

## 福山周辺海域における底質中の数種重金属の 分布について\*

井上 晃 男\*\*・浅川 末 三\*\*\*

### The Heavy Metal Concentrations in the Marine Sediments along the Coast of Fukuyama.\*

Akio INOUE\*\* and Suezo ASAKAWA\*\*\*

#### Abstract

The heavy metal contents in the marine sediments were evaluated by atomic absorption spectrophotometry. The region selected and the elements analyzed for this study were the same as reported previously<sup>1)</sup>. The results obtained can be summarized as the followings.

1) The heavy metals were ordinarily included 2,400-3,100 for Fe, 280-790 for Mn, 8-21 for Co, 13-100 for Cu, 70-700 for Zn, 16-95 for Ni and 1.0-3.9  $\mu\text{g/g}$  of dried matter for Cd.

2) No definite difference was recognized for any metals between the contents of upper layer (0-5 cm from the surface) and those of lower layer (10-15 cm).

3) The mean quantities of extractable heavy metals in the marine sediments of this district were: 2,000 of Fe, 280 of Mn, 6 of Co, 20 of Cu, 90 of Zn, 6 of Ni and 1 of Cd  $\mu\text{g/g}$  of dried matter.

4) The existence of high concentrations of extractable Fe and Mn suggested that the elution of those metals from marine sediments would constantly occur and maintain the long lasting outburst of dinoflagellates, such as *Exuviaella* sp. and *Eutreptiella* sp.

瀬戸内海の備後灘北端に位置する福山周辺海域について、海水中の重金属含量を既に報告した<sup>1)</sup>。沿岸海域においては、重金属はとくに底土に蓄積され易く、これが植物相や動物相に影響を与える場合が多い。そこで同海域の汚染の程度を知り、併せて河口堰設置前後の変化の様子を知る資料として、底質中の数種の重金属含量を測定した。

#### 方 法

福山地先の海域に定点5ヶ所(前報参照)を設定し、1970年12月~1971年11月の間、原則として隔月に底泥を採取した。試料の採取は柱状採泥器によって行ない、研究室に持帰り、表面から5 cmまで(上層)および10 cmから15 cmまで(下層)の2層を分取した。分取した底泥は1昼夜室温に放置した後、乾燥器中(50~60°C)で恒量に達するまで乾燥した。この乾燥試料を乳鉢中で十分に磨砕し、貝殻その他の異物を除去した後、供試々料とした。蒸発皿に精秤した試料1 gと

\* 本研究の一部は文部省科学研究費一般研究Bによった。

\*\* 鹿児島大学水産学部水産植物学研究室 (Laboratory of Marine Botany and Environmental Science, Faculty of Fisheries, Kagoshima University).

\*\*\* 広島大学水畜産学部水産化学研究室 (Laboratory of Fisheries Biochemistry, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University).

濃塩酸 30 ml および濃硝酸 10 ml を加え、時計皿を載せて沸騰水浴上で 30 分間分解後、蒸発乾固し、これを濃硝酸で溶解した。次いで No. 5C の濾紙で濾過し、さらに沈澱を温硝酸で 3 回洗滌後、これらの濾液を合し、適量に定容して、日立原子吸光分光光度計 208 型により重金属含量を

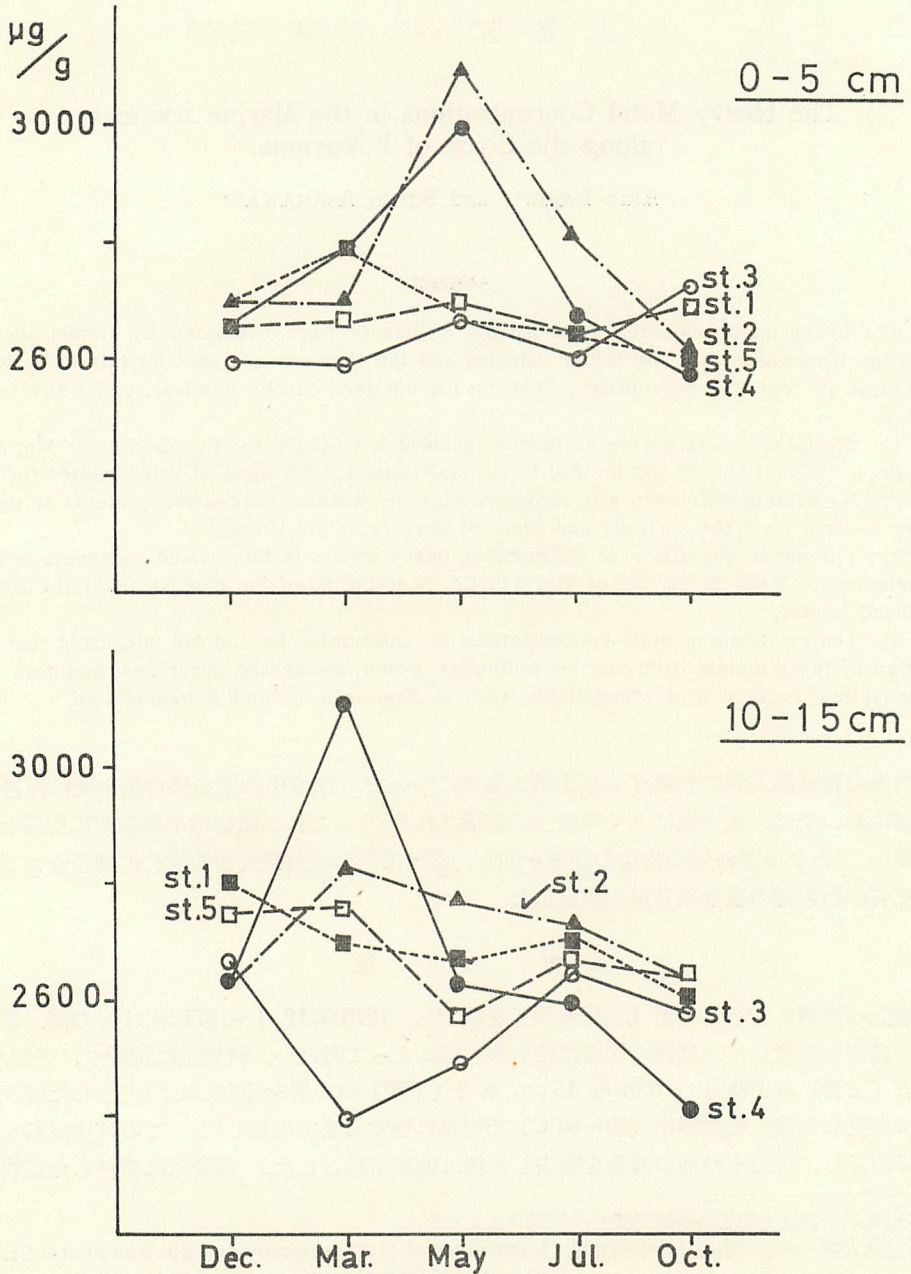


Fig. 1. Distribution of "Fe" contents in marine sediments collected from several stations around Fukuyama

測定した。対象にした重金属の種類は前報と同じく Fe, Mn, Co, Cu, Zn, Ni および Cd の 7 種であり、回収率は Cd が 92%, Zn が 93% でこれら以外はすべて約 96% であった。

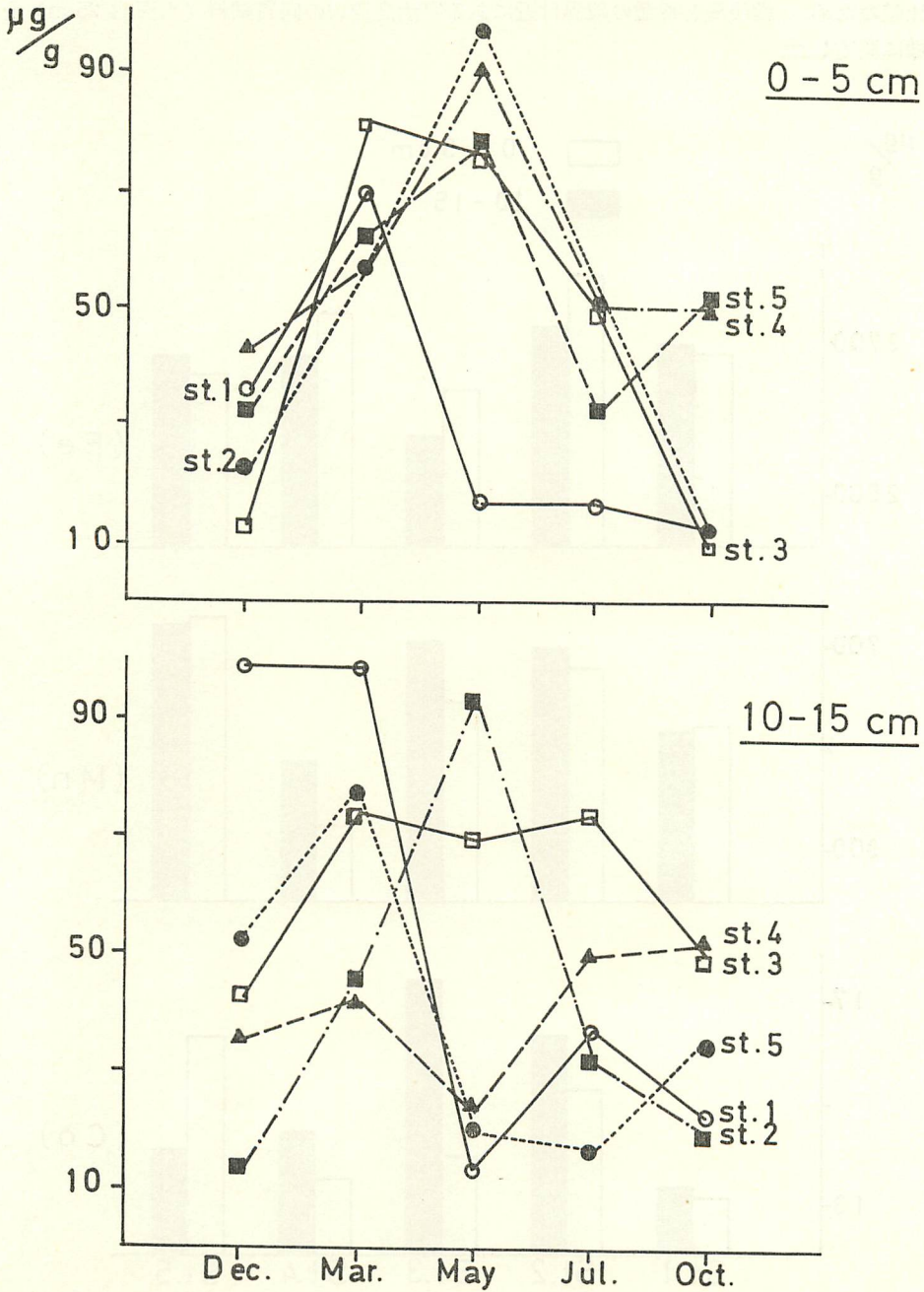


Fig. 2. Distribution of "Cu" contents in marine sediments collected from several stations around Fukuyama

一方、底質中の可溶性重金属含量を知るため、精秤した粉末試料約2gに0.2N HCl 200mlを加え、振盪器で2時間混合し、東洋濾紙 No. 5C で濾過後、この濾液について前記7種の重金属含量を測定し<sup>2)</sup>、底質中の総量と比較した。

また比較のため、備後灘と燧灘の境界付近にある宇治島周辺の底質試料(水深約25m)を採取し、同様に測定した。

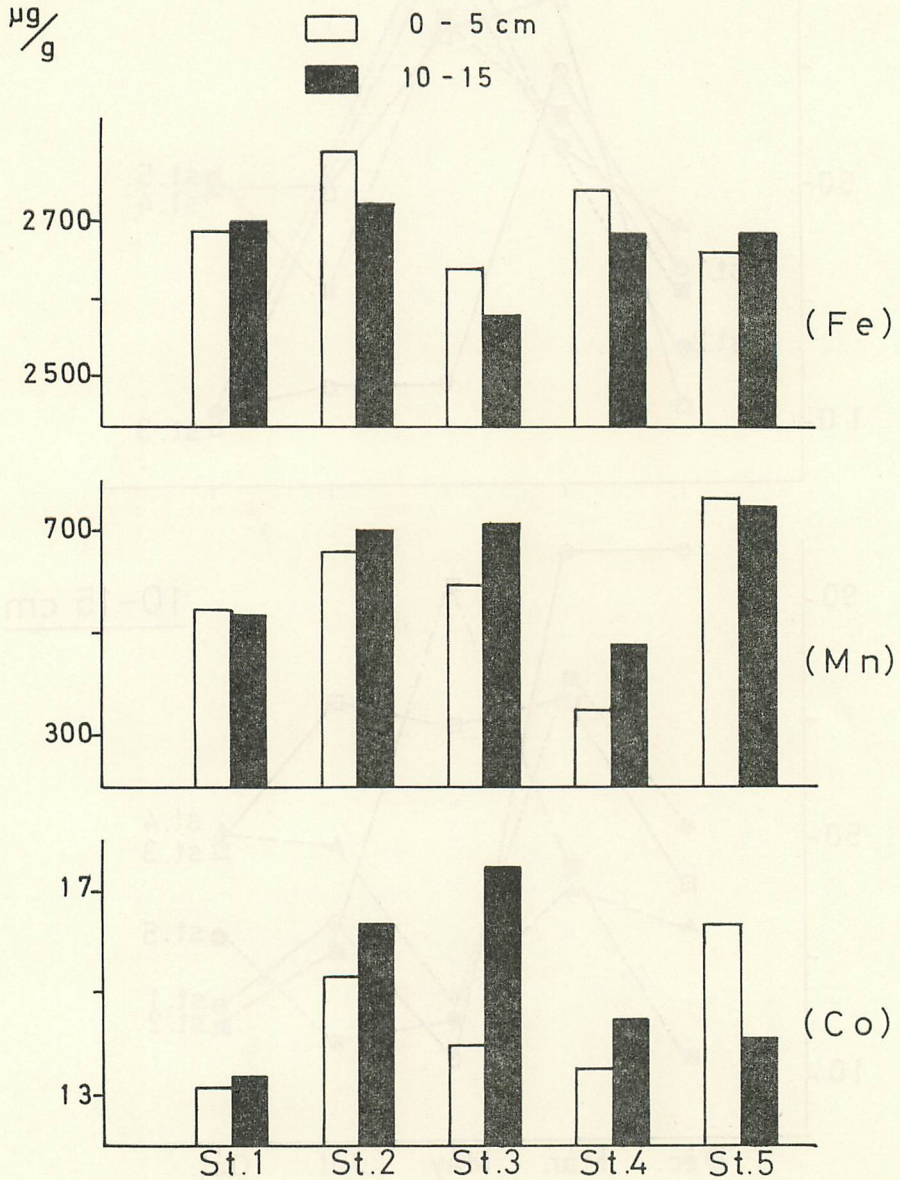


Fig. 3. Distribution of heavy metals in the marine sediments around Fukuyama

## 結 果

採取したすべての試料を通じて、重金属含量はそれぞれ、Fe: 2,400~3,100, Mn: 280~790, Co: 8~21, Zn: 70~700, Cu: 13~100, Ni: 16~95, Cd: 1.0~3.9  $\mu\text{g/g}$  乾量であった。同一

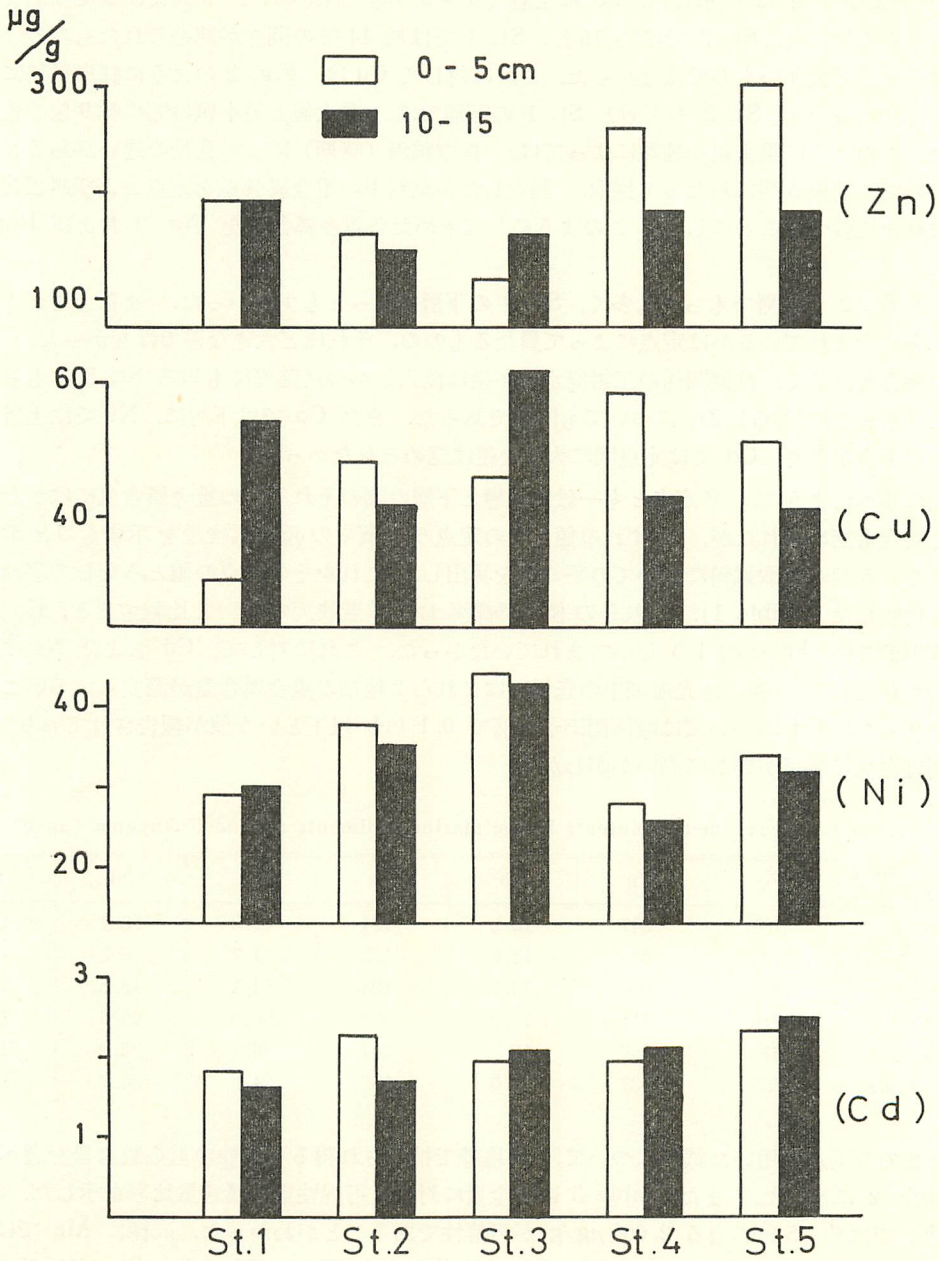


Fig. 4. Distribution of heavy metals in the marine sediments around Fukuyama.

定点, 同一層の間にも採取時期によってかなりの差が認められたが, これは時期的変化や測定誤差に由来するのではなく, むしろ沿岸部では少し場所が変わっても重金属含量が大きく変り得ることを示すものと思われる。

採取時期による違いがもっとも小さかった Fe と, もっとも変動の大きかった Cu の含量を Fig. 1 および Fig. 2 に示した. Fe は上層 (0~5 cm) では St. 1, 3 および 5 ではあまり差がなかったのに対して, St. 2 では約 15%, St. 4 では約 14% の開きが認められたものの, 全体としてはそれほど大きいものではなかった. これに対して Cu は, Fig. 2 のように採取試料による差が著しく, たとえば St. 2 の上層と St. 1 の下層では, 最大値と最小値の間に約 9 倍の差が認められた. このように重金属の種類によっては, 採取試料 (時期) による含量の違いがあることがわかったので, 前後 5 回にわたって採取, 測定した各試料中の重金属含量を定点および層ごとに平均し, これを比較することにした. このようにして求めた各重金属含量を Fig. 3 および Fig. 4 に示した.

Fe は St. 2 の上層でもっとも多く, St. 3 の下層でもっとも少なかった. また上層と下層のどちらに多く含まれているかは定点によって異なるものの, それほど大きな差ではなかった. Mn は海水の場合と同じく, 鉄鋼関係の工場廃水が多量に流入しかつ航路筋にも当る St. 5 にもっとも多かった. なおこの傾向は Zn についても同様であった. また Co では下層に, Ni では上層に多く含まれる場合が多く, Cd では定点間に大きな差は認められなかった.

以上に述べたように, 各定点とも一般に上層と下層の間のそれぞれの重金属含量にはかなりの差がある場合も認められたが, いずれの値もその定点の底質中の重金属含量を示すものと考えられた. そこで 5 回の採取試料についての平均値を算出し, これをその定点の値とみなして宇治島周辺の値と比較した (Table 1). これらの値を舞鶴湾および若狭湾の値<sup>3)</sup>と比較すると, Cu および Co がほぼ同じ, Fe は約 1/3 しか含まれていなかった. これに対して, Cd および Ni は約 4 倍以上含まれており, 福山地先海域中の底質にはこれら 2 種類の重金属含量が際立って多いことが明らかになった. Cd については駿河湾田子の浦で 0.1 PPb 以下という値が報告されており<sup>4)</sup>. 本研究の調査海域の含量がいかに高いかがわかる.

Table 1. Heavy metal contents in the marine sediments around Fukuyama ( $\mu\text{g/g}$ )

Station \ metal	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	Ni	Cd
St. 1	2700	547	13.2	194	42.3	29.4	1.72
St. 2	2760	680	15.8	152	44.7	36.2	2.00
St. 3	2610	654	15.7	134	54.1	43.5	2.01
St. 4	2710	411	13.9	220	50.6	26.8	2.04
St. 5	2670	757	15.2	244	46.1	32.9	2.38
Uji shima	2550	537	15.0	155	24.5	30.3	1.45

これまでの測定に用いた試料について, 希塩酸で抽出され得る可溶性の重金属含量を調べた結果を Table 2 に示した. また Table 3 には全量に対する可溶性重金属含量比率を示した. このように Fe では約 75% に当たる 2,000  $\mu\text{g/g}$  が可溶性であることがわかった. 同様に Mn では 46% に相当する 280  $\mu\text{g/g}$ , Co では 41% の 6  $\mu\text{g/g}$ , Zn では 47% の 90  $\mu\text{g/g}$ , Cu では 43% の 20  $\mu\text{g/g}$ , Ni では 16% の 5.6  $\mu\text{g/g}$ , Cd では 51% の 1  $\mu\text{g/g}$  がそれぞれ可溶性であった. Ni 以

Table 2. Contents of extractable heavy metals in the marine sediments around Fukuyama ( $\mu\text{g/g}$ )

Station \ metal	Fe	Mn	Co	Zu	Cu	Ni	Cd
St. 1	2072	247	5.47	74	18.3	4.88	0.78
St. 2	2022	309	6.55	63	20.0	5.17	1.08
St. 3	1859	310	5.96	65	22.5	5.67	0.94
St. 4	2067	199	6.48	114	22.2	6.14	0.93
St. 5	2049	349	6.18	123	18.4	5.89	1.48
Uji shima	2176	187	4.64	83	11.5	4.48	0.75

Table 3. Comparison between extractable and total heavy metal contents around Fukuyama ( $\mu\text{g/g}$ )

metal	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	Ni	Cd
Ext.	2014	283	6.13	88	20.3	5.55	1.04
Tot.	2690	610	14.8	189	47.6	33.8	2.03
Ratio (%)	74.9	46.4	41.4	46.6	42.6	16.4	51.2
Uji shima (ratio, %)	85.8	34.7	31.4	54.0	48.1	14.8	46.5

外は40%以上のものが可溶性形で存在しているところから、たとえば暴風などで海が荒れた場合には、かなりの量の重金属が底質から海水中に溶出するものと思われる。

因みに本研究開始前の1970年8月、台風の上陸後に、福山沿岸海域においては、それまでには報告されたことのない *Eutreptiella* sp. や *Exuviaella* sp. による赤潮が、大規模かつ長期間にわたって発生した。これら2種の鞭毛藻類は他の藻類に比してとくに多量のFeおよびMnを要求する<sup>5)</sup>。前報で述べたように同海域の海水中のFeやMnの含量は、他の海域に比して極端に多くはない。従って大規模な赤潮を長期間維持するのに必要なこれらの金属は、海底泥から補給されたと考えるのが妥当であろう。

以上のように、福山周辺海域の底質中に含まれる重金属含量は、一般の内湾の値に比して、NiおよびCd含量がとくに高い。また可溶性のものもそれぞれ1.04および5.55 $\mu\text{g/g}$ と高い値を示した。従って通常は海水中にはそれほど多量には含まれていないこれらの重金属も、海底泥がまき上るような事態が起これば、結果的に海藻中に異常に蓄積されることがあり得るものと思われる。

報告を終るに当たり、終始適切な御助言と御指導を賜った広島大学水畜産学部藤山虎也教授ならびに小山治行助教授に感謝する次第である。

#### 文 献

- 1) 井上晃男・甲斐原良太郎・浅川末三(1974): 福山周辺海域における海水中の数種重金属の分布について, 鹿児島大学水産学部紀要, **23**, 217-227.
- 2) SORENSEN, R. C., OELSLILE, D. D., and KNUDSEN, D. (1971): Extraction of Zn, Fe, and Mn from soils with 0.1 N hydrochloric acid as affected by soil properties, solution: soil ratio, and length of extraction period, *Soil Sci.* **111**(6), 352-359.
- 3) 小林俊男・倉田亮・吉田陽一(1972), 舞鶴湾, 若狭湾底土における重金属の分布. 昭和47年度日本海洋学会講演要旨集, No. 120.

- 4) 岡部史郎・豊田恵聖・佐藤義夫 (1974): 駿河湾における化学的環境変化(Ⅲ) —重金属の分布— “駿河湾を中心とする海洋環境の人間活動による変化に関する研究. 昭和48年度中間報告書”
- 5) 岩崎英雄 (1971): 赤潮鞭毛藻に関する研究—VI 1970年備後灘に出現した *Eutreptiella* sp. と *Exuviaella* sp. について. 日本海洋学会誌, **27**(4), 152-157.