

令和 3 年 6 月 13 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K18250

研究課題名（和文）アカシア植栽農業を海域漁業と栄養塩類フロから考える - ベトナム中部を事例に -

研究課題名（英文）Considering Acacia plantation from marine fishery and nutrient flow -A case study in central Vietnam-

研究代表者

岡本 侑樹 (Okamoto, Yuki)

京都大学・地球環境学堂・研究員

研究者番号：00635500

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：東南アジア熱帯域の自然林・アカシア林が海に栄養塩を供給する機能、沿岸で生産される牡蠣の栄養塩の利用（陸域起源）、アカシアプランテーションの影響について、ベトナム中部沿岸域を中心に研究を実施した。

結果、1) 土地利用ごと（アカシアと自然林）の栄養塩流出に大きな差がなく、沿岸域への栄養塩類流入は小さく、2) 湾の栄養塩類の主なソースは堆積物・底質からと示唆された。3) アカシア植栽施肥は短期的で、土地の利権に関わる形態での運用（企業下で20年植林後、特定者の所有になる）から生業として浸透していた。以上から、現地におけるアカシア植栽の影響は、栄養塩・水産物の生産性の観点においては、マイナスではなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ベトナム中部沿岸域にけるアカシアプランテーションが沿岸漁業環境に与える影響について具体的に調べた研究はこれまでになく、従来の考えでは、プランテーション農業は、モノカルチャーであること、多量の施肥など、ネガティブな側面が取り上げられてきた。

本例で取り上げたベトナム中部の事例では、沿岸域で養殖されるカキ、プランクトン、そしてその栄養である栄養塩類にフォーカスして分析した結果、自然林、アカシア林ともに沿岸域への栄養塩類の負荷は小さいものであることが明らかになり、主な栄養塩の起源は底質であることが示唆された。地域性が反映された結果でもあるが、思い込み・想定を覆す重要な事例を提示出来た意義は大きい。

研究成果の概要（英文）：Effect and nutrients input/loads from Natural Forest and Acacia Planation into the oyster aquaculture fishery and coastal environment was examined in central Vietnam.

As a result, 1) differences in land forest types did not show any differences in nutrient loads (low impact), 2) oysters were cultured, inhabited in his bay and estimated production was around 4000 tons/bay, 3) PO4 in bottom water was suggested as a characterized nutrient source in this bay, and 4) fertilization in Acacia plantation was limited in amount and period with specific contract based management with ownership which support local residents to implement to Acacia plantation as one of their livelihood activities in study area.

Therefore, in terms of negative impacts in nutrients loads in the coastal water and oyster production, there were not observed in this study site.

研究分野：環境

キーワード：ベトナム カキ アカシア 栄養塩類 湾 プランテーション

様式 C-19、F-19、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、温帯域における森や人里がもたらす海域への効果・影響について、多くの研究が発表されている。一方、東南アジアを中心とする熱帯地域では、自然林の伐採に伴うプランテーション農業の拡大に伴う植生変化、種多様性の減少が指摘されている。ベトナムにおいては、山間地域におけるアカシアの植栽が盛んに実施され、地域の人々の生業の一つとなっている。沿岸域では牡蠣養殖をはじめ、漁業が盛んであり、陸域の変化に伴う影響が懸念されている。本研究は、ベトナム中部フエ省に位置する An Cu 湾において、熱帯における森里海のつながりを、アカシア林と自然林それぞれに帰する栄養塩類のフロー、海産物の牡蠣のフードウェブとその生産量から理解し、森林利用がもたらす海への寄与、リスクを評価する。また、アカシア植栽農業の生業を左右する内的(管理)・外的要因(グローバル市場、政策支援)等の実情を把握し、東南アジアにおける林業と漁業の新たな関係性を明示、提供する。

2. 研究の目的

本研究は、熱帯域の自然林やアカシア林は、問①.海への栄養塩供給に貢献しているのか? 問②.海で生産される牡蠣は、どれだけ陸域起源の栄養に依存しているのか? 問③.アカシアプランテーションは、本当に「悪」なのか? の以上3つの問いに答えるべく、1) アカシア林、自然林などの陸域からの栄養塩類のフローの明示、2) 湾内の牡蠣に関するフードウェブと陸性食物起源の寄与についての推定、3) 湾内の一次生産、牡蠣生産量と栄養塩類の現況の理解と赤潮・貧栄養リスクの検討、4) アカシア植栽農業の生業を左右する内的・外的要因の把握を目的に、ベトナム中部 An Cu 湾流域において研究を実施する。

3. 研究の方法

1) アカシアプランテーションと自然林がもたらす沿岸域への栄養塩類のフロー

森林タイプ、土地利用による流域を分けて、各流系の表層流(河川、小川、水路)を採取し各時期(乾季・雨季)に計測することで、湾に流入する栄養塩類のフローを求めた。本研究では、表層流を対象に、各森林タイプの流域の栄養塩類のフローを把握する。

2) 牡蠣の餌である植物プランクトンおよび栄養塩から見た陸域起源の寄与の推定

牡蠣が利用する餌生物(植物プランクトン)クロロフィル量と、各水系の栄養塩類の分布から、カキ養殖漁場における栄養塩類の起源、寄与について推定する。

3) 湾全域の一次生産および牡蠣の生産量の推定

湾内の基礎生産量の測定、衛星画像を用いた判読と、現地での生物量調査を組み合わせた牡蠣の現存量推定により、湾全体の牡蠣生産量を推定する。

4) 現地住民から見たアカシア植栽農業の利点、問題点、放棄や代替案の可能性の明示

社会調査(各世帯の管理方法など)、法・政策に関する文献および関係機関への聞き取り調査から、アカシア植栽農業を実施する経緯、今後、放棄や他の転用の可能性について理解し、地域住民側の内的判断と外的要因(政策支援、マーケット、外部機関等)の基準点、利点、問題点を整理する。

4. 研究成果

カキ養殖業の生業について

カキ養殖に携わる世帯は、林業や漁業、小売店など副業を営む世帯が多く、複合生計の中の一つにカキ養殖が位置付けられていることが明らかになった。また、販路についても大型個体については、高値でレストランへ取引されているのに対し、養殖期間が1年未満の小さな個体は、養殖飼料の餌などを取り扱う企業に売買されていた。今年度については、雨季の雨が少ないこと、湾口付近での橋脚工事の影響か、湾奥部で水が滞留する、水位が低くなるなどの影響で、大型の藻類が繁茂し、養殖業に影響を与えていた。

アカシアプランテーションの生業について

アカシアプランテーションに関わる世帯は、副業の一つとして植栽を実施しており、主生業は漁業であることが多かった。植栽施肥は短期的なものであり、利益として多くはないものの、植え付け期と伐採期の2時期に短期集中的な労働負荷で済む生業であること、土地の利権に関わる形態での運用(企業下で20年植林すると、森林は特定者の所有物になる)の事例もあることなど、さまざまな理由でアカシアプランテーションに従事、継続する世帯があることが理解されるとともに、地域において副業の1つとして浸透していることが明らかになった。ただし、所有物になった後に、放棄される可能性、転用される可能性については、森林を維持する政策的な後押しもあるため限りなく少ないことが、現時点ではうかがえた。

アカシアプランテーションと自然林がもたらす沿岸域への栄養塩類のフローについて

アカシア(*Acacia auriculiformis* および *Melaleuca* sp.) が高密度(3,781本/ha)に植栽され、3-5年を周期とした継続的な林業が行われていた。湾に流入する河川集水域の天然・二次林、人工林それぞれの濾過サンプル水の栄養塩類(NH₄, NO₃, DIN, PO₄)は、雨季において、乾季と

比べると高い値を示したものの、各流域において低い値であり、森林構成の違いに起因した各栄養塩濃度への顕著な影響は認められなかった。このことから、施肥に起因するアカシア植林地から水域への栄養塩類負荷は大きくないことが考えられた。

湾全域の牡蠣の生産量の推定

湾内ではマガキの仲間 (*Crassostrea iredalei*) の養殖が行われており、実測した養殖基盤付着個体数と養殖基盤数の推定から求めた、養殖漁場中の個体密度は3,613個/m²であった。加えて、衛星画像を用いて特定した養殖漁場の湾内の総面積は0.45km²であり、これらから、推定算出された、むき身生産量はおおよそ4,000tであった。

現在の湾内環境とリスク

湾の閉鎖度指数は9であり、その形状から考えて閉鎖性が高く、水質汚濁や富栄養化のリスクを含んでいることが明らかとなった。一方で、現状からはDIN/DIP比が概ね16以下であり、水域全体の栄養塩類のバランスは適度に保たれていると考えられた。調査期間中に実施した溶存酸素分布の調査においても、貧酸素水塊や赤潮の発生が認められないことも踏まえ、湾内の水産資源に悪影響を及ぼすことがない状態で、森林・水産資源の利用がなされていることが、現時点では、示唆されている。

基礎生産と植物プランクトン組成のモニタリング

炭素同位体を用いた基礎生産の測定とChl aの定期モニタリングを実施した結果、溶存栄養塩とクロロフィルa濃度では、季節変動、地点別の明確な違いは見られなかった。基礎生産については、乾季に高い生産性を示し、雨季に減少する傾向が見られたが、栄養塩類との相関が見られなかった一方、表層において水温との相関、底層では粒子態リンとの相関が見られ、相対的に高い粒子態リン濃度と水温が、底層植物プランクトンの炭素固定を促進したと考えられた。

牡蠣の生育生産量の推定

養殖漁場の場所ごとの生産性の違いが漁業者から指摘されたため、モニタリングを実施したが、地点別のカキの成長率では、全地点緩やかな直線の成長が見られたのみに留まり、地点間の優位な差は見られなかった。成長率は水温、表層の基礎生産量との間で正の相関が確認された。

湾内の栄養塩類の分布特性とカキの栄養起源

カキが養殖されている地点を中心に栄養塩類 (NH₄, NO₃, DIN, PO₄) の定期的な測定を続けた結果、非常に低い状態であり、富栄養化が問題とされないレベルであることが示唆された。低栄養環境ではあるものの、その中で底層のPO₄量が、他の項目と比べ高い傾向が見られた。これは、本湾の特徴であり、陸域 (アカシアプランテーションや自然林) からの栄養負荷、栄養供給ではなく、カキの生態特性に起因するフロー:「偽糞の底質としての堆積→嫌気環境→栄養塩類供給→基礎生産) 義憤の森林からの栄養塩類の供給」で栄養が循環している可能性が考えられた。

マイクロプラスチックの予備調査

現地での研究を行う中で、カキの安全性やプラスチックごみに関する問い合わせが寄せられたため、簡易ではあるが、予備的なマイクロプラスチックの調査を8月と12月に実施し、5mm以下~100μm以上のマイクロプラスチックが発見された。

以上の結果から、熱帯域の自然林やアカシア林に関する当初の3つの問いへの答えは、以下の通りである。

問①.海への栄養塩供給に貢献しているのか?

本調査地における表層水からの栄養供給としての寄与は低いものであると考えられた。ただし、底質からの栄養供給が基礎生産に寄与していることが示されており、雨季に栄養塩流入が高いこともあり、流入する堆積物の貢献について、今後、検証していく必要がある。

問②.海で生産される牡蠣は、どれだけ陸域起源の栄養に依存しているのか?

コロナ下の影響のため、当初予定していた安定同位体比に基づく分析ができなかったため、不確定な部分は残るため、得られたデータと現存の知見からの推察であるが、いくつかの文献で報告されているアカシアの栄養塩の高い利用特性、さらに本調査地における底層 (底質から) の栄養塩特性 (粒子態リンの寄与) をふまえると、陸域起源の寄与よりも、生産されているカキから排出される有機物を起源とする栄養塩の循環、カキの生態特性に起因するフロー:「偽糞の底質としての堆積→嫌気環境→栄養塩類供給→基礎生産) 義憤の森林からの栄養塩類の供給」

によって成り立っている可能性が高いと考えられる。

問③.アカシアプランテーションは、本当に「悪」なのか？

内湾、漁業への栄養負荷という点から見れば、全く悪ではなかった。これはアカシアプランテーションがネガティブにとらえられる側面の一つである「栄養塩類負荷の原因」との考えについて、再考すべき、地域性を反映すべき、との知見を提供するものである。もちろん、生物多様性の観点から見れば、アカシアプランテーションは良しとすることはできない。が、少なくとも、本調査地の流域・湾における栄養塩類の観点からは、ネガティブなものではなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔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 武田華生、岡本侑樹、Ho Tan Duc、Le Thai Hung
2. 発表標題 ベトナム中部における集水域から沿岸域への栄養塩フローの解析
3. 学会等名 平成31年度 日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

思いやりのあるお節ベトナムのメンタリティーp.50-58 編)田中 フィールドで出会う風と人と土4 http://www.chikyu.ac.jp/publicity/publications/others/img/kazehitotsuchi_essay4_2.pdf
--

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

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		
	ベトナム	フ工科学大学	フ工農林大学