本邦内湾の海洋化学的研究 (第 5 報),
塩類組成の変動と海況との関係 (その 3, 浦之内湾について)*

山 本 広 志**

Oceanographical Studies on Japanese Inlets (5),
Relations between Variation of Chemical Compositions
and Hydrographic Conditions in Uranouchi Bay (Part 3)

Hiroshi YAMAMOTO

Abstract: The author has studied two of the chemical ingredients of inlet water, calcium and magnesium, and tried to see the variation they show according to the difference in characteristics of various inlets.

1. The chemical composition of inlet water is subject to variation according to the features of different inlets, and the variation is regular in each inlet.

2. In the water of such inlets as are noticeably diluted by land water, a great variation is caused by the difference in hydrographic conditions.

3. In stable and stagnant inlets, Mg/Cl is more remarkable than Ca/Cl as the indicator element of a water mass.

4. The chemical composition of sea water in inlets varies according to the chemical elements and the state of mixing of different water masses.

1. 緒 言

前報⁽¹⁾までは陸水の混合が甚だ活潑に行われるものと思われる内湾での測定結果について述べてきたが、陸水の流入が僅少であり、しかも外海水との直接的な混合が活潑でない内湾では、主として降雨による稀釈と日照による蒸発が濃度の変動に関しては大きな要因となるであろうと思われるが、湾内での生物による消費、堆積物としての沈積状況、及びそれらから海水への溶出等の諸現象も前報迄の内湾とは違った様相を呈するものとみられる。従つてこの様な内湾では安定した海水の停滞状態でどのように各塩類の塩素比が変るものであるかについて明らかにすることが出来ると考えられる。

* 1958 年 7 月 30 日受理。

** 高知大学教育学部化学教室, Chemistry Institute, Faculty of Education, Kochi University.

われわれは比較的湾口が狭く、極端に入り込んでいるために外海水の直接的な影響が少なく湖沼的な性格を有するものとみられる浦之内湾に於いて第 3 報, 4 報と同様にカルシウム及びマグネシウムの塩素比を測定して考察すると共に、本報迄に測定した種々な内湾のカルシウム及びマグネシウムの塩素比を比較することによつて総括的にその海洋化学的意味を研究し塩素比の変動が内湾の特性によつて特意的であることを知つた。

2. 浦之内湾の地形的概況

本湾は宮地⁽²⁾等の外多くの研究者⁽³⁾によつて生物学的見地から研究がなされその概況についてもしばしば報告されているが、ここでもその概況を述べる。

浦之内湾は東西に横たわる細長い半島によつて外海と隔てられた内湾で面積は略々 10.05km² と

Fig. 1. Observational stations in Uranouchi Bay.

され、井尻(INOSHIRI)から湾奥迄は延長約 10km である。周囲は山に囲まれ平地が少なく流入河川

は殆んどないため、河川による海水塩分の稀釈や有機物流入による汚染等は全くみられない。深度は一般に湾口が浅く大崎から井尻にかけて干潮時には干潟となる。中央部の深浦(HUKURA)、立目(TATIME)では 15 m でこれより次第に浅くなり湾奥では 6 m 程度である。このように湾口が浅いために、大崎以東では潮流の影響が甚だ大きい。湾内に深く入ると海水は殆んど停滞して、夏季に顕著な成層がみられる。本湾の海洋条件としては特に降雨の影響に注意しなければならない。

3. 分析の結果とその考察

1957年6月に湾内 14 点で採水した 70 の資料についてカルシウム及びマグネシウムの分析を行った。分析の方法は前報と同様である。分析の結果

Table 1.

St.	Depth m.	Temp C°	Cl g/l	Ca mg-atoms/l	Mg mg-atoms/l	Ca/Cl	Mg/Cl
[1]	0	28.3	17.04	9.31	46.39	0.02190	0.06621
	1	27.9	17.57	9.51	48.09	0.02169	0.06657
	2	26.3	18.21	9.80	49.61	0.02157	0.06626
	3	25.8	18.38	9.90	49.93	0.02159	0.06607
	4	25.6	18.42	9.92	50.15	0.02158	0.06611
	5	25.4	18.45	9.95	50.18	0.02161	0.06615
	7	24.6	18.41	9.91	50.10	0.02157	0.06619
[2]	0	28.2	17.00	9.25	46.54	0.02181	0.06658
	1	28.2	17.14	9.31	47.03	0.02177	0.06672
	2	26.3	18.02	9.79	49.05	0.02177	0.06620
	4	25.7	18.41	9.95	50.06	0.02166	0.06613
	6	25.4	18.45	9.97	50.30	0.02170	0.06629
	8	24.8	18.45	9.96	50.23	0.02164	0.06621
	10	24.4	18.42	9.99	50.19	0.02169	0.06627
[3]	0	27.9	17.14	9.30	46.85	0.02175	0.06648
	1	27.9	17.40	9.44	47.62	0.02174	0.06656
	2	27.7	18.02	9.72	49.09	0.02161	0.06625
	6	25.6	18.52	10.02	50.33	0.02168	0.06609
	8	25.1	18.53	9.97	50.29	0.02156	0.06600
	10	24.8	18.57	10.00	50.41	0.02158	0.06602
	13	24.2	18.59	10.04	50.55	0.02165	0.06613
[4]	0	27.8	17.28	9.43	47.26	0.02187	0.06652
	1	27.7	17.38	9.46	47.47	0.02182	0.06643
	4	26.3	18.51	10.00	50.07	0.02165	0.06679
	6	26.0	18.59	10.06	50.59	0.02170	0.06625
	8	25.6	18.62	9.92	50.81	0.02135	0.06638
	10	25.0	18.61	9.99	50.59	0.02144	0.06612
	12	24.9	18.64	10.05	50.75	0.02161	0.06621
	15	24.1	18.61	10.04	50.67	0.02166	0.06622
[5]	0	28.0	17.49	9.42	47.85	0.02159	0.06654
	1	27.5	17.64	9.55	47.90	0.02170	0.06604
	2	26.8	18.24	9.87	49.81	0.02169	0.06641
	4	26.4	18.57	10.00	50.38	0.02158	0.06598
	6	25.8	18.64	10.09	50.80	0.02170	0.06627
	8	25.8	18.74	10.12	50.95	0.02164	0.06612
	10	25.5	18.76	10.13	50.88	0.02164	0.06596
	14	24.5	18.76	10.13	50.85	0.02164	0.06592
	19	24.7	18.86	10.15	51.19	0.02164	0.06601

St. Depth m.	Temp C°	Cl g/l	Ca mg-atoms/l	Mg mg-atoms/l	Ca/Cl	Mg/Cl
[6] 0	27.5	17.23	9.31	47.02	0.02166	0.06637
	1	17.83	9.62	48.76	0.02162	0.06650
	2	18.33	9.82	49.93	0.02145	0.06625
	4	18.64	10.02	50.71	0.02155	0.06616
	6	18.76	10.16	50.99	0.02171	0.06610
	15	18.83	10.13	51.17	0.02156	0.06609
	18	18.99	10.16	51.46	0.02144	0.06591
[7] 0	27.6	18.00	9.77	49.11	0.02175	0.06635
	1	18.45	9.99	50.23	0.02170	0.06621
	2	18.60	10.05	50.68	0.02166	0.06627
	6	18.69	10.11	50.65	0.02168	0.06591
	8	18.66	10.10	50.75	0.02169	0.06614
	10	18.74	10.10	50.81	0.02160	0.05594
	13	18.86	10.19	51.43	0.02166	0.06632
[8] 0	26.3	18.64	10.03	50.93	0.02159	0.06645

は第1表にあげた。本湾の塩素量は $17 \sim 19\text{‰}$ の範囲にあるので塩素比の値も浦戸湾や須崎湾の如く顕著な変動はみられない。まずカルシウムの塩素比についてみると各採水点共特異的な変化はみられなく、全般的には塩素量 17‰ 以上の場合を比較すると、Ca/Cl では浦戸湾、須崎湾より僅かに高く、Mg/Cl では僅かに低い結果を得た。この様に本湾に於けるカルシウムの塩素比が高いことの原因は明らかではないが、停滞状態にある本湾の性格からみて種々な状態でカルシウムが蓄積されているためであるかも知れない。

マグネシウムの塩素比については、浦戸湾や須崎湾の如く塩素量に対応する塩素比の関係をみると、湾口と湾奥とでは変化のしかたが異なるので、全般的な傾向として論ずることは出来ない。それ故、これを詳細にみるため各地点別に塩素量及び Mg/Cl の垂直的变化を第2図に示した。即ち、塩

素は第1表にあげた。本湾の塩素量は $17 \sim 19\text{‰}$ の範囲にあるので塩素比の値も浦戸湾や須崎湾の如く顕著な変動はみられない。まずカルシウムの塩素比についてみると各採水点共特異的な変化はみられなく、全般的には塩素量 17‰ 以上の場合を比較すると、Ca/Cl では浦戸湾、須崎湾より僅かに高く、Mg/Cl では僅かに低い結果を得た。この様に本湾に於けるカルシウムの塩素比が高いことの原因は明らかではないが、停滞状態にある本湾の性格からみて種々な状態でカルシウムが蓄積されているためであるかも知れない。

マグネシウムの塩素比については、浦戸湾や須崎湾の如く塩素量に対応する塩素比の関係をみると、湾口と湾奥とでは変化のしかたが異なるので、全般的な傾向として論ずることは出来ない。それ故、これを詳細にみるため各地点別に塩素量及び Mg/Cl の垂直的变化を第2図に示した。即ち、塩

素は第1表にあげた。本湾の塩素量は $17 \sim 19\text{‰}$ の範囲にあるので塩素比の値も浦戸湾や須崎湾の如く顕著な変動はみられない。まずカルシウムの塩素比についてみると各採水点共特異的な変化はみられなく、全般的には塩素量 17‰ 以上の場合を比較すると、Ca/Cl では浦戸湾、須崎湾より僅かに高く、Mg/Cl では僅かに低い結果を得た。この様に本湾に於けるカルシウムの塩素比が高いことの原因は明らかではないが、停滞状態にある本湾の性格からみて種々な状態でカルシウムが蓄積されているためであるかも知れない。

Fig. 2. Relation between chlorosity and Mg/Cl at each station.

---- Chlorosity — Mg/Cl (July, 1, 1957)

素量では各採水点共同様な傾向を示し、成層は 1

～2 m に形成している。これに対し Mg/Cl は湾奥附近と地点 6 では 1 m 附近で極大があらわれ、漸時減少して或る深度で極小となり再び増加する傾向を有する。この極小のあらわれる深度については明らかな傾向はみられないが、水深と関係を有するもののようにみえる。本湾に於ける海水の循環範囲は現在迄の測定結果から湾口から深浦附近までであると考えている。従つてこれより以西の区域では殆んど停滞状態である。このことは Mg/Cl の垂直分布にもあらわれていて、比較的安定した水域では採水点 1, 2, 3 点の如き分布を示すが、異水塊の混合と共にこの関係はくずれ Mg/Cl の分布も不規則になる傾向がある。然しながら、或る程度混合が進んでくると地点 6 の如くなり、再び外海水との接触によつて Mg/Cl の変動が甚だしくなる。即ち、常に不安定な状態の水域では Mg/Cl の変動は不規則となる。

4. 内湾の海況差による Ca/Cl と Mg/Cl の差異

第3報、4報及び本報での結果を総括的に以下で考察する。

カルシウム及びマグネシウムと塩素量の関係は外海水に近い 19‰ Cl から陸水に近い極めて低濃度の水に至るまで一つの直線上に分布することについては既に述べた通りである。従つて、同じ海況下の海水では塩素量によって概略的にカルシ

ウム及びマグネシウムの量を求めることも出来る。然し異つた海況下では海水の混合の過程を通じてカルシウム及びマグネシウムに消長の差異があるためそれらがどのような変化をするかについては塩素量に対応する塩素比をプロットする方が便利である。そのために組成の変動についての考察は特別の場合を除いてこのような方法によつた。

Fig. 3. Relation between chlorinity and Ca/Cl in each inlet.

ここでカルシウム及びマグネシウムと塩素との関係をそれぞれ近似的に一次式が成立つものとするれば、カルシウムに例をとると、

$$\text{Ca} = a \cdot \text{Cl} + b \cdots \cdots (1) \text{ となり}$$

従つて $\text{Ca/Cl} = a + b/\text{Cl} \cdots \cdots (2) \text{ となる}$

a は海水中の塩素量及びカルシウム量が増加する場合の定数で、 b は Cl 量が極めて小さい場合に相当するカルシウム量であつて、この場合は河川水中のカルシウム量と一致する。

従つて (2) 式から明らかな如く、 Cl が稀釈されてゆくに従つて Ca/Cl の値は大となり、一つの曲線上に分布する。故に全く海水成分間に組成

の変動がみられなくともこのような曲線となり得るが、 b の値即ち、流入河川水より供給されるカルシウム量の変化があれば当然のことながら Ca/Cl 曲線の形態が異なり須崎湾と浦戸湾を比較した場合の如くなる。

もしも同じ塩素量に対してカルシウムの含量が異なるなどの組成上の変動があれば a の値が異なるために Ca/Cl の曲線はその高さを異にすることとなる。浦戸湾はこのような組成の大きな変動がみられる。然し第3報でも述べた様に1日の朝夕に於てもこの曲線の示す値からはなれた値が得られる筈であるが、現在までの測定ではそのような測定値は得られなく a の値を異にする曲線上にすべて分布されたためにこれらの曲線の移行は比較的長い周期でかわるものであろう。

Mg/Cl についてもカルシウムの場合と同様のことが云える。ただ陸水からのマグネシウムの供給が少ない上に海水中のマグネシウムが多いためか浦戸湾のカルシウムの如く海況差による顕著な差異はみられなかつた。

終りに臨み本研究に御懇篤な御指導を賜つた京都大学石橋雅義教授に深甚の謝意を表すると共に御協力下さつた当教室の今井嘉彦氏に感謝の意を表する。

文 献

- (1) 山本広志, 1958:
“本邦内湾の海洋化学的研究” 第3-4報
日本海洋学会誌, 14, 155~161.
- (2) 宮地伝三郎外, 1944:
“浦之内湾に於ける内湾度と潮間帯並び底棲郡聚との関係” 日本海洋学会誌, 3, 207
- (3) 植田 穂, 1949:
“浦之内湾の研究” 日本水産学会誌, 15, 190.