

平成 19 年度霧多布学術助成報告書

火散布沼の流動特性に関する研究

北海道立地質研究所 研究職員 檜垣 直幸

明美**

*海洋地学部 海洋開発科

**北海道大学

*** (有) シーベック

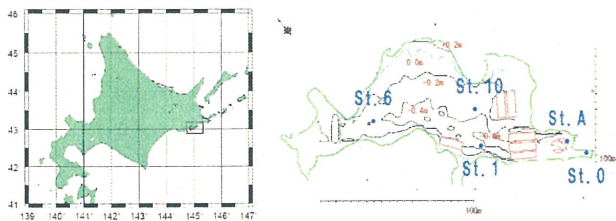
**** (株) 西村組

キーワード：干潟，火散布沼，汽水湖，物理環境，測流

1. はじめに

干潟域は、近年になって、高い生物生産性を有し、多様な生物種の生息場所となっていることが明らかになり、生態系の中での役割が非常に大きいと認識されるようになってきた。その一方で、環境変動に対しては脆弱な面も持っているため、環境保全と漁業管理を両立させ、安定的かつ持続的に利用するためには、物質循環を反映した生態系モデルに基づいた、計画的な利用が必要とされている。しかし、現状では、干潟域における物質循環は、必ずしも定量的に把握できているとは言い難い状況にある。

本研究では、汽水湖である浜中町火散布沼(第1図)をモデル地域として選定し、主に物理環境特性を明らかにするという観点から研究を進める。この地域は、道立自然公園・ラムサール条約登録湿地であり、自然保護と漁業生産の両立が特に強く求められている地域である。



第1図 火散布沼の位置および観測ステーション

なお、化学・生物学的観点からの研究は、北海道大学他で行われており、最終的には、それらの結果(門谷ほか,2004他)も踏まえた上で考察を行う予定である。

2. 火散布沼の概要

北海道環境科学センター(2005)によると、火散布沼は、面積が 3.56km²、体積が 3,530 千 m³、湖面高度 0m、平均水深 1m の汽水湖である。集水域面積は、湖の面積の 5.8 倍の 20.64km² であり、流入河川は、小さなものが複数存在し、周辺が湿原化している。

気象については、海上保安庁水路部(1999)によると、この地域の年間降水量は、1000mm ほどで、夏は冷涼多雨、冬は寒冷寡雪という特徴を示す。卓越風は、主に季節風の影響により、冬は、北西～北北西方向から、夏は、東～南南西方向からの風が卓越する。

地形的には、周囲が標高 30~60m の海岸段丘で囲まれて

おり、南東端が砂浜堤で塞がれた海跡湖である。太平洋とは、最狭部が 50m ほどの水路でつながっており、主に潮汐により、沼内に海水が入り出す。潮汐は混合潮タイプで、平均潮位差は約 1m 程度である。なお、沼内に流入してくる海水は、道東沿岸流(小笠原,1987)、または沿岸親潮(磯田ら,2003)として特徴づけられる水である。

沼内の堆積物は、砂～泥であり(国土地理院,2006), 堆積物中に津波堆積物も存在する(七山ら,1999).

漁業利用としては、冬季に沼奥を中心として結氷するにもかかわらず、アサリやカキ等の増養殖をはじめとしてさまざまに利用されている。特にアサリについては、以前よりある干出域の他に、人工的なアサリ礁を造成するほど力を入れている。しかし、2002年には大量斃死が発生し、今後、適切な資源管理により、漁獲の安定が望まれている。

3. 観測方法

沼内の流況を知るために、月 1 回、電磁流速計(アレック電子社製 ACM-8M および 16M)を第 1 図に示す観測点に一週間程度設置した。設置方法は、第 2 図に示すように、水深の深いところでは架台に設置し、浅いところでは、本体を地中に埋めて、センサのみ水中に出した。バースト時間は 10 分に設定した。測流実績は第 1 表に示す。



第2図 流速計設置方法(右:架台、左:埋設)

第1表 2005年測流実績(8M:ACM-8M,16M:ACM-16M)

[illegible]

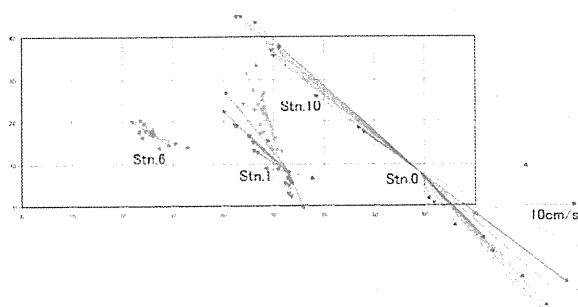
4. 結果および考察

火散布沼は、沼の幅のスケールに比べてはるかに細い水路で外海と繋がっており、また、奥行方向に長い形をしている。さらに、小規模ながら、河川より淡水も供給されているため、沼口と沼奥では、水温・塩分や流動特性が異なっていることが予想される。

沼内の漁業利用は、沼口では、海水に近い塩分で生息するアサリやウニの増養殖、沼奥では、比較的淡水に強いカキの養殖が行われ、上記の予想を裏付けている。

流速計による観測の結果、流れに関しては、年間を通じて、沼口も沼奥も潮汐流が支配的であり、潮位に応じた変動が見られた。卓越方向は、主に沼口～沼奥方向(NW-SE, NNW-SSE)であり、これに風の影響や外海からの擾乱が加わり、沼内の流れ場を形成しているものと思われる。なお、沼奥の観測点ほど流れは弱くなっている。

各ステーション間の流れ場の比較の一例として第3図に、2005年4月のStn.0での観測期間中の一潮汐ごとの最強流時と、他の測点を比較したものを示す。



第3図 Stn.0での最強流時と他の測点の比較(2005/4)

流速計は、この他に、水温・塩分・濁度等のデータを取得しており、以下、それらについて述べる。

水温・塩分は、基本的には流れ場を反映して変化するが、外海の比較的一様な水が入ってくる上げ潮時は、沼内で水平方向に水温・塩分シアを持つ水が出る下げ潮時に比べて急激な変化をし、グラフ上ではピークをはさんで左右が非対称な形になる。4～8月、沼内が日射により加熱されるため、外海水より水温が高くなり、9,10月にはほぼ同じ、11月からは、逆に沼内が冷却されるため、外海より水温が低くなる。2005年6月の場合、一潮汐で水温差が15℃にも達する観測点があり、潮汐による塩分の変動も考慮すると、沼内は、それほど安定的な環境ではないことが伺える。なお、塩分は、雪解け水が流入する4,5月に最も薄くなる。

濁度については、必ずしも潮汐と同じ変動をしていないため、底質の巻き上がりを捉えている可能性があるが、まだ詳細な検討はしていない。

5. おわりに

本研究を行うにあたり、ご協力頂いた散布漁業協同組合に感謝致します。

文 献

門谷茂・石丸夏海・川西稔展・柴沼成一郎・山田俊郎(2004): 北海道道東干潟(火散布沼)海域における物質循環過程(予報). 2004年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集, 192.

川西稔展・門谷茂・石丸夏海・柴沼成一郎・山田俊郎・一見和彦(2004):干潟域における底生珪藻の増殖特性と基礎生産量の推定. 2004年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集, 193.

Supaporn Yodnarsari, Shigeru Montani, Kuninao Tada, Seiichirou Shibamura and Toshiro Yamada (2004): Spatial distribution of free-living marine nematode community in sediment at Hichirippu, Hokkaido. Abstracts for the Joint Meeting of the Japanese Association of Benthology and the Plankton Society of Japan in 2004, 212.

柴沼成一郎・山田俊郎・永坂進・大矢賢次・門谷茂(2004): 北海道浜中町におけるアサリ(*Ruditapes philippinarum*)の大量斃死現象について. 2004年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会講演要旨集, 128.

柴沼成一郎・山田俊郎・永坂進・門谷茂(2005):北海道火散布沼におけるアサリ(*Ruditapes philippinarum*)の産卵期. 2005年日本プランクトン・日本ベントス学会合同大会講演要旨集, 83.

Supaporn Yodnarsari, Shigeru Montani, Kuninao Tada, Seiichirou Shibamura and Toshiro Yamada (2005): Seasonal variation of marine nematode in intertidal sediment at Hichirippu lagoon, Hokkaido. Abstracts for the Joint Meeting of the Plankton Society of Japan and the Japanese Association of Benthology in 2005, 86.

濱田明美・門谷茂・柴沼成一郎・山田俊郎・永坂進・水田浩之(2005):北海道火散布沼における大型草藻類現存量の推定と評価. 2005年日本プランクトン・日本ベントス学会合同大会講演要旨集, 85.

川西稔展・門谷茂・柴沼成一郎・山田俊郎・一見和彦(2005): 亜寒帯干潟域における底生珪藻の動態及び環境諸因子の関係. 2005年日本プランクトン・日本ベントス学会合同大会講演要旨集, 88.

小森田智大・堤裕昭・柴沼成一郎・山田俊郎・門谷茂(2005): 北海道火散布沼におけるアサリの生産量および分布の特徴. 2005年日本プランクトン・日本ベントス学会合同大会講演要旨集, 84.

稲葉友理・門谷茂・柴沼成一郎・山田俊郎(2005):北海道火散布沼におけるバクテリアと溶解有機物の関係. 2005年日本プランクトン・日本ベントス学会合同大会講演要旨集, 87.

梶原瑠美子・門谷茂・柴沼成一郎・山田俊郎・小森田智大・堤裕昭・永坂進・濱田明美・Supaporn Yodnarsari(2005): 火散布沼における安定同位対比を用いた食物網の解明. 2005年日本プランクトン・日本ベントス学会合同大会講演要旨集, 89.

北海道環境科学研究センター(2005):北海道の湖沼 改訂版, 314p.

海上保安庁水路部(1999):5万分の1沿岸の海の基本図 海底地形地質調査報告 霧多布. 56p.

小笠原惇六(1987):親潮と道東沿岸流. 月刊海洋科学, 19,21-25.

磯田豊・黒田寛・明正達也・本田聡(2003):沿岸親潮の海洋構造とその季節変化. 沿岸海洋研究, 41,15-12.

国土地理院(2006):火散布沼. 1:10,000 湖沼図.

七山太・佐竹健治・下川浩一・重野聖之・古川竜太(1999): 堆積学的手法に基づく、千島海溝沿岸域における古津波?履歴調査-霧多布湿原における研究例-. 地質調査所速報, No.EQ/99/3(平成10年度活断層・古地震研究調査概要報告書),3-17.

1. はじめに

火散布沼は、北海道浜中町に位置する汽水湖である。厚岸道立自然公園に属し、ラムサール条約登録湿地でもあるなど、自然保護の対象地域となっている一方、沼内での漁業も盛んであり、少し古い資料であるが、平成 9 年の漁獲統計によると、チカ、カレイ、アサリ、カキ、ウニなどが漁獲され、その漁獲量は、計 123t にものぼる。これは、道内の湖沼漁業では 5 番目の漁獲量である。このため、自然保護と漁業生産の両立が強く求められている地域である。

沼の持続的な利用のためには、物質循環を明らかにし、生物生産と自然環境の調和を目指した利用が必要となってくる。化学・生物学的手法を用いた物質循環の調査研究については、北大が先行的に行っており（門谷，2006）、様々な成果が得られている。ところが、沼内の流況をはじめとした物理環境については、例えば、北海道水産部振興計画課（1980）で若干触れられている程度で、まだよくわかっていない。

そこで、本研究では、沼内に流速計を設置し、火散布沼の流動特性について明らかにすることを目的とした。

2. 火散布沼の概要

図 1 に火散布沼の湖沼図（国土地理院，2006 を改変）を示した。火散布沼は、標高 30～60m の海岸段丘で囲まれ、南東端が砂浜堤で塞がれている海跡湖である。周囲は湿地帯になっており、その中に小さな流入河川が存在している。流出水は、湖の南東端から長さ 1.5km の水路を経て、海に注いでいる（北海道環境科学研究センター，2005）。周囲 16.45km、面積 3.58km²、最大水深 5.7m、平均水深 0.7m であり、沼の中央部は湖盆に向かって深くなる単純な地形であるが、沼の南東部は、浚渫及び海水の流入出に伴う地形形成営力の影響を受け、複雑な地形を有している（国土地理院，2006）。また、汽水湖であり、潮汐型は混合潮（海上保安庁水路部，1998）を示す。平均潮位差は、1m 程度で、干潮時には干出部分も見られる。干出部分のうち、沼口近くの自然礁および人工的に造成されたアサリ礁では、アサリの養殖が行われている。周辺は道有林に囲まれており、沢や湿地の部分を除いては、土地利用は主に森林である。なお、冬季に主に沼奥部分で結氷が見られる。

図 2 に火散布沼の底質図（国土地理院，2006）を示した。火散布沼の底質は、沼の中央部や河口付近では潮の流れの影響で泥が堆積しないことなどから砂や礫となっており、その他の北側や西側の入り組んだ奥深い場所などでは、泥や泥混じり砂となっている（国土地理院，2006）。

図 3 にアメダス観測（榊町地域気象観測所（43.120N, 145.110E））による気温・降水量の平年値および、平年値で描いた風配図（風向き頻度）を示した。データは、気温・降水量は 1979～2000 年の値（気象庁（<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>）より）、風配図（期間中の欠測・静穏も含めて計算し、百分率で示した）は、1977～2008 年の値（デジタル台風（<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>）より）を使用した。

気温の年平均値は 5.2℃で、8 月に最高値 16.9℃、1～2 月に最低値 -6.1℃を示す。年降水量の年平均値は 987.7mm であり、9 月に最高値 129.3mm、2 月に最低値 17.0mm を示す。

また、風向は、年間を通して北西風の頻度が最も高い。ここには示していないが、この北西風は 9～4 月まで卓越し、6～8 月は東風が卓越する。

潮汐により沼に流入する外海水は、道東沿岸流（小笠原，1990）（もしくは、沿岸親潮（磯田，2003））の影響を受けていると考えられる。図 4 に、親潮と道東沿岸流の月別の T-S ダイアグラムの月別パターンを示した。道東沿岸流を構成している水塊は、明瞭な季節変化を示し、親潮より低温・低塩な時期（2～6 月）と親潮より高温・高塩な時期（8～12 月）があるが、これらの水塊は、年間を通して、岸寄りに親潮より軽い水として存在している。

3. 方法

沼内の水温・塩分分布は、ほぼ 2 ヶ月に 1 度、大潮付近の上げ潮時に観測を行った（北大地環研門谷研担当）。また、流況を知るために、流速計を設置した。図 5 は、沼内の観測点を示したものである。●は、水温・塩分等の観測を行っている測点であり、★は、その観測に加え、流速計を設置した地点を示している。なお、観測と同時に、丸山散布の岸壁（沼から Stn.13 の測点が存在する水域への入り口部分の沼口側の岸壁）にて潮位計による潮位の測定を行った。

水温・塩分の測定には、YSI 社製多項目水質計を、また、流向・流速の測定には、アレック電子株式会社製の電磁流速計 ACM-8M および ACM-16M を使用した。ACM-8M は、流向・流速および水温、ACM-16M は、三次元流向・流速、水温、塩分、濁度、深度の測定が可能である。なお、測定間隔は、バーストモードで 10 分とした。

流速計の設置方法は、Stn.0（水深約 3m）については専用の架台（図 6 左図）を使い、ダイバーにより沼底に固定した。その他の測点については、（図 6 右図）のように、本体を沼底に埋め、センサーのみ水中に出るように設置した。

4. 結果

沼内の水温・塩分水平分布は、上下層でほぼ一様なため、今回は表層で得られた値を使用し、図 7 にその水平分布を示した。期間中の水温は、-0.4～32.0℃の範囲をとり、平均水温は、10.6℃であった。また塩分は、26.4～34.2 の範囲をとり、平均塩分は 31.8 であった。それぞれの観測点では、地点間の相違や明瞭な季節変化が見られた。

今回は、測流結果については、比較的長い期間の測定を行った、2006 年 8 月からの観測と 2007 年 9 月からの観測結果について述べる。図 8 に、観測期間中の流向・流速の頻度分布を示し、また、図 9 には、測流結果を示した。なお、Stn.0 以外は、干出時のデータ（センサーが空中にあるため異常値となる）もそのまま含んで図示している。2007 年の観測においては、Stn.1 は全データ、Stn.6 は流向データが正常に得られなかったため、これらのデータについては図示していない。

まず、流れの卓越方向は、Stn.0 では、北西・南東方向（外海への水路開口方向）が卓越していることがわかる。単純に流れを潮汐による往復流と考え、流速を流向に関係なくスカラー平均すると、2006 年が、期間中の 12 日平均で 6.1cm/s（最大値 33.3cm/s）、2007 年が、期間中の 41 日平均で 14.9cm/s（最大値 59.0cm/s）であった。Stn.B および Stn.6 の卓越方向は Stn.0 と同じく北西・南東方向、Stn.10 は北北西・南南東方向が卓越している。ここではデータが得られなかったが、過去のデータ（例えば 2005 年 4 月の観測）より、Stn.1 も北西・南東方向が卓越していることがわかっている。流速の大きさは、 $\text{Stn.0} \approx \text{Stn.B} > \text{Stn.10} > \text{Stn.6}$ である。また、流向・流速・水温・塩分は、潮汐に応じた変動をしているように見えるが、各測点間で変動幅などが異なっていることがわかる。

5 考察

まず、水温・塩分水平分布について述べる。観測結果（図 7）より、ほとんどの期間で、沼奥と沼口で水温・塩分差が見られ、季節によっては明瞭なフロントが存在していることがわかる。ここで、沼内に存在している水は、潮汐により外海から流入してくる海水と、降雨等により供給される淡水であると考えられ、加熱・冷却の効果を考えない場合、水温・塩分の変化は、基本的にはこれらの混合割合の違いによって生じたものと考えられる。混合形態は、水温・塩分とも、上下層であり違いが無く、沼奥・沼口方向に水温・塩分勾配が見られることから、上下に強く混合している強混合型であることがわかる。外海水は、道東沿岸流（沿岸親潮）の影響を大きく受け、通常は、冬～春にかけて低温・低塩分、夏～秋にかけて高温・高塩分という傾向を示す。この外海水の流入（流出）量について粗く見積もると、1 潮汐での流入（流出）量を、沼奥と沼口で潮位差が無く、潮位変化も同時に起こり、潮位による沼の面積変化が無いと仮定すると、平均潮位差が約 1m なので、

$$3.58\text{km}^2 (\text{沼の面積}) \times 1.0\text{m} (\text{平均潮位差}) = 3.58 \times 10^6 \text{m}^3$$

となり、これは、沼の体積、

$$3.58\text{km}^2 (\text{沼の面積}) \times 0.7\text{m} (\text{沼の平均水深}) = 2.50 \times 10^6 \text{m}^3$$

の約 1.4 倍である。一方、淡水は、降雨・河川・地下水から沼内に供給されることが考えられるが、この供給量について粗く見積ると、地下への浸透や大気中への蒸発が無いものとし、集水域の降水が全て沼内に供給されるものと仮定すると、1 年で、

$$987.7\text{mm} (\text{年降水量の平年値}) \times 20.64\text{km}^2 (\text{集水域面積}) = 2.04 \times 10^7 \text{m}^3$$

となり、これは、沼の体積、

$$3.58\text{km}^2 (\text{沼の面積}) \times 0.7\text{m} (\text{沼の平均水深}) = 2.50 \times 10^6 \text{m}^3$$

のほぼ 8 倍である。1 日あたり（1～2 潮汐相当）に直すと、

$$2.04 \times 10^7 \text{m}^3 (\text{沼内への流入量}) \div 365 (\text{日}) = 5.59 \times 10^4 \text{m}^3$$

となり、これは、沼の体積の 2% 程度の量である。実際には、このように平均的に淡水が供給されるわけではなく、冬場は降水量の減少と結氷でほとんど供給されず、春先の融雪時および、降水量の増加する夏～秋に、淡水供給量は増加すると考えられる。淡水の平均的な

滞留時間 τ は以下の式で求められ、

$$\tau = F/R$$

R:年間の淡水供給量

F:沼内の淡水存在量

となり、さらに、F は、以下の式より求められ、

$$F = V(S_o - S_i)/S_o$$

V:沼の容積

S_o:外洋水の代表塩分（測点毎に年平均した塩分の最大値）

S_i:平均塩分（測点毎に年平均した塩分の平均値）

となる。ここで、年間の淡水供給量を年降水量（2006 年：1,151mm、2007 年：1,071mm）に集水面積をかけたものとする。また、S_o と S_i は、2006 年についてはそれぞれ 32.58 と 30.97、2007 年についてはそれぞれ 33.05 と 32.56 という値が得られ、これらを上式に代入して計算すると、淡水の滞留時間は、2006 年が 1.90 日、2007 年が 0.61 日と求められる。このように、計算上、海水および淡水は速やかに入れ替わるように見えるが、実際は、沼奥と沼口でかなり水温・塩分差が大きいパターンが見られ、沼奥ほど滞留時間が長いことが伺える。滞留時間の長さが長いほど、水面および沼底からの加熱・冷却の影響を大きく受けることとなり、沼奥部分については、沼口より水深が浅いためさらにそれが顕著となる。そこで、まず、沼口（外海水）と沼内の水の水温差を比較すると、秋～冬には、外海水が高く、沼内水が低いパターン、春～夏には、外海水が低く、沼内水が高いパターンであることがわかり、これを、気温と比較すると、それぞれ降温期（冷却期）、昇温期（加熱期）に相当する。フロントは、潮汐の強弱や沼内の流れも反映していると思われるが、降温期にかけて不明瞭になり、昇温期にかけて明瞭となる。

次に、沼内の流況について述べる。使用したデータは、2006 年は昇温期後期、2007 年は降温期にあたる。2006 年 8 月からの観測では、Stn.0, Stn.10, Stn.6 の 3 地点の同時観測は 1 日程度であったが、流速の最大値（最大振幅）で比較してみると、Stn.0>Stn.10>Stn.6 であり、また、水温は Stn.6>Stn.10>Stn.0 と、前節で述べたように沼奥の方が高くなる分布を示した。濁度については、Stn.10 のみの観測であるが、この年では、ほぼ上げ潮時、満潮にかけて高くなる傾向にあり、上げ潮時の巻き上がりが示唆された。塩分についても Stn.10 のみの観測であるが、この年は、あまり顕著な変化が見られなかった。また、Stn.10 の深度は、Stn.10 の潮位を示していることになるが、あくまでも、センサーの上の水深を表しているにすぎず、絶対値については意味が無いため、ここでは、変化の傾向のみにて議論する。潮位計のデータと Stn.10 の特にピークの値を比較すると、最満潮時がほぼ同時なのに対し、最干潮時は、潮位計のピークの 2～3 時間後に Stn.10 のピークが見られた。これは、河口域の河川の潮汐でよく見られる現象で、潮汐は長波であるため、場所に関係なく最満潮のピークはほぼ同時であるのに対し、最干潮は、河川の摩擦や地形等の影響を受けるため、河口から奥に行くほど最干潮時が遅れるという現象を示している。このこと

は、Stn.10 の流速データにも表れており、基本的に上げ潮に至るまでの時間に対し、下げ潮に至るまでの時間が長くなるような非対称形になっていることがわかる。これはさらに、上げ潮時の流速が速く、下げ潮の流速が遅くなる傾向にあることも示している。2007 年 9 月からの観測では、流速については、Stn.0 と Stn.10 と Stn.B の比較ができ、Stn.B については、干出して異常値を示している時があるため、それ以外の部分を比較すると、測点が近いこともあり、Stn.0 とほぼ同程度・同時に変化していることがわかる。水温は、観測開始時では、 $\text{Stn.6} > \text{Stn.10} > \text{Stn.B} \approx \text{Stn.0}$ であるが、観測終盤になると、 $\text{Stn.0} \approx \text{Stn.B} > \text{Stn.10} > \text{Stn.6}$ となり、徐々に降温期に向かっていることがわかる。塩分に関しては、Stn.10 における値のみであるが、潮汐によるものと思われる変化が見られ、また、急激な塩分の低下により、センサーが干出していることがしばしばあることも伺えた。濁度については、干出前後に大きい値を示すなどの特徴が見られたが、今回は、あまり決まった変化を示していない。不定期に起こる濁度上昇は、風による巻き上がりを示唆しているが、詳細は不明である。深度と潮位の比較は、ここでも Stn.10 の方が、最干潮時が遅れる傾向が見られた。流向・流速の変化も同様である。最後に、Stn.0 における平均流速を、先程の 1 潮汐により流入する海水量 $3.58 \times 10^6 \text{m}^3$ を用いて計算してみると、Stn.0 の平均水深が 3m で、幅がほぼ 100m であるので、1 潮汐を 6 もしくは 12 時間とすると、

$3.58 \times 10^6 \text{m}^3 (\text{流入量}) \div (100\text{m} \times 3\text{m}) (\text{断面積}) \div 6 \text{ or } 12 (1 \text{ 潮汐の時間}) = 55.2 \text{ or } 27.6 \text{cm/s}$ となる。これは、先に求めた値より大きくなるが、実際には干出があるので、流入量を過大に見積もった可能性がある。

6 まとめ

以上より、沼内の水温・塩分の季節変化をまとめると表 1 のようになる。

表 1 火散布沼の水温・塩分の季節変化の特徴

	外海水の特徴	淡水流入	沼内の熱収支	外海水と沼内の水温差	フロント
冬	低温・低塩	結氷	冷却	外海水高、沼内水低	不明瞭
春	低温・低塩	融雪水	冷却→加熱	外海水低、沼内水高	不明瞭→明瞭
夏	高温・高塩	降雨量増加	加熱	外海水低、沼内水高	明瞭
秋	高温・高塩	降雨量減少	加熱→冷却	外海水高、沼内水低	明瞭→不明瞭

また、沼内の流向・流速の 8～10 月にかけての傾向をまとめると表 2 のようになる。

表 2 火散布沼の流向・流速の特徴

	位置	水深	底質	卓越流向	最大流速	潮位変化
Stn.0	沼口	3m	砂～礫	北西・南東	大	同時
Stn.B	沼口干潟上	<1m	砂	北西・南東	大	同時
Stn.10	沼中央部	<1m	砂	北北西・南南東	中	最干時遅れる
Stn.6	沼奥	<1m	泥	北西・南東	小	最干時さらに遅れる

14
沼内の海水交換については、計算では速やかに入れ替わるように見えるが、沼奥については、停滞気味であり、沼口については、速やかに交換することが伺える。また、基本的な沼の流れを推定すると、沼口より流入した海水は、最満潮時にかけ、速やかに沼内に入り、沼内の水と強く混合する。また、潮汐流であるため、その流れは、基本的には、沼奥、沼口方向の振動流であり、その振幅も沼奥に行くほど小さくなる。また、最干潮時は、沼奥ほど遅れる傾向にあるため、流入時よりも遅い速度で沼外に出ることになる。この流れは、沼内の平均的な流れを示している底質の分布からも支持され、沼口部および Stn.10 付近が砂質になっていることから、この部分での流れのエネルギーが大きい、(流れが速い)ことがわかる。

今回は、限られた結果より、定性的な変化を示すのみであったが、今後、他のデータを使い、流れのパターンの季節変化等も含め、定量化を図る予定である。

今後の課題としては、水深が浅いため、巻き上がりや濁度の変化に大きく影響すると考えられる風の影響との関連や、結氷時も含めた流速の季節変化、水中植物による海底摩擦の影響などが挙げられる。

7 謝辞

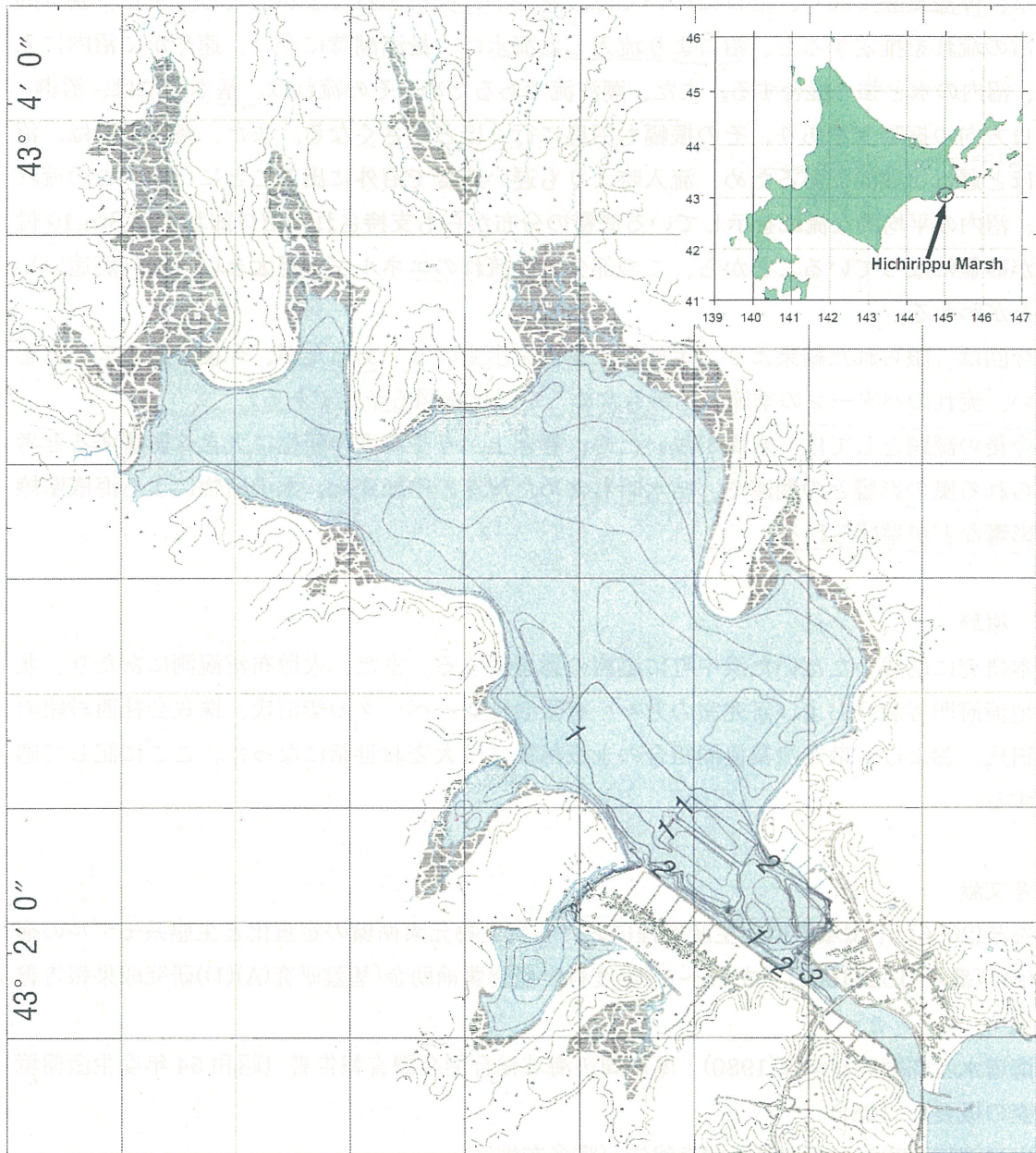
本研究に助成いただいた浜中町に感謝の意を表する。また、火散布沼観測にあたり、北大地環境門谷教授および研究室の方々、有限会社シーベックの柴沼氏、株式会社西村組の山田氏、および、散布漁業協同組合の永坂部長には大変お世話になった。ここに記して感謝する。

参考文献

- 門谷茂(2006):干潟域の低次生産過程における親生物元素循環の定量化と生態系モデルの構築(課題番号 15201001)平成 15~17 年度科学研究費補助金(基盤研究(A)(1))研究成果報告書、154P
- 北海道水産部振興計画課(1980):厚岸周辺海域総合開発調査報告書(昭和 54 年度生産環境調査の概要)、198P
- 国土地理院(2006):湖沼湿原調査報告(霧多布地区)
- 北海道環境科学研究センター(2005):北海道の湖沼改訂版、314P
- 海上保安庁水路部(1998):5 万分の 1 沿岸の海の基本図海底地形地質調査報告 厚岸
- 小笠原惇六(1990):3.沿岸の海況、第 29 章 北海道東部・南部沿岸海域 II 物理 A.東部沿岸海域、続・日本全国沿岸海洋誌、478-483.
- 磯田豊・岸道郎(2003):シンポジウム「沿岸親潮」のまとめ、沿岸海洋研究、第 41 巻、第 1 号、5-12.

144° 59' 0"

145° 2' 0"



100 500 1000 1500
0
メートル

図1 火散布沼の位置および火散布沼湖沼図（国土地理院，2006 を改変）

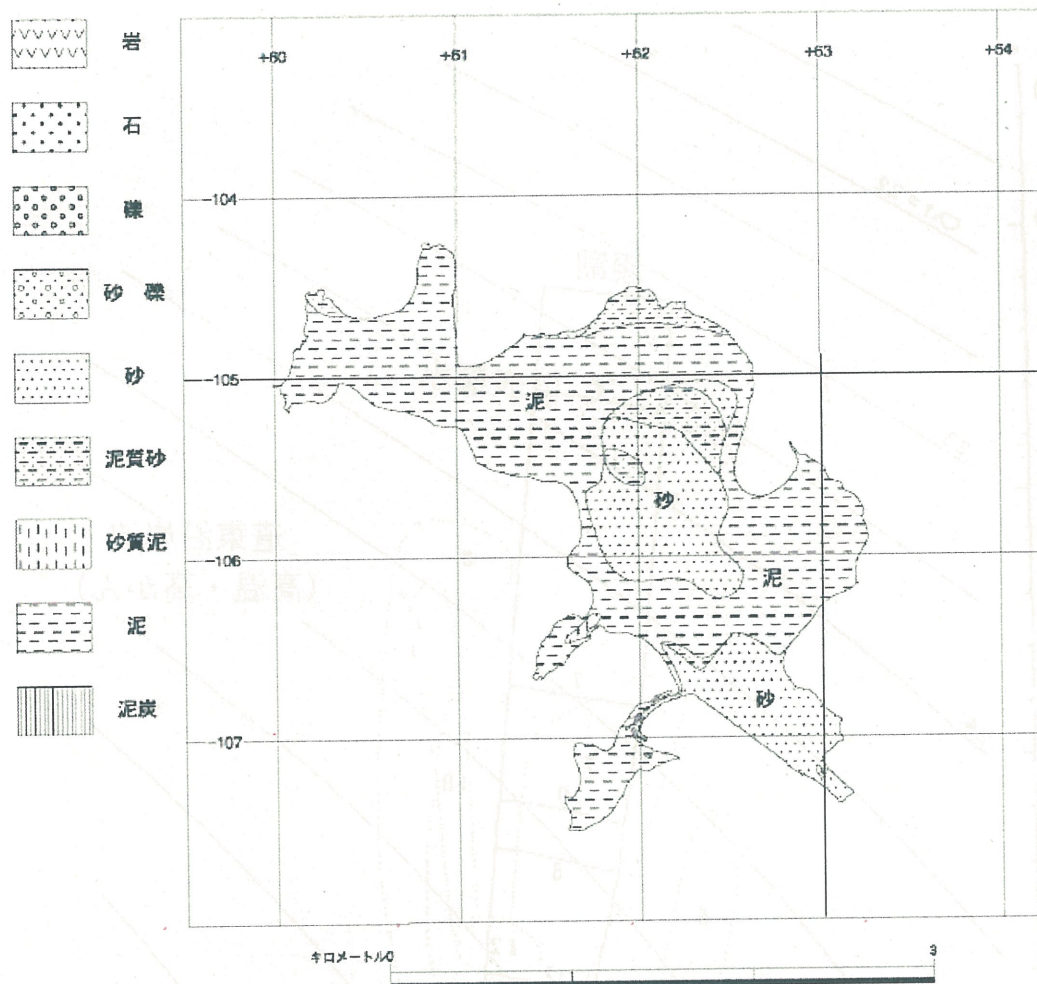


図 2 火散布沼底質図 (国土地理院, 2006)

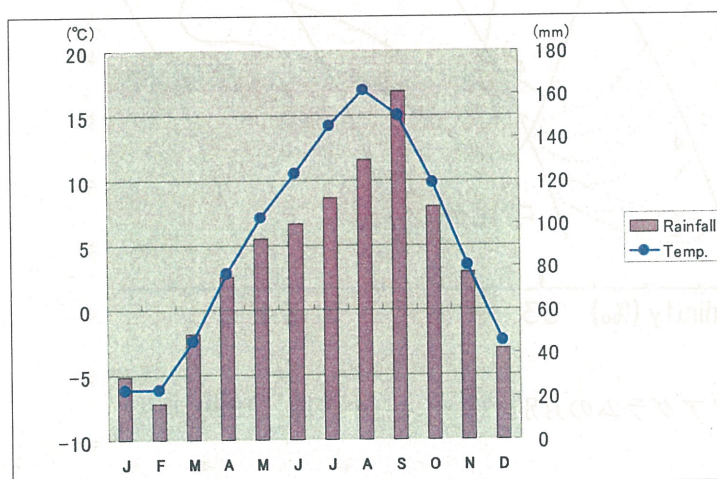


図 3-1 アメダス観測 (榊町地域気候観測所) における気温と降水量の平年値 (左図)

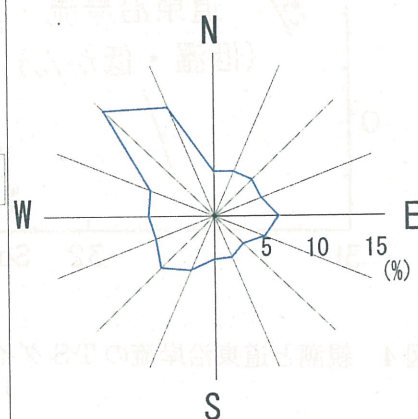


図 3-2 アメダス観測 (榊町地域気候観測所) における平年値の風配図 (右図)

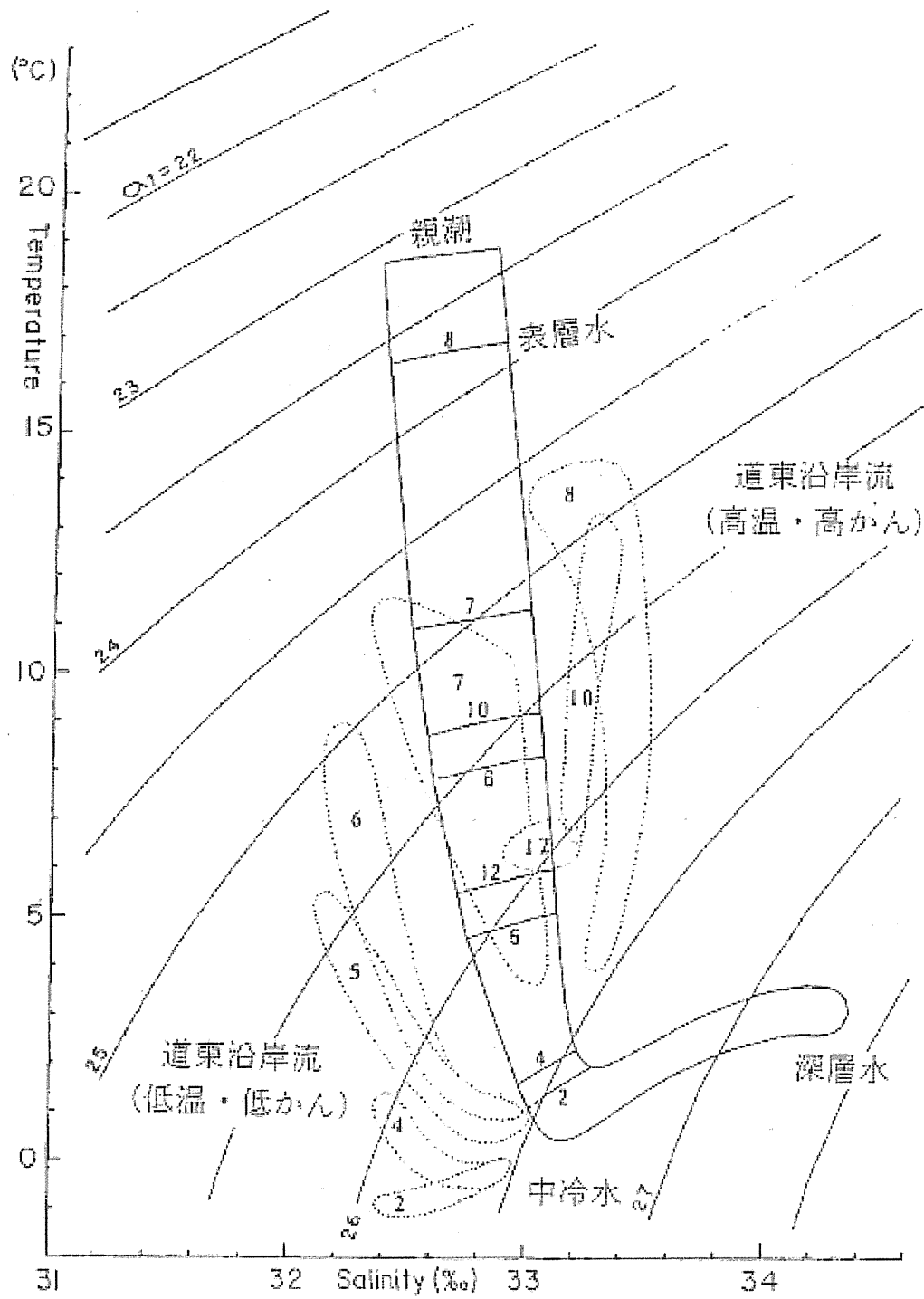


図4 親潮と道東沿岸流の T-S ダイアグラムの月別パターン (小笠原, 1999 より)

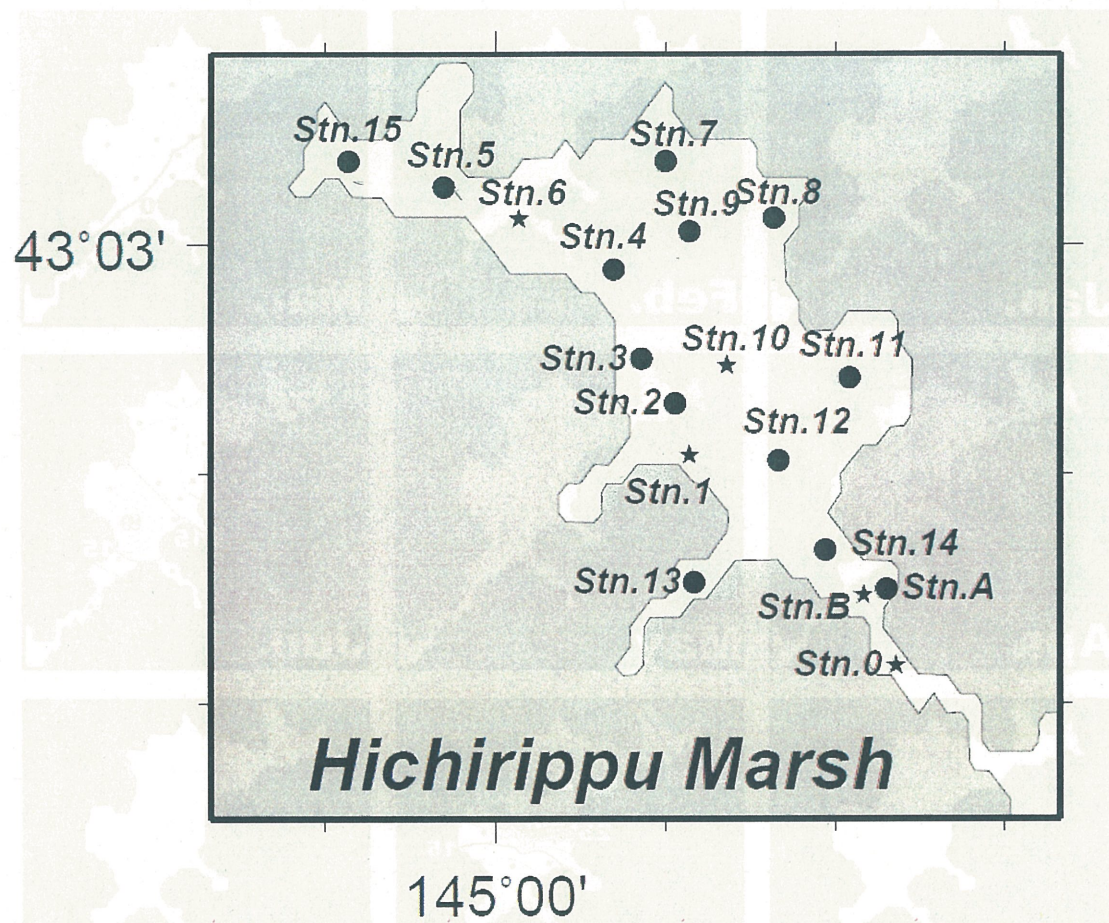


図5 火散布沼観測地点 (●観測定点、★流速計設置点)



図6 流速計設置方法 (左図：流速計架台、右図：流速計設置作業)



图 7-2 2006 年盐分水平分布

图 7-3 2007 年盐分水平分布

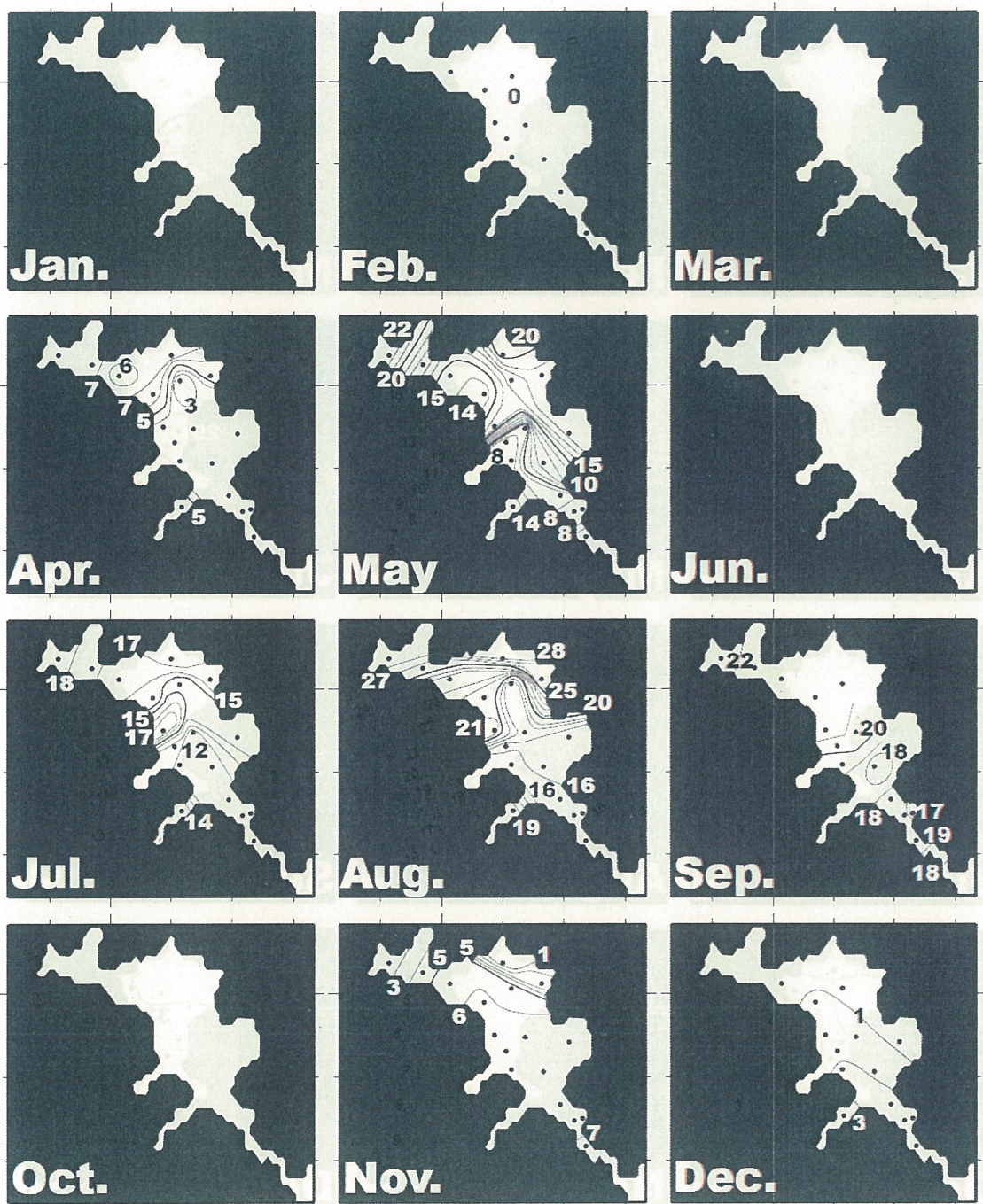


图 7-3 2007 年水温水平分布

可代平水价费手 8002 2-1 图



图 7-4 2007 年盐分水平分布

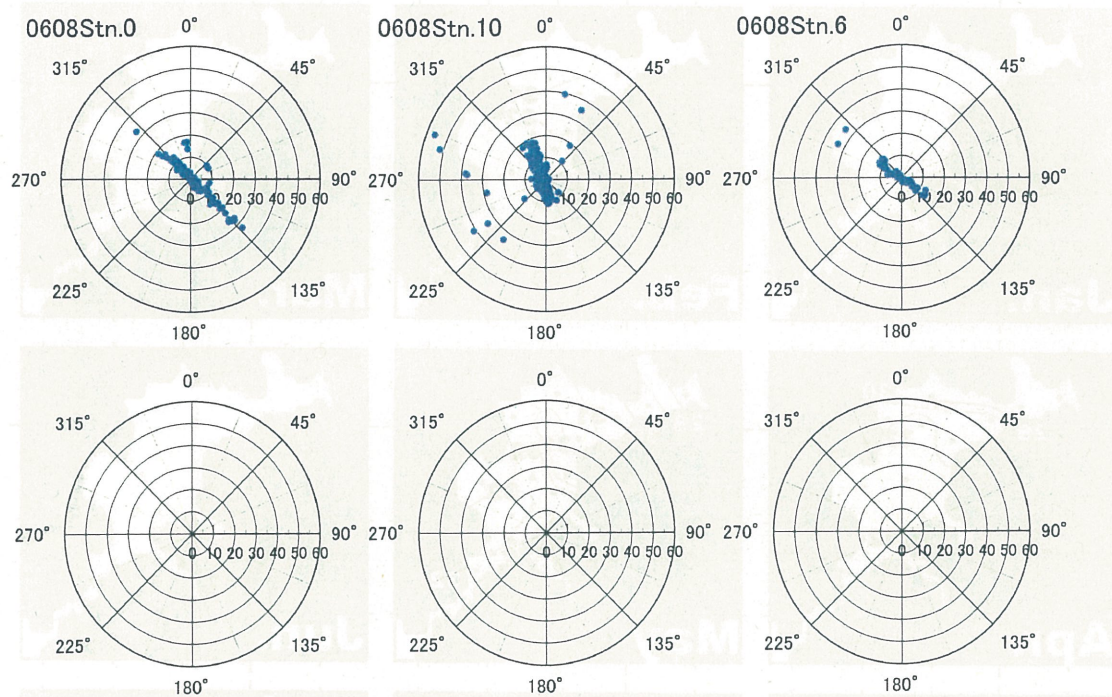


图 8-1 2006 年 8 月流向·流速频度分布

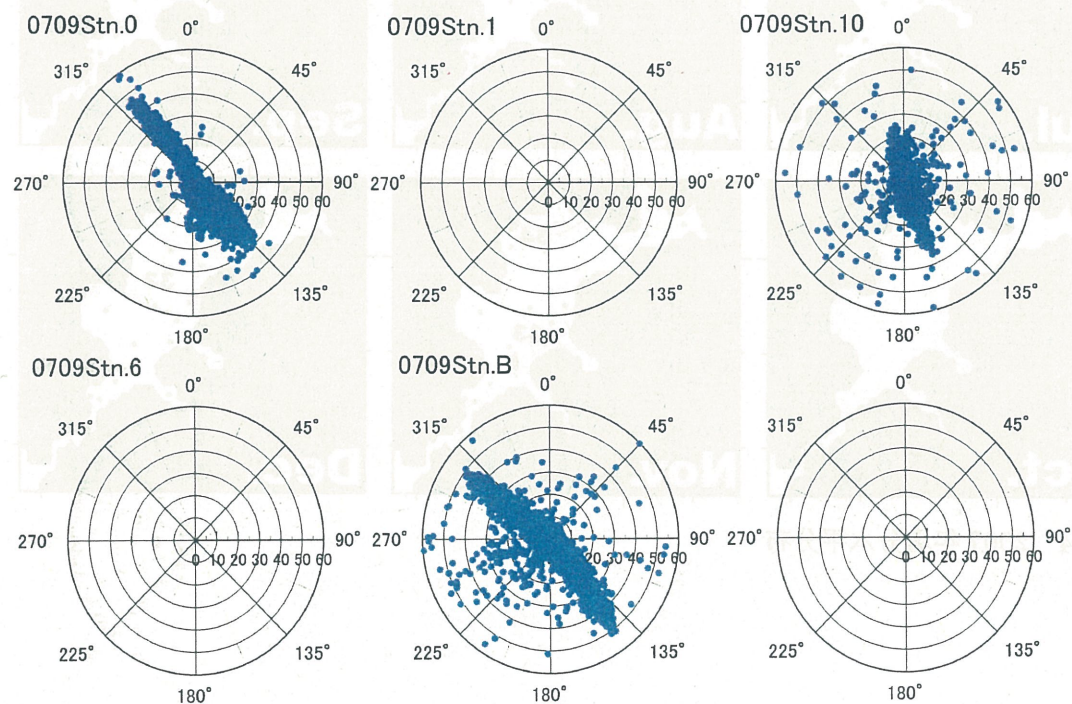


图 8-2 2007 年 9 月流向·流速频度分布

Hichirippu 0608

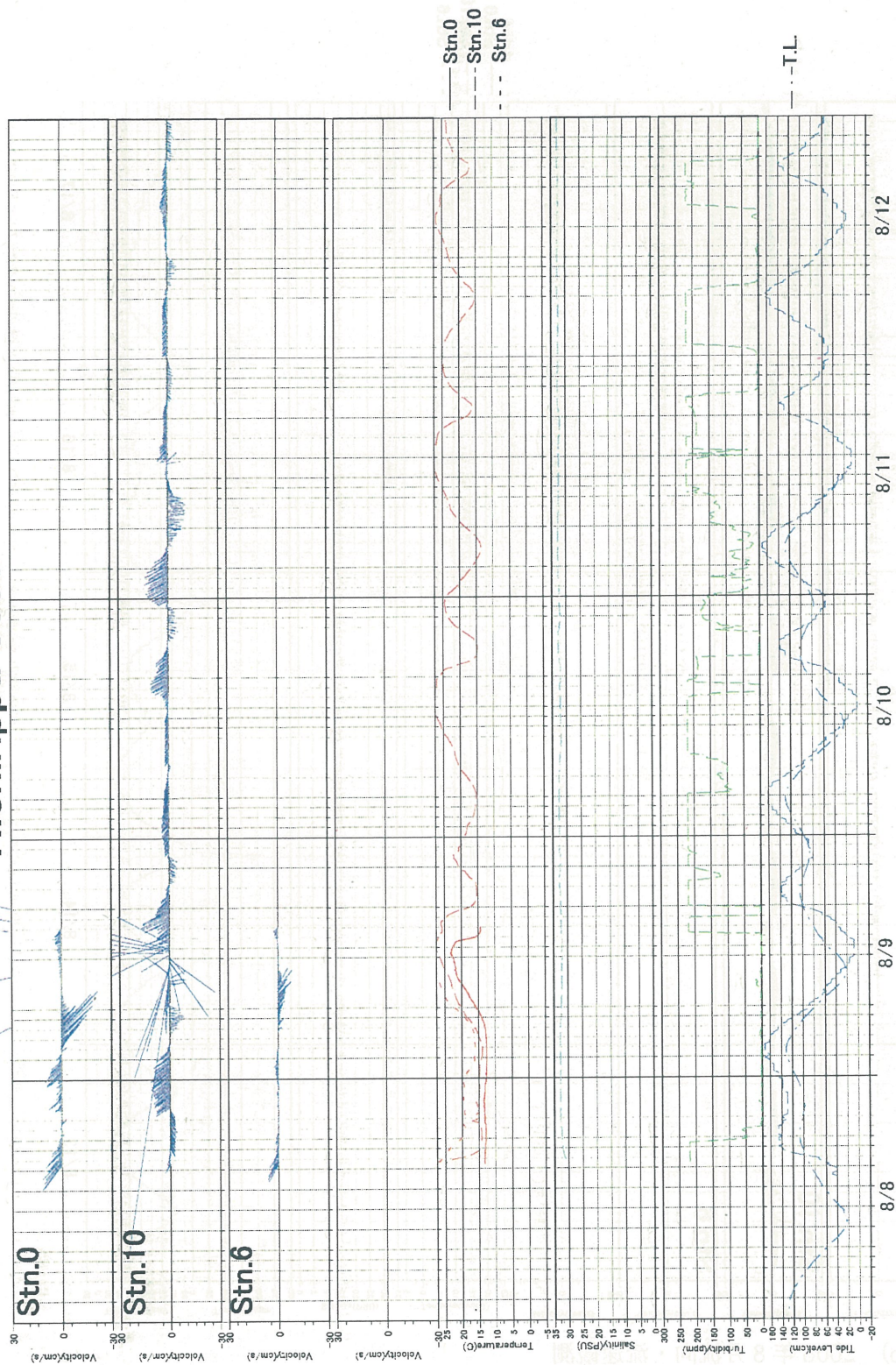


図 9-1(a) 2006 年 8 月流向・流速観測

Hichirippu 0608

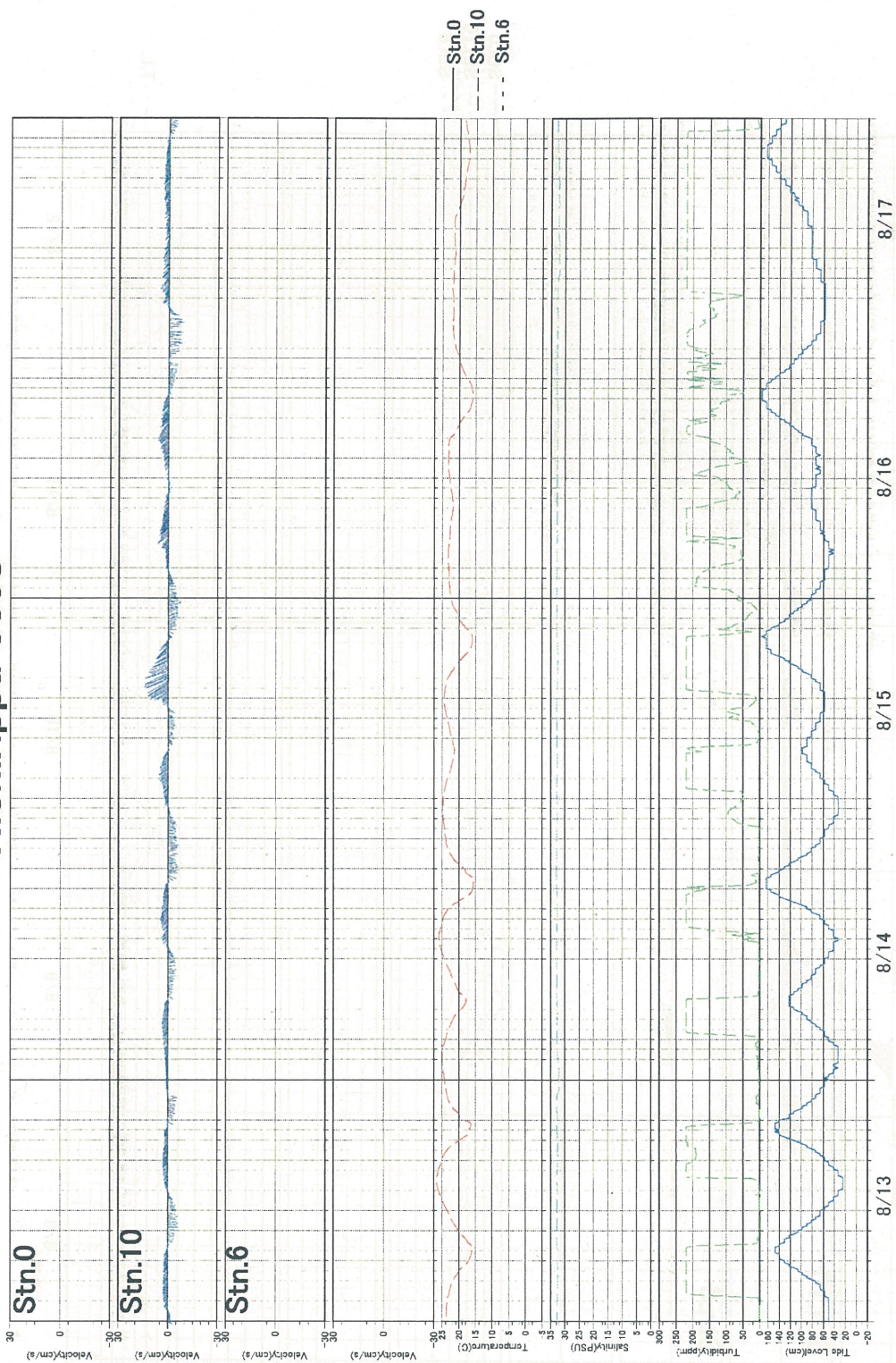


図 9-1(b) 2006 年 8 月流向・流速観測

Hichirippu 0608

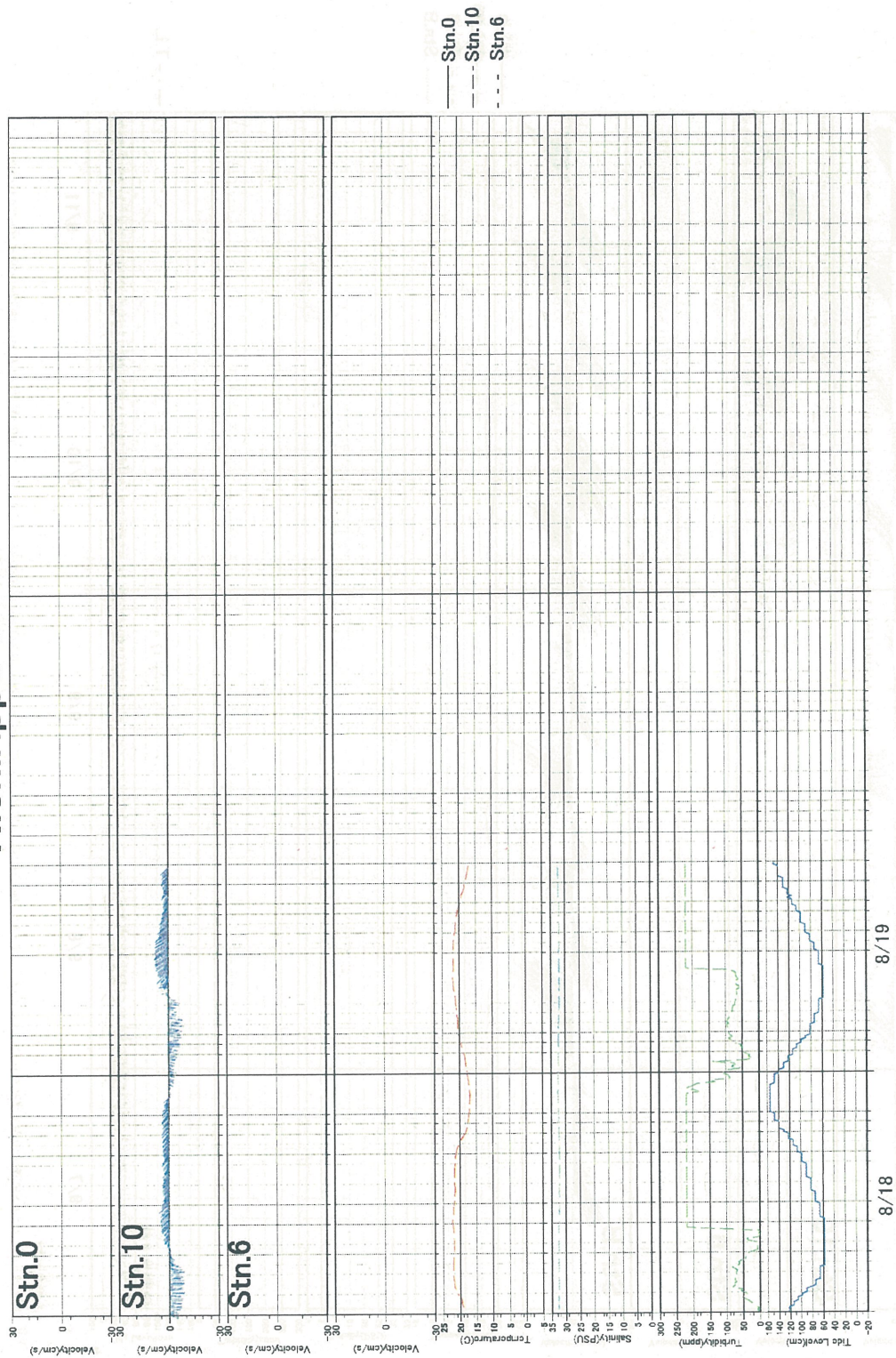


図 9-1(c) 2006 年 8 月流向・流速観測

Hichirippu 0709

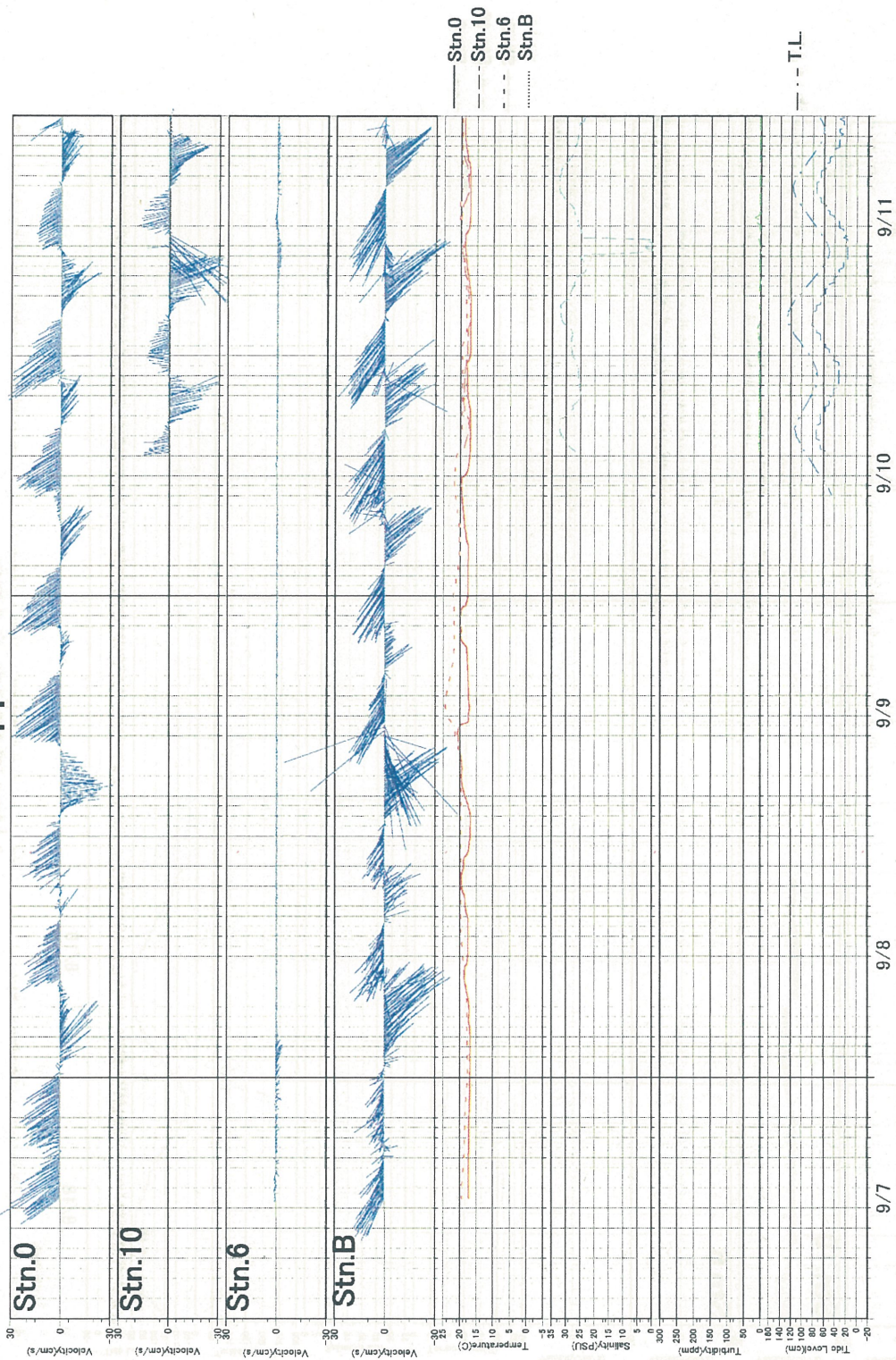


図 9-2(a) 2007 年 9 月流向・流速観測

Hichirippu 0709

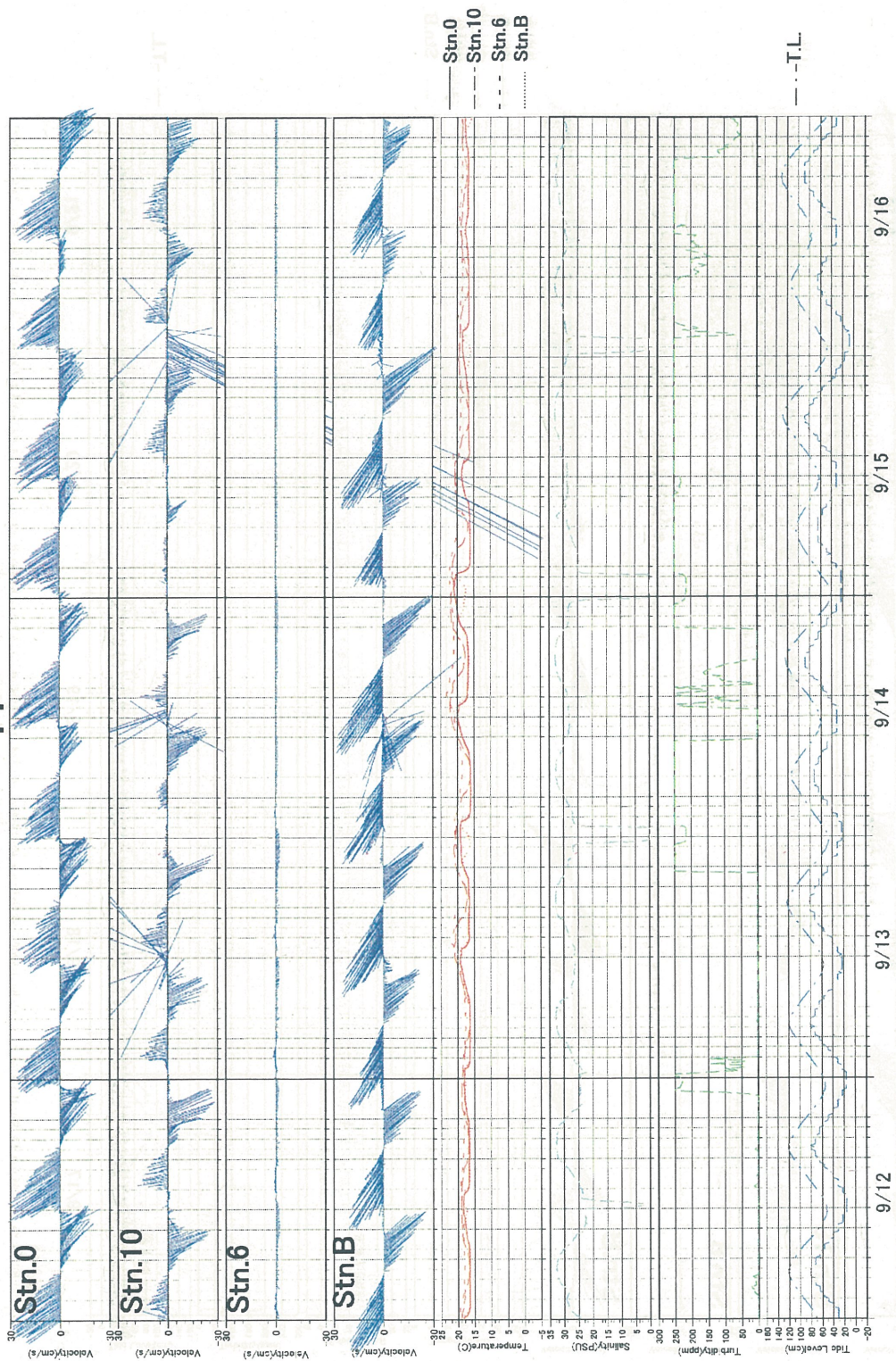


図 9-2(b) 2007 年 9 月流向・流速観測

Hichirippu 0709

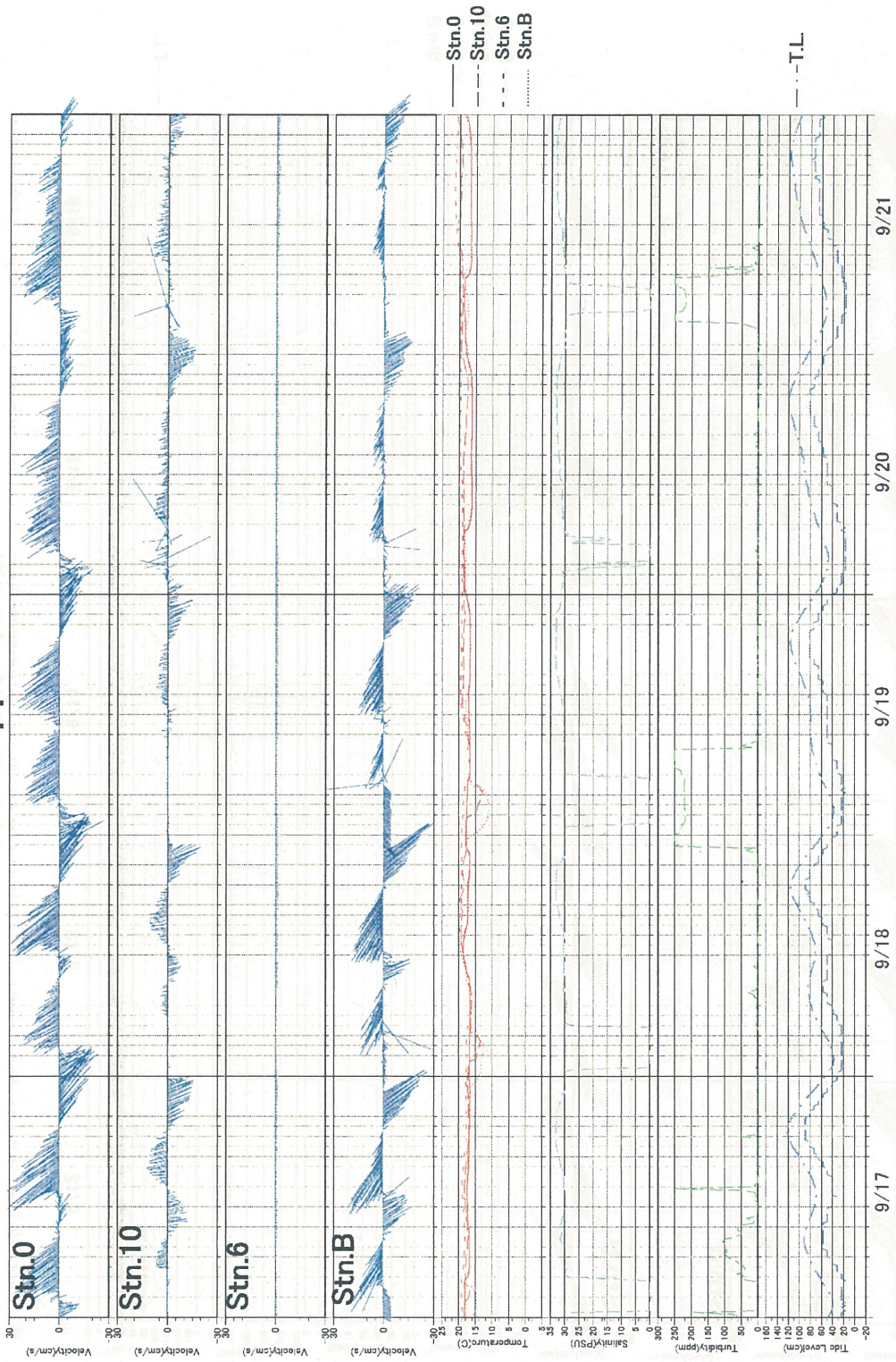


図 9-2(c) 2007 年 9 月流向・流速観測

Hichirippu 0709

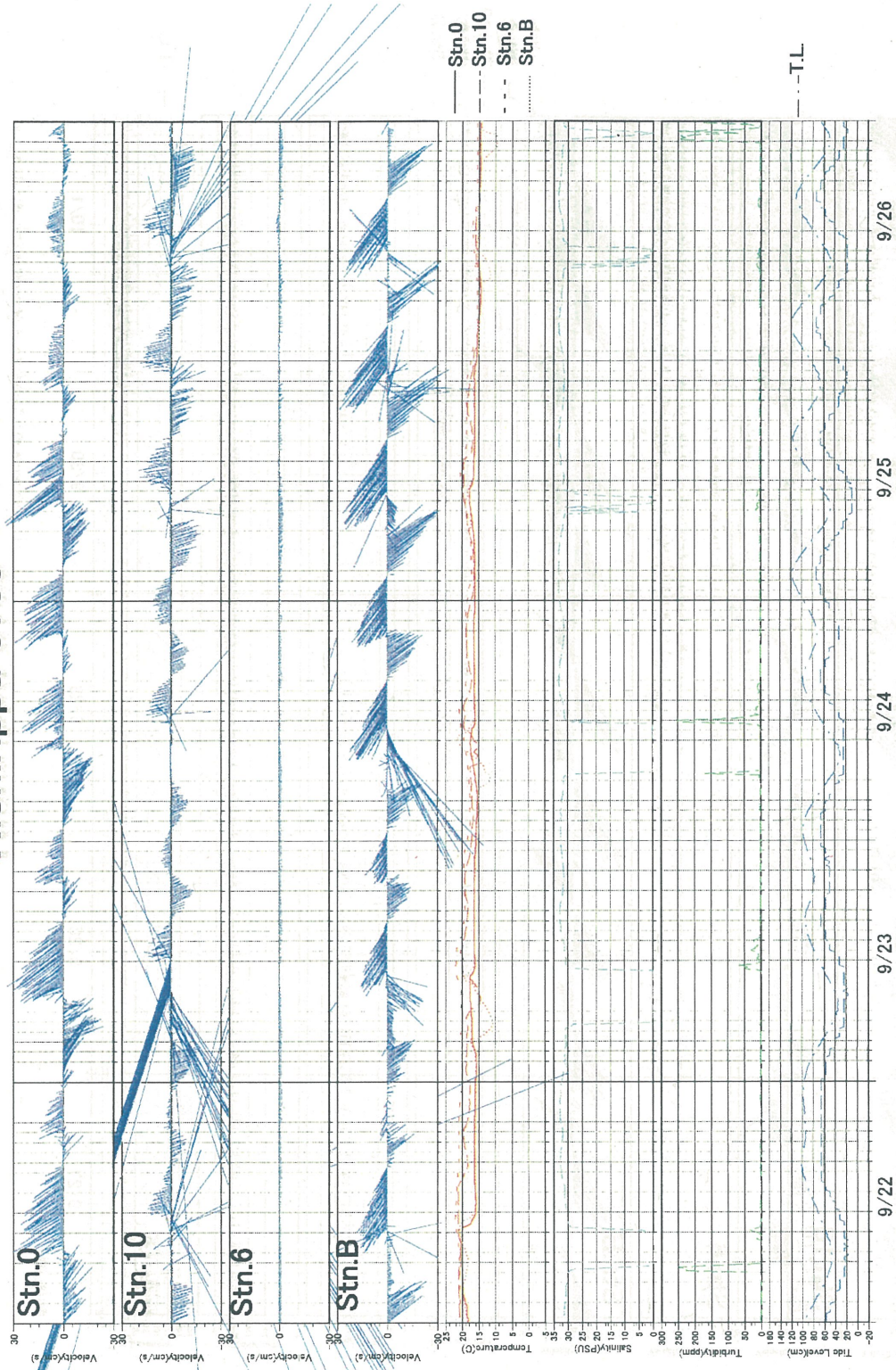


図 9-2(d) 2007 年 9 月流向・流速観測

Hichirippu 0709

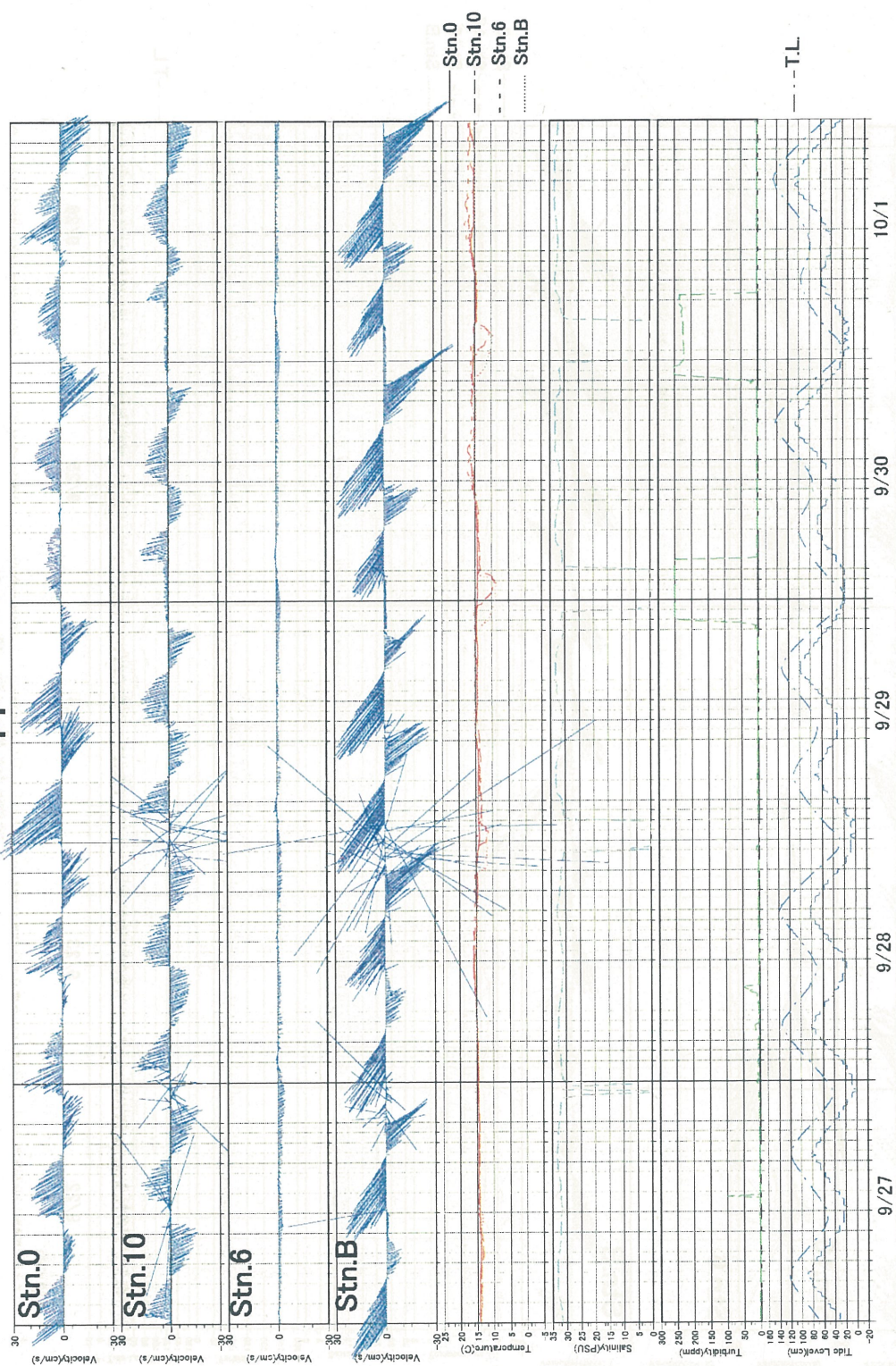


図 9-2(e) 2007 年 9 月流向・流速観測

Hichirippu 0709

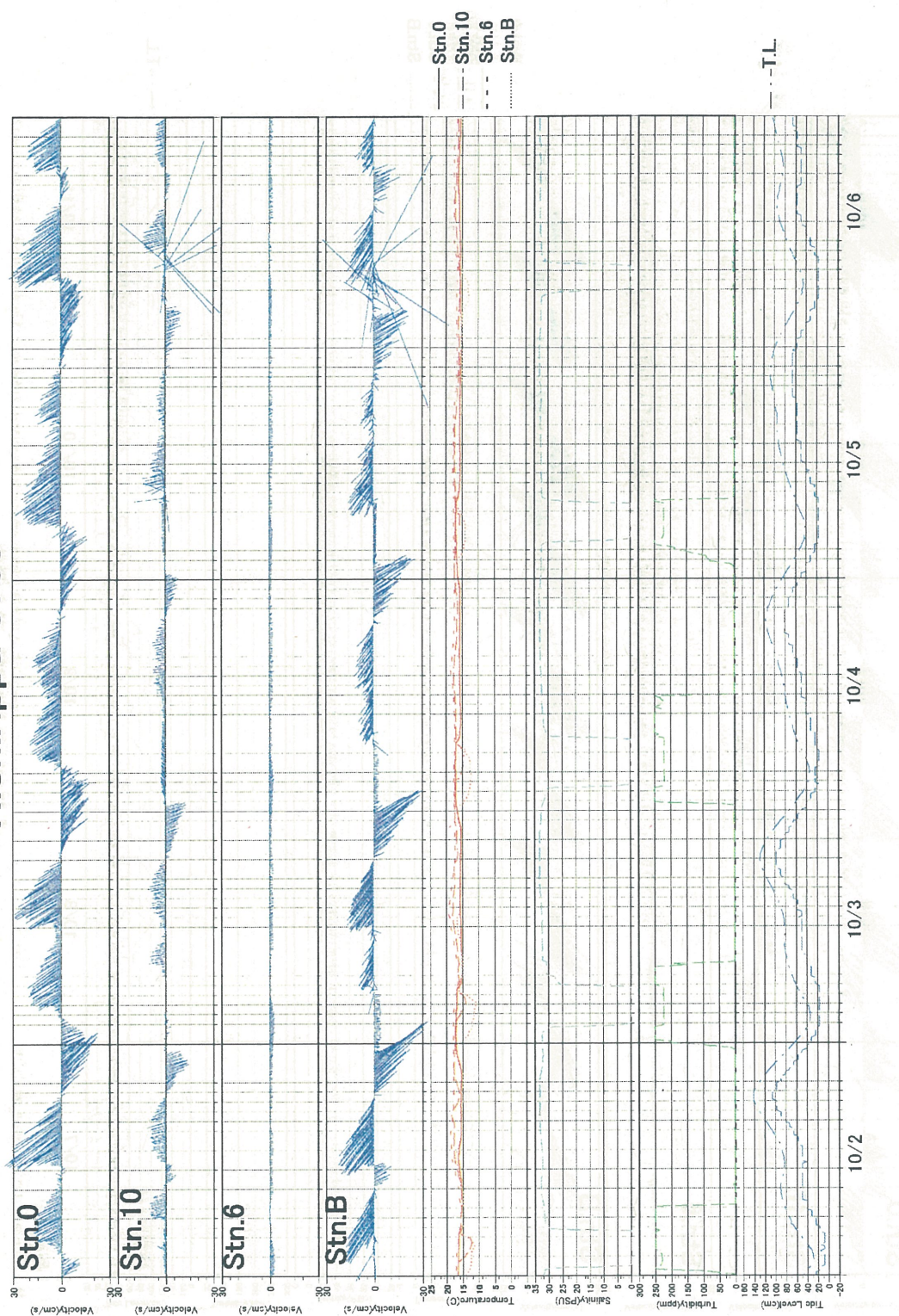


図 9-2(f) 2007 年 9 月流向・流速観測

Hichirippu 0709

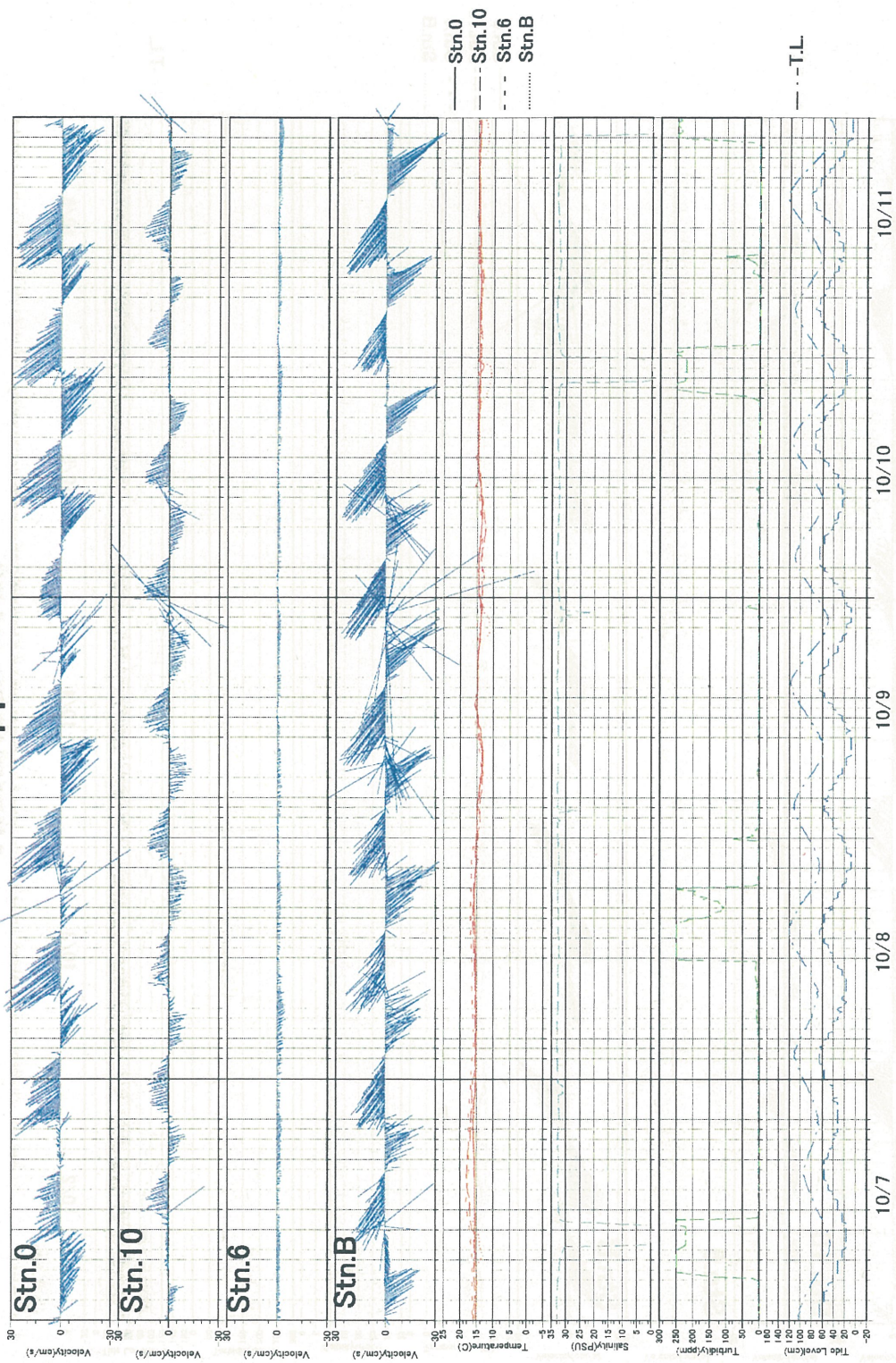


図 9-2(g) 2007 年 9 月流向・流速観測

Hichirippu 0709

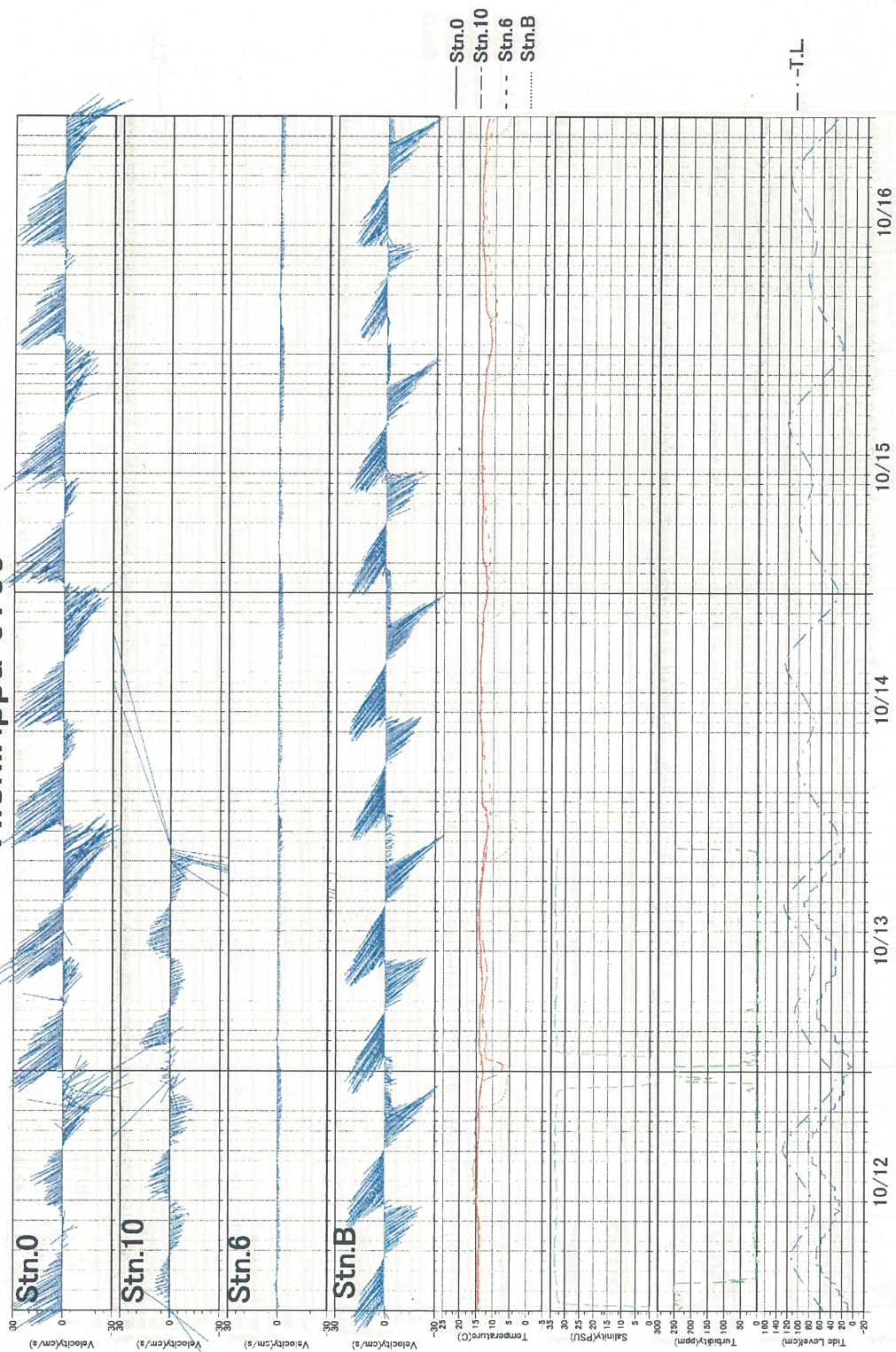


図 9-2(h) 2007 年 9 月流向・流速観測

Hichirippu 0709

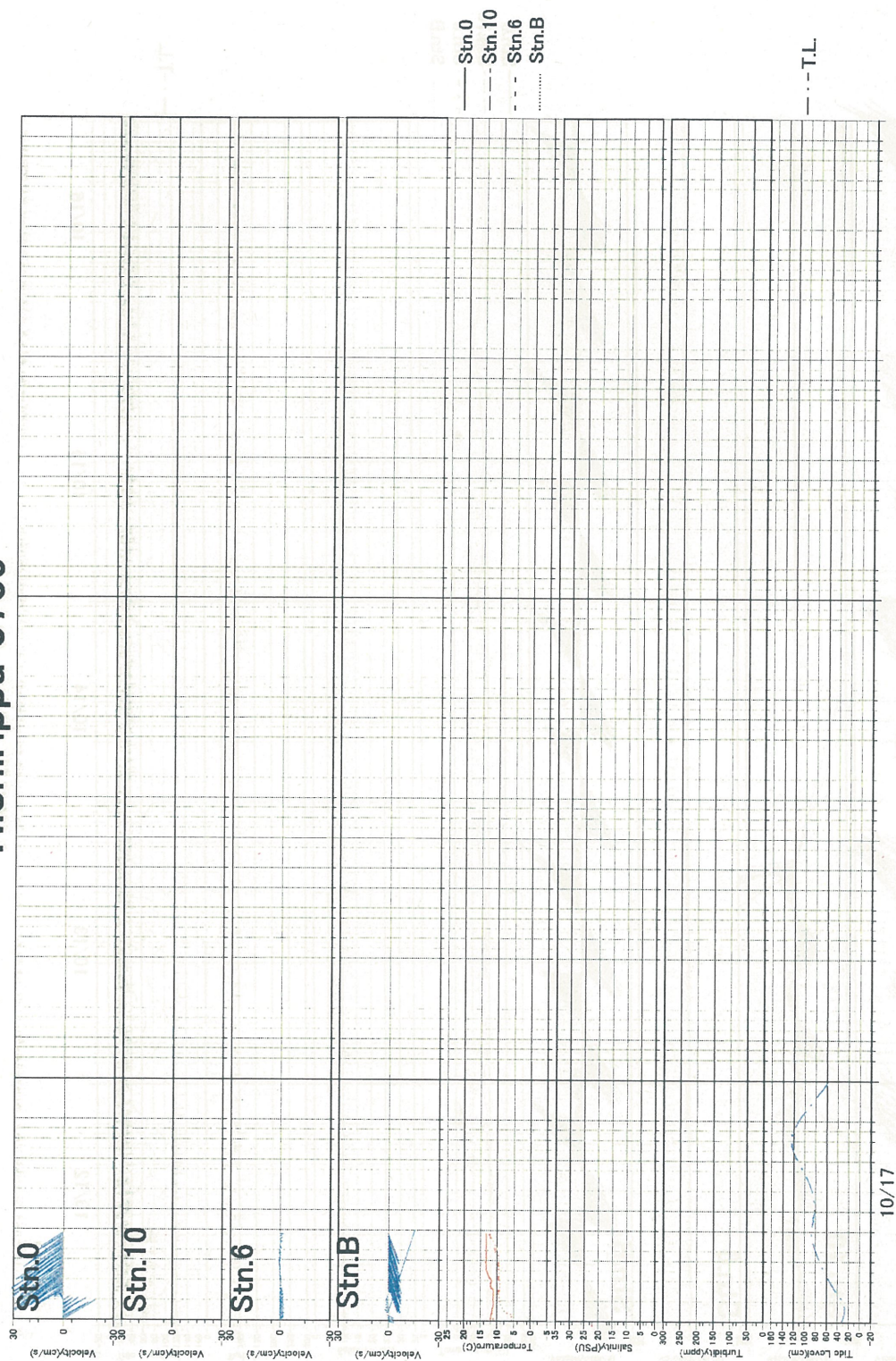


图 9-2(i) 2007 年 9 月流向・流速観測