

(続紙 1)

京都大学	博士 (地球環境学)	氏名	K C Sharda
論文題目	ROLE OF ECOLOGICAL SANITATION FOR IMPROVING LIVELIHOOD IN RURAL AREAS OF NEPAL (ネパール農村地域の暮らし改善に対するエコロジカルサニテーションの役割)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、ネパール農村地域において住民の暮らし改善に対するエコロジカルサニテーション (以下、エコサン) の役割を、農家圃場における作物栽培実験、エコサンに対する住民の意識調査、エコサン利用による衛生リスク評価から明らかにしようとした結果をまとめたもので、5章からなっている。</p> <p>第1章は序論であり、既往論文を参照しながら、ネパール国の食料生産ならびに衛生環境における現状と課題を示し、その改善策としてのエコサン (衛生的に処理されたし尿の肥料利用) の可能性とそれに利用できるトイレの種類について解説している。そのうえで、エコサンがネパール農村地域の住民の暮らしを改善する可能性を明らかにすることを最終的な目的として、エコサンの農学的意義、エコサン利用を決定する住民の認識、エコサン利用がもたらす衛生リスクを明らかにするという具体的な目的を掲げ、全体構成を示している。</p> <p>第2章では、本論文の調査対象地域としたネパール国マクワンプル県とバクタプル県の自然環境、人口、主な産業について紹介している。</p> <p>第3章では、マクワンプル県内3村の農家圃場において実施した作物栽培実験の結果を取りまとめている。2年にわたる本実験では、無施肥区、化学肥料区、尿施用区、尿・エコサン堆肥施用区、エコサン堆肥施用区の5処理を設け、カリフラワーの生育と土壌に対する影響を評価した。なお、エコサン堆肥とは、エコサントイレの一種であるし尿分離型ドライトイレにおいて、排泄するたびに灰を添加し、便槽内で分解を進めた大便のことである。実験の結果、エコサンにより生産される尿やエコサン堆肥が、化学肥料に匹敵する作物増収効果を有していることを確認した。一方で、土壌pHが中性付近である場合には尿中のアンモニアの揮散、尿施用では土壌下方への溶脱が発生したために、施用した養分の回収率が低くなっている可能性を指摘し、改善の余地があることを示唆している。さらに、各世帯で産出されるエコサン堆肥の量は、限られた農地へ施用できる程度の少量であったが、不安定な流通により化学肥料を適切な時機に得られないリスクを回避できる可能性を示した。</p> <p>第4章では、2007年にエコサントイレが導入されたバクタプル県の農村において、エコサン利用者と非利用者に対して行った聞き取り調査とエコサン利用による衛生リスク評価の結果を取りまとめている。聞き取り調査の結果から、エコサン利用者は、エコサン堆肥の効果に満足しており、尿単独ではなく、家畜糞尿と混合して利用していた。非利用者も、し尿利用に対する生理的嫌悪感を有していなかったのは、ネパールにおけるし尿利用の長い歴史を反映するものであった。非利用者がエコサントイレを利用しない主な理由として、ガス・水道などの整備に伴い、エコサントイレの処理</p>			

に必要な灰が入手困難になってきたことや暮らしの近代化とともに水洗トイレを好む若年層が増えてきたことが明らかとなった。また、当地域特有の事情として、2015年に発生した地震により倒壊したトイレを含む家屋の再建の折に、エコサントイレから水洗式トイレへ変更した世帯もいた。このように、暮らしの近代化・都市化とともにエコサントイレ利用をとりまく環境に変化が生じたことを明らかにした。

衛生リスク評価の指標としてエコサン堆肥を取り扱う前後での大腸菌 (*Escherichia coli*) 数を測定した結果、エコサン堆肥の施用前後で、手に付着している大腸菌数に違いがないこと、手洗いをしたにもかかわらず、大腸菌が手から検出された被験者がいたことが明らかとなった。エコサン堆肥が必ずしも汚染源とはなっておらず、暮らしに潜む他の汚染源の相対的重要性を明らかにした。

第5章は結論であり、各章で示された主要な成果をまとめ、エコサンがネパール農村の暮らし改善に資すると結論づけるとともに、さらなる研究発展の可能性について述べている。

(論文審査の結果の要旨)

内陸国に位置するネパール国は、その多くの資源を輸入に依存しており、食料生産に不可欠な肥料も例外ではない。そのため、肥料の不安定な流通が食料安全保障上、大きな課題となっている。一方、衛生改善のため野外排泄禁止の動きを進めているものの、し尿の衛生的処理は必ずしも進んでいない。

本論文は、ネパール国の農村におけるこれら課題を解決し、暮らし改善に資する技術として、エコロジカルサニテーション（以下、エコサン）トイレを取り上げ、エコサントイレにより製造された尿と堆肥が作物生産と土壌に与える影響、エコサン利用に対する住民の意識、エコサン利用による衛生リスクといった観点から評価するというこれまでにほとんど報告されていない成果をとりまとめたものであり、本論文の意義は、以下のとおりである。

1. 学術的な意義

エコサントイレの一種であるし尿分離型トイレにより製造された尿が、作物を増収させることはすでに報告があるものの、大便から製造される堆肥の効果、これら資材の施用が土壌に与える影響や養分の回収率についての知見がほとんど報告されていないなかで、農家圃場において栽培試験を実施し、これらに関する知見を得たことの学術上の意義は大きい。さらに、エコサン堆肥の取り扱いによる衛生リスクについて定量的に評価できたことも学術的に高く評価できる。

2. 地球環境学における意義

地域で得られる資源の有効利用は、地球環境の保全に貢献できるだけでなく、途上国において住民の暮らしを改善できる可能性がある。本研究において取り上げたエコサンも環境保全と住民の暮らし改善を両立させうる技術である。当該技術の有効性検証のため、いわゆる農学的な栽培試験のみならず、当該技術に対する住民の認識や衛生リスクといった面からの評価を試みた本研究は、文理融合を標榜する地球環境学の本流であり、地球環境学の学問としての存在意義を高めたといえる。

3. 社会的な意義やインパクト

エコサンによるし尿利用の可能性を実証した本研究は、ネパール国のみならずし尿の衛生的処理が整っていない途上国の農村において、し尿の衛生的な農業利用を実現する道筋を示すことができ、その社会的意義は大きい。

以上のように、農家圃場における栽培試験、住民への聞き取り調査、衛生リスク評価により達成された本研究は、学術と応用実践の両面において陸域生態系管理論を含む地球環境学の発展に大きく貢献したと評価される。よって本論文は博士（地球環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、令和2年9月11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。