

特集

アジアのエネルギー情勢と環境問題

深刻化するアジアの環境問題—東アジアの大気汚染と酸性雨—

Serious Air Pollution in Asian Area—Air Pollution and Acid Rain in East Asia—

坂本和彦*

Kazuhiko Sakamoto

1. はじめに

アジア地域ではNIES諸国に加えて、世界最大の人口を抱える中国でも経済発展が続いており、その変化には目を見張るものがある。これらの多くの国々では経済発展を優先するあまり、それに伴う環境汚染に対する取り組みは遅れがちである。特に越境汚染などの国際間の関係を考えた場合に大気汚染問題は重要であり、酸性雨の主要原因物質である硫酸化物の排出量では世界の15%程度、アジア地域の70%にも及ぶ中国は大変重要であり、地勢学的に見て日本にとっては韓国や台湾と同様に極めて重要である。

欧州や北米で森林枯損や湖沼の酸性化が問題になってから既に久しいが、酸性雨いわゆる酸性沈着物問題は既に中国西南部でも発生している。アジアの中でも経済発展の著しい韓国、台湾、中国を含む東アジア地域では酸性雨の主要先駆物質であるSO₂、NO_xなどが急激に増加しつつあり、その傾向は特に中国で著しく、中国から日本へのSO₂の越境汚染の恐れを中国政府高官も示唆している¹⁾。大気汚染物質は千~数千kmにも及ぶ遠隔の地に長距離輸送されるため、被害が国境を越えて汚染物質排出当時国以外へも及ぶ事もある。そのため、欧州ではこの広域汚染問題に対処するために、広域のモニタリングが実施され、長距離越境大気汚染防止条約が締結されている。しかし、東アジア地域ではモニタリングネットワーク作りの努力が始められた所である。よって、自国の将来の環境変化の予測には、地理的な位置を考慮した隣国の大気汚染状況の把握が必要である。

ここでは、東アジア各国の一次エネルギー生産のための燃料構成やSO₂、NO_xの発生量について簡単にまとめ、日本を除く東アジアの主要国の大気汚染や酸

性雨の現状、特に危機的な状況を迎つつある中国に重点を置いて述べる。なお、東アジアや中国の大気汚染や酸性雨に関する文献の詳細は既報のものを参照されたい^{2~7)}。

2. 東アジア各国の酸性雨前駆物質の排出量と一次エネルギー源構成

Pacyna (1992) によれば、1985年の世界全体における人為起源の硫酸化物や窒素酸化物の排出量はそれぞれ硫黄、窒素換算で61.0Tg-S (1 Tg=10¹²g)、24.0Tg-Nであるが、欧州、米国/カナダ、東アジアの合計でそれぞれ世界全体の86、69%を占めている。近年、アジア地域ではSO₂による大気汚染悪化の傾向が特に著しいが、GEMS (Global Environment Monitoring System) による1980-1984年の世界の54都市の年平均SO₂濃度によれば中国の瀋陽、韓国のソウルがそれぞれ第2位と第4位になっている。中国は世界第2位の石炭産出国であり、米国、旧ソ連に次ぐ世界第3位のエネルギー消費国であり、年間の硫酸化物の排出量は最近では1,500~2,000万トンにも及ぶと推定されている。

表1 東アジア各国の二酸化硫黄ならびに窒素酸化物の年間発生量の推計結果 (Katoら, 1992)^{a)}

国名	SO ₂ (万t/年)		NO _x (万t/年)	
	1985	1987	1985	1987
日本	118	114	195	194
中国	1,726	1,999	636	737
韓国	137	129	46	56
北朝鮮	32	23	46	47
台湾	69	61	26	33
香港	14	15	11	13
アジア	2,627 (80)	2,914 (81)	1,381 (70)	1,548 (70)

a) 括弧内の値はアジア全体に占める東アジア6地域の割合 (%)

* 埼玉大学工学部応用化学科環境設計制御講座教授
〒338 埼玉県浦和市下大久保255

表2 中国と日本、米国のエネルギー利用効率 (%)
(Z. Zhou, 1994より作成)

部 門	中 国	日 本	米 国
電 力	24	30	31
工 業	35	76	75
交 通	16	22	25
生 活	26	75	75
全 体	30	57	51

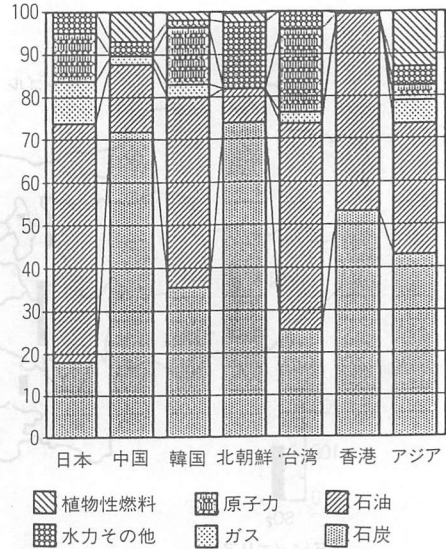
表1はKatoら(1992)によって推定されている東アジア各国のSO₂、NO_xの1985、1987年の年間排出量である。同様な見積りがFujitaら(1991)ならびにFoellとGreen(1990)によってなされているが、北朝鮮と台湾における見積りの差がやや大きいことを除きほぼ一致している。日本、中国、韓国、北朝鮮、台湾、香港の東アジアの6地域の年間SO₂、NO_x排出量は1987年レベルで、その合計はそれぞれ約2,300万トンと1,100万トンであり、アジア地域全体の81.70%を占め、さらに、中国だけに限ってみてもSO₂ではアジア全体の約70%にも及び日本の18倍に近い膨大な排出量となっている。

東アジアにおけるSO₂とNO_x発生量の比を見ると、中国のSO₂/NO_x比が著しく高いが、これは中国では燃料消費の70%以上を石炭が占めていること、その硫黄含有率が高いこと、および日本の57%、米の51%に比べて、中国のエネルギー利用効率が30%と低い(表2)⁹⁾ことに起因している。米ソに次ぐ世界第3位のSO₂排出国である中国は、洗炭や排煙脱硫をほとんど実施しておらず、脱硫設備が整備されつつある米国のSO₂排出量をも近々追いつく可能性が高い。

SO₂発生に対する移動発生源の占める割合は我が国や台湾、韓国では15%近いが、東アジア地域のSO₂の全発生量の85%を占める中国における移動発生源の寄与が相対的に小さいため、東アジア全域における二酸化硫黄の97%以上は、固定発生源から排出されていることになる。そして、東アジア地域のSO₂の大部分は石炭燃焼に伴って排出されるものであり、年間約2,350万トンに達すると推定される。この排出量は、既に酸性雨の影響が問題となっている欧州北西部(2,400万トン/年)や米国北東部(1,800万トン/年)に匹敵する量である。

Katoら(1992)による1987年のSO₂排出量の推計値から求めた東アジア各国の一次エネルギー源構成を図-1に示した。中国と北朝鮮では石炭の占める割合

(単位: %)



(1987年) (Katoら(1992)より作成)

図-1 東アジア各国の一次エネルギー源の構成

が70%以上であるのに対して、日本、韓国、台湾では石油が50%前後を占めている。Wangら(1992)によれば、石炭使用量の多い中国の石炭の比率はここ20年ぐらい大きく変化していないが、その消費量はこの間に約3倍に、またSO₂発生量も1968年頃から急激に増加し、1993年には約1800万トンにも達している⁹⁾。

表1に示した東アジア地域における各国の二酸化硫黄発生量の推定値から求めた国別の面積当たり(平均発生強度)、人口当たり、一次エネルギー消費量当たりの発生量を図-2に示した。また、図-2の中にはWangら(1992)による中国の省別の1990年度の石炭によるSO₂発生量も示している。この省別の値は石炭消費量と平均の硫黄含有率1.12%から求められているが、石炭消費量が多く、かつその硫黄含有率が高い地域からのSO₂発生量を低く見積もることになり、その合計は表1に示した中国の発生量推計値より約20%程度少なく、かなり過小評価となっていると思われる。韓国や中国の江蘇省、山東省、四川省のそれぞれの地域からの発生量は日本全国からの人為起源SO₂発生の総和またはそれ以上に匹敵している。面積当たりで考えた国別発生強度で比較すると台湾と韓国が最高で、中国が最低である。しかし、中国国内の大発生源地域における省レベルでみた場合の平均発生強度は台湾や韓国と同程度であり、既に著しい森林枯損の生じている西独のそれにもほぼ匹敵している。一次エネルギー

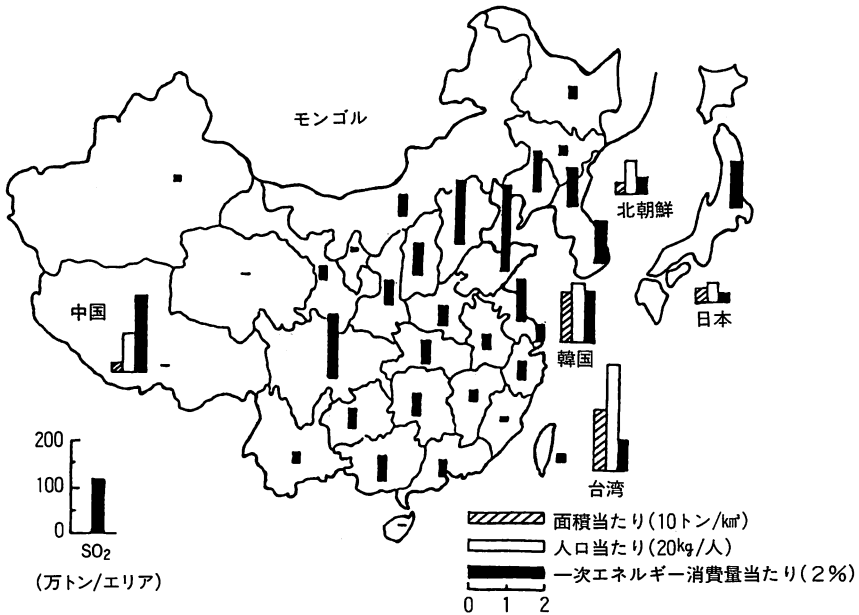


図-2 東アジアにおける地域別SO₂発生量（坂本，1993）

消費量当たりのSO₂発生量は中国と韓国が高く、日本のそれぞれ約9倍、8倍である。これは図-1に示した燃料構成とSO₂排出抑制のための洗炭や排煙脱硫の有無に関係している。

3. 各国の大気汚染と酸性雨の現状

3.1 韓国^{7, 10)}

韓国では経済発展にともなうSO₂、NO_xの排出量、環境濃度の増加は燃料の代替、低硫黄炭の供給、自動車排ガス規制の強化、排出許容基準の強化等の対策をもたらした。そのため、SO₂排出量は1987年には104万トンに低下したが、最近のエネルギー需要の増大により1990年には161万トンにまで増加している。韓国のSO₂排出量は暖房によるものが1/3以上を占め、冬季には浮遊粉じん（TSP）やSO₂の大気濃度が著しく増加する。そのため、ソウルの冬季のSO₂濃度は100ppbに近く、1990年の年平均値も約50ppbとかなり高濃度であり、面積当たりの排出量や発生源の集中状態

表3 韓国の主要都市における降水pHの年平均値の経年変化（金，1993）

都市名	1986	1987	1988	1989	1990
ソウル	5.3	5.1	5.7	5.8	5.0
釜山	5.2	5.4	5.2	5.2	5.2
大邱	5.4	5.3	5.6	5.3	5.7
光州	6.1	5.8	5.7	5.7	5.5

を考慮すれば、発生源対策をさらに一層強化促進する必要がある。

韓国では1980年の予備調査に基づき、ソウルなど全国20カ所による降水測定網が1983年から稼働し、pHの測定が行われるようになった。表3は韓国全体のエネルギー消費量の約35%を占める主要4都市の降水のpHの年平均値の経年変化である。これより、一般的に韓国の都市部における降水の酸性度は比較的高く、そのpHは5.0-6.1に分布しており、後述する中国の北部と同様に土壌粒子からの影響が大きいものと推定される。しかし、SO₂排出量の季節変化を反映し、ソウルでは冬季の降水のpHが平均で約4.3（1990年）であり、都市部の工業地域にある測定所では時々4.0以下の低pHの降水が観測されている。降水の酸性化が進みつつある状況と朝鮮半島の酸性雨に対する感受性の高い土壌とを考えた場合、大都市周辺の森林に対する酸性雨の影響が懸念される。

Chungら（1992）は大気汚染物質の長距離輸送という観点から、降雨時の大気塊の後退流跡線の解析を行い、中国北部または東部のSO₂大量排出地域から黄海上空を通して韓国の西海岸に至る長距離輸送の可能性を指摘し、このときの降水中のSO₄²⁻濃度は著しく高く、pHも3.9と低かったことを報告している。

3.2 台湾^{7, 10)}

台湾のSO₂排出量は1987年ベースで約61万トンと見

表4 中国および日本の諸都市におけるTSPとSO₂濃度レベル (坂本, 1990)

地域	都市	平均濃度 (TSP : $\mu\text{g}/\text{m}^3$, SO ₂ : ppb)					
		7月		12月		年間	
		TSP	SO ₂	TSP	SO ₂	TSP	SO ₂
中国北部	瀋陽 (1982) 都市地域	324	3	769	259	470	50
	田園地域	107	2	370	78	221	18
	北京 (1982) 都市地域	165	20	585	146	403	60
	田園地域	115	2	362	22	263	7
中国南部	重慶 (1981) 都市地域	480	64	870	142	610	98
	田園地域	—	8	130	15	60	8
	貴陽 (1981) 都市地域	863	151	840	157	898	147
	田園地域	160	24	147	41	159	33
日本 (国設)	東京 (1981) 都市地域	a)	9	a)	16	119	10
	川崎 (1981) 都市地域	a)	12	a)	21	121	14
	松江 (1981) 田園地域	a)	2	a)	8	42	4
	箕岳 (1981) 山岳地域	a)	1	a)	0	27	1

a) 測定回数から考えて、代表値と考えにくいので示していない。

積られており、東アジア地域では中国、韓国、日本に次ぐ排出量であるが、国土の面積を考慮した面積当たりの排出量は約8トン/km²と東アジア地域で最も高い。大気中のSO₂濃度も都市部では年平均で約50ppbに達する高濃度も報告されており、SO₂、NO_x、浮遊粉じん濃度とも大気汚染対策がやや効果を見せているが、大都市部のそれらの濃度は相変わらず高い。

Chenら(1990)は環境保護署によって測定されたYonho測定局の1986-1988の降水のpHデータをまとめている。降雨(2,273時間のデータ中)の約88%が5.6以下のpHを、そして約69%が5.0以下のpHを示し、降雨の大部分が酸性雨となっている。また3年間の平均pH値が4.49であり、タイペイ地域の酸性雨はかなり深刻である。これらの地域では夏季の降雨の大部分は酸性であり、冬季の降雨の多くはむしろ塩基性であった。この結果は韓国のような冬季における暖房用の化石燃料の季節的な使用量の増大はなく、また夏の雷雨時や春の短時間降雨でより酸性度が高いことから、その酸性化には光化学反応が関係しているのかも知れない。

表5 鞍山と重慶の1992年の大気汚染物質濃度

都市	SO ₂ (ppb)	NO _x (ppb)	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	降下ばいじん ($\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{月}$)
鞍山	42	42	506	51
重慶	147	31	376	22

3.3 中国

(1) 浮遊粉じんと硫黄酸化物による大気汚染

表4は、GEMSによる1982年の中国各地のTSP、SO₂濃度に重慶と貴陽のデータと日本の大都市およびバックグラウンド地域(箕岳)のデータを加えてまとめたものである。この表より、TSPとSO₂濃度の季節変化はともに中国南部地域より北部地域で顕著であり、SO₂でその傾向が著しい。この原因として北部の冬季

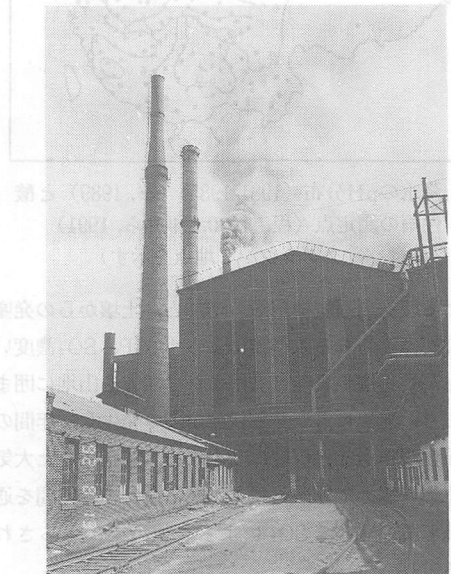
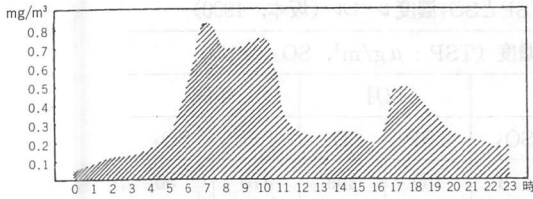


写真1 鞍山製鋼公司



(1190. 01. 12, 観音橋付近)

図-3 重慶市の二酸化硫黄濃度の日内変化特性



写2 重慶製鋼公司

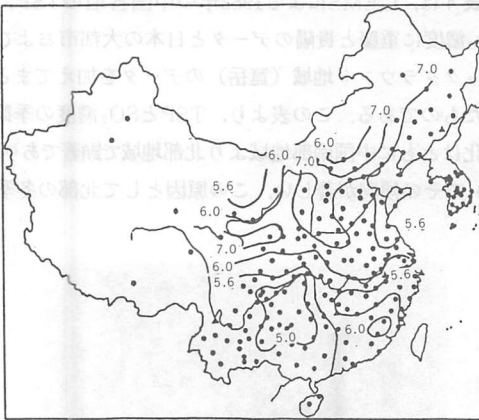


図-4 降水のpH分布 (1981-1985) (季, 1989) と酸性雨の測定点 (程, 1990, 平井ら, 1991) (▲はバックグラウンド地点を示す)

における暖房用石炭使用量の増加と、土壌からの発塵の増加が考えられる。季節によらずTSP、SO₂濃度いずれも高い重慶や貴陽は盆地または四方を山地に囲まれており、無風に近い気象状態が多く発生し、年間の逆転層出現率も80%程度に及ぶため、放出された大気汚染物質は極めて拡散しにくい。そのために年間を通して高濃度のTSPとSO₂による大気汚染にさらされている。

表5に鞍山と重慶の1992年の降下ばいじん量、硫黄

酸化物濃度、二酸化窒素濃度、TSP濃度の年平均値¹¹⁾を示した。これらの総合的な大気汚染レベルから、鞍山と重慶は北部第1位と南部第2位の汚染都市に位置付けられており、大気汚染の深刻な中国の工業都市の代表例である。SO₂の年平均値は、日本の国設大気測定網 (NASN) における東京や川崎の現在の測定値に比べて、鞍山、重慶はそれぞれ4、15倍であり、日本の大工業都市が急激な経済発展とともに激しい公害におおわれた昭和30年代後半から40年代初期に匹敵するか¹²⁾、またはそれ以上の大気汚染が始まっている。

鞍山市は面積622km²、人口284万人 (1990年) の鞍山製鋼会社の典型的な企業城下町である。同社からのSO₂、NO_x、粉じんの排出量 (1990年) は市全体の排出量のそれぞれ71 (5.8万トン)、85 (4.5万トン)、70 (14万トン) %を占めており、写真1 (1992年8月) に示すような褐色の排煙の排出が続いている。

一方、重慶市は面積23000km²、人口1400万人の四川省最大の重工業都市であり、市中心部は面積200km²、人口250万人、年間の平均風速は1~2m/sであり、無風状態や接地逆転層などの出現頻度が極めて高い。そのため特に冬季には激しい大気汚染現象が出現することになる。図-3は1990年1月12日の市中心部におけるSO₂濃度の経時変化を示したものであるが、300ppb (約0.7mg/m³) を越える濃度が4時間程度も続いており、後述のように市民の健康影響が懸念されている。写真2はばい煙がたちこめる重慶製鋼所内を示しているが、ここでの生産性は低く、労働条件は劣悪である。よって、汚染物質排出による作業者や市民への健康影響ならびに森林枯損に代表される生態系への影響等を考慮すれば、環境対策と生産性の改善を図るための抜本的な対策が急務と言える。

(2) 酸性雨と粒子状物質組成

中国では1970年前後からの石炭消費量の急増に伴うSO₂汚染による酸性雨が懸念されるようになり、1980年以降各地で降水のpHが測定されるようになった。1981~1985年に実施された測定結果から作成された降水のpH分布が図-4である。この図における最低pHの領域 (pH<5.0) に重慶や貴陽が入るが、その都市部での降水のpHは4.1前後とかなり酸性度が高い。より詳細なpH等値曲線から、pHは都市中心部のSO₂排出量の多いところで低く、郊外では酸性度はそれ程高くなく比較的地域的な影響が強いことが推定される。最近の中国における酸性雨の測定点を図-4にpH分布とともに示したが、214カ所があり、185カ所が稼働して

表6 降水とTSP中の水溶性イオンの $[\text{SO}_4^{2-}]/[\text{NO}_3^-]$ 等と大気中の NH_3 濃度

都 市	降水		TSP		NH_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	pH	$[\text{SO}_4^{2-}]/[\text{NO}_3^-]$	$[\text{SO}_4^{2-}]/[\text{NO}_3^-]$	$\Delta\text{Cb}(\text{neq}/\text{m}^3)$	
北 京	6.7	5	2	~400	60
天 津	6.3		2		30
重 慶	4.1	12	20	~-90	5
貴 陽	4.1	15	25		2

表7 中国全土と重慶市内における死亡率(人/10万人)等の比較(1991年)

分 類	全体	呼吸器系疾患	悪性しゅよう	先天性疾患発生率(%)
中国全土 [a]	565	83	130	1.3
重慶市内 [b]	854	235	171	1.9
b/a	1.51	2.85	1.32	1.46

いる。およそ揚子江を境にしてその南と四川盆地で酸性雨が発生しており、pHが低くかつ酸性雨の発生頻度の高い地域は、西南部の重慶や貴陽を中心とした四川省、貴州省、長沙や柳州を中心とした湖南省、広西壮族自治区付近である。一方、揚子江の北側の東北、華北、西北では酸性雨はほとんど発生していない。しかし、北部の大都市でも北京や瀋陽のように降水中の硫酸イオン濃度は極めて高く、酸性雨が生じていないからと言って、 SO_2 の排出抑制を問題にしない訳にはいかない状態である。

表6に中国東北部と西南部の代表的な都市における降水のpH、降水とTSP中の水溶性イオンの $[\text{SO}_4^{2-}]/[\text{NO}_3^-]$ 、TSPの酸緩衝能(ΔCb)と大気中の NH_3 濃度をまとめた⁹⁾。これらのデータから、東北部と西南部の酸性雨や大気粒子状物質の組成の大きな相違が推定される。降水やTSP中の SO_4^{2-} は表6のいずれの地域でも高濃度であるが、東北部では土壌やTSPの塩基性が高く、大気中のアンモニア濃度も高い。一方、西南部では丁度その逆になっており、硫黄含有率の高い石炭燃焼により排出された大量の SO_2 やそれから生成した酸性物質を中和するに足る塩基性成分が大気中に不足していることから酸性雨がもたらされていると言える。

土壌やTSP中の酸緩衝能は Ca^{2+} 、より正確にはその対イオン種である炭酸塩含有率によって支配されているものと推定される。さらに、北部の大気中には粒子以外に塩基性のアンモニアガスも南部よりもかなり高濃度で存在し、降水や大気の酸性化抑止に大きく寄与していると考えられる。

(3) 大気汚染や酸性雨による農林業関連被害と健康影響

これまで、酸性雨被害の全国的調査は行われておらず、中国全土にわたる被害状況は不明である。しかし、すでにpHの低い酸性雨が降り、その頻度も高い西南部の重慶や貴陽を中心とした四川省、貴州省、長沙や柳州を中心とした湖南省、広西壮族自治区付近では酸性雨等によると推定される森林衰退、農作物の収穫減、建造物への被害が顕在化しており、ばく大な経済的損失を引き起こしつつある。

四川盆地の西端にある峨眉山では高地に見られる樅の一種である冷杉(れいさん)が2,500m以上では衰退が著しく、頂上付近の枯死率は90%近くにも及んでいる。また、重慶の南山でもpHが2.6にも及ぶ霧が発生しており、馬尾松がほとんど全滅している。これには盆地内で発生する高濃度の SO_2 とともに酸度が高く、土壌塩基飽和度が低い重慶地区の土壌も大きく被害拡大に関与しているものと推定される。

1989年の広州における調査では、農林業:14.3億元、建造物の腐食・破壊:6.0億元、農地:1.3億元、農作物の収穫減:1.3億元、これらの総計で23億元の経済的な損失が見積られている(全浩, 1991)。また、酸性雨による森林被害は、四川、貴州、広東省などの総計で107万haにも及ぶと報告されており、今後全国的な調査がなされるにしたがってその被害額はさらに大きく増加するものと考えられる。

周ら(1994)¹⁰⁾は重慶市内における学童や60歳以上の老人の健康診断を行い、大気汚染レベルにより5分類した地域別に眼や呼吸器系統の疾患率や肺機能検査の結果をまとめ、汚染レベルの高い地域ほど有意に疾患

率が高く、肺機能の低下が見られることを報告している。また、中国全土と重慶市内とに分類して10万人当たりの死亡率を比較しているが、表7に示したように重慶市内居住者の方が中国全土の死亡率に比べて、1.3~2.9倍高く、特に呼吸器系統疾患による死亡率が2.9倍と際立って高く大気汚染の人への健康影響を示唆している。今後、多くの疫学調査が行われれば、我が国で経験した四日市ゼンソクや横浜ゼンソク以上の被害が現れ、さらに大気汚染の影響の重大さが明らかになるものと推定される。

(4) 汚染防止対策

中国では、経済的要請、未発達な物質輸送機構と豊富な石炭資源の活用のため、すでに述べたように今後石炭の使用割合が著しく低下するとは考えにくい。重慶や貴陽のような地域で酸性雨やSO₂による大気汚染を緩和するために単なる高煙突化が実施されれば、早晚酸性雨被害が広域化するものと懸念される。また、排煙脱硫を伴わない排煙の粉じん対策は大気粒子状物質濃度の低減には役立つが、むしろ大気中の塩基性成分を減少させることになり、大気はより酸性化する恐れすらある。したがって、大気汚染の抑止、酸性雨防止のいずれにとっても石炭からのSO₂の排出抑制に取り組まざるを得ない。

中国ではSO₂の排出抑制対策として、1) 石灰添加石炭による煉炭や豆炭の利用燃焼効率の改善とSO₂排出の抑制、2) 民生ボイラによる暖房から集中供热方式への転換を含む燃焼効率の改善、3) 天然ガス化(燃料転換)、4) 石炭燃焼発電所での脱硫、5) 洗炭による脱硫、6) 石炭/水混合系(CWM)燃焼による燃焼効率の改善と脱硫、などが考えられており、それらの一部は実施されているものもあるが全体的に見てまだ十分ではない。

現在の中国のSO₂排出の約90%は石炭由来であるので、石炭からのエネルギーの利用効率を約30%から先進国レベルの50%に近づけられれば、石炭の使用量やSO₂の排出量をともに1/3程度減らすことも可能になる。さらに、この利用効率の改善は省資源や温暖化ガスである炭酸ガスの排出量も減らすことになり、真剣に取り組むべき課題である。また、都市のSO₂濃度には石炭の使用割合の7%にしかならない暖房用ストーブ等による石炭燃焼が30%以上もの寄与をするため、人への健康影響を考えた民生用石炭対策も重要である。さらに、石炭を低硫黄化するための洗炭技術をもちながら、出炭量低下の懸念から洗炭後の劣悪炭(ズリ)

をまた燃料として使用するなど洗炭の意味やその経済的利点が十分理解されていないこともあり、有効なSO₂排出抑制策に向けた意識改革も必要であろう。

4. おわりに

アジア地域における経済発展はそれぞれの国々に環境問題を引き起しているが、大気汚染の場合はその影響が広大な地域に影響する可能性が高く、酸性雨等の越境汚染の把握とその影響の予測には、広域の環境モニタリングと周囲の国々の大気汚染状況の把握が重要である。しかし、越境汚染が検出されたとしても、それを直ちに防止できるとは考えにくく、発展途上国ではそれぞれの国に適した環境対策を実行しようとしても経済的に困難な場合が多い。したがって、東アジアにおける発展途上国の大気汚染の抑止には、当該国における環境汚染による被害の緩和だけでなく、日本の環境保全と深くかかわっているとの認識のもとに各国への日本の公害対策技術の移転、技術協力、人材養成への協力、さらには環境問題とかかわる新たな経済援助の仕組みを創出する必要がある。

参考文献

- 1) 朝日新聞, 1993: 日本へ越境汚染の恐れ, 1993年1月24日朝刊。
- 2) 坂本和彦, 1989: 中国の大気汚染-光化学スモッグと酸性雨, 安全工学, 28, 2-10.
- 3) 坂本和彦, 1990: 中国の大気汚染の現状, 燃料協会誌, 69, 246-258.
- 4) 坂本和彦, 1991: 酸性雨とエアロゾル, エアロゾル研究, 6, 129-136.
- 5) 坂本和彦, 1992: 中国の大気汚染と酸性雨, *MACRO REVIEW*, 5, 49-56.
- 6) 坂本和彦, 1993: 中国の酸性雨, 環境と測定技術, 20(4), 51-66.
- 7) 坂本和彦, 1994: 酸性雨(II) 1.2 東アジア, 気象研究ノート, 第182号, 15-32.
- 8) Z. Zhou, 1994: The Current Status and Study Progress of Acid Rain in China, Proceedings of the International Symposium on the Environmental Technology Research Network in the Asia-Pacific Region, pp.16-31.
- 9) China National Environmental Protection Agency, 1994: Report on the State of the Environment in China (16p).
- 10) 大気汚染研究協会編, 1993: 地球大気環境問題とその対策(340p), オーム社.
- 11) 中国環境年鑑編集委員会編, 1993: 中国環境年鑑 1993 (639p), 中国環境科学出版社.
- 12) 坂本和彦, 古谷圭一, 竹本和彦, 寺部本次, 1989: 大気汚染の変遷, 大気汚染学会誌, 24, 363-387.
- 13) Y. Zhou et al., 1994: 私信.