

工場廃ガスと公衆衛生

大阪市立大学医学部衛生学公衆衛生学教室*

堀内 一弥、大和田国夫
藤井 徹

1. は し が き

近代工業の発展とともに工場の設立は日覚しく、都市は互にその地域を拡張して終には相接触し、広大な地帯を工業化した。一方労働衛生の面から労働者の安全と健康を保持するため、特に労働環境の衛生的改善として、有害ガスの屋外排気の設備が推進せられて、一応労働者の健康は守られて来たが、工場から排出されるガスは大気を汚染し、これが公衆に対して種々の影響を与えるので、特に公衆衛生上注目せられるようになって来た。

われわれはかつて工場廃ガスが公害問題として世間の話題になり始めた頃、衛生面の問題に関して本誌に記載したが（昭和31年1月号）、その後大気汚染による公害件数は減少する所か、ますます増加の傾向を示しており、一方数年前から大都市、工業地帯における大気汚染についての調査研究が進められた。従つて大気汚染は公害とし重要な問題であるから、今回再び本題を取上げ公衆衛生面から種々の検討を加えてみたい。

2. 工場廃ガスと大気汚染

大気汚染 (Air Pollution) の定義は時代の変遷によつて少しづつ変つて行くものと思われるが、現段階では次の如くなる (Council of Industrial Health of the American Medical Association による)。

「大気中に過剰の異常物質が存在することによつて、個人の福祉に対して不利益な影響を与え、又は財産に対して物質的な損害を与えるような大気の状態をいう。」

ここにいう異常物質とは広義には正常物質の過不足も考えられるが、本来は大気中に存在しないもので、気体もあれば液体、固体もあるわけである。大気の異常物質、即ち汚染物質を考えると次の如きものが考えられる。

(i) 煤 煙

燃料の不完全燃焼によつて生じた可視的な産物で煙突から排出される。煤煙中最も問題となるのは石炭によるもので、炭素の微粒子 (平均0.075 μ 程度の微細なもの) を多量に含有し、その他タール性の炭化水素を含有する

ため、粘着力が強く、又水にとけない。

(ii) 灰

燃料が燃焼した場合に放出される不燃性の固形微粒子であつて、燃かすの一部はこの形をとつて煙突から放出される。石炭の中には2~10%又はそれ以上の不燃物質があり、石炭全量の0.3%程度のものが灰となつて放出されるといわれるが、石炭の種類、燃焼方法やかによつても異なる。

(iii) 亜硫酸ガス

石炭やコークス、石油類の燃焼の際に可成り発生するもので、石炭中に含まれる硫黄化合物によつて生ずる。

労働衛生では第1表の如く、5 p.p.m. が限度となつてゐるが、SO₂ は3~5 p.p.m. で臭気を感じ、8~12 p.p.m. では直に咽喉を刺激し、20 p.p.m. で直に眼を刺激し、又咳が出る。SO₂ は空気中で太陽光線の光化学的作用によつてSO₃ となり、水分を結合してH₂SO₄ となり、地上に落下して建物等を傷つけることがある。

第1表 亜硫酸ガスの濃度と症状

濃度 (p.p.m.)	症 状
3~5	漸く判別出来る臭
5	職場における限度 (1958年)
8~12	直に咽喉を刺激する最低濃度
20	咳をおこす最低濃度
50~100	30~60分耐えられる濃度
400~500	30分以内に危険な濃度

(iv) その他の汚染物質

CO は不完全燃焼の結果生ずるもので、煙突より放出されるものの他、交通機関によつても発生する。

その他石炭の無機成分中には塩素0.7%位、弗素0.01%以上含まれており、燃焼の際、HCl、HF、SiF₄ が発生するといわれている。

石炭等の燃焼により生ずる汚染物質以外に工場から排出されるガスには種々の有害物質があり、硫黄化合物、窒素化合物、塩素ガス、塩酸等の他、不快感を与えるものとして食品加工、皮革加工等の際生ずる悪臭がある。

* 大阪市阿倍野区旭町2丁目

以上の如き種々の汚染物質が考えられるが、その発生源の主なものとして工場、交通機関、会社、家庭の煙突（主として炊事、暖房用）、その他の煙突（公衆浴場等）が挙げられ、特に前二者は汚染源としての関係が深い。

工場から放出される汚染物質には燃料に用いられた石炭、コークス、重油等の消費産物と製産の過程に使用され或はその結果生じた排棄物質（殆ど有害ガス）があつて、その中でも発生量から考えて汚染源は前者に負う所が大きい。

大気汚染をその影響する範囲から二つに分類することが出来る。汚染による公害が広い地域に及ぶときと汚染源の附近のみに限局している場合があり、前者を全般的汚染と呼べば、後者は局所的汚染といい得るであろう。

(i) 全般的大気汚染

全般的大気汚染は所謂公害として近年注目され出したもので、特に放射性物質の空気汚染が発表されて以来、大気汚染への関心は更に拍車をかけられた。

全般的大気汚染は主として Smog の発生によるものが多く、これは汚染源として工場の煤煙、ガス等に気象条件が加わり、煙霧質として低空に滞留するものであるから京浜、阪神、北九州等の工業地帯では大気汚染の調査研究が盛んに進められて来た。京阪神地区においては本問題の解明には公衆衛生、気象、物理、化学等多くの専門分野にわたり、広く大学、研究所、行政機関等の人々の協力により、且又広範囲の地域について大気汚染の実態を正しく把握し、その人体及び社会に及ぼす影響を究明するとともに汚染防止の方法を研究し、公共の福祉に資することを目的として、「近畿地方大気汚染調査連絡会」が発足した。現在は浮遊煤煙、降下煤塵及び亜硫酸ガスについての調査が行われているが、他の地方においても同様の調査研究がなされている。しかし現段階ではいずれも現状把握の域を脱しない感がある。

(ii) 局所的汚染

局所的汚染は一般に工場廃ガス或は粉塵の影響によることが多く、特に中小企業体の工場による局所汚染が多い。それは住宅、工場、或は商店が接近、乱林しているためで、都市におけるこの種の公害は年々増加の傾向を示している。

大阪府公害係の報告によれば、大阪府における粉塵、煤煙、ガスによる公害件数は第2表の如く、いずれも局所的汚染による公害であつて、昭和27年の発生件数はいずれも少なかつたが、その後毎年増加している。

局所的汚染は附近の住宅に対する影響が主であるの

で、秋から冬にかけて屢々発生する Smog と異り、むしろ住宅の開放によつて屋内に汚染物質の侵入し易い夏期に多く発生している。大阪府の月別発生件数を調べて

第2表 公害件数の年次変動

年次	昭27	28	29	30	31	32	33
粉塵	13	20	32	49	37	64	85
煤煙	40	40	65	114	98	91	97
ガス	44	57	62	86	67	76	108

も、各年ともいずれも夏期に多く、8月に発生件数のピークが認められる。

局所的汚染の実例として、われわれの調査したアルミニウム精錬所の例を紹介する。

本件は故アルミニウムを回収して、これを精錬し、インゴットに製造する工場で、工場周辺に排出されるガス、煤煙、粉塵によると思われる苦情が附近の住民より提出された。当工場は準工業地域にあつて民家の密集地帯ではなかつた。汚染源は作業場の粉碎器、熔解炉附近で高度の発塵があり、作業場周囲の壁の破損も著しい。住民の訴えは洗濯物の汚染、悪臭、咽喉の刺戟が主で、これに対し空气中浮遊塵埃数、塩化物、Al、Zn の測定を数カ所で逐時的に行つたが、その結果 Al、Zn 量は高度に存在することが認められ、又作業場からの漏洩の著しい場所では煤塵量の多いことがわかつた。従つて必ずしも人体に直に有害とは断言出来ないが、この影響が長期にわたる場合には Al、Zn、或は Cl との相乗作用によつて何らかの慢性上気道異常を呈さないともいい切れないと考えられた。

又某鉛精錬所で附近の住民が飼育する犬猫その他の家畜が多数死亡したので人体への影響を心配して訴えて来た。われわれは工場内外の空气中鉛量、附近住民の健康診断、住宅附近の土壌、川の水に含有される鉛量等を調査測定の結果、住宅附近の空气中鉛量は極めて低濃度であり、又住民の健康診断においても異常（鉛中毒）が認められなかつたが、工場から排棄される土塊（鉛粉を含む）を附近の埋立に使用し、家畜がそれを他のものと一緒に摂取して中毒になるものと想像せられた。

化学肥料及び硫酸を製造する工場から発生する SO₂ の公害では工場周辺の SO₂ 測定により、3.0~4.2p.p.m. が認められ、この濃度は労働衛生学的には差支えないが、大気汚染としては高濃度の汚染状態であると考えられた。

このように工場廃ガスや煤煙は局所的汚染を起し易く、特に廃ガスでは刺戟性ガスが主であるが時には吸収性中毒性のガスも苦情の対象となる場合がある。しかもこれらのガスの空气中濃度は一般に低く、従つて人体の

急性中毒は極めて少ないが、持続的に存在する場合には慢性中毒の可能性が考えられるのである。

3. 工場廃ガスの人体に及ぼす影響

工場廃ガスが人体に如何なる形で影響するかは前述の如く空气中濃度の高低によつて異つてくる。高濃度の汚染状態では過去の有名な事件ではば判明しているが、低濃度で持続的に汚染が存在する場合、人体に果して影響するものであるかどうかについての判定は極めて困難である。

(i) 急性高濃度汚染

世界各国では時に高濃度の大气汚染により災害を招いているので、その実例について記載する。

(イ) ミューズ谷事件 (Meuse Valley, Belgium)

ベルギーのミューズ谷は工業地帯であるが、1930年12月1日から5日にかけて Smog が停滞していた。3日目頃から健康障害を訴えるものが多くなり、次の2日間に63名の人が死亡した。死亡者の大部分は老年者で気管支喘息、心臓障害の既往症があり、高濃度の大气汚染により二次的に死亡したものと思われる。また Smog 発生中の大気には SO_2 、 SO_3 、HF が多量に証明された。

(ロ) ドノラ事件 (Donora, Pennsylvania, U. S. A.)

米国のピッツバーグ附近の Monongahela Valley にあるドノラ及びウエブスターの町は工業地帯であつて、平常でも夜間は空気が濁つていて、朝10時頃から Smog が消失するが、この状態は秋から冬にかけて殊に著しくなるといわれている。1948年10月25日、工場からの廃ガス、煤煙及び交通機関の排気により発生した Smog は始めはうすかつたが、一日中消失せず、次第に濃くなつてきて、遂には交通機関も停止のやむなきに至つた。同月31日朝、雨が降つてやつと Smog が晴れ上つた。しかし

第3表 症状と発現頻度

症 状	発現頻度 (%)
咳	33.1
咽 喉 痛	23.1
胸 部 圧 縮 感	21.5
頭 痛	17.0
呼 吸 困 難	12.9
眼の粘膜刺激	12.3
催 涙	8.0
嘔 吐	7.4
悪 心	7.1
鼻汁分泌過多	6.6
発 熱	2.6
腰 痛	2.3
そ の 他	4.8

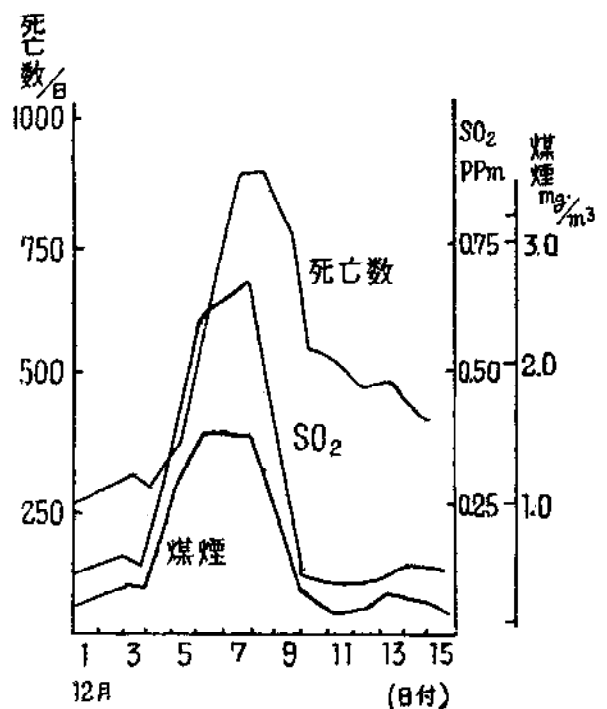
この一週間の中、特に3~5日目頃から気管支炎その他呼吸器疾患を訴えるものが多くなり、その症状は第3表の如くであつた。この期間中に何らかの症状を訴えたものはドノラとウエブスターの人口の42.7% (5,910名) で、その中の約1/4 (1,454名) は重症であり、18名が死亡した。異常者は性別に差はなかつたが、年齢とともに増加し、55才以上のものでは60.2%で、重症者も60~64才の群に最大であつた。空气中の異常物質を検すると CO_2 、 CO 、 SO_2 、 SO_3 、窒素の酸化物及び粉塵として C、FeO、ZnO と微量の金属が証明された。しかしこれらのガスや粉塵は個々には普通知られている中毒を起すに足る程の十分な濃度ではなかつたが、これらのものが集合して害を起したのか、その点は明らかでない。

(ロ) ロンドン事件 (London, England)

元来ロンドンの Smog は有名であつて、これは工場の煤煙のみでなく、暖房用として各家庭の煙突から排出される煤煙も汚染源になるといわれている。

1952年12月5日から9日まで Smog が発生して、視界は20m位になつた。その臭はコールタールの如きもので鼻をさすようであつた。この期間に死亡数は著しく増加し、6~13日の一週間の気管支炎による死亡数はその前週に比して9倍、肺炎による死亡は4倍に激増した。この事件後死亡数は減少したが、それでも2カ月半は事件前の死亡数を越えていた。ロンドンの空气中の煤煙量及び SO_2 は平常時大々 $0.2mg/m^3$ 、 $0.1p.p.m.$ であるが、事件当時はそれぞれ $4.46mg/m^3$ 、 $1.34p.p.m.$ に達した。またこれらの量と死亡数との関係は第1図の如くで、煤

第1図 大気汚染と死亡数



煙量、SO₂濃度の増加に比例して死亡数は増加し、高い相関が認められた。

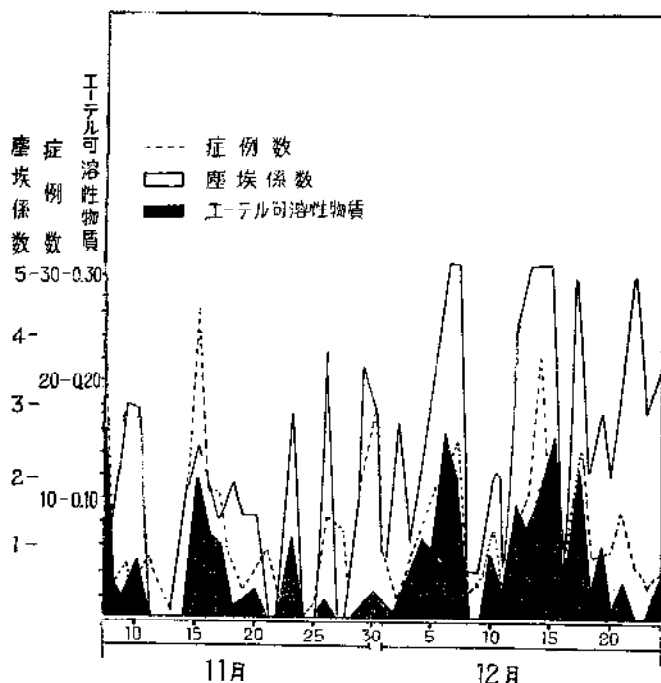
(二) その他

その他ロスアンジェルスの Smog も有名であるが、わが国でも1949年頃から横浜地方の外人家族に喘息様の気管支炎が多発することが認められ、横浜喘息と呼称せられて、その原因が調査されていたが、1952年横浜のアメリカ陸軍病院で平時と Smog 発生時の空気中含有物質を測定して第5表の如きを得、Smog 発生時に異常物質の増加することを知り、同時に本疾患の多いことを知つて、本疾患の発病が第2図の如く、特に空気中のエーテル可溶性物質及び粉塵量の多いときにその発病者の多いことが認められ、横浜喘息は大気汚染による障害と考えられた。

第4表 横浜市における空气中汚染物質

汚染物質	平常時	Smog発生時
エーテル可溶性物質(mg/m ³)	0.011	0.081
粉塵係数	1.0	3.8
SO ₂ (γ/l)	0.075	0.17
オゾン (γ/l)	0.081	0.17
窒素の酸化物 (γ/l)	0.26	0.50

第2図 横浜喘息と大気汚染



以上の例の如く、高濃度の大气汚染は多数の人々に急性に障害を与え、主として呼吸器系統を犯し、殊に老人や呼吸器、心臓疾患のある人はその影響が著明で二次的に死亡する場合もある。

(ii) 持久性低濃度汚染

低濃度の汚染物質が長期にわたつて人体に作用する場合、如何なる影響を及ぼすかはまだ確証がないので不明である。例へば近畿地方大気汚染調査連絡会の調査では昭和32年3月13日から6日間^にわたり、阪神間22カ所の測定において SO₂ 濃度の測定を行つたが、その平均濃度は午前9時0.05p.p.m.、午前3時0.028p.p.m.であり、測定期間中の最高値は尼崎の0.55p.p.m.であつて、これを労働衛生学的な立場からみると、第1表の如く、遙かに高温^度においての症状が記載されていて、都市の大気中に存在するが如き低濃度では問題にならない。しかし大気汚染の場合(公害)は SO₂ のみが単独に存在する

表5表 英国における呼吸器系死亡率¹⁾

	市 部			郡 部
	人口10万 万以上	10~ 5万	5万 以下	
肺 炎	47.90	39.22	35.75	31.55
気 管 支 炎	61.56	53.82	48.77	36.94
その他の呼吸器病 ²⁾	11.19	9.71	10.60	9.66
計	120.65	102.75	95.12	78.15
全死亡に対する%	10.23	9.13	8.50	7.78

- 1) 人口10万対訂正死亡率
- 2) インフルエンザを除く

わけてなく、他の種々の物質も存在しており、しかもこれらの物質が個々には中毒を起すに足る程の濃度ではないが、これらの幾つかの集合によつて何らかの影響を人体に与えるかも知れない。更に低濃度の汚染は(1)感受性、(2)環境条件、(3)気象条件、(4)地方の特殊性等の条件によつて人体への影響が異なるものと考えられる。

イギリスの大都市では第5表の如く、気管支炎、肺炎、肺癌による死亡が多く、持久的大気汚染の影響ではあるまいかと考えられているが、日本における気管支炎及び肺炎の死亡は必ずしも都市に多くなく、明らかに持久的汚染の影響とはいい難い。しかし上記の如き種々の条件による発生の差も考えられるので一概にイギリスの報告を捨て去るわけにはいかない。最近の都市における肺癌死亡の増加は持久的大気汚染の影響と考えられる傾向が強くなつてい^るが、この場合の発生因子には工場廃ガスというよりも、交通機関の内燃機関から発生するガス、特に Benzpyrene によるといわれている。しかしいづれにしても持久的低濃度の大气汚染は呼吸器系に障害を与え、太陽光線をさえぎり紫外線量を少くするので感染に対する抵抗力の低下、ビタミン欠乏等も考え(以下11頁へ)

(15頁より続く)

られ、公衆衛生上重要な問題である。

4. ま と め

工場廃ガスが大気汚染の汚染源として大きな役割を演じていることは確かであつて、公衆の健康に時には強く、時には弱く影響を及ぼしている。強く影響するときには多数の障害者を出し、二次的に死亡する場合もある。弱く影響する際には直に症状は認められないが長期間曝露の後、何らかの呼吸器系障害が考えられ、更に肺癌発生の可能性も考えられるので工場廃ガスは公衆衛生上重要な問題である。

工場廃ガスによる大気汚染の実態調査、人体に及ぼす影響及び汚染防止等については現在も各都市で検討せられ、研究が進められているが尚解決すべき多くの問題が残されている。協同研究とその予算の確保が必要であつて、この面における理解ある協力者の出現に負う処大なるものであると考える次第である。