伊勢湾における海水の交換、交流（序論）

誌名	水産海洋研究会報
ISSN	03889149
著者名	平野,敏行 上原,進
発行元	水産海洋研究会
巻/号	16号
掲載ページ	p. 124-127
発行年月	1970年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

4　伊勢湾における海水の交換，交流一序論

平野　敏行・上原　　進（東海水研）

はしがき

伊勢湾の中央部の底層が、二・三年前から夏場になると急激に悪化し、無酸素状態を呈することが報告されている[3]。しかも、この状態は、年々悪くなり、溶存酸素量0～0.5cc／Lを示す範囲がだんだん増大してくる傾向がでていると言われる。そして、これが、湾内の底曳漁業のみでなく、カタクチイワシなどの漁場形成にも悪影響を及ぼすのではないかと憂慮されている。また、この傾向は、湾内へ流入する産業廃水や都市下水などの増大と無関係ではないのではないかという声が出ている。一方、これに対して、このような無酸素状態は決し特異なものでなく、昔から夏期には、この水域で観測されていたものであるという意見も存在する。たしかに無酸素状態の出現は夏期における水温の上昇、成層の出現などにともなっておこる下層の有機物など物質の酸化に関連していると考えられる。そして、おそらくその量的変化は底層における海水の流動やそれにともなう物質の交換および底層へ供給される有機物などを含む栄養塩の量などに密接な関係をもっているにちがいない。したがって、この問題を解明していくためには、海洋の物理、化学、生物学すべての側面から協同して調査研究を進めていくことが必要であろう。ここでは、上のことを念頭において、伊勢湾における海水の交換および交流についてごくその概要を捉えることを試みた。こゝに述べることがらが何らかのかたちで底層流をはじめ、伊勢湾における海水流動とそれにともなう海水やそれに含まれる物質の循環に関する詳細を追究する第一歩に寄与することができれば幸いである。

伊勢湾内の海水流動の概要

昭和28年に実施されている渥美湾、伊勢湾の流況状況[2]を参照すると、潮流は、湾口部で0.6～0.7ノット、湾中央から奥部にかけては0.2～0.3ノットとなっている。また、その時の恒流も0.2～0.3ノットとなっている。一方、伊勢湾の塩分分布の状況[3]をみると、木曾三川から流出する河川水の影響が明瞭で、周年を通じて二重層を形成しており、表層10m位までは普通塩素量で18.0‰以下の低塩分で、表層をやゝ西岸よりに湾内水が流出している模様を示している。これに反して、下層ではやゝ東岸よりに、18.0‰～18.5‰の沖合水（湾外水）が湾奥部まで流入している状態となっている。このような状況は、夏期には駿河湾においてもみられるが、冬期においては駿河湾ではみられない。これは、伊勢湾においては、表層流の流動に、陸水流入が大きな寄与をしていることを示すものであろう。

表1に伊勢湾、三河湾、駿河湾に流入する河川の流域面積、年間降水量を示したが、降水量には大きな差がみとめられないが、流域面積では、伊勢湾は駿河湾の約4倍となっており、陸水流入量が非常に大きいことを物語っている。

このようにみてくると、伊勢湾の流動は潮汐流の他に、河川水流入による湾外へ流出する表層流が支配的であることが推察される。

表　1－1

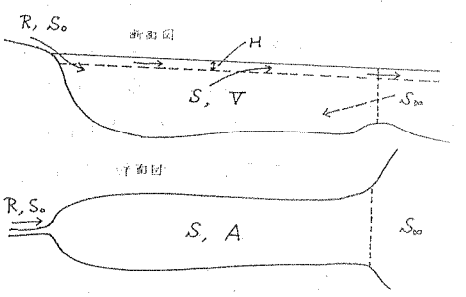
	伊勢湾	三河湾	駿河湾
流入河川の流域面積	12.2×10^3 Km²	4.0×10^3 Km²	3.2×10^3 Km²
年間降水量 1951～1955年の5ヶ年平均	2213.5㎜	2329.2㎜	2443.6㎜
湾口距離	白崎～伊良湖崎 13Km	師崎～立馬埼 10Km	石室崎～御前崎 56Km
最深部	湾口中央部 73m	佐久島E 20m	34－36.4 N 138－34.6 E 2445m

表　1－2

	V：容積	A：表面積	R：陸水流入量(年平均)
伊勢湾	29.9Km³	1.6×10^9 m²	650 m³/sec
三河湾	3.4Km³	0.5×10^9 m²	210 m³/sec
駿河湾	1,969.0Km³	2.3×10^9 m²	280 m³/sec

湾内水の交換，及び交流量の概算について

今、以上の考察から、湾内における海水の流出入とそれに伴う海水中の溶存物質例えば塩分の変化を右図のように模式化して考えることが出来る。こゝに、Sは湾内の平均塩素量（溶存物質の平均値）、S_∞は沖合水の塩素量、S_0は河川水の塩素量、したがってこゝではO_0また、Vは湾の体積（m^3）、Rは流入河川水の総量（m^3/sec）、Hは潮高差（m）、Aは湾の面積（m^2）。さらにTを6時間＝2.16×10^4（sec）に、rを一潮時間に沖合水と湾内水が交替する度合を示す係数とし、一潮時間に完全に入れ替るならばr＝1、全く入れ替らない場合はr＝0を示す係数で、今仮りに交換係数と呼ぶことにすると、この湾内の平均的な塩素量の時間的変化 $\frac{ds}{dt}$ は、



$$V\frac{ds}{dt}=R(S_0-S)+\frac{HA}{T}(S_\infty-S)\times r$$

と表わすことができる。

そこで、近似的に $\frac{ds}{dt}=0$ が成り立っていると見なすことができるならば、$S_0=0$ であるから、

$$-RS+\frac{HA}{T}(S_\infty-S)\times r=0$$

$$\therefore\quad r=\frac{RS}{\frac{HA}{T}(S_\infty-S)}$$

となる。

したがって、右辺について、それぞれその平均的な値を知ることができれば、このような湾における海水の交換の良否を推察することができよう。

今までに調査、観測されてきている資料から、R、A、S、S_∞については、平均的な値として、伊勢湾、三河湾、そして駿河湾についてほぼ表2のごとく表わすことができる。また、H＝1 *m* と見積るならば $\frac{HA}{T}$ もまた同様に示すことができる。

表　2

	R	$\frac{HA}{T}$	表層を流出する推定塩素量S (mean)	下層に流入する推定塩素量S_∞ (mean)
伊勢湾	650 m^3/sec	$7.4\times10^4 m^3$/sec	17.0 ‰	18.0 ‰
三河湾	210	2.3×10^4	17.0 ‰	18.0 ‰
駿河湾	280	10.6×10^4	18.9 ‰	19.1 ‰

これらの資料からそれぞれrの値は、表3の如くなる。これらの値について、相互の湾の違いや、また他の湾との関係、交換量の良し悪しを直に論ずることはできないが、伊勢湾、三河湾と駿河湾との間には、平均水深などの違いによる差がでてきているのではないかと思われるように見受けられる。この概算を、種々な湾について行なうならば、rの物理的意味、あるいは値に応じた湾の特性に対する解釈などがわかるようになるのではなかろうか。

表　3

	伊勢湾	三河湾	駿河湾
r	0.15	0.16	0.25

なお、上式から伊勢湾ではネット $\frac{HA}{T}\times r=7.4\times10^4\times0.15\ m^3/sec=1.11\times10^4 m^3/sec$ の沖合水が下層から侵入し、上層へEntrain しているものと推定することができる。そして、その量は、

$$\frac{\frac{HA}{T}\times r}{R}=\frac{S}{S_\infty-S}=17.0$$

すなわち、河川水流入量の約17倍の水であるということがわかる。

当然のことながら、一般に

$$\frac{\frac{HA}{T}\times r}{R} = \frac{S}{S_\infty - S} = \frac{S_\infty}{S_\infty - S} - 1 = n - 1$$

ここにnは陸水の稀釈倍率で、このような関係が存在しているわけである。

また、現に平均して1.11×10^4 m^3/secの沖合水が下層に流入しているとすると、その水はおそらく、下層、下図のようにせいぜい底から20m位までの処を流入し、湾の平均軸を30Kmと見積ると

$$\frac{1.11\times10^4}{30\times20\times10^3} \approx 0.02\ m/sec$$

となり、沖合水流入による底層水の動きは、ほぼ約数cm/secのOrderのものであろうと予想される。

今後の調査，研究の課題

今後の課題などと大げさなものでないかも知れないが、それぞれの湾で、rは地形その他の条件に対応してほぼ一定しているのか、あるいは、河川水流入量などに応じて、Rの関数$r=f(R)$として考えられるのか。また、湾にそれぞれ特徴的であるならば、それは何によって定められるのかなどrの物理的意味について、数多くの事例を検討することによって吟味することは大変興味深い問題であると考える。

文　献

(1) 第四管区海上保安本部：伊勢湾西部潮流観測報告　1950年12月

(2) 第四管区海上保安本部：渥美湾及び伊勢湾の海象並びに潮流観測報告　1953年4月

(3) 長期漁況予報・東海区No.16

(4) 漁場海況概報、東海区No.17（特別号）