

1960-3

① オリビン・サンド……………2
 ② 世界の鉄鉱埋蔵量(2)……………8
 ③ エカフェ会議東京で開催……………16
 ④ 天然記念物(1)……………17
 ⑤ 地質調査所の標本(9)重晶石……………21

地質ニュースNo. 67

表紙の写真

竜串 四国路③ (5万分の1土佐清水)

高知県土佐清水市 三崎の西方 竜串の浜には約1kmにわたって 第三紀層の奇岩が露出している。三崎層と称される砂岩を主とし 頁岩とまれに礫岩を挟む地層で 砂岩中には写真のような月形 その他の砂質団塊をしばしば認める。時に植物化石を包有しているといわれる。(石)

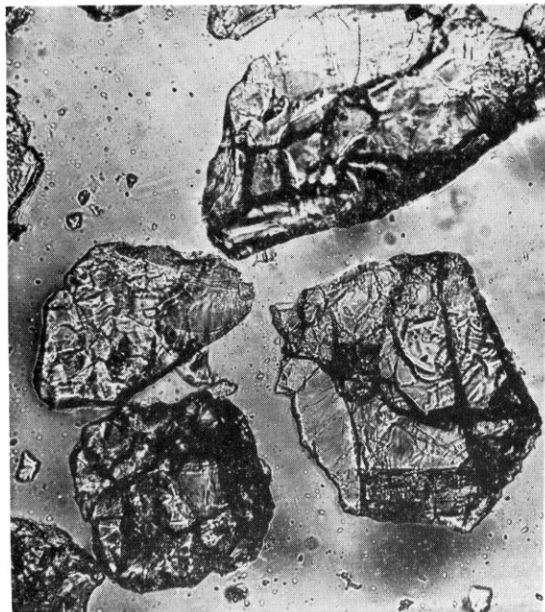
キャノンVL キヤノン35mm F1.8
 コニパンSS f11 125分の1秒
 D-76 月光 V-3 コレクター

オリビン・サンド

戦後 欧米でオリビン・サンドが使われていることを知った人が サンドというので 日本中の海岸の砂を調べたがみつからず 日本にオリビン・サンドはないものとあきらめたとかいう笑い話がある。近年 わが国でも急に注目されだしたオリビン・サンドは サンドといっても Mg に富んだズン・カンラン岩を破碎し 粒度をそろえたもので 自然砂としてはごくまれにしか存在しない。

オリビン・サンドの歴史

オリビン(カンラン石)は 1790年に Johan Gottlieb Wernner によって発見され オリーブ色をしているところから オリビンと名づけられた。

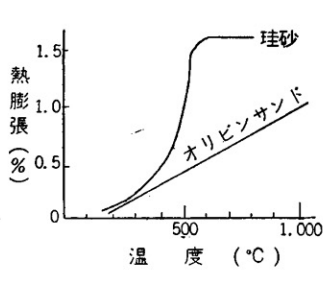


オリビン・サンド顕微鏡写真 ×84
 (オリビン・サンド6号 鋭いかどがなく粉も非常に少ない)

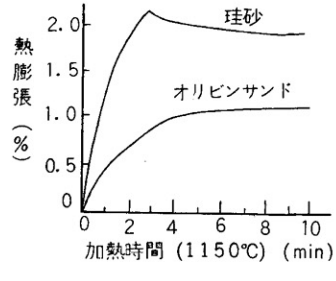
しかし オリビンが発見されてから 工業的に利用されるようになったのは約150年後であった。すなわち 1925年 ノルウエーの有名な岩石・鉱物・地球化学者 V. M. Goldschmidt によって 耐火物としてすぐれた性質をもつことが まず明らかにされ 1927~8年 Norwegian 鋳鋼工場で破碎したオリビンが 初めて造型砂として試用された。しかし 当時は珪砂に比べて費用が数倍するので普及しなかった。1938年 高クロム・ニッケル鋼の鋳鋼材に用いて なめらかな鋳肌をうることに成功した。

1938~9年 ノルウエーで 鋳物工のX線検査が行われ 治療の必要な珪肺患者が多数発見された。化学組成上 オリビンは 珪砂よりも珪肺病におかされる危険が少ないと推測したノルウエーの鋳鋼界では この時以来オリビンを鋳鋼材として使用している。なお 1940年ウサギを使っての実験では オリビンが珪砂よりも珪肺病をおこす危険の少ないことが証明された。また 1943~5年 イギリスでもネズミ実験で同じ結論をえた。

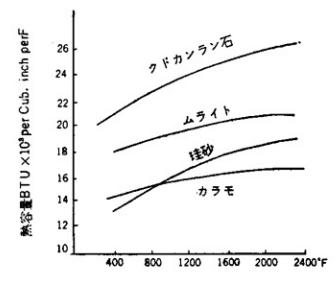
第二次大戦中 ノルウエーではオリビン・サンドの生産量は増加し 鋳鋼材としてオリビンは完全に珪砂にとって代った。マンガン鋳鋼・クロム・ニッケル鋳鋼の場合 とくに優良な鋳鋼製品が生産できる。



熱膨張 (3°C/min で加熱)



急熱膨張 (急激に加熱した時)
(オリビンは熱膨張が小さく 珪砂のように急激な変化がない)



熱容量比較表
(オリビン・サンドは熱容量が非常に大きい)

労働者の福祉と安全について高い関心を払うスエーデンでも オリビン・サンドは広く工業に導入されている。Domnarfvet Jernvrk はじめ多くの工場では 鑄鋼造型作業の全部をオリビン・サンドに代えた。スエーデンの金属研究所や大学の鉱物工学科では オリビンの鑄造やその他の応用研究が盛んである。

ドイツでもノルウェーの珪肺防止の成功に刺激されて同様な措置がとられた。

アメリカでも戦後 高マンガン鑄鋼やシエルモードのほか 非鉄合金工場でもオリビン・サンドが製品の改善・原価の引下げ 作業衛生状態の改善に効果のあることが明らかにされ 転換がすすんでいる。わが国も最近その利用試験が各所で行われ 鑄鋼・シエルモード界でよい成績をおさめ 試験の使用から工業的利用に次第に移りつつあり その使用量も増加している。

オリビンとズン・カンラン岩

オリビン (カンラン石) は斜方晶系に属し $2MO \cdot$

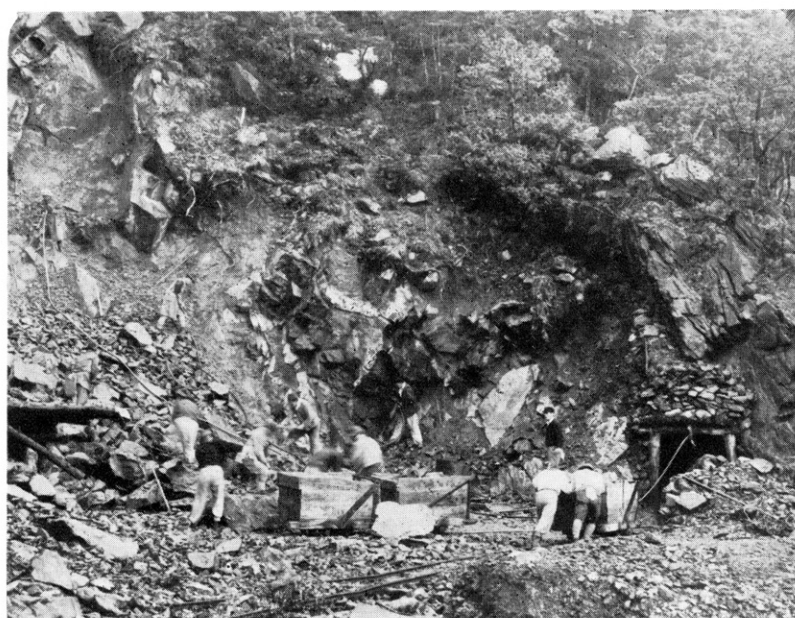
SiO_2 または M_2SiO_4 の化学式であらわされる 1 群の鉱物で M は Mg・Fe・Ca・Mn などである。 Mg_2SiO_4 の組成をもつものは クドカンラン石 (Forsterite) Fe_2SiO_4 はテツカンラン石 (Fayalite) Mn_2SiO_4 はテフロカンラン石 (Tephroite) とよばれ これらは互に混晶を作る。

屈折率や比重は化学組織により変化し クドカンラン石では $\gamma=1.670$ $\alpha=1.635$ $\gamma-\alpha=0.035$ 比重3.217 テツカンラン石では $\gamma=1.875$ $\alpha=1.824$ $\gamma-\alpha=0.051$ 比重4.4である。塩酸にはおかされて形を失う。

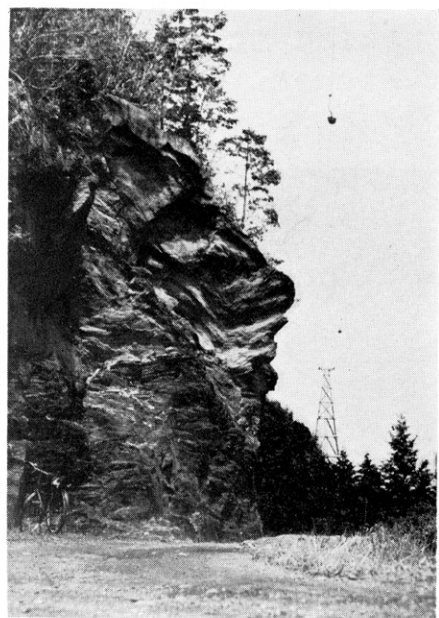
オリビンは石英などと同じく火成岩のおもな造岩鉱物の1つで 玄武岩・カンラン岩・ジャモン岩などにも含まれ 石灰岩やドロマイトの接触変質部やイン石にも含まれている。

オリビンと輝石からなる岩石はカンラン岩で オリビンだけからなる岩石はズンカンラン岩とよばれる。

ズンカンラン岩はオリビンのほかに通常少量のジャモ

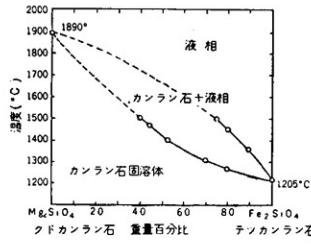
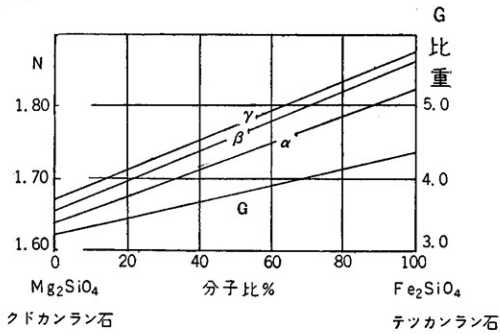


ズンカンラン岩露天採掘場 (明治鉱業KK提供)



索道による鉱石の運搬 (明治鉱業KK提供)

屈折率



左図……クドカンラン石～テツカンラン石固溶体の屈折率と比重の変化図
右図……カンラン石の組成と晶出温度図

ン石・輝石類（ガンカ輝石・シソ輝石・トウ輝石・イハク石など）・スピネル・クロム鉄鉱・磁鉄鉱・塩基性斜長石・マグネサイトなどを伴う。

ズンカンラン岩は普通 カンラン岩・ジャモン岩・ハンレイ岩などに密接に伴われて産出し その起源は地下深所とされ その分布は大きな構造線と深い関係をもっている。

オリビン・サンドに使用されるズンカンラン岩は 耐火度の高いクドカンラン石分90%以上のオリビンからなり ジャモン岩化作用をうけていないもの(水分がない)とされている。また 輝石類・角閃石類など SiO₂ をより多く含む珩酸塩鉱物も 耐火度をさげるのできられる。したがって ズンカンラン岩といっても 適するものはかなり限られてくる。幸いわが国にも試験の結果 オリビン・サンドに適するズンカンラン岩が幾つかあり 鉱量も相当大きく 利用されはじめている。

北海道幌満のズンカンラン岩体はそれらの中で最も大きく 日高山脈の南部にある。5万分の1幌泉地質図幅によれば 南北9km 東西6kmの岩体で 種々の岩質が帯状に分布し 岩体内は複雑な構造をしている。

岩質はズンカンラン岩相・輝石カンラン岩相・斜長石含有カンラン岩相・ハンレイ岩相からなり 相互の境は明瞭であったり 漸移であったりする。オリビン・サンドに使用できるのは ズンカンラン岩相とこれに少量の輝石を伴う岩相で 岩質はクドカンラン石分約90%のオリビンに多少のガンカ輝石・トウ輝石・スピネル・クロム鉄鉱・磁鉄鉱などを伴う。ジャモン岩化作用はほとんどこうむっていない。

愛媛県東赤石山のズンカンラン岩は クロム鉄鉱調査報告（地質調査所月報 Vol. 4 No. 12）によれば ズンカンラン岩体は直径2kmほどの大きさと ジャモン岩化作用も低度で 微細なクロム鉄鉱 磁鉄鉱を伴い 輝石類にはきわめて乏しい。福島県沢井のズンカンラン岩も上の2つに似た鉱物・化学組織をもっている。

わが国のオリビン・サンドの生産高は 現在幌満・南

オリビン・サンドの産地

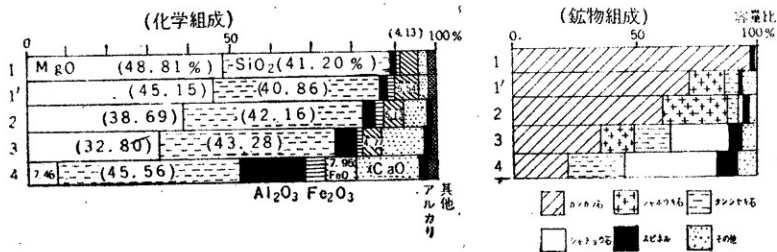
| 鉱山名 | 所在地 |
|-----|----------------|
| 幌満 | 北海道日高国様似郡様似町 |
| 南羽 | 福島県石川郡石川町大字沢井 |
| 東赤石 | 愛媛県宇摩郡土居町・別子山村 |



南羽オリビン・サンドの露天採掘場



南羽オリビン・サンドの原石の貯鉱場



北海道幌満カンラン岩体の各岩相組成(5万分の1観泉図幅説明書から)

羽・東赤石で各数百t/月程度である。しかし 鉱量は非常に大きく 各鉱山とも容量の大きい設備を有している。今後の需要増大に対処し得る能力がある。

オリビン・サンドの利点

1. ズンカンラン岩は通常遊離珪酸を含まず オリビンも SiO₂ の含有量のもっとも少ない珪酸塩鉱物である。このことは鋳物工の珪肺防止に役立つ。
2. 水分が少なく塩基性である。高温で水蒸気があると金属の表面酸化が非常に強くおこり 珪砂と Fe でテツカンラン石(融点 1,205°C)が形成され Mn も軟下点の低いテフロカンラン石を作り「焼付け」をおこす。クドカンラン石の場合この種の反応を防げる。
3. クドカンラン石は耐火度が高い。したがって高温の湯をそそいだ場合 鋳造砂は融けず「焼付け」をおこさない。ただしジルコンサンドの場合と異なり 珪砂との合成砂を作るとオリビンと珪砂が反応し 耐火度の低い鉱物ができる。
4. 熱膨張率が小さく温度と共にほぼ線形に膨張する。鋳造で「シボられ」「スクわれ」の完全に生じない 膨張率の限界は大体 1,000°C で 0.4%以下と見込

まれている。ジルコン・サンドはこの点最適であるが t 当り価格が高く 比重も重いため 実際には珪砂の40倍ほどの高価なものとなる。オリビン・サンドは名古屋工業技術試験所の試験結果では「シボられ」「スクわれ」を防げた。また 珪砂は 573°C に転移点があり 高温の湯をついだ時強い応力が生じ鋳型をこわす欠点をもつが オリビン・サンドはこのような欠点をもたない。

5. 熱容量が大きく熱伝導度も高い。したがって冷却効果が大きく 鋳型の見掛強度が強くなり 鋳物の寸法精度が高く 変型度も小さいものがえられる。
6. 破碎して製造するが 比較的丸味のある砂をえられる。よい鋳物をうるためには丸味の度の高い砂が要求される。オリビン・サンドは比較的丸味の度が高く 通気性がよく 良い鋳造製品がえられる。

オリビン・サンドと珪砂の性質

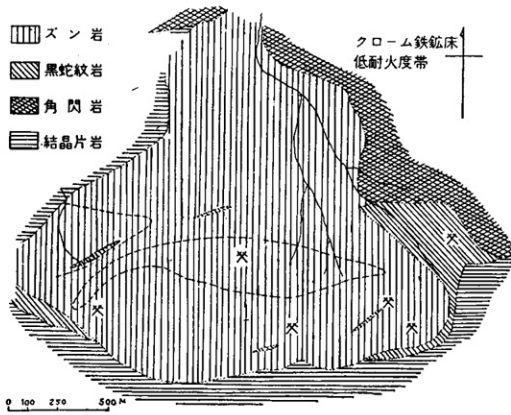
| 常温性質 (6号) | | | | | |
|-----------|------|---------|-------|-------------|-------------|
| 種別 | 比重 | 抗圧力 (g) | 通気度 | ディタート流動性(%) | ギッターズ流動性(g) |
| オリビン・サンド | 3.09 | 706 | 97.9 | 76 | 67 |
| 珪砂 | 2.62 | 265 | 153.0 | 91 | 17.5 |



南羽オリビン・サンド製造工場(以上3葉は大和物産KK提供)



マンカンラン岩の露天掘(明治鉱業KK提供)



愛知県赤石鉱山のズンカンラン岩分布図(鉱床部山田技官原図から)ズンカンラン岩帯の中でも 低耐火度帯やジャモン石化作用の少ない所を採掘しなければならない

| 熱間強度 (kg/cm ²) | | | | | | |
|----------------------------|-----|------|------|------|------|-------|
| 加熱温度 | 260 | 540 | 820 | 900 | 950 | 1,100 |
| オリビン・サンド | 9.8 | 14.0 | 42.1 | 33.7 | 23.2 | 3.1 |
| 珪砂 | 6.5 | 7.7 | 33.0 | 31.6 | 21.0 | 5.6 |

| 熱伝導度 (K(C.G.S.)) | | |
|--------------------|--|-------------------------|
| 珪砂 | | 3.14 × 10 ⁻³ |
| ジルコン・サンド | | 5.16 × 10 ⁻³ |
| オリビン・サンド (クドカンラン石) | | 9.42 × 10 ⁻³ |

以上の利点からオリビン・サンドは 鋳鋼用の砂として適するが シェルモード法にはとくに適する。 シェルモードは色々な利点をもつが どうしても解決できない欠点(寸法精度が悪いこと 用途の広い低炭素鋼・クロム・モリブデン鋼などの鋳肌がすぐれていない)をもっていた。 オリビン・サンドを用いると 鋳込みの際鋳型中のフェノール樹脂から発する熱分解ガスと熔融金属との反応を防ぎ 優秀な鋳肌をうることができ また精度のよい鋳造物がえられるようになった。 鋳鋼とく

分析値と耐火度

| 産地 | 梶 浦 | | 南 羽 | | 東 赤 石 | | ノルウェー産 |
|--------------------------------|---------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | 原石 | オリビン・サンド | 原石 | オリビン・サンド | 原石 | オリビン・サンド | |
| 区分 | | | | | | | |
| MgO | 49.61 | 49.57 | 47.82 | 48.52 | 44.86 | 47.98 | 50.31 |
| SiO ₂ | 40.90 | 41.09 | 40.48 | 38.66 | 40.46 | 39.50 | 41.81 |
| TiO ₂ | tr. | | | | | | |
| Al ₂ O ₃ | 0.68 | 1.69 | 0.37 | 0.98 | 0.45 | 0.02 | 0.22 |
| Fe ₂ O ₃ | — | 0.16 | 6.96 | 6.80 | 1.70 | 9.98 | 0.25 |
| FeO | 7.29 | 7.20 | | | 5.24 | 5.83 | |
| CaO | 0.42 | tr. | tr. | 0.56 | 0.23 | | — |
| Cr ₂ O ₃ | 0.20 | | | 0.34 | 0.42 | | 0.37 |
| NiO | — | 0.36 | | | | | — |
| MnO | | | | | 0.22 | | — |
| Ig. loss | 0.80 | — | 4.82 | 3.97 | 5.52 | 2.48 | 0.49 |
| total | 99.90 | 100.07 | 100.45 | 99.83 | 99.10 | 99.96 | 99.28 |
| SK | 37 | 36 | 37 | | | | — |
| 分析者 | 東京工業試験所 | 播磨耐火KK | 東京通産局 | 古河鉱業KK | 黒崎窯業KK | 大同製鋼KK | — |

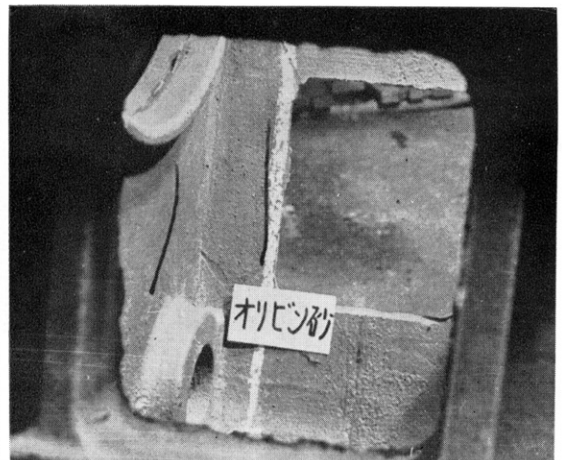
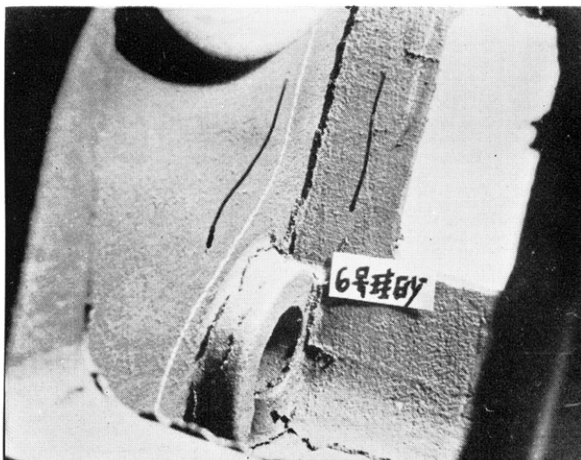
に高マンガン鋼・クロム—ニッケル鋼・高クロム—低ニッケル鋼・低クロム鋼・普通炭素鋼などの鋳造では すぐれた性能を示している。

非鉄合金の鋳造にもよい成績をおさめ アルミニウム鋳物・船舶用肉厚砲金や真ちゅう鋳物などが作られる。

たとえば ボーイングのシヤトル工場では アルミニウム鋳物工場はオリビン・サンドにきりかえて高品位のち密な鋳物を製造している。

また 鋳物にも最近は利用されている。 アメリカでは航空機・ミサイル・自動車工業に使用される工具を生産するに使う精度の高い鋳鉄・鋳鋼の製造にも使用されようとしている。

なお オリビン・サンド使用の場合は 珪砂の場合必



(6号珪砂使用) 2 気筒シリンダー・ブロック (東邦オリビンKK提供) (オリビン砂使用)
6号珪砂の鋳型を使用した場合 隅角部分にベアニングが出ている。 オリビン使用のものはベアニングが完全に防止できる。 ベアニングの原因は中子の隅角部分が熱膨張のため割れるためである。「スクわれ」も同様にオリビン・サンドで防げる。(名古屋工業技術試験所二木技官実験)

要んでんぷん・木粉・小麦粉などや CO₂ ガスプロセスの際の水ガラスなどの混和材を節約できる。

オリビン・サンドの混和材としては アメリカではベントナイトを用いた場合もっとも良い成績をおさめている。欠点は珪砂にくらべて比重が大きいため鑄型が重くなることと どんな種類の鑄造でもすぐれた性能を示すとはいえないなどである。

今後の問題

オリビン・サンドに適するズンカンラン岩はクドカンラン石分90%以上のオリビンからなり 輝石類やジャモン石を含みぬものである。しかし現実にはズンカンラン岩は 程度の差こそあれ必ずジャモン岩化作用をうけており 輝石類を含み ジャモン岩・カンラン岩・ハンレイ岩・クロム鉄鉱などに伴われて産出する。掲載した地質図は オリビン・サンド採掘のために調査したものではないから 同一岩相としてある中にも 不純鉱物の多い部分や耐火度の低い部分などが沢山ふくまれている。したがって耐火度の高い不純鉱物の少ない良質のオリビン・サンドを安く大量に供給しつづけるために くわしい地質調査を実施しつづ探掘をすすめてゆくべきである。

オリビン・サンドが一般に普及するためには 合理的な採掘法と生産方法の改善による品質の向上と 価格の値下げを計らねばならない。

問題点をあげれば

- ① 粒の丸味の度合は ジルコン・サンドや海瀬珪砂にはおよばない



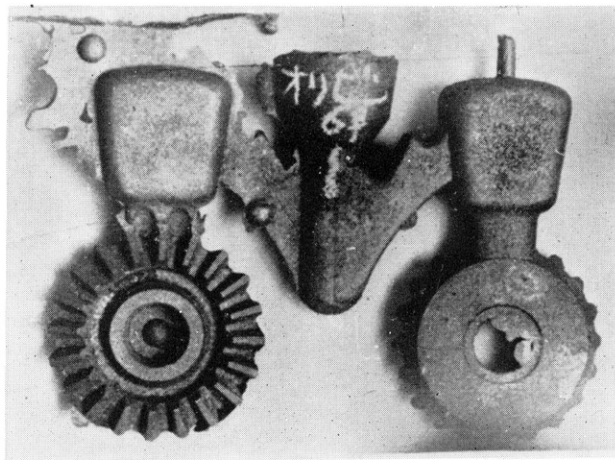
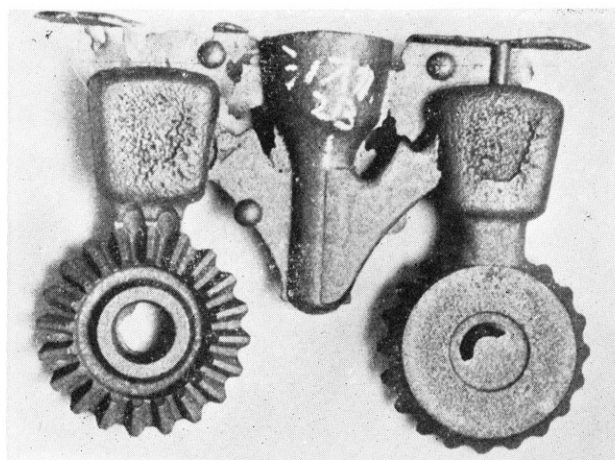
北海道幌満地方のカンラン岩体中のズンカンラン岩相分布図

← カンラン岩体はこのように大きくてもオリビン・サンドになる ズンカンラン岩相は全体にくらべてわずかである。その分布状態もきわめて不規則である。探掘は岩相分布をつねにたしかめながら進めてゆかぬと良質のオリビン・サンドを長く供給しつづけることはできない。

- ② 不純鉱物の輝石類やジャモン岩などを磁力選鉱法などでとり除いて品位の向上を計る
 - ③ 生産過程において原鉱のかかなりの部分が粉となるので 粉を少なくする製法や 粉の利用法（たとえば外装タイルに利用するなど）の研究をする
 - ④ 価格を安くする
 - ⑤ 利用面を鑄鋼 鑄造以外にも広めること
- などがある。

わが国で多量に生産できるオリビン・サンドが普及し品質のすぐれた鑄造品が生産され とくに治療の困難な職業病である珪肺が日本の鑄物界から一掃されることを期待するとともに 今後産業の発展に伴い 未利用の岩石が新しく活用されることと考えられるが きびしい自然と闘い地質調査をしているものにとっては 次第に明らかにされつつあるわが国の岩石の分布や性質が もっと積極的に より有効に産業に利用されることを念願している次第である。

(鉱床部 非金属課)



(珪砂使用) 炭素鋼 (東邦オリビンKK提供) (オリビン砂使用)
珪砂使用シエルによる場合 鋳肌が吹かれてアバタになり 押湯の部分にもはげしく吹かれたあとがあとみられる。オリビン・サンド使用シエルによる場合 肉眼的には欠点は全く見られない (名古屋工業技術試験所 二木技官実験)