

伊勢湾南部と三河湾の海底堆積物の化学成分

—主として微量元素の分布—

西村 富子*

Chemical Components of Marine Sediments in the
Mikawa Bay and the Southern Area of the Ise Bay
—Distribution of minor elements—

Tomiko NISHIMURA

Abstract

Some of major and minor elements in marine sediments in the Mikawa bay and the southern area of the Ise bay were analyzed, together with clay minerals. Furthermore, the sea water from the same localities has been determined for pH, concentration of chloride ion and saturation degree of dissolved oxygen. The obtained data were discussed, with special reference to the distribution of minor elements in bottom sediments.

The results are summarized as follows:

- 1) The grain size distribution of the sediments is controlled by submarine topography and currents, that is, the marine sediments in the Mikawa bay are clayey and those in the southern area of the Ise bay are sandy.
- 2) The clay minerals in the sediments consist mainly of montmorillonite, chlorite, illite and kaoline group minerals.
- 3) The abundance of minor elements in the sediments correlate with the clay contents. Therefore, the Mikawa bay's sediments have high content of the minor elements and those in the southern area of the Ise bay have relatively low content.
- 4) Nickel is enriched in some sediments of the Atsumi bay. This could be caused by inflow of detrital materials of the ultrabasic rocks which occupy the upper stream of the River Toyokawa.
- 5) There is a positive correlation among heavy metals and organic carbon contents in the sediments, but there is a negative correlation between organic carbon contents in the sediments and saturation degree of dissolved oxygen in the sea water.

要 旨

伊勢湾南部および三河湾の海底堆積物について主成分、微量元素、有機炭素の定量およびX線回折による構成鉱物の同定などを行った結果、2、3の知見が得られたので報告する。

海底堆積物の主成分 (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3) 含有量は、砂質を主体とする伊勢湾と粘土質を主体とする三河湾では差異がみられ、前者は SiO_2 が多く Al_2O_3 , Fe_2O_3 が少ない。後者は SiO_2 が少なく、 Al_2O_3 , Fe_2O_3 が多

い。その量的関係は粒度組成と一致する。微量元素含有量は全般的には伊勢湾で少なく、三河湾で多い。また、その含有量は各湾の堆積物中の粘土含有量と正の相関関係がみられる。

これらの事実から海底堆積物中の微量元素の多くは粘土鉱物、有機物あるいは鉄の水酸化物に吸着されているものと思われる。

1. 緒 言

1970・1971両年に、伊勢湾とその周辺地域の重力探査が、総理府中部圏開発整備本部、地質調査所、社団法人

* 技術部

中部開発センターの3機関の共同事業として2年計画で行われた(中条・須田, 1971; 1972)。

1971年度の調査においては、(1)伊勢湾南部、(2)伊勢湾湾口部、(3)三河湾(渥美湾と知多湾)の海域について重力測定と併行して、海底堆積物の採取および採水が行われ、観測船上で海底堆積物の肉眼による観察が名古屋出張所高田康秀技官らにより、水質分析の一部が著者により行われた。堆積物は著者が当所に持ち帰り、粒度組成と関連させて主成分(SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Ig. loss)、微量成分(Cu, Ni, Pb, Zn, Mn)の化学分析、有機炭素の定量および一部試料についてX線回折による構成鉱物の同定を行った。これらの結果を基に、微量元素の分布について若干の考察を加えた。ここにその概要を報告する。

本研究を行うに当たり、海洋地質部水野篤行技官から種々御教示をいただき、また本稿についても御意見をいただいた。名古屋出張所高田康秀技官には海水試料の分析をしていただくとともに数々の有益な御助言をいただき、また本稿についても御意見をいただいた。地殻熱部金原啓司技官には粘土鉱物の同定に際して御指導をいただいた。ここに厚く御礼申し上げる。

2. 海底地形および周辺の地質

中条・須田(1972)、岩淵(1969)、高田ら(1971)によると本調査地域の海底地形および周辺の地質の概略はつぎのとおりである。

2.1 海底地形

伊勢湾は平均深度 $-20\sim-30\text{m}$ で海釜が2つある。海釜の深さはおよそ -60m 前後で、潮の流れが激しい場所である。伊良湖沖では -100m 以上の北北西方向の海溝がある。伊勢湾の海底堆積物の粒度は、肉眼観察で、細粒砂以上の粗い組成のものが多く、大部分は砂地で粘土質分は潮の流れに洗われている。

それに比べ中山水道から豊橋にいたる渥美湾は、相対的に広い沖積平野をもつ豊川、矢作川流域の影響から堆積物の大部分は粘土質地域であり、湾内には小さな島や、沖の瀬、立馬岬沖の砂州など浅瀬もみられる。湾中央部は概して平坦で東から西へと徐々に水深を増し、最大で約 -20m に達している。

佐久島の南、測点289および290では $-20\sim-30\text{m}$ と他に比べ深い。また知多半島の野間から師崎にかけても -38m と周辺に比べ深い地域がある。これは昭和20年1月に起った三河地震による地盤変動によって生じた海底のずれではないかとされ、中条・須田(1972)はこれを内海断層と呼んでいる。

知多湾は碧南市から渥美湾にかけてやや細長い湾で、

湾奥に境川が流れ、渥美湾に注ぐ河口の性格をもつ湾である。深さは渥美湾より浅く、 -15m 以浅で北部から南部に向けて徐々に深くなっている。また粒度組成としては粘土質分が多い。

2.2 周辺の地質 伊勢湾周辺

秩父帯古生層と、これを貫く花崗岩類が海陸各々の基盤であり、伊勢湾南部を東西に切り、渥美半島先端を斜めに切つて豊橋方面に延びる中央構造線の北側に、傾家式片麻岩および斑岩等を含む花崗岩質岩類が分布している。三河湾北側陸地は石英雲母質片岩を主とする傾家変成岩類が占める。中央構造線の南側では、中央構造線に沿って三波川変成岩類およびチャートをもつ古生層、これらを貫く塩基性貫入岩である橄欖岩が分布する。

伊勢湾・三河湾を含めて総括的に見れば、地理的に海域は中央構造線に沿った島嶼と、渥美半島とによって外洋部と区分される。

知多半島と三河平野

知多半島先端部および三河湾内の日間賀島、佐久島には一志層群相当層が分布する。半島中央部より北方基部を経て濃尾平野東部に広く奄芸層群相当の常滑層群が分布する。濃尾平野の東部より三河平野にわたる範囲は知多半島基部より、猿投山地につながる奄芸層群相当層の矢田川累層で形成する丘陵群が配列して、西側の濃尾平野、東側の三河平野への分水嶺的役割りを果している。

知多半島西側・野間付近では、砂丘および風成による2次堆積の砂層が沿岸山地の上部地域まで発達している。

渥美半島

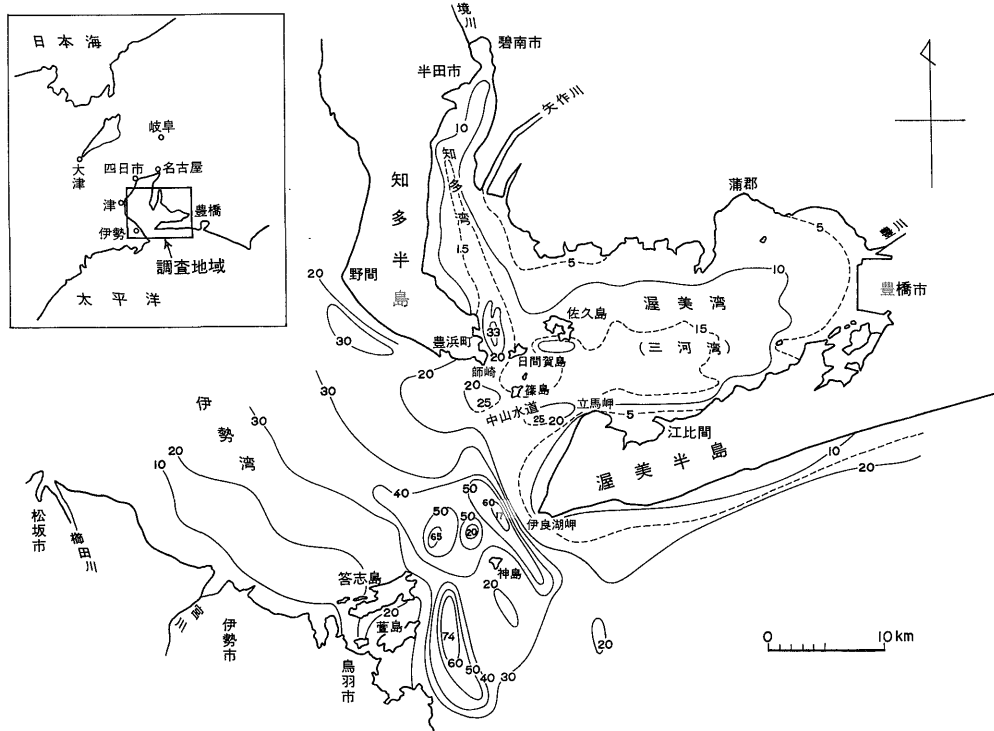
渥美半島先端では基盤をおおって洪積層が厚く堆積しており、その上部には沿岸の砂丘が分布するほか、立馬岬付近では漂砂によって砂州を形成している。

3. 試料

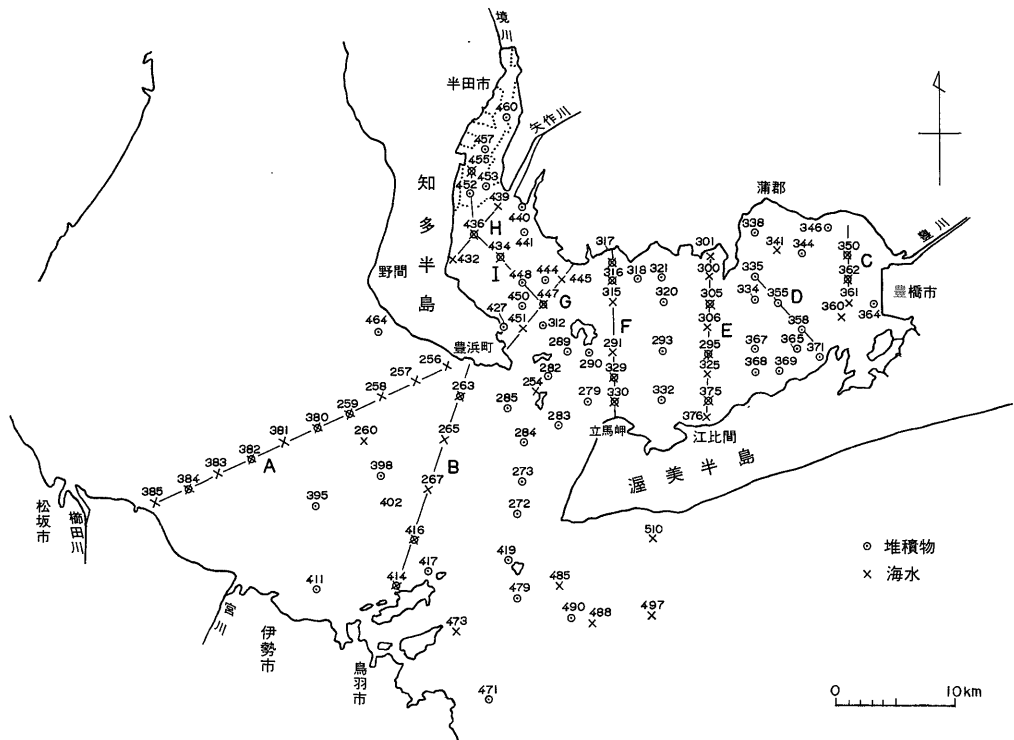
海底堆積物、海水試料とも1971年7月—8月にかけて採取されたもので、第1図に調査地域位置図と深度、第2図に試料の採取位置を示した。

海水試料は北原式B号採水器を用い、伊勢湾においては2測線A(10測点)およびB(5測点)、三河湾においては7測線C-I(4, 4, 8, 6, 3, 3, 4測点)計47測点で採取された。各測点では上部・中部・下部と深度別に3点、すなわち、上部は水面下1m、下部は海底面上数10cmの位置、中部は上部と下部の中間地点でそれぞれ採

伊勢湾南部と三河湾の海底堆積物の化学成分 (西村富子)



第1図 調査地域位置図と深度



第2図 試料採取位置図

取された。

海底堆積物試料はエクマン・バージ採泥器を用いて計270試料が採取された。化学分析用およびX線回折用の試料としては、その中から粒度、潮流、海底地形、流入河川の影響などを考慮して、伊勢湾から21試料、渥美湾から33試料、知多湾から17試料を選んだ。採取した試料は、いずれもそのまま風乾した後、めのう乳鉢で粉碎し、80メッシュ以下とし、さらに60℃の空気浴で3-4時間乾燥した後めのう乳鉢で微粉碎した。

なお、試料番号は中条・須田(1972)による重力測点番号と同一である。

4. 分析方法

4.1 海水

pH: 船上でpH比色計を用いて行った。

Cl: モール法によって定量した。

溶存酸素: 一般にはウインクラ法が多く用いられているが、内湾の水や沿岸近くの汚水などの場合はこの方法では不適当なのでオーレの改良法を用いて定量した。

4.2 海底堆積物

主成分の定量

大森(1963)の方法によってSiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃を定量した。すなわち、試料1gを1,000℃で1時間強熱後減量を求めたのち、0.1gをニッケルるつぼ(30ml)にはかり取り、水酸化ナトリウムを加えて融解した。冷却後温水にてプラスチック製ビーカーに融解物を溶解し、メスフラスコ(250ml)に移し入れて定容とし、これをSiO₂およびAl₂O₃分析用試料溶液とした。

SiO₂: 試料溶液25mlをメスフラスコ(100ml)に正確に分取し、硫酸(1+1)で中和後過剰に5ml加え、モリブデン酸アンモニウム溶液を加えてけいモリブデン酸の黄色を発色させて定容としたのち、これを440nmで吸光度を測定した。

Al₂O₃: 試料溶液から25mlを正確に分取し、塩酸(1+1)と酢酸アンモニウム溶液でpHを4-5に調節し、Cu-PANを指示薬として煮沸しながらM/100EDTA標準溶液で滴定した。

Fe₂O₃: 試料0.1gをプラスチックびんにとり、フッ化水素酸2mlを加えて一夜放置し、ほう酸溶液(飽和)を加えて50mlとし、塩酸ヒドロキシルアミン溶液を加えたのち、0-フェナントロリン溶液を加えて発色させ、510nmで吸光度を測定した。

微量元素の定量

試料1gをビーカー(100ml)にはかりとり王水5mlを加えて砂がら上で加熱分解し、ほとんど乾固させたの

ち、塩酸(1+1)5mlを加えて可溶成分を溶かす。次に試験管(30ml, 5mlごとの目盛りつき)へ蒸留水で20mlにうすめよく混合したのち静置し、上澄み液を日立207型原子吸光分析装置にかけCu, Ni, Pb, Zn, Mnの定量を行った。

有機炭素

柳本製CHNコーダー500S型で全炭素を定量し、別に炭酸塩炭素の定量をバリット水吸収法を用いて行い、この値を差引いて有機炭素量を求めた。

X線回折

試料3gをトルビーカー(200ml)にとり、水200mlを加えてかき混ぜて懸濁させ、砂質堆積物については懸濁後30分、粘土質堆積物については懸濁後8時間放置し、上澄み液50-70mlをとり、スポイトでその一部をガラス板に塗布し、X線回折用試料を作成した。

モンモリロナイトについては、試料をエチレングリコール処理を行って確認した。カオリン鉱物と緑泥石との判定は、懸濁した試料に塩酸を1+1になるように加え、水浴上で30分間加熱後、遠心分離器で分離し、さらに2, 3回繰り返し洗浄後、X線回折を行い、この処理を行わないものとの比較による。

5. 結果

5.1 海水のpH, Cl, 溶存酸素

pH, Cl 溶存酸素の分析結果を第1-1-1-3表に示した。

pH

第1-1-1-3表に示したように各測線断面とも夏期の特徴である成層関係がみられ、底層へ行くに従ってpH値は低くなる。伊勢湾においては、三重県側の底層部でやや低い値を示しているが、大きな変化は見られない。

三河湾においては、豊川河口に近い湾奥部の底層水が局部的ではあるが7.4と低い値を示している。また渥美半島の江比間付近、測点375および376では6.6という低い値を示している。これは渥美半島にある中部電力渥美火力発電所の排水(SO₄イオンを多量に含む)の影響と推定される。

Cl

Cl濃度については、一般に表層水が10,000-16,000mg/l、底層水は18,000mg/l前後の値を示し、底層へ行くに従って多くなり、pHと同様、夏期の成層関係を示す。

伊勢湾についてみると、全般的には底層水のCl濃度の変化はなく、表層水は、愛知県豊浜町付近で測点263は15,660mg/l、三重県鳥羽付近の測点414は11,550mg/l、

伊勢湾南部と三河湾の海底堆積物の化学成分 (西村富子)

第1-1表 伊勢湾海水の分析値

No.	Depth (m)	pH*	Cl ⁻ mg/l	O ₂ ppm	Sat.deg.O ₂ %
385	1.0	8.8	8,560	13.30	172.28
	3.6	8.4	11,730	8.79	122.70
384	1.0	9.2	7,530	12.65	151.95
	3.1	8.6	13,520	9.52	123.32
	7.3	7.2	17,370	7.79	69.02
383	1.0	9.2	7,360	9.75	129.86
	11.3	8.2	14,380	6.26	81.85
	23.6	8.0	17,970	2.86	36.76
382	1.0	6.4	9,670	9.12	124.52
	11.5	7.4	16,260	7.39	98.59
	24.3	8.4	15,920	6.63	84.02
381	1.0	8.4	11,810	12.27	169.10
	14.2	8.0	16,260	6.29	82.95
	29.5	8.4	18,570	3.64	47.11
380	1.0	8.8	12,150	9.80	135.51
	16.0	8.0	15,580	7.04	92.07
	33.0	8.6	18,570	5.93	44.65
259	1.0	8.6	15,350	8.79	120.81
	16.5	8.4	16,900	7.07	93.90
	34.0	8.3	18,840	6.52	84.59
258	1.0	8.8	15,180	10.33	137.37
	12.0	8.4	18,380	7.23	95.72
	25.0	8.4	17,210	7.63	94.22
257	1.0	8.6	16,520	7.27	99.10
	11.5	8.4	18,500	7.59	102.08
	24.0	8.4	17,900	5.62	73.57
256	1.0	8.6	17,030	9.46	130.66
	32.0	8.4	18,550	6.89	95.43
	260	1.0	8.8	15,310	9.33
16.5		8.4	18,670	6.77	86.51
34.0		8.3	18,580	6.90	91.57
263	1.0	8.8	15,660	9.69	133.62
	7.5	8.4	18,570	6.89	89.07
	16.0	8.2	18,580	7.07	95.09
265	1.0	8.7	16,000	9.57	130.74
	11.5	8.4	18,240	6.90	88.89
	23.0	8.5	18,580	7.56	106.18
267	1.0	8.6	16,540	9.62	128.61
	15.0	8.2	18,240	4.37	55.58
	31.0	8.5	18,430	6.97	92.39
416	1.0	9.0	10,960	10.35	147.43
	13.7	8.8	14,410	7.29	100.69
	28.4	8.2	17,890	4.03	52.76
414	1.0	8.8	11,550	10.62	147.91
	10.5	8.4	15,320	7.76	106.65
	22.0	8.4	18,490	4.54	60.25
254	1.0	8.6	16,860	7.20	97.51
	8.0	8.4	18,410	—	—
473	1.0	8.4	16,640	7.14	110.32
	22.5	8.2	17,370	5.68	84.67
	46.0	8.6	18,320	8.36	115.53
485	1.0	8.8	15,600	6.53	93.93
	27.0	8.2	16,300	6.76	92.65
	55.0	—	—	—	—
488	1.0	8.8	15,780	4.37	64.87
	9.5	8.6	17,030	6.80	95.24
	20.0	—	—	—	—
497	1.0	8.2	17,820	7.84	119.22
	11.0	8.6	17,970	8.00	118.34
	23.0	8.6	18,230	6.07	84.97
510	1.0	8.6	18,010	6.82	103.96
	8.5	8.2	18,320	8.53	126.63
	18.0	8.4	18,490	7.39	105.27

* no correction for salt error 高田康秀技官分析

地質調査所月報 (第27卷 第12号)

第1-2表 渥美湾海水の分析値

No.	Depth (m)	pH*	Cl ⁻ mg/l	O ₂ ppm	Sat.deg.O ₂ %
350	1.0	8.9	11,700	8.33	116.28
	3.0	7.8	17,290	2.71	38.08
	7.0	7.8	17,890	0.73	9.91
362	1.0	8.8	13,940	11.46	163.99
	4.2	7.2	18,070	3.86	51.67
	9.4	7.4	18,070	0.86	11.51
361	1.0	8.8	14,370	11.30	162.64
	4.2	8.0	17,550	5.04	67.42
	9.4	8.0	17,890	1.09	14.65
360	1.0	8.4	11,530	10.79	148.21
	3.6	8.6	17,210	7.46	103.27
	8.2	7.4	17,980	1.54	21.21
346	1.0	9.0	8,600	10.20	137.61
	5.0	8.4	15,520	1.56	21.19
341	1.0	8.8	14,110	10.29	147.59
	3.5	8.2	17,720	2.74	38.14
	8.1	8.2	17,890	4.49	60.36
338	1.0	8.8	12,560	11.23	155.97
	2.6	7.8	17,890	6.27	89.98
	6.3	7.8	17,340	0.24	3.20
335	1.0	8.8	14,370	10.00	137.82
	4.8	8.8	14,970	11.46	154.70
	10.7	8.4	18,270	2.10	27.05
355	1.0	8.8	14,280	12.77	186.04
	5.1	8.2	18,240	5.53	78.51
	11.2	8.0	18,410	0.86	11.55
358	1.0	8.8	14,450	10.93	155.08
	5.2	8.6	17,690	8.62	115.59
	11.4	8.2	17,890	1.63	21.34
371	1.0	8.6	16,690	8.77	124.15
	5.8	8.4	17,640	6.67	89.29
	12.6	8.0	18,030	2.46	33.88
301	1.0	8.8	14,830	7.69	105.11
	2.0	8.0	17,460	6.43	89.21
	5.0	8.2	17,640	2.37	32.06
300	1.0	8.8	14,200	10.85	153.60
	3.7	8.2	17,810	2.03	27.26
	8.5	8.2	18,170	3.20	42.83
305	1.0	8.8	15,140	7.30	101.50
	6.0	8.2	17,930	3.94	49.63
	13.0	8.3	18,200	2.33	31.22
306	1.0	7.4	14,110	8.76	120.46
	7.0	8.8	15,240	7.02	89.06
	15.0	8.0	18,100	5.96	82.18
295	1.0	8.8	14,380	8.72	118.54
	8.0	8.8	15,620	7.86	102.80
	17.0	8.4	18,410	3.77	49.97
325	1.0	8.8	15,570	9.23	132.61
	7.5	8.4	18,150	7.03	92.85
	16.0	8.6	17,720	4.99	67.58
375	1.0	8.0	16,170	9.59	123.07
	7.3	7.0	17,720	7.42	100.49
	15.6	6.6	18,950	4.29	64.14
376	1.0	6.6	16,260	9.70	142.73
	1.8	6.2	17,080	9.77	138.94
	4.6	6.6	17,460	9.52	128.65
317	1.0	8.4	13,160	6.67	90.72
	3.2	8.8	15,740	7.60	105.91

伊勢湾南部と三河湾の海底堆積物の化学成分 (西村富子)

No.	Depth (m)	pH*	Cl ⁻ mg/l	O ₂ ppm	Sat. deg. O ₂ %
316	1.0	8.6	13,510	8.02	115.03
	4.2	8.6	17,550	6.27	88.31
	9.4	8.4	18,150	3.31	133.72
315	1.0	8.6	14,590	7.57	104.27
	5.6	8.6	17,890	5.56	77.10
	12.2	8.4	18,150	2.57	33.95
291	1.0	8.4	14,110	5.40	73.25
	6.5	8.4	17,890	5.41	72.64
	14.0	8.8	18,240	7.67	101.43
329	1.0	8.8	15,140	8.44	120.71
	8.7	8.4	18,030	5.66	74.67
	18.5	8.2	18,070	4.52	59.63
330	1.0	8.8	15,350	8.24	114.83
	8.7	8.4	18,100	9.46	132.27
	18.5	8.4	18,240	5.63	74.45

* no correction for salt error 高田康秀技官分析

第1-3表 知多湾海水の分析値

No.	Depth (m)	pH*	Cl ⁻ mg/l	O ₂ ppm	Sat.deg.O ₂ %
455	1.0	8.6	9,590	3.30	46.27
	8.0	8.2	10,440	4.37	60.13
	17.0	8.0	9,670	8.36	104.19
439	1.0	8.8	11,300	7.44	106.35
	3.2	8.6	12,320	6.34	89.09
	7.4	8.8	14,210	6.04	82.02
436	1.0	9.0	10,440	7.62	107.81
	5.9	8.6	12,070	7.56	106.00
	12.8	8.4	17,290	2.97	39.64
432	1.0	8.6	10,360	7.13	100.76
	2.4	8.8	10,440	7.69	108.80
	5.8	9.0	10,440	5.34	73.47
434	1.0	8.4	13,010	7.26	104.31
	7.7	8.4	13,010	7.69	110.49
	16.5	8.4	16,640	6.62	92.30
445	1.0	8.8	15,060	7.44	109.41
	7.4	8.8	15,060	7.99	115.80
447	1.0	8.0	15,580	7.56	111.97
	2.5	8.8	15,580	7.72	112.67
	6.0	8.7	15,580	7.46	107.31
451	1.0	8.2	15,060	6.86	92.70
	18.5	8.8	16,090	7.06	102.14
	38.0	8.0	14,410	5.52	79.45

* no correction for salt error 高田康秀技官分析

松阪市付近の測点385は 8,500 mg/l, と少ない値を示している。これは流入河川(楯田川・宮川)により, Cl濃度がうすまったものと思われる。

渥美湾についての各測線断面における Cl 濃度は, 伊勢湾と同様の傾向を示している。表層部においては, 豊川の河口周辺で Cl 濃度が特に少なくなっている。

知多湾においては, 湾入口より湾奥部に行くに従って Cl濃度は少なくなり, 測点455では表層水が9,590 mg/l, 底層水は9,670 mg/lととも低い値を示している。これ

は矢作川, 境川の影響により, Cl濃度がうすくなり, しかも, 湾が狭く, すみやかな循環が行われなためと考えられる。

溶存酸素

伊勢湾における溶存酸素量は, pH, Cl と同様に成層関係を示している。これを溶存酸素飽和度¹⁾で表わすと, 表層水で 100-170%を示し大部分が過飽和状態であり,

1) 測定した溶存酸素量 (ml/l) と, 水温および塩素量から求めた理論飽和量 (ml/l) の比を百分率で表わしたものである。

底層水は 30-80%の不飽和状態になっている。特に湾奥部より三重県側の底層水の溶存酸素飽和度は、30-60%と小さい値を示している。飛島・浮島・答志島の島々により、これらの測点付近の底層水の水塊は停滞的な性格をもっている。

三河湾についてみると、伊勢湾と同様、成層関係を示している。底層水における溶存酸素飽和度は、明らかに知多湾より渥美湾が全般的に非常に少ない値を示している。西から東に、すなわち、豊川河口に近づくに従って順次減少している。この原因として、河川より運ばれる排水による汚濁と湾奥部では底層水塊が停滞していることが考えられる。

一般に、河口周辺部で溶存酸素の減少がみられるが、これは、河川により運ばれた多量の懸濁物が堆積する際に、溶存酸素が消費されるためと推定される(山本, 1959 a)。

上記の結果より海水の pH, Cl, 溶存酸素について概括すると各測線断面とも夏期の特徴である成層関係を示し、底層に行くに従って pH は低くなり、Cl は多くなる。溶存酸素量も同様に成層関係を示し、表層水は過飽和状態で、底層水は不飽和になっている。また河川や島島よっての影響を受けやすく、地域によっては停滞的

な性格をもっている。

5.2 海底堆積物の主成分

海底堆積物の主成分、 SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 の分析結果を第2-1-2-3表に示し、第3図に含有量を示した。

SiO_2

伊勢湾南部海底堆積物の SiO_2 含有量は 58-78% (平均70%) であり、全般に砂質地域であることがわかる。渥美湾・知多湾においてはそれぞれ 57-67%, 59-78% (平均64%) である。この両地域は伊勢湾南部地域に比べやや粘土分が多く、粒度分析の結果(第4図参照)と一致する。

Al_2O_3

伊勢湾南部海底堆積物の Al_2O_3 含有量は 6-15% (平均 12.8%), 渥美湾 13-19% (平均 16.9%), 知多湾 14-18% (平均 17.0%) で砂質地域では少なく、粘土質地域では多い傾向がみられる。

この Al_2O_3 は、X線回折による構成鉱物の同定からアルミノけい酸塩、すなわち、モンモリロナイト、緑泥石、カオリン、イライトなどの形で存在するものである(第3表参照)。

Fe_2O_3

伊勢湾南部海底堆積物の Fe_2O_3 の含有量は 0.5-5.4%

第 2-1 表 伊勢湾堆積物の分析値

No.	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	Ig.loss (%)	Ni (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Mn (ppm)	Org.C (%)
464	65	15.58	5.1	13.81	16	22	134	15	1,120	1.54
384					16	9	31	8	530	0.65
382	58	14.30	0.5	15.67	22	17	26	26	1,060	2.66
380					18	11	16	13	420	0.62
259	70	14.40	4.2	7.4	20	16	76	15	400	0.77
263					13	9	47	8	250	0.26
395					16	11	25	13	610	1.07
398	70	12.92	4.2	6.49	17	9	52	11	350	0.62
265	13				13	8	44	7	250	0.21
402					10	10	52	10	480	0.54
284	78	12.42	0.9	1.44	8	4	23	6	280	0.11
411	67	14.69	5.4	8.39	35	22	90	10	650	0.82
416					12	6	38	9	1,070	0.29
273					9	4	24	4	220	0.04
414	68	14.10	4.3	8.76	15	12	62	9	590	0.62
417					11	9	36	5	430	0.34
272					7	4	48	3	240	0.07
419					14	6	29	9	280	0.41
479	76	6.61	2.0	7.82	8	6	22	7	220	0.08
490					5	4	36	tr	310	0.03
471	75	10.45	2.2	5.54	4	6	32	—	300	0.21

伊勢湾南部と三河湾の海底堆積物の化学成分（西村富子）

第2-2表 渥美湾堆積物の分析値

No.	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Ig.loss (%)	Ni (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Mn (ppm)	Org.C (%)
364					20	11	50	11	210	0.53
350	57	19.62	8.0	16.37	77	38	119	22	420	2.59
362					39	23	100	24	420	2.05
360					27	13	54	10	360	1.22
346					14	11	53	19	210	0.70
371	63	17.16	5.4	11.15	38	22	80	17	710	1.27
344					27	27	135	28	610	2.65
358					46	25	135	22	550	2.40
365					22	6	39	11	220	0.56
355					47	27	145	26	630	2.74
369					11	7	34	8	210	0.69
338					29	16	82	17	550	1.74
335	58	18.44	6.7	18.78	42	29	142	34	740	2.48
334					38	23	134	36	740	2.46
367					36	20	109	22	690	2.26
368					32	19	92	32	640	2.15
305					41	37	168	28	860	2.74
295	59	17.50	6.0	17.59	29	51	151	21	1,500	2.20
375					27	19	101	21	770	2.21
321	61	16.86	5.6	15.89	27	18	106	22	630	1.73
320					22	14	74	7	660	1.74
293					28	22	158	24	930	2.38
332	67	15.19	4.6	11.41	21	18	106	15	580	1.63
318					20	15	91	20	404	0.00
317					4	5	31	5	330	0.36
316					24	22	167	25	900	2.06
329					12	6	49	10	270	0.46
330					9	5	34	6	170	0.26
290	66	13.31	6.2	13.98	26	19	138	22	1,500	2.09
279					9	5	36	7	250	0.25
289					14	10	76	11	570	0.83
282					8	9	38	7	260	0.43
283					11	6	45	7	220	0.32

(平均3.2%), 渥美湾4.6-8.6% (平均6.1%), 知多湾1.1-5.7% (平均4.3%)で砂質では少ない値を, 粘土質では多い値を示している。

以上の結果から海底堆積物の組成が粘土質であるか, 砂質であるかを検討するため SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃を三角ダイヤグラム(第5図)に表わした。その結果, 砂質地域, 粘土質地域の関係が粒度分析の結果と良く一致していることがわかる。

5.3 海底堆積物中の微量元素

海底堆積物の微量元素 Ni, Cu, Pb, Zn, Mnの分析結果を第2-1-2-3表, またその分布を第6-a-1図にそれ

ぞれ示した。

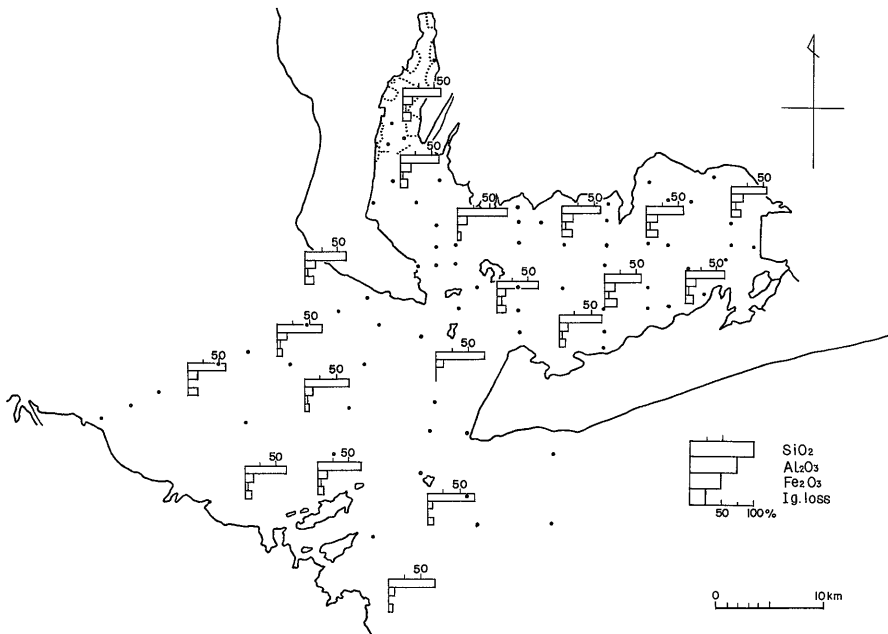
Ni

伊勢湾南部海底堆積物の Ni 含有量は4-35 ppm (平均13.8 ppm)の間に分布しているが, 測点 411においては本地域最高の 35 ppm という値を示す。また Fe₂O₃, Al₂O₃などの含有量も多い。これは宮川から運ばれる堆積物が地形の影響により, この地域に沈積するものと思われる。本測点以外には量的に大きな変化はみられない。

渥美湾の Ni 含有量は全般的に多い値(4-77 ppm)を示し, 湾奥部では特に多い値を示している。

第2-3表 知多湾堆積物の分析値

No.	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Ig.loss (%)	Ni (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Mn (ppm)	Org.C (%)
460					7	13	74	14	440	0.63
457	61	16.76	5.7	14.90	11	19	132	15	510	1.18
455					10	38	174	22	410	1.33
452					10	19	120	14	430	1.26
453					7	23	184	18	420	0.07
439	64	18.78	4.8	10.79	6	29	166	14	330	1.35
440					6	23	194	13	348	1.56
436					13	29	198	20	620	2.10
441					8	24	188	15	440	1.68
432					10	22	144	14	310	1.41
434	59	18.54	5.6	17.11	13	26	166	17	700	1.79
448					11	21	146	10	690	1.41
444	78	14.00	1.1	2.27	tr	4	24	tr	100	3.12
450					5	12	54	5	270	0.28
447					tr	1	10	tr	40	0.02
427					12	18	102	10	680	1.26
312					13	12	98	14	420	1.02



第3図 海底堆積物の主成分

知多湾における Ni 含有量は tr-13 ppm (平均 8 ppm) の間に分布しており、全般的に含有量は少なく、大きな変動はみられない。佐久島の北西部の砂州地域で特に少ない含有量を示している。

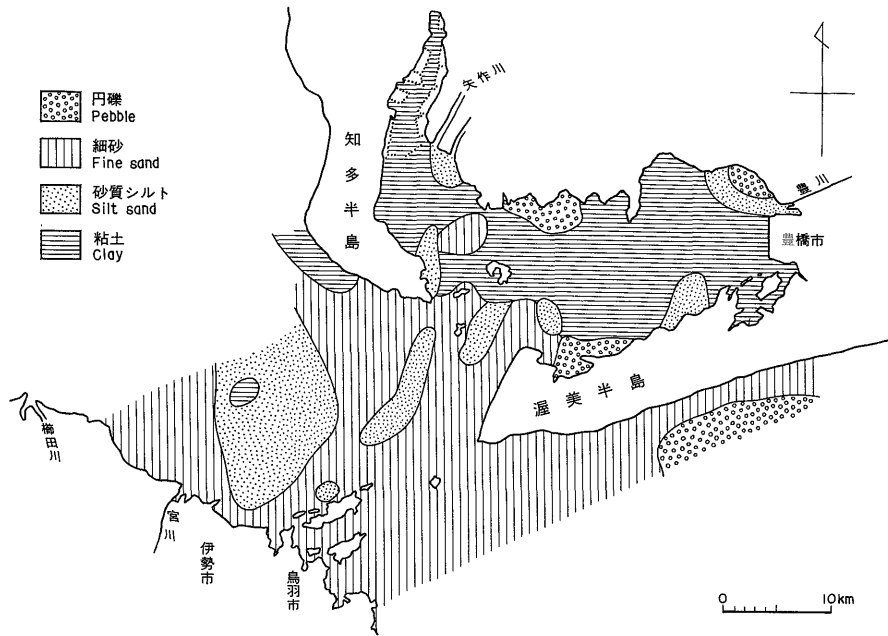
この湾における特徴は、豊川河口周辺で Ni 含有量が

多く、河口より遠ざかるに従って少なくなっている。矢作川河口においてはこのような傾向はみられないので、豊川上流に分布する塩基性岩に起因するものと思われる。

Cu

伊勢湾南部海底堆積物の Cu 含有量は4-22 ppm (平均

伊勢湾南部と三河湾の海底堆積物の化学成分 (西村富子)



第4図 粒度組成 (肉眼観察による) 分布図

第3表 堆積物中の粘土鉱物

No.	montmorillonite	chlorite	kaoline group minerals	illite
Ise bay 383	+	+	+	+++
411		++	+	++
464		+	+	++
Atsumi bay 290	±	++	++	++
295	±	+	+	+
334		+	+	+
344	+	+++	++	++
350	+	+	++	++
365		++	++	++
369		++	++	++
Chita bay 434		++	++	++
439	+	+++	+	+
455	+	++	++	++

9.8 ppm), 渥美湾では5-50 ppm (平均18 ppm), 知多湾では4-38 ppm (平均19.6 ppm)の間に分布している。一般に海底堆積物が粗粒の地域で少ない値を示し, また湾口の潮の流れの速いところでも少ない値を示している。三河湾においては, 湾中央部の流れのおだやかな地域で Cu 含有量が多い。

Pb

伊勢湾南部海底堆積物の Pb 含有量は3-52 ppm (平均11.4 ppm) であるが, 測点382 (26 ppm) および471 (52 ppm) で, 特に多い値を示しているが, 他の地点では10

ppm前後で変化がない。

渥美湾では5-36 ppm (平均17.8 ppm), 知多湾では 22 ppm (平均12.8 ppm), 三河湾の湾口, 佐久島の北西, 砂州で少ない値を示している。一般に Pb 含有量は砂質地域で少ない値を示し, 粘土質地域で多い値を示す傾向がある。渥美湾における Pb 含有量は他の2つの湾に比べ多く, 湾中央部に濃集している。

Zn

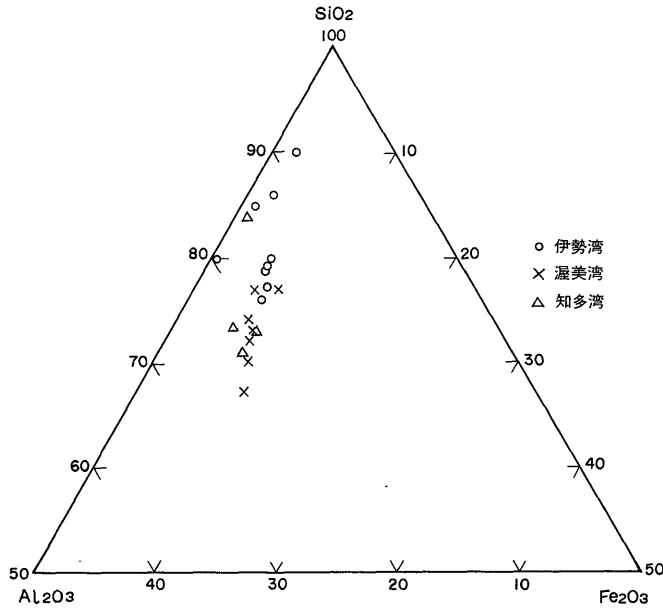
伊勢湾南部の海底堆積物の Zn 含有量は全般的に少なく, 16-134 ppm (平均44 ppm)の間に分布している。伊

勢市沖測点411 (90 ppm), 答志島北岸測点 414 (62 ppm) で多い値を示す. これらの測点は Cu, Ni も濃集しており, 海岸地形から考えて, この地域で水塊が停滞する可能性も考えられる. その他, 知多半島西岸の野間と南知多町付近 (44-134 ppm) で多い値を示している. この地

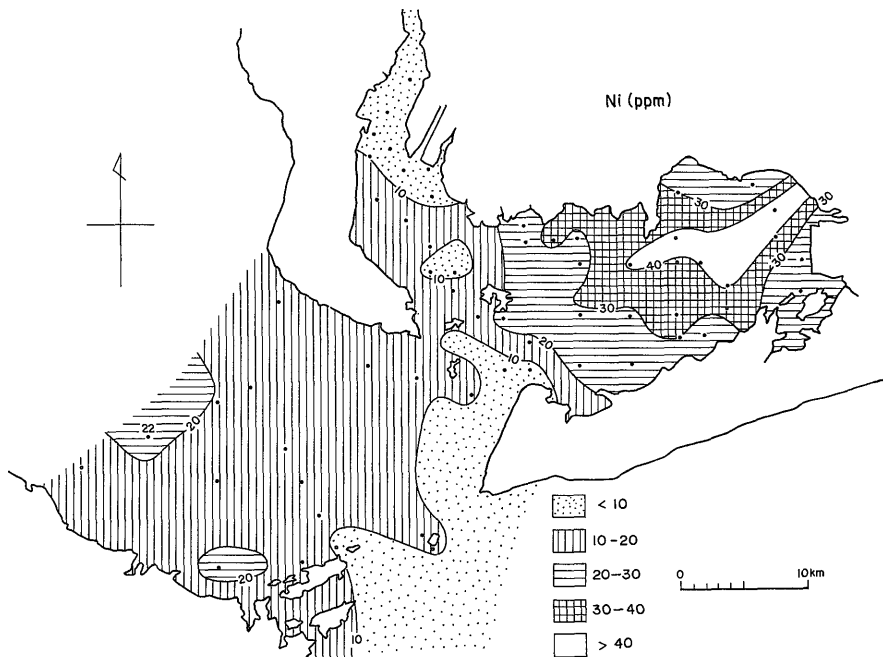
域で濃集している原因については不明である.

渥美湾においては31-168 ppm (平均 93 ppm), 知多湾においては10-194 ppm (平均127 ppm) と全般に多い値を示している.

特に知多湾では矢作川河口周辺で多く, 190 ppm に達

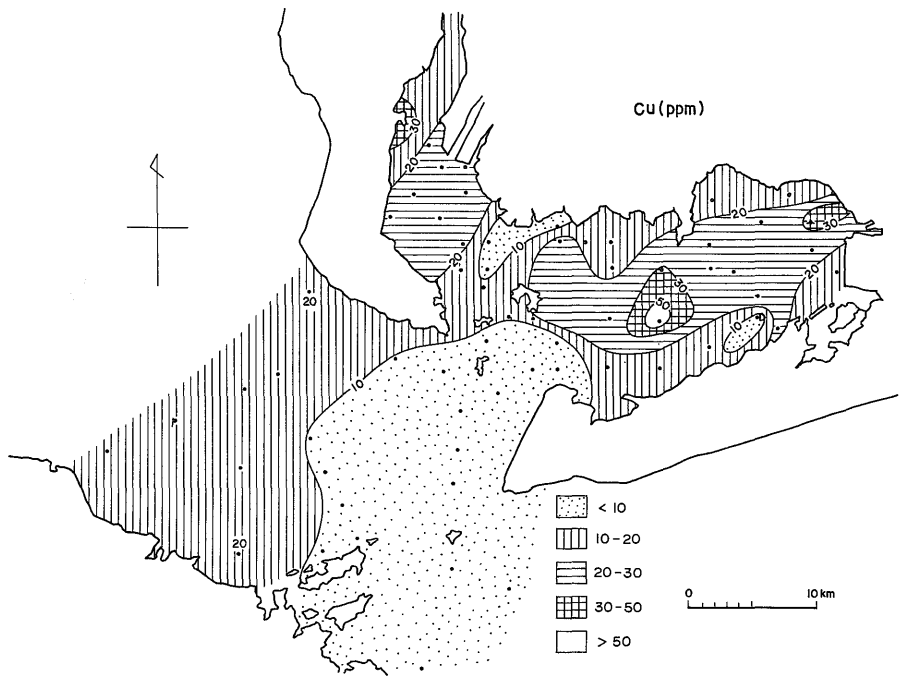


第5図 SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ の三角ダイアグラム

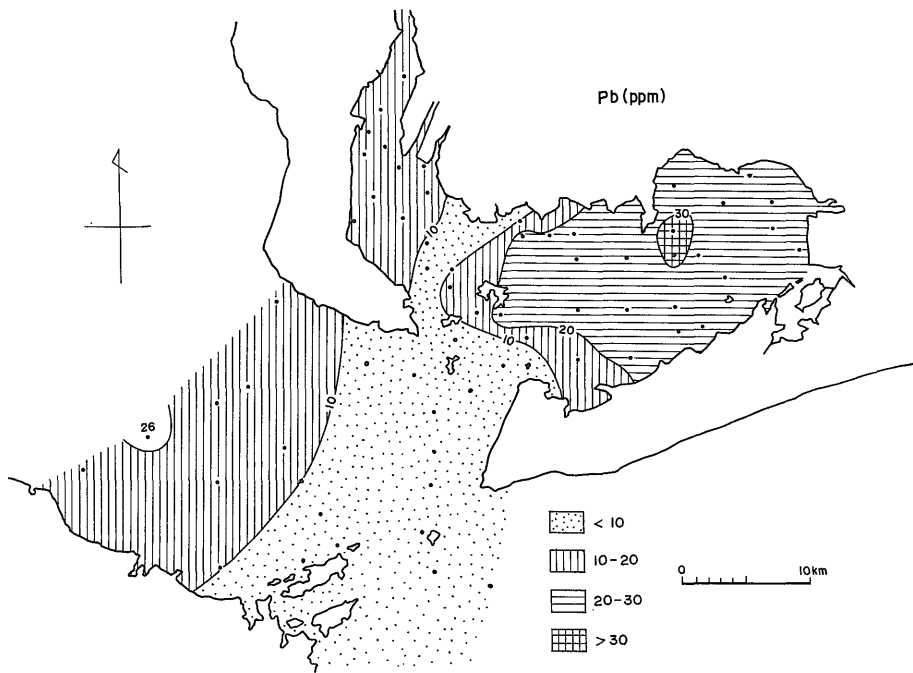


第6-a 図 海底堆積物の微量成分分布図 (Ni)

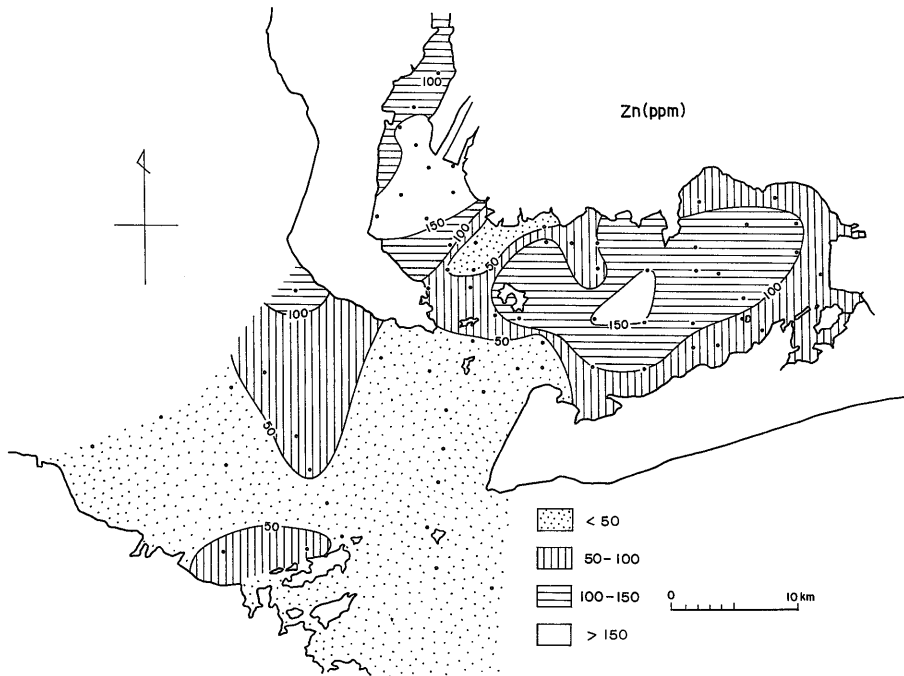
伊勢湾南部と三河湾の海底堆積物の化学成分（西村富子）



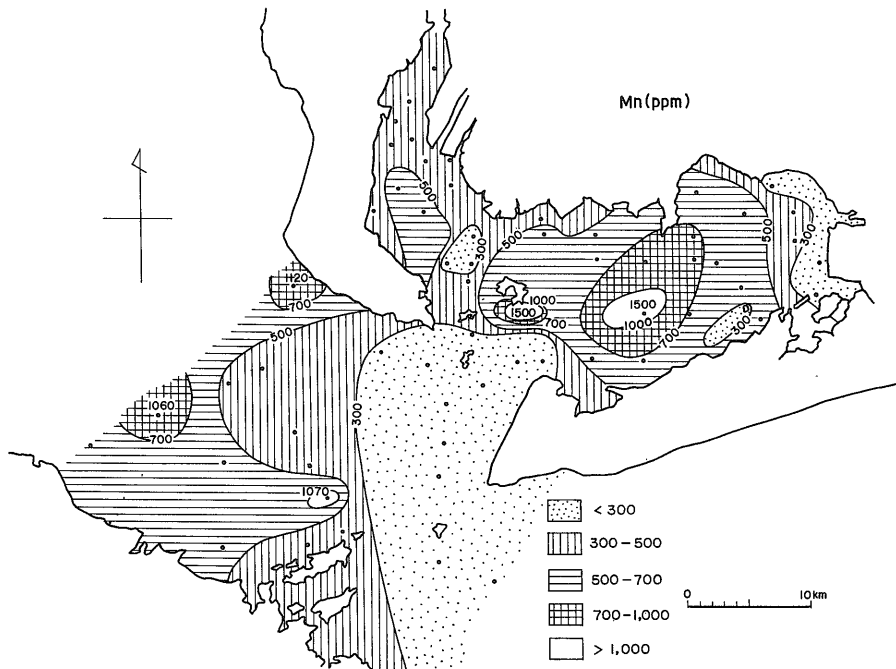
第 6 - b 図 海底堆積物の微量成分分布図 (Cu)



第 6 - c 図 海底堆積物の微量成分分布図 (Pb)



第6-d図 海底堆積物の微量成分分布図 (Zn)



第6-e図 海底堆積物の微量成分分布図 (Mn)

し、矢作川からの供給とその河口沖合での沈殿の結果とみられる。渥美湾では湾中央の測点305 (168 ppm) で多い値を示している。

Mn

伊勢湾と三河湾を通じて海底堆積物の Mn 含有量は、粗粒の砂質地域では約300 ppm 程度と少ない。伊勢湾南部では測点464 (1,120 ppm), 382 (1,060 ppm) および416 (1,070 ppm) など測点によって異常に多い値を示す地点がある。測点464は Zn も多い値を示している。

渥美湾では湾中央部で700-1,500 ppm と非常に多い値を示すが、豊川デルタでは210-360 ppm と少ない。岩淵 (1969) による海底地形を参考にすると、海釜で多い値を、砂州およびデルタで少ない値を示す傾向がある。

知多湾においては平均 420 ppm, 多い所で 700 ppm, 砂質地域では300 ppm 以下と少ない値を示している。

5.4 有機炭素

海底堆積物中の有機炭素の分析結果を第 2-1-2-3 表に、その分布を第 7 図に示した。

伊勢湾南部海底堆積物の有機炭素含有量は 0.03-2.66 % (平均0.55%) と少なく、外海から湾口に入るに従って増えている。

渥美湾については 0.0-2.74% (平均1.52%) を含有し、特に湾口の砂質部で0.25%と少ないが、湾中央から豊川のデルタ地域にかけては、2%以上の多い値を示して

いる。

知多湾においては、0.02-3.12% (平均1.34%) を含有し、この値は渥美湾よりやや少なく、伊勢湾南部より多い値を示している。

溶存酸素と有機炭素の関係についてみると、伊勢湾南部においては海底堆積物が、砂地では底層水の溶存酸素量は多く、海底堆積物中の有機炭素量は少ない傾向を示す。渥美湾奥の測点350, 362および 355地点においては溶存酸素飽和度が10%以下になり、有機炭素量も同地点で 2.5%と多く、調査地域の中では最も還元的环境を示している。

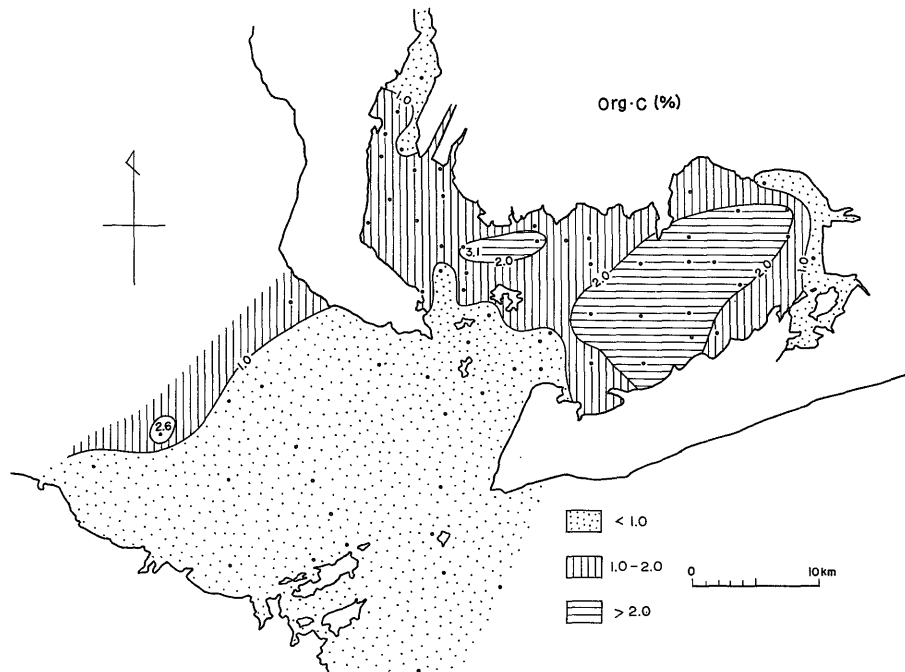
知多湾においては、一般に溶存酸素飽和度が70%、有機炭素量 1.5%前後であるが、測点 436は矢作川から流出する堆積物の影響を受けているためか、溶存酸素飽和度39%、有機炭素量 2.1%と還元的环境を示している。

有機炭素含有量と底層水の溶存酸素量とは明瞭な負の相関を示している。

6. 微量元素の挙動について

今回分析した各湾における海底堆積物の微量元素含有量は、平均値についてみると、Ni, Mn を除いて、伊勢湾南部において含有量が少なく、渥美湾、知多湾で多い値を示す。

伊勢湾南部で含有量が少ないのは、測点の大半が湾口



第 7 図 海底堆積物の有機炭素分布図

第4表 堆積物中の各微量元素の相関係数

Ise Bay

	Org.C	Mn	Pb	Zn	Cu
Ni	0.58	0.44	0.61	0.42	0.82
Cu	0.74	0.64	0.70	0.73	
Zn	0.28	0.44	0.20		
Pb	0.92	0.65			
Mn	0.74				

Atsumi (upper) and Chita (lower) Bay

	Org.C	Mn	Pb	Zn	Cu	Ni
Ni	0.79	0.34	0.67	0.65	0.76	
Cu	0.83	0.70	0.70	0.83		0.58
Zn	0.92	0.78	0.83		0.90	0.58
Pb	0.86	0.55		0.85	0.87	0.73
Mn	0.67		0.61	0.57	0.55	0.87
Org.C	-0.10	-0.25	-0.04	-0.05	-0.15	

であることと、海底堆積物が砂質であるためと思われる。一般に微量元素の多くは粘土鉱物や、有機物、鉄の水酸化物に吸着されて存在するため(HIRST, 1962), 砂質より粘土質中に濃集している。伊勢湾南部と三河湾についてもこの傾向がはっきりうかがえる。すなわち、湾央や、海釜の泥質堆積物中で微量元素の含有が多く、湾口や砂州の砂質堆積物中で少ない。

各元素相互間の相関係数を湾ごとにまとめ、第4表に示した。一部の元素を除いて、いずれも相関係数は大きい。

Al₂O₃, Fe₂O₃, Niは互いに似た挙動を示す。これらの元素は流入河川のデルタ周辺、湾奥部に含有量が多く、湾口へ行くに従って減少している。この傾向は浦戸湾(山本, 1959b)、浦之内湾(山本・今井, 1959)において

もみられる。

Pbは伊勢湾南部において、有機炭素以外とはそれほど強い相関係数を示さないが、渥美湾と知多湾では、非常に強い相関係数を示している。これは伊勢湾南部が湾口で、海底堆積物がおおむね砂質であること、一方三河湾は粘土質堆積物が多く、有機物含有量が多いなどによるものである。

Pbと有機炭素との相関係数は伊勢湾で0.92、渥美湾で0.86と非常に強い相関係数を示しており、有機物に吸着されて存在している可能性が考えられる。

一般に海底堆積物中の Fe, Ni, Cu, Zn, Pb は有機物に濃集する傾向がある。

有機炭素は伊勢湾においては Zn との相関は弱いが Ni, Cu, Pb, Mn, と強い相関を示している。

渥美湾においては、今回分析したすべての元素の間で相関係数0.67以上の強い相関を示す。

知多湾においては、すべての元素の間で負の関係を、しかも弱い値を示している。知多湾は、湾が非常に狭いうえに矢作川という大きな流入河川がある。これによって元素の挙動に複雑な要因がからんでいるものと考えられる。知多湾における有機炭素と微量元素については、さらに詳細な検討が必要と思われる。

まとめ

以上の実験結果をまとめると下記のとおりである。

1. 粒度組成は伊勢湾南部の海底堆積物は砂質で、三河湾は粘土質である。
2. X線回折粉末法による構成鉱物の同定から粘土質物質はモンモリロナイト、緑泥石、カオリン、イライトなどである。
3. 海底堆積物の主成分は第2-1—2-3表に示すと

第5表 堆積物の主成分及び微量元素の平均値

Elements	Ise Bay			Atsumi Bay			Chita Bay		
	Nos. of sample	Mean	S.D (%)	Nos. of sample	Mean	S.D (%)	Nos. of sample	Mean	S.D (%)
SiO ₂ %	9	69.67	6.18	7	61.57	3.91	4	65.50	8.58
Al ₂ O ₃ %	9	12.83	2.78	7	16.87	2.08	4	17.02	2.21
Fe ₂ O ₃ %	9	3.20	1.83	7	6.07	1.08	4	4.30	2.17
Ig.loss%	9	8.37	4.24	7	15.02	2.96	4	11.27	6.55
Ni ppm	21	13.76	6.84	33	26.58	26.58	17	8.35	4.07
Cu ppm	21	9.76	5.45	33	18.12	10.67	17	19.59	9.21
Zn ppm	21	44.90	27.56	33	93.09	44.22	17	127.9	59.35
Pb ppm	20	9.41	5.48	33	18.09	8.74	17	12.66	6.11
Mn ppm	21	479.1	285.2	33	567.1	329.0	17	421.1	187.53
Org.C%	20	0.59	0.62	32	1.57	0.08	16	1.34	0.71

り, SiO_2 が伊勢湾南部で70%, 三河湾で64%, Al_2O_3 が伊勢湾で12.8%, 三河湾で17%, Fe_2O_3 が伊勢湾南部で3.2%, 三河湾で5%となり, 第4図の粒度組成の結果と一致する.

4. 微量元素の各含有量は粘土分の少ない伊勢湾南部では少なく, 粘土分の多い三河湾では多い. 各湾とも堆積物中の粘土含有量と微量元素含有量とは正の相関関係にある.

これらの事実から, 海底堆積物中の微量元素の多くは粘土鉱物や有機物, 鉄の水酸化物に吸着され存在しているものと思われる.

引用文献

- 中条純輔・須田芳朗 (1971) 伊勢湾北部の重力分布とその考察. 地質調月, vol. 22, p. 415-435.
- (1972) 伊勢湾南部と三河湾の重力分布とその考察. 地質調月, vol. 23, p. 573-594.
- HIRST, D. M. (1962) The geochemistry of modern sediments from the Gulf of Paria-II, The location and distribution of trace elements. *Geochim. Cosmochim. Acta*, vol. 26, p. 1147-1187.
- 岩淵義郎 (1969) 渥美湾の表層堆積層. 地質学会第76年学術大会 (演旨), p. 125-130.
- 大森貞子 (1963) 粘土の迅速分析法 (ケイ酸, アルミナ, 強熱減量について). 分化, vol. 12, p. 183-186.
- 高田康秀・近藤善教・大塚寅雄 (1971) 伊勢湾地域の地質と構造. 竹原教授退官記念論文集, p. 137-151.
- 山本広志 (1959 a) 本邦内湾の海洋化学的研究 (第7報). 浦戸湾における溶存酸素消費作用について (その2). 海洋学誌, vol. 15, p. 61-63.
- (1959 b) 本邦内湾の海洋化学的研究 (第8報). 底土の化学的組成による浦戸湾と浦之内湾との異同について (その1). 浦戸湾の底質. 海洋学誌, vol. 15, p. 99-102.
- ・今井嘉彦 (1959) 本邦内湾の海洋化学的研究 (第9報). 底土の化学的組成による浦戸湾と浦之内湾との異同について (その2). 浦之内湾の底質. 海洋学誌, vol. 15, p. 103-105.

(受付: 1976年4月23日; 受理: 1976年8月6日)