

令和6年度
三陸町養殖海域の水質調査
報告書

令和7年2月

北里大学海洋生命科学部

難波信由

目 次

1	はじめに	1
2	調査概要	1
3	調査方法	2
	（1）調査水域と調査期間	2
	① 海域	
	② 河川	
	（2）調査項目と測定方法	4
	① 調査項目の測定方法	
	（a）海域	
	（b）河川	
	② 調査項目の概要	
	（a）水温	
	（b）塩分	
	（c）溶存酸素量（DO）	
	（d）溶存酸素飽和度（DO飽和度）	
	（e）クロロフィル蛍光	
	（f）水素イオン濃度（pH）	
	（g）化学的酸素要求量（COD）	
	（h）生物化学的酸素要求量（BOD）	
	（i）浮遊物質（SS）	
	（j）透明度	
	（k）大腸菌群数（大腸菌数）	
	（l）油膜	
	③ 生活環境の保全に関する環境基準	
	④ 本報告における水質評価基準	
4	調査結果	10
	（1）海域	10
	① 水温	
	（a）夏季	
	（b）秋季	
	② 塩分	
	（a）夏季	
	（b）秋季	
	③ 溶存酸素量（DO）	
	（a）夏季	

- (b) 秋季
- ④ 溶存酸素飽和度 (DO飽和度)
 - (a) 夏季
 - (b) 秋季
- ⑤ クロロフィル蛍光
 - (a) 夏季
 - (b) 秋季
- ⑥ 水素イオン濃度 (pH)
 - (a) 夏季
 - (b) 秋季
- ⑦ 化学的酸素要求量 (COD)
 - (a) 夏季
 - (b) 秋季
- ⑧ 大腸菌群数
 - (a) 夏季
 - (b) 秋季
- ⑨ 透明度
 - (a) 夏季
 - (b) 秋季
- ⑩ 油膜
 - (a) 夏季
 - (b) 秋季
- (2) 河川 16
 - ① 水温
 - (a) 夏季
 - (b) 秋季
 - ② 溶存酸素量 (DO)
 - (a) 夏季
 - (b) 秋季
 - ③ 溶存酸素飽和度 (DO飽和度)
 - (a) 夏季
 - (b) 秋季
 - ④ 水素イオン濃度 (pH)
 - (a) 夏季
 - (b) 秋季
 - ⑤ 生物化学的酸素要求量 (BOD)
 - (a) 夏季

(b) 秋季	
⑥ 浮遊物質 (SS)	
(a) 夏季	
(b) 秋季	
⑦ 大腸菌群数	
(a) 夏季	
(b) 秋季	
(3) まとめ	21
① 夏季と秋季の海域	
② 夏季と秋季の河川	
5 参考文献	22

1 はじめに

近年、地球温暖化等の気候変動を原因とした三陸町の養殖海域および流入河川の環境悪化が危惧されている。そこで本調査は、同町の養殖漁場および河川の水質を把握し、今後の持続的な養殖生産の確保の一助とすることを目的とする。

2 調査概要

本調査は、旧三陸町の委託事業として1974年度（昭和49年度）から開始され、北里大学水産学部の井田齊助教授（現在は名誉教授）、のちに早川康博講師（現在は水産大学校教授）によって担当され、当初は湾内に生息する海洋生物の生態学的調査も兼ねて実施された。

1991～1997年度（平成3～9年度）は、北里大学水産学部の河原栄二郎講師（現在は福山大学教授）、1998～2000年度（平成10～12年度）は同大学へ転任後の同教授によって、夏季、冬季の三陸町沿岸の3海域の水質、底質および4河川の水質調査が実施された。

2001～2006年度（平成13～18年度）は、旧三陸町と旧大船渡市との合併（2001年11月）によって新に発足した大船渡市の委託事業として、野村環境微生物学研究所代表の野村節三博士（北里大学水産学部名誉教授）が担当した。そして、2001～2003年度までは夏季、冬季の三陸町沿岸の3海域および6河川を対象に調査を実施し、2004～2006年度は夏季、冬季の三陸町沿岸の4海域にある主な13漁港および6河川の水質について、理化学的および細菌学的調査を行った。

2007年度（平成19年度）からは大船渡市の委託事業として、三陸町海域を漁業生産の場として保全することを目的とした三陸町沿岸の5海域（吉浜湾、越喜来湾、綾里湾、外海、綾里港湾）および吉浜湾、越喜来湾、綾里港湾への流入5河川（吉浜川、浦浜川、泊川、甫嶺川、綾里川）の水質調査が実施された。なお、2007年度は北里大学水産学部の加戸隆介教授と野村環境微生物学研究所代表の野村節三博士（北里大学水産学部名誉教授）、2008～2010年度（平成20～22年度）は北里大学海洋生命科学部（2008年度学部名称変更）の加戸隆介教授に協力頂き、同学部講師難波信由（現在は准教授）が担当した。

2011年度（平成23）は東日本大震災直後、2012～2016年度（平成24～28年度）は本格的な復興工事が進められていた時期、2017～2018年度（平成29～30年度）は大規模な復興工事終了後の三陸町海域における水質把握を目的として調査が実施された。なお、2011～2016年度（平成23～28年度）は同学部の加戸隆介教授、2017～2019年度（平成29～令和元年度）は広瀬雅人助教に協力頂き、同学部准教授難波信由が担当した。

2020年度（令和2年度）は、新型コロナウイルス感染症拡大のため本調査は実施されなかつ

たが、2021年度（令和3年度）は、前述した地球温暖化等の気候変動の影響把握を目的として、三陸町沿岸の5海域（吉浜湾、越喜来湾、綾里湾、外海、綾里港湾）および吉浜湾、越喜来湾、綾里港湾への流入5河川（吉浜川、浦浜川、泊川、甫嶺川、綾里川）を対象とした調査を、同学部准教授難波信由が担当して実施した。

2022年度（令和4年度）と2023年度（令和5年度）は、2021年度と同様の目的で、三陸町沿岸の越喜来湾および同湾への流入3河川（浦浜川、泊川、甫嶺川）を対象とした調査を、同学部准教授難波信由が担当して実施した。

今年度（令和6年度）は、昨年度までと同様の目的で、三陸町沿岸の越喜来湾および同湾への流入3河川（浦浜川、泊川、甫嶺川）を対象とした調査を実施した。なお、本調査は同学部准教授の難波信由が担当し、越喜来漁業協同組合の協力の下に行われた。

3 調査方法

（1）調査水域と調査期間（図1、表1）

三陸町沿岸の越喜来湾は、岩手県南部におけるワカメ、ホタテガイ、マボヤなど食品として利用される水産物の主要養殖漁場であり、同湾の養殖漁場の水質は流入する外洋水と河川水の影響を受けている。そこで、その養殖海域と流入河川下流に設定した水質調査地点において、夏季（2024年8月下旬～9月上旬）と秋季（2023年12月上旬）に調査を実施した。また、夏季の調査は降雨直後に行った。

なお、本調査水域において、夏季（8～9月）の高温は養殖ホタテガイの新貝や成貝のへい死の原因になり、ワカメの養殖開始期にあたる秋季（11～12月）の高温は養殖種苗の芽落ちの原因となる。

① 海域

越喜来湾内に3調査地点（湾奥浅層の地点I（水深15m）、湾中央付近深層の地点II（水深60m）、湾口深層の地点III（水深90m））を設定し、各調査地点の表層と底層の水質を調査した。

② 河川

越喜来湾への流入河川である浦浜川、泊川、甫嶺川の下流に各1調査地点を設定し、流心部中層の水質を調査した。



図1. 調査水域
白丸は海域、青丸は河川（表1）の調査地点を示す。

表1. 調査水域

水域		地点	水深 (m)
海域	越喜来湾	I	表・底層 (0, 15 m)
		II	表・底層 (0, 60 m)
		III	表・底層 (0, 90 m)
河川	浦浜川	下流域	中心部の中層
	泊川	下流域	中心部の中層
	甫嶺川	下流域	中心部の中層

(2) 調査項目と測定方法

① 調査項目の測定方法（表2）

(a) 海域

表2に示す測定機器を用いて、調査地点の表層と底層の水温、塩分、溶存酸素量（DO）、溶存酸素飽和度（DO飽和度）、クロロフィル蛍光、透明度を計測し、表層の油膜の有無を記録した。また、表層では採水用ボトル、底層ではニスキン採水器で試験水を採水し、表2に示す方法を用いて水素イオン濃度（pH）、化学的酸素要求量（COD）、大腸菌群数（本項目は表層水を測定）を測定した。

(b) 河川

表2に示す測定機器を用いて、調査地点の流心部中層の水温、溶存酸素量（DO）、溶存酸素飽和度（DO飽和度）を計測した。また、流心部中層において採水用ボトルで試験水を採水し、表2に示す方法を用いて水素イオン濃度（pH）、生物化学的酸素要求量（BOD）、浮遊物質（SS）、大腸菌群数を測定した。

表2. 調査項目と測定方法

調査項目	測定方法
水温	メモリー式多項目測定装置
塩分	
溶存酸素量（DO）	
溶存酸素飽和度（DO飽和度）	
クロロフィル蛍光	
水素イオン濃度（pH）	pHメーター
化学的酸素要求量（COD）	酸性過マンガン酸カリウム吸光光度法
生物化学的酸素要求量（BOD）	5日間BOD
大腸菌群数	寒天平板法
浮遊物質（SS）	乾燥重量法
透明度	透明度板
油膜	目視観察

② 調査項目の概要

本調査で用いる項目の概要を以下に記す。

(a) 水温

水温は海域と河川の水質や養殖対象種を含む水生生物の生育に大きな影響を与える環境要因で、地球温暖化等の気候変動における主要指標である。

本調査海域では、夏季の高温期に水温23℃を超えると養殖ホタテガイの新貝や成貝がへい死する恐れがあり、稚貝は水温25℃を超えるとへい死する恐れがある（参考文献：岩手県水産技術センター 2021）。そこで本調査では、水温23℃以上を「ホタテガイへい死危惧水温」とした。

(b) 塩分

塩分は海域の水質や養殖対象種を含む水生生物の生育に大きな影響を与える環境要因であり、海域の水系を表す指標にもなる。そして、三陸の沿岸近くを南下する津軽暖流水系の塩分は33.7～34.2の範囲、沖合を北上する暖流、黒潮水系の塩分は34.2～35.0の範囲とされている（参考文献：Hanawa and Mitsudera 1986）。

(c) 溶存酸素量 (DO)

水中に溶けている酸素量のこと、主として有機物による水質汚濁の指標として用いられている。水温と塩分が高いほど酸素が海水中に溶け込む限界（飽和DO）は低くなるため、高温の夏季でDOは低くなる傾向がある。最もきれいな水ではほぼ飽和状態。やや汚染された水では5mg/L以上、非常に汚染された水ではゼロないし微量になる。水産用水基準では内湾の魚場の夏季底層において最低限維持しなければならないDOは4.3mg/Lとされている。

常に酸欠状態が続くと、好気性微生物にかわって嫌気性微生物（空気を嫌う微生物）が増殖するようになり、有機物の腐敗（還元）が起こってメタン、アンモニアや硫化水素が発生し、悪臭の原因になる。また、生物相は非常に貧弱になり、魚類は生息できなくなる。

海域の水系が異なるとDO値も異なるため水系を表す指標にもなり、黒潮水系では5mg/L（7.1mg/L）前後とされている（参考文献：海洋大辞典）。

(d) 溶存酸素飽和度 (DO飽和度)

DO飽和度は酸素が海水中に溶け込む限界（飽和DO）を100%とした値で、水温、塩分などの条件で決まる。水温と塩分が高いほど飽和DOは低くなるため、高温の夏季でDO飽和度は低くなる傾向がある。植物プランクトン

ンが大量に増殖し、その光合成により水中の酸素が増加した場合などに過飽和（100%を超える）になる。

（e）クロロフィル蛍光

海域の基礎生産を担い、養殖ホタテガイ、カキ類、マボヤなどの餌となる植物プランクトンの指標になっている。一方、赤潮の指標でもあり、赤潮発生時のクロロフィルは一般的に50 μ g/L以上とされている。

（f）水素イオン濃度（pH）

水素イオン濃度指数のことで、主として水の成分の指標として用いられており、水に何らかの化学物質がイオン状態で溶けこんでいる状態では酸性かアルカリ性を示す。酸性はpH7未満、中性はpH7、アルカリ性はpH7を超えた値である。水質が酸性あるいはアルカリ性になると水利用の支障があるほか、水中に生息する生物に影響を及ぼす。

（g）化学的酸素要求量（COD）

Chemical Oxygen Demandの略称で、湖沼及び海域の、主として有機性物質による水質汚濁の指標として用いられている。CODが高い状態が続くと水生生物相が貧弱になり、魚類などが生息できなくなる。

（h）生物化学的酸素要求量（BOD）

Biochemical Oxygen Demandの略称で、主として有機物による水質汚濁の指標として用いられている。最もきれいな水では1mg/L以下。やや汚染された水では5mg/L以下。かなり汚染された水では10mg/L以下。非常に汚染された水では常に高濃度になるとされている。BODが高い状態が続くと水生生物相が貧弱になり、魚類などが生息できなくなる。

（i）浮遊物質量（SS）

Suspended Solid（浮遊物質量）の略称で、主として水の濁りの原因となる水に溶解しない固体成分（浮遊物）による汚染の指標として用いられている。水の濁りの原因となる浮遊物は低濃度では影響が少ないが、高濃度では魚の呼吸障害、水中植物の光合成妨害などの影響がある。また、沈殿物として底質への影響がある。

（j）透明度

前述の浮遊物質量と同様、水の濁りの指標として用いられている。水中植物である養殖ワカメの生長や植物プランクトンの増殖に必須な水中光量の指標にもなっている。

(k) 大腸菌群数（大腸菌数）

主として陸上生物（人や動物）の排泄物による汚染の指標として用いられている。水中から大腸菌群が検出されることは、人または動物の排泄物で汚染されている可能性（ふん便汚染の可能性）を意味し、赤痢菌などの他の病原菌による汚染が疑われる。大腸菌群は陸上生物由来なので、海域よりも河川で高くなる。

この大腸菌群数の測定には、ふん便汚染のない水に分布する自然由来の細菌も含まれると考えられ、大腸菌群数がふん便汚染を的確に捉えていない状況もみられた。そこで、後述の「生活環境の保全に関する環境基準」では、2022年4月に大腸菌群数から大腸菌数へ基準項目が改正された。一方、現時点で公共用水域における大腸菌数の水産への影響について整理された知見はなく、現在、水産に関する評価基準（水産1～3級）には適用されていない。

(1) 油膜

主として油汚染の指標として用いられている。特に海域では、オルタンカーからの排水・事故や、震災瓦礫による汚染が問題となっている。

③ 生活環境の保全に関する環境基準

我が国の公共水域に対する環境基準としては、1993年に制定された環境基本法に基づく「生活環境の保全に関する環境基準」が挙げられる。この基準は環境基本法の前身である公害対策基本法（1967年制定）に基づいて、生活環境保全のために維持することが望ましい基準として定められたものであり、1971年に旧環境庁より告示され、以後数次にわたり改正されている。

この環境基準の中で本調査に係る3つの基準、すなわち、海域に関する「生活環境の保全に関する環境基準（海域）」と、河川に関する「生活環境の保全に関する環境基準（河川）」を表3、4に示す。なお、「生活環境の保全に関する環境基準」の詳細は環境省のホームページ（ホームページアドレス：www.env.go.jp）を参照されたい。

④ 本報告における水質評価基準

前述2つの環境基準の水産に関する評価基準（表3、4の利用目的の適応性）を以下のように改変して本調査における水質評価基準として用いた（表5、6）。

海域では、維持することが望ましい『きれいな海』の「水産1級」、「水産1級」より栄養は豊富だが水質ランクが低い『豊かな海』の「水産2級」、汚染の心配がある『要注意な海』の「要注意」の3ランクに改変した（表5）。

河川では維持することが望ましい『きれいな川』の「水産1級」、「きれいな川」の3ランクに改変した（表6）。

な川』であるが「水産1級」よりも水質ランクが低い「水産2級」、「水産1～2級」よりも栄養は豊富だが水質ランクが低い『豊かな川』の「水産3級」、汚染の心配がある『要注意な川』の「要注意」の4ランクに改変した（表6）。

表3. 生活環境の保全に関する環境基準（海域）

類型	利用目的の適応性	基準値				
		pH	COD (mg/L)	DO (mg/L)	大腸菌数 (CFU/100 mL)	n-ヘキサン抽出物 (油分等)
A	水産1級、水浴、自然環境保全 およびB以下の欄に掲げるもの	7.8 以上 8.3 以下	2 以下	7.5 以上	20 以下	検出されないこと
B	水産2級、工業用水およびC以下 の欄に掲げるもの	7.8 以上 8.3 以下	3 以下	5 以上	-	検出されないこと
C	環境保全	7.0 以上 8.3 以下	8 以下	2 以上	-	-

環境省のホームページ（www.env.go.jp）から引用。なお、「大腸菌数」の基準値は、「利用目的の適応性」における「水産1～2級」には適用されていない。

表4. 生活環境の保全に関する環境基準（河川）

類型	利用目的の適応性	基準値				
		pH	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	大腸菌数 (CFU/100 mL)
AA	水道1級、自然環境保全および A以下の欄に掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	1 以下	25 以下	7.5 以上	20 以下
A	水道2級、水産1級、水浴およ びB以下の欄に掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	2 以下	25 以下	7.5 以上	300 以下
B	水道3級、水産2級およびC以下 の欄に掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	3 以下	25 以下	5 以上	1000 以下
C	水産3級、工業用水1級およびD 以下の欄に掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	5 以下	50 以下	5 以上	-
D	工業用水2級、農業用水および E以下の欄に掲げるもの	6.0 以上 8.5 以下	8 以下	100 以下	2 以上	-
E	工業用水3級、環境保全	6.0 以上 8.5 以下	10 以下	ごみ等の浮遊が認め られないこと	2 以上	-

環境省のホームページ（www.env.go.jp）から引用。なお、「大腸菌数」の基準値は、「利用目的の適応性」における「水産1～3級」には適用されていない。

また、前述2つの環境基準（表3、4）における以下の2点を改変した。

ふん便汚染に対する基準項目である大腸菌数は、2022年4月に大腸菌群数から改正された項目であるが、現在、水産に関する評価基準（水産1～3級）には適用されていない。そこで本調査では、昨年度までと同様に寒天平板法を用いて大腸菌群数を測定し、表5、6に示した基準値を用いて評価した。

「生活環境の保全に関する環境基準（海域）」の基準項目である「n-ヘキサン抽出物（油分等）」は「油膜の有無」に置き換えて評価した（表5）。

表5. 海域の水質評価基準

評価基準	基準値				
	pH	COD (mg/L)	大腸菌群数 (cfu/mL)	DO (mg/L)	油膜
1級	7.8 以上 8.3 以下	2.0 以下	10 以下	7.5 以上	認められない
2級	7.8 以上 8.3 以下	3.0 以下	10 を超えるもの	5.0 以上	認められない
要注意	7.0 以上 8.3 以下	8.0 以下	10 を超えるもの	2.0 以上	認められる

白色は水産1級、緑色は水産2級、オレンジ色は要注意の範囲を示す。

表6. 河川の水質評価基準

評価基準	基準値				
	pH	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	大腸菌群数 (cfu/mL)	DO (mg/L)
1級	6.5 以上 8.5 以下	2.0 以下	25 以下	10 以下	7.5 以上
2級	6.5 以上 8.5 以下	3.0 以下	25 以下	50 以下	5.0 以上
3級	6.5 以上 8.5 以下	5.0 以下	50 以下	50 を超えるもの	5.0 以上
要注意	6.0 以上 8.5 以下	8.0 以下	100 以下	50 を超えるもの	2.0 以上

白色は水産1級、緑色は水産2級、黄色は水産3級、オレンジ色は要注意の範囲を示す。

4 調査結果

(1) 海域

本項では、越喜来湾の湾奥浅層（水深15m）の地点Iと、湾中央付近と湾口深層の地点II（水深60m）と地点III（水深90m）における東日本大震災後の2011～今年度（2024年）にかけて14年間の夏季（8～9月）と、2021～今年度（2024年）の4年間の秋季（11～12月）の調査結果を示す。なお、2020年は新型コロナウイルス感染症拡大のため調査は実施しなかった。

① 水温（図2）

(a) 夏季

今年度（2024年）の地点I、II、III表層の水温は23.1、23.7、23.5℃、底層の水温は22.6、17.0、15.7℃であり、浅層の全地点表層と地点I底層の水温は高い値を示した。そして、2012年の全地点表層と地点I底層、2023年と今年度（2024年）の全地点表層の水温が「ホタテガイのへい死危惧水温（23℃以上）」に当てはまった。

(b) 秋季

今年度（2024年）の地点I、II、III表層の水温は17.9、18.4、18.5℃、底層の水温は17.9、15.0、13.8℃であり、浅層の全地点表層と地点I底層の水温は高い値を示した。一方、調査期間中の全地点の水温は夏季に比べて低く、「ホタテガイのへい死危惧水温（23℃以上）」には当てはまらなかった。

② 塩分（図2）

(a) 夏季

今年度（2024年）の地点I、II、III表層の塩分は31.6、32.6、32.8、底層の塩分は33.8、34.1、34.2であり、全地点表層の塩分は低い値を示した。この表層の低塩分は調査前の降雨の影響と思われる。

そして、底層では2021年、2023年と今年度（2024年）の地点IIIが黒潮水系に当てはまった。また、表層では2021年と2022年の地点IIと地点IIIが津軽暖流水系に当てはまり、底層では多くの地点（2016年の地点III、2011年～2013年、2015、2017、2021年と今年度（2024年）の地点IIと地点III、2014、2018、2019、2022年の全地点）が津軽暖流水系に当てはまった。

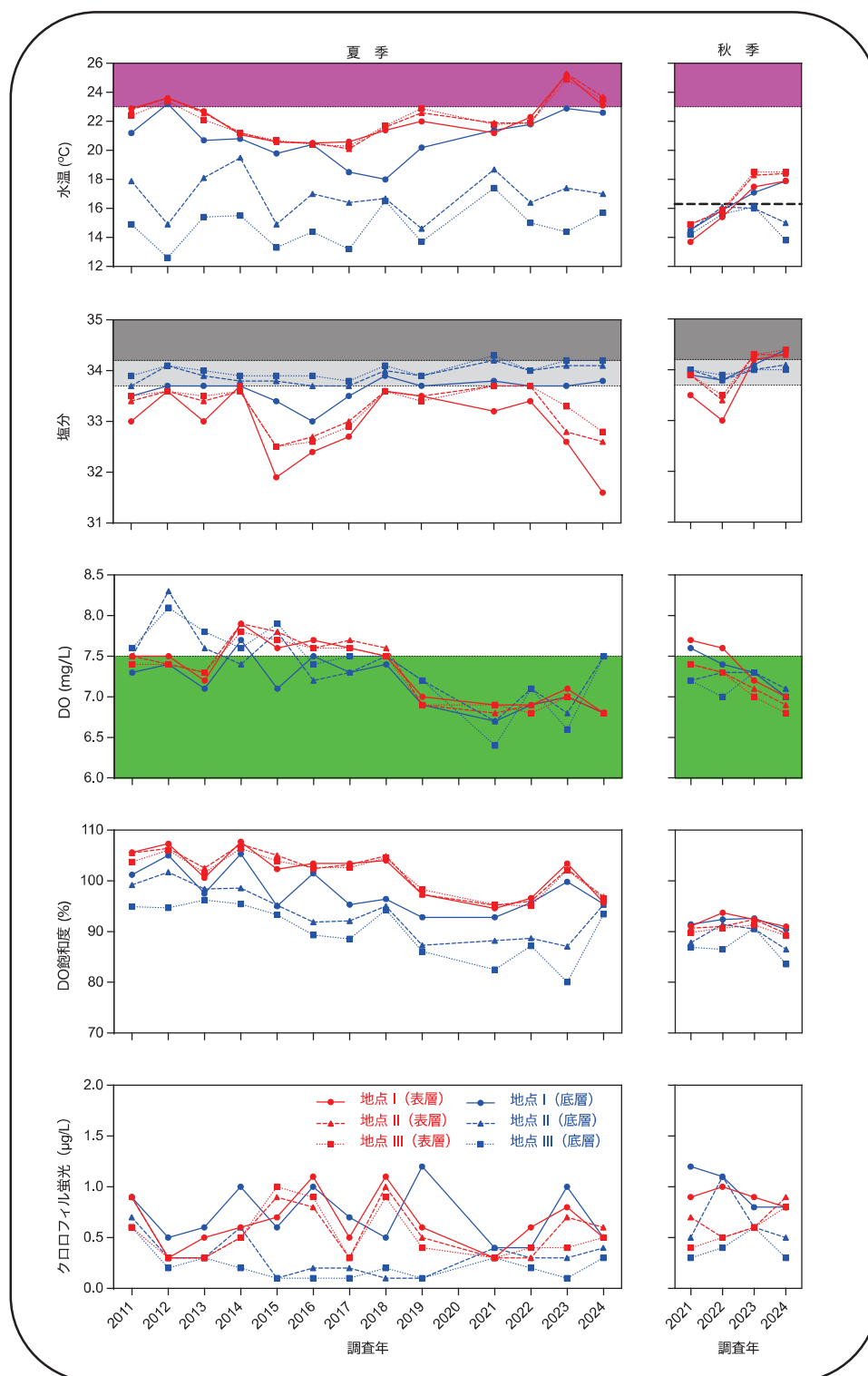


図2. 海域（越喜来湾3地点：地点Ⅰ，地点Ⅱ，地点Ⅲ）における2011年～2024年（今年度）の夏季（9月）と2021年～2024年（今年度）の秋季（11～12月）の表層、底層の水溫、塩分、DO、DO飽和度、クロロフィル蛍光。
 水溫のピンク色はホタテガイのへい死危惧水溫（23℃以上）、秋季水溫の点線は地点Ⅱ表層の2011～2024年11月の平均水溫、塩分の薄い灰色は津軽暖流水系（33.7～34.2）、濃い灰色は黒潮水系（34.2～35.0）、DOの白色は水産1級、緑色は水産2級の範囲を示す。2020年夏季は新型コロナウイルス感染症拡大のため欠測。

(b) 秋季

今年度（2024年）の地点I、II、III表層の塩分は34.3、34.3、34.4、底層の塩分は34.4、34.1、34.0であり、浅層の全地点表層と地点I底層の塩分は高い値を示した。

そして、2023年の地点IIとIIIの表層、今年度（2024年）の全地点表層と地点I底層が黒潮水系に当てはまり、2021年と2022年の全地点と、2023年の地点I表層と全地点底層、今年度（2024年）の地点II、IIIの底層が津軽暖流水系に当てはまった。

③ 溶存酸素量（DO）（図2、表7）

(a) 夏季

今年度（2024年）の地点I、II、III表層のDOは6.8、6.8、6.8mg/L、底層のDOは6.8、7.5、7.5mg/Lであり、浅層の全地点表層と地点I底層のDOは低い値を示した。

そして、黒潮水系のDOは7.1mg/L前後とされていることから、2019年～2023年の全地点、今年度（2024年）の全地点表層と地点I底層が黒潮水系の影響を受けていた可能性も示唆された。

水質評価結果として、全地点表層のDOは2014年～2018年が「水産1級」、2011と2012年が「水産1～2級」、2013年と2019年～今年度（2024年）が「水産2級」に当てはまった。そして、全地点底層のDOは2011年～2018年が「水産1～2級」、2019年～2023年が「水産2級」、2023年と今年度（2024年）が「水産1～2級」に当てはまった。一方、全地点底層のDOは全調査年を通して内湾魚場の夏季底層において最低限維持しなければならない値（4.3mg/L）に比べ十分に高い値であった。

(b) 秋季

今年度（2024年）の地点I、II、III表層のDOは7.0、6.9、6.8mg/L、底層のDOは7.0、7.1、7.0mg/Lであり、低い値を示した。

そして、黒潮水系のDOは7.1mg/L前後とされていることから、2022年の地点III底層、2023年の全地点表層と、今年度（2024年）の全地点が黒潮水系の影響を受けていた可能性も示唆された。

水質評価結果として、全地点表層のDOは2021年と2022年が「水産1～2級」、2023年と今年度（2024年）が「水産2級」に当てはまった。そして、全地点底層のDOは2021年が「水産1～2級」、2022年～今年度（2024年）が「水産2級」に当てはまった。一方、全地点底層のDOは全調査年を通して内

湾魚場の夏季底層において最低限維持しなければならない値（4.3mg/L）に比べ十分に高い値であった。

表 7. 養殖海域の水質評価結果

季節	年	pH		COD		大腸菌群数	DO		油膜
		表層	底層	表層	底層		表層	底層	
夏季	2011	1級	1級	1級	1級	1級	1級～2級	1級～2級	1級
	2012	1級	1級	1級	1級	1級	1級～2級	1級～2級	1級
	2013	1級	1級	1級	1級	1級	2級	1級～2級	1級
	2014	1級	1級	1級	1級	1級	1級	1級～2級	1級
	2015	1級	1級	1級	1級	1級	1級	1級～2級	1級
	2016	1級	1級	1級	1級	1級	1級	1級～2級	1級
	2017	1級	1級	1級	1級	1級	1級	1級～2級	1級
	2018	1級	1級	1級	1級	1級	1級	1級～2級	1級
	2019	1級	1級	1級	1級	1級	2級	2級	1級
	2020	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
	2021	1級	1級	1級	1級	1級	2級	2級	1級
	2022	1級	1級	1級	1級	1級	2級	2級	1級
	2023	1級	1級	1級	1級	1級	2級	2級	1級
	2024	1級	1級	1級	1級	1級	2級	1級～2級	1級
秋季	2021	1級	1級	1級	1級	1級	1級～2級	1級～2級	1級
	2022	1級	1級	1級	1級	1級	1級～2級	2級	1級
	2023	1級	1級	1級	1級	1級	2級	2級	1級
	2024	1級	1級	1級	1級	1級	2級	2級	1級

④ 溶存酸素飽和度（DO飽和度）（図 2）

（a）夏季

今年度（2024年）の地点I、II、III表層のDO飽和度は95.7、96.9、96.5%、底層のDO飽和度は95.4、95.3、93.4%であり、全地点で大きな差はなかった。

（b）秋季

今年度（2024年）の地点I、II、III表層のDO飽和度は91.0、89.6、89.2%、底層のDO飽和度は90.4、86.5、83.6%であり、全調査年の各地点の最低値を示した。

⑤ クロロフィル蛍光（図2）

（a）夏季

今年度（2024年）の地点I、II、III表層のクロロフィル蛍光は0.5、0.6、0.5 $\mu\text{g/L}$ 、底層のクロロフィル蛍光は0.5、0.4、0.3 $\mu\text{g/L}$ であり、昨年度までの値に比べて大きな差はなかった。

そして、全調査年の全地点が赤潮発生時のクロロフィル（50 $\mu\text{g/L}$ 以上）に比べ十分に低い値であった。

（b）秋季

今年度（2024年）の地点I、II、III表層のクロロフィル蛍光は0.8、0.9、0.8 $\mu\text{g/L}$ 、底層のクロロフィル蛍光は0.8、0.5、0.3 $\mu\text{g/L}$ であり、昨年度までの値に比べて大きな差はなかった。

そして、全調査年の全地点が赤潮発生時のクロロフィル（50 $\mu\text{g/L}$ 以上）に比べ十分に低い値であった。

⑥ 水素イオン濃度（pH）（図3、表7）

（a）夏季

今年度（2024年）の地点I、II、III表層のpHは8.0、8.1、8.1、底層のpHは8.1、8.0、8.0であり、全調査年の全地点が「水産1級」に当てはまった。

（b）秋季

今年度（2024年）の地点I、II、III表層のpHは8.0、8.1、8.1、底層のpHは8.1、8.0、8.1であり、全調査年の全地点が「水産1級」に当てはまった。

⑦ 化学的酸素要求量（COD）（図3、表7）

（a）夏季

今年度（2024年）の地点I、II、III表層のCODは0.5、0.5、0.5 mg/L 、底層のCODは1.2、0.5、0.5 mg/L であり、全調査年の全地点が「水産1級」に当てはまった。

（b）秋季

今年度（2024年）の地点I、II、III表層のCODは0.5、0.5、0.5 mg/L 、底層のCODは0.5、0.5、0.5 mg/L であり、全調査年の全地点が「水産1級」に当てはまった。

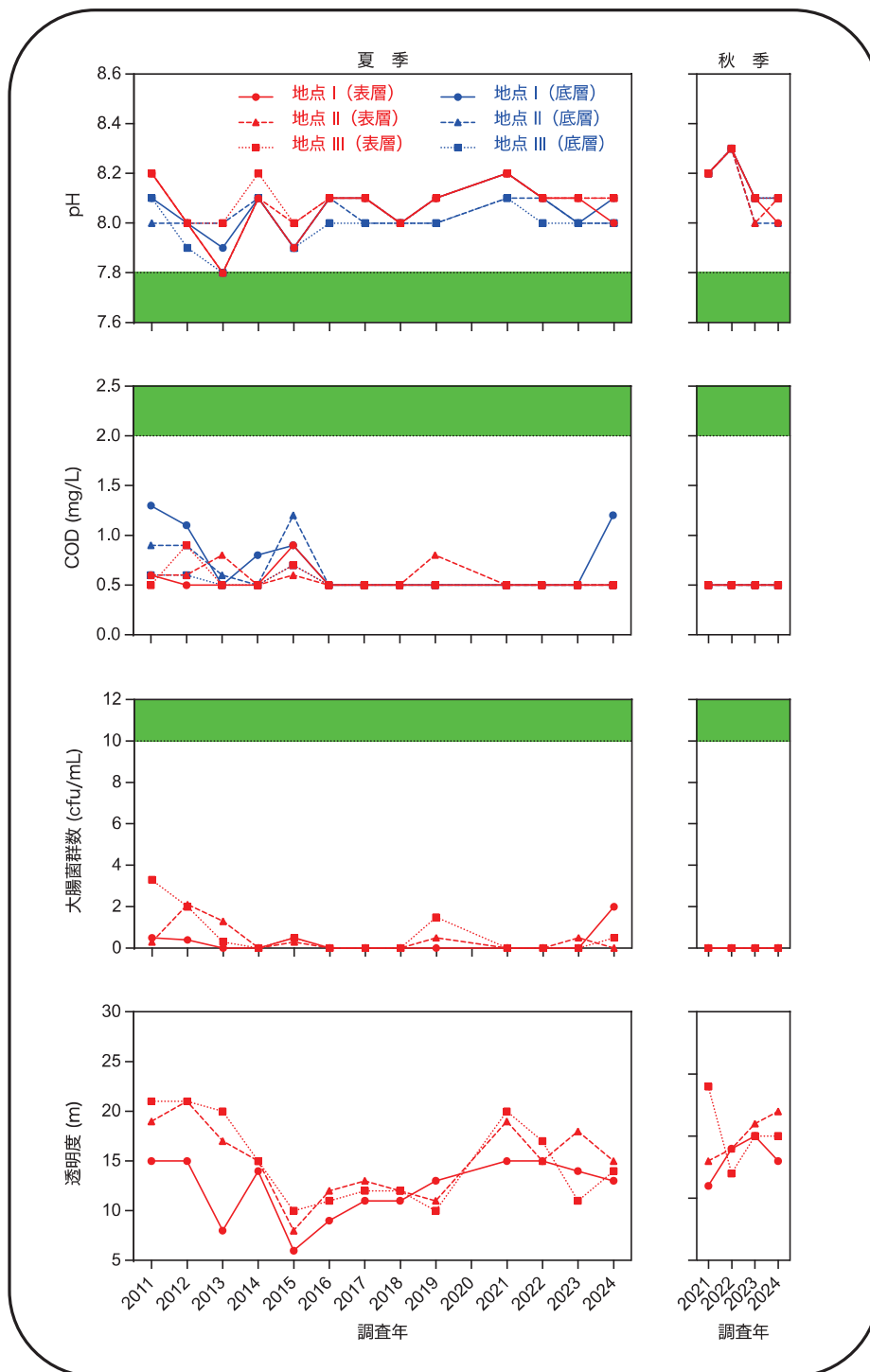


図3. 海域（越喜来湾3地点：地点Ⅰ，地点Ⅱ，地点Ⅲ）における2011年～2024年（今年度）の夏季（9月）と2021年～2024年（今年度）の秋季（11～12月）のpH、COD、表層の大腸菌群数と透明度。
pH、COD、大腸菌群数の白色は水産1級、緑色は水産2級の範囲を示す。2020年は新型コロナウイルス感染症拡大のため欠測。

⑧ 大腸菌群数（図3、表7）

（a）夏季

今年度（2024年）の地点I、II、III表層の大腸菌群は2.0、0.0、0.5cfu/mLであり、全調査年の全地点が「水産1級」に当てはまった。

（b）秋季

今年度（2024年）の地点I、II、III表層の大腸菌群は0.0、0.0、0.0cfu/mLであり、全調査年の全地点が「水産1級」に当てはまった。

⑨ 透明度（図3）

（a）夏季

今年度（2024年）の地点I、II、IIIの透明度は13、15、14mであり、全調査年の平均値14mに近い値であった。

（b）秋季

今年度（2024年）の地点I、II、IIIの透明度は13、17、15mであり、全調査年の平均値15mに近い値であった。

⑩ 油膜（表7）

（a）夏季

今年度（2024年）の全地点表層で油膜は検出されず、全調査年の全地点が「水産1級」に当てはまった。

（b）秋季

今年度（2024年）の全地点表層で油膜は検出されず、全調査年の全地点が「水産1級」に当てはまった。

（2）河川

本項では、越喜来湾への流入3河川（浦浜川、泊川、甫嶺川）における東日本大震災後の2012年～今年度（2024年）にかけて13年間の夏季（8～9月）と、2021年～今年度（2024年）の4年間の秋季（11～12月）の調査結果を示す。なお、2020年は新型コロナウイルス感染症拡大のため調査は実施しなかった。

① 水温（図4）

（a）夏季

今年度（2024年）の浦浜川、泊川、甫嶺川の水温は20.7、18.6、18.9℃であり、高い値を示した。

（b）秋季

今年度（2024年）の浦浜川、泊川、甫嶺川の水温は10.6、10.5、10.3℃であり、全調査年の平均値10.2℃に近い値を示した。

② 溶存酸素量（DO）（図4、表8）

（a）夏季

今年度（2024年）の浦浜川、泊川、甫嶺川のDOは8.5、8.9、8.9mg/Lであり、全調査年の全河川が「水産1級」に当てはまった。

（b）秋季

今年度（2024年）の浦浜川、泊川、甫嶺川のDOは9.3、10.2、10.9mg/Lであり、浦浜川のDOは低い値を示したが、全調査年の全河川が「水産1級」に当てはまった。

③ 溶存酸素飽和度（DO飽和度）（図4）

（a）夏季

今年度（2024年）の浦浜川、泊川、甫嶺川のDO飽和度は94.4、95.2、95.8%であり、全調査年の平均値97.3%に近い値であった。

（b）秋季

今年度（2024年）の浦浜川、泊川、甫嶺川のDO飽和度は83.8、91.3、97.6%であり、浦浜川のDO飽和度は低い値を示したが、泊川と甫嶺川のDO飽和度は全調査年の平均値93.8%に近い値であった。

④ 水素イオン濃度（pH）（図4、表8）

（a）夏季

今年度（2024年）の浦浜川、泊川、甫嶺川のpHは7.3、7.3、7.4であり、全調査年の全河川が「水産1級」に当てはまった。

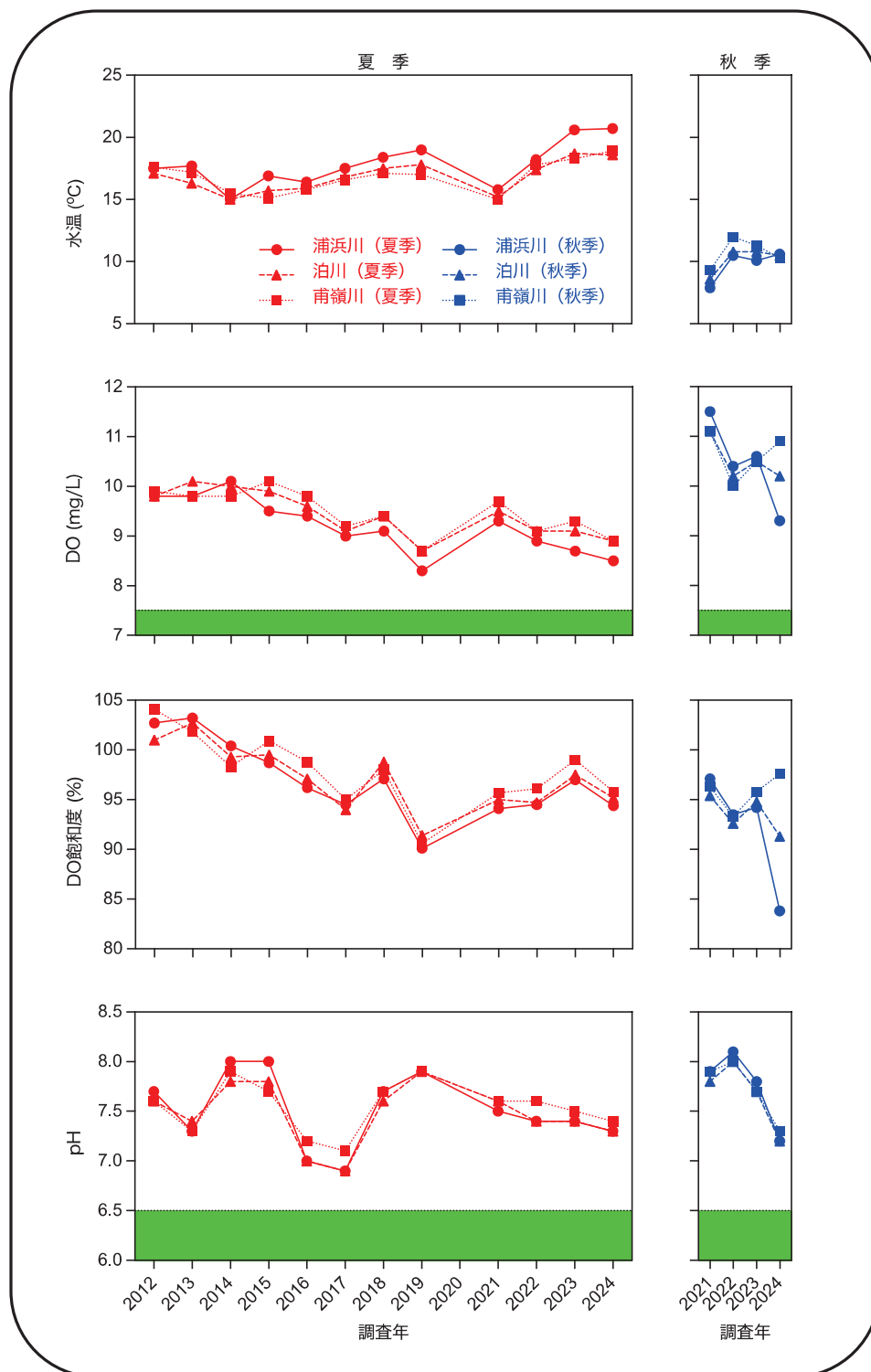


図4. 河川（浦浜川，泊川，甬嶺川）における2012年～2024年（今年度）の夏季（8～9月）と2021年～2024年（今年度）の秋季（11～12月）の水温，DO，DO飽和度，pH。
DO，pHの白色は水産1級，緑色は水産2級の範囲を示す。2020年は新型コロナウイルス感染症拡大のため欠測。

(b) 秋季

今年度（2024年）の浦浜川、泊川、甫嶺川のpHは7.2、7.2、7.3であり、全調査年の全河川が「水産1級」に当てはまった。

⑤ 生物化学的酸素要求量（BOD）（図5、表8）

(a) 夏季

今年度（2024年）の浦浜川、泊川、甫嶺川のBODは1.3、1.3、1.3mg/Lであり、2014年の全河川が「水産2級」、今年度（2024年）を含む他の年は「水産1級」に当てはまった。

(b) 秋季

今年度（2024年）の浦浜川、泊川、甫嶺川のBODは1.6、1.9、1.8mg/Lであり、全調査年の全河川が「水産1級」に当てはまった。

表8. 河川の水質評価結果

季節	年	pH	BOD	SS	大腸菌群数	DO
夏季	2012	1級	1級	1級	3級	1級
	2013	1級	1級	1級	2級～3級	1級
	2014	1級	2級	1級	2級～3級	1級
	2015	1級	1級	1級	2級～3級	1級
	2016	1級	1級	1級	1級～2級	1級
	2017	1級	1級	1級	2級～3級	1級
	2018	1級	1級	1級	2級～3級	1級
	2019	1級	1級	1級	3級	1級
	2020	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
	2021	1級	1級	1級	2級～3級	1級
	2022	1級	1級	1級	3級	1級
	2023	1級	1級	1級	3級	1級
	2024	1級	1級	1級	3級	1級
秋季	2021	1級	1級	1級	2級	1級
	2022	1級	1級	1級	2級～3級	1級
	2023	1級	1級	1級	2級～3級	1級
	2024	1級	1級	1級	2級	1級

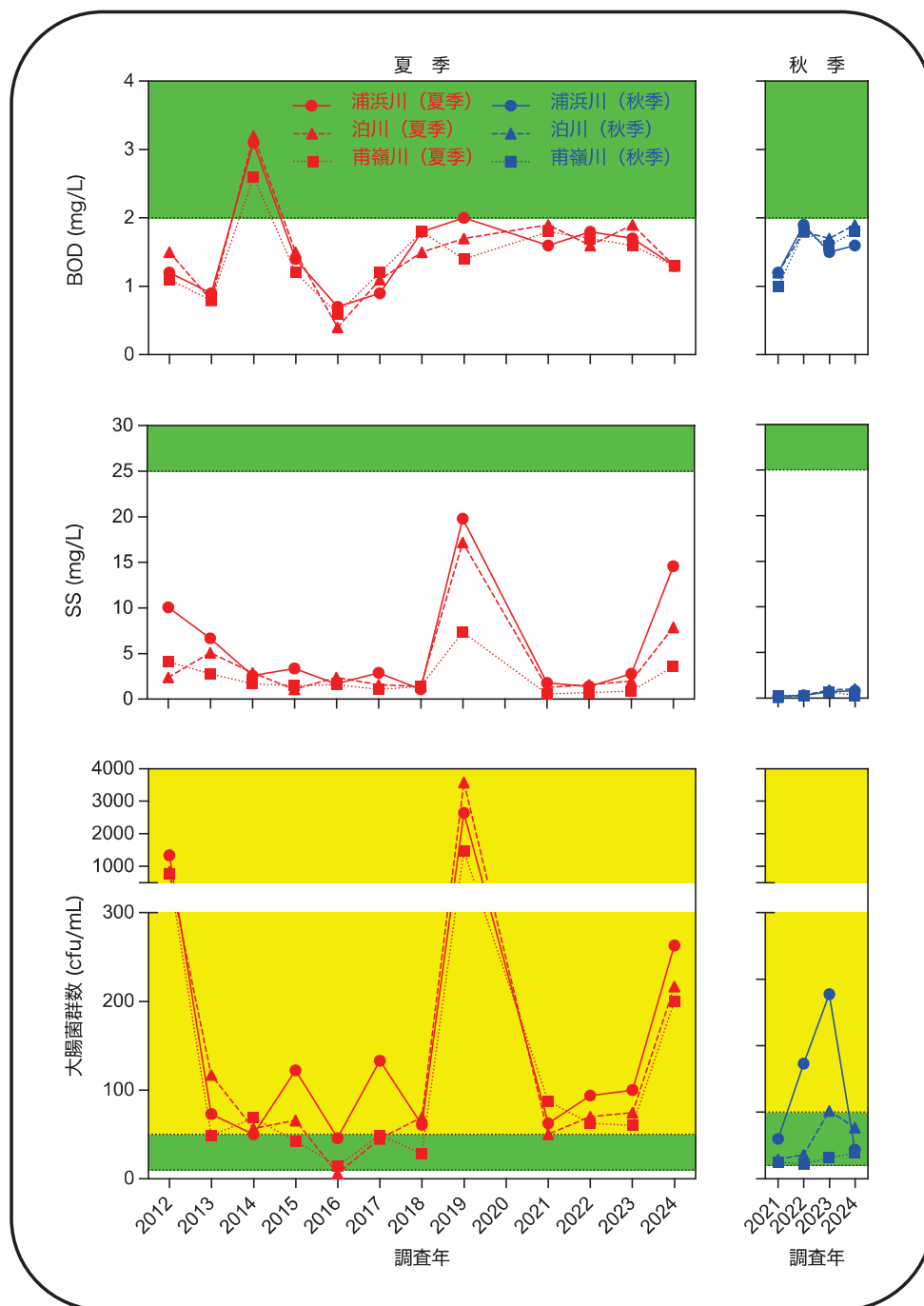


図5. 河川（浦浜川，泊川，甫嶺川）における2012年～2024年（今年度）の夏季（8～9月）と2021年～2024年（今年度）の秋季（11～12月）のBOD，SS，大腸菌群数。
BOD，SS，大腸菌群数の白色は水産1級，緑色は水産2級，黄色は水産3級の範囲を示す。2020年は新型コロナウイルス感染症拡大のため欠測。

⑥ 浮遊物質量（SS）（図5、表8）

（a）夏季

今年度（2024年）の浦浜川、泊川、甫嶺川のSSは14.6、7.9、3.6mg/Lであり、浦浜川と泊川のSSは全調査年の平均値4.0mg/Lに比べて高い値を示したが、全調査年の全河川が「水産1級」に当てはまった。

（b）秋季

今年度（2024年）の浦浜川、泊川、甫嶺川のSSは0.8、1.0、0.3mg/Lであり、全調査年の全河川が「水産1級」に当てはまった。

⑦ 大腸菌群数（図5、表8）

（a）夏季

今年度（2024年）の浦浜川、泊川、甫嶺川の大腸菌群数は263、217、200cfu/mLであり、全調査年の平均値363cfu/mLに近い値であった。

3河川の大腸菌群数は調査期間中大きく変動し（6～3,588cfu/mL）、2016年が「水産1～2級」、2013～2015年、2017、2018、2021年が「水産2～3級」、2012、2019、2022年～今年度（2024年）が「水産3級」に当てはまった。

（b）秋季

今年度（2024年）の浦浜川、泊川、甫嶺川の大腸菌群数は22、39、19cfu/mLであり、全調査年の平均値38cfu/mLに近い値であった。

そして、2021年が「水産2級」、2022年と2023年が「水産2～3級」、今年度（2024年）が「水産2級」に当てはまった。

（3）まとめ

① 夏季と秋季の海域

本課題の養殖海域の水質評価項目であるpH、COD、大腸菌群数と油膜は、夏季の調査を実施した14年間（2011年～今年度の2024年）と、秋季の調査を実施した4年間（2021年～今年度の2024年）を通して最も安全性の高い「水産1級」に当てはまった。そして、赤潮発生の指標となるクロロフィル蛍光は、夏季と秋季ともに、その一般的な値4.3mg/Lよりも著しく低い値であり、透明度も6～21mと高い値を示した。また、夏季と秋季のDOは「水産1級～2級」に当てはまったが、全調査期間を通して、内湾魚場において最低限維持しなければならない値4.3mg/Lを十分に上回っていた。これらの結果は、三陸町養殖海域の高水準

な水質『きれいな海』に対して地球温暖化等の気候変動が大きな影響をおよぼしていないことを示していた。

しかしながら、三陸沖では 2022 年秋以降、海洋内部の水温が記録的に高くなっていることが報告され、これは黒潮の三陸沖への極端な北上が原因と考えられている（参考文献：気象庁 2023）。そして、本報告の夏季調査では 2012 年に続き、2023 年と今年度（2024 年）の浅層における高水温（ホタテガイのへい死危惧水温 23℃ 以上）が記録され、2021 年から実施した秋季調査においても浅層の水温上昇傾向が続いている。さらに、塩分と溶存酸素の記録からは、夏季の 2019 年～今年度（2024 年）と、秋季の 2022 年～今年度（2024 年）が黒潮の影響を受けていた可能性も示されている。

これらの結果は、三陸沿岸域が沖合の黒潮の極端な北上による高水温化を顕著に受け始めていること、そして、養殖ワカメやホタテガイなどの生産量減少の一因となっていることを示している。さらに、現在のような高水温が続けば、三陸町養殖海域の高水準な水質『きれいな海』に対して悪影響をおよぼしかねないことも示唆している。

② 夏季と秋季の河川

今年度（2024 年）の全河川の夏季の水温（18.3～20.6℃）は、2023 年に続いて 13 年間の調査期間でも高い値を示した。一方、河川の水質評価項目である夏季の pH、BOD、SS と DO は、全調査期間を通して最も安全性の高い「水産 1 級」であった。そして、2021 年～今年度（2024 年）の秋季においても、これら 4 項目は全て「水産 1 級」に当てはまった。また、大腸菌群数は震災直後の 2012 年と 2019 年の夏季に非常に高い値を示したが（769～3,588 cfu/mL）、今年度（2024 年）を含む他の調査年の夏季と秋季は比較的安定していた（6～263 cfu/mL）。そして、調査期間中「水産 1 級～3 級」に当てはまった。

これらの結果は、三陸町養殖海域への流入河川が高い水質を維持していることを示していたが、水温と大腸菌群数については今後も注意が必要である。

5 参考文献

岩手県水産技術センター（2021）．2021 年ホタテガイ高水温情報．<https://www2.suigi.pref.iwate.jp/research/20210727scallopseed>.

Hanawa, K., Mitsudera, H. (1986) . Variation of water system distribution in the Sanriku coastal area. J. Oceanogr. Soc. Japan. 42, 435-446.

気象庁（2024）．報道発表 三陸沖の海洋内部の水温が記録的に高くなっています．https://www.jma.go.jp/jma/press/2308/09a/20230809_sanriku_seatemp.pdf.

和達清夫（1994）．再版 海洋大辞典．株式会社東京堂出版．東京．

難波信由・加戸隆介（2008）．平成19年度 三陸町海域・河川の水質調査報告書．
大船渡市．岩手．

難波信由・加戸隆介（2009）．平成20年度 三陸町海域・河川の水質調査報告書．
大船渡市．岩手．

難波信由・加戸隆介（2010）．平成21年度 三陸町海域・河川の水質調査報告書．
大船渡市．岩手．

難波信由・加戸隆介（2011）．平成22年度 三陸町海域・河川の水質調査報告書．
大船渡市．岩手．

難波信由・加戸隆介（2012）．平成23年度 三陸町養殖海域の水質調査報告書．大
船渡市．岩手．

難波信由・加戸隆介（2013）．平成24年度 三陸町海域・河川の水質調査報告書．
大船渡市．岩手．

難波信由・加戸隆介（2014）．平成25年度 三陸町海域・河川の水質調査報告書．
大船渡市．岩手．

難波信由・加戸隆介（2015）．平成26年度 三陸町海域・河川の水質調査報告書．
大船渡市．岩手．

難波信由・加戸隆介（2016）．平成27年度 三陸町海域・河川の水質調査報告書．
大船渡市．岩手．

難波信由・加戸隆介（2017）．平成28年度 三陸町海域・河川の水質調査報告書．
大船渡市．岩手．

Nanba, N., Kado, R., Kamoshida, H., Shinotsuka, M. (2015) . Effect of the 2011 Great
East Japan tsunami on water quality in cultivation sites of Sanriku-Town area,
southern Iwate Prefecture, Japan. Aquacult. Sci. 63, 469-474.

難波信由・広瀬雅人（2018）．平成29年度 三陸町海域・河川の水質調査報告書．
大船渡市．岩手．

難波信由・広瀬雅人（2019）．平成30年度 三陸町海域・河川の水質調査報告書．
大船渡市．岩手．

難波信由・広瀬雅人（2020）．令和元年度 三陸町海域・河川の水質調査報告書．
大船渡市．岩手．

難波信由（2022）．令和3年度 三陸町養殖海域の水質調査報告書．大船渡市．岩
手．

難波信由（2023）．令和4年度 三陸町養殖海域の水質調査報告書．大船渡市．岩
手．

難波信由（2024）．令和5年度 三陸町養殖海域の水質調査報告書．大船渡市．岩
手．

財団法人日本規格協会（1997）．JISハンドブック環境測定．株式会社平文社．

東京。
財団法人日本気象協会（1990）．海洋観測指針（気象庁編）．大東印刷工芸株式会社．東京。
澤田明利・早川康博（1997）．越喜来湾における栄養塩類の平均的季節変化と経年変化．日水誌、63、152-159。
和達清夫（1994）．再版 海洋大辞典．株式会社東京堂出版．東京。