元素の挙動に関する海洋化学的研究—Ⅲ

内湾 おける海水中的鉄およびアルミニウムの分布
—特に潮目に関連して その 2. 須崎湾について*

今 井 嘉 彦**

Oceanographical Studies on the Behaviour of Chemical Elements—III.

Iron and Aluminium Distribution in Susaki Bay—In Connection with the
Concentration of those Elements in the “Shiome” Zone.

Yoshihiko IMAI

Abstract: To make clear the distribution of iron and aluminium in Susaki Bay, southern coast in Shikoku, Japan, the author analysed them in the water samples collected from various stations and from various depths, i. e. 0, 5 and 10 m. Also, the concentration of those elements in the “Shiome” zone was examined.

Results obtained are summarized as follows:

- 1) Iron and aluminium contents in sea water were determined, the variety in their contents among samples being recognized. That is, in iron it was from 12.8 to 226.5 $\gamma/l.$ and in aluminium from 12.5 to 519.7 $\gamma/l.$
- 2) Iron and aluminium were more abundant in the Shiome zone than in its neighbourhood.

1. 緒 言

前報¹⁾に引続き、今回は須崎湾における鉄とアルミニウムの分布を明らかにした。須崎湾(水路部発行海図第 105 号参照)は野見湾を包含する湾口の比較的大きな内湾で、浦戸湾の場合とは異なり陸水による海水の汚染が比較的少なく、かつ水深が浦戸湾の場合よりも大きい(水深 8~30 m が多い)ので底土の影響を受けることが比較的少ないものと思われる。

ここでは鉄やアルミニウムを多く含む湾内固有の海水と、比較的これらの含有量が少ない外海水との混合の過程において、両元素がどのような分布上の特長を示すかを推定することが比較的に容易であると思われるので、この点をまず明らかにした。ま

た、局部的に形成された潮目についても鉄とアルミニウムの濃縮状態を検討した。

Fig. 1. Observational stations in Susaki Bay (Zigzag lines show the zone of “Shiome”).

* 1960 年 9 月 28 日受理

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

Fig. 2. Distribution of chlorinity (‰) in Susaki Bay on Dec. 6, 1958.

Fig. 3. Distribution of temperature (°C) in Susaki Bay on Dec. 6, 1958.

2. 試料および分析方法

1958年12月6日に Fig. 1 に示した地点において、表層、5m層、および10m層について採水を行った。そのほか、表面水について目視観測により収れん線を確認し、これを追跡しつつ、潮目の海水と周辺の海水とをそれぞれ採水し分析に供した。

潮目は常に移動し、かつ収れん線の幅が相当広い場合もあつて、適確な採水を行うことが困難であつたが、多数の試料を分析したので定性的には差が論じられると思う。

試料の前処理および分析の方法は前報¹⁾と全く同様である。

3. 結果および考察

(1) 水温および塩素量の分布

水塊の概要を知るために、水温および塩素量の分布を Fig. 2 および Fig. 3 に示した。各層を通じて水温は 18.5~21.2°C で、塩素量は 15.43~19.30 Cl % であつた。

水温および塩素量の分布を鉛直的にみると、水温については 21°C を示す等温線が各層とも st. 1, 3 附近にあつて、大きな移動がみられない。しかし、20.5°C を示す等温線は深度とともに湾奥に移動し、10m層におよぶとほとんど湾全域が 20.5~21°C を占めるようになる。塩素量についても水温と同様な傾向がみられる。すなわち、高かんな外海水は水深が増すほど湾奥に向かつて移動し、湾全域を高かんな海水で占めるようになる。このことは、19.00% の等塩素量線の移動状況から容易に知ることができる。

このように、今回観測された本湾の海水は湾奥に低温、低かんな湾内水があつて、外海水がこれ

Table 1. Iron and aluminium contents of water samples collected from several stations in Susaki Bay (Dec. 6, 1958).

Station No.	Depth (m)	Water temp. (°C)	Chlorinity (Cl %)	Fe (γ/l)	Al (γ/l)	Fe/Al (wt.)	Station No.	Depth (m)	Water temp. (°C)	Chlorinity (Cl %)	Fe (γ/l)	Al (γ/l)	Fe/Al (wt.)
1	0	21.0	19.00	49.5	81.6	0.61	11	0	20.8	19.02	44.4	40.9	1.09
	5	21.0	19.08	34.1	48.4	0.70		5	20.7	19.00	83.0	90.0	0.92
	10	21.0	19.27	56.4	59.0	0.96		10	20.8	18.97	28.2	26.0	1.08
2	0	20.9	19.05	44.1	36.1	1.22	12	0	20.4	18.95	47.0	58.2	0.81
	5	20.9	19.05	14.5	17.2	0.84		5	20.6	18.74	57.2	46.9	1.22
	10	20.9	19.05	22.2	27.0	0.82		10	20.8	18.95	85.4	50.1	1.70
3	0	21.2	19.08	84.6	162.5	0.62	13	0	20.4	18.77	200.0	12.5	16.00
	5	21.0	19.05	39.0	59.5	0.66		5	20.5	18.85	158.1	64.8	2.44
	10	21.2	19.30	501.0	388.4	1.29		10	20.8	19.00	68.3	97.6	10.70
4	0	21.0	19.00	30.5	56.4	0.54	14	0	20.4	18.97	28.2	26.0	1.08
	5	20.8	19.00	17.1	38.6	0.44		5	20.5	18.98	38.0	92.9	0.40
	10	20.9	19.26	109.4	166.0	0.66		10	20.8	19.00	84.6	63.3	1.33
5	0	20.6	18.88	74.3	61.2	1.21	15	0	19.3	18.25	35.4	52.7	0.67
	5	20.7	18.98	41.0	68.3	0.58		5	20.0	18.37	25.6	34.8	0.74
	10	20.8	19.00	117.0	121.4	0.86		10	20.8	19.00	25.6	29.7	0.86
6	0	20.2	18.68	21.3	79.5	0.27	16	0	18.8	15.13	47.0	61.5	0.76
	5	20.8	19.05	53.5	30.7	1.74		5	20.8	18.98	32.8	37.3	0.88
	10	20.8	19.00	20.5	116.2	0.18		10	20.8	19.00	86.3	105.1	0.82
7	0	20.5	18.90	51.2	94.4	0.54	17	0	18.5	18.04	217.9	311.0	0.70
	5	20.8	18.90	12.8	86.5	0.15		5	29.3	18.90	29.0	37.5	0.77
	10	20.8	19.05	47.0	90.3	0.52		10	29.4	18.65	30.7	41.8	0.73
8	0	20.2	18.66	129.9	119.7	1.09	18	0	17.5	17.55	49.5	59.6	0.83
	5	20.5	19.00	20.5	18.0	1.14		5	19.7	18.80	47.0	147.5	0.32
	10	20.9	19.00	53.8	63.4	0.85		10	19.9	18.76	26.4	33.7	0.78
9	0	18.2	19.39	32.8	36.6	0.90	19	0	18.6	18.41	195.4	241.2	0.81
	5	20.5	19.00	51.0	112.4	0.45		5	20.0	18.88	43.6	101.4	0.43
	10	20.9	19.00	94.9	63.9	1.49		10	20.2	18.90	51.2	65.0	0.79
10	0	20.2	—	64.1	66.9	0.96	20	0	18.6	18.07	105.1	115.8	0.91
	5	20.6	18.85	57.2	58.0	0.83		5	19.7	18.73	90.5	119.8	0.76
	10	20.4	18.88	54.7	87.1	0.63		10	22.0	18.41	526.5	519.7	0.01

に流入し、その流軸は時計方向に流れており、高かん域は表層からみた場合、西から東に向かつて濃度の傾斜が認められる。

湾奥の低かんな海水は、新庄川、桜川などの陸水により稀釈されたものであると考えられるが、陸水量が比較的少ない上に湾奥の水深が大きい(8~12 m)ので、この時期においては浦戸湾のように、海水塩分の著じるしい低下はなく、かつ停滞度が大きいものと思われる。

この低かんな湾内水と高かんな外海水との間には、しばしば潮目が形成される。Fig. 1 には観測された潮目の位置を示した。潮目 A は湾奥の海水と外海水との間に生じた潮目であり、潮目 B は野見湾に停滞していた低かんな海水と外海水との間の潮目で、潮目 C は沿岸水と外海水との間の潮目であると考えられ、いずれも低かんな内湾水に外海水が流入する状態の相違によつて、異なつた場所に潮目が形成される。なお、この潮目 A, B, C はそれぞれ観測した時期が異なるので相互の関係を論ずることはできない。

(2) 鉄とアルミニウムの分布

上述の海況下において採水した試料の分析結果は Table 1 に示した。すなわち鉄の含有量は、12.8~526.5 γ/l 、アルミニウムは 12.5~519.7 γ/l であつた。この分析値にもとづいて各層における鉄の分布を Fig. 4~6 に示した。この図において水塊の移動状況に対応した鉄およびアルミニウム

Fig. 4. Horizontal distribution of iron at the surface layer.

Fig. 5. Horizontal distribution of iron at the 5 m. layer.

Fig. 6. Horizontal distribution of iron at the 10 m. layer.

の分布の特長を詳細にみることは困難であるが、定性的には概略的に示した等濃度線の状態からある程度推定することができるものと思われる。

Fig. 4 は表層における鉄の分布を示した。すなわち、湾の中央部には 20~30 γ/l の値を示す海水があり、沿岸に近いところには 50 γ/l 以上の値を示す海水がある。特に st. 17~20 の湾奥部は大きな値を示している。

Fig. 5 は 5 m 層における鉄の分布を示した。この層における鉄の分布の特長は、鉄の含有量の少ない外海水が大きく流入して湾奥に近い st. 17 附近にまで達し、そのため 50 γ/l の値を示す等

濃度線は湾奥から野見湾に至る区域に移動している。

Fig. 6 は 10 m 層における鉄の分布を示した。すなわち、50 γ/l 以下の値を示す海水は 5 m 層の場合ほど湾奥まで流入しておらず、湾の沿岸にそつて鉄の含有量が多くなっている。

以上、表層、5 m および 10 m 層を通じて考えられることは、外海水中の鉄の含有量は内湾水と比較して少なく、Fig. 2 に示した塩素量の分布から知られるように外海水が時計方向に流入すると、これに伴なつて鉄の含有量の少ない区域も次第に湾奥におよぶようになる。

また鉛直的にみると表層と 5 m 層とがこの傾向をあきらかにあらわしている。10 m 層の分布においては 50 γ/l の等濃度線が湾口に向かつて移動しているように見える。これは塩素量についての 19.00 ‰ の等塩素量線が湾奥にまで達し、湾全域が外海水で占められていることと考え合わせて矛盾するように見えるが、沿岸に近く、しかも浅いところの海水が鉄の大きな値を示しているため、恐らく 10 m 層においては底土の影響があらわれはじめたことを示すものではないかと考えられる。湾奥の st. 17~20 の海水は停滞し鉄が濃縮される傾向を示している。

アルミニウムの分布についても st. 17~20 の海水が表層、5 m および 10 m の各層を通じて相対的に高い値を示していることは鉄の場合と同様

Fig. 7. Horizontal distribution of aluminium at the surface layer.

Fig. 8. Horizontal distribution of aluminium at the 5 m layer.

Fig. 9. Horizontal distribution of aluminium at the 10 m layer.

である。その他の傾向も概して鉄の分布に似ている。各層の分布は Fig. 7~9 に示した。アルミニウムの分布において鉄の分布と明らかに異なる傾向はみられない。ただ st. 15, 16 が 5 m 層において低い値を示していることは注目値する。鉄の 10 m 層における分布についても st. 15, 16, 17 がわずかに小さい値を示している。これらの原因については明らかでなく、今後なお検討を要す。

(2) 潮目の海水における鉄とアルミニウムについて、

潮目において鉄とアルミニウムが濃縮される傾向を示すことは前報¹⁾において指摘したが、この

Table 2. Iron and aluminium contents of water samples collected from several stations at the "Shiome" and its neighbourhood in Susaki Bay (Dec. 7, 1958).

Station No.	Depth (m)	Water temp. (°C)	Chlorinity (Cl ‰)	Fe (γ/l)	Al (γ/l)	Station No.	Depth (m)	Water temp. (°C)	Chlorinity (Cl ‰)	Fe (γ/l)	Al (γ/l)
A ₁	Surface	20.2	15.27	42.6	46.3	A ₁	5	20.3	18.95	30.2	42.3
* A ₂	"	19.8	18.52	122.8	143.2	* A ₂	"	20.0	18.76	54.5	46.5
A ₃	"	20.5	18.93	74.4	65.7	A ₃	"	20.2	18.36	32.1	37.8
B ₁	"	20.9	19.00	30.3	27.5	B ₁	"	20.3	19.05	13.3	16.4
* B ₂	"	20.4	19.05	48.6	73.4	* B ₂	"	20.3	19.00	17.4	21.0
B ₃	"	21.4	19.13	19.3	12.4	B ₃	"	20.2	19.00	34.6	26.3
C ₁	"	20.7	18.86	101.2	65.5	C ₁	"	20.3	18.97	34.6	18.8
* C ₂	"	20.4	18.73	135.5	86.8	* C ₂	"	20.5	19.00	44.3	62.1
C ₃	"	20.7	18.88	45.8	73.4	C ₃	"	20.2	19.01	33.1	25.5

* Collected at the "Shiome".

要因については種々考えられる。すなわち、沿岸附近では下降流によつて収れん線に懸濁物や浮遊物が多く集まり、これに鉄やアルミニウムが吸着などによつて濃縮される場合である。また、底層水のうち、底土にきわめて近い海水のなかには鉄およびアルミニウムを多く含んでいるが、この底層水がいわゆる上昇流などによつて表層に運ばれる場合も考えられ、いずれも潮目における元素の濃縮に關与する要因として注目しなければならない。

したがつて本湾では底土の影響が比較的少ないものとみて、潮目における鉄とアルミニウムの濃縮状態を、潮目における海水と周辺の海水との鉄とアルミニウムの含有量を比較することによつて推定した。

分析の結果は Table 2 に示した。すなわち、表からわかるように鉄もアルミニウムも潮目においてわずかに高い値を示し、この分析法による誤差 $\pm 0.5 \gamma/l$ を考慮してもなおわずかに高い。し

たがつて、両元素が潮目の海水に濃縮されていることをうかがうことができる。しかし、5 m 層では逆に小さな値を示す場合もあつて、この現象が主として表層水においてみられることを示しているように思われる。しかし 5 m 層における不連続面での sampling が困難であつたので、この問題はなお検討を要するが、以上の事実から、本湾の潮目における鉄とアルミニウムの含有量が多いことは、下降流の収れん線にこれらの元素が種々な浮遊物や懸濁物とともに濃縮されているものと推定される。

本研究を行なうに当り終始御指導と御鞭撻を賜つた京都大学石橋雅義名誉教授および高知大学山本広志教授に深く感謝します。

文 献

- 1) 今井嘉彦 1960: "元素の挙動に関する海洋化学的研究 II" 日本海洋学会 16, 167.