

日本の花崗岩類中の銅, 鉛, 亜鉛, ヒ素と硫黄

—(2)西南日本内帯—

寺島 滋*・石原舜三**

TERASHIMA, Shigeru and ISHIHARA, Shunso (1984) Copper, lead, zinc, arsenic and sulfur of the Japanese granitoids (2) Inner zone of Southwest Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 35 (3), p.127-145.

Abstract: Cretaceous to Paleogene granitoids of the Inner Zone of Southwest Japan were analyzed for copper, lead, zinc and arsenic by atomic absorption methods, and sulfur by combustion-infrared absorption spectrometry. The analyzed samples are classified into (1) ilmenite-series granitoids of the Ryoke Belt of regional metamorphic terrain, (2) ilmenite-series granitoids of the Sanyo Belt, (3) magnetite-series granitoids of the Sanin Belt, both occurring in non-metamorphic terrain, and (4) small stocks related to ore deposits in the Sanyo and Sanin Belts.

Copper and sulfur contents of the granitoids are highest in small, mineralized stocks. Among unmineralized batholithic granitoids, sulfur is higher in both the Ryoke and Sanin Belts than in the Sanyo Belt, whereas copper has little regional variation. The copper and sulfur contents in the granitoids, both decreasing with increasing in the differentiation index, are correlated positively in most cases, indicating that they are present generally as chalcopyrite in the granitoids.

Lead and zinc are not particularly enriched in the granitoids of mineralized small stocks. Lead is distinctly low in the magnetite-series granitoids, as compared with the values of the ilmenite series ones, which reflect lead content of the original materials for two series of granitic magmas. A positive correlation between the lead contents and the differentiation indices in the ilmenite-series granitoids but no correlation in the magnetite-series granitoids are also likely to be resulted from the original differences. Zinc contents have little regional variation and the element is contained more in mafic rocks than in felsic rocks.

Arsenic on the other hand has great regional variation and is least in granitoids of regional metamorphic terrain of the Ryoke Belt. It abounds in some plutons of the Sanyo Belt and those related to mineralization.

1. 緒 言

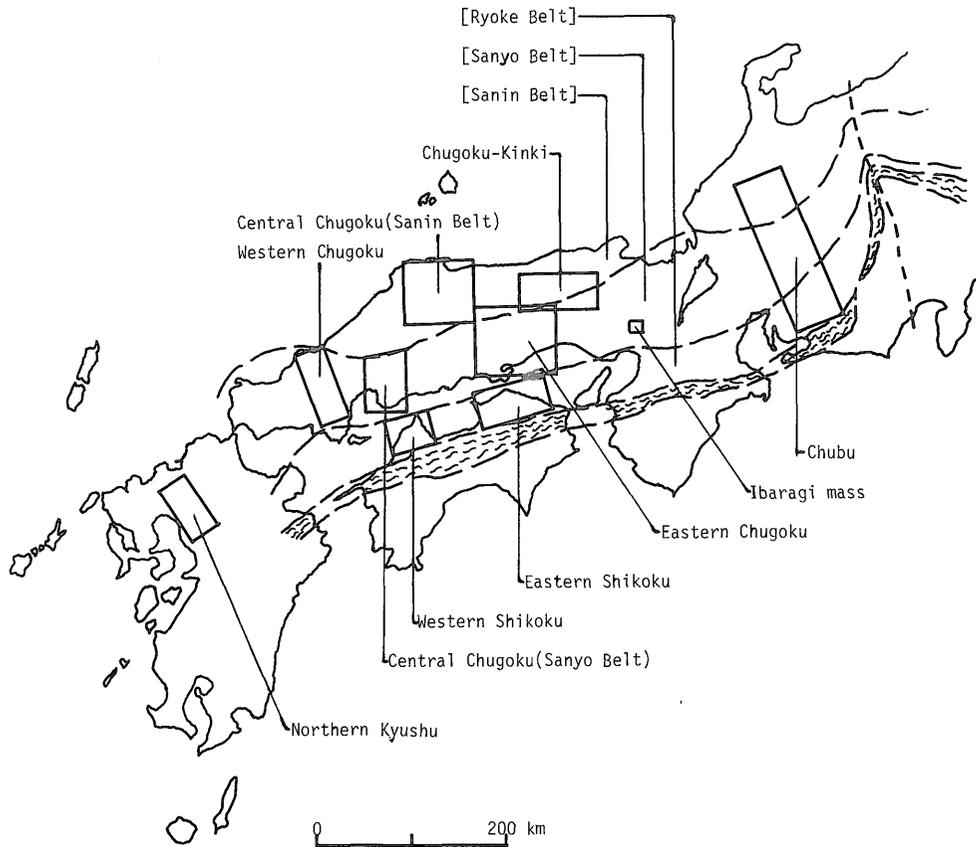
各種岩石中の微量成分の正確な含有量を明らかにすることは、諸種の研究の基礎資料としてきわめて重要である。筆者らは花崗岩類の地球化学的研究の一環として日本各地の花崗岩類について微量成分を精度良く定量し、より正確な存在量を求めるための研究を継続してきた。

本報告は、第1報の北上山地と阿武隈高地(寺島・石原, 1983)に続いて西南日本内帯の花崗岩類 185 試料中の銅, 鉛, 亜鉛, ヒ素及び硫黄の含有量に関する地域的特性や鉱床との関連及び分析成分相互の関係等について検

討した結果をまとめたものである。なお、中部地方の白川—土岐—岡崎横断面の48試料中の銅, 鉛, 亜鉛についてはすでに公表し(ISHIHARA and TERASHIMA, 1977), ヒ素に関しても含有量範囲や平均値は別に報告した(TERASHIMA and ISHIHARA, 1976)が、これらの内容もこの報告に含め、本地域の花崗岩類中の表記5元素に関して総合的な検討を加えることにした。

本研究を行うに当たり、分析試料の一部は地質調査所地質部野沢保, 山田直利, 服部仁の各氏から提供していただいた。また、分析結果の統計処理に当っては、技術部後藤隼次, 鉱床部吉井守正の両氏に御教示いただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げる。

* 技術部 ** 企画室



第1図 分析試料の採取範囲

Area where the analyzed samples were collected.

2. 試料及び分析方法

試料は地表又は坑内で得られた“新鮮”な花崗岩質岩石であってその岩質は分化指数 (Differentiation index, ノルム $ab+or+qz, H_2O$ 除外換算重量%) 33.4 のはなれい岩から96.2のアプライト質花崗岩に及ぶ。これら試料の多くはすでに主成分等についての研究がなされたものであり、個々の試料の採取地点は一部を除き公表されている(山田, 1961; 石原ほか, 1969; ISHIHARA, 1971; 石原, 1971; 川野・野沢, 1972; HATTORI and SHIBATA, 1974; 白川, 1975; ISHIHARA and TERASHIMA, 1977; 寺島・石原, 1982)。従ってここでは試料の採取範囲を第1図に、採取地点の概略を第1-4表に記すにとどめる。

本地域の花崗岩類の分帯区分は、ISHIHARA(1977)と同様に領家帯、山陽帯、山陰帯の3つに大別することにした。このうち領家帯と山陽帯のほとんどの試料はチタン鉄鈳系列の花崗岩類であり、山陰帯は主として磁鉄鈳系列に属するものである。

分析方法は第1報(寺島・石原, 1983)で述べた通り、硫黄は燃焼-赤外吸収法、銅、鉛、亜鉛、ヒ素は原子吸光法である。

3. 分析結果と地域的特性

分析結果を分帯区分別、関連鈳床の有無によって分類し、第1-4表に示した。山陽帯の苦鉄質岩にはかなり磁鉄鈳を含むものがあるが (ISHIHARA, 1977)、その苦鉄質珪酸塩鈳物の化学的性質はチタン鉄鈳系のものに近い (CZAMANSKE *et al.*, 1981) ので、ここではチタン鉄鈳系列として表示した。鈳化に関連するか否かは判別困難な場合もあるが、中-小規模の鈳床を伴う小岩体を鈳化関連岩石とした。分析成分のうち硫黄、銅、ヒ素は主として磁硫鉄鈳、黄鉄鈳、黄銅鈳、硫砒鉄鈳などの硫化物として岩石中に含まれ、ごく一部が珪酸塩造岩鈳物中に捕捉される。鉛は主としてカリウムを置換してカリ長石に、亜鉛は鉄-マグネシウムを置換して苦鉄質珪酸塩鈳物に含まれる。まず硫黄を中心に各成分の地域的特性を述べ

る。

3.1 領家帯の花崗岩類

領家帯については、中部地方 31個、四国東部 11個、同西部 5個を分析し、第 1 表に示した。また領家帯には属さないが、九州北部の白雲母—黒雲母系列の花崗岩類 6個も同表に含めた。

中部地方の領家帯の花崗岩類を ISHIHARA and TERASHIMA, 1977) に従ってⅢ-I 帯に分ける。花崗岩類の貫入を受ける領家変成岩類の変成度は南部のⅢ帯で最も高く、北部の I 帯へ向って低下する。領家帯の花崗岩類はすべてチタン鉄鉱系に属するが、苦鉄質珪酸塩鉱物の組合せにより、角閃石—黒雲母と白雲母—黒雲母系列に分けられる。前者が圧倒的に卓越し、後者は量的に少ないが中部地方と九州北部でやや広く分布する。白雲母—黒雲母系列の試料は銅、鉛、亜鉛、硫黄に乏しい傾向を示す。四国の領家帯については、花崗岩類の組織あるいは侵入時期別の分類も提案されているが(沓掛ほか, 1979)、ここでは一括して表示した。

領家帯の花崗岩類中の硫黄は、一般の(分化指数 50 以上)岩石について 420-10 ppm 以下の値を示し、岩石の苦鉄質と比例する。その好例は三都橋西方で見られ、ここでははんれい岩(73 RG-6)、トナル岩(同 7)、花崗閃緑岩(同 8)、花崗岩(同 9)の順に、硫黄が 920→300→110→20 ppm と低下する。これら花崗岩類中の硫黄は主に磁硫鉄鉱、ついで黄銅鉱として存在する。銅は一般に 23-1 ppm の含有量を示し、高含有量を示す岩石では一部を除き黄銅鉱として含まれるために硫黄との相関性がよい。四国東部、志度町の花崗閃緑岩(72 TO-337)は白雲母—黒雲母系列に属する「庵治石」に相当するものであるが、硫黄、銅共に高含有量を示す。露頭ではすぐ近くに領家変成岩がルーペンダントとして残存し、そのため堆積岩源の硫黄、銅の影響を受けているものと考えられる。一方、佐賀県富士見町貝野の白雲母—黒雲母花崗岩は著しく銅に富む(75 KY-153, 82 ppm)。これは小規模ストック状岩体の頂部に相当するもので、そのために異常な黄銅鉱の濃集が起ったものと考えられる。領家帯における他の分析成分のうち鉛、亜鉛については特筆すべき特徴は見られない。しかし、ヒ素は全般的に極めて低含有量である。

3.2 山陽帯の花崗岩類

中部地方からは土岐岩体(7個)、苗木花崗岩(3個)を選んだ(第 2 表)。また岐阜県北部の白川花崗岩類中に例外的に産出するチタン鉄鉱系岩石(あわら谷岩体、1個)も第 2 表に含めた。近畿地方からは大阪府茨木岩体の川野・野沢(1972)による分析試料(7個)を用いた。中国地

方東部からは岡山県下及び香川県北部の試料 13個を選んだが、これには岡山県東部のチタン鉄鉱系であるものの磁鉄鉱を若干含み、磁性に関しては中間型に属する妙見山岩体(白川, 1975)の試料 3個も含まれる。中国地方中部からは広島—呉を中心に集められた 13個、同西部地域の試料としては山口県下の 4個と島根県西部の都茂鉱山付近の 2個を分析した。

山陽帯の花崗岩類中の硫黄含有量は一般に 100 ppm 以下であり、前述の領家帯よりも低い傾向がある。山口県東部の土生岩体(100-40 ppm)は若干硫黄に富む。苦鉄質と相関する例は茨木岩体で認められ、ここでは主岩体の能勢岩体で石英閃緑岩(130, 220 ppm)から花崗閃緑岩(40 ppm)、花崗岩(20 ppm, 10 ppm 以下)へ硫黄含有量が低下し、銅、ヒ素についても同様な傾向が認められる。なおこの石英閃緑岩や広島県下の苦鉄質岩(73H-72, 89)は磁鉄鉱を含み、磁鉄鉱を含まない領家帯の同質岩よりも酸化的环境下で固結した可能性が考えられる。銅は領家帯と同様に 25-1 ppm の含有量を示し、硫黄や苦鉄質ととの間に若干の相関がみられる事も同様である。岡山県南部の花崗岩類は他地域よりも銅に富む。ヒ素も領家帯と同様に一般には 2 ppm 以下であるが、局部的に異常に高い値が得られた。磁鉄鉱系花崗岩類からなる山陰地方としては例外的にチタン鉄鉱系が広く分布する鳥取県東部の智頭花崗閃緑岩、用ヶ瀬花崗岩(山田, 1966)はヒ素 12-13 ppm を含有し、岡山県東部の妙見山岩体も 8-9 ppm を含む。岡山県成羽町(71TO-281, 12 ppm As)のストック状岩体はその北縁に山宝磁鉄鉱鉱床を伴い、岡山市北方 17 km、御津町の花崗岩(70TO-47)は佐野含銅磁硫鉄鉱スカルン鉱床に近い(南方約 1 km)が、ヒ素含有量は 16 ppm と高い。

3.3 山陰帯の花崗岩類

山陰帯の分析試料は岐阜県白川村から 4個、鳥取県東部から東南東へ伸長する尖栗花崗岩類(寺島・石原, 1982) 9個、鳥取県中部人形峠付近の 7個(山田, 1961)、鳥取県西部の 5個(HATTORI and SHIBATA, 1974)、鳥取県東部(石原, 1971) 17個、広島県最北部、三次北方の 5個(石原ほか, 1969)からなる。

本地域の花崗岩類は、一般に硫黄に乏しい(140 ppm 以下)。島根県雑家と桂ヶ谷における赤目砂鉄の原岩(6511-120, KAT-1)は、異常に高い硫黄、銅含有量を示している。これら苦鉄質岩は近傍で黒雲母花崗岩の貫入を受けており、硫黄、銅の多くはほぼ同時代の新期花崗岩によって富化された可能性が考えられる。山陰帯の花崗岩類中の銅含有量は、全体としては領家、山陽帯と同程度であるが、これら両帯に比べて 1 ppm を示すも

第1表 領家帯のチタン鉄鈦系花崗岩類の分析結果
Analytical results for ilmenite-series granitoids of the Ryoke Belt.

Sample no.	採取地	Rock type	D.I. (%)	S (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
[Chubu district, Zone III]								
65T-79	下山村, 東大沼	Hb-Bt tonalite	51.9	390	20	15	80	1.1
66T-151	(同上), 神殿	<i>ditto</i>	54.8	420	20	15	90	1.2
66T-135	額田町, 保久	Bt granodiorite	75.0	30	2	19	70	0.4
65T-76	足助町, 十明山	<i>ditto</i>	79.4	<10	2	20	61	0.5
67T-173A	額田町, 桜形	Mus-Bt granodiorite	80.4	10	3	19	80	0.3
67T-173B	同上	Bt-Mus granite	86.5	10	2	30	46	0.3
66T-136	岡崎市, 駒立	<i>ditto</i>	85.1	10	3	20	43	1.2
65T-81	同上, 米河内	Mus-Bt granite	87.3	20	2	27	46	1.4
66T-133	松平町, 松平	Bt-Mus granite	88.7	20	2	27	37	0.5
73RG-6	設楽町, 三都橋	Bt-Hb gabbro	45.6	920	44	14	133	0.1
73RG-7	同上	Bt-Hb tonalite	60.8	300	15	11	75	0.4
73RG-8	同上	Hb-Bt granodiorite	78.4	110	4	14	102	0.3
73RG-9	同上	Aplite dike	89.3	20	2	22	27	0.3
[Chubu district, Zone II]								
66T-128	旭町, 小田	Hb-Bt granodiorite	60.1	20	4	19	63	1.6
65T-75	足助町, 川端	<i>ditto</i>	66.4	90	6	11	68	0.6
66T-129	同上, 大井	<i>ditto</i>	69.3	40	2	17	37	1.8
65T-71	豊田市, 平戸橋	<i>ditto</i>	73.2	120	9	15	50	1.4
66T-126	明智町, 藤内	<i>ditto</i>	81.2	<10	2	16	37	0.3
67T-165	足助町, 足助	Bt-Hb quartz diorite (xenolith)	35.7	450	23	13	142	1.8
67T-168	同上	Hb-Bt granodiorite	72.0	<10	2	22	59	0.3
67T-167	同上	Bt-Hb granodiorite	78.6	30	2	23	38	0.3
[Chubu district, Zone I]								
66T-139	藤岡村, 西市野々	Hb-Bt granodiorite	67.8	40	1	18	46	0.9
65T-97	小原村, 大平	<i>ditto</i>	71.1	30	2	20	59	0.9
66T-105	豊田市, 大畑	<i>ditto</i>	82.4	40	3	28	44	0.4
66T-110	山岡町(岐阜), 広瀬	Hb-Bt granite	84.0	30	1	20	34	1.2
66T-109	豊田市猿投神社	Bt granite	84.8	10	1	24	17	0.4
66T-114	藤岡村, 御造	<i>ditto</i>	86.0	30	3	21	26	0.4

第1表 (つづき)

Sample no.	採取地	Rock type	D.I. (%)	S (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
65T-94	土岐市, 柿野	<i>ditto</i>	86.5	40	2	26	44	0.5
65T-60	瑞浪市, 川折	<i>ditto</i>	91.9	<10	2	25	26	0.6
66T-145	瀬戸市, 上品野	<i>ditto</i>	89.3	20	1	31	27	0.7
65T-70	土岐市, 鶴里	<i>ditto</i>	89.3	<10	2	42	28	0.9
[Eastern Shikoku district]								
72TO-367	満濃町, 炭所	Bt-Hb granodiorite	59.9	200	15	14	97	1.4
72TO-363	国分寺町, 新居	<i>ditto</i>	61.8	180	2	13	98	0.4
72TO-339	志度町, 鴨庄	Hb-Bt granodiorite	73.1	50	3	11	75	0.5
72TO-317	小豆島, 橘峠	Hb-Bt granodiorite	78.7	30	3	14	47	0.6
72TO-329	庵治, 田刈石材	Bt granodiorite (Aji stone)	79.9	40	3	14	65	0.4
72TO-337	志度町, 本小田	<i>ditto (ditto)</i>	81.1	320	18	23	59	1.0
72TO-340	大川町, 碑石	Hb-Bt granite	82.4	40	3	18	63	0.5
72TO-362	国分寺町, 下福家	Hb-Bt granite	85.0	50	2	14	60	0.2
72TO-385	広島(丸亀), 甲路	<i>ditto</i>	88.1	40	2	26	53	1.0
72TO-375	託間町, 名部戸	Bt granite	88.9	160	8	30	37	0.5
72TO-390	本島, 尻浜	<i>ditto</i>	93.0	20	3	34	32	0.6
[Western Shikoku district]								
75MY-15	波方町, 大角鼻	Bt-Hb quartz monzodiorite	35.7	90	23	17	95	n.d.
75MY-6	菊間町, 田之尻	Bt-Hb granodiorite	67.8	40	4	13	72	0.6
75MY-21	玉川町, 下木地	Hb-Bt granodiorite	72.5	30	2	17	53	1.8
75MY-2	松山市, 湧ヶ淵	Bt granite	86.6	70	2	25	42	0.7
75MY-1	同上, 藤野々	<i>ditto</i>	93.6	20	2	41	10	0.1
[Northern Kyushu district]								
75KY-152	佐賀, 富士町, 古湯	Mus-Bt granite	81.1	20	4	9	43	n.d.
75KY-151	同上	<i>ditto</i>	84.8	<10	3	12	39	n.d.
75KY-163	同, 富士町, 内野	Bt granodiorite	86.0	<10	5	15	40	n.d.
75KY-164	同, 大和町, 下田	<i>ditto</i>	86.6	20	2	15	45	n.d.
75KY-153	同, 富士町, 貝野	(Gart-) Bt-Mus granite	94.5	10	82	17	10	n.d.
75KY-132	熊本, 鹿北町, 入道	<i>ditto</i>	94.6	80	1	23	13	n.d.

The content in part per million, otherwise noted. Abbreviation for Tables 1 through 4: Px, pyroxene; Hb, hornblende; Bt, biotite; Mus, muscovite; Gart, garnet; Cc, calcite; Epd, epidote; Chl, chlorite. *Altered rock

第2表 山陽帯（一部山陰帯）のチタン鉄鉱系花崗岩類の分析結果
Analytical results for ilmenite-series granitoids of the Sanyo and partly Sanin Belts.

Sample no.	採取地	Rock type	D.I. (%)	S (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
[Chubu district]								
67RS-57	岐阜, 白川村, 大白川	Hb-Bt quartz monzodiorite	71.8	20	5	12	63	0.9
65T-41	同, 御嵩町, 西洞	Bt granodiorite	74.2	60	4	14	66	0.8
65T-38	同, 同上, 津橋	<i>ditto</i>	79.7	50	2	20	61	0.9
65T-44	同, 瑞浪市, 月吉	Bt granite	88.7	20	10	44	80	1.0
65T-51	同, 宿洞	<i>ditto</i>	89.0	<10	1	27	34	0.5
65T-82	同, 土岐市, 駄知	<i>ditto</i>	91.0	30	1	30	25	0.4
65T-25	同, 瑞浪市, 深沢	<i>ditto</i>	92.0	<10	2	30	23	0.4
65T-2	同, 土岐市, 定林寺	<i>ditto</i>	92.1	<10	3	33	31	1.0
65T-175	同, 蛭川村, 新田	<i>ditto</i> (Naegi)	92.3	<10	1	25	13	0.6
6911-213	同, 同上, 一之瀬	<i>ditto</i> (<i>ditto</i>)	94.1	<10	1	30	28	1.8
6911-211	同, 同上, 奈良井	<i>ditto</i> (<i>ditto</i>)	94.5	10	2	25	21	1.4
[Kinki district (Ibaragi mass)]								
23-S (1102)	大阪, 東能勢村, 大円	Quartz diorite	37.9	220	18	14	87	3.6
21-S (1101)	同上, 崩尻	<i>ditto</i>	41.2	130	17	16	84	3.1
79-S (1104)	同上, 梅原	Granodiorite	68.4	40	7	14	45	2.3
72-S (0802)	同上, 箕山	<i>ditto</i>	78.9	40	4	15	38	0.8
43-S (1103)	同上, 多留見	Porphyritic granite	82.2	20	3	13	26	0.8
83-S (1105)	同上, 佐保	<i>ditto</i>	86.7	<10	2	14	21	0.5
7-S (0907)	同, 能勢町, 野間大原	Pink granite	89.6	<10	2	16	50	0.2
[Eastern Chugoku district]								
71TO-159	鳥取, 智頭町, 智頭	Bt-Hb granodiorite	70.5	50	9	15	69	12.0
71TO-154	同, 用ヶ瀬町, 山口	Bt granite	94.3	20	7	23	25	13.0
71TO-164	同, 智頭町, 夏明	<i>ditto</i>	95.5	20	8	25	14	12.5
71TO-177	岡山, 和気町, 日笠	Bt-Hb quartz monzodiorite (Myoken zan)	62.9	60	13	12	108	9.0
70TO-53	同, 佐伯町, 奥塩田	Hb-Bt granodiorite (<i>ditto</i>)	68.0	30	24	22	78	7.8
71TO-179	同上, 天瀬	<i>ditto</i> (<i>ditto</i>)	80.8	10	8	14	60	9.0
6910-104	岡山, 高松町, 津寺	Px-Hb-Bt granodiorite	57.5	50	16	17	79	0.8
6910-105	同上, 新庄下	Hb-Bt granite	82.8	10	4	20	43	0.8
70TO-47	同, 御津町, 西谷	<i>ditto</i>	83.1	30	8	19	45	16.0

第2表 (つづき)

Sample no.	採取地	Rock type	D.I. (%)	S (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
71TO-267	岡山, 鴨方町, 小坂東	<i>ditto</i>	83.8	30	3	12	87	0.6
6910-99	同, 井原市, 花野	Bt granite	89.1	40	3	20	55	0.6
72TO-308	香川, 小豆島, 大部	<i>ditto</i>	89.8	30	4	20	47	0.7
71TO-281	岡山, 成羽町, 吉木	<i>ditto</i>	91.3	20	8	15	20	12.0
6910-157	同, 倉敷市, 三吉鉱山東方	Mus-Bt granite	93.5	20	3	35	32	5.4
72TO-301	香川, 豊島, 甲崎	Bt granite	94.2	<10	2	25	36	1.2
72TO-305	同, 小豆島, 大谷	Aplitic granite	95.4	10	2	31	28	1.4
[Central Chugoku district]								
73H-72	広島, 千代田町, 小木次	Px-Hb-Bt gabbro	33.4	20	15	14	130	0.6
73H-89	同上, 本地瓜原	Px-Bt-Hb quartz monzodiorite	53.3	40	25	10	87	0.1
76H-161	同, 東広島市, 東志和	Hb-Bt granite	80.2	40	3	21	43	n.d.
76H-152	同, 広島市, 坂	<i>ditto</i>	81.8	30	2	23	55	n.d.
73H-93	同, 可部町, 南原	<i>ditto</i>	85.0	20	1	19	47	0.3
76H-156	同, 呉市, 広町	<i>ditto</i>	85.5	<10	2	24	49	n.d.
73H-77	同, 五日市町, 次郎五郎滝	Bt granite	86.9	20	1	24	44	0.6
73H-67	同, 千代田町, 川戸	<i>ditto</i>	88.7	20	4	20	40	0.1
76H-158	同, 東広島市, 安芸津トンネル	<i>ditto</i>	90.5	<10	1	24	31	n.d.
73H-98	同, 佐伯町, 野貝原	<i>ditto</i>	91.1	<10	1	29	26	0.7
76H-153	同, 広島市, 小屋浦	Aplitic granite	92.6	10	1	19	17	n.d.
73H-83	同, 大朝町, 横川	<i>ditto</i>	93.5	<10	1	22	20	0.2
67SH-32	同, 君田村, 中野原	Bt granite	95.2	<10	11	41	25	1.4
[Western Chugoku district]								
6910-56	山口, 岩国市, 土生	Hb-Bt granodiorite (Habu)	62.6	100	3	15	45	1.9
6910-53	同上	Bt granodiorite (<i>ditto</i>)	75.8	50	3	21	45	0.8
6910-51	同, 周東町, 田代	<i>ditto (ditto)</i>	81.2	100	3	30	73	0.9
6910-52	同上, 久杉	Bt granite (<i>ditto</i>)	89.2	40	3	43	8	0.5
71Y-2	島根, 益田市, 馬谷	Bt granite (Masago)	84.4	30	2	19	42	0.8
71Y-4	同上, 下波田橋	<i>ditto (ditto)</i>	85.1	30	2	23	40	0.6

日本の花崗岩類中の銅, 鉛, 亜鉛, ヒ素と硫黄-(2) 西南日本内帯一(寺島 滋・石原輝三)

第3表 山陰帯の磁鉄鉱系花崗岩類の分析結果
Analytical results for magnetite-series granitoids of the Sanin Belt.

Sample no.	採取地	Rock type	D.I. (%)	S (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
[Chubu district]								
67RS-88	岐阜, 白川村, 椿原	Bt-Hb quartz monzodiorite	60.4	70	4	9	105	0.6
67RS-87	同上	Bt granite	87.0	40	2	9	33	0.2
67RS-91	同, 椿原ダム中流	<i>ditto</i>	94.0	20	1	15	28	0.7
67RS-69	同, 御母衣	Bt granodiorite	80.8	20	4	13	75	0.4
[Chugoku-Kinki district]								
71TO-200	鳥取, 智頭町, 倉谷	Bt-Hb tonalite	62.1	60	10	9	58	0.8
71TO-203	同上	Bt-Hb granodiorite	76.5	30	4	10	33	0.4
71TO-204	同上	Hb-Bt granite	86.6	20	4	10	26	0.6
71TO-210	兵庫, 千種町, 木地山	Hb-Bt granodiorite	67.1	50	13	11	60	0.7
71TO-215	同上, 荒尾	Bt-Hb granodiorite	67.4	30	7	13	57	2.9
71TO-219	同, 波賀町, 上野	Hb-Bt granodiorite	75.4	30	7	15	50	2.7
71TO-211	同, 千種町, 川井	Cc-Epd-Chl granophyre*	86.9	30	4	12	58	1.3
71TO-223	同, 一宮町, 生栖	Hb-Bt granodiorite	62.2	80	8	14	66	1.9
71TO-236	同, 神崎町, 大畑	Epd-Chl-Hb granophyre*	73.0	10	5	8	23	1.5
KY-571	鳥取, 三朝町, 三軒屋	Hb-Bt granodiorite	68.5	n.d.	7	10	60	1.8
KY-583	同上, 下畑	<i>ditto</i>	83.2	70	4	8	45	1.1
KY-15	同上, 実光	Hb-Bt granite	86.2	60	5	10	40	6.3
KY-650	岡山, 上斎原村, 上斎原	Bt granite (porphyritic)	87.5	30	3	13	43	1.5
KY-509	鳥取, 三朝町, 下古屋	Bt granite	88.2	30	4	11	32	1.7
KY-96	同上, 人形峠	<i>ditto</i>	88.2	20	3	7	31	4.3
568104	同, 倉吉市, 小鴨鉱山	<i>ditto</i>	89.1	50	3	9	39	2.7
[Central Chugoku district]								
HH-442	鳥取, 日南町, 立岩	Bt-Hb granodiorite	70.3	30	16	11	60	3.0
HH-460	同, 日野町, 峠根	Bt granite*	88.3	20	6	10	20	0.3
HH-458A	同上, 菅沢ダム	Bt granite	89.6	10	2	8	25	0.8
HH-458C	同上	<i>ditto</i>	91.9	10	2	10	17	0.8
HH-458D	同上	<i>ditto</i>	94.5	<10	6	12	19	0.4
6511-120	鳥根, 雑家砂鉄鉱床	Hb quartz gabbro	39.6	1070	32	16	90	2.3
KAT-1	同, 桂ヶ谷砂鉄鉱床	Bt-Hb quartz diorite	47.2	60	39	9	62	0.2

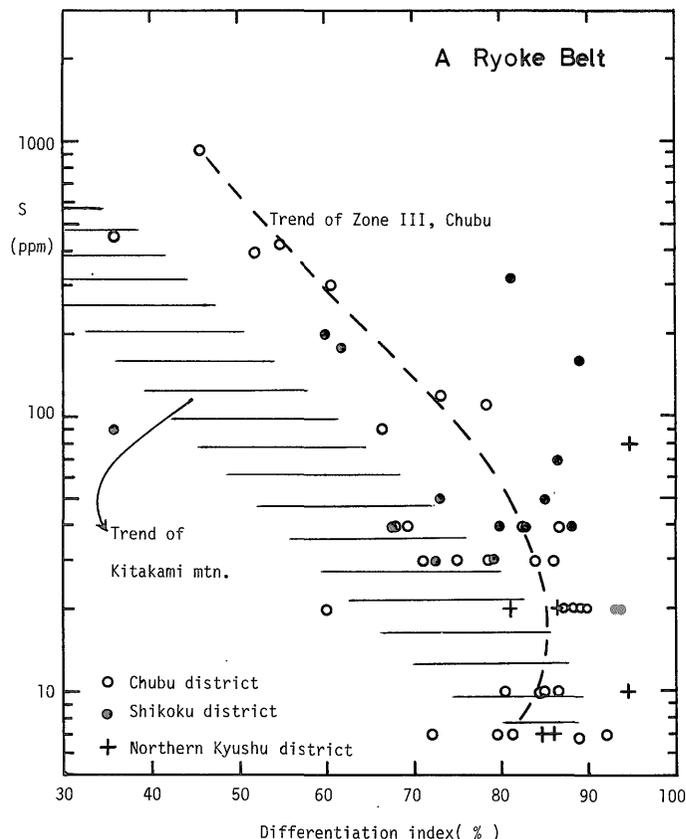
第3表 (つづき)

Sample no.	採取地	Rock type	D.I. (%)	S (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
6412-17	島根, 大東町, 阿用	Hb-Bt granodiorite	61.6	50	10	18	63	0.2
6511-138	同, 三刀屋町, 粟谷	<i>ditto</i>	73.0	80	5	12	49	0.6
6511-116	同, 仁多町, 上三所	<i>ditto</i>	75.4	50	6	13	48	1.0
6511-110	同, 横田町, 横田	<i>ditto</i>	76.2	140	5	13	50	1.2
6511-114	同, 亀嵩町, 梅木原	Bt granite	87.5	<10	4	12	29	1.1
6511-132	同, 仁多町, 美女原	<i>ditto</i>	89.2	20	3	15	20	0.9
5907-55	同, 広瀬町, 上山佐	Bt granite	90.4	20	3	19	18	0.6
60Fb-67	同, 東山鉦山8号試錐, -32m	Bt granodiorite	84.7	50	8	15	33	2.0
60F-17	同, 大東町, 山神谷	<i>ditto</i>	87.5	20	3	14	17	0.4
6506-4	同上, 下久野	Aplitic Bt granite	94.3	10	4	12	12	0.6
60F-15	同, 大東町, 山神谷	Bt granite (porphyritic)	80.9	40	6	12	50	1.0
60YT-606	同, 清久鉦山藪測6番坑	<i>ditto (ditto)</i>	89.1	120	10	13	13	1.5
5908-336	同, 大東町, 大内谷	<i>ditto (ditto)</i>	93.3	30	5	13	11	0.4
65KM-175	同, 小馬木鉦山本坑, -65 mL	Hb-Bt granodiorite	77.9	40	3	10	41	0.3
6510-102	同, 鉦山事務所南	<i>ditto</i>	77.8	30	4	11	44	0.3
67SH-31	広島, 君田村, 寺原	Hb-Bt granodiorite	69.1	40	7	10	50	0.3
67SH-39	同上, 中村	Bt granodiorite	79.6	20	3	17	38	0.8
67SH-21	同, 口和町, 大月北方	Bt granite	83.9	20	3	14	65	0.8
67SH-43	同, 布野村, 吸谷	<i>ditto</i>	84.2	10	2	11	38	0.8
67SH-54	同, 口和町, 永田南方	<i>ditto</i>	93.1	40	5	18	61	1.7

日本の花崗岩類中の銅, 鉛, 亜鉛, ヒ素と硫黄—(2)西南日本内帯—(寺島 滋・石原舜三)

第4表 鈹化関連岩体花崗岩類の分析結果
Analytical results for granitoids of the mineralized stocks.

Sample no.	採取地	Rock type	D.I. (%)	S (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
6910-120A	京都, 大谷鈹山, -150 mL, 0-2 脈	Bt granodiorite	75.5	190	5	22	50	n.d.
6910-118	同上, 中央坑神前1号脈	<i>ditto</i>	75.8	1120	30	21	76	20.0
6910-119	同上, N 145 m	<i>ditto</i>	77.1	50	2	20	64	5.6
6910-125	同上, 150 mL, 12号脈立入	<i>ditto</i>	77.7	430	5	22	58	0.4
6910-131	同上, 100 mL, 8号脈	Bt-Mus aplite dike	94.4	260	4	44	10	0.4
6910-92	岡山, 井原鈹山岩株, 峠	Bt granite	94.8	30	3	33	53	1.9
65KM-153A	島根, 小馬木鈹山, -45 mL 南	Bt-Mus granite	90.7	610	22	30	118	1.4
65KM-150A	同上	<i>ditto</i>	92.3	290	4	20	11	0.2
69FD-79	山口, 藤ヶ谷1号試錐, -187 m	Mus-Bt granite (aplitic)*	90.9	90	7	42	25	1.1
75MY-13	愛媛, 波方町, 馬刀瀧	Bt granite	90.6	550	25	38	36	11.5
71Y-5	島根, 益田市, 波田川	Hb-Bt granite	83.1	110	120	14	30	0.3
71Y-12	同, 都茂鈹山選鈹場対面	Bt-Hb quartz diorite	42.2	110	23	17	116	0.7
71Y-13	同上, 選鈹場前	Aplitic Bt granite	96.2	30	4	11	35	3.0
71Y-6	同, 匹見町広瀬	Bt-Hb granodiorite	76.6	700	13	16	49	0.7
71Y-16	同, 都茂鈹山広域試錐1号, 981.1 m	Cc-Bt granite*	78.9	240	4	9	53	1.3
71Y-19	同上, 1081.8 m	(Cc-)Bt granite*	84.6	200	3	9	31	0.6
66RS-8	岐阜, 白川村, 平瀬鈹山大切坑	Bt granite	84.5	50	3	10	34	0.7
66RS-9	同上, 13号脈	<i>ditto</i>	92.6	50	4	11	17	0.6
66RS-119	同上, 9L 斜坑口	<i>ditto</i> (aplitic)	94.3	20	2	13	17	1.0
71TO-232	同, 大河内町, 川上	Bt-Hb tonalite	69.1	70	10	11	67	1.9
71TO-230	同上, 新田	Epd-Hb granophyre*	73.7	10	4	12	53	2.4
6412-13	島根, 大東折坂谷坑	Bt-Hb quartz diorite (Kawai)	61.2	140	6	11	65	0.4
60F-11	同, 大東町, 吉床谷	Bt-Hb granodiorite (<i>ditto</i>)	71.0	50	4	12	71	0.6
60DT-545	同, 大東鈹山栄光鑛右3片	Bt granodiorite (<i>ditto</i>)	75.9	140	3	15	31	0.2
60Fb-61	同, 清久鈹山103号試錐, -146m	<i>ditto</i> (<i>ditto</i>)	79.8	100	8	14	55	1.3
60F-28	同, 大東町, 清久鈹山合宿前	Bt granite (<i>ditto</i>)	83.3	100	8	11	36	1.7
60F-27	同上, 奥川井, 芦谷	<i>ditto</i> (<i>ditto</i>)	89.1	340	3	14	17	0.3
65SK-4A	同, 清久鈹山新1号坑	Aplitic Bt granite	92.4	640	6	18	12	0.9
6506-5	同, 大東町, スクモ塚	Mus-Bt granite*	93.7	360	5	13	12	0.3
65HY-1A	同, 東山鈹山2号下鑛	Bt granodiorite	84.3	120	6	21	26	0.5
75FK-12	福岡, 福岡水鉛鈹山	Bt granite (Sawara)	85.7	80	340	19	38	n.d.
75FK-13	同上	<i>ditto</i>	84.1	20	114	19	76	n.d.



第2図 領家帯花崗岩類の硫黄含有量と分化指数の関係

Sulfur vs. differentiation index for ilmenite-series granitoids of the Ryoke Belt.

のが1試料のみで極めて少ない。また、鉛の含有量が領家、山陽帯に比べて明らかに低いのも山陰帯の特徴である。

3.4 鉍化関連花崗岩類

鉍化関連花崗岩類としたものは、小規模ストック状に産出し、小—中規模の鉍床を伴うもので、岩体規模と鉍種とは次のようにまとめられる。

A) チタン鉄鉍系花崗岩類

- 1) 京都府大谷鉍山：露出面積約11 km²，南部を中心に岩体内のほぼ全域にわたり灰重石—石英脈。
- 2) 岡山県井原鉍山：約2 km²，岩体外北縁に鉄マンガ重石—石英脈。
- 3) 島根県小馬木鉍山：約3 km²以上，岩体内東部に鉍筒—鉍染状輝水鉛鉍—石英鉍床。
- 4) 山口県藤ヶ谷鉍山：灰重石スカルン鉍床直下の潜在岩体(規模不明)。
- 5) 愛媛県馬刀瀉鉍山：数 km²以上，岩体中にペグマタイト。

第5表 分析成分相互の相関係数

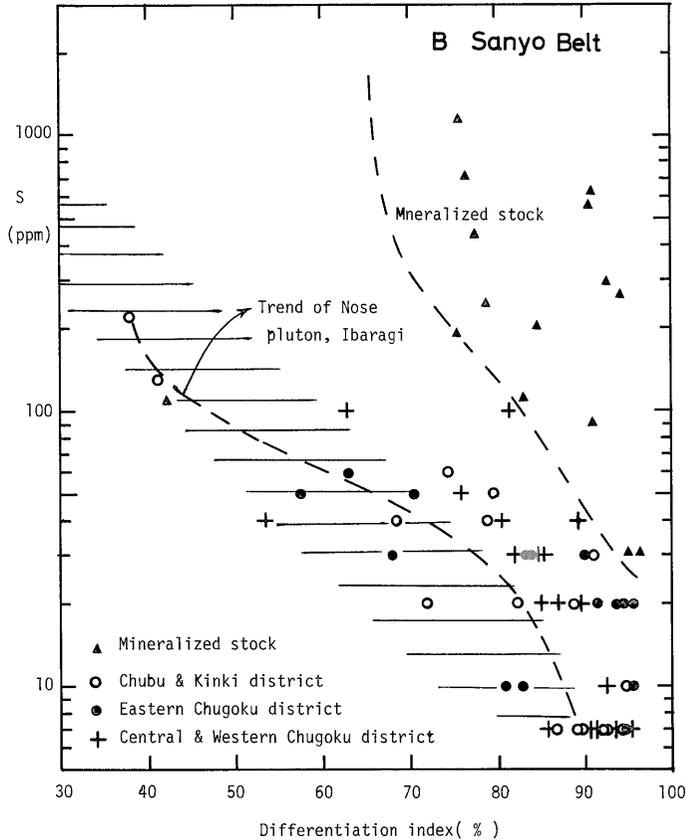
Correlation coefficients(r) among the analyzed elements.

	D.I.	S	Cu	Pb	Zn
As	0.015	-0.026	0.162	-0.029	-0.003
Zn	-0.787	0.461	0.329	-0.292	
Pb	0.401	-0.128	-0.171		
Cu	-0.455	0.480			
S	-0.512				

6) 島根県都茂鉍山：1 km²以下のストック，岩脈など。都茂灰重石—黄銅鉍—閃亜鉛鉍床の近傍の花崗岩類。

B) 磁鉄鉍系花崗岩類

- 1) 岐阜県平瀬鉍山：約4 km²(平瀬岩体)，岩体南東部にN-S系輝水鉛鉍—石英脈。
- 2) 兵庫県川上鉍山：約7 km²，2 km²，岩体内外に黄銅鉍—硫砒鉄鉍脈(川上，長谷，朝日など)。



第3図 山陽帯花崗岩類の硫黄含有量と分化指数の関係

Sulfur vs. differentiation index for ilmenite series-granitoids of the Sanyo Belt.

3) 島根県大東—清久鉱山：川井混成岩（石原，1971）とアプライト質岩を含む岩体であり，岩体内外に輝水鉛鉱—石英脈。

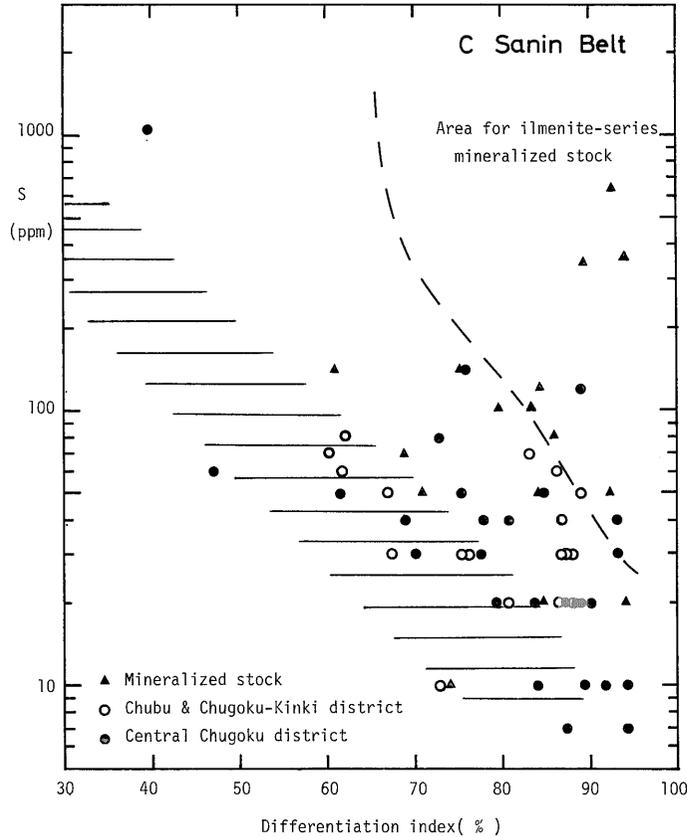
4) 福岡県福岡市鉛鉱山：早良花崗岩の周辺相，規模不明，岩体内に黄銅鉱—輝水鉛鉱脈。

以上の鉱化関連花崗岩類は一般に未変質であり，一部で変質が著しいが，多くの事例で硫黄と銅を多量に含むことがわかった。未変質岩で異常に高い値を示さないものは，平瀬鉱脈群を伴う平瀬岩体である。変質岩では硫黄，銅が減少する場合（川上岩体，71TO-230, 232）と黄鉄鉱がロッド状に鏡下で見られ，変質によって硫黄が明らかに増加する場合（都茂鉱山潜在岩体，71Y-16, 19；大東スクモ塚，6506-51）とがある。

大谷鉱山岩体の主岩相（6910-118~125）は新鮮であるにもかかわらず1120 ppmに達する硫黄を含み，それは磁硫鉄鉱，一部黄銅鉱として存在し，このマグマは初生的に硫黄を多く溶存していたものと考えられる。一方小馬木鉱山岩体の硫黄は，この岩体が白雲母—黒雲母花崗

岩であり，この白雲母は花崗岩冷却時のサブソリタス反応により形成された可能性が考えられるので，厳密に初生的であるか否かは不明である。一般にチタン鉄鉱系花崗岩のアプライト—ペダマタイトキャップでは，硫黄が磁硫鉄鉱として濃集するので馬刀瀧ペダマタイト鉱床母岩の細粒黒雲母花崗岩（75MY-13）中の硫黄は初生的なものと考えられる。

都茂鉱山地域は，山陽帯に属するチタン鉄鉱系と山陰帯に属する磁鉄鉱系とが錯綜してみられる地域にあたり，花崗岩類は3期，すなわち古期白亜紀（100Ma±），新期白亜紀（80Ma±），古第三紀花崗岩類に分けられる（SHIBATA and ISHIHARA, 1974；井沢，1981）。第1期はチタン鉄鉱系，第2期は若干の磁鉄鉱を含むがチタン鉄鉱系に分類され，第3期は完全な磁鉄鉱系である。都茂鉱山の鉱化作用は，第2期の活動により生じたものである。古期白亜紀に属する真砂岩体（71Y-2, 4，第2表）は硫黄，銅とも低含有量であるが，鉱化関連岩である新期白亜紀花崗岩類（71Y-5~9，第4表）は硫黄や銅に富



第4図 山陰帯花崗岩類の硫黄含有量と分化指数の関係

Sulfur vs. differentiation index for magnetite-series granitoids of the Sanin Belt.

んでいる。

島根県下大東地域の著名なモリブデン鉱床地帯では、苦鉄質火成岩に珪長質マグマが混成して生じたと考えられる川井混成岩が全体として高い硫黄含有量を示す(第4表)。この岩石は大東および大東折坂谷鉱床では鉱床母岩を形成する川井混成岩の最上位を構成し、清久—東山鉱床の重要母岩であるアプライト質花崗岩(65SK-4A, 65HY-1A)は更に高い値を示すが、その一部は鏡下の産状から変質作用により添加された可能性がある。

福岡県下の福岡水鉛鉱床は我国のモリブデン鉱床としては例外的に銅に富むが、その母岩には著しい銅異常(340, 114 ppm)が認められる。

4. 分析成分相互の関連性

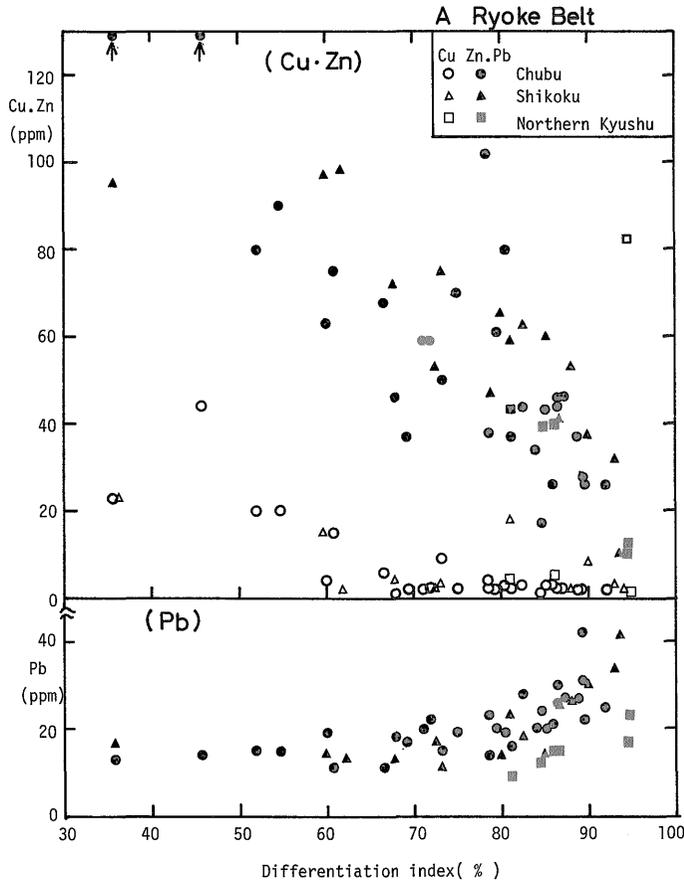
分析成分相互の関連を明らかにするため相関係数を算出し、第5表に示した。この表では、より平均的な花崗岩類についての値を知るため、変質岩等の4試料(67T-165, 71TO-211, 236, HH-460)及び鉱化関連岩体の試

料(第4表)は除外した。この表によれば、分化指数と鉛、硫黄と亜鉛、銅の間には正の相関が認められ、分化指数と硫黄、銅及び亜鉛の間には負の相関が存在する。以下いくつかの主要成分について分帯区別の検討を行う。

4.1 硫黄と分化指数

硫黄含有量と分化指数との関係を第2-4図に示した。10 ppm以下の硫黄は7 ppmとして仮表示し、平均値等の算出においてもこの値を用いた。第2-4図からわかるように、領家、山陽、山陰帯のいずれにおいても硫黄含有量は分化指数の増加と共に減少する傾向を示し、これは北上山地及び阿武隈高地における結果(寺島・石原, 1983)と同様である。また、同程度の分化指数を持つ試料の硫黄含有量を比較すると、西南日本内帯の試料は北上山地よりもやや硫黄に富む傾向を示す。

九州北部地域の白雲母—黒雲母花崗岩類は硫黄に乏しいが、これはこれら岩石が高い分化指数(81.1%以上)を持つことと調和的である。山陽帯においては、茨木岩体



第5図 領家帯花崗岩類の銅, 鉛, 亜鉛含有量と分化指数の関係
Copper, lead and zinc vs. differentiation index for ilmenite-series
granitoids of the Ryoke Belt.

が北上トレンドにほぼ一致する。他はこれよりやや硫黄に富む位置にプロットされ、特に鉱化関連岩株の試料は明らかに高い硫黄含有量を示す(第3図)。山陰帯においても全体的には山陽帯とほぼ位置にプロットされ、ここでも鉱化関連の試料は高い硫黄含有量を示す。しかし山陽帯と異なり一般岩石との区別は明瞭でない(第4図)。

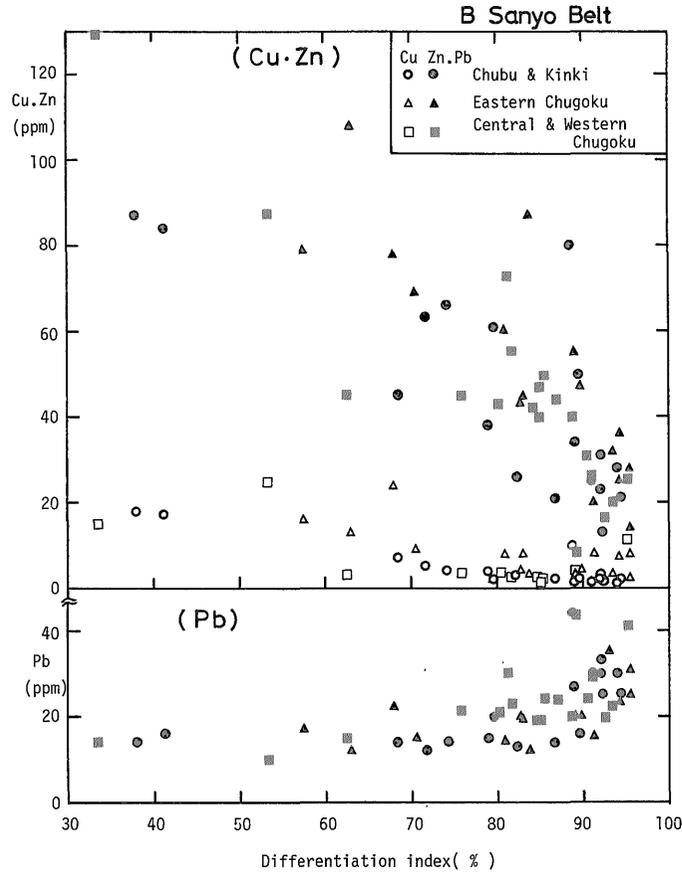
4.2 銅, 鉛, 亜鉛と分化指数

銅, 鉛, 亜鉛含有量と分化指数との関係を第5-7図に示した。亜鉛含有量は、領家, 山陽, 山陰帯のいずれについても分化指数の増加に従って一様に減少する。銅も亜鉛と同様に分化指数の増加と共に減少するが、やや詳しく見ると分化指数70を境界とし、これ以下(苦鉄質側)では明らかな負の相関が認められるが、これ以上ではほとんど変化しないと言える。

亜鉛と銅のプロットが、領家, 山陽, 山陰帯のいずれについても同様な傾向を示すのに対して鉛はやや異なる。

すなわち、チタン鉄鉱系花崗岩類から成る領家, 山陽の両帯では分化指数70程度以上では鉛含有量との間に明瞭な正の相関が認められる(第5, 6図)が、磁鉄鉱系の山陰帯では認められない(第7図)。これについては、主としてチタン鉄鉱系花崗岩類の阿武隈帯では正、磁鉄鉱系の北上山地では弱いながらも負の相関が認められており(寺島・石原, 1983)、鉛含有量が苦鉄質岩で低く、珪長質岩で高いという従来からの一般論は磁鉄鉱系花崗岩類では成立しないことになる。また、磁鉄鉱系花崗岩類はチタン鉄鉱系に比べて鉛に乏しい特徴があり、これらの理由としては次のことが考えられる。

TUREKIAN and WEDEPOHL(1961)は、各種岩石中の鉛含有量について超塩基性岩1 ppm, 玄武岩6 ppm, 花崗岩15-19 ppmと推定しており、また全地殻中の鉛存在量は15 ppmと見積られている(MASON, 1958)。このことは、鉛がその物理化学的性質からマントル物質よりも地



第6図 山陽帯花崗岩類の銅, 鉛, 亜鉛含有量と分化指数の関係
Copper, lead and zinc vs. differentiation index for ilmenite-series
granitoids of the Sanyo Belt.

殻物質に濃集していることを暗示する。一方, チタン鉄
鉍系花崗岩類の花崗岩質マグマは主として大陸地殻の浅
所物質であり, 酸素分圧が低い環境下で晶出したものと
考えられ, 磁鉄鉍系花崗岩類は一般的には深所起源のマ
グマが浅所地殻物質と反応することなく高い酸素分圧を
持って侵入固結したと考えられる (ISHIHARA, 1977)。チ
タン鉄鉍系花崗岩類が鉛に富み, 磁鉄鉍系が鉛に乏しい
ことは上記両花崗岩系列の成因論と調和的であり, 本来
鉛について低含有量であった磁鉄鉍系の花崗岩質マグマ
では, 鉛は結晶分化の過程で除々に造岩鉍物やその間隙
に固定されてしまい, 晶出末期における濃集がなかった
ものと推定される。

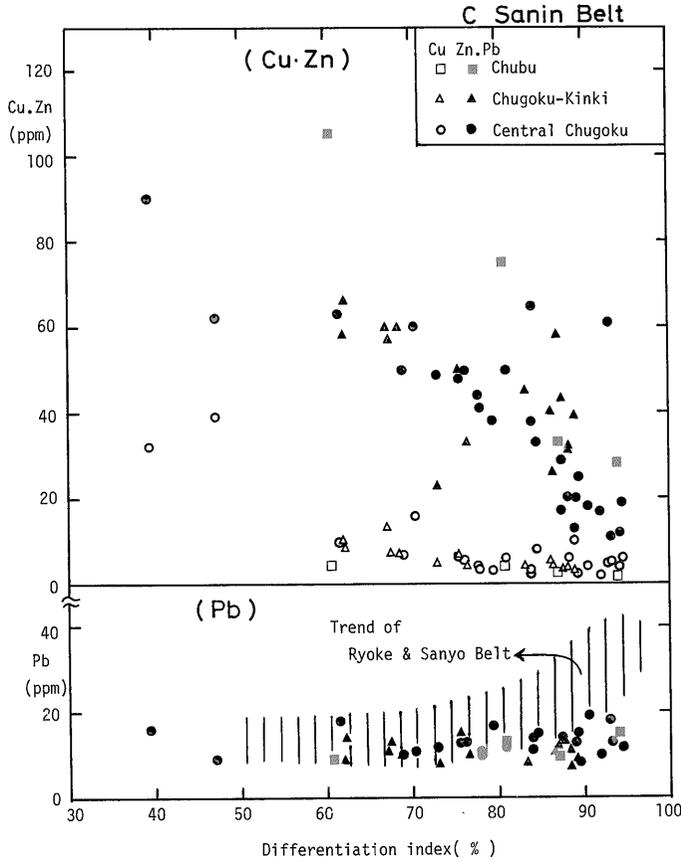
4.3 銅と硫黄

花崗岩類中の銅と硫黄含有量の関係を第8図に示し
た。全体としての相関は必ずしも良くないが, 大谷,
段戸, 茨木などの同一地域や岩体にかぎれば良好な正の

相関が認められる。そして, 花崗岩類中の銅と硫黄の存
在比と黄銅鉍中のそれを比較すると, ほとんどの試料に
関して硫黄が過剰な位置にプロットされる。この事実は
花崗岩質マグマにおいて硫黄は一般に黄銅鉍組成よりも
過剰に存在し, CuS 系の鉍物は存在しない可能性を示
している。例外として福岡水鉛鉍山の黒雲母花崗岩 (75
FK-12, 13)は硫黄に比べて多量の銅を含有しており, 黄
銅鉍以外の銅硫化物, あるいは硫化物以外の存在形態を
考慮する必要がある。

5. 岩体別, 地域別平均値と既存するデータとの比較

各成分の岩体別, 地域別平均値を算出し, 第6表に示
した。硫黄含有量は岩体や地域によって大きく変化する
特徴を有し, 地帯区別では山陽(32 ppm)に比べて山
陰(64 ppm), 領家(84 ppm)の両帯で高い。そして鉍化
関連岩体の平均は237 ppm (n=27)で鉍化に関係しない



第7図 山陰帯花崗岩類の銅, 鉛, 亜鉛含有量と分化指数の関係
Copper, lead and zinc vs. differentiation index for magnetite series
granitoids of the Sanin Belt.

花崗岩類に比べて4倍程度の硫黄を含有する。銅も鉍化関連岩体で高く(28.8 ppm), 一般岩石の約4倍の含有量を示す。鉛はチタン鉄鉍系花崗岩類の領家(20.1 ppm), 山陽(21.8 ppm)の両帯で高く, 磁鉄鉍系の山陰帯(12.1 ppm)で低い。亜鉛含有量は岩体や地域による差が小さく, 鉛と共に鉍化関連岩体でも高い値を示さない。ヒ素は, 山陽帯の中国地方東部で平均6.4 ppm (n=16) という高い値が得られた他はいずれも2 ppm程度以下である。

本研究で得られた各種成分の存在量を北上山地, 阿武隈高地の花崗岩類, 世界の花崗岩類及び地殻平均値と比較して第7表に示した。硫黄に関しては, 本研究では60 ppm (n=148) であり, これは北上山地, 阿武隈高地の結果と同程度である。これに対して世界の平均は300 ppm とかなり高いが, これは前報で指摘した通り, 世界の平均値が高めに見積られている結果と考えられる。

銅に関して北上帯は26.7 ppmを示し, 本研究結果及び阿武隈帯(5-7 ppm)に比べて約4倍高い。これは, 北

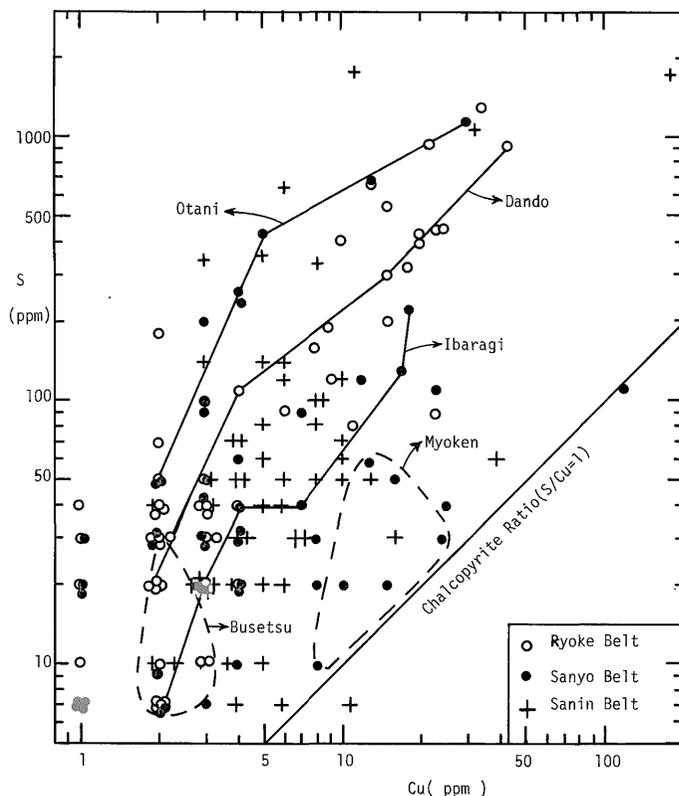
上帯の花崗岩類が他の地域よりも低い分化指数を有することも一因と思われるが, 第5-7図の銅含有量と分化指数の関係図から予想されるよりもかなり銅に富む結果であり, この帯の花崗岩類を形成したマグマが本来銅に富んでいたことを暗示している。

6. まとめ

西南日本の領家, 山陽, 山陰帯から得られた花崗岩類185試料中の銅, 鉛, 亜鉛, ヒ素, 硫黄を定量し, 次の結果を得た。

(1) 銅に関しては, 領家, 山陽, 山陰帯の差はほとんどなく, 平均5-7 ppmであった。鉍化関連岩体ではこれより約4倍高い値を示した。分化指数との関係では負, 硫黄とは正の相関を示し, 銅の多くは黄銅鉍として存在すると考えられた。

(2) 鉛はチタン鉄鉍系花崗岩類の領家, 山陽の両帯で高く, 磁鉄鉍系の山陰帯で低かった。分化指数との関係



第8図 領家, 山陽, 山陰帯花崗岩類の硫黄と銅含有量の関係
Sulfur vs. copper for granitoids of the Ryoke, Sanyo and Sanin Belts.

では, チタン鉄鉱系花崗岩類についてのみ正の相関が認められた。これらの原因としては, 磁鉄鉱系花崗岩質マグマは初生的に鉛に乏しく, 晶出末期における鉛の濃集が生ぜず, チタン鉄鉱系では大陸地殻起源であるために, 本来鉛に富んでおり, 結晶分化によって分化相に鉛が濃集したものと推定された。

(3) 亜鉛に関しては, 地帯や花崗岩系列による差はほとんどなかったが, 分化指数との関係では明らかな負の相関が認められた。ヒ素は, 岩体や地域による差が大きく広域変成帯の領家では非変成帯の山陽, 山陰の両帯よりも低い傾向を示した。分化指数との関係は不明瞭であった。

(4) 硫黄は, 地域や地帯による変化が大きい特徴を有し, 鉱化に関係する岩体の試料は一般岩石の約4倍の値を示した。分化指数との相関関係は負であった。

(5) 本地域の花崗岩類中の鉛, 亜鉛, ヒ素は世界の花崗岩質岩石の平均値と良好な一致を示した。しかし硫黄は約1/5, 銅は1/2で共に低値であった。硫黄については世界の平均値が高く見積られている可能性が強い。

文 献

- CZAMANSKE, G. K., ISHIHARA, S. and ATKIN, S. A. (1981) Chemistry of rock-forming minerals of the Cretaceous-Paleogene batholith in southwestern Japan and implications for magma genesis. *J. Geophys. Res.*, vol. 86, p. 10431-10469.
- HATTORI, H. and SHIBATA, K. (1974) Concordant K-Ar and Rb-Sr ages of the Tottori granite, Western Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 25, p. 157-173.
- 石原舜三・小村幸二郎・村上 正(1969) 広島県三次北方の中生代ウラン鉱床の基盤岩類と庄原市明賀のウラン異常の原因。地調月報, vol. 20, p. 161-172.
- ISHIHARA, S. (1971) Modal and chemical composition of the granitic rocks related to the major molybdenum and tungsten deposits

第6表 地域別平均値

Areal variation of average contents for sulfur, copper, lead, zinc and arsenic in the granitoids.

Area	(n)	D.I. (%)	S (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
Ryoke Belt							
Chubu, Zone III	13	74.1	174	9.3	19.5	68.5	0.6
Chubu, Zone II	7	71.5	45	3.9	17.6	50.3	0.9
Chubu, Zone I	10	83.3	25	1.8	25.5	35.1	0.7
Eastern Shikoku	11	79.3	103	5.6	19.2	62.4	0.7
Western Shikoku	5	71.2	50	6.6	22.6	54.4	0.8(4)
Northern Kyushu	6	87.9	24	16.2	15.2	31.7	n.d.
All analyses	52	77.9	84	6.9	20.1	52.7	0.7(45)
Sanyo Belt							
Chubu	11	87.2	21	2.9	26.4	40.5	0.9
Ibaragi mass	7	69.3	66	7.6	14.6	50.1	1.6
Eastern Chugoku	16	83.3	27	7.6	20.3	51.6	6.4
Central Chugoku	13	81.4	18	5.2	22.3	47.2	0.5(8)
Western Chugoku	6	79.7	58	2.7	25.2	42.2	0.9
All analyses	53	81.4	32	5.5	21.8	47.0	2.8(48)
Sanin Belt							
Chubu	4	80.6	38	2.8	11.5	60.3	0.5
Chugoku-Kinki	14	77.7	43(13)	5.9	10.7	45.7	2.1
Central Chugoku	26	80.1	78	7.5	13.0	39.3	0.9
All analyses	44	79.4	64(43)	6.6	12.1	43.3	1.3
Mineralized stock	27	82.0	237	28.8	18.8	47.0	2.3(24)

第7表 本研究における分析結果と既存データとの比較
Comparison of the results of this study and references data.

	(n)	D.I. (%)	S (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
Ryoke Belt	52	77.9	84	6.9	20.1	52.7	0.7(45)
Sanyo Belt	53	81.4	32	5.5	21.8	47.0	2.8(48)
Sanin Belt	44	79.4	64(43)	6.6	12.1	43.3	1.3
All analyses (This study)	149	79.6	60(148)	6.3	18.4	47.9	1.6(137)
Kitakami Mountains (TERASHIMA & ISHIHARA, 1983)	80	64.3	89(56)	26.7	10.5	58.6	2.1(37)
Abukuma Highland (<i>ditto</i>)	25	76.3	75(24)	6.2	16.0	59.3	0.6
High-Ca granitoids (TUREKIAN <i>et al.</i> , 1961)	n.g.	n.g.	300	30	15	60	1.9
Low-Ca granitoids (<i>ditto</i>)	n.g.	n.g.	300	10	19	39	1.5
The earth crust (MASON, 1958)	n.g.	n.g.	520	45	15	65	2

Number of sample in parenthesis. n.g., not given.

- in Inner Zone of Southwest Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, vol.77, p.441-452.
- 石原舜三(1971) 日本の主要モリブデン鉱床および関連する花崗岩質岩類. 地調報告, no. 239, p. 1-178.
- ISHIHARA, S. (1977) The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks. *Mining Geol.*, vol.27, p.293-305.
- and TERASHIMA, S. (1977) Chemical variation of the Cretaceous granitoids across southwestern Japan, —Shirakawa-Toki-Okazaki transection—. *Jour. Geol. Soc. Japan*, vol.83, p.1-18.
- 井沢英二(1981) 都茂鉱山地域の花崗岩類の化学的性質. 鉱山地質特別号, No. 9, p. 23-30.
- 川野昌樹・野沢 保(1972) 茨木複合花崗岩体の標準試料の主化学成分. 地調月報, vol. 23, p. 519-524.
- 沓掛俊夫・端山好和・本間弘次・政岡邦夫・宮川邦彦・仲井 豊・山田哲雄・吉田 勝(1979) 小豆島および讃岐東部の領家帯. 地質学論集, No. 17, p. 47-68.
- MASON, B. (1958) *Principles of Geochemistry* (2nd ed.). Wiley and Sons, Inc., N.Y., 310 p.
- SHIBATA, K. and ISHIHARA, S. (1974) K-Ar ages of the major tungsten and molybdenum deposits in Japan. *Econ. Geol.*, vol. 69, p. 1207-1214.
- 白川頼子(1975) 岡山県和気地方の妙見山花崗閃緑岩質複合体について. 岩鉱, vol. 70, p.107-117.
- TERASHIMA, S. and ISHIHARA, S. (1976) Contents of arsenic in granitoids and their relation to mineralization. *Mining Geol.*, vol. 26, p. 327-339.
- 寺島 滋・石原舜三(1982) 明延鉱床地域周辺の白亜紀花崗岩類における錫存在量. 鉱山地質, vol. 32, p. 73-76.
- ・———(1983) 日本の花崗岩類中の銅, 鉛, 亜鉛, ヒ素と硫黄—(1)北上山地と阿武隈高地—. 地調月報, vol. 34, p. 443-453.
- TUREKIAN, K. K. and WEDEPOHL, K. H. (1961) Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Geol. Soc. America Bull.*, vol.72, p.175-192.
- 山田直利(1961) 5万分の1地質図幅「奥津」及び同説明書. 地質調査所, 51 p.
- (1966) 5万分の1地質図幅「智頭」及び同説明書. 地質調査所, 69 p.

(受付: 1983年11月7日; 受理: 1984年2月1日)