

河口沿岸海域の微細海況*

村上 彰 男

MICRO-OCEANOGRAPHY IN ESTUARY

Akio MURAKAMI

1. Scope of work.

As a rule, the sea condition of coastal waters is more complicated than that of the open sea. Especially in an estuary, variations are very considerable owing to the effects of complicated topography, wind, tide, river discharge, etc. On the other hand, clarification of the detailed sea conditions of coastal waters is urgently required for the benefit of fisheries, public works, industrial development and urban life.

From 1964 through 1966, the Science and Technology Agency conducted an integrated study of coastal sea conditions in Hiroshima Bay with the Maritime Safety Agency, the Fisheries Agency and the Meteorological Agency as the participants. The author took part of this study and carried out a study concerning the mechanism of the exchange between the fresh and sea waters. An unique automatic observatory was designed for this purpose and installed near the estuary of the Ōta River. The characters and movements of fresh, brackish and sea water masses were studied by means of this observatory and by supplemental observations.

The automatic observatory takes measurements at several depths between the surface and the bottom of the sea at regular time intervals. Such method of automatic observation is the first attempt in Japan. The measured items are air temperature, wind direction and force, water temperature, electric conductivity, and direction and speed of current. The detectors for these elements are moved up and down through the water column by the motor installed on a tower. The tower is located at a point 250 m off the shore and 8 m in depth. Self-regulating and recording parts are placed in a house on land. The distance of about 300 m between the house and the tower is connected with a submarine cable.

The observatory takes measurements at the water surface and then at 0.5, 1, 2, 3, 5 and 6 m below surface, and it takes about 10 minutes to complete one series of observation. Such a series is repeated every 30 minutes. The observatory began recording the data in January 1966, and was kept in operation until April 1968. Electric power was obtained from the commercial power supply. To avoid obstructing navigation, the tower was placed about 500 m to the east of the river mouth.

The supplemental observations were carried out monthly from April 1966 to March 1967, and consisted of stationary and cruising observations. In the stationary observation, the same observation items as covered by the automatic observatory were continuously measured for 24 hours from a

*南西海区水産研究所業績 第3号。

survey ship anchored at the river mouth. During the same period the cruising observation was carried out by another survey ship which made the round tour to occupy the 10 stations located within 2 km of the shore. It took 2 hours to make a round, and four or five successive rounds were made.

2. Results obtained.

(1). Thermal stratification occurs in two seasons of the year, namely, from April through September and from January through February. Vertical gradient of water temperature is 0.7 and 0.3°C/m respectively in the two seasons. Stratification occurs also when low-salinity water temporarily occupies the surface layer; in such a case, there is considerable difference between the surface layer and the underlying layer not only in temperature and electric conductivity but also in current pattern.

(2). The discharge of the Ōta River is abundant from March through July (with the maximum in July) and scanty from August through February (with the minimum in November). Needless to say, the sea condition of an estuary is ruled mainly by river discharge. Judging from the current velocity and chlorinity of the surface layer, however, it is only in the period of abundant river discharge (i. e., above the year-round average) that the river discharge strongly affects the sea condition.

(3). The sea condition of an estuary is affected by the tidal range as well as by river discharge. In the estuary of the Ōta River the maximum tidal range is about 4 m and the tidal mixing of fresh and sea waters is not so intense.....limited only to the upper layer.....as in the estuary of the Chikugo River which is located in the inner part of the Ariake Sea and where the maximum tidal range measures 6 m. Spatial distribution of low-salinity water differs in the stratifying and the circulating seasons because of the different mixing conditions.

(4). When tidal range is small or when river discharge is very large, the surface water flows down the estuary even during the flood tide and, consequently, there can be seen at a depth of 1 to 2 m a sharp discontinuity between the offshore-flowing low-salinity upper water and the underlying high-salinity water flowing ashore. The thickness of the former water varies with the river discharge : it is usually less than 2 m and sometimes only 20 to 30 cm. Such surface water is several per mil lower in chlorinity than the underlying water.

3. Problems pointed out.

(1). As this was the first attempt to descend and ascend the detectors at an automatic observatory, the elevator apparatus went out of order rather frequently. The majority of the troubles was due to the increased friction or weight or to the clogging of the pores of detectors, which were altogether caused by the attachment of sessile organisms. The observatory composed of sea and land parts proved to be advantageous in the maintenance of the instruments and in securing the electric power. If all the parts are to be installed in the sea, it seems more desirable in the coastal waters to submerge them to the sea bottom than to float them by means of a buoy.

(2). Since some of the hydrographic elements show sharp vertical gradients in an estuary, it is necessary to get a fixed point in the sea for their measurement. Particularly in the measurement of water current, the errors due to the rolling and pitching of the survey ship cannot be disregarded. In measuring the movement of a water mass, it is more desirable to follow a current float than to use a current meter.

(3). The electric conductivity meter has to be improved so as to be adjusted more rapidly and surely, if it is to be used in an estuary. In the region of low salinities the relationship between

electric conductivity and chlorinity is not the same as in the open sea, and the calibration curve must be drawn for each series of observation by securing a few water samples and determining their chlorinities by titration.

内 容

<p>I 総 論</p> <p>1. はしがき……………17</p> <p>2. 河口沿岸海域の海況特性……………18</p> <p>3. 海象は握のために留意すべき諸点……………19</p> <p>4. 実施した事例……………21</p> <p>5. 今後の問題点……………30</p>	<p>II 各 論</p> <p>1. はしがき……………32</p> <p>2. 成層期の河口海域の海象……………32</p> <p>3. 非成層期の河口海域の海象……………40</p> <p>4. 河口沖海域海象の通年変化……………55</p> <p style="text-align: right;">(未完)</p>
--	---

I 総 論

1. は し が き

一般に沿岸海湾は、その海況が外洋海域に比べて複雑である。特に内湾沿岸は、沿岸地形の錯綜、流入河川、海底の起伏などの諸要因が加わり、一層変化に富む海象を示す。一方わが国においては、沿岸海域は各種漁業にとって絶好の漁場となっており、中でも内湾沿岸は増養殖漁場として余すところなく利用されている。ことに近年は瀬戸内海を初め各地で栽培漁業が発展し、従来の介類、藻類に加え、魚類、甲殻類、軟体類などの飼育、孵化、放流が盛んに行なわれるようになった。こういった水産面からの要請としても、漁場環境すなわち内湾沿岸海象の研究はきわめて重要なこととなってきた。加えて近年ますます臨海地域の干拓埋立などによる土地造成や、港湾航路の浚渫、堤防、護岸、橋梁などといった海岸土木工事がひん繁となり、さらには臨海都市工業地帯からの廃水による水質汚染や赤潮の問題などの面からも沿岸水域の海況の実態を詳細には握し、進んではその予測を行なうことは現下の急務となってきた。ここにおいて、科学技術庁は海洋科学技術審議会の諮問第1号に対する第一次答申に指摘されたごとく、沿岸海湾の総合的調査研究を行なう必要を認め、特別研究促進調整費をもって昭和39年度を初年度とする3か年計画により、沿岸海湾の海象を究明するための技術的な手法を含めた方法論確立を目的として「沿岸海湾の海象に関する総合研究」を行なうこととした。

本研究は大要次の構成によっている。

研 究 項 目	担 当 機 関	昭 和 39年度	40年度	41年度
1. 沿岸水の交換機構に関する研究				
(1) 沿岸水と外洋水の交換機構に関する研究	海上保安庁水路部	A	B C D	E
(2) 沿岸各種海象等の総合観測研究（陸水との交換機構の研究など）	水産庁水産研究所	A	B C D	E
(3) 海湾流出入量の研究	海上保安庁水路部			E
2. 沿岸における混合拡散に関する研究				
(1) 海水混合と海洋気象との関連性の研究	気象庁気象研究所	A	B C D	E
(2) 表面拡散に関する研究	防災科学技術センター		C D	E
3. 総合的推進および取りまとめ	科学技術庁研究調整局			

表中Aは装置の試作、Bは性能試験、Cは機器の整備改良など、Dは予備観測、Eは総合観測研究を表わす。

対象海域を広島湾に定め、担当諸機関の密接な連携のもとに調査研究が実施された。

水産庁水産研究所としては内海区水産研究所があたり、主として生産力部第2研究室（現南西海区水産研究所環境研究室）が担当した。われわれは河口沿岸海域における淡、汽、海、各水塊の動きとその性状変化を明らかにするための技法の開発と、それによる調査研究結果の解析に基づいて、当該水域での微細海況を究明することに目標をおいた。広島湾域を分担した水路部とは河口沖合部を接点として両者一体となって対象全域をカバーすることとした。また観測対象要因としては、水塊の濁りを指標とする気象研究所が、対象水域を河口海域としたことから、後述する自動施設を共用することにより対象海況要因の拡大をはかりえた。

かくして初年度に沿岸用自動海況観測装置の試作研究を、第2年度にその設置と予備観測を、最終年度に補充観測を併用した本観測を行ない、ほぼ所期の目的を達成した。

観測と併行して得られた結果の解析と総合を行なったが、一部の観測は計画の終了後もなお継続している。したがって本報告においてはひとまず計画最終年度たる昭和41年度までのわれわれの分担した事項についてのみ取扱い、以後は全部の観測終了をまって続報する。

本研究実施の機会を与えられた科学技術庁研究調整局に深甚の謝意を表するとともに、研究参加を積極的に推進していただいた内海区水産研究所山中前所長をはじめ、以後一貫してご指導を賜った同所村上、猪野両所長、調査研究に絶大なご協力をいただいた同所生産力部安田、池末両部長はじめ竹内、吉川、後藤各研究員や、自動施設の開発設置についての繁さな事務を担当された庶務課員、膨大なデータの解読、整理にあたられた多数の臨時職員の方々に厚くお礼申し上げる。また研究実施や結果の検討整理に当っては、科学技術庁をはじめ分担諸機関の担当官ならびに東海区水産研究所海洋部、および水産庁研究一課担当の方々の一方ならぬご指導ご援助をかたじけなくした。自動施設の設置については建設省太田川工事事務所、運輸省第三港湾建設局広島港工事事務所、同第六管区海上保安本部、広島県水産課、同広島港事務所、広島市水産課などの諸官庁のご協力をいただき、海上、陸上両部設置にあたっては広島市漁業協同組合、三菱重工業広島造船所、三菱セメント生コン広島工場の各位は心よく同意され積極的にご協力をいただいた。これらの関係各機関の方々に心から感謝する。さらに自動施設の開発設置にあたっては東邦電探KKおよび宇品造船所の技術と、採算を度外視した熱心なご協力によったところが大きい。記して満こうの敬意と謝意を表するものである。

2. 河口沿岸海域の海況特性

河口沿岸海域は、淡、海、両水塊が交錯しそれらが混合して汽水塊を生じ、各水塊は地形、気象、潮汐などの条件により時間的空間的にきわめて複雑な変化を示す。外洋に直接開口する場合よりも、内湾奥部に開口する場合には各水塊が潮時や風のために河口沖合域での来往をくりかえす度合いが大きいので、海況はより複雑となる。こういった水域での海況は、なによりもまず水塊の動きに左右されることが大きいから、海況をは握するためには第一に水の行動を規定する各種の要因の及ぼす作用を知らねばならぬ。これらのうちおもなものを列挙すると次のようになる。

1. 地形：川という直線コースから海という平面に急変するところである。一般に内湾奥部の河口は埋立が発達し海岸線は人工的に作られていることが多い。河口沿岸域は一般に干潟が発達し、低潮位時には干出し河口河道内から始まるみおが干潟部を貫通している。干潟の沖側は急に深くなることもある。

2. 風：表層における水の動きには、潮汐流と並んで吹送流が大きな作用を及ぼしている。吹送流の流向は北半球では表面で風下方向から右に45°ずれ、まさつ深度においては表面と正反対の方向となる。流速は風速の2～4%程度といわれている。一般に内湾河口沿岸表層の流速は50cm/sec以下のことが多いから、風速10m/secのときの吹送流速20～40cm/secは水の動きにきわめて大きな影響を与えることになる。吹送流は単に移送のみならず、表面の波立ちや垂直混合にも影響する。

3. 河川水：流量は季節的に異なるが、一般に高温期に大きく低温期に小さい。流量の季節変化の山は、7月（梅雨期）9月（台風期）に出ることが多いが、4月（融雪期）にも出るものがある。谷は1～2月のことが多い。洪水時は年平均流量の数十倍に達することがある。わが国の河川は流程が短いので出水の影響は短時間に河口沿岸域に現われる。例えば、有明海では1953年7月の豪雨直後（筑後川の流量は年平均の約

50倍)の塩素量が、平常状態にくらべて、湾口部で5%、湾中部で8%、湾奥部で11%の低下を示した。一方濁水の影響も現われ、例えば1963年の異常濁水時には9~10月(月平均流量で10年平均の約 $\frac{1}{10}$)に湾奥部の塩素量が昨年同期にくらべ約3%の上昇を示した。

4. 潮汐：一般に潮差が大きいほど強い潮汐流が生じるが、例えば最大潮差6mに達する有明海湾奥部の筑後川河口沿岸域では、強い潮汐流のため干潟面上では強混合が行なわれて夏期でも成層が見られない。これに対し、最大潮差4mの広島湾奥太田川河口などでは高温期に成層が発達する。潮差とならんで河川流量も水塊分布に大きな影響を与えるが、潮差があまり大きくない海域では潮差よりも河川流量が強く働き、潮差が大きくて潮汐による混合が盛んな海域では河川流量と並んで潮差も大いに関係する。

5. 淡水、海水相互の関係：潮差がきわめて小さい(20~30cm位)山陰、北陸地方は別として、一般に漲潮時には湾口から河口や河道に向かって高塩分水が押し寄せて、河川水の下層に入り込んで塩水楔を形成し、河道内には溯上流が生ずる。溯上流の先端部までを感潮域というが、この範囲は河床勾配、河川流量、潮差などによって定まる。塩水楔と溯上流の存在が河口における水のうごきをきわめて複雑なものにしている。

淡水と海水は比重にして0.02ほど違うが、両者は意外なほど混りにくい。シリンダーに海水を入れ、上から着色した淡水や低塩分水を静かに注ぐと、両水塊の境界面が明瞭に認められ、その位置は最大塩分傾斜を示す層のやや下層である。海水に対し、93%以上の塩素量をもつ低塩分水を注ぐと、境界面は形成されない。すなわち比重にして0.002位以上の差があると混合せず成層する。比重差は温度によっても生じ、25°Cの水と10°Cの水の比重差は0.0017ではほぼ前の塩分差の場合に等しい。もち論海では種々の力が働くためにこれ以上の比重差でも混合するが、水温、塩分による成層や河道内の2重層は予想外に発達しやすいものである。

海に一定の速さで淡水が流入すると、混合して生じた汽水塊は舌状となって海表面に浮ぶ。このことは海域に直接排出している廃水口周辺で普通に見られる現象である。舌状水塊の下には高塩分水塊があり、両者の境界はきわめて明瞭である。舌状水塊の塩分は排出口を離れるほど高くなって行くが、これは周辺の水が加わってくることを示している。すなわち水平には水平渦動拡散が起こり、垂直には海水加入が行なわれている。前者は昔から知られていたが、河口海域での淡水海水の混合はこれのみでは説明しきれぬ現象である。後者は舌状水塊の下層から高塩分水が上昇流となってこれに入り込む現象で、この強さは流速や下層海水との比重差などによって規定される舌状水塊の安定度によって定められる。

3. 海象は握のために留意すべき諸点

上述のような影響諸要因の及ぼす作用の組合せで海象が規定され、われわれはその時間、空間的一断面を測定値としてとらえて、それを手掛りとして海象をは握するわけである。そこで内湾河口沿岸海域のように海象変化の幅や速度の大きい所では、何よりもまず測定値の時空的な位置づけが必要となる。そのためには予め位置づけしうるような観測計画をたてねばならぬ。従来の海洋調査は予定した定点を順次回りながら測定していく、いわゆる定点航走観測の形式によることが多かったが、これはあくまで観測所要時間および観測水域内の海況要因値の変化が観測精度から見てきわめて少ないという前提に立っているのであって、かかる条件はきわめて単調な海域にあってはじめて満足されるものであろう。すくなくとも今問題にしている海域では、とうてい容認しえぬことである。一例としてFig. 1.に筑後川河口干潟部における観測例を示す。左側の図は1966年9月1日の11時(満潮後1時間)と、16時(干潮時)における表面塩素量分布を示す。これは図中の11測点において毎正時同時測定を行なったものである。両回共に河口を中心に等塩素量線が同心円状に並ぶこと、干潮時と満潮時で河口で10%、干潟縁辺部で2%ぐらいの塩素量差があることがわかる。一方右側の図は河道内の測点を11時に観測しはじめ、以下順次各測点を回って観測するものとして、観測所要時間、航走時間、低潮位時の船の運航可能な水路などを考慮して最終点の16時に観測するような航走観測を想定したとき、各測点の観測値としてその点における毎正時の測定値のうち、想定観測時に最も近いものを採用した時の塩素量分布を示す。等塩素量線の配列は南北に平行に並び、その配置および値は各正時ごと



Fig. 1. Horizontal distribution of chlorinities on surface water in the estuary of Chikugo River in Ariake Sea, September 1, 1966. Figures denote chlorinity in %.

のそれらと全く異なっている。しかも想定の方法が違えばまた異なるパターンを得るわけで、その間に何の必然性もない。従来の方法による航走観測を実施したとすれば、一例としては右側の図の如きものを得るわけで、しかも通常の航走観測結果からはこれらの測得値の位置づけをなしうる何らの資料も得られないから、これをもとにして海象を考察せざるをえない。かような資料に基づいて得られた結論がいかに危険なものであるか一見して明らかであろう。

次に測点の数およびその位置の問題がある。しよせん測点数には限りがある以上、目的とする海象は握の必要精度や観測実施態勢から、およその測点数がきめられることが多いが、その範囲内で最も効果的に配置しなくてはならない。そのためにはまず予備調査を行なって各水塊の動きの概要をつかむ必要がある。その

上でそれらを代表しうるような場所に測点をもうけることになるが、その際実施しうる測点数と測定頻度によって、測点の代表しうる時間空間的状況要因変化の範囲がきめられる。近年水質汚濁調査などで河口や排水口周辺の観測が行なわれることが多いが、その測点の選定にあたっては最初に何kmかの方眼を作り、その交点に測点を設ける方法がしばしばとられている。もち論過去に何の資料もない海域にあつては、かかる選定方法はやむをえぬことではあるが、問題はかくして選んだ点を最後までくりかえし観測していることである。後に述べるように、河口沿岸では局部的に特異な海象をもった水域が存在するので、測点の選び方によってはかかる特異な海象が強調されすぎる恐れも生じる。観測頻度は月1回ということが多いが、各回の観測は通例の航走観測にあつては1測点1回のことが多い。そこで別に連続観測地点を設けるが、これとてもきわめて限られた測点数であるのでその位置の選定に当つては、対象水域の全貌を掴みうるよう十分配慮せねばならない。従来行なつて来た内湾河口海域の調査から考えて、大体の水塊の動きを知つて測点の位置と観測頻度を選ぶ場合、対象水域の大きさにもよるが最低限2km間隔で、満、干、上、下潮盛時の4回くりかえしを行ないたい。

先に本海域の海象に対し、河川流量、潮差、気象などが大きな影響をもつことを述べたが、1967年8月広島湾奥部の2次湾である海田湾の猿猴川（太田川分流）河口で行なつた4測点における24時間連続毎時観測結果によると、連続した2潮でも日潮不等が激しくて潮差が異なると、同じ潮相でも水塊の動きが違ふ。これにはもち論風などの条件も加わっているが、細かくいえば1潮時内のくりかえしのみでは不十分である。さらに大潮小潮もしくは季節による変化を知るためには長期間の連続観測が必要となる。また河口では垂直の成層があり、それが時々刻々変化するから、連続観測も表、底層はもとより、中間の各層をも含めた多層観測でなくてはならない。

本研究では、このような考え方にに基づき、河口沖の一点に多層式自動海況観測施設を設け、その補充観測として河口沖1kmの間の10測点で1潮時内に4～5回（1回1.5～2時間以内）のくりかえし航走観測と、河口正面の定点で30分ごと24時間連続観測を毎月1回行なつた。理想的には自動施設を少なくとも数か所に設置し、長期間の同時連続観測を行なう必要がある。しかし、経費や管理面などの点から考えて、数か所のうち主要点のみ正規の設備を置き、他の点はこれを簡略化したものとするのが現実的であろう。

以上のことは河口海域のみならず、一般内海、内湾域にも当てはまる点が多い。われわれはかねがね瀬戸内海の海洋調査態勢の改善を要望しているが、一案として各灘および瀬戸の10余か所にブイ式の水温、電導度、流れなどの自記装置を置き、内湾奥部や河口水域にはタワー式の高層観測装置を設けて、連続自記観測を行なうことを考えている。本研究はこれら一連の観測技法の確立の基礎となるべきものである。

4. 実施した事柄

1. 昭和39年度

沿岸用自動海況観測装置の試作研究を行なつた。この装置は、わが国では京都大学が和歌山県白浜に測流用のものを設置して以来ポツポツ各地に建設されつつある。様式は、(1)記録装置を陸上におくか海上におくか。(2)検出部と記録部の間を有線にするか無線にするか。(3)海上部がタワー式かブイ式か水底沈置式か。(4)電源は蓄電池式か陸上電源式かなどによって多数のものに分れる。目的、設置条件などによってそれぞれの型式が選ばれているが、いずれの型式も未だ開発途次にあるものが多く、定型量産の域には到っていない。

われわれは前記の対象海域の特性から観測要素の多様性と多層連続観測が必須の条件であつたので、水面を基準とした各水深における観測を一定間隔でくりかえすこととした。かかる方式はおそらく前例のないことであろう。このためには検出部が昇降可能なこと、従つて海上部は固定すること、必要電力を確保しうる事が先決問題となる。そこで様式は陸上商用電源を用いたタワー式とし、海上部に昇降装置を設ける関係上、タワー上のスペースなどの点からも記録部は陸上に設け、両部間を多芯海底ケーブルで接続することとした。海上部は各観測要素を検出する検出部が、タワーに取り付けられた昇降装置により各水深の観測を行なう。陸上部は海上部への電源の供給と時限制御を行なうと共に、海上部より送達された検出値を自記する。特殊機構としては、検出部と同じ場所に取り付けた圧力式水深検出部により昇降装置を作動させる水深

制御装置と、陸上部と海上部の回線を運動撰択する回線撰択装置とがある。もち論これらの装置をふくめて本装置のすべての機器は自動的に作動する。観測要素および性能は、気温（ $-10\sim 40^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ）、水温（ $0\sim 20^{\circ}\text{C}$ 、 $10\sim 30^{\circ}\text{C}\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ）、電導度（ $15\sim 45\text{m}\sigma/\text{cm}$ 、 $22\sim 52\text{m}\sigma/\text{cm}\pm 0.2\text{m}\sigma/\text{cm}$ ）、流向（ $0\sim 360^{\circ}\pm 5^{\circ}$ ）、流速（ $0.05\sim 1.5\text{m}/\text{sec}\pm 3\%$ ）の5要素とし、この他に検出部深度制御が加わる。

一層における6要素の観測必要時間は約60秒で、検出部の次層への移動速度は $1.5\text{m}/\text{sec}$ である。停止後に安定時間約10秒を要する。記録は6打点色別自動平衡式記録計によった。記録紙は幅250mm、長さ25m、送り速度は30、60、120mm/hの3段変換式で、自記録計精度は全目盛の0.5%である。観測時刻は毎正時および毎30分とし、時限制御用の時計の精度は $\pm 0.3\%$ である。観測所要電源は交流200V、60Hzの商用電源を用いた。Fig. 2に構成図を、Fig. 3に記録例とスケールを、写真1に陸上制御装置記録部を示す。なお、各部

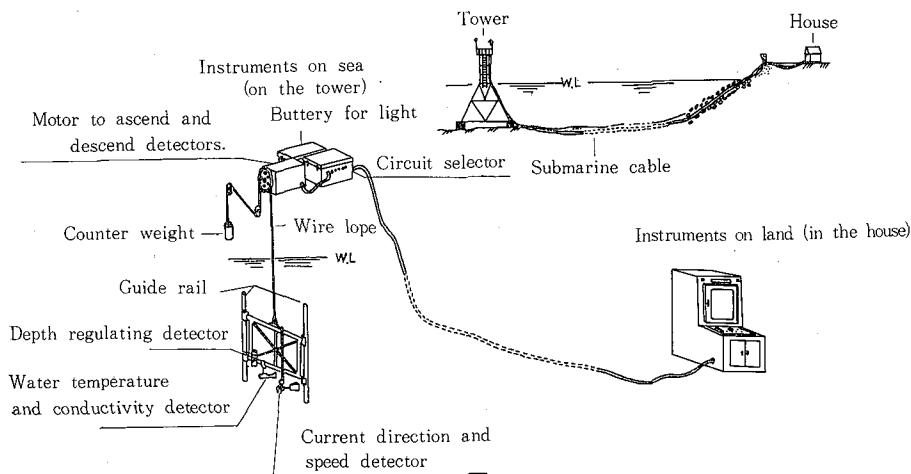


Fig. 2. Constitution of the automatic observatory of micro-oceanographical condition in the estuary of Ôta River.

の詳細の説明と図および写真については、昭和40年12月科学技術庁研究調整局、昭和39年度特調費「沿岸海灣の海象に関する総合研究報告」を参照されたい。

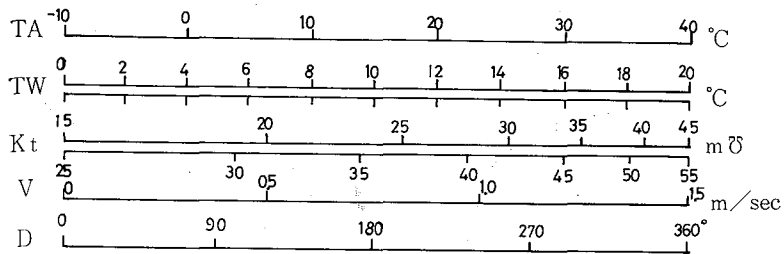
2. 昭和40年度

試作した上記の装置を設置し、調整と予備観測を行なった。

(1) まずFig. 4.に示すとき海上部タワーをFig.5.の地点に設置し、陸上部は観測舎に納め、その間を海底ケーブルで接続した。

写真2は海上部を沖合から見た所を示す。

タワーは底面 $9\times 9\text{m}$ 、水上部 $2\times 2\text{m}$ 、テラス $3\times 3\text{m}$ 、総高16mの四脚式で、各脚底には各々 $1\times 1\times 1.4\text{m}$ のコンクリートブロックを付け、総重量約30tonとなった。これを11月中旬に $34^{\circ}21'48.5''\text{N}$ 、 $132^{\circ}26'35.3''\text{E}$ の地点（水深約8m、広島市出島町地先巨岸約250m）にクレーン船によって吊下げて設置した。このあたりは河口部で、底泥はいわゆる“ダベ”と称する極軟泥であり、設置後の沈降、傾斜が予想された。そこで底質調査を行なって地点を選定し、さらにコンクリートブロックの下に長さ数mの杉丸太を並べて結びつけてから吊下げた。ついで陸上に $2.7\times 2.7\times 2.4\text{m}$ の組立ハウスを置いて観測舎とした。両者の間は直線距離約300mで、これを芯線断面 0.75mm^2 、芯線数13、径6mmの亜鉛メッキ鉄線16本外装仕上外径52mmの海底ケーブルで結んだ。海上部には検出部、同昇降装置、回線撰択装置を置き、陸上部には時間制御部、観測水深制御部、測定部、自記録部、回線撰択装置、電源部を置いた。なお保安のためタワーには夜間灯標をおき、日没と共に赤色灯を自動点灯したが、停電時にそなえるために観測の休止期に灯標用バッテリーを自動的充電する方式をとった。



TA • Air temperature V ⊙ Current velocity
 TW × Water temperature D ● Current direction
 Kt ○ Electric conductivity

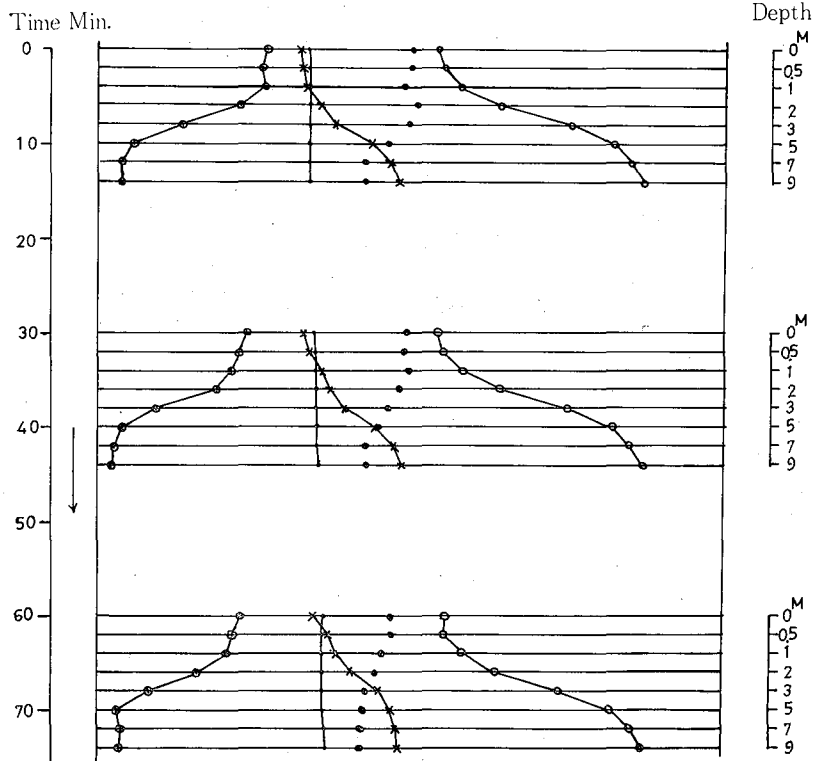
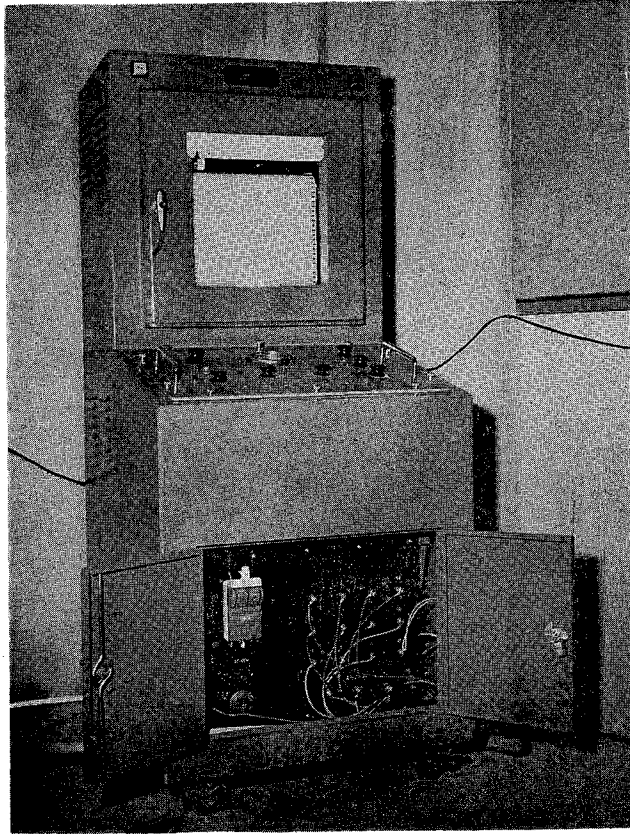


Fig. 3. An example of the record and a scale.

(2) 設置後直ちに毎正時および30分に水面下5, 4, 3, 2, 1, 0.5, 0.3mの各層につき, おのおの水溫, 電導度, 流向, 流速を, また各層観測の都度氣溫を打点するように機器を設定した。一層の所要時間約1分, 1回の所要時間約10分で, 下層から順次測定して行く。終了後は検出部は5m層まで降下し, 次回までの間灯標用のバッテリーを充電する。深度, 時刻, 諸要素測定精度, 耐波性, 灯標の安全性などにつき性能試験



Photograph 1. Regulating and recording parts of the automatic observatory, placed in the house on land.

をくり返し、すべての整備改良を終えて11月30日にテスト観測を行ない、約8時間のテストの結果、予定通り作動することを確認した。

(3) 12月末より予備観測を実施した。この間一例として12月26日より12月31日までのデータにつき測定結果を簡単に解析すると次のようになる。Fig. 6. に26日12時~27日15時半までの諸要素上下限の変化を示す。

12月26日は月令4、午後の下潮潮差203cm、上潮潮差147cm、26~31日には降水はほとんどなく、太田川流量は日平均 $71\sim 106\text{m}^3/\text{sec}$ で豊水量を越え、平年の12月の流量の2倍ぐらいを示していた(建設省太田川工事事務所の記録)。風は北寄りの風が多く27日6時にN、風力4、30日12~15時にNW~W、5~6があった。他は27日18時~28日9時にかけてN:3が吹いたくらいである(広島地方気象台の記録)。気温は $0\sim 11^\circ\text{C}$ でmax. は14~16時に、min. は3~5時に出る。

水温: $14\sim 19^\circ\text{C}$ で各層測定値中のmax. の日変化は潮候の影響が大きく、min. は塩分低下によることが多い。上下層の水温差は最大 3°C で、 2°C 以上のことが4回あったが、これは主として上潮時に下層に暖かい水が来たことによる。

電気伝導度: $33,000\sim 43,000\mu\sigma/\text{cm}$ (Cl換算13.5~18.0%)で、例外的に $29,300\mu\sigma/\text{cm}$ (12.5%)に下がったことがあった。伝導度の変化は1日周期を示し、山は朝の下潮時のL-1(低潮前1時間以下同様)~L+1に出る。しかし、30日までは朝の下潮潮差の方が夜のそれより大きく、このときまでは山が明らかに干潮時付近に見られたが、31日朝の下潮は夜の方が潮差が少なく、このときの山は不明瞭であった。谷は午後の下潮の中期に出ることが多いが、山のように明瞭でない。上下層の差は、 $3,000\mu\sigma/\text{cm}$ 以上におよぶこ

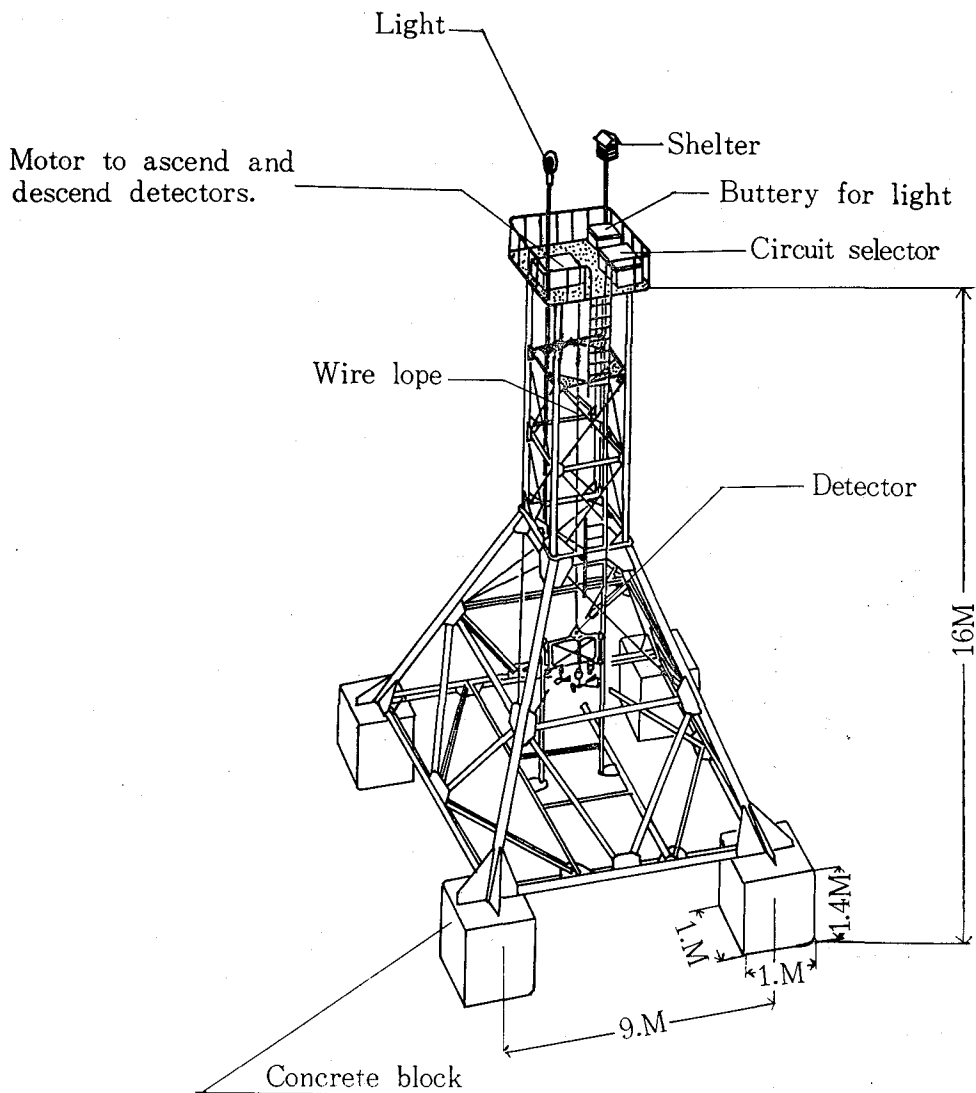


Fig. 4. Tower of the automatic observatory placed at sea.

とが6回見られるが、潮候との関係ははっきりしない。

流れ：流速の最大は5 cm/secで、ほとんどの場合1 cm/sec以下（測定精度は5~150cm/secで±3%）である。従ってかかる微流速の場合、流向測定値も測器自体の精度を下回することを覚悟せねばならない。表層では、下潮期（H+1~3）に東流→南流→西流と転流するが、潮差の少ない午後の下潮時ほとんど北流する。以後北流となり上潮になると北流→東流に移る。南～南東流の期間はきわめて短かく、下潮初期に限られる。底層では、下潮時西流し、干潮時近くに北流に転じ、上潮期は北流～東流する。満潮時は表層と共に東流→南流→西流と転流するが、流向の変化は表層よりは簡単である。

表層塩分の低下は、河川流下流と同方向の南～南東流のときとは必ずしも一致しないで、むしろ北流～東流のときにはなはだしい。すなわち、前回の下潮で河口沖へ出た低塩分が上潮で沖合からもどって来る時

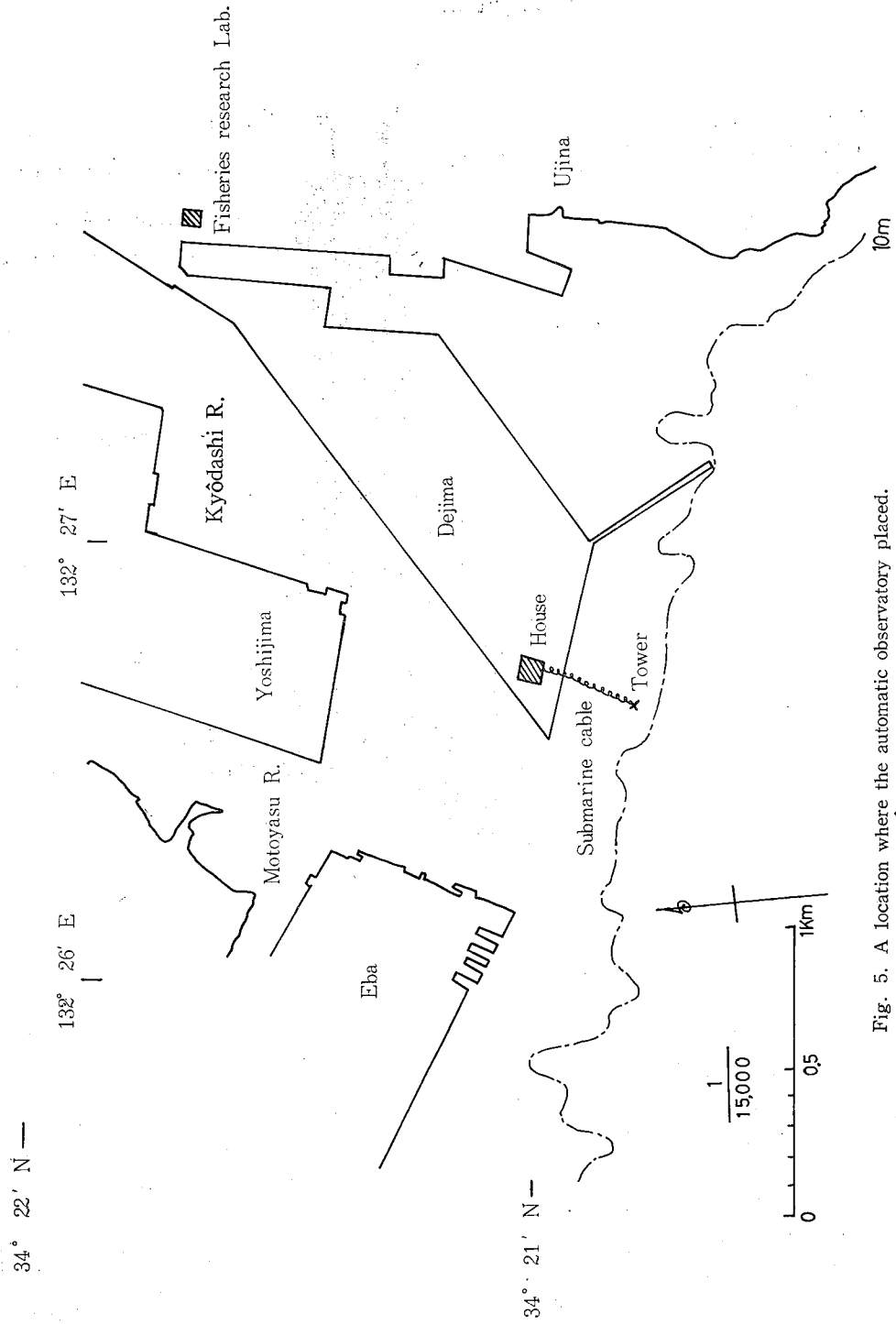
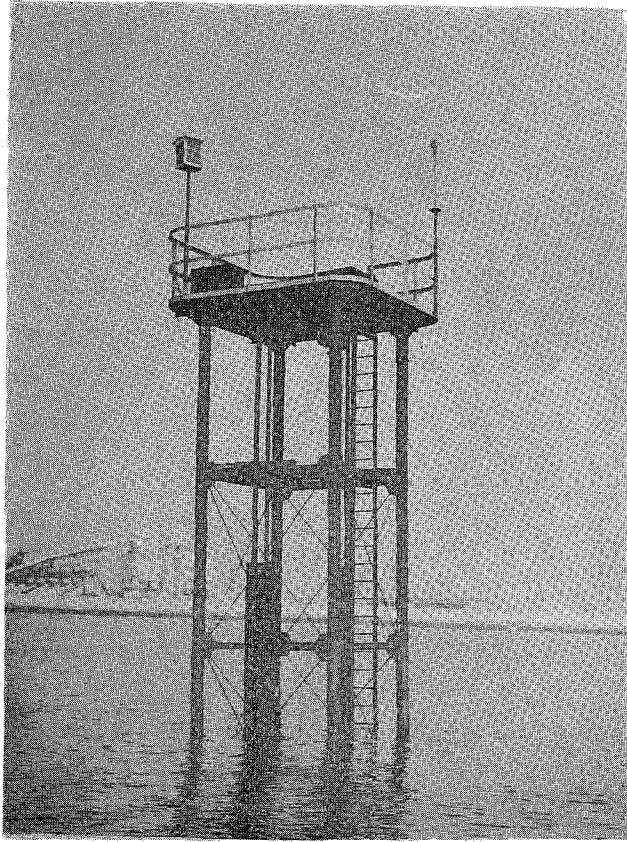


Fig. 5. A location where the automatic observatory placed.
An estuary of Ôta River, inner part of Hiroshima Bay.



Photograph 2. Tower of the automatic observatory seeing from offshore.

に見られるようである。また塩分変化の周期が潮候と一致せず、一日周期を示すことなどから見ても、河口正面をはずれた本測点における低塩分水の流動は、きわめて複雑であることがわかる。

3. 昭和41年度

補充観測を併せて他庁と協同して本観測を行なった。

(1) 測器の増設

予備観測の結果から、表層測定に際し波浪により検出部が露出することがしばしば生ずることがわかった。従って極表層は浮標式とし、常に水面下ストレスの所に検出部を置く必要がある。特に本測点の如く、河口周辺は一般に船舶の運行がひんばんで、そのためのウネリは風波よりも影響が大きい。また風向風速についてはこれまで広島地方気象台の値を準用したが、これはタワーの北北西約2kmの海拔36mの山上の値であるため、必ずしもタワー海面の状況を示していない。従って海況の解析にはタワーで風を測定する必要がある。これらのことから表層の水温、電導度と風向、風速の測定記録装置を増設した。表層用水温電導度計は0~35℃、 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 、25~55m σ /cm、 $\pm 0.2\text{m}\sigma$ /cmの性能の水温電導度計検出部を、指向翼をもった径40cm、厚さ12cmの中空の砲金製浮子の中央部に取り付け、浮子にはワイヤーを通してこれをタワーの上下に固定した。測定部は陸上に置き、これを通して既設観測装置の自記録部に自記させる。観測周期は既設のものと同調させた。風向風速計は遠隔自記式で、タワー上に取り付けた。検出部は長さ67cmの流線形の胴体が直立軸上を風向により自在回転し、セルシンモーターで風向を検出し、前部の径36cmのプロペラにより発電式で風速を検出する。その精度は2~60m/sec (10m/sec以下、 $\pm 0.5\text{m/sec}$ 、10m/sec以上、 $\pm 5\%$)、起

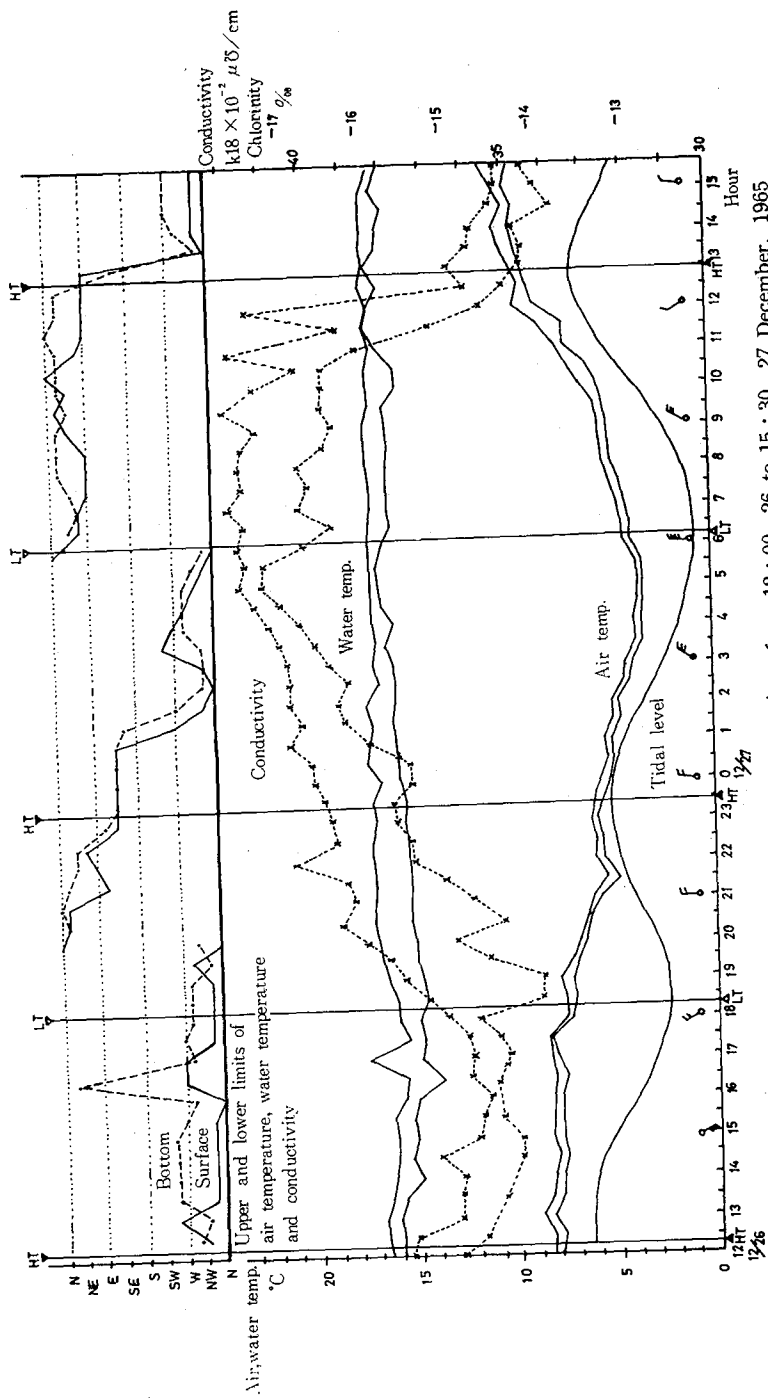


Fig. 6. An example of preliminary observation, from 12:00, 26 to 15:30, 27 December, 1965

動風速 2 m/sec以上, 0~360°C ± 5°Cである。記録計は既設置の電源により時計精度 2分/日以内で、有効幅 120mm, 送り速度 15mm/h, 約50日間有効の記録紙に連続自記させるもので、タワー上に設置した。なお、気象庁の自動濁度計も8月から併設された。

(2) 自動施設による測定

自動施設の海上部の設置位置は、河口正面沖が望ましいが、航行障害、特にここは大造船所を控えているために大型船舶の出入がひん繁で、かつは底泥条件の少しでも良好な所ということで前述のような位置となった。4月以降施設による本観測を開始したが、8月中旬以降は継続して記録しえた。このうち風は8月中旬より、表面水温・電導度は11月上旬から開始した。従って測定水層は表面開始以前は、0.3, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5 m層, 以後は0, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6 m層となる。なお4~8月の記録については42年度に継続して行なった。

(3) 補充観測

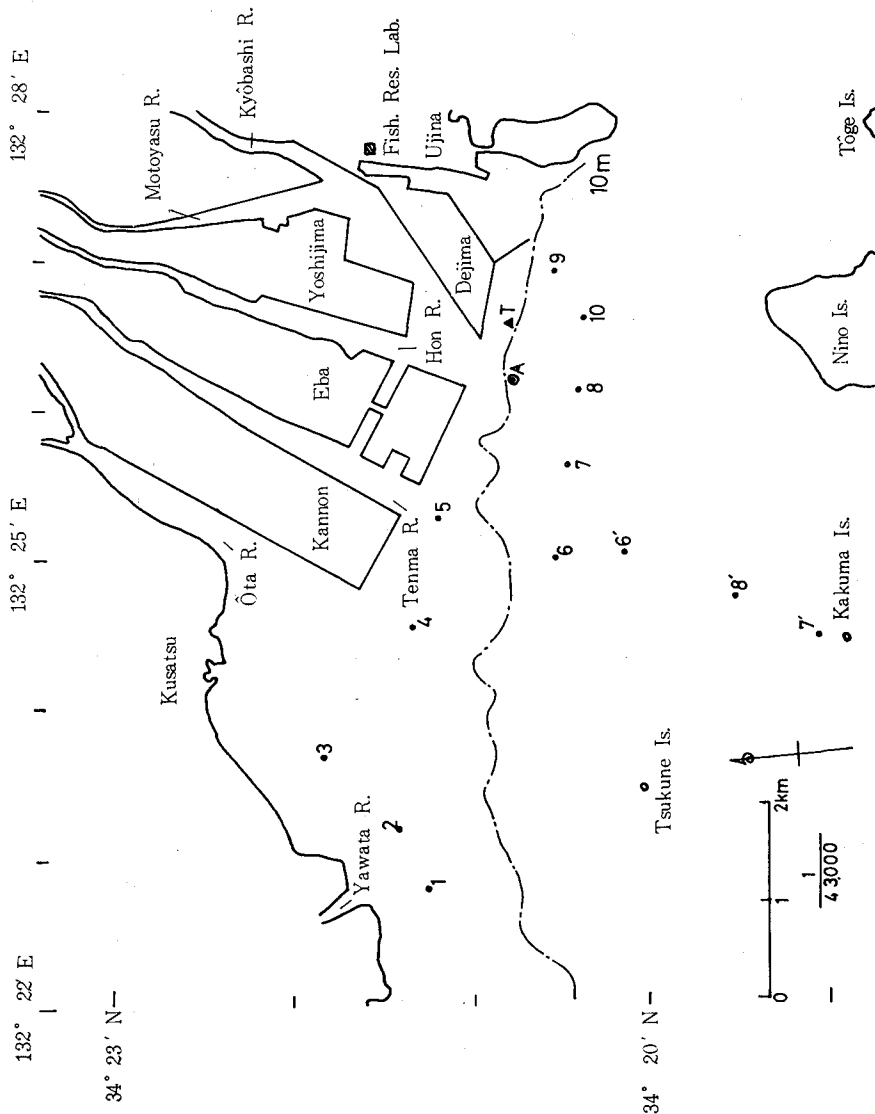


Fig. 7. Stations of supplemental investigation.

測点をFig. 7に示す。河口正面における継続的な観測が不可能であるので、月1回図のA点に船を定置して自動施設と同規模の観測を25時間連続して行なうこととした。太田川は河口上流8kmの地点以下で6分枝して広島湾に入り、うち猿猴川のみは東部の2次湾たる海田湾に注ぐが、他は再び合さって3個の開口部を湾奥に有するようになる。従って自動施設を設置した河口以西に天満川、放水路の2河口をもっており、それらの河口部の状態も併せて知る必要があるので、図の・印10測点において月1回、各回1潮時に4～5回、1.5時間以内の航走観測を行なった。これらの補充観測期日は第1回が'66年4月27～28日、以後5月25～26日、6月22～23日、7月22～23日、8月22～23日、9月30日、10月20～21日、11月18～19日、12月19～20日、'67年1月19～20日、2月15～16日、3月23～24日である。

観測は定置測点においては毎正時および30分に、0、0.5、1、2以下底層までの各m層でECT-5型電導度計による水温および電導度とCM-2型電気測流計による流向流速測定と透明度、気象観測を行ない、航走定点ではその都度船を定置して同様の観測を行なった。

5. 今後の問題点

1. 電気伝導度の塩素量換算

現在電気伝導度とC1の関係は、日本海洋学会“海洋観測常用表”1967年所載の「海水の電気伝導度」に掲げてある換算表(UTTERBACK et al. “The electrical conductivity of sea water.” Journ. du Conseil 9(1), '34) によっている。原報によれば測定に用いた試水は、太平洋、印度洋、地中海などの各層の水で、低塩分はこれらを $1\mu\sigma/\text{cm}$ 以下の電導水でうすめたものである。すなわち外洋水を純水に近い水でうすめて測定した結果である。一方現在問題としている沿岸水域では、気水域はもち論、海水域といえども外洋水に比べて通常海塩以外にも電導度に影響する物質が多量に含まれていると考えられる。従って低塩分の沿岸域では海水中に溶けている塩類組成が異なるため、通例の塩素量～塩分換算式が当てはまらぬと同様に、常用表所載の電伝導～塩素量換算値はあくまで外洋でのみ使用すべきものである。われわれは広島湾、徳山湾、燧灘などの瀬戸内海各内湾域において電導度測定を行なう場合は、1シリーズの観測ごとに塩素量換算のため、測定値範囲内の各電導度値を大体均等に網羅するように現場海水を採水し、船上で直ちに電導度測定を行ない、この試水について塩分検定して換算カーブを作っている。これによるとすべての場合常用表所載のものより同一塩素量の電導度値は大きく出ており、C115～19%辺で $1,000\sim 2,000\mu\sigma/\text{cm}$ ぐらいの差となることもある。これは塩素量にして0.5%以上の差があることになり、到底誤差として容認しうるものではない。近年、海域での各種電導度計の使用が普及するにつれ、沿岸域でもC1換算の必要性が増すと思われるが、この点特に留意して無神経な使用を戒める必要がある。われわれは前述の如く換算用の試水を別に採水して船上で測定した。沿岸水域特に河口域では、一般に塩素量などの垂直変化が激しいから、電導度計である層の測定をすると同時に、その層の採水を行なったとしても、通例の採水器そのものが30～40cmの厚さの層の水を平均して採水しており、且つ採水操作そのもののため水塊を乱すことなどのために両者の測定対象水が異なってしまうことが多いからである。

2. 電導度測定

C1換算とは別に沿岸海域における電導度測定にはなおいくつかの克服すべき難点が存在する。現今の電導度計は、例えば東邦電探製ECT-5型では $10,000\sim 35,000, 30,000\sim 55,000\mu\sigma/\text{cm}$ の両目盛が $200\mu\sigma/\text{cm}$ ずつに目盛ってある。この一目盛は大体C1で0.1%にあたる。一方水温の目盛は一目盛 0.2°C で、水温による電導度補正値はC1になおすと一目盛 0.2°C が大体0.1%にあたる。自動施設建設場所付近の表層の水温、塩素量は昭和30年以降の資料では $8\sim 30^\circ\text{C}$ 、 $1.0\sim 18.5\%$ となっている。従って内湾河口海域では電導度として $2,300\sim 56,000\mu\sigma/\text{cm}$ 程度が目盛範囲が必要ということになる(自動施設では電導度は $15,000\sim 45,000, 25,000\sim 55,000, 200\mu\sigma/\text{cm}$ 、水温は $0\sim 20, 10\sim 30, 0.2^\circ\text{C}$ 目盛とした。これは予測値と記録紙の紙幅と水温・電導度のスケール切換の点などを考慮して定めたもので、 $15,000\mu\sigma/\text{cm}$ 以下は割愛せざるをえなかった)。自動施設のような固定施設では動揺がないから読取りそのものの誤差を考える必要はないが、船舶によるときはかかる海域は水深の関係で小型舟艇によらざるをえないから、船上で測定する場合は揺れのために

読取り精度は一目盛程度しか期待できない。すなわち通常の観測条件下では C1 に換算して小数 2 桁までの精度は望みえないことになる。

次に測器の調整の問題がある。水温の原点調整はきわめて短時間内に容易に行なえるが、電伝導のそれは安定するまでに最少限 3～5 分程度を必要とする。従って各層ごとに水温と電導度を切換えて測定する方式は垂直変化の激しい海域では不適當で、両者の検知部を同一場所にした上で別々に測定する必要がある。上述のような潮候に順応した航走観測を行なう場合は、観測時間がきわめて限られるために測定の迅速かつ正確さが必ずの条件となる。本研究では切換式の計器を使用したため、開始数分前に電導度の調整を開始し、検知部を下す時に電伝導を、上げる時に水温を測定するようにした。また、電導度の原点調整は時間を要するのみでなく、比較的不安定であるから測定中原点のズレが生ずることがしばしばある。そのためにはサリノメーターのように既知塩素量の海水で更正する方式が望ましい。例えば既知塩素量水を密封したものに電極を挿入し、その示度が随時読取りうるようにするのも一法であろう。(しかしその場合も前述の電導度～C1 換算の問題は解決されていない。この点沿岸水域でサリノメーターを使用する際は同様に注意を要する)。

内湾沿岸河口海域にあつては、電導度測定に関してもこのような種々の難点が存在する。現在の測器がこれらの要求を十分満たしていない現状では、測定値および測定水深の精度を十分考慮した上で電導度そのままの値を塩素量の代りに用いるか、あるいは採水層に十分注意して採水塩検し、その中間層の変化を電導度の変化から定性的に知るようにすることなどが最も賢明な使用方法ではなからうか。本研究では原則として前者によつたが、場合によっては後者も併用している。この場合極薄層の採水が可能な採水器(松江編、水質汚濁調査指針、'61年恒星社、採水の項参照)を使用したことはもち論である。1 シリーズの観測のある部分では塩検、他の部分では電導度測定というときにはもち論前記のような採水による換算を行なつた。

3. 流れの測定

本海域の流速は最大 50cm/sec 程度である。流れの測定にあつては自動施設では 5～150cm/sec、1 目盛 10° のプロペラ式測流計を用いた。船による観測の際は船を碇置して、表面は色素液もしくは紙片により、以深は東邦電探製 CM-2 型電気流速計 (10～300cm/sec, 10cm/sec 目盛と 10～150cm/sec, 5 cm/sec 目盛の 2 段切換式, 1 目盛 10°) を用いて各 m 層ごとに測定した。

ここで問題となる点は、船の動揺である。折角碇を 2 丁使つて船を定置しても、ウネリのために 50cm/sec 程度の上下動を行なうこともまれでない。もち論風による揺れもある。プロペラ式測器では、上下動によつてもプロペラが回転し読取り値として表われる。冬期、風の吹く時などは、船が揺れない機会をねらつて測定することなどは不可能に近く、流れと同程度またはそれ以上の見掛けの流速が生じてしまう。測定に當つてはこういった見掛けの流速値を最少限ならしめるよう、また測定値を使用するに當つてはこの点に留意したが、本質的にはこの補正は不可能である。船の上下動は採水層の決定にも関与する問題で、小型舟艇で浅海河口域を観測する場合何らかの方法で海中に固定点を設ける必要がある。例えば簡易迅速に組立られてしかも移動可能なやぐらの如きものを利用するのも一法であろう。

次に補充観測の測流結果に見るように、本海域の流れは水平、垂直的にきわめて区々である。すなわち流れそのものがきわめて局部的なものを含みつつ全体としてある動きを示している。そこで流れの測定にあつては局部的なものと全体的なものを区別して摺むことが必要となる。局部的なものは短時間内の反復的なものが多いから連続記録をすることによつて一応の区別は可能であろう。更に局部的な動きは水平の流れのみではなく、各方向への動きを含んでいる上に、流速そのものがきわめて小さい(多くは 5 cm/sec 以下) ので、固定点を得ること以外にも測定法そのものに工夫を要する。現在おもに使われている指向翼付のプロペラを吊下げる方法では、微流速に対するプロペラ感度や非水平方向の流れに対する方向測定に問題があろう。特にいわゆる微流速計の場合、吊下げ式では測器のゆれが致命的となる。また、全体の動きを把握する場合には時間空間的な測定頻度が問題となり、限られた測点におけるくりかえし測定という方法では不十分なことが多い。これらのことを解決するには根本的に測定技法を改める必要があるように考えられる。一例として局所的な動きは水中テレビを用いて対象物(例えば海中に周囲の水と同じ比重をもつた着色液塊など

を放出する)の行方を追う方法とか、全体的な動きは発信ブイを漂流させて探知機で追跡する(この場合中、下層に発信ブイを漂流させる方法に工夫を要する)方法などが考えられるが、今後の技法の開発が望まれる。

4. 自動施設

データを取り始めてから一年余りの時点で資料の解析途次の現段階では、現在の自動施設の功罪をあげつらうには早すぎようが、一応現在までの経験から問題点をさぐってみよう。

先ず昇降式の検知部であるが、河口海域にあっては中間各層の測定は是非とも必要である。表層はブイ式、底層は底置き式とすればよいが、中間層はブイからの吊下げ式では前述の固定点が得られぬので不適當である。昇降式は固定点という点では良いが、潮位差と検知部の取付枠の大きさから底部の2~3m層は測定できない。この層に対しては底置き式の最底層検知部の上に底層用の検知部を連結すればよい。問題は昇降装置であるが、本施設のうち最も故障の多かったのはこの部分である。付着生物などのために摺動部の抵抗が増して昇降に大きな力を要し、モーターに過負荷がかかったり、深度検知部に付着生物がついて深度制御の作動が変調したりした。これらの点について一層の改良が望まれる。

陸上電源式は海底ケーブルに大きな経費を要するが、一たん設置すれば電力容量や維持管理などの面でさぶる好都合である。この方式は測定記録部が陸上に設置しうるのでこの管理が容易である。海上部は必要最低限の施設に止めるべきで、将来共海陸分離式が望ましい。ただし補助施設としての簡易型自動施設は海上部のみとして、移動が容易に行なえるようにする必要がある。そのためにはブイ式が考えられるが、固定点をうるといふ点からは簡易やぐら式の方が適している。すなわち従来のやぐらは上に測定記録装置や電源などを乗せるためにかなり大型のものとなり移動に不便であるから、これらを一水密式にして海底に沈め、やぐらの海面上部は標識程度にする方式の開発が望ましい。

従来の自動施設の測定対象は、自動的に測定記録しうる海況要因のみに限られている。他の要因、例えばプランクトンや栄養塩類とか河口海域で水質汚染などを問題にする場合の汚染因子などの測定には、多くの場合試水が必要となる。そこで自動採水装置を設置する必要が生じる。本施設には別途連続自動多層同時採水装置を付置して採水したが、この装置も使用モーター、付着生物などの点で改良すべき点が多い。

従来のやぐら式自動施設はいづれも半永久的海中構造物であるということから、かなり大規模なものが多く、これに対して深所ではやぐら式が不可能であるので、かえってより簡易なブイ式が採用されている。そこで経費や保守などの点ではむしろ浅海用の方が大がかりであるし、また可動性ということもほとんど望みえない。先に少数の自動施設を中心に、いくつかの補助施設を設けて一連の観測を行なうことを提案したが、主補助施設とも極力簡易化する必要がある。そのためには主施設といえども海上部は検知部のみとし、他は極力海底または陸上に移すことが望ましい。更に測定記録部もできるだけ小型軽量化に努め、自動施設による海象観測がより手軽に行なえるように改善して行くことが普及の第一歩であろう。

II 各 論

1. は し が き

自動施設の記録については、1966年前半は不揃いであるので、'67~'68年に補足観測中である。従って本報では'66年4月~'67年3月における各月1回の補充観測時のものを中心として取扱い、通年の変化および'67年4月以後については後報する。内湾海域にあっては成層期と非成層期の区別が明瞭で、本海域では4月下旬~9月末までは成層が認められる。そこで先づ、両期の代表として8月と11月の月例補充観測を対比して述べ、ついで月例補充観測による河口沖合海域の通年の海象変化と自動施設資料による特定期間の連続変化について述べる。

2. 成層期の河口海域の海象

第5回月例観測は、'66年8月22~23日(月令5.6~6.6)に行なわれた。航走観測はSt. 2~10を22日10:40~12:21 [H-3.6~1.9 (満潮前3.6時間~1.9時間以下同様)上潮中期], 13:35~15:28 (H-0.7~+1.2,

満潮時), 16:35~18:11 (L-3.7~2.1, 下潮中期), 23日08:38~09:55 (L-0.2~+1.1, 干潮時) の4回くりかえした。定置観測 (以後A点と称す) は22日10~18.5時と23日7~11時に行なった。自動施設観測 (以後T点と称す) は流れのデーターが取れなかった。22日の満潮は01:29で, 潮差は順次-266cm, +245cm, -186cm, +182cm, -231cm, +216cmであり, 22~23日は午前の潮差は午後の潮差に比べて約70cm大きい。

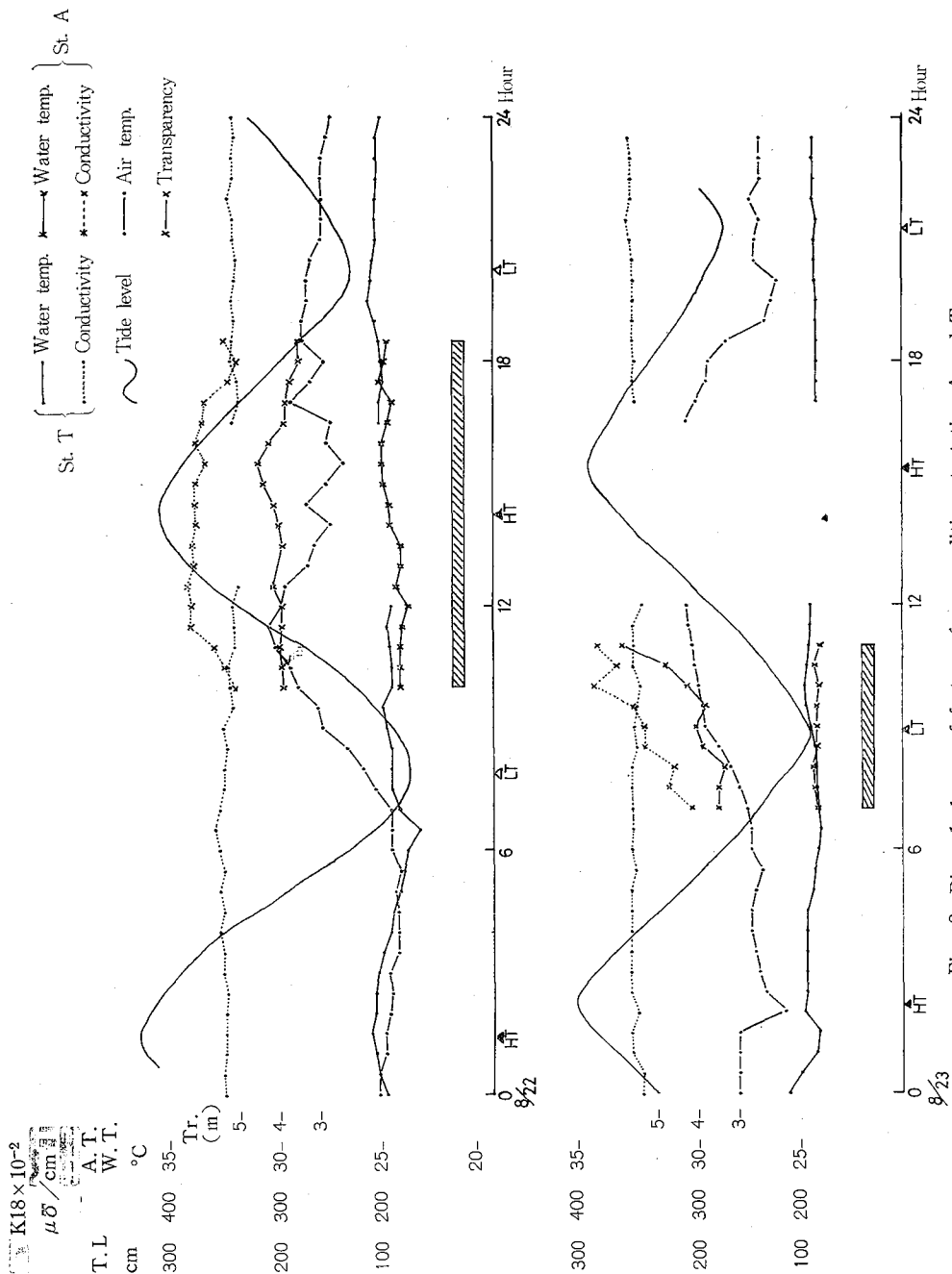


Fig. 8. Diurnal change of factors of sea condition at station A and T, August 22-23, 1966.

太田川流量は玖村の値で、1966年の年平均流量は $82\text{ m}^3/\text{sec}$ で、'58~'67年の10年平均 $75\text{ m}^3/\text{sec}$ に比べてやや多い年であった。8月の月平均は $40\text{ m}^3/\text{sec}$ で、10年平均の $58\text{ m}^3/\text{sec}$ にくらべてかなり低く、平水量と低水量の間である。調査日付近は20日； 89.3 、21日； 56.8 、22日； 45.1 、23日； 39.7 、で、調査日前3日の流量平均値 \bar{Q}_3 は $63.7\text{ m}^3/\text{sec}$ となる。

降水は、広島气象台の測定では19日； 18 mm 、23日； 3 mm である。広島の降水量で 20 mm 程度のものがあると、当日または翌日に玖村で流量増が見られる。広島の降水量は1931年~'60年の平均で年間 $1,600\text{ mm}$ で、月別には最大が6、7月の 250 mm 、最小は1月の 45 mm となっている。'66年8月は計 50 mm で、長年平均 116 mm にくらべて半分以下である。今回の調査は19日の降雨で20日に年平均流量程度の流量にふえたものが以後急減し、

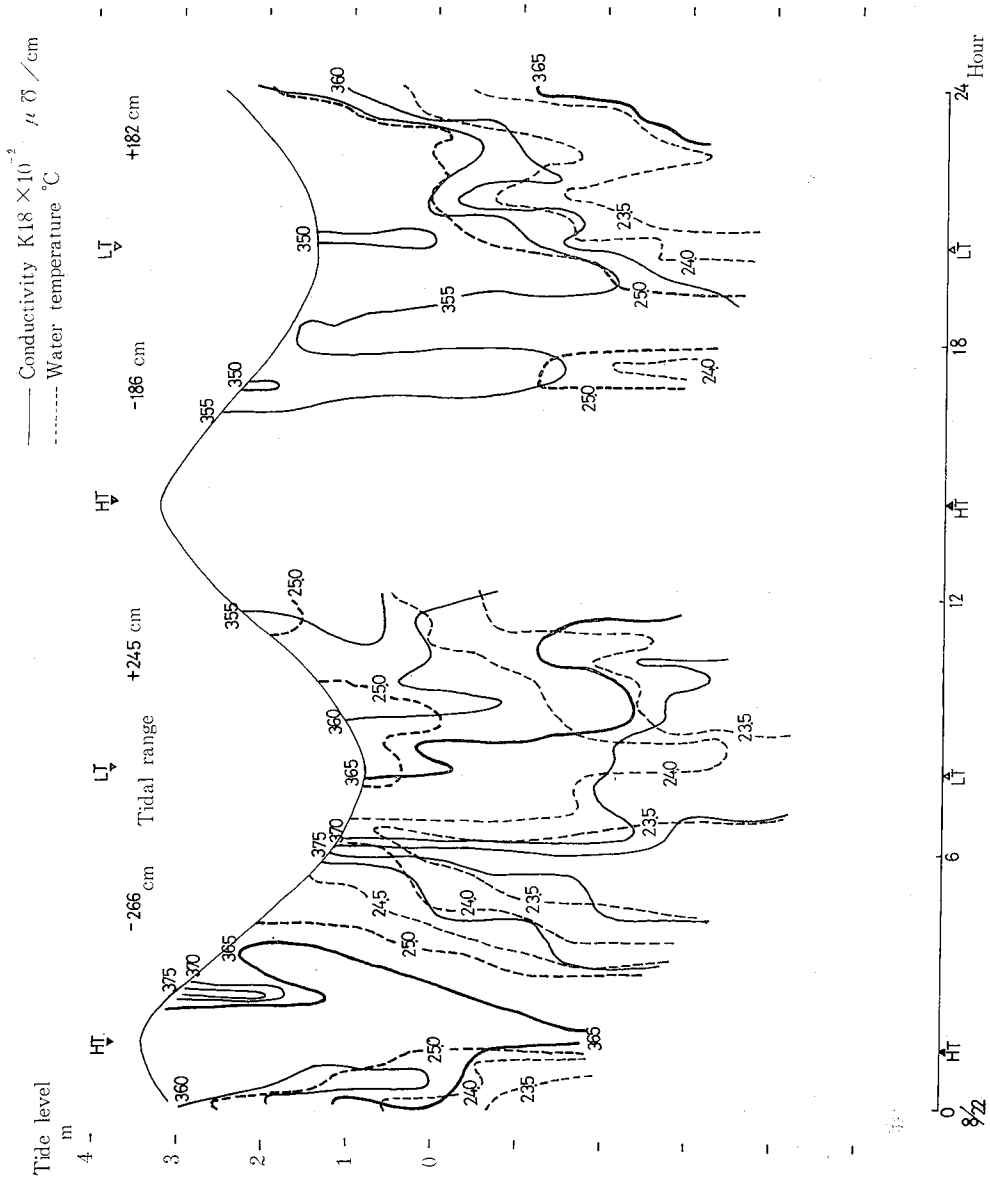


Fig. 9—1. Diurnal change of factors of sea condition at station T, August 22, 1966.

40m³/secにまで落ちた時に行なったものであり、 \bar{Q}_8 としては太田川8月の平常の流量値に近い。

気温は25~30°C, 風は10~18時は海風(最大SW: 3)が、18~10時には山風(最大NE: 5)が吹いた。すなわち調査日は風がやや強く吹いた外は、気象、河川流況とも平常状態に近いものであった。

Fig. 8. に8月22日~23日の潮位、気温、A、T点の表面水温電導度を示す。

気温、表面水温の関係は22日の5時までを除いてはすべて気温が高く、最大較差は6°Cに達する。高温期における両者の関係は、日中は気温の方が大きく、夜間は水温の方が大きいのが通例である。'67年8月16~17日に広島湾奥海田湾の猿猴川河口で行なった河口沖400mの地点での定置観測でも、20時と11時に逆転があり、最大較差は夜間で、水温の方が7°C高く、昼間は気温の方が2°C高かった。A、T点では7月および

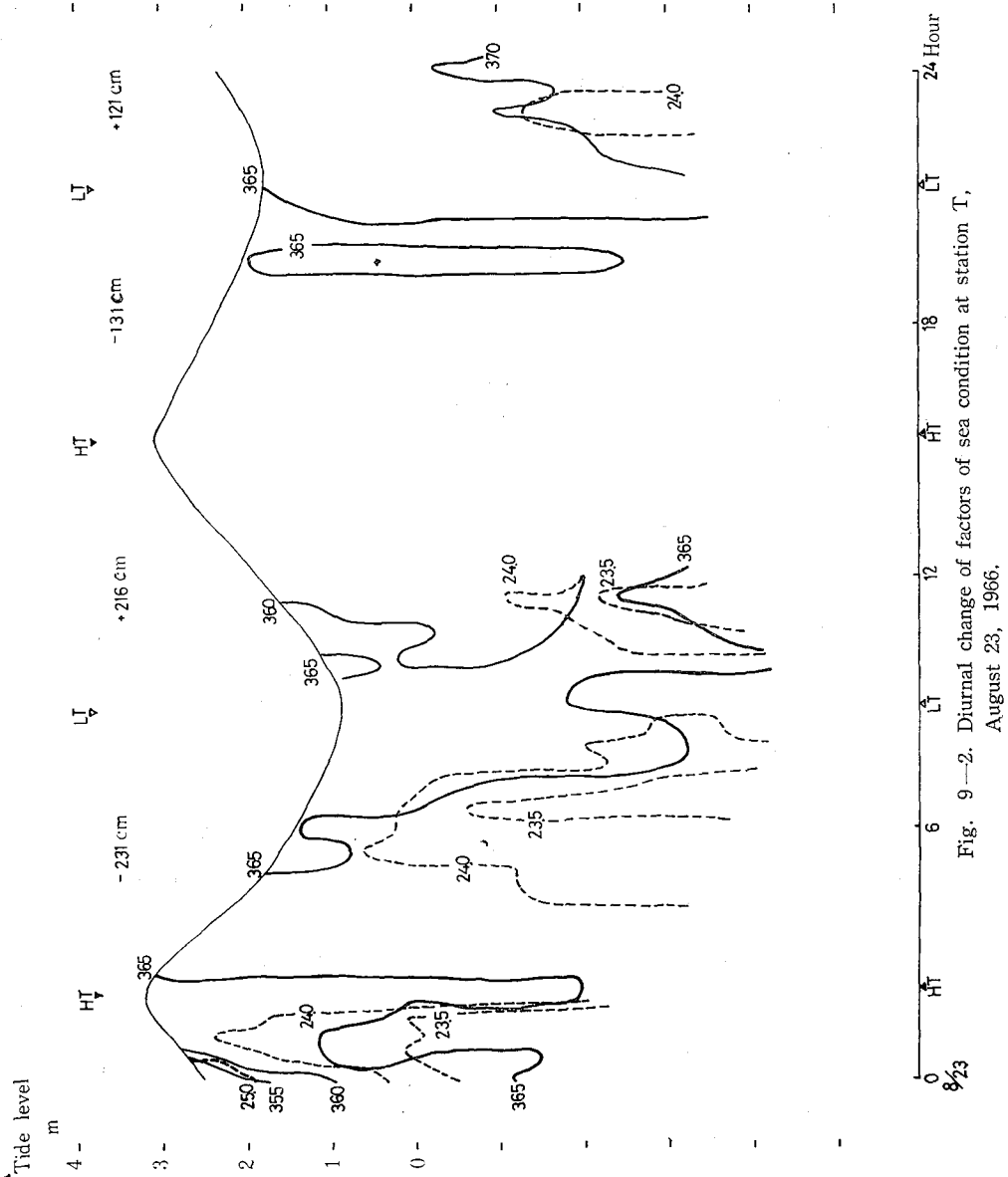


Fig. 9—2. Diurnal change of factors of sea condition at station T, August 23, 1966.

9月には、18～19時と9～10時に逆転が見られるが、猿猴川河口にくらべると不明瞭である。これは夜間に気温があまり下らないことによっていると思われる。T点の表面水温は24～26℃で、25℃を切るのは22日には4時～7時であるが、23日は1日中である。A点もT点に準じた変化をしている。

表面電導度はA点とT点では大いに異なる。T点では潮候にほとんど関係なしに36,000 $\mu\sigma$ /cm付近であるのに対し、A点では明らかに潮候による変化が認められ、23日朝の下潮では30,000まで下り、つづく上潮では40,000まで上る。22日昼の満潮でも40,000に達している。T点では下潮末期にやや高くなる傾向がある。

A点における透明度は3～5mであるが、表面電導度とほとんど同一傾向の変化を示し、36,000 $\mu\sigma$ /cmが4mにあたる。

Fig. 9, 1—2にT点における22～23日の水温・電導度の時間変化を示す。24℃と36,500 $\mu\sigma$ /cm、25℃と36,000 $\mu\sigma$ /cmが大體一致する。22日は23.0～26.5℃、34,500～37,500 $\mu\sigma$ /cmの間を変化するが、23日は22日にくらべ水温電導度共変化に乏しく、23.0～24.8℃、36,000～37,000 $\mu\sigma$ /cmの範囲内である。すなわち23日は22日に比べ低温高塩分であり、河川水の影響を受けた高温低塩分水の影響の程度が少ない。これは潮差が約40～60cm少なくなったこと、河川流量が6 m³/sec減ったこと、更に前日にくらべ東寄りの風が強く吹いて河川流下水を西方におしやったことなどが影響しているものと思われる。

水温は昼夜にかかわらず下潮前半期には中層まで25℃以上となるが、他の潮候は2m層以深は24℃以下となる。

電導度は中層以深では36,000 $\mu\sigma$ /cm以上であるが、以浅では上潮時に低下し、下潮時に上昇する傾向がある。これはT点の位置が河口正面を外れていることのほか、後述する河口塩分分布からわかるように、すぐ東側に高塩分水塊が全潮時にわたって存在するために、直接河川水流下経路にあたるA点が下潮で電導度が下るのにくらべて、下潮時はむしろ東方からの高塩分水が回りこみ、上潮時になって前の下潮で河口正面沖にあった低塩分が北流してT点付近に来るためと思われる。昭和40年度の報告で、T点の電導度の変化が1日周期を示すことを述べたが、これらのことはT点の地形的特性を示すものであり、かつ河口域の海象の複雑さを示す一例といえよう。

成層は全般に発達せず、わずかに夜間の上潮期に0.6℃/mの温度傾斜をもつ水温成層が認められるのみである。(T点の流れの資料はとれなかった。)

Fig. 10. にA点における水温、電導度の、Fig. 11. に同じく流向流速の時間変化を示す。

A点では温度成層が明瞭に認められ、表底層の差は3.5℃に及び温度傾斜は0.2℃/m、5m層に躍層が出る。電導度は中層以深では41,000～42,000 $\mu\sigma$ /cmの水が占めており潮候による変化はない。表面電導度は23日朝の低潮前2時間に最低3,000 $\mu\sigma$ /cmを示す。流れは5m以浅と以深で溯上流の現れる期間が異なり、以浅では22日昼の満潮時前後2時間ずつであるのに対し、以深では2時間前方にずれ、上潮末期に北寄りの流れが生じ満潮を境に転流する。風は12時までNE:4が吹き、後衰えて13時まではNNE:2で、以後南寄りに変わった。従って表層で上潮期にもかかわらず0～12時までS～SW:10～30cm/secの流下流が見られたのは風の影響も加わっていると考えられる。下潮後期は表層に20～40cm/secの流下流を生じるが、末期には2m以深はすでに溯上流に転じ、干潮時には0～2m層と5～10m層に10cm/sec程度の流下流があるが、他は溯上している。

すなわちA点では0～2m層は満潮時前後の3時間ぐらい溯上するだけで、他は流下し、この流下水塊は39,000 $\mu\sigma$ /cm以下である。2～5m層は流下期間が下潮中期の3時間ぐらいだけで、流速も流下流が10cm/sec以下であるのに対し溯上流は20cm/secを越える。5～10m層は逆に溯上期間が上潮後期のみであり流下流は最高30cm/secに達する。しかしこの電導度は40,000 $\mu\sigma$ /cm前後で、河川水の第一次影響を受けていない水塊である。10m層以深は上潮期溯上し下潮期流下するが、流速はいずれも10cm/sec以下である。従ってA点での水塊流動の特長は、下潮末期に低塩分水塊の流下する表層以深はすでに転流し、5～10mの中間層に流下流がとり残されていることであろう。

Fig. 12. に航走観測各回の表面の水温、塩素量、流れの分布を示す (St. 2～10は電導度を測定せず)。

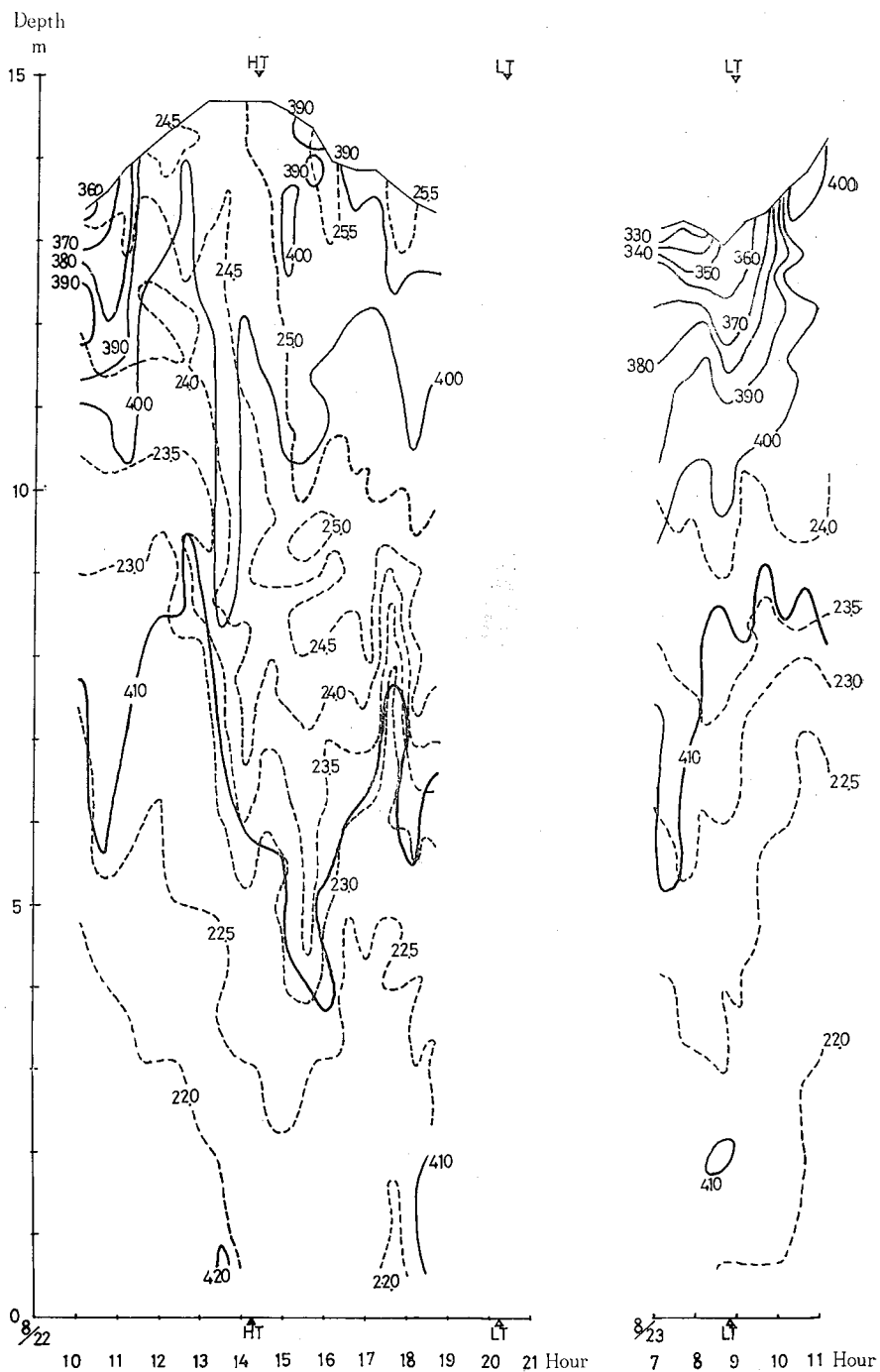


Fig. 10. Diurnal change of factors of sea condition at station A, August 22—23, 1966, symbols are same as in Fig. 9.

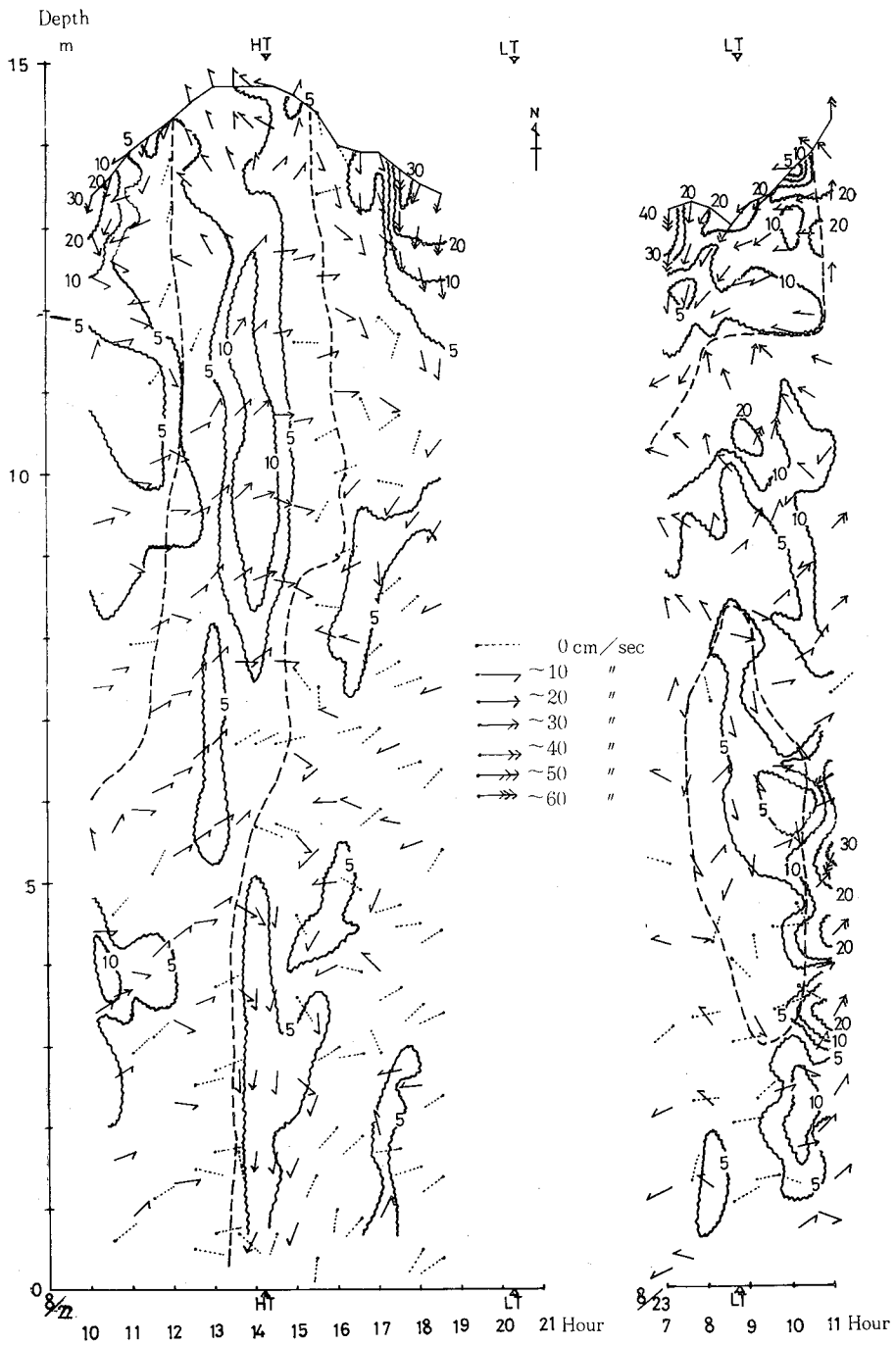


Fig. 11. Diurnal change of current direction and velocity at station A, August 22—23, 1966. Figures denote current velocity in cm/sec.

.....Boundary of flood and ebb current

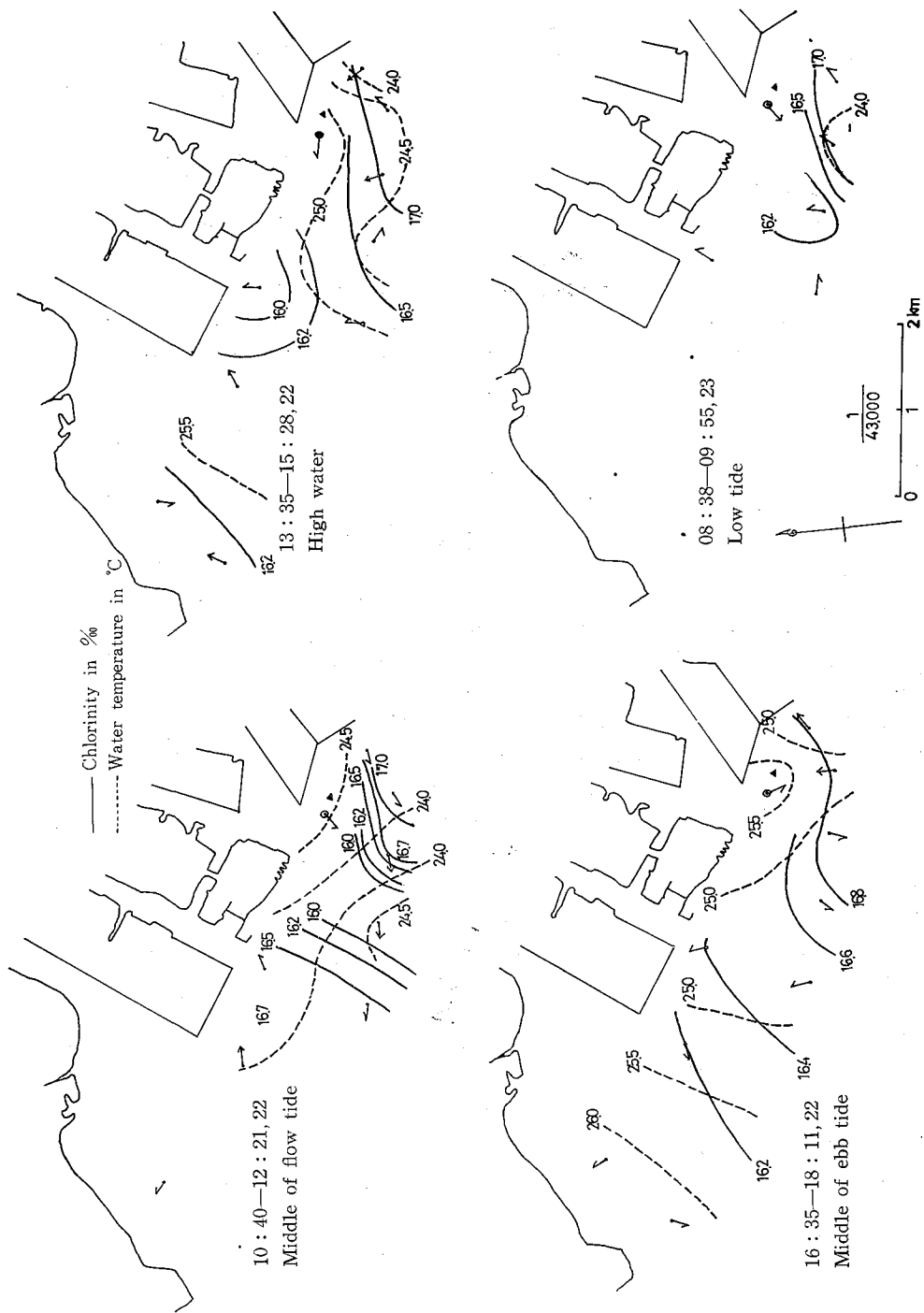


Fig. 12. Horizontal distribution of surface water temperature, chlorinity and current in supplemental investigation, August 22—23, 1966, symbols of current are same as in Fig. 11.

上潮中期 (H-1.9~3.6) は NNE : 3 の風が吹いていたので表層は西~南西流し, St. 4, 5 でのみ溯上流が見られる。すなわち表層では 16.5% 以上の高塩分水塊が西南方沖合から天満川, 放水路を目指して侵入してきている。一方出島沖表層には 16.5~17.0% の高塩分水があって西流し, 本川河口沖には 16.0% 以下の低塩分水塊が存在する。5 m 層以深は西部のみやや低塩分であるが東部はすべて 17.5% である。

満潮時 (H-0.7~+1.2) には風は S~SW : 1~2 となった。従って表層の溯上流は強められ, 16.2% 以下の低塩分水は河口沖 1 km 以内に押しつけられている。なお, 西部沿岸には 1 m 層まで 16.2% 以下の水塊が存在している。

上潮中期 (L-3.7~2.1) は風はほとんどなかった。各河口から低塩分水がしきりに流下しており, 表層では西部の方がより低塩分である。5 m 層でも河口沖 1 km まで 17.0% 以下となる。

干潮時 (L-0.2~+1.1) は E : 4 の風が吹いたので, 潮と風が逆になり測流はきわめて困難であった。本川河口沖表層も 16.1% に下った。東部は干潮を過ぎて溯上しだしている。

10倍稀釈 (被稀釈水として測定 C1 中の最高値 St. 10, 16 m 層 L+0.1 の 17.3% をとると 16.0% となる) 以下の低塩分水は, 上潮後期の St. 5~7, 満潮時の St. 5, 下潮中期の St. 2, と干潮時の St. 5 の表層に現われるだけである。すなわち河口沖 500 m 位の St. 5 でもほとんど現われることがない。これは河川流量がきわめて少ないときの観測であったことによるものと思われる。

3. 非成層期の河口海域の海象

第 8 回月例観測は '66 年 11 月 18~19 日 (月令 5.5~6.5) に行なわれた。航走観測は St. 4~10 を 18 日 10:17~11:47 (L+3.1~4.5, 上潮中期), 12:44~13:33 (H-1.4~0.5, 上潮末期), 14:27~16:48 (H+0.3~2.6, 下潮初期), 19 日 07:05~08:08 (L-0.9~+0.1, 干潮時), 09:36~10:53 (L+1.6~2.9, 上潮中期) の 5 回行なった。

A 点の定置観測は 18 日 11 時~19 日 11 時に行ない T 点の資料は 18 日の 8.5, 9, 9.5 時と 19 日の 14~19.5 時までが欠けている。18 日の満潮は 00:10 で, 潮差は順次 -218, +253, -137, +77, -166, +212, -119, +49 cm である。午前の潮が大きく午後の潮は小さい。特に夜中の上潮は潮差がきわめて小さく期間も 4.5 時間にすぎない。

太田川の流量は, 16 日 45, 17 日 59, 18 日 59, 19 日 45 m³/sec で, \bar{Q}_3 は 54 m³/sec, '66 年 11 月の月平均流量は 40 m³/sec で 10 年年平均も大体同じくらいである (11 月は年間の最低流量月), 降水は 17 日に 34 mm あり 13 日以来の計 57 mm に達する雨のために (広島市の 11 月の降水量は 30 年平均で 67 mm) 流量が 13 日の 28 m³/sec から増して 18 日には山となり, 以後減水しだした時にあたる。気温は 6~18°C で平年並み, 風は 18 日 12~18 時に S~SW : 3~2 と 19 日 12~13 時に E~SW : 1~2 となったほかは一貫して N~NE : 2~3 が吹いていた。

すなわち観測日は降雨後の増水時で, 北寄りの風がやや強く吹き, 小潮で特に夜の潮が小さく河川の流入が多い割には潮汐による動きが少なく, 低塩分水が停滞しやすい条件下にあった。

Fig. 13. に表面状態を示す。水温は T 点では低潮時 (塩分低下期) にやや下るが, 19.0~20.6°C の間でほとんど変わらず, A 点では低潮時に大幅に下り特に夜明けの下潮期には 14°C まで下る。気温と水温の逆転は見られない。両者の差は 14 時頃最少で 1~2°C, 6 時頃最大で 8~14°C に達する。電導度は 8 月に比べて河川流量が多いために T 点でも潮候に応じた上下を示し, 10,000 $\mu\sigma$ /cm の日較差が見られる。A 点では両者の対応はさらに著しい。電導度計の故障のため 19 日 3 時~10 時までは採水塩検測温を行なった (7 時からは両者併用)。19 日朝の干潮前 2.5 時間に最低塩素量 7% が現われる。この時は水温も最低値を示し, 河川水が海水にくらべ 5°C 以上低温であることがわかる。透明度は潮候に応じた変化を示し, 満潮時には 6 m 以上となり低潮時には 4 m 以下となる。すなわち増水による河川水の濁りの影響が認められる。

Fig. 14, 1-2 に T 点における 18~19 日の水温, 電導度の, Fig. 15, 1-2 に同じく流向流速, 風の時間変化を示す。水温は主として 0~0.5 m 層でのみ前述のような変化を示すが, 低潮時には 2 m 層までやや降温する。表層以深は 20.0 \pm 0.3°C で垂直変化も時間変化もほとんどない。電導度が 38,000 $\mu\sigma$ /cm 以下となる。

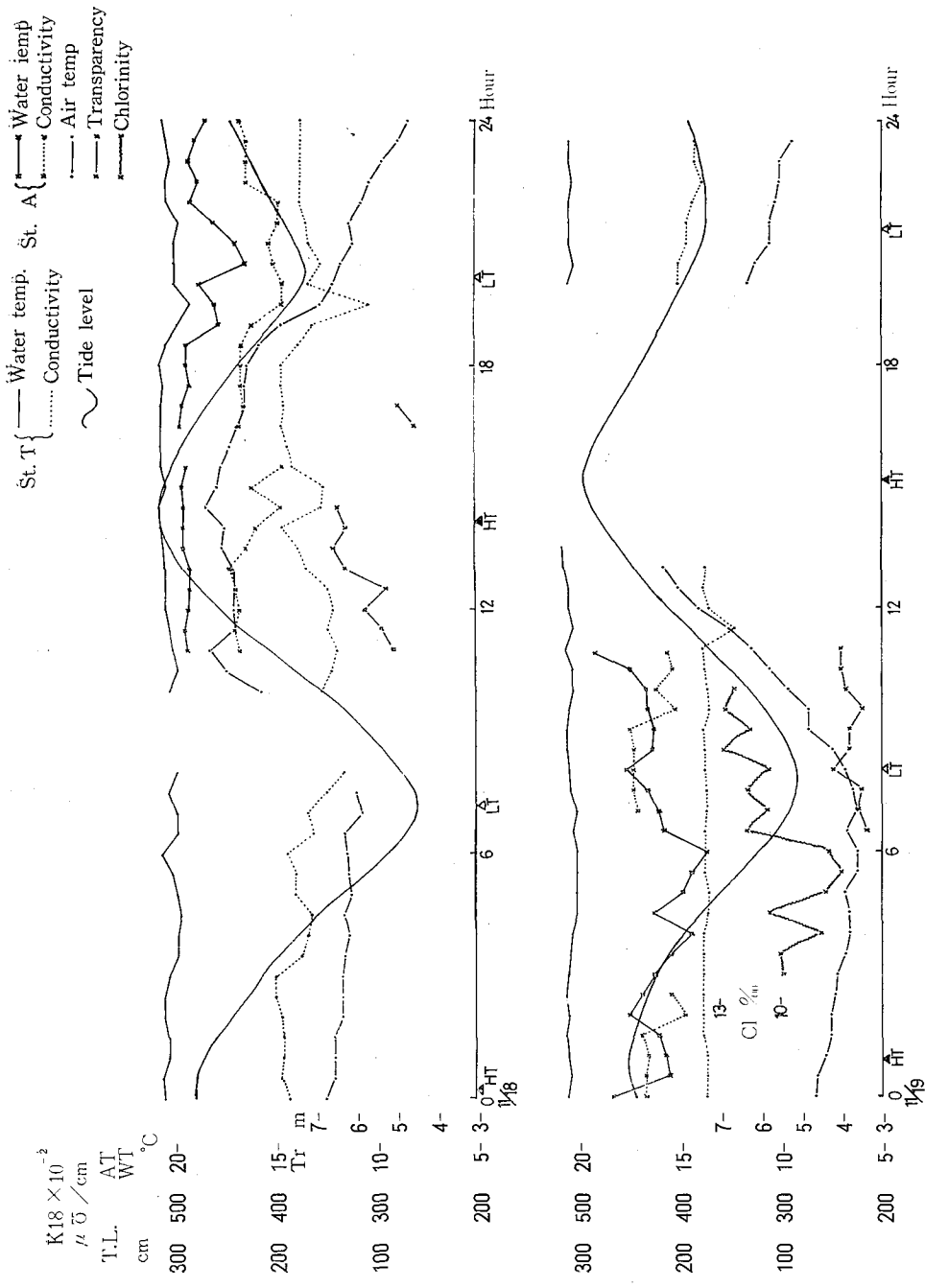


Fig. 13. Diurnal change of factors of sea condition at station A and T, November 18—19 1966.

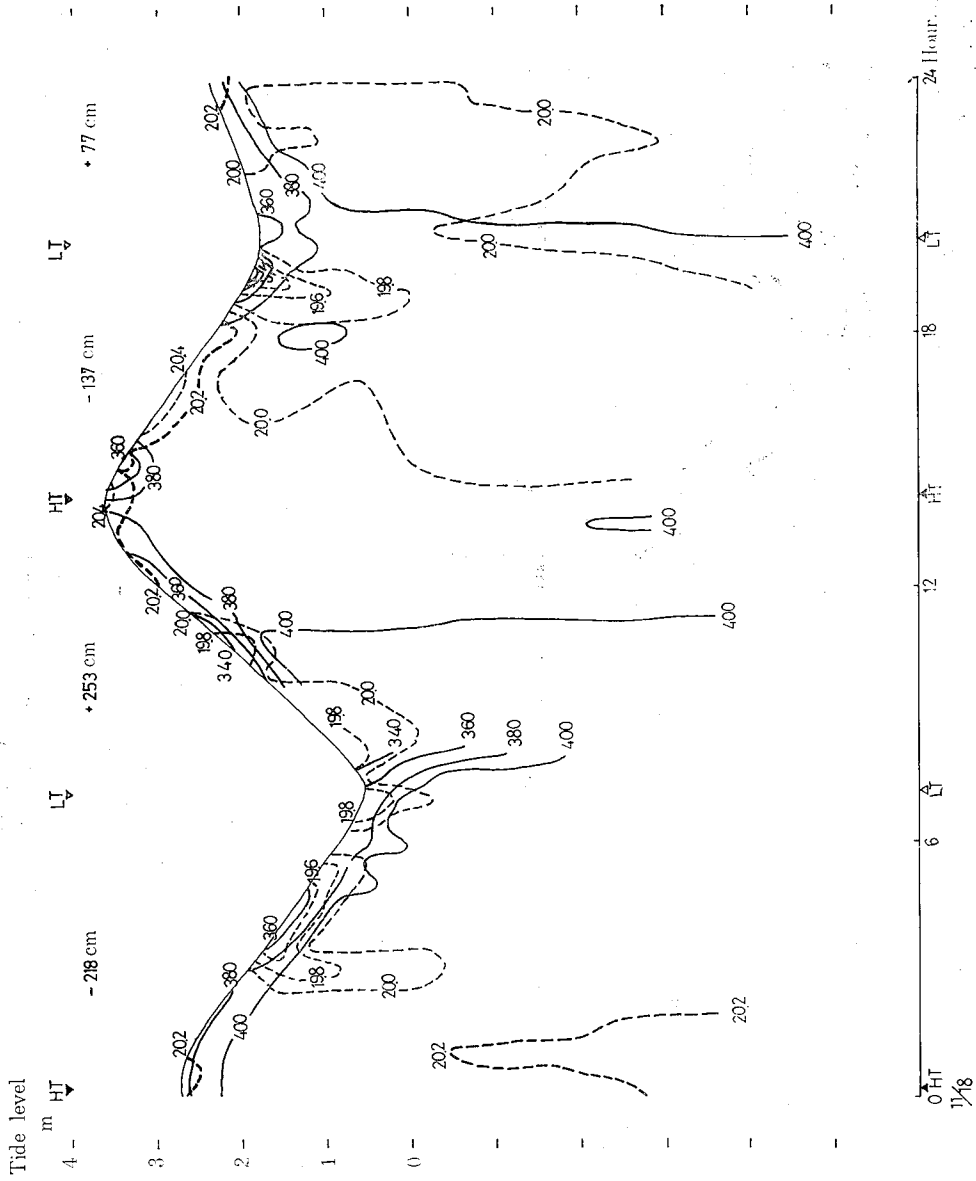


Fig. 14—1. Diurnal change of water temperature and conductivity at station T, November 18, 1966, symbols are same as in Fig. 9.

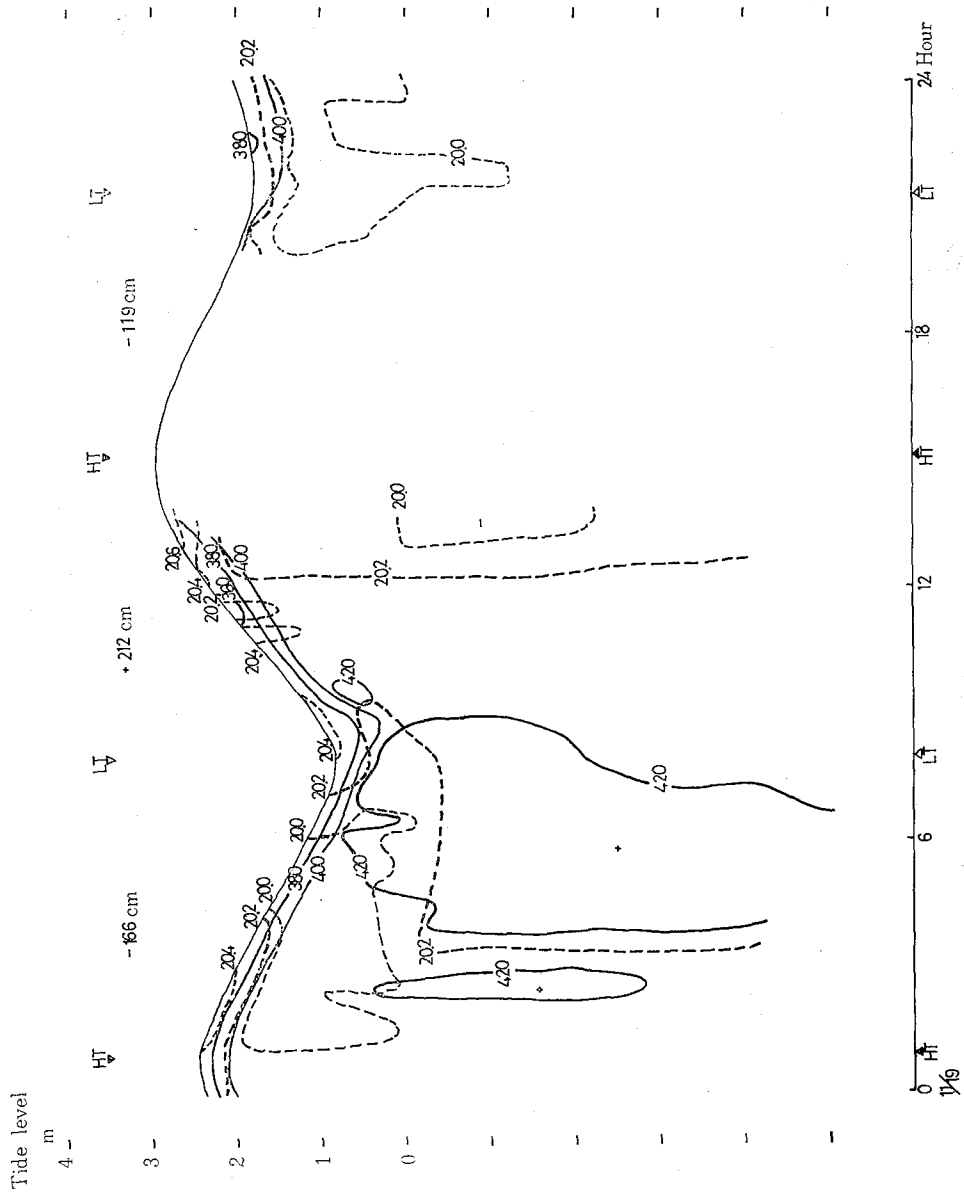


Fig. 14-2. Same as 14-1, November 19, 1966.

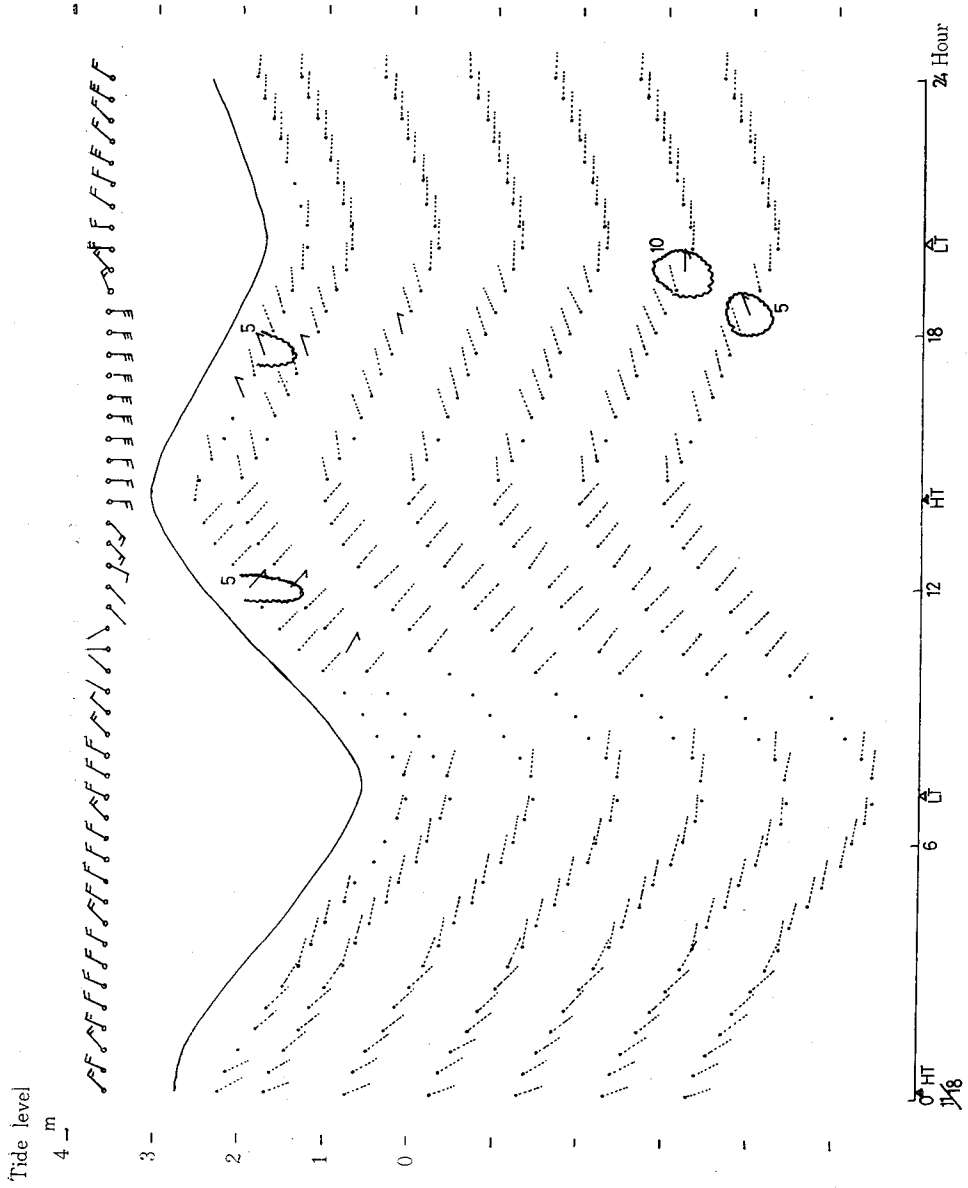
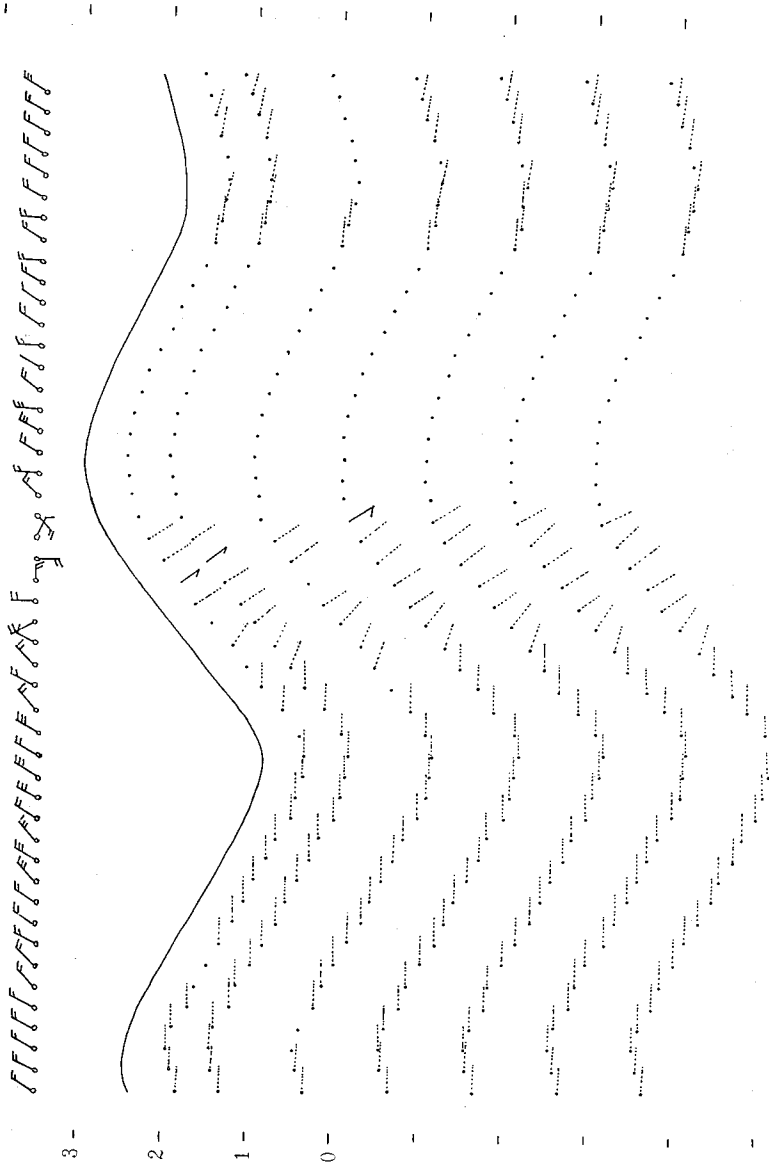


Fig. 15-1. Diurnal change of wind and current at station T, November 18, 1966, symbols of current direction and velocity are same as in Fig. 11.

Tide level

4 - m



0 1/19 6 12 18 24 Hour
 (Scale markers for 0, 6, 12, 18, and 24 hours, with a small symbol at the 0 mark and a '1/19' label below it.)

Fig. 15-2. Same as 15-1, November 19, 1966.

のは0.5m層以浅であるが、18日朝の低低潮時には2m層まで下る。0.5~6m層はほとんど上下の差がなく40,000 $\mu\sigma/cm$ 前後であるが、河川流量が減った19日になると41,000 $\mu\sigma/cm$ 以上が潮時に関係なく現われる。河口近傍の点の塩分が河川流量に強く影響されていることを示す例である。流れは全期間を通じてきわめて弱く、最大流速は10cm/secにすぎない。流向は0.5~6m層では上下の差はほとんど見られない。上下潮共

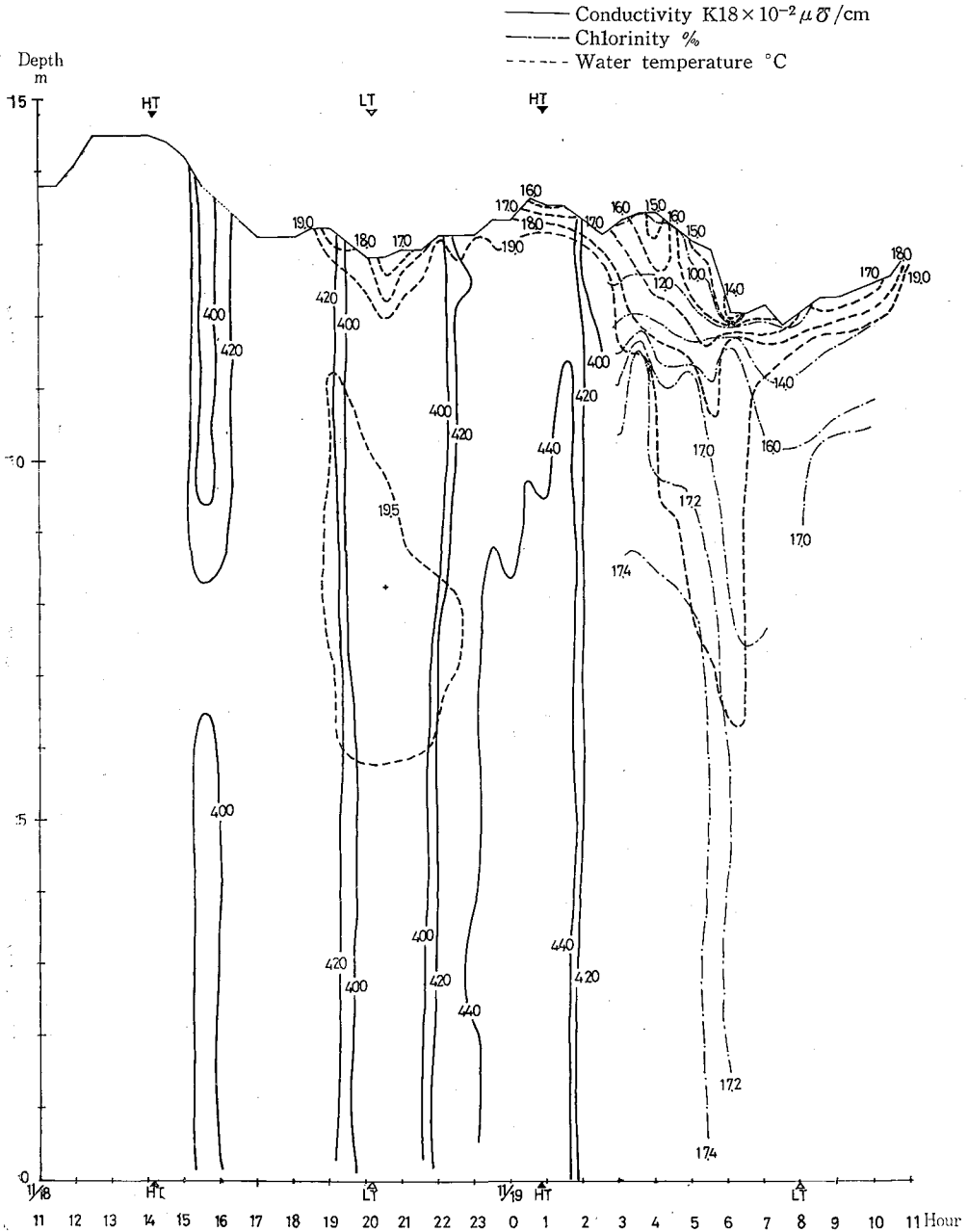


Fig. 16. Diurnal change of factors of sea condition at station A, November 18—19, 1966.

潮差の大きい時は東南流し、潮差の小さい時は東流する。干満潮時は憩流する。極表層の測流値を欠くが、少なくとも0.5m以深の中層では上潮時に侵入する高塩分水のために、下潮時は流下する河川水の影響でどちらもSt. 9の方向に流れる（他の月例観測では西寄りの流向が現われる時もある）。

Fig. 16にA点の水温電導度の、Fig. 17.に同じく流向流速と風の時間変化を示す。水温は大部分が19.0～

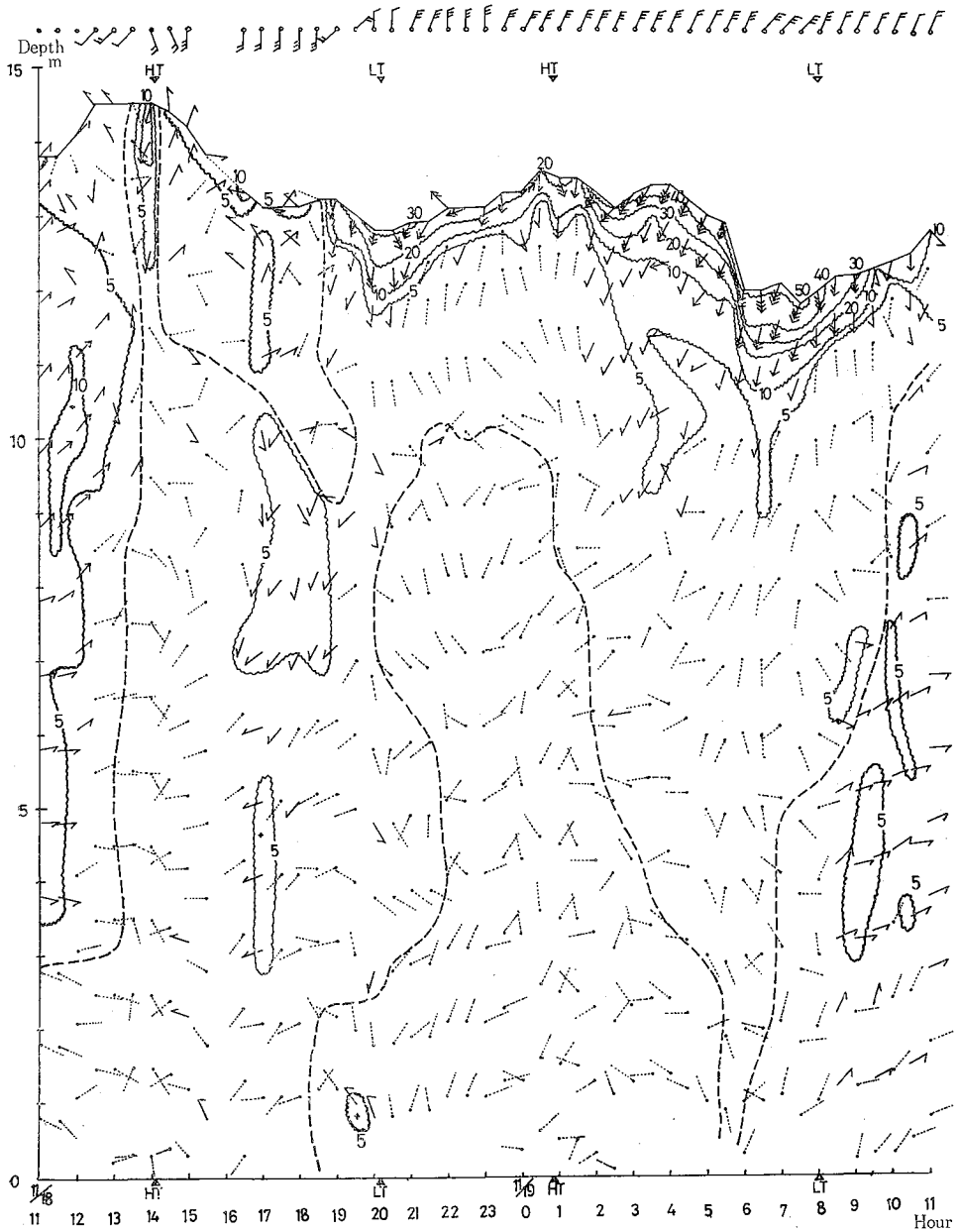


Fig. 17. Diurnal change of wind and current at station A, November 18—19, 1966, symbols are same as in Fig. 11.

19.6°Cであるが、夜間の0~0.5m層は降温し、特に潮差の大きい19日午前の下潮では河川水低下と相まって14°C以下に下る。電導度（塩分量）も上下一様に時間的変化をするが、19日午前の下潮~上潮初期には上層に低塩分水が来て、Cl 16%線は2m層に、12.0%線は下潮中期には1m層にある。潮差の小さい18日夜の干潮前後の2時間も全層を通じて42,000 $\mu\sigma/cm$ 以下となる。これは成層期で、しかも河川流量の少なかった8月には見られなかった現象である。流れはT点とは全く様相が異なり、表層に強い流下流が見られる。

高高潮に至る上潮では底層は初期から、上中層は中期以後溯上し、中期には中層で10cm/secに達する北東流が見られる。これは外部からの侵入高塩分水の先端部（19°C 44,000 $\mu\sigma/cm$ ）で、一部は河川へ溯上する。末期の底層は転流して南東流となる。すなわちこの上潮では底層のみ転流が2時間ほど早い。続く高低潮に至る下潮では、表層は転流せずに初期は溯上を、中期以後は北東進するがいずれも流速は5cm/sec程度である。中層は深は弱く流下する。次の低高潮に至る上潮は、潮差も時間も少ないので極表層は20~30cm/secの速さで流下し、3m層までは上潮全期間流下する。このため北進する流れは底層では干潮前から、中層では干潮時に転流しているが上層にまではおよばない。

次の低低潮に至る下潮は潮差、時間共に大きく、表層の流下流は最も強く、最大流速は干潮前2時間に50cm/sec以上となり、10cm/sec以上の流れは1m層までおよぶ。中層は深も流下するが、中期までは底層も北西流し最盛期にわずかに南流する。末期には北流に転じ、冒頭の高高潮に至る上潮につづく。T点の流れと比較すると、A点で盛んに流下する時にはT点は中層まで東流し、A点で全層北進する。上潮時には南東流する。すなわち河川流下期には流下流の分派がT点を東進し、高塩分水塊の侵入期には出島に当たった反流がT点を南東進する。

Fig. 18, 1—5に航走観測各回の断面Ⅰ（河口沖500m St. 4—5—A—9）、断面Ⅱ（河口沖1.5~2km St. 6—7—8—10）における水温、電導度、流れの垂直断面図を示す。18日の上潮中期（H—3.9~2.3）は無風であった。上潮流はSt. 6のさらに西方を中心に侵入して来るので、断面ⅡではSt. 8の2~6m層に北東流が見られるのみで、42,000 $\mu\sigma/cm$ 以上の高塩分水はすべて東~南に流れる。断面ⅠではSt. 9の0~5m層には10cm/secの低塩分水の南下が見られるが、他の点では底層以外は北寄りに流れる。底層はいずれも東に向かう。19日の上潮中期は潮相がH—5.5~4.3で、18日の上潮中期に比べて2時間ほど早く、上潮初期の終りから中期の初めにかけてである。上潮潮差は19日の方が41cm少ない。風はNE：2が吹いていた。19日の場合は潮相が早いと風のために、0~0.5m層では河口から南西に38,000 $\mu\sigma/cm$ 前後の低塩分水が10~20cm/secの速さで流出している。しかしこれはごく表層だけのことで、それ以外は18日の時よりも侵入の流速は大きい。特にSt. 9では表層に10cm/secの北流がある。上潮初期には10m層で浅での高塩分水の侵入は中期よりも強いことがわかる。上潮末期（H—1.4~0.4）になると、S~SW：2の風が吹いて来た。流れは衰え、特に断面ⅡではSt. 7の表層が北東流するほかは全般に止まり、断面東部への低塩分水の流下が増してくる。下潮初期（H+0.3~2.6）も引き続き同様な風が吹いた。断面Ⅰでは塩分分布は上潮末期とほとんど変わらず、A点は風の影響で1~2m層が北流するが、他は5cm/sec以上で流下しだした。断面Ⅱでは東部表層のみ北流するが、他はSt. 6の5m層を中心に強く南流する。初期には低塩分水の流下は本川河口より天満川河口沖の方に著しい。下潮末期（L—0.9~+0.1）には、NNE：3が吹いている。この下潮は前の下潮より潮差が30cm大きい。断面Ⅰは低低潮時に当り、河口では1m層は深に10cm/sec以上の速さで低塩分水の流下が見られる。これは断面Ⅱの1m層に浅に続いており、35,000 $\mu\sigma/cm$ 以下の低塩分水が宮島瀬戸方面に向かう。しかし1m層は深にはすでに低潮前30分ごろからSt. 7~8を中心に高塩分水の侵入が見られ、特に10m層は42,000 $\mu\sigma/cm$ のものが10cm/secで北東流してきている。

垂直断面図に見られるように各点とも表層に流下低塩分水が、底層に侵入高塩分水が見られるのを除くと、水温、塩分の垂直変化に乏しい。河口海域であるので、河川水低下による成層は当然であるが、8月に比べて成層状態に大きな差が見られる。ただし、筑後川河口のような強混合域に比べれば非成層の状態は弱い。

Fig. 19. に以上の水塊流動を上、下潮時、表および中、下層にわけて模式的に示す。上潮時に河口から低塩

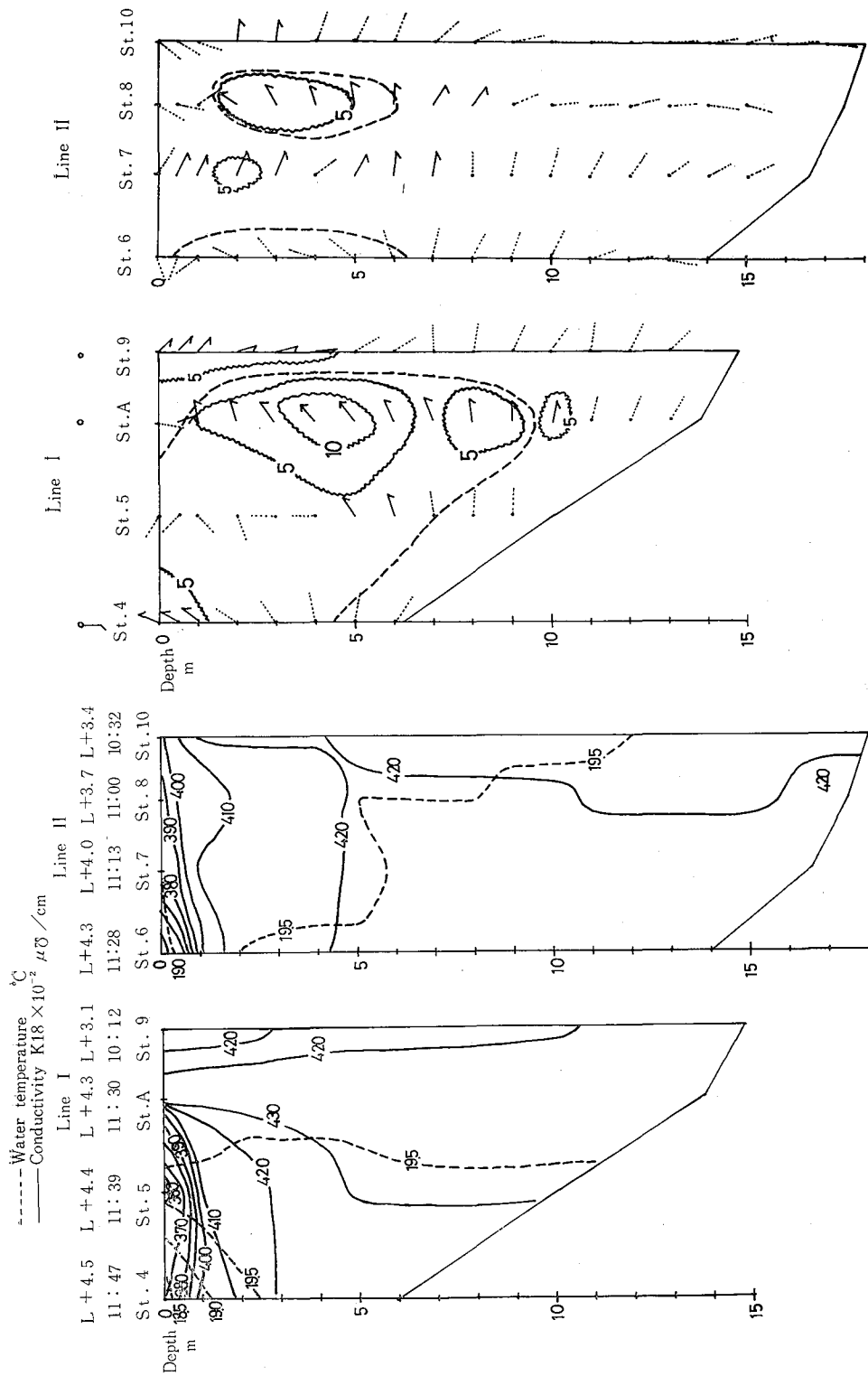


Fig. 18—1. Vertical distribution of factors of sea condition in supplemental investigation, November 18, 1966, symbols of current direction and velocity are same as in Fig. 11. Middle of flow tide.

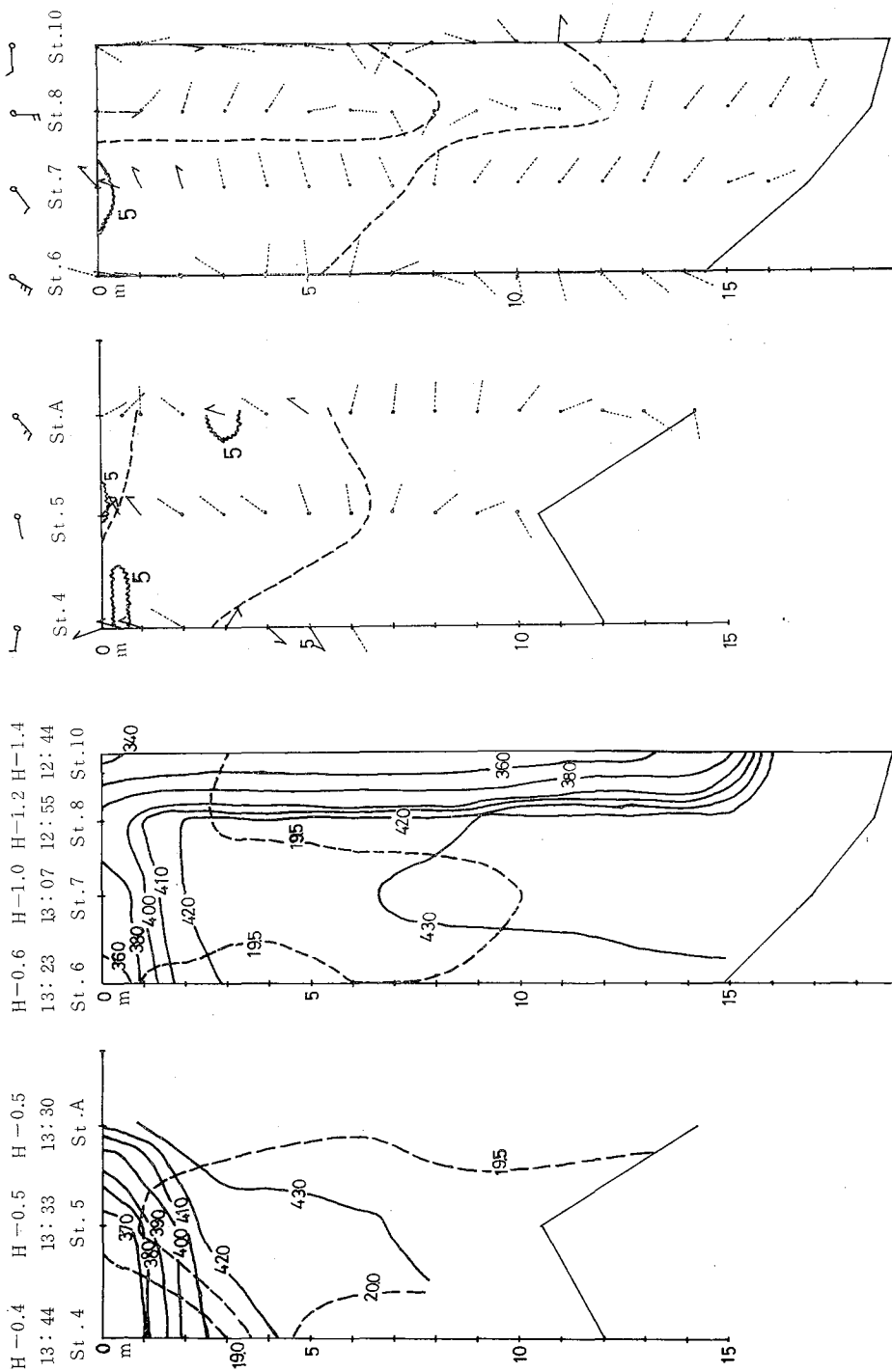


Fig. 18-2. Same as 18-1, November 18, 1956. End of flow tide.

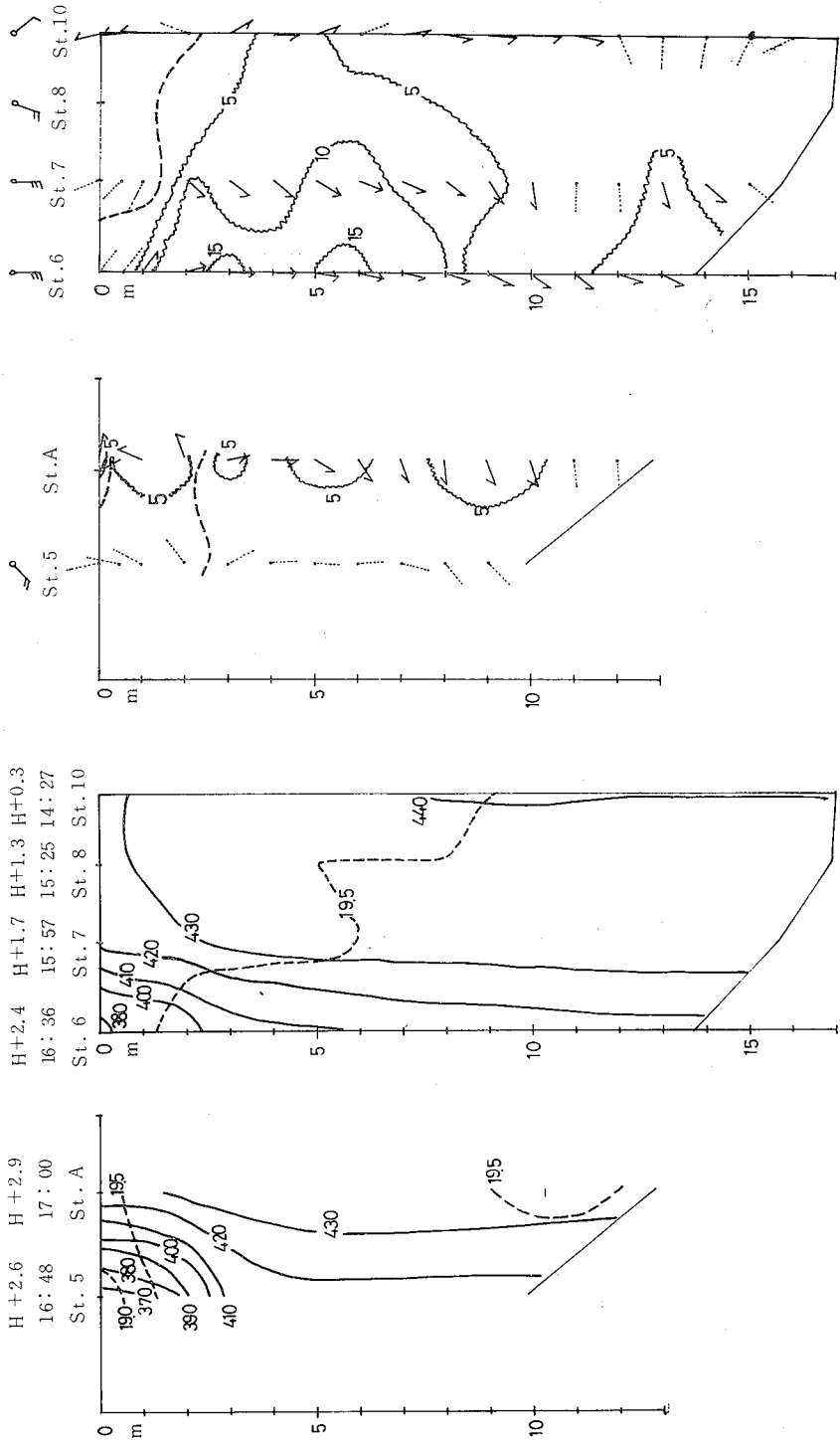


Fig. 18—3. Same as 18—1, November 18, 1966. Early in ebb tide.

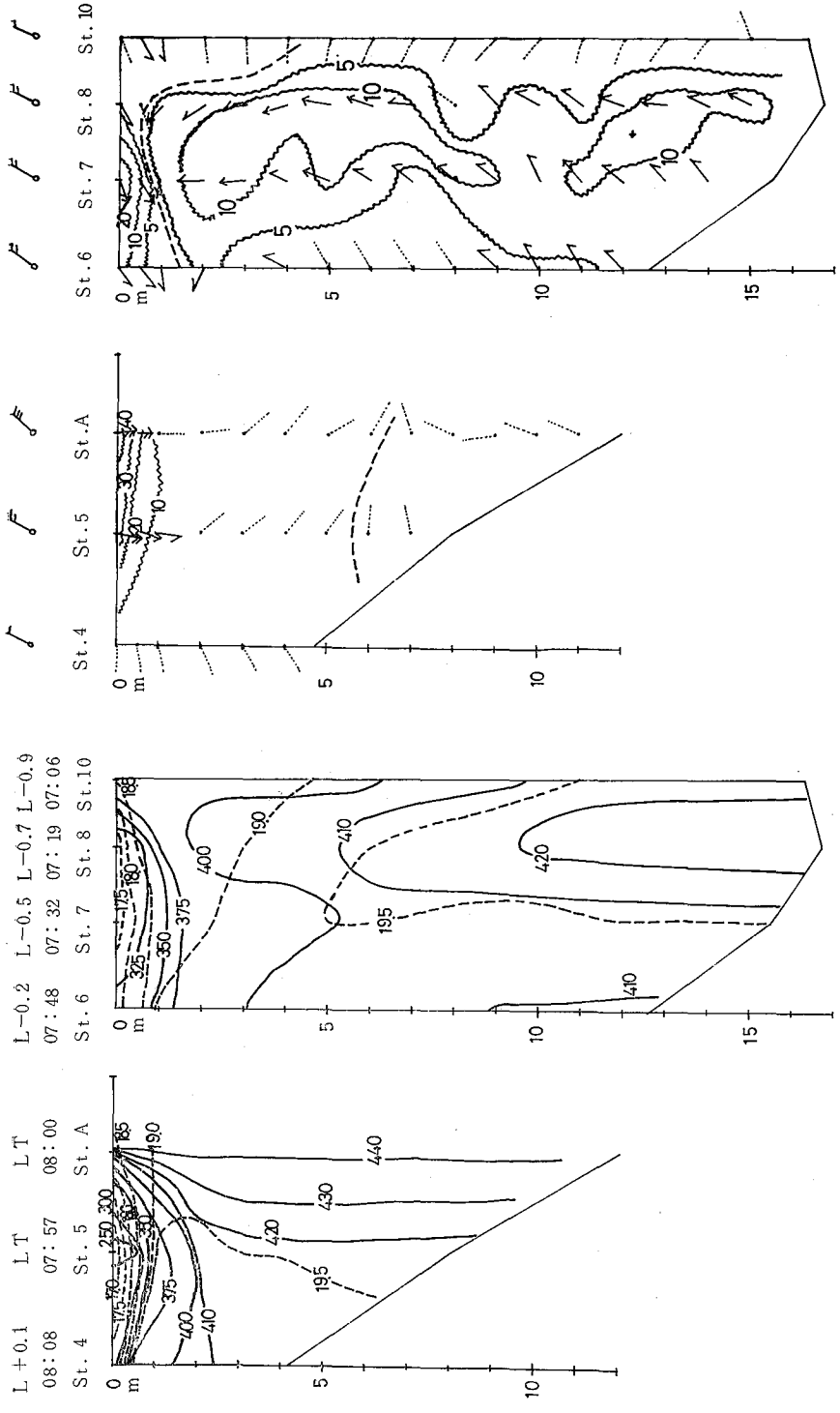


Fig. 18-4. Same as 18-1, November 19, 1966. Low water.

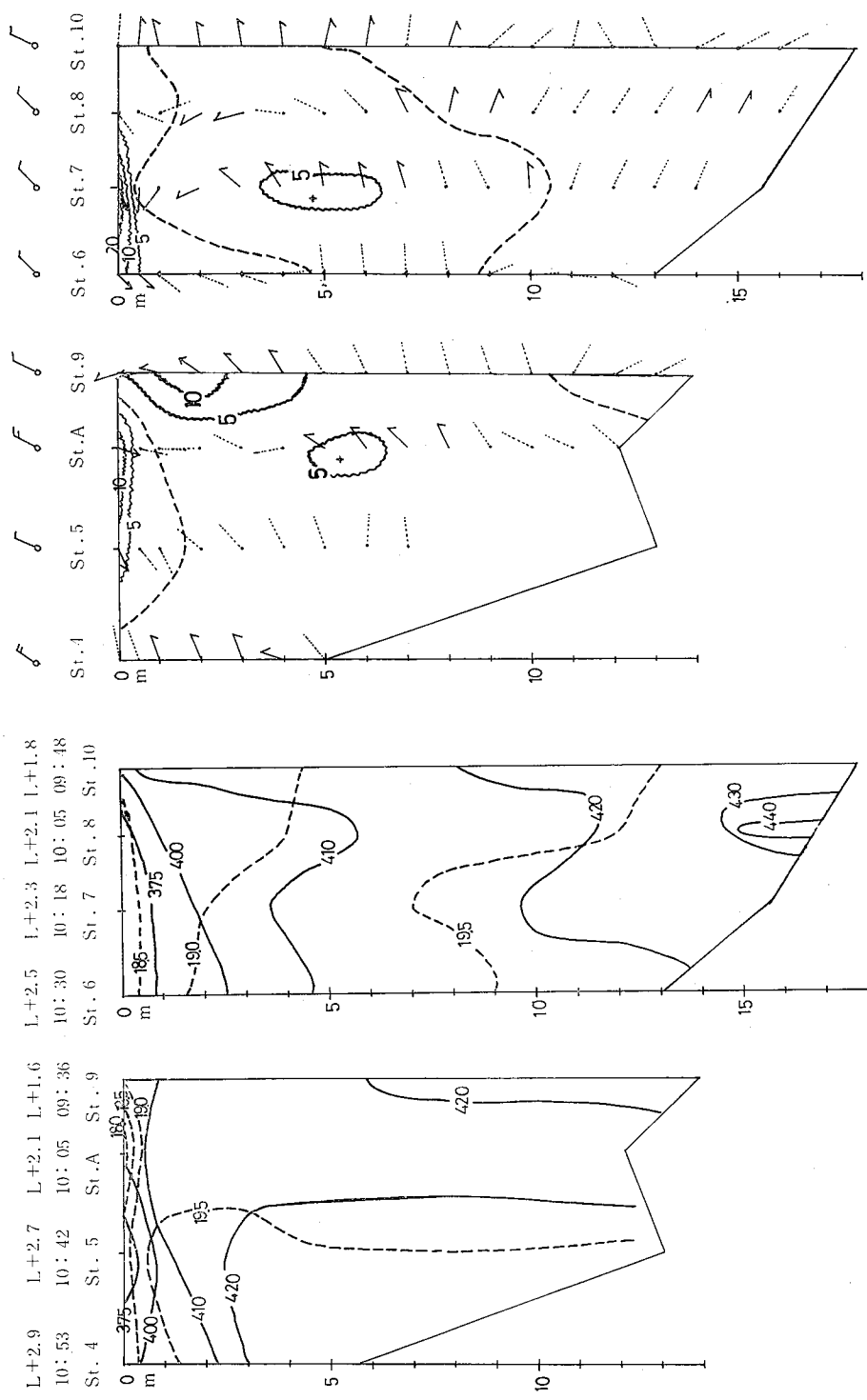


Fig. 18—5. Same as 18—1, November 19, 1966. Middle of flow tide.

水分が東寄りにあふれだし、侵入水はその下をくぐるように北進する。従ってT点附近の表層は全潮時東寄りの流れとなる。天満川河口沖には低塩分水が停滞し、南北流をくりかえす。

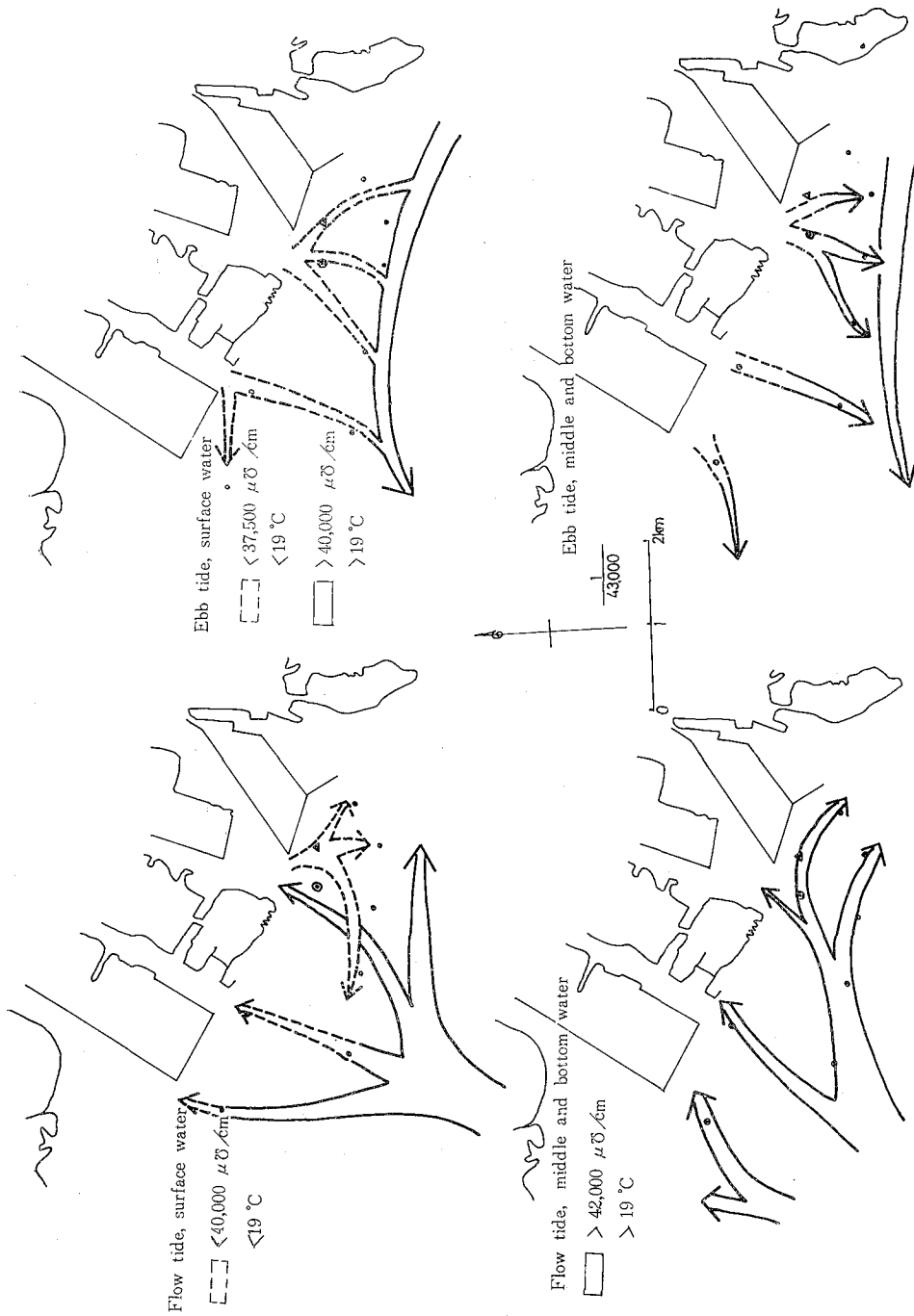


Fig. 19. Hypothetic chart of water mass movement in the investigation, November 18-19, 1966.

4. 河口沖海域海象の通年変化

Table 1. に月例補充観測各回の諸要素を示す。

Table 1. Factors in supplemental investigations.

No.	Date	Time hour	Age of the moon	Maximum tidal range (cm)	Discharge* ¹ of Ōta River at Kumura (m ³ /sec)	Percipitation at Hiroshima (mm)
1	'66. 4. 27—28	13—13	7 — 8	+223	88.4	(26) * ² 10.5
2	5. 25—26	12—12	6 — 7	+287	95.6	
3	6. 22—23	12—12	4 — 5	+345	475.7	(20) 63 (22) 5.7
4	7. 22—23	11—12	5 — 6	+319	76.3	
5	8. 22—23	10—11	7 — 8	+245	63.7	(20) 18.5 (23) 2.9
6	9. 30	7—20	16	+276	174.3	
7	10. 21—22	11—11	8 — 9	+196	45.8	
8	11. 18—19	11—11	7 — 8	+253	54.6	(16) 0.8 (17) 34.5
9	12. 19—20	11—11	8 — 9	+196	45.1	(18) 0.9 (19) 17.9
10	'67. 1. 19—20	11—11	9 —10	-148	74.0	
11	2. 15—16	11—11	7 — 8	+222	75.5	
12	3. 23—24	11—11	13 — 14	-302	107.7	(21) 16.8

*¹ Average of three days before the investigation

*² (day)

9月を除く各回とも一昼夜にわたって観測している。河川流量は観測日前々日からの3日間の平均で、6月の476m³/secが最大、最少は10月の46m³/secであった。月令は4~16で小潮時が多い。観測期間中の最大潮差は6月の+345cmが最大で1月の-148cmが最少である。

1. 気温水温の差

Fig. 20. に各回の(気温) - (表面水温)の値の幅を表面水温値に対照させて示す。

水温は2月の5℃から7月の29℃まで変化するが、15℃以上の4~10月は気温が水温より高く、低温期の11~3月は水温が気温より高い。較差は+7.5℃~-10℃で低温期の方が較差が大きい。気温水温の逆転は高温期に多く見られ、夜間もしくは明け方に気温が低下した時に起こる。

2. 水温成層

Fig. 21. に各回の表面水温幅と底層水温を示す。表面水温の幅(日変化)は高、低両極の時に大きく(6℃)、間で小さい(2~3℃)。これに対し底層水温は変化幅がなく(1℃以内)年の最高最低も表面水温とはずれて、9月の24℃が最高、3月の10℃が最低である。すなわち季節的には1カ月おくれ、値としては幅が5℃狭い。4~8月は底層の方が低い。両者の差は10~12月と3月はなく、6~8月に最も大きい。上下層の水温傾斜℃/m(水温差を水深で除したもの)の幅をFig. 21. に示す。傾斜の最大は0.75℃/mに達する。6、7月が最も傾斜が大きい。水温躍層は4月に3~7m層(15~13℃)、6月に2~4m層(20~18℃)、7月に3~4m層(24~22℃)、8月に4~6m層(24~23℃)、9月に0.5~1m層(23~22℃)に出る。これらのことからA点の水温成層については次のように言えよう。

成層は表面が底層より高温となる4月に始まり、高温期に向かって発達し7月に最も著しく0.7℃/mの傾斜をもち、上下層の較差は5~3℃に達する。躍層は5m附近に出ることが多い。躍層での傾斜は2℃/mに達する。表底層の水温が一致する10月には躍層もなくなり、表層に低温な河川水による成層が見られる外は非成層状態が12月まで続く。次いで1~2月には0.3~0.4℃/m位の傾斜をもった弱い成層が見られるが躍層は認められない。3月には一旦完全な非成層状態となる。すなわち高温期(4~9月)の正列成層と低温期(1~2月)の逆列成層の間に10~12月と3月の攪拌期がはさまっている。表面水温の変化幅が大きい

は、気温および河川水の影響である。

3. 河口における流下流速

Fig. 22. に太田川玖村における 月平均流量を10年平均値と対比して示す。先に11月観測では夜中の上潮が+77cm4.5時間と小さいために、表面で溯上流が現われないことを述べたが、このほか10月 (+34cm 5時間), 12月 (+81cm5.5時間)にも同様のことが見られる。

10, 11, 12月各回の流量は、40~60m³/secで流量としては年間の最低期にあたる。従って上潮潮差がきわめて少ない(100cm以下)時には河川流量が少なくとも溯上流が認められないことがわかる。逆に河川流

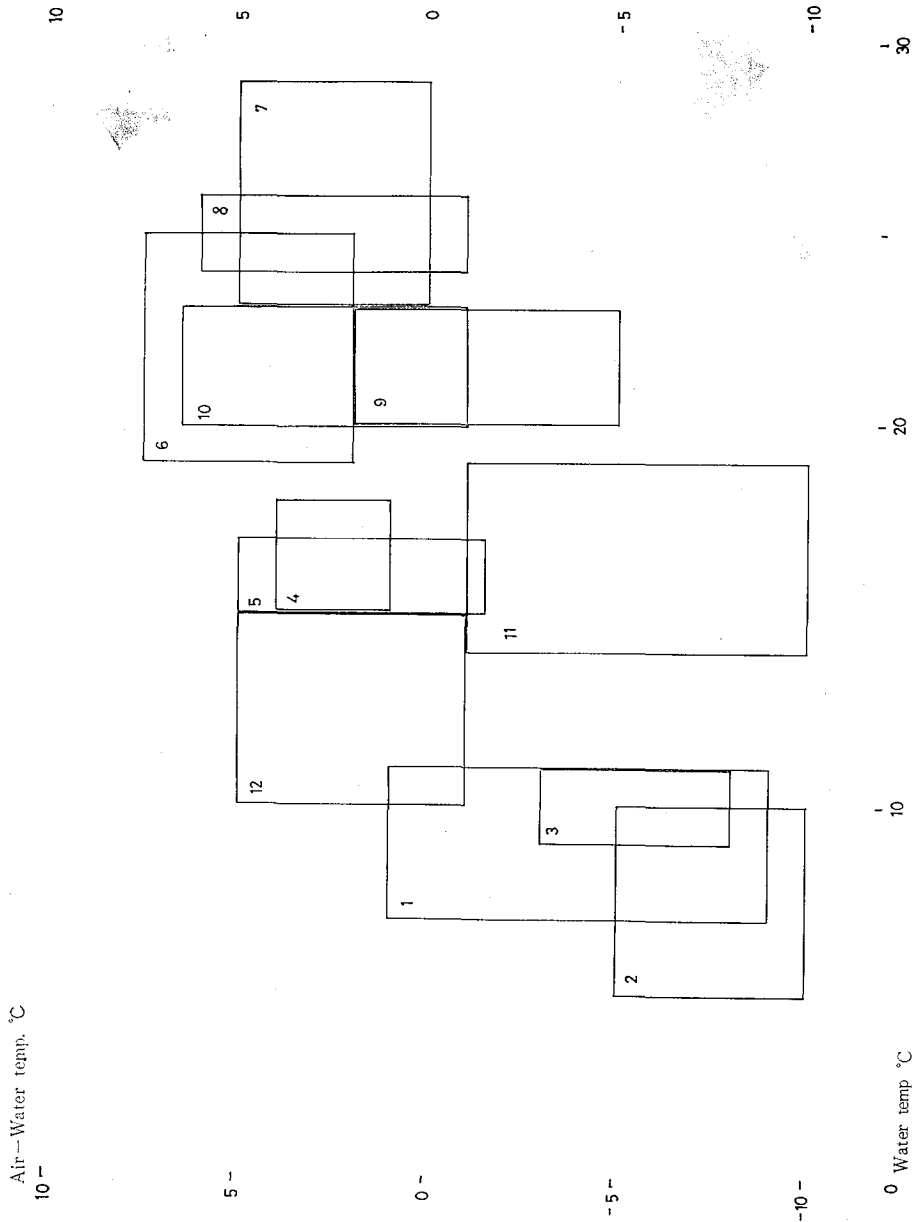


Fig. 20. Water temperature and difference between air and water temperature. Figures denote month.

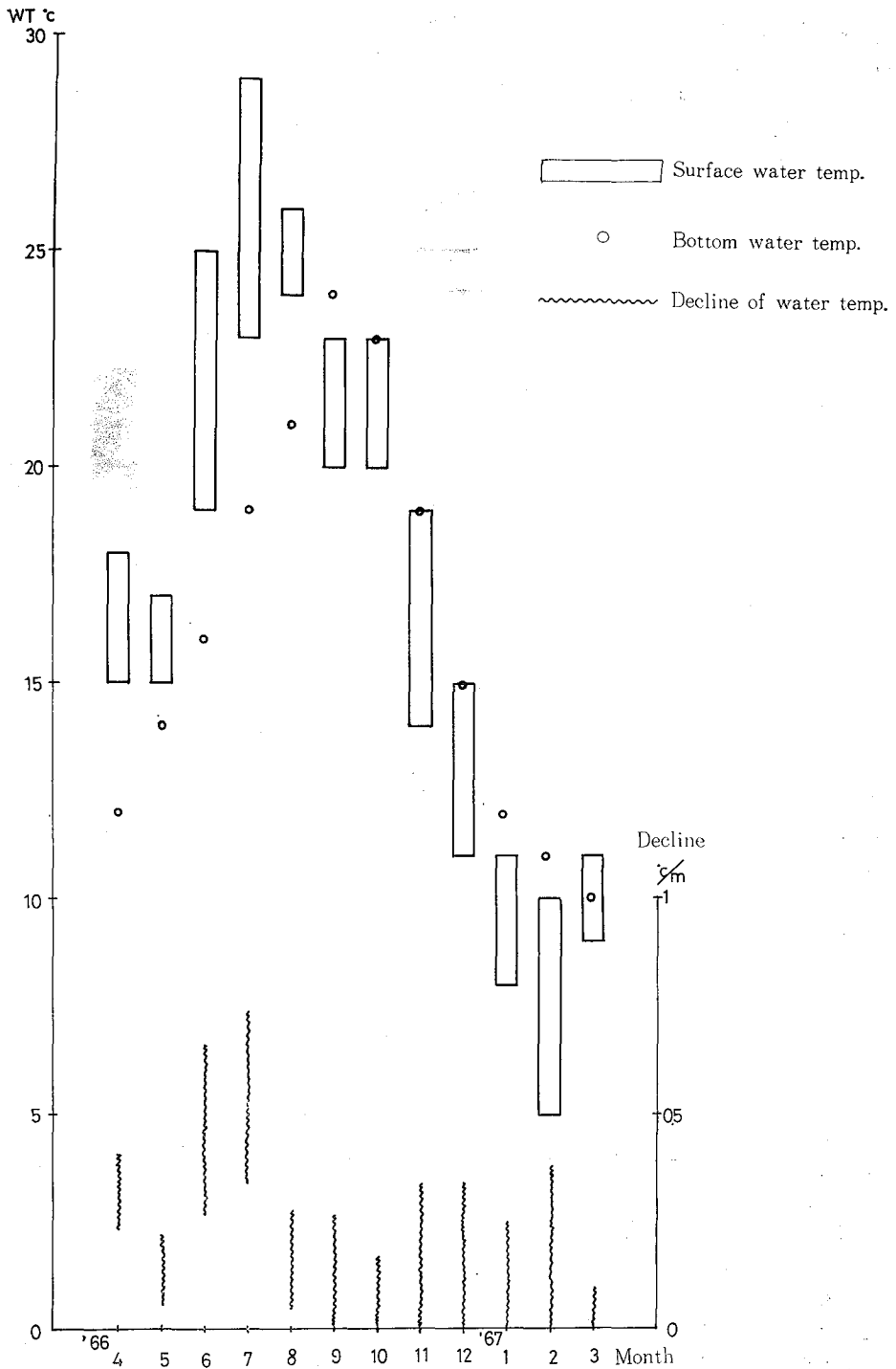


Fig. 21. Surface and bottom water temperature and water temperature decline between surface and bottom water.

量の大きい時、例えば6月は $790\sim 225\text{m}^3/\text{sec}$ で年平均流量の3~10倍あったが、この時は夜の上潮は+345cm 7時間とかなり大きな潮であったにもかかわらず、ほとんど溯上流が現われず表面塩分も上昇していない。すなわち河口正面1kmの地点の表面では河川流量がきわめて大きい時はもちろん、流量が小さい時でも潮差が少ないと上潮時でも流下を続けることがわかる。

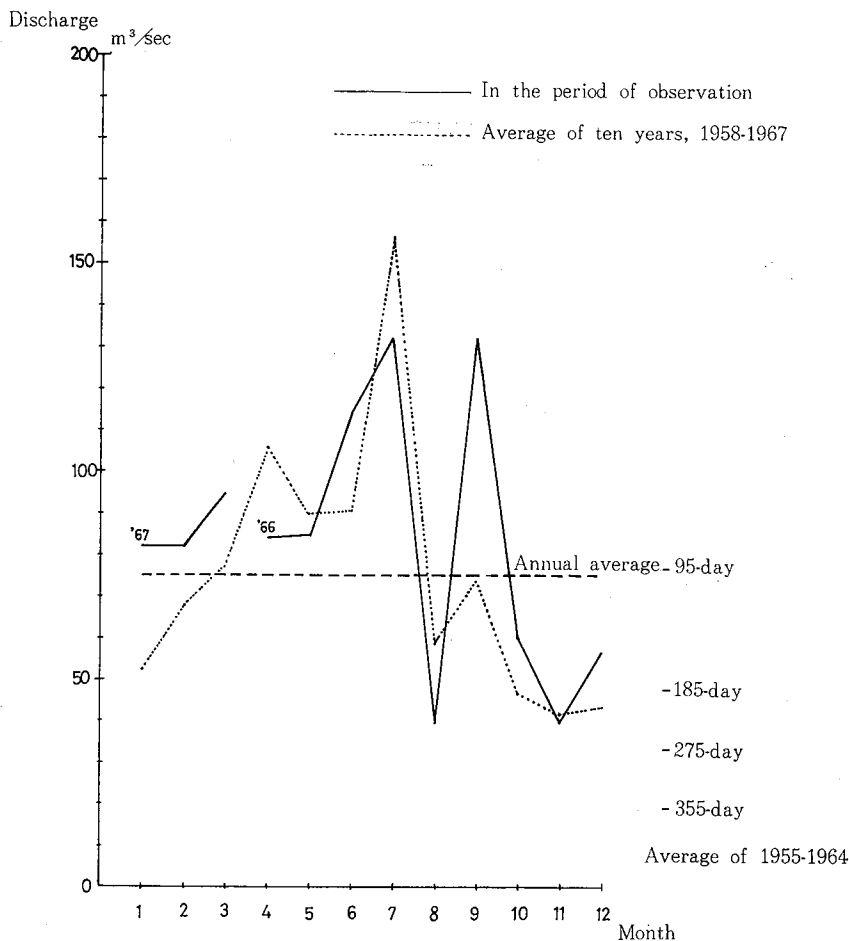


Fig. 22. Average discharge of Ōta River at Kumura.

Fig. 23. にA点の表面最大流速をその時の下潮潮差および観測前日の流量と対比して示す。最大流速はもちろん流下流で、L-3~LTに現われる。図から最大流速の大きさは、潮差よりも河川流量に強く支配されていることがわかる。最大流速時の風向は主として北寄りであるが、5、8、9月は南~西風である（なお8月と9月は2回の下潮のうち、1回分しか観測してない。従って最大流速はこれより大きいものがあるかもしれない）。南寄りの風は表面の流下流速を妨げる方向に働くので、これらの月の図上の位置は無風もしくは北寄りの風ならば更に右に寄るはずである。そうなると流量~最大流速の相関は更によくなる。1月の例はNNE:2の風で一昼夜間の最大流速が39cm/secに過ぎない。この回は潮差や流量に比べ流速がきわめて小さく、また表層の溯上流もほとんど見られず、河口沖での表層水塊の動きが鈍いことを示している。1月19日は日没までW:4の風が吹いており、このため河口に東流を生じ河川水の流下を妨げたものと考えられる。

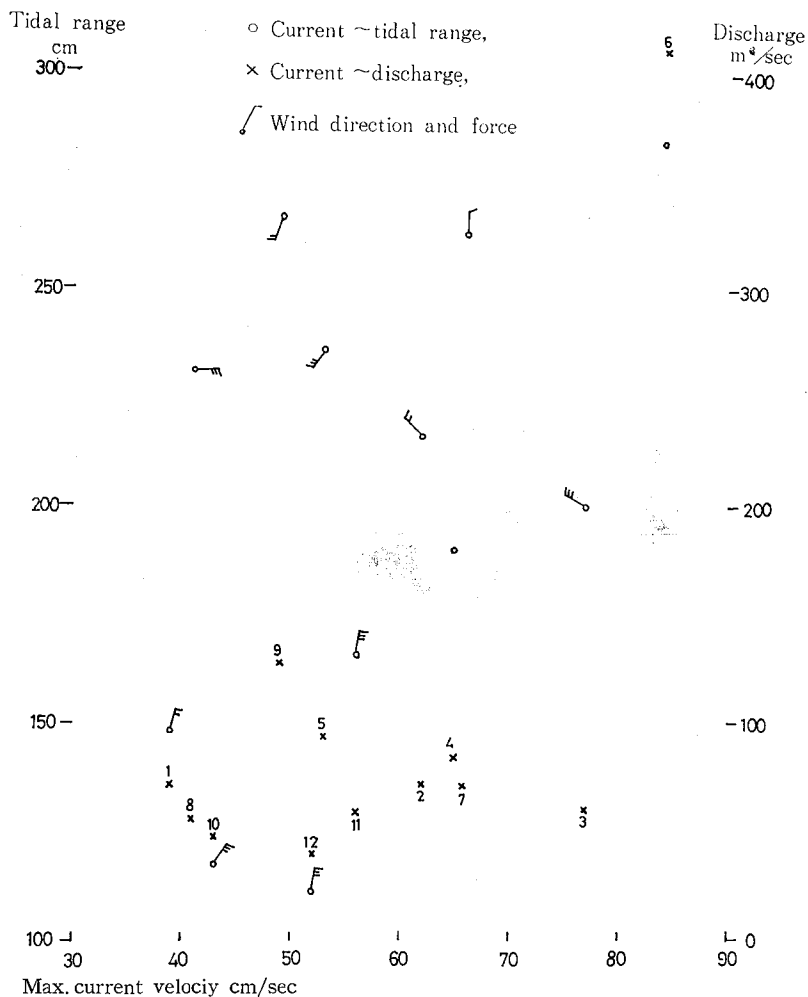


Fig. 23. Relations between the maximum current velocity at station A and tidal range in ebb tide and discharge of Ōta River in the day before investigation. Figures denote month.

4. 河口沖における表面塩分の低下

Fig. 24. に A 点の最低電導度 (k_{18}) を 観測日の 最大潮差および観測日前 2 日から観測日までの流量平均 (\bar{Q}_s) と対比して示す。

最低電導度は $L-3 \sim L+2.5$ に出ている。流速の時のようには明瞭ではないが、潮差、流量が大きいほど電導度は低くなる傾向が認められる。特に流量も潮差も最大の 6 月は電導度 $1,700 \mu\sigma/cm$ ときわめて低くなる。

A 点で測定する電導度は、河川流下水が河口沖で海水と混合したものであり、この混合に影響する要因として温度や風があり、流速のように単純ではない。加えて A 点の位置は必ずしも毎回一定でなく、河口沖 1 km ぐらいの所では少しの位置のずれも水塊配置からいうと大きな差を生じる。このことが相関の悪い一因と考えられよう。

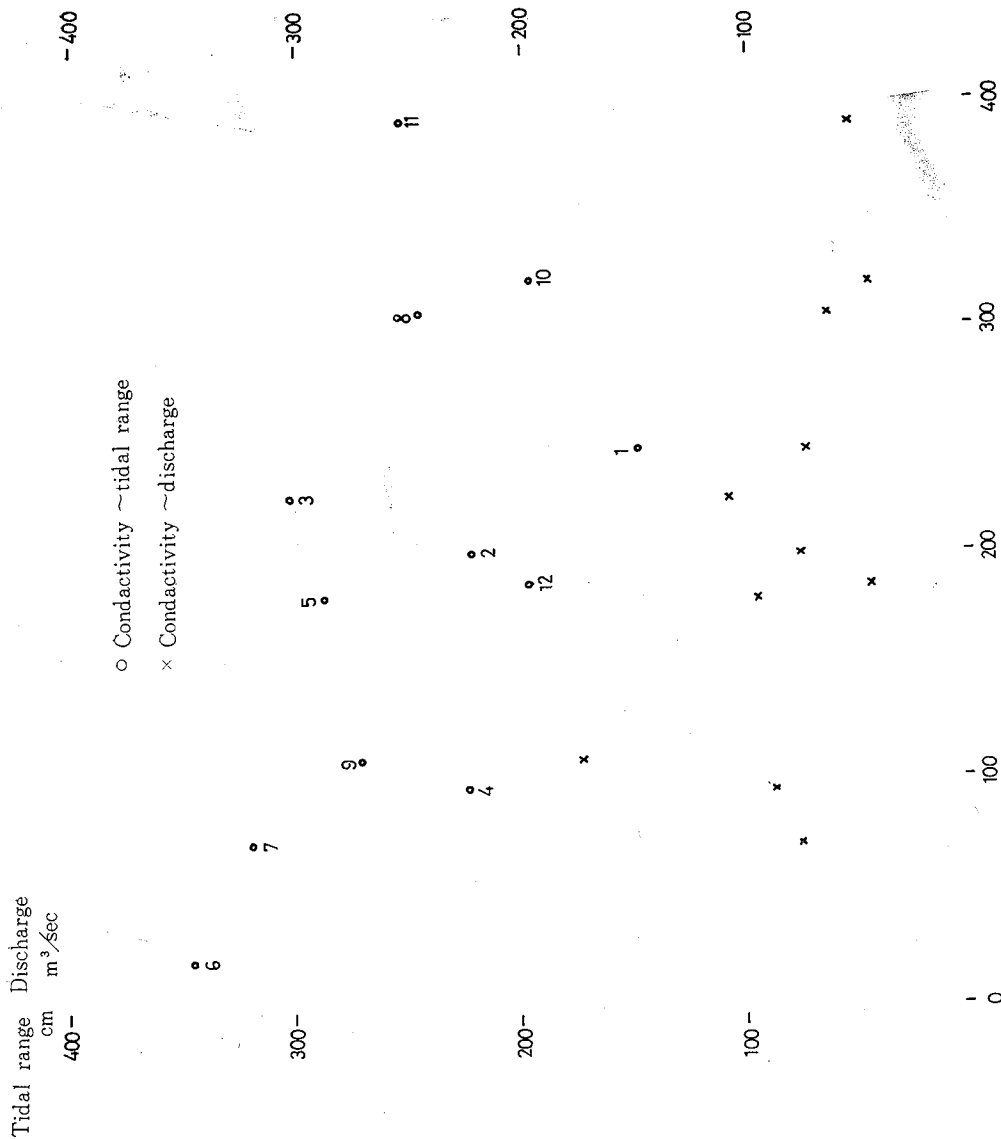


Fig. 24. Relations between the minimum conductivity at station A and the maximum tidal range and average discharge of three days before investigation. Figures denote month.

同様の試みをT点の記録を用いて、流量が比較的多い1967年3月21~31日と、最も少ない1966年11月20~28日について行なって見よう。Fig. 25.に両回の相つぐ2潮時間の最低電導度（表面）を、その前の下潮潮差およびその前日の流量と対比して示す。最低電導度はほとんど上潮前半期に出るが、干潮後1時間ぐらい経ってからのことが多い。これは流下開始時には溯上した高塩分水が流下するからでもあろうが、前述のようにT点は河筋を外れているので、低塩分水が河口から直達しないことにもよろう。11月の場合は流量は35~60m³/secで年間の最低期に当り、3月は75~180m³/secで年平均以上の時である。相関の傾向はFig. 24.と同様であるが相関度は更に悪く、特に11月は流量にも潮差にもほとんど相関が認められない。しかし、3月は潮差との相関はやや明らかである。

河川流量が年平均流量（75m³/sec）以上の時には、河口沖表面塩分は潮差が大きい時ほど低下する。

以上の諸例から河口海域では、表面の流速や塩分は河川流量に強く支配されるが、これと並んで潮差が大

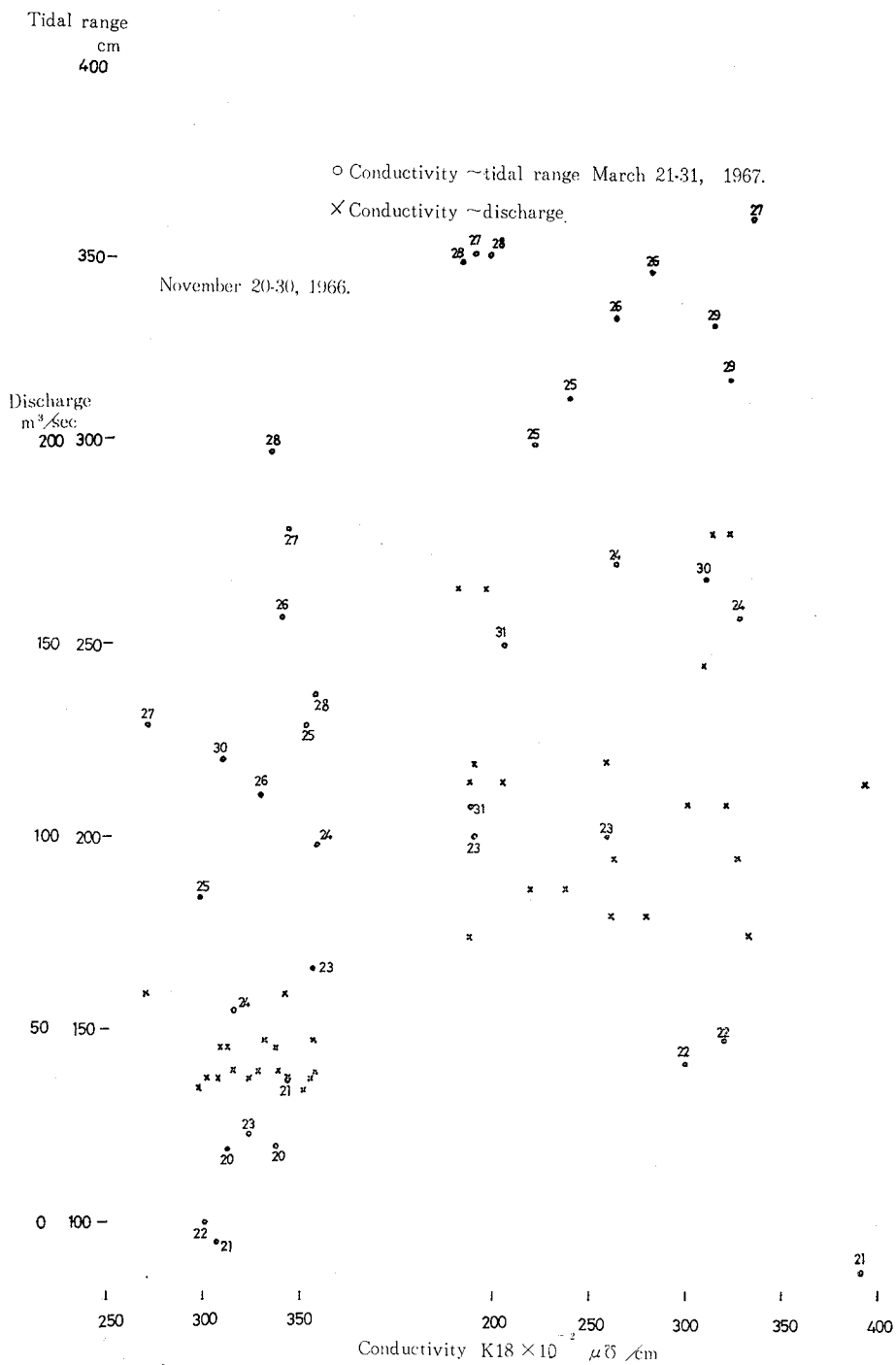


Fig. 25. Relation between the minimum conductivity at station T and tidal range of ebb tide and discharge in the day before the investigation.

きくて強混合域である筑後川河口沖海域ほどではないが、潮差にも強く影響されていることがわかる。

5. 河口沖における低稀釈倍率水塊の分布

各回の航走観測結果から、最高電導度とそれを被混合海水とした時の6倍稀釈電導度、および6倍稀釈水塊が河口から最も遠ざかる潮時とその位置（河口からの距離もしくは最遠測点 St. 8における存在水深）を Table 2. に示す。（8月は電導度を測定しなかったため塩素量を用いた。3月は干潮時前後の観測がない。※印は推定値）

Table 2. The maximum electric conductivity and the location of neritic water (river water 1 + sea water 5) in each supplemental investigation.

Date year month	Max. conductivity (K18 × 10 ⁻² μS/cm)	×6 conductivity (K18 × 10 ⁻² μS/cm)	Tidal phase	Distance from river mouth(km)	Depth at St. 8 (m)
'66 4	442	367	L-3	>1.2	1.6
5	450*	370*	L-1	>1.2	0.2
6	450*	370*	L+2	>1.2	2.7
7	424	352	L T	>1.2	>bottom
8	(17.81)	(14.8)	—	<0.5	
9	451	374	L T	>1.2	0.9
10	445	369	L-2	1.6	
11	442	367	L T	>1.2	0.9
12	—	370*	L T	>1.2	1.1
'67 1	443	368	L-1	0.5	
2	451	374	L-2	0.9	
3	451	374			

出現の潮時は、下潮後半～干潮時である。7月の時はSt. 8の全層が6倍以下で、恐らく6倍線は表面で2 km以遠に至っていると考えられる（25日に広島水試の観測があり、河口沖10kmの地点でL+2に表面の稀釈倍率は6倍であった）。河口からの距離が大きいほど、またSt. 8以遠の時はSt. 8での存在層水深が大きいほど流下河川水の勢力が強いことを示すと考えられるが、年平均流量75m³/sec、潮差200cm以上の時はすべてSt. 8以遠であった。St. 8の存在水深の大きさは、流量よりむしろ潮差による影響の方が強い。また高温成層期のものはすべてSt. 8以遠であり、攪拌期には河口沖1 kmぐらいの表面にとどまる。成層期は河川水と海水の混合が悪く、表層の低塩分水塊は攪拌期よりよく保たれる。このことは河川を經由して来る汚染因子が高水温期ほど海に出てからも稀釈されにくく、水温の高いことと相まってそれだけ河口沖海域表層における汚染の影響が大きいことを示しているものといえよう。 (未完)