

平成 30 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)

中川運河小栗橋付近 (中川区月島町)

中川運河東海橋付近 (港区新川町)

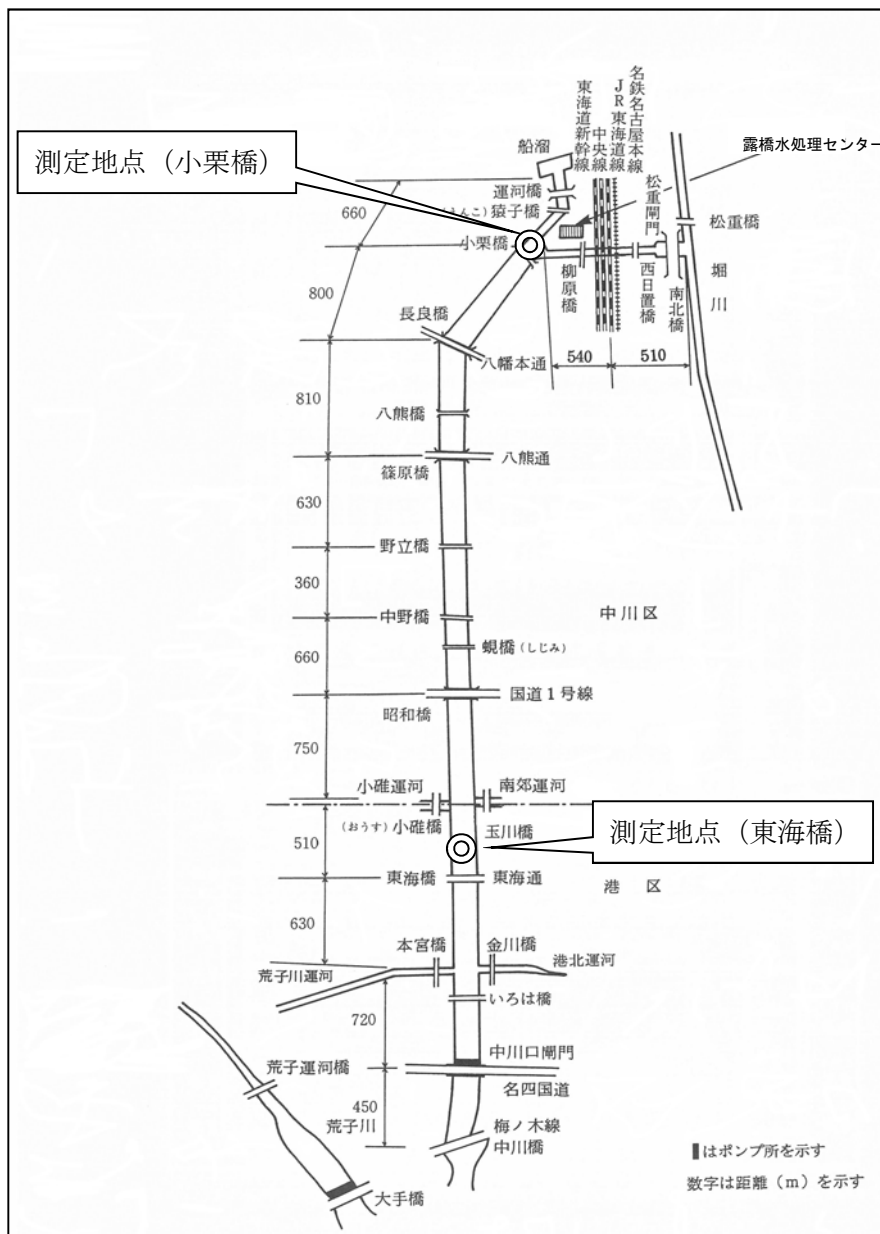


図 1-1 中川運河の全体図と測定地点

(2) 測定期間

①通年測定

小栗橋（上層、中層、底層）：平成 30 年 4 月 1 日から平成 31 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 30 年 4 月 26 日から平成 30 年 5 月 8 日まで

(夏季)

東海橋（上層、中層、底層）：平成 30 年 8 月 2 日から平成 30 年 8 月 9 日まで

(秋季)

東海橋（上層、中層、底層）：平成 30 年 10 月 25 日から平成 30 年 11 月 1 日まで

(冬季)

東海橋（上層、中層、底層）：平成 31 年 1 月 24 日から平成 31 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、今年度（平成 30 年度）から流心付近に設置した。水面からおよそ 50cm のところに設置したものを上層、およそ 150 cm のところに設置したものを中層、川底からおよそ 50cm のところに設置したものを底層とし、深さ別に 3 層の通年測定を今年度から実施した。（**図 1-2**）

なお、調査地点の水深は約 3.5m である。

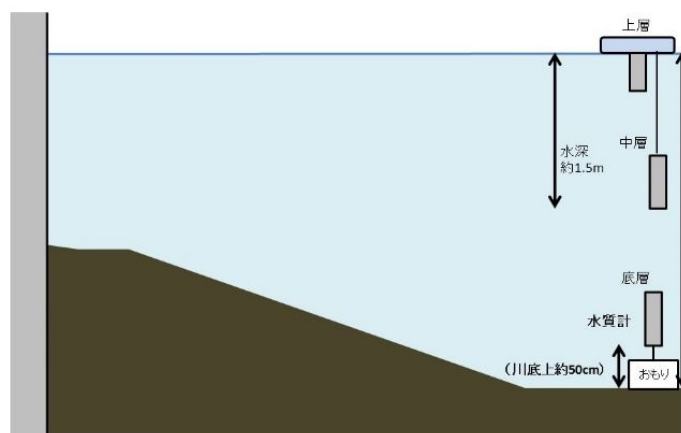


図 1-2 設置状況

②通年測定（深さ別測定）

今年度（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 50 cm 毎に瞬時値による測定を行った。

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 50cm のところに設置したものを上層、およそ 150 cm のところに設置したものを中層、川底からおよそ 50cm 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°C	サーミスター抵抗法	-5~50°C
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: ジーメンス。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 (µg/L)	[参考] 気温(°C)
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

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 (µg/L)	[参考] 気温(°C)
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 (µg/L)	[参考] 気温(°C)
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)	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)	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	7.5	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}	-	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)	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)	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)	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)	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)	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)	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)	7.0	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	7.8	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}	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	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)	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)	2,518	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)	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)	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。

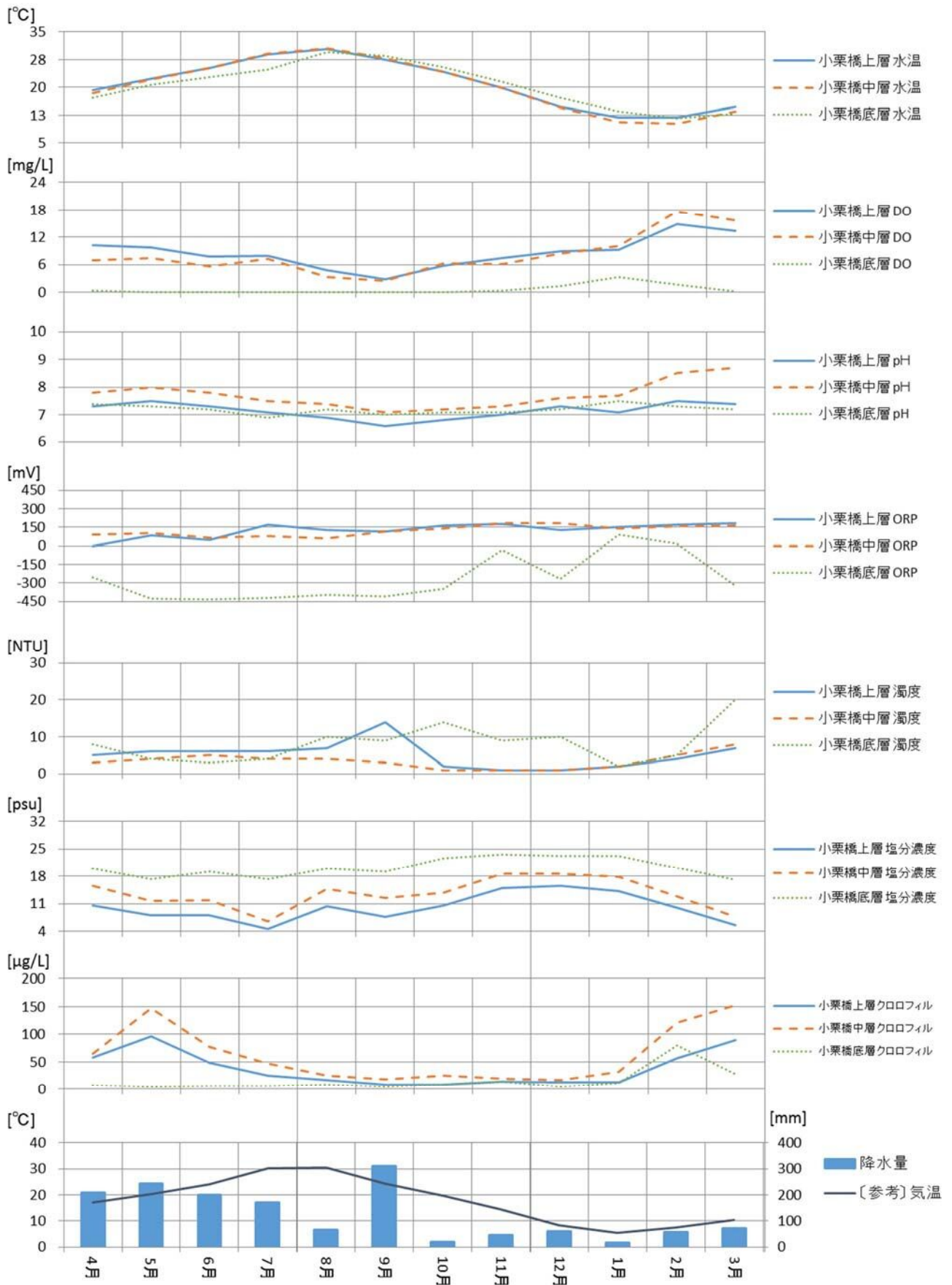
※2 測定は EX02 のみ使用した。

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)	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)	0.3	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	1.3	3.3	1.7	0.2
pH	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}	-256	-431	-435	-421	-395	-408	-346	-36	80	89	14	-325
濁度(NTU)	8	4	3	4	10	9	14	9	10	2	5	20
塩分濃度(psu)	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)	3,181	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(μ g/L)	7	4	6	6	8	5	9	14	5	12	80	28
[参考]気温(°C)	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。



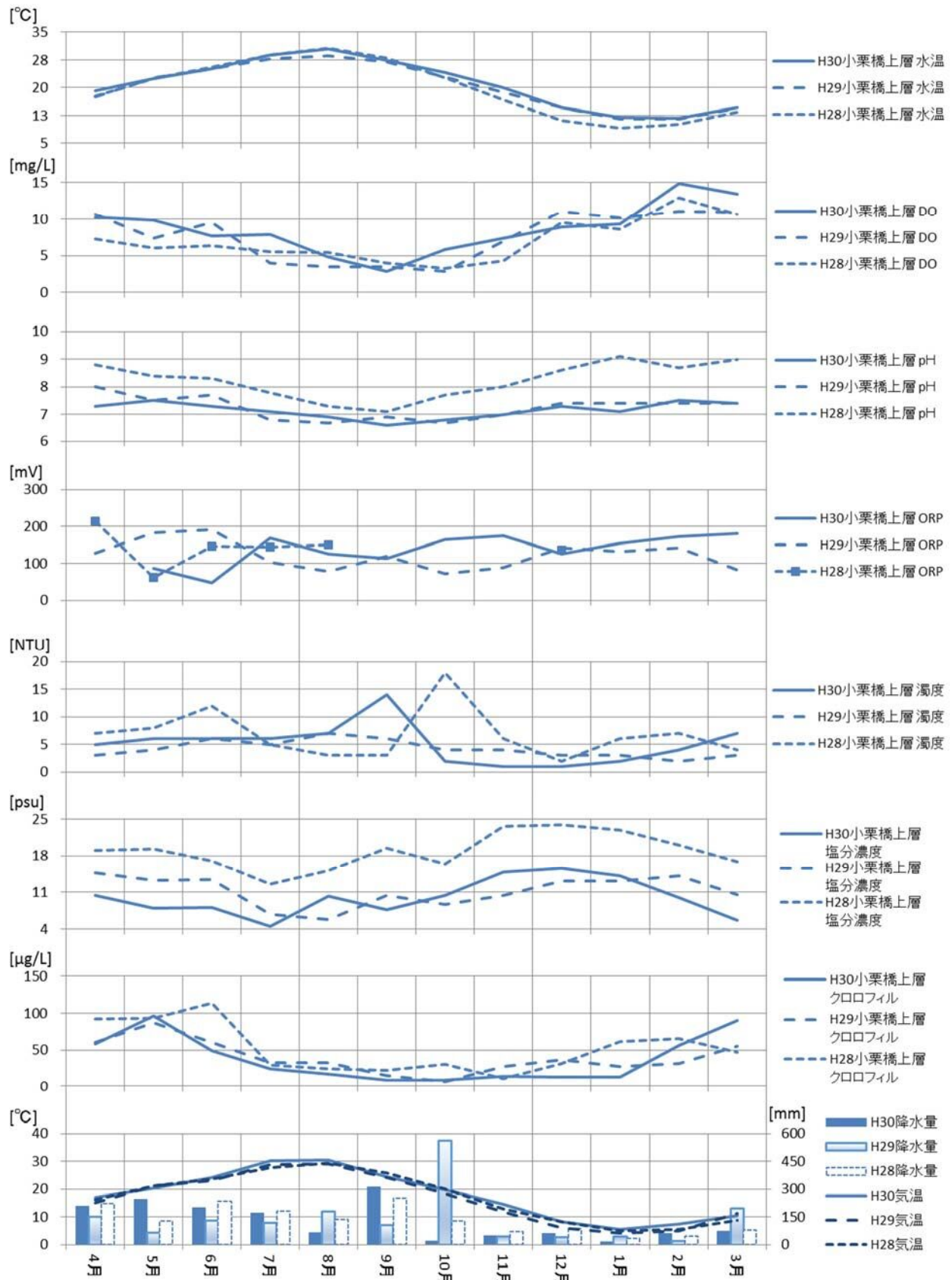
*電気伝導率のグラフは塩分濃度と同じになるため割愛した。

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。

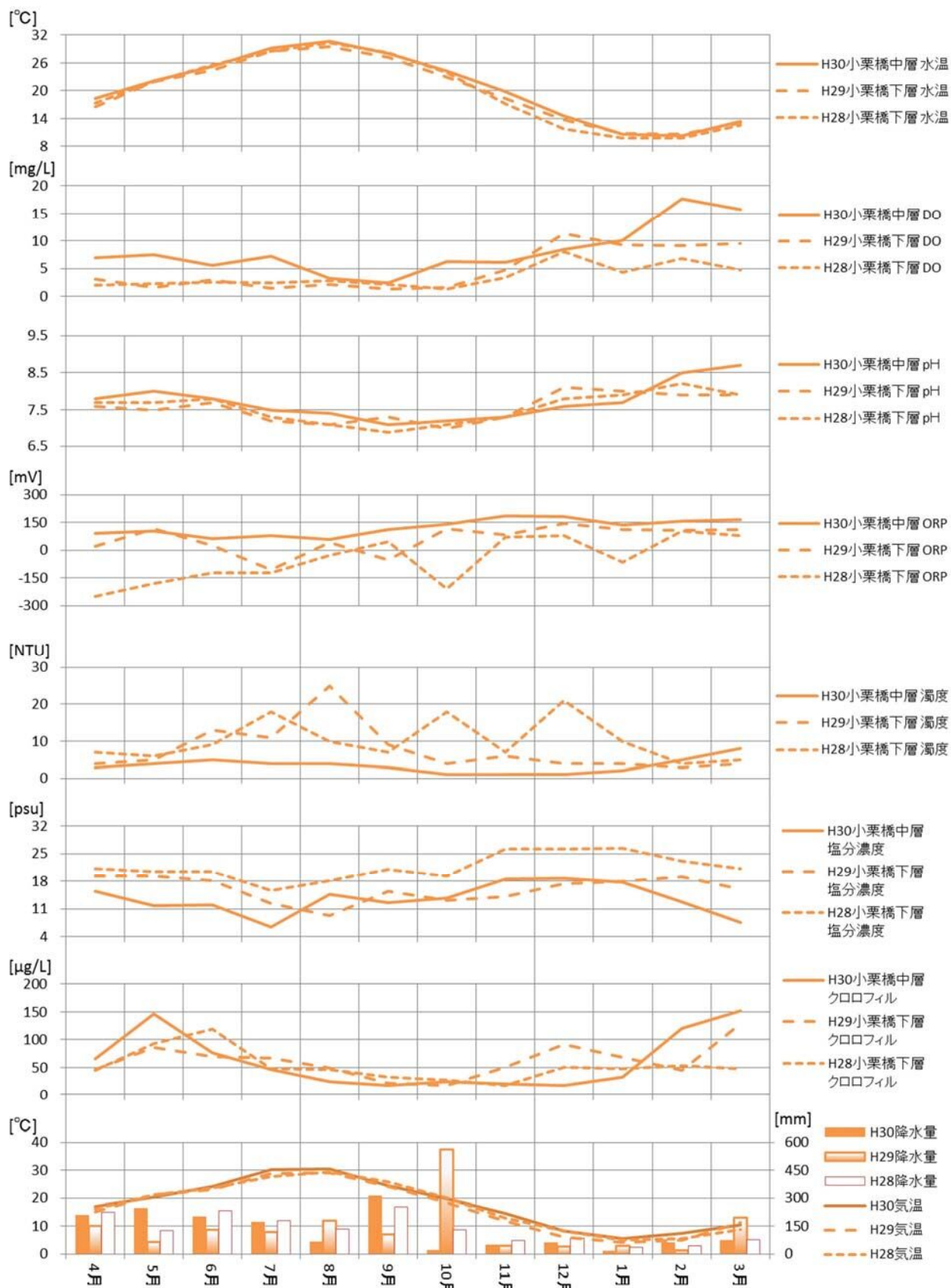
① 上層



※ 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) 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	90	100	90	97	100	100	100	100	100	98
中層	100	100	100	90	100	90	97	100	100	100	100	100	98
底層	100	100	100	90	100	90	97	100	100	100	100	100	98

*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	97.1	93.7	97.1	62.7	97.1	97.1	97.1	97.1	92.4
中層	97.1	97.1	97.1	97.1	97.1	97.1	97.1	97.1	97.1
底層	97.1	94.9	97.1	97.1	97.1	97.1	97.1	97.1	96.8

*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	100	96.5	100	64.6	100	100	100	100	95.1
中層	100	100	100	100	100	100	100	100	100
底層	100	97.8	100	100	100	100	100	100	99.7

*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 2-4 に各項目の深さ 50cm 毎のグラフを示す。

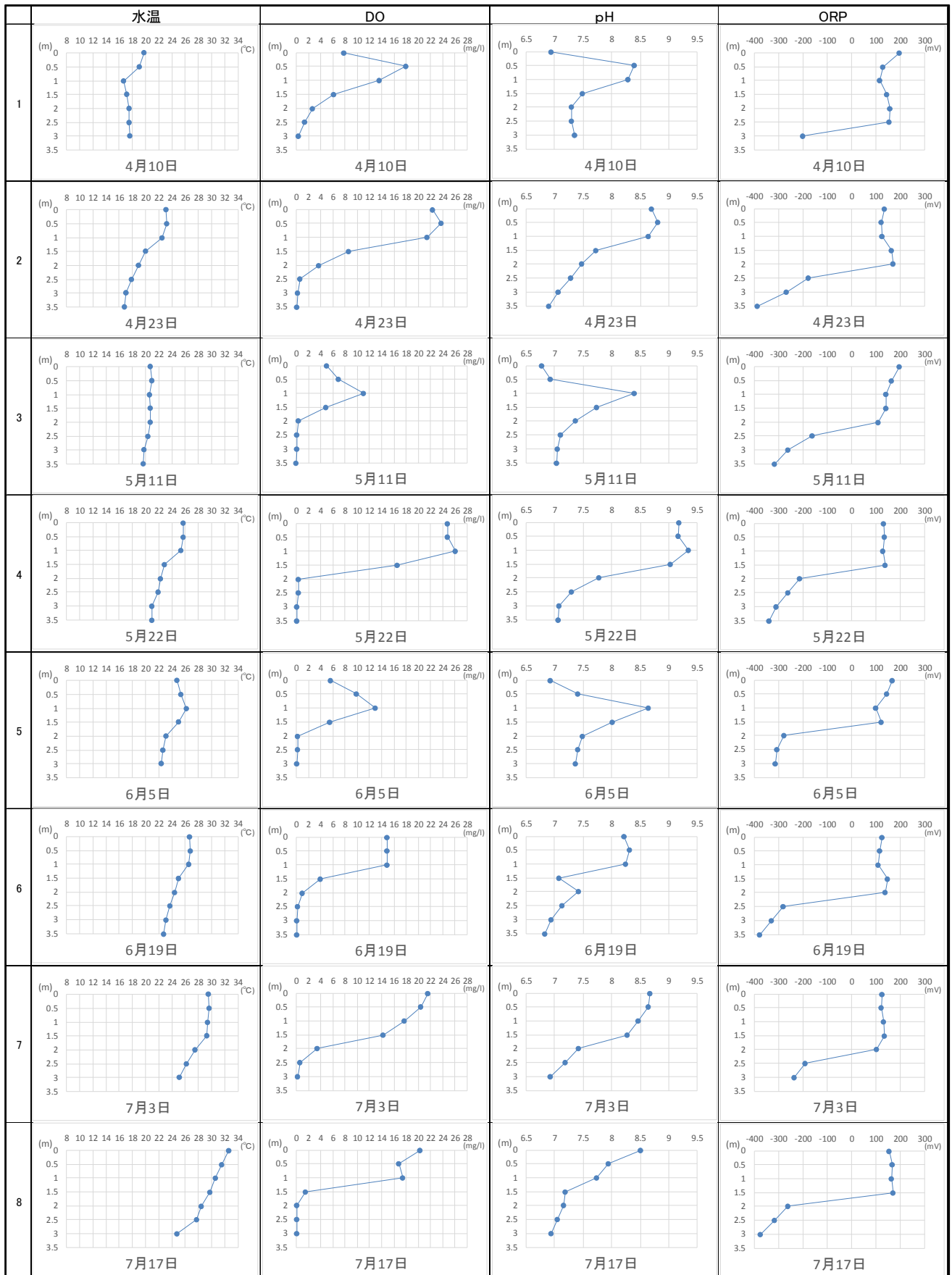


図 2-4-1 深さ別調査結果（水温、DO、pH、ORP）

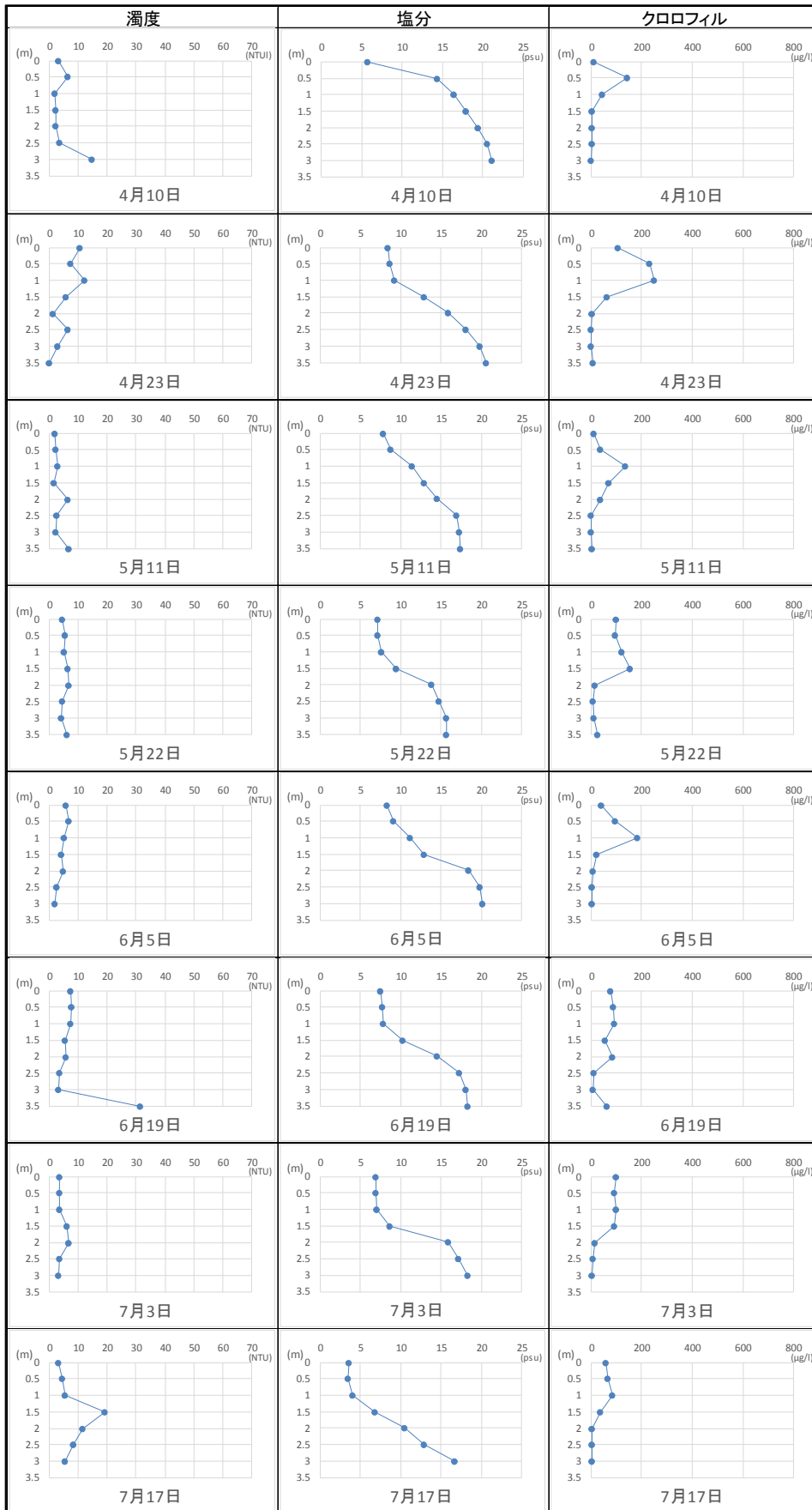


図 2-4-1 深さ別調査結果 (濁度、塩分、クロロフィル)

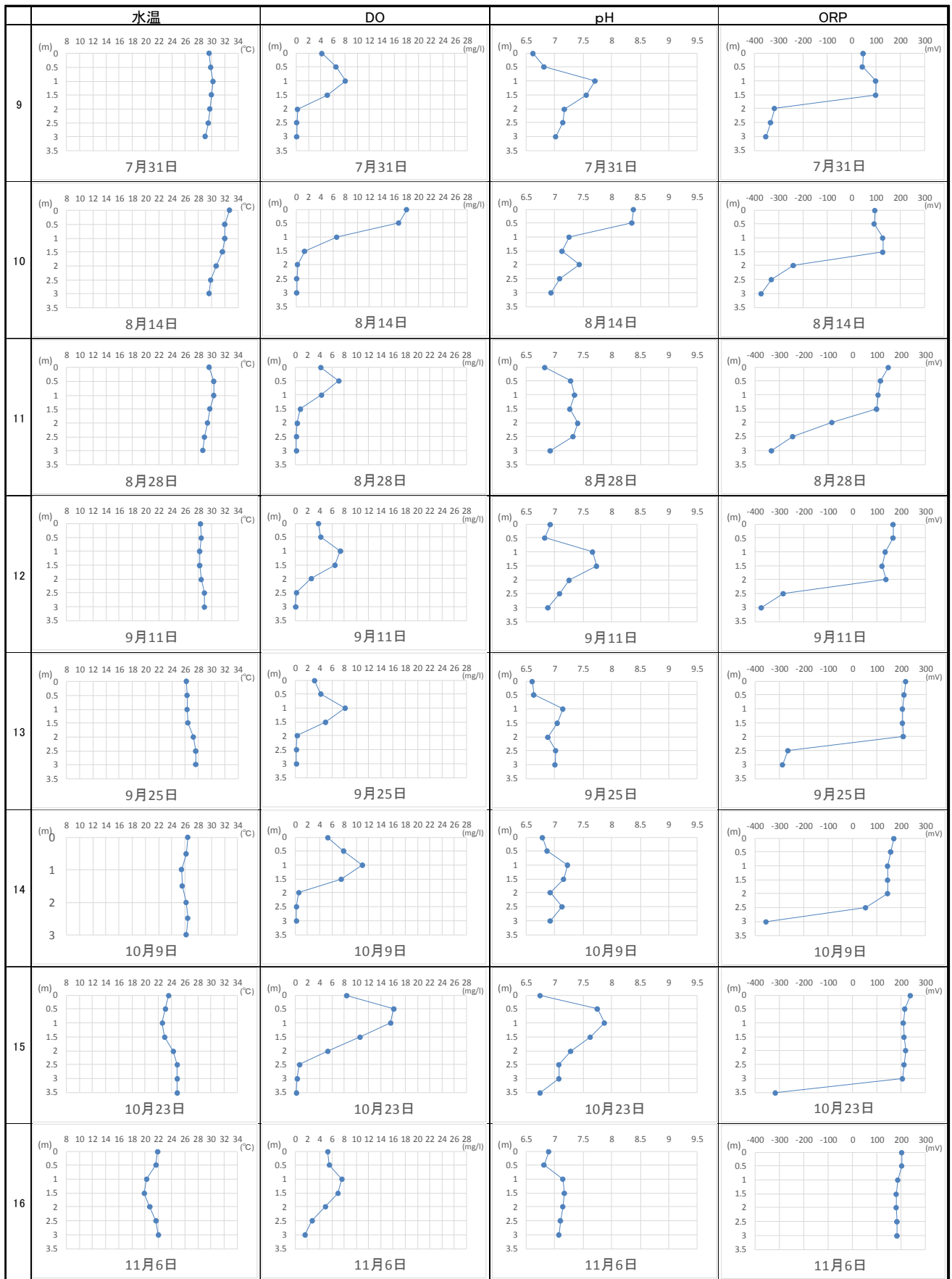


図 2-4-2 深さ別調査結果 (水温、DO、pH、ORP)

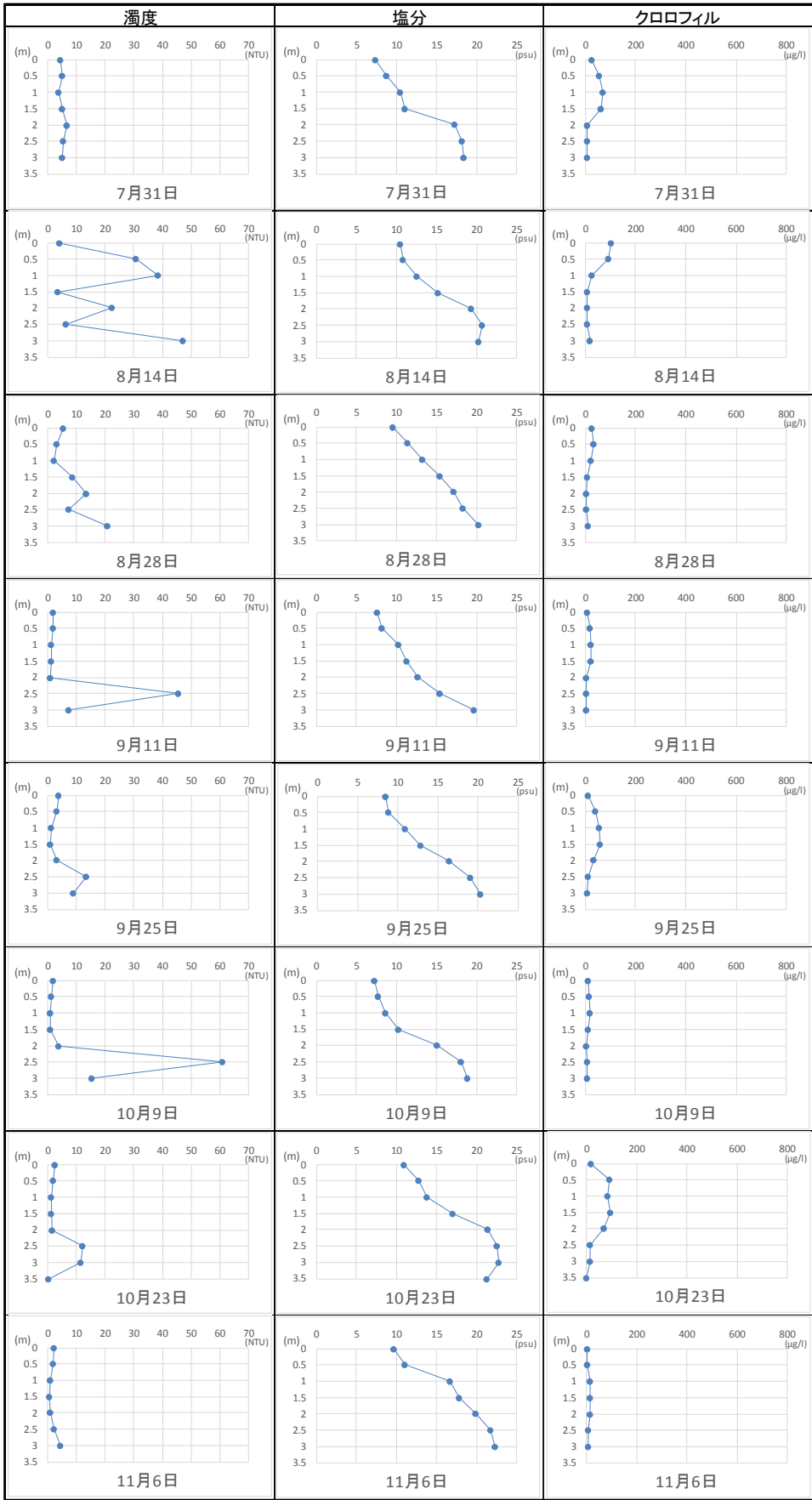


図 2-4-2 深さ別調査結果 (濁度、塩分、クロロフィル)

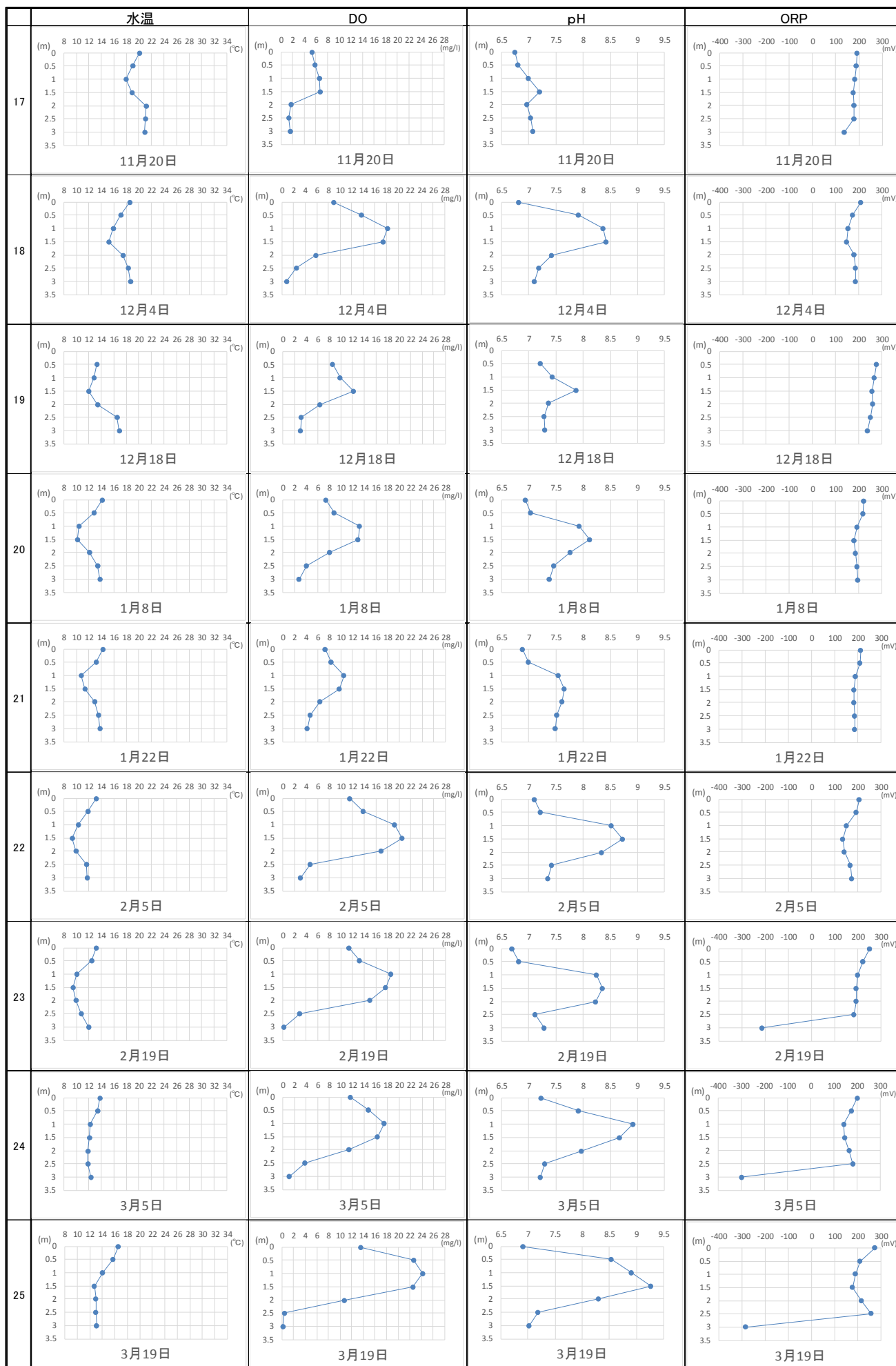


図 2-4-3 深さ別調査結果 (水温、DO、pH、ORP)

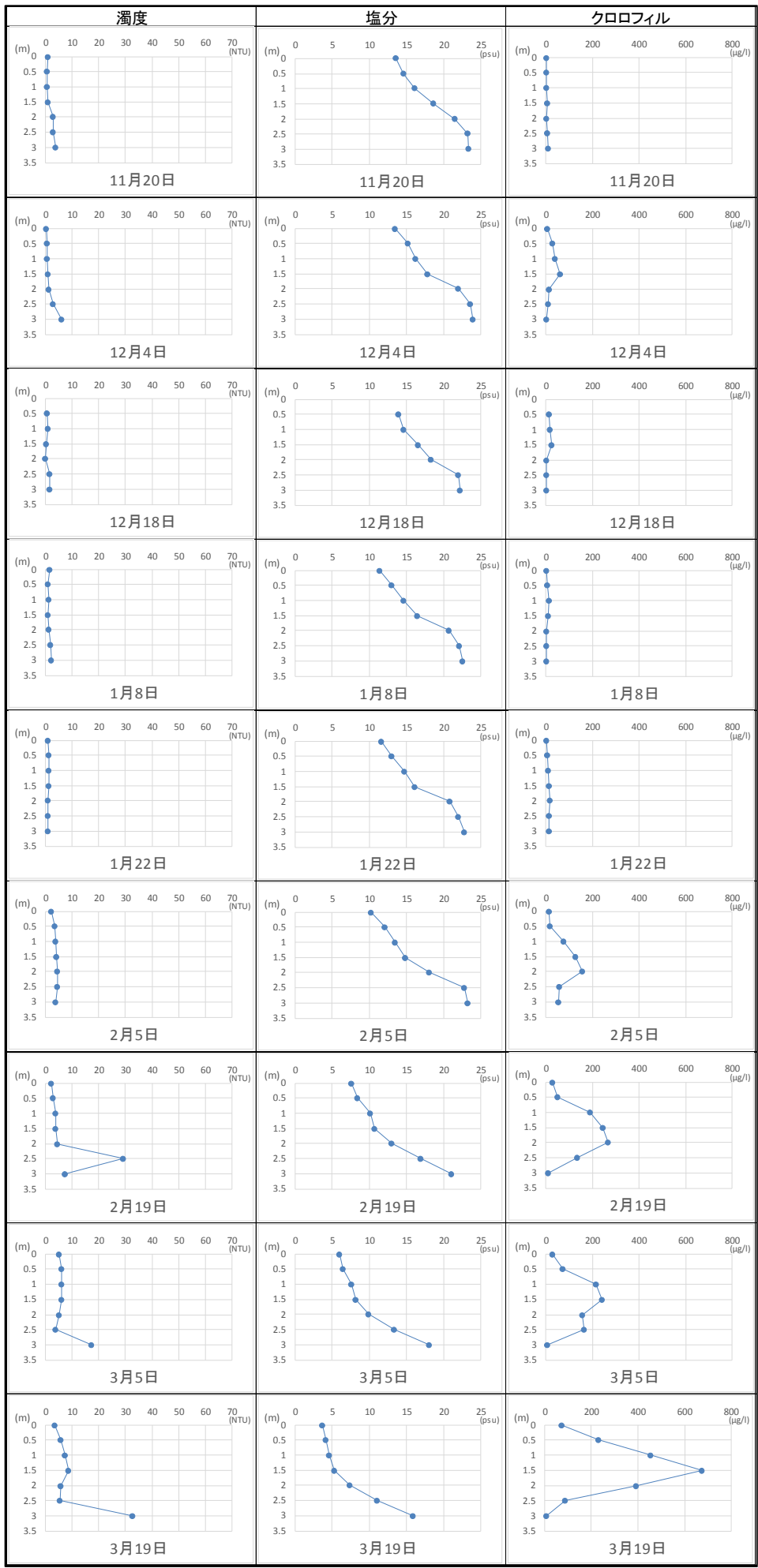


図 2-4-3 深さ別調査結果 (濁度、塩分、クロロフィル)

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～2月頃まで高くなっていった。なお、上層と中層ではほとんど差はなかった。
- ・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、11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。月平均値を見ても、ほぼ 0mg/L であるが、11月～2月頃にかけて酸素が供給される時期が確認できた。気温の低下とともに水温も低下し、鉛直混合が生じていたと推察される。
- ・年平均値の中層の値が H28、H29 と比較すると 4mg/L 程度増加しており、改善されているように見える。しかし、いずれも同じ水面下 1.5m 付近のデータであるが、H28、H29 は川岸から下層（水深約 2m の川底から 50cm）に設置しており、底質の影響があったためと考えられる。

(pH について)

- ・H29、H30 の上層の年平均値は、H28 と比較すると 1 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 はその傾向が小さくなっていた。淡水化の傾向に伴う 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になるが、DO と密接な関係がある。
- ・底層の年平均値が -236mV で強い還元状態にあることを示したが、月平均値による年間の傾向をみると、10月頃～2月頃にかけて還元状態が緩む時期が確認できた。DO と同様に鉛直混合による影響と推察されるが、11月頃から変動が確認できた DO より ORP の方が早く数値に表れるようである。
- ・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かったが、H29 はほとんど還元状態の月はなく、H30 については、還元状態を示した月はなかった。H30 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 は H29、H28 と比べ、全体的に低くなっている。H28、H29 の下層の値は底質の影響が出ていると推察され、水面下 1.5m の中

層としての性質と、川底から 50cm という底層としての性質を併せ持っているようであった。

- ・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、徐々に低くなっていた。月平均値による年間の傾向を見ると、夏場に若干の逆転はあるものの、年の経過とともに徐々に低くなっており、露橋水処理センターの排出水により、中川口から取水している海水が薄められたと推察される。
- ・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。上層が 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。月平均値による年間の傾向を見ると、1 月頃～6 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。
- ・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が、3 月 19 日のようにクロロフィルの濃度が高ければ高いほど、DO も高くなるというわけではなかった。
- ・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、9 月 25 日などのように 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。この時期から鉛直混合が生じていると推察され、連続測定の ORP で考察したように、DO より ORP の方が、状況の変化が早く数値に表れているようである。
- ・水温と DO のグラフを見比べてみると、上層の水温が高い時期 (4 月～7 月初旬) は、DO と似た形になるが、上層の水温が低い時期 (11 月～2 月頃) は、水温を反転させた形と DO のグラフが似た形になった。なお、水温が上層から底層までほとんど変わらない時期は、傾向が確認できなかった。
- ・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 (例: 8 月 28 日) と、ある深さで急に濃くなる場合 (例: 7 月 3 日) と日によって異なっていた。

(3) 写真で見る中川運河の水質等について

これらは約2週間（多項目水質計の定期交換期間）で生じる変化です。

- ・多項目水質計の電極には、生物付着防止のために銅テープが巻いてあるが、設置する深さによって変化が大きく異なった。



ほぼ未使用時



上層・中層に設置したものは、酸化されて緑青が発生することがあった。



底層に設置したものは、還元状態のため硫化物イオンと銅が反応し、硫化銅となり真っ黒になった。

- ・6月半ば頃から8月過ぎ頃までフジツボが付着することが多かった。



↑フジツボが付着した塩ビパイプ

- ・同じ時期に、魚卵も付着することが多かった。



多項目水質計に付着した魚卵



多項目水質計に付着した魚卵 (拡大)

- ・多項目水質計を回収すると、魚と一緒に帰ってくることも多かった。



←多項目水質計とともに回収された
「チチブ(学名:*Tridentiger obscurus*)」

チチブはメスが卵を産んだ後、オスが卵を守るので、多項目水質計とともに回収されたチチブはオスだと考えられる。

- ・夏に赤潮を確認した。一方、秋には川底まで見えるほど、澄んでいる日が数日あった。クロロフィル濃度が透明度に影響を与えている事例である。



8月14日 撮影

クロロフィルの深さ別調査結果を見ると、表層で $104 \mu\text{g/L}$ 、50 cm で $93 \mu\text{g/L}$ であった。



11月20日 撮影

クロロフィルの深さ別調査結果では、最大値は深さ 3.0m で $10 \mu\text{g/L}$ であったが、残りの深さは $10 \mu\text{g/L}$ 未満であった。
また、濁度の深さ調査結果では、最大値は深さ 3.0m で 3.85NTU であった。低いところでは 1NTU 未満のところもあった。

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、東海橋は名古屋市港区で、小栗橋は名古屋市中川区で観測されたデータ、気温は名古屋市中川区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 (µg/L)	[参考] 気温(°C)
上層	20.7	7.1	8.9	-	6	9.5	1,612	111	19.2
中層	20.6	7.6	8.3	108	3	12.2	2,043	172	
底層	20.3	1.7	7.7	9	4	17.9	2,894	29	

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 (µg/L)	[参考] 気温(°C)
上層	21.3	10.4	7.4	-	6	7.8	1,342	93	19.2
中層	21.3	7.1	7.9	97	4	11.5	1,931	87	
底層	19.2	0.0	7.3	-402	5	18.1	2,918	2	

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 (µg/L)	[参考] 気温(°C)
上層	31.2	9.3	8.1	170	3	13.0	2,187	13	32.5
中層	31.2	6.7	8.1	86	3	14.8	2,456	13	
底層	30.0	0.0	7.4	-393	7	22.7	3,617	3	

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 (µg/L)	[参考] 気温(°C)
上層	31.1	3.5	7.0	87	9	10.8	1,830	9	32.5
中層	31.3	2.5	7.4	53	5	14.9	2,463	9	
底層	29.3	0.1	7.2	-397	6	18.7	3,030	5	

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 (µg/L)	[参考] 気温(°C)
上層	19.6	11.1	7.7	80	1	14.4	2,376	33	16.4
中層	20.4	10.3	7.8	156	1	16.4	2,672	24	
底層	23.8	1.9	7.4	132	4	25.7	4,028	7	

表 3-6 秋季における各項目の期間中の平均値（小栗橋）

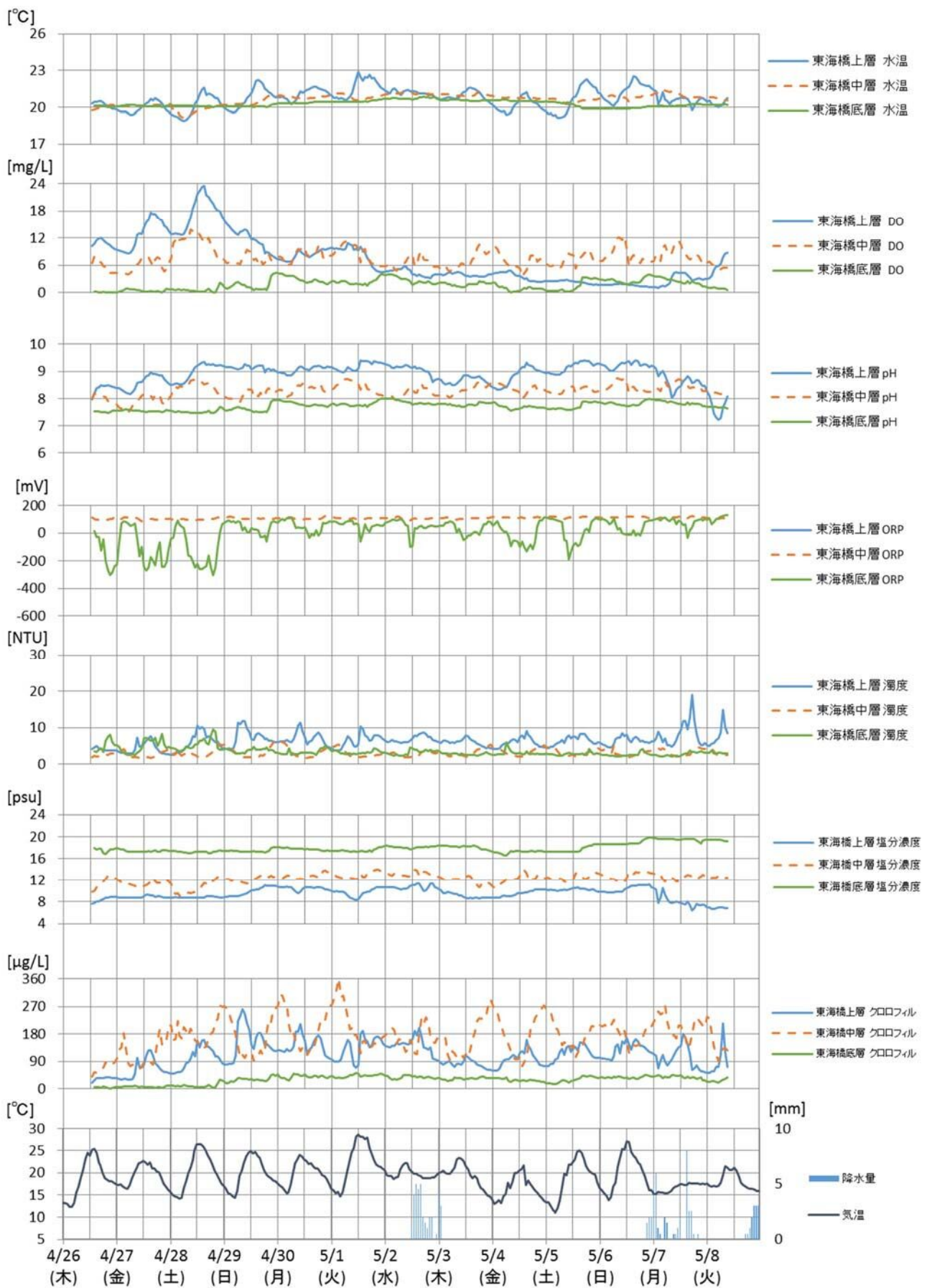
	水温 (°C)	DO (mg/L)	pH	ORP (mV)	濁度 (NTU)	塩分濃度 (psu)	電気伝導率 (mS/m)	クロロフィル (µg/L)	[参考] 気温(°C)
上層	22.6	8.0	6.9	244	1	13.7	2,266	9	16.4
中層	22.9	8.4	7.5	146	1	18.1	2,923	31	
底層	24.1	0.1	7.3	-253	12	25.8	4,039	7	

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 (µg/L)	[参考] 気温(°C)
上層	8.4	13.7	7.9	121	2	15.2	2,509	66	4.5
中層	8.4	13.7	8.0	165	2	16.1	2643	55	
底層	12.2	6.7	7.8	168	2	27.1	4,224	19	

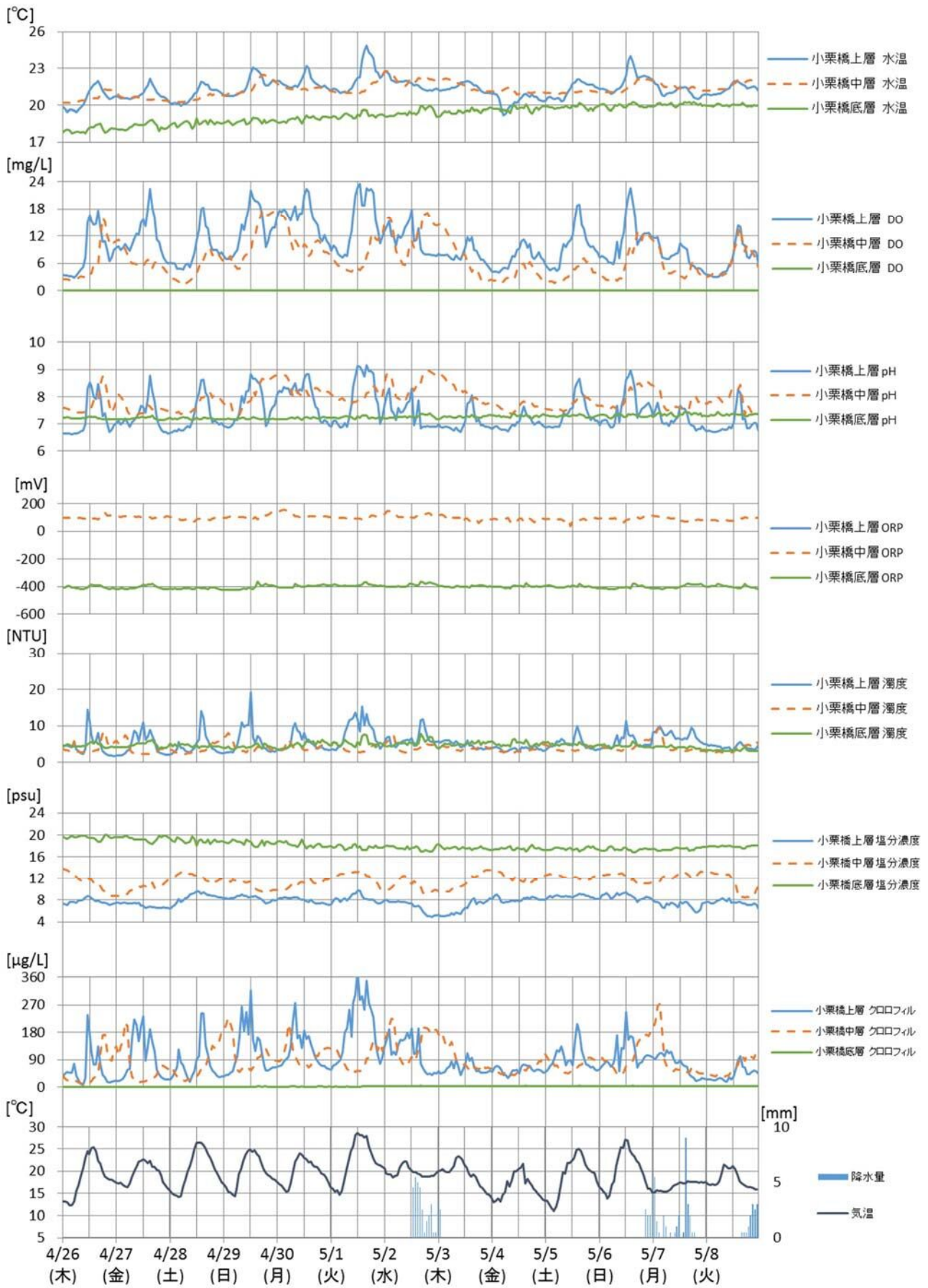
表 3-8 冬季における各項目の期間中の平均値（小栗橋）

	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 (µg/L)	[参考] 気温(°C)
上層	11.9	11.0	7.1	212	2	14.4	2,369	13	4.5
中層	10.3	12.4	8.0	93	2	17.9	2,903	90	
底層	13.3	5.3	7.7	107	2	24.0	3,780	31	



※上層のORPは6600を使用しているためデータなし

図 3-1 春季（東海橋）



※上層の ORP は 6600 を使用しているためデータなし

図 3-2 春季（小栗橋）

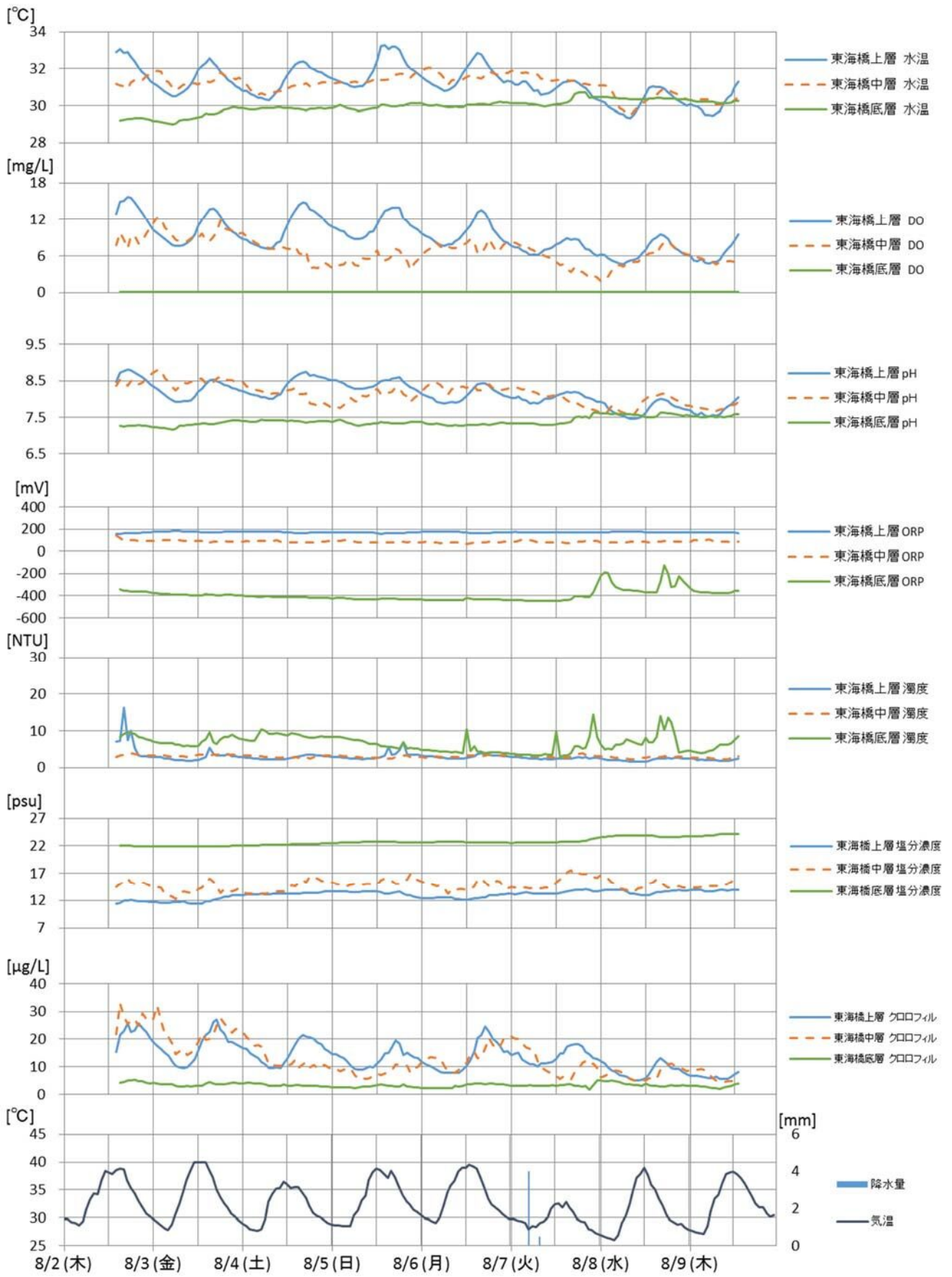


図 3-3 夏季 (東海橋)

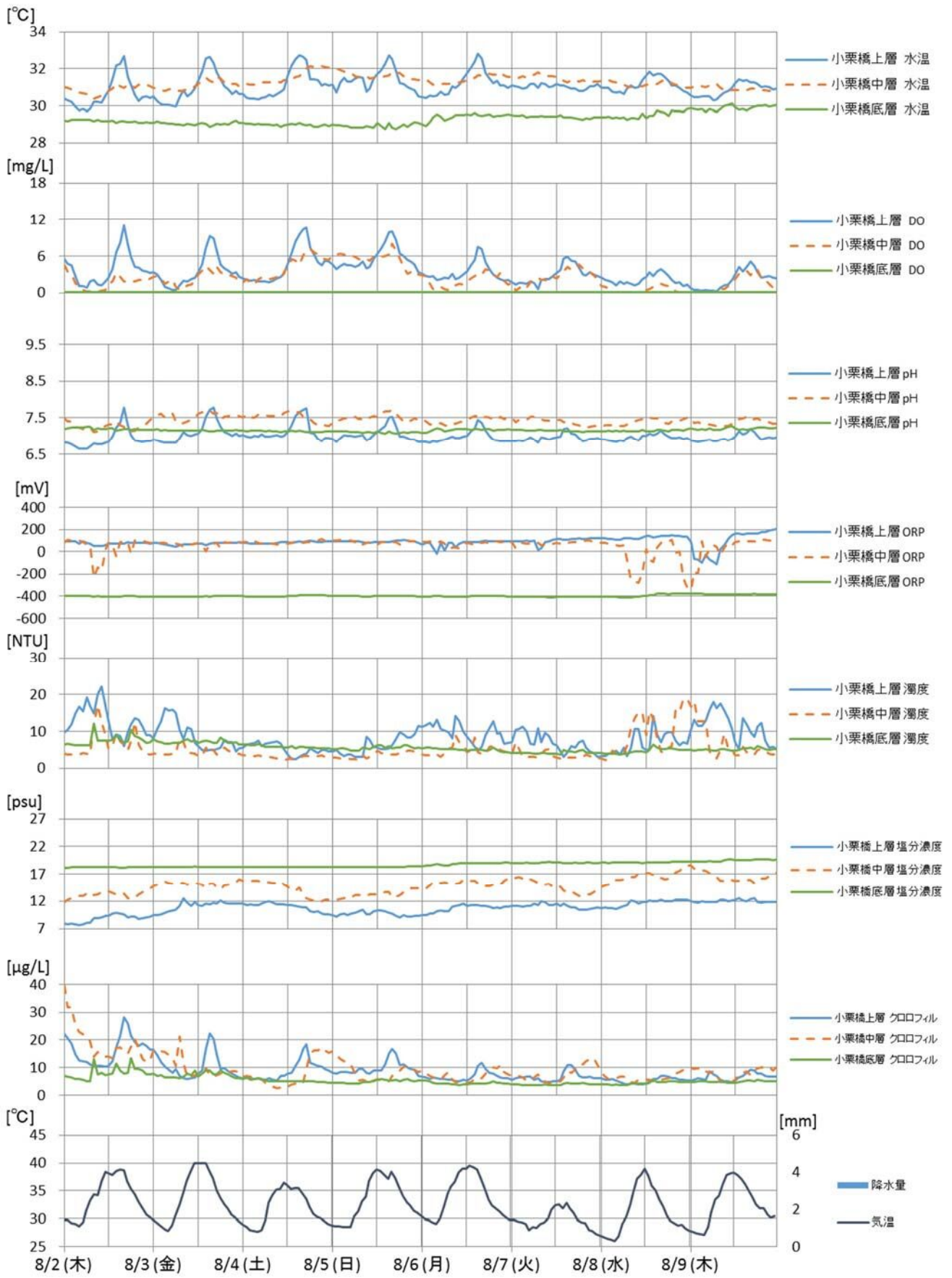


图 3-4 夏季（小栗橋）

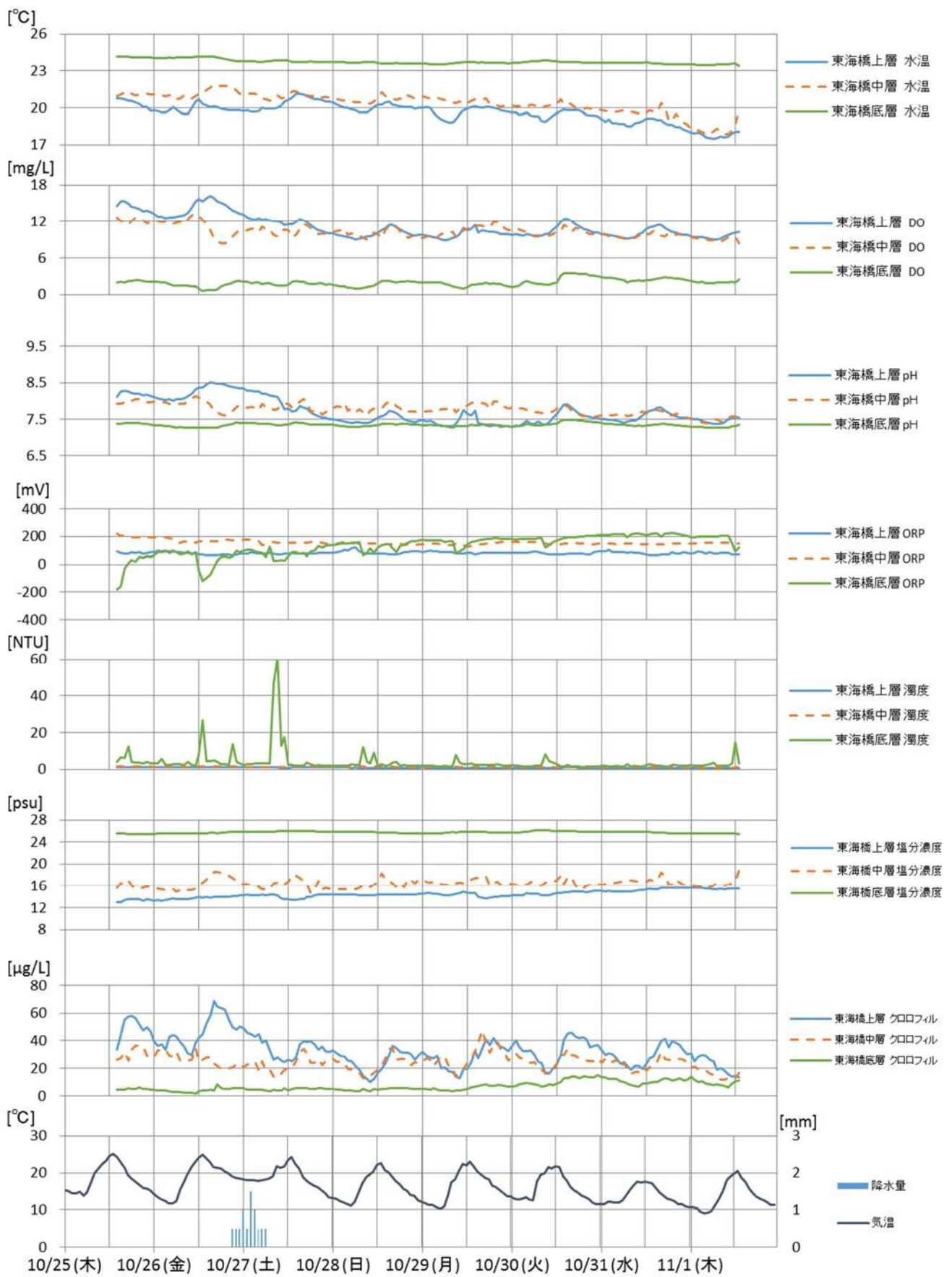


図 3-5 秋季（東海橋）

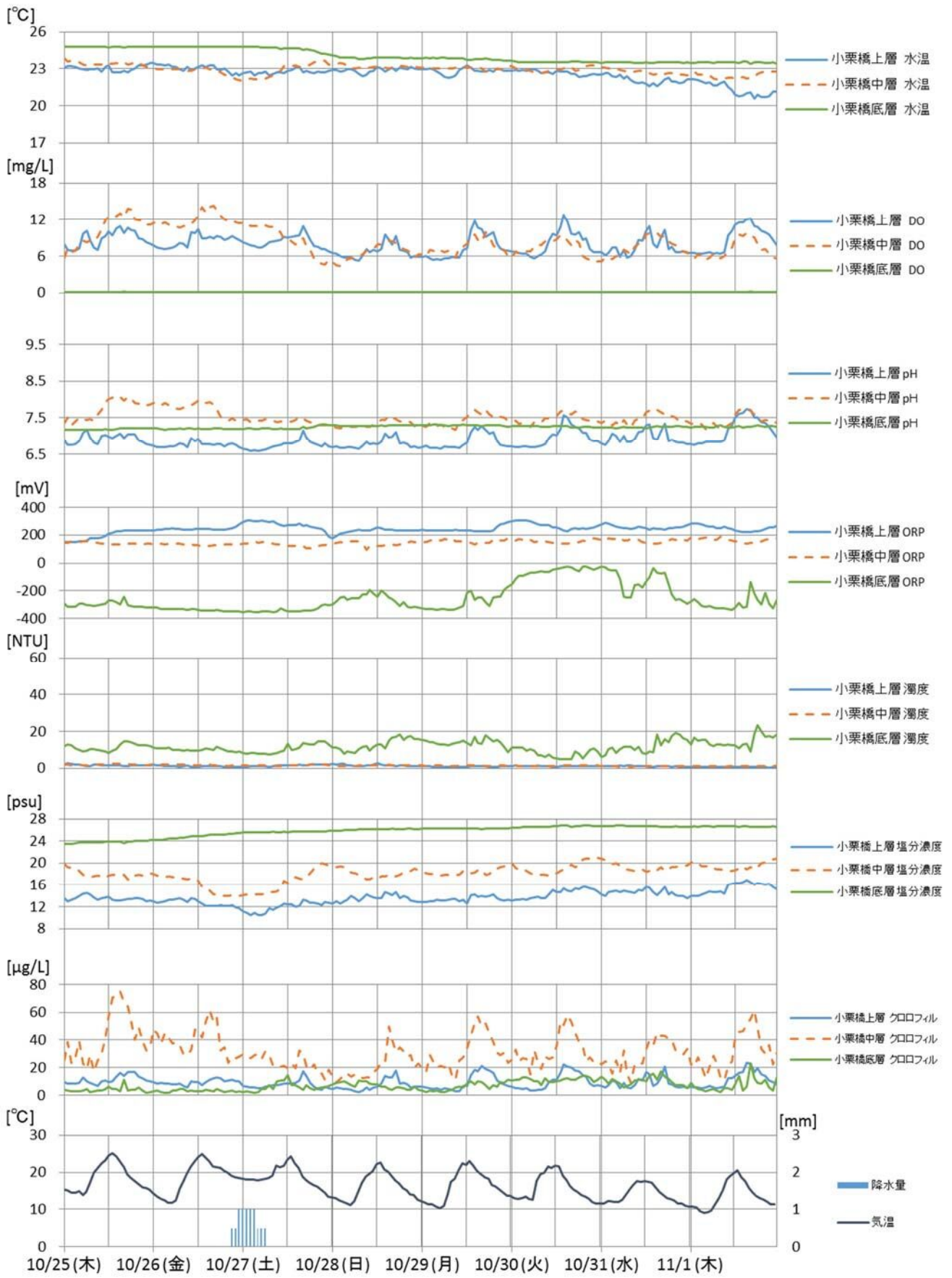


图 3-6 秋季 (小栗橋)

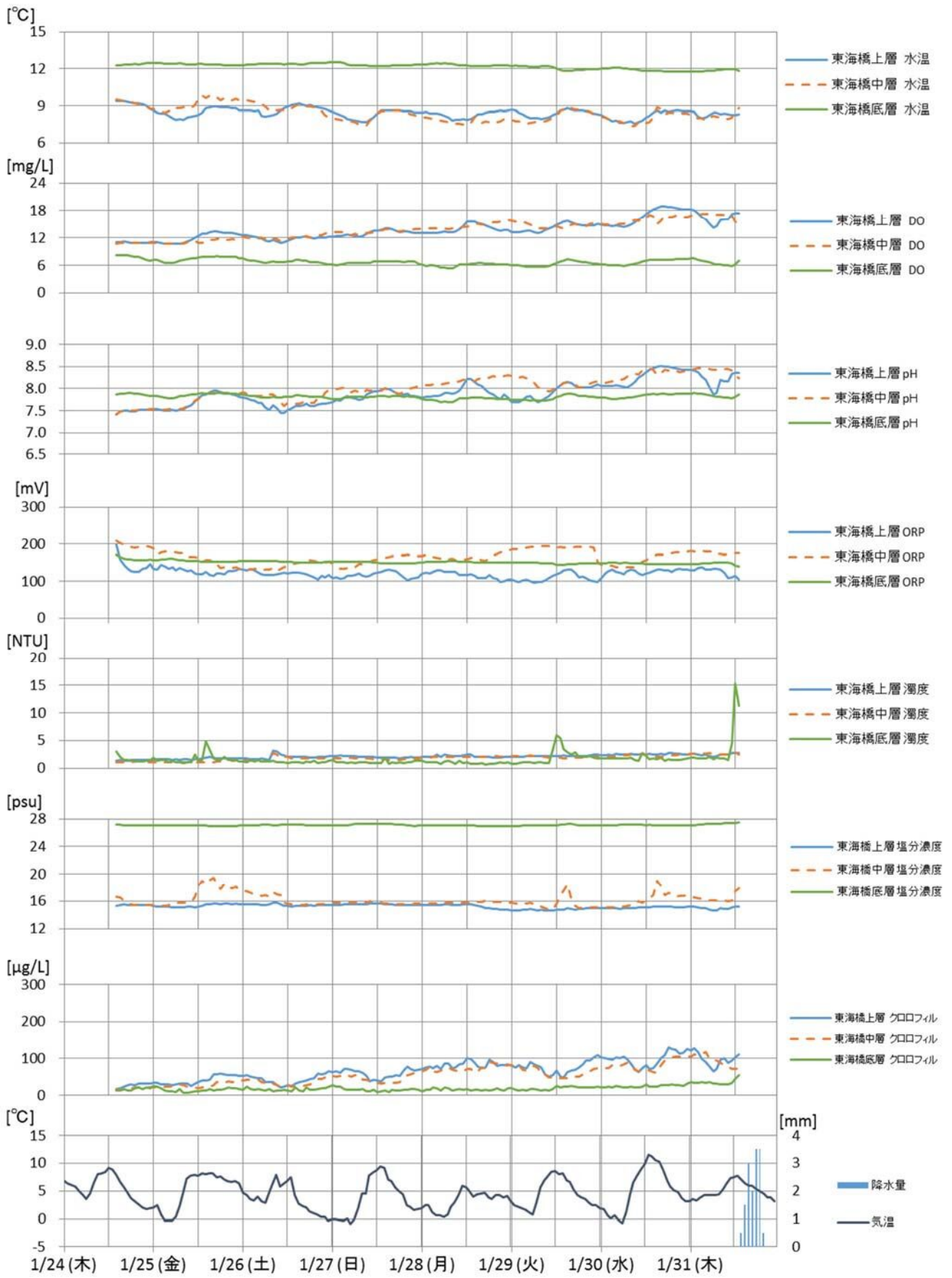


図 3-7 冬季（東海橋）

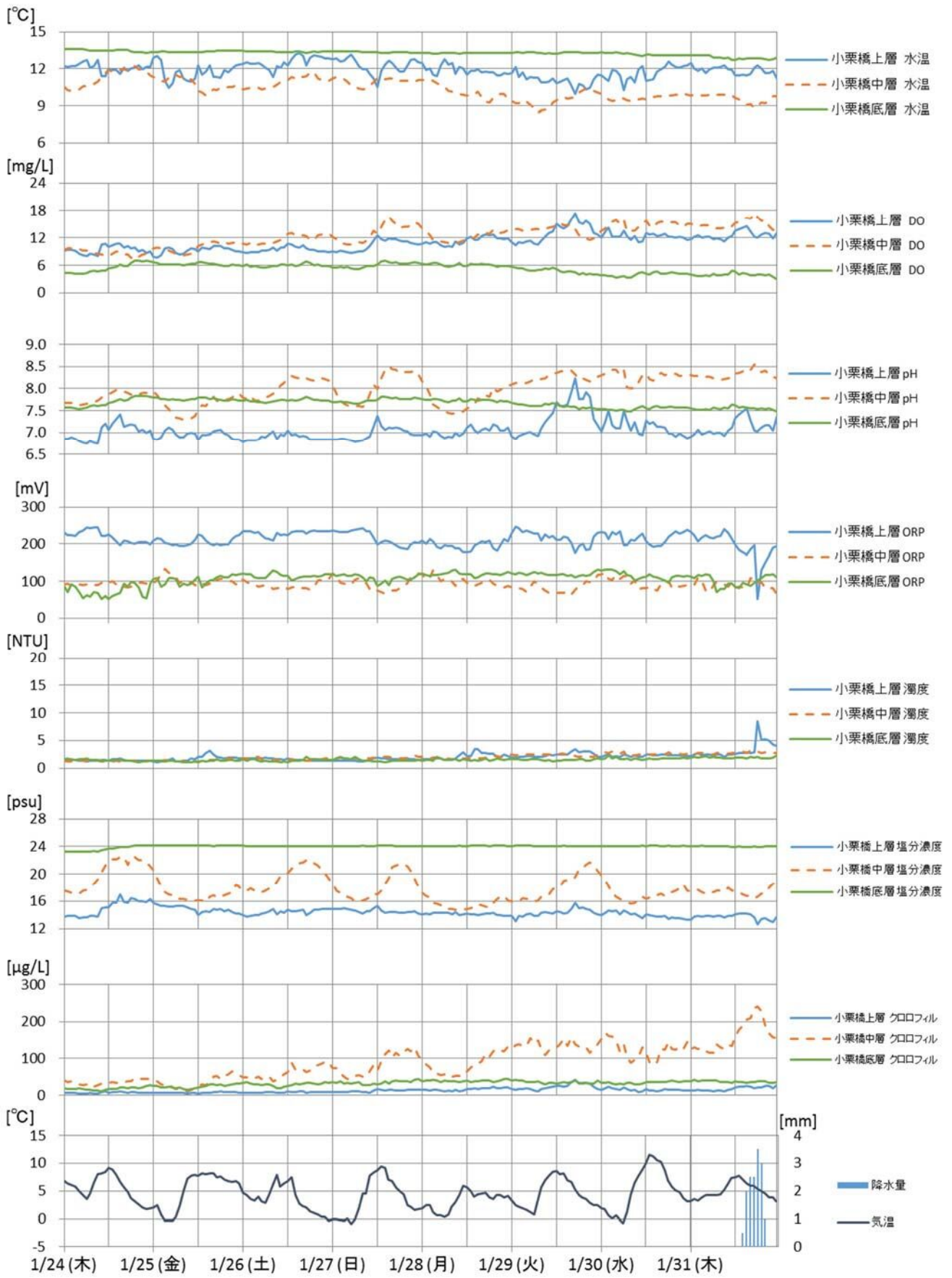


図 3-8 冬季（小栗橋）

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 19.3℃、日最高気温の平均は 23.9℃、日最低気温の平均は 15.1℃であった。

(水温について)

東海橋の方が上層、中層、底層とも期間中の平均値でやや低い(約 1℃)。また、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 1.7mg/L と低いものの、小栗橋の底層はほぼ 0mg/L であった。一方で、上層については、東海橋より小栗橋の方が高かった。

(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。小栗橋の pH、DO、クロロフィルはよく似た変動をしているが、東海橋ではその傾向が確認できなかった。

(ORP について)

中層はほぼ同程度であったが、小栗橋の底層が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。

(塩分濃度について)

上層、中層、底層とも期間中の平均値で東海橋の方が高かった。

(クロロフィルについて)

東海橋は上層に比べ中層の方が、活動が活発であったのに対し、小栗橋は上層の方が、動きが活発のようであった。

②夏季について

調査期間中には、名古屋観測史上最高気温と言われる 8 月 3 日の 40.3℃を含んでおり、7 日以外はすべて猛暑日で、一年のうち最も気温が高い時期にあたっている。調査期間中の平均気温 32.4℃、日最高気温の平均 37.9℃、日最低気温の平均 28.0℃であった。

(水温について)

春季の調査時に比べ 10℃ほど上がっている。小栗橋の底層を除き、水温が 30℃以上となっていた。

(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)

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 と濁度について)

東海橋では底層の濁度の上昇に連動して、還元状態が緩んでいる (ORP がプラス方向へ動いた) のが確認できた。一方で、小栗橋の中層では、濁度の上昇に連動して、強

い還元状態を示した（ORP がマイナス方向へ動いた）のが確認できた。

これまでのデータから、濁度が上昇する場合、ORP はマイナス方向へ動くことが多いが、プラス方向へ動くことは珍しく、要因は不明である。

(塩分濃度について)

中層は両地点でほとんど差がないが、上層と底層で東海橋の方が高くなっていた。

(クロロフィルについて)

春季と比べると、もともと低かった小栗橋の底層以外はずいぶん低くなっていた。

両地点を比べると、少しだけ東海橋の濃度が高かったが、よく似た挙動を示していた。

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15.7℃。夏季調査時に比べ、16.7℃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11.6℃、小栗橋上層で8.5℃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)

東海橋の底層は春季と同様に平均1.7mg/Lと低いものの、小栗橋の底層は、春季、夏季と同様に0mg/Lであった。

(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が、底層については、ほとんど同じになっていた。

(ORP について)

春季、夏季と同じで、小栗橋の底層が強い還元状態を示していた。

一方で、東海橋では、当初、還元状態であったものが、酸化状態に移行している。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)

東海橋の底層で1日に1回程度、ピークが発生していた。その際、ORPが低下しており、原因は堆積汚泥の巻き上げではないかと考えられる。

一方で、小栗橋の底層では全体的に濁度が高めになっており、東海橋のようなピークは確認できなかった。

(塩分濃度について)

底層は両地点でほとんど差がないが、上層と中層で東海橋の方が高くなっていた。

(クロロフィルについて)

東海橋は上層の濃度が高く、小栗橋は中層の濃度が高かった。小栗橋で上層の濃度が低い理由は不明である。

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4.5℃、日最高気温の平均8.6℃、日最低気温の平均0.5℃であった。

(水温について)

東海橋の方が上層、中層、底層とも期間中の平均値で約1℃以上低かった。

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、露橋水処理センターの排出水の影響が出ているようであった。

(DO について)

小栗橋の底層で、4季を通じて初めて溶存酸素が存在していた。

平成29年度の冬の期間限定調査(12/8～12/15)では、東海橋ではDOが4.7mg/Lであったが、小栗橋では0.3mg/Lとほとんど存在していなかった。平成29年度の調査では、小栗橋では水の循環が行われているのか分からなかったが、平成30年度の調査では、東海橋だけでなく、小栗橋においても、冬季には鉛直方向の水の循環が行われていると考えられる結果であった。

(pH について)

中層、底層は両地点ともほとんど差がないが、上層は小栗橋の方が低くなっていた。

(ORP について)

4季を通じて初めて、すべての地点で酸化状態になった。

(濁度について)

特になし

(塩分濃度について)

両地点を比較すると、上層と底層は東海橋の方が高かったが、中層だけは小栗橋の方が高かった。小栗橋は日間変動が大きかったことが要因と考えられる。

日間変動の要因は、東海橋の場合、中川口からの取水によるものと判明している。しかし、中川口からの取水は、土日は行われていないことを考えると、小栗橋の日変動の要因は東海橋とは異なっていると考えられる。

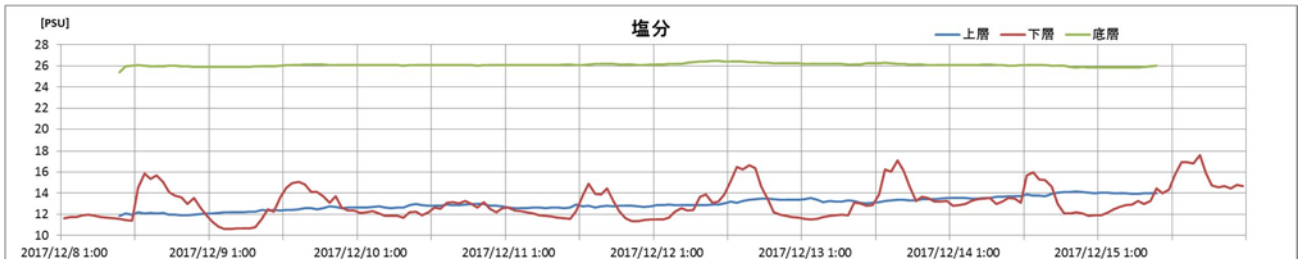
(クロロフィルについて)

両地点を比較すると、特に小栗橋の上層濃度が低い傾向にあるようである。小栗橋の上層が中層の濃度より低い状態にある理由は不明である。

4 その他調査結果

4-1 はじめに

多項目水質計による水質調査の今後の測定地点を検討するため、平成29年12月に東海橋付近で深さ別3層の測定を1週間行ったところ、下層(水面下1.5m付近)の塩分濃度のみに日変動しているような動きを確認した。



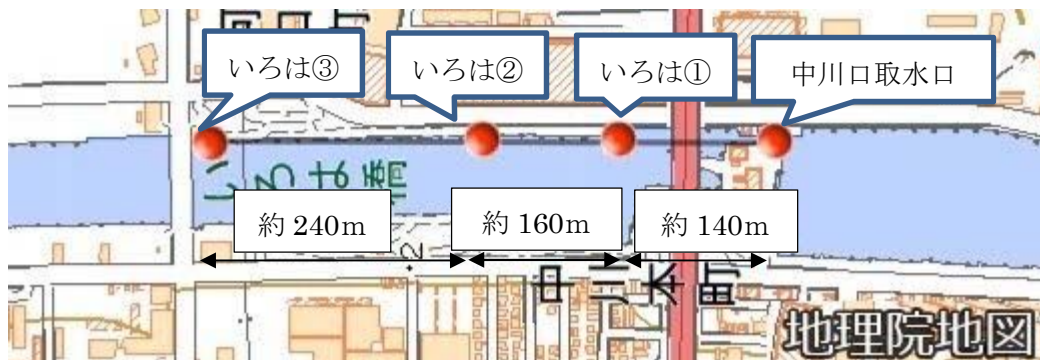
中川運河では、水質浄化施策の一つとして、昼間に、中川口取水口から海水を取水し、松重ポンプ所から堀川へ排出しており、下層の塩分濃度の日変動の要因が、当該取水によるものと推測し、検証するとともにメカニズムについて調査した。

4-2 調査方法等

(1) 地点別の塩分濃度変化調査 (調査年月日:平成31年1月9日~1月16日)

下図のように、多項目水質計を中川口から東海橋付近の間に4地点、それぞれ水面下1.5m付近に設置した。なお、調査期間中連続測定を行い、データは5分間隔で取得した。

(中川口~いろは橋)



(中川口~東海橋)



(2) いろは橋付近の深さ別 塩分濃度分布調査 (調査年月日:1月16日)

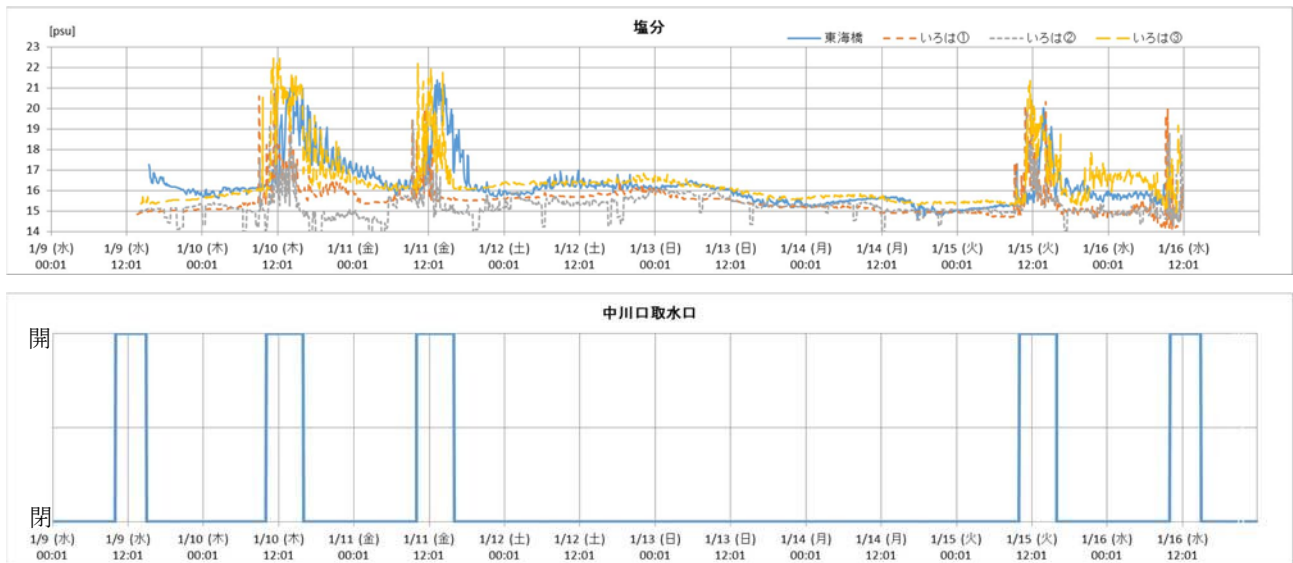
いろは橋(中央)の上から水面下50cm刻みで濃度を調べ、塩分濃度の分布を調査した。なお、データは瞬時値を取得した。

4-3 調査結果

(1) 地点別の塩分濃度変化調査

①塩分濃度変化

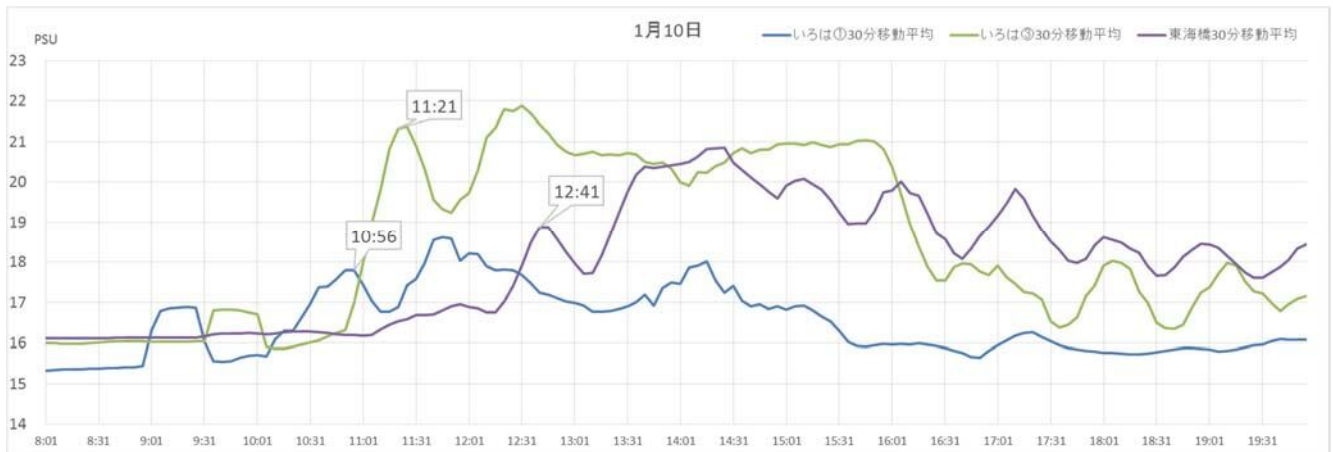
取水を行った日と、塩分濃度が変化した日が一致した。



②流速推計

1月10日の一番初めに来るピークで速度を推計したところ約16m/minであった。

なお、同様に11日、15日で推計したところ、10~20m/minの幅があり、データの取得間隔などの調査方法に課題が残った。

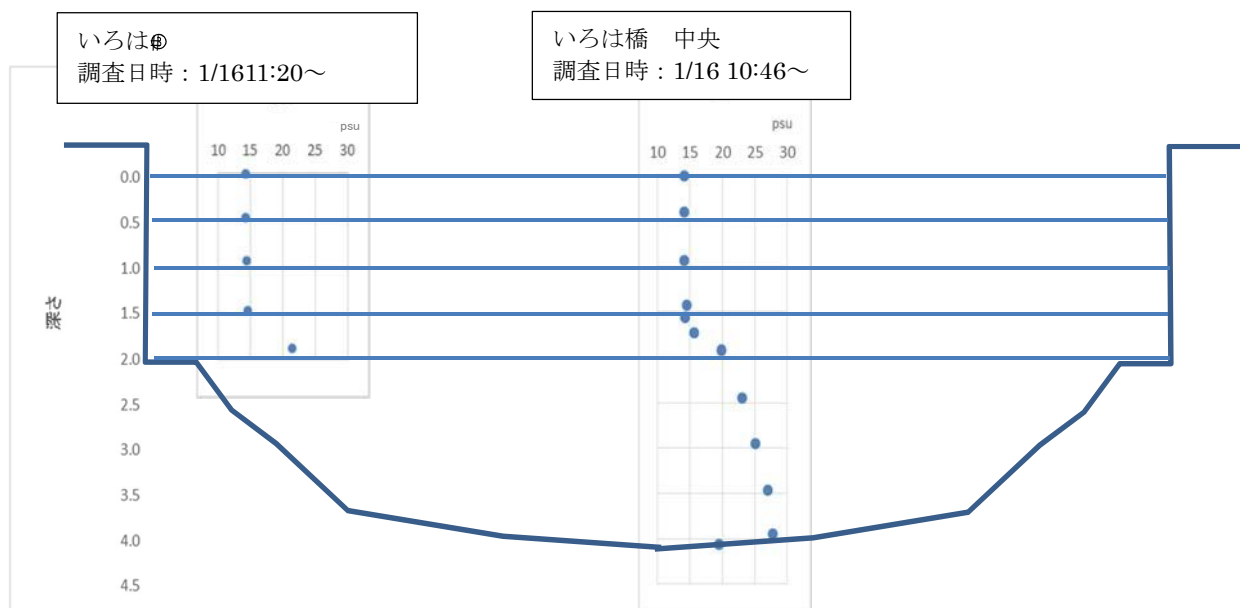


※5分値を使用するとピークの判断が困難なため、30分移動平均とした。

	距離	所要時間	速度
いろは①～いろは③	約 400m	25min	16.0m/min
いろは①～東海橋	約 1700m	105min	16.2m/min
いろは③～東海橋	約 1300m	80min	16.3m/min

(2) いろは橋付近の深さ別塩分濃度分布調査

1月16日に、いろは橋中央 及び いろは③では、水面下 1.5m～2mの間に塩分濃度が急変（約 5psu）している個所が確認できた。



4-4 まとめと考察

(1) 取水による影響について

今回の調査結果から、中川口取水口から取水した日と、いろは橋及び東海橋に設置した多項目水質計の塩分濃度の変化した日が一致した。また、時間変動で見ると、中川口の取水口に近い調査地点、いろは①、②、③、東海橋の順に変化が生じていた。よって、塩分濃度の変化は、中川口取水口からの取水によるものと考えられる。

(2) 塩分濃度の変化が確認できる理由について

深さ別の塩分濃度分布調査によって、水面下 1.5m～2m の間に塩分躍層（塩分が急変している個所）が形成されていることが分かった。

取水前には水質計が躍層の上にあったが、取水開始後に比重の大きい海水が運河底に流れ込むことで運河内の水が下から押し上げられ、躍層の位置も上に移動することにより、水質計が塩分濃度の高い層に入ることによって塩分濃度の変化が生ずると推察された。