HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	High rate algal pond for greywater treatment in arid and semi-arid areas [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	DERABE-MAOBE, HINA
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11576号
Issue Date	2014-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/57227
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Derabe_Maobe_Hina_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士 (工学)　　氏名　Derabe Maobe Hina

審査担当者　主　査　教　授　高橋 正宏
副　査　教　授　船水 尚行
副　査　教　授　岡部 聡
副　査　准教授　佐藤 久

学位論文題名

High rate algal pond for greywater treatment in arid and semi-arid areas
(乾燥地域及び半乾燥地域における高速藻類池の研究)

都市に人口, 産業が集積する都市化は, アフリカ, サブサハラの後発開発途上国においても進行中で, それに伴う様々な問題が顕在化している. 開発途上国における都市化が引き起こす重大な問題として, 生活排水による居住環境の悪化がある. 開発途上国では下水道の整備を行える経済水準にはるかに及ばないため, 人口密集地において, 炊事, 洗濯, シャワー等に由来する雑排水や, トイレからあふれ出した屎尿由来の排水が無造作に排水され, 身近な環境に滞留している場合が多く, 衛生環境の悪化を招いている.

一方, サブサハラなど乾燥地域では, 天水農業が大部分であり, 乾季に水が不足し農業生産が停滞するが, 都市排水は乾季にも安定して維持できる貴重な水資源である. 都市排水を安全・有効に利用することにより, 農業の生産性は大幅に向上するが, 先進国で用いられている高度な排水処理技術を後発開発途上国に適用することは困難である.

本研究は開発途上国で用いられている排水処理法, 酸化池法の改良に関する研究である. 酸化池法は特別な機械装置が不要で, 太陽エネルギーを利用する開発途上国向きの処理法である, これを改良して, 特殊な撹拌パドルを水深数十センチのレーストラック型の水路に設置し, 植物プランクトンを水路全体で増殖させることによって短時間で排水処理を行う「高速藻類池」法が開発された. 本研究は, 熱帯, 亜熱帯地域の開発途上国の都市から発生する雑排水の処理に高速酸化池法を適用し, 安全で清澄な灌漑用水として再利用することを目的としている. 具体的には, 大都市近郊で高付加価値の灌漑農業を成立させるため, 細い送水管を用いた点滴灌漑を想定し, 送水管の閉塞を防止するための懸濁物質の基準 50mg/l 以下を順守する技術, 病原体への安全性を確保するための技術を, 高速酸化池を模した室内実験装置で確認したものである. また, 処理水中の栄養塩類濃度を制御して, 施肥や水域の富栄養化防止に生かす手法や, 藻類を有機肥料として使用する場合の生産量も併せて検討した.

第 1 章は序論であり, サブサハラのような乾燥地域における雑排水の実態, 開発途上国における排水処理技術, 高速酸化池に関する研究のレビューを行った.

第 2 章では, 従来の高速酸化池に藻類沈澱池からの固形物返送ラインを追加した新たなシステムの性能評価を行った. 従来の高速酸化池は固形物滞留時間 (Solid retention time; SRT) は水理学的滞留時間 (Hydraulic retention time; HRT) に等しく,SRT を独立して制御することは困難であったが, 固形物を高速酸化池に返送することにより,SRT を HRT から独立して制御することが可能となっ

た. また, 沈殿しやすい固形物を返送することによって, 沈降性のよい固形物が選択的に系内に蓄積し, 沈降性の悪い固形物は系外に排出されることから, 高速酸化池内の藻類や細菌からなる固形物は容易に沈殿分離できる性質を有するようになり, 処理水の懸濁物質は非常に低濃度となった. これは, 灌漑用水として再利用する場合に必要な要件である. 本章では HRT8 日と固定し,SRT を 10,15,20 日とした場合, 短い SRT ほど処理水中の SS が低濃度であること, ただし,SRT20 日でも点滴灌漑の目標値 50mg/l を満足することを示した. また, 処理水中の T-N,T-P は SRT が短いほど低濃度であることを示した.

第 3 章では, 固形物返送による沈降性固形物の選択メカニズムを確認するために, 回分式反応槽と連続流式反応槽を用い, 藻類, 細菌からなる固形物の沈降性の比較を行った. 確認のために同条件の反応槽をそれぞれ 3 台, 同時に運転し, 比較した. 回分式, 連続式とも SRT20 日で運転し, 回分式の HRT は 10 日とした. その結果, 処理水中の固形物濃度は回分式が明らかに低く, 沈降性固形物の割合も回分式が高かった.

第 4 章では, 処理水中の固形物濃度に加え, 処理水中の栄養塩濃度や余剰固形物の発生量と SRT,HRT の関係を検討し, 灌漑などの処理水再利用目的に適した高速酸化池の設計, 運転の提案を行った. 点滴灌漑に用いる場合, 処理水中の固形物濃度はできるだけ低い方が望ましく, 実験の範囲では SRT10 日,HRT8 日の設計・運転条件が適していた. ただし, 通常の畝溝灌漑では, 栄養塩類濃度が高い方が望ましく SRT20 日,HRT8 日が適当であった.

第 5 章では, 太陽光ランプを用いて高速酸化池内における大腸菌の消毒実験を行った.HRT4 日の条件でも大腸菌は 1000 個/100ml の処理目標を満足することが可能で, 消毒のメカニズムとしては,30 ℃の高水温による自然死滅の寄与が大きかった.

第 6 章はまとめである.

これを要するに, 著者は HRT の短い固形物返送ラインを設けた高速酸化池が熱帯の乾燥・半乾燥地域の雑排水処理に適すること,SRT を制御することにより点滴灌漑に用いることのできる処理水質を得ることが可能なことを明らかにした. 後発開発途上国の都市環境問題の解決と農業の振興が期待できるとともに, 排水再利用工学の発展に寄与するところ大なるものがある.

よって著者は, 北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格あるものと認める.