

6．河川流況と水質

6-1．河川流況

高瀬川水系では、以下の地点で水位・流量の観測を行っている。

表 6.1.1 高瀬川水系における水位・流量等の観測状況

観測地点			観測開始	水位	流量	流向 流速
水系	河川名	地点名				
高瀬川 (七戸川)	高瀬川 (七戸川)	上野	S54.04	○	○	-
		高瀬川	S46.04 H10.04(流向流速)	○	-	○
		河口	S57.03	○	-	-
	赤川	赤川	S59.03	○	○	-
	砂土路川	砂土路川	S59.03	○	○	-
姉沼川	姉沼川	姉沼川	S45.04	○	○	-
	中津川	中津川	S49.04	○	○	-
	土場川	土場川	S56.05	○	○	-
前川	前川	前川	S54.01	○	-	-
	田面木沼	田面木沼	S54.01	○	-	-
高瀬川	小川原湖	頭無	S35.04	○	-	-
		沼崎	S42.04	○	-	-
		鶴ヶ崎	S49.04	○	-	-
		小川原湖	S56.04	○	-	-
		浜台	S48.04	○	-	-
		内沼	S40.04	○	-	-
		高瀬橋	S40.04	○	-	-

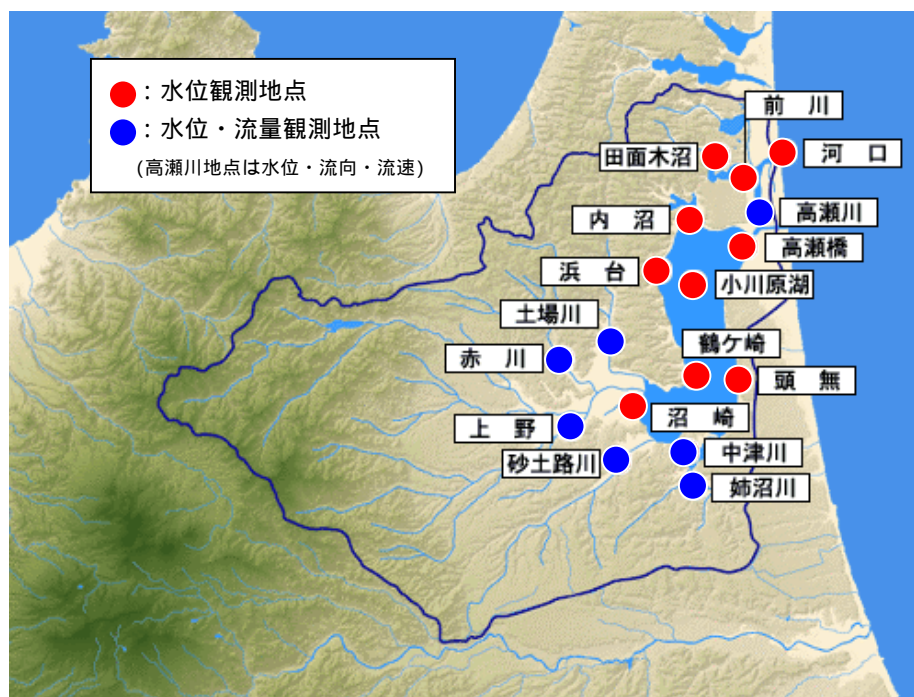


図 6.1.1 高瀬川水系における水位・流量等観測地点位置図

高瀬川(七戸川)上野地点における流況については、1972 年(昭和 47 年)～2002 年(平成 14 年)の 31 年間ににおける平均湧水流量が 4.76m³/s、1/10 湧水流量が 2.23m³/s、平均低水流量が 6.91m³/s である。高瀬川(七戸川)は小川原湖への全流入量の約 70%を占める。

なお、東北でのいわゆる三大湧水年(昭和 48 年、昭和 53 年、平成 6 年)では比較的流況が良く、東北地方の他の河川とは状況が異なる。

表 6.1.2 上野地点の流況表

		最大	豊水	平水	低水	湧水	最小	平均
1	S.47	79.53	12.16	6.97	4.17	2.23	1.43	10.80
2	S.48	127.03	12.20	6.72	4.04	1.89	0.72	11.72
3	S.49	152.88	14.00	7.06	4.25	2.31	1.56	13.95
4	S.50	150.81	14.40	7.51	4.44	1.88	1.60	14.83
5	S.51	112.92	14.29	7.90	5.29	2.67	2.35	12.28
6	S.52	57.82	15.95	9.27	7.18	3.67	1.49	12.24
7	S.53	31.45	11.25	7.56	5.70	3.94	3.33	9.52
8	S.54	368.83	13.74	9.10	5.42	3.66	2.39	12.94
9	S.55	293.18	17.09	10.78	7.54	4.49	3.26	19.37
10	S.56	254.17	17.02	10.75	8.89	6.33	5.91	17.44
11	S.57	161.62	13.26	8.19	6.84	5.42	5.04	13.45
12	S.58	157.34	16.75	9.86	6.98	5.54	4.97	15.96
13	S.59	124.58	12.82	7.27	6.18	4.98	4.44	14.93
14	S.60	50.40	10.45	6.96	5.28	4.18	3.84	9.88
15	S.61	176.97	15.14	11.23	8.15	4.56	4.18	15.11
16	S.62	225.85	17.21	9.56	7.51	6.57	5.09	14.64
17	S.63	137.53	18.82	13.72	8.87	6.84	6.15	17.48
18	H.1	199.76	15.43	9.10	6.10	4.24	3.19	13.83
19	H.2	328.50	13.89	10.19	7.79	4.69	4.13	14.55
20	H.3	227.21	16.01	10.57	8.15	5.40	4.06	15.41
21	H.4	61.49	11.49	8.52	7.09	5.58	5.38	11.19
22	H.5	195.39	16.77	11.40	8.83	6.37	5.28	16.15
23	H.6	159.54	14.21	9.38	6.48	5.12	4.50	13.89
24	H.7	75.05	10.14	6.75	5.77	4.37	3.74	9.43
25	H.8	118.59	14.22	7.10	4.56	3.24	2.58	11.71
26	H.9	80.37	11.76	9.66	7.55	5.14	4.43	10.78
27	H.10	335.52	19.05	14.60	9.98	6.64	5.86	19.73
28	H.11	154.43	19.29	12.38	9.36	7.44	6.56	17.73
29	H.12	107.72	17.02	12.63	9.97	6.91	6.02	17.69
30	H.13	272.68	20.36	11.71	8.27	5.67	5.20	19.00
31	H.14	122.24	19.85	12.99	7.58	5.54	3.07	16.96
1/10相当		57.82	11.25	6.96	4.25	2.23	1.49	9.88
最小		31.45	10.14	6.72	4.04	1.88	0.72	9.43
平均		164.56	15.03	9.59	6.91	4.76	3.93	14.34

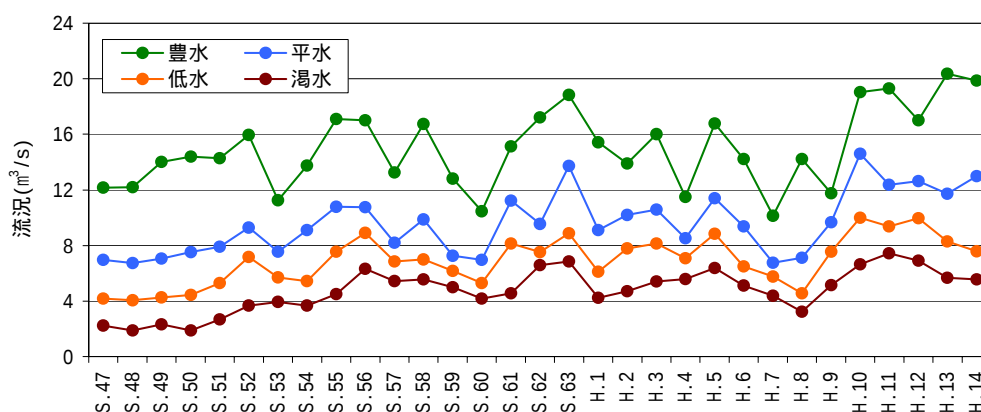


図 6.1.2 上野地点流況の長期グラフ

6-2 . 水質

(1)観測地点

高瀬川水系における水質汚濁に係わる環境基準の類型指定は、河川としては、高瀬川本川（上流七戸川を含む）ならびに小川原湖流入主要支川にA類型またはB類型が指定されている。小川原湖については湖沼A類型が設定されている。また、以下の地点で水質観測が行われている。

表 6.2.1 高瀬川水系における環境基準の設定ならびに水質観測状況

観測地点				環境基準			現状における測定項目数				
水系	河川名	地点名	観測開始	基準地点	類型指定	達成期間	一般項目	生活環境	富栄養化	健康項目	他
高瀬川	高瀬川	上野	S55	○	A	イ	6	8	7	24	11
		高瀬橋 (モニター)	S46	-			6	7	7	-	3
			S54	-			1	-	-	-	1
		河口	S55	-			6	7	7	-	3
	赤川	赤川	S55	-			6	5	7	2	-
		砂土路川		砂土路川			S55	-	A	イ	6
姉沼川	姉沼川	姉沼川	S55	-	B	イ	6	5	7	2	-
		姉沼川出口	S55	-			6	5	10	-	-
	中津川	中津川	S55	-			6	5	7	-	-
土場川		土場川	S55	-	A	イ	6	5	7	-	-
高瀬川	小川原湖	No A	S46	-	湖沼 A	口	7	7	5	-	3
		No B	S46	-			7	7	5	-	3
		No C	S46	○			7	8	10	8	11
		No G	S46	○			7	8	10	8	11
		No G 24	H05	-			7	6	4	-	4
		No H	S46	○			7	8	10	8	11
		小川原湖総合観測所	S56	-			2	3	1	-	2

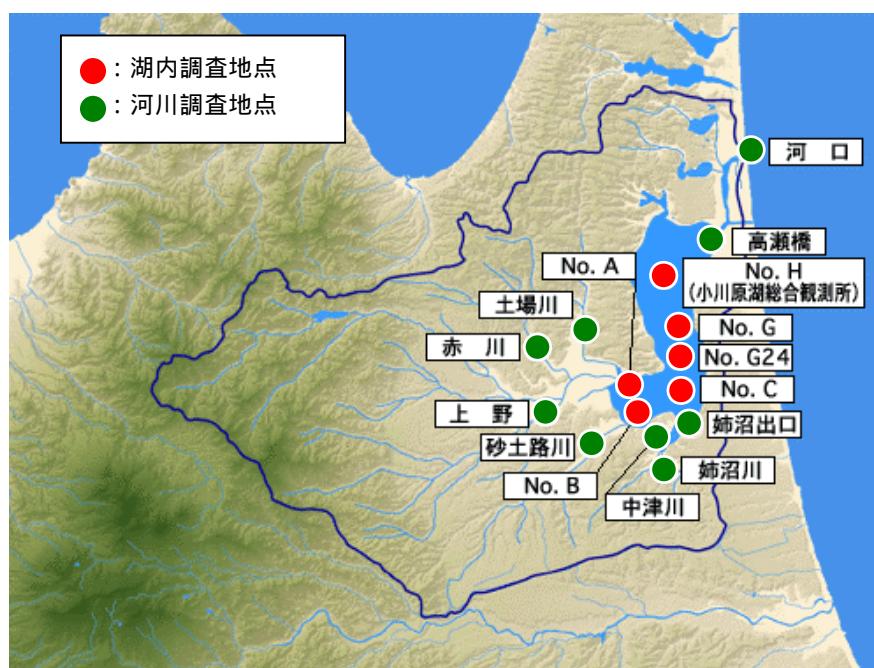


図 6.2.1 高瀬川水系における水質観測地点位置図

(2) 流入河川の水質状況

BOD75%値より環境基準の達成状況をみると、年によって超過する場合もあるが、概ね全流入支川とも満足している状況にある。

COD は、近年では 2～5mg/L の範囲に位置しており、七戸川以外は 4mg/L 前後の値となっている。長期的には横ばいか漸減傾向にあり、小川原湖流入河川での有機汚濁の進行は生じていないことがうかがえる。

T-N は、近年では 1.0～4.6mg/L の範囲に位置しており、姉沼川・中津川で濃度が高い。長期的には、七戸川を除き上昇傾向が顕著である。T-P は、近年では 0.03～0.09mg/L の範囲に位置しており、姉沼川以外は 0.05mg/L 前後の値となっている。長期的には大きな変化はみられない。T-N、T-P とも、湖内濃度よりも高く、富栄養化の要因のひとつとなっている。

流入河川の中では、市街地を通過する姉沼川・中津川の水質が悪く、流入量の最も多い七戸川の水質が最も良い。

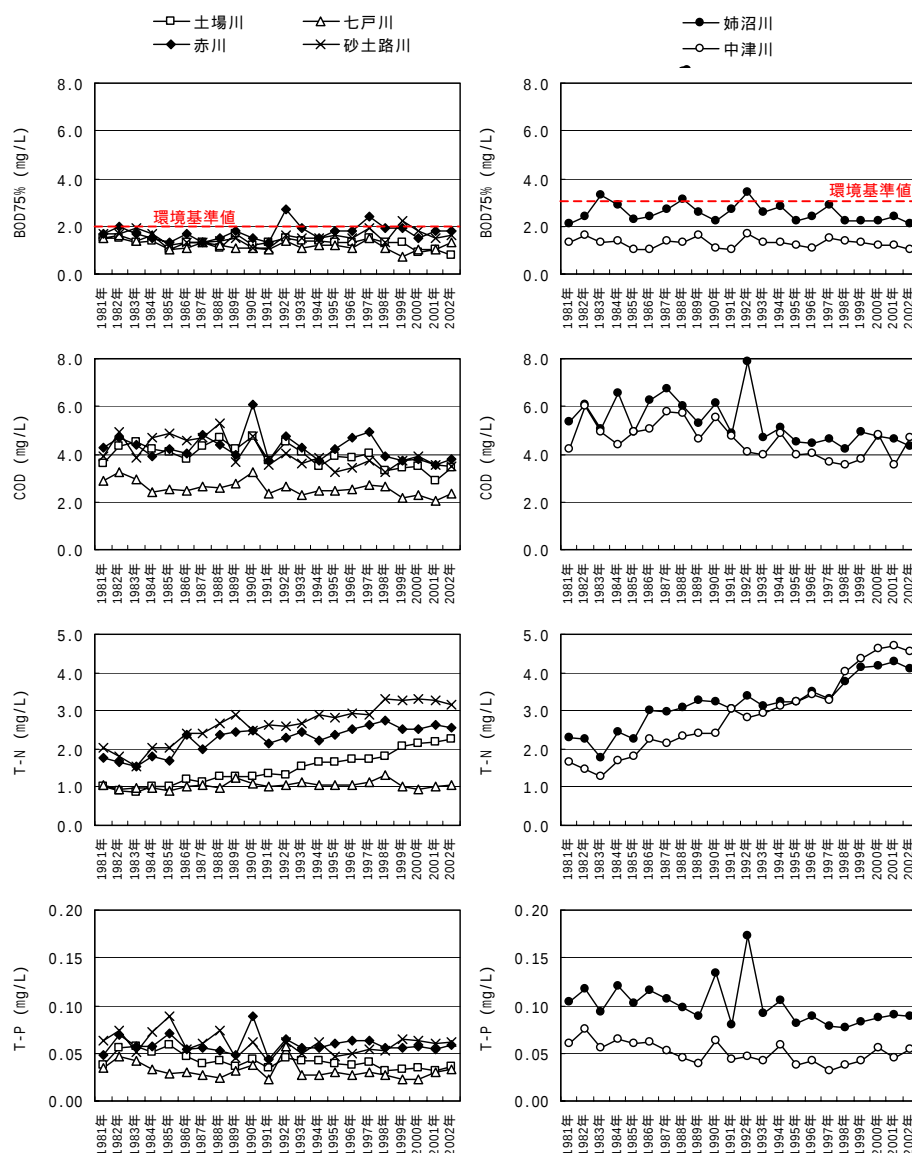


図 6.2.2 流入河川の水質状況(左：A 類型河川、右：B 類型河川)

(3) 小川原湖の水質状況

1) 湖心付近の水質変化状況

小川原湖の鉛直方向の水質について、代表的な H 地点水質(上層・中層)、及び深層については最深部である G24 地点水質を示す。

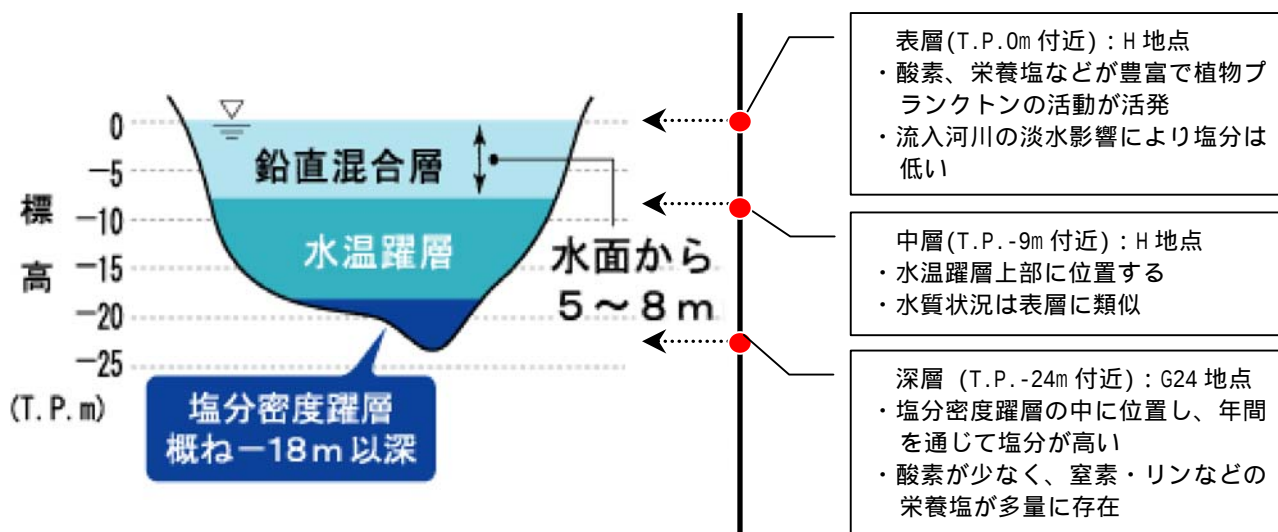


図 6.2.3 水質調査地点の各層と特徴

■ 水温

表層と中層の差はほとんどなく、経年的には年平均値 10～15 の範囲で推移している。約 5 年の周期で上昇・下降を繰り返している状況にある。季節的には、両者とも 2 月に低く 8 月に高くなる点は共通しており、夏季を中心に表層が中層より月平均値で 2 程度高くなる。

深層の 10 年間平均水温は 8.7 と表層より約 4 低く、季節変動は表層より小さい。経年的にはわずかながら低下傾向がうかがえ、1993～2002 年の 10 年間で約 1.3 低下している。季節的には成層期には表層・中層より低く、循環期に高く推移し、4 月と 11 月に全層で同程度の水温となる。

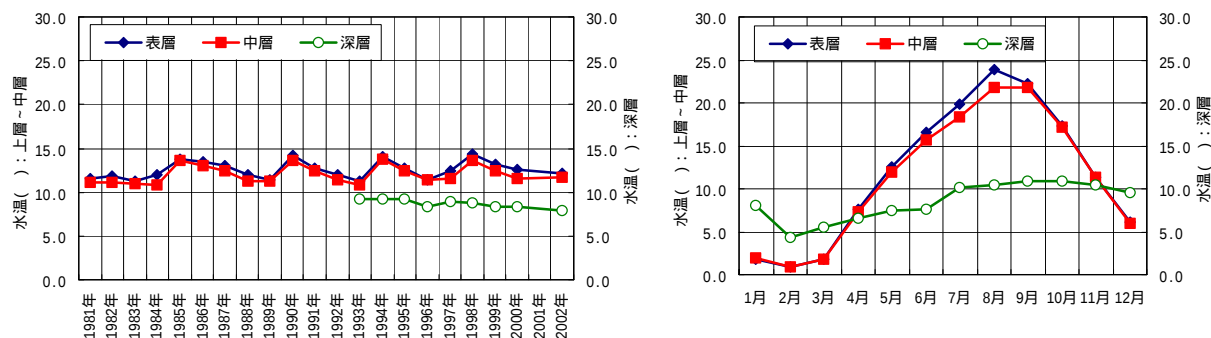


図 6.2.4 小川原湖における層別年平均値・月平均値の推移状況(水温)

■ 塩化物イオン

表層と中層の差はほとんどなく、22 年間平均では約 600mg/L である。経年的には 350 ~ 750mg/L の範囲で推移している。季節的には、冬期に高く、夏期に低い。

深層の 9 年間平均塩化物イオンは約 6600mg/L と表層・中層の約 11 倍である。経年的には 5600 ~ 7200mg/L の範囲で変動している。季節的には、2 月に高く、12 月に低い。

上層・中層では、冬季に濃度上昇し夏季に低下する。冬季循環期に鉛直循環流が生じ、深層部の高塩分水塊が表層・中層に供給されることが要因であると考えられている。

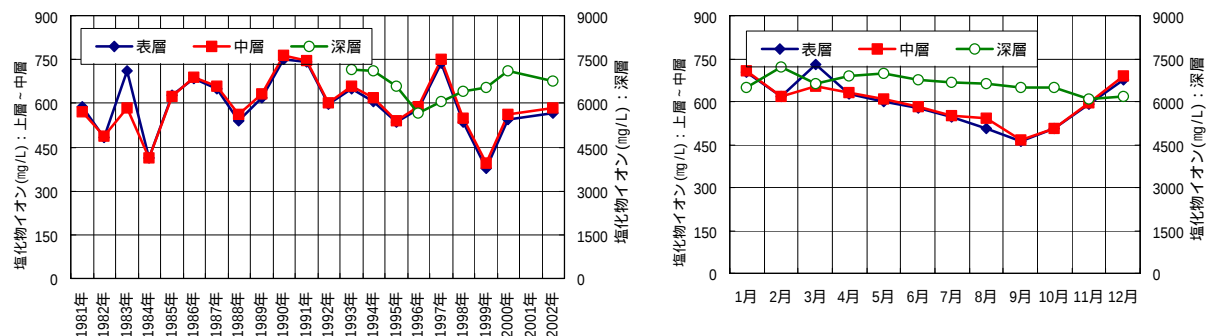


図 6.2.5 小川原湖における層別年平均値・月平均値の推移状況(塩化物イオン)

■ DO

表層の 22 年間平均 DO は 10.7mg/L であり、環境基準(7.5mg/L)を満足している。経年的な変動はほとんどない。季節的には 2 月に高く、8 月に低い。これは、水温の違いによるものであり、低い水温ほど気体が溶けやすい特性を反映したものである。

中層は表層とほぼ同程度であるが、夏期に表層を下回る状況となる。これは、後述するように、夏期は中層より表層で植物プランクトンが多いため、光合成による酸素の発生量が表層で多くなるためと考えられる。

深層の 10 年間平均 DO は 0.3mg/L であり、ほとんど無酸素状態に近い。すなわち、塩分密度躍層は常に酸素がない状態が継続していることとなる。

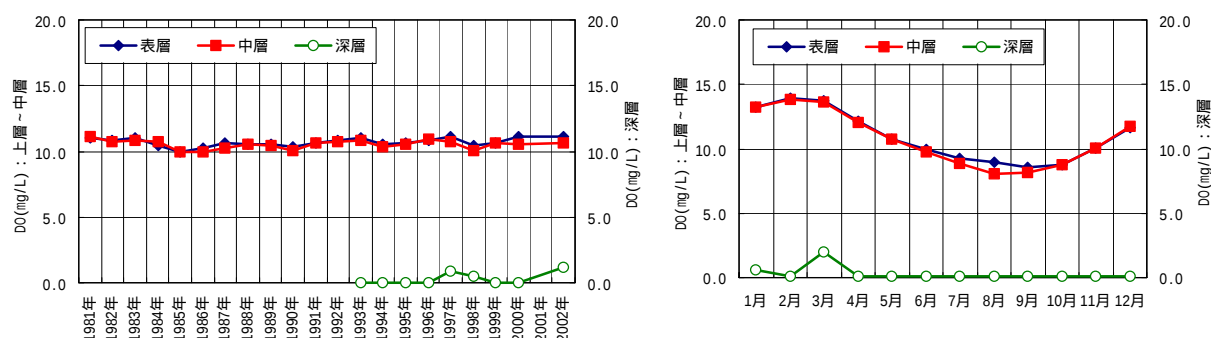


図 6.2.6 小川原湖における層別年平均値・月平均値の推移状況(DO)

■ COD

表層の 22 年間平均 COD75%値は 3.1mg/L であり、経年的には 1986 年以降、環境基準 (3.0mg/L) 付近で推移している。経年・季節的に大きな変動はみられない。春季と夏季に植物プランクトンの増殖にともなう上昇がみられる。

中層はほとんど表層と変わらない濃度であり、変化傾向も類似している。ただし、1990 年代半ば頃からはわずかながら表層より低いレベルで推移している。

深層の 10 年間平均 COD75%値は 32.2mg/L と表層・中層の約 10 倍である。経年的には 13~52mg/L と大きく変動している。季節的には 11 月に高く、2 月に低い。

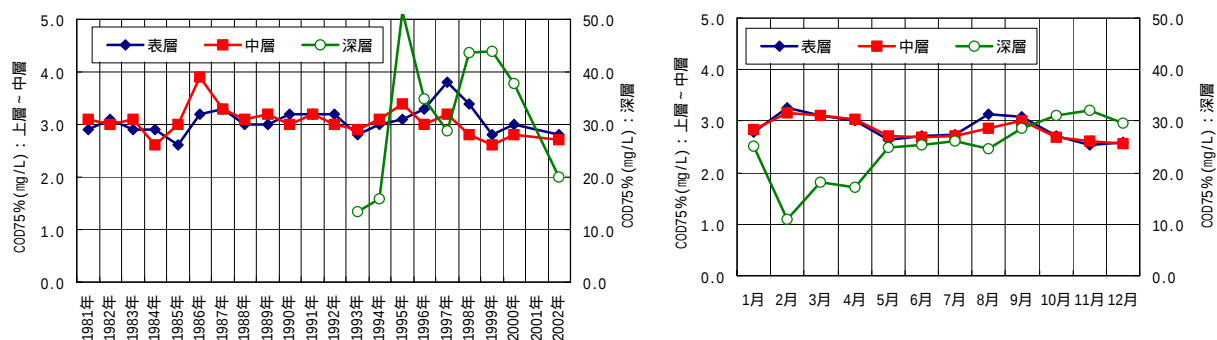


図 6.2.7 小川原湖における層別年平均値・月平均値の推移状況(COD)

■ クロロフィル a

わずかに表層が高い年はあるものの、表層と中層の差はほとんどなく、22 年間平均では約 8.0mg/L である。1980 年代半ば頃より上昇し始め、2002 年は約 10 μ g/L と 1980 年代始めの約 2 倍である。季節的には 2~3 月の春季にもっとも高いピークがあるが、8~9 月頃にも濃度は低いもののピークがみられる。春季は珪藻類が主体で湖面全域で高濃度となり、夏季は緑藻類・藍藻類が主体で河川流入部を中心に高濃度となる。

濃度上昇の要因として、栄養塩の上昇に伴う湖内水質反応の活発化が考えられている。深層は 10 年間平均クロロフィル a は 1.3mg/L である。藻類が増殖するための光条件が十分ではなく、藻類はほとんど存在していないと言える。

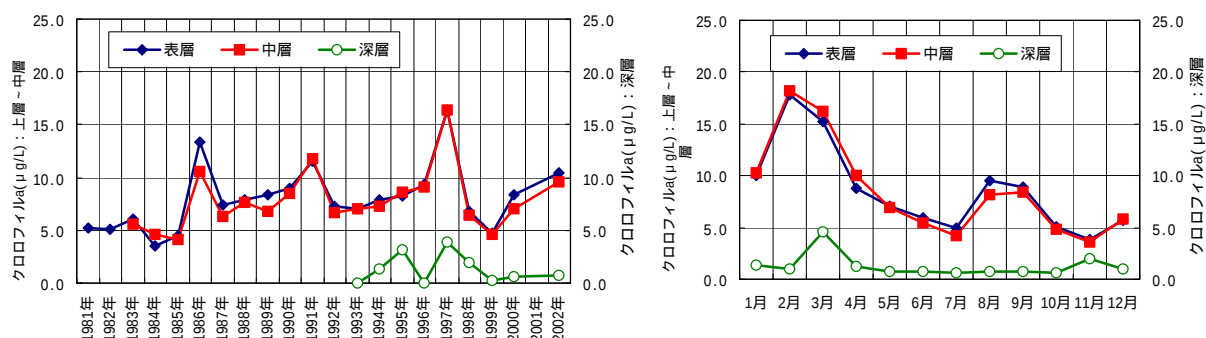


図 6.2.8 小川原湖における層別年平均値・月平均値の推移状況(クロロフィル a)

■ T-N

表層と中層の差はほとんどなく、22 年間平均では約 0.8mg/L である。経年的には 1980 年代半ば頃より増加傾向にある。季節的には 4 月に高く、9 月に低い。

濃度上昇の要因として、流入河川による肥料等の影響が考えられている。

深層の 10 年間平均 T-N は 6.3mg/L と表層・中層の約 8 倍である。経年的には約 4 ~ 10mg/L の範囲で大きく変動している。季節的には 2 月にもっとも低く、10 月にもっとも高い。このことから、10 月までは沈降等により徐々に T-N が蓄積され、11 月頃からの鉛直循環流により上層側に連行されていることがうかがえる。

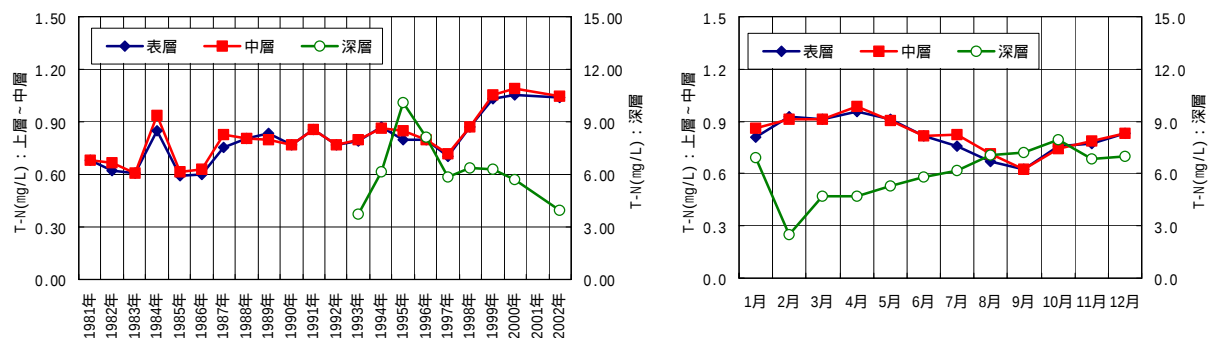


図 6.2.9 小川原湖における層別年平均値・月平均値の推移状況(T-N)

■ T-P

表層と中層の差はほとんどなく、22 年間平均では約 0.02mg/L である。経年的には 1980 年代半ば頃より上昇傾向にある。季節的には冬期に高く、夏期に低い。

濃度上昇の要因として、融雪水流入や深層部からの回帰による影響が考えられている。

深層の 10 年間平均 T-P は 1.02mg/L と表層・中層の約 50 倍である。経年的には約 0.6 ~ 1.9mg/L と大きく変動している。季節的には 2 月に低く、10 月に高い。

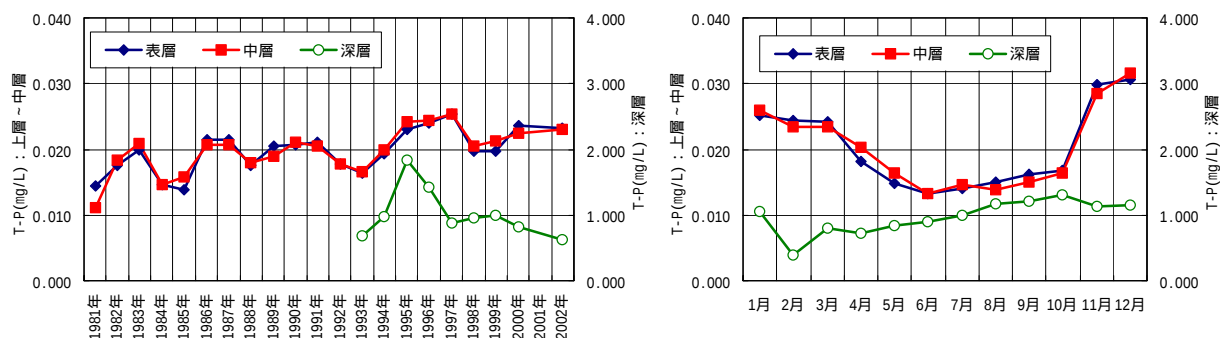


図 6.2.10 小川原湖における層別年平均値・月平均値の推移状況(T-P)

2) 塩水の侵入現象

小川原湖は、湖北部に接続する高瀬川(約 6.6km)により太平洋と通じており、潮位が湖水を上回ると高瀬川に逆流が生じ、塩水遡上が開始される。季節的には、朔望日高潮位が湖水位を上回る 6～7 月や 11～1 月頃に塩水遡上は生じやすく、他の時期は生じにくい。高瀬川を遡上する際の塩水の混合形態は弱～緩混合型である。塩水は“低高潮位～高低潮位～高高潮位”にかけて段階的に遡上する。低高潮位時に遡上を開始した塩水は、小川原湖に到達する前に高低潮位となり河口近くまで戻される。

小川原湖に到達した塩水は、上下層ほぼ様な濃度で湖口部に侵入・拡散し、高瀬橋～湖口間・浅瀬部(マウンド)・北側みお筋(B～C 地点)の区間(約 70 万 m^3)に滞留される。逆流が継続し、塩水侵入量が湖口付近の滞留量(約 70 万 m^3)に達すると、みお筋に沿って侵入していた塩水がブランジングポイント(C 地点)を越え、底層密度流となって斜面を流下し湖深層部に至る(調査時の底層密度流の塩分はおよそ 10～20psu)。大規模に塩水が侵入した場合には、浅瀬部(マウンド)に分布していた塩水が、これを超えて湖深層部に流下する場合もある(調査時の流下塩水の塩分はおよそ 3～5psu)。

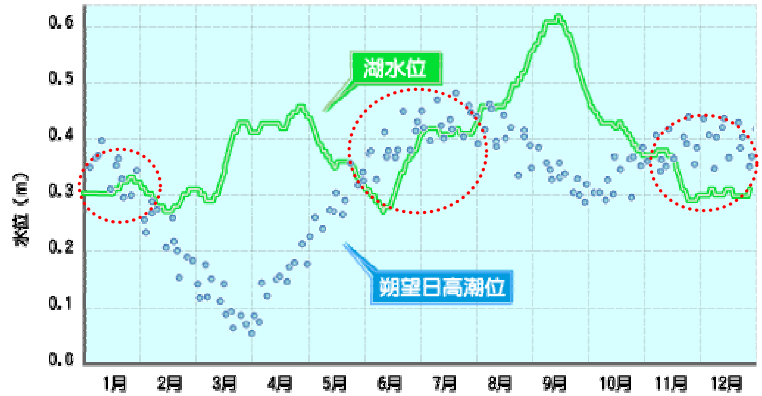


図 6.2.11 湖水位と朔望日高潮位の季節的特徴

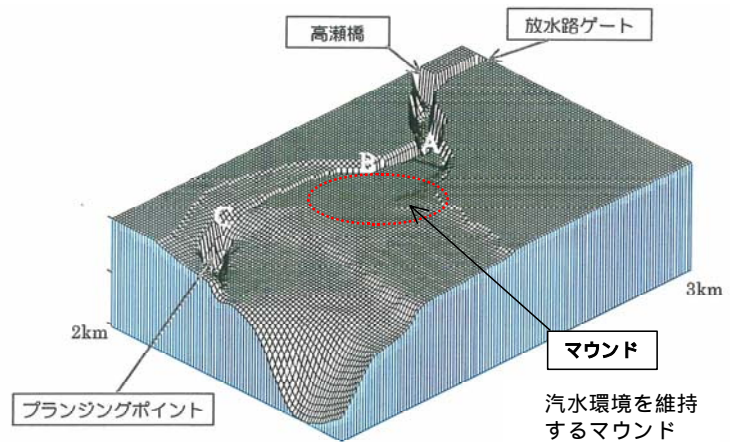
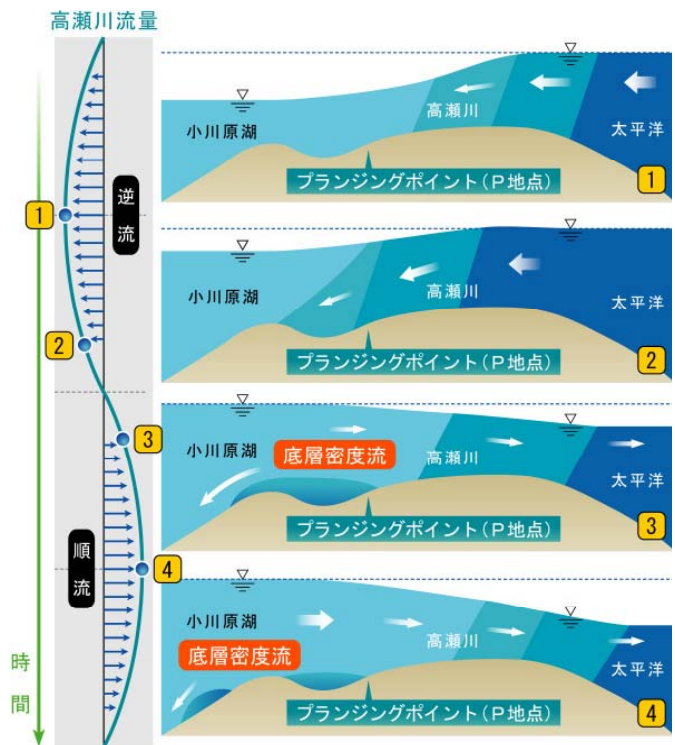


図 6.2.12 湖口部地形の概要



※ ブランジングポイント: この地点を通過すると湖内に塩水が侵入する境界点を意味する

図 6.2.13 小川原湖への塩水流入の概念図

一方、塩水侵入量が滞留量(約 70 万 m^3)に達する前に順流に転じた場合は、湖口付近に分布していた塩水は高瀬川より再度流出し、侵入塩水は湖内塩分上昇に寄与しない。高瀬橋に到達するのに必要な逆流量は 80 万 m^3 であり、これに湖口付近の滞留量(約 70 万 m^3)を合わせると、湖内深層部に塩水が流下するには 150 万 m^3 の逆流量が必要となる。

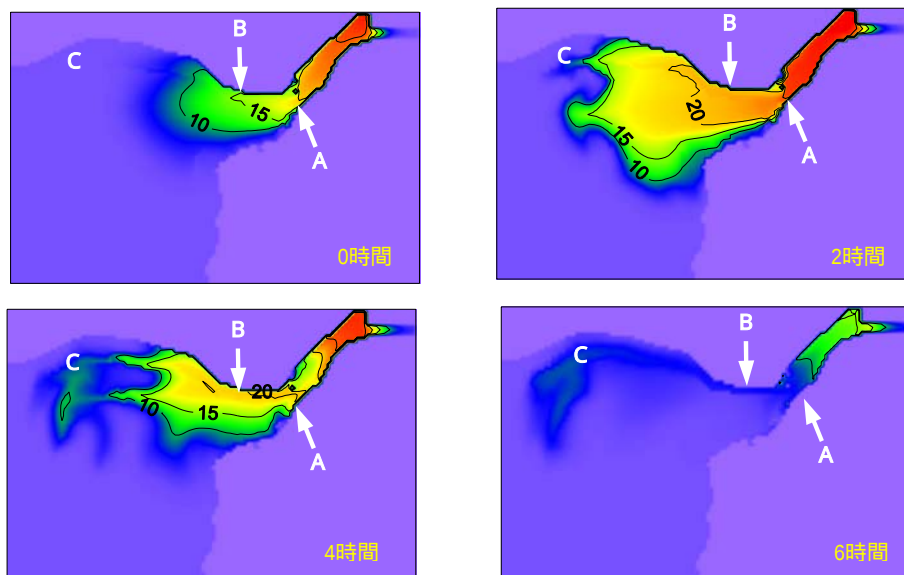


図 6.2.14 数値解析による塩水侵入の再現



図 6.2.15 小川原湖湖口～高瀬川における塩水侵入区間

表 6.2.2 塩分と塩化物イオンの概算換算表

塩分 (psu)	塩化物イオン (mg/L)	塩分 (psu)	塩化物イオン (mg/L)
1	554	15	8,303
2	1,107	20	11,071
3	1,661	25	13,839
5	2,768	30	16,606
10	5,535	35	19,374

注) 当換算表は、ユネスコの勧告(1962)にもとづく「塩分(‰) = $1.80655 \times \text{Cl}^- (\text{‰})$ 」および「 $\text{Cl}^- (\text{‰}) = \text{Cl}^- (\text{mg/L})$ 」「塩分(‰) = 塩分 (psu)」を仮定して換算したものである。