

エルツゲビルゲの旅

石原舜三

I はじめに

ブルガリアからプラハに着いた日は10月1日であったが 暗雲が低くたれこみ アルプス以北のヨーロッパで典型的な冬空であった。これからチェコ東ドイツ国境にまたがるエルツゲビルゲの山中で過す日々のことを憂うと同時に10年も前にこの長い寒い冬に堪え プレンナー峠越に北イタリアにぬげ 底抜けに明るいつイタリアの風土に感激したある早春の日に想いをはせた。ヨーロッパの冬はそれほど私にとっては憂うつであり また今回は冬の準備をしていなかったのである。

チェコではもう何回もの地質関係の学会が開かれている。第1回のIAGODは1962年にプラハで開かれたし1968年には同じくプラハでIGC(国際地質連合)も予定された。この会合は不幸にして政治的事件に巻き込まれ中断されたが 事後処置が完璧であったためにかえってチェコの人達の評価を高め かつ国際的な同情を集めたことは記憶に新しい。プラハの中心にそびえる国立科学博物館の天井には 当時のソ連軍の威嚇機関銃射撃の弾痕が いまだに残してあり 現在でもチェコ人のささ

やかな抵抗をみることができる。

今回の会議は IGCP と呼ばれる国際的な研究計画に属する「酸性マグマと関連鉱化作用(略称MAWAM)」をテーマとしたプロジェクトの討論会である。これはチェコ地調のシュテムブロックにより提案 進行中のもので Sn・W・Mo・F・Nb・Ta などの鉱床研究者の専門家会議である。160名程度の出席者でこじんまりとしており 楽しみにしていた討論会であった。会の前後にパリスカンの花崗岩と鉱床をテーマにした2つの巡検 東独一チェコとフランスのマッシフ セントラルがあり 私は前半の部に参加することができた。ここではその旅行で得た知識を紹介してみたい。

エルツゲビルゲは チェコと東ドイツにまたがる高地または丘陵地であるが 邦訳は一般にはゲビルゲのみ訳してエルツ山地と呼ばれている。エルツは鉱石であるから この地域が古くからの鉱産地であったことを物語っている。エルツゲビルゲを含むボヘミア地方は 後



写真1
MAWAM討論会
の出席者達(チェ
コ地調作成)

でのべるように古生代末期からほとんど一方的に浸食が進んでおり 地形的には準平原化が著しいものに属する。内陸にあるために 全体がかさ上げされた「エルツの丘」と呼ぶのが 最もふさわしいように感じられた。

エルツゲビルグにはチェコ名があって クルシュネホリ(Krušné Hory)と呼ばれる。 近より難い山地の意味だそうで かつてのこの地域は深山幽谷の様相を呈していたのであろう。 この付近は時によってドイツに属していたこともあって ドイツ名とチェコ名とが併用されており 日本ではドイツ名の方がよく知られている。たとえばツィンワルダイトのツィンバルド(Zinnwald)は ツィノベック(Cinovec) カリウム長石の双晶で有名なカールスバッド(Karlsbad)はカルロビ バリ(Karlovy Vary) チェコのビール産地として著名なピルゼン(Pilsen)はプルゼニェ(Plzeň)である。 チェコの言葉はドイツ語と同じくそのまま発音すればよく 若干の母音を弱めたり 長くしたり 子音を摩擦音化したりする記号がつくだけであるから なじみやすい。

エルツゲビルグはボヘミア地方の北西部を占める。最初にボヘミアの地質の概況を説明しておきたい。

II ボヘミア地方の地質概況

チェコスロバキアは北緯45°付近を東西にのび 西部のボヘミア 中央部のモラヴィア 東部のスロバキアからなる。ボヘミアの中心に首都プラハがあり この美しい古都はスメタナの交響詩「わが祖国」で有名なモルダウ川に沿っている。地質的にはモラヴィアで2分され 西側の古生代後期 パリスカン造山で特色づけられるボヘミア地塊(Bohemian Massif)と東側のアルプス造山期のアルプス-カルパチアン帯とに分けられる。

ボヘミア地塊は何回かの造山運動にまき込まれた後隆起し 現在では深部相が露出している。構成岩類は古

い方から次の時期のものからなる。

モルダヌビアン期(Moldanubian):この時期の岩石はボヘミア地塊の中央部 南部からドイツのパルチア地方 オーストリアにかけて 非常に広く分布する。変成度が高い変成岩類と これらに整合的あるいは非整合的に貫入する深成岩類とからなる。原岩の時代は先カンブリア紀のアーケアンとされているが 地殻の再活動が活発であった地域では 一般に古い岩石について時代を確実に証明する資料が得にくく ここでも総合的にその様に思われているにすぎない。

アシンティアン期(Assyntian):この時期の岩石は先カンブリア紀のアルゴンキヤンの頁岩 グレイワック砂岩 塩基性火山岩類からなり 変成度は一般に低い。既述のモルダヌビアンの北方縁辺部を構成し ボヘミア地方の中央部や西部ではカンブリア紀からデボン紀にわたる堆積岩類に覆われる。これら堆積岩類は化石を多産することで特に有名であるから アシンティアン期の諸岩石がカンブリア紀以前であることは明瞭である。

カレドニアンとパリスカン期:ボヘミア地塊の北縁には 低変成度の変成岩類と これらに貫入する深成岩類などがある。これらはシルリア紀とそれ以前の岩石が カレドニアン期の変動で生じたものと思われている。一方ボヘミア地塊の北西部を占めるエルツゲビルグは 基本的にはアシンティアン期の諸岩石に パリスカン期の酸性岩が貫入して生じたものである。これについては後述する。

パリスカン期以後 ボヘミア地塊では大きな活動はなく 基本的には現在まで浸食作用が進行している。しかし 若干の現象がなかったわけではなく パリスカン

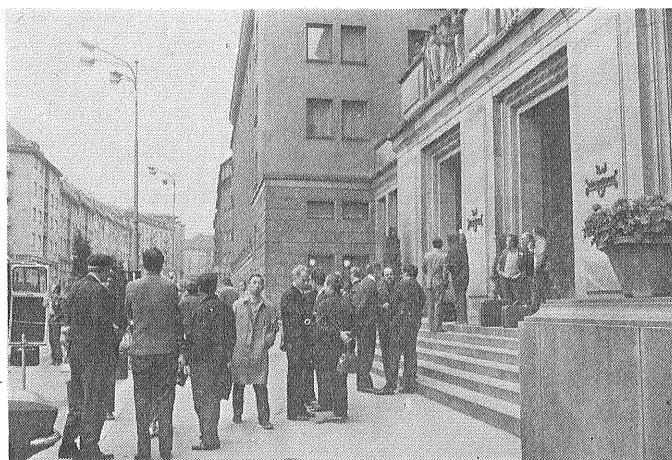


写真2 プラハ ホテルインターナショナル前 巡検旅行出発前の寸景。中央に熊本大学 津末昭生氏の顔がみえる。

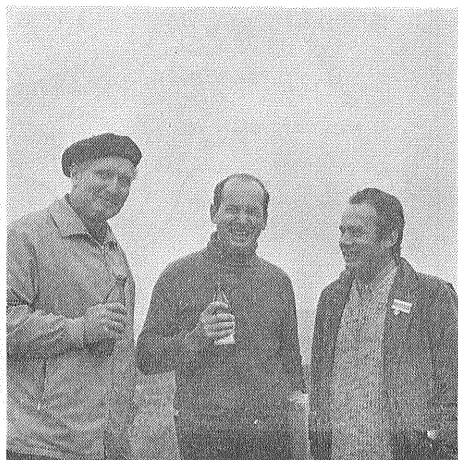


写真3 MAWAM3人男。左からティシェンドルフ(東独) シュテムブロク(チェコ) パーネル(仏)。頭の上の黒い方へ40才前半から年が多くなり ベレ一帽氏が50才。

変動によって生じた盆地には 二畳—石炭紀のアルコーズ砂岩 頁岩層が堆積している。その基底部には石炭薄層が 上部にはしばしば“red bed”が発達する。また 同じく大陸的な堆積物である白亜紀後期の砂岩 マールなどが地塊の北部に分布し 石炭層で特徴づけられる第三紀層が NE—SW 構造陥没帯に堆積した。この第三紀層を切って第三紀のアルカリ岩系 (“大西洋型”)の火山岩類の活動がある。この白亜紀—第三紀の堆積—火山活動は アルプス帯の北方への衝き上げに関係している。

III エルツゲビルゲの地質

ヨーロッパ西部におけるパリスカン変動は図1に示したように 中央ヨーロッパ帯(または Rhenides)とイベリア帯(Iberides) とに分けられ 前者は北方から

- I. レノーヘルシニアン(またはパリスカン)帯
- II. サクソ—チュリンジャン帯
- III. モルダヌビアン帯
- IV. 南部分岐部

に分けられている。それぞれはパリスカン変動の異なる時期を代表するもので 変成作用と深成岩活動とは III帯で最も活発で 北方と南方に弱まる。個々の地塊では一般に花崗岩類の貫入を伴う最も変成度が高い部分があつて その両側に非変成で花崗岩類を伴い さらに変成作用も深成岩の貫入も伴わない帯が発達する。つまり巨視的に対称性を有し 中生代以後の太平洋地域のように非対称性を示さない点が特色である。

エルツゲビルゲの変成岩類は4単位に分けられており 下位の2層 すなわちフライベルグ統とプレシュニッツ統とが 先カンブリア紀のアルゴンキアンと思われている。最下位のフライベルグ統は下部モノトナス複合体とも呼ばれ 灰色(黒雲母)片麻岩からなる。プレシュニッツ統は変グレイワック複合体と呼ばれるほど砂岩に富み 少量の片麻岩 変礫岩 炭酸塩岩 珪岩 メタバサイト 赤色片麻岩などを含む。

これらの上位には カンブリア紀と思われるカイルベルグ—ヨアヒムスタール層があつて これは白雲母片岩 両雲母片岩を主とし 数枚の炭酸塩岩(土スカルン)と珪岩などを夾む。最上位のフラウエンバッハー—ピコード統は カンブリア紀—オルドビス紀下部と思われており 千枚岩を主とし岩相変化に乏しく 上部モノトナス複合体とも呼ばれる。

これらの変成岩類は全体として NE—SW の一大背斜軸を有し その下にパリスカンの花崗岩類が広く分布するのである。背斜軸はSW 方向へ落すため 東部で変成度が高く微褶曲を繰返す深部相が露出し 西部では千枚岩程度に変成度は低く また微褶曲構造は単調で S 面は一般に NE—SW 走向を示す。

エルツゲビルゲを走る構造線のうち 第一級のものは エルツゲビルゲの隆起帯の外縁を画するものである(図2)。次に重要なものは NE—SW NW—SW N—S(～NNE)系の断層である。これらが基本的には花崗岩類の貫入 引続く鉱化作用などのすべてを規制している。

エルツゲビルゲの鉱化作用には 本文の主題であるパリスカンの Sn—W—Mo—Li 鉱床のほか 各種のものが知られている。パリスカン期以前では アシンティアン(3層準)とカレドニア

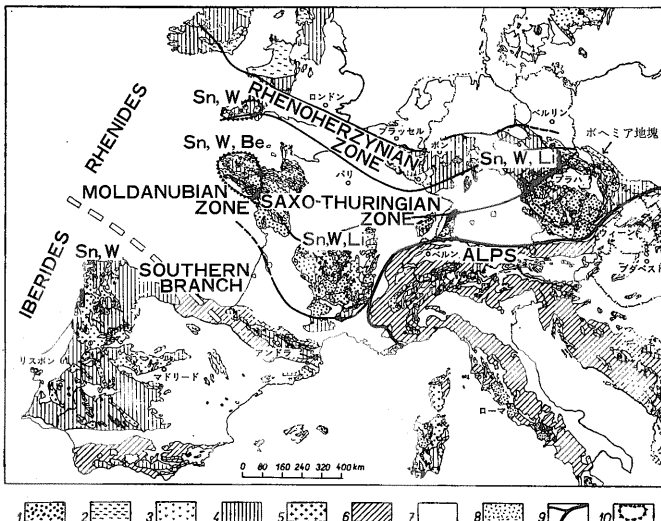


図1
ヨーロッパ西部におけるパリスカン変動帯の区分と中央ヨーロッパ帯の Sn—W 鉱化作用 (STEMPROK 1972 による)

1. 先カンブリア紀(変成)
2. カレドニア変動をうける古生層
3. 先ヘルシニア期深成岩類
4. ヘルシニア変動をうける古生層
5. ヘルシニア期より後期の深成岩類
6. アルプス帯の中生代—古第三紀層
7. 若い堆積物
8. 若い火山岩類
9. 構造帯境界
10. ヘルシニア期の主鉱化帯

ン(6~8層準)の層状鉛床がある。これは磁鉄鉛黄鉄鉛 非鉄金属硫化物 錫石からなり 特定層準—炭酸塩岩 珪質岩 塩基性または酸性の火山岩—に規制される層準規制鉛床であり まれにスカルンを伴う。すべて広域変成作用を蒙り まれにパリスカン花崗岩類による接触変成作用もうける。古生代中部層の層状鉛床は エルツゲビルグでは知られていない。

パリスカン期の鉱化作用は すべて花崗岩類に関係するグライゼン 鉱脈型などで 一部では石灰質岩を交代する。

- i) Sn—W—Mo 鉱床 (後述)
- ii) 多金属硫化物鉱床: 黄鉄鉱 硫砒鉄鉱 閃亜鉛鉱 黄銅鉱 方鉛鉱 ピッチブレンド 赤鉄鉱 フライベルグ石 (含銀四面銅鉱) Sb—Ag 鉱物 輝銀鉱 自然銀 Fe—Mn—Mg—Cu 炭酸塩鉱物 石英。この種の鉱脈は 次の3つに分けられ ラジウムの発見で有名なヨアヒムスタールのウラン鉱石もこの種の鉱脈から産出した。

- (a) 石英—硫化物生成: フライベルグ マリエンベルグ アンナベルグ鉱脈群など
- (b) ウラン—赤鉄鉱生成: ヨアヒムスタール ヨハンゲルゲンシュタート シュネーベルグ アウエシュレマなど。
- (c) 炭酸塩鉱物—銀—アンチモン組合せ: フライベルグ—ブランド クライボイツベルグ プロインズドルフ マリエンベルグなど

パリスカン期以後の鉱化作用ではサクソニアン期(二疊系下部)の裂か規制鉛床が顕著である。これには

- (a) 多金属—螢石—重晶石鉱床
- (b) Bi—Co—Ni—Ag—(U) 鉱床

などがある。

第三紀火山活動に関係して Fe—Mn 酸化物の沈殿が NW—SE 系断層に沿って生じている。

IV パリスカンの花崗岩類

エルツゲビルグの花崗岩類は NE—SW に伸長するバソリス状で 少なくとも 75×180km の規模を有するが露出する部分は非常に少ない。分布の形からもわかるように(図6) その貫入は明らかに NE 系 NW 系などの弱線に規制されている。大局的にみて 西部では深部相が露出しており 東部では斑岩類の分布や細粒の小岩株が多いことからわかるように 浅成部が現在露出しているものと考えられている。

これらの岩石は塊状のアダメロ岩 狭義の花崗岩を主とし 非常に酸性である。斑岩 閃緑岩は皆無に等しく 花崗閃緑岩も非常に少ない。変形作用の証拠は“古期”に分類される一部の岩石で 石英のゲフューゲ解析から知られているにすぎない。この様な構造解析からの花崗岩類の分類は 1960年代の前年に確立し 石英がカタクラスティックであることの有無 カリウム長石の秩序度などに基づく。ひずみをうける石英は褶曲作

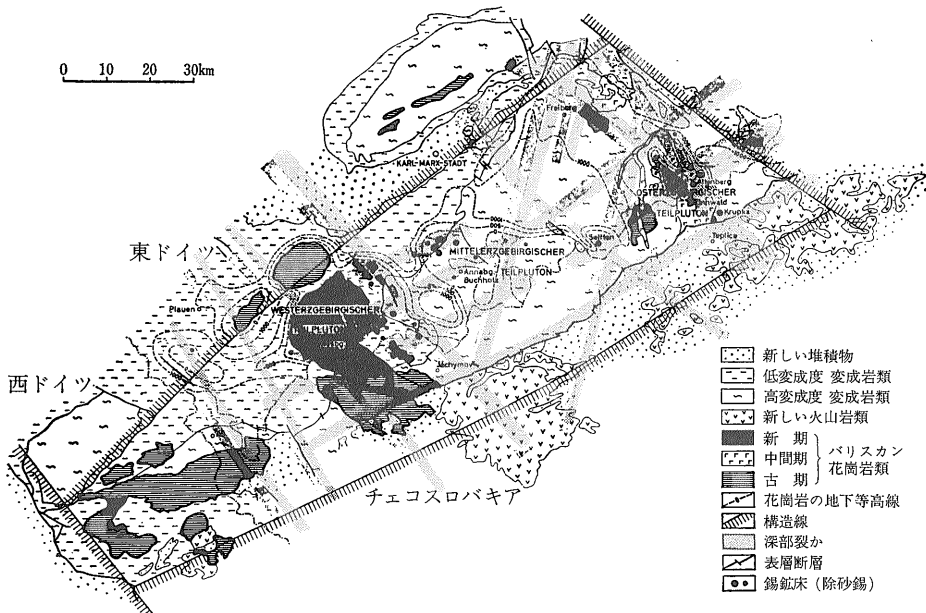


図2 エルツゲビルグの地質図 (TISCHENDORF ら 1971 による)

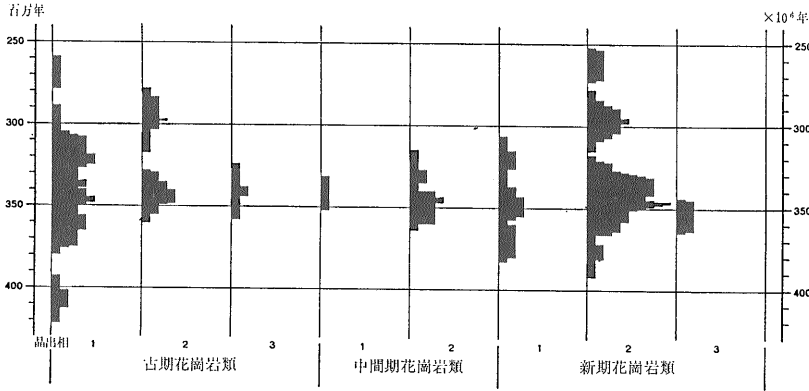
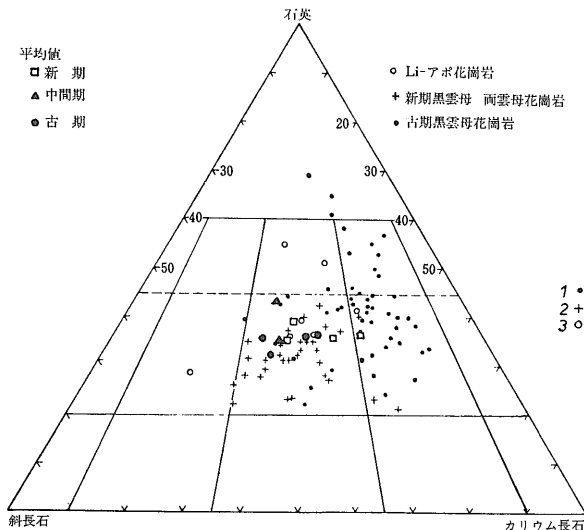


図3
パリスカン花崗岩類の K—Ar 鉱物年代 (HAAKE, 1972 による) 年代にはある係数をかけて鉱物種間 (白雲母 黒雲母 カリウム長石) の補正がしてある。

用の応力を記録したものと解釈され その様な岩石は “late kinematic” の時期 すなわちパリスカンの変成・変形作用に近い時期に晶出したもので 古期岩類として一括された。そして残りの一般の岩石はそれらの作用が完了後に貫入したもので post kinematic な新期のグループと区分された。

現在では晶出順序のほか化学的・鉱物学性質を加えて十数時期に細分され 大きくは 「古期」 「中間期」 「新期」に3大別されている。この区分は主として露出が広い西部地域の花崗岩類を基準としている。K—Ar 年代はこの区分に無関係に 300 と 350m.y. 付近に最大の頻度を有する (図3)。

古期花崗岩類 (OG) は 4相に分けられ 最も初期とみなされるもの (OG₁) で SiO₂ 65% の岩石があるが 一般に SiO₂ 70% 以上 平均値のモード鉱物組成はすべてアダメロ岩に相当する (図4)。完晶質 粒状の組織を有するが 斜長石の累帯構造が一般に顕著である。



角閃石は含まれず 黒雲母が主な苦鉄鉱物で 黒雲母は著しく暗色である。カリウム長石は微斜長石構造を示す。古期岩類の最末期相の両雲母アダメロ岩 (OGs) は白雲母に富み 堇青石を含み 典型的な古期岩類の性質を示さない。この岩石には

- i) 古期岩石の特異な部分
- ii) 新期岩石が及ぼした変質作用で生じたもの
- iii) 新期岩石への漸移相

などの解釈がなされている。

中間期花崗岩類 (IG) は 西部に主に分布し 斑状細粒を特徴とする。紅柱石 デュモルチェライトが多い点で新期岩石と異なる。東部の花崗斑岩 石英斑岩も同時期のもので 東部ではその浅成部分が露出しているものと考えられている。

新期花崗岩類 (YG) は 全般的に広く分布し 古期岩石より若干酸性である点を除き 組織 主成分鉱物に大きな差は認められない。しかし F, Rb など一般に残漿に濃集する微量元素に著しく富んでいる。暗色石英から察すると U, Th などの放射性元素にも著しく富んでいるものと思われる。

表1に晶出相別の平均鉱物組成を示した。古期岩石では一般に重鉱物が少なく 重鉱物中の量比では不透明鉱物 (主にチタン鉄鉱) 燐灰石 ジルコンが多い。一方新期岩石はトパズ 螢石 錫石に富むことを著しい

図4
パリスカン花崗岩類のモード鉱物比 (STEMPROK ら 1974 に BAUMANN ら 1974 の平均値を加筆) 平均値では 新期岩石がカリウム長石に富むが 個々の値には逆の傾向がみられるが これは測定岩体が 前者で西部 後者で東部を中心として 異なるためと思われる。

表1 エルツゲビルゲ花崗岩類の鉱物組成(平均値 容量%)

BAUMANN ら (1974) による

	古期岩類				中間期		新期岩類			
	OG ₁	OG ₂	OG ₃	OG ₃	IG ₁	IG ₂	YG ₁	YG ₂	YG ₃	YGm
石英	29	34	36	32	31	38	35	34	36	31
カリウム長石	27	31	34	24	26	22	40	36	28	28
斜長石	36	29	28	34	32	28	20	25	30	31
合計	92	94	98	90	89	88	95	95	94	90
淡色雲母	0.7	0.9	0.3	6.6	5.3	6.4	1.0	0.2	1.4	3.2
暗色雲母	7.0	4.8	1.5	3.1	5.0	5.1	3.5	3.8	3.3	4.4
重鉱物	0.3	0.3*	0.2	0.3*	0.7*	0.5*	0.5	1.0	1.3	2.4

上記重鉱物 (D>2.9) 粒径 0.04~0.32mm 中の重量比 (%)

不透明鉱物	38	36	71	34	31	16	2	3	tr	1
燐灰石	36	36	9	48	20	34	1	2	2	3
ジルコン	20	20	19	12	23	21	6	3	1	tr
トパズ	1			tr	4	13	68	85	94	95
螢石	1	tr	1	tr	1	tr	20	8	3	1
電気石	1	tr		5	1	6	tr	tr	tr	tr
柘榴石	1	1		1	1	5	1	1	1	
紅柱石		3	1	1	20	1	tr	1		
錫石					1(?)	1	1	1	1	1
アナターゼ(＋ルチル)		4	1	tr	2	4	1	1		
モナズ石＋ゼノタイム		tr		1	1	1	1	1	1	1

* 0.05~0.2%の重晶石を含む
暗色雲母は黒雲母と Fe-Li 雲母 (プロトリシアナイト＋ツインワルダイト)

特徴とする。

同様のことは化学成分でも明瞭で 一般の主成分よりも少量~微量成分で各時期の特色がよくあらわれる。その一例を図5にあげる。中間期相は多少とも斑岩的であるから 深成岩相を呈する古期 新期についてこれまで組織的に分析された成分を概観すると 下記のようになる。

- 新期で増加する成分: (SiO₂), P₂O₅, F, Rb, Li, Ga, Sn, Be
減少する成分: TiO₂, MgO, CaO, Zr, Ba, Sr, Pb, Ni, Cr, V, Cu
増減が不明瞭な成分: Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MnO, Na₂O, K₂O, Nb, B

これらの傾向は一般の地球化学教科書で述べられていることと大局的に一致する面もあるが かなりの点で適合しない。エルツゲビルゲの花崗岩類の特色は F, Rb, Li, Snなどに著しく富むことで この特殊な背景が豊かな Sn-W 鉱化作用をもたらしたものと思われるが たとえば K/Rb比は一般に言われている 150~300

を大きくはずれ 19~27に低下する。また Liは MgOと全く無関係に新期で著しく濃集する。

エルツゲビルゲの新期岩石はわが国では苗木花崗岩に類似する。代表的な成分の平均値を苗木花崗岩その他の値と共に表2に示した。主成分がほぼ等しいのであるが 苗木 高隈山花崗岩にくらべて エルツゲビルゲの新期岩石が著しく F, Rb, Li, Sn, Be に富むことが明らかである。

古期 新期の花崗岩類は付随する鉱床においても著しく異なる。W-Mo 鉱床に古期岩石の近くに分布し Sn(-W)-Li 鉱床は新期岩石と密接に分布する。また長石化グライゼン化などの変質作用も新期岩石で顕著である。これらの変質は一般には自変質作用とみなされていたが 近年 花崗岩類固結後に深部から上昇した溶液により生じたと考える説が提案されている。この説では両雲母花崗岩の白雲母も同様な過程で二次的に生じたと考えるのである。この問題は鉱床成因の全

体的なモデルにからめてあとで触れよう。

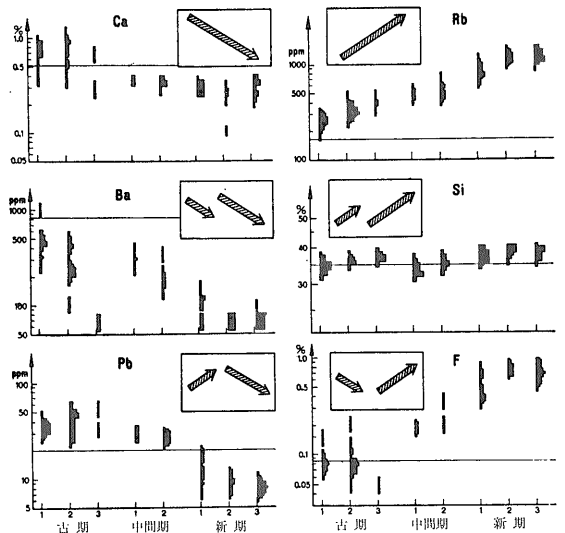


図5 エルツゲビルゲ西部における時期別の主要成分の変化(TSCHENDORFら 1972 による)。性格がやや異なる古期の OGs と新期の YGm とは除いてある。

表2 エルツゲビルゲ花崗岩類の特徴的な化学成分(平均値)

	古期岩石				中間期		新期岩石				日本の例	
	OG ₁	OG ₂	OG ₃	OG ₅	IG ₁	IG ₂	YG ₁	YG ₂	YG ₃	YG _m	苗木	高隈山
SiO ₂ (%)	71.4	73.6	75.6	73.8	73.4	74.0	74.8	73.4	74.5	73.4	76.8	75.8
K ₂ O (%)	4.3	4.5	6.6	4.2	5.0	4.4	4.6	4.2	4.6	3.9	4.3	4.4
K ₂ O/Na ₂ O	1.3	1.4	1.9	1.2	1.4	1.4	1.3	1.2	1.3	1.0	1.2	1.4
F (ppm)	1,000	1,000	500	1,000	2,000	2,800	5,600	6,400	7,000	11,000	1,330	390
Rb	220	340	400	400	460	550	900	1,300	1,200	1,700	340	270
Li	110	190	90	190	190	240	410	630	600	1,020	80	150
Zr	170	100	60	50	55	80	60*	45*	35*	20*	未測定	未測定
Sn	9	11	6	15	35	29	23	43	42	38	4	9
Be	5	6	6	7	7	11	10	11	11	7	5	3

* 検出限界以下があるため 仮りの平均値。 BAUMANN ら (1974) による。 日本の値は寺島滋分析

V 鉱床見聞記

エルツゲビルゲの鉱床は 一般にSn—W—Mo—Li 鉱床として知られている。 しかし稼行価値のある Mo 鉱床は存在せず 定量的かつ経済的には Sn が圧倒的に W が若干重要である。 これらの鉱床はエルツゲビルゲを中心に スラボコフスキーレス フォークトランドなどの周辺地域にも知られている。 重要な鉱床は遍在しその原因は広域的な深部裂か 関係花崗岩類の酸性度などにより説明されている。

鉱床は花崗岩の皮殻部かそのすぐ外側に分布し より厳密にはキューボラ頂部 大きい岩体の急斜側壁部 2つの岩体を結ぶ馬の背部 大岩体中の構造線上などに分布する。 これらの鉱床が壁岩中の局地的な断層交差部などに存在することなどもかなり一般的である。

重要な鉱床は チェコ側に 2カ所 (ツィノベックとク

ルプカ) 東ドイツ側に 2カ所 (アルテンベルグとエーレンフリーダースドルフ) あって いずれも小花崗岩岩体頂部のレンズ~平板状のグライゼン アルカリ長石化帯に鉱染するものと 周囲の鉱脈鉱床からなる。 私達は東部の重要 3 鉱床を見学したのち フライベルグ カールマルクス市を経て中西部の鉱床を見学し 再び国境をこえて カルロビ バリに帰ったのである (図6)。

ツィンワルダイトのツィノベック

私達は 3 台のバスに分乗し 10月2日の朝 プラハのホテルインターナショナルを北西に テプリツェに向った。 バスの一台はソ連地質家にあてがわれた。 それは言葉のためである。 テプリツェまでは平坦地で白亜系の小盆地の上を走る。 一部に第三紀のアルカリ火山岩類が覆っている。 テプリツェで合流者をのせるために小休止し 澄んだ朝の市場風景を楽しむ 私は果物を仕入れた。

テプリツェから北々東に 11km 高度差にして約 500m 登ると 有名なツィノベック鉱山である。 風はさすがに肌寒く その意味ではエルツゲビルゲはやはり山地である。 東ドイツとの国境にほとんど接している。 ツィノベ

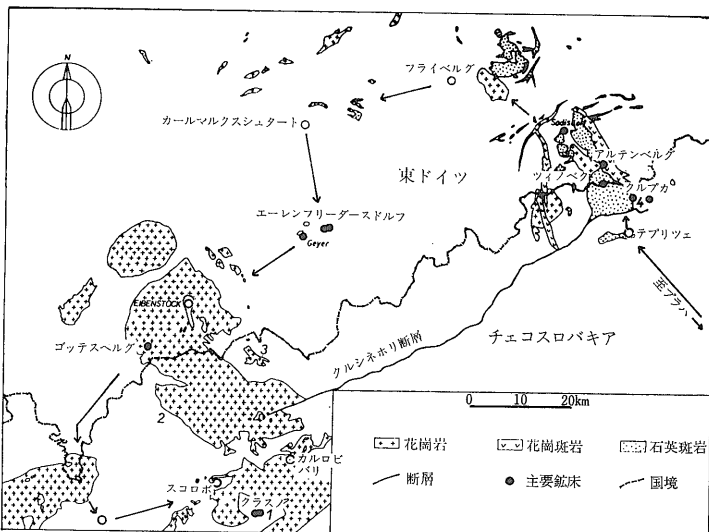


図6 エルツゲビルゲの花崗岩類と主要錫鉱床 (STEMPROK ら1971に加筆)

1. スラボコフスキーレス岩体
 2. ネジュデクーアイベンシュトック岩体
 3. ブラツナ岩体
 4. 東部クルシネ ホリ山地
- 矢印は巡検順路

ックはドイツ語でツィンバルド（錫ヶ森）と呼ばれ ツィンワルダイトの原産地として有名である。この鉱物はリシア雲母であるレピドライトと黒雲母との中間的な鉱物で 鉄リシア雲母 $(K_2(Fe^2, Li, Al)_{5-6}(Si, Al)_8O_{20}(OH,F)_4)$ である。

ツィノベックでバスを降りる前に 私達は写真がとれるかどうかをチェコの地質家にたずねた。彼等の答は国境が近いからわからないであった。英語で I don't know と答える場合にはご存知の通り否定的な意味を持っている。しかし案内のツェドック派遣の人達は何も言わない。私達は鉱山の付近から 国境をこえた東ドイツ側の風景まで遠慮なく写真をうつしたのである。

この時に限らず 今回の旅行を通じて交通公社側の人達は その存在に気がつかぬほど目立なかった。前回紹介したブルガリアの旅と対照的である。彼等の活動が目立ったのはチェコ再入国の時の通関の時だけである。鉱山側の説明会では シュテムプロクが英語とロシア語を駆使して手際よく解説した。豊富な語学力と共にこの種の行事に対するチェコの人達の経験の深さを物語るものであろう。

ツィノベックは Sn—W 鉱床である。Sn は14世紀にすでに採掘され始め Wは1879年から稼行され現在まで断続的に生産は続けられている。鉱床は石英斑岩に貫入する Li—アルバイト花崗岩キュボラに密接に関係する。なお アルバイト（化）花崗岩は著者によってはアポ花崗岩とも言われる。この小貫入岩体は NNE にのびた露出を持ち 外縁にはシュトックシャイダーと呼ばれて著名なペグマタイト脈が走る。

近年 1,596m の構造試錐がほられ ほぼ水平的に拡がる4相の花崗岩類が確認された。すなわち 上部の836m は基本的には既述の Li—アルバイト花崗岩（ナツ

ィワルダイト）で これは中粒であり この花崗岩は花崗斑岩に類似する細粒斑状のアルバイト花崗岩を捕獲岩状に保有する。760m から下は主に中粒黒雲母花崗岩で 細粒黒雲母花崗岩の挟みを有する。

古典的な鉱床は 中央 鉱床 と現在では呼ばれ これは水平脈 急斜脈 グライゼンからなる。水平脈は花崗岩の周縁部に それをとりまく様に走り 数 cm から 1.5m の幅を有し 側壁はグライゼン化している。鉱脈は石英 ツィンワルダイト カリウム長石 トパズ 螢石 灰重石 粘土鉱物 錫石 鉄マンガン重石からなる。急斜脈はキュボラ西側の被貫入岩である石英斑岩中でむしろ多い。構成鉱物は水平脈と同じであるが硫化物（硫砒鉄鉱 黄錫鉱 黄銅鉱）に富む。

グライゼン（石英—トパズ—ツィンワルダイトおよび石英—ツィンワルダイト）は 鉱脈の側壁や水平脈の下部に不規則レンズ状に発達する。鉱脈がほぼ等量の錫石と鉄マンガン重石を含むのに対して グライゼン鉱床は著しく錫石に富む。これらの鉱化作用には少なくとも4回の時期が認められている。現在坑内掘りて採掘され 比重選鉱により Sn—W 精鉱が出鉱されている。

中央鉱床の南方に近年の探査で 南部 鉱床 が発見されている。これは中央鉱床とは別のキュボラに属するもので 花崗岩中のグライゼン鉱床である。構成鉱物は中央鉱床のグライゼンと同じであるが 品位は低く 錫石 鉄マンガン重石 灰重石が不均一に鉱染する。Sn/W 比は5/1である。鉱化作用は早期から晩期へ W—ツィンワルダイト Sn—白雲母 アルカリ長石化の3時期に大別されている。鉱量的に稼行価値がすでに認められている。

ツィノベックでは10名のみ入坑し 私達を初め多くは

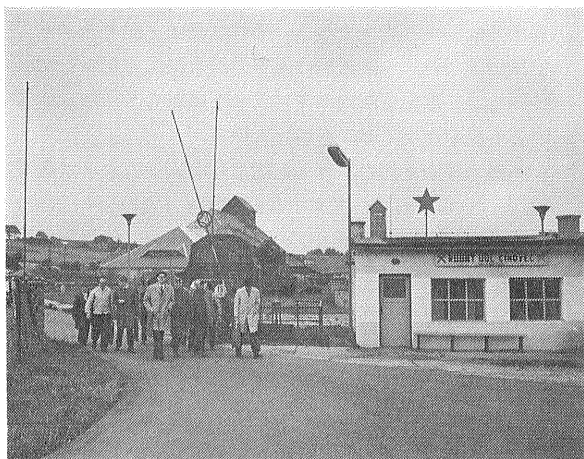
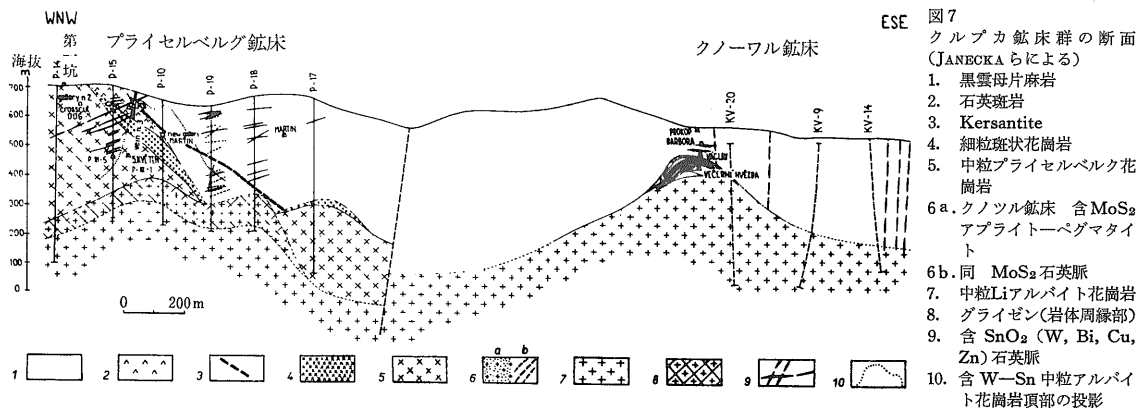


写真4 ツィノベック鉱山の入口。稜線にほぼ近い



写真5 研場からみた古いツィノベックの選鉱場



研場ですごした。数世紀にわたる研であるから坑内よりもいろんな石が見学できるのである。ツィンワルダイトの巨塊がごろごろしている。選鉱場も興味深く比重選鉱であるから原理的には現在と同じものであるが何しろ古く木製の部分が多い。ツィノベックから南東へ約4km 再びバスで山を下り私達はクルプカ鉱床地帯へ向った。ここはテプリツツェの北約7kmにあたる。

クルプカ——ポーフィリー錫鉱床？

クルプカ鉱床群の開発は砂錫の採掘によって12世紀に始められ初成鉱床の採掘は13世紀と伝えられている。最盛期は15—16世紀で19世紀前半も盛んであった。第二次大戦中には輝水鉛鉱が採掘されその後はSnの探査が続けられている。鉱床はPraiselsberg コマリビツィカ クノツルの3つに分けられている。

この地域の構成岩類は主に各種の片麻岩類でN—S性境界で西側に石英斑岩が分布する。この斑岩は斑晶が密なネバダイト質から細粒のフェルサイト質(とくに東部)なものまであり東端の片麻岩に接する所では多

数の花崗岩岩脈の貫入をうける。パリスカン花崗岩類はこれらの下位に広く存在するのであるが露頭は1km²程度のものがPraiselsbergにあるにすぎない(図7)。

Praiselsbergのグライゼン鉱体は上記のPraiselsberg花崗岩と周囲の石英斑岩片麻岩との接触部に発達する。この花崗岩は種々の岩相からなり最も広く分布するものは細粒斑状黒雲母花崗岩で周縁部で早期の細粒花崗岩の岩片を多量に捕獲する。岩体の中心深部(265m)では試錐によりLiアルバイト化アポ花崗岩が知られている。その周縁部にはグライゼンレンズが多い。このアポ花崗岩の下限はまだ確認されていない。

グライゼン鉱体はSnグライゼン細脈が走る網状鉱床で規模は厚さ25m長さ80mである。品位は低い。錫石は石英—ツィンワルダイト—トパズ石英—トパズグライゼンに少量の硫砒鉄鉱黄銅鉱ビスマスと共に産出する。

鉱脈鉱床は数多くのものがある。花崗岩体の東側でNE走向急傾斜の鉱脈は片麻岩中で数cmで石英斑岩中で幅5mに肥大する。構成鉱物は上記グライゼンにほぼ等しい。錫鉱脈は水平の輝水鉛鉱石英脈を切っている。鉱化中間期のアプライト岩脈もあって早期の石英脈やグライゼンを切っている。

花崗岩体南東部のルカス鉱脈は片麻岩中の水平鉱脈で幅20—50cm石英プロトリシアナイト(Fe—Li雲母)カリウム長石アルバイトトパズ錫石鉄マンガン重石粘土鉱物からなりFe—Li雲母トパズからなるグライゼンを側壁に伴う。走向NW傾斜35°SWである。この鉱脈はペグマタイト→錫鉱脈の典形とみなされるがこのカリウム長石はグライゼン化後の交代作用によるものだと考える人もいる。



写真6 ツィノベック 鉱山における説明会風景

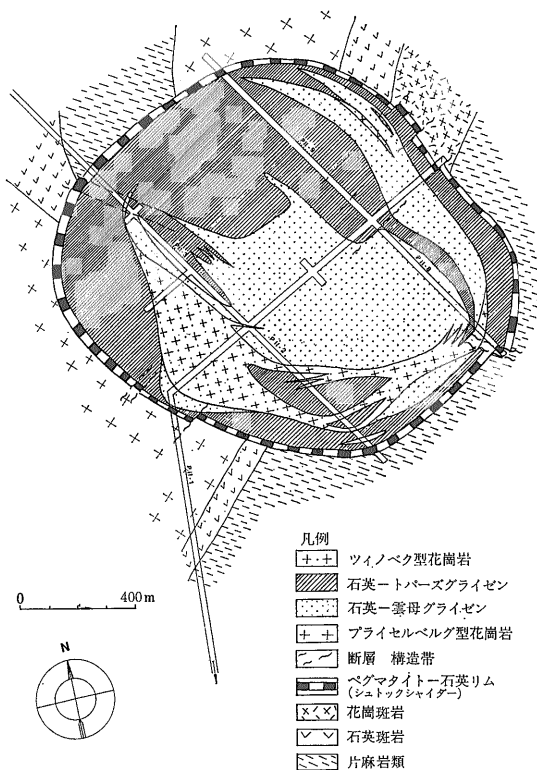


図8 クルプカ新鉱床上部の平面地質図 (鉱山側資料による)

近年の探査によって プライセルベルグ花崗岩の東方に新しい潜頭キュボラが発見されている(図8)。その頂部は 地表下70mに位置し その外縁は石英 カリウム長石からなるペグマタイト シュトックシャイダーによって包まれる。このキュボラは Li アルバイト化花崗岩からなるが 周縁部で細粒 中心部で中粒 まれに粗粒となる。グライゼンは周縁部にのみ産出し 水平の裂かに規制されて レンズ状を呈する。鉱化変質作用は早期の鉄マンガン重石を伴う暗色雲母-石英グライゼン より後期の錫石 鉄マンガン重石 灰重石 卑金属硫化物を伴うトパズ-石英 トパズ-雲母グライゼンとに2大別される。硫化物はキュボラの最上部にみられる。

Sn/W 比の垂直変化が明瞭で 上部で3/1と Sn が多く 下部では1/5でWに富む。灰重石は厳密には微小割目に沿って産出する。

クノツル 鉱床も同様に 潜在するアポ花崗岩の頂部の鉱床である。

この様にクルプカの鉱床群の主力は 花崗岩突起部の変質岩中に錫石が鉱染する鉱床である。錫石鉱化が網状〜鉱染状であることは ポーフィリーカッパー鉱床と

よく似ている。グライゼンから F と Li とを化学的な特異性とみなして差引くと これはポーフィリーカッパーと言うフィリック変質(石英-絹雲母) またアルカリ交代岩はカリウム質変質に相当する。貫入岩がより完晶質であることも F, Li に起因させ これら輝発性成分が結晶の成長速度を速めさせ かつマグマの粘性を低下させるために静的な固結過程を生じて 組織と貫入機構において斑岩状を呈さなかったと考えることもできる。

私はこの様なことを空想しながら 黒い“喪服”の作業衣を拝借し(写真7) 午後3時頃からプライセルベルグの坑内にもぐり 日暮れてテプリツェのホテルに帰った。前回のブルガリアでもそうであったが 作業衣その他で私達に負担をかけさせないための準備は実に丁寧になされていた。

ピンゲのアルテンベルグ

10月3日 再び同じ道を登ってツィノベックの側を通り国境に出る。チェコ通貨を封筒に入れ封印をし 出国 入国は比較的短時間に終了した。アルテンベルグの近くのガストハウスで鉱床の説明を聞く。果物 飲物のほかサンドウィッチまで出されており 朝食後いくらか時間が発っていないのに不思議に思ったが 後で原因が実はわかったのである。強行軍の前兆であった。

アルテンベルグの鉱床は非常に有名である。その原因は ピンゲ (Pinge) にある。ピンゲは大陥没跡である(写真8)。丘の上が10ヘクタールにわたり すっぱりと崩落している。

アルテンベルグの錫の採掘は 15世紀の中頃に始められた。その世紀の終り頃には 数多くの鉱山師によって124の立坑がおろされ 200m以上の深度まで採掘されていた。1620年 この無計画な乱掘のために坑道は崩落し始め 地上の選鉱場を巻き込み 深度230mに至る坑



写真7 クルプカ 鉱山における入坑スタイル

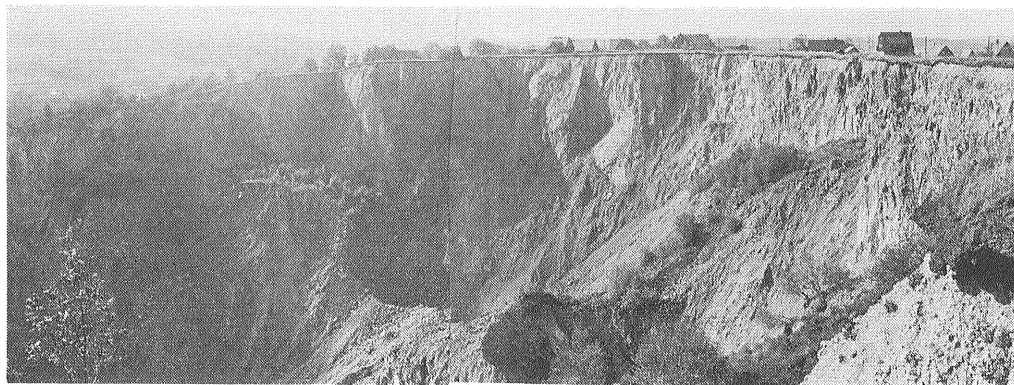


写真8
アルテンベルグの
ピング

道をすべて押潰し ピングを生んだのである。幸にして時間は午前4時であったと言われ 坑内の29人のうち死亡者は1名であったと伝えられている。

崩落後のアルテンベルグでは 崩落グライゼンを採掘している。 そのために種々の採掘方法が考案され 現在でもこの崩落物の下部から採掘を続けている。 バルク品位は 0.3% Sn である。 全鉱量の1/2 以上はピング周辺の岩石にまだ存在しているものと思われており この鉱床の規模は非常に大きい。

アルテンベルグ 鉱床 は前述のチェコの鉱床と同様に 石英斑岩 花崗斑岩の分布地域に貫入する 新期岩石に属する小岩株のうちの一つに関連している。 この花崗岩は花崗斑岩中に貫入している(図9)。 “外殻”花崗岩は数種の裂かの交差部に貫入し その節理は被貫入岩のそれと一致することから 花崗斑岩が完全に固結する以前に貫入したものである。 その頂部や周囲の斑岩類に著しいグライゼン化がみられる。

グライゼン 鉱体は 300—400m の直径を有し 深さ230 m の規模を有する。 深部の“内核”花崗岩とよばれるもの

のや断層交差部では グライゼンより後期のアルパイト化をうける。 珪化や微斜長石化はさらに後期である。 内核花崗岩の頂部のグライゼンはトパズ化し 再結晶したものである。 この部分に産出する ピクナイト(長軸に30cmにも達する黄色トパズ) 粗粒の暗色雲母 石英などは その様な結果と解釈されている。 この2種の花崗岩類の関係はまだ充分にわかっていない。

グライゼンには早期の暗色グライゼンと呼ばれるもの：石英—トパズ—プロトリシアナイト—ツィンワルダイトからなり 原岩の組織を残すもの およびより後期のち密暗色グライゼン：暗色雲母が石英 トパズに変質し 少量の赤鉄鉱・ディッカイトが加わるもの とからなる。

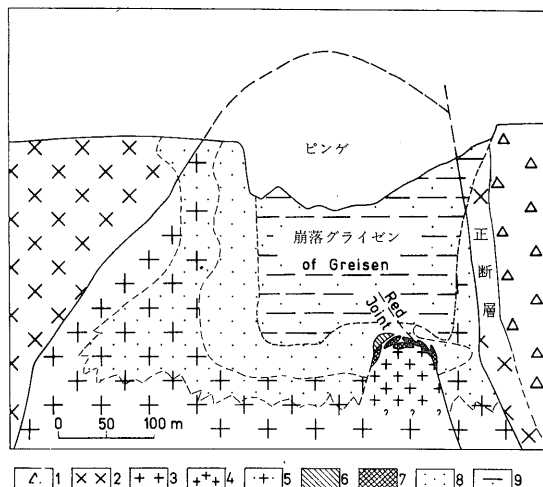


図9 アルテンベルグ 鉱床の断面 (BAUMANN ら1974による)

1. 石英斑岩
2. 花崗斑岩
3. 外殻花崗岩
4. 内核花崗岩
5. ランダム方向のグライゼン化部を伴う花崗岩
6. 長石ペグマタイト
7. ピクナイト
8. 完全にグライゼン化した外殻花崗岩
9. 崩落グライゼン

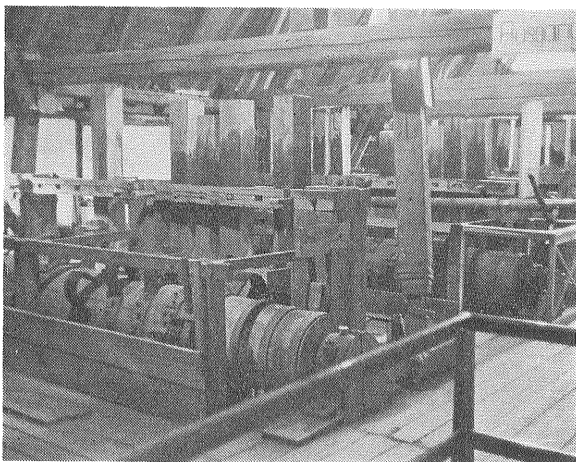


写真9 アルテンベルグに保存中の古いピストンミル。 柱は木製で 鉱石を砕く尖端は金属製品である。 移動させるとすざましい音がする。

その後石英—鉄マンガン重石—輝水鉛鉱—赤鉄鉱細脈がこれらグライゼンを切る。 最末期の変質として赤鉄鉱化とカオリン化とがあり これらは広く認められる。

鉱床の構成鉱物を図10に示す。 錫石は微量なものが花崗岩には含まれるが ペグマタイトにはほとんど産出しない。 これはエルツゲビルグ全般の傾向でもある。 多くは2種のグライゼン中に微晶(0.01~0.1mm)として産出し これはしばしば累帯構造を示し 石英 トバズとの連晶を示す。 赤鉄鉱は鏡鉄鉱である。

私達はアルテンベルグの坑外と古い貴重な鉱山設備を保存する博物館を見学した後 フライベルグに移動した。 この町も古い鉱山地帯にあり 12世紀以後の銀鉱業により町が成立した。 現在は人口5万人である。 町のほとりの丘に登り AgPb 鉱山を訪ね 市街地を望む。 フライベルグは静かな落ち着いた町である。 ゴーストタウンの面影はない。

フライベルグは何と言ってもベルグアカデミーの町である。 この鉱山大学は1765年に設立され 地質 鉱山冶金の分野の教育と研究に先導的な役割を果し 現在でも地質学研究の重要な中心地である。 主任教授のバウマン 卒業後ベルリンの中央研究所に移ったティシェンドルフ プラハのチャールズ大学の地質学部長ポウバなどは 同じ頃ここで学んだのである。

この大学の別の名物は65,000種にのぼる鉱物のコレクションである。 このうち2,500種が展示されている。 大学設立以来200年の間に 卒業生を中心として組織的に集められ あらゆる分野にわたっている。 とくに地元のサクソン エルツゲビルグの銀鉱物は世界的に著名である。 1885年に当時の教授であったウインクラーが稀産鉱物 argyroditeからゲルマニウムを発見し メンデレーフのエカシリコンの予測を裏付けることになったの

Minerals	花 崗 岩					花崗斑岩		
	未変質	アルバイト化	グライゼン化		新 期 長石化	熱 水 変 質	未変質	グライゼン化
		ペグマタイト	トバズ 雲 母 グライゼン	石 英 トバズ グライゼン	長石化岩			トバズ 雲 母 グライゼン
正 長 石								
斜 長 石								
黒 雲 母								
白 雲 母								
石 英								
トバズ								
錫 石								
銅 石								
鉄マンガン重石								
輝水鉛鉱								
鏡 鉄 鉱								
ピスマス								
カオリナイト								
セリサイト								
硫 化 物								

図10 アルテンベルグ鉱床の構成鉱物の量比と晶出順序 (BAUMANN ら1974による)

である。 また鉱床のコレクションも 60,000種以上に達し レニングラード ロンドンについている。

私達は町の中心地のキャサドールを見学した後 博物館を見学し 展示室で開かれた観迎パーティに招待された。 陳列ケースのガラス枠の縁にビールやワインを置きながら ソーセージをつまんだのである。 パーティのオーナーは学長で 若い地物屋さんである。 私はかつて私達の大先輩がこの大学で学んだ聞きづての話を中心にフライベルグとの交流を話し合ったが この人の日本に対する関心の深さと現代の日本の知識とに驚かされた。 この奇妙で楽しいパーティの後 バスでさらに西に向い 夜遅くこの日の宿泊地カールマルクスシュタートに着いたのである。

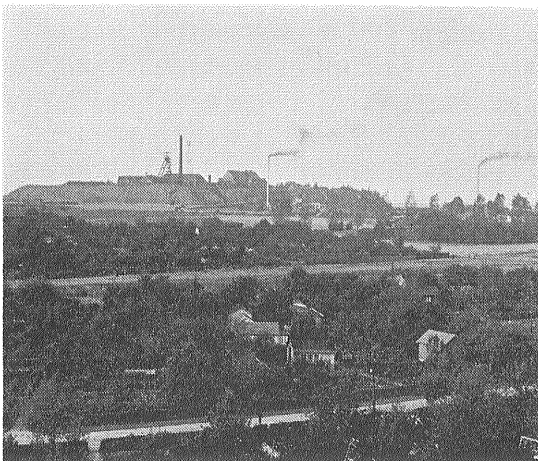


写真10 フライベルグ 町はずれの銀 鉱 山



写真11 フライベルグの中心地



写真12 説明を聞く旅行仲間。中央が U.S.G.S. のローダー氏夫人。国際学会のマスコットの存在である。



写真13 カールマルクス市のマルクス像

シュトックシャイダーのアーレンフリーダースドルフ

カールマルクス市は旧名ケムニッツと呼ばれ、新しい大きな産業都市である。カールマルクスは西ドイツのトリールで生れたはずだが、私は東ドイツの友人に意地の悪い質問を試みた。社会主義体制を記念して名付けたものであろう。町のたたずまいは全く近代的で、私達のホテルも高層で立派なもので、これまでのどこよりも清潔であった。私達の多くはすでに多くのサンプルを集めて、整理のために部屋に持込んだ。出がけに私の乗ったエレベーターが同じ仲間間で丁度定員に達し、ふとエレベーターがちゃんと止るかどうかに関心を覚えた。ブルガリアの旅の最後の日にソフィアで過ごしたホテルでは、定員内であるにもかかわらず停止せず、数度全階を往復させられたのである。それを各人のサンプルのためと私は信じていたのである。ソフィアのエレベーターには東ドイツ製と書かれていた。

カールマルクス市のエレベーターは 1cm と違わず停止した。そしてその様な東ドイツの第 2 日目が始まったのである。東ドイツの 2 日間はすべてにおいてパーフェクトであった。見学できない岩石はサンプルが用意され、ラベルには必要事項が印刷されていた。説明の重複は最少限で、遅くなる場合の用意もなされ、私達はお陰で多くの得がたい知識を得ることができた。

この日最初に訪れたアーレンフリーダースドルフはエルツゲビルゲ中部の代表的鉱床である。近くにゲーエルその他多くの鉱床がある。立坑で坑内に入るため、見学者を 2 群に分け、特に必要な専門家のみを坑内班に廻し、他の人には坑外地質、ゲーエルのピング博物館などの見学コースが用意する処置がとられた。その辺の決め方は一方的であるが、効率的である。日本から

の津末氏と私とは坑内に割当られ、250m レベルにおいてシュトックシャイダーの素晴らしい光景をみる事ができたのである。

シュトックシャイダー (stockscheider) は花崗岩体頂部の外縁に発達するペレ帽状のペグマタイト脈である。Scheiden は“分ける、隔てる”を意味する。おもに桃色のカリウム長石と石英とからなり、少量の雲母類を一般に伴う。暗色の片麻岩に接して、幅 10cm ~ 1m の桃色のおびが花崗岩を隔てる光景はまさに圧観である。上下境界ともシャープであるが、近くにはアプタイトの岩床もみられた。多量の F が各鉱物の生長速度を速め、静かな固結環境と相まって、シュトックシャイダーは晶出したものであろう。エルツゲビルゲが最も著名であるが、世界のその他の古生代~中生代の Sn-W 鉱床地域でも知られている。

この付近の鉱床は、被貫入岩の変成岩の構造に支配されている。新期に属する小岩体の先頭部が何カ所かに露出し、これらのうち、アーレンフリーダースドルフの鉱床は“サウベルグ”花崗岩と呼ばれるものに関係する。これは片麻岩一雲母片岩帯にのみ産出する。地表には露出しない。この花崗岩は ENE-WSW に伸長するリッジを有するが、その上端は平坦ではなく、3つの小ドームに分けられる(図11)。この上部に鉱脈がほぼ E-W に走り、断面では北西側の平坦面を中心に、やや放射状に開く(図12)。花崗岩の近くでは部分的にアプタイト、ペグマタイト脈に変る。

E-W 系鉱脈に直交する N-S 系の張力裂かが、とくに北西側平坦面上に発達し、より後期の熱水期の鉱化をうける。この鉱化作用はガングツューゲ (Gangzüge) 複合鉱脈または連鎖鉱脈) として知られ、著しい場合に

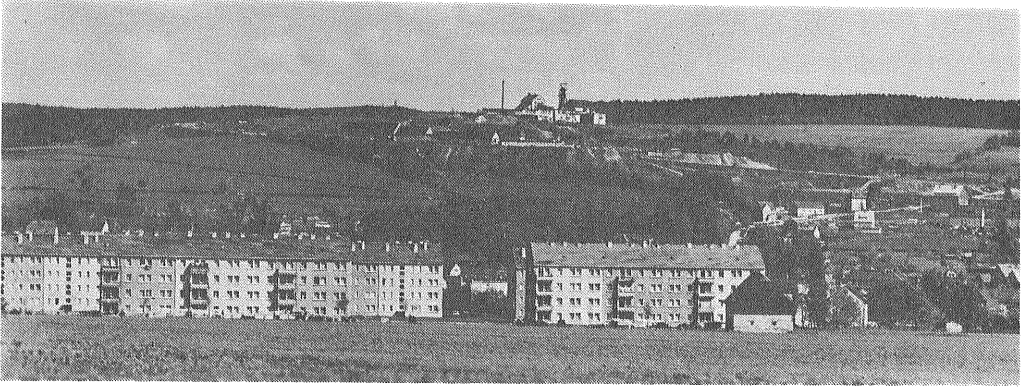


写真14 エーレンフリーダースドルフ鉱山の全景。中央に立坑がみえる。

は厚さ8mに達する。

ソウベルグ花崗岩はまたその頂上でグライゼン化が著しくこれは自変質作用によるものと思われる。グライゼンは粒度を著しく異にする。最も粗粒なものはシュトックシャイダーを交代するものである。石英・トパズ 雲母類 螢石 ディカイト ナクライト 錫石 硫砒鉄鉱 少量の輝水鉛鉱からなる。一般にこの地方では石英に乏しい トパズ-雲母グライゼンが卓越する。

鉱石の品位はグライゼンより鉱脈中で高い。 鉱脈は主鉱化期の錫石 硫砒鉄鉱 砒鉄鉱 鉄マンガン重石 灰重石 輝水鉛鉱 輝蒼鉛鉱 石英 螢石 トリブライト $(Mn,Fe^2)_2(PO_4)F$ 燐灰石 Li 雲母 ベリル トパズからなる。 やや遅れて 黄鉄鉱 閃亜鉛鉱 黄銅鉱 方鉛鉱 石英 緑泥石 白雲母が晶出した。 鉱物の垂直変化がみられ 鉄マンガン重石は花崗岩の上限から30~40mで出現し始め またSn/As比は花崗岩近くで2:1 中間で1:1 地表近くで1:4である。 グライ

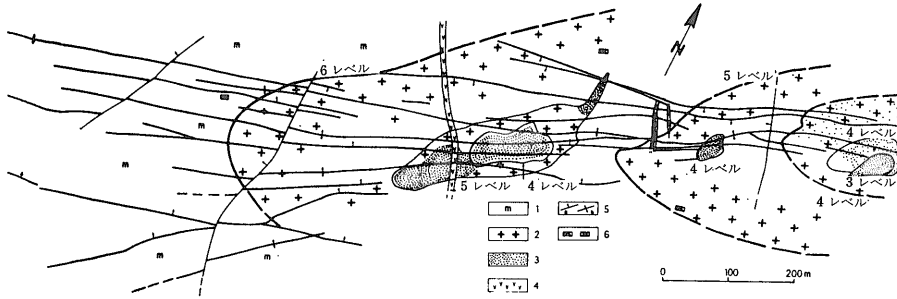


図11 エーレンフリーダースドルフ鉱床の花崗岩と鉱脈の分布 (BAUMANNら1974による)

1. 片麻岩-雲母片岩
2. 花崗岩
3. グライゼン
4. ランプロファイアー
5. 複合鉱脈 (第1レベルの投影)
 - a. 急斜
 - b. 水平
6. 立坑

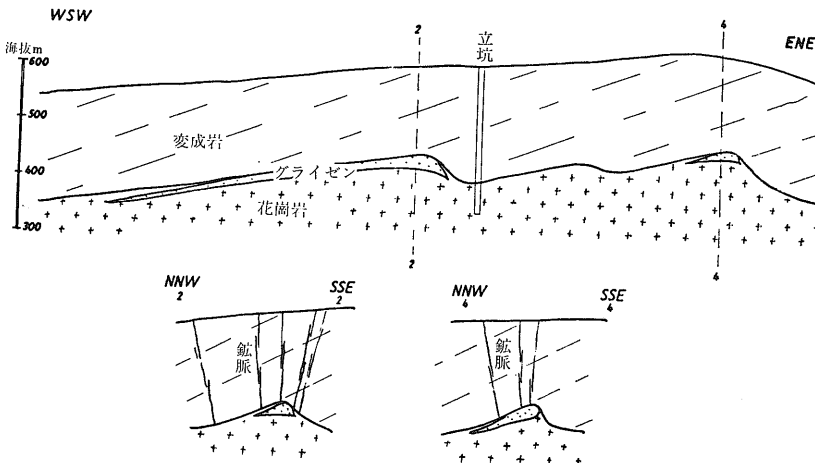


図12 同断面図 (鉱山側配布資料による)

ゼン自身の中でも下位へ1:1.5から1:0.5と変化し 深部に向けて Sn が相対的に高まる。

エーレンフリーダースドルフの南西約 3km には 15 世紀から採掘された ゲーエル 鉱山 がある。 鉱床はエーレンフリーダースドルフに酷似する。 1960年頃の探査で鉱石はほとんど採掘ずみと判定された。 ここにも 1791—1807年に坑道の陥没により生じたピングがある。

ゴッテスベルグとシュネケンシュタイン

アイベンシュトック岩体はエルツゲビルグで最も大きい岩体であり 西部に位置している。 私達は坑内見学を終えた後この岩体を横切り その西側へドライブした。 この岩体は浸食が進んでおり 重要な鉱床を伴わないが西縁部にはゴッテスベルグで代表されるやや重要な鉱床群がある。 その一部を見学するためである。

ゴッテスベルグ付近では 新期に属する花崗岩類のうち第 1 期相が全面的に露出し それに小岩株状に第 2 第 3 期相花崗岩が貫入する。 これまでの他地域と比較して 花崗岩中暗色雲母の Li 量が低く また多数の石英斑岩の岩脈とプラグ ランプロフィア岩脈 角礫パイプの存在などが特色である。 鉱床にはグライゼン型と鉱脈型とがあるが 前者が重要である。

ゴッテスベルグのグライゼンは岩体西縁から 4km 内側にあり E—Wにのび深さ約 100m に達したと言われている。 グライゼンには i) 白色雲母グライゼン→石英グライゼン。 ii) 白色雲母グライゼン→トパズグライゼン→含トパズ石英グライゼンの 2 種があって 後者が錫石を伴う。 一般に石英—トパズグライゼンが中心にあって 雲母グライゼンが周辺に発達する。 グラ

イズンの上部には石英脈があるが 少量の鉄マンガン重石を伴うのみである。

ミュールライテンのグライゼンは西縁接触部にあって 稼行されたものは底辺 200m の円錐状で ほかに小さいものは接触部沿いにいくつか知られている。 ホルンフェルス側ではグライゼン化は弱い。 グライゼン化は石英斑岩プラグや角礫パイプに関連しても生じている。 ミュールライテン鉱床の西北西方 1km には 変成岩中にシュネケンシュタインと名付けられた著名な角礫岩がある。

シュネケンシュタイン (Schneckenstein) は変質 鉱化角礫岩で 平原の中につき出ている。 そのカタツムリ状の形からこの様に呼ばれた。 周囲を採掘しかなり細身になっているが この付近の名物で 絵葉書にもなっている(写真 15)。 現在では破損することを禁じられている。 この角礫岩は急斜するパイプ状で 最も近い花崗岩から 400m 西方にあり 深部へも数 100m で花崗岩が潜在するものと思われている。

角礫は主に千枚岩で 角礫はほぼパイプの外縁に沿ってならぶ。 マトリックスは変質鉱物で 石英とワイン黄色のトパズで 少量の電気石 螢石 鉄マンガン重石 輝水鉛鉱 イルメノルチル 燐灰石 黄銅鉱 銅二次鉱物を伴う。 錫石はごく少量である。 下部へはトパズが減少し 電気石が増加する。 私達は日暮れ近くここを訪れ この黒いカタツムリの周辺を カタツムリの様にはいつくばってトパズを拾った。

エルツゲビルグに角礫パイプがあることを最初友人に聞いた時 私は意外に感じた。 エルツゲビルグのよう

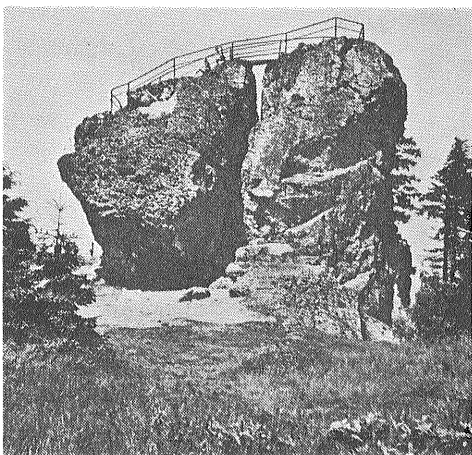


写真15 シュネケンシュタイン 全景。

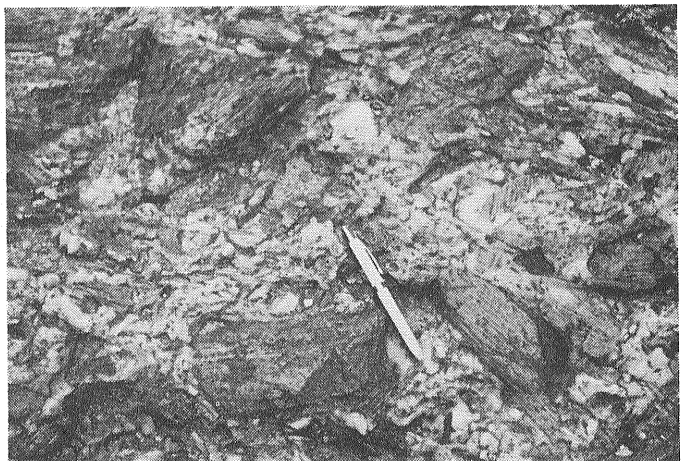


写真16 千枚岩の角礫を埋める石英。 晶洞には自形の石英 トパズが産出する。

な鉱床は上下運動や爆裂性の現象に乏しい典型的な種類と思っていたからである。シュネケンシュタインからゴッテスベルグにかけてこの付近には花崗岩被貫入岩中に電気石化が著しい。そして電気石化帯は錫鉱化帯と直接的には関係しない。電気石が上下運動の著しい貫入体に付随して現れる事実はわが国の大崩山やアメリカ大陸のポーフィリー銅—鉛—鋳床の角礫パイプなどに広く知られている。Bは他の揮発性成分のF、Liなどと違った挙動を示し爆裂性の現象の原因の一つを構成するものと考えられるが厳密にはよくわからない。

私達はその後急いでバスに戻り南に下った。今夜の宿泊地はチェコ側で100km近くの行程を残していたのである。エルツゲビルグ周辺の両国では道が混雑することはないが再入国時の待時間が予想された。国境では事実予想以上に時間がかかったのである。私達の多くは周到に用意配布されたサンドウィッチは面倒なので余り空腹でない時に腹に入れかえていた。また果物などを買物をする余裕がないほど東ドイツの日程はぎっしりであった。私達はありったけの食物を分け合い通関事務所の悪口を言い合った。たしかにこの小さいチェコの国で何本もの主要ルートに設置された通関関係の設備人員の維持費は巨額に達するはずである。スイスに付着するリヒテンシュタインと言わないまでももう少し小国であれば通関事務を簡素化しなければ破産してしまふであろう。スコロボの宿に着いたのは夜11時であった。

錫鉱床——非金属鉱床としての可能性

10月5日スコロボの朝は晴れ私達は気持ちよくホテルの前の広場を横切りこの地域の鉱物コレクションを見学した。ここでも今回の討論会の案内がしてあり国を挙げての協力的姿勢が感じられた。プラハ空港に着いた時今回の討論会の表示がしてあり私は驚かされたのであるがその後プラハのホテルインタナショナルカルロビパリのホテルモスクワの会場と同時通訳などを通じてこの国の地質科学分野に対する認識の高さにあらためて驚いたのである。わが国ではこの様な小討論会で羽田に観迎の幕を上げ帝国ホテルを会場にして4カ国語の同時通訳を期待することは無理なのではなかろうか。地質学に対する認識の深さを示すものにたとえばチェコでは土と岩石を扱う工事団体は必ず地質家を保有していなければならない規則があってにわか仕込みの知識で宅地造成をすることはできない。

さてこの最終日に私達はクラスノの同様な鉱床を見学した。ここはカルロビパリの南々東わずか15kmである。この鉱床は前日のアイベンシュトック岩体の南方にエルツゲビルグをはずれて露出する大きな岩体スラボコフスキーレス岩体の周辺の小規模な新期岩体に伴われる。片麻岩中にNE—SWに伸長するリッジがあつてドーム状の部分に鉱化がみられる(図13)。フブミュノードビスコキークアメンなどがクラスノ部落のすぐ北にあつて13世紀からSnが掘られフブだけで中世に1万トンの金属錫が掘られた。いずれもグライゼン—石英脈の混合型であるがグライゼンが圧倒的に重要である。休山中で古い露頭の採掘跡を私達は再びチェコペースに戻ってゆっくりと見学した。

ところでビスコキークアメン鉱床は最近非金属鉱床として再開された。これまでの既述で明らかのようにエルツゲビルグの花崗岩類はアルカリに富み苦鉄鉱物に乏しい。これがわが国にあれば選鉱により黒雲母を除きすでに利用されていたとしても不思議でない鉱物組合せを有している。錫鉱床にはアルカリ長石化がみられそれはより後期の粘土化をうけている。この前者の部分の利用面での研究が進みまた最も好ましい岩石が発見されてセラミックガラス工業用に再開されたのである。

この鉱床は図13の断面ですでに示したように上がグライゼンLiアルパイト花崗岩アルパイトアプタイト—花崗岩からなる。もともと錫の経済性はこの地域で最も低かった鉱床である。稼行対象は最下位の岩石でそれが錫鉱床の西側で400×600m不規則形状で地表に露出する部分である。その中心部では試錐により少くとも200mの厚さが確認されている。

細粒～中粒白色～桃色中粒のものが一般的でほとんど長石と石英からなりごく少量のLi黒雲母ツインワルダイト白雲母を含む。その他ではトパズが不均一に分布し深部では2～5%に達することがある。また鏡下で緑色の燐灰石も微量ながら特徴的に含まれる。一般にアルパイトがカリウム長石よりやや多く長石総量は60～67%である。カリウム長石は正長石でパーサイト組織を示さずそのアルパイト分子の量は7～11%である。

このアルパイトアプタイト—花崗岩には数枚の20—30°傾斜の長石帯が挟まれることが試錐で知られている。厚さはかなり変化し最大35mアルパイトと正長石のみからなり両者の比率はほぼ1:1である。そのほか石英が5～25%の漸移帯的なものや雲母が3

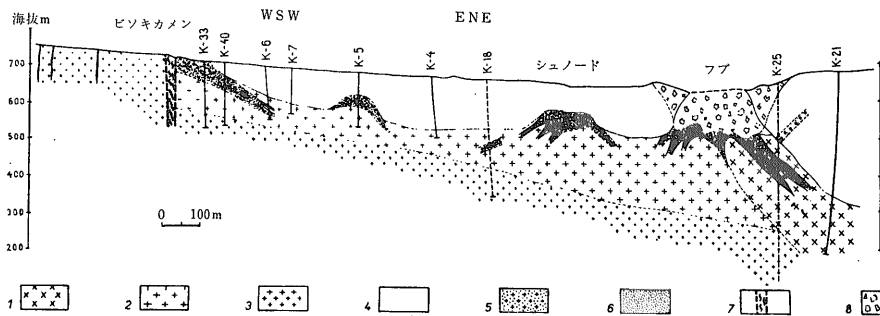


図13
 クラスノ地域錫鉱床の断面
 図 (JARCHOVSKY による)
 1. 細粒斑状花崗岩
 2. Liアルバイト花崗岩
 3. アルバイトアプライト
 一花崗岩
 4. 黒雲母片麻岩
 5. アプライト
 6. グライゼン
 7. 石英脈
 8. ビンゲ

～5%の雲母長石帯も知られている。

クラスノを後にして古城のそびえるロケットに戻り 星食をとり 久しぶりに明るいうちにカルロビ バリのホテルモスクワに帰った。途中付近の花崗岩類も見学した。その中にカールスパド双晶の採集が含まれたことは勿論である。この双晶の原産地はロケット付近に分布する斑状黒雲母花崗岩である。これは“古期”に属するものである。風化部からいくつもとることができる。外見上はわが国では屋久島の花崗岩に最も似ている印象をうけた。

VI むすび—分類と錫の起源

エルツゲビルゲの錫鉱床は 以上のように底盤上花崗岩体突起部のグライゼンと 近くの鉱脈に錫石が濃集するものが主体である。形態による分類では イ) グライゼン—鉱脈混在型が最も重要で ついで ロ) グライゼンレンズ型が大きい。その他 ハ) グライゼンデスク型 ニ) 鉱脈型 ホ) スカルン型 ヘ) 鉱脈—スカルン型などがある。

これらはスカルン型を除いてここに紹介した鉱床に部分的にも含まれている。スカルン型は プラティコペク プライテンブルン—ペーラなどで 花崗岩から数百

mはなれた千枚岩中では存在し 透輝石—緑泥石—アクチノ閃石スカルン中に針状の錫石が鉱染するものである。主力の鉱石鉱物は磁鉄鉱と硫化物(閃亜鉛鉱 磁硫鉄鉱 黄鉄鉱 黄銅鉱 硫砒鉄鉱)とである。

ティシェンドルフは変質鉱物によって 次の5つに鉱床を分類している。

- a) トパズ—白雲母型：ゴッテスベルグ—タンネンベルグ—ミューライテン
- b) トパズ—ツインワルダイト型：アルテンベルグ ツィノベック ポルニスラプコフ
- c) 電気石型：ポドレシ (Sn) アウエルスベルグ (Sn) ティアパースドルフ (W)
- d) 緑泥石—硫化物型：ザイフェン
- e) 硫化物型：マリエンベルグの一部

ソ連式の分類はスミルノフによって試みられ

- i) 石英—錫石型
- ii) 錫石—硫化物と錫石—珪酸塩硫化物型
- iii) 含錫石スカルン
- iv) 石英—鉄マンガン重石型

これらのうち ii) は電気石 緑泥石を特徴的に含み花崗岩から 2km 以上はなれて産出する。

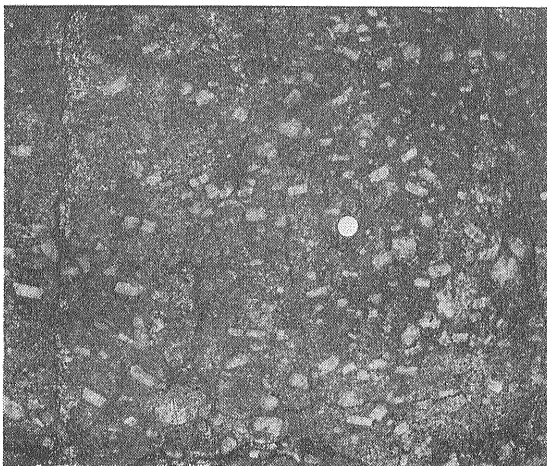


写真17 カールスパド双晶が得られる風化斑状花崗岩。中央のコインは径約2cm。



写真18 美品の発掘に懸命な参加者。ただしこの人達は用意されたサンプルの中からの発掘に熱中している。左の写真は後の崖でとられた。

エルツゲビルゲの花崗岩と鉛床とは 地殻深部に達する裂け帯があって それを通じて繰返し上昇固結したマグマ活動の一環として生じたものと一般に理解されている。第三紀の火山活動や温泉活動は ENE 系の断裂帯に沿って噴出しているので パリスカンの主活動時期以後でもこの深部裂け帯は時おり活動しているものと思われる。カルロビ バリで代表されるこの地方の炭酸泉も断層に沿って点在し 現世におけるその良い一例である。

マグマの起源は 地殻の下部あたりに 浅く考える人が多い。それは Rb など地殻を代表する花崗岩類に一般に多く含まれるためであろう。Sr 初生値は報告されていないようであるが 世界の他の類似鉛床では高い値が得られており 上記の考えと矛盾しない。

ところが 錫の起源となると意見が分れる。ごく普通の考え方は花崗岩マグマと同源と考え その錫は固結末期に水溶液相に濃集分離し 分離した所の近くに沈殿したと考えるものである。もうチェコの長老に属するゾウベックなどはこの考え方の代表である。これは花崗岩と鉛床とを母-娘の関係とみなすもので 多くの支持者があり 私自身もこの立場を一般論としてとり続けている。

一方シュテムプロクはグライゼン化やアルカリ長石交代作用が花崗岩固結後に生じているから “鉛液” と花崗岩との関係はよりうすい血縁関係とみなす立場を ここ数年間とり続けている。すなわち兄弟-姉妹の関係とみるのである。彼は花崗岩マグマ発生場所の近くで何らかの関係を有して鉛液が発生し 花崗岩マグマと共通の弱線を経て上昇固結したものと考える。

酸性マグマと関係鉛床における 関連性の最大の問題は 如何に両者が関係しているかを観念的でなく 具体的に説明することにある。花崗岩では一般に苦鉄質相が早期で 珪長質相がより後期の野外晶出関係が得られている。鉛床でも低温性変質が高温性変質よりも後期である。花崗岩はもともとマグマであったものと考え マグマの分化を火山岩におけるマグマ溜りを考えると 軽い物質がその上部に集まり最初に上昇固結するのである。これは上記の観察結果と合わない。また 50km の地殻深部にその原因をゆだねても 最初に生ずるマグマが最も揮発成分に富むであろうから 同様に観察事実を説明できない。

上述の未解決部分のうち 鉛床に関しては地表水混入モデルでうまく説明できそうであるが まだその様な研

究はおこなわれていない。ただしアメリカのポーフィリー-銅-鉛床の変質帯の研究実例や 私達の日本のモリブデン鉛床の結果から推察すると グライゼンやアルカリ長石化帯が多量の地表水の混入によって生じた可能性は少ないかも知れない。

以上のように花崗岩と鉛床との関連性については 研究テーマとしてとつつきにくいこともあって 非常に重要なのであるが 討論会でも眼をみはるモデルは提出されず 従来からおこなわれているように “マザーロック” あるいは “シスターロック” と呼ぶことによって それぞれの演者のフィロソフィーを披露する程度にとどまった。

ティシェンドルフは鉛床中の錫の起源を 花崗岩中のとくに雲母に含まれる錫石に求めている。これが含弗素溶液により抽出運搬され上部に濃集したと考えている。この溶液そのものの起源はシュテムプロクと同様に考えているらしい。この考えから彼は F の分析こそが錫地化学探査の本命であると強く主張する。一般には岩石鉛物中の Sn そのものが最も重要な指示成分と考えられている。

以上でエルツゲビルゲの地質鉛床の紹介を終わりたい。鉛業的には現在チェコと東ドイツでそれぞれ 2 鉛山ずつ稼行され チェコの生産量は年間千数百トン 全量がオランダを中心とする西欧側に輸出されていると聞いた。東ドイツの方が採掘は活発であるように見うけられたので 生産量が多いのであろう。

エルツゲビルゲは歴史が古いために高品位部はかなり採掘されているが ポーフィリー-銅-鉛床との類似性からわかるように 低品位グライゼンはまだ多量に存在する。また変成岩類の下位に潜在するキュポラは無数にあるであろうから 今後とも鉛業的に重要な可能性を秘めているものと考えられる。

本文は巡検ガイドブック (BAUMANN, L., STEMPROK, M., TSCHENDORF, G., ZOUBEK, V., 1974, Metallogeny of tin and tungsten in the Krusné Hory—Erzgebirge チェコ地調 66p) をもとに若干の文献を参考にし 私が見聞したものを加えて書おろした。討論会の内容については触れることができなかったが 機会があれば紹介したいと思っている。前回のブルガリアから今回のチェコ 東ドイツの巡検を通して 現地の地質家とその準備に払われた努力は多大のものがある。2 回にわたる旅行記を終るに当たり 厚くお礼申し上げておきたい。