

6.8 大気汚染物質の排出係数

6.8.1 概説¹⁾

ある地域の大気汚染対策を合理化するにはその地域での大気汚染物質総排出量を大気汚染物質別に、その地域での人間活動種類別に推定する必要がある。この推定には、燃料燃焼や工業生産活動等ともなう大気汚染物質排出量実測結果とこれら人間活動とから算出した大気汚染物質排出係数が活用されてきた。また、地域的大気汚染物質総排出量推定に必要なこの技術定数は、大気拡散理論による大気汚染濃度予測を可能とし、環境評価制度運営や大気汚染物質の地域的削減計画策定にも活用されてきた。

1970年アメリカ合衆国政府は、1968年における全米での5種類の大気汚染物質総排出量推定結果を発表した²⁾。また同政府は、この算出基準と考えられる大気汚染物質の排出係数に関するR. L. Dupleyによる報告書³⁾を提出しており、これは我が国において社団法人燃料協会により翻訳されている⁴⁾。R. L. Dupleyは、この報告書の中で排出係数につき『大気汚染物質の排出係数とは、燃焼炉で一定量の燃料を燃焼させた場合、工場で一定量の製品を製造した場合、また自動車であれば一定走行距離のようなパラメーターを基準とした場合に、排出される汚染物質の統計的な平均排出量のことである。』と定義し燃料燃焼、各種工業プロセスや輸送機関等の大気汚染物質発生源概要とそれらにおける排出係数を紹介している。またこの報告書³⁾序文には、これは既発表技術論文データをまとめたもので、算出基礎をM. Mayerが1965年に編集したもの⁵⁾に置いたと記している。

一方、我が国では1960年に通産省工業技術院が、全国271工場の煤煙排出状況を調査し、1961年その結果を発表しているがこの報告書⁶⁾の中でセメント焼成炉からの煤塵排出量をセメントクリンカ生産tあたりの排出煤塵排出量として計算している。その結果は0.3~3.3 kg/tであり、湿式プロセスでは1.8 kg/t以下、乾式プロセスでは1.0~3.3 kg/tのものが多く述べ、とくに大気汚染物質排出係数とはいっていないが、アメリカ合衆国政府より早くからこの概念を持っていた事が伺える。とはいえその後の通産省の活動に同様なものは見当たらない。

さて、この通産省の報告書⁶⁾も前述のアメリカ合衆国政府によるもの同様に、すでに測定した排ガス中大気汚染物質濃度をもとに算出したものだが、その後我が国で排出係数を必要とした1970年代に、大気汚染発生源に関する技術論文があまり見当たらず独自の実測組織を構成したのは特筆すべきだろう。

6.8.2 固定発生源からの大気汚染物質排出係数

(1) 我が国における固定発生源からの大気汚染物質排出係数算出作業

我が国で一定地域の大気汚染物質の総排出量が推定されたのは、昭和45年の公害防止計画策定時だったが、前述の工業技術院の報告書⁶⁾を別にすると実測結果から排出係数をまとめたのは東京都によるもの⁷⁾が最初だったといわれている。

昭和46年神奈川県公害対策事務局は川崎市、横浜市に立地する主要40工場の重油燃焼量と硫酸化物排出量との関係式を得て比例モデルによる硫酸化物総量削減規制を導入したが、この関係式も

排出係数といえるだろう^{8) 9)}。

昭和47年環境庁大気保全局は『光化学反応による大気汚染調査委員会』を設置し『発生源分科会』を付設して固定発生源からの大気汚染物質の排出係数に関する調査研究を開始した^{1) 10)}。この活動は前述のように独自に排ガス中の汚染物質を実測する組織を構成し進められ、昭和48年からは『大気汚染発生源委員会』に引き継がれた¹⁾。そして、昭和51年に地方自治体による測定データも集めて例えば発電用と工業用ボイラーについて図6.8.1のような窒素酸化物排出量と燃料燃焼量との関係を得た。またその負荷変動、窒素酸化物排出量、燃料燃焼量の関係式を得て表6.8.1のようなボイラーについての窒素酸化物の排出係数を得た。さらに、煤塵、窒素酸化物、一酸化炭素、炭化水素に関する排出量と燃料燃焼量の比を発生源種類別、燃料別に平均して例えば、表6.8.2の排出係数を求めた。^{1) 11) ~13)}

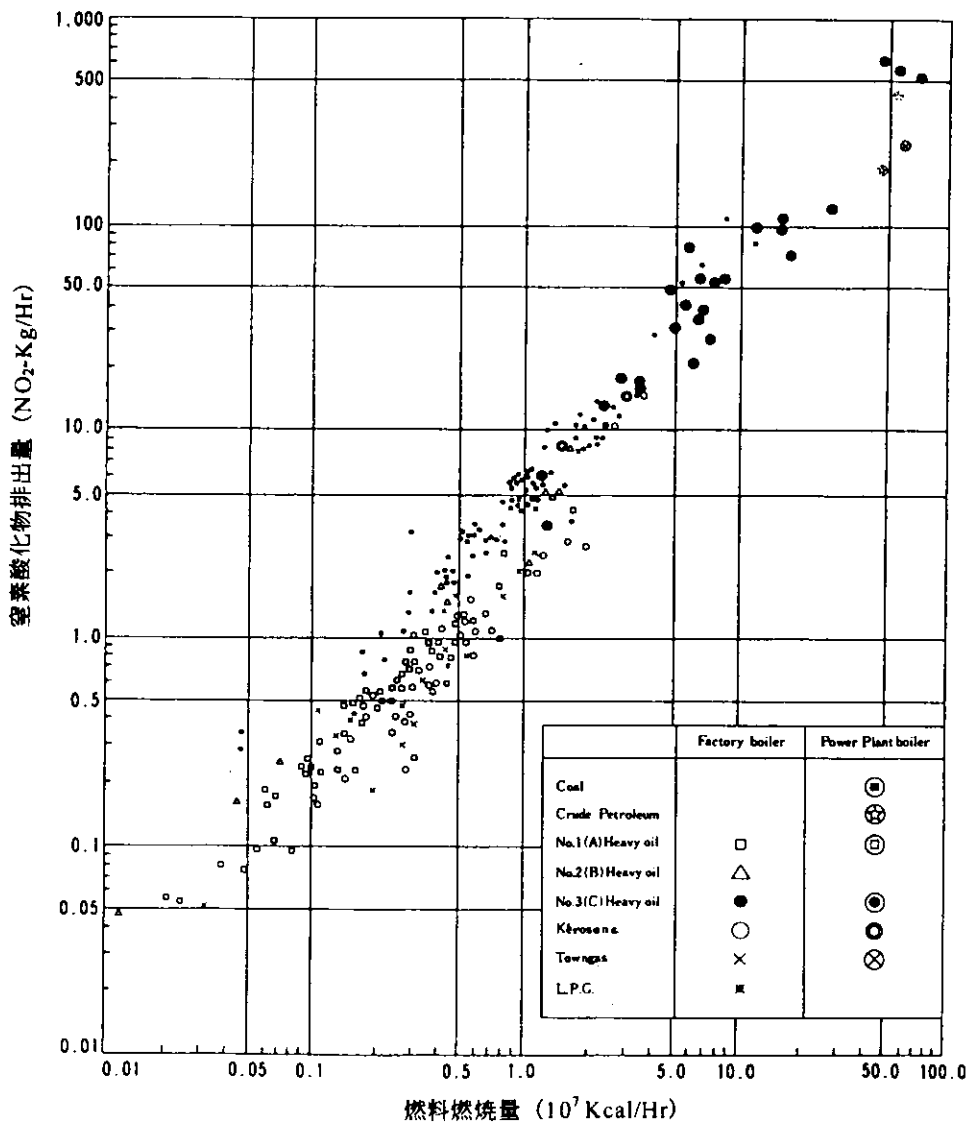


図6.8.1 発電用と工業用ボイラーにおける窒素酸化物排出量と燃料燃焼量との関係

表6.8.1 発電用と工業ボイラーの窒素酸化物排出係数

燃焼量の定格 (10 ⁷ Kcal/h)	窒素酸化物排出係数 (NO ₂ -Kg/10 ⁸ Kcal)			
	負荷 0.4	負荷 0.6	負荷 0.8	負荷 1.0
10	49.1	57.3	64.1	69.8
30	49.7	58.1	64.9	70.7
50	50.0	58.5	65.3	71.2
70	50.2	58.7	65.6	71.5
90	50.3	58.9	65.8	71.7
100	50.4	58.9	65.9	71.8

表6.8.2 固定燃焼施設の排出係数の例

燃焼施設	燃料種類	排出係数 (Kg/10 ⁸ Kcal)			
		煤 塵	窒素酸化物	一酸化炭素	炭化水素
発電ボイラー	C重油	4.7	63.5	78.9	37.1
	A重油		50.7		
	原油		56.5	3.3	89.0
	LNG		38.9		
	石炭		128.0		
工業ボイラー	C重油	12.2	56.6	7.5	0.11
	B重油	5.9	40.5	7.1	1.12
	A重油	6.4	25.2	3.5	0.43
	軽油	5.6	20.7	17.3	0.08
	LPG		32.4		0.09
ガラス熔融炉	C重油	48.1	251.0	32.5	0.25
	B重油		257.0		
	A重油	2.4	121.0		
セメント焼成炉	乾式	9473	127.0	83.2	4.64
	湿式	11782	162.0	12.2	1.63
	レボル	14414	212.0	246.0	1.42

(2) 大気汚染物質の排出係数の算出結果例

アメリカ合衆国政府は、その後も多くの大気汚染物質の排出係数を算出し、発表している¹⁴⁾。その例を表6.8.3、表6.8.4に示す¹⁴⁾。

表6.8.3 固定燃焼施設の排出係数（燃料油燃焼、ノーコントロール）

		煤塵	二酸化硫黄	無水硫酸	一酸化炭素	窒素酸化物
		(大気汚染物質排出量-Kg/燃料油燃焼量-kℓ)				
ボイラ形式	発電用（重油燃焼）		19S	0.34S	0.6	8.0
	工業用（重油燃焼）		19S	0.24S	0.6	6.6
	工業用（軽油燃焼）	0.24	17S	0.24S	0.6	2.4
	商業用（重油燃焼）		19S	0.24S	0.6	6.6
	商業用（軽油燃焼）	0.24	17S	0.24S	0.6	2.4
	住居用（軽油燃焼）	0.3	17S	0.24S	0.6	2.2

S：燃料中硫黄含有率（％）

表6.8.4 ガソリン給油所からの炭化水素系物質の蒸発損失

排出源		排出比（排出ガソリン蒸気-mg/ガソリン給油量-ℓ）
地下タンクへの給油	自由落下（給油管油面上）	1440
	給油管油面中	840
地下タンク息付損失		120
自動車タンク給油損失 （コントロールせず） （コントロール）		1320 132
	こぼし損失	80

(3) 固定発生源に関する大気汚染物質の排出係数の利用

表6.8.1、表6.8.2の排出係数はその後我が国全国における窒素酸化物等の大気汚染物質の総排出量の推定に用いられ¹¹⁾、さらに窒素酸化物総量削減計画の策定に使用されて、我が国の大気汚染防止政策の遂行に役立った。

また、排出係数は前述のように環境影響評価のための大気汚染物質の地域的拡散モデル構築¹⁵⁾にも有用である。

6.8.3 移動発生源からの大気汚染物質排出係数¹⁶⁾

自動車からの大気汚染物質の排出量は、車種（エンジン種類 [ガソリン、ディーゼル]）、大きさ [車種重量、積載量]、排気量、走り方（走行パターン）、排出ガス対策の種類によって相違する。これらの異なる要因を可能な限り平準化して総体をを把握し、車種別の汚染寄与割合を算出するための基礎資料として排出係数は重要である。

(1) 大気汚染物質排出と走り方の関係（一般的傾向）

大気汚染物質排出と走り方の関係の一般的傾向を表6.8.5に示す。なお、排出係数の算出には車種、車両重量、積載量、排気量、走行パターンを効率よく平均的に把握する事が重要である。

表6.8.5 大気汚染物質と走行との関係

CO、HC、燃費	平均車速に依存する。
ディーゼル車NOx	都市内走行では、低速程排出量が多い。高速道路（渋滞無）では、逆に高速程排出量が多い。
ガソリン車NOx	平均車速にはあまり依存しない。高負荷時（加速時、高速走行時）に多く排出される。

(2) 排出係数算出の手順の概要

排出係数の算出には、まず算出対象地域の道路上において実験車を用いた実走行調査を行い、得た走行結果を解析し代表走行パターンを作成する。

そして、シャーシダイナモメーター上に排出係数の算出対象車を乗せて、作成された代表走行パターンを再現し模擬走行させつつ、その排出ガス中の大気汚染物質排出量を測定する。さらにこの測定結果を集計解析して排出係数を算出する。

(3) 対象地域における実験車による実走行調査

排出係数算出対象地域の道路上の自動車走行状況を把握する目的で実験車による実走行調査を行う。走行方法は通常の自動車走行の流れに従い、実験車を走行させ車速、アイドリング時間、定速時間、加減速量・時間帯を、例えば0.5秒毎に載録する。走行時間帯、路線はそれぞれ複数を交通量を勘案して決定する。

(4) 代表走行パターンの抽出

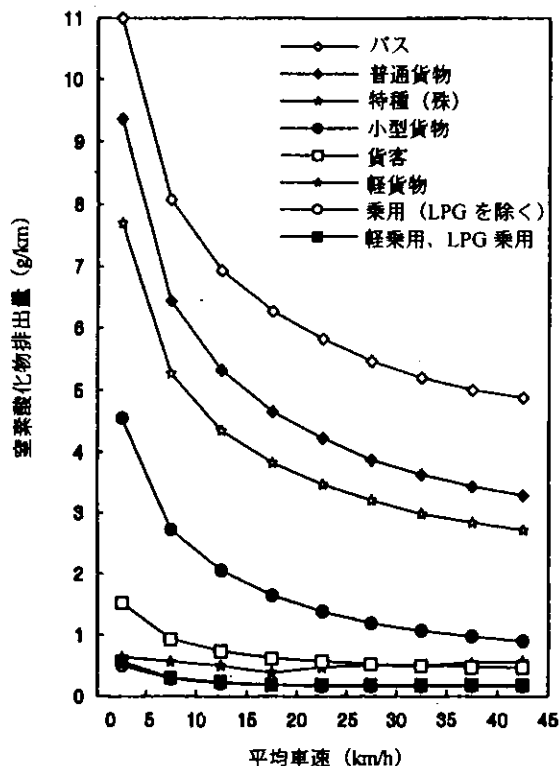
上記載録結果を車速、アイドリング時間、定速時間、加減速量・時間帯が平均的になる走行パターン（通常20分程度とする。）を抽出する。なお、東京都の場合は、首都高速道路1パターン、一般街路は平均して10パターン（4.5～45.0 km/h）を抽出している。

(5) シャーシダイナモメーター上における排出ガス測定試験

代表走行パターンをシャーシダイナモメーター上で再現し、模擬走行試験を行い、排出ガスを分析・測定する。測定車種は、調査対象地域の走行車種を勘案して選定する。なおシャーシダイナモメーターは、自動車の動力車輪をこの装置のローラー上に乗せて固定し、走行パターンに従い、自動車を静止の状態に保ちつつそのエンジンを走行状態にさせる装置である。ローラーには、走行抵抗が、車速に従い負荷される機構になっている。走行抵抗は、車種により異なるので、走行抵抗が不知の場合は、実測する必要がある。

(6) 排出係数の作成

実測結果を車種別に整理する。なお、東京都の場合は、一般街路については回帰曲線を排出係数としている。図 6.8.2 に平成 6 年度に東京都で得た窒素酸化物の排出係数算出結果を示した。



出典：東京都環境保全局

図 6.8.2 窒素酸化物排出係数 (平成 6 年度)

(7) 大気汚染物質排出量の算出

自動車の排出係数は通常 (g/台・km) で示す。なお台は省略する事が多い。さらに排出量算出には、排出係数に対応する車種の (台・km/h) が必要である。(台・km/h) の算出方法は、特定区間 (x km) における交通量 (y 台/h) を把握し、これらを乗じて (x・y 台 km/h) で得られる。すなわち大気汚染物質総排出量は (1)、(2) 式で求める。

$$\text{車種別排出量 (kg/h)} = \text{特定区間 (x Km)} \times \text{車種別交通量 (y 台/h)} \times \text{車種別排出係数 (g/台・Km)} \dots\dots (1)$$

$$\text{総排出量 (Kg/h)} = \text{A 車種 (Kg/h)} + \text{B 車種 (Kg/h)} + \dots\dots\dots (2)$$

(8) 一般的注意事項

排出係数は、地域的、平均的なものである。ある特定の路線、時間帯に利用するには、注意が必要である。排出係数は、あくまでも排出量の算出に必要なものである。算出に必要な、例えば

交通量などのデータが不十分の場合は、あまり精度を追求しても意味はなく、また交通量データに対応した単位の排出係数としなければならない。

(6.1) 引用文献

- 1) 黒川真武；燃焼工学概論, pp.1-14, 技報堂 (1953)
- 2) 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)
- 3) 柴田巧；発電電所, 電気書院 (1972)
- 4) 環境庁大気保全局；固定燃焼施設における大気汚染物質の排出係数に関する調査報告書 (1977)
- 5) 氷見康二；大気環境保全の将来と科学技術の役割, 公害と対策, 21, 310-312 (1985)
- 6) 玉置琢摩, 萩原宏康；MHD 発電, 総合科学出版 (1975)

(6.2) 引用文献

- 1) 粉体工学会編；粉体工学用語辞典, 日刊工業新聞社 (1981)
- 2) 環境庁大気保全局大気規制課監修；粉じん発生施設解説集, ぎょうせい (1985)
- 3) 八田四郎次；化学工学概論, 共立出版社 (1951)
- 4) 氷見康二；固定発生源からの大気汚染物質の排出係数について, 大気汚染学会誌, 21, 465-485 (1986)

(6.3) 引用文献

- 1) 環境庁大気保全局；固定燃焼施設における大気汚染物質の排出係数に関する報告書 (1977)
- 2) 通商産業省立地公害局監修；公害防止の法規と技術, 産業公害防止協会 (1978)
- 3) 氷見康二；固定発生源からの大気汚染物質の排出係数, 大気汚染学会誌, 21, 465-485 (1986)
- 4) R.L.デュプレイ著, 燃料協会訳；大気汚染物質の排出源-発生過程と排出係数, 横川書房 (1971)
- 5) 庄司務；酸、アルカリ及肥料, 産業図書 (1948)
- 6) US. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY; ATMOSPHERIC EMISSIONS FROM CIILOR-ALKALI MANUFACTURE (1971)

(6.4) 引用文献

- 1) 岩崎重三；応用鉱物学, 内田老鶴圃 (1943)
- 2) 環境庁大気保全局；固定燃焼施設における大気汚染物質の排出係数に関する調査報告書, pp.312-313 (1976)
- 3) 氷見康二；固定発生源からの大気汚染物質の排出係数について, 大気汚染学会誌, 21, 465-485 (1986)
- 4) J.J.Schneneman, W.D. High, W.E. Bye; Air Pollution Aspect of the Iron and Steel Industry, U.S. Department of Health Educaation and Welfare, Public Health Service (1963)
- 5) 田鍋力ら訳；シュレーガー, 金属学入門, 丸善 (1971)
- 6) 森永卓一；アルミニウム精錬, 日刊工業新聞社 (1968)

(6.5) 引用文献

- 1) 伊木貞雄；天然石油と人造石油, 共立出版 (1952)
- 2) 岩本振武訳；環境理解のための基礎化学, 東京化学同人 (1989)
- 3) 石油学会編；改訂石油精製プロセス, 幸書房 (1972)
- 4) 森田義郎；石油精製－理論と工業, 昭晃堂 (1972)

- 5) U.S. DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION, AND WELFARE Public Health Service; Atmospheric Emission from Petroleum Refineries, A GUIDE FOR MEASUREMENT AND CONTROL (1960)
- 6) 氷見康二; 固定発生源からの大気汚染物質の排出係数, 大気汚染学会誌, 21, 465-485 (1986)
- 7) 日本石油株式会社; 石油便覧 1994, p.245 (1994)
- 8) 石油学会編; 新石油事典, p.857 (1992)

(6.6) 参考文献

- 1) 環境庁大気保全局; 日本の自動車環境対策, 平成8年7月 (1996)
- 2) 東京都環境科学研究所; 自動車排出ガスと大気汚染, 環境トピックシリーズNo.8 (1995)
- 3) 東京都環境保全局; 都内自動車走行量及び自動車排出ガス量算出調査報告書(概要版)平成8年3月 (1996)

(6.7) 引用文献

- 1) 山本進一; 悪臭防止関係法令の改正について, 環境管理, 32, 137~144 (1996)
- 2) 倉谷秀和; 最近の悪臭苦情の動向について, 産業と環境, 3月号, 57-60 (1997)
- 3) 悪臭法令研究会; 新訂ハンドブック悪臭防止法, ぎょうせい (1996)
- 4) 新環境管理設備事典編集委員会; 大気汚染防止機器, 産業調査会 (1996)
- 5) 高橋正宏; 下水処理場の臭気問題の現状, 臭気の研究, 25, 1-7 (1994)
- 6) 谷川 昇; 都市ごみの処理・処分に伴う臭気の発生と対策の現状, 臭気の研究, 27, 1-8 (1996)
- 7) 田澤信治; 石油精製業における臭気対策, 産業公害, 29, 430-436 (1993)
- 8) 吉村恒典; 化学工場における臭気対策, 産業公害, 29, 437-442 (1993)
- 9) 大越芳男; 下水道施設における臭気対策, 産業公害, 29, 443-455 (1993)
- 10) 石黒辰吉; 臭気対策の基礎と実際, オーム社, (1997)

(6.8) 引用文献

- 1) 氷見康二; 固定発生源からの大気汚染物質の排出係数について, 大気汚染学会誌, 21, 465-485 (1986)
- 2) U.S. Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service; Nationwide Inventory of Air Pollutants Emissions 1968 (1970)
- 3) Dupley, R.L.; Compilation of Air Pollutants Emission Factors, U.S. Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service, Bureau of Disease Prevention and Environment Control, National Center for Air Pollution (1968)
- 4) R.L. デュブレイ著, 社団法人燃料協会訳; 大気汚染物質の発生源—発生過程と排出係数 (1971)
- 5) Mayer, M.; A Compilation of Air Pollutants Emission Factors for Combustion Process, Gasoline Evaporation, and Selected Industrial Processes, U.S. Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service, National Center for Air Pollution (1965)
- 6) 工業技術院; 煤煙等に関する実態調査報告書 (1961)
- 7) 東京都公害局規制部; 大気汚染物質排出係数算出調査(固定発生源) (1973)
- 8) 神奈川県公害対策事務局; 神奈川県公害防止条例等逐条解説, 帝国地方行政学会 (1972)
- 9) 氷見康二; 神奈川県における大気汚染防止対策の成果について, 産業公害, 16, 461-469 (1980)

- 10) 日本熱エネルギー技術協会；光化学反応要因物質発生源調査報告書，固定燃焼施設における窒素酸化物・炭化水素の排出量について，昭和47年環境庁委託調査（1973）
- 11) 環境庁大気保全局；固定燃焼施設における大気汚染物質の排出係数に関する調査報告書（1976）
- 12) Himi Y. et al.; Air Pollutant Emission Factors from Stationary Combustion Sources, Proceedings of The Fourth International Clean Air Congress, pp. 913-918 (1977)
- 13) Himi Y.; Air Pollutant Emission Factors from Stationary Combustion Sources, EXTENDED ABSTRACTS, JAPAN-CHINA SYMPOSIUM ON AIR POLLUTION, pp.173-178 (1991)
- 14) U.S. Environmental Protection Agency; Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point And Area Sources, Fourth Edition, pp.1.3-1, pp.4.4-15 (1985)
- 15) 氷見康二；NO_x 総量規制への対応と課題，省エネルギー，10, (7) 10-17 (1983)
- 16) 東京都公害局大気保全部；自動車公害ハンドブック（1980）