

氏名(本籍)	三浦 浩(山梨県)
専攻	安全システム建設工学専攻
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第141号
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当者
学位授与の年月日	令和2年9月30日
学位論文題目	漁港水域の環境特性を活用した持続的な水産資源生産力の強化に関する研究
論文審査委員	(主査) 末永 慶寛 (副査) 角道 弘文 (副査) 山中 稔

論文内容の要旨

【背景と目的】

日本国内の沿岸域には2019年現在2,806の漁港が存在する。我が国の海岸線延長は3.5万kmあり、単純計算すると12kmに1つの漁港が立地していることになる。漁港は生産や流通・生活の場として背後の漁業地域を支える地域の基幹的な社会資本である。一方で漁港水域では、コンクリート構造物を主体とする外郭施設等により静穏域を形成するとともに、沿岸域に立地するため、藻場や多数の水産生物が生活史の一部として利用している。こうした背景から、これまで経験的に知られていた漁港水域と水産生物の関わりを体系化し、漁港水域の活用や、施設の整備・改良に反映させていくことが期待されている。また、近年、気候変動の緩和や適応策が重要課題となる中、海水温上昇に対応した漁場整備方針が求められている。そこで本研究では、漁港水域を沿岸域の環境基盤の一部として捉えた場合の環境特性や利用形態を体系的に整理し、漁港水域の水産資源生産機能に着目し、機能分類とその強化策について提言した。さらに、漁港水域の持続的な活用に向けて考察した。

【論文の要旨】

- ①漁港水域の有効活用の現状：漁港水域への水産生物の蝸集状況や漁場としての利用実態及び漁港水域における増養殖等に関する動向を把握するため、全国的なアンケート調査を行った。これらの結果、全国の漁港の約20%において、漁場や増養殖場としての活用を行っている実態が明らかになった。さらに、漁港水域に蝸集する水産生物や、増養殖への取組状況をとりまとめ、漁港水域の特徴や課題について考察した。
- ②漁港水域の生態系構造と生物生産機能に関する検討：全国の6海区を代表する13漁港を抽出し、立地環境や出現生物に関する調査結果に基づき、漁港水域の類型化を行い、生態系構造を解析した。また、漁港水域における生物現存量を推定するために、調査結果

に基づいた原単位化を行った。これらの結果、漁港水域の生態系構造は3タイプが認められた。このうち多くの漁港では、一次消費者が基礎生産を上回り、二次・三次消費者が少ない生態系構造であり、魚介類の環境収容力のポテンシャルが高いことが明らかになった。

- ③漁港水域の保護育成機能とキジハタの幼稚魚育成施設に関する検討：漁港水域の環境特性や環境収容力について検討を行った。また、保護育成施設を漁港内に設置し、キジハタ人工種苗を放流し、漁港水域の保護育成機能と今後の海水温上昇への対応について考察した。これらの結果、漁港水域では76種の魚類が出現し、多くは幼稚魚であった。また、餌料環境から、主要魚種3種をそれぞれ5~8千尾を収容可能と推定された。キジハタ放流種苗は施設に滞留し、施設を出た後も漁港内に留まり成長した。また、温暖化に伴い水温が上昇した場合、冬季の摂餌減退期間が短くなり、将来的には餌料要求が高くなることが予想された。
- ④漁港水域におけるイセエビの育成施設に関する検討：イセエビの主要漁業地区に立地する漁港において、稚エビの生育に資する人工巣穴を有する漁港構造物の付加及び試験礁の設置を行い、稚エビの定着状況や胃内容物、餌料生物出現状況を調査し、イセエビの育成場としての可能性について考察した。これらの結果、港外側を中心に、着底期の稚エビが人工巣穴を利用して周年成長することが明らかになった。日中の隠れ場と餌場を同所的に創出することが重要と考えられた。
- ⑤漁港水域における藻場造成に関する検討：新設する沖防波堤において藻場造成に配慮した着生基盤の整備と、海藻のタネ供給や種苗移植を実施した。施設整備後の藻場形成状況と水産資源生産力強化の可能性及び、海水温上昇に対応した藻場造成について考察した。これらの結果、ホンダワラ類を主体とする藻場が形成され、整備後5年で被覆ブロックの73%まで拡大した。藻場形成に伴い、アワビ、サザエ等の磯根資源の増加がみられた。また、魚類はメバルやマアジ等の幼稚魚が出現し、冬季にはハタハタが造成藻場に産卵した。また、海水温上昇への中長期的な対応として、保全策と適応策を組合せ、適水温帯を考慮した造成対象種の変更や構造形式の検討が必要と考えられた。
- ⑥総合考察：以上をふまえ、漁港の環境特性と利用形態を分類・整理し、漁場環境としての留意点についてとりまとめた。また、漁港水域を魚介類の生息空間として機能分類した結果、「餌場」、「休息場」、「隠れ場」、「産卵場」に大別された。また、それらの強化策として、1)豊富な一次消費者（餌料）の活用、2)水産資源生産力の強化に資する構造形式の改良、3)天然の生息環境を含めたネットワーク化の視点から提言を行った。最後に漁港水域の持続的な活用に向けて、生態系構造への配慮、ICTの活用、気候変動への対応、にぎわいの創出、高齢化への対応等の観点から今後の課題と対策をとりまとめた。

審査結果の要旨

審査申請者は、漁港水域を沿岸域の環境基盤の一部として捉えた場合の環境特性や利用形態を体系的に整理するとともに、漁港水域の水産資源生産機能に着目し、機能分類とその強化策および漁港水域の持続的な活用に関する研究を行った。

本研究成果は、これまで経験的に知られていた漁港構造物と水産生物の関わりを体系化し、漁港水域の活用や施設の整備・改良に反映させていくことが期待されていることに加え、近年、気候変動の緩和や適応策が重要課題となり海水温上昇に対応した漁場整備方策が求められている中で、対象海域の環境条件に即した、より高度な水産資源生産力向上技術を開発するための有用な知見を得ている。

これらは、今後の漁港水域の環境特性を活用した持続的な水産資源生産力の強化に資するところが多いことから、本学位論文は博士論文に十分値するものと判断した。

本論文は7章により構成され、その概要は以下の通りである。

第1章は、序論として、研究背景、研究目的および既往の研究の整理を行っている。

第2章は、漁港水域の有効利用の現状として、漁港構造物への水産生物の蝸集状況や漁場としての利用実態及び漁港水域における増養殖等に関する動向を把握するため、全国的なアンケート調査を行い、全国の漁港の約20%において漁場や増養殖場として利活用していることを明らかにした。これにより、漁港構造物に蝸集する生物や増養殖への取組状況をまとめ、漁港水域の有する水産資源生産力のポテンシャルについて考察した。

第3章は、漁港水域の生態系構造と生物生産機能に関する検討として、全国の6海区を代表する13漁港を抽出し、立地環境や出現生物に関する調査に基づく漁港水域の類型化による生態系構造を解析した。また、漁港における生物現存量を推定するために、調査結果に基づく原単位化を行った。その結果、漁港水域の生態系構造は3タイプが認められ、多くの漁港で一次消費者が基礎生産を上回り、二次・三次消費者が少ない生態系構造であり、魚介類の環境収容力のポテンシャルが高いことを明らかにした。

第4章は、漁港水域の保護育成機能とキジハタの幼稚魚育成施設に関する検討として、漁港水域の環境特性や環境収容力について検討した。また、保護育成施設を漁港内に設置し、キジハタ種苗を放流し、漁港水域の保護育成機能と今後の海水温上昇への対応について考察した。その結果、漁港水域では76種の魚類が出現し、多くは幼稚魚であったことと、餌料環境の見地から主要魚種3種をそれぞれ5~8千尾が収容可能と推定した。さらに、温暖化に伴い水温が上昇した場合、冬季の摂餌減退期間が短くなり、将来的には餌料要求が高くなることを推定した。

第5章は、漁港水域におけるイセエビの育成施設に関する検討として、イセエビの主要漁業地区に立地する漁港において、稚エビの生育に資する人工巣穴を有する漁港構造物の付加及び試験礁の設置を行い、稚エビの定着状況や胃内容物、餌料生物出現状況を調査し、育成場としての可能性について考察した。その結果、港外側を中心に着底期の稚エビが人

工巢穴を利用して周年成長することを明らかにし、日中の隠れ場と餌場を同所的に創出することが重要であることを指摘した。

第6章は、漁港水域における藻場造成に関する検討として、新設する沖防波堤において藻場造成に配慮した着生基盤の整備と海藻の種供給や種苗移植を実施し、施設整備後の藻場形成状況と水産資源生産力強化の可能性および海水温上昇に対応した藻場造成について考察した。その結果、ホンダワラ類を主体とする藻場が形成され、整備後5年で被覆ブロックの73%まで拡大し、藻場形成に伴い有用磯根資源の増加とメバルやマアジ等の幼稚魚の出現を確認するとともに、冬季にはハタハタが造成藻場を産卵場として利用することを明らかにした。また、海水温上昇への中長期的な対応として、保全策と適応策を組合せ、適水温帯を考慮した造成対象種の変更や構造形式の必要性を指摘した。

第7章は、総合考察として、漁港の環境特性と利用形態を分類・整理し、漁場環境としての留意点をまとめ、漁港水域の持続的な活用に向けて、生態系構造への配慮、ICTの活用、気候変動への対応、賑わいの創出、高齢化への対応等の観点から今後の課題と対策を提言した。

(在学中の学術論文審査)

審査申請者は、これまで漁港水域の環境特性を活用した持続的な水産資源生産力の強化に関する研究を行っており、5編の学術論文(全て筆頭著者)にまとめている。これらの5編は全て平成29年10月に社会人学生として本工学研究科博士後期課程に入学後の業績であり、学術雑誌3編(全て筆頭著者)および国際学会の査読付き論文集2編(全て筆頭著者)に発表し、受理されている。

以上の結果、当該審査に関わる本学位論文は香川大学大学院工学研究科博士後期課程修了の学位に相応しい内容と判断する。

最終試験結果の要旨

公聴会および最終試験(口述試験)を、令和2年8月21日14:00からWeb会議にて実施した。まず、審査申請者は、学位論文内容に関する発表を行い、漁港水域の環境特性を活用した持続的な水産資源生産力の強化に関する検討結果を簡潔かつ明瞭に説明した(約70分間)。その後、質疑応答に移り、審査申請者は、審査委員および聴講者から出た以下の質問に対し、全ての確に回答した(約60分間)。

質問と回答の概要は、以下の通りである。

- ・今回対象とした生物以外で今後の漁場造成に本成果をどのように反映させるのか。

回答：本成果は、漁港内での稚魚の滞留率を向上させることに成功しており、今後は対象漁港、魚種に応じた環境収容力と保護育成機能の強化に適用できる。

- ・漁港内での生産力向上のための底質改善に有効な手法はあるか。

回答：一次生産者、付着生物等の利用可能な餌料とそうでないものを区別し、生産さ

れた有機物の循環を把握し、ナマコ等の底生生物特有の底質浄化機能を利用した物質循環を促進させることも有効である。

- ・本成果を我が国の施策に反映させるにはどう考えるか。

回答：過密な養殖を避けること，生物生息場の創造のための浚渫の必要性等を提言しており，本成果の一部は国の水産基盤整備施策（手引書）にも活用されている。

- ・SDGs との関連について。

回答：9 項目の産業と技術革新の基盤をつくろう，13 項目の気候変動に具体的な対策を，14 項目の海の豊かさを守ろうに適合する成果と考える。

- ・イセエビ稚エビ試験礁での効果が低かった理由について

回答：試験礁設置から短期間で餌料環境が整っていない段階であったためである。海藻，付着生物等の餌料環境を整えば効果は上がるので，餌料環境は必須条件となる。

公聴会終了後，審査委員による口述試験に移り，研究の背景，関連する専門知識および英語能力について，審査申請者の理解度を確認した（約 30 分間）。また，審査申請者は本研究の成果および今後の研究展開についても明確な認識を持っていることが確認できた。

以上の結果，当該審査に関わる本学位論文が香川大学大学院工学研究科博士後期課程修了の学位（博士（工学））に値するものであり，かつ当該申請者は，専門領域に関する十分な学識と研究能力を有するものと判断し，本最終試験の評価を合格とする。