

北東アジア地域における石炭・環境問題（その 1 現状と課題）

国際協力プロジェクト部 部長 福島 篤

1. はじめに

本年、北方圏センターにて上記表題「北東アジア地域における石炭・環境問題」にて講演する機会を得た(札幌、6月30日)。その機会を活かすべく、そのときの講演用資料を修正・加工すると共に新たな資料を追加して、北東アジア地域の石炭・環境問題を纏めてみることにした。北東アジア地域として、ロシアは東シベリア経済区域と極東経済区域とを対象とした。同様に中国も北東部と西南部と分けて議論することも可能であるが、今回は中国全体を対象とした。エネルギー問題において中国の位置は大きい。従って、一部は中国国内も分けて議論するように試みた。

北東アジア地域は、エネルギー資源の中で石炭資源を豊富に有し、且つ大量の石炭を生産して利用している。石炭問題は環境問題との関連を抜きにしては議論できない。そこで、本報告(その 1)では北東アジア地域の石炭・環境問題の現状と課題を概観してみた。環境問題では、主にデータの公表されている大気環境汚染問題に焦点を当てた。都市部の大気質の改善は技術的に可能であり、また、広域大気環境を代表する酸性雨問題では、中国、南北朝鮮、日本は同じ庭内で生活しているのである。

本報告(その 1)では、北東アジア地域の概況(各国の社会・経済・エネルギー指標、エネルギー需給の現状)、北東アジア地域の石炭事情(地域別石炭資源分布、地域別石炭生産・消費、石炭貿易、石炭輸送の現状)を纏め、北東アジア地域の環境問題全般を概観すると共に中国の環境問題の現状と課題について述べた。次報(その 2)では、一次エネルギー需要や石炭需給見通しを地域別に取り扱い、燃料消費によって派生する大気汚染問題の今後のシナリオについて報告する予定である。

2. 北東アジア概況

2.1 社会・経済・エネルギー指標

ロシア東シベリア・極東地域、モンゴル、中国、南北朝鮮、日本をカバーする北東アジア地域は、広大な地域に多くの人口をかかえ、経済発展の度合いもエネルギー需給の様相もさまざまな地域である。表 2.1 に同地域における主な社会・経済・エネルギー指標 (2000 年値)を示す。北東アジア地域は、日本、韓国を除くと、エネルギー原単位が極めて悪く、エネルギー浪費あるいは多消費の産業構造となっている様子が窺われる。なお、表 2.1 中の電力消費量(GWh)は、電力移出入、輸出入があるため地域内あるいは国内総供給を示す。日本、韓国、北朝鮮については発電量と等

価である。指標としては電力最終消費量の方が生活レベルや産業活動をより良く表現できるが、地域別に揃わなかったので電力供給量を採用した。

表 2.1 北東アジア地域における主な社会・経済・エネルギー指標 (2000)

		ロシア		モンゴル	中国	北朝鮮	韓国	日本	
		東シベリア	極東						
面積	千km ²	17,075.4	4,094.7	6,191.5	1,566.5	9,558.0	122.8	99.5	378.9
人口	百万人	145.5	9.0	7.3	2.4	1,275.1	22.3	47.3	126.9
人口密度	人/km ²	8.5	2.2	1.2	1.5	133.4	181.7	475.0	334.8
名目GDP	10億米ドル	259.7	17.7	15.6	1.0	1,079.4	16.0	461.5	4,765.1
為替レート	対米ドル	28.13 (Ruble)			1,076.67 (Togrog)	8.28 (元)	2.20 (Won)	1,130.96 (Won)	107.77 (円)
TPES	ktoe	613,969	50,179	27,382	2,102	1,142,438	46,112	191,160	524,230
電力消費量	GWh	863,711	123,000	41,600	2,066	1,347,268	31,636	266,400	1,091,500
GDP/Capita	米ドル/人	1,785	1,962	2,135	406	847	717	9,761	37,559
TPES/GDP	toe/百万米ドル	2,364	2,841	1,757	2,167	1,058	2,882	414	110
TPES/Capita	toe/人	4.22	5.58	3.75	0.88	0.90	2.07	4.04	4.13
電力/GDP	Wh/米ドル	3,326	6,965	2,670	2,130	1,248	1,977	577	229
電力/Capita	kWh/人	5,937	13,667	5,699	864	1,057	1,419	5,635	8,603

注) TPES: Total Primary Energy Supply (一次エネルギー総供給) ktoe: 石油換算千トン

(出所) IMF, "International Financial Statistics" WB, "Country Profile Table"

ADB, "Key Indicators of Developing Asian and Pacific Countries"

IEA, "Energy Balances of Non-OECD Countries" (2002 Edition)

SEI (Energy System Institute, Russian Academy of Science, Siberian Branch)資料、より作成

名目国内総生産額(名目GDP)の2001年値は、IMF統計等によれば、ロシア3,100億ドル(内東シベリア地域211億ドル、極東地域186億ドルと推定される)、中国11,915億ドル、モンゴル10億ドル、韓国4,272億ドル、日本41,414億ドルで、同年の実質経済成長率は、ロシア5.0%、中国7.3%、モンゴル1.4%、韓国3.0%、日本0.4%であった。北朝鮮については韓国銀行の推定値によれば、2001年GDP総額は157億ドルとなっている。同国の経済成長率は、2000年以降プラスに転じ、2000年1.3%、2001年3.7%と報告されている。

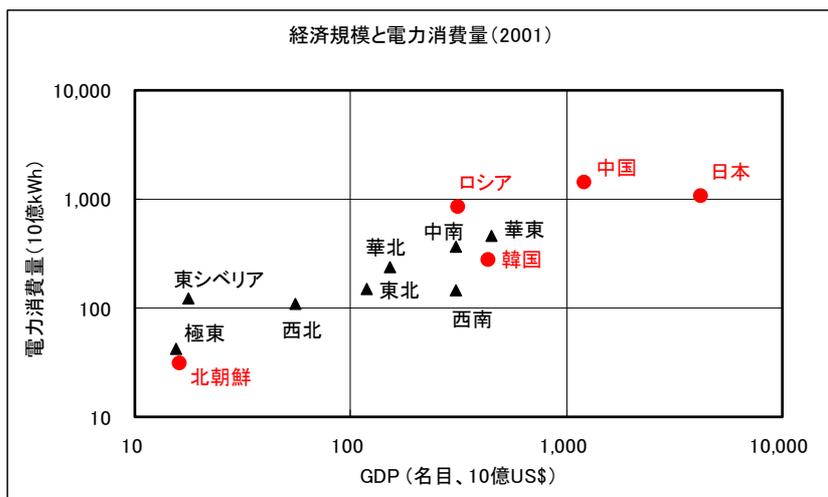
また、一人あたりのGDP(名目、2001年)は、ロシア2,147ドル/人(内東シベリア地域2,340ドル/人、極東地域2,550ドル/人)、中国940ドル/人、モンゴル413ドル/人、北朝鮮706ドル/人、韓国9,025ドル/人、日本32,522ドル/人となる。ただし、中国については地域によってかなり異なり、上海市の3,400ドル/人、北京市の2,300ドル/人から甘粛省の460ドル/人、貴州省の320ドル/人までの格差がある。

電力消費量は経済活動の規模や生活インフラを表現する指標として引用される場合が多い。図 2.1

は東北アジア諸国並びに地域の GDP と電力消費量との関係を両対数グラフ上にプロットしたものである。国別には北朝鮮から日本までの範囲をプロットしてある（モンゴルは GDP の規模が 10 億米ドルと小さいので図 2.1 には除いてある）。経済規模(GDP)に比較して、中国、ロシアの電力消費量が大きいことが分かる。

表中、中国の地域は省の上の上級区割で示してある。地域別には日本を除くと、ロシア極東地域から中国華東区までの範囲に各地域がある。東シベリアの電力消費量が経済規模に比較して大きいのは、当地域がアルミ精錬等の電力多消費型の産業を有しているためである。

図 2.1 GDP と電力消費量との関係(2001 年)

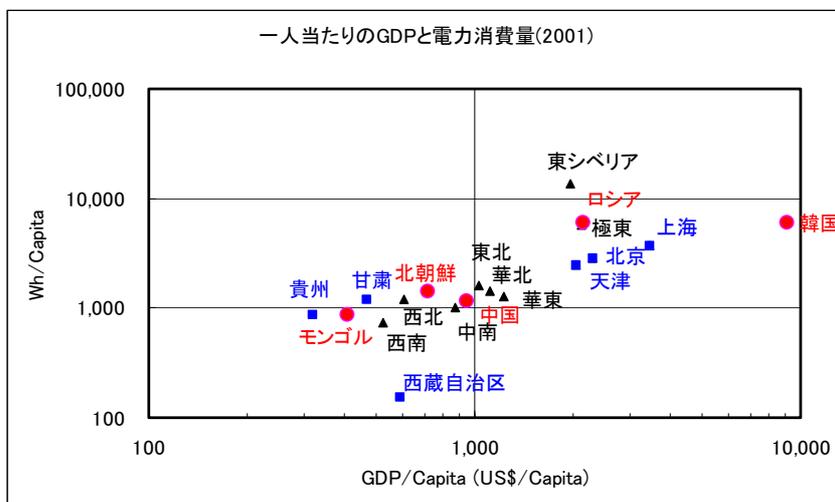


(出所)

中国：中国統計出版社「中国統計年鑑 2002」、「中国電力年鑑 2002」、東シベリア・極東：SEI 資料、その他：IEA 統計、KEPCO 資料、より作成

一人あたりの GDP や電力消費量はその国や地域の発展状況や生活水準を反映する。図 2.2 は一人当たりの GDP(GDP/Capita)と一人当たりの電力消費量(Wh/Capita)を示したものである。国別には日本を除いて、モンゴルから韓国までの範囲をプロットしてある。中国は一人当たりの GDP も電力消費量も格差があるので、地区別に西南区から華東区まで、そして経済的に進んでいる上海、北京、天津の特別行政市と開発の遅れている西藏自治区、貴州省、甘肅省をプロットしている。

図 2.2 一人当たりの GDP と一人当たりの電力消費量との関係(2001 年)



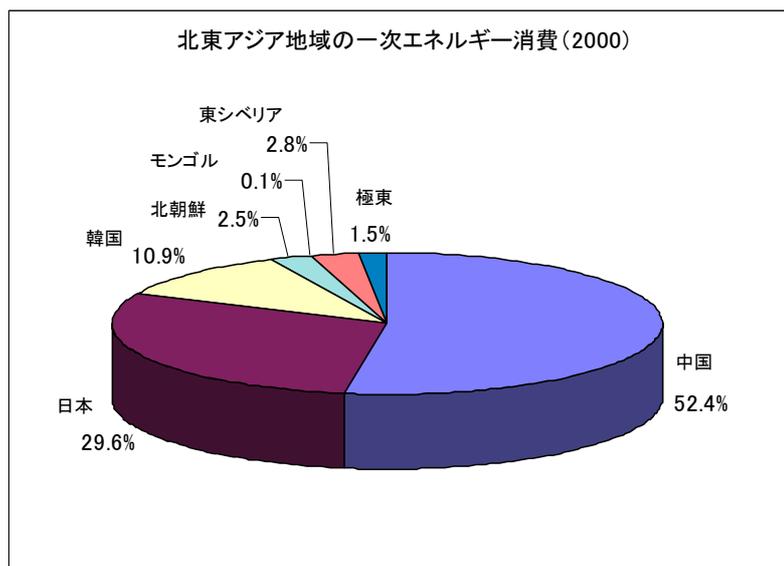
(出所) 図 2.1 と同様

ロシア全国と極東地域とはほぼオーバーラップしており、極東地域はロシアの平均値あたりに位置していることを示唆している。東シベリアが GDP/Capita あたりの Wh/Capita の値が相対的に高いのは前述した理由による。貴州省、甘粛省とモンゴルも GDP/Capita あたりの Wh/Capita の値が高いのは、前者 2 省の電力需要は工業用が主であること、モンゴルの電力需要は都市部と鉱山用が主であることによるものと推測される。西藏自治区の一人当たりの電力消費量が少ないのは地形上の困難さによるのであろう。

2.2 エネルギー需給の現状

2000 年時点における北東アジア地域の一次エネルギー消費量(非商業エネルギーを除く)は、17.7 億 toe(石油換算トン)で、最大の消費国は中国の 9.28 億 toe で全体の 52.4%を占め、続いて日本の 5.25 億 toe(29.6%)、韓国の 1.94 億 toe(10.9%)となる。ロシア東シベリア地域は 5,020 万 toe で全体の 2.8%、極東地域 2,750 万 toe(1.5%)、北朝鮮 4,500 万 toe(2.5%)、モンゴル 220 万 toe(0.1%)であった。1990 年代に一次エネルギー消費の伸びているのは中国、日本、韓国で、1990 2000 年間の年平均伸び率は、それぞれ 3.3%、1.8%、7.7%である。他の地域はマイナス成長であった。

図 2.3 北東アジア地域における一次エネルギー消費(2000)



(出所)

IEA 統計、

東シベリア・極東地域：SEI 資料

モンゴル：ADB、UN 統計より推定

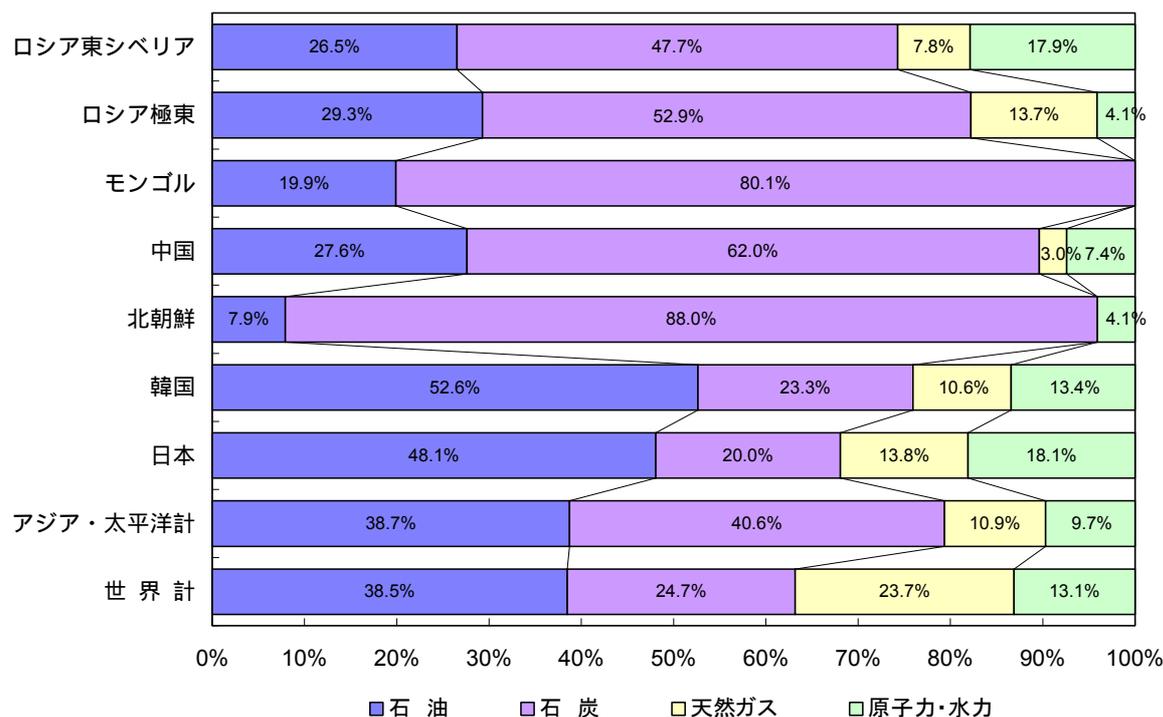
北東アジア地域はネットのエネルギー輸入地域である。地域別にみても、中国 3,000 万 toe、日本 4.25 億 toe、韓国 1.68 億 toe、北朝鮮 350 万 toe のネット輸入国である(IEA 統計)。モンゴルについても石油製品輸入で例年 50 万 toe 程度のネット輸入国となっている。エネルギー源別にみると、中国は石炭輸出国であるが、北朝鮮、モンゴルの石炭生産はほぼ自国内への供給のみである。

ロシア東シベリア地域、極東地域についても現状ではエネルギーのネット移入地域である。ロシアの地区別エネルギー生産・消費のデータ(21 世紀のロシア・エネルギー戦略、アレクセイ・ミハロヴィッチ・マステパノス著、東西貿易通信社)から計算すると、1999 年時のネット移入量は東シベリア地域が 580 万 toe、極東地域 940 万 toe であった。ただし、東シベリア地域においては、石油・天然ガスは移入しているが、石炭は 550 万 toe、石油製品は 460 万 toe、電力は 120

万 toe(13990GWh)の移出であった。

北東アジア地域の一次エネルギー需要構成を図 2.4 に示す。一般的にアジアは中国、インドという大石炭生産・消費国を抱えており、一次エネルギー消費に占める石炭の割合が高い。アジア太平洋地域でも、石炭のシェアは 40.6%と世界平均の 24.7%と比較して高い。

図 2.4 一次エネルギー需要構造 (2001)



(出所) BP 統計 2002、ロシア東シベリア・極東地域 : SEI 資料、
 北朝鮮(2000 年値) : IEA, “Energy Balances of Non-OECD Countries” (2002 Edition)、
 モンゴル(1999 年値) : UN, “Energy Statistics Yearbook”、より作成

北東アジア地域については、資源小国である日本、韓国を除くと、かなり石炭に依存したエネルギー需給構造となっている。石炭のシェアは、北朝鮮で 88%、モンゴル 80%、中国 62%、ロシア極東地域 53%と半分以上を占め、ロシア東シベリア地域も 48%とほぼ半分に近い。これは自国あるいは地域内に豊富な石炭資源を有していることにもよる。他方、天然ガスのシェアは、世界平均より低い。特にモンゴル、北朝鮮では数字上現れていない。石油についてはそれぞれ事情があり、日本と韓国は大輸入・消費国であってそのシェアが高い。ロシア極東地域は原油生産もあるがそのほぼ倍の量を移入して、一次エネルギーを賄っている現状である。モンゴルと北朝鮮は石油を全量輸入している。

なお、図 2.4 では原子力・水力が一本になっているが、ロシア極東 0.1%、中国 0.5%、韓国 13%、日本 14%、アジア・太平洋計で 4.6%、世界計では 6.6%が一次エネルギーに占める原子力のシェ

アである。ロシア東シベリア、モンゴル、北朝鮮はすべて水力である。

3. 北東アジア地域の石炭事情

3.1 石炭資源

石炭埋蔵量については、国によって埋蔵量推定の定義が異なっており、精査・概査等の度合いも異なっている。従って、一概に横並びにすることは難しいが、おおよその地域的な特徴をみるために、北東アジア地域の主要石炭資源国・地域であるロシア東シベリア・極東地域、モンゴル、中国の石炭埋蔵量を表 3.1 に示す。

表 3.1 北東アジア地域における石炭確認可採埋蔵量

北東アジア地域石炭埋蔵量 (10億トン)					
		A+B+C1	A+B+C1+C2	工業埋蔵炭量	利用可能埋蔵炭量
ロシア東シベリア地域			中国		
クラスノヤルスク地方	47.70	68.70	山西	196.3	250.1
ハカス共和国	4.90	5.30	内蒙古	135.2	222.7
ツヴァ共和国	1.10	1.12	陝西	103.9	155.4
イルクーツク州	8.10	14.30	新疆	17.7	113.5
ブリヤート共和国	2.30	2.70	貴州	22.5	50.8
チタ州	3.30	3.40	寧夏	11.8	30.9
合計	67.40	95.52	安徽	20.9	27.3
ロシア極東地域			山東	25.9	26.7
サハ共和国	9.20	14.60	雲南	23.4	24.1
アムール州	3.90	4.00	河南	21.9	23.8
ハバロフスク地方	1.20	2.00	黒龍江	14.8	20.0
沿海地方	2.70	4.20	河北	17.4	18.6
サハリン州	1.80	2.40	四川・重慶	10.9	13.8
カムチャッカ州	0.10	0.30	甘肅	6.3	9.3
マガダン州	0.80	2.90	遼寧	6.8	7.1
合計	19.70	30.50	青海	3.4	4.2
モンゴル			江蘇	3.7	3.8
西部	0.18	0.22	湖南	3.1	3.3
中北部	0.03	0.06			
中南部	4.17	7.82			
中東部	1.44	7.42	その他地域	11.0	12.2
東部	0.41	1.22			
合計	6.23	16.74	合計	656.9	1,017.6

注) A+B+C1, C2、工業埋蔵炭量、利用可能埋蔵炭量の定義は表 3.2、表 3.3 にて説明

(出所) 中国：中国科学出版社「中国煤炭資源予測と評価」1999 年

ロシア東シベリア・極東地域：IEEJ & SEI, “Study on Comprehensive Energy Plan in East Siberia and Far East of the Russian Federation, -Second Phase- Main Report”, Sept. 1995

モンゴル：IEEJ, “Study on Comprehensive Coal Development and Utilization in Mongolia”, Nov. 1995, JICA

(1) 中国

中国における石炭埋蔵量の分類を表 3.2 に示す。利用可能埋蔵量は地質調査の精度を基準として、精査埋蔵量(A)、詳査埋蔵量(B)、概査埋蔵量(C)、遠景埋蔵量(D)に分類している。このうちの A+B+C が工業埋蔵量である。

表 3.2 石炭埋蔵量の分類(中国)

総埋蔵量	利用可能埋蔵量	工業埋蔵量	(A)精査埋蔵量	可採埋蔵量	設計損失量
			(B)詳査埋蔵量		
			(C)概査埋蔵量		
		(D)遠景埋蔵量			
	暫定利用不能埋蔵量				

- 注) 利用可能埋蔵量：現在の採掘技術、経済水準で利用可能な埋蔵量
 暫定利用不能埋蔵量：現在の採掘技術、経済水準では利用できない埋蔵量
 工業埋蔵量：炭鉱設計や投資対象になる埋蔵量
 遠景埋蔵量：地質資料等により賦存が推定される埋蔵量
 可採埋蔵量：炭層賦存条件、保安炭柱、回収率を考慮した採掘可能な炭量(実収炭量)

(出所) 中国科学出版社「中国煤炭資源予測と評価、1999 年」

中国科学出版社「中国煤炭資源予測と評価、1999 年」によれば、利用可能埋蔵量 10,176 億トンに暫定利用不能埋蔵量 45,521 億トンを加えた中国の石炭総埋蔵量は 55,697 億トンと推定されている。そのうち華北地区(28,119 億トン、全体の 50%)、西北地区(19,786 億トン、全体の 35%)の 2 地区で中国全体の 86%を占める。利用可能埋蔵量 10,176 億トンのうち、すでに探査が実施され現時点で炭鉱設計の対象となる工業埋蔵量は 6,569 億トンと推定されている。なお、工業埋蔵量のうち、精査埋蔵量(A)は 2,212 億トン、詳査埋蔵量(B)は 1,870 億トン、概査埋蔵量(C)は 2,487 億トンとなっている。

可採埋蔵量については不明であるが、WEC(世界エネルギー会議) "Survey of Energy Resources 2001"では、1,145 億トン(瀝青炭 622 億トン、亜瀝青炭 337 億トン、褐炭 186 億トン)と報告されている。

利用可能埋蔵量を省別に見てみると、山西省が全体の約 25%を占め、続いて内蒙古自治区 22%、陝西省 15%、新疆自治区 11%で、これ等 4 省で中国全体の埋蔵量の 73%を占める。工業埋蔵量については、中国全体の 66%強を山西省、内蒙古自治区、陝西省で占める。中国の石炭資源は北西部に偏在している。炭質は褐炭から無煙炭まで広範囲に賦存している。

中国には幾つかの大きな地質構造帯が存在し、それによって炭田分布は地質区分上、「東北内蒙古

地区、「華北地区」、「華南地区」、「西北地区」、「滇藏地区」の5地区に区分されている。「東北内
蒙古地区」は、内蒙古北東部、黒竜江省、吉林省、遼寧省にまたがる炭田地域で、一部炭田で中
生代白亜紀の石炭があるが大部分の炭田では中生代ジュラ紀の石炭が発達している。内モン古自治
区では6炭田が賦存しており、褐炭田が多い。

「華北地区」は内モン古自治区南部、陝西省、山西省、河南省、山東省、河北省にかけての中国最
大の炭田地域である。本地域の西部では中生代ジュラ紀の石炭も発達しているが、地域全体では
古生代石炭紀と二疊紀の石炭が主要炭層となっている。内モン古自治区では南西部に分布する炭田
が華北地区炭田に属し5炭田が賦存している。古生代石炭紀～二疊紀と中生代ジュラ紀の石炭が
主要炭層になっている。山西省には古生代石炭紀～二疊紀、中生代ジュラ紀の主要炭田が6炭田
あり、炭質は瀝青炭が主である。陝西省は古生代石炭紀～二疊紀、中生代三疊紀、中生代ジュラ
紀の主要5炭田があり、炭質は主に瀝青炭である。

「華南地区」は中国南東部に位置し、古生代石炭紀～二疊紀の炭田が主力で、亜瀝青炭から無煙
炭まで広く変化している。一部炭田では原料炭を生産している。「西北地区」は内蒙古西部から新
疆省にまたがる広大な地域で、主要炭田は地区西部に分布するジュラ紀層の炭田である。ジュン
ガル、トルファン・ハミ、イル炭田には炭厚 200mにも達する炭層が賦存するが、立地条件によ
り一部地区を除いて開発は遅れている。「滇藏地区」は西蔵自治区から四川省にまたがる中国西南
部地域であるが、一部を除いて探査・開発が遅れている。

(2) ロシア東シベリア・極東地域

ロシアとモンゴルの石炭埋蔵量の分類は A、B、C1、C2 となっており、A+B が確定埋蔵量、C1
が推定埋蔵量、C2 が予想埋蔵量と定義されている(A+B+C1 を確認埋蔵量とする場合もある)。ロ
シア方式の石炭埋蔵量の分類を他の分類方式と比較して表 3.3 に示す。

表 3.3 石炭埋蔵量の分類(ロシア、モンゴル)

ロシア		国際標準		日本
A		Measured	P1 Proved	確定埋蔵量
B				
C1		Indicated		推定埋蔵量 (理論可採埋蔵量)
C2	P1 Possible	Inferred	P2 Possible	
	P2 Provable		P3 Provable	
	P3 Potential		P4 Potential	理論不可採埋蔵量

注) 各区分は完全には一致しない

(出所) ロシア : IEEJ & SEI, "Study on Comprehensive Energy Plan in East Siberia and Far East of the
Russian Federation, -Second Phase- Main Report", Sept. 1995、日本 : JIS1002

表 3.4 にロシアの炭種別石炭埋蔵量を、表 3.5 にカテゴリ別炭種別石炭埋蔵量を示す。東シベリ

ア・極東地域の石炭埋蔵量は 1,260 億トンでロシア全体の埋蔵量 2,022 億トンの 60%強を占める。炭種別には褐炭の埋蔵量が多い。東シベリア地域では、褐炭のシェアは”A+B”、“A+B+C1”、“A+B+C2”の何れのカテゴリにおいてもほぼ 75%前後を占めている。極東地域における褐炭のシェアは、”A+B”で 77%、“A+B+C1”で 62%、“A+B+C2”で 54%となる(表 3.5 参照)。

ロシアの可採埋蔵量については、WEC(世界エネルギー会議) "Survey of Energy Resources 2001" では、1,570 億トン(瀝青炭 491 億トン、亜瀝青炭 974 億トン、褐炭 105 億トン)と報告されている。この値はほぼロシアの“A+B+C1”値に相当しているものと推察される。

表 3.4 ロシアの炭種別石炭埋蔵量(A+B+C1+C2)

(出所) 表 3.5 と同じ

(単位:10億トン)

	褐炭	瀝青炭			合計	比率 (%)
		一般炭	原料炭	計		
東シベリア	71.7	20.2	3.6	23.8	95.5	47.2
極東	16.4	8.7	5.4	14.1	30.5	15.1
ロシア計	103.3	60.1	38.7	98.8	202.2	100.0

表 3.5 カテゴリ別炭種別石炭埋蔵量

(出所) IEEJ & SEI, "Study on Comprehensive Energy Plan in East Siberia and Far East of the Russian Federation, -Second Phase- Main Report", Sept. 1995

(単位:10億トン)

	A+B	A+B+C1	C2	A+B+C1+C2
東シベリア				
褐炭	25.2	50.9	20.8	71.7
瀝青炭	8.7	16.5	7.3	23.8
(うち原料炭)	(1.5)	(2.7)	(0.9)	(3.6)
合計	33.9	67.4	28.1	95.5
極東				
褐炭	4.9	12.2	4.2	16.4
瀝青炭	1.5	7.6	6.5	14.1
(うち原料炭)	(0.4)	(3.0)	(2.4)	(5.4)
合計	6.4	19.8	10.7	30.5

東シベリア地域には大型の 6 炭田盆地がある。その内、カンスク・アチンスク炭田盆地(Kansk-Achinsk Basin)が最大で西隣のケメロボ州に跨った地域に賦存している(ジュラ紀の炭田)。賦存炭量は“A+B+C1”値で 800 億トン、“A+B+C1+C2”値で 1,188 億トンと推定されており、ロシア全体の約 60%を占める。炭質は主として褐炭であり、全域で露天掘り採掘が可能である。続いて、同じジュラ紀のイルクーツク炭田盆地(Irkutsk Basin)の賦存炭量は“A+B+C1”値で 78 億トン、“A+B+C1+C2”値で 123 億トンと推定されている。炭種は瀝青炭・亜瀝青炭が主である。

-minusinsk 炭田盆地(Minusinsk Basin)はアチンスク市の南方にある石炭紀の炭田であり、その賦存炭量は“A+B+C1”値で 49 億トン、“A+B+C1+C2”値で 53 億トンと推定されている。炭種は瀝青炭・亜瀝青炭が主である。ツングースカ炭田盆地(Tunguska Basin)はカンスク・アチンスク炭田の北東部の広大な地域に賦存し、その賦存炭量は“A+B+C1”値で 25 億トン、“A+B+C1+C2”値で 45 億トンと推定されている。炭種は瀝青炭・亜瀝青炭が主であるとされているが、立地条件により一部を除いて開発が遅れている。他には、イルクーツクの東側にザバイカルスキー炭田(Zabaikal skie Deposits、褐炭、“A+B+C1”値 59 億トン、“A+B+C1+C2”値 62 億トン)、イルクーツクの西側にウルフヘム炭田盆地(Ulughem Basin、瀝青炭、“A+B+C1”値 11 億トン)がある。

極東では炭田が分散して賦存している。大型の炭田盆地はサハ共和国にあり、レナ炭田盆地はクラスノヤルスク州からヤクーツクの東側までの広い地域に広がって、石炭紀、ジュラ紀の 3 炭田を有す。炭質は褐炭と瀝青炭(東部)。賦存炭量は“A+B+C1”値で 65 億トン、“A+B+C1+C2”値で 86 億トンと推定されている。南ヤクーツク炭田盆地にもジュラ紀、一部白亜紀の 4 炭田あり、その賦存炭量は“A+B+C1”値で 26 億トン、“A+B+C1+C2”値で 42 億トンと推定されている。炭質は瀝青炭が主である。

その他、主なところではアムール州に 4 炭田、マガダン州 4 炭田、沿海州 5 炭田、サハリン州 3 炭田、ハバロスク州 1 炭田が賦存している。炭質は北方地方では瀝青炭、南東地方では褐炭という傾向にある。

(3) モンゴル

モンゴルの石炭埋蔵量の分類はロシアと同じである。モンゴルの石炭埋蔵量は表 3.1 に示したように“A+B+C1”値で 62 億トン、“A+B+C1+C2”値で 167 億トンと推定されている。県別にみると、中国と国境を接するウムノゴビ(Omnogovi)県がモンゴル最大の埋蔵量を有し、“A+B+C1”値で 35.5 億トン、“A+B+C1+C2”値で 67.5 億トン、その東のドルノゴビ(Dornogovi)県が“A+B+C1”値で 5.6 億トン、“A+B+C1+C2”値で 37.5 億トンとなっている。首都ウランバートルのあるドブ(Tov)県が“A+B+C1”値で 5.7 億トン、“A+B+C1+C2”値で 31.8 億トンと報告されている。

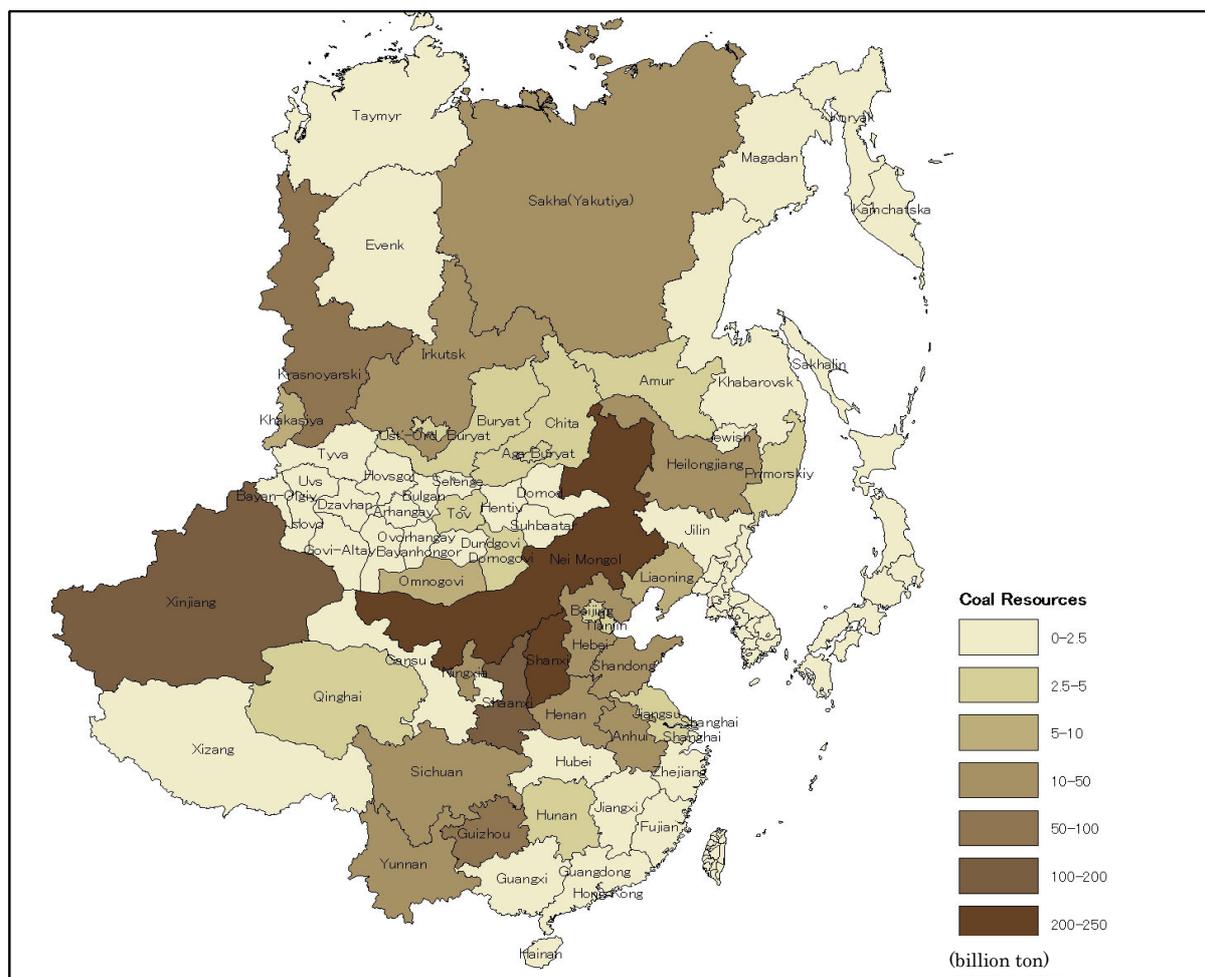
石炭鉱床は、西部 4、中北部 3、中南部 6、中東部 10、東部 4 の合計 27 鉱床が確認されている(炭田数 15)。西部、中北部、中南部西部、中北部、中南部に賦存する鉱床の炭質は主に瀝青炭と亜瀝青炭で、中東部と東部は褐炭である。最大の石炭鉱床は中南部ウブノギビ県のタバントルゴイ(Tavantologoi deposit)鉱床(瀝青炭)で、埋蔵量は“A+B+C1”値で 35 億トン、“A+B+C1+C2”値で 65 億トンと報告されている。次に大きな鉱床は中東部ドルノゴビ県のシビオボ(Shivee Ovoo deposit)鉱床(褐炭)で“A+B+C1”値で 5.6 億トン、“A+B+C1+C2”値で 27 億トンとなっている。現在、主に生産を行なっているのは中東部にある Baganuur (Tov)、Shivee-Ovoo (Dornogovi)、Sharyn-gol (Selenge)の 3 炭鉱である。

図 3.1 は北東アジア地域の石炭埋蔵量分布を示したものである。ロシア、モンゴルは、“A+B+C1+C2”値、中国は利用可能埋蔵量を使用している。それぞれが完全に対応している訳ではない。しかし、地下資源は賦存が確認され、かつ技術的・経済的に採掘可能であることによってはじめて有効資源となり得る。石炭生産や石炭鉱山の開発は需要地からの距離、インフラの整備状況、自然環境への配慮、需要家の求める炭質、価格や生産コスト等により個別に決められるが、超長期に展望する場合、埋蔵量は将来の石炭生産ポテンシャルに関する重要な指標である。

図 3.1 に示されているように、北東アジアの石炭賦存量も地域的に偏在している。埋蔵量の豊富な地域は、中国では山西省、内蒙古自治区、陝西省の内陸部であり、ロシアでは東シベリアの西側、モンゴルでは中国との国境側になる中南部である。その中でも、可採可能な地域は限られて

くる。

図 3.1 北東アジア地域石炭埋蔵量マップ



(出所) 表 3.1 と同じ出典より作成

3.2 石炭生産・消費

(1) 世界の石炭生産・消費

IEA “Coal Information 2002” によれば、2001 年における世界の石炭生産量(実績見込)は 38.34 億トンで、中国の 12.94 億トン、米国の 9.45 億トンと、この 2 国で世界の石炭生産量の 58.4% のシェアを占めている。続いて、インド(3.13 億トン、8.2%)、豪州(2.57 億トン、6.7%)、南アフリカ(2.25 億トン、5.9%)、ロシア(1.68 億トン、4.4%)、ポーランド(1.04 億トン、2.7%)、インドネシア(0.93 億トン、2.4%)となっている。

過去 10 年間(1991 年～2001 年)の生産量の伸びをみると、石炭生産の伸びた国は豪州(年率 4.6%)、中国(年率 2%)、インド(年率 3.2%)、インドネシア(年率 21%)、南アフリカ(年率 2.3%)、米国(年率 1.4%)という主な石炭生産国であった。ロシア、ポーランドは、それぞれ-1.8%、-2.9% のマイナス成長であった。

他方、2001 年における世界の石炭消費量は 38.26 億トンで、中国の消費量が 12.05 億トン（全体の 31.5%）、米国が 9.23 億トン（24.1%）とこの 2 カ国で全石炭消費量の半分以上を占めている。以下、インド 3.32 億トン（8.7%）、南アフリカ 1.57 億トン（4.1%）、日本 1.55 億トン（4.0%）、ロシア 1.55 億トン（4.0%）、ポーランド 8,400 万トン（2.2%）、韓国 7,100 万トン（1.9%）、豪州 6,400 万トン（1.7%）と続く。

1991 年からの伸びを比較すると、中国（年率 1.6%）、米国（年率 2.4%）、インド（年率 3.8%）、南アフリカ（年率 1.8%）、日本（年率 2.8%）、韓国（年率 5.0%）、豪州（年率 2.6%）が石炭消費量を伸ばしている。ロシア、ポーランドはそれぞれ -2%、-3.4% 成長であった。

(2) 北東アジア地域における石炭生産・消費

表 3.6 に北東アジア地域の石炭生産・消費実績を示す。2001 年の北東アジアにおける石炭生産は 14.71 億トンで世界の 38% を占めた。中国以外の主な石炭生産地域では、ロシア東シベリア 8,100 万トン、極東 2,000 万トン、北朝鮮 5,400 万トンの生産実績であった（2001 年）。1991 年と 2001 年との比較では、中国のみが石炭生産を増加し、他は軒並みに減少した。国別、地域別石炭生産量のシェアを図 3.2 にみても、中国が 88% を占め、他の 12% の主な地域は、東シベリアの 5.5%、極東の 2.0%、北朝鮮の 3.7% である。

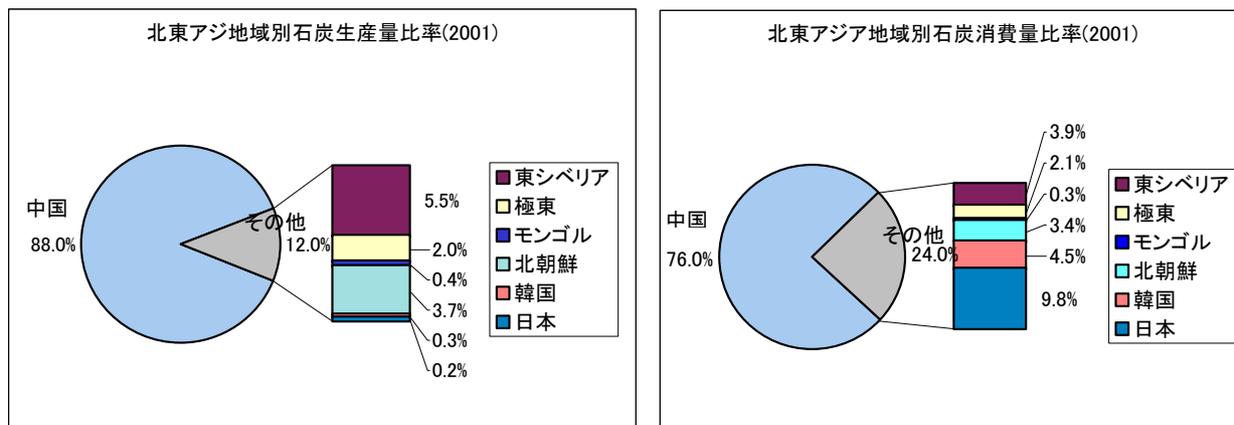
表 3.6 北東アジア地区の石炭生産・消費実績(1991、2001)

	生産			消費		
	1991	2001	伸び率(%)	1991	2001	伸び率(%)
中国	1,057.0	1,293.8	2.0	1,027.8	1,205.3	1.6
東シベリア	90.7	81.0	-1.1	77.7	62.2	-2.2
極東	45.0	29.2	-4.2	52.1	33.7	-4.3
モンゴル	7.0	5.4	-2.6	6.9	5.4	-2.4
北朝鮮	64.8	54.4	-1.7	66.8	54.3	-2.1
韓国	15.1	3.8	-12.9	43.3	70.8	5.0
日本	8.1	3.2	-8.9	117.9	154.9	2.8
北東アジア計	1,287.7	1,470.8	1.3	1,392.5	1,586.6	1.3
世界計	3,509.7	3,834.1	0.9	3,467.0	3,825.7	1.0

(出所) IEA "Coal Information 2002"、ロシア東シベリア・極東地域：SEI 資料、
モンゴル：ADB 統計と IEEJ 資料、をもとに作成

他方、北東アジアにおける石炭消費は 15.87 億トンで、世界の 41% を占めた（2001 年）。1991-2001 年間の石炭消費は、中国、日本、韓国で増加し、それぞれの年平均伸び率は 1.6%、2.8%、5.0% であった。上記地域以外の石炭消費量は、東シベリア 6,200 万トン、極東 3,400 万トン、北朝鮮 7,100 万トンであった（2001 年）。国別、地域別石炭消費量のシェアを図 3.2 にみても、中国が 76% を占め、他の 24% の主な地域は、日本 9.8%、韓国 4.5%、北朝鮮 3.4%、東シベリア 3.9%、極東 2.1% である。

図 3.2 北東アジアの石炭生産と消費の地域別シェア



(出所) 表 3.6 と同様

北東アジア地域の石炭生産と消費マップを図 3.3 と図 3.4 に見てみる。石炭生産の現状を中国にみても、最大の生産地は華北地区の山西省が 3.2 億トン、内蒙古自治区が 7,400 万トンである。これに西北地区の陝西省 4,500 万トンを加えた地域が中国の石炭供給基地である。5,000 万トン以上の生産省は、華北地区の河北省 (5,800 万トン)、東北地区の遼寧省 (5,700 万トン)、黒竜江省 (7,100 万トン)、華東地区の安徽省 (5,100 万トン)、山東省 (8,900 万トン)、中南地区の河南省 (9,000 万トン)、西南地区四川省 (7,600 万トン)、貴州省 (6,000 万トン) がある。

中国では広範囲の地域で石炭を生産しているが、移出余力のある地域は限られている。最大の移出地域は山西省で 2.11 億トン、これに内蒙古、陝西省を加えた晋陝蒙地域で 2.57 億トンとなる。図 3.3 では楕円で図示した地域にほぼ相当する。他には、東北地区の黒龍江省(移出量 2,300 万トン)、華東地区の山東省(移出量 1,400 万トン)、西南地区の貴州省(移出量 1,400 万トン)が他省・他国に移出・輸出している主な石炭供給地域である。

他方、石炭消費地域をみると、山西省から東側の地域であり、7,000 万トン以上の消費地域は、山西省 (1.09 億トン)、河北省(1.01 億トン)、遼寧省(8,200 万トン)、江蘇省(8,100 万トン)、山東省(7,500 万トン)、河南省(7,300 万トン)となる。なお、山西省の石炭消費は移出用のコークス製造用に多く使用されており、その数量を減ざると省内消費は 4,500 万トン程度である。

北東アジア地域の中で、上記中国の東沿岸地域に日本と韓国が加わって 8 億トンの一大消費地域を形成している。この量は世界の 20%強を占めており、今後も需要は伸びる地域である。

図 3.3 北東アジア石炭生産マップ(2000)

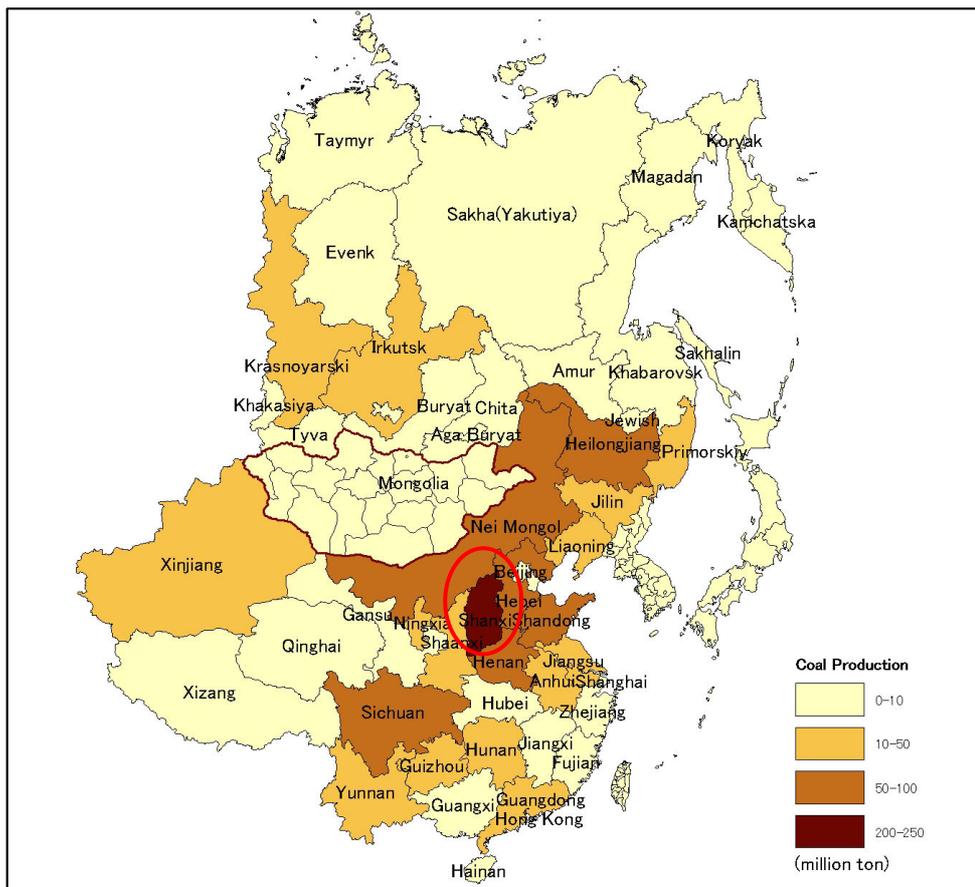
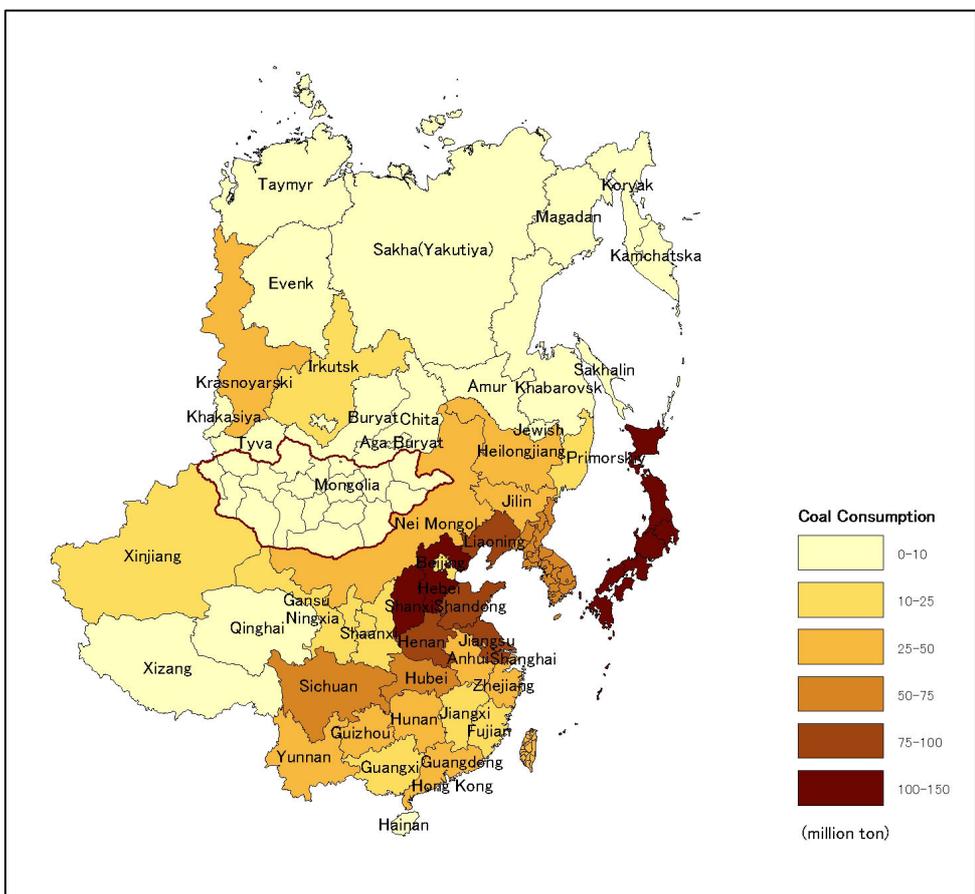


図 3.4 北東アジア石炭消費マップ(2000)

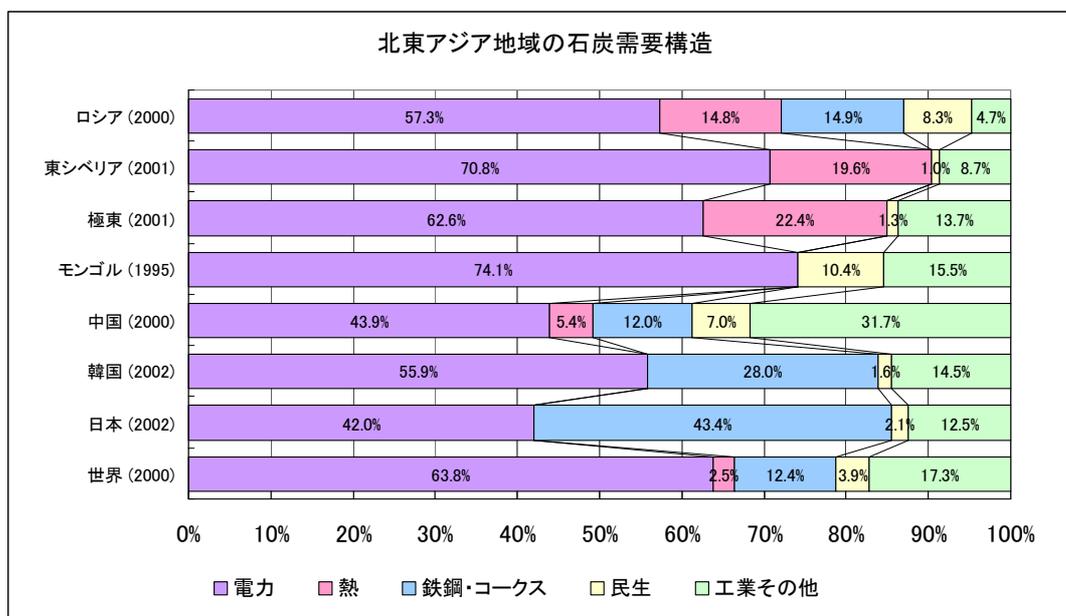


(3) 石炭需要構造

図 3.3 に北東アジア地域の石炭需要構造(参照年は国によって異なる)を示す。何れの地域においても石炭需要は電力向けが主力である。電力用需要の占めるシェアは、東シベリア 71%、極東 63%、モンゴル 74%、中国 44%、韓国 56%、日本 42%というところである。なお、中国の統計では工業用需要のなかに自家発が含まれているので、発電用石炭需要のシェアはより大きい。鉄鋼用石炭需要のシェアについては日本が群を抜いており、韓国、ロシア、中国と続く。ロシア東シベリア・極東地域には鉄鋼用石炭需要がないのでロシア全国平均と異なっている。

ロシアや中国においては熱電併給プラントや地域温熱供給ボイラー用の石炭需要も大きい。発電や熱電併給所向けを除いた熱供給専用ボイラー用需要は、ロシア東シベリア地域においては約 20%、極東地域において約 22%のシェアを占めている（ロシア全国平均は約 15%）。中国は全国平均値で約 5%となっている。

図 3.3 北東アジア地域の石炭需要構造



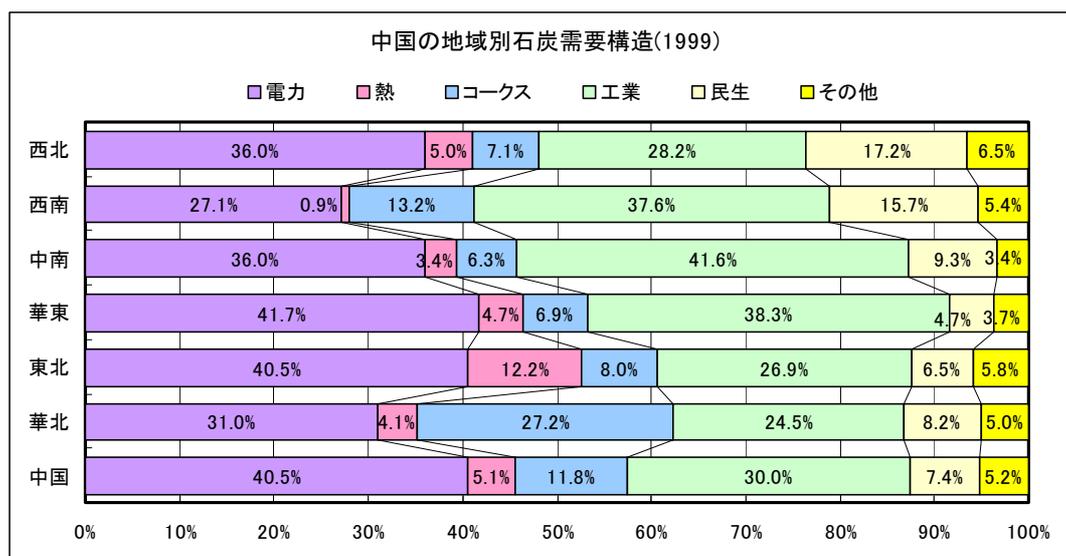
(出所) ロシア、世界：IEA, “Energy Balances of non-OECD Countries (2002 Edition)”

東シベリア・極東：SEI 提供資料、中国：中国統計出版社「中国統計年鑑 2002」

モンゴル：Mongolian Economy and Society in 1995

中国は省によって石炭の消費構成が異なるので、行政地区別の石炭需要構造を図 3.4 に示す。電力用に工業用需要を加えたシェアは華東地区で大きく 80%を占める。東北地区では熱供給用石炭需要のシェアが他の地区と比べて大きいのが特徴である。華北地区でコークス用需要が大きいのは、山西省で 6,400 万トン、河北省で 1,500 万トンのコークス製造用石炭需要があるためである。山西省で製造したコークスは省内消費というよりも他省への移出向けである。

図 3.4 中国の地区別石炭需要構造



(出所) 中国統計出版社「中国能源統計年鑑 1997-1999」(2000年7月)

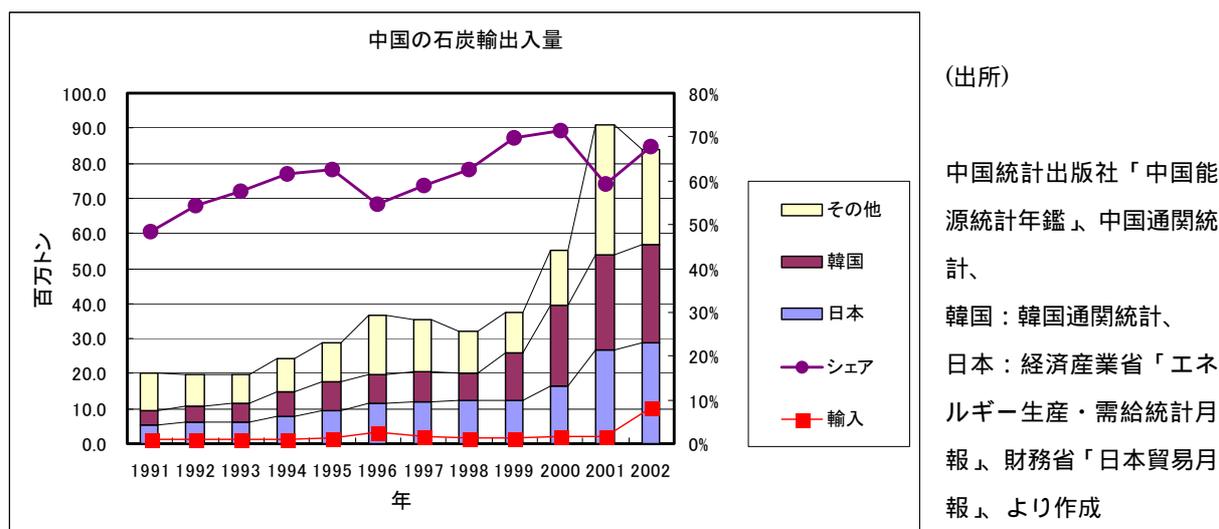
3.2 石炭貿易

北東アジア地域における石炭ネット輸入国は日本と韓国であり、輸出国は中国とロシアである。北朝鮮とモンゴルは少量の輸出入はあるが基本的に自給している。中国、ロシアも生産量の大部分は自国内消費に向けられている。

世界最大の石炭輸出国は豪州であり、2001年の輸出量は1.93億トンと世界の約3割を占め、次いで中国9,100万トン(13.6%)、南アフリカ6,900万トン(10.4%)、インドネシア6,600万トン(10.0%)、米国4,400万トン(6.6%)、ロシア4,100万トン(6.1%)と続いている。

図 3.7 に中国の輸出先別石炭輸出量と石炭輸入量の経年実績を示す。中国の石炭輸出量は2000年の5,500万トン(一般炭4,860万トン、原料炭650万トン)から2001年には9,100万トン(一般炭7,940万トン、原料炭1,150万トン)に達して、2001年時点、中国はインドネシアや南アフリカの輸出量を上回り、世界第2位の輸出国となった。その後2002年では、8,390万トンの輸出に留まり、他方、輸入は2001年の250万トンから2002年に1,020万トンに急増している。図中のその他は、台湾、香港、フィリピン、インド向けが主である。図中、折れ線グラフで示したシェアは日本と韓国向け輸出の占める割合で、至近年では2001年を除いて7割弱で推移している。すなわち、中国炭市場は日本、韓国、その他アジア地域でほぼ三分割されている。なお、中国炭の輸出主力は一般炭である。

図 3.7 中国の輸出先別石炭輸出货量と輸入量の経年実績



他方、石炭輸入についてみると、一般炭、原料炭とも日本が世界最大の輸入国で、次いで韓国となっている。2001年の日本の一般炭輸入量は8,750万トン、原料炭輸入量は6,060万トン(エネルギー生産・需給統計月報)で、世界の一般炭貿易、原料炭貿易のそれぞれ約19%、34%を占めている。韓国の一般炭、原料炭輸入量はそれぞれ4,600万トン、1,770万トン(韓国通関統計)で、世界貿易のそれぞれ約10%を占める。なお、2001年の世界の一般炭貿易量は4.517億トン、原料炭貿易量は1.787億トンと推定されている(IEA, “Coal Information 2002)。

日本と韓国の石炭輸入ソースをみても。2002年における日本の石炭輸入量は1.583億トンで、その輸入先別シェアは豪州56%、中国18%、インドネシア12%、カナダ6%、ロシア4%であった(以上、日本貿易月報)。炭種別に2001年実績をみると、一般炭(輸入量8,750万トン)は、豪州56%、中国21%、インドネシア15%、ロシア3%で、原料炭(輸入量6,060万トン)は、豪州64%、カナダ17%、中国10%、インドネシアとロシアがそれぞれ4%を占めた。同年の無煙炭輸入量は370万トンで、そのシェアは中国55%、ベトナム31%、北朝鮮11%であった(エネルギー生産・需給統計月報)。

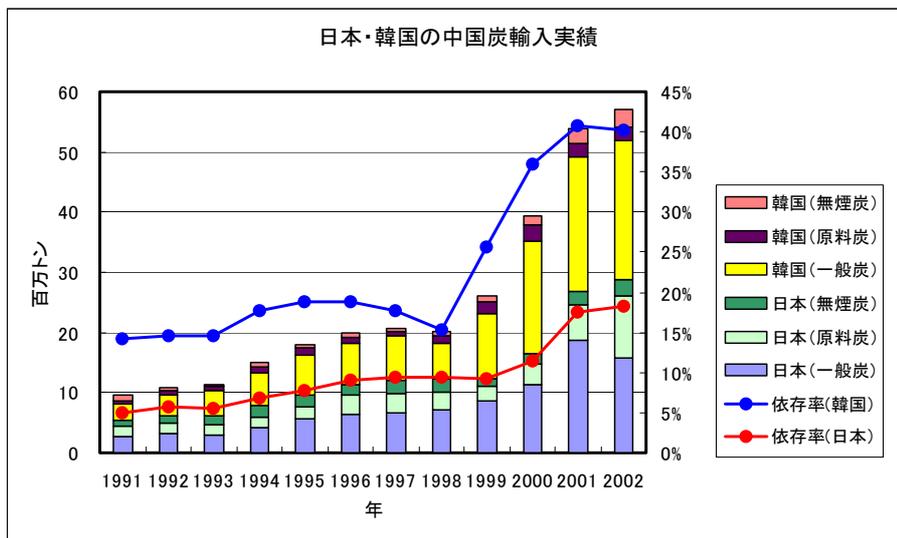
2002年の韓国の石炭輸入量は7,000万トンで、輸入先別シェアは中国40%、豪州38%、インドネシア10%、カナダ6%、ロシア4%であった。一般炭(輸入量4,860万トン)は中国47%、豪州30%、インドネシア14%、ロシア5%で、原料炭(1,760万トン)は豪州66%、カナダ19%、中国13%、ロシア2%である。無煙炭輸入量は390万トンで、そのシェアは中国72%、豪州24%、ベトナム4%となっている(以上、韓国通関統計)。

図 3.8 と図 3.9 に日本と韓国の中国炭、ロシア炭の輸入実績を示す。両図中の折れ線グラフは日本と韓国がそれぞれの石炭総輸入量に占める中国炭、ロシア炭のシェアをプロットしたものである。

近年、日本と韓国の中国炭の輸入は増加基調にある。特に韓国においてその傾向が著しく、2000年以降、中国炭が豪州炭を抜いて第一位のシェアを占めている。2002年時点、韓国の中国炭輸入量は、一般炭 2,310 万トン、原料炭 230 万トン、無煙炭 280 万トンで総計 2,820 万トンとなり、総輸入量の 40%を占めている。他方、2002年における日本の中国炭輸入量は、一般炭 1,580 万トン、原料炭 1,020 万トン、無煙炭 280 万トンで総計 2,880 万トン、総輸入量の 18%である。

図 3.8 日本と韓国の中国炭輸入経年実績

(出所) 図 3.7 と同じ

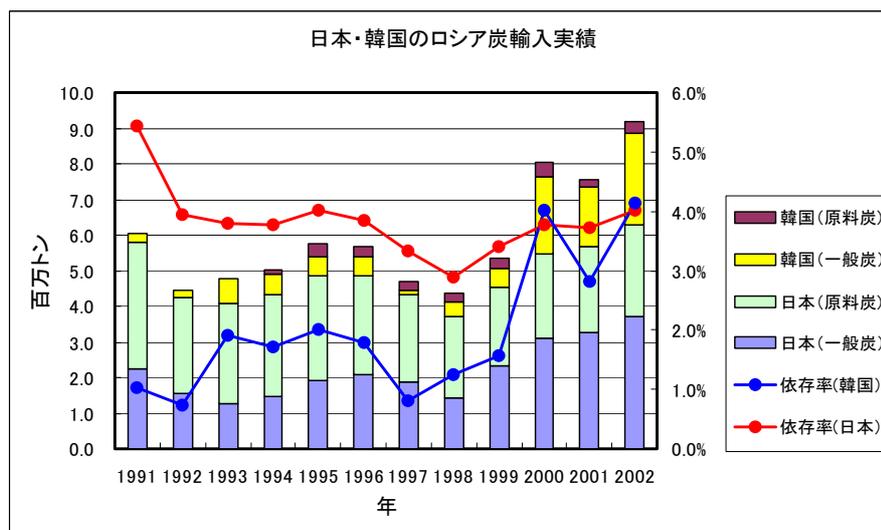


ロシアは石炭輸出入の大きな国であり、輸出 4,100 万トンに対して輸入 3,600 万トン(2001)となっている。その大部分は旧ソ連邦諸国との出し入れとなっており、ネット輸出は太平洋側の日本と韓国である。量的にはまだ小さいが、日本、韓国とも輸入量は増加しつつある。2002年における日本のロシア炭輸入量は、一般炭 370 万トン、原料炭 260 万トン、総計 630 万トンで同年の総輸入量の 4%である。韓国のロシア輸入量は、2000年を境に増えて、2002年時点で一般炭 260 万トン、原料炭 30 万トン、総計 290 万トン、総輸入量の 4%を占めた。

図 3.9 日本と韓国のロシア炭輸入経年実績

(出所)

韓国：韓国通関統計
 日本：経済産業省「エネルギー生産・需給統計月報」、
 財務省「日本貿易月報」



3.4 石炭輸送

表 3.7 に中国とロシア東シベリア・極東地域の主な輸出用炭(日本向け)の産炭地から港までの鉄道輸送距離を示す。ポストチヌイ、ナホトカ港へのシベリア鉄道と港までの支線は複線・電化路線であるが、ワニノ港へのバイカル・アムール鉄道と港に接続する支線は単線・非電化路線である。中国では、兗州～日照港間、太原～前湾港間が複線・非電化路線、他は複線・電化路線である。

主要炭鉱の現在の生産規模は、兗州 3,500 万トン、大同 4,000 万トン、西山 3,000 万トン、神華神府 3,000 万トン、ネリユングリ 800 万トン、バチャンスキー 750 万トン、チェレンホボ 300 万トンというところである。ロシアの輸出向け新規炭鉱の開発計画についてはサハ共和国のエリガ炭鉱(原料炭)があり、輸送距離はエリガ ワニノ港で 1,480km、エリガ ポストチヌイ港で 1,920km となる。エリガ炭鉱は原炭 3000-4000 万トン、製品炭 2000-3000 万トン規模の開発計画(2004-2009 年)であるが、320km の鉄道建設が課題として残っている。

表 3.7 主な輸出用炭の鉄道輸送距離

	炭鉱名	所在地	炭種	輸送路	輸送距離
中国					
	兗州炭	兗州	一般炭	兗州→日照港	320 km
	大同炭	大同	一般炭	大同 秦皇島	680 km
	平朔炭	平朔	一般炭	朔州 秦皇島	800 km
	西山炭	西山	原料炭	太原 前湾港	1030 km
	神華炭	神華神府	一般炭	神木 黄驄港	890 km
		神華東勝	一般炭	(神木 黄驄港)	1000 km
ロシア					
	南ヤクーツク炭	ネリユングリ	原料炭	ネリユングリ ポストチヌイ港	2560 km
	ツグヌイ炭	ツグヌイ	一般炭	ツグヌイ ポストチヌイ港	3440 km
	チェレンホフ炭	チェレンホボ	一般炭	チェレンホボ ポストチヌイ港	4350 km
	クズネツ炭	バチャンスキー	一般炭	クズネツ ポストチヌイ港	5900 km
				クズネツ ワニノ港	5200 km

なお、中国の石炭国内輸送量は膨大であり、2000 年時点の山西省や内蒙古から東や南への鉄道輸送量は 2.35 億トン、渤海湾沿岸からの海上輸送量は 1.22 億トンにのぼる。詳細はホームページ(2003 年 7 月)に掲載しているので、興味のある方はそちらを参照されたい。

4. 環境問題

4.1 北東アジア地域の環境問題

北東アジア地域は先進工業国から発展途上国まで多種多様な地域の集まりである。一般的に発展途上国の環境対策には以下のような優先順位が付けられている。これはまた過去に日本が歩んできた道でもある。

- (1) 水質対策(特に飲料水)
- (2) 重金属等の有害廃棄物
- (3) 大気汚染対策
 - 粉塵、煤塵対策(固定発生源対策)
 - SO_x 対策(固定発生源対策)
 - NO_x 対策(固定発生源対策、移動発生源対策)
- (4) 酸性雨問題
- (5) 地球温暖化問題

ここで、主に化石燃料燃焼に起因する環境問題は、上記(3)の大気汚染対策～(5)の地球温暖化問題である。大気汚染対策は、過去には、先ず固定発生源対策、次いで移動発生源対策と移行してきた。しかしながら、発展途上国の都市部ではモータリゼーションの急速な普及により移動発生源対策を同時に、場合によっては先行すべき現状にある。

従来、粉塵・煤塵問題は Local な範囲の地域住民の健康に影響を与える。SO_x、NO_x 問題はより広い Regional な地域に対して影響を与え、国境を超えて酸性雨による被害を与える(例えば、北米や欧州の黒い森)という評価が大勢であった。しかし、最近では大気汚染問題とは別に地球温暖化問題という地球規模の Global な視点での議論もある。

(1) 大気汚染物質排出量

各国の SO₂ 排出量を公表データに見てみると、中国 1,947 万トン(2001)、韓国 95.1 万トン(1999)、日本 62.9 万トン(1999)となる。他の地域について燃料の硫黄含有量と排出係数から SO₂ 排出量を推定すると、東シベリア地域 76 万トン(1999)、極東地域 45 万トン(1999)、モンゴル 5 万トン(2000)、北朝鮮 57 万トン(2000)となる。

表 4.1 は中国と日本の大気汚染物質排出量を比較して示したものである。表中、中国の SO₂ 排出量、煤塵(煙塵)排出量の(工業部門)は総排出量の内数である。中国統計では煤塵排出量に加えて工業部門の粉塵排出量が公表されている。表中の粉塵排出量は工業部門起源である。なお、日本の SO_x 排出量は最近本格的な調査がなされていないので、1999 年値を採用した。

表 4.1 に示されているように、中国の一人あたりの SO₂ 排出量は日本の 3 倍、工業部門からの排出量との比較でも日本の 2.5 倍となっている。中国の煤塵排出量は面積あたりで日本の約 6 倍で

ある。粉塵も煤塵とほぼ同様の排出量となっている。

表 4.1 日中大気汚染物質排出量比較

	二酸化硫黄排出量			煤塵排出量			月平均降塵量 (トン/km ² /月)	
	総排出量 (千トン)	/Capita (kg/人)	/面積 (トン/km ²)	総排出量 (千トン)	/Capita (kg/人)	/面積 (トン/km ²)		
中国 (2001)	総排出量	19,472	15.36	2.04	10,700	8.44	1.12	14.21
	(工業部門)	15,660	12.35	1.64	8,619	6.80	0.90	
	粉塵排出量				8,175	6.45	0.86	
日本 (1999)	固定発生源	629	4.97	1.66	75	0.59	0.20	3.60

注) 降塵量は中国 44 都市平均、日本 7 都市平均

(出所) 中国：中国出版社「中国統計年鑑 2002」

日本：環境省編「平成 15 年版環境白書」、環境省環境管理局大気環境課「平成 12 年度大気環境に係る固定発生源状況調査」

(2) 大気質

表 4.2 に中国、韓国、日本の幾つかの都市(地域的広がりを考慮して選択)における大気環境測定結果を示す。SO_x、NO_x 濃度については各都市のデータの整合性から SO₂、NO₂ 濃度を選択した。日本や韓国では SO₂、NO₂ の濃度を容量(ppm)で表示しているため、表では中国式の重量表示(mg/m³)に換算している。

中国都市部の SO₂ 濃度は日韓のそれと比較して数倍の値を示しており、北京の数値はソウルの 1990 年代初頭の値、東京の 1980 年代初期の値である。

表 4.2 北東アジア地域都市部の大気環境

注) SO₂: 1 ppm=2.857 mg/m³
NO₂: 1 ppm=2.054 mg/m³

(出所)

中国：中国環境年鑑 2001

韓国：KNSO (Korean National Statistical Office)

日本：国立環境研究所「環境 GIS データ集」

	SO ₂ (mg/m ³)	NO ₂ (mg/m ³)	TSP (mg/m ³)	PM-10 (mg/m ³)	降塵量 (ton/km ² /月)
北京 (2000)	0.071	0.071	0.353		15.1
吉林 (2000)	0.067	0.063	0.557		25.0
蘭州 (2000)	0.060	0.053	0.668		21.1
上海 (2000)	0.046	0.061	0.156		8.9
重慶 (2000)	0.126	0.044	0.261		11.5
広州 (2000)	0.049	0.068	0.185		7.3
ソウル(2002)	0.014	0.074		0.076	
プサン(2002)	0.020	0.060		0.069	
東京 (2001)	0.011	0.066		0.042	4.6
福岡 (2001)	0.011	0.053		0.033	2.8

他方、NO₂ 濃度について言えば各都市に大きな差異はなく、経年変化をしてみると横ばいか、あ

るいは増加傾向にある。これは都市部の NO₂ 濃度が移動発生源からの排ガスによるためである。

浮遊粉塵については、中国は総浮遊粒子状物質(TSP)であり、日本と韓国は 10 マイクロミリ以下の浮遊粒子状物質 (SPM, PM-10)であるので一概に比較できないが、中国の浮遊粉塵の量はかなり高いとみなされる。ちなみに WHO(世界保健機構)による TSP のガイドライン(年平均値 0.04-0.06 mg/m³)と比較すると、中国都市部の TSP 値は一桁高い値である。降塵量には黄砂等の自然起源のものもあり、地域的には中国北方で大きな値を示している。なお、日本では降塵量(降下煤塵量)に関する長期継続測定中の測定局は現在 2 局しか残っていないので、表 4.2 の東京、福岡の降塵量はそれぞれ川崎、大牟田の値を採用している。

(3) 酸性雨

中国、韓国、日本の降水中の PH 濃度を表 4.3 に示す。中国は酸性雨規制都市 102 都市の PH 範囲毎の都市数であり、韓国は主要都市の月平均 PH の範囲を示している。日本は第 4 次酸性雨対策調査(1998-2000)の結果から地域的な広がり考慮して選定した都市の年平均 PH 値である。

表 4.3 にみる限り日中韓には差異はない。日本の大部分の都市は PH4.5 ~ 5.0 の範囲にあり、中国規制都市の平均値あるいはそれ以下であり、韓国が月平均値であることを考えると、日本は韓国より悪いと言う判断もあり得る。より問題なのは日韓とも PH 値改善の兆候が長期間に亘って見られないことである。日本の第 4 次酸性雨対策調査(1998-2000)における年度ごとの PH 年平均値は 4.72 ~ 4.90 の範囲にあり、第 3 次酸性雨対策調査(1993-1997)の平均値 4.7 ~ 4.9 と同じレベルである。特に、「日本海側の測定局で冬季に硫酸イオン、硝酸沈着量が増加する傾向が認められ、第 3 次調査のとりまとめにおいては、大陸からの影響が示唆されている」(環境省編、平成 15 年度版環境白書)。韓国の主要都市における 1990 年以降の計測データからも PH 値の改善の兆しは読み取れない。

表 4.3 降水中の PH 濃度

中国	PH	<4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.6	5.6-7.0	>7.0
酸性雨規制都市 (2000)	都市数	0	4	32	36	30	0
	百分率	0	3.9	31.4	35.3	29.4	0
韓国 (月平均 PH 範囲)	2000	ソウル(4.3-5.5), プサン(4.7-5.7), テーグ(4.3-5.8), インチョン(4.3-5.8), ジェジュ(4.1-6.2)					
	2001	ソウル(4.4-7.3), プサン(4.7-6.6), テーグ (5.4-6.6), インチョン(4.4-7.4), ジェジュ (3.8-5.4)					
	2002	ソウル(4.4-6.8), プサン(5.6-6.8), テーグ (5.1-6.6), インチョン(4.3-5.8), ジェジュ(4.2-5.2)					
日本 (年平均 PH)	1998	札幌 5.2, 新潟 4.6, 松江 4.7, 北九州 5.0, 仙台 5.1, 川崎 4.7, 大阪 4.5					
	1999	札幌 4.7, 新潟 4.6, 松江 4.8, 北九州 5.1, 仙台 5.2, 川崎 4.9, 大阪 4.7					
	2000	札幌 4.7, 新潟 4.8, 松江 4.8, 北九州 5.0, 仙台 5.1, 川崎 4.7, 大阪 4.8					

(出所) 中国：中国環境年鑑 2001、韓国：KNSO (Korean National Statistical Office)、

日本：環境省編「平成 15 年度版環境白書」

(4) CO₂

表 4.4 に北東アジア地域の地域別 CO₂ 排出量(炭素換算)を示す。東シベリアから日本までの地域全体の排出量は 14.31 億炭素トンで、中国がその 61.6%を占め、次いで日本が 22.9%、韓国が 8.3%となる。北朝鮮は 3.2%、東シベリア地域 2.4%、極東地域 1.4%、モンゴル 0.2%のシェアとなる。

	総排出量 (百万 T-C)	/Capita (T-C/人)	/GDP (T-C/百万米ドル)
ロシア	425	2.92	1,637
東シベリア	35	3.88	1,976
極東	19	2.65	1,240
モンゴル	2	0.90	2,227
中国	881	0.70	816
北朝鮮	46	2.07	2,885
韓国	119	2.52	258
日本	328	2.58	69

表 4.4 地域別 CO₂ 排出量(2000)

(出所)

ロシア、中国、韓国、日本：

EDMC「エネルギー・経済統計要覧 2003」

東シベリア、極東、モンゴル、北朝鮮：

燃料消費量から算定

4.2 中国の環境問題

(1) 大気汚染物質排出量

中国の地区別二酸化硫黄排出量の経年変化を図 4.1 に示す。同図には参考までに日本の排出量をプロットしてある。日本の排出量は 70 年代後半の 130 万トン台から減少し、80 年代後半以降現在まで 60~70 万トンで推移してきている。

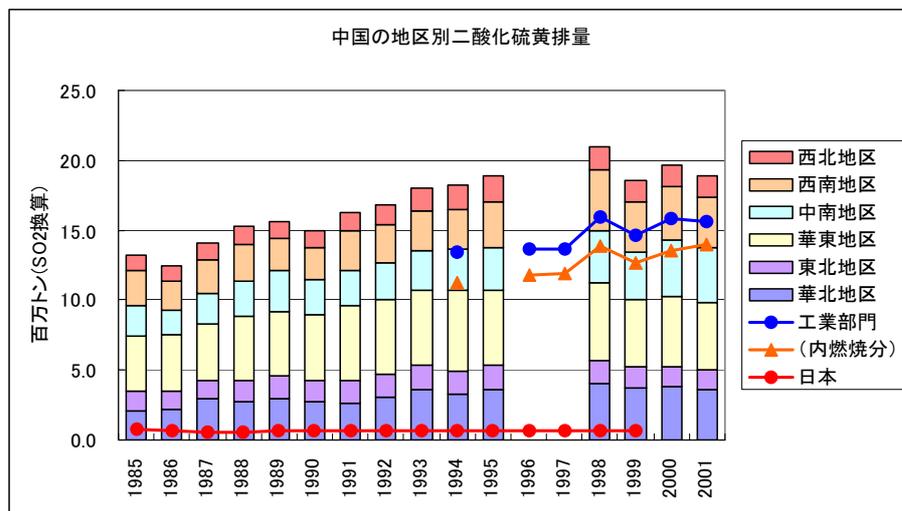
中国の排出量は工業部門起因と生活(民生)部門起因とからなり、工業部門からの排出量は同図中の折れ線グラフで示してある。2001 年の排出量は 1,950 万トン(工業部門 1,570 万トン、生活部門 380 万トン)であった。工業部門からの排出量の占める割合は 1998~2001 年平均で 78%である。工業部門からの排出量のうち燃料燃焼による排出量の占める割合は 1996~2001 年平均で 87%である。工業部門における SO₂ 除去量は、1998 年の 410 万トンから 2001 年の 560 万トンと徐々に増えているが、そのうちの燃料燃焼側からの除去量は 1998 年の 140 万トン、2000 年の 150 万トンとほとんど増えていない。

燃料投入量との関係で述べると、2000 年の石炭投入量 8.119 億トン、重油投入量 2,890 万トンで、二酸化硫黄発生量(排出量 + 除去量)が 2,160 万トンなので、平均硫黄含有率は 0.8%前後となる。

図 4.2 は中国の地区別煤塵(煙塵)排出量の経年変化を示す。煤塵排出量も工業部門起因と生活(民生)部門起因とからなり、工業部門からの排出量は同図中の折れ線グラフで示してある。工業部門からの排出量の占める割合は 1998~2001 年平均で 81%である。残りの 19%が民生部門からの排出である。近年、煤塵排出量は工業部門からの排出量の減少によって減少傾向にある。2001 年の排出量は 1,080 万トン(工業部門 860 万トン、生活部門 220 万トン)であった。

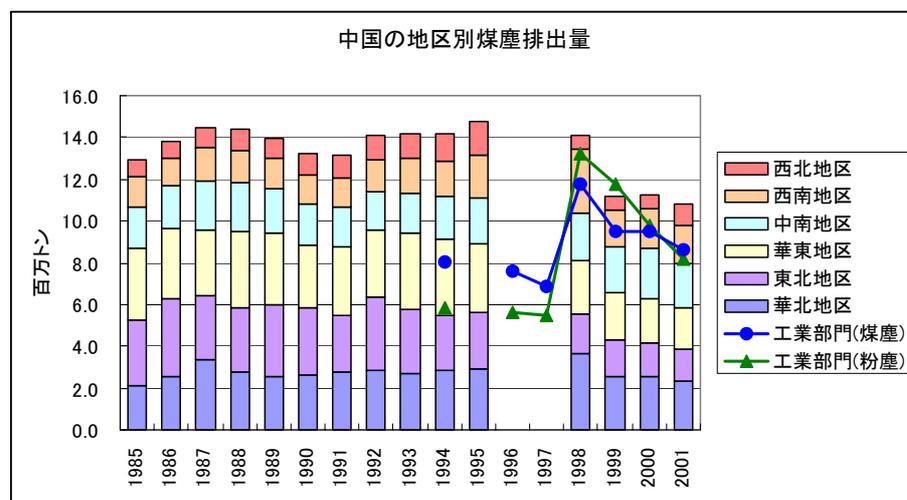
図 4.2 には工業部門から排出された粉塵の量をも折れ線グラフで示してある。粉塵量も近年減少傾向にある(1998 年 1,320 万トン、2001 年 820 万トン)。これは除去量が増えてきたためである。ただし、煤塵・粉塵排出量(Soot and Dust)という概念によれば、2001 年の排出量は 1,900 万トンとなる。

図 4.1 中国地区別二酸化硫黄排出量経年実績



注)
1996 年と 1997 年は工業部門からの排出量のみ公表されている(中国環境年鑑)
(出所)
中国統計出版社「中国統計年鑑」「中国環境年鑑」各年号より作成

図 4.2 中国地区別煤塵排出量経年実績

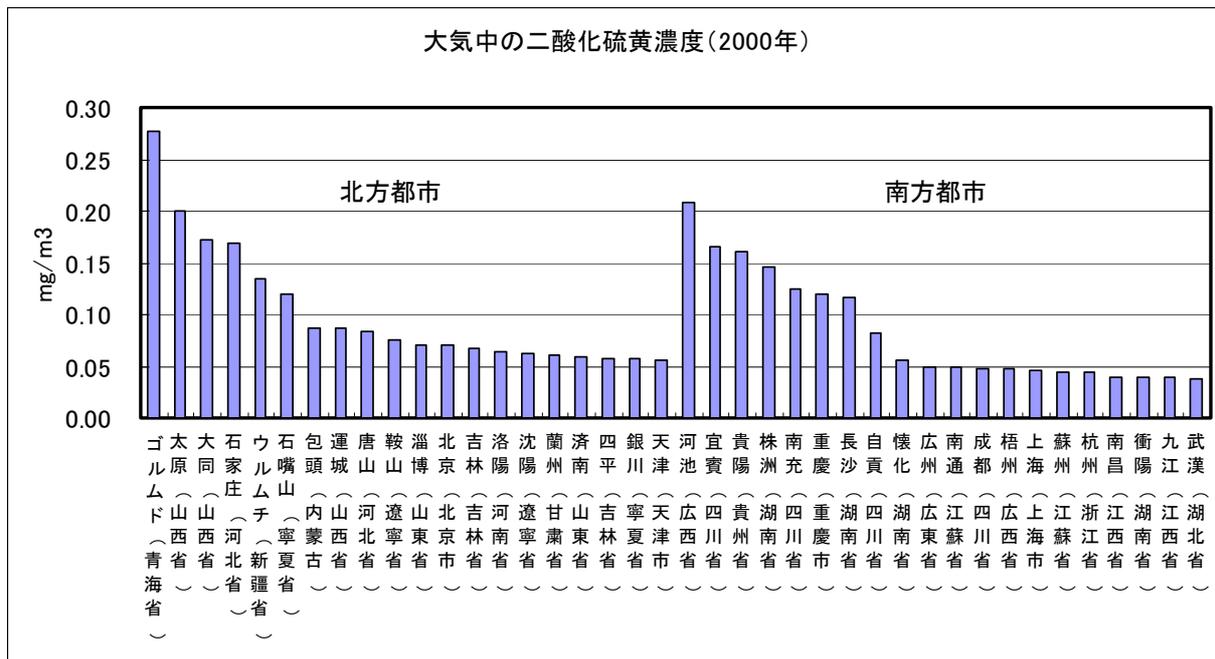


(出所) 図 4.1 と同じ

(2) 大気質

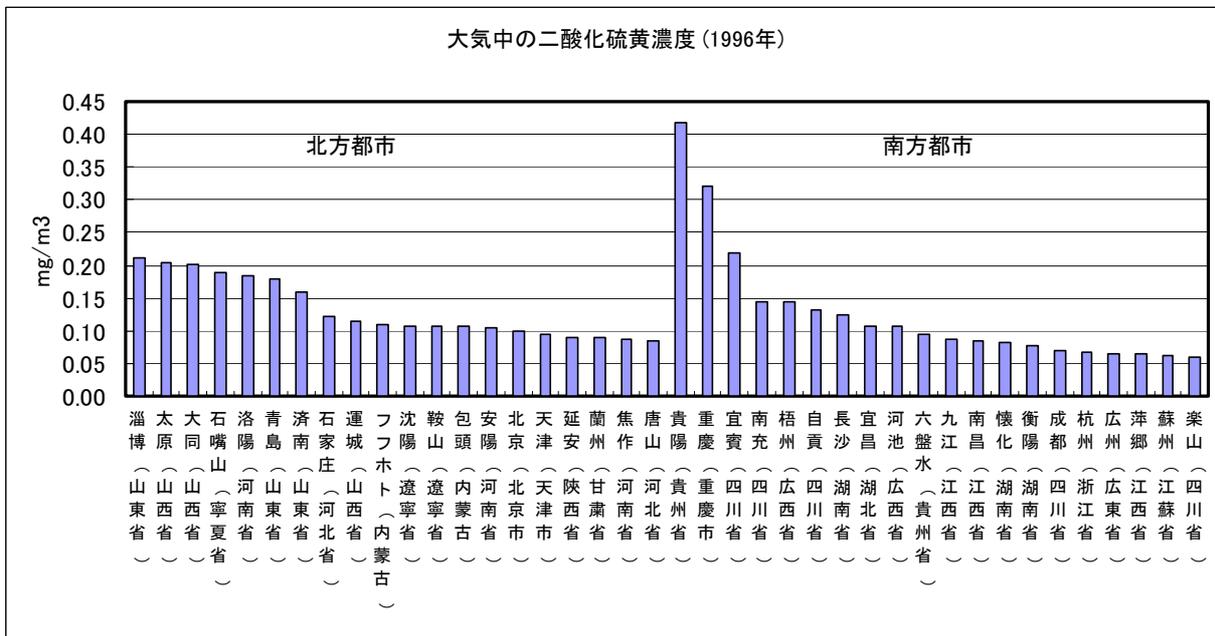
「中国環境年鑑」では、北方、南方合わせて 90 都市前後の観測対象都市における大気環境状況の年平均値を公表している。図 4.3 と図 4.4 は、その内の北方、南方それぞれ 20 都市の大気中二酸化硫黄濃度について、2000 年値と 1996 年値を棒グラフに表現したものである。従来南方都市において大気中の SO₂ 濃度が非常に高かったが、近年改善されてきていることが図 4.3 と図 4.4 との比較によって分かる。貴州省や四川省などの中国南部の石炭は高硫黄含有率の石炭が多く、この燃焼により大気中の SO₂ 濃度が高かった。しかし、その後の燃料規制(S 分 3%以下)により高硫黄炭の利用が減少した結果、南部都市の SO₂ 濃度の改善がみられたものと思われる。

図 4.3 中国都市部の大気中二酸化硫黄濃度(2000)



(出所) 中国統計出版社「中国環境年鑑 2001」より作成

図 4.4 中国都市部の大気中二酸化硫黄濃度(1996)



(出所) 中国統計出版社「中国環境年鑑 1997」より作成

しかしながら、2000 年の SO₂ 濃度の年平均値をみると、かなりの都市が WHO(世界保健機構)のガイドライン(年平均値 0.04-0.06 mg/m³)を満足していない。同様のことは NO_x、TSP(総浮遊粒子状物質)についても言える。特に、TSP については北方 48、南方 48 の全ての観測対象都市で WHO のガイドライン(年平均値 0.06-0.09 mg/m³)を超えており、一桁高い値の都市もある。な

お、NO_x の WHO のガイドラインは年平均値 0.04 mg/m³ である。

表 4.5 は観測対象都市の大気環境ワースト・ファイブの経年変化を纏めたものである。北方都市では降塵量に改善の効果がみられ、南方都市では SO₂ と TSP に改善の跡が見られる。NO_x については、南方、北方とも改善の兆しが見られない。なお、降塵量については黄砂等の自然起源のものもあり、固定発生源対策のみでは解決できない問題を含んでいる。地域的には北方工業地域においてより深刻である。

表 4.5 中国都市部大気環境観測実績値

	北方都市							
	SO ₂ (mg/m ³)		NO _x (mg/m ³)		TSP (mg/m ³)		降塵量 (ton/km ² /月)	
	NO.1	NO.5	NO.1	NO.5	NO.1	NO.5	NO.1	NO.5
1994	0.216	0.182	0.147	0.091	0.815	0.538	83.5	40.6
1996	0.212	0.183	0.117	0.075	0.618	0.536	52.7	36.9
1997	0.248	0.147	0.133	0.073	0.741	0.509	53.2	33.9
1998	0.276	0.139	0.151	0.074	0.741	0.523	66.3	35.0
1999	0.272	0.135	0.140	0.075	0.655	0.494	61.6	31.1
2000	0.277	0.134	0.126	0.069	0.721	0.545	38.4	28.3

	南方都市							
	SO ₂ (mg/m ³)		NO _x (mg/m ³)		TSP (mg/m ³)		降塵量 (ton/km ² /月)	
	NO.1	NO.5	NO.1	NO.5	NO.1	NO.5	NO.1	NO.5
1994	0.451	0.202	0.109	0.071	0.721	0.304	19.9	13.5
1996	0.418	0.144	0.152	0.071	0.618	0.312	20.2	13.0
1997	0.216	0.138	0.140	0.067	0.529	0.278	19.2	13.8
1998	0.183	0.134	0.124	0.061	0.529	0.278	18.6	13.8
1999	0.171	0.125	0.113	0.062	0.320	0.259	19.1	12.0
2000	0.208	0.125	0.118	0.048	0.435	0.266	27.8	13.3

(出所) 中国統計出版社「中国環境年鑑」各年号より作成

(3) 環境改善への課題

中国の大気環境問題は一人中国のみの問題ではない。広く北東アジア地域に影響するのである。ここでは、経済発展の進んでいる中国沿岸地域の果たすべき先導的役割の重要性と、二酸化硫黄排出量の約 45% を占める電力セクター(石炭火力)の役割について簡単に述べる。

1) 沿岸部地域の役割

脱硫・脱硝設備の設置には、ある程度の経済規模(例えば GDP)や経済レベル(GDP/capita)の上昇が必要と言われた時期もあった。しかし、タイの北部の田舎にあるメ・モ褐炭火力発電所(単機容量 300MW)にも 1995 年から脱硫設備が据え付けられている時代なのである。GDP/capita が 3 万円、2 万円を超える上海、北京は言うに及ばず、1 万円を超える天津、遼寧省、江蘇省、浙江省、

福建省、山東省、広東省は環境設備を設置するに十分な経済的な力を有している。今や中国の環境対策については燃料規制という段階を超えており、また、最近行なわれている工場の市街地から郊外への移転では本質的な解決にはならない。排出総量を削減しなければ酸性雨対策にはならない。

環境設備の設置は国や地方自治体の役割が極めて重要である。大気質の悪い都市部対策は当然のことであるが、経済的に豊かな沿岸部地域の主導的役割に期待したい。上記沿岸地域で中国のSO₂排出量の約30%を占めるのである。そして順次、内陸部へと普及させていくのも一つの現実的なオプションであろう。

2) 電力セクターの役割

環境設備の設置には部門別にも優先度がある。先ず電力セクター、そしてエネルギー多消費産業となる。電力セクター、特に石炭火力における最大の課題は単機あたりの発電設備容量が極めて小規模かつ基数が多いことである。表 4.6 に示してあるように、100MW 未満の設備が全容量の31%、全基数の80%を占めている。中国の小規模石炭火力の石炭消費原単位は約550g/kWh(熱効率25%)であり、これを中国の平均値400g/kWh(熱効率35%)にあげることが必要である。これだけでもかなりの石炭消費量、大気汚染物質の排出量を減らすことが可能となる。中国も電力再編成の中で中小規模の石炭火力を廃止して500MW規模の大型火力に替えていく計画であるが、巨額の資金をどう調達するかという問題が残る。

表 4.6 中国の石炭火力発電における発電設備能力別構成

発電設備能力	基数 (基)	設備容量計 (MW)	シェア (%)	蒸気圧力/温度
100MW 未満	2,800	70,000	31.0	
100MW	144	14,400	6.4	8.8Mpa/535
110 ~ 125MW	152	18,915	8.5	8.8Mpa/535
200 ~ 220MW	195	39,140	17.5	12.2Mpa/535/535
250 ~ 300MW	170	51,136	22.3	16.6Mpa/538/538
320 ~ 362.5MW	50	17,252	7.7	16.6Mpa/538/538
500 ~ 660MW	23	13,300	5.9	16.6Mpa/538/538
合計	約 3,500	223,434	100.0	

(出所) Zhao Zongrang, 8th APEC Coal Flow Seminar (2002)

次いで問題なのは脱硫設備の設置が極めて遅れていることである。設置されている設備は17基、容量で3,465MW、全設備容量の1.55%に過ぎない。新規設備に対して設置していくというスタンスではなく、既存設備にも設置していく必要がある。日本も過去には既存電源設備に対して脱硫・脱硝設備を設置してきたのである。

6. 結び

北東アジア地域は、北西からロシア東シベリア地域、極東地域、モンゴル、中国、南北朝鮮、日本をカバーする広い地域であり、経済の状況もエネルギー使用の状況も多様な地域であるが、地政学的にエネルギー貿易をも含めて協力していくべき地域である。日本と韓国を除くと、自国あるいは地域内に賦存するエネルギー資源、特に石炭依存度の高い地域でもある。しかも、経済成長と共にエネルギー需要が今後とも伸び続ける地域である。

北東アジア地域は一大エネルギー消費地域であると同時にエネルギーのネット輸入地域である。同地域は、自国あるいは地域内に豊富な石炭資源を有していることにもより、石炭に依存したエネルギー需給構造となっている。一次エネルギーに占める石炭のシェアは、北朝鮮 88%、モンゴル 80%、中国 62%、ロシア東シベリア地域 53%と半分以上を占める。石炭需要の太宗は日本と韓国を除くと、電力・熱生産用である。

同地域の石炭生産、消費量はそれぞれ世界の 40%前後を占める。しかし、需要地域と生産地域が離れており、石炭輸送問題を今後如何に解決していくかが大きな課題として残る。石炭輸出、移出能力のある地域は中国の晋陝蒙地域(山西省、内蒙古、陝西省)とロシアの東シベリア地域以西に限られている。中国の場合、国内価格との関連で石炭を輸出する魅力がいつまであるのかという問題をも内生している。

中国の環境問題は深刻である。煤塵対策などローカルな環境問題は地域住民の健康に責任を持つべき地方政府の役割が大きい。地域の大気汚染は自国政府の責任であるが、国境を越える酸性雨は関係国から SO_x、NO_x 等の酸性雨原因物質の削減を相互に進める必要がある。日中韓の降水中の酸性度は欧米で森林、湖沼等の被害が報告されている地域並みである。

燃料規制から一歩進めた排煙脱硫設備等の設置が必要であり、経済発展の進んでいる中国沿岸地域の果たすべき先導的役割と、二酸化硫黄排出量の約 45%を占める電力セクター(石炭火力)の役割の重要性について本文で指摘した。3,000 基にのぼる小規模石炭火力の集約、大型化・近代化によって 2000 年ベースで約 1 億トンの石炭の節約が可能(電力用石炭消費の約 20%)である。しかし、環境設備の設置は国や地方自治体主導で責任を持たなければ前に進まないことを再度指摘しておきたい。中国の環境産業の育成に日本のエネルギー関連業界の果たす役割は大きい。

以上、本報告(その 1)では北東アジア地域の石炭・環境問題の現状と課題について述べた。次報では、石炭需給の見通しと大気汚染対策のシナリオについて報告したい。最後に、資料やデータを提供して頂いた国際協力プロジェクト部の張継偉氏、杉内信三氏、佐川篤男氏、小泉光市氏、加藤能弘氏、そしてマップを作成して頂いた植松千絵嬢に謝意を表す。

お問い合わせ：ieej-info@tky.ieej.or.jp