

氏 名	ラリヤ モハメド シデク Lariyah Mohd. Sidek
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3847 号
学位授与の日付	平 成 17 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Bio-Ecological Drainage Systems (BIOECODS) for Effective Stormwater Control in the Tropics (熱帯における効果的な雨水制御のための生物生態学的排水システムに関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 寶 馨 教 授 萩 原 良 巳 教 授 中 北 英 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、熱帯域における雨水排除システムに生物生態学的処理の過程を導入し、洪水ピーク流量、水質汚濁の低減効果への影響を検討するとともに、システムの実用的な価値を評価したものである。

第1章は序論であり、都市雨水管理のマレーシア国内外の現状を概観するとともに、本研究の意義と目的を述べている。

第2章では、広範な文献調査を行い、多種多様な雨水排除システムとその機能を比較検討している。従来のマレーシアの雨水排除の実際が、先進国の経験的な方法を流用しているにすぎず、当該地域特有の気象学的・水文学的条件を十分に反映したものでないことを示すとともに、新しい雨水排除の考え方を導入する必要性を明らかにした。

第3章では、雨水排除に関して、マレーシア住民にアンケート調査を行い、雨水排除問題に関する認識は背景の違う住民の間でさほど差異はないことを確認するとともに、新しい雨水管理マニュアルに対する住民の意識や選好、現実に使われている雨水排除の方法などを整理し、このような新しい方法をより広く普及させるための障害を明らかにした。

第4章では、マレーシア理工大学トロノキャンパス内の3か所に実験的システムを設計・構築し、長期間の実験データを収集・解析した。現地による汚染源制御施設の挙動を理解し、流出発生源制御・分布型貯留システムを検証するために、小スケールの地中浸透・貯留タンクシステム実験を実施し、モジュール浸透、浮き石浸透、モジュール貯水槽という三つの異なるシステムを用いた場合のハイドログラフおよび流出量低減性能を比較した。これらのシステムにより、流出時間を遅らせる効果があること、沈殿や生物濾過作用の機会増加による汚染除去の増大、浸透機会の増加による流速と流出量の低減などが図れることを明らかにした。また、雨水流出とシステムの挙動をシミュレートするためにXP-SWMMモデルを用い、3か所における現象の再現を試み、このモデルにより、浸透工法と貯留タンクシステムの特性を効果的にシミュレートできること、洪水流量を低減させ発生源での雨水の処理ができることを示した。

第5章では、マレーシアの都市雨水排除における新しい方法として、雨水発生源現地での貯留方式による汚染源での水質制御を重視して、浸透・貯留・輸送・処理という一連の過程を持つ雨水制御システム BIOECODS の概念を提示している。これは、排水系(生態学的排水路、オンライン地中滞留、遊水池)と生態学的貯留池系(滞留池、人工湿地帯、浅水路、レクリエーション池)などを組み合わせたものであり、前章で得た実験的システムにおける知見を参考にして、各サブシステムの設計基準を明らかにしている。マレーシア理工大の新しく移転した工学部キャンパスにこのシステムを設置し、その概要を述べている。

第6章では、BIOECODSの全体システムの挙動を解析するために、XP-SWMMを用いている。これにより、貯留、流れの遅滞、浸透工法の個々の部分システム要素の役割を定量的に評価することができることを明らかにした。水質制御の観点から、BIOECODSは、年間の雨水の90%以上を処理できること、また、開発後の流量を開発前の流量の水質レベルまで減少できることを示した。量的な解析精度は、流出総量、ピーク流量のいずれにおいても観測値と計算値の誤差が1.3%から30%の範囲であり、実用的な精度を与えることを示している。

第7章は、実スケールの BIOECODS の有効性を三つの観点から評価している。すなわち、数値シミュレーションモデ

ルによる水理学的性能評価、抽出サンプリングと自動サンプリングによる水質処理性能評価、ライフサイクルコストの手法を応用した簡便な経済性評価であって、これにより、今後の熱帯地域への新しい生物生態学的雨水排除システムの導入に関する有用な知見を得た。

第8章は、今後のシステム構築への提言を15項目挙げるとともに、今後のマレーシアにおける雨水制御のあり方を述べ、結論をとりまとめている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、熱帯域における雨水排除システムに生物生態学的処理の過程を導入し、洪水ピーク流量、水質汚濁の低減効果への影響を検討するとともに、システムの実用的な価値を評価したものであって、以下のような成果を得ている。

(1) 熱帯の都市雨水排除における新しい方法として、雨水発生源現地での貯留方式による汚染源での水質制御を重視して、排水系と生態学的貯留池系を組み合わせ、浸透・貯留・輸送・処理という一連の過程を持つ雨水制御システム BIOECODS を考案した。

(2) マレーシアの大学キャンパス内に実験的システムを設計・構築し、長期間の実験データを収集・解析して、流出時間を遅らせる効果があること、沈殿や生物濾過作用の機会増加による汚染除去の増大、浸透機会の増加による流速と流出量の低減などが図れることを明らかにした。

(3) 現地による汚染源制御施設の挙動を理解し、流出発生源制御・分布型貯留システムを検証するために、小スケールの地中浸透・貯留タンクシステム実験を実施し、モジュール浸透、浮き石浸透、モジュール貯水槽という三つの異なるシステムを用いた場合の性能を比較して、その結果を、BIOECODS の実スケールの開発に利用した。

(4) 実スケールの BIOECODS の有効性を、数値シミュレーションモデルによる水理学的性能評価、抽出サンプリングと自動サンプリングによる水質処理性能評価、ライフサイクルコストの手法を応用した簡便な経済性という三つの観点から評価し、今後の熱帯地域への新しい生物生態学的雨水排除システムの導入に関する有用な知見を得た。

以上のように、本論文は、熱帯地域の雨水排除にあたって環境にも配慮した新しい生物生態学的システムを構築し、現場観測と解析によってその有効性についての知見を取りまとめたものであって、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成17年2月16日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。