

第1章 溶存酸素濃度等連続測定調査

環境保全研究所 水・土壌環境部

1.1. 目的

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類型指定のための基礎資料とする。

1.2. 調査測定方法

湖内の観測地点の5地点（A、B、C、D、E）および湖心に固定された浮標に、測定器をロープで所定の深度位置に係留し、DOと水温の連続測定を行った（測定間隔：10分）（図1および写真1）。

但し、湖心での測定については信州大学 諏訪臨湖実験所が実施した。

装置：HOBO 溶存酸素データロガーU26-001（蛍光式）

調査期間：令和3(2021)年6月上旬～12月中旬



図1 湖内の測定地点

各地点の測定水深は以下のとおりとした。

表1 測定地点の全水深と測定水深

地点	緯度	経度	現地全水深 (m) ¹⁾	測定水深 (m)				
				0.5	2.0	3.0	4.0	5.0
A	36° 03′ 15.22″	138° 03′ 41.28″	2.53	0.5	2.0			
B	36° 03′ 29.53″	138° 05′ 52.76″	4.51	0.5	—	3.0	4.0	
C	36° 02′ 54.03″	138° 06′ 18.40″	2.37	0.5	2.0			
D	36° 02′ 44.34″	138° 04′ 27.70″	5.75	0.5	—	3.5	—	5.0
E	36° 02′ 43.64″	138° 03′ 50.45″	4.27	0.5	—	3.0	4.0	
湖心	—	—	—	0.5	1.5	3.0		5.0

1) 現地水深：令和3(2021)年6月30日測定

A地点



B地点



C地点



D地点



E地点



写真1 湖内の測定地点の様子(8月2021年)

1.3. 調査結果の概要

DO 濃度をモニタリングした結果を図2-1(湖心、A地点)、図2-2(B地点、C地点)および図2-3

(D地点、E地点)に示した。調査地点の中で、全水深の深い湖心、B地点、D地点およびE地点における最深測定点で、6月上・中旬から10月中旬までDO濃度が4 mg/Lを下回る貧酸素状態から無酸素状態になることがあり、特に7月下旬～9月下旬の時期を中心に継続的、あるいは高頻度の断続的な貧酸素化が生じていた。

一方、7月の上旬から中旬、8月の中旬から下旬、および9月の上旬から中旬にかけては、これらの測定点で低下した最深測定点のDO濃度が6～8 mg/L程度まで回復する現象がみられた。

この時期は、梅雨前線や湿った空気の影響を受けて、降水量が多くなった時期³⁾であり、河川からの流入などを含めて気象の影響を受けたものと思われる。8月中旬には前線が本州付近に停滞し、断続的に激しい雨が降り続き、記録的な大雨となったところがあり、土砂災害や住家の浸水など大きな被害が発生するような状況であった。

全水深の浅いA点、C点では長期間の継続的な貧酸素(<3 mg/L)～無酸素状態はみられなかった。

3) 長野県の気象概況 令和3年(2021年)8月、長野地方気象台

湖心の5m層では、5月後半にも散発的にDO<3 mg/Lとなることがあったが、その継続時間はそれほど長くはなかった。半日以上DO<3 mg/Lが継続するようになるのは6月半ば(6/14)以降であり、10月中旬までは、無酸素～貧酸素状態(<3 mg/L)が間欠的に現れた。DO<3 mg/Lになるのは10/15の午後の短期間(4時間弱)が最後であった。

A点の2m層で初めてDO<3 mg/Lとなったのは6月中旬(6/17)であり、継続時間は0.3h程度であった。また、最後にDO<3 mg/Lとなったのは10月上旬(10/6)であり、継続時間は6.5h程度であった。

B点の4m層で初めてDO<3 mg/Lとなったのは6月中旬(6/11)であり、継続時間は6h程度であった。また、最後にDO<3 mg/Lとなったのは10月中旬(10/12)であり、継続時間は0.5h程度であった。

C点の2m層で初めてDO<3 mg/Lとなったのは6月下旬(6/20)であり、継続時間は短かった(0.2h程度)。また、最後にDO<3 mg/Lとなったのは9月中旬(9/12)であり、継続時間は2h程度であった。

D点の5m層で初めてDO<3 mg/Lとなったのは6月中旬(6/19)であり、継続時間は2h弱であった。また、最後にDO<3 mg/Lとなったのは10月中旬(10/16)であり、継続時間は6h弱であった。

E点の4m層で初めてDO<3 mg/Lとなったのは6月上旬(6/8～9)であり、継続時間は6h弱程度であった。また、最後にDO<3 mg/Lとなったのは10月中旬(10/16～17)であり、継続時間は15h弱程度であった。

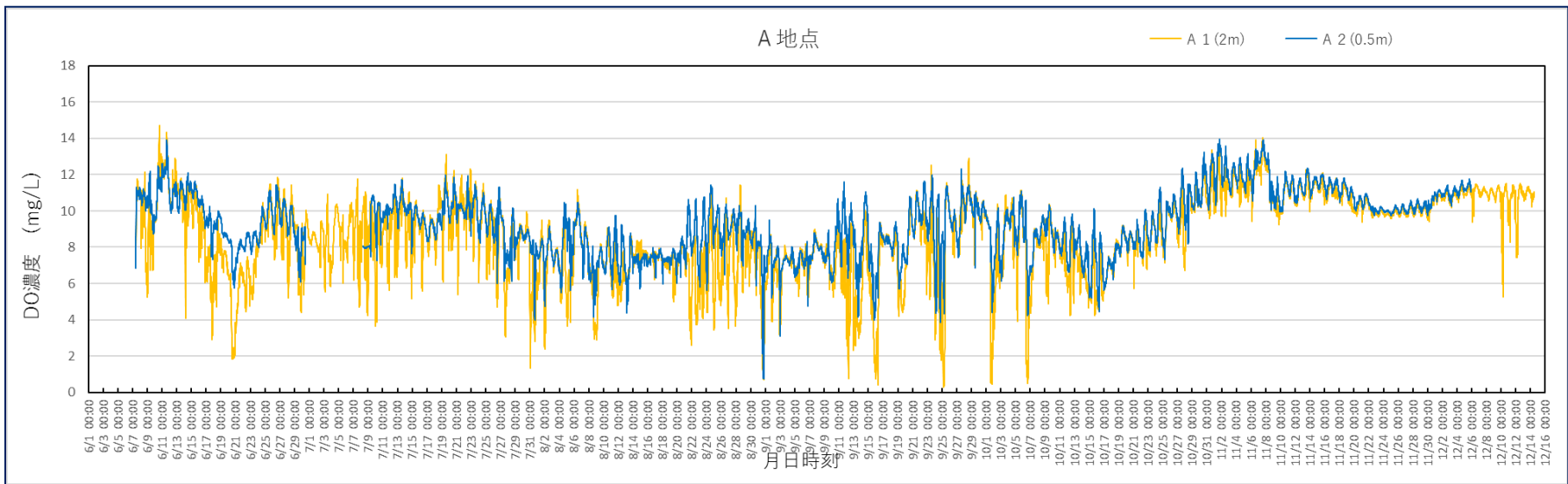
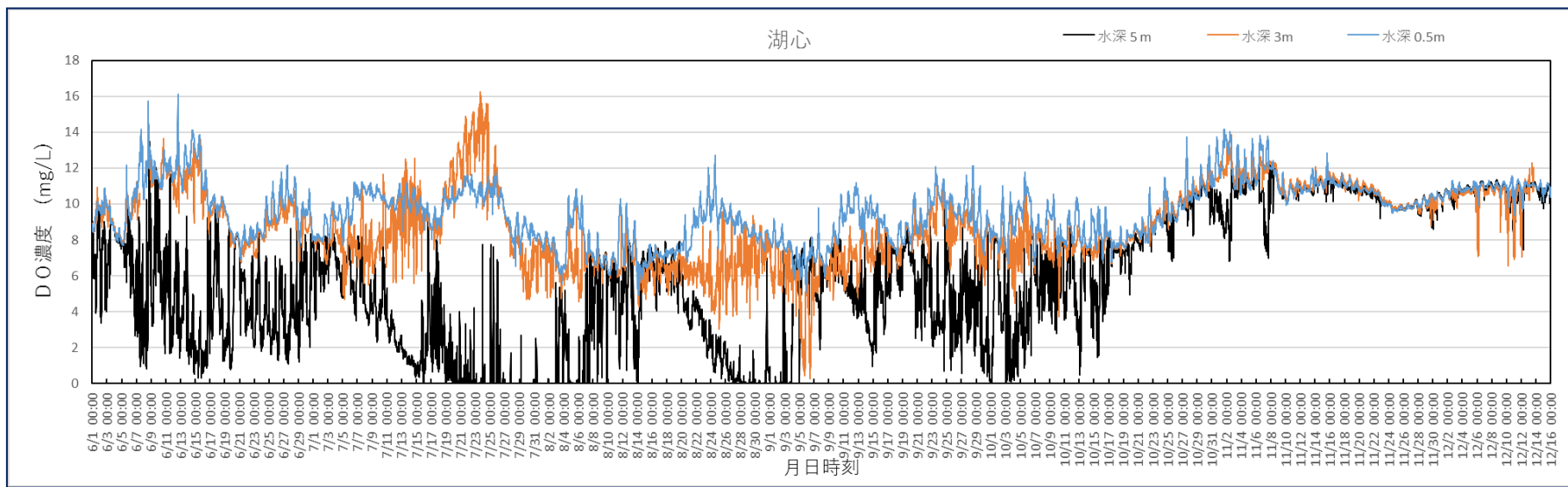


図2-1 各地点におけるDO濃度の変動（湖心、A地点）

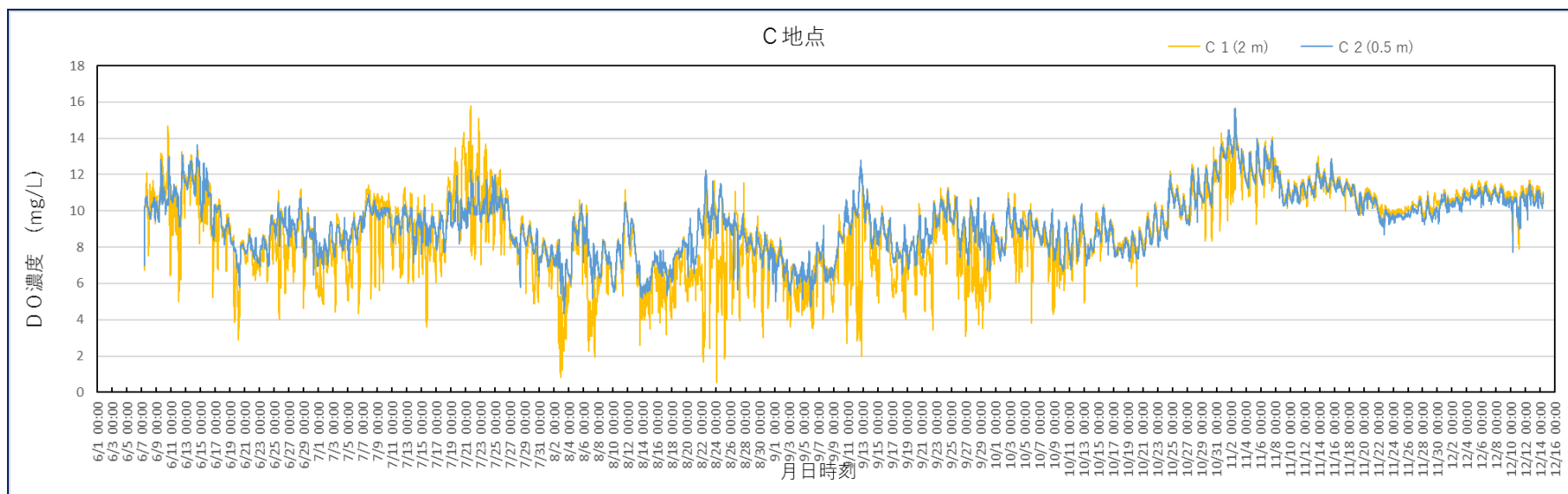
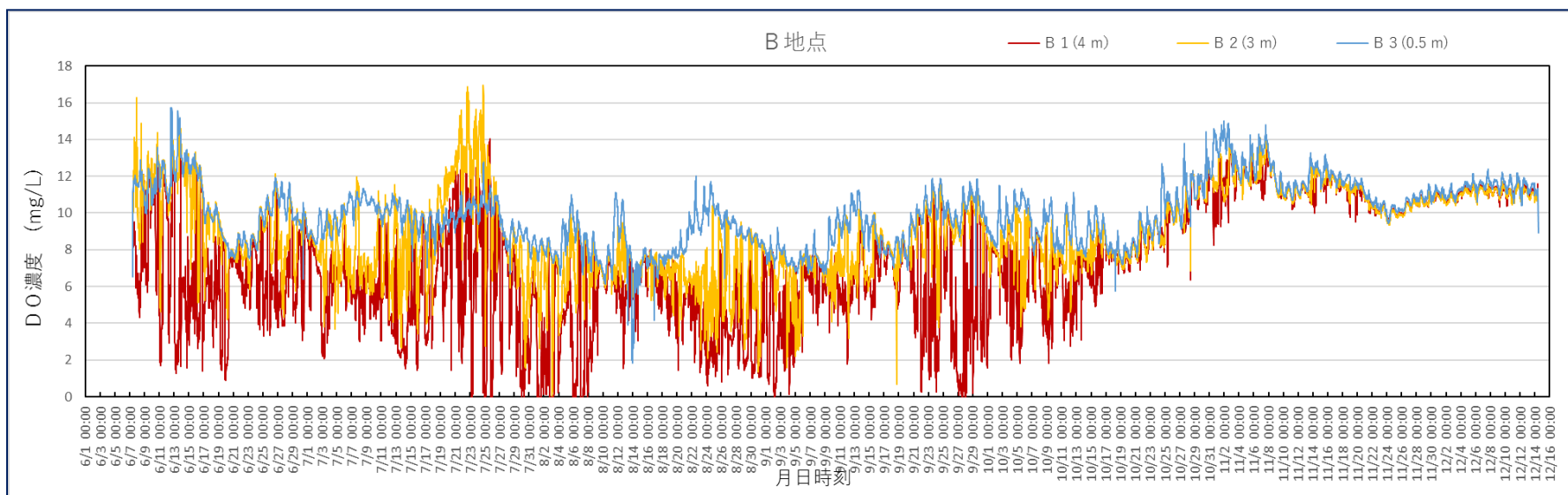


図2-2 各地点におけるDO濃度の変動 (B地点、C地点)

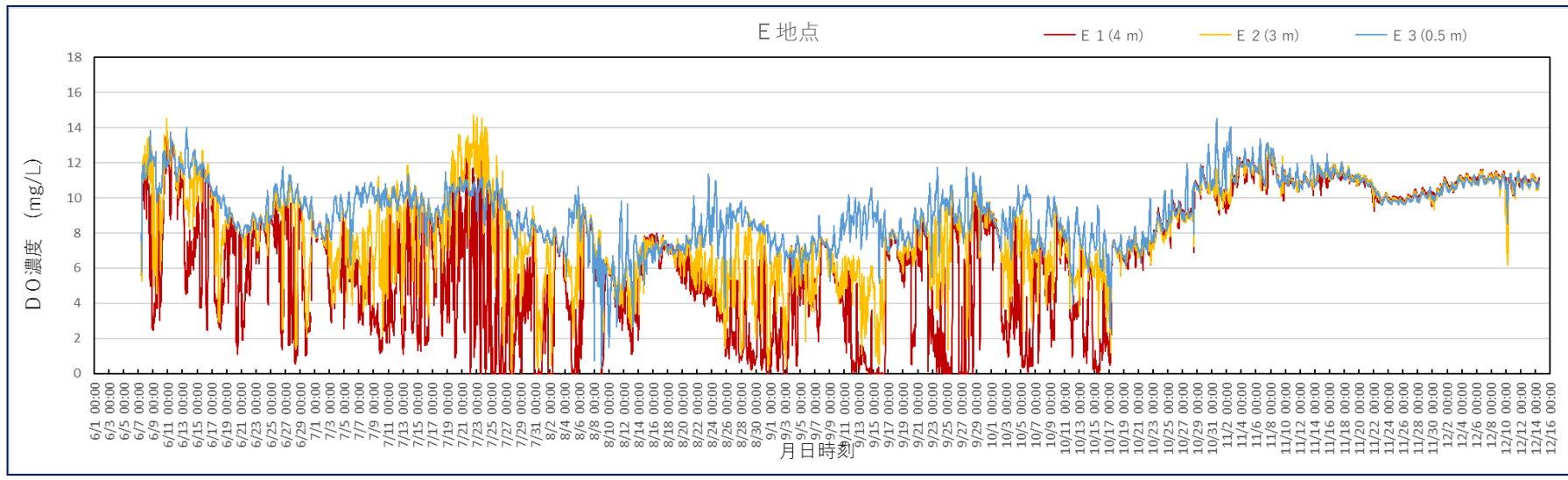
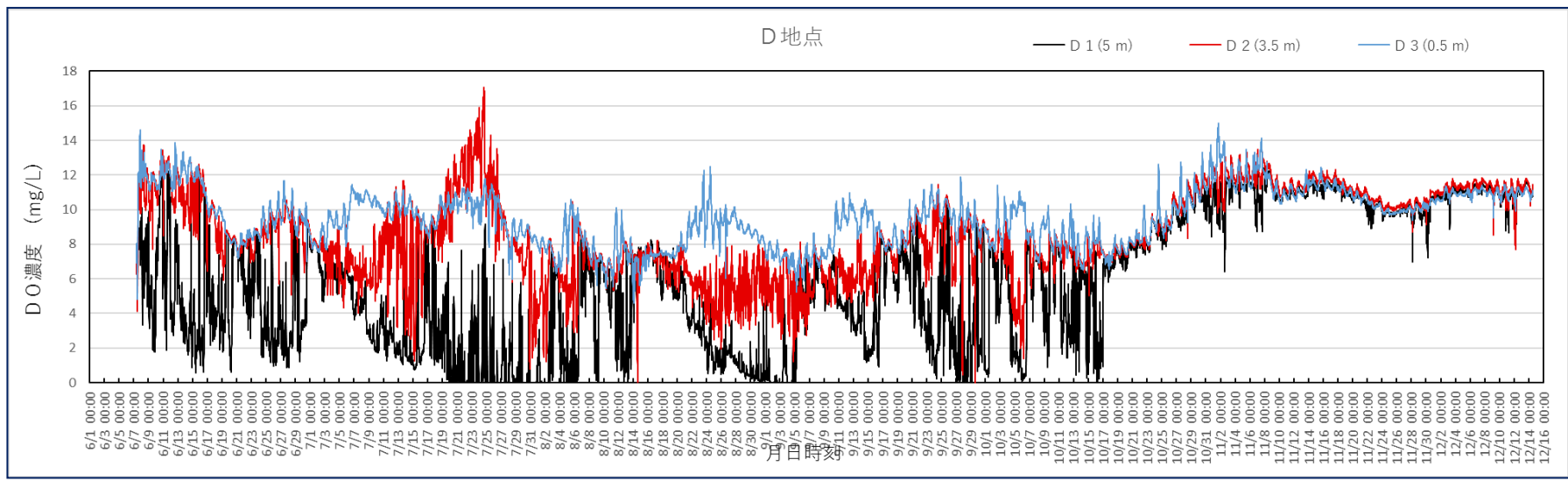


図2-3 各地点におけるDO濃度の変動（D地点、E地点）

なお、各調査月の半月間の期間内測定割合が 50%を下回ったのは、調査期間の 6 月前半～12 月前半の中で、12 月前半（A 地点 0.5 m 層）のみであった。

次に、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3-1および図3-2）。

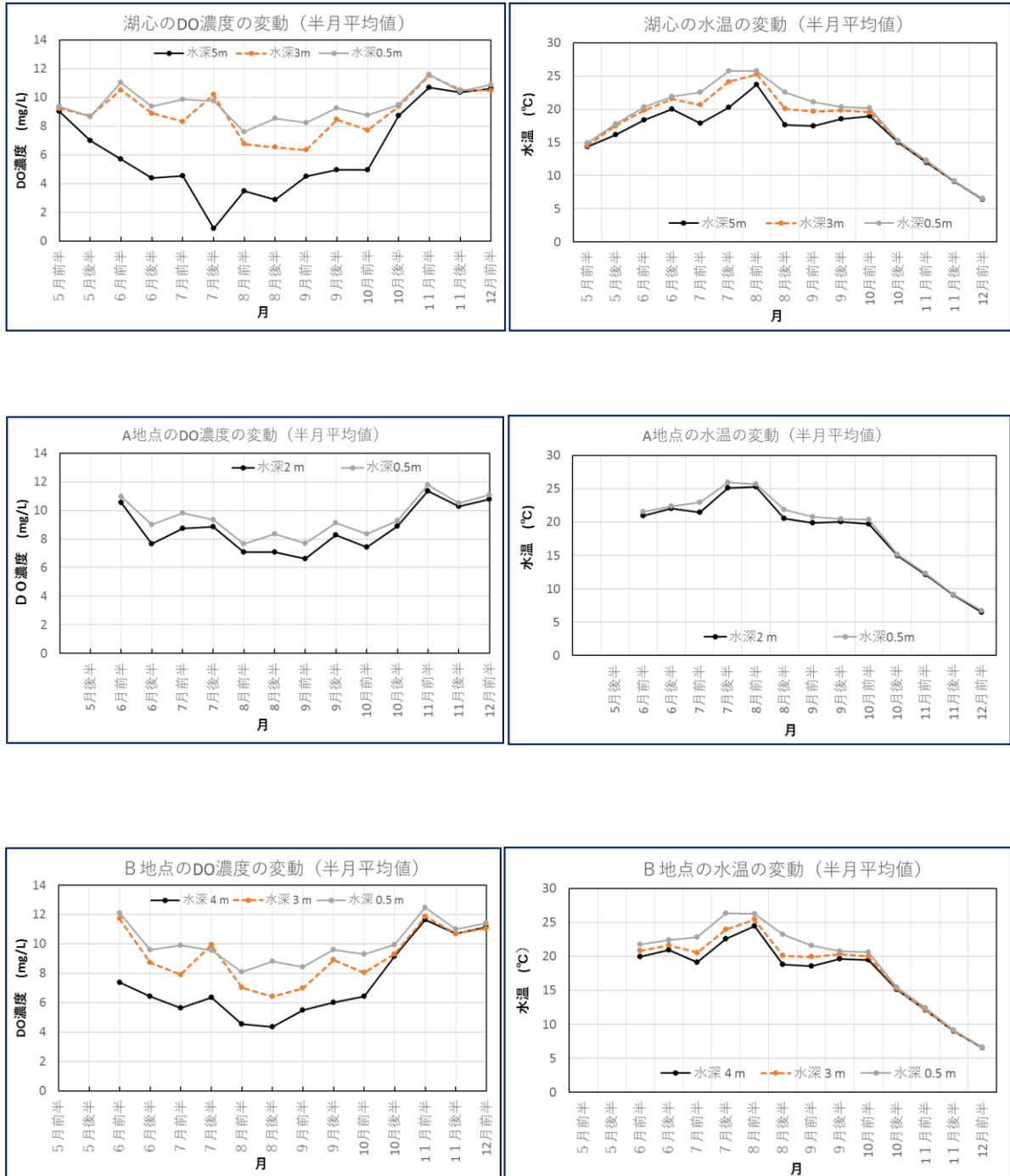


図3-1 各地点におけるDO、水温の比較(湖心、A地点、B地点)

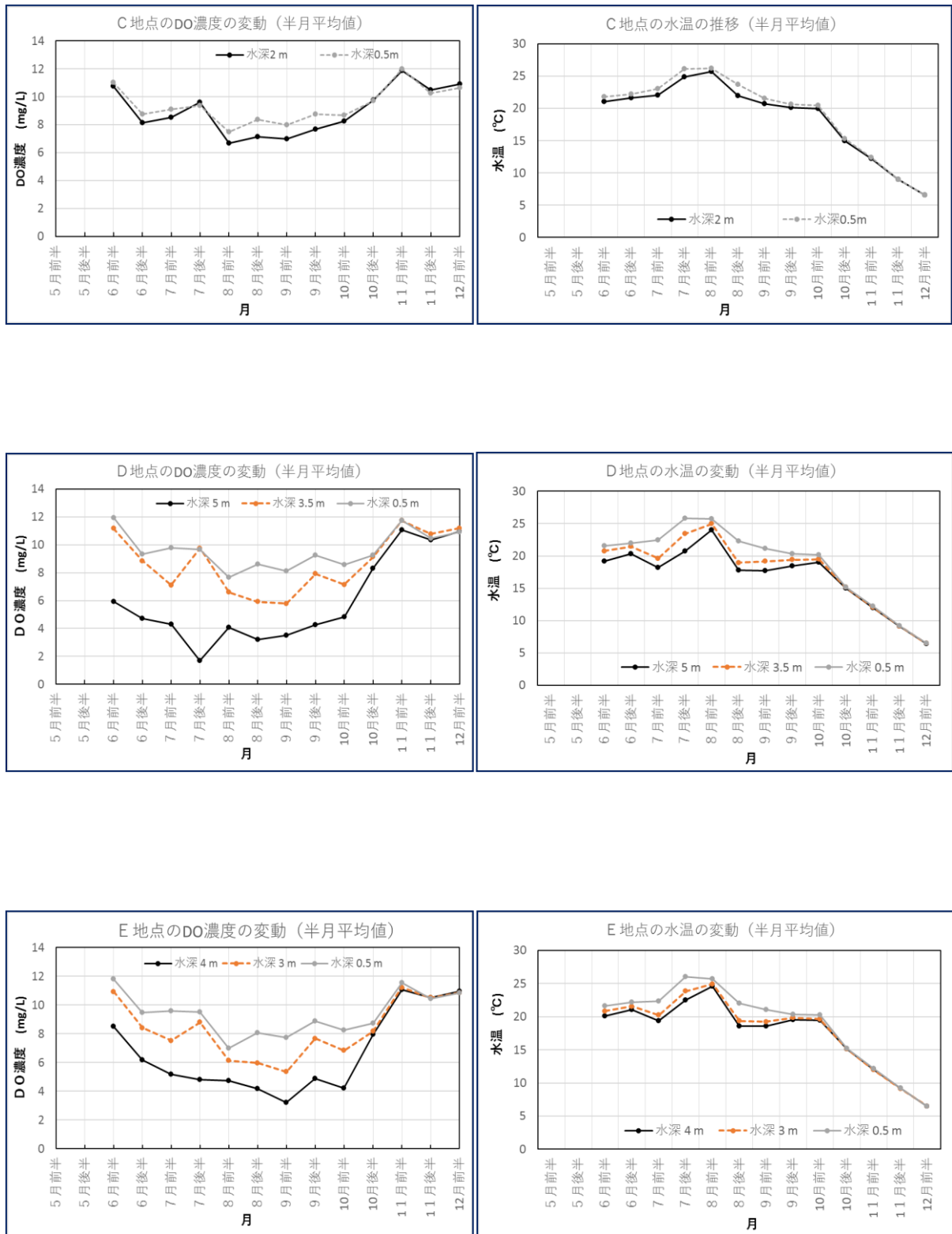


図3-2 各地点におけるDO、水温の比較(C地点、D地点、E地点)

A地点、C地点においては、半月平均値としてDO濃度の大きな低下はなく、深い層(水深2.0m)

での最低値はA地点で9月前半の6.6 mg/L、C地点で8月前半の6.7 mg/Lあった。また、表層(水深0.5 m)のDO濃度(半月平均値)はそれより0.1~1.3 mg/L程度の範囲で高い濃度であったが、C地点では深い層(水深2.0 m)の方がDO濃度(半月平均値)が高い(0~0.3 mg/L程度)時期もあった。

一方、水温の半月平均値については、表層(水深0.5 m)と底層(水深2.0 m)の差は6月前半~9月後半にかけてA地点で0.4~1.5°C、C地点で0.5~1.7°Cとなり、特に7月前半~8月後半にその差が大きかった。

B地点の底層(水深4.0 m)のDO濃度の半月平均値はA地点、C地点に比べて低下がみられ、DO半月平均値の最低値は4.3 mg/L(8月後半)であった。また、水深3.0 mでのDO半月平均値の最低値は6.4 mg/Lで、表層でのDO半月平均値は8.1~12 mg/L程度であった。

一方、水温の半月平均値については、表層(水深0.5 m)と底層(水深4.0 m)の差が7月前半~9月前半で大きく、3~4°C程度であったが、9月後半以降は差が1.2°C程度以下に小さくなっていった。

D地点では、水深5.0 mでDO半月平均値が7月後半に3.0 mg/Lを下回る状況がみられ、その最低値は1.7 mg/L(7月後半)であった。また、水深3.5 mでのDO半月平均値の最低値は5.8 mg/L(9月前半)であり、水深0.5 mでは大きな低下は見られなかった。

一方、水温の半月平均値については、表層(0.5 m)と底層(5.0 m)の差が7月前半~9月後半にかけて2~5°C程度と大きかった。

E地点では、底層(水深4.0 m)でDO半月平均値が3.0 mg/Lを下回るDO濃度低下はみられず、その最低値は3.2 mg/L(9月前半)であった。水深3.0 mでは5.4 mg/L程度までのDO低下がみられた。表層では大きな低下はみられなかった。

一方、水温の半月平均値については、表層(0.5 m)と底層(4.0 m)の差が7月前半~9月前半で1~3.5°C程度であった。

湖心では、水深5.0 mでDO半月平均値が7月後半~8月後半に3.0 mg/Lを下回る状況がみられ、その最低値は0.9 mg/L(7月後半)であった。また水深3.0 mでは6月~9月のDO半月平均値の最低値が6.3 mg/L(9月前半)である一方、7月後半には表層(0.5 m)よりもDO半月平均濃度が高くなった。この原因としては、植物プランクトンの影響が考えられる。

一方、水温の半月平均値については、表層(0.5 m)と底層(5.0 m)の差が7月前半~9月前半にかけて2~5.5°C程度と大きかった。

総じてみると、DO半月平均値からみて底層でDO濃度低下が顕著に現れたのは全水深の深い湖心、D地点、E地点、およびB地点であり、DO濃度低下を全体的にみると、

D ≒ 湖心 > E > B >> A ≧ C であり、この順番は昨年度の調査結果と同様であった。

次に、DO 低下、貧酸素化の程度を比較するため、10 分ごとの DO 測定値において 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4-1および図4-2）。

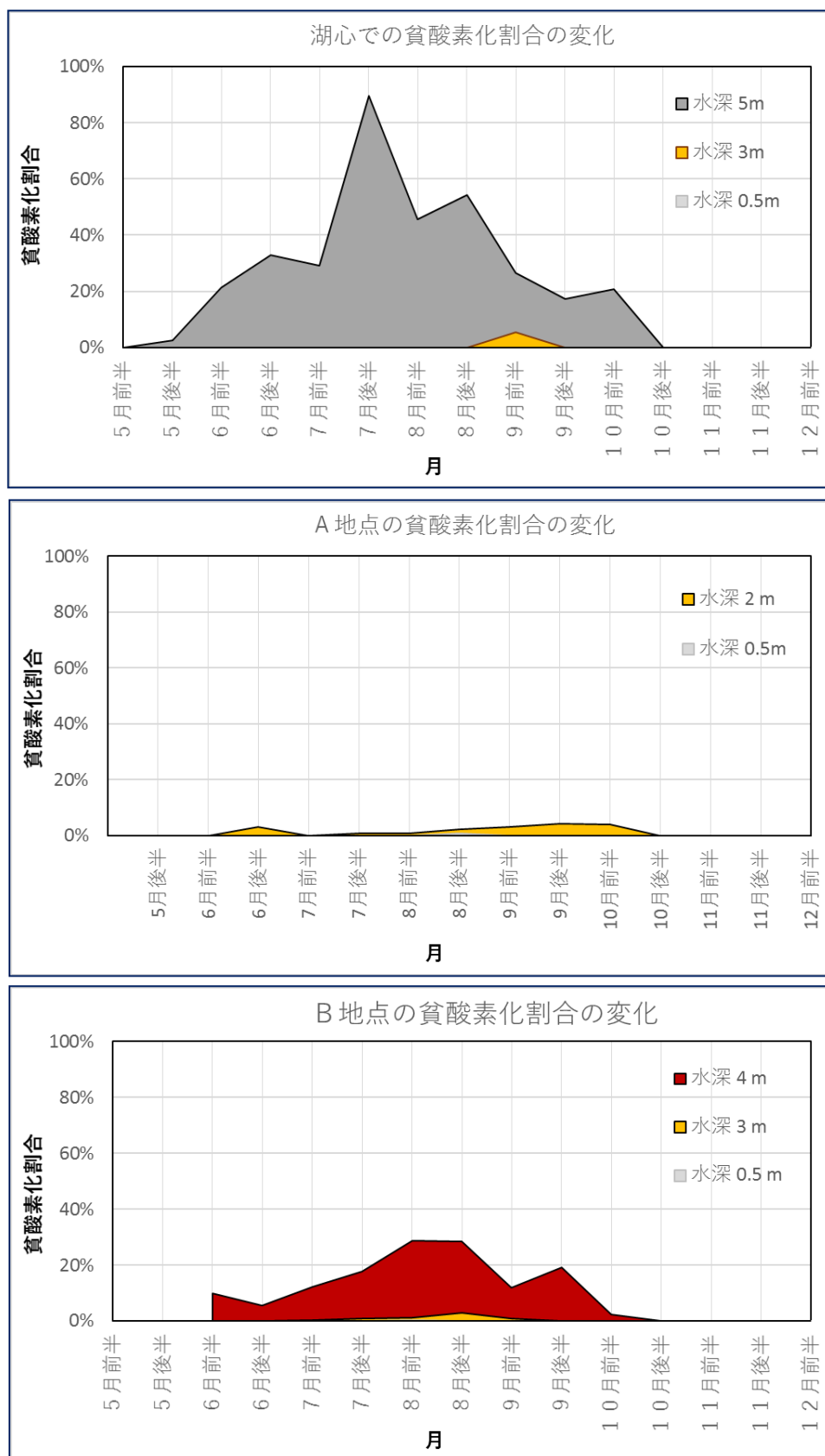


図4-1 各地点における貧酸素化の比較（湖心 A地点、B地点）

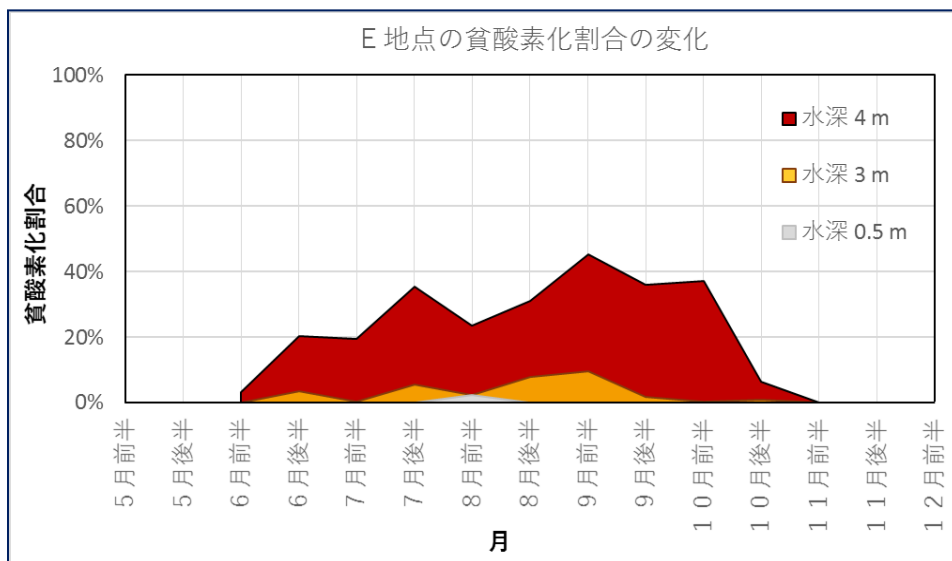
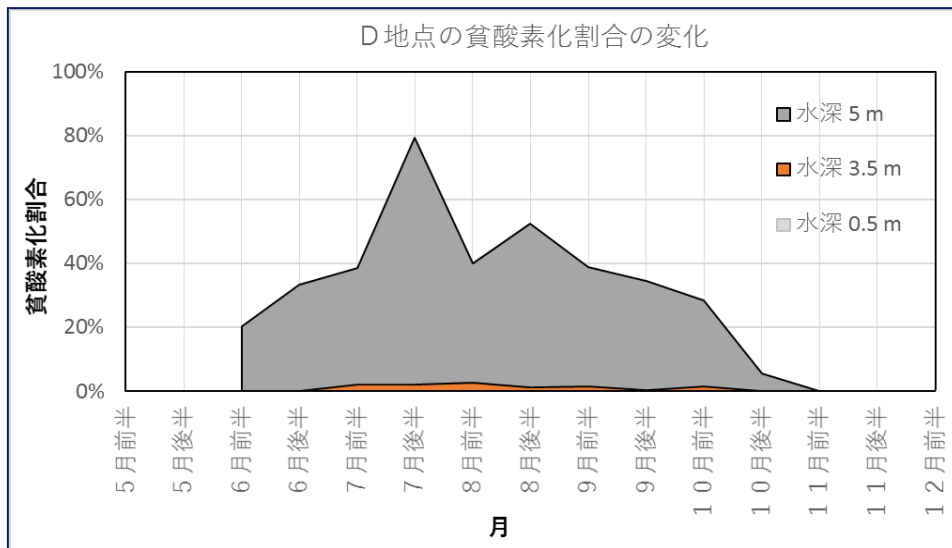
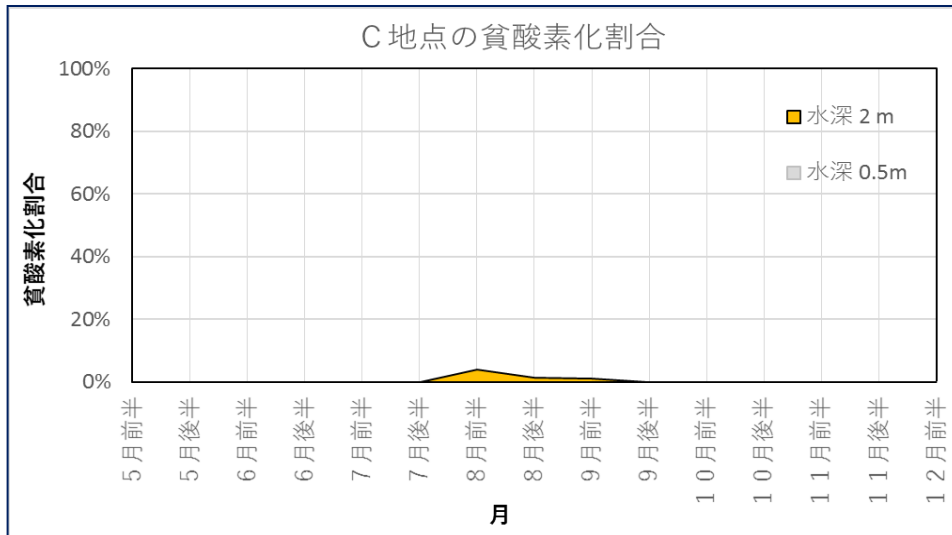


図4-2 各地点における貧酸素化の比較 (C地点、D地点、E地点)

各地点の底層の貧酸素化割合(比率)をみると、

$D \geq \text{湖心} > E > B \gg A \geq C$ であった。

これらの地点(底層)の中で、全水深の浅いA地点、C地点では貧酸素化割合(比率)があまり大きくはならず、最大値はA地点で4.2%(9月後半)、C地点で3.8%(8月前半)であった。これらは昨年度の値(2020年度の最大値はA地点で4.0%(9月後半)、C地点で2.9%(8月後半))と比べてほぼ同等の小さい値であった。

一方、全水深が深い他の4地点の底層では貧酸素化割合(比率)が高いのは7月~9月であり、半月毎の貧酸素化割合(比率)は湖心では17~89%、D地点では34~79%、E地点では19~45%、B地点では12~29%であった。これらを令和2(2020)年度の値と比較すると、D地点、湖心では小さい値であった。

(参考)

令和3(2021)年度の各月の風況について

調査期間の令和3(2021)年5月~12月における諏訪湖の風況を知るため、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)から各月の風配図を作成した(図5)。

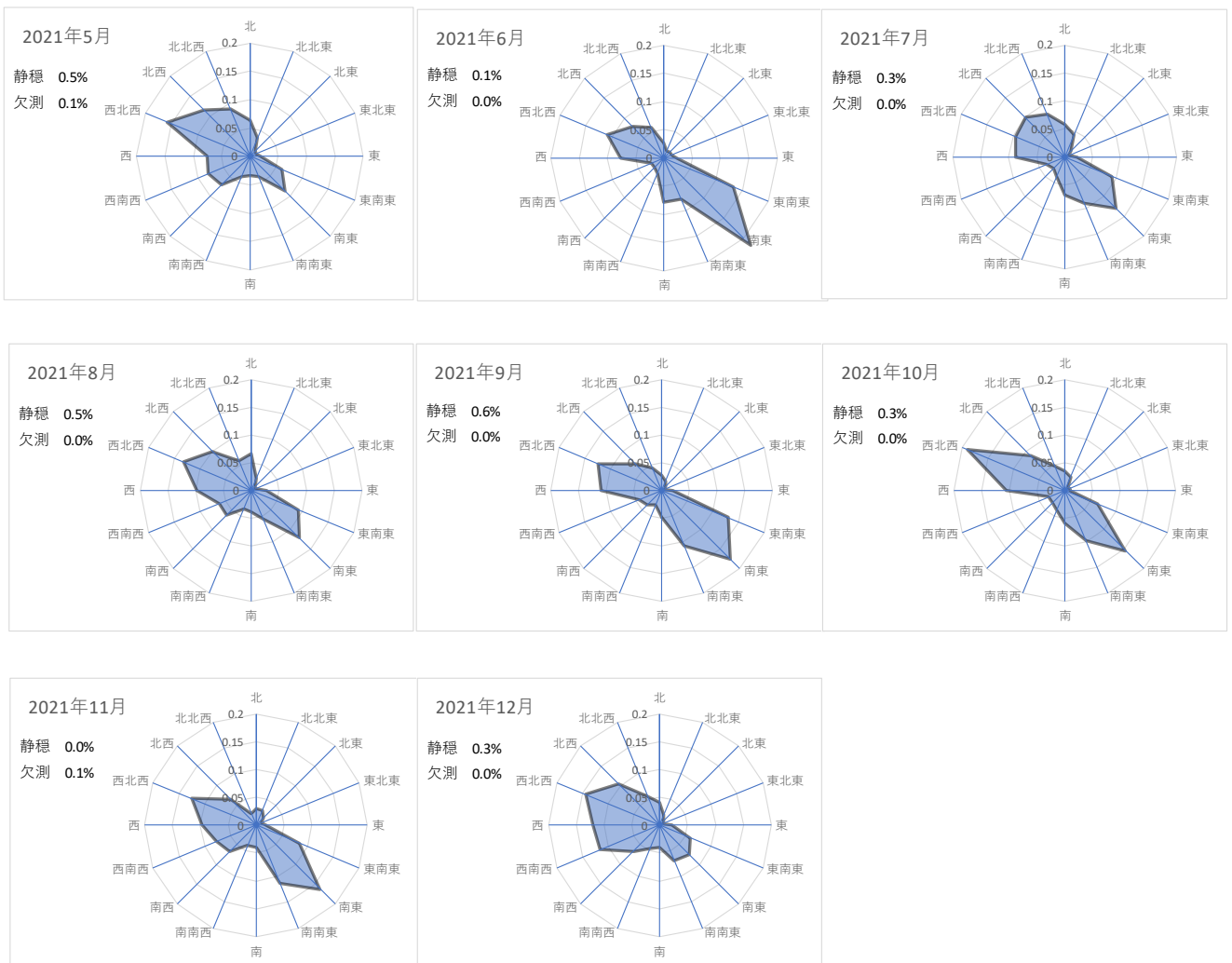


図5 調査期間の各月の風配図

調査期間（5月～12月）内の主風向は、西北西寄り（北西～西北西～西）の風であり、次には南東寄り（東南東～南東～南南東）の風であった。

各月の両者の関係をみると、6月および9月は南東寄り風が西北西寄り風と比べ、ほぼ同等かやや卓越していたが、他の月（5、7、8、10、11、12月）は両者は逆転して、西北西寄り風が卓越していた。