

最終試験結果の要旨

学位申請者 氏名	鶴成悦久		
審査委員	主査	鹿児島大学 教授	西 隆一郎
	副査	鹿児島大学 教授	重廣律男
	副査	鹿児島大学 准教授	山本智子
	副査	鹿児島大学 教授	地頭菌 隆
	副査	鹿児島大学 准教授	中村啓彦
審査協力者	印		
実施年月日	平成 28年 1月 20日		
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。)			<input checked="" type="radio"/> 口答 <input type="radio"/> 筆答
<p>主査及び副査は、平成28年1月20日の公開審査会において学位申請者に対して、学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることができた。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者が博士の学位を受けるに必要な十分な学力ならびに識見を有すると認めた。さらに、本論文は、水産学、生物学、空間情報処理工学、環境学等と関連した学際的な研究内容となっていることから、申請者には博士（学術）の学位に授与が適当であると判断した。</p>			

学位申請者	
氏名	鶴成悦久

鶴成悦久博士論文審査会について質疑応答は以下の通りである。

[質疑1] 栄養塩負荷量推定を行う際に間隙水1と間隙水2の地下水量（流量）が同じであるが、これは水収支結果による地下水量により求めた流量結果なのか。また、その場合、地下水量や栄養塩を過剰に見積もる結果とはならないのか。

[回答1] 対象とした干潟は思川流域縁辺部に広がり、流域から流出する地下水は干潟沿岸で滲出・湧出していると考えられる。そのため、流域地下水量が全て干潟に滲出・湧出したと仮定として、栄養塩負荷量を求めた結果である。指摘される通り、実際は過剰傾向であることに違いない。しかし、本来であれば、下流域の井戸を調査し、実際の地下水量を算出し地下水量を求めることが重要であるが、下流域は都市化が進み、観測できる井戸がなかったため、今回のような簡易的な手法を用いた。

[質疑2] 沖合で湧出する地下水については考慮しなかったのか

[回答2] 富山湾沖の海底地下水湧水などが有名であるが、本研究については浅層地下水を対象としており、被圧地下水は考慮しておらず、この点については研究対象としていない。

[質疑3] GPS魚群探知機を用いた測量法について熊本県球磨川河口でも同様の測量を行っている。本研究においては測深誤差により標高毎で生物群可能性があるが、誤差や標高毎に対する生物群との関連性は考慮したのか

[回答3] 本研究では地形図により標高毎の誤差も検証している。結果としては、等高線による面積を比較した結果、D.L.0mでは誤差が小さく標高が2mに近づくとつれ誤差は大きい。つまり、測深が浅くなればその誤差は大きい。そのため、本調査においては限りなく測深が0.5m以下にならないよう測深結果を得ることが重要である。一方で、標高毎における生物群は検討していない。

[質疑4] 水収支式では、時間軸スケールといった微分方程式で検討したのか

[応答4] 本研究では水収支をマクロ的に求めることを目的としたため、月ごとで水収支を求め、結果的には月積算量として水収支を年、そして平均で求めた。短期的な水収支については時間的スケールを考慮するためのモデル開発が必要であるため今後の課題とした。

[質疑5] 干潟に流入する栄養塩負荷量として窒素成分が河川に対して2倍となることでアサリなどの養殖に対し、どのような見解を持たれるのか

[回答5] 研究によって干潟北東部と南西部において、地形の変化が生じやすい領域が確認された。原因としては、河道閉塞を防止するために設置された導流堤により、河口部の堆積土砂が沖に流出するため、南西部においては地形の変動が著しい。そのため母貝の放流地点としては北西部の底質が安定していると考えられる。

[アドバイス] このような有用情報を漁協や地域住民に伝えることも重要である。

[質疑6] この有義波ではほぼ底質は移動しないと考えられる。ただし、干潟に入射する有義波については、時期的に鹿児島島の気象が穏やかな時期だったが、2009年以前においては台風が頻繁に来襲しており、その際の波浪については検討しなかったのか。

[回答6] 指摘の通り、この有義波では底質は、ほぼ移動しない。また、干潟地形は台風や大雨により著しく地形が変動するため、比較的気象が穏やかであった2009年から2012年の期間の風波を求めたため、それ以前の気象条件は考慮していない。

[質疑7] 導入部分において問題点と結果を具体的に示す必要性があるのではないかと。ただし、現状でも問題はない。

[回答7] 本研究は浅海域である干潟の底生動物群の変移や環境変化において、沿岸生態系を取巻く環境を物理的な環境特性から明らかにし、生態系の管理や保全に寄与するための研究である。しかしながら、沿岸生態系を取巻く環境に対してどのような問題があって、どのようなモニタリングが必要なのかといった研究の導入付けに関するスライドの改善を加えたい。

[質疑8] 山本らが指摘した内容への原因と結果に対して、発表ではもう少し原因を明らかにした方がよい

[回答8] 生物群については埋在性群から表在性群に変化したため、主な原因として底質や河川や海域からの漂砂供給である可能性がある。さらに導流堤の存在により干潟に河川からの漂砂や栄養塩が供給されにくくなっており、底質環境の変化により生物群が変化したと考えられる。

[質疑9] GPS魚群探知機による測量精度の検証による地形図作成によるマッピング手法（内挿法）についてあまりにも無理があるのではないかと。また、この場合、NPO等の一般の方が地形図を作るには無理があるのではないかと。

[回答9] 測定法精度について標高点と測深誤差を比較することで中程度の測量法を定義した。地形図作成に伴う内挿法においては様々な手法が提案される中、スプライン内挿法を採用した。これはどのような位置に点在する点群であっても無理矢理でも等高線を割り出す（テンション法）ことができるが、その場合、非科学的な地形表現となる場合がある。そのため、地形図の比較においては、真値となる地形図及びGPS魚探による地

形図とも同様の手法で内挿し、その地形図から面積と体積（堆積量）を算定して比較した。あくまでも地形図作成方法の誤差としており、直接測量精度を示すデータではない。NPOについては地図作成方法ではなく、標高点の取得だけでも環境観測が可能であるが、今後はマッピング技術の開発等も検討の余地がある。

[質疑10] GPS魚群探知機による測量精度の検証では、単純に観測点を増やせばもっと精度が高くなるがなぜそうしなかった。

[回答10] 測線を岸から沖に引き、細かい測線間隔で行えば測量精度が格段に向上する。しかし、本研究では水質の連続観測も同時に行うため、あくまでも短時間で簡易的に行うことを目的としている。そのため、事前に測線の航路を海岸線に並行して満潮から干潮にかけて、航行速度、最低深度、取得間隔の条件のもと観測精度を検証した。なお、条件については、事前に何度も検証を行い、その条件を定めた。

[質疑11] 重富干潟に供給されるChl. aについては、周辺の干潟等の比較対象があれば具体的にわかりやすい

[回答11] 比較したのが東京湾盤州干潟におけるアサリへい死要因である $3\mu\text{g/L}$ を基準としたが、干潟周辺環境とは比較していない。そのため周辺干潟のデータがあれば比較対象が可能であるが、現在はデータがない。

[質疑12] 干潟沖合の潮流は考慮したのか？

[回答12] 本研究で干潟沖合の潮流は考慮していない。

[質疑13] 生物手法と合わせて問題と原因に対する方法も提案した方がよい

[回答13] 実は論文には掲載していないが生物調査や水質調査も行っており、これらを総合して評価したスライドもあるので発表当日には準備したい。