

学 位 論 文 題 名

三波川帯高変成マンガン鉱床群における
特徴的鉱物共生及びその生成過程

学位論文内容の要旨

日本の先第三紀の層状マンガン鉱床は塩基性火山岩・チャート中に胚胎しており、その大半が海洋底において生成した海嶺型熱水鉱床と考えられる。本研究は変動帯における海洋底堆積物中に胚胎するhigh P/T型三波川帯変成マンガン鉱床群（緑色片岩相ないし藍閃石片岩相）の特徴的鉱物相の解明及び、high P/T 変成相における鉱物化学的性質を明らかにすること、また非変成・弱変成の外帯マンガン鉱床の検討結果と比較し、予想される原鉱物から、三波川帯変成マンガン鉱物の生成過程を明らかにすることを目的としている。変成鉱床のマンガン鉱物は微細な緻密質集合体として産するため、その検討はE P M Aを中心に、X R D、偏光顕微鏡を併用し行った。

三波川帯変成マンガン鉱床は大きく緑色片岩の塊状鉱床と、石英片岩中の層状鉱床の2つに分けられ、胚胎層、母岩、鉱石組織、鉱物組合わせが異なる。前者の鉱床は rhodonite, tephroite, ribbeite, alleghanyite, spessartine, hausmannite, pyrochroite, rhodochrositeなどの低酸化度鉱物の組合わせからなり、しばしば鉱体縁辺帯に酸化的なhematite, andradite,を伴う。後者はbraunite, cryptomelane, piemontite,の高酸化度鉱物の組合わせからなり、特に鉱体縁辺帯では特徴的な縞状組織が認められ、紅廉片岩に漸移している特徴が明かになった。構成マンガン鉱物は60種に達し、そのうち新鉱物の可能性の高い鉱物としてvanadium garnets, $(\text{Mn}_3\text{V}_2\text{Si}_3\text{O}_{12})$ とokhotskite- $(\text{Fe}^{3+})(\text{Ca}_6\text{Mn}^{2+}_4\text{Fe}^{3+}_8\text{Si}_{12}\text{O}_{40})(\text{OH})_{16}$ 2種を、また本邦初産のマンガン鉱物としてneltnerite, $(\text{CaMn}_6\text{SiO}_{12})$, vuorelainenite, MnV_2O_4 , sursassite $((\text{Mn}_2\text{Al}_3(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{OH})_3)$, ribbeite $(\text{Mn}_5\text{Si}_2\text{O}_8(\text{OH})_2)$ を発見した。三波川帯のマンガン鉱物相は高酸化度鉱物のbraunite, cryptomelane, hollandite, 低酸化度鉱物のpyroxenoids, tephroite, Mn-humites, ribbeiteを主要鉱石とし、これに共生する鉱物としてpiemon-

tite, mangan pumpellyite, aedirine, andradite, Na-Fe³⁺ amphibole などの高酸化度鉱物, sursassite, ardennite, spessartineなどの低酸化鉱物で特徴づけられることが明らかになった。これらの鉱物は様々な鉱物化学的な特徴を持ち、特にmanjiroite成分固溶の圧力依存性、brauniteへのFe³⁺固溶の温度依存性、piemontiteへのMn³⁺固溶のSr固溶による広がり、okhotskiteのMn³⁺に対するFe³⁺置換の連続的变化、high calcian rhodonite, nambulite, natronambulite, marsturiteの西南日本外帯鉱床における普遍的な産出、braunite分解によるMn-humites, ribbeite, gageiteの生成過程の解明と産出変成帯との関係、garnetsの固溶関係、manganoan aegirine-aegirine auguiteの海底熱水起源鉱物としての位置づけ、などは詳細な鉱物化学的本研究によって解明された重要な点である。

構成鉱物と低変成度の西南日本外帯の鉱床との比較から、三波川帯の鉱床のうち緑色片岩に伴うものは海嶺型熱水鉱床の特徴を示し、それらは熱水噴出口に近い所に沈澱した塩基性火山岩に密接に関係を持つ含鉄マンガン鉱床、あるいは鉄鉱床であり、砂質片岩を伴う石英片岩中に伴われるものは、陸源物質と共に沈澱した鉄に乏しいマンガン鉱床である。非～低変成度の西南日本外帯鉱床において識別された最も早期生成の鉱物はbraunite, caryopilite, rhodochrositeであるが、現在の海洋底マンガン堆積物との比較から、三波川帯マンガン鉱床ではmanganese dioxides及び、生物起源のsilica gelが考えられ、原鉱物として沈澱（晶出）した。サブダクション帯で沈み込み、藍閃石片岩相の低圧高温側（green schist facies, 450°C、7-8 kb）の変成作用を受け生成したものである。生成鉱物相決定の要因は原鉱物組成、酸化度に依存するが、緑色片岩中の鉱床は、さらに埋没における初期ステージの変成作用（ fH_2O , fCO_2 , fO_2 ）の影響を大きく受けていることを明らかにした。この分解反応はbrauniteのhausmannite化、carbonate化と密接に関係していることが予想される。三波川帯変成マンガン鉱床と世界の変動帯に発達した藍閃石片岩相の変成鉱床帯との比較において cryptomelane or hollandite + braunite + piemontiteと云う高酸化鉱物組合わせにより特徴づけられる。このように、本研究では、これまでほとんど未検討であった日本の三波川帯high P/T変成マンガン鉱床の特徴的鉱物相を明かにし、非変成から低変成相のマンガン鉱床及び海嶺熱水鉱床の構成鉱物との対比研究によって、三波川帯マンガン鉱床の生成過程を鉱物学的に解明した。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 針 谷 有
副 査 教 授 桃 井 齊 (愛媛大学理学部)
副 査 教 授 由 井 俊 三
副 査 講 師 三 浦 裕 行

学 位 論 文 題 名

三波川帯高変成マンガン鉱床群における特徴的鉱物共生及びその生成過程

多様な鉱物種からなるマンガン鉱床は、地殻に僅かに含まれるMnが様々な条件下で移動・濃縮し形成されたものであり、主要鉱床は卓状地周辺部に発達する陸源の巨大鉱床と、変動帯に発達する海洋底熱水起源の2タイプに分けられる。日本の先第三紀の層状マンガン鉱床の大半は後者に属し、世界の代表的な変動帯中の鉱床として知られている。このため日本の層状鉱床の詳細な検討は海嶺型鉱床の解明に当たり重要な意味を持つ。本研究は変動帯堆積物中に胚胎するhigh P/T三波川帯変成マンガン鉱床群(緑色片岩相ないし藍閃石片岩相)の特徴的鉱物相及び、鉱物化学的性質、また外帯の非変成・弱変成マンガン鉱床の検討結果と比較し、予想される原鉱物から、三波川帯変成マンガン鉱物の生成過程を明らかにすることを目的とし、EPMAを中心に、X線回折、偏光顕微鏡を併用し詳細に行われている。

三波川帯変成マンガン鉱床は緑色片岩中の塊状鉱床と、石英片岩中の層状鉱床に分けられ、これらは鉱石組織、鉱物組合わせを異にする。前者の鉱床は rhodonite, tephroite, ribbeite, alleghanyite, spessartine, hausmannite, rhodochrosite などの低酸化度マンガン鉱物の組合わせからなり、しばしば鉱体縁辺帯に酸化的な hematite, andradite などの鉄鉱物を伴う。後者は braunite, cryptomelane, hollandite, piemontite の高酸化度鉱物の組合わせからなり、特に鉱体縁辺帯では特徴的な縞状組

織を持ち紅麻片岩に漸移する特徴を示すとしている。構成マンガン鉱物60種の中には、新鉱物の可能性の高い manganese vanadium garnet: $(\text{Mn}_3\text{V}_2\text{Si}_3\text{O}_{12})$ と okhotskite- (Fe^{3+}) : $\text{Ca}_6\text{Mn}^{2+}_4\text{Fe}^{3+}_8\text{Si}_{12}\text{O}_{40}(\text{OH})_{16}$ の2種、また本邦初産のマンガン鉱物として neltnerite, vuorelainenite, sursassite, ribbeite が含まれ、これらの鉱物学的性質を明かにしている。また特徴的鉱物相の詳細な鉱物化学的研究において解明された高圧変成鉱床での manjiroite 成分固溶の増加、braunite への Fe^{3+} 固溶の変成度上昇に伴う増加、Sr 固溶増大に伴う piemontite への Mn^{3+} 固溶増大、okhotskite の $\text{Mn}^{3+}-\text{Fe}^{3+}$ 置換の連続的变化、braunite 分解による Mn-humites, ribbeite, gageite の生成過程及び安定変成相、garnets の固溶関係、yellow augite と称された manganoan aegirine の鉱物相の解明と海底熱水起源鉱物としての位置づけなどは、重要な事実である。低変成度の西南日本外帯の鉱床との比較から、緑色片岩に伴うものは海嶺型熱水鉱床の特徴を示し、熱水噴出口に近い所に沈澱した塩基性火山岩に密接に関係を持つ含鉄マンガンあるいは含マンガン鉄鉱床であり、砂質片岩を伴う石英片岩中に伴われるものは、陸源物質の影響を受けている鉄に乏しいマンガン鉱床であるとしている。非～低変成度の外帯鉱床の最も早期生成鉱物は braunite, caryopillite, rhodochrosite であるが、現在の海洋底マンガン堆積物との比較から、初生鉱物は manganese dioxides 及び、生物起源の silica gel と考えられ、これらが埋没・続成変質作用、さらにサブダクション帯における藍閃石片岩相の低圧高温側の変成作用を受け原鉱床が生成したものである。生成鉱物相決定の要因は原鉱物組成、酸化度に依存するが、緑色片岩中の低酸化度鉱床は、変質作用 ($f\text{H}_2\text{O}$, $f\text{CO}_2$, $f\text{O}_2$) の影響を大きく受けていることを明らかにした。この分解反応は braunite の hausmannite 化、carbonate 化と密接に関係したものであると予想している。三波川帯変成マンガン鉱床は世界の変動帯に胚胎する藍閃片岩相の変成鉱床との比較において cryptomelane + hollandite + braunite + piemontite 組合わせの高酸化鉱物組合わせにより特徴づけられる。

本論文はこれまでほとんど未検討であった三波川帯 high P/T 変成マンガン鉱床の鉱物相及び、新鉱物と推定される manganese vanadium garnet や okhotskite- (Fe^{3+}) をはじめ主要構成鉱物の化学的特徴を明らかにし、さらに非変成から低変成相のマンガン鉱床及び海嶺熱水鉱床の構成鉱物との対比研究によって、鉱床の生成過程を鉱物学的に推定したものであり、学位論文に値するものと認められる。