

立命館大学理工学部 正会員 山田 淳
フジタ工業 頼戸 雅彦
大阪府 長井 順一

1. 研究の目的

汚濁性物質の水中における挙動は、比重や粒径によって異なり、また物質中に含まれる汚濁成分の含有率も粒径に依存することが多いことから、正確な粒度分布を知ることは、汚濁解析にとって重要な基礎的条件となることが多い。これに関してはずで、有機物率の著しく異なる試料を用いて、数指標に対する実験結果の再現性の検討を行った。^{1,2)}今回はさらに、実験方法、解析方法に関する多くの因子をとりあげ、多数の組み合わせについて実験等を実施し、これらの粒度分布に与える影響を検討したものである。

2. 実験と解析の概要

試料として用いる泥は、都市内小河川や側溝から4地点(B, I, C, E)を選び採取した。この泥を有機物率(強熱減量基準)でみると、C地点が45%できわめて高く、他の3地点は3~7%と低かった。ここで検討の対象とした実験と解析の因子一覧を表-1に示す。試料を水中での現存状態に近いものとするため、湿式によるものだけを考慮して「試料の状態」を、74 μm 以下の粒子が沈降において74 μm 以上の粒子の影響を受けることを考えて「試料の粒径」を、測定原理の異なる光透過法と比較するため「試験方法」を、それぞれ項目として選定した。さらに光透過法について、粘度の異なる媒液を用いる「媒液」を、分散剤の影響をみるため「分散剤」を、遠心法を併用する場合にロスタイムを考慮する「セル操作」を、そして計算時にブランク吸光度をどうみるかによる「吸光度原点」を、それぞれ検討項目に加えた。

また、粒度分布の表示法として次式による ϕ_{50} 、 $M\phi$ 値を用いた。

$$\phi_{50} = -\log d_{50} \quad (1)$$

$$M\phi = (\phi_{16} + \phi_{84})/2 \quad (2)$$

ここで、 d_{50} は加積通過率50%に対する粒径(mm)であり、 ϕ_{16} (ϕ_{84})は通過率16(84)%に対応する粒径を用いて(1)式により計算したものである。検討の対象とする項目のカテゴリーを i, j とし、他の項目のカテゴリーを固定した結果の ϕ_{50} ($M\phi$)の平均値と変動係数(CV)を用い、平均値の差を相対的に表わす X と実験の再現性を示す Y を計算する。

$$X = \frac{|\bar{\phi}_{50i} - \bar{\phi}_{50j}|}{(\bar{\phi}_{50i} + \bar{\phi}_{50j})/2} \quad (3) \quad Y = \frac{CV_i + CV_j}{2} \quad (4)$$

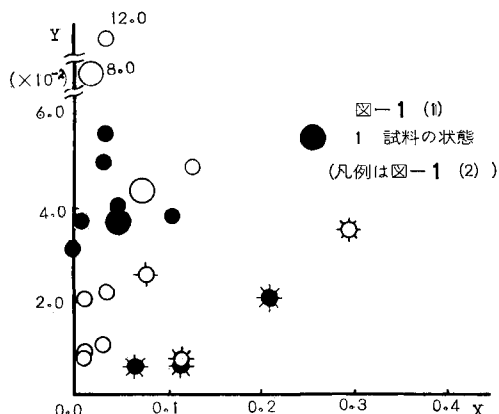
この結果に、平均値の差に関する一元配置の分散分析結果を加えて図-1(1)~(4)に示す。

3. 分散分析結果

カテゴリー間の平均値の差の統計的有意検定結果が、単純平均値の差か、変動係数の大きさかのいずれによるものかを図から判断できる。図から次のような特徴を見出すことができる。

表-1 実験・解析因子一覧

項目	カテゴリー	
1. 試料の状態	湿式	乾式
2. 試料の粒径	2mm以下	74 μm 以下
3. 試験方法	土質試験法	光透過法
4. 媒液	蒸留水	エチレングリコール
5. 分散剤	添加なし	添加あり
6. セル操作	ロスタイムなし	ロスタイム考慮
7. 吸光度原点	蒸留水	遠心分離水



(1) 有意差があらわれるのは、 $Y/X > 0.25$ 程度であり、 X が大きかったり、 Y が小さかったりすると、両カテゴリーの平均値に差がないとする仮説を捨てきれないことになる。

(2) 5% または 1% で有意差をもったケースが多かったのは、「媒液」、「試験方法」、「試料状態」の順であり、粘性の異なる媒液を使用する場合に問題があることを示している。土質試験法と光透過法を比較した「試験方法」においても、 ϕ_{50} 値で 20~30% の平均値差になることが多くその差を無視できない。

(3) 有意差のあらわれなかった項目のうち、「セル操作」と「吸光度原点」については、単純平均値そのものに差がなく粒度分布に対してほとんど影響をもたない。(図は省略)。その他の「試料の粒径」や「分散剤」については、単純平均値に一定の差があるにも拘らず変動係数が大きいことから有意差がでなかった。

(4) ϕ_{50} と $M\phi$ を比較すると、 ϕ_{50} と ϕ_{80} の 2 指標からなる $M\phi$ の変動が小さいが、微粒子を多く含む場合には ϕ_{50} が求まらないこともあるので、代表粒径を何にするか、なお検討の余地がある。

(5) 有機物率の高い C 地点に着目し、図中でも特別の表示をしたが、全体に変動がやや大きく、実験結果の再現性に不安定さをもっていることがわかる。

4. 項目間の交互作用

有意差の大きかった項目について、項目間の関連性をみるために、当該 2 項目以外の項目のカテゴリーを固定して二元配置の分散分析を行った。対象とした項目は、「媒液」、「試験方法」、「試料状態」の 3 項目である。

(1) 影響要因として相対的に有意差の高かったのは、一元配置の場合と同じ項目順位であった。

(2) また、交互作用が有意であったのは、「試験方法」-「試料状態」の組合わせで約半分のケースである。しかし、「媒液」-「試料状態」の組合わせでは交互作用は有意でなかった。

5. まとめ

今回の結果では、カテゴリーによって平均値に統計的有意差のある項目、同一条件での実験結果に再現性の悪い項目はいくつかあり、このままでは粒度表示に対する信頼性がかなり低いといわねばならない。さらに実験の厳密化をはかるとともに、汚濁物の含有率との関係ととらえていく必要があるだろう。

参考文献：1) 山田：The 2nd Int'l Conf. on Urban Storm Drainage, 1981. 2) 山田他：37 回年報, 1982

