

資料10 環整95号のごみ分析（別紙2）及び報告書式（別紙様式2）

別紙 2

I ごみ質の分析方法

ごみ質の分析方法は、以下により行うことを標準とするが、他に適正と認められる方法をとって
いる市町村にあっては、従前のとおりとして差し支えない。

1. 試料の採取

(1) 収集・運搬車からの採取

無作為に抽出した収集・運搬車から1台あたり10kg以上、合計200kg以上を採取する。

(2) ごみピットからの採取

ピット内のごみを十分混合したのち、200kg以上採取する。

2. 試料の調整

採取した試料は、乾燥したコンクリート等の床上で、スコップ等でよく混合し、袋づめのご
みは中味を取り出し、とくに大きなものは適当に細分する。

つぎに、試料を十分に混合しつつ、四分法により数回縮分^{注)}し、試料として5～10kgを採取
する。

^{注)} 縮分の途中で、目につく大きな廃棄物（とくに毛布、タイヤ、木竹石油かん等破碎しにくいもの）については、あらかじめ別にとり出しておき、最後にそれを細断して試料に加えることが望ましい。例えば4回、四分法で縮分する場合、2回目終了後に毛布をとり出せば、その毛布は、さらに2回の縮分によって $1/2^2 = 1/4$ に減量されるはずであるから、毛布全重量の1/4を試料に加えることとなる。

3. 測定分析

(1) 単位容積重量

2の試料を容量既知の容器に入れ30cm位の所から3回落とし目減りしたならば、目減り分
だけ更に試料を加える。

単位容積重量（または見かけ比重）は、次式(1)により算出する。

$$\text{単位容積重量 } (\text{kg}/\text{m}^3) = \frac{\text{試料重量 } [\text{kg}]}{\text{容器の容量 } [\text{m}^3]} \cdots \cdots \cdots (1)$$

(2) 水分

3の(1)に用いた試料を秤量したのち、乾燥器等を用いて105°±5°Cで、恒量を得るまで
乾燥し秤量する。

水分は次式(2)により算出する。

$$\text{水分 } (\%) = \frac{\text{乾燥前の重量 } [\text{kg}] - \text{乾燥後の重量 } [\text{kg}]}{\text{乾燥前の重量 } [\text{kg}]} \times 100 \cdots \cdots \cdots (2)$$

(3) ごみの種類組成分析

3の(2)に用いた試料の全量をビニールシート等に広げて次の6組成を標準として組成ごと
に秤量し、重量比(%)を求める。

① 紙、布類

- ② ビニール、合成樹脂、ゴム、皮革類
- ③ 木、竹、ワラ類
- ④ ちゅう芥類（動植物性残渣、卵殻、貝殻を含む。）
- ⑤ 不燃物類
- ⑥ その他（孔眼寸法約5mmのふるいを通過したもの）

(4) 灰分

3の(3)で分別した6組成のうち、不燃物類を除き、各組成ごとに破碎機を用いて2mm以下に粉碎し、その一部をルツボに入れて105°C±5°Cで2時間加熱する。

これを秤量したのち、電気炉を用いて800°Cで2時間強熱し、秤量する。

灰分は、次式(3)、(4)および(5)より算出する。

$$\text{各組成の灰分} (\%) = \frac{\text{強熱後の重量} [kg]}{\text{強熱前の重量} [kg]} \times 100 \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{乾燥ごみの灰分} (\%) = \sum_{i=1}^6 (A_i \cdot B_j) / \sum_{i=1}^6 A_i \quad \dots \dots \dots (4)$$

A_i : 3) で求めた各組成*i*の重量比 (%)

B_j : 各組成*i*の灰分 (%) (不燃物類については100とする。)

$$\text{生ごみの灰分} (\%) = \text{乾燥ごみの灰分} (\%) \times \frac{100 - \text{水分} (\%)}{100} \quad \dots \dots \dots (5)$$

(5) 可燃分

可燃分は次式(6)により算出する。

$$\text{可燃分} (\%) = 100 - \text{水分} (\%) - \text{生ごみの灰分} \quad \dots \dots \dots (6)$$

(6) 低位発熱量

生ごみの低位発熱量は、次式(7)により推定することができる。

$$H\ell = 4,500V - 600W \quad \dots \dots \dots (7)$$

$H\ell$: 生ごみの低位発熱量 (kcal/kg)

V : 生ごみの可燃分 (%)

W : 生ごみの水分 (%)

4. ごみ質分析を行うに際しての留意事項

- (1) 試料の採取及び縮分はじん速に行うこと。
- (2) 水分測定のための乾燥前重量の秤量を、試料採取時ではなく他日行う場合は、水分に変動が生じないよう密封保存すること。
- (3) ピットわきで作業する場合には、転落等の事故が生じないよう作業監督者をつけ、安全をはかること。
- (4) 縮分及びごみの分別等、直接生ごみの触れる作業を行う時は、けがをしないよう、また万が一けがをした場合もすぐさま消毒等の応急措置がとれるようにしておくこと。

別記様式2

(1)ごみ焼却施設

ごみ質

| | 第1回 | 第2回 | 第3回 | 第4回 |
|----------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 測定年月日 | | | | |
| 天候 | | | | |
| 気温 | °C | °C | °C | °C |
| ごみの種類組成 | 紙、布類 | % | % | % |
| | ビニール、合成樹脂 ゴム、皮革類 | % | % | % |
| | 木、竹、わら類 | % | % | % |
| | ちゅう芥類 | % | % | % |
| | 不燃物類 | % | % | % |
| | その他 | % | % | % |
| 単位容積重量 | kg/m ³ | kg/m ³ | kg/m ³ | kg/m ³ |
| ごみの3成分 | 水分 | % | % | % |
| | 灰分 | % | % | % |
| | 可燃分 | % | % | % |
| 低位発熱量 (計算値) | Kcal/kg | Kcal/kg | Kcal/kg | Kcal/kg |
| 低位発熱量 (実測値) | Kcal/kg | Kcal/kg | Kcal/kg | Kcal/kg |

6-7

ごみの低位発熱量推定式の検討（第2報）

東京都清掃研究所 正会員 谷川 昇
正会員 ○杉山 雄

1. はじめに

都市ごみ焼却炉本体および焼却熱エネルギー利用のための発電設備等を設計するには、ごみの発熱量を正確に把握する必要がある。しかし、ごみの発熱量の測定には煩雑な操作が伴うために、種々のごみの低位発熱量推定式が提案され利用されている。前報¹⁾において、東京都におけるごみの低位発熱量の測定値と種々のごみの低位発熱量推定式から得られる値（推定値）を比較し、新たなごみの低位発熱量推定式（都清研の式）の提案を行なった。本報告においては、他都市のごみについてごみの低位発熱量の測定値と種々のごみの低位発熱量推定式および都清研の式による推定値を比較し、ごみの低位発熱量推定式の特性を明らかにした。

2. 方法

A, B, Cの3都市のごみについて、ポンプ熱量計による低位発熱量測定値（測定値）とごみの低位発熱量推定式の推定値を比較した。比較したごみの低位発熱量推定式を以下に示す。

$$3\text{成分の式} \quad H_i = 45V - 6W$$

$$\text{本多の式} \quad H_i = 44.75V - 5.85W + 21.2$$

$$\text{Dulongの式} \quad H_i = 81C + 342.5(H - O/8) + 22.5S - 6(9H + W)$$

$$\text{Steuerの式} \quad H_i = 81(C - 3 \times O/8) + 171 \times O/8 + 345(H - O/16) + 25S - 6(9H + W)$$

$$\text{Schaeurer-Kestnerの式}$$

$$H_i = 81(C - 3 \times O/4) + 342.2H + 22.5S + 171 \times O/4 - 6(9H + W)$$

$$\text{小林の式} \quad H_i = 88.2P1 + 40.5(G + Pa) - 6W$$

$$\text{狩郷の式} \quad H_i = 45B + 80P1 - 6W$$

$$\text{推定式1(仮称)} \quad H_i = 45B + 88P1 - 6W$$

$$\text{都清研の式} \quad H_i = 38.8 \times (Pa + G + T + Oc) + 50.9 \times (Te + Ru) + 73.7 \times P1 - 6W$$

H_i ：低位発熱量(kcal/kg) W ：水分(%) V ：可燃分(%) A ：灰分(%)

Pa ：紙(%) G ：厨芥(%) Te ：繊維(%) T ：木草(%) Oc ：その他可燃物(%)

[連絡先] 〒136 東京都江東区夢の島3 東京都清掃研究所

谷川 昇 TEL 03-3521-4786 FAX 03-3522-0684

Ru : ゴム・皮革(%) Pl : プラスチック(%) U : 不燃物(ガラス, 金属等)

B : プラスチック以外の可燃物(%) (Pa + G + Te + T + Oc + Ru)

C : 炭素(%) H : 水素(%) O : 酸素(%) S : 硫黄(%) Cl : 塩素(%)

$$W + V + A = 100$$

$$W + Pa + G + Te + T + Oc + Ru + Pl + U = 100$$

$$V = C + H + O + S + C$$

都清研の式は、ごみの乾ベース物理組成および全水分から湿ベース低位発熱量を推定する式であり、乾ベース低位発熱量がほぼ等しい物理組成項目や割合が小さい物理組成項目をグループ化し、グループ内での物理組成項目固有の乾ベース低位発熱量の平均値を係数としている。

なおA市では、ごみピット内から採取した約1tのごみを四分法により約20~30kgに縮分して湿ベースで物理組成分析を行ない、ごみを紙、厨芥、纖維、木草、その他可燃物、プラスチック、ゴム・皮革、ガラス、金属、石・陶器、その他不燃物の物理組成項目ごとに乾燥して項目別水分を測定し、乾ベース物理組成を求めている。さらに、不燃物を除いた乾燥ごみを粉碎、縮分して化学分析用試料を調製し、灰分の測定、元素分析(炭素、水素、窒素、塩素、硫黄含有量の測定)およびポンプ熱量計による発熱量測定を行っている。またB、C市では、厚生省告示によるごみ質分析方法に基づいて採取した約10~15kgのごみを乾燥して水分を求めた後、乾ベースの物理組成分類を行ない、A市と同様に灰分の測定、元素分析およびポンプ熱量計による発熱量測定を行っている。

3. 結果および考察

各ごみの低位発熱量推定式による推定値と測定値の関係を図1から図9に示す。測定値は約1080~2710kcal/kgであり、測定値の平均は約1870kcal/kgであった。

1次回帰直線の相関係数は小林の式の0.798を除いて0.9以上の値であり、各ごみの低位発熱量推定式の推定値と測定値には高い相関関係が得られた。しかし、ごみの低

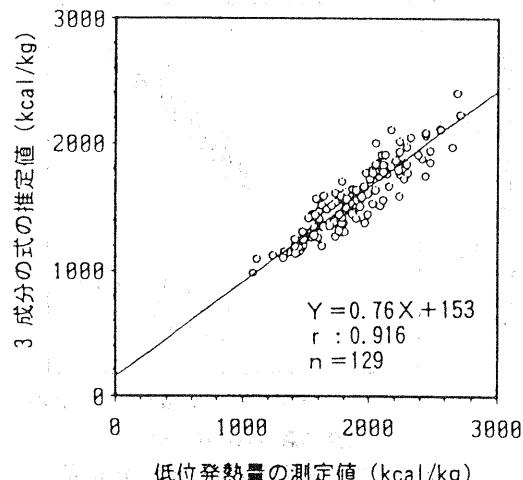


図 1 3 成分の式の推定値と低位発熱量の測定値の関係

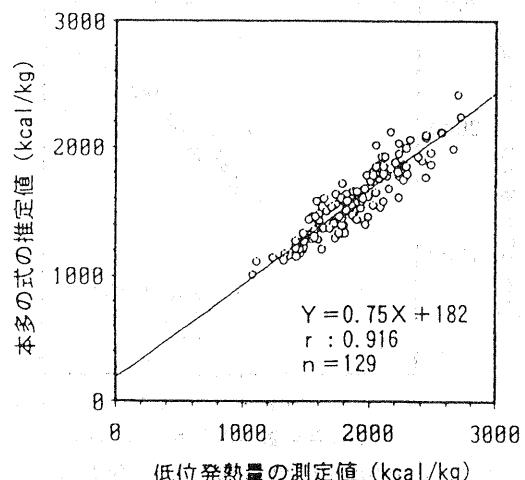


図 2 本多の式の推定値と低位発熱量の測定値の関係

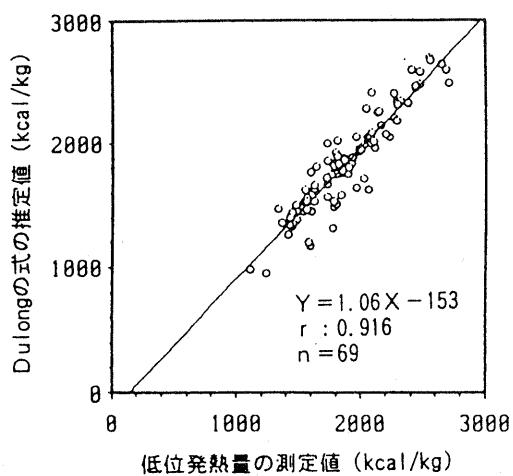


図 3 Dulongの式の推定値と低位発熱量の測定値の関係

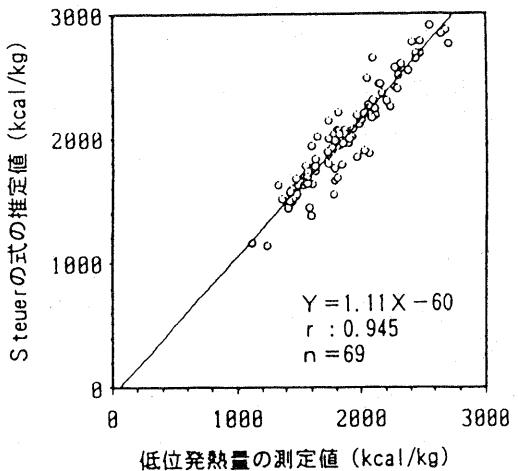


図 4 Steuerの式の推定値と低位発熱量の測定値の関係

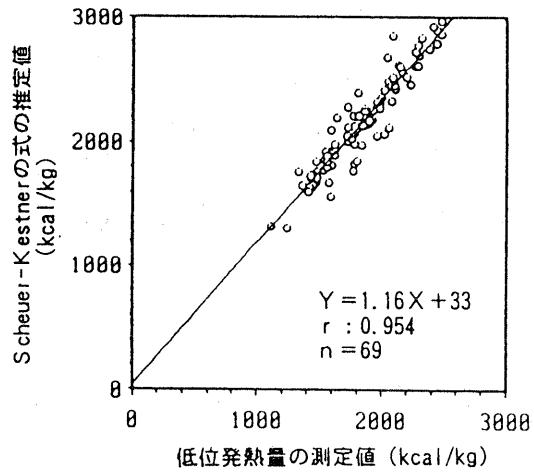


図 5 Scheuer-Kestnerの式の推定値と低位発熱量の測定値の関係

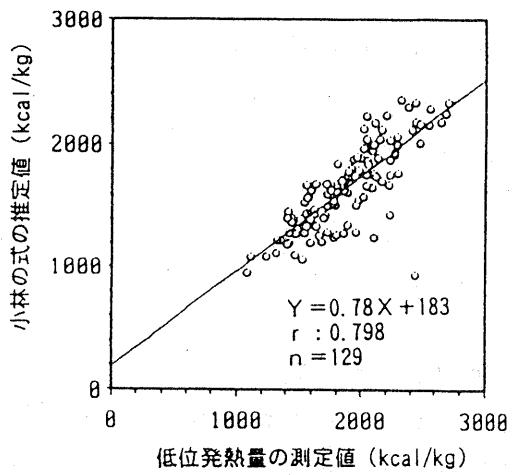


図 6 小林の式の推定値と低位発熱量の測定値の関係

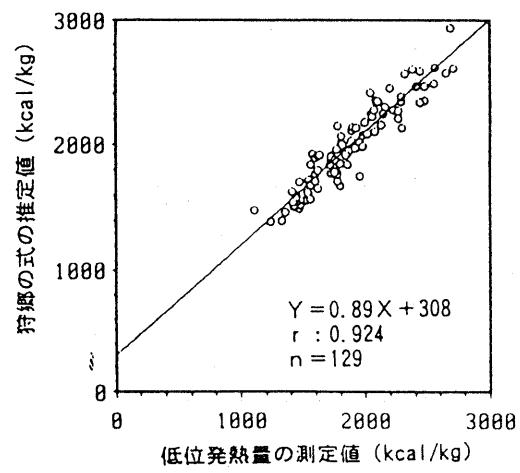


図 7 狩郷の式の推定値と低位発熱量の測定値の関係

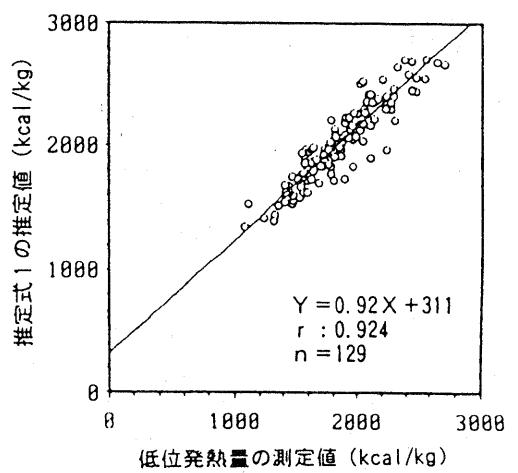


図 8 推定式1の推定値と低位発熱量の測定値の関係

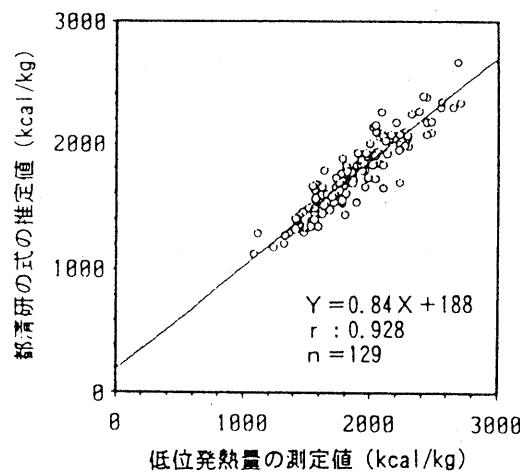


図 9 都清研の式の推定値と低位発熱量の測定値の関係

位発熱量推定式によっては測定値と推定値にはかなりの差がみられていた。

相関係数が高いのは Scheurer-Kestner の式と Steuer の式であったが、 Scheurer-Kestner の式の推定値は測定値より約 200~300kcal/kg、 Steuer の式の推定値は測定値より約 100~200kcal/kg 高かった。次いで相関係数が高いのは Dulong の式、都清研の式であったが、 Dulong の式の推定値は測定値より数十 kcal/kg、都清研の式の推定値は測定値より数十~約 100kcal/kg 低くなっていた。その他のごみの低位発熱量推定式では、 3 成分の式と本多の式の推定値が測定値より約 200~300kcal/kg 低く、狩郷の式の推定値が測定値より約 100kcal/kg、推定式 1 の推定値は測定値より約 200kcal/kg 高かった。すなわち、各ごみの低位発熱量推定式の推定値と測定値には(1)の関係が得られた。

$$\begin{aligned} \text{3成分} &= \text{本多} < \text{小林} < \text{都清研} < \text{Dulong} < \text{測定値} < \text{狩郷} < \text{Steuer} < \text{推定式1} \\ &< \text{Scheurer-Kestner} \quad (1) \end{aligned}$$

A、B、C市のごみについて、個別にごみの低位発熱量推定式の推定値と測定値を比較した場合も、ほぼ同様の結果が得られた。A、B、C市のごみについての都清研の式の推定値と測定値との相関関係を表1に示す。

東京都のごみについては都清研の式の推定値が測定値と良く一致しており¹⁾、ごみの低位発熱量推定式の推定値と測定値には、(1)とは異なる(2)のよう関係がみられた。

$$\begin{aligned} \text{小林} &= \text{Dulong} < \text{3成分} = \text{本多} < \text{都清研} = \text{測定値} < \text{Steuer} < \text{Scheurer-Kestner} \\ &< \text{狩郷} < \text{推定式1} \quad (2) \end{aligned}$$

A、B、C市のごみについては Dulong の式の推定値が測定値と良く一致していたが、(1)と(2)を比べると都清研の式の推定値は安定して測定値に近い値であり、都清研の式はごみの低位発熱量推定式として十分に使用できることが明らかになった。

文献

- 1) 谷川昇、根本弘：ごみの低位発熱量推定式の検討、第2回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp.365~368、(1991).

表 1 都清研の式の推定値と低位発熱量の測定値との相関関係

| 対象ごみ | 1次回帰直線 | 相関係数 |
|----------|-------------------|-------|
| A, B, C市 | $Y = 0.84X + 188$ | 0.928 |
| A市 | $Y = 0.85X + 183$ | 0.948 |
| B市 | $Y = 0.83X + 177$ | 0.940 |
| C市 | $Y = 0.76X + 289$ | 0.867 |

ごみの熱量における各種推定式の検証

環境計測サービス株式会社

森口 和幸 ○ 藤長 紀雄

1. はじめに

ごみの処理において、ごみ質分析値、特に熱量値は重要な資料となるが、一方ごみ質分析の実施には困難が伴うことから推定式による計算値が広く用いられている。

推定式は、数多くの式が提案されており、ごみ質の変化とともに実状に合わなくなつて来ている式もあるので実測値により各種推定式を検証したところ、京都大学の式及び狩郷の式が実測と良く合致し、また過去からの経緯で広く用いられている3成分の式及び本多の式は、可燃物の平均発熱量として 5200 Kcal/kg を採用すると現状にほぼ一致することが判った。

2. 調査に用いたごみ質の種類

熱量とごみの組成との関連をよりはっきりさせるためピットごみ等の混合されたごみを除き、収集対象を異にする試料のほぼ1年分（65試料）を対象とした。内訳は、家庭ごみ17、市場ごみ15、大型等12、分別ごみ17、大型ごみ2、事業所ごみ2であった。

3. 試料採取方法

収集対象を区分するため、対象毎に収集車数台を選び、コンクリート製ステージに全量を降ろして母試料とした。

1種類当たり5～8tの母試料から人手により抽出量／母試料の重量比で400kgを無作為に抽出し縮分用試料とした。先ず乾電池混入度を調査したので、この間に失われる水分は、別途20kg前後を同様に操作して補正した。

4. 縮分後の試料量及び試料調製方法

抽出試料からの縮分はどの種類のごみ質とも100lとした。このようにして得た縮分試料は種類毎に異なるが10～30kg程度であった。

乾燥方法は内容積1000lのファン付乾燥機で全量を乾燥した後、組成分類を行った。

試料調製は、仕分けた組成毎にウィレー粉碎機に2mm及び1mmの篩板を装着して、2段階に分けて粉碎した後、重量比で混合した。こうして調製した試料の粒径は、水洗法で篩分したところ、概ね標準篩0.71mm通過率97~98%、0.50mm通過率75%前後であった。

5. ごみ質分析項目

この調査に用いた試料は次の分析項目を含むものとした。

〔イ〕 単位容積重量〔口〕 組成 (a紙、b木、c布、dワラ、e竹、fセロファン、g軟質合成樹脂、h硬質合成樹脂、iゴム、j発泡スチロール、k皮革、l動植物性残渣、m可燃性雜物、n骨・貝ガラ、oその他、pガラス、qセトモノ、r石・土砂、s金属) 〔ハ〕 可燃分 〔ニ〕 灰分 〔ホ〕 元素分析 (a炭素、b水素、(c酸素、d硫黄、eガス化塩素、f窒素、g全塩素) 〔ヘ〕 熱量

6. 分析方法

熱量は燃研式B型断熱熱量計及び同型自動熱量計を用いて実測した。

又元素分析は機器法を採用せず、燃焼管法を採用した。これはC・H・N計等の供試料が概ね3mg程度が限度であるため、偏りを考えるとごみ質の分析には不適当と考えたからである。

7. 検討対象とした推定式

(1) 元素分析値に基づく式

a. Duellong式

$$H\ell = 81c + 342.5(h - \frac{O}{8}) + 22.5s - 6(9h + w)$$

b. Steuer式

$$H\ell = 81(c - 3 \times \frac{O}{8}) + 57 \times 3 \times \frac{O}{8} + 345(h - \frac{O}{16}) + 25s - 6(9h + w)$$

c. Scheurer-Kestner式

$$H\ell = 81(c - 3 \times \frac{O}{4}) + 342.5h + 22.5s + 57 \times 3 \times \frac{O}{4} - 6(9h + w)$$

d. 日本環境衛生センター式

$$H\ell = 81c + 345h - 33.3 \times o + 25 - 6(9h + w)$$

(2) 3成分に基づく式

e. 3成分式 $H\ell = 45V - 6W$

f. 本多式 $H\ell = 44.75V - 5.85W + 21.2$

(3) 合成樹脂を考慮に入れた式

g. 小林式 $H\ell = 88.2R + 40.5(G+P) - 6W$

h. 狩郷式 $H\ell = 45B + 80R - 6W$

i. 88R式 $H\ell = 45B + 88R - 6W$

j. 京都大学式 $H\ell = V' \left\{ (1-\alpha)4400 + \alpha 8000 \right\} - W' \times 600$

(4) 6成分分類に基づく式

k. 組成分類式

$$H\ell = 40P + 100R + 38.5G + 45D + 43.5E - 6W$$

但し7における各記号は全て湿ベース(原じん芥ベース)における次の事項を表すものである。

| | |
|-------------|-------------------------|
| c : 炭素 % | R : 合成樹脂 % |
| h : 水素 % | G : 厨芥類 % |
| o : 酸素 % | P : 紙類 % |
| s : 硫黄 % | B : 合成樹脂以外の可燃物 % |
| W : 水分 % | D : 繊維類 % |
| W' : 水分の割合 | E : 木・竹その他の可燃物 % |
| V : 可燃分 % | α : 可燃物中の合成樹脂の割合 |
| V' : 可燃分の割合 | |

8. 比較の結果

各試料について、推定値／実測値を計算し、各対象毎に平均値等を求めた結果を表-1に示した。

表-1 推定値／実測値の平均値一覧表

() 内数字は試料数

| | 家庭 | 家庭 | 市場 | 市場 | 大型等 | 大型 | 分別 | 事業所 | 平均 | 最小 | 最大 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| (12) | (5) | (12) | (3) | (12) | (2) | (12) | (5) | (2) | | | |
| a Dulong | 0.96 | 1.03 | 1.03 | 1.08 | 0.94 | 1.10 | 1.03 | 1.07 | 1.05 | 0.94 | 1.10 |
| b Steuer | 1.07 | 1.13 | 1.14 | 1.17 | 1.05 | 1.21 | 1.05 | 1.09 | 1.14 | 1.12 | 1.21 |
| c Scheurer-Kestner | 1.16 | 1.22 | 1.24 | 1.27 | 1.14 | 1.33 | 1.07 | 1.11 | 1.23 | 1.20 | 1.33 |
| d 日本環境衛生センター | 1.06 | 1.12 | 1.13 | 1.17 | 1.03 | 1.20 | 1.07 | 1.11 | 1.13 | 1.11 | 1.20 |
| e 3成分 | 0.85 | 0.83 | 0.86 | 0.85 | 0.88 | 1.01 | 0.62 | 0.63 | 0.85 | 0.82 | 0.62 |
| f 本多 | 0.86 | 0.84 | 0.87 | 0.86 | 0.88 | 1.01 | 0.64 | 0.64 | 0.86 | 0.83 | 0.64 |
| g 小林 | 0.89 | 1.03 | 0.87 | 0.94 | 0.64 | 0.19 | 1.06 | 1.09 | 0.82 | 0.84 | 0.19 |
| h 狩郷 | 1.01 | 1.05 | 1.02 | 1.01 | 1.00 | 1.03 | 1.03 | 1.05 | 1.01 | 1.02 | 1.05 |
| i プラスチック8800 | 1.05 | 1.10 | 1.14 | 1.05 | 1.02 | 1.04 | 1.12 | 1.14 | 1.05 | 1.08 | 1.14 |
| j 京都大学 | 0.99 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 0.97 | 1.01 | 1.02 | 1.03 | 1.00 | 1.01 | 0.97 |
| k 組成分類 | 1.13 | 1.24 | 1.14 | 1.16 | 1.09 | 1.06 | 1.28 | 1.32 | 1.13 | 1.17 | 1.32 |
| | 平均 | 1.00 | 1.06 | 1.04 | 1.05 | 0.97 | 1.02 | 1.00 | 1.03 | 1.02 | |
| | 最小 | 0.85 | 0.83 | 0.86 | 0.85 | 0.64 | 0.19 | 0.62 | 0.63 | 0.82 | |
| | 最大 | 1.16 | 1.24 | 1.24 | 1.27 | 1.14 | 1.21 | 1.28 | 1.32 | 1.23 | |

9. 考察

- (1) 元素分析に基づく推定式は、やや高めの値となったが、これは各式とも設定条件があり、今回の結果を以て式の是否には言及できない。例えば日本環境衛生センター式は、ピットごみ（混合ごみ）では良く一致するものと推定された。元素分析に基づく式は、本来理論値であるので、酸素の結合状態の解明が詳しきなされた場合は、良く一致する式が提唱される事と考えるが、Dulong の酸素分を全て H_2O として扱うこと及び、Scheurer-Kestner の酸素全てが、 CO の形であるとの仮定は、ごみ質の場合当てはまらないような結果を今回の調査に関する限り得た。現状では、Steuer、日本環境衛生センター式が現実的と考える。
- (2) 3成分に基づく推定式は、本多式と共に低い値を与えた。これは両式が提唱された当時と現在では、合成樹脂混入率が変化しているためと考えられ、ごみ質の平均発熱量を現状に合致させれば、式としては簡便であり、基礎となる作業も少なくて良いので有意義と考える。そこで現状における可燃分の平均発熱量を集計してみると、概ね 5200 Kcal/l/kg であり、 $H_l = 52V - 6W$ とする実測値と良く合致する。但し合成樹脂の混入率が通常と大きく異なるごみでは 52 という係数を変えなければならない。
- (3) 合成樹脂を考慮した推定式のうち、小林式は合成樹脂以外は紙と厨芥を対象としているので、それ以外のごみが少ない時に適用する式であって、木類や繊維類が多い場合は低く見積もってしまう点、適用に注意する必要があった。狩郷式及び京都大学式は、どのごみ質にも良く合致し現実的な式であった。
- (4) 6成分分類に基づく式は、組成分類を実施した場合、その成果を良く活し得る式であるが、今回の調査では高めの値となった。
- これは、個々の係数の設定条件が、今回の調査の条件とは異なったためと考えられ、殊に合成樹脂の発熱量の 10000 Kcal/l/kg が、今回の対象試料と異なったためと考えられる。焼却処理される合成樹脂の組成から見て、今少し低い係数になると考えられ、又現実の組成分析（仕分け）では合成樹脂への厨芥・その他の付着が避けられないこともある、現実には係数として 80 前後が実測と良く一致した。

(5) 総合的な考察

元素分析を基にした式は、理論値となり得るものであり、今後とも、よりごみ質を反映した式に近づける努力がなされるであろうが、一方、元素分析を要しない簡便式も又有意義である。簡便に推定できる式としては、 $H\ell = 52V - 6W$ が推奨できるとの一応の結論を得た。但し、可燃分（灰分）の測定により正確を期するすれば、試料調製の際、仕分けた上で、個々に粉碎しないと折角の調製試料が母試料の組成を代表しないものとなる。従って、少なくとも合成樹脂を考慮に入れた式を採用しても、作業量としての負担が増す訳ではないので、狩郷式及び京都大学式が、作業上も推定式としての良否からも、最も現実的な簡便式といえる。

合成樹脂の発熱係数については、現在のところ、80という値が一般的であり、実測値とも良く合致しているが、焼却処理される合成樹脂としては、次に高い発熱量をもつ樹脂の割合が増しつつあるので、今後は更に高い値に変えていく必要があり、88R式も又現実的になってきたと感じた。

1. はじめに

廃棄物からの環境汚染を防止する目的で最終処分場に搬入される（あるいは海洋投入される）廃棄物に対して、廃棄物の種類と基準が設けられており、廃棄物の試験方法として溶出試験や含有量試験が設定されている。この試験方法は環境庁告示第13号として告示されており、廃棄物の種類や処分方法の違いにより各種の試験方法が詳細に決められてきている。この告示第13号による試験方法は、本来「公共用水域や地下水への汚染を防止する」観点で作られているが、最近ではこの試験方法を利用して廃棄物中の有害物質の溶出特性を求め、毒性の有無を判断する目的にも利用されている。また、リサイクルを促進する動きが活発になるにつれ、廃棄物を有効利用する際の安全性を評価する目的にも、これらの溶出試験などが環境庁や厚生省で検討されている。

このような情勢の中で、現在実施されている溶出試験の意義や技術的な問題を洗い出し、廃棄物を巡る多くの課題を整理する上で溶出試験を見直すことは意義が大きいと思われる。そこで当部会は1996年度に「溶出試験に関するアンケート調査」を実施し、その問題点の整理や、これから学会の中で討議すべき課題の整理を行った。

また廃棄物の化学性状に関する情報収集やデータの蓄積を目的に、今年度行った文献調査の結果を報告する。

2. 溶出試験に関するアンケート（資料1及び2）

送付したアンケートを資料1に示す。アンケートは当部会員と廃棄物学会「地方研究機関研究者の会」に参加した機関に送付し、36機関45人の回答を得た。その結果を資料2に示す。アンケート結果を述べる前に、過去に行われた調査結果内容を示し、比較の対照とした。その後アンケート結果を項目ごとにまとめて示す。

2.1 環境庁告示第13号（廃棄物の溶出試験）についての公的見解（資料3）

アンケート結果を述べる前に、過去に行われた調査結果内容を示す。

廃棄物の溶出試験に係る公的な見解は、環境庁が溶出操作の明確化・標準化を図る目的で「廃棄物検定方法検討会」（昭和57～58年度）を設けてその結果を昭和59年に発表している。その後10年以上経過しており廃棄物を巡る情勢は、日本だけでなく国際的にも変化しつつあるが、溶出試験に係る検討は現在のところ行われていない。この検討会での主たる目的は分析操作上の問題点を明確にすることであり、現在のように廃棄物の化学性状を把握するための方法論を検討するものではなかった。検討の結果、次のような操作を推奨している。

(1)容器については、その容量による影響が認めらる。分析機関の実状を考慮し、1Lないし2L容器（公称）とするのが妥当である。

(2)容器の容量と混合溶液量との比については、0.5付近とするのが妥当である。

(3)容器の形状（円筒型ビンと各型ビン）については、その影響は認められない。

(4)容器の材質については、硬質ガラス製またはポリエチレン製いずれでもよい。フッ化物はポリエチレン製、PCBや農薬等有機物の検定には硬質ガラス製を用いる。内面の損傷したもののは用いない。

(5)混合液調整から振とう操作、検液の作成に至る操作では、

①混合液調整後、30分以内に振とうを開始する。

②振とう終了後、速やかに孔径1μmのグラスファイバーフィルターハード(GFP)を用いて吸引ろ過する。但しろ過が著しく困難な場合は毎分約3000回転で20分間遠心分離した後、上澄液を孔径1μmのGFPでろ過する。ろ液は開始時から採取し、ろ過速度が極端に落ちた場合はGFPを交換した差し支えない。

(6)振とう方向は水平、垂直どちらでもよい。

以上の項目が設定されたのは次のような理由による。

(7)振とう前の放置時間が長い場合は一部の検定項目で検出されない場合があること、

(イ)振とう後の放置時間が長い場合は測定値が安定しない場合があること、

(ウ)混合液調整から検液作成まで連続した操作で行うことが望ましいこと、

なお振とう時間については短縮を図る目的で検討されたが、実験結果によれば振とう時間の相違によりわずかではあるが有意の差が認められるものがあり、成案を得るには至らなかった。またこれらに関しては自治体の協力を得て引き続き資料の蓄積を図り検討することが望まれることが記されている。

2.2 アンケート調査結果

2.2.1 溶出試験を行っている組織及び試験内容

溶出試験を行っている組織は県立及び国立の研究期間や民間・大学などがあり、大半は公設の研究機関や民間の検査機関で行われている。また溶出試験の対象は産業廃棄物・一般廃棄物・土壌などがあり、溶出試験方法としては告示第13号（廃棄物の溶出試験）が大半を占め、その他に告示第46号（土壌の溶出試験）等であった。更に、海外の溶出試験方法では、アメリカ・オランダ・スイス・フランス・EUの公定法なども検討されていた。溶出試験の他には、カラム試験・超音波試験・攪拌試験なども行われている。

分析項目としては規制項目とpH・ECが多く、その他に生活環境項目（BOD・CODなど）や多量成分の項目（Fe・Mn・陰イオン・塩類など）も分析されている。さらに規制項目以外の微量有害物質（Sb・Mo・フル酸エスチルなど）なども分析されている。

2.2.2 告示第13号試験に関連するアンケート結果

次のような結果が得られており、詳しくは資料を参照して頂きたい。

- (1)容器については1Lないし2L容のものが使用されている。
- (2)容器の容量と混合溶液量との比は、分析項目の増大によると思われるが、0.75以上の機関が多くあった。環境庁の「検討委員会」案の0.5程度よりかなり大きい。
- (3)使用容器は無機物質ではポリ容器かガラス容器であり、有機物質では種々のガラス容器が用いられている。揮発性有機物質の場合攪拌中にビンが割れることがあり、注意を要する。
- (4)振とう前の時間はすぐ行う機関が多いが、夜間振とうで6～10時間後の機関もある。
- (5)振とう後は1時間以内に行う機関がほとんどである。
- (6)振とう時間については6時間が適当と考える人が4割と長いと考える人が6割いる。それぞれに理由を挙げている。
- (7)固液分離方法は吸引ろ過が最も多いが、遠心分離あるいは遠心分離後吸引ろ過を行っている機関も同程度ある。試験液が濁っている場合には遠心分離や再ろ過後の液を、また上澄み液を試験液としているケースもあった。
- (8)試料粒径の調整では粉碎後0.5～5mmの画分を試料とする機関より、5mm以下としている人が多い。操作上の簡便性を考慮したものと思われる。粉碎についての意見では、埋立地の挙動を知るには不適だが、最大溶出量的な意味合いならばこのままでよい、あるいは鉱滓は粉碎し、セメント固化物は有姿のまま、ばらつきが小さくなるからよいとする意見等があった。
- (9)燃え殻で大きな石や金属が異物として混入しているときに、6割の人は異物を除去すると答えている。
- (10)環境庁告示第46号試験との違いについては、現状のままと考える人が多いが、統一するなら13号試験という考えている人がかなりいる。意見としては、廃棄物による土壤汚染の場合は統一すべき、微粒子の混入がないので46号試験に統一すべき、セメント固化物は有姿の試験を作るべき、土壤の試験は含有量試験とすべき等があった。現状のままでよいとする人の中にも種々の意見があり、試験法の対象について再度考え方直す必要があると思

われる。

(11)溶出試験の精度管理を行ったことがある人は約4割であり、環境庁の行っている精度管理調査への参加以外にも独自で行っている機関がある。

(12)溶出試験のばらつきの許容範囲については、10～20%程度と答えた人が多かった。逆に実際の経験からか、50～100%という答えもあった。ばらつきの原因として挙げられたのは、排出段階（汚泥、燃え殻、ショレッダーガスト、廃油等）、試料のサンプリング時（多種類の混合物、焼却灰等）、試料の粒度（粒径が揃えにくい、塊状物質を含む焼却灰等）、試料の種類（汚泥中のPCB、混合廃棄物、高塩類廃棄物）、溶出時間、溶出前後の放置時間（pHの低下、試料液の変性、再吸着、高濁度液の問題等）、固液分離方法の違い、分析操作上の問題（塩類、有機物の妨害、ひ化水素発生妨害等）等であり、多くの経験が提出されている。これらの差はデータをもって提出されねばならないであろう。操作上の問題点を検討するときに、ばらつきの許容範囲20%以下をめざすことも一方法であると考えられる。

(13)溶出試験を行うのに困難なケースを挙げてもらったところ、試料に関するもの（破碎困難物、均一試料の採取）、溶出試験に関するもの（ろ過困難の定義）、測定方法（カラムの分析、着色物質、大きなマトリックス）等があった。

(14)溶出試験の改善点については、試験器具機器の統一、ろ紙は汎用ろ紙に、遠心分離後もろ過する、溶出溶媒の変更、有機成分（VOCs）は含有量試験に、等の意見が出されている。

(15)告示法としての基本的考え方として、最大溶出可能量のような厳しい溶出条件にする、炭酸ガス飽和水を溶媒として用いる、フィールドをシミュレートするような試験にする等の意見が出されている。また廃棄物の規制として、量の規制を行う、あるいは長期的安全性を確保する方法も考慮する等の意見もある。

(16)溶出試験以外の廃棄物関係の分析では、廃油中の有害物質の分析、ごみ質分析、廃油廃酸廃アルカリ等の前処理、廃油の引火点の測定、分解性有機物の分析等が困難な課題として挙がっている。

(17)試験検査法部会で行う溶出試験の検討課題として、共通試料による精度管理、溶出試験の各ステップの検討、各種溶出試験法の検討を行うことが多く挙げられ、更に自動化の検討、含有量試験方法の検討、新たな試験方法の開発、バイオアッセイ等毒性試験手法の検討等も挙がっている。

(18)共通試料としては一廃焼却灰、二廃焼却飛灰、産廃焼却灰、汚泥、鉱滓、ばいじんすべてが候補に挙がっている。共通試料による分析の参加が可能な人は18人いる。

2.3 今後の課題

アンケート結果から次のような課題が挙げられる。

2.3.1 溶出試験の見直しに関する課題

- (1) 基本的考え方の明確化
- (2) 現場で採取可能な「サンプリング法」の確立
- (3) フィールド試料のサンプリングの明記
- (4) 試料調整における試料の粉碎と粒度調整についての定義、考え方
- (5) 固液分離方法の明確化
- (6) 溶出溶媒の見直し
- (7) 有機性有害物質について含有量試験の検討
- (8) 最大溶出量的な考え方の導入
- (9) 有害物質の判定試験、処理処分の判定試験、有効利用の評価方法の分離、個別の分析方法の検討
- (10) 公定法として定義されていない項目の試験方法の確立
例えは廃油の分析（PCB, VOC, 農薬）、引火点や一軸圧縮試験等の物理化学的試験

2.3.2 廃棄物分析法の解説書の作成

2.3.1の問題点・課題を整理し、今後「廃棄物分析法の解説書」を作成する必要がある。

2.3.2 溶出試験の検討

共通試料を用いて課題の検討を行う。

3. 文献の収集（資料4, 5, 6）

我が国の溶出試験の基本的考え方を議論する上で、各国の溶出試験と比較したり、溶出試験に関する国際的な動向を知ることが必要である。当部会では各国の溶出試験方法、基準、溶出試験に関する文献収集を行うこととしており、現在までに収集した情報を資料に載せた。資料4に各国の溶出試験方法を、資料5に我が国の基準一覧、資料6に廃棄物の溶出に関する論文等の情報をまとめた。資料6の情報は次の情報源から収集した。平成9年度には全ての文献入手する予定である。

情報源 JOISによる検索 (Leaching * Waste),
Waste Management,
Waste Management and Research,

Environmental Science and Technology.

日本の論文は廃棄物学会誌を主に取り上げており、総説的に書かれた文献の中に具体的な原著が載っており省略した。また新しい文献検索を行ったので、1987年より前の論文は掲載していない。これらの文献から、これから検討課題を更に抽出することも必要と考えられる。また文献の抄読、学会誌への紹介等を行って行く予定である。

資料1 溶出試験に関するアンケート

廃棄物学会「廃棄物試験・検査法部会」の溶出試験に関するアンケート

アンケート記入者名 []

1. 組織について（該当するものを○で囲んで下さい）

- ①大学 ②国立研究機関 ③地方研究機関 ④民間試験検査機関

1-1 組織の名称 []

1-2 担当部署の名称 []

1-3 研究者あるいは担当者数（専任でない場合は備考で具体的に書いて下さい）

_____名（専任 併任）併任の場合0.3名のような書き方で可

2. 廃棄物の溶出試験に関する仕事の種類

2-1 対象： ①一般廃棄物 ②産業廃棄物 ③土壤 ④その他（ ）

2-2 行政検査： ①行っていない ②行っている

（年間分析件数 <50 50-100 100-200 200-500 >500）

2-3 依頼検査： ①行っていない ②行っている

（年間分析件数 <50 50-100 100-200 200-500 >500）

2-4 調査研究： ①行っていない ②行っている

（具体的に ）

3. 溶出試験の種類について

(1) どのような種類の溶出試験を行っていますか。あるいは行ったことがありますか。

①環境庁告示第13号

②環境庁告示第46号

③海外の規制法 例○アメリカEPTox法 ○アメリカTCLP法

○オランダAvailability test ○オランダシリアルバシチ法

○

○

④その他研究的に行った方法がありましたらお書き下さい。

例○pH依存性試験

○カラム試験（直径 cm 試料量 試料の種類 ）

○簡易試験（ ）

○大型カラム（カラムの大きさ 試料量 ）

(2) 各種の溶出試験方法について比較検討されたことがありますか。ある場合はどのような検討事項かをお書き下さい。

①ない

②ある（具体的にお書き下さい）（ ）

(3) あるとお答えになられた場合、既に発表されていますか。既発表のものは投稿先をお書き下さい。
学会発表も含みます。

- ①未発表 (発表予定有り 発表予定無し)
②既発表 (下にタイトル等お書き下さい。できましたらコピーをお送り下さい。)

4. 溶出試験の分析項目について (行っている項目に○をつけて下さい、規制物質以外は例を挙げて下さい。日常的に行うのでなく過去に行ったものでも結構です。)

(1) 無機性物質

- ①規制項目
②規制項目以外の金属 (例えば)
③規制項目以外の陰イオン (例えば)

(2) 有機化合物

- ①P C B ②有機隣 ③揮発性有機化合物 ④農薬
⑤規制物質以外の有機化合物 (例えば)
⑥ダイオキシン類

(3) その他

- 例 pH 電気伝導度 酸化還元電位
()

以下環境庁告示第13号溶出試験についての質問にお答え下さい。

それぞれの項目についてご意見あるいは問題点がありましたらお書き下さい。

5. 使用容器について

(1) 無機性物質

- ①ポリ容器 : 1 L (試料量 g) • 2 L (試料量 g) • その他 (L, 試料量 g)
②ガラス容器 : 1 L (試料量 g) • 2 L (試料量 g) • その他 (L, 試料量 g)

(2) 挥発性有機物質

- ①ねじ口付き三角フラスコ 500ml その他 ()
②その他ガラス容器 ()

6. 溶出溶媒について

(1) 陸上埋立

- ①イオン交換水をそのまま用いる ②p H調整する (塩酸 硝酸)
③環境水 (井戸水, 河川水, 地下水等)
④その他 ()

(2) 海面埋立

- ①イオン交換水をそのまま用いる
- ②pH調整する(水酸化ナトリウム)
- ③海水を用いることがある

7. 振とう方向

- ①縦(垂直)振とう
- ②横(水平)振とう

8. 振とう前の時間について

- ①すぐ行う
- ②30分以内
- ③一時間以内
- ④6-8時間後
- ⑤決めていない
- ⑥その他()

9. 一回に行える溶出試験の検体数及び振とう機の種類及び台数について

- ①5以内
- ②10程度
- ③20程度
- ④30程度
- ⑤30以上()

振とう機の機種_____台

10. 振とう後から固液分離までの時間

- ①すぐ行う
- ②30分以内
- ③一時間以内
- ④決めていない
- ⑤その他(具体的に)

11. 振とう時間について

(1) 6時間振とうについてどう思われていますか。

- ①長い →どのくらいが適当ですか
→理由は?
- ②短い →どのくらいが適当ですか
→理由は?
- ③適当 →意見があれば

(2) 振とう前後の時間についてどう思われますか。

- ①記述する必要はない→意見があれば()
- ②記述すべき→どのように()

12. 固液分離について(告示法溶出試験を行うときに通常使用しているもの)

(1) 方法(揮発性有機物質を除く)

- ①自然濾過
- ②吸引濾過
- ③加圧濾過

- ④遠心分離 (遠心分離の回転数と時間)
⑤遠心分離後自然濾過 (遠心分離の回転数と時間)
⑥遠心分離後吸引濾過 (遠心分離の回転数と時間)
- (2) 濾紙の種類と孔径 (できればメーカー名)
①ガラス繊維濾紙 $1\mu m$ ()
②ガラス繊維濾紙 $0.6\mu m$ ()
③ミリポア濾紙 $1\mu m$ ()
④濾紙 5 C
⑤その他 ()
- (3) 濾紙の大きさ
直径 mm
- (4) 濾液が濁っている場合どのように考え方でありますか。
- (5) 上記の方法を採用した根拠がありましたらお書き下さい。

1.3. 試料調製について

- (1) 鉱さいと固化物については粉碎して $0.5mm \sim 5mm$ の部分を試料とすることになっています。日常どのように処理されていますか。
①行っている ② $5mm$ 以下を試料としている ③できるだけ有姿のままで行う
- (2) 燃え殻や汚泥では有姿のままを試料とするようになっています。次のような場合どうされていますか。
○燃え殻で大きなものがある場合
①できるだけ平均的となるよう採取 ②石とか金属などは除く
③その他 ()
- 乾燥して固まりになった汚泥では
①そのまま固まりで行う ②粉碎しておよそ $5mm$ 以下とする
③その他 ()
- (3) 粉碎して $0.5mm \sim 5mm$ の部分を試料とすることについてのご意見がありましたらお書き下さい。

1.4. 土壌環境基準に係る環境庁告示第46号試験との違いについて、どのようにお考えでしょうか。

①溶出試験の分析法としては統一すべき
(どちらに)
②異なる考え方なので現状のままでよい
③その他 ()

自由意見

1.5. 精度管理について

(1) 室内あるいは分析機関の間で精度管理を行ったことがありますか。

①ない

②ある →どのような精度管理ですか (例 参加人数 参加機関 試料 項目 目的)

(2) 告示法溶出試験のばらつきはどの程度実際にあるとお考えでしょうか。項目で異なることが予想されますので項目もお書き下さい。全体的にこの程度という場合は、最上欄でお答え下さい。

| | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|
| 汚泥 | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥それ以上 | |
| 項目 | _____ | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥それ以上 |

| | | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|
| 燃え殻 | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥それ以上 | |
| 項目 | _____ | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥それ以上 |

| | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|
| 鉱滓 | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥それ以上 | |
| 項目 | _____ | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥それ以上 |

| | | | | | | | |
|------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|
| ばいじん | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥それ以上 | |
| 項目 | _____ | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥それ以上 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|
| 一廃焼却灰 | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥それ以上 | |
| 項目 | _____ | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥それ以上 |

| | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|
| 一廃焼却飛灰 | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥それ以上 | |
| 項目 | _____ | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥それ以上 |

(3) 告示法溶出試験のばらつきはどの程度が許容範囲と考えますか。

| | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 汚泥 | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥決められない |
|----|--------|--------|--------|--------|---------|---------|

| | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 燃え殻 | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥決められない |
|-----|--------|--------|--------|--------|---------|---------|

| | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 鉱滓 | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥決められない |
|----|--------|--------|--------|--------|---------|---------|

| | | | | | | |
|------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| ばいじん | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥決められない |
|------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|

| | | | | | | |
|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 一廃焼却灰 | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥決められない |
|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|

| | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 一廃焼却飛灰 | ①10%以内 | ②20%程度 | ③30%程度 | ④50%程度 | ⑤100%程度 | ⑥決められない |
|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|

(4) 今までに経験された溶出試験において、ばらつきの大きかった試料及び項目についておたずねします。ばらつきの原因として、どの段階に起因すると考えられますか。下記の例以外の場合は自由にお書き下さい。

| | |
|---------------------------|----------------|
| ①試料の排出段階での不均一性 | : 例 試料及び項目 () |
| ②試料のサンプリング時 (野外での) | : 例 試料及び項目 () |
| ③試料の粒度 | : 例 試料及び項目 () |
| ④溶出試験における試料の採取量 (少ない場合) | : 例 試料及び項目 () |
| ⑤その他試料に起因すること | : 例 試料及び項目 () |
| ⑥溶出時間 (振とう時間あるいは接触時間) | : 例 試料及び項目 () |
| ⑦試料採取から溶出操作までの放置時間 | : 例 試料及び項目 () |
| ⑧溶出後固液分離までの放置時間 | : 例 試料及び項目 () |
| ⑨固液分離方法の違い (濾過, 遠心分離等) | : 例 試料及び項目 () |
| ⑩分析操作における妨害 | : 例 試料及び項目 () |
| ⑪その他分析操作に起因すること (分析機器も含む) | : 例 試料及び項目 () |
| ⑫その他 | : 例 試料及び項目 () |

16. 告示法溶出試験で困難な問題がありましたらお書き下さい。 (情報交換の議題として取り上げたいと思います。 試料調整, 溶出試験の検液の作成, 分析項目, 溶出液の分析における妨害等)

17. 告示法溶出試験で推奨される分析上の改善点がありましたらお書き下さい。

18. 告示法溶出試験の基本的考え方に対するご意見 (あるいは疑義) がありましたらお書き下さい。またこれまでの質問以外の質問事項がありましたらお書き下さい。

例 ○溶出後の試料液のpH設定を固定する

- 固液比を大きくする
- 固液比を小さくする
- 汚泥や鉱滓等, 質によって異なるもので同じ溶出試験を行うのは問題があるのではないか
- 最大溶出可能量のようなより厳しい溶出条件にするべきである
-

19. 溶出試験以外の廃棄物の分析において困難な問題がありましたらお書き下さい。 (例えば引火点の測定, 廃油の分析, 含有量試験等)

20. 廃棄物試験・検査法部会で行う溶出試験の検討課題にはどのようなものがあるでしょうか。

例 ①共通試料で告示法溶出試験法による精度管理

- ②共通試料で告示法溶出試験の各ステップの検討
- ③共通試料で異なる溶出方法による分析
- ④
- ⑤

21. 20の設問で共通試料は何が適當でしょうか。(複数回答可)

- ①焼却灰（一般廃棄物）
- ②焼却飛灰（一般廃棄物）
- ③焼却灰（産業廃棄物）
- ④鉱滓
- ⑤汚泥
- ⑥ばいじん
- ⑦その他 ()

22. 20の設問の試験を行うとして分析に参加される可能性がありますか。

- ①はい ()
- ②難しい ()

その他「廃棄物試験・検査法部会」に対するご意見等がありましたら自由にお書き下さい

ご協力ありがとうございました。

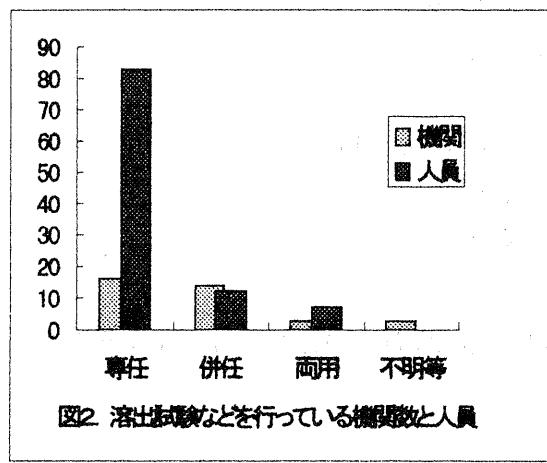
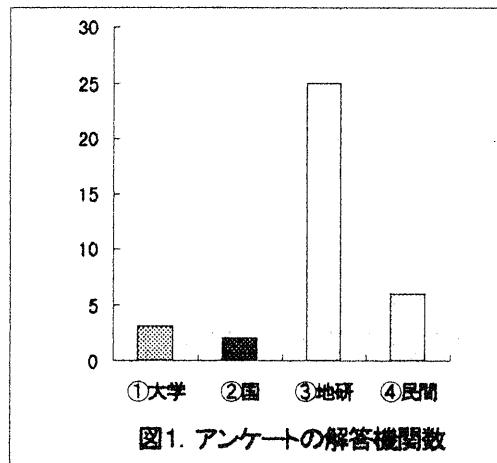
このアンケートの結果は廃棄物学会第7回研究発表会（福岡市）の「廃棄物試験・検査法部会」での討議資料とさせていただきます。小集会（10月7日）にも是非ご参加下さい

資料2 溶出試験に関するアンケート結果

1. 組織について

アンケートの回答数は40で、回答者数は45人であった。また、解答を得た機関（組織）数は36ヶ所であった。（図1）

廃棄物の溶出試験などを行っている機関数とその従事者数を図2に示した。専任者がいる機関の平均従事者数は5人強であった。



2. 廃棄物の溶出試験に関する仕事の種類

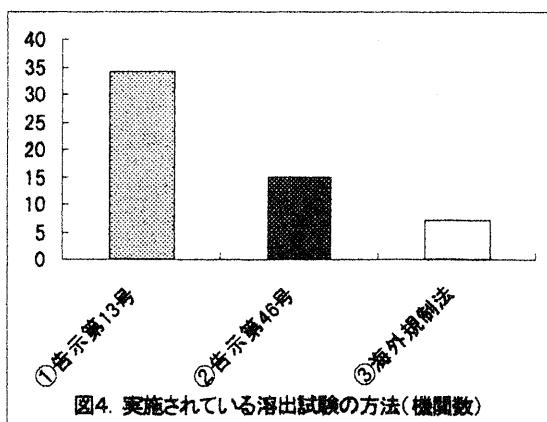
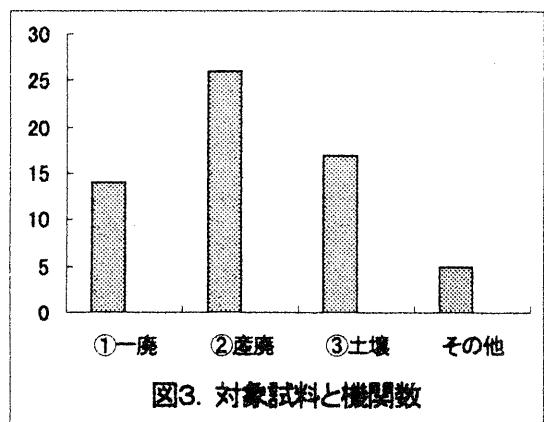
図3に示したように、産業廃棄物の溶出試験が多く、次いで土壌・一般廃棄物の順であった。また、行政検査を行っていた機関数は22/36で、依頼検査を行っていた機関数は9/36であった。

調査研究テーマは、最終処分場（廃棄物・土壌の調査）・再資源化および有効利用・無害化処理（キレート・バクテリアリーチング etc）・有害物質の溶出特性（焼却灰・飛灰 etc）・有害物質の安全性評価・現場調査（排出元・不法投棄 etc）などがあった。

3. 溶出試験の種類について

(1) 溶出試験の種類

溶出試験については図4に示したように、環境庁告示第13号を行っている機関が大多数であったが、その他に告示第46号（土壌溶出試験）や海外の溶出試験も行われていた。



海外の溶出試験としては、アメリカ・オランダ・スイス・フランスなどの方法が用いられていた。

(2) その他の研究

その他の試験方法としては、カラム試験（14件）・pH依存性試験（8件）・簡易溶出試験（7件）であった。特に、カラム試験のスケールは、カラム孔径が1～30cmとサイズも異なり、用いた廃棄物の重量も30g～20Kgと大幅に異なっていた。廃棄物の種類は、主に焼却灰であった。

(3) 溶出試験方法の比較検討

11人が比較検討を行っていた。比較検討された項目を下記に示す。

- 告示第13号の詳細検討 [溶出時間・ろ過・固液比・溶媒（海水・酸・雨水・酢酸）etc]
- 告示第13号と他の試験方法との比較 [カラム試験・超音波試験・攪拌試験・告示46号etc]
- 重金属の溶出特性 [pH依存性試験 etc]

(4) 溶出試験に関する発表等

未発表・既発表を含め13あった。そのうち既発表は6であった。発表先は廃棄物学会やBulletinなどであった。

4. 溶出試験の分析項目（アンケート数40に対する解答）

| (1) 無機性成分 | | (2) 有機成分 | | (3) その他 | |
|-----------|-----|------------|-----|---------|-----|
| 規制項目 | 30人 | VOCs | 21人 | pH | 24人 |
| Cl- | 11 | PCB | 16 | EC | 16 |
| Ca | 11 | 有機燐 | 16 | Eh | 6 |
| Mn | 11 | 農薬 | 11 | 蒸留残分 | 1 |
| Zn | 10 | COD | 4 | 変異原物質 | 1 |
| Fe | 9 | BOD | 3 | | |
| Cu | 9 | T-N | 3 | | |
| Na | 9 | TOC | 3 | | |
| SO42- | 8 | T-P | 2 | | |
| Ni | 7 | フタル酸エステル | 2 | | |
| K | 7 | 有機燐酸トリアステル | 2 | | |
| Mg | 6 | クロロゲン類 | 1 | | |
| Al | 5 | ジブチルズ化合物 | 1 | | |
| Si | 4 | PCDDs | 1 | | |
| PO43- | 3 | | | | |
| Cr | 3 | | | | |
| Co | 2 | | | | |
| B | 2 | | | | |
| Mo | 2 | | | | |
| F- | 2 | | | | |
| NO3- | 2 | | | | |
| Sb | 1 | | | | |

規制物質や浸出水中の多量物質および近年話題となっている物質など、多岐にわたっていた。

5. 環境庁告示第13号に関する質問（アンケート数40に対する解答）

(1) 使用容器について

A) 無機性物質

| 容器の質 | ポリ容器 | ガラス容器 |
|--------------------|------|-------|
| | 18人 | 29人 |
| 容器容量 | | |
| 0.3～0.5L | — | 3 |
| 1L | 10 | 20 |
| 2L | 6 | 6 |
| 3L | 2 | — |
| 容積比 (試料溶液/容器容量) | | |
| 50%以下 | 8 | 6 |
| 51～74% | 3 | 8 |
| 75%以上 | 7 | 15 |

使用容器はガラス容器を使用している人が多く、容量としては1Lで、容積比は75%以上で行っている場合が多かった。これは分析項目の増大に伴って容量・容積比が多くなったためと考えられる。

B) 振発性有機物質

| | | |
|-------------|-------|-----|
| ネジ口付き三角フラスコ | 500mL | 15人 |
| | 300mL | 2 |
| ネジ口付き耐熱ビン | 500 | 2 |
| ネジ口付き丸底フラスコ | 500 | 1 |
| 共栓付き三角フラスコ | 500 | 2 |
| ネジ付きバイアルビン | 40 | 1 |

攪拌中にビンが割れることがあるので、容器の材質や構造及び攪拌方法などについて検討する必要がある。

(2) 溶出溶媒について

| 溶 媒 | A)陸上埋立 | B)海面埋立 |
|-------------------|--------|--------|
| イオン交換水 | 29人 | 6人 |
| 超純水 | 1 | — |
| pH調整 (HCl & NaOH) | 5 | 7 |
| 人工酸性雨 | 1 | — |
| 海水 | — | 3 |

(3)振とう方向

- ①垂直振とう 7人
- ②水平振とう 27

(4)振とう前の時間

- ①すぐ行う 15
- ②30分以内 6

| | |
|----------|---|
| ③1時間以内 | 1 |
| ④2時間程度 | 1 |
| ⑤6-8時間後 | 5 |
| ⑥約10時間程度 | 2 |
| ⑦決めていない | 4 |

(5)振とう機について

A) 1回に行える検体数

| | |
|--------|----|
| ① <5検体 | 7人 |
| ② 約10 | 15 |
| ③ 約20 | 7 |
| ④ 約30 | 3 |

B) 振とう機の保有台数

| | |
|------|-----|
| ⑤ 1台 | 16人 |
| ⑥ 2台 | 7 |
| ⑦ 3台 | 2 |

振とう機の機種 [タテック・ヤマト科学・イキ・エイ・ヤマグン・高崎科学・理研・大洋科学・いわしや他]

(6) 振とう後から固液分離までの時間

| | |
|---------|-----|
| ①すぐに行う | 10人 |
| ②30分以内 | 9 |
| ③1時間以内 | 9 |
| ④その他 | 2 |
| ⑤決めていない | 2 |

自然沈降後に処理したり、夜間振とう後10時間前後でろ過を行ったり、タイマーにより夜間振とう後すぐにろ過を行うなど工夫がみられる。

(7) 振とう時間について

| ①長い | 17人 | ②短い:0人 | ③適当 | 11人 |
|----------------------|-----|--------|-------------------------------|-----|
| 1時間以内 | 1人 | | | |
| 1-2時間 | 3 | | | |
| 2-3時間 | 1 | | | |
| 3-4時間 | 7 | | | |
| 4-5時間 | 4 | | | |
| 振とう時間を短くする理由: | | | 現行時間でよい理由: | |
| ・勤務時間内の処理が可能な時間に設定 | | | ・埋立地の浸透時間を考慮すると、溶出・吸着が起きてもよい。 | |
| ・十分に溶出可能な時間で設定 | | | ・試料が多種多様なため6時間でよい。 | |
| ・再不溶化現象が起きる前までの時間に設定 | | | | |
| ・溶出濃度が安定する時間に設定 | | | | |
| ・塩類が完全に溶解する時間に設定 | | | | |

(8) 振とう前後の時間について

①記述の必要なし： 10人

他のバラツキの方が大きい・汚濁性状の問題

②記述すべき 19人

- ・個々の溶出試験を同一条件にするため記載が必要。
- ・溶出条件の1つとして公定法に記述すべき。
- ・タイムラグを考慮して記述・ある程度の幅をもって記述
- ・すぐに処理
- ・濃度変動要因を付記
- ・各種条件を記載
- ・溶出前後の時間を記載

(9) 固液分離について(複数回答)

A)ろ過方法

| | |
|------------|----|
| ①自然ろ過 | 4人 |
| ②吸引ろ過 | 20 |
| ③加圧ろ過 | 2 |
| ④遠心分離 | 7 |
| ⑤遠心分離後自然ろ過 | 3 |
| ⑥遠心分離後吸引ろ過 | 13 |

遠心分離の回転数と時間：3000rpm—20分；13人

その他：1000—5000rpm—10～30分；6人

(10) ろ紙の種類

| | | |
|------------------|-----|--------------------------|
| ①ガラス纖維ろ紙 1 μm | 28人 | ：ワットマン・アドバンテック・東洋・日本理化機械 |
| ②ミリポア纖維ろ紙 1 μm | 3 | ：日本ミリポア・アドバンテック・ |
| ③ろ紙 5C | 2 | ： |
| ④メンブレンフィルター 1 μm | 1 | ：アドバンテック・東洋 |

(11) ろ紙の孔径

11～300mm (32人) [主体は 45～55mm : 15人]

(12) 検液が濁っている場合の処理方法

- ・そのまま処理
- ・遠心分離後ろ過
- ・遠心分離 8000rpm/自然ろ過
- ・再ろ過
- ・上澄み液をとる

現在の溶出試験が有害物質の判定試験なのか、あるいは埋立地のシミュレーションなのか、はっきりした根拠がないまま公定法となっていることに問題があると思われる。

6. 試料調整について

(1) 鉱さいや固形物の試料調整について

[公定法：鉱さい・固形物は0.5-5mmに粉碎して試料とする]

- | | |
|--------------|----|
| ① 0.5-5mmに調整 | 6人 |
| ② 2mm以下に設定 | 1 |
| ③ 5mm以下に設定 | 16 |
| ④ 有姿のまま | 1 |

(2) 燃え殻・汚泥の試料調整について

A) 燃え殻で大きな物があるとき

- | | |
|---------------|-----|
| ① 平均的に採取する | 13人 |
| ② 石・金属などを除去する | 18 |
| ③ 异物を除去する | 2 |
| ④ 5mm以下を採取する | 2 |

B) 乾燥して固化した汚泥

- | | |
|------------------|-----|
| ① 粉碎して5mm以下に調整 | 24人 |
| ② 粉碎しないで5mm以下を採取 | 1 |
| ③ 粉碎して細かくする | 2 |

(3) 粉碎して5-0.5mmの部分を試料とすることについての意見

- ・微粒子の方が表面積が大きくなり溶出量が大きい。また、バラツキが小さくなるので0.5mm以下の試料はどう考えるのか
- ・埋立地の挙動を知るには不適、しかし最大溶出量的な意味合いではこのままでよい
- ・鉱さいについては粉碎し、セメント固形物は有姿で行う

7. 環境庁告示第46号（土壤溶出試験）との違いについて

- | | |
|--------------|----|
| ① 13号に統一すべき | 7人 |
| ② 46号に統一すべき | 2 |
| ③ 現状のままでよい | 14 |
| ④ ろ過孔径を統一すべき | 1 |

意見：・土壤の溶出試験は、土壤から植物が有害物質を吸収するので含有量試験

- ・セメント固化物は、固化物のままの試験方法を定めるべき
- ・統一するのであれば46号、微粒子の混入がないため。
- ・廃棄物による土壤汚染の場合は統一すべき
- ・有害物質の処分場の移動と、土壤での移動は異なるので統一できない。
- ・廃棄物の場合、ろ紙0.45μmではろ過できないことがある。

8. 精度管理について

(1) 精度管理を行ったことがありますか？

①無い 21人

②ある 16

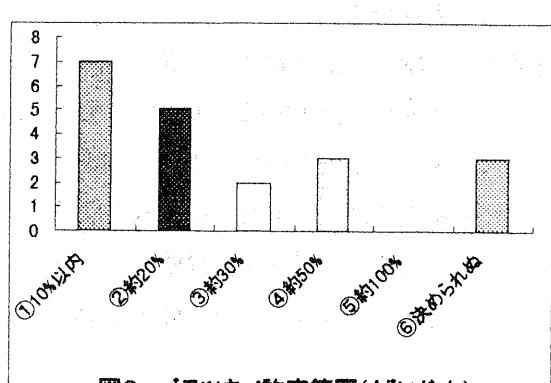
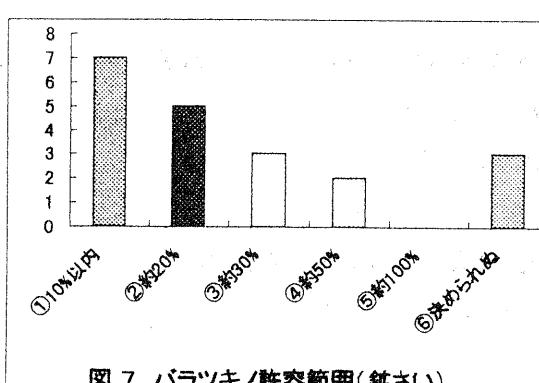
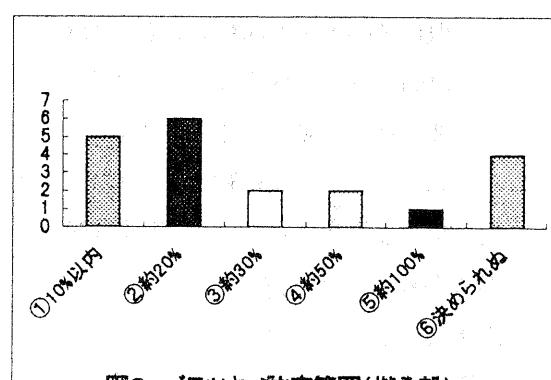
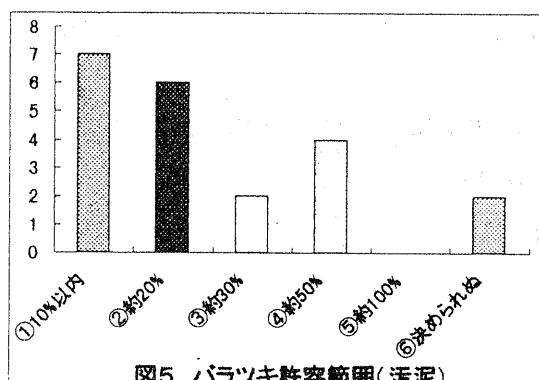
・環境庁 8

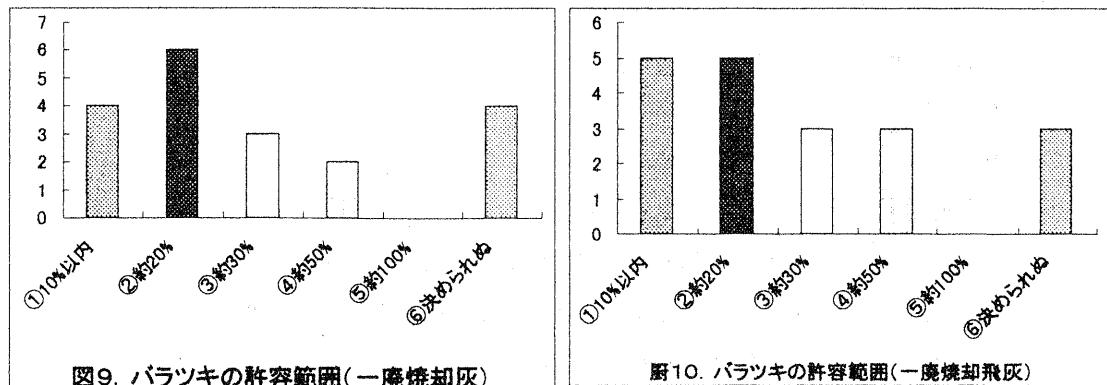
・その他 8 [参加機関 550 : 土壌 (Cd,Mn,As) なども含まれる]

(2) 溶出試験のバラツキについて (数字はバラツキがあると回答した人数)

| バラツキ | 汚泥 | 燃え殻 | 鉱さい | ばいじん | 一廃焼却灰 | 一廃焼却飛灰 |
|-----------|----------------------------|----------------------|----------|------|-------|----------------|
| ①約 10% | 2人 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 |
| ②約 20% | 8 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 |
| ③約 30% | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 0 |
| ④約 50% | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| ⑤約 100% | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| バラツキの多い項目 | Cd Pb As Hg CN | Cd Pb As Hg | Pb As | | Pb | Pb As Hg |

(3) 告示溶出試験のばらつきはどの程度が許容範囲と考えられますか？





(4) 今までに経験した溶出試験におけるバラツキの原因について（試料および項目）

① 試料の排出段階での不均一性

○汚泥・燃え殻・シュレッダーダスト・焼却灰・廃油

○焼却灰 (As · T-Hg · Pb · Zn · Cu)

② 試料のサンプリング時

○堆積物の水平および垂直分布・多種類の廃棄物の混合物

○焼却灰・シュレッダーダスト・燃え殻・汚泥 (VOCs · Cd · Pb · Hg · As)

③ 試料の粒度

○鉛さい・固形化物の粒径は揃えにくい

○飛灰などの微粒子のもの

○焼却灰など塊状物質を多く含むもの

④ 溶出試験における試料の採取量（少ないと考えられる場合）

○比重の大きいもの：鉛さい・燃え殻・焼却灰・飛灰

⑤ その他試料に関するここと

○汚泥中の PCB

○混合廃棄物：シュレッダーダストなど

○塩類などマトリックスの大きいもの。

⑥ 溶出時間（振とう時間あるいは接触時間）

○メッキ汚泥 (As · Pb · Cd)

○焼却灰（時間経過とともに pH が低下する。）

○一廃飛灰（1 時間後が最大溶出量となり以後低下する）

○短時間溶出と 6 時間溶出で差がある。

○汚泥中の Hg 濃度は溶出時間で変化する

⑦ 試料採取から溶出操作までの放置時間

○焼却灰は時間とともに pH が低下する

⑧ 溶出後、固液分離までの放置時間

- 汚泥など1日以上おくと変性してくる
- 濁った溶出液の場合、問題が多い。
- 再吸着する
- 焼却灰などpHが低下する

⑨固液分離方法の違い（ろ過・遠心分離等）

- 遠心分離したとき、浮上物質や濁り成分が入る。：遠心分離後ろ過する。
- ろ過困難物の場合：上澄み液とろ過物と異なる
- ろ紙の違いによる微粒子の吸着やろ紙成分の溶出の問題

⑩分析操作における妨害

- 塩類・有機物による妨害
- 飛灰中のAsの測定妨害（水素化物形成元素による）

9. 告示法の溶出試験における困難な問題

(1) 試料に関するもの

- ・破碎困難物：廃プラ・シェレッダースト・硬い固形化物
- ・均一試料の採取法：金属片を含むような試料

(2) 溶出試験

- ・ろ過に長時間を要するもの取り扱い（ろ過困難の定義など）
- ・ろ過の定義：減圧・加圧・自然ろ過（通過粒子の問題）
- ・溶出操作を1日にする方法

(3) 測定方法

- ・チウラムの分析法（UV法における誤審）
- ・酸分解：塩類濃度の高いものの濃縮分解・突沸
- ・着色試料の取り扱い
- ・マトリックスが大きい

10. 告示法の溶出試験で推奨される分析上の改善点

- ・溶出試験の器具・機器を指定すべき
- ・ガラス繊維ろ紙はろ過液がアルカリ性となるので、シリカろ紙を用いる。
- ・遠心分離後ろ過する
- ・溶出溶媒の変更（溶出前後のpHの変動が大きいため）
- ・金属類は溶出試験で、有機成分（VOCs）は含有量試験とすべき。
- ・濁度が大きい物は、遠心分離の回転数を5000rpmとすべき。

11. 告示法の溶出試験の基本的な考え方

- (1) 溶出液のpHを固定するため、溶液に緩衝能を持たせる。
- (2) 最大溶出可能量のような厳しい溶出条件にする。
- (3) 固液比を大きくする
- (4) 固液比を小さくする

- (5) 溶出基準を超えるものは含有量試験を行い、長期的な安全性を確保する。
- (6) 溶出溶媒に炭酸ガスを吹き込んだものにする。
- (7) ろ過後速やかに分析できないとき、溶出液を固定する。
- (8) フィールドをシミュレーションできるような試験方法にする
- (9) 溶出試験の目的の明確化
- (10) 濃度規制（量規制など）

12. 溶出試験以外の廃棄物の分析における困難な問題

- (1) 廃油の分析（PCB・農薬・VOC）
- (2) ごみ質分析
- (3) 廃油・廃酸・廃アルカリの前処理が困難
- (4) 廃油の引火点の測定
- (5) 塩類の妨害
- (6) 分解性有機物の測定法

13. 廃棄物試験・検査法部会で行う溶出試験の検討課題

- (1) 共通試料による溶出試験法の精度管理：8人
- (2) 共通試料による溶出試験法の各ステップの検討：7人
(ろ紙の種類の違いによる特性など)
- (3) 共通試料による各種溶出試験法の検討：8人
- (4) ろ過が著しく困難とする場合の具体例の検討：1人
- (5) 自動化の検討：1人
- (6) バイオアセイ等の毒性試験手法の検討：1人
- (7) 含有量試験方法の検討：1人
- (8) 我が国の地形・気象条件を加味した新たな試験法の検討：1人
(諸外国の試験方法を加味する)

15. 14の設問で共通試料は何が適当ですか？

- (1) 一廃焼却灰：8人
- (2) 一廃飛灰：11
- (3) 産廃焼却灰：9
- (4) 鉱さい：6
- (5) 汚泥：13
- (6) ばいじん：7

16. 14の設問の試験を行うとして分析に参加される可能性がありますか？

- (1) はい：18人
- (2) 難しい：10人
- (3) 条件付き参加：2人

17. その他ご意見等

- (1) 埋立地のモニタリング項目の検討
- (2) 法律の解釈が困難なので、法的分析法の解説書がほしい
- (3) 廃棄物の標準試料が必要
- (4) 各種資料・文献の収集整理等を行い会員に知らせる