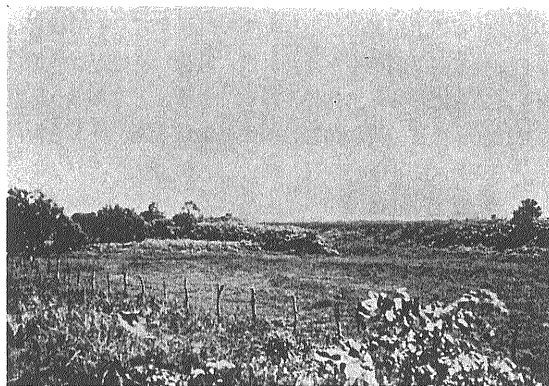


湖畔の地下800~1,000mの鮮新層中に 50℃前後の超深層地下水が確められている。これらの開発は間もないことであろう。

結局 平野地質の目的は 自然環境の高度利用とその保全・改良のための基礎指針を得ることにある。そのためには 石狩低地帯の地下構造を層位的に明らかにするために作った鮮新統の分布図が 超深層地下水の開発に不可欠であったり 紅葉山砂丘の形成史が その後の平野開発に大きく影響することからもわかるように 総合的・合理的に編まれた地史を確立することが 当面の急務である。

(筆者は北海道支所)



石狩川右岸から紅葉山砂丘を望む

潜頭鉱床探査 の時代を迎えて

番場猛夫・成田英吉*・五十嵐昭明・
岡部賢二・矢島淳吉

1 ま え が き

現在北海道には数多くの金属鉱山が稼動している。そこでは日夜新鉱床探査の方針が検討され 地質構造調査 物理探査 試錐調査 探鉱坑道の開さくが進められつつある。一方鉱床の成因は専門家の間でとりあげられ 鉱石研究 母岩の変質研究 鉱液進化研究などの諸テーマとして地球化学的に体系づけられようとしている。鉱山の開発が進むことによって鉱床の成因が判明する場合もあれば 鉱床の成因が明らかにされることによって探査の基礎資料がえられる場合もあり 鉱床研究の場においては基礎研究と開発調査とは車の両輪のような関係にあるといえよう。鉱山地質学あるいは鉱床学の分野では以上のように2つの面がつねにからみ合っているのので ここではこの2つの面について 北海道における研究の現状をとりあげることとした。

潜頭鉱床の探査に重点がうつりつつある昨今の状況下では 筆者らにとっても研究の経過を反省し 将来ビジョンを展望すべき時期にきていると思えるし 読者各位におかれても鉱床研究の将来計画は関心ある課題であろうと思われるので この機会に 2, 3 の課題をとりあげてみたいと思う。ご検討がいただければ幸いである。

2 開 発 調 査

今日ほど新鉱床探査の重要性が強調されたことはない。そして今日ほど組織的に探査が行なわれたことはない。最近 業界 学界 国 地方が一体となって 一定の方針のもとに組織的に資源の評価や探査が行なわれるようになった。未利用鉄資源調査→国内鉄鉱原料調査 金属鉱床密集地域の広域調査 特殊地帯→特定鉱床の開発調査などがそれである。

a 金属鉱床密集地域の広域調査

事業の推進機関として金属鉱物探鉱促進事業団が1964年に発足している。北海道では1966年に下川地域がその翌年には国富地域がそれぞれ対象地域としてとりあげられ 多くの専門家がそれに参加してきている。

(1) 下川広域調査

下川地域では1967年に地表調査 物理探査が終了し この地域の地質構造が明らかにされた。すなわち4つの破壊帯が区別されたことによって 主輝緑岩体の分布区域 花崗岩・斑岩など深成岩類の分布区域の相互の位置づけが明らかにされた。こまかい問題としては従来単に南北に連なるものとされていた主輝緑岩体は実は4つの雁行する輝緑岩群の集合であること そして個々の輝緑岩体は粘板岩の無数のセプタをもっていることなどが明らかとなり 一般の輝緑岩とはその活動様式がことなるものであらうと考えられるようになった。

第三系に厚く広くおおわれている下川北部地域では地表の徴候と直流電探の結果とが総合されて 潜頭主輝緑岩体の分布区域の見透しがえられるようになった。

さて主輝緑岩体の東側に発達する鉱化剪断帯のとらえ方は依然として残された問題の1つである。主輝緑岩体の東側にはほぼ一定の幅をもって連続する岩脈輝緑岩

の発達する地帯がある。この岩脈輝緑岩帯と主輝緑岩体との相互関係が明らかになれば、鉱化剪断帯がこの位置を占めるに至った必然性が理解できることであろう。深度1000mに及ぶ構造試錐の成果によせる期待は大きい。

(2) 国富広域調査

国富地域は1967年から3ヵ年計画で調査をはじめ、初年度の地表調査と物理探査とをおわった段階にある。

東北地方内帯には黒鉱鉱床が密集しているので、その北方延長部にあたる西部北海道地区には国富鉱山の既知鉱床のほかにも黒鉱鉱床の賦存が予想されている。しかしながら探査はまだ不十分であり、広域的調査の必要に迫られていた。初年度の成果のうち、いちじるしいものは、この地域の地層区分と対比がおわり、新しい観点から地質構造と鉱化作用の関係を論じることができるようになったことであろう。したがって今後の地質調査と構造試錐にかけられる期待はきわめて大きい。

b 未利用鉄資源調査→鉄鋼原料調査

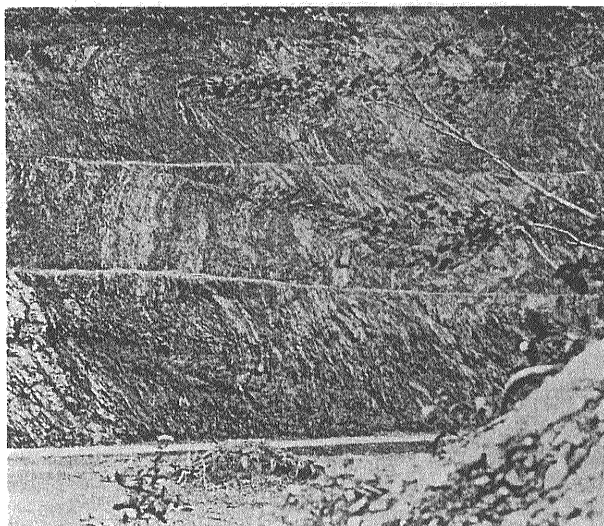
通商産業省鉱山局はわが国製鉄原料の自給度の向上を主たる目的とし、あわせて工業技術の進歩ともなつて従来かえりみられなかったチタン原料としての砂鉄、硫酸原料としての磁硫鉄鉱調査をとりあげ、1954年からの第1次5ヵ年計画とした。また1959年からは第2次3ヵ年計画として菱鉄鉱、褐鉄鉱、赤鉄鉱などの低品位鉄鉱石をふくめて調査の対象とした。これらを未利用鉄資源調査とよんでいるが、地質調査所、全国各大学、通産局、地方、業界などの協力のもとに全国に分布する大きな数の鉱床の実態が明らかになった。調査件数は977に及び、その結果獲得した鉱量は砂鉄9億1千万t、磁

硫鉄鉱7千万t、低品位鉄鉱6千5百万tとなった。これらに関する詳細な資料は未利用鉄資源第1輯(1953)から第9輯(1961)にわたる4500頁に収録された。

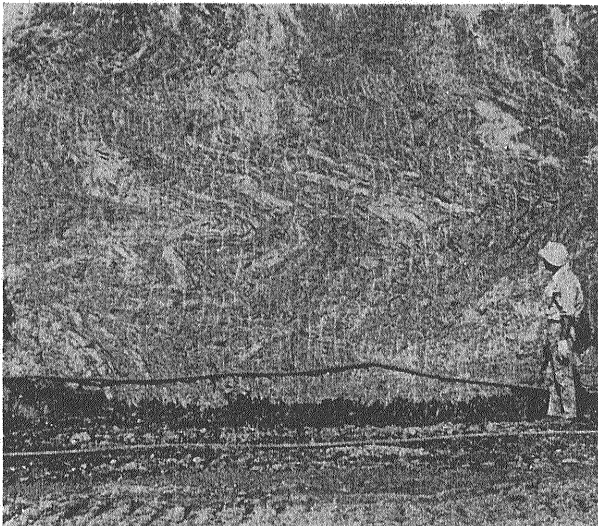
さらに通産省は引続き国内鉄鋼原料調査を1962年から開始し、上記未利用鉄資源調査の方針をうけつぎ、調査の対象を拡大し、副原料の石灰石、ドロマイト、マンガ、ほたる石等を加えた。この計画も全国の関係諸機関の協力をえて順調に第5年目を迎え、近く計画を終了する見込みであるが、調査成果は国内鉄鋼原料調査第1報(1962)から第5報(1966)にまとめられ、日本の鉱業史にきわめて重要な成果を残した。鉄鋼の使用量はその国の経済力の尺度であるといわれているが、わが国の鉄鋼業ののびは最近急速であり、1967年には粗鋼生産量6,215万tに達し、世界の第3位に位置している。かえりみてまことに時宜をえた措置であったといわねばならない。

c 特殊地帯地下資源開発調査→特定鉱床開発促進調査

北海道には鉱床の賦存が予想されながら未開発の地域が残されている。北海道開発庁はこの特殊地帯の資源開発を目的として1958年に日高地方、積丹半島および知床半島の地域を指定し、組織的な調査を計画し、1958年から一部試錐を併用した4年計画の調査を開始した。その成果は1962年に日高地域が、1966年に積丹地域が、1967年に知床地域がそれぞれ総括された。この調査には北海道大学、地質調査所、道立地下資源調査所、札幌通産局、北海道開発局など、在道の関係調査研究機関が参加し、日高地方のクロム、マンガ、水銀、ニッケル、かんらん石、石灰石、石綿などの諸鉱床、積丹半島の金、銀、銅、鉛、亜鉛、マンガ、硫化鉄、重晶石などの諸



下川広域調査で明らかにされた主輝緑岩体東縁に発達する衝上破砕帯。この破砕帯の東方は各種深成火成岩の活動の場であり、ホルンフェルス化が著しい。



下川広域調査で明らかにされた主輝緑岩体西縁に発達する粉状破砕帯。粘板岩が機械的に破砕され石英からなる白色の溜りも粉々である。



通産省による未利用鉄資源調査→国内鉄鋼原料調査の成果の一部と北海道金属非金属鉱床総覧

鉱床および知床半島の褐鉄鉱床がとりあげられた。

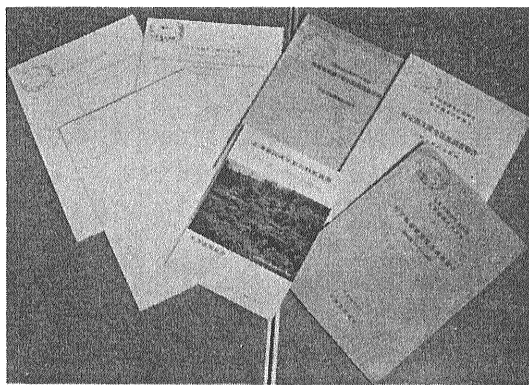
その結果 開発の促進されたものに日高地方のかんらん石があり またきわめて有望なものとして知床半島に2, 3の褐鉄鉱床が現出した。

北海道開発庁は さらに新たな構想のもとに特定鉱床開発調査を立案した。この調査は北海道における未開発既知鉱床のなかで 鉱石の搬出 選鉱 製錬などでの技術開発を再検討することによって あるいは有効利用の面を開拓することによって 鉱業開発の可能性あるものを対象とするもので この調査研究は1964年に開始された。おもなテーマは釧路地域の山砂鉄鉱床 国縫地域のゼオライト鉱床 上士幌地域の白土鉱床 知床半島の褐鉄鉱床 福島地域の重晶石鉱床 浦河地域の石灰石鉱床 噴火湾の海底砂鉄鉱床および松前地域のマンガン鉱床である。調査の結果 浦河の石灰石鉱床は1967年にその1部が企業化されたし 噴火湾海底砂鉄は予想以上の鉱量を獲得することができて 今や枯渇寸前にある北海道の砂鉄業界に採鉱上の問題はあるにせよ 福音をつたえるものである。

北海道開発庁は本計画を将来さらに発展させるべく道内金属鉱床密集地域に対して試錐物探を併用するところの地質構造調査をふくめて 今後の10ヵ年計画を立案中である。

3 基礎研究

今や北海道における金属鉱床の探査は潜頭鉱床を検討する段階に入っている。鉱床の成因を明らかにしたうえで それに裏打ちされた理論でおしてゆかなければならないとって過言ではない。今

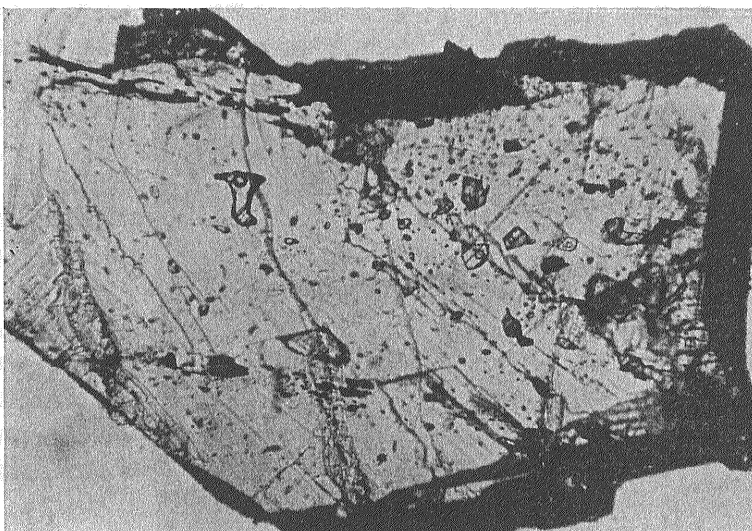


北海道開発庁による特殊地帯地下資源調査特定鉱床開発促進調査の成果の1部と北海道金属非金属鉱床総覧の付図

日基礎研究が重視されるのはそのためである。基礎研究が実践的でなくてはならぬのもそのためである。

金属鉱床の成因研究の手段にはいろいろある。私たちが当面とりあげているものに 鉱石研究 母岩の変質および鉱液進化の問題がある。これらの研究がどんな方法で どんな段階を進んでいるのか それをひとわたりのとべることにしよう。

鉱石研究は 鉱床の成因究明の1つの手段である。鉱石の生成過程を究明することを目的として 鉱石の組織構造 鉱石鉱物の共生関係が主として吟味されてきた。とくに最近では鉱石鉱物の合成実験ができるようになって相の平衡関係がやや具体的にのべられる段階に達している。鉱石鉱物の同定の方法としては顕微鏡による反射率・硬度の測定 化学的各種試験 加熱実験などが行なわれているほか 近代器機を用いてのX線的研究 微量元素の定性定量など種々の方法で研究が進められてき



ライマン鉱山産閃鉛鉱中の二相(気相-液相)液体包有物

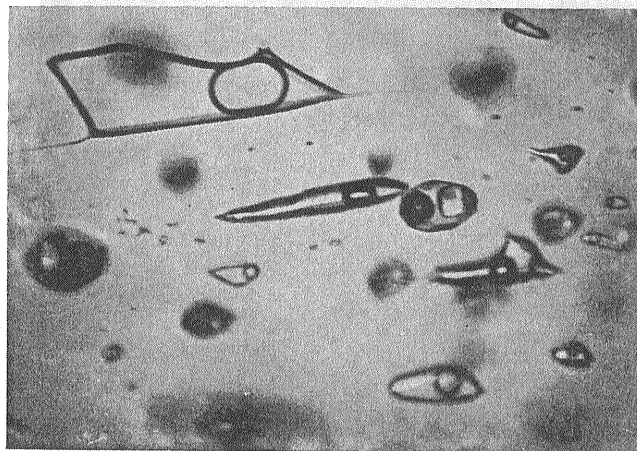
た。わが国では多数の専門家がこの課題と取りくんでおり最近までの成果が将来「日本産鉍石鉍物の顕微鏡的研究(仮題)」として総括されることになっている。

一方 鉍床母岩の変質の研究分野では変質鉍物そのものの研究のほか 変質作用を一般変質や鉍化にともなう脈際変質などにわけて考えることが行なわれるようになってきている。さらに脈際変質については変質域の分帯が行なわれるようになり 鉍化作用の進行に伴って具現される母岩の変質の累進的性質といったものが論じられるようになってきた。とくに変質域にあらわれる元素の挙動についての地球化学的研究の進歩にはめざましいものがある。

もとより鉍石形成とそれに伴う母岩の変質作用とはそれぞれが独立して進行するものではなくて 相互に密接に関係し合うものであるから 鉍石研究と母岩変質の研究とは同一の課題として取組むことが必要になってきた。

最近 ソ連のコルジンスキーやマラーシェフその他は後岩漿性溶液は溶液が通過する岩石と反応することによってその性質を変え その結果鉍石の沈殿をおこすという前提のもとに 中深度鉍化作用における溶液の酸度と酸化還元過程を追求している。鉍床のタイプにはいろいろのものがあるので 鉍化作用の尺度として用いられるものも種々である。マラーシェフは熱水性鉍物群による共生関係を溶液の還元電位 酸度ならびに化学的活力すなわち Eh-pH 表によって明らかにしようとした。このへんのところは 従来地質家によってネグられがちであったが 今やさけることのできない問題になってきたようである。そこで以下に鉍化母液進化研究の現状を紹介してみたいと思う。

鉍化母液の実態がどのようなものであるかという問題



電氣石—石英脈(テリー)中の石英に見られる二相および三相液体包有物の共生

は 鉍床研究者の常に変らぬ興味を中心となって多くの追求が続けられてきている。にも拘らず その対象の捉え難さから 未だ十分に明確な理論が築き上げられているとは言えないのが現状であろう。これまでの多くの議論をふり返ってみると 時間的にも空間的にも広大な鉍床形成の一連の現象を部分的に捉え 一意的な解釈の下されていたものが多いように見受けられる。われわれが鉍床の成因を追求していく上で重要なことは 個々の鉍床の詳細な把握から 鉍床生成の全過程を統一的に説明する普遍的な理論を創り上げていくことであり そこにおいて中心的な役割を担う鉍液進化の問題は 将来にわたるわれわれの中心課題であることは言をまたない。近年の鉍化溶液の研究の特徴は 全ての鉍床を鉍化溶液が生成 変化 消滅していく歴史的な過程の産物として捉え その鉍液進化の様子を 物理 化学的な検討とも合わせて 具体的 系統的に追求していこうとしている点にある。

近年 大量に蓄積されつつある鉍物中の液体 気体包有物の分析によれば そこに見出される組成は アルカリ金属 アルカリ土類金属などの塩化物 弗化物 炭酸塩 硫酸塩 珪酸塩や 気相として CO₂ H₂S HCl HF SiF₄ SiCl₄ BF₃ FeCl₃ など また 微量の金属元素として Fe Mn Ni Co Cu Pb Zn Mo W Sn Ag Li Ba Sr V Ti などがあり 特に高濃度の CO₂ の存在や また 特定の鉍物への特徴的な濃集現象も見出されている。これらの資料や 多くの化学熱力学的な実験 検討から 造鉍物質は複雑な錯化合物として運搬され 種々の置換反応や 温度 圧力変化 pH の変化などを通じて鉍石として沈殿するものと考えられる。イオンの変化の過程にも種々の進化形態が予想される。熱水溶液の発生から この最終的な沈殿に至るまで 特に化学的に活性な S の活動度の変化 および酸素分圧の変化は 溶液の性質 沈殿の様式を左右する重要な因子として検討が加えられており 鉍石における鉍物共生と Eh-pH 酸素分圧などを考慮した多くの実験が進められ 鉍床の生成機構を解明する重要な手がかりとなりつつある。

これらの研究は 当然 他の地質学 鉍物学における問題と同じような性質の多くの困難な問題を抱えているが 前節に述べた鉍石研究 鉍床母岩の変質の研究などと有機的に結びつくことによって より普遍的な鉍床成因論の展開していくことが期待される。

(筆者は北海道支所 *大阪出張所)