

1961-9

- ① 世界のベリリウム資源..... 2
- ② 大鹿村の水害地をみる..... 8
- ③ 石器と水銀.....12
- ④ ソビエトのバイプロビストン採泥器.....14
- ⑤ 埋もれた河.....16
- ⑥ 西部ジャワのマンガン鉱床.....18
- ⑦ 滯英2年の生活-5-.....22
- ⑧ 各部課を尋ねて-13-.....28

..... 地質ニュース No.85

表紙の写真

鯉沢カール 本州路⑦

日本アルプスや日高山脈などの高山に かって氷河が存在したという学説はすでに広く認められている わが国のそれはほとんどカール(圏谷)で本州ではその多くが北アルプスに集中している 鯉沢カールもその1つで 別山側(写真の赤線)から急峻なカールバンドを下ると圏谷底に削られてできた羊背岩や氷蝕の堆積物である氷堆石をみる 鯉沢小屋を過ぎ圏谷底からさらに下ると急勾配のV字型の氷蝕谷となる このような型は 懸り圏谷とよばれ わが国に多い (石)

ブリモ・オート トプコール75mm F 3.5 ネopanSS
f11 100分の1秒 PO D-76 ペロナF-3 コレクター

世界のベリリウム資源

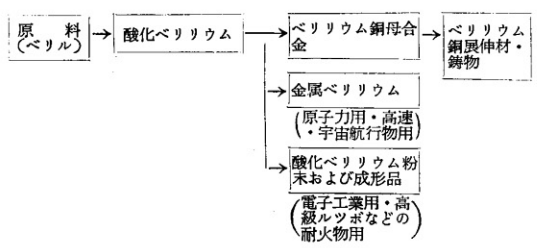
ベリリウム(Be)は どんなもので 何に使われているか ということ を 案外知らない人が多いようである。 それというのも このベリリウムは いわゆる新金属 (newer metals) の1つとして 最近目ざましい発展をしてきているもので その開発と利用の将来は ますます明るいものがあるが 現在 あまりわれわれの目につくところに 使われていないからだろう。

マグネシウムより軽く はがねにまけぬ強さをもつこの新金属は 今までのジュラルミンにかわって 20世紀後半の航空機材料の花形になろうとしており あの世界を驚きと感激につつんだ人間衛星にも このベリリウムを用いたといわれている。

こんにち このようなめざましい発展をとげつつあるベリリウムの用途と原料が どんな状況にあり またどの位生産されているかをながめてみよう。

どんな用途があるか

ベリリウムには その特性を利用したいろいろな方面の用途があるが 最も多く用いられているのは 各種合金添加剤で ついで 金属ベリリウムと酸化ベリリウムとしての用途がある。



合金として最も多く用いられているのは ベリリウム銅 (Be分約4%)で 非磁性でバネ性の良さからバネ材料(板・線)・ダイヤフラム・ペローや 堅くて電気

伝導度がよいことで 溶接の電極材 スイッチ部品(棒) このほか鋳物として安全工具 各種成形用金型などに用いられ この方面の需要は大きくなっている。 このほか アルミニウム-ベリリウム アルミニウム-マグネシウム-ベリリウム合金など いろいろな合金が研究開発されて 強度の増加 耐酸化性向上 耐蝕性の向上など多くのすぐれた性質をもった合金となる。

金属ベリリウムは X線の吸収が少ないので X線管球の窓 また軽くて強かつ熱シンク性がよいことなどから航空機構造材 宇宙航行物用熱シンク板などとして用いられ さらに原子核特性(熱中性子の吸収が少なくまた反射特性がよい)による 原子炉の燃料被覆材や原子炉の反射体などに用いられる。 しかしこれらの需要は 今のところそんなに大きいものでないが 実用化すれば 相当量の需要があると予想されている。

酸化ベリリウムは中性子の減速能がよく耐熱性があることから原子炉の減速材としても用いられるが酸化ベリリウムの重要な用途は何といっても熱電対保護管 実験装置 ルツボ その他の高級耐火材(写真参照)である。これらの需要も現在は少ないがその利用はしだいに拡大されている。

以上のほか試験段階の用途も多く開発されつつある

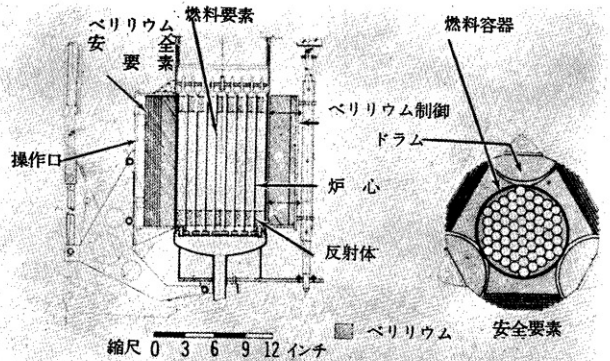
現在の需要は鉍石量で 8,000~10,000トン

世界のベリリウム工業の中核をなすものは米国でそのほか英国 フランス ドイツ 日本など数カ国であるがとくに米国の消費は世界消費量の90%位を占めている。ソ連でもベリリウムの開発が相当に行なわれているがその内容は全く不明である。原料となるベリリウム鉍石は次にも述べてあるがベリル(緑柱石 $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)が現在の唯一の原料である。この鉍石はBeO分10~14%を含んでいるが世界全体の消費は鉍石量で8,000~10,000トンと推定される。米国の消費の動向は直ちに世界の原料事情の動きを左右するわけであるが米国の国内生産量は少なく大部分を海外鉍によっている。

原料としては何があるだろう

ベリリウム(Be)は地カク中に約100万分の6(6p.p.m)というかそれよりやや多い程度に分布しており少ない元素の1つである。

ベリリウムを含む鉍物は約30種類の多くにおよんでいるが現在経済的な対象になっているのはベリル(Beryl BeO 10~14%)が大部分である。このベリルは淡緑色で柱状(六方晶系に属している)をなすものが多い



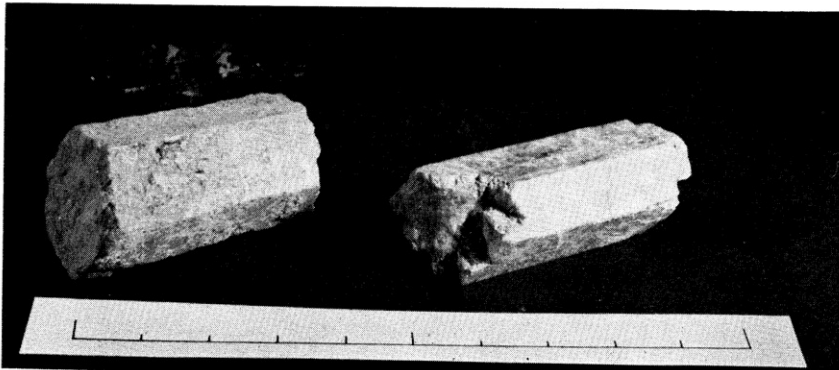
小型原子炉の内部断面 斜線の部分が反射体(reflector)としてのベリリウム

ので緑柱石といわれ比重は2.6~2.8で軽く堅さも石英より堅くトパズと同程度でコランダムおよびダイヤモンドより柔らかい。このベリルは純粋に近く結晶が美しいものは宝石として珍重されエメラルド(Emerald 翠玉) アクアマリン(Aquamarine ラン玉)として宝石商のショーウインドに見かけられる。このほかペルトランド石(Bertrandite, BeO 39~42%) ヘルバイト(Helvite, BeO 13~14%)などが重要でとくにペルトランド石の大きい鉍床が米国で発見されている。また金緑石(Chrysoberyl)はその結晶の美しいものはアレキサンドル石(Alexandrite)や猫睛石などの宝石として珍重される。

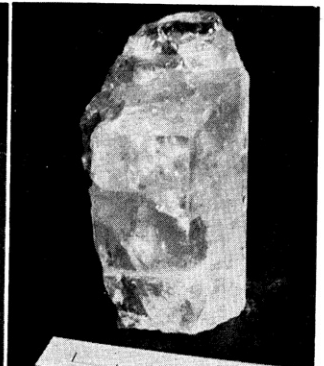
またベリルの大きさは長さ数cmから10数cmのものが多いがときに数m~10数mの大結晶のものがある。

ベリルの鉍床はどこにあるか

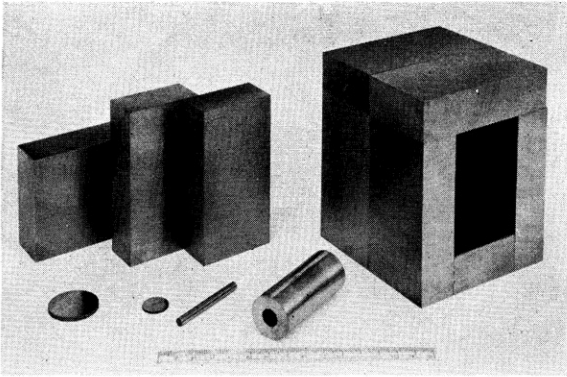
現在世界のベリリウム原料となっているベリルの鉍床はその大部分が花こう岩と関連をもつペグマタイト中に発達している。このペグマタイトは地質ニュースにもたびたび記述されているので省略するが花こう岩



ベリル鉍石(南アフリカのモザンビク産 スケール1cm)大きさはいろいろある これは黄褐色で不透明



ベリル鉍石(モザンビク産)淡緑色透明である 結晶面に割れ目がなく一様の透明さをもつと宝石になる



金属ベリリウム製品(原子力用およびX線用小円板)

中にレンズ状 脈状 帯状をなして発達する主として石英・長石および雲母の巨大な結晶からなる岩体である。もちろんこの石英と長石は 窯業原料として重要な鉱石となっているが ベリルはこの一部に散点状に発達している。このペグマタイトにはさらに紅柱石・リシヤ輝石・リシヤ雲母・螢石・モナズ石・ゼノタイム・タンタライト・コロンバイト・ピッチブレンド・ジルコンなど 実に多くの鉱物がいっしょに伴うことが多いが 量的には 僅かである。このようなペグマタイト中からベリルを採掘するので 普通ベリル1 トンを採るのに 100 トンから 300 トンあるいは それ以上の岩石を掘って得られるというわけである。このベリルの鉱床としての品位 (含有率) は 良鉱は 1% 普通鉱は 0.5% 貧鉱は 0.1%と分けられている。鉱床の規模は余り大きいものではなく ベリルの含有量にして数 100 トン〜数1,000 トンという程度で万トン

台のものは非常に少ないようである。

生産国の多くの場合 ベリルのみを採掘しているものは少なく ほかの鉱石も採掘している。日本ではベリル鉱床といえるものはなく わずかに 福島県(石川山) 岐阜県(福岡鉱山)・佐賀県(佐嘉鉱山) などにあるだけで大戦中採掘されたものもあるが 使用されずに終わっている。なお 最近栃木県・長野県・山口県などのマンガン鉱山にヘルバイトが発見され注目されている。

ベリロメータという探鉱器

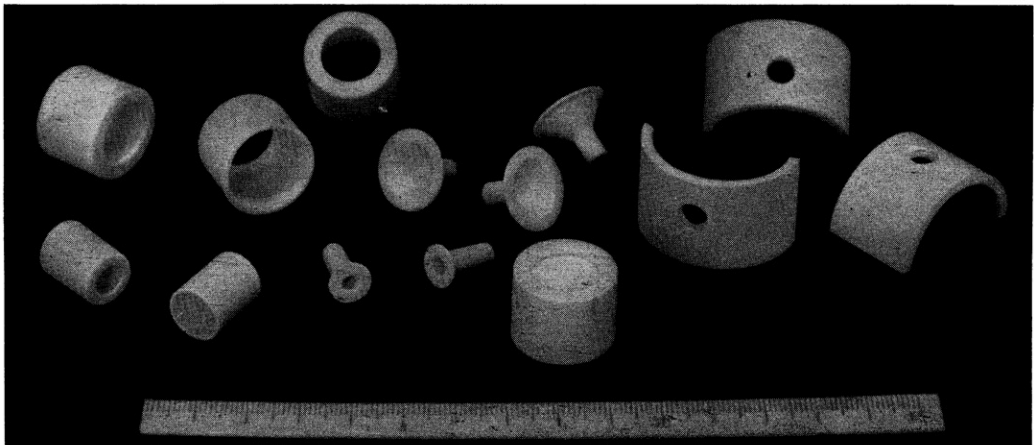
また最近米国で発見されたもので ベリリウム鉱床として それぞれベリルとペルトランド石がいっしょに伴うグライゼン脈 ベリルだけを含むグライゼン脈 ペル

主要なベリリウム鉱物*

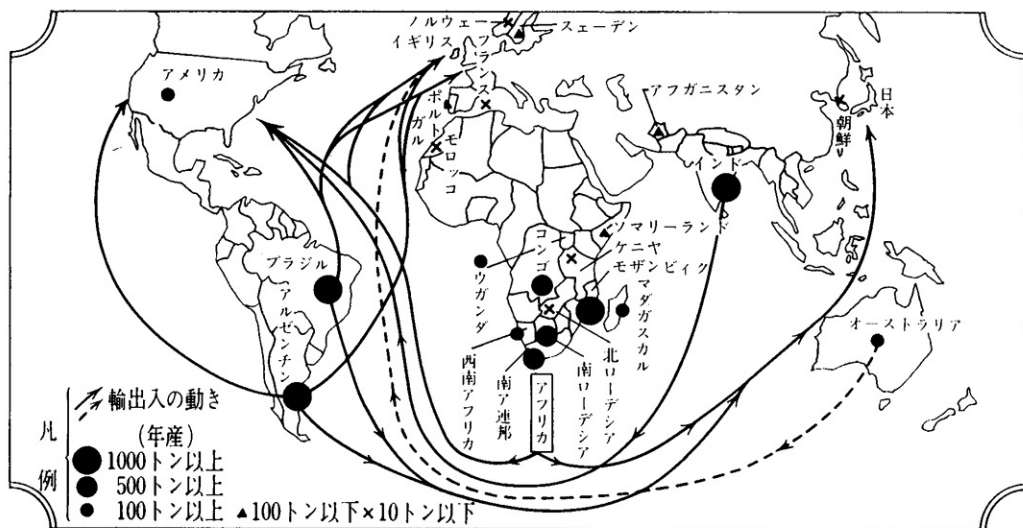
鉱物名	化学組成	比重	BeO含量 (理論値)	Be %	産状
Barylite	Be ₃ BaSi ₃ O ₇	4.0	15	5.6	接触変成
Bertrandite	4BeO·SiO ₂ ·H ₂ O	2.0	42	15.1	ペグマタイト
Beryl	3BeO·Al ₂ O ₃ ·6H ₂ O	2.6~2.8	14	3.0~3.5	〃
Beryllonite	Na ₂ O·2BeO·P ₂ O ₅	2.8	20	7.1	〃
Brommellite	BeO	3.0	100	36.0	接触変成
Chrysoberyl	BeOAl ₂ O ₃	3.5~3.8	20	7.1	ペグマタイト
Euclase	2B ₂ O ₃ ·Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂ ·H ₂ O	3.1	17	6.1	〃
Eudidymite	Na ₂ O·2BeO·6SiO ₂ ·H ₂ O	2.6	10	3.7	霞石セン長岩
Gadolinite	不完	4.0~4.5	10	3.2~4.7	ペグマタイト
Hamborgite	4BeO·B ₂ O ₃ ·H ₂ O	2.3	53	19.2	花崗岩およびセン長岩
Helvite	Mn,Fe,Be,ケイ酸塩	3.2~3.4	14	3.8~5.4	多種の産状
Herderite	CaO·CaFOH·2BeO·2P ₂ O ₅	3.0	15	5.6~5.9	ペグマタイト
Leucophanite	Ca,Na,Be,含フッ素ケイ酸塩	3.0	10	4.0	セン長岩質ペグマタイト
Meliphanite	〃 〃	3.0	13	3.4~5.0	〃
Phenacite	2BeO·SiO ₂	3.0	46	46.4	ペグマタイト

* Engineering & Mining Journal, Vol.161 No.9 (1960)

アンダーラインは 主要なベリリウム鉱物



酸化ベリリウム成形品 真空管部品 (日本碍子KK提供)



世界のベリル生産国と輸出入の動き

トランド石のみを含むグライゼン脈の鉱床がある。ベリルの結晶が小さい場合やグライゼンに伴うベルトランド石などは非常に見分けがつかず発見しにくいことが多い。こんな場合にベリロメータが非常に重要な役割を果たしておりちょうどウラン探鉱のガイガーカウンタやシンチレータのような働きをする。

このベリロメーターが実用化されたのはここ2年来のことで米国などでは非常によく用いられている。これはベリリウムにγ線を当てるとBe⁸に変換し中性子を出す性質を応用したもので放射性的アンチモン(Sb¹²⁴)を用いてベリリウムの有無によりカ

ベリルの世界生産量¹⁾ (単位:トン)

国名	1947-51 (平均)	52	53	54	55	56	57	58	59
アメリカ	352	515	751	669	500	445	521	463	328
アルゼンチン	83	694	683	705	1,488	1,722	1,571	1,004	660 ⁴⁾
ブラジル	1,916	3,177	2,126	1,581	1,954	2,321	1,452	1,295	2,200 ⁴⁾
ポルトガル	36	103	414	368	337	244	191	52	19
スウェーデン	—	—	—	—	—	—	—	28 ⁴⁾	28
アフガニスタン	6	—	11	30	33	30	15	—	—
インド ³⁾	110	600	200	392	845	3,360	1,256	600	—
コンゴ共和国	—	—	8	50	362	1,905	1,771	1,113	467
フランス領モロッコ	110	142	36	17	2	—	—	—	—
マダガスカル	231	438	516	648	316	169	299	180	463
モザンビーク	160	220	276	1,002	560	944	1,871	1,134	1,583
南ローデシア	692	1,186	1,774	1,077	965	606	572	332	440
西南アフリカ	366	592	590	564	472	454	385	246	170
ウガンダ	7	3	55	77	110	98	78	86	239
南ア連邦	610	413	531	203	137	133	711	464	214
オーストラリア	6	98	140	166	230	356	442	278	400 ⁴⁾
総計 ²⁾	2,449	8,300	8,200	7,700	8,900	12,900	11,300	7,400	7,300

(注) ¹⁾ Minerals Yearbook (1956, 1958年版) および Engineering & Mining Journal, Vol. 161 No.9 (1960) による

²⁾ 総計の中には ノルウェー 韓国 ソマリランド ケニヤ 北ローデシア ソ連などの小生産国の生産量を含め すべて推定による

³⁾ アメリカの輸入量

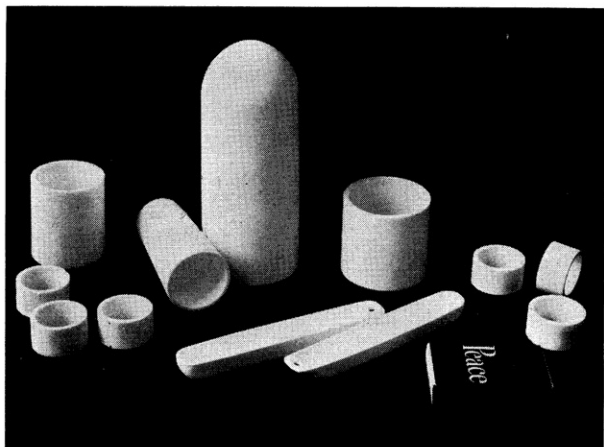
⁴⁾ 推定

なおソ連圏の資料は不明である しかし Metal Bull. (1960年7月5日) で1959年のソ連の生産は750トンとされているが その出所は明らかにされていない

ウンタが感ずるようになっていく。ただ価格は相当高いものである。

世界の生産国は南米・南アフリカ諸国が主である

米国が消費する原料の大部分は世界のベリル生産国から輸入しているが このベリル生産国は南米のブラジル・アルゼンチン 南アフリカの南ローデシア・西南アフリカ・モザンビーク・南ア連邦・コンゴなどが主である。このほかインドも大きい生産国であり オーストラリア・アメリカも生産



酸化ベリリウム成形品 高純度金属溶解用ルツボ (日本碍子KK提供)



ベリリウム銅合金インゴット(Cu4%内外)
色…暗銅色〔原子力金属懇話会提供〕

国となっているが ベリルの主要生産国は インドを除き南米と南アフリカに偏在している。生産表からもわかるように 南アフリカ諸国の開発は第2次大戦後がめざましく とくにここ数年間の生産上昇が著しい。またアフガニスタンのように ベリルの大きい鉱床があっても 地理的条件が悪いために わずかしか生産されないところもある。

過去の生産量はブラジルが第1位

ベリルの生産量はその鉱床の状態からも ほかの鉱石などのように 大量には生産されない。世界全体の生産量を合わせても別表のとおり年に7,000~9,000トンで1956年と57年のピークで 12,900トンおよび11,300トンである。これは需要量にもよるが ベリルが連続的に多くかたまって存在する場合が少なく 一度にまとまって多くを採掘できないためによることが多い。しかし最近米国のコロラド州などで発見されたベリリウム 鉱床は ベルトランド石とベリルが いっしょに伴りまとまった重要な鉱床であるといわれる。ただこのような場合は 鉱石も結晶が小さいので 選鉱法が重要なカギをにぎることとなるだろう。

ベリルの生産は
かなり古くから
行なわれている

ブラジル(年2,000トン内)

順位	国名	生産量(トン)
1位	ブラジル	38,495
2位	アルゼンチン	16,279
3位	インド	10,010
4位	南ローデシヤ	8,977
5位	モザンビク	* 8,469
6位	米 国	7,706

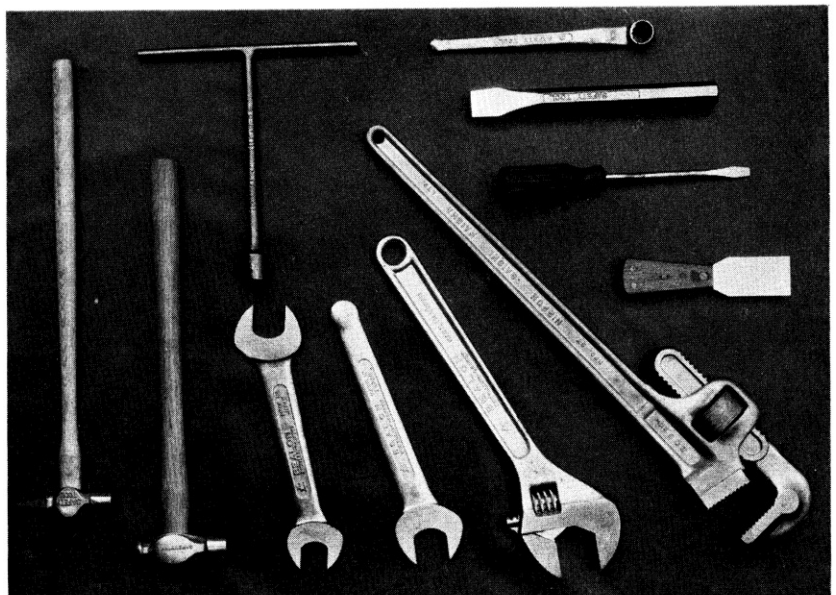
* 1947~1959年

外) を初めとして **アルゼンチン・インド・南ローデシヤ・モザンビク・西南アフリカ・南ア連邦・米国・オーストラリア** などのほか数カ国がある。1935~59年間の生産量を国別に示すと上の表のようになる。これらのうちアフリカのモザンビクは 最近めざましい生産を示しており 1957年以降はコンゴをぬいてアフリカ第1位 世界でもブラジルにつぎ第2位を占めている。

ベリリウム 鉱石の探鉱は活発

現在では 鉱量は十分

ベリリウム工業の発展が今後ますます期待されることから ベリルを主とするベリリウム 鉱床の探査が各国で行なわれている。



国産ベリリウム銅 鋳造品(防爆用安全工具)〔原子力金属懇話会提供〕



ベリリウム—アルミニウム合金インゴット (Be2%内外)
色…灰白色 光沢があり非常に軽い (原子力金属懇話会提供)

米国では国内鉱の開発奨励のために 探鉱奨励金制度を設けている。ほかに国内鉱を輸入鉱石の50%以上の高い価格で買っている。輸入鉱石は BeO 分含有1%につきトン当り27~35ドル 普通取引される鉱石は10%位であるから 鉱石1トンが270~350ドル に対し 国内鉱はとくに1962年6月30日までの間 4,500トン为目标にして トン当り 470ドルで政府が買上げている。

このほか南アフリカ地域 ブラジル アルゼンチンも積極的に 政府あるいは民間企業で調査を行なっている 現在生産している世界のベリリウム資源の鉱量は 別表のとおりである。これは過去の総生産量と現在のそれとの比率で ある仮定を設けて試算されたものである。これによると 1%以上の鉱石の場合は 200,000トン 0.1%の場合は 4,000,000トンとなっているが この量はあくまでも推定の域をでないもので 未開発地域を含めると鉱量は もっと増加すると予想される。

世界各国のベリリウム鉱石埋蔵量 (単位:トン)

国名	Be含有1%以上	Be含有0.1%以上
ブラジル	97,000	1,800,000
アルゼンチン	37,000	680,000
米 国	15,000	280,000
イ ン ド	14,000	260,000
南ロデーシャ	8,000	150,000
オーストラリア	6,000	110,000

注 米国鉱山局資料

ベリリウム鉱石は 鉱床学的にもウラン鉱石のような急激な生産上昇が困難であるので 将来のベリリウム資源の開発と ベリリウム工業の発展とがどのようになってゆくか 大きい関心もたれるだろう。

日本のベリリウム工業は有望

参考までに 日本のベリリウム消費は 昭和32年の31トンから 34年 248トン 35年 約 370~400トンとめざましい上昇ぶりであるが まだ その消費量は多いとはいえない。

わが国ではベリリウムの消費者は日本碍子KK 三徳金属

工業KK および横沢化学工業KK の3社のみであるが いずれもわが国独自の技術で開発したものといわれ 当面各社の生産を合わせてベリリウム銅母合金年 420トン (Be4%) ベリリウム—アルミニウム母合金 (Be3~5%) 年24トン 酸化ベリリウム粉末 年約4トンなどを予定しているが 将来の需要増大は大いに期待されている。

(鉱床部 肥田昇技官)



国産ベリリウム銅合金製品 (機械部品および型材)
(原子力金属懇話会提供)