



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Effect of adding biochar to suppress ammonia emission during livestock manure composting process [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	申, 允植; SHIN, Yunsik
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第16266号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/94991
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	SHIN_Yunsik_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（農学） 氏 名 SHIN Yunsik

審査担当者	主査	教 授	岩 渕	和 則
	副査	教 授	小 関	成 樹
	副査	准教授	清 水	直 人
	副査	助 教	伊 藤	貴 則

学位論文題名

Effect of adding biochar to suppress ammonia emission during
livestock manure composting process

(家畜ふん堆肥化過程におけるアンモニア揮散抑制を目的とした
バイオ炭添加の効果)

本論文は英文 78 頁、図 24、表 7、全 5 章からなり、参考論文 1 編が付されている。

堆肥化は家畜ふん尿など多様な廃棄物系バイオマスを適切に管理する重要なプロセスであり、作物生産に資する養分循環システムを支える技術である。しかし窒素を含んだ廃棄物系バイオマスの堆肥化においては、窒素成分の無機化にともない多くのアンモニアを排出し、悪臭、大気汚染、酸性降水物等の原因となり、また堆肥原料からの窒素損失によって肥料価値を低下させるなどの要因となる。この問題に対処するために、多くの技術が開発されているが、特に 1000ppm 以上の高濃度のアンモニアについては、対応技術の環境負荷やアンモニア除去効果に課題があることが指摘されている。

バイオ炭は、バイオマスの熱分解によって生成され、広い表面積や高い吸着能力を有し、アンモニア揮散を抑制する資材として注目されている。しかし、バイオ炭のアンモニア吸着、無機化に及ぼす効果や機作については十分に解明されていない。

本論文は、堆肥から発生するアンモニアを効果的に吸着するバイオ炭の製造条件、そしてアンモニア揮散を効果的に抑制する方法とともにそのメカニズムについて検討している。

1. 堆肥原料へのバイオ炭混合によるアンモニア揮散の抑制効果

最初に、堆肥化原料にバイオ炭を混合することによるアンモニアの揮散抑制効果を検討している。一般的にバイオ炭の添加は、バイオ炭に存在する多数のミクロポアの存在とそれと比例した表面積の増加等の特長により、アンモニア吸着を促進させて揮散を抑制するとされている。しかしながら、バイオ炭のアンモニア揮散抑制効果は、製造条件に大きく依存することが考えられる。すなわち、バイオ炭原料や炭化温度の違いにより、例えば表面積が大きく変化することが予想されるからである。

乳牛ふんおよびカラマツを原料として、300℃および 800℃で製造したバイオ炭を使用し、その堆肥化過程におけるアンモニア削減効果を検討している。その結果、300℃で製造されたバイオ炭の方が、800℃のものに比べてアンモニア揮散抑制効果があることが確認され

た。ただし効果を発揮した原因は、乳牛ふんバイオ炭とカラマツバイオ炭で異なっており、乳牛ふんバイオ炭については酸素含有官能基量の高さと CEC の大きさが、一方カラマツバイオ炭については pH の低さがアンモニア吸着を促進したと考察している。

ただし、バイオ炭混合方式では、全アンモニア排出量の約半分を除去することが可能であったが、100%の除去率にはならず、完全にアンモニア揮散を抑制するには至らなかった。

2. バイオ炭混合バイオフィルターによるアンモニア除去

上記の堆肥化原料へのバイオ炭混合ではアンモニア除去率向上に限界があると考え、堆肥からの排気ガス全量について製品堆肥（堆肥化を終えた製品）充填層を透過させてアンモニア除去を行う、いわゆるバイオフィルターとして活用する方法の検討を行っている。製品堆肥をバイオフィルターとして活用する方法は既存技術であるが、ここでは上記1の成果を踏まえて、製品堆肥に 300℃の低温製造したバイオ炭を混合したバイオフィルターを提案している。

300℃で製造した乳牛ふんバイオ炭と製品堆肥の混合材に対して、実験室内で作成したアンモニア濃度 1000 ppm および 2000 ppm の排気ガスを透過させてバイオフィルターのアンモニア除去効果について検討している。バイオ炭を混合するとアンモニア除去能が向上することを示しており、特にバイオ炭を 25%混合したバイオフィルターが 100%除去の期間を最も長く維持した。しかし、2000 ppm という極めて高い濃度のアンモニアの環境下では、一週間程度で破過してしまい、硝化菌の活性が抑制されるとしている。これらの結果から、アンモニア濃度 2000 ppm の排気ガスについては、バイオ炭混合バイオフィルターの効果は発揮し難いが、それ以下の例えば約 1000 ppm 程度のアンモニア濃度であれば、約 1 ヶ月間は充填剤の交換なしでバイオフィルターとして利用できることを示している。

3. 堆肥原料へのバイオ炭混合方式とバイオ炭混合バイオフィルター方式との統合によるアンモニア完全除去

堆肥原料へのバイオ炭混合方式とバイオ炭混合バイオフィルター方式の同時利用によるアンモニア除去への相乗効果が検討された。両者を組み合わせることで、堆肥化中のアンモニア揮散を効果的に抑制し、ほぼ 100%のアンモニア除去を実現できる可能性を示している。

以上、本論文ではバイオ炭の活用による堆肥化におけるアンモニアの大気への排出削減効果について明らかにしており、さらに、堆肥原料へのバイオ炭混合方式とバイオ炭混合バイオフィルター方式の活用により、ほぼ 100%のアンモニア除去を実現できる可能性を示している。この成果は、環境保全型農業に資するとともに、循環型農業に対しても大きく貢献するものである。

よって審査員一同は、SHIN Yunsik が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。