

## 資 料

553.062:553.31(47+57)

### 北ムゴドジャール地方ドンパーロフスキー構造フォーメーション帯の マグマ作用と硫化鉄鉱化作用の特徴\*

M. B. Borodaevskaya, Ye. P. Shirai, S. T. Ageeva,

A. G. Zlotnik-Khotkevich, V. S. Trebukhin\*

岸本文男\*\* 訳

#### 調査地域の地質

マグニトゴールスク マグ複背斜の南東閉鎖部に分布する標記ドンパーロフスキー構造フォーメーション帯はウラル山脈の配列方向と一致しない NE-SW 方向性の独立した構造単位である。

その特殊性は地向斜初期 ( $S_2$ - $D_2e$ ) の主としてソジウム系非分化玄武岩類が比較的浅所 (500-4,000 m) の厚いシアル基盤上に賦存することに原因している (アクチュエビンスクの DSS 断面資料によれば、シアル基盤の「花崗岩層」と「閃緑岩層」の厚さは 20,000 m に等しい)。ドンパーロフスキー構造フォーメーション帯は明らかに地塊構造を呈し、地球物理学的および深部試錐の資料からすれば、各地塊の上端深度はさまざまである。

本調査地域における地向斜後期の地質の発達に関係するのは火山源の主として安山岩質層 ( $D_2qv$ ) と堆積層 ( $C_1$ ) の積載地溝-向斜構造地区における堆積、それに隆起状地塊の部分におけるはんれい岩-閃緑岩-花崗岩系列の貫入岩の形成である。古生代後期の花崗岩類質マグマ作用はドンパーロフスキー構造フォーメーション帯外の、例えば東ウラル、中ムゴドジャール両メガ複背斜に広く発達している。

北部ではドンパーロフスキー構造相帯 (第1図) は本来のマグニトゴールスク凹地から ENE-WSW 方向性の横断隆起りによって隔てられ、それはまた現在の地表においては貫入岩岩系 (ドンパーロフスキー、マザールなどの各山塊) に切られたオルドビス系と思われる変成岩類の露出となって現われている。この横断構造の意義はマグニトゴールスク優地向斜東部の、数 100 km にわたって北に追跡できる一連の構造フォーメーション帯の北側境界をなすことにある。当該フォーメーション帯群は優地向斜の外島孤であり、かつ安山岩-玄武岩岩系の岩石からなるグンペーイ=アダーモフカ帯、地向斜前期の玄武岩、石英粗面岩-玄武岩、玄武岩-安山岩-石英安山岩-石英粗面岩、安山岩-玄武岩各岩系の岩石が発達した内陸盆地であるウチャルイー帯、これら2帯の中間位置を占める第2オーダのドジュスイ=アシチェブターク帯に分けることができる (M. B. Бородевская ほか, 1973)。

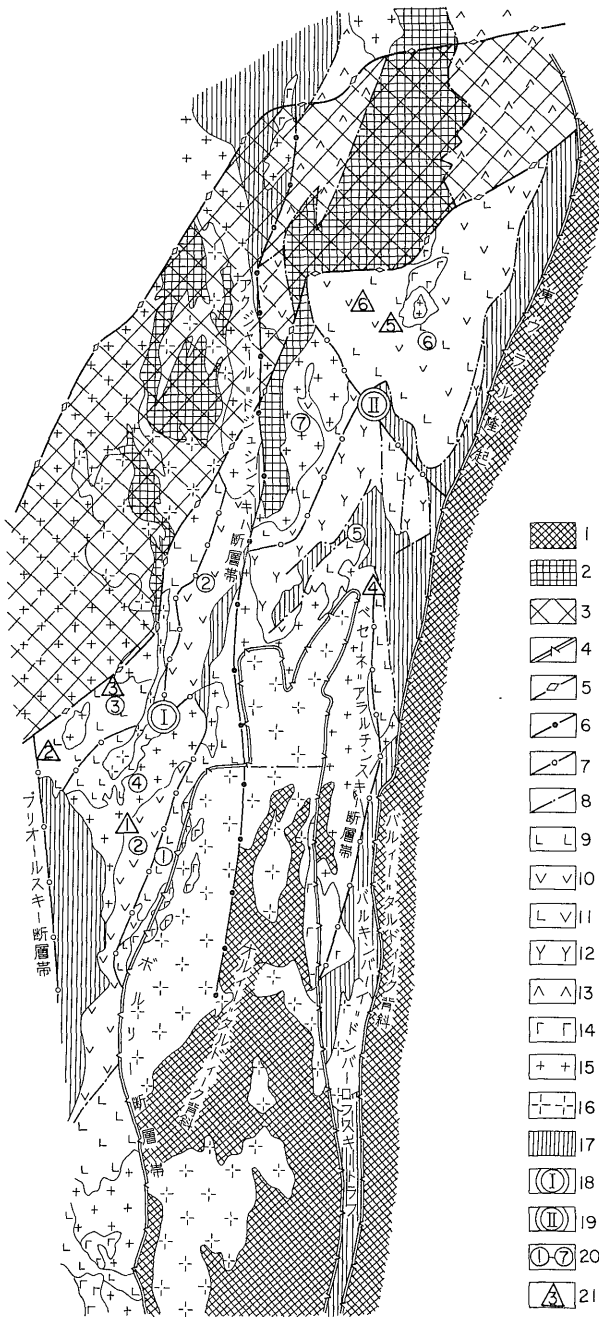
ドンパーロフスキー構造フォーメーション帯は南東側をリーフェイ期の主として変成岩からなる中ムゴドジャール複背斜に境されている。ドンパーロフスキー構造フォーメーション帯の境界に沿った基盤段丘の境界の北東方向性は西ウラル複背斜と東ウラル複背斜の両構造にもっともよく現われ、とくに両構造に胚胎されているものに調査地域最大の超塩基性岩山塊 (西にキンペルサーイ山塊、東にブルクターール山塊) がある。

ドンパーロフスキー構造フォーメーション帯から南に、先カンブリア系基盤の露頭帯によって分けられた数 100 km も追跡できる南北性の狭長な優地向斜トラフ (西ムゴドジャールとバルキンペーイ=ド

\* M. B. Бородаевская, Е. П. Ширай, С. Т. Агеева, А. Г. Злотник-Хоткевич, В. С. Требухин (1974): Особенности магматизма и колчеданного орудения Домбаровской структурно-формационной зоны Северных Мугуджар: Геология Рудных Месторождений, том 16, №. 5, стр. 3-14.

\*\* 鉱床部

1) 地球物理学探査データにはっきり現れている。



- 1: 優地向斜の縁部を構成する先カンブリア系変成岩類 (花崗片麻岩, 片麻岩, 角閃岩, 珪岩, 雲母片岩)
- 2: オルドビス系火山源岩, 火山源堆積岩, 堆積岩から生成した角閃石組成, 角閃石-緑泥石組成などの結晶片岩類
- 3: オルドビス系変成岩露頭と花崗岩類貫入体が集中した横断隆起 (キンベルサーイ=エレノフカ構造フラグメント)

境界線

- 4: 優地向斜
- 5: キンベルサーイ=エレノフカ隆起
- 6: 断層に規制された構造フォーメーション亜帯
- 7: 構造フォーメーション地塊
- 8: 石炭系下部層が堆積した地溝

火山源岩発達区

- 9: 非分化玄武岩岩系 (S<sub>2</sub>-D<sub>1</sub>)
- 10: 対照性石英粗面岩-玄武岩岩系 (D<sub>1</sub>-D<sub>2e</sub>)
- 11: 両岩系の間層系 (D<sub>1</sub>-D<sub>2e</sub>)
- 12: 継承性岩系 (D<sub>2qv</sub>)
- 13: 弱分化安山岩-玄武岩岩系 (D<sub>1</sub>-D<sub>2qv</sub>)

貫入岩発達区

- 14: はんれい岩岩系 (D<sub>1</sub>)
- 15: はんれい岩-斜長花崗岩岩系
- 16: 本来の花崗岩岩系 (Pzz)
- 17: 石炭系下部層

構造単元

- 18: 中オルムスク構造フォーメーション亜帯
- 19: ドンバーロフスキー構造フォーメーション亜帯
- 20: 構造フォーメーション地塊

- 1: ボルリー地塊
- 2: タストイブターク地塊
- 3: コーク=チュビンスキー地塊
- 4: アシュチュルサイ地塊
- 5: ベーセネ=ドンバーロフスキー地塊
- 6: ドジャイルガン地塊
- 7: マザール地塊

第 1 図 ドンバーロフスキー構造フォーメーション帯地質・地質構造概図

ンバーロフスキーの両トラフ) が伸びている。これらのトラフの範囲には、ドンバーロフスキー構造フォーメーション帯と同時に安定化しながら非分化玄武岩類もいちじるしく発達している。

ドンバーロフスキー構造フォーメーション帯の境界は地向斜前期玄武岩類形成過程での主なマグマ誘導路となった NE-SW 性と N-S 性の深在断層 (ボルリー断層, ベーセネ=アラルチンスキー断層など) の接合部分における基盤段丘の形成によって, またこれらの断層を継承した地溝系 (上部構造階堆積層 D<sub>2qv</sub>-C<sub>1</sub> に充填されている) によって複雑なものとなっている。

現在の削断面における非分化玄武岩岩系 (S<sub>2</sub>-D<sub>1</sub>) の火山岩はドンパーフスキー構造フォーメーション帯範囲の大部分を占めている。この岩系の構成岩石量の大部分は玄武岩組成の単調・無斑晶熔岩の厚い岩層を形成している海底割れ目溢流生成体である。この岩層の下位は粗スピライト構造を備えた塊状玄武岩であり、上位は厚さ 10m 以上の大型枕状 (1.5-2.0m) 熔岩からなり、ときにはジャスペライトの単薄層で隔てられていることもある。非分化玄武岩岩層の厚さは隆起区の 500m から深在断層帯の 4,000-6,000m (ボルリー断層帯とベセーネ=アラルチンスキー断層帯) まで変動し、オフィティック組織を有する玄武岩と粗粒玄武岩で構成されたザブボルカニック岩帯が当該深在断層帯に入っている。堆積層の生成量が少ないこと、非分化玄武岩が無斑晶相であること、熔岩流が厚いことは地殻の深部割れ目に沿ってマグマ メルトが多量に供給されたことを示唆している。

時代的にいって次のソジウム系対照性<sup>2)</sup> 岩系の岩石は上記とは別の地塊の範囲に発達するだけである。中でももっとも多いのは割れ目溢流によって、また中心噴火型火山活動過程で生じた玄武岩組成の火山岩である。本調査地域の南西部には短鎖状火山構造を伴ったやや長い岩滓丘陵があり、その火道と火道付近は斜長石の斑晶を有する斑状玄武岩と無斑晶玄武岩の熔岩角礫岩・集塊岩質凝灰岩からなっている。また別の環状構造部には玄武岩類と玢岩状閃緑岩の両種の岩脈が集中している。上記火山源丘陵の斜面と古起伏凹地部は分級された火山ミクト生成物 (凝灰質砂岩、細礫岩、礫岩) に埋められ、その中には玄武岩の碎屑とともに無斑晶および斑状構造の石英粗面岩の碎屑も賦存する。火山源丘陵から遠い相は枕状構造の薄い熔岩流からなり、その中で玄武岩の無斑晶のものと小斑状のものが互層し、ときにはハイアロクラストイトの間層が認められ、さらに火山構造沈降部の上部にチャート層が堆積していることもある。

この対照性岩系の玄武岩類と空間的にも成因的にも密接な関係を有するサブボルカニック岩体が塩基性のもの (大斑状斜長石玄武岩) も、真珠状構造が広く発達した酸性の石英粗面岩 - 石英安山岩組成の岩石も岩脈、岩株、葎形岩体を形作っている。いずれも火砕岩分布域に賦存する。この場合、斑状玄武岩は火道の周りに集中し、同心的な配列を示すかもしくは古期断層付近の層間貫入体を形作っているのに対し、真珠岩は岩滓丘陵の縁部に小さな連鎖をなして分布する。そしてポリフィリックな酸性サブボルカニック岩体が岩滓丘陵を切る東西性構造を形成している。

当該岩系の火山作用は通路の閉鎖に起因するマグマ メルトの運動の鈍化によって進行しているが、このことを証明するのは熔岩流の厚さの減少、斑状火山岩の出現、火砕岩からなる中心噴火型構造の形成であり、岩滓と分級のよくない粗碎屑火山ミクト岩が広く発達することからすると、当該岩石の形成は浅水底条件下で行われている。

当該岩系の酸性メンバーがサブボルカニック相の部分にだけ発達していることは、マグニトゴールスク凹地の主要部とも、西ムゴドジャール複向斜南半部とも違った本調査地域の特徴である。

非分化玄武岩岩系と対照性石英粗面岩 - 玄武岩岩系の岩石の岩石化学的特徴は、南ウラル諸地域の類似生成体の場合と全体としては大きく異なっていない。対照性岩系の玄武岩は本来の玄武岩岩系の火山岩に比べて幾らか Si に富み、Ti に乏しい。両岩系中の主要造岩酸化物間の相関関係はほとんど認められず、とくに当該諸岩石はボーエン トレンドを備えていない。この事実は中間マグマ溜での分化作用が働いていないことを示唆し、また広範な緑色岩化現象を欠いた主としてソジウム系岩石からなることを特徴とするが、これはマグマ メルトの初成ソジウム スペシャルリゼーションという概念を証拠だてるものといえる。地向斜前期の生成体の中に玄武岩-安山岩-石英安山岩-石英粗面岩岩系および安山岩 - 玄武岩岩系の岩石が欠除していることは上記賦存岩石の岩石化学的特徴と併せ、本調査地域の地向斜前期地質発達期における中間マグマ溜の欠除を証明している。このように、厚いシアル地殻が存在するにもかかわらずメルトの急上昇をもたらしたマグマ誘導深在貫通断層の存在が地殻とマグマとの相互作用および同化作用・分化作用の発達を助けなかったのである。

地向斜後期の主成体はそれとは逆にマグマ通路に交差する地殻、岩層との相互作用を行った示徴を備えている。すなわち、安山岩質岩とはんれい岩-閃緑岩-花崗岩組成貫入岩およびはんれい岩-閃長岩-花

2) contrastic

崗岩組成貫入岩が広範に発達するのが特徴で、そのためにシアル断面の Mo・W などのクラーク数が高くなっている。

本調査地域の一般構造は明瞭な地塊構造の性質を備え、デボン系中部 - 上部層と石炭系、ときにはさらに古期の堆積層に埋没された地溝系が隆起状地塊によって分断され、当該分断部分に厚くないシルル紀 - デボン紀前期の火山岩が発達している (第 1 図)。隆起状地塊はまず方向のさまざまな断層・断裂によって高次の地塊に分けられ、その事実は堆積層の相と層厚の解析データによく現われている。

地塊構造の基礎形成はシルル紀火山作用の開始以前にすでに行われており、地塊の境界をなす断層の大部分は長期にわたって発達を続けた。このことは断層の機能を規制し、多くは鉱床規制断層となり、鉱床胚胎断層となっているが、先鉱化性・後鉱化性の玄武岩類と石英粗面岩の岩脈だけでなく、花崗岩類山塊の分布にも影響を与え、それが多くの場合に認められる鉱体と花崗岩類岩体との密接な空間的関係およびときには鉱石と母岩のきわめて本質的な変成の一原因ともなっている。

ドンパーロフスキー構造フォーメーション帯に賦存する岩石の変成はきわめて特殊なもので、マグネトゴールスク メガ複向斜の残る地域に発達する岩石の場合とはいちじるしく異なっている。非分化岩系の玄武岩は驚くほど新鮮なことを特徴とし、ところによってはカイトタイプ相 (caenotypic outlook) に近い。その中の斜長石は曹灰長石の組成を維持していることが多く、ほとんどメルト生成物を含みせず、輝石はわずかに緑泥石化していることがまれに認められるにすぎず (まれには陽起石化も)、玻璃は緑泥石化されているが、流理組織と多孔質組織をはっきりと残している。対照的石英粗面岩 - 玄武岩系と同安山岩 - 石英安山岩系に比べて、その一般的な二次変質度が高く、それは暗色鉱物と火山玻璃に沿って緑泥石・緑簾石・陽起石集合が発達し、斜長石の強い曹長石化がみられることに現われている。

本調査地域の変成作用にみられるはっきりとした特徴は火山岩の角閃石化現象が広く及んでいることであり、典型的な角閃岩の局地的な発達に、岩石の組織の中で角閃石が特有の斑状変晶成長を示す広い角閃石化岩分布域の形成に現れている。後者は花崗岩類山塊の囲りに厚さ最大 5 km の接触変質帯を形成し、後者の狭長な角閃岩帯は細縞状、ときに皺紋状の構造を有する角閃岩からなり、アクジャールドジュシンスキー断層帯、コーク=チュピンスキー断層帯といった深在断層帯に、またアバンガルト断層型の羽状割れ目帯に発達する。これらの断層帯・割れ目帯にはペグマタイト構造の脈とシュリーレンからなる特徴的な斜長石-角閃石ミグマタイトと石英-斜長石-角閃石ミグマタイトを生成した局所的ミグマタイト化作用が発達している。また局部帯に働いた特殊な変成として、多くが鉱体と空間的に一致した形の、董青石、直閃石、紅柱石、黒雲母からなる造進変成段階の交代岩にも触れておきたい。これは先行した角閃石化生成体に重なり、また緑泥石化作用と絹雲母化作用となって現れている後退変成も含んだものである。

### 硫化鉄鉱体

調査地域内の硫化鉄鉱体はすべてシルル紀 - デボン紀前期の玄武岩類岩層の一定層位部分に胚胎されている。すなわち、当該鉱体は非分化玄武岩系岩層の割れ目溢流型生成体上部とそれに主として中心噴火型噴出生成体からなる対照性岩系の層序的には上位に分布する玄武岩類の下部にそれぞれ集中している。現在までの資料によると、この鉱体産出層準の総層厚は 500-600 m である。

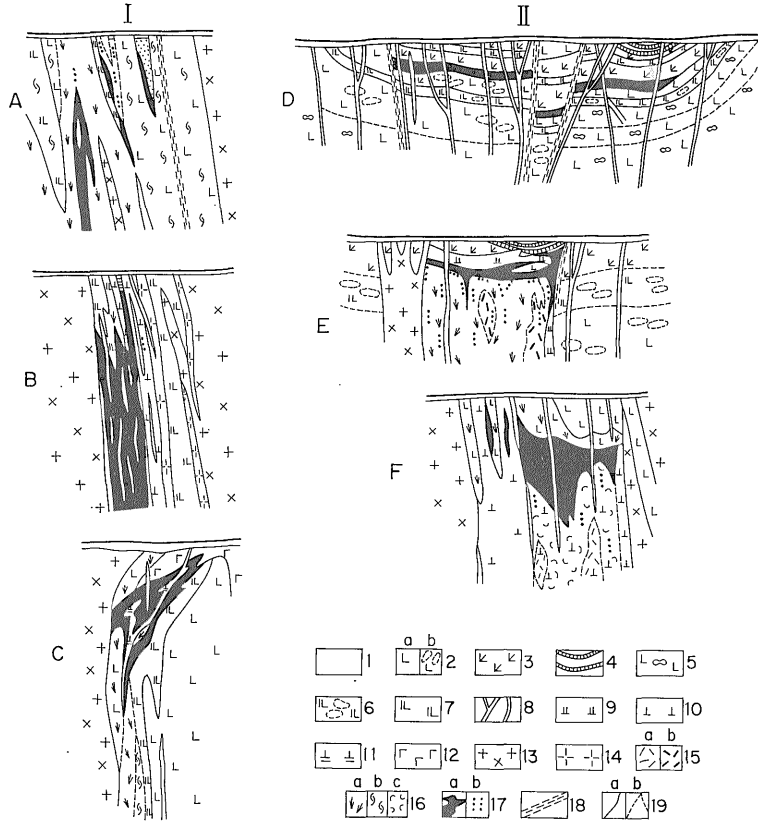
鉱化作用が働いている上記の位置はドンパーロフスキー構造フォーメーション帯の各地塊における対比決定要素の一つ、すなわち、現在の地表ないし調査研究し得た深部における柱状断面の一致部をひき出す要素の一つとなっている (ベセーネ=ドンパーロフスキー地塊、ドジャイルガーン地塊、コーク=チュピンスキー地塊、タストイブターク地塊)。それらの地塊でそれぞれ鉱床が発見されているが、本調査地域の全体的な地質研究内容のバランスがとれていないことを考えると、新鉱床の発見が十分期待できる。

有望地塊の部分では、鉱体の位置は一般に玄武岩組成の岩脈帯、酸性組成のサブボルカニック岩体の存在、柱状断面含鉱層部の古起伏要素を規制した第 II・第 III オーダの地塊境界である断層の鉱体規制の

程度に左右されている。これら諸要素の役割は各地塊自体の地質発展過程の中で変化し、その要素の中の一つが主体となり、鉱体の位置と構造形態上の特徴の差異を規制している。

地質上の位置から当該鉱体は大きく次の2群に分けることができる (第2図)。

1. 非分化岩系, 対照性岩系, 後期火山源岩系のサブボルカニック岩体, ときにはんれい岩-斜長花



I: 長期にわたって発達したマグマ誘導断層中に賦存する場合 (A: アバンガールト鉱床, B: 「10月革命50周年記念」鉱床, C: ベセーネエー鉱床)

II: 火山性陥没構造中に賦存する場合 (D: レートネエー鉱床, E: オセーネエー鉱床, F: 「10月革命50周年記念」鉱床中央鉱体群)

- 1: ルーズな堆積層
- 成層火山源層
- 2: 無斑晶玄武岩熔岩 (a: 枕状構造の不鮮明なもの, b: 枕状構造の鮮明なもの)
- 3: 粗粒玄武岩
- 4: 成層珪質層灰岩
- 5: 滴状熔岩, ハイアフロラスタイト
- 6: 枕状構造を有する斜長石斑岩質玄武岩
- サブボルカニック相
- 7: 斜長石斑岩質玄武岩
- 8: 未区分塩基性岩脈
- 9: 安山岩-石英安山岩
- 10: 真珠状構造の石英粗面岩-石英安山岩
- 貫入相
- 11: 石英粗面岩質斑岩
- 12: はんれい岩-輝綠岩
- 13: 花崗岩, 花崗閃緑岩
- 14: 花崗斑岩, アプライト
- 交代岩相
- 15: 先鉱化酸性溶脱期の交代岩 (a: 酸性組成岩からの石英-絹雲母質交代岩, b: 塩基性組成岩からの緑泥石質交代岩, 絹雲母-緑泥石質交代岩)
- 16: 進進期交代岩 (a: 角閃石-黒雲母-蘆青石質交代岩, b: 石英-角閃石-曹長石質交代岩, c: 直閃石・紅柱石・蘆青石を伴う石英質交代岩)
- 17: 黄鉄鉱-黄銅鉱-磁硫鉄鉱-磁鉄鉱組成の鉱石 (a: 塊状鉱, b: 細脈-鉱染鉱)
- 18: 構造断層帯
- 19: 境界 (a: 貫入岩体, b: 相)

第2図 本地域の硫化鉄鉱化作用の賦存型式

崗岩系の貫入岩体を規制した急傾斜断層帯中の鉍体群 (「10月革命50周年記念」鉍床など)、硫化鉄鉍鉍体そのものは垂直に近い緻密レンズ状のもの (アバンガルト鉍床、ベセーネエー鉍床、キジュールニキバチー鉍床) もしくは母岩の走向に沿って延びた緩傾斜鉍体と急傾斜パイプ状鉍体との組合せ (多くは酸性サブボルカニック岩体の上部緩傾斜部分に賦存) (「10月革命50周年記念」鉍床など) からなっている。後者の場合、その鉍床規模はいちじるしく大きい。

2. 同時成火山性断層に境された小規模な円形ないし長楕円形火山構造凹地中の鉍体群。鉍体そのものは母岩の成層面に整合し、ときには数層準に分布する層状体である。

第1群の鉍床は火山源隆起部に賦存し、その部分には対照性岩系の酸性岩のサブボルカニック岩体が集中している。下盤および鉍体の傾斜に沿って、南ウラルの別の代表的な類似鉍床の場合と同じように、先鉍化性の母岩の変質現象 (珪化、緑泥石化、絹雲母化) が広く現われ、そして石英-緑泥石-絹雲母組成の交代岩がさらにはんれい岩-斜長花崗岩系 of 貫入岩の形成に伴う諸作用によってホルンフェルス構造の後期の黒雲母-直閃石-堇青石集合に強く交代され、原交代岩はレリクトとして残っているにすぎない。

第2群の鉍床は対照性岩系の火山源丘陵から離れた所に位置し、向斜構造部に胚胎され、同構造を複雑なものにして火山構造凹地部に分布している。多くの場合 (レートネエー鉍床、オセーネエー鉍床)、鉍床範囲内にはソジウム系対照性岩系の酸性岩がなく、爆裂生成体の量は熔岩相の量よりもはるかに少ない。ときには (レートネエー鉍床)、母岩の深成溶脱帯の熱水交代変質現象を欠いていることもある。その場合、鉍体の接触部には「ルバーシュカ」と称される薄いクロリトリタイト (chloritite) 帯が追跡できるだけである。鉍体を被覆した玄武岩流の下部には急冷周縁相が認められる。今後詳細な研究を要する類似現象はブリーオルスキー鉍床にも知られている。

本調査地域の当該硫化鉄鉍鉍床産鉍石の組成は多くの点で南ウラル特有の硫化鉄鉍鉍床の場合に類似しているが、同時に一連の特殊な性質も備えている。当該鉍石は不均質ではあるが、母岩の角閃石化に関連した変成作用を受け、さらに後期の熱水変質作用を受けている。これらの作用は、詳しく研究・記載した M. И. Исмагилов と M. З. Исмагилова (1972) および筆者ら (M. Б. Бородаевская, А. Д. Ракчеев, М. И. Вахрушев, М. N. Новгородова, 1970) によると、黄鉄鉍・黄銅鉍・閃亜鉛鉍各粒のいちじるしい大粒化を伴った再結晶作用となって現れ、そのためこれら鉍物自体の物理的性質も変化している。またその変成・変質作用は鉍石の初成構造・初成組織の根本的な変形をもたらし、新生粒状集合中にレリクトとしてメタコロイド状組織を有する部分を残しているにすぎない。磁硫鉄鉍と磁鉄鉍を生じていることもまれでなく、その場合これら2鉍物が独立した小鉍体中もしくは被変成鉍体内の脈状部に独立・点在することがある (「10月革命50周年記念」鉍床、オセーネエー鉍床)。変成・変質の際に鉍石成分の基本的な再配分も行われ、なかでも鉍体上部に濃集している Cu と Zn がその典型的なもので、とくにその再配分は構造的ないし構造-堆積相的な遮蔽体がある場合にいちじるしい。この再配分作用がとくに強く進行したのは造進熱水変成作用期で、そのとき鉍体中では側岩の物質をとりこむことによって、鉍体周辺の岩石と同じように、堇青石・直閃石・黒雲母が生じている。

後退変成期には直閃石・堇青石・黒雲母が絹雲母と緑泥石に交代されて後期鉍物共生コンプレックスを生じ、同コンプレックスの構成に白鉄鉍、黄鉄鉍、磁硫鉄鉍、純閃亜鉛鉍、黄銅鉍、方鉛鉍、輝水鉛鉍が加わっているが、それらの生成は鉍石構成物質の添加比の変化に原因するものでもあり、長期にわたる再沈殿過程によるものでもある (M. Б. Бородаевская, Н. К. Курбанов ほか, 1973)。

全体として、花崗岩貫入体の生成過程で生ずる鉍物共生には、次のような2タイプのものがある。

a) 磁鉄鉍と黄鉄鉍のほかは黄鉄鉍と黄銅鉍の再生集合 (大粒質集合) を含んだ磁鉄鉍-磁硫鉄鉍共生。

b) 直閃石、金雲母、曹長石、石英、磁鉄鉍、ゲモイルメナイト (gemo-ilmenite<sup>3)</sup>)、再生黄鉄鉍、黄銅鉍を含んだ角閃石-堇青石共生。

これは花崗岩の形成と同岩脈系の貫入との中間期に生じ、硫化鉄鉍鉍体を胚胎する熱水変質岩 (緑泥

3) あるいは hemoilmenite か?

石化・絹雲母化岩) から主に発達したものである。その際、金属鉱化作用の大部分は鉱体範囲内に集中し、範囲外には造岩成分が卓越し、新生鉄石鉱物は主として濃厚鉄染体ないし細脈の形、まれには薄くて短かい脈状体の形で賦存する。

c) はんれい岩-花崗岩貫入体岩脈系の貫入後に生成し、角閃石-堇青石共生とそれより前期の共生の集合体を強く交代した黄銅鉱-磁鉄鉱-磁硫鉄鉱共生 (磁硫鉄鉱—40-60%, 黄銅鉱—20-50%, 磁鉄鉱—10-40%, 再生黄鉄鉱—10-30%, 閃亜鉛鉱—<10%, バレリアイト, キューバ鉱, 針ニッケル鉱, 輝コバルト鉱, 硫砒ニッケル鉱, 角閃石, 炭酸塩鉱物)。

もっとも強く変成した鉱体は上記構造形態タイプの最初のもの、すなわち長期にわたって発達した断層帯に直接胚胎され (「10月革命 50周年記念」鉱床, ベセーネ=アラルチンスコエ鉱床), そこでは鉱体が後鉱化性花崗岩類貫入岩と密接していることが多い。

変成・変質開始前の鉄石の初成組成と構造の特徴はあまり研究されていない。南ウラルの硫化鉄鉱床に典型的なコロホーム組織がこの鉄石中にも存在することは注目に値する。その組成の共通した特徴となっているのはマグネトゴルスク メガ複向斜の硫化鉄鉱床の場合に比べて Co 含有率が高いこと (ところによっては可採品位に達している) と Au 含有率が極端に低いことである。

早期の鉄物共生が高度に保存されていることを特徴とする鉱体は玄武岩類岩層の火山性沈降凹地に分布する (第2構造形態型)。この種の鉱体は貫入岩体から離れた、通常、角閃岩化変成帯内に賦存している (オセーネエー鉱床, レートネエー鉱床)。この鉱体の主体は次のような鉄物共生関係からなっている。

a) 磁鉄鉱-黄鉄鉱ないし赤鉄鉱-石英共生 (磁鉄鉱—50-100%, 黄鉄鉱—10-50%, 赤鉄鉱, 石英, 緑泥石)

b) 黄銅鉱-黄鉄鉱共生 (黄鉄鉱—80-97%, 黄銅鉱—3-15%, 四面銅鉱, 石英)

c) 閃亜鉛鉱-黄鉄鉱共生 (黄鉄鉱—70-80%, 閃亜鉛鉱—20-30%, 黄銅鉱—2-3%)

上記のすべての鉄物共生の場合、コロホーム組織が広く発達した細粒質構造の鉄物集合をなすことは一つの特徴といえる。鉱体は累帯構造を備え、下部は早期の磁鉄鉱-黄鉄鉱共生からなり、その中の黄鉄鉱の量は上部に向かって増加する。さらに鉱体の上部は鉱体上盤際の閃亜鉛鉱に富む部分を含め可採鉄石の主体 (黄銅鉱-黄鉄鉱共生と閃亜鉛鉱-黄鉄鉱共生) をなしている。

この群の他の鉄床と地質上の位置が類似 (火山性陥没凹地に胚胎され、対照性岩系の酸性岩と凝灰岩が欠除し、層状多段鉄体を形作っていること) する上、第1群の鉄床に移過するような一連の特徴を有するオセーネエー鉄床はとくに注目する必要がある。第2群のすべての鉄床における同じように、この鉄床の早期の鉄石は諸所で母岩の走向・傾斜と一致した細縞状葉理を有する磁鉄鉱-黄鉄鉱鉄石とレリクト黄鉄鉱鉄石からなっている。多くの場合、この鉄石は再結晶化し、部分的には溶脱され、そのため初成組成、とくに黄銅鉱と閃亜鉛鉱の初成含有量を決定することはきわめて難しくなっている。本鉄床では、ジベール期火山活動末期に生じたドジャルガン山塊の舌状体である閃長岩-閃緑岩系脈状岩および粗面石英安山岩のサブボルカニック岩体との接触部に沿って、第1群の鉄床の後期鉄物共生と同じような特徴を備えた後期鉄石鉄物共生が広く現れている。この後期鉄石鉄物共生からなる鉄石は、おそらく、早期の鉱化成分の再沈殿作用が広く加わったために生じたものであろう。この鉄石は貫入岩体の緩傾斜および急傾斜した接触部に沿って分布し、当該複合・多源・多時性鉄体の一般形態をいちじるしく複雑なものにしている。

このような鉄体構成の特徴、なかでも鉄体下部に縞状構造の磁鉄鉱-黄鉄鉱鉄石と赤鉄鉱-石英鉄石が存在することは、このタイプの初成鉄石生成物の中で大きな役割を果たしたのが熱水-堆積造鉄物質である、という推定を可能にしている。この推論に鉄体の特殊な地質上の位置、すなわち、遠隔相の火山岩に、そして火山性凹地に胚胎されている事実は矛盾しない。以上のように、ドンパロフスキー構造フォーメーション帯は、最近になって一層明確にされてきたように (B. И. Смирнов, 1967, 1971, 1973; M. Б. Бородаевская, Н. К. Курбанов ほか, 1973), 全体として硫化鉄鉱床生成区に特有な、沈殿条件のタイプが多様な鉱化作用の重複した地域である。

狭義のマグニトゴールスク メガ複向斜の硫化鉄鉱鉛鉱石とドンパーフスキーク構造フォーメーション帯に発達する硫化鉄鉱鉛鉱石との初成組成の差異についての問題にも注目する必要がある。筆者らはその差異を地向斜期早期におけるドンパーフスキーク構造フォーメーション帯の構造-マグマ作用の特殊性によるものと考えている。

鉛鉱石の初成組成に関して決定的な意味をもっていたのは、おそらく、分化度の小さい、含水率の低い、灼熱した玄武岩質メルトが断層帯<sup>4)</sup>に沿って地殻物質と相互反応することなく、中間マグマ溜を欠くことによってそこにとどまることなく、ただ分帯熔融に関係した分化過程を経るだけの急激な上昇であるに違いない。硫化物を構成している成分も主としてマントル起源のものと思われる (B. И. Смирнов による)。そのことは本地域の硫化鉄鉱鉛鉱作用が基本的に塩基性岩型のもので、鉛鉱石が Co と Ni に富み、Au, As, Sb に乏しいことなどから明らかである。さらに、鉛鉱石中にキューバ鉛、バレーアイト、輝コバルト鉛、硫砒ニッケル鉛と多量の黄銅鉛 (そして閃亜鉛鉛の平均品位が低い) といった銅-ニッケル鉛床に特有の一連の鉛物が賦存することも特徴的である。

硫化物本体の分離機構はまだ明らかでない。А. П. Лихачев によると、銅-ニッケル鉛床の場合、硫化物-珪酸塩系の生成過程をモデル化した実験の結果からすれば、硫化物メルトと熱水系との間に密接な相関関係が認められる (揮発・温度低下・圧力減少による富化過程)。А. П. Лихачев は、その結果にもとづいて硫化物がマントル組成の岩石から物質の熔融過程で分離し、その際 Co と Ni の含有量はメルトの温度が上がるにつれて増大した、と推定している。

しかし、硫化鉄鉛鉱体の生成・推移の過程は、硫化物に富んだメルトの分化過程と鉛化作用との結びつきがこの場合認められていない以上、別の図式を辿るとしなくてはならない。本地域の硫化鉄鉛鉱体は全体としてきわめて分化度が低い玄武岩類中か、あるいは實際上硫化物鉛化作用を受けていないソジウム系石英粗面岩岩脈と共存して分布し、筆者ら (М. Б. Бородаевская, Н. К. Курбанов ほか, 1973) は誘導深部過程にも関連させて考えている。

このタイプの硫化鉄鉛鉱石が比較的広く分布し、分化度の低い玄武岩の発達地区でしかも卓状地縁部ないし中央山塊を切る地向斜性トラフの環境、すなわち厚いシアル地殻が存在し、沈降凹地が急速に安定化したところに分布することは重視されなくてはならない。たとえば、ウラルのピシユマー鉛床、トルコのマーデン鉛床 (H. Schneiderhöhn, 1958)、フィンランドのオートクンプ鉛床、スペインとポルトガルの一連の鉛床 (Г. А. Твалчрелидзе, 1972) などがそうである。

以上のように、ドンパーフスキーク構造フォーメーション帯は硫化鉄鉛鉱床生成区のメタロジェニーの関係では十分に特定できる Co 含有率の高い基本的には Cu 型の特徴としている。この Cu 型は海洋型地殻に長期にわたって発達し、マグマ系でも熱水系でも複雑な分化作用を経ているマグニトゴールスク型の帯状地向斜凹地の場合とはいちじるしく異なり、その帯状地向斜凹地におけるマグマ系と熱水系の活動過程では多時性の黄銅鉛-閃亜鉛鉛-黄鉄鉛鉛鉱石が四面銅鉛、テルル鉛物、方鉛鉛、自然金、自然銀、硫砒鉄鉛など多種にわたる鉛物を相当量伴って生成している。

ドンパーフスキーク構造フォーメーション帯はシアル地殻を基礎 (地背斜隆起、中央山塊縁部など) とする優地向斜性凹地ともかなり大きく異なっており、後者の場合のマグマ活動は長期にわたって発達し、シアル地殻とのきわめていちじるしい相互作用によって安山岩質火山源岩系と石英粗面岩-石英安山岩質火山源岩系の発達をもたらし、それが Pb, As, Mo, そしてときには Sn などのようなシアル断面の特徴的な元素含有率を高めている (ソ連のアルタイ地方と小カフカス地方の鉛床群、日本の「黒鉛」型鉛床群など)。この事実は硫化鉄鉛鉱床を胚胎する凹地のマグマ相とメタロジェニー相にみられるそれぞれの差異が一方では凹地が乗っている基盤の性質に、他方ではマントル物質の急上昇と当該地域の安定化速度に原因すると考える根拠となるものである。

ドンパーフスキーク型の構造フォーメーション帯の条件下における硫化鉄鉛鉱床のもう一つの特徴は、後地向斜期構造発展段階における地殻シアル層のバリソジェネシス熔融が加わって生成した後期花崗岩類貫入体の影響の下に鉛鉱石が変成していることである。これに類似する過程は多くの硫化鉄鉛鉱床

4) зона раздвигов (もち上げ断層帯, ベロウソウの提起)



生成区にも広く拡がっている。たとえば、そのような例はサヤン地方、小カフカス地方、西ヨーロッパと東ヨーロッパの一連の地域、あるいは日本などに知られている。その場合、いたる所で、火山作用に結びついた熱水変質を前もって受けている母岩が、たとえば堇青石-直閃石-黒雲母質交代岩 (日本、渡辺武男, 1973) に変わり、鉱石が構成成分の再沈殿と再分配の両作用を伴った根本的な再結晶作用を受けていることが特徴である。

## 結 論

1. マグニトゴールスク メガ複向斜の南部では、同複向斜凹地の中心部からエレノフスク=キンペルサーイ横断隆起帯によって隔てられたドンパロフスキー構造フォーメーション帯が区別できる。この構造フォーメーション帯の主な特徴となっているのは、浅いシアル殻基盤上についた比較的薄い非分化岩系と対照性岩系の玄武岩類が広く発達することであり、さらに後期のはんれい岩-斜長花崗岩系貫入岩が広く発達することである。

2. 含銅硫化鉄鉱化作用は対照性火山源岩系の火山作用と関係がある。当該鉱床は2群、すなわち、a) 火山性隆起区で長期にわたって形成された複合形態のもの、b) 火山性構造凹地に胚胎され、火山作用過程と同時に生成し、母岩の走向・傾斜と一致する層状形態のもの2群に分けられる。いずれも、変成作用、再結晶作用、鉱石構成物質の再沈殿作用の影響が小さいことを特徴とする。

3. 古火山解析とフォーメーション解析の結果は本構造フォーメーション型の構造と大陸縁部のリフト帯とが一致することを示している。ソレライト質玄武岩の広範な発達がこの構造に特有のもので、その形成は地殻物質と相互反応せずに、また中間マグマ溜で分化することなく行われた。

4. マグマ作用の特徴は当該構造のメタロジューニーを規制し、マントル物質に特有の金属成分による鉱石の生成に反映している。

本構造フォーメーション帯における硫化鉄鉱化体の存在は東ウラル隆起部に発達する類似リフト構造にきわめて大きな関心と呼ぶべきものである。

## 文 献

- М. Б. Бородаевская, А. И. Кривцов, Н. К. Курбановほか (1969) Закономерности размещения колчеданных месторождений на Южном Урале: Изв. АН СССР, сер. геология, No. 10.
- М. Б. Бородаевская, А. Д. Ракчеев, М. И. Вахрушев, М. И. Новгородова (1970) О полигенном характере медноколчеданных месторождений в Северных Мугуджарах: Докл. АН СССР, т. 194, No. 2.
- М. Б. Бородаевская, Н. К. Курбанов, А. И. Кривцов, А. Д. Ракчеев (1973) О длительности и многоактности формирования колчеданных руд: Советская Геология, No. 8.
- T. WATANABE (1973) Вулканизм и металлогения: в кн. "Вулканизм и рудообразование", "Мир", Москва.
- М. И. Исмагилов, М. З. Исмагилова (1972) О соответствии орудения Весеннего месторождения и Кошенсайского массива гранитоидов: в сб. "Вопросы изотопной геохронологии Урала и восточной части Русской платформы", Уфа.
- В. И. Смирнов (1967) Соотношение осадочного и гидротермального процессов при формировании колчеданных руд в юрских доминодах Большого Кавказа: Докл. АН СССР, т. 177, No. 1.
- В. И. Смирнов (1971) Фактор времени в образовании стратиформных рудных месторождений: Геол. рудн. месторожд., No. 6.
- В. И. Смирнов (1973) Металлогенический цикл: Геол. и охрана недр, No. 9.

Г. А. Твалчрелидзе (1972) Рудные провинции мира. Среднеземноморский пояс:  
“Недра”.

H. SCHNEIDERHÖHN (1958) Рудные месторождения: Изд-во иностр. лит., Москва.