

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 9 日現在

機関番号：27101

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2013～2016

課題番号：25303006

研究課題名(和文) 中規模都市・農村連携による食品残渣利用：ダナン市の社会変化と持続可能性

研究課題名(英文) Food residue recycling in middle sized cities and surrounding farm lands: Social changes and sustainability of recycling in Da Nang

研究代表者

加藤 尊秋 (Kato, Takaaki)

北九州市立大学・国際環境工学部・准教授

研究者番号：20293079

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、アジアの中規模都市における低環境負荷型食品残渣処理について、ベトナム・ダナン市における自然発生的な食品残渣リサイクル網を例に考えた。第一に、ダナン市内における伝統的市場の廃棄物発生量調査、養豚農家における食品残渣成分分析等を通じて食品残渣の物質フローを精緻化した。第二に、養豚農家への訪問調査結果を既存調査と比べ、食品残渣活用意欲、収集される食品残渣の量と質の変化に関する知見を得た。また、市内小学校における調査によって、食品残渣により生産された豚肉に対する消費者の好みの変化を予測した。これらをもとに、今後の食品残渣活用策を考え、その持続のための環境教育を試行した。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to design a sustainable social system for recycling food residue in Asian cities. Our case study featured Da Nang city, Vietnam and investigated voluntary and commercial activities of recycling food residue for swine breeding. We conducted a waste generation survey of traditional organized bazaars and an analysis of hazardous/nutritious contents of food residue that was sampled at piggeries. This information helped us to expand the knowledge of existing studies and to understand the whole picture of food waste flows in the city. Then we compared results from our interviews to swine breeders to those obtained five year ago and estimated possible directions of future change in food residue collection in terms of quality and quantity. Preferences by future consumers for meat production methods were considered as well. Experimental environmental education that featured a candidate method for sustainable food residue recycling was conducted.

研究分野：政策評価

キーワード：食品残渣 リサイクル 養豚 廃棄物分別 中規模都市 ベトナム

1. 研究開始当初の背景

ベトナム中部のダナン市(2012年当時の人口97万人)には、都市ごみの半分近くを占める食品残渣処理について、養豚業者による伝統的・自然発生的な回収網がある。この回収網により都市から効果的に食品残渣が集められ、農村部で活用されているが、急速な経済発展の中でこの回収網に変化が生じる可能性がある。

2. 研究の目的

本研究では、食品残渣の排出から養豚への利用へと至る物質フローの現状を量と質の両面から調べ、近い将来にそのフローを制約・変化させる物的・社会的要因を予測し、物質フローと食品残渣の質への影響を推定することで、ダナン市に代表される中規模都市に適した低環境負荷型食品残渣処理方を考察する。さらに、このような処理を持続可能な形で行うために市民を巻き込む方を考案し、ダナン市内において試行する。

3. 研究の方法

第一に、ダナン市の食品残渣の物質フローと質について、これまでの研究では明らかになっていなかった部分を現地調査により把握する。第二に、食品残渣活用に影響を与える要因について、本研究で実施する調査と過去の調査との比較により、今後5~10年間程度の間同市の食品残渣処理に生じるであろう変化を推測する。この推測をもとに、ダナン市で持続可能と考えられる低環境負荷型の食品残渣処理方法について、同市内の小学校における廃棄物教育を行い、結果を評価する。

4. 研究成果

(1) 未解明の食品残渣物質フローと残渣の質に関する調査

ダナン市における食品残渣については、これまで、一般家庭および食堂等からの排出量、また、そのうち養豚に利用される量が推定されていたが(Kato et al. 2012)、未解明の部分が残されていた。これを埋めるための調査を行った。

伝統的市場から出る食品残渣

ベトナムにおける食品の流通では、伝統的市場が大きな役割を果たしているが、廃棄物の排出状況を詳細に調べた調査はなされていなかった。伝統的市場は、多くの小さな商店の集合体であり、制度上、3種類に区分されている。2014年の6月に実施した本調査(Kato et al. 2017)では、このうち、固定された建物を有する第1種と第2種の市場を対象とした。ダナン市区部より地理的な多様性を考慮して5カ所の市場を選定した。また、市場内の商店のうち、有機性廃棄物を排出する店を食堂、花屋を含めて10業種に分けた。各業種について原則一つの市場あたり3軒を選び、計145軒から排出されるすべての廃棄物

の量と組成(12分類)を8日間にわたり調べた。この結果、鮮魚店、野菜店および、食堂が養豚に利用可能な食品残渣の主要発生源であることがわかり、また、その発生源単位が得られた。発生源単位には、都心部と郊外部の市場で差が見られた。売れ残りの商品を何らかの目的で活用する店舗は、鮮魚店で7割、それ以外の業種では2から4割であった。ただし、養豚向けの食品残渣の分別と活用は、市場外の食堂等と異なり、あまり行われていない。そこで、上述の店舗に望ましい廃棄物分別形態について選択実験形式の面接調査を行ったところ、強制力のある廃棄物分別の導入には、否定的な意見が多数を占めた。ただし、分別を行う店舗に対し、市場が毎月徴収する廃棄物管理料をわずかに値下げすることで、分別の意欲を引き出せることも判明した。たとえば、廃棄物を2種類に分別することについては、22,600ベトナムドン(VND、約100円)の値下げで反対者の増加を抑えられるとの推定結果となった。

食品残渣の成分

回収された食品残渣の質に関する情報を得るために調査を行った。2013年10月にダナン市近郊の養豚農家6軒において回収された食品残渣のサンプルを取得した。この結果と2012年12月に行われていた同地域の養豚農家11軒(上記6軒を含む)の食品残渣サンプリング結果を合わせて述べる(Himeshima et al. 2013)。

2012年のサンプルについて、養豚農家に集められた段階での食品残渣の含水率は、平均91.4%であり、食品残渣を含むスープ状であることが多かった。養豚農家では、これを煮詰めた後に豚に与えていた。煮る際に、農家によっては、米ぬか等を加える。ヒ素、カドミウム、鉛について、煮詰めた後のサンプルの濃度を計測したところ、日本の配合飼料における基準値と比べ、平均値で2桁、もっとも含有率が高いサンプルでも1桁低いオーダーであった。また、大腸菌群は、検出されなかった。2013年のサンプルについては、GC/MSおよびLC/MSを用いて残留農薬の分析を行った。2012年12月の農林水産省畜産局長通知に基準値があるカルボスファンとオキサクロメホンについて見ると、後者では、6件の1件で検出され、その濃度は基準値より1桁低いオーダーであった。前者は、2件で検出され、1件では基準値の0.7ppbに対して2.9ppbが検出された。もう1件は、0.1ppbであった。したがって、限られた調査結果であり、一部に基準値を超えるものが見られるものの、ヒ素、重金属、残留農薬の面で食品残渣の使用を全面的に停止すべき状態にはないことがわかった。食品残渣の栄養成分については、含水率や給餌量に関する仮定のもとで配合飼料を与える場合と比べたところ、配合飼料に比べて、粗たん白質、粗脂肪、粗繊維、粗灰分が不足することが分かった。一方、粗脂肪に関しては、配合飼料よりも多い

値となった。

廃棄物に対する市民の態度

食品残渣処理のあり方を検討するための材料として、廃棄物一般の分別、減量に対する市民の態度を調べるために調査を行った。結果は、Otoma et al. (2013), Diaz et al. (2014) にまとめられている。

環境中の水質に関する調査

環境への負荷を含む物質フローの全体像把握を助けるために、環境中の水質に関する調査を平行して行った。この結果は、Duong et al. (2014), Duong et al. (2015) 等にまとめられている。また、排水の水質改善のための研究を行った (Ngo et al. 2014, Ngo et al. 2016)

(2) 食品残渣の養豚利用に関わる要因と時系列変化

養豚の状況と農家の考え方

上述の 2012 年調査では、養豚に要する費用を農家に尋ねており、本研究の一環として内容を分析した。有効回答 20 件のうち、食品残渣に加えて配合飼料を用いる農家が 16 件あり、食品残渣のみを用いる 4 件と比較した。食品残渣収集費、飼料購入費 (配合飼料や米ぬか)、豚の医療費を合計して 1 ヶ月 1 頭あたりでみると、前者では約 14 万 VND、後者では約 9 万 VND であった。後者の場合、飼料購入費が前者の約半分の 5 万 5 千 VND になるが、食品残渣収集費と医療費が若干増加していた。なお、この調査では、多くの養豚農家が食品残渣を使う理由に安さを挙げていた。

2016 年 3 月にダナン市郊外の養豚農家に対する訪問調査を行った。これらの農家は、研究代表者らが 2011 年 1 月に調査を行った農家と同じである。前回調査の 30 軒のうち 27 軒が再調査に参加し、このうち 22 軒が養豚を続けていた。5 年前と比べた食品残渣の単位量当たりの価格については、回答を得られた 20 件中、上昇したとの回答が 5 件、変化なしが 10 件であった。

食品残渣の収集量と分別精度

上記項目と同じ調査において、5 年前と比べた食品残渣の収集量については、回答を得られた 20 件中、増加が 7 件、変化なしが 10 件、減少が 3 件であった。食品残渣中の異物 (レジ袋、箸など) 混入度合いは、増加が 2 件、変化なしが 10 件、減少が 3 件であった。したがって、都市内の食堂や住宅から提供される食品残渣については、過去 5 年間では、質と量の面について、大きな変化は生じていないことが示唆された。

食品残渣で育てた豚の肉に対する考え方

後述する 2014 年 5 月の小学校 4 年生に対する調査では、約 8 割の生徒がダナン市都市部において食品残渣が収集されている事を知っており、約 7 割は、その用途が養豚だと知っていた。ただし、食べたいと思う豚肉について、食品残渣を与えた豚のものとの配合飼料のみによるものを比べてもらったところ、食品残渣を与えた豚の肉を選んだ生徒は 4 割

に留まった。

(3) 食品残渣の持続的活用に向けた案

上記の調査より、養豚農家については、食品残渣の活用に影響する要因と意欲は、過去 5 年間において、あまり変化していないことが明らかになった。また、食品残渣を提供する市民の側の供給量と分別の質についても、養豚農家側から見て大きな課題は生じていないことが示唆された。一方、食品残渣を与えて作られた豚肉に対する消費者の反応には、否定的な変化が生じる可能性がある。したがって、仮に、今後 5 ~ 10 年にわたり養豚農家側の食品残渣活用意図が継続するとしても、豚肉の販売の面で問題が生じる可能性がある。また、食品残渣の価格は、一部で上昇傾向にあり、これが進むと、養豚農家側の給餌費用節約の利点が薄れるため、他の飼料への転換が進む可能性がある。このため、ダナン市において低環境負荷型の食品残渣活用を行うには、市民による食品残渣の自発的分別の習慣を活かしながら、これを公的に支え、かつ、食品残渣の用途を養豚以外に多様化していく必要があると考える。

(4) 食品残渣分別のための市民教育

現在、ダナン市における廃棄物の分別は、市民の自発性と民間による廃棄物回収網の組み合わせで行われている。この習慣を残し、市民による食品残渣 (および、他の廃棄物) の分別を継続するための教育活動をダナン市内の小学校において行った。

第 1 期の調査では、廃棄物を含む環境教育の実情を調べるために、2 箇所の小学校における計 372 名の生徒について追跡調査を行い、2014 年 2 月、同 5 月、2015 年 2 月、同 5 月に環境問題一般や廃棄物に関するアンケート調査を実施した (Phan Hoang and Kato, 2016)。この調査では、小学校が全国統一のカリキュラムに沿って行う環境教育の内容を把握するとともに、短時間の廃棄物環境教育を試行し、効果を計測した。

第 2 期の調査では、北九州市の小学校における環境教育授業を参考に、廃棄物環境教育に関する教材を作り、2016 年 8 月から 2017 年 3 月にかけて、ダナン市の小学校 4 年生 2 クラスにおいて継続的な試行授業を行った。この結果を同教育を行わない比較対照用の小学校の結果と比較した。この教育教材は、試行を行った小学校の教諭陣から高い評価を受けたため、同校教諭による今後の授業継続のために、教材の引き継ぎと授業運営のための技術移転をした。

< 参考文献：下記発表論文欄も参照 >

Kato, T., Pham, T. X. D., Hoang, H. Xue, Y., and Tran, V. Q. (2012): Food residue recycling by swine breeders in a developing economy: A case study in Da Nang, Viet Nam. Waste Management, 32(12), 2431-2438.

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9件)

- 1) Kato T., Tran AQ., Hoang H (2016) Waste generation in traditional organized bazaars: A case study of organic waste sources in Da Nang City, Viet Nam, Journal of Material Cycles and Waste Management, 19(2), 977-987, 査読有、DOI 10.1007/s10163-015-0453-0
- 2) Phan Hoang TT., Kato T (2016) Measuring the effect of environmental education for sustainable development at elementary schools: A case study in Da Nang city, Vietnam. Sustainable Environment Research, 査読有, 26, 274-286、DOI 10.1016/j.serj.2016.08.005.
- 3) Ngo VA, Nguyen TH, Le VC, Goel R, Terashima M, Yasui H (2016) A dynamic simulation of methane fermentation process receiving heterogeneous food wastes and modelling acidic failure, Journal of Material Cycles and Waste Management, 18, 239-247, 査読有、DOI 10.1007/s10163-015-0462-z
- 4) Kato T., Tran AQ, Hoang H (2015) Factors affecting voluntary participation in food residue recycling: A case study in Da Nang, Viet Nam, Sustainable Environment Research, 25, 93-101, 査読有
- 5) Duong HT, Kadokami K., Shirasaka H, Hidaka R, Chau HT, Kong L, Nguyen TQ, Nguyen TT (2015) Occurrence of perfluoroalkyl acids in environmental waters in Vietnam, Chemosphere, 122, 115-124, 査読有、DOI 10.1016/j.chemosphere.2014.11.023.
- 6) Diaz R, Otoma S (2014) Cost-benefit analysis of waste reduction in developing countries: A simulation, Journal of Material Cycles and Waste Management, 16, 108-114, 査読有、DOI 10.1007/s10163-013-0148-3.
- 7) Duong HT, Kadokami K., Nguyen QT (2014) Screening analysis of a thousand micro-pollutants in Vietnamese rivers, Southeast Asian Water Environment, 5, 195-202, 査読有
- 8) Ngo VA, Vuong TH, Le VC, Terashima T, Yasui H (2014) High-Rate Moving-Bed Biofilm Anaerobic Digestion for Waste Activated Sludge Treatment, Journal of Water and Environment Technology, 12, 501-509, 査読有、DOI 10.2965/jwet.2014.501
- 9) Otoma S., Hoang H, Hong G, Miyazaki I, Diaz R (2013) A survey on municipal solid waste and residents' awareness in Da Nang city, Vietnam, Journal of Material Cycles and Waste Management, 15, 187 - 194, 査読有、DOI 10.1007/s10163-012-0109-2.

[学会発表](計8件)

- 1) Phan Hoang TT, Kato T (2016) Measuring the effect of the solid waste education for sustainability at elementary schools in Da Nang

city, Vietnam, International Conference on Educational Technology for Implementation of Education for Sustainable Development, 3月17-18日, Bandung, Indonesia

- 2) Phan Hoang TT, Kato T (2015) Measuring the effect of the environmental education to improve the education for sustainable development at elementary school in developing countries, case study in Da Nang city, Vietnam, World Environmental Education Congress, 6月29-7月2日, Gothenburg, Sweden
 - 3) Ngo VA, Vuong TH, Le VC, Nguyen TH, Terashima T, Yasui H (2014) Expression of acidic failure for the methane fermentation in food waste digestion, 9th IWA international Symposium on Waste Management Problems in Agro-Industries, 11月24-26日, ザ クラウンパレス新阪急高知 (高知県高知市)
 - 4) Chau HTC, Shirasaka H, Yoshida Y, Ifuku T, Duong HT, Nguyen TQ, Nguyen TT, Kadokami K (2014) Occurrence and risk assessment of 278 water-soluble chemicals in Vietnamese River Water, 9th SETAC Asia/Pacific 2014 Conference, 9月14-17日, Adelaide, Australia
 - 5) Phan Hoang TT, Kato T (2014) Evaluation of the environmental education at elementary schools in Da Nang City, Viet Nam, The Fourth Annual Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment, 6月12-15日, 大阪府立国際会議場 (大阪府大阪市)
 - 6) Duong HT, Kadokami K., Matsuura N, Katayama S, Chau HTC, Nguyen TQ (2014) Occurrence of 940 organic micro-pollutants in environment waters in Hanoi, Vietnam, SETAC Europe 24th Annual Meeting, 5月11-15日, Basel, Switzerland
 - 7) Himeshima E, Haraguchi K, Kato T., Tran A Q, Hoang H, Tran VQ (2013) A survey on safety of food residue feeding in Da Nang, Viet Nam, EcoDesign 2013, 12月4-6日, Jeju, Korea
 - 8) チャン アン クアン、加藤尊秋、姫嶋恵里、ホアン ハイ、チャン バン クワン (2013) ベトナム国ダナン市の一般家庭における食品残渣の排出及び収集、環境科学会 2013 年会、9月3-4日、静岡県コンベンションアーツセンター (静岡県静岡市)
[図書](計0件)
- [産業財産権]
出願状況 (計0件)
- 取得状況 (計0件)
- [その他]
ベトナムの小学校向けに廃棄物環境教育用の教材を作成
- ## 6. 研究組織
- (1) 研究代表者
加藤 尊秋 (KATO, Takaaki)

北九州市立大学・国際環境工学部・准教授
研究者番号：20293079

(2)研究分担者

安井 英斉 (YASUI, Hidenari)
北九州市立大学・国際環境工学部・教授
研究者番号：70515329

門上 希和夫 (KADOKAMI, Kiwao)
北九州市立大学・環境技術研究所・教授
研究者番号：60433398

乙間 未廣 (Otoma, Suehiro)
北九州市立大学・国際環境工学部・教授
研究者番号：90124338

二渡 了 (FUTAWATARI, Toru)
北九州市立大学・国際環境工学部・教授
研究者番号：60173506

(3)研究協力者

ホアン ハイ (HOANG, Hai)
ダナン大学・国際部・代表

チャン バン クアン (TRAN, Van Quang)
ダナン大学工科大学・准教授