海洋に関する化学的研究 (第 69 報)

汀土の化学的研究 (その 22)

汀土のバナジン, クロム含量について (2)*

上 田 俊 三**

Chemical Studies on the Ocean—LXIX

Chemical Studies of the Shallow-water Deposits—22

Vanadium and Chromium Contents of the Shallow-water Deposits (2)

Shunzō UEDA

Abstract: In this paper, the vanadium and chromium contents of 59 kinds of deposits from Japanese and Korean sea-coasts are described. Summarizing these results and those shown in the previous paper, the author has found that the vanadium and chromium contents are in general higher in muds than in sands, and as for the sands, they are higher in the blackish ones which are low in SiO_2 and high in Fe_2O_3 , MgO , etc. from Aomori, Iwate, Kanagawa and so on, and are exceedingly lower in brownish or yellowish sands which are high in SiO_2 and low in Fe_2O_3 , MgO , etc. from Korea, Hiroshima, Yamaguchi and some other prefectures. The analytical results of the several fractions into which shallow-water deposits were divided by mechanical analysis are also described.

1. 緒 言

前報¹⁾においては本州沿岸の汀土 81 種の V, Cr 含量を報じたが, 今回は本州沿岸の汀土 29 種, 朝鮮沿岸の汀土 30 種, 計 59 種の汀土の V, Cr 含量を記すとともにこれに前報の結果を加え, 本州, 朝鮮全沿岸の試料の分析結果に関する総括的考察を報告する. なお汀土の V, Cr 含量を更に詳細にしらべる目的をもつて 2 種の汀土につき各粒度部分の V, Cr 含量の定量を行つたのでその結果をもあわせて報告する.

2. 分 析 法

定量法は前報¹⁾の通りである.

3. 実験結果およびその考察

実験結果を第 1 表に示す. 数値は塩素量より吸着海水に由来する塩分を算出して補正し, 乾燥試料に換算したものである.

(1) 各地沿岸の汀土の V, Cr 含量

第 1 表より各地の汀土の V, Cr 含量を見るに, 千葉県, 神奈川県, 静岡県沿岸の試料については, V は, 千葉県蓮沼村沿岸の試料 83, 静岡県千浜村沿岸の試料 91, 新居町沿岸の試料 92 に少いが, 他は比較的多く, 殊に相模湾沿岸の黒色の試料 87, 88, 89 に多いのが目立っている. Cr は, 千葉県姉崎町沿岸の試料 84 および相模湾の試料 87 になや多く, かつ試料 88 に多くなっている. 次に宮城県, 福島県, 茨城県沿岸の試料のうちでは, 宮城県鹿折村沿岸の試料 111, 93 に V が多く Cr もやや多い. そのほか, 志津川町沿岸の試料

* 1956 年 7 月 30 日受理.

** 金沢大学工学部, Faculty of Technology, Kanazawa University.

Table 1. Vanadium and chromium contents of the shallow-water deposits.

Sample No.	Locality	Type of deposits	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃
83	Suna, Hasunuma-mura, Sanbu-gun, Chiba-ken	light brown sand	0.004 [%]	0.002 [%]
84	Hamamachi, Anesaki, Anesaki-machi, Ichihara-gun, Chiba-ken	blackish gray sand	0.011	0.005
85	Hon-machi, Funabashi-shi, Chiba-ken	light blackish brown sand	0.008	0.003
86	Kanazawa-machi, Isogo-ku, Yokohama-shi, Kanagawa-ken	grayish sand	0.009	0.003
87	Ōiso, Ōiso-machi, Naka-gun, Kanagawa-ken	blackish sand	0.020	0.005
88	Sakawa, Sakawa-machi, Ashigarano-shimo-gun, Kanagawa-ken	blackish sand	0.026	0.009
89	Usami-mura, Tagata-gun, Shizuoka-ken	blackish brown sand	0.021	0.003
90	Tago, Tagonoura-mura, Fuji-gun, Shizuoka-ken	blackish gray sand	0.010	0.002
91	Chihama, Chihama-mura, Ogasa-gun, Shizuoka-ken	light blackish gray sand	0.002	0.003
92	Hamana, Arai-machi, Hamana-gun, Shizuoka-ken	light blackish gray sand	0.002	0.004
111	Namiita, Shishiori-mura, Motoyoshi-gun, Miyagi-ken	grayish sandy mud	0.016	0.007
93	Namiita, Shishiori-mura, Motoyoshi-gun, Miyagi-ken	grayish mud	0.015	0.005
94	Shizukawa-machi, Motoyoshi-gun, Miyagi-ken	grayish white sand	0.020	0.003
95	Ōmagari, Yamoto-machi, Monou-gun, Miyagi-ken	light brown sand	0.006	0.001
96	Nakahama, Sakamoto, Sakamoto-mura, Watari-gun, Miyagi-ken	light yellowish gray sand	0.002	0.002
97	Shinmachi, Ukedo, Ukedo-mura, Futaba-gun, Fukushima-ken	light brownish gray sand	0.002	0.002
98	Nakamachi, Yotsukura-machi, Iwaki-gun, Fukushima-ken	light yellowish gray sand	0.002	0.0005
99	Kawajiri, Toyoura-machi, Taga-gun, Ibaraki-ken	light brownish gray sand	0.003	0.002
100	Akashi, Namino-mura, Kashima-gun, Ibaraki-ken	light brownish gray sand	0.004	0.001
101	Yoshimi, Tajiri-mura, Sennan-gun, Osaka-fu	yellowish brown sand	0.003	0.001
110	Kamiya-machi, Kishiwada-shi, Ōsaka-fu	yellowish brown sand	0.002	0.0006
102	Shiomi-machi, Izumiōtsu-shi, Ōsaka-fu	light yellowish brown sand	0.001	0.0003
103	Hamazume-mura, Takeno-gun, Kyōto-fu	light brown sand	0.002	0.004
104	Iwagahana, Yōrō-mura, Yoza-gun, Kyōto-fu	light brown sand	0.002	0.0007
109	Shimasaki, Miyazu-machi, Yoza-gun, Kyōto-fu	yellowish brown sand	0.002	0.005
105	Higashikanzaki, Kanzaki-mura, Kasa-gun, Kyōto-fu	light brownish gray sand	0.002	0.002
106	Wakamiya, Takahama-machi, Ōi-gun, Fukui-ken	greenish black sand	0.020	0.005

Sample No.	Locality	Type of deposits	V ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃
107	Shirahige, Obama-machi, Onyū-gun, Fukui-ken	grayish brown sand	% 0.003	% 0.001
108	Ishishinbo, Natsume-mura, Sakai-gun, Fukui-ken	brown sand	0.007	0.003
K 1	Puna, Yongchon-kun Pyongan-pukto	dark brown mud	n. d.	n. d.
K 2	Osong-tong, Taesan-myon, Sonchon-kun, Pyongan-pukto	dark brown mud	0.010	0.007
K 3	Hampal-ri, Hanchon-myon, Pyongwon-kun, Pyongan-namdo	dark brown mud	0.008	0.002
K 4	Okyangki-ri, Chinnampopu, Pyongan-namdo	dark brown mud	0.005	0.009
K 5	Yonghoto-ri, Tongnam-myon, Ongjin-kun, Hwanghae-do	dark brown mud	0.005	0.004
K 6	Chinjong-ri, Sonwon-myon, Kanghwa-kun, Kyonggi-do	dark brown mud	0.010	0.008
K 7	Tongjoung-ri, Soukmun-myon, Tangjin-kun, Chungchong-namdo	dark brown mud	0.008	0.008
K 8	Sopinchon, Kunsanpu, Cholla-pukto	dark brown mud	0.013	0.009
K 9	Namchang-ri, Pukpyong-myon, Haenam-kun, Cholla-namdo	dark brown mud	0.010	0.009
K10	Mayang-ri, Taeku-myon, Kangjin-kun, Cholla-namdo	dark brown mud	0.014	0.008
K11	Haeon, Kuhangshine, Yosub, Yosukun, Cholla-namdo	dark brown mud	0.021	0.005
K12 ₁	Royang-ri, Kumnan-myon, Hadong-kun, Kyongsang-namdo	dark brown sandy mud	0.007	0.005
K12 ₂	Royang-ri, Kumnan-myon, Hadong-kun, Kyongsang-namdo	dark brown mud	0.010	0.007
K13	Sonjin-ri, Yongkyoun-myon, Sachon-kun, Kyongsang-namdo	dark brown sandy mud	0.005	0.005
K14	Tupu-ri, Samsan-myon, Kosong-kun, Kyongsang-namdo	dark brown mud	0.009	0.006
K15	Shinjon-ri, Sanyang-myon, Tongyong-kun, Kyongsang-namdo	dark brown sandy mud	0.003	0.002
K16	Kyonghwa-tong, Chinhae-ub, Changwon-kun, Kyongsang-namdo	brown mud	0.009	0.005
K17	Chedok-ri, Ungchon-myon, Changwon-kun, Kyongsang-namdo	dark brown mud	0.017	0.002
K18	Bangou-ri, Tong-myon, Ulsan-kun, Kyongsang-namdo	yellow clay	0.008	0.005
K19 ₁	Pohang-tong, Pohang-ub, Yongil-kun, Kyongsang-pukto	dark brown mud	0.007	0.032
K19 ₂	Pohang-tong, Pohang-ub, Yongil-kun, Kyongsang-pukto	light yellowish brown sand	0.002	0.001
K20	Imwon-ri, Wondok-myon, Samchok-kun, Kangwon-do	light yellowish brown sand	0.002	0.003
K21	Chumun-ri, Chumunjin-myon, Kangnung-kun, Kangwon-do	yellowish white sand	trace	0.0004
K22	Haeon-tong, Wonsanpu, Hamgyong-namdo	light yellowish brown sand	0.005	0.001
K23	Hengchon, Songjin-ub, Songjin-kun, Hamgyong-pukto	light brown sand	0.011	0.002

Sample No.	Locality	Type of deposits	V ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃
K 24	Songshin-tong, Ouyang-myon, Kyong-song-kun, Hamgyong-pukto	light brown sand	% 0.002	% 0.003
K 25	Tokyoun-tong, Ochon-myon, Kyong-song-kun, Hamgyong-pukto	grayish white sand	0.002	0.003
K 26 ₁	Bipa-tong, Songpyong-tong, Unggi-ub, Kyonghung-kun, Hamgyong-pukto	grayish white sand	0.002	0.003
K 26 ₂	Ungsang-tong, Unggi-ub, Kyonghung-kun, Hamgyong-pukto	light yellowish brown sand	0.002	0.0007
K 26 ₃	Unggi-tong, Unggi-ub, Kyonghung-kun, Hamgyong-pukto	grayish white sand	0.001	0.001
K 27	Sosura-tong, Roso-myon, Kyonghung-kun, Hamgyong-pukto	grayish white sand	0.002	0.003

94 に V の多いのが認められる。大阪府、京都府、福井県沿岸の試料については、福井県高浜町沿岸の黒緑色の試料 106 に V が多く Cr もやや多い。他は多数のものに V, Cr が少く、殊に、大津市沿岸の試料 102 に V, Cr が、また岸和田市沿岸の試料 110, 京都府養老村沿岸の試料 104 に Cr の僅少であるのが目立っている。朝鮮西沿岸の試料 (K 1~K 8) および海峡側沿岸の試料 (K 9~K 18) については、平安南道漢川面沿岸の試料 K 3, 慶尙南道熊川面沿岸の試料 K 17 に Cr が少く、山陽面沿岸の試料 K 15 に V, Cr が少ないが、その他は概ね比較的大きな値を示している。東沿岸の試料 (K 19₁~K 27) については、慶尙北

道浦項邑沿岸の試料 K 19₁ に Cr がきわめて多くかつ V もやや多い。また咸鏡北道城津邑沿岸の試料 K 23 に Cr は少いが V が多くなっている。その他の試料は概して V, Cr が少い。

(2) 本州、朝鮮全沿岸の汀土の V, Cr 含量に関する総括的考察

次に前報の結果と本報のそれとを一括し、総括的考察を行うこととする。

a) 本州、朝鮮のおのおのにつき全試料の V₂O₃, Cr₂O₃ の平均値を求め、また泥土*, 砂につきそれぞれ最大値, 最小値および平均値を求めると第 2 表のごとくなる。

Table 2. Summary of the results obtained.

Deposits from Japan.

	Average of all samples	Muds (30 kinds)			Sands (80 kinds)		
		Maximum	Minimum	Average	Maximum	Minimum	Average
V ₂ O ₃	0.007%	0.016%	0.002%	0.008%	0.030%	trace%	0.006%
Cr ₂ O ₃	0.004	0.022	0.001	0.006	0.033	trace	0.003

Deposits from Korea.

	Average of all samples	Muds (19 kinds)			Sands (11 kinds)		
		Maximum	Minimum	Average	Maximum	Minimum	Average
V ₂ O ₃	0.007%	0.021%	0.003%	0.009%	0.011%	trace%	0.003%
Cr ₂ O ₃	0.005	0.032	0.002	0.007	0.003	0.0004	0.002

* 砂泥および粘土の試料を含む。

第2表より本州沿岸の全平均を朝鮮沿岸のそれと比較するに、 V_2O_3 は両者一致しており、 Cr_2O_3 は本州が僅かに小さくなっている。また泥土の V_2O_3 、 Cr_2O_3 の平均値は本州が朝鮮より僅かに小さくなっており、砂の V_2O_3 、 Cr_2O_3 の平均値は本州が朝鮮より大きい。なお本州および朝鮮の泥土、砂のいずれにおいても V_2O_3 の平均値は Cr_2O_3 のそれより大きい。

前報および本報の分析結果において、泥土には砂に比し概して V, Cr 含量の大なるものの多い傾向が見られるのであるが、第2表より泥土と砂の平均値を比較するに本州の V 含量においてはその差は僅少であるが、本州の Cr, 朝鮮の V, Cr 含量においては泥土の平均値は砂のそれに比し比較的大きい。すなわち泥土には V, Cr が濃縮せられる傾向があるように思われる。

更に本州および朝鮮沿岸の泥土の V, Cr 含量を深海底土の値、すなわち小穴氏²⁾による深海底土12種の平均値 (V_2O_3 0.033%, Cr_2O_3 0.009%) および黒田氏³⁾による6種の平均値 (V_2O_3 0.017%, Cr_2O_3 0.004%) と比較するに汀土の V 含量は著しく少いが、Cr 含量においては大差のないのが認められる。

b) V, Cr 含量と他の元素の含量との関係につ

いては、さきに黒田氏³⁾は深海底土6種の分析結果において、 V_2O_3 含量と Fe_2O_3 , Al_2O_3 , $CaO + MgO$, $Na_2O + K_2O$ および Ra 含量との間にほぼ直線的な正の相関関係があり、また V_2O_3 含量と SiO_2 含量との間に負の相関関係の存在することを示しておられる。一方浅海底土については、山田氏⁴⁾の東京湾の底土に関する報告があり、それによれば V, Cr 含量と他の元素の含量との間に明瞭な関係が認められぬとされている。汀土についてこれを見るに試料全般にわたるような明確な規則性を認め得ないが、一部の試料、例えば特殊な砂については陸上の岩石における同じ傾向が認められるようである。すなわち一般に火成岩においては V, Cr が初期晶出のものに濃縮され、塩基性岩石に多いが酸性岩石に少く、有色鉱物に濃縮されているが珪酸質の鉱物に少い⁵⁾。これより SiO_2 が多く Fe_2O_3 , MgO などが少い黄白色の砂には V, Cr が少く、また SiO_2 が少く Fe_2O_3 , MgO などの多い有色の砂には V, Cr の多いのが予想されるのであつて、これを砂の分析結果について検討するに概ね事実と一致している。すなわち第3表に示すごとく、朝鮮、広島県、山口県などの黄白色ないし淡褐色の SiO_2 が多く Fe_2O_3 , MgO のきわめて少い試料 K 21, 29, 30, 33, 60,

Table 3. Analyses of the yellowish and the brownish sands (Samples K 21~102) and of the blackish ones (Samples 43~106).

Sample No.	K 21	29	30	33	60	61	102	43	46	49	87	88	89	106
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Fe_2O_3	0.87	1.30	1.16	1.33	0.51	0.91	0.99	13.00	6.58	12.05	8.08	8.31	8.70	7.24
TiO_2	n. d.	0.26	0.12	0.24	0.09	0.12	0.08	0.76	0.49	1.19	0.76	0.89	0.46	0.94
Al_2O_3	9.12	10.15	10.08	9.44	6.85	10.66	6.93	6.23	10.13	11.92	15.42	17.81	18.84	11.97
MnO	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.47	0.12	0.15	0.14	0.18	0.20	0.10
CaO	0.80	0.45	1.26	0.50	1.04	0.80	0.82	6.76	3.54	5.48	7.25	7.61	6.26	8.62
MgO	0.28	0.39	0.23	0.41	0.24	0.28	0.69	9.97	2.69	3.51	3.71	5.53	3.64	3.33
K_2O	3.25	4.08	5.05	3.70	3.35	4.30	1.94	0.44	1.75	0.85	0.17	0.11	0.07	0.77
Na_2O	1.79	2.16	2.52	1.65	0.92	1.43	1.22	1.45	1.97	1.15	2.78	2.30	1.25	2.85
SiO_2	83.74	80.29	78.34	81.57	86.93	81.13	86.21	60.90	71.46	62.22	60.63	56.27	56.02	58.13
SO_3	0.12	0.05	0.01	0.14	0.04	0.07	0.08	0.06	0.10	0.06	0.06	0.02	0.12	0.08
P_2O_5	0.03	trace	0.01	0.03	0.01	0.08	0.04	0.24	0.10	0.09	0.14	0.13	0.09	0.15
CO_2	—	—	0.42	—	0.40	—	—	—	—	—	—	—	1.53	2.99
N	0.02	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
V_2O_3	trace	0.001	trace	0.001	0.001	0.001	0.001	0.023	0.017	0.030	0.020	0.026	0.021	0.020
Cr_2O_3	0.0004	0.0006	trace	0.0003	0.0009	0.0007	0.0003	0.005	0.033	0.011	0.005	0.009	0.003	0.005

61, 102 などには V, Cr は痕跡に近く、青森県、岩手県、神奈川県等の黒色の SiO_2 が少く、 Fe_2O_3 , MgO の多い試料 43, 46, 49, 87, 88, 89, 106 などにはいずれも V が多く、Cr も概して比較的多くなっている。

c) 汀土の V, Cr 含量と試料採取地附近の陸地の地質との関係については、汀土が陸水、沿岸流などで遠隔の地域の影響を受けることも予想され、その V, Cr 含量を試料採取地附近の地質に關聯せしめることは困難なようである。ただし、概して酸性岩類の発達した地方の汀土には V, Cr 含量の小なるものが多く、塩基性岩類の分布した地方にはそれらの含量の大なるものが多い傾向が若干認められるようである。

(3) 汀土の各粒度部分の V, Cr 含量

採取地を異にする汀土は、異つた母岩の影響を受けるため、それらの試料につき V, Cr 含量と他の成分の含量との関係を求めても明確な規則性を見出し難い。よつて汀土を機械的分析によつて

5 段階に分け、各粒度部分の V, Cr, Fe, Ti, Al, Mn, Ca, Mg, Si を定量し、粒度の変化に伴うこれら諸成分の変化を見るとともに、V, Cr 含量が他の成分の含量の変化に伴つて如何に変化するかを見た。

実験試料としては試料 46 と試料 112 の 2 種を用いた。

試料 46 は宮古市沿岸の V, Cr 含量のきわめて大きい砂であり、試料 112 は愛知県知多郡東浦町生路沿岸のもので、水野三千年氏の採取になる灰緑色の汀土である。

試料 46 は沈泥、粘土分をほとんど欠いているので試料をそのまま篩によつて分別を行い、試料 112 は膠着せる粘土分を沈降法⁶⁾により或る程度洗い出して乾燥した後篩別した。さきの粘土分を含有する洗液よりは遠心分離器によつて粘土分を回収し、粒径 0.05 mm 以下の部分に加えた。

乾燥試料に対する分析結果を第 4 表および第 5 表に示す。

Table 4. Analyses of the fractions of Sample 46.

Fractions	SI	SII	SIII	SIV	SV
Grain size	>0.5 mm	0.5~0.25 mm	0.25~0.1 mm	0.1~0.08 mm	<0.08 mm
Size composition	2.05%	28.72%	52.73%	15.86%	0.64%
Fe_2O_3	4.06	4.11	5.69	10.76	47.79
TiO_2	0.28	0.32	0.35	0.78	1.51
Al_2O_3	9.29	9.81	10.15	10.76	6.27
MnO	0.07	0.10	0.14	0.21	1.02
CaO	1.86	2.85	3.28	5.10	5.50
MgO	1.46	1.61	2.38	4.95	4.03
SiO_2	76.90	76.07	72.78	63.63	33.36
V_2O_5	0.006	0.008	0.012	0.035	0.190
Cr_2O_3	0.007	0.011	0.019	0.089	0.564

Table 5. Analyses of the fractions of Sample 112.

Fractions	SI	SII	SIII	SIV	SV
Grain size	>0.5 mm	0.5~0.25 mm	0.25~0.1 mm	0.1~0.05 mm	<0.05 mm
Size composition	11.69%	25.79%	14.47%	13.91%	34.14%
Fe_2O_3	2.01	2.22	3.29	6.21	7.57
TiO_2	0.17	0.24	0.31	0.79	0.73
Al_2O_3	7.28	8.48	11.50	17.12	19.69
MnO	0.023	0.027	0.04	0.066	0.07
CaO	1.75	1.08	1.37	1.61	1.47
MgO	0.22	0.36	0.50	0.96	1.01
SiO_2	82.22	80.58	77.18	62.22	58.13
V_2O_5	0.0026	0.0027	0.0047	0.012	0.014
Cr_2O_3	0.0014	0.0016	0.003	0.007	0.009

これより上の試料には次の関係が存在する。すなわち粒径が小になるに従い

1. Fe_2O_3 , MnO . 試料 46, 試料 112 のいずれにおいても増加し, 殊に試料 46 において増加の傾向が著しい。

2. TiO_2 . 試料 46 においては増加するが試料 112 においては SiO_2 に最大値が存在する。

3. Al_2O_3 . 試料 112 においては増加するが, 試料 46 においては SiO_2 に最大値があり, SiO_2 の微粒部では多量の鉄に稀釈せられ最小値を示す。

4. CaO , MgO . 試料 46 においては CaO は増加するが, MgO は SiO_2 に最大値が存在する。

試料 112 においては CaO の変化は不規則であり, MgO のみ増加する。

5. SiO_2 . 試料 46, 試料 112 のいずれにおいても減少する。

6. V_2O_5 , Cr_2O_3 . 試料 46, 試料 112 のいずれにおいても増加し, 殊に試料 46 において増加の傾向が著しい。

ここにおいて第4表, 第5表の結果より, V, Cr 含量と他の成分の含量との関係を図示すると試料 46 および試料 112 につきそれぞれ第1~8図および第9~18図のごとくなる。

Relations between the content of vanadium or chromium and those of other constituents.

Figs. 1~8 for Sample 46, and Figs. 9~18 for Sample 112.

第1~8図において V_2O_5 , Cr_2O_3 は Fe_2O_3 , TiO_2 , MnO とともに増加しており, このうち, Fe_2O_3 , MnO とはほとんど直線的関係をなしている。また SiO_2 の増加に伴いほぼ直線的に減少している。

これより試料 46 においては V, Cr は主として Fe に伴って存在しているようであり, 恐らく Fe を主体とする鉱物粒に濃縮されているものと

考えられる。

第9~18図においては V_2O_5 , Cr_2O_3 は Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MnO , MgO と共に増加しており, このうち Fe_2O_3 , Al_2O_3 とはほぼ直線的関係をなしている。また SiO_2 の増加に伴い直線的に減少している。

すなわち試料 112 においては V, Cr は主として Fe, Al などに伴って存在しているように考えられる。

終りに臨み本研究に終始御懇篤な御指導を賜わった京都大学石橋雅義教授に深甚の謝意を表する。(昭和28年4月4日, 日本化学会第6年会(京都)にて講演)

文 献

- (1) 上田俊三, 1957:
“汀土の化学的研究”(その21), 日本海洋学会誌, **13**, 93.
- (2) 小穴進也, 1938, 1940:
“深海底土の化学的研究”(その3, その7), 日化, **59**, 1234; **61**, 1060.
- (3) 黒田和夫, 1942:
“深海底土の化学的研究”(その9), 日化, **63**, 496.
- (4) 山田節夫, 1949:
“湖海底泥のパナジン, クロム含量について”, 日化第2年会講演要旨集, p. 66.
- (5) RANKAMA, K. and Th. G. SAHAMA, 1949:
“Geochemistry”, p. 594, 619.
- (6) 渡辺 貫, 1938:
“地質現象の新解析法”, p. 1, 古今書院.