

## 第9章 物質収支調査

### 1. 物質収支調査

#### 1-1. 調査概要

##### 1.1 背景と目的

河口域は流域圏の水・栄養塩等物質のエンドポイントであり、流域圏における経済活動・日常生活のすべての影響を直接的・間接的に受ける。よって、河口域は人為的活動の影響を積分値として表す場といえる。

河口域の生態系や物質収支をモニタリングすることによって流域圏の環境変動の診断、上流域や河口域・沿岸域で生じる各種の変化を読み解くデータを得ることができる。また、このようなモニタリングを継続的に実施することによって、河口域からみた流域圏の環境共生シナリオの提言が可能になる。さらに、吉野川河口の干潟では、各種生物の調査研究が継続的に実施されており、それらの結果と本調査・研究の結果を併せて解析することにより、干潟を有する河口の生態系を総合的に評価することが可能となる。

このような視点に基づき、吉野川河口域の物質収支に関する現地調査を行う。調査は、干潟・河川・外海の栄養塩類の物質循環を把握するため、流向・流速並びに水質の断面分布を連続して測定する。本調査は、吉野川河口干潟の機能を定量的に評価するために、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。

##### 1.2 調査場所

徳島市吉野川河口(図 1.1、図 1.2 参照)

##### 1.3 調査の進め方

調査の進め方について、図 1.3 に調査フローを示す。

他に例が無い初めての取組みであることから、調査の規模や調査に要する時間等を把握するために予め事前調査を行い、その調査結果を踏まえた協議に基づき、詳細な調査場所並びに調査項目を決定した。

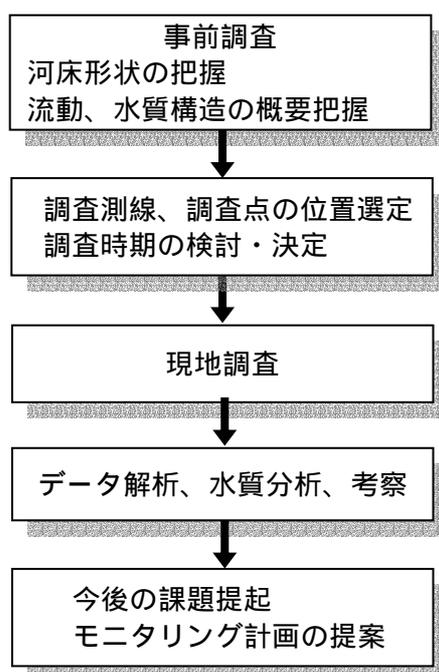
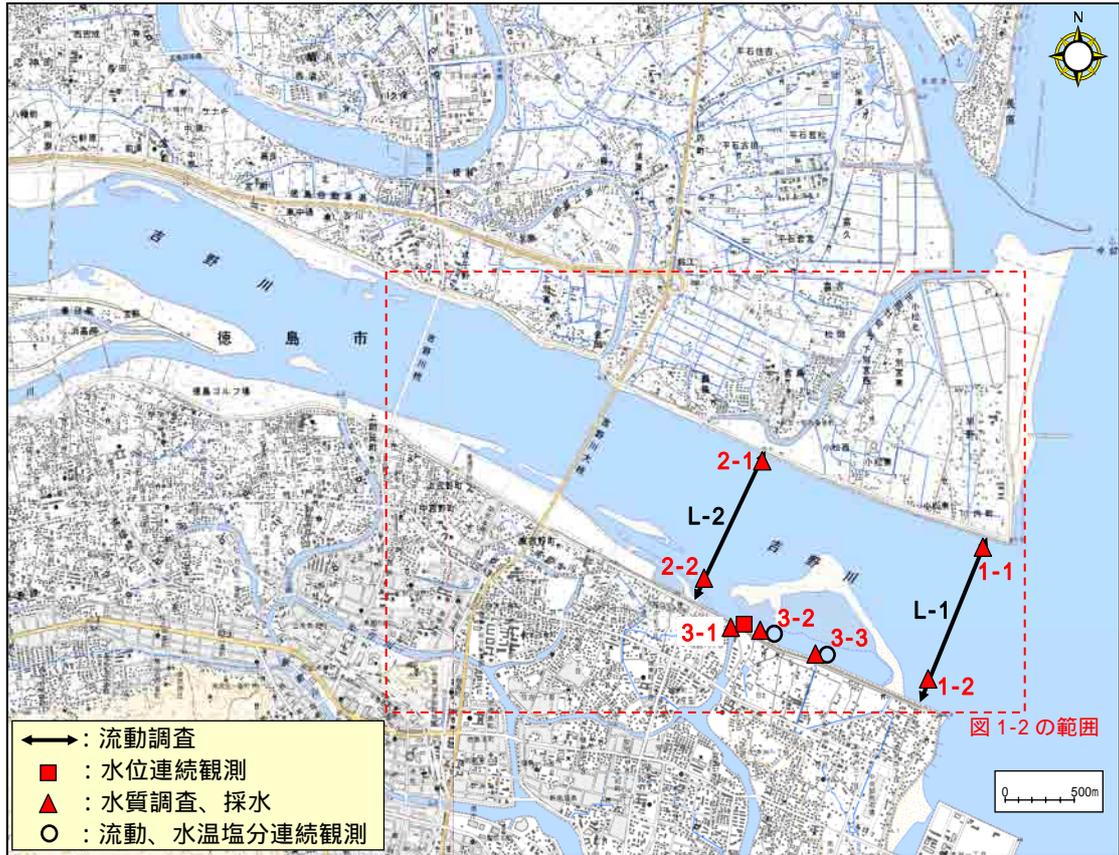


図 1.3 調査フロー



資料：国土地理院 1/25,000 地形図(H14.4)より作成

図 1.1 調査場所



図 1.2 吉野川河口部

#### 1.4 調査時期

調査は8月に1回、10月に1回の計2回実施し、物質収支を把握するために2潮汐連続調査を実施した。

8月調査(大潮時)：8月25日10時開始～8月26日14時終了

10月調査(中潮時)：10月12日18時開始～10月13日22時終了

#### 1.5 調査項目

調査項目とその方法を表1.1に示す。なお、調査場所は図1.1に示したとおりである。

##### 【調査場所】

流動測定：河口より0.2km上流に位置するL-1、河口より2km上流に位置するL-2の計2測線

水質測定、採水：L-1、L-2の測線上に各2点(St.1-1、St.1-2、St.2-1、St.2-2)

新町川流入部(沖ノ洲樋門直下、St.3-1)

河口干潟内(St.3-2、St.3-3)

水位連続測定：新町川と吉野川との合流部(沖ノ洲樋門)に1点

水温・塩分定点連続測定：河口干潟部(St.3-2、St.3-3)

流動定点連続測定：河口干潟部(St.3-2、St.3-3)

##### 【調査時間】2潮汐連続調査

##### 【測定頻度】2時間毎に1回、計14回測定

表 1.1 調査項目とその方法

調査項目	調査場所 (図 1.1 参照)	調査方法
流動測定(流向、流速)	2 測線 (L-1、L-2)	曳航式超音波ドップラー流速計を用いて測定
水質測定(水温、塩分)	7 点 ( St.1-1、St.1-2、St.2-1、 St.2-2、St.3-1、St.3-2、 St.3-3 )	各調査点で停船し多項目水質計を用いて測定
採水(栄養塩分析試料)		各調査点でバンドーン採水器を用いて採水
水位連続測定	1 点 (沖ノ洲樋門)	自記式水位計を設置し10分間隔で連続測定
水温・塩分定点連続測定	2 点 ( St.3-2、St.3-3 )	自記式水温塩分計を設置し10分間隔で連続測定
流動定点連続測定	2 点 ( St.3-2、St.3-3 )	自記式電磁流速計を設置し10分間隔で連続測定

## 1 - 2 . 現地調査方法

### 2.1 流動測定

吉野川における流動特性、並びに潮汐変動に伴う海水の流入・流出流量を把握するために、L-1、L-2 において 2 時間毎に多層の流速の横断分布を計測した。

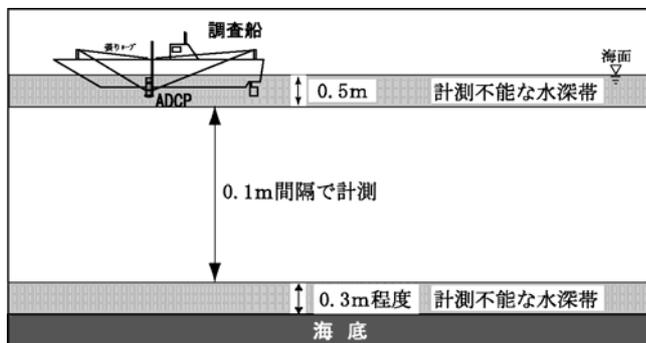
調査にあたっては、曳航式超音波ドップラー流速計(以下、曳航式 ADCP)を用いて流速分布を計測した。調査に使用する曳航式 ADCP の仕様を表 2.1 に、データ測得範囲を図 2.1 に、測定状況を図 2.2 に示す。

調査船の舷側にセンサーが鉛直下向きになるように曳航式 ADCP を取り付け、船速 1.5m/s 程度で ADCP を曳航しながら、水深方向に 0.1m 毎に流速を測定した。調査時には、船上のコンピュータディスプレイにおいて流速ベクトルの鉛直分布を確認しながら測定した。曳航式 ADCP は測定原理上、表層から 0.5m 並びに水底面上の約 0.3m の流速データが取得できない(図 2.1 参照)。

表 2.1 曳航式 ADCP の仕様

使用機器	仕 様			
	測定項目 (単位)	測定レンジ	精度	分解能
機器名:RD Instruments 社製 Workhorse 型 ADCP 1,200kHz トランスドューサー 測定項目:3次元流速	流向 (°)	0 ~ 359	± 2	0.2
	流速 (cm/s)	± 500	± 0.25 cm/s 又は 実測値の ± 0.25% <sup>注</sup>	0.01

注:計測設定によって変化し、大きい方の値が誤差範囲となる。



調査に用いた ADCP

図 2.1 曳航式 ADCP による鉛直方向データ測得範囲

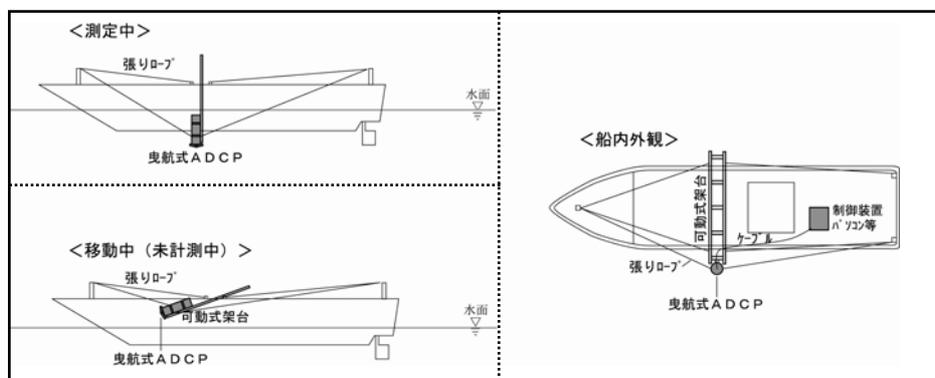


図 2.2 曳航式 ADCP による測定状況

## 2.2 水質測定

水温・塩分の鉛直分布、水塊構造を経時的に把握するために、図 1.1 に示す 7 調査点において、調査船から多項目水質計を垂下し多層の水温、塩分を計測した。

多項目水質計の仕様を表 2.2 に、測定状況イメージ並びにその外観を図 2.3 に示す。

表 2.2 多項目水質計の仕様

使用機器	仕 様				
多項目水質計	測定項目 (単位)	センサタイプ	測定レンジ	精度	分解能
機器名:アレック電子社製 ACL200-PDK 型 メリーケロテック 測定項目:深度、水温、塩分	深度 (m)	半導体圧力センサー	0 ~ 200	±0.3%FS	0.5
	水温 ( )	白金測温抵抗体	-5 ~ 40	±0.05	0.01
	塩分 (-)	電磁誘導型セル	0 ~ 40	±0.05	0.01

: 機器では電気伝導度を測定し、電気伝導度から『海洋観測指針 5.3.1』に則って塩分に換算した。

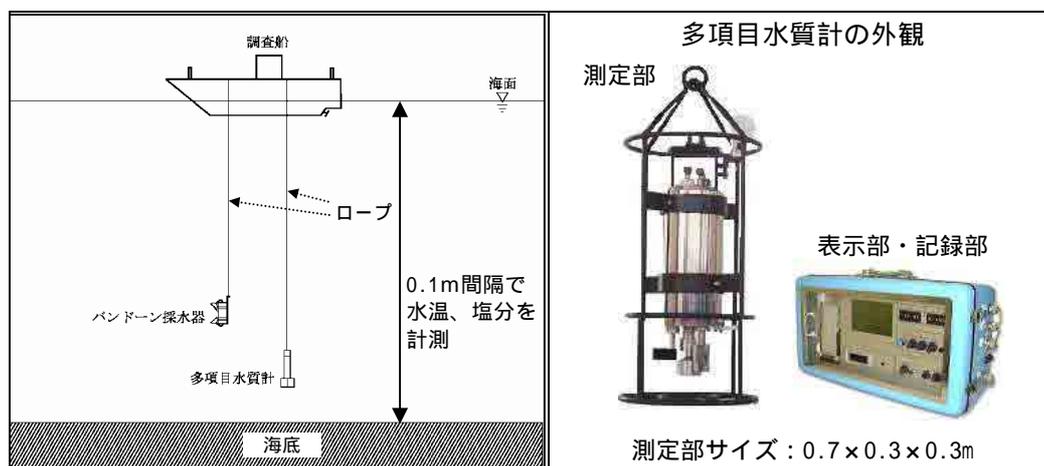


図 2.3 調査状況イメージ並びに多項目水質計の外観

## 2.3 採水、水質分析

栄養塩濃度の分布や経時変化を把握するために、図 1.1 に示す 7 調査点において、流向・流速測定後に船上よりバンドーン採水器を用いて上層(水面下 0.5m)、下層(水底面上 1.0m)の海水を採水した。なお、水深が 2.0m 未満の場合は 1 層(半水深)のみの海水を採水した。採取した試料は、現場にて速やかに適切な処理(ろ過処理、暗所保冷保管など)を施した後、分析室に持ち帰り、以下の 10 項目を分析した。窒素、リンの分析はオートアナライザー(ビーエルテック株式会社製、AACS )を使用して行った。

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)、全窒素(T-N)、懸濁態窒素(PN)
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)	

## 2.4 水位連続測定

調査期間の水位変動を把握するために、自記式水位計を1台設置し、10分間隔で水位を連続測定した。自記式水位計の仕様並びに外観を表2.3に、設置状況を図2.4に示す。

表 2.3 自記式水位計の仕様並びに外観

使用機器	仕 様				外 観
自記式水位計 機器名：Star-Oddi 社製 メモリー式深度計 DSTmilli	測定項目 (単位)	測定 レンジ	精度	分解能	
	深度 (m)	0.5 ~ 20	±0.4%FS	0.03%FS	

## 2.5 水温、塩分定点連続測定

調査期間における水塊の経時変化を把握するために、図1.1に示す2地点において、自記式水温塩分計を3台設置し、10分間隔で水温、塩分を連続測定した。自記式水温塩分計をSt.3-2の水面下0.3m、水底面上0.5mに、St.3-3の水底面上0.5mに各1台設置した。自記式水温塩分計の仕様並びに外観を表2.4に、設置状況を図2.4に示す。

表 2.4 自記式水温・塩分計の仕様並びに外観

使用機器	仕 様				
自記式水温塩分計 機器名：アレック電子社製 小型メモリー水温塩分計 Compact-CT	測定項目 (単位)	測定 レンジ	精度	分解能	
	水温 ( )	-5 ~ 40	±0.05	0.001	
測定項目：水温、電気伝導度	電気伝導度 (mS/cm)	0 ~ 60	±0.05	0.001	

備考：電気伝導度と水温から塩分に換算する。水温20 で電気伝導度50 ms/cmの場合、塩分は33.0である。

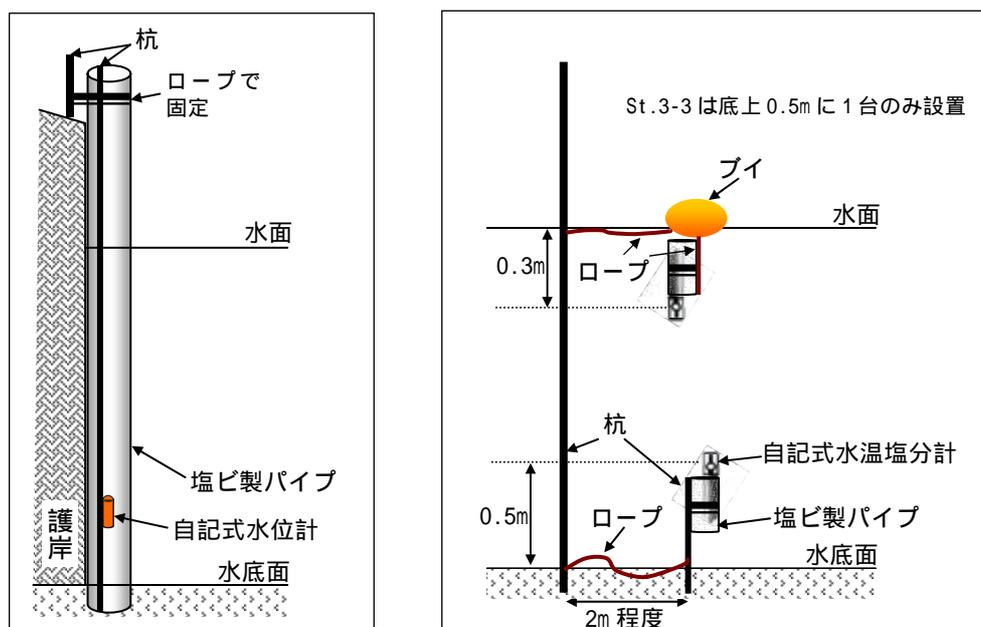


図 2.4 水位(左図)並びに水温、塩分(右図)連続測定状況

## 2.6 流動定点連続測定

調査期間における流動の経時変化を把握するために、図 1.1 に示す 2 定点において、自記式電磁流速計を設置し 10 分間隔で流向、流速を測定した。8 月調査では自記式電磁流速計を St.3-2、St.3-3 の水底面上 0.5m に各 1 台(計 2 台)設置し、10 月調査では St.3-2 の水底面上 0.5m 並びに水底面上 3.0m に各 1 台、St.3-3 の水底面上 0.5m 並びに水底面上 1.0m に各 1 台(計 4 台)設置した。自記式電磁流速計の仕様並びに外観を表 2.5 に、調査状況を図 2.5 に示す。

表 2.5 自記式電磁流速計の仕様並びに外観

使用機器	仕 様				外 観
自記式電磁流速計 機器名：アレック電子社製 小型メモリー流速計 COMPACT-EM  測定項目：2次元流速	測定項目 (単位)	測定 レンジ	精度	分解能	
	流向 (°)	0 ~ 359	± 2	0.01	
	流速 (cm/s)	± 500	± 1 cm/s 又は 実測値の ± 2%	0.02	

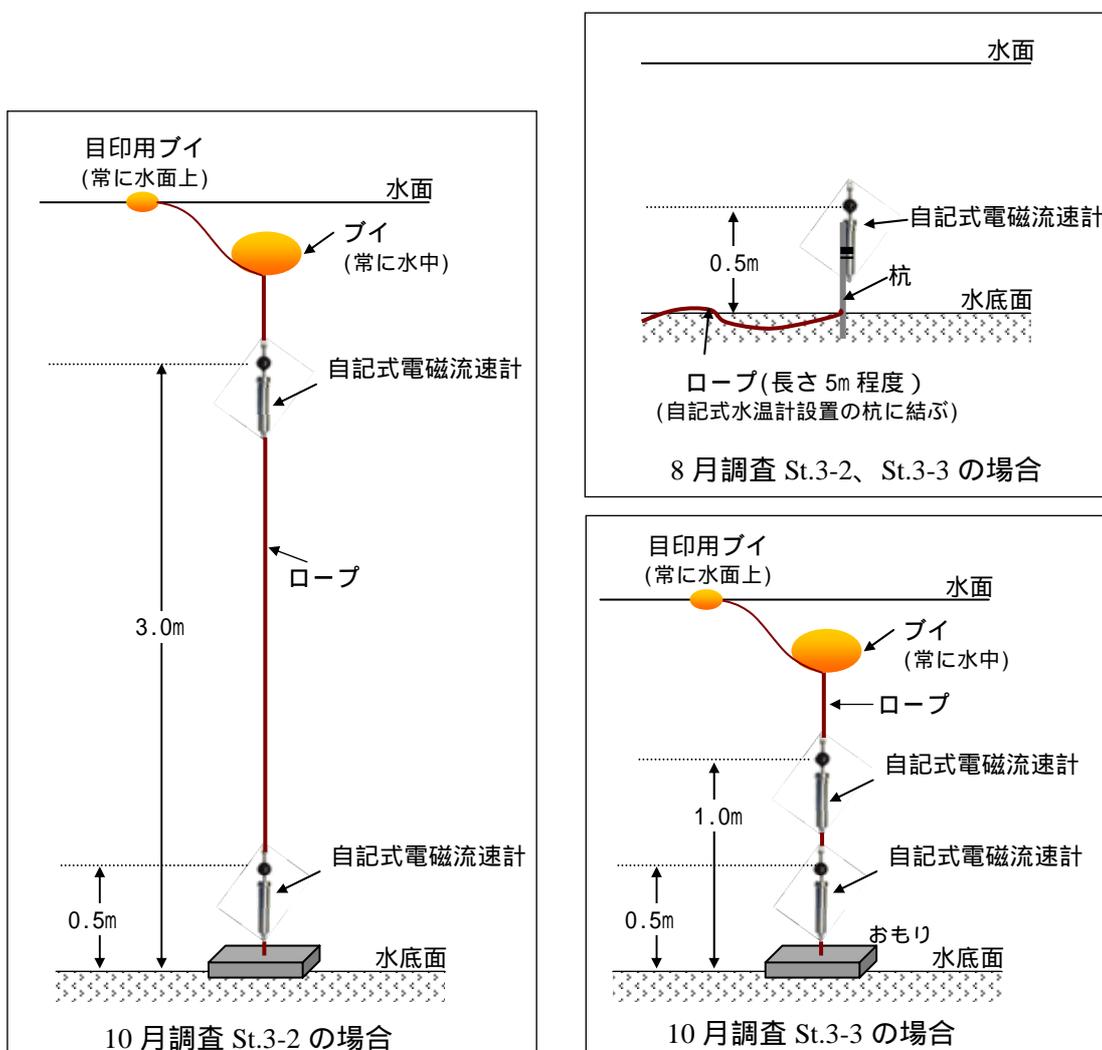


図 2.5 流動連続測定状況

### 1 - 3 8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 3.1 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、26.3～33.7 の範囲で日変動していた。風向風速は、時折、北東あるいは北北東の風が観測されているものの、ほとんどは風速 2～4m/s で西北西の風が卓越していた。調査期間中に降水量は観測されなかったが、8月23日(調査日の2日前)5～6時に計 15.5 mm/時間の降水があった。日照時間は、8月26日7時、17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8月25日18時38分、日の出時刻は、8月26日5時30分であった。

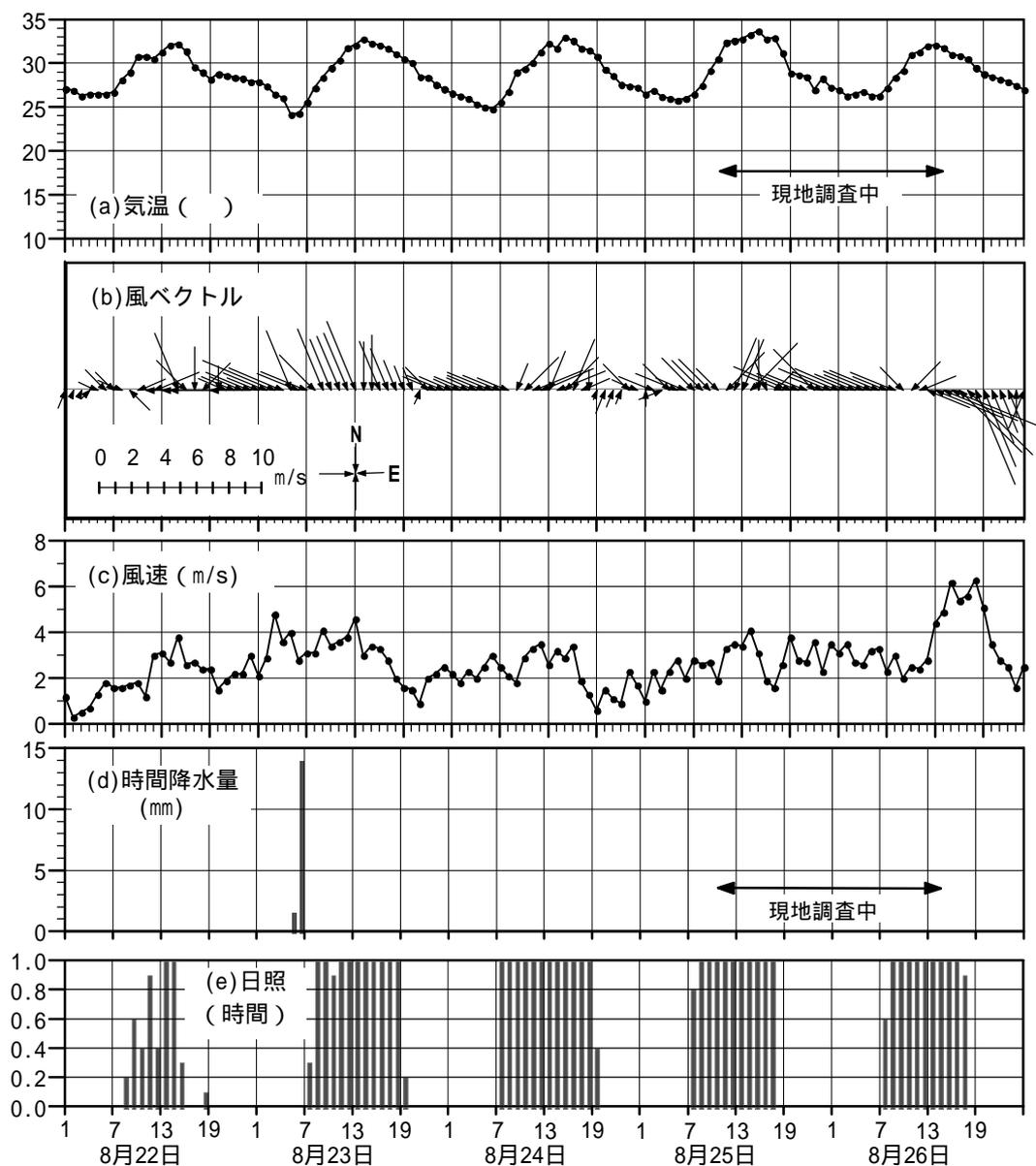


図 3.1 8月調査時の気象

### 3.1 流動、水質測定結果

吉野川河口域において、8月25日10時から26日14時までの28時間連続観測(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。

河口より0.2km上流に位置する測線L-1および河口より2km上流に位置する測線L-2における水平流速分布並びに断面流速分布、各測線上に各2点設けた水質調査点(St.1-1、St.1-2、St.2-1、St.2-2)における水温、塩分の鉛直分布、並びに水位調査結果を図3.2(1)～図3.2(4)に示す。なお、全14回実施したうちの上げ潮時、満潮時、干潮時、下げ潮時の4潮時を抜粋して示し、全14回の結果を資料1に示す。断面流速分布は、測線に垂直な方向(真北から時計回りに112°)の流速成分を算出し等値線図で示し、吉野川から海側へと流れる方向を正(+値)、海側から吉野川へ流れる方向を負(-値)としている。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3.3(1)～図3.3(2)に示す。

流動測定の結果について、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0.8m/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3.2(4)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、2m以深で流速は大きく最大流速は0.3m/s程度であり、上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が、底層で流速は大きく表層で小さかった(図3.2(1)断面流速分布参照)。これらのことから、L-1においては、左岸側の表層からより多くの河川水が流出し、左岸側の底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、表層(1.0m以浅)で流速は大きく最大流速は0.8m/s程度であり、横断分布はほぼ一様であった(図3.2(4)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ヶ所の濁筋の2m以深で流速は大きく、最大流速は0.4m/s程度であった(図3.2(1)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、濁筋の2m以深から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海域へより多く流出する。一方、上げ潮時に、海水はL-1の左岸側の底層から流入し、濁筋の底層からより多く遡上していくことがわかった。

水温、塩分測定結果について、全調査点の表層(2.0m以浅)において、下げ潮時に水温は高く塩分は低く(図3.2(4)水質鉛直分布参照)、上げ潮時に水温は低く塩分は高くなる傾向がみられた(図3.2(1)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27程度、塩分30psuの水塊が一様に分布していた(図3.2(1)～図3.2(4)水質鉛直分布参照)。すなわち、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。塩分の鉛直分布の時間変化をみると、St.2-1、St.2-2、St.3-1、St.3-2、St.3-3では表層に20psu以下の低塩分水が調査期間中に継続してみられ、吉野川上流から河川水が常時流下していたことを示唆している(図3.3(1)～図3.3(2)参照)。

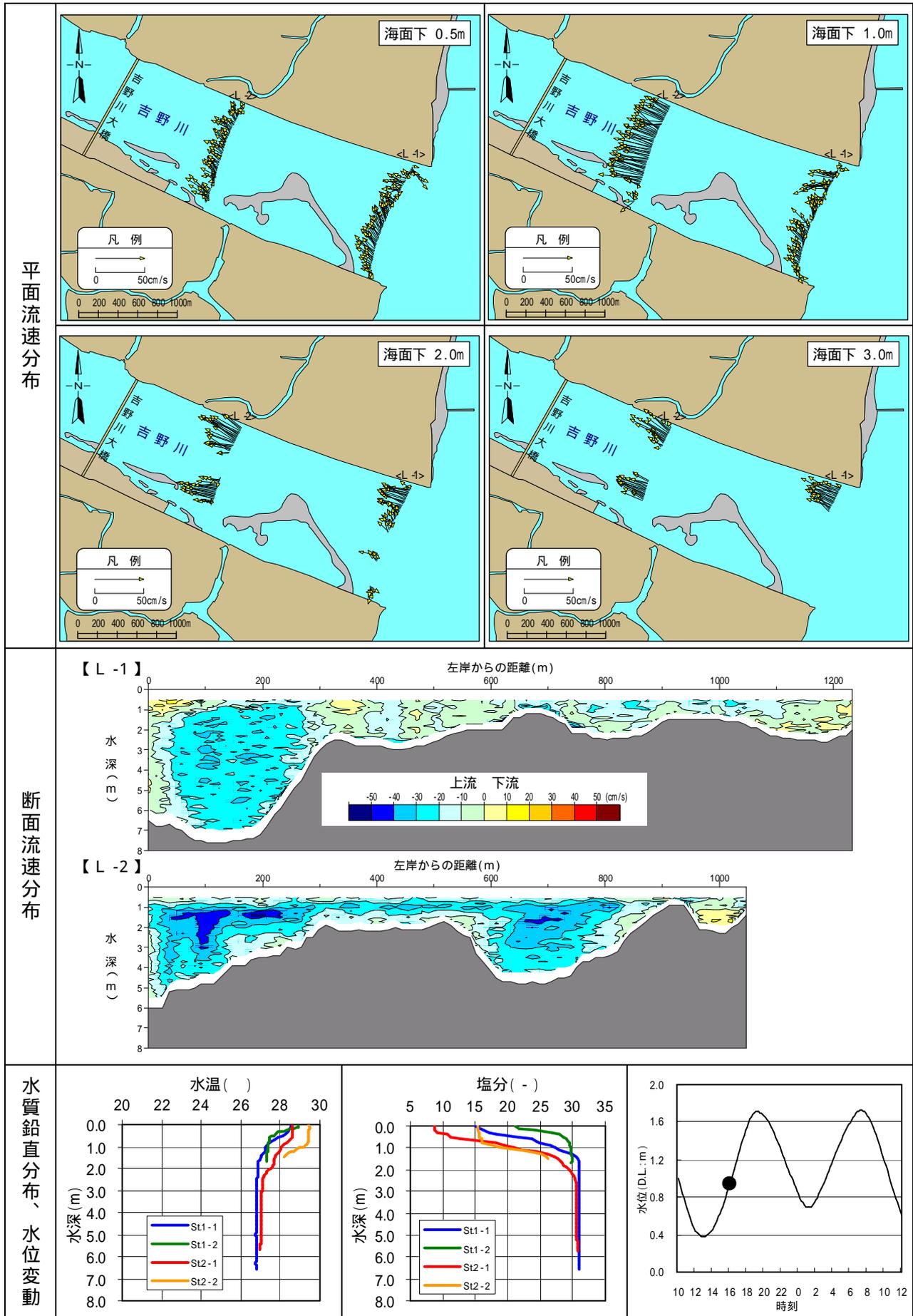


図 3.2(1) 流動、水質調査結果 (上げ潮時 8月25日16時開始)

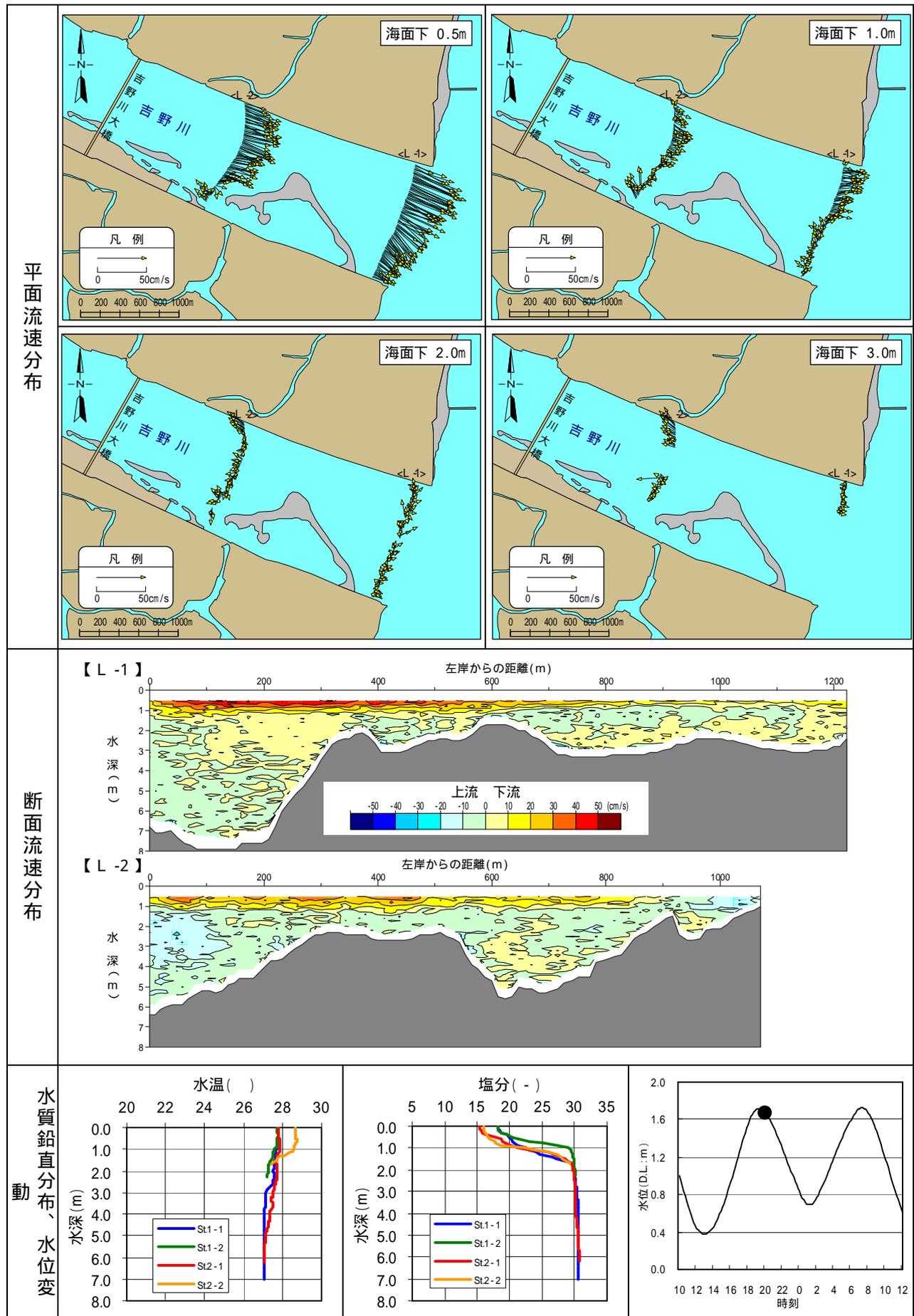


図 3.2(2) 流動、水質調査結果 (満潮時 8月25日 20時開始)

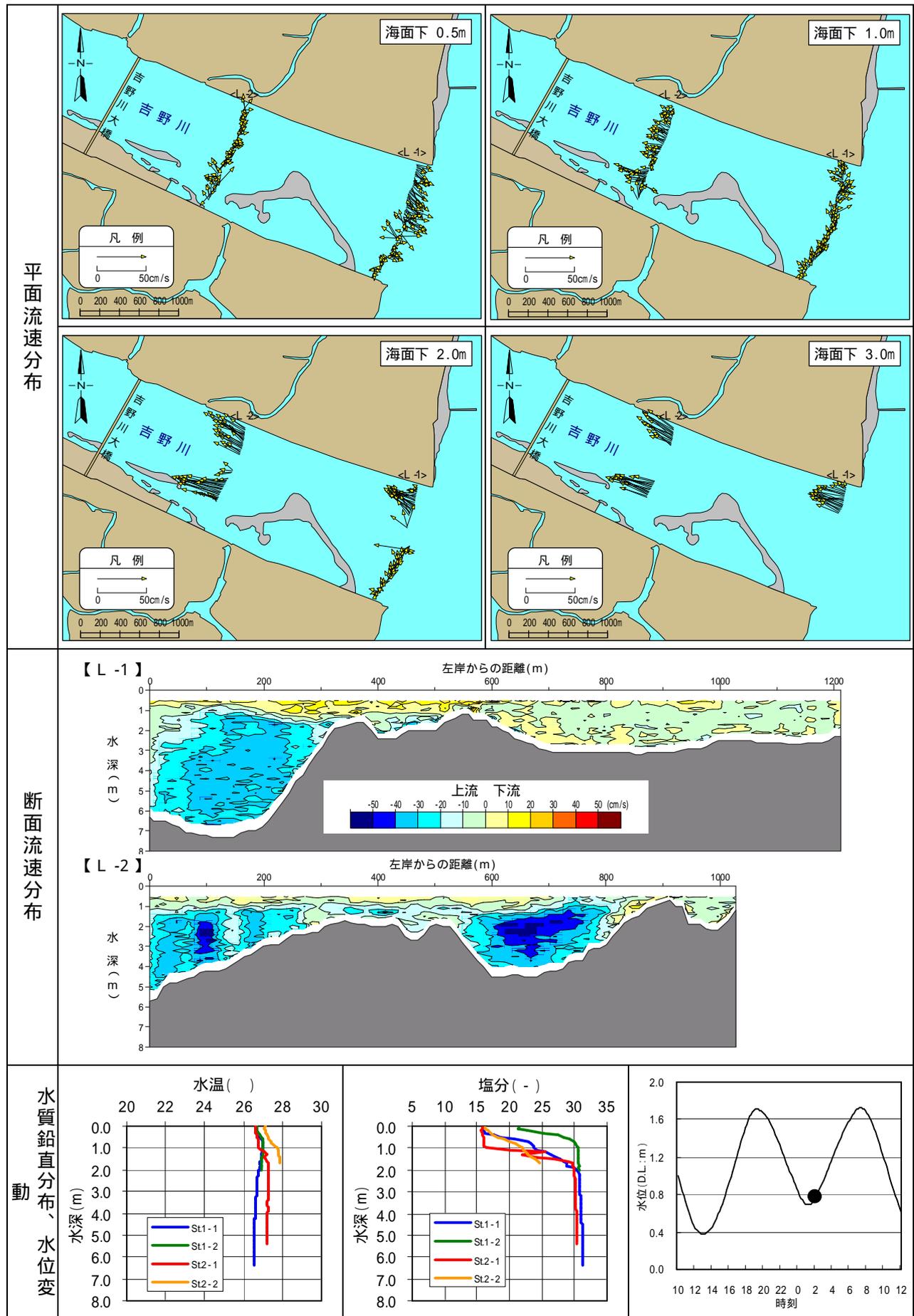


図 3.2(3) 流動、水質調査結果 (干潮時 8月26日2時開始)

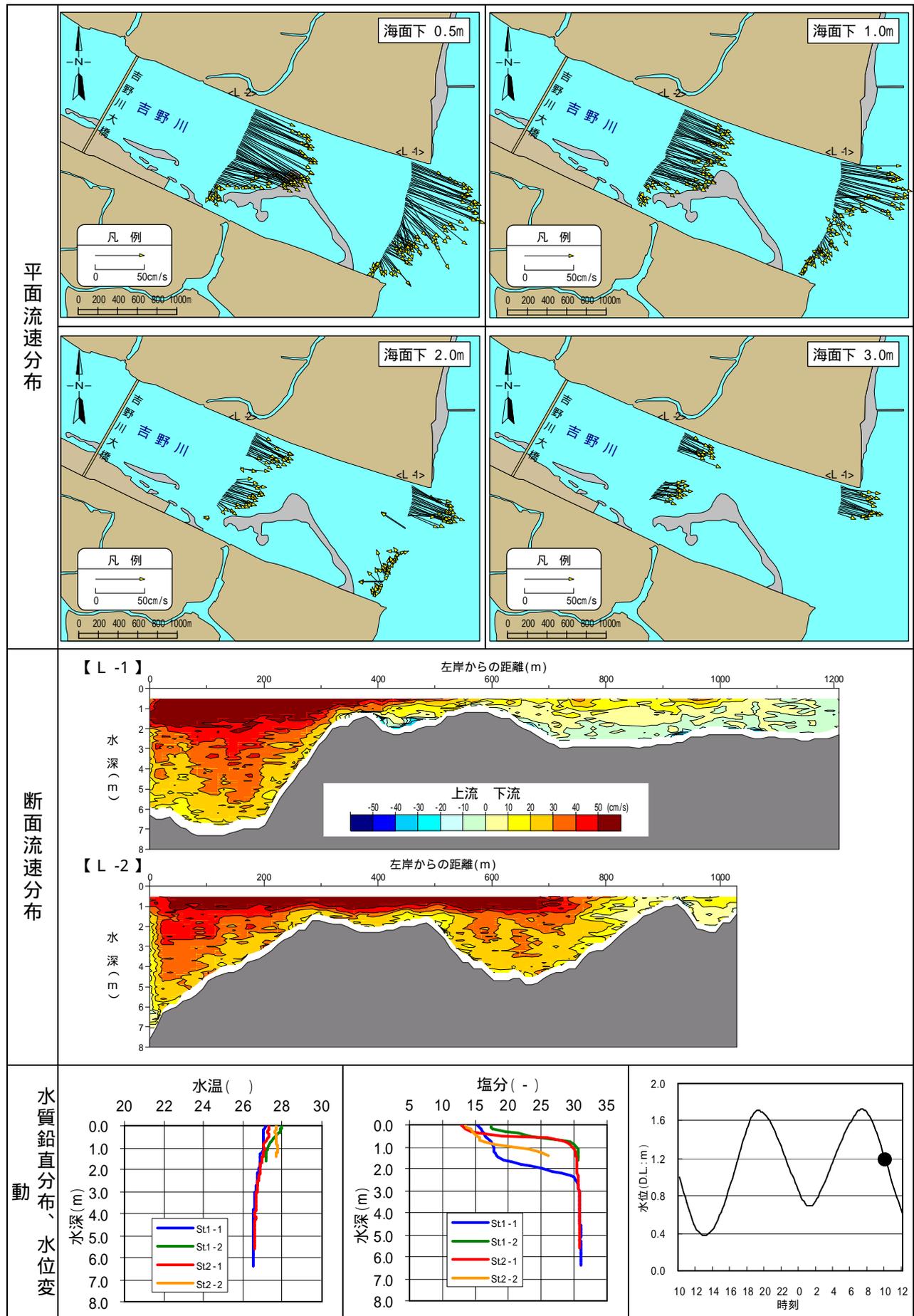


図 3.2(4) 流動、水質調査結果 (下げ潮時 8月26日10時開始)

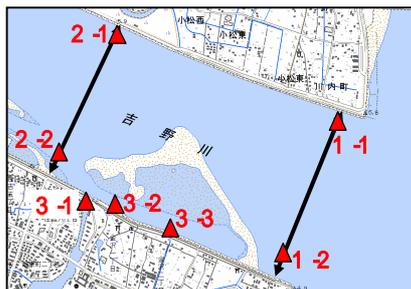
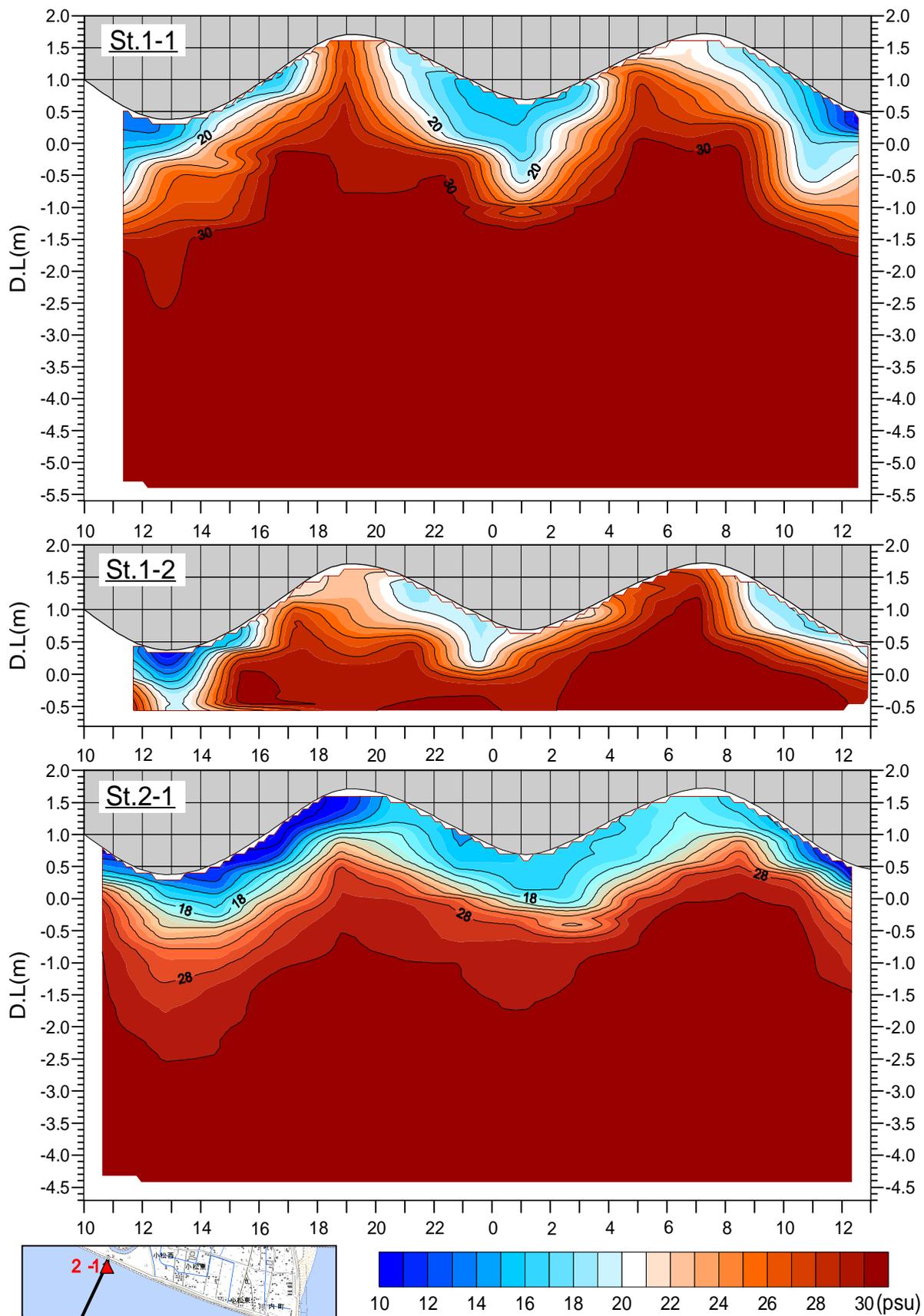


図 3.3(1) 塩分鉛直分布の経時変化  
(8月調査、St.1-1、St.1-2、St.2-1)

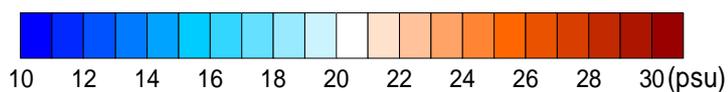
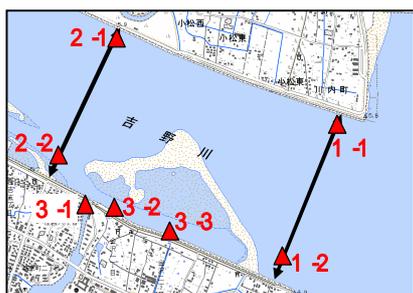
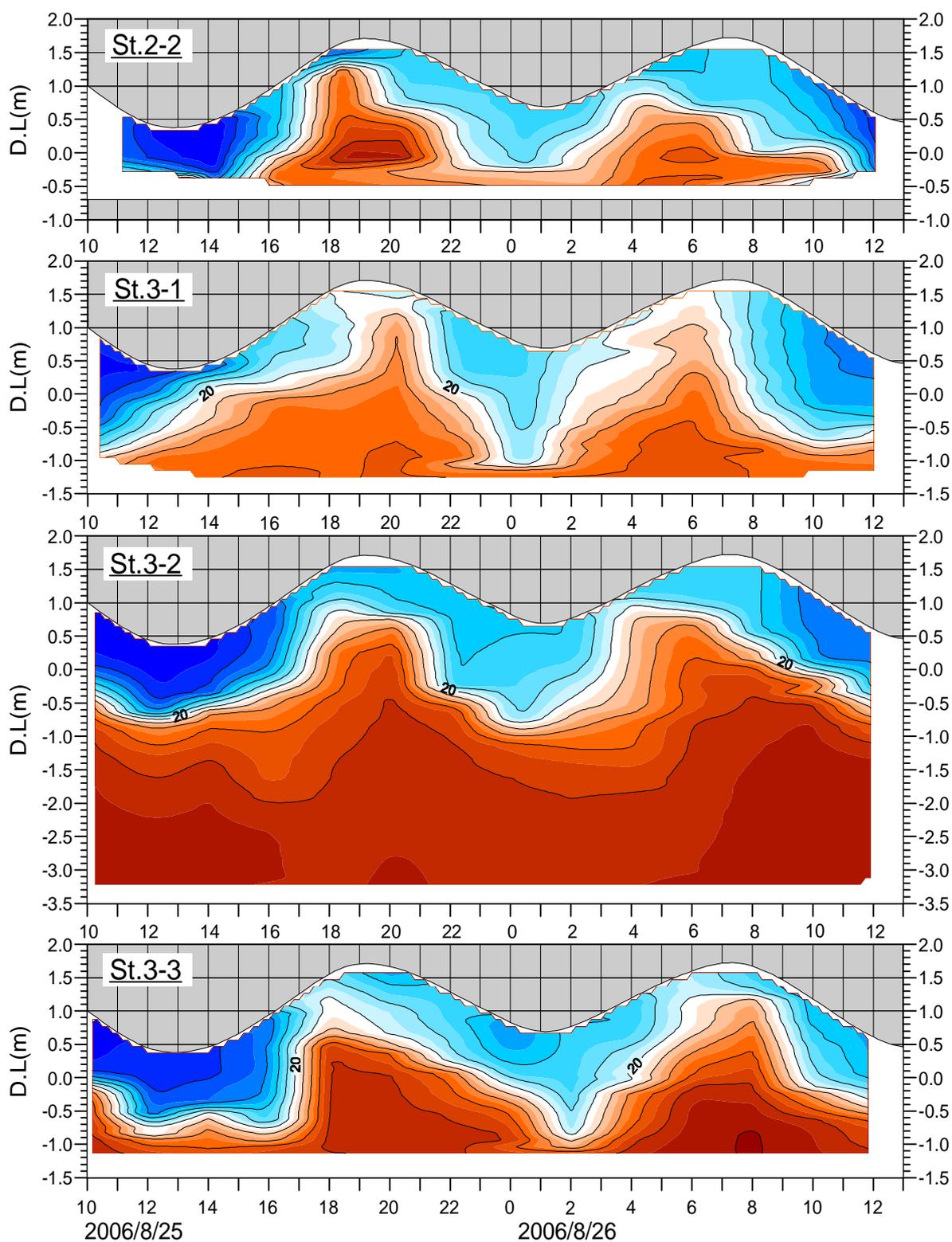


図 3.3(2) 塩分鉛直分布の経時変化  
(8月調査、St.2-2、St.3-1、St.3-2、St.3-3)

### 3.2 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。

断面通過流量は、各測線上横断面を横断方向に約 10m、鉛直方向に 0.1mの微小断面に区分し、断面に垂直な方向成分流速を微小断面毎に算出し、それを断面全体にわたって積分することによって算出した。なお、断面通過流量は、吉野川上流から外海へ流出する量を正（+ 値）とし、外海から吉野川へ流入する流量を負（- 値）とした。

断面通過流量を表 3.1 に、その経時変化を潮位変動と併せて図 3.4 に、1 潮汐当たりの断面通過流量を表 3.2 に示す。

断面通過流量は、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。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 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。

表 3.1 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-2
8月25日	10:00	754.11	754.83	8月26日	0:00	238.45	678.74
	12:00	-36.77	232.05		2:00	-345.73	-448.42
	14:00	-418.89	-172.64		4:00	-399.04	-616.00
	16:00	-513.15	-597.54		6:00	-629.83	-415.68
	18:00	287.79	-511.61		8:00	677.67	708.47
	20:00	347.48	99.68		10:00	931.94	1088.08
	22:00	349.90	504.67		12:00	587.28	676.67

表 3.2 1潮汐当たりの断面通過流量

	L-1	L-2
第1潮汐期間(8/25 12時～8/26 6時)	-5.66×10 <sup>6</sup>	-8.32×10 <sup>6</sup>
第2潮汐期間(8/25 18時～8/26 10時)	11.58×10 <sup>6</sup>	12.11×10 <sup>6</sup>
合計 (8/25 12時～8/26 12時)	5.77×10 <sup>6</sup>	5.56×10 <sup>6</sup>

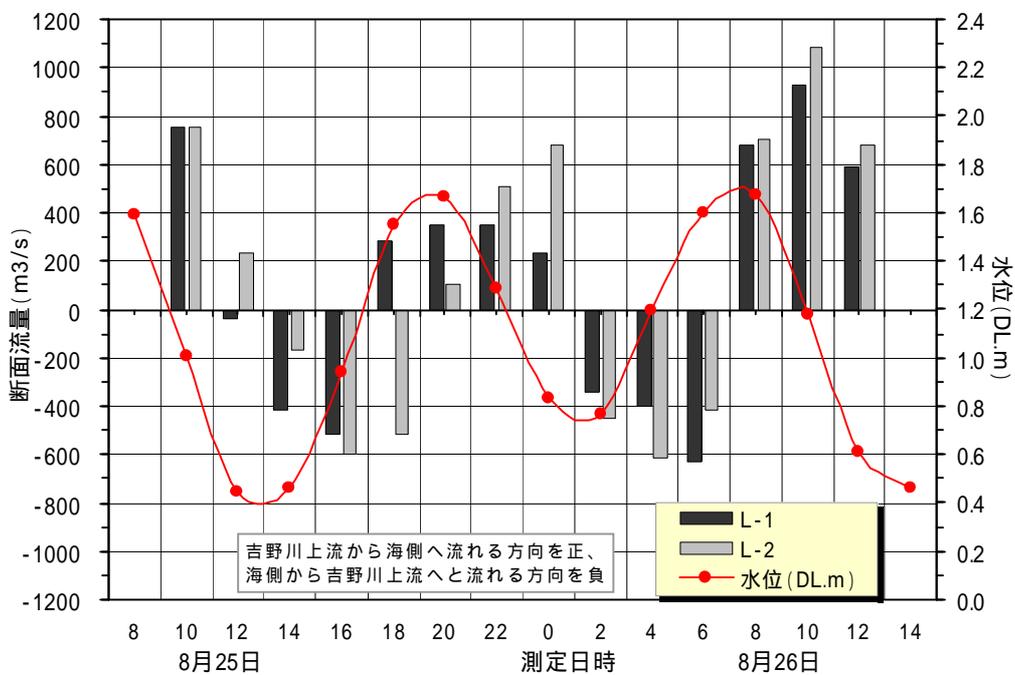


図 3.4 8月調査の断面通過流量の経時変化

### 3.3 定点連続測定結果

#### 【水温・塩分】

水塊変動を把握するために、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3.5(a)に示す。

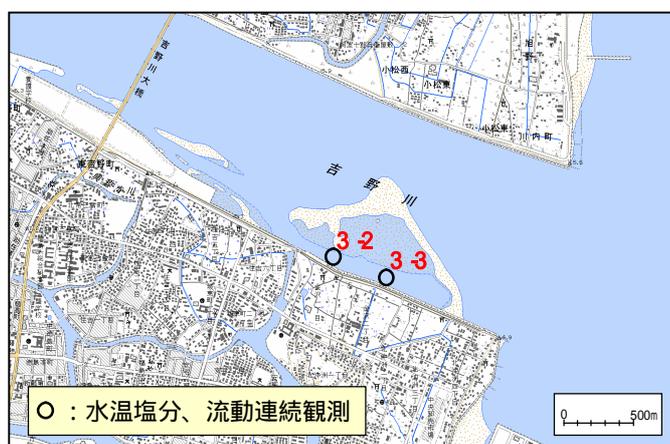
水温はSt.3-2の上層で26.54~30.15、下層で26.99~30.13、St.3-3の下層(水底上0.5m層)で26.91~29.85の範囲で変動していた。いずれの層も水温は10時から15時にかけて徐々に上昇し、その後、徐々に下降し2時から10時まで低くなるといった変動であった。水温の変動は、潮汐変動よりも日射による影響を強く受けていることを示唆している。

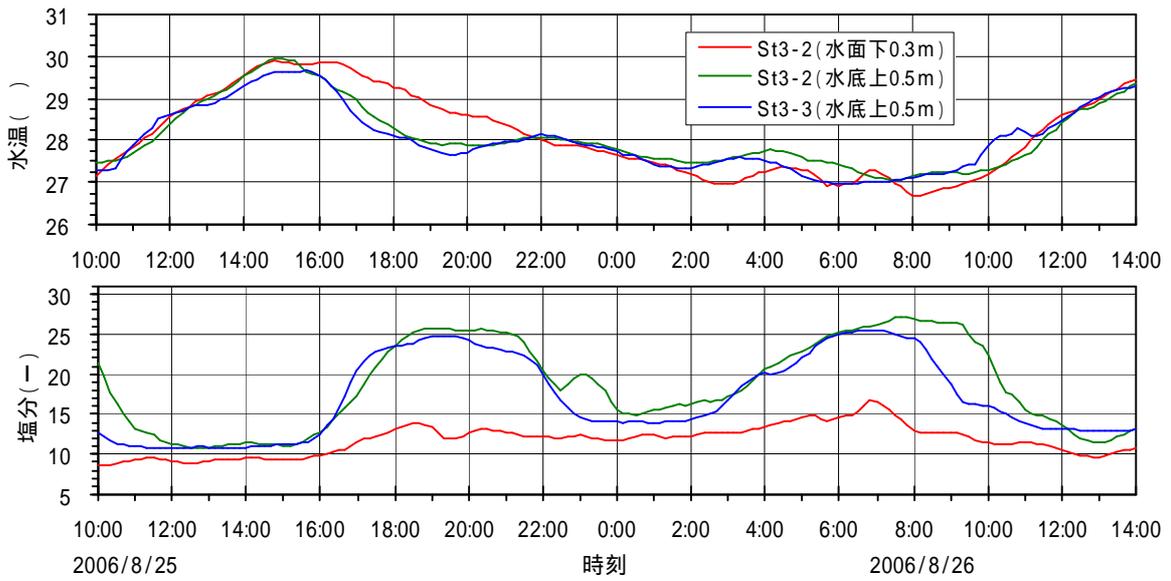
塩分はSt.3-2の上層で7.95~17.60psu、下層で10.51~27.72psu、St.3-3の下層で10.42~25.76psuの範囲で変動していた。両定点の下層の塩分は下げ潮時から干潮時に低くなり、上げ潮時から満潮時に高くなる傾向がみられた。一方、St.3-2の上層の塩分は、上げ潮時から満潮時に多少高くなるものの下層のそれよりも変動幅は小さい。これらのことから、下げ潮時には低塩分の河川水が流入し、上げ潮時には高塩分の外海水が流入するが、その現象は下層でより顕著であることを示唆している。

#### 【流動】

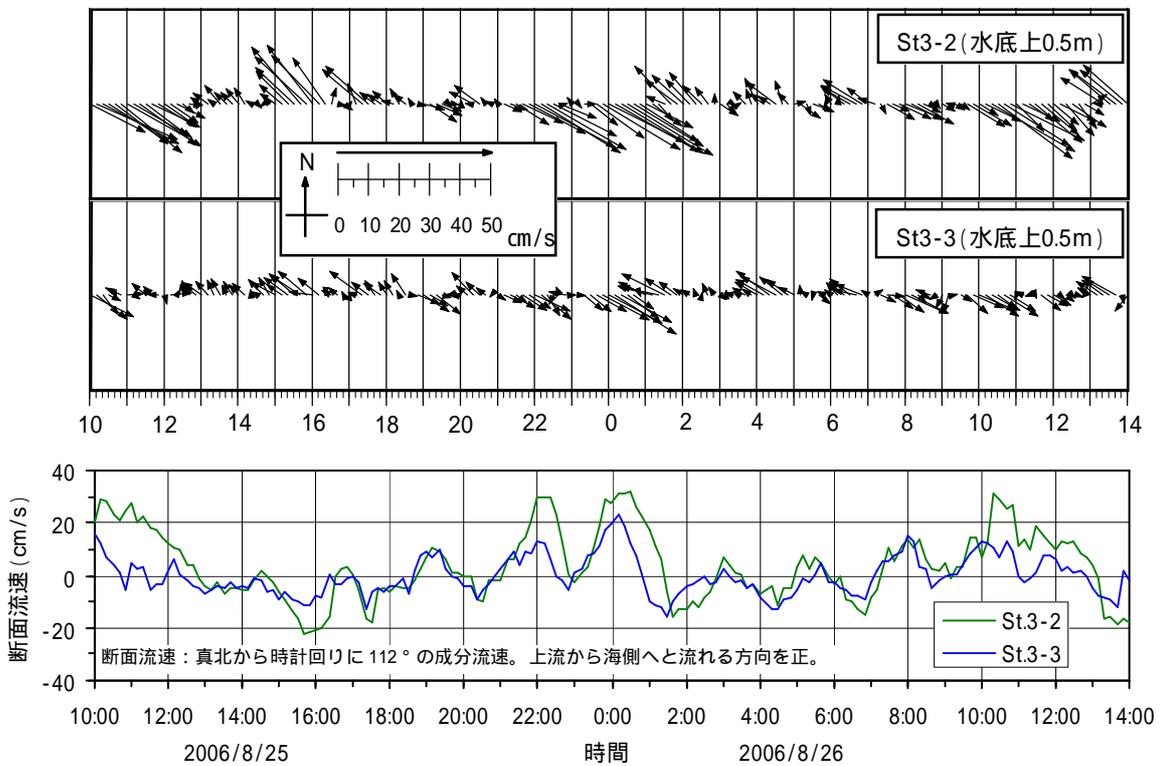
詳細な流動特性を把握するために、St.3-2並びにSt.3-3の各1定点の水底上0.5m層において、自記式2次元流速計を用いて流向流速の連続測定を行った。その結果を図3.5(b)に示す。なお、断面流速は下流方向を真北から時計回りに112°とし、その流速成分とした。なお、断面流速は下流方向を正(+値)、上流方向を負(-値)として表示している。

St.3-2においては0.004~0.327m/sの範囲で変動し、南東または北西の流れが卓越していた。St.3-3においては0.002~0.236m/sの範囲で変動し、南東または北西の流れが卓越していた。両定点とも同様な流向の流れであり、潮汐に伴う地形に沿った流れが卓越していた。また、断面流速をみると、下げ潮時に両定点で見られる南東向きの大い流れは、下げ潮時に継続して発生しておらず、一時流速は弱くなり、その後再び同じ向きの流れが生じる変動がみられた。なお、この傾向は上げ潮時にもみられた。

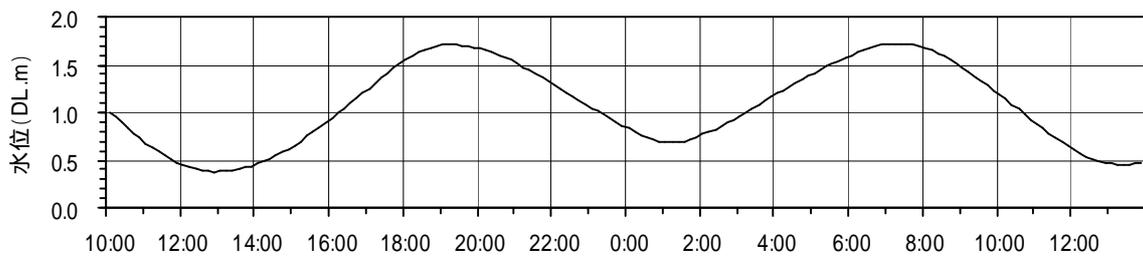




(a) 水温、塩分定点連続測定結果



(b) 流動定点連続測定結果 (流速ベクトル、断面流速の時間変化)



(c) 水位連続観測結果

図 3.5 定点連続測定結果(水温・塩分、流動、水位、8月25~26日)

### 3.4 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25日10時から26日14時まで流動、水質測定と同時に2時間間隔で計14回、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1.1参照)、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2点(St.3-2、St.3-3)の計7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3.3(1)～表3.3(3)に、項目別の経時変化を図3.6(1)～図3.6(2)に示し、特筆すべき点を以下に記す。

NH<sub>4</sub>-Nは、St.2-2において下げ潮時から干潮時にかけて高くなり、上げ潮時から満潮時に低くなる傾向がみられ、潮汐変動の影響を受けているといえる。

硝酸・亜硝酸態窒素(NO<sub>2</sub>-N+NO<sub>3</sub>-N)並びにDTNは、St.2-2において25日14時の干潮時、26日12時の下げ潮時に高かった。一方、St.1-1、St.2-1の下層では全期間を通じて低かった。

PNは、St.1-1の下層において他の調査点よりも高く、干潮時並びに下げ潮時に高かった。

T-Nは、St.2-2において25日12～14時の干潮時に高かった。一方、St.1-1、St.2-1の下層では全期間を通じて変動幅は小さかった。

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し、下げ潮時から干潮時に河口域の窒素濃度は高くなるといえる。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る。

PO<sub>4</sub>-P並びにDTPは、全期間を通じてSt.1-2よりSt.2-2で顕著に高く、一方、St.1-1、St.2-1では同様な変動を示し調査点の差は小さかった。St.1-1、St.2-1の上層において、25日10時の下げ潮時、26日0時、12時のいずれも干潮時に、PO<sub>4</sub>-P並びにDTPは高くなっていた。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。一方、St.2-2において25日18時、26日2～4時のいずれも上げ潮時にPO<sub>4</sub>-P並びにDTPは高く、25日22時の下げ潮時、26日8時の満潮時に低くなる傾向がみられ、その傾向は下層でより顕著にみられた。調査時に上げ潮時に新町川から吉野川へ流れる状況を確認していることから、新町川からリンが流入したためSt.2-2で高くなったことと、流れによる巻き上げによって下層のリンの変動幅は大きくなったものと推察される。

T-Pは、25日12～20時の干潮から上げ潮時にSt.1-2よりもSt.2-2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。干潟域には新町川からもリンは流入し、流れによる巻き上げによって下層のリンは高くなることと推察される。

SSは、St.1-1、St.2-1のいずれも下層で変動幅は大きかった。これは、両調査点ともに下層でも流れが速いことから、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 3.3(1) 項目別の水質分析結果概要(8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	0.000	0.070	0.021
St.1-1 下層	0.000	0.015	0.006
St.1-2 上層	0.000	0.056	0.015
St.1-2 下層	0.000	0.011	0.006
St.2-1 上層	0.003	0.058	0.021
St.2-1 下層	0.000	0.026	0.009
St.2-2 上層	0.018	0.096	0.050
St.2-2 下層	0.044	0.094	0.068
St.3-1 上層	0.018	0.190	0.072
St.3-1 下層	0.020	0.142	0.062
St.3-2 上層	0.002	0.125	0.048
St.3-2 下層	0.017	0.098	0.051
St.3-3 上層	0.000	0.169	0.044
St.3-3 下層	0.000	0.064	0.033

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	0.001	0.007	0.005
St.1-1 下層	0.000	0.013	0.003
St.1-2 上層	0.000	0.008	0.003
St.1-2 下層	0.000	0.003	0.001
St.2-1 上層	0.003	0.009	0.006
St.2-1 下層	0.000	0.006	0.002
St.2-2 上層	0.007	0.011	0.009
St.2-2 下層	0.008	0.011	0.009
St.3-1 上層	0.007	0.020	0.012
St.3-1 下層	0.007	0.021	0.014
St.3-2 上層	0.006	0.013	0.009
St.3-2 下層	0.001	0.004	0.003
St.3-3 上層	0.005	0.015	0.008
St.3-3 下層	0.001	0.008	0.005

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	0.000	0.104	0.058
St.1-1 下層	0.000	0.059	0.004
St.1-2 上層	0.000	0.138	0.031
St.1-2 下層	0.000	0.019	0.005
St.2-1 上層	0.018	0.113	0.079
St.2-1 下層	0.000	0.000	0.000
St.2-2 上層	0.059	0.154	0.089
St.2-2 下層	0.015	0.062	0.041
St.3-1 上層	0.041	0.134	0.076
St.3-1 下層	0.015	0.114	0.051
St.3-2 上層	0.056	0.151	0.099
St.3-2 下層	0.000	0.015	0.004
St.3-3 上層	0.049	0.147	0.083
St.3-3 下層	0.002	0.105	0.037

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	0.126	0.538	0.350
St.1-1 下層	0.075	0.131	0.095
St.1-2 上層	0.072	0.602	0.233
St.1-2 下層	0.040	0.186	0.115
St.2-1 上層	0.190	0.581	0.431
St.2-1 下層	0.033	0.142	0.083
St.2-2 上層	0.335	0.708	0.493
St.2-2 下層	0.256	0.382	0.322
St.3-1 上層	0.344	0.650	0.482
St.3-1 下層	0.056	0.563	0.345
St.3-2 上層	0.299	0.740	0.465
St.3-2 下層	0.140	0.242	0.174
St.3-3 上層	0.334	0.634	0.459
St.3-3 下層	0.095	0.537	0.312

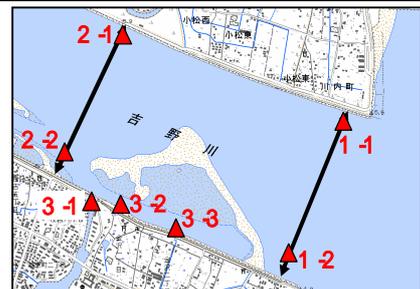


表 3.3(2) 項目別の水質分析結果概要(8月調査)

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	0.157	0.668	0.407
St.1-1 下層	0.117	0.406	0.231
St.1-2 上層	0.197	0.982	0.365
St.1-2 下層	0.132	0.478	0.234
St.2-1 上層	0.171	0.855	0.503
St.2-1 下層	0.081	0.375	0.215
St.2-2 上層	0.248	1.176	0.584
St.2-2 下層	0.253	0.476	0.399
St.3-1 上層	0.179	1.047	0.648
St.3-1 下層	0.199	0.943	0.558
St.3-2 上層	0.332	1.210	0.686
St.3-2 下層	0.141	0.488	0.285
St.3-3 上層	0.249	1.055	0.642
St.3-3 下層	0.150	0.838	0.436

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	0.000	0.005	0.003
St.1-1 下層	0.002	0.033	0.017
St.1-2 上層	0.003	0.023	0.007
St.1-2 下層	0.002	0.018	0.006
St.2-1 上層	0.001	0.009	0.003
St.2-1 下層	0.001	0.027	0.007
St.2-2 上層	0.003	0.018	0.006
St.2-2 下層	0.001	0.006	0.003
St.3-1 上層	0.001	0.016	0.006
St.3-1 下層	0.001	0.021	0.007
St.3-2 上層	0.001	0.010	0.004
St.3-2 下層	0.001	0.014	0.005
St.3-3 上層	0.000	0.015	0.004
St.3-3 下層	0.000	0.013	0.005

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	3.090	6.451	4.377
St.1-1 下層	7.862	32.776	22.039
St.1-2 上層	5.196	19.073	8.053
St.1-2 下層	6.926	18.353	10.573
St.2-1 上層	3.447	6.229	4.705
St.2-1 下層	2.488	34.413	19.200
St.2-2 上層	4.010	16.446	7.000
St.2-2 下層	5.706	14.551	8.640
St.3-1 上層	3.401	11.003	6.992
St.3-1 下層	4.079	11.806	9.182
St.3-2 上層	3.167	7.866	5.344
St.3-2 下層	4.544	19.601	11.847
St.3-3 上層	3.484	10.720	5.967
St.3-3 下層	4.861	13.458	8.558

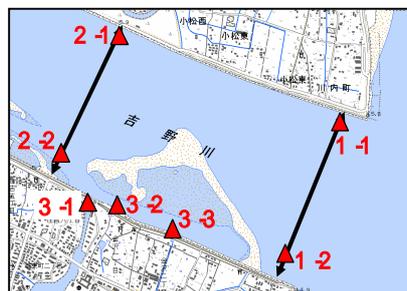
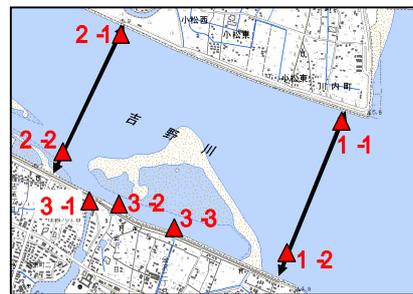


表 3.3(3) 項目別の水質分析結果概要(8月調査)

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	0.000	0.018	0.005
St.1-1 下層	0.000	0.005	0.001
St.1-2 上層	0.000	0.014	0.003
St.1-2 下層	0.000	0.002	0.000
St.2-1 上層	0.000	0.027	0.009
St.2-1 下層	0.000	0.004	0.001
St.2-2 上層	0.007	0.026	0.018
St.2-2 下層	0.025	0.048	0.032
St.3-1 上層	0.010	0.081	0.036
St.3-1 下層	0.009	0.085	0.046
St.3-2 上層	0.004	0.023	0.012
St.3-2 下層	0.004	0.025	0.015
St.3-3 上層	0.000	0.057	0.015
St.3-3 下層	0.000	0.023	0.011

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	0.009	0.023	0.014
St.1-1 下層	0.011	0.020	0.014
St.1-2 上層	0.007	0.021	0.014
St.1-2 下層	0.009	0.017	0.013
St.2-1 上層	0.008	0.035	0.018
St.2-1 下層	0.012	0.018	0.015
St.2-2 上層	0.013	0.037	0.026
St.2-2 下層	0.031	0.059	0.043
St.3-1 上層	0.013	0.090	0.045
St.3-1 下層	0.012	0.093	0.055
St.3-2 上層	0.009	0.032	0.020
St.3-2 下層	0.017	0.037	0.028
St.3-3 上層	0.009	0.066	0.023
St.3-3 下層	0.013	0.036	0.021

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	0.008	0.046	0.020
St.1-1 下層	0.014	0.076	0.032
St.1-2 上層	0.009	0.063	0.029
St.1-2 下層	0.009	0.071	0.025
St.2-1 上層	0.008	0.079	0.027
St.2-1 下層	0.007	0.057	0.028
St.2-2 上層	0.007	0.074	0.039
St.2-2 下層	0.018	0.071	0.048
St.3-1 上層	0.010	0.107	0.059
St.3-1 下層	0.012	0.207	0.077
St.3-2 上層	0.012	0.077	0.037
St.3-2 下層	0.011	0.069	0.035
St.3-3 上層	0.011	0.129	0.038
St.3-3 下層	0.015	0.072	0.034



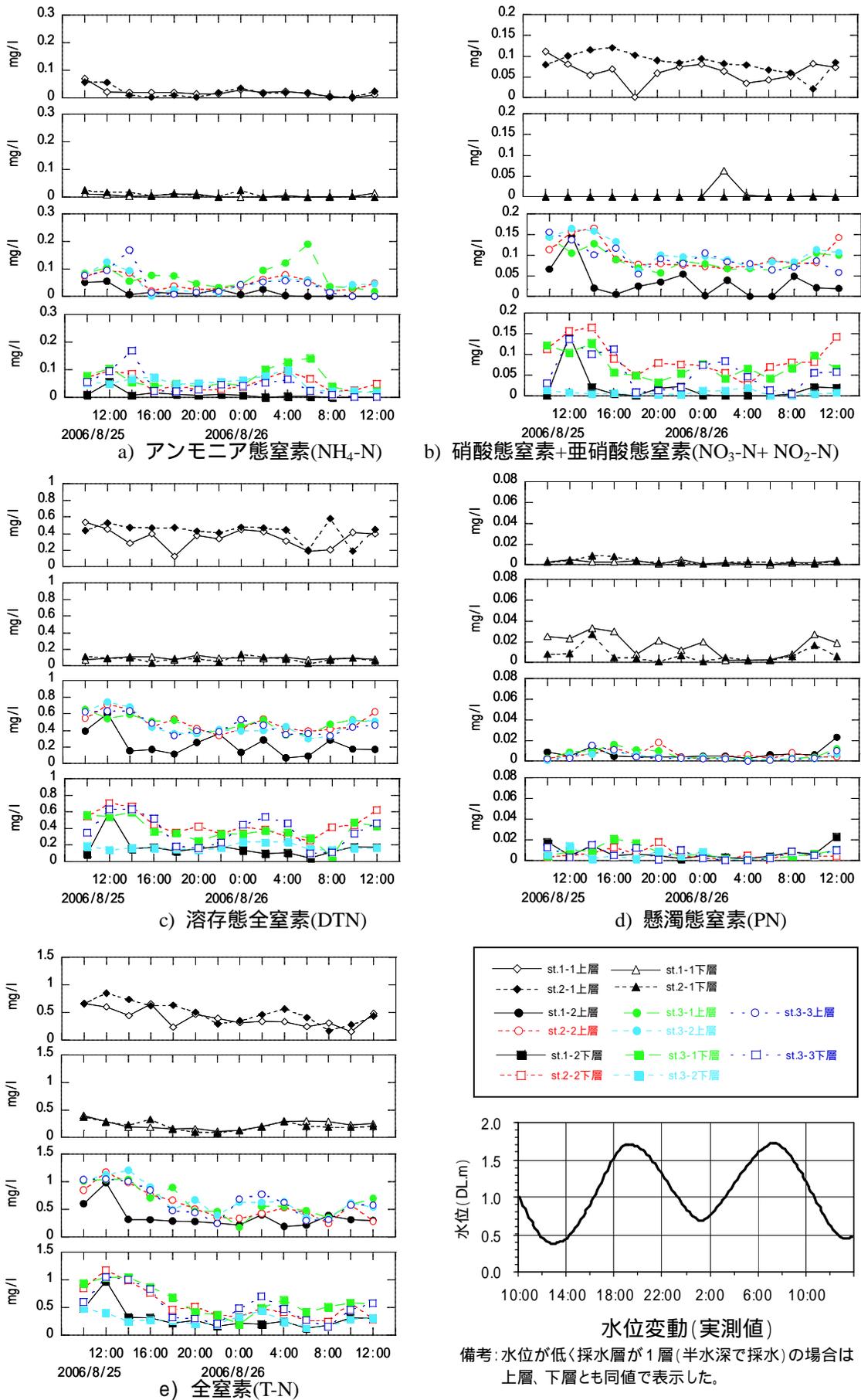
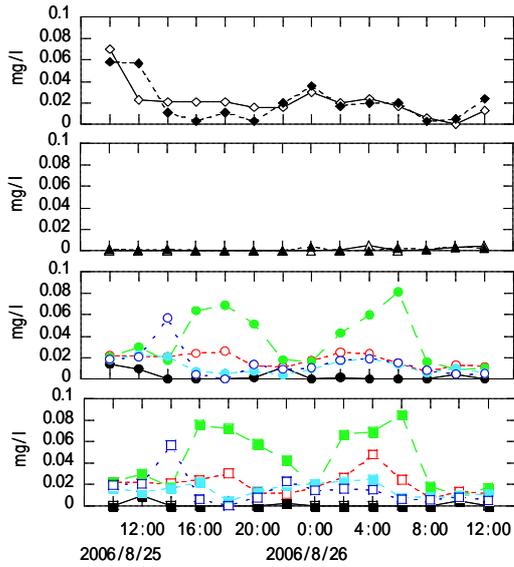
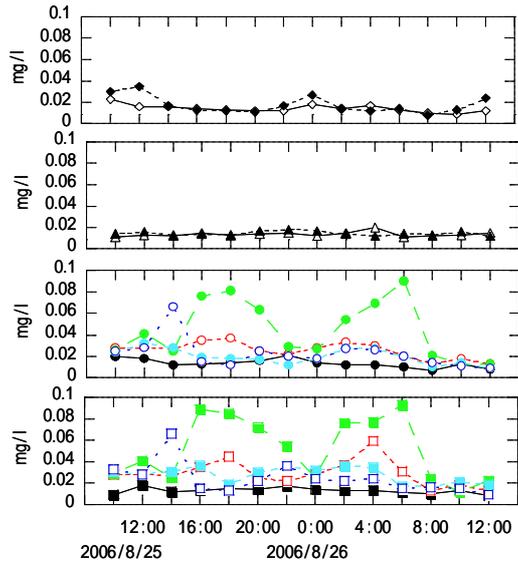


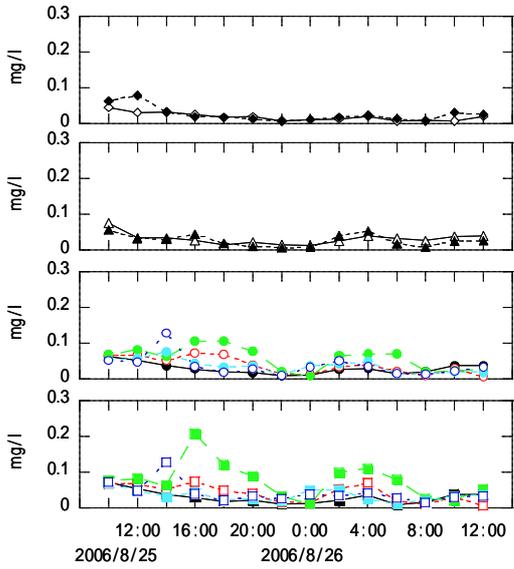
図 3.6(1) 窒素の経時変化(8月調査)



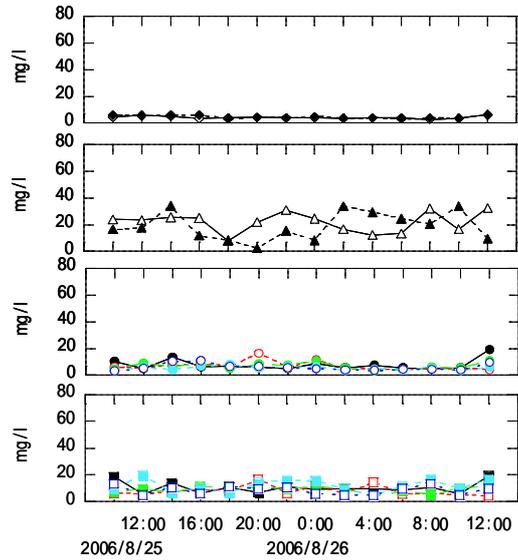
f) リン酸リン( $PO_4\text{-P}$ )



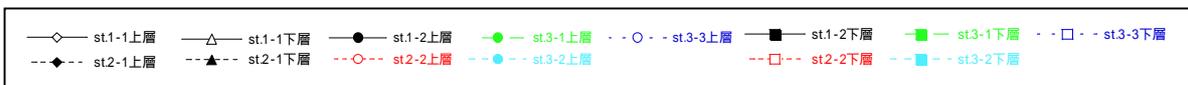
g) 溶存態全リン(DTP)



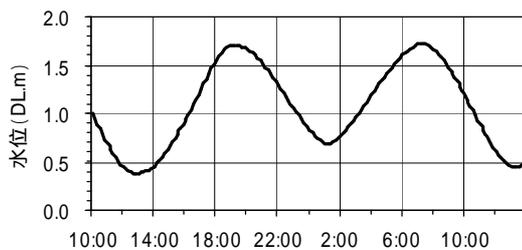
h) 全リン(T-P)



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。



水位変動(実測値)

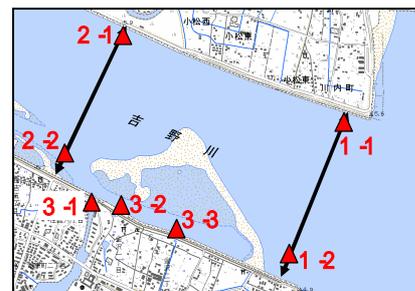


図 3.6(2) リン並びに浮遊物質の経時変化(8月調査)

### 3.5 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。その方法を以下に記す。

流動測定の結果から、干潟域へ流入する範囲は L-2 の左岸から 900m から右岸端とみられたため (図 3.6 参照)、その範囲から流入・流出する水量を吉野川上流から干潟域への流量と定義した。また、その量と新町川から流入・流出する水量の差分を L-1 から流入・流出する水量と定義した。従って、それらで囲まれた水域を干潟域とし (図 3.7 参照)、干潟域の流量収支は±0 となる。また、水深方向は、塩分鉛直分布の経時変化より St.1-2、St.2-2、St.3-1 とともに水深 1.0m 以浅において 20psu 以下の低塩分がみられたため、水深 1.0m を上層と下層の境界面とした (図 3.6 参照)。

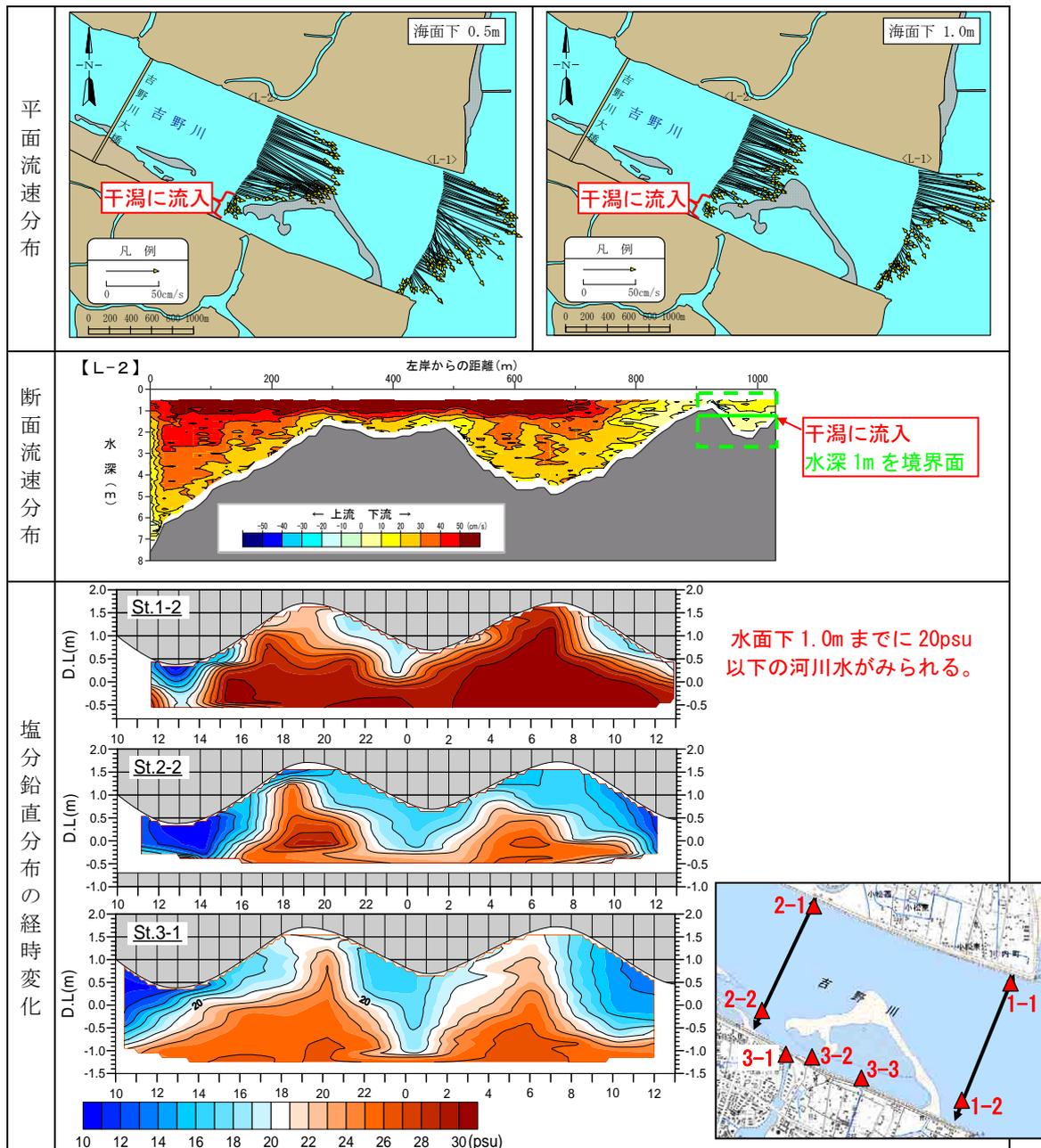


図 3.6 流動結果 (8 月調査下げ潮時) 並びに塩分鉛直分布の経時変化

◆干潟域の断面通過流量の関係式

$$Q_{L2u} + Q_{Ru} + Q_{L1d} = \pm 0$$

$$Q_{L2d} + Q_{Rd} + Q_{L1d} = \pm 0$$

◆干潟域の物質収支(Flux)

$$\text{Flux} = (Q_{L2u} \times N_{L2u}) + (Q_{L2d} \times N_{L2d}) + (Q_{Ru} \times N_{Ru}) + (Q_{Rd} \times N_{Rd}) + (Q_{L1u} \times N_{L1u}) + (Q_{L1d} \times N_{L1d})$$

$Q_{L2}$  : 実測した L-2 の左岸から 900m から右岸端までの断面流量

$Q_R$  : 実測した新町川の流量

$Q_{L1}$  :  $Q_{L2}$  と  $Q_R$  の残差量 ( $-(Q_{L2} + Q_R)$ )

$N_{L2}$  : St.2-2 において採水・分析した水質濃度

$N_{L1}$  : St.3-3 において採水・分析した水質濃度

$N_R$  : St.3-1 において採水・分析した水質濃度

u : 上層、d : 下層

なお、干潟域へ流入する量を正とした。

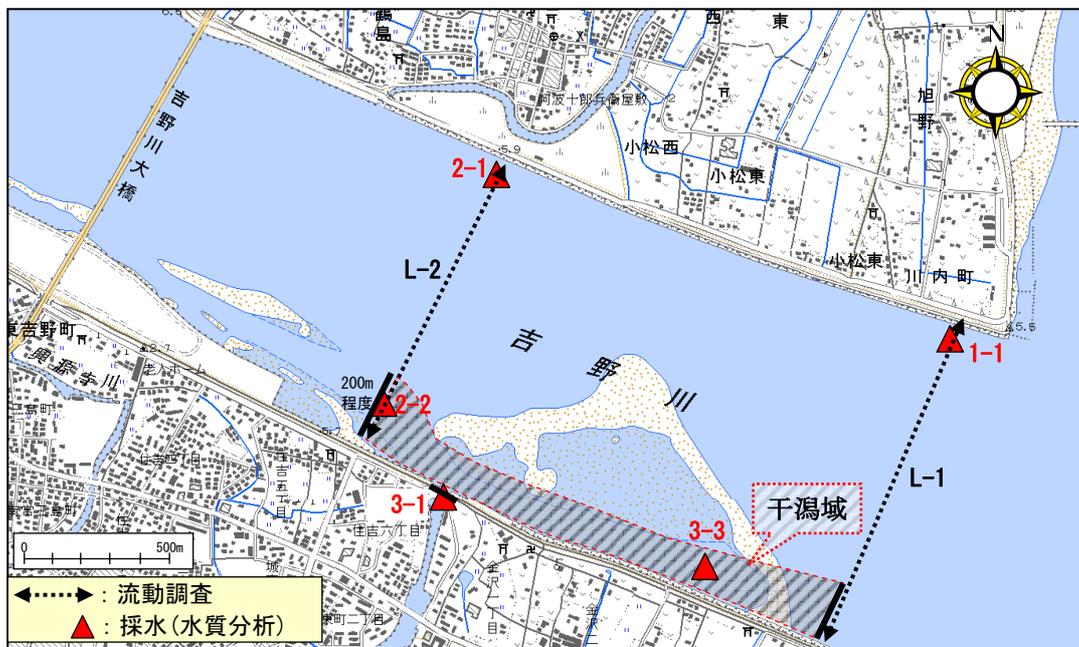


図 3.7 干潟域の範囲

干潟域における断面通過流量を表 3.4 に、その経時変化を図 3.8 に示す。

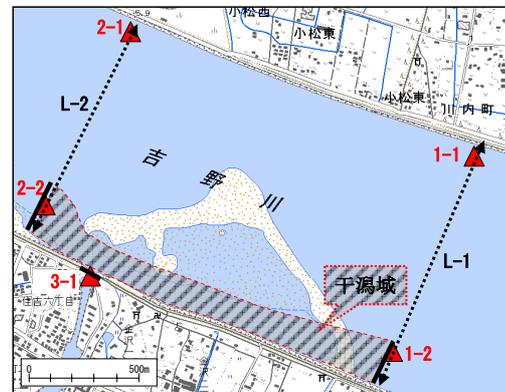
なお、干潟域に流入する量を正、干潟域から流出する量を負とした。L-1 は、海側から干潟域へ流入する量を正、干潟域から外海へ流出する量を負とした。L-2 は、吉野川上流から干潟域へ流入する量を正、干潟域から吉野川上流へ遡上する量を負とした。新町川は、新町川から干潟域へ流入する量を正、干潟域から新町川へ遡上する量を負とした。流量収支は 8 月 25 日 10 時から 26 日 12 時までの 26 時間から算出したものである。

L-1 からの流量は全層で  $-18.167 \sim 15.078 \text{ m}^3/\text{s}$  の範囲で変動し、流量収支は  $1.41 \times 10^5 \text{ m}^3$  であった。L-2 からの流量は全層で  $-22.927 \sim 25.533 \text{ m}^3/\text{s}$  の範囲で変動し、流量収支は  $-2.33 \times 10^5 \text{ m}^3$  であった。新町川からの流量は全層で  $-7.367 \sim 8.212 \text{ m}^3/\text{s}$  の範囲で変動し、流量収支は  $0.92 \times 10^5 \text{ m}^3$  であった。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。

表 3.4 干潟域における断面通過流量(8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
25日10~12時	-1.917	0.951	-0.966	25日10~12時	5.263	1.781	7.044
12~14時	-7.781	-0.135	-7.916	12~14時	7.881	0.000	7.881
14~16時	5.682	-0.418	5.264	14~16時	-6.369	0.125	-6.244
16~18時	15.270	-4.008	11.262	16~18時	-17.332	1.874	-15.458
18~20時	1.070	-6.082	-5.012	18~20時	-3.687	1.238	-2.448
20~22時	13.872	-1.168	12.704	20~22時	-15.870	-2.285	-18.155
22~0時	0.754	1.927	2.681	22~0時	0.079	-2.124	-2.046
26日0~2時	-3.398	-0.804	-4.202	26日0~2時	4.912	2.145	7.057
2~4時	4.027	2.275	6.302	2~4時	-3.638	-2.226	-5.864
4~6時	13.923	1.155	15.078	4~6時	-17.198	-5.730	-22.927
6~8時	6.618	4.801	11.419	6~8時	-9.793	-9.838	-19.631
8~10時	-18.743	0.576	-18.167	8~10時	21.523	4.010	25.533
10~12時	-8.237	-0.667	-8.904	10~12時	10.303	2.596	12.899

流量	新町川		
	上層 (1.0m以浅)	下層 (1.1m以深)	全層
25日10~12時	-3.346	-2.732	-6.078
12~14時	-0.100	0.135	0.035
14~16時	0.687	0.293	0.980
16~18時	2.062	2.134	4.196
18~20時	2.617	4.844	7.461
20~22時	1.998	3.453	5.451
22~0時	-0.833	0.197	-0.636
26日0~2時	-1.514	-1.341	-2.855
2~4時	-0.389	-0.049	-0.438
4~6時	3.275	4.575	7.850
6~8時	3.175	5.037	8.212
8~10時	-2.780	-4.586	-7.367
10~12時	-2.066	-1.929	-3.995



流量収支 (25日10時~26日12時)	
L-1(干潟域)	1.41 × 10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup>
L-2(干潟域)	-2.33 × 10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup>
新町川	0.92 × 10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup>

- 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。

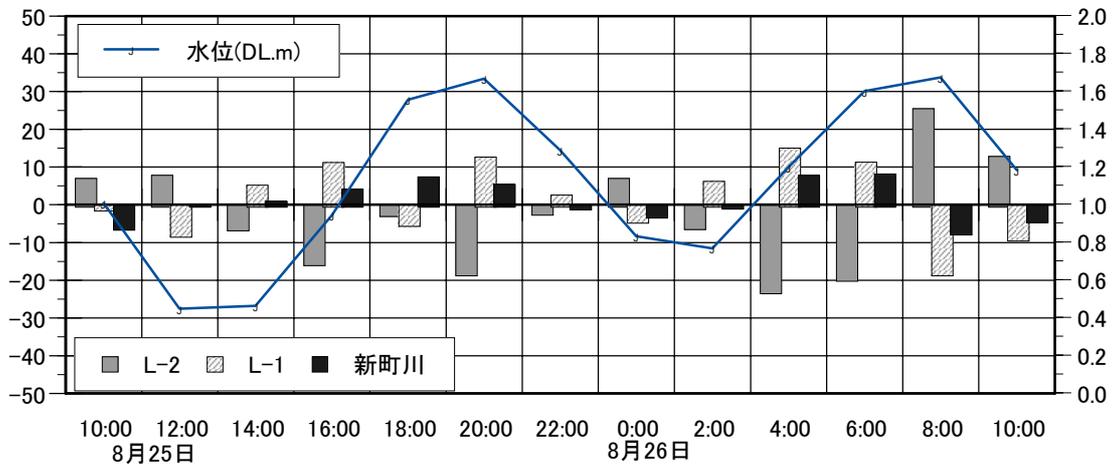


図 3.8 干潟域における断面通過流量の経時変化 (8月調査)

8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3.5、図3.9に、それを場所別、時間帯別にみたものを表3.6(1)～表3.6(2)に、経時変化を図3.10に、干潟全体で項目別、時間帯別にみたものを表3.7に示す。

干潟域において、DTNを4.473kg/day、T-Nを3.926kg/day、DTPを10.266kg/day、PO<sub>4</sub>-Pを9.729kg/day、T-Pを11.785kg/day固定し、PNを0.548kg/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。

表 3.5 干潟域における項目別収支(8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)		69.676	-110.037	44.835	4.473
懸濁態窒素(PN)		1.286	-3.359	1.525	-0.548
アンモニア態窒素(NH <sub>4</sub> -N)		11.016	-21.819	17.921	7.119
亜硝酸態窒素+硝酸態窒素 (NO <sub>2</sub> -N+NO <sub>3</sub> -N)		14.638	-20.530	4.118	-1.773
全窒素(T-N)		70.962	-113.397	46.360	3.926
溶存態全リン(DTP)		7.162	-13.547	16.651	10.266
全リン(T-P)		11.195	-20.268	20.858	11.785
リン酸態リン(PO <sub>4</sub> -P)		5.054	-10.048	14.786	9.791

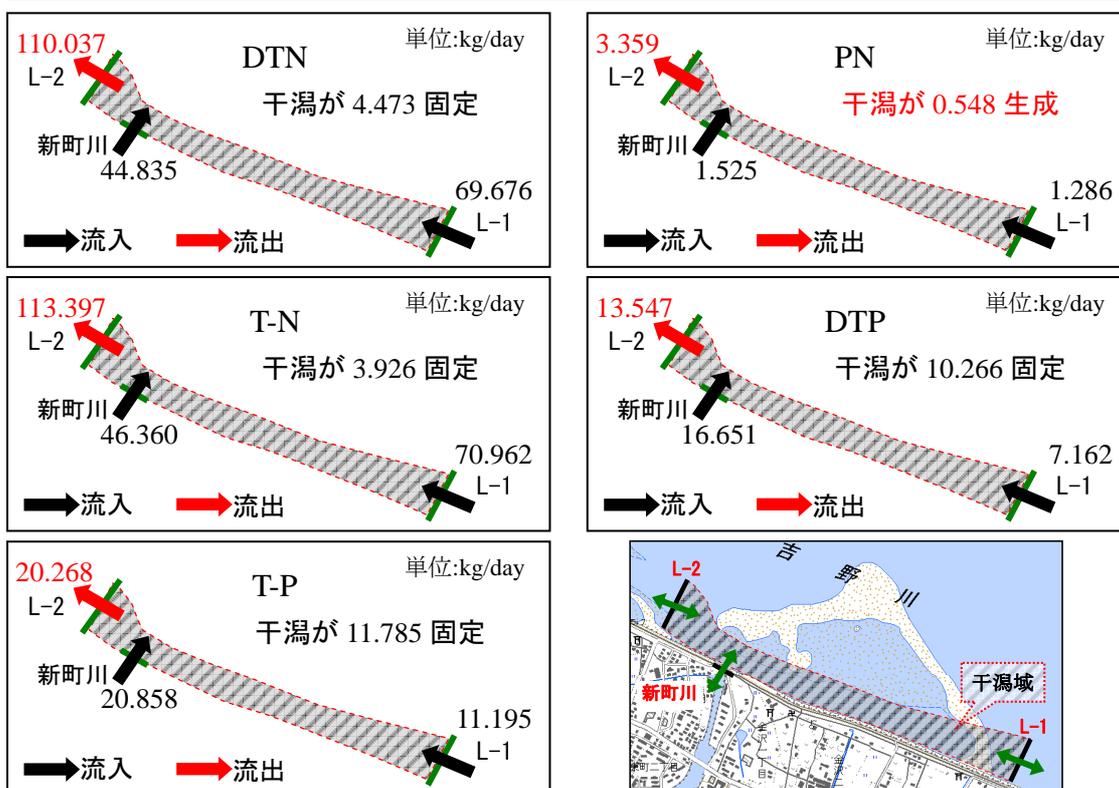


図 3.9 干潟域における項目別収支 (8月調査)

表 3.6(1) 場所別の項目別時間帯別収支(8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
25日 10～11時	-3.077	13.871	-13.367	-2.573
11～13時	-36.021	40.174	0.137	4.290
13～15時	24.029	-29.851	4.170	-1.652
15～17時	38.982	-49.082	12.998	2.897
17～19時	-5.402	-11.189	21.960	5.369
19～21時	37.815	-55.554	11.413	-6.327
21～23時	5.276	-4.933	-1.915	-1.571
23～1時	-15.422	21.239	-8.152	-2.335
26日 1～3時	22.220	-20.162	-1.614	0.444
3～5時	39.028	-64.920	19.542	-6.350
5～7時	20.628	-45.985	18.165	-7.191
7～9時	-44.605	76.109	-11.297	20.208
9～10時	-13.777	20.246	-7.204	-0.735

## 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
25日 10～11時	0.034	0.087	-0.078	0.043
11～13時	-0.196	0.294	0.002	0.099
13～15時	0.577	-0.325	0.073	0.324
15～17時	1.090	-1.477	0.566	0.179
17～19時	-0.503	-0.105	0.807	0.199
19～21時	0.309	-2.310	0.347	-1.655
21～23時	0.149	-0.064	-0.012	0.073
23～1時	-0.067	0.169	-0.094	0.008
26日 1～3時	0.066	-0.121	-0.006	-0.061
3～5時	0.032	-0.889	0.083	-0.774
5～7時	0.098	-0.245	0.104	-0.043
7～9時	-0.201	1.444	-0.191	1.052
9～10時	-0.102	0.185	-0.075	0.007

## 全窒素(T-N)

測定時間	L-1(干潟域)	L-2 (干潟域)	新町川	収支
25日 10～11時	-3.043	13.958	-13.445	-2.530
11～13時	-36.217	40.468	0.139	4.389
13～15時	24.606	-30.177	4.243	-1.328
15～17時	40.072	-50.559	13.564	3.076
17～19時	-5.905	-11.294	22.767	5.568
19～21時	38.124	-57.865	11.759	-7.981
21～23時	5.425	-4.997	-1.926	-1.498
23～1時	-15.488	21.407	-8.246	-2.327
26日 1～3時	22.287	-20.283	-1.620	0.384
3～5時	39.060	-65.809	19.624	-7.125
5～7時	20.726	-46.230	18.269	-7.234
7～9時	-44.805	77.553	-11.488	21.260
9～10時	-13.879	20.431	-7.280	-0.728

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 3.6(2) 場所別の項目別時間帯別収支(8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
25日 10～11時	-0.061	0.555	-0.462	0.032
11～13時	-1.168	1.231	0.008	0.071
13～15時	2.145	-0.935	0.123	1.333
15～17時	0.300	-2.682	2.112	-0.271
17～19時	0.000	-0.420	3.804	3.384
19～21時	1.316	-1.660	2.171	1.827
21～23時	0.365	-0.166	-0.050	0.149
23～1時	-0.340	0.889	-0.336	0.214
26日 1～3時	0.768	-1.073	-0.143	-0.448
3～5時	2.051	-4.903	3.692	0.840
5～7時	0.935	-2.821	4.928	3.042
7～9時	-1.096	1.324	-0.927	-0.700
9～10時	-0.162	0.613	-0.134	0.318

## 溶存態全リン(DTP)

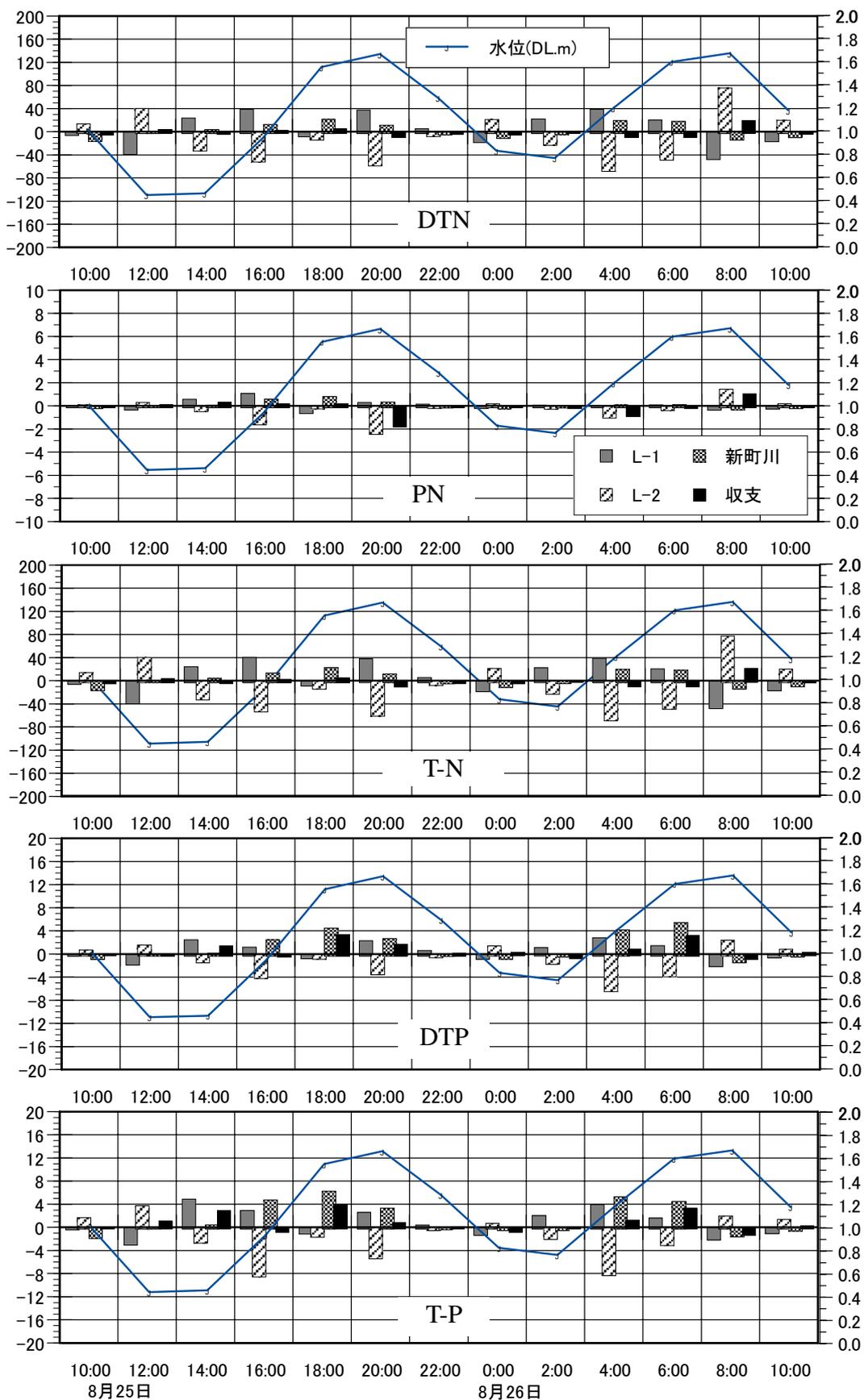
測定時間	L-1(干潟域)	L-2 (干潟域)	新町川	収支
25日 10～11時	-0.060	0.710	-0.598	0.052
11～13時	-1.596	1.589	0.010	0.003
13～15時	2.501	-1.214	0.176	1.464
15～17時	1.216	-3.895	2.496	-0.183
17～19時	-0.477	-0.581	4.491	3.433
19～21時	2.312	-3.268	2.696	1.740
21～23時	0.608	-0.324	-0.097	0.187
23～1時	-0.579	1.423	-0.545	0.298
26日 1～3時	1.143	-1.457	-0.178	-0.492
3～5時	2.806	-6.149	4.163	0.820
5～7時	1.472	-3.606	5.430	3.296
7～9時	-1.823	2.390	-1.213	-0.646
9～10時	-0.362	0.836	-0.180	0.294

## 全リン(T-P)

測定時間	L-1(干潟域)	L-2 (干潟域)	新町川	収支
25日 10～11時	-0.119	1.724	-1.588	0.017
11～13時	-2.736	3.802	0.021	1.087
13～15時	4.889	-2.383	0.445	2.951
15～17時	2.919	-8.236	4.754	-0.563
17～19時	-0.809	-1.386	6.236	4.041
19～21時	2.619	-5.098	3.310	0.831
21～23時	0.407	-0.236	-0.084	0.087
23～1時	-1.052	0.711	-0.225	-0.565
26日 1～3時	2.052	-1.750	-0.219	0.082
3～5時	3.958	-8.006	5.331	1.283
5～7時	1.648	-2.826	4.502	3.323
7～9時	-1.827	2.022	-1.299	-1.104
9～10時	-0.754	1.393	-0.324	0.315

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 3.10 干潟域における項目別収支の経時変化(8月調査)

表 3.7 干潟域における項目別時間常別収支 (8 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 (kg/h)	DTP (kg/h)	T-P (kg/h)	PO <sub>4</sub> -P (kg/h)
1回目	10~11時	下げ潮	-2.573	0.043	-0.276	-0.999	-2.530	0.052	0.017	0.032
2回目	11~13時	下げ潮	4.290	0.099	0.059	1.070	4.389	0.003	1.087	0.071
3回目	13~15時	上げ潮	-1.652	0.324	2.927	-2.694	-1.328	1.464	2.951	1.333
4回目	15~17時	上げ潮	2.897	0.179	0.377	1.667	3.076	-0.183	-0.563	-0.271
5回目	17~19時	上げ潮	5.369	0.199	1.604	1.450	5.568	3.433	4.041	3.384
6回目	19~21時	下げ潮	-6.327	-1.655	-0.424	0.302	-7.981	1.740	0.831	1.827
7回目	21~23時	下げ潮	-1.571	0.073	0.159	-0.840	-1.498	0.187	0.087	0.149
8回目	23~1時	下げ潮	-2.335	0.008	-0.289	-0.899	-2.327	0.298	-0.565	0.214
9回目	1~3時	上げ潮	0.444	-0.061	-0.595	0.946	0.384	-0.492	0.082	-0.448
10回目	3~5時	上げ潮	-6.350	-0.774	-0.221	1.820	-7.125	0.820	1.283	0.840
11回目	5~7時	上げ潮	-7.191	-0.043	3.788	-4.608	-7.234	3.296	3.323	3.042
12回目	7~9時	下げ潮	20.208	1.052	-0.821	1.376	21.260	-0.646	-1.104	-0.700
13回目	9~10時	下げ潮	-0.735	0.007	0.830	-0.366	-0.728	0.294	0.315	0.318
計			4.473	-0.548	7.119	-1.773	3.926	10.266	11.785	9.791

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。

