/32年	+1.481	mm/年	+9.5	mm/32年	+0.297	mm/年	+41.7	mm/32年	+1.438	mm/年	+0.6	mm/32年	+2.917	mm/年
人吉			熊本	熊本	1943	+24.0	mm/46年	+0.545	mm/年	+41.5	mm/46年	+0.942	mm/年	+46.4	mm/46年	+1.056	mm/年	+31.9	mm/79年	+0.399	mm/年	+31.3	mm/46年	+0.764	mm/年	-0.4	mm/46年	+1.000	mm/年
上			熊本	熊本	1976	+12.4	mm/46年	+0.275	mm/年	+27.1	mm/46年	+0.601	mm/年	+35.8	mm/46年	+0.833	mm/年	+21.4	mm/46年	+0.476	mm/年	+30.0	mm/46年	+0.750	mm/年	+0.4	mm/46年	+0.339	mm/年
湯前横谷		熊本	熊本	1976	+43.6	mm/46年	+1.455	mm/年	+50.4	mm/46年	+1.679	mm/年	+60.0	mm/46年	+2.000	mm/年	+52.3	mm/46年	+1.636	mm/年	+10.5	mm/46年	+0.375	mm/年	+0.6	mm/46年	+6.179	mm/年	
その他	牛深	熊本	熊本	1949	+15.4	mm/46年	+0.343	mm/年	+40.9	mm/46年	+0.909	mm/年	+47.6	mm/46年	+1.013	mm/年	+32.2	mm/73年	+0.441	mm/年	+65.2	mm/46年	+1.417	mm/年	-0.1	mm/46年	+2.508	mm/年	

※Mann-Kendall検定を用いて変化傾向(Sen's slope値)を算出した。青網掛けは、統計学的に有意(p<0.05)であった観測所を示す。
 ※気象台である佐賀、日田、阿蘇山、雲仙岳、熊本、人吉、牛深については、観測開始年からデータが存在するのは24時間降水量のみであり、その他のn時間降水量の観測開始年度は、雲仙岳が2002年、その他気象台は1976年からとなっている。
 ※変化傾向について、黒字は増加、赤字は減少を示す。

有明海・八代海流域における風速の変化傾向

◆平均風速は、有明海東部から北部にかけて、有意な増加傾向を示す地点が多かった。有明海南部および八代海では、有意ではないが、低下傾向を示す地点が多く確認された。

表 有明海・八代海における風速の変化傾向

海域	流域	観測所	県	観測開始年	平均風速の変化傾向		流域ごとの変化傾向
					年	年	
有明海	六角川	白石	佐賀	1976	+0.7 m/s/46年	+0.016m/s/年	+0.7m/s/年
	嘉瀬川	佐賀	佐賀	1890	+1.2 m/s/132年	+0.016m/s/年	+1.2m/s/年
	筑後川	朝倉	福岡	1976	+0.2 m/s/46年	+0.004m/s/年	-0.3m/s/46年～ +0.8m/s/46年
		久留米	福岡	1976	+0.3 m/s/46年	+0.006m/s/年	
		日田	大分	1942	0.0 m/s/80年	0m/s/年	
		玖珠	大分	1976	-0.3 m/s/46年	-0.007m/s/年	
		南小国	熊本	1976	+0.8 m/s/46年	+0.017m/s/年	
	矢部川	黒木	福岡	1976	+0.5 m/s/46年	+0.010m/s/年	+0.5m/s/年
	菊池川	鹿北	熊本	1976	-0.2 m/s/46年	-0.004m/s/年	-0.2m/s/46年～
		菊池	熊本	1976	+0.6 m/s/46年	+0.013m/s/年	+0.6m/s/46年
	白川	阿蘇乙姫	熊本	1978	+0.2 m/s/44年	+0.004m/s/年	-0.9m/s/46年～ +0.8m/s/46年
		阿蘇山	熊本	1931	-0.9 m/s/91年	-0.013m/s/年	
		高森	熊本	1976	+0.8 m/s/46年	+0.018m/s/年	
	緑川	甲佐	熊本	1976	0.0 m/s/46年	0m/s/年	
その他	雲仙岳	長崎	1924	-0.4 m/s/98年	-0.006m/s/年	-0.4m/s/98年～	
	熊本	熊本	1890	0.0 m/s/132年	0m/s/年	+0.0m/s/132年	
八代海	球磨川	八代	熊本	1976	-0.1 m/s/46年	-0.003m/s/年	-0.9m/s/79年～
		人吉	熊本	1943	-0.9 m/s/79年	-0.012m/s/年	+0.0m/s/46年
		上	熊本	1976	0.0 m/s/46年	0m/s/年	
	その他	牛深	熊本	1950	-1.0 m/s/72年	-0.014m/s/年	-1.0m/s/年

※Mann-Kendall検定を用いて変化傾向(Sen's slope値)を算出した。青網掛けは、統計学的に有意(p<0.05)であった観測所を示す。

※変化傾向について、黒字は増加、赤字は減少を示す。

風速・底層溶存酸素量の変化に係る知見の収集

(伊勢湾での解析事例)

◆河川流量の減少や**風速の弱化**により、外洋水の底層進入が発生しにくくなり、**底層貧酸素水塊が解消せず、拡大する可能性**があるとした研究事例がある。¹⁾

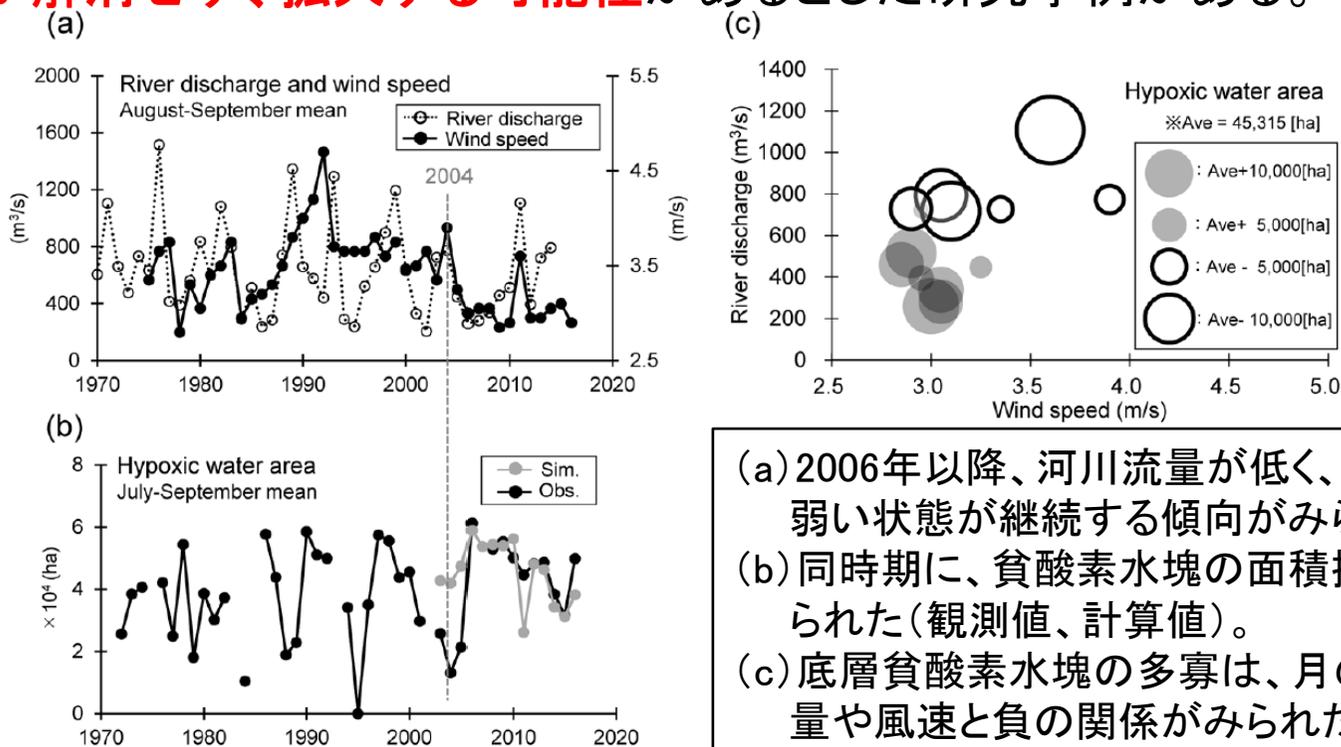


図 (a) 8～9月で平均した木曾三川(木曾川, 揖斐川, 長良川)の河川流量と、伊良湖の風速の経年変化¹⁾
 (b) 7～9月平均の底層貧酸素水塊の面積の経年変化(観測値, 計算値)¹⁾
 (c) 7～9月平均の底層貧酸素水塊の面積(計算値)と8～9月平均の河川流量, 風速の散布図¹⁾

資料: 1) 鶴島ら, 伊勢湾における2000年代以降の夏季底層貧酸素水塊の変動要因について, 海洋理工学会誌, Vol.27, No.2, pp.1-13 (2023)

海面水位・潮位・高潮の変化に係る知見の収集

(日本全域での解析事例)

◆日本周辺の海面水位は**上昇傾向**(+2.8[1.7~4.0]mm/年:1993~2015年、+4.19[1.10~+8.20]mm/年:2004年以降から2019年)にあったことが、潮位観測記録の解析結果より報告されている。気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会による解析でも同様の結果が示されている¹⁾。

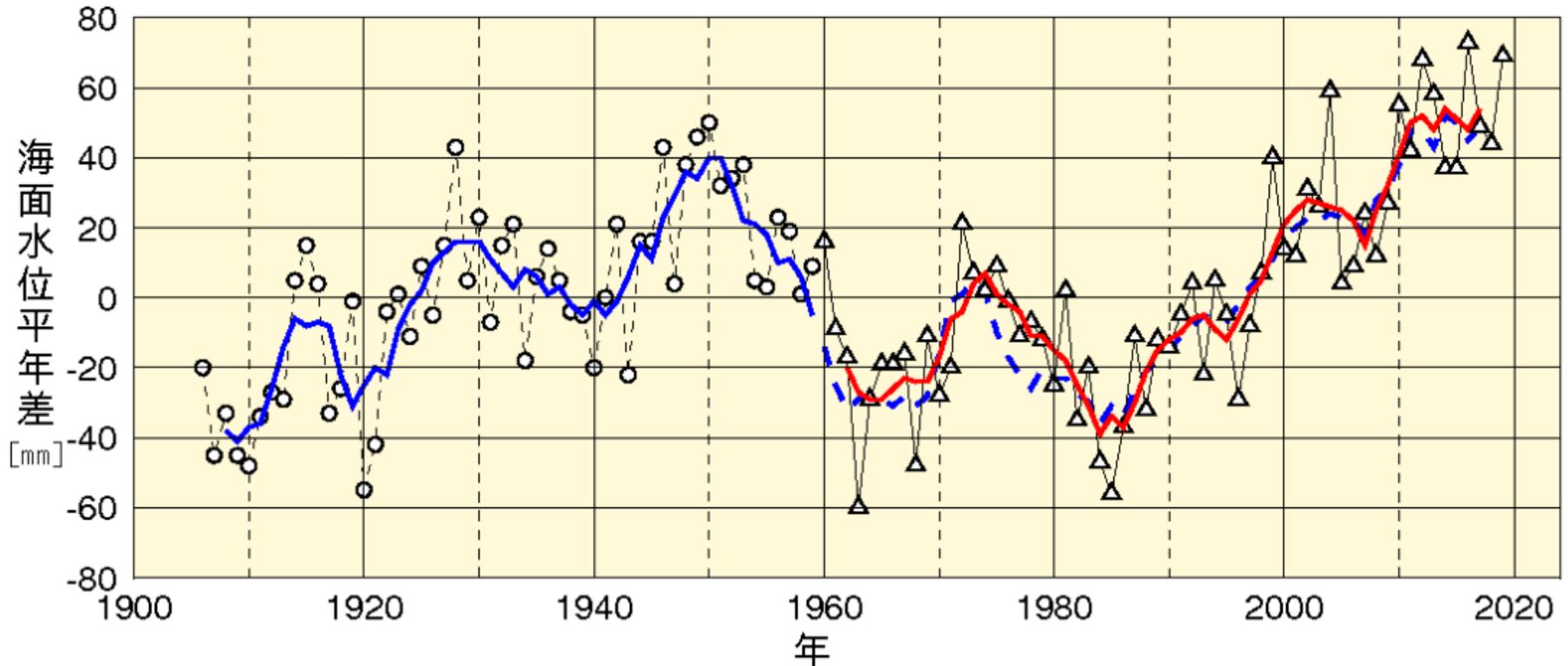


図 日本沿岸の年平均海面水位の経年変化(1906~2019年)

1) 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会_資料5、2020

海洋酸性化の変化に係る知見の収集

(日本全域での解析事例)

- ◆日本沿岸の海水のpHは、海域ごとにばらつきが大きいものの、全体的に低下傾向であり、**海洋酸性化の進行が確認**されている。¹⁾
- ◆全国289点の沿岸海域のpHデータ(1978~2009年)を用いて解析した結果、**有意な酸性化傾向**(0.0014/年~0.0024/年)にあることが確認されている。¹⁾

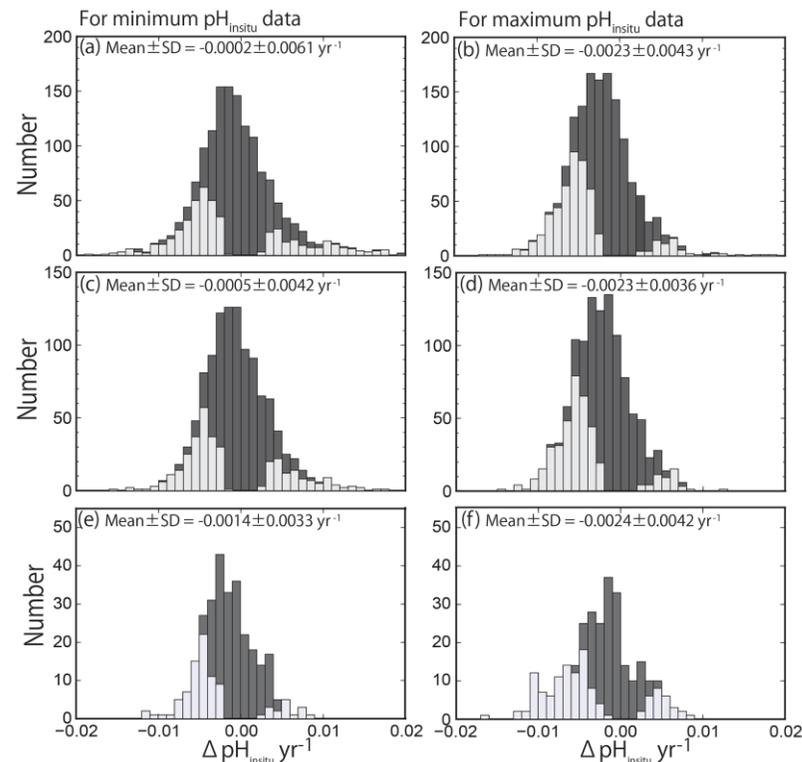


図 pH変化傾向のヒストグラム

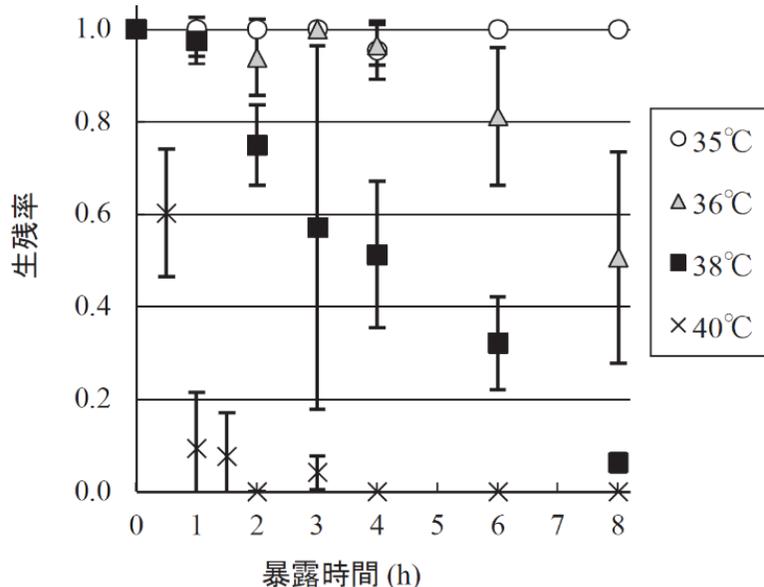
1) Ishizu, M. et al Long-term trends in pH in Japanese coastal seawater (2019)

底生生物群集の変化に係る知見の収集

＜水温上昇による底生生物への影響事例＞

(室内実験結果)

◆アサリについては、**水温や地温の上昇が夏季の生残や資源量に影響**しているとする研究報告事例がある¹⁾²⁾³⁾。



・アサリ稚貝を用いた、室内における高温暴露実験の結果、稚貝の斃死は36 °C以上で起こり、40 °Cでは2 時間後にほぼ全数が斃死した¹⁾

図 35, 36, 38, 40°Cの生残率の経時変化 (記号は平均値、縦線は標準偏差)¹⁾

資料: 1) 藤井ら, 高温条件がアサリ稚貝の生残に与える影響の定量化, 水環境学会誌, Vol.39, No.4, pp.103-108 (2016)

2) 梶原ら, における地温とアサリ着底稚貝個体数の変動特性, 水産工学, Vol.53, No.3, pp.149-157(2017)

3) 木村, 夏季高温化におけるアサリの斃死, 大分県農林水産研究指導センター研究報告(水産研究部編), 第4号(2014)

<水温上昇によるノリ養殖への影響>

(瀬戸内海での解析事例)

◆兵庫県のノリ生産量は1988年以降、減少傾向が続いており、**秋から冬にかけての水温低下の鈍化による漁期の短縮と栄養塩低下による色落ち被害の拡大が主な原因**とされている。

→水温低下が鈍ったことによって養殖開始時期が約2週間遅れ、漁期後半の色落ちによって約1か月、終漁時期が早まっている現状

◆加えて、秋から冬の水温レベルの上昇による影響は、**ノリ芽の生育不良や生理障害、病害の発生、クロダイ等による食害の拡大**につながっている可能性

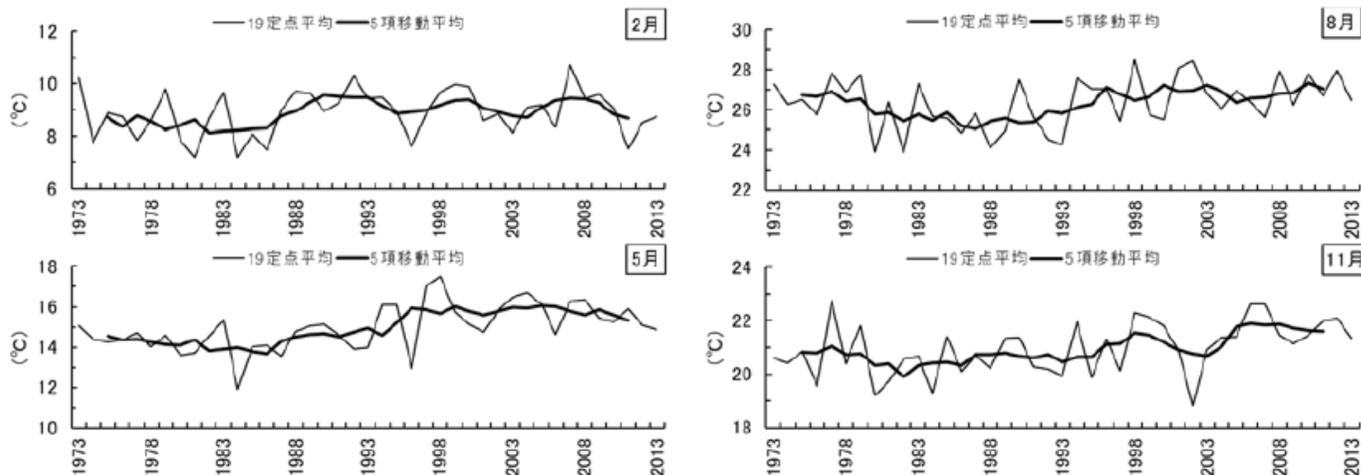


図 播磨灘表層水温の経年変動(瀬戸内海ブロック浅海定線調査観測40年成果より引用)

・表層水温の経年変動を月別にみると、秋から冬にかけての11月は、近年も緩い上昇傾向が続いている

ノリ養殖に係る知見の収集

＜高水温に対する適応策＞

(有明海・八代海以外の海域に関する適応策事例)

- ◆岡山県のノリ養殖における**高水温に適応した養殖品種の特性評価試験を実施**
- 育種素材である6CとOY-D、6Cの元品種のアオクビ、および対照品種のU-51を比較した結果、育苗期間(ノリ養殖において最も水温の高い時期)においては、形態異常発生個体率に株間の差はなかったが、OY-Dが最も生長性が高いことが示唆
- 養成期の収量性については、第1回摘採時には6Cの収穫量が少なかったが、第6回摘採時には他の3株と同等な収穫量となった。

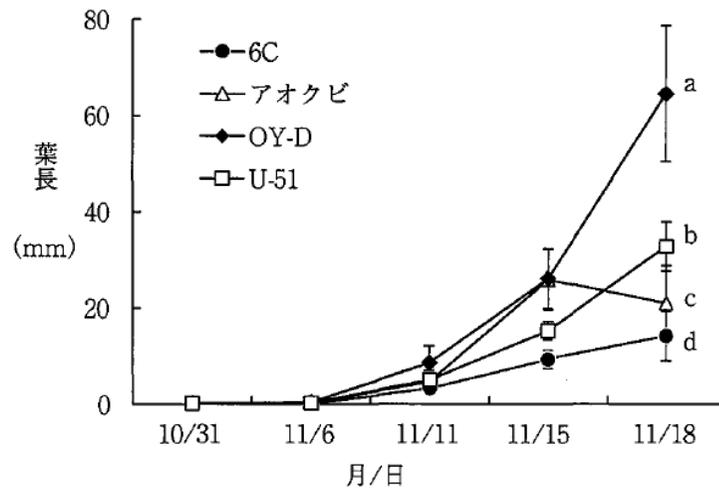


図 育苗期間中のノリ葉長の推移
(異なるアルファベット間で有意差あり)

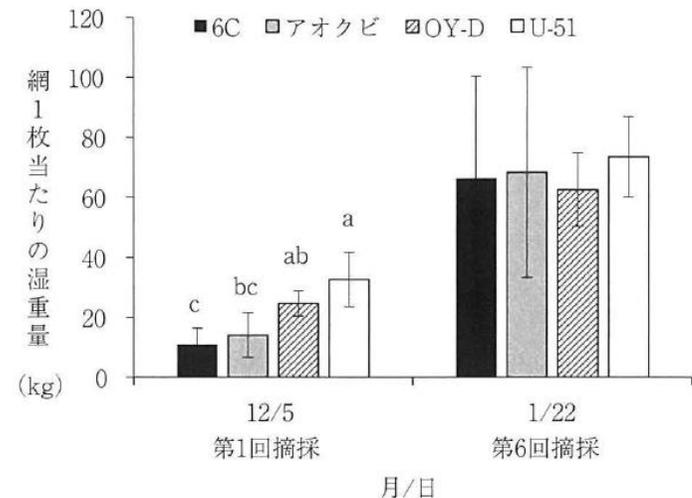


図 第1回および第6回摘採時のノリ網1枚当たりの収量
(異なるアルファベット間で有意差あり)