

立命館大学 正 眞 山 田 淳
 鴻 池 組 勝 田 靖
 大 豊 建 設 山 本 正

1. 研究の目的 汚濁解析のなかで、しばしば粒度分布曲線が用いられる。これは、沈降性粒子の水中での挙動が粒径に大きく依存することや、粒径によって汚濁物の含有量がある程度推定できることと関係している¹⁾。現在、粒度分布は「土質試験法」によって求められることが多いが、その微粒子部分についてはストークス理論を基礎としており、吸着や凝集作用が卓越する汚濁物を対象とする場合には問題点が多い。とくに、実験操作の過程において、撪拌、乾燥、分散剤の添加などが行われ、汚濁物の水中、底層での存在形態とかなり異なっている可能性が高い。ここでは、有機物率を汚濁指標として、光透過法の採用、実験操作の変更などを通じて、実験精度の検討、「土質試験法」による粒度分布との比較、各項目間の相関性の検討などを行なう。

2. 実験の概要 実験内容の概略を表-1に示す。実験1では、あらかじめ試料をふるいによって3つに区分した。(湿式法を用いた。) 実験2では、実験精度を検討するためくり返し実験数をふやした。また、光透過法では、採取した汚泥をそのまま使う湿潤(Wet)と、いったん乾燥してから使う乾燥(Dry)の2試料対象とした。

3. 実験誤差の検討

(1) 比重、有機物率(実験1) 「土質試験法」によって求めたくり返し数回の分析結果を、3回の標本平均を基準とする偏差絶対値として計算し、この平均偏差値を平均値で除して精度の一応の目安とした。その結果、比重についてはきわめて精度良く、平均で0.3%程度、比重が小さい場合や有機物率が高い場合で0.4~0.5%程度の誤差であった。有機物率については、比重よりばらつきがあり、平均して4%程度の誤差、有機物率の高い場合にはそれ以上の誤差になる。必要とする有機物の精度によっては、実験くり返し数をふやす必要があるだろう。

(2) 光透過法による粒度分析(実験2) 光透過式粒度分布測定器(セイツン企業製)を用いて74 μ 以下の微粒子について分布を求めた。実験くり返し数6回の結果をまとめて、粒径別にその平均値と変動係数を表-2に示す。有機物率に差のある2試料(A:39%, B:12%)であったが、粒度分布、実験値のばらつきについて大きな差はない。しかし、湿潤(W)、乾燥(D)の間では、大きな違いがあり、湿潤の方が、より微細な粒子が多く、また実験誤差が大きい。これは、微細な粒子を多く含む場合ほど、くり返し数をふやす必要のあることを示している。また、光透過法は、少量の試料で迅速な測定ができることと特色があるが、かなりの精度をもっていることだろうがえらる。

表-1 実験内容

実験1	試料	10地点3粒径区分 (74 μ 以下、74 μ ~250 μ 、250~2000 μ)
	分析項目	比重、有機物率
	粒度分布	土質試験法、光透過法併用
実験2	試料	2地点 (A-有機物率大、B-同小) 74 μ 以下のみ
	分析項目	比重、有機物率
	粒度分布	土質試験法、光透過法(乾燥(D)、湿潤(W))

表-2 加積通過率別平均粒径と変動係数

	A (D)	A (W)	B (D)	B (W)
	m(μ) CV	m(μ) CV	m(μ) CV	m(μ) CV
d ₂₀	3.1 0.15	0.6 0.26	3.1 0.09	0.7 0.14
d ₄₀	9.6 0.18	2.1 0.33	8.7 0.13	2.1 0.10
d ₆₀	17.8 0.15	5.5 0.32	19.9 0.20	5.6 0.46
d ₈₀	30.0 0.18	13.5 0.24	37.3 0.08	25.6 0.27

4. 実験方法別粒度分布曲線(実験2)

試料A、Bに対する74 μ 以下の粒度分布曲線を平均して次頁の図-1に示す。ここでは、汚ひょうによる「土質試験法」の分析、湿潤、乾燥試料に対

d_k: k% size by weight on the accumulated particle distribution curve
 m: mean, CV: coefficient of variation

する「光透過法」の適用結果を示すとともに、計算上加積通過率が74μで100%にならない場合について、100%への修正を行った結果を示した。この図から次のような特徴を知ることができる。(1)「土質試験法」による結果のうち、有機物率の高い試料Aで通過率100%を越えている。これは、74μを境に手法が異なり、劣りようとするにわかれていることや、比重が全粒径にわたって均一でないこと、凝集や吸着の影響などが考えられる。(2)試料に手を加えない湿潤試料では微粒子が多く、一定の操作を加えた後の乾燥試料では、相当の粒径変化が生じていることがわかる。(3)同じ乾燥試料でも「光透過法」が「土質試験法」より微粒子の割合が高い。有意差があるかどうかは現段階で判断できない。

5. 分析項目間の相関性

粒度と比重、有機物率の関係を表-3に、比重と有機物率との関係を図-2に示す。ここで、 $\Phi_{20} < \Phi_{60}$ は、指標となる粒径 $d_{20}(d_{60})$ を、式 $\Phi = -\log_2 d \cdots (1)$ で変換したものである。これら図表から次のような特徴があげられる。(1)粒度は、有機物率と高い相関をもち、比重ともかなりの相関性がある。つまり、「粒径が小さいほど有機物率が高く比重が小さい」といえる。(2)比重と有機物率の相関はきわめて高い(相関係数 $r=0.968$) したがって、3項目間では、粒度と比重の相関が最も弱い。

6. まとめ

以上の結果より、粒度分布は実験方法によりかなり異なった結果になることがわかった。とくに、汚濁物を含む場合には差が大きく、実験の精度も悪くなる。実験を重ねて、水中、底泥中の実態を再現しうるような分析方法を採用すべきであろう。今回、比重を粒径別に設定したり、粒子の形状の仮定も、球からその他の形状へ変えてみたりして検討したが、粒度分布曲線も若干変化させるにとどまった。

参考文献

- 1) Yamada: Relation between Sediment Size and Pollutant Contained in Urban Area, Second International Conference on Urban Storm Drainage, 1981.6

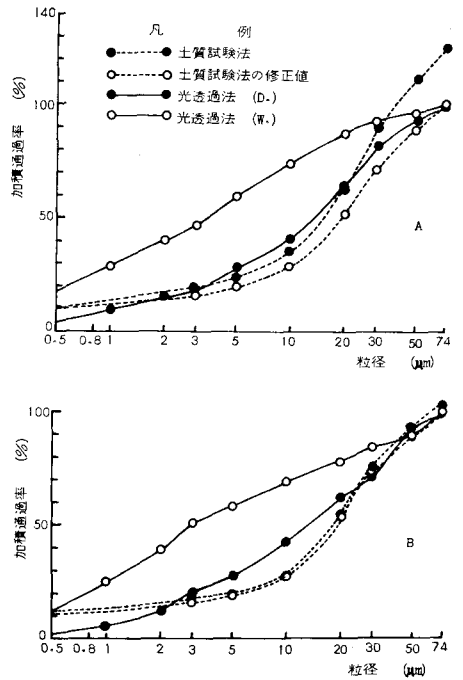


図-1 粒径加積曲線実験別比較図

表-3 相関係数 (実験1)

項目	Φ_{20}	Φ_{60}
比重	-0.702	-0.534
有機物率	0.773	0.843

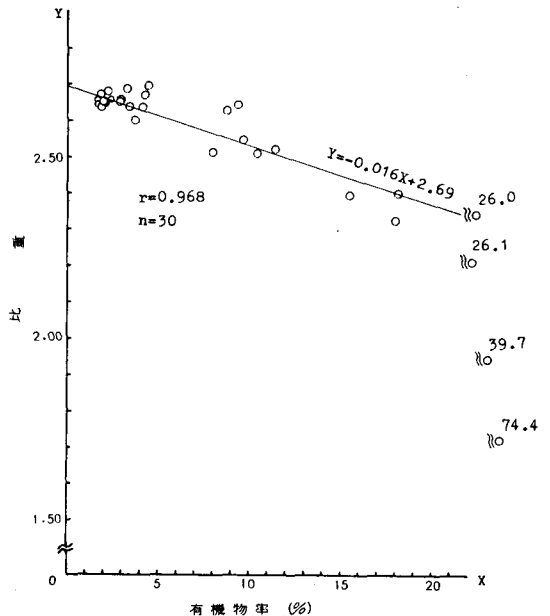


図-2 有機物率と比重の関係 (実験1)