

ブータンの工業原料鉱物資源とその開発

富 樫 幸 雄¹⁾

ヒマラヤ変動帯に位置するブータン王国は一人当たり国内総生産(GDP)が180ドル, 農業人口が94%の典型的な後発展途上国である。その国土は地形がきわめて急峻なため, 鉱物資源の探査・開発はあまり進んでいない。しかし比較的地形のゆるやかな南部一帯においては, 各種の工業原料鉱物や石炭が発見され, 活発に採掘されている。とくに, 小ヒマラヤ堆積物のドロマイト, 石灰岩, けい岩は自前の原料鉱物として, 今後の産業近代化・工業化のカギを握るものとして期待を集めている。入国それ自体が未だに容易ではないこの国で得た見聞もあわせて報告する。

1. はじめに

ブータンという国名をきいても, 多くの日本人には, ヒマラヤの山奥の小さな国で, 日本人によく似た顔の人たちがドテラのような着物を着て暮らしているへんびな所, というのが一般的なイメージではなかろうか? また, 最近の海外旅行ブームの折りから, この「秘境ブータン」を観光で一度は訪ねてみたいと思っている人も結構多いかも知れない。「秘境」などという枕言葉がつくこと自体, この国がいかにか我々日本人になじみが薄いかを物語っている訳であるが, 事実, 貿易面でも, 経済・技術援助面でも, さらに観光客受け入れ数の点でも, アジアの他の発展途上国と比べて, 日本とのつながりは極端に少ない。

さて, 筆者はバンコックの国連アジア太平洋経済社会委員会(ESCAP)に在職していた1993年3月, ブータンの鉱物資源開発の現状を視察し, 今後の政府の政策に助言を与えるため, 3週間ほど現地に滞在することが出来た。バンコックからブータン唯一の空港であるパロまではブータン国営航空(ドル

ックエアー; Druk Air)を利用する以外に方法はない。その飛行時間は小型ジェット機(写真1)で正味4時間ほどと, 近い距離ながら, ブータン側の受け入れ確認がないと航空券が購入できないシステムのため, 結果的には厳しい入国規制が行われていることになる。

さいわい, 筆者はなんのトラブルもなく入国できたが, 日本人の地質専門家としては, 業務に関連して入国を許可されたのは, 少なくともここ数十年来, ひょっとすると筆者が初めてかも知れない。かりにそうでなかったとしても, わが国の地質調査所に相当する地質鉱山局(Department of Geology and Mines; 以下 DGM と略)(写真2)がホストとして対応し, かなり詳細に鉱物資源開発の現場を見聞し, 最新の情報を得ることが出来た。

とくに, 現在, ブータンは従来の純農業国の状態から, 産業の近代化・工業化への脱皮を計って国造りをすすめているが, その最も大きい原動力として注目されているのが鉱物資源, とくに石灰岩, けい

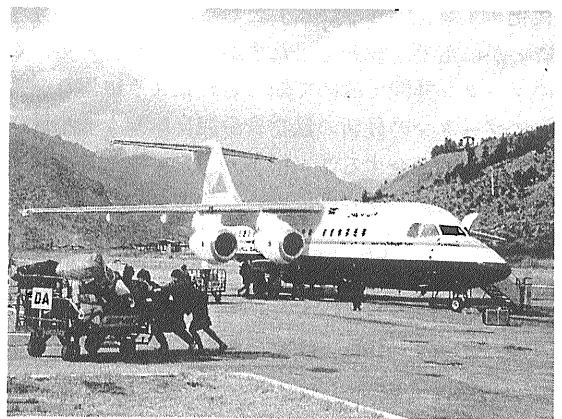


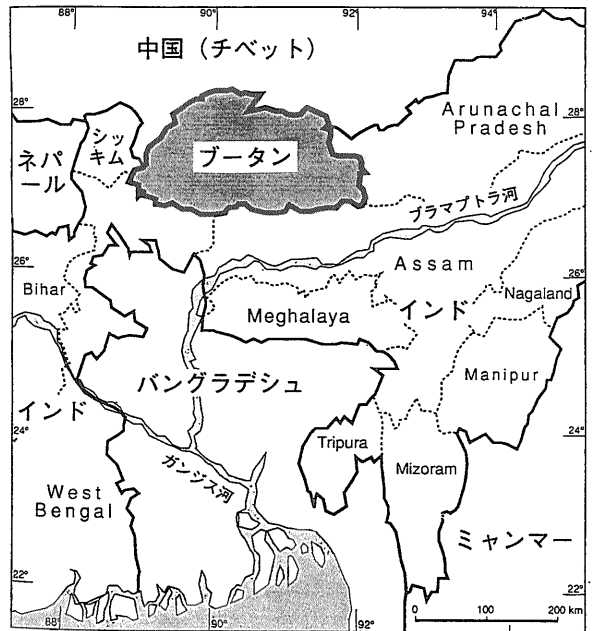
写真1 ブータン国営航空のジェット機。同社の保有機数はこれ1機のみである。84人乗りの小型のもので, 空路ブータンへ入国するときの唯一の乗り物である。

1) 地質調査所 国際協力室

キーワード: ブータン, 工業原料鉱物, 資源開発



写真2 ブータン地質鉱山局にて、人物はまだ三十代のWangda 局長代理。



第1図 ブータンの位置。ヒマラヤの一角を占める小国ながら2つの巨大国、インドと中国に国境を接する微妙な位置にある。

岩、ドロマイトなどの工業原料(非金属)鉱物の開発である。

明治初期のわが国でも、おそらく同様の様相がみられたのであろうが、鉱物資源の開発が、産業の近代化・工業化の「呼び水」として、国家経済の発展にいかにか重要な役割を果たすか、ということ、このブータン訪問で改めて知らされたように思う。ここにブータンの最新の鉱物資源開発事情をやや詳細にわたりご紹介することにより、少しでもその「原型」をお伝えできればと思う次第である。

2. ブータンという国

ブータンはヒマラヤ山脈の東部に位置し、アジアの2つの巨大国家、インドと中国に国境を接する小さな内陸国である(第1図)。面積は46,500平方キロと、九州に四国の半分を加えた程度で、人口は約60万人(1990年; 政府公表の数)、首都はティンブー Thimphu(人口約3万人)である(口絵参照)。

農村人口は94%にのぼるが、国土のほぼ全域を

ヒマラヤ山系が占めるため、地形はきわめて険しく、可耕地面積は2%にすぎない。当然、農業の生産性は低く、国民の豊かさの一応の指標になるといわれる一人あたりの国内総生産(GDP)は180ドル(1990年)と、世界でも最も低いレベルにある。

このため、国連組織内ではアジア太平洋地域の11の後発発展途上国(Least Developed Country; LDC)の一つとして位置づけられ、重点的な援助対象国の一つとなっている。

政治体制は、まだ30代の若いジグミ・シンギ・ウオンチュック王をいただく立憲君主制であるが、事実上は国王親政である。また、チベット仏教(ラマ教)が国民の篤い信仰を集め(写真3)、宗教界も議会で大きな発言力を持っている。

この様にみえてくると、ブータン一帯はヒマラヤの山ふところにいだかれた牧歌的な「桃源境」をイメージしてしまうが、実際には周辺地域の国際政治環境はきわめて厳しいものがある。事実、ヒマラヤ山脈をはさんだ隣国のチベットが中国に武力的に併合されたり(1959年)、西隣りのシッキムがインド系住民の流入がもとでインドに併合されたり(1975年)と、共に同じチベット仏教を信じ、歴史的にも深いつながりのある両兄弟国が、ここ30年余りの



写真3 ティンブー市内の寺院にて。ブータンは国中に宗教的な雰囲気のみならず、経文が表面に書いてあり、これを1回すと、お経を1回読んだのと同じ功德があるのだそうだ。

間に次々と「消滅」してしまっただけである。このような現実から、現在のブータンの指導者達は意識の根底に、自分たちの国の独立についてきわめて大きな危機感を持っているであろうことは容易に想像できる。1989年には、民族衣装(例のドテラである)の着用が法的に定められ、また、さきに述べたように、外国人観光客が厳しい入国規制を受けているのは、自国の独立を保って行くために自国の伝統的文化(つまりは国民の精神的独自性)の変質を出来るだけ防ごうという考えによるものであろう。

対外的には、従来からブータンはインドとのつながりが深く、現在も、外交・経済・軍事・教育など、ほとんどあらゆる面でインドに大きく依存している。財政的には、国内税収の1.7倍の贈与をインド政府から受けている(1990年)ほか、貿易相手は圧倒的にインドが大きく、ブータン側からみて、輸出の90%以上、輸入の約70%がインドを相手に行われている(1990年)。

このようなインドの「オーバープレゼンス」は単に地理的なものだけではなく、インドがイギリスに統治されていた時代からの複雑な歴史的経緯があるだけに、ブータンにとっても、当面受け入れざるを得ないようである。そのためかどうか、国際社会においては、国連組織(ESCAP, UNDP など)を中立的なクッションとして利用し、他国との二国間関係についてはきわめて慎重であるという傾向が認められる。筆者がこのたび、比較的容易に入国できたのも、やはり、国連職員としてのステータスがあ

ったからであろう。日本政府からの、例えば JICA を通じての技術援助の受け入れについてもきわめて慎重で、1993年10月現在、JICA 専門家は1名が派遣されているだけである(ちなみに、タイの場合は176名)。

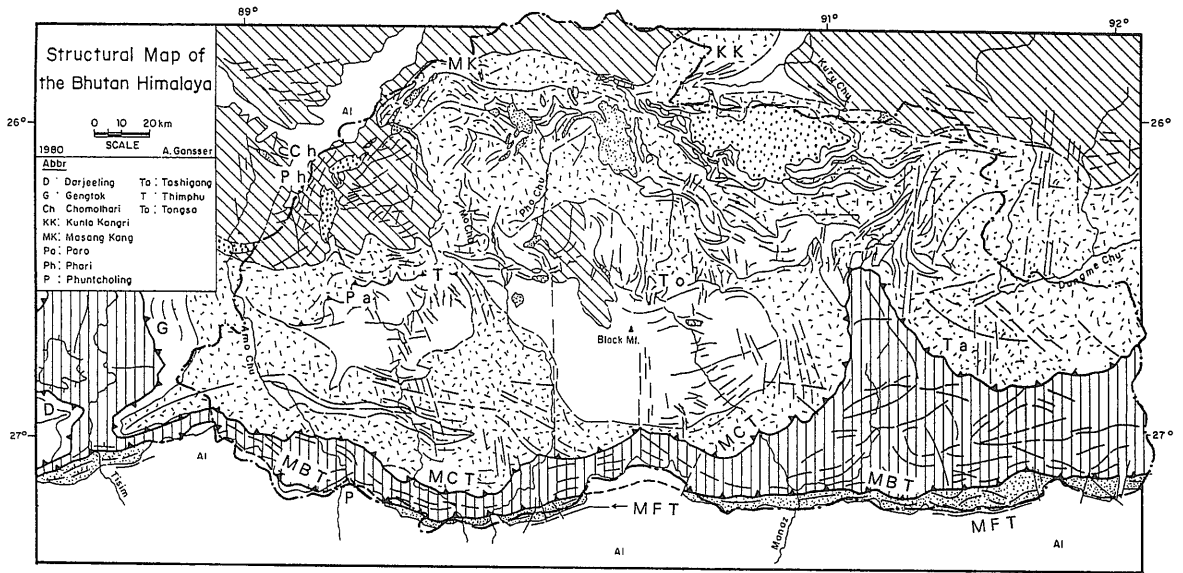
3. ブータンの地質の概要

ブータンはヒマラヤ変動帯の東部に位置し、国土の地形は最南端(インド国境)のガンジス平原から、最北端(中国国境)のヒマラヤ山脈主陵(最高峰はクラ・カンリ峰, 7,554 m)にいたるまで、全体的には南傾斜ながら、きわめて大きい起伏に富んでいる。

ブータンの地質は、基本的には、ヒマラヤ弧と平行に、ほぼ東西に延びる大きな衝上断層帯と、それに画されたいくつかの地質構造帯よりなる。ヒマラヤ山脈全体の地質・岩石とその造山運動の概念については在田(1988)、酒井・本田(1988)、本田・酒井(1988)などを参照されたい。また、ブータンヒマラヤの地質については Gansser(1983)が最も詳しい。

ブータンにおいては、後ヒマラヤ造山モラッセのシワリク層(新第三紀以降)がインド国境付近の低地(高度1,200 m 以下)に分布し、その北縁を北傾斜の主境界衝上断層(MBT)が走る。さらに、その北側(高度1,000-2,000 m)には、ドロマイト、石灰岩、けい岩などを主とした小ヒマラヤ堆積物(原生代—古生代前期)が分布する。小ヒマラヤ堆積物分布域の北縁は、やはり北傾斜の主中央衝上断層(MCT)に画され、その北側(高度1,500 m 以上)には片麻岩、結晶片岩などよりなる中央結晶質岩類(先カンブリア紀—古生代?)が分布している。この中央結晶質岩類を、スレート、石灰岩、千枚岩などよりなるテチス堆積物(先カンブリア紀—白亜紀)が覆っている。さらに、国土の北半部では、各所で、以上の岩層への10-25Ma の優白質花崗岩類の貫入が見られる。

なお、簡略化されたブータンの地質構造図を第2図に示す。



凡例

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------|
| AI | 第四系 | 白色花崗岩 (10-25 Ma) |
| シワリクモラッセ | シワリクモラッセ | MFT: 主前縁衝上断層 |
| テチス堆積物 | テチス堆積物 | MBT: 主境界衝上断層 |
| 小ヒマラヤ弱変成堆積物 | 小ヒマラヤ弱変成堆積物 | MCT: 主中央衝上断層 |
| 結晶質変成岩類 (花崗岩、片麻岩類) | 結晶質変成岩類 (花崗岩、片麻岩類) | 断層・破碎帯 |
| 結晶質変成岩類 (先カンブリア紀弱変成堆積物) | 結晶質変成岩類 (先カンブリア紀弱変成堆積物) | 褶曲軸 (リニエーション含む) |
| | | 一般的な走向傾斜 |

4. ブータンの鉱物資源

ブータンの鉱物資源の探査は、ブータン政府通商産業省(Ministry of Trade and Industry)(写真4)に所属する地質鉱山局(DGM)が実施している。また、インド地質調査所はインド国境に近いブータン領内の町サムチーに、独自にそのブータン支所を持ち、DGMとの協力のもとに、ブータン領内の地質・資源調査を行っている。

ブータンは地形がきわめて急峻なため、とくに、国の北半部での探査は十分とはいえないが、これまでに発見された鉱微地、探査地、そして現在開発されている鉱山、採掘場などは、地質や埋蔵量の規模と共に、最近 ESCAP(1991)によりとりまとめられ、出版された。なお、簡略化した鉱物資源分布図を第3図に示す。

本稿では紙面の制約上、工業原料鉱物についてのみ述べるが、金属鉱物(銅、鉛・亜鉛、タングステン、鉄、金など)および石炭については上述の ESCAP(1991)を参照されたい。

第2図 ブータンの地質構造図. Gansser(1983)から ESCAP(1991)が引用したものをさらに引用. 詳細は本文参照のこと.

5. 工業原料鉱物

ブータンは資源的には工業原料(非金属)鉱物に恵まれ、しかも、それらのほとんどが地形的に比較的平坦で、大消費地のインドに近い南部一帯に産するため、開発に有利な条件を多く備えている。

一方、豊富なポテンシャルを持つ水力発電の開発も軌道に乗り始めたことと関連して、ブータン政府は産業の近代化、重工業化のための最重点目標の一

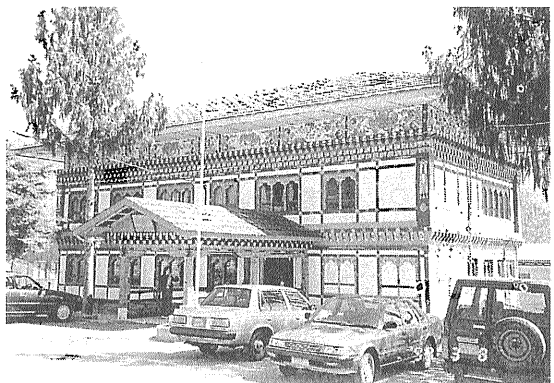
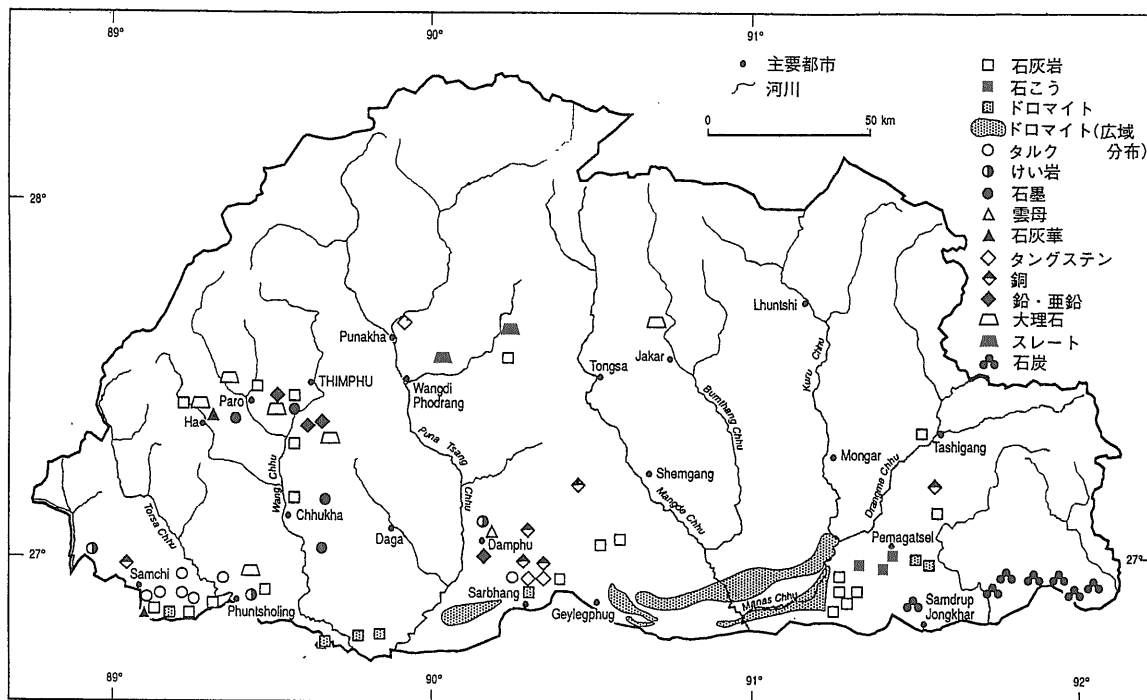


写真4 ブータン通商産業省の建物. 純粋にブータン風の建築物で、国中ではこの様なスタイルの建物しか見あたらなかった。ちなみに、国内にエレベーターは1台も無いとのことである。



第3図 ブータンの鉱物資源分布図. Royal Government of Bhutan (1991) (ブータン政府計画局の第7次五ヵ年計画計画書)より.

つとして、工業原料鉱物の探査・開発を積極的に押し進めている。とくに、エネルギー多消費型の化学工業の形成に必要な国内産原料資源として、小ヒマラヤ堆積物の石灰岩、けい岩、およびドロマイトが重要である。

ブータンにおける鉱山会社は現在16社あり、民営化が国策として進められているため、純国営会社は3社しか残っていない。これらの会社の一覧表を第1表に示す。また、1980年以降のブータンの鉱種別生産量を第2表に示す。

5.1 石灰岩

石灰岩は小ヒマラヤ堆積物の Buxa 層群(古生代中期?)および Shmar 層(先カンブリア紀—古生代中期)のメンバーとしてブータン南部一帯に広く分布している。また、結晶質ながら、中西部にも Paro 層(古生代?)のメンバーとしての石灰岩の産出が報告されている。これらの石灰岩は従来、国内のセメント工業へ供給されてきたが、近年は、とくに CaCO_3 品位の高いものはカルシウムカーバイド製造原料としても利用され始め、目下 DGM による熱心な探査が行われている。

これまでに確認されている主要な石灰岩鉱床は、Buxa 層群のものは南西部の Pugli-Titi, Haurie Khola(後述)、南東部の Nganglam など、Shmar 層のものは南東部の Tokaphug、そして、Paro 層のものは中南部の Khangku、などである。このうち、Paro 層のものは結晶質で、多くは大理石となっており(後述)、Shmar 層のものもやや結晶質である。

国全体の石灰岩の埋蔵量は全体で約1億2千万トンと見積もられており、そのうち、年間約15-16万トンが採掘されて、国内4カ所のセメント工場に供給されている。

カルシウムカーバイド製造用石灰岩は、化学グレード(chemical grade)として、とくに CaO 51.5%以上、 MgO 2%以下などの化学組成上の制約があるため、セメント用に比べて分布は限られており、現在は Haurie Khola 鉱床で採掘されているのみである(口絵参照)。

Haurie Khola 石灰岩鉱床はインド国境の町プンツォリンの西方約10キロに位置し、インド国境から2キロしか離れていない山すそに位置している。この採掘場は1987年以来、カルシウムカーバイド

第1表 ブータンの鉱山会社

会 社 名	国営/民営	鉱種	鉱山数	鉱山所在地	操業許可期間
Chundu Enterprises	民 営	ドロマイト	2	Khagrikhola, Pugli	1985-1989-
Tashi Commercial Corporation	民 営	ドロマイト	1	Kalesore	1985-
Singye Dolomite Industries	民 営	ドロマイト	1	Duarpani	1985-
Bhutan Mining Enterprise	民 営	ドロマイト	1	Pugli	1985-
Penden Cement Authority	国 営	石 灰 岩	1	Pugli	1975-
		石 灰 華	1	Kalapani	1982-
Bhutan Marble and Minerals	民 営	大 理 石	1	Gidakhom	1987-
Sha Slate Mine	国 営	ス レ ート	1	Sha Bhel	1980-
Penden Drukpa Coal Mines	半官半民	石 炭	3	Deothang, Bangtar, Chenangri	1989-
Shumar Gypsum	国 営	石 こ う	1	Khothakpa	1983-
Yangzom Cement	民 営	石 灰 岩	1	Duarpani	1980-
Bhutan Carbide and Chemical	民 営	石 灰 岩	2	Haurie Khola, Rongri	1987-1990-
Bhutan Ferro Alloys	半官半民	け い 岩	1	Tintali	
Dendup Enterprise	民 営	け い 岩	1	Suktikhola	
Bhutan Stone & Mineral Exporting Co.	民 営	け い 岩	1	Kamji	1991-
Namgyel Cement	民 営	石 灰 岩	1	Kalesore	1989-
Lhaki Cement	民 営	石 灰 岩	1	Titi	1991-

(1993年3月現在, 出典: ブータン地質鉱山局)

プラントへの原料供給のため, Bhutan Carbide and Chemicals Limited (BCCL) 社により採掘されている。この鉱床は Buxa 層群の千枚岩にはさまれる4枚の石灰岩層よりなり, 全体に北西方向へ急傾斜している。化学グレードの石灰岩層は厚さ5-8mのレンズ状で, 連続性に乏しい。DGMの系統的な探査により, 合計1,681万トンの確定・推定埋蔵量が得られているが, このうち, 化学グレードのものは11万トンにすぎない(Wangda, 1992)。1992年のHaurie Khola 鉱床からの生産量は, 化学グレード約6,000トン, セメントグレード約7,000トンであった。

5.2 ドロマイト

ドロマイトは小ヒマラヤ堆積物 Buxa 層群中の Manas 層としてブータン南部一帯に広く分布しており, ブータンの鉱物資源の中でも最も資源的に恵まれている。また, その産地も, 比較的地形のゆるやかな南部に集中しているため, 石灰岩同様, 開発

にきわめて有利な条件を備えている。ドロマイト層はしばしば千枚岩, スレート質千枚岩, けい岩などを挟在し, とくに低品位石灰岩に漸移する。

ドロマイトの採掘は現在, 南西部の Samchi 県において, Khagrikhola, Pugli (2カ所), Kalesore, Duarpani の5カ所において行われているが, 資源分布として最大規模のものは, むしろ国の南東部の Samdrup-Mongar 県および Shemgang 県などにおいて見られる。このうち, Manas 鉱床と呼ばれているものは, 走向延長が35 km, 傾斜方向の露出幅が平均2 km とぼう大で, 地表下30 m までの可採埋蔵量は約60億トンと見積もられている。ちなみに, この分布域の最大標高は約300 m にすぎない。

また, この鉱床の南側に並行して分布する Dechhiling 鉱床は走行延長が約20 km で, 同様に, 可採埋蔵量は約24億トンである。これらのほか, Kakulung (Geylephug 県), Kalesore (Samchi 県) などにもぼう大な量のドロマイトの分布が確認され

第2表 ブータンの鉱業生産

年 単 位 鉍種	ドロマイト	石灰岩	石炭	石膏	大理石 (小片, 粉末)	大理石 (石材用)	スレート
	メートル・トン	メートル・トン	メートル・トン	メートル・トン	メートル・トン	平方フィート	平方フィート
1980	114,605	8,458					338,257
1981	114,138	—	26,275				290,009
1982	159,173	124,053	23,789				327,972
1983	93,225	120,507	7,576	4,697			409,648
1984	168,957	134,697	31,000	13,533			500,560
1985	77,620	169,204	—	10,198			560,012
1986	231,902	160,518	3,000	24,833			613,554
1987	238,352	193,706	6,138	15,900			370,625
1988	196,689	161,889	19,066	27,590			301,050
1989	218,413	152,068	20,816	48,308	11,679	10,842	270,716
1990	229,577	166,865	20,057	40,041	8,238	46,487	201,342
1991	270,967	152,580	44,784	26,705	10,619	9,880	—

(出典：ブータン地質鉍山局)

ており、ブータン全体では約160億トンの埋蔵量が見積もられている。

これらの巨大なドロマイト鉍床の一つ、Kalesore 鉍床には今回訪問することが出来た。この鉍床はプンツォリンの西約3 kmに位置し、目下 Tashi Commercial Corporation (TCC) 社により稼行されている(写真5)。この鉍床は走向延長5.25 km、層厚合計が300 mにおよぶ4つのドロマイト層よりなる。これらの層は約20 mの厚さの千枚岩により分けられている。化学組成は全体にわたってきわめて均質で、MgO 21.1-21.4%、CaO 29.3-30.0%、アルミナおよび不溶解成分1.5-2.7%である。

ヒマラヤの造山運動のため、このドロマイトはかなりの破碎作用をこうむっており、採掘にあたってはしばしば爆薬を必要とせず、人力でつき崩しながら採掘することができるため、コスト節減に大きく寄与している。

5.3 大理石

ブータンの既知の大理石鉍床のほとんどは国の中央部、比較的地形の険しい中央結晶質岩帯に分布している。その主なものは Thimphu 県の Gidakhom(確定埋蔵量265万トン)、同県の Jemena(同550万トン)、Paro 県の Khangkhu(推定埋蔵量

4,200万トン)である。このうち、目下稼行しているのは Gidakhom のみである。

今回の訪問中に見学できた Gidakhom 鉍床は首都 Thimphu の南西約15 kmに位置し、中央結晶質岩類 Paro 層の含さくろ石雲母片岩中に挟在する結晶質石灰岩層を採掘対象としている。目下 Bhutan Marble and Minerals Limited (BMML) 社が採掘を行っている(写真6)。大理石は中粒—粗粒で、白い基地に灰—暗灰色の縞をとめない、装飾用に適している。

この結晶質石灰岩の層厚は平均約50 m、走向延長は約150 mである。採掘場は上下2つに分けられるが、上部では比較的大きな石材用ブロックが得られるのに対して、下部では破碎の程度が大きく、石材用のものは得られない。ここでは、小片はタイル用に、さらに細かいものは粉碎してガラス工業用や増量剤用の炭酸カルシウム粉末としてインドとバングラデシュに輸出されている。これらの処理はすべて山元の処理プラントで行われている(口絵参照)。1992年の生産実績は、石材用が約3万平方フィート、小片および粉末が約1万トンであった。

なお、Jemena 鉍床は DGM の探査により最近発見されたもので、Gidakhom 鉍床の近辺に位置して

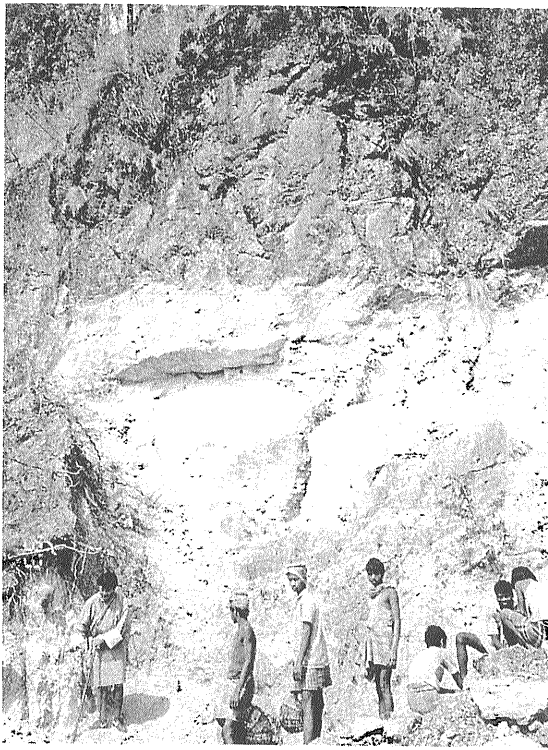


写真5 Kalesore ドロマイト鉱床。ブータン南部のドロ
マイトの分布はぼう大である。この鉱床はヒマラ
ヤ造山のために破碎作用を受けており、採掘し易
いとのことである。

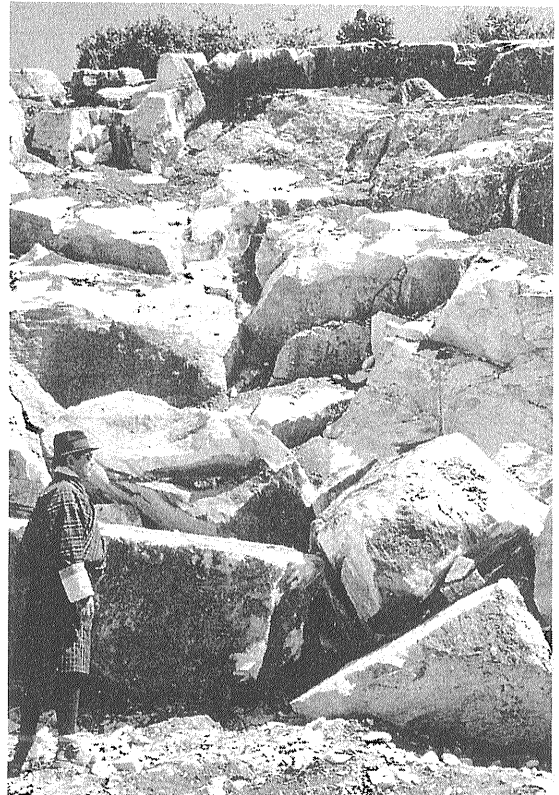


写真6 Gidakhom 大理石鉱床。首都ティンブー近くの国
内唯一の大理石鉱山。標高は3,000 m を超えてお
り、世界で最も高いところにある大理石鉱山だと
のことである。

いる。既に車道は通じており、開発は比較的容易と
考えられている。

5.4 石灰華(Calc-tufa)

Samchi 県 Kalapani 地域で、厚さ1-7 m、板状
ないしブランケット状に、低地を覆い8 km にわた
って点在するもので、その推定埋蔵量は104万トン
と見積もられている。その平均品位はCaO
44.88%, MgO 2.83%, R₂O₃ 2.43%, 不溶解成分
9.45%である。現在、この一部は近くのセメント工
場により採掘され、セメント原料および低品位石灰
岩への添加剤として用いられている。

5.5 石膏

ブータンの石膏鉱床は国の南東部 Pema Gatsel
県 Khotakpa 地域に分布する。石膏は硬石膏と共に
小ヒマラヤ堆積物 Shmar 層の千枚岩や炭酸塩岩を
挟在させて産する。一般に、石膏に富む帯は硬石膏
に富む帯の上位に産する。

Khotakpa 鉱床では5,600万トンの石膏が試錐に
よって確認されている。その平均鉱物組成は、

石膏	51.59%
硬石膏	23.34
方解石	10.22
不純物	14.40

である(Tenzin, 1991)。

この鉱床は国営の Shmar Gypsum Mine により、
1983年より採掘されており、大半がインドに輸出
されているが、一部は国内のセメント工業に利用さ
れている。

5.6 スレート

ブータンの主なスレート鉱床は国のほぼ中央部、
Wangdi Phodrang 県に分布しており、Wangdi
Phodrang の町の北東約20 km では Sha Bhel 鉱床
が稼行されている(本号表紙参照)。

スレート層はテチス堆積物といわれる Black
Mountain 層群 Tang Chu 層(デボン紀?)のメンバ
ーで、上盤は不純物を含んだスレート層に覆われ、

下盤側では砂岩層を覆っている。スレート層全体の厚さは650 m, 走向延長は約5 kmに及んでいるが、採掘対象となっているのは走厚100 mの部分のみである。スレートは暗灰色でへき開は明瞭であり、強度も十分に、屋根ふき用には品質は良好である。

Sha Bhel 鉱床での採掘は1974年以来国営でなされてきており、すべて屋根ふき用に用いられてきた。しかし、生産量は1986年の年間61万平方フィート余りをピークに、その後急落し、1991年以降は採掘機材の補修が追いつかないこともあり、今回の訪問時には、操業は実質的には休止状態であった。

5.7 石墨

石墨はブータンの中央部に分布する中央結晶質岩類 Paro 層中の石墨片岩を対象に探査が進められてきた。その結果、Haa 県 Chilaila 地域で Khepc-hisi Hill 鉱床と呼ばれる鉱床が発見されている。これは雲母片岩、けい岩などに挟まれた3枚の石墨片岩層として産し、黒色、軟質で割れ易い。

石墨は鱗状のものも混じるが、多くは土状(非晶質)である。埋蔵量は約5,370万トン(内、確定埋蔵量は1,183万トン)と見積もられ、その組成は：

非炭酸塩炭素(固定炭素)	10-22%
	(まれに28%)
炭酸塩炭素	<3
灰分	70-85

である。

目下、国立冶金研究所などで、浮遊選鉱による固定炭素分の濃集試験が行われているが、まだ開発のメドはたっていない。

5.8 けい岩

けい岩は小ヒマラヤ堆積物の Buxa 層群に、ごく普通に伴われるほか、テチス堆積物の Black Mountain 層群などにも伴われる。また、中央結晶質岩類の Paro 層および Thimphu 層にも局部的に伴われる。このうち、経済的に最も重要となっているのは南部一帯に分布する Buxa 層群のけい岩である。

国の南西端に位置する Tintali (Samchi 県)では、目下ブンツォリン近郊に日本との合弁で建設中のフェロシリコン工場へ供給する原料として、DGM による試錐を含む重点的な探査が行われてきた。その結果、良質のけい岩が確認されている。これは

Buxa 層群の中のブンツォリン層のけい岩で、粗粒、純白色ないし帯緑灰白色、緻密で、節理がよく発達している。不純物としては、酸化鉄、緑泥石、雲母片などを伴う。層厚は4-42 m で、化学分析結果を基に、349万トンの推定埋蔵量が得られている。その平均化学組成は：

SiO ₂	97.54%
Al ₂ O ₃	1.06
Fe ₂ O ₃	0.28

である。この組成はフェロシリコンとマイクロシリカの製造に適しているとされている。

けい岩の他の用途としては、目下、国内の道路用および建設用骨材として、Jemena (Thimphu 県)で約200トン/日程度採掘されている。また、バングラデシュへ、橋梁建設用骨材として輸出するためのけい岩も、目下 DGM により探査中である。

5.9 タルク

小ヒマラヤ堆積物 Buxa 層群のけい岩、千枚岩、ドロマイトなどに伴われて、国の南西部一帯に産する。産状はフィルム状、レンズ状、ポケット状などで、タルク脈の厚さは数センチから40 m まで大きく変化する。ブータン全土のタルクの埋蔵量は約14万トンと見積もられているが、経済的に採掘し得る鉱床は Pa Chu-Seti Khola 鉱床 (Samchi 県) (予想鉱量11万トン)のみである。ただし、その開発の予定はたっていない。

5.10 粘土

Wang Paon 地域 (Thimphu 県)に知られている。これは中央結晶質岩類 Paro 層の含ガーネット雲母片岩が作る緩斜面上に生成した風化残留性のもので、厚さは4 m, 推定埋蔵量は約2万トンと見積もられている (Mishra, 1984)。粘土は灰褐色で、かなり酸化鉄を含み、X線回折によれば、石英、カオリン鉱物、雲母(残留したもの?)を主体とし、少量の長石を伴う (Togashi, 1993)。陶磁器原料としての品位は低いと考えられ、目下、水がめなどの日用雑貨が地元の村人の手で作られているのみである。(写真7)。

5.11 その他

以上のほか、雲母、りん鉱、黄鉄鉱、石綿などの産出が知られているが、いずれもごく小規模なもので、現在、稼行対象となるものではない。

6. ブータンの経済発展と鉱物資源開発

ブータン政府は目下、第7次五カ年計画(1992-1997)を実施中であるが、政策目標の中で最も重要と位置づけられているものは国内総生産の伸長で表わされる経済の発展である。そのための最も重要な方策は民営化を軸とした近代的製造工業の育成発展である。この枠組みの中で、現在最も活発な開発の対象となっているのは工業原料鉱物であり、中でもドロマイト、石灰岩、けい岩である。

これら3種の工業原料鉱物は、ほとんどすべて、地形のゆるやかな南部一帯に分布する小ヒマラヤ堆積物のメンバーで、運搬道路など、いわゆるインフラストラクチャーが既によく整っていることが開発のためのきわめて有利な条件となっている。

ドロマイトは160億トン余りの膨大な埋蔵量が知られ、5カ所の鉱山で採掘されたものが製鉄副原料としてインドへ輸出され、ブータンの貿易収支に大きく貢献している。採掘量は、1992年は27万トン余りであった。

石灰岩は石灰華とともに、自国南部一帯に分布する大小4つのセメントプラント(全て民間)に供給されているほか、直接インドへも輸出されている。また、製造されたセメントのほとんどはインドへ輸出されている。さらに、石灰岩の用途としてより重要となっているのは、国内のカルシウムカーバイド製造原料として利用されている点である。

このカルシウムカーバイドプラントはインド国境の町ブンツォリンの近郊にノルウェーの技術により建設されたもので、1988年に操業を開始した(写真8)。これは、現在、ブータン唯一の近代的製造工場といて良い。このプロジェクトは当初ブータン政府と民間の共同出資によるBhutan Carbide and Chemicals Limited(BCCL)社の半官半民事業として発足したが、現在は全て民間による経営となっている。

このプロジェクトの大前提となったのは、インド政府の援助により1986年に完成したチュカ水力発電所(334 MW)からの豊富な電力の供給である(写真9)。原料鉱物はCaO組成の高い化学グレードの石灰岩で、BCCL社所有のHaurie Khola 鉱床(前出)のものとインドから輸入したものをを用いている。生産はきわめて順調で、目下月産2,200-2,300トン



写真7 Wang Paon 村の水がめ作り。国内で唯一記載されている風化残留性粘土鉱床のそばでは村人がその粘土から水がめを作っていた。ティンブーの市場で売るのがそうである。

のレベルを安定的に維持しており、製品は全てインドへ輸出されている。

BCCL社の目下の懸案は、政府の意向を受けて、外貨の節約のために、原料石灰岩の国内供給率をあげることである。Haurie Khola産石灰岩は同社の全石灰岩消費量の約20%を占めるにすぎず、残りは全てインドからの輸入に依存している。前節で述べたGidakhomの大理石鉱床は当初このカーバイド製造の有望な原料として注目されたが、化学組成については問題ないものの、結晶度の高さが現行の製造工程には適合しないことがわかり、DGMは目下これ以外の“通常の”石灰岩を探索中である。

けい岩については、上記のBCCL社プラントに隣接して目下建設中のフェロシリコン製造工場への原料鉱物としてにわかに脚光を浴びている。この工場はブータン政府、ブータン民間のTashi Commercial Corporation社、およびある日本商社の3者の出資になるBhutan Ferro Alloys Limited(BFAL)社のもので、BCCL社と同様、チュカ水力発電所からの電力供給を大前提としている。このプラントの完成は、筆者の訪問時には1994年の予定といわれていた。このプロジェクトが軌道に乗れば、これまでほとんど直接的な関連がなかったわが国とブータンの経済活動の協力関係が今後発展してゆくきっかけとなるかも知れない。

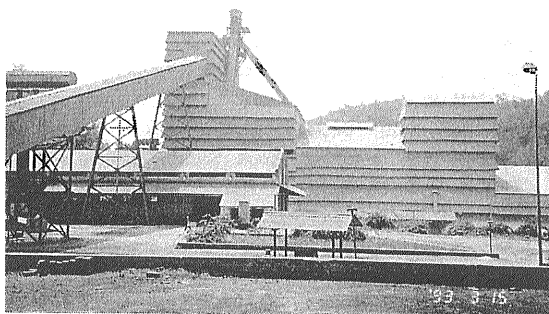


写真8 プンツォリンのBCCL社のカルシウムカーバイドプラント。ノルウェーの技術導入で1988年に生産を開始したこのプラントの操業実績はきわめて順調である。



写真9 豊富な水力発電のポテンシャルを秘めるブータンの急流。操業中のチュカ発電所に続き、政府は第二の発電所建設プロジェクトを計画中である。

7. ブータンの将来像—あとがきにかえて—

鉱物資源の探査や評価にたずさわる地質家にとって、対象とする鉱物資源がどのように人間社会に役立ち、人々の生活の経済面に影響を与えてゆくか (mineral economics) という点もまた、一個の人間として興味を覚える部分であろう。

その意味で、ブータンという、日本の社会的、経済的尺度からいえばきわめて小さい低開発途上国の場合、鉱物資源と国家経済との相関関係が、かなり明瞭に見てとれるように思う。本稿でご紹介したように、工業原料鉱物の開発がブータンの近代的製造業の形成とその発達のための決定的要因の一つである。そして、より重要な要因として、きわめて豊富な水力発電ポテンシャルの存在がある。

このような政策が今後も押し進められてゆくことにより、ブータンは従来の純農業国家から工業国家的な方向へ確実に変換してゆくのであろう。さきに、ブータンの自然と文化が独自のものであり、ブータン政府は国の存立をかけて、伝統的な文化や国民意識を守ることを国策の根幹にすえている、と述べた。しかし、一方では、産業構造が工業化、近代化してゆくことは、資本や物の流れが「国際化」してゆくことを意味するであろう。たとえ観光客の入国を制限し、また、国民に民族衣装の着用を強制したとしても、外国の人や物、情報との接触が増加してゆく傾向を避けることは事実上不可能であろう。国のアイデンティティーを守りつつ、それ自体が普遍的、国際的な性格を持つ経済活動をも活発化してゆこうとするのは異質な2つの方向を同時に進

もうとすることであり、国の指導者には大きな苦渋に満ちたジレンマであるに違いない。

しかし、よく考えてみると、ブータンに限らず、とくに発展途上国と呼ばれる多数の貧しい国々は、時に集中豪雨的な海外からの投資や援助にさらされながら、同様の悩みをかかえているに違いない。

「誇り高き自営農民」というのがブータンの人々の心のあり方を最もよく形容した言葉だという。ブータンの人たちは、大人、子供を問わず、誰もが、いわば、文明に毒されていない素朴さと明るさを持っていたように感じたが、一方では、同じモンゴロイドながら、現代の日本人(もちろん筆者も含められるが)の表情にはない、なにか毅然としたものをブータンの人々からは誰からも感じたように思う。将来、たとえ経済開発が高度に進められていったとしても、彼らのこの表情や精神がいつまでも保たれて行くことを願いたい。そして、出来得れば、ちょうど、ブータンと国土、地勢、資源状況などがよく似通い、今や世界最高の1人あたりGDPを享受するスイスのような国になって欲しい、などと思った。ただし、筆者はスイスへ行ったことがないので、スイスの人たちが、GDPの数字通り、本当に世界一幸福なのかどうかをまだこの目で確かめていないのは残念ではあるが……。

参考文献

- 在田一則(1988): ヒマラヤは何故高い。172 p, 青木書店。
 ESCAP (1991): Atlas of Mineral Resources of the ESCAP Region. Vol. 8, Bhutan, 56 p.
 Gansser, A. (1983): Geology of the Bhutan Himalaya, 181 p, Bir-

khauser Verlag, Basel.
 本多 了・酒井治孝(1988) : ヒマラヤ山脈の形成Ⅱ—大陸衝突型造山運動のメカニズム—。科学, 58, 570-579.
 Mishra, S. N. (1984) : Report on the occurrence of clay near Wang Paon, Thimphu District, Bhutan. Unpublished File, Bhutan Unit, Geological Survey of India, 2 p.
 Royal Government of Bhutan (1991) : Seventh Five Year Plan 1992-1997, Vol. 1, Main Plan Document, Chap. 19, Mineral Development, 163-169.
 酒井治孝・本多 了(1988) : ヒマラヤ山脈の形成Ⅰ—大陸衝突型造山帯のテクトニクス—。科学, 58, 494-508.
 Tenzin, P. (1991) : Prospects and constraints of gypsum mining in eastern Bhutan. Country Report for the ESCAP Workshop for Asian Least Developed Countries on Industrial Rocks and Minerals, 4-9 November 1991, Hanoi, Viet Nam, 4 p.

富樫幸雄(1993) : ブータンの鉱物資源とその開発の現状。資源地質, 43, 217. (要旨)
 Togashi, Y. (1993) : Report of the advisory service mission to Bhutan on industrial minerals development. Unpublished report to ESCAP, 12 p.
 Wangda, Dorji (1992) : Geological set-up and resource potential of Hauree Khola limestone deposit, Samchi District, Bhutan. Country report for the ESCAP Workshop-cum-Study Tour on Industrial Minerals Development, 27 August-2 September 1992, Nagoya-Hyogo, Japan, 8 p.

TOGASHI Yukio (1995): Industrial mineral resources of Bhutan and their development.

〈受付：1994年9月22日〉

第7回地質調査所研究講演会「海洋に資源を求めて」のアンケートから

昨年11月2日、東京・赤坂の三会堂ビル石垣記念ホールにて第7回地質調査所研究講演会「海洋に資源を求めて」が開催されました。当日、会場で寄せられたアンケートの結果とご意見の一部を紹介致します。

- ◆講演会参加者総数 214名
- ◆アンケート回答者数 60名

[Q] 今後どのようなテーマの講演会を希望されますか。

(分野)	(内容)
資源	35 評価・分析技術 27
地球環境	30 探査技術 29
海洋開発	21 成 因 25
自然災害	20
地質一般	14

- 都市地域の地質(土質, 地下水, その他)
- 調査技術, 評価, 成因解析等。世界と日本の実情とを対比し, 今後の調査研究方針等の検討結果等について。
- 技術的内容よりも, 最先端の研究成果についての講演を希望します。
- 資源探査のための新規の探査・分析・評価技術について。

[Q] 講演会についての感想・意見・希望等をお書

き下さい。

- 適度に専門性があり, かつ門外漢にも理解できる内容である。この種の講演会はより多く実施して欲しい。
- 地球科学が, 関係社会のより一層の啓蒙普及に役立つよう発展を期待します。
- 海洋法条約発効間近で, タイムリーな企画と感心しました。
- タイムリーな話題をとりあげられることを希望します。専門家向けと一般啓蒙的なものとを希望します。
- 資源論の話ではもう少し工学的な評価があっても良いかと思います。
- 細骨材の話は身近な問題で, 知られていない重要な事実を, わかり易く解説して頂けた。
- 純粋な学術的な話のみならず, 工業資源的な話もして頂けますと, 業務に役立つ知識として蓄積でき, 良いと思います。
- 深海底鉱山をめぐる技術開発について, また細骨材資源について大変興味深い講演を聴くことができ色々な点で参考になりました。

本講演会に参加頂いた皆様と, アンケートにご協力頂いた皆様に御礼申し上げます。

(地質調査所研究発表会運営委員会)