

雨天時道路面排水の継続的浸透による土壌処理施設の浸透能と土壌含有物量の変化

The changes of penetrate efficiency and soil contents by continuous infiltration of road surface runoff in Soil Penetration Facility

山田 淳¹

西川 好一²

○塩田 智子³

鶴田 直⁴

Kiyoshi YAMADA

Koichi NISHIKAWA

Tomoko SHIOTA

Tadashi TSURUTA

ABSTRACT: Removal of road surface pollutant load by soil is noticed in our study. Though the soil penetration in this method is projected to decrease in penetrate efficiency by clogging with using facility consecutive. Therefore the purpose of the study is to comprehend the phenomenon and investing the stability of soil penetration facility with considering the factor of changes in soil. Soil penetration facility is consisted of two parallel soil tank witch is A (Pit sand and AKADAMA Soil) and B (Pit Sand). Measurements of flow rate, water quality, soil content and permeability rate are implemented in this facility.

According to these measurements,

- Clogging is related to soil content ratio and increasing of micro particles.
- Micro Particles had moved from the surface to 5cm depth layer in the soil. Particles which sizes are under $0.6\mu\text{m}$ is regarded to more to more deeper part of soil or flow out.
- Soil content ratio was increasing by Pollution load contained in the soil.
- Decrease of soil content ratio depends on days of no rain.
- Permeability rate has recovered and increased when there was no rain in 4 antecedent days. However, recovery of permeability rate is expected in the range near $2\text{L}/\text{min}/\text{m}^2$

KEYWORD; road surface pollutant load, penetrate efficiency, soil contents

1. はじめに

琵琶湖の水質は1980年より横ばい状態にあり、現在も環境基準を満たしていない¹⁾。これは、環境基本法の制定や環境基準・排水基準の設定や湖沼水質保全特別措置法の制定、滋賀県独自に定めた条例の制定、下水道整備だけでは対応しきれない汚染源が存在すると考えられる。その汚染源は「非特定汚染源」と呼ばれ、新たな公共用水域の水質汚濁要因の一つとして注目されている¹⁾。

この非特定汚染の中でも、都市活動の活発化や道路などの不透水面の増加により、雨天時道路面排水による汚濁負荷が増えてくると考えられる。その対策の一つとして土壌浸透処理が考えられている。研究室では、実証実験を2001年度から継続的に行っているが、目詰まりによる浸透能の低下が予想されてきた。そこで、浸透能や土壌中の含有物量の変化を把握し、土壌からみた土壌浸透施設の持続性を検討することとした。

¹ 立命館大学環境システム工学科 Department of Environmental Systems Engineering, Ritsumeikan University

² 日本上下水道設計株式会社 NIPPON JOGESUIDO SEKKEI CO.

³ 立命館大学大学院理工学研究科 Graduate School of Environmental Engineering, Ritsumeikan Univ.

⁴ 北九州市立大学大学院国際環境工学研究科

Graduate School of Environmental Engineering; Kitakyushu Univ.

2. 施設概要

施設概要を図1、表1に示す。土壤浸透施設は、山砂の上に赤玉土を5cm敷いたA槽と、山砂のみのB槽の並列2槽構造となっている。集水面積750m²の道路から雨天時に流出した排水は、等分割され土壤浸透処理施設に流入する。水収支を把握するため施設底部には遮水シートが設置してある。そして土壌を浸透後、施設下部に埋設されたパイプによって集水され、浸透流出水として施設外へ流出する。また、浸透せずに土壌表面を流下した水は、下流部に設置してある堰(高さ:3cm)によって一時貯留するとともに、越流して表面流出水として施設外へ流出する。一部は土壌中に残留する。

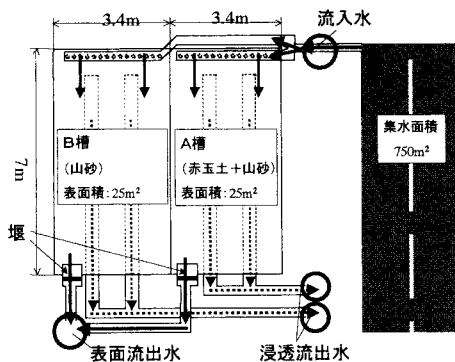


図1 土壤浸透施設概念図

表1 土壤浸透施設

	面積(m ²)	深さ(cm)	堰高(cm)	土壌種(深さ)	
				表層(cm)	下層(cm)
A槽	25	45	3	赤玉土(5)	山砂(40)
B槽	25	45	3	山砂(45)	

3. 実験概要

まず、流量調査として、道路面排水、浸透流出水、表面流出水を流量計により連続測定した。測定場所を図1に示す。これに加えて、降雨時水質調査、土壌含有物調査、現場透水試験の3つの調査を行った。流量調査では、降雨開始から終了まで、道路面排水、浸透流出水、表面流出水の流量測定を行った。水質調査は一定間隔で採水を行い、各汚濁指標について分析を行った。分析項目は、形態別COD、窒素、リンおよびSSで、調査対象降雨は、降雨流量調査で113降雨、水質調査で9降雨である。また、土壌含有物調査として、上流部、中流部、下流部の土壌表層および深さ5cmの土壌を採取し、汚濁指標について分析を行った。調査回数は14回で、分析項目は炭素、窒素、リン、粒度分布である。現場透水試験も、上流部、中流部、下流部で行い、透水速度の検討を行った。調査回数は17回である(表2)。

表2 調査日と降雨概要

日付	水質調査No.	土壌含有物調査	現場透水試験	降雨概要				
				降雨量(mm)	降雨継続時間(hr)	平均降雨強度(mm/hr)	最大降雨強度(mm/hr)	先行無降雨日数(日)
2001/9/5	-	ss1	ps1	-	-	-	-	-
9/10	qs1	-	-	24.5	18.55	1.32	15.0	2.4
9/12	-	ss2	ps2	-	-	-	-	-
10/9	qs2	ss3	ps3	52.5	14.17	3.71	39.0	5.3
10/12	-	ss4	ps4	-	-	-	-	-
11/4	-	ss5	ps5	-	-	-	-	-
11/28	-	ss6	ps6	-	-	-	-	-
11/29	qs3	-	-	7.5	10.33	0.73	12.0	22.4
11/30	-	ss7	ps7	-	-	-	-	-
12/18	-	-	ps8	-	-	-	-	-
2002/3/5	qs4	-	ps9	52.0	15.67	3.32	18.0	5.2
3/7	-	ss8	ps10	-	-	-	-	-
6/22	-	ss9	ps11	-	-	-	-	-
7/13	qs5	-	-	6.0	3.00	2.00	21.0	2.3
7/23	-	ss10	ps12	-	-	-	-	-
8/22	-	-	ps13	-	-	-	-	-
8/29	-	ss11	-	-	-	-	-	-
9/6	qs6	-	-	14.5	8.83	1.64	15.0	8.6
9/19	-	ss12	ps14	-	-	-	-	-
9/26	qs7	-	-	5.5	3.50	1.57	6.0	9.3
10/15	qs8	-	-	5.5	0.50	11.00	18.0	7.2
10/25	-	-	ps15	-	-	-	-	-
10/31	-	ss13	ps16	-	-	-	-	-
11/1	qs9	-	-	33.5	10.50	3.19	6.0	8.1
11/2	-	ss14	-	-	-	-	-	-
11/4	-	-	ps17	-	-	-	-	-

4. 実験結果と考察

4-1. 土壌の変化

(1) 透水速度

現場透水試験結果を図2に示す。上流部、中流部、下流部の各地点での結果を平均したものを見ると、施設の稼動に伴って初期に透水速度が低下しているが、その後は大きな低下がない。季節特性も考えられる。

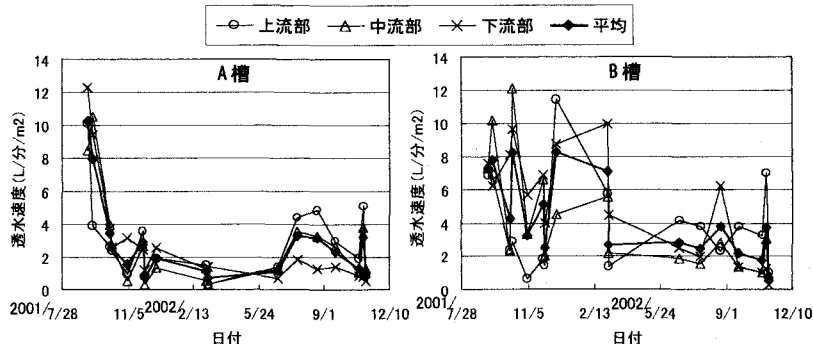


図2 透水試験結果

(2) 土壌含有率

表層の窒素について

図3に示す。A槽、B槽ともに表層部分に窒素が残留し、増加していることがわかる。炭素やリンについても同様の傾向がみられた。透水速度の結果と合わせて考えると、含有率の増加が目詰まりに関係していることが考えられる。

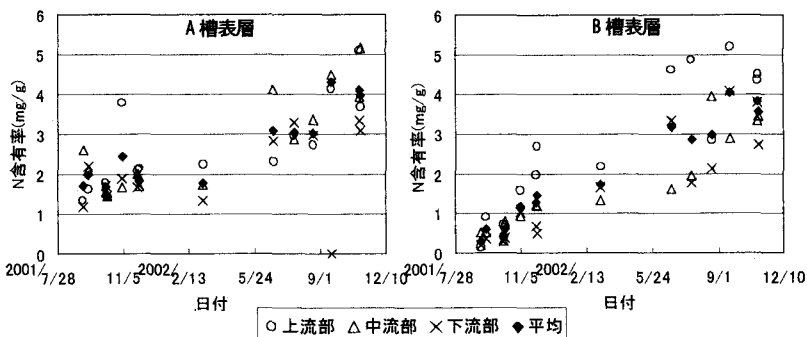


図3 土壌含有物調査結果(窒素)

(3) 粒度分布

粒径加積曲線の上流部表層での結果の例を図4に示す。

また、各槽上流部の粒度分布と稼動期間との相関係数を表4に示す。75 μ m以下の中でも大きな粒子は減少傾向で小さな粒子は増加傾向であることから、小さな粒子の増加が目詰まりに関係していると考えられる。特に、A槽上流部表層では15 $\sim$ 10 μ m、深さ5cmでは5 $\sim$ 3 μ mが高い正の相関を示しており、この粒径の粒子が目詰まりに寄与している可能性が考えられる。また、表4より表層部分では減少している小さな粒子が、深さ5cmでは増加しており、小さな粒子は表層部分から深さ5cmへと移動していることが考えられる。

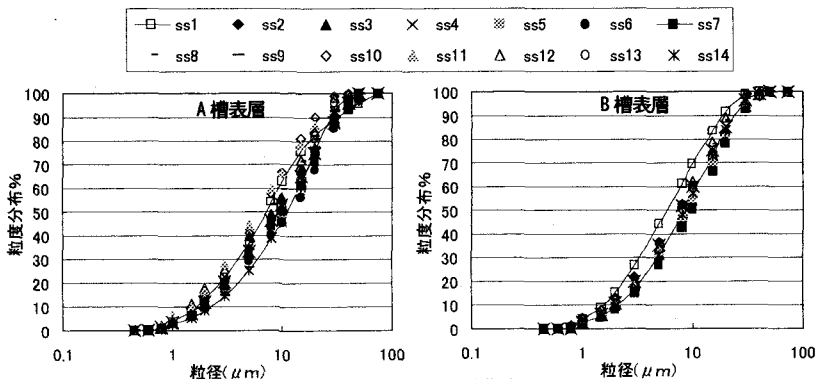


図4 粒径加積曲線

表4 粒度分布と稼動日数との相関係数

μ m	75~60	60~40	40~30	30~20	20~15	15~10	10~8	8~5	5~3	3~2	2~1.5	1.5~1	1~0.8	0.8~0.6	0.6~0.45
A 表層	-0.19	-0.57	-0.49	0.15	0.44	0.71	0.30	0.31	0.02	-0.15	-0.18	-0.19	-0.19	0.15	-0.54
槽 深さ5cm	-0.30	-0.56	-0.69	-0.18	-0.06	-0.17	-0.08	0.61	0.68	0.66	0.60	0.47	0.33	0.44	-0.44
B 表層	0.00	0.24	0.32	0.60	0.66	0.25	-0.38	-0.45	-0.65	-0.64	-0.58	-0.53	-0.31	0.47	-0.55
槽 深さ5cm	0.00	0.09	0.09	0.05	-0.09	-0.48	-0.29	0.13	0.05	0.02	0.16	0.03	0.19	0.14	-0.20

4.2. 土壌変化の影響要因

(1) 調査間土壌保持負荷量と土壌含有率変化の関係

連続する2回の土壌含有物調査の間に、土壌中に保持された道路面排水負荷(流入負荷)と土壌含有率変化の関係を図5に示す。土壌保持負荷量の増加との含有率には関係があることがわかる。

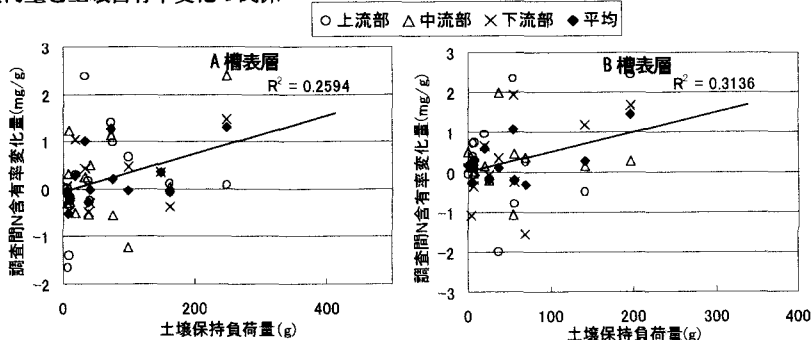


図5 土壌保持負荷量と窒素含有率の変化の関係

(2) 調査間総晴天日数と土壌含有率変化の関係

微生物による分解が期待できるのは炭素と窒素であり、ここではその2つについて検討した。任意の調査間の総晴天日数と炭素、窒素含有率の関係を考察した。結果のうち深さ5cmでの窒素含有率の変化を図6に示す。

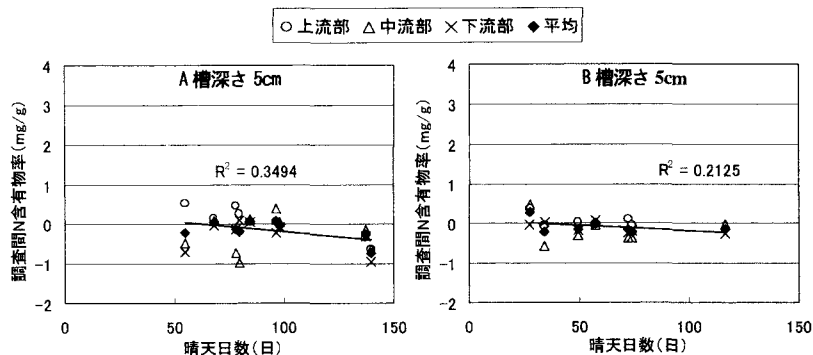


図6 晴天日数と土壌含有率の関係

炭素、窒素ともにB槽表層以外では晴天日数が増えると含有率がわずかに減少する傾向がみられた。このことにより、晴天日数が続くことによって土壌含有物が微生物に分解されていることが考えられる。一方、B槽表層では含有率が増加しており、晴天時の大気降水の影響も考えられる。

(3) 先行無降雨日数と透水速度の関係

A槽、B槽ともに先行無降雨日数が4日程度続くと透水速度は2 L/min/m²前後ではあるが、若干回復する傾向にある(図7)。

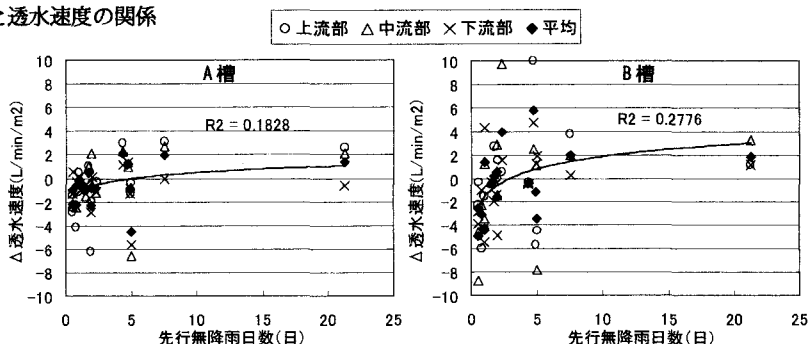


図7 先行無降雨日数と透水速度の増減

5. まとめ

約1年2ヶ月の継続調査より、以下のことがわかった。

- ①透水速度は低下したが一定値を保っている。
- ②汚濁物は表層に蓄積している。
- ③5~20 μ m(A槽)、10~60 μ m(B槽)の粒子が表層に蓄積し、より微細な粒子は5cm深さに移動している。
- ④実測された土壌保持負荷量と土壌含有率の増加とが対応している。
- ⑤晴天日数の増加によって含有率が減少していく。
- ⑥先行無降雨日数が4日程度続くと透水速度は一定値に回復する。

現地点では一定の浄化率を保持しているが、晴天日数や先行無降雨日数などによる回復はあまり期待できないので、いずれ目詰まりの回復対策が必要になるだろう。今後も継続調査を続けたいと考えている。

参考文献 1)滋賀県のページ：web site <http://www.pref.shiga.jp/index.html>