

- (ii) 汚水自体の毒性の変化(時間・距離にともなう変化で、稀釈によるものを意味しない)
- (iii) 汚濁底質の影響

2. 湾水の水質と運動

杉 浦 吉 雄 (気象研究所)

(1) 湾水の水質 浅海増殖の立場から湾水の水質を論ずる場合、一般には次の諸点を考慮すべきである。(i)溶存酸素および炭酸物質。(ii)N, P, Si のいわゆる栄養塩類、無機態と有機態。(iii)Fe, Cu, Co, Mn, B のような生化学的に重要な微量元素、(iv)微量元素の多くは海洋環境で不安定であるが、それを安定に溶存させるために必要な有機物質。(v)ビタミン、ホルモン。(vi)有害物質——鉍毒、生物の有毒排出物、都市および工場汚染物質、生体の腐敗によつて発生する有毒物質など。

(2) 湾水の潮汐に伴う水質変動(駿河湾の例)

水質の変化は水の動きによつて伝播するが、逆に、水質の変化によつて水の動きが認識される。駿河湾では、固定点において等塩素量線が時間とともに鉛直方向に脈動する。水温についても全じて、脈動の周期は ~ 12 時間である。溶存酸素は一般に固有の日変化を示すものだが、上記の運動のために、一定点の固定された深さではその日変化を認めることができない。しかし、等塩素量あるいは等水塩層のみに着目すれば、固有の日変化を抽出することができる。駿河湾のある点では深さ $150m$ のところの水の粒子は、鉛直方向に $\sim 50m$ の短径をもち、水平方向に $\sim 4km$ の長径をもつ楕円軌道をえがくことになる。水の粒子はそういう周期運動をくり返す一方では、ある方向に押し流されてゆく。このような周期運動のために、一船で行なわれたふつうの海洋観測結果に基づく湾内の水質分布は、ある程度のあいまいさをまぬがられない。そういう場合にふつうよくやるような等値線で示された分布は誤解を招きやすい。こういう場合の分布の図示法として、筆者は次のようなことを試みた。すなわちFig. 1である。Fig. 1は、 $15^{\circ}C$ の等水温層($\sim 150m$ 層)上の各点における塩素量(上の数字、ただし数字の19は省略)と出現深度(下の数字, m)を示してある。各等水温層の出現深度の分布巾は、ある程度推定されるから、相互の出現深度がその範囲内にあつてかつ塩素量の差が 0.02% 以内のものは同類とみなし、いくつかの水の塊りに分けたのが、Fig. 1である。一船の観測結果から判るのはこの程度のことであり、Fig. 1は、それを素直に表わしているのであるから、等値線より客観的である、と筆者は考える。川口付近に塩素量の低い水がみられるのは当り前のことだが、中央部にかえつて、塩素量の低い水の塊りがあるのはおもしろい。



Fig. 1 Chlorinity distribution on the 15°C layer. (~150m) Apr. 23~28, 1951.

(3) 湾水の混合および定常流による水質変動 (東京湾) Fig. 2 は、東京湾と浦賀水道の水のある年の1年間にわたる $T-C\ell$ 図である。これを見ると、(i)浦賀水道の水は年間を通じて、 $C\ell \sim 19.0\%$ とほぼ一定である。(ii)しかし、湾奥の水はときに 16% 以下になることがある。それは、雨水や陸水の流入の著しい時期である。(iii)月々の点の分布を追ってゆくと、年間を通じて明らかに規則性がある。それは主として、河川水の水温変動によるものであるが、海水の水温変動は河川水のそれよりいくらか遅れている。(iv)5月から9月にかけての $T-C\ell$ 分布と12~3月のそれとの間には、著しい差がある。前者では $T-C\ell$ 分布は等密度線を横切るが、後者ではほぼ平行である。平行ということは、不安定成層を意味する。も一つの注目すべき点は、5~9月では相隣る月の点の一部が重なっているが、12~3月では完全に分離していることである。次に、5月の $T-C\ell$ 分布を細かく調べてみたい。Fig. 3 がそれである。この分布は倒立三角形をなす。向つて左方の一頂点は淡水の影響のもととも強い湾奥の $0 \sim 5m$ 層の水である。右方の頂点は東京海湾外の沖の水である。これに対して、下方の頂点は、 $C\ell \sim 18.5\%$ 、 $T \sim 12.5^\circ C$ の水で、これは東京湾の $15m$ 以深の底層水である。この部分の水に相当する点が $T-C\ell$ 図上で5~9月の間にあつては前月の分布と重なるのである。これは、前月の水の一部が東京湾の $15m$ 以深に取り残されることを暗示する。Fig. 3 は、さらに、三角形の下方の頂点付近の水、つまり東京湾底層水と、東京湾の $0 \sim 5m$ 層の水の混合によつて、東京湾の $10m$

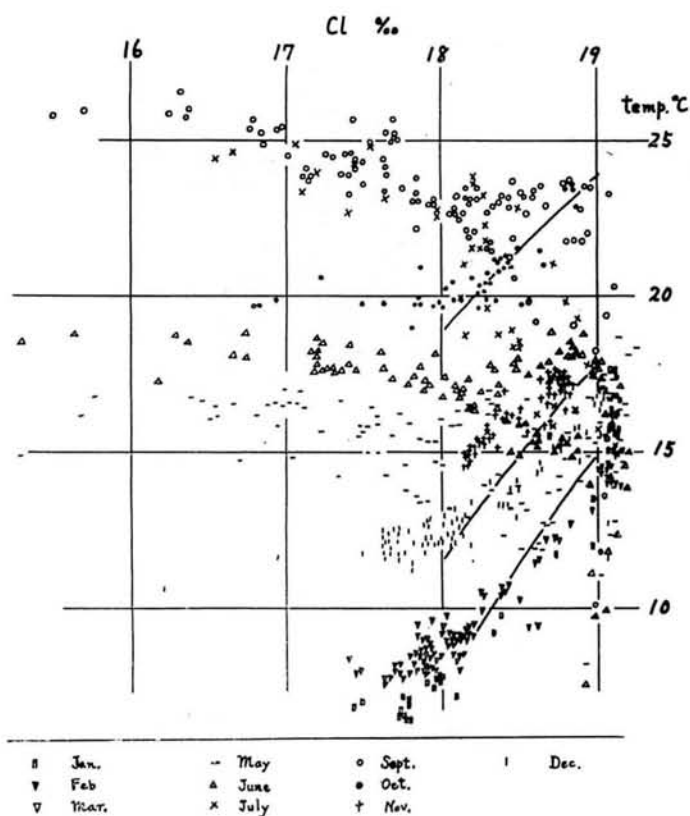


Fig. 2 A T-Cl diagram of Tokyo Bay in all seasons of the year

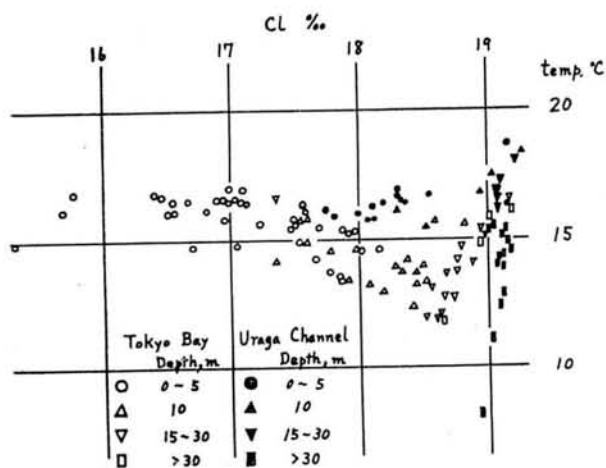
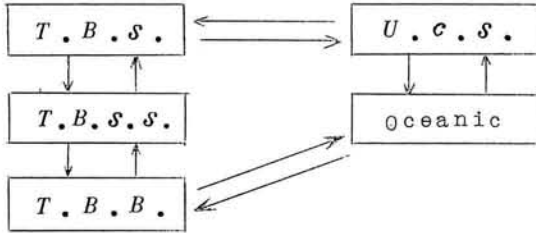


Fig. 3 A T-Cl diagram of Tokyo Bay in May

層の水ができていていることを示している。倒立三角形の右辺を構成する点は、すべて東京湾の15～30m層の水であり、それはほぼ等密度線上に配列し、一端は前述の東京湾底層水を、他端は浦賀水道の15m以深の水（これは海湾外の水とほぼ等しい）である。また、浦賀水道の0～10m層の水は、東京湾水と海湾外の水が種々の割合に混合したものであることを示している。その関係は、



で示すことができる。T.B.S. は Tokyo Bay Surface, T.B.S.S. Tokyo Bay sub-surface, T.B.B. は Tokyo Bay Bottom, U.C.S. は Uraga Channel Surface の略である。

0, 5, 10mの各層における密度分布をみると、いずれも四季を通じて神奈川寄り軽く、千葉寄り重い。(Fig. 4) この分布は、淡水の流入口が湾奥に集中していることを考慮すれば、反時計廻りの定常流の存在を示唆するものである。ただし、0m層は例外で、時によると等値線が神奈川県側から千葉側へと東西方向に延びることがある (Fig. 5)。このことは、とくに表面水は河川水流量や風向により影響されることを物語っている。一方、東京湾の15m以深の水は、時計廻り、あるいは反時計廻りの動きを示すことなく、むしろ湾奥と湾外との南北方向の交換であることを、Fig. 6は示している。Fig. 6はFig. 3に示した倒立三角形の右辺を6等分したときの一端から他端への性質の違いを、異なるマークで区別したものである。

以上により、東京湾水はその大部分が年間を通じて、大部分反時計廻りに流れているが、表面水は河川水や風の影響を受けて必ずしもそうとはならず、時に反時計廻りの流れを横切つて、千葉側に横断する流れを生ずることである。このため、横須賀、横浜沖の船舶が流す油が千葉側に達して付近海面を汚染することも考えられる。また、15m以深の水は海底の抵抗により10m以浅の水の動きを忠実に伝えず、独自の分布を示す。それは、湾奥と湾外の水の南北方向の交換を示している。また、東京湾の東北隅は水深がことに浅く、10m層はここではもはや底層水として取扱わねばならない。

次に、湾内外水の交換の速さにふれてみたい。冬季は水質が鉛直方向に比較的均一であるか



Fig. 4 σ_t distribution at 5 m depth, May, 1947.

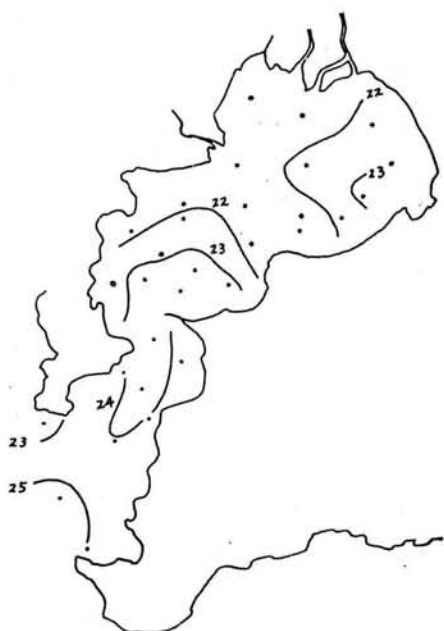
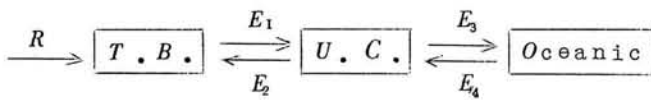


Fig. 5 σ_t distribution at 0 m depth, May, 1947.



Fig. 6. A distribution pattern of temperature and chlorinity in the Tokyo Bay bottom layer.

ら、簡単に次のモデルを採用した



水量の保存から $R = E_1 - E_2 = E_3 - E_4$

Cl の保存から $Cl_t E_1 + Cl_o E_4 = Cl_b E_3 + Cl_j E_2$

$$Cl_R, R + Cl_u E_2 = Cl_t E_1$$

$$Cl_R \neq 0 \text{ 故に、 } Cl_u E_2 = Cl_t E_1$$

これらの関係から、 $E_1 = Cl_u R / (Cl_u - Cl_t)$

ただし、 Cl_R 河川水の塩素量、 Cl_u 、 Cl_t はそれぞれ浦賀水道水、東京湾水の塩素

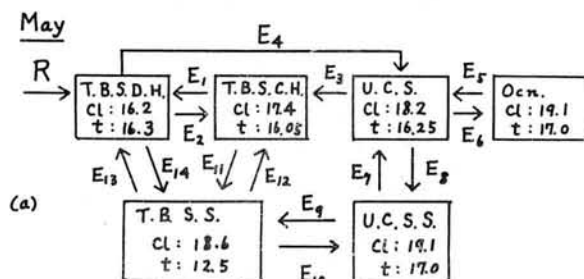
量、 R は河川水流量とする。12月の平均として、

$$Cl_v = 18.5\% , \quad Cl_t = 17.9\% \text{ 故に、}$$

$$E_t = (30.8)R$$

となる。 R としては、多摩川、荒川、江戸川の実測流量(12月の)を採用し、 $1 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{day}$ を得た。東京湾の海底上5mまでは流れに対する抵抗がかなり大であるとして、海底上5mの層を除いた東京湾水の全量を見積り、 1.05 Km^3 を得た。これをさきの E_t で除して、34日という値を得た。つまり、これをもつて東京湾水の入れ換えに要した R 数と考えた。

5月になると成層が顕著であるから、次のモデルに対して流束を求め、これをもつて前記の東京湾水の全量を除し、交換の日数として28日を得た。



3. 内湾における海水の交換について (小型観測塔の役割)

平野 敏行 (東海区水産研究所)

内湾における湾内水と外洋水との交換は、一般にその内湾に出入する潮汐流によつて行なわれる。たとえば、今、湾内の海水の容積を V 、干満潮の差の容積(平均)を P とし、湾内に流入する陸水がないとすると、一朝時に湾内から外海へ流出する海水の量は当然 P ということになる。

したがつて、いつたん湾内から流出した水が再び湾内に入つてこなければ、湾内水は一朝時に P/V の割合で流出していることになり、もし、湾内水が漲潮時に沖合から流入した海水と混合せず、この水に押し出されて、順次、湾内水が外海に流出していくとすると、はじめにあつた湾