

青森県西津軽郡岩崎附近の轟石鉍床について

南部松夫* 岡田広吉*

Todorokite Deposits of Iwasaki District, Aomori Prefecture. By Matsuo NAMBU and Kōkichi OKADA.

The bedded manganese oxide deposits of Iwasaki district, Aomori Prefecture occur in most cases in tuffaceous sandstone of the upper Miocene age. The mother rock of these deposits is slightly affected by the hydrothermal alteration, and the ore is characterized by the mineral composition of a single manganese mineral, todorokite. The mineral is identified mainly by the X-ray powder method and chemical and differential thermal analyses. The chemical formula is $(\text{Mn}^{2+}_{0.58} \text{Ca}_{0.09} \text{Mg}_{0.26} \text{Ba}_{0.04})_{0.90} \text{Mn}^{4+}_{3.06} \text{O}_{7.00} \cdot 2.1 \text{H}_2\text{O}$ which agrees well with $\text{Mn}^{2+}\text{Mn}_3^{4+}\text{O}_7 \cdot 2-x\text{H}_2\text{O}$ given by L. T. Larsen in 1962.

(Received June 10, 1963)

1. 緒 言

青森県西津軽郡深浦町～岩崎村一帯は明治中期以降、本邦のマンガン鉍産地として著明¹⁾であり、この中でもとくに深浦（湯ノ沢鉍山も含む）、岩崎、南股の諸鉍山は稼行と休山を繰返しながらも数十年に亘って採鉍された実績を有する²⁾³⁾。本地域のマンガン鉍床は新第三紀層を母岩とし、層状ないしレンズ状の形態を呈していわゆる「ピリカ型鉍床」⁴⁾に属し、既知鉍床は規模の大小の差こそあれ枚挙に遑がない。しかし、鉍石の鉍物組成に関する知識は可児弘一、田中豊⁴⁾の断片的な記載を除き、筆者らの研究⁵⁾に至るまでは単に鉍石の用途に応じて「二酸化」と「金属」に、あるいは肉眼的な特徴をもって「軟満俺」と「硬満俺」に区分されていたに過ぎない。

筆者ら⁶⁾はすでに、当地域の南股鉍床の鉍石鉍物は水マンガン鉍とパイロルース鉍を主体とし、これにクリプトメレーン鉍と横須賀石、あるいはラムスデル鉍を随伴し、常に少量の轟石を普遍的に産出するのが特徴であることを指摘した。ピリカ型鉍床に轟石を産出する可能性は轟石が発見された翌年、吉村豊文、佐々保雄⁷⁾が予測している。しかしながら、その後の多くの研究によつても、ピリカ型鉍床から轟石が見出された例⁸⁾は本地域に限られ、かつまた本地域には轟石のみで構成されている鉍床が賦存していることも判明した。

現在、轟石のみよりなる鉍床の存在は世界でも稀な例であつて、本地域だけしか知られていない。しかし、Cuba および岩崎村附近のマンガン鉍床産轟石は、前者にあつては製鉄製鋼原料鉍石として多量にアメリカ合衆国へ送鉍され、後者も既に 10,000t 以上の鉍石が国内の各種産業に供給された。このように、轟石は経済的にも重要なマンガン資源であり、同時にマンガン鉍床の

選鉍製錬研究所報告 第397号 昭和38年度日本鉍山地質学会総会で発表 (1963. 2. 1)

* 東北大学選鉍製錬研究所

- 1) 吉村豊文：日本のマンガン鉍床，マンガン研究会，(1952)。
- 2) 野田勢次郎：20万分の1 青森県中地質図及び説明書，地質調査所，(1909)。
- 3) 青森県：青森県の地下資源，(1960)，26。
- 4) 可児弘一，田中 豊：電試彙，2 (1938)，291；電化，7 (1939)，7。
- 5) 南部松夫，岡田広吉：鉍山地質，10 (1960)，37。
- 6) 南部松夫，岡田広吉：選研彙，17 (1961)，1。
- 7) 吉村豊文，佐々 保雄：地質誌，42 (1935)，615。
- 8) 可児弘一，田中 豊⁴⁾は北海道石瀧，ピリカ両鉍山産マンガン鉍石中に轟石を認めたが，前者は産状が不明であり，後者は明らかに二次的生成に係ることを記載している。また，針谷宮⁹⁾¹⁰⁾は北海道のピリカ型鉍床産鉍石を詳細に研究したが未だ轟石を見出していない。しかし，吉村豊文，佐々保雄⁷⁾が記載したピリカ型鉍床産の「ボヤ鉍」は後述のように轟石と推定できるのであるが，本項では産状と記載の明瞭な産地に限定したので，上記諸産地のものは一応考慮の外に置いた事をお断りしておく。

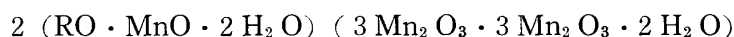
成因を考察する場合においても従来の知見に多大な影響を及ぼす要因が含まれている。

本文は表題地域の轟石鉱床と轟石の諸性質についての概略を報告するものである。なお、筆者らが発見した轟石の産地は本地域の外に数箇所あり、その一部は既に報告したが¹¹⁾、産状ならびに鉱物学的性質の詳細については別に発表する予定である。

2. 轟石について

轟石は1934年に吉村豊文¹²⁾が北海道轟鉱山で発見した含水酸化マンガン鉱の1種であつて、産地に因んで命名された鉱物である。現在のところ、轟石の鉱物名は鉱物、鉱床研究者の一部を除いて余り普及していないので、本文に入るに先立ち轟石に関する鉱物学的知識を紹介しておくのが便利と思われる。

吉村豊文によると、始めて轟石が発見された轟鉱山は第三紀火山岩を母岩とした数条の含金銀石英脈で構成され、轟石はこの鉱脈中の晶洞に産し、イネス石が熱水変質の結果として生成したと考えられた。本鉱は繊維状結晶の平行集合体からなり褐黒色を呈し、極めて粗鬆で軽く、指頭で粉化できる程に軟い。比重は 3.67。化学分析値が既知鉱物に合致しないので新鉱物と認め、光学性が nontronite に類似していることを根拠として、本鉱の化学式を nontronite に従つて次のごとく導いた。



R : Ca, Ba, Mg など

本鉱の化学式としては 1944 年に改版された The System of Mineralogy¹³⁾ では吉村豊文の化学分析値を基礎として次式が採用された。



ついで、吉村豊文、佐々保雄⁷⁾ は北海道渡島半島に賦存するピリカ型鉱床を研究して、この種の鉱床の形成に轟石が主要な役割を果すことを指摘し、また温泉から生成する酸化マンガン鉱が轟石であろうと推定したこともあるが¹⁾、何れにおいてもそれぞれに産出する鉱物の物理的特徴が轟鉱山産轟石に極めて類似している事実を挙げたに止り、詳細なる鉱物学的記載を行つてはいない。しかし、吉村豊文が推定した轟石の生成環境は、後に述べる轟石の多くの産状に照合すると概ね適切、かつ妥当であることが判明している。

吉村豊文の轟石に関する報文に引続いて、可児弘一、田中豊⁴⁾ は本邦各地産マンガン鉱石の鉱物組成を X線粉末写真、化学分析、加熱減量曲線などで検討し、古くからいわゆる「硬マンガン鉱」の鉱石名で一括されているマンガン鉱石には多量の轟石が含有されていることを明らかにした。1953年、Fron del¹⁴⁾ は新鉱物 Woodruffite ((Mn²⁺Zn)₂Mn⁴⁺₆O₁₂·4H₂O) の結晶構造の研究において、同鉱と轟石の化学組成や X線廻折線が良く類似していることを理由に、両鉱が同形である可能性を推定したこともある。轟石の X線廻折線は Fron del が、加熱減量曲線は可児弘一、田中豊がそれぞれ始めて与えた。

これらの諸報文の発表以後、轟石の産出を報告するものが全く絶え、本鉱は稀産の鉱物と見做されて約 20 年を経た。しかるに 1957 年に至り桜井欽一、高須新一郎¹⁵⁾ は静岡県池代鉱山のボヤ

9) 針谷 宥: 鉱物, 3 (1958), 565.

10) Hariya, Y.: J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. IV, 10 (1961), 641.

11) 岡田広吉: 岩鉱, 45 (1961), 49.

12) Yoshimura, T.: J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ., Ser. IV, 2 (1934), 289.

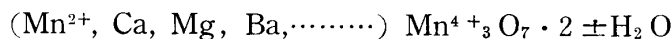
13) Palache, C., H. Berman and C. Fron del: Dana's the System of Mineralogy. 7th ed. 1 (1944), 573.

14) Fron del, C.: Am. Mineral. 38 (1953), 761.

15) 桜井欽一, 高須新一郎: 鉱物, 3 (1957), 241.

鉍床から轟石を発見したことを嚆矢とし、1960年には筆者ら¹⁶⁾が本邦各地のマンガン鉍床から、Ljunggren¹⁷⁾は Sweeden から、Levinson¹⁸⁾、Straczek, Horen, Ross, Warshow¹⁹⁾は Cuba およびその他から、FrondeI, Marvin, Ito²⁰⁾は Charco Rendondo など数箇所から、また Larsen²¹⁾は Phillipsburg から、相次でこれを発見し、轟石に関する多数の報告が爆発的に発表された。1960年以後の諸報文によると、轟石はそれまで考えられていたように稀産の鉍物ではなく、二酸化マンガン鉍を生成しているような場所には量の多寡はあるがしばしば産出することが明らかになった。とくに、Cuba においてはマンガン鉍床の主要鉍石鉍物であり、かつて Delatorreite の鉍物名が与えられたこともあつた¹⁹⁾。

以上の諸報文による轟石の鉍物学的性質は次のごとくである。すなわち、色は褐色～黒褐色を呈し、一般的には亜金属光沢、条痕色は褐黒色～黒褐色である。時には塊状をなすこともあるが、多くは細長い繊維状結晶の平行集合体が同心円状、放射状、層状、縞状、結核状などをなし、一般には空隙に富み粗鬆である。硬度は多くの例では測定不能な程に軟く、かつ脆いが、稀にはやや堅く4±の測定値もある。比重は3.1～3.7。結晶は肉眼で測角できる大きさには発達していない。透過顕微鏡下では普通は不透明である。Straczek, Horen, Ross, Warshowは Cuba 産轟石の電子廻折線およびX線廻折線を解析して、本鉍を斜方晶系、または β が 90° に近い単斜晶系とし、格子定数は $a:9.75\text{\AA}$, $b:2.85\text{\AA}$, $c:9.59\text{\AA}$ と決定した。また、本鉍のX線廻折線および斜方晶系として与えた指数は第2表に併記したごとくである。轟石の化学成分は MnO_2 , MnO , H_2O を主成分とし、数%の CaO , MgO , BaO , ならびに2%以下の Na_2O , K_2O からなる。化学式は各研究者がそれぞれの根拠をもつて提案したが、現在では次式が最も適切と考えられている。



いま、轟石の化学式を $\text{MnMn}_3 \text{O}_7 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ と仮定した場合の全Mnは56.76%、 H_2O は9.79%となり、また今日までに発表された本鉍の化学分析値中の全Mnは51～54%を有する。轟石がマンガン鉍石として利用し得ることはこの化学成分でも明らかであり、すでに本邦やCuba産轟石が鉍石として採掘された実績も首肯される。

3. 岩崎村附近の地質概略

青森県西津軽郡の深浦町から岩崎村に亘る半島部の地質は、この地域がマンガン鉍産地として著明であるにもかかわらず、野田勢次郎²⁾の概査以後、ほとんど調査が行なわれていなかったが、近年に至り中島博²²⁾、北村信、岩井武彦²³⁾、盛谷智之²⁴⁾、および筆者ら⁶⁾のマンガン鉍床調査によつて、ほぼその概要が明らかになった。これら諸氏の結果に筆者らの資料を加えて編集した地質図を第1図に示した。本図には本地域のマンガン鉍床の中、採掘の対象となつた鉍床の位置も併せて記してある。

すなわち、本地域は下部より新第三紀中新世の安山岩および同岩質集塊岩(鱸作安山岩)、追立沢層、流紋岩(深浦流紋岩)および中山峠層で構成される。盛谷智之によると中山峠層は田野沢

16) 南部松夫, 岡田広吉, 谷田勝俊: 1960年度鉍物・岩鉍・鉍山地質学会合同講演会で講演(1960年10月)。

17) Ljunggren, P.: Am. Mineral. **45** (1960), 235.

18) Levinson, A. A.: Am. Mineral. **45** (1960), 802.

19) Straczek, J. A., A. Horen, M. Ross and C. M. Warshow: Am. Mineral. **45** (1960), 1174.

20) FrondeI, C., U. B. Marvin and J. Ito: Am. Mineral. **45** (1960), 1167.

21) Larsen, L. T.: Am. Mineral. **47** (1962), 59.

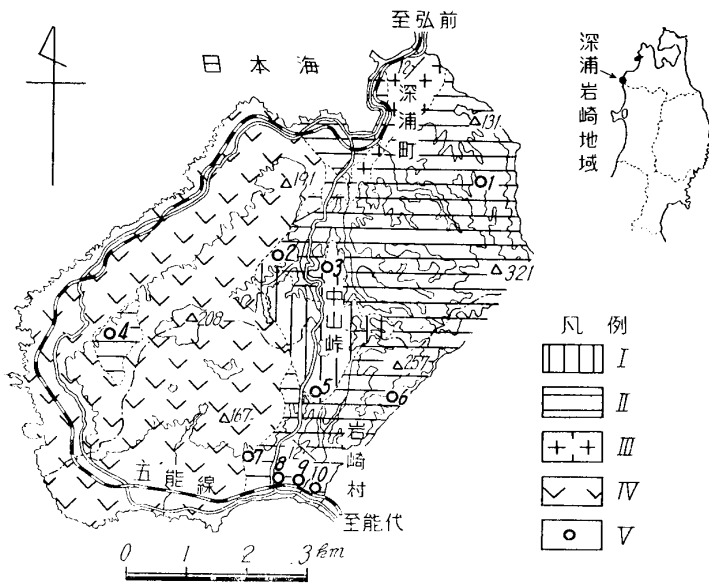
22) 中島 博: 東北大学理学部地質学教室卒業論文。(1959)。

23) 北村 信, 岩井武彦: 青森県地質説明書。青森県。(1963), 23.

24) 盛谷智之: 日本地質学会第70年総会で発表(1963年4月)。

層, 追立沢層と深浦流紋岩は大戸瀬層上部, 鱸作安山岩は大戸瀬層中部に相当し, また男鹿半島の標式地に対比するならば, 前者は西黒沢層, 後2者は台島層に該当し, この点は古く高橋純一²⁵⁾も述べているところである. 中山峠層と下部層との関係は本地域では不明瞭であるが, 追立沢層, 深浦流紋岩, 鱸作安山岩は互に指交関係にあると考えられている.

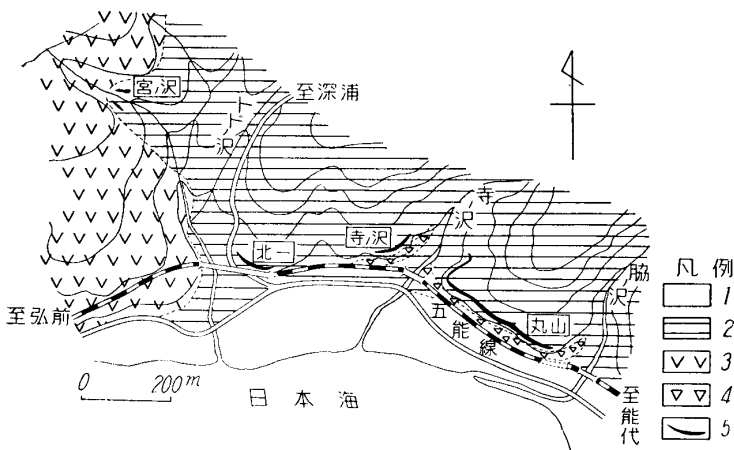
鱸作安山岩は深浦町と岩崎村を結ぶ県道の西側から海岸線一帯にかけて分布し, 主に紫蘇輝石安山岩と同岩質集塊岩で構成される. 追立沢層はいわゆる「緑色凝灰岩」であり, 鱸作安山岩の東方に広く発達し, 角礫凝灰岩, 浮石質凝灰岩を主として凝灰岩質砂岩, 同質シルト岩を夾有し, また宮ノ沢坑内では本層の下位を占めるとされる礫岩もある. 本層の走向傾斜は, 北部の深浦町附近では $N 10 \sim 20^{\circ} E, 10 \sim 15^{\circ} NW$ であるが, 南部の岩崎村海岸附近では $N 10 \sim 20^{\circ} W, 10 \sim 15^{\circ} SW$ を示し, 中山峠附近を軸とする $NE \sim SW$ に走る緩かな背斜構造の存在が推定される. 深浦流紋岩は流状構造の良く発達した岩石であつて, 深浦町を圍繞するように同町の後背山地に分布している. 中山峠層は深浦町と岩崎村の境界の中山峠附近に分布するものであつて, 礫岩, 砂質礫岩を主とする.



第1図 深浦～岩崎間附近の地質図

I: 中山峠層 II: 追立沢層 III: 深浦流紋岩 IV: 鱸作安山岩 V: 鉱床位置
 1: 南股鉱山 2: 深浦鉱山 3: 中山鉱山 4: 鱸作鉱山 5: 岩崎鉱山 6: 脇ノ沢鉱山 7: 宮ノ沢鉱山 8: 北一鉱山 9: 寺ノ沢鉱山 10: 丸山鉱山

さて本域のマンガン鉱床が胚胎する層準の問題であるが, 深浦, 中山, 岩崎の3鉱床は中山峠層のほぼ基底部に, その他の諸鉱床の大部分は追立沢層の中, 下部と推定される. ただし鱸作鉱山は鱸作安山岩に属する可能性もある. しかしこの問題は東北地方内帯におけるマンガン鉱化の時代を論ずる上で影響するところが頗る大と思われるので, 今後さらに資料を豊富にして再検討したい.



第2図 宮ノ沢・北一・寺ノ沢・丸山4 轟石鉱床附近の地質図

1: 沖積層 2: 追立沢層 3: 鱸作安山岩 4: 安山岩岩脈 5: 鉱床露頭

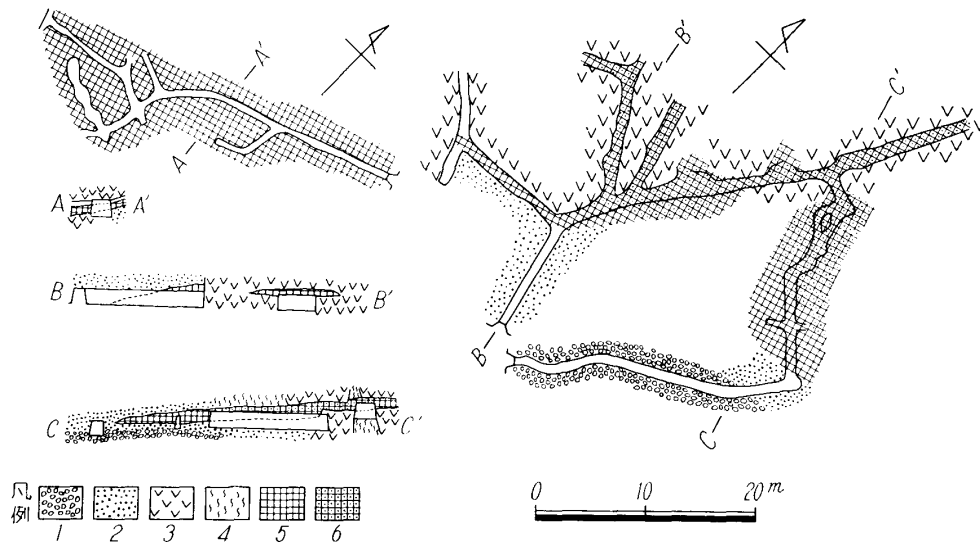
轟石鉱床は岩崎海岸の五能線に沿う地域に集中し, 西部から宮ノ沢, 北一, 寺ノ沢および丸山の諸鉱床が並び, 何れも一時稼行されたが現在は休山中である. 鉱床附近の地質(第2図)は地域西部が鱸作安山岩, 東部は追立沢層の主として凝灰岩質砂岩から

4. 鉱 床

25) 高橋純一: 岩鉱, 15 (1936), 167.

なり、本層中には礫岩、頁岩の薄層や層理に沿う1m大の安山岩角礫も夾在する。マンガン鉱床は何れもほぼ同一層準に賦存して追立沢層の凝灰岩質砂岩を母岩として層状を呈し、鉱石鉱物が轟石のみの単一鉱物で構成されている。

A. 宮ノ沢鉱床 岩崎村から深浦町に通ずる県道の五能線ガード附近からトドノ沢を西進して約1km、沢を挟んで東西に鉱床が賦存している。鉱床の位置は鱸作安山岩と追立沢層の境界に当り、東の坑口を界として西部に安山岩質集塊岩、東部に凝灰質砂岩と礫岩が分布している。鉱



第3図 宮ノ沢鉱山坑内地質図および断面図

1: 礫岩 2: 凝灰質砂岩 3: 安山岩質集塊岩 4: 粘土帯 5: 塊状鉱体 6: 網状鉱体

床は第3図に示したように、一部は巨礫状の安山岩質集塊岩の間隙を充填するような層状形態をなすこともあるが、大部分は凝灰質砂岩と整合的關係を有して地層の一部を構成している。富鉱部の厚さは約3m、鉱床末端や鉱体中の貧鉱部では鉱石が凝灰質砂岩中に胡麻状に散布して鉱染状となつていることもあるが、鉱床と母岩の境界は比較的明瞭で走向、傾斜を同じくし、かつ鉱床が凝灰岩質砂岩や安山岩質集塊岩を脈状に貫くことはない。鉱床内部は鉱石の状態によつて塊状鉱体、鉱染状鉱体、網状鉱体の3型に区分される。前2者は種々の集合状態の轟石が粗密の程度を異にするものであつて鉱石の本質には相異はなく、後者は後述のように板状～枯木状の轟石が細脈～網状をなして粘土中に存在し、個々の細脈は最大の中10cm、長さ1mにも達することもある。鉱石のこのような状態は鉱石鉱物である轟石の物理性と生成場所における母岩の性質との組合せを反映した結果である。

B. 北一鉱床 岩崎村から深浦町に至る県道が五能線を渡つた東方の線路の近くに鉱床露頭がある。かつて高橋純一⁵⁾が記載した「岩崎小学校前新道の露頭」は同氏の報告以後、五能線の開通、小学校の移転、宅地の造成、鉱床の採掘などの人為的破壊によつてその位置も定かではないが、ほぼこの露頭附近に存在したものであろう。鉱床露頭はガード下と線路近くに観察される。後者は鉱床上部が段丘礫層に被覆され、下部は凝灰質砂岩であつて、鉱床は0.3～0.5mの厚さを有し、鉱床下部に接して0.2～0.3mの厚さの褐鉄鉱に汚染された帯を伴っている。鉱床は上部がやや塊状であり、下部は板状鉱石が粗に分布している。露頭における鉱床の走向、傾斜は不明瞭であるが、SWに緩斜しているようである。本鉱床は現在、坑口が崩壊しているので坑内の観察が不能であるが、採掘当時の鉱床の最厚部は約2mであつたと称されている。

C. 寺ノ沢鉱床 寺ノ沢入口の西方の崖上に露頭を有し、北一鉱床と同時期に開発されたが現在は休山中であり、また鉱床露頭の位置も不確実であつた。しかし、鉱床周辺の地質と本鉱床の

西方に位置している北一鉱床との層位的関係から、両者は同一層準を占め、かつほぼ同性質の鉱床と推察される。

D. 丸山鉱床 岩崎駅西方の五能線トンネルに続く北方山地に位置し、鉱床規模は本地区で最大である。鉱床は凝灰質砂岩を上下磐として厚さ1~3mの層状を呈し、走向N30~40°Wで5~10°SWの傾斜をもち、採掘坑道で走向方向約60m、傾斜方向約30mの鉱画が確認されているが、さらに走向方向への連続性が充分推定できる。鉱床下磐には局部的に褐鉄鉱汚染帯が薄層状をなして存在する。鉱床と母岩との境界は明瞭であるが、緩かな波状をなしている。本鉱床は殆ど塊状鉱で構成され、浮石の含有量と鉱石の粗密などの変化によつて不明瞭ながら鉱体が分帯されるが、鉱石の性質には変化がない。

本地区のマンガングル鉱床は、塊状鉱、鉱染状鉱および網状鉱によつて構成されているが鉱石の本質はすべて等しく、全体としては単純な層状を呈して母岩中に夾有され、また安山岩質集塊岩中でも鉱床はこれらの間隙に沈澱成層した状態を保持している。ピリカ型鉱床の特徴である鉱床に接するソープストーン（モンモリロナイト質粘土）と虎石は本地域の何れの鉱床にも直接的には伴はれない。

5. 鉱石および鉱物

前述したマンガングル産鉱石は本邦の他のピリカ型鉱床産鉱石に比べて褐色味に勝り、また詳細に観察すると大部分が大小の繊維状ないし板状体の集合で構成されている特徴がある。鉱石鉱

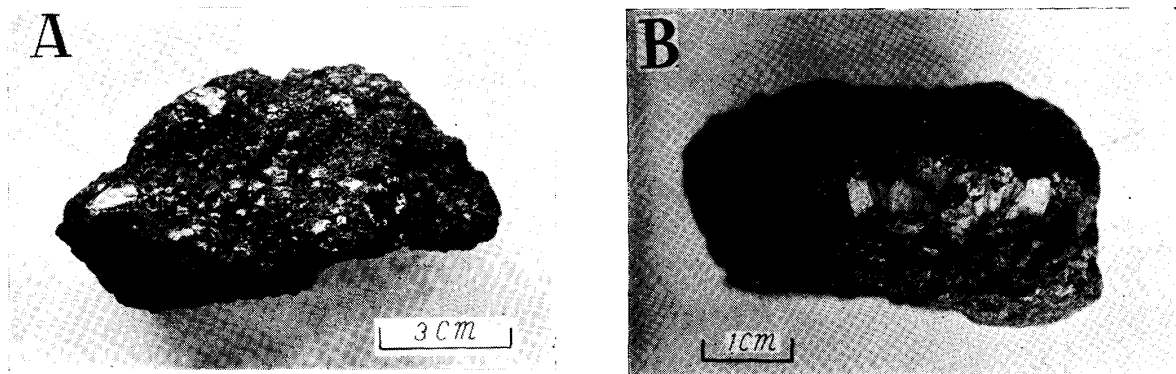


写真1 丸山鉱山産轟石

A: 飛白模様の塊状鉱

B: 塊状鉱中の繊維状結晶の集合体

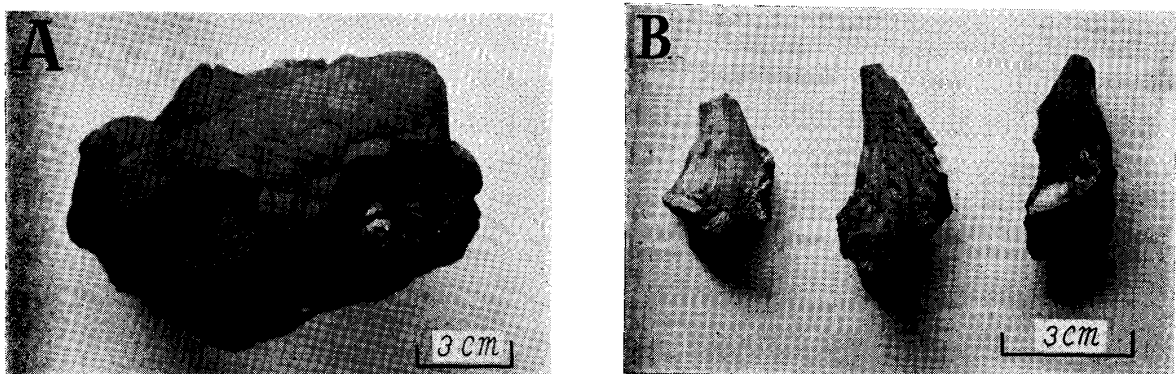


写真2 宮ノ沢鉱山産轟石

A: 鰯状轟石 B: 木片状轟石

物は以下に記載するように全部が轟石であつて、露頭に分布している黒色鉱石にも他のマンガングル

鉱物は検出されない。

A. 肉眼的特徴 鉱石は塊状鉱と扇状ないし枯木状鉱とに分類できる。前者は丸山、北一鉱床および宮ノ沢鉱床の塊状、鉱染状鉱体の大部分を占め、後者は宮ノ沢鉱床の網状鉱体を構成する。塊状鉱は長さ0.5～1cmの繊維状ないし板状鉱が放射状、菊花状、扇状構造をなして緻密な集合体となつている場合が多く、時には北一鉱床の露頭のように板状鉱の長軸方向が地層の層

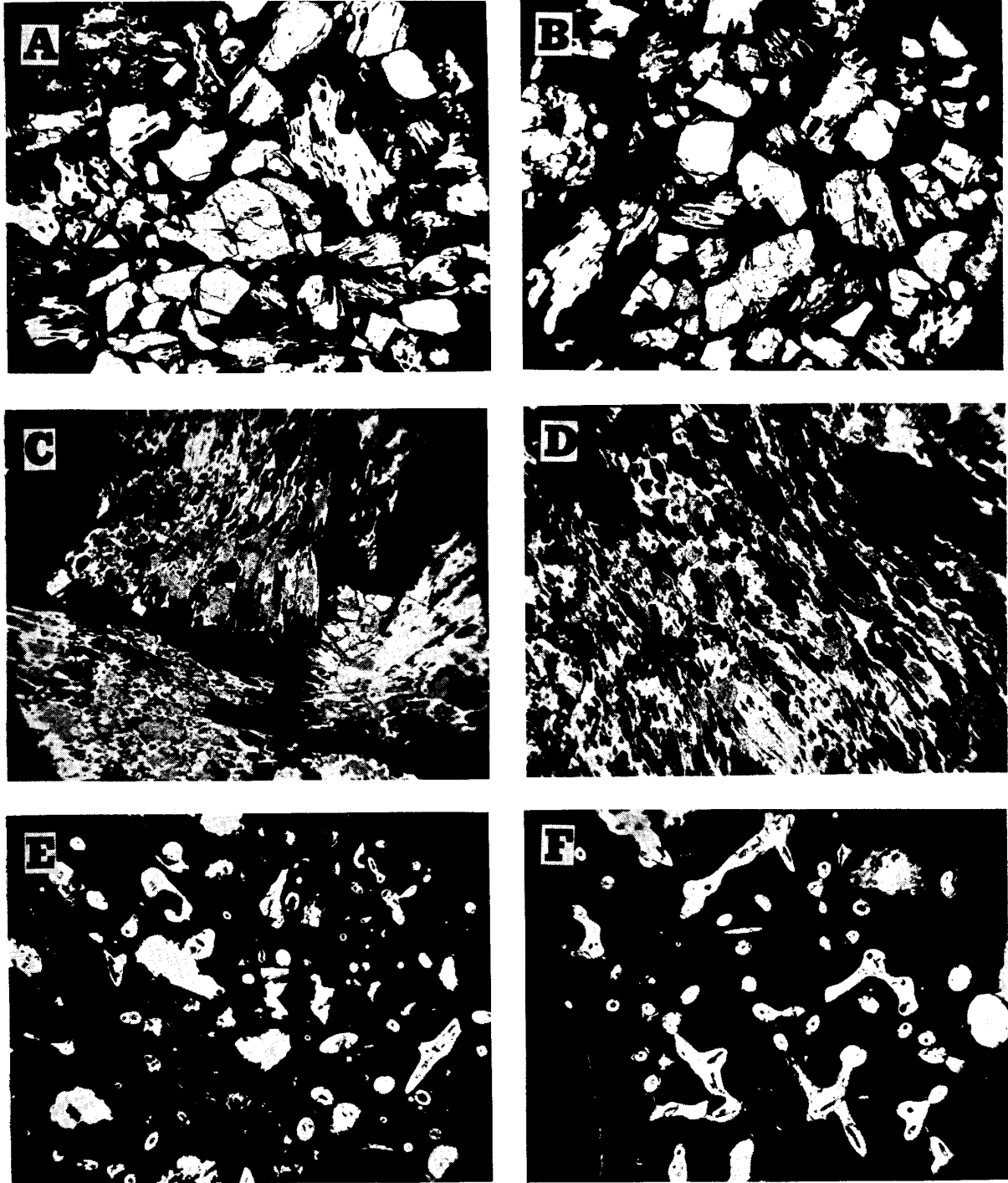


写真3 轟石の透過顕微鏡写真

A, B: $\times 35$ C～F: $\times 75$ A～D: 丸山鉱山産 E, F: 北一鉱山産

理に平行配列をしていることもある。この鉱石には長径1cm以下の大小の角礫状浮石質岩石を混入し、褐黒色の鉱石と白色の浮石質岩石とが入り混つて飛白模様をなし(写真1—A)、また

塊状鉍中にはしばしば櫛歯状に轟石が発達していることもある(写真1—B). 扇状ないし枯木状鉍は主として宮ノ沢鉍床の網状鉍体に産し, 繊維状ないし板状轟石が長軸方向へ著るしく延長したものであり, その数例は写真2—Bのごとくである(写真と採集場所における試料の上下は一致している). 写真からも判別されるように, 鉍石は下方へ扇状に拡がる傾向が明らかであり, また木目状構造が良く発達し, 鉍石はこの構造に沿って剝離し易い. 網状鉍体附近の塊状鉍体中には塊状鉍を被覆し, 表面が魚卵状構造をなす轟石(写真2—A)も見られ, この場合においても鉍石の長軸方向は表面に対してほぼ直角である.

このように鉍石は肉眼的特徴から2種に区別されるが, この相違は鉍石鉍物の轟石の生成場所における母岩の性質が轟石の発達をある程度支配したことを示すものであつて, 轟石の本質を規定するものではない.

B. 顕微鏡観察 轟石の反射顕微鏡下の諸性質は, 本鉍と他の酸化マンガン鉍との比較が不可欠であり, かつ検討を要する問題が多いので別に報告したい. 轟石は透過顕微鏡下で不透明である. 塊状鉍石には一般的に0.5 mm以下の角礫状脈石が均質に含まれ(写真3—A, B) 轟石はこれらの間隙を充填し, 肉眼で観察された構造や方向性は認められない. 角礫状脈石は大部分が浮石であり, 他に少量の石英と斜長石が存在する. また, 浮石には層状構造の発達が普通であつて空隙に富み, 轟石がこれらの端から内部に向けて侵入し, あるいは内部の空隙を埋めていることも多い(写真3—C, D). 北一鉍床露頭の鉍石には写真3—E, Fのようないろいろな化石状形態をなすものが

第2表 轟石のX線廻折線

轟鉍山 ¹⁴⁾		Cuba ¹⁹⁾			丸山鉍山		
d(Å)	I	d(Å)	I	h k l	d(Å)	I	
9.65	10	9.6	S	0 0 1	10.4	20	
* 7.2	½				9.51	100	
4.81	8	4.77	S	0 0 2	4.76	40	
4.46	3						
3.20	4	3.19	w	0 0 3	3.15	12	
		3.11~2.95	band	{ 3 0 1 1 0 3 1 1 0 0 1 1 3 0 2 2 0 3 2 1 0 0 1 2 4 0 0 0 0 4 2 1 1 4 0 1 1 0 4			
		2.7	band	{ 2 1 0 0 1 2 4 0 0 0 0 4 2 1 1 4 0 1 1 0 4			
2.45	3	2.448	m	{ 2 1 0 0 1 2 4 0 0 0 0 4 2 1 1 4 0 1 1 0 4	2.45	8	
2.40	4	2.398	S	{ 4 0 0 0 0 4 2 1 1 4 0 1 1 0 4	2.39	12	
		2.34	m	{ 4 0 1 1 0 4 2 1 2 4 0 2 2 0 4 3 1 0 0 1 3 3 1 1 1 1 3 3 1 2 2 1 3 5 0 0 0 0 5 4 1 2 4 0 4	2.36	12	
		2.216	4	2.21	m	2.21	6
		2.15	1	2.16	f-b		
				2.11	f-b		
		1.981	1	1.98	m	1.99	6
				1.92	w		
				1.74	wm	1.79	4
				1.69	f-b		
				1.53	w		
		1.419	4	1.423	m		
		1.392	1				
		1.331	5				

第1表 丸山鉍山産轟石の化学分析値

成分	重量(%)
MnO ₂	63.21
MnO	9.71
CaO	1.17
MgO	1.90
BaO	1.11
Na ₂ O	0.88
K ₂ O	0.69
Al ₂ O ₃	0.14
Fe ₂ O ₃	4.03
SiO ₂	5.32
H ₂ O(+)	9.16
H ₂ O(-)	2.48
合計	99.80

分析者: 谷田勝俊

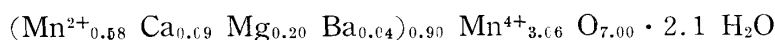
* バーネス鉍のX線廻折線(Levinson¹⁸⁾の指摘による)

多量に含有される. 筆者らは未だ化石と断定できる試料を採集していないが, 高橋純一¹⁵⁾はこの

露頭産マンガン鉱石中から珪質六射海綿の殻, 針, 骨格, および多種の砂粒殻有孔虫 (*Texularia agglutinaus*, *Reophax*, *Rhixamina sp.*, など) を記載している.

本地域産鉱石の顕微鏡観察結果では, 鉱石ならびに脈石鉱物に熱水変質作用を蒙った形跡が認められず, また交代作用で鉱石が生成したと考えられる資料は得られない.

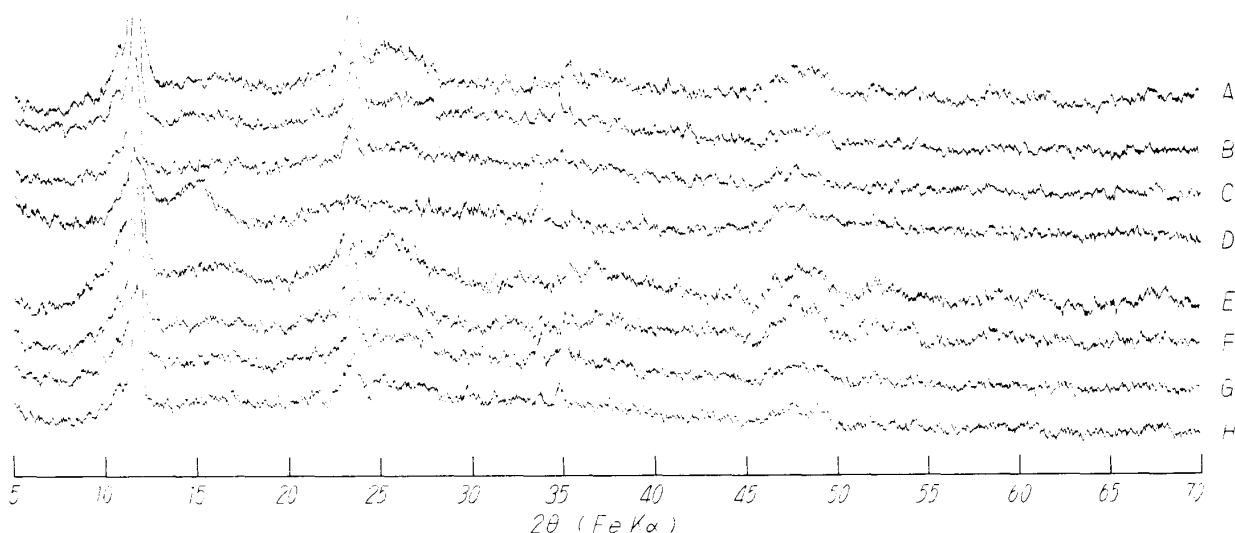
C. 化学組成 丸山鉱山産轟石の精選試料の化学分析結果は第1表のごとくである. 本表のうち, SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 は慣例に従って除外し, Palache, Berman, Frondel¹³⁾ が轟石に与えた化学式に従い $\text{O} = 7.00$ として計算すると次式が導かれる.



この化学式は結果的に Larsen²¹⁾ が轟石の一般式として提案した $\text{M}^{2+} \text{M}^{4+}_3 \text{O}_7 \cdot 2 - x\text{H}_2\text{O}$ にはば一致する.

D. X線廻折線 第2表は丸山鉱山産轟石の精選試料の X線廻折線, および Frondel¹⁴⁾ による轟石産轟石と Straczek, Horen, Ross, Warshow¹⁹⁾ による Cuba 産轟石 (Delatorreite) の X線廻折線であつて, 丸山鉱山産マンガン鉱物が轟石であることを示す. なお, 本表からも明らかのように轟石の X線廻折線は (001) の反射が最強であり, ついで (002), (003), (004) の底面反射による X線廻折線が極めて特徴的であり, これらの X線廻折線の存在によつて他の酸化マンガン鉱 (ただし, リシオフォル鉱 ($\text{Al, Li} \text{MnO}_2 (\text{OH})_2$) の X線廻折線は轟石に類似する) とは容易に区別できる.

第4図は丸山, 宮ノ沢鉱山産の外観を異にする轟石の X線チャートである. 丸山鉱山産轟石は A: 露頭附近のやや黒色化している鉱石, B: 肉眼的に不純物の少い塊状鉱, C: やや浮石質岩石の多い塊状鉱, D: Bに近い性質の鉱石, 宮ノ沢鉱山産轟石は E: 写真2—Bに掲げた枯木状鉱, F: 写真2—Aの魚卵状部, G: 浮石質岩石を含む塊状鉱, H: 写真2—A下部の塊状鉱である. これらの X線チャートには先に指摘した轟石の特徴的 X線廻折線 (001), (002) のピーク ($\text{FeK}\alpha$ $2\theta \cong 11.60^\circ, 23.30^\circ$) がとくに鮮明であり, またこのピークの強弱は主として肉眼的に観察



第4図 丸山鉱山および宮ノ沢鉱山産轟石のX線粉末廻折像

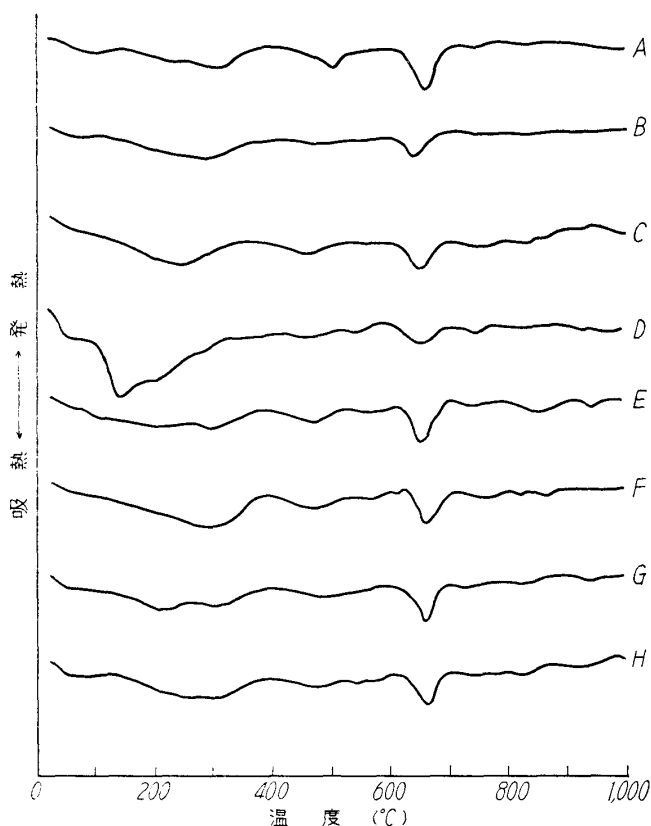
A ~ D: 丸山鉱山 E ~ H: 宮ノ沢鉱山

された轟石の量比を反映していると考えられる. 何れの試料からも轟石以外のマンガン鉱物は検出されない.

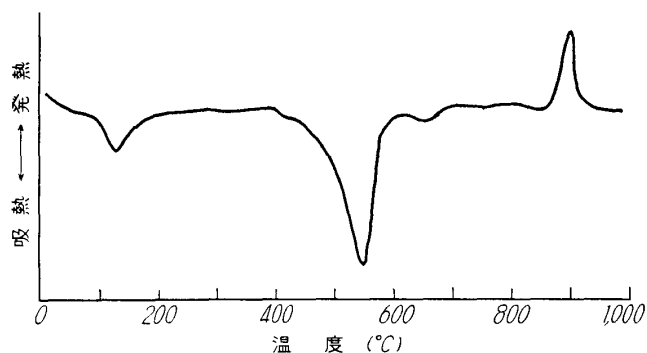
E. D.T.A. 曲線 第5図はX線廻折に用いた試料のD.T.A. 曲線である. 轟石のD.T.A. 曲線は筆者の一人¹¹⁾と針谷宥⁶⁾が纏めたように, 吸熱ピークの数, 温度が試料によつて多少異なる

26) 針谷 宥: 岩鉱, 45 (1961), 219.

が, 200°C 以下の附着水の離脱に伴う吸熱ピークを除外すると, 轟石は 650°C 土の吸熱ピークに代表され, このピークを経てハウスマン鉱へ移行する. 本地域の鉱床産轟石の D. T. A. 曲線には



第5図 丸山鉱山および宮ノ沢鉱山産轟石のD.T.A.曲線
A~D: 丸山鉱山 E~H: 宮ノ沢鉱山



第6図 宮ノ沢鉱山産加水ハロイサイトのD.T.A.曲線

向, 傾斜は極めて調和的であつて鉱床が地層の一部を構成すると認められた. しかも, 鉱石の構造には何れも低温で沈澱し, かつ発達した特徴を有し, また顕微鏡的にも熱水溶液による交代作用, 変質作用の痕跡がなく, 轟石は浮石質岩石などの脈石と同時, あるいはやや遅れて生成, 発達したと推定される組織を示している. 宮ノ沢鉱床の網状鉱体を形成する枯木状ないし扇状轟石の生成は産状や形態などから考察すると, 下方から導入された鉱液から次第に成長したのではなく, 加水ハロイサイト中の空隙に沿つて上部から下部へ順次に轟石が形成されたと考える方が

その特徴が良く表現されている.

前項で述べたように, 轟石とリシオフォル鉱の X 線廻折線は極めて類似しているが, D. T. A. 曲線ではリシオフォル鉱が 500°C 土に単純で明瞭な只 1 つの吸熱ピークを有し²⁷⁾, この吸熱ピークの温度で両鉱は簡単に区別できる.

F. 宮ノ沢鉱山産白色粘土 宮ノ沢鉱山の網状鉱体の母岩をなす粘土は白色で絹糸光沢を有し, しばしば墨流し状の微粉状黑色マンガン鉱を包有している. 第3表と第6図は黑色マンガン鉱を少量含む白色粘土の X 線廻折線と D. T. A. 曲線である. すなわち, 9.59Å, 4.80Å, 3.22Å の X 線廻折線と 650°C 附近の微弱な吸熱ピークは轟石の存在に起因し, 微粉状黑色マンガン鉱が轟石と同定される. これを除いた X 線廻折線と D. T. A. 曲線は加水ハロイサイト²⁸⁾に一致する.

上述のように, 本地域のマンガン鉱床を構成する鉱石鉱物はすべて轟石である. 採掘当時においては, 手選やジグ選鉱を行つても鉱石の Mn 品位を向上させることが困難であり, また塊鉱を坑外に貯鉱しておくも次第に砂状となつた²⁹⁾. この現象は鉱石の性状に起因し, その理由は上記の記載事実でよく説明される.

6. 成因の考察

これまで述べたように, 本地域の轟石鉱床は新第三紀中新世の凝灰岩質砂岩を母岩として層状を呈し, 鉱床と母岩の走向,

27) 南部松夫, 岡田広吉: 岩鉱, 49 (1963), 171.

28) 須藤俊男: 粘土鉱物. (1953).

29) 青森県西津軽郡岩崎村 山路俊一氏の談話による.

むしろ妥当である。この鉱床母岩の加水ハロイサイトの成因に必ずしも熱水作用を考慮する必要はない。

轟石鉱床の成因、とくに生成環境や条件については諸氏の間に種々議論があるが、海底における堆積鉱床であるとする見解には、異論が尠ないようである。すなわち、吉村豊文、佐々保雄³⁰⁾は、北海道渡島半島に賦存する新第三紀層中の層状マンガン鉱床の成因に関して、(1)鉱床は堆積岩中に母岩と同じ走向、傾斜を有して層状をなし、かつ鉱床が層位的にはほぼ同一層準に属すること、(2)鉱床中に海棲化石を包含すること、(3)ボヤ鉱のような繊維状膠質マンガンの存在、(4)ボヤ鉱の形態的特徴などを挙げ、鉱床は始め海底に膠質マンガンとして生成したものであろうと推定した。高橋純一^{25,31)}は北一鉱床附近の露頭観察の結果から、(1)鉱床胚胎層の層位的位置、(2)鉱床と母岩との関係、(3)含有化石の状態、(4)鉱石の賦存状態とその構造、(5)鉱床に温泉作用の痕跡がないことなどの事実を強調して、この鉱床は比較的深い海底に沈澱した堆積鉱床であると解した。Cubaの轟石鉱床³²⁾はモンモリロナイト化した凝灰岩と互層して玉髄質岩を伴い、轟石は凝灰岩を核とし、あるいは凝灰岩の膠結物のように発達し、また轟石鉱床は玉髄、水マンガン鉱、パイロルース鉱を含む石英脈に貫かれる。マンガン鉱物は轟石の外に水マンガン鉱、パイロルース鉱、クリプトメレーン鉱、サイロメレーン鉱が認められる。この

第3表 宮ノ沢鉱山産白色粘土のX線廻折線

d (Å)	I	備考*
10.3	40	H
9.59	60	T
7.44	100	H
4.80	30	T
4.45	50	H
3.22	35	T
2.59	35	H
2.52	35	H
2.36	30	H
1.49	25	H

* T: 轟石, H: 加水ハロイサイト

第4表 深浦～岩崎地域のマンガン鉱床産マンガン鉱物と粘土

鉱石	山名	南股	深浦	岩崎	協ノ沢	鱸作	宮ノ沢	北一	丸山
水マンガン鉱 パイロルース鉱 クリプトメレーン鉱 ラムスデル鉱 横須賀石 バーネス鉱 轟石		○	●	○	●				
		○	○	○	○				
		○	○	○					
		●							
		●							
		●	●	●	●	○	○	○	○
粘土	モンモリロナイト	○	?	○	○				
	加水ハロイサイト						○		
虎石		○	○	○	○				
文献		6	16	4,16	本			文	

○ 多量 ● 少量

轟石鉱床のマンガンの起源は海底における沈澱、あるいは温泉に求め、未だ統一した結論が得られていない。しかし、ここで注目されることは Cuba の轟石鉱床の諸性質が吉村豊文、佐々保雄、高橋純一、並びに筆者らが本文中で述べた轟石鉱床とは鉱石鉱物、脈石鉱物、母岩の変質など

- 30) 両氏は「ボヤ鉱の」の鉱物組成について述べていないが、「ボヤ鉱」は鉱業的にも「二酸化」や「金属」とも区別され、また同鉱の諸種の性質は本文中で述べた轟石の特徴に一致している。よって、筆者らは「ボヤ鉱」を轟石と推定している。
- 31) 高橋純一はこの記載において、マンガン鉱物を肉眼的に「軟マンガン鉱」と「硬マンガン鉱」に区別した。しかし、筆者らの実験結果ではそれぞれの特徴をもつ鉱物の何れも轟石であった。
- 32) Simons, F. S. and J. A. Straczek : U. S. Geol. Survey Bull. 1057 (1958), 1.

が甚だしく相異なることである。

深浦町～岩崎村地域のマンガン鉱床は何れも新第三紀中新世の凝灰質砂岩および凝灰岩中に胚胎してピリカ型鉱床に属し、筆者ら³³⁾の分類に従えば本文で述べた鉱床は轟石型、北部に分布する鉱床は轟石型と水マンガン鉱・パイロルース鉱型との性質を兼備する複合型鉱床である。今日までに判明したこの地域の鉱床の鉱石鉱物と粘土鉱物の種類、虎石の存否を一括して表示すると第4表のごとくである。すなわち、轟石型鉱床と複合型鉱床は鉱物組成が明白に異り、かつモンモリロナイトと虎石は前者には認められないが、後者には共通的に認められる。したがって、この2型の鉱床に水マンガン鉱・パイロルース鉱型鉱床を加えてピリカ型鉱床と一括し、この種の成因を一義的に理解しようとすることは第4表からも甚だ困難であるといえる。Cubaの轟石鉱床は鉱石鉱物の種類、粘土鉱物、玉髓(虎石)の存在などから、ピリカ型鉱床の中でも複合型鉱床に属するものではないかと推定される。

以上のように岩崎附近に賦存するマンガン鉱床は鉱石鉱物の組成の上で甚だ特徴的であつて、かつ母岩の変質も微弱である。これに対し、これまで知られているピリカ型鉱床はモンモリロナイト化が顕著で、虎石を伴ない、しかも母岩と整合的である。このような賦存状態から、ピリカ型鉱床は海底の温泉作用による同生鉱床といわれている。第三紀層中の二酸化マンガン鉱の堆積鉱床をピリカ型鉱床と呼ぶならば、本地区の諸鉱床も明かに本型式の鉱床である。しかし母岩の変質と虎石とに着目すれば、これと多少生成環境を異にすると思われる。つまり、本地区の鉱床は温泉孔や噴気孔から相当遠ざかつた場所で堆積したと推測される。ただしこの場合、問題となるのはマンガンの根源であつて、例えば温泉作用に伴なうマンガン分が遠方まで運ばれて沈澱した場合、現在みられる太平洋底のマンガン結核³⁴⁾と同一の成因および大陸から二次的に生じたマンガン溶液が海中に注入してそれから沈澱した場合などが考えられ、この点についてはさらに今後の検討が望まれる。

7. 総 括

青森県西津軽郡の深浦町から岩崎村に亘る地域に多数のマンガン鉱床が賦存している。これらの鉱床は何れも新第三紀中新世の凝灰岩や凝灰質砂岩を母岩として層状の形態を呈し、いわゆるピリカ型鉱床に属する。このうち、岩崎村海岸附近に分布している宮ノ沢、北一、寺ノ沢、丸山の諸鉱床は鉱石鉱物が轟石の単一鉱物で構成され、鉱物組成の上からみて、甚だ珍しい鉱床型である。

本地域の轟石鉱床にはピリカ型鉱床に普通である母岩のモンモリロナイト化を伴わず、また直接的には虎石も存在しない。鉱石鉱物の轟石は肉眼的には低温の溶液からの生成に係る構造をなし、顕微鏡的には変質作用や交代作用が行なわれた痕跡を認め難い。丸山鉱山産轟石の化学組成は従来提案された轟石の化学式に、また本地域産轟石の何れものX線廻折線、D.T.A.曲線も既知轟石のデータに良く一致する。

以上の資料を総合して、本地域の轟石鉱床は母岩と同生的な堆積鉱床であるが、堆積場所は温泉孔や噴気孔からやや離れていたと推定されることは注目し価値しよう。

本地域を調査する機会を与えられた仙台通産局と青森県、および現地に同行し調査に協力された青森県蜂屋可典技師、仙台通産局高橋義昭技官に対して深甚なる謝意を表す。また、現地案内の労をとられた青森県西津軽郡深浦町藪崎善治氏、同岩崎村山路俊一氏、ならびに化学分析を実施された当所谷田勝俊博士、実験に協力された同所北村強技官の諸氏に厚く御礼を申し上げる。

33) 南部松夫, 岡田広吉: 鉱山地質, 13 (1963), 33.

34) 太平洋底のマンガン結核からバーネス鉱³⁵⁾と轟石¹⁹⁾を同定したとの報告もあるが、なお試料を豊富にして検討しなければならない。

35) Buser, W. and A. Grutter: Schweiz. Min. Petrogr. Mitt. 36 (1956), 49.