赤潮等発生監視調査事業

水産試験場　　上村　海斗
中央漁業指導所　　加藤　晋作
宿毛漁業指導所　　大槻　晃己

１　背景・目的

浦戸湾、浦ノ内湾、野見湾及び宿毛湾では、これまでに赤潮による漁業被害が発生し、養殖業の経営安定において大きな問題となっている。本事業では、これらの海域において有害プランクトンの発生監視調査を実施し、関係諸機関と協力して赤潮被害等の防止及び軽減を図ることを目的とした。

２　方法

（１）プランクトン及び海洋環境のモニタリング調査

2024 年 4 月 1 日から 2025 年 3 月 31 日までに、有害プランクトンによる被害が想定される浦戸湾、浦ノ内湾、野見湾及び宿毛湾の各定点（図 1）において、採水及び水質調査を実施した。

プランクトンモニタリング調査の採水層は、浦ノ内湾では表層、2 m 層、5 m 層、10 m 層及び底層（底上 1 m)、野見湾では表層、2 m 層、5 m 層及び底層、浦戸湾では表層、1 m 層及び 2 m 層、宿毛湾では、表層、5 m 層及び 10 m 層とし、着色や極端なクロロフィル極大層が確認された場合は、その層も別途採水した。これらの海水は、採水した当日に検鏡し、有害プランクトンを計数するとともに細胞密度（cells/mL）も算出した。

水質調査では、各定点の表層、2m 層、5m 層、10m 層及び底層（浦戸湾は表層、1m 層、2m 層及び底層、宿毛湾は表層、5m 層、10m 層、15m 層及び 20m 層）の水温、塩分及び溶存酸素量（DO）を AAQ-RINKO（JFE アドバンテック社）を用いて測定した。

調査結果は、FAX による通知及び県が運用する情報発信システム NABRAS（https://kmi-nabras.pref.kochi.lg.jp/）への掲載により、関係機関へ速やかに情報提供した。さらに、有害プランクトンの赤潮が発生した場合は、NABRAS の LINE プッシュ通知によりリアルタイムに情報を発信した。

赤潮の基準となる細胞密度は、*Chattonella* spp.及び *Margarefidinium polykrikoides*（旧：*Cochlodinium polykrikoides*）が 100 cells/mL 以上、その他のプランクトンは 1,000 cells/mL 以上とした。

なお、*M. polykrikoides* の属名については、Gómez et al.（2017）に準拠した。

（２）赤潮予測マニュアルに基づく赤潮発生予測

浦ノ内湾において 2021 年度に作成した赤潮予測マニュアル(上村ら 2024)に基づき、*Karenia mikimotoi* が 100 cells/mL、*Chattonella* spp.が 10 cells/mL に達した日から、それぞれの赤潮発生時期を予測し、FAX による通知並びに県が運用する情報発信システム NABRAS への掲載及び LINE プッシュ通知により、関係機関へ速やかに情報提供した。

３　結果及び考察

（１）赤潮発生状況

2024 年度の赤潮発生状況を表１に示す。発生は、浦ノ内湾で 7 件、野見湾で 4 件、宿毛湾 2 件の計 13 件であり、このうち野見湾では養殖カンパチで *M. polykrikoides* による漁業被害、浦ノ内湾では養殖のハマチ、カンパチ及びマダイで *Chattonella* spp. による漁業被害が確認された（表２）。なお、2024 年 3 月 28 日から 4 月 15 日まで野見湾で発生した *M. polykrikoides* の赤潮は、2023 年度の発生件数に計上しているため、2024 年度には計上しなかった。ただし、漁業被害は 2024 年度まで継続したため、本稿にその詳細を掲載した（表２）。

赤潮となった有害プランクトンの種別発生件数は、浦ノ内湾ではラフィド藻 *Chattonella* spp. が 2 件、*H. akashiwo* が 1 件、渦鞭毛藻 *Ceratium furca* が 1 件、*Heterocapsa circularisquama* が 1 件、*Takayama* spp. が 1 件であった。野見湾では *H. akashiwo* が 3 件、*Alexandrium* spp. が 1 件であった。宿毛湾では魚類または貝類のへい死を引き起こす有害種は確認されなかった。

（２）主要有害種の出現状況

2024 年度の各湾における、主要有害種の細胞密度の推移を図２に示す。

１）*K. mikimotoi*

浦ノ内湾では、2024 年 6 月 24 日に本年度はじめて 1 cell/mL が確認されたが、その後顕著な増殖は認められず、8 月 26 日に本年度の最高値である 73 cells/mL が確認されるにとどまり、赤潮形成にはいたらなかった。

宿毛湾では 7 月 1 日及び 8 月 5 日にそれぞれ 1 cell/mL 及び 7 cells/mL が確認されたのみであり、赤潮形成にはいたらなかった。

野見湾及び浦戸湾では、調査期間を通して栄養細胞は確認されなかった。

２）*Chattonella* spp.

浦ノ内湾では 5 月 2 日に本年度はじめて本藻の栄養細胞が確認され、その時の細胞密度は 1 cell/mL であった。その後、5 月 17 日には 10 cells/mL を超え、同月 20 日には 154 cells/mL まで増殖して赤潮を形成した。さらに、6 月 3 日には 1,000 cells/mL に達し、同月 24 日には本年度の最高細胞密度である 46,000 cells/mL まで増殖した。その後、減少に転じて 8 月 9 日には 100 cells/mL を下回り、8 月下旬までは低密度で推移した。しかしながら、8 月 28 日に再度 100 cells/mL を上回り、本年度 2 回目の赤潮を形成した。9 月上旬から下旬にかけて、本藻は短期的な増減を繰り返し、25 日に 3,050 cells/mL が確認された。10 月 8 日以降、本藻の栄養細胞は継続して観察されなくなり、当該赤潮は終息したものと推察された。

野見湾では 6 月 26 日から 7 月 5 日まで 1～10 cell/mL、宿毛湾では 7 月及び 9 月に 1～2 cells/mL が確認されたのみであり、いずれの海域でも赤潮形成にはいたらなかった。

浦戸湾では、調査期間を通して栄養細胞は確認されなかった。

３）*H. akashiwo*

浦ノ内湾では 6 月 13 日に本年度はじめて本種の栄養細胞が確認された。その時の細胞密度は

13,300 cells/mL であり、細胞の初認とともに赤潮を形成した。その後、6 月 17 日以降は 1,000 cells/mL 未満で推移し、当該赤潮は終息したものと推察された。

野見湾では 4 月 6 日に本年度はじめて本種の栄養細胞が確認された。その時の細胞密度は 54,000 cells/mL であり、細胞の初認とともに赤潮を形成した。その後、4 月 10 日及び 13 日に一時的に減少したが、4 月 17 日には 286,000 cells/ml まで増殖した。4 月 25 日には 1,000 cells/mL を下回り、5～6 月は本種細胞が全く確認されなかったことから、同日に当該赤潮は終息したと考えられた。また、7 月 29 日及び 10 月 7 日にはそれぞれ 108,900 cells/mL 及び 332,000 cells/mL に達する赤潮を突発的に形成し、前者は 9 日後、後者は 2 日後の調査で終息が確認された。

浦戸湾では 3 月 31 日に 480 cells/mL が確認されたのみであった。

宿毛湾では、調査期間を通して栄養細胞は確認されなかった。

４）*H. circularisquama*

浦ノ内湾では、9 月 9 日に本年度はじめて本種の栄養細胞が確認され、その時の細胞密度は 180 cells/mL であった。その後、9 月 25 日には 4,500 cells/mL が確認されて赤潮を形成し、10 月 8 日には 17,700 cells/mL まで増殖した。その後、減少に転じて 10 月 30 日以降は 1,000 cells/ml 未満で推移し、12 月 5 日以降は栄養細胞が全く確認されなくなったことから、当該赤潮は終息したと推察された。

野見湾では、9 月 2 日に 1 cell/mL が確認されたものの、そのほかの期間は栄養細胞が確認されなかった。

浦戸湾及び宿毛湾では調査期間を通して栄養細胞は確認されなかった。

５）*M. polykrikoides*

浦ノ内湾では、5 月 2 日に 8 cells/mL が確認されたものの、そのほかの期間は栄養細胞が確認されなかった。

野見湾では、2024 年 3 月 28 日に 480 cells/mL が確認されて赤潮を形成した（上村ら 2025）。その後、4 月 3 日には本年度の最高値である 780 cells/mL まで増殖した。それ以降も 4 月 13 日まで 100 cells/mL 以上の密度で推移した。4 月 15 日以降は 100 cells/mL を下回ったことから、当該赤潮は終息したものと推察された。また、2025 年 1 月及び 2 月には 1～2 cells/mL が確認されたが、その後の増殖は認められず、赤潮形成には至らなかった。

浦戸湾では調査期間を通して栄養細胞は確認されなかった。

宿毛湾では、6 月 5 日に 6 cells/mL が確認されたものの、そのほかの期間は栄養細胞が確認されなかった。

（３）海洋環境

2024 年度の各湾における水温、塩分及び溶存酸素量を図３に示す。各湾を代表する深度層として浦ノ内湾、野見湾及び宿毛湾では 5m 層、浦戸湾では 1m 層のデータを示した。

浦ノ内湾は、水温が 12.6～29.6 ℃、塩分が 29.1～34.1、溶存酸素量は 4.5～10.6 mg/L で推移した。水温及び塩分は、年間を通して平年並みであった。溶存酸素量は、6～9 月及び３月に

平年より多い値を示した。

野見湾は、水温が 15.3～28.9 ℃、塩分が 32.3～34.6、溶存酸素量が 4.8～8.6 mg/L であった。水温、塩分は年間を通して平年並みで推移し、溶存酸素量は 8 月に平年より多い、11 月に平年より少ない値を示した。

浦戸湾は、水温が 12.5～30.7℃、塩分が 7.5～30.3、溶存酸素量が 6.4～10.1 mg/L であった。水温は年間を通して平年並みで推移し、塩分は 5 月及び 6 月が平年より低く、7 月及び 9～10 月は平年より高かった。溶存酸素量は 5 月及び 3 月が平年より少なく、11 月が多かった。なお、4、8 及び 12 月は欠測となった。

宿毛湾は、水温が 15.8～29.0℃、塩分が 32.8～34.7、溶存酸素量は 5.7～7.4 mg/L であった。水温、塩分及び溶存酸素量は年間を通して平年並みで推移した。

（４）浦ノ内湾における赤潮発生予測

本年度 *K. mikimotoi* は、赤潮予測を行う基準値である 100 cells/mL に達しなかったため、予測は実施しなかった。*Chattonella* spp. は 5 月 17 日に 10 cells/mL を超えたため、赤潮発生予測マニュアル（上村ら 2024）に基づき、赤潮発生時期の予測を試みた。その結果、*Chattonella* spp. の赤潮は 5 月下旬には発生すると予測された。実際の赤潮発生日は 5 月 20 日であり、概ね的中したものの、予測よりやや早く発生した。

（５）まとめ

浦ノ内湾では、まず *K. mikimotoi* 赤潮が発生し、次いで *Chattonella* spp. 赤潮が発生することが多い（上村・山口 2025）。しかしながら、本年度は *Chattonella* spp. の栄養細胞が *K. mikimotoi* よりも早く初認され、後者は赤潮発生に至らなかった。この理由の一つとして、冬季における *K. mikimotoi* の初期個体群が少なかったことが考えられる。*K. mikimotoi* は遊泳細胞（栄養細胞）で越冬することが知られており（山口 1994）、越冬中あるいは越冬後における海水中の初期個体群の多寡が、その後の赤潮発生に関連しているものと推察される。海水 1 mL の検鏡において、2024 年に *K. mikimotoi* の遊泳細胞が初めて観察された時期は 6 月であり、それまで非常に低密度で推移していたことがうかがわれる。このことは、リアルタイム PCR を用いた遺伝子量調査において、1～6 月の *K. mikimotoi* の推定細胞密度（遺伝子量から推定）が、未検出または極めて低密度（＜ 0.01 cells/mL）で推移したことからも支持されている（赤潮及び魚病の被害軽減に向けた監視体制強化の項を参照）。

野見湾では、4、7 月及び 10 月に *H. akashiwo* の赤潮が頻発したものの、これらによる漁業被害の発生は認められなかった。一方で、2023 年には出荷のために漁港内へ移動させた生け簀で、*H. akashiwo* の赤潮による養殖カンパチのへい死が確認されている（上村ら 2025）。一般に、*H. akashiwo* は水深の浅い沿岸域の表層付近で赤潮を形成することが知られており（紫加田・本城 2016）、水深の浅い場所に生け簀を移動した場合、赤潮と養殖魚の接触頻度は高まるものと推察される。2024 年も同様に、*H. akashiwo* は水深の浅い漁港内（湾奥部）を中心に濃密な赤潮を形成したものの、このときの漁港内における生け簀の有無に関する記録はない。以上を踏まえると、被害が発生した場合には、その時の赤潮の規模、養殖魚の状態、生け簀の場所等の情報を詳細に記録しておくことが、今後の被害軽減効果を向上させる上で極めて重要に

なると考えられる。

宿毛湾では魚類に対して有害な赤潮は発生しなかった。同湾で最も注意すべき赤潮原因プランクトンは *M. polykrikoides* であるが、2024 年は６月に栄養細胞がわずかに確認されたのみで、赤潮形成には至らなかった。これまでの宿毛湾における本種による赤潮の起源は、湾奥部を発生源とする場合と隣接海域から流入する場合の２パターンであり、主な発生時期はおおよそ 5～7 月であった。前者への対策として、近年 *M. polykrikoides* の増殖が確認された場合に、地元の養殖業者が赤潮防除剤（入来モンモリ）を散布しており、当該防除剤に曝された海水中の栄養細胞は崩壊・死滅することが観察されている。これらのことから、同湾においては、増殖期及び赤潮発生期である 4～7 月に湾奥部と隣接海域の *M. polykrikoides* の細胞密度を注視し、餌止めや防除剤散布等を実施することが漁業被害の軽減につながると考えられる。

４　引用文献

Gómez, F., Richlen, M. L., & Anderson, D. M. (2017). Molecular characterization and morphology of *Cochlodinium strangulatum*, the type species of *Cochlodinium*, and *Margalefidinium* gen. nov. for *C. polykrikoides* and allied species (Gymnodiniales, Dinophyceae). Harmful Algae, 63, 32-44.

上村海斗・山口晴生（2025） 高知県浦ノ内湾における有害藻類ブルームの消長ならびに漁業被害との関連性. 日本水産学会誌, 91.6: 493-501.

上村 海斗・谷口 越則・岡内 優人（2024）. 令和４年度高知県水産試験場事業報告書「赤潮等発生監視調査事業」. P164-174.

上村 海斗・岡部 正也・谷口 越則・大槻 晃己（2025）. 令和５年度高知県水産試験場事業報告書「赤潮等発生監視調査事業」. P138-144.

紫加田知幸, 本城凡夫（2016）. 赤潮ラフィド藻 *Heterosigma akashiwo* の生理生態. 「有害有毒プランクトン」（今井一郎, 山口峰雄, 松岡數充編）恒星社厚生閣, 東京. 232-240.

山口峰生（1994）. *Gymnodinium nagasakiense* の赤潮発生機構と発生予知に関する生理生態学的研究. 南西海区水産研究所研究報告 No.27: 251-394.

表１　2024 年度の赤潮発生状況（漁業被害が発生した事例を太字で示す。）

年	発生期間			発生海域	赤潮構成種	最高細胞数 (cells/mL)	漁業被害
2024	**3月28日**	**～**	**4月15日**	**野見湾**	***Margarefidinium polykrikoides***	**780**	**有 ※**
	4月6日	～	4月22日	野見湾	*Heterosigma akashiwo*	286,000	無
	4月26日	～	5月2日	浦ノ内湾	*Prorocentrum triestinum*	34,800	無
	5月20日	**～**	**8月9日**	**浦ノ内湾**	***Chattonella* spp.**	**46,000**	**有**
	5月29日	～	6月10日	浦ノ内湾	*Ceratium furca*	1,160	無
	6月13日	～	6月17日	浦ノ内湾	*Heterosigma akashiwo*	13,300	無
	7月29日	～	8月7日	野見湾	*Heterosigma akashiwo*	108,900	無
	8月1日	～	8月7日	宿毛湾	*Noctiluca scintillans*	165	無
	8月19日	～	9月19日	浦ノ内湾	*Takayama* spp.	203,000	無
	8月28日	～	10月8日	浦ノ内湾	*Chattonella* spp.	6,000	無
	9月12日	～	9月30日	宿毛湾	*Prorocentrum triestinum*	19,300	無
	9月25日	～	10月30日	浦ノ内湾	*Heterocapsa circularisquama*	17,700	無
	10月7日	～	10月9日	野見湾	*Heterosigma akashiwo*	332,000	無
2025	2月4日	～	3月4日	野見湾	*Alexandrium* spp.	7,300	無

※：赤潮は 2023 年度に発生したものの、漁業被害が翌年度にも継続したため、2024 年度報告書に詳細を掲載。当該赤潮の発生は、2023 年度事業報告書（上村ら 2025；表１）で報告しているため、2024 年度の赤潮発生件数には未計上。

表２　2024 年度の赤潮による漁業被害

年	発生期間	発生海域	被害内容			原因種
			魚種	数量(尾)	被害額(千円)	
2024	3月31日 ～ 4月2日	野見湾	カンパチ	6,200	27,666	*Margarefidinium polykrikoides*
	6月14日 ～ 7月1日	浦ノ内湾	ハマチ	5,160	6,192	*Chattonella* spp.
			カンパチ	1,000	1,533	
			マダイ	80	102	

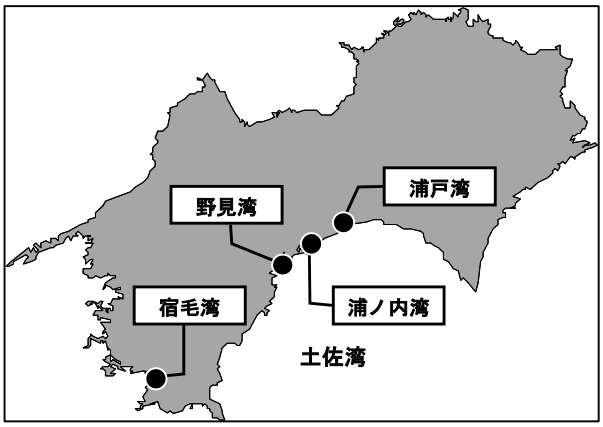

図１　調査地点

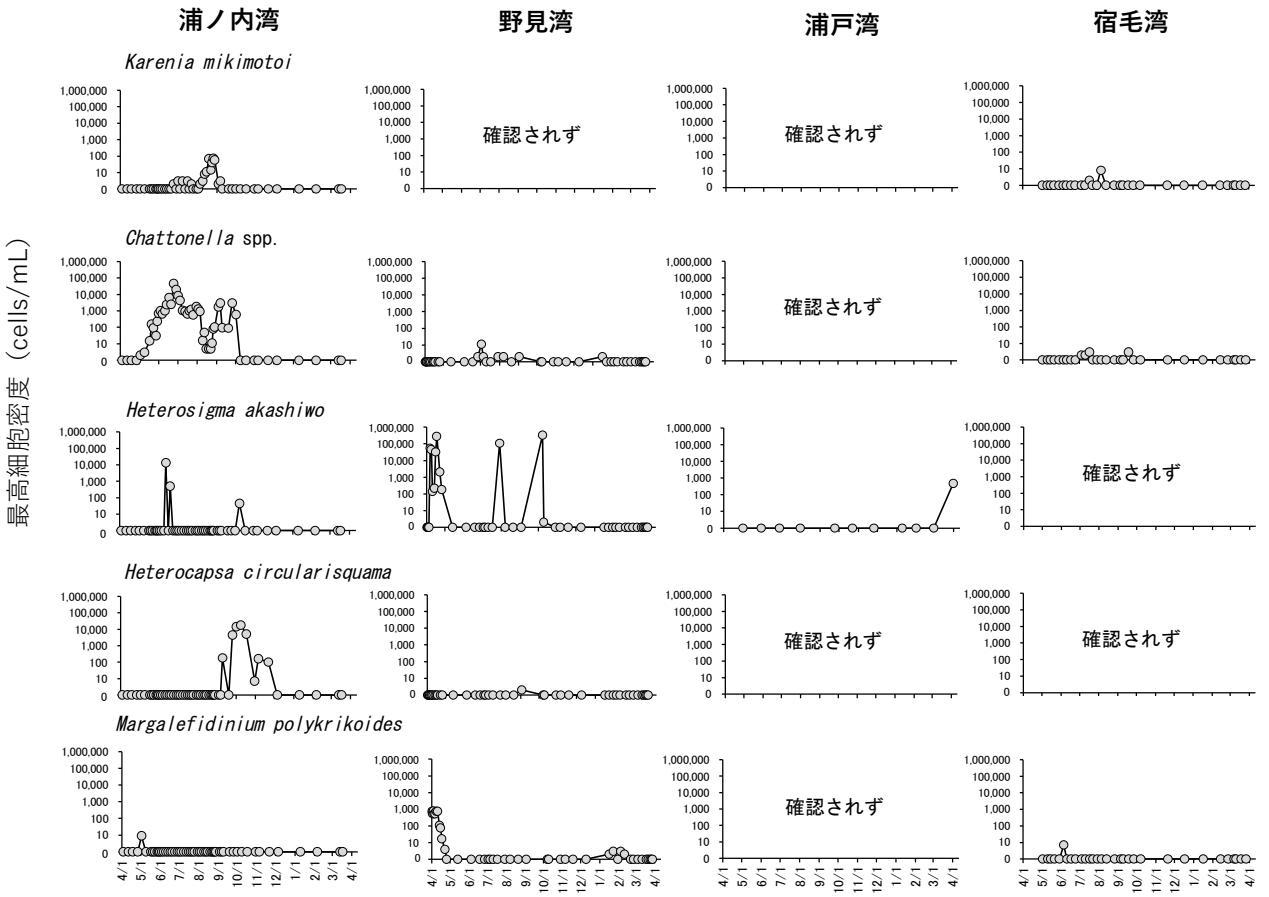

図２　2024 年度の各湾における有害プランクトン密度の推移

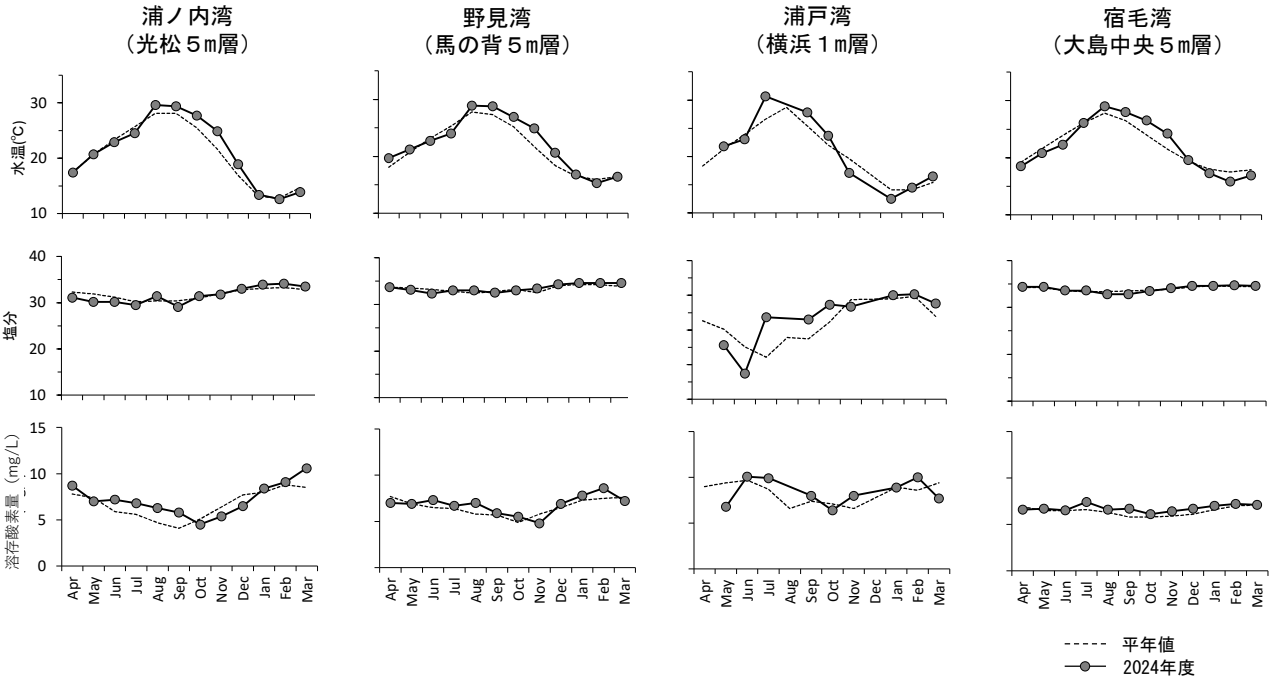

図３　2024 年度における各湾の海洋環境

（平年値：2014 年度～2023 年度の過去 10 年の平均値）