

XII. 中国の大気汚染と対策

- 1990. 3, 中国, 北京燕山中国石化総公司 (石化省エネルギー・環境技術講義), 短期派遣
- 1991. 2, 中国, 上海化学工学会, 上海医薬工業研究院 (分離・精製技術講義), 短期派遣
- 1992. 10, 中国, 甘肅塩鍋峡化工総廠 (化学工業の環境技術講義), 蘭州漆工業廠 (樹脂技術講義)
中国石油天然気総公司玉門練油廠 (石油精製・省エネルギー・環境技術講義), 中国上海高橋石化総公司, 中国南京金陵石化総公司, 中国南京揚子石化総公司 (石化省エネルギー・環境技術講義), 短期派遣
- 1994. 4, 中国, 日中友好環境保全センター (大気汚染防止技術講義), 短期派遣

播磨幹夫

1. はじめに

世界中で現在最も経済変化が著しいアジアの各国の中で、最大の人口、国土を有する中国は、寒帯地の東北地方から中央アジアに続く西北蒙古砂漠地区、ヒマラヤに接する西藏高原から山岳地帯を東に下り沿海地域に達する肥沃な穀倉地帯、亜熱帯に広がる海南地域の広大な範囲を占めている。そして此の国の地勢・気候の変化は人々の生活の水準の向上変化と共に、大気・水質の環境汚染の拡大進行につながり、今後はその動向が一層進むものと思われる。そこでは経済発展に伴って消費されるエネルギー量の増加により、現在既に多くの人々や自然への様々な影響の変化の発生が見られるようになり、「三廃」による大気・河川・湖沼や廃棄物投棄地などへの環境汚染の今後の増加が懸念される。

1.1 我が国と異なる中国の大気環境

中国の広大な地域の大気環境を一口に述べることは難しい。其処には地域・地勢もあるが季節による影響をはじめ、工業生産・人々の生活状況による大気環境への問題がある。そしてこれらの大気環境汚染の主要な要因は、中国が古来からエネルギー源として使用してきた石炭の燃焼排ガス中の粉じん、二酸化硫黄の増加に対する処理の遅れによる汚染である。人口密度の高い都市や計画的でない工場の分布、旧式の効率の低い設備の多い状況から大気自然浄化力を越す現象が各地で見られ、ここ数年の政府の環境対策の努力は見られるものの、一口に言って効率の高い公害防止装置設置の遅れにより、ばいじんや硫黄化合物による汚染が人々や自然に影響を与えている状況である。

地勢で見ると、風の強い地域では、季節により大気の拡散現象の見られる地域もあるが、

風の無い時期の蘭州市や本溪市などの盆地の市の汚染、高硫黄炭の燃焼利用の多い貴州・四川地域や重工業の盛んな重慶市などは、その地勢や工業、民生施設からの発生による環境汚染はそのスケールにおいて我が国と大きく異なる。

我々外国人が短期間で一部の状況・現象を見て、中国はこのような状況であるとの表現をしがちであるが、この広大な国の大気環境汚染の全体の状況を数値的に知るには、畢竟、政府機関の発表する国全体の統計数値に依存せざるを得ない。そしてこれらの発表数値は大体 2 年前の数値で、変化の速度が著しい此の国の現状の正確な把握は難しく、局部的・非定性的な経験での話題になりがちである。中国にとって目前の大気汚染対策である粉じん・二酸化硫黄の処理に加え、冶金・化学工業などからの排出ガス中の窒素酸化物、有機物質や、今後大きな増加が予想される自動車の排ガス、二酸化炭素の処理等の問題が控えている。そして現在中国での大気への汚染物排出の多い工場からの排出物は、一般に小規模で古い設備が多く、効率の高い大気環境分野の防止設備の設置が後手に廻っている状況である。排ガス汚染源となるの設備の省エネルギー対策や効率の向上などと共に、排ガスの質や量の低減が今後の系統的な設備投資を通じて求められている状況である。

広大な国土とは言うものの、あまりにも多量の石炭の燃焼ガス発生のため急速な拡散による汚染濃度の低減化への依存のみでは困難であり、有害汚染物質の除去設備設置の遅れによって人口高密度の地域への影響が著しい。

現在既に工業製品の生産量及びエネルギーの使用量は我が国を凌駕し、米国に次いでいるが、国土面積或いは人口当たりの数値は世界の各国と比較すると低い値である。内陸地域に比較して沿海地域への人口や各種設備の集中により、石炭の生産地と消費地の輸送問題をはじめ消費地の人口集中、工業施設の集中が起り、著しい大気汚染の状況がみられる。従って、単に人口や国土面積当たりの発生粉じん量や二酸化硫黄量の数値での評価は的確ではない。

一方、我が国においては、太平洋ベルト地帯に高密度の人口、工業施設が集中し、工業生産・交通運輸・生活面での大気汚染の発生要因があるため、様々な防止対策を施さない限り厳しい環境にあった。そして 1960 年代当時に始まった経済高度成長においては、それに伴うエネルギー使用量の増加で発生する大気汚染・公害問題に対し、産・官・学共同による対策の促進がみられ、工業設備規模の各種の公害防止装置の設置、稼働により大気汚染防止対策の効果で改善された優れた環境が見られる状況が出現した。また、我が国のエネルギー源として、海外からの石油資源を輸入し、国内での大型製油所における石油脱硫設備による低硫黄燃料の製造に加え、燃焼排ガスの脱硫設備の設置を行った。

しかし一方では、これら海外からの石油資源への高い依存から、多種エネルギー利用体制への転換が求められる中、石炭の利用は比率を増加していく必要がある。石炭利用に当たっては環境問題を含めた有効な利用技術と装置が必要であり、此の点からも中国での利用状況を把握し、対策の確立を行うことが重要な問題の一つである。

2. 中国の大気汚染の状況

2.1 中国の環境概況と大気汚染の状況と問題への対応

アジアの中で、最大の人口、国土を有する中国の経済発展速度は、大きな影響を世界に及ぼすこととなり、その使用エネルギー量の増加に対して基本的な防止対策を今から考え実施しなければ、国内外での様々な環境問題を生ずることが予想される。

大気・水質・ごみ排出物の「三廃」各汚染物による自然環境の破壊が広大な国土の各所で進み、人口密度の高い都市や工業施設の稼働地域では、自然の浄化能力だけでは環境保護が保たれない現象が多く見られるようになってきている。

この三廃の中で大気汚染は、大部分がエネルギー源の約 3/4 を占める石炭の燃焼排ガス中のばいじん、二酸化硫黄、窒素酸化物等により発生している。

中国における石炭の利用に関しては、現状の中国の経済の発展動向から考えると今後益々増加するため、既に発生している深刻な大気汚染状況は、対策を実施しない限り一層深刻化するであろう。特に二酸化硫黄による大気汚染の進行が憂慮される。石炭燃焼排ガスの脱硫には、石炭燃料の改善をはじめ、燃焼装置・機器の改造並びに炉内・排煙脱硫法など各種の方法があり、また、石炭のガス化法や液化法による燃料の低硫化もある。中国の各所にみられる燃焼装置の現状を見ると、省資源・省エネルギーのためにその設備の大規模化や近代化技術の導入により効率の改善を実施しなければならないものが多い。

これら設備の近代化及び公害防止施設の設備などには高額な資金を必要とし、現在の国営企業の体質改善への変化が求められる状況の中で、豊かになれるものは先に豊かになれるの掛け声の下で先進国への参加に向けて進みはじめた全中国では、ここに来て環境対策実施は後には引けない事態となってきたと言える。

広大な国全体の大気汚染の状況を把握するためには、最近は多く見られるようになった政府の関係機関の発行する各種統計数値に頼るしかないが、春先などの局地的なスモッグ発生時期の視界の低下や、空気の汚れによる喉の痛み、肺障害患者の増加、森林樹木の立枯れ、建造物・構築物の腐食状況などを見る限り、その系統的な発生源の把握と有効な対策が必要といえる。そのためには、先ず多くの箇所での正確な長期の測定による資料の蓄

積から、その解析により発生状況と被害の因果が求められねばならない。

以前はかつての先進国にも見られたが、中国での一般の認識に、生産第一・環境第二といった傾向も見られた。しかし、中国政府は現在では様々な法律・規制・標準の制定を行い、その基礎となる汚染の状況の測定及び解析があわせて行われる一方、いわゆる公害防止機器・設備の事業者への設置義務付け、燃焼炭の改質、燃焼設備の効率化、集じん・脱硫装置の技術開発から設置へとといった環境政策に力が注がれてきており、我が国からのこれら各方面への協力も少なくない。

工業設備からの排出ガスについては、石炭による発電設備や大型の動力設備から、動力・熱電供給設備、中小型ボイラーをはじめ民間用暖房・厨房炉、さらには多数の各家庭での石炭燃焼かまどまで、各種燃焼設備からの排出ガスは大気汚染に大きく影響を及ぼしている。一方最近、数や規模とも増加が著しい郷鎮企業の石炭利用量の増加は、その排ガス量などが統計に現れていない場合が多く、これら企業の資金や技術面の水準からみて今後の動向を見逃すわけにはゆかない。以下に中国における大気汚染の状況を概観する。

1993年の中国の都市でのスモッグの現象は、冬と春では夏と秋に較べるとその発生が多く、北部は南部より、大都市は小都市より大気汚染が厳しい状況がみられる。また全国での排ガスの総量は11.0兆 m^3 （郷・鎮企業、それ以下のものを除く）に達し、排ガス中の粉じんは1,416万トンと前年の水準を保っている。また二酸化硫黄の放散量は1,795万トンで、前年比6.5%の増加、工業粉じんの排出量は617万トンで前年比7.1%の増加である。

図12.1に1988～1994年の中国の排出ガス中の主要汚染物の排放量を示す。

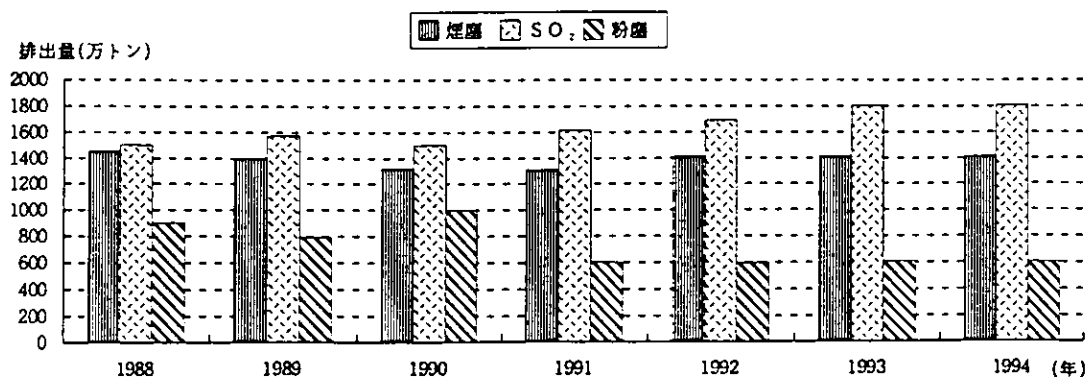


図12.1 1988～1994年の全国排ガス中の主要汚染物質排出状況（郷鎮企業は含まず）

これらは74の都市の統計数値で吉林、万県、太原、蘭州、烏魯木齊市などを含む38の都市の日平均値は国の定める国家二級標準値を超過している。

73の都市の統計では降じん量の年月平均値は月に4.0-83.5トン/km²で、前年に較べて明らか増加がみられ、南方の都市に比べると北方の都市の汚染が多いことは変りがない。汚染の深刻な都市は包頭、鞍山、大同、唐山、**哈尔滨**、済南、銀川、石家莊、長春、太原などである。77の都市の統計値では大気中の二酸化硫黄の年日の平均値は10-147 μ g/m³で前年水準値を維持しており、北方の都市ではその平均値は100 μ g/m³、南方の都市の平均値は96 μ g/m³で前年水準を維持している。

国の定める国家二級標準値を超過している都市は、貴陽、宜賓、重慶、南充、済南、青島、烏魯木齊、大同、保定、石家莊、宜昌、天津、唐山、洛陽、太原などの統計都市の20%の都市が前年に比較して増加している。

77の都市の統計では窒素酸化物の年月平均値は10-147 μ g/m³で、前年比同水準である。北方の都市は平均59 μ g/m³、南方の都市は40 μ g/m³である。汚染の深刻な都市は烏魯木齊、大連、広州、蘭州、北京、鄭州、深圳、長春、瀋陽市等である。

酸性雨は局部地域に限られており、73の都市の統計値によると降水のpH値の年平均値の範囲は3.94-7.63、pH値が5.6以下の都市が49.3%、**泸州**、長沙、南充、宜賓、**怀化**、重慶、梧州、南昌、**滇州**、杭州、衡陽、桂林市などで酸性雨の出現頻度は70%以上である。

表12.1に1990年の実績と1995年の主要都市の計画大気汚染状況を値を示す。

表 12.1 (1/2) 中国主要都市の大気汚染状況 1993~1994

都市名	総浮遊微 粒子濃度		SO ₂ 年日 濃度		工業排気 処理率		工業排気 排出総量		工業排気 処理総量			
	(μ/m ³ *)		(μ/m ³ **)		(%)		(10 ⁴ Nm ³)		(10 ⁴ Nm ³)			
	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②		
北京	407	360	122	100	89.26	90.00	2812.00	3200.00	2510.00	2880.00		
天津	290	350	100	200	69.74	81.82	1335.00	1980.00	931.00	1620.02		
上海	350	330	120	120	82.77	84.00	3534.90	4263.00	2926.00	3581.00		
广州	270	300	90	80	75.79	85.00	1144.29	1530.00	867.26	1300.00		
武漢	320	300	60	60	84.64	87.45	965.73	1204.50	817.44	1053.50		
重慶	445	450	362.5	400	59.30	60.00	1422.00	2000.00	844.00	1200.00		
沈陽	530	470	138	100	63.43	80.00	720.00	850.00	456.70	680.00		
哈爾濱	480	400	40	55	68.03	75.00	1060.00	1980.00	721.70	1490.00		
南京	302	350	74	80	—	60.00	1455.70	1624.00	—	974.94		
成都	320	253	70	50	43.03	70.00	762.79	810.00	323.23	567.00		
蘇州	312	300	80	60	78.60	80.00	—	—	306.70	—		
桂林	280	200	120	90	79.10	62.60	50.60	65.30	39.98	51.59		
昆明	440	200	55	20	76.15	85.00	476.79	499.00	363.06	400.00		
西安	400	300	54	60	66.90	74.00	396.14	449.14	264.90	332.36		
開封	450	400	76	60	80.81	85.00	172.00	173.06	139.00	147.10		
深圳	110	200	9	60	61.50	63.00	39.00	400.00	24.00	252.00		
珠海	100	150	10	20	64.66	80.00	62.02	72.00	40.10	57.60		
汕頭	200	<300	35	<60	46.00	87.00	107.70	415.79	31.42	361.74		
廈門	250	250	70	—	75.00	80.00	38.00	54.00	28.60	43.20		
福州	210	200	90	90	54.60	60.00	270.00	341.00	147.00	207.00		
温州	280	300	60	60	51.91	76.00	88.87	170.00	46.13	130.00		
寧波	310	300	60	60	55.71	75.00	561.34	1093.50	312.00	820.13		
南通	299	323	56	64	93.69	90.00	239.56	480.40	224.45	432.40		
連雲港	486	500	80	80	80.30	85.00	126.66	300.00	101.67	255.00		
大連	152	130	86	81	74.00	76.00	237.00	250.00	177.00	190.00		
煙台	288	260	99	90	—	—	—	—	—	—		
秦皇島	440	400	60	80	64.40	70.00	167.70	210.00	107.92	147.00		
塘沽	230	250	40	60	68.33	80.00	132.22	312.70	90.34	250.00		
北海	90	30	14	20	82.00	85.00	17.00	30.00	14.00	25.50		
海口	92	90	2	2	—	—	—	—	—	—		
蘭州	910	830	65	73	—	—	—	—	—	—		
太原	650	630	300	360	86.90	83.50	809.50	1024.50	703.50	855.92		
吉林	710	650	62	60	27.30	50.00	304.00	360.00	83.00	180.00		
唐山	750	650	120	110	89.75	90.00	1650.00	1858.00	1481.00	1654.00		
石家莊	550	500	280	<280	81.70	88.00	415.80	566.00	340.00	500.00		
長春	470	350	40	57	61.10	80.00	375.50	477.30	229.60	381.00		
濟南	524	500	126	126	81.50	85.00	683.60	863.60	557.00	734.10		
鄭州	600	400	65	60	80.68	—	526.54	—	424.79	—		
青島	400	400	245	176	56.08	57.00	633.00	950.00	355.00	541.50		
長沙	206	205	189	185	77.40	85.00	144.20	240.00	111.70	204.00		
合肥	200	200	60	60	—	—	—	—	—	—		
南昌	188	<250	43	<60	—	—	—	—	—	—		
洛陽	680	500	100	100	77.56	—	512.72	—	397.65	—		
大同	584	442	281	319	86.62	92.10	606.24	760.00	525.16	700.00		
貴州	488	310	372	100	—	—	—	—	—	—		
南寧	250	150	60	50	80.00	85.00	95.87	180.00	79.26	155.00		
烏魯木齊	500	500	200	200	—	—	—	—	—	—		
西寧	800	700	50	<60	49.40	55.00	10.72	15.00	5.20	8.50		
呼和浩特	675	≤500	90	<100	—	—	—	—	—	—		
銀川	580	450	50	40	—	—	—	—	—	—		
							25163.60		18153.56			
								32043.69		25363.10		

注：①1990 年實際數值。②1995 年計画數值。

出展：北京工業大学引用資料

表 12.1 (2/2) 中国主要都市の大気汚染状況 1993~1994

都市名	二酸化硫黄排出量 (10 ⁴ トン)		SO ₂ 除去量 (10 ⁴ トン)		煙じん排出量 (10 ⁴ トン)		煙じん除去量 (10 ⁴ トン)		工業粉じん排出量 (10 ⁴ トン)		工業粉じん回収量 (10 ⁴ トン)	
	①	②	②	①	②	①	②	①	②	①	②	
北京	34.65	45.00	11.25	25.21	26.00	112.00	7.00	7.00	59.00	60.00		
天津	22.03	38.00	6.10	18.50	14.00	223.00	6.00	6.00	16.00	17.00		
上海	41.50	57.00	14.00	18.93	20.00	112.00	7.00	5.00	98.00	112.00		
広州	13.15	21.37	0.80	4.19	7.54	34.48	3.01	2.80	38.08	40.50		
武漢	9.93	12.81	--	7.18	9.80	79.20	5.85	5.50	44.00	48.00		
重慶	70.93	77.76	3.60	17.91	18.00	50.00	7.07	5.03	13.85	15.07		
沈陽	15.80	20.60	3.60	10.80	11.00	20.40	0.68	1.00	0.90	1.45		
哈尔滨	5.57	10.60	--	32.06	39.00	190.00	3.75	6.00	13.28	18.00		
南京	16.96	20.80	0.50	10.26	13.00	50.00	9.55	10.00	36.38	52.93		
成都	29.00	30.00	0.85	21.50	22.00	60.00	2.65	4.50	5.32	3.50		
蘇州	7.46	21.00	--	3.89	17.70	--	6.00	10.40	8.00	18.50		
桂林	2.73	5.98	4.38	1.77	7.98	19.79	0.07	0.14	0.54	0.50		
昆明	5.23	4.50	3.00	6.83	6.50	20.00	3.11	2.50	19.14	21.00		
西安	13.42	14.00	--	11.14	9.00	10.70	1.25	1.00	1.08	2.30		
開封	2.17	2.30	0.13	3.48	4.00	45.00	0.29	0.40	0.24	1.00		
深圳	0.25	3.00	0.01	0.12	1.00	73.00	0.10	0.30	1.14	1.50		
珠海	0.31	0.50	0.25	0.40	0.45	0.32	0.60	0.40	0.06	0.28		
汕頭	1.22	4.01	0.07	0.75	1.44	27.93	0.00	0.10	0.06	0.20		
廈門	0.85	1.10	0.28	0.92	1.20	6.00	0.70	0.80	0.66	0.70		
福州	2.80	5.50	0.34	0.83	1.69	31.00	0.33	0.31	1.54	2.06		
温州	1.98	4.00	--	1.44	2.50	12.00	0.08	0.30	0.33	0.80		
寧波	9.46	17.30	--	3.67	5.30	35.00	1.60	2.50	3.73	4.00		
南通	3.63	9.24	0.26	3.16	3.99	65.75	1.00	1.47	1.00	1.00		
連雲港	3.17	8.53	--	2.88	5.81	32.94	1.50	3.00	1.25	1.83		
大連	14.58	20.00	0.07	10.35	13.00	20.00	7.30	10.00	22.90	24.00		
煙台	7.29	13.90	14.00	3.68	6.01	6.01	5.00	4.88	9.89	10.67		
秦皇島	4.39	6.50	1.13	5.08	6.00	6.00	3.51	6.00	8.92	15.00		
塔江	1.08	4.40	0.27	1.15	1.40	24.21	2.35	1.60	3.45	6.80		
北海	0.22	1.04	0.31	0.51	0.32	4.05	0.28	0.45	0.22	0.96		
海口	0.34	0.98	--	0.11	0.32	1.30	0.11	0.29	0.06	0.17		
蘭州	0.43	11.15	0.18	9.32	10.47	0.50	3.66	4.54	0.71	2.16		
太原	12.40	20.77	--	7.40	9.87	3.53	4.21	6.07	31.94	51.38		
吉林	3.70	4.50	--	18.05	10.60	227.00	3.95	3.40	16.00	19.50		
唐山	19.47	28.33	7.08	18.17	18.79	116.23	4.00	6.30	52.00	56.73		
石家荘	7.88	9.63	2.55	10.26	9.38	37.10	4.82	4.40	10.23	9.38		
長春	1.97	2.39	1.77	4.48	3.38	62.75	0.30	3.80	6.00	15.97		
濟南	14.94	19.10	0.25	5.64	8.50	48.20	11.23	10.50	34.22	36.70		
鄭州	3.82	9.00	1.00	6.18	8.57	34.30	4.94	5.00	32.27	35.00		
青島	30.43	44.40	6.50	19.16	23.57	128.45	4.02	3.00	8.16	10.00		
長沙	4.30	5.60	--	2.20	1.80	--	1.81	1.40	1.71	20.00		
合肥	2.88	3.50	1.00	6.50	5.90	3.09	3.00	3.00	--	6.00		
南昌	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0		
洛陽	10.14	12.70	2.70	3.90	12.20	2.20	3.04	3.00	30.45	0.35		
大同	7.06	9.70	--	4.13	3.48	11.40	5.20	8.70	32.75	45.00		
貴州	25.42	29.88	3.02	8.13	7.40	0.38	2.38	2.84	8.71	10.52		
南寧	4.40	5.60	1.80	2.50	3.04	27.46	2.13	2.36	3.37	5.06		
烏魯木齊	8.00	11.00	--	12.60	14.00	29.82	2.90	3.00	3.90	4.00		
西寧	1.13	1.50	0.00	3.30	10.00	5.00	0.67	1.00	0.19	0.22		
呼和浩特	5.41	7.13	--	5.50	7.26	7.26	7.27	0.69	0.53	0.83		
銀川	4.39	5.94	1.12	2.23	3.50	12.03	0.92	1.01	1.92	3.49		
723.54 383.33 2133.88 173.68 814.01												
519.18 94.17 447.79 158.28 684.08												

注：① 1990 年実数値。② 1995 年計画数値

出展：北京工業大学引用資料

2.2 中国の大気環境保全技術の状況

中国における大気環境保全対策の中心技術であるばいじん、二酸化硫黄の排出対策への取組は様々な方面からの研究が行われてきている。そこには主要原因である石炭の燃焼への一連の利用の各段階での粉じん、硫黄分の低減対策がみられる。これらは我が国の輸入炭の使用状況とは異なり、国内各地での様々な品種・品質のものに対し、採炭から使用までの経過の中での対策がみられる。また従来から良質炭を海外輸出にまわして外貨を獲得し、国内では低炭質を使用する政策にかんがみ、山元での選炭から排煙脱硫過程に至る間の様々な硫黄分の低減が考えられている。最近中国でも本格的な排煙脱硫法について商業設備の設置動向がみられる。大型設備については我が国で広く行われている湿式法が重慶華能国際電力開発公司へ三菱重工(株)の商業ベースでの納入が行われ、これに加え、日中政府間のグリーンエイドプランによる湿式・乾式排煙脱硫装置例がみられる。

中国では現在まで排煙脱硫装置に関しては乾式或いは半乾式法への指向傾向がみられてきた。これらは国内各所に多くある35トン程度以下のボイラー排ガスの処理に用いられ、その他の更に小型の石炭燃焼装置に対しては原料炭の処理などの対応が考えられてきた。湿式法の副生成物の石膏についてもその利用が進められ、回収硫黄源の利用には硫酸や磷安肥料製造などの研究が行われてきている。

これら研究には、1). 石炭の洗浄による脱硫、2). 20～10トン規模80%脱硫率の流動床による脱硫、3). 25m³/h 脱硫率90%規模の電子線ビーム法、4). 高硫黄炭の磁力選別による無機硫黄の分離、5). Fe₂O₃による吸着法 6). マイクロ波利用の脱硫法、或いは7). 2～4トン規模の工業用ボイラーへの成形炭利用などの実用化がみられる。

これらの各種の石炭利用時の排出物の低減対策には、その発生状況の把握から排出物の計測・測定が必要となる。このためには各種の測定、分析設備をはじめデータ網の設置、ならびに技術、人員の育成が必要となっている。

3. 効果的な技術移転事例とその概要

先に記したように大気汚染の主要な原因である石炭燃焼は、大型発電設備や工業動力用設備の他に、発生ガス量は少ないが無数の家庭などからの石炭排ガスが発生しており、人口の密集した都市では深刻な大気汚染を生じている。そしてこれらの各燃焼装置は、その使用炭種や規模と設備に応じた大気汚染防止対策が考えられなければならない。

一方ではこれらの様々な要素のある大気汚染防止対策に関する技術の移転に当たっては、

我が国と異なる経済水準をはじめ石油の精製や輸入炭の利用、各種周辺設備や技術、計測・制御・材料・機器類の問題などの大気汚染防止対策をとりまく周辺の問題について、現地の事情と政府の指導方針を十分理解しておく必要がある。

技術の移転に当たっては該当技術は様々なものが考えられる。そこには、中国が第7次5ヶ年計画当時から行なって来た石炭利用に関する様々な研究テーマとその成果から、ボイラーなどの燃焼設備の改善、排煙脱硫装置などが有り、特にこれらの大型設備・装置は高額な投資を伴うものである。経済水準が我が国に比較して低い中国では、これら高額な設備はたとえ環境対策といえども我が国からの直接の購入は困難で、その国産化のための技術開発が望まれる。逆に、技術導入などによる早期の国産化を行ったとしても多くの機器や部品から構成される大型設備の早急な設置、稼働は難しいといえる。また我が国の民間企業においても、採算を度外視した技術や設備の供与には困難が伴い、畢竟現地の様々な事情を加味し、中国側の立場も尊重する対応策となると、国家ベースのソフトや大型機器、電気、計器については日本側、また、土木・建築・建設工事については中国側による共同開発の資金援助といった形式の推進が望まれることとなる。

また中小規模の石炭燃焼設備の排煙脱硫設備については、中国で開発が進められてきた乾式或いは半乾式法は、我が国の生産設備では都市ごみの焼却排ガス処理にのみ使用されており、長期の排煙脱硫装置の市場規模装置についての実績は無く、この点では我が国の企業にとっては実際の装置には共同開発的な業務の進め方が適当であると考えられる。

実際現在まで進められている技術移転事例としては、我が国政府のアジア地域への各種援助事業の中で、中国の環境問題への対応に国際協力事業団（JICA）の活動による無償援助がプロジェクト方式・技術協力の形で次の事業が1992年9月1日より開始されている。すなわち1988年に当時の竹下首相の訪中、李鵬総理との協議の結果、中国政府の日中友好環境保全センターの設立事業に「日中平和友好条約締結十周年記念事業」の援助が定められた。そして95年8月迄の3年間を第一期として専門家の派遣や研究員の受入れ、機材の供与などが一括して行われた。日本からの専門家チームが赴任し、その活動は環境観測技術や公害防止技術、環境情報、環境戦略・政策研究、環境技術交流・公共教育などの5分野にわたり、中国技術者の人材養成が進められている。

また通産省がグリーンエイドプランの一環として、中国への脱硫技術の普及を目的に簡易脱硫のモデルプラントを無償供与し、実証運転を行う協力が行われている。これらは総事業費が73億円の電源開発が実証運転までを行うもので、93年度の第一方式は三菱重工（株）の黄島向半乾式脱硫装置、94年度の第二方式では（株）日立製作所の山西省太原の

300MW の第一発電所向けのものがある。

これら大気汚染防止対策の効果的な技術移転に当たっては、その内容・規模からみて総合的には国家水準の協力が民間企業を含め行われることが望ましいといえる。

次に大気汚染対策には広い分野が考えられる。すなわち官・学・産各分野でその法令・規制・組織の制定から、計測・測定・分析などの方法、資料の整備・解析、組織・設備の制定、要素技術の移転、人材の育成までを含む、効果的な技術移転項目が考えられる。そして、そこには各項目に応じた政府機関の援に加え、大学、民間企業ベースでの協力がある。

4. 日本の技術と中国の技術の相違

我が国の大気汚染防止対策の基礎は排煙の集じん及び脱硫・脱硝の技術ならびに同設備である。最初に 1962 年ばい煙規制法が制定され、続いて 1968 年に大気汚染防止法が制定される等段階的に行われてきた規制値の強化に対し、我が国の脱硫技術の開発経緯は、最初は活性炭を用いた乾式法への研究から続き各種湿式法の開発が行われ、1970 年頃からの大型発電設備への湿式石灰・石膏法の普及により、大型排煙脱硫装置への基礎が確立され、世界でも稀な大気汚染防止設備の完備した環境が出現した。更に続くオイルショックの事態に対応するために、広く使用されてきた石油燃料から石炭への転換が行われ、石炭焚ボイラ排ガス処理技術も 1980 年代はじめには確立された。これら多くの実績に基づく開発研究と合理化により、湿式石灰石膏法排煙脱硫設備が一層の高い性能と信頼性を持つものとなり、併せて設備のコスト低減も計られてきている。一方では、これらの湿式石灰石膏法の特徴の一つとして、副産品として品位の高い石膏が回収出来る事も挙げられる。

その他、国内各地の、各種産業用ボイラーでは、アルカリ系の薬液による湿式法も多く稼働しており、中小型ボイラー用排煙脱硫装置には、臨海地域で廃水処理の不要な建設費が安価な簡易排脱法として水酸化マグネシウム法が主流となってきている。そして我が国で初期に研究された活性炭による乾式法や、米国などに見られる石灰による乾式法や半乾式法はごみ焼却設備を除いては建設されなかった。これらの方法は湿式法と違い排水処理が不要な点や、設備構成が簡単で建設費が湿式法より安価な点が評価される。このうち炉内脱硫法は設備的にはボイラーの一部改造で済み、また石灰石を原料として利用できる点などから最も簡単な脱硫方式と言えるが、脱硫効率はやや高くない。一方、消石灰スラリーをスプレードライヤーの中に噴霧しガス中の SO_2 と反応させる半乾式法や、炉内脱硫とこ

の半乾式を組合せる方法などは、簡易脱硫法の中でも比較的高効率を達成することが出来る。現在の中国では、高脱硫率の湿式石灰石膏法への評価は高く高脱硫率の湿式への関心もみられるものの、設備費や運転費などの面からこれら設備は高価のため、やや脱硫率は低くても安価な設備が求められる傾向が見られる。これらの様々な動向に対して、我が国の官・産・学を挙げてのこの隣国の事情に適合した最適の方法の模索がされてきた。

先に記したように、エネルギー源の多くを石油に依存していた我が国では、石油燃焼時に発生する煤じん及び・二酸化硫黄による工業設備に係る大気汚染対策は、大型湿式排煙脱硫装置の開発により商業規模でほぼ満足するものが得られた。これらに加え、関連技術として石油の脱硫精製技術や設備の普及をはじめ、汚染物の少ない天然ガスの利用、石油のガス化ガスの利用の普及が背景にある。

我が国のエネルギー源の多くが石油の燃焼に依存しているのに対し、中国の様々な性状の石炭を用いる工業設備の運転では、石油燃料の燃焼に比較して慎重な配慮が必要である。また、一定の品質でない原料炭の利用は下流の装置の連続稼働に様々な支障を来すため、大きな問題となっている。従って、技術移転に当たっては、これらの現状把握と試験装置によるデータの採取を行ってから、解析・設備のスケールアップを行う技術が必要となる。勿論、我が国においても多種類の資源を利用するため、石炭の燃焼、除じん、排煙脱硫技術・設備の開発も進められ、その一方では流動床ボイラーや石炭ガス化、液化技術の研究・開発も盛んである。これら分野の研究は中国でも行われているが、本格的な設備の設置には相当の期間と資金や技術の援助無しでは実現が困難と考えられる。これが我が国から見て、将来の中国の石炭資源の開発、及びその利用を含めた政府間の協力において、環境問題を含む総合的な技術移転が必要と考える所以である。

従来、中国における環境対策への一般の認識としては、環境汚染の比重の高い産業設備で、かつては先進国でも同様であった生産第一、環境問題第二という意識がみられた。しかし、最近では各種の汚染被害の広がりから、被害の数量的な実態への認識が一般にも行われるようになり、各種の政府機関の規制や具体的な指導、広報活動が進むにつれ改善対策がとられはじめている段階である。これら隣国の大気・水質・その他環境問題への対応に、1994年の春に日中友好環境保全センターにおいて排煙脱硫対策の講義をする機会があった。そこでは同センターの研究施設への我が国の多くの協力項目が見られる一方、同センターならびに大学、生態研究所等における中国独自の研究項目も多く知ることができた。

5. 中国の各種情況

5.1 中国における環境行政の動向

1993年には20周年を迎えた中国の環境行政について概観する。最初に第一回全国環境保護會議が招集され専担組織などが決められた。その後現在の改革開放路線が定められた歴史的に重要な78年末の11期三中全会の會議で、經濟建設と環境保護を同じ比重で進める新しい国家政策が打ち出された。続いて、'79年から'80年迄は我が国の公害対策基本法に相当する中華人民共和國環境保護法の施行をはじめ各種の法制が逐次整備された。これら行政組織は國務院の直轄下で、国家環境保護局を中心に、省・自治区、直轄市・市・地区・県の各級の区分による各人民政府の指揮下で、各環境保護委員会・環境保護局の組織が設けられ、SO₂の排出量が全世界の約15%(日本の14倍)といわれる重大な大気汚染問題として硫黄酸化物の除去対策が実施されてきた。発電をはじめ各種の動力、熱源の大部分を石炭に依存する中国では、集じん設備の設置は進められてきているものの、排ガスの脱硫装置はほとんど設置されていない状況であったが、本文に紹介されている各方面での脱硫法の推進の結果、工業的排煙脱硫装置の建設が先進各国の協力で始まった段階である。また四川、貴州や広州地域で多くみられる硫黄酸化物に起因する酸性雨の被害は、その的確な発生源や発生状況、量、濃度等正確な原因の把握や確認に関し今後の努力に待つしかない。

我が国の大気環境基準では、SO₂の日平均数値が0.04 ppm (0.114mg/m³)以下と定められている。中国では0.05, 0.15, 0.25mg/m³の3段階となっており、地域により適用が異なる。大気汚染対策が進められる中で、排煙脱硫装置には我が国からの各種の協力や援助が行なわれている段階である。

全国平均硫黄含有量が1.20~1.30%の中国炭の燃焼による硫黄酸化物の大気への放散量は、全国で1991年頃時点では約2,000万トンといわれている。総エネルギー消費量の中で石炭消費概算量が9.5億トン、内発電所では3億トン以上、工業用は4億トン以上、民生用は3億トン以上のこれらの数値は、現在の中国の經濟發展状況から推測すると2000年には倍増するであろうとされている。

設備容量が70万kW以上の大規模火力発電所は全国で19ヶ所あり、その他中小規模の設備は全国に散在している状況である。大規模火力発電所の燃料は全て石炭が用いられており、その立地は大都市近郊に集中し、最低限の対策として電気集じん装置(EP)による煤じんの除去が行われているが、大型設備の大気汚染対策に必要な排煙脱硫設備は設置されていない状況である。1990年の全発電設備は1.4億kW中の約70%の1億kWが石炭火力で、2000年迄にこれらの発電設備は倍増し、その内の1億kWは石炭火力による新設設備が建

設されるであろうといわれている。従って、新設石炭火力の建設には脱硫設備の設置無しでは考えられない状況であり、政府関係機関は高い脱硫率と経済的で信頼性の高い設備と技術を確立することを急いでいる状況である。

5.2. 中国の大気汚染対策と排煙脱硫技術の研究と取組

大気汚染発生の大部分を占める石炭に関し、その燃焼法・同設備において炭質の多様性に対応し、最終的な大気の浄化対策を行うためには、いずれにしても採炭過程から燃焼排ガスの除じん・脱硫の間の各種工程を通じて、定められた排ガス規制値が経済性を含め総合的に達成できれば良いわけで、今後は七五計画の時点から種々努力されてきた技術の成果を踏まえ、実行段階に入る時期にあるといえる。当面は集じん・脱硫が最大の課題であるが、続いて窒素酸化物や二酸化炭素対策は今後の課題である。これら広範囲な大気汚染対策の各種のテーマには、わが国の行政機関にとっても石炭の採掘から始まる各種エネルギー利用、環境問題といった政府の各方面の機関の協力を必要とすることとなる。またその協力の方法も中国政府からの要望による FS をはじめ人材の育成、モニタリング、モデルプラントの建設などに対する資金・技術・人材の供与など多岐にわたる。

5.3. 中国の環境保護産業

中国全国での環境保護産業に関わる企業及び事業の数は、1995年頃は 8,651 社で、企業単位が 7198 社、事業単位は 1453 社である。この中で専業は 4556 社、兼業は 4,095 社である。全国環境保護産業の職工総数は 188.20 万人で、企業単位の職工は 169.85 万人、事業単位の職工は 18.35 万人である。環境保護産業の職工群の中で中級以上の専門技術者は 15.32 万人である。全国環境保護産業が所有する国家資産総額は 450.11 億元で、年生産額は 311.48 億元、年間利益は 40.91 億元である。環境保護産業の固定資産総額は 424.53 億元、年産額は 289.52 億元、年間利益は 34.67 億元である。

環境保護産業中で環境保護関連製品を生産している企事又は事業数は 3,185 社で、職工は 51.71 万人、固定資産総額は 100.98 億元、年生産額は 103.97 億元、年間利益は 13.39 億元である。三廃総合利用の企・事業数は 2806 社で、職工は 92.46 万人、固定資産総額は 257.76 億元、年産額は 169.28 億元、年間利益は 14.83 億元である。自然生態保護事業は、425 社、職工は 13.41 万人、固定資産は 1.15 億元、年産額は 27.14 億元、年間利益は 4.39 億元である。環境保護技術開発、工程設計施工、環境保護コンサルティングサービスと環境保護産品販売営業などの環境保護産業サービス体系中で、関連企・事業数は 3,401 社、

職工は 83.38 万人、固定資産総額は 141.37 億元、年間利益は 8.306 億元である。環境保護製品の生産と三廃総合利用は環境保護産業の主体となるものである。

環境保護産業中、国有経済単位は 3,440 社で、職工は 125.90 万人、固定資産総額は 318.91 億元、年産額は 118.80 億元、年間利益は 19.84 億元である。集体経済単位は 4,233 社で、職工は 50.93 万人、固定資産総額は 88.37 億元、年産額は 150.80 億元、年間利益は 16.50 億元である。その他の経済類型（私営、連合経営、株式、外資、港澳台などの経済類型）単位数は 978 社で、職工は 11.37 万人、固定資産総額は 42.83 億元、年産額は 41.88 億元、年間利益は 4.57 億元である。

環境保護産業中、県レベル超の単位数は 3,101 社で、職工は 120.97 万人、年産額は 110.94 億元、年間利益は 18.88 億元である。県レベル以下（含県）の単位数は 5,550 社で単位全体数の 64.2%を占め、職工は 67.23 万人、年産額は 200.54 億元、年間利益は 22.03 億元で、その中で郷鎮企業単位数は県レベル以下（含県）の単位総数の 64.3%を占める。

環境保護産業中で、固定資産が 1,500 万元以下の小型単位は 7,143 社で、環境保護企業総数の 82.6% を占め、年産額は 193.57 億元、年間利益は 22.33 億元である。固定資産は 1500 万元から 5,000 万元の中型単位は 1130 社で、職工数は 50.81 万人、年産額は 79.22 億元、年間利益は 11.79 億元である。固定資産が 5,000 万元より大きい単位は 378 社で、職工数は 63.51 万人、年産額は 38.69 億元、年間利益は 6.79 億元である。

5.4. 中国の大気汚染関連資料

図 12.2～図 12.11、表 12.2～表 12.5 に中国の大気汚染に関する各種資料を示す。中国各所で見られる大気中への煤じん排出防止に対する政府の取組努力によりサイクロン、ろ過集じん装置（バグフィルター）、電気集じん機が徐々に普及してきている。すなわち、大型設備には国産電気集じん装置の設置も見られるようになる一方、国産ろ過集じん装置（バグフィルター）の生産も多くみられる。しかし、バグフィルターの材質等に関しては今後の一層の開発が待たれる。また、集じんの次の段階である二酸化硫黄の排ガスからの除去に関しては、いわゆる本格的な高効率の排煙脱硫の設備は少なく、廉価で稍効率の低い設備にするか、或いは高価で効率の高い設備の設置に進むかの選択が必要である。写真 12.1 に国産集じん装置の例を示す。

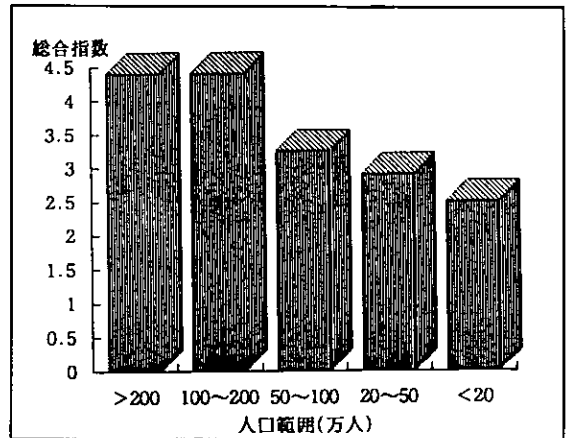
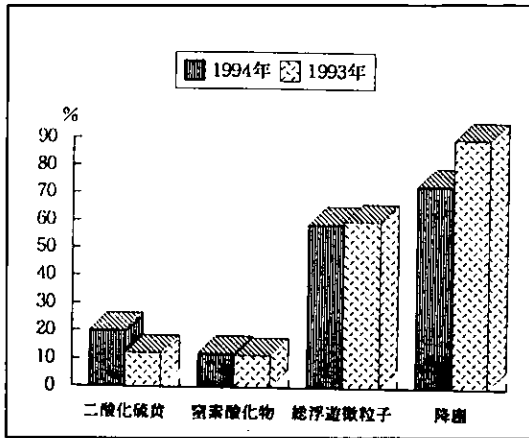


図 12.2 大気汚染が基準値を越えている都市人口割合

図 12.3 人口規模都市別の大気汚染分類統計

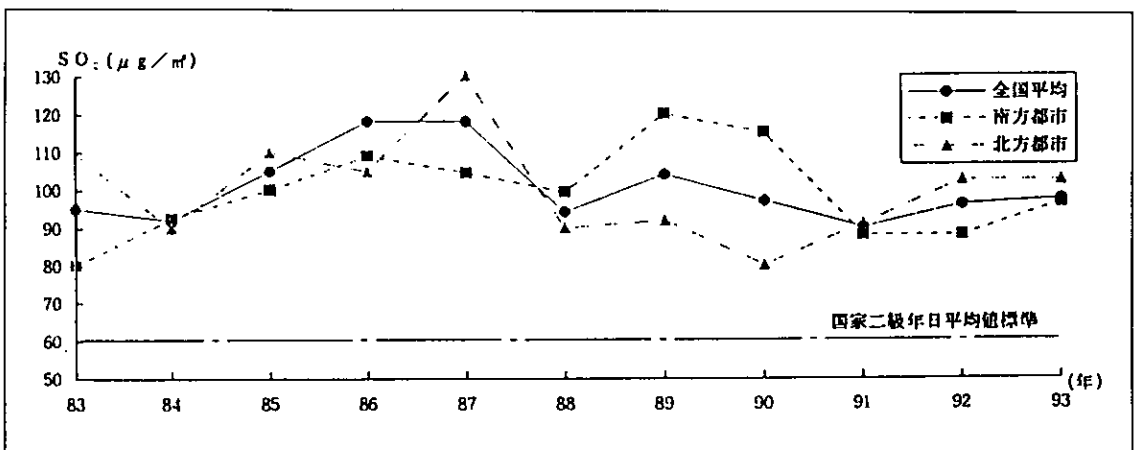


図 12.4 全国の大気中の二酸化硫黄の年平均濃度の年間変化

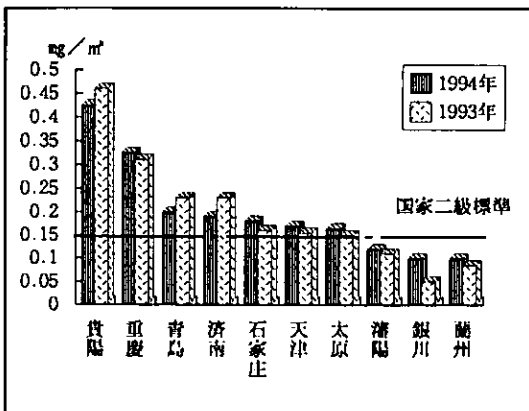


図 12.5 二酸化硫黄の年平均値比較図

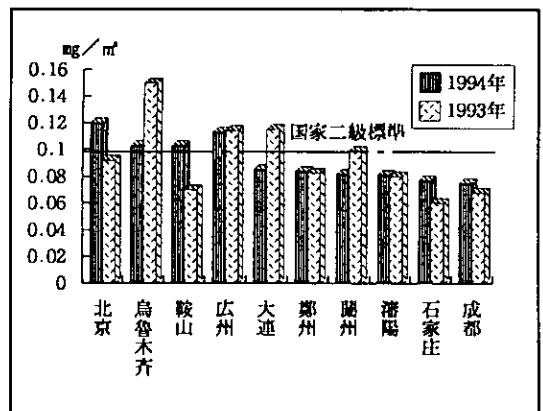


図 12.6 窒素酸化物の年平均値比較

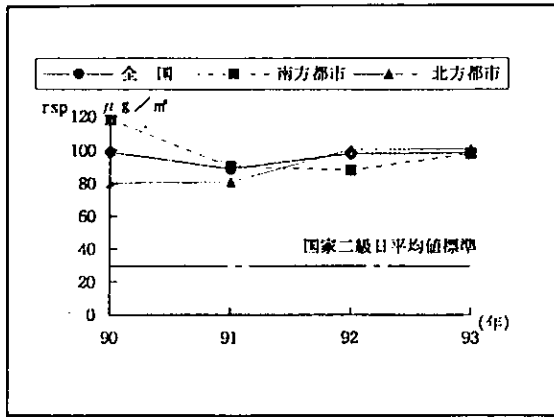


图 12.7 全国的大気中の微粒子年間平均値の年間比較

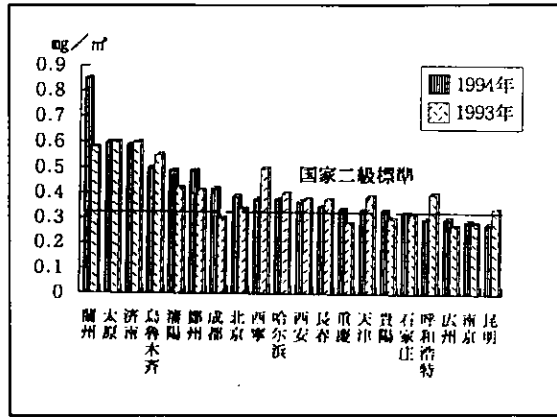


图 12.8 總浮遊微粒子年平均値の比較

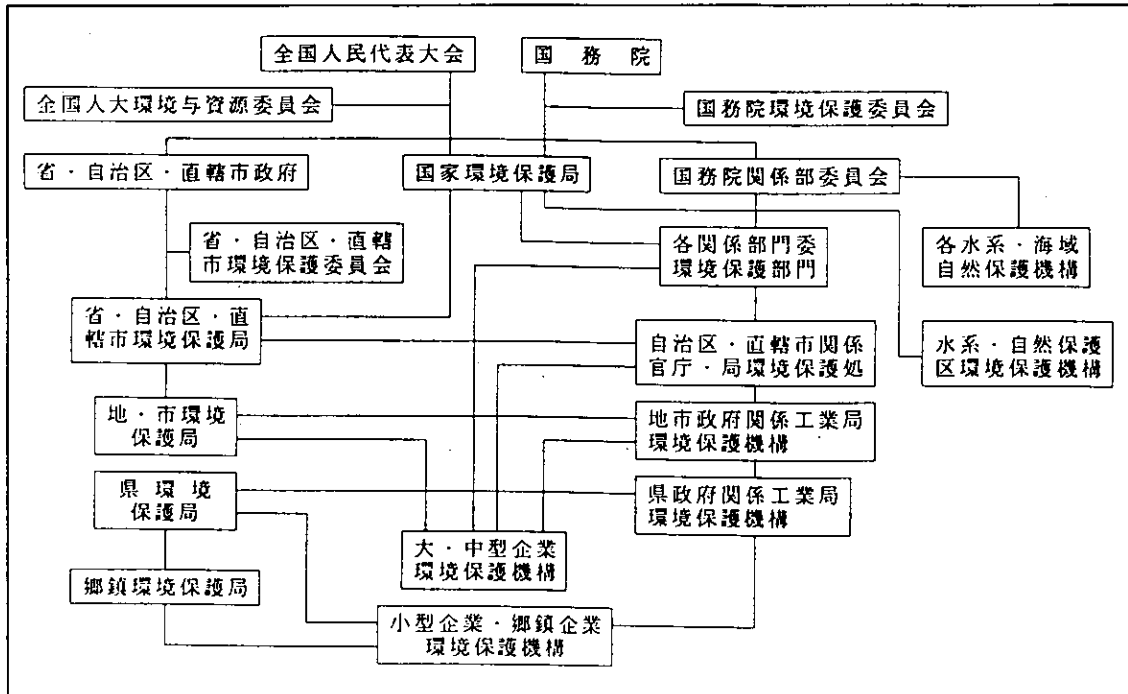
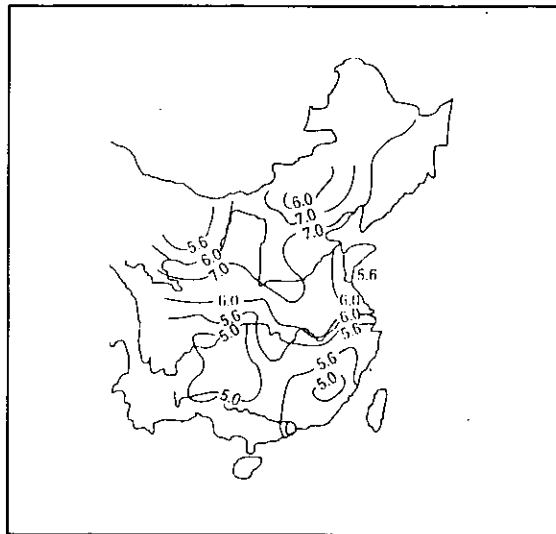
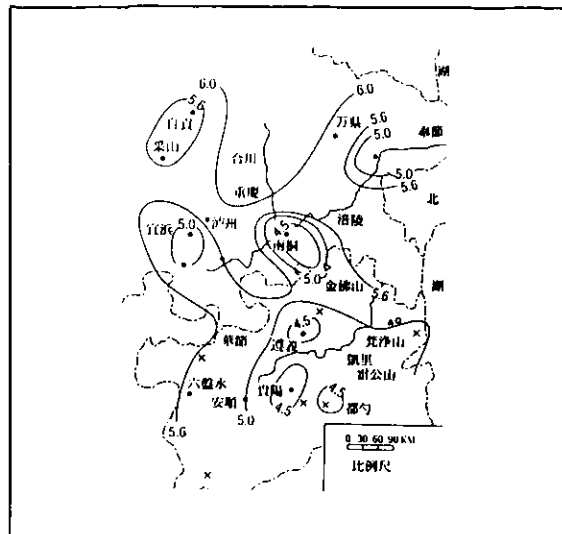


图 12.9 中国环境保护管理体系图



(降水 pH 値分布)

図 12.10 中国大陸の酸性雨の地理的分布状況



(降水 pH 値分布)

図 12.11 中国西南地区酸性雨の地理的分布状況

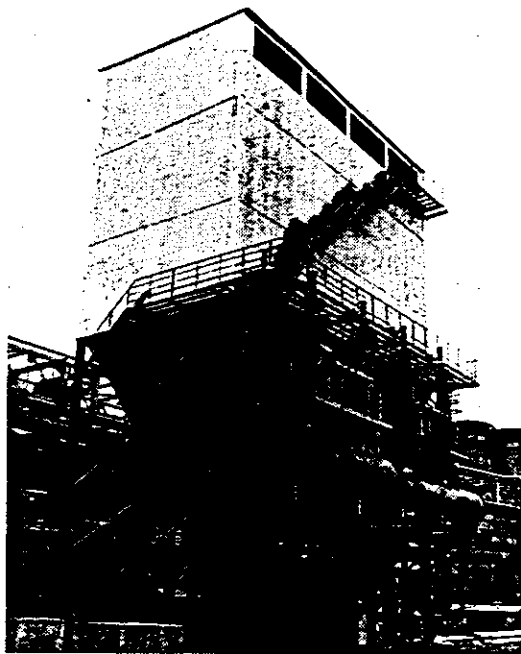


写真 12.1 ろ過集じん装置 (バグフィルター)

表 12.2 中華人民共和国国家標準 大気環境質量標準 GB3095-82

汚染物名称	採取時間	濃度限值 : mg/m ³		
		一般標準	二級標準	三級標準
総浮遊微粒子	日平均	0.15	0.30	0.50
	任何一次 **	0.30	1.00	1.50
浮遊微粒子	日平均	0.05	0.15	0.25
	任何一次	0.15	0.50	0.70
二酸化硫黄	年日平均 ***	0.02	0.06	0.10
	日平均	0.05	0.15	0.25
窒素酸化物	任何一次	0.15	0.50	0.70
	日平均	0.05	0.10	0.15
一酸化炭素	任何一次	0.10	0.15	0.30
	日平均	4.00	4.00	6.00
光化学酸化剤(O ₃)	任何一次	10.00	10.00	20.00
	1時間平均	0.12	0.16	0.20

注 : * “日平均” は知可なる一日の平均濃度も超過してはならない数値
 ** “任何一次” は知可なる一回の測定も超過してはならない濃度限界値で、異なる汚染物の知可なる一回の資料採取時間は関係規定参照
 *** “年日平均” は知可なる一年の日平均濃度平均値が超過してはならない限界値

表 12.3 1990 年の石炭燃料二酸化硫黄の排放量

部 門	石炭消費量 (Mt)	二酸化硫黄排放量 (Mt)	割 合 (%)
発電所	265.04	4.13	28.94
工業ボイラー	335.09	5.36	34.40
民 用	167.00	1.67	10.72
その他	288.20	4.04	25.94
総 計	1,055.23	15.58	100.00

資料出所：中国エネルギー戦略研究所環境分報告

出典：中国エネルギー戦略研究所環境分報告書

表 12.4 山東XI坊、広西南寧、四川長寿化工 脱硫装置元

	誰 場 設計値	誰 場 実際値	南 水 設計値	南 水 実際値	長 寿 設計値	長 寿 実際値
ボイラー負荷	100%	100%	100%	100%	100%	100%
脱硫装置入口排ガス流量 (Nm ³ /h)	50,000	93,000	50,000	471,000	61,000	61,782
温 度 (°C)	68	66	50~70	59~65	120	100
煙塵濃度 (mg/Nm ³)	118	189	920	715	500	
圧 力 (mmHg)	80	23	常 圧	常 圧		
SO ₂ 濃度 (ppm)	1,500	1,050	2,120	2,761	2,000	2,410
脱硫装置出口排ガス流量 (Nm ³ /h)	103,255	96,500	46,136	44,000	61,000	64,717
温 度 (°C)	51.8	41	50~60	45.5	100	
煙塵濃度 (mg/Nm ³)	71	80	< 250	< 67.7	未設定	
圧 力 (mmHg)	0	-18	0	0	0	
SO ₂ 濃度 (ppm)	> 450	185	636	522	600	490
副生石膏含水率 (%)			< 13	12~15	< 30	< 24
脱硫率 (%)	> 70	82.4	> 70	> 80	> 70	79.6

表 12.5 大気汚染処理設備関連企業一覧

企 業 名 称	製 品	設 備 注
北京西風除尘设备有限公司	噴霧塵埃回收装置	
北京西山除尘设备	KD型多管サイクロン集塵器 XSC旋流集塵器 ZC回転送風集塵器 MCパルス集塵器 各種集塵器系列製品	
北京市環境保護機械廠	送風、回転、パルス集塵器	大型布袋集塵器面積1.82m ² まで
上海冶金金山機械廠	電気集塵器	
上海冶金環境保護研究所	袋式集塵器、濾過袋集塵器 袋式集塵器配列	
天津市通風除尘設備廠	布袋集塵器、電機器系列	KZD/GZ型サイクロン集塵器 1989年國家研究受賞
哈爾濱環境保護水素製造設備工業公司	機械集塵器、電気集塵設備	内LDB4/1系列は1989年國家環境保護局の優秀製品評價受賞。 HJL系列の袋式集塵器の集塵率は99.91%、抵抗値は1470Pa。 HJD系列の電気集塵器の集塵率は99%、抵抗値は<295Pa。
鞍山市高圧砂電機設備廠	高圧砂電機集塵器	
撫順市産業用布廠	高温防高温、防砂電、濾布類	本廠生産のZLN-F濾布、ZLN-D濾布は1990年の優秀製品
大連陶業環保設備研究所	99高効陶業多管集塵器	
鞍山市通風除尘設備廠	静電、袋式、旋風、濾式集塵器	本廠開發的DC(GS)型電気集塵器は90年の優秀製品
鄭州型熱電環保設備廠	煤粉式ボイラー排ガス浄化器 SC系列ベンチュリーボイラー 排ガス浄化器	89年國家特許取得、環境保護局豫州國家科學委員會1990年普及項目推挙

6. 技術移転事例と導入の目的

わが国の排煙脱硫技術と設備は完成に近いものであり、発電所向けの湿式石灰石膏法等に関しては、その経済性や脱硫率を考えるとそれ以外の方法はあまり無いと思われる。一方、中小規模の燃焼排ガスの脱硫に関しては、中国が今まで行ってきた路線の研究の理解と改善に対し比較検討を示すことが必要である。最近の事情を知っている人は評価に理解を示す場合もあるが、経済的な見積りや比較が出来る資料・情報も少ない場合が多いため、我々もプラントの価格の提示に際しては、同国の事情を真剣に考えると容易に返事のできない場合が多い。

脱硫率が高い方が当然好ましいが設備の初期投資額は高額となるため、脱硫率を低下させてもやらないよりは良いとの考えもある。我が国での排煙脱硫装置は湿式法が大部分であるのに対し、中国では5～35トン以下のボイラーが多く、第七次五ヶ年計画当時から進めてきた燃料石炭の各種改善法、炉内脱硫、乾式・半乾式法など、我が国では今迄行われて来ていなかった総合的な脱硫法に対し、我々もその理解と改善への努力が必要と考える。経済性を含めた万能な脱硫プロセスは無いわけだから、石炭の種類、燃焼機器をはじめその規模に応じたプロセスの選定が必要となる。

相手国側では、機器などで高価なものであれば使えようが使えまいが、経済援助などの手段で入手できれば手柄となり組織の評価が得られるため、日本側が中国の現状を見て過去に使ってきた方法など提示すると、自分らを馬鹿にした旧式な技術であるといった感触を持たれ、もっと最先端の機器や情報を求める場合も往々にして見受けられる。これらの場合に相手の求めているものの正確な理解と、相手の水準に応じた提示が必要であり、考え方の段階や経緯を系統立てた理論と実例の提示を欠かすことはできない。此の場合、通訳も一般の通訳でなく技術の理解者であることが望ましい。

人材の育成には、日本に招へいした各種専門分野の人々の国内での現場実習を通じ、彼等の帰国後の長い期間を踏まえた人脈の育成が重要である。

石炭は中国各地において大炭田から小規模炭田での産出がみられる。また産地によって炭質や灰分、硫黄分が異なることは言うまでもない。また良質炭は外貨獲得のため輸出に宛てられ、国内で低品位炭の使用が行われる傾向があり、また各種の目標達成に質より量を重んじるといった感覚が見られることから、多くの不純物を含む原炭が鉄道輸送で送られ、これらが国全体としての省資源・省エネルギー面で低効率となっている一因であるこ

とが最近中国各方面でも指摘される。品質管理に力が入られる機運にあるが、これらの改善もユーザーのみの問題でなく、国家或いは省・市レベルでの問題対応が必要である。

これら傾向は、従来買い手についても同様であるため、一定の品質、納期の石炭の確保が難しいという実態である。その結果、燃焼装置の設計仕様と実際操業との相違から、石炭の燃焼は燃焼機構、効率、排出物などに影響し、環境面へのしわ寄せの一因となっている。これらの要因としては、このような実態を中国側においては当然のこととの受けとっているため、日本側との話し合いにおいて齟齬を来すこととなり、その責任や改善の進め方は単に技術のみの問題ではなくなる。また大型国営発電所から営業用小型石炭燃焼装置に至る設備は、当然その規模に応じて環境問題への設備の対応が異なる。

一つの事例として脱硫率と設備の初期投資額の問題をみると、目先では各基準を満たす低い脱硫率で高価な初期投資額を低減しようとする傾向が考えられる。すなわち現時点では発電所規模の大型設備を除いては我が国で採用されている 95%程度の脱硫率の湿式石灰石膏法の設備は適用が難しく、原料炭の改質や燃焼設備、炉内脱硫から低脱硫(80-50%程度)簡易排煙脱硫法などを組合せる方向への動向がみられる。これらは将来経済発展に伴う競争原理の進展と規制対策により、設備対応方法の変化も見られるようになると考えられるが、長期使用を前提とした高価な設備を選定するか否かは、最初の段階における重要な決断であることは言うまでもない。

一般に工業装置において計測設備は少ない。これは、機器や設備の周辺部品や補助機器の製品不足や入手困難な事情によるものであり、我が国との大きな相違点である。一方、最近は大計器メーカーの営業活動の展開がこれら市場に向けて進みはじめているが、計器制御による省資源・省エネルギー、省力化を含む原価計算に対する相手側の認識が向上することが必要である。その場合には一般論だけでなく、中国の各現地における各種価格の把握が必要となり、これらも現地事情の理解を必要とする点である。我が国のユーザーにおいては購入品位の管理に重要が置かれているため、一部に微粉炭や COM. CWM 法等は行われているのに対し、石炭の品位改質を目的とした成型炭への加工は少ない。中国では、石炭の粉碎から灰分或いは硫黄分を除いたものの成型への研究が進められている。

成型法については従来低圧式であったが、我が国の高圧力による成型技術に対する評価は高い。これら相互のニーズの発掘には様々な経緯があると思われるが、これら成型を山元であるか、消費地のセンターであるか、ユーザーであるかはケースバイケースで検討すべきである。

大気に放出される二酸化硫黄量と酸性雨の問題は、四川、貴州などに多く東北や北京に

少ない。その発生源と発生メカニズムの解析には長期の詳細な計測と解析が必要で、観測網と測定器具の充実、技術者養成の他 RAINS ASIA のようなソフトの開発も前提となる。

大気の汚染源としては今後増加が見込まれる自動車の排ガスの問題もあり、これらは先ず燃料から、エンジンの構造、整備技術、車検などの広範囲な行政対応が必要となる。

大気汚染対策はばいじんの補集が先ず第一段階として行われ、ろ過集じん装置（バグフィルター）、電気集じん装置が普及しつつある。また、はいじん発生プロセスや装置規模に応じて各種乾式、湿式集じん装置が開発されてきている。これら多くの種類の機種やプロセスは、その用途、規模、効率、価格に応じて、将来を考えた正確な選定がされることが望ましい。現在は大気へのばいじんの補集から二酸化硫黄の処理への移行段階であるが、今後は世界で進みつつある窒素酸化物及び二酸化炭素問題への対応の考慮がされなければならない。

7. 技術移転事例と導入方法、課題

大気汚染防止対策は、上記の如くその規模により政府間協力による大型設備の案件から、民間企業間の商業ベース案件、或いは個人的な技術指導案件に至る様々な官・学・産分野での対応がある。そこには人材の育成も重要な問題であり、技術の習得のためには理論の学習から実際に稼働中の設備の実例などを通じた実習などが最も効果的な方法といえる。また指導する側においても、相手の環境や技術水準に合わせた現状や問題点の正確な把握が必要であり、この点からも長期の交流が必要である

中国での石炭燃焼への対応としては、発電所規模の大型設備、中小型ボイラー規模のものから家庭における厨暖房規模のものに至る燃焼排ガスの処理が必要である。発電所規模の設備に関するものは、発電設備に付随する大気汚染防止設備の一式受注にわが国ならびに欧米企業も努力する一方、中国においても世界各国の排煙脱硫処理プロセスの評価ができる資料も揃いつつあり、発電設備とは切り離れた発注がみられる。これらの装置の仕様や取合問題に的確に対処するには慎重な仕様書と契約が必要である。

世界の大型排煙脱硫プロセスの主流は石灰石膏法が主流で、わが国のプロセスへの評価は高いが、中国にとって高額な装置であり、中国企業の設備購入に当たって大きな障壁となっているため、中国への進出を図る各国の様々な資金調達法に関連する対応が必要である。

現在、我が国国家の各海外援助機関によるプロジェクトが中国の大気汚染防止分野にも

みられ、これら機関を通じてわが国を代表する大型企業の中国への技術・設備の供与がみられる。また同業務には中国における現地製作材料、機器、建設業務の占める割合の増加を目指した協力推進がみられる。

一方大気汚染防止対策には、これら大型装置の建設、機器の製作のみでなく、法規の策定から測定法、技術者の育成、電子計算機の利用など、汚染防止対策への直接間接の広範囲な協力業務がある。これらの協力は中国の官産学にわたるもので、大学における環境関連研究室にも欧米の各種団体などによるアセスメント実施業務やフーズビリティースタディーの共同実施をはじめとする各種資料がみられたり、講義、現場指導も多い。

東洋人一般の欧米崇拜の傾向は中国でも見られるものの、情報の拡大による技術評価水準の向上は十分みられる。しかし中国にとって最も重要な資金の問題は、大型設備などには世界銀行に代表される借款などを通じての設備導入もみられ、金融機関への依存が大きい。また大気環境の測定及び解析に関する電子計算機ソフトなどは、酸性雨の解析ソフトなど基本システムの確立、装置の制御技術などに伴う市場の確保や、基礎分野の売り込みによる市場の獲得戦略などが海外企業によって進められている。

一般に中国国内の情報不足について、技術協力先などの経緯の詳細が国内関係先であまり知られていない場合も多く、今までは海外情報は少ない状況であった。また、中国においては外国から指導を受ける立場よりも、共同研究であるとする表現が応々に見られ、長期間の運転結果から相互の確認を行うといった成果の形式が採用される場合が多い。

大気汚染防止分野での海外企業との合弁企業も多く発足しているが、これらは各種集じん装置やファンやバグフィルター、化学機械類などが多く、わが国をはじめ米独仏や台湾・韓国などとの合弁企業が将来の有望分野として多くの設立・営業がみられる。

中国では大型設備の設計仕様の決定に当たって海外先進技術への依存が必要であるが、これらが定まれば自国での詳細設計、製作、建設への能力は増えてきている。

わが国からは商社をはじめ大手企業の北京・上海・大連・青島などへの出張所の開設が見られる一方、欧米をはじめ台湾・韓国の企業の出張所の開設もみられ、その規模に応じた製品の販売ならびに情報の収集が行われている。

一方、人脈に依存することの多い中国社会では、この種の問題への対応が重要である。

8. 当該技術の関係情報源一覧

我が国から中国への大気汚染防止技術の移転は、上記の如く大きく分けて政府の様々な機関による技術移転の実施と、民間企業による中国の国営研究機関や企業などへの技術供

与をはじめ、コマーシャルベースでの技術や設備の移転・販売がみられる。

これら移転に当たっては人材の育成を目指した留学生の受入れ、国内での実機、実装置による実習、現地での各種技術の指導から共同の設計、エンジニアリング業務など多方面での協力、移転の遂行がみられる。

関係情報源については、中国統計年鑑、中国環境年鑑、石炭資料類、大気汚染対策などの資料がある。また近日、環境保護局の王氏著「中国の大気汚染対策」が小職翻訳監修により重化学工業社出版されたので参考になると思われる。

参考文献

- 1) 中国環境年鑑 中国環境年間社, 北京 (1994)
- 2) 中国統計年鑑 中国統計出版社, 北京 (1994)
- 3) 中国強制性国家標準 環境保護編 中国標準出版社, 北京 (1993)
- 4) 中国工業経済計画年鑑 中国経済管理出版社, 北京 (1993)
- 5) 中国の大気汚染と防止対策 重化学工業社
中国国家環境保護局局長兼顧問 王漢臣 翻訳 播磨
- 6) 平成7年度環境庁委託「開発途上国における大気汚染防止にかかる固定発生源対策事業」
報告書 (社) 海外環境協力センター (平成8年3月)
- 7) 発展途上国エネルギー、環境国際協力に係わる途上国基礎データの収集調査
新エネルギー、産業技術総合開機構 (平成5年3月)