

# アルミニウム資源

## II - ①

嶋崎吉彦・岡野武雄

### 世界各地のボーキサイト鉱床

ボーキサイト鉱床は ダイアスポア質のものを除けば だいたいにおいて 熱帯もしくは亜熱帯地方に分布している。その確定埋蔵量は 次のとおりである。

アフリカ	8億2,900万トン
ヨーロッパ	6億7,100万トン
北アメリカ	6億6,300万トン
太平洋州	6億0,300万トン
南アメリカ	3億1,000万トン
アジア	1億4,800万トン
計	32億トン

これからも明らかなように アジアは現在知られているボーキサイトの鉱量の最も少ない地域である。しかしこれはこの地域におけるおもなボーキサイト消費者が日本だけであるために需要がヨーロッパやアメリカにくらべて少なく 探査がそれほど積極的に行なわれなかったことも理由の一つではないと思われる。

世界のボーキサイト総生産量は 1962年に 3,000万トン近く その約34%をヨーロッパ ほぼ同量を北アメリカ 20%を南アメリカ 7%弱をアジア 5%強をアフリカが生産した。すなわち生産量は需要の多いヨーロッパと北アメリカが大部分を占めていて 鉱床の分布埋蔵量とは無関係である。次に各地域別におもなボーキサイト鉱床の概略を埋蔵量の多い順に紹介する。

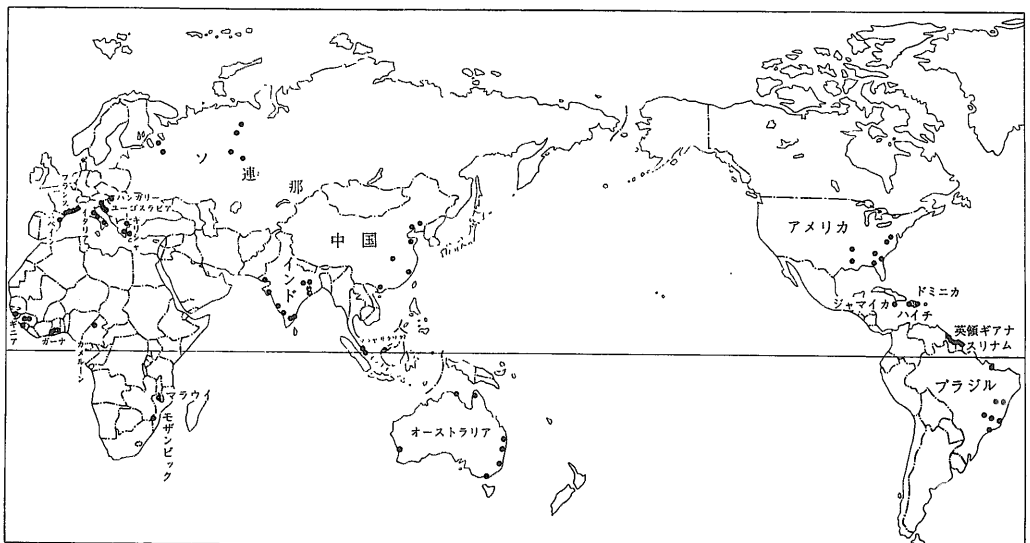
### アフリカ

アフリカ大陸は 世界最大のボーキサイト埋蔵量を有し 確認されたものだけで 8.3億トンに達する。この地域の開発が進めば 判明する鉱量はばく大なものになるであろう。

### ギニヤ

ギニヤは 世界有数のボーキサイト生産国であって 1962年に 137万トン採掘した。なお1961年には鉱石30万トン以上を輸出し出荷先はカナダ21万トン 西ドイツ7.6万トン アメリカ5.7万トンなどである。ボーキサイト埋蔵量は世界一であり 確定したものだけでも6億トンを超し 推定鉱量は実に24億トンに達するといわれている。全世界の確定鉱量が約32億トンである事を考えれば これがいかに大きいものであるか理解されよう。ギニヤにほう大なラテライト鉱床のある事は古くから知られていた。ボーキサイトはラテライトに伴って産出するものが多く ラテライト産地に産出する事が多い。おもな鉱床は Iles de Los Bcké Dabola Kindia-Friguiabe Badi-Korkouré Tougé-Dabola の6カ所に分布している。

**Iles de Los 鉱床**: Los 諸島は Conakry 港の沖合に点在している。この島は霞石閃長岩の環状貫入岩体の一部であって ボーキサイト鉱床はこの閃長岩から風化作用で生成したものである。母岩とは粘土層を挟んで接しており



世界の主要ボーキサイト鉱床の分布

国 別	1958	1959	1960	1961	1962	国 別	1958	1959	1960	1961	1962
北アメリカ						ア ジ ア 国					
ドミニカ		771	68.9	712	717	中 国	152	305	356	406	406
ハイチ	284	259	27.2	267	443	インドネシア	169	218	383	476	573
ジャマイカ	5,814	5,207	5.837	6,770	7,554	マラウイ	343	387	395	420	492
アメリカ	1,332	1,727	2.030	1,248	1,991	パキスタン	266	388	459	417	355
小 計	7,430	7,965	8,828	8,997	10,106	サウジアラビア	2	2	1	1	1
南アメリカ						小 計	1,071	1,511	1,884	1,976	2,055
ブラジル	70	97	121	98	102	アフリカ					
英領ギニア	1,611	1,701	2,511	2,412	2,733	ガーナ	210	150	228	199	287
スリナム	2,988	3,430	3,455	3,405	3,253	ギニア	349	301	1,190	1,767	1,370
小 計	4,670	5,228	6,086	5,914	6,088	モザンビーク	5	4	5	5	5
ヨーロッパ						小 計	564	455	1,422	1,971	1,661
オーストリア	23	24	26	18	17	オセアニア					
フランス	1,830	1,757	2,068	2,190	2,161	オーストラリア	7	15	70	26	51
ドイツ	4	4	4	4	4	合 計	21,413	23,074	27,449	29,267	30,420
西ドイツ	857	919	884	1,118	1,001						
ハンガリー	1,049	957	1,189	1,358	1,473						
イタリア	299	295	315	323	309						
ハイチ	73	71	89	69	90						
ルーマニア	8	8	3	6	6						
スペイン	2,794	3,048	3,556	4,064	4,064						
スイス	733	815	1,025	1,232	1,332						
ユーゴスラビア											
小 計	7,669	7,899	9,159	10,383	10,458						

第 1 表  
世界各国の  
ボーキサイト  
生産量

(Min. Yearbook 1962)

体の厚さ 1.5~15 m である。 鉱床は通常 1 m 前後の表土におおわれている。 現在稼行しているのは Kassa 島の鉱床であって 1952 年から 1960 年迄に 300 万トン以上の鉱石が採掘されている。 鉱石はギブサイト質であり 品位は  $Al_2O_3$  54  $Fe_2O_3$  11  $TiO_2$  2.5  $SiO_2$  4.5 % である。 鉱量は約 800 万トンといわれている。

**Boké 鉱床** : Boké 村は Conakry の北方約 150 km の位置にあり 鉱床はその 80 km 北東方の丘陵に分布している。 鉱床はラテライトと共生している大鉱床で 鉱量は数億トンと予想されている。 母岩は粗粒玄武岩である。

**Dabola 鉱床** : 鉱床は Dabola の西方 Niger Tinkisso 両川の間中にあり 粗粒玄武岩の風化残留鉱床である。 ラテライトに伴って産出し 鉱量は 8,000 万トン以上といわれる。

**Kindia-Friguiabe 鉱床** : 鉱床は Kindia の南西約 20 km の位置にあり 平均  $Al_2O_3$  41 % の鉱石が 8,500 万トン計算されているが 鉱層の傾斜が急であり アルミニウム含有量が不均一であって 砂が多く混在しているため ボーキサイト鉱床としての開発の可能性は少ないようである。

**Bodi-Konkouré 鉱床** : Conakry の北東約 140 km の Bodi 川と Konkouré 川の合流点にぼう大なボーキサイト鉱床がある。 鉱量は少なくとも 1.5 億トンといわれている。 1960 年から採掘が始まり 年間 100 万トン近く採掘している。

**Tougé-Dabola 鉱床** : Dabola の北北西にある鉱床で台地をおおっている。 数億トンの予想鉱量があるといわれている。

ギニアには水力発電に適した地区がいくつかあり ヨーロッパ カナダ系の会社が年産 10 万~15 万トンのアルミニウム製錬工場の建設計画を検討中といわれている。 Bodi-Konkouré 地域の Fria 町にアルミナ工場が建設され 年産 50 万トン近い能力を有している。 これはアフリカ大陸唯一のアルミナ工場である。 アルミナはフランス カメルーン ノルウェーなどに輸出している。

ガ ー ナ

ガーナには約 2.3 億トンのボーキサイトがあると計算されており 重要なボーキサイト保有国である。 ただ 鉱床が奥地にあるため 交通の便が悪くて開発は余り進んでいない。 1962 年には鉱石 28 万トンが採掘された。 1961 年の採掘量は約 20 万トンで全部英国に輸出した。 主要なボーキサイト鉱床は次の 4 つのグループに分けられる。

**Nynahin 鉱床群** : 9 つの主要鉱床からなり 鉱量は総計 1.7 億トンに達する。 鉱床は熔岩や千枚岩の風化によってできたものである。 鉱層は 6~15 m の厚さを有し 厚さ 2 m に達する表土におおわれている。 品位は  $Al_2O_3$  41.4~62.9  $Fe_2O_3$  1.16~30.9  $TiO_2$  1.49~5.30  $SiO_2$  0.2~3.1% である。

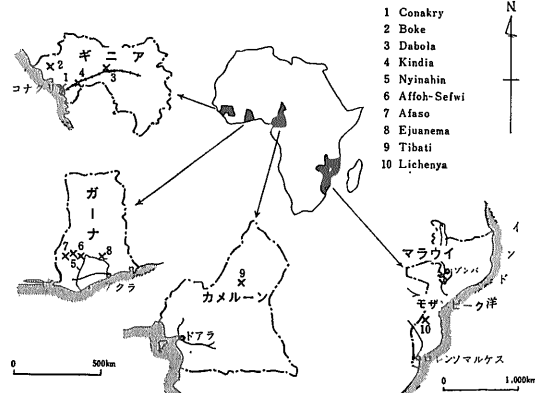
**Affoh-Sefwi Bekwai 鉱床群** : この鉱床は粘板岩や片岩を原岩とし 厚さ 20 m にも達する鉱層を形成している。 鉱物は主としてギブサイトであって 鉱量 3,000 万トンに達する。

**Afaso 鉱床群** : この鉱床は Bia 川流域にあり  $Al_2O_3$  50  $Fe_2O_3$  20% の鉱石が 2,500 万トン余り埋蔵されていると推定されている。

**Mount Ejuanema** : Ejuanema 山の頂上ならびに山腹に分布する鉱床であって 原岩は石炭紀と思われる頁岩と砂岩である。 鉱量は約 400 万トンと推定されている。

モザンビーク

モザンビークのボーキサイトは Penhalonga 地方に分



第 2 図 アフリカのボーキサイト分布図

布している。余り大きい鉱床は発見されてなく 現在7万トンの鉱量が推定されている。1962年に約5000トン採掘された。この鉱石は高アルミナ粘土中にギブサイト塊が点在しているものである。主として耐火物硫酸アルミニウムなどの製造のため南アフリカ連邦に送られている。品位は  $Al_2O_3$  61  $Fe_2O_3$  1.2  $SiO_2$  10.0%である。

アフリカでボーキサイトを採掘している国は上に述べた3カ国であるが 鉱床は次の諸国に確認されている。

## マ ラ ウ イ

マラウイでは南部の Lichenya 高地にボーキサイト鉱床があり 鉱量は6,000万トンと推定されている。品位は余り高くなく  $Al_2O_3$  42  $Fe_2O_3$  14  $TiO_2$  1.5  $SiO_2$  20%であって珪酸分が高いが 大部分石英であるため簡単な機械的操作で除去できる。したがってこの様な処理がうまく行なえれば稼行可能な鉱床である。原岩は閃長岩であるが 石英はペグマタイト質岩脈のものである。

## カ メ ル ー ン

アフリカ大陸唯一のアルミニウム生産国である。1962年には約5万トンのアルミニウムを生産した。ボーキサイト鉱床の探査も活発に行なわれており 中部の Tibati Ngaoundéré 地区の鉱床に5億トンに達する鉱石があるといわれている。

以上の諸国のほかにもシェラレオネ コンゴ 象牙海岸 リベリア などアフリカの多くの国にボーキサイト鉱床のある事が知られており 開発が進めば現在知られている鉱量の数倍あるいはそれ以上に達する鉱石が見出されるものと期待される。

## ヨ ー ロ ッ パ

ボーキサイトがヨーロッパで最初に発見されただけあって ボーキサイトの生産量は年間1,000万トン以上あり 現在では世界で最も重要な地域である。埋蔵鉱量はアフリカに次いで多く 6.7億トンが確定している。ヨーロッパの鉱床の特長は石灰岩に伴うものが圧倒的に多い事である。南ヨーロッパとくにスペインからギリシャ トルコにいたる間に広く分布しており 石灰岩に伴うものを 地中海型ボーキサイトと呼んでいる。

## ハンガリー

ハンガリーはボーキサイト資源に恵まれ その鉱量は2.5億トンに達する。生産量は1962年に145万トンで

あるが相当量をソ連 チェコスロバキア 東ドイツなどに輸出した。 自国で生産されるアルミニウムの量は約5万トンに過ぎない。

おもな鉱床は Börzsöny 山脈から南西方向 Bakony 山脈にいたる 200km の間に分布している。さらにまたブダペストの北方50kmの地域にも重要な鉱床がある。これらの鉱床は地中海型鉱床であって石灰岩やドロマイトのカルスト上に生成したものである。中生代の石灰質岩石と第三紀層の不整合面に鉱床が胚胎されており 相当な厚さの堆積岩におおわれている。一例を挙げれば Vertes地区では20~40mの粘土 石灰岩が鉱床の上をおおっている。鉱床の厚さは3~30mである。アルミニウム鉱物はおもにペーサイトであって少量のギブサイトも含まれている場合がある。Börzsöny 付近の鉱石はダイアスポアを相当量含有するといわれている。

## ユーゴスラビア

ユーゴスラビアはハンガリーに次ぐヨーロッパのボーキサイト保有国である。 鉱量は1.3億トンと推定され生産量は130万トン(1962年)におよぶ。輸出は1961年には西ドイツ(65万トン) イタリア(18万トン)をはじめ ヨーロッパ各国に90万トン以上出荷している。自国のアルミニウム生産量は 約3万トン(1962年)である。

ボーキサイト鉱床の数は数百に達し Istria 半島からアドリア海沿いに Dalmatia Herzegovina を経てアルバニア国境に至る延長500km 幅60kmの地域に分布している。現在の生産量の90%以上はIstria Dalmatia Herzegovina Montenegro 地区から採掘されている。ユーゴスラビアの鉱床も石灰岩にはさまれた地中海型であって 三畳紀中期から漸新世の間の色々な時期に生成されたものである。鉱体は激しい褶曲作用を受け 急な傾斜を示し 深さ700mにも達している。Dalmatiaでは400mの深さのものが稼行されている。鉱体は非常に不規則な形態を示し 厚さ1~25mであり大小さまざまである。主要鉱物はペーサイトであるが Dalmatiaの比較的新しい鉱床ではギブサイトを産し Croatiaの古いものからはダイアスポアを産出する。鉱石の品位は  $Al_2O_3$  48~60  $Fe_2O_3$  25  $TiO_2$  3  $SiO_2$  8%であって 鉄の含有量が高いが 採掘されている高品位鉱は鉄分 珪酸分共に少ない。

## ソ 連

ソ連のアルミニウム工業は最近急速に発展し 1940年に6万トン足らずであった生産量は 1957年に50万トン 1962年には100万トンに達して 現在ではアメリカに次

ぐアルミニウム生産国である。

アルミニウム原料資源も豊富にあるが他の諸国で採掘されている様な高品位のギブサイト ベーマイト質鉱石の量はそれほど多くなく、ダイアスポア質のものが多い様である。ソ連のボーキサイトに関するデータは余り発表されていないので詳しくはわからないが最近では年間採掘量400万トン程度と推定されている。

ソ連のボーキサイトの特長はラテライト質ボーキサイトが少なく、堆積性のものが多い事である。このためソ連の地質学者はボーキサイト堆積説に傾きやすく、地中海型鉱床も堆積鉱床であると主張しているものもある。また Goretzky はラテライト質ボーキサイトの残留鉱床説に批判的で湿地堆積説を強く主張している。

重要なボーキサイト鉱床は Ural 地方 Tikhvin 地区 Kazakhstan 地方 Moscow 盆地南部 Siberia 東部などに分布している。Kazakhstan 地方の Tikhvin 鉱床は高品位鉱はほとんど採掘されつくした様である。Ural 地方の鉱床に3,000万トンの鉱量があるといわれその他の鉱床をあわせると鉱量総計約1億トンに達するといわれている。さらにボーキサイトの外に霞石閃長岩から60万トン、明ばん石から20万トンのアルミナが製造されている様である。

### ギリシャ

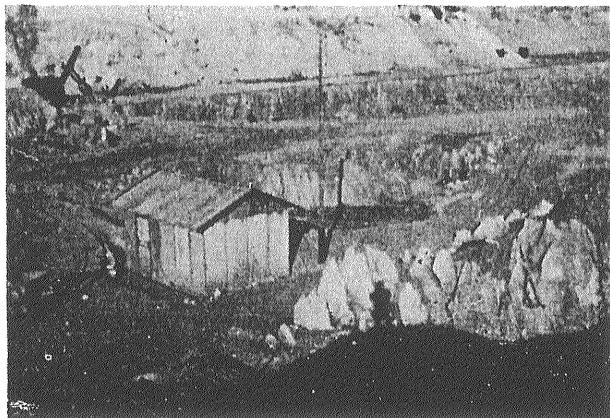
次にボーキサイトを多く保有している国はギリシャであって地中海型鉱床が総計8,000万トンに達する鉱石をようしている。採掘量は1962年には約98万トンであった。鉱石はソ連(45万トン)西ドイツ(40万トン)などヨーロッパ諸国へ全部輸出している。おもな鉱床は Eleusis 地区 Parnassus 山地区 Khalkidhiki 半島 Euboea 島 Amorgos 島などに分布している。これらの鉱床はおもに白亜紀中頃にできたものであって白亜紀前期あるいはそれ以前の石灰岩と白亜後期の石灰岩との不整合面に多くの場合胚胎されている。鉱石鉱物は主としてベーマイトであるが Parnassus 鉱床のも

のは相当量のダイアスポアを含有している。鉱石の品位は Eleusis 地区では  $Al_2O_3$  50~57  $Fe_2O_3$  25~30  $TiO_2$  2.5~3  $SiO_2$  1~15% である。鉄の含有量は比較的多い。ギリシャではアルミナとアルミニウムの製錬は行なわれていない。

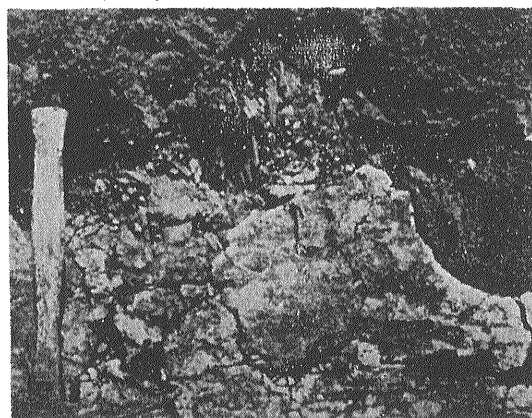
### フランス

アルミニウムの研究生産に関してはフランスは先駆者であって1925~1940年の間は世界一のアルミニウム生産量を誇っていた。また原料のボーキサイトについてもフランスで最初に発見命名されたものであり主要な生産国である。埋蔵鉱量は全部で7,000万トン確定している。1962年の鉱石採掘量は200万トン強である。西ドイツとイギリスに1961年に30万トン輸出した。アルミニウム生産量は約30万トン(1962年)である。

おもなボーキサイト鉱床は南部の Var Hérault Ariège Bouches-du-Rhône 地方に分布している。最初にボーキサイトが発見された Bouches-du-Rhône 地方の Les Beaux 村の鉱床は掘りつくされている。いわゆる地中海型ボーキサイトの代表的な鉱床であって白亜紀前期あるいはジュラ紀の石灰岩の風化作用によって生成したものである。鉱床生成後に沈降して海中に没して白亜紀中後期の石灰岩が堆積しその後再び隆起して現在に至ったものである。フランス南部では鉱床生成隆起後にアルプス造山運動に伴う激しい地殻変動があり鉱床は褶曲し断層で切れ、現在では鉛直に近いものやなかには層序の逆転しているものもある。鉱体は白亜紀中期と前期の石灰岩の不整合面にポケット状レンズ球層状などの形態をなしている。侵蝕作用のために露出した鉱床もあるが大部分の採掘は地下で行なわれている。鉱石は主としてベーマイトであって場所によりギブサイト、ダイアスポアを含有している。鉱石は大体堅く緻密であって灰色を呈するものが多い。品位は  $Al_2O_3$  56~59  $Fe_2O_3$  20~25  $TiO_2$  2.5~3.5  $SiO_2$  2~5% である。



フランス南部のボーキサイト鉱床  
(H. R. Hose; Econ. Geol. 58, 1963)



ジャマイカの中世石灰岩の上にあるギブサイト質ボーキサイト  
(H. R. Hose; Econ. Geol. 58, 1963)

## ルーマニア

Rosia と Dobresti 地方に白亜紀前期の地中海型ボーキサイト鉱床が分布している。鉱量は2,000万トン以上といわれており9万トン近い鉱石を毎年採掘している。アルミニウムの生産が1955年に開始されたという報告もあるが詳細は不明であり通常はアルミニウム生産国に入れていない。

## イタリア

南部イタリアに白亜紀中期後期の石灰岩に伴ってボーキサイトが産出する。鉱量は1,100万トンといわれ年産30万トン以上である。アルミニウムは年産8万2,000トン(1962)である。おもな産地は Apulia Campania Abruzzie Molise などである。鉱石鉱物はペーサイトが主である。

## スペイン

スペインでは北東部の Barcelona Tarragona Lerida Teruel 地方に小さなボーキサイト鉱床が相当数分布している。これらの鉱床は三畳紀と始新世後期の石灰岩の古い侵食面にポケット状 レンズ状に胚胎されている。鉱石は低品位であり珪酸の含有量が高いのでパイヤー法によるアルミナの原料には不適當であって耐火物 アルミナセメントなどに用いられる。ボーキサイト生産量は年間約5,000トン 鉱量は700万トンと予想されている。アルミニウム生産量は1962年に約4万トンであるが この原料のボーキサイト アルミナはフランス ハンガリーなどから輸入されている。

## オーストリア

白亜紀中期に生成した地中海型ボーキサイトが約100

万トンの鉱量に達している。ボーキサイトの採掘量は年間約2万5,000トンであるが この60%はセメント鉄研磨剤に用いられて 残りはババリアへアルミナ原料として送られる。アルミニウムは7万3,000トン(1962年)生産している。この原料はアルミナ工場がオーストリアにないためアルミナを西ドイツ ハンガリー イタリア ユーゴスラビアなどから輸入している。

鉱床のおもなものは Salzburg の東南東100kmの地点にある Laussa にある。他にも Wien の南方の Wiener Neustadt などにも鉱床があるが 現在稼行されているのは Laussa にある Unterlaussa 鉱山である。鉱床は褶曲し 断層に切られている。鉱物はペーサイトが主である。

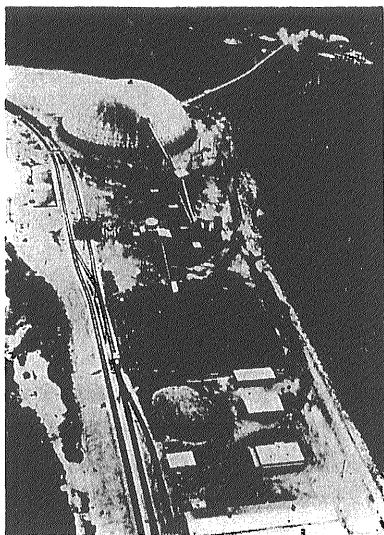
ヨーロッパでは以上の諸国の他にブルガリア チェコスロバキア 西ドイツ イギリスにボーキサイト鉱床が知られているが重要なものではない。アルミニウムを生産している国は上に紹介したものの他にはチェコスロバキア 東西ドイツ ノルウェー ポーランド スウェーデン スイスである。ヨーロッパは世界で最も発達した地域であるので 今後の需要の増大 開発に伴って発見されるであろう新しい鉱量は他の低開発地域の様には期待できない。現在はボーキサイトの需要をヨーロッパ内の生産でほぼまかなっているが ヨーロッパの需要はぼう大であってしかも増加の一途をたどるので将来必然的にヨーロッパ諸国は他の地域から鉱石の供給を受けねばならなくなるであろう。

## 北アメリカ

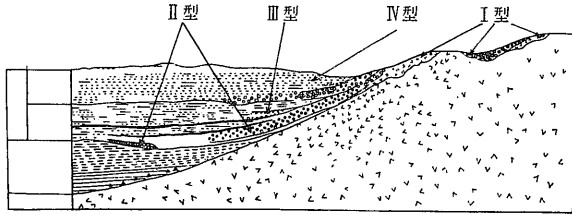
北アメリカにはアメリカとカナダの2大アルミニウム生産国があり その生産量はあわせて約250万トンで世界総生産量の半分に達する。ボーキサイト鉱石も100万トン近くを採掘しているが これはその80%近くをジャマイカで生産しており カナダには鉱床なく アメリカでは約140万トン採掘しているものである。埋蔵鉱量は6.6億トンが確認されている。

## ジャマイカ

ジャマイカは世界最大のボーキサイト生産量(1962年740万トン)を有し その鉱量も5.5億トンであってギニア オーストラリアに次いで世界第3位である。このボーキサイト開発の歴史は新しく1953年に最初の鉱石が出鉱されて以来急速に開発された。採掘された鉱石の内約8割はアメリカに輸出され 残りがアルミナ製造に用いられる。アルミナは年間約73万トンの生産能力を有している。アルミナは大部分アメリカに輸出



ジャマイカのボーキサイト貯鉱場(円形ドーム)と積み込み設備  
(Eng min. J. Jan 1964)



(Gordon of Tracey: Prof of Lay of la of gen (1952より))

第3図 アメリカアーカンサス州ボーキサイト鉱床模式図

し アルミニウム製錬は行なっていない。

ボーキサイト全鉱量の約半分はParish of Manchesterにあり 約3割は St. Ann 残りが Trelawny St. Catherine Clarendon などにある。鉱床は地中海型であって White 石灰岩層に伴って産出する。この石灰岩は始新世中期から中新世前期にかけて生成したもので その厚さは700 mにも達する。この石灰岩が中新世中期に隆起し 侵蝕作用を受けてカルスト地形を形成し このカルストを埋めてボーキサイトが賦存している。鉱石と石灰岩との接触は非常に明瞭であるが不規則である。したがって鉱体の断面も非常に不規則であって厚さは数cm から数mまで変化し 場所によっては30m以上に達する事もある。平面的には鉱体は帯状を示し 個々の鉱体の鉱量は数千トンから数百万トンに達する。鉱石はギブサイトが主要鉱物であって 鉱床の型はヨーロッパにおける地中海型の鉱床の中でも中生代のフランスのものなどよりも新しいユーゴスラビアのものに性質が似ている。石灰岩に伴うボーキサイトとしては最も時代の新しいものである。

ジャマイカのボーキサイトの成因について 最近色々議論があるが 大別するとボーキサイトの原岩を石灰岩とする説と他の岩石 特に凝灰岩とする説の2つの学説がある。前者の論拠は White 石灰岩層とボーキサイトの酸不溶残渣の鉱物組成の類似ならびに微量元素の種類と量比が両者共一致する点である。一方凝灰岩説の論拠は White 石灰岩は非常に純粋であるため ボーキサイトを形成するほどアルミニウムが濃集する事は考えられないし また付近の凝灰岩のラテライト化作用が進んでいる事を考慮しているものである。これはいわゆる地中海型ボーキサイト鉱床全般に関する問題であって今の所決定的な論拠はなく定説はない。しかし一般的には石灰岩起源説を支持する地質学者の方が多いようである。鉱石の品位は  $Al_2O_3$  49~51  $Fe_2O_3$  18~21  $TiO_2$  2.5  $SiO_2$  0.6~1.7% の範囲に入るようである。鉱石鉱物は大部分ギブサイトであり ベーマイトが少量混っている。

## アメリカ合衆国

アメリカではアルミニウムは最初1888年に生産され生産量ではフランスなどより少なかったのであるが 第二次大戦で軍需の急激な増大を伴って生産も急増し 現在は年産189万トン(1962年)で世界最大である。アルミナは年産450万トンの能力を有している。これに用いる原料は世界の全ボーキサイト生産量の約3割に達する。国内にも5,000万トンに達するボーキサイト資源を有しているが 900万トンにもおよぶ消費量の20%すらを国内産の鉱石でまかなっているに過ぎず 大部分をカリブ海諸島から輸入している。

ボーキサイト鉱床は Arkansas 州 南東海岸平原 Appalachia 溪谷の3地域が主要な分布地域である。これらの鉱床は良く研究されていて詳しく知られている。この他耐火物に用いるダイアスポア鉱床が Missouri 州中部 Pennsylvania 州に分布している。また Oregon 州にラテライト鉱床があるが低品位であるため現在はアルミニウム資源としては利用できない。しかしこれは他の長石 明ばん石 高アルミナ粘土などと共に将来必要な場合にはアルミニウム原料として利用できるものであって それらの量はぼう大なものである。

Arkansas 州のボーキサイト鉱床は霞石閃長岩の丘陵の風化によって生成し 一部はそのまま残留しているが他は丘陵の中腹あるいは周囲の粘土層(Midway 層)の上に運搬されて鉱体を形成し 原岩とは接触していないことが多い。後者の鉱体は始新世前期の Wilcox 層に属する砂岩 粘土層などにおおわれている。Gordon と Tracey はここの鉱床群を次の4つの鉱床型に分けている。

- 第1型 カオリン化された閃長岩の上にある残留鉱床
- 第2型 閃長岩丘陵の中腹にあるボーキサイト カオリン帯の中に賦存し Midway層の上をおおっている鉱床
- 第3型 第2型鉱床の上に分布し水で運ばれた層状碎屑鉱床
- 第4型 第1型ボーキサイトの礫からなり 上部の Wilcox 層の基底礫岩層を形成する鉱床

第1型の鉱床は数mから10mの厚さを有し 上部は結核帯で豆状の鉱石組織を有し 下部は長石をギブサイトが交代した明瞭な仮晶を有し花崗岩組織を示す鉱石からなっている。鉱体の下にはカオリンが数cm ないし10mの厚さで分布している。第2型の鉱床は重積土であって 第1型の上部の結核帯に似た鉱石組織を有している。第3型は層状の構造を示し 鉱石は結核状である。第4型はボーキサイトの礫とボーキサイト質粘土の素地の部分からなる礫岩状鉱床である。第1型の鉱床以外は大部分相当厚い地層におおわれているので 露天掘りと坑道採掘の両者が行なわれている。露天掘りの場合は

7 mの厚さの鉱床があれば30mの表土をはいでも採算が合うといわれている。Arkansas の鉱床は全アメリカのボーキサイトの9割以上を生産しており 鉱量は品位が  $Al_2O_3$  52  $Fe_2O_3$  6%以下  $SiO_2$  10%で 厚さ約 2.5 m以上の鉱床が約 3,890 万トン 同じ厚さで鉄含有量不明のものが約 3,180 万トン 厚さ 1.5 m以上を計算すると 8,890 万トンに達する。

Mississippi Alabama Georgia 諸州にまたがって南東海岸平原に大きな半円状にボーキサイトが分布している。層序的には Arkansas 鉱床に対比できる位置にある。平板状鉱床でカオリン中に胚胎されている。分析例を挙げれば  $Al_2O_3$  56  $Fe_2O_3$  1%以下  $SiO_2$  13%であって鉄の含有量が非常に少ない。この地域の鉱量は合計約 150 万トンであって純度が高いため 化学薬品 耐火物などの原料に用いられている。

以上の他に Appalachia 地方に小規模な鉱床が相当あったが採掘されつくした。またハワイにもギブサイト質の土壌が2億トン以上あるといわれているが調査開発は進んでいない様である。

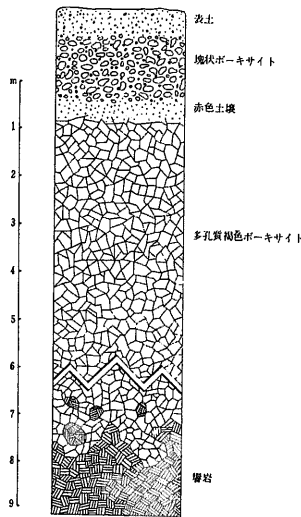
以上の良質なボーキサイトの他に低品位のアルミニウム資源も相当詳しく調査されている。これらは将来高品位鉱の不足その他の事情で処理する場合には有力なアルミニウム資源になる。Oregon 州には 1,000 万トンに上るラテライトがあり 品位は  $Al_2O_3$  35  $Fe_2O_3$  23  $SiO_2$  9%である。明ばん石で  $Al_2O_3$  を 19%以上含有するものは Utah 州などに分布し 総鉱量 600 万トンといわれているが量的に小さく重要な資源ではない。

Wyoming 州の Laramie Range 斜長岩は  $Al_2O_3$  29~30%の品位を有し 第二次大戦中と戦後一時実験的にソーダ石灰法でアルミナを作った。高アルミナ粘土は総鉱量30億トンといわれ 平均32%の  $Al_2O_3$  を含有している。ダイアスポアが古生代の石灰岩に伴って flint clay などと共に Missouri Pennsylvania 両州に産出する。品位は  $Al_2O_3$  69  $Fe_2O_3$  1  $SiO_2$  12% で耐火物などに用いられている。

アメリカで現在計画中の設備が完成すると1975年にはアルミニウムの年間生産能力は 540 万トンに達するといわれている。その場合のボーキサイト消費量は実に年間 2,000 万トンを越すものとなる。ボーキサイト鉱床開発が重要視される所以である。

### ドミニカ共和国

ドミニカのボーキサイトは1944年に発見され Alcoa 社によって急速に開発され1962年には約 100 万トン採掘された。鉱石は全部アメリカに輸出している。鉱量は現在 4,000 万トン確定している。



第 4 図 ブラジル Pocos de Caldas 鉱床の断面図

鉱床は始新世の石灰岩の侵蝕面に生成したものであって Las Mercedes 地方と Aceitillar 地方に分布している。鉱石の品位は  $Al_2O_3$  40~49%  $Fe_2O_3$  19.4~20.6%  $SiO_2$  1.6~5.2% である。ドミニカ政府はアルミニウム製錬工場の建設を計画中といわれる。

### ハイチ

ハイチのボーキサイト採掘は1956年に開始され 年産25~28万トンを維持している。鉱石は全部アメリカに輸出している。埋蔵鉱量は 1,500 万トンといわれている。主要鉱床は Miragoane の南西にある Rochelois 平原に分布している。ボーキサイトは始新世と漸新世の石灰岩の侵蝕面に生成している。表土はなく露出している。この鉱床は残留鉱床であるがジャマイカの場合と同様に石灰岩に含有されているアルミニウムは非常に少なく 中性火成岩からラテライトが生成し さらにボーキサイトになったのではないかともいわれている。品位は  $Al_2O_3$  46.8  $Fe_2O_3$  21.9  $TiO_2$  2.8  $SiO_2$  3.4%である。ジャマイカ鉱石と異なる点はこここの鉱石は ベーマイトを相当含有している点である。

### 太 洋 州

太平洋州のボーキサイト資源は北アメリカのそれに匹敵するもので 現在解っているものだけで約 6 億トンの鉱量がある。また北アメリカの鉱石の大部分がジャマイカ島に賦存している様に太平洋州でも大部分がオーストラリアの Cape York に賦存している。現在の生産は少ないが将来性の最も高い地域の一つである。

### オーストラリア

1899年に New South Wales 州で発見されたのが オーストラリアにおけるボーキサイトの最初の報告であって古くから知られていたものであるが 当初はアルミニウム原料としては品位などの点で問題にされなかった。しかし1956年に Cape York 半島西部に大鉱床が発見され 一躍ボーキサイトは同国の有力な地下資源として注

目されるに至った。しかし現在はまだ開発途上にある事と国内に大きな需要がないため生産量は少なく 1962年に5万トン採掘しただけである。1961年に日本に鉱石3万トン輸出している。アルミナは Tasmania 島の Bell Bay に年間約35,000トンの生産能力を有する工場があり 同じく Bell Bay に生産能力約35,000トンのアルミニウム製錬工場があり 1962年には約2万トンの金属アルミニウムを製造した。ポーキサイトは国内鉱よりも輸入鉱を使う方が経済的であったため1960年まではインドネシアとマラヤから年間6万ないし9万トン輸入していたが 1961年の輸入量は1万9,000トンであった。アルミナは1960年には5,000トンほどカナダから輸入している。

Queensland 州 Cape York 半島 Weipa 地区の鉱床は世界最大のものといわれ 鉱量は実に10億トンに達すると予想されている。鉱床は広大なラテライト地帯の一部をなしており 第三紀と思われる砂岩 粘土 シルトなどをおおっている。鉱層の厚さは1mから10mであるが 上部は豆状組織の高品位鉱であり 下部はもっとかたい低品位鉱で下盤の堆積岩に漸移する。鉱石鉱物はギブサイトが主であって ベーサイトも場所により相当量含有している。平均品位は  $Al_2O_3$  58  $Fe_2O_3$  8  $TiO_2$  3  $SiO_2$  6.2% である。この鉱床は世界的に非常に重要な鉱床であるが 現在は開発の段階にあり 本格的な採掘は行なわれておらず 地質学的にも詳しくはわかっていない。

Western Australia 州の首都 Perth の東方約 30km に南北に延びる Darling Range 山脈がある。この地域に最近ポーキサイトが発見され Jarrahdale Dwellingup 両地区が活発に開発が進んでいる。この鉱床は丘陵をおおって分布している。鉱石は塊状であり 品位は  $Al_2O_3$  49  $Fe_2O_3$  9  $SiO_2$  16% であって 鉱量8,000万トン以上といわれている。ここは交通輸送に便利であり また労働力 電力などの確保も Weipa 地区にくらべて円滑に行なえるので 開発は早いと思われる。日本に相当量の鉱石を輸出する計画である。

New South Wales 州には Inverall 地区に確定鉱量 961万トンの鉱床がある。これは玄武岩の風化によってできたものであって 品位は  $Al_2O_3$  38.6  $Fe_2O_3$  30  $TiO_2$  5.0  $SiO_2$  3.2% である。また Moss Vale 地区にも玄武岩原のポーキサイト鉱床があり 確定鉱量52万トン 品位は  $Al_2O_3$  35.3~40.7  $Fe_2O_3$  29.6~33.3  $SiO_2$  2.9~7.5 % である。これらの鉱石は鉄分が高く品位も高くなく 良質のものとはいえない。

Northern Territory 州の Gove 半島に鉱量約1億トンといわれる鉱床がある。Weipa 鉱床と同様にラテラ

イト質鉱床で上下2層に分かれ 上部は豆状鉱石 下部は緻密なかたい鉱石から成っている。品位は  $Al_2O_3$  50  $Fe_2O_3$  8  $TiO_2$  3  $SiO_2$  3% である。開発計画については政府と企業の間意見の相異があり 現在余り活発に動いていない様である。また Marchinbar 島に前カンブリア紀の堆積岩の一部がラテライト化作用を受け確定900万トンに上るポーキサイトになり分布している。品位は  $Al_2O_3$  48~53  $Fe_2O_3$  6~17  $SiO_2$  4~9% である。以上の他に Victoria Tasmania 両州にもポーキサイトが知られているが いずれもオーストラリア全体から見れば少量であってそれほど重要ではない。同国のポーキサイト鉱業は現在小規模であるが種々開発が計画されており 国内のアルミニウム工業の発達 日本の需要の増大などに伴いアジア太洋州地区最大の鉱床保有国である事実と相まって今後非常に発展すると思われる。さし当って 近い将来に開発されるのは Weipa Darling Range 両地区であろう。

太洋州ではオーストラリアのほかフィジー島 ビスマルク諸島などに約300万トンのポーキサイトが分布しているといわれているが 開発されている所はない。この地区の鉱床開発の可能性は今後の調査研究にまたねばならない。

## 南アメリカ

南アメリカ大陸にも相当量のポーキサイト鉱床があり 現在の確定埋蔵鉱量は3.1億トンである。現在の生産国はスリナム 英領ギアナ ブラジルの3国であるが 探査が進むにつれ その他の国にも多くの鉱床が発見されるであろう。

## スリナム

スリナムは年産約320万トン(1962年)のポーキサイト鉱業を有し ジャマイカ ソ連について世界第3位の世界生産量を誇っている。鉱石は1961年にはアメリカへ290万トン カナダ 26万トン 西ドイツ 11万トン その他へ5万トン(合計332万トン)と全部輸出している。鉱量は2億トン以上といわれている。スリナムの鉱床は低地にあるものと高地(台地)にあるものとに大別される。両者共相当量の埋蔵鉱量を有し 高品位であるが今の所低地の鉱床しか採掘されていない。いわゆる低地ポーキサイト鉱床は海拔50m以下の高度にあるものであって Moengo 地区と Paranam 地区に分布しており前者は片岩から生成したもの 後者は堆積岩からできたものである。鉱床は厚さ3m~7mの層をなし大部分は地表に露出しているが Paranam 鉱床の一部は20m前



後の堆積物におおわれている。 鉱石は水洗鉱で  $\text{Al}_2\text{O}_3$  55~62  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  < 10  $\text{TiO}_2$  2~3  $\text{SiO}_2$  2~5% の品位になるが Paranam の一部では鉄分除去のため重液選鉱を行なっている。 Moengo 地区からは1,000万トン以上採掘したといわれ 現在は Moengo の東約15km にある Ricanau Hill 鉱床を稼行しており 当地には4,500万トンの鉱量がある。 鉱物はギブサイトである。

高地にある鉱床はまだ開発されていないが鉱量は2億トンに上るといわれている。 Marowijne川の西側海岸から約150km の地区の高度300~600mの台地に鉱床が分布している。 これは塩基性火成岩がラテライト化作用を受け このラテライトが脱鉄されてボーキサイトになったものといわれている。 この鉱床はボーキサイトの団塊からなり 素地の部分はボーキサイト質粘土である。 さらにNassau山中に鉱量1億トンが確認され Bakhuis 山中にもぼろ大な鉱床があるといわれている。

## 英 領 ギ ア ナ

英領ギアナにおけるボーキサイト発見は1910年 採掘は1917年に始まり歴史は相当古い。 1962年の生産量は約270万トンであって重要なボーキサイト生産国である。 1961年の輸出量はカナダ 87万トン アメリカ 51万トン その他へ22万トンである。 その内日本向けは2万トンである。 鉱量は8,000万トン以上といわれている。 ギアナのボーキサイト鉱床はEssequibo川下流から南南東に180km 延びている幅16kmの地帯に分布しており Mackenzie Itumi Kwakwani ならびに Bartica 近くにあるものの四つの鉱床群に大別される。 この内 Bartica のものは今迄稼行されていない。 鉱体は大体2~15mの厚さを有しており 数10mにも及ぶ砂と粘土の互層(White Sand Series)におおわれている。 鉱床地帯の原岩は花崗岩 片麻岩 粗粒玄武岩 片岩などである。 ボーキサイト—粘土—変質した岩石—原岩と垂直方向に連続的な組成変化がある様であり また粘土層の上部にはボーキサイトが脈状 網状に賦存し ギブサイトがカオリン質粘土中に鉱染状に入っている。 この鉱床の成因に関しては 色々な説があるが 次の三説に大別される。 最も支持者の多い説は鉱床が原岩の風化作用の結果生成し 粘土は原岩が鉱石に変質する中間生成物であるとしている。 一方 鉱床下部の粘土は堆積性のものであり鉱石は上の White Sand Series の変質したものであって 下部の火成岩 変成岩の風化残留物ではないというのが第二説である。 第三説は鉱床の下部の粘土は風化残留物であり 鉱床は粘土からも変質してできるが 同時に上部の White Sand Series 中の粘土層もボーキサイトに変ったとするものである。 鉱床

の成因は今後の研究によって解決されるであろうが その結果は探査にも大きく影響するものである。 現在英領ギアナではアルミニウムは生産されていないが 1961年から アルミナの生産が開始され年産約22万トンの能力を有している。 アルミナはノルウェーとかカナダに輸出している。

## ブラジル

ブラジルのボーキサイト発見は比較的新しく1935年である。 1962年の採掘量は10万トンに達した。 鉱量は2億トン以上といわれている。 アルミニウムを約3万トン(1962年)生産し ボーキサイトは全部自国内で消費した。 アルミナは年間4万5千トンの生産能力を有している。 南米唯一のアルミニウム生産国である。

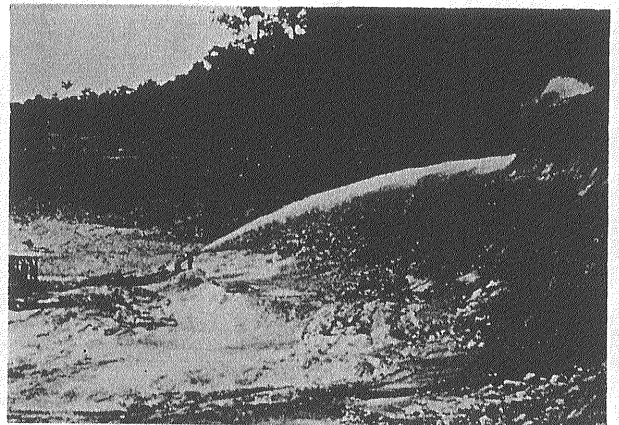
おもな鉱床在地は Minas Gerais 地区の Poços de Caldas と Ouro Preto ならびに Espirito Santo 地区である。 他にも Nova Lima Belo Horizonte などに多数の鉱床がある。

Poços de Caldas の鉱床は1,300m前後の高度の台地にあつて響岩 霞石閃長岩などが変質してできたものである。 鉱石と下部の原岩との接触面は不規則で不連続的である。 この鉱床はブラジル最大の鉱床であつて鉱量1,400万トン以上といわれている。 品位は  $\text{Al}_2\text{O}_3$  55~58  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  6.5~10  $\text{SiO}_2$  1.5~5.5% である。

Ouro Preto 鉱床は前カンブリア紀の千枚岩 片岩などの上をおおっており 千枚岩から変質したものとされている。 Espirito Santo ではボーキサイトは前カンブリア紀の花崗片麻岩中に貫入した粗粒玄武岩の変質によってできたものである。

南アメリカには以上の諸国の他にも仏領ギアナ ベネズエラなどにもボーキサイト鉱床のある事は知られているが開発されていない。 しかしこれらも将来需要の増大と技術の進展に伴って必ず開発利用されるものと予想される。

(筆者は鉱床部)



英領ギアナワラベバル第3鉱山の全景  
(写真3葉は Overseas Geol. Surv. 1692 から)