

### 1 - 4 10月調査結果

現地調査期間の、気温、風の状況、時間降水量、日照時間について図 4.1 に示す。資料は徳島市内にある徳島地方気象台で観測されたものを用いた。

現地調査中の気温は、18.5～24.0 の範囲で日変動していた。風向風速は、調査開始から 13 日 8 時までは北西から西北西の風が卓越し、その後は、北北西から北の風が卓越し、9～15 時には風速 4m/s 以上の強い風が吹いていた。調査期間中に降水量は観測されなかったが、10 月 10 日 24 時から 11 日 9 時にかけて計 25.5 mm/時間の降水があった。日照時間は、10 月 13 日 8 時、9 時、17 時、18 時を除いて時間あたり 1.0 時間観測され晴天であった。なお、調査期間中の日の入り時刻は 10 月 12 日 17 時 33 分、日の出時刻は、10 月 13 日 6 時 5 分であった。

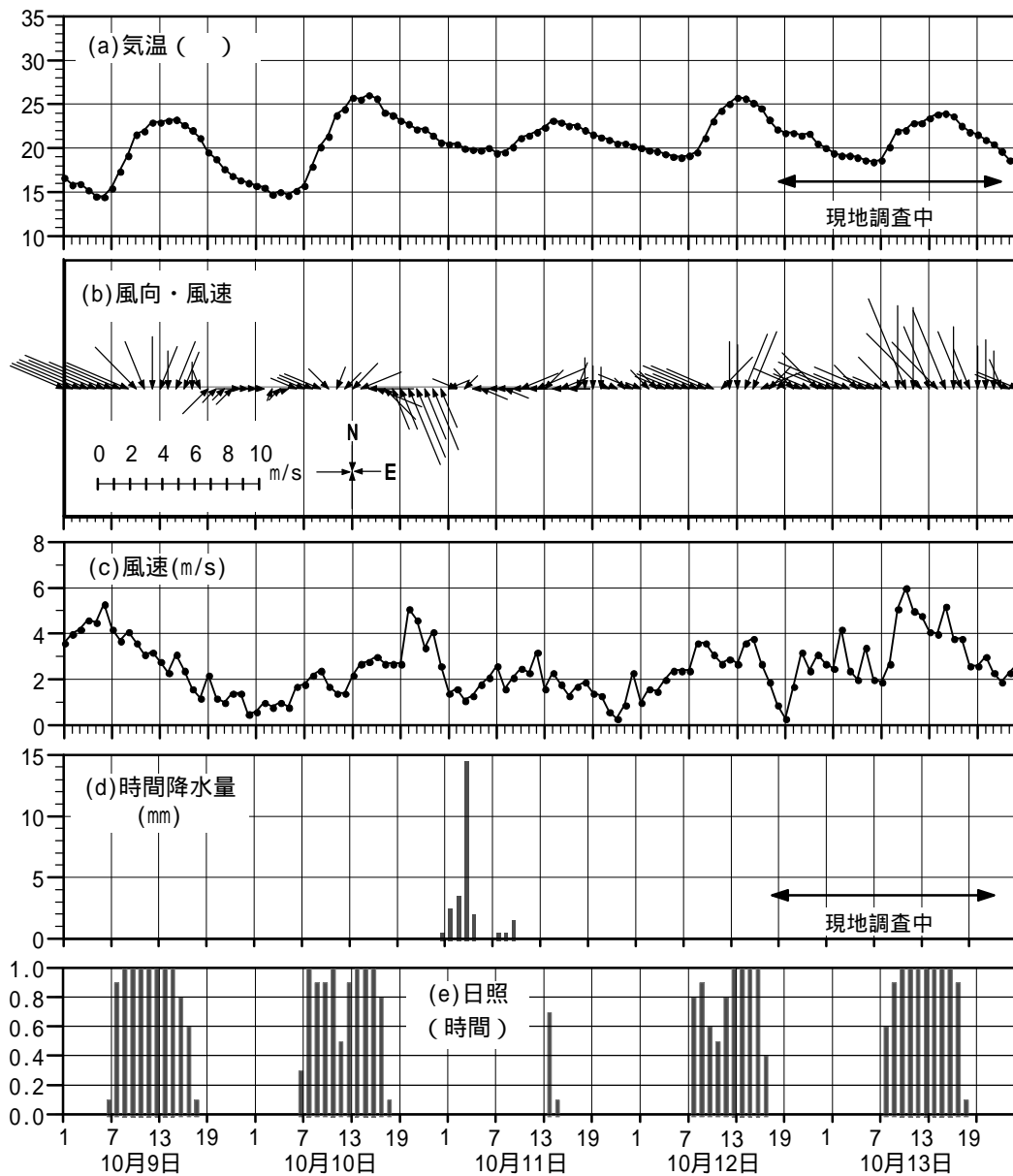
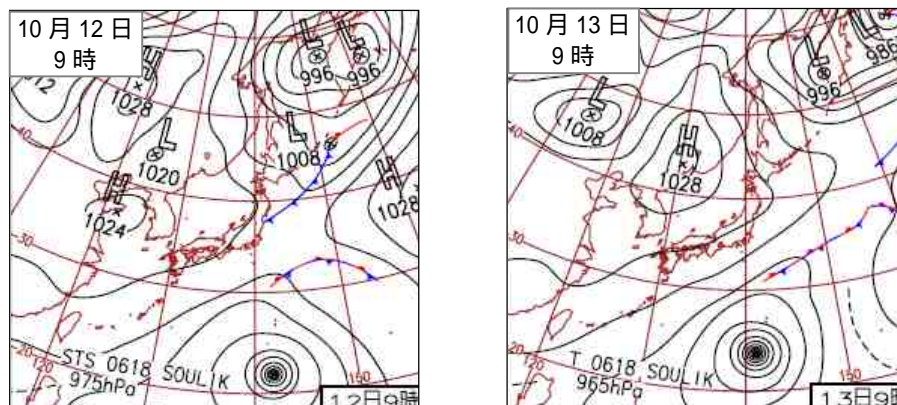


図 4.1 10月調査時の気象

10月調査(10月12~13日)は、台風0618号の接近(12日9時、13日9時の天気図参照)により荒天となり、計画していた調査内容を途中で変更した。変更内容は主に調査地点の変更、測定できない場所の代替となる調査点の追加である。10月調査の測定状況について列挙し、表4.1、図4.2に整理し、10月調査時の水位変動を図4.3に示す。



1~3回目(10月12日18時~22時開始分)

計画通り調査を実施した。

4~8回目(10月13日0時~8時開始分)

高波浪のためSt.3-4に近づくことができなかった。なお、その他は計画通り。

9回目(10月13日10時開始分)

高波浪のため流動測定はL-1の途中で中止した。よって、St.1-2まで到達できず流動測定できた測線の右端(南端)をSt.1-2'とし、St.3-4'を加え水質測定、採水を行った。なお、4~8回目は高波浪に加え、水位が低かったためSt.3-4'に近づけなかった。

10~14回目(10月13日12時~20時開始分)

より正確な流量収支を算出するためにL-3を追加し、ADCPによる流速の断面測定を行った。なお、9回目は高波浪のため流速の断面測定はできなかった。

表4.1 10月調査の測定状況

項目・調査点	回	時間	流動測定			水質測定								
			L-1	L-2	L-3	St.1-1	St.1-2	St.1-2'	St.2-1	St.2-2	St.3-1	St.3-2	St.3-3	St.3-4
1回目	18時開始				/			/						/
2回目	20時開始				/			/						/
3回目	22時開始				/			/						/
4回目	0時開始				/			/					-	/
5回目	2時開始				/			/					-	/
6回目	4時開始				/			/					-	/
7回目	6時開始				/			/					-	/
8回目	8時開始				/			/					-	/
9回目	10時開始				/			-					-	
10回目	12時開始							-					-	
11回目	14時開始							-					-	
12回目	16時開始							-					-	
13回目	18時開始							-					-	
14回目	20時開始							-					-	

備考: 1. / は測定した、/ は測線の途中まで測定した、/ は測定できなかった、/ は計画に無く測定しなかったことを示す。

2. 灰色部は、計画に無く追加して測定した場所を示す。

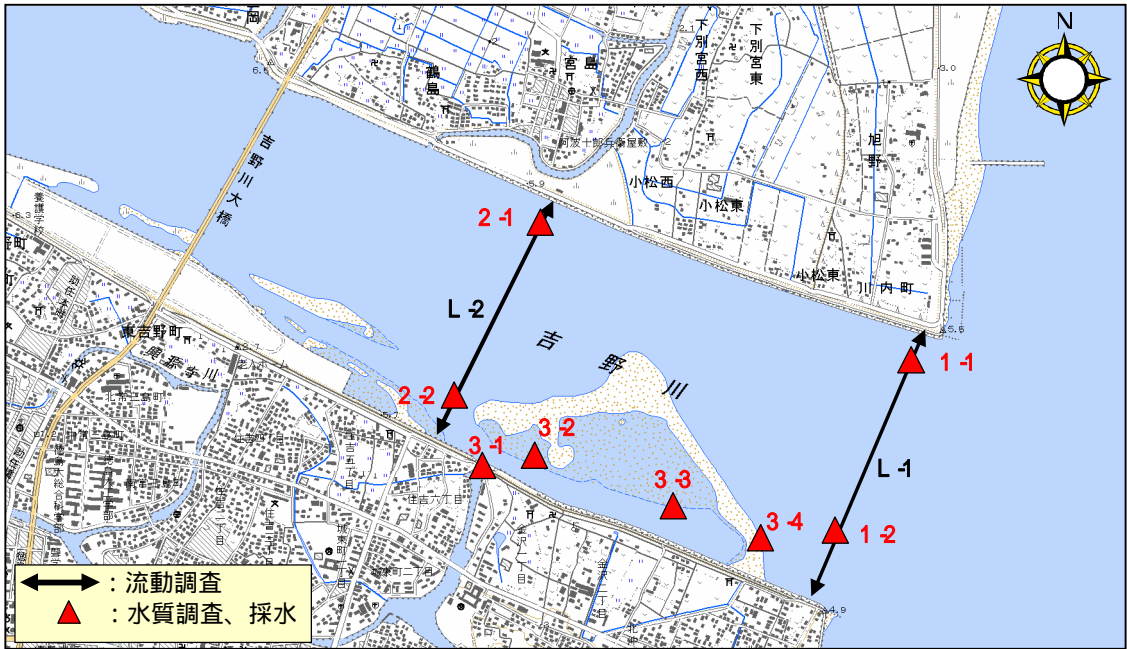


図 4.2(1) 1回目～8回目の調査場所

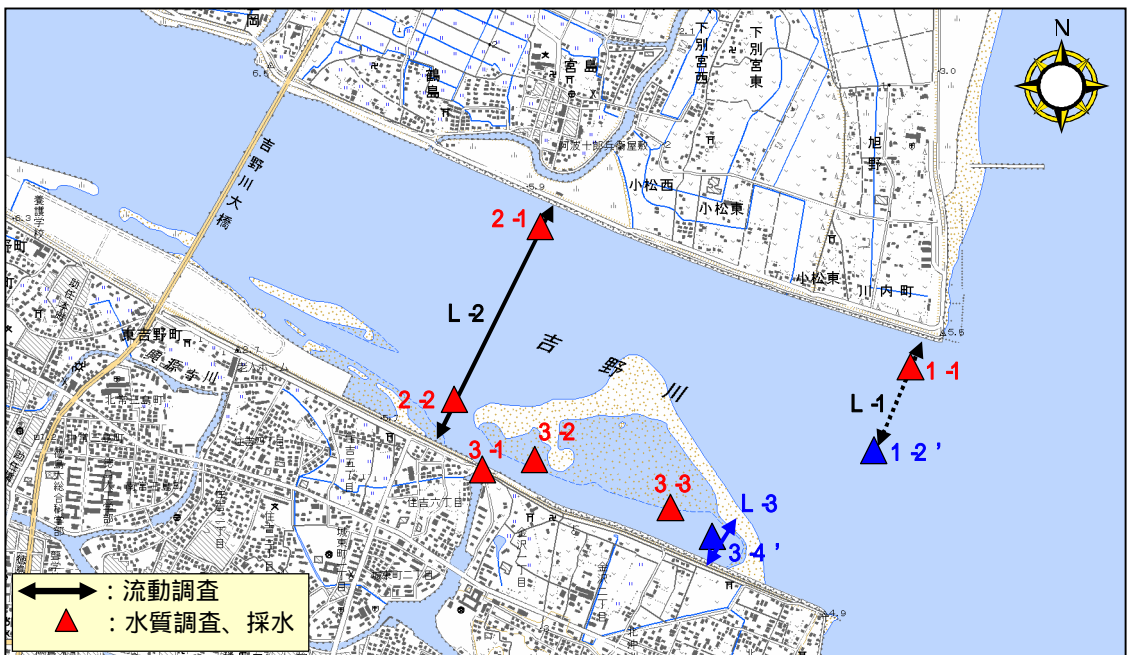


図 4.2(2) 9回目～14回目の調査場所

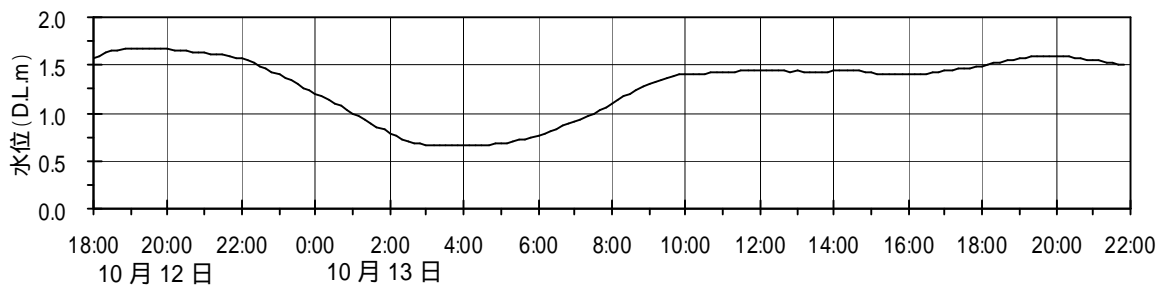


図 4.3 10月調査時の水位変動

#### 4.1 流動、水質測定結果

吉野川河口域において、10月12日18時から13日22時までの28時間連続観測(全14回実施)した流動、水質(水温、塩分)の調査結果を以下に記す。

8月調査結果と同様に、流動、水質測定の結果として、各測線の水平流速分布並びに断面流速分布、水温、塩分の鉛直分布、並びに水位調査結果を図4.4(1)～図4.4(4)に示す。なお、全14回実施したうちの満潮時、下げ潮時、干潮時、上げ潮時の4潮時を抜粋して示し、全14回の結果を資料2に示す。また、河川水、海水の分布を把握するために、塩分鉛直分布の時間変化を図4.5(1)～図4.5(2)に示す。

流動測定の結果について以下に述べる。

L-1における測定結果から、下げ潮時は海域へ流出する流れが卓越し、表層(1.0m以浅)で流速は大きく最大流速は0.7m/s程度であり、左岸側で流速は大きく右岸側で小さい、表層で流速は大きく底層で小さかった(図4.4(2)断面流速分布参照)。一方、上げ潮時は上流への流れが全層で卓越し最大流速は0.4m/s程度であり、下げ潮時と同様に、左岸側で流速は大きく右岸側で小さかった(図4.4(4)断面流速分布参照)。これらのことから、L-1においては、下げ潮時に左岸側の表層(1m以浅)からより多くの河川水が流出し、上げ潮時に左岸側の全層からより多くの海水が流入する傾向がみられた。

L-2における測定結果から、L-1と同様に、下げ潮時は海側へ流出する流れが卓越し、全断面の表層(1.0m以浅)で流速は大きく最大流速は0.6m/s程度であり、横断分布はほぼ一様であった(図4.4(2)断面流速分布参照)。一方、上げ潮時は上流への流れが卓越し、2ヶ所の湾筋の全層で流速は大きく最大流速は0.5m/s程度であった(図4.4(4)断面流速分布参照)。これらのことから、L-2においては、全断面の表層から河川水が流出し、湾筋に沿ってより多くの海水が上流へ流入することがわかった。

これらのことから、下げ潮時に、河川水はL-2の表層を一様に流下し、L-1の左岸側の表層からより多く海域へ流出する。一方、上げ潮時に、海水はL-1の左岸側から流入し、湾筋に沿って多くの海水が遡上していくことがわかった。なお、この結果は8月調査の結果と同様であった。

水温、塩分測定結果について、全調査点の表層(1.0m以浅)において、満潮時から下げ潮時(12日18時～13日4時)に水温、塩分はともに低く、その後に、水温、塩分は底層(1m以深)と同等になる傾向がみられた(資図2(1)～資図2(6)水質鉛直分布参照)。一方、2m以深では明瞭な経時変化はみられず、水温23.5程度、塩分30psu以上の水塊が一様に分布していた。すなわち、満潮時から下げ潮時には低温低塩分の河川水が表層のみに分布し、底層は測定期間中で外海水が全層で分布していた。塩分の鉛直分布の時間変化(図4.5(1)～図4.5(2)参照)をみても、8月調査に比べて、低塩分の鉛直分布が顕著でなかった。これは、8月調査時の河川流量よりも10月調査時のその量が少なかったこと、8月調査は大潮時に行い10月調査は中潮時に行ったように調査時の潮位差が異なるため海水の流入する量に差が生じたこと、の2点から塩分分布に差がみられたと推察される。

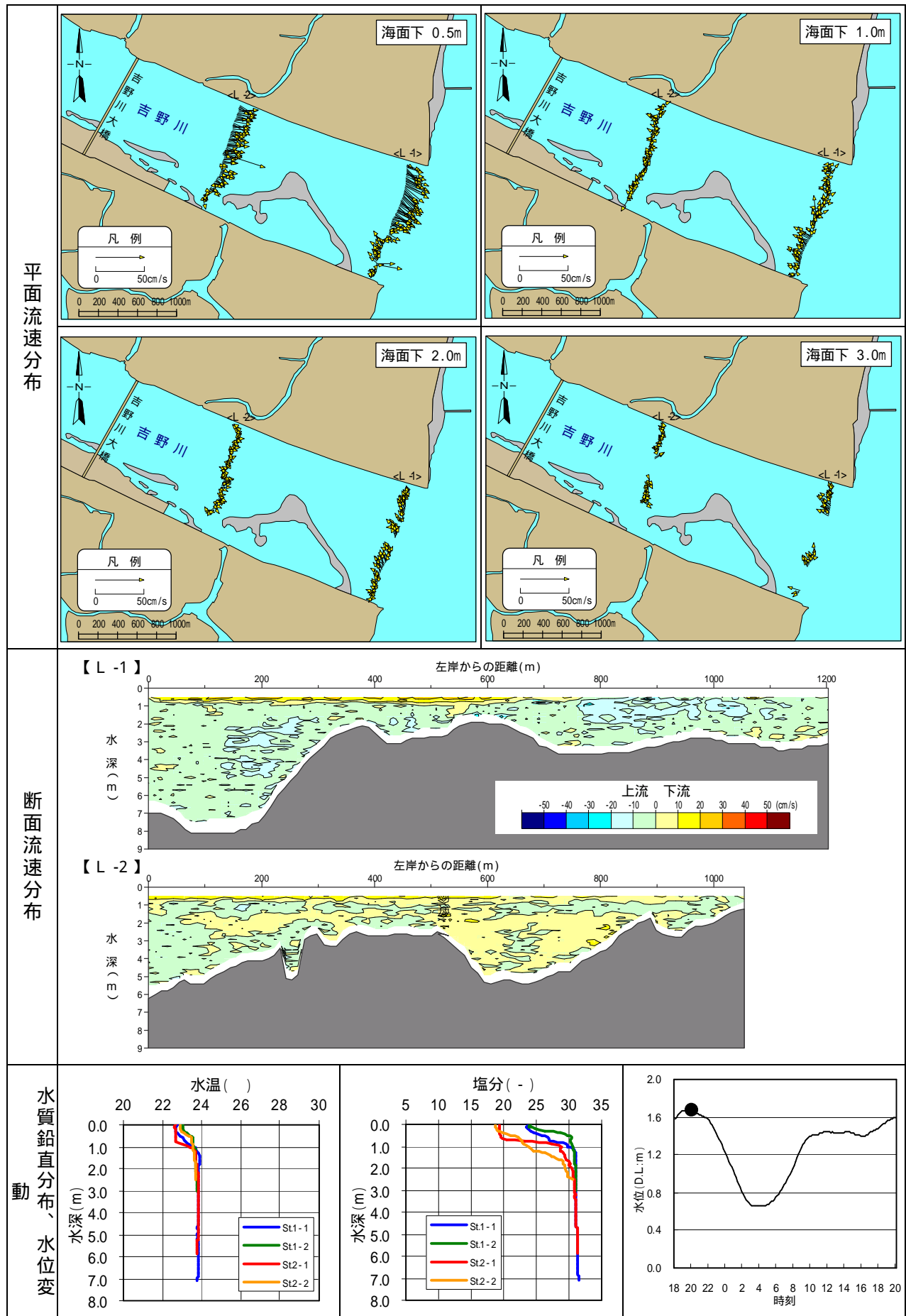


図 4.4(1) 流動、水質調査結果 (満潮時 10月12日20時開始)

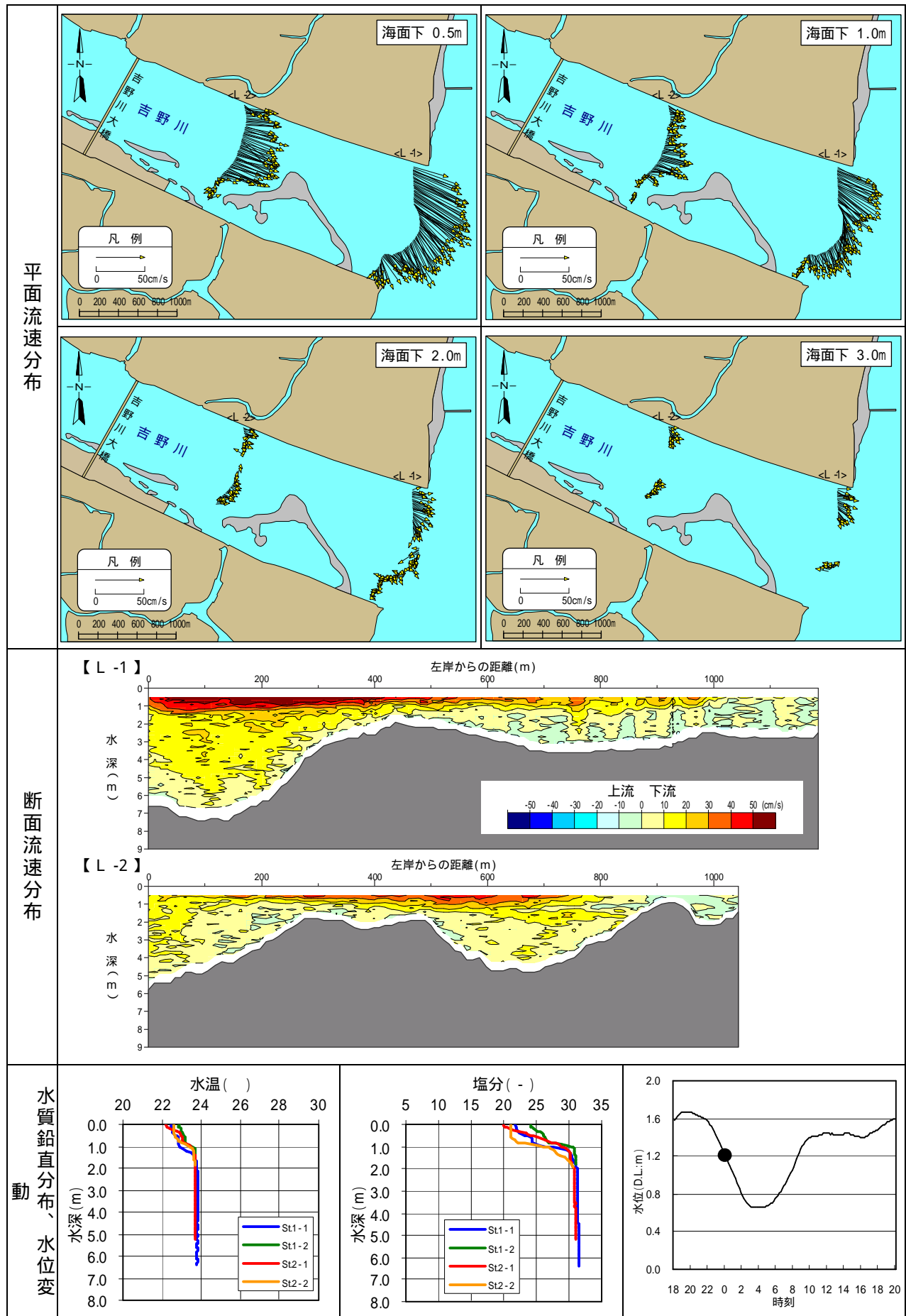


図 4.4(2) 流動、水質調査結果 (下げ潮時 10月13日0時開始)

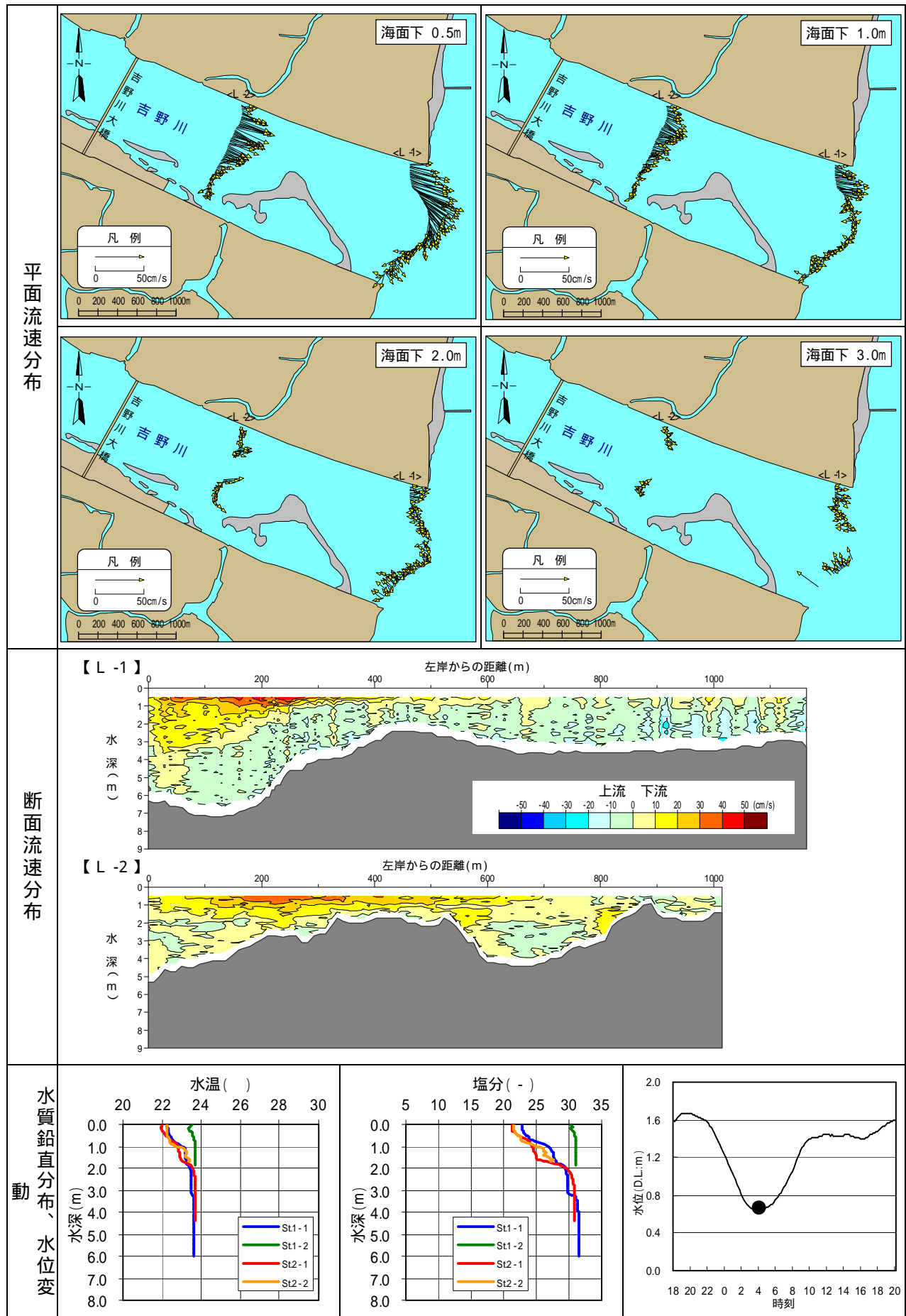


図 4.4(3) 流動、水質調査結果 (干潮時 10月13日4時開始)

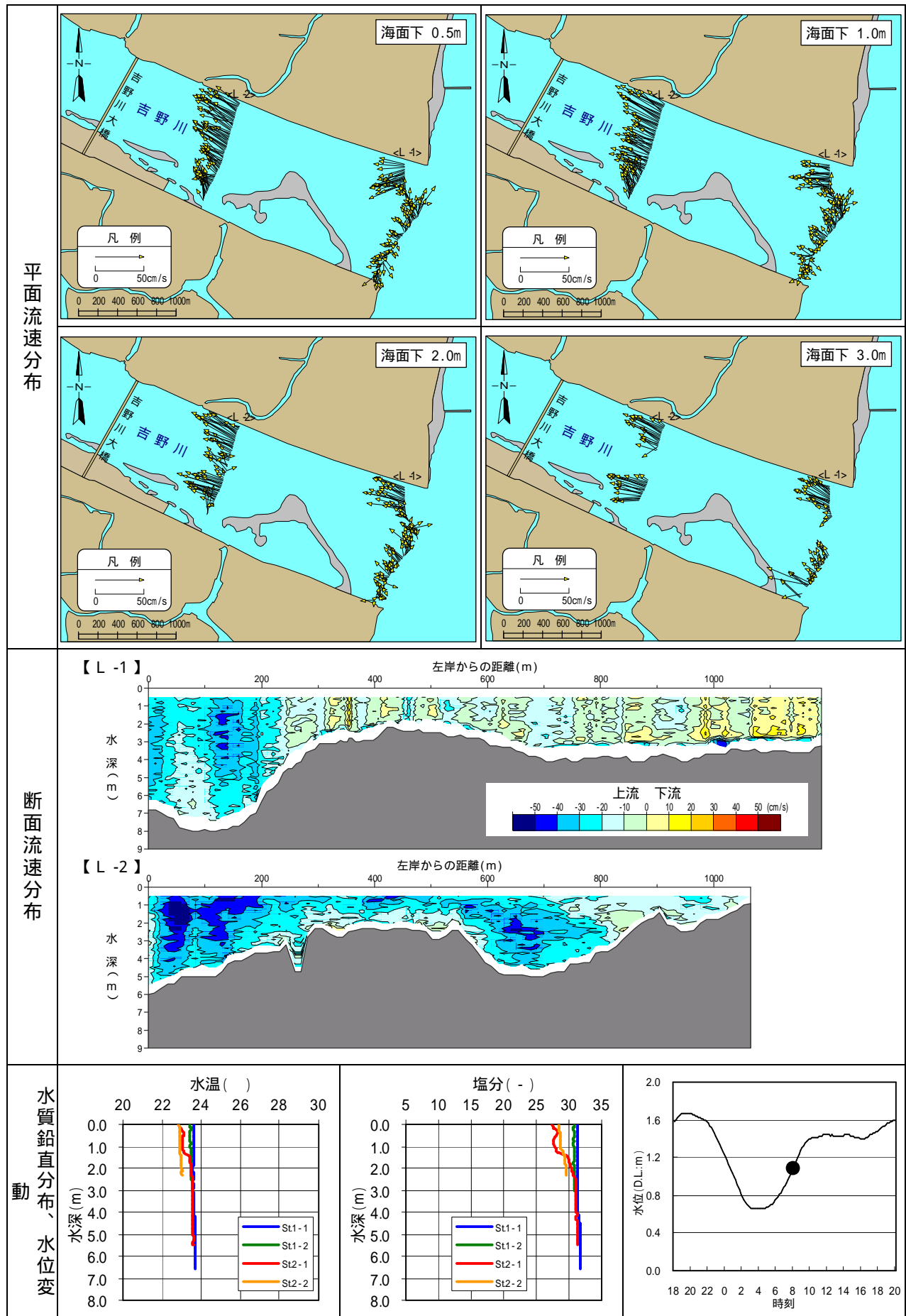


図 4.4(4) 流動、水質調査結果 (上げ潮時 10月13日8時開始)





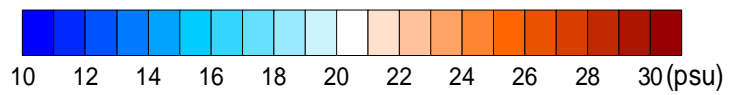
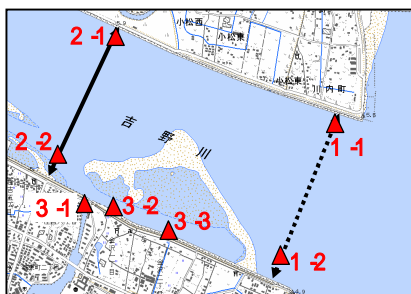
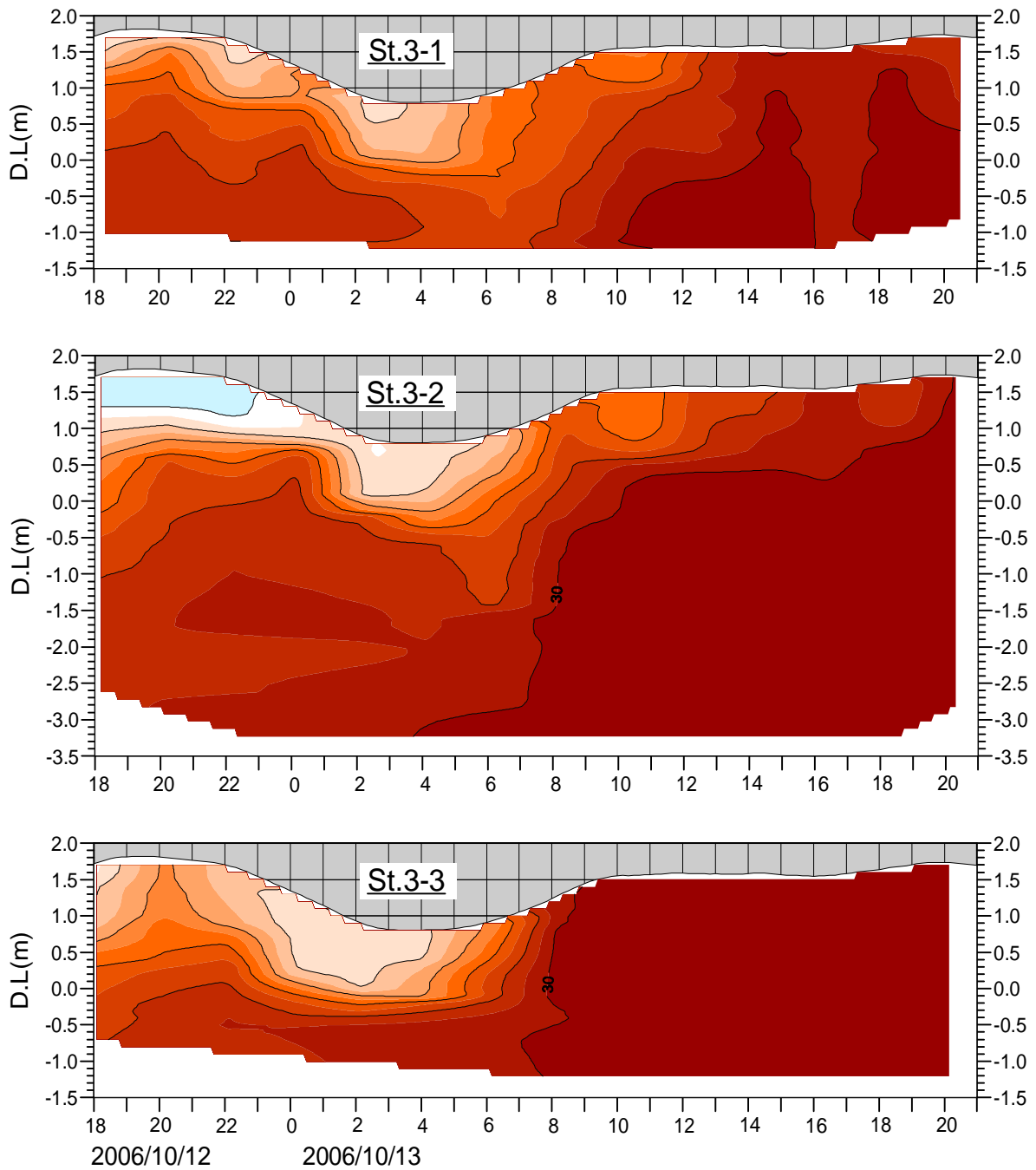


図 4.5(2) 塩分鉛直分布の経時変化  
(10月調査、St.3-1、St.3-2、St.3-3)

## 4.2 断面通過流量

干潟域における海水交換量を把握するために、測線別に断面通過流量を算出した。

断面通過流量の算出方法は 8 月調査と同じ方法である。なお、10 月調査結果の冒頭に表 4.1 で示したように、L-1 における流動測定は、10 月 13 日 10 時以降に測線途中までしか測定できなかったため、その時間帯の断面通過流量としては L-1 と L-3 の合計値（以下、(L-1+L-3)と記す）とした。

断面通過流量を表 4.2 に、その経時変化を潮位変動と併せて図 4.6 に、1 潮汐当たりの断面通過流量を表 4.3 に示す。

断面通過流量は、10 月 12 日 18 時から 10 月 13 日 8 時までには、L-1 は-577.66～748.89  $\text{m}^3/\text{s}$ 、10 月 13 日 10 時から 20 時までに(L-1+L-3)は-270.51～424.83  $\text{m}^3/\text{s}$  の範囲で変動していた。L-2 は-854.54～591.64  $\text{m}^3/\text{s}$  の範囲で変動していた。L-1、L-2 とともに断面通過流量は潮汐変動と同様な経時変化であった。

また、1 潮汐当たりの断面通過流量は、(L-1+L-3)は  $3.76 \times 10^6 \text{m}^3$  であり、L-2 は  $0.47 \times 10^6 \text{m}^3$  であり、L-2 を介して吉野川上流から流入し、L-1 を介して外海へ流出する結果となった。なお、(L-1+L-3)の 1 潮汐当たりの断面通過流量は L-2 の量より 8 倍であったが、これは、10 月 13 日 10 時以降は測線の左岸側しか測定できなかったためと考えられる。

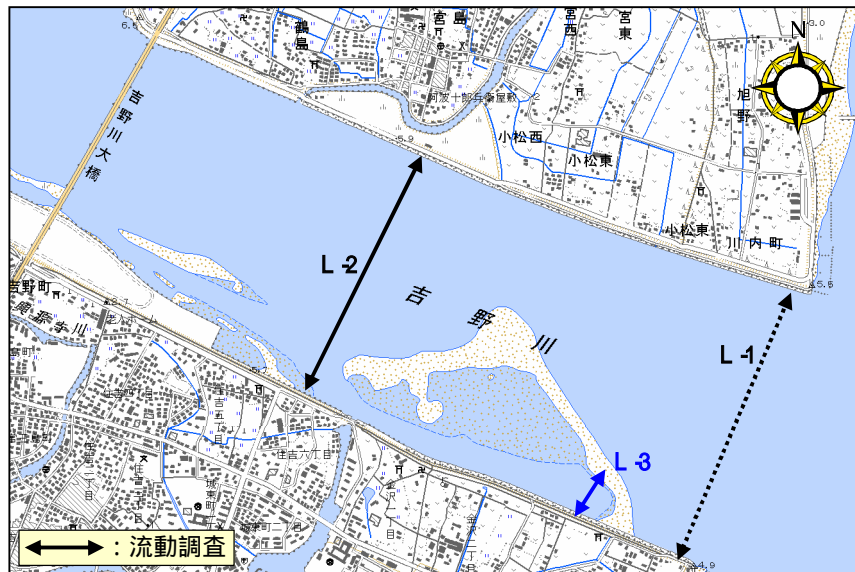


表 4.2 断面通過流量

単位:m<sup>3</sup>/s

調査日	時間	L-1	L-2	調査日	時間	L-1+L-3	L-2
10月12日	18:00	-277.50	-365.42	10月13日	10:00	-270.51	-224.82
	20:00	-123.11	84.07		12:00	164.70	378.64
	22:00	748.89	591.64		14:00	424.83	395.03
10月13日	0:00	648.48	370.24		16:00	-78.75	-349.22
	2:00	-113.07	273.53		18:00	-45.20	-335.75
	4:00	84.78	239.05		20:00	299.20	258.02
	6:00	-225.51	-488.17				
	8:00	-577.66	-854.54				

備考：L-1 における流動測定は、10月13日10時以降に測線途中までしか測定できなかったため、その時間帯の断面通過流量としてはL-1とL-3の合計値とした。

表 4.3 1 潮汐当たりの断面通過流量

	L-1+L-3	L-2
合計 (10/12 18時 ~ 10/13 18時)	3.76×10 <sup>6</sup>	0.47×10 <sup>6</sup>

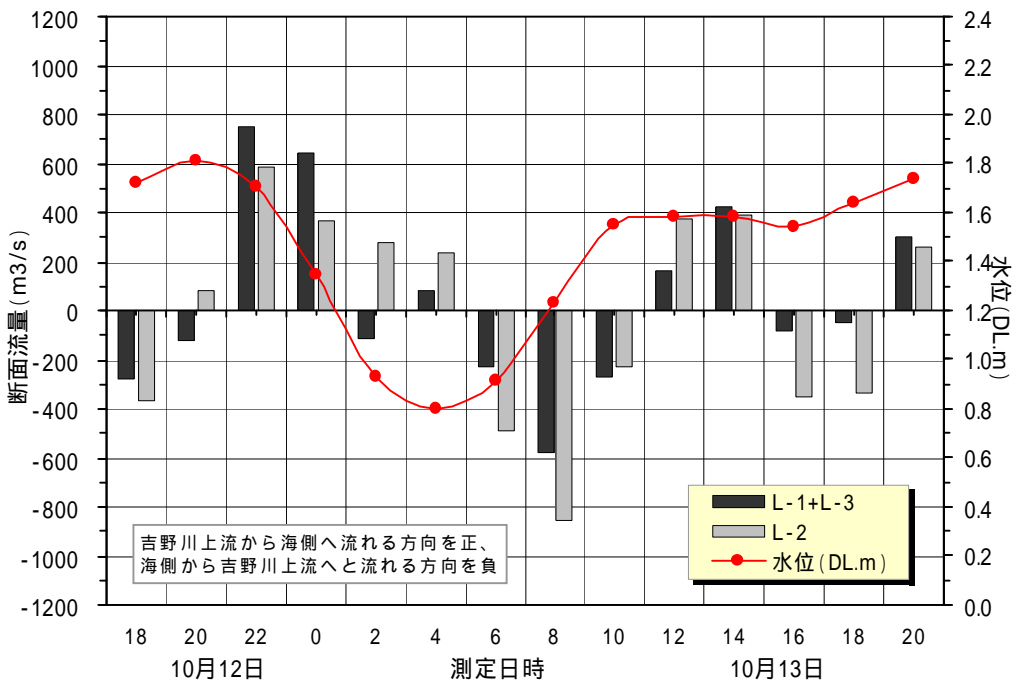


図 4.6 10月調査の断面通過流量の経時変化

#### 4.3 定点連続測定結果

##### 【水温・塩分】

水塊変動を把握するために、8月調査同様に St.3-2 の上層（水面下 0.5m 層）、下層（水底上 0.5m 層）並びに St.3-3 の下層（水底上 0.5m 層）において自記式水温塩分計を用いて水温、塩分の連続測定を行った。その結果を図 4.7 に示す。

水温は St.3-2 の上層で 21.85～23.86、下層で 22.36～24.99、St.3-3 の下層（水底上 0.5m 層）で 22.20～23.97 の範囲で変動していた。いずれの層も水温は 3時から 7時にかけて低くなり、その後徐々に上昇し 14 時頃に最も高くなるといった変動であった。水温の変動は、潮汐変動よりも日射による影響を強く受けていることを示唆している。

塩分は St.3-2 の上層で 18.92～29.10psu、下層で 23.43～29.37psu、St.3-3 の下層で 21.08～30.34psu の範囲で変動していた。St.3-2 の下層の塩分は、10月13日 7時から 17時に低く、St.3-3 の下層の塩分は、10月13日 0時から 4時に低くなっていた。一方、St.3-2 の上層の塩分は開始から徐々に高くなり、10月13日 6時から 17時までには下層の塩分よりも高くなっていた。St.3-3 の下層の塩分は、潮汐変動に同期した変動がみられたが、St.3-2 の上下層では潮汐変動と異なる変動であった。

##### 【流動】

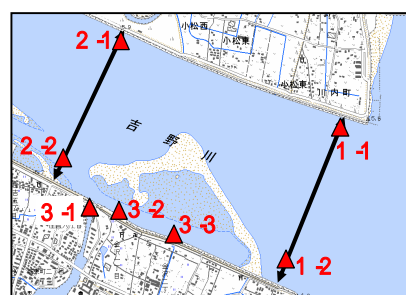
詳細な流動特性を把握するために、St.3-2 の上層（水底上 3m 層）、下層（水底上 0.5m 層）並びに St.3-3 の上層（水底上 1m 層）、下層（水底上 0.5m 層）において、自記式 2次元流速計を係留して流向流速の連続測定を行った。その結果を図 4.8 に示す。なお、断面流速は下流方向を真北から時計回りに 112°とし、その流速成分とした。なお、断面流速は下流方向を正(+値)、上流方向を負(-値)として表示している。

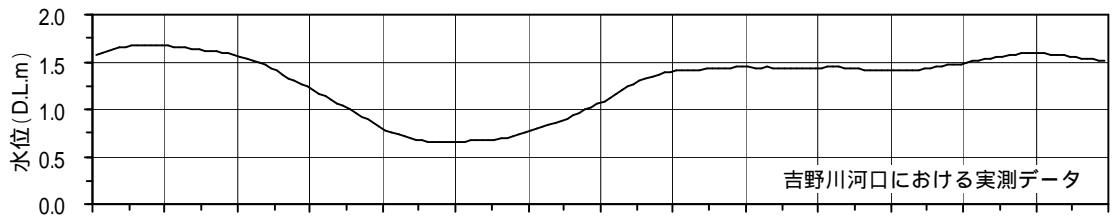
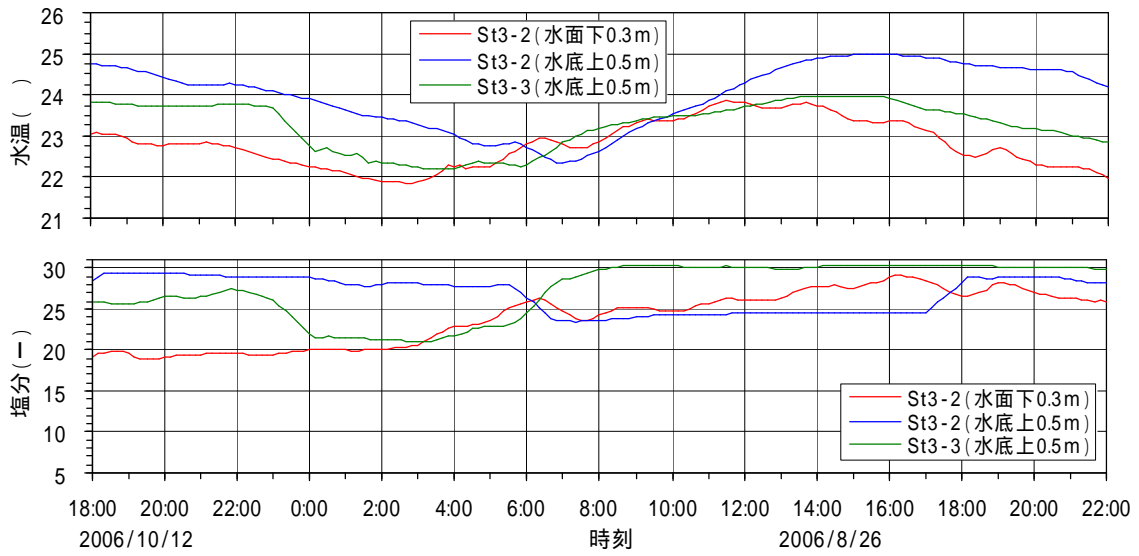
St.3-2 の上層では 0.001～0.410m/s、下層では 0.001～0.257m/s の範囲で変動していた。10月13日の 2時までは、St.3-2 の上層では南東または北西の流れが卓越し、潮汐変動に伴う流れがみられ、下層では流れは小さくほぼ停滞していた。その後、流動は一変し、上層では北西の流れが、下層では西の流れが卓越し、調査終了時（10月13日 22時）まで継続した。

St.3-3 の上層では 0.006～0.366m/s、下層では 0.001～0.332m/s の範囲で変動していた。St.3-2 と同様に、10月13日の 2時頃を境に流動はことなり、10月13日の 2時までは、東南東または西北西の流れが卓越し、潮汐変動に伴う流れがみられ、下層でも同様な変動であった。その後、上下層ともに北西の流れが卓越し、調査終了時まで継続した。

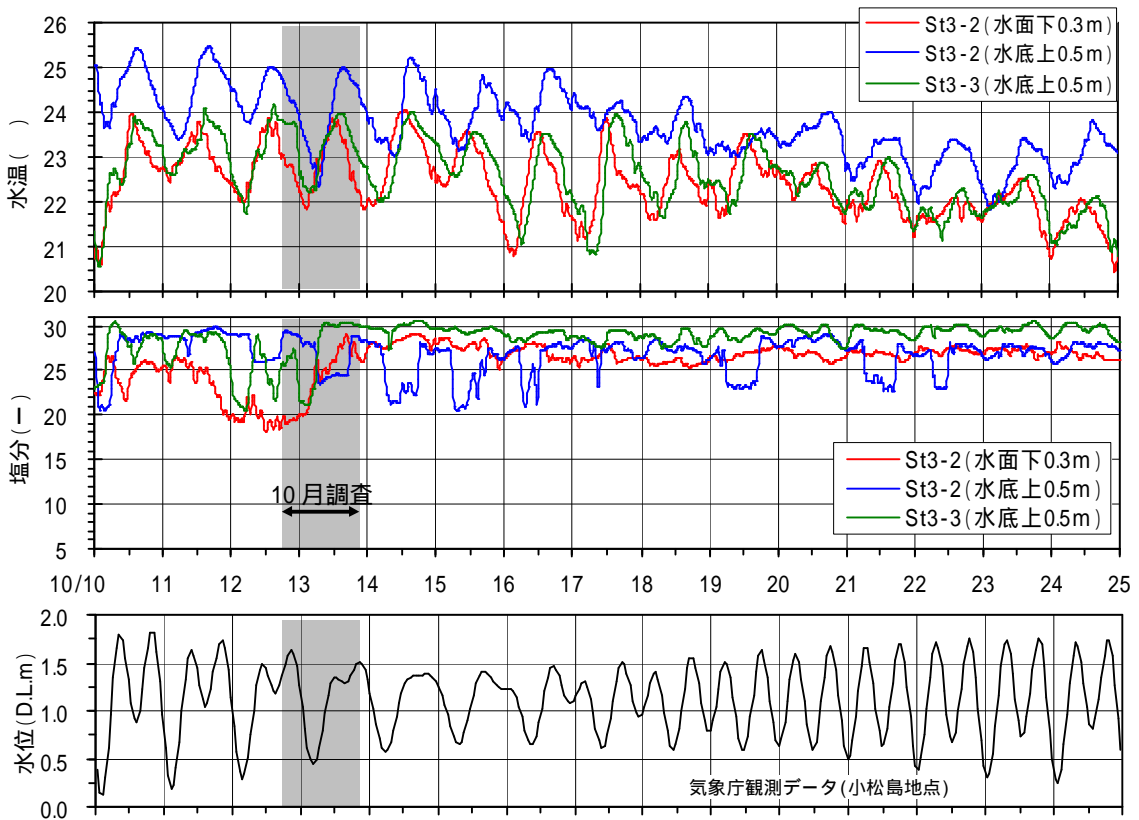
両定点でみられた 10月13日の 2時以降の流れは、10月結果の冒頭で示した台風接近に伴う高波浪によって生じた海から上流への波浪流が卓越したためである。

断面流速をみると、10月13日の 2時以降に両定点で一周期 3.5 時間程度の周期的な変動がみられた。



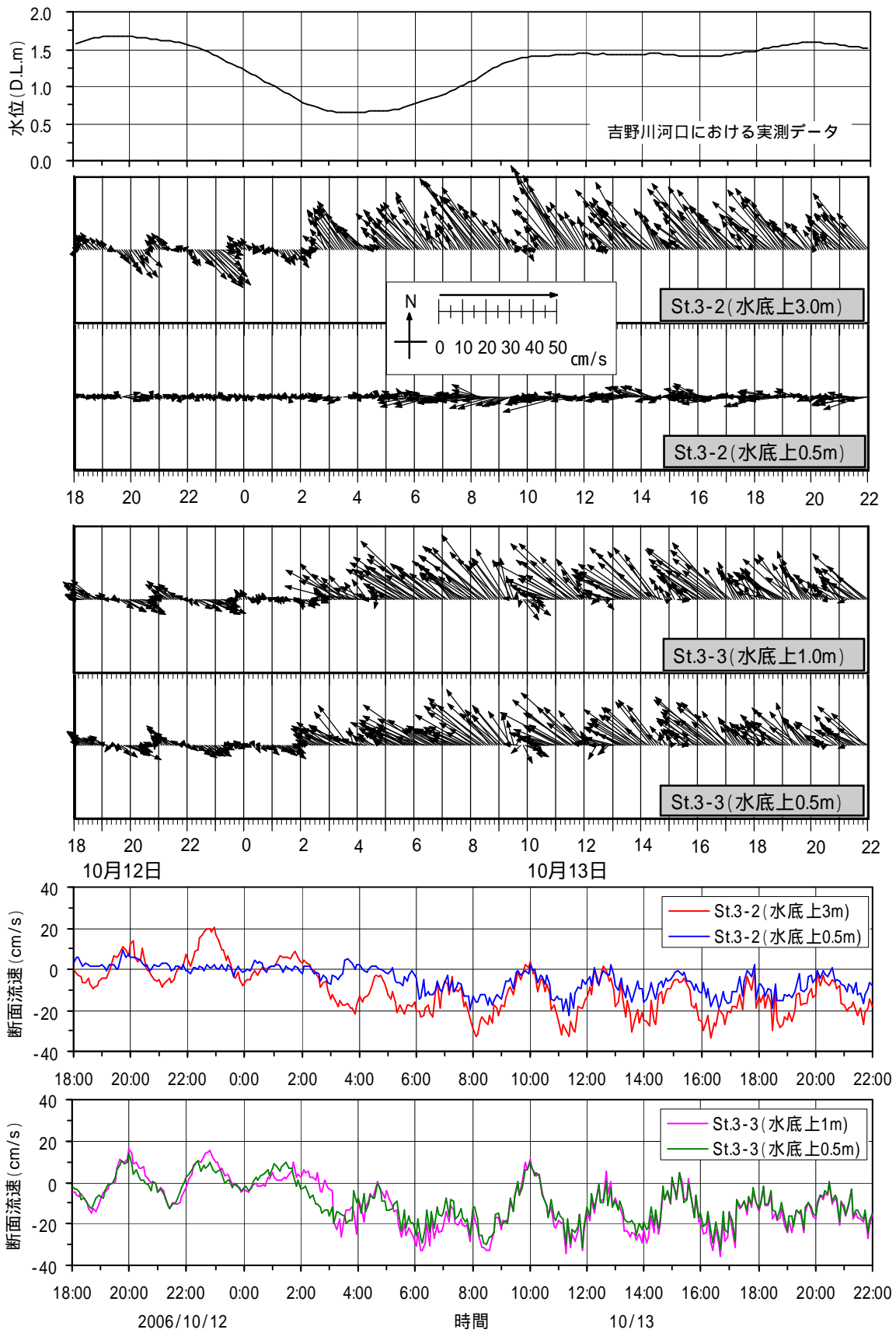


10月12～13日の測定結果



10月10～25日の測定結果

図 4.7 水温・塩分観測並びに水位観測結果



断面流速：真北から時計回りに112°の成分流速。上流から海側へと流れる方向を正。

図 4.8 流動定点連続測定結果（流速ベクトル、断面流速 10月12～13日）

#### 4.4 水質分析結果

栄養塩濃度の分布や経時変化を把握するために、8月調査と同様に、10月12日18時から13日22時までに2時間間隔で計14回、流動、水質測定と同時に上層(水面下0.5m)、下層(水底面上1.0m)の海水を採水し、以下の10項目を分析した。なお、採水場所は(図4.2(1)、図4.2(2)参照)、L-1、L-2の各測線上の左岸側、右岸側に各1点の計4点(St.1-1、St.1-2、St.2-1、St.2-2)、新町川河口に1点(St.3-1)、干潟域に3点(St.3-2、St.3-3、St.3-4)の計8調査点である。

窒素(6項目)	アンモニア態窒素(NH <sub>4</sub> -N)、亜硝酸態窒素(NO <sub>2</sub> -N)、硝酸態窒素(NO <sub>3</sub> -N)、溶存態全窒素(DTN)、懸濁態窒素(PN)、全窒素(T-N)
リン(3項目)	リン酸態リン(PO <sub>4</sub> -P)、溶存態全リン(DTP)、全リン(T-P)
浮遊物質(SS)	

水質分析結果として、項目別に最小値、最大値、平均値を整理したものを表4.4(1)～表4.4(3)に、項目別の経時変化を図4.9(1)～図4.9(2)に示し、特筆すべき点を以下に記す。

NH<sub>4</sub>-N並びに硝酸・亜硝酸態窒素(NO<sub>2</sub>-N+NO<sub>3</sub>-N)は、St.2-2において10月12日18時から13日12時までの水位変動の大きい時間帯にSt.1-2よりも高かった。一方で、St.2-1では12日18～20時の満潮時にSt.1-1より高くなったが、それ以降は両調査点の上層はほぼ同様な変動で、下層はほぼ一定であった。

DTNは、St.1-1、St.2-1では同様な変動を示した。一方、St.1-2よりもSt.2-2で全期間を通じて高かったが、8月調査よりも顕著な差はみられなかった。

PNは、一時的に高くなった時間もあったが、全調査点で低く、変動幅も小さかった。

T-Nは、12日18～20時の満潮時に、St.2-1上層でSt.1-1上層より高かった。一方、全期間を通じて、St.1-2よりもSt.2-2でT-Nは高かった。

窒素についてまとめると、上流から河川水によって窒素は流入するといえる。また、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N+NO<sub>3</sub>-N、T-Nは干潟から離れたSt.2-1とSt.1-1は同程度の変動であり、干潟上流のSt.2-2よりも干潟下流のSt.1-2で低くなっていることから干潟域で窒素が固定されていることを示唆していた。これらの結果は8月調査結果と同様であるが、8月調査と比較して顕著にみられず、St.2-2とSt.1-2の差も小さかった。これは、10月調査時は8月調査時よりも、河川流量が少なく水位差が小さい中潮時であったためと推察される。

PO<sub>4</sub>-Pは、全期間を通じてSt.1-1上層よりSt.2-1上層で高く、St.1-2下層よりSt.2-2下層で高く、いずれも上流側で高いことから上流から河川水によってリンは流入することを示唆している。

DTPは、全調査点でほぼ同程度であり、顕著な傾向はみられない。

T-Pは、13日4時の干潮時にSt.1-1で高くなっていた。

リンについてまとめると、上流から河川水によってリンは流入する。8月調査と比較して調査点の差は小さかった。これは、窒素の要因と同様であると考えられる。

SSは、いずれの調査点においても上層で変動幅は小さく下層で大きかった。これは8月調査と同様に、流れによる巻き上げの影響を受けていると推察される。



表 4.4(1) 項目別の水質分析結果概要(10月調査)

項目、区分 調査点、層	アンモニア態窒素(NH <sub>4</sub> -N)		
	最小値	最大値	平均値
St.1-1 上層	0.013	0.089	0.042
St.1-1 下層	0.006	0.029	0.014
St.1-2 上層	0.010	0.060	0.027
St.1-2 下層	0.009	0.026	0.017
St.2-1 上層	0.029	0.081	0.059
St.2-1 下層	0.016	0.044	0.025
St.2-2 上層	0.024	0.128	0.077
St.2-2 下層	0.026	0.116	0.064
St.3-1 上層	0.027	0.251	0.129
St.3-1 下層	0.028	0.245	0.126
St.3-2 上層	0.024	0.122	0.073
St.3-2 下層	0.018	0.133	0.069
St.3-3 上層	0.015	0.109	0.051
St.3-3 下層	0.014	0.101	0.044
St.3-4 上層	0.013	0.091	0.038
St.3-4 下層	0.014	0.073	0.030

項目、区分 調査点、層	亜硝酸態窒素(NO <sub>2</sub> -N)		
	最小値	最大値	平均値
St.1-1 上層	0.010	0.017	0.012
St.1-1 下層	0.009	0.013	0.011
St.1-2 上層	0.010	0.014	0.012
St.1-2 下層	0.010	0.012	0.011
St.2-1 上層	0.012	0.015	0.014
St.2-1 下層	0.011	0.014	0.012
St.2-2 上層	0.008	0.018	0.014
St.2-2 下層	0.008	0.018	0.013
St.3-1 上層	0.009	0.026	0.017
St.3-1 下層	0.009	0.030	0.018
St.3-2 上層	0.009	0.017	0.013
St.3-2 下層	0.008	0.019	0.013
St.3-3 上層	0.008	0.015	0.011
St.3-3 下層	0.008	0.014	0.011
St.3-4 上層	0.008	0.015	0.011
St.3-4 下層	0.009	0.014	0.010

項目、区分 調査点、層	硝酸態窒素(NO <sub>3</sub> -N)		
	最小値	最大値	平均値
St.1-1 上層	0.023	0.142	0.074
St.1-1 下層	0.016	0.042	0.025
St.1-2 上層	0.022	0.115	0.051
St.1-2 下層	0.020	0.054	0.032
St.2-1 上層	0.053	0.147	0.104
St.2-1 下層	0.023	0.047	0.030
St.2-2 上層	0.043	0.175	0.117
St.2-2 下層	0.033	0.148	0.079
St.3-1 上層	0.036	0.144	0.088
St.3-1 下層	0.032	0.150	0.081
St.3-2 上層	0.034	0.175	0.110
St.3-2 下層	0.027	0.162	0.069
St.3-3 上層	0.024	0.152	0.076
St.3-3 下層	0.023	0.139	0.059
St.3-4 上層	0.021	0.138	0.061
St.3-4 下層	0.022	0.108	0.044

項目、区分 調査点、層	溶存態全窒素(DTN)		
	最小値	最大値	平均値
St.1-1 上層	0.272	0.574	0.403
St.1-1 下層	0.184	0.516	0.279
St.1-2 上層	0.213	0.789	0.359
St.1-2 下層	0.177	0.361	0.277
St.2-1 上層	0.319	0.617	0.456
St.2-1 下層	0.199	0.569	0.308
St.2-2 上層	0.350	0.666	0.513
St.2-2 下層	0.216	0.531	0.384
St.3-1 上層	0.266	0.729	0.487
St.3-1 下層	0.239	0.639	0.460
St.3-2 上層	0.179	0.657	0.477
St.3-2 下層	0.151	0.805	0.401
St.3-3 上層	0.136	0.567	0.370
St.3-3 下層	0.143	0.475	0.324
St.3-4 上層	0.151	0.540	0.327
St.3-4 下層	0.160	0.465	0.281

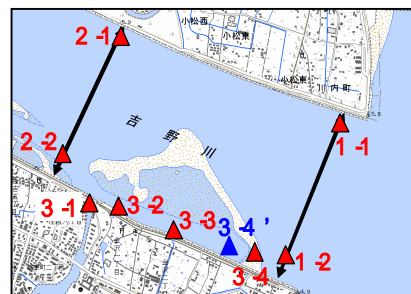
備考：『St.3 4』の値は、『St.3 4'』で採水、分析した結果を含めて算出した。

表 4.4(2) 項目別の水質分析結果概要(10月調査)

項目、区分 調査点、層	全窒素(T-N)		
	最小値	最大値	平均値
St.1-1 上層	0.139	0.502	0.280
St.1-1 下層	0.086	0.222	0.161
St.1-2 上層	0.114	0.418	0.211
St.1-2 下層	0.065	0.252	0.153
St.2-1 上層	0.178	0.538	0.335
St.2-1 下層	0.117	0.234	0.178
St.2-2 上層	0.157	0.654	0.396
St.2-2 下層	0.181	0.428	0.284
St.3-1 上層	0.145	0.767	0.399
St.3-1 下層	0.093	0.578	0.339
St.3-2 上層	0.129	0.633	0.371
St.3-2 下層	0.086	0.606	0.275
St.3-3 上層	0.102	0.624	0.301
St.3-3 下層	0.085	0.451	0.236
St.3-4 上層	0.103	0.548	0.258
St.3-4 下層	0.092	0.384	0.187

項目、区分 調査点、層	懸濁態窒素(PN)		
	最小値	最大値	平均値
St.1-1 上層	0.001	0.017	0.005
St.1-1 下層	0.003	0.056	0.012
St.1-2 上層	0.002	0.021	0.006
St.1-2 下層	0.001	0.064	0.017
St.2-1 上層	0.001	0.005	0.002
St.2-1 下層	0.001	0.006	0.004
St.2-2 上層	0.001	0.009	0.004
St.2-2 下層	0.001	0.015	0.005
St.3-1 上層	0.003	0.012	0.005
St.3-1 下層	0.002	0.013	0.005
St.3-2 上層	0.001	0.007	0.003
St.3-2 下層	0.002	0.010	0.006
St.3-3 上層	0.003	0.038	0.009
St.3-3 下層	0.004	0.016	0.008
St.3-4 上層	0.002	0.022	0.010
St.3-4 下層	0.002	0.018	0.008

項目、区分 調査点、層	浮遊物質(SS)		
	最小値	最大値	平均値
St.1-1 上層	2.629	20.293	10.252
St.1-1 下層	5.619	63.497	20.050
St.1-2 上層	5.086	26.196	12.605
St.1-2 下層	5.900	68.793	23.924
St.2-1 上層	2.783	9.657	5.435
St.2-1 下層	4.945	13.692	8.780
St.2-2 上層	3.899	15.979	7.546
St.2-2 下層	4.070	28.694	11.066
St.3-1 上層	4.647	17.700	10.183
St.3-1 下層	7.559	15.897	10.718
St.3-2 上層	3.808	13.356	6.773
St.3-2 下層	5.099	18.779	11.649
St.3-3 上層	5.703	47.785	16.255
St.3-3 下層	7.952	24.093	13.543
St.3-4 上層	5.612	28.793	15.535
St.3-4 下層	6.638	24.844	13.970



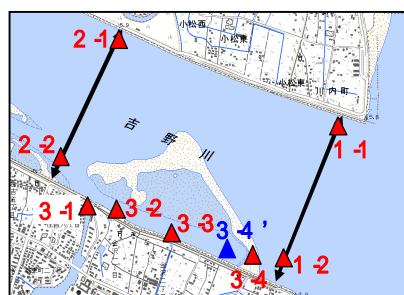
備考：『St.3 4』の値は、『St.3 4'』で採水、分析した結果を含めて算出した。

表 4.4(3) 項目別の水質分析結果概要(10月調査)

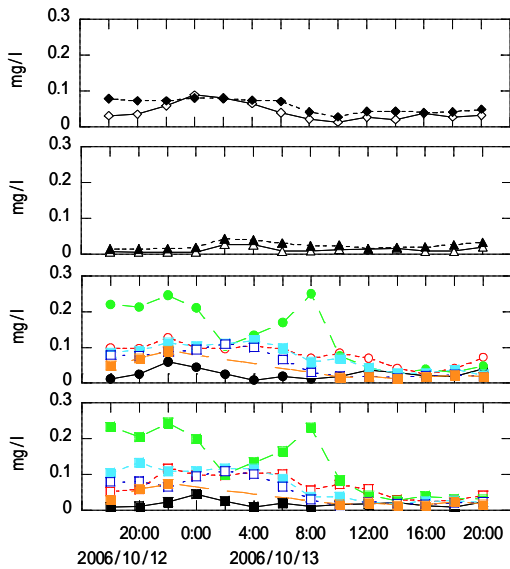
項目、区分 調査点、層	リン酸態リン(PO <sub>4</sub> -P)		
	最小値	最大値	平均値
St.1-1 上層	0.017	0.023	0.020
St.1-1 下層	0.016	0.020	0.018
St.1-2 上層	0.017	0.024	0.019
St.1-2 下層	0.017	0.021	0.018
St.2-1 上層	0.020	0.029	0.023
St.2-1 下層	0.016	0.022	0.019
St.2-2 上層	0.020	0.039	0.027
St.2-2 下層	0.022	0.043	0.028
St.3-1 上層	0.021	0.072	0.042
St.3-1 下層	0.021	0.073	0.045
St.3-2 上層	0.022	0.060	0.028
St.3-2 下層	0.021	0.045	0.030
St.3-3 上層	0.018	0.033	0.024
St.3-3 下層	0.019	0.031	0.024
St.3-4 上層	0.017	0.030	0.022
St.3-4 下層	0.017	0.028	0.020

項目、区分 調査点、層	溶存態全リン(DTP)		
	最小値	最大値	平均値
St.1-1 上層	0.026	0.040	0.030
St.1-1 下層	0.025	0.032	0.028
St.1-2 上層	0.026	0.032	0.028
St.1-2 下層	0.025	0.038	0.028
St.2-1 上層	0.028	0.050	0.032
St.2-1 下層	0.025	0.035	0.029
St.2-2 上層	0.031	0.045	0.037
St.2-2 下層	0.030	0.050	0.037
St.3-1 上層	0.027	0.081	0.051
St.3-1 下層	0.026	0.081	0.053
St.3-2 上層	0.028	0.063	0.037
St.3-2 下層	0.028	0.071	0.040
St.3-3 上層	0.026	0.047	0.033
St.3-3 下層	0.025	0.044	0.033
St.3-4 上層	0.027	0.036	0.031
St.3-4 下層	0.025	0.037	0.029

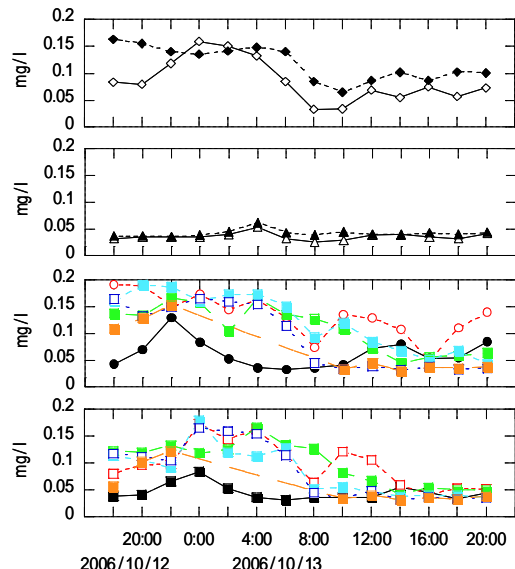
項目、区分 調査点、層	全リン(T-P)		
	最小値	最大値	平均値
St.1-1 上層	0.012	0.066	0.027
St.1-1 下層	0.011	0.048	0.025
St.1-2 上層	0.011	0.038	0.023
St.1-2 下層	0.011	0.030	0.020
St.2-1 上層	0.011	0.052	0.026
St.2-1 下層	0.012	0.034	0.021
St.2-2 上層	0.014	0.056	0.029
St.2-2 下層	0.013	0.044	0.028
St.3-1 上層	0.013	0.082	0.045
St.3-1 下層	0.010	0.101	0.042
St.3-2 上層	0.012	0.043	0.030
St.3-2 下層	0.013	0.059	0.029
St.3-3 上層	0.012	0.042	0.027
St.3-3 下層	0.012	0.044	0.027
St.3-4 上層	0.014	0.043	0.026
St.3-4 下層	0.011	0.034	0.023



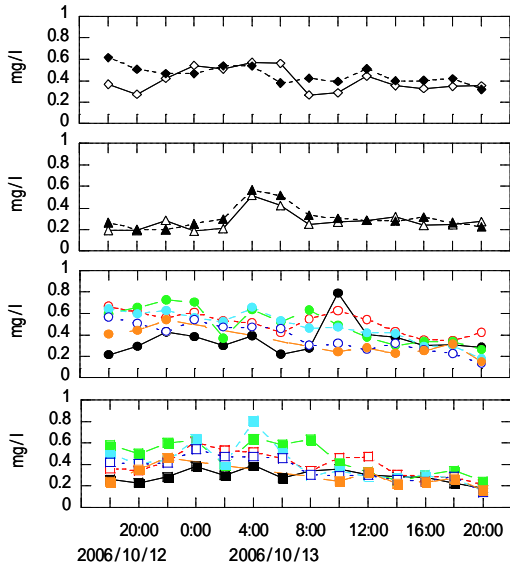
備考：『St.3 4』の値は、『St.3 4'』で採水、分析した結果を含めて算出した。



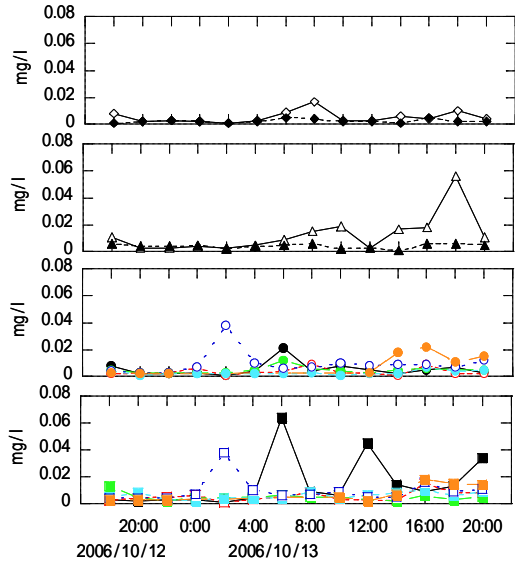
a) アンモニア態窒素(NH<sub>4</sub>-N)



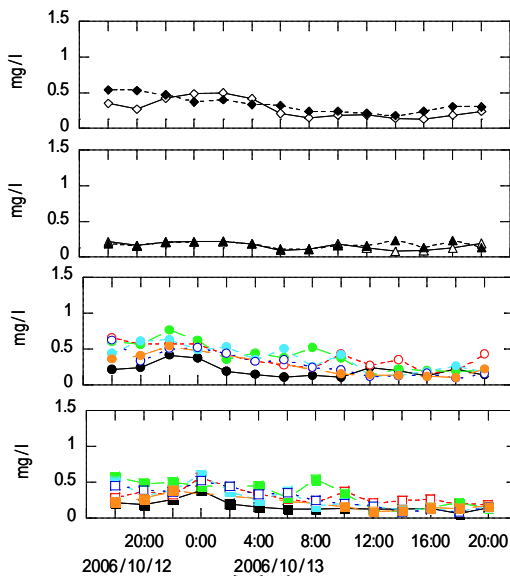
b) 硝酸態窒素+亜硝酸態窒素(NO<sub>3</sub>-N+NO<sub>2</sub>-N)



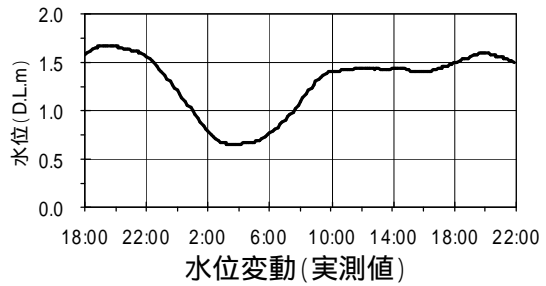
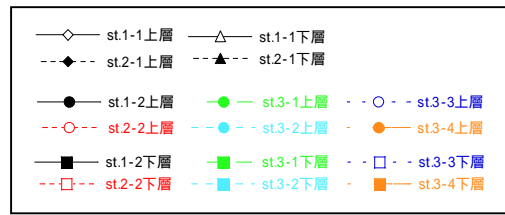
c) 溶存態全窒素(DTN)



d) 懸濁態窒素(PN)

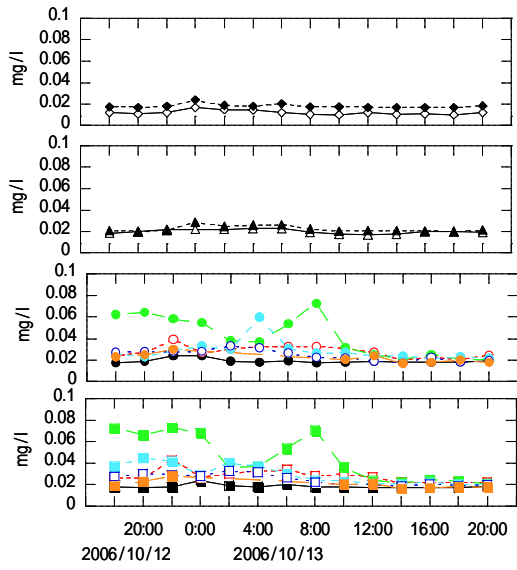


e) 全窒素(T-N)

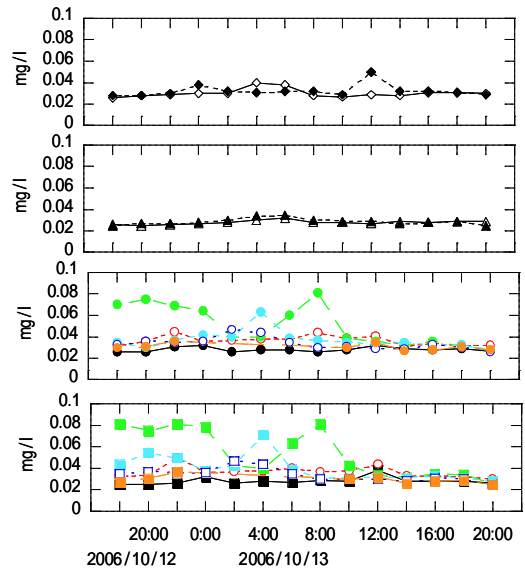


備考: 水位が低く採水層が1層(半水深で採水)の場合は上層、下層とも同値で表示した。

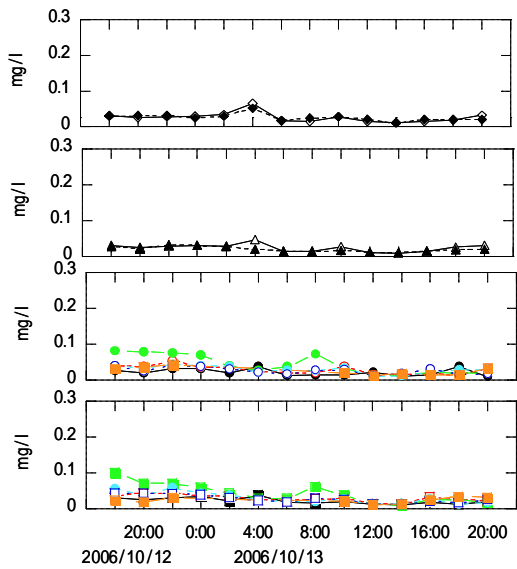
図 4.9(1) 窒素の経時変化(10月調査)



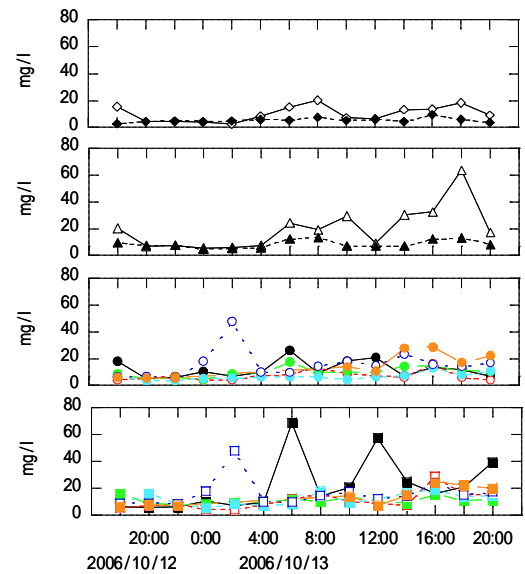
f) リン酸リン(PO<sub>4</sub>-P)



g) 溶存態全リン(DTP)



h) 全リン(T-P)



i) 浮遊物質(SS)



備考: 水位が低く採水層が1層(半水深で採水)の場合は上層、下層とも同値で表示した。

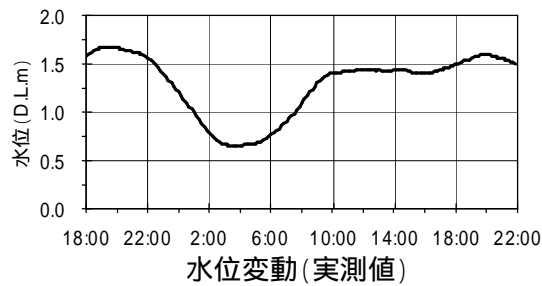
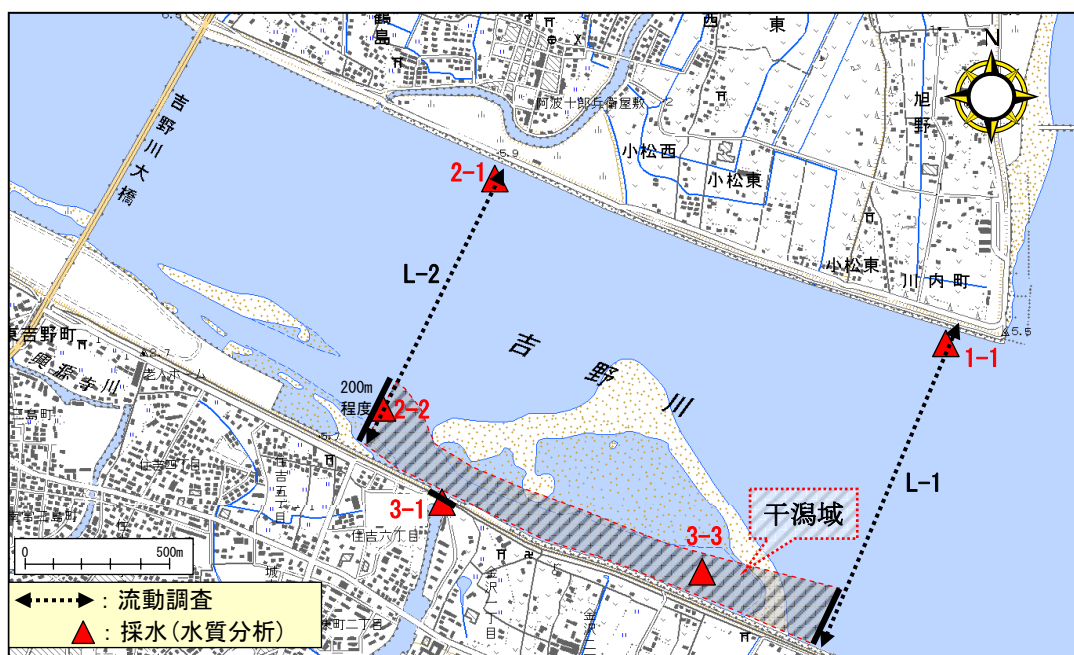


図 4.9(2) リン並びに浮遊物質の経時変化(10月調査)

#### 4.5 栄養塩収支

干潟の機能を定量的に評価するために、水質の栄養塩濃度と流動測定から得られた流量の結果から干潟域の物質収支を算出した。その方法は8月調査と同様である(3.5節参照)。



干潟域の範囲 (図 3.7 と同図)

干潟域における断面通過流量を表 4.5 に、その経時変化を図 4.10 に示す。

なお、干潟域に流入する量を正、干潟域から流出する量を負とした。L-1 は、海側から干潟域へ流入する量を正、干潟域から外海へ流出する量を負とした。L-2 は、吉野川上流から干潟域へ流入する量を正、干潟域から吉野川上流へ遡上する量を負とした。新町川は、新町川から干潟域へ流入する量を正、干潟域から新町川へ遡上する量を負とした。流量収支は10月12日18時から13日20時までの26時間から算出したものである。

L-1 からの流量は全層で $-20.532\sim 39.355\text{m}^3/\text{s}$ の範囲で変動し、流量収支は $9.47\times 10^5\text{m}^3$ であり干潟域に流入する結果となった。L-2 からの流量は全層で $-42.840\sim 19.808\text{m}^3/\text{s}$ の範囲で変動し、流量収支は $-10.46\times 10^5\text{m}^3$ であり干潟域から流出する結果となった。新町川からの流量は全層で $-9.629\sim 7.663\text{m}^3/\text{s}$ の範囲で変動し、流量収支は $0.99\times 10^5\text{m}^3$ であり干潟域に流入する結果となった。断面通過流量は、いずれの場所でも潮汐変動に伴う変動を示した。

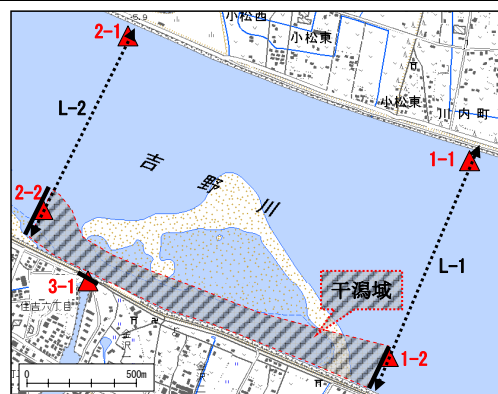
8月調査と10月調査を比較すると以下のとおりである。

L-1 の流量収支は8月調査では $1.41\times 10^5\text{m}^3$ 、10月調査では $9.47\times 10^5\text{m}^3$ であり、絶対値を比較すると、10月調査のL-1の流量収支は8月調査のその約8倍であった。同様に、L-2の流量収支は4.5倍(8月調査では $-2.33\times 10^5\text{m}^3$ )、新町川の流量収支は同程度(8月調査では $0.92\times 10^5\text{m}^3$ )であった。これは、10月調査時には台風接近に伴う高波浪によって生じた海から上流への波浪流が卓越したこと(4.3節、図 4.8、資料 2 参照)、各調査時の潮汐の差により10月調査の流量収支が大きくなったものと推察される。

表 4.5 干潟域における断面通過流量(10月調査)

流量 (m <sup>3</sup> /s)	L-1(干潟域)			流量 (m <sup>3</sup> /s)	L-2(干潟域)		
	上層 (1.0m以浅)	下層 (1.1m以深)	全層		上層 (1.0m以浅)	下層 (1.1m以深)	全層
12日 18~20時	13.458	0.567	14.025	-15.091	-3.240	-18.331	
20~22時	-3.869	-2.682	-6.551	1.908	-0.918	0.989	
22~0時	-18.265	-2.267	-20.532	18.410	1.398	19.808	
13日 0~2時	-0.837	-0.642	-1.479	-0.433	-0.741	-1.174	
2~4時	2.602	0.530	3.132	-1.152	-0.147	-1.299	
4~6時	2.023	0.415	2.438	-0.282	0.266	-0.016	
6~8時	14.780	5.797	20.577	-18.799	-9.441	-28.241	
8~10時	21.482	7.676	29.158	-25.121	-11.593	-36.713	
10~12時	25.202	14.153	39.355	-26.548	-16.292	-42.840	
12~14時	-4.249	13.307	9.058	7.082	-8.078	-0.995	
14~16時	-14.374	11.395	-2.979	17.964	-5.356	12.607	
16~18時	9.581	4.539	14.120	-11.283	-7.498	-18.781	
18~20時	16.437	14.737	31.174	-16.048	-14.207	-30.256	

流量 (m <sup>3</sup> /s)	新町川		
	上層 (1.0m以浅)	下層 (1.1m以深)	全層
12日 18~20時	1.633	2.673	4.306
20~22時	1.961	3.600	5.561
22~0時	-0.145	0.869	0.723
13日 0~2時	1.270	1.383	2.653
2~4時	-1.450	-0.383	-1.833
4~6時	-1.741	-0.681	-2.422
6~8時	4.019	3.644	7.663
8~10時	3.639	3.917	7.556
10~12時	1.346	2.139	3.484
12~14時	-2.833	-5.229	-8.062
14~16時	-3.590	-6.039	-9.629
16~18時	1.702	2.959	4.660
18~20時	-0.389	-0.530	-0.918



流量収支 (12日18時~13日20時)	
L-1(干潟域)	$9.47 \times 10^5 \text{ m}^3$
L-2(干潟域)	$-10.46 \times 10^5 \text{ m}^3$
新町川	$0.99 \times 10^5 \text{ m}^3$

- 備考:1.干潟域に流入する量を正、干潟域から流出する量を負とした。  
 :2.L-1は、海側から干潟域へ流入する量を正、干潟域から外海へ流出する量を負とした。  
 :3.L-2は、吉野川上流から干潟域へ流入する量を正、干潟域から吉野川上流へ遡上する量を負とした。  
 :4.新町川は、新町川から干潟域へ流入する量を正、干潟域から新町川へ遡上する量を負とした。

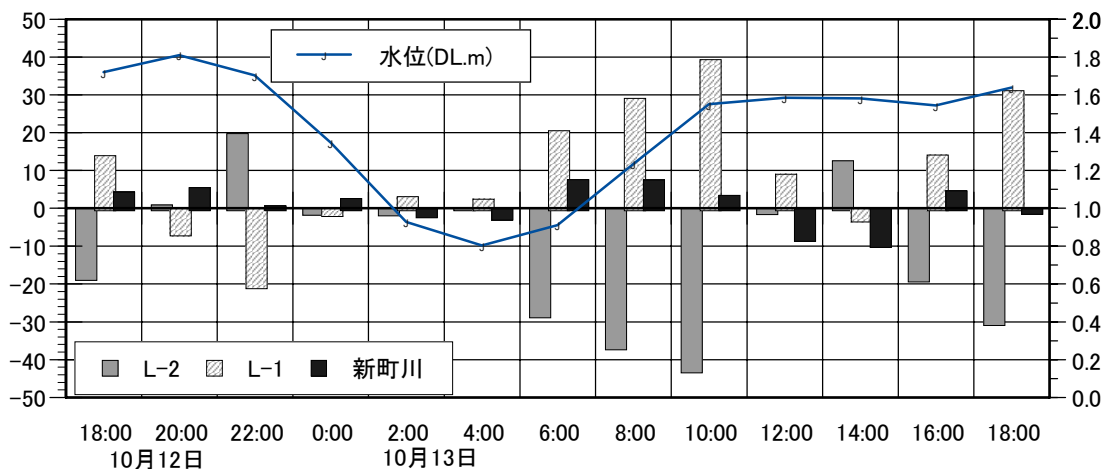


図 4.10 干潟域における断面通過流量の経時変化 (10月調査)

10月調査から得られた干潟域における物質収支について、項目別の収支を表4.6、図4.11に、それを場所別、時間帯別にみたものを表4.7(1)～表4.7(2)に、経時変化を図4.12に、干潟域全体で項目別、時間帯別にみたものを表4.8に示す。

干潟域において、DTNを79.496kg/day、NH<sub>4</sub>-Nを3.516kg/day、NO<sub>2</sub>-N+NO<sub>3</sub>-Nを35.491kg/day、T-Nを76.702kg/day生成され、PNを2.795kg/day、DTPを1.947kg/day、T-Pを5.626kg/day、PO<sub>4</sub>-Pを1.680kg/day固定していると見積もられた。8月調査ではDTN、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N+NO<sub>3</sub>-N、T-Nは正となり干潟が固定する結果が得られたが、10月調査では負となり、干潟域がそれらの物質を生成する結果となった。

表 4.6 干潟域における項目別収支(10月調査)

単位:kg/day

項目	区分	L-1 (干潟域)	L-2 (干潟域)	新町川	収支
溶存態全窒素(DTN)		268.094	-423.873	76.283	-79.496
懸濁態窒素(PN)		8.322	-6.390	0.863	2.795
アンモニア態窒素(NH <sub>4</sub> -N)		19.134	-57.265	34.615	-3.516
亜硝酸態窒素+硝酸態窒素 (NO <sub>2</sub> -N+NO <sub>3</sub> -N)		35.340	-87.843	17.011	-35.491
全窒素(T-N)		276.415	-430.263	77.146	-76.702
溶存態全リン(DTP)		27.683	-36.107	10.371	1.947
全リン(T-P)		18.120	-22.994	10.500	5.626
リン酸態リン(PO <sub>4</sub> -P)		18.996	-26.936	9.620	1.680

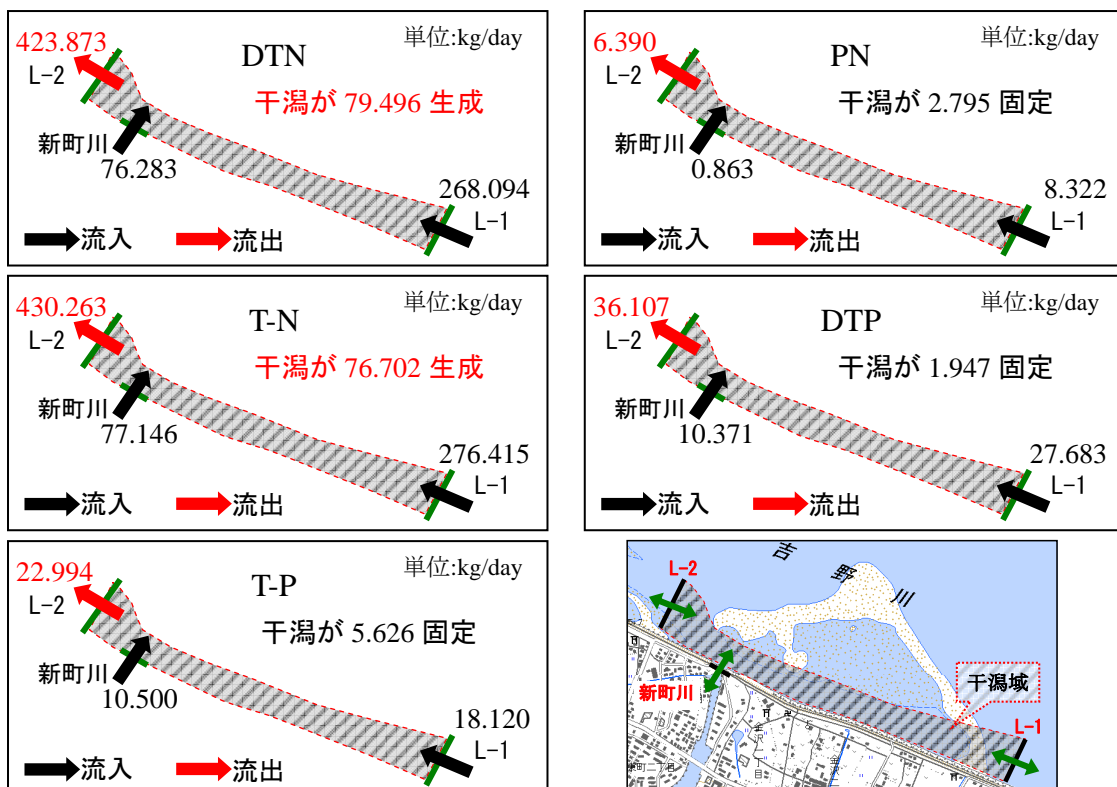


図 4.11 干潟域における項目別収支 (10月調査)



表 4.7(1) 場所別の項目別時間帯別収支(10月調査)

## 溶存態全窒素(DTN)

測定時間	L-1(干潟域)	L-2 (干潟域)	新町川	収支
19～20時	28.322	-40.358	9.085	-2.951
20～22時	-22.086	6.148	22.300	6.362
22～0時	-63.931	78.792	3.018	17.879
0～2時	-5.793	-5.156	12.648	1.699
2～4時	10.689	-4.966	-4.923	0.799
4～6時	8.338	-0.059	-11.143	-2.864
6～8時	67.558	-88.118	30.480	9.920
8～10時	64.451	-127.678	34.492	-28.735
10～12時	88.047	-174.424	11.074	-75.303
12～14時	21.337	0.337	-20.196	1.479
14～16時	-11.907	44.372	-18.746	13.719
16～18時	25.539	-44.090	10.470	-8.081
18～20時	57.529	-68.673	-2.275	-13.419

## 懸濁態窒素(PN)

測定時間	L-1(干潟域)	L-2 (干潟域)	新町川	収支
19～20時	0.210	-0.142	0.153	0.220
20～22時	-0.158	0.013	0.144	-0.000
22～0時	-0.463	0.431	0.011	-0.021
0～2時	-0.076	-0.053	0.064	-0.066
2～4時	0.850	-0.012	-0.047	0.790
4～6時	0.169	-0.000	-0.083	0.085
6～8時	0.877	-0.860	0.483	0.501
8～10時	1.486	-2.218	0.274	-0.457
10～12時	2.807	-1.010	0.106	1.903
12～14時	0.256	-0.052	-0.192	0.012
14～16時	-0.517	0.080	-0.237	-0.674
16～18時	1.100	-1.541	0.214	-0.227
18～20時	1.781	-1.025	-0.028	0.728

## 全窒素(T-N)

測定時間	L-1(干潟域)	L-2 (干潟域)	新町川	収支
19～20時	4.052	-5.972	3.538	1.618
20～22時	-3.689	0.952	8.330	5.593
22～0時	-12.708	18.112	1.273	6.678
0～2時	-1.005	-0.836	3.912	2.070
2～4時	2.447	-0.915	-1.352	0.180
4～6時	0.300	-0.012	-2.342	-2.054
6～8時	9.704	-20.001	9.285	-1.012
8～10時	6.193	-17.654	13.102	1.641
10～12時	4.975	-24.467	2.024	-17.468
12～14時	1.747	0.164	-2.379	-0.469
14～16時	-0.074	4.406	-1.885	2.447
16～18時	2.038	-3.321	1.313	0.030
18～20時	5.154	-7.721	-0.204	-2.771

備考: 1.単位はkg/hである。

2.干潟域に流入する量を正、干潟域から流出する量を負とした。

表 4.7(2) 場所別の項目別時間帯別収支(10月調査)

リン酸態リン(PO<sub>4</sub>-P)

測定時間	L-1(干潟域)	L-2 (干潟域)	新町川	収支
19～20時	1.374	-1.609	1.064	0.828
20～22時	-1.346	0.204	2.625	1.483
22～0時	-4.134	5.567	0.394	1.826
0～2時	-0.294	-0.229	1.175	0.652
2～4時	0.742	-0.276	-0.498	-0.032
4～6時	0.549	-0.004	-0.642	-0.096
6～8時	3.896	-6.703	2.966	0.159
8～10時	4.766	-8.239	3.894	0.420
10～12時	6.014	-9.468	0.861	-2.593
12～14時	1.300	-0.183	-1.398	-0.282
14～16時	-0.295	1.770	-1.493	-0.019
16～18時	2.232	-3.086	0.822	-0.032
18～20時	4.192	-4.678	-0.149	-0.635

## 溶存態全リン(DTP)

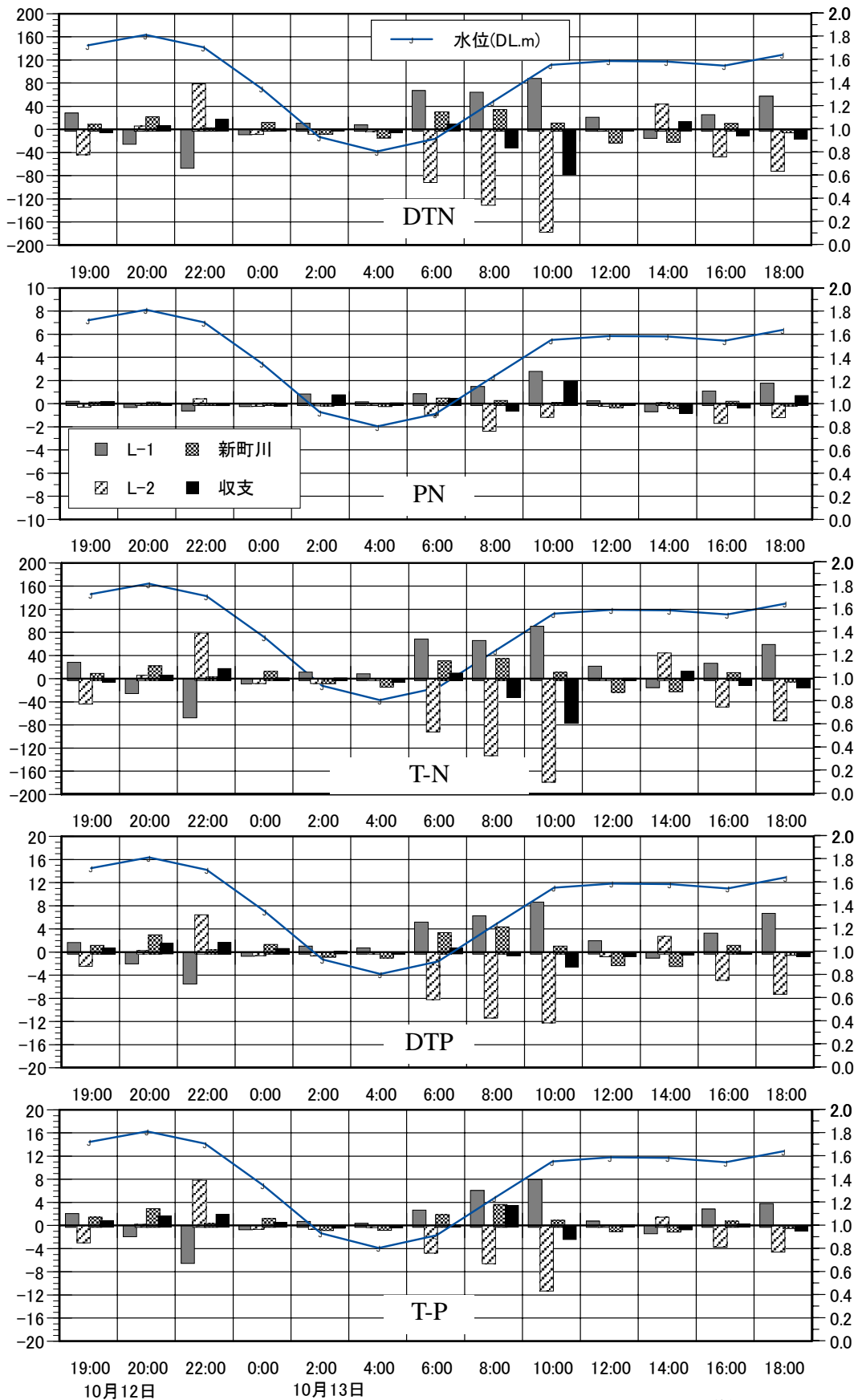
測定時間	L-1(干潟域)	L-2 (干潟域)	新町川	収支
19～20時	1.670	-2.123	1.191	0.738
20～22時	-1.717	0.270	3.003	1.555
22～0時	-5.190	6.468	0.435	1.712
0～2時	-0.383	-0.304	1.362	0.674
2～4時	1.060	-0.346	-0.536	0.178
4～6時	0.772	-0.004	-0.698	0.070
6～8時	5.185	-7.862	3.389	0.712
8～10時	6.298	-11.047	4.407	-0.342
10～12時	8.682	-11.912	1.040	-2.190
12～14時	1.987	-0.469	-2.014	-0.496
14～16時	-0.704	2.737	-2.175	-0.142
16～18時	3.290	-4.544	1.187	-0.067
18～20時	6.734	-6.971	-0.219	-0.457

## 全リン(T-P)

測定時間	L-1(干潟域)	L-2 (干潟域)	新町川	収支
19～20時	2.076	-2.636	1.454	0.895
20～22時	-1.574	0.224	2.956	1.606
22～0時	-6.209	7.866	0.359	2.016
0～2時	-0.415	-0.304	1.247	0.527
2～4時	0.722	-0.337	-0.549	-0.164
4～6時	0.404	-0.003	-0.506	-0.105
6～8時	2.667	-4.406	1.860	0.121
8～10時	6.088	-6.233	3.659	3.515
10～12時	7.991	-10.974	0.899	-2.083
12～14時	0.783	0.053	-0.717	0.118
14～16時	-1.085	1.439	-0.797	-0.443
16～18時	2.857	-3.406	0.793	0.244
18～20時	3.816	-4.277	-0.158	-0.620

備考: 1.単位はkg/hである。

2.干潟域に流入する量を正、干潟域から流出する量を負とした。



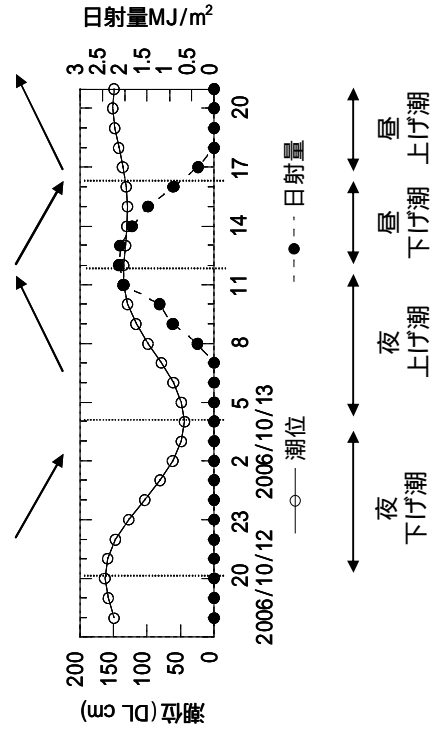
備考:干潟域に固定される量を正、干潟域から生成される量を負とした。 単位:kg/h

図 4.12 干潟域における項目別収支の経時変化(10月調査)

表 4.8 干潟域における項目別時間帯別収支(10月調査)

調査回数	時刻	潮時	DTN (kg/h)	PN (kg/h)	NH <sub>4</sub> -N (kg/h)	NO <sub>2</sub> -N+NO <sub>3</sub> -N (kg/h)	T-N(DTN+PN) (kg/h)	PO <sub>4</sub> -P (kg/h)	DTP (kg/h)	T-P (kg/h)
1回目	19~20時	上げ潮	-2.951	0.220	1.618	-1.137	-2.731	0.828	0.738	0.895
2回目	20~22時	下げ潮	6.362	-0.000	5.593	1.098	6.362	1.483	1.555	1.606
3回目	22~0時	下げ潮	17.879	-0.021	6.678	0.178	17.859	1.826	1.712	2.016
4回目	0~2時	下げ潮	1.699	-0.066	2.070	-0.600	1.633	0.652	0.674	0.527
5回目	2~4時	下げ潮	0.799	0.790	0.180	0.808	1.589	-0.032	0.178	-0.164
6回目	4~6時	上げ潮	-2.864	0.085	-2.054	0.110	-2.779	-0.096	0.070	-0.105
7回目	6~8時	上げ潮	9.920	0.501	-1.012	-1.006	10.421	0.159	0.712	0.121
8回目	8~10時	上げ潮	-28.735	-0.457	1.641	-2.518	-29.193	0.420	-0.342	3.515
9回目	10~12時	上げ潮	-75.303	1.903	-17.468	-28.097	-73.400	-2.593	-2.190	-2.083
10回目	12~14時	下げ潮	1.479	0.012	-0.469	-0.313	1.491	-0.282	-0.496	0.118
11回目	12~16時	下げ潮	13.719	-0.674	2.447	7.897	13.045	-0.019	-0.142	-0.443
12回目	16~18時	上げ潮	-8.081	-0.227	0.030	-0.753	-8.308	-0.032	-0.067	0.244
13回目	18~20時	上げ潮	-13.419	0.728	-2.771	-11.160	-12.691	-0.635	-0.457	-0.620
計	(kg/day)		-79.496	2.795	-3.516	-35.491	-76.702	1.680	1.947	5.626

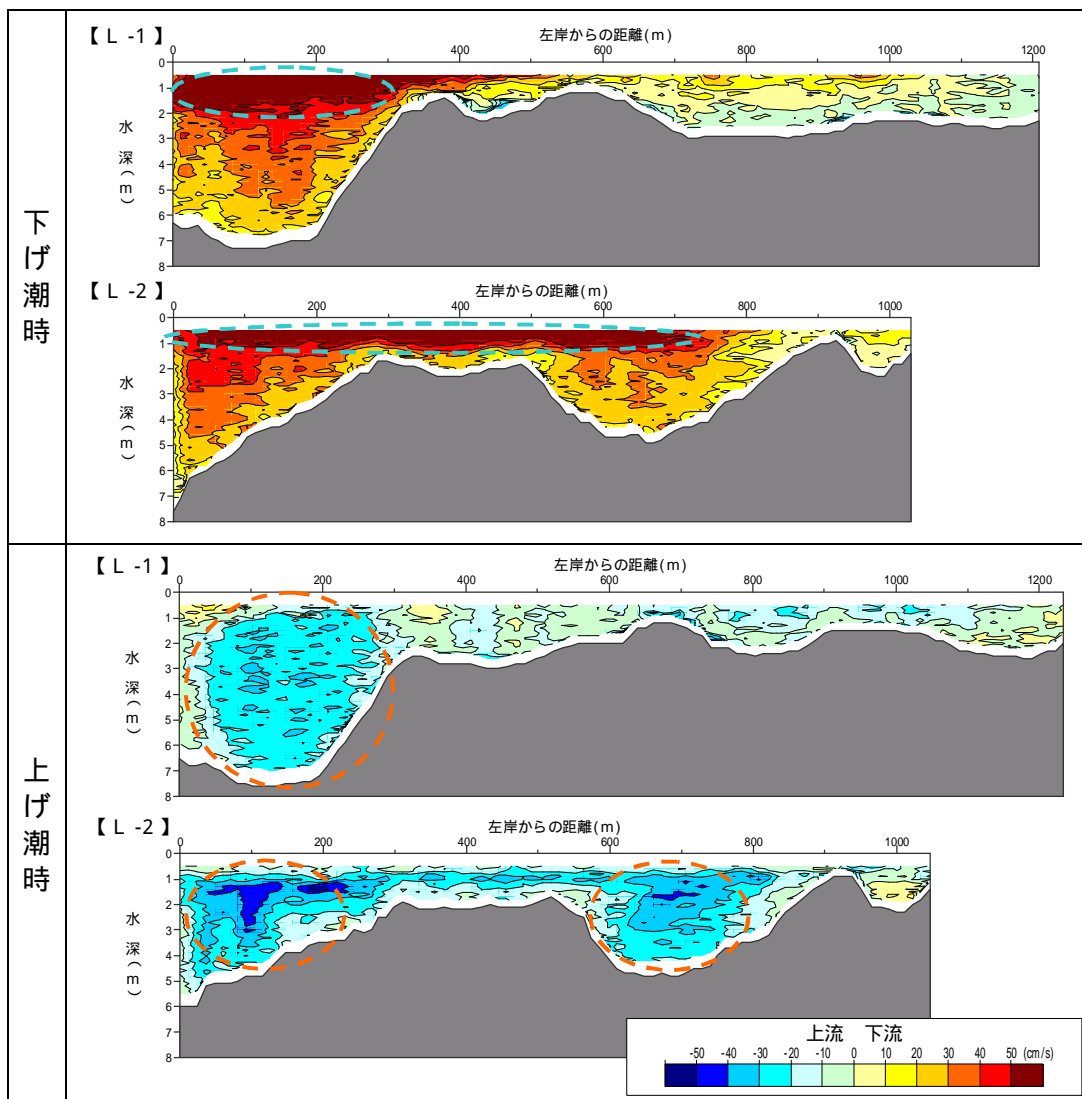
備考:干潟域に固定される量を正、干潟域から生成される負とした。



## 1 - 5 まとめ

干潟・河川・外海との間の栄養塩類の物質循環を把握・推定するための基礎資料とするため、流動、水質の断面分布を8月、10月の2回、いずれも2潮汐連続測定を行った。得られた結果について以下に列挙する。

流動については（下図：断面流速分布参照）、下げ潮時に、河川水はL-2の表層を一樣に流下し、L-1の左岸側の表層から海域へより多く流出する(水色囲み部)。一方、上げ潮時に、海水はL-1の左岸側の底層から流入し、澁筋に沿って底層からより多く遡上していくことがわかった(橙色囲み部)。8月、10月調査ともに同様の結果が得られた。



流動調査結果(8月調査、図3.2と同じ)

水質（水温・塩分）については、8月調査結果によると、下げ潮時には全調査点において高温低塩分の河川水が表層に分布し、底層は高塩分の海水が分布する、一方、上げ潮時には外海に近い場所(St.1-1、St.1-2)では低温高塩分の外海水が全層で分布することがわかった。水温、塩分の変動は、流動並びに水位に連動した経時変化であった。10月調査結果によると、満潮時から下げ潮時には低温低塩分の河川水が表層のみに分布し、底層は測定期間中で外海水が全層で分布していた。8月調査に比べて、河川水（低塩分）の鉛直分布は顕著でなかった。

断面通過流量については、8月調査結果によると、L-1は $-629.83 \sim 931.94 \text{ m}^3/\text{s}$ 、L-2は $-616.00 \sim 1088.08 \text{ m}^3/\text{s}$ の範囲で変動していた。また、26時間の流量収支は、L-1は $5.77 \times 10^6 \text{ m}^3$ であり、L-2は $5.56 \times 10^6 \text{ m}^3$ であった。L-2を介して吉野川上流から干潟域へ流入し、L-1を介して干潟域から外海へ流出する結果となった。10月調査結果によると、断面通過流量は、10月12日18時から10月13日8時までに、L-1は $-577.66 \sim 748.89 \text{ m}^3/\text{s}$ 、10月13日10時から20時までにL-1とL-3を合わせた量は $-270.51 \sim 424.83 \text{ m}^3/\text{s}$ の範囲で変動していた。L-2は $-854.54 \sim 591.64 \text{ m}^3/\text{s}$ の範囲で変動していた。8月、10月調査ともに、断面通過流量は潮汐変動と同様な経時変化であった。

栄養塩の濃度変化については、8月調査並びに10月調査結果によると、上流から河川水によって窒素、リンは流入し、下げ潮時から干潮時に河口域の窒素濃度は高くなることわかった。また、アンモニア態窒素( $\text{NH}_4\text{-N}$ )、亜硝酸態窒素 + 硝酸態窒素( $\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ )、全窒素(T-N)は、干潟から離れたSt.2-1とSt.1-1は同程度の変動であり、干潟上流のSt.2-2よりも干潟下流のSt.1-2で低かった。これは、8月調査、10月調査とも同様にみられたが、8月調査では10月調査より顕著にみられSt.2-2とSt.1-2の差は8月調査で大きかった。

物質収支については、干潟域の範囲を定義した上で、その水域のみの収支を推算した。8月調査結果によると、干潟域はDTNを $4.473 \text{ kg/day}$ 、T-Nを $3.926 \text{ kg/day}$ 、DTPを $10.266 \text{ kg/day}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ を $9.729 \text{ kg/day}$ 、T-Pを $11.785 \text{ kg/day}$ 固定し、PNを $0.548 \text{ kg/day}$ 生成すると見積もられた。新町川での収支は、全項目で正となり、干潟域に負荷する量が推算された。10月調査結果によると、DTNを $79.496 \text{ kg/day}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ を $3.516 \text{ kg/day}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ を $35.491 \text{ kg/day}$ 、T-Nを $76.702 \text{ kg/day}$ 生成され、PNを $2.795 \text{ kg/day}$ 、DTPを $1.947 \text{ kg/day}$ 、T-Pを $5.626 \text{ kg/day}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ を $1.680 \text{ kg/day}$ 固定していると見積もられた。DTN、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ 、T-Nは8月調査とは反する結果が得られ、干潟がそれらの物質を生成する結果となった。

他の干潟で得られた窒素固定量との比較を表5.1に示す。

吉野川河口干潟の窒素固定量は $26 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ と見積もられ、調査方法、計算方法が異なるため一概に比較することはできないが、他の干潟に比べて小さかった。この結果の要因として2点挙げられる。1点目は吉野川上流から干潟域に流入する栄養塩の負荷量が、他の干潟域に比べて少ないことである。東京湾、大阪湾、三河湾に位置

する干潟は、背後に大都市があり河川から流入する汚濁負荷量は吉野川に比べて大きい。2点目は生態系が異なることである。吉野川河口干潟は淡水の影響を強く受けており(3.1節、図3.3参照)、甲殻類、腹足類が多く出現する。一方、他の干潟は過栄養もしくは富栄養域に出現するアサリ、アオサが多く出現し、それらによる窒素固定量は吉野川に多く出現する種よりも大きい。

表 5.1 他の干潟との窒素固定量の比較

場所	窒素固定量 (mg/m <sup>2</sup> /day)	備考
吉野川河口干潟	26	自然干潟
東京湾 三番瀬	100	自然干潟
大阪湾 南港野鳥園	58 ~ 144	人工干潟 造成から 20 年後
三河湾 一色干潟	178	自然干潟
大阪湾 甲子園浜	356	自然干潟

備考：調査方法、算出方法は異なる。

今後の課題として以下の点が挙げられる。

リンの物質循環、小潮時の物質循環

生物調査結果を考慮する

干潟モニタリングとして、当干潟の代表値となる物質収支量

効率的なモニタリング方法の確立