氏　　名	曽　根　亮　太
国籍・本籍	東京都
学位の種別	博士（学術）
学位の番号	甲第287号
学位授与の日付	平成29年９月15日
学位授与の要件	名城大学学位規程第３条第３項該当
学位論文題目	貧酸素化が内湾のメガベントス群集に与える影響とその改善手法に関する研究
論文審査委員	主　査　　高　倍　昭　洋
	副　査　　森　　裕　二
	副　査　　鈴　木　輝　明
	副　査　　田　中　義　人

論文内容の要旨

内湾における貧酸素水塊の存在は底生生物群集の生息を困難にし，健全な物質循環や漁業生産を阻害している．これまでに我が国では赤潮の発生や貧酸素水塊を閉鎖性海域特有の流入負荷増大に伴う富栄養化現象ととらえ，COD，T-N，T-P の環境基準を定め，その達成のために陸域における水質総量規制が 1979 年以降実施されてきた．しかし，その効果は現在に至っても不明瞭であり，貧酸素水塊の発生頻度や規模は横這い，または拡大傾向にある．この状況を受けて，環境省では水生生物の保全・回復に対するより有効な判断指標として底層溶存酸素量（底層 DO）を新たに環境基準化し，現在，その濃度設定，海域区分，測定・評価手法，基準達成手法を検討している．

実効性のある基準とするためには，保全対象水域とその濃度区分を決める類型指定を適切に行う必要があるが，これには保全対象種の分布特性を把握するとともに，貧酸素化が個体群動態に及ぼしている影響を定量的に把握することが前提となる．これまでに底層 DO と底生生物群集の分布を限られた時空間で対比した研究は多くあるものの，時空間的に大きく変化する貧酸素水塊の影響を全湾規模で定量的に評価した研究事例は極めて少ない．また，基準達成手法については近年の研究で，現行の流入負荷削減では底層 DO の改善は見込まれず，干潟・浅場造成を含む場の修復が必須であることが指摘されている．その際，海域の環境改善に対して高い水質浄化機能を発現するために効果的な干潟・浅場の立地や造成材について検討することが重要視されている．

本研究では三河湾におけるメガベントス群集を対象として，全湾規模で行った集中的かつ連続的な現場観測結果を基に個体群動態の定量的な解析を進めた．また，多くの干潟の中でも特に河口干

潟は生物生産性が高いと考えられているが，効果的な干潟・浅場の立地条件を検討するために，三河湾における代表的な河口干潟である豊川河口六条潟の水質浄化機能を評価し，その発現機構の解明を試みた．さらに，最適な干潟造成材についても検討するために，これまでに室内実験等により効果が確認されているダム堆積砂を対象として，実際に干潟・浅場造成事業を実施し，長期にわたる効果調査を行った．

第 2 章では夏季の三河湾における水質観測及び底びき網調査より，底層環境要因に対する主要メガベントスの出現状況を一般化線形モデルにより解析し，底層 DO に対する主要メガベントスの出現確率を定式化（DO 応答式）した．DO 応答式から導かれた主要分類群の出現閾値（出現確率が 50%となる DO）は室内実験から得られた 24 時間 LC_{50}（50% lethal concentration）よりもかなり高いことから，室内実験だけでは実海域の応答を再現することが困難であり，貧酸素耐性の評価には現場観測が必須であることが示された．また，全湾規模の時系列調査により貧酸素化に対するメガベントスの時空間分布を明らかにし，収支計算により死亡量を定量化し，自然死亡係数および死亡率を求めた．その結果，貧酸素化による死亡が各種個体群の主たる減耗要因であること，また，貧酸素化以前の資源量に対する死亡率は 50%以上，種によっては 90%以上であることからこの時期の減耗が各種個体群へ深刻な影響を及ぼしていることが明らかとなった．特に，イシガレイやクルマエビについては，湾奥部は重要な若齢期の成育場であることが明らかとなったが，その一方で，貧酸素化により大量に減耗する水域であることが示され，個体群の存続を左右する重要水域であることが示された．さらに，DO 改善に伴うメガベントス群集の資源回復効果について試算したところ，カレイ類やクルマエビでは 4 $mg \cdot l^{-1}$ 以上，ガザミやシャコでは 3 $mg \cdot l^{-1}$ 以上で効果が高くなり，また湾奥部における酸素環境の改善が資源回復効果を高めることが明らかとなった．

第 3 章では干潟・浅場造成の立地条件を検討するために，河口干潟である六条潟をモデル水域として水質浄化機能を現場観測により評価し，その主要な内部機構を明らかにした．前浜干潟と水質浄化機能を比較すると懸濁物除去速度は約 2-3 倍あり，六条潟では高密度に生息するアサリ稚貝が懸濁態有機物を摂餌により効率よく底泥へ転送し，また効果的に成長に転換することで溶存態としての回帰を少なくすることが明らかとなった．すなわち，河口域は赤潮が発生しやすい海域であるが，生物生産機能の高い河口干潟は周辺海域への有機物負荷を抑制する緩衝機能に優れた干潟と考えられた．また，矢作川上流域のダム堆積砂を利用して干潟・浅場造成を行い，造成後 5 年間にわたり追跡調査を実施した．造成区では底質の改善，マクロベントスの自然加入やアサリ稚貝の成長が確認され，高い水質浄化機能を持つことが明らかとなった．造成 5 年後も効果は継続し，ダム堆積砂が湾内の環境改善に効果的な造成材であることが示された．造成材の確保が困難になっている中で，矢作ダムには 1,500 万 m^3 以上が堆積し，貯水機能が低下していることから，ダム堆積砂の利用はダム管理と三河湾再生の双方の課題解決において重要であると考えられた．

新たな環境基準である底層溶存酸素量の類型指定の際には，保全対象種を選定し，生息段階・再生産段階それぞれで保全対象範囲および DO 目標値を設定することとなるが，ここで重要なことは産卵場や幼稚仔の成育場となり，また貧酸素水塊からの逃避場や生態学的回廊として重要な浅海域を優先的な保全水域として位置付けることである．本研究ではイシガレイやクルマエビなどにとって湾奥部は個体群の存続を左右する重要水域であると考えられたため，これを類型指定に反映させる必要がある．また，基準達成手法として干潟・浅場造成を今以上に進めていくことが必要になるが，その際には河口域を造成適地とすることが効果的であると考えられた．造成材についてはダム

に大量に貯留されている礫分の多い堆積砂はアサリの成育に好適であり，高い水質浄化機能を期待できることから，積極的に活用できるよう合意形成へ向けた取り組みを進めることが重要である．

論文審査の結果の要旨

内湾における貧酸素水塊は底生生物群集の生息を困難にし、健全な物質循環や漁業生産を阻害している。従来の COD, T-N, T-P の環境基準に加えて、底層溶存酸素量（底層 DO）を新たに環境基準とする取り組みが進められつつある。曽根亮太氏は新たな環境基準策定の基礎となるデータの取得と解析を行うとともに、干潟・浅場造成の立地条件について検討をおこない、以下のような重要な知見を得た。

(1) 底層 DO と底生生物群集の全湾規模での解析

全湾規模の時系列調査により貧酸素化に対するメガベントスの時空間分布を明らかにし、収支計算により死亡量を定量化し、自然死亡係数および死亡率を求めた。その結果、貧酸素化による死亡が各種個体群の主たる減耗要因であること、貧酸素耐性の評価には現場観測が必須であることを明らかにした。また、湾奥部が個体群の存続を左右する重要水域であることを示すとともに、資源回復に効果的な DO 値を各種生物ごとに推定が可能となることを明らかにした。

(2) 干潟・浅場造成の立地条件の検討

河口干潟である六条潟をモデル水域として水質浄化機能を現場観測により評価したところ、前浜干潟と比較し、懸濁物除去速度は約 2-3 倍あり、六条潟ではアサリ稚貝が懸濁態有機物を摂餌により効率よく成長に転換するとともに底泥へ転送し、溶存態としての回帰を少なくすることが明らかとなった。また、矢作川上流域のダム堆積砂を利用して干潟・浅場造成を行い、5 年間にわたる追跡調査の結果、造成区では底質の改善、マクロベントスの自然加入やアサリ稚貝の成長が確認され、高い水質浄化機能を持つことが明らかとなった。造成材の確保が困難になっている中で、ダム堆積砂が湾内の環境改善に効果的な造成材であることが示され、ダム管理と三河湾再生の双方の課題解決におけるダム堆積砂の重要を明らかにした。

以上、曽根亮太氏の論文は、学位論文としての条件を備えていると評価できる。従って、学位を授与することを妥当なものと判断する。