

シベリアと極東のガラス原料資源①

岸本文男

はじめに

シベリアや極東の地下資源がさまざまに語られ紹介されている中でとくに触れられていない鉱物資源の一つにガラス原料資源がある。ソ連自体はその地質や賦存状態から質・量にいたるまで卒直に発表しておりその報告の豊富さは他の国に遜色がない。それだけにここで意をつくすことはむずかしいが私なりにまとめてみたので参考に供していただければ幸いである。

ソ連のガラス工業

ソ連でガラス工業が本格的に興されたのは革命後と言ってよい。革命前のロシアでは大部分のガラス工場が家内工業であった。1913年に生産された窓板ガラスは全体で約2,000万 m^2 にすぎなかったし工学ガラスの需要は外国からの輸入に頼っていた。びんガラスの製造もわずかなものでガラスびんは手工業的な方法で製造されびんずめ用ガラス容器はほとんど作られていなかった。しかし第1次および第2次5カ年計画(1929—1933年と1934—1938年)の中でソ連のガラス工業は急速に発展し第2次世界大戦前には外国から工学ガラスを輸入する必要がなくなっていたし1940年には各種ガラスの総生産量は1913年のほぼ5倍に伸び当時すでに窓板ガラス生産量はヨーロッパ第1位世界第2位を誇っていた。

ヒットラーの軍隊によってあらゆる経済部門が大打撃を受けたあの独ソ戦の中では幾つかの工場が東部に疎

開して生産を続けたがそれでも窓板ガラスの生産量は1/3に減ってしまった。

戦後の第4次5カ年計画(1946—1950年)でガラス工業は復旧し第5次5カ年計画(1951—1955年)以降再び急成長に向い総生産量が急増しただけでなく製品の種類も多くなってきた。

ソ連科学アカデミーガラス研究所の資料によると1967年には20,500万 m^2 の窓板ガラス 2,370万個のガラスブロック 600万 m^2 の磨ガラス 410万 m^2 の超硬ガラス 68万 m^2 の三重ガラス 59,800万個の高級ガラス食器 206,800万個のガラスびん 243,500万個のびんずめ容器などが生産されそして板ガラスの生産では世界第1位であったし現在もそうである。ガラス工業の配置からいえばそれは今もってヨーロッパソ連に片よっていて1967年の資料によるとガラス工場の約80%がそこに集中している(第1表)。

第1表 ガラス工場の配置(1967年)

| 総数 | 生産ガラス種類別工場数 | | | | | | | |
|---------|------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 薄板・ 圧延ガ ラス | その 他 建 築 用 ガ ラ ス | 工 学 ガ ラ ス | ガ ラ ス び ん | ガ ラ ス 容 器 家 庭 用 ガ ラ ス | 高 級 ガ ラ ス 食 器 | ガ ラ ス せ ん い ブ ラ ッ ク ガ ラ ス | 電 気 工 学 用 ・ 化 学 実 験 用 ・ 化 学 工 業 用 ガ ラ ス |
| ソ連全体 | 230 | 34 | 34 | 67 | 84 | 45 | 26 | 52 |
| ロシア共和国 | 141 | 21 | 21 | 40 | 46 | 20 | 15 | 31 |
| シベリア・極東 | 19 | 4 | 4 | 10 | 3 | 2 | 2 | 4 |

1967年の極東・シベリアにはガラス工場が全部で19(ソ連全ガラス工場数の8.3%)しかなかった。それが1970年には15.4%とふえてきたがヨーロッパソ連に較べればまだまだである。

シベリア最初の近代的ガラス工業は1940年稼働開始のウラーン=ウデー工場に始まったと言ってよいだろう。これは1965年に拡張を終え現在ソ連東部最大のガラス工場となっている。また独ソ戦中に疎開したブイトーシの工場を基礎にして1946年にケーメロボ州アンジェーロ=スージュンスク市に建築用ガラス工場が建設されさらに1964年に拡張工事を終えた。一方1960年代に薄板ガラス 工学ガラス びんガラスの製造を目的とした大型工場としてイルクーツク州ツルーン市と



第1図 家一軒ないタイガーの中に忽然と都市が生まれる。これがシベリアである。ガラスの需要は伸びる一方であろう写真はブラツク市街 町はずれすなわちタイガである。

アムール州ライチーヒンスク市にガラス工場がそれぞれ新設された。1973年に完工予定であったシベリアの大型新式工場については 稼動を開始したとしか伝えられていない。

ソ連のガラス工業原料

全ソガラス研究所の資料によると 1t の窓板ガラスを製造するには 760—920kg の珪砂 218—238kg のドロマイト 175—182kg の硫酸塩 170kg のソーダ 54—108kg の長石か或は 17—32kg のカオリン 15—25kg の石灰石か白亜が必要である。これらの原料がガラスの製造に適しているかどうかを決めるのもっとも重要な規準となっているのは 着色酸化物の含有量である。上記ガラス研究所は 汚染物質の大部分が珪砂(約40%)と長石(約26%)から持ちこまれることを指摘し 鉱床を評価するに当って とくに注意しなくてはならないのがこの2種の原料資源で 珪砂と長石がガラスの質を左右することを強調している。

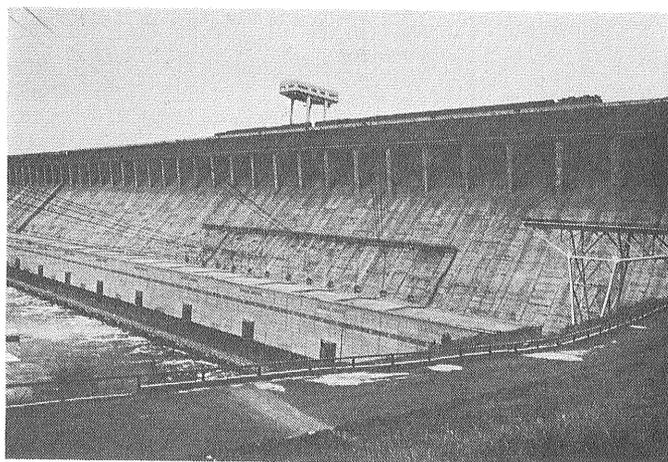
珪砂： ソ連ではガラス用珪砂に対して統一した規格を定めず 大型鉱床の場合に適用するものとして暫定的な条件が組まれているだけである。したがってガラス用珪砂の質はその暫定条件に照して評価されるが とくにきびしく要求されるのは着色酸化物 なかでも酸化鉄の含有量制限で たとえば $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ が 0.05—0.06% もしくはそれ以下の珪砂を特級 0.06—0.08% を1級 0.08—0.13% を2級 0.13—0.20% を3級とし 0.20% 以上のものは不合格としている。しかしこの条件は10年以上も前に決められたものなので 多くの場合 現在のガラス工業の発達水準に追いつけなくなっている。一連の発達した資本主義国ではガラス用珪砂に対する要求が上記の数値よりもはるかにきびしい。これらの国

々では粗鉱中の鉄分にこだわらずに選鉱して得た高品質・高品位の珪砂だけをガラス用としている。珪砂の選鉱という問題は 高品質の無選鉱珪砂が減少しつつある中で 品質に対する要求がきびしくなっているソ連でも すでに重要な課題となっている。

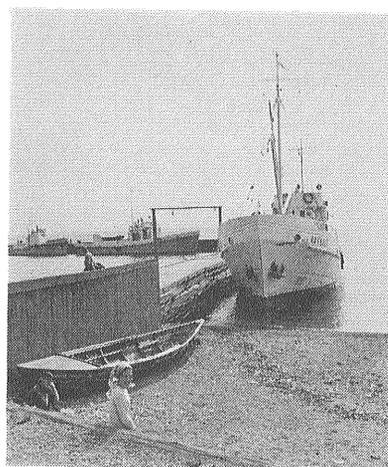
現在全ソガラス研究所は珪砂の選鉱を念頭において 各種珪砂鉱床のための新しい工学的条件を組み立てようとしている。また同研究所は 薄板ガラスと工学ガラスの製造用珪砂に関する統一規格の案をすでに出しているが それによると 前述の酸化鉄含有率に対する制限は一段ときびしくなり 特級が0.015%以下 1級が0.04%まで 2級が0.08%まで 3級が0.2%までとなっている。しかし同時に出された SiO_2 品位への要求はかなり緩くなり 全等級にわたって「 SiO_2 は95%を越えること」と記され 粒度組成は粒径0.1—0.5mmのもので構成されていること ただし3級の場合だけ粒径0.1mm以下のものを含んでいてもよいが 粒径0.5mm以上の珪砂が含まれていても差つかえがないのは特級と1級では5%以下 2級と3級では6%以下でなくてはならないとしてある。

ソ連のガラス用珪砂の消費量は 年々のガラス生産増に見合って伸びており 1966年の310万tが1970年には500万t 1973年には680万tに達している。

もっとも大量に消費するのはソ連中部と西部のガラス工場群で シベリアと極東の広大な地域で消費されるガラス用珪砂は ソ連総消費量のわずかに6.8% (1970)にすぎない。それは生産規模が小さいからである。しかし1975年にはソ連全体でガラス用珪砂の消費量は830万t そのうち西シベリアが45万t 東シベリアが18万t 極東が13万t 併せて76万t (9.2%) となるとされている。



第3図 シベリアの水力エネルギーの開発は急激に進みつつある。ここブラツク発電所から平均450万kW/hの電力が送り出され、2つのアルミニウム工場を初めツルーン市のガラス工場も その恩恵に浴している。ダムサイトの上を走る列車は 1車両16t積を40両ばかり引いて行く ダムにせきとめられた人造湖の面積はビロ湖の8倍を越えブラツク海と呼ばれている その発電原価 1kW/h 24銭!



第4図 バイカル湖畔の夏 東岸にも西岸にも小さな港が並ぶ ここリストビヤーンカ港の南方には開発を待っている珪砂鉱床が2つ 西には調査中の珪砂鉱床が1つある。

高アルミナ原料： アルミナ分はガラスに必要な粘性（靱性） 化学的安定性 耐熱性を与え 結晶作用を弱める働きをするので 天然鉱物もしくは 長石質の産業廃棄物の形で熔融ガラスに加えられる。 ソ連国定規格 13,415—68 によると ガラス工業用長石はアルミナを14%以上 アルカリを7.5% 以上含有していなければならず また酸化鉄を1級では0.2% 以上 2級では半透明ガラス容器製造の場合が0.5% 以上 色ガラスの場合が3%以上それぞれ含んでいてはならないとされている。 純度の高い長石資源の消耗を補うために 多くのガラス工場では霞石の精鉱も用いている。 しかし霞石は酸化鉄をかなり含んでいるため ガラスの種類によっては使用できない。 それで火成岩の優白質のものを利用することや 石英・長石砂を浮選して使うことも試みられている。 最近広く実用化されているのは選鉱所から出る長石に富んだ研である。 ガラス工業が必要とする長石資源の大部分は薄板ガラス ガラスびん ガラス絶縁体の製造に用いられ 前記研究所の計算によるとシベリアと極東におけるガラス用長石の需要は1975年には8万tに達し 1971年のほぼ倍に伸びる筈である。

炭酸塩原料： 炭酸塩はガラスの化学的安定性 耐熱性 機械的耐久性と透明度をつけるために広く使われている。 その酸化カルシウムの原料には石灰石か白亜が用いられ 酸化マグネシウムを必要とする場合にはドロマイトが使用されている。

ガラス用炭酸塩原料に対する工業規格はソ連にもない。 珪砂の場合と同じように ただ暫定的な工学的条件と原料の質に対する要求があるにすぎない。 無色透明ガラスの製造への適否を決めるおもな要素は やはり酸化鉄含有率で それについてはきびしい制限がついている。 すなわち軽工業省ガラス工業局の規格によると 製造ガ

ラス種類別の酸化鉄含有率上限は 次の通りである。

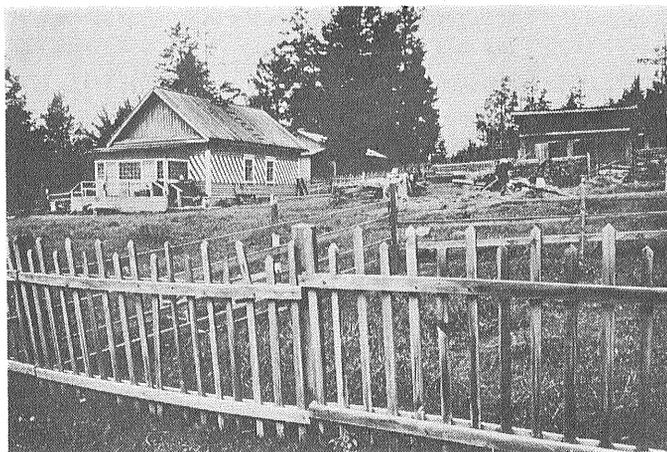
| | 石灰石・白亜 (%) | ドロマイト (%) |
|----------|------------|-----------|
| 高級ガラス | 0.05 | 0.05 |
| 窓板ガラス | 0.2 | 0.1 |
| 半透明びんガラス | 0.3 | 0.3 |

Ti Mn Crの各酸化物もガラスの製造には有害であるが それが問題になるほど含まれていることはまず稀れである。 また炭酸塩原料中に SiO₂ と Al₂O₃ が混在していてもそれは無害であるが その量はできる限り一定していることが望ましい。 前記ガラス研究所は炭酸塩原料の品質を主成分含有率によって 次のように区分している。

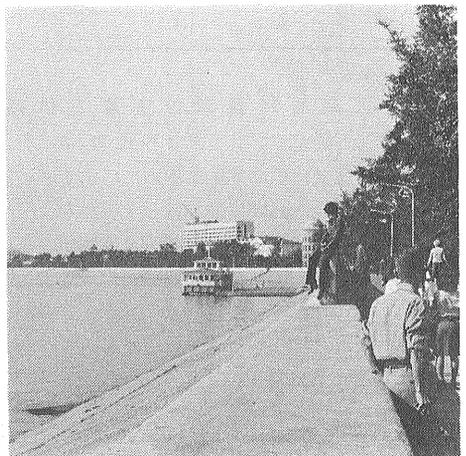
| 等級 | 石灰石と白亜 | | ドロマイト | |
|-----|---------|----------|-------|--|
| | CaO (%) | MgO (%) | CaO | |
| I | 54—56 | 19.5—21 | 30—32 | |
| II | 52—54 | 18 —19.5 | 32—34 | |
| III | 50—52 | — | — | |

炭酸塩岩は広く分布しているが 高品質のものからなる鉱床となると その数は限られてくる。 そのため輸送が驚くほど長距離にわたらざるを得ない場合も生れている。 シベリアと極東のガラス工場が消費している炭酸塩岩の量は1970年に95,900 t そのうちの81,700 t がドロマイト 14,200 t が石灰石であった(第2表)。

アルカリ原料： これはガラスの製造にかなり大量に用いられ (炉装入量の最大20%) とくに窓板ガラスやびんガラスのように広く使われるガラスの場合がそうで



第5図 ブリバイカル山脈西南麓の農家 鶏の親子が遊び牛が草を喰べていた お婆さんが一人家の仕事をせもち 他の家族はホルホーズで働いているとのことであった。



第6図 アンカラ河のほとりでは日本人がたくさんみられるイルクーツクの市内 ブリバイカル山中に入るにはここを経なくてはならない この地のガラス工場を撮影しようと思いつりかなりの労働者に許可を求めたら「ニズナーユ(わからない)」ときた 「パチエム(何で)」と聞いたら「ニチエボ(見当がつかん)」だったのでのれんに腕押しとあきらめた。

第2表 1970年のガラス製品種類別炭酸塩原料消費量(単位:1,000 t)

| ガラス製品の種類 | ド ロ マ イ ト | | | 石 灰 石 | | |
|----------|-----------|-------|------|-------|-------|-----|
| | 西シベリア | 東シベリア | 極 東 | 西シベリア | 東シベリア | 極 東 |
| 薄板ガラス | 20 | 29 | 9 | 3.7 | 6.0 | 1.7 |
| ガラスびん | 2 | 2 | 3 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| 高級ガラス食器 | 2 | 2 | — | 0.2 | — | — |
| そ の 他 | 5.4 | 1.9 | 5.4 | 0.6 | 0.4 | 0.8 |
| 計 | 29.4 | 34.9 | 17.4 | 4.7 | 6.7 | 2.8 |

ある。ガラス製造原料としてのアルカリは主としてソーダ灰と硫酸ソーダで どちらかといえばソーダ灰の方が秀れている。ガラス工業はソーダ灰の最大消費部門の一つで ソ連におけるソーダ灰全消費量の20%以上を占めている。ソーダ灰や硫酸ソーダの一部代用品として アルミナ製錬の廃物であるソーダ灰=炭酸カリ混合物が使用されることもある。また霞石閃長岩やアルカリ含有率の高い岩石で酸化鉄による汚染の比較的小さいものがアルカリ原料として用いられることもあるが このような代用品は透明度がそれほど要求されないびんガラスなどの製造に用いられるだけである。なお シベリアと極東のガラス工場が消費したアルカリ原料の量は第3表に示す通りである。

第3表 ガラス工業のアルカリ原料消費量(単位1,000 t)

| | ソ ー ダ 灰 | | 硫 酸 ソ ー ダ | |
|-------|---------|-------|-----------|------|
| | 1966 | 1970 | 1966 | 1970 |
| 西シベリア | 17.7 | 42.6 | 2.8 | 5.5 |
| 東シベリア | 29.8 | 47.7 | 3.3 | 5.0 |
| 極 東 | 13.7 | 24.0 | 1.9 | 4.1 |
| 計 | 61.2 | 114.3 | 7.0 | 14.6 |

ガラス用原料資源の生産と供給

シベリアと極東におけるガラス用珪砂の生産量は1969年でソ連全体の5.8%を占めたにすぎず 需要を十分に満たしていたわけではないし 現在もまだ解決されていない。西シベリアではガラス用珪砂の採掘が1965年秋に中止され まだ新規開発の報告は見当たらない。1950年から1969年までのシベリアと極東におけるガラス用珪砂の生産動態は 第4表に掲げたような特徴を備えている。

この中で東シベリアにおけるガラス用珪砂の採掘はツルーン鉱床(イルクーツク州) 極東ではアントーノフカ鉱床(アムール州)に集中している。

そのうちツルーン鉱床の珪砂は 東シベリアのすべて

第4表 ガラス用珪砂生産動態(単位1,000 t)

| | 1950 | 1955 | 1960 | 1965 | 1969 |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 西シベリア | 1 | 43 | 54 | 37 | — |
| 東シベリア | 33 | 35 | 57 | 124 | 165 |
| 極 東 | — | — | — | — | 75 |
| 計 | 34 | 78 | 111 | 161 | 240 |
| ソ連総計 | 917 | 1,530 | 2,522 | 3,565 | 5,222 |

のガラス工場(ツルーン工場 ウラーン=ウデー工場 「十三戦士記念」工場 ペトローフスク=ザバイカーリスキー工場) 西シベリアの数工場(アケーチハ工場 ノボクズネーツク工場) 極東の数工場(マガダーン工場 キパリーソフスキー工場 ライチーヒンスク工場)に送られている。これらの工場の生産増に伴ってツルーン鉱床の珪砂採掘量も急増している(1962年—58,000 t 1963年—82,000 t 1964年—102,000 t 1965年—124,000 t 1966年—180,000 t 1967年—200,000 t 1969年—165,000 t)。

ツルーン鉱床に次ぐガラス用珪砂供給産地となっているのがアントーノフカ鉱床で その含カオリン珪砂鉱は選鉱された後 全量がライチーヒンスク ガラス工場に送られている。ただしアントーノフカ鉱床産珪砂鉱に対する選鉱技術はまだ十分でなく そのため選鉱精鉱の品質がそれほど良くないので 工場ではツルーン鉱床産の珪砂を一部混ぜて使用している。アントーノフカ鉱床は1969年に75,000 tの珪砂相当の粗鉱を出鉱した。同粗鉱は選鉱所で破碎・洗鉱・スライム除去・分級されているが 実収率は55.3% 精鉱のt当り価格は9.21ルーブル(倉出し価格8.5ルーブル)である。

西シベリアのガラス工場群はヨーロッパソ連 なかでもウリヤノフスク州タシュラー鉱床から移入した珪砂を加えてガラスを作っているが タシュラーの珪砂の価格は製造工場渡し15ルーブル/tであるのに対し 西シベリアでのツルーン鉱床産珪砂の平均価格は9.4ルーブル/tである。移入と現地生産によるシベリアと極東でのガラス用珪砂の受入れ量は 第5表に示すような割合となっている(1969年:%)

第5表 シベリアと極東におけるガラス用珪砂の生産量と移入量の関係

| | ガラス用珪砂の受入れ量 | | |
|-------|-------------|-------|----------|
| | 現地鉱床産 | 隣接地方産 | ヨーロッパソ連産 |
| 西シベリア | 2 | 13 | 85 |
| 東シベリア | 100 | — | — |
| 極 東 | 40 | 60 | — |

各工場が自身でびんガラスと電球ガラスの製造用に地域の珪砂をしっかりと方針もなく採掘している場合もあるが 最近ではそのような急場しのぎも急減して ヤールトロフスク工場（チューメニ州の俗称コムナル工場）が ノボショールフスコエ鉱床（ウクライナ）から移入した珪砂に加えて ツマーシェボ鉱床などの現地の低品質珪砂を今も定期的に使用しているくらいである。

でもトームスク電球工場は 最近までツガーン鉱床（トームスク州）の珪砂を年4,000—6,000 t使っていたし アンジェーロ＝スージェンスク工場（ケーメロボ州）は1965年までカイルー鉱床 第2イジモールスキー鉱床 とゼリヨナヤ帯の鉱床（以上いずれもケーメロボ州）を順ぐりに採掘し その珪砂（採掘量33,000—37,000 t/年）の大部分はそのまま 一部は選鉱してからガラスの製造に供されていた。 またクラスノヤールスク工場（「十三戦士記念」工場）は 長期にわたって付近のズナーメンカ珪砂鉱床とクルチンカ珪砂鉱床を採掘していたが これらの鉱床の適格珪砂は事実上採掘ずみとなり 1966年以降この工場はツルーン鉱床（イルクーツク州）産珪砂の供給を受けている。 ライチーヒンスク工場（アムール州）は 1965年まで「プログレース ユージュヌイ」鉱床（同州）を開発し 原始的な篩で分級選鉱していたが この鉱床はすでに完全に採掘ずみとなっている。

マガダーン工場はガラスびんの製造に現地のハスイーン鉱床の火山灰をツルーン鉱床（イルクーツク州）から移入した珪砂に混ぜて（ほぼ1：1）今も用いている。

以上のように シベリアと極東のガラス工場に対する現在の原料珪砂供給システムは 主として集中用途方式にもとづいたもので その輸送距離は長大化したたとえばツルーン鉱床産珪砂の場合には平均輸送距離が1,000 km を越えてソ連全体のガラス用珪砂の平均輸送距離のほぼ2倍に達している。 おもな珪砂消費ガラス工場とツルーン鉱床との距離は ウラーン＝ウデー工場と「十三戦士記念」工場の場合で700—1,000km ライチーヒンスク工場の場合で3,300km マガダーン工場の場合で7,100kmにもなる。 また 西シベリアの各ガラス工場は 主供給鉱山から2,600—3,000km も離れている。 このような長距離輸送では t 当り輸送費が最高13—15ルーブルにもなり 使用原料珪砂単価は 倉出し価格の7—8倍に達することになる。

ガラス製造用の長石はシベリアと極東では採掘されていない。 長石といえば 陶磁器用にペグマタイトがナルリオン＝クチンスコエ鉱床（イルクーツク州バイ

カル湖西岸 15km）として採掘されているにすぎない。 この鉱床は1947年からハイチンスク陶磁器工場によって採掘されているもので その採掘量は8万 t/年である。 そのほか かつて「シビヅリヤートル（シベリア碍子）」工場（クラスノヤールスク市）の需要を満たすため クラスノヤールスク地方の1ペグマタイト鉱床が小規模に採掘されていたが しかし1963年に中止されたままとまっている。

以上のような情況下で シベリアと極東のガラス工場が必要としている長石は主としてチタ州からの送鉱でまかなわれ 年約2万 tの長石が動いている。 これは具体的には詳らかでないが 要するに選鉱の副産物で ガラス用としては並等級の扱いとなっている。 ほかに少量ながら「アパチート」コンビナート（ムールマンスク州）から霞石精鉱も送りこまれている。

さらに無色透明なガラスの製造のため とくにサマルカンド州リャンガール鉱業所から高品質の粉状長石精鉱が供給されているが これはカリク＝サーイ鉱床の優白質花崗岩の選鉱生産物である。 しかしこの鉱床からもっとも遠い工場までの輸送距離は8,000kmにもなり輸送費は精鉱1 t 当り36.6ルーブルについている。

一方 1973年からアムール州のチャルガーン選鉱コンビナートが高品質の長石精鉱を年1万 tのペースで生産し始めたが この長石精鉱は K_2O 含有率が高いため碍子工場の陶磁器工場に送られている。 1975年までには完成する予定のブラゴベシチェンスク鉱山選鉱コンビナート（アムール州）が実現すれば その高品質長石精鉱（生産能力10万 t/年）はセラミックス工場だけでなく ガラス工場の需要に応じられるようになるだろう。

シベリアと極東のガラス工場が必要とする ドロマイトはそのほとんどがブリヤート自治共和国タブカー鉱床のザイグラエボ採石場に供給を仰いでいる。 この採石場の計画採掘量は年15万 t その t 当り価格は山元渡しで4.8ルーブルである。

幾つかの西シベリアのガラス工場は 冶金工業用に開発されたケーメロボ州ポリシャーヤ山鉱床のドロマイトを使用し その量は1967年で約1万 tであった。 この鉱床は送鉱する当該ガラス工場に近いだけでなく ドロマイトの山元渡し価格が4.79ルーブル/tと上記ザイグラエボ採石場の場合より少し安価であり さらに工場渡し価格はザイグラエボ採石場産ドロマイトの12.0ルーブル/tに較べるときわめて有利である。

以上のようなドロマイトの供給システムは近い将来大きく改善されることになっている。 それは1975年のドロマイト需要量が1971年のほぼ倍になる予定で そのた

め輸送量が急増するからである。

シベリアと極東のガラス工場への石灰石供給システムはドロマイトとは別個に組み立てられている。それはガラス用石灰石の需要がそれほど多くない上、石灰石を採掘している鉱山が管内に多く、ガラス工場が必要とする石灰石は建設・化学その他の工業用に開発された鉱山で十分保証できるからである。

天然硫酸ソーダはクチューク湖の鉱床から供給されている。クチュークコンビナートが建設されたのは1964年のことだが、このコンビナートはソ連の全天然硫酸ソーダ採掘量の50%以上を生産し、その1部が74のガラス工場、化学工場などに分配され、大部分は輸出に回されている。最近ではガラス工場側が合成硫酸ソーダの方を好むようになり、シベリアと極東でもイルクーツク州の化学工場からその供給を受けるようになってきた。

ソ連唯一の天然炭酸ソーダ生産地域となっているのがアルタイ地方で、採掘はタナタール湖（ミハイロフカソーダコンビナート）とペツホーフスキー湖（ペツホーフスキーソーダ工場）で小規模に行なわれ、化学試薬、ソーダ石灰などの製造に用いられている。しかし確定鉱量がそれほど大きくないので、採掘量の増大はあまり望めないようである。そのためか、シベリアと極東のガラス工場にバシュキール自治共和国のステルリタマーク市から合成ソーダ灰が毎年送り続けられている。将来は、おそらく現地に合成ソーダ灰工場を建設してそこから供給を受けることになるだろう。すでにアーチンスクアルミナ工場（クラスノヤールスク地方）で霞石から合成ソーダ灰を製造するための工業化試験が行なわれつつある。

ソ連軽工業省は、以上のような現在のガラス工場への鉱物原料供給システムとくに珪砂の供給システムを大きく改善する必要があるとしている。その主眼は現地近辺の当該原料資源を開発・利用し、ヨーロッパソ連からの大量移入をやめることにおかれている。

国立ガラス工業設計院(GIProSteklo)はソ連内に比較的均等に配置され、かつ主要ガラス工場地区と鉄道（ないしトラック道路・水路）で結ばれた珪砂採掘の中心基地網の建設を提唱している。シベリアと極東ではこのような基地が3カ所考えられており、その1は西シベリアのツガン、1は東シベリアのツルーン、1はアムール州のチャルガン—アントノフカである。そして補充基地としてチュメニ州、クラスノヤールスク地方、ブリヤート自治共和国や沿海州にも1カ所づつ建設され

ることになるらしい。上記設計院の概算によると、このような珪砂供給システムの改善によって節約できる輸送費は西シベリアの場合が115万ルーブル/年、極東の場合が100万ルーブル/年に達する。

ガラス用鉱物資源とその開発の展望

すでに述べたように、ガラスの製造に用いられている主な鉱物資源は珪酸資源とくに珪砂である。ほかの原料資源の消費量は多くないので、珪砂を中心に展望してみたい。

珪酸資源

1969年1月1日現在におけるソ連の珪酸資源の鉱量計算対称となっているのは138の珪砂鉱床、1つの石英・カオリン鉱床、1つの石英粗面岩鉱床、8つの石英砂岩鉱床で、そのうち珪砂と石英砂岩の計146の鉱床の総鉱量はA+B+C₁ 50,940万t、C₂ 27,600万tに達している。

珪砂鉱床と珪砂鉱量の大半（鉱床の57%、A+B+C₁ 鉱量の58%）はソ連を構成する15の共和国の一つ、ロシア共和国のツェントラリヌイ経済管区とポボルガ経済管区に集中している。この両管区にはソ連で稼働している全珪砂鉱床の半分以上（36鉱山中の20鉱山）が存在する。シベリアと極東にはツガン—石英・カオリン鉱床を含め、全鉱床数の9%、総鉱量の4%が賦存している。ツガン鉱床の石英—カオリン砂はガラス用珪砂の鉱量に含めることのできる重要なものであるが、ガラス製造用の珪酸資源と高アルミナ資源としての調査済み鉱量はまだ十分でない。

第6表を検討してみれば明らかなように、シベリアと極東の調査済みのガラス用珪砂鉱床の大部分が比較的小規模で、稼行にはたえそうもない。同時に比較的大規模な鉱床（ツルーン鉱床、チャルガン鉱床、ツガン鉱床、ゼルジーンスキー鉱床）といっても基本的には有望地区内の探査済み部分だけを指しているものであるから、今後新しい同じような鉱床が発見される可能性は大きい。したがって、第6表は原料産地の真の状態を現わすにはきわめて不十分なものと言えよう。

西シベリアの珪酸資源

西シベリアのガラス原料資源の主な消費地はレーニンスク—クズネーツキー—ノボシビルスク—トームスク地域の東部で、ここでのガラス用珪砂消費量は約10万t/年である。これが1975年には15万tに伸び、新しいガラス工場の建設に伴い、将来（1980年まで）さらに30万tまで増大する可能性がある。

第6表 シベリアと極東の珪酸原料鉱床

| 経済管区 (共和国 地方州 鉱床) | 原料のタイプ | 1970年1月1日現在の鉱量(単位100万t) | | | | 1969年の採掘量 (単位:1,000 t) |
|-----------------------|-------------|-------------------------|--------------------|----------------|----------------|---------------------------|
| | | バランスシート内鉱量 | | | バランスシ ート外鉱量 | |
| | | A+B | A+B+C ₁ | C ₂ | | |
| 西シベリア | 珪酸原料全体 | 8.2 | 289.0 | 46.1 | 78.9 | — |
| | 石英—カオリン砂を除く | 1.3 | 2.7 | — | 10.1 | — |
| ノボシビルスク州エルバシヤ—鉱床 | マーシャライト | 0.8 | 1.8 | — | — | — |
| トームスク州ツガン—鉱床 | 珪砂 | 0.2 | 0.2 | — | — | — |
| | 石英—カオリン砂 | 6.6 | 286.4 | 46.1 | 69.6 | — |
| ケメロボ州カイルイ—鉱床 | 珪砂 | 0.5 | 0.8 | — | — | — |
| 同 ムソフラーノボ—鉱床 | 珪砂 | — | — | — | 10.1 | — |
| 東シベリア | 珪砂および砂岩 | 9.3 | 9.9 | 1.8 | 5.5 | 165.0 |
| クラスノヤールスク州ゼルジーンスキー—鉱床 | 珪砂 | 3.0 | 3.4 | — | — | — |
| 同 モロゾフ—鉱床 | 砂岩 | — | 0.2 | 1.8 | — | — |
| イルクーツク州ツル—鉱床 | 珪砂 | 4.3 | 4.3 | — | 5.5 | 200.0 |
| 同 ハールギノ—鉱床 | 珪砂 | 2.0 | 2.0 | — | — | — |
| 極東 | 珪酸原料全体 | 7.2 | 13.6 | 8.1 | — | 75.0 |
| | 石英—カオリン砂を除く | 3.8 | 5.0 | — | — | 75.0 |
| ヤクート自治共和国ナムスィール—鉱床 | 珪砂 | 0.2 | 0.2 | — | — | — |
| アムール州アントノフカ—鉱床 | 珪砂 | 2.5 | 3.2 | — | — | 75.0 |
| 同 チャルガン—鉱床 | 石英—カオリン砂 | 3.4 | 8.6 | 8.1 | — | — |
| 沿海州地方キパリーソフスコエ—鉱床 | 砂岩 | 1.1 | 1.6 | — | — | — |
| シベリア・極東の計 | 珪酸原料全体 | 24.7 | 312.5 | 56.0 | 85.2 | 240.0 |
| | 石英—カオリン砂を除く | 14.4 | 17.6 | 1.8 | 15.6 | 240.0 |

無選鉱でガラスの製造に使える珪砂鉱床は西シベリアではまだ発見されていないし 発見の見通しも非常に暗い。 現在西シベリアでガラス用適格珪砂を生産・保証する最善の方策は西シベリア低地南東部 トームスク州そしてチュルイーム=エニセイ凹地南西部などに広く発達する白亜系および第三系石英—カオリン層中に胚胎されている珪砂を採掘・選鉱することである。

西シベリアの上記石英—カオリン層開発の是非をめぐって また最初に開発すべき鉱床の選択をめぐって議論は1時白熱していたが ともあれ最初の狙上にあがったのがイジュモールスキー—鉱床群(ケメロボ州) 次がツガン—鉱床(トームスク州)であった。

ツガン—鉱床: この石英—カオリン砂鉱床はトームスク=ア—シノ線トームスク駅近くにある。 その石英—カオリン砂層は幅1kmで18kmも延長し 平均層厚は15mに達している。 この砂層は始新—漸新世のもので 第三紀—白亜紀風化殻に由来した生成物であり 珪砂に富む部分は上下2層からなる。 上部珪砂層は斜層理を備えた白色細粒質および中粒質のもので 珪砂の円

琢磨度は低い。 石英粒の含有率は90%前後に達し カオリン化長石は5—6% ときに10—12%を占めるにすぎない。 この上部珪砂層の厚さは1mから2mである。

下部珪砂層は海浜成のもので 珪砂は分級度が高いという特徴を備え 全体として 微粒および細粒質である(60—75%が粒径0.025—0.25mm)。 0.0025mm以下の分離体(10—20%)はカオリン質粘土であり 砂粒はほとんどが石英であるが 重鉱物精鉱でみると金属鉱物・藍晶石・ざくろ石なども含まれている。

ツガン—鉱床の石英—カオリン砂を選鉱処理テストに供した結果では 最終的にテーブルで分離した珪砂の大部分が0.063—0.16mmという一般にガラス用珪砂として歓迎されない粒度のものであった。 一方工業化テストのデータをみると 粒度組成がほぼ均一なためにこの珪砂精鉱の熔解はスムーズである。 化学組成からするとこの珪砂精鉱は品質のよいものではないが 色ガラスには使える。 妨害物質であるFeやTiの化合物は主に微粒珪砂に伴われており 粒径0.1mm以下の珪砂から妨害化合物を除去することは 全体の品質向上につながるが それに伴って 実収率が大きく低下してしま

う。もし浮遊選鉱法が用いられれば実収率は上りかつ次のような化学組成を備えた高品質の珪砂を得ることができる。

| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | TiO ₂ | CaO | MgO |
|--------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|------|------|
| 出発珪砂 | 97.0 | 0.90 | 0.16 | 0.63 | 0.22 | 0.04 |
| 浮選後の珪砂 | 98.80 | 0.48 | 0.03 | 0.05 | 0.26 | 0.02 |

鉱量が A+B+C₁ 28,640万tに達しているので本鉱床は大型選鉱所を建設することができる鉱量をもっていると言える。

国立ガラス工業設計院とガラス研究所では西シベリアにガラス用珪砂生産の中心基地を作るということになればこの鉱床が最適と考えている。だが国立非金属鉱業設計院が1967年に行なった計算によると本鉱床を開発して年15万tの珪砂精鉱を生産し得る選鉱所を建設・稼動させれば珪砂精鉱の仕上り経費は11.6ルーブル/tとなってタシュラー鉱床(オレンブルク州)産珪砂の工場渡し価格約10ルーブル/tよりも高がつき副産物のTiO₂精鉱を勘定に入れても採算がとれないとのことである。そこでソ連地質省は選鉱所の規模を珪砂精鉱生産量30万t/年に上げてカオリンやチタン精鉱も回収・利用すれば採算がとれるという計算結果を出した。

イジュモールスキー鉱床群：この珪砂鉱床群はチュルイーム＝エニセイ凹地南西部にあって分級度の高い白色粘土層と互層した珪砂と石英-カオリン砂の斜層理層からなっている。この斜層理層はガラス用および鑄型用の珪砂として調査された多くの鉱床に共通の地層で当該珪砂は中粒質と細粒質のものが主体をなしている。化学組成にはかなり大きな幅があるがこれは変質長石やカオリンが不均等に混合しているためと解される。この珪砂中の石英含有率は83-96%酸化鉄含有率は一様でない。この珪砂をガラスの製造に使用するには選鉱が必要である。

本鉱床群の中でもっとも規模が大きいのはゼリョーナヤ帯鉱床でイジュモールスキー駅の東方3kmに位置する。その中の南鉱区は鉱量がA+B+C₁ 16,800万tに達しこの全量が国家鉱量委員会の承認を得ている。この鉱区はシベリア幹線鉄道タイガー駅からマリンスク駅間に分布する上記斜層理帯の中ではもっとも詳しく調査された部分である。上記斜層理帯中の鉱床としては他にイジュモールスキー鉱床 セーベルノエ鉱床 アンチーベス鉱床 ロマーチェボ鉱床 カイラー鉱床な

どがある。ゼリョーナヤ帯鉱床南鉱区内の珪砂層は粘土の間層と粗粒の砂を伴った粘土に富む大粒・中粒・細粒の石英からなり層厚は一般に12.1-25.4mだが地形的に低くなっている所では2.6-9mに薄化している。この珪砂層は全体として厚さ最大5.8mの第四系ローム・粘土層に蔽われている。当該珪砂の平均粒度組成は1mm-0.7% 0.63mm-17.6% 0.4mm-17.3% 0.315mm-15.6% 0.25mm-27.5% 0.16mm-18.2% 0.1mm-3.1% 珪砂層中の粘土混入率は7-26% 平均(南鉱区)16%である。珪砂中のSiO₂は84.2-97.6% Al₂O₃は0.6-11.0% Fe₂O₃は0.1-0.6% (平均0.3%)であり重鉱物としてチタン鉄鉱ジルコン 金紅石 褐鉄鉱 白チタン石などを含んでいるが含有率は1%を越えない。以上のような内容であるからこの珪砂は無選鉱でガラスの製造や鑄型に使用することができない。

トームスク工業大学を中心に選鉱実験が繰り返されゼリョーナヤ帯鉱床産珪砂むけの湿式選鉱法が編み出されてFe₂O₃ 0.039-0.05% SiO₂ 98.7-99.4%のガラス用珪砂を得ることに成功した。

すでに述べたようにイジュモールスキー鉱床群はアンジェーロ＝スージェンスクガラス工場の手でかつて採掘されたことがあり当時良質の珪砂だけが採掘され同工場において風力選鉱されて窓板ガラスの製造に使われていた。ところが1966年に火災で選鉱所を失ったため同工場は採掘を中止しなくてはならなくなりやむなくタシュラー鉱床産の珪砂の供給を受けるようにきり換えたわけである。しかしイジュモールスキー鉱床群の開発が経済効率の高いものであることはすでに1959年に関係機関によって指摘されていたがさらに1962年にはシベリア非金属鉱山設計院が珪砂(ガラス用鑄型用 建設用)耐火粘土 陶磁器用粘土としての総合利用を眼目とした南鉱区の露天掘計画を提起している。その計画の中では年580万t処理の選鉱所を建設した場合の選鉱費が0.78ルーブル/tと算定されている。

ウラル有用鉱物機械処理科学研究設計院が提起した図式による選鉱の結果ではゼリョーナヤ帯鉱床南鉱区産珪砂の選鉱精鉱の内訳が鑄型用珪砂39.2% ガラス用珪砂4.7% 耐火粘土5.4% 建設用砂43.7% 建設用礫0.5%となっている。したがって上記露天掘計画が実現すれば高品質の鑄型用珪砂とガラス用珪砂をシベリア各地の工場に供給する問題は完全に解決することになる。

カイラー鉱床：この鉱床はアンジェーロ＝スージェンスクの北方17kmにある。そのガラス用珪砂も西シ

ベリアの当該バランスシート内鉄量計算の対象となっており 1958年までアンジェーロ＝スージェンスク ガラス工場がこれを採掘していた。

この鉄床産の珪砂鉄は雑粒質で 厚さ0.5—5mの層ないしレンズの形で粘土層中に挟在し 地表下 6—19.5mに分布する。適格の珪砂は主として粒径0.05—0.75mmの中粒質のものからなり 0.1—0.05mmの細粒質のものがそれに次ぐ。珪砂層中に混在する粘土の量は5—52% 平均すれば24.5%程度である。また珪砂鉄の化学組成は SiO_2 91.05—98.04% (平均95.5%) Fe_2O_3 0.09—0.5% (平均0.3%) Al_2O_3 0.7—0.9% であるが 選鉄すると $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ は0.08%まで下がる。このカイラー鉄床の珪砂鉄は ガラス研究所のデータによると 風力選鉄すれば普通の薄板ガラスの製造に適し粘土と酸化鉄を十分に取り除くまで水篩すれば 高品質の透明薄板ガラスの製造に使用できる。なおすでに探査済みとなっている範囲内の当該珪砂鉄の鉄量は $A+B+C_1$ 75.3万tであるが 予想鉄量は無限に近いと報告されている。

西シベリア低地南東部の古生代褶曲岩層分布地域であるコルイバーン＝トームスク褶曲帯には注目値する粉状珪石の鉄床がある。これは古期風化殻発達帯中の珪石の分解生成物からなるもので エルバシャー鉄床 エフサ鉄床 ウルグーン鉄床 などいわゆるマーシャライト鉄床が知られており エルバシャー鉄床のバランスシート内のガラス用珪砂の鉄量は概算 180万tである。なおこのマーシャライトは水ガラスの原料と考えられている。

アルグーイ鉄床: この鉄床はクズネーツキー＝アラターウ地方の南部にある滑石鉄床で 有望な滑石鉄床として調査続行中である。鉄床は規模のさまざまなレンズ状マーシャライト鉄体を伴い あるいはマーシャライトが滑石粒間を不規則に充填・分散して賦存(平均含有率17%)するものである。当該滑石の可採鉄区内のマーシャライト総鉄量は320万tに達し 滑石の選鉄尾鉄としてのマーシャライトは SiO_2 98.63 Fe_2O_3 0.02%で ガラス用原料としての資格を十分備えている。

クズネーツキー盆地には長石・石英構成の砂鉄として有望な鉄床がある。その砂鉄は白亜—古第三紀のもので 古期岩石の風化生成物に由来し 粘土に富み 主として細粒質石英からなっている。その化学組成上の特徴は Al_2O_3 と Fe_2O_3 の含有量が場所によって大きく異なることである。

ムソフラーノボ鉄床: この珪砂鉄床はレーニンスク＝クズネーツキー市北西25kmにあって ガラス用原

料として調査研究されている。この珪砂層は耐火粘土層の下位に分布し 平均層厚が6.0m 被覆層の厚さは0.7—3.0mである。この珪砂の化学組成は SiO_2 92.8—97.53% Fe_2O_3 0.20—0.78% Al_2O_3 1.04—4.01% CaO 0.44—0.84% MgO 0% 灼熱減量0.82—1.32% 粒度組成は +0.15mm—51.2% +0.25mm 28.9% +0.5mm—1.84mm 17.9% +1.0mm—2.0% である。選鉄試験の結果によると Fe_2O_3 含有量は0.13—0.23%まで下げることが可能である。

マールモンポ鉄床とニコラーエフカ鉄床: アルタイ山脈前縁の地域にも小規模な石英—粘土砂鉄床が知られている。その代表的なものがこの2鉄床で 前者は白亜系上部統 後者は古第三系下部階のいずれも石英—カオリン層であるが なかでもニコラーエフカ鉄床は厚さ4mのカオリンに富んだ珪砂層からなり鉄量 $A+B+C_1$ は75万tで この地域のものとしては有望視されている。この珪砂鉄は粘土を20%前後伴っているため 選鉄が必要である。分析データが少なくしてそれほど信用できるものではないが この珪砂の SiO_2 含有率は98.8% Fe_2O_3 含有率は0.1%以下で 水篩すればガラス用珪砂として使用できる。

次にチュメーニ州であるが この州内には珪砂がかなり広範に分布し 中生代と新生代の層序断面内のいたる所にみられるが 実際に稼行できるのは漸新世の陸成層と第四紀の沖積層のものだけであろう。そのうちの漸新統下部—中部統(アトリューム累層)は主として石英砂と石英・長石砂からなり その大部分は細粒質 白色で分級度が高く 層厚は30—40mに達している。この累層がもっとも地表近くに分布するのはマールイ アトリューム村とコムソモーリスキー村のオビ河右岸地区で 同地区に有望な2つの珪砂鉄床がある。

コムソモーリスキー鉄床: この鉄床は主として石英砂からなり その平均含有率は97.1% 長石含有率は平均1.9% 粒度組成からいえば砂粒はかなり均一で その80—90%以上が粒径0.15—0.30mmの部分に集まっている。粘土含有率は7%を越えず 珪砂鉄の化学組成は SiO_2 96.83% Al_2O_3 0.43% Fe_2O_3 0.79% TiO_2 0.18% である。ウラル有用鉄物機械処理科学研究所が選鉄実験を行なった結果でもっとも効果的な選鉄法が磁選法であることを示しており それによって SiO_2 98.0% Fe_2O_3 0.05% TiO_2 0.05% の精鉄が得られ 実収率は90%を越える。さらにガラス研究所が行なった板ガラス製造テストの結果も良効であった。鉄量はまだカテゴリー別計算までには至っていないが

一応1,400万 m^3 と概算されている。

マールイ アトルイーム 鉱床: この鉱床産の珪砂鉱は白灰色で 分級度の高い 主として細粒(0.5—0.1mm のものが80%以上)の石英と長石からなり 含有率は石英が65—70% 長石が7—18% 黒色鉱物(チタン鉄鉱と磁鉄鉱)が0.4—1.8%である。本珪砂鉱の化学組成は平均して SiO_2 97.24% Al_2O_3 2.0% Fe_2O_3 0.49% 鉱量はコムソモリスキー鉱床の場合と同じ意味で1,500万tである。

漸新統上部階ツルタース累層の有望な部分はおもに分水嶺上に分布する上部夾炭亜累層で その珪砂鉱層は雑粒質(主として細粒質)の石英と長石からなり 薄い粘土質シルト間層を伴っている。珪砂鉱層の石英含有率は54—95% 長石は4—35% 当該亜累層の厚さは25—30mである。

ツマーシェボ 鉱床: これは上記亜累層中の珪砂鉱を代表する鉱床で ザポドワコフスカヤ駅北方23kmに位置する。本鉱床は厚さ平均6mの被覆層に蔽われた厚さ20mの珪砂層で うち下部10mは地下水面に分布する。石英粒の粒度はかなり一定し 粒径0.1—0.5mmのものが85.2%から97.3% 平均して90.17%を占めている。なお 石英含有率は85—91% 長石は5—8% 化学組成は平均して SiO_2 95.5% Al_2O_3 1.0—3.0% TiO_2 0.5% Fe_2O_3 0.04—2.08% であるが 前記の設計院と研究所が行なった選鉱試験では浮選選鉱がもっとも適当という結論を得ている(浮選精鉱の Fe_2O_3 は0.06% TiO_2 は0.07%)。

鉱量は鋳型用珪砂として計算された結果では 1970年1月1日現在でA+B+C₁1,270万t C₂230万t 1969年の採掘量は鋳型用珪砂として4.2万tであったが その一部はヤルトフスク市(チュメーニ州)の「コムナール」ガラス工場でのガラスびんの製造に回され 1942年から1956年の間にはイルクーツク ガラス工場で建築用ガラスの製造に用いられていた。チュメーニ州イセーツコエ地区のパテーナカ村とシェスタコーバヤ村にも漸新世—新第三紀の分級度が高い細粒質珪砂からなる小型鉱床(SiO_2 94—97% Fe_2O_3 0.3—0.4%)が知られている。さらに北ソーシバ河の上流にも漸新世の珪砂層が連続露出しているが その厚さは10mないしそれ以上に達する。同じ北ソーシバ河上流のペリョゾボ部落近くには第四紀珪砂層があって それがガラスの製造に適するという勧告が最近出されたばかりである。これだけではなくてチュメーニ州の第四系中には珪砂層が比較的多く各地で認められているが その中でとくに注

目されているのがチェルノレーチェンスコエ鉱床である。

チェルノレーチェンスコエ 鉱床: この鉱床はスルグート市北東8km すなわち いわゆる「チュメーニ油田」のスルグート油田群東縁部に位置する。本鉱床の珪砂鉱は細粒質で分級度が高く 鉱層の厚さは平均6.2m だが すべて地下水位面以下に分布している。珪砂の粒度はかなりまとまっていて 93%が0.1—0.5mmの範囲に入る。化学組成は 平均 SiO_2 96.41% Fe_2O_3 0.36% TiO_2 0.14% Al_2O_3 1.05% であり ウラル有用鉱物機械処理科学研究設計院が選鉱試験を行ない 磁選で金属鉱物が十分に除去できることを明らかにしている。すなわち Fe_2O_3 は磁選で0.08%まで下がり その際の選鉱実収率は約90%であった。さらに浮選選鉱を行なえば Fe_2O_3 も TiO_2 それぞれ0.05%まで下げ得る。ガラス製造試験の結果では 磁選精鉱は薄板ガラスに適するということである。

ビーイ河とマールイ ユガン河の盆地に分布する第四紀の沖積層と湖成層も珪砂鉱床としては有望である。

カユーポフスコエ 鉱床: 上記盆地の珪砂鉱床を代表するもので 珪砂の分級度が比較的高く その85—88%は粒径が0.05—0.25mmの中に入る。 SiO_2 含有率は 平均97.02% Fe_2O_3 は0.23%であるが まだ選鉱試験も適性試験も受けていない。さらにイルトイーシュ河中流地域に行くと 第四紀の湖成段丘堆積層に胚胎された珪砂鉱床が発見されている。すなわち それがアンドレーエフスコエ湖の珪砂である。

アンドレーエフスコエ 鉱床: この鉱床はチュメーニ市東北東18km のアンドレーエフスコエ湖湖岸にあり 主として粒径0.1—0.5mm(80—90%)の石英からなる。珪砂鉱としての化学組成は SiO_2 が89.4—91.1% Fe_2O_3 が0.11—0.54% であるが カユーポフスコエ鉱床の場合と同様にまだ選鉱試験などは行なわれていない。鉱量は概算220万tである。前述の「コムナール」ガラス工場近くにも第四紀の珪砂鉱床がある。

ザボード = ベトロフスキー 鉱床: この鉱床は上記「コムナール」工場の北東35km にあって 第四系砂層上部層に胚胎されたきわめて純度の高い珪砂鉱からなっている。この珪砂鉱の分級度は低いが その一部は移入した適格の珪砂に混ぜて上記工場で使用されている。これと同じような性質を備えた珪砂層がトボリスク市の郊外にも知られている。(つづく)

(筆者は 鉱床部)