

別紙様式第 13 号（論文内容の要旨及び論文審査の結果の要旨）

氏 名（本 籍）	JONI ALDILLA FAJRI（インドネシア）
学 位 の 種 類	博 士（工学）
学 位 授 与 番 号	甲第 467 号
学 位 授 与 日 付	平成 27 年 3 月 25 日
専 攻	生産開発システム工学専攻
学 位 論 文 題 目	Evaluation of water and sediment quality in open channels receiving effluent from small-scale onsite wastewater treatment facilities (小規模汚水処理施設の処理水放流先水路における水質および底質の評価)
学位論文審査委員	(主 査) 教授 李 富生 (副 査) 教授 佐藤 健 准教授 山田 俊郎

論 文 内 容 の 要 旨

下水道等の集約型排水処理施設が利用できない地域での生活排水処理対策として、わが国では分散型の小規模汚水処理施設である浄化槽が広く普及してきた。浄化槽は生活排水処理の役割だけでなく、処理水を現場に還元するという特徴を持ち、地域水環境の形成に貢献していると考えられる。浄化槽の処理性能の向上や処理水質の改善に関する検討は多くなされてきたが、処理された水自体が放流先水環境に及ぼす影響の実態は明らかにされていない。特に浄化槽処理水には病原微生物が含まれる恐れがあるため、微生物を含む水質および底質に対する体系的な評価は地域の水環境保全と利水安全に必要な不可欠である。本研究は、健全な地域水環境創出に寄与する浄化槽整備のあり方の検討に資する知見を得るため、岐阜県内の浄化槽利用居住地区を対象に、浄化槽処理水が放流される用水路の複数の地点の水と底泥を長期間調査し、様々な物理化学的指標と微生物学的指標による個別または統合的な解析から、浄化槽処理水と放流先水路における水質および底質を詳細に評価したものである。本研究の主な成果は以下の通りである。

調査対象用水路における 40 基の浄化槽の処理水流入区間とその上下流で、季節毎に計 17 回晴天時調査を実施し、用水路の水質環境の実態を BOD や TN を含む物理化学的指標から評価検討した。その結果、処理水自体は用水路内の水と比べ物理化学的指標の濃度は常に数倍程度高いこと、周辺での農業活動のため河川水が導水される春季から秋季にかけては、河川水による希釈効果から処理水放流後に顕著な水質の変化はなく、処理水の用水路水質への影響はみられないことが分かった。一方、用水路内の流量が最も少ない冬季は他の季節と比べて BOD や TN は高く、浄化槽による影響があることを明かにした。また、河川水の用水路への導水量は季節で大幅に異なり、用水路の水と処理水の流量比は夏季と冬季で 2 オーダー程度異なることが分かった。浄化槽処理水放流先として利用される用水路は一般河川とは異なり、時期によって水質や流量が大きく変わり、それに応じて浄化槽処理水が用水路水質に与える影響は異なるため、処理水放流先水路の水質管理対策は季節に応じて講じなければならないことが示唆された。

浄化槽処理水中の糞便汚染指標を含む微生物学的指標の濃度は、放流先用水路と比べて 1～2 オーダー程度高いことが分かった。調査地点や季節にかかわらず一般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、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、用水路の水中微生物濃度は浄化槽放流水による影響を大きく受けていることが示唆された。用水路内での多くの微生物学

的指標の濃度は、物理化学的指標と比べ明確な季節的变化は確認されなかったが、浄化槽処理水中の大腸菌の濃度は冬季に他の季節よりも高く、処理水放流後に水路内で有意な濃度上昇が認められた。

次に、用水路内の底泥に含まれる大腸菌や従属栄養細菌、大腸菌群数等の微生物学的指標の流下方向の空間分布を把握し、用水路内で大腸菌や従属栄養細菌が普通都市河川の底泥よりも多く含まれていることが分かった。処理水放流区域での底泥は、上流地点の底泥よりも微生物学的指標含有量が高い傾向にあることが明かになった。特に流量の少ない冬季に、底質中の大腸菌含有量は処理水放流地点から下流で顕著に増加しており、浄化槽処理水中に含まれる大腸菌の一部は底質中に移行していることが示唆された。調査対象用水路周辺の農地土壌や河川底泥の試料からは、用水路内底泥と同様に従属栄養細菌、大腸菌群が検出されたが、大腸菌は浄化槽処理水が放流されている場所に限り検出され、処理水の底泥への微生物学的汚染の評価として大腸菌が有効であると考えられた。底泥の大腸菌含量は底泥の有機物含量に正の相関があり、また粒径の小さい底泥粒子で高かったことから、大腸菌は底泥の微細な有機成分に吸着されやすいことが示唆された。

さらに、調査で得られた用水路内の水および底泥の様々な物理化学的指標と微生物学的指標を用いて主成分分析を行った結果、用水路の水質は浄化槽からの汚染の影響と用水路内の希釈流量の影響を大きく受けることが分かった。主成分得点分布から用水路内水質の季節的な違いが明らかになり、処理水放流先の水路では季節に応じた管理が今後重要になるといえる。また、底泥は微生物含有量と底泥堆積量に大きく影響を受けることが分かった。処理水放流後の地点での底泥は微生物含量として他地点と異なることが分かり、処理水が用水路の底泥質に影響していることが示唆された。

論文審査結果の要旨

本論文は、浄化槽処理水の放流先用水路での現場調査から、処理水と放流先用水路の水質および底質の評価を詳細に行ったもので、地域の水環境保全に資する浄化槽の整備や管理の検討に有用な知見を数多く見出し、学術と応用の両面において水環境工学分野への寄与が大きいと評価されることから、博士（工学）の学位論文に適合しているものと判定した。

最終試験結果の要旨

学位審査委員会は、提出論文の基礎となる発表論文（査読付論文2編）の内容を確認し、2月13日（金）に開催された学位論文公聴会における論文提出者との質疑応答、その後の口頭試問などに基づき慎重に審査した結果、最終試験に合格と判定した。

発表論文（論文名、著者、掲載誌名、巻号、ページ）

1. SEASONAL CHARACTERISTICS OF FECAL INDICATORS IN WATER ENVIRONMENT RECEIVING EFFLUENTS OF DECENTRALIZED WASTEWATER TREATMENT FACILITIES, Ahmad S. SETIYAWAN, Toshiro YAMADA, Joni A. FAJRI, Fusheng LI, 土木学会論文集 G (環境), Vol. 70, No. 7, pp. III_331-III_340, 2014.
2. Evaluation of Water and Sediment Quality in Open Channels that Receive Effluent from Johkasou Facilities, Joni A. FAJRI, Toshiro YAMADA, Ahmad S. SETIYAWAN, Fusheng LI, Journal of Water and Environment Technology (掲載決定済であるが、2015年2月18日現在掲載待ちのためページ数等不明).