

現在の生活環境監視

——環境大気の常時監視——

今 井 佐金吾

(受付 2002年10月10日)

I. は じ め に

地球の誕生は、中村運によれば46億年前に遡るとされる。ここで、新人類が誕生した1万年前までの地球の環境を氏の説に沿って辿ってみる。創成期の地球には原始大気が存在したがその組成の90%以上は二酸化炭素であったと推定される。そのため地球にとどいた太陽エネルギーに起因する輻射熱をその温室効果のゆえに宇宙に放出することができず、とりまく大気の温度は400°C以上と極限状態にあったと想像される。一方で、地球上のあちこちで大規模火山爆発が頻発しており、高温のマグマの噴出や地震により複雑な地形を生み出していった。つまり当時の地球は生命の誕生を許さない灼熱の星であったろう。しかし、この後数億年をかけて地球はゆっくりと冷却していく。そして、それに伴い大気中の水蒸気は大量の降雨となって地表の窪地に溜まってゆくが、その過程で大量の火山噴出ガスに含まれる塩化水素ガスや硫酸化物ガスを溶かし込み、強い酸性となり原始の海を形成しはじめたのである。原始の海はその強い酸性のゆえに岩石からナトリウム、カルシウム、マグネシウムなどの金属類を溶かし出す。その結果、海水は中和されるとともに塩分を生成し、いよいよ長い海の時代に突入するのである。そして、この当時の海水の塩分濃度は現在に比べて十分の一程度と低かったと考えられており、生命の誕生の可能性が生まれてきたのである。一方、大気中の高濃度の二酸化炭素は海水に溶けて炭酸塩として沈降し、また光合成生物による二酸化炭素の固定により急激にその濃度が低下してきた。そして光合成による酸素濃度の上昇により大気組成は安定し、地球上の気温も徐々に安定化してきた。生命の起源は40億年前から38億年前の始原生物としてのラン藻類や細菌類の出現と考えられている。そしてこの頃から多くの生命の誕生や進化が可能な穏やかな条件、つまり水の存在、穏やかな気温、そして化学反応に必要なエネルギー源としての太陽光や地熱の供給が整いつつあった。その後の先カンブリア時代後期、つまり10億年前あたりになると海に於いて原生物界から菌類、植物種、そして動物種の三界への系統的形態分化がいよいよ始まったのである。そして各界の生物種は

海に於いて栄枯盛衰を繰り返しながら進化を続けていくことになる。4億年前、つまり古生代シルリア紀に入ると地球創成期の大規模火山爆発の減少、地熱の安定化、そして温室効果の激減により、地上はさらに温和な気象条件を備えるようになり、そこでいよいよ陸の時代へと移っていくことになった。陸上に初めて植物種が進出してきたのは4億年前、そして動物種は3億年前である。つまり海に生命が誕生して以来約36億年間は陸地は茫漠とした岩石ばかりであり生命は存在していなかったのである。しかし現在では地球上に百三十万種といわれる生物種が生存するに至っている。ダーウインの進化論では「生物は無限に発展し続ける」とされている。しかし古生代、中生代の末期、そして新生代に入って、地球上は氷河期の到来など地球規模の気象変動があったと想像され、生物界は大量の生物種の絶滅とそれに替わる新しい種の出現および進化が繰り返されてきた。

地球上の生命は必要なエネルギーを太陽光に依存している。つまり波長域が800 nm ~ 400 nm (1ナノ・メートルは 10^{-9} メートル)の可視光線が光合成や色覚認識などに必要不可欠である。しかし、同時に降り注ぐ太陽光の大部分を占めるのは400 nm以下の波長を持つ紫外線である。そのうち260 nm付近の紫外線は特にDNAの損傷を招くなど生物にとって極めて有害である。また紫外線よりさらに4ケタから6けたも波長の短い宇宙線(自然放射線)も同様にエネルギーが高く有害である。生物種はこれらの害を防ぐため修復や防御のしくみを長い進化の過程で創りあげてきた。つまり厳しい自然環境に順応して進化を遂げ生命を保ち続けてきたのである。さらに400万年前ごろになると大気圏をとりまくオゾン層がいよいよ完成し、地球上に注がれる紫外線の多くから生物が守られるようになり、より温和な環境が作りだされたのである。人類の出現は都合よく丁度この頃のことであった。人類もその後の進化の過程で損傷したDNAを修復する機能をつくりあげてきたが、紫外線や宇宙線の過酷な照射を直接受けた代を生き抜いてきた細菌類などとは違い、一つの修復機構が欠落している。それゆえ人類は皮膚ガンの脅威を受け続けてきた。ちなみに近年一部オゾン層の破壊が明らかになってきており、もしこの状態が拡大することになれば、その脅威が増大することはいうまでもない。現在はオゾン層を破壊する原因物質の殆どが国際的に製造と使用が規制されており環境への付加は減少してきている。しかし、その自然の修復には数百年間が必要であるといわれている。

さまざまな進化の過程を経て現代人の祖先たる新人類(Homosapiens Sapiens)が出現したのはほんの一万年前であった。この一万年は地球の46億年の歴史を通じて最も気象が安定し、生物にとって穏やかで良好な環境が出現した時期である。それゆえ新人類は文明と文化を創出するに至り、自然の循環に順応し穏やかな発展を遂げてきたのである。人間は自然資源を過度に収奪せず、また水や空気、自然浄化能力(自浄作用)など自然は環境を自ら修復する能力を備えていた。このような自然と人にやさしい環境の時代は18世紀後半に至るまで

続いてきたが、この頃になって遂に人間の生活に一大変革が起きることになる。それは1760年代後半にイギリスから始まった産業革命 (Industrial Revolution) であり、手工業から機械工業への発展に伴う社会経済上の大変革であった。機械文明を支えるためのエネルギー源として大量の化石燃料 (石炭) が使われたため、ついに自然環境の自浄能力を大幅に超える状況となり、大気汚染や水質汚濁が顕在化し始めたのである。しかし、幸いなことにこれ以後の汚染の進行は20世紀初頭までは比較的緩やかなものであった。

20世紀に入ると二度にわたる世界大戦のために大量の軍需物資が生産されるようになり、産業活動が急激に拡大した結果、化石燃料 (石炭、石油) および鉱物資源の使用量が急増し、環境汚染の進行が著しいものとなってきたのである。そしてこの流れは第二次世界大戦 (1945年前後) 終結後、さらに加速することになる。欧米先進諸国は高エネルギー消費型、大量生産、大量消費、そして使い捨ての便利で贅沢なライフスタイルを標榜する「近代化論」に基づき、重工業、農薬工業、重化学工業、そしてエネルギー産業などを強力に推進してきた。わが国も戦後、近代化を推し進める開発政策をとり、先進国に追いつけ追い越せと邁進してきた結果、ついに経済的には先進国の仲間入りを果たした。しかしながら近代化を急ぎすぎたがゆえに、その代償は当時の欧米先進諸国に於いてさえ類を見ないほどの激しい自然破壊と環境汚染や健康被害をもたらし、国際社会から「公害先進国」と謂われることとなったのは周知のことである。

おおまかに1980年代前半頃までは「公害の時代」と括ることができるかもしれない。つまり、典型七公害 (大気汚染、水質汚濁、土壌汚染、悪臭、騒音、振動、地盤沈下) に係る産業型公害および都市生活型公害の時代で激しい健康被害が相次いだ時期であり、地域的な汚染の様相が強かった。しかし80年代後半になると汚染質の種類が多様化し、さらに汚染が広域化するようになり、様相が一変して「環境の時代」に移ってきたといえる。それまで環境中での存在や環境残留性、および健康リスクなどがよく知られていなかった微量で、かつ多種の汚染質が測定技術の進歩と調査・研究の進展により次々に明らかにされてきたのである。難分解性ゆえの環境残留性の高い有機塩素系農薬類や PCB 類 (POPs: Persistent Organic Pollutants)、有害化学物質群、揮発性有機化合物類 (VOC)、プラスチック工業の原材料や可塑剤に用いられる化学物質群、ダイオキシン類、そして環境ホルモン様化学物質群が極微量であっても環境媒体中に検出されるようになった。これらは食物連鎖の経路をたどり既に生態系に影響が現れ始めているといわれ、野生生物に現れる影響は必ずや人間にも現れるとして心配されている。一方で、地球規模の環境問題が次々に提起されてきた。大気汚染物質の長距離越境輸送、POPs による広域海洋汚染、温暖化ガスによる気候変動、化学物質によるオゾン層の破壊、エネルギー政策に係る放射性物質汚染、そして砂漠化、人口増加と食料需給など国際社会において対策が急がれる問題である。

このような現在の状況を惹起せしめたのは人間活動に起因することは間違いない。つまり、一万年前の新人類の出現から今日までのうち、おおまかにいって僅か百年程度の間自然からの資源の過度な収奪と環境汚染を繰り返し、環境破壊を加速してしまったのである。この一万年を一年間に喩えると、我々が環境汚染を加速させてしまった百年前は12月27日8時に相当し、いかに短期間に地球に負荷をかけたかが判るであろう。我々は良好な地球環境を子孫に引き継ぐ責務がある。そのために国際社会は協調して「持続可能な発展」を遂げなければならない。

現代のグローバルな環境保全対策を推し進める上で基本をなす部分は、身近な「生活環境の監視」である。つまり日常的に環境の汚染状況を正確に把握することは、環境保全対策のための行政施策の策定や見直し、そして汚染の予測や被害の未然防止対策などに資する基礎的情報を得るために極めて重要である。そこで本稿では国および地方自治体が連携して実施しているわが国における生活環境監視の現況を紹介する。

II. 大気環境の監視

大気環境に係る汚染状況の常時監視は、環境基準の適合状況の把握と大気汚染防止対策を推進するうえで根幹をなすものである。現在、全国規模で実施されている常時監視は、大気汚染に係る環境基準が設定されている一般項目の自動連続測定、酸性雨モニタリング、ダイオキシン類対策特別措置法の中で環境基準が設定された大気中ダイオキシン類モニタリング、そして一部環境基準が設定されている有害大気汚染物質モニタリング調査である。

これらの調査・測定は国設大気監視体制と都道府県、政令市の監視体制が同時並行的に機能している。しかし都道府県、政令市が自動連続測定を実施するにあたっては、自動測定機器類、測定結果の伝送用テレメータ装置、そしてこれらを設置する監視局の建屋などの整備に多額の予算が必要となる。そこで国は測定技術の高度化、効率化に対応した監視測定体制の計画的、重点的整備を行うため、必要な予算の二分の一を補助する措置をとっている。また有害大気汚染物質モニタリング調査についても、これに必要な高額精密測定機器の整備に対して予算補助を行うとともに、ダイオキシン類の分析体制整備のための設備整備に対しても補助が行われている。ただしダイオキシン類の分析体制整備については、一箇所でも3億円あまりと巨額な予算が必要となるが、国の補助金支出額にも限度があるうえに、各地方公共団体にとってもその自己負担分が大きいことから、全ての地方公共団体の分析機関に分析体制が整う状況には至っていない。分析体制が未整備の地方公共団体では民間等の分析機関に委託しているのが現状である。

III. 大気自動連続監視システム

国、都道府県そして政令市がそれぞれに用途地域毎に複数の監視局を設置し、大気汚染に係る環境基準が設定されている監視項目（二酸化窒素、浮遊粒子状物質、光化学オキシダント、二酸化硫黄、一酸化炭素）を中心として、自動測定機器（湿式、一部乾式）により常時計測する。その計測値はテレメータ・システムにより各中央監視センターの情報処理装置へ伝送し集中監視する。測定局設置状況は、平成13年度末現在で国設大気環境測定所10ヶ所、国設自動車排出ガス測定所10ヶ所、そして大気汚染防止法に基づき、都道府県および大気汚染防止法上の政令市により、全国で一般環境大気監視局が1,711局、自動車排出ガス監視局が416局であり常時監視が行われている。各測定点の選定はそれぞれの地域的特性を考慮して各自治体が独自に決定することになっている。大気環境監視局は用途地域（住居地域、住居専用地域、商業地域、工業地域）毎に、それぞれを代表する地点に設置することを原則としている。自動車排出ガス監視局は居住者数や通行人数が多く、人への健康影響が懸念される地域（住居地域、商業地域など）に近隣する沿道及び車道上に設置することになっている。なお、自動車専用道路、大幹線道路交差点、自動車専用トンネルなどについては、環境大気連続自動監視網とは別に、発生源対策の一環として随時調査が実施されているところである。ちなみに神戸市では一般環境大気監視局13局、自動車排出ガス監視局6局が稼働している。

一方、国では酸性雨の実態把握、大気汚染物質長距離輸送の機構解明、そして生態影響の解明等を目的として1987年度から酸性雨に係るモニタリングを開始した。平成13年度当初には国設酸性雨測定所が全国40ヶ所に整備されている。

1. 監視局（測定所）、観測所等

(1) 一般環境大気監視局 General air pollution monitoring station

大気汚染防止法に基づいて、一般環境大気の汚染状況の常時連続監視を行う。測定データは環境基準の適否の判定、緊急時措置実施の判断、そして行政施策策定のための基礎データに利用する。この監視局は各地域を広域的に代表する地点に設置。

測定項目：二酸化硫黄、窒素酸化物、光化学オキシダント、浮遊粒子状物質、一酸化炭素、風向、風速など

(2) 自動車排出ガス監視局 Road side air pollution monitoring station

大気汚染防止法に基づいて、自動車排出ガスによる大気の著しい汚染が生じる恐れのある道路の部分、およびその周辺の区域における自動車排出ガスの実態を監視測定する。（車道局は環境基準の適用外）

測定項目：一酸化炭素，窒素酸化物，二酸化硫黄，浮遊粒子状物質，交通量

(3) 発生源局 Air pollution source monitoring station

主要工場での燃料，原料の使用量および工場からの煙に含まれる大気汚染物質の濃度を常時測定し，法令に定める基準の遵守状況を確認する。また各工場に専用のファックスを設置し，光化学スモッグ警報発令時などには，燃料の切替や煤煙量の削減対策を要請する。

測定項目：燃料使用量，原料使用量，窒素酸化物，二酸化硫黄，残存酸素等

(4) 気象観測局 Meteorological items monitoring station

大気汚染物質の濃度と風向・風速や気温等の気象項目は密接な関係がある。そのため特別に気象項目のみを測定する。

測定項目：風向，風速，気温，気湿

2. 一般環境大気監視局及び自動車排出ガス監視局に於ける自動連続測定法

各監視局自動測定法には湿式法と，1996年以降順次導入されつつある乾式法（汚染質を捕集するための吸収液や試薬溶液などを使用しない方式）が用いられている。これらの自動測定器により各1時間値として24時間連続測定されたデータは，テレメータ・システムにより随時中央監視センターへ送信される。表1に各監視項目に係る測定法を示す。

なお，光化学オキシダントとは，自動車排出ガスなどに含まれる炭化水素類等の一次酸化性物質から光化学反応により，生成されるオゾン，パーオキシアセチルナイトレート（PAN）を代表とする二次酸化性物質，つまり中性ヨウ化カリウム溶液からヨウ素を遊離させるものの総称である。これらの物質群は光化学スモッグの原因物質といわれている。

表1 連続監視項目に係る自動測定法

物質名	測定法
二酸化窒素	ザルツマン試薬を用いる吸光光度法，化学発光法*
浮遊粒子状物質	光散乱法，圧電子天秤法，又はβ-線吸収法。 光散乱法による測定結果の評価については，ろ過捕集法による重量濃度測定値（標準法）と光散乱法による測定値の比を用いて，指示値を重量濃度へ変換する。（F値換算）
二酸化硫黄	溶液導電率法，紫外線蛍光法*
二酸化炭素	非分散型赤外線分析計
光化学オキシダント	中性ヨウ化カリウムを用いる吸光光度法，電量法，紫外線吸収法*，そしてエチレンを用いる化学発光法*

* は1996年以降追加された測定法。

3. 大気汚染に係る環境基準

国の環境基準は「環境基本法」の第16条第1項に基づき、大気汚染、水質汚濁、土壌汚染そして騒音に関し、人の健康を保護し、生活環境を保全することを目的として定められたものである。つまり、これは地域全体の環境を望ましい状態に保つための目標であり、強制力の伴わない「維持されることが望ましい基準」である。表2に大気汚染に係る環境基準値を示す。

表2 大気の汚染に係る環境基準

項目	環境上の条件
二酸化窒素 (NO ₂)	1時間値の1日平均値が0.4 ppm から0.06 ppm までのゾーン内またはそれ以下であること。
浮遊粒子状物質 (SPM)	1時間値の1日平均値が0.10 mg/m ³ 以下であり、かつ、1時間値が0.20 mg/m ³ 以下であること。
光化学オキシダント (OX)	1時間値の1日平均値が0.06 ppm 以下であること。
二酸化硫黄 (SO ₂)	1時間値の1日平均値が0.04 ppm 以下であり、かつ、1時間値が0.1 ppm 以下であること。
一酸化炭素 (CO)	1時間値の1日平均値が10 ppm 以下であり、かつ、1時間値の8時間平均値が20 ppm 以下であること。

出典：平成13年度版「日本の大気汚染状況」大気汚染法令研究会／監修，ぎょうせい

4. 自動連続監視に於ける測定値評価方法

環境基準の達成率を全国一律に評価するためには、各地域の測定値に統一した評価基準を用いる必要がある。そこで環境省では次のような方法で評価することを定めている。

(1) 短期的評価（二酸化窒素を除く）

測定を行った日についての1時間値の1日平均値，8時間平均値，または1時間値を環境基準値と比較して評価を行う。

(2) 長期的評価

a. 二酸化窒素

1年間の測定を通じて得られた1日平均値の内，低い方から数えて98%目に当たる値（1日平均値の98%値）を環境基準値と比較して評価する。

b. 浮遊粒子状物質，二酸化硫黄及び一酸化炭素

1年間の測定を通じて得られた1日平均値の内，高い方から数えて2%の範囲にある測定値を除外した後の最高値（1日平均値の年間2%除外値）を環境基準と比較して評価する。

ただし，上記の評価方法にかかわらず環境基準を超える日が2日以上連続した場合には非達成と評価する。

5. モニタリング結果の環境基準達成状況

平成12年度における全国の測定結果について環境省は次のように評価をしている。

- a. 二酸化窒素および浮遊粒子状物質：全国の有効測定局（年間測定時間が6,000時間以上の測定局で、環境基準適用除外局は除く）に於ける環境基準の達成率は比較的高くなっているが、濃度の年平均値は二酸化窒素が、近年ほぼ横ばいであり、浮遊粒子状物質は横ばいからゆるやかな減少傾向にある。
- b. 光化学オキシダント：環境基準の達成率は依然として低い。
- c. 二酸化硫黄：三宅島の火山ガスの影響により環境基準の達成率は若干減少した。
- d. 一酸化炭素：例年通り全ての測定局で環境基準を達成している。

平成10年度から平成12年度における有効測定局数及び環境基準の達成状況の推移は表3のとおりである。

なお、各測定項目の年平均濃度および環境基準の達成率についての都道府県別の詳細は「平成13年度版日本の大気汚染状況（大気汚染法令研究会監修・ぎょうせい）」に掲載されている。

表3 測定項目別有効測定局及び環境基準達成率の推移

局区分	項目	10年度		11年度		12年度	
		有効測定局数	達成率 (%)	有効測定局数	達成率 (%)	有効測定局数	達成率 (%)
一般大気局	二酸化窒素	1,466	94.3	1,460	98.9	1,466	99.2
	浮遊粒子状物質	1,528	67.3	1,529	90.1	1,531	84.4
	光化学オキシダント	1,150	0.3	1,149	0.1	1,158	0.5
	二酸化硫黄	1,579	99.7	1,551	99.7	1,501	94.3
	一酸化炭素	145	100	138	100	134	100
	非メタン炭化水素	362	—	361	—	351	—

局区分	項目	10年度		11年度		12年度	
		有効測定局数	達成率 (%)	有効測定局数	達成率 (%)	有効測定局数	達成率 (%)
自動車排ガス局	二酸化窒素	392	68.1	394	78.7	395	80.0
	浮遊粒子状物質	269	35.7	282	76.2	301	66.1
	光化学オキシダント	35	11.4	34	5.9	30	3.3
	二酸化硫黄	103	100	101	100	96	93.8
	一酸化炭素	327	100	319	100	313	100
	非メタン炭化水素	181	—	177	—	177	—

出典：平成13年版「日本の大気汚染状況」大気汚染法令研究会 監修

IV. 自動連続監視システム以外の大気環境モニタリング

1. 移動大気観測車による測定

常時監視システムを補完するとともに、環境影響評価に関する基礎知識の収集のためにも使用する。現在では低公害・天然ガス車両を利用し、搭載する自動測定機器も一部は湿式から乾式に変更されている。

測定項目：二酸化硫黄，窒素酸化物，一酸化炭素，光化学オキシダント，浮遊粒子状物質，風向・風速

2. 大気浮遊粒子状物質測定

ローボリューム・エア・サンプラーによる浮遊粒子状物質（SPM）：複数地点に於いて環境大気を1ヶ月間連続通気し、石英繊維フィルター上に捕集した粒径 $10 \mu\text{m}$ 以下の粒子状物質の1ヶ月間平均濃度を通年測定する。またイオンおよび金属の成分分析を行っている。

SPMには多種の汚染質が含まれており人への健康リスクが高い物質である。そこで特に健康リスクが懸念されるPM10（粒径が $10 \mu\text{m}$ 以下の粒子）については、永年に渡り全国的にモニタリングが行われてきている。しかし現状においても環境基準を完全にクリアーでき

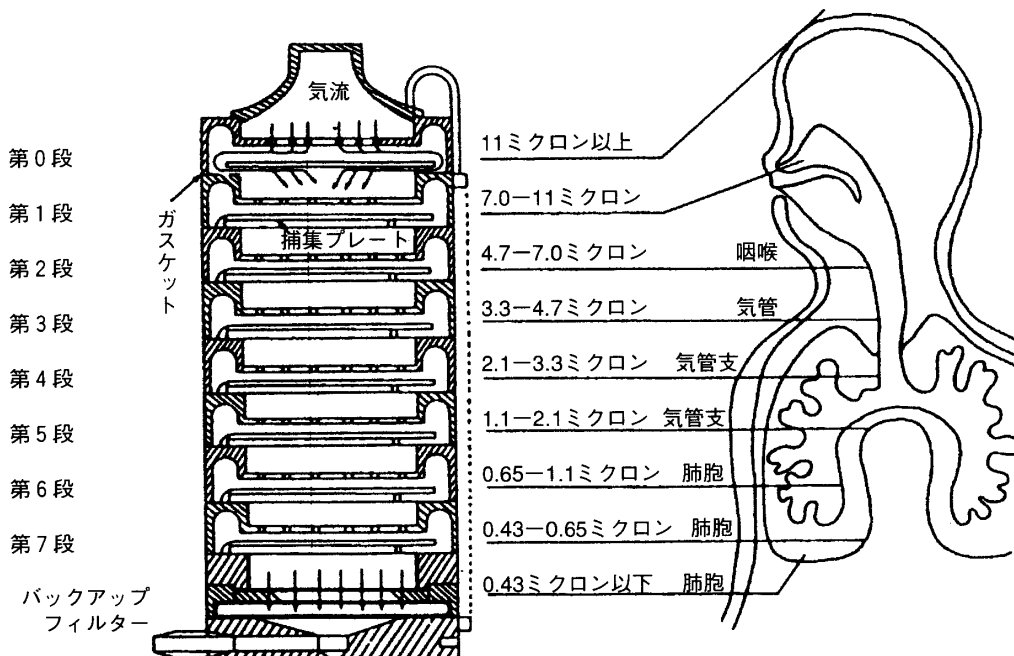


図1 粒径別浮遊粒子状物質捕集装置
構造と粒度分布
アンダーセン・エアサンプラー (AN-200型)

ないことから判るように SPM の削減は容易ではない。

近年問題化してきた PM_{2.5} (粒径が 2.5 μm 以下の粒子) は肺胞にまで達するといわれるほどに健康リスクが高いことから測定体制の整備が急がれるところであるが、わが国は米国に比べて若干遅れている。このサンプリング装置は PM₁₀とは全く異なることから、その整備に時間がかかっているが、ここ 2～3 年前から環境省はいくつかの自治体に PM_{2.5} の測定について試験的調査を委託し、全国規模のモニタリング技術の確立をめざしているところである。近い将来には全国規模のモニタリング調査がスタートするものと思われるが、その際、当面は PM₁₀ も平行してモニタリングすることがぜひ必要であろう。

アンダーセン・エア・サンプラーによる粒径別浮遊粉塵：粒径の大きさごとに 8 段階のステージからなるインパクターに、それぞれの粒子を集める。粒子径は人間の呼吸器系の進入部位に密接な関係があり、各ステージは人間の呼吸器官の各部分に相当するといわれている。図 1 は浮遊粒子状物質を粒子径別に捕集する装置である。

3. 酸性雨・霧等の測定

我国における酸性雨等の実態を長期的に把握し、予想される被害の未然防止を目的として、東アジア酸性雨モニタリング・ネットワークのガイドライン・技術マニュアルに準拠して、全国規模で通年調査を実施している。

第一次汚染物質および第二次汚染物質の一部は酸性降下物として直接地表へ沈着（乾性沈着）する。また一部の粒子状あるいはガス状酸化性汚染物質は雲粒、雨滴、霧水に取り込まれ、酸性雨、酸性霧等として降下（湿性沈着）する。なお酸性雨、酸性霧とは通常 pH5.6（純粋な雨水に CO₂ が飽和したときの値）以下とする。

環境庁（省）は第 1 次酸性雨対策調査（1983～1987 年）を開始して以来、現在実施中の第 5 次調査（2001～2005 年）に至るまで、降水、土壌、植生、陸水系の継続的なモニタリング、樹木の衰退等と酸性雨との関連が指摘される地域における降水、大気汚染物質、土壌、植生などの総合的な調査研究などを実施してきている。

ちなみに、環境庁、第 3 次酸性雨対策調査（1993～1997 年の間）において、我国の降雨の全地点年間平均 pH 値は 4.8 から 4.9 と欧米諸国に比べて高い値であった。なお、第 4 次調査（1998～2000 年の間）結果については現在とりまとめが行われている。

測定項目：降水量，pH，導電率，SO₄²⁻，NO₃⁻，Cl⁻，NH₄⁻，Ca²⁺，Mg²⁺，K⁺，Na⁺

図 2 は降水中の全地点年平均 pH 値の全国分布を示したものである。

現在の生活環境監視

第2次調査及び第3次調査結果

第2次平均¹⁾ / 平成5年度 / 6年度 / 7年度 / 8年度 / 9年度



図2 日本の降水中のpH分布図
出典：平成14年版「環境白書」環境省編

V. 有害大気汚染物質に係る常時監視

「有害大気汚染物質状況調査」

近年になり、先進国では多種多様な化学物質が使用量の増加により大気中から微量ながら検出されるようになり、1992年の地球サミットにおけるアジェンダ21でも化学物質による環境リスクの削減のための取り組みが求められていた。そして現在では分析技術の進歩に伴って我国の環境大気中からも200種類程度の化学物質が検出されている。これらは、硫黄酸化物、

窒素酸化物や浮遊粒子状物質などの従来の大気汚染物質と区別して有害大気汚染物質と呼ばれており、大気中濃度が微量で急性影響は見られないが、長期的に暴露されることによって発ガンなど人の健康に有害な影響を及ぼす恐れのある化学物質群である。つまり、将来にわたる健康被害の未然防止対策が重要な汚染物質といえる。中央環境審議会は1996年10月から1997年1月にかけて次のことを答申した。(1)微量であってもガンを発生させる可能性が否定できず、閾値(いき値:その暴露量以下では影響が起これないとされる量)が無いと考えることが適切な物質に係るリスクについて、生涯リスクレベル 10^{-5} (10万人に1人の割合)を目標とする。(2)有害大気汚染物質に該当する可能性のある234種類のリストおよび、その内の優先取り組み物質22種類のプライオリティ・リスト。(3)指定3物質(有害大気汚染物質のうち、人の健康被害を未然防止するため排出量および飛散を早急に抑制する必要のある物質)ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンの環境基準設定のための指針値。(4)指定物質などの排出抑制のあり方。(5)モニタリング調査(常時監視)のあり方。環境庁はこのような答申内容を受けて1997年2月に指定3物質について、環境基本法第16条に基づき環境基準を設定した(ベンゼン:0.003 mg/m³, トリクロロエチレンおよびテトラクロロエチレン:0.2 mg/m³)。なお2001年4月にはジクロロメタンにも環境基準0.15 mg/m³以下が追加設定されている。そして環境庁は1997年4月1日付けで「大気汚染防止法・改正法」の施行に至った。この改正により全国規模での有害大気汚染物質モニタリング調査が規定され、その実施主体は地方自治体と位置づけ、それぞれの地域における一般大気、発生源周辺そして沿道での常時監視を義務付けた。これを受け全国の自治体は1997年下半期より一斉に4地点~6地点において、プライオリティ・リストのうち19物質について毎月1回の頻度で調査に入った。表5には有害大気汚染物質モニタリングに係るプライオリティ・リスト及びそれぞれの物質に関する発ガン性評価を示す。

表4 環境基準

有害大気汚染物質(1997年2月)	年間平均値
ベンゼン Benzen	0.003 mg/m ³
トリクロロエチレン Trichloroethylene	0.20 mg/m ³
テトラクロロエチレン Tetrachloroethylene	0.20 mg/m ³
ジクロロメタン Dichloromethane (2001年追加設定)	0.15 mg/m ³
ダイオキシン類対策特別措置法(2000年1月)	
大気環境: 0.6 pg-TEQ/m ³	
水環境: 1.0 pg-TEQ/l	
土壌 : 1000 pg-TEQ/g	
TEQ(毒性当量); Toxic Equivalents Quantity	
耐容1日摂取量: 4 pg-TDI	Tolerable Daily Intake

現在の生活環境監視

表5 有害大気汚染物質モニタリング・プライオリティリストおよび発ガン性評価

物質名	IARC (国際がん研究機関)の発がん性評価	表値等 (単位: $\mu\text{g}/\text{m}^2$)	
		EPA 10^{-5}	WHO 欧州
アクリロニトリル	2B	0.1	0.5 ※1,3
アセトアルデヒド	2B	5	—
塩化ビニルモノマー	1	~2.3	10 ※1,3
クロロホルム	2B	0.4	—
酸化エチレン	1	—	—
1,2-ジクロロエタン	2B	0.4	700 ※3
ジクロロメタン	2B	20	3000 ※4
テトラクロロエチレン	2A	—	250 ※2
トリクロロエチレン	2A	—	23 ※1,2
1,3-ブタジエン	2A	0.04	—
ベンゼン	1	1.3~4.5	1.7 ※1,2
ベンゾ [α] ピレン	2A	—	0.00011 ※1,2
ホルムアルデヒド	2A	0.8	100 ※4
水銀及びその化合物	3	—	1 ※2
ニッケル化合物	1	0.04 ※ a 0.02 ※ b	0.025 ※1
ヒ素及びその化合物	1	0.002	0.0067 ※1,2
ベリリウム及びその化合物	1	0.004	—
マンガン及びその化合物	—	—	0.15 ※2
六価クロム化合物	1	0.0008	0.00025 ※1

なおダイオキシン類もモニタリング対象物質に含まれているが、これとは別に2000年1月に「ダイオキシン類対策特別措置法」が施行となっている。この法律では施策の基本とすべき基準（環境基準、排出ガスおよび排水に係る特定施設の排出基準）の設定、廃棄物処理に関する規制、汚染状況の実態調査、そして削減計画の策定などを規定している。

表4には有害大気汚染物質及びダイオキシン類について設定されている環境基準を示す。

- ・「評価値等」の「大気環境基準値」の欄は、環境基本法第16条に基づく大気環境基準値
- ・IARC 発がん性評価

1 人に対して発がん性を示す物質

2 人に対して発がん性を示す可能性のある物質

2A 可能性の高い (probably) 物質

2B 可能性の低い (possibly) 物質

3人に対して発がん性を評価するには十分な証拠が得られていない物質

・「EPA 10^{-5} 」の欄は、米国環境保護庁が設定したユニットリスクに基づく 10^{-5} リスクレベル換算値

出典：13年版「日本の大気汚染状況」大気汚染法令研究会監修，ぎょうせい

平成12年度における環境庁および自治体による有害大気汚染物質モニタリング調査のうち、大気汚染防止法に基づき指定物質に指定されている3物質について、地方公共団体等が実施した調査結果の中間集計によれば、ベンゼンについては全国364地点中の74地点が環境基準を超過していたが、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンについてはいずれも環境基準を下回っていた。表6はその調査結果の概要を示したものである。

表6 調査結果の概要

物質名	平成12年度		平成11年度		平成10年度	
	地点数	平均値	地点数	平均値	地点数	平均値
ベンゼン	364	2.4	340	2.5	292	3.3
トリクロロエチレン	327	1.2	313	1.8	271	1.9
テトラクロロエチレン	326	0.66	313	0.77	272	1.0

平成13年版「日本の大気汚染状況」より転載

(1) ベンゼン

平成9年度下半期から平成12年度の環境基準超過地点数及び平均濃度を表7と表8に示す。平成12年度調査結果においては、一般環境について208地点中23地点が、発生源周辺については69地点中14地点が、そして沿道については87地点中37地点が環境基準を超過していた。

表7 平成12年度ベンゼンモニタリング調査結果の概要

単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

物質名	地域分類	地点数	検体数	平均	最小	最大
ベンゼン	一般環境	208 (245)	2,508 (2,739)	2.0 (2.0)	0.46 (0.16)	4.6 (4.6)
	発生源周辺	69 (78)	828 (901)	2.4 (2.5)	0.83 (0.25)	7.8 (14)
	沿道	87 (98)	1,056 (1,135)	3.1 (3.1)	1.4 (1.4)	5.6 (5.6)
	全体	364 (421)	4,392 (4,775)	2.4 (2.3)	0.46 (0.16)	7.8 (14)

(注) 括弧内は年平均値として評価することができないデータも含めた数値である。

現在の生活環境監視

表8 ベンゼンの環境基準超過地点数及び平均濃度の推移

単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	一般環境				発生源周辺				沿道				合計			
	全地点数	超過地点数	超過割合	平均濃度	全地点数	超過地点数	超過割合	平均濃度	全地点数	超過地点数	超過割合	平均濃度	全地点数	超過地点数	超過割合	平均濃度
9年度	31	13	42%	3.0	14	6	43%	3.6	8	7	88%	4.8	53	26	49%	3.4
10年度	174	68	39%	3.0	58	22	38%	3.2	60	45	75%	4.4	292	135	46%	3.3
11年度	198	19	10%	2.1	68	17	25%	2.5	74	43	58%	3.3	340	79	23%	2.5
12年度	208	23	11%	2.0	69	14	20%	2.4	87	37	43%	3.1	364	74	20%	2.4

(注) 月一回以上の頻度で一年間にわたって測定をした地点に限る。
平成13年版「日本の大気汚染状況」より転載

つまり全体の20%が超過していた。なお、平成9年下半期から平成12年度にかけて環境省及び地方公共団体において、継続して調査を実施した地点は43地点あり、これらの地点の平均値は平成9年度下半期では $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であったが、平成12年度では $2.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に減少している。

(2) トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレン

平成12年度調査におけるトリクロロエチレン及びテトラクロロエチレンの平均濃度は表9のとおりである。これら2物質に設定されている環境基準値は $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であるから、全ての地点で環境基準をはるかに下回っている。

表9 平成12年度トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレン調査結果

単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

物質名	地域分類	地点数	検体数	平均	最小	最大
トリクロロエチレン	一般環境	204	2,460	1.2	0.0039	8.0
	発生源周辺	69	828	1.4	0.040	15
	沿道	54	660	1.1	0.019	5.6
	全体	327	3,948	1.2	0.0039	15
テトラクロロエチレン	一般環境	208	2,508	0.70	0.018	5.8
	発生源周辺	65	780	0.55	0.054	3.6
	沿道	53	648	0.66	0.076	3.0*
	全体	326	3,936	0.66	0.018	5.8

(注1) * は年平均値の算出結果が検出下限未満の値であったことを示す。
平成13年版「日本の大気汚染状況」より転載

(3) ジクロロメタン

平成12年度調査におけるジクロロメタンの平均濃度は表10のとおりである。参考として、これらの測定値を平成13年4月に設定された環境基準値 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と比較すると全ての地点で環境基準をはるかに下回っている。

(4) ダイオキシン類

平成11年度に環境庁(省)及び大気汚染防止法の政令市が、三つの地域分類毎に夏冬を含む年二回以上測定した調査結果について、それぞれの平均値が環境基準 (0.6 pg) を超過した地点数は次のとおりであった。

表10 平成12年度ジクロロメタン調査結果の概要

単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

物質名	地域分類	地点数	検体数	平均	最小	最大
ジクロロメタン	一般環境	176 (224)	2,112 (2,453)	2.9 (2.8)	0.092 (0.092)	12 (12)
	発生源周辺	58 (73)	696 (812)	3.5 (3.5)	0.27 (0.27)	17 (17)
	沿道	42 (56)	504 (605)	2.9 (2.9)	0.35 (0.32)	11 (11)
	全体	276 (353)	3,312 (3,870)	3.1 (3.0)	0.092* (0.092)*	17 (17)

(注1) 括弧内は年平均値として評価することができないデータも含めた数値である。

(注2) * は年平均値の算出結果が検出下限未満の値であったことを示す。
平成13年版「日本の大気汚染状況」より転載

表11 ダイオキシン類環境基準超過地点数

	一般環境	発生源周辺	沿道	合計
全地点数	380	98	17	495
超過地点数	3	1	1	5
超過割合	0.8%	1.0%	5.9%	1.0%

VI. おわりに

現在の環境対策を推し進める上で極めて重要な部分は、我々の生活環境における汚染状況の実態把握である。そこで、本稿では国及び地方公共団体に於ける環境行政のための基礎的調査として位置づけられる常時監視について、環境大気に係る概略を紹介した。一方、調査

現在の生活環境監視

結果の詳細は膨大な量にのぼることから、稿末に挙げた報告書などを参照願いたい。また本稿では随時調査についても紙数の都合上、紹介できなかったが、「環境水質の常時監視」と併せて引き続き別稿にて紹介する予定である。

出典及び参考文献

「生命進化40億年の風景」, 中村運 著, 平成7年, 化学同人
平成13年版「日本の大気汚染状況」, 大気汚染法令研究会監修, ぎょうせい
平成14年版「環境白書」, 環境省編, ぎょうせい
「有害大気汚染物質測定の実際」 環境庁大気保全局監修, 平成9年
日本環境衛生センター