

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 16 日現在

機関番号：32636
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2019～2023
課題番号：19K06213
研究課題名（和文）水産加工残滓のゼロエミッション化 日本型フードシステムの経済性・先進性の検証
研究課題名（英文）A study towards zero-emission of fishery wastes: verification of the degree of advancement of Japanese food system
研究代表者
山下 東子（Yamashita, Haruko）
大東文化大学・経済学部・特任教授
研究者番号：50275822
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,100,000円

研究成果の概要（和文）：2019年から2021年度までを予定した研究であったが、2020～2022年度はコロナ禍で現地調査等ができなかったため、2年間の延長を願い出て、2023年度まで研究を継続した。結果を振り返ってみると、コロナ禍といえどもweb会議という新しい打合せ手段も使えるようになって延長期の2年間は無駄にはならず、5年の研究期間を充実して過ごし、所定の研究成果を得た。詳細については研究成果報告の項において述べるが、日本の漁業系廃棄物処理は他国に比べて水産食品加工業の規模が小さいこと、単一種ではなく多様な漁業系廃棄物が排出されるという産業構造にも起因し、他国に劣後している面もあるが、総じて先進的である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義として学術論文・著書の刊行を上げる。学会誌論文：除本ほか（2021）、山尾・天野（2022）、山下（2024予定）、研究ノート：除本ほか（2021）、編著書収録論文：除本（2019）、除本ほか（2022）、その他著述：山下（2019）、山下（2021a）、山下（2021b）、山下（2023）、天野・山尾（2023）、山尾・天野（2023a）、同（2023b）、同（2023c）、同（2023d）の15本が刊行された。社会的意義については、研究代表者の山下東子と研究分担者の山尾政博が2024年2月に韓国政府主催の漁業系廃棄物処理に関する国際会議に招聘されたことを特記する。

研究成果の概要（英文）：Although the research was scheduled to run from 2019 to 2021, we requested a two-year extension and continued the research until 2023 because field surveys were not possible from 2020 to 2022 due to the coronavirus pandemic. Looking back the results, we were able to make a good use of the five years of research periods since a new method of meeting called web conferencing was available, so that the extended two years were not wasted. Japan's fish waste treatment is affected by the fact that the scale of the seafood processing industry is small compared to other countries, and that the industry produces a variety of fish wastes. Partly due to such industry structure, Japan is lagging behind other countries, but it is well performed. The details are discussed in the Research Report section.

研究分野：水産経済学

キーワード：魚あら かき殻 ほたて殻 えびあら KIMST 最適化 規模の経済性 除染

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

漁獲・養殖された魚介類は主として食用に供されるが、その歩留り率は 53.9% (水産庁調べ) と低い。すなわち、我が国の漁業生産量 384 万 t (2016 年) と輸入水産物 385 万 t (同年) のうち丸魚で輸入されたものの約半分、暫定推定値 336 万 t が、毎年残滓として排出されている。家庭ごみとなる残滓は 15% 程度で、残り 85% が家庭以外で排出された水産加工残滓である (図 1)。そこで本研究では水産加工残滓を有効かつ効率的に利用し、かつそこから最大の経済的利益を上げるために最適なフードシステム・モデルを導き、日本の加工残滓利用技術やその利用実態が諸外国と比べて先進性を有するかを検証した。

本研究の学術的独自性は以下の 2 点にある。第 1 に、先行する事例研究から一歩踏み出して、生産から消費に至るフードシステムの中に水産加工残滓の処理と有効利用を組み入れた点である。第 2 に、日本モデルの先進性を疑うことから始め、総量としては大量であるが事業所別には多品種少量であるという条件不利を克服する方策を検討することになった。

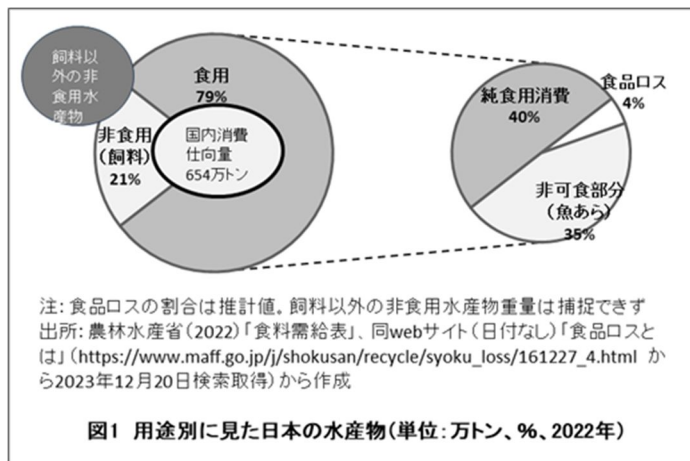
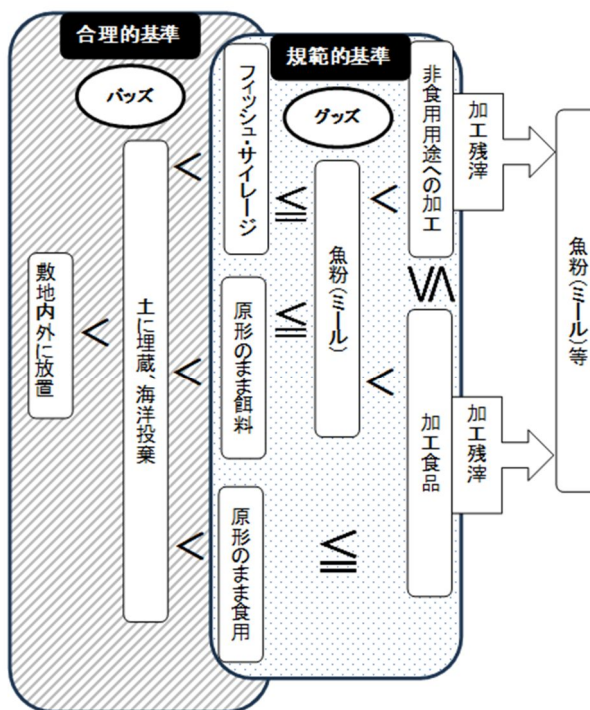


図1 用途別に見た日本の水産物(単位: 万トン、%、2022年)

2. 研究の目的

本研究の最終目的は水産加工残滓のゼロエミッションを達成するために必要かつ最適なフードシステム像を描くことにあったので、次の 2 つの具体的な目的を設定した。第 1 は水産加工残滓処理の経済性の検証である。ゼロエミッション化を急ぐあまり減量とサーマルリサイクルを優先すると、中長期的に水産加工残滓から最大の経済的利益を引き出す機会を逸する。第 2 は処理の先進性の検証である。多様な魚種を多様な形態で摂取する日本の食文化は、それに対応した小規模な水産加工場と小ロットの小売りによって支えられており、規模の経済性を享受できるような効率的な水産加工残滓処理に向かない。一方海外ではすでにゼロエミッションを達成している事例がある。比較研究を通じて、日本の食文化の継続を担保しつつ、加工残滓を組み込んだ先進的なフードシステムを構築するためのモデルを提示した (図 2)。



出所: 筆者作成

図2 魚あらし処理方法の優先順位(概念図)

3. 研究の方法

2019 年度は研究会に招いた伊澤あらし氏より包括的な説明を受け、水産加工残滓処理を行っている 5 地域 10 か所の工場や研究機関を訪問した。その調査結果から以下の知見を得た。第 1 に魚あらしと貝殻では残滓の質・量・用途が違っているため、今後は視点を分けて捉えていく必要があることを確認 (表 1)。第 2 にカキむき身作業の人手が不足している地域では殻付きカキが出荷され、カキ殻処理が川下に先送りされている実態。第 3 に養殖ブリについては、養殖であることで残滓の安全性が高く、食用にも向けられていること、加工場で残滓処理にかかる手間と残

滓の高度利用の間にフードシステム上のトレードオフの関係があること。第4に川下での雑多な残滓からも、産地加工場から排出される同質で新鮮な残滓と類似の製品群が生産されていること。第5に残滓から作られる製品のトレーサビリティやエコラベリングが求められるようになる可能性があることである。当研究においてもそれを視野に含めるべきであること共通認識に至った。

2020年度は地域漁業学会の第1回ウェブ研究会にて研究成果を報告した。zoomで実施し、研究代表者・分担者・連携研究者間で議論した。また大東文化大学生を対象にオンラインで実施したが、参加者が13名と当初予定に達しなかった。オンラインで研究会、研究集会、アンケート調査などを行うことができたのは、当時急速に採用され始めたIT技術のおかげであり、これにより、これまで想定していなかったような地理的・時間的制約を当初は試験的に、徐々に実用的に突破することができた。研究集会は25名が参加、その様子は業界新聞にも掲載された。

2021年度は前年度に実施した研究集会の概要について、地域漁業学会誌で「研究会報告」として研究報告した。また、学会その他の媒体で発表3本と口頭発表1本を行った。zoomで実施した研究会において、研究がいまだ道半ばであることから、研究期間を一年延長することを願うことを決定した。

2022年度は、研究期間の延長にあたって軌道修正を行った。これまで対象を水産加工残滓に限定していたところ、水産資材の廃棄物、水産に悪影響を及ぼす海洋汚染、食品ロスも研究対象に含めることで、研究上の制約を緩和する。訪問先についても、受け入れてもらえるところを優先させる。その結果、ホタテ貝殻を利用した地域資源循環システム（農業と水産業の間）の調査を北海道・常呂町で実施、水産加工残滓の処理システムについて西予市、宇和島市の訪問調査、広島カキのかき殻を含めたフードチェーンについて論文発表、瀬戸内海の家ごみ問題についての調査と論文発表を行った。また、ウェブ研究会において、成果発表を国際集会とする可能性を検討し、具体策については2023年度に海外のカウンターパート候補者である白博士と検討することとした。

2023年度は、水産加工残滓と食品ロスに関する文献調査、ホタテ貝殻・カキ貝殻の残滓処理の先進事例収集、および研究成果の発表を行った。一人の研究分担者（除本）は過年度に本調査研究を終えている。また、研究内容の報告と進捗状況の確認のため研究会を実施した。特記すべき研究成果発表として、2024年2月、韓国MOF（海洋漁業省）が主催し、KIMST（韓国海洋科学技術促進機構）が実施した「第1回漁業ゼロ廃棄に関する国際フォーラム」に招請され、招待講演（山下）および招待討論（山尾）を行ったことを上げておきたい。これは前年度に国際会議で研究成果を報告することを決定し、その開催方法をカウンターパートと相談する中で、思いがけず主催者側ではなく招待者として参加することになったという経緯がある。会議の様子は業界新聞でも報道された。このほか、2023年11月には地域漁業学会大会（於愛媛大学農学部）において、山尾・天野および山下がそれぞれ一般報告を行った。報告内容については、報告書作成時点で同学会誌に投稿中（査読中）であるため記載を省略する。

4. 研究成果

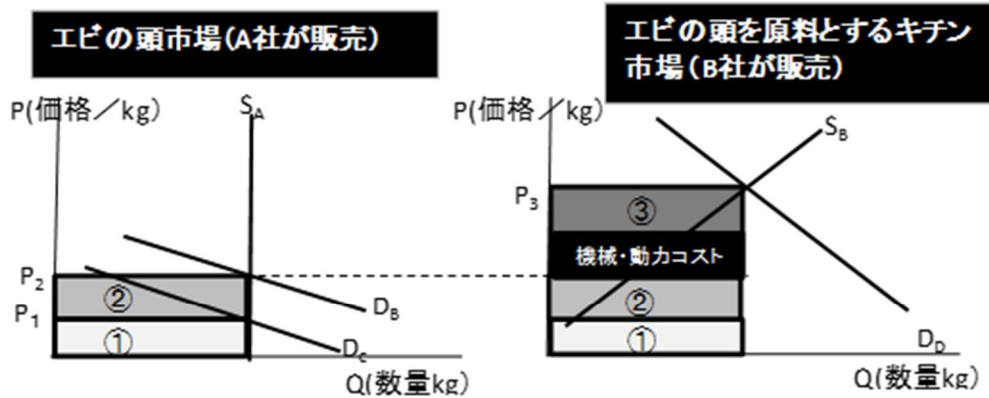
研究成果は本報告書5.に掲げたように、雑誌論文10本（登校中のものを除く）、学会発表7本（うち1本は国際学会での招待講演）、図書3本である。我々としては多くの研究成果を上げることができたことを喜ばしく思っている。その理由の一つは、下記の通り、研究期間を3年から5年に延長していただけたためである。

コロナ禍を乗り切るためにお認めいただいた2年間の延長期間は、意外なことに我々の研究に広がりや深みを与えてくれた。海外調査はかなわなかったが、代替的に行った文献・ヒヤリング調査や過去の調査事例からの洗い出しにより、日本における漁業系廃棄物の処理には先進性があることが確認できた。その先進性とは、必ずしも最先端・高付加価値の用途ばかりに向けられるとは限らないが、生産・加工段階で排出された廃棄物全量を何らかの有用物として利用しようとしていることであり、これは廃棄物処理でしばしば用いられる用語で表現すると「最適化」

表1 漁業系廃棄物等の発生源と用途

原料	原料用途	魚種/排出源	加工用途	加工用途内訳
野魚（ヘイゴ） （トン）	非食用魚	イワシ、ニシン	ラウンド魚	魚類養殖用餌料
			魚粉（フィッシュミール）	魚類養殖用餌料 養鶏飼料 養豚飼料
魚あら（水産加工残滓） （232万トン）	食用魚介類	水産加工場から出る魚あら	フィッシュ・サイレージ	農業用肥料 土壌改良剤
			食用	そのまま調理 スナック菓子
			加工しない	魚類養殖餌料
		都市小売店・飲食店から出る魚あら	魚油	医療、健康食品、化粧品、飼料への添加、燃料
			その他	医療、健康食品、化粧品（コラーゲン、カルシウム）、ペプチド、キチン（キトサン）、色素、アミノ酸、産業廃棄物
		水産加工場から出る貝殻	カルシウム、土壌改良剤	
家庭から出る魚あら	一般廃棄物、コンポスト			

出所：各種資料を参考に筆者作成。数値は2022年



注: A社はエビ加工業者で、加工残滓としてエビの頭が発生、これを近隣住民Cが食用として価格 P_1 で買い取る。B社はエビの頭を使った高度な加工品としてキッチンを製造するために、A社から価格 P_2 で買い取る。この原料を用いて加工し、製品を価格 P_3 で全国市場Dで販売する。

出所: 筆者作成

図3 エビの頭市場(左)とキッチン市場(右)

である。

また、海外事例との比較において、水産加工残滓(魚あら)を食用として利用することがどれほど奨励されるべきかについての考察も行うことができた。魚あらをできるだけ食用利用すべきであるとするFAOの考え方と、食用利用はそもそも念頭になく、できるだけ高付加価値を創出すべきであるというEU共通漁業政策(CFP)の方針との間には大きな隔たりがあり、それは単に途上国型課題と先進国型課題という段階の違いに留まらない、規範的要素を含むものである(図3)。

「ゴミを宝に」は言い尽くされたスローガンであり、そこに込められた、「ゴミを無駄にはしない」という方向性それ自体は合理的基準であると言ってよいだろう。ただしその宝の意味合いには規範的基準が含まれている(前掲図2)。そしてその規範の実現可能性は背後にある産業の構造や食品加工に関する文化的受容性によって大きく振れ幅を持つ。このような知見を踏まえて、今後は魚類魚あら、貝類貝殻、およびALPS処理水放出により新たな問題が生じた福島産品と海ごみ、食品ロスについても、より広い視点からの「最適化」を模索し、新しい研究課題をまとめ、再び科研費応募に挑戦したいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 山下東子	4. 巻 400
2. 論文標題 海外魚あら事情～日本は先進的なのか～（シリーズベーシック経済学と水産マーケット第28回）	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 全水卸	6. 最初と最後の頁 14,19
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山尾政博・天野通子	4. 巻 26
2. 論文標題 EU向け水産物輸出に学ぶ（養殖産業のフードチェーン・アプローチ（3））	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 アクアネット11月号	6. 最初と最後の頁 55,59
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山尾政博・天野通子	4. 巻 26
2. 論文標題 タイの適正養殖規範～フードチェーンを支える基礎認証～（養殖産業のフードチェーン・アプローチ（2））	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 アクアネット10月号	6. 最初と最後の頁 48,52
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山尾政博・天野通子	4. 巻 26
2. 論文標題 “Farm to Table”の国際分業化と安全管理（養殖産業のフードチェーン・アプローチ（1））	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 アクアネット9月号	6. 最初と最後の頁 38,42
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山尾政博・天野通子	4. 巻 62-2
2. 論文標題 広島カキ養殖産地を支えるフードチェーン・アプローチ	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 地域漁業研究	6. 最初と最後の頁 45,56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山下東子	4. 巻 61-3
2. 論文標題 非食用水産物の有効利用について	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地域漁業研究	6. 最初と最後の頁 23,24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山下東子	4. 巻 387
2. 論文標題 SDGs：魚あら処理の持続可能性（第14回 ベーシック経済学と水産マーケット）	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 全水卸	6. 最初と最後の頁 8,13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 除本理史・塩飽敏史	4. 巻 72-3
2. 論文標題 瀬戸内海における海ごみ問題と政策形成 水島地域環境再生財団の取り組みに着目して	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 経営研究	6. 最初と最後の頁 217,225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24544/ocu.20211210-001	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 山下東子	4. 巻 710
2. 論文標題 魚あら：ゴミか宝か（目指せ！漁業の成長産業化 新・魚の経済学8）	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 経済セミナー	6. 最初と最後の頁 94,100
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 天野通子・山尾政博	4. 巻 90
2. 論文標題 養殖ブリにおける産地水産企業の加工能力の強化と輸出	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 月刊養殖ビジネス	6. 最初と最後の頁 12,15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 1件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Yamashita, Haruko
2. 発表標題 Economy of scale and scope necessary for wise use of fish wastes: Cases of Japanese experiments and experiences
3. 学会等名 2024 International Zero Waste Fisheries Forum（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 山下東子
2. 発表標題 諸外国における水産加工残滓処理の考え方と取り扱い
3. 学会等名 第65回地域漁業学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 天野通子、山尾政博
2. 発表標題 ホタテ貝殻を利用した地域資源循環システム 常呂式循環型一次産業を事例に
3. 学会等名 2022年度地域漁業学会第64回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山下東子
2. 発表標題 水産加工残滓処理の持続可能性 規模・範囲・密度・速度の経済性の視点から
3. 学会等名 地域漁業学会第63回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山下東子
2. 発表標題 研究の到達目標と現時点の到達度
3. 学会等名 地域漁業学会第1回ウェブ研究集会「水産物加工残滓のゼロエミッション化」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山尾政博
2. 発表標題 広島県かき産地のカキ殻処理 大規模産地のシステム化
3. 学会等名 地域漁業学会第1回ウェブ研究集会「水産物加工残滓のゼロエミッション化」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山下東子
2. 発表標題 非食用水産物の有効利用に関する研究
3. 学会等名 地域漁業学会第62回大会 一般報告
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 山下東子	4. 発行年 2024年
2. 出版社 日本評論社	5. 総ページ数 353
3. 書名 新さかなの経済学 漁業のアポリア	

1. 著者名 除本理史・塩飽敏史	4. 発行年 2022年
2. 出版社 東信堂	5. 総ページ数 216
3. 書名 瀬戸内海のごみ問題と政策形成（第5章）、除本理史・林美帆編著『「地域の価値」をつくる』	

1. 著者名 除本理史	4. 発行年 2019年
2. 出版社 ミネルヴァ書房	5. 総ページ数 324
3. 書名 「賠償の問題点と被害者集団訴訟」丹波史紀・清水晶紀編著『ふくしま原子力災害からの複線型復興 一人ひとりの生活再建と「尊厳」の回復に向けて』	

〔産業財産権〕

〔その他〕

山下東子
<http://yamashitah501.wixsite.com/yamasite/research-blog>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	天野 通子 (Amano Michiko) (40643250)	愛媛大学・農学研究科・准教授 (16301)	
研究分担者	除本 理史 (Yokemoto Masafumi) (60317906)	大阪公立大学・大学院経営学研究科・教授 (24402)	
研究分担者	山尾 政博 (Yamao Masahiro) (70201829)	広島大学・統合生命科学研究科(生)・名誉教授 (15401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------