

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 6 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2014～2016

課題番号：26303012

研究課題名(和文) 発展する中国華北地方農村の環境保全に関わる要因の調査

研究課題名(英文) Environmental conservation in North China under rapid economic growth

研究代表者

福士 謙介 (Fukushi, Kensuke)

東京大学・サステナビリティ学連携研究機構・教授

研究者番号：30282114

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,300,000円

研究成果の概要(和文)：中国華北地域は経済的発展が著しく、生活のスタイルや都市の構造がすさまじいスピードで変化しており、環境政策の立案や施行には特別な注意を払う必要がある。本研究は中国天津市を対象に、水と土壌環境や農業、畜産業、の状況と汚濁負荷の状況調査、将来予測を行う事により、適切な制度・技術の適用モデルを構築し、最終的には中国農村に地域における持続的発展モデルを提案するものである。本研究を通じて、ライフスタイルの変容に対応した生活排水処理システムや耕畜連携システムの重要性が認識され、そのための社会実験や関連するステークホルダーとの議論を実施した。これらは天津市ともシェアされ、将来の社会実装が期待される。

研究成果の概要(英文)：Structure of life style in both urban area and rural area has changed tremendously with rapid economic growth in North China. Planning and Implementing of environmental policy must be paid special attention. The purpose of this research proposes a model of sustainable development in urban fringe area of Tianjin located at North China with building proper combining technology with institution based on analyzing current situation and projection for pollution of water, soil, agriculture, livestock farming and so on. International workshop, "Sustainable development by integrating urban area with rural area", is co-organized by The University of Tokyo and Tianjin government and is the most important part of this research to share research results and methods with each other, and install them in society. Necessity of method and apparatus for treating living wastewater had been founded, which can respond for rapid change of lifestyle with economic growth.

研究分野：サステナビリティ学

キーワード：中国華北地域 天津市 都市農村融合 持続可能な発展

### 1. 研究開始当初の背景

BRICs 諸国は急速に経済規模を発展してきており、その産業構造だけではなく、社会の構造や環境も劇的に変化している。経済的發展を急ぐあまり、環境汚染も顕著であり、結局、よい意味でも悪い意味でも先進国が歩んだ道を追随しているかに見える。ただし、その変化の速度は日欧米よりも格段に短く（いわゆる圧縮型経済発展）、環境の汚染は多くの問題を起こしている。環境汚染は、はじめに都市部、そして都市周辺部に見られた。しかし、近年、タンパク源が魚から家畜の肉に変化してきた BRICs 諸国は畜産業が急速に発展してきており、畜産排水を源とする農村部の環境水質汚染も顕著である。畜産排水は窒素やリンを高濃度に含み、肥料としての利用価値も高く、農村における廃水の再利用ポテンシャルは高い。一方、河川や沿岸では養殖業が盛んに営まれ、それによる水質や土壌の汚染が顕在化している。経済的發展に伴い、「食」は多様化し、環境汚染も多様化する。

また、食の安全・安心の観点から、食料の生産地である農村地域ではその環境を美しく保全する必要性が世界中で起こっている。先進国だけでは無く、途上国の農村も環境を美しく保たなければ、その商品価値は著しく低下する時代になってきている。農村地域において環境の保全は科学的な観点とランドスケープの観点の両方から見直されるべきである。「里山」のコンセプトは農村漁村における環境の保全と資源の循環に基づく、健全な食料生産環境の構築である。里山のコンセプトにはランドスケープの要素が大きく組み込まれており、安全で安心、さらに付加価値が高く marketable な食料をつくるには有効な考えである。

農村といえども、都市近郊農村の場合は工業廃水汚染に無縁とは言えない。豊富な人的資源を背景にあらゆる規模の工場が稼働している。環境保全に対する意識も薄弱であり、重金属等の有害物質が水系や土壌を汚染する場合がある。とくに、雨量が少ない地域（例えば中国の華北地域）では水を繰り返し使用する状況であるので、このような汚染された水を灌漑用水として利用している。その結果、深刻な土壌汚染が起こっている。

### 2. 研究の目的

このような状況の中、国や海外からの団体の助成による環境改善事業が行われている。トップダウン的なものから草の根活動的なものまで、その様態は様々である。その中で円滑な環境改善事業に最も障害となるのが、BRICs 諸国や発展途上国では環境情報のデータへのアクセスのしにくさである。特に中国は政府の特徴から、外国人の環境汚染等のデータへのアクセスがたいへん難しく、環境関連の様々な活動がたいへん困難である。本研究は中国華北地域の代表的大都市、天津

市を対象とし、農村地域の環境状況を調査し、データベースを構築し、さらにそれを基礎に、持続的農村の発展モデルを構築する事を目的とする。具体的な研究項目を以下に示す。

- (1) 河川、湖沼、土壌の既存環境データの収集とその検証（調査含む）
- (2) 農村系産業（畜産、農業、集落、加工業）からの汚染物排出量調査
- (3) 漁村系産業（養殖、水産、集落、加工業）からの汚染物排出量調査
- (4) その他の農村関連の事項（居住形態、就労形態、補助金など）の調査
- (5) 水・資源の循環的有効利用を基軸とした、中国農村開発モデルの構築

### 3. 研究の方法

本研究は主に、以下の項目・グループで実施された。

- (1) 研究統括グループ：研究統括はプロジェクト全体を管理し、全研究項目の成果とりまとめを行うと同時に、天津政府との連絡を取り、各研究グループの研究活動を支援する。
- (2) 河川、湖沼、土壌の環境データの収集と調査グループ：本グループは天津政府、在天津の大学（南開大学、天津大学、天津科学技術大学、天津農学院等）の既存研究の報告から既存の環境データを収集し、さらに不足しているまたは不確実なデータを補うべく、天津市周辺で環境測定を行う。
- (3) 農村系産業（畜産、農業、集落、加工業）からの汚染物排出量調査グループ：本グループは農村地域で大量の窒素や炭素汚染を引き起こす可能性のある畜産業（豚、牛、鶏、羊）を中心にその経営状況、排出状況、それによる周辺環境の汚染の状況を調査する事を主な活動内容とする。
- (4) 漁村系産業（養殖、水産、集落、加工業）からの汚染物排出量調査グループ：本研究グループは沿岸域や河川・湖沼における養殖業から排出される汚染物質、すなわち炭素や窒素リンなどの従来型の汚染物質に加え、薬品類、ホルモン剤等による環境汚染も視野に入れ、高度な分析方法を取り入れた環境調査を行う。
- (5) その他の農村関連の事項（居住形態、就労形態、補助金など）の調査グループ：本研究グループは農村に生きる人間や農業・水産業の経営という面における持続可能性、また、ロングタームで見た農業縮退の問題、また、行政側の意志決定の構造等の農村の社会科学的側面に関する各種調査を行う。
- (6) 水・資源の循環的有効利用を基軸とした、中国農村開発モデルの構築グループ：本研究グループは1～4までの研究グループの成果ならびに農業生産（例えば米の生産）都市との関係、中国全体の

方針、社会経済学的側面等も勘案しつつ、天津市の健全な都市農村関係を念頭に置いた天津農村開発モデルの構築を行う。ここで言うモデルというのは数式で表せるような形ではなく、定量的な解析に基づきつつも、提言書のような形としてまとめる事を想定している。

以上の研究成果については、毎年2回、東京大学と天津市とが共同で、日本、中国、それぞれ交互に実施する「日中共同セミナー「都市と農村の融合に基づく持続的発展」により統合化するとともに中国側での研究成果の社会実装を図る。

#### 4. 研究成果

本研究は、3つのフェーズに分けられる。

平成26年度は、「準備フェーズ」に位置づけられ、研究資源(中国側の研究費、実験室、機材、研究者、大学院生)の再確認、研究者や大学院生の環境測定に関するトレーニングを実施するとともに、調査実施地域における地理情報の整備(既存のGIS情報の現地調査に基づく更新)、次年度以降の本格的な環境測定(主に炭素(COD等)、窒素(アンモニア、硝酸、亜硝酸)、農薬類、金属類、その他有害有機物質)のための予備調査を行うこととしていた。社会的調査に関しては調査対象集落(予定としては下水処理場が導入されている地域の集落)を選定し、集落(代表者と住民)との調査を実施することとしていた。これに基づき、調査モデル地域の選定や関係諸機関との調整、研究資源の再確認等を行った。特に、2014年8月に実施した日中共同セミナー「都市と農村の融合に基づく持続的発展(2014年8月20-22日於天津)」を中心に、中国側研究参加者と日本側研究参加者が密に議論をし、研究に関する様々な調整を行うとともに、現状の確認や日本側の有する経験や技術・知識の提供など、本研究のコンセプト、方向性、進め方について確認した。

平成27年度は、調査フェーズにあたり、前年度の議論を踏まえ、特に(1)河川、湖沼、土壌の既存環境データの収集と検証、(2)農村系産業(畜産、農業、集落、加工業)からの汚染物排出量調査、(3)漁村系産業(養殖、水産、集落、加工業)からの汚染物排出量調査、(4)その他の農村関連の事項(居住形態、就労形態、補助金など)の調査、を実施した。調査モデル地域の選定や関係諸機関との調整、研究資源の再確認等に基づいて実施された。調査を通じて、調査対象家計・集落の生活様式が経済発展に伴って変化しており、生活排水処理能力の向上が必要であることが明らかとなった。また、同様に経済発展に伴って、食料需要体系が変化し、畜産物への需要が増大している。そのため、これらを踏まえた農業生産体系の構築が必要であることが明らかとなった。

これらは急速な経済発展に伴ったライフスタイルの変化がその背景にあり、一つ一つ

の要素に対応するのではなく、それらを複合させた要因としてとらえ、対応していく必要がある。これらを踏まえ、調査方法や調査結果について、各グループ内で議論・共有されることはもちろん、2015年4月、同10月にそれぞれ東京、天津市にて日中共同セミナー「都市と農村の融合に基づく持続的発展」を開催することを通じて、各グループ間の連携を強化した。当然のことながら日本側研究参加者および中国側研究参加者の別なく活発な議論を行い、明らかとなった調査対象地域の問題や、今後の調査方針や連携方策に関する共通認識の確立に至った。

一昨年度の「準備フェーズ」、昨年度の「調査フェーズ」に続いて、平成28年度は、「調査・とりまとめフェーズ」にあたる。そのため、これまで同様、「日中共同セミナー」を軸に、共同研究のあり方、研究進捗のシェア、研究成果の統合とその社会実装に向けて議論を実施した。今年度は、4月の年度当初と、1月に同セミナーを実施した。4月のセミナーにおいては、これまでの研究成果のシェアとそれに基づいた議論のみならず、それに付随して、近年、経済発展に伴ってその需要が増大している畜産に対応した技術の候補として、山形大学の協力により飼料イネの栽培実験等を視察し、その社会実装について中国側と議論を行った。その後、1月の日中共同セミナーにおいては、引き続き、研究成果の統合と社会実装について議論を行うとともに、関連する民間企業等のステークホルダーと会合を行い将来の社会実装の可能性を検証した。畜産を中心に循環型農業の構築を企図する企業を視察するとともに、先の飼料イネを利用した循環型農業の確立を目指した、今後の連携体制あり方について議論を行った。また、前年度明らかになった、生活用水への対応については、天津市近郊農村の集落にて社会実験として、家庭用排水の浄化システムを実装した。本浄化システムについては、その有効性が確認されるとともに、現在も稼働中であり、長期的なシステムの持続性についても検証を行っている。

本研究は中国華北地域の代表的大都市、天津市を対象とし、農村地域の環境状況を調査し、データベースを構築し、さらにそれを基礎に、持続的農村の発展モデルを構築する事を目的とした。本研究は、毎年2回、東京大学と天津市とが共同で、日本、中国、それぞれ交互に実施する「日中共同セミナー「都市と農村の融合に基づく持続的発展」を軸に、中国側との密な連携の下、調査フェーズを経て社会実装まで達することができた。今後は、これらの社会実装したシステムの持続可能性を検証するとともに、新たに発見した問題、およびそれへの対応としての社会実装を日中共同で行っていくことが期待される。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

〔雑誌論文〕(計8件)

Shiotsu, F., Abe, J., Gau, M., Uwatoko, N. and Morita, S., "Root-shoot relationships in four strains of field-grown *Erianthus arundinaceus* at seedling stage," *Plant Production Science*, 19(1), 2016, pp. 161-164.

Sekiya, N., Abe, J. and Morita, S., "Production and shedding of *Erianthus arundinaceus* roots revealed by ingrowth core method," *Grassland Science*, 62(1), 2016, pp. 61-65.

Li-Jie Wu, Takuro Kobayashi, Hidetoshi Kuramochi, Yu-You Li and Kai-Qin Xu, "Improved biogas production from food waste by codigestion with de-oiled grease trap waste," *Bioresource Technology*, 201, 2016, pp. 237-244.

Shiotsu, F., Abe, J., Doi, T., Gau, M. and Morita, S., "Root morphology and anatomy of field-grown *Erianthus arundinaceus*," *American Journal of Plant Sciences*, 6(1), 2015, pp. 103-112.

徐開欽・稲森悠平, 「省エネルギー・低炭素型の排水処理技術の高度化」用水と廃水, 57(11), 2015, pp. 805-813.

Sekiya, N., Hattori, T., Shiotsu, F., Abe, J. and Morita, S., "Identifying potential field sites for production of cellulosic energy plants in Asia," *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 7(3), 2014, pp. 59-67.

Dong-Yeol Lee, Kai-Qin Xu, Takuro Kobayashi, Yu-You Li, Yuhei Inamori, "Effect of organic loading rate on continuous hydrogen production from food waste in submerged anaerobic membrane bioreactor," *International Journal of Hydrogen Energy*, 39, 2014, pp. 16863-16871.

Takuro Kobayashi, Ya-Peng Wu, Zhi-Jiang Lu and Kai-Qin Xu, "Characterization of Anaerobic Degradability and Kinetics of Harvested Submerged Aquatic Weeds Used for Nutrient Phytoremediation," *Energies*, 8, 2014, pp. 304-318.

〔学会発表〕(計3件)

佐藤優輝・張健・稲森隆平・陶村貴・稲森悠平・内海真生・徐開欽「MAM-AOSDシステムを導入した生活排水処理における水温の影響解析」第50回日本水環境学会年会, 2016年03月16日~2016年03月18日, 徳島県徳島市アステイ徳島  
張健・佐藤優輝・稲森隆平・陶村貴・新井喜明・徐開欽・大井洋・稲森悠平「AOSDシステム導入セラミック平膜浸漬型 MBR の処理能と膜ファウリングの関係解析」第50回日本水環境学会年会, 2016年03月16日~2016年03月18日, 徳島県徳島市アステイ徳島  
張健・佐藤優輝・稲森隆平・陶村貴・大井洋・徐開欽・稲森悠平「有機性排水の AOSDシステム導入活性汚泥法とセラミック平膜を組み合わせた高度省エネ処理技法開発と機能解析」日本水処理生物学会第52回大会, 2015年11月11日~2015年11月13日, 福岡県北九州市北九州国際会議場

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕  
ホームページ等  
なし

6. 研究組織  
(1) 研究代表者  
福土 謙介 (FUKUSHI Kensuke)  
東京大学・サステイナビリティ学連携研究  
機構・教授  
研究者番号: 30282114

(2) 研究分担者

森田 茂紀 (MORITA Shigenori)  
東京農業大学・農学部・教授  
研究者番号：00143404

徐 開欽 (XU Kai-Qin)  
国立研究開発法人国立環境研究所・主席研究員  
研究者番号：2025072

張 振亜 (ZHANG.zhenya.fu)  
筑波大学・生命環境科学研究科・教授  
研究者番号：20272156

李 玉友 (LI Yu-You)  
東北大学・工学研究科・教授  
研究者番号：20272156

松田 浩敬 (MATSUDA Hirotaka)  
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・特任准教授  
研究者番号：50451901

栗栖 聖 (KURISU Kiyō)  
東京大学・先端科学技術研究センター・講師  
研究者番号：00323519  
(平成26年度のみ)

(3) 連携研究者

浦 劍 (PU Jian)  
東洋大学・情報連携学部・助教  
研究者番号：40622072

(4) 研究協力者

なし