

論文審査の結果の要旨

報告番号	博（生）甲第306号	氏名	婁 厦
学位審査委員		主査 刈田彰秀 副査 中田英昭 副査 蔣宇静 副査 西田 涉	
<p>論文審査の結果の要旨</p> <p>婁厦氏は、2010年4月に中国・同済大学土木工程学院修士課程を修了後、2010年10月に長崎大学大学院生産科学研究科博士後期課程へ入学し、現在に至っている。同氏は、生産科学研究科に入学後、システム科学（環境システム科学）を専攻して所定の単位を修得するとともに、八代海および水俣湾の流動特性と水銀動態に関する数値解析的な研究に従事し、その成果を2013年7月に主論文「Study on Numerical Analysis of Flow Characteristics and Mercury Dynamic Behavior in the Yatsushiro Sea and Minamata Bay」として完成させ、参考論文として、学位論文の印刷公表論文4編（うち審査付き論文2編）、印刷公表予定論文2編（うち審査付き論文1編）、学位の基礎となる論文2編（うち審査付き論文1編）を添えて、長崎大学大学院生産科学研究科教授会に博士（学術）の学位の申請を行った。</p> <p>長崎大学大学院生産科学研究科教授会は、2013年7月17日開催の定例教授会において、予備審査委員会による予備審査結果および論文内容の要旨の検討結果に基づいて、博士後期課程修了のための学位論文提出の資格を審査し、本論文を受理しても支障ないものと認めるとともに、上記の学位審査委員を選出した。学位審査委員会は、主査を中心に論文内容について慎重に審議し、公開論文発表会を実施するとともに、口頭による最終試験を行い、論文の審査および最終試験の結果を2013年9月4日の生産科学研究科教授会に報告した。</p> <p>周知のように、1950年代の後半、水俣湾に隣接した化学工場から排出されたメチル水銀が魚介類に蓄積し、その魚介類を多量に摂取することによって生じるメチル水銀中毒症、いわゆる『水俣病』が発症した。熊本県では、水俣病の発生源である水俣湾の水銀汚染を把握、解消するため、1968年（昭和43年）から水俣湾の水銀環境汚染調査を行うとともに、水俣湾に棲息する水銀に汚染された魚介類が湾外へ流出するのを防ぐための仕切網を設置するなど、水俣湾の環境復元に向けて行動を開始した。特に、1977年（昭和52年）10月から熊本県が事業主体となって、水俣湾に堆積した高濃度水銀を含む汚泥を処理する環境修復事業が1990年まで14年の歳月と485億円の巨費をかけて行われた。その結果、総水銀25ppm以上の堆積汚泥およそ151万m<sup>3</sup>が浚渫され、埋め立て・造成がなされた。さらに、汚染魚の流出を防ぐために水俣湾取り囲んでいた仕切り網が撤去されて、安全</p>			

宣言が熊本県から出された。しかしながら、未だに未浚渫区域（袋湾）をはじめ浚渫区域でも 10ppm 以下の水銀が存在しており、その微量残留水銀（約 3ppm 以下）が水俣湾から八代海東岸沿いに広がっていることが報告されている。

このような背景を踏まえ、本論文は、水俣湾を含む八代海における流動特性および水銀の物質輸送を解明するために、主として数値解析モデルの構築および数値シミュレーションが行われている。特に、30 年後および 50 年後の八代海・水俣湾の水銀動態を予測するためには、水俣湾における微量残留水銀の動態および輸送機構の解明が不可欠であり、本論文の研究目的となっている。

本論文では、まず、干潟モデルを新しく導入することによって Prince Ocean Model（以降、POM と略記）が改良され、一級河川からの淡水流入、風向・風速、地形改変等が八代海の流動特性に及ぼす影響について検討されている。ついで、夏季の密度成層（水温・塩分の鉛直分布）が再現計算された。さらに、それらの精度を向上させるため、Kinematic wave 法から成る流域モデルを POM に組み込み、二級河川からの淡水流入を反映させた。熊本県による浅海定線調査結果との比較から、本論文で構築したこれらの数値解析モデルの妥当性が証明され、その解析結果から、以下のようなことが明らかとなった。1) 水俣湾で実施された環境修復事業（埋立・造成）に伴って、北側湾口部付近の流速が増大したこと。2) 球磨川（一級河川）からの淡水流入量の増加に伴って、塩分に関する観測値と計算値との間の偏差が大きくなること。3) 夏季（密度成層期）には、米ノ津川（二級河川）からの淡水流入が水俣湾の塩分動態に影響を及ぼしていること。

また、非粘着性の底質を対象とした 3 次元底質輸送解析アルゴリズムを構築し、水俣湾を対称に  $4\mu\text{m}$  の粘土の輸送過程について数値解析を実施した。特に、環境修復事業後には、西側湾口周辺で懸濁物質濃度の低下が確認された。

最後に、水俣湾に残留した微量水銀の物質循環を解明するために 3 次元水銀動態モデルおよび解析アルゴリズムを開発した。特に、このモデルには、水銀の化学反応は言うまでもなく、溶存態水銀と懸濁態水銀との交換および懸濁態水銀の沈降・再懸濁等が考慮されている。水銀動態モデルを用いた数値シミュレーション結果に基づけば、酸化反応およびメチル化反応がより早く生じているため、溶存態水銀と比較すれば、懸濁態水銀の蓄積量が多い結果となった。

以上のように本論文は、微量水銀の物質循環を解明するために 3 次元水銀動態モデルを構築して、将来の八代海・水俣湾における水銀の動態および物質循環収支を予測するという点で、沿岸域の水環境マネジメントおよびその対応策立案に多大の寄与を及ぼすものと評価できる。

学位審査委員会は、沿岸域の水銀動態に関する研究分野において極めて有益な成果を得るとともに、水環境科学の進歩発展に貢献するところが大きく、博士（学術）の学位に値するものとして合格と判定した。