

中海本庄水域周辺承水路の水塊動態

高安克己¹

Water-mass movement in the channels around Honjo area of Lake Nakaumi, southwest Japan

Katsumi Takayasu¹

Abstract: In two artificial channels, North and West Channels around the Honjo area, constructed in relation to the reclamation work of Lake Nakaumi, the water-mass movement was measured during the summer and the autumn of 1997. In the North Channel, the water moves rapidly (sometimes at more than 70cm/sec) with change in the current direction to west and east in a short time (in less than 20 minutes or 1 hour). Apparently tidal waves are not responsible for this short cyclic movement, but provoked by the internal seich with fluctuation of halocline. The large scaled water movements with drastic change in water temperature and salinity are caused by the temporal upheaval of the sea-water level related to such meteorological phenomena as lowering of atmospheric pressure and the Ekman effect caused by continuous strong west-wind along San'in coast. In the south opening of the partition bank between the West Channel and the Honjo area, rapid westward currents of more than 30cm/sec are observed for a short time during the rise of water-level related to tidal change, but usually slow eastward currents of less than 15cm/sec are dominant. Salinity of the water-mass in the channel is affected directly by heavy rainfalls. In the north opening of the bank, the water moves to west and east according to the high and low tide level respectively, but the velocity of both currents are very slow (less than 10cm/sec).

Key words: Honjo area of Lake Nakaumi, water-mass movement, tidal wave, interior seich, Ekman effect

はじめに

中海北西部にあたる本庄水域は国営の干拓事業の一環として 1968 年より工事の対象となり, 1987 年までに約 1700ha の干拓予定水域を囲む堰堤が完成した。堰堤と島根半島部との間は, 従来この水域に流入していた河川水を干拓予定地を避けて境水道方面と中海南西部水域に排水するための承水路になっており, それぞれ, 北部承水路, 西部承水路と呼ばれている (図 1)。しかし, 環境汚染の懸念や農業事情の変化などから, 干拓事業は 1988 年以来中断

されており, 本庄水域は閉鎖的水域に近い状態のまま現在に至っている。周辺承水路のうち西部承水路については, 現在, 本庄水域内への漁船の出入りなどのために北部と南部にそれぞれ幅 180~200m, 水深約 4m の開削部が堰堤に設けられている。北部承水路の堰堤については, 初期の頃は幅数 10m の開口部が堰堤東端付近に存在していたが, 現在では閉じられている。ただし, 本庄水域の今後の利用を巡って議論があり, 水産振興との関係で北部承水路堰堤の一部に「潮通しパイプ」を敷設して, 水の交換状況を確認する実験が 1998 年に農水省によって

¹ 島根大学汽水域研究センター

Research Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane University, Matsue 690-8504, JAPAN

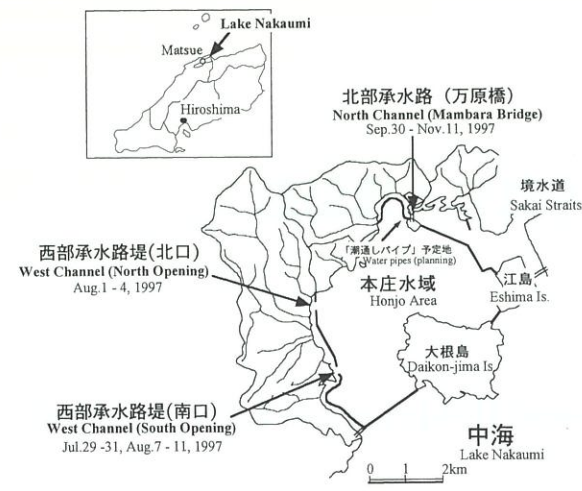


図1. 調査位置図
Fig.1 Index map.

行われようとしている。

干拓工事に伴う堰堤ができる以前は、境水道から進入した海水や大橋川を経由してくる河川水の交換は、この本庄水域を使って行われていた（例えば Kikuchi, 1964 や水野ほか, 1969 のベントスや底層水質の分布特性から）。堰堤が構築され、当時とは全く地形が変化した状況の下で、堰堤の一部を開口することによって水塊の動態にどのような変化が生じるか、非常に興味あるところである。そこで、「潮通しパイプ」が敷設される前の状況をまず把握しておくために、北部承水路の「パイプ」敷設予定地点近くと西部承水路堤の2カ所の開口部に自動記録型の水質流速計を設置して水の動態を観測した。この観測は限られた期間と条件の下で農水省の事業とは個別に行われたものであったが、いくつか興味深い事実が観測されたので、概要を報告し今後の検討資料の一部としたい。

この研究を行うに当たり、島根大学汽水域研究センターの非常勤研究員・山口啓子氏、島根大学理学研究科の中山大介氏、同総合理工学部研究生・立見俊博氏には調査やデータ整理の際に協力していただいた。観測結果を検討する際に使用した気象データは松江地方気象台の地上気象観測原簿から引用させていただき、元松江地方気象台長浜田周作氏（汽水域研究センター客員研究員）には貴重なご教示をいただいた。また、島根大学汽水域研究センター中海分室の松本雅夫氏には調査船の運転などでお世話になった。これらの方々に心から感謝いたします。なお、本研究には文部省科学研究費補助金基盤研究 A (1)「海跡湖堆積物からみた汽水域の環境変化—その地域性と一般性—」（代表：高安克己）および同基盤研究 B (2)「中海本庄工区の生物多様性と生態系調査」（代表：島根大学総合理工学部・清家 泰）

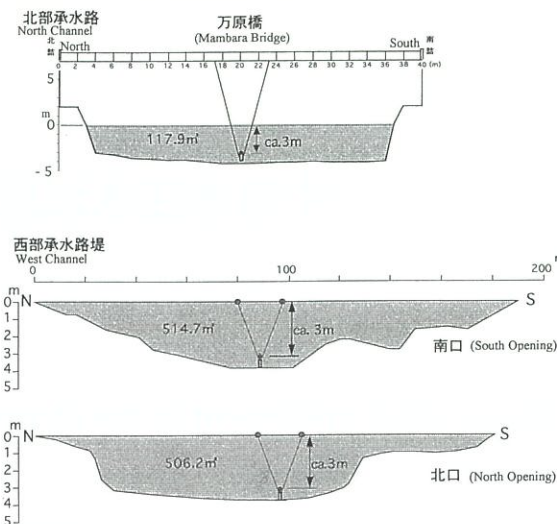


図2. 観測地点の水路断面と水質流速計設置状況
Fig.2 Profiles of the observation sites and the setting position of water quality and current direction sensors.

の一部を使用した。

観測の方法

観測にはアレック電子社製メモリー水質流速計 model ACM8M を使用した。本計器には3軸電磁流速センサー、方位センサー、傾斜センサー、水温センサー、電気伝導度センサー、深度センサー、および濁度センサーが搭載されており、それぞれの精度と分解能（括弧内）は、 $\pm 2\%$ or 1cm/s (1.2mm/s)、 $\pm 2^\circ$ (0.2°)、 $\pm 1^\circ$ (0.03°)、 $\pm 0.05^\circ\text{C}$ (0.02°C)、 $\pm 0.05\text{mmho}$ ($\pm 0.03\text{mmho}$)、 $\pm 5\text{cm}$ (1cm)、および $\pm 2\%$ (0.1ppm)である。今回は、これらのセンサーの測定値から計算される流向、流速、水温、塩分、および水位の値を用いて検討した。なお、水位については観測期間中の深度の平均値からの差をここでは用いた。

本水質流速計は、1997年9月30日～11月11日に北部承水路の万原橋直下に、7月29日～31日、および同年8月7日～16日に西部承水路堤南口のほぼ中央に、また、同年8月1日～4日に西部承水路堤北口のほぼ中央に設置された（図2）。

万原橋が架かる部分の北部承水路は、承水路建設工事の際に中新統からなる岬状地形の頸部を東西方向に開削した人工水路で、幅約34m、水深3～4m、断面積は約118 m^2 である。万原橋中央部より水質流速計をロープで垂架し、センサー部分の水深を約3mの位置にして観測した。西部承水路堤南口は幅約190m、最大水深約4mで、断面積は約515 m^2 である。この開口部のほぼ最大水深部に水質流速計を設

置し、センサー部分の水深が約3mの位置で観測した。西部承水路堤北口は幅約180m、最大水深約4mで、断面積は約506 m^2 である。ここでも水質流速計をほぼ最大水深部に置き、センサー部分の水深が約3mの位置で観測した。

いずれの場合も、バースト間隔20分で20秒間1秒おきに測定した値の平均値を観測値として記録するように設定した。

後述するように北部承水路の万原橋では流向、流速が20分～1時間以内の周期で頻繁に変化しており、これにともなって水温、塩分および水位についても測定時間毎にそれぞれ、 $0.5\sim 1^\circ\text{C}$ 、 5psu ±および $2\sim 5\text{cm}$ 程度のばらつきが見られた。より長周期の変動を検討するためにはこれがノイズとなってわかりにくいため、いずれも7点（2時間分）の移動平均をとって各測定時間毎の値としてグラフを平滑化した。さらに、水温と塩分については37点（12時間分）、水位については73点（24時間分）の移動平均をとって気象変化との関係を検討した。西部承水路の南・北口のデータについても同様の処理を行って図示してある。

観測結果

1) 北部承水路（万原橋）

観測期間中のすべてを通じて流向は東西に頻繁に変化する（図3-a）。測定ごとに変化しているか、あるいは2～3回の測定で変わっているのか、バースト間隔からみて20分～1時間以内に流向が変わっていると考えられる。流速は通常は $10\sim 30\text{cm/sec}$ 程度であるが、時には 70cm/sec 以上に達する場合もある（図3-b）。東・西の流向に対して流速の有為な差は認められない（図4）。

水温と塩分は全体にはほぼ類似したパターンを示しながら、前者は $14\sim 23^\circ\text{C}$ の間で変動し、後者は $7\sim 30\text{psu}$ の間で変動している（図3-c,d）。この変動のうち、概ね6または12時間周期でおこるものは図3-eで示す水位の日変化に対応している。すなわち、水温と塩分の上昇・下降は水位の上昇・下降に対応している。ただし、それは水位のピークよりも数時間遅れて現れる。また水位の日変化は潮汐のリズムに対応しており、万原橋では境港の潮位変化から数10分のフェーズの遅れがみられる。

さらに、図3-eの太網線で示される水位の長周期の変動も、図3-c,dの太網線で示される水温と塩分の長周期の変動に関連している。すなわち、10月26日付近までは高水位期、低水位期はそれぞれ高温高塩分期、低温低塩分期に概ね対応している。ところが、10月27日以降はその関係が逆転しているよう

にみえる。この点については気象変化との関連で後で考察する。

2) 西部承水路堤-南口

流向（図5-a）の頻度は圧倒的に西向き（本庄水域から流出）が多く（図6上）、東向き（本庄水域に流入）は1日に2回みられ、1回につき長くても2時間程度しか続かない。しかし、流速（図5-b）は東向きで速く、観測期間中の最高は 45cm/sec であった。また、流速が最高時の流向は北東向きになる傾向がある（図6-aおよび図6上）。西向きの流速は一般に 20cm/sec 以下である。つまり、通常はゆっくりと本庄水域から流出しており、流入は短時間に起こり流速も速い。

水温（図5-c）と塩分（図5-d）については、観測期間中はそれぞれ概ね $26\sim 29^\circ\text{C}$ 、および $8\sim 13\text{psu}$ であり、それらが大きく変化するのは流向が東向きの時（流入時）である。本庄水域への流入水は8月13日午前中までは流出水に比べて高温・低塩分である場合が多いが、同日午後からは低温・低塩分になる。

水位の日変化（図5-e）の変動幅は 20cm 以内であり、そのパターンは境水道の潮位変化に対応しているが、3～4時間の遅れがみられる。また、水位が上昇する途中で本庄水域への流入が起こっている。すなわち、観測期間中は1日2回潮で、それに対応して2回の流入がみられる。図5-c,d,およびeの太網線で示された長周期のそれぞれの変化は、8月10日ぐらいまで高温期と低塩分期、低温期と高塩分期が対応しているようにみえるが、それ以後はこのような関係は認められない。塩分は8月13日以降、全体で 2psu 程度低下している。なお、8月9日から10日にかけての高水位は、後述するように低気圧の通過によって生じている。しかし、水温と塩分はこのときに目立った変化はみられない。

3) 西部承水路堤-北口

流向（図7-a）の頻度は西向き（本庄水域から流出）と東向き（流入）であまり差がなく、他の観測地点と比べて中間的な方向を示すものも多い（図6下）。これは流速（図7-b）がこの地点では全体に極めて遅いということと対応している。流速は大部分が 5cm/sec 以下で、これは測定限界に近い。ただし、流入時には 10cm/sec を越える場合もある。

水温（図7-c）と塩分（図7-d）は、観測期間中はそれぞれ、ほぼ $26\sim 28^\circ\text{C}$ および $11\sim 13\text{psu}$ の範囲で変動している。8月3日午後に相対的に低温・高塩分水塊をとらえているが、その始まりが西向き水流の最後に起こっていることから、本庄水域内の水塊の移動によるものである。

水位の日変化（図7-e）の変動幅は 20cm 以内で、境水道の潮位変化よりも4時間から4時間30分程

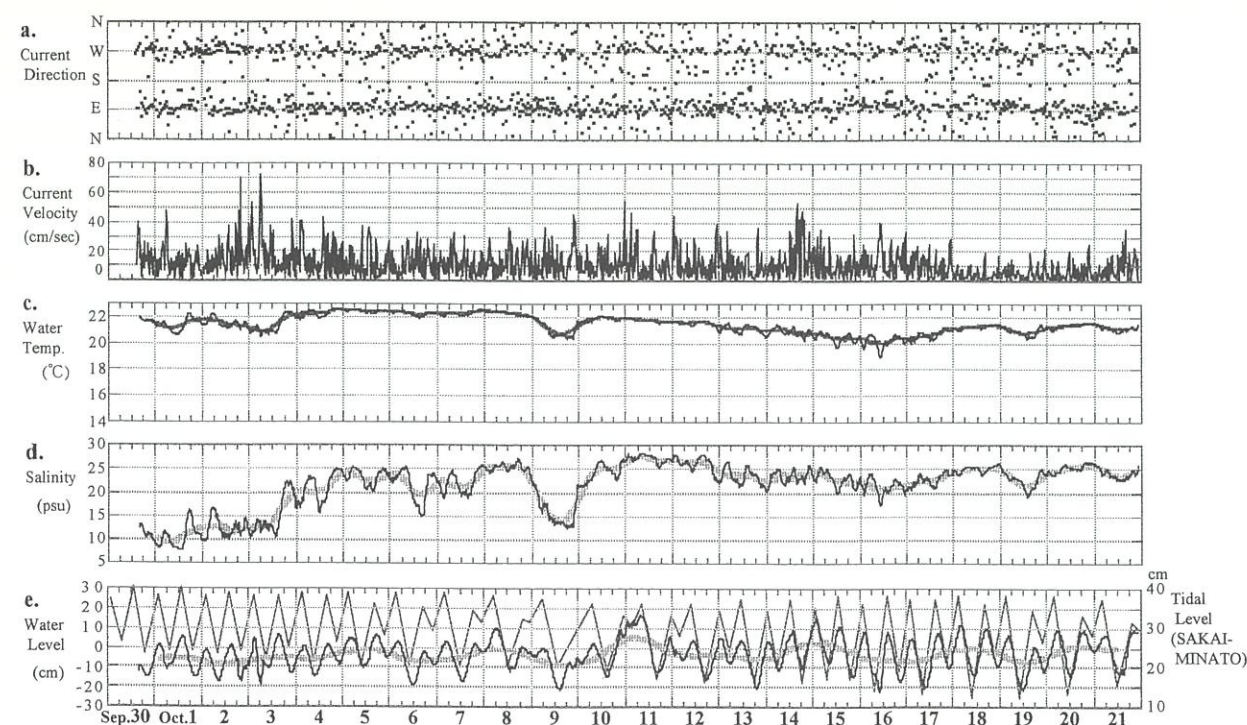


図3. 北部承水路万原橋における観測結果

a. 流向 b. 流速 c. 水温 (網太線は12時間分移動平均によって平滑化したもの) d. 塩分 (網太線は12時間分移動平均によって平滑化したもの) e. 水位 (網太線は24時間分移動平均によって平滑化したもの. また, 網ジグザグ線は境港の潮位変化)

Fig.3 Current direction(a), current velocity(b), water temperature(c) and water level(d) at Mambara Bridge of the North Channel.

Gray thick curves in c, d and e are graphs of running mean, and the zigzag line in e shows calculated tidal level at Sakaiminato observatory.

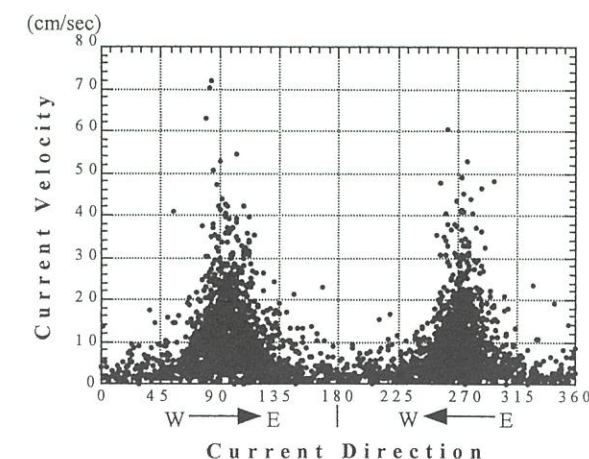


図4. 北部承水路万原橋における流向と流速の分布

Fig.4 Scatter diagram of current direction vs. current velocity at Mambara Bridge of the North Channel.

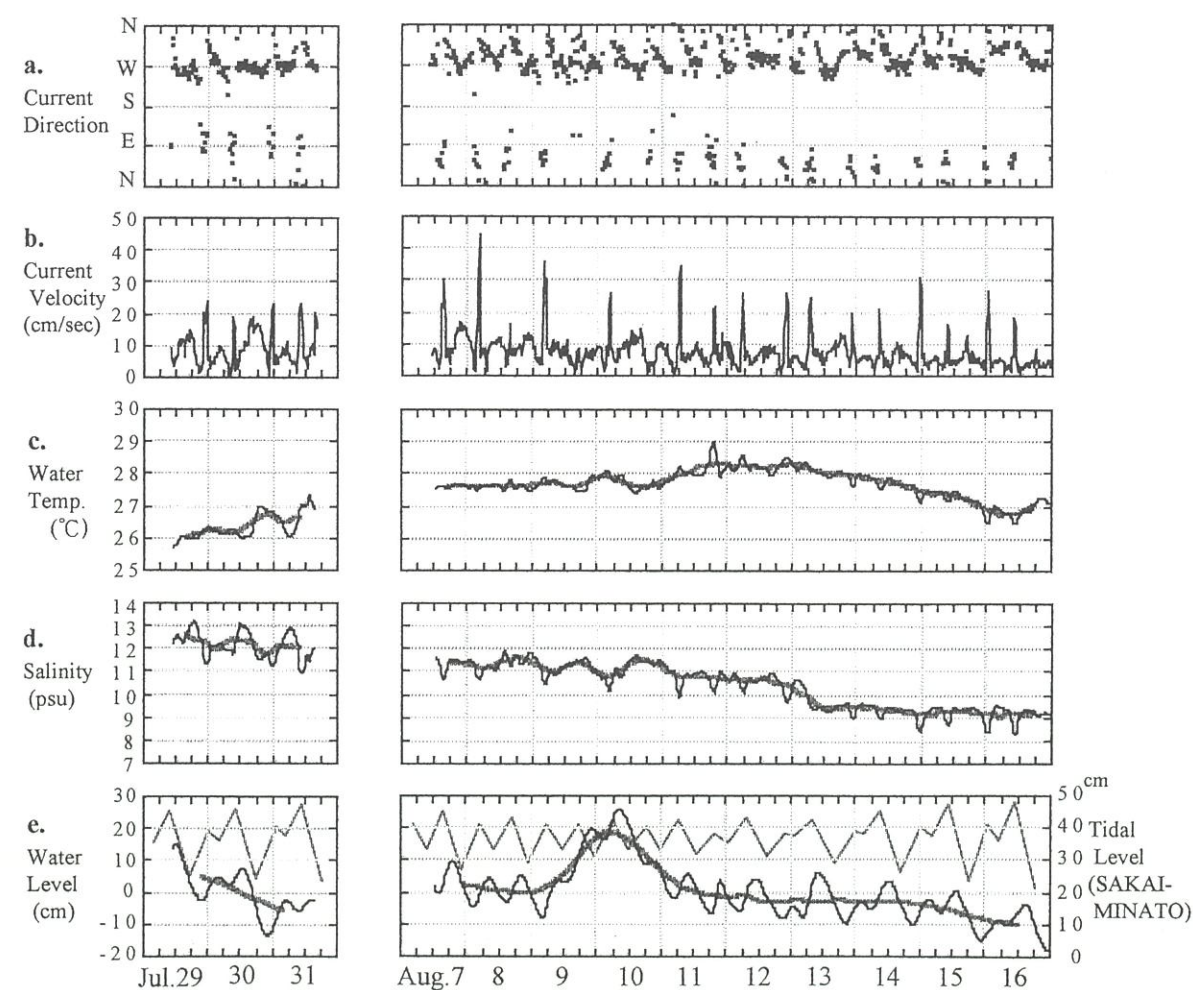


図5. 西部承水路堤南口における観測結果

a. 流向 b. 流速 c. 水温 (網太線は12時間分移動平均によって平滑化したもの) d. 塩分 (網太線は12時間分移動平均によって平滑化したもの) e. 水位 (網太線は24時間分移動平均によって平滑化したもの. また, 網ジグザグ線は境港の潮位変化)

Fig.5 Current direction(a), current velocity(b), water temperature(c) and water level(d) at south opening of the partition bank of West Channel.

Gray thick curves in c, d and e are graphs of running mean, and the zigzag line in e shows calculated tidal level at Sakaiminato observatory.

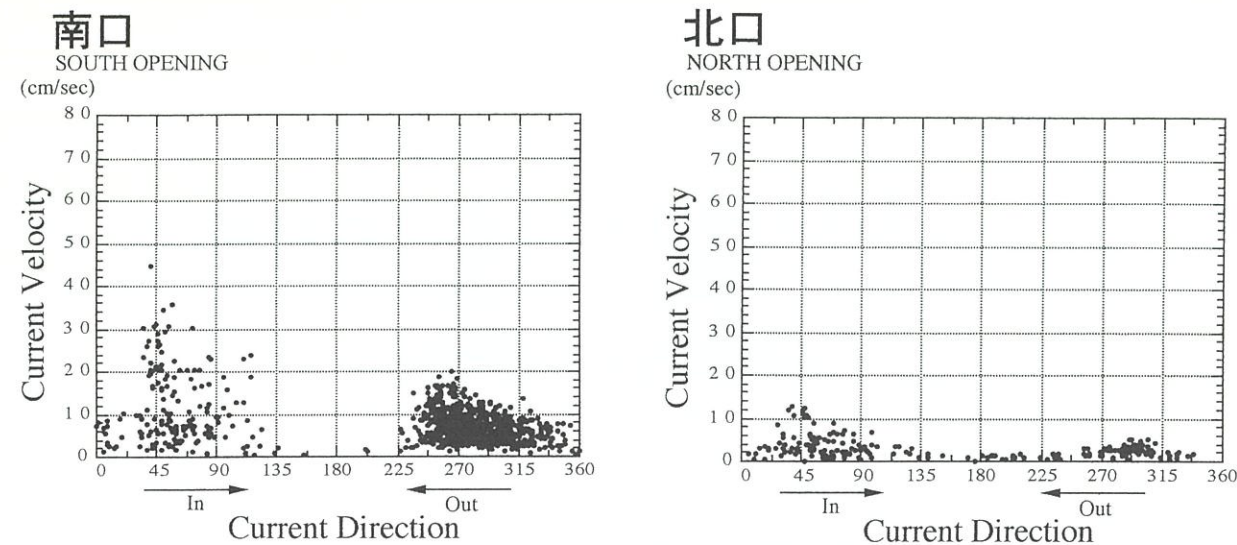


図6. 西部承水路堤南口および北口における流向と流速の分布

Fig.6 Scatter diagram of current direction vs. current velocity at south and north openings of the partition bank of West Channel.

度の遅れがみられる。概ね、水位の上昇過程は西向き、下降過程は東向きの水流に対応している。

考 察

1) 塩水の侵入様式

本庄水域周辺の承水路は島根半島を集水域とする河川から中海、境水道を経て美保湾（日本海）に連続する潮感河口域の一部とみることができる。日本海のように潮位差は大きくない海域に面した潮感河口域では、海水と淡水の混合様式は一般に弱混合型である（杉本・首藤, 1988）。実際、境水道から進入してきた海水は塩水楔を形成しながら中海水塊の底層を遡上することが観測されている（徳岡ほか, 1994, 1996）。また、この現象は夏季において顕著に現れることも知られている。今回の観測が行われた1997年の夏は異常に多雨であった。例えば、松江の7月の雨量は597mmで平年比224%（観測史上3位）であった（浜田周作氏のご教示による）。このため、表層の淡水部分が厚くなり、塩分躍層が例年より下位に押し下げられた状況が中海各地で観測された。

図8は水質流速計の設置時に、観測地点の水の動きに関連すると思われる水域で測定した水温と塩分のプロファイルが示されている。この測定にはアレック電子社製クロロテックを用いた。

万原橋付近では水質流速計を設置した9月30日には水深3~4mに塩分躍層が見られた。塩分躍層は橋より東側で明瞭で、水温躍層も塩分躍層に対応して明瞭に見られる。このときには相対的に高温高

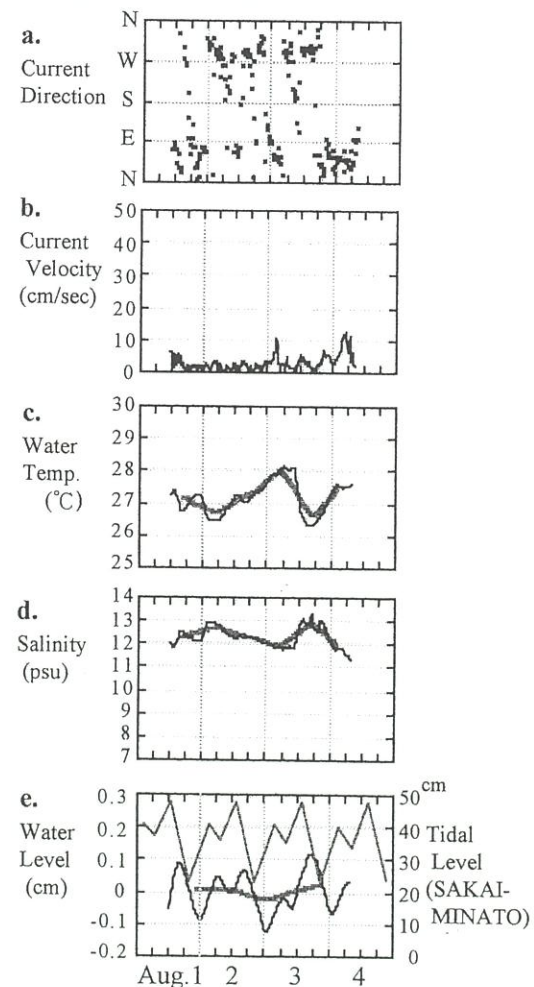


図7. 西部承水路堤北口における観測結果説明は図5と同じ。

Fig.7 Current direction(a), current velocity(b), water temperature(c) and water level(d) at south opening of the partition bank of West Channel. See the captions of fig.5.

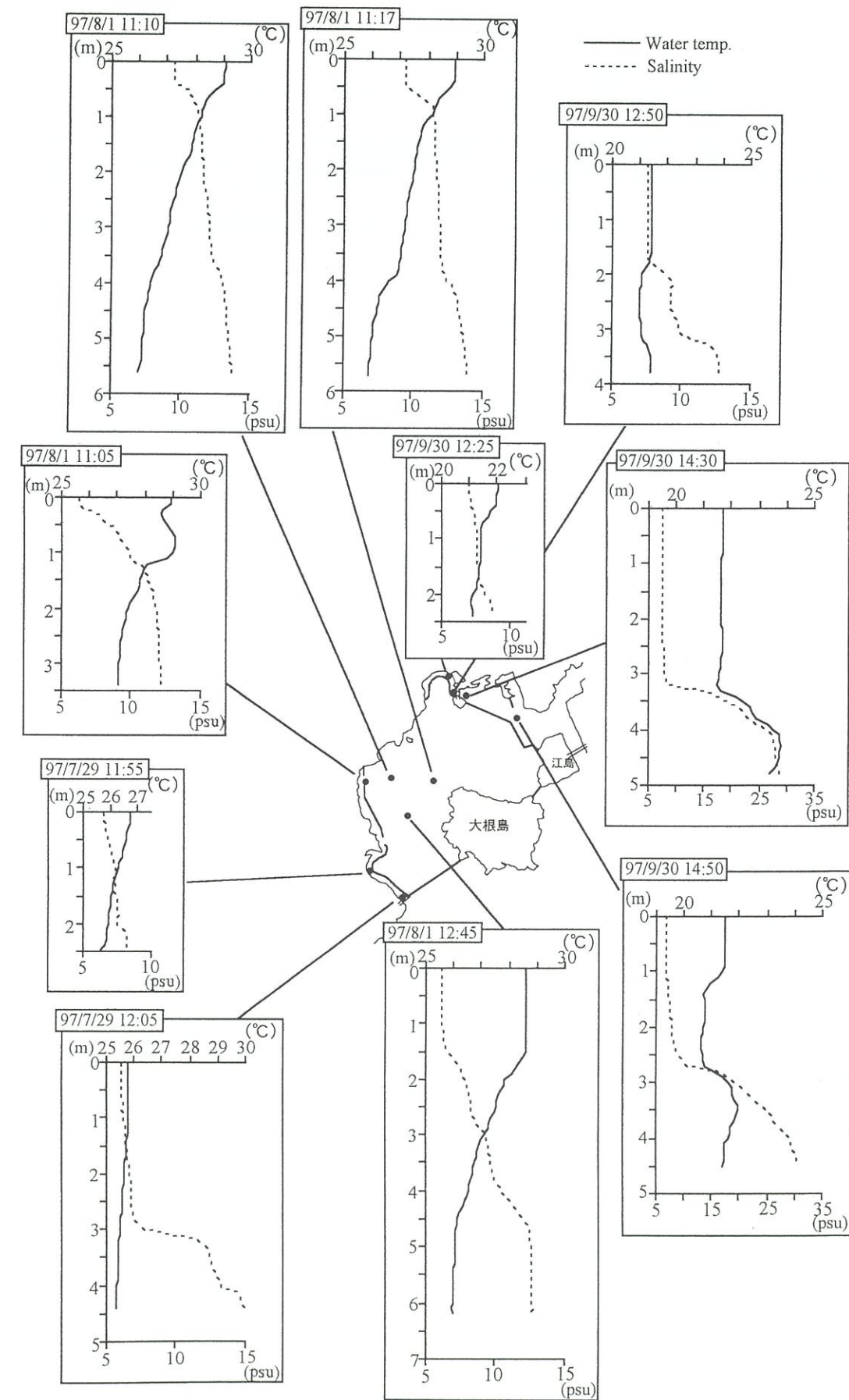


図8. 観測地点周辺における水温と塩分のプロファイル

Fig.8 Profiles of water temperature and salinity at around observation sites.

塩分水が下層に存在した。橋より西側では水温躍層はほとんどなくなり、塩分も 2m と 3m 付近で段階的に高くなっていくが、絶対値は橋の東側の 1/2 程度である。万原橋下の水深が 4m で塩分躍層の深度とあまり変わらないことから、この時点では西側には東側の底層塩水がほとんど進入してきていないと思われる。

西部承水路では中海への出口に架けられた上宇部尾橋の下で水深 3m 付近に塩分躍層が見られたが、承水路内や本庄水域では不明瞭になる。水温はどの地点でも下層ほど低温になっているものの明瞭な躍層は見られない。また、測定時点では上宇部尾橋の表層水は承水路内の水塊よりも塩分・水温ともに低い値を示していた。1997 年夏は多雨の影響で中海の塩分が極端に低かったことが報告されており（相崎・秋葉, 1998）、上記の現象はおそらくその影響の現れと思われる。

今回は水質流速計を 1 台しか設置できなかったもので、承水路を通過する水塊の表層と底層の挙動の相違について十分に検討することはできない。また、多雨の影響で通常とは異なる非常に複雑な水塊の分布をしていることも考慮して議論すべきであろうが、そのためのデータが不足している。水塊の動態を 3 次元的にとらえることは今後の課題として、ここでは、水質流速計に記録されたデータが観測地点の水路や開口部を通過する水塊の水質や動態を代表しているものという前提で、以下の考察を行う。

2) 北部承水路における水塊の挙動とその原因

観測結果を整理すると、万原橋下の水路を通過する水塊の挙動に関して概ね次の 3 つのオーダーのものが認められる。

- (a) 水温や塩分が異なる水塊全体が入れ替わるような数週間オーダーの動き
- (b) 一連の水塊内で水温や塩分の上昇・下降を伴うの潮位変化に対応したオーダーの動き
- (c) 頻繁に流向が変化する 20 分～1 時間程度のオーダーの動き

このうち、もっとも顕著なのは、(a) のオーダーの挙動であり、橋上から水面をしばらく観察していればすぐに気がつく現象である。筆者らが水質流速計の設置作業をしている間にも、頻繁に流向が変化し、船が東西に流されるのを体験している。この非常に短い周期の流向変化には、2～3 周期程度続く相対的に速い流れが水位変化速度のピーク時に対応しているように見える場合もある。しかし、そうでない場合も多い。おそらく、潮汐の他に風などの影響も加えた複数の原因による水塊の西向きの流れが、万原橋下の狭隘部を通過することによって加速され、それが対岸の承水路堤に反射したり、行き場の無い承水路の水塊によって押し戻されたりして東向きの

流れになって戻ってくる、と考えられる。承水路は万原橋の西方約 100m でほぼ直角に屈曲している。この屈曲した部分の承水路堤に「潮通しパイプ」を敷設することになっている。その効果を追跡する意味で敷設後も同様な観測を継続する必要がある。

(b) のオーダーの変動は明らかに潮汐作用と連動している。万原橋を通過する水塊は潮汐作用による海側からの押し引きによって水位を変化させる。前節で述べたように、水温や塩分もこれによって変化するが、それらがピークを示す時刻には、水位はすでに下降を始めてから数時間経過している。このことは、潮汐による潮の干満が引き金となり、境水道から北部承水路に至る水塊内部で静振現象が起きていることを暗示している。すなわち、干潮による水位の下降により万原橋より東方にあった底層水が西方に移動し、観測地点では塩分（水温）躍層がセンサーより上方に押し上げられたために高温高塩分が記録されたと考えられる。

ところで、(b) のオーダーの水温と塩分の変動幅に注目すると、観測期間の初期には水温よりも塩分の変動が顕著であり、後期になると逆に水温が塩分より顕著な変動を示している。この状況は図 9 でより明瞭である。この図では水温と塩分のクロスプロットが 9 月 30 日～10 月 10 日、10 月 11 日～10 月 26 日、10 月 27 日～11 月 11 日の 3 グループに分かれ、しかも、それらの移り変わりが飛躍的であることが読みとれる。

中海・宍道湖の水位や塩分が気象変化によって大きく変化することは従来から指摘されている（浜田・藤田, 1988；橋谷ほか, 1991, 1992a, 1992b；奥田ほか, 1992, 1994；高安・會田, 1995, など）。今回も、この原因について考察するために、松江気象台の気象観測データを検討した。図 10 に示した各種観測データのうち、気圧変化（図 10-b）に注目された。観測期間中は概ね 3～5 日周期で気圧が低下している。図 11 には図 5 で示した水温、塩分および水位の長周期の変動を気圧変化と比較するために並べてある。これからわかるように、水位の長周期変動は気圧の変動と関連があり、10 月 26 日までは低気圧時に高水位期、高気圧時に低水位期が対応している。その中で 10 月 10 日夜から 11 日朝にかけて最低気圧を記録しており、同時に水位も最高になっている。一方、10 月 27 日以後は全体に気圧が上昇し、同時に水位も全体に高くなり、その中で、高気圧時は高水位期に、低気圧時は低水位期にほぼ対応している。

水温と塩分の長周期変動についても 10 月 10 日頃と 10 月 26 日頃を境にして大きな変化がみられる（図 11）。すなわち、水温は 10 月 26 日まで 20～22℃付近で余り大きな変化がみられないが、10 月 26 日以

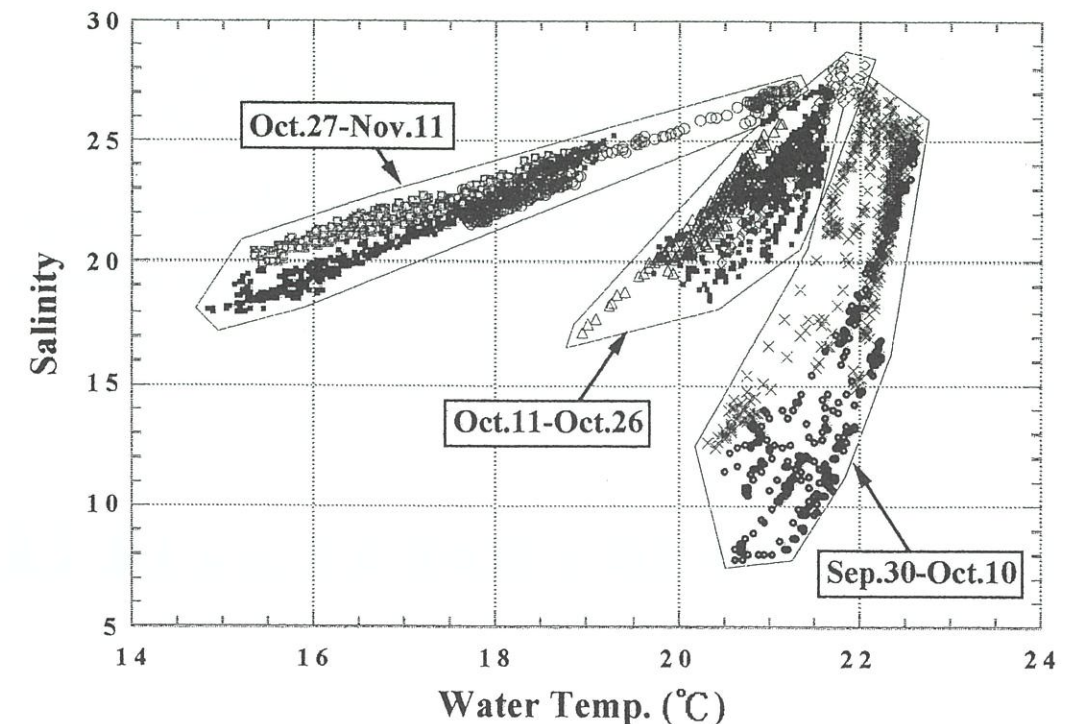


図 9. 北部承水路万原橋における水温と塩分の分布

Fig.9 Scatter diagram of water temperature vs. salinity at Mambara Bridge of North Channel.

後は急激に低下し 15.5～19℃の範囲で大きく変動している。一方、塩分は 10 月 10 日頃まで全体に上昇しつつ 10～25psu の範囲で大きく変動しているが、それ以後は 20～25psu で比較的安定している。これが図 9 で示した 3 つの水塊グループの違いに反映されている。

すなわち、観測期間中に見られた水温と塩分が異なる 3 つの水塊は気圧が大きく変化するとき短時間に入れ替わっていることになる。

一方、すでに述べたように水位と水温・塩分の長周期変動は 10 月 26 日以前と以後では逆の関係を示している。また、気圧変化と水位の長期変動も 10 月 26 日前後で互いに逆の関係が見られた。このことから、結局、全期間を通じて、低気圧時は相対的に高温・高塩分の水塊が、高気圧時には低温・低塩分の水塊が優勢になる傾向がみられることになる。これはすでに橋谷ら（1992a, 1992b）が大橋川などで指摘しているように、低気圧時に日本海の海水位が上昇し、海水が中海水域に遡上しやすくなり、高気圧時にはその逆の現象が起こることによって説明ができる。

最後に、10 月 26 日に気圧変化と水位変化の関係がなぜ逆転してしまったか、という点について考察する。

10 月 26 日は西日本地域がこの年、始めて冬型の気圧配置になった（気象台資料）。気象台のある松江市内では風速 10m 以上の西の風が日中に 7 時間継続的に吹き、最大瞬間風速は 21m/sec に達してい

る（図 10 には風向は示されていない）。以後、11 月 4 日頃まで西寄りの風が優勢であり、10 月中はほとんど毎日、瞬間最大風速が 10m 以上になっている。この風がエクマン効果を誘引したことによって山陰沿岸の海水位が上昇し、冷却された沿岸水が境水道を経由して中海水域に流入し全体に水位を上げたものと思われる。エクマン効果による中海の水位異常については浜田・藤田（1988）がすでに指摘している。この現象については今後、観測データを増やした上で、日本海沿岸の海水位変化の記録も含めて改めて検討したい。いずれにしても、(a) のオーダーの水塊の動きは、気象変動と密接に関連していることは事実であろう。

3) 西部承水路における水塊の挙動とその原因

西部承水路については南北両開口部とも、概ね水位の日変化によって水塊の挙動が規制されている。

すなわち、南口では水位上昇過程で短時間に急速に本庄水域に流入し、その他の時は本庄水域からの流出が起こっている。流出速度は水位下降過程で最も早くなる。南口から本庄水域に流入する水の水温と塩分は、当然のことながら承水路に存在する水塊のそれに依存している。

図 12 で示した水温と塩分のクロスプロットでは 8 月 13 日午前までは比較的高塩分で、13 日午後からは低塩分側に变化している。記録が連続的でないが、7 月 29 日～31 日までと 8 月 7 日～13 日までの両グループを比較すると、後者の方が高温でやや塩

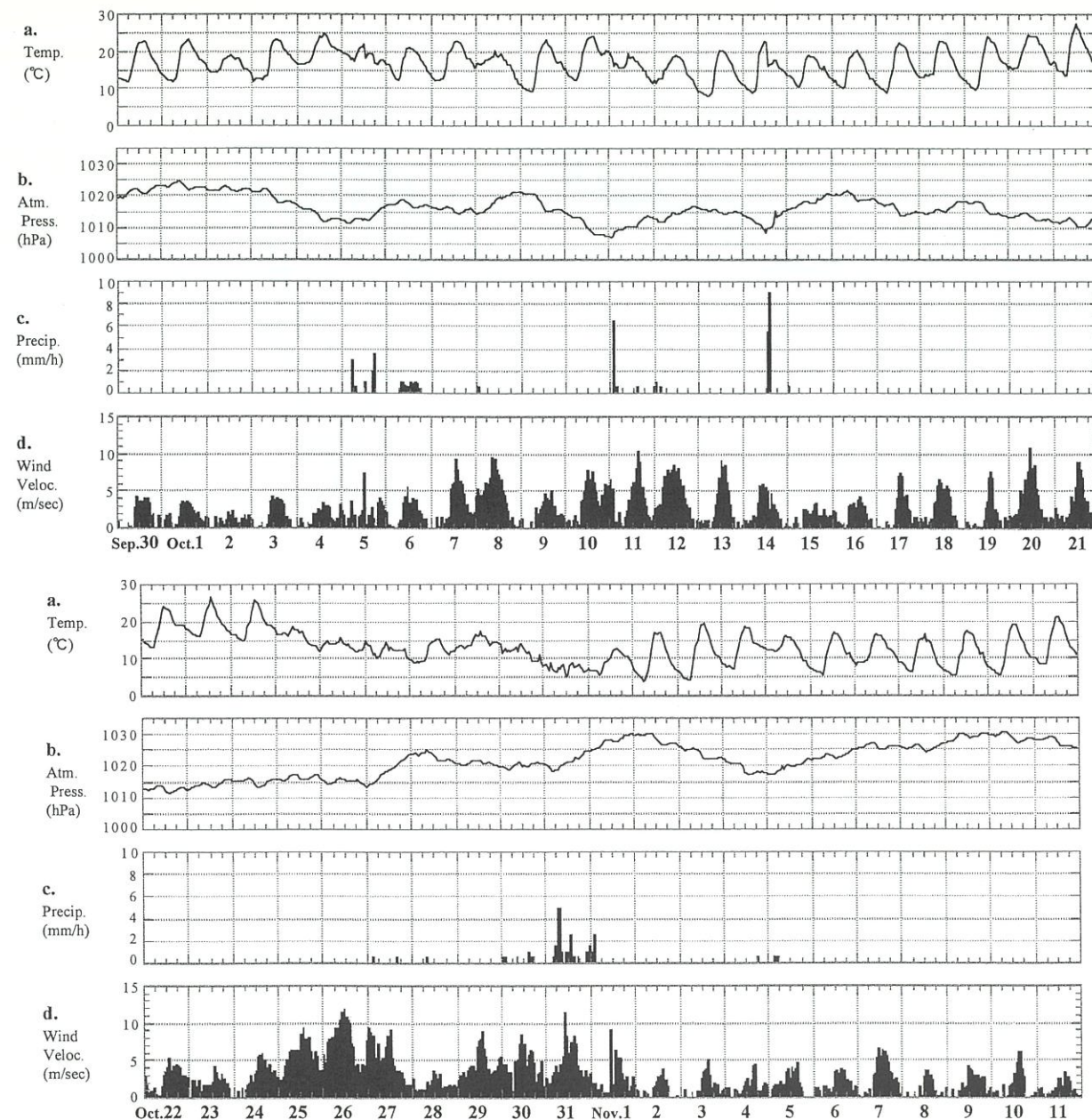


図 10. 北部承水路万原橋における観測期間の気象変化 (松江地方気象台)

a. 気温 b. 気圧 c. 時間降水量 d. 風速

Fig. 10 Meteorological data during the observation at Manbara Bridge of North Channel (at Matsue Meteorological Station, Matsue)

a. temperature b. atmospheric pressure c. precipitation d. wind velocity

分が低い。これは、後者の期間の方が気温が高く、降水もあったことに起因しているものと思われる(図 13-a,c)。図 12 の 8 月 13 日以降のグループでは塩分が下がり、やや低水温になるのは、この日に 79.5mm の雨量があったことと(図 13-c)、その後、気温が余り上がらなかったことが原因と考えられる。

図 12 で示された変化は開口部を流出入する水塊全体に言えることであるが、前節で述べたように、南口から本庄水域に流入する水塊については流出する水塊に比べて 8 月 13 日以前では高温低塩分であ

ったがそれ以降は低温低塩分になっている。これは、承水路の水域は本庄水域に比べると滞留している水塊の体積が明らかに小さく、日照に応じた熱交換が急速に起こりやすいことの反映と考えられる。

南口における水位の日変化は潮汐作用によって引き起こされているが、長周期の水位変動は北部承水路と同様に気圧変化に関連している。図 13-b に見られるように、8 月 9 日の低気圧時に水位は全体に 20cm 上昇している。ただし、水位の上昇ピークは気圧の谷の通過よりも 12 時間以上遅れて現れてい

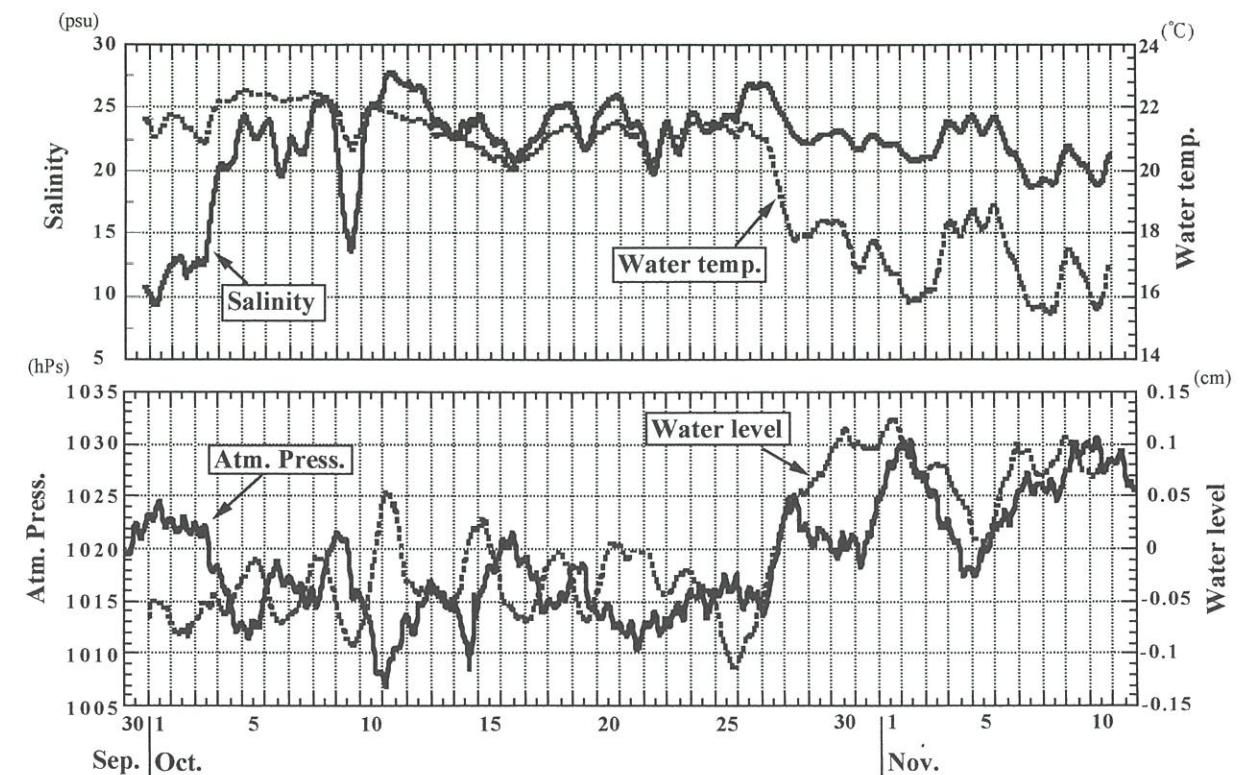


図 11. 北部承水路万原橋観測期間中の水温、塩分、気圧および水位変化の比較

Fig. 11 Correlation between water temperature, salinity, atmospheric pressure and water level during the observation at Mambara Bridge of North Channel.

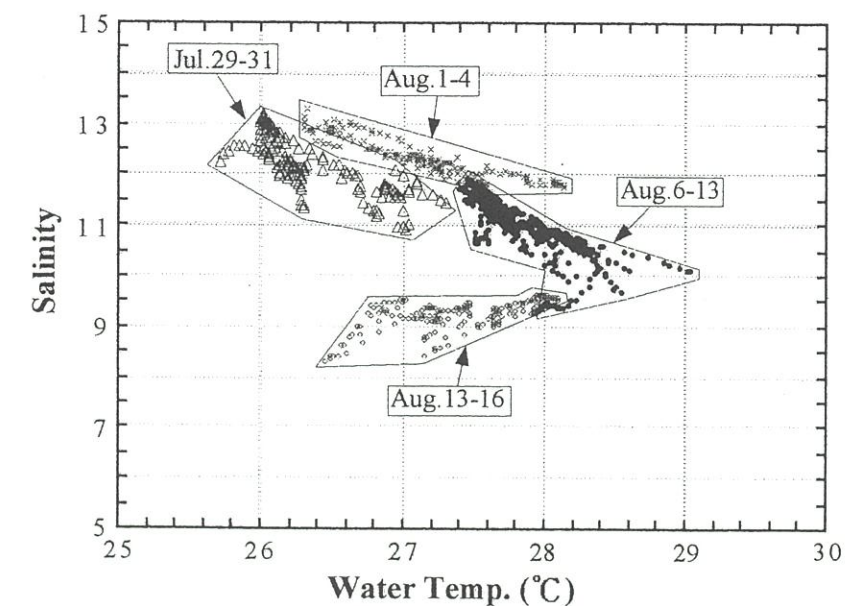


図 12. 西部承水路堤南口および北口における水温と塩分の分布

Fig. 12 Scatter diagram of water temperature vs. salinity at south and north openings of the partition bank of West Channel.

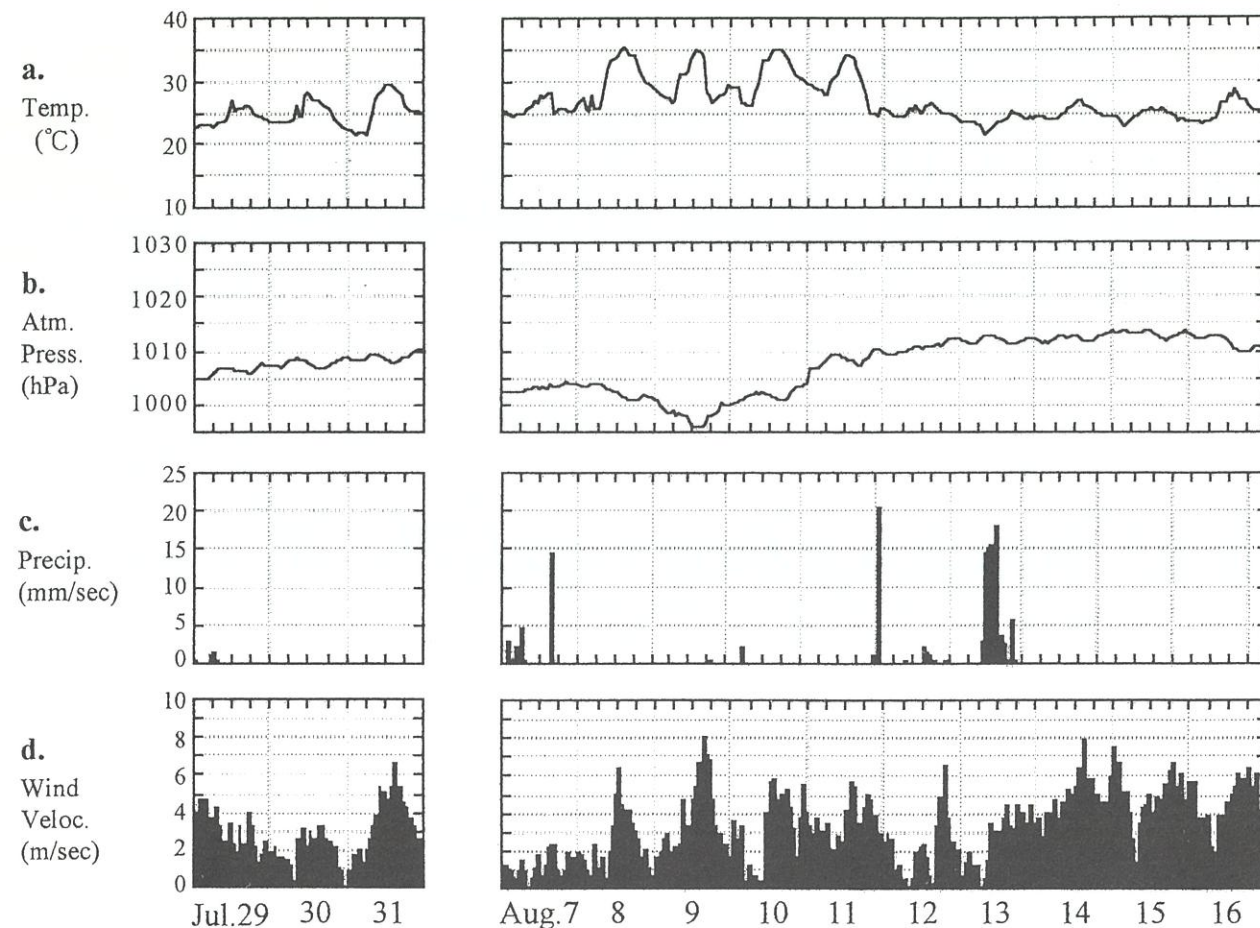


図 13. 西部承水路堤南口における観測期間中の気象変化 (松江地方気象台)

a. 気温 b. 気圧 c. 時間降水量 d. 風速

Fig.13 Meteorological data during the observation at south opening of the partition bank of West Channel (at Matsue Meteorological Station, Matsue)

a. temperature b. atmospheric pressure c. precipitation d. wind velocity

る。これは、日本海の水位変化の影響がそれだけ遅れて現れることを意味するものだろう。しかし、この全体的な水位上昇によって、水温や塩分の目立った変化は起こっていない。すなわち、気圧変化はここでは水塊の大きな交換には関係していない。前述したように、降水や日照が承水路水塊の塩分や水温の規制要因になっているようである。

北口については不明瞭ながら、水位の上昇過程で本庄水域からの流出、下降過程で流入が起こっている。これは、南口とはちょうど逆の関係になっている。すなわち、ここでは水位の日変化によって承水路側の水塊が本庄水域に出入りするのではなく、南口における流入・流出に対応した本庄水域内の水位の高・低が、北口における流出・流入を規制しているように見える。また、8月3日のわずかな気圧降下 (図 14) に対応して低温高塩分水塊が北口を流出しているが、これは、南口からの流入に加えて、気圧低下により本庄水域の水面も上昇し、北口付近の本庄水域内底層水が湧昇してきたものと思われる。

る。これらの点について検証するには南口と本庄水域内との同時観測が必要になってくるので、今後の問題としたい。

ま と め

中海本庄水域の北部承水路において、「潮通しパイプ」設置予定地点に近い万原橋下で、1997年9月30日～11月11日に自動記録型水質流速計を設置して観測を行った。西部承水路では本庄水域との間にある堰堤の南北2箇所の開削部のうち、南口で同年7月29～31日と8月7日～16日に、北口で同年8月1～4日に同様な観測を行った。その結果、以下のことが明らかになった。

・いずれの観測地点においても水位の日変化は20cm前後である。

・水位日変化の境港の潮位変化に対する遅れは、北部承水路の万原橋で数10分、西部承水路堤南口で

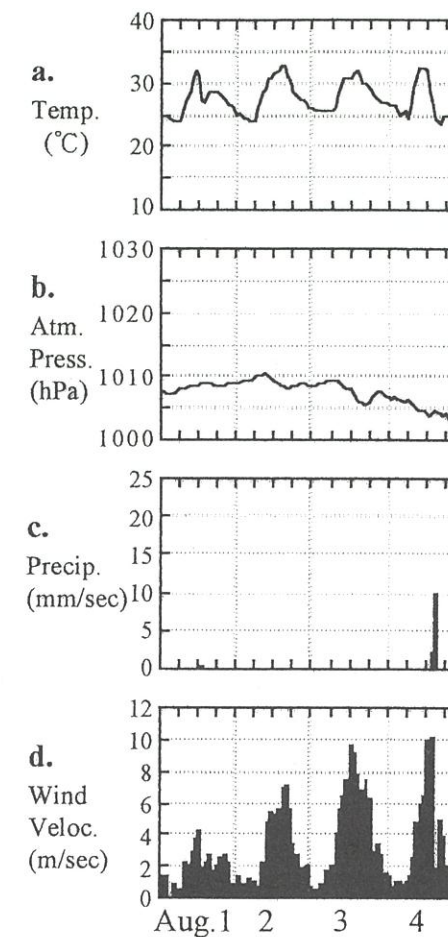


図 14. 西部承水路堤南口における観測期間中の気象変化 (松江地方気象台)

a. 気温 b. 気圧 c. 時間降水量 d. 風速

Fig.14 Meteorological data during the observation at north opening of the partition bank of West Channel (at Matsue Meteorological Station, Matsue)

a. temperature b. atmospheric pressure c. precipitation d. wind velocity

3～4時間、北口で4～4.5時間である。

・北部承水路では時間的オーダーの異なる3つの水塊の動きが観測される。

(a) 気圧変化や季節風による日本海の水位変化に対応した数日から数週間オーダーの水塊の入れ替え。

(b) 塩分躍層の内部静振を伴う潮汐周期に呼応した動き。

(c) 同一水塊が20分～1時間以内の周期で東西に流向を変える急速な動き。

・西部承水路堤南口では本庄水域から20cm/sec以下の流出水流が日常的に見られ、水位の上昇過程で2時間以下の本庄水域への短い流入がある。

・西部承水路堤南口でも気圧変化による水位変動が見られるが、これによる水塊の交換などは認められない。多量の降水があった場合には塩分低下よりも水温低下に強く影響が現れる。

・西部承水路堤北口では水位の上昇過程で本庄水域からの流出、下降過程で本庄水域への流入が起こっているが流速は通常5cm/sec以下できわめて遅い。

文 献

相崎守弘・秋葉道宏 (1998) 中海本庄工区の水質特性. LAGUNA (汽水湖研究), 5: 175-182.

浜田周作・藤田和正 (1988) 中海の風と湖水の変動について. 島根県地学会会誌, 3: 14-21.

橋谷 博・奥村 稔・藤永 薫・近藤邦男・清家 泰 (1991) 宍道湖への高塩分水の流入. 山陰地域研究 (自然環境), 7: 83-92.

橋谷 博・奥村 稔・藤永 薫・近藤邦男・清家 泰・山田桂裕 (1992) 宍道湖・中海の水質変動に与える気象・海象の影響— (その1) 大橋川栄養塩フラックス調査. 山陰地域研究 (自然環境), 8: 51-57.

橋谷 博・奥村 稔・藤永 薫・近藤邦男・清家 泰 (1992) 宍道湖・中海の水質変動に与える気象・海象の影響— (その2) 1982～1991年の水質変動と気象5因子. 山陰地域研究 (自然環境), 8: 69-86.

奥田節夫・藤井智康・川上誠一 (1992) 中海・宍道湖における水位変動特性 (2). 汽水湖研究, 2: 1-6.

奥田節夫・藤井智康・植田敏史 (1994) 中海の物理的特性. 汽水湖, 7: 21-33.

杉本隆成・首藤伸夫 (1988) 1. 物理環境, “河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー”, 栗原 康編著, 東海大学出版会, 東京, pp.3-25.

高安克己・會田智宏 (1995) 人工河川・佐陀川から宍道湖に遡上する日本海水. 日本海水学会誌, 49 (3): 161-170.

徳岡隆夫・大西郁夫・三瓶良和・瀬戸浩二・田村嘉之・高安克己・安間 恵・土屋洋一・松田滋夫・井内美郎・西村清和 (1994) 音波探査による中海・宍道湖の塩分躍層の検討とその意義. LAGUNA (汽水湖研究), 1: 11-26.

徳岡隆夫・三瓶良和・亀井健史・玉理圭太郎・西村清和・松田滋夫・須崎 聡 (1996) 汽水湖中海における塩分躍層動態の長期観測. LAGUNA (汽水湖研究), 3: 73-90.