

本 編

第1章 溶存酸素濃度等連続測定調査

諏訪湖環境研究センター

1.1. 目的

諏訪湖内に溶存酸素 (DO) 濃度および水温の連続測定器を設置して貧酸素水塊の状況を把握し、貧酸素水塊の発生・解消メカニズムの解明、貧酸素対策の検討および底層溶存酸素量の環境基準点設定のための基礎資料とする。

1.2. 材料と方法

1.2.1. 測定地点と測定水深

諏訪湖内の8地点で実施した(図1および写真1)。各地点では、1~6水深で測定した。測定地点と測定水深の詳細を表1に示す。

なお、湖心の測定については信州大学 諏訪臨湖実験所が管理する浮標に諏訪湖環境センターの測定機器を追加設置した(信大の測定機器:水深0.5m、3m、5m。諏訪湖環境研究センターの測定機器:水深1m、2m、4m)。

各測定地点において、測定水深0.5mを「表層」、一番深い測定水深を「底層」とした。

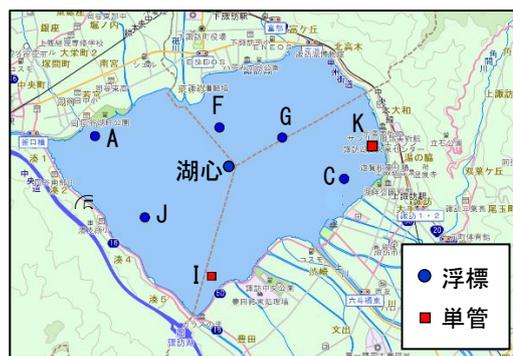


図1 諏訪湖内の測定地点

表1 諏訪湖内の測定地点と測定水深

区分	地点		緯度 N	経度 E	全水深 (m) [※]	測定水深 (m)		機材
	記号	名称						
生物 1 類型	A	塚間川沖	36°03'15.22"	138°03'41.30"	2.8	0.5, 2		浮標
	C	初島西	36°02'53.77"	138°06'18.20"	2.5	0.5, 2		浮標
	I	自然植生区	36°02'03.40"	138°04'55.10"	0.8	0.5		単管
	K	間欠泉センター前	36°03'14.48"	138°06'39.46"	2.1	0.5, 1.5		単管
生物 2 類型	F	赤砂崎沖	36°03'19.90"	138°04'59.60"	5.4	0.5, 4.5		浮標
	G	高浜沖	36°03'14.89"	138°05'39.10"	5.35	0.5, 4.5		浮標
	J	湊沖	36°02'33.51"	138°04'12.91"	5.2	0.5, 4.5		浮標
設定 除外		湖心	—	—	6.05	0.5, 1, 2, 3, 4, 5		浮標

1) 全水深の測定日: 2024年11月28日 (J地点は2024年10月10日)

- ・浮標の地点: 浮標に取り付けた単管からロープを垂らし、所定の水深に測定機器を係留した。浮標の構造は、単管とフロートで構成し1m四方の大きさとし、四隅にアンカーを付け、所定の座標に固定した。
- ・単管の地点: 湖底に打ち込んだ単管の水面約50cm上部にロープを結束して水面下にロープを垂らし、所定の水深に測定機器を係留した。

1.2.2. 測定機器

- ・全ての測定地点及び全ての測定水深において、以下の測定機器を用いた。
溶存酸素データロガー HOB0 社製 型番：U26-001（蛍光式）

1.2.3. 方法

- ・測定項目は、溶存酸素（単位：mg/L）及び水温（単位：℃）の2項目とした。
- ・測定時間間隔は、10分に設定した。
- ・月1回（不定期）、メンテナンス及びデータ回収作業を行った。メンテナンスでは、センサー表面を拭き、バイオフィルムを除去した。メンテナンス等を実施する間及びその直後のデータは欠測とした。

1.2.4. 測定期間

- ・A 塚間川沖、C 初島西、I 自然植生区、K 間欠泉センター前、F 赤砂崎沖、G 高浜沖、J 湊沖：
2024年8月9日～2024年12月16日
- ・湖心（水深0.5m、3m、5m）：2024年3月5日～2024年12月24日
- ・湖心（水深1m、2m、4m）：2024年7月31日～12月24日
- ・メンテナンス等の実施により欠測のある日（全地点）：
2024年8月9日、9月10日、10月10日、11月28日
- ・計測機器が脱落したため欠測（G 高浜沖）：2024年9月15日～10月25日

A 塚間川沖



C 初島西



I 自然植生区



K 間欠泉センター



F 赤砂崎沖



G 高浜沖



J 湊沖



湖心



写真1 測定地点の様子

1.3. 調査結果の概要

1.3.1. 底層のDOの日平均値

観測期間中に底層のDOの日平均値が基準値を下回った日数を示す(表2)。また、各地点のDO濃度の経時変化を示す(図2、図3、図4、図5、図6)。

- ・生物1類型(基準:溶存酸素4mg/L以上)の地点のなかで、地点A、地点C、地点Iでは、日平均値が4mg/Lを下回った日は0~6日と少なかった。さらに、日平均値が4mg/Lを下回った日が2日連続したのは、地点Aにおいて1回のみであった。
- ・生物1類型の地点Kは、夏期には、水深0.5m、水深1.5mのどちらの水深においても長期間にわたって貧酸素状態となった。ヒシの繁茂により、湖水の循環が妨げられたためと思われる。
- ・生物2類型(基準:溶存酸素3mg/L以上)の3地点(地点F、地点G、地点J)は、いずれも経時変化の傾向が類似していた。日平均値が3mg/Lを下回る日が約1カ月程度存在した。さらに、日平均値が3mg/Lを下回る日が2日連続したのも約1カ月程度であった。
- ・設定除外の湖心の底層は、生物2類型の3地点よりも溶存酸素濃度が低い傾向であった。

表2 底層のDOの日平均値が基準値を下回った日数

区分	地点		全水深 (m)	基準値を下回った日数		備考
	記号	名称		(日)	うち2日 連続(回)	
生物1類型 (基準値:4mg/L)	A	塚間川沖	2.8	6	1	
	C	初島西	0.8	3	0	
	I	自然植生区	2.5	0	0	
	K	間欠泉センター前	2.1	67	67	ヒシが多い
生物2類型 (基準値:3mg/L)	F	赤砂崎沖	5.35	33	27	
	G	高浜沖	5.2	17	10	欠測期間が長い
	J	湊沖	5.4	37	31	
設定除外 (比較値:3mg/L)		湖心	6.05	76	69	

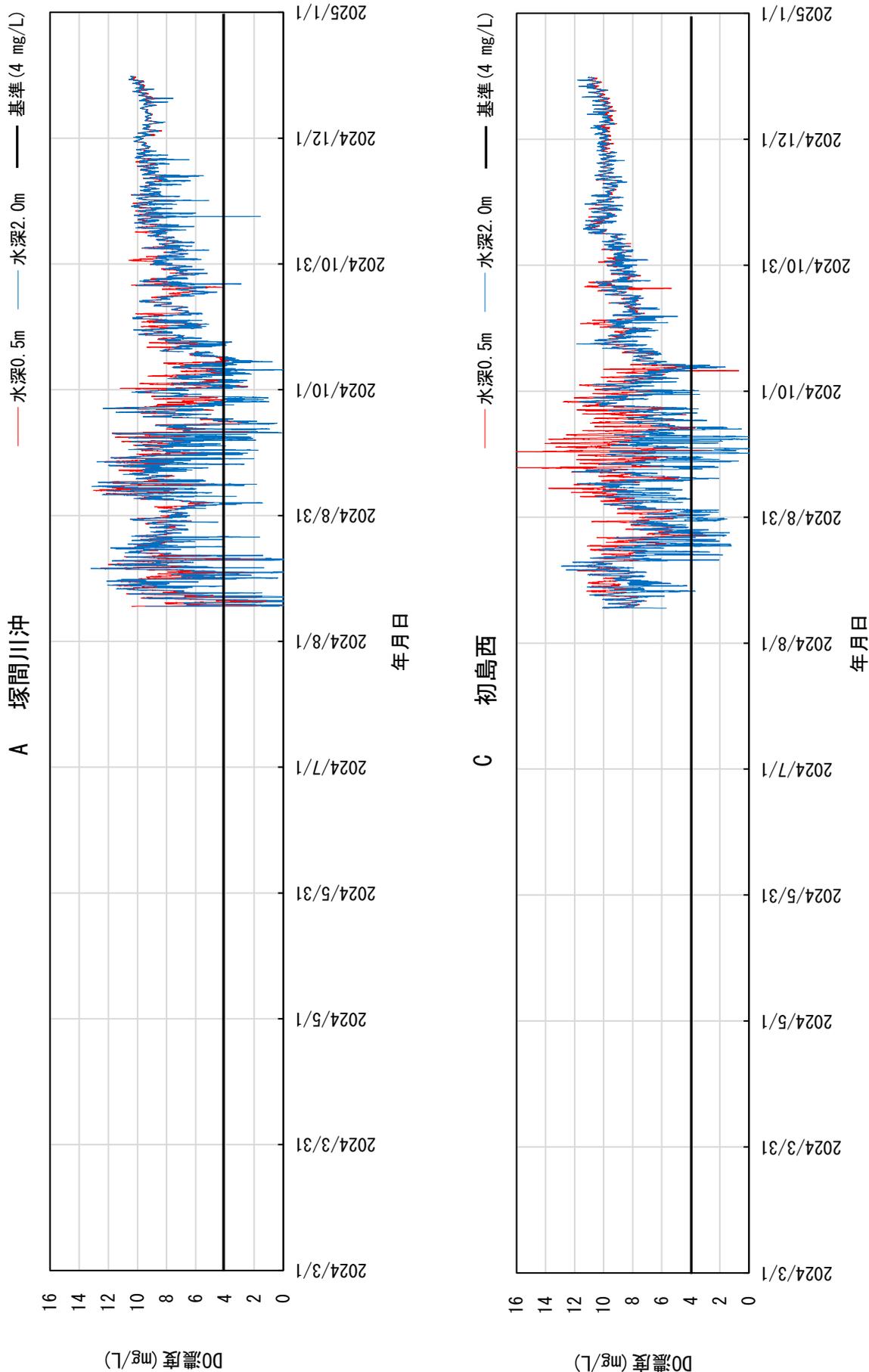


図2 各地点におけるDO濃度の変動(A:塚間川沖、C:初島西)

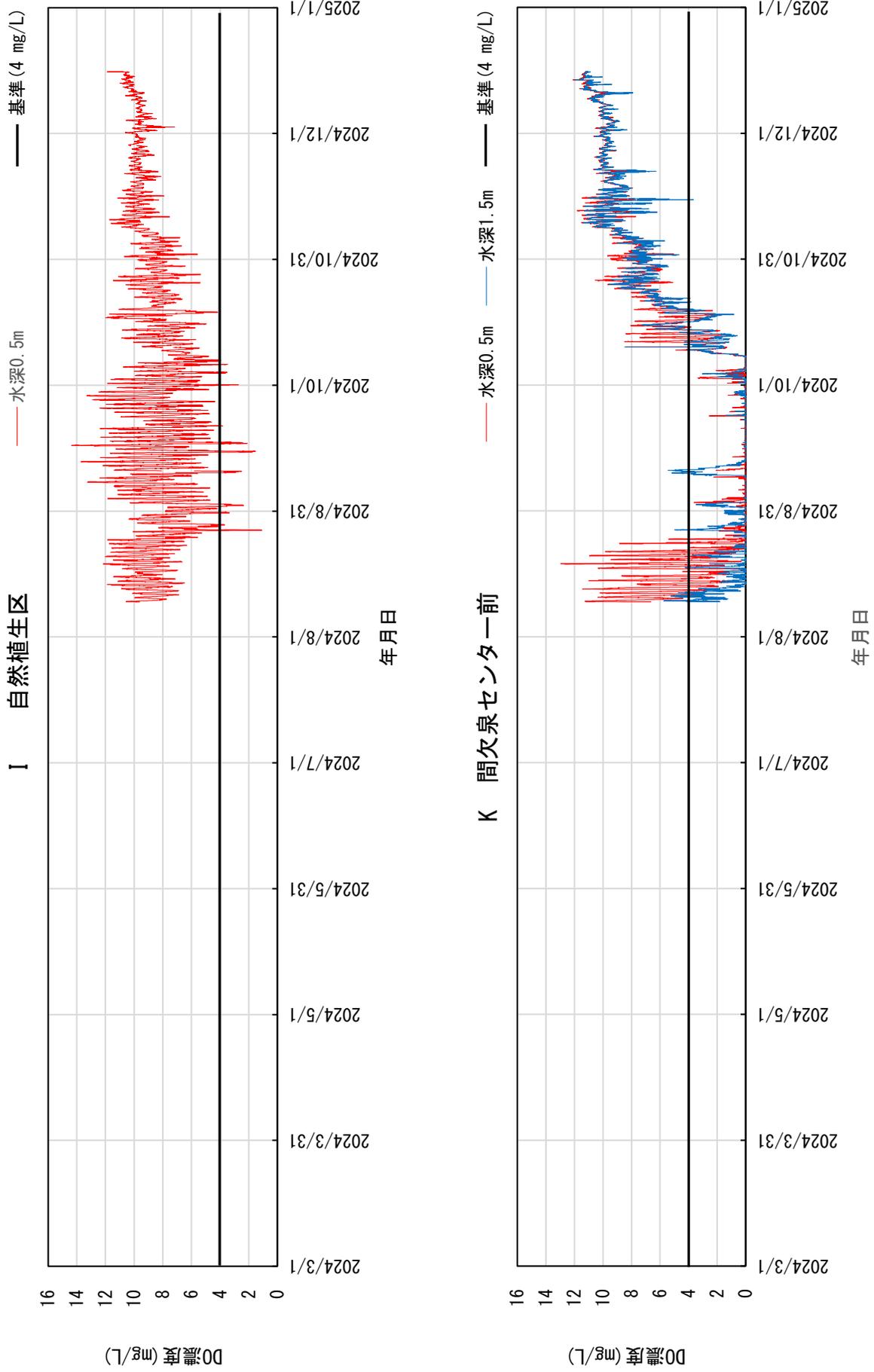


図3 各地点におけるDO濃度の変動(1自然植生区、K間欠泉センター前)

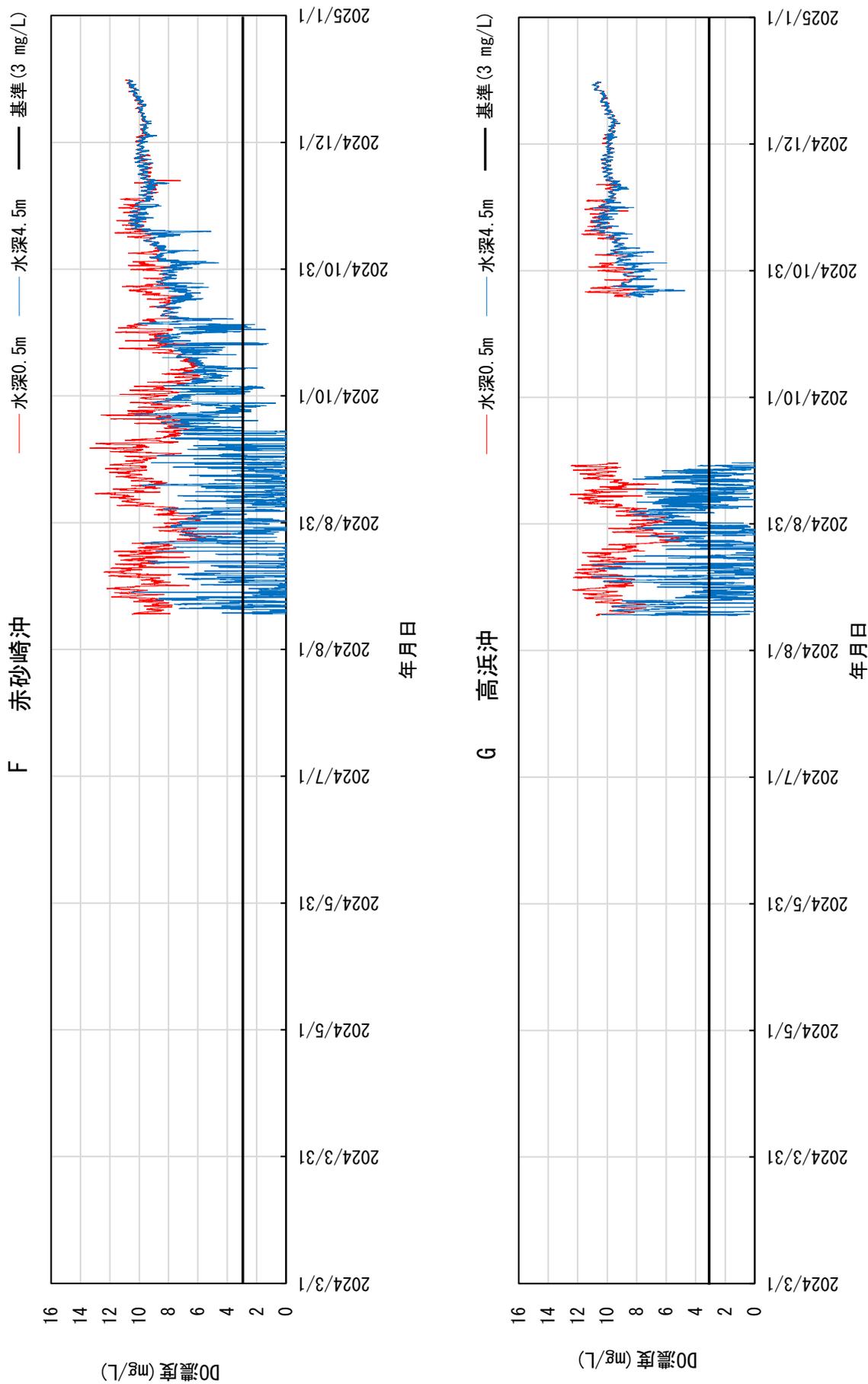


図4 各地点におけるDO濃度の変動(F赤砂崎沖、G高浜沖)

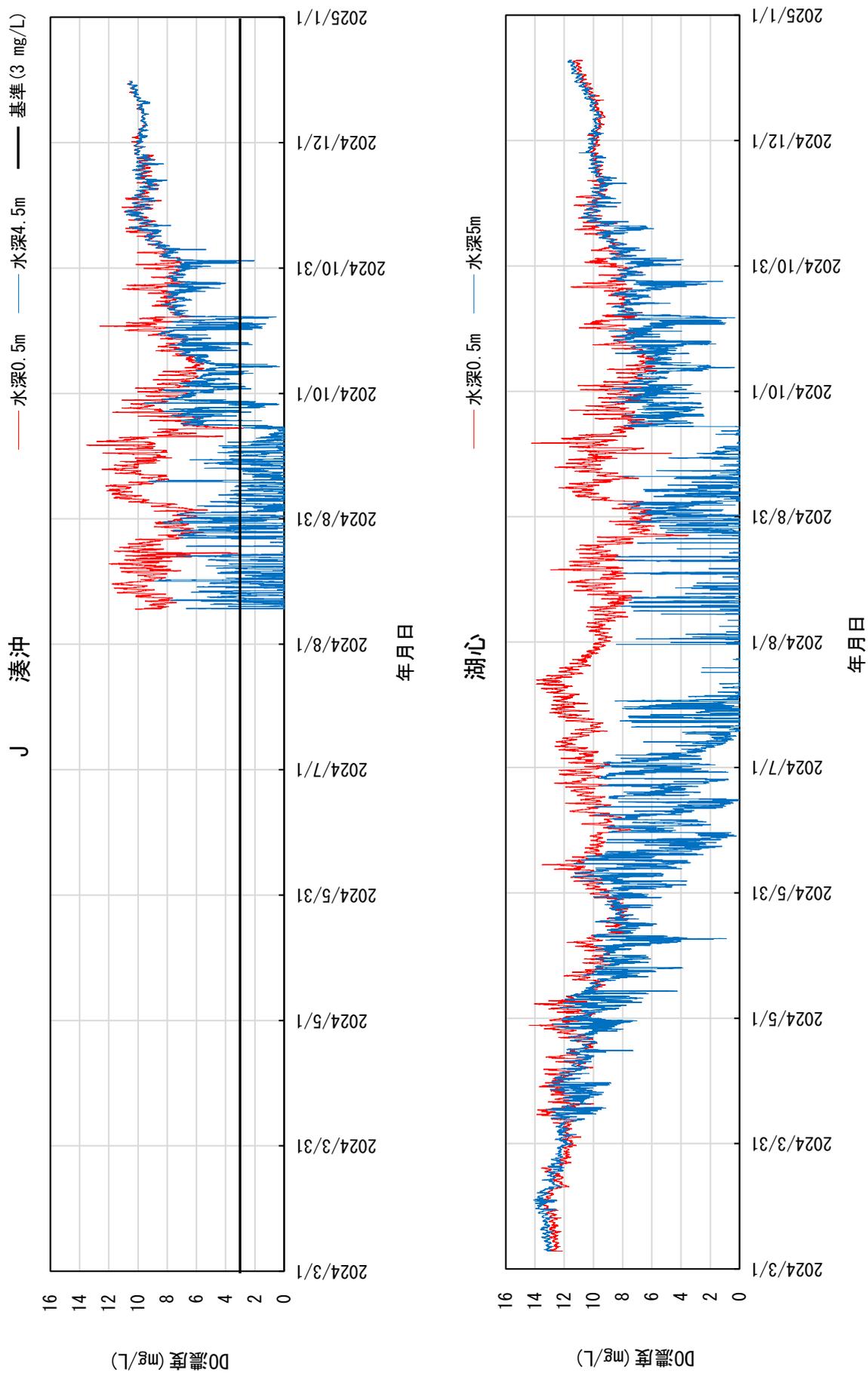


図5 各地点におけるDO濃度の変動(J 湊沖、湖心)

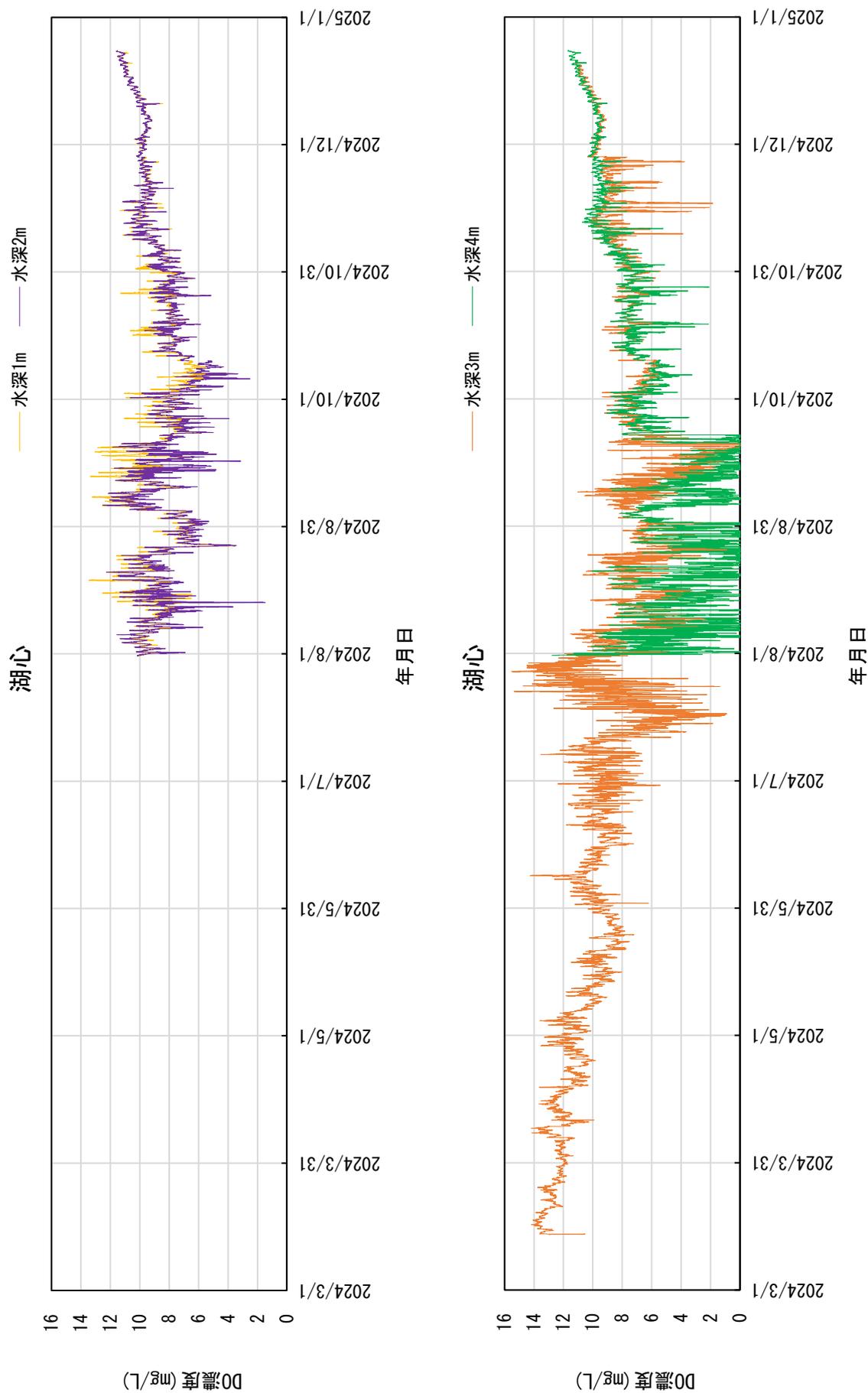


図6 各地点におけるDO濃度の変動(湖心:水深1m、2m、3m、4m)

1.3.2. DOと水温の変動

DOと水温の変動を地点ごとに半月間のデータの平均値で比較した（図7、図8）。

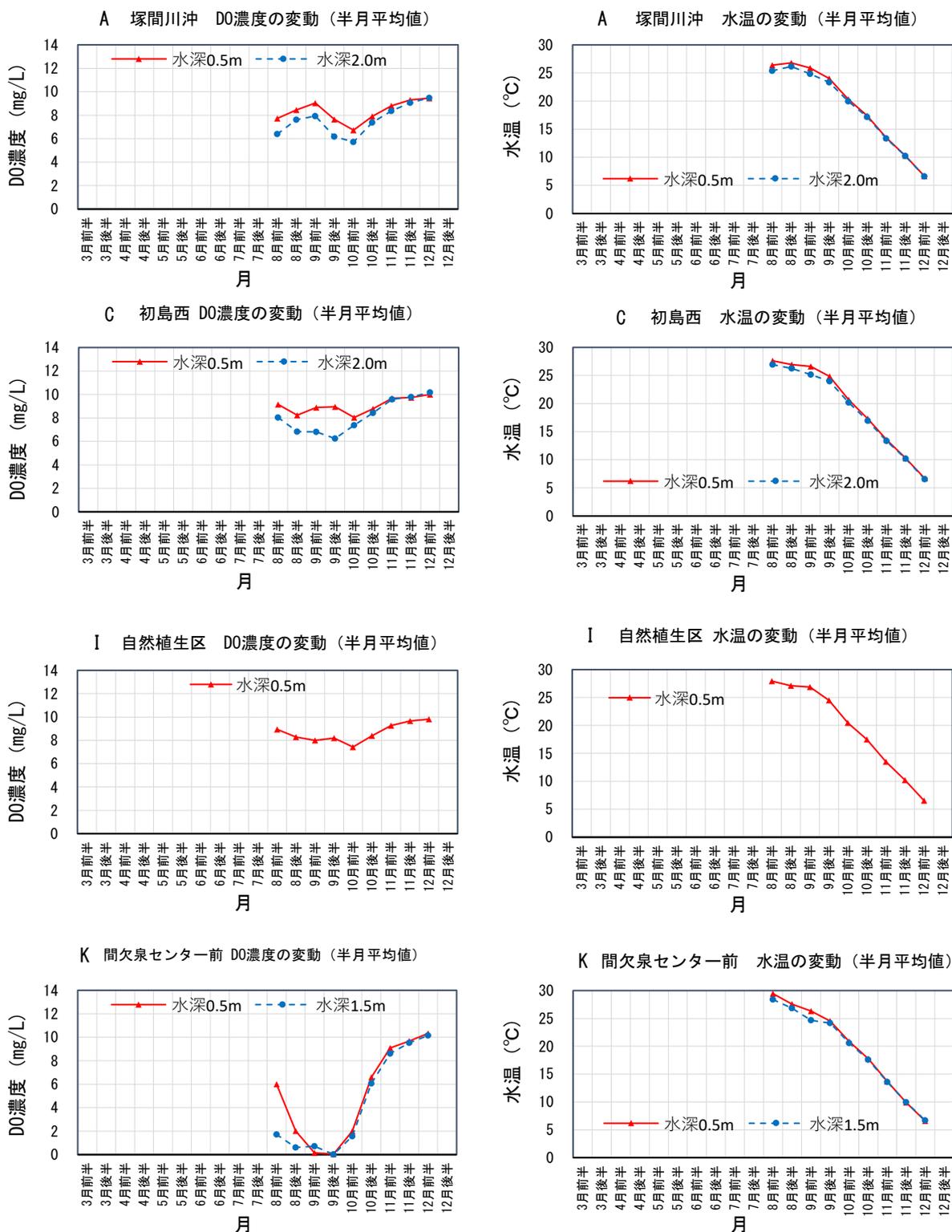


図7 各地点におけるDO濃度の変動と水温の変動(地点 A、C、I、K)

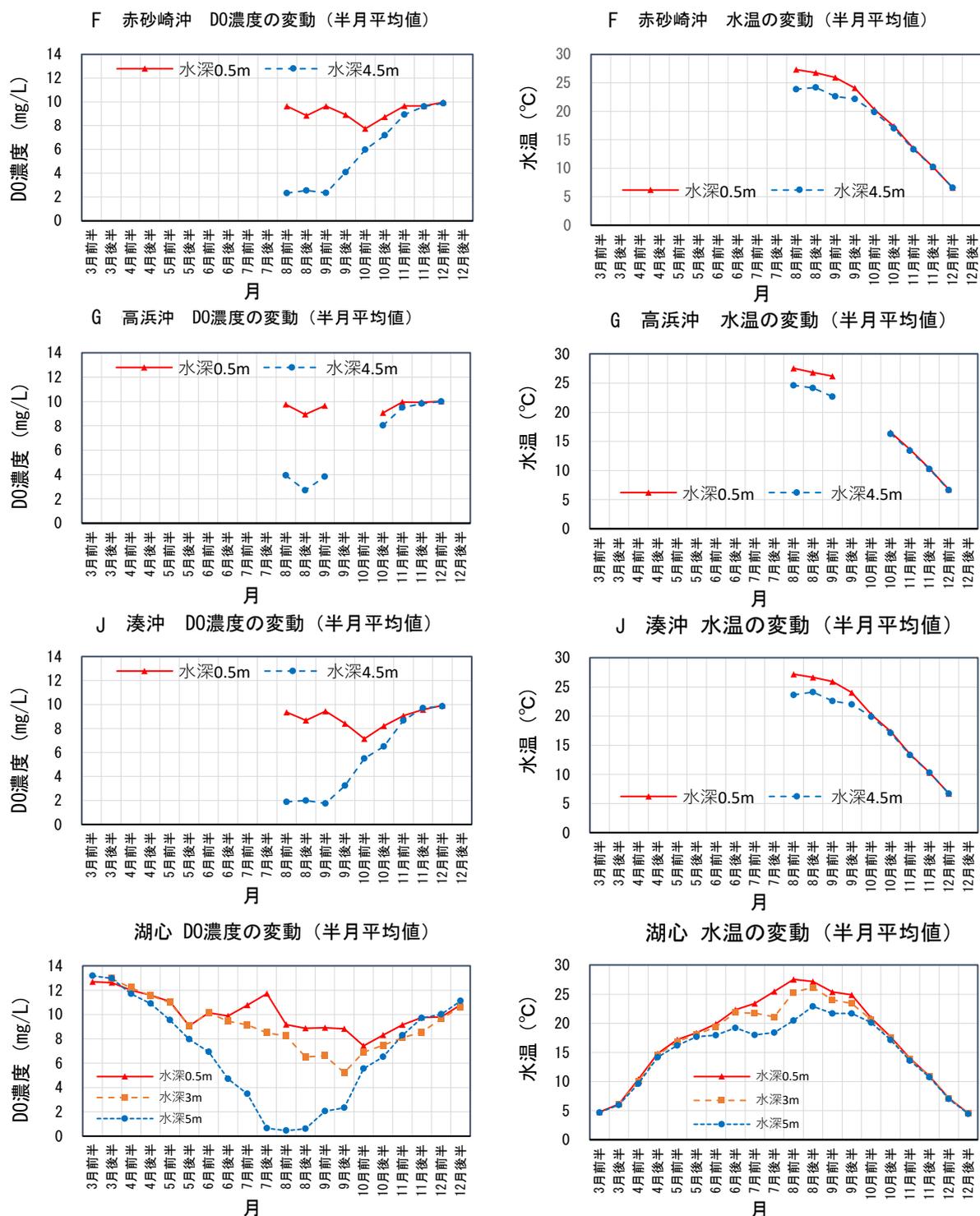


図8 各地点におけるDO濃度の変動と水温の変動(地点F、G、J、湖心)

- ・浅い地点 (A 塚間川沖、C 初島西) では、DO はあまり低下しなかった。表層と下層の水温差が小さかったため水温成層の影響が少なく湖水の流動が妨げられなかった結果、DO が低下しにくかったと考えられる。
- ・浅くヒシの多い地点 (K 間欠泉センター前) では、表層と底層で貧酸素状態が10月前半まで継続した。表層と底層の水温差が小さいために水温成層が発達しているわけではないが、ヒシによって湖水の流動が妨げられた結果、表層と底層のDOが低下したと考えられる。ヒシ帯の貧酸素濃度の状況は、他地点とは成因と挙動が異なることが示された。

・全水深の深い地点（F 赤砂崎沖、G 高浜沖、J 湊沖、湖心）では、底層で貧酸素状態が8月前半から9月後半頃まで継続した。水温の半月平均値をみると、湖心を例に挙げると表層（0.5 m）と底層（5.0 m）の差が6月後半～8月前半にかけて約3.1～7.1℃と大きかった。水温差が大きいために水温成層が形成された結果、鉛直方向の混合が抑制されてDOが低下したと考えられる。

1.3.3. DOが3mg/L以下となった測定回数の割合

DO低下の程度を比較するため、DO測定値が3 mg/L以下となった測定回数の割合を半月ごとに算出し、図示した（図9）。

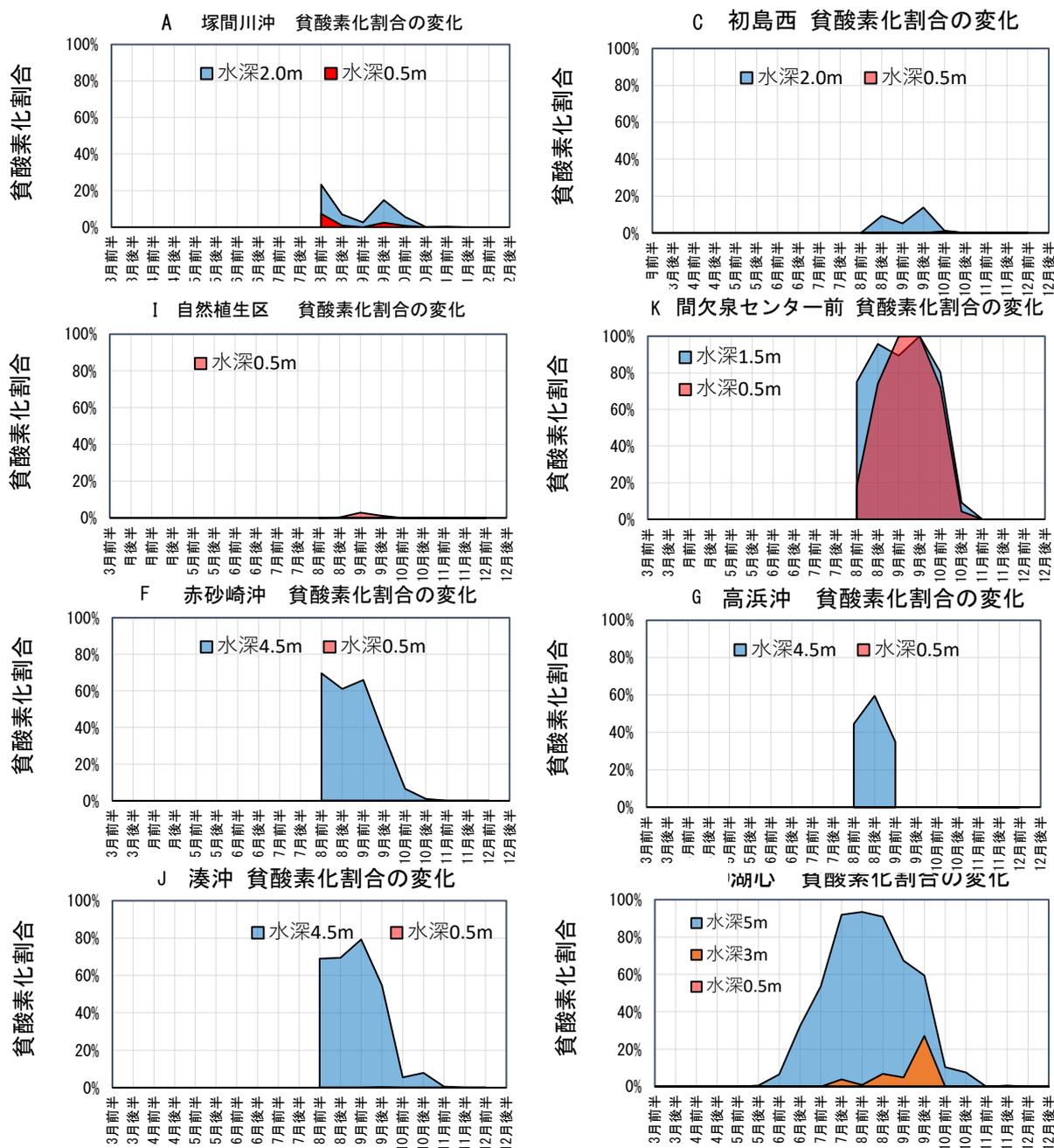


図9 各地点における貧酸素化の比較

・各地点の底層の貧酸素化割合について、並行してデータ採取できた8月上旬～12月上旬の期間で比較するとおおよそ次のような傾向がみられた。

- ・生物1類型の2地点（A、C）では、底層の貧酸素化割合は低かった。なお、水深0.5mにおいても貧酸素化が観測された。
- ・生物1類型で浅い地点Iでは、水深0.5mにおいて貧酸素化が観測された。
- ・生物1類型でヒシの多い地点Kでは、表層と底層で貧酸素化割合が高かった。
- ・生物2類型の3地点と湖心では、底層の貧酸素化割合が高かった。一方、水深0.5mでは貧酸素化が観測されなかった。

【参考】調査期間の各月の風況

調査期間の2024年3月～12月について、諏訪特別地域気象観測所の気象観測データ（毎正時データ）から風配図（図10）と、風向ごとの風速の1ヶ月間の積算値（図11）を示した。

ほとんどの月で南東寄りの風と西北西寄りの風が卓越していた。特に西北西からは強い風が吹いていた。なお、図11を見ると、6月～9月は風が弱かったことが分かる。この時期は気温が上昇して温度成層が発生する時期と一致することから、風が弱く湖水の攪拌が少ないことが温度成層の成長を促進した可能性が考えられる。

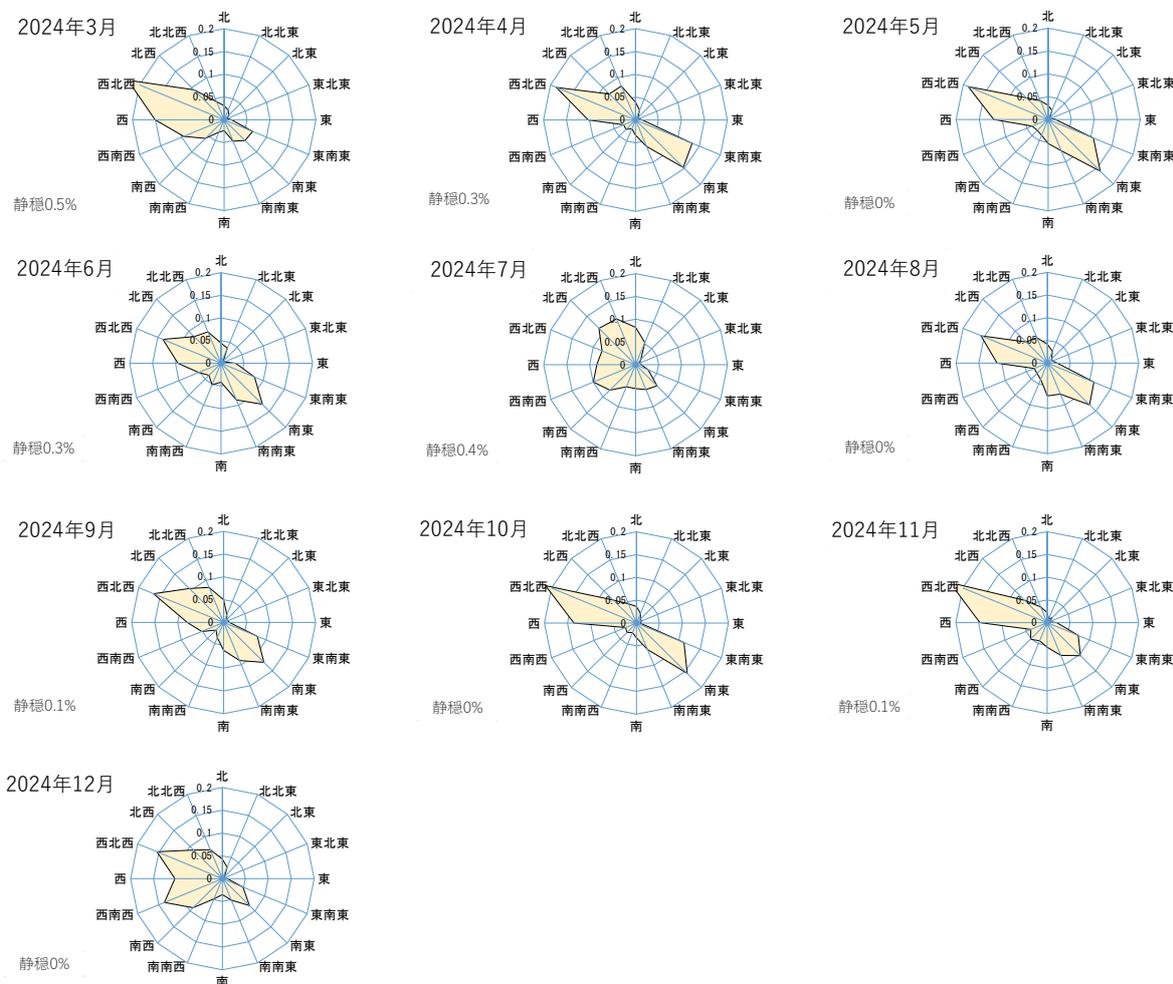


図10 風配図(2024年3月～2024年12月)

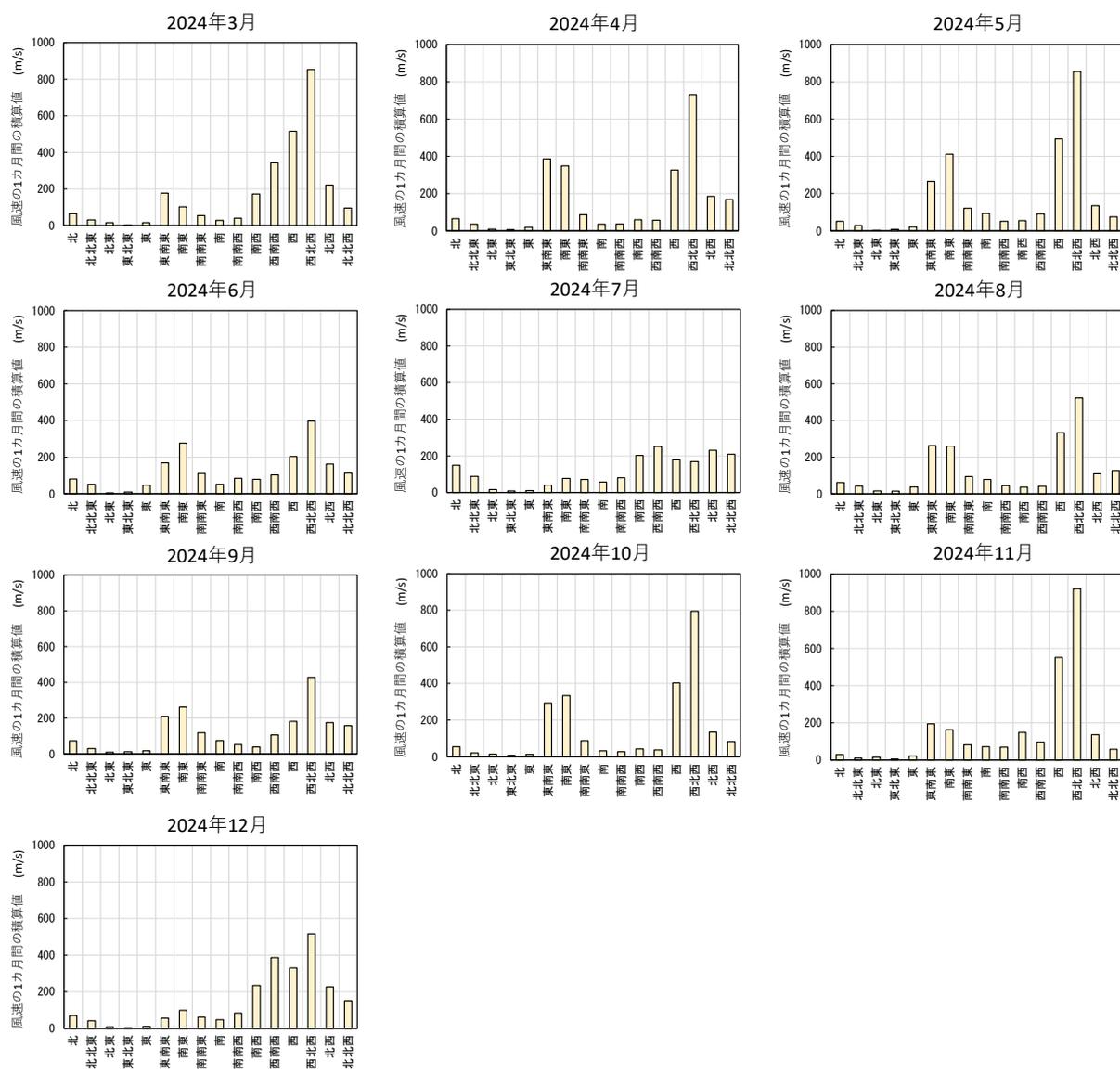


図 11 風速の1ヶ月間の積算値(2024年3月～2024年12月)