岩石礦物礦床學會誌

第三十四卷 第五號

(昭和二十五年十月二十日)

研究報文

岩手縣田老地方における堇青石岩と層狀硫化鐵鑛床との關係

(交代作用の地質學的條件についての一考察)*

Relation between the cordierite rocks and the bedded pyritic
ore deposits in Tarô district, Iwate Pref.

(Consideration on the geological conditions of metasomatism)

加 納 博 (Hiroshi Kano)

Abstract

Cordierite rocks of the famous Orijärvi type, which may be considered the products of intense Mg-metasomatism, have been found from Hitachi mining district as well as from the vicinity of Tarô mine, in northeastern Japan.

These are always embedded in the sheared zones which contain pyritic ore deposits of these districts, and it is supposed that their formation is genetically related to sulphide ore deposits.

Judging from field relations of the rocks in several places such as Taro, Hitachi, Tanzawa, Miyamori etc., we can now induce the following factors as the necessary and sufficient conditions for this type of metasomatism:

(1) sufficient hydrostatic pressure and moderate temperature, related to intrusion of granitic magma;

(2) suitable chemical composition and concentration of emanation and the presence of its carrier (Träger) —probably

a certain basic igneous rock as fore-runner of synkinematic intrusion ;

(3) selective internal stress, originated from heterogeneity of geosynclinal sedimentation ;

(4) comparatively small and narrow spacity of the field of metasomatism.

Lastly, it will be necessary for the factors of (3) and (4) to be superposed by those of (1) and (2), and all these are essentially represented as a certain geological and historical condition which is provided by reciprocal interaction of characteristic tectonic movements and igneous activities of the fields.

In conclusion, the cordierite rocks and the bedded pyritic ore deposits of Taro-Hitachi type may be fully understood only as natural and necessary products of a series of geological events which happened successively under such a geological condition. (Akita University)

は し が き

岩手縣田老鉾山の北方小本村中里附近に Orijärvi 産斜方角閃石・堇青石岩にすこぶる類似したスピネル・黒雲母・堇青石岩の著しいものを産することはさきに報告した¹⁾。この特異なる岩相が安山岩質凝灰岩又は熔岩から強烈な Mg 交代作用によつて誘導された産物であることは顯微鏡的觀察並に構成鉾物の光学的研究から既に明かであるが、しかしこれと田老硫化鉄鉾床帯との間に、果して Orijärvi・日立をはじめとする各地の例から類推されるような密接な成因的關係が存在するか否かとゆうことについては當時はまだ臆測の域を出ていなかった²⁾。本報文ではその後の調査によつて確められた兩者の地質学的關係の概略を述べると共に、併せて問題の交代作用の地質学的條件について若干の考察を試みた。

本邦でこの種の交代作用にはじめて着目したのは日立鉾床の変成岩類を

1) 加納 博：地質，LV, 1949 (講演要旨)

2) 加納 博：地球科學，2, 1950

研究した故大湯正雄であつたが、不幸にしてその研究の成果は氏の夭折によつて未だに公表されていない¹⁾。筆者の研究も又、今後当然日立鉱床における堇青石岩の問題と統一さるべき性質のものであることは言うまでもないが、ここでは田老鉱床における今日までの知識と考察の一端を述べて将来の研究の発展のための一資料としたい。

鑛床並に堇青石岩の地質學的位置

田老鉱床は花崗岩質侵入岩体に挟まれた南北に長い古生層地帯に存在する。この地帯の西半部は主として黑色粘板岩・硬砂岩・石灰岩・チャート等の累層より成るが、東半部は黑色粘板岩・硬砂岩・角岩等の外に酸性乃至塩基性侵入岩又は熔岩を挟み、しかも西半部に見られぬ著しい岩相の側方変化を示している²⁾。

現在稼行中の本坑鉱床（所謂田老鉱山）をはじめ大小無数の層狀硫化鉄鉱床は主としてこの東半部に發達する 10 数條の剪裂帶群中に 胚胎するのである。これらの剪裂帶の各々は 2~1 km にわたつて南北に追跡されるが、全体としての排列は附図に示した如く上盤のものが少しづつ南にずれた雁行構造 (echelon) を呈することが明かに認められる。

問題の中里産堇青石岩がその兩盤に褐鉄鉱のヤケの著しい絹雲母片岩を常に伴い、又堇青石岩それ自体もしばしば黄鉄鉱の鉱染を有し若干の剪裂作用と熱水交代作用を受けている事實は既に知られていたのであるが、この絹雲母鉄化帶こそ実は田老鉱床群を胚胎する剪裂帶の北方延長に外ならないこと、堇青石岩は剪裂帶上に正しく位置することが最近の調査で明かになつた。

なお新しく 5 ケ所の産地が追加されたが、それらの位置も例外なくいずれかの剪裂帶の上にあり、剪裂帶以外には全く見出されていない。

1) Watanabe, M. & W. R. Landwehr: Econ. Geol., XIX, 1924

2) この地帯は高橋万次郎の“北上外側古火山帶”に相當する。
(地質研專報 No. 4, 1950)

第 1 図 堇青石岩と剪裂帯の地質関係図

Fig. 1 Geological map showing the relation between cordierite rocks and sheared zones in the Taro mining district.

1. 堇青石岩 (Cordierite rocks)
2. 剪裂帯 (Sheared zones.)
3. 古生層及玢岩類 (Palaeozoic sediments & porphyrites.)
4. 花崗岩類 (Granitic rocks.)

一般に剪裂帯にはきわめて変成度の高い変成岩類が撰択的に発達しているが、一步剪裂帯を出ると殆んど無変成の黒色粘板岩層に急変することは当地方の構造上著しい特徴の一で珍しくない（例えば中里横岩井沢における剪裂帯の縁邊では徑 2 cm にも及ぶ大型の 堇青石を多量に含む高度の堇青石岩（原岩は火成岩）が、恰も断層で境されたかの如く紙一重の差で黒色粘板岩層に接し、しかも後者中には堇青石は全く生じていない）。

なお剪裂作用及び熱水交代作用が極度に達した鉱床の中心部にも、堇青石岩から低下変成によつて形成されたと思われる一種の phyllonite がしばしば見出される（例えば畑附近において）から、本岩相の形成は必ずしも剪裂帯の末端又は縁邊部に限られることなくむしろかなり普遍的に剪裂帯内で行われたものと考えられる可能性がある。

堇青石岩と鹽基性火成岩との關係

従来この種の Mg 交代作用の問題の焦点は、何がその Träger (運搬者) であるかというところにあつた¹⁾ Eskola (1914), Tilley (1932) をはじめとする多くの研究者はいずれも“接觸変成作用”の在来概念に従つてその Träger を近接火成岩体（主として花崗岩類）に求めていたのであり、幌満地方の堇青石岩を取扱つた本問題の協同研究者の一人である角橋三男 (1948) も、最近までそれに近接する輝石橄欖岩体を Träger と考えていた点において本質的には Eskola 流の考え方を一步も出ていなかったのである。

近年 Reynolds (1946) 等が提唱している泥成岩前縁帯における‘ionic solid diffusion’の假説は従来の概念に対立する一の新しい見方であるがしかしこれとても少々現実から遠く抽象的・飛躍的な觀念論における難点がないとは言えないであらう。

要するに Träger の問題は、さきに筆者が強調したように Träger そ

1) 地球科學, No. 2 を参照されたい。(大抵の文獻は其中に示してあるから、こゝでは一々繰返して挙げることは省く)

れ自體にこだわらない方が問題の考察を自由にするのであるが、さればと言つて火成活動との関連を全く無視することも決して正しい態度ではない。

田老地方の剪裂帯を構成する重要なメンバーの一として塩基性火成岩起源の緑色片岩乃至角閃片岩がある。これは造構造運動に伴う火成活動の塩基性前驅と考えられるものであるが、これが当地方の堇青石岩の上下盤に必ず密接に随伴することは見逃すことのできない著しい事実である。堇青石岩とこの種の *synkinematic* な塩基性侵入岩との随伴関係は従来あまり注意されていなかつたようであるが、この観点から各地の場合を見直すと、Orijarvi, Kenidjack 等の外国の例をはじめとして、幌満・猿留・日立・宮守¹⁾ 等の本邦の例においてもすべての場合に本岩相が塩基性侵入岩と密接な随伴関係を示す事実が大きくクローズアップされてくるのである(例えば、日立地方では“変輝緑岩”が、幌満地方では“斑岩角閃岩”が夫々堇青石岩相に伴われて産出する)。

しかし、このような密接な随伴関係があるからと言つて、直ちに Mg 交代作用の Träger が塩基性火成岩であると結論することは、従来やつてきたように花崗岩をその Träger にしたり或は鉬床の Träger を特定の火成岩に考えたりすることと全く同様にもちろん正当ではない。

要するに、問題の交代作用はいずれの火成岩にせよ或特定の火成岩漿の偶発的進入それ自體が原因となつて行われたものでは決してなく、むしろ火成活動と Mg 交代作用とは次に述べるようなより本質的な構造的要因に支配されて生じた一連の *geological episodes* であり、いわば互いに同格な姉妹関係にあるものと考えられるのである。たゞ強いて時間的關係にこだわるならば、Mg 交代作用は花崗岩よりは塩基性火成岩により近く、おそらく両者はほぼ同時乃至は相前後するものと考えたい。

なおこの問題に関して、渡辺萬次郎 (1924) が日立鉬山地方の Mg 交代

1) 關陽九郎、日本地質學會第 57 年學術大会講演 (1950)

作用及び鉱床と火成岩との関係について次のように述べていることは甚だ興味深く卓見と言わなければならない。

“....., it will be seen that in the Hitachi mining district, *any one igneous rock* is not to be regarded as the source of ore deposits and of contact and hydro-thermal metamorphism, but *the entire suite of events is related to the whole series of intrusion*, which probably required a long time.” (Econ. Geo., XIX, p. 453) (イタリック字体は筆者)

剪裂帯における地質學的諸事件の構造支配

鉱床を胚胎する同一の剪裂帯に、堇青石岩形成に示される交代作用・塩基性火成岩の進入及び変成・鉱床母岩にみられる著しい剪裂作用と熱水交代作用等が併存して見られる例は、田老地方のみならず日立地方でも同様であり、丹沢地方にも類似の関係が認められる。

この問題の考察にあたつて重要な事実は次の2である。即ち

- ① 剪裂帯は常に黒色粘板岩・硬砂岩・凝灰岩等の物理的・機械的性質を異にする岩相の互層部に発達し、岩質の均一な部分には存在しないこと。
- ② 高度の変成岩・交代岩及び鉱床は常に剪裂帯にのみ撰択的に発達すること。

このような事実から帰納されることは、——造構造運動の過程を通じて、Mg交代作用・塩基性火成岩の進入・熱変成作用・剪裂変形作用・熱水交代作用並びに鉱床形成等の一連の地質學的的事件を撰択的に継起した剪裂帯は、いわば先天的な構造的弱線であること、かかる弱線を形成する最大の支配的要因となつたものは古生層堆積当時における堆積作用の異質性¹⁾に外ならないとゆうことである。即ち、この帯は堆積の當初から既にその後の諸事件を継起すべき“場”としての構造的條件を必然的自然發生的に具えていたものと見られるのである。

卑近な例に類推を求めるならば、それは重しをかけられた濯庵漬の場合にたとえられるだろう。そのような場所は當然自然發生的な“力の場”(stress field)とな、

1) 湊 正 雄：民科地團研総会講演(地層における三つの面)，1950。

り、種の化学反應が促進され、更にわずかの外力が加えられても容易に歪みは變形に發展する。又このような變形によつて生じた空隙は鑛液の浸潤沈澱に好條件を與えるであろう。

從つて見掛上の剪裂變形と鉍床形成とが、それ以前にこの帯に行われた諸事件——例えば Mg 交代作用——とは全く無關係に偶発的に發生したものとは考えられない。言いかえれば、剪裂帯に行われた堇青石岩の形成と層狀硫化鉄鉍床の形成とは、このような撰択的自然發生的な歪力の場における廣義の火成活動及び變成作用の歴史的必然的產物として把握することによつてはじめて統一し理解し得らるゝものであらう。

交代作用の地質學的條件

從來岩石における交代作用——即ち物質の移動・置換・濃集を支配する要因としては、溫度・壓力條件のほか主として Träger の存在及びその中の物質の化学組成と濃度が大きな役割を演ずるものと觀念的に考えられていた。もちろんこれらの條件が必要であることは言うまでもないのであるが、しかし少くとも問題の堇青石岩形成にみらるる如き交代作用にあつては、上に述べたような異質的な堆積の場に撰択的に發生した歪力條件が具体的に物質の移動・濃集を促進する強力な因子として以上の諸條件に参加する。

次にこれに關聯して興味ある 2, 3 の事實について述べる。

- 1) 花崗岩化作用の產物としての岩石中の斜長石の斑狀變晶にしばしば撓曲・屈曲等の機械的變形や特殊の双晶が發達することは從來も一部の入りによつて注意されていた。この場合の機械的變形は交代作用の結果生じた容積變化に基く歪力或は二次的な歪力によるものではなく、むしろ逆に上の意味にあける歪力の場に促進される變晶作用と變形作用との相互作用の產物としてみるべきものではあるまいか。
- 2) 東北日本内帯各地の渾石安山岩類中にしばしば發達する灰長石大晶に、往々劈開面と斜交する無数の細かい parting がみられることがある²⁾。もしこの種の灰長石が火山岩における混成作用の產物であるとするならば、このような parting の存在は灰長石大晶の成生が歪力下においてなされたことに對する一の可能性を與える。

1) 例えば、小出博は“門馬型花崗岩”中にしばしばこのような現象が特徴的にめられることを指摘している（東大豊演習林報告, 1939）
 2) 石川俊夫の通信による。但し、これは急冷によるものと考えられる。

3) 瀬戸内系古銅礫石安山岩類は、火山岩中でも特に混成作用の著しいものとして知られているものであり、とくにその混成現象は同一薄片中においてもきわめて不均一なものがある。その原因としては種々考えられるであろうが、その一として異質物の捕獲・同化過程に發生した歪力分布の不均一性(但しこの場合温度・壓力條件は均一)が少なからぬ役割を演ずることも考えられよう。

交代作用——特に問題の Mg 交代作用におけるが如き原岩の構成を全く改変する著しいもの——を支配する重要な地質学的條件として、上述の歪力條件の外に今一つ問題となるのは交代作用が行われる空間の廣さ及び形である。

この種の著しい交代變成岩体が一般に廣い面積にわたつて産出することがなく、常にレンズ・シュリーレン・岩床・餅盤の如ききわめて狭小な限られた産出状態を示すことは従来知られているすべての場合に共通する明瞭な事實であり、しかも交代度の高いものほど岩体の占める空間が小さいとゆう傾向も多くの場合にうかがうことが出来るのであるが、しかし何故このような空間に限つて著しい物質の移動・濃集が行われるのかについては従来あまり立入つた考察がなされていない。

田老地方の堇青石岩が異質岩相の互層部に撰挾的に發達することは前に述べたが、このことは物質の移動・濃集の原因——少くも原因の一が實はかゝる空間的條件それ自体に存することを物語るものであり、このような空間の廣さ及び形狀それ自身の性質にもとずく界面吸着作用が、同時にその空間内に發生する撰挾的歪力と相まつて物質の交代・濃集を助長し促進するものと考えられるのである。各地の堇青石岩にみられる交代・濃集現象にはこの種の界面作用によつて少くも機構的には説明せらるゝ場合が少くないが²⁾ しかし何故 Mg (或はこれに伴つて Fe・Al) の如き特定の物質が濃集して Ca・Na (或は K) の如き物質が交代排除されるかという根本的な問題についてはなお疑問が残されている。

1) 松本隆が研究中。最近その薄片を観察する機会を得た。

2) 丹澤山地の堇青石岩では、これについて興味ある現象が觀察されているが、詳細は別の機会に述べる。

要するに、この種の交代作用を支配する地質学的条件としては、従来主として考えられていた温度・圧力・濃度等の物理学的・化学的條件のほか、上述の異質的空間に生ずる撰択的な歪力並びに空間の廣さ・形等の構造的條件が重要な意味を持つことが強調せられねばならない。このような具体的な構造的條件が温度・圧力條件にプラスされた地質学的環境においてはじめて問題の堇青石岩は形成される。言いかえれば、この地質学的條件はある一定の質的並に量的特性を有する造構造運動と火成活動の統一的相互關係から生ずる一の**地史學的條件**であり、田老その他各地の堇青石岩はかかる地史學的條件に規定されて形成されたものに外ならない。その意味において、Mg 交代作用の本質の解明は在來の觀念的な物理化學的岩石學の立場からはもはや不可能であり、地質學的或は造構造史の見地に立つた考察によつてはじめて可能となるのである。

北上山地宮守地方の變成帶にも Orijarvi 型堇青石岩の産出が知られている。こゝではその地質學的條件は種々の點で田老・丹澤・日立等と種々の點において共通なものがあるにも拘らず、見掛上著しい剪裂帶と硫化鐵鉾床の形成が見られないので、この場合はむしろ他と異なる特殊の條件が支配するものかともおもわれていたのであるが、本年5月關と筆者の共同踏査によつてこの場合も例外に非ざることが明らかになった。踏査地域は宮守變成帶の南方延長にあたる小友村平笹（^{ヒラサザ} 貞任山北麓）附近の花崗岩体と斑輝閃綠岩体に挟まれた古生層地帶で、その點においても田老その他の場合によく似ている。ここに見出された堇青石岩は

Garnet-biotite-cordierite-andalusite-anthropynilite rock

Biotite-cordierite rock

の2種で後者は著しい foliation を有する。なおこれらに伴つて田老・日立の鉾床母岩と同様な絹雲母石英片岩と、變輝綠岩が發達し、かなりの黄鐵鉾が又含まれ、全体として一の剪裂帶を形成している。ことは、田老その他の場合を全く彷彿せしむるものがある。もつともこの場合には紅柱石が堇青石に代つて優位を占めることは交代作用の化學的な事柄が稍々他と異なることを思わせるが、交代作用そのものの地質學的條件は大差ないものと考えられる。

あ と が き

以上は去る4月3日民主主義科学者協會地学団体研究部会総会で講演した論文“堇青石岩の地質學的意義”と、その後多くの同学の諸先輩から

なされた討論の結果とを要約したものである。貴重な批判・助言をよせられた渡邊万次郎・渡邊武男・小出博・井尻正二・牛来正夫・湊正雄・小島丈児・舟橋三男・山岡一雄・関陽太郎・藤岡一男、井上武の諸氏に厚く御禮を申上げる。とくに日立鉱山におけるこの問題に40年未かわらぬ情熱を示されている渡邊万次郎教授並に東北大学岩石礦物礦床学教室に心からの敬意を表る。

なお本論文は文部省から筆者に與えられた昭和24年度自然科学研究費交付金による研究成果の一部である。(秋田大學礦山學部礦床學教室)

宮崎縣土呂久産ダンブリ石の結晶面について*

Studies on the crystal-surface of daburite from Toroku,
Miyazaki Pref, Japan

富 阪 武 士 (Takeshi Tomisaka)

目 次	1. 緒 言
	2. 化學成分
	3. X線粉末寫眞及びラウエ寫眞
	4. 腐 蝕 像
	5. 酸に對す溶解速度
	6. 総 括

1. 緒 言

宮崎縣土呂久産ダンブリ石の形態学的研究は原田教授¹⁾によつて既に報告されてゐる。同地産ダンブリ石は無色透明柱狀の良品であるがW(20°)面のみは白色不透明の厚さ約1粒程度の薄層よりなり、表面は著しく腐蝕されて灰白色に変質してゐる。筆者はかかる結晶面の示す異常現象の本性