

1965年 ソ連で開かれた

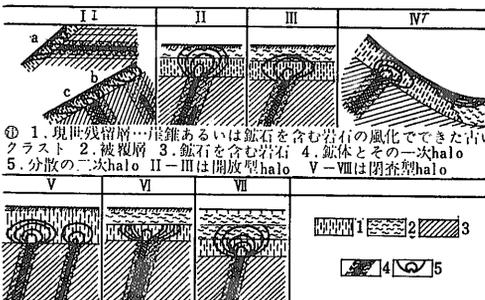
国連地化探セミナーに出席して

②

本島 公司

XIV. 鉱床の二次 halo と河川沈積物による地化探

講師はモスクワ大学地質学教室ソロボフ(A. П. Соловьев A. P. Solovov) 氏である。内因的鉱床の数多くは地下相当な深所で形成された。そして多くの内因的鉱床 外因的鉱床 および堆積・変成鉱床は 背斜とその後侵蝕を受けた地殻部分で見つけやすい。目によって発見される鉱床は近來少なくなり 風化産物をたよりとす目視の探鉱も 精査における重鉱物鉱床の発見位にしか役立たない。目視探査が役立たない場合には地質 空中物探と合わせて地化探がたいへん有効になる。二次 halo と河川沈積物による地化探は経済的にもきわめてたいせつである。この方法は作井するよりも割安であり 30年も前にソ連で実用化され多くの経験が得られている。他の国でも有効である。あまりひどく分解しない地域の古い風化物は残留してて そこでは地化探は有効に用いられる。しかし古い風化層がその上を厚い新しい沖積 氷河 海成 湖成などの堆積物や噴出岩でおおわれると 地化探はたいへんな制限をうける。古い風化物は鉱床の特性を示している。鉱床周辺の風化物は 鉱床と母岩の混合した組成を示し 拡散の二次あるいは残留 halo をつくる。その元素含量は応々母岩と鉱床の間になる。良い条件下では 二次分散 halo が風化の残留クラストで重複し これを二次的重複 halo とよぶ。もし局地的条件によって鉱床上の二次分散 halo が地表に現われず ある深度に存在する場合に閉鎖型 “closed type” の halo といひ 開放型 “open type” と区別する 鉱床の存在が期待できる場合には eluvial-talus および alluvial-proalluvial product のサンプルについて 鉱石元素の高感度分析をおこなって地化探をする。すべての地化探法の中では岩石化学法が最も重要であり 実用的には小縮尺の河川沈積物法から土壌・岩石法へとはいはる。



第4図 鉱床の二次分散 halo のおもなタイプ

沖積層はその侵蝕盆地の平均的的化学組成を一般に示す。固体による元素流出量は 液体の数倍になる。地球化学的パリアについては 重力による SnO₂ FeWO₄ 蒸発による F Sr 吸着および酸・アルカリまた酸化還元による Mo U など それぞれ景観地球化学や元素移動能力にあわせて判断を要する。

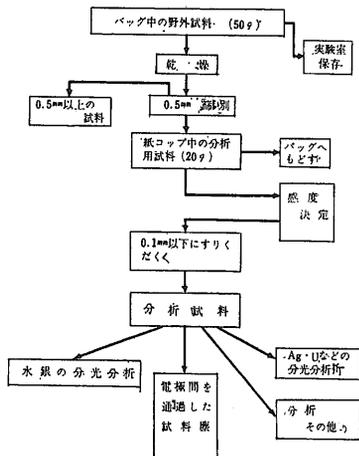
二次分散 halo は 機械的残留 塩分の多い残留二次同型重複 開放型 閉鎖(潜頭)型などに分類される。

残留 halo が重要なのは鉱石を含む岩石がさくはくされる場合 特に乾燥気候においてである。Cu Zn Ni Co Ag などはよく水に流され 開放型 halo ができやすいが 雨が多すぎると地表の halo は消失して 潜頭型になる。ガス halo は放射性鉱床によく出るが 風化と関係ない。

現在高い蒸発性を示す元素類 特に Hg ガスの halo が大いに注目され研究されている。地化探で最も大事な7例の halo を第4図に示す。I の型は地化探に最も適し ソ連の約30%がこれである。VI-VII型は仕事がたいへん困難で深部探査法になる。II・III・IVの孤立した halo Vの残留 halo の場合も探査はむずかしく生物地化探 深部水理地化探がよい場合もある。I型とあまり深くないII-IV型が調査に適する。

1/50,000 スケール調査の試料間かくは 500 m × 50 m で排水系へ配置し 1/10,000 < では 100 × 20 m とし 試料の処理は第5図のようになる。

最近カザフ共和国で二次分散による大規模な地化探が実施され その結果は1964年ニューデリーにおける国際地質会議でベジャノフら(G. R. Bekjanov et al.) が発



第5図 探鉱に岩石化学的(Lithochemical)調査法でやる場合の試料の処理と分析ダイアグラム

表した。ソ連における経験は多いが未だ多くの疑問点もあるので 科学者は方法的問題点解決の研究を進めている。

- 問) どのようにして潜頭鉱床の存在を認めるのか? 物探や地質調査にたよるのか?
- 答) 深部探査法による Eremeev 氏があとで講義するインド代表の説明 インドでは機械的分散異状が48kmにわたって認められたCr 鉱床の例があるが この場合化学的異状はほとんど無かった
- 問) 試料採取はどうするか? 特に深部の場合上部層からのコンタミをどう防ぐか?
- 答) Eremeev 氏があとで述べる 使用器具 (tool) をきれいに保ち 分析室でもコンタミを防ぐ
- 問) 水底沈積物の採取技術は? 水位が変動するときはどうするか?
- 答) 降雨の多い熱帯地はソ連には無い よその国の論文を拝見すると 水位変動にともない水中の元素量は変化するようだ
- 問) 分析法は?
- 答) 広域調査には25~30成分/回の分光法を せまい地域には比色 原子吸光などをソ連では用いている いずれにしても探鉱の段階によって分析法も異なる
- 問) 地化探はどこで統合しているか?
- 答) ソ連では全ソ地質委員会である

XV. 熱帯地域の卑金属の地化探

ロンドン大学のツームス (J. S. Tooms) 博士はアフリカにおいて多くの地化探の経験をもっていて この講義では強いリーチングが深部まで及んでいる熱帯において鉱物賦存が未知の地区の調査 概査 土壤法を順次説明された。ツームス博士はウェッブ教授 (J. S. Webb) の門下でかつ共同研究者でもある。

広域地化学調査 で最も良好な調査地を選定するには 地域地質図にたよるのがよく 空中物探 写真地質資料が加わればさらに好ましい。この段階では一般に地球化学的資料は欠けているので 少数の測定値による推定を行なうことになる。堆積岩の微量成分は根源岩の組成と 堆積盆地の環境に支配される。火成岩 変成岩でも地球化学的プロビンスが成立する。広域の変化を知るには ①岩石 ②土壤 ③流路沈積物が有効で 植物 地下水と地表水を加えればさらに好ましい。①が最もよくプロビンスをあらわし ②は生成過程でリーチされることもあり ③は酸化環境を代表することがある。たとえば マラヤでは Ni Co が花崗岩の付随成分としての特性を示し 地球化学的プロビンスを明らかにする。Sn を含む花崗岩では Be が多く Rb/K 値が大きい。

試料タイプの選定 に際し一般に排水系サンプルが

好ましい U と Hg 鉱床ではガス状試料もよい。実際に熱帯以外でガス状 Hg が広く分散することは期待りすである。一般には河川沈積物が最も推奨できる。

ザンビアの例では機械的分散がほとんど認められぬ場合があった。オーストラリアの西クィーンズランドの Pb-Zn-Cu 鉱床で一次分散の大きい例がある。水による halo は大きいから試料間隔 $1/2$ マイルで概査を行ない機械的分散を求める時は間隔をせばめる。

土壤調査の結果によって鉱石品位と脈幅 を推定するのは重要である。異状の解釈にあたって 熱帯では古く準平原化された地域が多いので 温帯よりもむずかしい。地質時代に気候変化のサイクルがあると解釈はさらにむずかしい。しかし岩石型が土壤異状を一番大きく支配する。母岩が鉱化をうけた部分よりも石灰岩由来の上位にあるラテライトに多くの元素が集まる例がザンビアにある。またサバ (Sabah) では超塩基性岩上の高い pH の風化土に Cu が多く集まっている。オーストラリアでは古い時代に起こった元素移動に由来する異状が発見された。南アフリカの植物条件は特に土壤に大きく左右される。東南アジアでは急傾斜地区で土のクリープが大きく ソロモンやニューギニアにその例がある。Orientation survey が特に大切である。

調査地内の汚染と鉱化帯とを区別するのは仲々むずかしい 一般に土壤では12~18インチ下で取ればほとんど汚染は防げる。汚染は深部へ減り 土壤異状は増える。

他の探査法との総合 は重要で 空中物探と排水系地化探は探査初期の武器である。乾燥地で 排水系がきわめて少なく 小鉱脈を探査するには地化探は適さない。

この場合は空中物探が最もよい。一方山地で卑金属を探すには地化探がよく Sn にもよい。地化探は欲する元素をズバリ求められ 物探は鉱化作用や深部構造を明らかにする。物探 地質 地化探の併用が大切だ。

- 問) 地化探の費用は?
- 答) むずかしい間だ 概査で5~15ポンド/km² とされる
- 問) 概査の速度は?
- 答) 数マイル/日 流れを下るのは役に立たない時間 (dead time) である 土壤サンプルは30cm深度で 100~200 試料/日
- 問) 分析の価格?
- 答) 労働力による 分光でペンス/試料位
- 問) サンプル間隔は
- 答) 土壤でザンビアの例は80m 中央アフリカ平原で1~2km ポーヒリ・カッパーではもつとはなせる 鉱床が小さく 流路が少ないなら $1/4$ マイル位

- 問) Nb分析法
 答) ペーパークロマト法 原子吸光もよい
 問) 基盤岩と流路沈積物の対比について
 答) 限られた地域ではニコルス博士 (Dr. Nicoles?) が試みている マラヤでは広域にわたり変化する ザンビアは土壌が厚く対比困難 Mo で試みた例もある
 問) 本論文の場合の試料密度は?
 答) きわめて多い はじめ流路で $1/2$ マイルで取ったが 1マイルでも2マイルでも本質的には $1/2$ マイルと同じである しかし間隔があくと低い値にかこまれた高い値がでない 結果の geochemical topography に関連する
 問) インペリアル・カレッジの乾燥地域における経験は?
 答) オーストラリア東クイーンズランド アフリカ
 問) ラテライト土壌により鉱床をみつけたことがあるか
 答) 私は不幸にしてない しかし調査結果はもっている ザンビアの例で大鉱山が深いピットを用い地化探を活用している 2つの大会社のサンプル数は 100 万/年であることを知った
 問) 流路の水を用いる地化探の信頼度は
 答) 気候が年間たいへん変わる特例を除き有効 若干の偏差はある
 問) ボーキサイトは地化探でうまくゆくか
 答) 経験なし

XVI, 東アフリカのウガンダのルワンゾリ山地における地化探

クリウス博士はインペリアル・カレッジのウェブ教授のもとで学位をとられた方で 熱帯における地化探のケース・ヒストリーと Cu の水中における分散機構を中心に講議された。

ルワンゾリ (Ruwanzori) 山地の地化探は1954~62年にわたって実施された。当地は露出が少なく 起伏が多く 調査には困難が多かった。赤道直下であり キレンベ (Kilembe) 銅鉱床は山地の東麓にある。ウガンダ地質調査所の依頼で 予察のために現地へ入り土壌と河川沈積物を検討したウェブ教授は 鉱化帯で Cu が多いことを認めたので 地化探実施にふみきった。地形は数千フィートの標高を示し 典型的壯年地形である。雪線は13,000フィート 年雨量は60インチでほぼ平均的に分布する。

地質は片岩 珪岩 アンヒポライトを含む前カンブリアのミグマイト・コンプレックスで 鉱石は黄銅鉱 黄鉄鉱その他で Au Ag Coを伴い 平均1.88%Cu 0.18%Co位である。土壌は特有の赤色土で 厚さは4~20フィート 酸化帯は浅く侵蝕が急である 河川沈積物は両側のバンク・ソイルが多い。土壌中の Cu は-80メッシュで最も信頼性のある値がでた (元素量 再現性とも) Cu 量は土壌層準による変化が無いので 全体にわたって分布するB層準で試料採取をすることに決めた。異状の幅は200フィートを下まわらない。測点間隔は

したがって200フィートでよい。異状部では25フィート間隔にした。分析は K-bisulfata 溶融 (KHSO_4) とデチゾン法によった。河の沈積物はフラクション別に試験し <0.2100 ミクロンのフラクションを KHSO_4 溶融で扱い 異状は下流へ1,000フィートにも達した。浅層地下水と表流水の研究をしたが前者で5,000フィート以上の異状を認め 後者でも全 Cu で3,300フィート以上の異状があつたが イオン状 Cu 異状は $1/2$ マイルをこえない。

Cu の地下水および地表中における産状と分散機構 を特に研究した。Cu の天然水中における溶解度は 溶液の pH と重炭酸塩—硫酸塩含有量に関連しているもようである。地表水に比べて 浅所の地下水は酸性で重炭酸塩が少ない。地表水は中性あるいはアルカリ性で普通は重炭酸の含量が大きい。地下水の酸性であることと重炭酸量が少ないこととは 土壌空気中の CO_2 が高い分圧をもっていることに原因があるようである。地下水は見掛上地表よりも Cu を多くとかすことができるように思われる。地表水の pH と重炭酸の増加は (結果的には Cu に対する飽和ポテンシャルの低下) 地下水から地表水になる時に CO_2 を失うことに大体原因している模様である。地下水で飽和濃度以上に Cu を含むものは地表の状況に適應するようになり 大気に接すると急激に金属を沈澱する。

地下水中のCu量は バックグラウンドで全 Cu=7.25 ppb Cu aq=4.0 ppb これに対し鉱化帯の水は1例としてそれぞれ全 Cu=80.8ppb 37.5 12.5 16.5 に対し Cu aq=31.8 ppb 25.0 10.0 7.0 の如くである。また Fe は バックグラウンドで全 Fe=800 ppb Fe aq=500 ppb 異状値の例として全 Fe=1,800~8,000 ppb Fe aq=1,000~4,500 ppb の如くである。また地下水の Cu=80.8 ppb に対し 対応地表水では Cu=11.0 ppb の例があり Co については head water で全 Co=3.5 Co aq=1.5 ppb が 下流でそれぞれ 0.5 および <0.5 ppb である。Ni も流水巨離500フィートで 3.75→1.5 ppb と減少し 1,000 フィートで 1.0 ppb になる。

試料採取後ビンの中で元素がどのように変化するかを実測したところ はじめの4時間の変化が最大であった。生物の力で CO_2 を生じ Cu に比べて Fe はよく変化する。Cu は6日間にわたって除々に減るが 試水に HCl を加えても大差がない。 SO_4 はわずかに減少し Cl は大分減る。採取後5ヵ月で測ったところ pH は6.3→6.6 Eh は80→110mV 少量の HCO_3 は変化せず多

い NaHCO_3 は減少した。

イオンでないCuは Cu塩の懸濁物と思われ 流水で機械的に運ばれ 沈積物のCu濃度を支える。Cuはaqとの共沈でも運ばれる。Feは1日で沈澱し Cuは6日間にわたって沈澱することを知った。有機物が Cu Ni Zn をとらえ Co Fe は溶液に残る。

- 問) 調査面積は? 答) 2,500km²
- 問) サンプル数は?
- 答) 河川沈積物 17,000 土壌 20,000~25,000 試料採取に4~5ヵ月かかった
- 問) バックグラウンドの決め方は?
- 答) コンプレックス毎に決めた たとえば片麻岩由来の河川の沈積物はCu18~70ppm 平均23ppmの如くである Ni/Cuで岩体をよく分けられる
- 問) 採取密度 深度 汚染について その他一般注意
- 答) 6~12インチのB層準でほとんど取った 土壌と河川の沈積物の汚染はほとんどないが 水についてはコンタミを特に注意した 南西アメリカのポーヒリ・カッパー鉱床の例から 沖積層におおわれる場合に Hg 蒸気が有効であると思われ また地下水では Mo もよさそうである 川の沈積物では示差熱分析が有効と思われる コンタミは十分さけられる
- 問) 水から元素を抽出する方法は?
- 答) 樹脂法その他 全 Cu は蒸発させて分析
- 問) 分析法は何がよいか 答) 原子吸光と発光分光分析
- 問) 水理地化探で鉱床をみつけたか
- 答) ない 川の沈積物を用いてから確率がよい
- 問) 計算法は 答) 表を使う
- 問) バック・グラウンドにローカルあるいは地域差ありや?
- 答) カナダ ジャマイカ オーストラリア アメリカでの経験によると 地表で大体Cuは2~4ppb位 地下水では各種金属比が大きくなる
- 問) この経験を 他地区へあてはめうるか
- 答) 検討し計算してよく研究すれば 方式としてよいと思う 地下水に多くの金属があっても単に酸化を示ぎだけのことがあり 多くの Ni Cu をもつ超塩基性岩でも金属を含め地下水が存在することがある
- 問) 地下水が地表水に転化する際に金属が減ったことを何で知るか
- 答) 水試料を細かく採取して知る わずか数フィートで数千



アパート群と町の車

ppbも減ることがある また転化地点の土壌に金属が極端に濃集していることもその証拠である

- 問) ネパールのように 水量が大きく変化する場合は
- 答) 私には意見はない 適用できないかもしれぬ
- 問) 半乾燥気候の水理地化探の有効性は
- 答) 前問と同じで むずかしがるう
- 問) ポリエチレン試料ビン中の水の変化について
- 答) 一般に元素が減少する 分析は現地で数分以内にやってみてほしい とくに pH と伝導度はたいへん早く変化するものである

XVII. トレチャコフ 絵画館

12日会議終了後17.~19.00の間 クレムリンのモスクワ河をへだてた対岸にあるトレチャコフ絵画館 (State Tretyakov Gallery Третьяковская Галерея) を見学した 私には絵のことはさっぱりわからないが ここには 11世紀から現在に至るまでの絵が陳列してある。ピッシリと一杯に並べられていて 英語で案内してもらったが残念ながらよさがわからない。なお写真機3台は荷物扱所へ預けて見物した。

XVIII. 二次分散帯における元素形態についての若干の観察

高感度分析法の発達で微量成分を正確に求められるようになり 二次分散による地化探の適用も多くなった ここに演者 (Tooms 博士) の 分散モード 溶液からの元素の定着などの実験結果について述べる。

風化や酸化の間に鉱物は低エネルギー・レベルの化合物になろうとする。たとえばニッケル硫化物は酸化され酸化物になって 弱酸性水に溶けるようになり 一方含ニッケル珪酸塩は Mg がリーチされてはじめて動きやすくなる。超塩基性岩中の Ni 硫化物は 造岩鉱物より早く分解され Mg の少ない Ni 鉱物は機械的に分散する。Ni 鉱物は結晶格子を含む微量成分によって分解速度が左右される。含 Co 黄鉄鉱は例外的に安定である。乾燥ないし半乾燥気候では炭酸塩が濃集するので マーカーサイトとアズーライトが Cu の分散地で普通にみられる。酸化 風化は時間の関数で 酸化よりも侵蝕が早いなら 元素は機械的に動き 逆なら溶液で分散する。溶液からの元素の定着 には 沈澱 共沈 交換反応 有機物による沈澱などがある。



会議に参加した各国代表 (友好の家) バスへ乗る 間陽をあびてしばし雑談

痕跡元素の形態を調めるには種々の方法が適用されるすなわち

a) 鉱物分離……フラクション別にどこへ濃集しているかを定める。砂質部に集中するなら機械的分散であり細粒部なら粘土部を元素置換した可能性がある。機械的分散の場合はエレクトロン・プローブを用いるとよくわかり。錫石やコロンビウム、ベリルなどにその例がある。

b) 元素の共存……ザンビアにおけるCuとCoの例ではCuはFe、Mnと定まった関係にあり、おそらく共沈したもようである。CoとMnも正相関だがCoとFeは相関がない。季節的湿地 (dambo) ではCoとFeの相関があり、Cu—Fe、Cu—Mn、Cu—有機物には相関がない。ここではCoとMnは共沈している。

c) 段階的に試料を化学処理する (differential attacks) ……試料の風化度合によって同じ処理を施してもアタックの程度が異なる。1例ではKHSO₄アタックによりNi、Znの90~100%が取り出された。しかし角閃石と輝石からはこの方法で10%以下しか取り出せないが、黒雲母と長石では大分取り出せる。この点は地化探で大切である。というのはアタックの仕方でも数値が異なるので、解釈が違うことがあるからである。抽出元素量 (しばしば冷抽出) 対KHSO₄元素量の比が試料中の存在状態別元素比を示すが、ラテライトのA、B層でこの比は小さく、damboのA、C層で大で、両者の元素の存在状態が異なることを知りうる。中性アンモニア・アセテートは塩基交換能と全交換可能塩基の決定に用いられてきたが、比抽出量の意義からしても重要である。

d) 反応時間の実験……抽出量と反応時間をたとえば対数目盛にとると直線になるものがある。Cu、Mn、Feなどについて求めたところ、直線の折れる点と同じでこれらが共沈したことを明らかにしたことがある。

問) 研究の実用上の目的は何か

答) 土壌と川の沈積物中の元素が鉱石から来たのか、鉱化されない部分から来たのかを区分けしたいので、バックグラウンドと異状を最大コントラストで示すための試みである。地化探の精度をあげ、費用を少なくする為である。

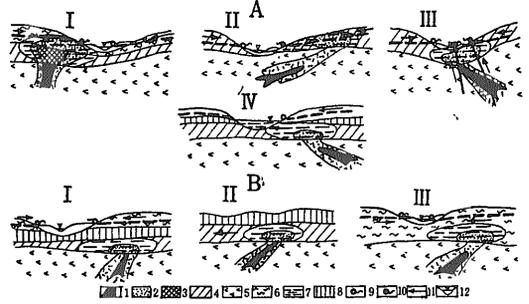
問) 有機酸 (フミン酸) による移動と保持について

答) ソ連で研究された。ザンビアにも例があり、鉱体→水→スワンプの条件であった。水理化学と生物化学の影響があり、元素の生物化学的サイクルの影響は表土において著しい。

問) インペリアル・カレッジの研究対象は

答) 地化探研究グループの対象は

- ① 精査 概査の探査技術の開発 色々の条件下で探査する研究であるが、現に熱帯用のHg、Ni、ダイヤモンド、硫化鉄などの探査に力を入れる



第6図 潜頭 鉱化帯 の 水中 halo の 型

1. 鉱体とその一次分散
2. 二次分散halo
3. 酸化鉄石(焼)
4. 風化されたクラスト
5. 鉄石をもつ母岩
6. 含水堆積層
7. 水中の分散 halo
8. 不透水層
- 9~10. バックグラウンドおよび異常を示す線
11. 流れ方向
12. 侵食による局地的くぼみ

- ② 次の大きなグループは地球化学そのものを研究して、生物地球化学の研究も含む
- ③ 土壌と岩石の地球化学の研究で生物、人類のことも考慮する
- ④ 地球化学的海洋学の研究でマンガンの研究も含まれる

XIV. 水理地球化学的探鉱

ゴレバ (G. A. Goleva 女性) 教授が講義をされた。この方法は水中の halo で鉱床を発見するのであるが、地下水の試料、古水理地質条件などを通じて、鉱床の破壊や生成までを考慮した上に成立するものである。英米ソを通じてこの方法のためにつくした数多くの人がいる。本法は自然状態の広い範囲にわたって使用できる。すなわち潜頭の鉱床であってもよい。天然水中に多くの元素が発見されることをみても、適用範囲が広いことがわかる。多くの元素に対し探査に十分な分析法が完成している。本法は硫化鉄床に最も有効であるが、またB、Be、Li、W、F、Uなどの非硫化鉄床にも用いる。利点としては

- ① 深部探査もできる
- ② halo が比較的長い
- ③ 少ないサンプルでもよい
- ④ どの探査段階でも使える

などがある。

水理地球化学的異状は、安定性によってコンスタントのものと、一時的なものに分けられる。前者は深部地下水に普通で、後者は浅層地下水や地表水にあらわれ、不安定な水組成で特長づけられ、周期的に消失する。水中異状の規模とコントラストは、鉄石、母岩、滲透率、水理地質、古水理地質、侵蝕強度と期間、景観条件、指示元素の移動条件などの性質に左右される。分散 halo

は岩石化学 halo と同じく open と close に分けられる (第6図) closed halo は作井 堅坑 水平坑道 ピット 井戸などの水で求める。地表でみられる水流中の halo はしばしば5~8kmも認められ As B F Mo などでは 流路沈積物におけるよりも 流水で長い halo をみとめうる。最もコントラストに富む halo は 強い酸化をうけた鉱体に現われる。

pH<4の水では Pb=10 (mg/l) Hg= 10^{-2} As= 10^2 Co=10 Ni=10 Mn= 10^2 P= 10^2 Se=10 Ge= 10^{-2} Cd=10 にも達する。異状/バックグラウンドも $10 \sim \text{Ge} = 10^{-2}$ 1000にもなる。酸性水では Eh=0.7V pH<1.5にもなり 普通の異常は300~500mであるが硫酸酸性分散では2.5~3kmにもおよぶ 鉱体が浅いなら水による halo の生成は 局地的景観地球化学におもに左右される。Mo Zn As などの halo は大きく2~3kmにもなる。地下の裂隙水は永い間鉱体に接しているので コントラストは大きいが 規模は小さい。硫化物鉱床では最もはなれたゾーンが Zn Hg Mo で特長づけられ それより鉱体によった中間ゾーンは Cu Pb Se Ge で特長づけられる。さらに鉱体に近いと Cd Sb Bi Co が出現する。

種々な要素によって水中へ元素が含まれ 最後にそれらは各種プロセスによって水から除去されるが 元素は水中にイオン コロイド 化合物の形で入っている。

Cu は酸性水では2価イオンで最も動きやすく アルカリ性で動かない。pH>5の水では ferric oxide (酸化第二鉄)が Cu を最もよく吸着する。アルカリ性の深部地下水に Cu がある場合には Cu の二次鉱物の存在を示す

Zn は Cu と共に広範に用いうる指示元素で 溶解度が大きいので 機械的分散は問題にならない。粘土に吸着される

Pb も各種形態で移動し 酸性でよく溶解し Pb Cl₂ と Pb (HCO₃)₂ が普通の型でありかつ CO₂ があると Pb はよく移動する

Hg は2価陽イオン 無機およびオルガノ・メタリック化合物として動く 条件によっては硫酸塩および重炭酸塩としても動く 辰砂が多い鉱床の温かい地下水の Hg 含量は0.15~0.2mg/l に達し CO₂ を含む冷水は0.015~0.075mg/l 程度である。

As 化合物はCO₂を含む水に良く解けるが Cu Zn Pb と異なり As は粘土や ferric oxide (酸化第二鉄)にごくわずか吸着されるだけなので As の halo は大きい。

Mo の最大異状はアルカリ性で見つかるが As と同じ

く Mo は鉱床の存在にかかわらず異状濃集を示すことがある

W はアルカリ性の水にとけ 還元環境にある潜頭鉱床の指示元素になりうる。W異状は小規模になるがその理由は陽イオンとしての Ca Pb Cu Fe Mnなどに沈澱させられるからである

Ge は酸性水で H₂GeO₃ アルカリ性水で GeO₃⁻² HGeO₃⁻ GeO₂ になって動く 硫酸酸性水の中和によって Ge はよく沈澱してしまい 異状でも0.01~0.02mg/l をこえない。

Se は+4価 +6 -2 有機 Se 化合物であらわれる。すなわち H₂SeO₃ HSeO₃⁻ SeO₄²⁻ SeO₃²⁻ となり 酸性環境で Se 異状が出やすく 0.2~0.3 mg/l に達する

水理地化探 は地質や他の地化探と併用すると効果が大きい。1/10万~1/20万の地質調査に併用の段階では 一般ポテンシャルを検討したり 今後の精査地域を決めたりすることが主目的になる。この段階では分光分析で多くの元素を測らなければならない。1/10,000 またはそれ以上の縮尺の調査では 鉱体存在位置の推定に焦点をおき 指示元素に対し正確な定量分析だけが行なわれる。測点数は 次のように取ることを推奨する。

縮 尺	km ² あたりの 測 点 数			
	地 質 構 造	単 純	比 較 的 複 雑	複 雑
1/20万	0.1	0.15	0.25	
1/10万	0.5	0.8	1.0	
1/6万	1.4	1.7	2.0	
1/2.5万	3.0	3.5	4.0	

測点は均一に分布させ 1/10,000 またはそれ以上の精査では測点を 図上で1cm 以上離してはならない。野外調査で大切な点は ①代表的試料採取層の決定 ②水を採取する最適グリッドの決定 ③水理地化探の指示元素の決定であり ほかに ④分析法の選定がある。分析法については水中元素とガスについて考慮する。小縮尺では蒸発残渣について半定量分光分析がよく より大縮尺では 分析成分数が減るから 重量法 比色法 比濁法 フィルター・ペーパー分析法 クロマト法 蛍光法 焰光法などで定量する。試水は現場でソコロフ (I. Ju. Sokolov 1962) の方式で酸性にされる。すなわち Hg Ag 分析用サンプルは H₂SO₄ を Mo を除く Cu Zn Pb などの重金属用は HCl を用いる。Ge Se As W Mo Be 用サンプルには酸を加えない。

水理地化探の結果の解釈 では まず鉱床が侵蝕面に出て

いるか否かが大事である。バックグラウンドと異状を区別するためには一元素分析法で実施するが天然水のマクロ成分はノルマル 微量成分は対数ノルマル分布が多い。水理地化探の共存元素による鉛体組成推定表を例示する

鉛 床	鉛 体 の 指 示 元 素	
	強 い 酸 化	弱 い 酸 化
黄銅鉛	Cu Zn Pb As Ni Co F Cd Ge Au Ag Sb	Zn Pb Mo As Ge Se F
ポリ・メタリック	Pb Zn Cu As Mo Ag Cd Sb Se Ge	Pb Zn As Mo Ni
水銀-アンチモン	Hg Sb As Zn F B Se Cu	Hg As Zn B F
金	Au Ag Sb As Mo Se Pb Cu Zn Ni Co	Ag Sb As Mo Zn
ベリリウム・螢石 (Be-F)	Be F Li Rb W	B F Li

Cu-パイライトとポリメタリック鉛床では水中分散で Zn/Cu Pb/Cu As/Cu Mo/Cu 比が酸化度合につれて大きくなり深さにつれて小さくなる。潜頭鉛床の位置と深度の大略の決定は地質構造 分散の様相で概略的に行なう。鉛床は halo 中の最も動き悪い条件をもつ元素の異状範囲内にあるのが普通である。そして一般に下流に少しシフトする。正確に位置を決めるには指示元素比 (Zn/Cu Pb/Cu 等)を用いる。たとえば酸化されている潜頭銅鉛床では水中の halo 中のその比は著しく小になるが酸化部で大きくなる。時に水中で Mo Hgが見つかるがそれは鉛体地区を切る水理地質的に開いた断層に伴うことが多い。深部地下水の方が鉛体をよく指示する。深層水の異状は安定してをり鉛体深度の概略は分散 halo の垂直分帯で決められる。 Zn/Cu Pb/Cu As/Cu は深度と共に小さくなることはすでに述べたが原則として鉛体は水中 halo の頂点で発見されるべきである。鉛体位置の決定には各種物探を併用することにより精度をはなはだ向上できる。

- 問) コンタミの防ぎかた
 答) ない所をえらぶようにする
- 問) 溶媒抽出法を使うか 答) 用いる 精度表がある
- 問) 雨量との関係は? 熱帯で水位が激変する場合は?
 答) 変化が最小の時に行なうが 熱帯では困難があらう
- 問) 実際に役立つか?
 答) 2つの潜頭鉛床を発見している。土壌でも鉛体から少しシフトし 水理地化探では下流へシフトした。しかし Cdなどはほとんど鉛体からのシフトがなかった
- 問) 温泉 鉛泉水と鉛体の関係は
 答) 裂か温泉はしばしば鉛体の path-finderになるが鉛体位置が決めにくく物探を併用する CO_2 を含む鉛水がU鉛床を指示したこともある Hgの探査に水理法が使えるが Hg鉛床は一般に小さいので As Zn Pbなどを一緒に使うようにする

- 問) 水と沈積物を同時に用いたか 答) やっている
- 問) 鉛体から2~3km離れた地域におけるサンプル密度?
 答) 鉛体でちがうが 50~100m位が一般的

XXI. 生物地球化学探鉛

講義はグラボフスカヤ (L. I. Grabovskaya 女性) 博士が予定されていたが病気のためにその助手のサキサク博士 (女性) が代った。

生物地化探では元素の二次分散を利用する。理論的には生物中の元素分布 分解による分散 移動 濃集などが含まれる。ベルナドスキーは地上で生物よりも強力な化学的力をもつものはないと述べた。大切なことは生物が元素を選択的に吸収することで生物によってある元素は地上から除かれ 他は濃縮させられることである。植物による地化探で使われる濃集元素には B Mn Fe Cu Zn Mo Co Ni U などがある。ベルナドスキーは“生物地球化学的プロビンス”——つあるいは若干の元素量および生物的反応によって特長づけられる——の原理をつくった。ビノグラドフによると生物による元素濃集は ① 集团的濃集 (岩石や土壌に多い元素が一地区の全植物に集まること) と ② 植物の属種によって特別に元素が集められる (Li Al Ca がある植物に集まるなどが例) ものに2分される。

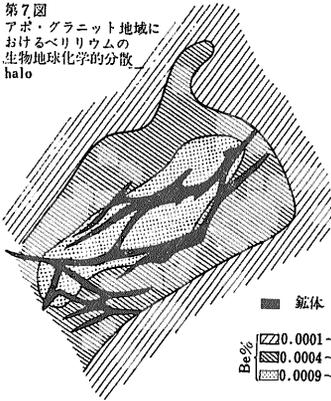
生物地化探の利点としては ① 10~20m 時に30mも深部に隠されている鉛体を 植物の根の力で発見できる ② 土壌中にきわめてわずかしかない元素も検出できるなどである。この方法は独立的あるいは水理地化探 岩石地化探 物探と合わせて用いる。また地質構造 地下水位および水質などの調査にも用いる。

ビノグラドフ (1950 1952) による 植物灰の元素濃集度の大きな元素は次のようである (%)

元 素	岩 石 圈	土 壤	植 物 灰
P	8×10^{-2}	8×10^{-2}	7
S	9×10^{-2}	8.5×10^{-2}	5
Zn	5×10^{-3}	5×10^{-3}	9×10^{-2}
Br	1.6×10^{-4}	5×10^{-4}	1.5×10^{-2}
Mo	3×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-3}
Ag	1×10^{-5}	$n \times 10^{-5}$	1×10^{-4}
I	3×10^{-5}	5×10^{-4}	5×10^{-3}
Au	5×10^{-7}	—	1×10^{-4}

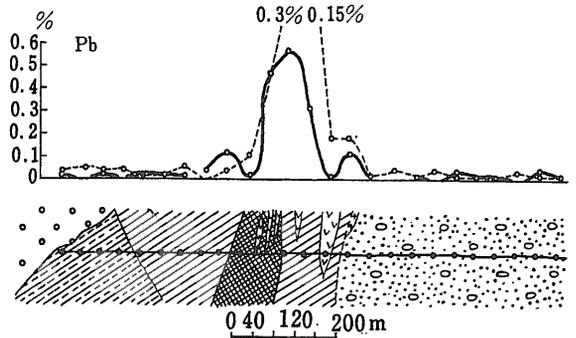
植物中の微量元素が少ない時には 特にそうであるが元素の絶対量よりも その存在比が意味をもつこともある。たとえば ^{235}U の減少はU鉛床を植物で探査する時のよい指針である。生物地化探で大切なことは 調査地内に生育している植物の組成 分布 生長 発展を地球植物学的に観察することである。元素と植物生育

第7図
アボ・グラニット地域に
おけるベリリウムの
生物地球化学的分散
halo



第8図
雑鉱床に対する生物地球化学的プロファイル

1. 砂-粘土 粘板岩 ホルンヘルス
2. (漂白) 脱色された砂-粘土 粘板岩
3. 砂岩 礫岩
4. 花崗岩 玢岩
5. 花崗岩
6. 新期沖積堆積物
7. 鉱化された構造帯
8. サンプリング地点
9. 葉中の元素量
10. 枝中の元素量



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

の関係では Zn セレニウム Cu Ni Co Sn 稀土類 U Th Ra B Cr Al Mn Fe などの特長が現われる。

生物地化探に際しては植物種をよく選定しなければならない。また植物の器官毎に元素量も異なる。たとえば Zn は葉 根 幹の順に少なくなり Pb Cu は根に集まっている。樹令的には若いものに元素量が多く季節変動をソ連科学アカデミーで研究してみたら Ni Co Cu の葉中存在量は 春よりも秋に 2~3 倍多かった。そのためできるだけ同一時期の分析結果を用いるよう努力する。

しかし気候の年変化は含量に 25% 以上の影響を与えないと主張する人もあり サンプルはいつとるべきか考慮されるべきである。大切なのは太陽光線で Zn は光の多い所に集まり Cl は減少する。

各種要因で左右されるにかかわらず 植物中の元素量は土壤やそのもとなる岩石の元素量と関連し 鉱床上では 2~10 倍も量が増える。生物地球化学的 halo は局地的景観地球化学条件で支配される。木よりも草が正確に鉱体位置を示す。また生物地化学 halo は土壤岩石の halo よりも一般に大きい。地表に分散 halo



が達しない場合 たとえば砂漠では 20~30m も被覆層がある場合長い根の植物で探査する。湿地や泥炭地でも植物探査が土壤にまさることがある。

ゴム百貨店
店内の噴水
売場は両側

裂罅水に根が達している場合は 30~60m の深部が測れる。普通には 10~30m あるいはそれ以上が一次と二次 halo で測れる場合もある。たとえばカザクスタンの乾燥ステップにある Mo 鉱山では 25m シベリアのステップ-森林帯の稀土類鉱山で地下 15m であった。トランスバイカルとカザクスタンの Cu-Mo および Ni 鉱山では 20~25m 深部の鉱体を発見した。

測点は鉱床長軸に直角に配列し 森林測点では 25m² ステップ 砂漠 半砂漠では 1~15m² を 1 測点に代表させる。試料には代表植物で根が深く 灰分の少ないものをあてる。代表植物について同一器官で 2~3 試料を取る。採取量は分析法でことなり 試料の一部は保存する。普通の分光分析なら湿った試料 20~30g すなわち灰で 30mg を取るが 定量分光ないし化学分析では 300~400g (15~20mg 灰分) を取る。

試料は乾燥→粉末→灰化の操作を経て 灰分にされ元素は 5~10~100 倍に濃縮される。灰化はマッフル・ファーンズあるいは特製灰化装置による。陶器ルツボに試料を入れ 450~500℃ を越さぬように熱する。

分析値は地形図 地質図上へおとす。元素比も求める。土壤 植物 景観の各図があれば解釈はやさしく最後に異状の位置を決定する。ただこの際特殊景観による異状をよく区別しなければならない。石灰岩中の火成岩 割れ目 土壤の急激な変化は皆異状を示す。

この場合は深さ 1.5~3m のピットで確認し 深部に元素が増えるなら分散であり B 層準下で減るなら鉱体はその下でない。解釈時には地表水と地下水の流れの方向を考え 地質 物探資料や土壤も吟味する必要がある。植物地化探の 2 例を第 7.8 図に示す。

問) 大気じんの関係は

答) 根 葉など分析前に洗った

問) 根を Penetration 深度以下からとれるか

答) Penetration の最大深度以下からあつめる(先端のこ
とか?)

問) 成功例は

答) チリーの銅鉱床にも例がある

XXII. グム百貨店

13日17時~19時 赤の広場に面したソ連最大の百貨店グム(Гум)を見物する。消費物資は日本に比較して大変に見劣りがする。買いたいと思ったのはレコード 通訳に頼んでチャイコフスキー作曲白鳥の湖のモノラルLPを買ってもらう。ポリショイ劇場管絃楽団演奏で指揮は有名なファイエルただし録音が古いらしく音質はややおちるが全曲が入っていて3枚1組1200円(3ルーブル)で安い。

ショスタコビッチの交響曲第5番は売切れで入手できずに残念だった。この百貨店は売場が200 従業員3,500人やや古めかしすぎる。最近近代的なモスクワ百貨店ができたそうであるが見物しなかった。

買い物の楽しみはいかめしい店でない方が多い。小さなロシア風の安く面白い人形などもそんな所でほり出せるし若い女子従業員の思わぬサービス振りに満足することがある。

XXII. 二次分散 halo による潜頭鉱床を対象とした深部地化探法

講師はエレメエフ(A. N. Ereemev)氏で話の中核は1960~1964にわたりソ連で実施したステップに覆われて地質調査で地表から解らぬ鉱床の探査結果である。鉱床は非鉄の鉱脈と鉱染型であり Sn W Mo Au Be B 稀金属類からなる末固結堆積物におおわれた深部地化探として扱う。

深部探査に最適な地域はプラットフォームのマントル・ロックが堆積する以前に大陸発展が長く続いたところである。そこでは二次分散が顕著である。雨の多い所でも二次分散は大きい。二次分散が零ならば一次分散によるしか方法は無い。

鉱化帯で既知鉱床を研究すると新たに地化探を実施すべき地域や方法が選定できる。地質図の適当なものを用意し鉱化作用に関係深い地質構造 貫入岩石などを記入する。地質物探との併用でここ10年来地化探の成果も著しく増えた。二次分散 halo を端緒として一次 halo 発見へと進んだ例がある。二次分散 halo は鉱体やもとの halo よりも規模が大きいから測点間隔を大きくできる。

層序学的層準(stratigraphic horizon)の考え方がサンプリングを目的として深部地化探の実際に導入されている。この概念は二次分散 halo が信頼できかつ最大の広がりを示す現在の地表に最も近い層を意味している。この層序の上位でサンプリングすると十分なデータが取れず潜頭鉱床を発見しそこなうことがある。この下位でサンプリングすると作業費がかさむし halo の形が小さくて作井密度を大にしなければ

ならない。この層準でサンプルを取れば平均深度で取る方法にくらべて10~20%安くなりかつ平均深度法では25%の面積について精度が落ちる。深部地化探で得た異状がすべて潜頭鉱床由来の二次 halo とは言えず中には単なる局地的異状の場合もあるのでピットや作井で確実にする。構造や鉱床成因の面から調査地をえらぶ。1/20万地質図 物探図 地球化学図をこの際活用し面積は数百~数千 km² がえらばれる。被覆層の厚さを大略知るために地質 地形地ぼう 電探などすでに得られたデータを用いる。検討資料は1/10万地質図にまとめて表現する。

探査準備としてはまず stratigraphic horizon を決めるために調査地内で予備作業をやる。1/5万で細部をよみとりできるだけ少ないボーリングで地域の特性を知る。フィールドでの仕事に先行しできる限りの大縮尺の図面で空中物探 地質 地物 地化の既知データを検討する。コアは地化学的に調査する。普通の深部地化探にさいしては1/5万あるいはそれより大きな空中磁気探査図 1/20万より小さくない重力図が必要である。地上磁探 重探 電探結果と測線上の作井結果も準備段階で使い 基盤岩々相 断層 褶曲構造などを広く表現する。露出のある所あるいは被覆の薄い所で地質を調べる。見掛上抵抗値の高い所は基盤の存在を示す岩石片がばらまかれている可能性が高いので注意する。多くの被覆層のある地域では電氣的に2つの層で特長づけられる。抵抗値の小さい上層と抵抗値の大きい褶曲層である。風化クラストの上限は電探では出せない。浅い深さのコア・ボーリングで風化層を探しその厚さと組成を知る。1/5万~1/2.5万縮尺のトラバース間隔は2km 作井間隔はトラバース上で1km 位であり上記各データによって上層の等層厚図を求めて探査の見通しをたてる。

深部探査そのものがはじまって潜頭鉱床に由来する異状と分散 halo が発見されてはじめてその価値判定がなされる。若干のボーリングが stratigraphic horizon まで打ちこまれ数学的によく検討される。第一次近似においては二次分散 halo の期待された形と大きさによって探査パターンが計算される。

深部探査の最終段階での異状の価値づけはその地質的性状と経済ポテンシャルが見積られた時に行なわれる。鉱石元素が深さと共に増加したり分散形の特長がその付近の鉱脈の特長と似ている場合はその異状は鉱床からの二次分散 halo の可能性を示す。

二次分散 halo で潜頭鉱床を井戸によって当てるま



サッカー（レーニンスタジアム） 10万人を収容して熱狂的にサッカーが行なわれる

だが第一次の近似である。もしはじめの一井でうまく当ると次の価値づけが楽になるが 当らぬと次の作孔がむずかしいし 否定的判断を下すことが複雑になる。当らぬ時には井戸の間を 物探データで再検討し また鉱床のパラゲネシスを考慮する。

価値判断ポイントの一つに 経済性鉱床の上部に当たったかどうかを知る点がある。もしそこへ当たっているなら もっと深い井戸を掘るようにする。垂直的地球化学分帯と 揮発性元素による鉱体上下の判定も大切である。深部地化探で求まる埋蔵量は 最少の作孔で求めたものであることを強調したい。精度は最高でない。経済的に探鉱を実施するのはきわめて重要である。

問) サンプリングの仕方

答) 油ポンプを用いている トラックに積んでいる

問) 電気検層は?

答) 10m以下の井戸はやらない

問) ソ連で鉱床を見つけたか?

答) ポリ・メタリック鉱床をいくつも見つけた

XXIII. 地化探における統計数学の利用

講義の前半はベウス博士の数学の活用について 後半はグリゴリヤン博士 (Dr. S. V. Grigorian) の相関係数についてである。

地質学的研究が最近進歩した理由に 地球化学の地質学への浸透がある。分析法の発達で多くの化学的データが出され 統計的扱いがにわかに重要になってきた。

化学元素の分布は 地質の成因に左右される。同一の岩体もその後の変化で元素分布を異にする。統計によってその原理説明もできる。

統計を活用できる範囲は 次のようである。

- ① 地区内の元素分布の特長を知る
- ② 地区内の局部的特性を分けるとき、地球化学halo中の最小異状値の決定。限定されたサンプル数で経済性の検討
- ③ 天然の地層の地化学的差異。サンプリング法の選定。サンプリング・グリッド決定。指示元素決

定 異なる層準間の元素量の比較

- ④ 工業的有用元素と付属元素の関連決定 植物—土壤 植物—土壤—母岩 土壤—母岩間の元素量分配の独立性

結論的にいえば 数学的取り扱いは地化探に本質的に役立つものである。統計をぬいた解釈は誤りが多い。しかし地質 地球化学を無視して数学的にだけ扱うことは 気をつけてさげなければならない。

問) 統計をどの段階で使うよう推奨するか?

答) データが出たら どの段階でも使うようすすめる

問) 計算機 パンチカードなどをルーチンに用いたか?

答) 電気計算機を使うとよいが 問題はある。multiple correlation で使う。2成分だけでなく 3—4—…10以上を使うが その時計算は大変にむずかしくなるプログラム計算が有効で 各種のプログラムを用意したソ連製の器械であり 将来は多く使われるようになる。

XXIV. レーニン・スタジアムとサッカー

14日(土)は小雨の中を レーニン競技場へ15.30~20.00の間サッカー見物にゆく。中央の一番良い場所へ案内してもらって全ソ決勝戦を観戦した。この競技場はモスクワ河一つへだてて モスクワ大学と北側に対していて 10万人を収容するが もちろん満員の盛況。最前列に軍隊が—列グラウンドを取り囲んでいるのはどのような理由か 聞きもした。サッカー熱はものすごく 熱狂的である。3週間の滞ソ中に2回サッカーへ案内された(もう一度はバクー市で)位に 盛んである。ソ連で見るべきものに サッカー バレー オペラ サーカスをあげることができる。

XXV. 経済成果博覧会

モスクワ市の北東に ソ連国民経済成果博覧会 (Exhibition of the Achievements of National Economy of the USSR, Вднх) が常設されている。科学技術と産業面で得た最新の成果を展示した 常設の大きな展示場で 勤労者に保健と教育の場を与えている。面積216ヘクタールの中に 約300の建物がある。1959年に設立され 宇宙科学アカデミー館は特に人気があり スプートニク ライカ犬 ボストークなどには 人だかりがものすごい。原子力館には 原子力砕氷船や 世界でも早く完成した原子力発電所の模型などがあり かわったものとして放射線照射による作物増収の実例などが展示してある。ツボレフ (ТУ-104) 双発ジェット旅客機の展示では 客席へ入るための行列が続いていた。軌間5フィートという広さで有名な列車食堂 (レストラン Ресторан) も屋外に陳列してある。そこを歩いていかにも小さい実のなっているりんごの林をぬけると 地質館 (Геология) がある。この館内の半分は 最新のソ連製物探器械が陳列されていて たいへん細かに一つ一つを説明してくれる。またすぐわきにカタログ

が置いてあり 自由にもらえる。私は物探器械がわからないから せめても思いカタログをたくさんもらってきた。帰りに飛行機の荷物制限重量を 7kg 超過したが 幸いに国連で超過分を支払ってくれた。このカタログは地質調査所物理探査部の専門家へお渡しして役立ててもらおうようにした。地質館の半分は岩石 鉱物などの展示場で大して広くないが よく整理されている。そのすぐそばに 地化探の映画が見られる装置がある。画面は天然色24インチ・テレビ位の大きさに 説明を英語で聞きたい時は そのボタンを押す。私が見たのは水理地球化学探鉱法の野外調査で 針葉樹林帯らしい景観の所で デジタルによる元素分析なども見せている。教育の点からみて たいへん効果のある方法と思われる。地質館わきの屋外には作井車が展示してあり 実際に動かして見せてくれる。また油井用鉄管に丸孔のストレーナーをつくる実演もある。地質館から100 m程離れて 石油鉱業の展示館があって 作井関係の技術も理解できるが 何と言っても会場が広いので とても一日ではいくらがんばってみてもたかが知れている。

入場料は30コペイカ(120円)といわれ 日曜日だったせいのかたいへんに人が多かった。カーキ色の服を着たガッチリした兵隊さんもたくさん来ていたが モスクワでは 人の集る所に兵隊さんの姿が多いことに気がつ

いた。このような所で写真を無意識にとっている兵隊さんがうつっていることが多い。私たちの軍隊時代も休日にはおそらくこんな風だったのだろう。

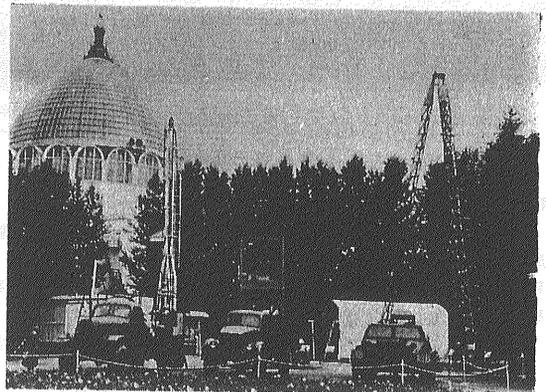
XXVI. バレー

モスクワには有名なボリショイ劇場をはじめ 多くの劇場がある。夏はバレー団が外国へ出てしまって 定期的に良いものに接することはできないといわれる。

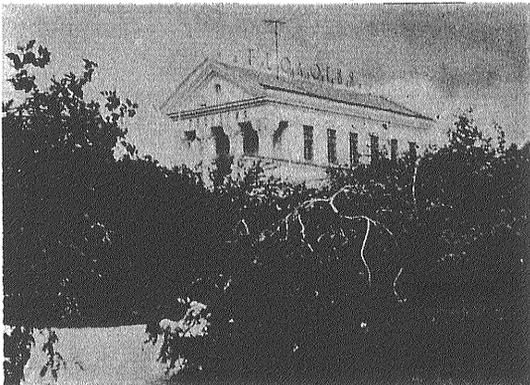
私たちが案内されたのは スタニスラフスキー・ダンチエンコ劇場(通訳に2度ばかり尋ねたが正確なところを忘れてしまった)だったと思われる。15日(日)夜 18.00~22.30まで白鳥の湖全曲を観賞したが 今まで2回みた東京のバレー団よりも すべてにおいて一まわり大形である。ソ連の人や外国代表から 日本に交響楽団があるか とか東京で日本人によるバレーが見られるかなどと質問を受けたが やはり外人には「経済はトップクラス 文化はセカンド・クラス 政治は……」の感覚があるのだろうかと考えさせられた。学問 技術にすぐれた人格者が 日本から広く世界に出てゆく必要があろう。劇場における拍手の仕方に特長があり 皆で調子を合わせるので わが国とふんい気の点でたいへんな差が感ぜられた。ボリショイ・バレーは最高のレジャーといわれている。(筆者は技術部地球化学課長)



サッカー観戦中の関係者(レーニスタジアム)
前列右からインド・パキスタン・ネパール・マダガスカル・ブラジル
中列ベレー帽はベウム博士(ソ) メガネはパナマー人(ソ) アルゼンチン
後列ヒゲはグリゴリヤン(ソ) 国連 ベリボ(ソ) 立っているのはイスラエル



地質館のよこに展示してある作井車



地質館(モスクワ市経済成果博覧会)最新の物探器械 岩石鉱物標本などが陳列してある 手前はりんごの木で実は小さい



ボリショイ劇場(モスクワ)
ソ連邦科学アカデミーに所属している 付近にはスタニスラフスキー・ダンチエンコ劇場もある