

中国における鉄鋼生産の見通しと高炉の動向

Prospects of Iron and Steel Production and Progress of Blast Furnace Route in China

奥野嘉雄^{*(1)}
Yoshio OKUNO

抄 録

i)中国の鉄鋼生産の現状と将来の見通し, ii)鉄鋼生産を支える高炉の設備規模と操業状況, iii)高炉用原燃料の需給動向, 更には iv)生産の増大に伴う課題を述べた。日本高炉への悪影響は中国との原燃料マーケットの競合と中国高炉の設備能力過剰にある。

Abstract

This paper reports the results discussed about the four following subjects, i) current status and future prospects of iron and steel production in China, ii) equipped plant-size and operating condition of blast furnaces that sustain Chinese big steel production, iii) trends of demand and supply of iron ore and coal for blast furnaces, and, iv) challenges and problems entailed by production increase. Competition with China in the raw materials and coal market and excessive production capacity of blast furnaces in China give negative impact on blast furnaces in Japan.

1. 緒 言

中国の鉄鋼市場はGDP成長のもとで拡大しており, 2002年には粗鋼年産量で2億トンを超えた。この市場拡大は日本鉄鋼業にも活気を与えているが, その一方で原燃料の入手を困難にしている。中国の急速な生産増大は日中間での製品市場に加えて原燃料市場においても同じアジア地域での競合を余儀なくさせる。また, 生産が需要を大きく越えたり経済鈍化で半成品が余剰になるとその多くが輸出に向かうことになり, アジア周辺諸国への影響が非常に大きい。このため, 中国鉄鋼業の実情と将来動向を十分に把握しておく必要がある。本報告では中国の近未来における鉄鋼生産規模の見通しとその生産を支える高炉の稼働状況および原燃料の需給動向について考察し, 併せて生産増大に伴う課題に言及した。

2. 鉄鋼生産の現状と今後の見通し

中国の鉄鋼生産量は2000年以降高度成長政策のもとで急速に伸び, 2004年には銑鉄が2.52億トン, 粗鋼が2.69億トンにも達した。高炉を有する企業は8百社前後あると言われるが, その多くは現在も石炭や鉄鉱石を産出する華北・東北地域に位置する「資源立地型」の企業である。表1に主な省の石炭, 鉄鉱石, 銑鉄, 粗鋼, 鋼材生産量のシェアを示す。一方, 鋼材生産量は沿岸地域が圧倒的に多い。このことは鉄源製造と鋼材加工が遠く離れた場所で別々になされ, 日本のように鉄源から最終製品までを同一場所で造る一貫メー

カーや特定品種を得意とする専門メーカーの成立が難しいことを示している。従って, 半成品の遠距離移送によるエネルギー浪費やコスト高は避けられない。

表2に2004年の粗鋼生産量および2004年対2001年の伸び率を年産5百万トン以上の鉄鋼企業について示すが, 年産6~7百万トン規模の企業の伸びが著しい。これらの企業は沿岸地域からやや離れた中進地域に位置している。一方, 4大重点企業(宝山, 鞍山, 首都, 武漢)と辺境地域の企業の伸びは少ない。中進地域の企業規模拡大は小規模企業の吸収による高炉集約と大型高炉の新設を積極的に進めた結果である。中進地域において急激に粗鋼生産が拡大しても鋼材加工設備が不十分なために当然ながら半成品量過剰と鋼材製品量不足という需給構造上の不具合が生じている。

2005年時点でも年産設備能力は製鉄で約8千万トン, 製鋼で約6千万トン過剰であるとされる。従って, 中国の鉄鋼貿易も2003年以降は様変わりした状況を示し, 輸出量が急増している。2005年には輸出量が輸入量を1200万トンもオーバーする見通しであり, 中国も確実に鉄鋼輸出国に転じた。このことは日本と今後は鉄鋼製品市場においても競合する時代に来たと言える。

中国の将来における鉄鋼消費動向は原燃料や製品の市場への影響を考える上で非常に重要である。このため, 年間一人当たりのGDPと粗鋼見掛け消費量との関係から近未来の消費量について予測を試みた。図1にその対応関係を14か国のデータで示すが, 粗鋼見掛け消費量はGDPが5千ドル/人・年レベルまではほぼ比例して増加して

^{*(1)} 元 新日本製鐵フェロー
連絡先: 新日本製鐵株式会社 環境・プロセス開発センター

製鉄研究開発部 主幹研究員 加藤 健次
千葉県富津市新富20-1 〒293-8511 TEL: (0439)80-3054

表1 中国各省の原燃料 銑鉄 粗鋼 鋼材の生産量
Production of raw materials, iron and steel in each province of China

Items (CY)	Iron ore (1990)	Coal (2003)	Pig iron (2001)	Crude steel (2001)	Steel products (2001)
China total (mil. t/y)	179.3	1326.7	155.5	151.6	160.7
Beijing (%)	0	0.6	5.0	5.3	4.5
Inner Mongolia (%)	5.0	9.0	3.1	3.0	2.4
Shanxi (%)	7.1	22.2	13.4	4.0	3.1
Shandong (%)	3.5	11.1	5.1	4.8	5.2
Liaoning (%)	25.3	4.4	10.2	11.0	10.4
Hebei (%)	26.0	5.0	14.0	13.0	11.6
Shanghai (%)	0	0	9.5	12.4	10.4
Jiangsu (%)	1.7	2.1	2.9	5.6	11.7
Henan (%)	1.1	8.9	3.6	3.5	3.1
Sichuan (%)	6.5	2.4	3.9	4.6	4.0

表2 中国主要企業の粗鋼生産量と伸び率(2004歴年)
Crude steel output and its growth rate of main companies in China(2004 CY)

	Crude steel (10 mil. t/y)	Growth rate (%)*		Crude steel (10 mil. t/y)	Growth rate (%)*
Bao Gr.	2.14	20.7	Hualing	0.71	151.1
Anshan	1.13	28.2	Tinan	0.69	126.7
Wuhan	0.93	40.0	Handan	0.68	115.9
Shougang	0.85	5.6	Hualing Gr.	0.66	207.5
Maanshan	0.80	104.8	Panzhuhua	0.55	30.1
Tangshan	0.77	139.4	Benxi	0.54	50.8
Shangang	0.76	413.6	Baotou	0.54	38.2

* Growth rate from 2000 CY to 2004 CY

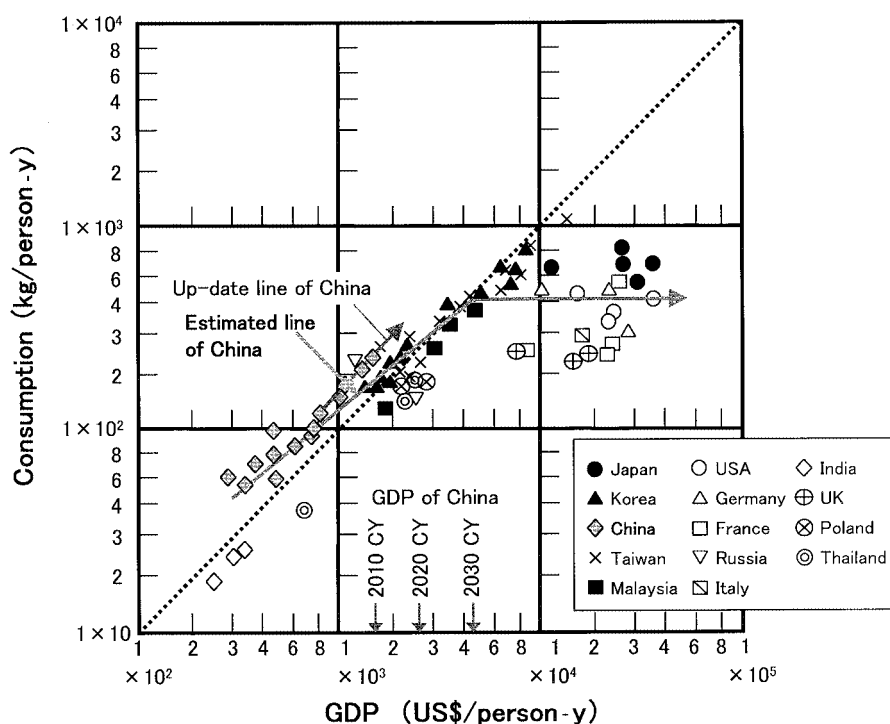


図1 GDPと粗鋼見掛け消費量との対応
Relation between GDP and apparent consumption of crude steel

いる。中国では2003年にGDPが千ドル/人・年を越えて消費量が127 kg/人・年に達し、その後も同一線上で消費量が増加している。従って、本図にて近未来のGDP値が与えられれば消費量も概略推定できる。国連の調査機関が出しているGDP予測値¹⁾を用いて直近の上昇線から消費量を予測して見ると、2010年で3.3億トン/年、2030年で6.5億トン/年前後の規模になるとの結果が得られた。同様の手法でIISI自体もBRICs 4 国について2050年までの鉄鋼消費量を予測しており²⁾、その概略値を表3に示す。

IISIの報告では2030年から2050年にかけての中国の消費量拡大はさすがに小幅となるが、この期間にはインドが中国に代って急増するとしている。これより、世界全体の鉄鋼消費量は2050年には現状の約3倍の29億トン/年になると試算される。消費量は生産量だけでなく鉄鋼製品やスクラップの輸出入量で増減するが、中国やインドの鉄鋼生産はほぼ消費量に見合う規模でなされると見て良い。現下の中国では各調査機関が出している予測量以上の規模で伸びているが、このことは鉄鉱石・原料炭供給不足や環境悪化の問題が一層顕在化し、生産量の曲がり角がより早い時期に来ることを示唆している。鉄鉱石と原料炭の供給問題は日本鉄鋼業の最大の経営課題となることから製鉄部門も原料供給ソースの選別、使用法などについて精力的に研究することが求められる。

3. 高炉の設備規模と操業状況

図2に中国の銑鉄、コークスの生産量の推移を示す。銑鉄は2000年以降急増しており、2004年には2.52億トンに達した。しかし、この急激な増加は大型高炉の新設のみで出現したわけではない。図3に高炉規模別に見た生産量の内訳を1995年と2003年について示す。なお、2000年以降は中国の表示法が変わり、規模の区分は同一ではない。1995年では郷鎮企業の高炉(平均炉内容積44 m³)が銑鉄生産量の18%を占めたが、2倍の生産量を記録した2003年でも小企業の高炉(平均炉内容積150 m³)で23%を占めている。このことは大型高炉だけでなく小型高炉も活発に新設されたことを示している。

表4に炉内容積で区分した200 m³以上の高炉基数分布を示す。2000年以前には200 m³以下の高炉も含めて基数は3千基以上であると報告されたが、2000年以降は200 m³以下の基数は報告されなくなった。本表で明らかのように500 m³以下の小型高炉の新設は依然として活発であり、2003年末でも高炉300基(建設途上のもも含む)の中で500 m³以下の小型高炉は3割も占める。中央政府はエネルギー資源の浪費や環境悪化を抑えるために2004年に一定の規模以上しか高炉の新設を認めないとした。これを受けて沿岸地域では小型高炉の集約を狙って大型炉の建設がなされている。しかし、経済成長の

表3 BRICs及び世界の鉄鋼消費量予測
Prediction of iron & steel consumption volume of BRICs and World

	Unit: 100 mil.t			
	2003 CY	2010 CY	2030 CY	2050 CY
China	2.57	3.4	6.1 (4.9 - 7.2)**	6.3
India	0.31	0.5	2.8 (2.0 - 3.7)	5.7
Russia	0.24	0.3	0.5	0.5
Brazil	0.16	0.3	0.8	1.0
BRICs total	3.28	4.5	10.2	13.5
World total*	9.5	11.6	18.9	29.2

* Estimated by Y. Okuno (Assumption of 2%/y growth except for BRICs)

** Numbers in () indicate max. and min. values

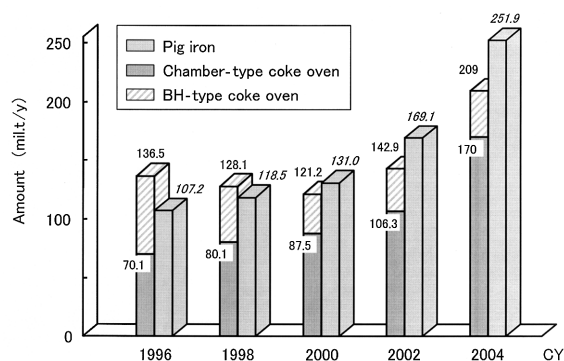


図2 中国の銑鉄、コークス生産量
Production of pig iron and coke

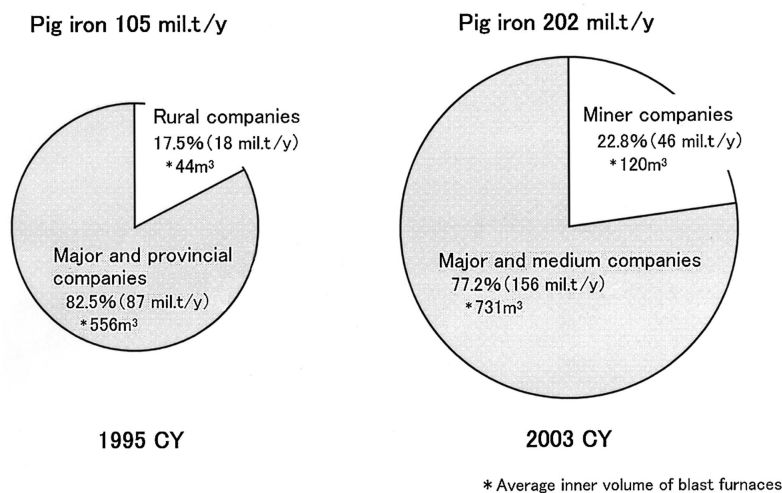


図3 中国の銑鉄生産量と企業規模の内訳
Steel company size and production of pig iron in China

表4 中国の高炉基数
Number of blast furnaces in China

Inner volume (m ³)	200 - 500	500 - 1000	1000 - 2000	> 2000	Total
2001 CY	124	22	29	21	196
2003 CY	164	26	33	24	247
Under building	62	1	10	20	93

Total inner volume of blast furnaces: 153.8 × 10³ m³ / 2001 CY, 1805.8 × 10³ m³ / 2003 CY表5 中国の大・中規模製鉄所の高炉操業成績
Operation of blast furnaces of large and medium-size steelworks

		1995 CY	2001 CY	2003 CY
Productivity	(t-p/m ³ ・d)	1.80	2.34	2.47
Coke rate	(kg/t-p)	537	444	433
Coal rate	(kg/t-p)	59	124	118
Blast temp.	()	922	1 061	1 082
Slag ratio	(kg/t-p)	480	387	375
Sinter + Pellet	(%)	89.0	91.7	92.4
Fe in burden	(%)	54.6	57.3	58.5
Sinter strength TI	(%)	74.4	71.6	71.8
CaO / SiO ₂ of sinter	(-)	1.73	1.75	1.94
Fe in sinter	(%)	52.81	56.07	56.74
Coke strength M40	(%)	80.1	82.1	81.3
Coke ash	(%)	13.77	12.22	12.61
S in coke	(%)	0.63	0.56	0.61

遅れた地方では雇用と税収入確保のために小型高炉は必須として稼働がなされている。このため、大型炉と小型炉が共に稼働する状況が続いている。なお、最近では小型高炉閉鎖の機会を利用して溶融還元法(Hismelt, COREX)を導入する計画もあり、その実現が注目される。

表5に生産量の7割強を占める大・中企業の1995年以降での高炉操業成績(平均値)を示す。2000年前後から高品位の輸入鉱と高強度コークスの使用によって操業成績は向上したが、低風温、高スラグ比、低炉頂圧による操業のために2003年のコークス比は日本高炉よりも約50 kg/t-p高い。なお、中国では装入物品質の改善による微粉炭多量吹き込みの研究に力を入れてきており、宝山高炉はその知見をもとに日本高炉よりも低アルミナ分の焼結鉱と高強度のコークスを使用してコークス比290 kg/t-p、微粉炭吹き込み量200 kg/t-pレベルの好成績を出している。中国高炉の今後の成績向上はコークス比が700 kg/t-p以上の小型高炉群の集約がどの程度に進むかによる。

4. 石炭、コークスの生産と消費動向

中国の石炭埋蔵量は米国、ロシアについて3番目であるが年間生産量は世界の3割を占めてトップにある。表6に主要国の可採埋蔵量と年間生産量(歴清炭、無煙炭主体)のシェアを示す。これより、可採年数は100年前後と試算され、米国の264年、豪州の414年に比べて短い。年間生産量は近年急増しており、2004年には16.1億トン記録した。生産の4割近くを山西省が占めるが、最近では内蒙古、貴州などの内陸周辺地域での増産が目立つ。炭鉱規模で見ると国家重点炭鉱が47%、省レベルの地方炭鉱が16%、郷鎮企業が37%を占

表6 主要国の石炭埋蔵量と採掘量(1998年)
Deposit and mined amount of coal in major countries

	USA	Russia	China	Australia	India	Germany
Deposit (%)	26.1	16.6	12.1	9.6	7.9	7.1
Mined (%)	25.1	4.0	33.2	5.9	8.2	1.2

World total: Deposit amount 945.3 bil.t/y

Mined amount 3.71 bil.t/y (1998 CY)

める。従って、生産は依然として小規模炭鉱に依存する体質にあり、炭鉱の近代化と設備革新が無いと炭鉱の疲弊は一層進むと見られる。原料炭は埋蔵量が235億トンで世界の17%のシェアを占め、その年産量は中国の石炭年産総量の5割弱とされる。

鉄鋼業は石炭消費量の約15%を占めるが、原料炭は小規模で統合、再編が進まず、また、炭鉱開発も一般炭鉱よりも遅れていると言われるので短期間の増産は期待できない。このため、沿岸地域の鉄鋼企業では原料炭の輸入を図り、2004年には676万トンの輸入量を記録した。主な輸入元は豪州、カナダ、モンゴルである。日本は中国からの原料炭を2004年に761万トン輸入したが、世界の原料炭が2009年以降不足すると予想される中で現在の輸入量が何時まで確保できるかは中国の鉄鋼生産拡大の度合いによる。日本も一層のソース分散と多様な石炭使用技術の開発が求められよう。

コークスの生産量は図2に示すように銑鉄生産量に連動して急増し、2004年には2.09億トンに達した。この生産量は世界全体の5割弱にもなるが、この中には環境に問題のあるピーハイブ炉(一部はノンリカバー炉に改造)でのコークス製造量0.39億トンも含まれる。

表7 中国のコークス消費構造
Characteristics of coke consumption in China

		1995 CY	2001 CY	2003 CY
Production of pig iron	(mil. t/y)	105.3	145.4	202.3
Production of coke	(mil. t/y)	135.1	131.3	177.8
Of which: coke from BH ovens	(mil. t/y)	66.5	36.9	39.0
Coke for steel industry	(mil. t/y)	96.2	80.3	115.0
Coke except for steel industry	(mil. t/y)	30.0	29.7	45.0
Export coke	(mil. t/y)	8.9	13.9	14.7
Coke consumption unit for pig iron production	(kg/t-p)	914	552	568
Average coke ratio of all Chinese BFs	(kg/t-p)	640	486	500
Coke ratio of large & medium-size BFs	(kg/t-p)	537	444	433
Coke ratio of residual BFs	(kg/t-p)	1 124	803	728
Coal rate of large & medium-size BFs	(kg/t-p)	59	124	118

主な生産地域は山西省で、年産能力は2003年時点で8千万トンとされる。建設中の炉を含めると同省の年産能力は1.5億トンにもなると予想される。2000年以降では銑鉄生産量がコークス生産量を上回り、コークスの需給が逼迫される事態となった。

この中でコークス輸出量はこの数年1.4千万トン/年前後に保持されたが、輸出価格の高騰をもたらした。需要増加を受けて中国内では2003年に能力約40万トン/年の炉が50数基新設され、2004年には更に6千万トン/年の増産が可能になったとされる。日本は中国から年間約3百万トンのコークスを輸入しているが、中国の輸出量が海上貿易総量の8割を占める現状では今後とも量、価格において厳しい状況が続くことは間違いない。従って、日本は海外炭ソースが激変しても高品質コークスが自在に製造できる技術と製造炉を保有する必要がある。

中国内における1995年以降のコークスの消費構造を表7に示す。鉄鋼のコークス消費原単位は年々低減し、2003年には568 kg/t-p(日本: 444 kg/t-p)の成績を出した。この低減は高炉コークス比の低減によるもので2003年の中国全高炉の平均コークス比は500 kg/t-pである。原単位、コークス比ともに日本高炉よりも約120 kg/t-p高いが、この主因はコークス比が約700 kg/t-pと高い小型高炉が依然として銑鉄生産量の2割強を占めることによる。今後のコークス需給は銑鉄生産拡大の規模と小型高炉の集約度合によって左右されよう。

5. 鉄鉱石の生産と消費動向

中国鉄鉱石の埋蔵量は532億トンと見積もられているが、可採量は90~115億トンと少ない。表8に主要国の埋蔵量と年間生産量のシェアを示すが、生産量は世界全体の約25%を占めてトップにあ

る。従って、可採年数は33~40年と試算され、ブラジルの219年、豪州の124年に比べて短い。最近では年間生産量が急増し、2004年には3.1億トンに達した。鉄鉱石は難被還元生の磁鉄鉱が50%、微粉の赤鉄鉱が20%を占めるが、多くは華北・東北地域に偏在している³⁾。何れも鉄分30%前後で品位は低い。また、内陸製鉄所はその土地特有の微量元素を含む鉱石を多く使用している。鉱山規模は重点鉱山が42%、省管轄鉱山が15%、その他鉱山が43%であり、依然として小規模鉱山に依存する体質にある。

国内鉱石は剥土・選鉱処理に加え、沿岸製鉄所迄の輸送距離が長いので価格は高い。このため、沿岸製鉄所は高品位の海外鉱を積極的に輸入しており、2004年には輸入量が2.08億トンにも増大した。2004年の国別輸入量は豪州36%、インド23%、ブラジル21%で、日本に比べてインド、ブラジルからの輸入が際だって多い。最近3年間を見ると日本の伸びが負になった供給国で中国の伸びが著しく、豪州以外の輸出国は全て中国が最大の取引国となった。中国の輸入鉱用港湾荷役能力も限界に近いとされるので銑鉄生産を3億トン/年以上にするには国内鉱石の増産が強く求められる。政府は2005年5月に輸入鉱の新許可証制度を設けて量抑制を図る一方で四川省やモンゴルなどで国内鉱石の開発を進めている。日本の場合は原燃料の豪州への依存率が高いことから今後はソース分散の方策も重要となる。

6. 今後の課題

中国鉄鋼業は重点課題として原料、製品の流通システムの構築、クリーンな生産体制の構築(資源, エネルギー, 環境対策), 先進技術活用による鉄鋼製造技術の向上, 次世代材料の開発を挙げてい

表8 主要国の鉄鉱石埋蔵量と採掘量(1992年)
Deposit and mined amount of iron ore in major countries

	Soviet-Un.	Brazil	Australia	Canada	China	India
Deposit (%)	34.9	19.9	8.9	6.9	5.3	4.2
Mined (%)	16.3	16.4	13.0	3.5	24.0	6.0

World total: Deposit amount 169 bil.t/y
Mined amount 935 mil.t/y (1992 CY)

る。しかし、今後の生産拡大に伴って生じる深刻な問題は資源不足と環境悪化であろう。この一因として小型高炉で代表される中小企業のエネルギー使用効率の悪さがあり、中央政府も設備の新設に対して通達を出して規模制約を図っている。しかし、経済成長の鈍い内陸地域にあって中小の鉄鋼企業は雇用と税収入を確保する手段として重要な役割を担っており行政部門としても安易に潰せない。

一方、企業統合や先進技術導入でも改善の難しい中国特有の要因としてエネルギー資源の偏在が挙げられる。石炭は華北、石油と天然ガスは東北、水力は西南の地域に大きく偏っているためにエネルギー移送に多大なロスを招くと共にベストミックスの使用を難しくしている。更に、中国はエネルギー需要の6割強を石炭に依存しており、エネルギー消費量の削減を難しくしている。従って、中国の全世界に占めるCO₂発生量のシェアはGDPシェア3%に対して14%と極めて高い現状にある。CO₂排出量は今後も年平均3.6%の伸び率で増加し、2020年には18.2億トン- α (炭素換算)に達する見込みである。これは2000年の米国(15.8億トン- α (炭素換算))の1.15倍に相当する⁴⁾。

表9 中国の主要鉄鋼企業の環境保全状況
Environmental practices of Chinese main steel companies

	Bao steel	Main companies
Crude steel (Mt/y)	11.6	158.9
Energy consumption (kg-coal/t-cs*)	656	715
Fresh water (m ³ /t-cs)	5.3	15.1
SO ₂ (kg/t-cs)	1.79	3.34
Dust (kg/t-cs)	0.50	2.69

* Crude steel

鉄鋼企業のエネルギー消費量(大・中規模企業平均)は2000年以降かなりの改善が見られる。しかし、表9に示すようにSO₂、ダストの発生量は依然として多い⁵⁾。また、コークス製造においても例えば生産量の多い山西省では廃棄ガス量は省全体の40%、廃水排出量は同じく30%を占めると言われる。鉄鋼企業の投資は現在もその多くが設備新設に向かい環境改善対策に回っていない。このため、環境の一層の悪化が懸念される。

8. 結 言

生産拡大が続く中国鉄鋼業の見通しと生産を支える高炉の諸課題について考察した。粗鋼生産量は2000年以降急激に増加したが、今後は鉄鋼見掛け消費量の規模で2010年に3億トン台、2030年に6億トン台になると予想される。生産拡大の中でも銑鉄生産量の2割強は依然として小規模鉱山と小型高炉に依存して生産されており、環境悪化の主因にもなっている。現在も鉄源設備の新設が続いており、引き続き拡大する生産は海外原燃料への依存を強めることから世界の原燃料供給状況を一層タイトにする。日本への悪影響は両国の原燃料マーケットの競合と現在も歯止めなく続いている中国高炉の設備能力過剰にある。

参考文献

- 1) Fu-chen, Lo et al.: Chinese Sustainable Development Framework Summary Report. UNU/IAS, Tokyo, 1999-11, p.13
- 2) IISI Report: Iron and Steel Technology. 2(7), 19(2005)
- 3) 稲角忠弘:私信
- 4) Li, Zhidong: 第13回日本エネルギー学会大会講演要旨集 東京 2004-7 p.20
- 5) 赫異成:私信