

表2. 各測定項目間の相関係数(r)

全地点 呉湾 広湾	DO消費	I.L	T-S	COD	TOC	NH ₄ -N	T-N	PO ₄ -P	T-P	炭水化物	フェオ フィチン
DO消費		0.58*	0.79**	0.34*	0.52*	0.28	0.29*	0.47*	0.44*	0.33*	0.34*
I.L	0.50* 0.77**		0.34*	0.74**	0.83**	0.38*	0.60*	0.43*	0.48*	0.71**	0.65*
T-S	0.80** 0.52*	0.27 0.54*		0.34*	0.43*	0.17	0.15	0.36*	0.30*	0.28	0.15
COD	0.69* 0.65*	0.51* 0.92**	0.78** 0.64*		0.90**	0.39*	0.54*	0.16	0.21	0.84**	0.66*
TOC	0.69* 0.62*	0.73** 0.87**	0.64* 0.67*	0.70** 0.98**		0.46*	0.63*	0.36*	0.42*	0.89**	0.63*
NH ₄ -N	0.14 0.66*	0.09 0.56*	0.12 0.47*	0.16 0.53*	0.30 0.56*		0.60*	0.55*	0.55*	0.50*	0.37*
T-N	0.33 0.58*	0.58* 0.64*	0.14 0.44*	0.32 0.64*	0.59* 0.67*	0.47* 0.70**		0.44*	0.55*	0.71**	0.61*
PO ₄ -P	0.27 0.63*	0.35 0.53*	0.25 0.18	0.25 0.29	0.56* 0.18	0.64* 0.51*	0.65* 0.24		0.93**	0.38*	0.12
T-P	0.30 0.72**	0.45* 0.75**	0.20 0.42*	0.18 0.61*	0.57* 0.53*	0.63* 0.60*	0.72** 0.75**	0.94** 0.79**		0.48*	0.18
炭水化物	0.51* 0.54*	0.63* 0.80**	0.44* 0.59*	0.59* 0.90**	0.78** 0.94**	0.53* 0.52*	0.75** 0.72**	0.80** 0.07	0.82** 0.49*		0.62*
フェオ フィチン	0.31 0.68*	0.50* 0.76**	0.10 0.49*	0.44* 0.77**	0.37 0.74**	0.02 0.64*	0.38 0.74**	-0.02 0.40*	0.02 0.68*	0.41* 0.71**	

注1) * : $0.7 > r \geq r_s$ (有意水準 $\alpha = 0.01$ で有意な相関係数値, $n = 79$ の時 $r_s = 0.29$, $n = 39, 40$ の時 $r_s = 0.40$)
 ** : $r \geq 0.7$

注2) 表中右上の三角マトリックスは全地点 ($n = 79$) での相関係数
 左下は上段が呉湾 ($n = 40$), 下段が広湾 ($n = 39$) での相関係数

有機成分の質的な違いが認められる。

図2に対して, I.L, 炭水化物とTOCとの関係を比べたのが図3であるが, これらからは, 図2のような顕著な勾配の差異は認められない。

4.2.3 TOC中における炭水化物態炭素と蛋白質態炭素の割合: 底泥中の有機物の主要な部分を占めると考

えられる炭水化物と蛋白質起源の有機物(のTON≡T-N)は, 表2からわかるように, それぞれI.L, TOC, CODの有機指標項目と高い相関を示す。

蛋白質態炭素は, $\text{TON} \times 6.25 \times 0.475$ から計算できるが, 底泥中の蛋白質は, かなり分解をうけて組成が変化していると考えられるので, その補正が必要となる。

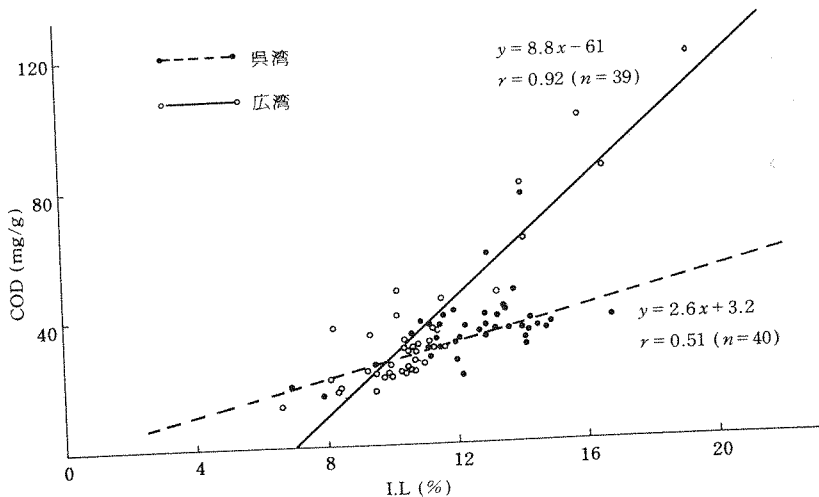


図2-1 I.LとCODの関係

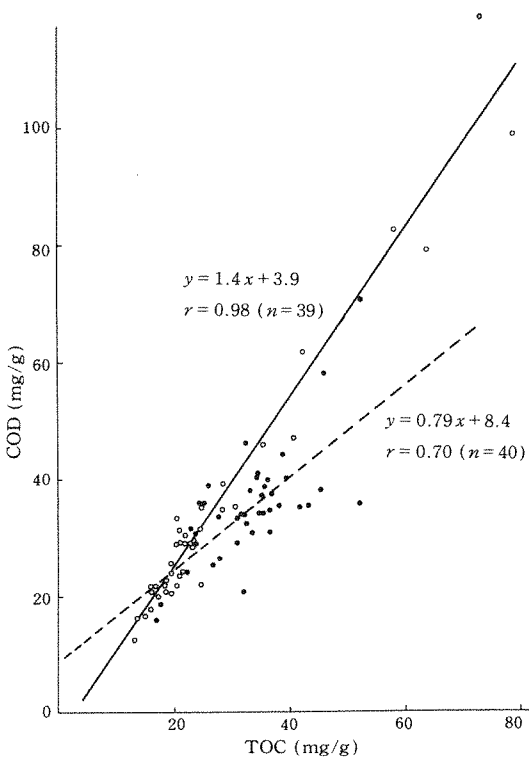


図2-2 TOCとCODの関係

底泥中の有機物は、炭素に比べて窒素の分解速度が、かなり大きいと報告されている。⁷⁾ 事実、県内の海水中における懸濁物のC/N比の年間平均値は、大体6~7の値であるのに対して、底泥中のC/N比は、10以上になっている。⁸⁾ このことは、明らかに底泥中での有機窒素の分解性の大きさを意味している。

ここでは、一応水中懸濁物のC/N比を6.5と仮定し、一方底泥のC/N比を表1の両湾の平均値から11.1と見なして、蛋白質態炭素の値に11.1/6.5をかけて、蛋白質起源の炭素の量を補正して算出した。一方炭水化物態炭素は、寒天量で表示しているので、炭水化物量×0.444から求めることができる。

このようにして、表1の全地点の平均値を代入して、計算すると、炭水化物態炭素、蛋白質起源の炭素は、それぞれ、21、44%となり、両者を合わせると、底泥中のTOCの65%を占めている。

4.2.4 底泥有機汚染起源の推察：内部生産起源に由来するフェオフィチンとの相関性から、両湾における底泥中の有機物の起源の違いを推定することができる。

呉湾では、大部分の項目が、フェオフィチンとは、有意な相関を示さないのに対して、広島では、対照的に、すべての項目が、 $\alpha = 0.01$ で有意な相関を示している。このことから、広島に比べると、呉湾の方が、より強く

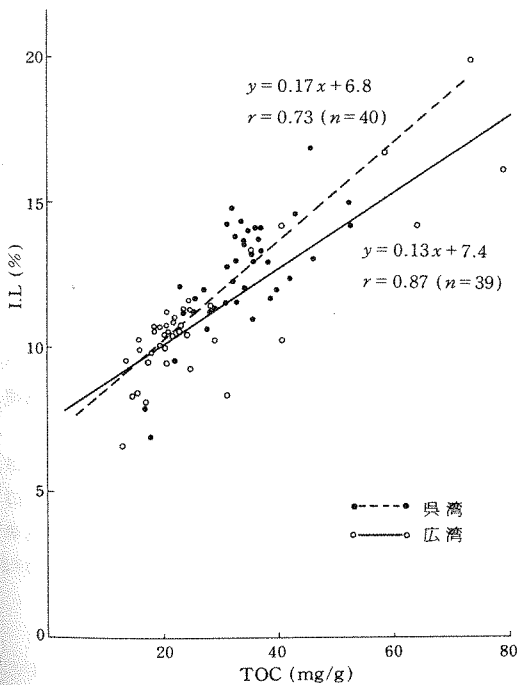


図3-1 TOCとI.Lの関係

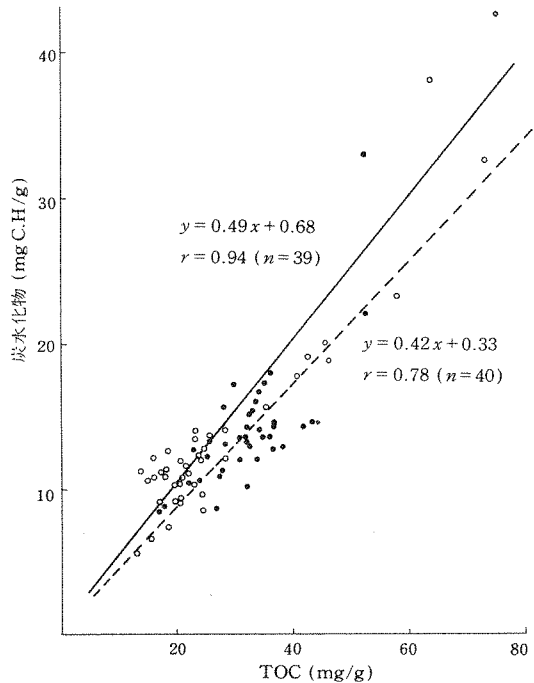


図3-2 TOCと炭水化物の関係

陸上排水の影響を受けているものと推察される。

特に、呉湾における、 PO_4-P 、 $T-P$ はフェオフィチンとは全くの無相関となっており、陸上排水起源（特に生活廃水）の影響の強い項目であると考えられる。また、前述の炭水化物、 $T-N$ （ \propto 蛋白質）が、呉湾では、 PO_4-P 、 $T-P$ と共に高い相関を示し、フェオフィチンとは無相関に近いのに対し、広湾では、フェオフィチンと0.7以上の高い相関を示すことから、両湾における炭水化物、蛋白質起源の差異が推察される。

4.3 底泥の有機汚染に対する陸上排水起源と内部生産起源割合についての試算

全地点で、フェオフィチンと有機性の汚染項目（ IL 、 COD 、 TOC 、 $T-N$ 、炭水化物）の相関は、すべて0.6以上と高いのが注目される。

このことから、底泥の有機汚染が、単に陸上からの有機物が、そのまま底泥に堆積することによってのみ生じているのではなく、陸上からの栄養源の流入により、湾内部で増殖生産されたプランクトンの死骸である懸濁性有機物により、かなりの影響を受けていると考えられる。

プランクトンの大部分を占める植物性プランクトン起源の懸濁有機物が、どの程度、底泥の有機汚染に関与しているのかを考察するため、図4にフェオフィチンに対する TOC 、 TON （ $\equiv T-N$ ）、 TOP （ $\equiv T-P - PO_4-P$ ）をプロットした。

これらの図において、いずれも y 切片が生じている。このことは、フェオフィチンの分解が、 TOC 、 TON 、 TOP に比べかなり速い^{7,9)}ため、フェオフィチンの分解後も、なお過去の生物起源の難分解性有機物が残存していると考えのが妥当と思われる。これらの値を全地点で一定と仮定し、底泥中の実測値から、バックグラウンドとして差し引いた残りの値に対して、フェオフィチン単

位当りから求めた生物起源の C 、 N 、 P の占める割合を求めることにより、内部生産起源と陸上起源のものの割合を概略的に試算することができる。と考える。

この考えに基づいて計算を行うためには、まず、生物起源の有機物量を推定する必要がある。Parsonsらが培養実験で求めた各種の植物プランクトンの($TOC/Chl.a$)の値は19~97で、Holm-Hansenは $Chl.a \times 100 = TOC$ なる関係を求めている。¹⁰⁾

$Chl.a$ は植物プランクトンが死滅すると、すぐフェオフィチンに変化するため、この点を考慮して、実際にフィールドで捕集したプランクトンについて($TOC/(Chl.a + \text{フェオフィチン})$)を求めてみると大体40~80¹¹⁾Parsonsらの培養実験と近い値が得られた。

しかし、 $Chl.a$ は当然のことながら、フェオフィチンにしても TOC に比べると分解が早いので、底泥中の生物起源の($TOC/\text{フェオフィチン}$)の値は、ParsonsやHolm-Hansenらが求めている生物体中の比率よりは、大きくなるはずである。そこで沖合部の直接的な陸上排水の影響がないと考えられる地点を選んで、底泥より4~5m上にセディメント・トラップを置いて、約1ヶ月間、懸濁性の沈降粒子を捕集したものについて測定してみると、($TOC/\text{フェオフィチン}$)の値は200であった。¹²⁾

一応、ここでは、この値を用いて、フェオフィチンから計算されるプランクトン起源のものと考えられる有機炭素量を、呉、広湾の平均値(表1)を用いて試算を行なう。生物起源の有機物は、

$$\text{呉湾: } TOC(\text{生物}) = 0.032 \times 200 = 6.4 \text{ mg}$$

$$\text{広湾: } TOC(\text{生物}) = 0.028 \times 200 = 5.6 \text{ mg}$$

となる。一方陸上起源のものは図4-1より y 切片の値が16であることを考慮すると、陸上起源の有機物は、

$$\text{呉湾: } TOC(\text{陸上}) = 34 - 16 - 6.4 = 11.6 \text{ mg}$$

$$\text{広湾: } TOC(\text{陸上}) = 27 - 16 - 5.6 = 5.4 \text{ mg}$$

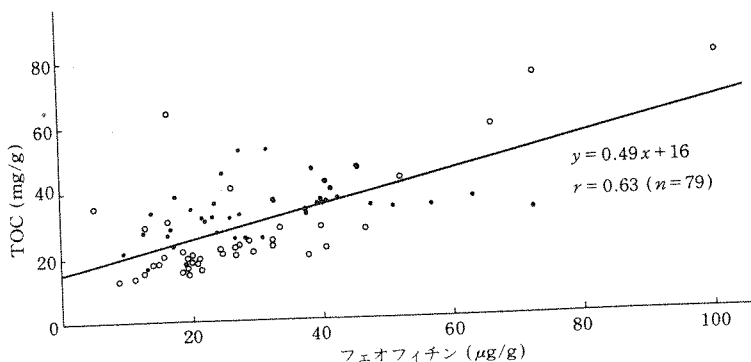


図4-1 フェオフィチンとTOCの関係

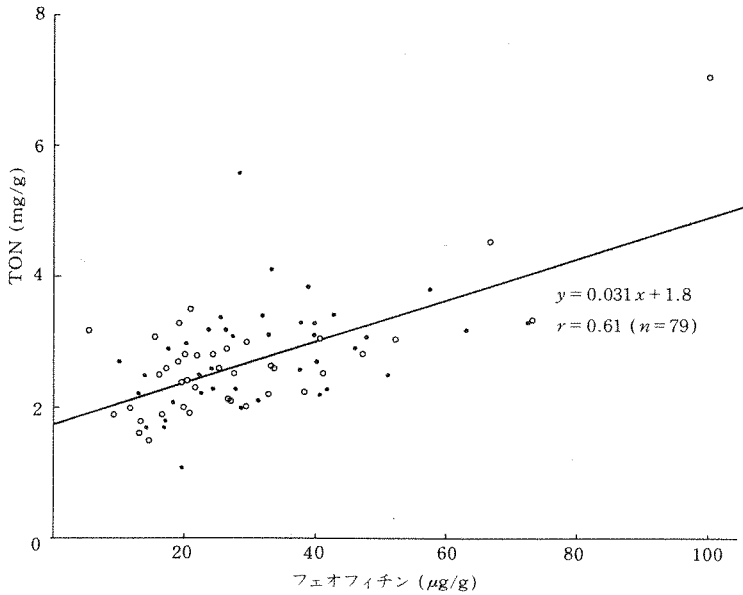


図4-2 フェオフィチンとTONの関係

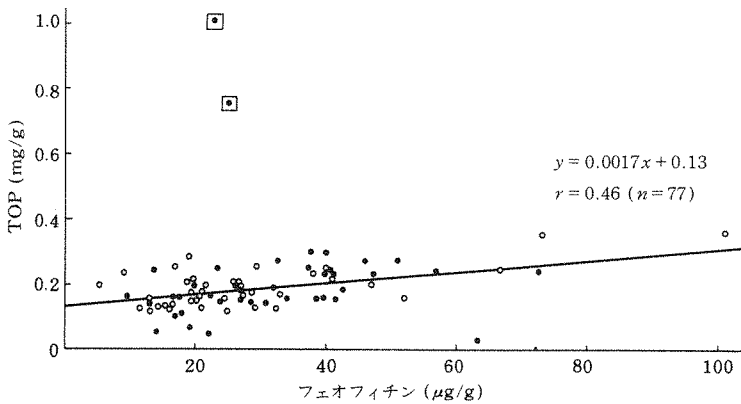


図4-3 フェオフィチンとTOPの関係

注) □印の2地点は相関係数および回帰式の計算から除外

となり、陸上からの直接的な底泥有機汚染の寄与率は、呉湾で約64%、広湾で49%となる。

この値は、今回測定を行った地点をすべて含んだ領域における平均値であり、汚染が顕著な、広湾の東大川河口で、陸上排水の寄与率を同様にして求めてみると、75%となり、圧倒的に陸上排水起源による汚染の割合が高いことがわかる。

5. ま と め

1) 呉湾, 広湾の底泥汚染は, 広がり及び汚染の程度において対照的であった。すなわち, 呉湾の汚染は, 湾

外にまで及んでおり, 広範囲で, ほぼ均一化しているのに対し, 広湾の方は, パルプ工場が立地している東大川河口部及びその付近のみが極度に汚染されているものの, 局所的なものであった。

2) 両湾の底泥汚染において, 顕著な差がみられたのは, T-S濃度の違いであり, 呉湾が著しく高い値を示していた。

3) 呉湾, 広湾の底泥中の有機物の内で, 炭水化物と蛋白質起源のものが全体の65%を占めているが, 両湾におけるそれらの汚染起源は異なっているものと推定された。

4) フェオフィチンと底泥の有機汚染とが高い相関を

示すことから、陸上汚染と内部生産による二次汚染との関連性が指摘される。この傾向は、特に広湾において顕著であった。

5) フェオフィチン単位当りから推定した生物起源の有機炭素量を用いて、底泥中のTOCに対して、陸上起源のもの、内部生産起源のもの占める割合を試算した結果、陸上起源のもの割合は、呉湾で64%、広湾では49%となった。

参 考 文 献

- 1) 清木徹, 中井美代子, 伊達悦二, 橋本敏子, 信宗正男, 妹尾正登, 白根義治: 大竹沿岸の有機排水による底泥汚染, 用水と廃水, 20, 169-187, 1978.
- 2) 広島県: 昭和50年度, 公共用水域の水質測定結果, 1976.
- 3) 広島県, 昭和51年度公共用水域の水質測定結果, 1977.
- 4) 村上剛, 貴田晶子, 中井美代子, 底泥中の重金属元素に関する研究(第2報)水処理技術, 18, 1023-1031 (1977).
- 5) 西村肇, 瀬戸内海の汚染Ⅱ—漁獲量の推移と底泥2, 科学, 42, 567-572 (1972).
- 6) N. Handa (H. Takahashi ed.), "The diurnal variation of organic constituents of particulate matter in coastal water, JIBP synthesis, vol. 12" University of Tokyo Press, Tokyo, 1975, pp.125-132.
- 7) 小山忠四郎(服部明彦編), "生物地球化学, 海洋生化学(海洋科学講座11)" 東海大学出版会, 東京, 1973, pp.38-166.
- 8) 未発表.
- 9) 杉村行勇, 本邦湖底堆積物クロロフィル分解物含量, 日化誌, 81, 1827-1830 (1960).
- 10) 有賀祐勝(丸茂隆三編), "海洋の基礎生産, 海洋プランクトン(海洋学講座10)", 東京大学出版会 東京, 1974, pp.25-39.
- 11) 未発表.
- 12) 未発表.

産業廃棄物中の油分の検定方法について

野馬幸生, 貴田晶子, 青森圭一, 村上 剛

Studies on Determination of Oil in Industrial Wastes by Official Method for Ocean Dumping

Yukio NOMA, Akiko KIDA, Keiichi AOMORI and
Tsuyoshi MURAKAMI

(Received May 15, 1978)

1. はじめに

海洋投入する産業廃棄物については試験方法(告示法)と判定基準が示されている。^{1,2)}すなわち, 汚泥は一定量の水と振とうさせた後の水層中の油分が, 廃酸又は廃アルカリは含まれる油分が, それぞれ100 mg/l以下で, かつ海洋投入処分により視認できる油膜が海面に生じないこととされている。しかし, 汚泥を水と振とうすると含まれる油分の大部分は器壁に付着したり, 汚泥中にそのまま残るといった現象がしばしばみられる。そこで, 油分の含有量試験と告示法を行い, 両者の比較によって告示法の持つ問題点を明らかにしたので報告する。

2. 実験方法

2.1 供試試料

広島県内のガソリンスタンドの油水分離槽又は沈殿槽から採取し, 現場で傾斜法によって水を捨てたもの100試料である。

2.2 試料液の調整

2.2.1 含有量試験: Fig. 1に示すように, 汚泥中の油分を四塩化炭素で抽出後, フロリジルカラムでクリーンアップした。

2.2.2 告示法: 汚泥に10倍量の水を加えて振とう後, 水層中の油分を四塩化炭素で抽出し, フロリジルカラムでクリーンアップした。¹⁾ 操作の概要をFig. 2に

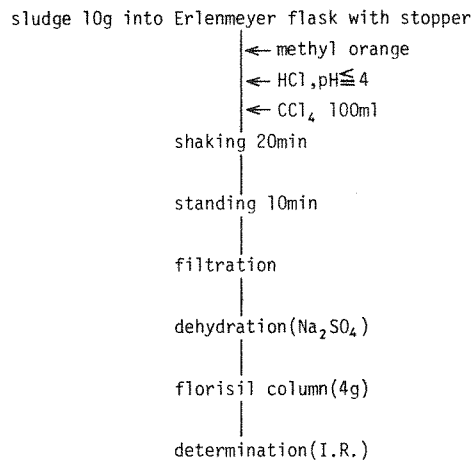


Fig. 1. Flow Sheet for Determination of Oil Content in Sludges

示す。なお, 文献1の方法には操作上困難な点があったので, 次のように一部修正した。

1) 汚泥を直接分液ロートに秤り取るのは困難なので, 磁皿に秤り取った後分液ロートへ洗い込んだ。

2) そのままでは分液ロートの下口から汚泥を排除できなかったため, 水層を三角フラスコへ移したのち, 少量の水で汚泥を排除した。水層はもとの分液ロートへ移し, 三角フラスコに付着した油分は抽出用の四塩化炭素で分液ロートへ洗い込んだ。

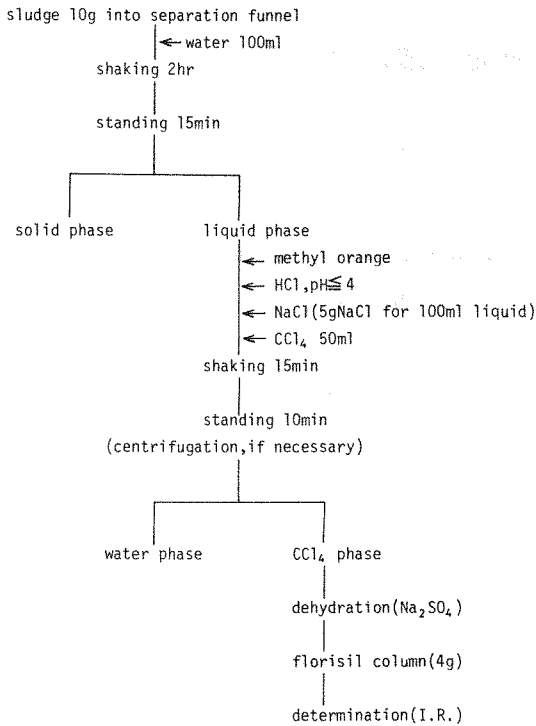


Fig. 2. Flow Sheet for Determination of Oil in Sludges by Official Method for Ocean Dumping

3) 四塩化炭素 50ml ではエマルジョンを起こすものが多かったので、2倍量の100ml を使って抽出した。この条件ではエマルジョンをほとんど生成しない。

2.3 装置及び測定

油分量は日本分光製 IRA-1型赤外分光光度計に10mmの石英セルを付けて測定し、ヘキサデカン標準液(10~400mg/l)の吸光度によって作成した検量線から求め、含有量は有姿のままの油分量(mg/kg)で、告示法は溶出液中の油分量(mg/l)で表した。また、赤外線吸収スペクトルの測定には5mmのフッ化カルシウムセルを使用した。

3. 結果及び考察

3.1 含有量試験

78,000mg/kgのものを最高に、10,000mg/kg以上が25%、1,000~10,000mg/kgが54%、1,000mg/kg未満が21%であった。また、汚泥から四塩化炭素に抽出される物質は、Fig. 3の赤外線吸収スペクトルにみ

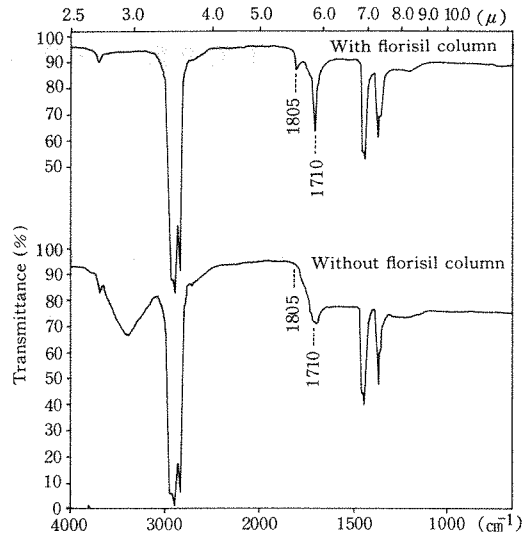


Fig. 3. Infrared Absorption Spectrum with and without Florisil Column in Determination of Oil Content in Sludge

られるように、炭化水素とその酸化物が主体になっていると思われる。なお、フロリジルカラムクリーンアップ前後の比較を行ったところ、今回の試料からは次の関係式が求められた。

$$y = x + 590 \quad (r = 0.997)$$

ここにyはフロリジルカラム通過前、xは通過後の油分濃度(mg/kg)

3.2 告示法

797 mg/l を最高に400 mg/l 以上が8%、200~400 mg/l が15%、200 mg/l 未満が77%であった。一方、海洋投入処分の判定基準値である100 mg/l の中心にみると、基準を超えるのが49%であった。

3.3 含有量試験と告示法の比較

今回の結果をもとにこの関係をみたのがFig. 4である。相関係数は0.781で、両者は高い順相関関係にある。しかし、個々の試料についてみると、含有量試験で1,900 mg/kg が告示法で140 mg/l、7,700 mg/kg が97 mg/l であるなど分析法としてはバラツキが大きい。一方、判定基準を中心にしてみると、100 mg/l 以下の試料は、3,000 mg/kg 以下では40試料中39試料、3,100~5,000 mg/kg では15試料中8試料、5,100~8,000 mg/kg では15試料中6試料であり、8,100 mg/kg 以上では30試料全てが100 mg/l を超えた。告示法の場合、

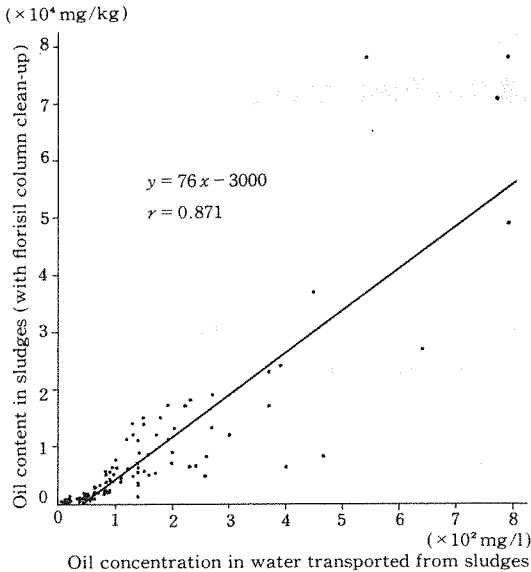


Fig. 4. Correlation of Oil Concentration in Water Transported from Sludges and Oil Content in Sludges

汚泥の重量に対して 10 倍容量の水を加えているので、水の比重を 1 として 溶出率：(告示法 \times 10/含有量) \times 100 を求めたところ、含有量試験の値が低いものほど高い溶出率を示し、1,000mg/kg 以下では 57% の試料が 41% 以上の溶出率を示した。これに対して、9,100 mg/kg 以上のもは全て 40% 以下の溶出率であった。

四塩化炭素に容易に抽出される物質は水に溶け難い性質を持っており、水と振とうしても水、器壁、汚泥に分散するにすぎず、油分量の多い試料の溶出率が低下するのは当然予想されることである。したがって、海洋投入処分によって大量の海水と接触したときの汚泥中の油分

の挙動を、限られた条件下の溶出試験で予測し、判定するのは無理である。だとすれば、含有量試験による処分基準を定めるのが妥当であると思われるし、バラツキの少ない検定結果も期待される。

4. ま と め

ガソリンスタンド汚泥を試料に、油分の含有量試験と産業廃棄物の海洋投入処分に係る検定(告示法)を行った。

(1) 2つの方法は高い順相関関係($r=0.871$)にあったが、含有量試験で 1,900 mg/kg が告示法で 140 mg/l、7,000 mg/kg が 97 mg/l であるなど、分析法としてはバラツキが大きかった。

(2) 水の比重を 1 として溶出率を求めたところ、含有量試験の値が低い方が高い溶出率を示し、1,000 mg/kg 以下では 57% の試料が 41% 以上の溶出率を示した。これに対して 9,100 mg/kg 以上のもは全て 40% 以下の溶出率であった。

(3) 海洋投入処分後の油分の挙動を限られた条件下の溶出試験で推定するのは難しいこと及び油分の水に対する性質から考えると、含有量試験の採用が望ましく、バラツキの少ない分析結果も期待される。

文 献

- 1) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令第 6 条第 3 号に規定する海洋投入処分を行うことができる産業廃棄物に含まれる油分の検定方法、昭和 51 年 2 月 27 日、環境庁告示第 3 号。
- 2) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令第 6 条第 3 号に規定する油分を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める総理府令、昭和 51 年 2 月 26 日、総理府令第 5 号。

大気汚染の短期予測

—翌日のオキシダント最高濃度の予測について—

瀬戸信也, 笹倉兼夫

Studies on Short-Term Forecast of Air Pollution —Statistical Forecast of Maximum Dairy 1-Hour-Average Oxidant Concentration of the Next Day—

Sinya SETO and Kaneo SASAKURA

(Received May 23, 1979)

1. 緒 言

広島県では、1974年4月からオキシダントを対象に予報を実施しており、予測当日の気象条件を前日に予測して、オキシダント濃度（対象地域内の1時間値の日最高値）のレベルを推定している。

この方法は、シノプティックスケールの気象、及び、地形等の地域特性により影響を受ける局地気象を総合的に判断して、地域ごとに3段階の濃度レベルを予測するものであるが、¹⁾判断基準が明確でない点があり、また、測定局ごとの数値予測が困難等の問題がある。

そこで、統計的手法（数量化Ⅰ類）による測定局ごとのオキシダント1時間値の日最高濃度予測モデルを作り、さらに、予測項目間の相関及び各予測項目がオキシダント濃度に及ぼす影響について検討したので、その結果について報告する。

数量化Ⅰ類は、すでに、大気汚染の当日予測に適用された報告例があるが、^{2), 4)}本報告では、翌日予測に用いたものである。

なお、本計算は、HITAC M-160Ⅱシステム統計計算ライブラリ中のプログラム名称「SQU1」⁵⁾で行った。

2. 予測に用いる項目

翌日の気象の主な予測資料は、予想地上天気図、天気予報、予想上層風等であり、現行の予報で使用している

項目の中から、気圧配置型、気圧傾度、風速、海風、安定度、日射量及び最高気温の計7項目を取りあげた。現行の予報では、各項目の分類方法及び分類基準は表-1のとおりである。

3. 予測方法

数量化Ⅰ類を適用するための前処理として、表-1を基にして数量データをカテゴリー化し、また、定性的性質の項目（アイテム）についても、過去のデータを経験的に判断し、予測により適した形に再びカテゴリー化した。その結果を表-2に示す。

なお、表-2の、海風、安定度以外のアイテムは、予想値ではなく予測当日の実測値を用いた。日射量と最高気温は、地域内の代表測定局における日総量、日最高気温を、風速は各測定局の12時から15時までの平均値をそれぞれ用いた。さらに、汚染ポテンシャルとして予測前日の各測定局におけるオキシダント最高濃度を、また、季節別の特徴を調べるため季節をアイテムに追加した。

以上の前処理をした後、数量化Ⅰ類を用いてオキシダント濃度の推定値を予測当日に反応した各アイテム、カテゴリーのスコアの合計値と、オキシダント濃度の全標本についての平均値との和により計算した。

4. 対象期間及び地域

福山市内の5測定局の1978年4月から10月までの期間について予測計算を行った。

表1 気象項目の分類

項目	分類方法	分類基準
1 気圧配置型	(1)移動性高気圧型 (2)移動性高気圧の後面型 (3)帯状高気圧型 (4)西高型 (5)北高型 (6)南高型 (7)東高型 (8)高気圧の中心 (9)気圧の谷型 (10)日本海低気圧型 (11)停滞前線型 (12)二つ玉低気圧型 (13)台風圏内 (14)低気圧の中	総観的に分類する
2 気圧傾度	(1)ゆるい (2)中 (3)急	緯度(10°)×経度(10°)の範囲内で(1)5mb未満(2)6~19mb(3)20mb以上
3 風速	最小m/sec ~ 最大m/sec	気圧配置型, 日射量等により分類する
4 海風	(1)無 (2)有(弱・並・強)	
5 安定度	(1)不安定 (2)中立 (3)やや不安定 (4)やや安定 (5)安定 (6)強い安定	高度1.5kmまでの乾燥断熱減率(°C/100m)が (1)1.1以上(2)0.9~1.0 (3)0.7~0.8(4)0.3~0.6(5)0.1~0.2(6)等温(逆転)
6 日射量	(1)弱 (2)中 (3)強	(1)100未満 (2)100~299 (3)300以上 (単位CAL/cm/DAY)
7 最高気温	(1)高い (2)低い	夏期(6月1日~9月15日)は (1)30°C以上 (2)30°C未満 その他の期間 (1)25°C以上 (2)25°C未満

表2 各アイテムとカテゴリー分類

アイテム	カテゴリー
1 気圧傾度	(1)ゆるい (2)中 (3)急
2 風速	(1)3m/s未満 (2)3m/s~5m/s (3)5m/s以上
3 海風	(1)無 (2)弱 (3)並 (4)強
4 安定度	(1)不安定, 中立 (2)やや不安定 (3)やや安定, 安定, 強い安定
5 日射量	(1)200未満 (2)200~300(単位CAL/cm/DAY) (3)300~500 (4)500以上
6 最高気温	(1)20°C未満 (2)20°C~25°C (3)25°C~30°C (4)30°C以上
7 季節	(1)4月~6月(春) (2)7月~8月(夏) (3)9月~10月(秋)
8 気圧配置型	(1)移動性高気圧の後面型, 東高型 (2)移動性高気圧型, 帯状高気圧型, 北高型, 南高型, 高気圧の中心 (3)西高型, 気圧の谷型, 日本海低気圧型, 停滞前線型, 台風圏内, 低気圧の中, 二つ玉低気圧型
9 予測前日のオキシダント最高濃度	(1)60PPB未満 (2)60PPB~79PPB (3)80PPB~99 (4)100PPB以上

福山市は、広島県の東南端に位置し、瀬戸内海に流入する芦田川の下流域に発達する県下有数の工業都市であり、芦田川の河口の東部から、岡山県との県境にかけては、大規模発生源が立地している。

測定局の位置を図-1に示す。

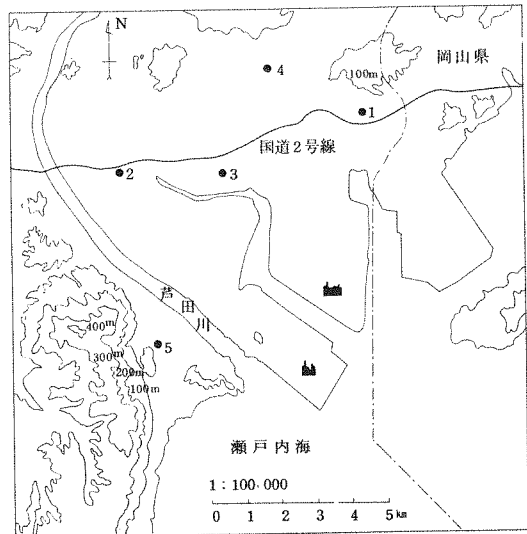


図-1 福山市内の測定局分布

- 測定局 1 大津野小学校 4 培遠中学校
2 南小学校 5 向丘中学校
3 手城小学校
● 大規模発生源

5. 結果及び考察

5.1 予測値の適合性

全測定局の予測結果の中から、1例として手城小学校の予測結果の一部を図-2に示す。

図-2から、予測結果の実測値への適合性をみると実測値が高い場合の追従性があまり良くないが、全体的な傾向はよいようである。他の測定局もほぼ同様の結果を示した。

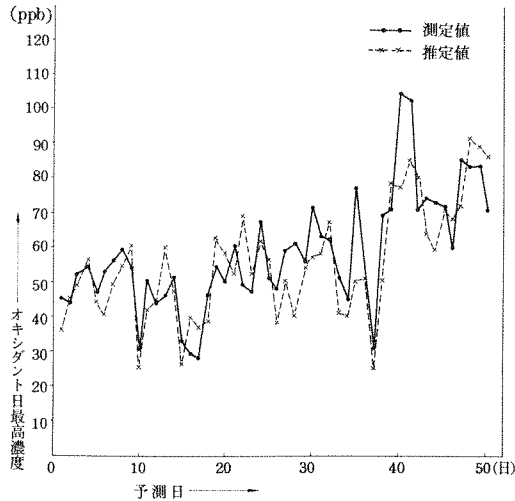


図-2 手城小学校におけるオキシダント濃度の予測結果の1例

5.2 アイテム間の相関

各アイテムの相関係数行列を表-3に示す。

表-3から、アイテム間の単相関係数が大きいのは、海風と日射量、日射量と気圧配置型、海風と気圧配置型であるといえる。

5.3 各アイテム・カテゴリーとオキシダント濃度の関係

予測値に対する各アイテム・カテゴリーのウェイトを検討するため、そのスコアを図-3に示す。

図-3から、オキシダントの高濃度は、「春の気圧傾度がゆるく、しかも日射量が強く海風が発生し、さらに、前日のオキシダント濃度が高い。」という条件下で発生しやすいといえる。このことは、他の4測定局の各アイテム・カテゴリーのスコアについても同様な傾向がみられることから、オキシダントの高濃度発生と気象条件との強い関係を示唆しているといえる。

5.4 各アイテムのオキシダント濃度への寄与

全測定局におけるオキシダント濃度と各アイテム間の偏相関係数を表-4に示す。

表-4から、2測定局以上で偏相関係数が比較的大きい(0.3以上)アイテムは、気圧傾度、日射量、季節、予測前日のオキシダント最高濃度であり、この4アイテムがオキシダント濃度へ大きく寄与すると考えられる。特に、予測前日のオキシダント最高濃度の偏相関係数は全測定局において非常に大きい。

表3 手城小学校における各アイテムの相関係数行列

アイテム		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		気圧傾度	風速	海風	安定度	日射量	最高気温	季節	気圧配置型	予測前日のオキシダント最高濃度
単 相 関 係 数	1									
	2	-0.107								
	3	0.307	-0.042							
	4	-0.109	0.048	0.023						
	5	0.148	0.151	0.525	-0.043					
	6	0.096	-0.104	-0.044	-0.237	-0.070				
	7	-0.218	0.043	-0.209	-0.200	-0.143	0.325			
	8	0.264	-0.176	0.461	-0.039	0.483	-0.107	-0.241		
	9	0.168	-0.033	0.367	-0.139	0.220	0.297	0.191	0.123	
外的基準		0.328	0.034	0.472	-0.082	0.445	0.231	0.212	0.323	0.570

注 1) 標本数=180件(測定期間中の欠測分を除く。)

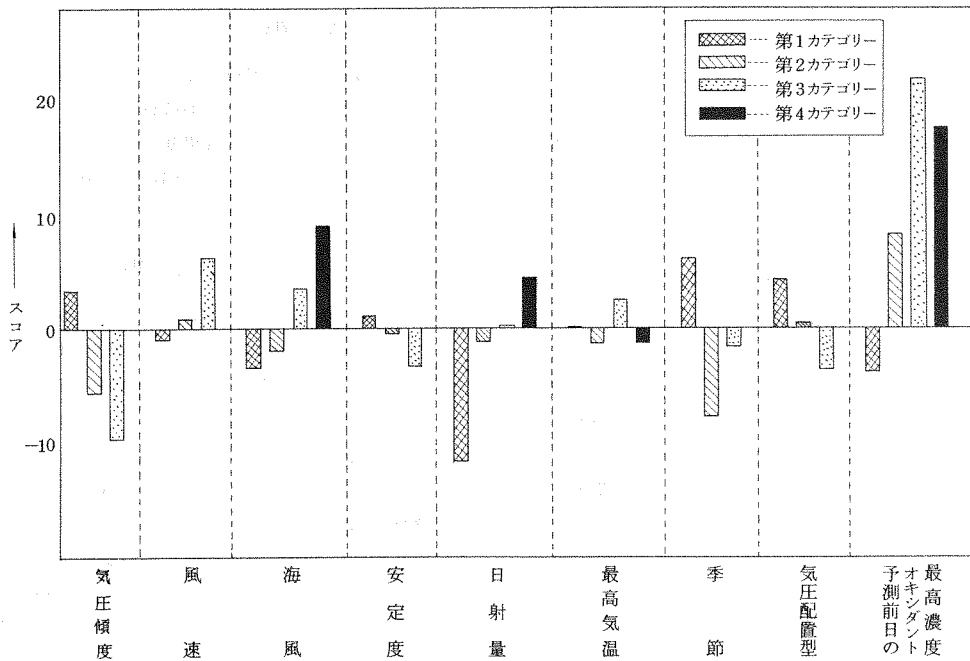


図-3 手城小学校における各アイテム・カテゴリーのスコア

表4 全測定局におけるオキシダント濃度と各アイテム間の偏相関係数

アイテム	測定局	大津野小学校	南小学校	手城小学校	培遠中学校	向丘中学校
1 気圧傾度		*0.320	0.164	0.288	0.255	*0.302
2 風速		0.112	0.062	0.077	0.117	0.086
3 海風		0.139	0.189	0.179	0.217	0.272
4 安定度		0.085	0.204	0.103	0.110	0.118
5 日射量		0.253	*0.362	0.260	0.264	*0.363
6 最高気温		0.088	0.265	0.102	0.194	0.096
7 季節		0.165	0.106	*0.341	*0.301	*0.328
8 気圧配置型		0.199	0.037	0.147	0.227	0.118
9 予測前日のオキシダント最高濃度		*0.415	*0.414	*0.404	*0.412	*0.335

注 *印は偏相関係数 ≥ 0.3 の場合である。

一方、その他のアイテムの寄与が小さいことについては、各々次のように推察できる。

(1) 風速 地衝風が強く、濃度が低い場合（主としてNW系の風）と海風が卓越して濃度が高くなる場合（主としてSE系の風）の判別ができない。

(2) 海風 発生機構は、日射エネルギーを吸収する海陸の熱的不均一性に起因しているため、⁶⁾ 表-3から海

風と日射量は大きい正の相関があり、また、日射量とオキシダント濃度の偏相関係数が大きいので、オキシダント濃度は日射量で説明できると考える。

(3) 安定度 シノプティックスケールでの予測日の地上予想最高気温と、850 mb 予想最高気温による温度減率から求めており、海陸風循環等の中規模スケールで発生する固有の地域特性が反映されていないため、データの精度に問題点がある。

(4) 気圧配置型 すべての気象要素を含んだ総観気象であり、カテゴリー化する際の判定が困難な場合があるので、同一カテゴリーに属していても質的差異が大きい。

(5) 最高気温 季節とオキシダント濃度の偏相関係数が大きく、かつ、最高気温と季節は表-3から大きい正の相関があるので、オキシダント濃度は季節で説明できる。

5.5 最少アイテム数による予測結果

以上の考察から、各アイテム間に因果関係があり、相関が大きいので、最少のアイテム数で効率的な予測が期待できると考える。

手城小学校を例にして予測に用いたアイテム数と予測結果との関係をみると、予測結果の適合率を表す重相関係数は、全アイテムを使用すると0.75であり、偏相

関係数の大きい4アイテム(気圧傾度, 日射量, 季節, 予測前日のオキシダント最高濃度)を用いると0.73となり, ほとんど変化がない。

ただし, 上記の4アイテム中の季節は, 年変動が大きいため, 予測モデルの安定性を考慮すれば, 予測変数から除外するのが適当と考える。試みに, 季節を除外した3アイテム(気圧傾度, 日射量, 予測前日のオキシダント最高濃度)による重相関係数は0.69となった。

ただし, この計算結果は, 数値化I類を適用した期間の値であり, 当モデルを翌日予測に適用するに当っては各アイテムの経年変化等の影響により多少低くなる可能性がある。しかし, 予測変数がこれらの気象データ及び予測前日の濃度のみに限られる場合は, 翌日予測モデルとして十分実用的であると考ええる。

今後の課題としては, 追従性の良くない高濃度を, より適確に予測するため, 各アイテムのカテゴリー化についての妥当性の検討及び各アイテムのデータの質の向上が必要であろう。

また, オキシダント濃度の当日予測については, パイロットバルーン, ラジオゾンデ等による上層の気象データ及び一次汚染物質と, オキシダント初期濃度を予測変数に追加して, 検討する必要があると考える。

6. 結 論

数値化I類を用いて翌日のオキシダント最高濃度の予測について検討した結果, 予測に有効なアイテムは, ①予測前日のオキシダント最高濃度 ②日射量 ③気圧傾度であり, この3アイテムを使用した予測モデルは翌日予測方式として実用化できると考える。

参 考 文 献

- 1) 広島県環境センター, 広島県におけるオキシダントと予報の状況(昭和53年度), 昭和54年4月。
- 2) 林知己夫他, “情報処理と統計数理”, 産業図書, 東京, 1970, pp. 223-244。
- 3) 古谷長蔵, 北川良雄, O_x 濃度予測における数値化の方法について, 大気汚染全国協議会第18回大会講演要旨集, pp. 184-185, 1977年11月, 福岡。
- 4) 関係地方公害対策推進本部大気汚染部会光化学共同解析委員会, 昭和52年度環境庁委託業務結果報告書(関東地域光化学オキシダント広域解析調査), 1978, pp. 116-165。
- 5) 日立製作所, NDOS/EDOS-MSO, SPL統計計算ライブラリ機能編(8,000-7-041), pp. 173-189。
- 6) 浅井富雄, 吉門洋, 海陸風に関する理論モデルとその問題点, 天気, 20, (3), 119-129(1973)。

廃棄物焼却炉におけるばいじんと重金属の 粒径分布及び集じん率の検討

伊藤泰治, 藤本修身, 多田納力, 松下数男

Studies on Distribution of Particle Size and Collection Efficiency by a Precipitator of Dust or Heavy Metals in Stack Gas from Waste Incinerator

Taiji ITOH, Osami FUJIMOTO, Tsutomu TATANO and
Kazuo MATSUSHITA

(Received May 19, 1979)

1. 緒 言

廃棄物焼却炉から排出されるばいじんは他のばい煙発生施設と比較すると濃度が高く、しばしば排出基準を超えるばいじんを排出している事例が多い。我々は廃棄物焼却炉のばいじんの排出状況及び集じん機の捕集効果等を把握するため、県下数施設について集じん機前後におけるばいじん濃度及びばいじんの粒径分布等を測定した。この調査で得られたばいじんについて重金属の分析を行いばいじん中の含有率及び粒径分布を求めた。その結果、各重金属の粒径分布の特徴及び集じん機による集じん率等に知見が得られたので報告する。

2. 調査方法

2.1 調査施設

集じん機の種類、焼却物の種類等を考慮し、できるだけ集じん機の前後に測定口のある施設を選定した。表1におけるA, B, Cの施設は市町村のごみ焼却炉であり、D, E, Fは工場内から発生するごみの焼却炉である。Gは木くず専用の焼却炉である。

2.2 ばいじん濃度

JIS Z 8808に準じてばいじんを捕集し、濃度を求めた。ばいじんの捕集には、シリカ繊維円筒ろ紙(東洋

ろ紙 88 RH)を使用し、あらかじめ450℃で2時間熱処理を行った。

また捕集を正確に行うため、動圧平衡型自動ばいじん捕集装置(石橋科学工業)を使用した。

2.3 ばいじんの粒径分布

アンダーセンスタックサンプラー(米国2000 INC社, 材質 sus 32: A-サンプラー)を使用して、ばいじんを8段の分級ステージ上に捕集した。

捕集はJIS Z 8808に準じ、等速吸引によって行った。なお、捕集時はA-サンプラーの内部で水分が凝縮して流れ、ばいじんの粒径分布測定に大きな誤差を与えることが多いので、あらかじめA-サンプラーを煙道中で十分加熱した後に排ガスの吸引を行った。

各分級ステージに捕集したばいじんをメタノール中で超音波はく離し、乾燥後秤量した。またその粒子径は、ばいじんの粒子を比重1の球体とみなし、各分級ステージにあたるガス流速から空気力学的粒子径を求め、排ガス温度及びばいじんの比重(真の比重)で補正して粒子径(μm)を決定した。ばいじんの真の比重の測定には30~50gの試料が必要であり、A-サンプラーで捕集したばいじん量では少ないので、集じん機ダストの比重を、ばいじん比重と等しいとみなして代用した。

表1 調査施設概要

施設	焼却炉型式	1日運転時間	焼却物	焼却能力 (トン/時)	プレダスター	集じん機	排ガス量 (ファン能力) (m ³ /時)
A	(市町村ごみ焼却炉) 連続式機械炉	24時間	家庭ごみ (分別収集により金属、プラスチック等は少ない)	8.34	なし	E.P.	62,000
B	(市町村ごみ焼却炉) バッチ式機械炉	8時間	家庭ごみ	2.0	S.H.	M.C.	18,900
C	(市町村ごみ焼却炉) バッチ式機械炉	7時間15分		3.75	なし	S.H.	(実測値) 15,000
D	(工場内ごみ焼却炉) バッチ式機械炉	9時間	工場ごみ(金属類が多く、混入) 家庭ごみ(市収集分)	1.25	S.H.	E.P.	67,000
E	(工場内ごみ焼却炉) バッチ式固定炉	8時間	工場ごみ 廃プラスチック	0.5 0.2	S.H.	E.P.(W)	10,000
F	(工場ごみ焼却炉) バッチ式機械炉	4時間30分	工場ごみ (木くず・紙くず等が多い)	0.6	(冷却用空 気取入)	M.C.	9,000
G	(木くず焼却炉) バッチ式固定炉	9時間	木くず	3.0	なし	S.H.	28,000

注) E.P.:乾式電気集じん機, E.P.(W):湿式電気集じん機, S.H.:洗煙シャワー, M.C.:マルチサイクロン

2.4 集じん機ダスト

集じん機のダストを24メッシュのふるいを通して爽雑物を除き、比重を測定(島津マイクロメトリデックス1302,ヘリウム-エア式比重計)した。

2.5 重金属の分析

円筒ろ紙捕集ばいじん、ろ紙ごと低温灰化装置(柳本製作所,プラズマアッシャーLTA-154)で2時間灰化した後、塩酸-過酸化水素水で処理し、4%塩酸溶液として、原子吸光度計(日本ジャーレルアッシュAA-781)により、Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Cdの定量を行った。

A-サンプラー捕集ばいじんと集じん機ダストは、乾燥、秤量した後に低温灰化し、塩酸-硝酸(3+1)で処理し、4%塩酸溶液として原子吸光分析した。なお、分級捕集したばいじんの量が0.2mg以下の場合には分析を行わなかった。

3. 結果及び考察

3.1 ばいじん濃度及び重金属含有量

円筒ろ紙によって捕集したばいじん濃度と重金属含有

率を表2に示した。

表2から明らかのように、ばいじん中の各金属の含有率は施設ごとに大きく異なるが、家庭ごみ、工場ごみ等を焼却しているA~Eの5施設は、Znの含有率が最も高く、ついでPb, Fe, Cuの順となりMn, Cdは極く低い比率を占める。これに対して木くず紙くずを主に焼却している施設F及びGのばいじんはFeの含有率が最も高いことが特徴である。

3.2 重金属の集じん率

ばいじん及び各重金属の集じん率は、 $[(集じん機通過前の濃度 - 通過後の濃度) / (集じん機通過前の濃度)] \times 100$ で求められるが、ばいじんの濃度及び重金属含有率は時間的に大きく変動していた。したがって、正確な集じん率を求めるためには、集じん機の前後で同時にばいじん捕集を行う必要があるが作業人数、測定器具等に制約があり同時捕集は困難であった。

表3に示す集じん率は、集じん機前後における測定値の平均値から求めた結果である。

各重金属に対する集じん機の効果をより明確につかむため、集じん機によって捕集されたダストの重金属含有率を求め、集じん機通過前のばいじんの重金属含有率と比較検討した。

表2 排ガス中のばいじん濃度及び金属含有率

施設名	測定口位置	ばいじん濃度 (mg/Nm ³)		金属含有率 (%)			検体数	
		平均(最小~最大)	Fe 平均(最小~最大)	Mn 平均(最小~最大)	Cu 平均(最小~最大)	Pb 平均(最小~最大)		Zn 平均(最小~最大)
A	E P 前	2,740(1,260~4,410)	0.42 (0.19~0.58)	0.036(0.020~0.043)	0.11 (0.083~0.16)	0.54 (0.32~0.91)	1.28 (0.21~2.58)	0.019(0.013~0.31)
	E P 後	< 4	-	-	-	-	-	-
B	M C 前	1,240(1,150~1,350)	0.33 (0.22~0.41)	0.032(0.025~0.039)	0.15 (0.13~0.18)	0.85 (0.62~0.97)	1.52 (1.04~2.04)	0.038(0.027~0.060)
	M C 後	770(690~878)	-	-	-	-	-	-
C	S h 後	410 (365~456)	0.42 (0.19~0.61)	0.021(0.020~0.022)	0.19 (0.16~0.21)	1.81 (1.76~1.86)	2.13 (1.58~2.68)	0.081(0.066~0.098)
	E P 前	438 (273~714)	2.9 (1.9~4.5)	0.096(0.057~0.16)	0.31 (0.14~0.52)	6.5 (3.3~11.4)	20.6 (8.9~26.2)	0.095(0.039~0.21)
D	E P 後	167 (114~220)	2.6 (1.3~3.9)	0.083(0.046~0.16)	0.29 (0.25~0.35)	5.2 (3.2~9.6)	20.2 (9.8~23.4)	0.12 (0.064~0.21)
	E P 前	190 (120~284)	0.77 (0.25~2.71)	0.037(0.023~0.11)	0.20 (0.15~0.28)	4.9 (2.7~8.3)	8.9 (6.3~12.8)	0.12 (0.044~0.23)
E	E P 後	71 (46~105)	0.60 (0.36~1.09)	0.024(0.014~0.032)	0.19 (0.02~0.27)	5.5 (2.0~9.4)	13.7 (4.9~19.7)	0.26 (0.060~0.64)
	M C 前	263 (95~457)	2.8 (1.7~4.1)	0.078(0.045~0.096)	0.088(0.035~0.19)	0.85 (0.24~1.9)	1.17 (0.52~5.45)	0.072(0.012~0.18)
F	M C 後	89 (27~183)	2.0 (1.1~6.0)	0.062(0.040~0.18)	0.091(0.045~0.16)	1.05 (0.25~2.7)	1.36 (0.23~2.48)	0.091(0.015~0.27)
	S h 休止	628 (502~945)	0.53 (0.23~0.91)	0.16 (0.12~0.25)	< 0.001	0.089(0.071~0.11)	0.26 (0.19~0.32)	< 0.001
G	S h稼働	215 (176~264)	< 0.06	< 0.01	< 0.01	< 0.04	< 0.04	< 0.01

表3 ばいじん及び各重金属の集じん率(%)

施設	集じん機	ばいじん	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
A	EP	99	<	-	-	-	-	-
B	MC	38	-	-	-	-	-	-
D	EP	62	66	67	65	66	62	58
E	EPW	63	72	77	66	59	44	18
F	MC	66	77	74	65	58	61	58
G	SH	66	-	-	-	-	-	-

表4 集じん機ダストの重金属含有率

施設	集じん機	Fe (%)	Mn (%)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Cd (ppm)
A	EP	0.53	0.054	0.10	0.37	1.02	145
B	MC	0.68	0.057	0.029	0.095	0.31	30
C	SH	0.58	0.014	0.017	0.033	0.068	10
D	EP	10.5	0.20	0.26	3.07	7.25	490
F	MC	3.8	0.071	0.036	0.082	0.22	34

表5 集じん機ダスト中の重金属含有率と集じん機通過前のばいじん中の重金属含有率の比

施設	集じん機	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
A	EP	1.26	1.50	0.93	0.69	0.80	0.76
B	MC	2.06	1.78	0.19	0.11	0.20	0.08
D	EP	3.62	2.08	0.83	0.47	0.35	0.51
F	MC	1.35	0.91	0.42	0.10	0.19	0.05

注) 煙道ばいじん中の重金属含有率は集じん機前での測定値の平均値。

表4に集じん機ダストの重金属含有率を示す。

また、表5に集じん機通過前のばいじんの重金属含有率に対する集じん機ダストの重金属含有率の割合を示した。

表5における重金属含有率の比は、全施設ともFe, Mnで1以上、Cu, Pb, Zn, Cdで1以下である。したがって、Fe, Mnは相対的に効率よく集じんされているのに対して、Cu, Pb, Zn, Cdは集じんされにくい傾向があると考えられる。

次に集じん機のうちEPとMCについて比較してみると、EPとMCの金属に対する集じん効果の違いが最も明確に表われているのは、同じ市町村ごみ焼却炉である施設A(EP)とB(MC)である。EP(A)の場合、各重金属含有率の比の差は比較的小さく、Fe, Mnに比べて

Cu, Pb, Zn, Cdの集じん効果は若干落ちる程度である。これに対してMC(B)の場合はFe, Mnに比べてCu, Pb, Zn, Cdの比は極端に低い値であり、Cu, Pb, Zn, Cdの集じん効果が大きく落ちることを示している。

以上の結果から、ばいじんの慣性力を利用したMC等の集じん機は、Pb, Zn, Cd等の小粒径に多く含まれる金属成分を含むばいじんに対しては、集じん効果が低いことがわかる。これに対しEPは、ばいじん粒子を帯電、集じん電極に引き寄せて捕集するため、粒子の大きさ、比重等にはあまり関係なく集じることができる^{1,2)}したがって、EPの性能が十分発揮できる状態であれば、各金属とも大差のない集じん効果が得られるはずである。しかしながら、今回の調査では、EPを設置していた3施設のうち、EPの集じん効果が十分発揮されているのは表3からわかるように施設Aのみで、他の2施設の集じん率はかなり低かった。EPの維持管理あるいは設計施行等に問題があるのではないかとと思われる。

3.3 粒径分布

A-サンプラーによるばいじんの分級捕集は、排ガスの吸引速度20ℓ/分前後で行い、粒径分布の測定を実施した。

粒径分布の表示は、累積分布曲線を微分して得られた頻度分布曲線によって行った³⁾図1-a, 1-b, 1-c, がその代表例である。

図1から、Fe, Mnは大粒径ばいじん中に大きく分布し、12μm以上にピークがあると推定される。逆にCu, Pb, Zn, Cdは1μm付近に大きいピークがあり、2μm以下の微小ばいじん中に大部分が分布していることがわかる。

以上のことからCu, Pb, Zn, Cd等の微小ばいじん中に含まれる金属は、MC等の慣性力を利用した集じん機では効果的に集じることが粒径分布の面からも推定できる。

またばいじん中の重金属の含有率は一般に低いにもかかわらず、ばいじんの頻度分布曲線は、Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Cdの頻度分布曲線を合成して得られる曲線に近似する傾向がみられた。

4. 結 語

(1) 廃棄物焼却炉から排出されるばいじん中の重金属の粒径分布を測定した結果、Fe, Mn等は大粒径のばいじん中に多く含まれるのに対して、Cu, Pb, Zn, Cdは2μm以下の微小ばいじん中に大部分が含まれ、1μm付近にピークがあった。

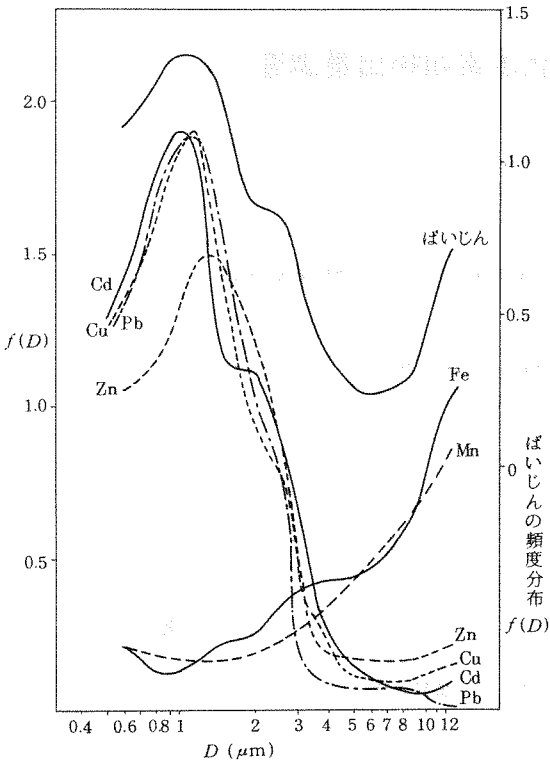


図1-a ばいじんと重金属の粒径別頻度分布
(EP通過前)

$$f(D) = \frac{dW}{d(\log D)} \times \frac{1}{W}$$

W: ふるい上累積重量
D: 粒径 (μm)

(2) 重金属に対する集じん機の効果について、EPの場合は各重金属とも大差なく高い集じん効果が得られたが、MC及び洗煙シャワー等の集じん機では、大粒径のばいじん中に含まれるFe、Mn等は効率よく集じんされるけれども、微小ばいじん中に含まれるCu、Pb、Zn、Cd等は集じん効果が低いことがわかった。

文 献

- 1) 狩野武, “粉体粒子の挙動—理論と実際—”, 日刊工業新聞, 東京, 1977.
- 2) 井伊谷鋼一, “集じん装置”, 日刊工業新聞, 東京, 1972.
- 3) 松尾, 藤, 樋口, 公害と対策, 14, 951 (1978).

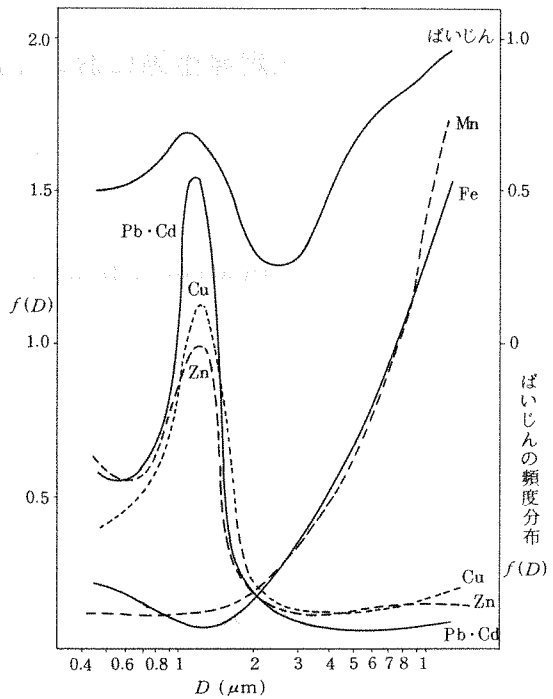


図1-b 施設 B (MC通過前)

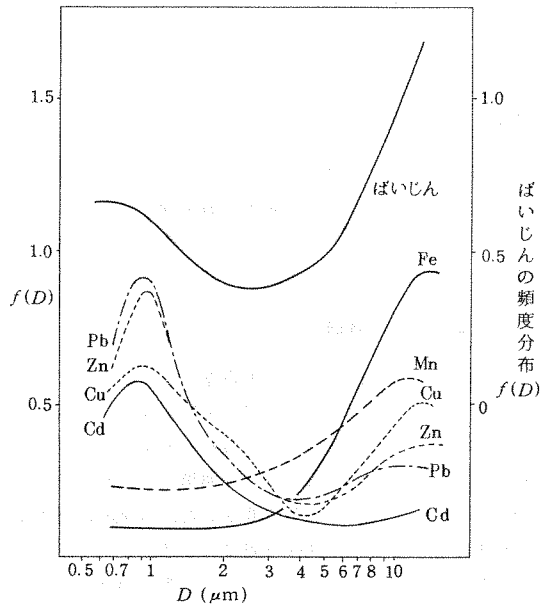


図1-c 施設 B (MC通過後)

固定発生源における炭化水素類排出量調査

多田 納 力, 松下 数男, 藤本 修身, 伊藤 泰治

Investigation of Hydrocarbons Emission in Stack Gas

Tsutomu TATANO, Kazuo MATSUSHITA, Osami FUJIMOTO
and Taiji ITOH

(Received May 19, 1979)

1. はじめに

炭化水素類については、光化学スモッグの発生にも関与するとされており^{1,2)} 排出量の低減が望まれる。そこで、各業種の中から代表的な施設を選んで実態調査を行い、排出量の算出方法について検討した。

2. 調査方法

2.1 調査対象施設

石油関係施設（油槽所、給油所）、溶剤関係施設（塗料製造工場、塗装工場、接着剤製造工場、ゴム製品製造工場）及び石油化学工業プラント（過酢酸製造プラント、メチルイソブチルケトン製造プラント）を調査した。

2.2 測定方法と項目

試料ガスは排出口でガラス製真空びんに採取して実験室に持ち帰り、ガスシリンジで一定量を採り、直接導入によってガスクロマトグラフ（GC）分析を行った。分析は、非メタン炭化水素（メタン換算）を全施設で、各種成分は施設の種類に応じて測定した。各施設の分析項目を表1に、GC分析条件を表2に示す。

また、排ガス流量はピトー管、及び熱式風速計で測定した。

3. 結果と考察

3.1 石油関係施設

油槽所のハイオクタンガソリンタンク（固定屋根）と給油所のレギュラーガソリン地下タンクを選び、受入れ時の炭化水素類排出量について非メタン炭化水素（メタ

表1 炭化水素類分析項目

施設分類	事業所及び製造工場名称	非メタン炭化水素(メタン換算)	トランス	ブタ	ジエチルベンゼン	メチルイソブチルケトン	アセト	イソブタン	イソブテン	アセトアルデヒド	酢酸エチル
石油関係	油槽所	○	○	○							
	給油所	○	○	○							
溶剤関係	溶剤タンク(塗料製造工場)	○	○		○						
	塗料製造工場	○	○								
	塗装工場	○	○								
	接着剤製造工場	○	○								
	ゴム製品製造工場	○	○								
石油化学関係	メチルイソブチルケトン製造プラント	○				○	○	○	○		
	過酢酸製造プラント	○									○ ○

表2 ガスクロマトグラフ分析条件

分析項目	非メタン炭化水素 (メタン換算)	ブタン, i-ブタン i-ブテン	トルエン, ジエチルベンゼン, メチルイソブチルケトン アセトン, アセトアルデヒド, 酢酸エチル	
機種	島津GC-6A(FID) (バックフラッシュ法)	島津GC-6A(FID)	柳本G80(FID)	島津GC-4BM(FID)
カラム	Porapak Q 80~100 mesh 3mm φ×1m(SUS) + 活性炭 60~80 mesh 3mm φ×1m(SUS)	DMS(25%) on Shimalite NAW 60~80 mesh 3mm φ×3m(SUS) + Sebaconitrile(25%) on Shimalite 60~80 mesh 3mm φ×6m(SUS)	Bentone 34(5%) + OV 101(10%) on Supelcoport 100~120 mesh 3mm φ×3m(glass)	TCEP(25%) on Chromosorb G AW DMCS 80~100 mesh 3mm φ×3m(glass)
温度	100℃	室温	80℃	100℃
検出器	130℃	130℃	130℃	130℃
キャリアガス (N ₂)	40 ml/min	40 ml/min	25 ml/min	40 ml/min
燃焼条件 H ₂	0.65 kg/cnf	0.65 kg/cnf	0.6 kg/cnf	0.6 kg/cnf
Air	1.0 kg/cnf	1.0 kg/cnf	1.0 l/cnf	0.75 kg/cnf
定量	標準ガス(メタン)	プロパンを標準ガスとする相対検量法	直接検量法又はトルエンを標準物質とする相対検量法	

ン換算)排出係数³⁾を求めた。

また、ブタン、トルエンの排出係数も算出した。多成分のうち特にこの2成分を選んだのは、ブタンが排ガス中の高濃度成分であり、トルエンは環境中に必ず検出される代表的な炭化水素だからである。結果を図1に示す。

受入れ経時変化による排出係数の変化はそれほど大きくないので、炭化水素類排出量の算出には排出係数が有効である。

排出係数を非メタン炭化水素(メタン換算)で表すことには次の長所がある。すなわち、現在広く使われている環境用炭化水素自動測定機での測定値はメタン換算表示であり、固定発生源の影響を解析するのに都合が良い。更に、バックフラッシュを採用したGC分析で、非メタン炭化水素の総量が分析できる。

3.2 溶剤関係施設

溶剤受入れ時の炭化水素類排出量については、塗料製造工場のミネラルスピリットタンクを選び、非メタン炭化水素、トルエン及び高濃度成分のジエチルベンゼンの排出係数を算出した。結果を図2に示す。

炭化水素類排出係数は時間の経過とともに小さくなるので、サンプリング時期と回数を選び方が排出係数算出のうえで重要と思われる。また、油種の違いにより排出

係数も違うという報告があり⁴⁾、大規模なものについては、使用する溶剤の種類ごとに排出係数を求めることが必要と考えられる。

更に塗料製造工場(溶剤タンクを除く)、塗装工場(金属製造、家具製造)、接着剤製造工場及びゴム製品製造工場(ゴムシートへの粘着剤塗布工程が主体である)についても炭化水素類排出量を求めた。成分別には、いずれの施設でもトルエンが高濃度に排出されている。結果を表3に示す。

塗装工場を除くこれらの工場では、製造工程や作業内容がほぼ連続的で一定しているので、1日の作業時間数から原単位が算出できるものと思われる。今回の調査では、ゴム製品製造工場の原単位が算出できた。しかし、なかには排出形態が複雑であったり、排ガスを一部焼却処理している場合があり、これらの場合は主要な発生源をみつけることが実態調査のポイントとなる。

塗装工場の場合、一般に作業は間欠的で1日の作業時間をつかむことが難しい。今回の調査でも1ブース当りの炭化水素類排出量(1分間)は全くまちまちであった。したがって、このような施設については、塗料使用量とそれに含まれる溶剤割合から炭化水素類排出量を算出する方がより正確であると思われる。しかし、この場合はこれら溶剤をメタン量に換算する換算式が必要であ

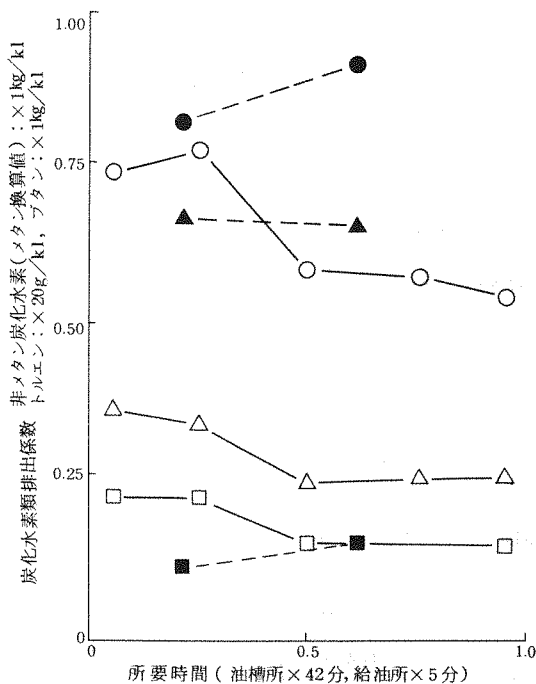


図1 油槽所, 給油所におけるガソリン受入れ時の炭化水素類排出係数

○・●: 非メタン炭化水素 (メタン換算)
 △・▲: トルエン
 □・■: ブタン
 ○・△・□: 油槽所, 固定屋根型ハイオクタンガソリンタンク (容量 500 k1, 油温 10°C)
 ●・▲・■: 給油所, レギュラーガソリン地下タンク (容量 10 k1, 油温 17°C)

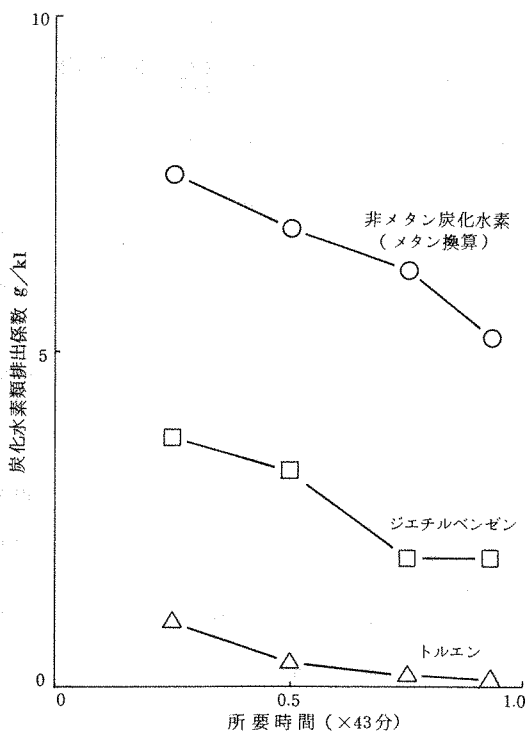


図2 ミネラルスピリットタンクにおける受入れ時の炭化水素類排出係数 (容量 24 k1, 油温 34°C)

○: 非メタン炭化水素 (メタン換算)
 △: トルエン
 □: ジエチルベンゼン

表3 溶剤関係施設からの炭化水素類排出量

業種	排出場所	非メタン炭化水素 (メタン換算)	原単位 (非メタン炭化水素)	トルエン
塗料製造工場	塗料製造工程 (混合, 調色, 充填) からの排出分	29 kg/hr		10 kg/hr
塗装工場 a)	金属製品製造工場と家具製造工場のブースからの排出分	21 ~ 620 g/min		12 ~ 50 g/min
接着剤製造工場	接着剤 3 品目製造のうち, 1 品目の製造工程からの排出分	2.6 kg/hr		2.2 kg/hr
ゴム製品製造工場	生産 3 部門のうち, ゴムシート製造部門からの排出分	33 kg/hr	0.16 kg / ゴムシート m ²	12 kg/hr

a) 測定ブース数: 7

り, 今後の課題であろう。

3.3 石油化学工業プラント

気相法過酢酸製造プラントは, アセトアルデヒドと空気を反応塔に供給し過酢酸を合成する施設である。メチルイソブチルケトン製造プラントは, アセトンのアルドールの縮合, 脱水, 水素添加の工程をとるものである。

炭化水素類排出量と原単位を表4に示した。過酢酸製造プラントにおける酢酸エチルは溶剤であり, メチルイソブチルケトン製造プラントにおけるi-ブテンとi-ブタンは, 反応副生成物の中でも特に高濃度の成分である。

石油化学プラントの場合, か動状況は全く連続的であり, 原単位の算出が有効である。また, 排出される炭化水素類には原料や製品以外に反応副生成物も含まれるの

表4 石油化学工業プラントからの炭化水素類排出量

プラント名	生産量 ton/M	排出場所	原単位		成分			
			非メタン炭化水素 (メタン換算) kg/D	非メタン炭化水素 kg/ton	kg/D			
過酢酸製造プラント	3,660	反応器 スクラバー	78	0.66	酢酸エチル 130	アセトアルデ ヒド 42		
メチルイソブチルケトン 製造プラント	2,560	水素 分離器	240	2.9	メチルイソ ブチルケトン 20	アセトン 140	i-ブテン 11	i-ブタン 14

原単位：単位生産量当りの非メタン炭化水素（メタン換算）排出量

で、実態調査が非常に重要である。

ま と め

石油関係施設（油槽所、給油所）、溶剤関係施設（塗料製造工場、塗装工場、接着剤製造工場、ゴム製品製造工場）及び石油化学工業プラント（過酢酸製造プラント、メチルイソブチルケトン製造プラント）のうち、塗装工場を除く施設では、実態調査によって非メタン炭化水素（メタン換算）の排出係数や原単位の算出が可能であり、特に石油化学工業プラントで効果的である。

文 献

- 1) 炭化水素類発生源対策検討会，炭化水素類発生源対策検討会報告書，昭和52年10月
- 2) 日本化学会編，“炭化水素”，丸善，東京，1978.
- 3) 資源エネルギー庁，石油産業における炭化水素ベーパー防止トータルシステム研究調査報告書，昭和50年3月.
- 4) 矢島恒広，渡辺憲司，菱田一雄，二瓶久雄，貯蔵施設における炭化水素の排出係数について，大気汚染研究，11，259（1976）.