

## ■ シリーズ特集 ■ 明日を支える資源 (58)

## インドの金属鉱物資源の現状と将来

## Present State and Outlook of Indian Metallic Mineral Resources

プラディープ\*・若松貴英\*\*

Pradip Takahide Wakamatsu

## 1. はじめに

インドは第2次大戦後、長い間の民族運動がみられて、1947年英国から独立した。その後、宗教の違いによりインド連邦（ヒンズー教徒）、パキスタン共和国（イスラム教徒）、スリランカ（仏教徒）にわかれ、さらに1971年、東パキスタンは西と分離しバングラデシュとなった。この事はこの地域が複雑な社会問題を有する事を物語っている。

現在のインドの面積は330万平方km（日本の8.8倍）であり、又人口は中国に次いで多く、約8億5千万人（1991年）で、世界第2位である。公用語はヒンディー語を含め15の言語が認められている。又、英語も補助言語として認められている。

地勢として、インドは北はネパール、ブータン及び中国に接し、東はバングラデシュ、ミャンマーに接し、西はパキスタン、南は海峡を隔ててスリランカと隣接する。北部地方は世界最高峰のヒマラヤ山脈のある山岳地帯、また南部のインド半島はインド洋に面し、その半島は東・西ガート山脈と北のウインディヤー山地に囲まれたデカン高原がその主要部をなしている。大陸北部と南部の山岳地帯の間には、東西に流れるガンガー（ガンジス川）に沿ってヒンドスタン平原が広がっている。又、パキスタンとの国境付近にはインド砂漠（Great Indian Desert）がある。気候は国土が広大な為多様であるが、6～10月の雨期と11月～5月の乾季の区別があるのが特長である。

地下資源に関しては、石炭、鉄鉱石、マンガンなどが豊富である事が知られ、鉱山活動の歴史は古い。鉄鉱石は日本に輸出しており、製鉄用の原料となっている。又、銅、鉛、亜鉛などの製錬も遺跡より出土する

装飾品・加工品の年代測定から紀元前数百年の頃から行なわれていたと考察されている<sup>1)</sup>。

第2次大戦後、特に1960年代に入りインドは独自の資源開発政策により地下資源の探査・開発を進めその成果を得ており、エネルギー資源、金属・非金属資源など全体として約50種の地下資源を生産している。本文では金属鉱物資源について現状と今後の動向を展望した。

## 2. 金属鉱物資源の生産地と生産量

図-1はインドにおける地下資源の地理的分布を示している。生産する金属資源の主なもの、鉄鉱石、クロム鉄鉱、ボーキサイト、金、銀、銅、鉛、亜鉛、マンガン等である。

インド地質調査所（Geological Survey of India）が鉄鋼・鉱山省に所属し、インド全土にわたって地下資源の探査活動を実施し、金属・非金属資源、エネルギー資源、さらに深海底資源調査を行っている。さらに、全国地質調査、地質図作成、海洋地質調査、地熱調査、その他岩石学、鉱物学、鉱床学関係の研究実施など幅広い活動を行っている。鉄鋼・鉱山省には鉱山部があり、アルミニウム、銅、亜鉛、金などの非鉄金属資源の鉱山開発及び製錬所の管理行政が行われており、鉄鋼に関しては鉄鋼部において鉄鉱山、製鉄所の管理がなされている。

地質調査所とは別に、鉄鋼・鉱山省所属のインド鉱山局（Indian Bureau of Mine）がNagpurに所在し、又各地方に支局を置き地方における鉱物資源の系統的开发の指導がなされている。

図-1より、鉄鉱石はBihar州、Orissa州、Andhra Pradesh州、Madhya Pradesh州、Rajasthan州、Karnataka州など各地に広く分布している事がわかる。又、マンガンはMadhya Pradesh州、Maharashtra州、Gujarat州、Rajasthan州などに分布している。銅はBihar州、Andhra Pradesh州、Rajast-

\* Senior Researcher, Tata Research Development & Design Center 1. Mangaldas Road. Pune 411 001, India

\*\*名城大学都市情報学部教授

〒509-02 岐阜県可児市虹ヶ丘4-3-3

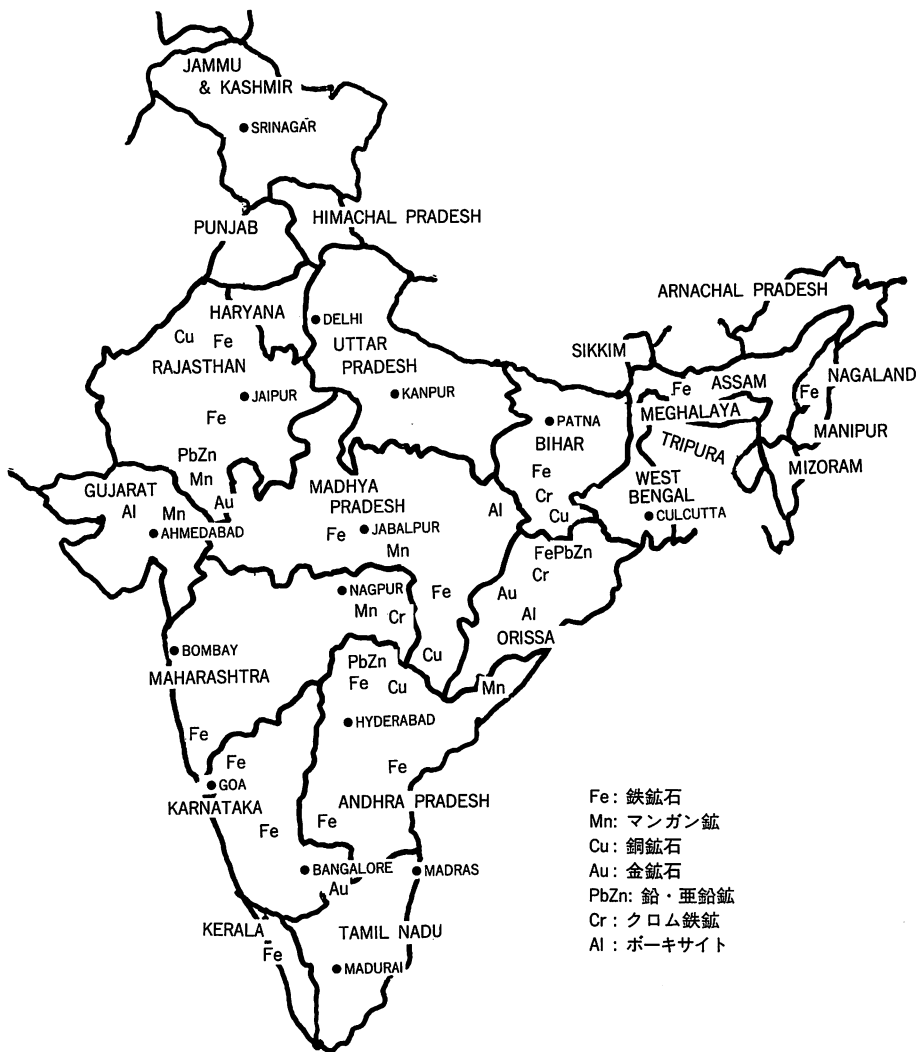


図-1 インドの地下資源の地理的分布

表 1 金属鉱石の生産量

鉱種	単位	1960	1970	1980	1990	1991	1992
金	kg	4,995	3,241	2,452	1,983	1,973	2,000
銀	ton			11.4	32.2	31.9	44.7
銅鉱石 (Cu量)	1000t	8.8	9.7	27.6	51.6	50.4	49.0
鉛鉱石	1000t	4.5	4.4	14.5	25.5	27.8	30.5
亜鉛鉱石	1000t		8.4	32.0	70.0	97.1	153.3
鉄鉱石	10 <sup>6</sup> t	16.22	31.37	41.94	53.70	56.88	54.87
クロム鉄鉱	1000t	107	274	319	939	995	1000
マンガン鉱石	1000t	1,289	1,651	1,692	1,393	1,401	1,400
ボーキサイト	1000t	387	1,374	1,785	5,277	4,738	4,987
希土類鉱 (REO)	ton		2,250	2,359	2,475	2,500	2,750
モナズ石精鉱	ton			3,395	3,500	5,000	
ジルコン精鉱	ton		6,939	19,820	18,000	18,200	18,000

han州に見られ、鉛・亜鉛はOrissa州、Andhra Pradesh州、およびRajasthan州に分布している。クローム鉄鉱は、Maharashtra州、Orissa州、Bihar州に、又金についてはKarnataka州のBangalore近辺のKolar金地帯が有名である。

表1は1960年以後1992年に至る迄の各金属資源の生産量が示されている。この表によれば、金以外の鉱種は年度の経過と共に1990年度迄は増加しそれ以後は頭打の傾向を示している。金に関しては、インドはかつて有数の産出国であったが、採掘により枯渇と、これ迄に新しい鉱床が確保できなかった事による。ラオ大統領の時代となり、目下外国企業と共同で探査活動が推進されるようになり、Orissa州、Kerala州、Tamil Nadu州、Karnataka州の南部などの地域で金やダイヤモンドなどの探査活動が行われている<sup>2)</sup>。

### 3. 金属鉱物資源の資源量

表2は最近の統計による主な金属資源の埋蔵量が示されている。金、銀について示されていないが、金は前述のように昔程の活気は無く、現在はBharat Gold Mine社がKolar地区で小規模の2金鉱山を操業し毎年約2トン程度の生産をしている。しかし、1994年には、探査の結果Rajasthan州のBanswara地区に有望な金鉱床を見出している。銀については、鉛・亜鉛硫化鉱の製錬の副産物として回収されている。価格による金・銀の生産額は全金属生産額の約1割を占めている。以下、主な鉱種別に説明する。

表2 金属資源の埋蔵量

鉱石種	単位	埋蔵量	年度
銅鉱石	10 <sup>6</sup> t	732 (平均: 1.17%Cu)	1994
鉛・亜鉛鉱石	10 <sup>6</sup> t	167 (平均: 2.17%Pb) (平均: 8.16%Zn)	1994
鉄鉱石	10 <sup>6</sup> t	6,300	1993
ボーキサイト	10 <sup>6</sup> t	1,000	1993
クローム鉄鉱	10 <sup>6</sup> t	59	1993
マンガン鉱	10 <sup>6</sup> t	17	1993
希土類 (REO)	10 <sup>3</sup> t	1,300	1993

#### 3.1 銅資源

銅の存在は、実際上インド全域にわたってその徴候が見られるが、経済性の面から重要な銅鉱床は次の3つの地帯に存在している。(1) Bihar州のSingbhum

銅ベルト地帯、(2) Rajasthan州のKhetri & Alwar銅ベルト地帯、および(3) Andhra Pradesh州のAgnigundala銅ベルト地帯とMadhya Pradesh州のMalanjkhana地方を含む地帯である。生産は1990年以來50×10<sup>3</sup>t (銅量) (表3参照) 前後であり、インドとして銅の自給率は約40%である。したがって、新しい銅鉱床の探査、開発に乗出している。生産の中心は政府企業のHindustan Copper Ltd. であり、拠点はMadhya Pradesh州のMalanjkhana地方に幾つかの鉱山と選鉱場を操業している。この地帯は5.8×10<sup>6</sup>t (1.3%Cu品位) の鉱量が確保されている。又、現在同企業傘下の銅製錬所の容量拡大も進められている。

表3 金属の生産量

鉱種	単位	1960	1970	1980	1990	1991	1992
銅地金	1000t		9.3	23.2	46.4	47.2	45.3
鉛地金	1000t			25.5	41.7	47.8	63.7
亜鉛地金	1000t		23.4	43.6	79	84	128
粗鋼	10 <sup>6</sup> t	3.34	6.27	9.51	14.96	17.10	18.10
アルミナ	1000t		327	494	1,334	1,435	1,484
Al金属	1000t		161.1	184.7	433.2	511.8	496.3

#### 3.2 鉛・亜鉛資源

鉛・亜鉛の埋蔵量の95%以上がRajasthan州に存在する。鉱床の存在形態は2つに大別され<sup>3)</sup>、(1)塊状の高品位複雑硫化鉱床であり、Rajpura-Dariba鉱山 (Raj州)、Rampura-Agucha鉱山 (Raj州) などと(2)脈状の単純な組成の低品位硫化鉱床であり、Zawar鉱山 (Raj州)、Agnigundala鉱山 (Andhra Pr.州) が属する。比較的新しく開発されたRampura-Agucha鉱山は露天掘採鉱であるが、それ以外の鉱山は坑内採鉱であり経済性の良くない事情がある。鉛・亜鉛の生産の中心は政府企業のHindustan Zinc Ltd. によりなされ、8鉱山、4製錬所を有し、銀の生産の他、肥料生産も行なう複合会社である。現在、BHPなどのオーストラリアの資源開発会社と共同で探査活動を進めている。鉛・亜鉛の自給率は75~85%である。

#### 3.3 鉄鉱石

鉄鉱石はインドより日本を含め10数ヶ国に輸出されている鉱産資源である。大別して鉱床は、赤鉄鉱型鉱床と磁鉄鉱型鉱床とに分類できる。

赤鉄鉱型鉱床としては、3つの主要鉱床帯と4つの準主要鉱床帯がある。

主要鉱床帯; (1) Bihar-Orissa 帯

SCHMATIC FLOW DIAGRAM

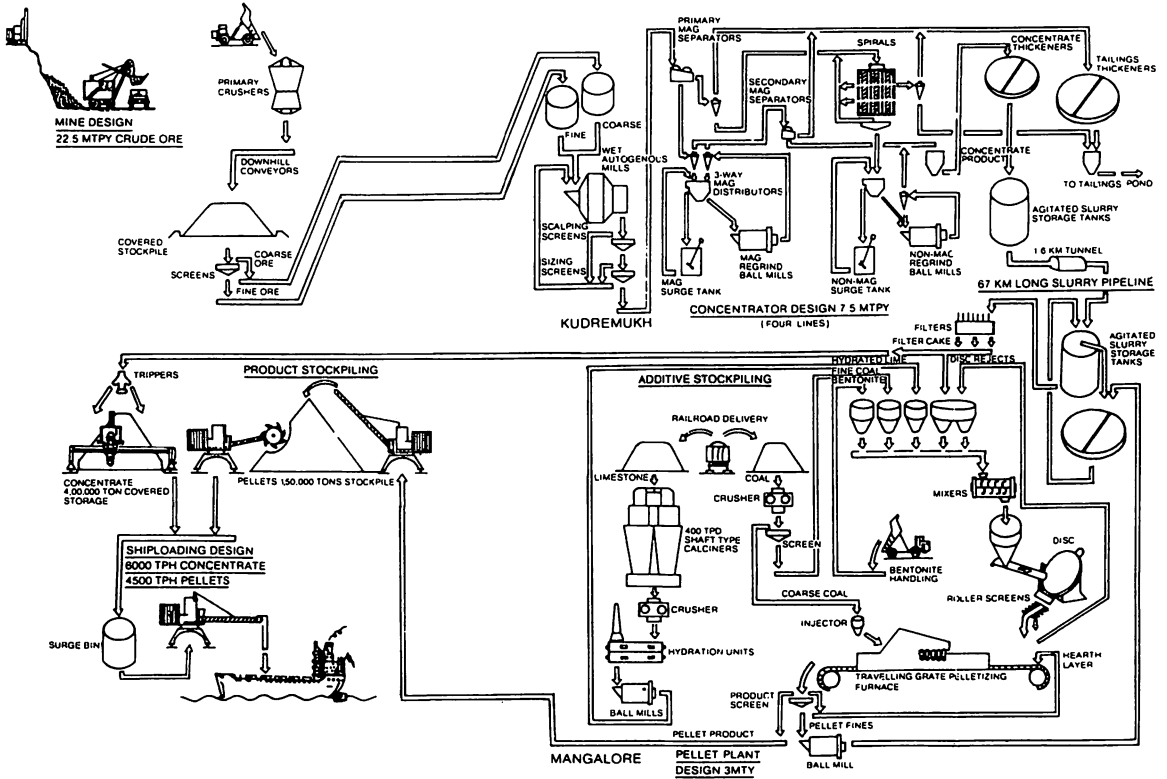


図-2 Kudremukh 鉄鉱山の鉱石処理系統図

- (2) Koratpur-Baster-Durg 帯  
 (3) Ratnagri-Goa-Karnataka-Andhra Pradesh 帯  
 準主要鉱床帯; (1) Chandrapur 地区 (Maharashtra)  
 (2) Jabalpur 地区 (Madhya Pradesh)  
 (3) Jaipur, Jhunjhunu, Sikar-Udaipur 地区 (Rajasthan)  
 磁鉄鉱型鉱床としては、3つの主要鉱床帯と5つの準主要鉱床帯がある。  
 主要鉱床帯; (1) Adilabad-Karimnagar-Nizamabad-Waragal 帯  
 (2) Chickmagalur-Shimoga 帯  
 (3) Kerala-Tamil Nadu 帯  
 準主要鉱床帯; (1) Ongole 地区 (Andhra Pradesh)  
 (2) Goalpara 地区 (Assam)  
 (3) Tuenseng 地区 (Nagaland)  
 (4) Papamau 地区 (Bihar)  
 (5) Mohindragarh 地区 (Haryana)

図-2はKarnataka 州にあるインド最大の鉄鉱石鉱山 (Kudremukh 鉱山) の鉱石処理系統図を示したものである<sup>1)</sup>。2ヶ所の工場に分れており、Kudremukh 鉱山地区には、粉碎-磁選-比重選 (一部浮選) を行う選鉱工場があり、得られた鉄鉱石精鉱を67Km離れた積出し港のあるMangaloreにパイプ送りし一部ペレット工場に供給しペレットを製造している。この鉱山は100%輸出向けの鉄鉱石を生産している。

3.4 ポーキサイト

含アルミニウム岩石の風化作用で形成された鉱床であり、ニッケル、コバルト等の対象となるラテライト鉱床と関係がある。主要な鉱床としては (1) Bihar 州とMadhya Pradesh 州との境界付近の高原地帯、(2) Madhya Pradesh 州のMaikala 山脈地帯 (3) 東ガート山脈、および (4) 西ガート山脈に賦存する。ポークサイトの鉱山企業は2つあり、1つはBharat Aluminium Company、とあと1つはNational Aluminium Company である。前者はMadhya Pradesh 州のMainpot 鉱山を操業しており、一方後者はOrissa

州でボーキサイト採掘 (Panchpamali 鉱山) さらにアルミナ及びアルミニウム金属製造を進めている。この事業はフランスのAluminium Pechinaryからの技術援助を得ている<sup>9)</sup>。最近, Gujarat州では, Kutch地区の低品位ボーキサイト鉱床 (鉱量 $70 \times 10^6$  t) を米国企業と共同で開発し始めている。ボーキサイトに関しては, 国内の需要を満たしている。

### 3.5 マンガン鉱

インドのマンガン鉱床は3種類の型に分類されている。

(1) 岩石gondite (ゴングタイト) と共存して産出するマンガン鉱床であり, Madya Pradesh州のBalaghat, Chindwara とJhabua 地帯, Maharashtra州のBhandra およびNagpur 地帯, Bihar州のGangpur 地帯, Gujarat州のPanch Mahal 地帯, Rajasthan州のBanswara 地帯に分布している。

(2) 岩石Kodurite (コジュライト) と共に産するマンガン鉱床であり, Andhra Pradesh州のSaikakul-an 地帯に見られる。

(3) ラテライト質の風化型マンガン鉱床であり, これらの鉱床はOrissa州, Karnataka州, 及びGoaに分布している。

マンガン鉱は古くからインドで豊富に産出してきた鉱種である。

### 3.6 その他の金属資源

クロム鉄鉱は毎年生産量が増加している鉱種である。クロム鉄鉱々床は層状に産するものと, レンズ状に産するものと2種あるが, インドのクロム鉄鉱はレンズ状の鉱床が多い。又, 風化型のラテライト層に伴う低品位鉱床も多い。主な産地としては, Orissa州, Maharashtra州のBhandra 地区, Karnataka州, Bihar州などである。

ニッケルは一般に硫化鉱床および風化型含ニッケルラテライト鉱床として産するが, インドでは硫化鉱床は見出されてなく, ラテライト鉱床がOrissa州に確認されている。しかし, 低品位であり未だ稼行されていない。又, コバルトについても同様で, ニッケルの

ラテライト鉱床が稼行されると, その副産物として回収される可能性がある。

インドはインド洋に面した長い海岸線があり, ビーチサンド (Beach sand) より有用鉱物の回収が行われている。特に, Andhra Pradesh州及びKerala州ではビーチサンドよりチタン鉄鉱を回収し酸化チタンの原料とするプロジェクト, さらにジルコン, モナズ石などを回収し希土類元素の原料とするプロジェクトなどがスタートしている<sup>9)</sup>。

## 4. 結言

ここ数年, 資源開発の分野でインドは積極的に外国からの資金及び技術導入を推進し開発を活発にしている。特にインドでは, チタン, タングステン, ニッケル, コバルトの資源は乏しく, 輸入に依存している為, 自給率向上の政策より重点的な探査活動が実施されている。又, 一方輸出鉱種については付加価値を高めた姿での輸出を心掛けており, 例えば鉄鉱石に関しては1987年よりペレット工場を建設し, ペレットを製造し輸出し, その割合も最近高くなっている。さらに, インド国内で, 資源開発技術の国際会議やシンポジウムが開催される機会が多くなっており, 重要な資源国になる歩を始めている。

### 参考文献

- 1) Ghose, A. R. ; Indian Mining Masterpiece, Asian Journal of Mining, Nov./Dec., (1994) p30.
- 2) Gold, G.M. ; Historic Indian Joint Venture, Asian Journal of Mining, Sept./Oct., (1994) p16.
- 3) Paliwal, H.V. ; Lead-Zinc Overview, Asia Pacific Mining, June/July (1990) p34~39.
- 4) Rao, K.K. ; Kudremukh Iron Ore-A Total Export Company, Asia Pacific Mining, June/July (1990) p30~33.
- 5) Cottrell, G. ; Major Mining Companies in the Asia Pacific, Asian Journal of Mining, Sept./Oct. (1994) p36~50.
- 6) Gold, G.M. ; Indian Exploration Joint Ventures Increase, Asian Journal of Mining, July/Aug. (1995) p16.