

H-4 アジア地域における環境安全保障の評価手法の開発と適用に関する研究

(4) アジア地域における都市大気汚染の将来予測と対策に関する研究

独立行政法人国立環境研究所

社会環境システム研究領域 環境計画研究室

原沢英夫・高橋潔

長崎大学環境科学部

早瀬隆司

(研究協力機関)

京都大学大学院工学系研究科

松岡 譲

平成11～13年度合計予算額 31,390千円

(平成13年度予算額 10,077千円)

[要旨] アジア地域においては、沿岸域の大都市に人口が集中するとともに、急激な経済発展を反映して、エネルギー需要が急激に増加しており、とくに大気汚染などの環境悪化が深刻化して、健康影響をもたらしている。さらに、温暖化や異常気象などの気候変化はこうした影響を助長すると考えられる。実際、エルニーニョによる極端な干ばつが原因のひとつとなって、1997年にインドネシアで発生した森林火災は東南アジア一帯に煙害をもたらし、多大な被害を及ぼした。本研究においては、

- ①アジア地域における都市大気汚染の現状を把握し、都市の環境問題の視点から環境安全保障を評価する際の基礎情報とするために、アジア地域における都市大気環境に関する情報収集と問題点の整理を行った。
- ②とくに人口増加、経済発展が著しいインドネシアを対象に都市大気環境に関する情報収集と問題点の整理を行った。
- ③アジア地域における巨大都市（メガシティ）の大気汚染と都市環境についての解析を通して、対策についての知見をまとめた。

[キーワード] アジア地域、都市環境、都市大気、インドネシア、巨大都市

1. 序

アジア地域の大都市においては、爆発的な人口増加と急激な経済成長のために、人口の都市流入や都市環境の悪化が懸念されている。とくに大気環境の悪化は、健康被害などの直接的な影響をもたらしており、さらに都市の大気環境の悪化は、温暖化によって加速されることが懸念されている。都市の大気環境の現状を評価し、地球温暖化も考慮して、大気環境を環境安全保障の点から検討しておくことが、緊急課題となっている。

2. 研究目的

本研究は、アジア地域の大都市が直面している環境問題、とくに大気汚染問題の現状の把握、今後の人口増加やエネルギー利用の増大が見込まれるが、大気環境問題の将来動向の予測、そし

て環境安全保障の観点から対応策のあり方を検討することである。

具体的には、

- ①アジア地域の大都市の抱える環境問題、とくに大気汚染を既存の研究事例、アジア地域における問題点を整理する。
- ②とくにインドネシアにおける都市大気汚染問題の構造の把握、健康影響および原因となっている交通についての知見を整理する。
- ③アジア地域の大都市の大気汚染の現状と、大都市の変遷からみた動向をもとに、環境安全保障からの評価のあり方について検討する。

3. 研究方法及び結果

3. 1 アジア地域の大都市の環境問題

アジア地域の大都市は、20以上ある世界の大都市（1000万人以上、いわゆるメガシティ）の大半を占める。タイのバンコク、インドのニューデリーなど、アジア地域の現在人口36億人のうち大半が都市に居住している（表-1）。都市への人口集中とエネルギー利用の急激な増加により、大気汚染が問題となっており、汚染された大気は多くの悪影響、例えば有害なガスや微粒子の呼吸による人間の健康、建物や建築材料の劣化、植生や生態系の機能の阻害を通じて悪影響を与える。地球温暖化による長期的な気候変化や自然の変動性の変化（異常気象の変化）はさらにこうした影響を助長すると考えられる。こうした大気環境への影響を整理すると表-2のようになる。

表-1 都市人口の割合(%)

	1990.0	2000.0	2025.0
Singapore	100.0	100.0	100.0
Japan	77.2	78.4	84.9
South Korea	73.8	86.2	93.7
North Korea	59.8	63.1	75.2
burunei	57.7	59.0	72.5
malaysia	49.8	57.7	72.7
Philippines	48.8	59.0	74.3
Indonesia	30.6	40.3	60.7
China	26.2	34.5	54.5
Hong Kong	94.1	95.7	97.3
Myanmar	24.8	28.4	47.3
Vietnam	19.9	22.3	39.1
Thailand	18.7	21.9	39.1
Laos	18.6	25.1	44.5
Chmanodia	17.6	24.1	43.5
East Timor	7.8	7.5	14.4
Total	48.1	54.5	68.8

表-2 大気環境問題とその影響

大気環境問題	現象	自然生態系	人間活動	人間の健康
・都市大気汚染	光化学スモッグ			急性障害
	硫黄酸化物、窒素酸化物		室内汚染	急性、慢性呼吸器疾患
	粒子状物質		室内汚染	急性、慢性呼吸器疾患
・越境大気汚染	酸性雨、酸性降下物	植生の枯死、河川・湖沼水質の悪化・生態系の破壊		
	森林火災	種の絶滅、多様性の減少	煙害、観光などの産業、交通へ影響	煙害による急性呼吸器障害
・地球温暖化	気温上昇、異常気象変化	森林の減少や劣化、多様性の減少、干ばつの激化により森林火災	海面上昇など沿岸地域への悪影響	熱波、洪水後の衛生状態の悪化、水系伝染病や動物媒介性疾病の拡大

過去30年間にアジア地域の発展途上国の経済発展はエネルギー需要の増大となって現れてきた。アジア地域では、エネルギー需要の伸びは3.6%(1990～1992)と、世界の平均値0.1%に比べて極めて高い。エネルギー需要の急激な増大は、地域が石炭に依存しているために、大気汚染の顕著な増加となって顕在化した。都市大気汚染は、アジア地域の多くの国で問題となっており、都市や地方の低所得者層では、低品質の燃料、石炭、薪、作物残滓の燃焼から生じる室内汚染による健康被害に曝されている。

越境大気汚染もアジア各国で経済成長とエネルギー消費の増大で深刻化している。とくに石炭燃焼の影響は地域に拡大する傾向にあり、石炭燃焼プラントの近傍や遠くに地域に酸性雨や酸性降下物となって影響する。さらに焼き畑農業は煙害を発生し、国境を越えて影響する。環境の酸性化は、アジア地域でも問題化している。

(1) アジア地域の大気汚染の現状

WHOによれば、粒子状物質濃度の高い15都市のうち12都市がアジアにあり、また、SO₂の上位15都市のうち6都市がアジアにある。SPMとSO₂濃度はWHOの基準を超えている都市が多い。表-4はアジアの幾つかの都市におけるSPM(PM₁₀)、SO₂、NO₂濃度を示したものであり、あわせてWHOの大気質基準値を比較のために示している。

表-4 アジアの幾つかの都市のSPM濃度とSO_x濃度の比較³⁾⁴⁾

国	都市	SPM(年平均、 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1995)	SO _x (年平均、 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1998)	NO _x (年平均、 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1998)
中国	北京	377	90	122
インド	カルカッタ	375	49	34
インドネシア	ジャカルタ	271	-	-
日本	東京	49	18	68
マレーシア	クアラルンプール	85	24	-
フィリピン	マニラ	300	33	-
タイ	バンコク	223	11	23
WHOの基準	年平均値	90 ⁵⁾	50 ⁴⁾	40 ⁴⁾

注：“-”はデータがないことを示す。

図-1～3は、都市におけるSPM(PM₁₀)、SO₂、NO₂濃度をアジア地域を中心に地図化して表示し

表-3 アジア諸国の一次エネルギー需要

	1995.0	1996.0	1997.0
Malaysia	10.9	9.8	8.6
Thailand	10.7	12.4	10.9
Myanmar	9.7	6.1	5.9
Vietnam	9.2	14.7	12.8
South Korea	8.6	9.4	7.3
China	6.0	5.8	5.6
Singapore	5.5	6.0	5.0
Indonesia	4.5	9.0	8.7
Philippines	6.2	6.8	7.8
Taiwan	3.1	4.5	6.2
Brunei	1.7	6.2	6.5
Japan	1.6	2.1	2.5
Average	6.3	7.7	7.3

たものである。アジア地域では、1990年にSO₂が38百万トンが排出されているが、特に中国、インド、韓国、日本、タイの5カ国で91%以上を占めている。また、SO₂排出量のほとんどが石炭の利用によって生じていることも特徴である。要因については、工業が49%、発電30%となっており、2020年までには経済発展の結果、110百万トンに達するという予測もある³⁾。

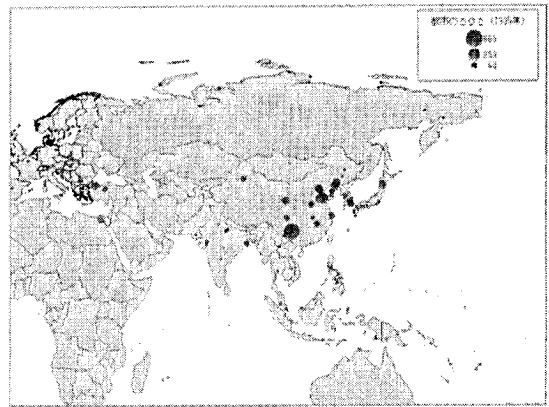


図-1 都市のSO₂濃度(μg/m³, 1998年)¹⁾

(2) アジア地域の大气汚染濃度の予測
 アジア地域の大气汚染濃度の予測は、酸性雨関連以外にはあまりなされていない。そこで、年間の平均的状況を仮定した場合の大气汚染物質の分布を推定した。大气汚染物質としては、近年健康影響が問題となっている浮遊粒子状物質をとりあげた。推定には、IPCCのエネルギー消費見通しを仮定した。1990年から2050年までの石炭、石油及びガスの3燃料と、発電、工業、民生・商業及び運輸の4部門の燃料消費量から、濃度算定モデルを用いて浮遊粒子状物質(SPM, PM₁₀)の大气濃度を計算した。濃度算定モデルは、日本における排出量強度と濃度の統計的関係を用いて作成している。図-4 aは1990年、図-4 bは2050年における分布である。これから、アジア地域の大都市域での濃度が相対的に高くなり、また人口も集中することから影響人口や被害も大きくなると推定される。

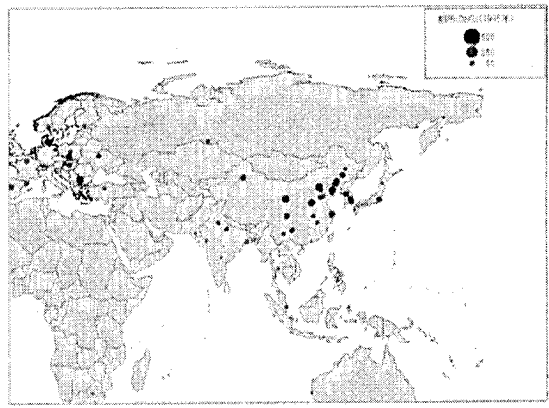


図-2 都市のNO₂濃度(μg/m³, 1998)¹⁾

中国、インド、東南アジア諸国で相対的に高い値を示している。これらの国の多くの地域では、SPM濃度は60 μg/m³を超えており、汚染制御のための技術はまだ導入されていない。

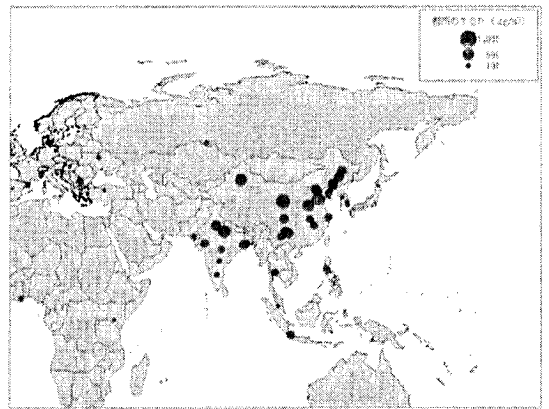


図-3 都市のSPM濃度(μg/m³, 1995年)¹⁾

将来予測を見ると、成り行きシナリオ

(BAU) とクリーン技術に伴う燃料転換を行った場合に基づく予測では、アジア地域のSPM濃度が増大する。予測される2ケースにおける濃度の推定値を表-5に示す。

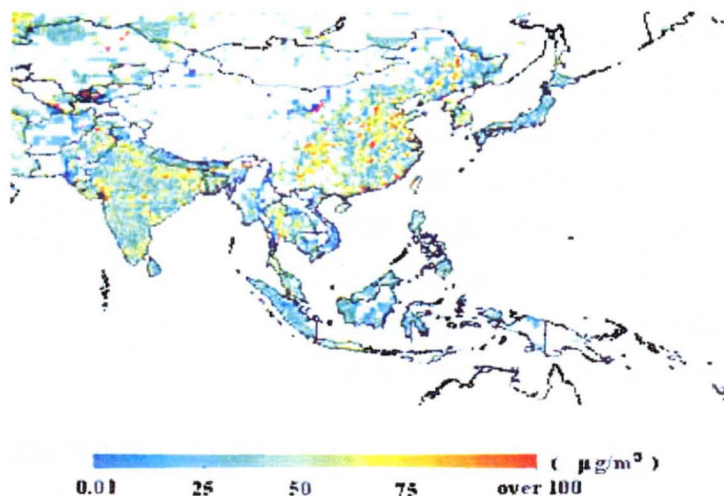


図-4 a アジア地域における浮遊粒子状物質の推定濃度 (1990)

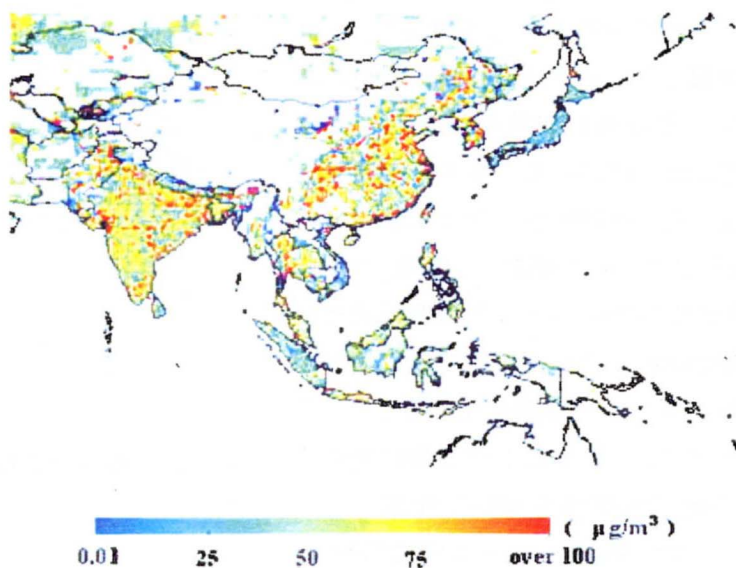


図-4 b アジア地域における浮遊粒子状物質の推定濃度 (2050)

表-5 アジア地域の幾つかの都市におけるSPM濃度(µg/m³)の推定値

都市	BAUケース			燃料転換ケース	
年	1990	2020	2050	2020	2050
天津	209	227	237	223	229
上海	176	189	197	185	191
クアラルンプール	111	129	137	123	129
カルカッタ	547	626	663	617	638

(3) 健康影響

SPMの将来予測値を用いて、2050年における乳幼児の死亡への影響を1990年に比較した相対リスクでみたのが図-5である。南アジア、東南アジア、中国で高い死亡率が予測されている。汚染制御技術の導入がないBAUの場合であり、エネルギー利用の増大によるものである。このことから、汚染低減・制御技術の導入と燃料転換などの対策を組み合わせることで、SPMに起因する乳幼児の死亡を大きく減少させることが可能であることが示唆される。

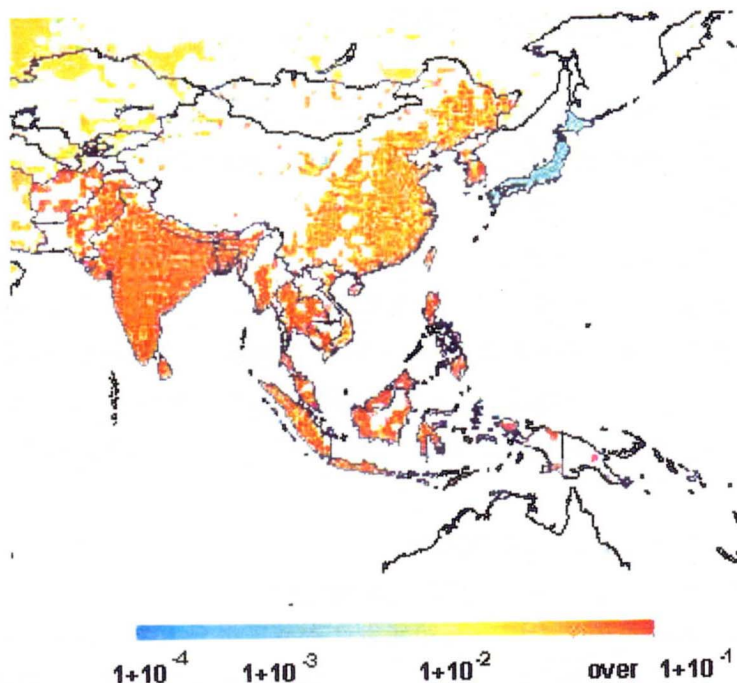


図-5 2050年の乳幼児死亡リスク(1990年比)

(4) アジア地域の大都市における大気汚染と温暖化の相乗影響

アジア地域においては、大都市への人口集中とエネルギー利用の急激な増加により、大気汚染が問題となっている。地球温暖化による長期的な気候変化や自然変動性の変化(異常気象の変化)はさらにこうした影響を助長すると考えられる。とくに大都市地域の窒素酸化物、オゾン、大気由来の粒子状物質である。温暖化による高温と大気汚染が複合すると、とくに夏季においては脳疾患や心疾患のリスク要因になる。日平均気温と相対湿度によって定義される熱ストレス指標(Heat Index)とNO₂濃度は高齢者にとって心疾患のリスク要因である。温暖化は大都市だけではなく、乾燥・半乾燥地域、温帯、熱帯アジアにおいて、呼吸器疾患や心疾患を増大させると予測される。大都市においては、温暖化による気温上昇に加えて、ヒートアイランド現象による温度上昇が加わり、人々の健康状態に悪影響を与える可能性が指摘される。1988年7月に、南京では、日最高気温が36度以上の日が17日連続し(熱波は、日最高気温が35℃以上の日が5日以上連続した場合をいう)熱中症患者や死亡者が顕著に増加した。

アジア地域の都市人口は地方人口の数倍の速さで増加している。この増加率が続けば、2015年までに都市地域に住む人口はアジア地域の人口の60%を超えると予想される。増加の80%は途上国である。アジアの巨大都市は、2015年までに世界の36都市のうち23を占めるようになる。都市化は年平均の都市成長率が4%以上である南アジア、東南アジアの急速な経済成長を反映して、急速に進むと予測され、今日途上国の都市居住者の25~40%がスラムなどに居住し、水、衛生、ご

み処理がなされていない状況である。

(5) まとめ

アジア地域の現状および都市大気汚染の特徴をまとめると、以下のようなものである。

- ①世界人口の60%が居住しており、その大半が都市に居住している。また、アジアの都市人口は農村人口の数倍の速さで増加している。
- ②世界経済の28%を生み出しているが、一方、世界のエネルギー消費の26%を占める。
- ③世界の大都市の上位をアジアの大都市が占め、今後もこの傾向は続くと予測される。
- ④アジア地域の多くの大都市でSOx、NOx、SPM濃度がWHOの基準に比べて3倍以上超えている。
- ⑤このため、大気汚染物質による健康影響が顕著であり、世界の早期死亡の4～8%は環境中及び室内環境における粒子状物質による。温暖化によりさらに健康被害が増大する可能性も高い。

3. 2 インドネシアの事例分析

(1) グローバリゼーションに伴う環境問題

途上国における種々の環境問題発生にとって最も大きな推進力は国際化（グローバリゼーション）である。この国際化の特徴のうち、環境の視点から重要な外部圧力は2つある。一つは途上国社会に国際的な経験が持ち込まれることによる国際社会と途上国間、また途上国内の地域間で経済的な格差が生じることであり、もう一つは人、物、金等の流動性が増すことである。この2つの特徴は途上国が独自に制御することは困難で、国際化の進行とともに進行するものと考えられる。この「国際的な経済との格差」（横軸）と流動性の進展の一面である「関係する集団の多様さ」（縦軸）で形作られる平面を考えると、この平面上の4類型の環境問題を位置づけることができる（図-6参照）。

これらは、①直接投への人口の集中増加と壊問題、④非都市部に

図-6の右側(①及び上側(①及び③)は問ている。横軸は経済的流動性が下方へ行くほの経済的格差による圧発生し、さらに後半な

これらの問題のうちは先進国における問題きている③や④の問題するために極めて重要

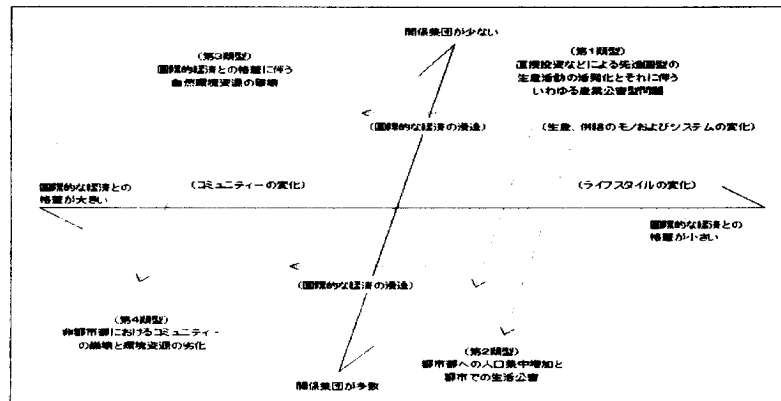


図-6 グローバリゼーションに伴う環境問題の構図

(2) 環境問題の特徴

インドネシアでは、途上国の内部的な社会経済的システムと環境問題がどのように関連しているかについては、①産業構造と地域構造、②交通エネルギー体系、③生活様式、④科学技術と環

境教育、⑤国家の公的介入の5つの視点が重要である。とくに都市大気汚染に密接に関連する交通エネルギー体系について検討した。

・インドネシアの交通問題

都市部における交通システムが硫黄酸化物や二酸化炭素を含む大気汚染物質の排出量増加等を通じて環境悪化に与えている影響は深刻である。中でも、自動車交通による大気汚染は極めて深刻で、移動発生源からの窒素酸化物は酸性雨にとっても主な元凶のひとつである。都市の鉛汚染はWHOのガイドラインを超えており、これにより引き起こされる子供達のIQ欠損も無視できないことが報告されている。この原因としては都市交通システムを道路自動車交通にのみ依存していることが挙げられる。庶民階級の足である「ベチャ」と呼ばれる人力タクシーや馬車等は都市中央部から締め出されており、鉄道は殆ど通勤手段として使われることなく、遠距離移動の足として使われている。物流についても国際的な産業に関係する原材料や製品の輸送は、主要都市間以外では、鉄道による輸送も全く考えられず、トラック等による輸送抜きにしては考えられない。このように、もっぱら化石燃料に頼る道路交通システムが都市交通システムを独占しつつある。交通流対策、公共輸送機関の整備等に加え、無鉛化ガソリンの供給体制の整備についても進められなければならない。人、物が集積した都市は本来、鉄道、軌道等の大量輸送機関が主となった交通システムに適した空間である。この交通量増大の背景には国際

化に伴う人や物の流動化が増したことによる移動量の拡大、また先進国の大量消費的な生活スタイルの浸入が影を落としていることは否めない。

・インドネシアのエネルギー問題

エネルギーシステムにおいても、化石燃料の役割が益々重要になってきており、環境への負荷は益々深刻なものになると考えられる。電力消費量は急激に伸びてきており、1969年から94年までの25年間の平均電力需要量の伸びは実に年間15%にのぼる。電化された家庭は1969年に3.4%だったものが、1994年には38.7%まで増大した。しかし、人口一人あたりの電力消費量からみてもまだASEAN諸国中最低レベルであり、今後とも電力需要量が急速に伸びることは確実である。1990年時点での発電エネルギーは、石油54%、石炭21%、LNG6%、地熱1%、水力18%

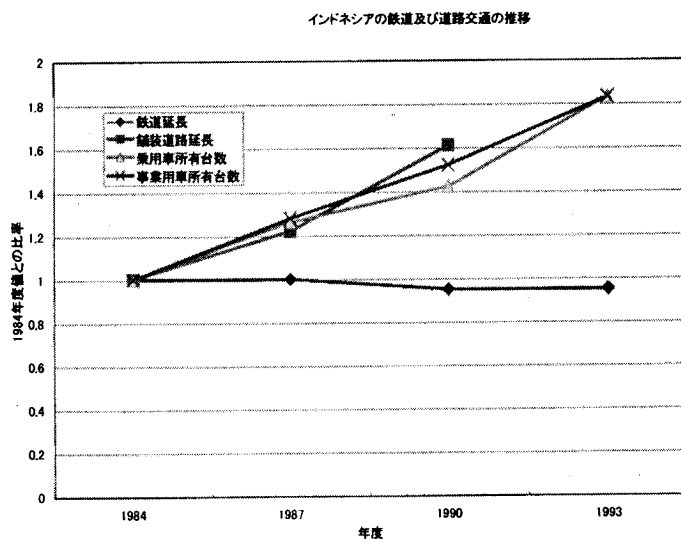


図-7インドネシアの交通事情

となっている。今後は石油への依存を少なくして石炭が主要なエネルギー源に取って代わる予定である。このような需要量の増加とエネルギー源のシフトにより硫黄酸化物を始めとする大気汚染物質の排出量は急激に増加していくと懸念される。

一方、インドネシアの製造業は1970年代にはGDPの伸びの13%、輸出量の伸びの7.5%にし過ぎなかったが、1980年代にはGDPの23%、輸出量の47%までに成長した。このためこのセクターでの1990年のエネルギー使用量も石油製品の22%、石炭の44%、天然ガスの最終消費量の81%を占めるに至った。従って、環境面からは、産業セクターで使用するエネルギーの節約を進めていくことが要請されるが、エネルギーが比較的安価に入手できることから、一般には製造業者におけるエネルギーの費用の全製造コストに占める割合は小さく、省エネルギーへは彼らの主要な関心事にはならない。

(3) 都市大気汚染の現状

大気汚染問題は、それ自身を取り出してメカニズムを眺めてみると交通を含めた社会活動の中でエネルギーの消費や使用の問題に短絡的に帰結してしまいかねない。しかし、その上流部である要因面をみると、都市化や科学技術との関係も無視することは出来ない。そして都市化の背景には急速に進行する国際化により都市部と農村部とで国際的な経済と地域の経済との格差が急速に拡大している現象がある。途上国における大気汚染問題についても発生源としての工場、事業場、自動車等の移動発生源、家庭からの排出とその汚染物質の排出後の拡散等の動きを見るだけでは問題の一面しかとらえられない。むしろ、それら排出に至る社会経済的な動きや変化、そして経済的なギャップと関連した貧困、人口等の諸問題、都市化、さらには産業や消費の形態などとの関連に着目し、そのような社会、経済、そして文化も含んだ分野で起こっている変化の一端として捉えることが必要である。

ここでは、上記のような世界規模での変化を背景として途上国の大気汚染問題を認識し、そのような大気汚染問題の現況を確認し、それに対してインドネシア政府及び国民がどのような反応をしようとしているのかを整理し、それらの中から我が国あるいは他の諸国の経験と照らして今後の大気汚染問題の推移に影響を与えるような特徴的な事項や指標を抽出し評価しようとするものである。

(4) 大気汚染の背景及び要因

①経済の国際化とその速度

社会経済的な変化の一つの帰結としての大気汚染現象としてとらえるなら、きわめて短い期間で、つまりきわめて速い速度で変化を経験していることが途上国の一つの大きな特徴である。自由貿易という名の下に進行する国際化の中では、途上国は先進諸国あるいは後発の先進諸国が経験したプロセスを急激に追い上げ、競争力を保持できるようにしていかなければならない、という現状である。そのような過程では、従来の伝統的な社会秩序が、国際化と、それに呼応した都市化や都市への人口の流出によって崩壊し、さらに貧富の差はますます激しくなり一部の持てるもの与其他多数の恩恵に浴していないものとの間でその格差は拡大している。持てる人々は外国から供給され、あるいは都市にある車等の新たな技術やシステムに一方的に依存するだけであり、逆に従来からの伝統的なシステムは置き去りにされ、それによって生計を立てていたもの

は職を終われ、都市に吸収されることになる。そこには地域の従来からの社会的文化的秩序や利害集団の役割りの分担などに根ざした主体的な技術や社会システムの選好など皆無である。

②エネルギー消費の急激な増加と自動車交通の寄与

エネルギー消費量は、人口増加率よりもさらに経済成長よりも速い速度で増していると報告されている。さらに、大都市における大気汚染物質排出の70%程度は交通に起因すると述べられており、なお年率6%~8%で増加し続けている。事実、ジャカルタ市の大気汚染問題に関してみても、その汚染物質排出量の約70%が自動車交通に起因しており、自動車保有台数の増加、維持管理の問題、貧しく人も寄り付かないような公共輸送機関の問題などを抱えていることを指摘しうる。

Jabotabek と呼ばれるジャカルタ市に周辺のボゴール、タンゲラン、ブカシの3市を加えた首都圏地域全体でみると、移動発生源の負荷量がNO_xについては69%、粒子状物質では40%、そしてSO_xでは15%にのぼると報告されている。人口環境省は、粒子状物質の発生源を解析しているがその結果を図-8に示す。自動車が4割以上を占め主要な発生源であることが示されている。

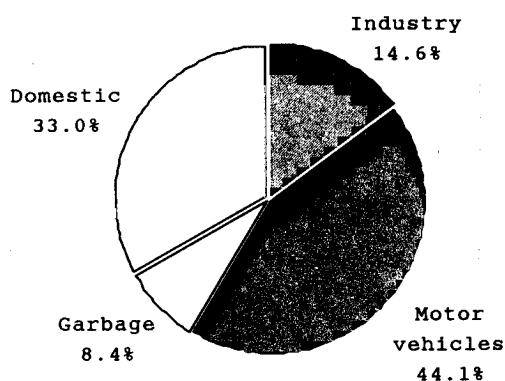


図-8 ジャカルタにおける塵や粒子状物質の排出源
(年間排出量は7,071 tonsと推定される、KLH1990)

③都市域の拡大

このジャカルタ周辺地域では都市域が急速に拡大している。従って、このような地域を中心として高濃度汚染地域が拡大し、暴露人口が増加していくことが予想される。健康影響の関係からは、単なるエネルギー消費量の増加としてみるよりも高濃度汚染地域の拡大による暴露人口の増加としてデータを整理していくことが重要である。

(5) 大気汚染の実態と現況

①不十分な観測値

インドネシアにおける大気環境での粒子状物質の連続モニタリングは気象地球物理庁によって1975年に開始された。当初の主たる目的は農業への影響で全国的に実施されていたが、その後パダン、メダン、メナド、クパンといった都市部でも測定されるようになった。酸性雨に関する調査もジャカルタ、パレンバン、メダン、メナドなどで行われてきている。SO₂、NO₂、CO、Pb等についても同庁をはじめ大学や各研究所などで観測が実施されている。しかし、全般的にみてもインドネシア全体の大気環境を総括するには情報がまだ極めて限られている。

同庁の観測結果から粒子状物質についての大気汚染の現況を眺めてみる。ジャカルタ特別区には10箇所に粒子状物質監視ステーションがあり、周辺部の住宅地(3箇所)、工業地域(3箇所)、

に配置されている。ジャカルタ特別区には 10 箇所に観測点があり、周辺の住宅地域（2 箇所）、工業地域（3 箇所）、市中心部（3 箇所）、バスセンター（1 箇所）に配置されている。ジャカルタでの粒子状物質による健康影響のクライテリアは $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ とされており、市中心部($375 \mu\text{g}/\text{m}^3$)や工業地域($540 \mu\text{g}/\text{m}^3$)では頻繁にこれを超える事態になっている（1986 年のデータ）。同庁のモニタリング結果から 1978 年から 1988 年にわたる変動を見ると、継続的に粒子状物質濃度が高くなっている傾向が指摘できる。

政府の環境管理庁（BAPEDAL）¹⁾と JICA による調査の結果によると、表-6 に示すように、 SO_2 については国家大気環境基準としての 20ppb を、 NO_2 については 50ppb を、それぞれすべての測定局で満たしている。また、CO はジャカルタ市の定めた環境基準である 8000ppb をはるかに下回っている。この調査の結果からは、粒子状物質(SPM)による汚染に注意が必要であることが指摘できる。

表-6 大気汚染の状況（1996 年年間平均値）

Items	Unit	EMC	Pulo Gadung	Pluit	Thamrin	P4L	Cibinong
SO_2	ppb	3.7	4.7	4.7	9.4	4.0	-
NO	ppb	3.0	27.3	27.9	109.4	35.0	-
NO_2	ppb	7.7	18.6	10.0	29.1	25.5	-
NO_x	ppb	10.7	45.9	37.9	138.5	60.5	-
O_x	ppb	18.0	-	-	-	10.7	-
O_3	ppb	-	17.5	10.9	9.2	-	-
CO	ppb	440	1490	1000	2790	1840	-
SPM	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	53.0	116.1	84.4	81.5	87.8	46.6
CH_4	ppb	2145	2600	2584	2568	2299	-
NMHC	ppb	370	1722	1184	1797	1212	-
T-HC	ppb	2515	4322	3770	4366	3511	-

出典：JICA & BAPEDAL, “The Study on the Integrated Air Quality Management for Jakarta Metropolitan Area-Final Report” (June 1997):Vol.1

②健康被害

大気汚染の健康被害に関しては資料が乏しい。また、一般に欧米あるいは他の先進諸国などに比べて、体調の異常等を感じても伝統的な JAMU と呼ばれる飲み薬や自宅治療に依存する段階があると考えられ、直ちに医者にかかる機会は比較的少ないものと考えられる。しかし、1990 年時点でジャカルタに住む 1090 万人もの人々が $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える粒子状物質濃度にさらされており、何らの対策もとられなければ 1995 年にはこの人口が 1360 万人に、2000 年には 1650 万人にそれぞれ増加することになり、中心部に住む人々はより酷く汚染された大気にさらされることになると報告されている（BAPEDAL、1994）。また、大気汚染による健康被害を表-7 のように見積もり、あるいは将来被害を予測している。

表-7 大気汚染の健康影響

影響人口(人)	1990	1995	2000	2005
	10,900,000	13,600,000	16,500,000	19,900,000

TSP 汚染濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200	200	200	200
TSP 死亡者数	4,580	5,000	5,450	6,120
労働損失日数	15,821,000	19,740,000	23,949,000	28,884,000
活動制約日数	30,769,000	38,390,000	46,577,000	56,174,000
病院入院	67,000	84,000	101,000	122,000
外来通院	155,000	194,000	235,000	283,000
喘息日数	318,000	396,000	481,000	580,000
小児の気管支炎	247,000	270,000	312,000	358,000
鉛汚染濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.3	1.3	1.3	1.3
小児 I Q 損失	765,000	835,000	965,000	1,106,000

同報告ではさらに、これらの健康被害をそれぞれの 1992 年時点でのインドネシア通貨 Rp(ルピー)に換算した結果を算定しているが、その結果は表-8 に示す。

表-8 Jabotabek 地域における大気汚染による健康コスト

	年間コスト (10 億 R p.)			
	1990	1995	2000	2005
TSP 死亡者	687.0	750.0	817.5	918.0
労働損失	98.0	122.4	148.5	179.1
活動制約	24.6	30.7	37.3	44.9
病院入院	34.8	43.7	52.5	63.4
外来通院	5.0	6.2	7.5	9.1
喘息日数	1.6	2.0	2.4	2.9
小児気管支炎	2.8	3.0	3.5	4.0
鉛 小児 I Q 損失	176.0	192.1	222.0	254.4
合計	1029.9	1150.1	1291.2	1475.8

世銀報告による

ここでは、粒子状物質と鉛による健康被害が試算されているに過ぎない。鉛汚染だけを見ても他に血圧や心臓への影響が考えられ、さらに他のクライテリア汚染物質だけを考えても被害の額はこれより多くなる。

また、OECD の報告には大気汚染と健康影響についての過去の主要な調査研究報告がまとめられている。1979 年にジャカルタ知事が専門家チームを組織して大気汚染による健康被害の有無を調査した結果では自動車排気ガスに起因する四エチル化鉛濃度によるリスクが高いことが報告されている。Achmadi (1982) は学童の自動車排気ガスによる健康影響を調査し、尿中の鉛濃度が異常とはいえないまでもジャカルタ市郊外に住む子供たちと比べて有意に異なることを指摘している。Achmadi (1989) はさらに都市部にすむバジャイの運転手、露天商、スラム住民などの人口集団ごとの大気汚染によるリスクを分析している。この研究では四エチル化鉛と一

酸化炭素を指標として用いて行われたが、これら調査対象者の8割以上が喫煙者であることから大気汚染による一酸化炭素の影響は喫煙によるものから明確に分別できていない。調査対象者の血中鉛濃度は、スラム居住者が0.0928 mg/100 cc、バジャイ運転手が0.0697 mg/100 cc、露天商が0.0290 mg/100 ccと報告されて一般の人々よりも高く既に鉛の影響を受けているものと考えられると指摘している。

(6) まとめ

途上国における大気汚染問題の特徴を把握するために資料等を整理してみた。ここまでの作業では背景及び要因面での考察及び健康被害のリスクについての情報整理について一応の成果をまとめることができた。背景及び要因面では、①途上国の大気汚染問題の背景には経済社会の国際化に伴う急激な変化が存在しており、問題の解決あるいは対策の検討においても社会の各集団が受けている圧力や受けようとする圧力について十分な配慮が必要であること、②エネルギー消費の急激な増加と自動車交通の寄与が大きいことも特徴であり今後さらに深刻化が予想され、③社会全体での大気汚染による健康被害のリスクが高いのは、路上生活者、路上労働者をはじめとする貧困層である。従って今後都市域が急速に拡大していくにつれてリスクに曝される人口も急速に増加していくことが考えられる。さらに、彼らは、都市と農村との格差等の要因で大都市に移住してきた者たちで、手に職も技術もなく環境リスクを含む多様なリスクに曝されることとなっている。従って、問題の基本的な解決のためには、都市と農村との格差の緩和が不可欠である。つまり、安全保障の視点からも農村の活性化と都市での貧困層の生活改善が重要な課題になる。また、経済のグローバル化の過程で分断されてきた物質循環の輪を再度構築していくための取り組みも強化されねばならない。

4. 本研究により得られた成果

・都市大気汚染の深刻化： アジア地域における大都市は大気汚染のような局所的な環境問題だけではなく、地球温暖化などの長期的な気温、降水量変化、異常気象のような自然の変動性の変化の影響を受けると推定される。大都市の大気環境の悪化は人の健康だけでなく、人間活動や、自然生態系に多大な影響を与えられとされる。アジア地域の汚染状況を総合的に把握する方法として予測モデルを適用した結果を示したが、さらに人口の集中程度との重ね合わせによって、曝露人口や大気汚染リスクの検討が可能となる。経済発展は、都市大気汚染を進めるという面と、ある程度経済力がつくことにより、大気汚染防止など環境保全へ資金投入できる素地ができ、また国や国民の環境保全に対する意識が向上することにより、大気汚染防止施策が一挙に展開する可能性もある。今後は、人口増加、経済発展について種々のシナリオが想定できることから、こうしたシナリオベースの将来予測が重要になってくると考えられる。本研究では、その一端を示すことができた。

・インドネシアの事例： インドネシアを事例として、都市の大気汚染などの環境問題を分析した。とくにインドネシアなど、アジア地域の途上国における環境問題では、①直接投資などによる先進国型の生産活動の活発化による産業公害問題、②都市部への人口の集中増加と都市での生活公害問題、③国際的な経済との格差に伴う自然環境資源の破壊問題、④非都市部における地域

コミュニティの崩壊と環境資源の劣化の問題、が重要であることを指摘した。

5. 参考文献

- 1) World Bank, 2001: World Development Indicator.
- 2) BAPEDAL, 1994: Third JABOTABEK Urban Development Project (JUDP3) Environmental Component 2 Part B - Environmental Protection and Pollutant Control Strategy and Action Plan.
- 3) UNEP, 2000: Global Environmental Outlook 2000.
- 4) WHO, 2000: Guidelines for Air Quality.
- 5) World Bank, 2001: World Development Indicators.

[国際共同研究等の状況]

なし

[研究成果の発表]

(1) 誌上発表

- ①原沢英夫, 2000: 第1章第6節地球環境問題が人類に及ぼす影響, (財)地球産業文化研究所編著, 地球環境 2000-'02, 77-93.
- ②原沢英夫, 2001: 第2章地球環境変化と都市の持続可能な発展, 田中啓一編都市環境整備論, 14-26, 有斐閣.
- ③原沢英夫, 2000: ローカルアジェンダ 21 と地域の持続的発展, 環境科学会 2000 年会, 184-185.
- ④原沢英夫, 2000: 地球温暖化のアジア地域への影響, 日本気象学会 2000 年春季大会シンポジウム「21 世紀の気候変化-予測とそのままの-」報告, 天気, 47(10), 29-35.
- ⑤原沢英夫, 2001: 環境科学会シンポジウム 2000 ローカルアジェンダと地域環境計画. 環境科学会誌, 14(1), 104-110.
- ⑥松岡譲・原沢英夫・高橋潔, 2001: 研究展望地球環境問題へのシナリオアプローチ, 土木学会論文集, No. 678/ VII-19, 1-11.
- ⑦原沢英夫, 2002: 2002/'03 環境年表 第 XI 部資料編. 499-537, オーム社.
- ⑧原沢英夫, 2002: 地球環境問題と経済発展, 日本大学紀要, No. 32, 385-397.
- ⑨早瀬隆司, 2002: 環境汚染管理政策に見る地域の役割, 地球環境問題と環境政策, ミネルヴァ書房 (印刷中).

(2) 口頭発表

- ①原沢英夫, 2002: アジア地域における気候変動の影響とその対応戦略, 名古屋大学大学院環境額研究科主催, 国際シンポジウム「アジアの気候変動とその影響……気候変動と海面上昇」, 2002. 03. 22, 愛知厚生年金会館.

(3) 出願特許

なし

(4) 受賞等

なし

(5) 一般への公表・報道等

原沢英夫, 1999: 平成 11 年度地球環境研究総合推進費公開シンポジウム, 水資源から環境問題を考える, 1999.10.13, 星陵会館, 東京.

(6) その他成果の普及、政策的な寄与・貢献について

なし