HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	音響手法を用いたアマモ場の分布および生態系サービスの定量化に関する研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	園木, 詩織
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第12491号
Issue Date	2016-12-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/64737
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Shiori_Sonoki_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士（環境科学）　　氏 名　園木 詩織

学 位 論 文 題 名

音響手法を用いたアマモ場の分布および生態系サービスの定量化に関する研究
（Study on distribution and ecosystem services quantification of seagrass beds using acoustic method）

アマモ属植物（Zosteraceae）によって構成されるアマモ場は、日本の沿岸域の砂地・砂泥地に広く分布しており、春季に繁茂、秋季に衰退するといった季節変動を行う。また、アマモ場は光合成や生物の棲息場といった様々な生態系サービスを有しており、アマモ場を含む沿岸域における生態系サービスは、約4兆ドルの価値があると言われている。アマモ場は高い機能を持つにも関わらず、沿岸域の開発などにより世界規模で減少している。その保全に繋げるためにも重要性を定量的に周知する必要がある。アマモ場の機能や価値は単位面積などで評価されることが多く、広域に分布するアマモ場全体で面的に観測・評価した例は殆どない。多様な時空間的広がりを持つアマモ場の機能を評価するためには分布面積やその変動を定量的に把握する必要がある。本論文では広域なアマモ場を迅速かつ定量的な分布を計測できる手法として、音響手法に着目した。本論文では、アマモ場の生態系サービスを経済的価値で示すことを目的とし、音響手法を用いたアマモ場の分布計測およびその推定精度の検証（1・2章）、分布の季節変動の推定とそれに基づく生態系サービスの評価を行った（3・4章）。

- **音響手法を用いた分布推定の精度検証**

本研究では音響手法を用いてアマモ場を計測し、計測結果から分布面積の推定を行う。生態系サービスの定量化を行うためにも、基礎となるアマモ場の情報の計測・推定精度を把握する必要がある。音響計測には小型軽量魚群探知機 KCE-300（ソニック社製、120kHz）を用いた。音響情報から、アマモ場の情報を抽出し（Echoview 4.9, Myriax社）、空間統計学的手法を用いて分布面積の推定を行った（ArcGIS 10.1, ESRI社）。検証では、アマモ場が分布するモデル海域（広島県生野島、北海道能取湖）のデータを用いた。アマモ場の高さの音響計測値と目視計測値を比較したところ誤差は±17cmで、株による高さのばらつきによって生じた誤差と考えられる。推定した分布面積と目視によるアマモ場の有無を比較したところ、6～9割が一致していた。広範囲かつ複雑な分布のアマモ場において、音響手法で得られた連続的なデータを用いた分布推定は高い推定精度と調査コストの低減を両立可能な手法であると考えられる。

- **生野島におけるアマモ場の分布推定と基盤サービスの評価**

広島県生野島沿岸にはアマモ（*Zostera marina*）が繁茂しており、光合成による高い炭素循環能力（繁茂期 1.2g-C m^{-2} d^{-1}、衰退期 0.6g-C m^{-2} d^{-1}）を有している。本研究では、アマモ場が

分布する生野島の北部・東部を対象（0.44km^2）に分布面積と炭素循環能力からアマモ場の基盤サービスを評価した。音響計測調査は2011～2013年の繁茂期から衰退期にかけて合計9回実施した。推定した分布面積に炭素循環能力を乗ずることで全域の値を評価した。経済的価値に換算するために、EUのCO_2取引価格（t-CO_2）を用いた。生野島沿岸域に分布するアマモ場は、各年ともに繁茂期となる5月で最も高くかつ広域に分布し、衰退期である11月に最も疎な分布を取った。炭素吸収量は調査海域において繁茂期に360kg-C d^{-1}、衰退期に30kg-C d^{-1}で、経済的価値に換算するとそれぞれ870円 d^{-1}、65円 d^{-1}となり明瞭な季節変動が見られた。アマモ場の分布に沿った炭素循環能力の時空間的・定量的な評価を行うことにより、炭素吸収源としてのアマモ場の有用性を議論するための重要な基礎的知見を得ることができたと考えられる。

- **能取湖におけるアマモ場の分布推定と供給サービスの評価**

能取湖のアマモ場はスゲアマモ（*Z.caespitosa*）とアマモで構成され、アマモ場には能取湖の主要漁業種であるホッカイエビ（*Pandalus latirostris*、以下エビ）が依存して分布していることが知られている。そこで、本研究ではアマモ場が分布する水深10mまでを対象（16.24km^2）に、アマモ場とエビの分布とその関係から供給サービスを評価した。アマモ場とエビの関係を把握するため、アマモ場の音響調査を行ったライン上でエビの1カゴあたりのCPUEを測定した。これらをもとにGAM（一般化加法モデル）を用いて両者の関係をモデル化し、アマモ場から予測されるCPUEから漁獲量を金額で評価した。能取湖のアマモ場は繁茂期で平均6.40km^2、衰退期で平均5.16km^{2}であった。アマモ場の外側で得られたCPUEからは、アマモ場から離れるほどCPUEが減少し、約450m離れるとCPUEがゼロになると推定された。また、エビは、休息場かつ通路である疎なアマモ場やその縁辺部で多く漁獲されており、選択されたモデルから水深3～5m・疎なアマモ場・縁辺部から200mの範囲を好んで生息していることがわかった。エビの潜在的なCPUEは平均3.1kg、漁獲高は6,000万円と試算された。主要漁業種の金額をもとに空間的・定量的に評価されたアマモ場の経済的価値は、漁業管理や保全に向けた議論のための基礎的知見となる。エビ資源の持続的な利用のためにはアマモ場と合わせた包括的管理が望まれる。

- **総合考察**

広域に分布するアマモ場に対し、定量的な計測が可能な音響手法を用いることで迅速かつ簡便に分布推定を行った。音響手法はデータ取得が容易で、同じ機器なら誰が調査しても同じデータが得られる。今後本研究のような音響手法が漁業者に活用されるようになれば、現場レベルでの自主的な情報の蓄積や漁業管理にも繋がるだろう。従来では単位面積などで評価されていた生態系サービスについて、分布に基づいた評価が可能になった。広域の機能を可視化・定量化したことで、いつどこのアマモ場でどの程度の機能を有しているかを分かり易く提示出来るようになった。本研究で得られた生態系サービスは一部に過ぎないが、アマモ場が有する他の機能についても応用が可能である。今後、更に詳細な機能や価値の評価に繋がるだろう。また、アマモ場の生態系サービスを一般にも分かり易い指標である金額で評価した。環境が有する価値を金額で評価することは経済活動との比較を行うための最も基礎的な情報となる。開発や保全・保護方策を検討する上で、具体的な議論を開始するための基礎的知見となることが期待される。