

れている。

粗ベンゼンは酸洗浄、加圧水添・脱硫、精製蒸留工程で分離・精製されて、各種芳香族製品が生産される。

SAILにおけるベンゼン系製品（芳香族製品）の主要製品はベンゼン、トルエン、キシレン、ナフサ、ソルベントオイル、スチルボトムオイルである。

これらの製品はコークスの二次副産物のベンゼン系製品として統計が記録されている。

(2) SAILにおけるコークス副産物の性状と用途

SAILのベンゼン系製品、ピッチ・HPナフタリン及びカーボンブラック用原料・その他タール製品の規格、性状、用途並びに生産製鉄所を、それぞれ Table 2.2.5、Table 2.2.6、Table 2.2.7に示した。

(3) コークス一次副産物の生産

1) 調査方法

インドにおけるコークス一次副産物生産の推移及び予測は、情報が入手できた項目については入手した情報の数値を採用し、情報が得られなかった項目については適当と考えられる推定方法を用いて推定した。

情報の入手状況は次のとおりである。

製 品	情報が入手できた項目	情報が入手できなかった項目
一次副産物の各製品	SAIL各製鉄所の生産実績及び予測（除くCOG） SAIL各製鉄所及びTISCOの各製品収量（挿入炭1トン当り生産量）の実績 Rourkela製鉄所の生産実績	SAIL各製鉄所（Roukelaを除く）のCOG生産実績 TISCOの各製品収量（挿入炭1トン当り生産量）の予測 TISCOの予測 TISCOの生産実績及び予測 VSPの生産予測

情報が入手できなかった項目についての推定方法は次のとおりである。

a) コークス炉ガスの生産

Bhilai、Bokaro、Durgapurの各製鉄所コークス炉ガスの生産実績はそれぞれ次式により推定した。

$$\begin{aligned} \text{コークス炉装入炭量 (t)} &= \\ &\text{粗タール生産量 (t) / 粗タール収率} \\ \text{コークス炉ガスの生産 (Nm}^3\text{)} &= \\ &\text{コークス炉装入炭量 (t) x コークス炉ガス収率(Nm}^3\text{/t)} \end{aligned}$$

IISCOのコークス炉ガス生産実績は次式により推定した。

$$\begin{aligned} \text{コークス炉装入炭量 (t)} &= \\ &\text{コークス生産量 (t) / コークス収率} \\ \text{コークス炉ガスの生産 (Nm}^3\text{)} &= \\ &\text{コークス炉装入炭量 (t) x コークス炉ガス収率(Nm}^3\text{/t)} \end{aligned}$$

TISCOのコークス炉ガス生産の実績及び予測は次式により推定した。

$$\begin{aligned} \text{コークス炉装入炭量 (t)} &= \\ &\text{コークス生産量 (t) / コークス収率} \\ \text{コークス炉ガスの生産(Nm}^3\text{)} &= \\ &\text{コークス炉装入炭量 (t) x コークス炉ガス収率(Nm}^3\text{/t)} \end{aligned}$$

Bhilai、Bokaro、Durgapurの各製鉄所の粗タールの収率（コークス炉装入炭 1トン当り粗タール生産量（トン））とコークス炉ガス（COG）の収率（コークス炉装入炭 1トン当りコークス炉ガス生産量（Nm³））は次のとおりである。

年	粗タール収率			COG収率		
	Bhilai	Bokaro	Durgapur	Bhilai	Bokaro	Durgapur
1984-85	0.00278	0.00252	0.00198	272	283.10	283.10
1985-86	0.00279	0.00245	0.00216	277	282.05	243.34
1986-87	0.00272	0.00257	0.00229	276	283.30	255.33
1987-88	0.00280	0.00258	0.00235	284	290.40	255.40
1988-89	0.00309	0.00246	0.00239	279	289.60	241.11
1989-90	0.00309	0.00246	0.00239	279	289.60	241.11

IISCO及び TISCOのコークス収率（コークス炉装入炭 1トン当りコークス生産量（トン））とコークス炉ガスの収率（コークス炉装入炭 1トン当りコークス炉ガス生産量（Nm³））は次のとおりである。

年	コークス収率		COG 収率	
	IISCO	TISCO	IISCO	TISCO
1984-85	0.5916	0.6128	258	281
1985-86	0.6190	0.6073	262	279
1986-87	0.6280	0.6176	261	278
1987-88	0.6660	0.6236	269	279
1988-89	0.6640	0.6477	275	281
1989-90	0.6640	0.6477	275	281
1994-95	0.6640	0.6477	275	281
1999-2000	0.6640	0.6477	275	281

b) TISCOの硫安、粗タール及び粗ベンゼン生産の推移と予測

TISCOの硫安、粗タール及び粗ベンゼン生産の推移と予測を次式により推定した。

$$\text{各製品の生産 (t)} = \text{コークス炉装入炭量 (t)} \times \text{各製品の収率}$$

TISCOの各製品の収率（装入炭 1トン当り各製品生産量 (t)）は次のとおりである。

年	硫 安	粗タール	粗ベンゼン
1984-85	0.00559	0.0298	0.00457
1985-86	0.00567	0.0277	0.00402
1986-87	0.00667	0.0293	0.00453
1987-88	0.00586	0.0282	0.00468
1988-89	0.00569	0.0252	0.00459
1989-90	0.00569	0.0252	0.00459
1994-95	0.00569	0.0252	0.00459
1999-2000	0.00569	0.0252	0.00459

2) コークス炉ガスの生産

a) 生産推移

インドの主要製鉄所のコークス炉ガス合計生産量は 1984-85年の31億8,033万Nm³から 1989-90年には41億7,632万Nm³年に増加している。この内、SAILのコークス炉ガスの生産量は 1984-85年の25億3,377万Nm³から 1989-90年には34億8,087万Nm³に増加している。

インドの主要製鉄所の製鉄所別のコークス炉ガス生産の 1984-85年から 1989-90年までの推移を Table 2.2.8に示した。

b) 生産予測

インドの主要製鉄所のコークス炉ガス合計生産量は 1994-95年に50億4,560万Nm³に、1999-2000年に53億5,600万Nm³年に増加すると予測される。この内、SAILのコークス炉ガスの生産量は1994-95年に43億1,200万Nm³に1999-2000年に46億5,100万Nm³に増加すると予測されている。

インドの主要製鉄所の製鉄所別のコークス炉ガスの1994-95年及び1999-2000年における生産予測を Table 2.2.9に示した。

3) 硫安の生産

a) 生産推移

インドの主要製鉄所の硫安の合計生産量は1984-85年の86,712トンから1988-89年に101,687トンと増加した。この内、SAILの硫安の生産量は1984-85年の73,850トンから1988-89年に88,413トンに増加した。

インドの主要製鉄所の製鉄所別の硫安生産の1984-85年から1990-91年までの推移を Table 2.2.8に示した。

b) 生産予測

インドの主要製鉄所の硫安の合計生産量は1994-95年に145,000トン、1999-2000年に155,100トンに増加すると予測される。この内、SAILの硫安の生産量は1994-95年に130,200トン、1999-2000年に140,800トンに増加すると予測されている。

インドの主要製鉄所の製鉄所別の硫安の1994-95年及び1999-2000年における生産予測を Table 2.2.9に示した。

4) 粗ベンゼンの生産

a) 生産推移

インドの主要製鉄所の粗ベンゼンの合計生産量は 1984-85年の 34,445トンから 1988-89年には 48,597トンに増加した。この内、SAILの粗ベンゼンの生産量は 1984-85年の24,981トンから 1988-1989年に38,960トンに増加した。

インドの主要製鉄所の製鉄所別の粗ベンゼン生産の 1984-85年から 1990-91年までの推移を Table 2.2.8に示した。

b) 生産予測

インドの主要製鉄所の粗ベンゼンの合計生産量は 1994-95年に 101,500トン、1999-2000年に 107,800トンに増加すると予測される。この内、SAILの粗ベンゼンの生産量は 1994-95年に90,700トン、1999-2000年に97,400トンに増加すると予測されている。

インドの主要製鉄所の製鉄所別の粗ベンゼンの 1994-95年及び 1999-2000年における予測を Table 2.2.9に示した。

5) 粗タールの生産

a) 生産推移

インドの主要製鉄所の粗タールの合計生産量は 1984-85年の 313,618トンから 1988-89年には 358,860トンに増加した。この内、SAILの粗タールの生産量は 1984-85年の245,050トンから 1988-89年に300,072トンに増加した。

インドの主要製鉄所の製鉄所別の粗タール生産の 1984-85年から 1990-91年までの推移を Table 2.2.8に示した。

b) 生産予測

インドの主要製鉄所の粗タールの合計生産量は 1994-95年に 515,700トン、1999-2000年に 536,200トンに増加すると予測される。この内、SAILの粗タールの生産量は 1994-95年に 442,100トンに 1999-2000年に 465,400トンになると予測されている。

インドの主要製鉄所の製鉄所別の粗タールの 1994-95年及び 1999-2000年における生産予測を Table 2.2.9に示した。

(4) コークス二次副産物の生産

コークス二次副産物にはベンゼン系製品（芳香族製品）とタール製品があるが、入手できた資料はSAILにおける生産推移と生産予測でのみであった。また、TISCO及びVSPについては推定に必要な情報も入手できなかったため、やむを得ず本報告ではSAILにおけるベンゼン系製品（芳香族製品）及びタールの生産推移と予測について記述した。

1) ベンゼン系製品の生産

a) 生産推移

SAILにおけるベンゼン系製品の合計生産は 1987-88年の 19,983klから 1988-89年には 33,217klに増加した。

SAILのベンゼン系製品の生産の中でベンゼンが圧倒的に多く全生産量の 80.6%を占め、次いでトルエンが全生産量の 13.2%を占めている。

SAILのベンゼン系製品の製品別生産の推移は次のとおりである。

ベンゼンの生産は 1987-88年の 15,868klから 1988-89年には 26,782klに増加し、トルエンの生産は 1987-88年の 2,776klから 1988-89年には 4,394klに増加した。

キシレンの生産は 1987-88年の 324klから 1988-89年には 560klに増加した。

その他製品（ナフサ、ソルベント油、スチルボトムオイルの合計）の生産は 1987-88年の1,303klから 1988-89年には1,481klに増加した。

Table 2.2.10にインド(SAIL)の 1987-88年から 1989-90年までのベンゼン系製品の製品別・製鉄所別生産推移を示した。

b) 生産予測

SAILのベンゼン系製品の製品別生産の予測は次のとおりである。

ベンゼンの生産は 1994-95年に57,860トン、1999-2000年には60,670トンとなり、トルエンの生産は 1994-95年に 9,520トン、1999-2000年には 10,190トンとなると予測されている。

キシレンの生産は 1994-95年、1999-2000年ともに 1,460トンとなると予測されている。

溶剤製品の生産は 1994-95年に 4,130トン、1999-2000年には 5,308トンとなると予測されている。

Table 2.2.11にインド(SAIL)の 1994-95年及び 1999-2000年におけるベンゼン系製品の製品別・製鉄所別生産予測を示した。

2) タール製品の生産

a) 生産推移

SAIL（IISCOを除く）におけるタール製品の生産は 1987-88年の242,641トンから 1988-89年には301,003トンに増加したが、1990-91年の生産は287,101トンであった。

SAILのタール製品の生産の中で最も生産量が多い製品はピッチ・クレオソート混合物（生産シェア:46.9-52.6%）で、次いでピッチ（同 31.9-36.7%）、コールタール油（同3.9-12.7%）、HPナフタレン（同 2.0-3.5%）の順となっている。

SAILのタール製品の製品別生産の推移は次のとおりである。

ピッチ・クレオソート混合物は 1987-88年に 127,609トン、1988-89年に155,870トン、1989-90年に117,949トン、1990-91年に 127,962トンが生産された。

ピッチは 1987-88年に 75,207トン、1988-89年に110,547トン、1989-90年に 83,941トン、1990-91年に 107,277トンが生産された。

コールタール油は 1987-88年に 9,445トン、1989-90年に 9,327トン、1990-91年に7,976トンが生産された。

HPナフタレンは 1987-88年に8,370トン、1988-89年に9,467トン、1989-90年に7,180トン、1990-91年に7,093トンが生産された。

石炭酸ソーダは 1987-88年に 1,599トン、1988-89年に 529トン、1989-90年に 586トン、1990-91年に 548トンが生産された。

Table 2.2.12にインド(SAIL)の 1987-88年から 1990-91年までのタール製品の製品別・製鉄所別生産推移 (IISCOを除く)を示した。

b) 生産予測

SAILのタール製品の製品別生産の予測は次のとおりである。

ピッチの生産は 1994-95年に 219,910トン、1999-2000年に 235,410トンになると予測されている。

コールタール油は 1994-95年に 123,930トン、1999-2000年に 133,930トンになると予測されている。

HPナフタレンは 1994-95年に 13,440トン、1999-2000年に 14,560トンになると予測されている。

石炭酸ソーダは 1994-95年に1,710トン、1999-2000年に1,880トンになると予測されている。

Table 2.2.13にインド(SAIL)の 1994-95年及び 1999-2000年におけるタール製品の製品別・製鉄所別生産予測を示した。

インドのベンゼン生産は、ナフサを原料とした石油化学工場でも石油系ベンゼンが生産されている。これに対してコークスの副産物のベンゼンは石炭系ベンゼンといわれている。インドにお

る石油系ベンゼンと石炭系ベンゼンの合計生産量の推移は次のとおりである。

年	1984	1985	1986	1987
生産量 (千トン)	105.3	82.9	75.8	407.6

出所：国連統計

インドのアンモニアは主として、天然ガス及びナフサを原料として肥料で工場生産されており、このアンモニアを原料として製造される肥料がいわゆる合成肥料である。これに対して、コークスの副産物の硫安は副産硫安といわれている。

インドのアンモニアの全体生産量の推移は次のとおりである。

年	1984	1985	1986	1987
生産量 (千トン)	4,505	5,108	5,366	5,366

2.3 インドのコークス原料炭の炭種別消費

インドにおけるコークス原料炭は高炉用コークスの原料として使用されるほかに、各種コークス（非金属精錬用、鋳物用、ガス化用、一般用など）の原料として使用されているが、本報告ではインドにおける高炉用コークス原料炭の炭種別供給、全体需要及び炭種別消費について述べる。

2.3.1 インドにおける高炉用コークス原料炭の供給

インドにおける高炉用コークス原料炭は国内で生産される prime coking coal、medium coking coal 及び semi coking coal と輸入原料炭によって供給されている。

(1) 高炉用コークス原料炭の供給

1) 国産高炉用コークス原料炭の供給

インドの国産高炉用コークス用原料は大部分が洗炭工場で処理された washed coal で、prime coking coal の大半を Coal India Limited (CIL) 傘下の Bharat Coking Coal Limited (BCCL) が供給しており、このほかに TISCO、IISCO も製鉄所も自分の炭鉱も持っている。medium coking coal の主要な供給源は CCL (Central Coalfields Limited) で、TISCO も自分の炭鉱を持っている。semi coking coal は CIL 傘下の ECL (Eastern Coalfields Limited) と NEC (North Eastern Coalfields Division) が供給している。

Table 2.3.1 に 1990-91 年における高炉用コークス用原料炭の供給源別・炭種別供給実績を示した。

インドの国産高炉用コークス用原料炭の合計供給量は 1986-87 年の 1,227 万トンから 1990-91 年に 1,487 万トンに、1994-95 年に 1,939 万トンになると予測されている。

インドの国産高炉用コークス用原料炭の炭種別供給量実績（1986-87 年及び 1987-88 年）を Table 2.3.2 に、1989-90 年の推定、1990-91 年の計画及び予測（1991-92-1994-95 年）を Table 2.3.3 に示した。また、1990-91 年における炭種別生産計画は 1990-91 年高炉用原料

炭需給計画（インドエネルギー省 Department Coal : Annual Plan 1990-91）に記載されている。その詳細を Table 2.3.4に示した。

2) 高炉用コークス原料炭の輸入

インドでは国産高炉用コークス用原料炭の灰分が約 18.5%と多いためにコークス炉装入炭の灰分を設定値（1990-91年では 17%）にまで改善するために、灰分 10%以下の粘結炭を輸入して国産炭に配合してコークス炉に装入している。

インドの輸入原料炭量は Table 2.3.5に示すように 1985-86年に 233.1万トン、1986-87年に 225.9万トン、1987-88年に 220.9万トンと 220万トン～230万トン台で推移している。

インドの輸入原料炭の大半はオーストラリアから輸入され、オーストラリア炭のインド全輸入量におけるシェアは 1985-86年に 95.7%、1986-87年に 86.5%、1987-88年に 99.5%と圧倒的に高い。その他の輸入先はカナダ、フィンランド、ポーランド、日本、西独、ネパール、米国であるが、ポーランドからの輸入が 1986-87年に 30.6万トンと急増した他は輸入先一国当りの輸入量は spot で入っているため 4万トン以下で極めて少ない。

1990-91年の輸入原料炭の必要量はエネルギー省の Department of Coal が次に述べる方法で 520万トンと推定している。

a) 高炉用コークス原料炭必要量の算出

1990-91年の予測熔銑生産量 1,565万トンに石炭比 (1.284) を乗じて高炉用コークス原料炭必要量 2,009万トンを算出する。

b) 必要粘結炭輸入量の算出

国産原料炭の灰分含有量が約 18.5%と高いことからコークス炉装入炭の灰分を 17%にするために必要な低灰分（10%以下）の粘結炭輸入量を計算し必要粘結炭輸入量 360万トンを算出する。

c) 国産原料炭需給バランスの推定

国産原料炭需要量は高炉用コークス原料炭必要量 2,009万トンから必要粘結炭輸入量 360万トンを減じた 1,649万トンが国産粘結炭の需要量となる。しかし、1990-91年の国産原料炭供給量は 1,406万トンに過ぎず差引 243万トンの供給不足となる。

d) 国産原料炭供給不足量の輸入原料炭換算

国産原料炭供給不足量は上述の必要輸入量のほかに輸入によって充足する必要があるが、この供給不足量を輸入粘結炭に換算すると 160万トンの輸入量となる。

e) 合計輸入石炭必要量の算出

1990-91年の合計輸入石炭必要量は上述b)の灰分調整に必要な輸入量 360万トンと上述c)の換算輸入量 160万トンを合計した 520万トンとなる。

2.3.2 インドにおける高炉用コークス原料炭の消費

(1) 高炉用コークス原料炭消費の推移

インドの主要製鉄所 (SAIL及びTISCO)における高炉用コークス原料炭消費は Table 2.3.6に示すように 1984-85年の 1,355万トンから 1988-89年には 1,518.5万トンに増加している。SAIL、TISCO及び VSPにおける高炉用コークス原料消費合計は 1989-90年 1,744万トン、1990-91年に 1,976万トンであった。

(2) 高炉用コークス原料炭必要量の予測

インドの主要製鉄所(SAIL、TISCO及び VSP)における高炉用コークス原料炭の必要量は Table 2.3.7に示すように 1991-92年の 2,112万トンから 1994-95年には 2,320万トンに増加すると予測されている。

2.3.3 インドにおける高炉用コークス原料炭の需給

インドの高炉用コークス原料炭の需給見通しは MECON提供資料によれば、今後、供給不足が続き、供給不足量は 1989-90年の 353万トンから増加して 1992-93年に 614万トンに達する。しかし、その後は国内供給が増加して不足量は 1994-95年には 381万トンに減少すると予測されている。

インドにおける高炉用コークス原料炭の需給見通し (百万トン)

	1989-90	1990-91	1991-92	1992-93	1993-94	1994-95
需要	17.44	19.76	21.22	22.42	23.36	23.20
供給	13.91	14.87	15.75	16.28	18.32	19.39
需給バランス	-3.53	-4.89	-5.47	-6.14	-5.04	-3.81

2.3.4 インドにおける高炉用コークス原料炭の炭種別消費

(1) 高炉用コークス原料炭の炭種別消費

1) 高炉用コークス原料炭の炭種別消費実績

インドにおける高炉用コークス原料炭の炭種別消費実績は情報が得られなかったので、1986-87年及び 1987-88年における炭種別の消費実績を次の方法で推定した。

a) 国産高炉用コークス原料炭消費実績の推定

高炉用コークス原料炭消費量から高炉用コークス原料炭輸入量を減じた数量を国産高炉用コークス原料炭消費量とした。

b) 高炉用コークス原料炭の炭種別消費量の推定

輸入原料炭はすべて prime coking coalとし、国産高炉用コークス

クス原料炭の炭種別消費量は国産高炉用コークス原料炭消費量に国産高炉用コークス原料炭の炭種別供給実績（Table 2.3.2に記載）での炭種別構成比を乗じて推定した。

推定結果は次のとおりである。

炭種	区分	1986-87		1987-88	
		消費量 (千トン)	構成比 (%)	消費量 (千トン)	構成比 (%)
prime coking coal	国産炭	6,452.0	46.4	6,527.8	45.8
prime coking coal	輸入炭	2,331.5	16.8	2,559.6	17.9
medium coking coal	国産炭	4,625.7	33.3	4,778.6	33.4
semi coking coal	国産炭	480.8	3.5	449.1	3.1
合計		13,890.0	100.0	14,315.0	100.0

2) 1990-91年における高炉用コークス原料炭の炭種別消費量の推定

1990-91年における高炉用コークス原料炭の炭種別消費量の推定は1990-91年の高炉用コークス原料炭の需給計画に基づいて推定した。

1990-91年における高炉用コークス原料炭の炭種別消費量はTable 2.3.4に示すように国産 prime coking coalが761万トン、輸入炭 prime coking coalが461.5万トン、国産 medium coking coalが795万トン、国産 semi coking coalが85万トン合計2,102.5万トンと推定された。炭種別の構成比は国産 prime coking coalが36.1%、輸入 prime coking coalが22.0%、国産 medium coking coalが37.8%、国産 semi coking coalが4.1%と推定された。

3) 1994-95年における高炉用コークス原料炭の炭種別消費量の予測

1994-95年における高炉用コークス原料炭の炭種別消費量を次に述べる方法で予測した。

a) 国産高炉用コークス原料炭の炭種別需給バランスの予測

インド全体の高炉用コークス原料炭の炭種別予測需要量 (Table 2.3.9) とインドの炭種別予測供給量 (Table 2.3.3) から国産高炉用コークス原料炭の炭種別供給不足量を予測した。その結果、国産 prime coking coal は 135.8 万トンの供給過剰、国産 medium coking coal は 101.8 万トンの供給不足、国産 semi coking coal は 11.2 万トンの供給過剰が予測された。

b) 高炉用コークス原料炭の炭種別消費量の算出

高炉用コークス原料炭の炭種別消費量は次の前提に基づいて算出した。

国産 medium coking coal は 101.8 万トンの供給不足は、国産 prime coking coal の余剰分で充当する。国産 semi coking coal の消費量は国産 semi coking coal の必要量と同じとし、輸入 prime coking coal の消費量は輸入 prime coking coal の必要量と同じとする。

1994-95年における高炉用コークス原料炭の炭種別消費量は国産 prime coking coal が 967 万トン、輸入炭 prime coking coal が 426.2 万トン、国産 medium coking coal が 837 万トン、国産 semi coking coal が 89.8 万トン合計 2,320 万トンと予測された。1994-95年における高炉用コークス原料炭の炭種別消費量の予測を Table 2.3.8 に示した。

1990-91年及び 1994-95年における高炉用コークス原料炭の炭種別予測消費量を比較すると次のとおりとなる。

炭種区分	1990-91		1994-95	
	消費量 (千トン)	構成比 (%)	消費量 (千トン)	構成比 (%)
prime coking coal 国産炭	7,610	36.1	9,670	41.7
prime coking coal 輸入炭	4,615	22.0	4,262	18.4
prime coking coal 計	12,225	58.1	13,932	60.1
medium coking coal 国産炭	7,950	37.8	8,370	36.1
semi coking coal 国産炭	850	4.1	898	3.8
合計	21,025	100.0	23,200	100.0

(2) 高炉用コークス原料炭の炭種別必要量

1) 1990-91年における高炉用コークス原料炭の炭種別必要量の推定

1990-91年における高炉用コークス原料炭の製鉄所別・炭種別必要量は高炉用コークス原料炭の1990-91年需給計画 (Table 2.3.4) に記載されている数値をMECONの情報により修正して推定した。

2) 1994-95年における高炉用コークス原料炭の炭種別必要量の予測

1994-95年における高炉用コークス原料炭の必要量の予測は、まずSAIL、TISCO、VSPの各社毎の予測高炉用コークス原料炭需要量に炭種別需要構成比を乗じて高炉用コークス原料炭の炭種別需要量を予測した。次に、これらの各社別予測需要量を合計してインド全体の高炉用コークス原料炭の炭種別予測需要量とした。予測に使用した各社別の炭種別需要構成比は1990-91年数値 (Table 2.3.9に記載) を用いた。

Table 2.3.9に1994-95年における高炉用コークス原料炭の炭種別必要量の予測を示した。

Table 2.1.1 HISTORICAL PLANT-WISE PRODUCTION CAPACITY OF HOT METAL IN INDIA

(1,000 t/y)

Plant	Bhilai	Bokaro	Durgapur	Rourkela	IISCO	SAIL Total	TISCO	Grand Total
Year								
1976-77	2,970	2,735	1,700	1,600	1,300	10,305	2,160	12,465
1977-78	2,970	2,735	1,700	1,600	1,300	10,305	2,160	12,465
1978-79	2,970	2,735	1,700	1,600	1,300	10,305	2,160	12,465
1979-80	2,970	2,735	1,700	1,600	1,300	10,305	2,160	12,465
1980-81	2,970	2,735	1,700	1,600	1,300	10,305	2,160	12,465
1981-82	2,970	2,735	1,700	1,600	1,300	10,305	2,160	12,465
1982-83	2,970	2,735	1,700	1,600	1,300	10,305	2,160	12,465
1983-84	2,970	3,668	1,700	1,600	1,300	11,238	2,160	13,398
1985-86	2,970	3,877	1,700	1,600	1,300	11,447	2,160	13,607
1986-87	3,150	4,585	1,700	1,600	1,300	12,335	2,160	14,495
1988-89	4,080	4,585	1,700	1,600	1,300	13,265	2,160	15,425
1989-90	4,080	4,585	1,700	1,600	1,300	13,265	2,750	16,015

Source ; SAIL : Corporate Plan upto 2000 AD, MAY 1987

Table 2.1.2 PLANT-WISE BLAST FURNACE CAPACITY IN INDIA AS OF 1989-90

Steel Plant	Blast Furnace					Comissioned
	Number	Useful Volume m3	Hot Metal Production		Productivity t/d/m3	
			Capacity t/d	Production t/d		
Bhilai	1	1,033	1,135	1,064	1.030	04-02-1959
	1	1,033	1,135	1,064	1.030	28-12-1959
	1	1,033	1,135	1,064	1.030	28-12-1960
	1	1,738	1,719	1,529	0.880	08-12-1964
	1	1,738	1,719	1,529	0.880	27-11-1966
	1	1,738	1,719	1,529	0.880	31-07-1971
	1	2,000	2,640	2,100	1.050	30-08-1987
Sub Total	7	10,313	11,202	9,880	0.958	
Bokaro	1	2,000	2,640	1,816	0.908	03-10-1972
	1	2,000	2,640	1,771	0.886	12-04-1974
	1	2,000	2,640	1,977	0.989	26-02-1978
	1	2,000	2,640	2,024	1.012	27-05-1981
	1	2,000	2,640	1,977	0.989	09-06-1985
Sub Total	5	10,000	13,200	9,565	0.957	
Durgapur	1	1,333	1,270	1,080	0.810	26-12-1959
	1	1,333	1,270	813	0.610	02-02-1961
	1	1,333	1,270	560	0.420	18-05-1962
	1	1,754	1,500	1,035	0.590	04-12-1967
Sub Total	4	5,753	5,310	3,488	0.606	
Rourkela	1	1,139	1,000	939	0.824	27-01-1959
	1	1,139	1,000	838	0.736	12-01-1960
	1	1,139	1,000	907	0.796	08-01-1962
	1	1,658	1,500	882	0.532	03-07-1967
Sub Total	4	5,075	4,500	3,566	0.703	
IISCO	1	1,000	1,200	830	0.830	10-11-1922
	1	1,000	1,200	910	0.910	07-01-1924
	1	1,170	1,200	772	0.660	11-10-1958
	1	1,170	1,200	807	0.690	30-01-1958
Sub Total	4	4,340	4,800	3,320	0.765	
TISCO	1	553	743	702	1.270	1907
	1	800	1,057	1,032	1.290	1923
	1	880	1,199	1,170	1.330	1931
	1	1,100	1,341	1,309	1.190	1959
	1	1,100	1,442	1,408	1.280	1976
	1	1,292	1,793	1,537	1.190	1988
Sub Total	6	5,725	7,575	7,159	1.251	
TOTAL	30	41,206	46,587	36,977	0.897	

Source : SAIL : Statistics for Iron & Steel Industry of India, 1987
SAIL : Corporate Plan upto 2000 AD, MAY 1987.

Table 2.1.3 PROJECTED PRODUCTION CAPACITY OF HOT METAL IN INDIA

(million t/y)

Steel Plant	1990-91	1994-1995	1999-2000
	I	II	II
Bhilai	4.080	4.410	5.730
Bokaro	4.585	4.730	6.112
Durgapur	1.700	1.890	2.635
Rourkela	1.600	1.840	3.271
IISCO	0.950	0.950	2.402
SAIL Total	12.915	13.820	20.150
TISCO	2.600	2.600	2.600
VSP	3.400	3.400	6.000
Grand Total	18.915	19.820	28.750
(Integrated Steel Plant)			

Source : I : SAIL ; Coporate Plan upto 2000 AD, MAY 1987.

II : Report of Working Group on Iron & Steel for Ministry
of Steel & Mines, Oct., 1989.

Table 2.1.4 PROJECTED PLANT-WISE PRODUCTION CAPACITY OF HOT METAL IN INDIA

Year	Blast Furnace						
	Number	Useful	Hot Metal Production				
			Volume	Capacity	Capacity	Operation Productivity	
			m3	t/d	t/y	d/y	t/d/m3
1999-2000	Bhilai	7	12,099	15,729	5,729,965	364.3	1.300
	Bokaro	5	11,000	17,600	6,112,480	347.3	1.600
	Durgapur	4	6,328	8,226	2,634,916	320.3	1.300
	Rourkela	5	7,075	9,198	3,271,551	355.7	1.300
	IISCO	5	6,590	8,870	2,402,034	270.8	1.346
	SAIL Total	26	43,092	59,623	20,150,946	338.0	
	TISCO	6	5,725	7,443	2,599,665	349.3	1.300
	Grand total	32	48,817	67,065	22,750,611	339.2	466.039

Source : Compiled based on SAIL's Corporate Plan upto 2000 AD, MAY 1987.

Table 2.1.5 HISTORICAL HOT METAL PRODUCTION IN INDIA

(1,000 ton)

Year	Production	Average Annual Growth Rate (%)		Year	Production	Average Annual Growth Rate (%)	
1950	1,687	2.55 (50-55)	10.07 (50-60/61)	1970-71	7,030	4.01 (70/71- 75/76)	1.98 (70/71- 80/81)
1951	1,829			1971-72	6,860		
1952	1,843			1972-73	7,527		
1953	1,798			1973-74	7,912		
1954	1,951			1974-75	7,815		
1955	1,913		1975-76	8,559			
1956	1,960		1976-77	10,071			
1957	1,932	18.15 (55- 60/61)	4.79 (60/61- 70/71)	1976-77	10,071		
1958	2,109			1977-78	9,537		
1959	3,130			1978-79	9,523	-0.01	
1960-61	4,405			1979-80	8,649	(75/76- 80/81)	
1961-62	5,156			1980-81	8,554		
1962-63	6,229		1981-82	9,691			
1963-64	6,589	10.35 (60/61- 65/66)	4.79 (60/61- 70/71)	1982-83	9,630		
1964-65	6,728			1983-84	9,236	3.50	
1965-66	7,208			1984-85	9,364	(80/81- 85/86)	
1966-67	7,090			1985-86	10,159		4.32
1967-68	6,958			1986-87	10,535	5.69	(80/81- 88/89)
1968-69	7,306	1.97	1987-88	10,968	(85/86- 88/89)		
1969-70	7,416	(65/66- 70/71)	1988-89	11,997	88/89)		
1970-71	7,030		*1989-90	11,935			
			*1990-91	12,175			

Source : 1950-1988-89 ; SAIL : Statistics for Iron & Steel Industry in India, 1990.

Note : *1989-90 & *1990-91 : exclude Production in Secondary Producers.

Table 2.1.6 HISTORICAL PRODUCER WISE HOT METAL PRODUCTION IN INDIA

(1,000 ton)

Year	Bhilai	Bokaro	Durgapur	Rourkela	IISCO	Total SAIL	TISCO	Total Main Producer	Secondary Producer	Total
1976-77	2,796.3	1,738.0	1,220.2	1,461.6	939.1	8,155.2	1,754.0	9,909.2	162.0	10,071.2
1977-78	2,696.4	1,547.3	1,135.0	1,324.8	908.2	7,611.7	1,762.0	9,373.7	163.2	9,536.9
1978-79	2,520.2	1,900.2	1,052.3	1,324.1	857.7	7,654.5	1,671.8	9,326.3	196.6	9,522.9
1979-80	2,338.5	1,694.0	985.0	1,250.8	689.8	6,958.1	1,516.3	8,474.4	175.0	8,649.4
1980-81	2,214.1	1,677.9	820.5	1,227.3	788.1	6,727.9	1,648.1	8,376.0	178.0	8,554.0
1981-82	2,376.8	2,192.3	1,022.7	1,335.8	800.0	7,727.6	1,773.9	9,501.5	190.0	9,691.5
1982-83	2,330.3	2,193.8	1,056.2	1,202.7	912.1	7,695.1	1,792.8	9,487.9	141.9	9,629.8
1983-84	2,124.1	2,275.1	977.4	1,150.0	843.6	7,370.2	1,745.7	9,115.9	119.9	9,235.8
1984-85	2,338.7	2,400.2	883.9	1,139.3	676.8	7,438.9	1,804.8	9,243.7	121.2	9,364.9
1985-86	2,604.0	2,523.6	1,064.5	1,229.2	861.6	8,282.9	1,752.7	10,035.6	123.1	10,158.7
1986-87	2,510.1	2,812.6	1,125.1	1,223.0	824.5	8,495.3	1,940.4	10,435.7	99.6	10,535.3
1987-88	2,556.1	3,122.9	1,138.4	1,212.0	818.4	8,847.8	2,018.2	10,866.0	102.2	10,968.2
1988-89	3,306.2	3,220.8	1,096.0	1,252.0	768.1	9,643.1	2,238.9	11,882.0	115.4	11,997.4
1989-90	3,486.0	3,200.0	997.0	1,261.0	677.0	9,621.0	2,314.0 e	11,935.0	NA	11,935.0
1990-91	3,549.0	3,257.0	972.0	1,326.0	711.0	9,815.0	2,360.0 e	12,175.0	NA	12,175.0

Note : NA; Not available, e; estimate.

Table 2.1.7 PROJECTED PLANT-WISE PRODUCTION OF HOT METAL IN INDIA

(million ton)

Steel Plant	1991-92	1992-93	1993-94	1994-95	1999-2000
Bhilai	4.08	4.08	4.25	4.41	5.12
Bokaro	4.58	4.58	4.65	4.72	5.25
Durgapur	1.20	1.54	1.88	1.88	2.40
Rourkela	1.59	1.65	1.72	1.84	3.18
IISCO	0.67	1.67	0.95	0.95	2.20
SAIL Total	12.12	13.52	13.45	13.80	18.15
VSP	2.55	3.40	3.40	3.40	5.70
TISCO	2.55	2.60	2.60	2.60	2.60
Grand Total	17.22	19.52	19.45	19.80	26.45
(Integrated Steel Plant)					

Source : Report of Working Group on Iron & Steel for Ministry of Steel
& Mines, Oct., 1989.

Table 2.1.8 HISTORICAL PIG IRON SALES IN INTEGRATED PLANT IN INDIA

(1,000 ton)

Year	Bhilai	Bokaro	Durgapur	Rourkela	IISCO	Total SAIL	Secondary Producer	Total
1976-77	854	707	204	63	143	1,971	70	2,041
1977-78	699	511	102	16	145	1,473	96	1,569
1978-79	606	608	145	-	123	1,482	104	1,586
1979-80	519	280	121	-	52	972	120	1,092
1980-81	430	730	102	12	64	1,338	99	1,437
1981-82	504	452	88	66	59	1,169	105	1,274
1982-83	457	393	105	29	119	1,103	82	1,185
1983-84	544	528	159	47	130	1,407	75	1,482
1984-85	534	436	64	22	69	1,125	64	1,189
1985-86	388	502	143	30	96	1,159	90	1,249
1986-87	314	642	154	60	92	1,262	96	1,358
1987-88	202	641	179	97	84	1,203	102	1,305
1988-89	297	345	129	68	170	1,009	103	1,112
1989-90	322	390	207	76	243	1,238	110	1,348

Source : Report of Working Group on Iron & Steel for Ministry of
Steel & Mines, Oct., 1989.

Table 2.1.9 PROJECTED PIG IRON SALES IN INTEGRATED PLANT IN INDIA

(1,000 ton)								
Year	Bhilai	Bokaro	Durgapur	Rourkela	IISCO	Total	Other	Total
						SAIL	Producer	
1990-91	461	598	48	34	210	1,351	438	1,789
1991-92	461	598	48	115	210	1,432	240	1,672
1992-93	461	441	48	131	210	1,291	1,209	2,500
1993-94	396	504	120	188	210	1,418	1,382	2,800
1994-95	331	594	191	227	18	1,361	1,639	3,000
99-2000	558	711	352	734	295	2,650	1,350	4,000

Growth Rate								
(%/y)								
90/91-94/95	-6.4	-0.1	31.8	46.2	-38.8	0.1	30.2	10.9
94/95-99/2000	11.0	3.7	13.0	26.5	74.9	14.3	-3.8	5.9

Source : Report of Working Group on Steel & Iron for Ministry of Steel & Mines, Oct., 1989.

Table 2.2.1 PLANT-WISE COKE OVEN FACILITIES IN INDIA

Steel Plant	Year	1989-90		1994-95		1999-2000	
		Number of		Number of		Number of	
		Batteries	Ovens	Batteries	Ovens	Batteries	Ovens
Bhilai		7	455	7	455	7	455
		1	65	1	65	1	65
		1	67	1	67	1	67
	Sub Total	9	587	9	587	9	587
Bokaro		4	276	4	276	4	276
		3	207	3	207	3	207
	Sub Total	7	483	7	483	7	483
	Durgapur		4	312	4	312	4
		0.5	39	0.5	39	0.5	39
		-	-	2	78	2	78
Sub Total		4.5	351	6.5	429	6.5	429
Rourkela		3	210	3	210	3	210
		2	160	2	160	2	160
		-	-	-	-	1	80
	Sub Total	5	370	5	370	6	450
IISCO		1	72	1	72	1	72
		3	234	3	234	3	234
	Sub Total	4	306	4	306	4	306
SAIL Total		29.5	2,097	31.5	2,175	32.5	2,255
TISCO		5	270	5	270	5	270
GRAND TOTAL		34.5	2,367	36.5	2,445	37.5	2,525

Source ; SAIL ; Statistics for Iron & Steel Industry in India, 1990.
SAIL ; Corporate Plan upto 2000 AD, MAY 1987.

Table 2.2.2 PLANT-WISE COKE (DRY) PRODUCTION IN INDIA

(1,000 ton)

Year	SAIL					TISCO	TOTAL	
	Bhilai	Bokaro	Durgapur	Rourkela	IISCO			
1982-83	2,334	2,577	1,313	1,219	1,392	8,835	1,351	10,186
1983-84	2,260	2,693	1,113	1,221	1,244	8,531	1,363	9,894
1984-85	2,266	2,290	980	1,385	228	7,149	1,410	8,559
1985-86	2,444	2,829	1,087	1,410	164	7,934	1,390	9,324
1986-87	2,327	2,843	1,262	1,205	135	7,772	1,469	9,241
1987-88	2,354	3,060	1,234	1,311	104	8,063	1,502	9,565
1988-89	2,780	3,045	1,172	1,320	141	8,458	1,603	10,061
1989-90	2,868	2,796	1,151	1,344	NA	8,159	1,657	9,816
1990-91	1,491	2,624	949	1,323	NA	6,387	1,690	8,077
1994-95	3,046	3,264	1,525	1,401	*	9,235	1,862	11,097
1999-2000	4,620	4,740	2,990	2,260	*	14,610	1,862	16,472

Source : MECON's Information

SAIL : Annual Statistics of Rourkela Steel Plant 1989-90 & 1990-91.

Note : Coke production of TISCO is calculated based on Hot Metal production and coke (dry) rate.

Table 2.2.3 PLANT-WISE DEMAND FOR BLAST FURNACE COKE (DRY)

(1,000 ton)

Year	SAIL						GRAND		
	Bhilai	Bokaro	Durgapur	Rourkela	IISCO	Total	TISCO	VSP	TOTAL
1982-83	1,918	1,650	952	1,070	978	6,567	1,434	0	8,001
1983-84	1,733	1,663	914	1,018	889	6,217	1,388	0	7,605
1984-85	1,841	1,702	763	972	804	6,081	1,410	0	7,491
1985-86	1,883	1,837	925	997	910	6,552	1,390	0	7,942
1986-87	1,780	1,986	1,011	932	837	6,546	1,469	0	8,015
1987-88	1,843	2,120	1,013	926	811	6,714	1,502	0	8,216
1988-89	2,585	2,145	938	921	786	7,376	1,511	0	8,887
1994-95	2,867	3,068	1,316	1,251	713	9,214	1,690	2,040	12,944
1999-2000	3,072	3,150	1,500	1,988	1,375	11,085	1,625	3,278	15,988

Source : MECON's Information

Table 2.2.4 COKE (DRY) RATE/TON OF HOT METAL BY PLANT IN INDIA

(kg)

Year	SAIL						
	Bhilai	Bokaro	Durgapur	Rourkela	IISCO	TISCO	VSP
1979-80	850	756	1,003	908	1,125	N.A.	-
1980-81	837	777	1,017	875	1,136	N.A.	-
1981-82	842	759	957	835	1,154	N.A.	-
1982-83	823	752	901	890	1,072	800	-
1983-84	816	731	935	885	1,054	795	-
1984-85	787	709	883	853	1,188	781	-
1985-86	723	728	869	811	1,056	793	-
1986-87	709	706	899	792	1,015	757	-
1987-88	721	679	890	764	991	744	-
1988-89	782	666	856	736	1,023	716	-
1989-90	692	664	852	725	N.A.	N.A.	-
1994-95	650	650	700	680	750	650	600
1999-2000	600	600	625	625	625	625	575

Source : SAIL ; Corporate Plan upto 2000 AD, May 1987.

SAIL ; Statistics for Iron & Steel Industry in India, 1990.

Report of Working Group on Iron & Steel for Ministry of
Steel & Mines, Oct., 1989.

IIM (1989-90)

Table 2.2.5 SPECIFICATION AND USES OF BENZOL PRODUCTS IN SAIL

Product	Specification	Specific Gravity	Distillation Range	Residue on Evaporation	Common uses	Plant
Benzene (Nitration Grade)	(IS 534-1974) Grade I	at 15°C/15°C 0.877 to 0.884	The difference between the temperature (running point) at which 1 and 98 percent of the volume taken have been collected shall not exceed within 0.6°C when a sample is tested by standard method. This range shall include the temperature of 80.1°C.	mg/100 ml: Max. : 5	Raw material for various Drugs and Dye-stuff, Synthetic rubber, Styrene. It is also employed for dissolving rubber and lac for making linoleum used for dry-washing also.	BSP BSP
	Hydrogen sulphide: To pass the test Total sulphur percent by mass: Max. 0.015	0.866 to 0.873				BSL DSP
Toluene (Nitration Grade)	(IS 537-1967) Hydrogen sulphide: To pass the test	at 15°C/15°C 0.870 to 0.874	The difference between the temperature (running point) at which 1 and 98 percent of the volume taken have been collected shall not exceed within 0.6°C when a sample is tested by standard method. This range shall include the temperature of 110.6°C.	mg/100 ml: Max. : 5	Solvents, Artificial Sweetnings, Paint Industries, Rubber Industries, Rubber Chemicals, Thinner and Varnishes, Benzoic Acid, Sodium Benzoates, Synthetic Fibres, Adhesives, Benzyl Chloride, Printing Ink.	BSP
	Total sulphur percent by mass: Max. 0.1	0.866 to 0.873				BSP
Toluene (Industrial Grade)	(IS 538-1968) Hydrogen sulphide: To pass the test	at 15°C/15°C 0.860 to 0.875	Upto 105°C Upto 120°C	mg/100 ml: Max. : 10.0	Solvents, Artificial Sweetnings, Paint Industries, Rubber Industries, Rubber Chemicals, Thinner and Varnishes, Benzoic Acid, Sodium Benzoates, Synthetic Fibres, Adhesives, Benzyl Chloride, Printing Ink.	BSP BSP
	Hydrogen sulphide: To pass the test	0.849 to 0.864				BSL DSP
Xylene	(IS 359-1955) Hydrogen sulphide: To pass the test	at 30°C/30°C 0.845 to 0.860	Between 137.0°C to 145.5°C Difference 5 and 9 ml not exceeding 5.0°C.	10 mg/100 ml, (Wholly organic)	Paints, Thinners and Varnishes, Printing Ink, Phthalic anhydride, Rubber Industries.	BSP
	Light Solvent Naphtha (IS 213-1968) Type I Hydrogen sulphide & Mercaptans: Shall give no positive reaction.	at 15°C/15°C Min. 0.850 at 27°C/27°C Min. 0.840	Upto 125°C (running point): 5 ml, Max. Upto 160°C (stop point): 90 ml, Min.		mg/100 ml: Max. : 10.0	Solvents, Starting materials for dyes, Printing Ink.
Heavy Solvent Naphtha (IS 213-1968) Type II	Hydrogen sulphide & Mercaptans: Shall give no positive reaction.	at 15°C/15°C Min. 0.855	Upto 125°C (running point): 10 ml, Max. Upto 190°C (stop point): 90 ml, Min.			BSP
	Hydrogen sulphide & Mercaptans: Shall give no positive reaction.	at 30°C/30°C Min. 0.845				BSP
Solvent Oil	(IS 213-1956)	at 15°C/15°C Min. 0.855 at 30°C/30°C Min. 0.842	More than 5 ml : At 125°C 90 ml : At 170°C Max.		Solvents for resin and paints.	BSP
Still Bottom Oil	Contains different polymer products of acid washing reactions along with unrecovered benzol hydrocarbons	1.05 to 1.10	0-160°C : 10% Max.		Can be mixed with other materials and is used as fuel.	BSP BSL

Source : SAIL Central Marketing Organization ; THE CHEMICAL FACE OF SAIL.

Table 2.2.6 SPECIFICATION AND USES OF PITCHES AND HOT PRESSED NAPHTHALENE IN SAIL

Product	Softening Point	Density Gravity	Cooking Value	Quinoline Insoluble	Benzene Insoluble	Resin	Ash	Other item	Common uses	Plant
Medium Hard Pitch	85 to 105°C (R & B)	-	50% to 55%	10% to 12%	32% to 38%	Beta Resin 22% to 26%	0.3%		Uses as roof binders. In preparation of Road Tar and in many other ways in building materials, sheeting, tiling, etc. and also with refractory bricks as refractory pitches. Used for the production of pitch-fibres pipes. Pitch with higher softening points are used as target pitches as they are brittle enough to get shattered on getting hit by the bullets.	BSL
Soft Pitch	65 to 75°C (R & B)	-	48% to 52%	8% to 10%	25% to 30%	Beta Resin 17% to 20%	0.3%		ditto	BSL
Extra Hard Pitch	108 to 120°C (R & B)	-	55% (Min.)	(Q.I.) 10% to 15%	(B.I.) 35% Min.	Beta Resin 22% (Min.)	-		EHP is used in industries requiring Pitch Carbon for electrodes like Aluminium Industry. It is also used for manufacturing graphite and in blast furnaces ladle repairs.	BSL
Extra Hard Pitch BAL Grade	(R & B) 90 to 95°C	-	(Quardson) 50% (Min.)	(ASTM-D2318) 10% Max.	(ASTM-D2317) 30% Min.	Beta Resin 20% (Min.)	0.3% upto 300°C 1% (Max.) (ASTM-D2569)			RSP
Extra Hard Pitch E Grade	(R & B) 109 to 115°C	Real Density 1.3% g/ml (Min.)	(Conardson) 54% (Min.) (ASTM-2416-84)	10% Max.	30% Min.	Beta Resin 22% (Min.)	0.2% Iron (Max.) 10.20 Max.			RSP
Extra Hard Pitch BAL grade	(Mettler) 109 to 115°C	Wetting Power (Degrees Calcium) 149%		10% Max.	-	Alfa Resin 9.6% Beta Resin 21.4% Gamma Resin 69.0%	0.09% C/H Pitch Ratio 1.81 (Max.) C/A Alfa Ratio 5.5			RSP
Granulated Pitch and Liquid Pitch (GRADE I) (Specifications)	by K&S 75-85°C	-	(Quardson) 50% (Min.)	Oil Insoluble 10-15%	(B.I) 34% Max.	Beta Resin (C-2) 18-20%	0.5% 0-300°C 3% Max. around 300-360°C 7% Max.			BSP
Granulated Pitch and Liquid Pitch (GRADE I) (Expected Range)	-	-	(Quardson) 53-56%	Oil Insoluble 11-14%	(B.I) 30-33%	Beta Resin (C-2) 18-20%	0-3% 0-300°C 1-2% 300-360°C 3-5%			BSP
Granulated Pitch and Liquid Pitch GRADE II (Specification)	by R&B 95-100°C	-	(Quardson) 52% (Min.)	Oil Insoluble 11-16%	(B.I) 35% Max.	Beta Resin (C-2) 17-21% around	0.5% 0-300°C 3% Max. (Max.) 300-360°C 7% Max.			BSE
Granulated Pitch and Liquid Pitch GRADE II (Expected Range)	-	-	(Quardson) 55-60%	Oil Insoluble 12-15%	(B.I) 32-34%	Beta Resin (C-2) 17-21%	0-5% 0-300°C 1-2% 300-360°C 3-4%			BSE
Rot Pressed Naphthalene (IS 539-1955)	Specification	Crystallising Point	78.5% Min.	Moisture 0.5% Max.	Benzene Insoluble 0.2% Max.	Sulphur 0.4% Max.	Ash 0.2% (Max.)	Common uses	Dye Intermediates, Insecticides Dispersing Agents, Tanning Agents Beta Naphthol, Refined Naphthalene H-Acid Sodium Naphthalate, Alpha Naphthol	BS BS DS RS

Source : SAIL Central Marketing Organization : THE CHEMICAL FACE OF SAIL.

Table 2.2.7 SPECIFICATION AND USES OF CARBON BLACK FEED STOCKS AND OTHER COAL TAR PRODUCTS IN SAIL

Product	Specification	Specific Gravity	Distillation Range	Moisture	Common uses	Plant
Carbon Black Feedstocks						
Light Creosote Oil	Residue above 300°C : 5% Max.	1.04-1.08 at 60°C	0-230°C : 10% Max. 200-300°C : 85% Min.	2% Max.	Carbon Black Feed Stocks	BSP
Light Special Creosote Oil	Residue above 300°C : 5% Max.	1.04-1.08	0-200°C : 10% Max. 200-300°C : 85% Min.	2% Max.	Carbon Black Feed Stocks	BSP
Heavy Creosote Oil	Residue after 315°C : Soft & non-sticky Liquidity at 32°C : passes Matter insoluble in Benzene : 0.5% Max.	1.03-1.10 at 38°C Distillate between 235-315°C : 1.025	Upto 210°C : 5% Max. Upto 235°C : 30% Max. Upto 315°C : 75% Max.	2%	Carbon Black Feed Stocks	BSP
Anthracene Oil	The material contains a small quantities of solid residues (Anthracene, Phenanthrene and Carbazol) which may separate out on cooling during transit. This material, however, can be brought into liquid stage by heating upto 70-80°C in the road tanker itself.	1.1 Min.	0-300°C : 5 to 12% 300-360°C : 40% Min.		Carbon Black Feed Stocks Carbon Black Feed Stocks	BSP
Coal Tar Heavy Oil						
At 300°C (V/V) 10% Max. (V/V) 2% Max.						
Other Coal Tar Products						
Kash Oil	Composition	Specific Gravity	Distillation Range	Moisture	Common uses	Plant
Dephenolised Oil	Naphtahlene Content 20-50%	1.08 at 38°C 0.97 at 60°C	200 to 300°C 0-170°C : 10% Max. 170-230°C : 70% Min.	2% Max. 2% Max.	Naphtahlene bearing feed stocks Naphtahlene and Coal Tar Oils separated and used for their specific use	BSP BSL
Drained Naphtahlene Oil	Naphtahlene Content 20-50%	1.0 at 60°C Min.	0-170°C : 10% Max. 170-230°C : 70% Min.	2% Max.	Ditto	BSL
Heavy Benzol	Naphtahlene Content 20-50%	0.950 at 38°C	0-180°C : 5% Max. 180-270°C : 80% Min.	2% Max.	Ditto	BSP
Meta Para Cresol	Meta Para Content above 40%	1.030 at 25°C	V/V below 180°C : Not more than 25% V/V between 195°C to 205°C more than 25%		Disinfects, Fluxes, Mineral Enrichment, Synthetic Resins. Cable Enamels	BSP
Crude Pyridine Bases	Pyridine 45% Alpha Picoline 15% Beta Picoline, Gamma Picoline, and Lutidine 20% Higher bases and residues (including losses) 20%				Zinc salt of pyridine (Antidandruff shampoos) Pure pyridine, Alpha pyridine, Beta pyridine are used in drug industry. Used as denaturing Agents, used for water-proofing in textiles, used as an agrochemicals. Mixture of picolins (solvent of dye) Vinyl pyridine (improving dye-ability and for improving bending strength of tyre cord chips), Cetyl pyridine (antipnistanzin) 'Pyridine-SO ₃ ' complex is used inconjunction with a material (CO/Fe/Zn) to improve the applicability of dyes. The Phenols liberated from the Sodium Phenolate are virtually free from Neutral Oils and Pyridine Bases and can be used for synthetic purposes.	BSL
Sodium Phenolate	Liberated Phenol : 18% Max., Neutral Oil : 0.1% Max., Pyridine Base : 0.1% Pyridine Base : 0.1% Free Alkali : 1.5% Max.					

Source : SAIL Central Marketing Organization : THE CHEMICAL FACE OF SAIL.

Table 2.2.8 HISTORICAL PLANT-WISE PRODUCTION OF PRIMARY BY-PRODUCT OF COKE IN INDIA

Product	Plant	Year	1984-85	1985-86	1986-87	1987-88	1988-89	1989-90	1990-91
Coke Oven Gas (1,000 Nm ³)	Bhilai		801,045	884,255	840,207	868,878	989,321	1,252,420	N.A.
	Bokaro		870,757	1,039,023	1,064,769	1,152,494	1,128,147	947,974	N.A.
	Durgapur		274,569	698,371	429,515	427,996	377,773	376,180	N.A.
	Rourkela		487,964	507,791	444,839	457,556	475,156	475,556	N.A.
	IISCO		99,432	69,415	56,107	42,006	58,396	428,742	N.A.
	Total		2,533,768	3,198,856	2,835,437	2,948,930	3,028,793	3,480,872	N.A.
	TISCO		646,557	638,581	661,240	671,998	655,537	695,450	N.A.
	Grand Total		3,180,325	3,837,436	3,496,677	3,620,928	3,684,330	4,176,322	N.A.
Ammonium Sulphate (ton)	Bhilai		27,896	29,332	27,841	27,562	36,057	40,100	N.A.
	Bokaro		28,604	28,131	22,025	25,560	28,621	27,300	N.A.
	Durgapur		3,684	5,926	6,014	5,222	5,488	3,800	N.A.
	Rourkela		11,906	11,160	10,083	7,777	12,684	12,000	N.A.
	IISCO		1,760	2,291	3,102	3,718	5,563	N.A.	N.A.
	Total		73,850	76,840	69,065	69,839	88,413	83,200	N.A.
	TISCO		12,862	12,978	15,865	14,114	13,274	14,082	N.A.
	Grand Total		86,712	89,818	84,930	83,953	101,687	97,282	N.A.
Crude Benzol (ton)	Bhilai		18,468	18,454	17,274	19,256	27,668	20,050	24,385
	Bokaro		-	-	-	1,552	3,614	6,410	9,102
	Durgapur		2,669	3,557	3,642	3,426	3,930	2,671	2,840
	Rourkela		2,341	957	1,171	1,406	2,538	4,115	4,202
	IISCO		1,503	1,378	1,053	859	1,210	N.A.	N.A.
	Total		24,981	24,346	23,140	26,499	38,960	33,246	40,529
	TISCO		9,464	8,281	9,697	10,145	9,637	10,224	N.A.
	Grand Total		34,445	32,627	32,838	36,644	48,597	43,470	N.A.
Crude Tar (ton)	Bhilai		82,478	89,064	82,803	85,664	109,570	121,312	136,806
	Bokaro		77,510	90,110	94,917	102,391	96,134	86,758	88,202
	Durgapur		21,842	35,632	38,447	39,381	36,988	34,105	102,120
	Rourkela		54,472	56,163	48,058	49,791	51,901	47,209	46,273
	IISCO		8,748	5,431	4,751	3,763	5,479	N.A.	N.A.
	Total		245,050	276,400	268,976	280,990	300,072	289,384	373,401
	TISCO		68,567	63,400	69,692	67,922	58,788	69,792	N.A.
	Grand Total		313,618	339,801	338,668	348,913	358,860	359,176	373,401

Source : MECON ; Working Group Report, Oct., 1989. (excludes Coke Oven Gas production).

SAIL ; Corporate Plan upto 2000 AD, 1987.

SAIL ; Annual Statistics of Rourkela Steel Plant.

JICA Team ; Estimation of Coke Oven Gas production of TISCO and SAIL (excludes RSP)

Table 2.2.9 PROJECTED PLANT-WISE PRODUCTION OF PRIMARY BY-PRODUCT OF COKE IN INDIA

Product	Unit	Plant	Year	
			1994-95	1999-2000
Coal Carbonised (Net)	million ton	Bhilai	4,480.0	4,620.0
		Bokaro	4,800.0	4,740.0
		Durgapur	2,060.0	2,260.0
		Rourkela	2,242.0	2,990.0
		IISCO	1,640.0	1,900.0
		Total	15,222.0	16,510.0
		TISCO	2,609.2	2,508.9
		Grand Total	17,831.2	19,018.9
Coke Oven Gas	million Nm ³	Bhilai	1,298.0	1,339.0
		Bokaro	1,382.0	1,341.0
		Durgapur	565.7	626.0
		Rourkela	616.7	822.0
		IISCO	450.0	523.0
		Total	4,312.4	4,651.0
		TISCO	733.2	705.0
		Grand Total	5,045.6	5,356.0
Ammonium sulphate	1,000 ton	Bhilai	42.7	44.0
		Bokaro	43.1	42.7
		Durgapur	14.4	15.8
		Rourkela	20.2	26.9
		IISCO	9.8	11.4
		Total	130.2	140.8
		TISCO	14.8	14.3
		Grand Total	145.0	155.1
Crude Benzol	1,000 ton	Bhilai	29.3	30.0
		Bokaro	31.2	30.8
		Durgapur	9.2	10.2
		Rourkela	11.2	15.0
		IISCO	9.8	11.4
		Total	90.7	97.4
		TISCO	10.8	10.4
		Grand Total	101.5	107.8
Crude Tar	1,000 ton	Bhilai	134.2	138.0
		Bokaro	124.7	123.0
		Durgapur	51.7	56.5
		Rourkela	85.7	94.7
		IISCO	45.8	53.2
		Total	442.1	465.4
		TISCO	73.6	70.8
		Grand Total	515.7	536.2

Source : SAIL ; Corporate Plan upto 2000 AD, MAY 1987.

Table 2.2.10 HISTORICAL PRODUCTION OF AROMATIC PRODUCTS IN SAIL

Year	Plant	Products					TOTAL		
		Benzene	Toluene	Xylene	L.S.Naphtha	H.S.Naphtha			
					Solvent Oil	Still Bottom	Oil		
1987-88	Bhilai	11,839	2,065	324	-	-	142	595	14,965
	Bokaro	-	-	-	-	-	-	-	0
	Durgapur	1,784	318	-	81	-	-	-	2,183
	Rourkela	970	310	-	115	29	-	-	1,424
	IISCO	1,275	83	-	27	-	-	26	1,411
Total	15,868	2,776	324	223	29	142	621	19,983	
1988-89	Bhilai	19,238	3,521	560	-	-	268	900	24,487
	Bokaro	2,336	-	-	-	-	-	-	2,336
	Durgapur	2,431	386	-	71	-	-	-	2,888
	Rourkela	1,145	361	-	158	29	-	-	1,693
	IISCO	1,632	126	-	33	-	-	22	1,813
Total	26,782	4,394	560	262	29	268	922	33,217	
1989-90	Bhilai	12,725	2,882	463	-	-	286	524	16,880
	Bokaro	5,368	594	-	-	-	-	335	6,297
	Durgapur	1,243	233	-	55	-	-	-	1,531
	Rourkela	3,649	957	-	315	66	371	-	5,358
	IISCO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Total	22,985	4,666	463	370	286	657	859	30,286	
1990-91	Bhilai	13,711	2,496	535	-	-	324	636	17,702
	Bokaro	6,428	564	48	-	-	-	678	7,718
	Durgapur	2,103	320	-	63	-	-	-	2,486
	Rourkela	2,003	790	-	372	286	-	-	3,451
	IISCO	NA	NA	NA	NA	NA	203	NA	NA
Total	24,245	4,170	583	435	286	527	1,314	31,560	

Source : MECO and Rourkela Steel Plant: Annual Statistics (1989-90 and 1990-91).

Note : Fore runnings production in Rourkela Steel Plant are listed as Solvent Oil in this Table.

Table 2.2.11 PROJECTED PLANT-WISE PRODUCTION OF AROMATIC PRODUCTS IN SAIL

Year	Plant	Plant Unit	Benzene	Toluene	Xylene	Solvents
1994-95	Bhilai	ton	17,660	2,930	590	1,170
	Bokaro	ton	22,510	3,380	870	1,310
	Durgapur	ton	5,070	1,110	-	220
	Rourkela	ton	6,720	1,120	-	450
	IISCO	ton	5,900	980	-	980
	Total	ton	57,860	9,520	1,460	4,130
1999-2000	Bhilai	ton	18,080	3,010	600	1,200
	Bokaro	ton	21,120	3,330	860	1,290
	Durgapur	ton	5,600	1,210	-	310
	Rourkela	ton	9,030	1,500	-	600
	IISCO	ton	6,840	1,140	-	1,140
	Total	ton	60,670	10,190	1,460	4,540
1994-95	Bhilai	kl	19,977	3,360	692	1,368
	Bokaro	kl	25,464	3,876	1,020	1,532
	Durgapur	kl	5,735	1,273	-	257
	Rourkela	kl	7,602	1,284	-	526
	IISCO	kl	6,674	1,124	-	1,146
	Total	kl	65,452	10,917	1,712	4,829
1999-2000	Bhilai	kl	20,452	3,452	703	1,403
	Bokaro	kl	23,891	3,819	-	1,508
	Durgapur	kl	6,335	1,388	-	362
	Rourkela	kl	10,215	1,720	-	702
	IISCO	kl	7,738	1,307	-	1,333
	Total	kl	68,631	11,686	703	5,308

Source : SAIL ; Corporate Plan upto 2000 AD, MAY 1987.

Table 2.2.12 HISTORICAL PLANT-WISE PRODUCTION OF TAR PRODUCTS IN SAIL

Products	(ton)															
	1987-88				1988-89				1989-90				1990-91			
	Plant	BSP	BSL	DSP	RSP	TOTAL	BSP	BSL	DSP	RSP	TOTAL	BSP	BSL	DSP	RSP	TOTAL
Special tar	-	-	-	-	880	880	-	-	-	-	840	840	-	-	780	780
Road tar	988	1329	-	-	2317	1035	3175	-	-	4210	1080	595	595	-	-	1875
Pitch	17485	32802	-	24920	75207	30860	53407	-	26180	110547	28880	29461	40470	-	23417	107277
HP Naphthalene	3594	1278	1148	2350	8370	3564	2631	1130	2142	9467	2871	1302	2075	1020	1675	7093
Pitch creosote mixture	55929	39540	32140	-	127609	63278	63549	29043	-	155870	47570	35391	34988	-	117949	57902 *1 18430 *1 - 127982
Creosote oil	275	-	799	-	1074	2180	-	845	-	3025	2944	-	1131	-	4075	4526
Sodium phenolate	444	-	64	1091	1599	461	-	68	-	529	493	-	103	-	586	390
Dephenolised oil	548	-	-	-	648	790	-	-	-	790	541	-	-	-	541	383
Drained naphthalene oil	1012	-	-	-	1012	2876	-	-	-	2876	2757	-	-	-	2757	3571
Wash Oil	1066	-	-	5110	6176	316	-	-	2780	3096	1045	543	1711	-	5123	8065
Light oil	155	-	119	297	571	76	-	60	-	136	82	-	48	154	284	484
Crude anthracene oil	1495	-	-	-	1435	3978	-	-	-	3978	10906	-	-	-	10906	8747
Dehydrated tar	-	1596	-	-	1596	-	1080	-	-	1080	-	-	-	-	-	0
Woid coating vernish	-	35	-	-	35	-	240	-	-	240	-	380	-	-	380	320
Coal tar fuel	-	-	-	3700	3700	-	-	-	-	0	-	-	-	2600	2600	2600 *2
Coal tar heavy oil	-	-	-	9445	9445	-	-	-	3830	3830	-	-	-	9327	9327	7976
Neutral oil	-	-	-	830	830	-	-	-	1132	1132	-	-	-	1075	1075	1052
Pure phenol	-	-	-	52	52	-	-	-	69	69	-	-	-	70	70	35
MP cresol/cresylic acid	-	-	-	85	85	-	-	-	128	128	-	-	-	127	127	102
Crude carbolic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1424	1424	1379
TOTAL	83031	76580	34270	48789	242841	109514	124082	31146	36261	301003	99159	67672	37250	48688	252769	123551
													96801	22208	44541	287101

Source : MECOX : Production of SAIL's Steel Plant (excludes IISCO)

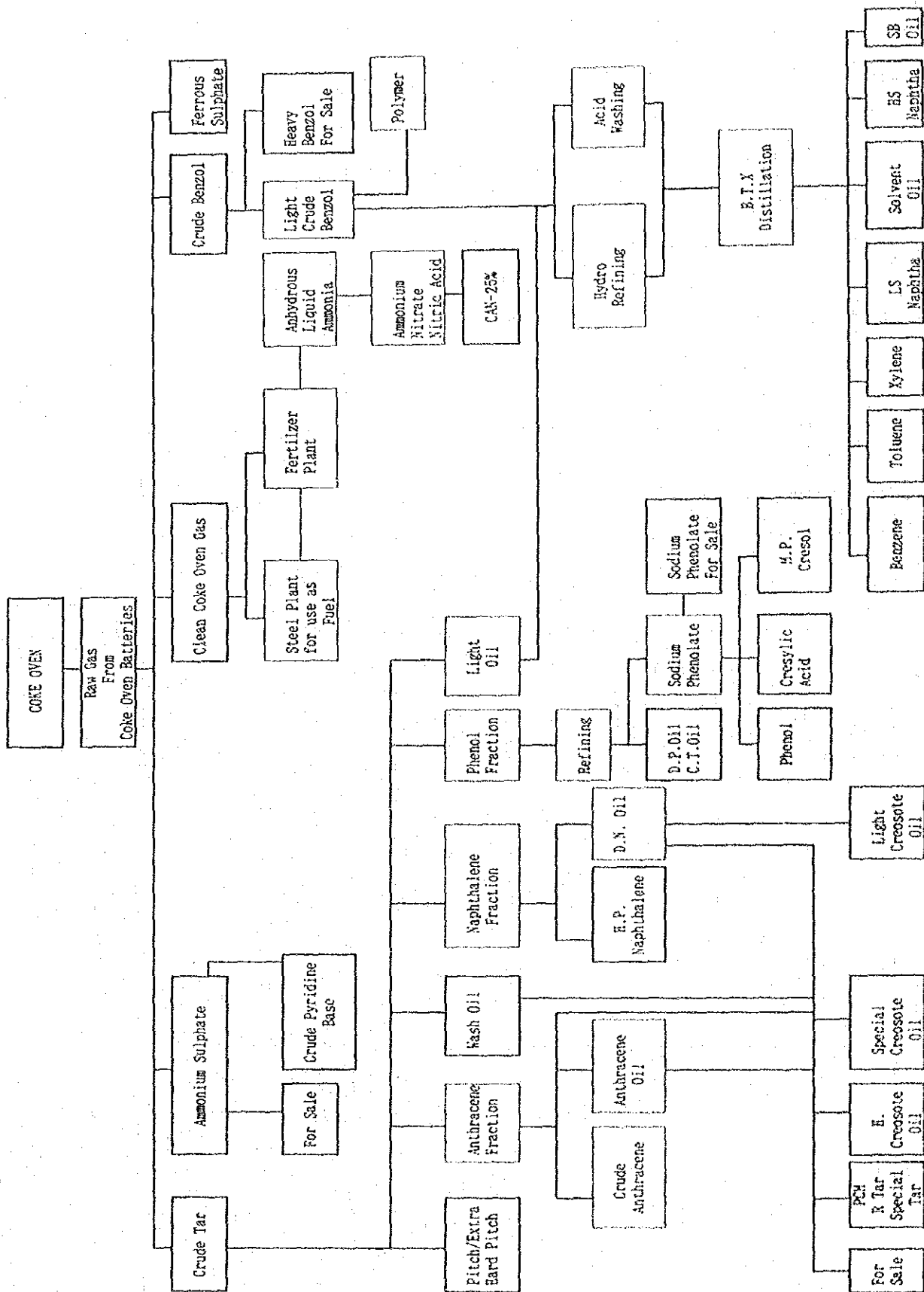
Note : *1 C.T.fuel is also included.

*2 includes pitch creosote mixture.

Table 2.2.13 PROJECTED PLANT-WISE PRODUCTION OF TAR PRODUCTS IN SAIL

(ton)					
Year	Plant	H.P.Naphthalene	Pitch	Tar Oils	Sodium Phenolate
1994-95	Bhilai	5,370	73,790	49,700	1,340
	Bokaro	3,740	84,410	33,760	-
	Durgapur	1,810	28,480	19,120	-
	Rourkela	2,520	33,230	21,350	370
	IISCO	-	-	-	-
	Total	13,440	219,910	123,930	1,710
1999-2000	Bhilai	5,540	76,170	51,220	1,380
	Bokaro	3,700	83,780	33,270	-
	Durgapur	1,960	31,100	28,520	-
	Rourkela	3,360	44,360	20,920	500
	IISCO	-	-	-	-
	Total	14,560	235,410	133,930	1,880

Source : SAIL ; Corporate Plan upto 2000 AD, MAY 1987.



Source : SAIL Central Marketing Organisation : THE CHEMICAL FACE OF SAIL - SAIL'S wide range of By-products

Figure 2.2.1 FLOW CHART OF CHEMICAL RECOVERY IN SAIL

Table 2.3.1 WASHERY-WISE CLEAN COAL PRODUCTION BY CATEGORY

Type	Washery	Clean Coal Quantity (1,000 ton)	Production Percentage (%)
I Prime Coking	Dudga	1,230	8.7
	Bhojudih	1,140	8.1
	Patherdih	670	4.8
	Sudamdih	600	4.3
	Moonidih	700	5.0
	Londa	250	1.8
	DCOP	100	0.7
	DSP	450	3.2
	Chasnalla	720	5.1
	Jamadoba	1,000	7.1
	Direct Feed (BCCL)	200	1.4
	Hard coke Manufacture	0	0.0
	Sub Total	7,060	50.2
II Medium Coking	Kargali	840	6.0
	Kathara	730	5.2
	Swang	500	3.6
	Gidi	1,000	7.1
	Rajrappa	1,030	7.3
	Baroa	110	0.8
	Mahuda	330	2.3
	DSP	270	1.9
	Nandan	340	2.4
	West Bokaro	1,100	7.8
	Direct Feed (BCCL)	150	1.1
Sub Total	6,400	45.5	
III Semi Coking (Direct Feed Only)	NEC	300	2.1
	ECL	300	2.1
	Sub Total	600	4.3
Grand TOTAL (I+II+III)		14,060	100.0

Source : GOVERNMENT OF INDIA MINISTRY OF ENERGY DEPARTMENT OF COAL;
ANNUAL PLAN 1990-91.

Table 2.3.2 WASHERY-WISE CLEAN COAL DESPATCHES BY CATEGORY

Category	Source	Despatches			
		1986-87		1987-88	
		Quantity (1,000 ton)	Ratio (%)	Quantity (1,000 ton)	Ratio (%)
I Prime Coking	CIL (BCCL)				
	Washed Coal	4,010	32.7	4,260	33.9
	Direct feed	1,000	8.1	860	6.8
	Total BCCL	5,010	40.8	5,120	40.7
	TISCO				
	Jamdoba	990		920	
	Washed Coal	970		920	
	Direct feed	20		-	
	TISCO				
	Washed Coal	320		390	
	Total TISCO	1,310	10.7	1,310	10.4
	Washed Coal	1,290	10.5	1,310	10.4
	Direct feed	20	0.2	-	0.0
	DSP				
	Washed Coal	530	4.3	550	4.4
SUB TOTAL	6,850	55.8	6,980	55.5	
Washed Coal	5,830	47.5	6,120	48.7	
Direct feed	1,020	8.3	860	6.8	
II Medium Coking	CIL (CCL)				
	Washed Coal	3,740	30.5	3,790	30.2
	CIL (WCL)				
	Washed Coal	180	1.5	250	2.0
	TISCO				
Washed Coal	990	8.1	1,070	8.5	
SUB TOTAL					
Washed Coal	4,910	40.0	5,110	40.7	
III Blendable Coal	CIL (ECL)	280		220	
	CIL (NEC)	230		260	
	SUB TOTAL	510	4.2	480	3.8
Grand TOTAL (I+II+III)		12,270	100.0	12,570	100.0

Source : GOVERNMENT OF INDIA MINISTRY OF ENERGY DEPARTMENT OF COAL;
ANNUAL PLAN 1990-91.

Table 2.3.3 PROJECTED CATEGORY-WISE AVAILABILITY OF COKING COAL FOR STEEL PLANTS IN INDIA

Year	(million ton)			Total Coking Coal
	Prime Coking Coal	Medium Coking Coal	Semi Coking Coal	
1989-90	7.00	6.41	0.50	13.91
1990-91	7.61	6.60	0.66	14.87
1991-92	8.20	6.83	0.72	15.75
1992-93	8.36	7.12	0.80	16.28
1993-94	9.32	8.11	0.89	18.32
1994-95	10.01	8.37	1.01	19.39

Source : MECON's Information.

Table 2.3.4 HOT METAL PRODUCTION, COKING COAL REQUIREMENT IN INDIA (1990-91)

	(1,000 ton)							TOTAL SUPPLY BALANCE		
	SAIL	VSP	TISCO	MAIN	DCOP	FCI	(A)		(B)	(B-A)
	PRODUCER									
	TOTAL									
1 Hot Metal Production	11,950 *1	1,400 *1	2,300 *1	15,650 *1	- *1	- *1	- *1	15,650		
Total Coaking Coal										
2 Requirement	15,370 *2	1,840 *2	2,550 *2	19,760 *2	100 *1	150 *1	20,010			
3 Imports	2,710 *1	390 *1	500 *1	3,600 *1	- *1	- *1	3,600			
4 Total Indigenous Coal	12,660 *1	1,450 *3	2,050 *3	16,160 *3	100 *1	150 *1	16,410	14,870	-1,540	
5 1) Prime Coking	5,800 *1	650 *1	1,000 *1	7,450 *1	100 *1	60 *1	7,610	7,610	0	
6 2) Medium Coking	6,010 *1	800 *1	1,050 *1	7,860 *1	- *1	90 *1	7,950	6,600	-1,350	
7 3) Semi Coking	850 *1	- *1	- *1	850 *1	- *1	- *1	850	660	-190	
8 Import Equivalent of Supply Deficit								1,015		
9 Total import								4,615		
(3+8)										

Source : *1 ; INDIAN GOVERNMENT MINISTRY OF ENERGY DEPARTMENT OF COAL ; ANNUAL PLAN 1990-91.

*2 ; MECON's Information, 1991.

*3 ; Compiled by JICA Team based on *1 and *2.

Table 2.3.5 HISTORICAL IMPORT QUANTITY OF COKING COAL IN INDIA

	(ton)		
Year	1985-86	1986-87	1987-88
Article Code	3222003	3222003	27011901
Origin			
Australia	2,230,458	1,953,694	2,198,172
Canada	38,003	61	-
Finland	33,965	-	-
German F Rep.	53	-	-
Nepal	-	140	-
Japan	150	-	11,000
Poland	28,895	305,724	-
USA	-	1	-
Total	2,331,524	2,259,620	2,209,172

Source : Ministry of Commerce : STATISTICS OF THE FOREIGN TRADE OF INDIA BY COUNTRIES.

Table 2.3.6 TREND OF COKING COAL CONSUMPTION BY MAIN PRODUCERS

(1,000 ton)

Year	1984-85	1985-86	1986-87	1987-88	1988-89
Steel Plant					
Bhilai	3,123	3,363	3,203	3,189	3,840
Bokaro	3,644	3,917	3,935	4,239	4,168
Durgapur	1,259	1,472	1,676	1,673	1,549
Rourkela	1,932	1,979	1,729	1,810	1,847
IISCO	1,307	1,209	1,049	1,075	1,456
SAIL TOTAL	11,265	11,940	11,592	11,986	12,860
TISCO	2,285	2,267	2,298	2,329	2,325
VSP	-	-	-	-	-
GRAND TOTAL	13,550	14,207	13,890	14,315	15,185

Source : SAIL ; Statistics for Iron & Steel industry in
India, 1990.

Table 2.3.7 PLANT-WISE COKING COAL DEMAND FOR STEEL PLANTS IN INDIA

(million ton)

	Year	SAIL	TISCO	VSP	TOTAL
ACTUAL	1984-85	11.265	2.285	-	13.550
	1985-86	11.940	2.267	-	14.207
	1986-87	11.592	2.298	-	13.890
	1987-88	11.986	2.329	-	14.315
	1988-89	12.860	2.325	-	15.185
	1989-90	14.510	2.550	0.380	17.440
	1990-91	15.370	2.550	1.840	19.760
FORECAST	1991-92	15.210	2.550	3.360	21.120
	1992-93	15.550	2.840	4.030	22.420
	1993-94	16.490	2.840	4.030	23.360
	1994-95	16.330	2.840	4.030	23.200

Source : Compiled by JICA Team based on MECON's Information

Table 2.3.8 PROJECTED CATEGORY-WISE COKING COAL REQUIREMENT IN INDIA AS OF 1994-95

		Requirement	Availability	Balance
		(A)	(B)	(B-A)
		(1,000 ton)	(1,000 ton)	(1,000 ton)
Indigenous	Prime Coking	8,652	10,010	1,358
	Medium Coking	9,388	8,370	-1,018
	Semi Coking	898	1,010	112
Indigenous	Sub Total	18,938	19,390	452
Import	Prime Coking	4,262	4,262	0
Total		23,200	23,652	452

Projected Consumption		Quantity	Percentage
		(1,000 ton)	(%)
Indigenous	Prime Coking	9,670	41.7
	Medium Coking	8,370	36.1
	Semi Coking	898	3.9
Indigenous	Sub Total	18,938	81.6
Import	Prime Coking	4,262	18.4
Total		23,200	100.0

Source : JICA Team's Projection

Table 2.3.9 PROJECTED CATEGORY-WISE COKING COAL REQUIREMENT OF
MAJOR STEEL PRODUCER IN INDIA AS OF 1994-95

(1,000 ton)					
		SAIL	VSP	TISCO	TOTAL
Total Coking Coal Requirement (1)		16,330	4,030	2,840	23,200
Category-wise Coal Requirement (2)					
Prime Coking	Indigenous	6,156	1,402	1,094	8,652
	Import	2,874	843	545	4,262
	Sub Total	9,030	2,245	1,639	12,914
Medium Coking	Indigenous	6,401	1,785	1,201	9,387
Semi Coking	Indigenous	898	0	0	898
Total		16,330	4,030	2,840	23,200
Percentage in each Category (%) (3) [1990-1991]					
Prime Coking	Indigenous	37.7	34.8	38.5	37.3
	Import	17.6	20.9	19.2	18.4
	Sub Total	55.3	55.7	57.7	55.7
Medium Coking	Indigenous	39.2	44.3	42.3	40.5
Semi Coking	Indigenous	5.5	-	-	3.9
Total		100.0	100.0	100.0	100.0

Source : (1) MECON's Information, 1991.

(2) JICA Team's Projection.

(3) Ministry of Energy Department of Coal ;
ANNUAL PLAN 1990-91.

第 3 章 原料調査

第3章 原料調査

3.1 石炭の需給

3.1.1 主要炭田の概要

インドの石炭資源と生産企業について整理し、主に埋蔵量・生産量の観点から主要と考えられる炭田について、その概要を述べる。ここで用いた埋蔵量は、石炭については Annex 3.1.1に示した現地調査時に MECONから入手した1989年1月1日付けのもの、褐炭についてはNLCの'A Profile'によるものである。また、生産量はCILの炭田については同社の'OPERATIONAL STATISTICS 1985-86 TO 1988-89 Vol. II'記載の地区別生産量を、CMPDILの'COAL ATLAS'によって各地区の所属炭田を推定し、集計したものである。他の炭田の生産量はDepartment of Coalの'ANNUAL REPORT 1988-89'と'ANNUAL PLAN 1990-91'を用いた。各炭田の位置についてはCFRIの'INDIAN COALS Vol. 1~8'によるものである。

(1) インドの石炭資源と生産企業

1) 石炭資源の地質的区分とその特徴

インドの石炭資源は、地質年代的に、一般に'ゴンドワナ'と呼ばれる古生代二疊紀の石炭と、新生代第三紀の石炭及び褐炭に大別され、石炭資源1,763億トンの内99%以上をゴンドワナ系の石炭が占めている。また、埋蔵量が上位にあるのはRaniganj、Talcher、Jharia、Ib-Riverの各炭田であり、南北合わせたKaranpura炭田がこれらに続いている。

ゴンドワナ系に属する石炭は亜瀝青炭もしくは瀝青炭に分類されるものであり、硫黄・リンは少ないが、灰分が多く、この鉱物質が石炭組織中に緻密に分布しているため選炭が困難とされている。また、石炭組織の面からは同時期に生成された北半球の石炭に比べinertiniteが多いという特徴を有する。

一方、第三紀の石炭はゴンドワナ系の石炭に比べ硫黄分は多いが、灰分が低くinertiniteも少なく、質的にはインド石炭資源の中で特異な位置を占めている。炭田はいずれも小規模であるが、Makum炭田が

その中で最大の埋蔵量を持つ。

褐炭資源の大部分は比較的低位分であるが、50%程度の水分を含んでいる。最大の埋蔵量を持つ褐炭田は Neyveli 炭田である。

代表的な炭田の石炭の性質を Table 3.1.1 に、石炭組織分析値を Table 3.1.2 に示す。

2) 粘結炭資源とその主要炭田

インドの粘結炭資源の全埋蔵量は約 277 億トンで、全石炭資源に占める比率は 16% に満たない。粘結炭は prime coking coal、medium coking coal、semi-weakly coking coal に分類されている。

prime coking coal の埋蔵量は 53 億トンで、賦存するのは Jharia 炭田のみである。medium coking coal は数炭田に賦存し、203 億トンを超える埋蔵量があるが Jharia、東西 Bokaro、南北 Karanpura 炭田でその 90% 以上を占めている。prime、medium 以外の粘結炭の埋蔵量は約 20 億トンであるが、その 52% は Raniganj 炭田が占めている。

Table 3.1.3 はインド側が JICA 事前調査団に提示した prime coking coal 推定寿命であり、鉄鋼業における 5% の消費の伸びを考えた場合、30 年の寿命しかないというのが SRC 技術導入に関して協力を要請してきた理由の一つである。推定炭量まで含めると埋蔵量は上記の 53 億トンとなるが、同様の可採比率・選炭歩留を考えた場合、寿命の伸びは僅かではない。

3) 非粘結炭資源とその主要炭田

ゴンドワナ系炭田で非粘結炭埋蔵量の多いのは、Raniganj、Talcher、Ib-River、Karanpura、Godavari Valley の諸炭田であり、これらで 1,480 億トン近いゴンドワナ系非粘結炭埋蔵量の 60% 近くを占めている。

炭層確認の确实度の高い確定及び推定の炭量について、気乾ベース水分と灰分から計算される Useful Heat Value (UHV) による等級分類がなされている。これによると最も高品質の A 級 (UHV 6200 kcal/kg 以上、水分+灰分 19.6% 未満) に属するのは 16 億トン余りで 2% にも満たない。A 級の炭量が多いのは南北合計の Karanpura、Korba、Raniganj の各炭田でそれぞれ 308.94 百万トン、230.43 百万トン、180.00 百万トンの埋蔵量を有している。次いで高品質の B 級炭は 50 億トン近い埋蔵

量があるが、その半分近くはRaniganj炭田に集中している。

SRCの原料、SRCとともに用いられて粘結炭と置換する非粘結炭に必要な性質の一つは低灰分であることである。SRC技術の導入が適切と判断され、その需要が増大して使用非粘結炭供給源の多様化をはかることが必要になった場合には高級非粘結炭を比較的多量に埋蔵する炭田が検討対象に含まれるものと考えられる。

4) 炭田の地理的分布と生産企業

a) 地理的分布

Figure 3.1.1はインドの炭田の分布と、そこで生産を行っている企業を示している。

ゴンドワナ系の炭田は北緯24度以南・東経78度以東のインド半島南東部に集中しており、主要河川の流域即ちDamodar、Koel、Sone-Mahanadi、Penchi-Kanhan、Pranhi ta-Godavari峡谷沿いに存在している。埋蔵量・生産量の面からも上記の地域を占めるBihar、West Bengal、Orissa、Madhya Pradesh、Andhra Pradeshの諸州に集中しており、これら州政府がroyalty、cessの形で得ている収入は1987年度には90億ルピーを上回っている。

第三紀の石炭は北東諸州及びJammu & Kashmir州に賦存している。

褐炭はJammu & Kashmir、Rajasthan、Gujarat、Tamil Naduの諸州に存在しており、Tamil Nadu州のNeyveli褐炭田はその中で最大の埋蔵量を有し、インド南部のエネルギー源として大きな役割を果たしている。

埋蔵量・生産量の大半を占めるゴンドワナ系石炭資源の地域的偏在は大量の石炭輸送を必要とし、アジア最大のインド鉄道の貨物輸送の約40%は石炭が占めている。需要先への輸送ルートのみならず輸送コスト低減の観点から各生産企業の大規模出炭炭田は、必ずしも埋蔵量は上位になくても、重要な意味を持つものと考えられる。

b) 生産企業

インドの1989年度の石炭生産実績は200.88百万トン、1990年度生産見込みは215.01百万トンであるが、その89%以上を中央政府系公企業であるCoal India Limited(CIL)と、その子会社が、9%近くを中央政府とAndhra Pradesh州政府の合弁企業であるSingareni Collieries Company Limited (SCCL)が占めている。

CIL傘下の生産企業はBharat Coking Coal Limited(BCCL)、Central Coalfields Limited(CCL)、Eastern Coalfields Limited (ECL)、Western Coalfields Limited (WCL)、Northern Coalfields Limited(NCL)、South Eastern Coalfields Limited (SECL)で各社の管轄炭田はFigure 3.1.1に示されている。北東諸州の第三紀の炭田はCILが直接管理している。BCCL、NCLはそれぞれJharia炭田、Singrauli炭田で生産を行っている。ほかの4社は複数の炭田を管轄しているが、生産量から現在のそれぞれの主力炭田は、ECLがRaniganj炭田、CCLが東西Bokaro炭田及び南北Karanpura炭田、SECLがKorba炭田及びTalcher炭田、WCLがWardha炭田である。

SCCLはGodavari Valley炭田で生産を行っている。

褐炭の生産は中央政府系公企業であるNeyveli Lignite Corporation(NLC)が行っており、全褐炭の生産量のほとんどすべてがNeyveli炭田からのものである。

(2) 主要炭田の概要

1) Jharia炭田

本炭田はインド第3位の埋蔵量を持つとともに、現在インドにおける唯一のprime coking coalのソースであり、また東西合わせたBokaro炭田に次ぐ量のmedium coking coalを埋蔵している。

19世紀後期に採掘活動が開始されて以来100年近くにわたってインド石炭鉱業の中心的役割を果たしてきた。1971年の国有化までほとんどすべての炭鉱は私企業のものであり、無計画な採掘によって多大な資源の損失を招いた。

本調査におけるSRC原料候補炭のOil Agglomerated Middlingsはこの炭田の粘結炭を選炭した際に生じた中間物を微粉碎後、油添造粒に

よって脱灰したものである。

a) 位置

Jharia炭田は Bihar州 Dhanbad県にあり、北緯23° 37' -23° 52' 間、東経 86° 06' -86° 30' 間の480 km²を占めている。Damodar川とその支流がこの炭田を西から東に向かって流れている。

b) 埋蔵量

深度1,200mまでの全埋蔵量は19,417百万トンと推定され、73.2%が600m以浅の比較的浅部に賦存する。全埋蔵量の内、prime coking coal、medium coking coal、non-coking coalがそれぞれ 27.3%、31.7%、41.0%を占めているが、非粘結炭の90%はE級又はそれ以下に格付けされる低品位のものである。また炭層確認の确实度によってこの埋蔵量を分類すると70.8%、29.2%がそれぞれ確定、推定に属している。

c) 生産量

この炭田はBCCLに所属し、1988-89年度には18に分けられた地域に107の炭鉱が存在している。過去4年間の生産量は下記のとおりである。

1985-86年度	21.1百万トン
1986-87年度	24.0百万トン
1987-88年度	25.1百万トン
1988-89年度	26.3百万トン

この炭田に存在する主要炭鉱としては、Block II地域のBlock II鉱、Moonidih地域のMoonidih鉱、Barora地域のMuraidih鉱、Bastacolla地域のGoluckdih鉱があり、1988-89年度には、それぞれ101.8万トン、120.0万トン、98.9万トン、88.7万トンを生産している。

2) Raniganj炭田

Raniganj炭田はインド最大の埋蔵量を持つ炭田であり、medium cokingからnon-cokingに至るほとんど全種類の石炭が存在し、高 UHV 非粘結炭の埋蔵量も多い。

この炭田はインド石炭鉱業発祥の地であり、開発当初から石炭鉱業の関心を集め続け、今日でも ECLの主力炭田で大量の石炭供給地の役割を維持し続けている。

本調査における SRC原料候補炭の Samla炭はこの炭田のものである。

a) 位置

Raniganj炭田は北緯 $23^{\circ} 33' - 23^{\circ} 52'$ 間、東経 $86^{\circ} 38' - 87^{\circ} 20'$ 間の $1,550\text{km}^2$ を占めている。その大部分はWest Bengal州 Burdwan県に属するが、西端・北端・南端は Bihar州の Dhanbad、Santhal Pargana両県、West Bengal州の Birbhum、Purulia、Bankura各県にまたがっている。

b) 埋蔵量

深度 $1,200\text{m}$ までの全埋蔵量は $27,237$ 百万トンと推定されており、 66.2% が 600m 以浅に存在している。また炭層確認の確実度によって埋蔵量は 26.6% が確定炭量に、 43.7% が推定炭量に、 29.7% が予想炭量に分類されている。

粘結炭の比率はmedium coking coalが 2.1% 、blendable coalが 3.9% である。非粘結炭の埋蔵量は $25,607$ 百万トンで全体の 94% を占めている。この内、 $18,320$ 百万トンは確定又は推定に分類され、同時に UHVによって格付けがなされている。それによると、 13.8% が高 UHVの A・B級に、 67.6% が中程度の C・D級に、 18.6% が低品質の E級以下に分類されている。

c) 生産量

この炭田は ECLに所属し、1988-89年度には16に分けられた地域に 133の炭鉱が存在した。過去 4年の生産量は下記のとおりである。

1985-86 年度	23.4 百万トン
1986-87 年度	24.8 百万トン
1987-88 年度	25.6 百万トン
1988-89 年度	27.4 百万トン

この炭田に属する大炭鉱にはNirsha地区のBadjna鉱があり、1988-89年度には 139.2万トンを出炭している。

3) Bokaro炭田

全埋蔵量がインド第 9位にあるとともに、最大のmedium coking coalの埋蔵量を持つ炭田である。生産面でも CCLの主力炭田の 1つであり、medium coking coalの主供給源となっている。

a) 位置

この炭田はBihar州のHazaribagh、Giridih両県にまたがって広がっており、中央に位置するLugu丘陵によって East Bokaro炭田と West Bokaro炭田に分けられる。Damodar川が East Bokaro炭田の南端を流れ、Damodar川の支流の一つであるBokaro川がWest Bokaro炭田地域の主排水路となっている。

East Bokaro炭田は北緯23° 44' 30"-23° 48' 30"間、東経85° 44' 30"-86° 02' 30"間の208km²を、West Bokaro炭田は北緯23° 44' 00"-23° 50' 30"間、東経85° 24' 00"-85° 44' 30"間の259km²を占めている。

b) 埋蔵量

深度900mまでの全埋蔵量は8,988.33百万トンと見積もられ、92.6%が600m以浅に賦存している。炭質では 97.4%がmedium coking coalに属している。一方、炭層確認の確実度によってでは、50.7%、48.0%がそれぞれ確定、推定に分類されている。

c) 生産量

Bokaro炭田は CCLの Division IIに所属し、1988-89年度には5地域に分けられ、30の炭鉱が存在した。過去4年間の生産量は下記のとおりである。

1985-86年度	12.2百万トン
1986-87年度	12.9百万トン
1987-88年度	12.3百万トン
1988-89年度	12.8百万トン

この炭田の主要炭鉱としては1988-89年度に、それぞれ91.3万トン、92.5万トン、191.0万トン、129.2万トンを生産した。Kargali地区のBokaro、Kargali両鉱、Dhori地区のSouth Dhori鉱、Kathara地区のKathara鉱をあげることができる。

4) Karanpura炭田

Karanpura炭田は南北合わせるとインド第5位の埋蔵量があり、Bokaro・Jharia両炭田に次ぐ量のmedium coking coalを埋蔵している。また UHVでA級に分類される高級非粘結炭の埋蔵量が最も多い。生産量でもCCLの主力炭田の位置を占めている。本調査におけるSRC原料候補炭のArgada-Sirka炭はSouth Karanpura炭田のものである。

a) 位置

North Karanpura炭田は北緯 $23^{\circ} 38' - 23^{\circ} 56'$ 間、東経 $84^{\circ} 46' - 85^{\circ} 23'$ 間に位置し、 $1,230\text{km}^2$ の面積を占める、Upper Damodar Valley炭田群の最西端の炭田である。炭田の大部分はBihar州のHazaribagh県に属するが西端及び南端は同州のPalamau、Ranchi県に所属している。炭田は東西64km、南北36kmの円盤状の堆積盆を形作っている。

South Karanpura炭田は北緯 $23^{\circ} 38' - 23^{\circ} 43'$ 間、東経 $85^{\circ} 07' - 85^{\circ} 28'$ 間の 175km^2 を占める。炭田の大部分はBihar州のRanchi県に、一部は同州のHazaribagh県に属しており、Upper

Damodar Valley炭田群の一部を形成している。炭田は東西37km、南北 9kmの擬楕円形の形状をなしている。

b) 埋蔵量

North Karanpura炭田の深度600mまでの全埋蔵量は1,349.8百万トンと推定されている。この内、18.8%は確定炭量に、57.6%は推定炭量に、23.6%は予想炭量に分類されている。炭種別には約75%が非粘結炭であり、残りはmedium coking coalである。

非粘結炭の炭質については、等級分けがなされている確定・推定炭量7,518.82百万トンの内、83.5%がUIV4,200kcal/kg未満のB級以下に分類されているが、6,200kcal/kg以上のA級炭の埋蔵量も1億トン近く、インドの炭田中比較的上位にある。

South Karanpura炭田の深度900mまでの全埋蔵量は3,853.74百万トンと推定されているが、この内約99%は600m以浅に存在する。

埋蔵量の92.8%を非粘結炭が占め、その内2,592.27百万トンは確定または推定炭量に分類され、UIVによる等級づけがなされているが、A級に分類されている量は210.94百万トンで、後述のKorba炭田に次いで第2位となっている。

c) 生産量

North Karanpura炭田はCCLのDivision Iに属し、1988-89年度には2つに分けられている地域で6炭鉱が操業している。過去4年間の生産量は下記のとおりである。

1985-86年度	4.7百万トン
1986-87年度	5.4百万トン
1987-88年度	6.4百万トン
1988-89年度	6.5百万トン

この炭田の大炭鉱としては、1988-89年度にそれぞれ173.5万トン、241.1万トン、164.0万トンを生産したD. Bukbuka鉱、K. Dewarkhand鉱、Karkatta鉱をあげることができる。

South Karanpura炭田もCCLのDivision Iに所属し、1988-89年度には2つに分けられた地域に14の炭鉱が存在している。

過去 4年間の生産量は下記のとおりである。

1985-86年度	5.3百万トン
1986-87年度	4.9百万トン
1987-88年度	5.4百万トン
1988-89年度	5.5百万トン

5) Korba炭田

この炭田はインド第10位の埋蔵量を有し、A級に分類される高級非粘結炭量はインドで最も多い。

SECL所属炭田中最大の生産量を示している。

a) 位置

Korba炭田はMadhya Pradesh州Bilaspur県にあり、北緯22° 17' -22° 38' 間、東経82° 15' -82° 55' 間の520km²を占めている。Hasdo川が北から南に向かって流れ、炭田を東西に分けている。

b) 埋蔵量

深度600mまでの全埋蔵量は5,513.03百万トンである。

全量非粘結炭で、等級分類されている確定・推定炭量5,475.48百万トンのうち90%近い4,873.79百万トンはE級以下であるが、A級の埋蔵量も230.43百万トンある。

c) 生産量

この炭田はSECLに所属し、1988-89年度には東西両地域合わせて10炭鉱が存在している。過去4年間の生産量は下記のとおりである。

1985-86年度	12.1百万トン
1986-87年度	13.2百万トン
1987-88年度	14.1百万トン
1988-89年度	15.5百万トン

この炭田の主要炭鉱には 1988-89年度にそれぞれ 170.7万トン、374.5万トン、821.0万トンを生産したKorba East地域のManickpur OCP鉱、Korba West地域のKusmunda OCP鉱、Gevera OCP鉱がある。

6) Talcher炭田

この炭田はインド第2位の埋蔵量を有し、生産面でも近年最も大量の石炭を生産しているSECLの主力炭田の1つである。

a) 位置

Talcher炭田は北緯 $20^{\circ} 50' - 21^{\circ} 15'$ 間、東経 $84^{\circ} 20' - 85^{\circ} 25'$ 間の、面積約1,800km²を占めており、Orissa州 Dhenkanal県のBramhani River Valleyに広がっている。

b) 埋蔵量

深度1,200mまでの全埋蔵量は22,854.7百万トンと推定されており、この内99.8%は600m以浅に賦存している。

この炭田の石炭はすべて非粘結炭で、確定・推定の炭量である9,802.7百万トンについてはUHVによる等級づけがなされている。UHVが6,200kcal/kgを越える良質なA級に属するのは32.61百万トンにすぎず、4,200kcal/kg未満のE級以下のクラスが91.4%を占めている。

c) 生産量

Talcher炭田はSECLのSouth Divisionに属し、1988-89年度には8炭鉱が操業しているが、これらの中で生産量の多いのはJaganath OCP鉱とBharatpur鉱であり、それぞれ250.0万トン、272.1万トンを生産している。また、炭田全体の過去4年の生産量は下記のとおりである。

1985-86年度	3.5百万トン
1986-87年度	4.0百万トン
1987-88年度	4.9百万トン
1988-89年度	6.1百万トン

7) Ib-Valley炭田

Ib-Valley炭田はインド第4位の埋蔵量を持つとともに、生産面でも Korba、Talcher両炭田同様SECLの主力炭田である。

a) 位置

Ib-Valley炭田は北緯21° 40' -21° 55' 間、東経83° 30' -84° 00' 間の面積590km²を占めており、Orissa州 Sambalpur県にあるが、Madhya Pradesh州の Korba、Mand両炭田及びOrissa州の Talcher炭田に続く炭田群の一部を形成している。

b) 埋蔵量

深度600mまでの全埋蔵量は 18,701.94百万トンと推定されており、すべて非粘結炭に分類されている。

この内、炭層確認の確実度によって確定・推定の炭量に分類されている 10,410.76百万トンについては UHVによる等級付けがなされている。それによると、A級の石炭は10百万トン余りにすぎず E級以下の石炭が 83.5%を占めている。

c) 生産量

Ib-Valley炭田はSECLのSouth Divisionに属し、1988-89年度には 9炭鉱が存在したが、この内生産量の多いのは、Belpahar OCP鉱及び Lajkuta鉱で、それぞれ 184.9万トン、141.8万トンを産出している。炭田全体の過去4年の生産量は下記のとおりである。

1985-86年度	2.5百万トン
1986-87年度	3.1百万トン
1987-88年度	4.0百万トン
1988-89年度	4.7百万トン

8) Singrauli炭田

Singrauli炭田はインド第8位の埋蔵量を持ち、NCLによって生産が行われており、北部の電力用炭の需要を満たすものである。

また、この炭田はインド石炭鉱業において初めて、大型露天採掘設備を導入し、年産10百万トン級の炭坑を開坑したこと、大規模山元発電所を建設したこと、そこへの輸送に'Merry-Go-Round'方式を導入したことで知られている。

a) 位置

Singrauli炭田は北緯 $23^{\circ} 47' - 24^{\circ} 12'$ 間、東経 $81^{\circ} 48' - 82^{\circ} 52'$ 間の面積2,201km²を占め、Madhya Pradesh州のSidhi及びShadol両県、Uttar Pradesh州のMirzapur県に広がっている。

b) 埋蔵量

深度600mまでの全埋蔵量は9,207.13百万トンと推定されており、全量非粘結炭である。

この内5,241.8百万トンは確定又は推定炭量に分類され、UIVによる等級づけが行われている。それによると、A・B級の石炭は存在せず、UIV4,200~5,600kcal/kgのC・D級が33.1%を、4,200kcal/kg未満のE級以下が66.9%を占めている。

c) 生産量

Singrauli炭田はNCLに所属し、炭鉱数は少ないがいずれも大規模である。各炭鉱の1988-89年度を生産量を以下に示す。

Jhingurda	320.0万トン
Gorbi	141.6万トン
Bina	453.0万トン
Jayant	675.2万トン
Kakri	166.3万トン
Dudhichua	160.0万トン
Amolori	47.3万トン

また、炭田全体の過去4年間の生産量は下記のとおりである。

1985-86年度	11.6百万トン
1986-87年度	13.6百万トン
1987-88年度	16.5百万トン
1988-89年度	19.6百万トン

9) Chanda-Wardha炭田

この炭田はインド第12位の埋蔵量を有し、生産面では WCL所属炭田中最大である。

a) 位置

Wardha炭田は北緯 $19^{\circ} 30' - 20^{\circ} 97'$ 間、東経 $78^{\circ} 50' - 79^{\circ} 45'$ 間の面積 $4,130\text{km}^2$ を占めており、その大部分は Maharashtra州の Chanda県に、北西部の一部は同州の Yeotmal 県に広がっている。炭田は北部の Warora 地区から Andhra Pradesh 州との境界に近い南部の Wirur-Chincholi 地区まで広がっている。

b) 埋蔵量

深度600mまでの全埋蔵量は3,646.44百万トンと推定されており、これらはすべて非粘結炭である。

これらの内2,026.44百万トンは確定もしくは推定炭量に分類され、UHVによる等級づけがなされているが、中程度の C・D級と低品質の E級以下がほぼ同量で、A・B級は存在しない。

c) 生産量

この炭田は WCL に所属し、1988-89 年度には 8 炭鉱が操業している。この内 Durgapur OCP 鉱が最大で、194.2 万トンを生産している。この炭田の過去 4 年間の生産量は下記のとおりである。

1985-86 年度	3.1 百万トン
1986-87 年度	3.6 百万トン
1987-88 年度	4.2 百万トン
1988-89 年度	4.4 百万トン

10) Godavari Valley 炭田

この炭田はインド第 6 位の埋蔵量を有し、SCCL が生産を行っている。

a) 位置

この炭田は北西から南東に伸び、北緯 $17^{\circ} 00' - 19^{\circ} 30'$ 間、東経 $79^{\circ} 00' - 81^{\circ} 30'$ 間にあり、Andhra Pradesh 州の Adilabad、Karimnagar、Warangal、Khamman、East Godavari の各県に広がっている。

b) 埋蔵量

深度 1,200m までの全埋蔵量は 10,086.2 百万トンで、その 81.2% は 600m 以浅に賦存している。全量非粘結炭で、確定・推定の炭量 5,603.35 百万トンの内、中程度の C・D 級が 58% を、低品質の E 級以下が 38% を占め、A 級は約 25 百万トンにすぎない。

c) 生産量

過去 4 年間の生産量は下記のとおりである。

1985-86 年度	15.66 百万トン
1986-87 年度	16.58 百万トン
1987-88 年度	16.40 百万トン
1988-89 年度	18.60 百万トン

11) Makum炭田

この炭田はインド全体の埋蔵量の観点からは重要なものではないが、灰分の少ない第三紀の石炭資源の中で最大の埋蔵量を有しているという点で重要である。

また、インフラストラクチャーの面からも、CILが直接管理しているインド北東部における炭田の中で最も整備されており、この地域で生産される石炭のほとんどはこの炭田からのもので、インド北東部で消費されるとともに、その低灰分と強粘着性によって冶金用コークス原料炭にも使用されている。

本調査における SRC原料候補炭の Assam炭はこの炭田のものである。

a) 位置

Makum炭田は Assam州にあり、北緯 $27^{\circ} 15' - 27^{\circ} 25'$ 間、東経 $95^{\circ} 40' - 95^{\circ} 55'$ 間の位置を占める。炭田の南側、南東側はBuri、Dihing、Tirap川の流域の平野部に対して 300~500mの標高を示す丘陵地となっている。これらの丘陵地を縫って Namdang川、Ledopani川、Tirap川が流れている。

b) 埋蔵量

深度600mまでの全埋蔵量は235.66百万トンと推定されている。この内、10.2%は確定炭量に、61.0%は推定炭量に分類されている。

c) 生産量

過去 4年間の生産量は次のとおりである。

1985-86年度	0.84百万トン
1986-87年度	0.91百万トン
1987-88年度	1.00百万トン
1988-89年度	0.90百万トン

12) Neyveli炭田

この炭田はインド最大の褐炭田であり、Godavari Valley炭田とともにインド南部に対する重要なエネルギー供給源となっている。

本調査における SRC原料候補炭の Ligniteはこの炭田のものである。

a) 位置

Neyveli炭田はTamil Nadu州 South Arcot県にあり、北緯 $11^{\circ} 15' - 11^{\circ} 40'$ 間、東経 $79^{\circ} 25' - 79^{\circ} 40'$ 間の約 480km^2 を占めている。

b) 埋蔵量

炭田全域では 3,300百万トンの埋蔵量があり、この内 2,000百万トンは確定炭量とされている。現在採掘が行われているMine I、Mine II、開発が計画されているMine Iの拡張部、Mine IIIのそれぞれ 16.69km^2 、 27.00km^2 、 11.00km^2 、 38.00km^2 の面積には 287百万トン、398百万トン、106百万トン、470百万トンの埋蔵量が試錐によって確認されている。

c) 生産量

現在生産の行われているMine I、Mine IIの生産能力はそれぞれ 6.5百万トン、4.7百万トン/年であるが、南部の電力需要の伸びに対応するため、Mine I、Mine IIをそれぞれ10.5百万トン/年に増強し、11.0百万トン/年のMine IIIを開発する計画がある。

過去 4年間の生産量は次のとおりである。

1985-86年度	7.22百万トン
1986-87年度	8.52百万トン
1987-88年度	10.15百万トン
1988-89年度	11.41百万トン

3.1.2 主要炭田の炭層と炭質の特徴

3.1.1で埋蔵量・生産量等の概要をまとめた各主要炭田の炭層とその炭質の特徴を整理する。

ここで用いる分析値等はCFRIの 'INDIAN COALS Vol. 1~8' によるものである。

これらの分析値はボーリングで得られた試料等に関するもので、対応する量的情報は入手できなかった。

ここでは各炭層に属する試料の分析値の算術平均値を算出し、その炭層の平均的な炭質の一つの尺度として用いることとした。

(1) Jharia炭田

ゴンドワナ系には下位より順にKarharbari、Barakar、Raniganjの名称で知られる夾炭層が存在し、この炭田では Barakar、Raniganj両夾炭層が稼行価値のある炭層を夾在している。

1) Raniganj層

この炭田のRaniganj層には15枚の炭層の存在することが GSIの試錐によって確認されており、上から順にXIICから '0' の番号がつけられている。これらの炭層のうち、XI、V、III、II、'0' の各層はそれぞれ Lohapti、Bhurungiya、Mahuda Top、Mahuda Middle、Mahuda Bottomの別称で呼ばれており、炭層の厚さ・炭質・地域的広がりから重要である。

これらの石炭はいずれも20以上の caking index (CI)を示し、E~G7のコークタイプ(GKLT)を示すものもあるが、無水無鉱物質ベース揮発分(dmf VM)は35~39%あり、インドの粘結炭の分類では高揮発分の medium coking coal、blendable coalに相当する。灰分はMahuda Top、Mahuda Bottomが比較的 low 20%を幾分上回る程度である。

2) Barakar層

Barakar層は主要な炭層25枚を含み、これらは広い範囲にわたって安定して存在している。これら主要炭層は上から順に、XVIII A~ Iの番号がつけられており、Aのつくものは同じ番号の炭層の上部に位置することを意味する。地域によっては炭層の分裂がみられるが、夾み

の厚い場合には別の炭層として扱われている。一方、地域によっては何枚かの炭層が合併して厚い層を形作っており、これらはVI/VII/VIII、V/VI/VIIのように表されている。これらの主要炭層のほかは何枚かの地域的に存在する炭層も知られている。同じ Barakar層の炭層であっても、地域による石炭化度の相違が明瞭に見いだされる。西部ではIX及びそれより上層は prime coking coalの性質を示し、それより下部の炭層は大なり小なり揮発分が失われるとともに粘結性の低下がみられる。これに対して東部では西部の対応する炭層よりも相対的に揮発分が高く、V/VI/VII層まで prime coking coalの性質を示す。

Barren層の下部に存在する中央部では比較的新しい炭層でさえ揮発分が低い。

一般にIX層から上部にある炭層では、比較的夾みも少なく、通常夾みをのぞいた部分で 24%以下の灰分を示しており、なかでもXV層の灰分値の大半は 20%以下である。これに対して下部に存在する炭層は、最下部のものを除いて、夾みも多く、夾みを除いた石炭自体の灰分もより高い数値を示す。下部の炭層においては火山岩の貫入による熱の影響を受け粘結炭であるはずのものが非粘結になっている例もいくつかの地域で見られる。

(2) Raniganj炭田

稼行価値のある炭層はRaniganj、Barakar両層に存在する。Raniganj層は多くの炭田でその存在が確認されているが、Raniganj炭田のほかに経済的価値のある炭層を夾在するのはJharia、Singrauli両炭田のみであり、この2炭田においてもRaniganj層に属する炭層の発達に限られたものである。

1) Raniganj層

Raniganj層には、上から順に R-X～ R-Iの番号をつけられた10枚の炭層と、地域的ではあるがさらに数枚の炭層が夾在しており、炭層名は上記の番号よりも地域によって異なる名称の方が一般的である。

上記の10枚すべて、及び地域的に存在する炭層の一部も経済的価値を持っており、炭田の各所で採掘されている。

石炭化度は一般に東から西に向かうにしたがって進行している。石炭の大部分は低石炭化度で非粘結性であるが、西部では弱い粘結性を

示し、西部の下層にある炭層ではmedium coking coalの性質を示すことが知られている。

灰分の比較的低いのはR-IV、R-IIの両層で、分析値の算術平均はそれぞれ 17%、16%程度であるが、10～15%の値も相当数見いだされる。

また、これらの気乾ベース水分 (adb M)、無水無鉱物質ベース揮発分 (VM)・炭素%(C)・水素炭素原子数比 (H/C)・燃料比 (FR)の算術平均値は下記のとおりである。

	adb M	adb Ash	dmf VM	dmf C%	H/C	FR
R-IV	5.6	17.2	40.7	82.4	0.79	1.38
R-II	3.7	15.6	40.0	83.8	0.78	1.42

2) Barakar層

Barakar層には上から順にB-VII～B-Iの番号をつけられた 7枚の炭層と、それ以外に地域的重要性を持つ数枚の炭層が存在する。Raniganj層の場合と同様、Barakar層の場合も地域名の方がよく流布している。

7枚の炭層すべて、また地域的に存在する炭層の一部が各所で採掘されている。

石炭の大部分はmedium coking coalの性質を示すが、炭質は劣り、貫入した火成岩の近接による熱的影響を受けて、粘結性の低下している例が多くみられる。一般的にいうと、比較的上層、即ち B-V層とその上部に存在する炭層は高炉用コークス製造に使用されるmedium coking coalに分類される。しかし、北東部のKasta-Kankartala地区では西から東に向かうにしたがって次第に粘結性が低下し、最東部ではMadhaiganj地区における試錐で観察されるように完全に非粘結となっている。Ironstone shaleの下部にある Barakar層の石炭については、確認されている限り、medium cokingからprime cokingに近い性質を示している。

灰分の比較的低いのは B-VII、B-VI、B-V、B-Iの各層でそれぞれの算術平均値は 16.4%、18.2%、19.3%、17.9%である。

(3) Bokaro炭田

Raniganj層には小数の炭層の夾在することが試錐によって確認されてい

るが、対比（各炭層の関連付け）はなされておらず、炭層の厚さは1m～2mである。

Barakar層は多数の炭層を含む重要な夾炭層で、10～40mの厚さを有する炭層もあり、良質～中程度の炭質の石炭を相当量埋蔵しているが、厚層の一部は夾みを夾在し、炭質も劣る。しかし、東西いずれの炭田においても小数の、薄い良質の炭層が安定して存在する。

両炭田の間には地質的連続性が存在するが炭層堆積の状況は異なっており対比することができないので、以下では両炭田を別個に述べる。

1) East Bokaro炭田

East Bokaro炭田では27枚の地域的に安定した炭層の存在が知られている。Barakar層は750mの厚さを持ち、23枚の炭層を夾在している。

その下部に存在するKarharbari層は30～60mの厚さで、4枚の炭層を含んでいる。

西部に比べ南東部では侵食が著しく上部の炭層の消失がみられる。

一般的に炭田の東部では対比される西部の炭層よりも石炭化度が進んでいる。しかし、ほぼ並行するGovindpur-Pichri、Borea両断層による溝状地帯であるGovindpur-Asnapani-Jarangdih地域に賦存する石炭は、この溝状地帯の外に賦存する同一炭層の石炭と比較して、より高い石炭化度を示す。石炭化度の進行はBarakar層が断層の走向によってBarren層全体の厚さで覆われているAspani地区でもっとも著しい。

Phusro地区の深部に存在するJarangdihグループの炭層も同様な影響を受けているが、この地域の広がりには炭田の南端をなす断層によって制限されている。同様な溝状断層の影響は小規模であるがSawang地域でも観察される。

炭層は固有の名称で呼ばれ、上から順にJarangdih、Sawang、Kathara-Uchitdih、Kargali、Bermo、Karoの諸グループをなしている。

これらの炭層の中でKargali Top、Kargali Bottomの両層、あるいはKargali composite層が厚さ、連続性、採掘の容易さ、炭質の面からもっとも重要であり、全域で採掘されている。

その下部にあるBermo層は灰分が相対的に高く、夾みを含むもののほかの炭層よりも精結性が強く、工業的重要性を持つ。

Karoグループを構成する底部の4枚の炭層即ちKaro IV～Karo I層はKarharbari層に属する。この4枚の中ではKaro III層が薄層ではあ

るが、低灰分で連続性もあり、特に東部でよく発達している。

極西部の Koiyotanr-Gumia地区には上からIV～Iの4枚の炭層が存在するが、これらはその堆積の状況から West Bokaro炭田との連続性が認められる。

Kargali層より上部の炭層及びKaro III層は一般に良～中程度の炭質を示す。また、Bermo層は概して中程度の炭質を示すが、それ以外の下層に存在する炭層は低品質である。これらは中～高石炭化度で中程度の粘結性を示す。一般に Bermo層までの上部の炭層及びKaro III層は適当な選炭処理を行った後、高炉用コークス製造に使用することができる。

下部の炭質の劣る石炭は発電、軟質コークス製造、一般工業にその用途が見いだされる。

2) West Bokaro 炭田

この炭田においては25枚の炭層の存在が知られているが、この内23枚は厚さ 300～550mの Barakar層に、2枚は厚さ15～30mの Karharbari層に存在する。

Barakar層に含まれる炭層は上から順にXIII～Iの番号がつけられ、この内何枚かは IXD、IXCなどと上から順番に名付けられた複数の層が合併したグループを形成している。これら炭層の中で厚さ、広がり、点では V層がもっとも重要である。

Karharbari層に含まれる炭層はTaping地区では Special B層及び Special A層、Kedla地区では Special層と呼ばれる。

炭質は地域によって変化が著しいが、一般に V層より上にある炭層は夾みが少なく、良～中程度の炭質を示す。V層から I層は厚層であるが夾みが多く、中～低品質となっている。Karharbari層に含まれる炭層の石炭は Special B層を除き良質である。

この炭田の石炭は中～高石炭化度で弱～中程度の粘結性を示す。一般に炭田の西から東に向かって石炭化度の進行が認められるが、南西部の石炭は北西部に比べて石炭化度が進んでおり、Taping、Ghato、Kedla、Loiyo、Choritandrの各地区では medium cokingの性質を示す。一般に V層よりも上部の層及び Special A層、Special層は適当な選炭処理の後、高炉用コークス製造に用いられる。これら以外の炭質の劣る炭層のものは発電用、軟質コークス製造、一般工業にその用途が見いだされる。

(4) Karanpura炭田

1) North Karanpura炭田

Raniganj、Barakar、Karharbariのいずれの層にも炭層の夾在することが知られている。Raniganj層には4～6枚の炭層の存在が確認されているが対比はなされていない。Barakar層には上から順にVII～Iの番号をつけられた7枚の炭層とそれ以外に地域的に存在する数枚の炭層が、またKarharbari層には上から2K、1Kと名付けられた2枚の炭層と、地域的に存在する2枚の炭層の存在が確認されている。

Raniganj層に属する炭層は厚さも1～2mと薄く、炭質も劣っている。

Barakar層に属する炭層は厚さがまちまちであり、一般に夾みが多い。炭質はIV層については灰分10%代の値が相当数見られるが他の層のものは劣質である。Karharbari層に属するものでは1K層が夾みも少なく良好な炭質を示すがほかの層のものは夾みを含み、中～劣の炭質である。

石炭化度に関しては、Raniganj層のものは低石炭化度・高揮発分・非粘結性を、炭田東部のChano-Rikba-Ronhe-Ranthpara地区からのBarakar、Karharbari両層のものは一般に中～高石炭化度・高～中揮発分・微～弱粘結性を示す。Badam-Pakri、BarwadihからBunduへと反時計方向に石炭化度の低下がみられ、Badam地区では中石炭化度・高揮発分で微・弱粘結性を示すが、Pakri地区では微～非粘結性となり、炭田のこれら以外の地域では低石炭化度・高揮発分・非粘結性を示す。

比較的灰分の低いKarharbari層の非粘結炭は鉄道・ガス化・一般工業用に用いられるが、この炭田の高灰分の石炭は主として発電用にその用途が見いだされる。高灰分の粘結炭は軟質コークスの製造に適している。また、中・高石炭化度のmedium coking coalは適当な選炭処理の後、高炉用コークス製造に用いることができるが、可選性は良くない。

2) South Karanpura炭田

South karanpura炭田はインドで最も多数の炭層を持つ炭田として知られているが、Raniganj層における炭層の存在はこれまで知られて

いない。Barakar層には40枚の全域的炭層と、10～12枚の地域的炭層の存在が、またKarharbari層にも3枚の全域的炭層と、2枚の地域的炭層の存在が確認されている。Barakar層に夾在する炭層は上から順にSaunda層～Argada R層の名称がつけられており、この内、炭層の厚さ・広がり・炭質の観点からSirka、Argadaの両層が最も重要である。これら両層の炭質データの算術平均値を以下に示す。

	adb M	adb Ash	dmf VM	dmf C%	H/C	FR
Sirka	4.1	16.9	37.9	83.0	0.73	1.49
Argada	3.5	18.7	39.7	82.9	0.76	1.42

炭田の東部、主としてArgada地区ではArgada L、M、N、O層が合併して例えばNaditoli層と呼ばれる最大79mにも達する厚層を形成している。

Karharbari層の3枚の炭層は上から順にArgada S、Argada T、Below Argada Tと名付けられており、Argada地区にしか発達していない。

また、Argada K層より下層の炭層は炭田東部にしか発達していない。

Sirka層より上部に存在する炭層は低石炭化度・高揮発分・非粘結性のものである。これに対して、これより下にある炭層は低～中石炭化度・高揮発分で僅かに粘結性を示すものもある。上層から下層に向かっての通常の石炭化度の進行がみられるとともに、炭田内に西から東に向かっての副次的な石炭化度の進行の傾向が認められる。

この炭田の高灰分・低品質の石炭は発電用に使用される。また比較的下層の炭層からの石炭は暖・厨房用コークス製造にも用いられる。

良～中程度の炭質の石炭は鉄道、一般工業、ガス化に用いられ、Sirka層、Sirka A層、Argada層、Argada S層、Argada T層からの粘結性を示す石炭は低温乾留に使用され、また高炉用コークス製造にも使用される。

(5) Korba炭田

この炭田には22枚の炭層の存在が知られ、これらは上部と下部に分けられており、すべてBarakar層に属するものとされていたが、GSIは後に下部のものはKarharbari層に属するとの考えを示している。

上部にはUpper Jatraj/Upper Kusmunda層、Jatraj/Lower Kusmunda層

のような厚層もあるが夾みも多く、品質は劣る。これに対して下部に賦存する G III、G II、G Iの各層は比較的良質である、これらの炭質データの算術平均値を以下に示す。

	adb M	adb Ash	dmf VM	dmf C%	H/C	FR
G III	6.4	15.7	31.6	83.9	0.65	2.04
G II	5.4	14.4	28.9	84.3	0.62	2.32
G I	4.6	16.2	33.0	84.7	0.67	1.91

上部に属する炭層からの低品質の石炭は発電用に、下部からの比較的良質の石炭は一般産業用に用いられる。

(6) Talcher 炭田

この炭田には20枚の炭層の存在が知られているが、6枚はRaniganj層に、11枚は Barakar層に、2枚はKarharbari層に夾在しており、3夾炭層すべてに稼行価値のある炭層が存在する珍しい例となっている。

炭層名は IBM、GSIの対比によっている。IBMは上から順に、IV～Iの番号をつけており、この内 I層は当初 Lower Barakar層に属するものとされていたが、GSIによってKarharbari層の一部とされたものである。GSIは Upper Barakar層について、9枚の炭層の対比を行い、上から順に9～Iの番号をつけているが、この内 5～Iは IBMのIV～IIに対応するものである。

炭田の東部では古くから採掘が行われていたが、詳細な試錐によって新たに数炭坑がこの地域に開発され、III、II、Iの各層が採掘対象となっている。この内 I層は良質の石炭で、特にその下層部分は低灰分である、これらの炭質データの算術平均値を下記に示す。

	adb M	adb Ash	dmf VM	dmf C%	H/C	FR
I	7.7	16.2	40.5	80.1	0.76	1.39
I Bottom	7.5	11.5	43.8	81.9	0.82	1.24

ほかの炭層は夾みが多く炭質が劣る。この炭田の石炭は高揮発分・低石炭化度・非粘結性のものである。上部の炭層の石炭の主用途は発電に見いだされるが、I層はガス化・他の産業に適しており、特に下層部分は固有の灰分が低く水素を多く含むため、特殊な用途に使用できる。

(7) Ib-Valley 炭田

Barakar層中に4枚の炭層の存在が知られており、上から順にParkani、Lajkura、Rampur、Ibの名称がつけられている。

炭層は最下部のIb層を除いて夾みが多く、中～劣の炭質を示す。この炭田の石炭は低石炭化度・非粘結性である。

(8) Singrauli 炭田

Raniganj層には最大135mの厚さを持ち、インドで最も厚い炭層として知られるJhingurdah Top層とその下部にあるJhingurdah Bottom層が含まれている。

Jhingurdah以外の地域では全域にわたってBarakar層が広がっており、この夾炭層には、通常15～25mの厚さを示すPurewa層(Top, Bottom, Merged)とその下部にTurra層が夾在している。また、地域的には限定されるがPurewa層の上にPanipahari層(4～6m)及びKhadia層(1.0～2.5m)が、Turra層の下にKota層(1～2m)が存在する。GSIは最下部のKota層はKarharbari層に属するものとしている。

Jhingurdah層もほかの炭層も一般的に灰分が多く、高揮発分・低石炭化度・非粘結性で発電用に用いられる。

(9) Chanda-Wardha 炭田

この炭田にはThick SeamあるいはMajor Seamと呼ばれる唯1枚の2又は3層に分裂する炭層が存在している。この層の各分層は場合によっては地域名と呼ばれ、各所で採掘されている。

最南部のWirur-Chincholi地区では4枚の炭層が試錐で確認されており、上から順に1～4の番号がつけられている。この内、Seam 3は通常6～9mの厚さで、3層に分裂している。ほかの3層は薄く1～2mの厚さしかない。このSeam 3とほかの地域にみられるThick Seamとが同一の炭層であることはまだ確認されていない。

Thick seamの石炭は中程度の炭質であるが、場所によっては劣化する傾向を示す。Wirur-Chincholi地区では、上部3層の炭質は低く、Seam 3からのものはこれらの中で幾分優れた炭質を示す。これに対してSeam 4の石炭は良好な炭質を示す、この炭層の炭質データの算術平均値を下記に示す。

	adb M	adb Ash	dmf VM	dmf C%	H/C	FR
Seam 4	8.2	11.4	42.5	77.6	0.80	1.31

この炭田の石炭は非粘結性であり、比較的硫黄分が高く、主用途は発電である。

(10) Godavari Valley炭田

この炭田の南部では上から順に Queen、Kingと名付けられた 2枚の炭層が存在する。これに対して北部では上から順に1~4の番号を付けられた 4枚の炭層が確認されている。下部に賦存する比較的灰分の低い炭層の炭質データの算術平均値を下記に示す。

	adb M	adb Ash	dmf VM	dmf C%	H/C	FR
King	7.2	17.1	34.4	82.6	0.63	1.79
Seam 4	6.7	19.4	36.6	81.6	0.71	1.60

これら比較的品質の良いものは鉄道及び一般産業向けに、ほかの石炭は発電用に用いられる。

(11) Makum炭田

この炭田には60foot層、20foot層、8foot層などと呼ばれる 5枚の炭層が存在する。炭層の厚さは 1~ 20mであるが、ところによってはこれを上回る。

ほとんど夾みを含まず灰分 3~7%の良質の石炭で、caking index 17~30、Grey-King coke type E~G3、るつぼ膨張指数 3~ 5と強い粘着性を示すが、硫黄が 2~6%と高い。

60foot層がこの炭田で最も厚く重要な炭層であり、他の炭層の対比に用いられる。この炭層は上層と下層に、時にはもっと多くの部分に分かれている。この炭田及び近接する北東諸州の第三紀に生成された炭田の代表炭層の炭質の算術平均値を下記に記す。

	adb M	adb Ash	dmf VM	dmf C%	H/C	FR
Makum						
60 foot	2.4	10.1	45.7	80.5	0.86	1.16
60 foot Bottom	2.0	5.7	45.0	81.6	0.87	1.20
20 foot	2.2	9.5	45.8	79.3	0.86	1.16
West Daranggiri						
Main Seam	8.2	6.5	47.4	75.5	0.87	1.09
Jaipur						
No.1	5.1	6.0	47.2	76.9	0.90	1.10

これらの気乾ベース硫黄分はいずれも2.5%~3.5%と高い。

灰分についてはかなり高い数値も含まれているため平均値はこの程度の値となるが、2%~5%の数値が相当数含まれており、採掘時に岩石が混入しても比較的容易に分離でき、低灰分の選炭精炭が得られるものと考えられる。

(12) Neyveli炭田

唯一枚の層が存在し、東南から東に緩い傾斜を見せている。炭層は北部及び北東部の境界で薄層化しているが、一般的には3~16mの厚さを示す。

この地域の褐炭は一般に緻密で、暗褐色もしくは黒色を呈しており、夾みは存在しない。水分は50~60%で、発熱量は2,000~3,000kcal/kgと低いが、灰分は無水ベースで5~7%であり、硫黄分も1%以下と低い。

この褐炭は主に発電用に使用されている。

3.1.3 石炭の需給

(1) 第6次5ヶ年計画期までの需給

インドでは1951-52年度以降、5ヶ年計画が実施されてきた。この年度の石炭の生産量は34.4百万トンであったが、炭鉱の国有化が行われた第4次5ヶ年計画期の1971-72年度の生産量は72.72百万トンに達している。国有化以降生産の伸びは著しく、第6次5ヶ年計画初年度の1980-81年度には114.01百万トンと、1951-52年度から1971-72年度までの伸びと同等の生産の伸びを半分の期間で達成している。第6次5ヶ年計画最終年度の生産量は147.41百万トンに達した。

この間の業種別消費実績を以下に示す。

(単位：百万トン)

	鉄鋼	電力	鉄道	セメント	その他	計
1953-54年度	3.9	5.1	13.0	1.1	17.6	40.7
1960-61年度	9.1	9.1	15.5	2.3	17.2	53.2
1970-71年度	13.5	13.2	15.6	3.5	25.9	71.7
1980-81年度	21.0	38.2	11.8	4.7	33.8	109.5
1984-85年度	23.75	64.35	9.53	7.11	38.32	143.06

Sources : 'Coal Mining in India' 1984, CMPDIL

'Report 1985-86' Department of Coal

鉄道向の消費量は、電化・ジーゼル化の進行に伴い1970年代以降減少してきているが、それ以外の業種の消費量は増加を続けており、なかでも電力業の消費量が急激に増大した。

(2) 第7次5ヶ年計画期における需給

1) 業種別消費量

インドの第7次5ヶ年計画は1985-86年度に始まり、1989-90年度に終了した。Table 3.1.4にこの間の業種別消費量を示す。総消費量は初年度は157.35百万トンであったが、最終年度には197.46百万トンに達し、43.95百万トンの増加、25%を上まわる増加率を示している。

インドでは現在、電力・鉄鋼・鉄道・セメント・肥料の各業種をコアセクターとしており、これら以外の需要家には通常20km以上の輸送を行わないことになっている。コアセクターの消費量の伸びが34.65百万トンと大半を占めているが、特に電力が77.33百万トンから115.12百万トンへと著しい増加を示し、1989-90年度には総消費量の58.3%を占めるまでになっている。

発電量・公共電力の用途別消費比率・発電能力の推移をTable 3.1.5に示す。各発電方式とも設備容量・発電量が増加しているが、火力の伸びが特に著しく、1985-86年度から1988-89年度までの公共

電力の伸び 507億 kWhの 85%に当る 431億 kWhは火力によるもので、公共電力総発電量に占める火力の比率は 67%から 71%まで増大した。

Table 3.1.6は火力発電所用石炭の品質規格例であるが、C級以下の石炭を使用している。インド炭に含まれる鉄物質は摩耗性の高い無水ケイ酸を多く含むため、発電所の粉砕機などの寿命を損なっているといわれており、これに対処するため、Coal Handling Plantの建設を推進するとともに、一般炭用選炭工場の建設を計画してきたが、現在のところ操業に入っている一般炭用選炭工場はない。

鉄鋼業の消費量はほぼ横ばいであるが、上記の Table 3.1.4には含まれていない輸入炭の量は下記のようにこの期間にほぼ倍増しており、冶金用コークス製造に用いられる原料炭の量・質の確保のため、輸入炭の重要性が増してきていることを示している。

(単位：百万トン)

年度	1985-86	1986-87	1987-88	1988-89	1989-90
鉄鋼向け 輸入炭量	2.40	2.56	3.47	4.20	4.45

Sources : 1985-86 JICA事前調査団に対するインド側説明資料
1986-87~1988-89 'Economic Survey 1989-90'
Ministry of Finance
1989-90 'Eighth Five Year Plan 1990-95 and Annual
Plan 1991-92' Department of Coal

一方、鉄道の消費量は、電化・ディーゼル化の進行に伴い次第に減少してきている。

コアセクター以外の需要家の消費量も 34.52百万トンから 41.95百万トンへと増加しているが、総消費量に占める比率は 21.9%から 20.2%へと減少している。

2) 生産

Table 3.1.7に生産企業別・採掘法別の生産推移を示す。年間生産量は第7次 5ヶ年計画期中にインド全体で154.20百万トンから200.88

百万トンへと46.68百万トン増加している。CIL、SCCL以外の企業の生産量は4.5百万トン程度で推移しており、全生産量に占める比率は3%にも満たない。増産に大きく寄与しているのはCILの露天採掘であり、この間の生産量の伸び45.64百万トンは、増産量全体の97.8%を占めている。特にNCLとSECLの露天採掘生産の伸びが合わせて28.67百万トンと著しく、全体の60%以上を占める。これに対して坑内採掘による生産はCIL、SCCLとも僅かに減少した。

CILとSCCLを合わせた露天採掘による生産量の全インド生産量に占める比率は1985-86年度には49.7%であったが、1989-90年度には62.5%に達している。

Table 3.1.8にCILの等級別の生産推移を示す。1985-86年度から1988-89年度までのCILの生産量の伸び37.362百万トンの内、中・低品質の非粘結炭であるC級以下の伸びが28.519百万トンと、76.3%を占めており、特にE級以下の伸びが15.1百万トンと非常に大きい。粘結炭の生産量も増加を続けているが、等級構成は低品位化してきている。

このように電力を主体とする大幅な一般炭の需要の伸びには、CIL傘下の生産企業、特にNCL及びSECLの露天採掘生産能力の増強を中心として対応できたと見ることができ、鉄鋼向け原料炭需要のすべてを国内生産で満たすことはできず、不足量は増大傾向となった。

(3) 第8次5ヶ年計画期の需給計画

Table 3.1.9に第8次5ヶ年計画期の需給計画を示す。初年度の1990-91年度、最終年度の1994-95年度の需要はミドリリングを含めるとそれぞれ229.60百万トン、286.75百万トンで、これらの数値はWorking Group on Coal and Lignite on Eighth Five Year Plan (案)による当初の推定値を下方修正したものであるが、第7次5ヶ年計画最終年度に当たる1989-90年度実績197.46百万トンに対してなお32.14百万トン、89.29百万トンとかなりの増加を示している。

1) 需要

Table 3.1.9中の鉄鋼業の需要は原炭量で示されており、また輸入炭量は含まれていない。1990-91年度の年次計画によると精炭量は14.06百万トンと計算されており量的不足を補い灰分を要求される17%

に調整するために 5.2百万トンの原料炭輸入が計画されている。

1991-92年度及び 1994-95年度の国内原料炭精炭量・必要輸入炭量はそれぞれ 13.81百万トン、4.70百万トン、16.19百万トン、5.80百万トンと計算されており、第 8次計画期においても原料炭の量的・質的確保のためには輸入を必要とする見通しである。

一般炭需要の大半を占める電力業の需要は第 8次計画期においても大きな伸びを示し、公共・自家用合わせると最終年度には全需要の 65%近くを占める 185.1百万トン（うち、6.6百万トンはミドリリング）に達する見通しである。

2) 生産

初年度の 1990-91年度、最終年度の 1994-95年度のインド全体の石炭生産量はそれぞれ215.01百万トン、282.41百万トンで、第 7次 5ヶ年計画最終年度に当たる 1989-90年度実績200.88百万トンに対し 14.13百万トン、81.53百万トンの増産が計画されている。増産計画の主体となっているのは CILの露天採掘であり、特にCCL、NCL、SECLに大幅な増産が見込まれている。また、ECL、BCCL、SECL、SCCLに対しては坑内採掘においても相当量の出炭増が計画されている。Table 3.1.10はCMPDILの'COAL ATLAS'に記載されている着手中の大規模採掘計画である。これによると、増産の主力は採掘法別には露天であり、炭種別には非粘結炭でその大半は等級の低いものである。年産トン当りの資本は年次の違いもあり一概に言うことはできないが、108～1,239ルピーの幅があり、平均は 581ルピーとなっており、露天採掘と坑内採掘の間に顕著な差は認められない。

(4) 流通

高炉用コークス原料に用いられる粘結炭の流通は1945年のCollieries Control Orderに基づいて統制されており、CILに設置されているCoal Controllerがその任に当たっている。各製鉄所への石炭の割当については、製鉄所・石炭生産企業・鉄道の代表者で毎月開く Coal Allocation Meetingで決定しており、また安定供給のために製鉄所・CIL・鉄道の代表者の間で定期的な会合がもたれている。

非粘結炭については統制は行われていないが、電力・セメントといった経済的に重要な産業に対しては、Department of CoalのもとにStanding

Linkage Committeeが設置され、優先的な割り当てが計られている。

また、資源保護の観点から高級非粘結炭の配分も Coal Controllerが行っており、1988年4月～12月の間に1.4万トン余りがその対象となっている。

SRC原料、SRCとともに用いられて粘結炭と置換する非粘結炭は低灰分であることが条件の一つであり、SRC技術が導入される場合には必要量を優先的に割り当てられるような措置が必要と考えられる。

(5) 石炭の国際的需給

Table 3.1.11に主要産炭国の生産量と輸出入量を示す。インドの石炭生産量の伸びは著しく、近年では中国・アメリカ・ソ連に次ぐグループを形成しており、1989年度の世界第4位となっているが、輸出はほとんど無く、増産がもつばら国内需要の増大を満たすためのものであったことがわかる。1988年の輸出量世界総計は379.1百万トンであるが、第一の輸出国はオーストラリアで102百万トンと約27%を占め、アメリカ・南アフリカ・ソ連・ポーランド・カナダと続いている。一方、輸入では日本が101百万トンと第1の輸入国であり、アジア全体で158百万トン、また西ヨーロッパ全体で127百万トンの輸入量となっている。

将来の需給は不確定な要因が多く、各種の見通しが存在するが、Table 3.1.12に示すOECDの石炭貿易見通しでは、輸出についてはアメリカが着実な増加を見通しており、オーストラリアは高い伸びを期待している。インドの鉄鋼用原料炭の輸入需要に対して、当面大きな供給不安が存在するとは考えられないが、国内石炭資源の活用・保護、貿易収支など総合的観点から輸入計画が立てられるべきであろう。

3.1.4 輸送システムと輸送コスト

(1) 石炭輸送システム

1) 主要輸送システム

生産された石炭を必要ときに必要な量を消費者に供給するために各種の輸送手段が用いられている。重要な輸送システムは鉄道、道路、メリーゴーランド、ベルトコンベヤー、鉄道兼海上ルートである。

鉄道はインドにおいてもっとも包括的な交通網であり、生産地と消

費地の間の鉄道網建設・引込線の利用が計られているため輸送能力も大きく、大量輸送品目である石炭の主要輸送手段としての役割を果たしている。南部の大口需要家である電力に対しては海上輸送との組み合わせも行われている。

道路輸送は生産地に比較的近く、引込線を持たない小口需要家などに対しての補完的役割を果たしているものと考えられる。

上記 2方法以外は生産地に隣接した需要家に対しての大量輸送手段であると考えられる。

2) 輸送実績と輸送計画

1985-86年度から 4年間の石炭及び石炭製品の輸送システム別輸送実績を Table 3.1.13 に示す。鉄道は漸増、メリーゴーランドによる輸送量の増加は顕著であり、道路による輸送量は横ばいないし減少の傾向である。これは生産地に近い新規大口需要家への輸送にメリーゴーランド・ベルトコンベヤーが選択されていることを示すとともに、ジーゼル油節約のため長距離の道路輸送が制限されていることも反映していると考えられる。

Table 3.1.14 は石炭輸送量の大半を占める CIL と SCCL に関するシステム別輸送量の第 7 次 5 ヶ年計画最終年度実績と第 8 次 5 ヶ年計画値を示している。第 8 次計画初年度、最終年度には第 7 次計画最終年度に対してそれぞれ 20 百万トン、80 百万トンの輸送量増加が見込まれており、その約半分は鉄道によるものである。鉄道輸送が全体に占める比率は幾分減少傾向を示すが第 8 次計画期においても約 60% を占め、石炭輸送における中心的役割を果たし続ける。メリーゴーランド、その他（ベルトコンベヤー、ロープウェイ等）にもかなりの輸送量増加が計画されており、その大部分はこの期間に運転を開始される山元発電所の需要に対応するものと考えられる。道路輸送はわずかな伸びにすぎない。

(2) 輸送コスト

鉄道の輸送料金は距離・品目毎に料金表によって定められている。トラックの場合は小規模業者の多いこともあって実態がつかみにくい。JICA 事前調査 団に対するインド側回答では鉄道が 250km までの区間

0.32Rs/t·kmであるのに対し、道路は50kmまでの区間1.1Rs/t·kmという数字が得られている。メリーゴランド・ベルトコンベヤー・ロープウェイなどの場合は個々の場合によってコストにかなり差もあると考えられるが、数値を入手できなかった。

上記の鉄道輸送料金は料金改訂によって第2回現地調査時には0.448Rs/kmとなっている。また、Ministry of Financeの'Economic Survey 1989-90'に下記の推移が記載されており、かなりの勢いで上昇していることがわかる。

年度	1970-71	1980-81	1985-86	1988-89
Rs/t·km	0.0543	0.1050	0.2150	0.2787

本調査の各候補炭の鉄道輸送コストは3.2に記す。

(3) SRCプラントに対する輸送システム

Table 3.1.15に1990-91年度のCILの炭田別・輸送システム別の輸送計画を示す。

本調査の候補炭のサンプルを採取した炭田における輸送状況は次のとおりである。

(単位：百万トン()内は%)

サンプル	炭田	鉄道	道路	計
Assam炭	Makum	0.73(76.8)	0.22(23.2)	0.95(100)
Samla炭	Raniganj	17.72(82.6)	3.72(17.4)	21.44(100)
Argada-Sirka炭	South Karanpura	5.33(71.3)	2.15(28.7)	7.48(100)
O/A Middlings	Jharia	16.37(74.7)	5.53(25.3)	21.90(100)

上記のとおり候補炭の賦存する炭田における石炭輸送は70%以上が鉄道に依存しており、CILの全輸送量に占める鉄道輸送の比率62%を上回った

率になっている。なお、Neyveli Ligniteについては同表の中には含まれていないが、大半はベルトコンベヤーにて周辺の発電所に送られている。

SRCプラントが建設される場合、その建設地は SRCの需要先である製鉄所隣接か、産炭地かになるものと考えられる。

既存製鉄所との距離が長い Assam炭又は Neyveli Ligniteを原料とする場合には輸送対象が原料石炭であっても製品 SRCであっても鉄道輸送になるものと考えられる。また、比較的距離の短い他の候補石炭を原料とする場合にはトラック輸送の可能性もあるが、道路の輸送能力・輸送料金などから鉄道が有利ではないかと考えられる。

3.1.5 石炭価格

インドの公企業の価格政策においては、公企業が提供する財・サービスの内、インフラ関連・基礎投入財の料金・価格は管理価格(administered price)と呼ばれ統制されている。この価格は通常、有力企業生産コストを勘案して税引き後自己資本利益率が10～14%になるよう設定され、主要なコスト構成費目の変動に応じて改訂されることになっている。

石炭の山元価格は1945年のColliery Control Orderに基づき中央政府によって決められている。Annex 3.1.2は現行の等級・山元価格に関する DEPARTMENT OF COALの告示であり、この価格は CILについては1989年 1月 1日から、SCCLについては1989年 1月24日から有効となっているものである。ここでは価格構成を整理し、SRC原料候補石炭・コークス製造試験使用石炭個々の価格は 3.2で扱われる。

(1) 非粘結炭の等級と価格

1) 等級分類と山元価格

非粘結炭は北東諸州で生産される石炭と、これ以外の地域で生産されるもの到大別されている。前者は等級分けされていないが、灰分による premium、penaltyが定められている。後者は気乾ベース(インド規格1350による40℃、湿度 60%平衡状態の試料について得られた)水分+灰分から計算される UHVによって 7等級に分けられているが、同一等級であってもSCCLが生産するもの及び長炎炭に分類されるものはこれら以外に比べ高価格が定められている。CIL生産の長炎炭とそうでないものとの差は各等級とも25Rs/lであるが、SCCL生産の長炎炭でない石炭は CIL生産の長炎炭でないものに対して59～97Rs/l高い。

これら山元価格はその粒度・粒度調整の方法などによっても価格に格差が設けられており、これについては前記資料の注の中で規定されている。

2) 消費者価格

消費者価格は上記の山元価格に、輸送費と、生産される州・石炭の等級・需要先によって異なる諸賦課が加算される。

ここに示す例は本調査における SRC原料候補炭の 1つである Samla 炭について、生産地で入手したものであり、これに消費地までの距離と輸送手段によって異なる輸送費が加算されて消費者価格となる。

(単位：Rs/t)

Grade 'B'	Steam	Slack	ROM (-250mm)
Coal value	438.90	431.20	433.40
Royalty	6.50	6.50	6.50
R. D. E. Cess (35% on Coal Value)	153.615	150.92	151.69
Stowing Cess	3.50	3.50	3.50
P. E. Cess (5% on Coal value)	21.945	21.56	21.67
P. W. D. Cess	1.00	1.00	1.00
A. M. B. H. Cess	0.40	0.40	0.40
Total	625.86	615.08	618.16
S. S. T. (4%)	25.03	24.60	24.72
Total including S. S. T.	650.89	639.68	642.88

Samla炭は West Bengal州Raniganj炭田に属するもので、ECLが生産を行っており、Annex 3.1.2のANNEXURE-1が適用される。Coal valueが BASIC PRICEに相当するが、この石炭はRaniganj炭田の長炭であるため、前記資料Notes 20にしたがって通常の長炭より 10%割高になっている。また、ROMについては人手によって最大粒度を調整するため Notes 6(ii)に基づいて、通常の ROM価格に 5Rs/tを加え、

更にその 10%を上乗せしていると解釈される。この例からわかるように同一等級の石炭の BASIC PRICEについても個々の生産地による差異を考慮する必要があると考えられる。

上に掲げた Samla炭の例では輸送費を含まない石炭の価格が BASIC PRICEの約1.48倍になっている。この倍率は生産企業、炭田の所在する州、石炭の等級、需要先によって変化し、Table 3.1.16に示すように SALES TAXとC.S.T.両方が課されるものとする、1.07から1.65の範囲にある。この倍率が低いのは WCL、SECL、NCLであり、高いのは ECL、BCCL、CCLである。

(2) 粘結炭の等級分類と価格

1) 等級分類と山元価格

粘結炭は粘結性の観点から、coking coalとsemi-coking & weakly coking coalに大別され、前者は灰分によって6等級に、後者は灰分+水分によって2等級に分類され、山元価格が定められている。

2) 消費者価格

原炭で供給されるものについては上記の非粘結炭と同様に等級毎に定められた山元価格と諸賦課・輸送費によって計算される。

製鉄業に使用される粘結炭の大半は選炭されたものであり、この場合には毎年供給者である各選炭工場と需要者である製鉄会社との間で交渉によって諸賦課を含む価格の契約が結ばれ、これに輸送費の加算されたものが各製鉄所における消費者価格となる。契約には水分・灰分が規定されており、水分超過に対しては納入炭量の水分補正が、灰分の変動に対してはBONUS・PENALTY、引き取り拒否が行われる。第2回現地調査で入手した消費者価格・契約灰分・契約水分の例を以下に示す。

PRICE AT ROURKELA STEEL PLANT IN 1990-91

PRIME COKING COAL.		MEDIUM COKING COAL.	
WASHERY	Rs/t	WASHERY	Rs/t
DUGDA	1074.00	KATHARA	977.16
BHOJUDIH	1068.36	SAWANG	1079.06
SUDAMDIH	975.22	RAJRAPPA	955.35
CHASNALA	1091.84	KARGALI	974.34
PATHERDIH	1094.00	GIDI	1079.06

AGREEMENT FOR THE SUPPLY OF WASHED/MEDIUM COKING COAL FROM CCL, WASHERIES TO THE STEEL PLANTS OF SAIL FOR THE PERIOD 1.4.1990 TO 31.3.1991

WASHERY	AVERAGE ASH %	AGREED RANGE % (NO BONUS NO PENALTY)	CUT-OFF POINT ASH %
KARGALI	17.0	17.0±0.5	20.0
KATHARA	18.0	18.0±0.5	20.0
SAWANG	18.5	18.5±0.5	21.0
GIDI	18.0	18.0±0.5	21.0
RAJRAPPA	17.0	17.0±0.5	20.0

AGREED GROSS MOISTURE CONTENT AT THE LOADING POINT

WASHERY	AGREED GROSS MOISTURE %
KARGALI	6.5
GIDI	6.5
KATHARA	9.0
SAWANG	8.5
RAJRAPPA	7.0

(3) 価格推移と生産コスト

CILで生産された石炭の平均山元価格と生産コストをTable 3.1.17に示す。

コストの上昇にともなって価格も改訂されているが、平均山元価格は常に生産コストを下回っており、CILの1988年度末累積赤字は226億ルピーに達している。

1988年度のコスト構成を見ると、人件費の比率が最も大きく、近年の出炭能率の向上にもかかわらず44%を占めており、以下順に14%の貯蔵品、10%の減価償却、8%の金利、7%の電力となっている。

一般に生産コストは、生産される石炭の質によるのではなく、炭層の賦存状況などの自然条件と適用される技術の水準によるものと考えられる。

電力を中心とする大幅な石炭需要の伸びに対応するため、大型機械を使用する大規模露天採掘が導入されてきたが、これは、実収率・出炭能率の向上をもたらす反面、輸入品を含む大規模な設備投資を必要としてきた。

低品質の発電用石炭の大幅な増産は石炭の平均等級を下げる方向に働き、価格上昇を必要とする一因になっているものと考えられる。

(4) 輸入炭の価格

3.1.3で示したように、世界の石炭貿易を考えると、第一の輸出国はオーストラリアで第2位は米国となっている。また、インドの輸入先は現在ほぼ全量オーストラリアとなっている。一方、輸入については日本が第1位であり、EEC諸国が全体としてかなりの輸入量を示している。これら石炭貿易に関する大国が石炭の国際価格の相場決定に大きな影響力を持っている。

オーストラリア及び米国の原料炭輸出価格(FOB)の推移をTable 3.1.18に、日本及びEECの原料炭輸入価格(CIF)の推移をTable 3.1.19に示す。

1989年の輸出価格は上昇傾向に転じ、米国炭は小幅だが、豪州炭は平均44.77US\$/tと1985年の水準に回復した。輸入価格も日本では平均58.39US\$/tと1985年の水準に近づいており、EECも57.20US\$/tへと上昇した。

インドの輸入炭価格については、その例として下記のRourkela製鉄所着価格推移が得られている。

	Rs/t
1990-91	1648.75
1991 APRIL	1697.00
1991 MAY	1697.00
1991 JUNE	1853.00
1991 JULY	2220.00
1991 AUGUST-SEPTEMBER	2450.00

インドルピーの交換レートは1990年10月9日には18.10 Rs/US\$であったが、1991年8月16日には25.71 Rs/US\$となっており、上にみられる価格の上昇は交換レート変動によるものと思われる。

日本やEC諸国の場合と直接数字を比較することができないが、輸入量が日本などに比較して少なく、スポットマーケットからの購入割合が高いと考えられることから、インドの輸入炭価格は日本などより割高になっているものと考えられる。

3.1.6 考察

本章では主として現地調査で入手した資料をもとにインドの石炭資源の賦存状況・需給状況について概説した。以下にそれらを要約し、考察を述べる。

(1) 粘結炭資源

インドの石炭資源の埋蔵量は、 Gondwana系石炭 1,754.9億トン、第三紀の石炭 8.4億トン、褐炭63.4億トンである。

coking coalに分類されるのはGondwana系石炭の内 277.1億トンであるが、その大半は粘結性が不十分で、高炉用コークス製造において主原料とはならず、一定比率配合できるにすぎない。

高炉用コークスの主原料となるのは粘結性の強い prime coking coalであり、その配合比率は 1990-91年度需要ではインド全体で国産 37.9%、輸入炭 17.9%の合計 55.8%であるが、供給計画では国産粘結炭の生産不足もあって、国産 36.7%、輸入炭 27.0%の合計 63.7%となっている。一方、国内 prime coking coalの埋蔵量は上記 277.1億トンの内、確定41.7億トン・推定11.3億トンの合計53.0億トンにすぎず、配合比率から考えて粘結炭自給の制約条件となる。

prime coking coalの寿命に関するインド側試算は Table 3.1.3に示し

たとおりである。地質的埋蔵量についてはこの試算に用いられている45億トンに対して、今回入手した推定まで含めた値は上記のとおり53億トンである。また、製鉄業における年間消費量は試算に用いられている15百万トンに対して、1990-91年度需要を全量国産で満たすものとして国内炭／輸入炭換算比を 'ANNUAL PLAN 1990-91' に基づいて2.43/1.6とすると13百万トンとなる。試算におけるCONSUMABLE RESERVES/MINABLE RESERVES比 0.5も 'OPERATIONAL STATISTICS' にみられる実績選炭歩留、'ANNUAL PLAN 1990-91' の予想選炭歩留に合致している。これらのことからインド側試算はほぼ妥当であり、高炉用コークス原料炭を長期的に確保するためには輸入炭の使用もしくはこれに代替し得る技術の導入が必要と考えられる。

(2) SRC原料石炭

SRC原料石炭として望ましい性質については Annex 3.2.1に記載されているが、その一つは未溶解成分即ち灰分・inertiniteが少ないことである。

今回入手した埋蔵量のデータにおいて Gondwana系非粘結炭の内、確定及び推定の炭量については気乾ベース水分+灰分から計算される useful heat valueによって等級分類されている。灰分が少ないという観点から、これらの中で A級・B級に分類されているものが相対的に好ましいといえることができる。A級・B級に分類されている炭量はそれぞれ16.5億トン・48.8億トンであり、これらの埋蔵量の多い炭田は A級が Karanpura、Korba、Raniganjの諸炭田、B級はRaniganj炭田がその半分近くを占めているが次いで Bistrampur、Karanpura、Sohagpur、Talcherの諸炭田となっている。

また、第三紀の石炭・褐炭の多くは低灰分で inertinite も少ない。第三紀の石炭の全埋蔵量は 8.4億トンで、埋蔵量の多いのは 2.4億トンの Makum炭田である。褐炭の全埋蔵量は63.4億トンで、33億トンの埋蔵量を持つ Neyveli炭田が最大である。

一方、石炭化度の面からみると比較的石炭化度の低い、高揮発分瀝青炭から褐炭が溶解しやすく、上記の A級・B級の石炭の中では長炭に分類されているものの方がより好ましいと思われる。

SRC原料石炭としての適性は実験的に確認されねばならないが、上に掲げた諸炭田はインドの石炭資源の中で相対的に望ましい性質の石炭を比較的大量に埋蔵する炭田であり、今回調査の候補石炭は Oil Agglomerated Middlingsを除いてこれらの中から選択されている。

(3) 配合用非粘結炭

SRCとともに配合使用する非粘結炭も配合炭の灰分を低くするために低灰分であることが望ましいが、褐炭は生成コークスの強度上除外されよう。

また、インドにおいて個々の炭田の低灰分の資源はそう多くないので、SRC原料石炭とは別の炭田を選ぶ方が寿命の面から有利と思われる。

(4) SRC原料石炭及び配合用非粘結炭の確保

インドでは現在、粘結炭の一部を除いて石炭は自給されているが、需要はなお増加傾向を示している。SRC原料石炭及び配合用に用いられる非粘結炭は低灰分であることが必要で、ほかの消費者の要求とも競合するものと考えられる。一方、その資源の量がインドの石炭資源に占める比率は小さい。したがって SRC技術が適用される場合には必要な石炭を優先的に割り当てられるような措置が必要になると考えられる。

3.2 SRC製造試験に用いられる石炭の評価

本項においては SRC製造原料として選択された石炭についてその分析結果とともに、可採埋蔵量、輸送の容易さ等を基準にした SRC製造原料としての適性について述べる。

また、コークス製造試験に用いられるコークス用炭についての調査も本項に記述する。

3.2.1 SRC製造用候補炭

(1) 候補炭の選択とサンプリング

1990年 2月 5日に行われたインド政府とJICA事前調査団の間の S/W (スコープ・オブ・ワーク) に関する協議に基づいて、湿式造粒ミドリングを含む 5種類の石炭が SRC製造用候補炭に選ばれた。Table 3.2.1にインド側から提示された SRC製造試験用候補炭の物性及び埋蔵量の資料を示す。

これらの石炭のサンプリングは1990年 9月から10月にかけての第 1次現地調査の期間にインド側により実施された。調査団は湿式造粒ミドリングを除き、サンプリングに立会した。

サンプリングの箇所と日時は以下のとおりである。

1) Argada-Sirka炭

1990年 9月18～19日 200kgのサンプル炭を採取
Central Coalfields, Ltd. Sirka鉱、Argada層
Bihar州 Hazaribagh県

2) Neyveli リグナイト

1990年 9月23日 200kgのサンプル炭を採取
Neyveli Lignite Corporation 第一鉱
Tamil Nadu州 South Arcot県

3) Samla炭

1990年10月 6日 200kgのサンプル炭を採取
Eastern Coalfields, Ltd. Pandaveswar 鉱、Samla層
West Bengal州 Burdwan県

4) Assam炭

1990年10月17日 200kgのサンプル炭を採取
Coal India Ltd. North Eastern Coalfields Division
Ledo/Lacht Khani 鉱 60ftボトム層
Assam州 Dibrugarh県

5) 湿式造粒 ミドリング

CFRIの湿式造粒試験装置を用いて 100kgのサンプルを製造した。原料のミドリングは Bihar州Bharat Coking Coal Ltd.のLodna選炭工場から採取したものである。

(2) 候補炭の SRC製造原料としての適性について

SRC原料として適する石炭を選ぶときの指標を整理し、インセプションレポートに記載した。その内容は Annex 3.2.1に示した。要点は燃料比が 1.3以下であり、灰分が 10%以下でかつイナート分との合計が 20%以下の石炭が望ましいことを述べてある。

調査団はサンプリング立会の時にそれらの候補炭に関する情報の収集にも努めた。この情報は Annex 3.2.2にまとめて示す。(この情報は1991年 9月の第 2次現地調査で収集した情報によって一部改訂した。) サンプル炭は日本において分析をしたが、そのデータは 3.3 SRC製造試験の項に記載する。(Table 3.3.1参照)

候補炭 5炭種の SRC原料としての適性については、上記指標を勘案して、炭質・供給可能性(埋蔵量、生産状況、需要状況)・輸送の難易(技術面、コスト面)・石炭価格の 4点から考察する。

1) 炭質面からみた適性

Argada-Sirka炭はインド側提示資料 (Table 3.2.1)を見ると、灰分15-22%、イナーチニット28-32%で比較的多く、また燃料比1.5も高い数値である。サンプル炭を日本で分析した結果、燃料比は1.3程度であるが、灰分17.9%、イナーチニット30.6%であり、かなり高灰分、高イナーチニットの石炭である。したがって溶解率が良くないことが推察できる。洗炭による灰分の低下の可能性はサンプル炭の浮沈試験の結果を見ても、期待できない。

Neyveliリグナイトはインド側提示資料では水分が15-22% (気乾ベース)と示されているが、このリグナイトは木質褐炭であり、原炭の水分は50%以上もあるのでSRCプロセスに供給する前に脱水する必要がある。また酸素含有量(22-23%)が非常に多いので、溶解するために水素消費量が多くなると考えられる。しかし灰分(4-6%)・イナーチニット(1-5%)が低いのでドライベースでは溶解性は高いであろうと推察できる。

Samla炭はインド側提示資料では灰分12-15%、イナーチニット10-12%と示されており、日本でのサンプル炭の分析結果もこの範囲の値であり、Argada-Sirka炭よりは灰分、イナーチニットが低いので、溶解性の点で有利であると推察できる。サンプル炭の浮沈試験の結果から、大幅な灰分低下は期待できない。しかしこの調査の技術・経済評価のために、選炭したSamla炭の灰分を9% (選炭歩留70%)と想定することが1992年1月第3次調査団訪印時に合意された。

Assam炭は粘結性を有する石炭で現在でもそのまま製鉄コークス用に配合使用されている。インド側データでは灰分が8.2%で10%を下回りイナーチニットも4.5%と低く、燃料比は1.3であり、日本で分析したサンプルは灰分2.1%、イナーチニット3.3%、燃料比は1.28であるので極めて溶解性の高い石炭であると推察できる。硫黄分が1.6%と比較的多いけれども、炭質面からみると5炭種の中でSRC原料石炭としてもっとも有望と考えられる。インド側カウンターパートのCFRIによると灰分2~5%のAssam炭は通常Upper Assamからのhandpicked coalであり、それゆえに代表炭とは言えない。通常はAssamの種々の石炭の灰分は5~20%の間で変化することであった。このような品質変