

大気汚染研究の問題点と研究の概要

大平 俊男

緒 言

環境の汚染が人間も含めた生物圏系の破滅を招くという警告が数多くなされている。環境汚染の大宗をなすものは、大気・水・土壌の汚染である。これらの汚染が、農業生産物も含めて物の生産に対する科学技術の進歩に起因していることは否定できない。しかし、一方、生産性の技術進歩が人類の生活向上に役立ってきたことも事実である。今後は、人類全体がもっている科学技術に対し、また今後開発進歩する技術に対し、社会のあらゆる分野に与える影響を予測評価し、もっとも人類の生存に望ましい方向に科学技術を導くようにする、いわゆるテクノロジー・アセスメントがきびしくなされなければならない。

大気汚染の問題は、環境汚染の一面として位置づけられる。ここでいう大気汚染とは、人工的な発生源から放出された物質（気体・液体・固体）によって、地域住民の健康で安全かつ快適な生活を営むことを侵し、また侵そうとする大気成分の質的量的なあらゆる変化を指している。したがって、清浄地域の大気に比して単に過剰に

物質が存在するというだけでなく、質的に成分比が異なったり、変化したりすることも当然に大気汚染という。

大気汚染は一地域の住民の健康に影響を与えるに止まらず、地球全体の気象や気候に影響を与える。オーストラリア、フリントダース大学理学部教授の J. O'M. Bockris¹⁾らの研究によれば、大気中のCO₂が多くなると地球の温度が上昇し、北極南極域の氷が解けるため、2050年には数フィート水位が上昇し深刻な問題となるという。一方、大気中にエアロゾルが多くなっていることも事実で、1950年から1960年の10年間にエアロゾルの影響で地表気温の温度低下が起こっているという。したがって最終的には、気温上昇が出現するであろうが、そうなるまでは温度低下の現象が続くであろうとみられている。1970年12月23日のWMOの大気汚染の気象学的問題に関する執行委員会のパネル報告でもこの問題をとりあげ、²⁾“大気エアロゾルが現在より10%増加すれば、アルベドの変化により平均気温は1°C低下するし、大気中のCO₂が現在の倍量になれば気温は1.3°C上昇する。”と警告している。

表1 大気中の各種化学成分についての研究の現状

化学成分	CO ₂	CO	N ₂ O	NO	NO ₂	NH ₃	O ₃	CH ₄	SO ₂	H ₂ S
天然源	土壌, 火山活動	海洋 (?)	土 壤	土 壤 (?)	土 壤	土 壤	成層圏	水 田	H ₂ S, 大陸	大陸棚 大陸
測定法	非分散型赤外線ガス分析計	ガスクロマトグラフ法	赤外分光光度計	?	比色法 (Saltzman 法)	比色法	クロロメトリックな方法	ガスクロマトグラフ法	比色法 (West-Gaeke 法)	比色法
下層大気中の濃度 (ppm)	315 ~ 450	0.10 ~ 0.15	~ 0.3	?	0 ~ 0.002	0 ~ 0.02	0 ~ 0.04	1.2 ~ 1.5	0 ~ 0.01	0 ~ 0.02
消費源	植物, 海洋	成層圏内での化学反応 ?	成層圏での光分解	酸化後降水による捕集	降水による捕集	降水による捕集	下層大気中での化学反応	70 km 以上の高度で光分解	降水, 土壌への吸収	酸化
大気中での平均滞留時間	数 年	2~3年	約70年	5日 ?	5日 ?	?	約2年	約100年	5日 ?	40日 ?

このように大気汚染の問題は、地球自体を変化させる要因をはらんでおり、COとかSO₂などの物質による地域住民の健康に関する現時点の課題から、将来、人類が生存し得るか否かの未来学の分野まで発展してきたのである。

大気汚染現象の調査研究は、なんらかの悪影響が生態系にあるだろうという前提のもとに行なわれている。しかし、大気中に存在する数多くの汚染物質が、長い間に生物やその環境にどのような悪影響を与えるのか、という問題に対して現在人類のもっている知見はきわめて乏しく、ほとんどわかっていない現状である。したがって各専門分野に枝分かれして調査研究が行なわれている事象も、最終的には影響との関連付けがなされるべきで

ある。往々にしてこのような潜在的な基本を忘れ、支葉末節のところでも論議され壁につき当たっていることがあるので、とくに研究者は留意しなければならない。以下に大気汚染研究の問題点と当所大気部が行なっている調査研究の概要を述べる。

1 大気汚染研究の問題点

1) 汚染物質の運命

大気汚染現象は、汚染物質がその地域の浄化能力を超えて放出された場合に出現することは、しばしば指摘してきた。^{3), 4)}この考え方を推し進める場合、“発生源から放出された汚染物質は大気中でどのような運命をたどるのであろうか”という問題につきあたる。大気中に放

表2 ロサンゼルス郡における大気汚染物質別日平均放出量 (1971年1月作成)

発 生 源	規制しない場合の放出量						規制による減少量						現在放出量					
	トン/日						トン/日						トン/日					
	炭化水素 全炭素	炭化水素 活性炭素	NOx	粉塵	SO ₂	CO	炭化水素 全炭素	炭化水素 活性炭素	NOx	粉塵	SO ₂	CO	炭化水素 全炭素	炭化水素 活性炭素	NOx	粉塵	SO ₂	CO
固 定 発 生 源																		
工 業																		
化学工業	155	80	25	50	175	30	50	65	15	40	60	30	105	15	10	10	115	—
金属 "	5	—	25	125	45	180	5	—	10	115	40	175	—	—	15	10	5	5
無機 "	10	—	15	140	15	—	10	—	5	135	15	—	—	—	10	5	—	—
石油 "	1,495	170	130	15	1,320	1,635	1,200	110	35	5	1,265	1,630	295	60	95	10	55	5
その他	325	195	5	25	15	30	85	140	5	20	15	30	240	55	—	5	—	—
電 力	15	—	305	45	490	—	10	—	205	40	455	—	5	—	100	5	35	—
商 業	110	55	35	40	35	55	55	45	10	30	35	55	55	10	25	10	—	—
住 宅	220	110	50	110	50	190	155	95	25	105	50	190	65	15	25	5	—	—
小 計	2,335	610	590	550	2,145	2,120	1,570	455	310	490	1,935	2,110	765	155	280	60	210	10
移 動 発 生 源																		
自動車排気ガス																		
ガソリン車	2,620	1,935	565	60	35	12,175	1,010	765	—	175	15	—	3,230	1,610	1,170	740	45	358,945
ジゼル車	10	—	15	10	—	15	—	—	—	—	—	—	10	—	—	15	10	15
飛行機	85	30	15	15	5	135	5	—	—	—	—	—	80	30	15	15	5	135
小 計	2,715	1,965	595	85	40	12,325	1,015	765	—	175	15	—	3,230	1,700	1,200	770	70	409,095
合 計	5,050	2,575	1,185	635	2,185	14,445	2,585	1,220	135	505	1,935	5,340	2,465	1,355	1,050	130	250	9,105

(注) 活性化炭化水素：光化学的に反応性の高い炭化水素

—：日に2.5トン以下の場合を示す。

表3 ニューヨーク市の大気汚染物質放出量と発生源

種類	項目		百分率 %	放出量 トン/年
	発 生 源			
亜硫酸ガス	暖房施設		58.7	486,000
	火力発電所		37.3	308,000
	移動性施設		2.5	20,400
	生産工程		1.2	10,000
	焼却炉		0.3	2,500
	合 計		100	827,900
粉じん	暖房施設		31.5	27,400
	市営焼却炉		19.7	17,200
	一般焼却炉		16.6	14,500
	火力発電所		14.4	12,500
	移動性施設		11.4	9,900
	生産工程		6.4	5,600
	合 計		100	87,100
一酸化炭素	自動車		96.0	1,691,000
	その他		4.0	66,000
	合 計		100	1,757,000

出された各汚染物質の挙動は、それらもつ理化学的性質および存在する空間・季節によって異なるはずである。しかし、大気中に放出された各汚染物質が、どのような反応をおこし、どのような形で物質不滅のサイクルに組み込まれているのか、これらに関する人類の知識はきわめて貧弱である。たとえば、地球上の酸素の70%は海洋プランクトンが供給し、残りの30%は陸上植物によって供給されるのであろうとか、太陽光線によって空間で化学変化をおこすとか、動植物の枯死したものから大気中に窒素を取り戻すのは脱バクテリアといわれる特殊な藻と根瘤バクテリアの働きであるという程度の知見である。

初歩的な問題として、大気中の汚染物質はどの位の期間、大気中に滞っているのであろうか。汚染物質の滞留時間 (T) は次式によって導き出される。

$$T = M/F = M/R$$

ただし、

M: 大気中に存在する汚染物質の全量

F: 汚染物質の生成または放出速度

R: 汚染物質の除去または分解する速度

大気中の化学成分の滞留時間、天然源、消費源その他について、Junge (1963) その他の研究によってある程

度明らかにされた事項が表1のようにまとめられている。

この表によるとCOは2~3年間、NO₂とかSO₂は5日間程度大気中に滞留するようである。

これらから判断されるように、大気中に放出された汚染物質は、いつの日にか、そのままの形かあるいは化合物の形で海面および地表面に降下吸収されていく。したがって大気の汚染は土壌、水の汚染に関連をもつという認識が必要である。

地域環境の汚染物質の許容量という考えには、放出量以外に滞留時間という要素が必要になってくるので、この種の研究はもっと進められねばならない。

2) 大気汚染物質の放出量

ある地域でどのような汚染物質がどの位の量放出されているのであろうか、という問題は重要なことである。⁵⁾ 米国の主要都市ではある程度明らかにされている。表2、⁶⁾ 3はロサンゼルス郡およびニューヨーク市の主要汚染物質について推計されたものである。筆者が石油系燃料のみからの主要汚染物質の放出量を推計したものは、既に報告しているが、⁴⁾ 米国のようにすべての発生源から推計されたものは見あたらない。ただ、CO、NO_x、HCについては環境庁が1972年8月、一都三県(東京・神奈川・埼玉・千葉)の地域について表4のように推計している。

このように汚染物質の排出総量を地域ごとに推計する場合、問題となるのは放出係数 (Emission factors) と消費燃料の量、物の生産量、廃棄物の焼却量などである。放出係数については米国連邦政府から出されているものを使用することができる。⁸⁾ ただ、自動車の走行とか廃棄物焼却に伴う放出係数については、日本の実情に添うよう再検討することが望ましい。後者の原単位当たりの量に対する統計資料は、現在わが国にまったくないといって過言ではない。したがって、現段階で大気汚染物質の地域別発生源別放出量を推計する場合、多くの前提と仮定を許容せざるを得ない実状である。放出量を推計しても、前提と仮定および計算手法を明示していない数値が、自治体の大気汚染防止対策に使用されているのを見受けるが、きわめて信頼性に欠けると同時に将来の対策を誤る心配がある。科学技術庁資源調査会が1972年5月に⁹⁾ 勧告しているように、燃料の消費量、粗鋼、非鉄金属、セメントなどの生産量、廃棄物焼却量に關す

表4 東京湾地域における大気汚染物質発生源別排出総量

(単位 10³t/年; カッコ内は発生源別排出割合%)

発生源別 汚染年 物質名		自動車	航空機	発電	工業	商業・家庭	廃棄物焼却	石油工業 (販売を 含む)	有機溶剤	合計
一酸化 炭素 (CO)	35	451.9 (97.7)	0.4 (0.1)	1.3 (0.3)	0.1 (0.0)	0.6 (0.1)	8.4 (1.8)	—	—	462.7 (100)
	40	802.6 (96.6)	0.7 (0.1)	2.0 (0.2)	0.2 (0.0)	1.6 (0.2)	24.0 (2.9)	—	—	831.1 (100)
	45	943.5 (93.0)	0.9 (0.0)	1.4 (0.1)	0.4 (0.0)	4.4 (0.4)	63.8 (6.3)	—	—	1014.4 (100)
	50 (予測)	1082.2 (85.2)	1.2 (0.1)	0.6 (0.0)	0.7 (0.1)	6.9 (0.5)	179.0 (14.1)	—	—	1270.6 (100)
炭化 水素 (HC)	35	79.2 (51.7)	0.2 (0.1)	0.1 (0.1)	1.0 (0.6)	0.3 (0.2)	0.4 (0.3)	30.6 (20.0)	41.6 (27.1)	153.4 (100)
	40	143.8 (57.0)	0.3 (0.1)	0.3 (0.1)	2.4 (1.0)	0.9 (0.4)	1.0 (0.4)	38.9 (15.4)	64.6 (25.6)	252.2 (100)
	45	231.8 (57.3)	0.5 (0.1)	0.4 (0.1)	5.3 (1.3)	2.5 (0.6)	2.7 (0.7)	59.8 (14.8)	101.8 (25.1)	404.8 (100)
	50 (予測)	231.8 (51.2)	0.6 (0.1)	0.6 (0.1)	9.3 (2.1)	3.9 (0.9)	7.7 (1.7)	77.6 (17.2)	120.8 (26.7)	452.3 (100)
窒素 酸化物 (NOx)	35	31.0 (35.6)	0.1 (0.1)	26.9 (30.9)	24.6 (28.2)	1.6 (1.6)	0.5 (0.5)	2.6 (3.0)	—	87.3 (100)
	40	69.7 (34.8)	0.1 (0.0)	53.8 (26.9)	62.7 (31.3)	4.3 (2.1)	1.4 (0.7)	8.2 (4.1)	—	200.2 (100)
	45	173.0 (39.0)	0.2 (0.0)	95.4 (21.5)	137.6 (31.0)	11.4 (2.6)	3.6 (0.8)	22.6 (5.1)	—	443.8 (100)
	50 (予測)	277.0 (41.1)	0.3 (0.0)	102.8 (15.2)	233.1 (34.6)	18.2 (2.7)	10.2 (1.5)	33.0 (4.9)	—	674.6 (100)

(注) 排出総量の発生源別排出割合は、各種発生源による大気汚染物質の排出状況が異なるため、実際に観測される大気汚染への影響の割合を示すとはいいがたい。

る統計資料を、国全体について地域ごとに把握できるように統計資料を整備することがまず肝要である。

発生源における汚染物質の放出量を把握する一つの手段として、発生源の濃度と排ガス量を測定する方法がある。ガス状物質の分析試料を採取する具体的な方法について、現在論議されており、J I S らの原案¹⁰⁾が作成された段階である。このように試料採取そのものに問題はあがあるが、測定の考え方としては、発生源から放出される単位容積当たりどのような汚染物質がどの位の量含まれているのかという、いわば排ガス中の汚染物質および窒素・酸素の構成要素とその含有比が明らかにされなければならない。従来のようにSO₂と粉じん総量を単独に測定していたのでは、防止対策の面からはきわめて貧弱な情報量であり、対策そのものを誤った方向に導く可能性が強いので、とくに留意する必要がある。

3) 環境大気汚染

汚染という言葉は、清浄なものに対する比較用語であ

る。とすれば、何が清浄かという原点を見極める必要がある。にもかかわらず現状では、清浄と目される地域の大気成分が明らかにされていない。その結果、ある物質が百万分の1または1億分の1検出されたから〇〇汚染だという表現が使用されがちである。大気の汚染状況を監視するという立場からは、当然に比較原点とする清浄地域の物質について測定されなければならない。しかしこれらに対する情報は短期間的なものしかない。筆者らが測定した清浄地域の物質のレベルは表5に示す値であった。この値は季節変化の評価には耐えられないものである。今後は、常時長期的な観測測定がなされるべきであり、それには測定所に高級な技術者数名が常在することが必要であろう。

大気汚染を論ずる場合は、発生源・環境大気を問わず汚染物質の定量的把握が正しく行なわれるべきである。定量性が明らかでない段階では論議にならない。なぜならば、生物残留性の有害物質は別として、ある一定の濃

表5 清浄地域の濃度レベルの例

① 長野県霧ヶ峰高原(Ⅰ)

1971年9月29日～10月1日

		検体数	平均値	最高値	最低値			検体数	平均値	最高値	最低値
オンキトシダ (pphm)	9/29	23	2.0±1.1	4.1	0.8	一室酸化素 (pphm)	9/29	24	0.4±0.1	0.7	0.2
	30	24	3.2±1.2	5.0	1.7		30	24	0.3±0.1	0.4	0.1
	10/1	18	4.5±0.5	5.1	3.8		10/1	17	0.4±0.2	0.7	0.1
亜硫酸ス (pphm)	9/29	24	0.7±0.3	1.2	0.4	二室酸化素 (pphm)	9/29	24	0.4±0.1	0.7	0.2
	30	24	0.7±0.2	1.1	0.4		30	24	0.3±0.1	0.4	0.1
	10/1	17	0.7±0.1	0.8	0.6		10/1	17	0.4±0.1	0.7	0.2

(注) COと、West-Gaeke法によるSO₂は全データtraceであった。

② 長野県霧ヶ峰高原(Ⅱ)

1972年9月28日～10月1日

		検体数	平均値	最高値	最低値			検体数	平均値	最高値	最低値
オキシダント (pphm)	9/28	24	4.4±1.0	6.5	3.0	一酸化窒素 (pphm)	9/28	24	0.5±0.3	1.5	0
	29	24	4.7±1.5	7.7	2.5		29	24	0.3±0.2	0.5	tr.
	30	24	4.3±0.9	5.8	2.3		30	24	0.2±0.2	0.5	0
	10/1	24	3.9±0.8	5.5	2.7		10/1	24	0.3±0.3	0.5	tr.
亜硫酸ガス (pphm)	9/28	18	1.1±0.3	1.8	0.7	二酸化窒素 (pphm)	9/28	24	0.5±0.2	1.0	0
	29	24	1.0±0.2	1.3	0.8		29	24	0.5±0.2	1.0	tr.
	30	23	1.3±0.6	2.4	0.6		30	24	0.4±0.3	1.0	tr.
	10/1	24	1.2±0.4	1.9	0.7		10/1	24	0.4±0.2	0.5	tr.

③ 小笠原父島

1971年11月8日～9日

		検体数	平均値	最高値	最低値			検体数	平均値	最高値	最低値
オゾン (pphm)		30	6.6±0.6	7.7	5.3	硫酸イオン ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		7	3.3±0.9	5.3	2.4
							硝酸イオン ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		7	0.12±0.08	0.23

浮遊微粒子

検体数；8

	粉塵量			Fe		Pb		Cu		Mn		Ni		Cd	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
平均値	51.8	0.620	1.21	0.00744	0.0161	0.0179	0.0406	0.00754	0.0149	0.000446	0.000928	0.000536	0.00114		
±	±16.9	±0.270	±0.367	±0.00283	±0.00990	±0.00714	±0.0267	±0.00469	±0.00762	±0.000322	±0.000676	±0.000118	±0.000463		
最高値	86.3	1.20	1.69	0.0121	0.0368	0.0303	0.101	0.0174	0.0274	0.000817	0.00194	0.000724	0.00220		
最低値	30.0	0.294	0.619	0.00320	0.00657	0.0101	0.0181	tr.	—	tr.	—	0.000287	0.000546		

(注) 平均値±の値は1σの値である。

度を越えることによって悪影響を及ぼす場合が多いからである。影響に対する判定条件(Air Quality Criteria)が各汚染物質に対して明らかでないし、またそれらの混合した場合の相乗相殺効果が明らかでないのですっきりしないが、本来は、大気中の汚染物質濃度は人体影響、その他生物影響の程度によって分類されるべきである。また、行政的に使用する測定機器の精度も、影響の程度を判断するに意味のある程度の精度でよいはずであり、やたらと測定精度を向上させることは経費が高くなるだけで無意味なことであろう。たとえば、SO₂、0.050ppmと0.045ppmとでは人体影響からみて有意の差があるのであるか、疑問である。本来、汚染物質ごとに人体影響とか植物影響の判定条件を定めようとする自体に問題があるのかも知れない。生物に悪影響があるかないかで、大気汚染か否かという論議がなされるのであることから、筆者は、次のような提案をしてみたい。

生物が正常に生育している地域(清浄地域)の大気成分を基準として指数化し、それを原点として汚染度合を分類したらどうか。たとえば、清浄地域においても呼吸器疾患の履病率は何かあるであろうが、これをバックグラウンド値とし、これより履病率が2~3%多い地域の各汚染物質濃度を測定して汚染指数化し、指数2とか、履病率が3~4%多い地域について同様の測定を行ない指数3とするというような扱いができないものであろうか。もし、このようなことが科学的に可能ならば、地域住民の生活に接近し大気汚染というものが理解されやすいであろう。この考え方を具体化するには、大気の汚染状況を知るのに、現在は自動的に測定できる物質のみに頼っているが、これだけでは指数化は危険である。たとえば、粒子状物質とか炭化水素、オキシダントなどは、その内容物質が不明である。これらの物質はその内容如何によって影響が異なりそうである。したがって、手分析による方法も併用されなければならないであろう。

4) 影響調査

この分野は発生源・環境大気分野に比して立ち遅れているといっても過言ではない。前述したようにもっとも大切な分野でありながら明らかにされている部分が少ない。本来、大気汚染を防止するという立場から考え方を組み立てるとしたら、多くの場合次のような思考過程

をとるであろう。

- ① ある地域に大気汚染と思われる生理機能障害(疾病以前の状態)の徴候を示す人々が発生する。
- ② その障害はどのような特徴を有するのか。またその徴候を示す人々は地域住民の何%に当たるのか。その比率は清浄地域に比較して有意の差があるのかどうか。差があれば、その原因物質は何かという推定を行なう。
- ③ 推定された物質の大気中濃度を当該地域と清浄地域について測定して濃度差に有意性があるか否かの検査を行なう。差が認められれば、どの程度高い値なのか、あるいは清浄地域にはまったくない物質なのかを調査する。
- ④ その物質の発生源は何処か。清浄地域の濃度にするには、発生源の放出量を何分の1に制御したらよいか。

おそらく最初に大気汚染問題が提起された地域では、このような思考によって防止対策がなされたのであろう。発生源対策は多額の金と高級技術を駆使して防除施設を活用するか、物の生産量を減少することになる。したがって、人体影響を示す現実のデータおよびそのおそれのあるデータが要求されるのである。国および自治体が、発生源・環境大気のように長期的経常的に影響について調査した例は筆者の知る限りでは、厚生省が1964年から1972年まで(今後も行なわれるであろう)行ってきた、“ばい煙等影響調査”ぐらいのものであろう。これも同一地域に対して同一手法で行なってきたものではない。わが国で行なわれている影響調査の多くは、局部的、単発的、時限的なもので、一部の研究者、医師会が自主的に行なったものである。これらの調査研究内容は個別的には立派なものであるが、地域間の比較とか経年的な比較はきわめて困難である。何故だろうか。それは疫学的な手法にしる臨床的な手法にしる調査様式とか内容が統一されていないからである。発生源・環境大気では汚染物質の測定方法が一応統一規格化されているので、国内比較は容易である。

1972年WHO専門委員会報告¹¹⁾は、大気汚染物質の判定について、次のようなことを述べている。

『人間の疾病と汚染への暴露との関係は単純ではな

く、また十分にわかっていない。死亡や疾病は、反応全体のスペクトルの端的な終局を単に示しているにすぎない(図1参照)。さらに人口集団のなかのある集団、ことに若年令層、高年令層、病気に罹患している集団および

他の有毒物質あるいはストレスに暴露されている集団などは、環境因子にとくに感受性がある。……』

同報告はさらに長期目標として次のような勧告を行なっている。『委員会は入手し得るあらゆる資料を考慮した結果、現在の知見に基づき検討された大気汚染物質から、好ましくない影響を防禦するための長期目標として次の勧告がなされるべきであるとの合意に達した(表6参照)。しかしながら、これらは暫定的な勧告であり、異なる人種における量-反応関係に関するデータが入手された場合は改訂されるべきものである。』

参考として1972年10月のWHOの専門委員会で汚染物質測定法について検討したところ、次のように決定したといわれている。

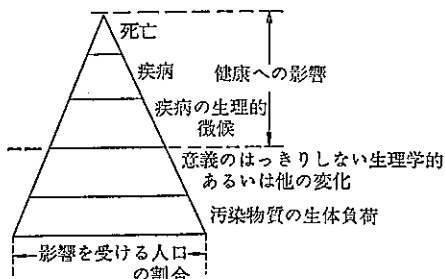
SOx: パラロザニン法

浮遊粒子状物質: ハイボリウム法(10μ以上カットせず)

NO, NO₂, O₃: ケミ・ルミネセンス法

CO: 非分散型赤外線吸収法

図1 汚染物質への暴露に対する生物学的反応の模型スペクトル



(注) 米国議会報告No.92-241, 1972による。

表6 長期目標に関する勧告

汚染物質および測定方法	限界濃度
いおう酸化物 ① 英国標準法	年平均値 60μg/m ³ (0.021ppm) 観測値の98%値 200μg/m ³ (0.070ppm)
浮遊粒子状物質 ① 英国標準法	年平均値 40μg/m ³ 観測値の98%値 120μg/m ³
一酸化炭素 NDIR	8時間平均値 10μg/m ³ (8ppm) 1時間最高値 40μg/m ³ (32ppm)
光化学オキシダント 中性KI法(as O ₃)	8時間平均値 60μg/m ³ (0.03ppm) 1時間最高値 120μg/m ³ (0.06ppm)

(注) 1) いおう酸化物と浮遊粒子状物質の値は互いに関連してのみ適用される。

2) 測定方法は必ずしも勧告されたものではないが、これらの組合わせの根拠となった測定方法を示す。

3) この値以上の2%の観測値は、連続する日には、出現してはならない。

2 調査研究の概要

大気部で行なっている調査研究の内容について、行政と対応したもの、基礎的なものというカテゴリーに分けて1971年度を中心に紹介する。

(1) 行政と対応した研究

1) 光化学スモッグに関する研究

東京に光化学スモッグ現象が出現していることが確実にわかったのは1967年からである。しかし、日本においては米国等で行なわれた二次汚染物質に対する追試が終了していないので、原因物質、生成物質、影響について甲論乙論百出し、一般世論をまどわし不安におとしられている。当部では1969年から光化学スモッグの本格的な研究体制に入り、1971年から研究のスピード化をはかるため、光化学スモッグ生成機序と植物影響に関する調査部会(部長戒能通孝所長、各分科会リーダー大平俊男大気部長)を設置した。本部会は当所大気部の研究者を主軸に民間、大学の研究者をも含めたワーキング・グループと、研究方法およびその成果を評価する学識経験者グループとから構成されている。本部会は1971~1972年度の2か年間で、従来米国で明らかにされてきた事項について追試・調査を行ない、夏場広域に多発しているスモ

ッグ現象が、光化学反応に起因するものであることを科学的に明らかにすることに重点をおき、2か年間の成果は1973年12月までに報告する予定で研究を進めている。現在までに(1972年4月)明らかにされた事項は次のようなものである。

- ① 大気中から光化学反応生成物質であるオゾン、二酸化窒素、PAN、アルデヒド(ホルムアルデヒド、アクロレイン)、硝酸ミスト、硫酸ミストなどの検出を行なったが、Oxとの関連からみて東京およびその周辺では明らかに大気空間で光化学反応が行なわれている。
- ② 上記生成物質からの光化学反応の証明以外に、野菜類、アサガオ、ケヤキなどにO₃、PANの被害症状が認められ、これら植物被害は都内およびその周辺県にまで及んでいる。

以上、①と②の結果から、4～10月の期間に出現している大気汚染の主役をなしているものは、光化学スモッグであると断定された。

③ 一都三県のデータ解析の結果

ア SO₂とOx濃度の高度別・地域別の分布パターンが異なっている。

イ Ox濃度に一定の風向性を認め難い。

ウ Ox濃度の日変化は、広域的に時系列変化が類似している。

エ Ox濃度と風速との関係は、一次汚染物質と趣きを異にしており、3～5m/sec程度のやや強い風のときにOx濃度は高くなる。

オ 天候別にみると、一般に快晴の日よりも晴れたり曇ったりの天候のときの方がOx濃度は高くなる。

以上の結果のうちア、イ、ウ、オの現象を総合すると、NO_x、HCの発生源別放出量の面以外に、光化学スモッグの原因物質の主要発生源は、東京周辺においては自動車であると推定される。

- ④ 使用過程車に対する自動車排気ガス浄化装置で、現時点でまあまあ採用できるものは、触媒式再燃装置であること。またこの方式は主としてCO、HCには効果があるがNO_xについては効果がない。触媒式以外のもので、CO、HC、NO_xに効果のあるものが散見されつつある。

本調査研究の結果、行政に反映されつつある事項は次のとおりである。

- Ox 予報・注意報・警報の発令基準および発令地域
- Ox 測定法のモニタリングとテレメータのシステム化
- 全Ox濃度と補正Ox値の関係
- Ox 測定点の選定条件
- CO、HCに対する触媒式自動車排気ガス浄化装置の実用化

今後に残された課題

- 各種発生源からの炭化水素のパターンと大気中の炭化水素パターンの比較検討
- PANの連続測定法の開発
- ホルムアルデヒドの連続測定法の開発
- 下層大気の大気層構造の解明、各汚染物質濃度の分布、地表温度の分布パターンなど大気汚染現象と気象との関連究明
- 固定発生源におけるNO_x連続測定法の開発およびNO_x発生防止に関する研究
- 触媒方式およびそれ以外の方式による自動車排気ガス除去装置のテスト、これら実用化の研究

以上の項目は1973年4月以降も長期的目標で研究を続ける予定である。

2) 有害物質の測定法・除去法および排出基準値に関する研究

大気汚染防止法により、いわゆる酸化物とばいじんについては排出基準値が定められている。局地汚染の大宗を占める工場等から放出される有害物質について排出基準を法律で定めているのは、カドミウムおよびその化合物・塩素・塩化水素・弗素、弗化水素および弗化珪素・鉛およびその化合物の5種類についてである。東京都公害防止条例では有害ガスとしてアンモニア以下32種類の物質を指定し、逐次排出基準値を定めることになっている。昭和44年7月2日より施行されて、排出基準値が適用されている物質は、アンモニア・弗素および弗素化合物・硫化水素・塩化水素・窒素酸化物(非燃焼性ガスのみ)・クロム酸・ホルムアルデヒド・塩素の8種類である。これらについては過去の調査研究から測定方法および除去技術の指導標準書が作成されている。大気部では

条例の趣旨にそって、残り24種類の有害ガスについて4か年計画で測定法・除去法および排出基準値に関する研究を東畑平一郎氏（中大理工学部教授）と共同で行なっている。

研究の重点は、各物質の発生源における試料採取方法・分析方法、テストプラントによる除去施設の実験および工場現地における応用実験である。

現在（1972年3月）までに調査研究の終了したものは次のとおりである。

昭和45年度

ホルムアルデヒド・塩素・シアン化水素・ベンゼン・臭素および臭素化合物・トルエン・キシレン（7種類）

昭和46年度

メタノール・アセトン・メチルエチルケトンおよびメチルイソブチルケトン・トリクロールエチレン・テトラクロールエチレン・硫酸・ノルマルヘキサン（7種類）

以上の成果は公害局規制指導部において順次排出基準値に追加されつつある。

今後に残された課題としては残り12種類（一酸化炭素…非燃焼性ガス…、アクロレイン、二酸化いおう…非燃

焼性ガス…、フェノール、塩化スルホン酸、ビリジン、酢酸メチル・酢酸エチルおよび酢酸ブチル、メチルメルカプタン、スチレン、エチレン、クロールピクリン、二硫化炭素）について、測定法・除去法および排出基準値等を検討することである。

3) 悪臭公害の評価に関する研究

一般市民の間では公害のカテゴリーのなかに悪臭の問題は古くから入っていたが、わが国が行政的に法律としてとりあげたのは、昭和42年8月施行の公害対策基本法である。これに基づいて具体的に悪臭防止法が施行されたのは、昭和47年5月31日以降である。この問題が今日まで法律的体系になり得なかった原因の背景には、悪臭の定義、悪臭物質の分析・除去に関する技術的分野の困難性であった。現在でも悪臭物質の定性定量的分析は安定した方法が開発されていない。

東京都では筆者らが昭和41年度から基礎研究に着手し、公害研究所発足の昭和43年度から年次計画で昭和46年度末には法律施行上の技術的問題点を明らかにする目標で努力してきた。1966年から1971年までの研究経過は表7に示す。

表7 悪臭公害研究の経過

年度	調査・研究項目	結果概要	問題点	備考
41	低級塩基性物質測定法に関する研究（都立大へ依頼）	ガスクロマトグラフ法により低級塩基性物質数成分の分析に可能性をみいだす。	推定考察が多く、まだ実測には用いられない。	この頃より、都市公害部（公害局の前身）として悪臭問題に本格的にとりくむ。
42	アンモニア・トリメチルアミンの測定	前年度のガスクロマトグラフのカラムでは分離不能のため測定不能	新たにカラム充てん剤を検討したが、分離性能よくない。	墨田区、東墨田地区の化製場の悪臭問題、とくに魚腸骨処理工場の対策から始まった。
	悪臭成分分析法に関する研究（産業公害防止協会委託）	アミン類、サルファイド類および脂肪酸の低沸点物質の測定法確立	実験データの添付なく机上論と思われる。	
43	1 防脱臭テスト (i) 除去施設3種の脱臭効率に関する調査（工程改善プロジェクトチーム）	除去施設による脱臭効率の判断の手法や季節気温、原料状態のかかわりが大きく、プロセス改良が第一と思われた。	基準となる測定法が確立しておらず低濃度では測定不能、検討したのはGCでメルカプタン類を吸光光度法で塩基性悪臭成分を、また同時採取試料を無臭室法による官能試験を行なった。	3種の装置は ㊦ アルカリと次亜塩素酸ソーダーと水による薬液洗浄
	(ii) 魚腸骨処理の搾汁（スティックウォーター）工程改善に関	都市魚宰のソリュブル濃縮はむずかしいとされていたが従来の酵素処理、シャー	濃縮機構の迅速化とホールミールの場合直火熱風乾燥は無理で乾燥機構も検討す	㊧ オゾン酸化 ㊨ スルホン化炭などの吸着で風量5m ³ /min

	<p>する研究 (工程改善プロジェクトチーム)</p> <p>2 有害物質(メチルメルカプタン, アクロレイン)の除去効果調査(宮本事務所委託)</p>	<p>プレスなどの方法ではなくデ・スラジア三層分離, 2重効用缶による濃縮とホールミールへの方向づけについては可能性を見出した。排水となっていたこれらのものの有効成分の回収は, 水質汚濁防止・悪臭防止からも有利である。</p> <p>1成分は濃度的に99.9%以上の効率がある。</p>	<p>べきである。</p> <p>排気ガスは相当の悪臭をもち, 既知成分の除去効率では判断できない。また除去の困難性を示している。</p>	<p>のテストプラントである。</p> <p>○北欧のフィッシュミールやボーンミール工場の視察と加工方法の研究も始まった。</p>
44	<p>1 化製場の発生源に対し官能試験法による臭気濃度測定法3種の比較実験(日本環境衛生センター委託)</p>	<p>それぞれの測定法でかなりの数値のばらつきがあることがわかった。</p>	<p>各測定法とも, 臭気濃度測定法に問題があり, 整理検討の必要がある。</p>	<p>官能試験と臭気成分分析の同時測定により客観的評価の確立へ本格的に歩み始める。</p>
	<p>2 悪臭成分分析法に関する実験 パラオザリニン法, メチレンブルー法, ネスラー法, ガスクロマトグラフ法</p>	<p>アミン類の定性にはガスクロマトグラフの充てん剤としてクロモソープ103がよいことがわかった。</p>	<p>半分離定性性はあるが, 濃縮法等に問題がある。目的成分に比し水分等が多いと定量困難である。</p>	<p>四日市地区における悪臭調査報告書である。(以後, 年次報告としてでる)</p>
45	<p>1 悪臭物質の2成分間の嫌悪性テスト(日本環境衛生センター委託)</p>	<p>2成分を混合するとどの成分間でも嫌悪性を増した。</p>	<p>定性実験である。</p>	<p>○検討の末, とりあげた代表的悪臭成分はアンモニア, トリメチルアミン, エチルメルカプタン, エチルチオエーテル, ノルマル酪酸, イソ吉草酸, アクロレイン, インドールなど</p> <p>○北欧のフィッシュミール工場で実習</p> <p>○無臭室完成</p>
	<p>2 悪臭の経時変化の実験(日環センター委託)</p>	<p>1日以内ならあまり変化ない。</p>	<p>ASTM注射器法は改良の必要あり。</p>	
	<p>3 フィールド調査</p>	<p>悪臭調査で最重点をおくのは嫌悪性でなければならぬことがわかった。</p>	<p>嫌悪性には間欠性や生活歴が作用するので表現法などの調査改善が必要である。</p>	
46	<p>間欠的嫌悪性テスト</p>	<p>嫌悪性はかなりいろいろな要素からできていることがわかる。</p>	<p>表示が難しく, 今後の課題</p>	<p>悪臭防止法6.1公布</p>
	<p>臭気濃度試験法の改良</p>	<p>3点比較による臭袋法がよいことがわかる。</p>		
	<p>アミン類の定性分析法の実験</p>	<p>低沸点アミン類はほぼ定性できる。</p>	<p>メチンアミンとトリメチルアミンの分離できない。</p>	<p>人員・実験室の整備が進み, いちばん研究が進んだ。</p>
	<p>サルファイド類の定性分析実験</p>	<p>FPD付ガスクロマトグラフがよいことがわかる。成分分析は臭気濃度試験の予備試験となる。</p>	<p>ガスクロマトグラフの少しの条件の違いで, 感度が変わってしまい, 定量困難</p>	
	<p>東墨田魚腸骨処理工場のプラント試運転に参加</p>	<p>水洗入口の臭気濃度約20,000出口の臭気濃度約200</p>	<p>プラントの操作技術, 原料の爽雑物の処理, 工場管理</p>	<p>公害局防止助成部工場立地課が所管で, 当部はプ</p>

		が問題となろう。	ラント運転、操作指導、脱臭テストに参加したものの
--	--	----------	--------------------------

以上の研究結果から次のことが指摘される。

- ① 現段階で個々の悪臭物質についてGC法その他の分析法で、すべて定性定量的に測定することが困難である。
- ② 悪臭物質の理化学的性質は、ほんのわずかしかわかっていない。
- ③ 悪臭というような感覚的要因の入ったものは、官能試験方法がもっともよいという結論に達し、官能試験による“3点比較による臭袋法”を開発確立した。
- ④ いくつかの除去方法について試験を行なった結果、完全に臭気を除去することは困難であることが明らかとなった。
- ⑤ 悪臭除去の方法は、悪臭を発生させないように製造加工工程を改良する工夫が基本である。

今後の課題としては、GC法その他の分析法の開発、悪臭除去施設の性能チェック（一般民間に設置されているものの効率テスト）などであろうが、この分野は多くの基礎的問題を含んでおり、長期研究が要求されるものと思われる。

4) 自動車排気ガス防止に関する研究

都内の自動車台数が100万台を越えた1965年頃から自動車排気ガスによる大気汚染が問題となりはじめた。都庁に都市公害部が設置されて以来、自動車排気ガス関係の文献調査¹²⁾、ジーゼル黒煙放出原因の調査¹³⁾などを行ってきたが、1965年以降本格的な調査研究に入った。

調査研究の重点は、自動車排気ガス中のCO、HC、NOx等の有害物質の測定方法の研究、これら物質の濃度と放出量との関係の把握、使用過程車の排気ガスの減少装置の実用化においた。これらの調査研究にはそれ相当の施設と高度な技術が要求されるので、早大理工学部、公害資源研究所などと共同研究の方式を採用した。

1965年以降の調査研究の概要を示すと次のようになる。

① 昭和40年度

ガソリン自動車の排気ガス浄化装置の一つとして、ク

ランクケースガスの循環装置および白金触媒式の排気ガス浄化装置の効果テストを行なった。その結果、クランクケースガス循環装置は各エンジンタイプごとに適合したものを選定すれば漏れガスを防止できることが確認された。白金触媒の浄化装置は初期性能でCO 90%、HC 72%（4モード平均値）の除去効果があることが判明した（早大と共同研究…エンジンダイナモテスト）。

② 昭和41年度

白金触媒装置の実車試験を実施し、同上の効果のあることを確認した（早大と共同研究）。

③ 昭和42年度

同装置をLPG車にて実車試験を行ない、同様の初期性能のあることを確認した。ただしLPG車の場合、ガソリン車のように鉛が入っていないので、ガソリン車に比して長期間触媒の寿命が保たれることが期待された（早大と共同研究）。

④ 昭和43年度

同装置取付の都庁有車を使用して、同装置の耐久性テストおよび触媒交換時期の簡易判定方法の研究を行なった。その結果、浄化率と走行距離との間に一定の相関関係は認められず、バラツキが大きいことが明らかとなった。この原因は触媒そのものの要因ではなく、自動車エンジン周辺の整備および運転状況に起因するものと判断された。触媒の交換時期については、アイドル時で50%以下の浄化率を示したものは交換することが望ましいという結論に達した。これらの結果については、各局および都自動車工場に情報を提供した（早大・公害資源研との共同研究）。

⑤ 昭和44年度

同装置の浄化率と走行距離との関係の調査を継続し、前年同様の傾向のあることを確認した。この結果、この種の浄化装置の性能を維持するためには、自動車本来の整備が完全に行なわれることが大切であるという結論に達した。

自動車の排気ガスの濃度と量は、走行状態により大きく左右されるので、走行モードを調査する必要性が生

し、走行モード測定装置の開発に努め、試作装置を完成させた。

ジーゼル車の黒煙防止のための Ba 系添加剤の使用上の是非に関する研究に着手した。その結果、Ba 系添加剤は黒煙制御に効果があることが判明した。したがって実車テストを開始した（早大と共同研究）。

⑥ 昭和45年度

前年度試作した装置を用いて、都内の走行モデルを作成した。以後の実験には4モード以外に都公研モードでも試験を行なう方針をとった。

ジーゼル車の黒煙防止実車テストの結果、燃料中の S 分と Ba が化合し、BaSO₄ の形でエンジン・燃焼機関内に付着し、車に悪影響を及ぼすと同時に、添加剤の Ba の 90% が排気ガスとともに大気に放出されることがわかり、Ba 系添加剤を使用することは望ましくないという結論に達した。

⑦ 昭和46年度

触媒方式以外の浄化装置の効果試験の方法論について研究に着手した。

自動車の走行状態と排気ガス成分との関係について研究した結果、全炭化水素、窒素酸化物、一酸化炭素は、燃料の種類よりも走行状態に大きく左右されることが明らかとなった。

今後の課題は、排気ガス浄化装置の基礎的研究面を充実するため、エンジンダイナモ(昭和47年度設置予定)試験が必要である。触媒方式による浄化装置で NO_x、CO、HC の三者が減少できないか、また、エンジン改良と触媒方式の両者併用による方式の検討などが残されている。いずれの場合でも安全性について長期研究が要求されるであろう。今後は各種浄化装置の試験方法の J I S 化が問題となる。現状の4モードについても再考を要するし、試料ガス採取方法も現在のモード別直接採取から並行サイクルの全量採取をねらういわゆる C V S 方式に移行するであろう。分析内容も、現在の全 HC、NO_x、CO 以外に粒子状物質、アルデヒド類、シアン化合物(トータルシアン)、アンモニアなどの物質が追加されていくであろうから、これらの分析法の確立も将来の大きな課題であろう。

(2) 基礎的な研究

1) 統計処理

大気汚染モニタリングステーションによるもの、大気汚染メカニズム解明を目的とした各種の大気汚染・気象の調査などから得られるデータ数は莫大なものとなってきた。これらの調査結果から必要な情報を得るために、電算処理による統計手法の開発が必要になってきた。そこで、当部では1968年から佛CACとの共同研究に着手した。研究の重点は、最初は SO₂ 汚染の地域特性の把握から始め、次第に大気汚染メカニズムの解明へ進み、社会事象のデータを併用して、将来予測、短期予測手法などにおいた。以下に年度別の研究内容を示す。

① 昭和43年度

ア 東京都大気汚染監視所における SO₂ 濃度の地域代表性；1測定所のもつ代表性を、日変化パターンと対数正規分布による濃度頻度グラフの16%、50%、84%の値から決定した。^{14), 15)}

イ 大気汚染物質相互間の関係；大気汚染物質のグルーピングを各汚染物質濃度の単相関から成分分析を行ない、大気汚染予報手段の基礎的情報を得た。¹⁶⁾

ウ 大気汚染質と気象との関係；風向、風速、気圧配置、大気安定度と各汚染物質濃度との関係を明らかにした。^{17), 18)}

エ 大気汚染垂直構造の解明；東京タワー塔体を利用した SO₂ をもとに、気象条件との関係を明らかにし、SO₂ の垂直濃度分布の特色を求めた。^{19), 20)}

② 昭和44年度

ア SO₂ 濃度短時間予測モデル；大気汚染モニタリングステーションのデータをもとに、SO₂ の濃度を予測するモデル式を作成。社会事象のデータ取納に着手。¹⁸⁾

イ 大気汚染と気象との関係；大気汚染垂直構造について、前年度に引き続き研究を行なった。²¹⁾

③ 昭和45年度

ア SO₂ 濃度地域代表性；昭和43年度に引き続き、夏・冬について検討した。¹⁵⁾

イ 大気汚染と気象の関係について昭和43・44年度に引き続き検討した。その結果 SO₂ 高濃度汚染のポテンシャル予測の基礎を確立した。²²⁾

④ 昭和46年度

ア 社会事象と石油系燃料販売量から一都三県の SO₂ 排出量の推計を行なった。⁹⁾

イ 気象(天候・気圧配置・日射量・風向風速・気温

湿度・大気安定度・海陸風前線)とOx濃度との関係から、汚染メカニズム解明の研究に着手した。

ウ 一都三県にわたる広範囲なOx濃度の日変化パターン、時間ずれから、移流・拡散メカニズムの研究に着手。

エ Ox濃度予測モデルを、早朝の一次汚染物質と気象条件から作成した(以上イ・ウ・エ²³⁾)。

オ 路上のCO濃度実測値と建物構造・自動車走行台数・風向風速との関係を数式化し、道路周辺(歩道)のCO平均濃度予測モデル作成²⁴⁾。

以上の研究成果は、SO₂、Ox高濃度汚染予報業務、総合測定室の選定、自動車排気ガス測定所のCOサンプリングポイントの決定、1971年以降の都市改造計画策定など都の行政に反映される一方、CO、粒子状物質の環境基準およびNO_x、Ox環境基準案など国の行政施策にも反映している。

今後に残された課題

いままでは大気汚染メカニズム解明という基本的な統計解析の開発研究が主体であった。今後は、都市計画、産業立地計画、都市人口問題などを含めた総合的な大気汚染防止対策が要求される。したがって大気汚染の現状把握・メカニズム解明と同時に、既知の情報から将来を予測するモデル式の確立が必要となってくる。長期研究目標として、都市構造、都市計画、産業立地計画、社会事象の変化、主要エネルギーの量・質の変化などと大気汚染将来予測のモデル化の研究があげられる。

2) 大気汚染による金属腐食に関する研究

大気汚染が金属類の腐食を促進させることは古くから指摘されているが、その実態はまだまだ明らかでない。本研究は日常使用頻度の高い鋼、ステンレス鋼、アルミニウム、銅、亜鉛、トタンを使用し、季節別・地域別の腐食度合を究明し、大気汚染の無生物に対する影響を検討することに重点をおいた。したがって、第一次研究期間として1970年～1975年までの5か年間を設定した。以下に1972年3月までの研究結果を述べる。なお大気汚染物質のインデックスとしては、いおう酸化物、塩素化合物、降下ばいじんを用いることとした。

① 用途地域間の金属材料腐食量の相違

鋼の侵食度(腐食による地金の減少量)は、工業地域(城東・舟渡・糞谷)が大であり、商業地域(東京タワ

ー・公害研)は工業地域と同程度かやや小であり、以下住宅地域(都立衛研)、田園地域(高尾)の順位で小となっている。

② 試験金属と大気汚染物質との関係

鋼の腐食は季節別の相違はあるが、いおう酸化物濃度(SO₂mg/100cm²/day)、塩素イオン濃度(NaClmg/m²/day)および降下ばいじんの溶液導電率(μv/cm/l/月)に影響されている。また、ステンレス鋼・アルミニウムはとくに塩素イオン濃度と関係が強い。銅・亜鉛については今後の研究を要する。

③ 大気汚染影響の指標化

鋼は総合的にみて地域差を示し、ステンレス鋼、アルミニウムは塩素化合物に感受性があるので、これらについては今後の研究継続により、非生物に対する影響の指標化の可能性がある。

現在までの研究の結果、次のような問題点が指摘できるので検討したい。

ア 指標化については腐食に関係する環境因子が多いので、特定の因子との関係を明確にするために、人工気象室内での基礎実験が必要となってきた。

イ 地域社会における金属腐食による経済損失評価は、限定的ではあるが可能であろうと思われるので、経済損失評価の基礎算定ができるような内容を追加したい。

ウ 大気汚染物質に侵食されやすい金属とあまり影響を受けない物質とを明確にし、将来の建築材料選定の資料としたい。感受性の高い金属腐食度が、生物影響のインデックスになりうるかどうか、生物影響の研究内容とのジョイントが必要である。

エ 調査場所については、調査目的に応じてきめ細かいネットを張ることが予想される。しかし、この場合は短年度であろう。

3) 大気汚染物質の測定法に関する研究

汚染物質を採取・分析することは、大気汚染問題を解決するうえでもっとも基本的かつ重要である。大気汚染の悪影響をなくするための環境基準値、環境基準と対応する排出基準値、発生源における除外設備・装置の効率評価等すべて汚染物質の正確な分析を前提として成り立っている。したがって、未完成な測定方法(採取・分析)あるいは未熟者による測定は、誤まった情報を与え、異

なる結論に導く危険性が大きい。われわれは、その危険を避けるために最大限の努力を払う必要がある。

大気部では、公害研究所発足（1968年）以来、必要あるいは重要と考えられる汚染物質について、採取法・分析法の基礎的な研究検討を行なっている。以下にこれらの主要なものを紹介する。

① 一酸化炭素の測定法について

大気中のCO測定については、バッグサンプリングと自動測定機を組み合わせることによって、高能率な測定方法を確立した（1968～1970）。現在日本各地で野外調査に活用されている。また、当所で開発したCO自動サンプラーは、CO自動測定機と連動させることにより、多点測定を一台の測定機で可能にし、現在国内の自動車排気ガス監視用の測定所に利用されている。

② オキシダント測定法について

オキシダント測定機の種々の機種について検討を重ねた（1968～1970）結果、安価で安定した測定機が完成した。NO、NO₂の影響について研究（1971～1972）した結果、全O_x濃度から補正O_x濃度を導き出すことが可能となった。これらの成果は、国内各地域で利用され光化学スモッグの基礎データが収集され、またO_xの環境基準専門委員会答申にも活用されている。

③ PAN、ホルムアルデヒドの連続測定法について

光化学反応生成物質中、もっとも注目されるPANやホルムアルデヒドの連続測定機の開発研究は1971年より開始し、現在両機種とも実用試験中である。これが完成すれば、今後光化学スモッグの内容物質を解析するうえに威力を発揮することは確実である。

④ 現在研究に着手したものは、煙道中のPCBの採取方法・分析方法および大気中のアクロレインの分析方法、煙道中のNO_x、HCl、HC等について試料採取方法・分析法、煙道中のSO₂測定機種間の相違の検討などである。

今後、残された課題は、シアン化合物、フタル酸エステル類、大気中の水銀蒸気および発癌性物質の測定方法の検討であろう。

4) スモッグチェンバーによる大気汚染の研究

大気汚染が一次汚染物質によって構成される場合は、発生源、拡散に関与する地形・気象などの要因によってその汚染機構を明らかにし、発生源に対する対策を実施

することができる。

しかし、光化学スモッグのように二次汚染物質による場合は、発生源、地形・気象だけでなく、濃度の消長には光化学反応機構が関与する。したがって化学反応機構を含めて総合的に解析を行ない、発生源との因果関係をその地域について立証する必要がある。具体的には東京の大気組成でどのような反応が起こり、どのような汚染物質が生成され、それが植物、人体、器材にどのような影響を与えるかをチェンバー実験で確認し、野外のデータおよび影響の現われと照合する。再びより精密な実験を行ないフィールドに還元する。このような手法を繰り返すことによって光化学スモッグが解明されるであろう。

当部においては1972年7月以降、チェンバーの基礎テストを行なっているため、近い将来、スモッグの発生条件・内容について解明し、精密に分析された光化学スモッグを、植物、動物、人体影響実験用の試料として供給することができるであろう。

以上が大気部で行なっている研究内容のあらましである。今後の大気部の研究方向なり、過去の研究内容なりに、諸賢の批判とご教示を戴ければ筆者の幸いとするところである。

参 考 文 献

- 1) J. O. M. Bockris (江見俊彦訳)：汚染を生じない未来技術の基礎としての電気化学、公害と対策 Vol. 1. 8 No. 10—1972
- 2) 川村清：対流圏の汚染、気象研究ノート P. 46 第107号
日本気象学会 1971年8月
- 3) 大平俊男他共訳：大気汚染の科学 P. 186、(株)講談社 昭和46年5月28日
- 4) 柴田徳衛・伊藤滋綱：都市の回復 P. 72～P. 74、NHK市民大学叢書18
日本放送出版協会 昭和46年3月25日
- 5) Profile of Air Pollution Control: APCD County of Los Angeles 1971
- 6) Approaching the Clean Air '67~'68 Progress Report: Department of Air Resources NYC, January - 1969
- 7) 大気汚染物質発生源別排出総量調査報告書、大気汚染物質発生源別排出総量調査委員会、環境庁大気保全局 昭和47年8月
- 8) R. L. Duprey: Compilation of Air Pollutant

- Emission Factors. U. S. Dof HEW, Public Health Service. Bureau of Disease Prevention and Environmental Control National Center for Air Pollution Control Durham, North Carolina 1968.
- 9) 科学技術庁資料調査会：高密度地域における資源利用と環境保全の調和に関する勧告（科学技術庁資源調査会勧告第26号）昭和47年5月30日
 - 10) 荒木峻：排ガス試料採取方法のJIS；第15回標準化全国大会報文集 1972年10月
 - 11) "Air Quality Criteria and Guides for Urban Air Pollutants,, Report of A WHO Expert Committee :
World Health Organization Technical Report Series No. 506 Geneva 1972
 - 12) "都市公害関係参考資料(2)" 自動車等の内燃機関の排気ガスによる空気汚染について
東京都首都整備局都市公害部 昭和36年10月
 - 13) "自動車排気ガスと大気汚染" 東京都首都整備局都市公害部 昭和41年5月
 - 14) 大平俊男：東京都大気汚染監視所における亜硫酸ガス濃度の地域代表性に関する研究，大気汚染研究第3巻第3号 1969
 - 15) 朝来野国彦，大平俊男他：亜硫酸ガスに関する常時測定点の地域代表性について，東京都公害研究所年報第3巻 1972
 - 16) 大平俊男：汚染現象からみた大気汚染質濃度と相互間の関係，大気汚染研究第3巻第3号 1969
 - 17) (株)CAC，東京都大気汚染常時調査結果の基本的統計処理について，昭和43年度東京都公害研究所委託研究 昭和44年3月
 - 18) 東京都公害研究所大気部，(株)CAC数理計画部，東京都大気汚染現象調査結果の統計処理について 昭和45年2月
 - 19) 大平俊男・福岡三郎：東京タワーの春季における高度別亜硫酸ガス濃度と気象条件との関係，東京都公害研究所年報大気編 1970
 - 20) 大平俊男，福岡三郎：東京タワーにおける大気汚染垂直構造に関する研究
東京都公害研究所年報大気編 1970
 - 21) 大平俊男，福岡三郎，宇田川満他：気象要素からの亜硫酸ガス汚染の予測に関する研究第1，第2報，東京都公害研究所 昭和45年11月
 - 22) 大平俊男，伊藤政志他：気象要素からの大気汚染予測に関する研究第3報，東京都公害研究所 昭和47年2月
 - 23) 大平俊男，福岡三郎他：東京光化学スモッグの汚染現象とその気象学的検討；東京スモッグに関する調査研究第2報，東京都公害研究所 昭和47年3月
 - 24) 大平俊男，宇田川満：道路周辺の自動車排気ガス汚染と建物構造について，交通工学 1972 No. 2