

笠岡灣海洋調査報告*

(内湾の微細海況に就いて)

村上彰男

Oceanography of Kasaoka Bay in Seto Inland Sea
Akio MURAKAMI

It is well known that oceanographical conditions in the littoral region are more variable than in the open sea. Analysing general conditions through the past oceanographical observations, we carried out several investigations in Kasaoka Bay, during May, 1952-March, 1953 to study the locally controlling factors.

This bay is situated in the middle of Seto Inland Sea with an open mouth to the south. A river flows in from the northwest and there is a narrow pass out to Inland Sea at the east end of the Bay. Our primary concern centered on the tidal movements of water masses and their seasonal variations.

Their general features resemble to those of the western Inland Sea (Bungo-Suido type), while superposed variations were successfully explained by tidal exchanges of water masses through the mouth. The effect of the river was limited in the western part of the bay and the pass at the east end seemed to be of little importance to the bay. Turbidity was observed to increase under the strong west wind in the winter. Dominant species of *phytoplankton* was *Chaetoceros*, and *Rhizosolenia* was abundant during winter to summer, while *Skeletonema* during summer to autumn.

目次

- § 1 調査概要
- § 2 湾の概観
- § 3 本調査以外の資料に依る海況因子の変化
- § 4 第1回調査
- § 5 第2回調査
- § 6 第3回調査
- § 7 第4回調査
- § 8 第5回調査
- § 9 第6回調査
- § 10 追加調査
- § 11 海況因子の年変化
- § 12 Plankton 分布
- § 13 論議
- § 14 結語

(附) 内海中央部に於ける東西両水系の離合に就いて。

§ 1 調査概要

或水域の生産力を1ヶ又は数ヶの海況因子で標示しようという試みは色々行われているが、花岡は内湾海域に於ける漁獲量と微小懸濁物質質量(透明度より誘導したもの)との間に実験式の成立することを示した。この関係を笠岡湾に於いて追求するために昭和27年度に於いて同湾の海況調査を海況科が、漁況調査を漁況科が分担して行ったがその内海況科の行った結果を報告する。

本調査に従事したのは海況科杉目宗尚、久岡実、尾島雄一、種苗科高森茂樹、仁科重巳、漁況科高森真一、

*内海区水産研究所業績第43号

折橋一正、小出高弘の各技官である。

御指導に与った花岡所長、御協力を賜わった広島大学水産学部海洋学教室及び調査船黒潮丸、かもめ、岡山水産指導所玉島支所並びに調査船岡山丸、内海区水産研究所調査船内海丸、日下部生産力部長、笠岡支所安田支所長及び支所員、尾道試験地井上漁況科長の各位とデータ整理に従事された山下繁子嬢、原稿整理に従事された長原鈴子嬢に厚く感謝する。

尙本調査以外のデータとして使用したものの内笠岡支所で行ったものは次の人々によって実施された。之等のデータ中には未発表なものが多いが使用を快諾されたことを深謝する。

- 1) 1939年～53年支所前に於ける毎日観測：支所全員
- 2) 1947年～51年支所前調査船碇泊地に於ける月4回の観測：観測は日下部台次郎、森本勝巳両技官外支所員が行い、化学分析は久岡実、プランクトン査定は仁科重巳両技官が夫々行った。
- 3) 1940年度神島周辺海洋調査：畑久三、徳永英松、仁科重巳各技官
- 4) 1951年度湾内観測：安田治三郎、仁科重巳、高森茂樹各技官

一般に内湾の海況は潮汐による水塊移動、水深が浅いために生ずる外部よりの温度等に依る影響、陸よりの流入水の影響等が顕著なために可成複雑である。更に養殖業等の要求する小海域の海況を把握するためにも気象学に於ける微気象に比適する微海況ともいふべきものが問題となってくる。従って調査の方法も従来の外洋若しくは広い海域を対象としたものから一步進んで内湾海洋学とも称すべきものに立脚した方法が取られねばならぬ。昭和26～27年度に行った広島県海田湾調査（未発表、dataは内海区水産研究所資料）の結果からも単なる定線観測の繰返しでは海況を充分つかみ得ないことを知ったので本調査は次の方針で進めることにした。第一に得られた観測データを一定の潮時のものに補正して潮汐等に依る海況の刻々の変化に対処すること。このために湾内数ヶ所で昼夜観測を行って日間の海況変化を知り更に出来るだけ短時間内に出来るだけ多数の測点で観測を行い湾内の日間の水塊移動状況をつかむ。第二にこの様にして得られた湾内の水塊移動状態から湾を構成している各種の水塊を見出し、局部的に各水塊がどの様にして行動しているかをしらべること。このために湾内の特定区域を対象として観測を行う。第三に各々の水塊が年間を通じてどの様に変化するかをしらべること。このために各水塊毎にその水塊を追求するのに都合のよい代表的な測点をもうけ、この点を年間を通じて観測する。以上の様な方針で調査を進め、昭和28年3月の観測を以て一応調査を終了したが、人員経費の点等から甚だ不満な結果に終わってしまった。例えば第一の点で日間の海況変化は季節により相異なることが考えられるが、昼夜観測及び一斉観測は5月、7月しか実施していない。第三の年変化は更に長年変化を観測する必要がある等であるが、この長年変化については過去笠岡支所に於いて行われた支所前の毎日観測・毎週観測及び昭和15年度、昭和26年度の湾内横断観測の結果を参照した。幸い昭和28年9月海況科は笠岡支所に移ったので、目下湾内主要水塊たる水島灘よりの侵入水塊及び湾奥部の混合水塊を観測中で、今後この結果を補足して報告を完結させたいと思っている。実施した調査は次の通りである。（各図のdataは内海区水産研究所資料参照）

第1回調査 May 1952年 湾内水塊の流動状況をつかむことを目的とした。

観測時刻*

横断観測 23May St. 201～224 上潮時07.40～10.30 満潮10.30
月令 28 下潮時12.50～16.20 干潮17.00

昼夜観測 24～25May St. A. B. C. 10.00より2時間毎に13回潮流観測を含む。

第2回調査 July 1952年 第1回と同様の目的で行った。

観測時刻

横断観測 23July St. 202, 205, 206 15.10～16.35 満潮12.05 干潮18.25 月令1

観測時刻

24July St. 225～264 上潮時08.40～12.30 満潮12.30
下潮時15.00～18.50 干潮18.40

昼夜観測 25～26July St. D. E. F. G. 09.30より2時間毎に13回採水し1時間毎に潮流観測を行った。

〔脚註〕* 時刻の表示は24時間制とし、4桁の数字のみで示し、最初の2桁は時を後の2桁は分を示す。

第3回調査 22Sept. 1952年 第1第2回観測の結果から得た水塊分布状況に基き主要点のみを横断観測した。

横断観測 測点数12点 観測時間08.30~16.00 満潮12.50 干潮19.00 月令3
 第4回調査 25Nov. 1952年 E点を通る東西断面(34°27' N)に於ける流量及び湾内に流入する灌漑用水調査を行った。

横断観測 測点数10点 観測時間03.40~17.35 満潮18.00 干潮11.15 月令9
 第5回調査 16Jan. 1953年 湾東部の精密調査を行った。

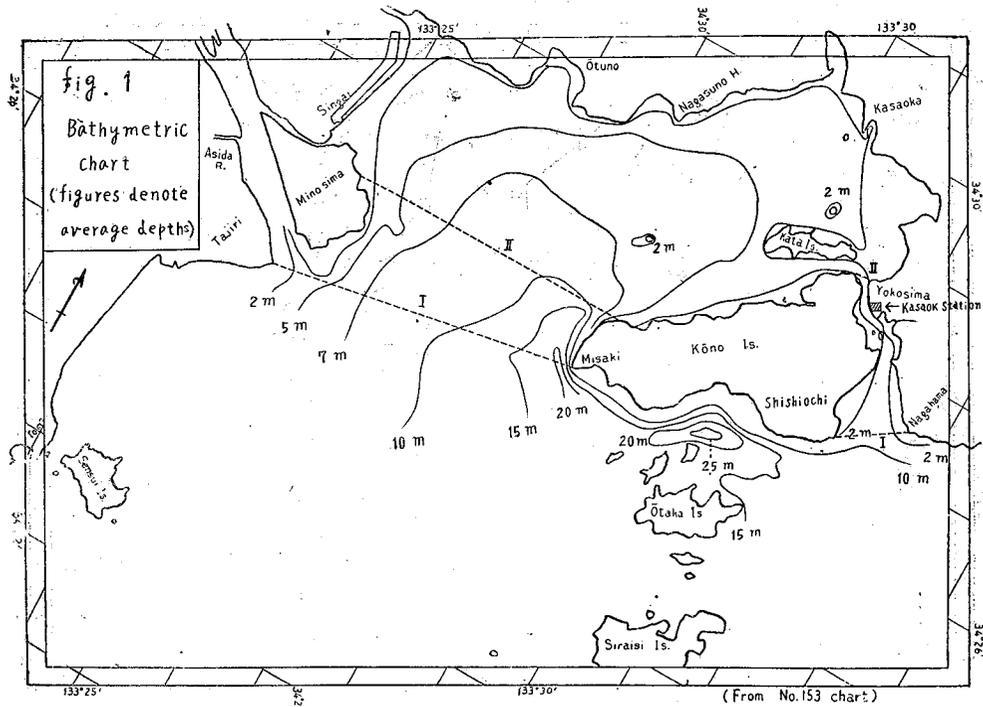
横断観測 St. 228~275 測点数19点 観測時間08.20~17.20 満潮12.00 干潮18.15 月令2
 第6回調査 8 Mar. 1953年 湾外部の調査を主として行った。

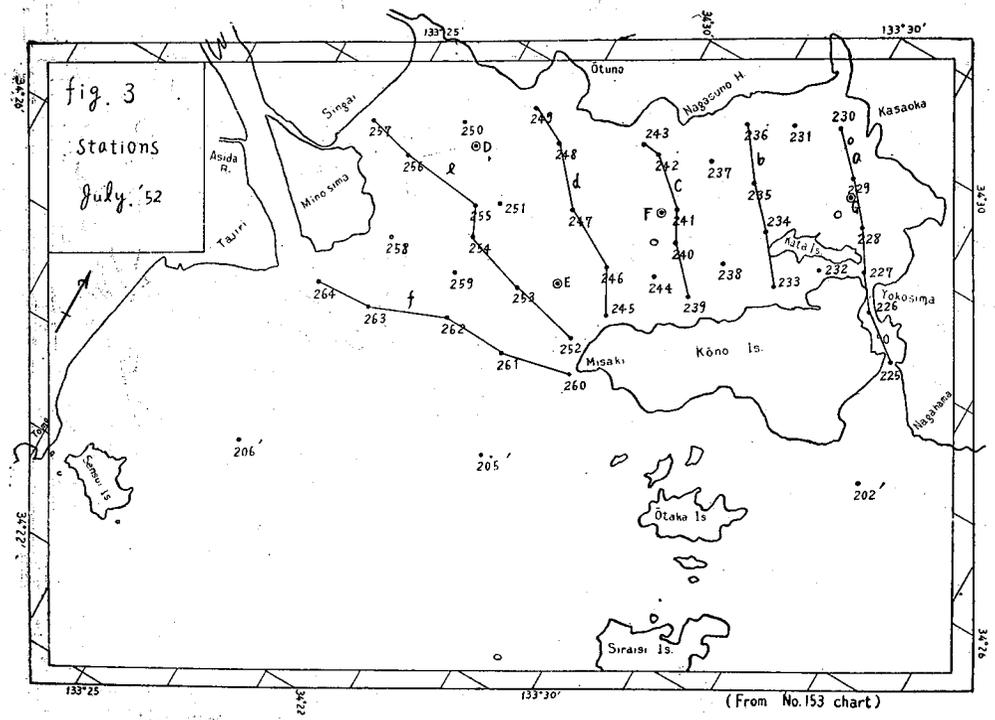
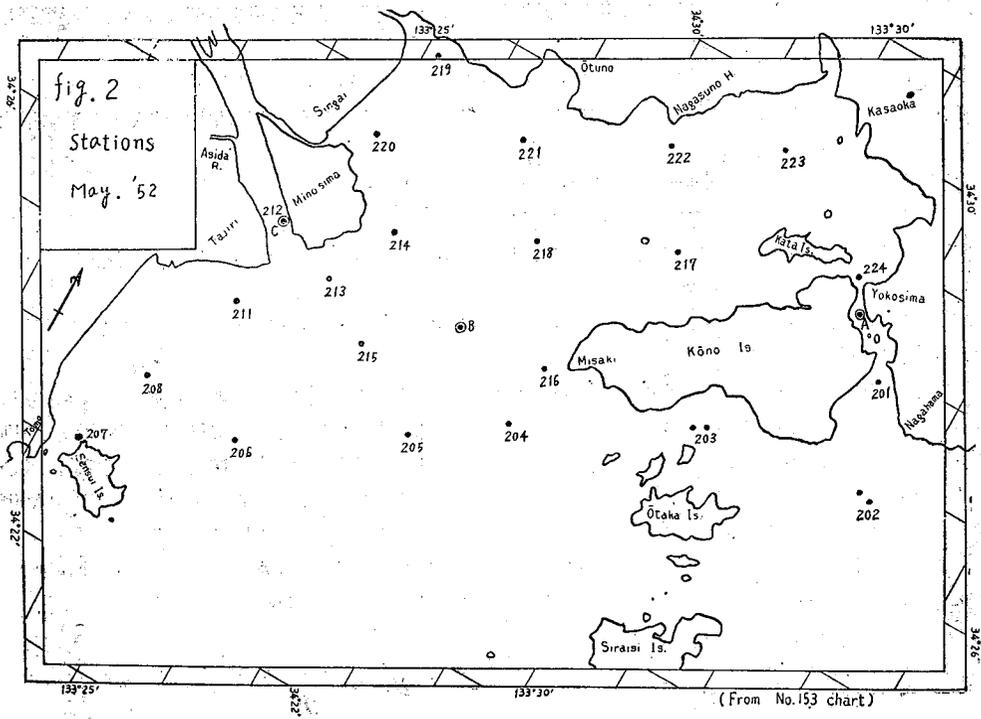
横断観測 St. 277~286 測点数11点 観測時間07.10~13.00 満潮14.55 干潮09.45 月令23
 Fig 2~7に各回の測点を示す。

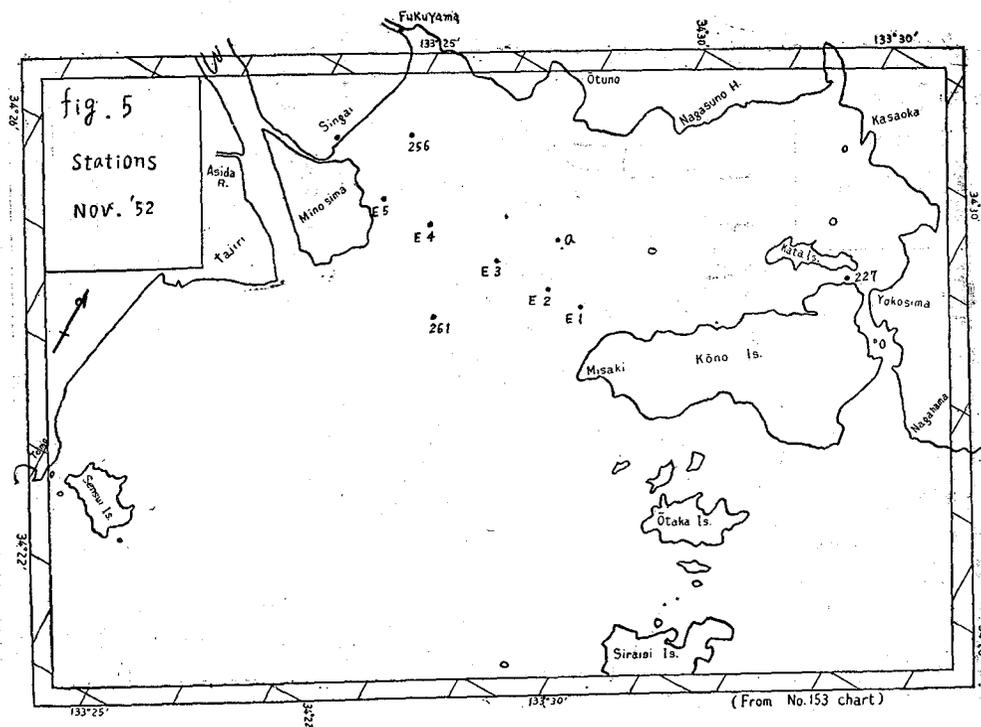
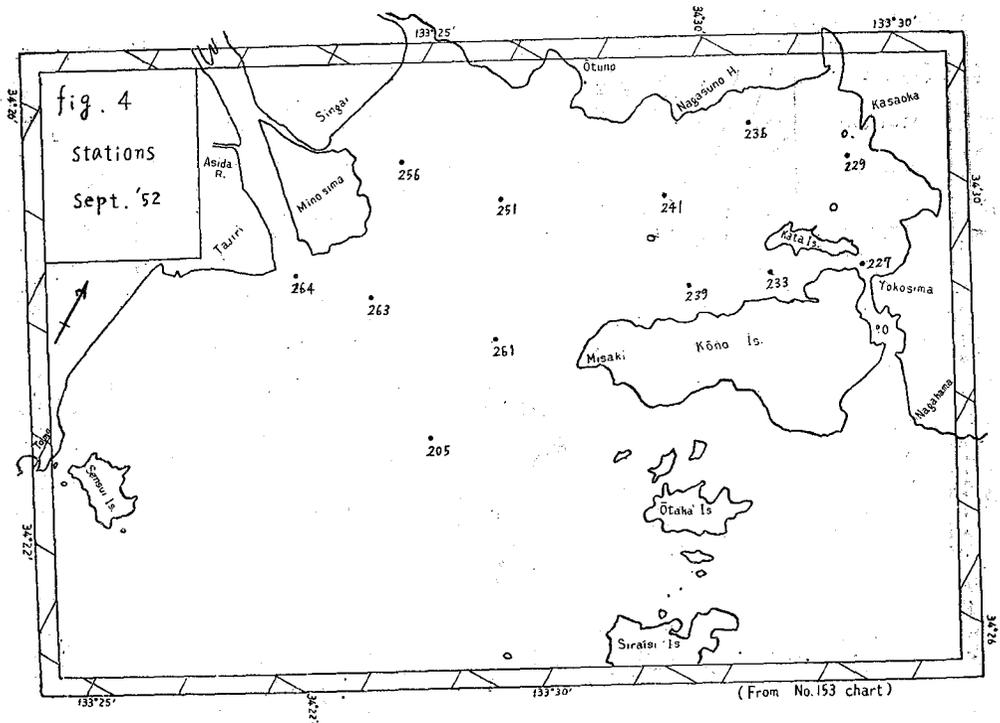
観測項目は水温・採水・水色・透明度・Plankton採集・気象(気温, 気圧, 風, 雲)・測流で, 海水分析は塩素量・酸素量・磷酸態磷量・硝酸態窒素量を夫々海洋観測法記載の方法に準じて行った。採水層は原則として0, 2, 5, 10m及び底層とし, 必要に応じて0.5, 1, 4, 6m層を加えた。採水器は顛倒採水器及び北原式B号採水器を用い, 浅処で採水層の細かい時はゴム管を用いてサイフォン式に採水した。测温は顛倒寒暖計・棒状寒暖計及びM型電気抵抗寒暖計を用いた。Plankton採集は北原式定量NetのGG32番(H)・X X13(K)の兩種を用いて, 底より表面迄垂直曳を行い, 浅処では表層水を採水して採集した。栄養塩類分析・Plankton採集は一部の測点では省略した。測流は昼夜観測にはEkman-Merz流速計(強流計・弱流計)を用い, 其他の場合は海流板を用いた。

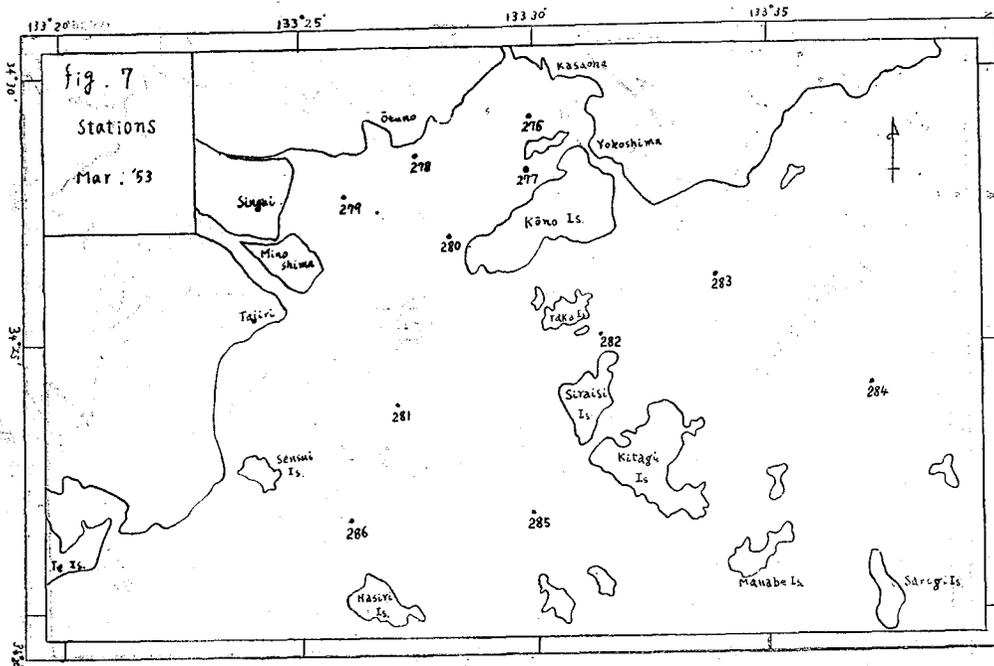
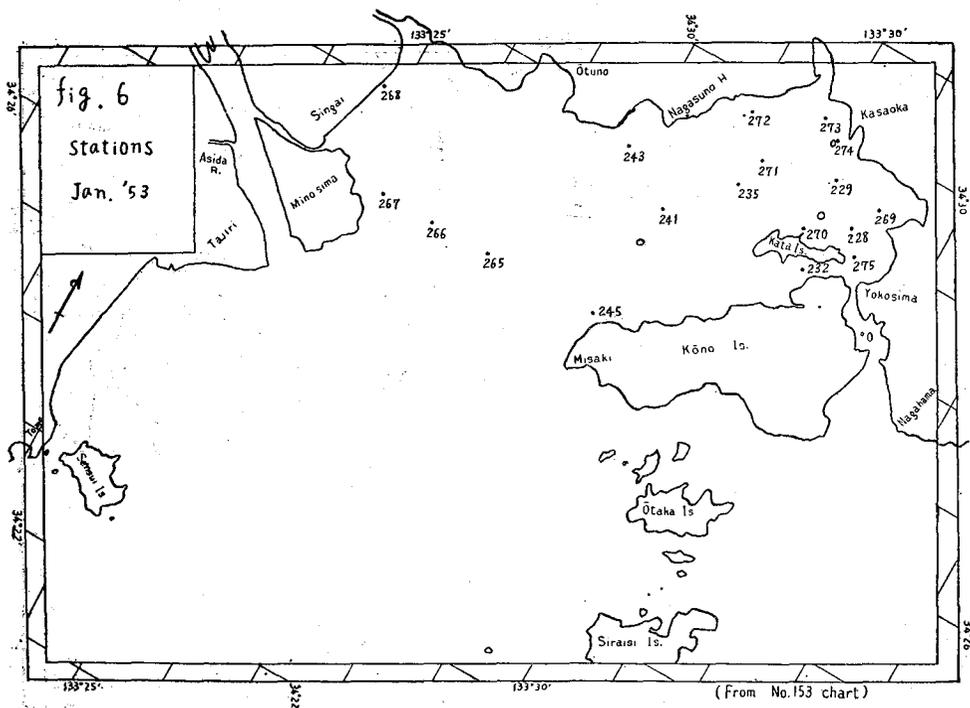
§ 2 笠岡湾概観

本湾は内海中央部の備後灘と備讃瀬戸の境にあり, 湾外一帯を水島灘と呼んでいる。一般に神島仙醉島を結ぶ線以北を笠岡湾と称する。Fig. 1に湾の平均深度を示す。面積は御崎一田尻・長浜一獅子落鼻(Fig. 1 Iの線)以北で48km²。平均水深時の水深は御崎附近に20m以上の海溝を有する外は, すべて10m以下で東









北部湾奥は5m以下である。神島と本土の間は平均500m位の巾の水道になっており（横島水道又は単に水道と仮称す）水道北口に片島・木ノ子島があり湾中央部に甲の岩とよぶ岩礁がある。海底は極く一部を除いて、すべて軟泥質である。湾北東部に笠岡市があり、北西部には福山市がある。流入する河川は西部に芦田川がある。又出水時以外は淡水の流下が殆んどなく河口に水門を設けたものが2、3ヶ所ある。其他灌溉用水の排水が矢張り2、3ヶ所みられる。都市排水は福山は入江を通じ、笠岡は直接流入している。

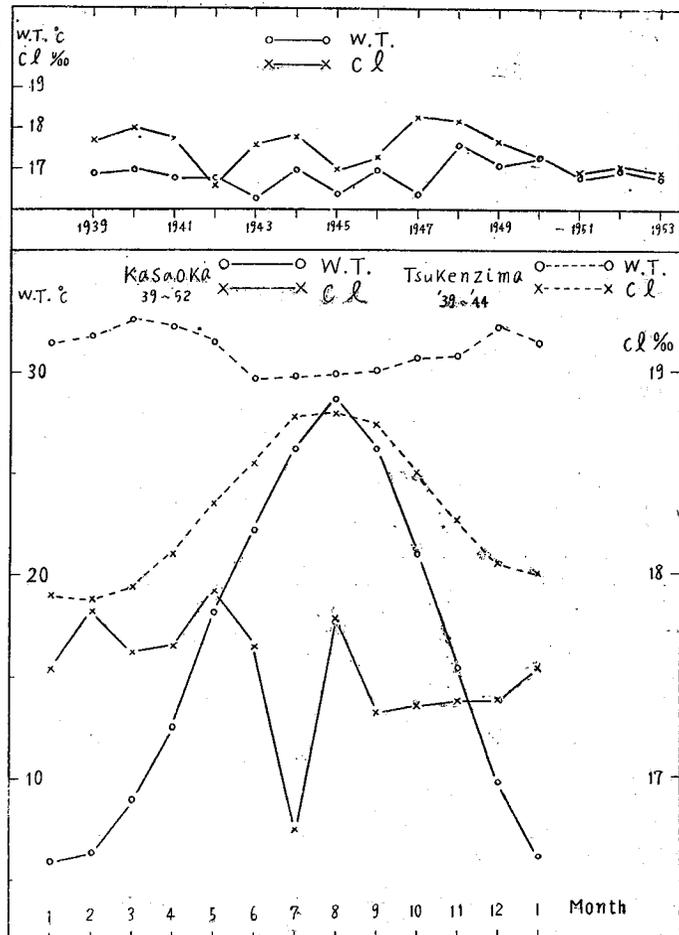
湾内の流動は§13で論ずるが、湾外に関しては本湾が丁度内海の中央部に存在するため、豊後・紀伊両水道系のいずれに支配されるかについては附録に示す如く西方豊後水道系の水の支配をうけている。

§ 3 本調査以外の資料による海況因子の變化

1) 表面水温塩素量の年變化

Fig. 8 に笠岡支所前に於ける1939~'53年の表面水温塩素量の年平均値及び此の年間の平均各月平均値を示す。（塩素量は比重より換算）長年変化をみると塩素量が割に単純な正弦曲線的变化を示すに反し、水温は年毎に上下している。兩者共大体4年周期がみられ山は一致する。調査の行はれた'52~'53は山をこえた下り坂に当る。黒潮本流にあたる沖繩群島津堅島に於ける観測値の年平均値と比較すると、（重複する期間は'39~'44）必ずしも昇降は一致せず、塩素量では'44はは黒潮本流で'23~'44のMax. (19.5%)を示すのに、笠岡湾では谷で'39~'53のMin. (16.6%)を示す。月平均値の長年平均曲線を見ると、水温では1月の6.2°CがMin. 8月の28.6°CがMax. で巾は22.4°Cである。津堅島では2月の18.7°CがMin. 8月の27.9°CがMax. で巾は9.2°Cである。笠岡湾でMin. が1月に表れ変化の巾が広いことは陸地の影響を示すものといえよう。塩素量はMax. は2月の17.8% Min. は7月の16.8%で年間に1%の差があり、8月、9月に夫々第2のMax. Min. が表われる。（'45秋は塩素量が異常に低く之を入れると第2のMin. は10月となるが、この年のみの現象なのでこの値は平均を出すときは除外した）。1月、6月は17.6%以上の高塩素量が継続し尾島等のいう豊後水道型に入る。⁽³⁾ 津堅島ではMax. は3月の19.3%、Min. は6月の19.0%で巾0.3%である。且第2のMax. Min. はない。笠岡湾に於ける7月、9月の谷は降雨の影響を、8月の山は日照の影響を示すと思われる。

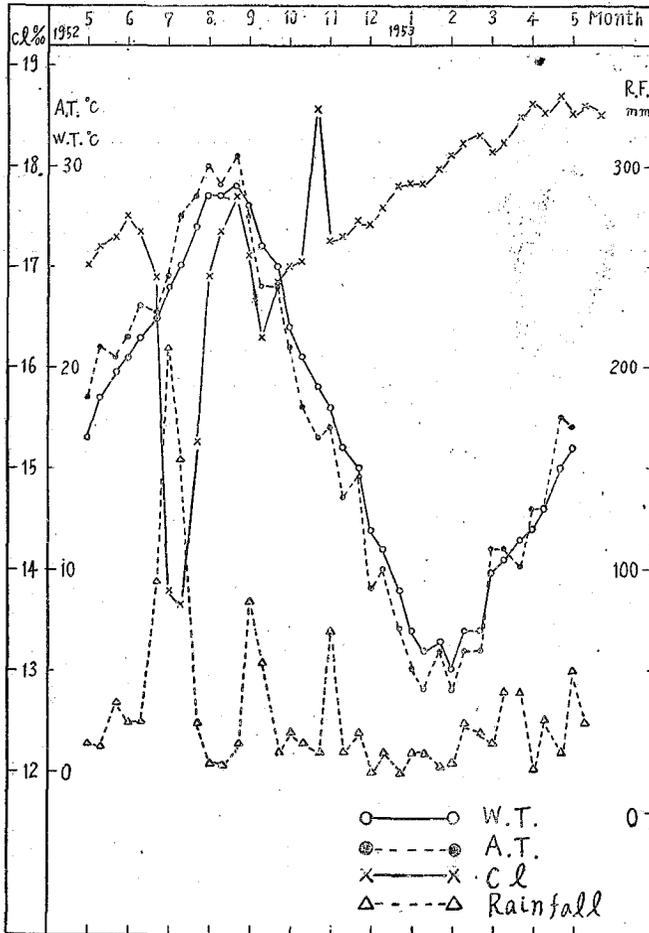
Fig. 8 Long years changes and monthly ones (in average of long years) of surface temp. and Cl% at Kasaoka and Tsukenjima Station.



2) 旬平均値に依る気温・水温・鹽素量・降水量の變化

Fig. 9に支所前に於ける毎日10.00の観測値より、気温・水温・鹽素量の旬平均値及び降水量の旬合計値を本調査の行われた1952年5月～53年5月の間について示す。資料としては1950年2月～1954年2月を用いた。

Fig. 9 Annual changes of air temperature, surface water temperature, surface chlorinity and rain fall at Kasaoka Station. May '52~May '53.



気温・水温共Max. は8月中旬が多く、Min. は2月上旬が多い。水温・気温を比べると3月中旬～9月上旬は気温が高く、其他は水温が高い。両者の差はMax. で 2°C である。9月の交替期は短期間(1旬)で交替し、再交替はなく、3月の場合は長期間(3旬)で再交替する。又6月頃一度交替することがある。鹽素量は7月中～下旬がMin. である。鹽素量と降水量の関係は降水量旬合計が 50mm より大きいと、その旬又は次旬に明瞭な鹽素量の低下がみられる。

3) 日々の値に依る鹽素量・降水量・風向・風力

1952年5月～53年5月の支所前に於ける毎日10.00の観測より、降水と鹽素量の間をみると、鹽素量は毎日定時の観測であるから水塊移動のため潮時により採水する水塊が異なり、従って鹽素量の変化にはこの原因によるものが含まれる。これは5月の支所前に於ける(A点)昼夜観測によれば表面で日間0.5%の差がある。(§4, 3)然しこの原因による変化は大体連続的なものであるから、このことを考慮に入れて、明かに降雨のために生じたと思われる鹽素量の低下した場合を取出してみ

るとTable. 1の如く、一般に 30mm 以上の降水量のあった翌日は必ず鹽素量の低下がみられる。以上の例から

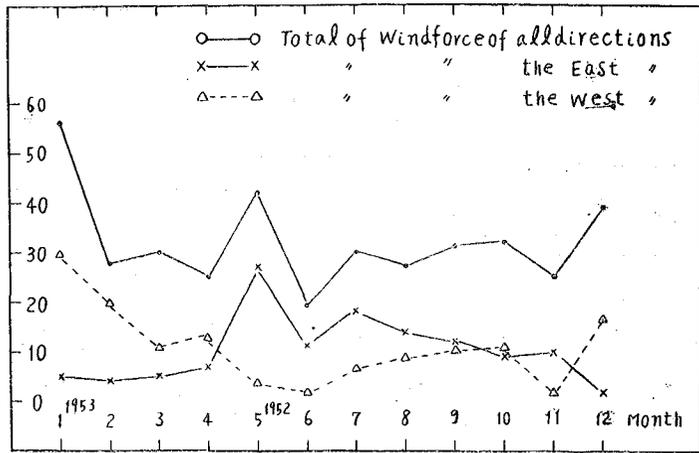
Table. 1 The lowering of chlorinity of surface water at the Kasaoka station by the heavy rainfall in 1952.

Date	June '52	July					Sept.	Nov.		
	24~26	2~4	10~14	21	30	2	9~11	6	30	
lowering of chlorinity %	2	9	7	2	4	0.6	2	1	1	
rainfall mm	80	160	150	40	30	30	50	60	20	

大体 20mm の降水量で約1%の低下があることになる。今鹽素量 m なる水塊に 20mm の降水があって厚さ a の水塊の鹽素量が $m-1$ となったとすると、 $(a-2)m = a(m-1)$ ∴ $a = 2m$ となる。 m は一般に $18\sim 16$ で

あるから、aは約30cmとなる。即ち降水により塩素量の影響される海面の厚さは約30cmと推定される。風は、10.00のみの値であるが、無風の日は夏期に多く（1ヶ月に10~12日）、4, 9, 12, 1月に少い（4~6日）。風向ではE, Wが多く、他の風向は風力和にしてE, Wの $1/2 \sim 1/3$ である。E, W以外の風向は11, 12, 1月に多い。fig. 10に見る如く冬期偏西風の卓越と初夏に東風の多いことがわかる。降水量は年間1,140mmであった。7月が最も多く年間総降水量の34%で、次いで6, 9月の各13%で、冬期は少く12~3月の4ヶ月間で16%に過ぎぬ。1日間では7月2日の112mmがMaxであった。

Fig. 10 Annual changes of windforces of various directions at Kasaoka Station, May '52~May '53.



4) 鹽素量・酸素量・栄養鹽類量・透明度・Plankton量の年變化

1947~51年の支所前に於ける月4回の観測（大潮・小潮時の10.00）の中、表層水についての結果をみると、酸素量は8月下旬より10月にかけて少く、約 5 cc/L 他は 7 cc/L 前後である。飽和度は5~8月は多く100~130%他は100%前後となる。Planktonは海水50Lを汲んで濾過しているが、24時間の沈澱量では11~12月がMax.で $0.1 \sim 0.5 \text{ cc/L}$ 程度7~8月に第2のMax.が出る。Min.は3月及び9~10月である。組成はDiatomが圧倒的に多く、秋には*Skeletonema costatum*が主要種で、10~11月に*Chaetoceros* spp.と交替し、12月下旬には*Rhizosolenia* spp.が出現し、春にはこれが主要種となり、次いで再び*Chaetoceros*と交替して秋の*Skeletonema*につづく。年間の増殖の山は*Chaetoceros*に依ることが多い。1948~49の冬には植物Planktonの増殖期が1ヶ月おくれて12~1月であったが、この時の表面水温の月平均値の'39~'52の平均値に対する偏差は $+2.4^\circ\text{C}$ で偏差のMax.であった。

透明度は2m前後で季節的な変化より毎回の変化が烈しく塩素量と逆相関がみられる。即ち観測する水塊により値を異にしている。

栄養鹽類では $\text{P}_2\text{O}_5\text{-P}$ は大体 $60 \gamma/\text{L}$ 以上で6, 10月が少く春及び8, 12月に多い。Max.は1948年12月上旬の $130 \gamma/\text{L}$ であった。 $10 \gamma/\text{L}$ 以下が半月も継続することはなく回復補給が早く植物Plankton生産の制限因子となることはない様である。 $\text{NH}_4\text{-N}$ は $100 \gamma/\text{L}$ 前後で塩素量と逆相関がみられ陸性起源のことが多いと思われる。 $\text{NO}_2\text{-N}$ は検出した期間は極く短く冬期及び8, 9月が多く、Max.は $40 \gamma/\text{L}$ 、他は多い時で $10 \gamma/\text{L}$ 程度である。一般に栄養鹽類量とPlakton量の関係は判然としない。

5) 水温・鹽分・透明度の灣内外各處における年變化等

笠岡支所で1940年、1951年に神島周辺及び湾内調査を実施した。Fig. 11に両回の測点を示す。

(i) 1940年度 7月9日、8月30日、9月30日、10月31日、11月29日、12月26日の6回の定点観測と、10月11~12日に湾内12点の横断観測が行われた。1940年は支所前の毎日観測の結果からは水温・塩素量共に年平均より高く、特に後者は山に当り、7月の月平均値は17.54%で長年月平均値との偏差は+1%である。又水温も7月は偏差 $+1.7^\circ\text{C}$ であった。調査期間の7~12月は平年に比して高温高鹹で特に7月は甚しい。各回の調査から神島南岸（神島瀬戸と仮称する）の観測をえらび観測時刻（潮時）と表面流向を示すとTable 2の如くなる。

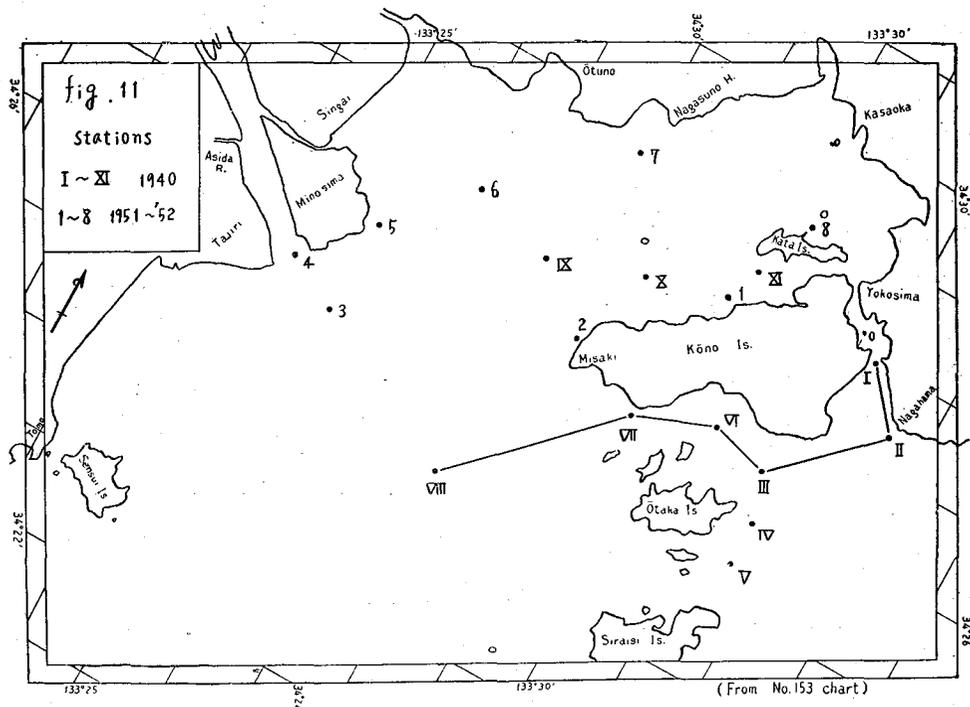


Table. 2 Tidal phase and current direction of surface water.
 f : flow e : ebb L : low water H : high water
 (figures denote hour.)

Position	Yokoshima Pass		Kōnōshima Strait		off Misaki
	Northern St 1, 2	Southern St 3	Eastern St 6	Western St 7	St 8
July.	f. (L~L+1) N	f. (L+1.5~2.5) NW	f. (L+3) W	e. (H+1) E	e. (H+2) S
Aug.	f. (H) S	e. (H+0.5) SE	e. (H+1) E	e. (H+4) slack	e. (H+4) slack
Sept.	f. (L+4.5~5) S	f. (H) SE	e. (H) E	e. (H+3) E	e. (H+4) S
Oct.	f. (L+4) N	f. (L+4.5) NW	f. (L+5) W	e. (H+1) E	e. (H+2) —
Nov.	f. (L+4~4.5) S-N	f. (L+5) NW	f. (L+5.5) E	e. (H+1.5) E	e. (H+2) S
Dec.	e. (H+4) N	e. (H+3.5) NW	e. (H+2) E	e. (H+1.5) E	e. (H+1) S

転流し湾内の水が流下してくる。次第に水道南部の北流は弱まり中期末には瀬戸東部の西流のも弱まるので、西部では転流し外部よりの水は高島西側から入ってくる。終期には瀬戸は完全に転流して東流となり水道南部も南流する。下げ潮各期は各地の流向は相当する上げ潮各期の逆となる。従って神島水道は全体として上げ潮終期初めに東に転流し、下げ潮終期初めに西に転流する。そこで上げ潮の転流初期 (L+4) には横島水道より流下する湾内水が神島瀬戸に存在し、上げ潮の転流期 (H+5) には高島東方より来る外部侵入水

[脚註] * 干潮後3時間半の意味、以後満潮時刻をH、干潮時刻をLで表わし、+は後-は前とし数字は特に断わらぬ限り時間数を示すものとする。

この表より観測時の風向
 ・風力を考慮して各地点に於ける転流時を出すと、St 1. 2. L+3.5 * N→S (北流より南流に転流を示す。以下同様) St 3. L+5.5 NW→SE St 6. L+5 W→E St 7. L+4 W→E St 8 H+5 S→N となる。この結果と § 13で述べる湾内水塊の流動を併せて神島瀬戸及び横島水道南方の流動を推定すると次の如くなる。上げ潮初期は瀬戸は外部よりの水が西流し、水道は北流する。中期に先ず水道が

が存在し、前者で低鹹、後者で高鹹となる。

Fig. 12の垂直断面図を見ると25°C—17‰, 23.5°C—18‰, 22.5°C—18.3‰という対応を示し正列成層をなしている。St 1の附近で26°C—17.5‰という水塊があり塩素量に比して水温が高いが、この点の気温が27.6°Cで他の点より1°C以上且水深が浅いためと思われる。神島瀬戸 (St 7, 6, 3)はその東西両部に比して高温低鹹を示している。更にP. H. 0で低く硅酸塩も5m³/l以上で多く、所謂内湾性水塊の特長もっている。水島灘に面し且附近に淡水供給源もないこの附近がこういった海況を示すことは一見不可思議と思われるが、各点の観測時刻の潮相を考えると、St 6はL+3.5で神島瀬戸中央部は上述の上げ潮転流期に当たっている。従って横島水道より神島水道に入った湾内水を観測したわけである。St 3~1は上げ潮初期の観測で水道南部より灘の水塊が流入する時で低温高鹹の外部水塊の特性を示している。

本報の冒頭に述べた水塊移動を考慮に入れて観測結果を解釈しなければならぬことの好例といえよう。他の月も結果の瀬戸の東流期にあたるもの(L+5~H+3)は何れも西→東へ塩素量は低下している。(8月, 9月, 11月, 12月)

10月は垂直断面でみるとSt 3(L+4.5)の5m層に低鹹部が表われている(16.8‰で周囲より約0.5‰低い)。St 6(L+5)→St 1(L+3.5)の順に観測しているが横島水道はL+3前後に南に転流し湾内の低鹹水が流下して来る。従ってSt 3の中層の低鹹はこの水塊と思われる。St 6は既に神島瀬戸が東に転流した後で外部よりの高鹹水が来ている。

この附近に於ける水島灘からの侵入水塊について水温塩素量・透明度の年変化をFig. 13に示す。(採用した値は観測潮時

Fig. 12 Distributions of water temperatures and chlorinities in a vertical section in Kōnoshima Strait. July 9, 1940

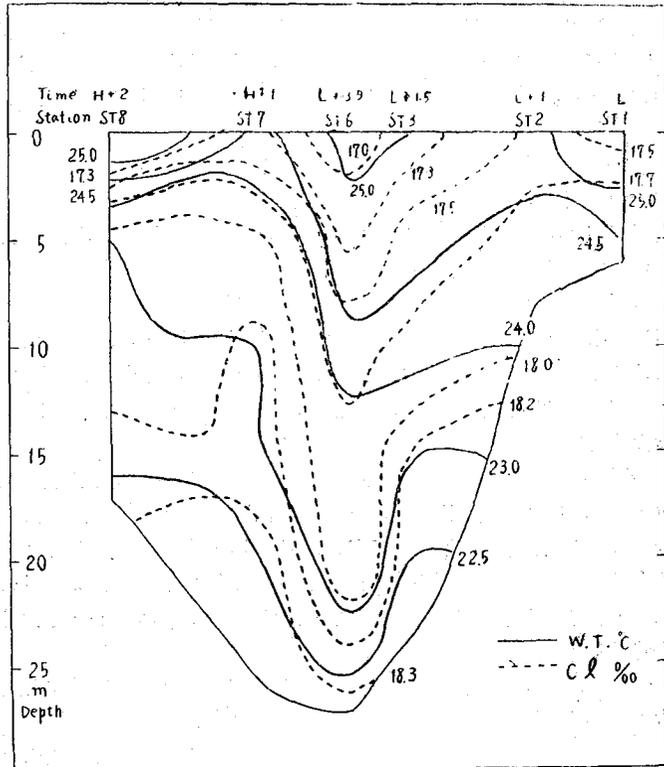
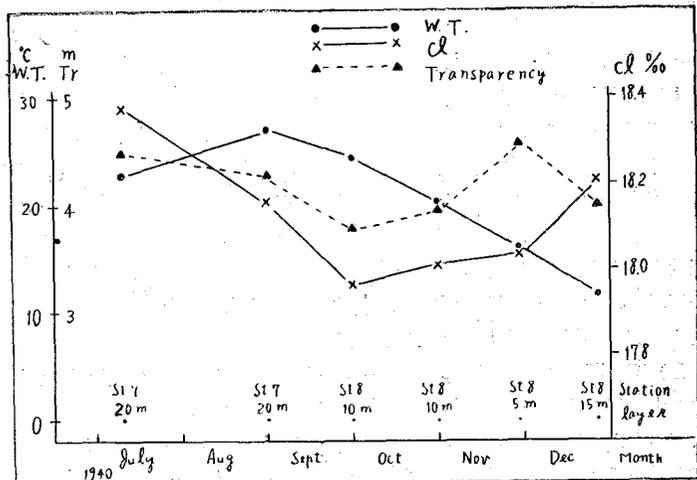


Fig. 13 Seasonal changes of surface water temperature, chlorinity and transparency of water mass invading into Kasaoka Bay from outside. July~Dec. 1940.



・流向・採水層水深を考慮して純粋の侵入水塊と思われるものをとった)

(c) 1951年度 1951年5月11日より大体半月おきに1952年4月7日迄23回にわたり湾内8定点で観測が行われたが、水温・塩素量(比重換算)と透明度につきその年変化を考察してみる。上述の様に当然水塊流動による補正を行わなければならぬが、之は §13にゆずり、ここでは主として年変化の大勢をみる。調査期間中は支所前の観測値からは、年平均値で水温は平年並み、塩素量は谷であった。各月平均値では、水温は7月、9月に偏差が夫々 -1.2°C 、 -1.8°C 、1月に $+1.1^{\circ}\text{C}$ で、塩素量では7月に -1.9% で7月が低温低鹹であった。

各 St. の表層水温の年変化をみると、全般的に8月上旬Max. 2月下旬Min. を示す。各 St. を比較すると次の5つの型に分れる。

外部型 夏低冬高 St 2, 陸岸型 夏高冬低 St 8, 7, 陸水型 全般に低い St 4, 3, 湾央型 全般に高い St 6, 5, 混合型 不規則 St 1。

表層と底層の水温を比較すると5~9月は表層が底層より高温である(上>下と書く、以下同様)。10~4月は大体上=下又は上<下であるが、この中冬期(12~2月)には稀に上>下が起き、10~11月及び3~4月には屢々上>下のことがある。即ち夏季は例外なく成層して表層が高温となり、成層期を過ぎると攪拌がおきて上下同温となり、冬期には攪拌されているが表層が冷されて低温となる。川口附近では夏期も上下の水温差は少ない。

表層の塩素量の年変化は、降水や水塊流動のために Min. は判然としないが、Max. は1~2月に出る。St 4, 3, 5では、観測が下潮に当たった際は塩素量の低下が顕著に表われる。但し7月9日の観測では豪雨後のために上潮時にも拘らず低下している。12月25日は降雨と下潮が重なったために全 St. 共低下している。塩素量の年平均値は観測値そのままを扱っても余り意味はないが、各点の表層塩素量の年平均値の水平分布は、下潮時(干潮前100分)の塩素量分布想定図(Fig. 36)と一致した傾向がみられる。(観測は上潮時・下潮時半々位である)

透明度はMax. は冬期に、Min. は夏期にでる。各 St. の値は水深と逆の相関がみられる。5つの型の表層水温・表層塩素量・透明度の年平均値は次の如し。

	水 温 $^{\circ}\text{C}$	塩 素 量 %	透 明 度 m
外 部 型	17.3	17.3	4.7
陸 岸 型	17.3	17.3	2.6~2.3
陸 水 型	17.1~16.4	16.1~14.6	2.6~2.2
湾 央 型	17.6	17.2~16.7	3.6~2.7
混 合 型	17.1	16.5	3.1

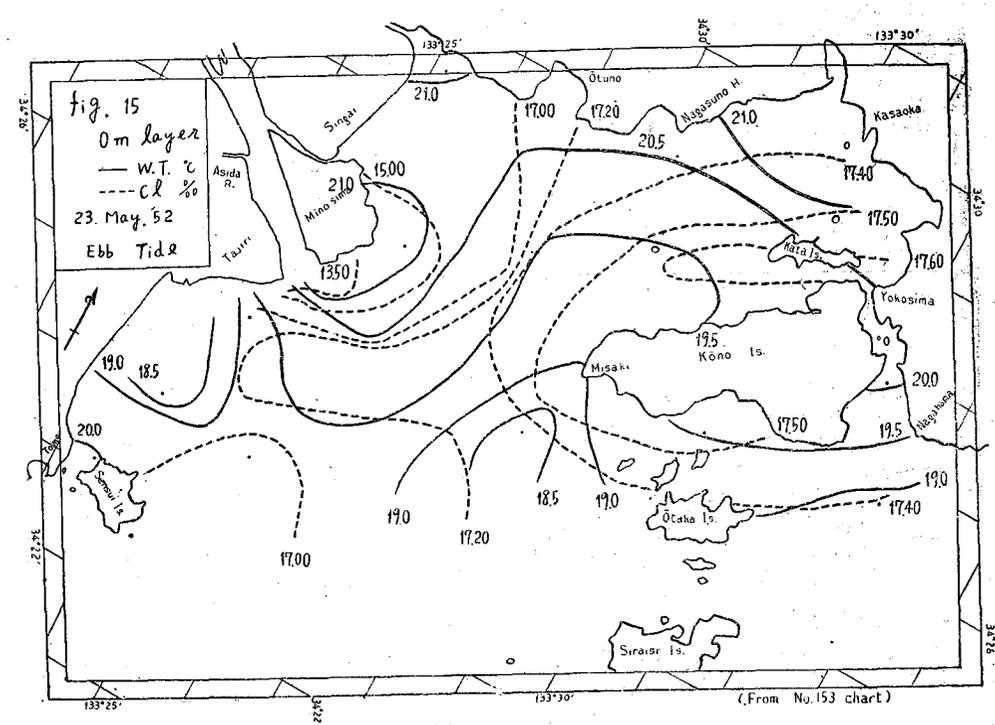
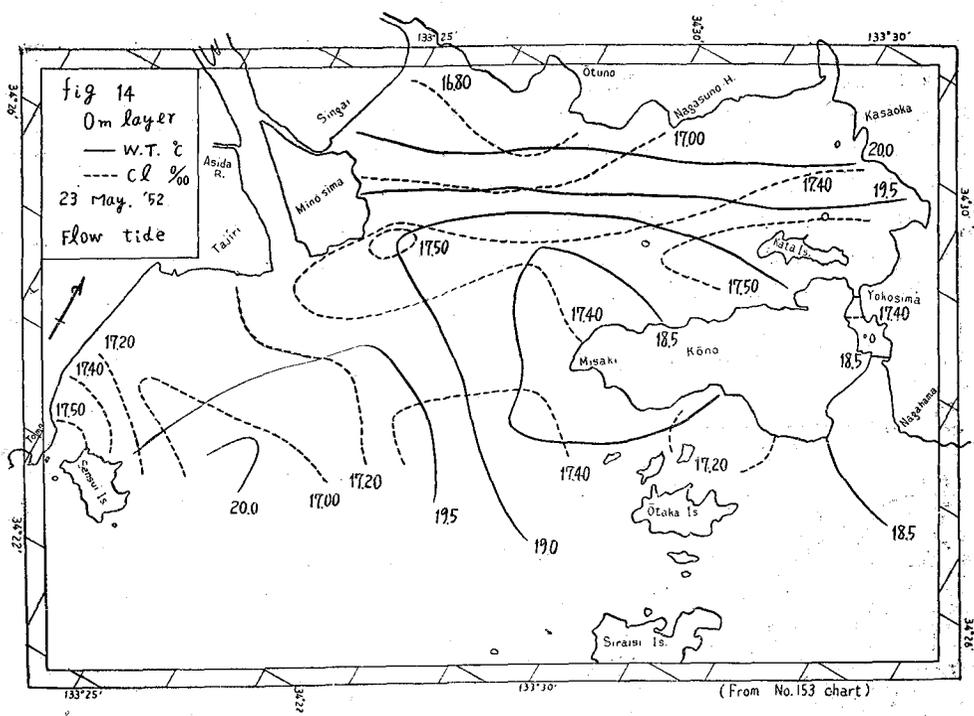
即ち湾内は年間を通じ低温高鹹清澄な深い部分(御崎沖)と高温で塩素量・透明度が之に次ぐ水深5m前後の湾西部と、高温高鹹で濁った浅い部分(湾北部)、並びに低温高鹹で濁った芦田川河口附近に区別される。

§ 4 第1回調査(1952年5月23~25日)

§ 4~9に於いては主として水温・塩素量・流向・流速につき述べ、化学成分・Plankton等については項を改めて其等の年変化を論ずる。

1) 上げ潮時横断観測 潮相:H-3~H. T. 風:初め無風、次第に南風。天候:晴、雲は次第に少。気温:09.00~10.00は約 20°C で、観測日の前にはたいした降雨はなかった。湾北部一帯は水色>7、透明度3m前後、南部湾口は水色5、透明度5m前後、水道北部は水色5で透明度2m、即ち水色に比して透明度少く懸濁物質が多かったことを示している。一定潮相に補正した0m層の水温・塩素量の水平分布は §13で論ずることとし、ここでは観測値そのままを考えると、(Fig. 14)、水温については全般的にみて北高南低で成層は大体完全、水道部のみ上下一様である。塩素量は 17.45% が 18°C とよく一致して、之より低温高鹹の $17.0\sim 17.4^{\circ}\text{C}$ 、 $17.5\sim 17.9\%$ の水が水島灘よりの侵入水と思われる。芦田川河口附近では塩素量の減少は顕著でなく、海水が川へ遡上していたことを示している。

2) 下げ潮時横断観測 潮相:L-4~1. 風:午後西に廻り15.00迄はやや強、後、弱。天気:晴、雲は益々少。気温 $19.3\sim 22.0^{\circ}\text{C}$ 、時間的变化より地理的变化が大で、湾奥西部・東部の如く陸にかこまれた部分は高い。Fig. 15に見るように水温は上潮時より全般的に約 1°C 高くなっている。芦田川の淡水が河口から東方に延びているが、之は極く表面に限られ、箕島東方のSt. 213のClは0m 13.88 、0.2m 16.13 、0.5m 17.60%



で、0.5 m 層では既に他の場所と余り相異しない。然この影響は更に灣の北西部全層及び南方へは 湾口部西側一帯に及び、夫々塩素量の低下がみられる。この日の芦田川西神島第一量水標に於ける水位観測値は06.00に305cmで、流量は大体年間の平均状態と考えられる。⁴⁾

3) 晝夜観測 観測水層はA, B点0, 2, 5 m及びBottom, C点0, 0.5, 1, 2 m層である。測得流から潮流・海流を分離すると (Fig. 24参照), A点 (Fig. 16) では海流は全層南流しているが, 下層程東偏して水道ぞいに流出する。速度は0~5 mは0.1knott, 底層は0.3knottである。潮相と水深の関係は正しく一致し、水深のMax. は朝の満潮時に, Min. は夕方の方の干潮時に出る。測得流の流向は5.5~6.5時間を周期として逆転するが, slackは干満潮時の中間に当り, 満潮時は南東流のMax. に, 干潮時は北西流のMax. に当る。底層では北~北西流の期間は南東流の期間の2倍位ある。B点の海流は0, 2 m層は南東流, 5 m 底層は西北西流

Fig. 16 Diurnal variations of water temperature, chlorinity, current and wind.
St. A. 24~25 May '52. (symbols are common to Fig. 16~17, Fig. 21~23)

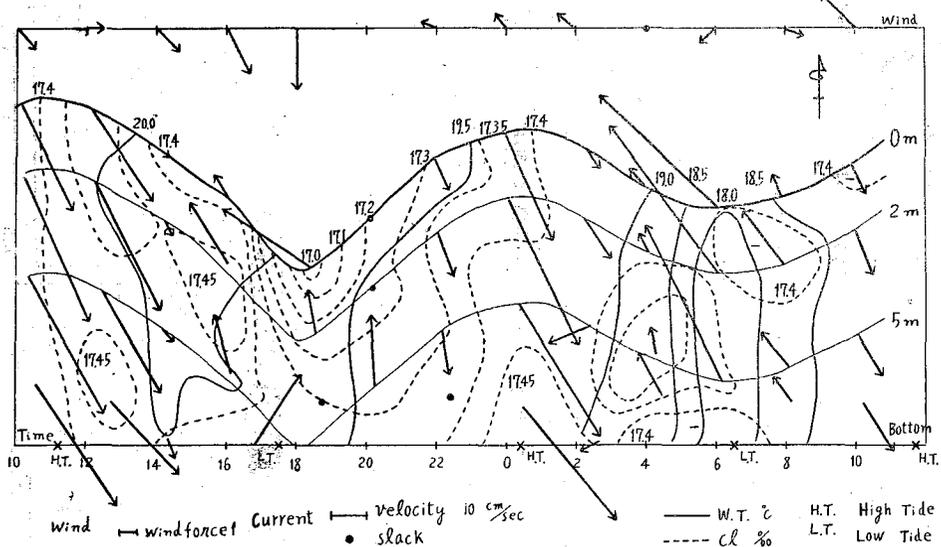
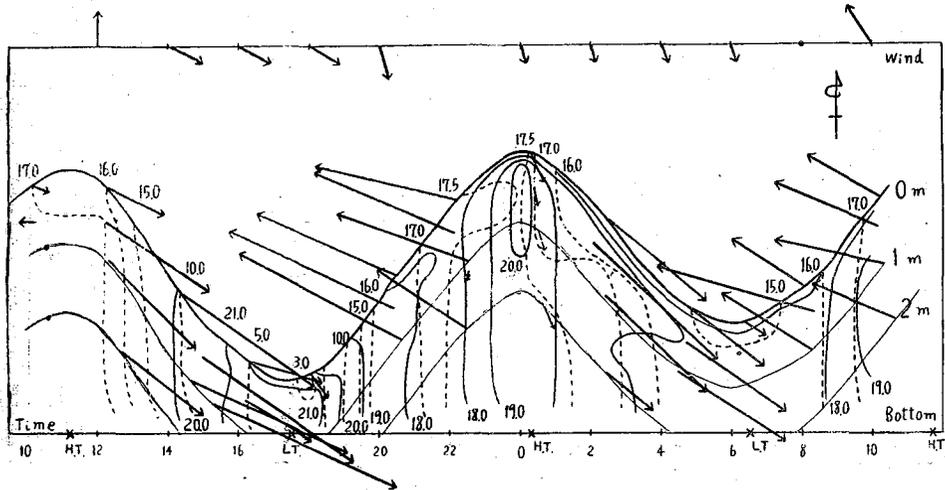


Fig. 17 St. C 24~35 May '52.



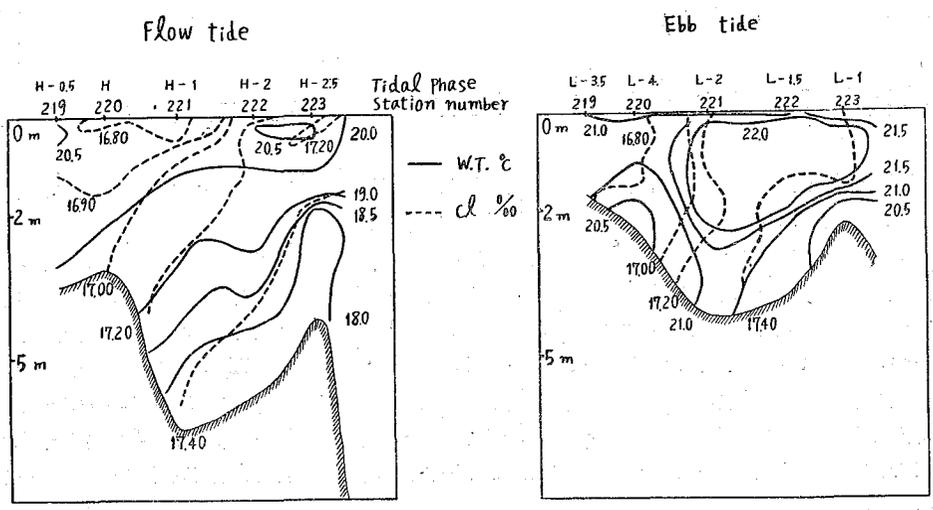
し、上層流速は大である。上層が南東流しているのは北風が強かったためではないと思われる。潮流は2m層以下は正しく時計方向に2廻転するが、0mは風のため不規則である。測得流のslackはH+1~1.5, L+1~1.5に出、流速のMax.はL-1.5, L-4に南~南東流, H-2.5, H-2に北~北西流が示す。干・満潮後約1時間で南北流が交替する。C点 (Fig 17) では海流は表層のみ南東流, 他は南西流, 流速は下程小さい。潮流楕円は西北西~東南東を長軸として頗る細長い。測得流は表面のみ風のために影響されているが、他は大体同傾向で、slackは図の如く夫々 H-1, L+0.5, H+0.5, L-0.5にある。流下のMax.はH+1.5~2.5, 遡上のMax.はL+1.5~2.5, 満干潮時と水深のMax・Min.は夫々大体一致し、略々干潮時に流入潮上が交替する。

水温の成層はA点では大体、B点では完全な正列を示し、上下両層の水温差はB点ではH. T. 後の slack の頃甚しく上層は下層より3~4°C高い。L. T. 後のslackの時は上下一様となる。C点では河川水は海水に比して昼間(14.00~18.00)2~3°C, 明方(02.00~08.00)1°C高い。18.00頃から海水の潮上が初まり気温下降の影響と相俟ち、低温な海水に占められて全層降温し、22.00にMin.となる。以後潮上の勢いが弱まるにつれて表面のみは気温の下降のために低下をつづける。昇温は slackに到って止み、24.00に第2の水温のMax.が表われる。以後流下する河川水は夜中で冷えているために降温し、06.00の slackをすぎて08.00の潮上のMax.迄下降をつづけるが(この頃表面水温は上昇し上下一様となる)、これをすぎると気温による上昇と相俟って急激に上昇する。14.00~17.00の流下時の昇温も、気温上昇の影響と高温の河川水の流下の両方の原因に依ると思われる。

塩素量は潮相に依って変化しA点まで0.3%, B点で0.5%の日変化がみられる。C点では河川水・海水の交替に伴い3~17%の間で大幅に変化する。ClのMax. Min.は slackのとき現われ、潮上・流下の烈しいときはClの変化率も大きい。こういう水塊流動に伴う水塊交替の著しい処で横断観測を実施する場合は、出来るだけ各点を同時観測するか又は水塊流動の状態をよく把握しておいて観測時刻と観測地点を選定しなければならぬものと思われる。

4) 気温と表面水温の関係 上げ潮時は0.2~0.5m層を山とし以浅以深で降温している。Clは正列成層である。水温は全般的には上高下低だから表面が降温しているのは気温の影響と思われる。即ち St. 223~221は気温18.2~18.5°Cで水温より約2°C低く、St. 219・220で初めて水温より高くなる。気温が上がってもこの影響がすぐ表面水温に表われぬためやはり表面は0.5~0.2m層より低温である。(Fig 18 Flow tide) 下げ潮時は更に明瞭にこの現象がみられる。観測時刻は14.30~16.00で気温はMax. から下り坂にあたるが、その

Fig. 18 Distribution of temperatures and chlorinities in a vertical section between St. 219~223. 23 May '52.

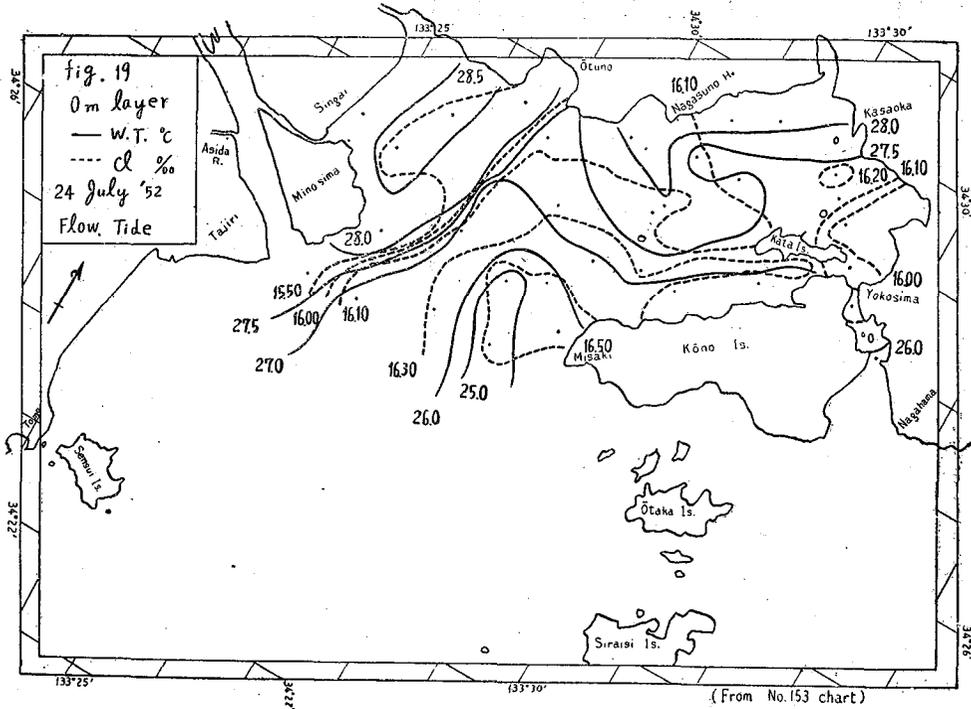


変化率はそう大きくない。従ってこれは気温低下による表面水温の降下でなく、この頃吹きつづいた南々西、風力3の風のために表面のみ冷却されたものと考えられる。この風向の風が陸地でさえぎられるSt. 219・220では水温は完全に正列成層を示している。(Fig. 18 Ebb tide)

§ 5 第2回調査(7月23~26日)

第1回の調査の結果、更に詳しく水塊移動の状況を知る必要が生じたので湾内のみに関測点数を増加して第1回同様の観測を行った。而して今回は湾内を大体平行に走るa~fの6線を考え(fig. 3)この線をa~c, d~fの2組に分け、各組に観測船を2隻づつ配置し各々の線を両端より同時に観測する様に計画した。之は本湾の主な流動方向は湾の長軸に平行と考えられるので、この軸の両側をなるべく同時に且短時間内に観測するためである。各線の間にも出来るだけ測点を設けた。昼夜観測は長軸にそって中央部、東部に1点づつ、西部の水塊内に1点、外部よりの侵入水塊をつかむため神島・箕島を結ぶ線上に1点をとった。

1) 上げ潮時横断観測 H-4~H. T. に行った。各線はf, a, e, b, d, cの順で夫々1~1.5時間内に行った。風は南寄り、風力1、天候は晴で初めはもやがかかり雲は次第に少くなった。21日以来降雨なし。



水色は6~7、透明度は湾央4m、湾奥2m前後である。湾西部表層に $>28^{\circ}\text{C}$ 、 $<15.5\%$ の高温低鹹水が存在し、外部侵入水は $23\sim 24^{\circ}\text{C}$ 、 $16.7\sim 17.1\%$ である。(Fig. 19)

2) 下げ潮時横断観測 L-3.5~L. T. の間に観測船3隻でf, a, e, b, d, c線の順で行ったが、各線の所要時間は、40分~1時間(a線のみ例外的に3時間)であった。風はやや西寄り風力微、天候は晴。水色は午前より低く全般に7で西部・北部水道部・川尻に8が出ている。透明度も0.5m程少い。西部表層では $15.5\sim 16.0\%$ の水が上げ潮時より拡り、水温は昇って 29°C 以上となった。(Fig. 20)

3) 晝夜観測 D・C点(観測層0, 1, 2m及びBottom)及びE・F点(0, 2, 5m及びBottom)に於て潮流は毎時間毎に25回、水質は2時間毎に13回観測した。(Fig. 21~24)潮流俯円はD点は表層のみ長軸がやや西偏するが、他の層は南北で、E点は南北よりやや東偏し、F点は北東で細長い楕円形、G点は北東で巾の広い楕円形である。

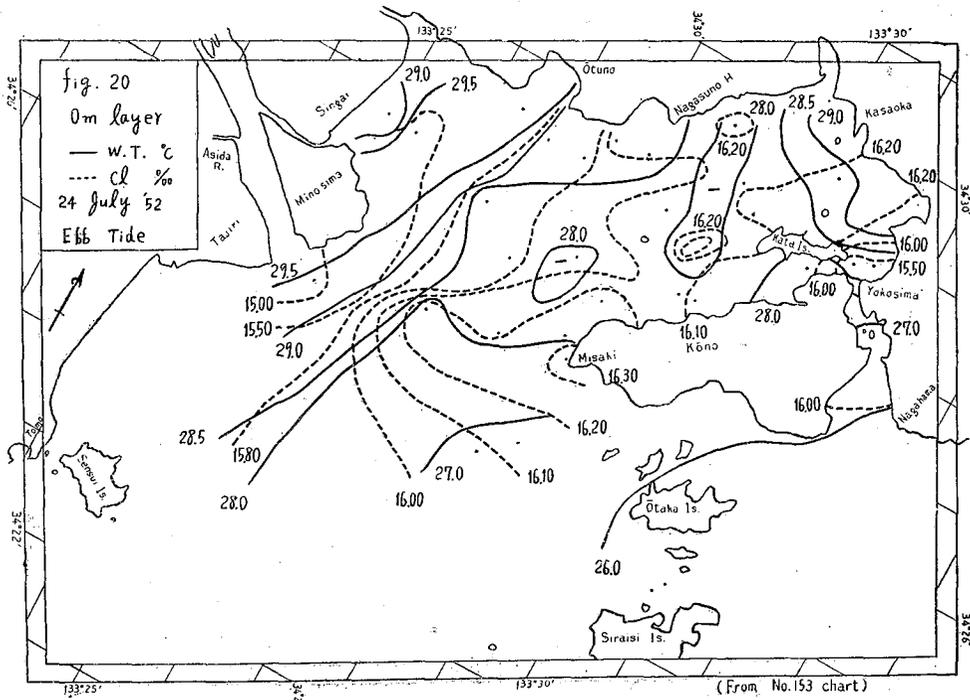


Fig. 21 St. D 25~26 July '52.

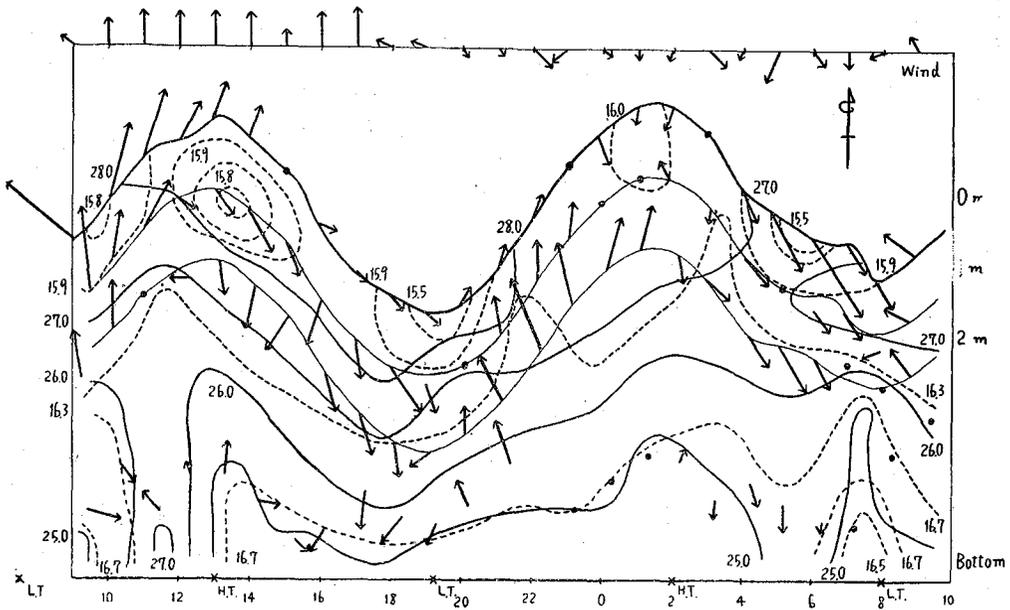


Fig. 22 St. E 25~26 July '52.

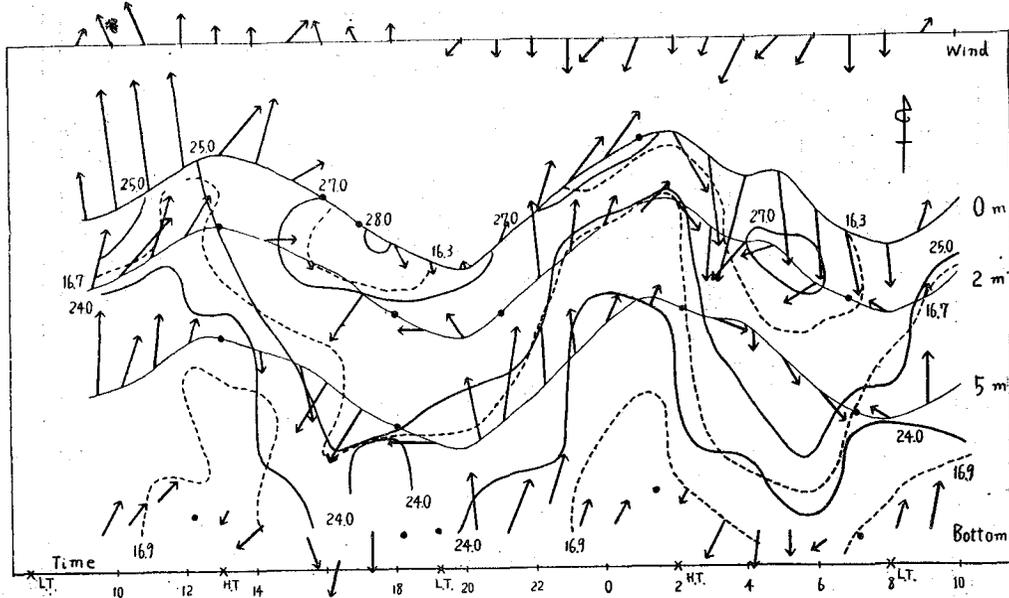
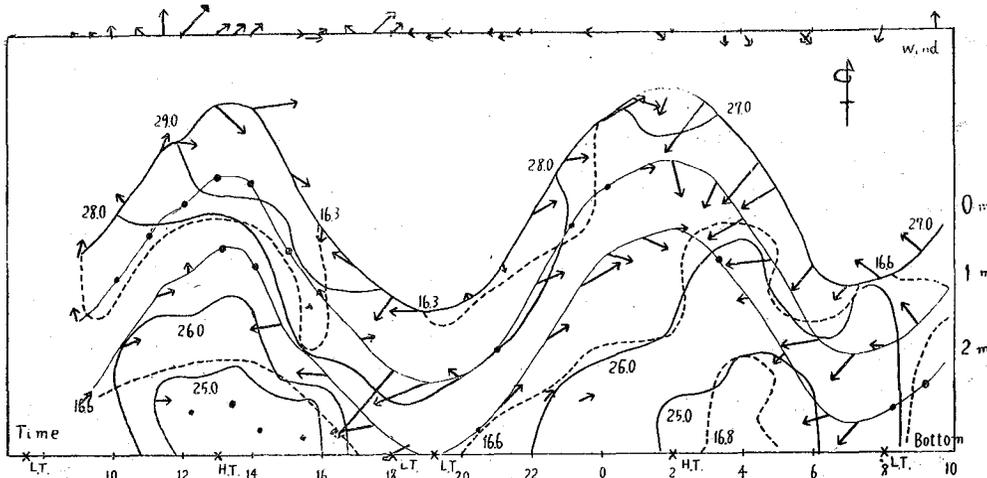


Fig. 23 St. G. 25~26 July '52.

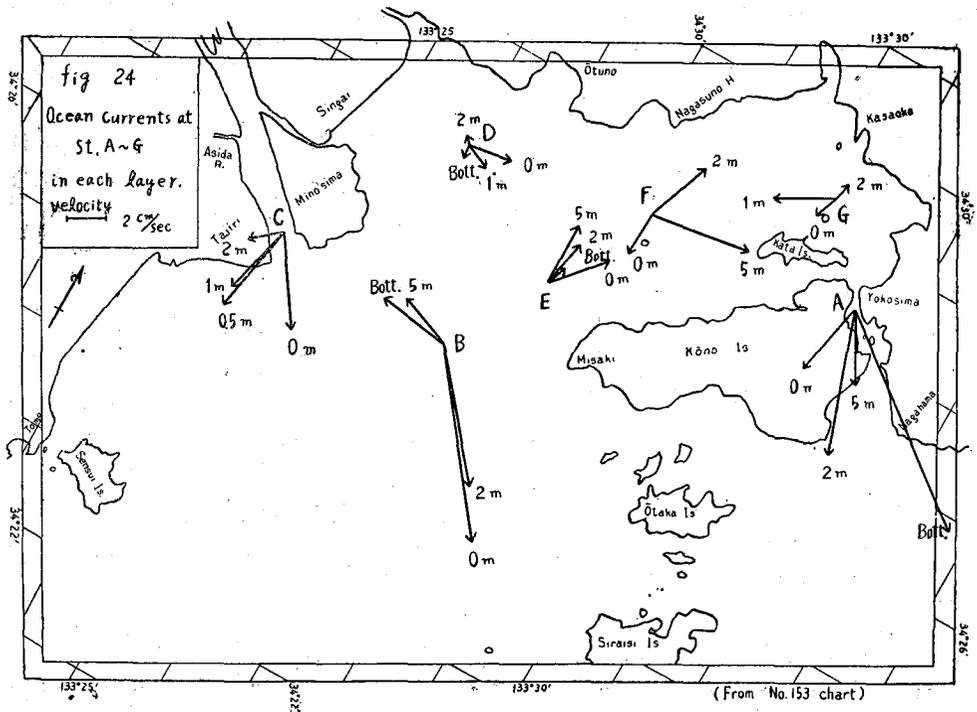


各点における表面水温のMax. Min. は次の如し。()内は時刻を示す。

	D	E	F	G
Max.	28.8° C (14.00)	28.1 (17.30)	28.4 (15.30)	29.5 (15.30)
Min.	26.4 (05.00)	26.2 (09.30)	26.6 (07.30)	25.5 (03.30)

E点のMin. は24.3° C (11.30) であるが之は上潮で外部から侵入した低温水塊に依るもので之を除くと上記の様になる。F点も同様である。表面水温の較差はG, D, E, Fの順に大きい。即ち陸に近い処程大きい。

表面塩素量はD点の15.2% (1930. L + 0.5) がMin. であった。一般にClの昇温は水深の増減と平行しない。時間に伴う塩素量の成層はF・D点が最も明瞭である。E点ではH. T. にG点ではL. T. に上下両層の塩素量が一樣になる傾向がある。



4) 風向の交替 各点に於ける風向の時間的変化をみると、(Fig. 21~23) G点以外は09.00~18.00南風(海風)、19.00~08.00は北風(陸風)で、海陸風の交替が明瞭にみられ、各交替期には風力が弱まる(朝風、夕風)。G点では大体の交替はみられるが、風向がまちまちで湾奥部の陸地の影響で風向が乱されることを示している。

§ 6 第3回調査(9月22日)

1) 水温 鹽素量

湾内各部の一般海況を知るために12測点で観測、採水層は0・0.5・2・4・6m・Bottomとし、0.5・4m層は酸素・栄養塩類の分析を行った。今回よりPlanktonは(H)netも併用した。観測は全部で7.5時間を要し、H-4~+3にわたったが、湾東部はH-2.5迄(水道流入期)、湾中部はH-1迄(湾口流入期)、H.T.に湾西部を行い、湾口部はH+0.5~2で流日期、河口はH+3で流下期である。

水島離の海況は連絡観測のSept. 14, '52, 観測点OK1(走高沖)での結果によると、水色3・透明度6.6n・水温26.0~26.8°C・塩素量16.9~17.2%である。

§ 13. 1) に述べる如く断面e'・f'でH-100分では10m層以深が、L-107分では20m以深が何れも>17%でMax.を示し、外部の水塊とみなし得る。今回の調査ではSt. 261及205の10m以深は>16.9%・>25.7°Cで、OK1での結果を併せて考えると外部侵入水塊は25.7~25.9°C・16.9~17.1%と考えられる。気温は表面水温より1~2°C低く、§ 3. 2) で述べた様で9月の交替期を過ぎた処で、全體的に上層は下層より約0.5°C高温であるが、明瞭な温度成層とは云いがたい。即ち成層期の終で攪拌期にうつりつつあるときである。水道北口・西部及び河口は上下両層共等温である。塩素量は全體的に上下両層の差は0.1%以内で(上<下)、特に湾北部・西部・湾外の点は差が大きい(0.2%程度)。之は潮時によって当然ある程度は変化する。

2) 芦田川口の塩素量低下に就いて

芦田川口のSt. 264・St. 263の表層の塩素量の差はTable. 3に示す如く7月の下潮観測の時と比べて非常に少ない。両回共潮時、川の水位、降雨の関係又月令には大差はないが、宇野における潮高に依ればTable. 4

Table 3 Differences of chlorinities. at St264, 263, upper layer. 2nd and 3rd-exp. (※not measured. average of 0, 1 m layers.)

Date	St. (Tidal phase)	Cl ‰		
		0 m	0.5 m	2 m
24 July. 15.30	264 (L-3)	10.13	※(1 m) 12.9	15.66
	263 (L-3.5)	15.49	15.49	15.74
	difference	5.36	2.6	0.08
22 Sept. 15.00	264 (L-3)	16.55	16.50	16.60
	263 (L-4)	16.69	16.71	16.75
	difference	0.14	0.21	0.15

Table 4 High and low tides at Uno in 24 July, 22 Sept. 1952.

Date	H. T.		L. T.		Range of tides
	Time	m	Time	m	
24 July.	00.40	2.6	06.45	1.3	- 1.3 ^m
	12.10	2.2	18.20	0.6	- 1.6
22 Sept.	00.15	2.5	06.20	0.7	- 1.8
	13.05	2.7	19.00	1.1	- 1.6

の如く7月の場合は潮差の大きな下潮であり、9月は小さな方である。5月C点の昼夜観測に依れば明方が潮差の小さな下潮で、この時は塩素量の低下は少なくMax. とMin. の差は3.5%に過ぎな

かった(昼の下潮では15%に及ぶ)。従って9月の場合は昼の下潮期は直前の上潮に於ける海水の溯上量が多く(昼の満潮水位は夜中より大)、下潮期の潮位低下が少ないため淡水の流下が少なく河口部に於ける塩素量の低下が少なかったものと思われる。

§ 7 第4回調査(11月25日)

1) 灣口部及び灣西部の調査を目的とした。

St. 256・福山入江・261・227の4点では0, 0.2, 0.5, 1, 1.5, 2 mの各層で採水し、E点を通る34°27' Nの線にそって約1 km間隔に東→西にE₁~E₅の5点をとり順に14.00~16.00(H-4~2)の2時間内に0, 1, 2, 4, 6 mの各層の水温・塩素量と0, 1, 2, 3, 4 m各層の流速を測流板を用いて測定した。航行中a点からSt. 256の間で表面水温測定を行い、更に新漕の用水堀で水質分析を実施した。調査を行った25日は18日以来降雨がなく芦田川の水位は295 mで低い方である。晴天殆んど無風で断面の観測の際はS~SE風力1があった。St. 261はL+2の観測で外部水塊の流入期で全層一様の水が流入しており、表面水温は17.1°Cで気温より約2°C低く0~1 m層は6 m以深に比べて0.8°C高い。塩素量は上下一様で(表面は底より0.1%低い)ある。今回の水島灘よりの流入水は16.0~16.2°C・17.2~17.3%と推定される。

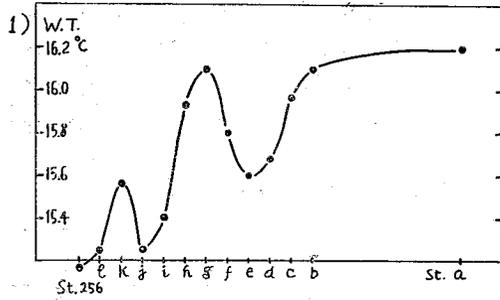
2) 灣西部の潮目について

a点08.40(L-2.5)とb点08.50は約2 kmはなれ、b-St. 256は1分おきに約100 m間隔で測温した。表面水温は(Fig. 25-1)東→西へ降温するがh-i間が-5.5°C/100 mで変化が最もはげしい。この点は7月観測のSt. 255・256の中間にあたり、L-100分の0 m Cl分布想定図(Fig. 36)よりみるとSt. 256の近辺が15.4%で周囲でのMin.を示している。今回の福山入江はL+15分(低々潮)で表面のみやや流下をつづけているが、20 cm以深は溯上し、0~0.5 mに気温(20.3°C)の影響が見られる(Fig. 25-2)。St. 256の塩素量は上下一様で17.0%であり、St. 261(L+2)に比して約0.2%しか低くない。7月の想定図での値(表面で0.8%の差)と今回を比べSt. 256は同じ潮相でありながら周囲の塩素量の差がちがうが、之は7月は月令3の大潮時の潮差の大きい方の下潮で新漕の灌漑用水は流出しており、今回は月令9の小潮時の潮差の小さな方の下潮のために之は開いていなかったこと(既述4ヶ所の水門は大体月令8~10及び23~25には1日申開けない)。及び芦田川の水位も7月に比して低く入江からの淡水流下量も少なかったことの為と考えられる。従ってh-i点の潮目は水温では1°C、水色で1階の差が明らかに見られたが塩素量では目立った降下はなかったと推定される。(塩素量分析は行わなかった)この潮目の表面水温の下降は外部流入水塊から灣西部水塊に入ったため、その潮目は新漕東方2 kmの沖合を南北に走っていたと考えられる。尚、新漕用水堀の水は水門附近で塩素量0.6%を示した。

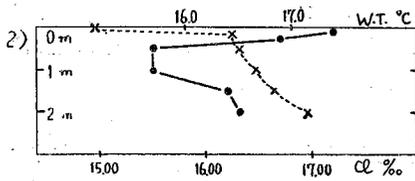
3) E点断面の流動(25図3, 4)

水色はE₅のみ7で他は6、透明度はE₂がMax.で6.2 m, E₅がMin.で3.1 m, E₁~E₅で急変している。F₄

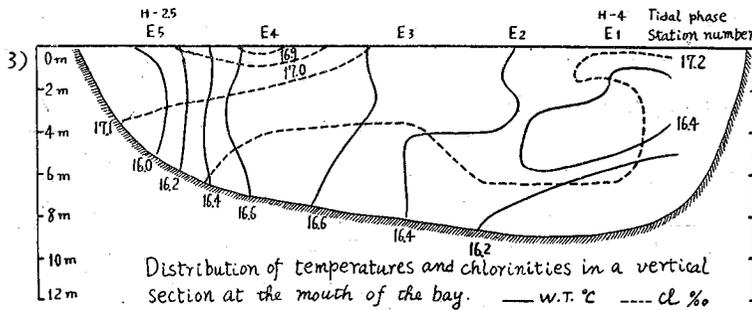
Fig. 25 25 Nov. 1952 4th Investigation.



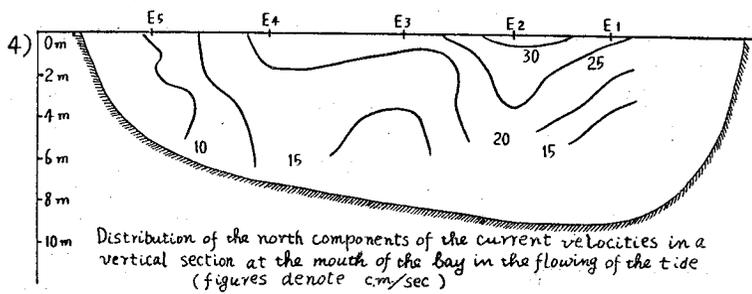
Surface water temperatures between St. a and St. 256. Showing the sudden change between St. i~h.



Vertical distributions of water temperatures and chlorinities at Fukuyama inlet. — w.T. --- cl



Distribution of temperatures and chlorinities in a vertical section at the mouth of the bay. — w.T. °C --- cl %



Distribution of the north components of the current velocities in a vertical section at the mouth of the bay in the flowing of the tide (figures denote cm/sec)

を中心に流入していることは7月の場合と同じである。E₅は西部水塊の存在のために流入の勢は小さくなり断面の流速は平均はE₃~E₂間にあると思われる。各点共深度をますにつれて流速は減る。

以上より上潮中期には湾口部は御崎沖約2kmの10mの等深綫部を中心にして、外部の水が北流し、神島よりの部分は神島に沿って流入し、箕島沖1km位から西は西部水塊の存在のために流入の勢は激減し外部よりの水はこの水塊に妨げられてしまうと考えられる。

4) 水道北口

St. 227はH-0.5で水道流出の最盛期であり全層一様の水が南流している。塩素量は17.2%で外部よりの侵入水そのままである。各用水の水門も開かず降雨もないときは湾口より流入した水は殆んどそのまま上潮中期以後一部は水道より流出すると思われる。

は塩素量 Min. 水温 Max. で西部水塊の影響が一番強く出ている。この上潮は低々潮より高々潮に到るものである。流速の最大はE₂の表面で0.34m/secであった。7月E点の(E₂のやや東方)同期の流速は夜の上潮のH-3.5で、Max. は2m層の0.24m/secであるが之は風と潮が逆の時である。朝の上潮は潮差は少ないが、風と潮が一致するためH-4でMax. は表層の0.36m/secであった。今回の風はS~SE-1で表層は風のためやや早い。流速計と測流板のちがいはあちらが7月のE点に比べてE₂の0~4m層の流速は大して相異しない。E₅ではSSE-1の風の影響で0, 1m層の流速は概してNでE₁のみはやや東へ偏る。流速の北分の値はE₁ 4m層, E₅ 0m層が測得流速の1/2に, E₄ 4m層, E₅ 1m層が3/4になる以外は殆んど同じである。北分分布をみるとE₂がMax. でここ

§ 8 第5回調査 (1953年1月16日)

1) 灣東部を主な目的とした。調査の前4日は降雨なく芦田川の水位は300cmで大体平均値, 13.00頃迄雲量10, 夕方にかけて晴れた。風は南西~西風, 風力3がふきつづけた。観測は3つの部分にわけて

(a) E点断面: 東より西へ4点09.40(H-2.5)~11.20(H-0.5)の上潮末期2時間で大潮(月令2)の低々潮より高々潮に到るもので, 0, 0.5, 1, 2, 4, 6m, Bottomの各層で採水し0m, 3mの両層は測流板による流速観測を行った。

(b) 各地の横断観測 St.275(水道北口)H-3.5, St.232(片島水道)H-3, St.268(福山入江)H.T., St.243(茂平沖)L-5.5, St.241(湾央)L-5, St.269(湾東隅)L-4.5, St.275L-1の7点上記各層の採水と, St.275(L-1)で0, 2m層の測流を行った。

(c) 東部横断観測 St.269~St.228の10点で, 13.45(L-4.5)~16.45(L-1.5)の3時間に時計廻りに上記各層の採水と, St.228で0, 2m層の測流を行った。この下潮は明方のに比して潮差は少ない。この下潮には各地の水門は閉じている。攪拌期のため各点共水温・塩素量は上下の差は極めて少なく, 又一艘に気温は水温より低いが, 14.00前後の気温Max.の時は測点も湾東部の浅処であるために気温の方が高いことがあった。

2) E点断面: 表層は風の吹き去る方向に流れるが流速の大きな断面中央部の表層は風に逆って北流する。又箕島よりでは表層は風のため東流し, 3m層は殆んど流れない。神島沿岸は表層は風につれて北東流するが, 3mは東流する。これらの事は7月, 11月にのべたE点断面各部に於ける流動状況と一致している。7, 11, 1月の流速を比較すると, Table.5の如くなる。但し1月の値は11月の流速分布を用いE₂に概当す

Table.5 Comparison of current velocities

Month	Age of the moon	Time	Station	Range of tides (at Uno)	Wind	Current m/sec	
						0 m	3 m
7	3	11.00 H-2	E	H. L. W. → L. H. W. +1.0m	SSE - 2	0.33	0.19
11	9	14.30 H-3.5	E ₂	L. L. W. → H. H. W. +1.5m	SSE - 1	0.34	0.26
1	2	10.10 H-2	E ₂	L. L. W. → H. H. W. +2.4m	SW - 3	0.50	0.44

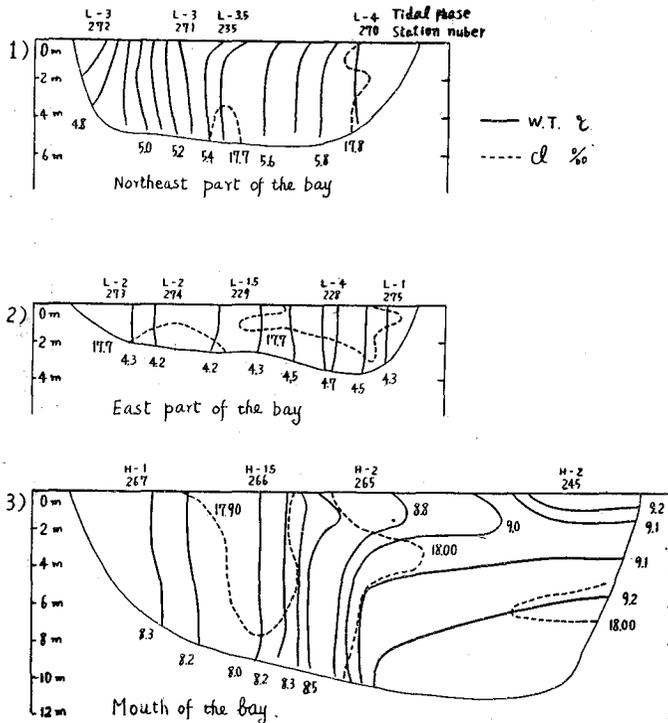
る点の流速を推算し, 7月の3m層の流速は2, 5m層の値より内挿して使用した。流向は何れも北流。11月の値はH-3.5であるが, 7月の値でみるとH-3.5はH-2よりやや少なくなっていることから考えると11月の流速はTable.5よりやや少ないのではないかと思われる。(7, 11月共風と潮は一致)

Table.5よりE点附近の上層における上潮末期初めの流入の強さは表面は南寄りの風の強さに支配される方が多いが, 3m層は潮差の相異による方が大きいことがわかる。Fig.26に示す如く, 外部侵入水は断面東部にあり, 9.1~9.2°C・18.0%と思われる。又東部のみ温度成層を示すが, 西部は上下一様で西程低温低鹹となる。

3) 各地の横断観測 片島水道はH-3.5で横島水道転流期である。水道北口に比べ片島水道は高温高鹹で弱い東流が初まったものと思われる。福山入江はH.T.で全層一樣の水がまだ潮上している。茂平沖はH+1と同じ頃の湾央の点に比べてClは0.3%低い。湾央の点はE点断面の東部と同様の塩素量でこの部分を通して侵入した外部からの水が下潮にかかって湾口部へ流出し初めていると思われる。茂平沖が低鹹なのはこの部分では東部よりの低鹹水が影響するためと思われる。東隅のSt.269はH+2で塩素量も湾央に比して約0.2%位しか低下してない。

4) 灣東部 St.229のやや南方のG点の7月の状況でみると午後の下潮中期は中層以深は西流して湾口に向うが, 表層は風の影響をうけて流向は逆になることがある。塩素量は約0.1%上っているが之は下潮中期以後の水道からの流入水の影響があると考えられる。

Fig. 26 Distributions of temperatures and chlorinities in three vertical sections. 16 Jan. '53.



今回の調査では水色は東岸から1 km以西は6であるが500m辺り迄はやや濁り、以東は更に濁り方がはげしかった。透明度も之と平行して2.0mから0.5m迄下る。之は西よりの風力3~4の風による攪拌の影響であろう。水温・塩素量も全層一様である。(Fig. 26-2)。St. 228の流向はL-4に全層南流して水道方面へ向っている。水道北口はL-1には表層は北流、中層は西流し水道からの流入水である。西側の断面 (Fig. 26-1) 気温とよく一致している。東側の断面 (Fig. 26-2) はSt. 228を除いて考えると水温・塩素量共殆んど一様である。7月のL-100分の状態に比べて表層塩素量の水平分布が今回は東部各地で殆んど差がないのは水門よりの排水がなかったことにも原因していると思われる。又木の子島と片島の間の点 (St. 270) は周囲より Clは0.1%

位高いが、この部分の流動は以北の東部とやや異なっていると思われる。

以上の結果から湾東部の水塊の動きは次のように推定される。冬期西風の強い潮差の少ない昼の下潮には、前半期は中央部の底層は湾口に向かって流出しているが、上層は風に依り東へ吹寄せられる。南部は東寄りの水は水道より流出するが、片島北岸では上潮期に片島西岸を北上した湾口から直進の高鹹水が湾口に向っている。北部は大体中央部と同様の動きをするが、岸ぞいに茂平方面へ向うものもある。後半期になって水道より流入が初まると、流入水は大部分は北西進するが極く一部は片島水道へ向う。水道流入盛期にならぬと片島水道は西流をおこさない。

§ 9 第6回調査 (3月8日)

湾外の調査を目的とした。調査当日は晴、西~北、風力1~2。前後1週間ばかり大した降雨はなかった。芦田川の水位は300cmで、平均よりやや低い。湾内5点、湾外6点に於いて0, 2, 5, 10m, Bottom (湾内は1m層も加えた) で採水した。尙 Mar. 1953の連絡観測で3月9~11日に燧灘、備後灘、備讃瀬戸の観測が行われているのでこれも参照した。

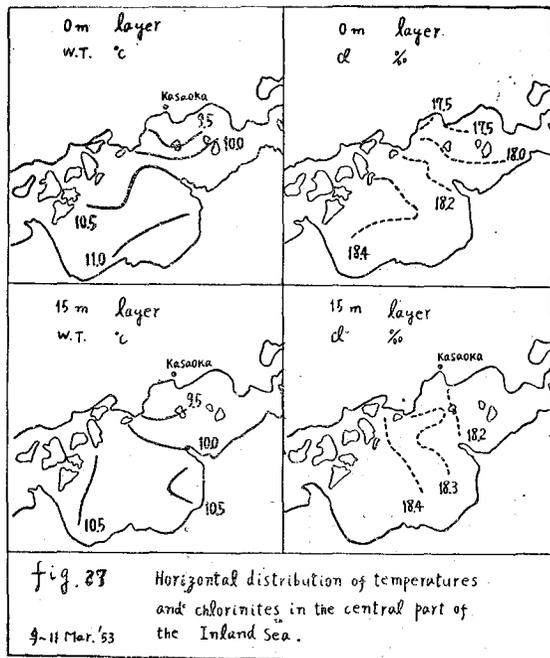
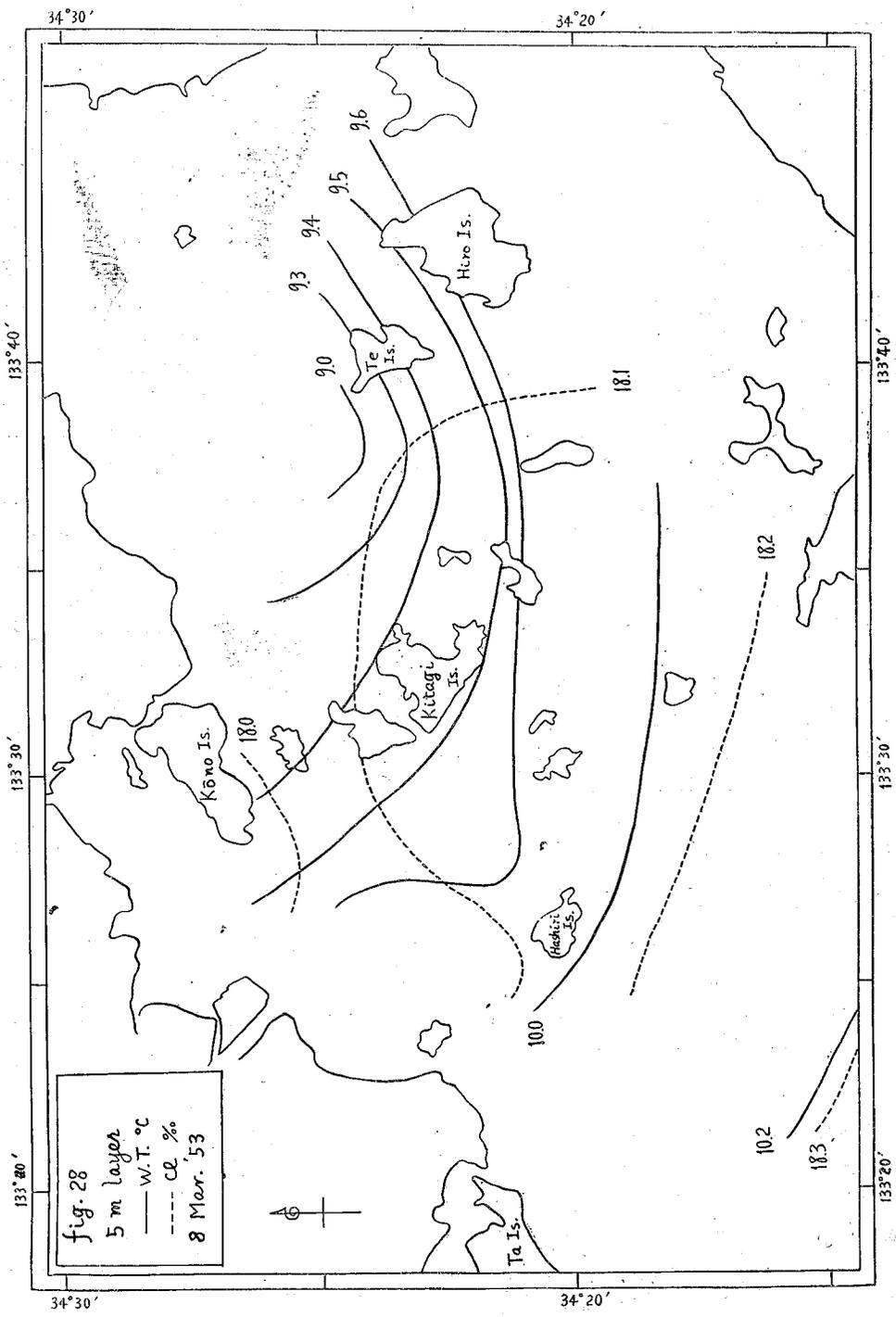


fig. 27 Horizontal distribution of temperatures and chlorinities in the central part of the Inland Sea. 9-11 Mar. '53

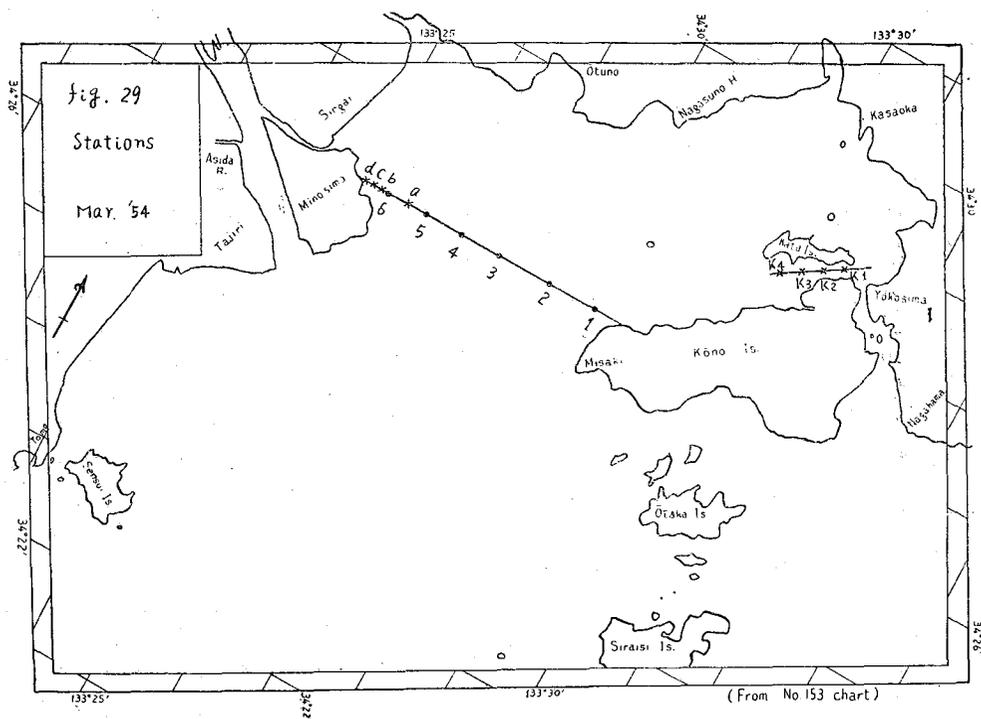


湾内は07.00~09.00 (L-3.5~2) の潮差の少ない下潮の中期で、湾外は西方の3点は下潮末期、東方の3点は上潮初期である。

水温・気温の交替期に入った処で気温>水温且表層が高温低鹹の正列成層に移りつつある時である。水色は撻難4、湾内6で湾西部のみ7である。透明度は8.0mが水色4と、5.0mが6と対応する。当時外域の海況はFig. 27・28の如く湾口部侵入水は9.5.C・18.1%である。湾西部は表層に17.6%の低鹹水があるが、他の湾内各部分は一様に17.9%前後の水が流出している。湾内の成層は余り判然とし無い。St. 283は表層に17.4%の水があり底層より0.7%低く、St. 284は表層17.6%で底層より0.4%低い。何れも干潮時にあたり横島水道は流入している。この部分の表層の低鹹水は東方玉島方面より来たもので、これが直ちに高梁川の影響か否かは断定しえぬが、笠岡湾外北東部の塩素量水平分布をみると、0及び、2m層は東程低く且0m層は2m層より0.1%低いが、5m層以下はFig. 28の如く他の部分と変りない。観測時刻10.00~11.00は来島海峡の南流開始直前、宇野の最干潮時にあたり、干潮末期には湾外部東方沿岸は西流するものと思われる。

§10 追加調査

湾内流動状況の把握のために上述の調査で不十分な海域を1954年3月に追加調査した。(Fig. 29)。21日~28日、30日はは降雨なく29日にのみ2.8mmの雨量があった。



1) 片島水道 3月29日(月令25), 08.30~09.00 (L-4~3.5), 11.00~11.40 (L-2~15), 15.30~16.00 (H-3~2), の3回, 毎回4測点で表面から1mおきに水温, 塩素量, 流向, 流速(測流板), 水色, 透明度, 気象観測を行った。風は主としてNNW, 風力3~4が吹きつけていた。

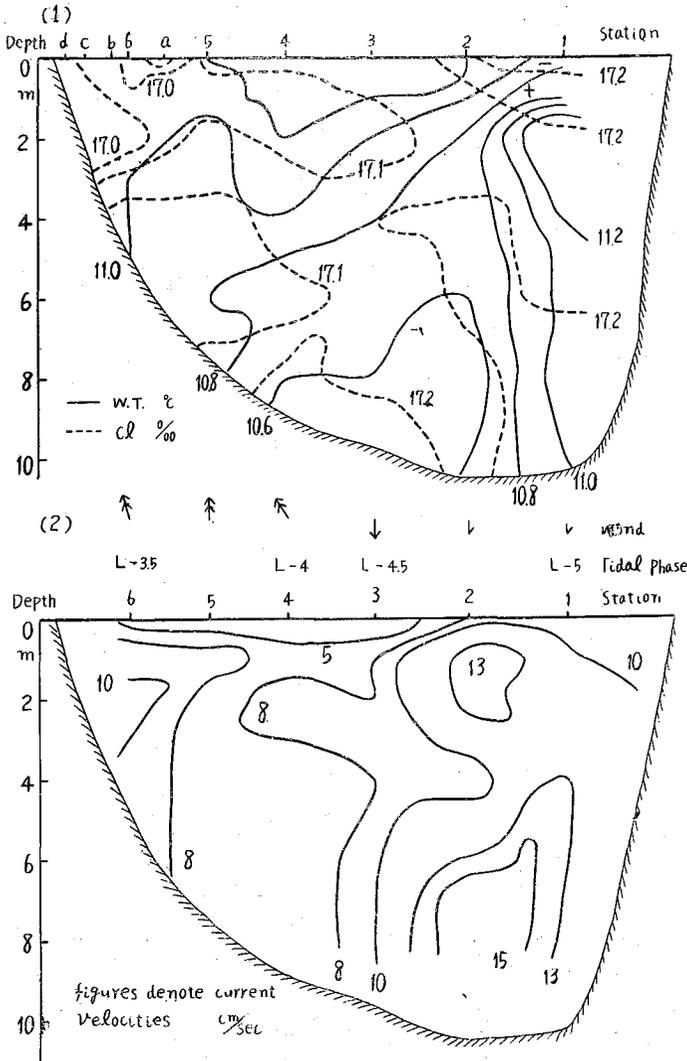
第1回は下潮中期の前半で横島水道は流下の末期である。全砂に懸流しているが西部は少々東流し, 東部の中層は少々西流しK₂, K₃の間に合合点がある。水温は一様に12.4.Cで塩素量は17.0~17.1%, 西部中層に16.9%が存在した。第2回は下潮末期の前半で横島水道は流入の盛期である。全砂に強く西流しK₂, K₁の中層は15cm/secを超え, K₃以東は10cm/sec, K₄は3m/secを示す。水温は東高西低で12.9~12.6.C, 塩素量は前回より少々低く全般に17.0% (横島水道も同じ) 西部上層に17.1%が存在する。尚この下潮は潮差の

少ない方のものである。第3回は上潮中期後半で横島水道流下の初期である。この上潮も潮差の少ない方のものである。西部は廻流し東部は表面以外は東流するが流速は 5cm/sec 以下である。分離点はやはり K_2 、 K_3 の間にある。水温は上り西部上層及び下層は $13.1\sim 13.2^\circ\text{C}$ 、中央部は全層 $13.2\sim 13.3^\circ\text{C}$ を示す。塩素量は全体に $17.0\sim 17.1\%$ である。

以上より片島水道の流動は湾内主要水系の流動より生じた西口附近の海域の流動と横島水道の流入、流出の組合せに支配され、下潮末期の横島水道の流入の盛んな時に最も強く西流し、上潮末期の流出の盛んな時にゆるやかに東流し、それ以外は停滞若くは水道中央部を離合点として微弱な離合を行っているものと思われる。

2) E点断面 (Fig. 30) 下潮時の流動を知るために3月30日にE点を通る東西断面に6測点を等間隔にもうけ、09.30~10.50 (L-5~3.5) に0, 1, 2, 3, 4 m層及び Bottomで測流板による測流と0, 0.5, 1,

Fig. 30 Distributions of water temperature, chlorinity (1) and current velocity (2) in a vertical section at the mouth of the bay in the ebb tide. 30 Mar. 1954 Additional Investigation.



2, 4, 6, 8 m層及び Bottomで水温、塩素量をはかり水色、透明度、気象の観測を行った。西部のa~d点で表面塩素量を測定した。この下潮は小潮時の潮差の少ない時の下潮である。風はSt. 3迄北、以後南風1~2に変わった。水温は正列成層を示すがSt. 1では2 m層以深に他の点の表層と同温度(11°C)の水が来ている。塩素量は全般的には正列成層であるが7月の観測に比べ表層殊に西部表層が余り低下してないのは小潮で潮差が少ないことと、下潮の前半であることに依ると思われる。流向はSが多くSt. 6のみ稍々東偏する。流速はSt. 2が最高で最高流速は底層の 18cm/sec 、11月の上潮時のど比べて流速分布はSt. 2が断面の最高であることは変りがないが、全般に流速小、表層は特に小さく、西部の全断面平均に対する比率は大となっている。西部表層が流速が小さいのは風向の逆転にもよると思われる。水色、透明度は東部は中部に比し稍々低い。

以上より潮差の少ない下潮前半期にはE点断面はSt. 2を中心として底迄一様に湾内水が流下するが、未だ西部に於ける流下閉止は著しくみられず、神島沿岸では湾央を通る主流でなし

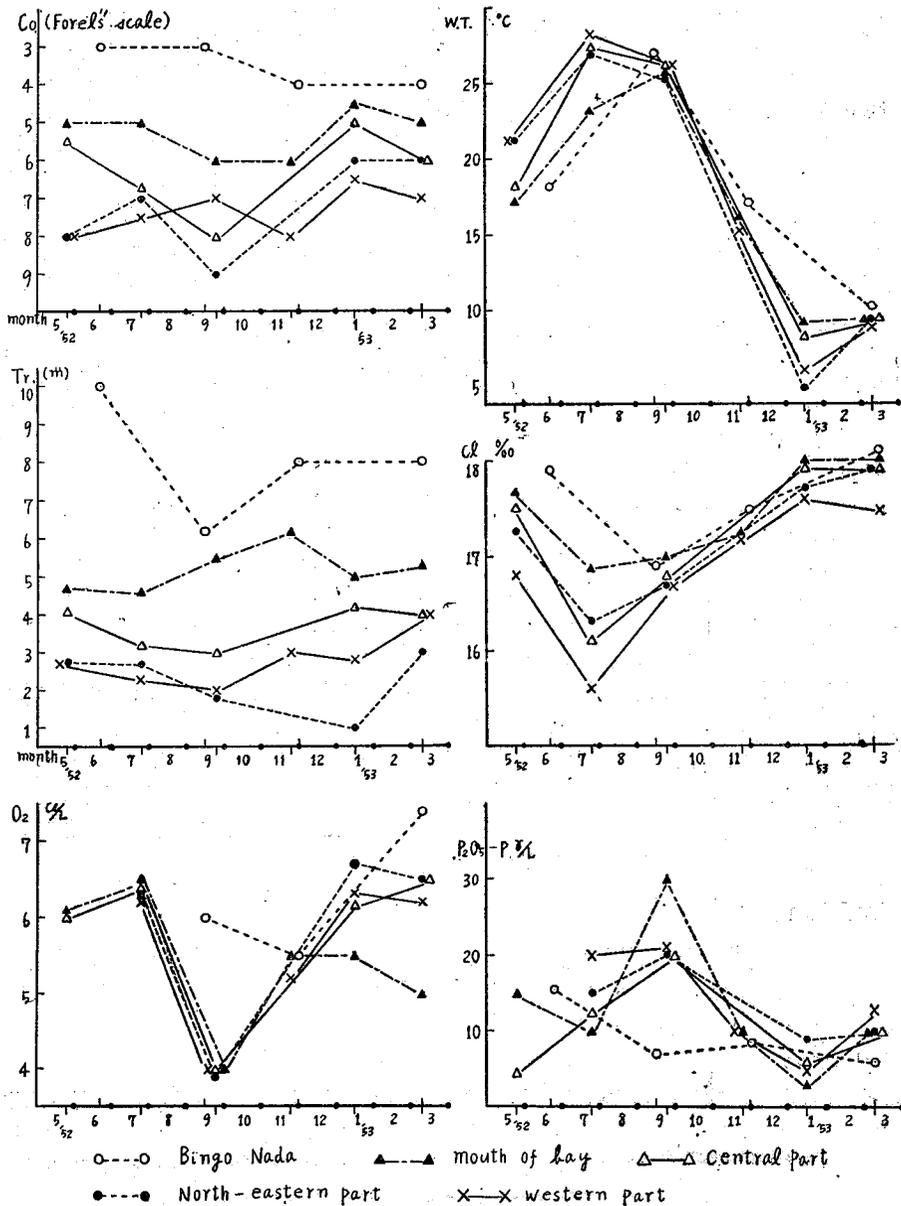
に神島北岸にあった水が流下していることがわかった。

§ II 海況因子の年変化

各海域に於ける水色・透明度・水温・塩素量・酸素量及び栄養塩類量の年変化

湾口東部を中心として侵入した備後灘の水は、湾内で河川・陸岸等の影響を受け、湾内各海域に夫々特長ある様相を呈するものと思われるが(§13・3参照) 其等各海域に於ける海況因子の年変化をみるために、湾内を湾口・湾央・湾東北・湾西部の4海域にわけ (Fig. 32で斜線をほどこした部分)、湾口部は中層が、其

Fig. 31 Seasonal changes of water color (Co), transparency (Tr), soluble oxygen (O₂), water temperature (W.T.), chlorinity (Cl) and phosphate (P₂O₅-P) in five regions.



他は3m以浅が各部水塊の特性を示すものと考えて、各回の調査結果から夫々に概当する上記諸因子の値を比較した。尙浦後灘に於ける値として内海連絡海洋調査に於けるSt. OK1(走島南岸)の1952年6月5日、9月14日、12月1日、1953年3月9日の結果を参照した。⁶⁾

各要素の観測値の個々の値はある巾をもっているが(Fig. 31)備後灘・湾口部・湾中部・湾東北部・湾西部の順に水色・透明度・塩素量は下り、水温較差は増加する傾向がある。即所謂内湾性がこの順に強くなる。湾東北部と湾西部は透明度の大小が冬期入替はあるが之は§8に述べた如く西風のための攪拌の影響と思われる。湾口部と湾内の内湾性の最も強い海域との差は水色で2~3、透明度で3~5m、水温で1~5°C、塩素量で0.5~1.5%であるが、水温・塩素量・水色の較差の大きい5月、7月は透明度の較差が少なく、前3者の較差の少ない11月、1月は後者の較差が大きい。備後灘も含めて考えると、黒潮勢力の強い冬期は水色・塩素量が高く、各海域に於ける水色・水温・塩素量の差が少ない。之に反し夏期は黒潮勢力の減退、降水、成層等のために水色・塩素量は低く、水色・水温・塩素量は海域間の差が大きく、1海域内に於ける巾も広い。透明度が他の3因子と異なる変化を示すのは夏期の植物プランクトン大増殖(§12参照)と冬期浅処に於ける底泥等の影響が加わるためと思われる。磷酸態磷量は一般に湾内部に多いが、之は陸性起源のものが加わるためであろう。硝酸態窒素量は測定数が少なく図に示さなかったが、何れも0~10γ/Lで湾内部に多く季節的には7月、3月が多い。溶存酸素量は図の様に变化する。酸素飽和度は大体酸素量と同様の变化を示す。但し1月は酸素量は多いが飽和度は少ない。年間を通じて140~80%の間を变化し沿岸部は値が小さい。酸素及び栄養塩量の年変化は§3、4に述べた支所前の変化によく一致している。湾に影響する陸水については(Table. 6)河川水は川口に於ける観測の中河川水が大部分と思われるもの(低塩素量)の値をとっ

Table. 6 Chlorinity, dissolved oxygen and nutrient salts in inland waters.

Location	Date	Cl %	O ₂ cc/L	O ₂ %	P ₂ O ₅ -P γ/L	N O ₃ -N γ/L
Asida River	25 May	14.13	4.8	80	7	40
	24 July	15.66	6.3	130	17	0
	22 Sept.	16.50	3.9	78	32	1
Fukuyama Inlet	25 Nov.	14.93	1.0	16	36	2
Shingai Reservoir	25 Nov.	0.62	—	—	109	70
Himori "	17 Jan.	3.25	—	—	46	85
Kanaura "	17 Jan.	0.27	—	—	95	675

た。福山入江には汚濁された都市排水が流下していることが認められ(水色9で濁っており透明度は0. m)、用水圃は流量は少なくとも排水口附近の海域に対する栄養塩補給という意味で注目される。

湾内各海域で潮時により異種水塊が来往する様な場所ではこのための日変化があると思われるが、5月、7月の昼夜観測の結果から考察するとA・C・G点に於いてこの変化が目立っている。即ち芦田川口のC点では河川水の流下期には酸素量の低下と栄養塩類量の増加があり、横島水道のA点では湾東部の流下期には磷酸塩類量が増加し、湾東部のG点では西流期及び停止期に栄養塩類量の増加がみられる。

§ 12 Plankton分布

Fig. 32にPlankton採集を行った測点を示す。(H)netに依る採集は11月の第4回調査以後行った。Sampleは排水量測定・個体算定を実施。(K)netの採集物については植物planktonを、(H)netについては動物planktonを主として考察する。尙Chaetognathaに就いては別報する。

1) (K)plankton

1947年~51年の支所前の観測値に依れば(§3、4)量のMax.は7、12月であるが本調査では湾全体としては3、7月がMax.である。湾西部は7月のMax.が他の海域に比べて著しく大量で、東部は大体中部と同様に増減している(Fig. 33)。各海域を通じて排水量は透明度とは逆の、溶存酸素量とは正の相関が認められる。栄養塩類量との関係は陸上よりの補給が余りないと思われる湾口・湾中部に明瞭に認められ、7月の

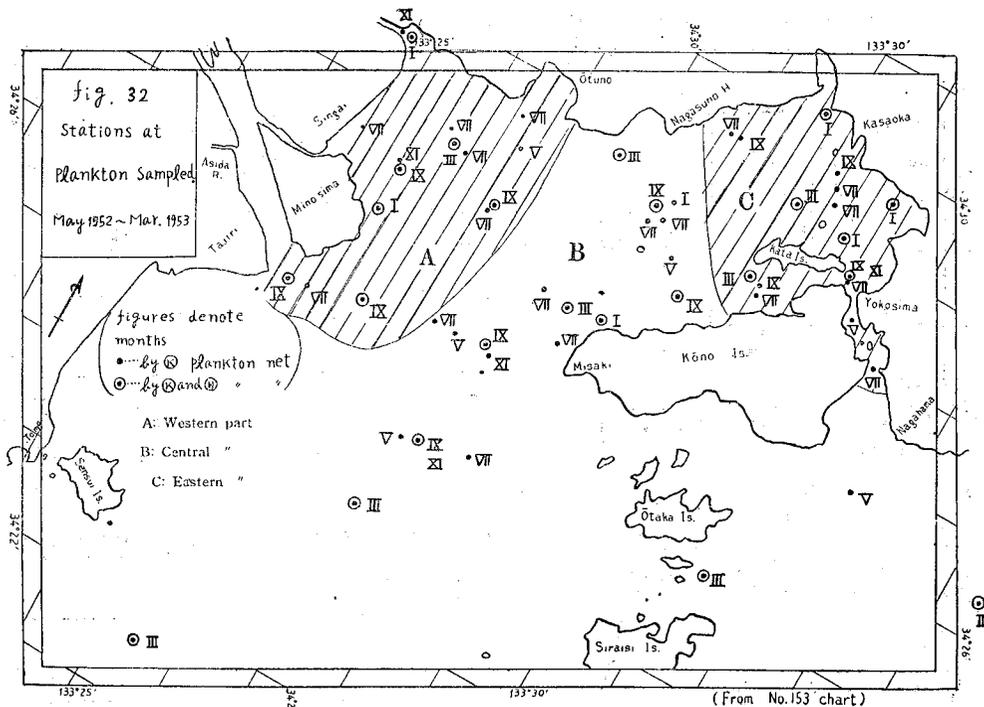
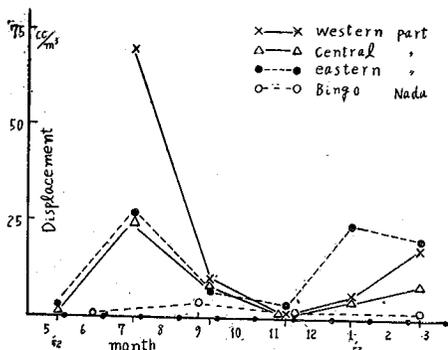


Fig. 33 Seasonal variation of displacement in mean value of (k) plankton in four regions.



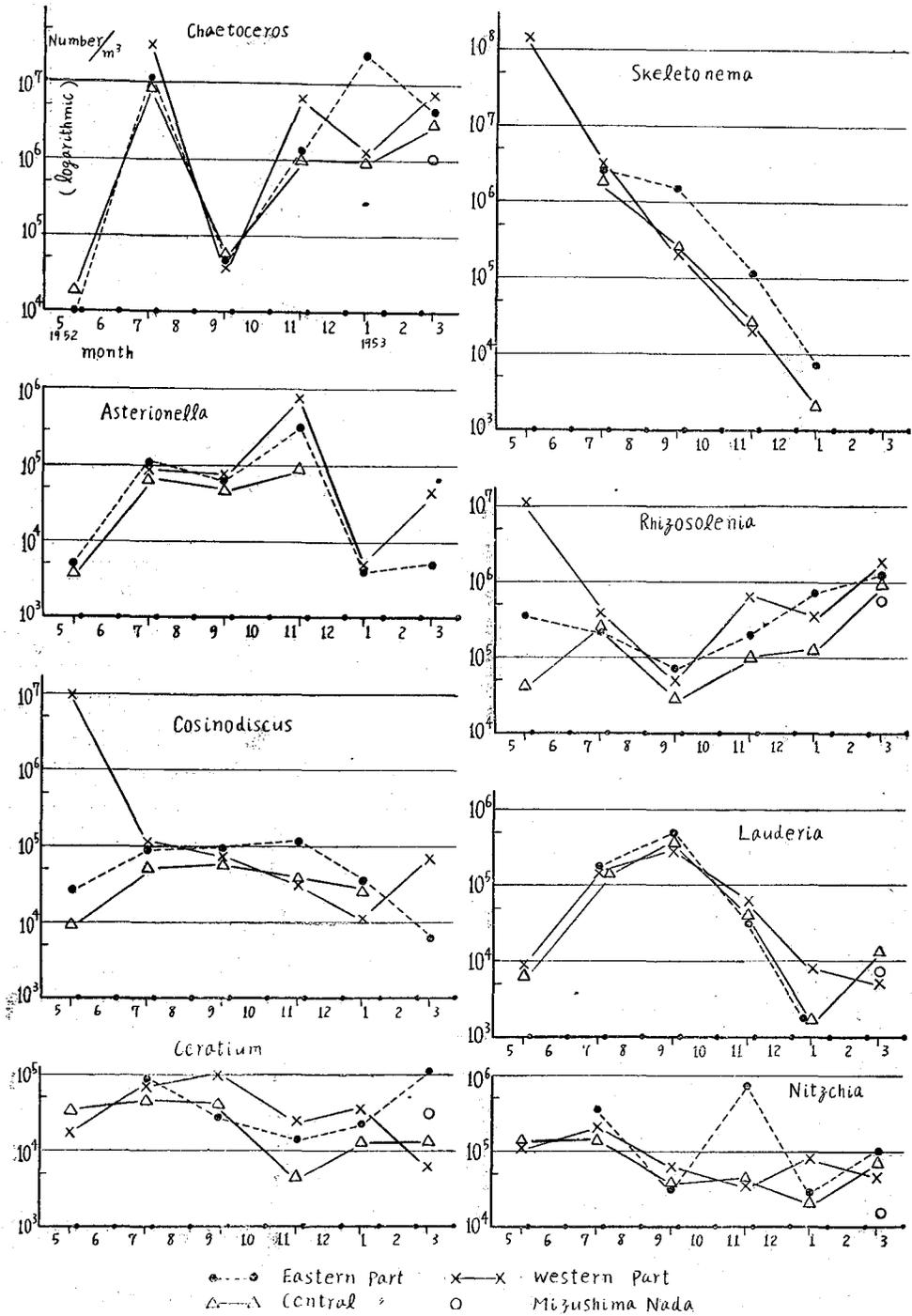
- a) *Chaetoceros*型 1~3月, 7月に山, 5, 9月に谷。
Asterionella, Thalassiothrix, Pleurosigma, Ditylium, Nitzschia
- b) *Rhizosolenia*型 3月山, 9月谷で変動が少ない。*Fragilaria*
- c) *Skeletonema*型 5月より翌年1月にかけて減少するのみ。
- d) *Lauderia*型 9月山, 1月谷の単純な正弦曲線的変化。*Coscinodiscus*

Chaeto. 型は湾全体の量的変化とよく一致した変化を示し, 本湾の植物 plankton の季節変化は主として *Chaeto.* により代表される。季節変化の様相を要約すると次の如くなる。

5~6月: 湾内外共最も少量, *Rhizo.* 主体, *Frag. Nitzschia Ceratium*, 湾西部のみ *Skelto. Coscino.* の大増殖の為量も多い。

7月: *Chaeto.* を主体とし同型大増殖, 湾内各域同様に年間の量的 Max. *Skelto.* 以外は減少し *Peridinium*

Fig. 34 Seasonal variations of numbers of dominant phyto-plankton species appeared in Kasaoka bay. May, 1952~Mar. '53



が現われる。

9月 : *Laud. Perid.* 以外は減少するも *Skelto. Laud.* が存在するので *Min.* にならぬ。湾外は7月より多量。

11~12月 : *Chaeto, Rhizo.* 両型増加するも量的には年間の *Min. Chaeto* 型の *Asteri, Nitzschia* は年間の *Max. Laud* 型 *Skeleto.* 型減少。 *Perid.* は消失。

1月 : *Rhizo.* 型のみ増加, 他は減少, *Chaeto.* の減少は少なく *Rhizo. Chaeto.* により総量はふえる。 *Eucampia* 出現。

3~4月 : *Chaeto.* 型 *Rhizo.* 型増加, 総量として第2の *Max. Skeleto.* 消失, 以後全種類減少する。

湾内各部の出現状況は西部が独自性が強く5月に *Skeleto* がこの部のみ大量に出現し, *Thal'rix. Pleuro.* はこの部だけ出現しない。東部は1月には7月と同量を示すが, 之は *Chaeto.* に依る。この増殖は7月の同部の *Chaeto* の増殖より大量で, 片島北方に局部的に *Chaetoceros decipiens* が大量に出現した為である。

2) (H) Plankton

排水量は9月は湾口部に多く1月は福山入江・湾東北部に多く, 3月は湾東部に多く, 湾外部に少ない。値は大体 0.5 cc/m^3 以下である。季節的には3月・1月・9月の順に減少する。(K) Plankton と海域的, 季節的な量的変化が大体一致している。出現した主なものは *Copepoda, Sagitta, Medusa, Polychaeta, Noctiluca, Copepoda* 及び *Noctiluca* は (K) Plankton と併せて考えると前者は1月・3月に少く, 後者は冬期多く, 7月~11月に少ない。

S13 論 議

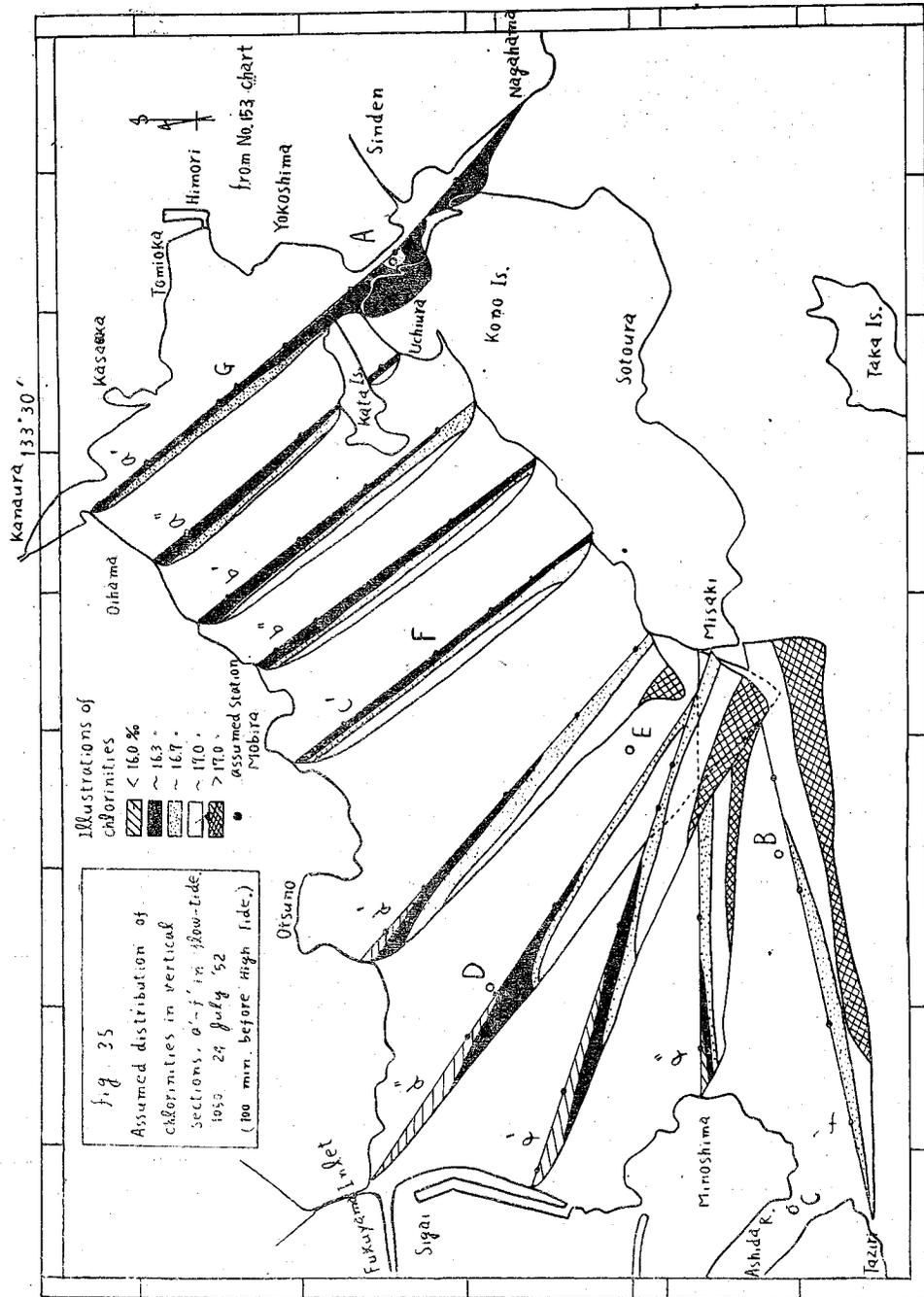
以上各回の調査結果について説明したが, 尚内湾の微海況調査という立場から問題となる諸点につき考察する。

1) 塩素量分布を一定潮相時のものに補正すること。

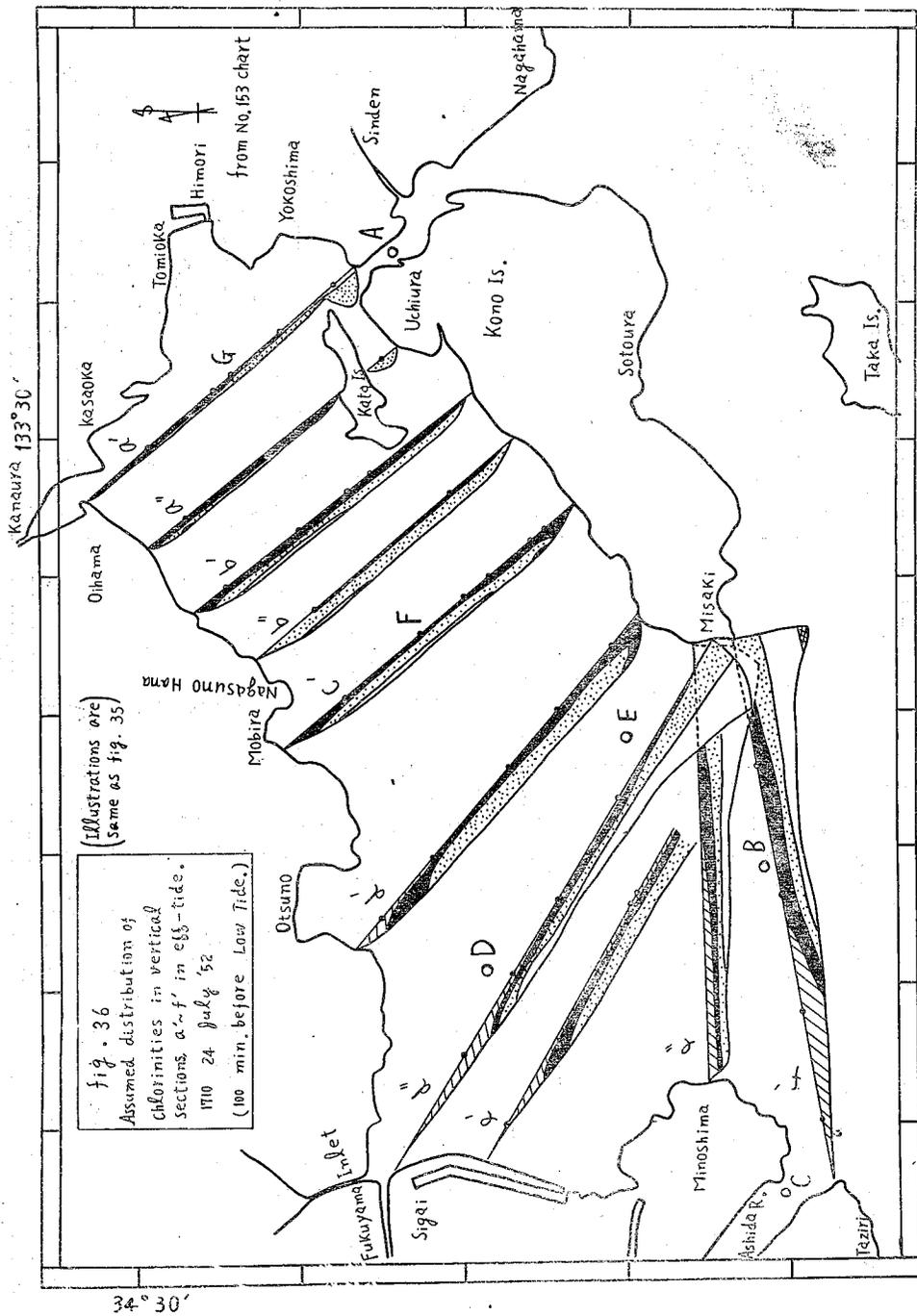
第2回調査に行った横断観測は夫々3~4時間を要した。之を観測時間の中央, 10.50, 17.10の状態に補正して考えてみる。この時刻は夫々 H-100分, L-100分である。補正方法は先ず a~f 断面に沿って一直線に a'~f' の6断面を考え, 更に a~f 線に沿わぬ測点を中心に大体 a'~f' に平行に a'' b'' d'' e'' の4断面を加え, 合計10断面を想定する。各々断面の両側にある近接2測点を結ぶ直線と各断面との交点に42ヶの仮想測点を設け, 塩素量の水平分布図より内外挿して夫等42点の塩素量を想定する。次に3) に述べる水塊移動及び5月・7月の A~G 点の昼夜観測の塩素量の時間的变化より, 10.50・17.10に相当する潮相の塩素量を想定する。かくして出来上がったのが Fig. 35・36の塩素量分布想定図で, 各線断面を示した。勿論この図は7月24日(月令3)の両時刻に於けるものを想定したのであって, 之が笠岡湾の常態を示すものではない。然しこれを基にして, 昼夜観測の結果と, 水塊毎の季節変化の様子を知れば, 他の時期の状態も想像することが出来よう(但し豪雨後等の異状海況の際は別である)。夏期以外の昼夜観測は実施出来なかったし, 水塊の状況の年変化も観測中であるので, 此処では一応上述の瞬間のみに論議を留める。

(i) H-100分(7月24日・10.50分の状態) 外部侵入水の塩素量の *Max.* は17.1%で, >17%は >7m層にある。侵入水は御崎一芦田川の線ではB点のやや東方を中心に北流する。之が茂平沖で右折して湾奥につづき, この辺より底層の侵入水と表層の湾内水とは3m層位では明瞭に区別される。G点以東で富岡・横島沿岸に存在する低鹹水と混合し16.2%となり, 一部は横島水道より脱出する。この辺の表層は<16.0%である。然し脱出する水量は後述の如く侵入水量に比して極くわずかで大部分は湾内水位を高めるのに費される。西部では5mの等深線に沿って16.0%の停滞水があり, D点ではこの水はB点同様の早さで北進するが, 福山入江へ溯上するものの外は西岸では停滞乃至南下している。

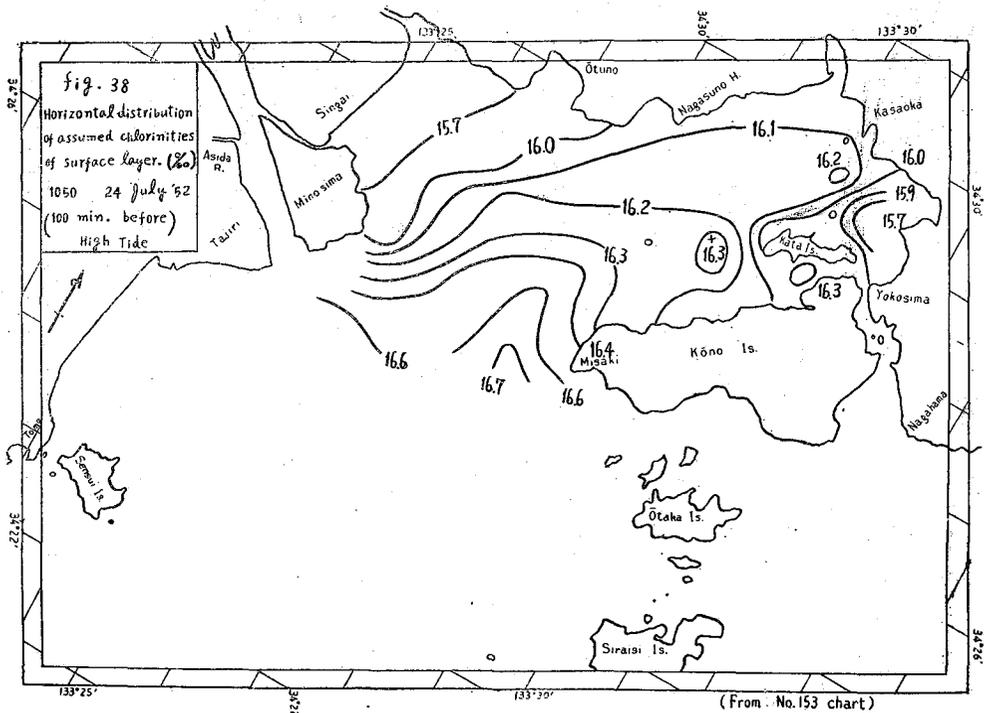
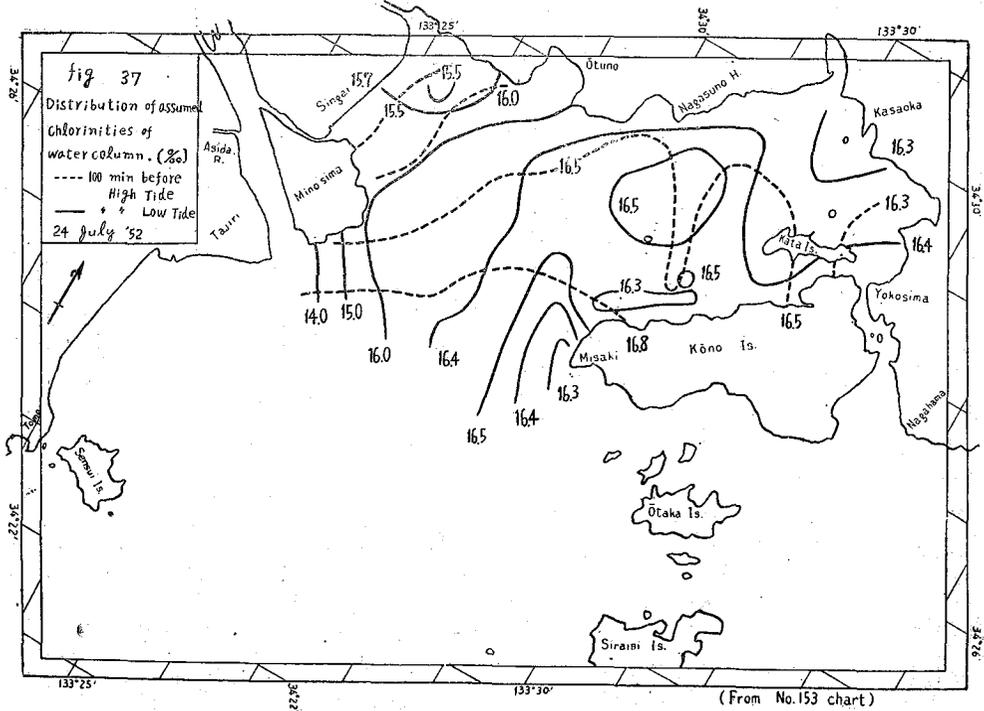
(ii) L-100分(17.10の状態) 各地の水門は開いて淡水が流下している。東部表層はH-100に比べて高鹹だが, 之は水道からの侵入水のためである。然しこの水は新田・樋守の排水を混えるために表層の塩素量は他の水域の表層より低い。この低鹹水は片島水道へは余り入らずG点方面より湾口へ向う。湾の主流はF点よりE・B点に向う。福山入江及び新涯水門からの排水を混えた低鹹水はE点方面に向い表層を覆う。4

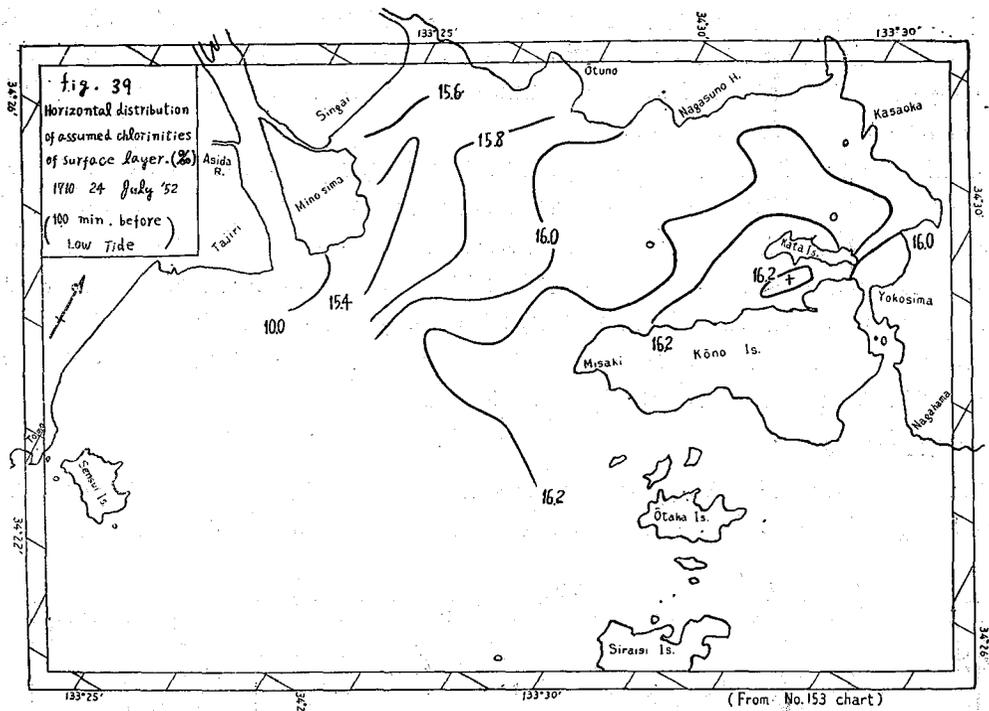


34° 30'



m層以深には片島以西かなり西方迄 $>16.7\%$ の水が存在する。芦田川よりの流下水は河口より拡がって南下するが、一部は箕島沿いに北上乃至停滞し河口とB点の中間付近では全層を通じ $<16.0\%$ である。箕島沿岸では表層にこの水が北上し、西部の南下流を東方に押している。





(c) Fig. 37に各点に於ける各層の塩素量を、各層間の距離を加重平均した全水層の平均塩素量の水平分布を示す。これは勿論仮想的なものであるが、之によって侵入・流出水系の系路の概要をうかがうことができる。H-100分・L-100分の両者を比較すると、湾口部で上げ潮時のものは等塩素量線が東西方向に並び、下げ潮時は南北に並ぶ。又湾口部ではH-100分の方が高鹹だが、湾中央部では両者同様で、東部では水道北部にL-100分の方が高い処がある。Fig. 38・39にFig. 35・36から描いた表層塩素量水平分布図を示す。Fig. 19・20と比較すれば時刻による分布の状況の相異が一見して明かである。

2) 湾内水流動の量的考察

Fig. 1のIIの線以北の湾面積は 38km^2 で平均水深時の深度別面積比率は

11~9 m	~7 m	~5 m	~3 m	~2 m	~0 m
3%	11%	30%	26%	12%	18%

となり約 $1/2$ の区域が3~7mの水深である。これから計算するとこの区域内の平均水深時の容積は $170 \times 10^6\text{m}^3$ で平均水深時に於ける区域の平均水深は4.5mとなる。7月の第2回調査の昼夜観測の結果から4測点の水深変化量の平均値を用いて調査当日の2回づつの上下潮間における増減水量及び満干潮時の水量を出すとTable. 7の第3・4段の如くなり各潮間に全水量の60~70%にあたる量の水が交替していることになる。*

Table. 7 Changes of sea water volume at Kasaoka Bay, July 25~26, 1952. (Age of the moon: 3~4)

1 Time	07.30~13.00	~19.10	~02.00	~08.00
2 Tidal phase.	Flow	Ebb	Flow	Ebb
3 varied volume. $\times 10^6\text{m}^3$	+ 98	-116	+131	-112
4 vol. in the bay.	220	104	235	123
5 Calculated vol.	+118	-72	+145	-108
6 differences.(5~3)	20	44	14	4

(+ : increase or inflow - : decrease or outflow)

* 変化水量算出に当っては下記諸点が問題となるが、いずれも面積測定の際の誤差範囲内の値である。

- 1) 海陸境界線の移動に依る湾容積の変化。(但し海岸線中遠浅の部分は護岸あり。) : $0.2 \times 10^6\text{m}^3$ 程度
- 2) 福山入江の影響 : $0.2 \times 10^6\text{m}^3$ 程度
- 3) 海面よりの蒸発量⁵⁾ : $0.015 \times 10^6\text{m}^3$ 程度

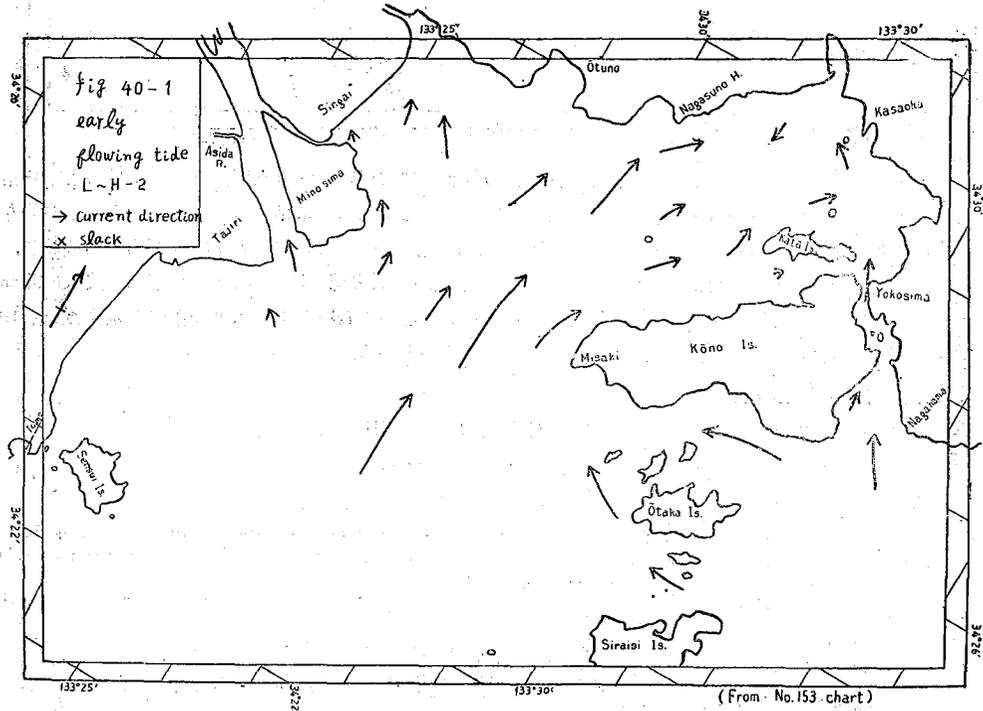
海水の出入口は神島～箕島間及び横島水道であるが、前者をE点を通る東西方向の、後者をA点を通る水道に直角方向の断面と考えると断面積は平均水深時に夫々50,900m²、840m²となる。両点が両断面の平均流速を示すものと仮定して、E点断面は7月の、A点断面は5月の測流結果より断面を通った水量を計算すると後者は前者の約4%しか通っていない。

又両断面に於ける転流が約3時間ずれることを考慮して海水流量を算出し、之と湾内増減水量との差を求めるとTable. 7の第5・6段の如くなる。差は主としてE点の流速の算出方法(0, 2, 5 m, Bottomの測流値を加重平均したものをを用いた)並びにE点が断面の平均流速を示すと仮定したことによるものと思われるが、上潮の際は増加量<流入量・下潮は減少量>流出量となることより考えと一潮を通じてみた場合下潮期間中は上潮期間中よりもE点の流速の断面平均流速に対する比率は少ないものと思われる。

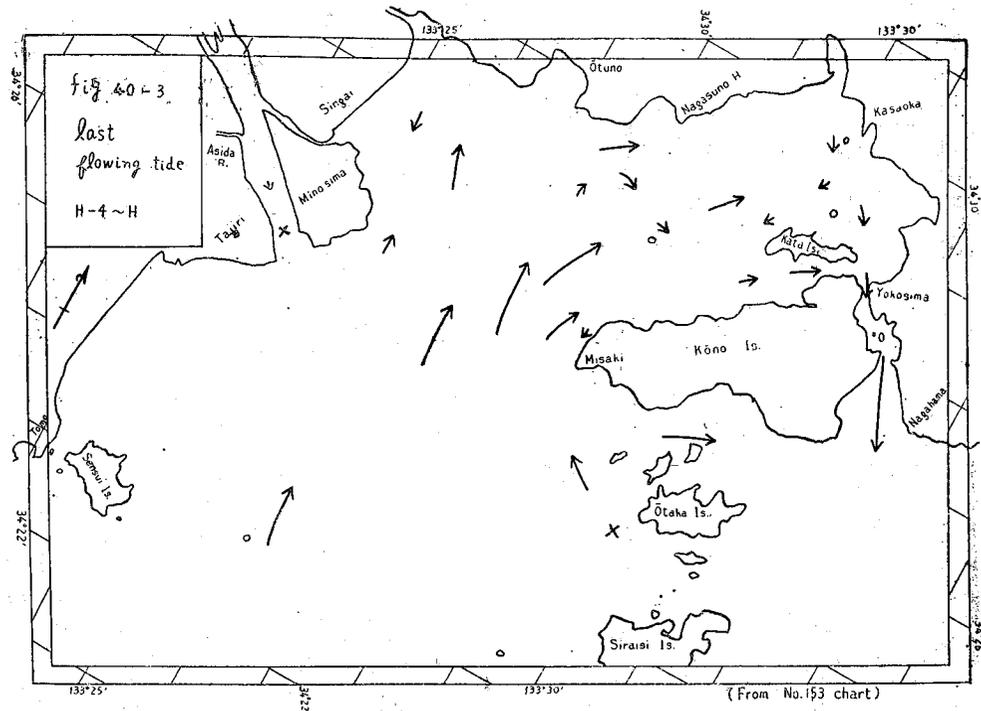
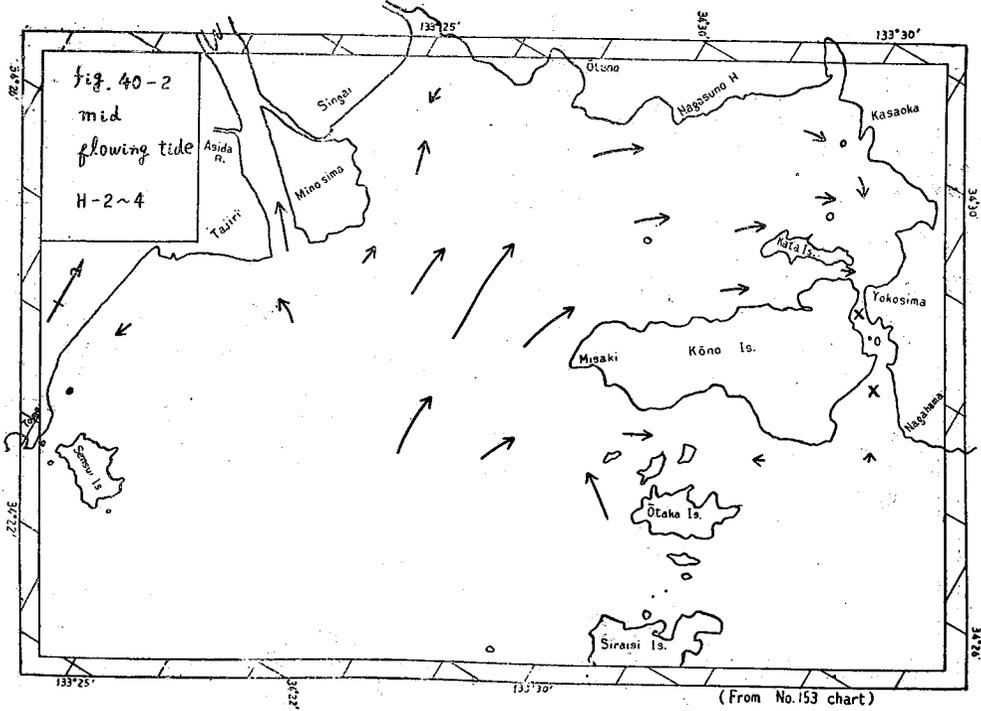
E点の海水はその流向・流速を持続するものと仮定すれば1回の上潮で北～北東に約3km進み、(7月の5m層の測流値に依る。)長須鼻沖合約1km附近に来るものと思われる。

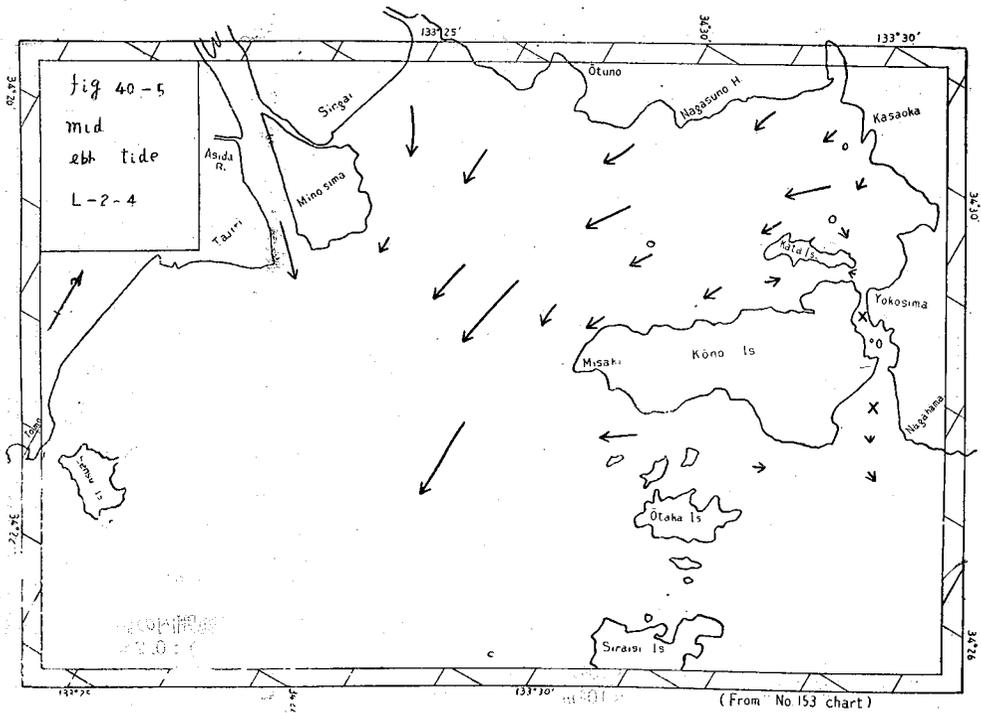
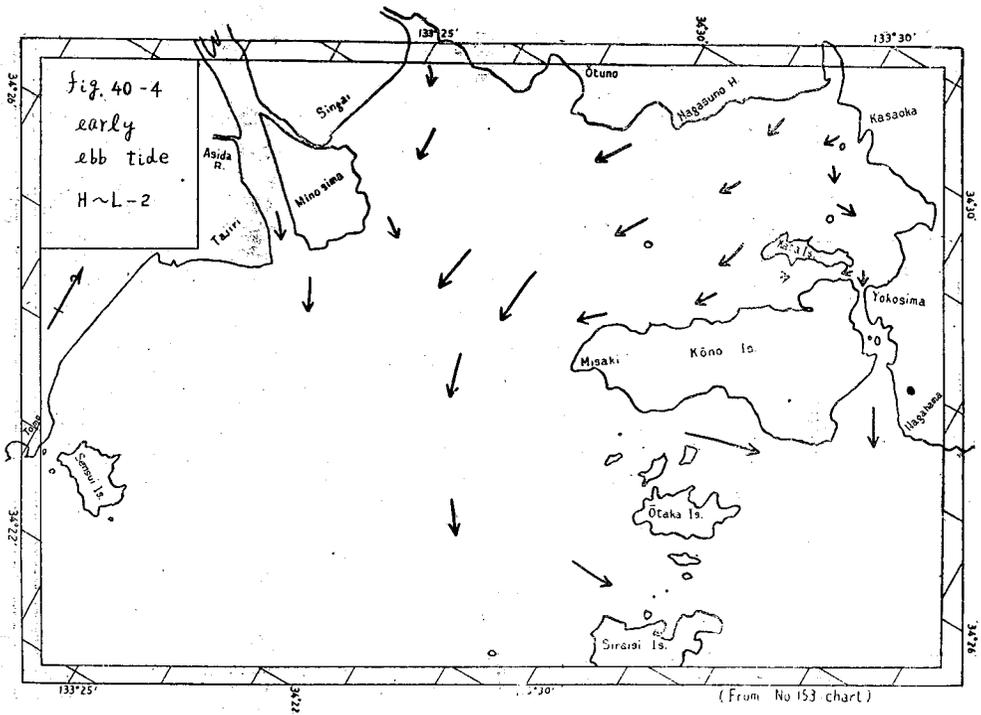
3) 湾内水塊の流動状況

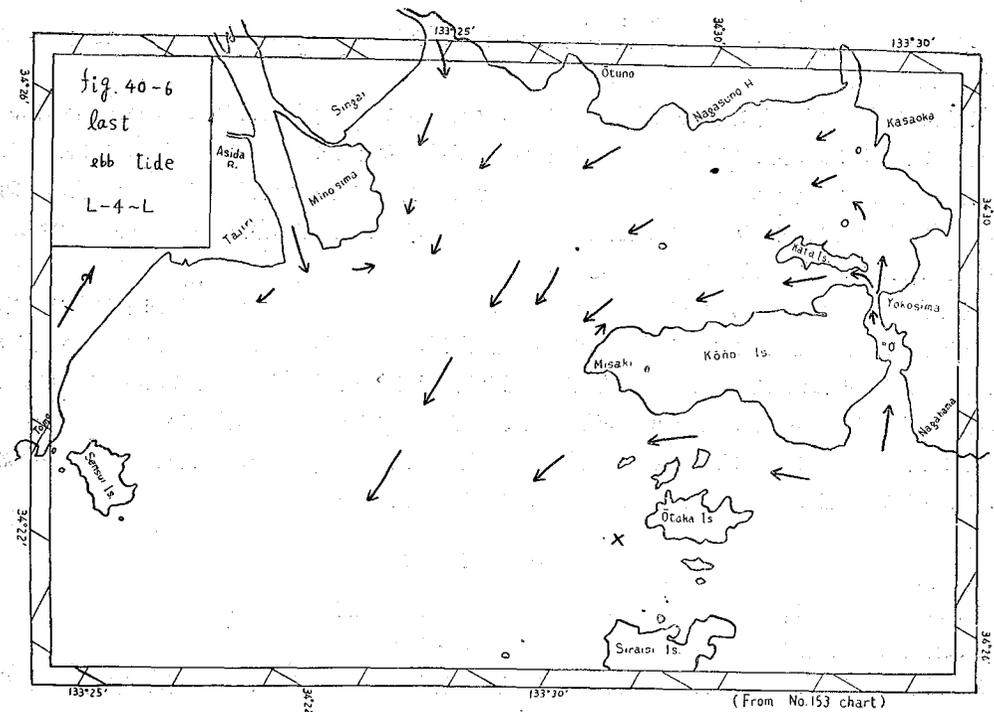
既述の湾内外の流動状況及び沿岸漁業者よりの聴取結果等に基き本湾の各潮相に於ける水塊流動状況を推定するとFig. 40, 1～6の如くなる。(図で矢印は流向を示しその長短は大体流速の大小を示す。)之等はい



ずれも平時の大要の状態を示すもので細部の状況については下記の原因により変化が生ずる。Fig. 35に示す如く新漕、金浦、随守、新田等に農耕用水の水門があるが之等は小潮時の3～5日間以外に開く。且季節的には春秋は昼夜2回、夏は昼間冬は夜間のみ開く。従ってこれらの水門の開閉如くによって局所的な流動及び水塊分布状況に差を生ずる。又大潮、小潮、侵入水塊の流勢の強弱、同じ上潮でも潮差の大小により流動状況は相異すると思われるが、最も多く観測したE点断面で外部侵入水塊についてみると湾内の流動状況を大きく左右する原因となる様な変化はないものと思われる。更に風向、流向の組合せにより皮膚流が種々の状態に生ずるが浅処特に河口、湾西部、湾東北部においてはこのために生ずる海況の変化は無視し得ない。







§ 14 結 語

以上の結果を要約すれば次の如くなる。

- 1) 笠岡湾を構成する水塊は豊後水道系のものと思われる。(附 参照)
- 2) 水温・塩素量の長年変化から見れば、調査期間はいずれも山を超えたり下り坂に当ると思われる。
- 3) 湾内海況は主として主要開口部たる神島・箕島間の中央部以東の中層以深を通過して水島灘より侵入する水塊の海況により支配される。
- 4) 横島水道はもう一つの開口部であるが本水道よりの流量は主要開口部の約4%にすぎず且転流時は3時間程ずれる。
- 5) 湾内の海水は一潮でその約6~7割にある量が入り出る。
- 6) 湾内の流動状況の概要を図示した。
- 7) 湾内を西・中・東部の水塊に分けて考えることが出来るが、湾西部は芦田川の影響を受けた独自性の強い水塊で、中央部は水島灘よりの侵入水塊に強く支配され、東部は横島水道よりの流出入に幾分左右されるが侵入水塊の変形で冬期西風の強い時は著しく混濁する。
- 8) 海況因子の年変化から湾口・湾央・湾東・湾西部の順に所謂内湾性が強くなり、又湾全体としても黒潮勢力の季節的消長に影響されることが大きい。
- 9) 植物planktonの主要種はChaetoceras属でRhizosolenia属は冬~初夏にSkeletonemaは夏~秋に多い。
- 10) 主として塩素量分布より、内湾海域に於ける海況は調査時における潮汐流動の様相を考慮に入れて解釈しなければならぬことを論じた。

要するに内湾海域の海況調査は水塊移動を考慮しなければ海況把握が困難であり、更に養殖場海面等の局所海域の海況は当概水塊の地理的由来並びに時間的変化を精密に追跡することによってのみ初めて可能であると思われる。本調査が今後益々要求されると思われる内湾小海域の微海況調査のテストケースとして、何らかの役に立てば幸せである。

近年海洋学の中でも内湾を対象とした部分が活発に取扱われる様になり、海洋物理学の立場からは水塊流

動、淡水海水混合の問題が取上げられ、^{8), 9), 10)} 河・海両水・又高低塩分両水の交換・流動等の問題が理論的実験的に研究されている。

又海中に於ける物質循環の面からは溶存物質や Plankton と並んで Leptopel が取上げられている。¹¹⁾ 特に内湾の場合は外洋に比して存在する Leptopel の量が莫大であるから重大な意味をもっている。更に生物体及びその排泄物・分解物を定量するために有機態窒素・磷の定量法も新しい方法が提唱されている。^{12), 13)} 物質循環の問題に関する定量方法も従来の間接的・理論的方面に加えて、海中に各種段階で存在する物質を直接定量し、実証的に追求する方法が取られる様になった。

海洋測器も S・T・D (Salinity—Temperature—Depth recorder), drag Current meter 等注目に値する。¹⁴⁾ 本調査に於いて使用した測器はすべて従来の海洋調査に常用されたものばかりであるが、変化の烈しい内湾の調査に対しては少くとも水温・塩素量・海潮流の連続せる測定値が是非必要で精度の点ではいくらか劣っても自記式である事が不可欠であると思われ簡便低廉な自記測器が生れることを切望したい。

又水塊流動・侵入水と陸水との混合の問題は此処では簡単に取扱ったに過ぎないが今後調査データの充実に伴いこれらの点より詳細な理論的取扱いが発展することを期待する。

参 考 文 献

- 1) 花岡 資：内湾生産力の標示について 内海区水産研究所研究報告 Vol. 1 1952
- 2) 農林省水産試験場：海洋調査要報 Vol. 20~72 1923~51
- 3) 尾島雄一、久岡実：既往資料による瀬戸内海の内海況と漁況の変動 内海区水産研究所研究報告 Vol. 5 1953
- 4) 広島県水文気象連絡協議会：水文気象 Vol. 1, 2 1952~53
- 5) 須田皖次：海洋科学 古今書院 1943
- 6) 瀬戸内海連絡調査要報：内海区水産研究所 Vol. 4, 5 1953
- 7) 内海潮流図：海図第6025号 水路部 1929
- 8) B. H. Ketchum：The exchanges of fresh and salt waters in tidal estuaries. Jour. Mar. Res. Vol. 10 No. 1 1951
- 9) D. W. Pritchard：Salinity distribution and circulation in the Chesapeake bay estuarine system. Ibid. Vol. 11 No. 2 1952
- 10) H. Stommel & H. G. Farmer：Control of salinity in estuary by a transition. Ibid. Vol. 12 No. 1 1953
- 11) D. L. Fox, J. D. Isaacs & E. F. Corcoran：Marine leptopel, its recovery, measurement and distribution. Ibid. Vol. 11 No. 1 1952
- 12) H. W. Harvey：Micro-determination of nitrogen in organic matter without distillation. The Analyst. Vol. 76 P. P. 657—60 1952
- 13) A. L. Hansen & R. J. Robinson：The determination of organic phosphorus in sea water with perchloric acid oxidation. Jour. Mar. Res. Vol. 12 No. 1 1953
- 14) D. W. Pritchard & W. V. Burt：An inexpensive and rapid technique for obtaining current profiles in estuarine waters. Ibid. Vol. 10 No. 2 1951

【附】内海中央部に於ける東西兩水系の離合に就いて

1) 豊後・紀伊兩水道より入る黒潮は瀬戸内海を夫々東西進し中央部にて会合し又今分離する。この離合点は何処かと云うことは大小潮・季節・長年変化等によって異なるが大体備後灘～備讃瀬戸であると云はれている。笠岡湾はほぼこの離合点に位しこの湾を構成する水系が東西いずれの水系に属するかを考える場合離合状態を更に詳しく追究する必要がある。

内海潮流図に依り離合の有様を表にするとTable. I の如くなる。

Table. I 備後灘に於ける離合状態(平時)
(N→Sは北流より南流への転流を、S Max. は南流最強を示す。他も之に準ず)

来島海峡	備 後 灘			備讃瀬戸東口
	西 部	離 合 点	東 部	
N → S	広範囲に憩流	———	一般に西流	E → W W
S	東流開始	(会 合) 灘 中 央 ↓	西 流	W Max.
S Max.	———	灘 東 口	———	W
S	全体としてゆるやかに東流する			W → E
S → N	憩 流	(分 離)	東 流	E
N	西流開始	灘 中 央 ↓	東 流	E Max.
N Max.	———	灘 東 口	東口附近憩流	E
N	全体として西流する			E → W
N → S	———	———	———	W

次に来島海峡・備讃瀬戸東口の転流時と尾道・宇野の上・下潮開始時を比較するとTable. II の如くなる。
(1952年4月～53年3月水路部潮汐表より)

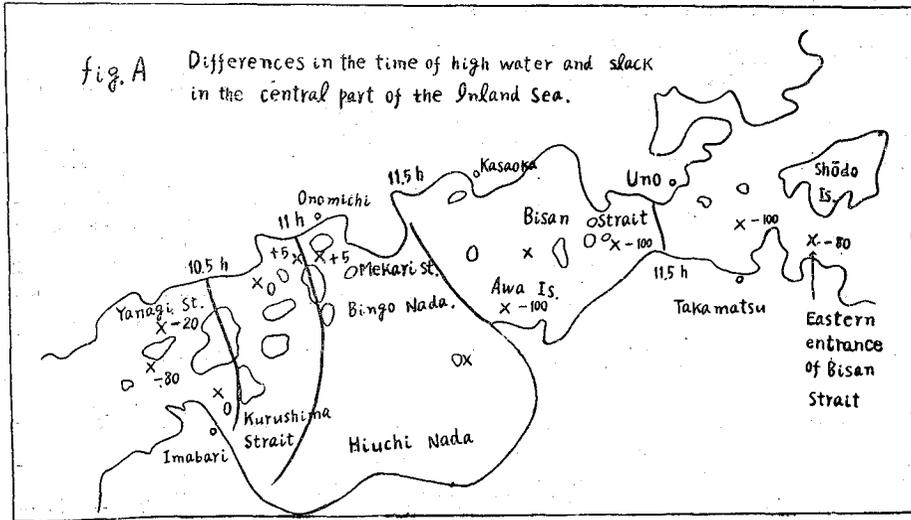
Table. II 来島海峡、備讃瀬戸東口における流入・流出開始時と尾道・宇野に於ける上潮・下潮開始時の遅速の比較

	来 島 海 峡		備 讃 瀬 戸 東 口	
	流 入 開 始	流 出 開 始	流 入 開 始	流 出 開 始
尾 道	上 潮 開 始 (夏期の新月前の 1日を除く)	下 潮 開 始 (小潮時の5日間 位を除く)	流 入 開 始 (小潮時の10日間 位を除く)	流 出 開 始 (小潮時の10日間 位を除く)
宇 野	上 潮 開 始 (夏期, 冬期小潮時 2～3日間を除く)	下 潮 開 始 (春, 夏, 冬期小潮時 4～5日間を除く)	両者半々位 (上潮開始が早いのは 大潮, 小潮に不拘 春, 秋に多い)	流 出 開 始 (小潮時の10日間 位を除く)

(表中に記入してある方が早いことを示す)

又来島海峡と備讃瀬戸東口の転流時は流出共備讃が早い。(例外は流入の場合冬期の小潮時の5日間流出の場合は全年を通じ5日間位) 宇野・尾道の上・下潮開始はやや宇野が早い方が多く、例外は夏・秋期は大潮時の15日間位、冬春期は小潮時の10日間位である。

平時に於ける内海中央部各地の満潮時の時差及び来島海峡の転流開始時を起点とした各瀬戸の転流開始時⁷⁾々差を图示するとFig. Aの如くなる。



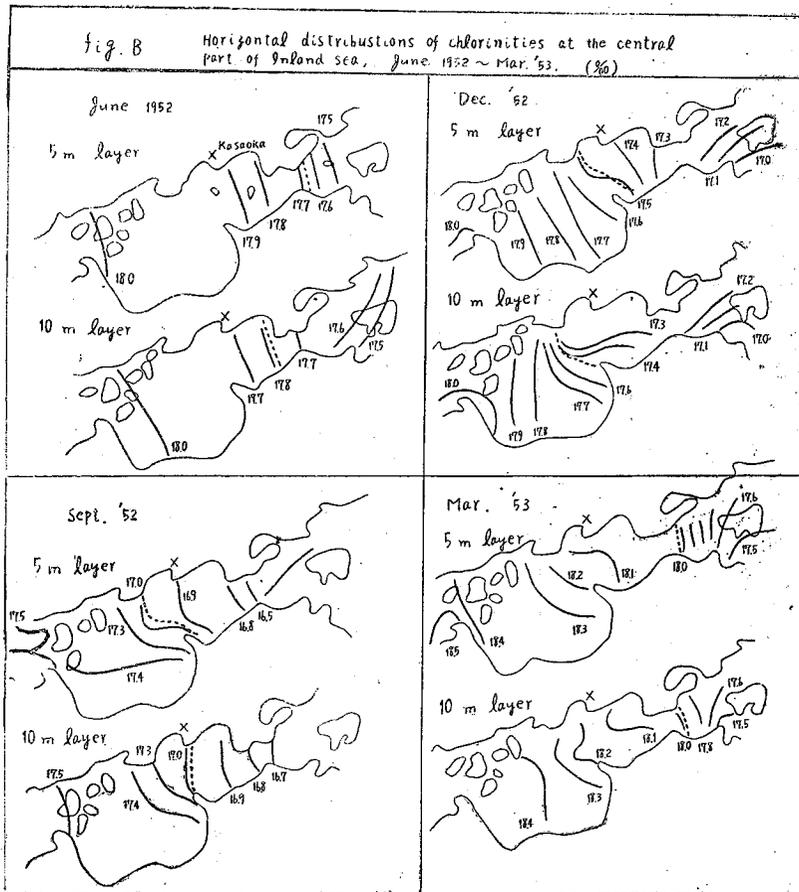
— は太陰が東経135°の子午線を經過してから高潮となる迄の平均時間(平時)の等時線を示し、数字のみのものは来島海峡の転流時を基準としたときの ×印各点の転流時差を分で表はしたもので、+遅 -早を示す。

2) これらの諸材料から笠岡湾を主として内海中央部に於ける水の流動状況を考察すると平時に於いては次の如く考えられる。

備讃東口が流入(西流)に転じて後、来島が流入(南流)に転ずる30分位前迄は全般に西流しているがこの頃に西部の方から順次上潮が初まる。柳瀬戸が流入し出して20分後来島も流入し出す。西方の出口をせき止められるために東部は西流するが西部は憩流して各地で潮高は高まる。来島の流入開始後30分位で笠岡の上潮が初まる。来島の南流が強くなると西部も東流し会合点も東へ移る。この頃の会合点が北部ではどの辺にあるかは詳かでないが布刈瀬戸も来島と同時に転流していることからみて会合線は北部ではかなり東に寄っているのではないかと思われる。従って笠岡湾への湾口よりの侵入水は西方より来た豊後水道系の水に依るものと思われる。来島の流入最強後80分位で、備讃瀬戸西部より次第に流出しだし之につれて尾道・笠岡・宇野が大体同時(尾道がいくらか早い)に満潮となり下げ出す。次いで東口も流出に転ず。この頃笠岡湾より下げた水は東流する。次いで本州沿岸西部は西より次第に流出し出し来島が流出に転ずる頃瀬西部は停滞し東部は東流している。西部で西流が初まると瀬の中央で水が分離し出す。次第に瀬全体が西流し分離点⁶⁾が瀬東口となる。この頃の笠岡湾からの流出水は西流する。之は来島海峡の流出最強の頃で横島水道が流入し出す頃と大体一致する。かくして備後瀬北東部の西流する水の一部は横島水道より笠岡湾に入る。次いで備後瀬東口が憩流し(分離点)ここ以东は東流し、以西(瀬全部)は西流し元の相にかえる。即ち笠岡湾に入潮で入る水は西方豊後水道系の水で下潮で流出するのは下潮の最初の半分は東へ流れるが後半は西へ去る。

3) Clの分布から (Fig. B)

全般に春夏高低の黒潮型を示している。備讃瀬戸東口と来島海峡を比較すると常に来島が高くその差は約1%に及ぶ。今上記の東・西両入口よりの侵入水が同じ量で同じ勢で入って来て内部の混合水域を作ると仮定すると、両入口に於ける塩素量の平均値は大体備後瀬東口附近に見られねばならぬが実際は図上の点線を示す如く常に備讃瀬戸にあり、且備後瀬の塩素量の東西方向の変化率は備讃瀬戸より少ない。之は西方より



侵入する水の方が優勢なためと思われる。又塩素量の高い時程点線は東へ寄る。(Max. June) これは黒潮流入勢力は一般に豊後水道より来るものの方が紀伊水道より来るものより強く東西両水系の離合点が備讃瀬戸西～中部にあることを示す一例証と考えられよう。

又塩素量の年変化・長年変化の型から見ても §3 1) に述べた様に笠岡湾は豊後水道型である。

4) 以上の諸点からみて笠岡湾の大部分を占める外部侵入水は豊後水道系の水であろうと思われる。尚豊後水道系の水の方が内海中央部に対する侵入勢力が優勢だとすれば瀬戸内海全体として西から東へ水が動くという推定も成立つのではないかと考えられる。

