

## 羽越地域の花崗岩類と鉱化作用

石原舜三\* 佐々木 昭\* 寺島 滋\*\*

ISHIHARA, Shunso, SASAKI, Akira and TERASHIMA, Shigeru (1983) Granitoids and mineralization in the Uetsu area, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 34 (1), p. 11-26.

**Abstract:** Results of regional mapping in the Uetsu area under the MMAJ (Metallic Mining Agency of Japan) Project are synthesized together with the authors' data. The area is underlain by late Cretaceous-Paleogene granitoids which are composed of massive granodiorite and granite. Their K-Ar ages vary from about 90 to 50 Ma, in which granite is older than granodiorite in general. The granitoids belong mostly to the ilmenite-series but the Wasada granodioritic stock belongs to the magnetite-series. Regional distribution pattern of magnetic susceptibility of the granitoids is different from that in the San-yo district in southwestern Japan. Small but a number of Mo-W deposits are associated with the Iwafune biotite granite and its marginal facies of garnet-bearing two-mica granite and aplite. The Mo-W deposits have much higher Mo/W ratio and the contained wolframite has higher Mn/Fe ratio, compared with similar deposits of the San-yo district.

Three Miocene stocks have been found in the Uetsu area and one accompanies stockwork-type molybdenum mineralization. The mineralization is seen in a stock (about 1 km wide) of granodiorite and granodiorite porphyry, which has an alteration age of 24.6 Ma. An early stage of pervasive alteration is characterized by formation of finely recrystallized biotite (greenish brown), secondary magnetite, hematite and hemoilmenite. Pyrite and chalcopyrite are present in disseminated manner, being associated with sericitization and chloritization which are superimposed on the biotitization. Molybdenite occurs mainly in pyrite-sericite-quartz veinlet and partly as film with chlorite-clay veinlet. Thus the mineralization is meso-epithermal type. Average ore grade of individual mineralized zones goes up to 0.26% Mo.

## 要 旨

羽越地域には後期白亜紀-古第三紀の花崗岩類が広く分布する。これらは一部で片状岩(日本国片麻岩), 多くは塊状花崗岩類であり, ほぼ等量の花崗閃緑岩と花崗岩から構成される。ほとんどすべての花崗岩類はチタン鉄鉱系に属し, スtock状の早田花崗閃緑岩のみ磁鉄鉱系に属する。花崗岩類は90-50 MaのK-Ar年代を示し, 古いものが花崗岩質, 若いものが花崗閃緑岩質である。新第三紀の小貫入岩体が3カ所で発見され, これらは石灰質花崗閃緑岩である。

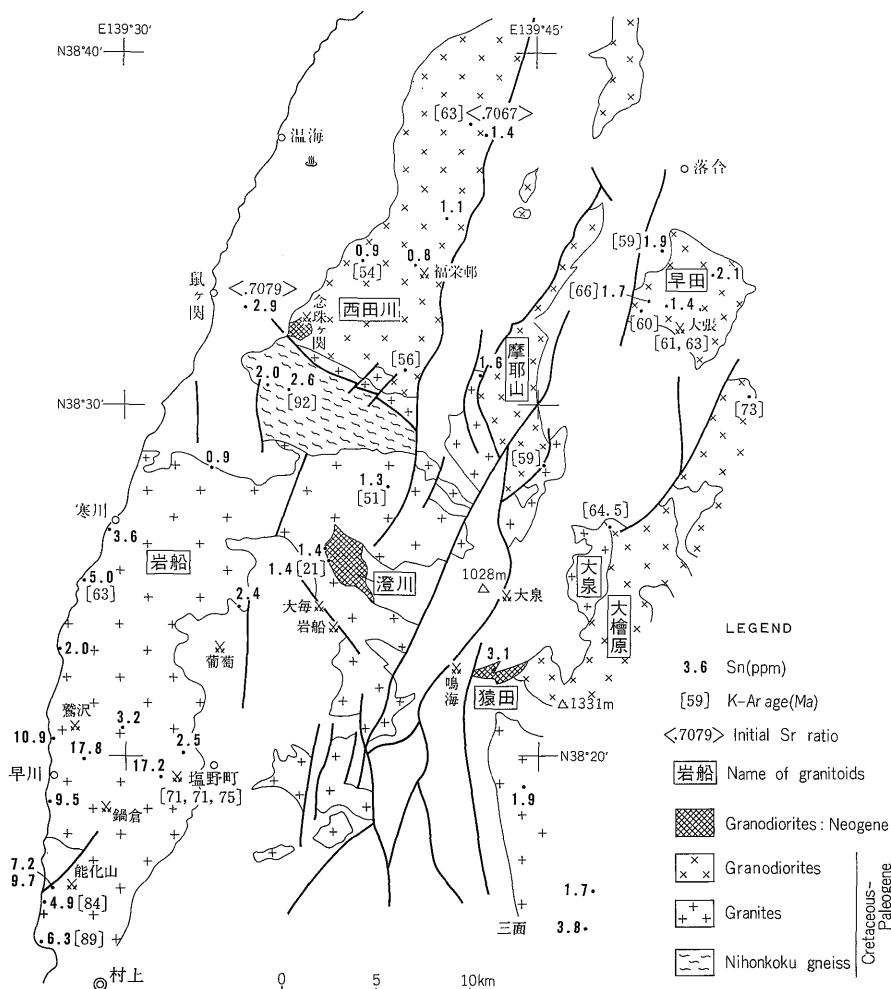
面積的に最も広い岩船花崗岩類は黒雲母花崗岩を主体とし, 柘榴石含有両雲母花崗岩を周縁相として伴う。これらはRb, Snなどの微量成分を多く含む点で山陽地方

の類似岩石と類似するが, 付随する金属鉱床のMo/W比が高く, 鉄マンガン重石のMn/Fe比が高い点で山陽地方の鉱床とは相違する。生成年代的にも山陽地方の主要鉱床より若く, 異なっている。

新第三紀小貫入岩体に伴われる念珠ヶ関Mo鉱床は, 花崗閃緑岩を母岩とする網状-鉱染鉱床であり, ポーフイリー型鉱床に属する点でグリーンタフ鉱化期の新しいタイプの鉱床である。その生成年代も一般の鉱床よりもやや古い。そのMo/Cu比はポーフイリー型Cu-Mo鉱床よりもMo鉱床の同比を示す。

鉱化変質作用はFe<sup>+3</sup>酸化物で特徴づけられる早期から, 硫化物を多量に晶出する晩期へ, 産状としては鉱染状から細脈状へ時間と共に変化し, その間, カリウム変質, フィリック変質, 粘土化変質, プロピライト化変質が重複して生じた。輝水鉛鉱は中期以降に主としてフィ

\* 鉱床部 \*\* 技術部



第1図 羽越地域における花崗岩類の分布と K-Ar 年代, Sn 含有量. 通商産業省(1982)を簡略化.  
 Fig. 1 Distribution of granitoids, their K-Ar age and Sn content in the Uetsu area.

K-Ar 年代は河野・植田(1966), SHIBATA and NOZAWA (1966), SHIBATA and ISHIHARA (1974), 金属鉱業事業団(1979-81)による。年代は新しい歳変定数で計算したものに統一。Sn 含有量は第1-2表のほか、島津・河内(1961)の U 分析試料からの4個を含む。

リック変質と粘土化変質に伴われて、主として黄鉄鉱と共に沈殿したものであり、Mo 鉱床としては比較的低温のものに属する。

### 1. ま え が き

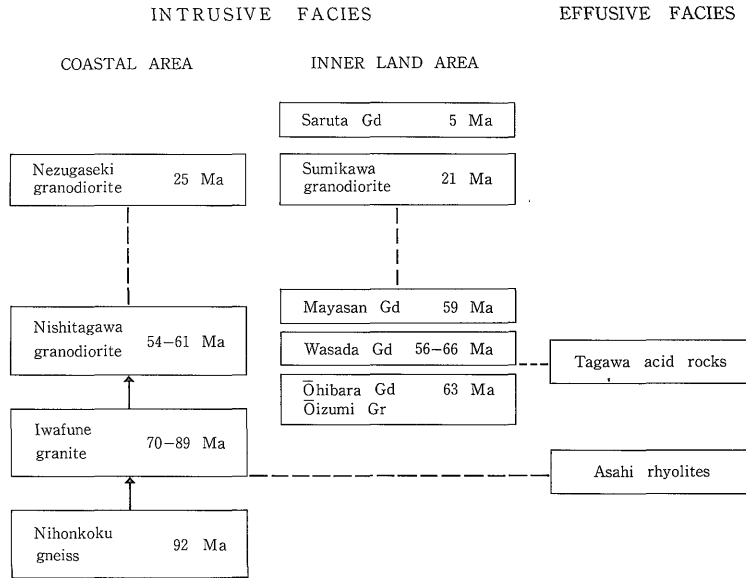
新潟県北部から山形県南西部にかけての羽越地域には、後期白亜紀-古第三紀の花崗岩類が広く分布する。これらの概要は CHIHARA(1959)により報告され、その後広域的な帰属の問題に関して、島津(1964, 1969), 石原(1973, 1981, 1982)らにより討論が展開された。また羽越地域は通商産業省による広域調査地域として取上

げられ、地質及び鉱床に関する調査が近年組織的に実施された(金属鉱業事業団, 1978-81)。その過程で多くの新事実が発見されたが、次の諸点は非常に重要と考えられる。

- (1) 両雲母花崗岩の発見と分布の確立
- (2) 磁鉄鉱系/チタン鉄鉱系花崗岩類の分布の確立
- (3) 新第三紀花崗岩類とポーフィリー型モリブデン鉱床の発見

筆者らは1971年に羽越地域花崗岩類の予察的サンプリングをおこない、その結果は全国的な総括のなかで、たとえば As (TERASHIMA and ISHIHARA, 1976), Sn(石原・

第 1 表 羽越地域花崗岩類の貫入生成順序  
Table 1 Chronological relationship among granitoids from the Uetsu area.



寺島, 1977), 磁鉄鈹系/チタン鉄鈹系花崗岩類の分布 (ISHIHARA, 1977) などに分けて報告, 討論した. その後, 筆者らの一人, 石原は本地域の広域調査の現地検討員として, 金属鈹業事業団のプロジェクトに参加し, 広域調査結果の評価をおこなう機会を得た.

この報文は広域調査結果に筆者らの手持ちデータを加え, 羽越地域の花崗岩類を中心とする火成活動を総括し, さらに鈹床, とくに新第三紀のポーフィリー型モリブデン鈹床についての評価を試みるものである.

## 2. 花崗岩類

### 2.1 概要と時代論

羽越地域の花崗岩類は通商産業省(1982)によって, 後期白亜紀-古第三紀花崗岩類に属する岩船, 西田川, 大桧原, 大泉, 早田, 摩耶山, 及び新第三紀小岩体に大別された. これらのうち前2者が海岸山地を中心に広く露出する(第1図). 以下, 上記報告書に基づき各岩体について解説するが, これら花崗岩類の生成順序は第1表のようにまとめられる.

#### (1) 岩船花崗岩複合体

これはかつて小川型と呼ばれていたもので(CHIHARA, 1959), 本地域の南部に広く分布し, 250 km<sup>2</sup>以上の露出規模を持つ. この花崗岩類は羽越地域で最も古く, 西田川花崗閃緑岩類に貫入される. 岩船花崗岩類は主に黒雲母花崗岩からなるが, 若干時期が異なると思われる苦鉄質岩やアプライト質岩をも含み, 厳密には花崗岩質複合

体と呼ぶべき性格のものである. また日本国片麻岩も本岩類の破碎相である可能性が大きい.

日本国片麻岩類は花崗岩・変成岩を源岩とする圧砕岩と言われ(CHIHARA, 1963), 日本国-三面構造線(島津, 1964)に沿って巨大な捕獲岩状に産出する. 日本国片麻岩の北側は岩船花崗岩類その他と断層接触であるが, 南側は岩船花崗岩類と漸移する(通商産業省, 1982). したがって, 本岩は岩船花崗岩類と密接であり, その破碎・圧砕相と考えられる.

日本国片麻岩のほぼ中央部から得られた花崗岩質片麻岩には, 92 Maの黒雲母年代が知られており(SHIBATA and NOZAWA, 1966), 漸移帯の岩船花崗岩類からは51 Maの黒雲母年代が報告された(金属鈹業事業団, 1980). この事実から本岩の破碎作用は白亜紀後期にピークに達し, 古第三紀にかけて隆起したものと考えられる.

日本国片麻岩の北西部に地窓として産出する斑状黒雲母花崗岩は0.709のSr初生値を示す(SHIBATA and ISHIHARA, 1979). この岩石はカリウム長石の斑晶を有し, 見掛け上は中部地方の天竜峡花崗岩類に類似し, 鏡下で圧砕作用の影響を示すが, そのSr初生値は中部地方のものより若干低い.

岩船花崗岩類は主として粗粒黒雲母花崗岩からなり, それはカリウム長石を斑晶状に含むことがある. 柘榴石や白雲母を含む花崗岩, 花崗閃緑岩-石英モンゾ閃緑岩などの苦鉄質岩を小規模に伴い, 花崗岩質複合体を構成する. これら岩相変化は主として岩体南部地域で認めら

れる。多数の小規模な Mo, W 鉱床を伴う。

黒雲母及び白雲母の K-Ar 年代は、南から北へ、89<sup>Ma</sup> (村上市大月), 84(野瀉), 71, 71, 75(白雲母, 塩野町鉱床), 63(今川), 51(熊田)Maの値を示す。この結果は北側が日本国片麻岩の形成に関係して急速に隆起し、岩船花崗岩類全体の傾動運動の結果であると解釈された(通商産業省, 1982)。鉱床や両雲母花崗岩は南部に多く、上記の考察を支持する分布を示す。

(2) 西田川花崗閃緑岩複合体

本地域の北部、海岸地域に分布し、70 km<sup>2</sup>以上の露出面積を有する。南部では岩船花崗岩複合体に急傾斜で貫入し、一部で同岩を捕獲岩として取込む。日本国片麻岩類とは断層接触である。

西田川花崗閃緑岩類は主に閃雲花崗閃緑岩よりなり、一部に石英モンゾ閃緑岩や黒雲母花崗岩が認められる。これらの小規模岩相は西北西-東北東または東西性の分布を示す。若干の Mo 鉱床を伴う。K-Ar 年代は 56 (関川), 63(菅野代), 54(小国)Maが得られており、放射性年代においても西田川花崗閃緑岩類は岩船花崗岩類よりも若いことが明らかである。

以上を除く他の花崗岩類は主に内陸部に、小規模に分布するものである。上記花崗岩類と直接しないが、K-Ar 年代から第1表の関係を筆者らは推察した。

(3) 大桧原花崗閃緑岩, 大泉花崗岩

大桧原花崗閃緑岩は東隣りの朝日山地では広く分布するものと思われる。本地域では閃雲花崗閃緑岩を主とし、少量の黒雲母花崗岩を伴う。64.5 Ma(大鳥川)の K-Ar 年代が得られている。大泉花崗岩とは漸移関係にある。

大泉花崗岩は黒雲母花崗岩であるが、若干のより苦鉄質な岩相を含む。日本国片麻岩の外縁部でみられる様な圧碎構造を持つこともある。岩脈の貫入や変質が一般に著しい。

(4) 早田花崗閃緑岩

本岩は本地域の北東部に 30 km<sup>2</sup> 以下の岩株状に分布し、これは本地域では例外的に磁鉄鉱系に属し、やや規模が大きい硫化物鉱床を伴う特色を有する。南方にも類似岩が小規模に分布する。

早田花崗閃緑岩は田川酸性岩類に密接に分布し、同火山岩類に貫入し、同岩を捕獲する。主として閃雲花崗閃緑岩、一部は花崗岩質である。他の花崗岩類との関係は不明である。K-Ar 年代は大張鉱山付近の本体において、66(花戸川), 60(大針), 59(上砂川), 61, 63(白雲母,

大張鉱床)Maが得られている。南部岩体からは73Ma(八久和)が報告されている。

(5) 摩耶山花崗閃緑岩

これは本地域の中央部にほぼ南北に伸びて分布し、田川酸性岩類と岩船花崗岩類に貫入する。主に閃雲花崗閃緑岩であり、一部が石英モンゾ閃緑岩質である。K-Ar 年代は59 Ma(桧原川)である。

(6) 新第三紀花崗岩類

今回の羽越広域調査によって、いくつかの新第三紀花崗岩類が発見された。鼠ヶ関東方の念珠ヶ関岩体は花崗閃緑岩質で、直径約 1 km の小岩株として産出し、岩船花崗岩類と西田川花崗閃緑岩に貫入する。著しい変質と黄鉄鉱・Mo・Cu 鉱物の網状鉱染鉱化を伴い、その一部はかつて念珠ヶ関鉱床として稼行された。変質白雲母について 24.6 Ma, 新第三紀の下限に相当する年代が得られている。この岩体は新第三系に不整合に覆われ、岩体自身も第三紀の生成によることは明らかである(通商産業省, 1982)。

本地域の中央部には、北西-南東に伸長して 4 × 2.5 km の澄川岩体がある。これは主に閃雲花崗閃緑岩で、岩船花崗岩に貫入し、同岩を捕獲する。主岩相は西田川花崗閃緑岩に類似すると言われるが(金属鉱業事業団, 1982)、珪線石-柘榴石片麻岩の捕獲岩を有する(大塚・島津, 1981)特異な性質を持つ。新第三紀の判定は全岩法による弱変質石英モンゾ閃緑岩(1.54% K)の K-Ar 年代, 20.7Ma である。なおこの岩体は著しい鉱化変質作用を伴わない。

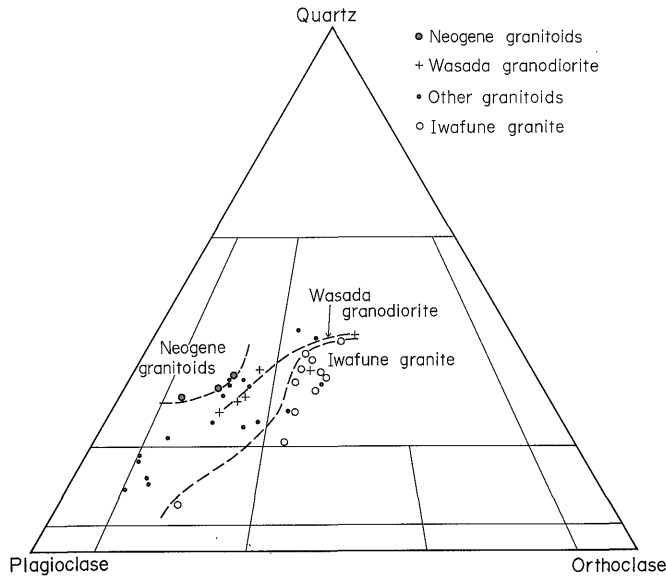
猿田岩体は大泉鉱山南方、約 4 km で東西性の不規則岩脈として分布するが、最大南北幅は 1.5 km に達するものである。念珠ヶ関岩体と同様に花崗閃緑岩質であり、岩体内と周辺に著しい黄鉄鉱化と変質作用を伴う。この変質帯は大泉鉱床や西方 2 km の鳴海金山の変質帯に連続している。全岩法による変質花崗閃緑斑岩(1.64% K)の K-Ar 年代は 5.3 Ma であり、これは変質年代と考えられる。

2.2 主化学成分

金属鉱業事業団(1978-81)によって、後期白亜紀-古第三紀花崗岩類について35個の全分析がなされ、種々の成分変化図で考察された。そして MFA 図で早田花崗閃緑岩が MgO に富む領域で変化する、SI<sup>2</sup>-酸化物図上で早田花崗閃緑岩が SiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O に富み、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に乏しいなど、同花崗閃緑岩の特異性が強調された。このような性質のため早田花崗閃緑岩のみノルム di が得られることがある。

2)  $MgO \times 100 / (MgO + FeO + Fe_2O_3 + Na_2O + K_2O)$

1) 新しい減定数  $\lambda_e = 0.581 \times 10^{-10} \text{ yr}^{-1}$  で示してある。年代資料の多くは金属鉱業事業団(1978-81)、一部は河野・植田(1966), SHIBATA and ISHIHARA (1974) による。



第2図 ノルム斜長石, 正長石, 石英図. 通商産業省(1982)原図.  
Fig. 2 Normative plagioclase, orthoclase and quartz of granitoids in the Uetsu area.

第2図はノルム鉍物に基づく本地域花崗岩類の分類図であるが, この図は同時にアルカリ-石灰指数を反映する。この図から大局的には岩船花崗岩類(同指数56)から西田川花崗閃緑岩(同59), 早田花崗閃緑岩を経て, 新第三紀花崗閃緑岩へ, 花崗岩類の化学組成が石灰質となることが明らかである。なお, 早田花崗閃緑岩の最末期には  $K_2O$  が濃集している。

### 2.3 微量成分

第2表には若干の花崗岩類について, Sr, Rb, Sn, As の分析値を示した。また第3表には金属鉍業事業団(1980-81)で分析された試料について筆者らが分析した Sn の含有量を示した。

Rb は一般に珪長質岩に多く含まれ,  $K_2O$  と相関するが, 岩船花崗岩類の K/Rb比は一般に160-187であり, Rb に最も富んでいる。K/Rb 比の平均値 196(n=6)は一般の日本のチタン鉄鉍系花崗岩類の値,  $K/Rb < 250$  の範囲に入っている。一方, 西田川花崗閃緑岩の平均値,  $K/Rb=276(n=3)$  は上記より高く, Rb に乏しいことが明らかである。日本国片麻岩は  $K/Rb=239(n=3)$  であり, 両者の中間的である。

一方, Snについても同様の傾向がみられるが, 岩船花崗岩類では変動が激しく, 主岩相の黒雲母花崗岩においても0.7-10.9 ppmの変化を示す。しかし全体として Sn に富んでいる。また両雲母花崗岩の Sn 含有量は著しく高い。西田川花崗閃緑岩は Sn に最も乏しい(第3図)。主要岩体の平均値を次に示す。

早田花崗閃緑岩	2.0 ppm Sn (n=5)
西田川花崗閃緑岩	1.1 ppm Sn (n=5)
日本国片麻岩	2.5 ppm Sn (n=3)
岩船花崗岩類 黒雲母岩相	3.9 ppm Sn (n=11)
両雲母岩相	17.5 ppm Sn (n=2)

上記岩船花崗岩類は全体として6.0 ppm (n=13) の平均値を有し, この値は中部地方の土岐-苗木地域や山陽地方で錫石を含む鉄マンガン重石鉍床を伴う類似花崗岩類の平均値(石原・寺島, 1977)より若干高い。

### 2.3 帯磁率

羽越地域の花崗岩類が大局的にはチタン鉄鉍系に属し, その帯磁率が低いであろうことは早くから判明していたが, 金属鉍業事業団(1981)による260個の帯磁率の測定によってそれらが裏付けられる一方, 早田花崗閃緑岩は磁鉄鉍系に属することが明らかにされた。第4図にその結果を筆者らのこれまでの測定値20個を加えて, 頻度分布として示した。

金属鉍業事業団(1981)による測定は主として岩船花崗岩類についておこなわれたが, その大部分(測定数の84%)は帯磁率が  $10 \times 10^{-6} \text{ emu/g}$  以下である。チタン鉄鉍系花崗岩類は,  $\chi < 100 \times 10^{-6} \text{ emu/g}$  で定義されるが, 測定数の98%はチタン鉄鉍系の値を示す。

一方, 角閃石, 黒雲母などが多く含まれる西田川花崗閃緑岩は同じくチタン鉄鉍系に属するものの, 帯磁率がやや高い。同岩体北部ではハンド磁石で識別しうる量の磁鉄鉍が含まれる(金属鉍業事業団, 1980)。

第2表 羽越地域の後期白亜紀-古第三紀花崗岩類の部分分析値  
Table 2 Partial chemical analyses of late Cretaceous-Paleogene granitoids from Uetsu area.

Sample number and rock name	CaO (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Sr (ppm)	Ca/Sr	Rb (ppm)	K/Rb	Sn (ppm)	As (ppm)
<b>Nishitagawa granodioritic complex</b>									
71Ni-2 Medium-grained, hornblende-biotite granodiorite	4.64	3.55	2.00	385	86	68	244	1.1	1.6
71Ni-1 ditto	4.05	3.56	2.56	388	75	78	273	1.4	n.d.
71Ni-4 Fine-grained, biotite granite	1.96	3.80	3.04	280	50	81	311	0.8	1.6
<b>Nihonkoku area</b>									
71Ni-9 Strongly sheared biotite granite	2.76	3.66	2.92	379	52	103	235	2.6	2.3
71Ni-10 Very strongly sheared biotite granite	2.72	3.44	3.70	190	102	140	219	2.0	2.8
71Ni-6 Weakly sheared biotite granite	1.52	3.63	3.85	172	63	122	262	2.9	n.d.
<b>Iwafune granitic complex</b>									
71Ni-11 Coarse, biotite granite	2.40	3.63	3.83	246	70	104	306	0.7	2.2
71Ni-13 ditto	1.85	3.50	4.20	187	71	218	160	6.3	4.3
71Ni-15 ditto	1.36	3.28	4.16	162	60	185	187	10.9	4.6
71Ni-16 ditto	0.89	3.56	4.47	87	73	220	169	2.0	3.4
71Ni-12 ditto	0.57	3.52	4.80	56	73	223	179	2.4	3.4
71Ni-17 ditto	0.55	3.30	4.80	80	49	227	176	3.6	3.9
<b>Kanamaru area</b>									
71Ni-24 Hornblende-biotite granodiorite	4.65	3.56	3.23	380	87	126	213	7.3	n.d.
71Ni-20 Biotite granite	2.35	3.28	4.45	254	66	170	217	3.8	3.1
71Ni-23 ditto	1.63	3.38	4.52	186	62	202	186	6.5	5.4
71Ni-21 ditto	1.52	3.52	3.75	186	59	178	175	6.6	3.7
71Ni-22 Garnet-bearing two-mica granite	0.35	3.96	4.20	2	1250	560	62	4.1	n.d.

寺島 滋分析(原子吸光法). n. d., 未測定

早田花崗閃緑岩は測定数の50%以上が $\chi > 100 \times 10^{-6}$  emu/gを示し、磁鉄鉱系に属するものと判定しうる。しかし帯磁率が低いものも多くみられ、かつ磁鉄鉱を最も多く含む岩石でも山陰地方の磁鉄鉱系花崗閃緑岩とくらべて、その帯磁率は1/2以下であって、典型的なものより磁鉄鉱含有量がかなり少ない。

なお、噴出岩類では測定数は少ないが、朝日流紋岩類が岩船花崗岩類に、田川酸性岩類が早田花崗閃緑岩に対応する帯磁率を示す。また分布もそれぞれ関連ある産状を示す。新第三紀花崗岩類の帯磁率については後述する。

#### 2.4 両雲母花崗岩類

羽越広域の成果の一つに、かなり広い分布を持つ両雲母花崗岩の発見がある。それは葡萄山塊の南部にみられ、黒雲母花崗岩中に面積比で約15%を占めるが、個々の岩体は2~3×1 km以下程度の小岩体である。柘榴

石の有無で含柘榴石両雲母花崗岩と、両雲母花崗岩に大別され、前者は塩野町から早川(第1図)を結ぶ付近にみられ、柘榴石と白雲母に富む塩野町Mo-W鉱床の母岩である。後者は能化山東方の最南部に分布し、能化山Mo鉱床の母岩である。これらは一般に低帯磁率、低密度である(第5図)。

両雲母花崗岩類は既述のように著しく高い微量成分としてのSnを含む。SnとFとは一般に正の相関を有するが(石原・寺島, 1977)、本地域では蛍石は鏡下で稀にしか認められず、これら花崗岩類のF含有量は特に高いとは思われない。柘榴石は肉眼的に赤褐色で、花崗岩類に産するものとしては一般的なものである。

白雲母は、粗粒結晶は自形~半自形を呈するが、これらの多くは鉱物境界から出発して長石中に交代成長した産状を示す。また細粒結晶は長石中に産するものがほとんどで、一部は鉱物境界にみられる。黒雲母には初生的

第3表 羽越広域調査昭和54-55年度分析試料の錫含有量

Table 3 Tin contents of MMAJ samples from Uetsu area.

Sample number and rock type	SiO <sub>2</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Sn (ppm)
<b>Iwafune granitic complex</b>			
F-285 Hornblende quartz monzodiorite	56.6	2.57	2.5
B-528 Hornblende-biotite granodiorite	62.8	4.33	3.2
DT-2 Biotite granite	71.7	4.93	1.3
DT-12 <i>ditto</i>	72.2	4.78	4.9
B-1701 <i>ditto</i>	73.6	4.37	5.0
F-347 Garnet-bearing two-mica granite	74.5	4.38	17.8
DT-14 <i>ditto</i>	75.3	4.52	17.2
<b>Granodiorites</b>			
DT-13 Nishitagawa	56.4	1.58	1.4
DT-3 <i>ditto</i>	70.3	3.12	0.9
C-692 Mayasan	66.8	2.69	1.6
C-1171 (Saruta)	67.6	4.55	1.9
<b>Wasada granodioritic complex</b>			
K-1016A Hornblende-biotite granodiorite	66.4	2.88	2.1
B-677 <i>ditto</i>	68.4	2.99	2.7
B-1102 Hornblende-biotite leucogranodiorite	68.3	3.13	1.7
DT-2 Biotite granite	72.7	4.56	1.9
B-412 Hornblende-bearing biotite granite	77.6	5.38	1.4
<b>Volcanic rocks</b>			
B-1703 Asahi: Rhyolitic welded tuff	71.4	4.91	1.8
B-1101 Asahi: Biotite rhyolitic tuff	73.3	5.10	4.7
K-441 Tagawa: Granodiorite porphyry	66.3	2.93	2.7
G-306 Tagawa: Dacitic tuff	64.8	2.87	2.2
K-444 <i>ditto</i>	65.6	2.73	2.1
<b>Tertiary intrusive rocks</b>			
DT-15 Granodiorite porphyry (Saruta)	62.8	2.25	3.1
DT-1 Quartz porphyry dike	70.0	4.60	3.6
<b>Neogene extrusive rocks</b>			
B-333 Two-pyroxene andesite	56.7	1.79	1.1
C-298 Biotite rhyolitic tuff	75.2	4.25	1.9

注: SiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O は金属鉱業事業団 (1980, 1981) からの再録. Sn 分析者: 寺島 滋 (原子吸光法)

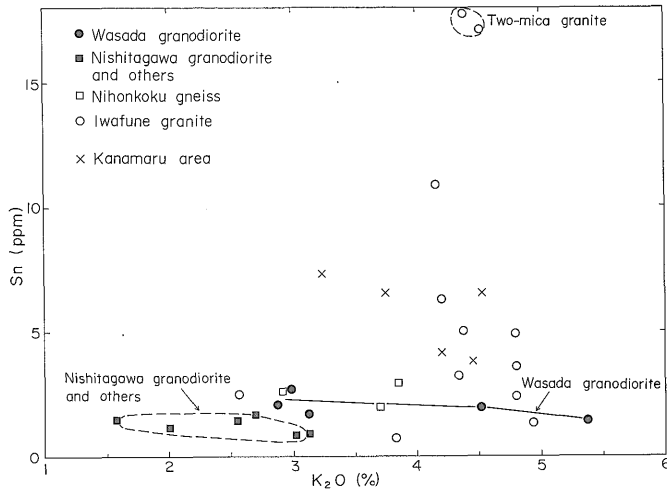
な Z ≡ Y = 淡褐色結晶と細脈状集合体として白雲母より後期の産状を示す, 二次的な Z ≡ Y = 淡緑色黒雲母とがある.

両雲母花崗岩類には, (i) 初生的白雲母を含むもの, (ii) 花崗岩質マグマ除冷時に上部に移動する H<sub>2</sub>O により生ずる二次的白雲母を含むものがあるが (ISHIHARA, 1978), 羽越地域のもののは後者に属する. 両雲母花崗岩は岩船花崗岩類の黒雲母花崗岩相の最上部に, 局部的に皮

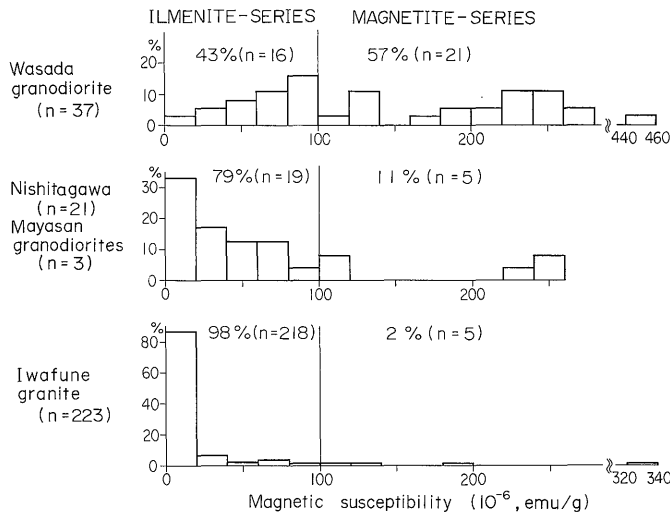
殻状に発達していたものと考えられる.

### 3. 鉍化作用の評価

羽越地域の鉍床は, 時期的には後期白亜紀-古第三紀と新第三紀, 有用元素別には Mo-W-Sn, Cu-Pb-Zn, Au-Ag 鉍床に分けられる. 重要な鉍床は新第三紀の生成によるもので, 金属量10万トン級と予想される大泉 (金属比 Cu 6 : Pb 23 : Zn 71) と葡萄 (Pb20 : Zn80) 両鉍床



第3図 花崗岩類の Sn-K<sub>2</sub>O 関係図. 原分析値は第2, 3表  
Fig. 3 Tin-potassium relationship of major granitoids in the Uetsu area.



第4図 花崗岩類の帯磁率頻度分布図. 金属鉱業事業団(1981)に加筆して作成.  
Fig. 4 Histograms for magnetic susceptibility data of major granitoids in the Uetsu area.

がぬきん出て大きい. ここでは諸鉱床の概要についてのべ, 念珠ヶ関ポーフィリー型鉱床の評価をおこなう.

### 3.1 後期白亜紀-古第三紀の鉱床

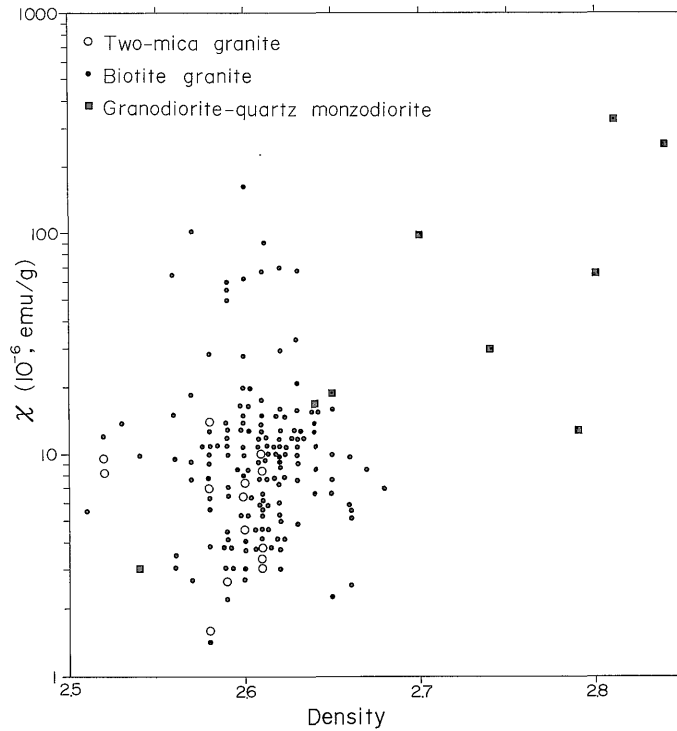
この時期の鉱床には大きいものは存在せず, 生産量からみて最大の鉱床は銅量5,000トン級の大張鉱床である. これは早田花崗閃緑岩中の鉱染-網状鉱床で, 回収しうる量の Au, Ag, As, Bi を含む特異な多金属鉱床である. 白雲母が変質帯に多産し, そのK-Ar年代(60.8, 63.2Ma)から鉱化時期が確認された(金属鉱業事業団, 1980). その周辺には小鉱床が北西-南東方向に配列し, 鉱石 鉱物

の累帯配列が知られている.

一方, 海岸部においては, とくに岩船花崗岩類を母岩として, 多数のMo-W鉱床が知られている. これらは後期白亜紀-古第三紀の生成によるものと思われ, 事実, 塩野町鉱床では変質白雲母について71.1 Ma (SHIBATA and ISHIHARA, 1974), 75.3 Ma(金属鉱業事業団, 1981)が得られたが, 念珠ヶ関鉱床は新第三紀の生成によることが今回明らかにされた(金属鉱業事業団, 1979).

通商産業省の鉱業統計に表れている主要な Mo-W 鉱床は, 岩船花崗岩類中の鍋倉, 塩野町, 鷺沢, 能化山(?),





第5図 岩船花崗岩類の帯磁率と密度関係図。金属鉍業事業団(1981)より作成。  
Fig. 5 Magnetic susceptibility-density relationship of some major granitoids in the Uetsu area.

第4表 羽越及び近傍地域の Mo-W 鉍床の生産金属量 (粗鉍中含有量, トン)  
Table 4 Historical production of Mo-W deposits in Uetsu area and its vicinity.

鉍床名	Mo	W	Sn
新潟県 岩船*			20 t
山形県 念珠ヶ関*	1.9 t		
福栄硯	11.2 t		
新潟県 鍋倉	—	0.7 t (30 t)	
塩野町	7.2 t	0.5 t	
鷺沢	1.5 t	—	
能化山	(3 t)	—	
同, 金丸地区			
金丸		2.2 t	—
観世音		10.7 t	—
大徳		1.3 t	—
新潟県 日豊	20.2 t		
福島県 田子倉	(2 t)		

\* 新第三紀。出所は主として本邦鉍業のすう勢。—は少量産出。  
( )内のトン数は地元民の談話、坑道総延長などから推定した値。

西田川花崗閃緑岩中の福栄硯の諸鉍床である(第4表)。しかし昭和34年秋の筆者らの一人、佐々木の調査によれば岩船花崗岩類中のタングステン鉍床が過小評価されているきらいがあり、以下この点について第4表を補足する。

鍋倉鉍床は当時の鉍山長であった海田氏によれば、第二次大戦中に最高月産数トンの精鉍生産量があったと言われ、少なくとも数十トン以上の総生産量が想定される。事実、最上部の石英塊はタングステンと銅に関して高品位であったと伝えられ、その直下の主要な坑道採掘部分では、海拔424-474m間に延930mに及ぶ坑道が掘られている。また、424mレベルでは南々東向に延長300mの立入坑道が掘進され、終戦を迎えた。したがって、鍋倉鉍山がこの地域のモリブデン・タングステン鉍山で最も大規模であったように思われる。

鍋倉鉍床はアプライト脈を伴う斑状黒雲母花崗岩中の鉄マンガン重石石英脈である。鉍脈の走向傾斜はN70°E, 50-60°Nのものを主体とし、N-S~E-W, 10-70°WまたはNに変化する。これら鉍脈の交差部が富鉍部である。最上部の幅10mの石英塊はその好例と思われ、ここではNE方向に伸長する石英塊が径1m以下の母岩の中

石を含み、それは著しいグライゼン化を受け、鉄マンガ  
ン重石は変質母岩と石英との間に多産した。この露頭部  
から垂直的に150m下位にも若干の鉱脈がみられた。下  
部ではグライゼン化が弱い。鍋倉鉱床は比較的多くの黄  
鉄鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱を含んでいた。

塩野町鉱床は柘榴石含有両雲母花崗岩中の鉱染状鉱床  
で一部に石英脈がある。変質岩は柘榴石と白雲母で特徴  
づけられ、変質鉱物組合せとMo/W比において島根県の  
小馬木鉱床の一萬鉱体に酷似する。この鉱床の南方、板  
屋越の西方、早稲田字番山の板屋越鉱床は細粒優白色花  
崗岩中のN40°E、45°Nの石英脈3条からなる。延長数  
十mの鍾押坑道が10カ所で掘進された。脈幅15cm±、少  
量の鉄マンガ重石を伴い、盤際変質に若干の珪化がみ  
られる。

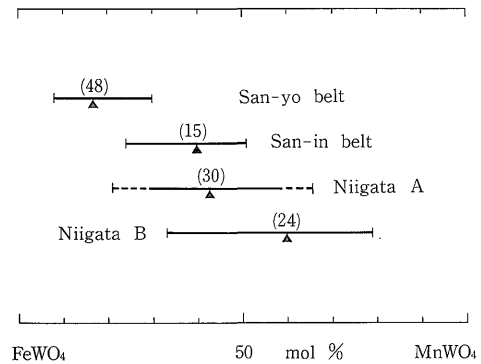
能化山(または間島)鉱床は大正年間に採掘したと伝え  
られるが、大正元年-9年間の鉱業統計には記録されて  
いない。しかし採掘規模からみて数トンの生産量は推定  
しうる規模の鉱床である。この鉱床はアプライト質花崗  
岩中の緩傾斜石英脈、3条からなる。これはN30°W、  
30°NEの一般走向傾斜を示し、脈幅10cm、グライゼン  
化を盤際に伴う。鉱脈は輝水鉛鉱のほか、少量の黄鉄  
鉱、鉄マンガ重石を伴う。

鷺沢鉱床は比較的未変質なアプライト中の輝水鉛鉱-  
石英脈及び一部鉱染状鉱床である。

以上のように岩船花崗岩中にはMo・W鉱床の双方が  
みられる。一方、モリブデン単味の鉱床として最大の福  
栄邸鉱床は、西田川花崗閃緑岩を母岩とする。これは緩  
傾斜輝水鉛鉱石英脈と言われるが(地質調査所, 1954)、  
筆者らは観察していない。

羽越地域のMo-W鉱床には輝水鉛鉱と鉄マンガ重石  
とが共に回収しうる量存在する。新潟県下の金丸地区  
(W, Sn)、日豊(Mo)、さらに近傍の福島県田子倉(Mo、  
石原, 1972)などを含めても同様な傾向がみられ、W/Mo  
比は地域全体としてほぼ1に近いものと思われる。この  
点は山陽帯で同比が100を越える事実と明らかに異なっ  
ている。特に広島花崗岩相当と思われた岩船花崗岩中の  
鉱床に輝水鉛鉱が多いことは羽越地域の明瞭な特色とみ  
なすことができる。

同様に異なる性質は鉄マンガ重石の化学組成にも認  
められる。山陽地方のW鉱床の鉄マンガ重石はMn  
WO<sub>4</sub>10-30モル%であるのに対して、鍋倉・塩野町では  
同30-60モル%、金丸地区では20-70モル%であり、新潟  
県下の鉱床でMnが多い(第6図)。この様な鉄マンガ  
重石は島根県小馬木、鳥取県関金などの山陰帯のタンダ  
ステン鉱物を含むモリブデン鉱床にみられる(佐々木、



第6図 鉄マンガ重石の組成変化  
Fig. 6 Compositional range of wolframites in the  
Uetsu area as compared to the data from  
the San-yo and San-in belts.

SASAKI (1959) により X線粉末図での011, 110 反射の分離度から推  
定。試料採取鉱山:(山陽帯) 瀬戸田・三吉・吉備・向峰・恵比寿・  
遠ヶ根・福岡・唐沢・板荷;(山陰帯) 笹ヶ瀬・小馬木・関金・下山佐  
;(新潟 A) 塩野町・鍋倉;(新潟 B) 金丸・大徳。鉱床はいずれも貫  
入岩中の鉱脈で、堆積岩中の鉱床は含まれていない。( )内は分析  
試料数。▲は平均値。

1961)。小馬木鉱床は、全体として磁鉄鉱系に属する山陰  
の花崗岩類地帯に産するが、直接の母岩はチタン鉄鉱系  
の両雲母花崗岩であり、変質帯に白雲母、柘榴石が多産  
し、典型的な山陽帯と山陰帯のW-Mo鉱床の中間的なも  
のである。

### 3.2 新第三紀の鉱床

この時期の鉱床としてはこれまで、大泉、葡萄鉱床が  
著名であった。他の将来有望と思われるものに、Mo、  
Au-Ag鉱床があり、特異な例としてゼノサーマル型と思  
われるSn 鉱床がある。

大泉鉱床は本地域最大の鉱床である。金属鉱業事業団  
(1979)によれば、昭和15-51年間の粗鉱生産量は123万ト  
ン(含金量Cu 4,920トン、Pb 19,680トン、Zn 61,500  
トン)である。明治15年-大正7年間にもかなりの生産量  
が推察されている。

鉱床は澄川層の輝石安山岩と同質火砕岩中の鉱脈鉱床  
で、E-W系-70°NまたはS(大床、大銅、大滝鍾など)、  
N-S系-70°W(泉盛、新盛鍾など)、NW-SE系-70°S W  
(西ノ俣、直松鍾など)からなり、E-W系が最も優勢であ  
る。鉱床付近には珪長質岩脈が多く、南方4kmの花崗  
閃緑斑岩体はE-W方向に貫入する。

主要鉱石鉱物は黄銅鉱、黄鉄鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、  
菱マンガ重石である。鉱化作用は次の3時期に分けられ  
る。

第I期: 黄鉄鉱-黄銅鉱(-閃亜鉛鉱)-緑泥石-石英

第II期: 閃亜鉛鉱-方鉛鉱(-黄銅鉱)-石英

第三期: 菱マンガン鉍(-黄鉄鉍-方鉛鉍)-方解石-石英  
 葡萄鉍床は金属鉍業事業団(1979)によれば, 昭和7年以降に粗鉍生産量480,000トン(Pb 精鉍約16,000トン, Zn 精鉍約64,000トン)を産し, 明治40年-大正年間, 徳川時代にも稼行された。

鉍床は岩船花崗岩類を不整合に覆う新第三系に貫入して珪長質岩脈が多産する所に位置し, 北から最も優勢な本坑鉍脈(N60-90°E, 60-85°N)は岩船花崗岩類, 巻ノ沢鉍脈(N30°E-70°NW)は新第三紀葡萄層流紋岩質溶結凝灰岩, 中小屋鉍脈(N70°W-80°N)は天井山層の安山岩溶岩, 同質火砕岩中に胚胎する。鉍化作用は次の3時期に分けられる。

第I期: 閃亜鉛鉍-方鉛鉍(-黄銅鉍-黄鉄鉍-石英)

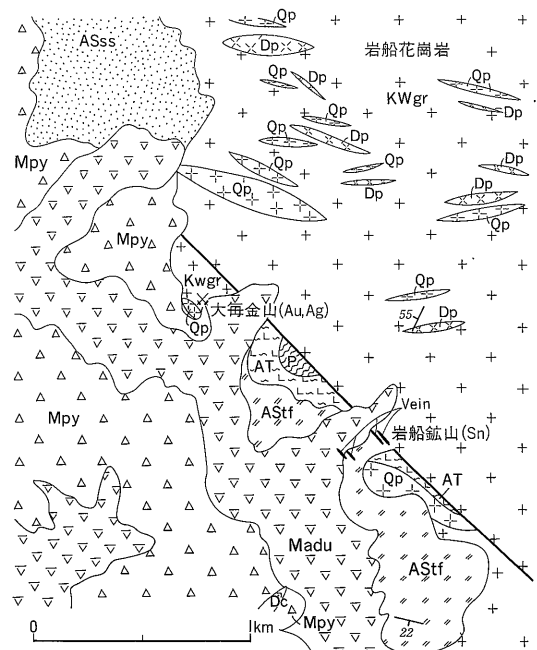
第II期: 方鉛鉍(-閃亜鉛鉍-黄鉄鉍-重晶石)

第三期: (黄鉄鉍-)ドロマイト-方解石-アンケライト  
 金銀鉍床として今回の広域調査で最も優望視されたものは鳴海金山とその周辺の変質帯である。鳴海金山は11世紀以降稼行されたもので, 東大島川層の砂岩泥岩中の含金銀粘土脈であり, N 0-30°E, 70-90°E またはW, N 45-70°W, 90°の2系列の鉍脈群からなる(金属鉍業事業団, 1978)。その東方2kmには変質花崗閃緑斑岩(5.3Ma)が東西性の岩脈-岩株状に分布し, これに関係する変質帯はその北方の大泉鉍化変質帯に連続する。この地域は山岳地帯に属し, 未精査であって今後の探査が期待されるものである(通商産業省, 1982)。

一方, 鳴海金山の北西方8kmには大毎金山があって, これもかつて稼行された。鉍床は岩船花崗岩類と変質安山岩類中の4条からなる金銀石英脈である(金属鉍業事業団, 1979)。その南東方2kmには特異な岩船Sn鉍床がある。

この付近では, 小規模な古生層と白亜紀朝日流紋岩類が岩船花崗岩類の貫入を受け, それを新第三紀の朝日層明神岩安山岩類が覆い, 両者間には北西系断層が走る(第7図)。岩船鉍床は日本鉍産誌I-aの末表の記載, 「針状の錫石が産し, 下部にはPb-Zn脈がある」によって注目に値するが, これまで一般の関心を集めなかった。生産量は1920年頃, 粗鉍400トンと記録されており(地質調査所, 1955), 同じく記載された平均品位3.5-10% Snのうち5%を採用すれば, 粗鉍中の金属量は20トンである(第4表)。

鉍床は大毎金山と同じく, 岩船花崗岩類と新第三系を分ける断層沿いにみられ, 鉍床は主に流紋岩質凝灰角礫岩・凝灰岩からなる新第三紀朝日層を母岩とするN20°W急傾斜鉍脈4条と小規模のNE系鉍脈である(三菱金属鉍業株式会社資料)。大毎鉍床へ向かってIP異常が認め



第7図 大毎-岩船鉍床付近の地質図。  
 金属鉍業事業団(1979)の図D-2-53に加筆。

Fig. 7 Geological map of the Ōgoto-Iwafune mineralized area.

P: 古生層ホルンフェルス, AT: 朝日流紋岩質溶結凝灰岩類, 新第三紀朝日層, ASss: 凝灰質堆積岩類, ASstf: 流紋岩質凝灰岩類, 明神岩安山岩層, Mpy: 火砕岩類, Madu: 輝石安山岩溶岩類, 岩脈類: DP: 石英閃緑岩, DC: デイサイト, QP: 石英斑岩

られており, 北西系断層が鉍化作用に重要な役割を果たしたことが明らかである。岩船鉍床の鉍石鉍物の詳細は不明であるが, 研その他から判断して, Au, Ag, Pb, Znなどの硫化物を主とする鉍床であろうと思われる。

### 3.3 念珠ヶ関鉍床の評価

この鉍床はかつて後期白亜紀-古第三紀の生成と思われるMo-W鉍床のうち, 今回の広域調査で新第三紀と判明したものである。その根拠は旧採掘場で得られた比較的粗粒の白雲母結晶についてのK-Ar年代, 24.6±1.2Maである(金属鉍業事業団, 1979)。測定鉍物の純度も高く(7.8%K), これが新第三紀の生成によることは明らかであるが, 新第三紀の他のPb-Zn, Au-Ag鉍床が一般に15Maより若い年代を持つことから考えて, これらとは異なったグリーンタフ鉍化作用の最も早期に属するものである。

念珠ヶ関の鉍石が他のMo鉍床と異なることは採掘当時の粗鉍品位に表れており, 福栄邨や鷺沢などがMo 0.5-1.0%であるのに対し, 本鉍床では0.1%であった。渡辺(1944)は同鉍床に粘土化が著しく, 輝水鉛鉍が微粒

であることを認め、粘土式 Mo 鉱床とタイプ分けし、生成温度が200°C以下の最も低温性の鉱床に分類した。

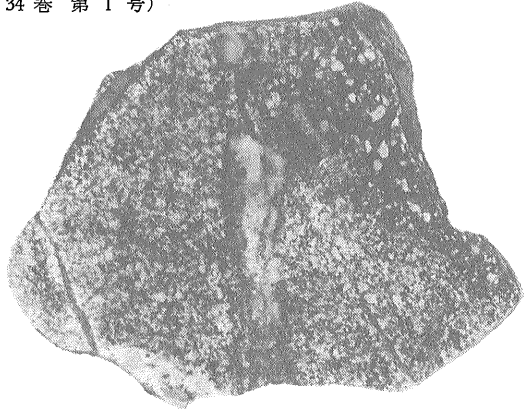
念珠ヶ関鉱床は岩船花崗岩類と西田川花崗閃緑岩類に貫入する直径約1kmの花崗閃緑斑岩小岩株中に胚胎し、稜行部分は同岩体の北部にみられる。鉱床は網状-鉱染状で輝水鉛鉱、黄鉄鉱からなり少量の黄銅鉱を伴う。母岩の変質としては珪化、粘土化、黄鉄鉱化であり、粗粒白雲母の発達の一部で顕著である(渡辺, 1943)。金属鉱業事業団(1980)によると変質鉱物が累帯配列を示し、貫入岩の範囲には粘土化が顕著で輝水鉛鉱を伴い、珪化はWNW-ESE方向に伸長して1×1.5km、黄鉄鉱化はさらに広く1.5×4kmの範囲にみられる。粘土化はX線的に、主に絹雲母、緑泥石、少量のモンモリロン石から構成されることが明らかにされた。

鉱化作用は貫入岩体中央部にも広く認められる。岩体の中心部を北東-南西方向に走る林道桂谷線と、その中央部で昭和56年度に実施された金属鉱業事業団による試錐56 MAUT-1号(磁方向150°, 傾斜-60°, 深度501.4m)の岩芯の観察によると、この小貫入岩体は完晶質の花崗閃緑岩と同質の斑岩からなる。斑岩が若干の急冷周辺相を伴い(第8図)、より後期の貫入岩相と思われるが、両者の関係は不明瞭な場合がある。これら花崗閃緑岩類は安山岩質岩脈の貫入をうける。

花崗閃緑岩類は浸潤型(pervasive type)の変質作用を受けており、その上、輝水鉛鉱-黄鉄鉱-石英細脈や黄鉄鉱-緑泥石細脈(第9図)を伴う。56 MAUT-1号試錐の140-500m間には石英脈が0.4本/m、輝水鉛鉱脈が0.2本/mの密度で記載されている(金属鉱業事業団, 1982)。部分的には肉眼的に数cm幅の単位で、各種の細脈がみられる。したがってこの鉱化作用は、典型的な網状鉱染型に属するタイプとみなしうる。

鏡下においては、累帯配列を示す斜長石が最も多く、二次的な黒雲母、少量の石英、カリウム長石などがこれにつぐ。黒雲母は細粒、Z≒Y=帯褐色、初生的には角閃石、黒雲母であったと思われる長柱状結晶を置換し、また石基中にも微粒として散在してみられる。この黒雲母は二次的なものであるが、後述するように輝水鉛鉱とは直接関係しないものと考えられる。斑岩の斑晶は主に斜長石で、石基には球顆構造やミルメカイトが認められることがある。

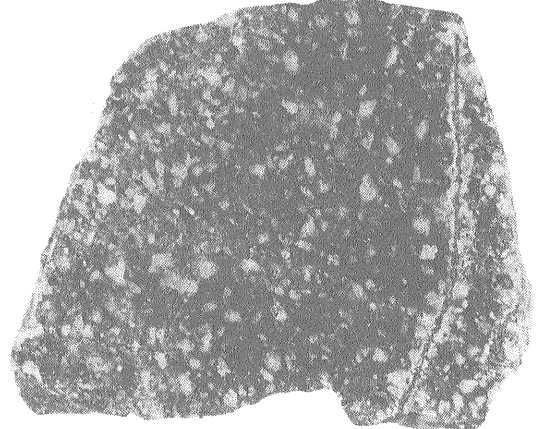
細粒黒雲母は一般により後期の緑泥石化をうける。鱗片状絹雲母も普遍的に産出し、珪長鉱物の境界に発達するもの、斜長石を交代するもの、細粒緑泥石と密雑に共存するもの、などがある。緑簾石は少量で、緑泥石と共に産することが多い。少量の方解石が斜長石中、または



第8図 完晶質花崗閃緑岩に貫入する花崗閃緑斑岩(右上)と黄鉄鉱-石英脈(中央)及び黄鉄鉱-緑泥石細脈(左端)

Fig. 8 Granodiorite intruded by granodiorite porphyry, and then by molybdenite-bearing pyrite-quartz veinlet and pyrite-chlorite veinlet, the Nezugaseki stock.

桂谷林道(801004-10B), 左右 14.5 cm



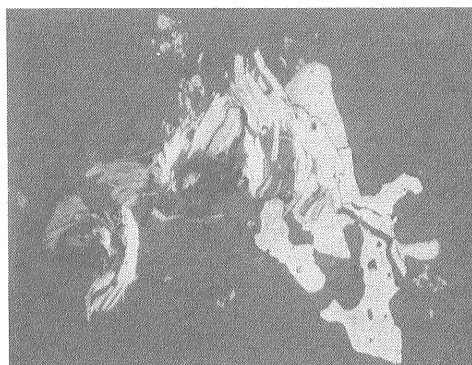
第9図 花崗閃緑斑岩と黄鉄鉱-緑泥石細脈

Fig. 9 Granodiorite porphyry and pyrite-chlorite veinlet, the Nezugaseki stock.

桂谷林道(801004-10A), 左右 13.3 cm

細脈状にみられる。

花崗閃緑岩類は $\chi=600 \times 10^{-6} \text{emu/g}$ に達する帯磁率を部分的に示す。磁鉄鉱は多角形～粒状、細粒結晶として散在する。一部の粗粒自形の磁鉄鉱は周縁部に赤鉄鉱やヘモチタン鉄鉱を伴う。この磁鉄鉱は初生的なもので、花崗閃緑岩類が本来、磁鉄鉱系であった可能性を示す。多くの磁鉄鉱は二次的と思われる粒状結晶で、チタン鉄鉱はルチル、ヘモチタン鉄鉱に変質している。赤鉄鉱とヘモチタン鉄鉱は細粒結晶集合体として産出し、大きい集合体は苦鉄珪酸塩鉱物の外形を示す。磁鉄鉱の一部は石英細脈に伴われて産出する(金属鉱業事業団, 1982)。



第10図 石英脈中で黄鉄鉍と密接に産出する輝水鉛鉍（撓曲した針状結晶）

Fig. 10 Molybdenite and pyrite occurring in quartz veinlet at Nezugaseki.

桂谷林道 (801004-10D), 開放ニコル

硫化鉍物としては黄鉄鉍が最も多く、黄銅鉍、輝水鉛鉍がこれにつく。ごく少量の未同定硫化物が黄鉄鉍中に認められた。黄鉄鉍は鉍染状と細脈状の産状を示す。前者は半自形～粒状結晶として石基中に散在し、一部は磁鉄鉍を交代した産状を呈する。黄銅鉍は他形小結晶として主に鉍染状にみられ、一部は黄鉄鉍の周囲に産し、少量は黄鉄鉍細脈に伴われて産出する。

輝水鉛鉍は一般に石英細脈と被膜状に産出する。桂谷林道から採取した5個の研磨片の鏡下観察からは鉍染状の産状は発見できなかった。試錐岩芯の一部で報告されたアプライト様岩中の鉍染輝水鉛鉍は(金属鉍業事業団, 1982)脈状変質岩中の輝水鉛鉍と考えられる。

石英脈中の輝水鉛鉍は自形結晶集合体としてみられ、一部は黄鉄鉍にとり込まれた自形結晶として産出する(第10図)。含輝水鉛鉍-石英細脈は絹雲母を伴うが、あるものは周辺に褐色変質帯を伴い(例, 56 MAUT-1, 333.6 m), 鏡下でこの岩石は“島状”の斜長石を取囲んだ石英-長石-黒雲母変質岩である。黒雲母は $Z \approx Y =$ 淡褐色であり、鉍物組合せと合せて、この岩石はポーフィリー型鉍床のカリウム質変質岩に最も類似するものである。

試錐岩芯にみられる割目の粘土脈のX線回折結果によって絹雲母、緑泥石、パーミキュライトが普遍的に認められており、緑泥石の002/001反射強度が低いもの、すなわち高 Mg/Fe 比の緑泥石と輝水鉛鉍鉍化作用の関連性が指摘された(金属鉍業事業団, 1982)。また輝水鉛鉍-石英細脈その他において沸石(laumontite)が確認されており、一部の輝水鉛鉍は沸石鉍物と同時に生成したことが示唆されている(同上)。

念珠ヶ関の露頭部分における筆者らの観察結果は次の

第5表 念珠ヶ関鉍床における鉍物の晶出順序  
Table 5 Sequence of the disseminated and stock-work mineralization at Nezugaseki.

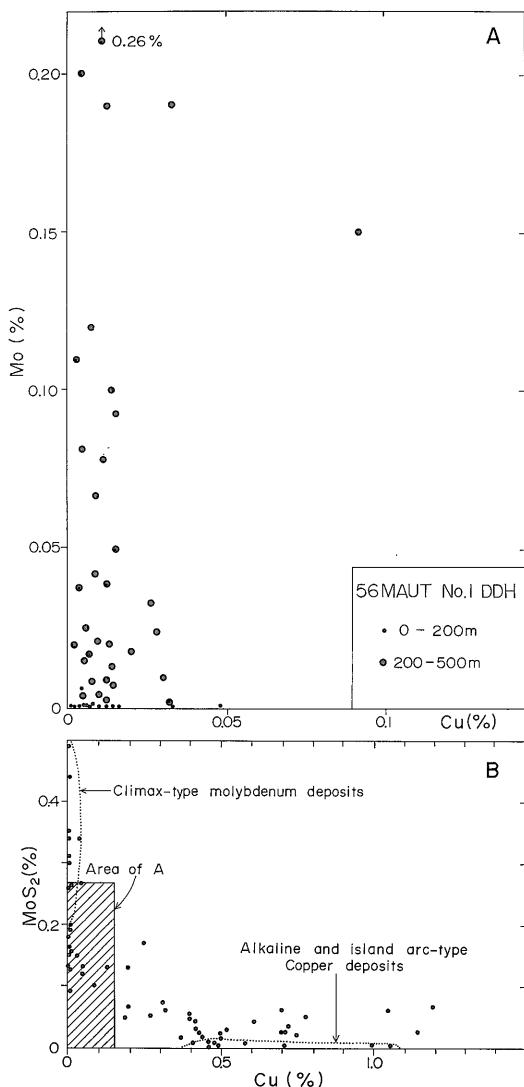
	MINERALIZATION	
	Dissemination	Veinlet
Biotite	Stage I	Stage II
Muscovite	—	—
Chlorite	—	—
Calcite	—	—
Magnetite	—	—
Hematite	—	—
Pyrite	—	—
Chalcopyrite	—	—
Molybdenite	—	—
	EARLY	LATE

様に総括される(第5表)。まず第I期の黒雲母化が生じ、この時期に、原岩の角閃石・黒雲母の分解と、帯緑褐色黒雲母の晶出、磁鉄鉍・チタン鉄鉍の再結晶化と赤鉄鉍化・ヘモチタン鉄鉍化が生じた。この時期は高い $f_{O_2}$ と低い $f_{S_2}$ によって特徴づけられるものと考えられる。

この変質岩は引続き絹雲母化、若干おくれで緑泥石の重複変質をうけ、同時に黄鉄鉍・黄銅鉍の鉍染をうけた。この時期には硫黄活動度は著しく上昇したものと考えられる。

引続く割目鉍化期は同様に硫化物で特徴づけられる。輝水鉛鉍の多くはこの時期に晶出したものと思われ、その一部は割目変質の初期(第II期淡褐色黒雲母を伴うもの)であり、既述のアプライト様岩中の生成もこの時期と考えられるが、多くはその中期以降に生成した(輝水鉛鉍-黄鉄鉍-石英脈、輝水鉛鉍-粘土脈の形成)。主要Mo鉍化期の鉍物組合せは石英-絹雲母、すなわちフィリック変質組合せと考えられるが、それと緑泥石、パーミキュライトなどを伴う、“なめつき”Mo細脈との輝水鉛鉍の沈殿量的な関係については、今後の詳細な研究に俟たねばならない。

56 MAUT 1号試錐の岩芯については、鉍化変質部の品位分析が試料幅0.2-1.9mについて実施された(金属鉍業事業団, 1982)。その結果をポーフィリー-Mo-Cu鉍床で一般的に用いられるMo-Cu図に示す(第11図A)。試錐の上部(0-200m)には若干の銅鉍化がみられ、ここでは脈状鉍化はまれで、Mo品位も非常に低い。Mo品位は200m以深の脈状鉍化が著しい部分で顕著であり、最高0.26%Moに達する。全体としてのこの品位プロットは低品位のポーフィリー-Mo鉍床の領域を占めている(第11



第11図 56MAUT 1号試錐(A)と一般のポーフリ型鉱床の Mo-Cu 図(B)

Bは WESTRA and KEITH (1981) による。

Fig. 11 Molybdenum-copper relationship of 56MAUT No. 1 drill hole (A) and of porphyry-type molybdenum and copper deposits in other areas(B).

図B).

### 3.4 鉱石の硫黄同位体比

羽越地域では西田川花崗閃緑岩の岩石硫黄同位体比が1個測定されていた。この岩石はチタン鉄鉱系に属するが、 $\delta^{34}\text{S} = +0.6\%$ と云う、我が国の典型的なチタン鉄鉱系と磁鉄鉱系の中間的な値を示した(SASAKI and ISHIHARA, 1979)。鉱石硫黄について、今回、第6表の6

第6表 羽越地域、鉱石硫黄の硫黄同位体比  
Table 6 Sulfur isotopic ratio of ore sulfur from Uetsu area.

産地	鉱物	$\delta^{34}\text{S}(\%)$
塩野町 (801004-6)	Molybdenite	+1.8
鍋倉 (801004-13)	Pyrite	+2.0
念珠ヶ関 (801004-10D)	Pyrite	+4.3
大泉鉱山亜鉛精鉱 No. 1	Sphalerite	+7.0
同 鉛精鉱 No. 1	Galena	+5.0
葡萄, 本坑鉱床 (801004-14)	Sphalerite	+8.3

分析者: 佐々木 昭

試料について硫黄同位体比を測定した。

分析試料は塩野町が黄鉄鉱と共存する輝水鉛鉱、鍋倉が鉄マンガン重石と微量の輝水鉛鉱を交代する黄鉄鉱である。この黄鉄鉱は鏡下で黄銅鉱や同ドットを含む閃亜鉛鉱と、相互境界を示す。新第三紀の鉱床としては、念珠ヶ関が桂谷林道の輝水鉛鉱と共存し、同鉱物を交代する黄鉄鉱、大泉は住友金属鉱山株式会社提供の Zn, Pb 精鉱である。葡萄鉱床については本坑研から得られた変質花崗岩中の高品位鉛亜鉛鉱の閃亜鉛鉱を選んだ。

白亜紀後期-古第三紀の鉱床のうち、塩野町と鍋倉とは明らかにチタン鉄鉱系の岩船花崗岩類に成因的に関係するものであるが、それぞれ+1.8% (輝水鉛鉱)+2.0% (黄鉄鉱)が得られ、これらの値は山陽帯の鉱石硫黄についてこれまでに得られている多くの値(-1~-10%)より明らかに重く、むしろ山陰帯が持つ値(+1~+6%)に近い。この事実は岩石硫黄同位体比にみられたと同様に、この地域の鉱石硫黄も山陽地方のそれとは異なる性質を持っていることを示唆する。

一方、大泉、葡萄、念珠ヶ関などの新第三紀の鉱石は、+4.3~+8.3%の値を示し、グリーンタフ地域の鉱床にみられる値(+3~+5%), SASAKI and ISHIHARA, 1980)と類似する。測定鉱物種の相違による差をこえた有意の差が白亜紀後期-古第三紀と新第三紀との間に認められる。

### 4. 総括と意見

羽越地域の後期白亜紀-古第三紀花崗岩類は主に塊状の花崗閃緑岩と花崗岩からなり、日本国-三面構造線を挟んで北東側に花崗閃緑岩が、南西側に花崗岩が卓越する。これら花崗岩類は一般にチタン鉄鉱系に属するが、北東部の早田花崗閃緑岩のみ磁鉄鉱系に属する。新第三紀花崗岩類は花崗閃緑岩質で、磁鉄鉱系に属するものと思われ、全体として時代と共に苦鉄質となり磁鉄鉱系/

チタン鉄鉍系比が上昇し、アルカリ石灰指数が石灰質側に移行する性格が認められる。

後白亜紀-古第三紀の塊状花崗岩類は、西南日本内帯主部では山陽帯の花崗岩類に相当するものであるが、磁鉄鉍系花崗閃緑岩が大洋側(北東側)にあらわれる、やや多量の柘榴石含有両雲母花崗岩が産出し、その Sn 含有量は高いにもかかわらず Sn 鉍床を伴わない、鉍床中の Mo/W比が高い、などの諸点で主部にみられる性質とは異なっている。鉄マンガン重石の Fe/Mn 比や鉍石硫黄の同位体比についても、むしろ山陰帯的な傾向が認められる。この様に羽越地域の花崗岩活動に関連する諸性質が西南日本内帯主部と相違する事実は、主要花崗岩類がチタン鉄鉍系であることから考察して、当時の羽越地域の大陸地殻が化学的、物理的に、主部とは違った独自の性格を持っていたことを暗示する。

一方、花崗岩活動は珪長質な岩船花崗岩活動から出発して時代と共に苦鉄質な活動へ変化し、磁鉄鉍系/チタン鉄鉍系比が上昇する一般的傾向が認められる。これは中国-近畿地方でも一般的なものであり (ISHIHARA, 1981)、花崗岩質マグマの発生上昇機構としては、西南日本内帯と同様なものが羽越地域に推定される。

岩船花崗岩類の Sn は、恐らく F が低濃度であったために岩石中に残存し、鉍床には濃集しなかったものと考えられる。黒雲母花崗岩中の高含有量の Sn は新第三紀の循環熱水により新第三系に運び出され、岩船 Sn 鉍床のような局所的な Sn 鉍床を形成したものと推定される。

念珠ヶ関 Mo鉍床は年代的に一般のグリーンタフ地域 of 鉍床より古く (25Ma)、かつ Mo鉍化が主体である点で、全く新しいタイプの鉍床とみることができ。広範囲の黄鉄鉍-黄銅鉍鉍染と網状含輝水鉛鉍細脈の高密度 発達とは、この鉍床が我が国では稀なポーフィリー型鉍床の性格を有していることを物語っている。

輝水鉛鉍は渡辺(1944)が指摘したように“粘土脈にも伴われ、その鉍物組合せも金属鉍業事業団(1982)により明らかにされた。渡辺はその生成温度を200℃以下の低温熱水性と推定した。一般に大きな稼行鉍床は高-中温熱水性である。筆者らの観察では輝水鉛鉍はフィリック変質組合せに主に伴われており、200℃より高い温度が推定できる。今後は輝水鉛鉍を含む網状脈の詳細な研究が必要と考えられる。

念珠ヶ関岩体には斑岩は産するものの、全体として完晶質岩が卓越する。また56 MAUT-1号試錐では、変質鉍物組合せが深部で低温性の様相を呈する。さらに、母岩は Mo鉍化に関係する岩石としては例が少ない花崗閃

緑岩質である。より浅成でより珪長質な貫入岩の潜頭岩体を発見することが、鉍業的な発展につながるものと考えられる。その意味で念珠ヶ関岩体から東方にのびる鉍化変質帯や更にそれを取巻く磁性岩体の存在(金属鉍業事業団, 1982)は大変興味深い。

謝辞: 現地調査に際して、金属鉍業事業団と住鉍コンサルタント(株)は種々の便宜をはかられ、また分析試料を提供された。住友金属鉍山(株)、三菱金属(株)にも精鉍と資料の提供をうけた。原稿は金属鉍業事業団渡辺卓課長と住鉍コンサルタント(株)大津秀夫常務が校閲された。以上の各位に深謝する。

## 文 献

- CHIHARA, K. (1959) Geology and petrology of granitic rocks and gneisses in the northern district of Niigata Prefecture. Part I. Granitic rocks. *J. Fac. Sci. Niigata Univ.*, Ser. II, vol. 3, p. 111-169.
- (1963) *ditto*, Part II. Nihonkoku gneisses. *ditto*, vol. 3, p. 179-209.
- 地質調査所(1954, 55) 日本鉍産誌 Ia, 155 p.; Ic, 289 p.
- 石原舜三(1972) 田子倉モリブデン鉍床のポーフィリー式鉍床としての可能性. 地調月報, vol. 23, p. 371-376.
- (1973) Mo-W鉍床生成区と花崗岩岩石区. 鉍山地質, vol. 23, p. 13-32.
- ISHIHARA, S. (1977) The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks. *Mining Geol.*, vol. 27, p. 293-305.
- (1978) Two-mica granitoids in Japan. *Proc. GEPIC, Orléans, France*, p. 81-87.
- (1981) The granitoid series and mineralization. *75th Anniv. Vol. Econ. Geol.*, p. 458-484.
- 石原舜三(1981) 花崗岩活動からみた東北日本と西南日本. 構造地質研究会誌, no. 26, p. 67-70.
- (1982) 地球化学的見地よりみた棚倉構造線. 地球, vol. 4, p. 141-144.
- ・寺島 滋(1977) 日本の花崗岩類の Sn 含有量と白亜紀花崗岩活動におけるその意義. 地質雑, vol. 83, p. 657-664.
- 河野義礼・植田良夫(1966) 本邦産火成岩の K-A dating (IV) —東北日本の花崗岩類—. 岩鉍,

- vol. 56, p. 41-55.
- 金属鉱業事業団内部資料(1978) 昭和52年度広域調査. 羽越広域調査報告書, 66 p.
- (1979) 昭和53年度, 同上, 102 p.
- (1980) 昭和54年度, 同上, 134 p.
- (1981) 昭和55年度, 同上, 173 p.
- (1982) 昭和56年度広域調査. 羽越地域総合地化学探査報告書, 79 p.
- 大塚富男・島津光夫(1981) 新潟県北部の花崗閃緑岩中の珪線石-柘榴石片麻岩ゼノリス. 地質雑, vol. 87, p. 833-836.
- SASAKI, A. (1959) Variation of unit cell parameters in wolframite series. *Mineral. J.*, vol. 2, p. 375-396.
- 佐々木 昭(1961) 鉄マンガン重石系における2・3の問題. 地調月報, vol. 12, p. 901.
- SASAKI, A. and ISHIHARA, S. (1979) Sulfur isotopic composition of the magnetite-series and ilmenite-series granitoids in Japan. *Contrib. Miner. Petrol.*, vol. 68, p. 107-115.
- and——(1980) Sulfur isotopic characteristics of granitoids and related mineral deposits in Japan. *Proc. 5th IAGOD Sym.*, vol. 1, p. 325-335.
- SHIBATA, K. and NOZAWA, T. (1966) K-Ar age of the Nihonkoku gneiss, Northeast Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 17, p. 426-427.
- and ISHIHARA, S. (1974) K-Ar ages of the major tungsten and molybdenum deposits in Japan. *Econ. Geol.*, vol. 69, p. 1207-1214.
- SHIBATA, K. and ISHIHARA, S. (1979) Initial  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratios of plutonic rocks from Japan. *Contrib. Mineral. Petrol.*, vol. 70, p. 381-390.
- 島津光夫(1964) 東北日本の白亜紀花崗岩 I, II. 地球科学, no. 71, 72, p. 18-27, 24-29.
- (1969) 朝日・飯豊山地の花崗岩類. 地調報告, no. 232, p. 105-111.
- ・河内洋佑(1961) 朝日山地の花崗岩類とこれに伴う含ウラン鉱床. 地調報告, no. 190, p. 45-55.
- TERASHIMA, S. and ISHIHARA, S. (1976) Contents of arsenic in granitoids and their relation to mineralization. *Mining Geol.*, vol. 26, p. 327-339.
- 通商産業省(1982) 昭和56年度広域調査報告書. 羽越地域(I) (印刷中).
- 渡辺萬次郎(1943) 念珠ヶ関水鉛鉱床. 岩鉱, vol. 30, p. 151-152.
- (1944) 東北地方水鉛鉱床の諸型式. 岩鉱, vol. 32, p. 121-136.
- WESTRA, G. and KEITH, S. B. (1981) Classification and genesis of stockwork molybdenum deposits. *Econ. Geol.*, vol. 76, p. 844-873.

(受付: 1982年5月10日; 受理: 1982年8月17日)