

# 浦戸湾における陸水量について

今 井 嘉 彦

(高知大学教育学部化学教室)

## On the fresh water in sea wates in Urado Bay

By

Yoshihiko IMAI

(Chemical Laboratory, Faculty of Education, Kochi University)

### 1 緒 言

浦戸湾は鏡川、国分川、下田川などの各河川の流入により塩分濃度がいちじるしく低下し、特に雨期の表層水では1Cl‰以下になることも稀でない。このように本湾は塩分濃度が全般的に低いばかりでなく、表層水と低層水との塩分濃度の較差が大きいので、いわゆるいちじるしい成層がみられる。この現象はこれまでの研究<sup>1)2)</sup>でもしばしば述べられてきたが、最近の臨海工業用地造成のための埋立工事に伴ない、湾内水の流動状況も変化しており、この工事の完成後には海況も相当現在とは異なったものになることが予想される。そこでこの際、海水の塩分濃度、特にその陸水量を決定しておくことは今後の海況の変化を知る上にも重要であり、特に内湾水の塩分濃度の変化は周辺の地下水の水質、臨海工業における海水の利用等に影響するところが大きいと思われるので、これまでに調査した塩素量の分布およびケイ酸の分布などにもとづいて陸水量の見積りを検討したのでその結果を報告する、

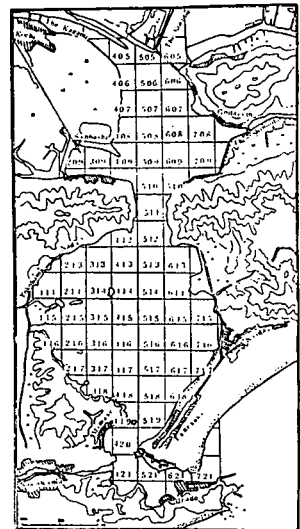
### 2 陸水量の算定

本湾において海水の塩分濃度が低い原因の主なものは勿論河川水であるが、雨水のほか、地上水利用の激増に伴う廃水量の増加も無視できない。したがって、湾内水に流入する河川水量を測定するだけでは海水の稀釈状況を明らかにすることができない。そこで直接海水中の陸水量を算定する必要がある。Tully<sup>3)</sup>は塩分の鉛直分布において、深さの対数をとり塩分濃との関係図を作製して次式により陸水量を算定している。

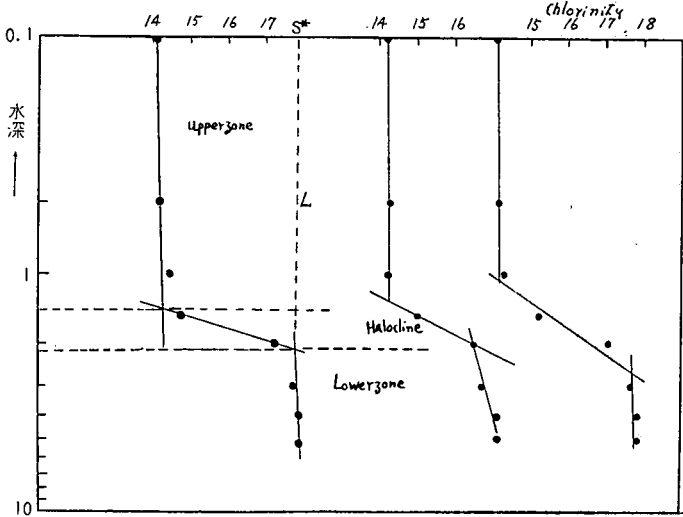
$$C = \frac{S^*L - \int_0^L s dz}{S^*L}$$

すなわち、 $S^*$ は海水が稀釈されないときの塩分濃度を示し、便宜上底層水の塩分濃度をとることもできる。 $L$ は稀釈された海水が占める深さの限界を示す。したがって、分母は表面から $L$ までの塩分について海水が稀釈されないと仮定したときの総量を示すものである。分子はこの塩分の総量と低下した塩分量の差で陸水量と見做される。したがって( $C$ )は陸水の混合率を示すこととなる。

本湾の鉛直分布を上述の方法で作図すると、Tullyが解析したいわゆるモデルとなり得るような分布(第2図参照)以外のものがかかなりみられた。これは本湾の海水混合が複雑であることを示し



第1図. 浦戸湾の観測点

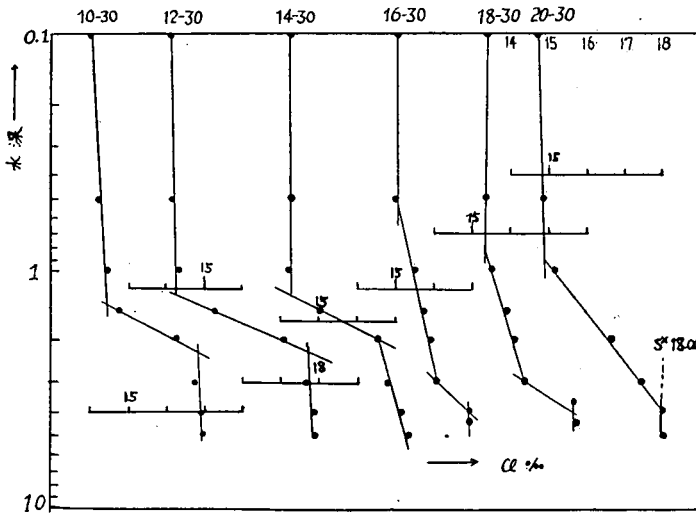


第2図. 対数プロットした塩素量の鉛直分布

についてもあわせて論ずることとした。ただ、本湾では底土の影響でケイ酸の含有量が多くなる場合もあり、これは底層水の動きによって底土が海水に影響している。このことについてはすでにリン酸塩の分布<sup>9)</sup> から明らかにしている。

### 3 陸水と海水の混合状況の日変化

海水に含有する陸水部分の総量の日変化はさほど大きいとは思われない。地点415において観測



第3図. 対数プロットした塩素量の鉛直分布 (日変化)

しており、水平方向および鉛直方向の渦動拡散による混合を検討しなければならないところであろう。ここでは陸水量の大略を知るため Tully の式により塩素量の半日周変化を求めてそれぞれ陸水量 (C) の算定を行ない、その値の範囲を求め、特異的な海況の場合の値についても検討することにした。なお内湾のケイ酸の分布は陸水の混合状況を如実に示すものとして、多数の研究<sup>9)</sup> がある。本湾におけるケイ酸の分布についても明らかにしたので、これらの結果

した結果もこのことを示している。すなわち、同一地点で観測した陸水量は当然潮汐の影響により刻々変化するように見える。そこで陸水量の日変化を明らかにする必要がある。第3図は地点415で観測した塩素量の鉛直分布を示したものである。10-30、~14-30では第2図に示したモデルに相当する分布の型がみられ、16-30および18-30では、かなり混合の程度が進んでいわゆる変水層 (Halocline Depth) の深さが増大している。この観測値にもとずき陸

第1表 第点415における陸水量の日変化

観測時間	10-30	12-30	14-30	16-30	18-30	20-30
$C = \frac{S^*L - \int_0^L sz}{S^*L}$	2.7	0.16	0.11	0.19	0.14	0.11

水量を算定して第1表の結果を得た。

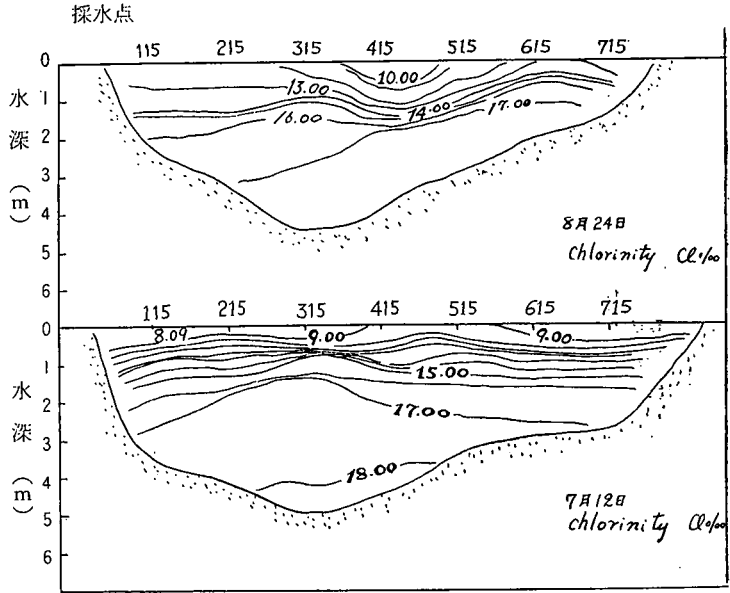
この表において、Cの増加は陸水量の減少を意味する。よって、Cの値の日変化においてその値が増加する時刻は陸水と海水との混合が進んだものと見做し得る。第1表でもその傾向がうかがわれるが、全体的にみれば大きな変動がなく、陸水量はほぼ似かよった値を示している。

4 湾の断面における塩分の鉛直分布と陸水量

つぎに地点115から715までの横断面について1961年に観測した塩素量の鉛直分布を第4図に示す。この図から明らかのように表層水は低かんで、水深2m附近に Halocline の境界がみられる。

この断面についても各地点のCの値を求めると第2表のように0.04~0.63でかなり大きな範囲を示している。

断面においてこのように陸水量に差がみられることは潮汐による海水の流動状況にもとづく差であると考えられる。8月24日の測定は415附近で、7月12日の測定は115寄りの地点でそれぞれCの値が高くなっている。このことは、この附近の海水は陸水量が少なく、外海から流入した高かんな海水が流動していること



第4図. 浦戸湾の横断面における塩素量の分布

第2表 横断面の陸水量

地	点	115	215	315	415	515	615	715
$C = \frac{S^*L - \int_0^L s dz}{S^*L}$	8月24日	0.13	0.15	0.13	0.29	0.16	0.09	—
	7月12日	0.63	0.26	0.18	0.24	0.22	0.17	0.04

とを示している。

また縦断面については1959年の資料によると、雨のため表層水がきわめて低かんとした4月19日の観測についてみると第3表のような値を示している。この値はむしろ第2表の場合よりは陸水量が少なくなっており、表面水の低かんなことから見ると矛盾するように見える。しかし、このように表面水が低かんであっていちじるしい不連続層が形成されるときは、鉛直方向の混合が充分で

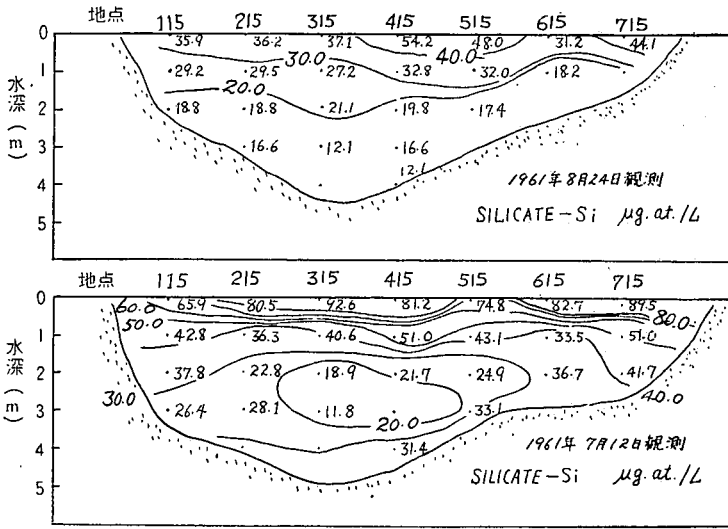
第3表 湾の縦断観測点の陸水量

地	点	513	515	519	417	509
$C = \frac{S^*L - \int_0^L s dz}{S^*L}$		0.75	0.77	0.75	0.79	0.76

ないので陸水と海水の混合が比較的表層に限られる。したがってこのように表層と低層との差が大きいときはむしろ(C)の値は小さいと考えられる。

### 5 陸水量とケイ酸の分布との関係

1961年7月12日および8月24日に採取した試料の分析結果は11.8~92.6 μg. at./Lであった。ケイ酸は低かんな表層水に多く含まれ、塩素量と反比例的に増減する。前田<sup>9)</sup>は駿河湾、浜名湖において  $[SiO_2] + A[Cl] = B$  が成立し、Bを恒数として  $B = 807 + 15.9A$  で示されるとし、これによつてある河川の影響を大略算定することが可能であると報告している。



第5図. Silicate-Si の分布

本湾でも第5図のような分布がみられ、第6図に示すように塩素量とケイ酸とは相互に密接な関係があることを示している。ただ、本湾では底土にきわめて接した海水中のケイ酸含有量が多く、Silicate-Si-Cl 関係図において、はなはだしく離脱したプロットがそれに相当する。したがってここで直ちにこれらの関係式を見出すことは困難であるように

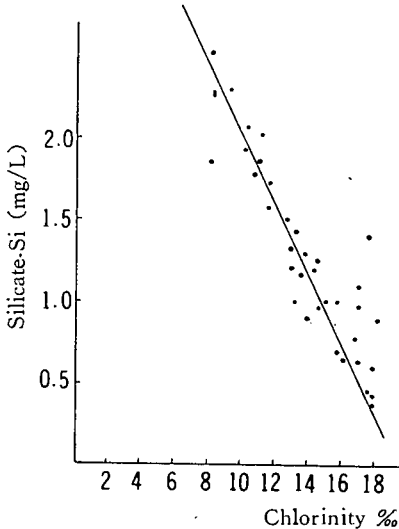
思われる。このことに関しては今後なお検討を要するが、ここでは分布を明らかにした程度にとどめる。

### 6 結 語

以上浦戸湾の陸水量を概略的に見積った。従来内湾の生産力や海水の微量成分の挙動を知る上にもまた、海水利用工業における原料海水の採取などの場合においても、個々の海水試料の塩分濃度から海水の稀釈状況を判断することが多かった。陸水量を数量的に見積ることによりこれらはより明確になることが期待できる。

なお埋立後の海況の変化に伴う陸水量の変動については今後の研究にゆづる。

本研究を行なうに当り、御指導と御鞭撻を賜った京都大学石橋雅義名誉教授、同藤永太郎教授、本学の山本広志教授に深謝します。



第6図. Silicate-Si と塩素量との関係

第4表の1 横断観測の分析結果 (1961年8月24日観測)

地 点	水 深 (m)	水 温 (°C)	塩 素 量 (%)	Silicate-Si μg. at. /L
115	0	31.0	12.49	35.9
	1	30.4	13.81	29.2
	2	29.1	16.06	18.8
215	0	30.8	12.79	36.2
	1	30.2	13.63	29.5
	2	28.9	16.58	18.8
	3	28.5	16.99	16.6
315	0	30.6	11.20	92.6
	1	29.8	14.79	40.6
	2	28.9	16.58	18.9
	3	28.1	17.57	11.8
415	0	30.5	10.03	54.2
	1	29.8	11.36	32.8
	2	28.1	17.30	9.8
	3	27.8	17.68	16.6
	4.5	27.8	17.71	12.1
515	0	30.6	11.50	47.9
	1	29.7	14.44	32.0
	2	28.3	17.26	17.4
615	0	30.8	13.14	31.1
	1	29.1	16.10	18.2
715	0	30.7	11.50	44.1

第4表の2 横断観測の分析結果 (1961年7月12日観測)

地 点	水 深 (m)	水 温 (°C)	塩 素 量 (%)	Silicate-Si μg. at. /L
115	0	27.7	8.09	65.9
	1	26.8	14.39	42.8
	2	26.4	16.22	37.8
215	0	27.4	8.30	80.5
	1	27.0	13.28	36.3
	2	26.0	17.95	22.8
	3	25.8	17.85	28.1
315	0	27.6	8.23	37.04
	1	26.8	15.70	27.22
	2	26.0	17.20	21.05
	4	25.5	17.94	12.07
415	0	27.1	9.13	8.12
	1	26.8	12.86	51.0
	2	25.8	16.93	21.7
	4	25.5	18.12	31.4
515	0	26.9	9.10	74.8
	1	26.6	14.04	43.1
	2	25.8	16.86	24.9
	3	25.8	17.52	33.1
615	0	27.2	8.45	82.7
	1	26.7	13.94	33.5
	2	26.0	16.66	36.7
715	0	27.0	8.02	89.5
	1	26.8	14.47	51.0
	2	—	—	41.7

第4表の3 観測点415における試料の分析結果 (日変化)

観測時刻	水深 (m)	水温 (°C)	Cl %	Si- mg/l	観測時刻	水深 (m)	水温 (°C)	Cl %	Si- mg/l	観測時刻	水深 (m)	水温 (°C)	Cl %	Si- mg/l
10-30	0	29.9	14.77	6.13	12-30	0	29.9	14.46	2.88	14-30	0	30.4	14.86	4.50
	0.5	29.3	14.90	5.55		0.5	29.8	15.68	4.98		0.5	30.2	15.28	4.30
	1	29.2	14.93	3.60		1	29.7	16.19	4.88		1	30.0	15.31	4.50
	1.5	28.8	16.36	2.68		1.5	29.6	17.41	5.73		1.5	29.9	15.73	4.38
	1.7	28.8	17.50	4.78	1.7	29.5	17.27	4.63	1.7	29.3	16.97	5.50		
16-30	0	30.8	14.60	5.25	18-70	0	30.7	14.51	5.60	20-30	0	30.4	14.50	7.25
	0.5	30.6	14.86	5.00		0.5	30.7	14.51	5.68		0.5	30.3	14.46	4.88
	1	30.5	14.81	3.60		1	30.5	14.71	5.25		1	30.4	14.88	5.23
	1.5	29.9	16.15	4.20		1.5	30.3	15.30	5.00		1.5	30.1	16.87	7.30
	1.7	29.6	16.45	2.88	1.7	30.3	15.60	4.20	2	29.7	17.09	—		
22-30	0	29.5	14.61	2.20	0-30	0	29.9	14.84	4.35	2-30	0	28.3	14.80	4.20
	0.5	29.6	14.62	4.10		0.5	29.1	14.94	5.00		0.5	28.2	14.86	5.83
	1	29.5	14.90	2.93		1	29.3	14.95	3.00		1	28.8	15.33	2.85
	1.5	29.1	15.76	3.90		1.5	28.9	16.28	3.23		1.5	28.8	16.14	0.83
	2	28.6	17.41	2.98		2	28.7	17.58	8.80		2	28.8	16.67	1.50
	2.5	28.6	17.12	3.00										
4.30	0	28.5	14.98	2.68	6-30	0	28.3	14.95	2.75	8.30	0	28.6	14.58	—
	0.5	28.3	14.99	1.50		0.5	28.0	14.95	4.13		0.5	28.3	14.60	1.58
	1	28.3	15.35	1.50		1	28.2	14.95	4.00		1	28.4	14.78	1.73
	1.5	29.1	16.53	3.60		1.5	28.2	15.00	4.68		1.5	28.4	14.83	5.95
									1.7	28.5	15.05	7.13		

## 文 献

- 1) 山本 広志, “本邦内湾の海洋化学的研究 (1), 浦戸湾における不連続層について” 日本海洋学会誌, 14, 25 (1958)
- 2) ———, “本邦内湾の海洋化学的研究 (3), 塩類組成の変動と海況との関係” 日本海洋学会誌, 14, 155 (1958)
- 3) J. P. Tully, “On structure, Entrainment, and transport in Estuarine Embayments”, J. Mar. Res., 17, 523 (1958)
- 4) 例えば深井麟之助, Bull. C. S. J., 29, 308~412 (1954) など.
- 5) 前田 弘, “河口に於ける SiO<sub>2</sub> および Cl の濃度関係” 水産講研, 3, 167, (1953)
- 6) 今井 嘉彦, “元素の挙動に関する海洋化学的研究” V, 日本海洋学会誌, 17, 37

(昭和37年 9月30日受理)