

## 大気汚染に係る歴史的考察\*

氷 見 康 二\*\*

### 1. はしがき

筆者は神奈川県に奉職し、1953年以来、京浜工業地帯を主因とする大気汚染の性状、対策技術を調査研究して、大気保全行政に携わり<sup>1)</sup>、わが国の大気汚染史<sup>2)</sup>を執筆・編集した。そこで、筆者の活動で印象に残った事項を中心に大気汚染の歴史を概説する。

### 2. 太平洋戦争前の大気汚染

先ず2つの文章を紹介する。ひとつ目は、「天を覆う蒙々たる黒煙は我が大阪市の有する特徴の最たるものにして、又最大の悩みなり。煤煙による市民が蒙る被害の甚大なるは今更多言を要せず、煤煙を核とせる霧の発生、又は日光照射の減弱等により吾人頭上は鬱然圧迫せられ、身体就中精神的作用に絶えず不快の感を与え、又は植物の被害、建築物、衣服、器物の汚染、人工照明時間の延長等のための経済的損失等実は枚挙に暇なき程にして煤煙防止方策の如何は実に焦眉の急務と云はざるべからず。……」<sup>3)</sup>であり、2つ目は、「人口ノ増加商業ノ発展ニ伴ヒ都市ノ空気カ逐次之カ汚染ノ度ヲ加エツツアル事ハ既明ノ事実デアル。林立セル煙突濛々天ヲ覆フ煤煙、勿論其レハ都市ノ繁栄ヲ示ス証憑ノ一ニハ相違ナイカ一面之ヲ国民ノ保健衛生ノ見地ヨリ観ルトキハ憂慮タラサルヲ得ナイ。都市ト煤煙ノ問題ハ今更新シイ問題テハナク已ニ石炭ノ使用当初ヨリノ悩ミテア

ル。然ルニ之カ調査ノ精細ナルモノヲ見ス從テ之カ対策ノ見ル可キモノナク荏苒今日ニ到レルハ畢竟、餘リニ商工業其他都市ノ繁栄ノ汲々トシテ之ト併行顧慮セラレナケレハナラナイ保健的觀念ノ看過サレテキルカラデアル。……」<sup>4)</sup>である。これらは、1922年に「大阪市衛生試験所」の藤原九十郎博士らが、1927年に「東京市衛生試験所」の有本邦太郎博士が、大阪市、東京市の大気汚染調査研究をそれぞれ開始し、その結果報告<sup>3,4)</sup>に記した文章<sup>5)</sup>で、当時の石炭燃焼による大気汚染の激化を示している。なお、これら調査研究の主要な測定汚染物質は、降下煤塵、浮遊煤塵、硫黄酸化物等で、大阪市は、戦時の一時期を除き測定を継続し戦後に及んでいる<sup>5,6)</sup>。

また、「中央气象台」の三宅泰雄博士らは1935年頃から、「化学気象学」という考えで大気汚染や雨水成分の調査研究を進め、多くの学術論文<sup>7-10)</sup>を発表している。

大阪市の煤煙は1873年頃から人々に注目され、大阪府は1888年、旧市内に煙突を持つ工場の設置を禁止し、同警察部は1911年、消煙装置設置を通過して、大阪府は1932年、「煤煙防止規則」を公布し、リングルマン3度以上の黒煙を1時間に6分以上連続して煙突から排出することを禁止した<sup>2,5,11)</sup>。

首都圏においても煤煙が問題化し、燃料協会が1924年、保健と燃料濫費防止上、都市においては、無煙炭を使用すべきだと報告して、東京府が1935

\*Historical Consideration on the Air Pollution in Japan

\*\*Yasuji HIMI (神奈川県公害センター(現同県環境科学センター)元所長, 社団法人大気環境学会名誉会員, 全国公害研協議会(現全国環境研協議会)元副会長・会長)

Former Director of Kanagawa Prefectural Environmental Research Center, Honorary Membership of Japan Society for Atmospheric Environment, Former vice President and President of Environmental Laboratories Association

年、「煤煙防止要綱」を作成し、神奈川県議会が1937年、煤煙問題を議題として<sup>2,12)</sup>、「煤煙防止委員会規定」を定めている。また、川崎市議会議長が1940年、煤煙防止に関する意見書を神奈川県知事、厚生大臣等に提出した<sup>2,12)</sup>。このように、地方政治が煤煙問題に注目したにもかかわらず、1911年に制定された「工場法」は、工場が公益を害した場合、行政官庁にその操業停止権限を与えたものの同法は、1927年、浅野セメント(株)川崎工場からの激しい粉塵飛散に抗議し、工場法による操業停止を求める川崎市民の要求を神奈川県工場課長が拒否したように、大気汚染防止には機能せず、1943年の「戦時特例法」によって停止されてしまった<sup>12)</sup>。すなわち、太平洋戦争前においても、煤煙を主とする大気汚染が注目され、たとえば、小学校5年生の国語の国定教科書が大阪市を「煙の都」と紹介し、マスコミに煤煙問題が広く取り上げられていた<sup>12)</sup>にもかかわらず、戦後再びこの問題が提起されてしまったがわが国の政府は、戦争直後、煤煙問題について無関心だった。

### 3. 太平洋戦争後の大気汚染

太平洋戦後、わが国は、国産炭を主燃料にして工業復興を進め、煤煙・排水・騒音等への苦情が多発した。このため、苦情の矢面に立たされた地方自治体は、1949年に東京都、1950年に大阪府、1951年に神奈川県、1955年に福岡県と、「公害防止関連条例」を制定した<sup>1,2)</sup>。なお、この条例案を議決した1951年の神奈川県議会12月定例会において、中嶋英夫議員は、県当局が提出した条例案に記された「公害防止と工業発展の調和を図る」との条文案に注目し「公害の発生を予測したにもかかわらず調和を強調するなら、この条例は公害防止条例ではなく公害調整条例ではないのか？」と条例案を疑問視し、白幡万平議員は、公害防止に理解を示しつつも、復興途上の工業の将来を危惧した。そして、このような福祉か、生産かというジレンマに根ざした質疑によって審議が難航したものの、これを乗り切ったのは、内山岩太郎神奈川県知事の政治力だった。そして、1952年に開始された神奈川県の初期公害行政は、このジレンマから抜け出せず、長く困難な道を歩んだ<sup>1,13)</sup>。

また、当時、煤煙規制基準を制定する技術的背

景が皆無であり、地方自治体は煤煙規制を志向したが、対策は困難を極め、つぎつぎと煤煙規制立法を求め大気汚染調査研究を開始した。

まず、大阪市は前記測定を戦後に拡充し、灰分が多い「沖の山炭」を燃料として工業復興を遂げつつあった宇部市は激しい降下煤塵被害を蒙り、同市長は1949年、山口県立医科大学野瀬善勝助教授に依頼し調査を開始した。また、東京都衛生研究所の斎藤功博士らは1954年から降下煤塵測定を始め、硫酸化物等の測定を加え調査を継続した<sup>14)</sup>。

同年、京浜工業地帯の煤煙対策を求める陳情書が神奈川県に約3000通寄せられ、同県は、工場・事業場の煤煙を規制すれば、訴えは、解決可能なことを立証すべきと「神奈川県京浜工業地帯大気汚染防止対策技術小委員会(委員長横浜国立大学北川徹三教授)」を1957年に発足し、横浜国立大学工学部、横浜市立大学医学部、横浜地方気象台、そして1956年から降下煤塵測定を始めていた横浜・川崎両市に参加を求め調査を開始した<sup>1,13,14)</sup>。

なお、「神奈川県工業試験所」に所属する研究者として、この調査研究活動に参加した筆者の脳裏には、調査のためヘリコプターで工業地帯の上空を飛んだ時に見た下界の黒褐色の濃いスモッグと、見通しが効く地域との境界を飛んだ時に確認した巨大な霜柱にも似たスモッグ断面の印象が今も鮮明に残っている<sup>13)</sup>。

1958年、1年間の測定結果、今後の調査研究スケジュール、調査研究目的が煤煙規制立法であると明記した「大気汚染調査研究報告第1報」<sup>15)</sup>を公表して、調査研究を継続し、結果を毎年続報として刊行して、4年間の調査研究によって降下煤塵量は、夏季の南風時に、大気中の浮遊煤塵や二酸化硫黄濃度は、冬季の大気安定時に上昇し、主原因は石炭燃焼であり、国際的に汚染は激しい等の結論を総合報告<sup>16)</sup>にまとめて公表し、その英訳<sup>17)</sup>を知事名で各国に送付した。また、このような調査研究組織としては、1956年の「近畿地方大気汚染調査連絡会」、1959年の「福岡県大気汚染対策連絡協議会」等が発足している。さらに、北九州市の煤塵に備え、1959年には福岡県が調査を開始し、1963年頃まで暖房燃料を石炭に頼った札幌市では、都市型煤煙問題が顕在化し、同市は1955年、北海道大学医学部安倍三史教授に委託し

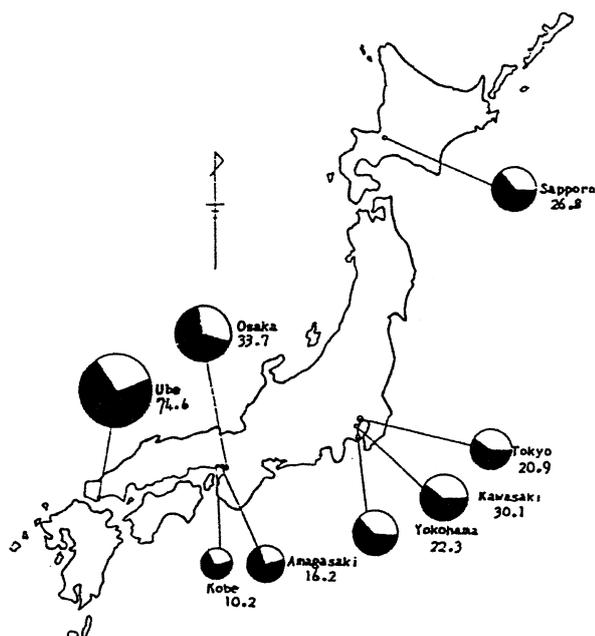


図1 わが国諸都市の降下煤塵量

(工業地帯, 1958 札幌は1956, ton/km<sup>2</sup>・month)

降下煤塵測定を始め, 1959年からこれを引き継いで連続的に測定し, 硫酸化物の測定も追加した<sup>14)</sup>。さらに, 他の多くの地方自治体が大気汚染調査を開始した<sup>18)</sup>。

図1に当時の各地における降下煤塵量測定結果の一例を示す<sup>5)</sup>。また, 「国立公衆衛生院」の鈴木武夫部長, 輿重治主任研究官らは, 尼崎市と東京都において調査研究を始め<sup>5, 19, 20)</sup>, 地方自治体を中心にしたこれら調査研究の結果が, 1962年に成立したわが国最初の「煤煙の排出の規制等に関する法律(以下「煤煙規制法」と略記)」の成立と施行に有効だったのは紛れもない。

煤煙規制法は, 煤塵規制を優先し, 同法施行による地方自治体が担当した煤塵排出の取締りによって, 降下煤塵量は, 減少傾向を辿り, 燃料の石炭から石油への転換に伴い, 二酸化硫黄による大気汚染が激化した<sup>1)</sup>。

そこで, 注目すべきは, 三重県四日市市における二酸化硫黄に起因する大気汚染による健康被害であり, この問題に関して触れよう。

四日市市の塩浜に建設された石油コンビナートが1959年頃から操業を始めた後, 煤煙, 刺激臭等への苦情が頻発し, 隣接する塩浜小学校では授業を中断して避難する有様で, 同市は1960年, 三重県立医科大学の吉田克巳教授に委託し調査研究を

始め, コンビナートの南の磯津地区において, 大気中の二酸化硫黄濃度が1 ppm 近くになる高濃度測定結果を得て, その原因は, コンビナートの原燃料の硫黄含有率が3%を超え, 煙突が低く, 排ガスが冬季の強い北西風および地形と煙突や建物の影響によって十分拡散せず, 直接地上に達するためだと判断した。なお, この現象は, 「疾風汚染」と呼ばれ従来未経験の汚染機構だった。

1963年, 黒川眞武通産省工業技術院長を団長として, 政府が四日市に派遣した調査団は, 三重県立医科大学等による呼吸器患者と大気中の二酸化硫黄濃度との関係についての調査研究結果から, 二酸化硫黄濃度が0.2ppm 以上の大気中に暴露された時, 患者の発作が増加するとの結論を得て, 煤煙規制法の適用の必要性と煙突を高くすることを勧告した。

だが, 高煙突化によって, コンビナート近傍の大気中の二酸化硫黄濃度は低下したものの, 汚染地域と患者発生地域は拡大したため, 三重県は二酸化硫黄濃度予測モデルを完成し, 自然発生率以上の患者が出ない二酸化硫黄濃度レベルにまで, 汚染状況を低下させるために地域の硫酸化物総削減量を求め, 条例による硫酸化物総量規制を施行し, 7年後の1981年, 規制は目的を達した。なお, この規制による硫酸化物総削減量の約30%が後述する「石灰—石膏法排ガス脱硫技術」に依ったといわれている。

また, 四日市市における大気汚染健康被害は, 1967年の公害裁判の提訴, 1972年の被告6社の敗訴, 四日市市による「公害健康被害救済制度」をほぼ踏襲した1969年の「公害に係る健康被害の救済に関する特別措置法」, 1973年の「公害健康被害補償法」の制定等で注目され, 後のわが国の大気保全政策に大きな影響を与えた<sup>2, 13)</sup>。

そして, 大気汚染による死者さえ伴う健康被害は, 四日市市のみでなく, 公害健康被害補償法の執行状況が物語るように, わが国の多くの都市において生じたことを強調し, そのため, 全国各地で大気汚染反対住民運動が高まったことを強く認識すべきだと思っている。

さらに, 煤煙規制法の施行によって, 大気中の二酸化硫黄, 浮遊煤塵濃度の常時監視網と緊急時措置が普及し, 1968年, 硫酸化物規制の強化を

主目的として「大気汚染防止法」が成立し、いわゆるK値規制が告示され、煤煙規制法は廃止された<sup>1,2)</sup>。その後、「環境危機」といわれた事態が起きた1970年、光化学スモッグ被害が発生し、これが研究課題として注目されてスモッグチャンバーによる実験も行なわれ、環境危機以来、大気汚染防止法に規定する常時監視網が拡充強化・広域化されて緊急時措置も充実した<sup>1,2)</sup>。

そして1970年11月、環境危機の事態に、「福祉なくして経済成長なし」「国民生活優先」を謳った、佐藤栄作首相による所信表明演説に始まる「公害国会」といわれた「第64回国会」において、政府は大気汚染防止法の指定地域を廃止し、適用除外を事実上廃止する等強化し、1971年7月、「環境庁(現環境省)」を創設した<sup>1,2,13)</sup>。

また、これに先立ち、多数の地方自治体が、公害行政組織および公害研究機関を新設または強化し、多くの若い新規採用職員がこれら組織に採用されて公害行政に参加した。

#### 4. 大気環境学会(大気汚染研究全国協議会)の創設<sup>1,2,5)</sup>

1958年、「世界保健機構(WHO)総会」において大気汚染が公衆衛生の重要課題になると指摘され、1959年4月、「日本医学会総会」の討論会「都市における公害の諸問題」は大気汚染を課題とし、同年10月、「英国空気清浄協会」が創立60周年を記念して「国際大気清浄会議および展示会」をロンドンのシモンホールにおいて開催し、この会議の予稿集<sup>21)</sup>に、わが国の大気汚染研究者は、日本の降下煤塵量の測定結果(図1)を示し、大気汚染研究を紹介した。

これらが、大気汚染に関する学術団体の創設気運を高め、安部三史、伊東彊自、坂部弘之、斎藤潔、庄司光、鈴木武夫、野瀬善勝、三浦豊彦博士ら代表的大気汚染研究者8名が、大気汚染を研究対象とする学術団体の創設を呼びかける発起人依頼状130通を送付し、80名が賛成した。

そして、1959年12月19日、「大気汚染研究全国協議会(「大気汚染研究協会」を経て「大気環境学会」と名称変更)」の創設が当時、東京都港区白金台町に所在した「国立公衆衛生院講堂」において開催された発起人総会で決議され、わが国最初

の環境に関する学術団体が創設された。なお、大気汚染研究全国協議会は、創立当初から「大気汚染研究全国協議会総会」を毎年開催し、「同講演集」「大気汚染ニュース」「大気汚染ハンドブック(測定編、除塵装置編、気象編、燃焼編)」「大気汚染植物被害写真集」を刊行して、大気保全の重要性を訴え、大気保全技術の普及に影響を与えた<sup>1,2,5)</sup>。

なお、当時、鈴木武夫博士が、「理科系だけでなく、法律・経済の専門家の参加を求めたい」と発言していたものの、この学術団体は、理科系主流の学術団体として発展した。

また、大気汚染研究全国協議会は、大気汚染研究協会と名称を変更し1979年、「日本学術会議」の登録学術団体に認可された<sup>5)</sup>。なお、これに先立ったこの申請に当り、同会議関係者が「旧帝国大学体制を壊しに来たのか?」と発言した。これは、大気汚染研究全国協議会の学術的行動が、従来の分断された学問体系を形成してきた法・文・経・理・工・農・医の一分野に限らず、多分野に跨り、複雑だったための戸惑いの言葉だったと思われる。

#### 5. 煤塵(粉塵)対策技術の発展

煤塵防止の基礎は熱管理であって、わが国政府は、「農商務省燃料研究所」を1920年に創設し<sup>2)</sup>、この研究が燃焼技術改善に貢献して「熱管理法」施行の基礎となり、初期の煤煙防止を促進した。そして、わが国において伝統的に普及した熱管理体制は、1973年の「石油輸出国機構(OPEC)」による、政策的な原油価格値上げに端を発した「エネルギー危機」の克服に成功したわが国の省エネルギー技術発展の基礎となったと考えられる。

1960年、「通商省工業技術院」は「熱管理指定工場」を中心に全国271工場の1116燃焼施設の調査を開始し、1961年、燃焼施設と燃焼燃料の種類、排ガス中煤煙濃度、煤煙防止施設等に関する報告書<sup>22)</sup>を発表した。これが煤煙規制法の施行に有効だったのは事実で、とくに、1963年の「排出基準」の告示に利用された<sup>2)</sup>報告書<sup>22)</sup>に記載された排ガス中の煤塵濃度測定結果は、宇部、尼崎、北九州市所在の工場の測定値が多く、当時、これら地域において、大気汚染調査研究を進めた研究者の方々の奮闘がしのばれる。

さて、わが国は、煤塵防止に電気集塵装置を古くから採用した。たとえば、維新後、セメント需要量増加を見込んだ明治政府は、1875年、東京の深川において湿式セメント焼成炉(バッチ炉)を操業した。1883年、西南戦争の軍事費支出で財政が窮乏した明治政府は、この工場を浅野総一郎に売却し、浅野商会が1903年、米国アリス・チェヤマ社から回転焼成炉を輸入して、セメント生産量を増大したため、粉塵飛散が著しくなり、深川区民の要求に応じ工場移転を約束した。だが、浅野商会は1917年に、米国ウエスタン・プレシピテーション社から電気集塵装置を輸入し、その集塵効果を区民に認識させて、彼等の工場移転要求を撤回させた<sup>2,5,23)</sup>。また、電気集塵装置は、硫酸工場、セメント工場、精錬所、火力発電所等に設置されて、煤煙規制法施行後に大幅に普及した。

そこで、電気集塵装置に関する技術的エピソードを紹介し、「横浜方式」といわれた地方自治体と企業が締結した公害防止に関する紳士協定である「公害防止協定」の締結経過に触れよう。

横浜市南部の根岸湾工業化第1期工事(海面埋立工事)完成後、1962年に閣議決定された「石炭対策要綱」に基づき、国産炭燃焼義務を負う電源開発(株)の石炭専焼火力発電所の建設地に、同地域への進出予定地の一部を転用したいと東京電力(株)が、横浜市に同意を求めたことで反対運動が活発化した。市民派といわれた飛鳥田一雄横浜市長は、石炭燃焼火力発電所による降下煤塵に悩まされ、「横浜喘息」を経験した市民の反対を理解しないわけにいかず、さりとて、石炭労働者を思う日本社会党の領袖として、火力発電所の新設に反対できず、ジレンマを感じただろう<sup>1,2,13)</sup>。なお、このような福祉か、生産かのジレンマは、太平洋戦争後の地方自治体の公害行政の共通認識だったと思われる。

そこで、横浜市は、東京電力(株)との土地売却契約書に記された「第三者に転売・貸与する場合、市の同意を要する」等に則り、土地転用条件として、「公害対策を市と協議する」との公害防止協定を結び、新設発電所に電気集塵装置の設置を求め、火力発電所が煤煙規制法の適用除外施設であって、横浜市長にも、神奈川県知事にも、煤煙規制権限がないにもかかわらず、同法を超える対

策を達成させた。これが横浜方式といわれた公害防止協定の締結で、この行政行為は、全国の自治体に広がり、太平洋戦争後における、地方自治体の公害行政の特徴の一つとなった<sup>2)</sup>。

1967年、北海道炭燃焼灰の高電気抵抗とその不安定性に備え、英国ロッジ社の技術を導入した「硫酸調質電気集塵装置」<sup>24)</sup>を電源開発(株)は、この発電所で稼動し、煤煙規制法の排出基準を超える対策に成功した。なお、同年の新設磯子火力発電所の運転開始試験に当り、筆者は、ここに約1ヵ月間赴き、電気集塵装置を納入した東洋エンジニアリング(株)の技術者達に、集塵性能試験法を教え、協定通りの対策達成を確認して、この経験を排ガス中の煤塵濃度の測定法を規定するJISZ8808の改定、集塵装置の集塵率の測定法を規定するJISB9910の制定に役立てた<sup>1,13)</sup>。

## 6. 排ガス脱硫技術の発展と開発

元禄年間、別子銅山による山林被害は、銅山を経営する住友の山林買収で克服されたが、1884年、精錬所を新居浜に移転し、産銅量を増加すると農業被害が頻発した。そこで、1904~1905年、新居浜沖約18kmにある瀬戸内海の無人島「四阪島」に精錬所を移転した。

だが、被害はかえって拡大し、賠償金支払、産銅量と操業制限等を内容とする農民との協定締結に追い込まれた。そこで、住友は、1929年、「ペテルゼン式硫酸製造装置」<sup>25)</sup>を導入し、排ガスから硫酸を製造して、1938年、アンモニアによる排ガス洗浄に成功し、農民との紛争に終止符を打った<sup>2,26)</sup>。これは、わが国最初の排ガス脱硫の成功と、これによる大気汚染による農業被害解消と考えられる。

さて、「商工省東京工業試験所」の堀省一朗博士は、二酸化硫黄をアンモニアに吸収し、生成した亜硫酸を空気で酸化する硫酸製造技術を開発し、太平洋戦前に中国の東北部において年間8万tを製造して中国の農家に供給した<sup>2)</sup>。この化学プロセスが以下に紹介する排ガス脱硫技術の今日における主流、石灰—石膏法排ガス脱硫技術の開発に影響を与えた。

1954年、東北大学工学部応用化学科の村上恵一教授は、「石灰—石膏法排ガス脱硫技術の基礎研

究<sup>27)</sup>を着手した。筆者は、同教授が同年に語った「今後の発展に石油は必要であり、もし、年間2億tの原油を輸入したら、年間約400万tの硫黄がわが国に持込まれ、二酸化硫黄による大気汚染が深刻化する。この解決には、わが国に豊富な石灰を用い、排ガス中の硫黄酸化物を吸収・中和し、生成した亜硫酸石灰を空気で酸化して石膏を生産する以外に方法はない。石膏は、わが国に乏しく、古代エジプトの遺跡に使われた環境安定性に富む物質だ」という、資源と環境を見据えたロマンあふれる言葉を記憶している<sup>1,13)</sup>。

とくに、汚染物質回収プロセス中に、回収物質の環境安定化を同時に組み込んだ石灰-石膏法排ガス脱硫技術は、今日強調されるリサイクルより優れた環境保全技術であり、生産技術なのであった。排ガス中の硫黄酸化物を石灰スラリーで吸収し、生成した亜硫酸石灰を空気で酸化して、石膏を生産するこの我が国独自技術<sup>28)</sup>の基礎研究は、ガラス製小型実験装置を組み立て着手され、硫黄酸化物の吸収と亜硫酸石灰の酸化は、比較的容易に進み、得られた石膏が実用可能なことを確認して成功した<sup>27)</sup>。そして、工業化の基礎データを得るため、同じ応用科学科に在籍した堀省一朗教授が硫酸の製造研究に用いた、「通産省工業技術院東京工業試験所」の装置を転用して大型実験を進めた。実験は、基礎研究<sup>27)</sup>同様、酸化用空気吹込み噴出孔が亜硫酸石灰や石膏の結晶で詰まり、困難を極めたが、村上教授が噴出孔付近に回転体を置か、噴出孔を回転し、生成空気を微細化するロータリーアトマイザーを発明して克服した<sup>1,2,13,28)</sup>。なお、この装置は、今日においても使用されている。

さらに、1957年と1962年、保土ヶ谷化学(株)鶴見工場の硫酸製造装置の排ガスと、イソライト工業(株)豊川工場のトンネルキルンの重油燃焼排ガスを対象にして工業化試験を試み<sup>1,2,13)</sup>、この技術の特許行使を許された日本産業技術(株)の基礎設計によって1965年、三菱重工業(株)が日本鋼管(株)子安肥料製造所の硫酸製造装置の排ガスを脱硫して、利用可能な石膏の製造に成功した<sup>29)</sup>。

石灰-石膏法排ガス脱硫技術の実用化の第一歩で、この技術は1970年以降における大気汚染防止法による硫黄酸化物排出規制強化に伴い普及し、

技術輸出されてわが国のみならず、世界の大气保全に貢献した。この技術は、湿式法であるから、排ガス温度を下げるものの、温度低下した排ガスを脱硫前的高温排ガスと熱交換し、蒸気で再加熱する等、これに対応して、吸収塔内における亜硫酸石灰及び石膏の結晶析出防止のため、通常液ガス比を7~10L/m<sup>3</sup>に保って運転している<sup>30)</sup>。

## 7. 重油脱硫技術開発と大型工業技術研究<sup>2,31)</sup>

重油は、製油所の原油蒸留工程において、原油中の硫黄が濃縮された残油に、軽油を混ぜた硫黄を多く含む燃料油であり、1950年代から1970年代、多くの工場の主要燃料だった。

重油脱硫は、アルミナ担体にモリブデン、コバルト、ニッケルの酸化物を担持した触媒を充填した高压反応器に残油と水素を送って、温度を約350~420℃、圧力を約50~150気圧の条件を保ち、残油に水素を化合させる(水素化)反応を進め達成する。

なお、この技術の起源は、石炭の水素化液化技術であって19世紀に始まり、わが国は、中国の東北部に所在した「満州鉄道中央研究所」と「撫順石炭液化工場」において、石炭液化を研究しており、これらが重油脱硫技術開発の基礎になったと筆者は考えている。

1967年に始まった、通産省工業技術院による重油脱硫に関する「大型工業技術研究」は、脱硫触媒と脱硫工程に関する多くの知見を得て、1976年、開発した国産触媒が採用され、成功した。

## 8. 二酸化硫黄の環境基準・低硫黄燃料化報告書と二酸化硫黄対策への疑問

1966年、通産省工業技術院は、排ガス脱硫技術につき大型工業技術研究をまず発足し<sup>1)</sup>、政府は1967年、「公害対策基本法」を成立させ、1965年11月、その第9条に、産業界がその設定の具体的方針と排出基準との関係が不明確であることを主要な理由にあげて、「にわかには賛成しがたい」<sup>32)</sup>と反対した「環境基準」を規定し、1969年、二酸化硫黄の環境基準を「年平均値0.05ppm以下」と告示した。

また、通産大臣の諮問機関である「総合エネルギー調査会」は1970年2月、「二酸化硫黄の環境基準が、燃料低硫黄化を不可欠にした」と明記し

て、わが国の高密度社会を考慮し、世界に類のない燃料の価値判断を変えた総合的エネルギー供給体制の構築と輸入原油の低硫黄化、LNG 輸入、重油・排ガス脱硫等の必要性を強調して、湿式排ガス脱硫技術の確立を認め、脱硫実施者への関税還付と融資、重油脱硫研究の推進等を提案した「低硫黄燃料化報告書」<sup>31)</sup>を提出し、わが国の燃料政策と大気保全政策に大きな影響を与えた。

また、この報告書によって、公害対策基本法に規定する環境基準が、環境保全政策の基礎であることが、具体的に理解可能であると筆者は考えている。さらに、1973年、二酸化硫黄の環境基準が、「日平均値0.04ppm 以下、かつ1時間値0.1ppm であること」と強化改定されるに及び、遂に、1974年、大気汚染防止法に基づく、硫黄酸化物の総量規制が施行され、二酸化硫黄の環境基準の達成と維持を果たすのである<sup>1,2)</sup>。

なお、二酸化硫黄の環境基準の達成・維持は、多くの健康被害を生み、工場経営企業への不信感を激しいものとした大気汚染問題解決の象徴的なものであり、わが国の大気保全政策の成功を意味していた。そして、環境危機当時の住民やマスコミによる企業攻撃の激しさを考慮すると、それは、最大の工場経営企業への擁護策だったと考えられる。

なお、二酸化硫黄による大気汚染は、その環境基準達成・維持という観点からは、すなわち、医学的観点からは、解決したといえるだろう。だが、筆者は、真の解決は、これからだと思っている。たとえば、1977年、わが国が輸入した原油は、2億5000万t程度だが、その中に平均約1.5%の硫黄が含有していたとすれば、370万t程度の硫黄が原油とともにわが国に持ち込まれたこととなる。一方、この年のわが国からの大気中への硫黄酸化物の総排出量は、硫黄として約80万tであり、その他は、回収されて手元において管理されているべきだが、130万t程度が石膏として環境安定性を保ってはいるものの、残りの実態は、不明のように思われ、毎年この状態が継続すれば、将来この硫黄が環境汚染の原因にならないという保証はない<sup>33)</sup>。そこで、二酸化硫黄による大気汚染が完全に解決しているとするのは、疑問だと思っている。要するに、大気汚染という環境問題は、

医学的な課題であると同時に資源的課題であり、後者が未解決ではないかと懸念しているのである。

しかるに、縄張り意識旺盛な行政によっては、この課題の解決の見通しが立て難く、これこそ、研究者が解決の道を拓くべきものと考えている。

## 9. 窒素酸化物対策とその技術及び環境基準改定の波紋

光化学スモッグ被害と1973年における「日平均値0.02ppm 以下」<sup>2)</sup>との二酸化窒素の環境基準の告示の結果、窒素酸化物対策が注目され、燃料軽質化・ガス化により排ガス中の窒素酸化物を削減し、「低NOxバーナー」「特殊燃焼法」「アンモニア接触還元排ガス脱硝技術」の開発によって窒素酸化物対策は、大幅に進んだ<sup>2,34,35,36)</sup>。

だが、「0.02ppm 以下という二酸化窒素の環境基準は、達成困難である」と産業界が反発し、公害反対住民らは早期達成を望んだものの、環境庁は1977年、「二酸化窒素による大気汚染と人の健康影響に関する学術知見が整った」として、二酸化窒素の環境基準決定の基礎であるその「判定条件」を「中央公害対策審議会（現中央環境審議会、以下『中公審』と略記）」に再諮問し、1978年3月、答申を得て同年7月、「日平均値0.04ppm から0.06ppm のゾーン内またはそれ以下」と二酸化窒素の環境基準を改定した<sup>1,2,13)</sup>。このため、公害反対住民らは、「行政後退だ」と環境庁を強く非難し、大きな波紋を生んだ。

当時、神奈川県大気保全課長の職にあった筆者は、「行政後退ではないのか？」との「県議会公害対策特別委員会」での追及に、「環境基準を規定した公害対策基本法第9条が不変であるから行政後退ではない」と答弁し、政府与党委員の賛同を得たものの、野党委員に野次られた<sup>1,13)</sup>。なお、当時、この委員会の傍聴記者に「大変な時に大気保全課長になりましたね」と声をかけられたのを記憶している。

そして、大気汚染対策を相談するために常設していた「神奈川県大気汚染対策専門委員会（委員長志田正二東京工業大学名誉教授）」に窒素酸化物対策に関して討議を依頼し、「中公審の答申を検討する限り0.04ppm に合理性があり、この達成・維持を行政目標にすべきである」ということ

を趣旨とする報告<sup>1,13)</sup>を受け、長洲一二神奈川県知事も支持した。

なお、「政府の決定に地方自治体が従うのが普通だが知事の意味は、公害行政の特殊性を示している」と述べたこの時の周囲の発言を大変印象深く記憶している。

当時、環境庁は、「総量規制を告示し、窒素酸化物規制を強化する」と主張したものの、「目標が緩んだのに規制強化とは？」と反発された。だが、当時の排出基準を守っても大気中の二酸化窒素濃度を日平均値0.08ppm程度に維持するのが精一杯だった地域が多く、この主張は妥当だった。1981年、環境庁は窒素酸化物総量規制を告示し、地域指定された神奈川県は、所定の計算を実施してこれを施行した<sup>1,13)</sup>。この場合、煤煙発生施設からの窒素酸化物排出量推定には、筆者が環境庁検討会座長を努め算出した「排出係数」<sup>37,38)</sup>を活用し、自動車からのそれは、県公害センターが求めた自動車の排出係数と県内自動車走行状態の調査結果を活用した<sup>1,13)</sup>。図2は、煤煙発生施設の排出係数の算出基礎とした窒素酸化物排出量と燃料燃焼量測定結果の一例<sup>37,38)</sup>であり、環境庁受託団体と地方自治体による測定結果を纏めたものである。

なお、当時、「環境行政は後退した」と環境基

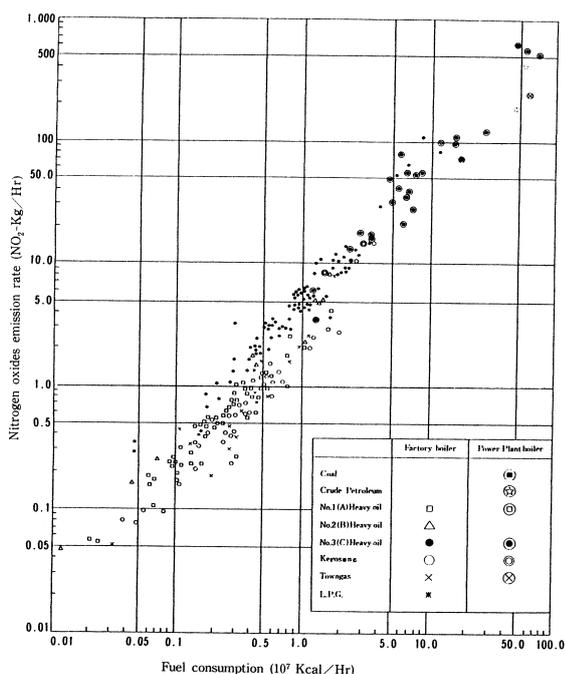


図2 窒素酸化物の排出量と燃料燃焼量の関係  
(工業用ボイラーと発電ボイラー)

準の数値のみ比較し主張する声が高かったが、環境基準の意義および運用がまちまちだったのには困惑した。たとえば、1974年の硫黄酸化物総量規制施行に当り、環境庁は、その策定基礎である「総量削減計画」の目標値に関し、「環境基準に照らして目標値を定める」旨通知したものの、1978年の二酸化窒素の環境基準改定に当り、「環境基準の達成には、個別発生源規制のみでなく総合的施策による」としたことからも環境基準達成への行政的運用が不一致だったことが表面化した。環境基準の意義や運用を顧みず、これに関しての当時の議論は何だったか思うことがある。だが、環境行政後退との印象は強く、これは、1971年に環境庁が発足した以来の初めての出来事だった。

あの頃、窒素酸化物の総量規制告示に関して賛否が分かれた<sup>1)</sup>。しかし当時、神奈川県域においては、行政指導によって煤煙発生施設の窒素酸化物排出量とその排出基準の60%程度まで引き下げられていたものの、大気中の二酸化窒素濃度はその環境基準を超えていた。このことは、「排出基準は許容限度である」という大気汚染防止法の定義に鑑み、煤煙発生施設は、窒素酸化物の排出量の増加を法的には許容されていたものの、二酸化窒素の環境基準は、窒素酸化物の排出削減強化を求めるという、「規制法」と「基本法」の間に、見逃し難い法的矛盾を生じていると考え、この矛盾解消に窒素酸化物の総量規制の施行は、不可欠であると筆者は判断した。さらに、二酸化窒素の環境基準の達成には、総合施策が必要だったが、総合行政展開には、環境行政当局以外の部局の協力も必要であるため、規制の任に当る環境行政当局は、その保有する最高の行政権限を施行することが必要であり、それは、総量規制の施行であると判断したのである<sup>1)</sup>。

## 10. おわりに

筆者が長く大気汚染にかかわったのは、「沈降性気温逆転層」がロンドンを被い、大気が安定化して1週間に約4000人の人々が石炭煤煙に起因する大気汚染で死亡し、過剰死亡が約1月続き、約8000人が死亡した1952年12月に起きた「ロンドン事件」<sup>1,39,40,41)</sup>に刺激されたからである。図3は、事件当時のロンドンにおける大気中の二酸化硫

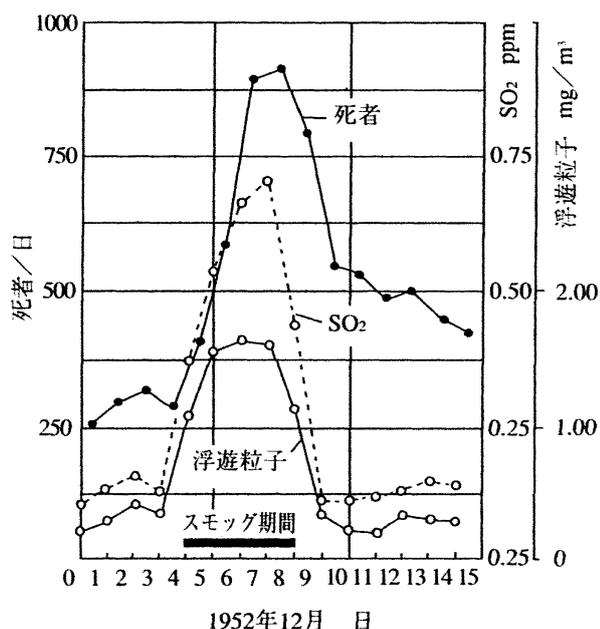


図3 1952年のロンドン事件時の大気汚染物質濃度と死者の変化

黄、浮遊煤塵濃度と死者数の変遷である<sup>1,40)</sup>。

また、環境危機時のマスコミの取材に関して、ある記者から「社会部に殺し3年、火事8年との言葉があり、その意味は、殺人事件は、究極的で状況が大幅に変化せず、経験3年の記者でも取材できる。だが、火事は、殺人にも、保険金詐欺にも繋がり、流動的だから経験8年の記者でなければ取材は難しい。とはいえ、環境危機時には、『垂れ流し』『杜撰な管理』と特定工場を叩けば、若手でも公害記事は書けた」と聞かされたからである。

当時のわが国の経済成長を支えた工場経営企業を、未熟な若手記者が一本調子でたたく記事を世間が受け入れたのである。このため、当時は、環境危機と同時に、企業危機、社会危機と筆者は、感じて刺激された<sup>1,13)</sup>。

さらに、わが国における大気汚染研究の指導者であり、先覚者の一人だった前大気環境学会名誉会長鈴木武夫博士の次に記述した言葉<sup>1,2,13,42)</sup>が、大気汚染の歴史を物語っていると思い紹介しよう。すなわち、同博士が1985年11月に開催された「第26回大気汚染学会」において、21世紀の環境問題を語り、我が国における二酸化硫黄による大気汚染の改善を話題として、

「……環境汚染の対策には、市民と研究と行政とが手を握って進めねばならぬことを申し上

げました。私は、日本の二酸化硫黄対策の成功がそれであったと存じます。ここで、私が申し上げたいのは、その市民も研究者も行政も二酸化硫黄対策で象徴される大気汚染対策を進めるにあたり、中心になったのは、当時の若いジェネレーションの方々であったということです。当時であって、20歳代から30歳代の人達が、先ず行動を起こしたということです。ことに、地方自治体の若い技術者の方々は、本当にゼロから始めて大気汚染の化学に打ちこんだのです。大気汚染の対策が進み出した頃は、学問の支援も少なく、法律制度・行政制度も確立していなかったのに、さらに、将来の地位の昇進の希望もないのに、大気汚染の問題、環境汚染の問題に取り組んだということです。現在の大気汚染対策、行政そして、研究も、その土台を作りあげたのは、当時の若い技術行政官であり、若い研究者であったことを繰り返して申し上げておいてよいと思います。もう1度繰り返して申し上げてみます。大気汚染に関する技術者の中で、最も忘れてはならないのは、直接、市民に接触しておられました地方自治体の技術職員の努力でございます。その技術職員の努力がもし当時なかったならば、それには法的な援助も、学問的援助もない、そういう時代の努力がなかったならば、現在の大気汚染対策もここまで進まなかったし、現在の日本の二酸化硫黄濃度の低減も実現していなかったと思われるかもしれません。しつこいようでございますけれど、繰り返し申し上げておきたいと存じます<sup>42)</sup>

と述べた言葉が、強く筆者の脳裏に残っており、鈴木武夫博士のこの言葉が、地方自治体が改善に努力した、太平洋戦後のわが国の大気汚染史を明確に物語っていると思っている。また、当時の地方自治体の公害部局に所属した研究者たちは、公害行政と一体となり、大気保全に努力した<sup>13)</sup>。だが、研究には、研究者の自由な発想が求められ、法律・規則に則り、業務を進める行政とは基本的な相違が存在する。

すなわち、行政担当者に自由な発想を認めたら、行政の基本であるその公平性は、保てる筈がないのである。筆者は、鈴木武夫博士の言葉<sup>42)</sup>がこの相違を乗り越えた地方自治体の職員たちの努

力だったと考えている。また、「歴史は繰り返す」といわれるが「戦前、戦後を通じ、繰り返された大気汚染の歴史を再び繰り返してはならない」と思い、このため、大気汚染研究と大気汚染の歴史の探究は重要であると主張したい。

本稿は、2008年9月17日に金沢市で開催された「第49回大気環境学会年会」における「全国環境研協議会」と共催した特別集会「大気環境学会アーカイブスについて—50周年に向けて—」における筆者の講演内容<sup>43)</sup>に加筆したものである。なお、この特別集会の討議において、地方自治体の環境部局に所属する多くの参加者が、地方自治体環境部局の職員の減員を懸念する声が際立った。地方自治体環境部局に所属する職員、とくに、技術職員は、前述した鈴木武夫博士の言葉<sup>42)</sup>のように、多くの成果を上げ、我が国の環境保全に貢献してきた。また、現在、多くの環境測定結果証明を業とする「環境計量士」が活躍しているとはいえ、彼等に工場立入権限はなく、顧客である工場の業務を深く考察することは許されないだろう。しかるに、地方自治体の環境部局の技術職員は、法的権限によって多種類の工場に立入ることが可能であり、汚染物質の発生に関する多くの情報を蓄積して、環境技術者として育っていく。そして、こういう機会に恵まれているのは彼等だけであり、この意味で地方自治体環境部局は、我が国の環境技術者を効率的に育成する唯一の場であり、この職員の減員は、我が国の環境保全能力の衰退を意味すると考え、長く環境保全業務に当たってきた技術者として、筆者はこの事態を深く憂慮している。

#### —参考文献—

- 1) 水見康二：環境行政とともに43年(2000)
- 2) 大気環境学会史料整理研究委員会編：日本の大気汚染の歴史(I-III)，公健協会(2000)
- 3) 大阪市立衛生試験所：大阪市立衛生試験所昭和2年度事業成績概要，67(1928)
- 4) 有本邦太郎：第四回東京市衛生試験所報告，学術報告，13(1928)
- 5) 水見康二，八巻直臣，鈴木武夫：大気汚染学会誌，24，319(1989)
- 6) 中野道雄：都市問題研究，32，(4)26(1982)
- 7) 三宅泰雄：科学，27，547(1957)
- 8) 三宅泰雄：気象集誌II，15，529(1937)
- 9) 三宅泰雄：同上，16，461(1938)
- 10) 三宅泰雄：同上，17，20(1939)
- 11) 庄司 光：大気汚染研究全国協議会第1回総会講演集，18(1960)
- 12) 神奈川県川崎図書館：京浜工業地帯公害史資料集，明治43年—昭和16年，神奈川県立川崎図書館(1972)
- 13) 水見康二：昭和史(第2分冊)，東京教育情報センター(2007)
- 14) 大気汚染研究協会：健康影響についての過去の大気汚染データの整理に関する調査報告書(1987)
- 15) 神奈川県京浜工業地帯大気汚染防止対策技術小委員会：大気汚染調査研究報告第1報(1958)
- 16) 神奈川県京浜工業地帯大気汚染防止対策技術小委員会：神奈川県大気汚染調査研究総合報告(1964)
- 17) KANAGAWA PREFECTURE AIR POLLUTION CONTROL COMMITTEE：TECHNICAL REPORT ON AIR POLLUTION IN YOKOHAMA—KAWASAKI AREA(DECEMBER1963)
- 18) 大気汚染研究協会：健康影響についての過去の大気汚染データの整理に関する調査報告書(1988)
- 19) 鈴木武夫，奥 重治：公衆衛生，18，1(1955)
- 20) Koshi S.：J. Met. Soc. Japan，34，327(1956)
- 21) National Society for Clean Air：THE PROCEEDINGS OF THE DIAMOND JUBILEE INTERNATIONAL CLEAN AIR CONFERENCE(1959)
- 22) 工業技術院：煤煙等に関する実態調査報告書(1961)
- 23) 日本セメント株式会社：日本セメント株式会社・80年の歩み(1883-1963)(1963)
- 24) 東洋エンジニアリング株式会社：石炭の特性および燃焼によって影響を受ける電気集塵装置の効率(1965)
- 25) 庄司 務：酸，アルカリ及肥料，産業図書(1948)
- 26) 浅川 照彦：産業環境工学，No. 30，25，No. 31，23，No. 32，49，No. 33，31(1964)
- 27) 村上惠一，花田光雄，高橋俊一，宮田吉郎：窯業協会誌，64，718(1956)
- 28) 溝口忠昭，中本隆則，吉川博文：硫酸と工業，平成16年，(1)8，(2)4(2004)
- 29) 岸 正弘，佐竹鉄男：大気汚染，1，167(1965)
- 30) 篠田直晴，鶴川直彦，化学工学，58，45(1994)
- 31) 水見康二：生活と環境，45，(12)88(2000)
- 32) 環境保安協会編：公害年鑑1971年版，企業・財界の公害対策，環境保全協会(1971)
- 33) 水見康二：第7回環境工学連合講演会講演論文集，29，日本学会会議(1992)
- 34) 加藤敬二，永田勝也，水見康二：NOxへの挑戦，あなたにもできる窒素酸化物対策，日本熱エネルギー技術協会(1976)
- 35) 辻 正一：公害防止燃焼技術概論，日本熱エネルギー技術協会(1973)
- 36) 産業公害防止協会：脱硝技術の現状(固定発生源対策)(1975)
- 37) Himi Y., Yamaki N., Hishida K. Shirasawa T., Oote H., Hayashi H., Yoneyama E., Nagata N.: Proceedings of the Fourth International Clean Air Congress, 913(1977)
- 38) 水見康二：大気汚染学会誌，21，465(1986)
- 39) A. R. Meetham: ATMOSPHERIC POLLUTION, ITS ORIGINS AND PREVENTION, PERGAMON PRESS(1956)
- 40) M. W. THRING: Air Pollution, Butterworths Science Publications(1957)
- 41) Thomas G. Aylesworth: The Air We Breath, The water We Drink, YOHAN PUBLICATIONS INC(1975)
- 42) 鈴木武夫：公害と対策，22，1139(1986)
- 43) 水見康二：第49回大気環境学会年会講演要旨集，78(2008)