

大気まとめノート

第一章 公害概論

環境基準及び環境汚染物質の区分等

大気汚染に係る環境基準

物質	環境基準
二酸化硫黄	1時間値の1日平均値が0.04ppm以下であり、かつ、1時間値が0.1ppm以下であること。
一酸化炭素	1時間値の1日平均値が10ppm以下であり、かつ、1時間値の8時間平均値が20ppm以下であること。
浮遊粒子状物質	1時間値の1日平均値が $0.10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下であり、かつ、1時間値が $0.20\text{mg}/\text{m}^3$ 以下であること。
二酸化窒素	1時間値の1日平均値が0.04ppmから0.06ppmまでのゾーン内又はそれ以下であること。
光化学オキシダント	1時間値が0.06ppm以下であること。

有害大気汚染物質に係る環境基準

物質	環境基準
ベンゼン	1年平均値が $0.003\text{mg}/\text{m}^3$ 以下であること。
トリクロロエチレン	1年平均値が $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下であること。
テトラクロロエチレン	1年平均値が $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下であること。
ジクロロメタン	1年平均値が $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 以下であること。

ダイオキシン類に係る環境基準

物質	環境基準
ダイオキシン類	1年平均値が $0.6\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$ 以下であること。

大気汚染防止法に定める有害物質

1. カドミウムおよびその化合物

2006.08.31 更新

2. 塩素および塩化水素
3. フッ素・フッ化水素及びフッ化ケイ素
4. 鉛及びその化合物
5. 窒素酸化物

特定物質とされる物質

1. アンモニア
2. 弗化水素
3. シアン化水素
4. 一酸化炭素
5. ホルムアルデヒド
6. メタノール
7. 硫化水素
8. 燐化水素
9. 塩化水素
10. 二酸化窒素
11. アクロレイン
12. 二酸化いおう
13. 塩素
14. 二硫化炭素
15. ベンゼン
16. ピリジン
17. フェノール
18. 硫酸（三酸化硫黄を含む。）
19. 弗化珪素
20. ホスゲン
21. 二酸化セレン
22. クロルスルホン酸
23. 黄燐
24. 三塩化燐
25. 臭素
26. ニッケルカルボニル
27. 五塩化燐

28. メルカプタン

大気汚染に係る物質の特徴等

一酸化炭素(CO)

- ・意識障害が生じる濃度は 40%以上。
- ・環境基準達成率は 100%

二酸化窒素 (NO₂)

- ・環境基準値：一日平均で 0.04ppm ~ 0.06ppm までのゾーンかそれ以下。
- ・NO よりも NO₂ の方が毒性強い。
- ・年平均値は昭和 62 年以降ほぼ横ばい。
- ・下部気道へ入り細末気管支や肺胞に悪影響を与える。
- ・燃焼温度が高くなれば NO₂ / NO への変化する割合が高くなる。
- ・排出量は ボイラー ディーゼル 窯業製品製造炉の順に多い(業種別では電気業、窯業・土石製品製造業の順に多い)。
- ・オゾンの生体影響と類似している。

光化学オキシダント

- ・注意報：1 時間において 0.12ppm 以上でその状態が継続すると認められる時。
- ・警報：1 時間において 0.4ppm 以上でその状態が継続すると認められる時。
- ・目やのどを刺激する。呼吸器への影響。
- ・主成分はオゾンで強い酸化力を持つ。
- ・発生にはヒドロキシルラジカルが重要な役割を果たしている。
- ・発生には炭化水素が大きな役割を果たしている。

二酸化硫黄 (SO₂)

- ・上部気道への影響が大きいですが、微粒子が存在すると肺胞まで達する。
- ・環境基準項目として採用されている。
- ・肝臓で解毒され硫酸塩となり、尿中に排出される。
- ・鹿児島以外ではほぼ 100%の環境基準達成率。
- ・硫黄酸化物の内訳 電気業 鉄鋼業 化学工業の順に多い。(施設別ではボイラー、ディーゼルの順)

- ・ 環境基準は 1 時間値の 1 日平均が 0.04ppm 以下であり、かつ 1 時間値が 0.1ppm 以下であることである。

平成 17 年度版環境白書まとめ

地球温暖化

- ・ 日本における 2003 年の温室効果ガス総排出量 13 億 3900 万トン (CO₂ 換算) で前年度と比較すると 0.7% の増加。国民一人当たり 9.87 トン
- ・ 部門別温室効果ガス排出 (多い順) は **産業 運輸 業務その他 家庭 エネルギー転換 工業プロセス 廃棄物** となっており、工業プロセス以外は全て増加している。
- ・ CO₂ 以外の主な温室効果ガスの排出 (多い順) **N₂O メタン HFC PFC SF₆**
- ・ 京都議定書によれば、日本の削減割合は基準年 (原則として 1990 年) から 6% としなければならない。
- ・ 1990 年から 2100 年までに海面が 9-88cm 上昇すると予測されている。

オゾン層の破壊

CFC、HCFC、ハロン、臭化メチル等によりオゾン層が破壊されている。

- ・ オゾンホールは鈍化したものの、長期的には拡大の傾向。
- ・ 今のところ日本では紫外線の明らかな増加傾向は見られていない。
- ・ ウィーン条約 (1985 年)、モントリオール議定書 (1987 年) が国際的なオゾン層の破壊の防止に係る基準。これらを円滑に実施するため、日本では 1988 年に「特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律 (オゾン法)」が制定。

酸性雨

昭和 58 年度～平成 14 年度までの 20 年間の調査結果 (平成 16 年 6 月とりまとめ) は以下のように要約できる。

- ・ 全国的に欧米並みの酸性雨が観測されている (全平均値 pH4.77)
- ・ 現時点では、酸性雨による植生衰退等の生態系被害や土壌の酸性化は見られていない。
- ・ 酸性雨に対して生態系が脆弱であると考えられている、岐阜県伊自良湖等への河川流入や周辺土壌において、pH の低下等酸性雨の影響と思われる現象が確認された。しかし、これらは全て、直ちに人の健康、生態系に影響を与えるレベルではない。

光化学オキシダント

光化学オキシダントは、工場・事業場や自動車から排出される窒素酸化物や、揮発性有機化合物を主体とする一次汚染物質が太陽光線の照射を受けて光化学反応により二次的に生成されるオゾン等の総称でいわゆる「光化学スモッグ」のこと。

- ・ 環境基準（1時間値が0.06ppmであること）の達成率は極めて低い。達成率は平成14年度 0.5%、平成15年度 0.3%である。
- ・ 平成16年度の光化学オキシダント注意報（1時間において0.12ppm以上でその状態が継続すると認められる時、発せられる）の発令延べ日数（都道府県を一つの単位として発令日数を合計したもの）は189日（平成15年度は108日）。
- ・ 注意報の発令日数を月別に見ると7月が最も多い。次いで8月。
- ・ 平成16年度の被害届出人数（自覚症状による自主的なもの）は393人（平成15年度は254人）。
- ・ 注意報発令は関東地方に極めて多い（北海道、東北地方、九州地方はゼロ）。

窒素酸化物

- ・ 二酸化窒素の環境基準（1時間値の1日平均値が0.04ppmから0.06ppmまでのゾーン内又はそれ以下であること。）達成率は一般環境大気測定局で平成15年度99.9%（平成14年度99.1%）、自動車排出ガス測定局で平成15年度85.7%（平成14年度83.5%）となっている。
- ・ 二酸化窒素の濃度は横ばい傾向。
- ・ 「自動車から排出される窒素酸化物及び粒子状物質の特定地域における総量の削減等に関する特別措置法（自動車NO_x・PM法）の適用範囲 埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、愛知県、三重県、大阪府、兵庫県
- ・ 平成14年度における窒素酸化物排出の総量は428百万m³
- ・ 排出量は **ボイラー ディーゼル 窯業製品製造炉**の順に多い（業種別では電気業、窯業・土石製品製造業の順に多い）。

粒子状物質

大気中の粒子状物質は「降下ばいじん」と「浮遊ばいじん」に大別され、さらに浮遊ばいじんは環境基準の設定されている「浮遊粒子状物質」とそれ以外に分けられる。浮遊粒子状物質は微小なため大気中に長時間滞留し、肺や気管等に付着して呼吸器に悪影響を及ぼす。

2006.08.31 更新

- ・ 一次粒子とは発生源から直接大気中に排出されるもの。発生源としては、ディーゼル排気粒子等の人為的発生源、黄砂や土壌の巻き上げ等の自然発生源がある。
- ・ 二次粒子とは硫酸化物、窒素酸化物、揮発性有機化合物等の大気中で粒子状物質に変化するものこと。
- ・ 平成 15 年度の環境基準達成率は一般環境大気測定局で 92.8% (平成 14 年度 52.5%)、自動車排出ガス測定局で 77.2% (平成 14 年度 34.3%) である。平成 14 年度と比較して大幅に達成率が向上したことに注意。

硫酸化物

- ・ 平成 15 年度の二酸化硫黄の環境基準達成率は一般環境大気測定局で 99.7% (平成 14 年度 99.8%)、自動車排出ガス測定局で 100% (平成 14 年度は 99.0%) である。
- ・ 平成 14 年度の硫酸化物年間排出量は 208 百万 m^3
- ・ 硫酸化物の内訳 電気業 鉄鋼業 化学工業の順に多い。(施設別ではボイラー、ディーゼルの順)

一酸化炭素

- ・ 環境基準達成率は 100%

有害大気汚染物質

- ・ 環境基準値超過率(平成 15 年度)はベンゼンが 7.8%でその他(トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロロメタン)は 0%であった。

ばいじん

- ・ 排出量内訳は ボイラー 廃棄物焼却炉 金属精錬用炉等の順に多い(業種別では電気業、鉄鋼業の順)

その他

オゾンについて

- ・ オゾンの大部分は地上から約 10 ~ 50km 上空の成層圏に存在
- ・ 紫外線を吸収
- ・ 光化学オキシダントの主成分
- ・ 毒性が強く、吸収によって肺機能の変化をもたらす恐れ

2006.08.31 更新

有害大気物質

- ・ いき値がないと考えることができる物質については、生涯リスクレベル 10^{-5} を当面の目標としている。
- ・ 該当する可能性のある物質として 234 種類が選定されている。
- ・ 優先取組物質として 22 種類が選定されている。
- ・ 優先取組物質のうちジクロロメタンとダイオキシン類は環境基準が設定されている。

地球温暖化係数

各温室効果ガスが 100 年間に及ぼす温暖化の効果 (CO₂ を 1 とした場合)

CO₂ 1

メタン 21

N₂O 310

フロン 11 3800

フロン 22 1500

四フッ化炭素 6500

第二章 大気汚染関係法令

環境基本法について

太文字にしたところは特に重要なので要チェックです。

目的

この法律は、環境の保全について、基本理念を定め、並びに**国、地方公共団体、事業者及び国民の責務**を明らかにするとともに、環境の保全に関する施策の基本となる事項を定めることにより、環境の保全に関する施策を総合的かつ計画的に推進し、もって現在及び将来の**国民の健康で文化的な生活の確保**に寄与するとともに人類の福祉に貢献することを目的とする。

環境の負荷

人の活動により環境に加えられる影響であって、**環境の保全上の支障の原因**となるおそれのあるものをいう。

地球環境保全

人の活動による地球全体の**温暖化又はオゾン層の破壊の進行、海洋の汚染、野生生物の種の減少**その他の地球の全体又はその広範な部分の環境に影響を及ぼす事態に係る環境の保全であって、人類の福祉に貢献するとともに**国民の健康で文化的な生活の確保**に寄与するものをいう。

公害とは

環境基本法における「公害」とは、**大気汚染 水質汚濁 土壌汚染 騒音 振動 地盤沈下 悪臭**である（典型7公害と呼ばれる）。

環境の日

第10条に記載

事業者及び国民の間に広く環境の保全についての関心と理解を深めるとともに、積極的に環境の保全に関する活動を行う意欲を高めるため、環境の日を設ける。

- ・ 環境の日は、**6月5日**とする。
- ・ **国及び地方公共団体**は、環境の日の趣旨にふさわしい事業を実施するように努めなければならない。

法制上の措置

第 11 条に記載

政府は、環境の保全に関する施策を実施するため必要な法制上又は財政上の措置その他の措置を講じなければならない

年次報告等

第 12 条に記載

政府は、毎年、国会に、環境の状況及び政府が環境の保全に関して講じた施策に関する報告を提出しなければならない。

政府は、毎年、前項の報告に係る環境の状況を考慮して講じようとする施策を明らかにした文書を作成し、これを国会に提出しなければならない。

環境基本計画（第 2 節）

政府は、環境の保全に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、環境の保全に関する基本的な計画（以下「環境基本計画」という。）を定めなければならない。

環境基本計画は、次に掲げる事項について定めるものとする。

環境の保全に関する総合的かつ長期的な施策の大綱

前号に掲げるもののほか、環境の保全に関する施策を総合的かつ計画的に推進するために必要な事項

環境大臣は、中央環境審議会の意見を聴いて、環境基本計画の案を作成し、閣議の決定を求めなければならない。

環境大臣は、前項の規定による閣議の決定があったときは、遅滞なく、環境基本計画を公表しなければならない。

前 2 項の規定は、環境基本計画の変更について準用する。

環境基準（第 3 節）

政府は、大気汚染、水質汚濁、土壌汚染及び騒音に係る環境上の条件について、それぞれ、人の健康を保護し、及び生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準を定めるものとする。

前項の基準が、2 以上の類型を設け、かつ、それぞれの類型を当てはめる地域又は水域を指定すべきものとして定められる場合には、その地域又は水域の指定に関する事務は、2 以上の都道府県の区域にわたる地域又は水域であって政令で定めるものにあつては政府

が、それ以外の地域又は水域にあってはその地域又は水域が属する都道府県の知事が、それぞれ行うものとする。

第1項の基準については、常に適切な科学的判断が加えられ、必要な改定がなされなければならない。

政府は、この章に定める施策であって公害の防止に係るもの（以下「公害の防止に関する施策」という。）を総合的かつ有効適切に講ずることにより、第1項の基準が確保されるように努めなければならない。

国が講ずる施策等

国は、環境に影響を及ぼすと認められる施策を策定し、及び実施するに当たっては、環境の保全について配慮しなければならない。

- ・ 規制
- ・ 経済措置
- ・ 環境保全設備の整備
- ・ 環境の負荷の軽減に資する製品等の利用の促進
- ・ 環境保全教育
- ・ 情報提供
- ・ 調査
- ・ 監査
- ・ 科学技術の振興
- ・ 公害に係る紛争の処理及び被害の救済

等について定めている。

大気汚染防止法

ばい煙

大気汚染防止法で定めるばい煙とは以下に示すものである。

- ・ 物の燃焼に伴って発生する硫黄酸化物
- ・ 物の燃焼又は熱源としての電気の使用に伴って発生するばいじん
- ・ 物の燃焼、合成、分解等に伴って発生する物質のうち、カドミウム等の人の健康又は生活環境に関わる被害を生ずる恐れがある物質で、政令で定めるもの

（政令で定めるものには (1)カドミウム及びその化合物 (2) 塩素及び塩化水素 (3) フッ素、フッ化水素及びフッ化ケイ素 (4) 鉛及びその化合物 (5) 窒素酸化物が含まれる。）

ばい煙発生施設の届出事項

- ・ 氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名
- ・ 工場又は事業場の名称及び所在地
- ・ ばい煙発生施設の種類
- ・ ばい煙発生施設の構造
- ・ ばい煙発生施設の使用の方法
- ・ ばい煙処理の方法

粉じん

物の粉碎、選別その他の機械的処理又はたい積に伴って発生し、または飛散する物質を粉じんという。

- ・ 粉じんのうち石綿等の人の健康に係る被害を生じるおそれのある物質で政令で定めるもの（現段階では石綿のみ）を特定粉じんという。
- ・ 特定粉じん以外は一般粉じんという。

上乘せ排出基準

- ・ 設定できるのは**有害物質**と、**ばいじん**のみ。
- ・ 条例で、より厳しい排出基準を定めることができる。

第三章 燃焼・ばい煙防止技術

燃料

気体燃料

- ・ 特徴

燃焼効率がよい。燃料中に硫黄を含まないものが多く、燃焼ガス中に二酸化硫黄を生成しない。基本的に灰分がほとんどなく、ばいじんを発生する事が無い。

- ・ 天然ガス

地下から出るガスのうち、炭化水素を主成分とする可燃性のガスである。組成によって、湿性ガスと乾性ガスに分けられる。

湿性ガス メタン、エタン、プロパン、ブタン等 高発熱量 $50.2\text{MJ/m}^3_{\text{N}}$

乾性ガス メタンおよびごく少量の二酸化炭素 高発熱量 $37.7\text{MJ/m}^3_{\text{N}}$

- ・ 液化石油ガス (LPG)

比重が空気より重く (空気 1 として 1.5 ~ 2.0 程度) 漏洩時に低所に滞留する。また天然ガスと比較して発熱量が高い ($83.7 \sim 125.6 \text{ MJ/m}^3_{\text{N}}$)。主成分はプロパン、プロピレン、ブタン、ブチレン。

- ・ その他

油ガス (油を分解するときが発生するもの)、製油所ガス (製油所の精製過程から排出されるガス)、石炭ガス (石炭を乾留する際に得られるガス)、高炉ガス等 (製鉄用高炉から副産するガスで主な可燃成分は水素と一酸化炭素) が存在する。

***炭化水素の発熱量は一般的に**

C : 1kg あたり 8000 kcal

H : 1kg あたり 34000 kcal

程度となる。この数値を覚えておけば、気体燃料の発熱量の実測値に近い値を推定する事ができる (発熱量を暗記する労力が省ける)。

液体燃料

- ・ 特徴

石炭の燃焼と比較すればばい煙の発生は少ないが、重質油ではその方法を誤るとばい煙を発生する事がある。重質油は硫黄分を含むので燃焼によって SO_2 を発生する。

- ・ ガソリン

石油製品のうち最も軽質のもので、沸点範囲は大体 30～200 である。密度は 0.72～0.76g/cm³ である。オクタン価によって 1号と 2号に分けられるが、我が国で使用されるガソリンはオクタン価 90 程度で 2号に属す。

- ・ 灯油

沸点 200～350 で、密度は 0.78～0.82g/cm³ である。

種類	用途
1号	灯火用、暖房用及び厨房用燃料
2号	石油発動機燃料、溶剤および洗浄用

上記のように 1号、2号に分けられるが、1号灯油は燃焼ガスをそのまま室内に放置する機会が多いので十分に精製させる必要があるが、2号は精製度は低くてよい。

- ・ 軽油

沸点 200～350 の留分で、密度は 0.80～0.85g/cm³ である。**流動点**により分類されている。

- ・ 重油

重油は**動粘度**によって以下の表のように分類される。

重油の規格 (JIS K 2205)

種類		反応	引火点 ()	動粘度 (50) (mm ² /s)(cSt)	流動点 ()	残留炭素分 (質量%)	水分 (容積%)	灰分 (質量%)	硫黄分 (質量%)
1種	1号	中性	60以上	20以下	5以下	4以下	0.3以下	0.05以下	0.5以下
	2号								2.0以下
2種			50以下	10以下	8以下	0.4以下	3.0以下		
3種	1号	70以上	250以下	—	—	0.5以下	0.1以下	3.5以下	
	2号		400以下	—	—	0.6以下		—	
	3号		400を超え1000以下	—	—	2.0以下	—	—	

一般に密度が大きいほど発熱量は大きくなる。

残留炭素の多い重油は粘度が高い。

重油の硫黄の大部分が有機硫黄分として存在。

固体燃料 (石炭について)

- ・ 石炭化が進むに従って固定炭素が増大し、揮発分が減少する。
- ・ 燃料比とは、**固定炭素/揮発分**であり石炭化を示す指数である。
- ・ 比重は 1.2～1.8 である。

燃焼計算 詳しくは公害塾にて掲載。ここでは省略。

主要なガスの組成 (燃焼式をたてるための)

2006.08.31 更新

メタン CH₄

エタン C₂H₆

ブタン C₄H₁₀

プロパン C₃H₈

エチレン C₂H₄

ばい煙の発生防止

すす

- ・ 一般に炭素数の多い物質は燃焼するとすすを生じやすい。
- ・ 拡散燃焼は、予混合燃焼と比べてすすが発生しやすい。
- ・ 理論空気量以下で燃焼するとすすが発生しやすい。

拡散燃焼

燃料と空気を別々に供給し、燃焼室で混合させ燃焼する方法。

予混合燃焼

あらかじめ燃料と空気を混合させ、燃焼させる方法。

排煙脱硫

石炭スラリー吸収法

炭酸カルシウム (石灰石) (CaCO₃)と水酸化カルシウム (消石灰) (Ca(OH)₂) ドラマイト及び石灰とフライアッシュを吸収剤として使用し、SO₂を吸着除去する方法である。以下のような反応となる。



(SO₂とCO₂は等モルとなる。)

水酸化マグネシウムスラリー法

水酸化マグネシウム [Mg(OH)₂] を 5-10% 含むスラリーに SO₂ を吸収させ、空気で酸化させると、硫酸マグネシウムの廃液とる。これを放流する。

特長としては技術と法規の本には

(ア) 設備が複雑ではなく、設備費が安価となる

2006.08.31 更新

(イ) 水酸化ナトリウムに比べ薬品単価が安い上に等モル反応のためランニングコストが低減される。

(ウ) 弱アルカリ性であるが、毒性、腐食性もほとんどなく、水酸化ナトリウムのような劇物でもないため、取り扱いが容易で危険性がない。

(エ) 原料は豊富な海水と石灰石であるため、供給が安定してお価格変動が少なく、安心して使用できる。

(オ) 反応後の生成塩 (MgSO_3 、 MgSO_4) の溶解度が水酸化マグネシウムに比べて大きくなるため、石灰法のような閉塞の心配がなく維持管理も容易である。

第四章 大気汚染関係有害物質処理技術

第五章 大気中におけるばい煙の拡散

ダウンウォッシュ

煙突からの吐出速度が風速より小さい場合、煙は煙突の背後に生じる渦や付近の建造物によって発生する渦に巻き込まれ、急激に地上に降下する事がある。この現象をダウンウォッシュ（もしくはダウンドラフト）という。

有効煙突高さ

実際の煙突の高さに煙の上昇高度を加えた高度を「有効煙突高さ」という。煙突の風下に現れる汚染濃度は通常、有効煙突高さから水平に拡散した場合とほとんど等しくなる。このような便宜上の都合から有効煙突高さが計算に用いられる場合が多い。

着地濃度

汚染物質量が同じなら、高い高度から排出された汚染物質の着地濃度は同一の拡散条件の下では、低い高度から排出された場合に比較して必ず低くなる。

大気の安定条件

上空の空気の温度が地表より高いとき

$$d/dZ = dT/dz + \gamma_d$$

d/dZ : 温位こう配

dT/dz : 温度こう配

γ_d : 乾燥断熱減率

大気の安定条件としては以下のようなになる。

$d/dZ > 0$ の時、安定

$d/dZ = 0$ の時、中立

$d/dZ < 0$ の時、不安定