

広島大学学術情報リポジトリ
Hiroshima University Institutional Repository

Title	青森県深浦地方の新第三系：とくにマンガン鉱床について
Author(s)	盛谷, 智之
Citation	広島大学地学研究报告, 12 : 131 - 147
Issue Date	1963-03-30
DOI	
Self DOI	10.15027/52525
URL	https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/00052525
Right	
Relation	



青森県深浦地方の新第三系

—とくにマンガン鉱床について—

盛 谷 智 之

On the Neogene Tertiary in the Fukaura District, Aomori Prefecture,
with Special Reference to the Manganese Ore Deposits

By

Tomoyuki MORITANI

ABSTRACT: The district concerned is located in the green tuff region along the coast of Japan Sea, Northern Honshū. The stratigraphic sequence of the Neogene Tertiary intercalating the beds of manganese dioxide ore is therein, in descending order, shown as follows:

(upper Miocene) Fujikotogawa formation: mudstone and sandstone.

(middle Miocene) { Iwaya formation: hard shale, acidic tuff, andesite and basalt.
Hayaguchigawa formation: sandstone, mudstone, andesite and acidic tuff.

(lower Miocene) { Kuroishizawa formation: rhyolite, andesite, tuffaceous conglomerate and sandstone.
Fujikuragawa formation: altered andesite pyroclastics, lava and coal-bearing sandstone.

The uppermost formation is of non-marine facies, while the remainders are of marine ones.

In the district, there appear two structural trends: one points to NS as is represented by the prevailing anticlinal axis of fold and fault with the same direction, and the other to NW-SE as is shown by the anticlinal axis of fold and fault revealing the similar trend.

The volcanic rocks are distributed inferably in a close relation to the geologic structure. Especially, the pyroxene andesites relating intimately to genesis of the ore deposits are located in the marginal place around the intersection between two different anticlinal fold-axes alluded to above.

In connection with the geology briefly mentioned above, the ore deposits are generally considered as follows:

1) Because of the tabular or bedding form and of being intercalated conformably in the strata, the deposits in question are inferred to be of sedimentary origin.

2) Basing on the fact that the ores are found deposited restrictively in the strata lying over the pyroxene andesites, it seems sure that the manganese in the deposits might have been derived chiefly from the submarine hot spring during the postvolcanism of the pyroxene andesites and partly from weathering of the same volcanics after their eruptions.

3) That the formations including the ore deposits are of marine facies produced with mixing of fresh water suggests the facility for oxidation of the ore into manganese dioxide.

4) The ore deposits are used to occurring in the formations correlative to the Nishikurosawa and Onnagawa formations of the middle Miocene.

目 次

I. ま え が き

II.	地	形
III.	地 質 の 概	要
IV.	地 質 構	造
V.	火 成 活	動
VI.	鉱 床 概	説
VII.	鉱床と地質との関係	
VIII.	ま と	め
	文	献

I. ま え が き

青森県西津軽郡深浦町から岩崎村にかけては、層状二酸化マンガン鉱床を伴う新第三系が発達し、19世紀末の日本のマンガン鉱業開発期には屈指の鉱床地帯として有名であった。本地域の地質、鉱床に関して、ふるくは野田勢次郎(1909)の20万分の1青森図幅により記載報告され、次いで高橋純一(1936)が鉱床の成因を堆積学的見地から論じ、これを海底において形成された堆積鉱床とした。最近になって地域全般の新第三系の層序学的調査研究が、東北大半沢正四郎(1958)、北村 信(1957)、秋田大藤岡一男(1959)などによりなされ次第に地質も明らかになってきた。地質調査所秋田・青森グリーンタフ・グループ¹⁾は1957年より、秋田県北部から青森県西津軽全域にわたる5万分の1図幅調査を実施し、新第三系の地質の全ぼうを解明しつつあり、一部はすでに報告もなされている(大沢外1961;平山外1961)。筆者は1959年よりこれに加わり、1961年から計画の一環として深浦図幅の調査に着手した。地質図作成の段階において、層序の確立および地質構造、火成活動の特徴の把握がなされ、マンガン鉱床についても、その層準や地質構造、火成活動との関連がみとめられた。鉱床の成因を論ずるに、鉱床地域全般の地質学的研究が重要課題の一つとされているが(渡辺1957,61,62)、本地域については、その観点からの報告が少ないため、研究はなお未完のままであるが、ここに地質のあらましと鉱床と地質との関係について概説し先輩の方々の御批判、御教示をいただきたいと思う。なお隣接^{とどろき}の麴木図幅地区の鉱床についても上村不二雄氏の御好意により併せて報告させていただくもので、調査資料を提供下さったことに対し心より感謝の意を表す。調査研究を行うにあたってたえず御指導、御討論いただいている地質調査所上村不二雄、大沢穠、角清愛、平山次郎の各氏に厚くお礼申し上げる。調査の際に有益な御教示を賜った秋田大学鉱山学部藤岡一男教授をはじめ関係者の方々に、本報文発表の機会をお与え下さった広島大学理学部地質教室の木野崎吉郎教授をはじめ諸先生に深く感謝の意を捧げる。

II. 地 形

本地域の地形区分と地質区分・地質構造区分はよく一致している。第1図に示すように地形区分名を仮称する。本地域の地形は、N-S方向に平行して走る2つの断層、東側の松原一新湯断層と西側の広戸一岩崎断層により3区分され、東から西へ、白神背斜山地、中央丘

1) 大沢穠・角清愛・平山次郎・上村不二雄・盛谷智之

床はこの地域に集中分布する。

III. 地 質 の 概 要

A. 層 序 概 説

白神岳付近に分布する先新第三紀花崗岩類を基盤とし、これを不整合に覆う新第三系の緑色凝灰岩類、含油第三系よりなる地層が発達し、更にこれを覆う第四紀の海岸段丘および沖積堆積物までみられる。その層序をまとめて従来の調査と対比すると第1表のようである。第2表には模式的岩相層序区分を示した。地層名については秋田・西津軽地域の図幅で統一名を用いる方針であるので、ここではすでに調査完了の弘前図幅（大沢1962）、太良鉾山図幅（角外1962）、鷹巣図幅（平山外1963）で確立された層序に一応準拠しておく。本地域においても部層の規模で仮称したものもある。現段階では、他地域との正確な対比はなお困難な点もあり、十分な検討と詳しい記載はのちの報告（盛谷；上村）にゆずり、本報文ではマンガン鉾床と関連する範囲にとどめたい。

第1表 対 比 表

		津軽地域 (大沢 角 平山 盛谷)	北秋田地域	深浦地方	琴ヶ沢・油田 (1957, 北村)	深浦・八森向 (1959, 藤岡)	
新 世	含 油 新 系	鶴川				深浦層	
		脇本	東日屋層	葦井沢層 前山川層	鳴沢層		
中 新 系	新 系	北浦		小北内沢層	舞戸層	泥ノ沢層	
		船川	相馬栗魂岩層 松平層	藤琴川層	藤琴川層	赤石層	
		女川	棚内川層	岩谷層	岩谷層	大童子層	岩谷層 音沢層
新 世	緑 色 凝 灰 岩 類	西黒沢	湯口山層	早口川層	早口川層	田野沢層	黒崎層 四ツ洲層
		台島		黒石沢層	黒石沢層	大戸瀬層	
		門前		藤倉川層	藤倉川層		岩館層
先新第三紀		先新第三系	花崗岩類		花崗岩類		

B. 基 盤 岩

秋田・青森県境、白神岳付近に分布する。角閃石黒雲母花崗閃緑岩類よりなり、一部は片麻構造 (NE, 50S) をなす。白神背斜山地地域の調査が進めば、基盤岩の分布、岩質、構造が判明するであろう。地質図に示した範囲外にある。

C. 藤 倉 川 層

第2表 深浦地方地質層序表

時代	標準層序	地 区	模 式 岩 相 区 分	
新 四 紀	現 世 更新 世	沖積堆積物	礫, 砂, 粘土	
		海岸段丘堆積物	礫, 砂, 粘土	
新 三 紀	鮮 新 世	鮎川		
		脇本		
		北浦		
	後 中 新 世	船川	藤琴川層 (20~250 ^m)	暗灰色砂質泥岩 十二湖凝灰岩 (300 ^m) 玄武岩 玄武岩
		女川	岩谷層 (40~150 ^m)	硬質頁岩 六角凝灰岩 (200 ^m) 玄武岩 玄武岩
	中 期 中 新 世	西黒沢	早口川層 (30~150 ^m)	砂岩 泥岩 安山岩
			黒石沢層 (600 ^m)	流紋岩質凝灰岩, 熔岩 凝灰質礫岩, 砂岩
初 期 中 新 世	台島			
	門前	藤倉川層 (1000 ^m)	安山岩質火山碎屑岩 変質安山岩, 熔岩, 火山礫凝灰岩	
新 三 紀	基盤岩		角閃石黒雲母花崗閃緑岩類	

○ 動物化石 ⊕ 植物化石 (Mn) マンガン

基盤岩を不整合に覆い、白神背斜山地に分布し、笹内川上・中流に模式的に発達する。層厚は 1000m にも達する。岩相上、上位と下位に分かれる。下位は変質の著しい暗紫褐色の安山岩熔岩・火山礫凝灰岩よりなり、基盤岩近くでは異質の花崗岩礫を含有している。上位は緑色安山岩質集塊岩・凝灰角礫岩・凝灰岩などの火山碎屑岩よりなり、ときに流紋岩を挟在する。この層準で礫岩・砂岩・頁岩よりなる夾炭層の発達する場合があります。笹内川中流ではかつて津軽炭鉞（青森県1954, p 60）として採掘された。夾炭層より植物化石を産し、藤岡（1959）によれば阿仁合型とされている。種物化石のみ産することから本層は陸水成層とみられ、門前層に対比される。

D. 黒 石 沢 層

白神背斜山地の西端部から中央丘陵地・深浦台地にかけ広く分布する。上位の地層によって全面を覆われるため、下刻侵蝕された河川の流域や海岸に地窓状に露出することが多い。吾妻川流域に模式的に発達する。大局的には東から西へ向って、下位から上位へと重なるが流紋岩の熔岩流が主体をなすこと、上限が不整合に覆われることから構造を把握しがたい。層厚は 600m+。岩相から凝灰質礫岩・砂岩、流紋岩質凝灰岩・熔岩、安山岩質凝灰角礫岩の 3 つに分けられる。

1. 凝灰質礫岩・砂岩 一般に凝灰質・泥質で、暗灰色・暗緑色を呈し、安山岩質火山礫凝灰岩・流紋岩質凝灰岩を挟在する。珪化木・植物化石・炭質物と共に貝化石を産出する。
2. 流紋岩質凝灰岩・熔岩 顕著な流理組織をなす熔岩流と凝灰岩からなり、激しい火山活動のあったことを示している。前述の凝灰質礫岩・砂岩とは指交関係にある。
3. 安山岩質凝灰角礫岩 流紋岩に挟在され、轟木付近では流紋岩の上位に重なり、かなりの厚層をなす。轟木地区のマンガン鉱床はこの安山岩を不整合に覆う早口川層泥岩中に胚胎され、のちに述べるように安山岩と成因的に関係を有するものとみられる。
4. 黒石沢層の層位関係と堆積環境 黒石沢層と下位の藤倉川層との関係は、北秋田地域では整合に重なっているが、本地域では断層および不整合関係にある。本層の堆積時には白神背斜山地地域はすでに隆起地域へと転化しはじめ、その西方の中央丘陵地・深浦台地地域が本層の堆積の場となり、そこでは激しい流紋岩の噴出があり沈降と海侵がはじまっている。本層は植物化石・珪化木・炭質物と共に貝化石を産し、全体としては半鹹半淡の環境に堆積した汽水成層ないしは海成層とみられる。台島層にほぼ対比される。

E. 早 口 川 層

本地域においては *Operculina*, *Miogypsina* を含む泥岩・砂岩で特徴づけられ、模式的岩相は中央丘陵地に発達する。このほか深浦台地には正常の堆積岩を伴わない酸性一中性の火山岩が発達しているが、泥岩・砂岩中に挟在される凝灰岩に類似することと層位関係からこれを早口川層泥岩・砂岩の同準異相とみなし、部層の規模で六角沢凝灰岩・沢辺安山岩とする。本地域のマンガン鉱床は殆どが本層準にある。

1. 泥岩・砂岩 中央丘陵地に南北の帯状をなして分布し、ゆるく波曲し全体としては水平に横たわる。追良瀬から北の海岸に模式的に発達する。層厚は北に厚く南に向って次第に薄化し 30m—150m である。泥岩は北部に発達し、南部では砂岩が優勢となる。泥岩・砂岩は北村 (1957) が田野沢層とし、藤岡 (1959) が砂子淵層としたものに相当する。岩相は追良瀬海岸付近では緑色細礫岩・粗粒砂岩・安山岩質 (スコリア質) 凝灰岩・酸性凝灰岩の互層をなすが、広戸より南では凝灰岩は挟在される程度となる。上部に多く挟在される流紋岩質軽石凝灰岩は六角沢凝灰岩に似た新鮮な軽石をもち、ベントナイト質になった部分もある。スコリア質凝灰岩は沢辺安山岩中のもと同岩質で、黄褐色を呈し、スコリアと軽石が混在している。砂岩は一般に石灰質で、*Operculina*, *Miogypsina* その他多数の貝化石を産し、植物破片も含有される。化石内容から浅海性、外洋型の海成層とみられ、西黒沢層に対比される。下位の黒石沢層とは傾斜不整合関係にあるが、両層共ほぼ同じ地向斜性堆積盆に堆積

し、両層に挟在される緑色凝灰岩の岩質にも大差のないことから、time gap は少ないものと考えられる。羽越地向斜内では台島階から西黒沢階にかけて全般的な沈降が行われたが(藤岡1956, 58), 局所的には造構運動の反映としての不整合現象がみとめられている(西田1958; 香沢1962; 角1962)。本地域は秋田・青森県境の基盤岩の分布するNW—SE方向の隆起帯の延長部にあり藤倉川層堆積後は相対的に隆起傾向が支配的で、局所的不整合現象の生じやすい条件を備えていたと考えられる。とくに早口川層堆積時にはNS性軸の構造の影響は顕著になり、背斜隆起部(白神背斜山地)と、堆積盆を形成した沈降部(中央丘陵地)は明瞭に分かれていっている。鉾床はこのような局所的不整合の不整合面の上方付近に胚胎されており、鉾床生成の地質条件として考慮する必要がある。

2. 沢辺安山岩 藤岡(1959)により命名された。深浦台地西半に分布し、海岸部では連続露頭をなし、沢辺付近を模式地とする。ゆるく波曲するが大局的には水平で、層厚は200m+である。岩質は比較的新鮮な、黒色緻密玻璃質の紫蘇輝石・普通輝石安山岩で、集塊岩・火山角礫岩・凝灰角礫岩・スコリア質凝灰岩からなり熔岩も伴う。海岸では径1mにも達する火山岩塊から火山礫まで乱雑に入った凝灰角礫岩が、海蝕を受け、岩塊を突出させた特徴ある岩相を呈する。まれに黒雲母を有する酸性凝灰岩の薄層を挟在し、スコリア凝灰岩中には軽石が混在する。層位関係は、下位の地層を欠くため下限は不明である。上位の六角沢凝灰岩とは軽度の不整合関係にあるが、殆どtime gapはないとみられ、六角沢凝灰岩が早口川層泥岩・砂岩と同準とみられること、泥岩・砂岩に挟在されるスコリア凝灰岩が沢辺安山岩のものと同岩質であることからこれを早口川層に含めた。しかし黒石沢層中の安山岩とも類似の岩質であり、同じ時期にすでに活動していた可能性もある。沢辺安山岩は岩質的には北秋田地域の女川初期から船川末期まで活動した素波里安山岩に相当する(藤岡1959)が、本地域では活動の開始が早く少なくとも早口川層(西黒沢層相当)堆積時には噴出している。岩崎・深浦地区の鉾床は沢辺安山岩と、これを覆う六角沢凝灰岩との間の不整合面の上方付近に胚胎される。

3. 六角沢凝灰岩(仮称) 深浦台地の東半に分布し、湯ノ沢・六角沢付近を模式地として仮称する。六角沢上流部を中心としてドーム状をなし、北西・南西方向に 5° — 10° でゆるく傾斜する。層厚は200m。岩相は淡緑灰色の流紋岩質軽石凝灰岩と同岩質の砂岩および泥岩の互層からなる。比較的下部に含植物化石凝灰質泥岩を挟む。流紋岩の熔岩流も挟在し、上部には真珠岩質流紋岩が噴出しており、斑晶に黒雲母・石英・斜長石を含む。六角沢・岩崎付近では層間異常がみとめられ、堆積時の火山噴出や造構運動の影響であろう。化石としては *Makiyama*, 海綿, 珪藻のほか植物化石を産し、藤岡(1959)によれば, *Tsuga*, *Betula*, *Carpinus*, *Abies* など報告されている。層位関係では、黒石沢層の流紋岩を不整合に覆い、沢辺安山岩とも軽度の不整合関係にある。しかし沢辺安山岩中に酸性凝灰岩の薄層が挟在されたり、六角沢凝灰岩の基底に一般に礫岩の発達しないことから、両者は引続いて噴出したもので、不整合間のtime gapは殆どなかったものと考えられる。中央丘陵地に発達する泥岩・砂岩との関係は広戸—岩崎断層を境して岩相が全く変わるため対比を困難にしているが、泥岩・砂岩の上部に六角沢凝灰岩の噴出によつたとみられる酸性凝灰岩を挟在していることから早口川層に含められるものと思われる。早口川層の上位に重なる岩谷層は硬質頁岩で特徴づけられるが、六角沢凝灰岩中には硬質頁岩に類似する泥岩の発達する場合もあり、

Makiyama, 海綿化石などは硬質頁岩によく含まれることから、六角沢凝灰岩の上限は岩谷層下部にかかるかもしれない。

早口川層泥岩・砂岩と岩谷層硬質頁岩はいずれも典型的な海成層である。一方これと同層準にある六角沢凝灰岩は海棲動物化石は少なく、植物化石を産し淡水の影響の強い環境に堆した汽水性の海成層とみられ対照的である。このことは深浦台地地域が羽越地向斜の全般的積沈降期にあって、局所的な造構的要因によって隆起地域へと転化し、隣接する沈降域（中央丘陵地）とは異質の堆積環境を生じたと考えられる。とくに沢辺安山岩の激しい火山活動によって、地域は急激に上昇し一部には植物の生育出来る陸地の出現となり、六角沢凝灰岩中の植物化石はその陸地に由来したものであろう。深浦台地地域に発達する正常の堆積岩を伴わないこれら異常相の問題については、あらためて検討したいが、六角沢凝灰岩と泥岩・砂岩にみられた同層準異質の堆積環境の例として、時代対比は別とし、鈴木敬治 (1959)、田口一雄 (1961) などの報告がある。岩崎・深浦地区の鉾床の殆どが、この六角沢凝灰岩中に挟在され、とくに下位の沢辺安山岩を覆う不整合面の上方付近に多く、六角沢凝灰岩の堆積環境と関連しているとみられる。

F. 岩 谷 層

北秋田地域でいわゆる硬質頁岩によって特徴づけられる地層に命名され、秋田油田の女川層に相当する。中央丘陵地には、模式的岩相の硬質頁岩が分布する。堆積盆周辺部に塩基性から酸性の火山岩がみられ、広戸一岩崎断層上に安山岩火山角礫岩、断層東側に沿って玄武岩質凝灰角礫岩、笹内川の南には十二湖凝灰岩（流紋岩質軽石凝灰岩）がそれぞれ噴出している。

1. 硬質頁岩 広戸付近に模式的に発達している。N S 軸で波曲するが大局的には 15° 内外のゆるい傾斜で西方に単斜し一種のケスタ状をなす。笹内川新湯付近より下流へ軌道沿いに波曲が観察される。層厚は広戸一岩崎断層に向って薄くなる傾向があり 40m-150m である。岩相は暗灰色堅硬緻密な板状の硬質頁岩で、黒色泥岩の薄層を挟み、基底部では海緑石に富む。上部に流紋岩質軽石凝灰岩・玄武岩質凝灰角礫岩を挟在し、最上部は十二湖凝灰岩の厚層となる。化石としては *Makiyama*, 海綿などを産し大型貝化石は少い。早口川層泥岩・砂岩に整合に重なる。泥岩・砂岩よりは増深した環境の海成層とみられる。白土山東方の南股鉾山として採掘された鉾床は、凝灰岩と硬質頁岩の互層中に挟在されるが、硬質頁岩の発達がみられることからこの層準を岩谷層下部とした。

2. 安山岩火山角礫岩 白土山東方の南股鉾山付近に分布し、広戸一岩崎断層上に噴出したものである。沢辺安山岩と岩質的には一致するが、六角沢凝灰岩の上に噴出して、硬質頁岩と凝灰岩の互層が上位に重なることから岩谷層下部に含めた。深浦台地に分布し、六角沢凝灰岩・沢辺安山岩を貫く安山岩岩脈は同時期の活動とみられる。沢辺安山岩とは同岩質異層準にある。ここでも安山岩の上位に重なる地層に鉾床が存在するという事実に変わりなく南股鉾山の鉾床が胚胎している。

3. 玄武岩質凝灰角礫岩 白土山東方と十二湖付近に分布している。広戸一岩崎断層と松原一新湯断層により限られた沈降堆積盆の内側で、NS 断層と NW-SE 断層の 2 つが交叉する付近に限って噴出している。これは本地域で一般にみられる現象で、十二湖より南で

も断層に沿って各所に分布している。黒色の玄武岩質本質火山噴出物からなり集塊岩の場合もある。硬質頁岩の上・中部に挟在される。

4. 十二湖凝灰岩 これまでの呼称（藤岡1959）によっている。十二湖付近に模式的に発達する。十二湖付近で300mの厚層をなし、北に向って急激に薄くなるが広戸付近まで追跡される。十二湖付近に噴出の中心があったとみられ、ここでは成層状態悪く、軟弱、角礫状の流紋岩質軽石凝灰岩である。一般に真珠岩質でときに真珠岩質流紋岩の熔岩・岩脈がみられる。笹内川以北では成層を示し、細粒の軽石質凝灰岩が主となる。斑晶として黒雲母・石英・斜長石を含み、岩質的には早口川層の六角沢凝灰岩に似る。硬質頁岩とその上位に重なる藤琴川層暗灰色砂質泥岩の間に挟まれるもので、整合関係にある上・下位の地層がいずれも海成層であることから十二湖凝灰岩は海底噴出によった堆積物とみられる。

G. 藤 琴 川 層

北秋田地域で黒色泥岩によって特徴づけられる地層に命名されたもので、秋田油田の船川層に相当する。本地域では模式的黒色泥岩相とはやや異なり、塊状暗灰色砂質泥岩よりなり中央丘陵地の西端部に分布し、笹内川下流に模式的に発達している。このほか深浦台地に同準異相とみられる深浦砂岩が分布している。

1. 暗灰色砂質泥岩 岩崎駅北東の泥ノ沢に模式的に発達する。波曲しながら西方に15°内外のゆるい傾斜をなす。広戸一岩崎断層に沿って六角沢凝灰岩の上に *abut* し、帯状の狭い分布で北に続き、広戸付近では薄化する。層厚 20m—250m。岩相は塊状暗灰色砂質泥岩を主とし、下部では海緑石・泥灰質レンズ・砂礫岩の薄層、軽石凝灰岩などみられる。この層準では貝化石やその破片に富む部分もある。上部に向って塊状灰色砂質泥岩となり、流紋岩質凝灰岩の薄層を挟み、化石は *Makiyama* が含まれる。層位関係では、岩谷層硬質頁岩に整合に重なるが、この間に十二湖凝灰岩が挟まれる。北部では直接に重なる関係がみられる。流紋岩質凝灰岩は十二湖凝灰岩の活動を中心に岩谷層の上部から藤琴川層中・下部まで挟在される。硬質頁岩に引続いて地向斜性堆積盆を埋めていった海成層とみられる。

2. 深浦砂岩（仮称） 深浦台地の中央部に盆状をなして発達する砂岩からなる地層を、湯ノ沢・中山峠付近を模式地として深浦砂岩と仮称する。野田（1909）は、この砂岩層を、その下位の筆者が六角沢凝灰岩（仮称）とした地層を含めて深浦層と命名し、以来この呼称が用いられてきた。しかし、従来の深浦層は、内容的には不整合関係にある2つの地層からなり区分される必要があり、一方この砂岩層は本地域のどの層準の岩相とも異なっており、対比上も問題のあることから部層として独立に扱うことが妥当とみられるので、ここでは深浦砂岩（仮称）と呼ぶことにしたい。岩相は軟弱塊状砂岩からなり、ときに凝灰岩の薄層を挟在する。基底部に、やや石灰質の粗粒砂岩が発達し、保存のわるい *Pecten sp.* などの貝化石を含有する。層厚は約 80m。層位関係は下位の早口川層沢辺安山岩と六角沢凝灰岩を不整合に覆う。中央丘陵地に発達する岩谷層硬質頁岩あるいは藤琴川層暗灰色砂質泥岩などの堆積岩との関係は不明であるが、藤琴川層の基底部に、含貝化石礫岩・砂岩が発達し、とくに十二湖南方の黒崎付近のものは岩相も深浦砂岩に類似しており、藤琴川層堆積時には盆地が分化し、堆積条件の差で岩相が変化することが考えられるので、ここでは深浦砂岩を藤琴川層暗灰色砂質泥岩の同準異相としておく。化石と岩相から浅海性の海成層とみられる。

なお深浦砂岩は、これまで野田 (1909) により鮮新統に、半沢・北村 (1958) により鱈ヶ沢油田の鳴沢層に、藤岡 (1959) により秋田油田の鮎川層にそれぞれ対比されているが、この問題について筆者の資料は不十分なので、あらためて検討報告したいと思う。

H. 海岸段丘堆積物および沖積堆積物

海岸段丘の発達をよく、とくに深浦台地において顕著で5段はみとめられる。大きくは3段に分けられ、礫・砂・粘土の段丘堆積物よりなる。沖積堆積物は川の流域の狭い沖積低地と沿岸沖積低地に発達し、礫・砂・粘土からなる。岩崎より南の十二湖凝灰岩の分布する地域の海岸に沿っては、砂丘が形成されつつある。

IV. 地 質 構 造

東北日本内帯においては、基盤岩の分布方向である NW—SE と、これに斜交する油田褶曲方向である NS の、2 方向の構造が支配していることが数多く指摘されている (榊原1958 ; 北村1959 ; 田口1960, etc)。平山 (1961) は北秋田・西津軽地域の地質構造が、これらのたがいに交叉する、NS 方向と NW—SE 方向の軸をもつ褶曲構造の組合せからなるとし、褶曲を規模によって第1—第3級の隆起帯に区分し、堆積作用・火成活動に影響を与えていることを明らかにした。本地域の地質構造においても、この2方向の褶曲構造の組合せの性格があらわれており、筆者は平山 (前出) の説に基づき考察した。巨視的には、本地域は秋田・青森県境の基盤岩が分布する NW—SE 方向の背斜核部の延長にあり、北の鱈ヶ沢油田と南の北秋田油田の縁辺部をなし、黒石沢層堆積時より全体としては隆起傾向がみられ、上位の地層の薄化・局所的不整合現象で特徴づけられている。地域内部の地質構造をみると、2方向の構造のうち、とくに NS 軸の褶曲構造が顕著で、南北に延びる2つの背斜隆起帯 (白神背斜山地、深浦台地) とその中間の沈降帯 (中央丘陵地) を形成し、黒石沢層からの堆積作用・火成活動を強く規制している。NW—SE 方向の褶曲構造は、白神背斜山地を構成する藤倉川層の走向にあらわれ、西津軽山地一般の傾向に一致するが、黒石沢層より上位の地層に対してはゆるい曲隆としてあらわれるにすぎない。このような NW—SE 方向の背斜部は、深浦台地より茶臼山方向に存在するとみられ、この背斜部を境して地層は北と南にそれぞれ傾斜し、早口川層、藤琴川層中の層間異常もこの部分に多い。このことから顕著な NS 方向の背斜と共に、NW—SE 方向の背斜も地層堆積時に活動があったと考えられる。轟木北方をも、このような NW—SE 背斜部がとおるものとみられる。2方向の背斜構造がたがいに交わると、より隆起した culmination (BILLINGS 1960) をつくり、杉山 (1957) によればこのような部分に裂罅・鉞脈が集中するとされる。本地域では、このような2つの背斜部が交叉し、ドーム状に隆起する場所の周辺部に輝石安山岩が噴出しているようにみられる。マンガン鉞床は安山岩の噴出した場所に続いて形成されている。しかし本地域で堆積作用・火成活動を支配したものは NS 構造が主であったとみられ、藤倉川層堆積後、東側の白神背斜山地地域は隆起帯へと転化し、黒石沢層を西方の沈降帯へ堆積させ、早口川層の堆積時には西側の深浦台地地域も隆起していき、その後の岩谷層・藤琴川層の地向斜性堆積は中間の沈降帯 (中央丘陵地) に限られている。

断層は相対的隆起と沈降の境界部あるいは背斜軸部に生じている。とくに NS 性断層は隆

起帯と沈降帯の境界部に雁行状に形成され、破碎帯を生じたりしている。松原—新湯断層・広戸—岩崎断層の2つが平行して走っている。NW—SE 性断層は同方向の背斜隆起部の存在する付近に生じ、NS 性断層に切られる。NS 性断層がより新しい時期まで活動したものとみられる。2方向の断層がそれぞれ形成されている場所は、地層堆積時よりすでに弱線として存在しており、深部裂罅・地下におけるマグマ活動・火山活動を併発し、黒石沢層から藤琴川層堆積時まで多量の塩基性—酸性火山岩を噴出せしめている。

V. 火 成 活 動

各時期を通じて造構運動・地向斜運動と結びついて火成活動は行われている。藤倉川層は変質した安山岩熔岩・凝灰角礫岩・岩脈などからなり大規模な安山岩の活動があったものとみられる。流紋岩の活動もこの時期にあったが規模は小さい。黒石沢層の堆積時には、白神背斜山地地域が隆起帯へと転化しはじめ、その西側の初期的地向斜性堆積盆となった沈降帯に多量の流紋岩の噴出があり、一部には安山岩の活動があった。早口川層の堆積時には、深浦台地地域が隆起帯となっており、主要な火山活動の場となり、沢辺安山岩・六角沢凝灰岩の噴出があった。この時期より東西の2つの隆起帯と中間の沈降帯が明瞭に分かれ、地向斜性堆積は沈降帯（中央丘陵地）のみに限られ、隆起帯の一部（深浦台地）には異質の堆積環境が出現した。岩谷層は沈降帯内の地向斜性堆積により形成されたが、この時期に沈降帯の周辺部にある断層に沿って玄武岩が噴出し、隆起帯（深浦台地）には安山岩の貫入・噴出があった。岩谷層と次の藤琴川層の間には沈降帯内で十二湖凝灰岩の活動があった。

本地域の火成活動で特徴的なことは、活動の時期と無関係に、特定の場に特定の火山岩が噴出していることである。その一つはほぼ沈降帯（中央丘陵地）内に、互いに隣接した噴出中心をもって、層準を異にして活動した流紋岩質火山岩で、黒石沢層の流紋岩・早口川層の六角沢凝灰岩・岩谷層の十二湖凝灰岩がこれにあたる。その他の例は、NS 軸と NW—SE 軸の、2つの互いに方向の異なる背斜部の交わった culmination の周辺部にあたる、相対的隆起と沈降の境界付近に噴出した安山岩で、黒石沢層から岩谷層の時期まで活動している。この種の背斜構造は、勿論安山岩噴出後に完成されたものとみられるが、火山活動のあった時期にも、何らかの活動を支配するような要因となったであろう。鉱床は安山岩の噴出後、その上位の地層が堆積中に生成されたものである。井上（1958）によれば秋田油田地域で、火山活動の噴出中心が特定の場所に集まる傾向があるとされるが、地質構造と火成活動の関連は本地域においても顕著である。

VI. 鉱 床 概 説

A. 鉱 床 の 分 布 と 現 況

本地域のマンガングル鉱床は岩崎村から深浦町にかけて分布し、小規模の鉱山が各所に存在する。これは第1図に示すとおり、北部の轟木地区と南部の岩崎・深浦地区の2ヶ所に集中しており、地質構造上、隆起帯周辺の安山岩が分布する場所に限られている。かつては轟木鉱山

・深浦鉾山・南股鉾山・岩崎鉾山¹⁾ (野田1909; 地調編1954; 青森県1954, p 42) などの名で採掘されたが、1961年の筆者の調査時には岩崎付近に1ヶ所稼行中のものをのぞいて、他は全て廃坑となっていた。多くは露頭観察も困難になっており、わずかに旧坑跡と廃石から採掘時の鉾床の規模を推定し、鉾石サンプルを得られるにすぎない。

B. 鉾床の形態と鉾石

鉾床の形は層状あるいは塊状で、層理に平行し、層準を異にして噴出した輝石安山岩をそれぞれ覆う、早口川層泥岩 (麴木地区)、六角沢凝灰岩、岩谷層の硬質頁岩凝灰岩互層 (岩崎・深浦地区) の中に挟まれる。岩崎付近で観察される場所では、厚さ 10cm-1m 程度に膨縮し水平方向への連続性には乏しい。いわゆる鉾層をなして層理に平行して挟まれることは、高橋 (1936) の論じているように堆積性鉾床の特徴とみられる。明瞭に鉾層をなすもののほか不規則形の結核としても存在している。

鉾石は黒色二酸化マンガン鉾よりなる。肉眼的には柔軟な土状鉾石・粗鬆塊状鉾石の2種類がみとめられる。土状をなすものは、泥質の不純物を含む膠状沈澱物のマンガン土である。塊状をなすものは、いわゆる芋マンガンの軟マンガン鉾・硬マンガン鉾よりなるもので、軽石片・火山礫などを核としてマンガン結核となり、それが集合して鉾層となり、碎屑片をマンガンが膠結した状態がみられる。鉾石のうちには豆状・葡萄状等の膠状構造を呈するものもある。

鉾床の近くには、一般に玉髄質石英を伴い、その産状は層状・レンズ状・塊状で層理に平行して挟まれる。しかし玉髄質石英のみ単独で、層理に不調な産状もあり、六角沢上流では凝灰岩の層理を切った赤緑色の塊状・脈状・網状をなす玉髄質石英が観察され、珪酸液が上昇注入した跡を示している。岩崎付近の鉾床には粘土を伴っていないが、その他の鉾床の鉾石には粘土を混在しているものが多い。

以上のように鉾床の特徴として、輝石安山岩を覆う上位の地層中に、層理に平行する鉾層として挟まれること、鉾石に沈澱構造を有すること、玉髄質石英を鉾床付近に伴い、しかも明らかに上昇液によってもたらされたものもあること、鉾床に粘土を伴うことなどがあげられる。このことから鉾床は、輝石安山岩の噴出後、上位の地層堆積時に後火成活動としての温泉作用があり、マンガンや珪酸液を湧出し沈澱堆積させたものと考えられる。温泉作用はおそらく弱線である断層付近で活潑に行われたもので、断層に沿う鉾床分布のみられることにより推定される。堆積環境は内湾ないしは浅海であったとみられ、したがって鉾床の型としては海底温泉性堆積鉾床であり、吉村 (1952a, 52b, 56) の分類によれば、中新世のいわゆるピリカ型鉾床にあたる。

一方、岩崎付近の鉾床には玉髄質石英や粘土を伴わないものもあり、堆積時に輝石安山岩が陸上風化を受けた可能性もあり、鉾床が不整合面の上方に胚胎されることなどから、マンガン供給源の一部には陸上、あるいは海底において輝石安山岩が風化を受け、マンガン分が溶出し海水中にもたらされる過程が考えられる。本地域の鉾床生成にあずかった地質条件から考えて、マンガン供給源としては温泉作用と風化作用の2つの過程があり、主力は温泉作

1) 交通は五能線麴木・深浦・陸奥岩崎の各駅よる至る。

用にあったものであろう。

VII. 鉱床と地質との関係

A. 鉱床と火成活動の関係

マンガン鉱床や鉄マンガン鉱床は、その生成時代をとわず塩基性火成活動と関連があるとされ、高島 (1958) によれば、古生層・中生層中の含マンガン鉄鉱床は玄武岩の噴出に続いて形成された海底噴気性堆積鉱床とされている。吉村 (1952a) は、北海道西南部・能登地方などに分布する中新世のピリカ型 (海底温泉性堆積) 鉱床が、玄武岩・安山岩の噴出に引続いて行われたマンガン質温泉の流出によって形成されたとしている。

本地域の層状二酸化マンガン鉱床は、輝石安山岩の噴出後、主として温泉作用により、一部は陸上 (ないしは海底) 風化作用によりマンガンが海中に供給されて沈澱堆積したものであり、輝石安山岩の活動とは密接な関連がみられる。輝石安山岩は地質構造からいえば、相対的隆起と沈降の境界付近に、層準からいえば黒石沢層から岩谷層にかけて噴出をくり返して行っている。岩質は黒色緻密玻璃質の紫蘇輝石普通輝石安山岩で、岩相は集塊岩・凝灰角礫岩・スコリア凝灰岩からなり、熔岩・岩脈も伴う。岩質的には吉村 (1952a, p144) が、ピリカ型鉱床に伴う玄武岩あるいは黒ゴマ層とされたものに相当するとみられる。吉村 (前出) は、これを新第三系の基盤岩である花崗岩質岩石を同化混成した岩石としている。本地域の鉱床は輝石安山岩の中には直接胚胎されず、これを覆う地層中に挟在され、噴出後の後火山作用としての海底温泉により、主としてマンガンが供給されたとみられる。その際の温泉作用が、地下における輝石安山岩のマグマ活動と関連して鉱液をもたらしたのか、あるいは基盤岩や輝石安山岩体から、上昇液中にマンガンが溶出されたにすぎないものか現段階では結論出来ない。岩崎・深浦地区は現世においても温泉作用がみられ、岩崎温泉・六角沢鉱泉新湧出があるが、特にマンガン質沈澱はもたらしていない。深浦地方の鉱床を生成させた中の世の温泉作用は特殊であったことが考えられる。マンガン供給源の一部となったとみられる、輝石安山岩の陸上風化による成分溶出も、あまり時期をへだてた地層中には鉱床の存在しないことから、輝石安山岩の噴出後の短い期間に多く行われたものであろう。

輝石安山岩とほぼ同時期に活動した塩基性火山岩として、沈降帯内に噴出し岩谷層硬質頁岩に挟在される玄武岩質凝灰角礫岩があるが鉱床は伴われていない。酸性火成活動としては黒石沢層から岩谷層まで、3回の流紋岩の噴出がある。このうち早口川層の六角沢凝灰岩は岩崎・深浦地区の鉱床を胚胎しており、その噴出中心と堆積の場を同じくしていることも、鉱床生成に関係があったかにみられる。しかし、六角沢凝灰岩が輝石安山岩を覆う不整合面の上方付近に鉱床は限られ、黒石沢層の流紋岩・岩谷層の十二湖凝灰岩などの、同岩質の火山活動には鉱床が伴われないことから、酸性火成活動は成因的に直接の関係はないものと考えられる。

B. 鉱床と地質構造の関係

秋田・青森県境の基盤岩分布方向とされる NW—SE 方向の地域には、金属鉱床が集中分布することで知られ、榊原 (1958) は、これを西津軽—北秋田鉱化帯とし、鉱脈型・黒鉱型

鉍床の分布と地質構造・火成活動との密接な関連を指摘している。マンガン鉍層の場合は、鉍脈型鉍床にみられるような直接的な構造支配はないが、鉍床生成に関連のある火成活動あるいは堆積環境などが地質構造・造構運動に規制されており、鉍床分布は結果的に地質構造において特定の位置に限られている。

本地域は大局的に、西津軽—北秋田鉍化帯とされた、秋田・青森県境の基盤岩の分布するNW—SE方向の隆起帯の延長にあり、北の鱒ヶ沢油田と南の北秋田油田の縁辺部をなし、黒石沢層堆積時より全体として隆起傾向が支配し、沈降量が少なく、局所的な不整合や地層薄化現象がみられる。マンガン鉍層の生成に、このような造構条件あるいは古地理的条件が重要な要因となるものと考えられる。本地域において他の金属鉍床としては、崩山付近で探鉍された松神鉍山（地調編1956）の銅鉍脈が発見されているだけで、西津軽—北秋田鉍化帯の延長方向にありながらマンガン鉍層のみが分布する特殊な地帯となっている。この特殊性も前述の条件に関連するものかと思われる。

本地域内の地質構造が、顕著なNS軸褶曲構造と、これに交わるNW—SE軸褶曲構造の組合せからなることはすでに述べたとおりである。鉍床生成に密接な関係をもつ輝石安山岩は、この2方向の背斜が交わってつくる、より隆起されたculminationと沈降側との境界部に噴出しており、2方向の構造はすでに堆積作用・火成活動の行われた時期から影響を与えたものとみられる。鉍床は輝石安山岩の分布する場所に限られており、隆起帯の縁辺部に位置し、沈降帯の中央には存在していない。なお高橋（1936）によれば、麩木地区と岩崎・深浦地区の鉍床のほか、北部の小童子川流域（第1図参照）の女川層基底部（早口川泥岩・砂岩ないしは岩谷層硬質頁岩の層準をさすものとみられる）にも鉍床の存在が報告されているが、地質構造から分布が予想される位置にあたる。

現在の断層が存在する場所は、鉍床生成時にも弱線であり、海底温泉の上昇通路となったとみられる。この関係は、広戸—岩崎断層と麩木地区のNW—SE方向の断層に沿う鉍床分布に示される。

C. 鉍床と堆積環境の関係

層状二酸化マンガン鉍床の生成された堆積環境もかなり特殊なものと思われる。岩崎・深浦地区の鉍床の殆どが胚胎される早口川層の六角沢凝灰岩は、凝灰質泥岩中に植物化石を産し、*Makiyama*、海綿などの海棲動物化石も含むことから淡水の影響を強くうける内湾の環境に堆積した海成層とみられる。これと同準にある早口川層泥岩・砂岩は *Operculina*、*Miogypsina* などの化石を多産する外洋型の手成層であり、同じ時期に異質の堆積環境があったことになる。この堆積環境の分化は、早口川層堆積時に深浦台地地域が造構運動により隆起域へと転化し、とくに輝石安山岩の噴出により急激な上昇で、一部には植物の生育に適した陸地を出現しており、六角沢凝灰岩の噴出と堆積はこの陸地に囲まれた内湾で行われたものとみられ、一方、中央丘陵地帯は沈降していき、外洋の影響のもと泥岩・砂岩の堆積が行われたものとみられる。

輝石安山岩の陸地から、六角沢凝灰岩の堆積しつつある内湾に植物化石がもたらされたことは、同時に風化作用によって溶出したマンガンも供給される可能性があり、岩崎付近にみられる玉髓質石英や粘土を伴わない鉍床の一部は、この過程により海中に運ばれたマンガン

が沈澱堆積したものと考えられる。堆積鉱床においては堆積盆における pH と Eh の状態が堆積物の成分に影響を与える (坂本1956) が、六角沢凝灰岩の堆積環境は淡水の混入する内湾で、酸性・酸化性であったと考えられ、二酸化マンガンの生成も容易であろう。轟木地区の鉱床も輝石安山岩とこれを覆う早口川層泥岩との間の不整合面上付近に胚胎され、浅海の類似した堆積環境において生成されたとみられる。高橋・八木 (1934) は、この地域に分布する追良瀬層 (早口川層泥岩・砂岩に相当) 中の頁岩を分析し、その化学組成が基質凝灰岩と近似の成分を示し、その堆積的影響大であるとしており、ここでいわれる基質凝灰岩は黒石沢層の輝石安山岩あるいは早口川層に挟在される同岩質の凝灰岩に相当し、おそらく下位の輝石安山岩の影響があるものとみられる。また高橋・八木 (前出) は、この化学組成を示す頁岩と、他の地域の頁岩とを比較すれば、河口・三角洲・内湾堆積相の台島層 (黒石沢層相当) の或種の頁岩に最も近いとしている。

北海道西南部の層状二酸化マンガンの鉱床では、基盤の古生層あるいは先第三紀花崗岩と、訓練層ないしは八雲層との間の不整合面上に胚胎する例が報告されている (吉村・佐々1935; 秋葉1958)。このように不整合現象のおこるような堆積環境は、層状二酸化マンガンの鉱床が生成されるに、重要な地質条件の一つと考えられる。

しかし、前述のように主要なマンガン供給源は、輝石安山岩噴出の海底温泉作用にあり、これと異なる過程である輝石安山岩の風化作用によるマンガン分溶出も噴出後の比較的短い期間に多かったと思われる、このような供給と内湾ないしは浅海の堆積環境が結びついて鉱床が生成されたものであろう。

なお本地域には、マンガン鉱床が集中的に分布し、他種金属鉱床で顕著なものはみられず、鉄脈・黒鉄の多い青森・秋田県境部の他地域とは対照的である。これが基盤岩の岩質の差によって生じたものとすれば、基盤岩の性質やマンガン鉱床生成時における基盤岩の古地理的分布なども問題となる。最近、島津 (1962) は東北日本グリーンタフ地域の基盤となっている花崗岩類を分帯し、本地域のものを阿武隈帯に含めている。北海道西南部の中新世マンガン鉱床は、古い時代のマンガン鉱床を含む古生層の分布する地域に形成されているといわれ (吉村1952a, p 20; 渡辺1961)、鉱床再成論の見地から注目されていることである。

D. 鉱床の層準と生成時期

鉱床は早口川層泥岩、六角沢凝灰岩および岩谷層硬質頁岩凝灰岩互層中にそれぞれ胚胎されている。早口川層は西黒沢層に岩谷層は女川層に対比されることから、鉱床の生成時期は、中期中新世の西黒沢期から女川期初期までとみられる。鉱床生成に関係のあった輝石安山岩は、すでに黒石沢層 (台島層相当) 堆積後期から活動し、岩谷層の堆積開始時まで休止期をもって噴出しており、それぞれの噴出後に海底温泉作用があり鉱床生成の主な原因となっている。北海道西南部の層状二酸化マンガンの鉱床については後訓練期 (西黒沢)、八雲期 (女川) 前の生成とされ (吉村・佐々1935; 秋葉1958)、本地域の鉱床の生成時期とほぼ一致している。井上 (1959, 61) は北秋田地域における金属鉱床の層位的位置について述べているが、塊状黒鉄については大葛層 (西黒沢) 中に胚胎されるとしている。塊状黒鉄が地層堆積時に同生的に形成されたものとすれば、同じ時期に本地域ではマンガン鉱床が生成され、北秋田地域では塊状黒鉄が生成されたことになる。一方、榊原 (1958) によれば、西津軽—北秋田

地域の鉍脈型・黒鉍型金属鉍床は、後期中新世船川期末の造山運動・完晶質岩の貫入に引続いて生成されたとしており、本地域のマンガン鉍床とは造構運動・火成活動・生成時期ともに異なった型のものかと考えられる。このようにマンガン鉍床と他種金属鉍床との関係も、グリーンタフ地域における鉍化作用の性格を明らかにする上にみのがせない問題であろう。

VIII. ま と め

層状二酸化マンガン鉍床の分布する、深浦地方全域にわたる地質図を作成し、新第三系の統一した層序を確立するとともに、地質構造の性格および火成活動の特徴を明らかにした。その結果、鉍床の層位的・地理的位置が、地質と密接な関係にあり、鉍床の生成を支配した特殊な地質条件の存在がみとめられた。

1) 鉍床は、層状・塊状の形をなし、地層中に、層理に平行して挟在され、堆積鉍床の特徴をもち、一般に玉髄質石英を伴う。

2) 鉍床は、層位上、輝石安山岩を覆う、上位の地層に限って胚胎され、この事実から、マンガンが、輝石安山岩噴出後の主として海底温泉作用による湧出、一部は陸上（ないしは浅海底）風化作用による成分溶出により、供給されたものと考えられる。

3) 鉍床と関係のある輝石安山岩は、地質構造上、NS 軸と NW—SE 軸の、2つの異なる方向の背斜部が互いに交わってつくる、culminationの周辺部に噴出しており、それぞれ異なる層準のものがみられる。

4) 本地域は、藤倉川層（門前層相当）堆積後、全体としてみれば、相対的に隆起傾向にあり、その後の地向斜性堆積の過程で、沈降量が少なく、堆積岩よりなる地層の薄化、局所的不整合現象などで特徴づけられる。鉍床の多くは、その不整合面の上方付近に胚胎されており、このような特徴をもつ地域的な地質条件が、鉍床の生成環境として関連したものとみられる。

5) 鉍床生成の堆積環境は、隆起域周辺の内湾ないしは浅海とみられ、陸水の影響が深く、酸性・酸化性であり、二酸化マンガン鉍床の形成は容易に行われたと考えられる。

6) 鉍床は、早口川層（西黒沢層相当）と岩谷層（女川層相当）下部に胚胎される。したがって、鉍床の生成時期は、中期中新世西黒沢期から女川期初期までとみられる。

文 献

- 秋葉力(1958)：北海道西南部における鉍床区，新生代の研究，27，623-632。
 青森県総務部調査課編(1954)：青森県の地下資源，60・42-43。
 BILLINGS M. P. (1960)：Structural Geology, (Modern Asia Edition), 54-55。
 地質調査所編(1954)：マンガン鉍，日本鉍産誌 BI-c, 主として金属原料となる鉍石，56-102・80-82。
 地質調査所編(1956)：銅，鉛，亜鉛鉍山別の表，日本鉍産誌 BI-b, 34。
 藤岡一男(1956)：Green Tuff (緑色凝灰岩) の研究，科学，26，(9)，440-446。
 藤岡一男(1958)：裏日本 Green Tuff 地域の火山岩層序の概要，鈴木醇教授還暦記念論文集，538-544。
 藤岡一男(1959)：青森県深浦・秋田県八森間の日本海岸地質調査報告，(PEAC 報告)。
 半沢正四郎・北村信・中島博・永井敏彦(1958)：西津軽郡西海岸地区の地質，青森県油田調査報告書，18-25。
 平山次郎・大沢穠・角清愛・盛谷智之(1961)：北秋田地方から西津軽地方にかけてのグリーンタフ地

域の地質構造, 太平洋 (後アルプス綜研機関紙), 2, 3-7.

平山次郎・角清愛 (1963) : 5 万分の 1 地質図幅鷹巣および同説明書, 地質調査所。

井上武 (1958) : 秋田油田における新第三紀火成活動, 鈴木醇教授還暦記念論文集, 538-544。

井上武・川尻茂三・上田良一 (1959) : 秋田県北秋田郡扇田南部の地質, 秋田大地下資源開発研究所報告, 21, 16-31。

井上武 (1961) : 秋田県の鉾床地域を主とする東北日本における中新世の層序と鉾床との関係 (演旨), 鉾山地質研究会「第三紀硫化金属鉾床」資料, 1-11。

北村信 (1957) : 青森県鰯ヶ沢油田調査報告, 青森県油田調査報告書, 12-20。

北村信 (1959) : 東北地方における第三紀造山運動について, 東北大地質学古生物学教室研究邦文報告, 49。

沓沢新 (1962) : 横手盆地周縁出羽丘陵地域の中新統 とくに 田代不整合 (新称) の意義, 太平洋, 4, 13。

盛谷智之 (未刊) : 5 万分の 1 地質図幅深浦および同説明書, 地質調査所。

西田彰一 (1958) : グリントフにまつわる諸問題, 新生代の研究, 27, 609-622。

野田勢次郎 (1909) : 20 万分の 1 地質図幅青森および同説明書, 地質調査所。

大沢穠・角清愛・平山次郎・盛谷智之 (1961) : 青森県津軽地方から秋田県北秋田地方にいたる地域の
新第三系の地質について (演旨), 地質調査所月報, 12, (6), 485-486。

大沢穠 (1962) : 5 万分の 1 地質図幅弘前および同説明書, 地質調査所。

榊原忠政 (1958) : 秋田県北部の鉾山作用, 鈴木醇教授還暦記念論文集, 473-481。

坂本峻雄 (1956) : 堆積鉾床, 鉾床学の進歩, 128-141。

島津光夫 (1962) : 東北地方の中生代花崗岩, 太平洋, 2, 28-33。

杉山隆二 (1957) : 2 つの背斜が交わって作るカルミネーションと鉾床との関係 (演旨), 鉾山地質, 7, (24), 149。

角清愛・盛谷智之 (1962) : 秋田県鷹巣・大館盆地間山地の地質 (演旨), 地質雑, 68, (802), 411-412。

角清愛・平山次郎・大沢穠 (1962) : 5 万分の 1 地質図幅太良鉾山および同説明書, 地質調査所。

鈴木敬治 (1959) : 古植物生態学の諸問題—天王寺植物化石群とその古植物生態学的の研究—, 地質研
報, 9。

高島彰 (1958) : 日本の含マンガン鉄鉾石について, 鈴木醇教授還暦記念論文集, 395-406。

高橋純一・八木次男・柴田荘三 (1934) : 西津軽の新推定油田 (概報), 石油技術協会誌, 2, (4), 235-
255。

高橋純一 (1936) : 西津軽の水成マンガン鉾床 (予報), 岩鉾, 15, (5), 211-224。

田口一雄 (1960) : 出羽丘陵新第三系下部層について (出羽地向斜の研究—II), 地質雑, 66, (773),
102-112。

田口一雄 (1961) : 山形県最上郡小国川南方山地の新第三系, 地質雑, 67, (786), 157-170。

上村不二雄・平山次郎 (未刊) : 5 万分の 1 地質図幅鰯ヶ沢・巖木および同説明書, 地質調査所。

渡辺武男 (1957) : 日本の層状含銅硫化鉄鉾床ならびに層状マンガン鉾床の成因について, 鉾山地質,
7, (24), 87-97。

渡辺武男 (1961) : 日本の新第三紀の鉾床生成区 (討論会演旨), 地質雑, 67, (790), 386-389。

渡辺武男 (1962) : 地向斜地域の火成活動と鉾床の形成 (研究課題シンポジウム), 地質学の諸問題,
2, 1-6。

吉村豊文・佐々保雄 (1935) : 北海道渡島半島におけるマンガン鉾床の一型式, 地質雑, 42, (505),
615-633。

吉村豊文 (1952a) : 日本のマンガン鉾床, マンガン研究会。

吉村豊文 (1952b) : 日本のマンガン鉾床に関する諸問題, 鉾山地質, 2, (6), 197-205。

吉村豊文 (1956) : マンガン鉾床の成因, 鉾床学の進歩, 115-119。

