

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 24 日現在

機関番号：13701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2012

課題番号：23760502

研究課題名(和文) 浄化槽整備地区の水路環境に着目した地域水環境形成に対する浄化槽整備の影響評価

研究課題名(英文) Assessment of the impact of Johkasou on local water environment focusing on conditions in a stream channel running through a residential area

研究代表者

山田 俊郎 (YAMADA TOSHIRO)

岐阜大学・工学部・准教授

研究者番号：30335103

研究成果の概要(和文): 地域水環境を形成する浄化槽放流水の水環境への影響を評価するため、放流先水路の水質と底質について調査を実施した。浄化槽処理水を集める側溝排水路における一般水質成分濃度は高かったが、流入する用排水路においては希釈効果により水質や付着微生物種に対する明確な影響はみられなかった。しかし、流入直下の底質中において大腸菌数や大腸菌ファージが上昇しており、水路中にこれらが常に保持されていることが示唆された。

研究成果の概要(英文): Field surveys on water and sediment in open channels and drainage ditches that receive Johkasou effluents to assess the impact of Johkasou on the local water environment. Concentrations of general water quality parameters in the drainages receiving the effluents directly were at high level, but no significant effect was observed on both concentrations in water and species of bacteria in bed sediment or biofilms. Contents of E. coli or a bacteriophage in sediment increased at the point after conjunction of the drainage, suggesting that the channel possibly has a function of retention of them.

交付決定額

(金額単位:円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木環境システム

キーワード：環境保全，浄化槽，地域水環境，水路，水質汚濁

1. 研究開始当初の背景

合併処理浄化槽（浄化槽）は、わが国独自に発展してきた分散型生活排水処理システムであり、下水道等集中処理システムの導入が困難な地域を中心に、国内各地で導入・整備が進められてきた。近年、浄化槽は、従来の生活排水対策としての役割に加え、処理水を現場に還元し河川の自然な状態の流量が確保されることで、地域の健全な水循環の構築に寄与することが期待されている。浄化槽処理水は水路や小河川に直接放流されることが一般的であり、その水路そのものが地域の身近な水環境として存在しているため、浄化槽処理水の放流口における水質の管理だ

けでなく、浄化槽処理水の放流先で形成される水環境が地域住民にとって許容できる健全なものとなるような浄化槽の整備や管理が求められる。

これまで浄化槽の処理性能向上に関する開発・改善や、特定の物質に対する浄化槽の処理能に関する知見は蓄積されきたが、浄化槽処理水が放流先の環境に与える影響や浄化槽の地域水環境の形成に対する役割を検討するため、処理水水質だけでなく、放流先水路での環境を同時に評価する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、浄化槽からの放流水が流れ込

む水路に着目し、水質、水量、生物環境の現場調査を行い、地域水環境としての水路の実態を把握して浄化槽整備地区における水路の役割を明らかにし、また浄化槽の種類等状況が異なる地区の水路環境を調査し、浄化槽整備・管理状況と、水路環境への影響を検討し、最終的に水路環境から見た健全な地域水環境の形成に資する浄化槽整備・管理のあり方を示すことを目的としている。

3. 研究の方法

本研究は、目的に沿って実施された水質等の現地環境調査を基礎としている。

1) 調査地点

本研究の調査対象としたのは、岐阜県内にある住宅地区（A地区）の浄化槽処理区域内排水路（側溝）とその排水路が接続している用排水路である（図1）。区域内に約150人が生活しており、家庭用小型合併浄化槽が37基、単独浄化槽が3基利用されている。この区域の上流側（Site 1、以降文中ではS1等とする）は、水田や畑と宅地が混在している。浄化槽放流前後の環境変化を把握するために、浄化槽処理水が直接流出する排水路（側溝、S4）および放流先排水路の複数地点（S2, S3, S5, S6）で調査を実施した。

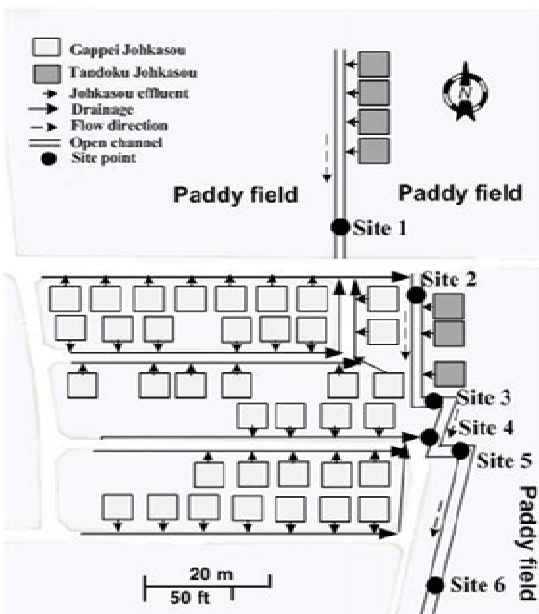


図1 調査対象地区（A地区）

比較のため、A地区に隣接している単独浄化槽放流水と生活雑排水のみが放流されている排水路（S7）も調査対象とした。さらに、A地区から数キロメートル離れた居住区域内で、窒素除去機能を有している合併浄化槽が利用されている地区の水路内（N1, N2）においても、A地区と同様の調査を実施した。

2) 調査対象項目

本研究では以下の項目を測定・分析した。
物理環境項目：流速、流量および水温を現

地調査時に実測した。

水質項目：一般水質項目として、DO, SS, TOC, BOD, COD, TN, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, TP, PO₄-P, 塩化物イオン濃度を測定した。また、残留塩素濃度に加えて、微生物指標として一般細菌、従属栄養細菌数、大腸菌群数、大腸菌数、DNA密度等を測定した。

底質項目：水路の底部に堆積した底泥を採取し、単位面積当たりの底泥堆積量、底泥中の有機物含量、単位体積あたりの大腸菌、大腸菌ファージ量、付着・堆積した微生物量（DNA密度）を測定した。また、PCR-DGGE法により水路に付着・堆積した微生物の群集構造解析を行い、水路の生物環境評価に用いた。

3) 調査内容および実施時期

定期調査：主に晴天時に対象地区において水および底泥の調査を定期的に行った。

日間連続調査：A地区水路のS4, S5, A地区隣接の単独浄化槽処理区内水路のS7, 窒素除去型合併浄化槽処理区内水路のN1において、早朝から深夜にかけて、連続的に水質および水量の調査を実施した。

4. 研究成果

1) 浄化槽放流水と放流先水路の水質状況とその季節的変化について

浄化槽放流水の水質の特徴として、懸濁物質濃度は低いレベルにあるが、BOD, CODの有機汚濁成分濃度や窒素、リンの富栄養化成分濃度は環境基準と比べ高いレベルにあった。図2, 3はこれまでの調査から得られたA地区内各地点でのBODおよびTN濃度である。

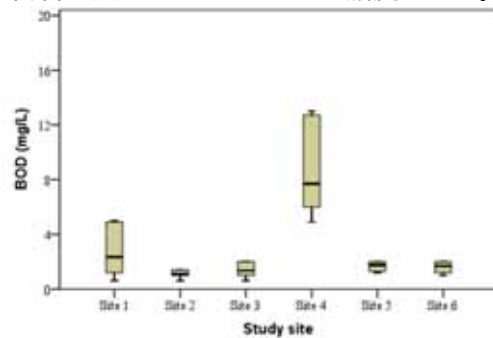


図2 調査区内各地点のBOD濃度

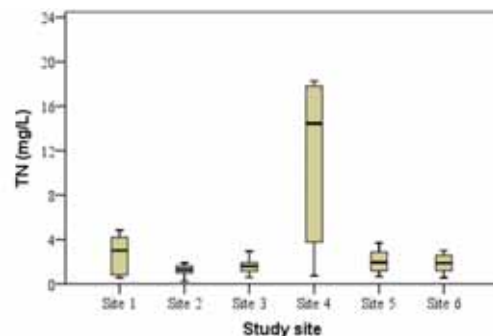


図3 調査区内各地点のTN濃度

浄化槽処理水が直接流出する排水路(S4)の水質はその流出先の用排水路と比べて高い濃度レベルにあることが分かる。この濃度は浄化槽処理水自体と比較して大きな差は見られず、排水路(側溝)内においてこれらの成分の変化は小さい。また、S4の水が流入後も、用排水路において顕著な濃度上昇はみられない。この傾向は、他の水質一般項目において共通しており、春季から秋季にかけて近隣河川から取水されこの用排水路に流入する農業用水等の希釈効果によるものと考えられた。農業活動が停止する冬季においても、S1とS2の間において地下からの湧出水が水路に流入しているため浄化槽からの放流水の寄与が少なく(試算では水量として全体1割未満)、有機物濃度や栄養塩濃度が処理水の流入による影響は見られなかった。

図4に調査期間中における各地点での大腸菌数の結果を示す。浄化槽放流水中の微生物指標(一般細菌および従属栄養細菌)、糞便汚染指標(大腸菌群数および大腸菌)の濃度は、一般河川と比べて2~3オーダー高いレベルにあり、また居住区内用排水路においても、微生物指標の濃度は季節にかかわらず比較的高いレベルで観測された。調査地点や季節にかかわらず微生物指標と糞便汚染指標との間に常に正の相関がみられたこと、また浄化槽以外にこの地域に糞便等の排出源がないことから、浄化槽放流による影響と考えられる。

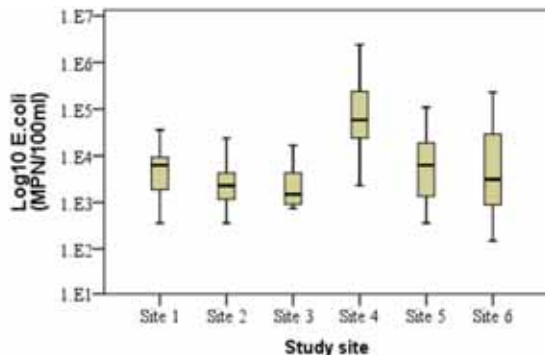


図4 各地点の大腸菌数(100mL中)

2) 水路水質の日間変化

浄化槽から放流される水と放流先水路内の水を晴天時に朝から夜中にかけて連続的に採水した結果、放流水は日常生活による水利用による水質の変化が確認でき、日中に比べて朝および夕方から夜の時間帯に有機物や濁質などが高くなる特徴が見られた(例えば図5)。大腸菌数などの微生物項目は、一般水質項目と比較して顕著な日間濃度の変化はみられなかった。合併浄化槽の型が異なる地区においても、水質レベルは異なるものの、朝夕における家庭での生活活動が活発になると同様に水路中の水質が上昇する特徴

があり、水路水質は日間で変化することが分かった。

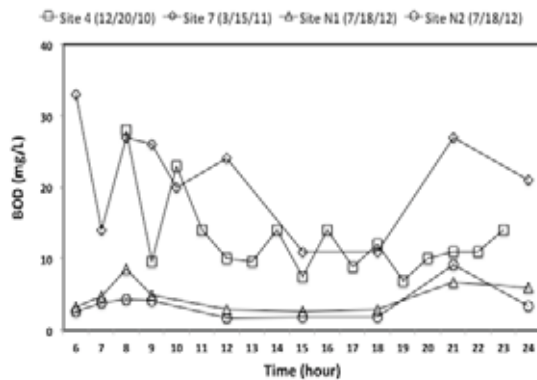


図5 放流先排水路でのBOD日間変化

3) 水路内の底質および付着微生物環境

調査対象水路内の複数地点で底質も同時に採取し、底質中の大腸菌や活性のあるモデルウイルスの密度が浄化槽処理水の合流後に上昇する傾向にあることが分かった(例えば図6)。

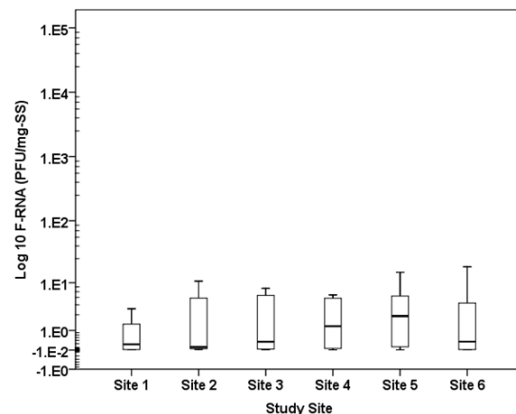


図6 底質中のFRNA フェージ

水路に付着している微生物量において差が見られ、A地区の結果と、農地等からの影響のないN地区との違いから、居住区域以外からの土砂等の流入による底質環境の違いが影響していることが示唆された。

PCR-DGGE法による微生物群集解析の結果を図7に示す。全ての地点において同様の種が検出されており、側溝を流れる排水路においても用排水路と同じ種が存在しており、また処理水の混入によって微生物種の有意な変化はみられず、生物環境として浄化槽処理水放流による顕著な影響はないことが示唆された。

浄化槽処理水中の有機物や栄養塩類等の水質成分は、放流先の側溝等で質的な変化を受けず直接用排水路に流入していると考えられ、排出先での希釈効果の大小により環境影響が現れることが考えられるが、今回の結果からは水路内の微生物種を変化させるよ

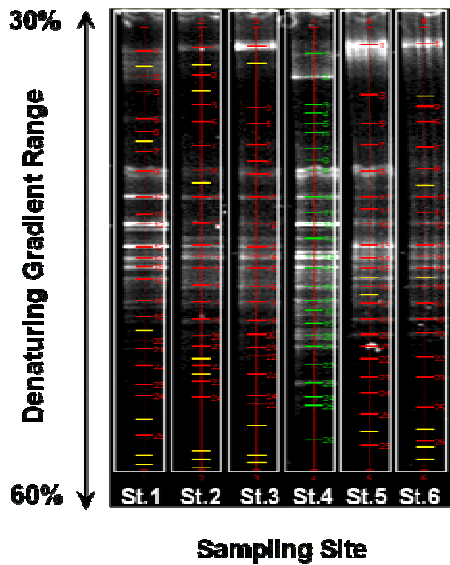


図7 各地点付着微生物のバンドパターン

うな顕著な影響は確認されなかった。しかし大腸菌や大腸菌ファージといった浄化槽に直接由来する人の健康に関連する微生物項目において、底質中濃度が浄化槽処理水混入後に増加傾向にあり、これらの成分は底質とともに水路内において保持されているといえる。底質中に保持されたこれらの成分の、下流への移動と消長の実態とメカニズムについて今後検討する必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

1. Helard, D., Fajri, J.A., Setiyawan, A.S., Li, F., Yamada, T., Horio, A., Huang, M., Kawaguchi, T., Formation and Role of Microbial Community in the Sediment Bed of Open Channel Receiving Johkasou Effluent: Multivariate Statistical Analysis Interpretation, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. G (Environmental Research), 査読有, Vol.68, No.7, 2012, III_1 - III_11, DOI: 10.2208/jscej.68.III_1.

[学会発表](計8件)

1. Helard, D., Relationship between Sediment Bed Microbial Community Density and Water Quality in Open Channel Receiving Johkasou Effluent, The 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conference, 2012年12月7~10日, 東京国際フォーラム
2. Setiyawan, A. S., Viruses in the Stream Channels in Residential Areas that Receive

Effluent of On-site Wastewater Treatment Facilities, The 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conference, 2012年12月7~10日, 東京国際フォーラム

3. Helard, D., Microbial Community in the Channel Bed Receiving Effluent from Small-Scale Onsite Wastewater Treatment Facilities, The 3rd Joint Symposium on Environmental Leadership, 2012年11月30日, 岐阜大学

4. Setiyawan, A. S., Virus Concentrations in Water and Sediment in Residential Area where Used Decentralized Wastewater Treatment Systems. The 3rd Joint Symposium on Environmental Leadership, 2012年11月30日, 岐阜大学

5. Fajri, J. A., Contamination of Johkasou Effluent in the Receiving Channel of Residential Area. The 3rd Joint Symposium on Environmental Leadership, 2012年11月30日, 岐阜大学

6. Helard, D., Formation and Role of Bacterial Community in the Sediment Bed of Open Channel Receiving Johkasou Effluent: Multivariate Statistical Analysis Interpretation, 第49回環境工学フォーラム, 2012年11月28~29日, 京都大学

7. Fajri, J. A., Water Quality of Small Drainage Channels which Receive Johkasou Effluent, International Symposium on Basin Water Pollution Control and Management, 2011年11月26~28日, 北京師範大学(中国)

8. Helard, D., Density of Microbial Community in Open Channels that Receive Effluent of Small-scale Onsite Treatment Facilities for Domestic Wastewater, The 4th IWA-ASPIRE Conference and Exhibition, 2011年10月2~6日, 東京国際フォーラム

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山田 俊郎 (YAMADA TOSHIRO)
岐阜大学・工学部・准教授
研究者番号: 30335103

(2) 研究協力者

Denny Helard
岐阜大学・大学院工学研究科・博士後期課程学生
Ahmad Soleh Setiyawan
岐阜大学・大学院工学研究科・博士後期課程学生
Joni Aldilla Fajri
岐阜大学・大学院工学研究科・博士後期課程学生