



|              |                                                                                                                                                       |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | Assessment of constructed wetlands for removing hazardous contaminants from landfill leachate by lab-scale experiments                                |
| Author(s)    | 阿, 丹                                                                                                                                                  |
| Citation     | 大阪大学, 2017, 博士論文                                                                                                                                      |
| Version Type |                                                                                                                                                       |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/61729">https://hdl.handle.net/11094/61729</a>                                                                   |
| rights       |                                                                                                                                                       |
| Note         | やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## Abstract of Thesis

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Name ( Dan A )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                  |
| Title                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Assessment of constructed wetlands for removing hazardous contaminants from landfill leachate by lab-scale experiments<br>(人工湿地による埋立地浸出水からの有害物質除去のラボスケール実験による評価) |
| <p><b>Abstract of Thesis</b></p> <p>Open landfills is the most popular method for solid waste treatment in developing countries, however, those landfills are mostly non-engineered facilities, resulting in emission of polluted leachate to environments. The Landfill leachate is capable of producing sever environmental impacts, including eutrophication or toxic effects on aquatic organisms resulting from ammonia, heavy metals, or organic compounds. Many treatment methods have been used for treating landfill leachate but either they have high operational costs or they produce dangerous by-products. Hence, constructed wetlands (CWs) are proposed as a low-cost alternative providing sustainable treatment of landfill leachate. In addition to warm climates favor plant growth, microbial activity and leachate evapotranspiration in the treatment wetland systems, CWs are expected to be widely applied in tropical/subtropical regions among developing countries.</p> <p>The thesis consists of five chapters and two appendices. Chapter 1 represented the brief background, objective, and scope of this thesis. The main objective of the thesis is to assess the removal of hazardous contaminants from landfill leachate by lab-scale CWs.</p> <p>Chapter 2 reviewed the related studies including landfill leachate composition in Southeast Asia and landfill leachate treatment in CWs for development of lab-scale experimental systems on decontaminating landfill leachate using CWs. According to the review, various factors that may influence treatment processes were discussed in this study, such as synthetic leachate design, treatment wetland configuration, and climate conditions.</p> <p>Chapter 3 investigated the removal efficiencies of heavy metals from synthetic landfill leachate by lab-scale CWs with three vegetation types (unplanted, planted with common reed, or with common rush) and four different influent runs (old leachate, young leachate, high-strength young leachate, and young leachate at short retention times). Those variables were compared to elucidate the proper designs and operations of CWs for efficient heavy metal removal. Furthermore, the metal distribution in different soil layers (upper, middle, and lower) and different plant tissues (leaf, stem, and root) of CWs was also measured to explore the possible removal processes of heavy metals in CWs.</p> <p>Chapter 4 was conducted to elucidate the removal efficiencies of phenolic compounds (phenol, bisphenol A, and 4-<i>tert</i>-butylphenol) in lab-scale CWs using leachate treatment experiments and to investigate the removal mechanisms using rhizosphere microbial experiments. In the leachate treatment experiments, lab-scale CWs were used to remove these phenolic compounds from synthetic landfill leachate with various factors, i.e. the plant presence, the leachate composition, and retention time/seasonal change in the CWs. In the rhizosphere microbial experiments, populations and carbon source utilization potentials of microbes, and adsorption and biodegradation processes were studied to clarify the phenolic compound removal mechanisms.</p> <p>Chapter 5 pointed out the summary, overall conclusions, and future perspectives of this thesis. CWs are demonstrated as effective for treating landfill leachate at high concentrations of heavy metals and phenolic compounds. The removal efficiencies, the influence factors, the key design parameters of CW and the possible removal pathways all can be used in the application of CWs to deal with landfill leachate treatment in the future.</p> <p>Furthermore, in Appendix A, a wide range of literature review of landfill leachate in Southeast Asia was carried out, and finally 66 landfill leachates of 34 landfills of 49 literatures were collected for database construction. The main proposes of this study are to build a wastewater database of landfill leachate in Southeast</p> |                                                                                                                                                                  |

Asia, to evaluate various factors on impacting leachate composition, and to investigate the treatment technology of landfill leachate in this region.

In Appendix B, twelve pilot-scale constructed wetlands with different configurations were set up in the field to evaluate the removal and factors that influence removal of sulfonamides (sulfadiazine, sulfapyridine, sulfacetamide, sulfamethazine and sulfamethoxazole) and trimethoprim from domestic sewage. The treatments included four flow types (downward vertical flow, upward vertical flow, surface flow, and horizontal flow), three substrates (vesuvianite, gravel, and zeolite), three plants (*Thalia dealbata*, *Arundo donax* var. *versicolor*, and unplanted) and three hydraulic loading rates (0.125, 0.25, 0.5 m/d) across two seasons (summer and winter).

論文審査の結果の要旨及び担当者

| 氏 名 (Dan A) |     |     |       |
|-------------|-----|-----|-------|
| 論文審査担当者     | (職) | 氏 名 |       |
|             | 主 査 | 准教授 | 町村 尚  |
|             | 副 査 | 教授  | 池 道彦  |
|             | 副 査 | 教授  | 東海 明宏 |
|             | 副 査 | 准教授 | 惣田 訓  |

論文審査の結果の要旨

発展途上国における廃棄物埋立処分場の多くは、オープンダンピング（野積み）に近い状態にあり、そこで発生する浸出水には腐敗性有機物、アンモニア態窒素、重金属類、微量有害有機物が含まれており、不十分な処理によって周辺地域の環境汚染が問題となっている。発展途上国に適した低コストの浸出水処理方法として、人工湿地が提案されている。特に熱帯・亜熱帯に位置する東南アジアの発展途上国では、植物の生長と微生物活動に適した温暖な気候により、人工湿地は広く適用可能であると期待される。一方、埋立地浸出水の水質と水量は変動幅が大きく、浸出水処理を目的とする人工湿地の設計のためには、幅広い知見と技術の一般化が求められている。

このような背景を踏まえ、本論文は様々なシステムデザインと運転条件の設定が可能なラボスケールの人工湿地実験装置を設計し、重金属類とフェノール類の除去実験を通じて、人工湿地による浸出水処理の可能性を評価したものである。本論文は、5章で構成されている。

第1章では、人工湿地による浸出水処理に関する研究背景と目的を示している。

第2章では、人工湿地による浸出水処理に関する知見を一般化するためのラボスケールシステムを開発するため、東南アジアにおける埋立地浸出水の成分と処理システムに関する研究をレビューしている。その結果、埋立地の新旧（供用開始からの経過時間）や気候条件（特に降水量）による浸出水成分の変化が、人工湿地の重要な設計因子であることを示している。ラボスケール実験のための合成浸出水の組成、人工湿地のデザイン、および運転条件の設定がなされている。

第3章では、イグサとヨシを植栽したラボスケール人工湿地を使用し、様々な浸出水組成と水理学的滞留時間における重金属類の除去実験を実施している。再溶解しやすいMnの除去率は低いものの、流入濃度と滞留時間を適切に設定すれば、6種の重金属（Cd, Ni, Zn, Cr, Fe, Pb）に対して高い除去率が人工湿地で得られている。また5種の重金属（Cd, Ni, Zn, Cr, Pb）は人工湿地の土壌表層に集積し、植物根圏の高いフィルター効果が示されている。植物器官中の重金属類の蓄積量も分析され、イグサはヨシよりも高い濃縮係数を示す結果が得られている。

第4章では、ヨシを植栽したラボスケール人工湿地内を使用し、有害なフェノール化合物であるフェノール、ビスフェノールA（BPA）、4-*tert*-ブチルフェノール（4-*t*-BP）の除去実験を実施している。フェノールの除去率は高く維持されたが、ヨシが植栽されていない人工湿地では、BPAと4-*t*-BPの除去率が低下するため、フェノール類は土壌への吸着された後、ヨシ根圏に特有の微生物によって分解されるメカニズムを明らかにしている。

第5章では、本研究を総括し、人工湿地による浸出水中の有害物質除去の高い可能性を結論づけており、その普及に向けた将来の課題を示している。

以上のように、本論文はラボスケール実験によって、人工湿地による重金属類とフェノール類の除去メカニズムと除去率に影響を及ぼす因子を明らかにしており、環境工学分野、特に人工湿地による浸出水処理技術の発展に貢献する成果を提示している。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。