



# HOKKAIDO UNIVERSITY

|                     |                                                                                                                                                      |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title               | The fate of intestinal parasites and pathogenic bacteria in the composting toilet [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review] |
| Author(s)           | SOSSOU, Seyram Kossi                                                                                                                                 |
| Degree Grantor      | 北海道大学                                                                                                                                                |
| Degree Name         | 博士(工学)                                                                                                                                               |
| Dissertation Number | 乙第6993号                                                                                                                                              |
| Issue Date          | 2016-03-24                                                                                                                                           |
| Doc URL             | <a href="https://hdl.handle.net/2115/61897">https://hdl.handle.net/2115/61897</a>                                                                    |
| Rights(URL)         | <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/">https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/</a>                            |
| Type                | doctoral thesis                                                                                                                                      |
| File Information    | Seyram_Kossi_SOSSOU_review.pdf, 審査の要旨                                                                                                                |



## 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    Seyram Kossi SOSSOU

審査担当者 主 査 教 授    船水 尚行

                                副 査 教 授    高橋 正宏

                                副 査 教 授    山内 太郎 (保健科学研究院)

## 学位論文題名

The fate of intestinal parasites and pathogenic bacteria in the composting toilet  
(寄生虫卵と病原性バクテリアのコンポスト型トイレにおける挙動に関する研究)

将来の人口増加に対する食料生産において、し尿や排水から肥料要素である窒素・リン・カリウムの回収の必要性が認識されている。このような課題に対して、排水を発生源において分離し、かつ処理・資源回収する排水分離分散型排水処理法が一つの解決策を与える。本研究は、排水分離分散型排水処理法のうち、分離した糞便を対象としている。

糞便の肥料化の一つの方法としてコンポスト化があげられる。しかし、糞便のコンポスト化にあたっては、病原微生物の不活化による健康リスク管理が必要となる。本研究では、開発途上国において健康リスク管理上重要となる寄生虫や原虫のコンポスト過程における不活化、コンポスト反応に用いるマトリックスと不活化の関係、健康リスク管理のために用いるコンポスト後処理法の比較検討を行い、糞便の農業利用時の総合的なリスク管理方策について提案している。本論文は以下の5章より成る。

1章では、本研究の背景を整理している。すなわち、糞便のコンポスト化反応過程やコンポスト後処理における病原微生物の不活化に関する既往の研究を整理し、寄生虫卵や原虫シスト(嚢子)の不活化に関する現状の検討不足等、解決すべき課題を抽出し、本研究の目的を導出している。

2章では病原微生物のうち、これまで検討例が極めて限られている寄生虫卵と原虫シストに注目し、コンポスト化実験により不活化過程を詳細に検討している。本研究で得られたデータは国際的に貴重な結果を与えていると言える。得られた結果は次の5点である:(1) ブルキナファソのヒト糞便中には回虫卵 (*Ascaris lumbricoides*) よりも原虫シスト (*Entamoeba histolytica*) の方が多く検出される;(2) コンポスト過程において温度と pH が上昇し、病原微生物の不活化が期待される;(3) 検討例の多いバクテリアでは 30 日後に検出限界以下まで不活化されるのに対し (今回はサルモネラが比較対象)、回虫卵 (*Ascaris lumbricoides*) では 35 日後で検出限界以下、原虫シスト (*Entamoeba histolytica*) では 60 日後においても残存する;(5) 糞便のコンポスト化における病原微生物の不活化の検討では、バクテリアに加え、寄生虫卵や原虫シストも指標とする必要がある。

3章では、コンポスト化過程におけるバクテリアの不活化機構の検討結果を議論している。実験では、大腸菌を用い、3種類の培地 (Tryptic Soy Agar, Desoxycholate Agar and Compact Dry EC) を用いて、損傷程度を、核酸損傷、細胞膜損傷、酵素活性損傷の3つに分けて測定することにより、不活化機構に関する貴重な知見を得ている。また、コンポスト化反応を行うためのマトリックスを3種類 (おが屑、もみ殻、もみ殻くん炭) 用いた比較実験も行い、損傷に与えるマトリックスの影響も検討している。これらの実験結果より次の3つの知見を得ている:(1) マトリックス材質はバクテリアの

不活化速度に大きな影響を与えない;(2) コンポスト化の進行により、バクテリアの損傷は細胞膜→酵素活性へと変化し、pH 上昇により、核酸への損傷へと進む;(3) おが屑やもみ殻をマトリックスとした場合には、細胞膜への損傷、もみ殻くん炭の場合には細胞膜と酵素活性への影響が顕著になる。

4 章では、健康リスク管理のための後処理、すなわち、コンポストトイレから搬出したコンポストの後処理について、貯蔵、尿素添加、太陽熱を用いた熱処理、の 3 つの方法を実験的に検討している。貯蔵実験では、パイロットサイトのコンポストトイレから採取したコンポストの貯蔵過程における病原微生物の不活化を測定した。尿素添加法の検討では、所定の尿素濃度になるようにコンポストに尿素を添加し、病原微生物の不活化を測定した。太陽熱を用いた熱処理ではブルキナファソで入手可能な太陽熱利用のための容器 (ソーラーボックス) にコンポストを充填し、温度変化と病原微生物の不活化を測定した。これらの実験により、次の知見を得ている:(1) 貯蔵実験により、サヘル気候 (高温、乾燥条件) においても病原微生物の不活化は極めて遅い速度で進行する; (2) 尿素添加実験では、アンモニア生成に伴う pH の上昇により、単純な貯蔵の場合と比較して不活化が加速する。しかし、健康リスク低減のためには十分な不活化速度が得られない;(3) 太陽熱法では、コンポストの温度上昇に伴い、病原微生物の不活化が高速で進む。

5 章は結論に相当する章であり、各章で得られた結果の整理と提言をまとめている。

これを要するに、著者は排水分離分散型排水処理における糞便のコンポスト化で重要となる病原微生物の不活化反応について、これまで検討例の極めて少ない寄生虫卵や原虫シストの不活化に関する貴重なデータを提供している。また、糞便の農業利用時の健康リスク管理のための指標微生物やコンポスト後処理法を含めた総合的な管理方策を提案している。これらの業績はし尿処理工学に対して貢献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。