

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 21 日現在

機関番号：11501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01999

研究課題名(和文)復元生態史に基づく持続性生態資源利用プログラムの解明

研究課題名(英文)Analysis on the sustained resources use program based on the history of ecological restoration

研究代表者

渡邊 一哉 (WATANABE, Kazuya)

山形大学・農学部・准教授

研究者番号：80406892

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：生態資源利用は、食料や収益の供給といった根幹的なサービスだけでなく、景観や文化の形成などの多面的な役割を持つ。本研究では、「今日まで持続される生態資源利用は、過去にリスクにより被災した後、克服し再建を遂げた経験を持つ」という仮説をたて検証を行った。調査対象はタイ国スラタニー県バンドン湾のカキ養殖を選択した。

調査の結果、資源利用の持続性は、最頻の災害である洪水に対して、生態資源であるカキが耐性を有する生活史を持ち絶滅しないこと、養殖業者が被災経験を通して、資源が回復するまでの時間を待機できる備えがあり、離職・廃業を防いでいること。以上によって維持されてきたと結論した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

「生態資源の持続的利用」が求められて久しい。一方で、それを可能とするメカニズムはいまだに明らかになっていない。本研究は、およそ60年の資源利用史を持つタイ国バンドン湾のカキ養殖業を対象に、その解明を目的とした。結果、これまでの資源学的視座では明らかにされなかった、資源利用者のリスクに対する応答と順応を明らかにしたことで、概念的であった「相互関係」「相互性」の持続メカニズムを明らかにした。【学術的意義】本成果は、例えば行政による資源管理を行う際に、被災時の資源利用者への補償の目的や金額の算出を明確にすることが可能となり、現実的な生態資源とその利用の持続性の保全につながる。【社会的意義】

研究成果の概要(英文)：Ecological resource use is not only a fundamental service, such as the provision of food and income, but also the shaping of landscape and culture. It has a multifaceted role, such as In this study, the authors argue that "the use of ecological resources that is sustained to this day is a matter of overcoming the damage caused by risks in the past, and The hypothesis of "having experience in rebuilding" was tested.

The results of the study showed that the sustainability of resource use was not affected by flooding, which is the most frequent disaster, because (1) oysters as an ecological resource were Have a resistant life history and do not become extinct; (2) Farmers must learn from the experience of the disaster and continue to do so until the stock recovers The company is prepared to stand by for the hours of the day, and has prevented the separation and closure of the business. We conclude that this has been maintained by the above.

研究分野：地域研究

キーワード：沿岸生態資源 持続性 二枚貝養殖 自然災害 タイ国バンドン湾

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

ヒトの介入や気候変動などに対する『生態応答』、適正な資源利用を可能にする『技術』、そして生態資源を利用しながら成立している『暮らし』の3つの状態の均衡が取れている状態であると言える。一方でそれぞれの状態は常に不安定であり、いずれかの変動が顕著になれば生産構造は容易に崩壊する。

タイ国バンドン湾のカキ養殖は、参入者の増加によって漁獲量が急増した。これは新規参入者の増加が、カキの生育場を拡大したためである(渡邊, 2009)。従来の水産資源管理論(例えば田中, 1998)では、人間の過剰な介入は早晩、生態資源の枯渇を招くとされている。しかし、バンドン湾では、むしろ人間の介入によりポテンシャルが伸長してきたことが先の研究(2010-2012年科研基盤研究(c)採択番号)で明らかとなった。

個人所有区画ごとの聞き取りを行うと、単位面積当たりの収量に大きな差は認められていない。一方でバンドン湾全体での総生産量は年によって大きな変動がみられる。この要因として洪水による局地的なカキの損失結果が考えられた。洪水に伴う塩分濃度の低下は、流通の対象となる成貝を死亡させるため、養殖経営に大きな影響を与えている。

ところで、これまでの我々の調査によって、バンドン湾の大まかな一次生産量が求められた。結果、富栄養化や枯渇状況ではなく良好な生産環境であることが分かった。この良好性を保つ要因の一つに、洪水による攪乱の発生を考えた。典型的な内湾構造であるバンドン湾は、物質の滞留・堆積傾向が強い。よって攪乱が起きなければ、未分解の有機物(例えばカキ自身が出す偽糞など)が堆積し、カキにとって有害な硫化物の発生が起きやすい。カキの生息量が拡大していくことと比例して、このリスクも増加する。このリスクを除去する役割を洪水が担っているという仮説である。つまり、この作用の定期的な発生こそが、生産基盤構造の健全性を支えていると言える。本研究では、これまでの水質モニタリングに加え、底泥の硫化物生成量およびカキの成長量から洪水が生産システムにどのような影響を及ぼし、そしてカキはどのような応答をしているかといった、『生態応答』の実態を把握する。

さて、健全性維持のための作用とは言え、養殖業を生業とするヒトの『暮らし』には大きな影響を及ぼす。バンドン湾における洪水の頻度は、規模の大小を問わなければ、ほぼ毎年のように起きている。このような中で養殖業が今もなお多くのヒトを受け入れ存続している理由は何故か?すでに私たちは、カキの生息量・生息域は、ヒトの養殖業という介入によって維持されていることを明らかにした。養殖業からの撤退者が多くなれば、カキが生息場として必須の養殖基が腐朽しても交換が行われなくなる。結果生息場の減となり、現存量も減少する。このことにより、さらなる収穫量の減少が起こり産業衰退に拍車がかかることが容易に想像される。そのため、洪水に対して、ヒトはどのような対応をしてきたのか。その結果、現在までに構築されたシステムはどのようなものであろうか。

ひとたび洪水被害に見舞われれば、年単位で収益が途絶える。この『暮らし』の危機にどのような一時的退避(回避)システムが社会構造形成されてきたのか?これが本2つ目の狙いである。

3つめは『技術』を対象とする。我々は先の研究で、当該地区の養殖技術開発史の起源は、1960年であることを明らかにした。当初は地撒き法と言われる、日本の養殖史に当たれば約450年前の手法に端を発している。その後80年代にひび建て法が確立した。日本のカキ養殖史が350年かけて辿った技術変遷を20年で達成したことになる。

ひび建て法の改良型であるセメントポール法が80年代半ばに確立した時期と同じくして、養殖業への参入者は激増する。参入者の増加は生産競争を引き起こすことが想像され、それは新しい技術発達を促す原動力にもなるはずである。しかしながら、バンドン湾では現在まで技術的発達はほぼ停滞状態である。約40年間の技術の停滞は何に起因するものであろうか?技術の発達とは、一般に収量増加と労働コスト低下を達成するため集約化傾向を見せる。集約化は過剰収穫や高密度などを引き起こすため、環境劣化を起こしやすい。逆に粗放的な技術は、生産量の規定要因が資源の選好性にゆだねられるため、収量は低い、資源量の密度は適正に維持され、系全体の安定性を保ちやすいという面がある。では、ヒト(直接的資源利用者)は、系全体の安定性を考えて30年間技術発達を停滞させているのであろうか?むしろ社会・制度、あるいは環境条件そのものが制約要因となっていることが考えられる。この制約要因が解除されれば、技術は集約化方向に加速し、現状の安定性は担保出来なくなると考えた。この仮説に基づく検証を、特に環境歴史的視座から行う事を第3の目的とする。

以上3つの視座を背景として、それぞれの不安定さとその回避・退避のメカニズムを通じて相互依存性の実態を明らかにし、相互依存の持続性維持のための指標を得ることを狙いとしている。

### 2. 研究の目的

環境や人為的にもたらされる攪乱に対して、生物資源とそれを利用するヒトがどのような対応をし、高い生産性と利用域の拡張を同時に達成してきたのだろうか。地域の暮らしは、地域固有の環境特性をふまえた知識体系や技術体系をはぐくんできていると言え、生態資源との相互依存性は、地域社会の基礎構造に埋め込まれていると言える。本研究では、タイ国バンドン湾の環境において、攪乱と応答の繰り返しを復元生態史と位置付け、現在に至るまでの相互依存の形成過程を視座で再構築していく。そして、地域資源の潜在力を拡張しながら利用し、環境劣化や

自然災害に対して柔軟に対応する知識や技術がもたらした相互依存性を持続するためのプログラムを可視化・指標化することを目的とする。

### 3. 研究の方法

生態資源利用は、食料や収益の供給といった根幹的なサービスだけでなく、人間と生態資源の相互関係による独自の生態系の形成や、産業を中心に形成された文化や景観などの副次的な価値の創出など多面的な役割を持つ。我々はこうした役割から多くの恩恵を享受しており、生態資源利用の持続性の解明が重要である。

ところで生態資源利用の持続を脅かすリスクの存在が知られている。しかし今日まで持続される生態資源利用は、過去にリスクにより被災した後、克服し再建を遂げた経験を持つと考えられる。この検証のためには、過去に経験した災害の種類や、その発生年・発生場所・被害の程度・再建過程について情報を収集・構築を行い、明らかにする必要がある。

#### 本研究の調査対象範囲

Kanchanadit 郡付近の海面利用許可水域内で、Kadae Chae 川の航路及び Tha Thong 川の航路で囲まれる範囲を本研究の調査対象範囲とした。対象範囲内には、293 の養殖区画が存在する。

#### 1. アンケート調査

区画を所有する養殖業者から災害の経験に関する情報を収集しその履歴を把握することを目的に、アンケート調査を行った。アンケート調査は、すべての回答者に対し同じ質問項目を設定するため、様々な比較検討に適している手法である。

。養殖業者に対するアンケートの配布は、スラータニー県 Kanchanadit 郡在住の養殖業兼仲買業者に依頼した。アンケート用紙の質問は、災害の経験・養殖区画の位置・継続年数・生産量や収益についてなどの内容で全 17 問を設定した。アンケート調査用紙の全ページについては付録にて記載した。

#### 2. インタビュー調査

アンケート調査による情報収集の補完を目的に、インタビュー調査を行った。養殖業者だけでなく、仲買業者、カキの小売業者を対象とした。

#### 3. 養殖区画の巡検

実際に養殖が行われる現場である養殖区画や盗難防止の見張り小屋、養殖器、舟などの設置状況を把握することを目的に、養殖区画の巡検調査を行った。調査は、アンケート用紙の配布を依頼した養殖業兼仲買業者に協力を得た。

#### 調査地概要

スラータニー県はタイ国南部の半島部に位置する、人口約 104 万人（2014 年）の都市である（図 1）。人口の 9 割以上が仏教徒であり、僧侶や寺院など町中にその文化が深く根付いている。

タイのカキ生産量は世界 8 位（2016 年）である。スラータニー県は国内でも随一の生産量を誇る、水産業の盛んな地域である。バンドン湾で行われる沿岸養殖では、ハイガイ、ミドリイガイなどの二枚貝類の生産も盛んである。カキについては、生食の喫食形態が主である。

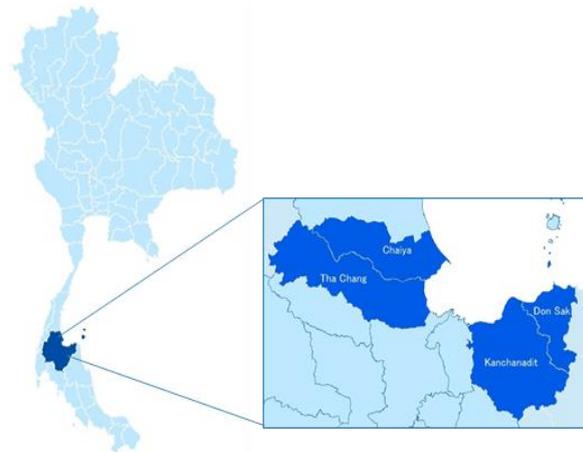


図 1 タイ国 SuratThani 県とバンドン湾

### 4. 研究成果

#### 特徴的な二枚貝養殖

#### ①海面利用許可水域

バンドン湾には、政府により二枚貝養殖の生産が許可された水域が存在する。タイ政府水産省 (DOF) は、初めに 1979 年 Kanchanadit 郡において 3,707 エーカーの範囲を指定し、その後も範囲が拡大され続け、現在では 4 郡 (Kanchanadit 郡, Tha Chang 郡, Chaiya 群, Don Sak 郡) にわたって 17,857 エーカーの範囲が認可されている (エーカー (acre) は面積の単位で、1 acre = 63.61m\*63.61m = 約 4,047 m<sup>2</sup>)。養殖者がこの水域の利用件を得るには有償の区画所有権 (Anakon Nam) が必要となり、この水域の利用権を得るには、3 年間あたり 800 バーツ (1 バーツ

= 3.39 円（2019 年 1 月現在）の登録料が必要となる。これを保有することで被災時には政府が出す補助金受給の対象になることができる。

## ②養殖方式

全てのカキ養殖は、付着生活を送る段階に成長した個体の生息場所を人為的に提供する共利共生関係で成立している、という点で共通する（図 2）。



図 2 資源と利用者の共利共生関係

## アンケートの実施・結果について

アンケート用紙の配布は、スラタニー県 Kanchanadit 郡在住の養殖業兼仲買業者に依頼した。その結果 60 部配布し、54 件を回収した。回答者の居住地は、Kanchanadit 郡の Kadae 村・Tha Thong 村・Takhian Thong 村の 3 村であった。

## 環境マップの作製

次の手順で、統計地図と回答者の所有区画の照合作業を行った。その結果 40 件の回答者の区画を特定した。図 5-2 中では、面積値を階級として色分けをした。

- 1) アンケートで所有区画の面積と大よその位置を回答してもらう。
- 2) 現地の統計地図を元に ArcGIS 上で養殖区画のフィーチャを作成し、海面の区画地図を作成する。ジオメトリ演算を使い各区画フィーチャの面積の属性を付ける。

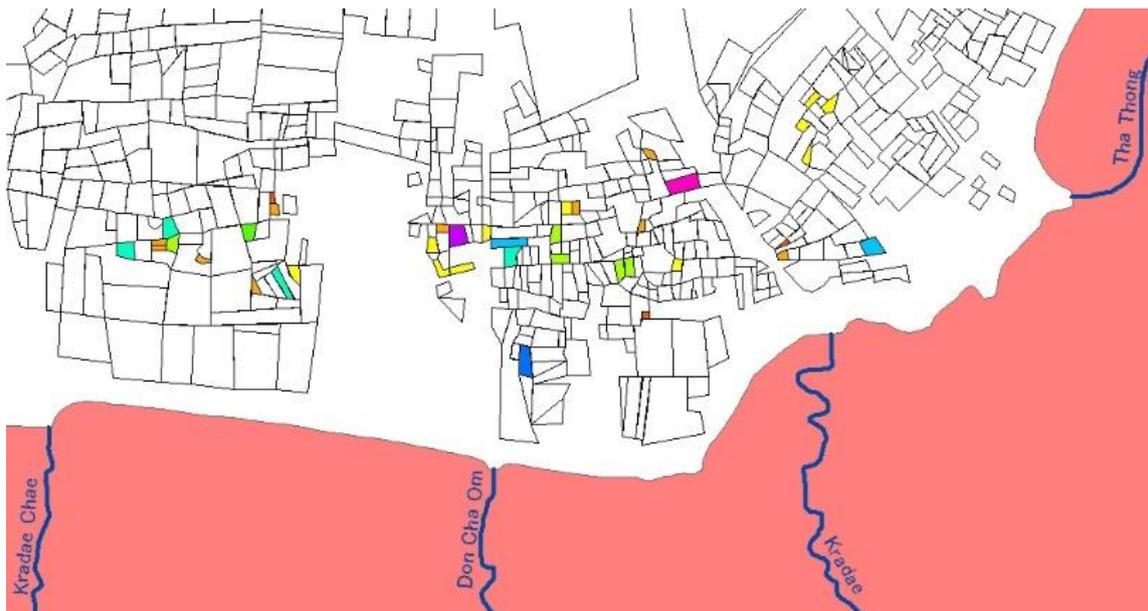


図 2 回答者の所有区画位置（平均 8.8Rai）

- 3) 統計地図上で最も面積の値が近く、回答の大よその位置に当てはまる区画を回答者の所有区

画とし、1) と 2) を相互に比較しながら照合させる。

め、2018 年の乾季調査と併せて 2019 年に雨季調査を行っている。

### 災害に関する項目

資源利用の持続性を脅かす可能性のある災害は、洪水・水質汚染・外敵生物による被食被害・経済危機による売り上げ低下・盗難被害・制度変更に伴う失職の 6 種類が明らかになった。報告数はそれぞれ、洪水 76 件・水質汚染 6 件・被食被害 3 件・経済危機 2 件・盗難被害 1 件・制度変更 1 件であり、洪水被害の報告数が最多となった。

### 災害後の再建時間について

明らかになった生態資源の持続を脅かす 4 災害のうち、洪水被害は最も被災報告数が多く、発生年と発生場所、被害額の情報が明確である。また、発生後には養殖による収益が 1 年以上失われる唯一の災害種であった。よって洪水は対象地で最も影響の大きい災害であるとし、洪水の発生が確認された複数年のうち 4 回分（2017 年・2011 年・2007 年・1996 年）について、発生後の再建期間に関する回答を集計した。

アンケート内で再建期間の階級値は、半年以内・半年から 1 年以内・1 年以上 2 年未満・2 年以上 3 年未満・3 年以上で設定し、いずれか 1 つの選択回答とした。その結果、いずれの発生年でも再建期間には 1~3 年を要するとの回答が最多であった。

#### 養殖業者の被災経験の蓄積

全ての養殖業者が被災経験を持つ点に加え、被災経験の蓄積により次の 2 点を予測して養殖を行っていると考えられる。: 1) 被災後にはカキの生育を待機する期間が再建期間として必要である、2) 再建期間は 3 年以内である

2011 年に発生した洪水は、降水量自体は他の発生年とさして変わらないが、ArcGIS を用いた被害範囲の可視化では全域に被害をもたらした唯一の洪水であった。他の発生年と特異な点は、乾季に発生したことであり、降水量の高さが被害程度の大きさに直結した訳ではないと考察される。

養殖業者への聞き取り調査によると、カキ養殖の作業は水中で行う過程が多く存在する（養殖器の設置、カキの収穫や間引き調整等）。そのため年間作業スケジュールは季節ごとに変化する潮位変動に合わせて調整されている。洪水被害は降水量の高まる雨季に発生することが多く、即ち潮位の高い時期でもあるため、水中作業は避けるとのことであった。

乾季に発生した 2011 年の洪水は、上記のようなスケジュールに沿って作業を行う養殖業者らにとっては、発生の予測が難しく、作業量が多く設定される時期に発生したことでより甚大なダメージをもたらしたと考えられる。

以上を次のようにまとめる。

- ・養殖業者全員が洪水による被災経験を持つ
- ・潮位変動に合わせて年間作業スケジュールが定められ、洪水の発生時期が粗方予測される
- ・被災経験の蓄積があるため、被災直後は資源利用ができずその待機期間が 3 年以内という点は既知である
- ・同様に、経験に基づき、貯蓄や副業先の確保といった再建期間を待機するための対策が取られている。

以上のように、生態資源及び利用者の再建過程が明らかになった。対象地の資源利用は、上記のようにして今日まで持続されてきたと考察された。

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Nipaporn Ratchatapattanukul, Watanabe Kazuya, Okamoto Yuki, Kono Yasuyuki	4. 巻 Vol.6, No1
2. 論文標題 Living under the State and Storms: The History of Blood Cockle Aquaculture in Bandon Bay	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Southeast Asian Studies	6. 最初と最後の頁 3-30
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20495/seas.6.1_3	査読の有無 有
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 該当する

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 田中日向子・渡邊一哉
2. 発表標題 タイ国バンドン湾における沿岸二枚貝養殖を対象とした地域生態資源利用の持続性に関する研究
3. 学会等名 庄内・社会基盤技術フォーラム2019
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

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
---------------------------	-----------------------	----