

単層および粗大ろ材を用いた二層ろ過に及ぼす高濃度粘土懸濁液の粒径及び濃度の影響

Effects of particle size and concentration of thick clay suspension on mono- and two-layer deep bed filtration

○原口暢朗*、松坂琢実**、初井和朗**、塩野隆弘*、宮本輝仁*
 Noburo Haraguchi*, Takumi Matsuzaka**, Kazuo Momii**, Takahiro Shiono*, Teruhito Miyamoto*

1 研究の目的

南西諸島地域において、降雨時に畑地から発生する土砂の公共流域への流出は、依然問題となっている。この問題に関し、沈降では除去できない浮遊土砂をろ過によって除去しようとする試みがなされ始めており¹⁾²⁾、筆者らは上層に粗いろ材、下層に細かいろ材を配置した二層ろ過が、細かいろ材のみから成る単層ろ過に比べて目詰まりが起りにくく、ろ過継続時間が顕著に長くなることを確認した³⁾⁴⁾。

農業水域末端における浮遊土砂は高濃度であり、かつ降雨イベントや畑地の自然条件により、多様な濃度、粒径分布を持つことが確認されている⁵⁾。そこで、本研究では、前報³⁾で用いた単層および二層ろ層による高濃度粘土懸濁液のろ過特性に及ぼす土砂粒径及び土砂濃度の影響について実験的に検討すること、を目的とした。

2 実験材料および実験方法

(1) 実験装置

図1に示す定圧ろ過実験用を試作し、実験に用いた。実験装置は「ろ過塔」と「懸濁液水槽」から構成される。ろ層の直径は7.5cm、高さは約15cmである。

(2) 実験材料

①ろ層：単層および二層の二種類を用いた。単層は0.1-0.2mmの石英砂を厚さ15cmに充填したもの、二層は上層（約7.5cm）に半円筒形粗大ろ材（外径4mm、内径2mmのチューブを半割して長さ7mmとしたもの）、下層（約7.5cm）に前述の石英砂を充填したものである。

②土砂および懸濁液：土砂として、木節粘土（カオリナイト主体の粘土）を用いて、表1に示す最大粒径と濃度に調整した。

(3) 実験手順および測定項目

ろ層に純水を通水し、ろ過速度（ろ層の単位断面積当たり流量）を約 $6 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ になるよう調節した後、懸濁液水槽からの濁水の通水に切り替え、ろ過実験を開始した。

実験開始後、5～60分の時間間隔で流出水、流入水、余水の流量と土砂濃度を測定した。ろ過速度が初期の約30～60%となった時点で実験を終了した。その後、ろ層を解体して、ろ材と土砂をふるい上で分離し、各ろ層ごとの捕捉土砂量を測定した。

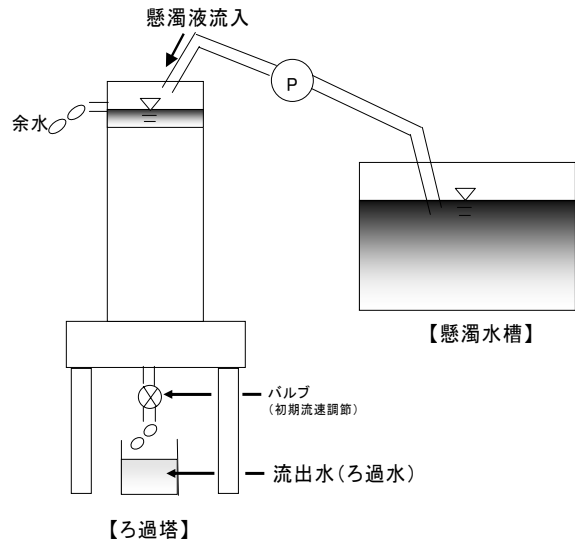


図1 実験装置の模式図

表1 土砂粒径および土砂濃度条件

最大土砂粒径(μm)	懸濁液濃度(mg/l)
70	約4500
	約1600
10	約4500
	約1600
6	約4500

※最大粒径はストークス径の推定値

*九州沖縄農業研究センター National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region

**鹿児島大学農学部 Faculty of Agriculture, Kagoshima University

キーワード：二層ろ過、粒径、土砂濃度

3 実験結果

(1) ろ過継続時間に及ぼす最大土砂粒径と濃度の影響

便宜上、初期流量の70%まで低下した時間を「ろ過継続時間」とした。表1の最大粒径および濃度条件における「ろ過継続時間」を、表2に示す。表より、本実験条件では、『土砂粒径が相対的に粗いほど、土砂濃度が相対的に低いほど、二層ろ過によるろ過継続時間の延長効果が高い（単層に比べたろ過継続時間の比率が高い）』ことが推察された。

表2 ろ過継続時間および捕捉土砂量分布に及ぼす粒径と濃度の影響

(2) 捕捉土砂量のろ層内分布

図2及び図3に、単層および二層における捕捉土砂量のろ層内分布の一例を示す。図に示す区分を用いて、各種の最大粒径および濃度条件における捕捉土砂量のろ層内分布の測定結果を、表2に示す。表より、『同じ石英砂層上であるにもかかわらず、二層境界上の捕捉量は単層における石英砂最表層のそれと比べて顕著に大きい』、『二層におけるチューブ層（上層）の土砂捕捉量は、土砂濃度が低いほど大きい』ことが推察された。

土砂懸濁液条件		ろ層	ろ過継続時間(分)	捕捉量土砂分布(g)			
最大粒径(μm)	濃度			石英砂最表層	チューブ上層	境界層上	石英砂層(下層)
70	4350	二層	235 (14.7)	— (—)	8.37 (31.2%)	16.89 (63.0%)	1.57 (5.9%)
		単層	16 (1.0)	5.18 (86.6%)	— (—)	— (—)	0.80 (13.4%)
70	1580	二層	798 (24.2)	— (—)	12.20 (43.8%)	14.32 (51.4%)	1.32 (4.7%)
		単層	33 (1.0)	2.52 (69.6%)	— (—)	— (—)	1.10 (30.4%)
10	4600	二層	243 (3.8)	— (—)	3.68 (17.4%)	14.29 (67.4%)	3.24 (15.3%)
		単層	64 (1.0)	4.87 (74.6%)	— (—)	— (—)	1.66 (25.4%)
10	1600	二層	1186 (6.1)	— (—)	6.69 (30.2%)	11.72 (52.9%)	3.75 (16.9%)
		単層	193 (1.0)	2.46 (53.4%)	— (—)	— (—)	2.15 (46.6%)
6	4650	二層	760 (3.5)	— (—)	2.36 (7.7%)	18.48 (60.0%)	9.97 (32.4%)
		単層	218 (1.0)	2.87 (25.3%)	— (—)	— (—)	8.47 (74.7%)

※ろ過継続時間の()内は、単層の数値を1とした場合の二層の数値の比率

※捕捉量土砂分布の()内は、各層の土砂捕捉量の比率

図2 捕捉土砂量分布(二層の例)

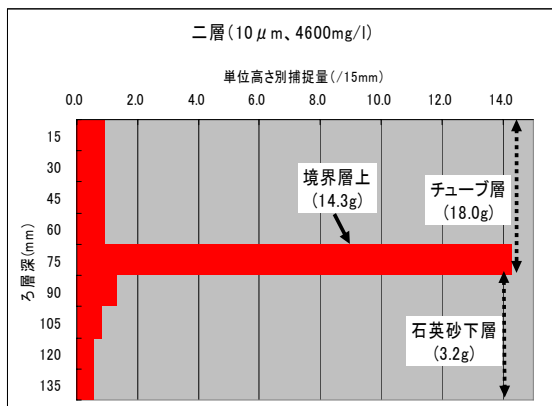
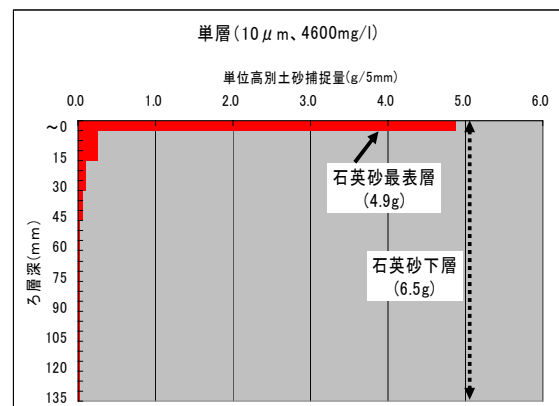


図3 捕捉土砂量分布(単層の例)



(3) 二層ろ過における上層の役割について

上水道分野等における既往の研究において、二層ろ過における上層の役割は、“一定の土砂（固形粒子）を捕捉して下層への負担（濃度）を軽減する”と解されており、表3で示すような「境界層における多量の土砂の捕捉」や「土砂濃度が異なる場合の土砂捕捉量の違い」に関しては、未検討である。このため、今後、これらの点について更に検討する予定である。

- 参考文献：1) 中ら、農土論集 No.190, pp.113~119 (1997)、2) 日下ら、農土論集 No.229, pp.1~5 (2004)、3) 原口ら、H17 年度農士学会講要, pp.834~835 (2005)、4) 松坂ら、H17 年度農士学会九州支部講要, pp.284~285 (2005)、5) 仲村ら、H17 年度農士学会九州支部講要, pp.286~287 (2005)、