

■ シリーズ特集 ■

明日を支える資源 (61)

インドにおける石炭資源の現状と将来

Present State and Outlook of Coal Resource in India

若松 貴英*・プラディーブ**

Takahide Wakamatsu Pradip

1. はじめに

インドは人口が約9億とも言われる。この点では中国に次いで世界第2位の大国である。又、国の面積では約3億2千8百万平方キロメートルを有し、世界第7番目の国でもあり、将来種々の地下資源を生み出す可能性を秘めている。現在、東南アジア諸国と同様に急速に経済発展が伸びており、エネルギー資源や材料資源の供給・需要のバランスが問題視されているところである。

本誌には、昨年インドの鉱物資源（金属鉱物）の現状と将来に関して報告¹⁾したが、本文ではインドの主要なエネルギー資源である石炭について注目し、その現状と将来を展望した。

2. インドにおける鉱業生産の増加と経済成長

インドの産業は基本的には農業が主体である。しかし、インドの鉱業は家庭や産業にエネルギー資源を提供したり、又各産業に原材料を提供したり、外国へ資源を輸出し外貨を得るなど、国家の経済発展に大きく寄与している。

インドの鉱業生産の国民総生産（GDP）に占める割合は表1のとおりである²⁾。GDPはここ20年間に大きな成長を見ており、鉱工業の躍進した事が推察される。その経済成長と共に鉱業生産の占める割合も、70/71年度に1.24%の割合が近年は3～4%に増加している。

インドは1947年、英国より独立し、その後初期の頃鉱業は私企業として発展してきた。しかし大規模な鉱山経営、巨大な投資、機械化の導入、環境保全などの

表1 インドの国民総生産に占める鉱業生産の割合（百万ドル，US\$）

| 年度 | GDP (国民総生産) | 鉱業生産 | 鉱業生産/ GDP, % |
|---------|----------------|----------|-----------------|
| 1970/71 | 12,320.00 | 152.81 | 1.24 |
| 1980/81 | 38,366.25 | 722.18 | 1.88 |
| 1990/91 | 148,625.00 | 5,939.37 | 4.00 |
| 1991/92 | 172,375.00 | 6,377.50 | 3.70 |
| 1993/94 | 243,750.00 | 8,245.62 | 3.38 |

表2 鉱産資源開発における国営企業の割合（鉱山数）

| 鉱種 | 国営企業の 割合 (%) |
|---------------------|-----------------|
| 褐炭, 亜炭 | 100 |
| 石炭 (瀝青炭) | 98 |
| 銅, 鉛, 錫, 亜鉛, タングステン | 100 |
| ダイヤモンド | 99 |
| 鉄鉱石 | 60 |
| マンガン鉱 | 49 |
| ボーキサイト | 45 |
| クローム鉱物 | 35 |
| ドロマイト | 22 |
| 石灰岩 | 15 |

諸点で、国営企業として鉱業を支えるように変化してきた。例えば、石炭鉱業ではCoal India Ltd., Neyveli Lignite Corporation, 又鉄鋼業ではSteel Authority of India Ltd., Kudremuch Iron Ore Co. Ltd. など、非鉄金属鉱業ではHindustan Copper Ltd., National Mineral Development Corporation, Bharat Gold Mines Ltd., National Aluminum Co. Ltd. など国営企業である。表2は各種の地下資源の生産における国営企業の割合（鉱山数による）を示したものである。

表2からわかるように、銅、鉛、亜鉛などの非鉄金属の企業は100%国営であるが、ドロマイトや石灰

*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

** Senior Researcher, Tata Research Development & Design Center

住所 1, Mangaldas Road, Pune 411001, India

表3 各鉱物種の鉱業生産に対する割合(金額:百万ドル, US\$)

| 年 度 | 鉱業生産 (総額) | 燃料鉱物 | | 金属鉱物 | | 非金属鉱物 | |
|---------|--------------|----------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | | 金 額 | % | 金 額 | % | 金 額 | % |
| 1970/71 | 152.81 | 109.06 | 71.37 | 19.37 | 12.68 | 24.37 | 15.95 |
| 1980/81 | 722.18 | 535.62 | 74.17 | 78.75 | 10.90 | 107.81 | 14.93 |
| 1990/91 | 5,939.37 | 5,013.12 | 84.40 | 405.31 | 6.82 | 520.93 | 8.78 |
| 1991/92 | 6,377.50 | 5,255.31 | 82.40 | 502.81 | 7.88 | 619.37 | 9.72 |
| 1992/93 | 7,044.68 | 5,833.75 | 83.52 | 538.75 | 7.65 | 622.18 | 8.83 |
| 1993/94 | 8,245.61 | 6,980.62 | 84.66 | 585.93 | 7.11 | 679.06 | 8.23 |

岩などの非金属鉱業は国営企業が少ない。

3. 鉱業生産に占めるエネルギー資源

現在、インドではウラン鉱及び少量生産の幾つかの鉱種を除外すれば、65種の鉱産物を生産している。その中、エネルギー資源が4種(石炭、褐炭、石油、天然ガス)、金属鉱物が11種、非金属鉱物が50種生産している。この鉱業生産の総生産額は過去40年にわたり増加し続けており、例えば1950年の7億ルピアより、1993/94年においては2,640億ルピア(82億US\$)に迄成長した。これは世界鉱業総生産額の約5%に当るものと考えられる。表3には燃料鉱物、金属鉱物、非金属鉱物の各鉱物群の総鉱業生産に対する割合が示されている。鉱業生産額は毎年増大しており、その増加率は1950年代は9.42%、1960年代は11.76%、1970年代は18.5%、1980年代は18.6%と言った急速な伸びを示した。表3から、エネルギー資源は毎年鉱業生産額に占める割合は増加しており、1970/71年においては71.37%であったものが、1993年/94年度では約85%までに上昇している。このように、インドにおいてはエネルギー資源の生産が顕著に増加し、重要性が増している。

4. インドにおける1次エネルギー資源の消費量

インドの1次エネルギー資源の種目としては、石炭、石油、天然ガス、水力、原子力などである。天然ガスについては最近1次エネルギー資源として利用し始めたところであるが、その利用割合は近年顕著に増加している。しかし、インドにおいては、1次エネルギー資源としては石炭が主役である。

表4に、1992/93年期の1次エネルギー資源の利用状況が示されている³⁾。なお、1次エネルギー資源の総量2億5百万トン(石油換算)中、国内生産する割

表4 インドの一次エネルギー資源(1992/93)

| 一次エネルギー資源 | 石油換算 (百万トン) | 割合 (%) |
|-----------|----------------|-----------|
| 石炭(瀝青炭) | 119.7 | 58.4 |
| 石油 | 55.8 | 27.2 |
| 天然ガス | 15.6 | 7.6 |
| 褐炭(亜炭) | 7.6 | 3.7 |
| 水力 | 5.7 | 2.8 |
| 原子力 | 0.6 | 0.3 |
| | 205.0 | 100.0 |

合は84%(1億7千3百万トン、石油換算)であり、残りの16%は輸入に依存している。なお、表4に示した1次エネルギー資源は商業的エネルギー資源であり、1950/51年頃はこのような商業的エネルギー資源は国内で使用される総エネルギー量の25%程度であった。その他は自家用として調達する非商業的エネルギー資源(わら、乾草、枯木、乾燥糞など)でまかなわれていた。現在、商業的エネルギー資源の割合は約60%までに増加している。しかし、インドでは未だ広い地域で非商業的資源によりエネルギーが調達されていることになる。

5. 石炭の埋蔵量

インド政府の調査によれば、石炭予想鉱量(地下深度1,200mまでを考慮)としては約2,000億トンが見込まれている。表5にはインドのエネルギー資源に関する予想鉱量(1993年)が表示されている⁴⁾。又、石炭の産出地および主要炭田名が図-1に示されている。図-1からわかるように、石炭地域としてはAssam州、Nagaland州の炭田を含むインド東部とBihar州、West Bengal州、Madhya Pradesh州、Orissa州、Maharashtra州東部を含むインド中央部に炭田が集中している。炭化度は悪く発熱量も5,000Kcal/kgよ



図-1 インドにおける主要炭田

表5 各種エネルギー資源の資源量(予想鉱量)

| 鉱種 | 単位 | 予想鉱量 |
|---------|-------|-------|
| 石炭(瀝青炭) | 十億トン | 192 |
| 褐炭(亜炭) | 百万トン | 6,473 |
| 石油 | 百万トン | 806 |
| 天然ガス | 十億立方米 | 730 |

りも低い炭質のものが70%を占めている。インドの炭層は第3紀の地層に発達したものが大部分である。

予想鉱量の約2千億トン中、確定鉱量としては680億トン(1994年)が見積られている。この確定埋蔵量は、世界の石炭確定埋蔵量1兆800億トンの約6%を占めており、米国(24%)、旧ソ連(22.1%)、中国(15.4%)、オーストラリア(8.4%)、ドイツ(7.3%)に次いで第6位である。また、石炭はインドでもっとも豊富に存在する鉱物資源である。

石炭の需要面を制約するものとして石炭の品質の1つ(灰分+水分量:%)がある。680億トンの確定鉱

表6 品質による石炭の資源量(確定鉱量)

| 灰分+水分量(%) | 鉱量(十億トン) | 割合(%) |
|-----------|----------|-------|
| 28%以下 | 14.0 | 20.6 |
| 28~40 | 25.0 | 36.8 |
| 40~55 | 24.0 | 35.3 |
| 55%以上 | 5.0 | 7.3 |
| 計 | 68.0 | 100.0 |

量について、石炭の品質別の鉱量を示したのが表6である。インド産の石炭は一般に灰分が高い。灰分+水分量、の値28%以下の石炭は鉄鋼用として利用が考えられている石炭である。灰分は高いが、インド産の石炭は硫黄分、鉄分、塩素分は少なく、その他有害な微量成分は含有せず、さらに灰分の融点も高いことが挙げられており、環境面から考えて良い石炭である事を関係者は強調している。また、採掘した原炭を選別する選別工程において、処理の困難な石炭が多いことも特徴である。

6. 石炭の生産量

石炭の生産量は、1970/71においては7,300万トンであったのが、1993/94年期においては表7に示すように2億4千6百万トンに増加した。この生産量は世界の石炭生産量(34億トン、1993年)⁵⁾から見て、中国(33.5%)、米国(22.8%)、旧ソ連(12.3%)に次いで第4位(7.23%)に位置するものである。又、褐炭(亜炭)は1,800万トンである。石炭(瀝青炭)の炭鉱数は539鉱山、褐炭の鉱山数は4ヶ所である。

採炭方式として、坑内掘および露天掘の二方式があり、その方式別の生産量が表8に示されている⁶⁾。坑内掘による生産が1983年頃までは露天掘による生産を超えていたが、1984年以後では露天掘方式による石炭生産が多く、その伸びも急増している。表8によれば、坑内掘による石炭生産は約6千万トン/年前後ではほぼ同じ生産量で推移しているが、露天掘による生産量は坑内掘の3倍近くに増加している。

前述のように、石炭の生産は大部分国営企業により

表7 エネルギー資源の生産量(1993/94)

| 鉱種 | 単位 | 生産量 | 生産額 (百万ドル, US\$) |
|---------|----------|---------|---------------------|
| 石炭(瀝青炭) | 千トン | 246,356 | 3,213 |
| 褐炭(亜炭) | 千トン | 18,008 | 189.4 |
| 石油 | 千トン | 27,027 | 2,676.5 |
| 天然ガス | 百万立方メートル | 16,340 | 901.5 |

表8 採炭方法別の石炭生産量(百万トン)

| 年度 | 石炭生産 | | |
|---------|--------|-------|--------|
| | 露天掘 | 坑内採炭 | 合計 |
| 1974/75 | 20.77 | 58.22 | 78.99 |
| 1976/77 | 23.65 | 68.83 | 89.48 |
| 1978/79 | 28.92 | 61.13 | 90.05 |
| 1980/81 | 39.96 | 60.90 | 100.86 |
| 1982/83 | 53.56 | 61.12 | 114.68 |
| 1984/85 | 70.31 | 60.50 | 130.81 |
| 1986/87 | 84.67 | 60.07 | 144.74 |
| 1987/88 | 99.99 | 59.04 | 159.03 |
| 1988/89 | 110.20 | 61.27 | 171.62 |
| 1989/90 | 119.91 | 58.71 | 176.62 |
| 1990/91 | 133.54 | 56.10 | 181.64 |
| 1991/92 | 147.51 | 58.63 | 204.14 |
| 1992/93 | 154.16 | 57.06 | 211.22 |
| 1993/94 | 159.55 | 56.55 | 216.10 |

行われているが、私企業のTata Iron & Steel Co.の所属炭鉱からも出炭がある。Coal India Limitedは最大の国営企業であり1993/94年期には2億1千6百万トンの生産を示した。その他の国営企業としてはSingareni CollieriesとIndian Iron & Steel Co. Ltd.が石炭の生産を行っている。

7. 石炭需要の現状と将来

表9には1989/90および1994/95⁷⁾における石炭の利用状況が示されている。石炭の生産量の60%強は電力用としての火力発電に使用され、次いで鉄鋼、セメント業界に使用されている。又、1989/90年は鉄道用に2.5%の石炭需要があったが、現在0.6%に低下している。これは、鉄道の動力が石炭焚から電気やディーゼルに移行したためと言われている。石炭全体の需要に対する成長率は5.24%であり、それに対し電力への利用は7.65%の成長率を示し上廻っている。

石炭の生産量の約13~14%はコークス用炭として鉄鋼製錬用に使われている。インドにおける鉄の生産は、現在2,500万トン/年であるが、2000年迄には2,600万トンに増加する予定であり、石炭の需要もそれに伴い増加が見込まれている。

セメント産業に対し石炭需要は約4.3%を占めているが、インドのセメント生産は1993/94年において5千8百万トンに達し、世界第5位に位置している。現在の設備の生産能力は7千2百万トンであるが、将来計画として、2000年には輸出も考慮し9千4百万トンの能力に拡大する予定である。当然石炭の需要も増加するが、燃料としての石炭は低品位のものを使用する方針である。

現在、総電力量のうち70%は石炭焚火力発電からの電力であり、原子力発電は3.5%を占め、残りは石油および水力による電力でまかなわれている。1994年の総電力量は50,000MWであり、2001/02年には総電力

表9 石炭の需要傾向 (百万トン)

| 分野 | 1989/90 | | 1994/95 | | 成長率, % |
|------|---------|-------|---------|-------|--------|
| 鉄鋼 | 28.37 | 14.1% | 34.56 | 12.9% | 4.03 |
| 電力 | 115.12 | 57.3 | 166.45 | 63.8 | 7.65 |
| 鉄道 | 5.73 | 2.5 | 0.66 | 0.6 | -35.10 |
| セメント | 8.74 | 4.3 | 11.12 | 4.3 | 4.94 |
| その他 | 43.95 | 21.8 | 47.85 | 18.4 | 1.72 |
| | 201.91 | 100.0 | 260.64 | 100.0 | 5.24 |

表10 石炭需要の将来見通し (百万トン)

| 分野 | 1996/97 | 2001~02 | 2009~10 |
|------------|---------|---------|---------|
| 鉄鋼 | 41.00 | 41.40 | 45.00 |
| 電力(一般炭鉱より) | 199.00 | 268.60 | 408.00 |
| (直属炭鉱より) | 18.00 | 18.70 | 27.00 |
| その他 | 60.00 | 65.40 | 80.00 |
| 計 | 318.00 | 394.10 | 560.00 |

量は140,000MWが見込まれている。

以上の事を考慮の上、インドにおける石炭の需要は表10のように計画されている。

8. 結言

マレーシアやシンガポールに代表される東南アジア諸国における経済発展の伸びと同様に、インドも経済成長は飛躍的に伸びており、その伸び率は10%程度と言われている。その経済を支えているエネルギー資源としての石炭の役割は極めて重要であり、1次エネルギーに占める石炭の割合は58.4%である。又、石炭需要の増加率も5.24%と高い水準にある。

一方、インドの石炭は硫黄分が少なく、又含有有害

成分も少ないが、灰分が高く、選炭技術の面では処理困難な石炭が多い。採用されている選炭技術としては粗粒炭は重液選炭、重液サイクロンによる処理、0.5 mm以下の微粉炭では浮選が適用されているようであるが、今後、選炭操業の自動制御化、さらに環境保全を考慮した技術改善が望まれる所である。

参考文献

- 1) プラディーブ、若松：インドの金属鉱物の現状と将来、エネルギー・資源、16巻、15号、(1995) 610~614頁
- 2) O. P. Sachdeva : Investment opportunities in India's mining sector, AJM Asia/Pacific Mining Yearbook, (1995) pp. 152~160
- 3) R. Bhaskaran : New challenges for Indian's hard coal industry, AJM Asia/Pacific Mining Yearbook, (1995) pp. 161~166
- 4) 2)と同じ
- 5) 通産資料調査会：資源エネルギー年鑑(1995/96) 415頁
- 6) AJM News : The booming demand for thermal coal in India, Asian Journal of Mining, March/April (1996) pp. 48~51
- 7) S. P. Verma & P. V. Bhoopathy : Coal Industry in India-Present status, Problem and Remedies, Mineral Processing (S. P. Mehrotra & Rajiv Shekhar ed.) Allied Publishers Limited, New Delhi, (1995) pp. 597~615

協賛行事ごあんない

「第4回傾斜機能材料国際シンポジウム」について

〔主催〕(株)末踏科学技術協会傾斜機能材料研究会

〔後援〕科学技術庁、工業技術院(予定)

〔協賛〕日本材料学会、日本機械学会 他

〔期日〕平成8年10月21日(月)~24日(木)

〔会場〕工業技術院筑波研究センター 共用講堂

(つくば市東1-1-4, Tel 0298-54-2095)

〔定員〕250名

〔申込・問合せ先〕

〒105 東京都港区虎ノ門1-2-8

社団法人末踏科学技術協会傾斜機能材料研究会

Tel 03-3503-4681, Fax 03-3597-0535