

令和元年度 多項目水質計による水質環境測定結果

目次

1	測定について	1
(1)	測定地点	1
(2)	測定期間	2
(3)	設置方法	2
(4)	使用した多項目水質計	3
(5)	測定項目	3
(6)	測定結果について	3
2	通年測定 各項目の測定結果	4
2-1	連続測定の結果	4
(1)	各項目の年平均値、月平均値	4
(2)	月平均値の過去データとの比較	9
(3)	測定日数の割合と測定率について	12
2-2	深さ別測定の結果	13
(1)	各項目の深さ別測定結果	13
(2)	深さ別測定中の水中の様子	21
2-3	小栗橋測定結果について	24
(1)	連続測定結果について	24
(2)	深さ別測定結果について	25
(3)	深さ別測定の結果と水中の様子からわかること	26
3	期間限定測定	29
3-1	四季の測定結果	29
(1)	各項目の期間中の平均値	29
3-2	測定結果について	39
(1)	四季の測定結果について	39
4	その他調査結果	41
4-1	はじめに	41
4-2	なぜ濁度が上昇したのか	41
4-3	調査の方法	42
4-4	調査結果	42
4-5	まとめ	43
(1)	硫黄と濁度の変化が異なる理由について	43
(2)	今後の方針	43

令和元年度 多項目水質計による水質環境測定結果

1 測定について

(1) 測定地点 (図 1-1)

中川運河小栗橋 (中川区月島町)

中川運河東海橋北 400m 付近 (港区新川町)

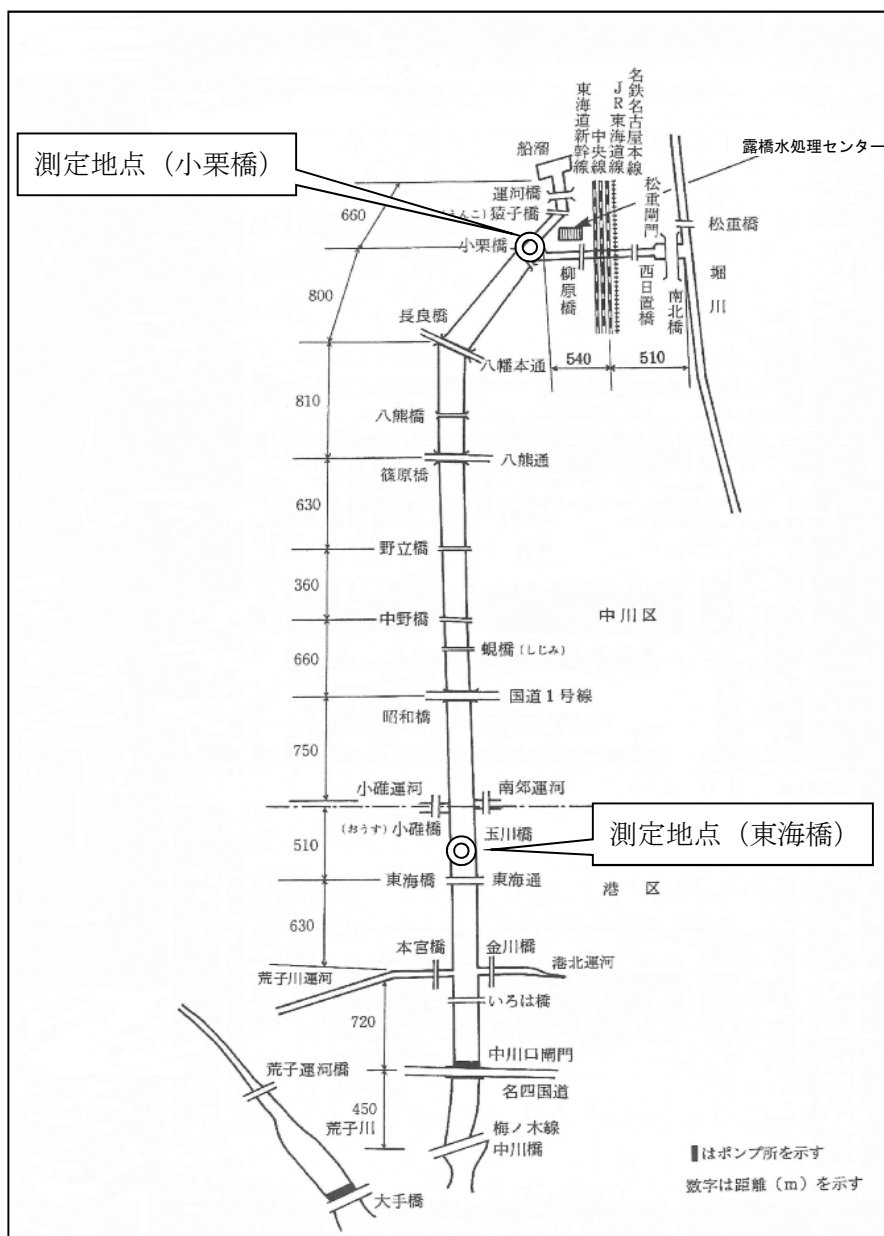


図 1-1 中川運河の全体図と測定地点

(2) 測定期間

①通年測定

小栗橋（上層、中層、底層）：平成 31 年 4 月 1 日から令和 2 年 3 月 31 日まで

②期間限定測定

(春季)

東海橋（上層、中層、底層）：平成 31 年 4 月 26 日から令和元年 5 月 7 日まで

(夏季)

東海橋（上層、中層、底層）：令和元年 8 月 2 日から令和元年 8 月 8 日まで

(秋季)

東海橋（上層、中層、底層）：令和元年 11 月 7 日から令和元年 11 月 14 日まで

(冬季)

東海橋（上層、中層、底層）：令和 2 年 1 月 24 日から令和 2 年 1 月 31 日まで

(3) 設置方法

①通年測定（連続測定）

平成 29 年度まで小栗橋付近の川岸から設置していたが、平成 30 年度から流心付近に設置した。水面からおよそ 0.5m のところに設置したものを上層、およそ 1.5m のところに設置したものを中層、川底からおよそ 0.5m のところに設置したものを底層とし、深さ別に 3 層の通年測定を平成 30 年度から実施した。（図 1-2）

なお、調査地点の水深は約 3.5m である。

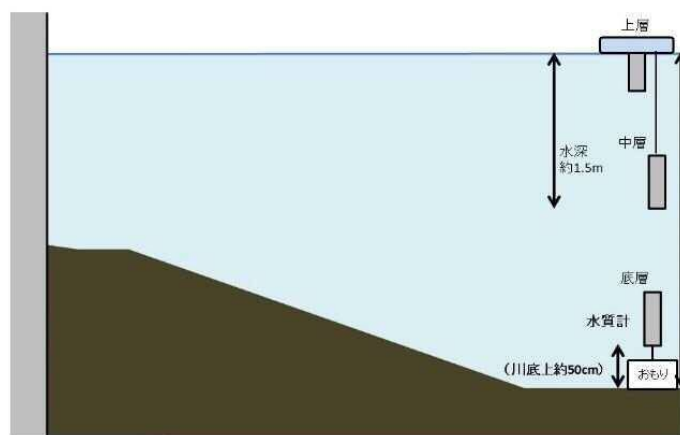


図 1-2 設置状況

②通年測定（深さ別測定）

平成 30 年度から連続測定の多項目水質計を交換するタイミング（約 2 週間に 1 度）で、小栗橋から多項目水質計を降ろし、水面から川底付近まで 0.5m 毎に瞬時値による測定を行った。また、令和元年度より深さ別測定の際に多項目水質計へカメラを取り付け水中の様子を撮影した。

③期間限定測定

東海橋付近の流心付近に、多項目水質計を異なる深さに設置した。水面からおよそ 0.5m のところに設置したものを上層、およそ 1.5m のところに設置したものを中層、川底からおよそ 0.5m のところに設置したものを底層とした。（図 1-2）

なお、調査地点の水深は約 4.5m であった。

(4) 使用した多項目水質計

ワイエスアイ・ナノテック株式会社製 6600EDS V2 及び EX02

(5) 測定項目

測定項目	6600EDS V2		EX02	
	測定方法	測定範囲	測定方法	測定範囲
水温	サーミスター抵抗法	-5～50℃	サーミスター抵抗法	-5～50℃
溶存酸素量(以下:DO)	ポーラログラフ式隔膜電極法	0～50mg/L	蛍光法	0～50mg/L
pH	ガラス複合電極法	0～14	ガラス複合電極法	0～14
酸化還元電位(以下:ORP)	—	—	白金電極法	-999～999mV
濁度	散乱光法	0～1000NTU	散乱光法	0～4000NTU
塩分濃度	電気伝導率と温度から換算	0～70psu	電気伝導率と温度から換算	0～70psu
電気伝導率	4-電極法	0～100mS/cm	4-電極法	0～200mS/cm
クロロフィル	蛍光法	0～400 µg/L	蛍光法	0～400 µg/L

NTU：濁度の単位。1Lの精製水に1mgのホルマジンを含めた溶液の濁りを1NTUとする

psu：実用塩分単位 (Practical Salinity Unit)。1psu≒0.1%

S：ジーメンズ。電流の流れやすさを表す単位

(6) 測定結果について

10 分間隔による連続測定を行い、得られたデータにより時間平均値、日平均値、月平均値、年平均値を算出した。時間平均値算出の際には、1 時間の中で 1 個以上の測定値があれば有効とした*。また、水質計本体やセンサー部品の故障、台風などの悪天候、測定値の異常などにより、一部欠測とした。

*環境庁水質保全局（1992）「水質自動モニター維持管理・データ処理マニュアル」より

2 通年測定 各項目の測定結果

2-1 連続測定の結果

(1) 各項目の年平均値、月平均値

表 2-1、2-2、2-3 に上層、中層、底層の年平均値を、表 2-4、2-5、2-6 に上層、中層、底層の月平均値を、また、図 2-1 に月平均値のグラフを示す。降水量及び気温は、名古屋市中川区で観測されたデータである。

表 2-1 小栗橋上層※における各項目の年平均値

	水温 (°C)	DO (mg/L)	pH	ORP (mV)	濁度 (NTU)	塩分濃度 (psu)	電気伝導率 (mS/m)	クロロフィル ($\mu\text{g/L}$)	[参考] 気温(°C)
R1	21.0	7.7	7.1	166	5	9.8	1,659	31	18.0
H30	20.7	8.8	7.2	142	5	10.1	1,697	38	17.7
(H29)	(20.3)	(7.7)	(7.2)	(123)	(4)	(11.2)	(1,883)	(41)	(16.6)
(H28)	(19.5)	(7.0)	(8.2)	(142)	(7)	(18.8)	(3,040)	(53)	(17.1)

※H28、H29 は運河岸から設置した上層の値である。

表 2-2 小栗橋中層※における各項目の年平均値

	水温 (°C)	DO (mg/L)	pH	ORP (mV)	濁度 (NTU)	塩分濃度 (psu)	電気伝導率 (mS/m)	クロロフィル ($\mu\text{g/L}$)	[参考] 気温(°C)
R1	20.3	7.0	7.7	130	3	13.5	2,236	49	18.0
H30	20.4	8.2	7.7	123	4	13.6	2,237	63	17.7
(H29)	(19.8)	(4.9)	(7.6)	(60)	(7)	(16.0)	(2,602)	(62)	(16.6)
(H28)	(19.6)	(3.6)	(7.6)	(-52)	(10)	(21.6)	(3,440)	(53)	(17.1)

※H28、H29 は運河岸から設置した下層(水深約 2m の川底から 50cm 付近)の値

同じ水面下 1.5m の値だが、下層の値は底質の影響も受けていると考えられる。

表 2-3 小栗橋底層※における各項目の年平均値

	水温 (°C)	DO (mg/L)	pH	ORP (mV)	濁度 (NTU)	塩分濃度 (psu)	電気伝導率 (mS/m)	クロロフィル ($\mu\text{g/L}$)	[参考] 気温(°C)
R1	20.6	0.1	7.2	-319	9	20.4	3,302	5	18.0
H30	20.3	0.7	7.2	-236	8	20.2	3,238	15	17.7

※H30 から測定を開始したため、H28、H29 のデータ無し

表 2-4 小栗橋上層※1 における各項目の月平均値

	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
水温(°C)	18.0	23.0	25.3	26.6	29.5	27.9	24.3	20.1	15.1	13.5	13.4	15.4
H30	19.2	22.4	25.2	28.9	30.4	27.4	24.1	19.9	14.7	11.9	11.8	14.7
(H29)	(17.5)	(22.7)	(25.1)	(27.8)	(28.6)	(26.9)	(22.8)	(18.7)	(14.7)	(11.6)	(11.6)	(14.4)
(H28)	(17.7)	(22.4)	(25.5)	(28.8)	(30.6)	(28.1)	(22.7)	(16.7)	(11.2)	(9.0)	(10.2)	(13.3)
DO(mg/L)	8.3	11.2	7.2	5.7	5.9	4.9	4.2	6.4	8.3	9.2	9.6	10.1
H30	10.3	9.8	7.7	7.9	4.8	2.9	5.8	7.4	8.9	9.3	14.9	13.4
(H29)	(10.7)	(7.4)	(9.5)	(4.0)	(3.5)	(3.5)	(2.9)	(7.0)	(11.1)	(10.2)	(11.1)	(11.0)
(H28)	(7.3)	(6.0)	(6.4)	(5.5)	(5.4)	(4.0)	(3.3)	(4.3)	(9.5)	(8.6)	(12.9)	(10.7)
pH	7.3	7.8	7.1	6.8	6.8	6.9	6.8	6.9	7.1	7.2	7.3	7.2
H30	7.3	7.5	7.3	7.1	6.9	6.6	6.8	7.0	7.3	7.1	7.5	7.4
(H29)	(8.0)	(7.5)	(7.7)	(6.8)	(6.7)	(6.9)	(6.7)	(7.0)	(7.4)	(7.4)	(7.4)	(7.4)
(H28)	(8.8)	(8.4)	(8.3)	(7.8)	(7.3)	(7.1)	(7.7)	(8.0)	(8.6)	(9.1)	(8.7)	(9.0)
ORP(mV)※2	162	178	107	112	183	163	147	155	165	164	168	235
H30	-	86	48	169	126	113	165	174	125	154	172	181
(H29)	(128)	(184)	(191)	(103)	(78)	(119)	(72)	(88)	(143)	(132)	(141)	(83)
(H28)	(213)	(61)	(147)	(144)	(151)	(-)	(-)	(-)	(135)	(-)	(-)	(-)
濁度(NTU)	4	5	9	8	7	9	3	2	3	3	3	3
H30	5	6	6	6	7	14	2	1	1	2	4	7
(H29)	(3)	(4)	(6)	(5)	(7)	(6)	(4)	(4)	(3)	(3)	(2)	(3)
(H28)	(7)	(8)	(12)	(5)	(3)	(3)	(18)	(6)	(2)	(6)	(7)	(4)
塩分濃度(psu)	12.5	10.6	8.4	4.7	4.3	8.7	9.4	11.5	12.7	12.0	12.8	10.4
H30	10.5	8.0	8.1	4.5	10.3	7.6	10.4	14.9	15.5	14.2	10.0	5.6
(H29)	(14.7)	(13.4)	(13.4)	(6.9)	(5.8)	(10.3)	(8.7)	(10.3)	(13.1)	(13.2)	(14.2)	(10.6)
(H28)	(19.0)	(19.3)	(17.1)	(12.5)	(15.2)	(19.5)	(16.5)	(23.6)	(24.0)	(22.9)	(20.0)	(16.9)
電気伝導率(mS/m)	2,076	1,785	1,441	845	776	1,501	1,594	1,919	2,109	2,002	2,125	1,758
H30	1,761	1,379	1,404	817	1,755	1,324	1,762	2,449	2,539	2,345	1,688	989
(H29)	(2,407)	(2,214)	(2,225)	(1,203)	(1,037)	(1,758)	(1,487)	(1,745)	(2,175)	(2,193)	(2,343)	(1,783)
(H28)	(3,050)	(3,110)	(2,780)	(2,100)	(2,510)	(3,140)	(2,690)	(3,730)	(3,800)	(3,650)	(3,210)	(2,740)
クロロフィル(μg/L)	36	81	27	23	16	29	11	13	20	39	37	42
H30	58	97	49	25	17	9	9	14	13	13	56	90
(H29)	(61)	(87)	(61)	(33)	(33)	(15)	(7)	(28)	(37)	(28)	(32)	(55)
(H28)	(92)	(93)	(114)	(30)	(25)	(22)	(31)	(11)	(32)	(62)	(66)	(47)
[参考]気温(°C)	14.8	21.3	24.2	26.8	30.0	27.7	21.1	14.0	9.1	8.1	7.5	11.2
H30	17.0	20.4	24.1	30.1	30.5	24.4	19.7	14.5	8.4	5.5	7.5	10.5
(H29)	(15.1)	(21.2)	(23.2)	(28.9)	(29.0)	(24.3)	(18.3)	(11.7)	(6.0)	(4.1)	(5.1)	(11.3)
(H28)	(16.2)	(21.1)	(23.6)	(27.7)	(29.4)	(25.8)	(20.1)	(13.0)	(8.3)	(5.0)	(5.4)	(8.8)

※1 H28、H29 は運河岸から設置した上層の値

※2 EX02 を使用した場合にのみ測定した。

表 2-5 小栗橋中層※¹における各項目の月平均値

	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
水温(°C)	17.1	22.1	25.4	27.0	30.1	28.4	24.3	19.4	13.9	12.0	11.7	13.8
H30	18.4	22.2	25.2	29.2	30.6	28.0	24.3	19.9	14.5	10.6	10.2	13.4
(H29)	(16.6)	(18.5)	(24.5)	(28.6)	(29.5)	(27.3)	(22.9)	(18.3)	(13.8)	(10.7)	(10.6)	(13.1)
(H28)	(17.3)	(22.0)	(25.5)	(28.5)	(30.4)	(28.2)	(23.9)	(17.2)	(11.8)	(9.7)	(9.7)	(12.5)
DO(mg/L)	7.7	7.2	6.4	4.3	3.4	4.5	2.4	7.5	8.5	9.5	10.3	11.6
H30	7.0	7.5	5.6	7.3	3.3	2.5	6.3	6.2	8.5	10.1	17.6	15.7
(H29)	(3.1)	(1.6)	(3.0)	(1.5)	(2.2)	(1.4)	(1.6)	(4.8)	(11.3)	(9.3)	(9.1)	(9.5)
(H28)	(2.0)	(2.3)	(2.6)	(2.5)	(2.9)	(2.1)	(1.3)	(3.4)	(8.0)	(4.3)	(6.8)	(4.8)
pH	7.8	8.0	7.7	7.2	7.1	7.3	7.0	7.5	7.6	7.9	8.1	8.4
H30	7.8	8.0	7.8	7.5	7.4	7.1	7.2	7.3	7.6	7.7	8.5	8.7
(H29)	(7.6)	(7.5)	(7.7)	(7.2)	(7.1)	(7.3)	(7.0)	(7.3)	(8.1)	(8.0)	(7.9)	(7.9)
(H28)	(7.7)	(7.7)	(7.8)	(7.3)	(7.1)	(6.9)	(7.1)	(7.3)	(7.8)	(7.9)	(8.2)	(7.9)
ORP(mV)※ ²	117	76	90	122	62	136	150	182	135	148	178	167
H30	91	102	64	78	57	112	139	185	182	138	156	164
(H29)	(21)	(115)	(27)	(-106)	(40)	(-55)	(115)	(83)	(145)	(111)	(106)	(111)
(H28)	(-252)	(-179)	(-123)	(-122)	(-27)	(47)	(-208)	(72)	(77)	(-67)	(105)	(79)
濁度(NTU)	3	3	5	5	6	3	2	2	2	3	3	3
H30	3	4	5	4	4	3	1	1	1	2	5	8
(H29)	(4)	(5)	(13)	(11)	(25)	(9)	(4)	(6)	(4)	(4)	(3)	(4)
(H28)	(7)	(6)	(9)	(18)	(10)	(7)	(18)	(7)	(21)	(10)	(4)	(5)
塩分濃度(psu)	16.4	14.5	12.4	7.6	7.2	12.5	13.6	15.4	16.2	15.4	17.0	14.4
H30	15.4	11.7	12.0	6.4	14.7	12.5	13.8	18.5	18.7	17.8	12.8	7.5
(H29)	(19.2)	(19.3)	(18.1)	(12.4)	(9.2)	(15.3)	(13.2)	(14.0)	(17.3)	(17.9)	(19.0)	(16.0)
(H28)	(21.1)	(20.4)	(20.4)	(15.6)	(18.2)	(21.0)	(19.3)	(26.1)	(26.2)	(26.4)	(23.1)	(21.2)
電気伝導率(mS/m)	2,660	2,389	2,067	1,318	1,255	2,096	2,259	2,520	2,646	2,526	2,765	2,363
H30	2,518	1,962	2,002	1,131	2,439	2,094	2,274	2,979	3,003	2,879	2,133	1,303
(H29)	(3,086)	(3,092)	(2,929)	(2,084)	(1,582)	(2,525)	(2,179)	(2,305)	(2,796)	(2,903)	(3,070)	(2,608)
(H28)	(3,350)	(3,270)	(3,270)	(2,580)	(2,970)	(3,360)	(3,110)	(4,080)	(4,100)	(4,150)	(3,670)	(3,380)
クロロフィル(μg/L)	37	81	69	53	24	45	14	28	45	62	66	61
H30	65	147	77	47	25	18	25	20	17	32	121	152
(H29)	(47)	(86)	(70)	(67)	(49)	(22)	(17)	(50)	(91)	(69)	(45)	(128)
(H28)	(45)	(93)	(119)	(48)	(47)	(33)	(27)	(17)	(50)	(48)	(53)	(48)
[参考]気温(°C)	14.8	21.3	24.2	26.8	30.0	27.7	21.1	14.0	9.1	8.1	7.5	11.2
H30	17.0	20.4	24.1	30.1	30.5	24.4	19.7	14.5	8.4	5.5	7.5	10.5
(H29)	(15.1)	(21.2)	(23.2)	(28.9)	(29.0)	(24.3)	(18.3)	(11.7)	(6.0)	(4.1)	(5.1)	(11.3)
(H28)	(16.2)	(21.1)	(23.6)	(27.7)	(29.4)	(25.8)	(20.1)	(13.0)	(8.3)	(5.0)	(5.4)	(8.8)

※1 H28、H29 は運河岸から設置した下層(水深約 2m の川底から 50cm 付近)の値。同じ水面下 1.5m の値だが、下層の値は底質の影響も受けていると考えられる。

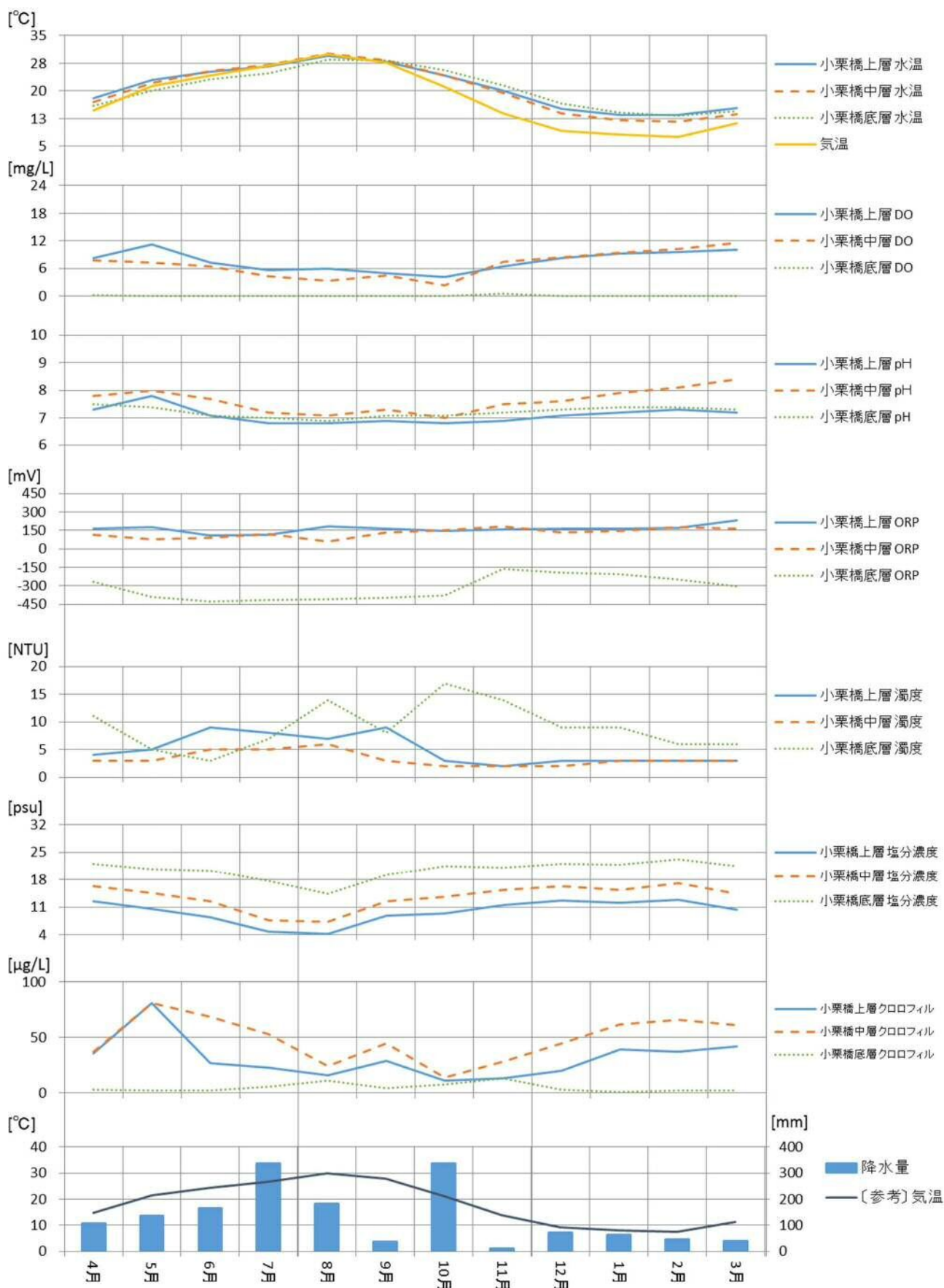
※2 測定は EX02 のみ使用した。

表 2-6 小栗橋底層※¹における各項目の月平均値

	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
水温(°C)	16.0	20.0	23.1	24.9	28.5	28.3	25.7	21.5	16.6	14.1	13.2	14.5
H30	17.3	20.6	22.7	24.8	29.5	28.5	25.5	21.5	17.2	13.6	11.7	12.9
DO(mg/L)	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1
H30	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	1.3	3.3	1.7	0.2
pH	7.5	7.4	7.1	7.0	6.9	7.1	7.1	7.2	7.3	7.4	7.4	7.3
H30	7.4	7.3	7.2	6.9	7.2	7.0	7.1	7.1	7.2	7.5	7.3	7.2
ORP(mV)※ ²	-267	-391	-427	-416	-408	-397	-377	-162	-196	-206	-252	-304
H30	-256	-431	-435	-421	-395	-408	-346	-36	80	89	14	-325
濁度(NTU)	11	5	3	7	14	8	17	14	9	9	6	6
H30	8	4	3	4	10	9	14	9	10	2	5	20
塩分濃度(psu)	22.1	20.6	20.3	17.6	14.4	19.2	21.4	21.0	22.1	21.9	23.2	21.4
H30	19.9	17.2	19.2	17.3	19.9	19.2	22.7	23.6	23.2	23.2	20.2	17.0
電気伝導率(mS/m)	3,607	3,636	3,329	2,860	2,378	3,100	3,419	3,352	3,505	3,473	3,669	3,402
H30	3,181	2,790	3,082	2,813	3,202	3,104	3,593	3,723	3,665	3,664	3,229	2,755
クロロフィル(μg/L)	3	2	2	6	11	4	8	13	3	1	2	2
H30	7	4	6	6	8	5	9	14	5	12	80	28
[参考]気温(°C)	14.8	21.3	24.2	26.8	30.0	27.7	21.1	14.0	9.1	8.1	7.5	11.2
H30	17.0	20.4	24.1	30.1	30.5	24.4	19.7	14.5	8.4	5.5	7.5	10.5

※1 H30 から測定を開始したため、H28、H29 のデータ無し

※2 測定は EX02 のみ使用した。



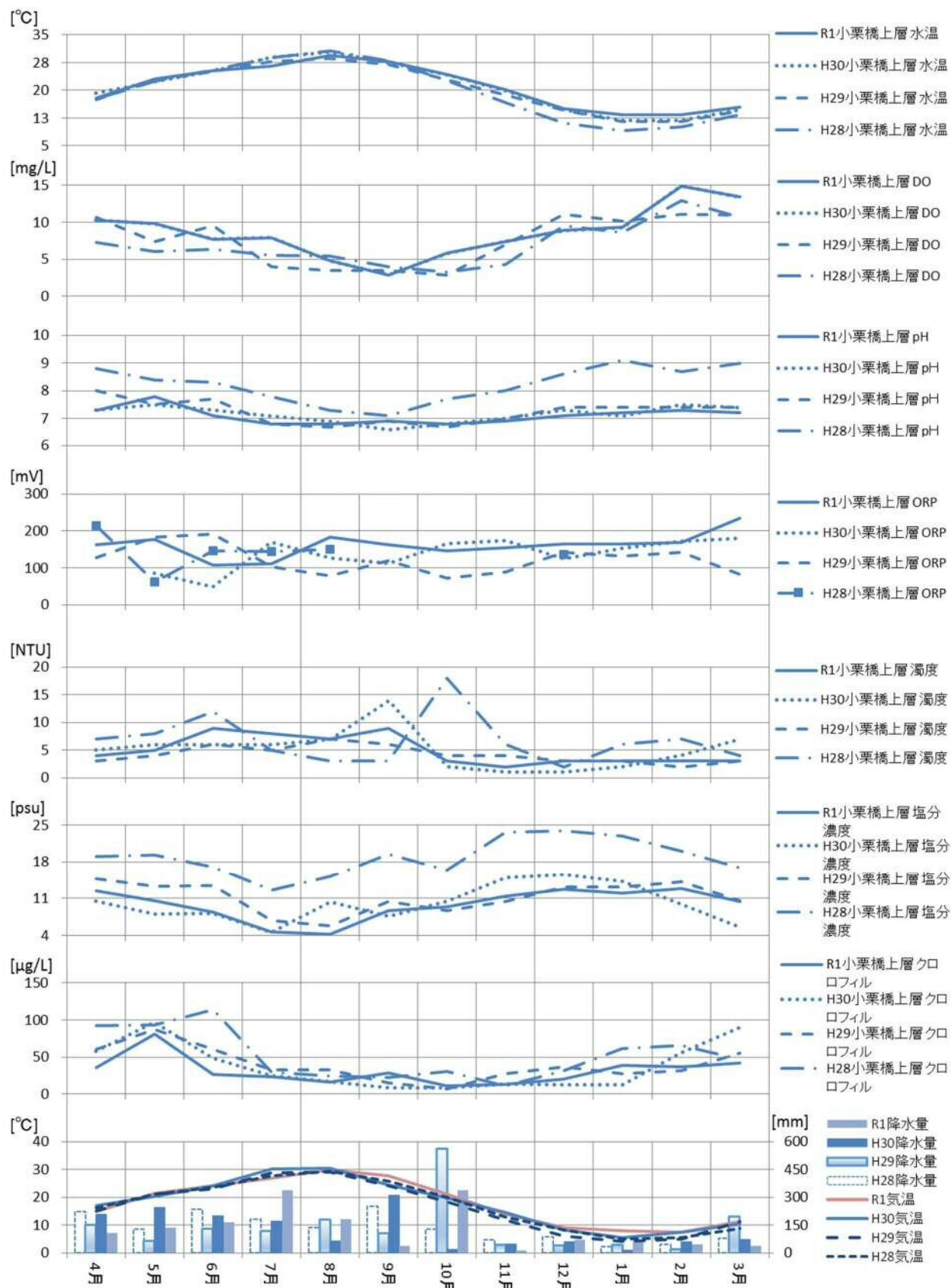
*電気伝導率のグラフは塩分濃度と同じになるため割愛した。

図 2-1 月平均値（小栗橋）

(2) 月平均値の過去データとの比較

図 2-2 から 2-3 に、上層及び中層の過去のデータとの比較するグラフを示す。

① 上層

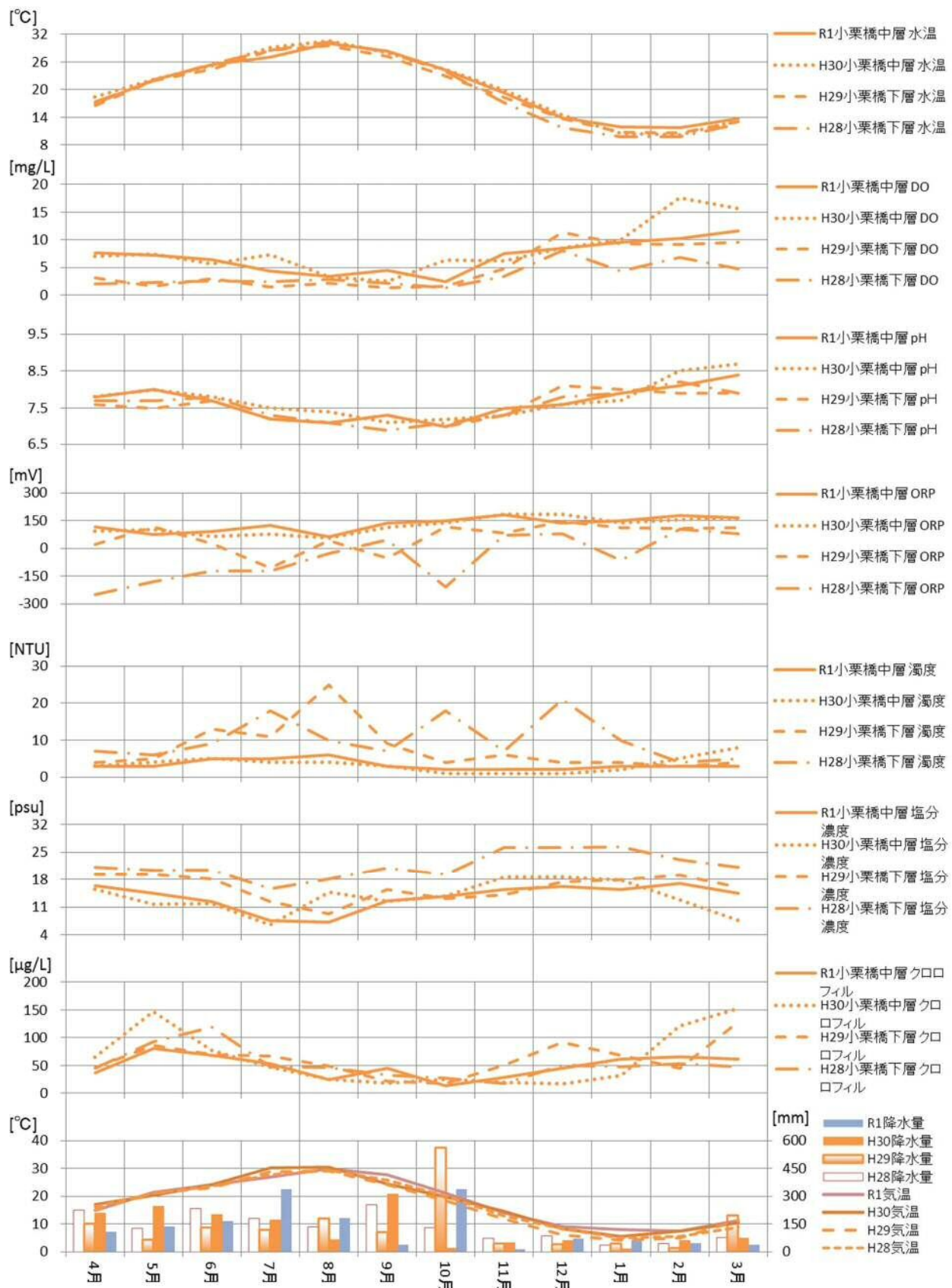


※ H28 ,H29 は運河岸から設置した上層の値

※ 電気伝導率のグラフは塩分濃度と同じになるため割愛した。

図 2-2 月平均値の前年度との比較（小栗橋上層）

② 中層（下層）



※ H28, H29 は運河岸から設置した下層（水深約2mの川底から50cm付近）の値

※ 電気伝導率のグラフは塩分濃度と同じになるため割愛した。

図 2-3 月平均値の前年度との比較（小栗橋中層）

③底層

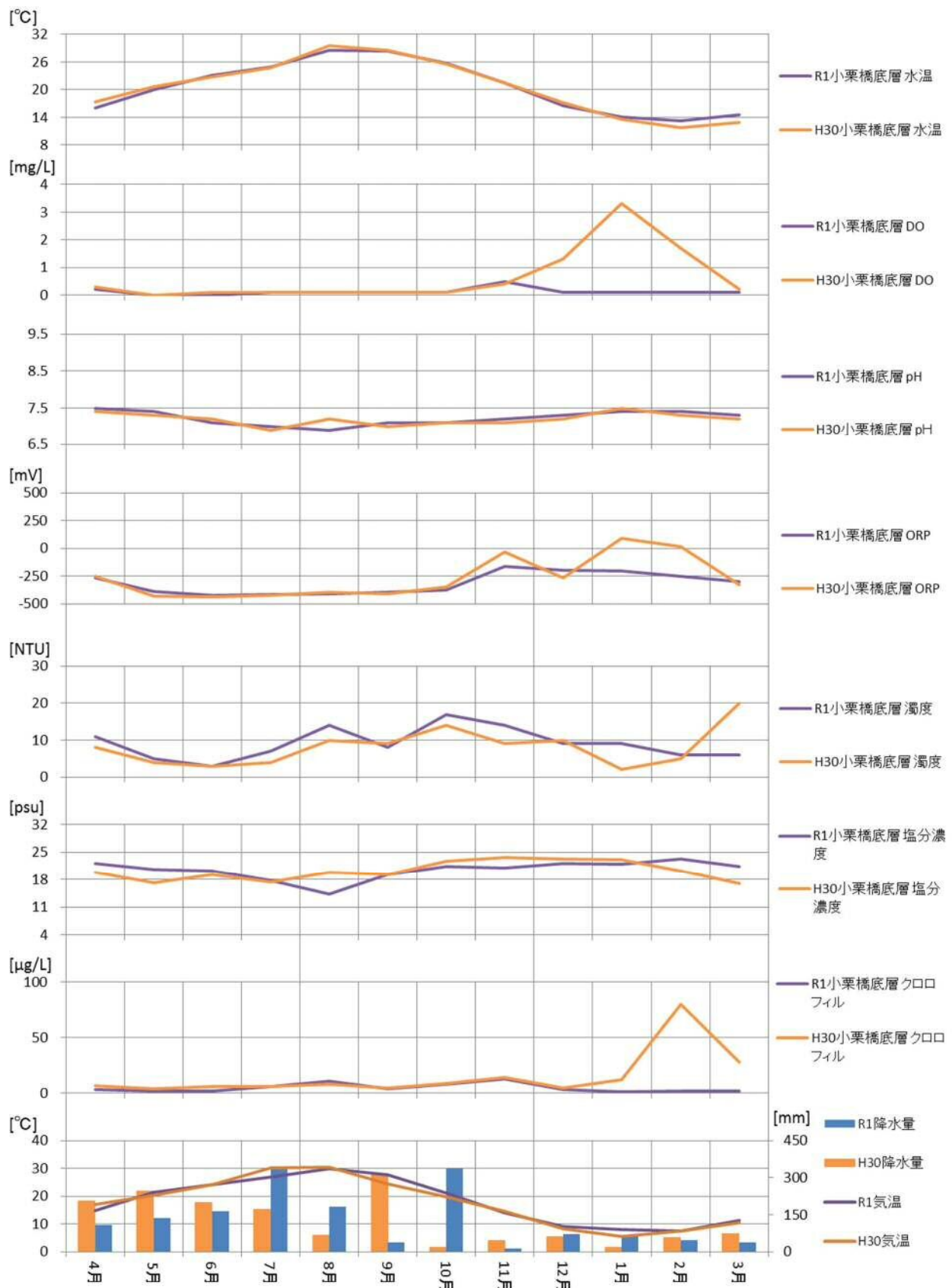


図 2-4 月平均の前年度との比較（小栗橋底層）

(3) 測定日数の割合と測定率について

小栗橋における各月の測定日数の割合は表 2-7 のとおりである。また、各項目の時間値収集率を表 2-8 に、測定率を表 2-9 に示す。

表 2-7 月ごとの測定日数の割合 (%)

	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	平均
上層	100	100	100	100	100	90	87	100	100	100	100	100	98
中層	100	100	100	100	100	90	87	100	100	100	100	100	98
底層	100	100	100	100	100	90	87	100	100	68	93	100	95

*測定日数の割合＝（1 時間でも測定した日数/その月の日数）×100

表 2-8 時間値収集率 (%)

	水温	DO	pH	ORP	濁度	塩分濃度	電気伝導率	クロロフィル	平均
上層	96.3	97.1	97.5	76.9	96.2	96.3	96.3	96.2	94.1
中層	97.3	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5
底層	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.8	93.9	93.9	93.9

*時間値収集率＝（測定データが得られた時間数/24 時間×365 日）×100

表 2-9 測定率 (%)

	水温	DO	pH	ORP	濁度	塩分濃度	電気伝導率	クロロフィル	平均
上層	98.8	99.6	100.0	78.8	98.6	98.8	98.8	98.6	96.5
中層	99.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
底層	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.2	96.4	96.4	96.3

*測定率＝（測定データが得られた時間数/水質計を設置していた時間数）×100

2-2 深さ別測定の結果

(1) 各項目の深さ別測定結果

図 2-5 に各項目の深さ 50cm 毎のグラフを示す。

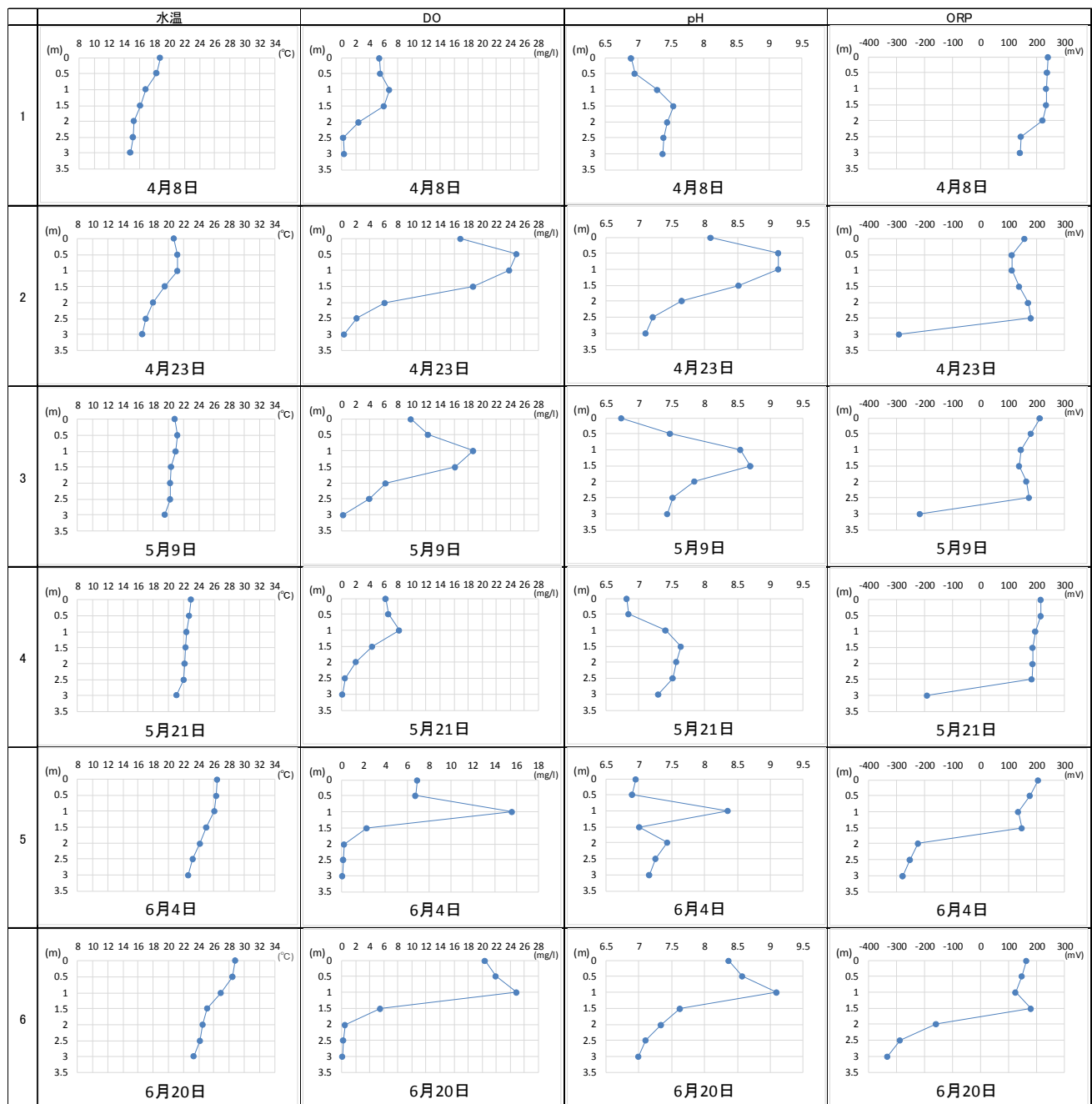


図 2-5-1 深さ別測定結果（水温、DO、pH、ORP）

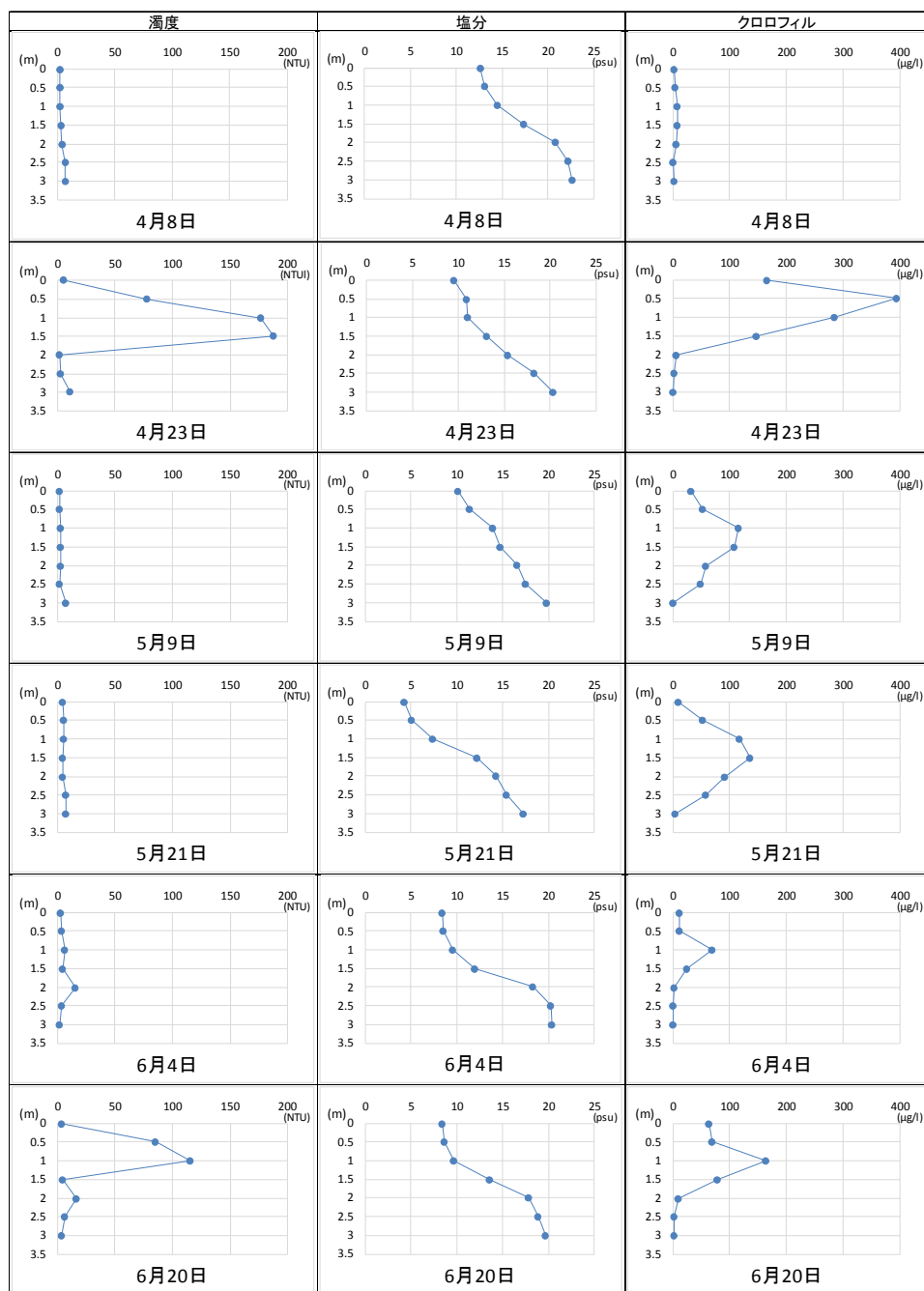


図 2-5-1 深さ別測定結果（濁度、塩分、クロロフィル）

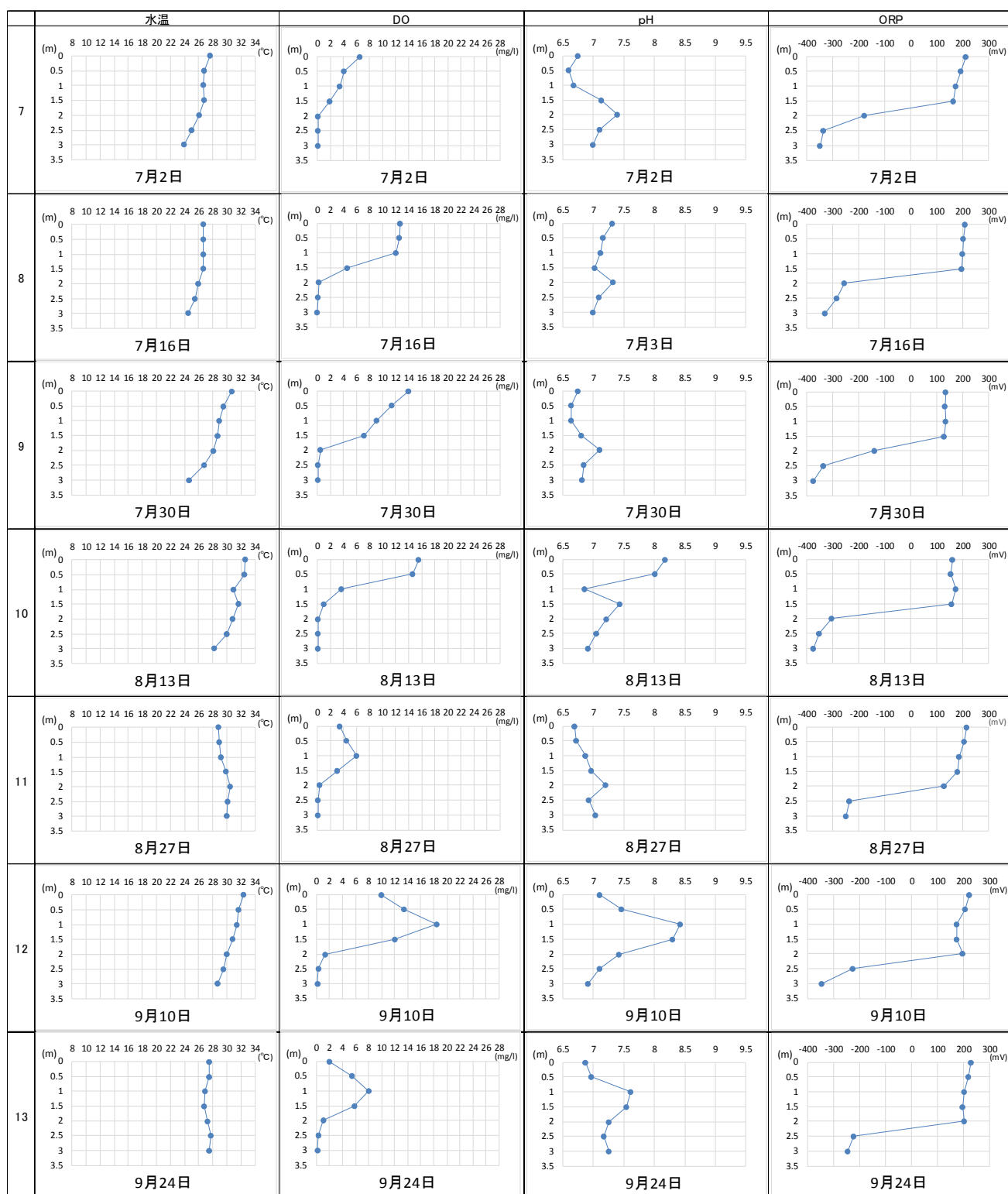


図 2-5-2 深さ別測定結果（水温、DO、pH、ORP）

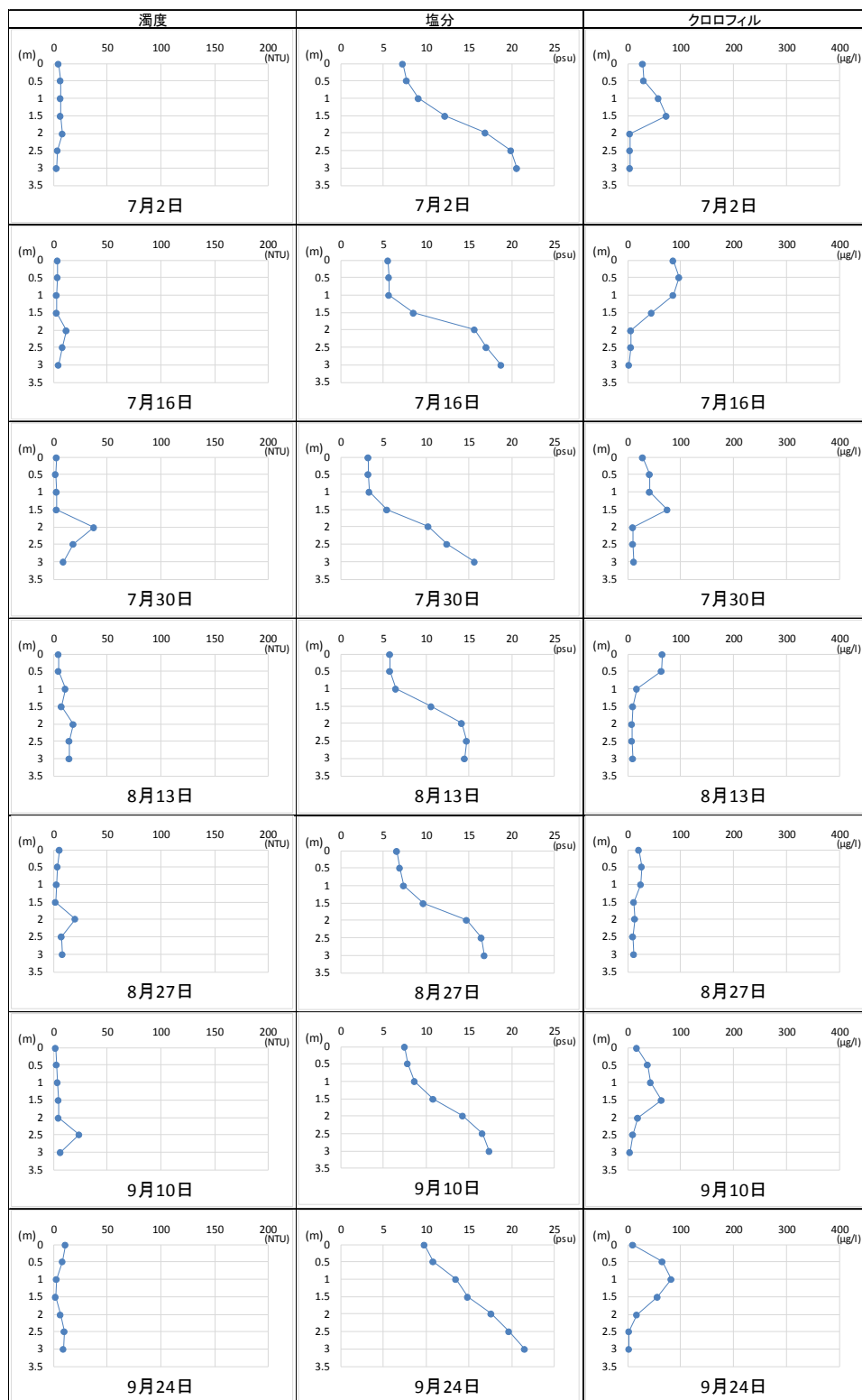


図 2-5-2 深さ別測定結果（濁度、塩分、クロロフィル）

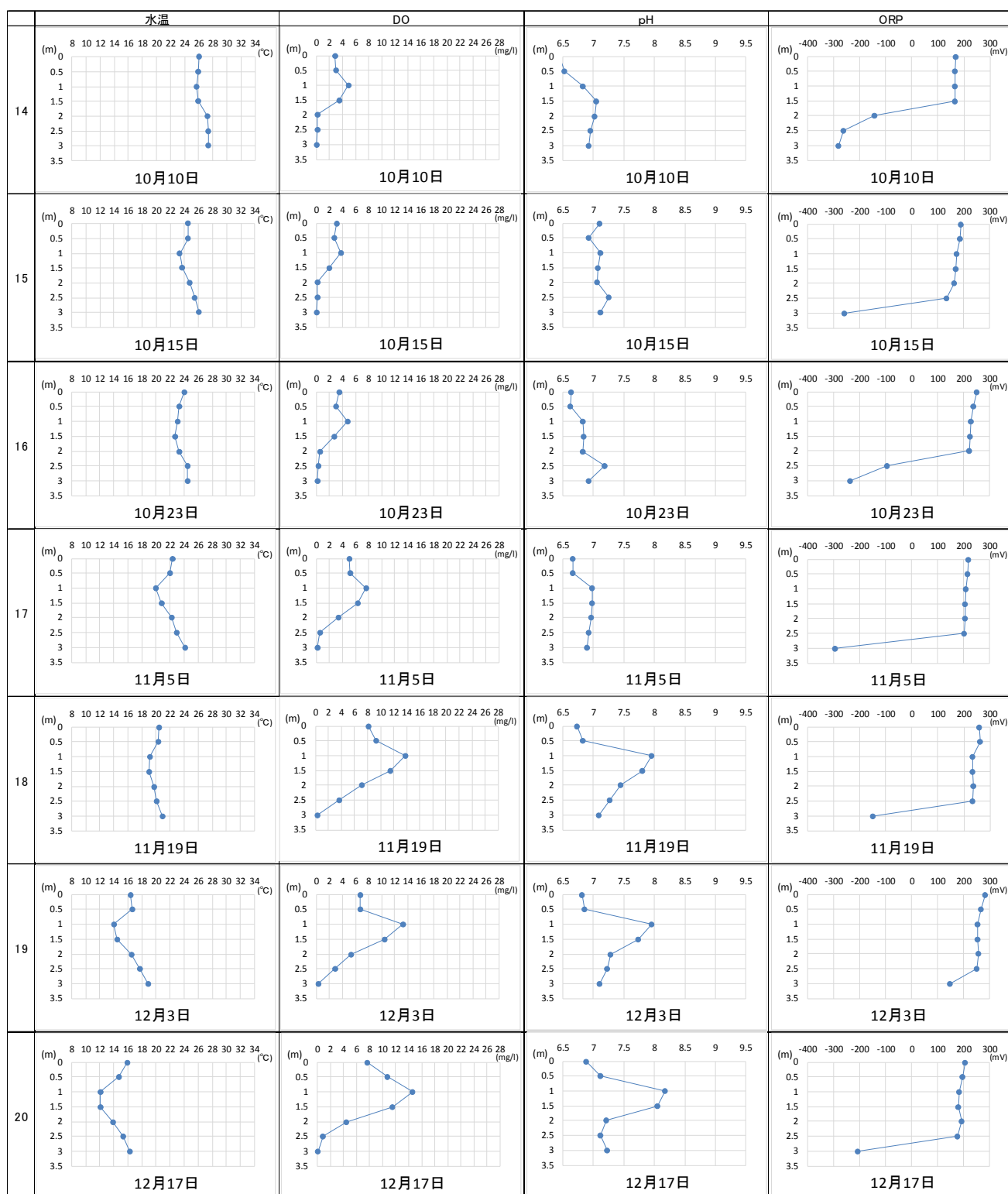


図 2-5-3 深さ別測定結果(水温、DO、pH、ORP)

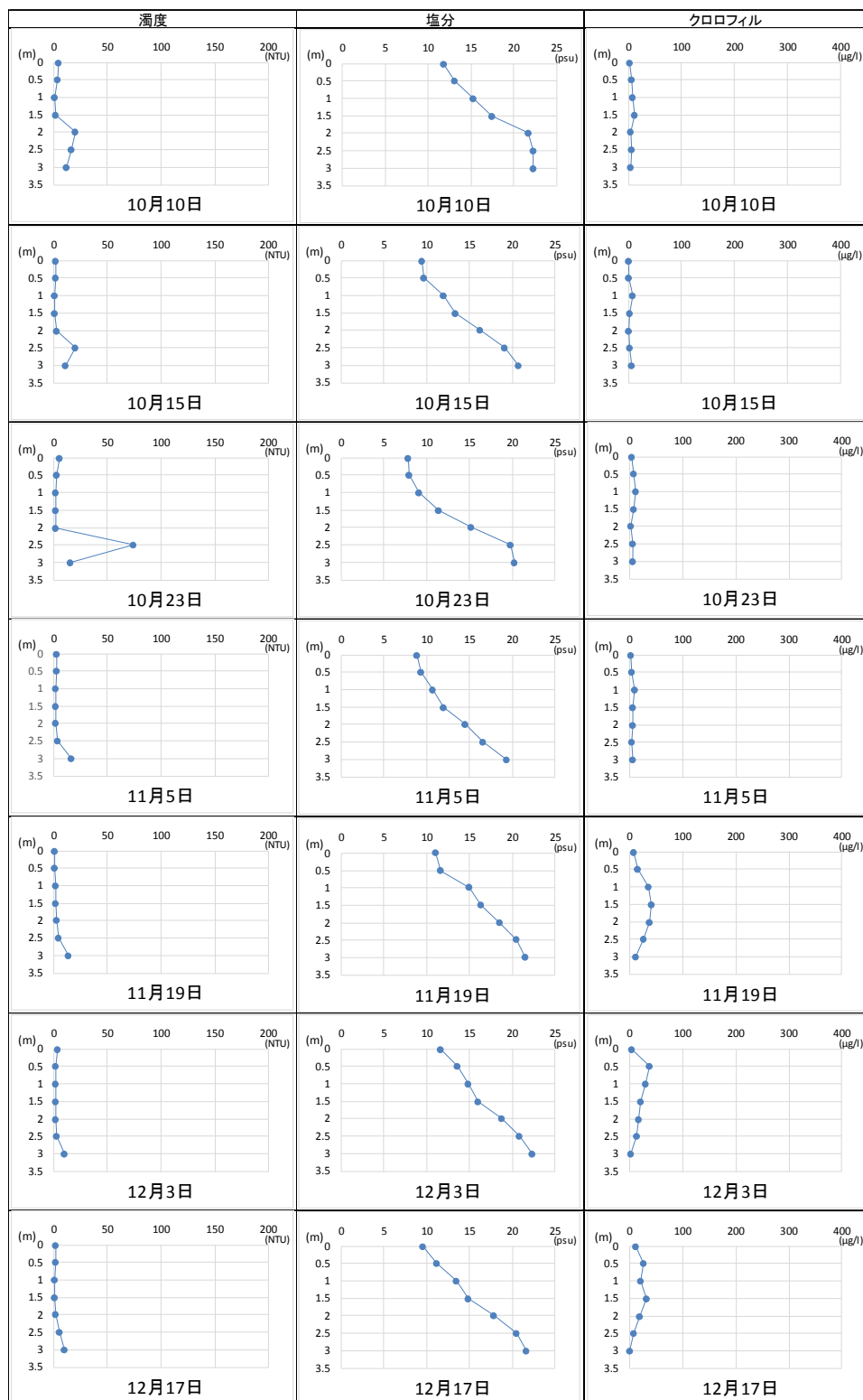


図 2-5-3 深さ別測定結果(濁度、塩分、クロロフィル)

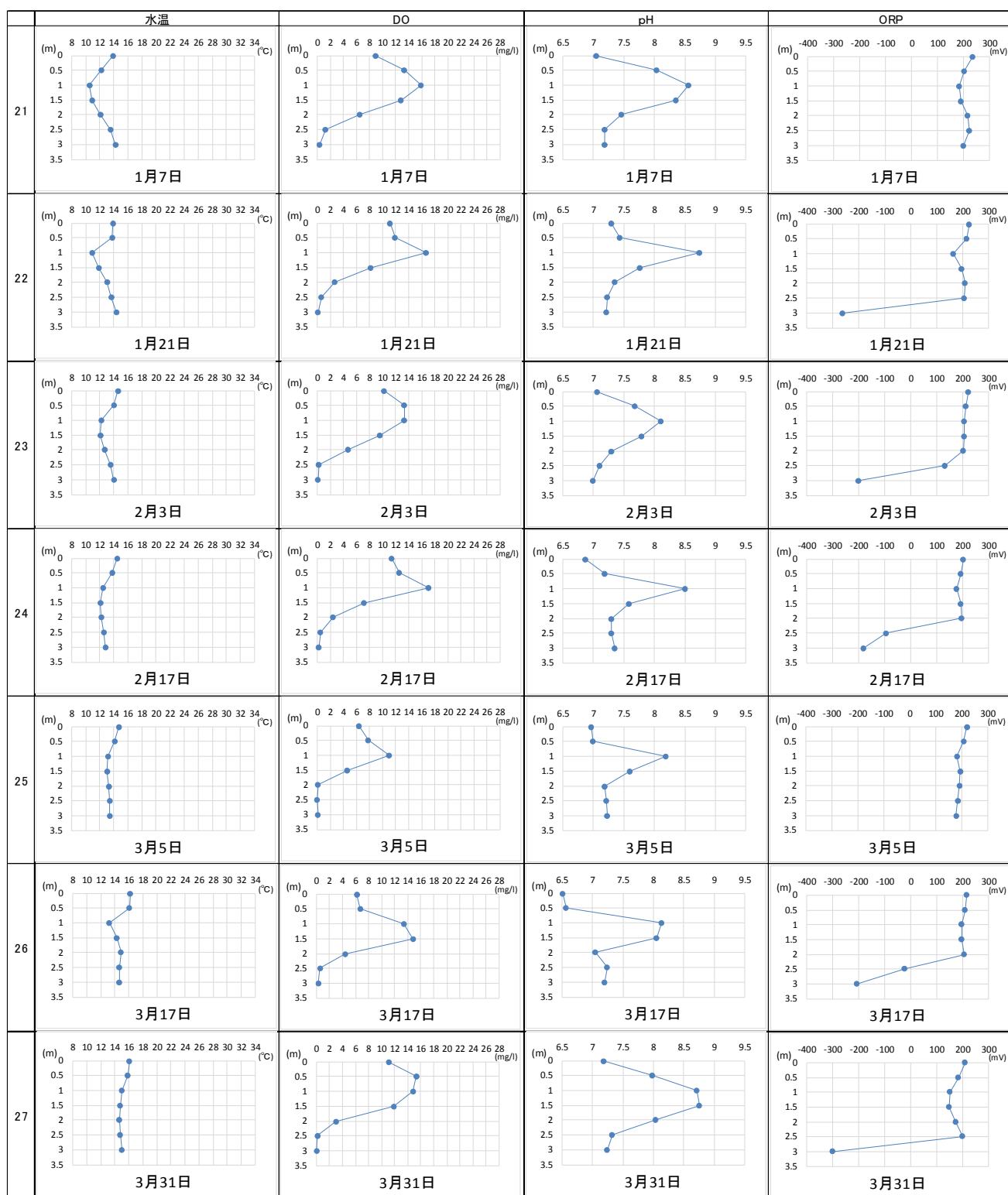


図 2-5-4 深さ別測定結果（水温、DO、pH、ORP）

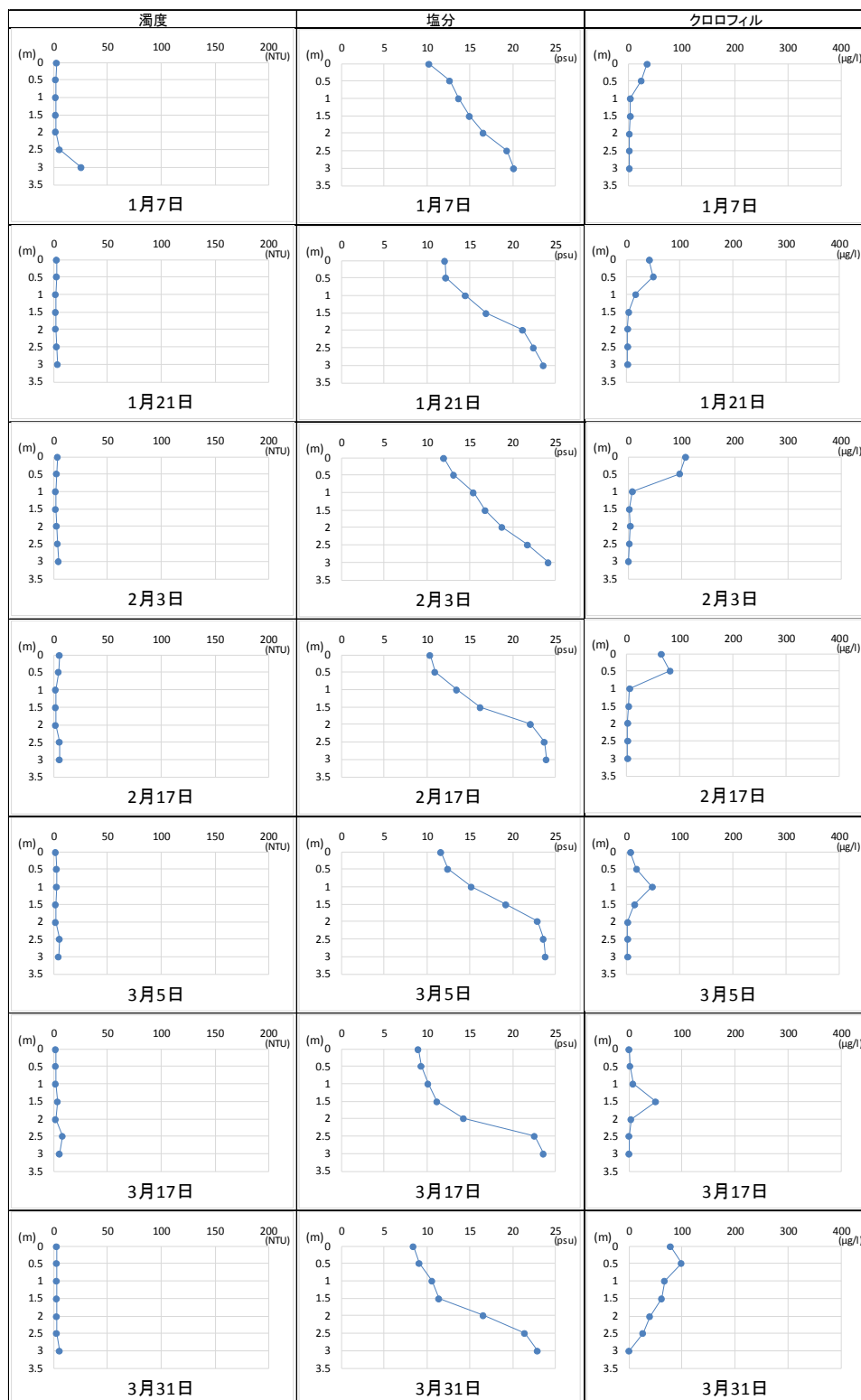
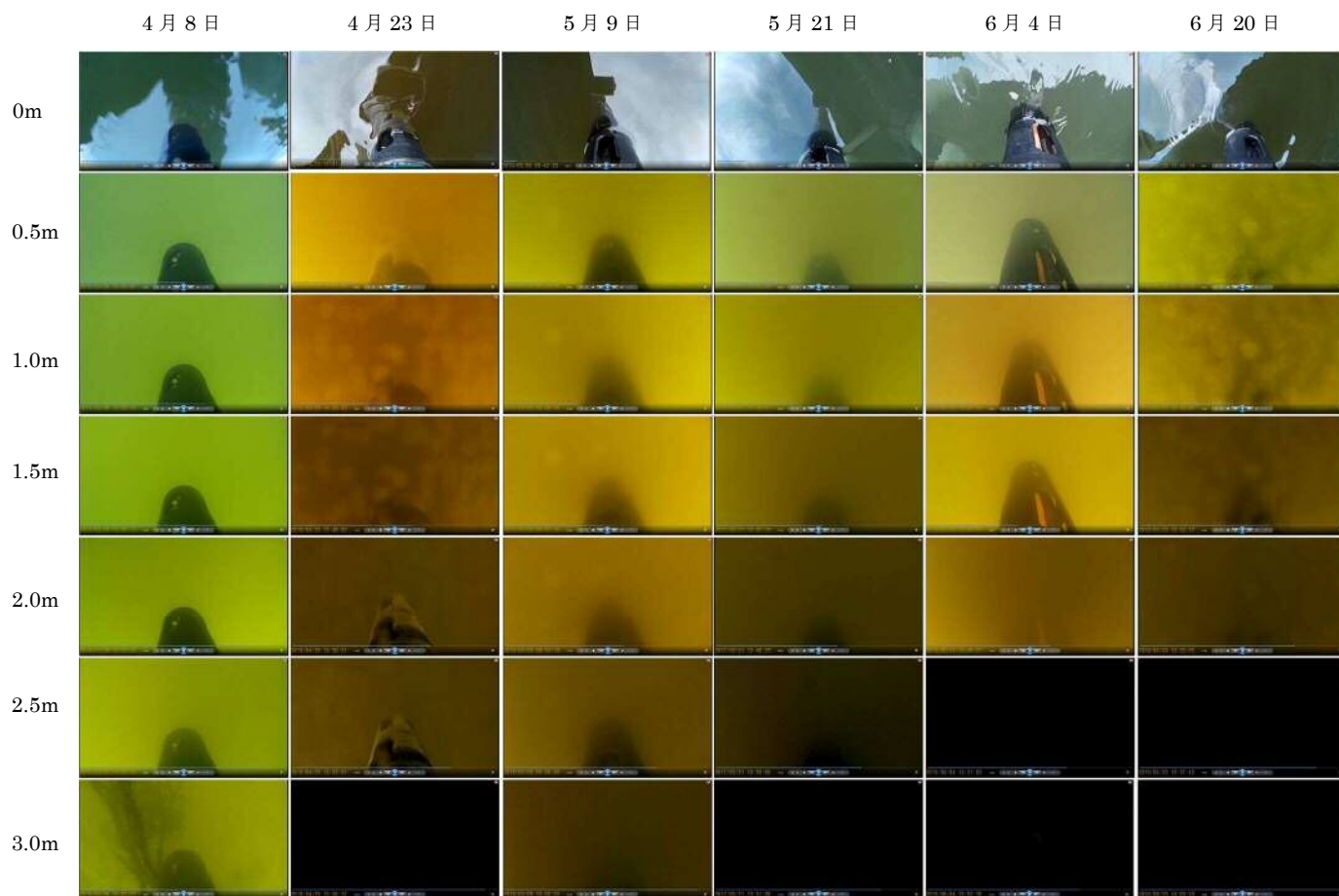


図 2-5-4 深さ別測定結果(濁度、塩分、クロロフィル)

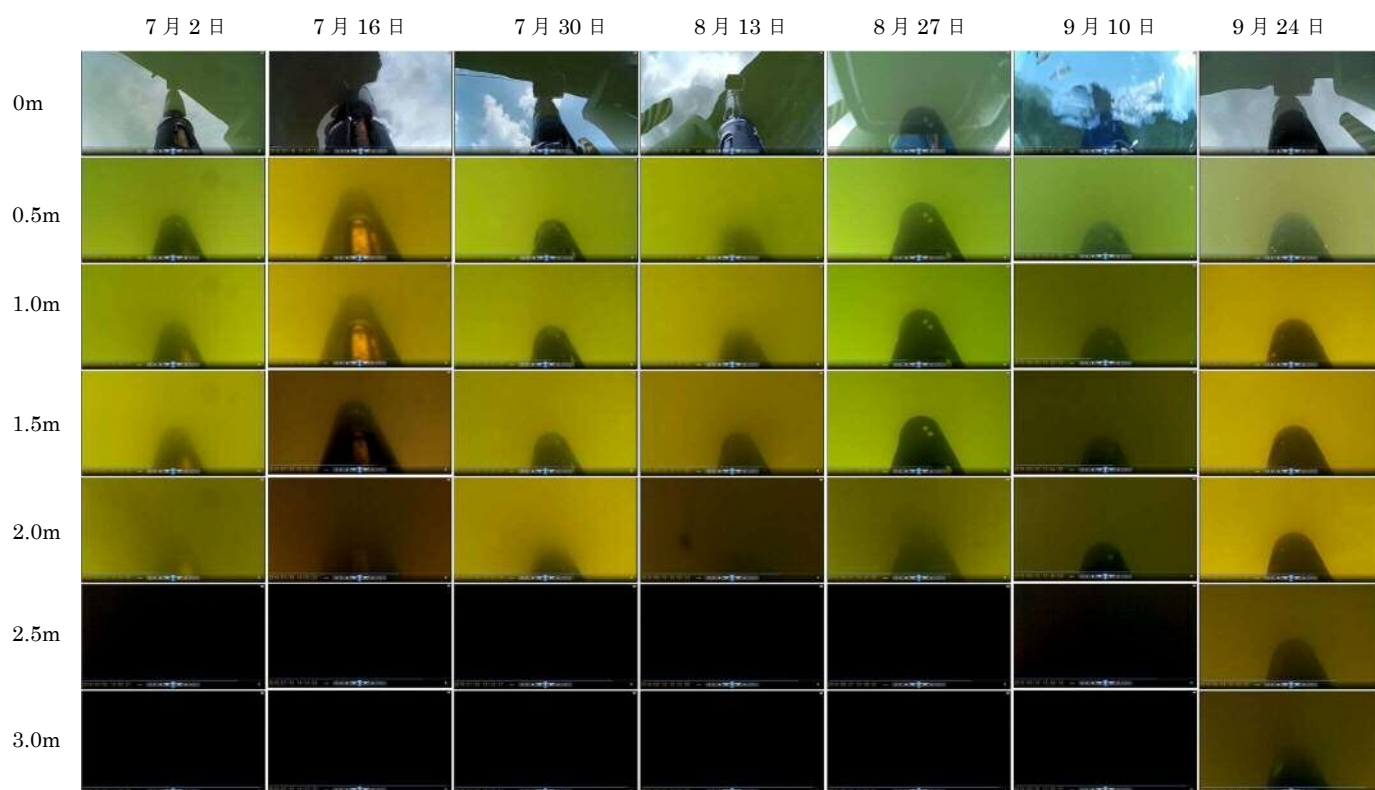
(2) 深さ別測定中の水中の様子

令和元年度より深さ別測定を行う際に、多項目水質計へカメラを取り付け中川運河の水中の様子を撮影した。以下撮影したものを季節、深さ毎に並べたものである。

・春(4～6月)



・夏(7～9月)



・秋(10～12月)



・冬(1～3月)



2-3 小栗橋測定結果について

(1) 連続測定結果について

(水温について)

- ・年平均値は上層、中層、底層でほとんど差はなかったが、月平均値による年間の傾向を見ると底層は、上層・中層に比べ、4月～8月頃まで低く、9月～1月頃まで高くなっていった。外気温が高い夏には上、中、底層の順に水温が高く、外気温の低い冬には底、中、上層の順に水温が高くなることが考えられるが、令和元年度の結果では夏に中、上、底層の順に、冬には底、上、中層の順に水温が高くなった。これは、露橋水処理センターからの排出水が外気温に対し夏は冷たく、冬は暖かいため、上層の水温に影響を与えているからだと推察される。
- ・上層と中層の過去のデータと比較すると、年平均値は H28 と比べると 1℃程度高くなっていた。月平均値を見ると、9月～2月にかけて水温が下がりにくい傾向が確認でき、この要因は露橋水処理センターからの排出水によるものと推察される。

(DO について)

- ・年平均値は、底層が著しく低いことが明らかになった。月平均値を見ると、H30 は 12月～2月ごろにかけて酸素が供給されたが、R1 にはそれが見られなかった。H30 では冬に上層の水が冷やされることで密度が高くなった酸素の豊富な水が沈み、酸素の少ない底層の水と混合することで、冬に底層まで酸素が供給されていたが、R1 は露橋水処理センターからの暖かい排水により上層が冷やされにくくなったことで、冬の混合が生じにくくなったためではないかと推察される。

(pH について)

- ・H29、H30、R1 の上層の年平均値は、H28 と比較すると 1 程度低くなっていた。月平均値による年間の傾向を見ると、4月～9月頃にかけて低くなり、9月～3月にかけて高くなる傾向が確認できるが、H28 と比べると H29、H30、R1 はその傾向が小さくなっていた。露橋水処理センターの排水による河川の淡水化に伴う pH の低下ではないかと考えられる。

(ORP について)

- ・ORP は、その水が酸化傾向にあるのか還元傾向にあるのかを判断する指標となり、DO と密接な関係がある。
- ・底層の年平均値が H30 に比べ R1 は 100mV 低くなった。月平均値による年間の傾向を見ると、H30 は 11月～2月にかけて還元状態が大きく緩和されていたが、R1 にはその傾向は弱まった。これは、DO と同様に露橋水処理センターの排水により冬の鉛直混合が発生しづらくなったためだと推察される。
- ・中層について、月平均値による年間の傾向を見ると、H28 は還元状態を示している月が多くあったが、H29 はほとんど還元状態の月はなく、H30、R1 については、還元状態を示した月はなかった。H30、R1 と比較して H28、H29 が還元状態を示す月があるのは、底質の影響を受ける地点であったためと考えられる。なお、H28 と H29 の違いは、露橋水処理センターからの排水の流入の影響ではないかと推察される。

(濁度について)

- ・中層の月平均による年間の傾向を見ると、H30、R1 は H28、H29 と比べ、全体的に低くなっている。H28、H29 の下層の値は川底から 0.5m であるため底質の影響が出ていると推察される。
- ・一方、上層では、H30 と H28 で一時的に高い月が確認できるが、要因は不明である。

(塩分濃度（電気伝導率）について)

- ・上層、中層の年平均値は、H29 以降減少している。露橋水処理センターの排出水により、河川の淡水化が進んでいるのだと推察される。
- ・月平均値による年間の傾向は、全体として夏が低く、冬が高い傾向にあった。また、上層と底層と比較すると、上層の変化が大きく、底層の変化は小さい。上層は降雨の影響を大きく受けることが考えられるが、降水量の変化と濃度の変化が、必ずしも同じではなかった。

(クロロフィルについて)

- ・クロロフィルは水中の植物プランクトンの葉緑素を計測するものである。上層、中層の月平均値による年間の傾向を見ると、1 月頃～5 月頃にかけて濃度が高く、植物プランクトンの活動が活発になるようである。
- ・底層の月平均値による年間の傾向を見ると、H30、R1 とともに全体的に低濃度であるが、H30 のみ 2 月の濃度が増加した。これは露橋水処理センターの排出水により、R1 では冬の鉛直混合が発生しにくくなったためだと推察される。
- ・日本海などでは、日射量や日照時間が増える 2 月～3 月に植物プランクトンが大増殖する「春のブルーム」という現象が起きるが、中川運河でも同様の現象が生じている可能性がある。植物プランクトンの大増殖は広域に及ぶ死魚の発生につながる恐れがあることから、今後、そのメカニズムの解明に向けた調査を実施していく必要がある。

(2) 深さ別測定結果について

- ・DO と pH のグラフを見比べてみると、非常によく似た形となっていた。測定は主に午後 2 時頃に行っており、光合成による影響が出ているのではないかと考えられる。
- ・クロロフィルと DO のグラフを見比べてみると、クロロフィルの濃度が高い水深で DO の濃度も高い傾向にある日が多かった。こちらも光合成による影響がよく出ていると考えられる。
- ・DO がほぼ 0mg/L の時には、ORP はマイナス（還元状態）を示していることが多いが、平成 31 年 4 月 8 日や令和 2 年 3 月 5 日のように DO がほぼ 0mg/L にもかかわらず、ORP がプラスを示す場合もあった。このような現象が起こる理由は不明である。
- ・塩分濃度は、上層から底層にかけて濃度が濃くなっており、比重による濃度勾配が確実に出現している。しかし、勾配については、徐々に濃くなっていく場合と、ある深さで急に濃くなる場合と日によって異なっていた。

(3) 深さ別測定の結果と水中の様子からわかること

撮影した写真の中でも特に特徴的であった現象について、深さ別測定の結果を交えて紹介する。

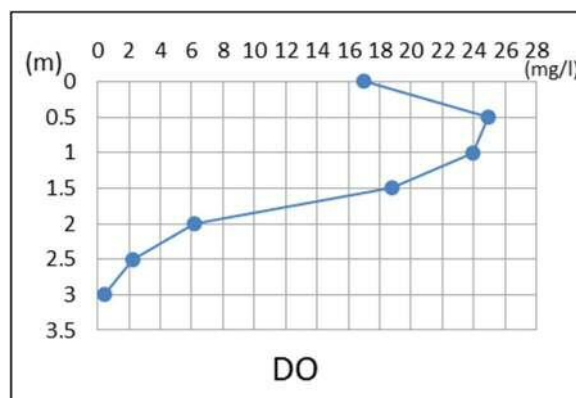
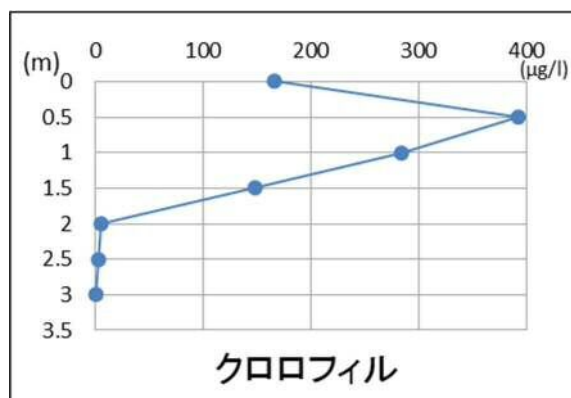
- ・平成 31 年 4 月 23 日 (火) の水中の様子を撮影したものである。水中が褐色になっており、多項目水質計やカメラのレンズに気泡が付着している。深さ別測定の結果を確認すると、0.5m 付近からクロロフィルと DO が急増していたため、植物プランクトンの大量発生による赤潮が発生し、光合成により大量の酸素が生成され DO が過飽和状態となっているのだと考えられる。



水深 1.0m：レンズに気泡が大量に付着している



水深 2.0m：多項目水質計の先端が気泡に覆われている



- ・令和元年9月24日(火)の調査では、カメラが沈むとすぐに水中が白く濁った。深さ別測定で濁度を確認すると、0、0.5mで濁度が増加し、その後低下していた。青潮が発生していたのではないかと推察される。



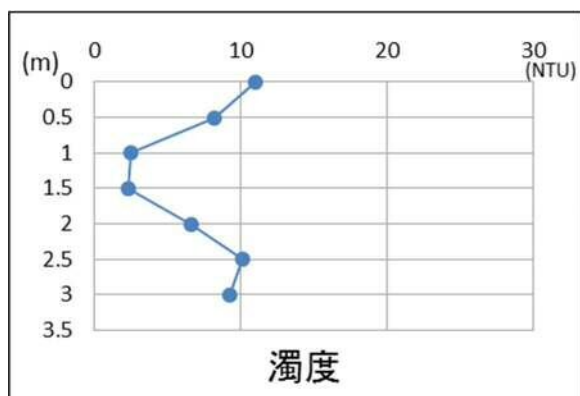
水深 0.5m : 画面全体が白く濁っている
濁度:8.14NTU



水深 1.5m : 白い濁りが解消されており、濁りが川面にのみ発生していることが分かる
濁度:2.26NTU



水深 3.0m : かすかに多項目水質計の先端が見える



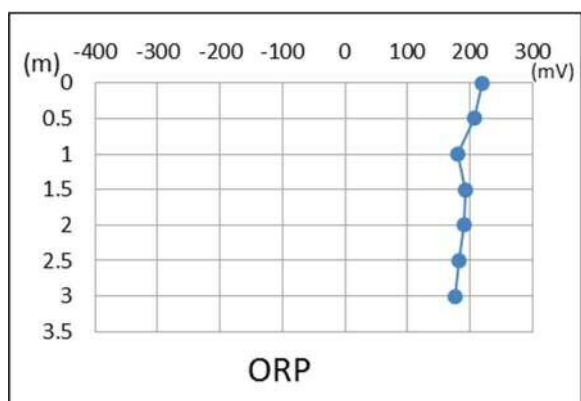
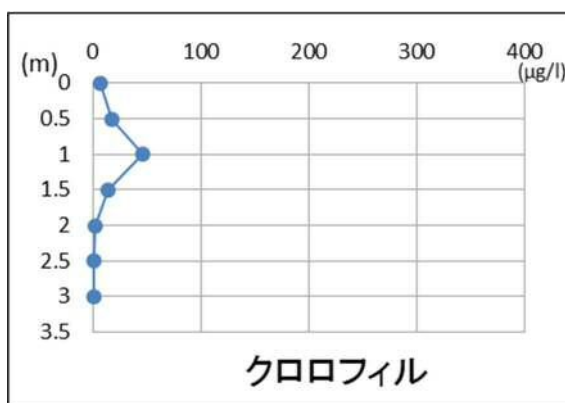
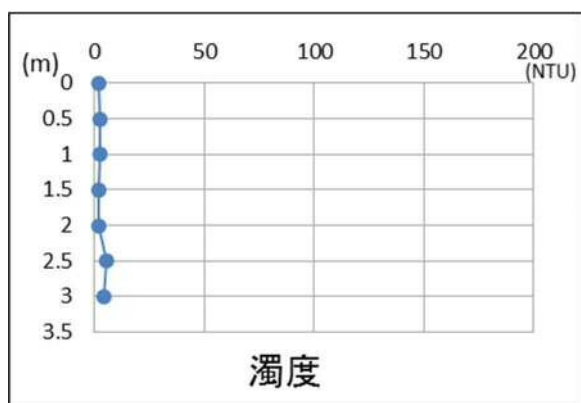
- ・令和2年3月5日(木)の調査では、川底の水深3.0mまできれいに周囲が確認できた。
深さ別測定結果を見ても、他の測定結果と比べ濁度やクロロフィルが非常に低く、ORPが全ての地点で酸化状態となった。



水深0.5m：多項目水質計の先端がはっきり確認できる



水深3.0m：川底まではっきりと見える



3 期間限定測定

3-1 四季の測定結果

小栗橋と比較するため、春、夏、秋、冬の各季に東海橋付近で約1週間の連続測定を行った。

(1) 各項目の期間中の平均値

東海橋における、各季・各項目の期間中の平均値を表3-1、3、5、7に示す。併せて、小栗橋における、各季・各項目の同期間中の平均値を表3-2、4、6、8に示す。

また、図3-1、3、5、7に東海橋における各季・各項目の1時間値のグラフに示す。併せて、小栗橋における同期間中の各項目の1時間値のグラフを示す。降水量は、東海橋は港区港土木事務所で、小栗橋は中川区中川土木事務所で観測されたデータ、気温は名古屋市中川区富田支所で観測されたデータである。

表 3-1 春季における各項目の期間中の平均値（東海橋）

	水温 (°C)	DO (mg/L)	pH	ORP (mV)	濁度 (NTU)	塩分濃度 (psu)	電気伝導率 (mS/m)	クロロフィル ($\mu\text{g/L}$)	[参考] 気温(°C)
上層	19.9	15.9	8.7	209	4	13.98	2,307	124	17.7
中層	19.1	10.3	8.3	135	4	16.52	2,687	102	
底層	18.1	1.8	7.6	67	4	23.71	3,732	1	

表 3-2 春季における各項目の期間中の平均値（小栗橋）

	水温 (°C)	DO (mg/L)	pH	ORP (mV)	濁度 (NTU)	塩分濃度 (psu)	電気伝導率 (mS/m)	クロロフィル ($\mu\text{g/L}$)	[参考] 気温(°C)
上層	20.5	12.5	8.1	131	5	13.38	2,214	52	17.7
中層	19.5	7.6	8.1	116	3	17.04	2,763	53	
底層	17.9	0.0	7.4	-343	7	22.07	3,925	1	

表 3-3 夏季における各項目の期間中の平均値（東海橋）

	水温 (°C)	DO (mg/L)	pH	ORP (mV)	濁度 (NTU)	塩分濃度 (psu)	電気伝導率 (mS/m)	クロロフィル ($\mu\text{g/L}$)	[参考] 気温(°C)
上層	31.9	12.9	8.8	78	2	5.96	1,063	59	31.6
中層	31.8	10.6	8.6	156	2	7.27	1,278	37	
底層	27.5	0.1	7.1	-405	17	15.83	2,600	8	

表 3-4 夏季における各項目の期間中の平均値（小栗橋）

	水温 (°C)	DO (mg/L)	pH	ORP (mV)	濁度 (NTU)	塩分濃度 (psu)	電気伝導率 (mS/m)	クロロフィル ($\mu\text{g/L}$)	[参考] 気温(°C)
上層	30.2	7.4	6.9	160	2	2.91	542	16	31.6
中層	30.0	6.1	7.0	85	6	4.02	734	32	
底層	26.7	0.1	6.7	-411	16	13.22	2,203	15	

表 3-5 秋季における各項目の期間中の平均値（東海橋）

	水温 (°C)	DO (mg/L)	pH	ORP (mV)	濁度 (NTU)	塩分濃度 (psu)	電気伝導率 (mS/m)	クロロフィル ($\mu\text{g/L}$)	[参考] 気温(°C)
上層	15.8	14.3	8.0	139	2	12.73	2,116	45	13.7
中層	15.4	14.3	8.4	113	2	14.26	2,346	84	
底層	19.4	3.6	7.6	121	2	24.64	3,865	10	

表 3-6 秋季における各項目の期間中の平均値（小栗橋）

	水温 (°C)	DO (mg/L)	pH	ORP (mV)	濁度 (NTU)	塩分濃度 (psu)	電気伝導率 (mS/m)	クロロフィル ($\mu\text{g/L}$)	[参考] 気温(°C)
上層	18.7	8.9	7.0	175	2	12.11	2,020	23	13.7
中層	17.2	11.5	8.0	116	2	15.87	2,590	53	
底層	19.7	0.8	7.3	2	9	22.03	3,492	15	

表 3-7 冬季における各項目の期間中の平均値（東海橋）

	水温 (°C)	DO (mg/L)	pH	ORP (mV)	濁度 (NTU)	塩分濃度 (psu)	電気伝導率 (mS/m)	クロロフィル ($\mu\text{g/L}$)	[参考] 気温(°C)
上層	11.3	18.7	8.6	168	4	13.51	2,240	56	10.0
中層	11.2	16.0	8.8	128	4	14.96	2,460	114	
底層	13.7	3.2	7.7	79	2	26.80	4,175	10	

表 3-8 冬季における各項目の期間中の平均値（小栗橋）

	水温 (°C)	DO (mg/L)	pH	ORP (mV)	濁度 (NTU)	塩分濃度 (psu)	電気伝導率 (mS/m)	クロロフィル ($\mu\text{g/L}$)	[参考] 気温(°C)
上層	14.0	8.0	7.1	164	3	12.50	2,081	46	10.0
中層	12.3	7.5	7.6	217	3	16.51	2,689	51	
底層	—	—	—	—	—	—	—	—	

※冬季の小栗橋の底層は、測定機不調のため全項目欠測とした。

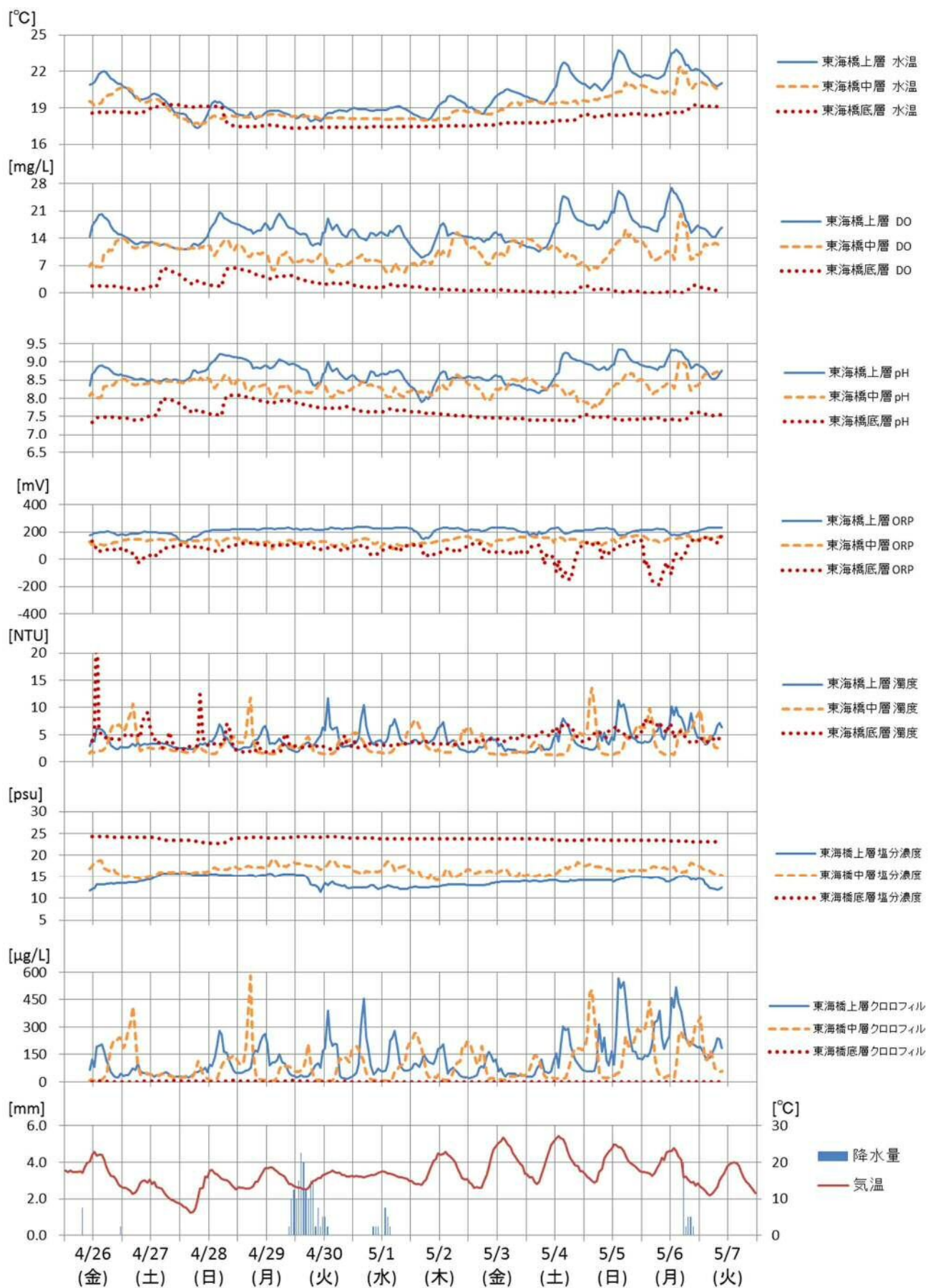


図 3-1 春季（東海橋）

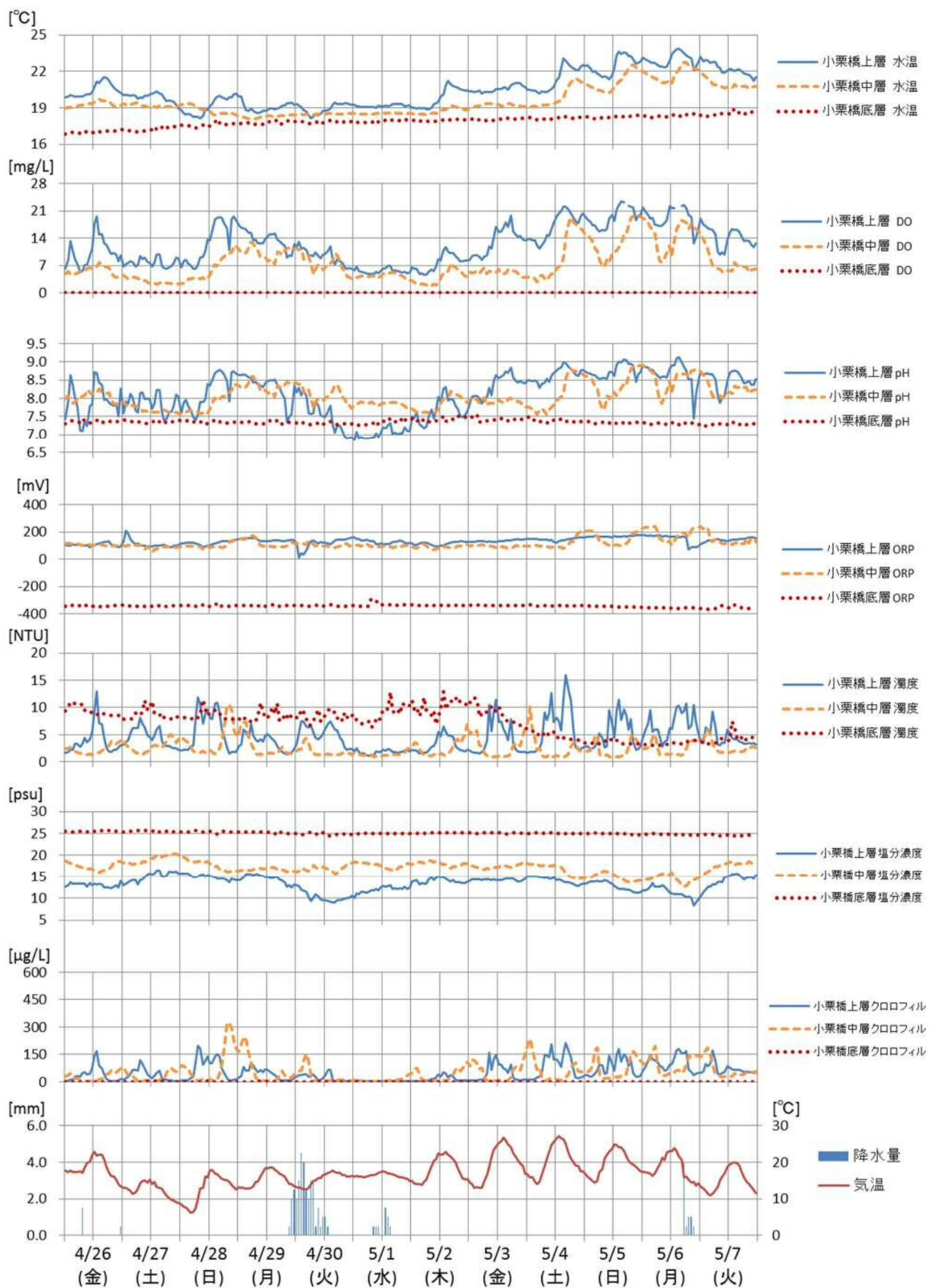


図 3-2 春季（小栗橋）

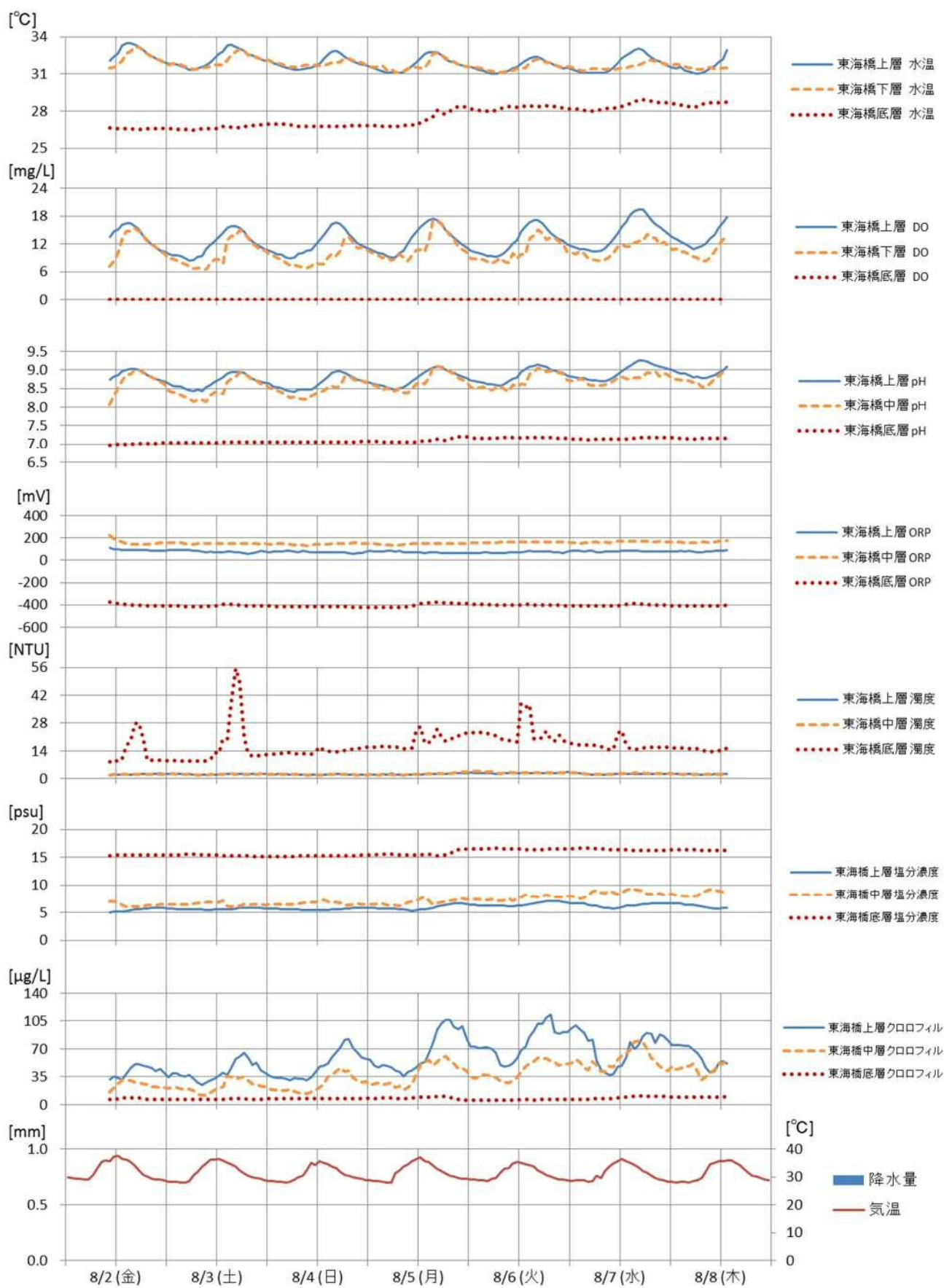


図 3-3 夏季 (東海橋)

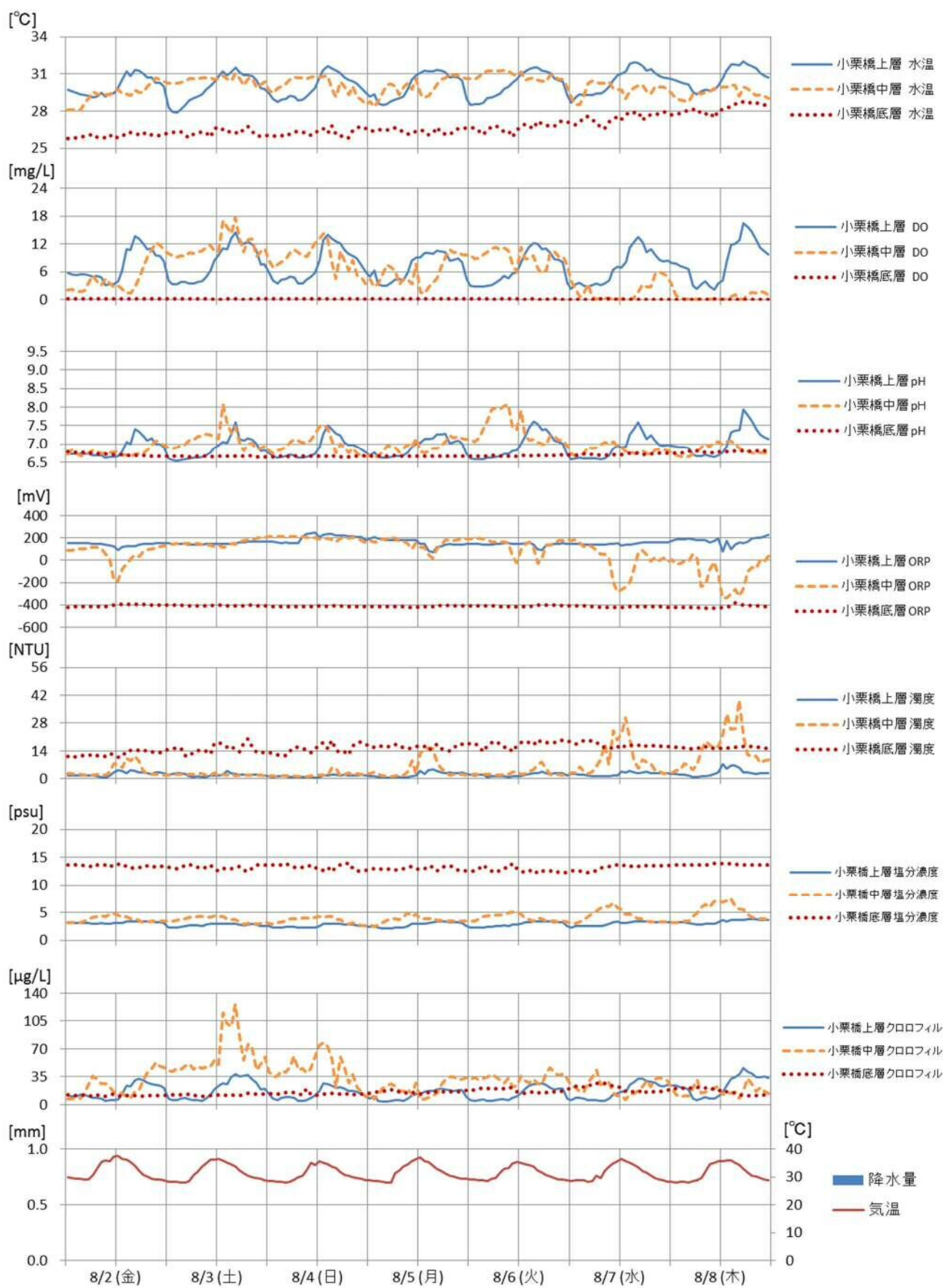


図 3-4 夏季（小栗橋）

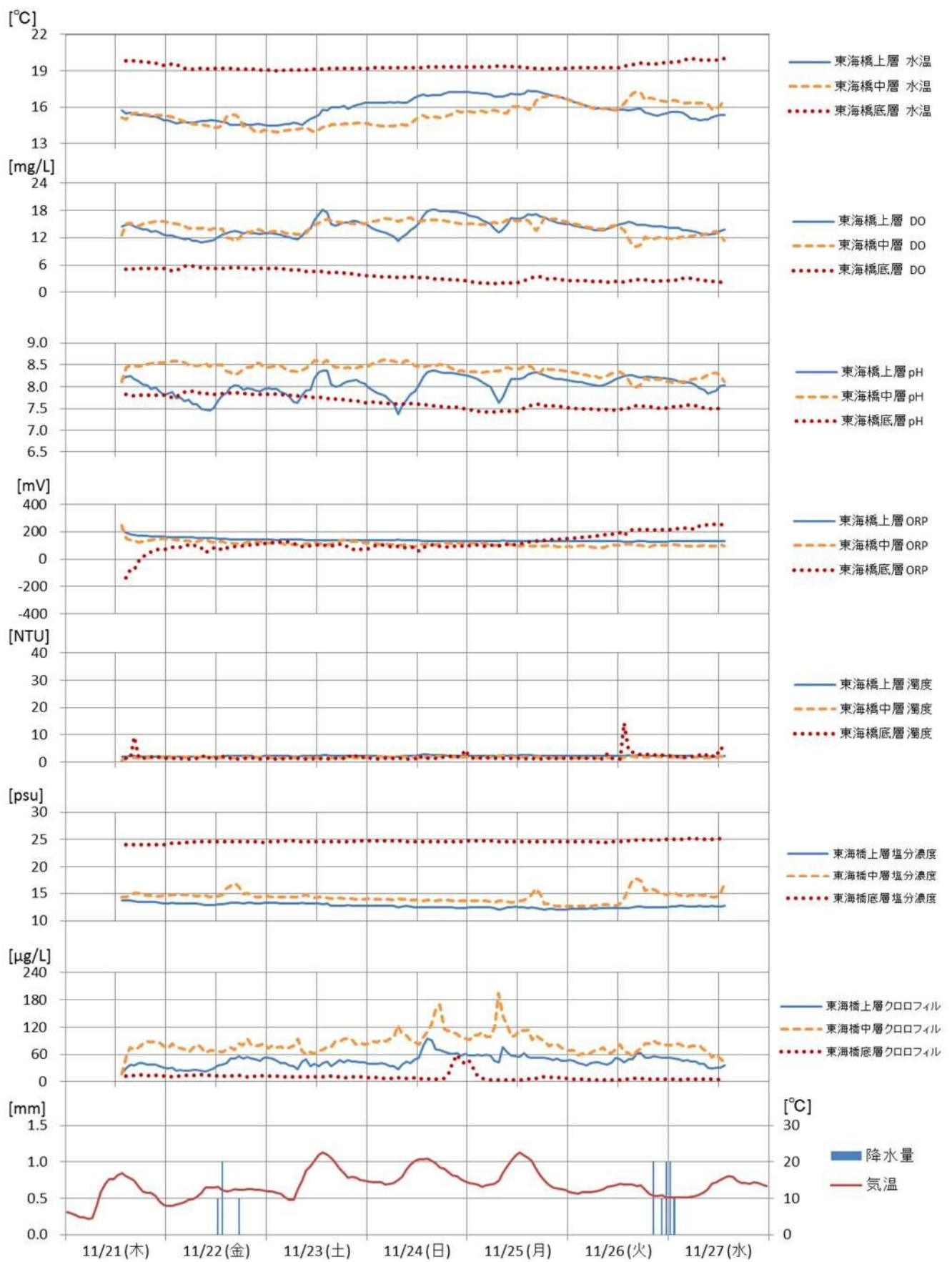


図 3-5 秋季（東海橋）

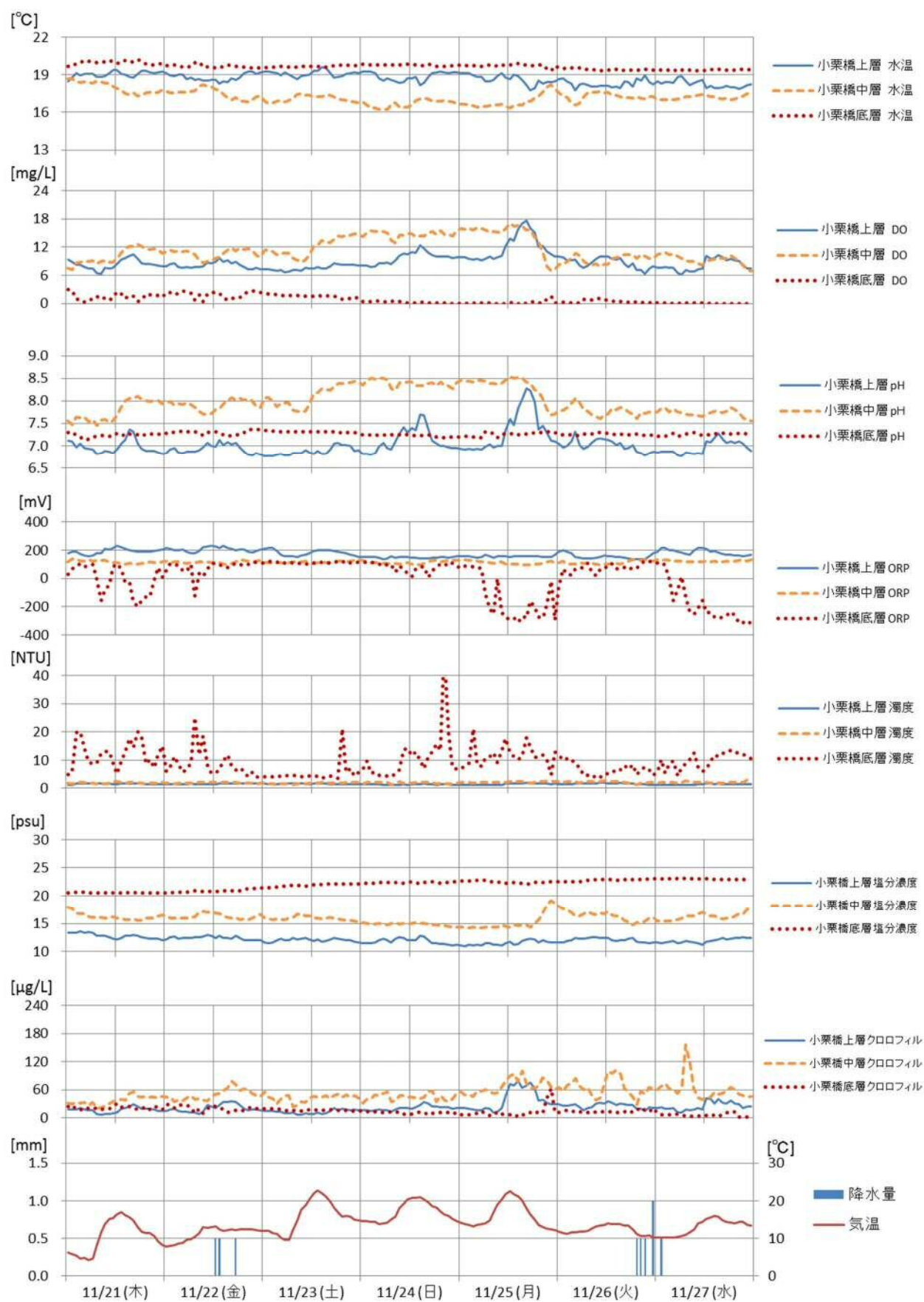


図 3-6 秋季（小栗橋）

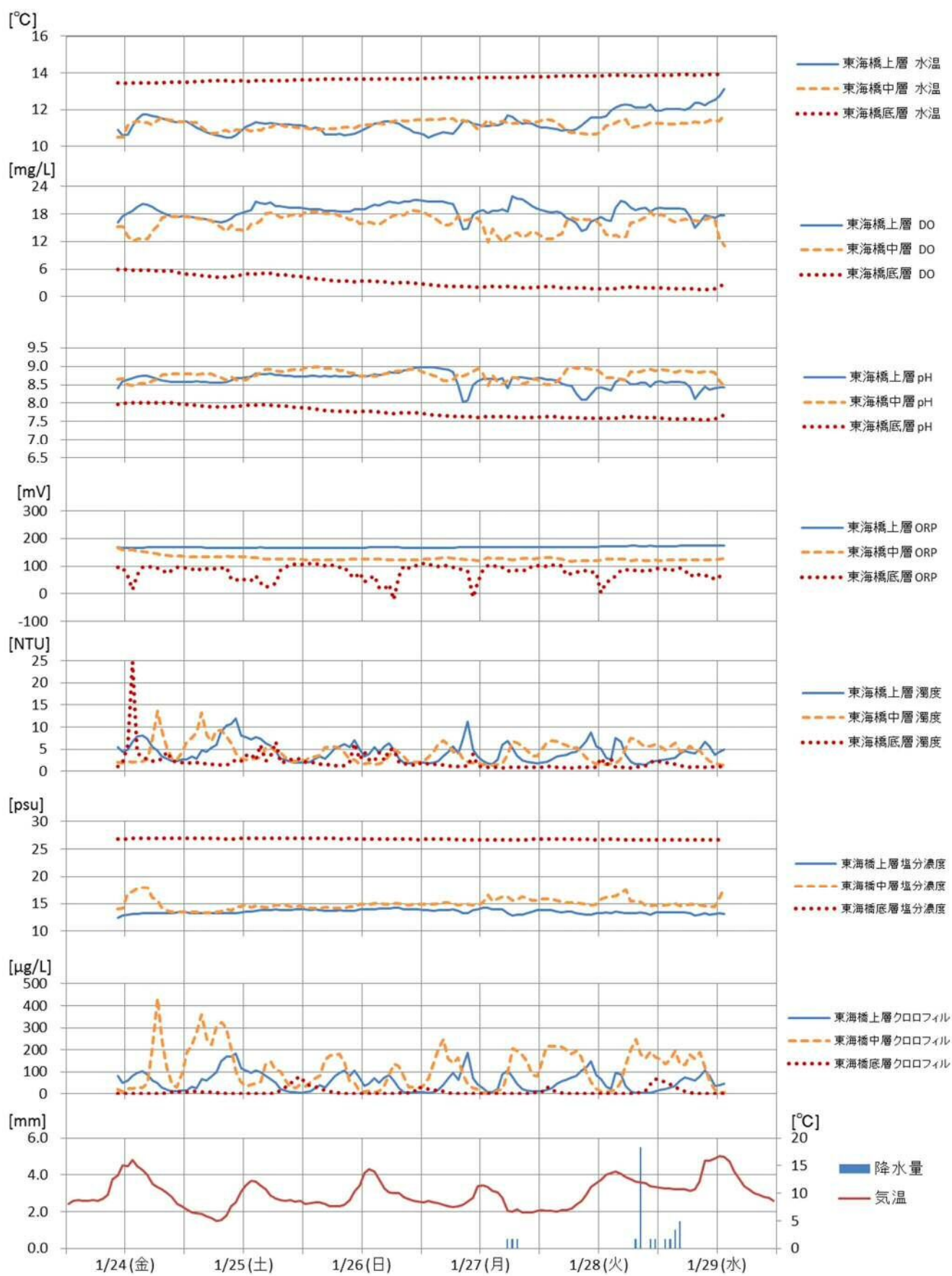
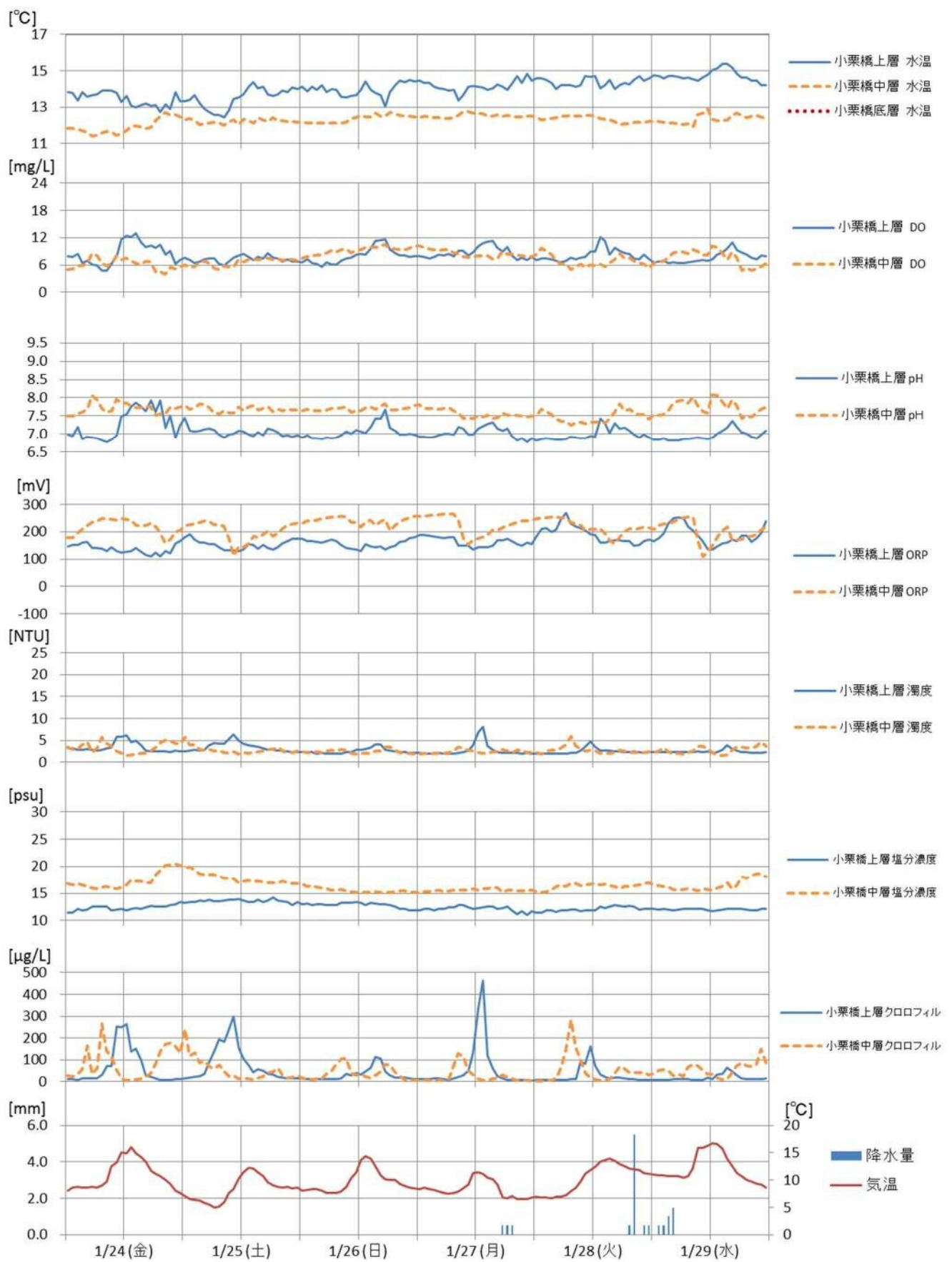


図 3-7 冬季（東海橋）



※冬季の小栗橋の底層は、測定機不調のため全項目欠測とした。

図 3-8 冬季（小栗橋）

3-2 測定結果について

(1) 四季の測定結果について

①春季について

暖かくなり、気温が上昇する時期である。調査期間中の平均気温は 17.7℃、日最高気温の平均は 22.6℃、日最低気温の平均は 12.7℃であった。

(水温について)

東海橋と小栗橋の各深さの水温に大きな違いは見られなかった。両地点とも上層から底層までの水温差は小さかった。

(DO について)

東海橋の底層では平均 1.8mg/L で、小栗橋の底層はほぼ 0mg/L となった。

(pH について)

上層、中層、底層とも東海橋の方が期間全体を通じておおむね高かった。

(ORP について)

上層、底層とも小栗橋の値が低く、特に底層は強い還元状態を示していた。

(濁度について)

東海橋、小栗橋ともに、上層の濁度がクロロフィルとよく似た変動をしていた。

(クロロフィルについて)

東海橋、小栗橋ともに夏季や秋季に比べ変動が激しく最大値が高かった。

②夏季について

調査期間中の平均気温 31.6℃、日最高気温の平均 36.4℃、日最低気温の平均 28.3℃であった。

(水温について)

両地点共に、上層と中層に比べ底層は 4℃程度低くなった。

(DO について)

底層については、両地点ともほぼ 0mg/L であった。上層と中層については、東海橋の方が高かった。

(pH について)

東海橋、小栗橋ともに底層の pH が他の季節に比べ低かった。

(ORP について)

東海橋では中層、上層、底層の順に還元性が強まり、他の季節では見られない順番であった。また底層の還元性が非常に強まった。

(濁度について)

東海橋、小栗橋ともに、四季の中で最も底層の濁度が高くなった。

(塩分濃度について)

東海橋、小栗橋ともに他の季節と比べどの層も 5~10psu 低くなっていた。平均値を見るとすべての層で、東海橋は小栗橋よりも濃度が高くなった。特に上層では 2 倍もの差が表れた。

(クロロフィルについて)

春季と比べると、東海橋、小栗橋ともに上層、中層で値が低くなった。

③秋季について

日変動を示しながら緩やかに気温が低下する時期である。調査期間中の平均気温は13.7℃。夏季調査時に比べ、17.9℃下降している。

(水温について)

夏季の調査時に比べると、東海橋上層で16.1℃、小栗橋上層で11.5℃低くなり、東海橋の方が水温の低下傾向が強い。そのため、両地点を比較すると、底層はほぼ同程度のままであるが、上層と中層については、東海橋の方が低くなっていた。

(DO について)

東海橋の底層は平均3.6mg/L、小栗橋の底層は、0.8mg/Lとそれぞれ各季で最も高くなった。

(pH について)

上層、中層、底層とも東海橋の方が期間全体を通じて高かった。

(ORP について)

小栗橋では春季、夏季と比べると、底層の還元状態が緩和され、酸化状態となる日もあった。東海橋では調査期間ほぼすべてで酸化状態となった。鉛直方向の水の循環が行われていることを示唆しているのではないかと考えられる。

(濁度について)

底層の濁度が、東海橋はほとんど変動することはなかったが、小栗橋は調査期間中、絶えず変動した。

(クロロフィルについて)

春季と比べると、東海橋、小栗橋ともに上層、中層で値が低くなった。

④冬季について

1年のうち、最も寒い時期の調査である。調査期間中の平均気温は10℃、日最高気温の平均14.2℃、日最低気温の平均7℃であった。

(水温について)

小栗橋の上層と中層と比較すると、上層の方が高くなっており、露橋水处理センターの排出水の影響が出ているようであった。

(pH について)

上層、中層で東海橋の方が期間全体を通じて高かった。

(ORP について)

東海橋はすべての層でほぼ全日で酸化状態となった。小栗橋は完全に酸化状態となった。

(クロロフィルについて)

東海橋、小栗橋ともに夏季や秋季に比べ変動が激しく平均値が高くなった。

4 その他調査結果

4-1 はじめに

深さ別測定の結果の各季のデータを比較すると、小栗橋では、赤潮や青潮等の特別な場合を除き、中層から底層に向かうにつれ、濁度が増加し、底層で再度低下するという特徴が、主に夏から冬にかけ見られた(図 4-1)。

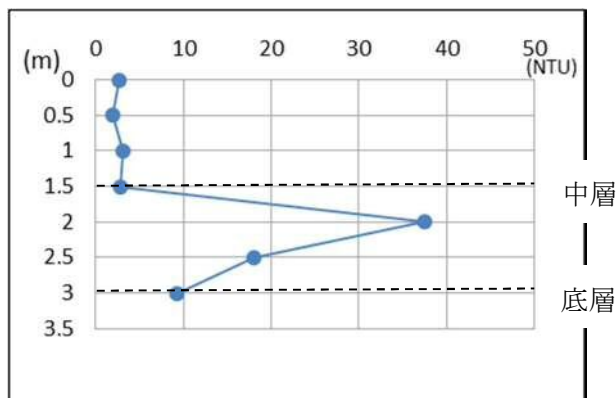


図 4-1 7 月 30 日の濁度変化

濁度が増加した際の水中の様子を見ると、濁度が上昇する前と比べ、水質計の周りが白く濁り、その後画面が暗くなった。この中層、底層間で濁度が増減し、水中が白く濁る原因を明らかにするため、追加で調査を行った。

4-2 なぜ濁度が上昇したのか

濁度が増加した原因として、青潮の際に水面を白く濁らせる硫黄コロイドが水中で発生したのではないかと推察した。

青潮とは、川底が貧酸素状態の場合に、嫌気性細菌である硫酸還元菌が硫酸イオンを還元し硫化水素を生成する、その硫化水素が上昇する際、酸素に触れ、酸化されると硫黄となる。この硫黄がコロイドとなって漂うことで、水面が青白く見える現象である。

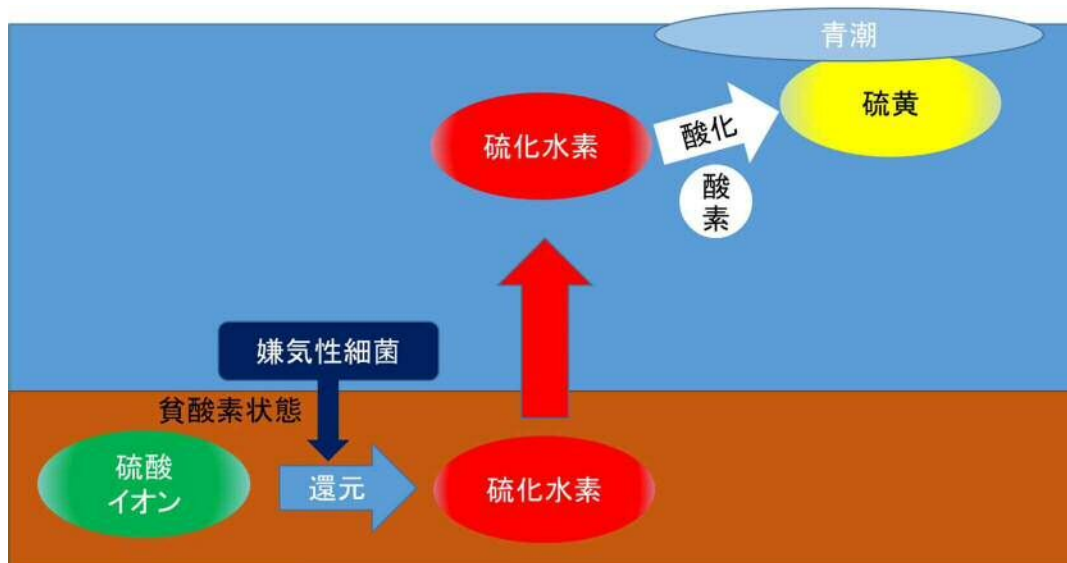


図 4-2 青潮発生メカニズム

小栗橋の水中で同じような反応が起こりうるのか、深さ別測定の結果(図 4-3)を見ると、底層では DO がほぼ 0mg/L であり、ORP は還元的な状態となっている。そのため硫酸還元菌の働きにより硫化水素が発生する状況下にあると言える。その後、中層付近で DO が増加し、ORP は 1.5m で酸化状態となっている。酸化状態となった深さでは、底層で発生した硫化水素を硫黄コロイドへ酸化できる状態にある。つまり、小栗橋の濁度が増加している深さでは、硫黄コロイドが発生する条件が満たされていると言える。

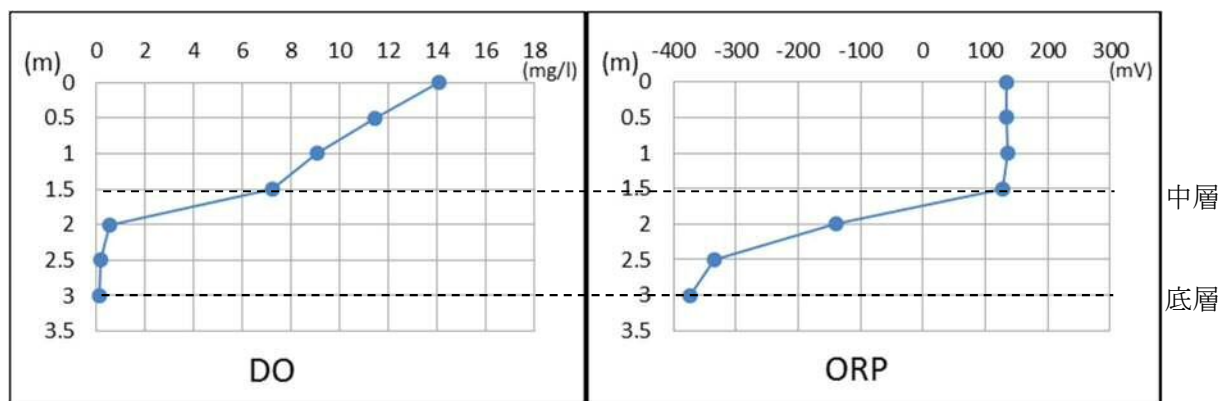


図 4-3 7月30日の DO、ORP の変化

4-3 調査の方法

中層と底層の間の濁度の上昇と白濁の原因が、硫黄コロイドによるものであるかどうか検証するため、採水装置を作成し、深さ別に水を採取した。採取水中に含まれる硫黄を測定し、深さ別測定の濁度と比較した。

4-4 調査結果

令和元年10月10日、15日、23日の3回調査を行った。

採取水の硫黄と濁度の結果が図 4-4 である。

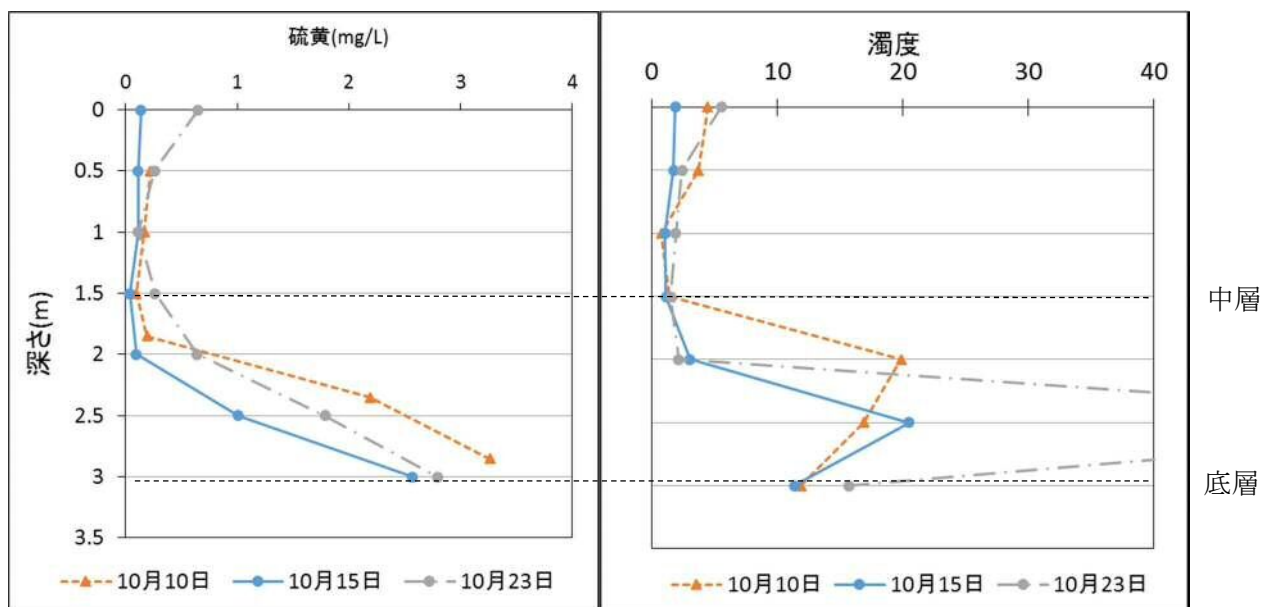


図 4-4 硫黄、濁度の変化

濁度の上昇が硫黄コロイドによるものだとすれば、二つのグラフは同じように変化するはずだが、濁度が中層付近から増加し、底層で低下したのに対し、硫黄は中層から底層まで増加し続けていた。

そのため今回の調査では、濁度と硫黄の増減は中層から底層にかけては一致していなかった。

4-5 まとめ

(1) 硫黄と濁度の変化が異なる理由について

濁度の上昇の原因が硫黄でないことも考えられるが以下のように現在の調査方法の問題点から正確な硫黄の濃度又は濁度が測定できていない可能性がある。

ア. 今回推察したように ORP が還元状態から酸化状態へ変化すると水中の硫化水素が硫黄となるなら、採水後から分析を行うまでに空気に触れ、新たな硫黄が析出し、水中での硫黄の量よりも多くなっている可能性がある。

イ. 濁度センサーは赤外線を粒子に放射し、その散乱強度により濁度値を決定している。硫黄コロイドは疎水コロイドであるため、底層付近の粒子は凝集反応を生じ凝集したものが沈降している可能性がある。粒子径が大きくなると、体積の増加率に比べ表面積の増加率は小さくなるため、硫黄の濃度が同じだとしても、赤外線の散乱強度が弱まり、濁度値が凝集していない場合よりも低下してしまう可能性がある。

(2) 今後の方針

(1) で示した問題点について検証し、濁度と硫黄の関係について引き続き調査を行う。また、その他の要因についても検証していく。