

第5章 大気汚染の影響

5.1 人体影響

5.1.1 はじめに

代表的な大気汚染物質の健康への影響を述べる。大気汚染が激しい場合には、目や気管の刺激症状（涙、咳、目や喉の痛みなど）も問題となるが、多くの場合は慢性の呼吸器の傷害が重要である。

5.1.2 呼吸器の仕組み

大気汚染物質の最初の標的臓器は呼吸器であるので、その仕組みをおおよそ理解しておこう。図 5.1.1 に、人の呼吸器の概略を示す。空気の通り道である鼻腔から気管支付近までの粘膜上皮は粘液で覆われ、気管、気管支には異物を排除するための繊毛がある。また酸素と炭酸ガスのガス交換を行う肺胞には肺胞マクロファージが存在し、異物を貪食し排除する。

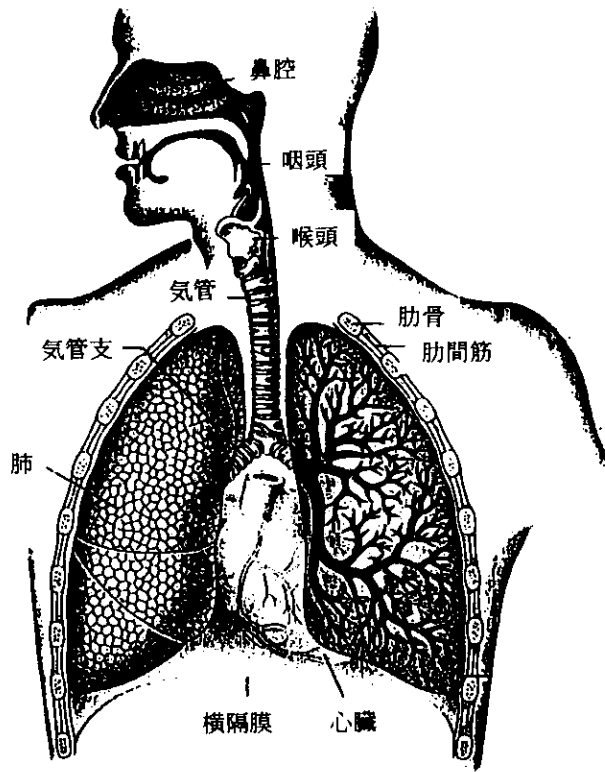
吸入された大気汚染物質のうち、大きい粒子状物質は鼻腔で捕集されるが、直径が $10 \mu\text{m}$ 以下のいわゆる浮遊粒子状物質は、鼻腔を通過して気管、肺胞に達する。ガス状物質のうち、二酸化硫黄は、水に溶けやすいので、主に上気道で吸収され、慢性気管支炎、喘息を引き起こす。これに対して水に溶けにくいオゾンや窒素酸化物は、肺の奥深くまで到達し、喘息や慢性気管支炎の他に、肺気腫を引き起こす可能性がある。また一酸化炭素は肺胞で血液中のヘモグロビンに接触すると、酸素よりもヘモグロビンと結合しやすいので、血液の酸素の運搬を妨げることになる。

5.1.3 大気汚染物質により引き起こされる呼吸器疾患とは

大気汚染の程度が激甚な場合には、急性の気管支炎等により特に高齢者や慢性の基礎疾患を持った患者に過剰死亡のおこる危険性がある（大気汚染の歴史の項参照）。しかし、多くの場合は慢性の呼吸器疾患、特に喘息、慢性気管支炎、肺気腫を引き起こす。これらの呼吸器疾患を総称して慢性閉塞性肺疾患と呼ぶ。これらの疾患は、呼吸機能検査で、肺活量は正常に保たれるが、1秒率（できるだけ早く息を吐き出した時に、1秒間に全体の何%を吐き出せるか）の低下、最大呼気流量（ピークフロー）の低下などが特徴である。

表 5.1.1 はこれらの疾患の定義である。このうち慢性気管支炎は主に持続する咳、痰などの自覚症状で診断されるのが特徴である。喘息は、最近の知見の集積から、気道の炎症性傷害とみられ、定義も変わってきている。ただしこれらの疾患の原因は大気汚染に限らない。

その他、肺癌は石綿によって起こることはよく知られている。その他煤煙やディーゼル排出ガスに含まれる粒子に発癌物質が付着しており、肺癌を起こす可能性が示唆されるが、因果関係はまだはっきりしていない。



末梢気道

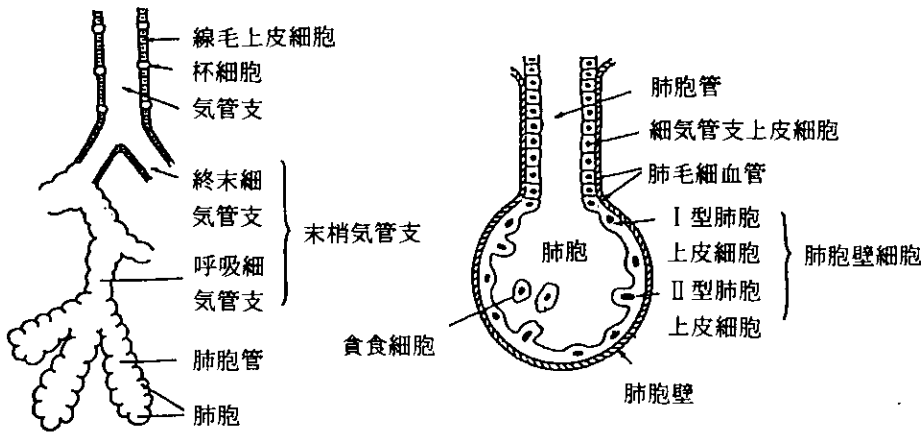


図5.1.1 呼吸器のしくみ

表 5.1.1 慢性閉塞性肺疾患の定義

病名	定義
1) 慢性気管支炎	気管支内に分泌される過剰な粘液分泌の臨床的病像であり、慢性あるいは反復性の痰を伴う咳が見られ、たいていの場合、これらの症状が年に最低3ヵ月のほとんど毎日、かつ少なくとも連続2年間にわたって存在するもの。(ATS)
2) 喘息	喘息とは、種々の刺激による気管及び気管支の反応性亢進を特徴とし、自然にか、あるいは治療により、その強さが変化する広範な気道の狭窄によって症状を現す疾患である。(ATS) 最近の定義では、「気道閉塞、気道過敏性という観点からのこれまでの喘息の定義では喘息の仕組みがよく理解できない為に不十分なものとなっている」とした上で、「喘息は肥満細胞や好酸球など多くの細胞が関係する気道の慢性的炎症傷害である」としている。
3) 肺気腫	肺気腫とは、肺の解剖学的病変を示すもので、気管末梢から終末に至る部位における気室拡大を特徴とする。この際、肺胞壁の破壊を伴うものである。臨床症状としては特異的なものは少ないが、X線写真では不明な場合もある。咳は常時伴うことが多く、喘鳴を伴う。呼吸困難や、疲労感が強い。(ATS)

5.1.4 代表的な大気汚染物質の健康影響

(1) 二酸化硫黄

石炭燃焼による主たる大気汚染物質が二酸化硫黄と煤煙である。有名なロンドンの大気汚染による過剰死亡のエピソードの時は、呼吸循環器系疾患を持った老人に死亡が多かったが、共通の症状は呼吸困難を伴う気管支狭窄症状であった¹⁾。この時は二酸化硫黄濃度はピーク時には1.4 ppm程度であったが、このような急性症状は二酸化硫黄単独の場合よりも、煤煙などの粒子状物質が共存した時に激しく起こると考えられている。その後、燃料が石炭から石油に変換すると、煤煙は減少したが、逆に二酸化硫黄の濃度は高くなり、より広域化した大気汚染被害へと変化していく。

日本の場合には四日市喘息として知られる被害が有名である。特に磯津地区は煙突からの大気汚染物質の最大着地点にあたっていたために、二酸化硫黄濃度はしばしば1～2 ppmに及ぶ高濃度ピーク汚染がみられたことが特徴である。この地区では、4疾患群すなわち感冒症候群、気管支喘息、咽喉頭炎(扁桃腺炎、アングーナ等を含む)の呼吸器系の疾患と前眼部疾患(結膜炎、角膜炎、トラコーマ、眼異物など)が他の地区に比べて明らかに受診率が高かった²⁾。この当時一般の医師に慢性気管支炎の病名を使用する習慣はほとんど無かったので、感冒症候群の中には慢性気管支炎が多く含まれていたものと思われる。図5.1.2は、同地区において気管支喘息、慢性気管支炎、喘息性気管支炎(小児)の3疾患について毎年の新規患者発生数(3年移動平均値)と同地区の二酸化硫黄のピーク汚染(0.2 ppm以上)の出現頻度の推移を示したものである。コンビナートの本格的な操業開始とともにまず気管支喘息、次いで慢性気管支炎さらに小児の喘息性気管支炎の発生増加が見られ、昭和40年頃からの各種対策による二酸化硫黄の濃度の減少に伴って患者の発生数も減少していくことがわかる³⁾。

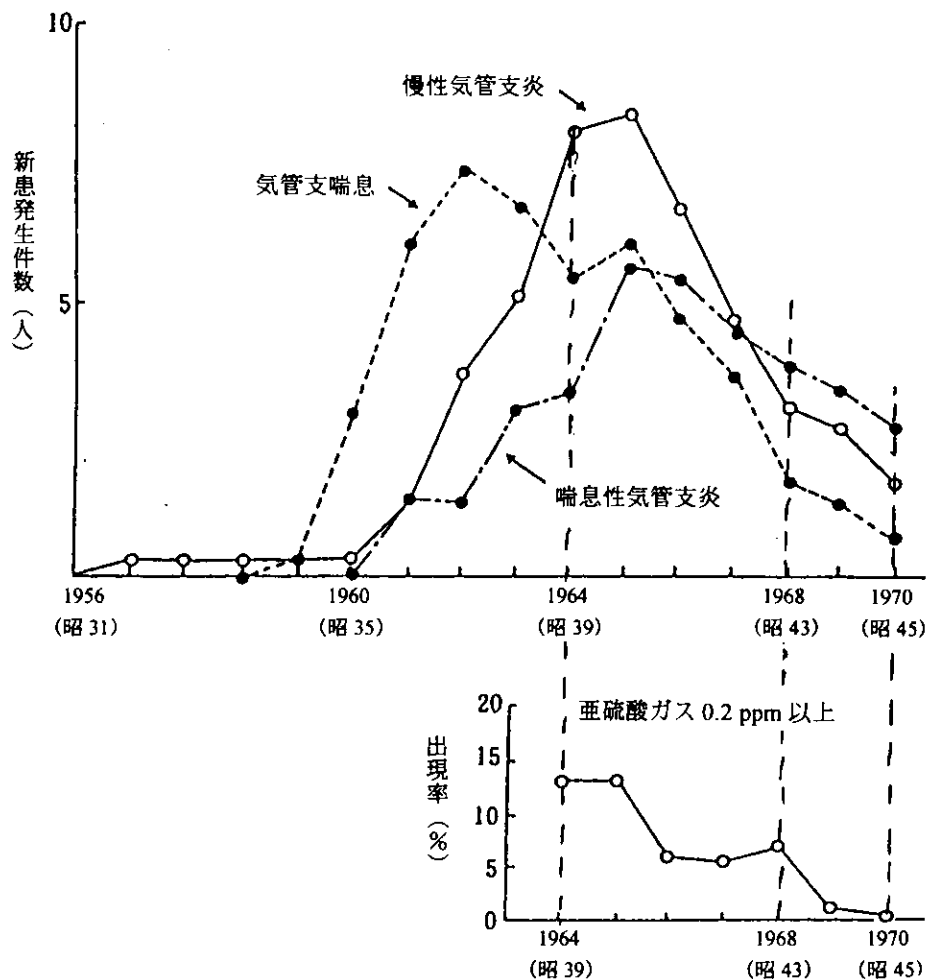


図 5.1.2 四日市、磯津地区における新規患者発生状況

上、3年移動平均値：下、SO₂濃度の推移³⁾

(2) 粒子状物質

石炭や石油の不完全燃焼によって発生する煤煙やディーゼルエンジンからの排出ガス中の粒子は炭素が主体であり、粒径は2.5 μm以下のものが多く、肺胞の奥深くに沈着することから、特に注意が必要である。この粒子には同時に発生した多くの有害物質が付着しており、特に二酸化硫黄との共存で呼吸器傷害を起こすことは前述した。アスベスト繊維の吸入はじん肺や肺癌、悪性中皮腫の原因となる。また、有鉛ガソリンを使用している国では、自動車排ガス中の鉛が問題となり、貧血、歯茎の着色、神経症状などの慢性中毒症状をおこす。最近では粒子状物質と呼吸器疾患の死亡率や入院患者数との関係⁴⁾、アレルギー性疾患に関与する抗体の産生を増強する作用があることも証明されている。

(3) 光化学オキシダント

光化学オキシダントの主成分はほとんどがオゾンであり、人体への影響もこれによるものが大きい。しかし急性症状として訴えの多い眼の刺激症状はオゾン単独では起こらず、PAN、ホルムアルデヒド

等によるものと考えられている。自覚症状の訴えとしては眼の刺激症状の発症が高率であり、影響を知る上で最も鋭敏な指標と考えられる。眼の刺激症状のいき値は、0.1 (0.08~0.15) ppm と考えてよい^{5, 6)}。一般的にはオキシダント濃度の1時間値が0.2 ppm 程度となると呼吸機能の低下(1秒率の低下等)が起こるが、運動中には0.12 ppm 以下でも同様のことが起こると報告されている⁷⁾。長期影響に関しては、呼吸器疾患の有症率に影響を与える可能性が示唆されるものの、その寄与率は明らかではない。

(4) 窒素酸化物

これまでの疫学調査では、窒素酸化物の濃度と持続性の咳と痰の有症率が正の相関を持つことが確かめられており、同時に呼吸機能検査では1秒率、ピークフローの低下が認められ、この結果を下に日本の環境基準が決められた⁸⁾。また、最近の調査では、年平均値が0.03 ppm (環境基準の0.06 ppm に対応)を越える地域では児童の喘息様症状の新規発生率が高い傾向が認められている⁹⁾。これらの成績は他の要因も考えなければならないが、動物実験でも概ねこれらの事実を支持する結果が得られている。

以上のように、大気汚染物質の健康への影響は多要因、1症状であり、その地域によってどの汚染物質の影響が主体となっているかを見極める必要がある。