結 語

上述の各項に於て鶯沢鉬山の硫黄鉬床を記載し、その成因に就て考察を行つたのであるが之を要するに本鉬床は葛丸火山の火成活動に伴つて、局部的な depression caldera 内の沼池底に熔融硫黄が流出して生成されたもので、従来説明された如く沈澱型鉬床に屬するものと考えるよりも、熔流型鉬床の特殊な型式に屬するものと考えの方がより至当であらう。

ひだ神岡産コンドロ石について

Chondrodite from Kamioka, Japan

野 沢 保 (Tamotsu Nozawa)

Abstract: A new locality of chondrodite in Japan is found from a crystalline limestone included in Inishi syenitic rock, near Kamioka mine, Gifu Prefecture.

The optical properties, the chemical composition of the chondrodite and the limestones in Inishi syenitic rock are given in the table 1, 2, 3, respectively. They show resemblance to G-chondrodite after H. von Eckermann.

Chondrodite skarn here contains phlogopite, clinocllore, diopside, hedenbergite, titanite, garnet, and secondary serpentine which replaced the chondrodite partly. A little quantity of dolomite is found accompanying with the chondrodite, but the limestones near the chondrodite locality is not dolomitic.

One of the conspicuous characters of the chondrodite from Kamioka is the high content of MgO up to 57.04 in weight percentage, as well as the poverty of FeO 1.08%. Therefore the ratio MgO : FeO is about 57 which is a remarkably high value compared to the chondrodite from representative localities in the world.

The presence of chondrodite in Inishi syenitic rock and its extremely high ratio MgO : FeO bear some meaning on Hida metamorphism, i. e. the metamorphic differentiation seems to have taken place so completely in Inishi syenitic rock, that the Fe content was expelled out almost entirely from the rock, as well as from the chondrodite and their is formed "basic front" rich in Mg in the course of the granitization of Inishi syenitic rock.

ま え が き

筆者は 1946 年 11 月岐阜県吉城郡神岡町神岡鉬山 朽洞坑東南方でコ

第 1 図 コンドロド石産地と附近の地質略図

ひだ変成岩類

- 1: コンドロド石産地, 2: 伊西峠, 3: 二十五山頂,
4: 神岡鉱山枋洞坑事務所, 5: 同鹿間事務所,
6: 神岡町役場

第 2, 3 図 神岡産コンドロド石の産状スケッチ

第 2 図

C: コンドロド石, D: 透輝石, H: ヘデンベルグ石, L: 方解石, 一部に微量の白雲石をふくむ, P: 金雲母

ンドロド石層がある。コンドロド石層にはコンドロド石と方解石が略同量に入り組んだ形で入っている。コンドロド石は、この層の一方の外側にも分布し、層に近い程肥大し濃集している。コンドロド石層の縁辺及びそれを切る節理にそつてはヘデンベルグ石が黒く鎖状につながっている。石灰岩中にはコンドロド石層と平行な金雲母の薄層もある(第2図)

第 3 図

第 3 表 神岡産と世界の代表的産地のコンドロ石の
化学成分及び光学的性質の比較

	Kamioka ¹⁾ T.Nozawa	Tilly Foster ²⁾ Brush	Christian sand ³⁾ T.Barth	Mansjö ⁴⁾ H.von Eckermann	Nordmark ⁵⁾ Hj. Sjögren
SiO ₂	30.79	33.67	32.07	33.85	34.05
TiO ₂	0.10	—	0.23		0.13
MgO	57.04	54.79	53.26	55.21	48.30
CaO	trace	—	0.24		
MnO	—	—	0.08	3.70	1.24
FeO	} 1.08	5.94	3.50		10.54
Fe ₂ O ₃		—	0.35		0.54
Al ₂ O ₃	0.69	—	1.13	1.23	
F	4.82	5.30	6.28	4.50	5.40
K ₂ O	n.d.	—			
Na ₂ O	n.d.	2.55	2.74	2.90	2.30
H ₂ O+ H ₂ O—	} 3.57	—	0.28		
		—			
O for F	98.09	102.25	100.26	101.43	102.50
	2.03	2.23	2.68	1.42	2.27
Total	96.06	100.02	97.58	100.01	100.23
Indices of refraction	α 1.602 β 1.616 γ 1.640	1.635 1.645 1.663	1.601 1.637	1.607 1.620 1.643	1.619 1.632 1.653
Opt. angle	(+) 75°	(+) very large	(+) 85°—90°	(+) 72° 14'	(+) 79° 40'
Ext. angle 001 ∧ X	35°	26°	27.2°	26°25'	27°30'

- 1). Analyst. T. Ando. Geol. Surv. Japan.
- 2). E. S. Larsen. The optical properties of the humite group. Am. Min. vol XIII. 1928. p. 354-359.
- 3). T. F. Barth. On contact minerals from the precambrian in southern Norway. Norsk. Geol. Tid. Vol. VIII 1924. p.94-96
- 4). H. von Eckermann. The rocks and contact minerals of the Mansjö mountains. Geol. For. Stockholm. Vol. XLIV. 1925. p. 279-383.
- 5). Hj. Sjögren. Chondrodite von Kafvertorp. Zeit. Krist. Min. Vol. VII. 1882. p. 113-152.

金雲母 無色板状，径 0.5~3mm，時に 8mm 達する大きなものもある。金雲母層の他にスカルン全体に分布する。光軸角をユニバーサル・ステイヂで測定する。と $2V = (-)0^\circ$ である (第 6 図)。

白泥石 (clinocllore) 鏡下で無色板状，径約 1mm，金雲母と同様にまた相伴つてコンドロド石に附随していることが多い。光軸角 $2V = (+)6^\circ$ ，消光角 $c \wedge Z = 10^\circ$ ，屈折率 α はバルサムより高く， γ は金雲母の β 又は γ より低い。伸長方向は負である (第 6 図)。

透輝石 このスカルンをつむ緑色層をつくる。径 1mm 以下の小粒塊状結晶からなる。コンドロド石層には全くない (第 3 図)。

ヘデンベルグ石 肉眼的には黒色でコンドロド石層縁辺を鎖状にとりまく。約 1mm の小粒塊状結晶及び 8mm に達する半自形斑状変晶をつくる (第 2 図)。

柘榴石 半自形塊状，縦 2~5mm，われ目にとみ，われ目にそつて蛇紋石様の鉱物に変質している。

榴石 稀に径 0.5mm の自形小晶がコンドロド石結晶の中に包有されている。

石灰石 コンドロド石層は約 2% の白雲石をふくむ晶質石灰岩中にある。しかしこの含白雲石石灰岩は巾約 20cm のせまい層にすぎず，その外側の石灰岩中には白雲石はない。一般に伊西閃長岩質岩石中の石灰岩は MgO に乏しい。この附近で工業的に利用されている石灰岩の分析を見ても MgO は約 1% にすぎない (第 4 表)。

第 4 表 神岡鉱山附近の晶質石灰岩の化学成分

	1	2	3
		二 ツ 屋	大 崎 島
Ig. loss	34.21	32.48	—
CaO	45.46	43.77	54.93
MgO	0.87	0.74	1.53
SiO ₂	14.20	17.45	0.53
Fe ₂ O ₃	1.42	1.55	0.19
Al ₂ O ₃	0.72	0.73	0.20
		96.73	

1 日本鉱産誌 III. 1951 p. 137

2 石灰岩 No. 9, 1950 p. 356

3 同 上

コンドロド石層の中では白雲石は方解石結晶に包有されている場合が多

鏡下で特徴的なのは小粒の結晶を除いて聚片双晶をほとんど常に伴うことである。その双晶・接合面は (001), (305) の 2 種類がある (第 7, 8, 9 図)。両種の双晶が共存する個体は見当らない。

第 7 図 神岡産コンドロ石の (001) を双晶・接合面とする双晶の光学方位のステレオ投影図。○印は光軸の位置

第 8 図 (305) を双晶・接合面とする場合

第 9 図 神岡産コンドロ石の聚片双晶の顕微鏡写真 +Nicols, $\times 80$

C: コンドロ石, L: 方解石

主な光学的性质は第 1 表に示した。屈折率は浸液法により、光軸角、消光角はユニバーサル・ステイヂを用いて測定した。これらの値はこれまで知られている代表的なコンドロ石の値によく一致するが、消光角だけは著しく大きい (第 3 表)。しかし外国にも 31° 位の例はあるようである¹⁾ コンドロ石と他のヒューム石群の鉱物とは光学的には消光角の大きいことによつて区別される。

化学分析の結果は第 2 表に示した。これから導びかれる分子式は $(\text{Si}, \text{Ti})_{1.79}(\text{Mg}, \text{Fe})_{5.00}(\text{OH}, \text{F})_{2.27}\text{O}_{8.19}$ でコンドロ石 $2\text{Mg}_2\text{SiO}_4 \cdot \text{Mg}(\text{OH}, \text{F})_2$ 又は $(\text{Si})_2(\text{Mg})_5(\text{OH}, \text{F})_2\text{O}_8$ に略一致する。 H_2O の量がやゝ多いのは蛇紋石に変質した部分が含まれていたのではないかと考えられる。

1) P. Eskola, The contact phenomena between gneiss and limestone in western Massachusetts. Jour. Geol., Vol. XXX, 1922, p. 270

第 1 表 神岡産コンドロド石の光学的性質

主 屈 折 率	$\alpha = 1.602, \quad \beta = 1.616, \quad \gamma = 1.640$
複 屈 折	$\gamma - \alpha = 0.038$
光 軸 角*1 2V over Z	(+) 79°, 76°, 75°, 75°, 75°, 74°, 71°, *2, 平均75°
消 光 角 001 $\wedge \times$	36°, 36°, 34° 平均35°
多 色 性	な し
光 軸 分 散	$p \wedge v$ (?) 微弱

*1. 主屈折率から 2V を計算すると (+) 75.6° となる。

*2. 各測定値の相異は一枚の薄片中でも 5° に上る。主に個体差によると考えられる。消光角も同様である。

第 2 表 神岡産コンドロド石の化学成分

	Weight%	Mol.prop.	Atom. ratio	Atom. ratio as Mg+Fe=5000
SiO ₂	30.79	0.5120	Si 5120	1790.95
TiO ₂	0.10	0.0012	Ti 12	4.20
MgO	57.04	1.4144	Mg 14144	4947.55
CaO	trace			
FeO	1.08	FeOとして 0.0150	Fe 150	52.45
Fe ₂ O ₃				
Al ₂ O ₃	0.69	0.0067	Al 134	468.70
F	4.82	0.2536	F 2536	887.10
K ₂ O	n.d.			
Na ₂ O	n.d.			
H ₂ O+	3.57	0.1983	OH 3966	1387.25
H ₂ O-			O 23438	8195.35
O for F	98.09			
	2.03			
Total	96.06			

安藤武(地質調査所)分析

共生鉱物及び石灰岩

コンドロド石スカルの鉱物組合せは比較的簡単である。

方解石 白色粗粒,他形糖晶状で径 2~5mm で浸液法で屈折率を測定すると $\omega < 1.630$ である。コンドロド石層及び透輝石層附近では双晶面,劈開面が屈曲し,外形も層の方向にのび“ragged outline”を示すようになる。

白雲石 小粒で鏡下で発見せられ,不規則塊状,径約 0.1mm でまる味をおびている。屈折率 $\omega > 1.678$ である(第 4 図)。

コンドロ石をふくむ晶質石灰岩を採集した。コンドロ石は大陸のスカルンにはめづらしくないが日本では最初の発見であり、ヒューム石群の鉱物としてもこれまでは渡辺武男による長野県常盤¹⁾及び加納博による神奈川県丹沢²⁾の産地から斜ヒューム石が報告されているにすぎない。ここに神岡産コンドロ石の産状及び諸性質を報告する。

また、ひだ変成岩の中にコンドロ石が産出すること、及びその化学成分上の特徴はひだ変成作用の性質に関連して意味があるように考えられるので寸見を加えた。

謝 辭

神岡産コンドロ石を発見した当時は、筆者は東京大学在学中であつたので、研究にあつては、終始渡辺武男教授の懇切な指導をうけた。また河野義礼、岩生周一、須藤俊男の諸氏からも有益な教示をうけた。化学分析は地質調査所の安藤武氏をわづらわした。

ここにあつく感謝の意を表すものである。

産 出 状 態

神岡産コンドロ石は神岡鉦山柄洞坑大留坑口附近の伊西新道とよばれる道路上で、筆者が伊西閃長岩質岩石とよぶ岩石中の包有晶質石灰岩塊に産出する。伊西閃長岩質岩石は筆者の研究によるとひだ変成岩類の一種で、石灰質堆積岩を原岩とし、広域変成作用とそれに伴う花崗岩化作用によつて閃長岩質岩石となつたと考えられる岩石であつて、晶質石灰岩を多数包有している。³⁾

コンドロ石産地附近はひだ変成帯の南限に近く、若い古生代後の船津花崗岩及び時代未詳の下之本花崗閃緑岩が近くに迫っているが、コンドロ石産地にまでこれらの新期深成岩類が影響をあたえているという証拠はない。伊西閃長岩質岩石附近のひだ変成岩類は角閃石・黒雲母花崗閃緑岩質片麻岩が主で、眼球片麻岩、細粒縞状片麻岩及び角閃石岩などを伴っている(第1図)

コンドロ石産地は風化のため露出は良好でない。コンドロ石石灰岩は灰白色、巨粒晶質で、その中にやや暗色の巾約 20cm で微量の白雲石をふくむ帯があり(第4図)、更にその中にそれと平行に巾約 3cm のコ

1) 渡辺武男：長野県常盤産接触鉱物記事(3)，地質雑 41 卷，1934，p. 457-460.

2) 加納博：丹沢産斜ヒューム石とその共生鉱物について，岩礦，35 卷，1951 p, 116-122.

3) 野沢保：伊西閃長岩質岩石の成因について，地質雑，56 卷，1950，p, 265.
同　　ひだ神岡鉦山附近の伊西閃長岩質岩石の成因について，地質雑，58卷，1952(掲載予定)

また透輝石ばかりからなる巾約 2cm の緑色層でとりまかれた晶質石灰岩中にコンドロ石が散点し、透輝石層に近い程肥大し濃集している様子の見られる転石も附近で採集した(第 3 図)。

伊西閃長岩質岩石の中には多数の包有石灰岩塊があり、コンドロ石後ではないかと思われる蛇紋石仮晶は所々で発見されるが、コンドロ石は遂にこの一ヶ所の他には発見されなかつた。

第 4 図 神岡産コンドロ石石灰岩の鏡下におけるスケッチ、方解石の結晶中に包有される白雲石とコンドロ石

C: コンドロ石, D: 白雲石, Ca: 方解石, Cl: 白泥石

コンドロ石の記載

肉眼観察によると神岡産コンドロ石は淡黄褐色、不規則な他形塊状で径 1~3mm 前後が多いが中には 8mm に達するものもある。一般にまる味をおび方向性はないが、コンドロ石帯及び白雲石をふくむ石灰岩層の周辺部などでは各層に平行した方向にコンドロ石も、方解石と共にのびている。鏡下でみると糖晶状の方解石結晶の一部にコンドロ石が包有された形をとつていることが多い。(第 5 図)。コンドロ石は無色で劈開はみとめられず、割れ目や凹入部に富み、それを金雲母や白泥石が入り込んでい部分もある(第 6 図)。金雲母や楣石がコンドロ石の巨晶の中にはしばしば包有される。白雲石が少量不規則な形でコンドロ石に附着したり独立した小塊をなしたりしている(第 4 図)。

第 5, 9 図 神岡産コンドロ石の一般的顕微鏡写真 +Nicols, $\times 80$

第 5 図

第 6 図

C: コンドロ石 L: 方解石 Cl: 白泥石

く、コンドロ石に附着して共に方解石の巨晶に包有されていることもしばしばある。その形は方解石の一部を交代して形成されたことを考えさせるものがある (第4図)。

神岡産コンドロ石とひだ變成作用

産状からみると神岡産コンドロ石は 晶質石灰岩が伊西閃長岩質岩石の花崗岩化作用前縁 (front) に接触して形成されたと考えられる。

伊西閃長岩質岩石はひだ變成岩の一員として特徴的なものの一つであつて、同種の岩石はひだ變成帯の中に少量ではあるが広く各地から発見されるものである。この岩石の花崗岩化作用の経過については別に発表するつもりであるが、いくつかの興味ある事実が知られている。

伊西閃長岩質岩石の花崗岩化作用前縁における Mg, Fe の濃集, いわゆる “basic front”¹⁾ の特徴の一つは Mg: Fe の比が大きいことである。この岩石中の包有物, 石灰質岩石や黒雲母を主要苦土鉱物とする迸入片麻岩塊などの周辺にはしばしば輝石ばかりからなる優黒帯がとりまいていますが, ほとんど透輝石ばかりからなり, ベヘデンルグ石が存在するのは局部的で, 透輝石の 1% 前後の量比で産出するにすぎない。この岩石の中にコンドロ石のように著しく Mg に富む鉱物が産出することはこのような特徴をうらづけるものである。

コンドロ石は Sjögren²⁾ や Eckermann³⁾ によると B-コンドロ石と G-コンドロ石の 2 種類がある。神岡産コンドロ石は淡黄褐色の色, 結晶形を示さないこと, 双晶の多いことなどからみると G-コンドロ石に属するようである。Eckermann によると, Mansjö では G-コンドロ石は Mg 添加のある岩脈に, B-コンドロ石はそれのない岩脈に産するという。

また一般に花崗岩化作用においては Mg と Fe は鉱物として固定する時期を異にし, そのために一種の変成分化作用がおきるようである。伊西閃長岩質岩石では Mg と Fe の分離がかなり完全に行われたと考えられる。この岩石の主要苦土鉱物の輝石についてみると, Mg にくらべて Fe は晩期に固定し, 岩石の普通の部分では透輝石が現れヘデンベルグ石は揮発性成分の濃集するペグマタイト質の部分にだけ産出する。神岡産コンドロ石の Mg: Fe の比をみると約 57 である。世界のコンドロ石として報告

1) D.L.Reynolds, The sequence of geochemical changes leading to granitization. Quart. Jour. Geol. Soc. Vol.CII, 1946. p.389-446

2) Hj. Sjögren ibid.

3) H.von Eckermann ibid. p.379

G-コンドロ石とB-コンドロ石の化学成分上の差は明かにされていない。

されているものの中にはその比が 4 にも達する Nordmark 産¹⁾ のようなものさえあり、普通 10~15 であるのにくらべると神岡産コンドロド石はきわめて Fe の少い純粋のものである。

要するに伊西閃長岩質岩石では Fe と Mg はかなり完全に分離せられ、Fe はこの岩石からもまたそれに関連するコンドロド石からもほとんどおい出され、一方 Mg は著しく濃集したと考えられる。ひだ変成作用がきわめて大規模なもので、物理的条件は徐々に変化し、かなり完全に近い化学平衡を保ちながら変成分化の段階をたどつたという考えを、神岡産コンドロド石の産出とその化学的特性もうらづけていることに筆者は興味を感じるものである。

秋田縣北粕毛川上流の綠色凝灰岩に貫入する石英閃綠岩

On the quartzdiortitic intrusive rock in the green-tuff formation along the upper stream-side of the Kasuke River, Akita Prefecture.

大和榮次郎, 尾上 孝 (Eijirō Ōwa and Takashi Onoe)

最近東北地方の所謂綠色凝灰岩を貫く花崗質岩石が地質学雑誌に相次い

第 1 図

- Ap 複輝石安山岩
- Dq 石英閃綠岩
- Lp 流紋岩
- Dl 粗粒玄武岩
- Bs 黑色頁岩
- Gt 綠色凝灰岩

1) Hj. Sjögren, ibid. B-コンドロド石の分析値による。