

京大工    正員    寺島泰  
          正員    浦辺真郎  
          学生員    吉川克彦  
          学生員    ○原田建也

1. はじめに

廃棄物の性状を知る場合、対象廃棄物から採取したサンプルの組成等を測定して推定されるので、いかに精度よくサンプリングできるかが重要な問題となる。ところでサンプリング前に行なう混合操作がサンプリングの精度を左右するので混合操作による廃棄物の均一化に対してどのような因子が影響を与えるかを知ることは合理的なサンプリングの方法を確立するための基礎となる。混合がどの程度進んでいるかを示す指標は、混合機内の物質をサンプリングすることによって得られる濃度の分散度として示すのが一般的であったが、本研究では混合に伴うトレーサー物質の挙動から混合を評価することを試みた。さらに、この手法により混合に影響を与える因子のうちとくに、粒径と充填率の影響を検討した。

2. 混合の評価手法

本研究は、粒子追跡法から得られる推移確率、存在確率をもとめて混合の評価を行なおうとするものである。粒子追跡法とは、混合機内に1個あるいは数個の注目粒子（トレーサー）を入れ、その粒子の動きを追跡する方法である。混合機を空間的にいくつかのセルに分割し、混合機を回転させたときに、各セルに何回ずつ入ったかを逐次調べ、総回転数で割ったものが存在確率であり、また、あるセルから1回転後にどここのセルへ入ったかを調べ、総回転数で割ったものが推移確率である。

3. 実験方法

混合槽は透明なアクリル製であり、それに充填する試料は、固体粒子の中で最も扱い易いと思われる球体、ガラス球を用いた。また、これらの混合実験の装置の概要を図-1に示した。粒径の変化が混合に与える影響を調べるために3種類の大きさのガラス球を用意した。各種類の大きさ、重さは表-1に、また注目粒子として用いた球の大きさ、重さを表-2にまとめた。注目粒子は色によって見わけ、それぞれの実験において3個ずつ入れた。また、各実験での挿入数は、表-3のようになっており、各径での最大値は、混合槽の底面に一様に配置できる最大値となっている。一般に使われている体積あたりの充填率に換算するとかなり小さな値になる。

図-1 箱型回転混合機

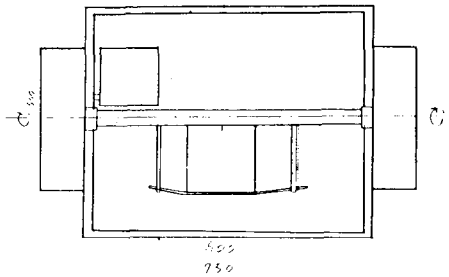


表-1 試料の直径及び質量

|     | 直径 (cm) |      |      | 質量 (g) |       |       |
|-----|---------|------|------|--------|-------|-------|
|     | 最大値     | 平均値  | 最小値  | 最大値    | 平均値   | 最小値   |
| 直径大 | 2.52    | 2.46 | 2.40 | 21.40  | 19.98 | 17.56 |
| 直径中 | 1.69    | 1.65 | 1.63 | 6.24   | 5.83  | 5.48  |
| 直径小 | 1.26    | 1.24 | 1.22 | 2.60   | 2.45  | 2.35  |

データは、混合槽内をビデオカメラで撮影、記録し、さらに注目粒子の位置をコンピューターに入力して、どのセルに存在しているかを計算するが、この入力、各注目粒子について、1回転に1回ずつ行

う。

表-2 注目粒子の直径及び質量

|     | 記号 | 直径 (cm) | 質量 (g) |
|-----|----|---------|--------|
| 直径大 | a  | 2.52    | 20.92  |
|     | b  | 2.46    | 19.83  |
|     | c  | 2.40    | 17.56  |
| 直径中 | d  | 1.65    | 5.62   |
|     | e  | 1.68    | 6.19   |
|     | f  | 1.69    | 6.24   |
| 直径小 | g  | 1.22    | 2.40   |
|     | h  | 1.25    | 2.60   |
|     | i  | 1.24    | 2.52   |

#### 4. 結果と解析

粒子が中央部、あるいは外側に偏って存在しているかを検討するため、左右対称な位置にあるセルでの存在確率を加えて示したものが図-2、図-3、図-4である。セル番号4, 5が中央部で、1, 8が最も外側である。

表-3 挿入数

**挿入数** 本研究のように比較的挿入数が少ない粒子では、挿入数によってセル間の存在確率にほとんど偏りがなく(図-2)、よく混合される。

|     | 挿入数 (個) |     |     |     |
|-----|---------|-----|-----|-----|
| 直径大 | 27      | 45  | 63  | 99  |
| 直径中 | 70      | 105 | 140 | 224 |
| 直径小 | 74      | 148 | 222 |     |

**粒径** 図-3は同一粒子径のみで行なった実験を、同一挿入数ごとに整理、比較したものである。この結果をみると粒径が混合に与える影響はほとんどないといえる。

図-4は2種類の粒子径を有する試料を同時に混合槽に入れ、径の異なる粒子間での混合の差異を検討した結果である。大きな径の粒子の方は、大きい粒子のみの場合とほぼ同じであるが、粒径が小さい粒子は、大きい粒子によって混合が阻害されるといった

影響を受けている。

推移確率によって各実験結果を比較検討する方法としてはそれぞれの行列の差をとるのが有効である。図-5は、大きな径の粒子の推移確率の中で、2種類の粒子径を有する試料を同時に混合槽に入れた実験で得られたものと、同一粒子径のみで行なった実験で得られたものとの差であり図-6は、小さい粒子のそれである。アンダーラインが引かれているところは、差が0.10以上あった要素である。図-5と図-6をくらべると後者の方が変化が大きいことがわかる。図-6では、左上隅でとくに負の値が目だが、右下隅では、正負両方の値がみられる。しかし、(1, 1)と(8, 8)の要素は、どちらも大きな負の値となっている。これは外側のセルに存在する確率が大きいことを示し図-4から得られた結果を裏づけている。

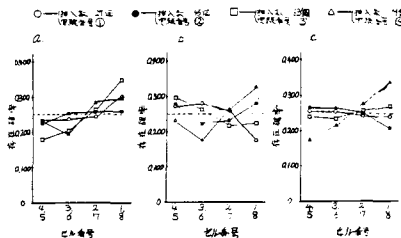


図-2 a~c 存在確率

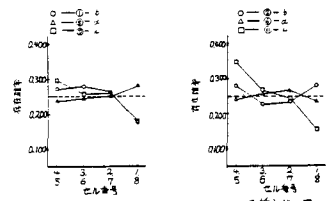


図-3 I, II 存在確率

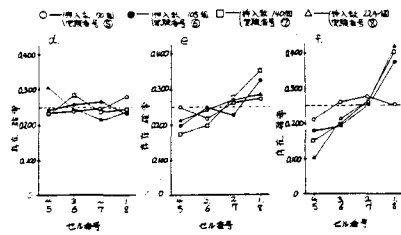


図-4 d~f 存在確率

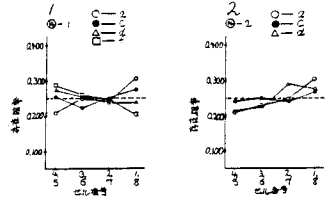


図-5 1, 2 存在確率

図-5 推移確率行列の差 (1)

|             |       |              |       |              |       |       |       |
|-------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| -0.07       | 0.00  | <u>0.17</u>  | 0.05  | -0.09        | 0.04  | -0.04 | 0.02  |
| 0.07        | -0.01 | <u>-0.12</u> | -0.04 | 0.09         | -0.07 | -0.04 | -0.04 |
| <u>0.14</u> | 0.02  | <u>0.12</u>  | -0.08 | 0.07         | 0.04  | 0.02  | -0.02 |
| 0.11        | -0.01 | 0.05         | -0.02 | <u>-0.15</u> | 0.05  | 0.00  | 0.01  |
| -0.03       | -0.03 | -0.07        | -0.01 | 0.04         | -0.05 | 0.02  | -0.02 |
| 0.04        | -0.06 | 0.01         | 0.09  | -0.02        | 0.05  | 0.04  | 0.01  |
| -0.00       | 0.02  | -0.10        | -0.02 | -0.03        | -0.01 | 0.08  | 0.03  |
| -0.03       | 0.06  | 0.00         | 0.03  | -0.05        | 0.04  | 0.09  | 0.03  |

図-6 推移確率行列の差 (2)

|       |             |       |             |       |       |              |              |
|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------|--------------|--------------|
| -0.28 | -0.25       | -0.03 | <u>0.12</u> | 0.09  | 0.05  | 0.09         | 0.01         |
| 0.02  | -0.02       | 0.01  | 0.02        | -0.04 | 0.05  | 0.02         | 0.00         |
| -0.02 | <u>0.10</u> | 0.02  | 0.01        | -0.04 | 0.01  | 0.01         | 0.02         |
| 0.09  | <u>0.12</u> | 0.08  | -0.09       | -0.04 | 0.04  | 0.04         | 0.07         |
| 0.09  | 0.05        | -0.01 | 0.01        | 0.04  | -0.05 | 0.03         | 0.04         |
| 0.08  | 0.05        | -0.04 | -0.03       | -0.03 | 0.06  | <u>0.13</u>  | -0.05        |
| 0.09  | -0.07       | -0.09 | 0.00        | 0.08  | 0.04  | 0.02         | <u>0.12</u>  |
| 0.03  | -0.02       | -0.03 | -0.04       | -0.01 | -0.01 | <u>-0.18</u> | <u>-0.21</u> |