

1.大橋川の塩水遡上形態(現地調査結果)

(1) 遡上時の塩水の混合形態

・ 大橋川の塩水遡上形態は、潮汐などの影響を受けて強混合から緩混合に変化しており、潮汐が半日周期から日周期になるとき塩水は遡上しやすくなる。

国土交通省では、平成 12 年及び平成 14 年に大橋川において流動詳細調査を実施している。

図 1.2 は平成 12 年の調査結果を示しており、大橋川下流(0-2) , 中流(0-1)及び上流(松江)における表底層の塩分の時系列変化である。同図に基づき、遡上時の塩水の混合状況を整理すると以下のとおりである。

表 1.1 遡上時の塩水の混合状況

遡上パターン	番号	混合状況
上流まで塩水が到達しないパターン	-1	下流：ほぼ強混合だが表底層に若干の濃度差
	-3	中流：底層には高塩水が到達するが、表層は低塩水 上流：表底層とも低塩水
	-2	下流：緩混合、表層は低塩分 中上流：表底層とも低塩水
上流まで塩水が到達するパターン	-1	下流：ほぼ強混合だが表底層に若干の濃度差
	-2	中流：緩混合で表層は低塩水だが遡上後半で若干濃度上昇 上流：底層は高塩水が到達
	-3	下～上流：全体にわたり強混合

-1,-3 と -1,-2 の相違点

-1,-3 と -1,-2 では、下流では同様に「ほぼ強混合で若干表底層に濃度差ができる程度」であるが、大橋川上流への高塩水の到達状況が異なっている。これは、-1 が通常の半日周期の潮汐変化なのに対し、-1, -2 では日周期になっているためと推測される。また、-3 は日周期であるが、この期間(10/4~10/7)は長期的(週程度)な水位低下期間であり、潮汐による遡上より流下が卓越したため、高塩水は上流へ到達しなかったと推測される。

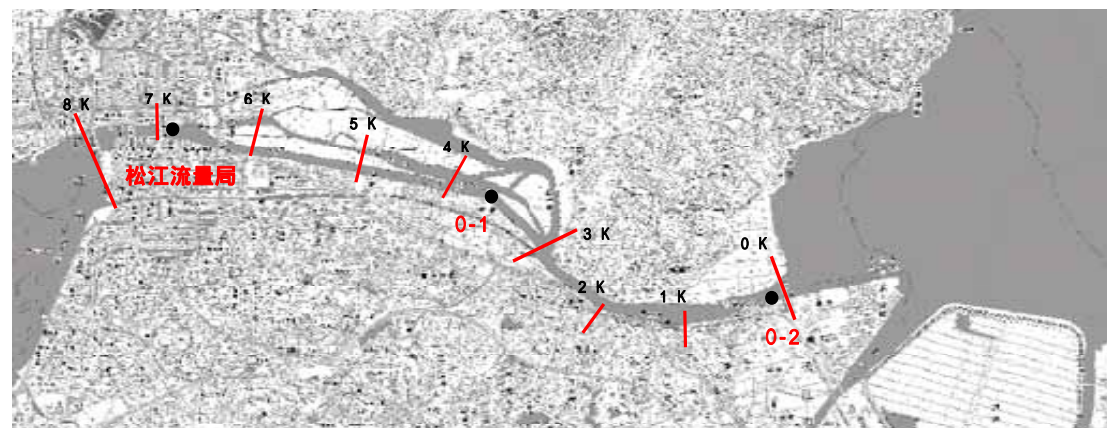


図 1.1 調査地点位置図(平成 12 年調査)

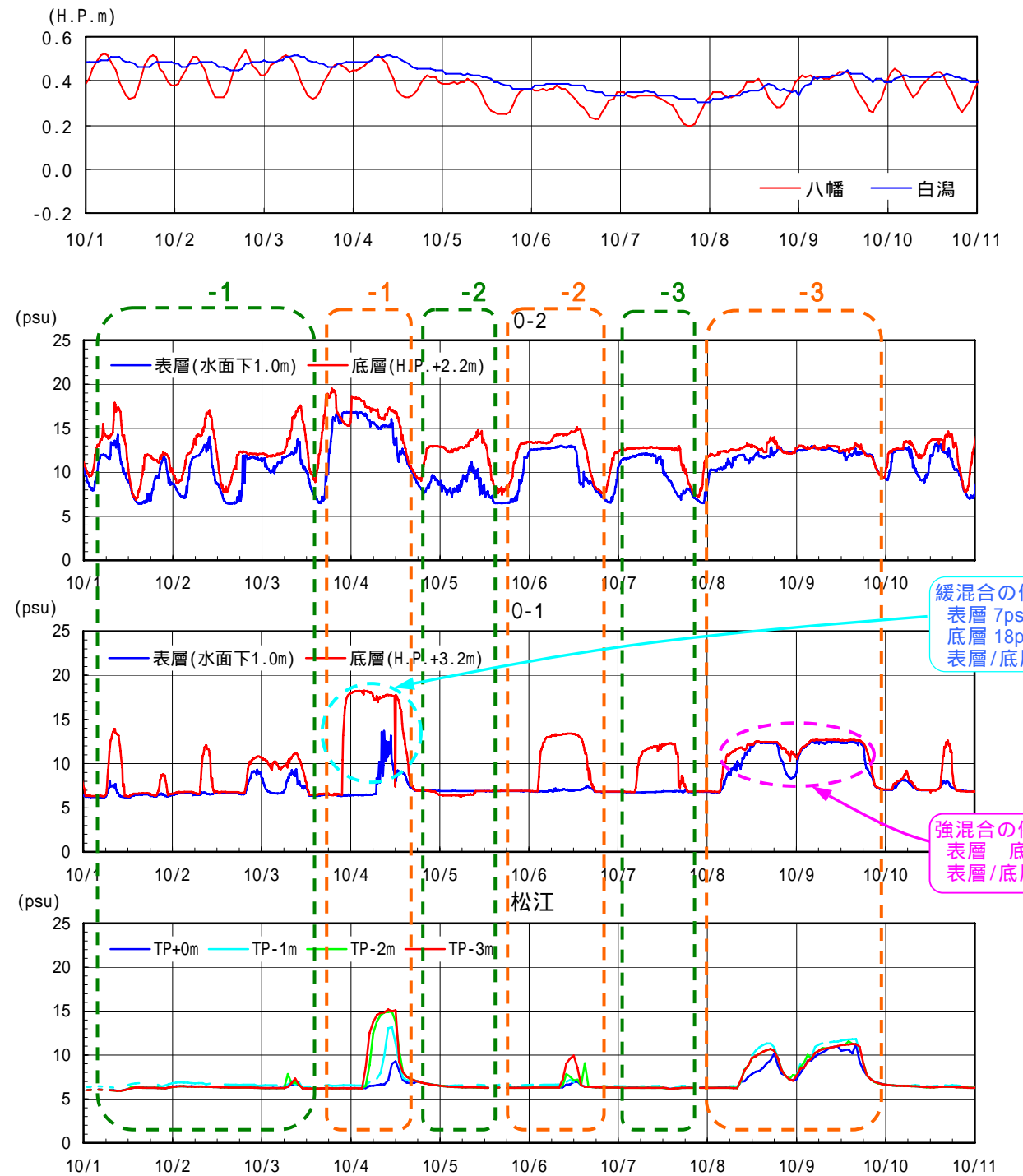


図 1.2 各調査地点の塩分濃度時系列変化(H12.10/1~10/10)

混合形態の分類
 弱混合：表層と底層の塩分比 0.1 以下
 緩混合：同上 0.1~0.5
 強混合：同上 0.5 以上
 「水理公式集(平成 11 年度版)」土木学会より

- ・ 既往最大規模の高潮時が発生した時、大橋川では、強混合状態で塩水が遡上している。
- ・ 潮汐が日周期になる場合でも、中海と宍道湖の水位差により塩分の遡上形態は変化し、中海の水位が宍道湖の水位より十分高くないと、中海の塩水は上流まで到達しない。

図 1.4 は平成 14 年度調査における大橋川内各地点の塩分の縦断変化を示している。なお、最上段及び 2 段目の図は、調査期間中の中海・宍道湖水位と大橋川松江地点流量の時系列変化であり、塩分の縦断変化を出力している時刻を縦線で示している。各タイミングにおける遡上・混合状態は以下のとおりである。

表 1.2 潮汐の状況と塩水の遡上・混合状況

潮汐状況など	遡上・混合状況
既往最大規模の高潮が発生し、大規模な遡上が起こっている	下流から上流においてほぼ完全混合で高塩水が上流に到達
上潮のタイミングであるが、宍道湖水位が高く、流出が卓越する 潮汐は日周期に近い	下流端は強混合 下流から 2k5 付近までは底層に高塩水が浸入しているが、4k0 より上流では表底層ともに低塩水 高塩水は上流に到達しない
	下流端は強混合だが、塩分濃度は低い(15~20psu 程度) 下流から上流において緩混合状態 上流に高塩水が到達
中海の水位が若干高い状態で、潮汐は日周期に近い	下流から上流においてほぼ強混合で高塩水が上流に到達

と における混合状態の違いについて

とも潮汐の周期は日周期に近い。高塩水の遡上状況に差が見られるのは宍道湖と中海の水位差の違いに起因するものと推測される。は宍道湖の水位が中海の水位より高いのに対し、の水位差はほぼ同程度である。

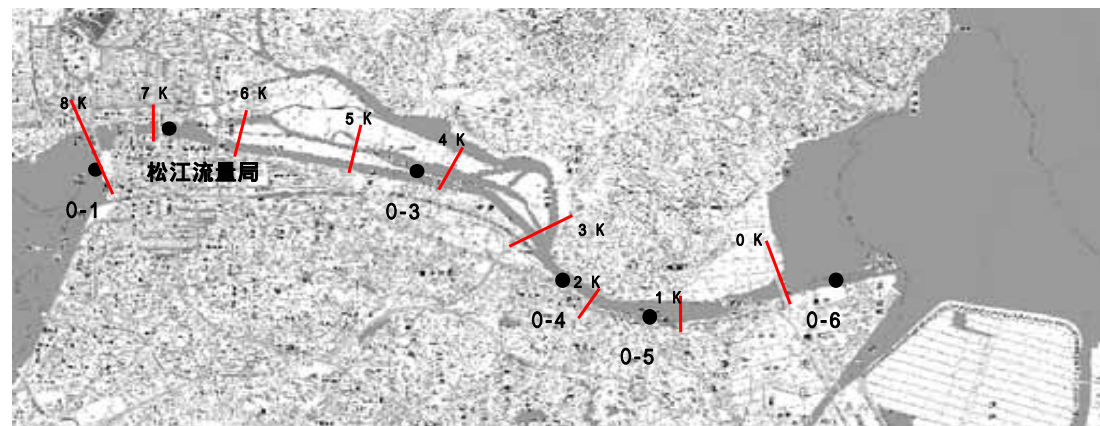


図 1.3 調査地点位置図(平成 14 年調査)

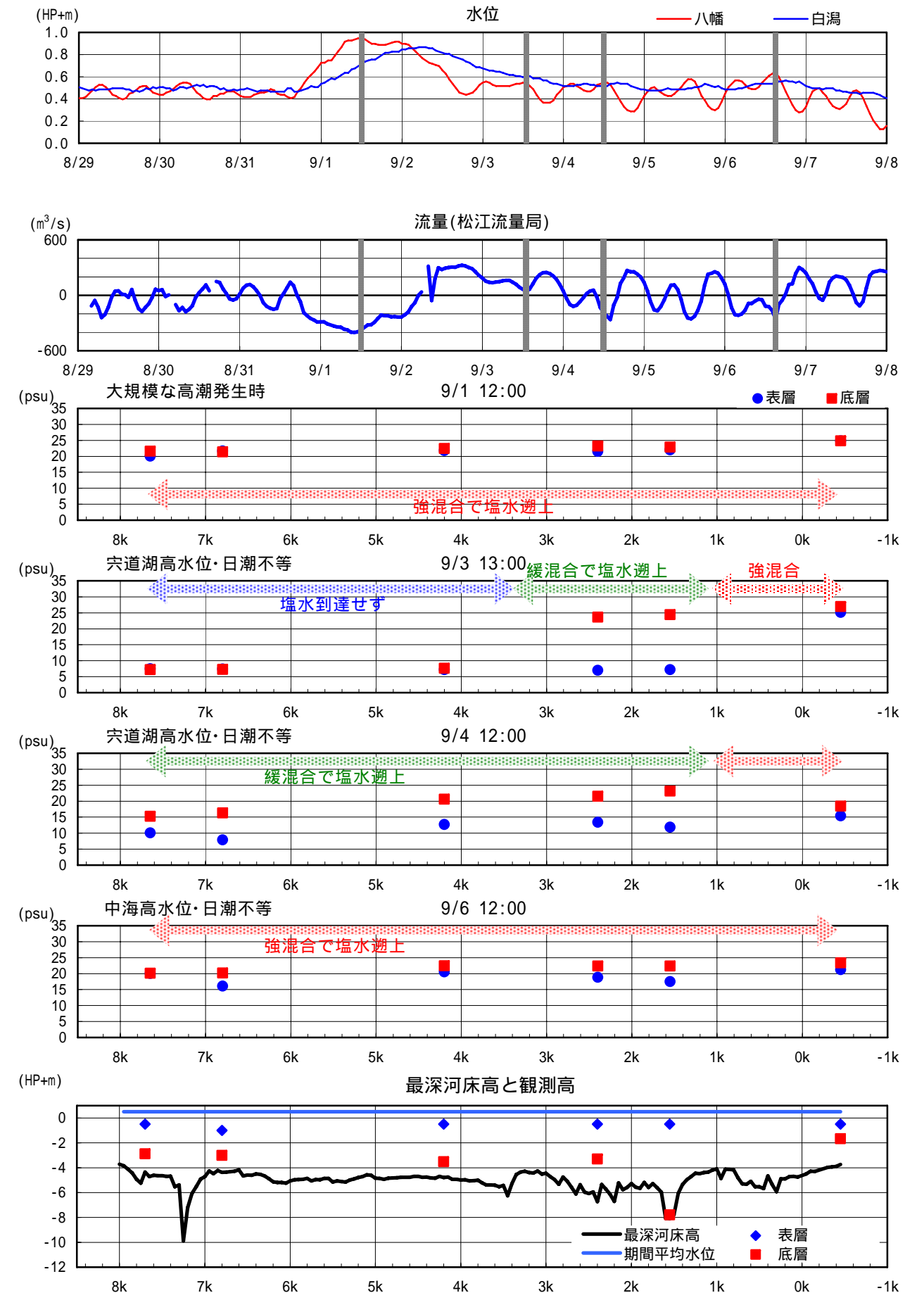


図 1.4 塩分濃度の縦断変化(H14.9/1~9/6)

大橋川流動詳細調査(H12,H14)の概要

大橋川において実施した平成 12 年及び平成 14 年の流動詳細調査の概要は以下のとおりである。

平成 12 年調査

中海～大橋川～宍道湖において 11 地点(大橋川内 2 地点)の観測地点を設置し、30 日間にわたり流向・流速、塩分及び溶存酸素の連続観測を行った。各地点では表層(水深 1m)及び底層(湖底上 1m)の 2 層で 10 分間隔の測定を行っている。

平成 14 年調査

中海接合部～大橋川～宍道湖接合部において 7 地点(大橋川内 5 地点)の観測地点を設置し、30 日間にわたる流向・流速の連続観測と最大 90 日間にわたる水温、塩分及び溶存酸素の連続観測を行った。各地点では表層(水深 1m)及び底層(湖底上 1m)の 2 層で 10 分間隔の測定を行っている。

また、音響探査装置による密度界面調査を行っており、塩水遡上時の塩分くさびの形状を測定している。

調査期間のうち、8 月中は比較的安定した気象条件であったが、8/29～9/1 の低気圧の通過に伴い、降雨がほとんどない状態で 1 潮汐あたりの遡上流量としては既往最大規模の高潮が発生している。

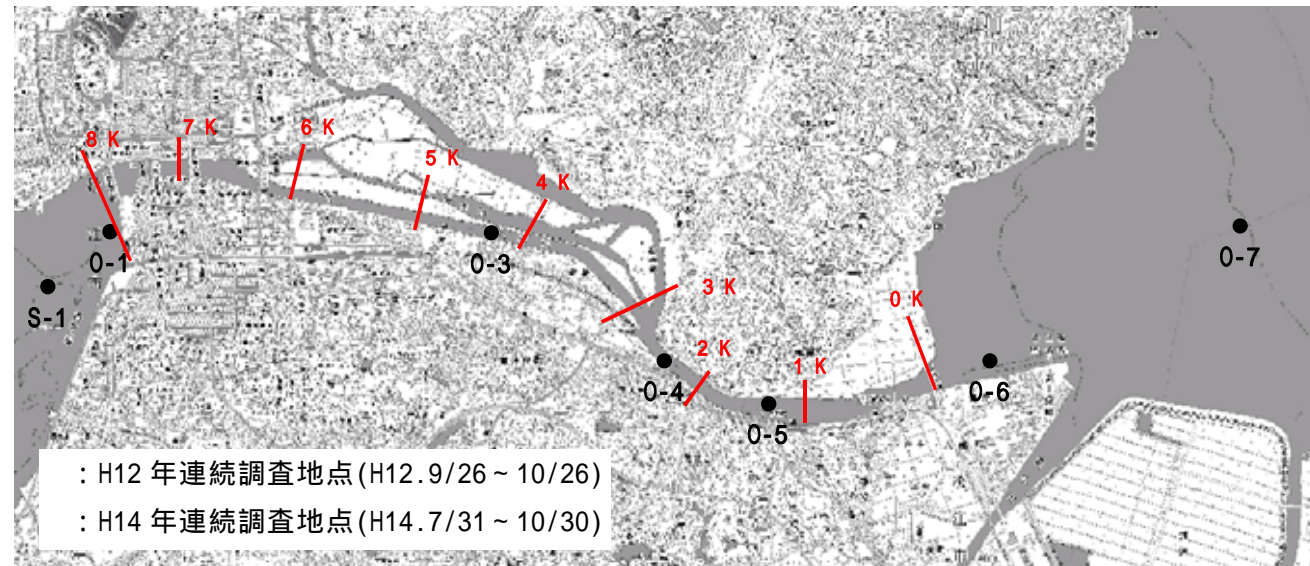


図 1.5 大橋川流動詳細調査位置図(H12,H14)

表 1.3(1) 連続観測観測高(H12)

調査地点	調査高		調査期間 平均水位 (H.P.m)	調査地点 河床高 (H.P.m)
	表層 (H.P.m)	底層 (H.P.m)		
H12	0-1	-0.6	0.4	-4.2
	0-2	-0.6	0.4	-3.2

表層調査高は、調査期間平均の水位より算定

表 1.3(2) 連続観測観測高(H14)

調査地点	調査高		調査期間 平均水位 (H.P.m)	調査地点 河床高 (H.P.m)
	表層 (H.P.m)	底層 (H.P.m)		
H14	S-1	-0.5	0.5	-3.2
	0-1	-0.5	0.5	-3.9
	0-3	-0.5	0.5	-4.5
	0-4	-0.5	0.5	-4.3
	0-5	-0.5	0.5	-8.8
	0-6	-0.5	0.5	-2.7
	0-7	-0.5	0.5	-4.3

表層調査高は、調査期間平均の水位より算定

詳細調査時の外力の状況

H12.9/26～10/25

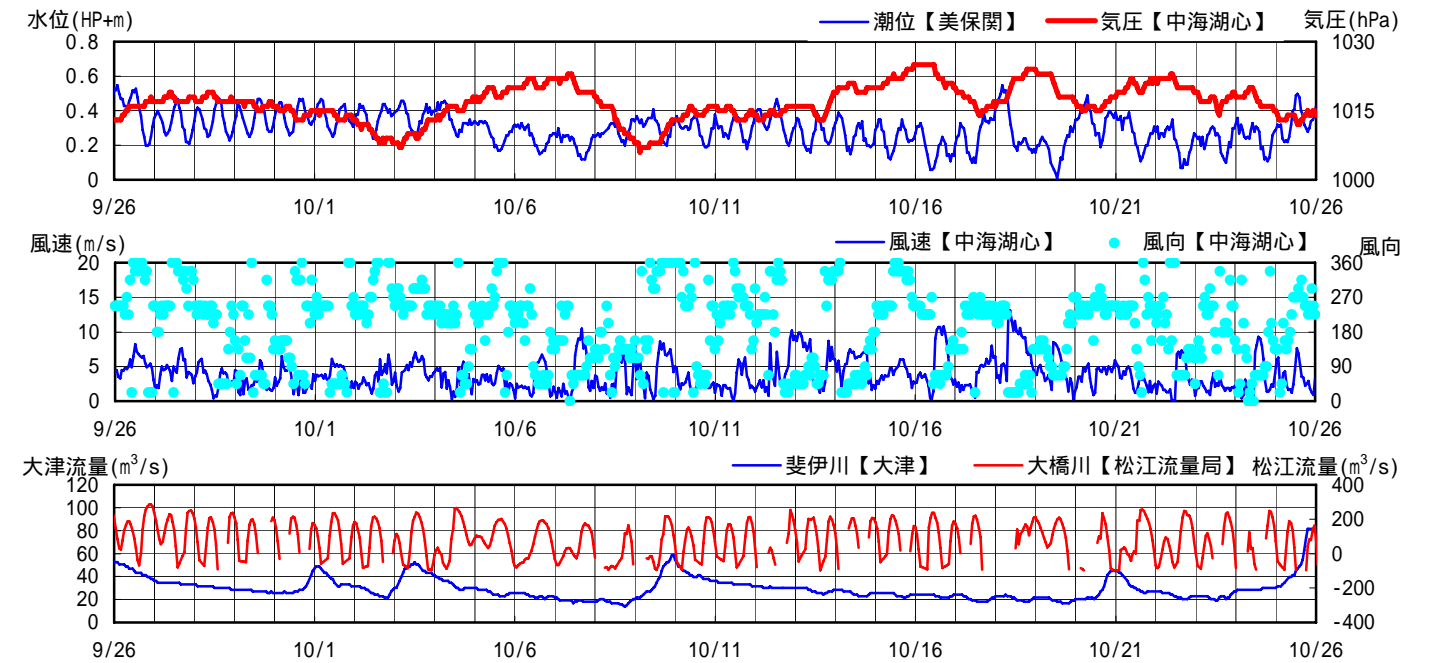


図 1.6 平成 12 年調査時の外力の状況

H14.7/31～10/30

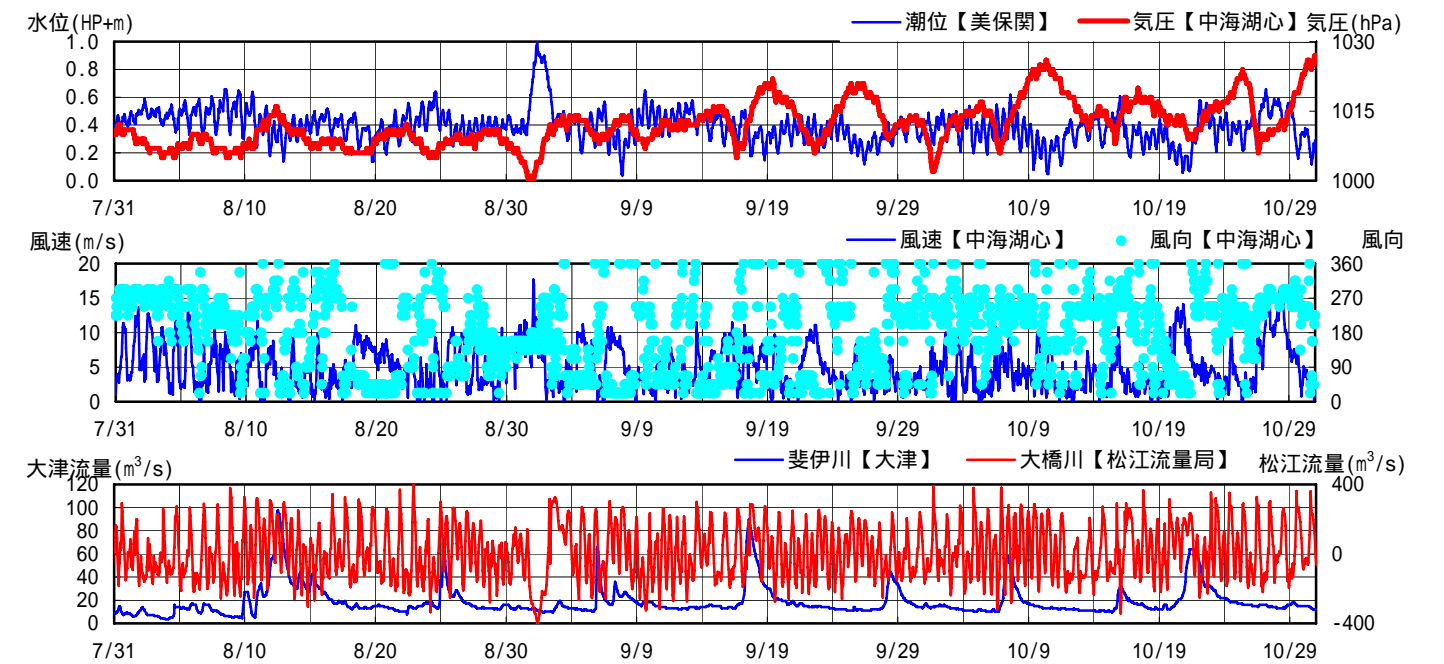


図 1.7 平成 14 年調査時の外力の状況

(2) 遡上時の流速分布

- 中海の水位が宍道湖より高いとき、大橋川下流では表層付近の流速が大きくなり、表層から中海の水が進入している様子が確認できる。このとき上流では、底層で遡上流速が大きく、中海から進入した高塩分水(高密度)が遡上途中で、中下層水と混合して上流に到達していると考えられる。

国土交通省では、短期間の詳細調査に加えて、大橋川の上流部に超音波流速計と自動水質監視装置を設置し、流速分布や塩分などの連続観測を実施している。

図 1.8 は大橋川上下流に設置された超音波流速計による調査結果を示しており、遡上時の流速分布を整理すると以下のとおりである。

表 1.3 塩分及び潮汐の状況と流速分布

塩分及び潮汐の状況	流速の横断分布
下流は緩混合で底層の塩分は比較的高い(約 15psu) 上流には高塩水は到達していない 潮汐は半日周期	下流では底層の流速が大きく表層付近はほとんど流れがない。
下流から上流にかけて強混合で塩分は高い(15 ~ 20psu)、高塩水は上流に到達 潮汐は日周期	下流では表層付近の流速が大きく HP-4m 以深はほとんど流れがない。 上流は表層付近より底層付近の流速が大きい

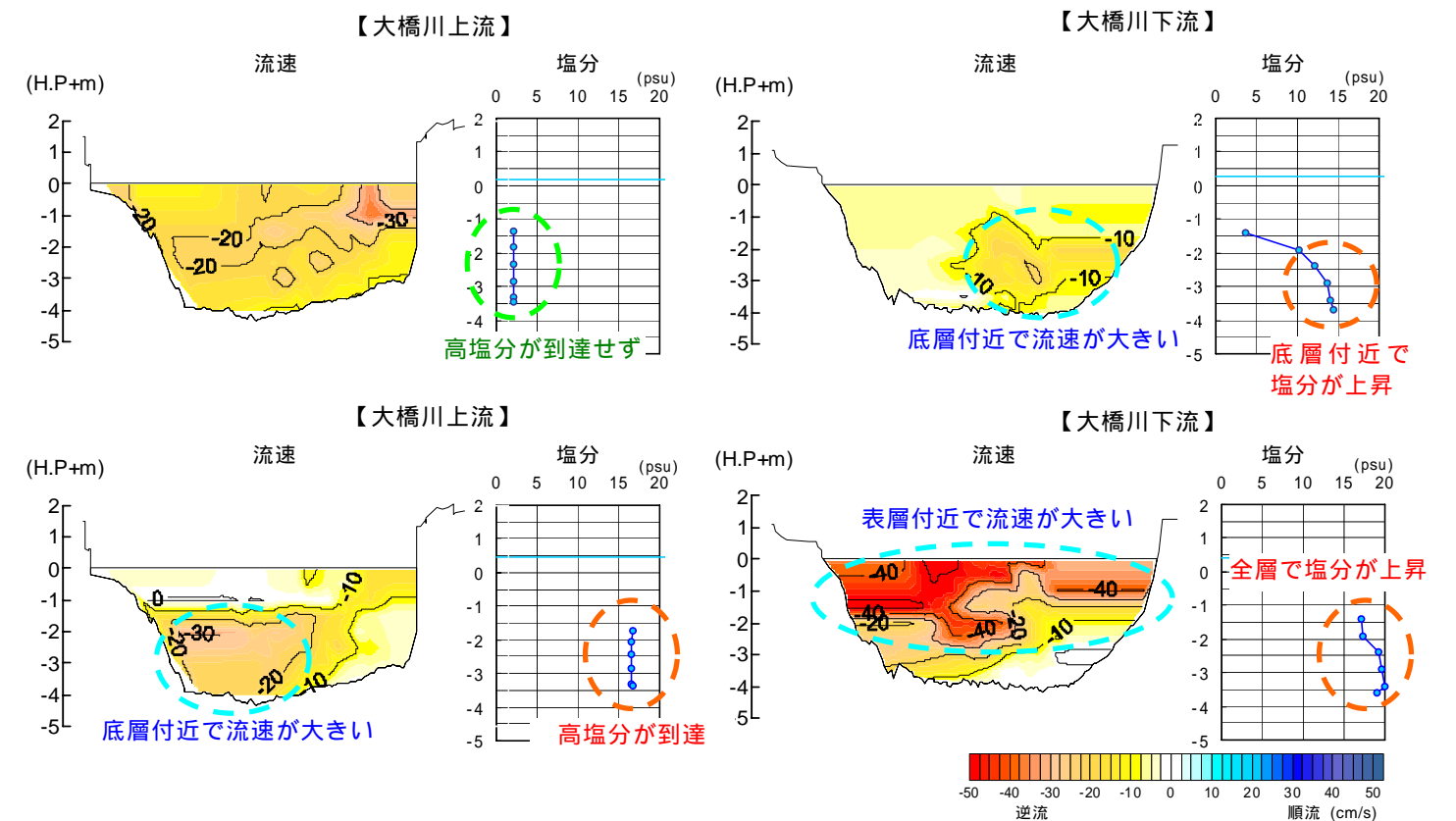
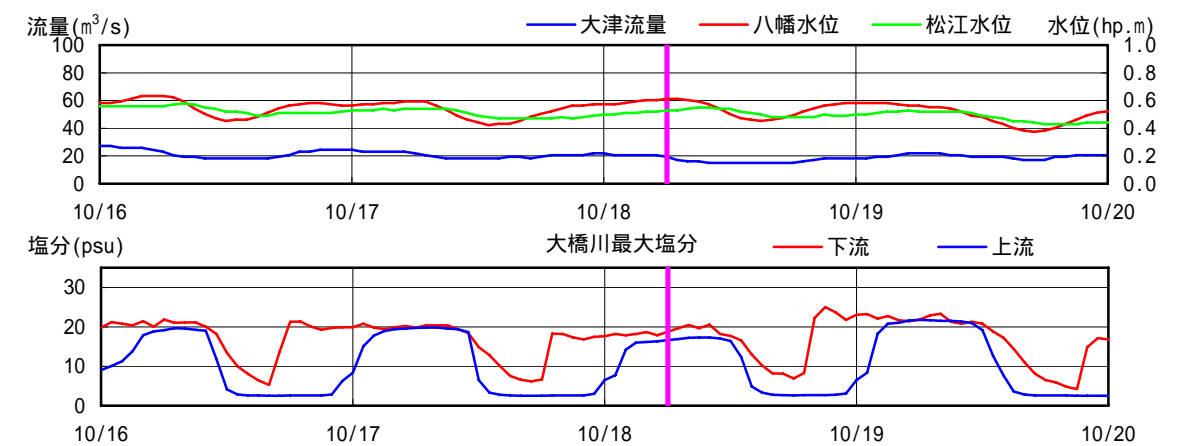
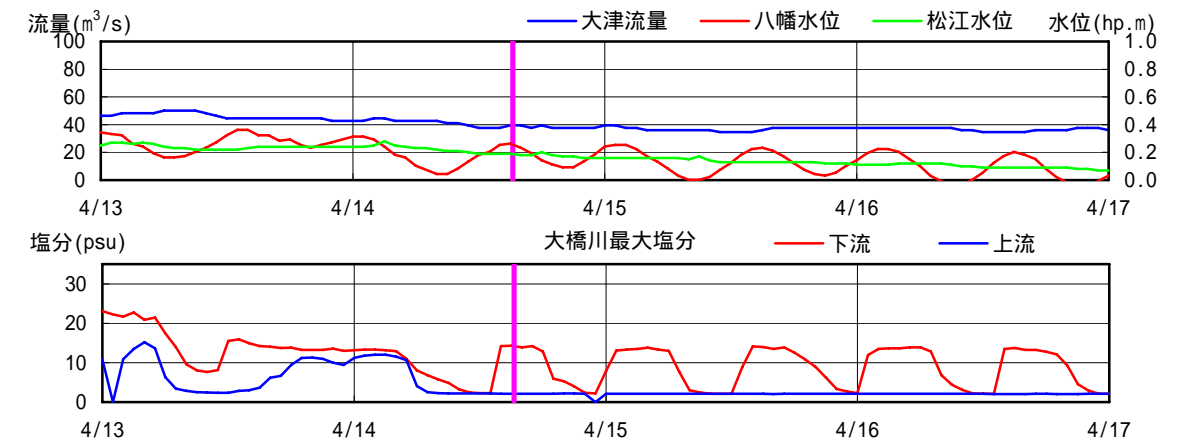


図 1.8 大橋川上流及び下流の流速分布(H15)

大橋川流動観測所の観測諸元

表 1.4 大橋川流動観測所諸元およびデータ取得状況

観測所名		大橋川流動（上流）	大橋川流動（下流）
観測所位置		大橋川河口より 6.8k 右岸より約 12m	大橋川河口より 0.8k 右岸より約 40m
観測開始		平成 15 年 2 月 1 日	平成 15 年 2 月 4 日
トッソー式 流向流速計	観測項目	水位・流向・流速・流量	
	観測頻度	96 回 / 日（15 分間隔）	
	観測位置	鉛直方向 0.5m × 横断方向 5.0m	
水質計	観測項目	水温・塩分・溶存酸素	
	観測頻度	96 回 / 日（15 分間隔）	
	観測位置	水深方向 6 層	

観測項目	大橋川流動（上流・下流）	松江流量局
水温		
PH		
塩分濃度		
溶存酸素		
濁度		
加Q7/a		
全窒素		
全リン		

凡例		大橋川流動（上流・下流）	松江流量局
●	観測深固定	● 水面下 1.74m	● TP. 0.0m
●	観測深移動	● 水面下 2.04m	● TP. -1.0m
●	湖底	● 水面下 2.44m	● TP. -2.0m
●	水位	● 水面下 2.84m	● TP. -3.0m
●		● 水面下 3.34m	
●		● 湖底上 1.0m	

平均水面	
上流	TP. -3.7m
下流	TP. -4.0m

平均河床	
上流	TP. -3.2m
下流	TP. -3.1m

図 1.11 水質調査項目と調査深度(大橋川)

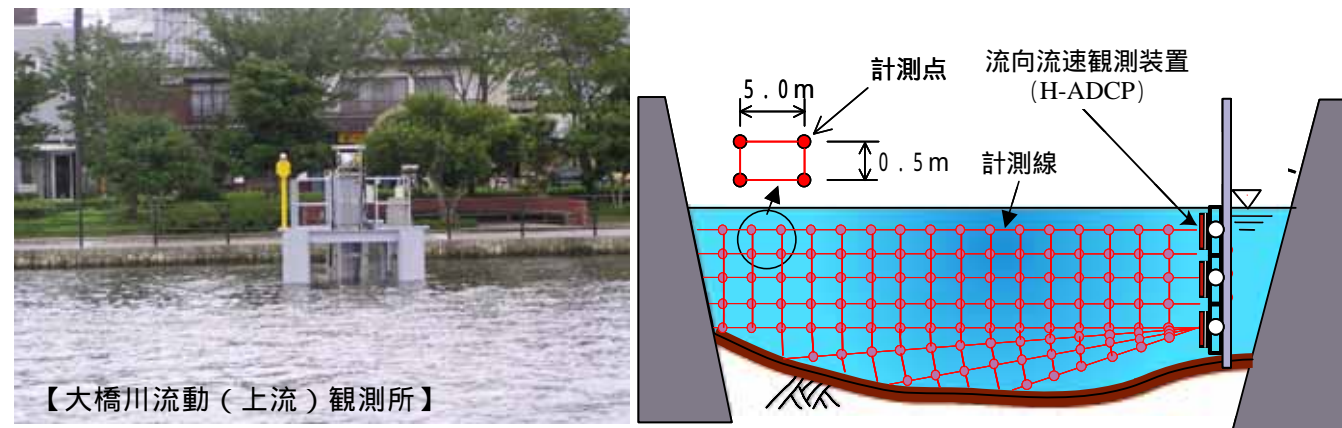


図 1.9 大橋川流動観測所の流速計測のしくみ



図 1.10 大橋川流動・水質観測位置

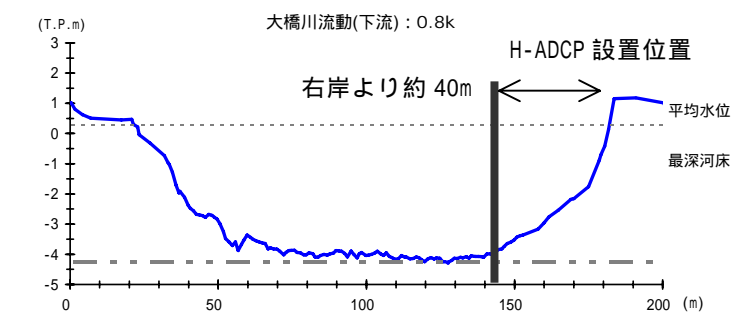
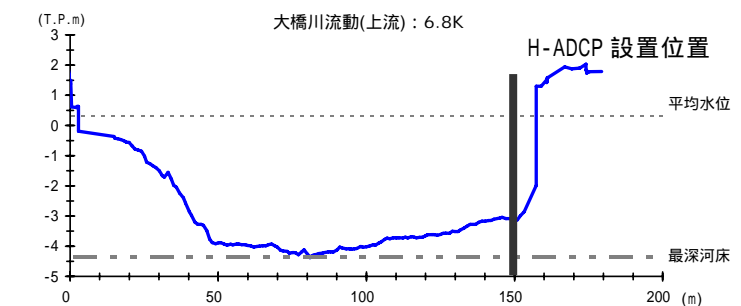


図 1.12 H-ADCP の設置断面図(大橋川)

(3) 塩水の遡上頻度

- 最大塩分が 25psu 以上となる潮汐は、大橋川下流が約 10%、大橋川上流が約 1%であり、
 中海の底層水が高塩分濃度を保持したまま大橋川上流まで到達する頻度はわずかと考えられる。

大橋川上流及び下流における潮汐毎の最大塩分の濃度別生起頻度と中海湖心の水深別塩分を以下に示す。なお、大橋川上下流及び中海湖心ともに水質自動観測装置による測定結果である。

中海の塩分は、各層で幅を持っているが、表層付近が 10～15psu、中層が 20psu、底層付近が 25～30psu 程度であり、底層付近では最低でも 20psu 程度以上である。大橋川において、中海の中底層付近の塩分に相当する 20psu 以上の塩水の到達頻度は、下流では 35%程度であるのに対し上流では 10%程度となる。また、底層の平均濃度に近い 25psu 以上の塩水が大橋川下流に到達する頻度は 10%程度であるのに対し、大橋川上流に到達する頻度は 1%程度となる。

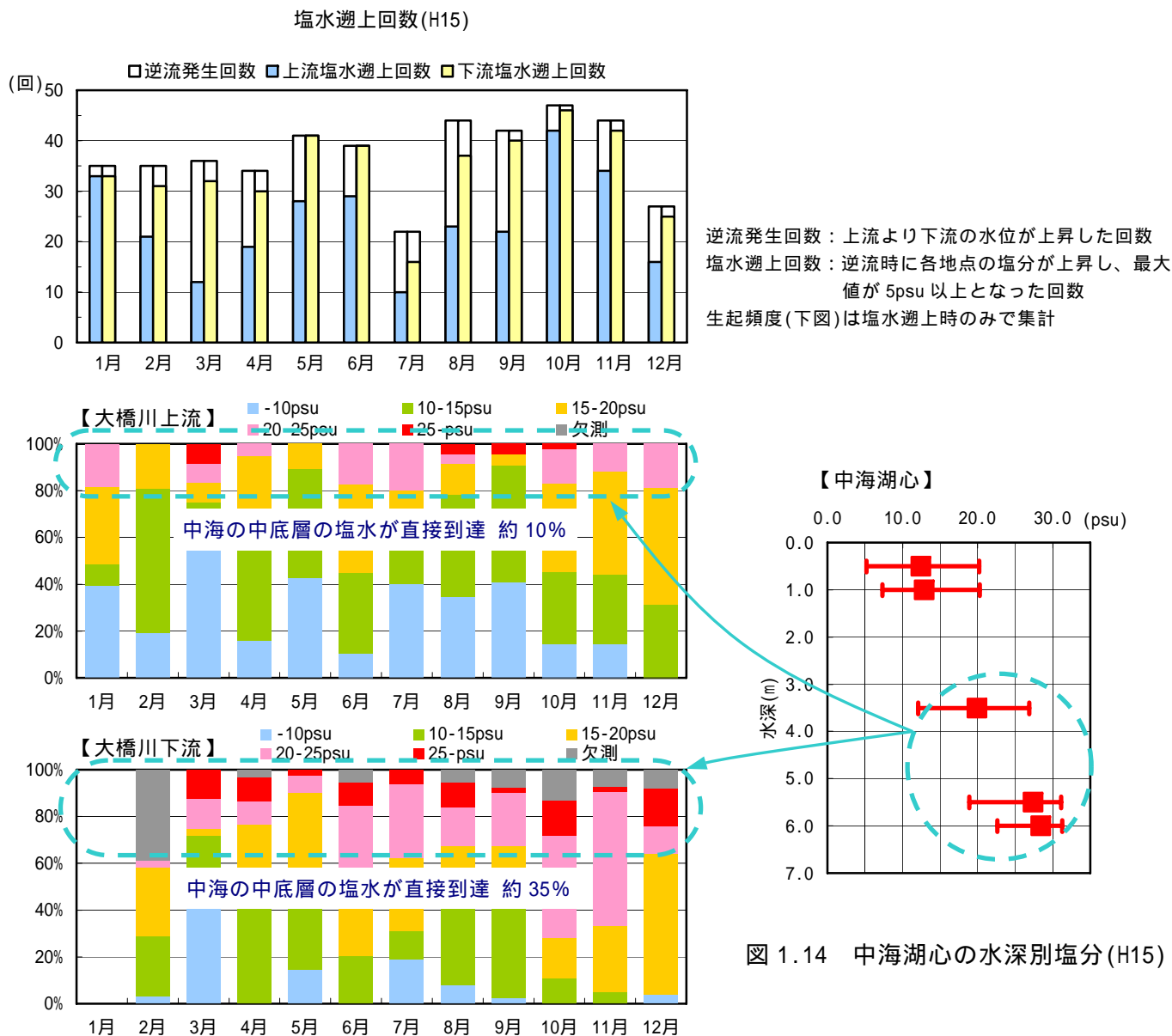


図 1.13 大橋川上下流における潮汐毎の最大塩分の生起頻度(H15)

(4) 溶存酸素の遡上頻度

- 溶存酸素の最小値が 3mg/L となる潮汐は、大橋川下流が約 30%、大橋川上流が約 10%であり、
 大橋川を通じて中海の貧酸素水が宍道湖に直接流入することはほとんどないと考えられる。

大橋川上流及び下流における塩水遡上時の潮汐毎の溶存酸素最低値の濃度別頻度分布を以下に示す。観測値は左頁に示した塩分と同様に水質自動観測装置による測定結果である。

塩水遡上時の大橋川の溶存酸素は、3mg/L 未満の生起頻度が下流では 30%程度であるのに対し上流では 10%程度となる。また、中海の中底層で確認される 1mg/L 未満の貧酸素水は下流では 4%程度であるのに対し、上流では生起していない。

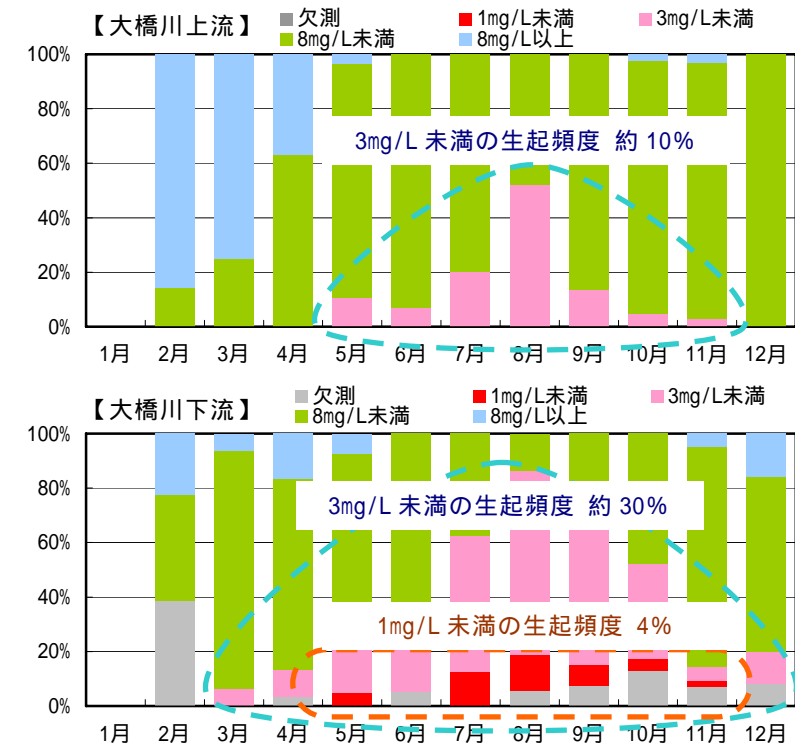


図 1.15 大橋川上下流における塩分遡上時の溶存酸素の生起頻度(H15)