

氏 名	和 久 光 靖
国 籍 ・ 本 籍	愛知県
学 位 の 種 別	博士（学術）
学 位 の 番 号	甲第226号
学位授与の日付	平成25年 9 月20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	局所的環境悪化水域における環境修復に関する研究
論文審査委員	主 査 高 倍 昭 洋
	副 査 田 中 義 人
	副 査 森 裕 二
	副 査 鈴 木 輝 明
	副 査 中 村 由 行

論 文 内 容 の 要 旨

（はじめに）

東京湾、大阪湾、伊勢・三河湾をはじめとする主要な内湾では、夏季の大規模な赤潮の発生と、それに起因する貧酸素水塊の発達により、生物の生息が阻害され、漁業生産の減少傾向が続いている。その中でもとくに貧酸素化が顕著な三河湾では、1970 年代を中心に大規模な埋め立てが実施され、東部湾奥部では 12 km² の干潟・浅場が消失した。三河湾における貧酸素化拡大の原因は、干潟・浅場の消失にともなう底生動物群集の減少による水質浄化機能の喪失と考えられ、干潟・浅場の大規模造成が実施されている。一方、埋め立ては、湾の中でも生物生産機能や水質浄化機能、稚魚の保育機能などの生態系機能がとくに高い、水深 5 m 以浅の極沿岸域に、埋め立て用土砂採取跡である浚渫窪地、泊地、航路等、人為的改変水域を数多く出現させた。漁業者は以前から、埋め立てによる干潟・浅場の消失だけでなく、これら人為的改変水域における極度の環境悪化と、それによる漁業への悪影響についても危惧を抱いており、改善を強く求めている。

極沿岸域の埋め立ては、図 1 に示すように、干潟・浅場の消失にともなう直接的な生態系機能の消失とは別に、窪地状地形の出現や、構造物による水域の閉塞化等により、周辺水域の局所的な環境悪化（図 1①）をもたらす。それは、懸濁態有機物の流出（図 1④）や、無酸素水の発生・流出（図 1②）を引き起こし、間接的に生態系機能劣化（図 1③）の原因となり、湾全体の物質循環をさらに停滞させ、大規模な貧酸素化を助長しているおそれがある。

しかし、このような極沿岸域における局所的環境悪化については、既往の科学的知見が少なく、環境

改善への取り組みが進められていないのが現状である。

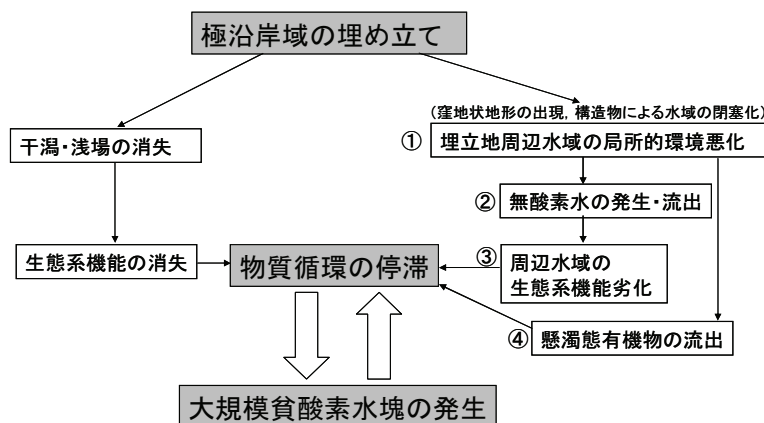


図1 極沿岸域の埋め立てが、湾全体の物質循環の停滞、大規模貧酸素水塊の発生を引き起こす機構の概念図。

(研究の構成)

第2章では、図1①に示す、局所的に環境が悪化している水域として、三河湾の浚渫窪地を取り上げた。3年間にわたる観測の結果から、浚渫窪地内部では、年間を通じて底泥中の有機物量および硫化物量が極めて高く、底生動物の現存量は極めて小さいことが明らかとなった。また、図1②に示す無酸素水の発生・流出過程を明らかにするため、主たる酸素消費物質である懸濁態有機物の動態に着目した。その結果、浚渫窪地から湧昇した貧酸素水による周辺浅海域の底生生物のへい死にともない懸濁態有機物が周辺水域海底に大量に堆積するようになり、これが流れによって窪地内へ水平的に輸送されるという、窪地状地形に特異的な膨大な有機物の負荷機構が明らかとなった(図2)。窪地内に負荷された膨大な有機物の分解により、無酸素水の発生・流出が加速され、図1③に示す周辺水域の生態系劣化がさらに拡大すると考えられた。

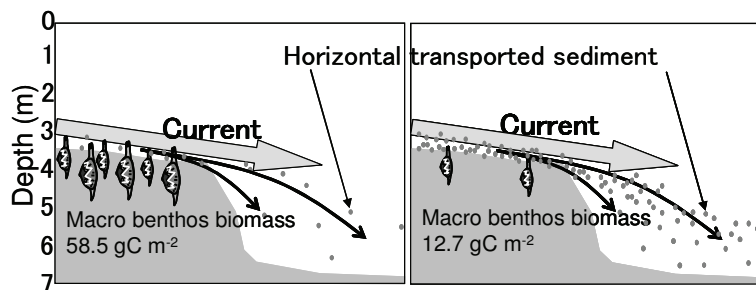


図2 周辺浅海域のマクロベントスのへい死前(左)とへい死後(右)の懸濁物の水平輸送の模式図。

第3章では、極沿岸域における局所的環境悪化水域の分布実態の定量を試みた。漁業者に対する聞き取り調査と、現場観測を実施し、漁業者が抱えている極沿岸域における生態系機能の低下に関する経験的かつ主観的な認識を、統計学的手法を用いることによって、定量的かつ客観的に評価した。

出現する底生生物の種類数が5種以下に低下し、水質浄化機能がほとんど無くなっている水域を「デッドゾーン」として抽出し、その面積を見積もった結果、少なくとも27.8 km²であると推算された。この面積は1970年代の三河湾奥部における消失干潟・浅場面積12 km²の2.3倍に相当し、その79.2%は湾奥部に作られた大規模な泊地・航路であった。

第4章では、デッドゾーンが湾全体の物質循環に及ぼす影響を定量するため、数値計算モデルを用いて懸濁態有機物の流出量(図1④)と、無酸素水の蓄積量(図1②)を見積もった。本来ならば懸濁態有機物の除去機能を担うべき極沿岸域は、デッドゾーン化により、逆に大量の懸濁態有機物の負荷源になっている実態が明らかになり(図3)、三河湾の全デッドゾーンから流出する懸濁態有機物の除去には、干潟1.39 km²の水質浄化能力を要することが示された。また、デッドゾーンには極沿岸域の海水容量の

25%に相当する莫大な量の無酸素水が貯留すると見積もられ（図 4），図 1③に示す周辺水域の生態系機能劣化の危険性が常に存在している実態が明らかとなった．これら湾全体の物質循環に及ぼす悪影響緩和の観点から，考えうる環境改善策による効果を検討した．その結果，デッドゾーンから流出する懸濁態有機物の削減に関しては，水域内の浅場への懸濁物食性の底生生物の添加や，地形改変による海水交換の促進により一定の効果が示された．また，浚渫窪地に蓄積される無酸素水については，埋め戻し修復により大幅に削減できることが示された．他方，デッドゾーンの面積の 79.2%と大きな割合を占める大規模泊地・航路に蓄積される無酸素水については，縁辺部に潜堤を造成して流出抑制を図ったが，効果が限定的であり課題が残された．局所的環境悪化は相当進行し湾全体の健全な物質循環を阻害していると考えられることから，今後は，個々の局所的環境悪化水域について，環境改善策を詰め，実行可能な水域から早急に修復を開始する必要がある．

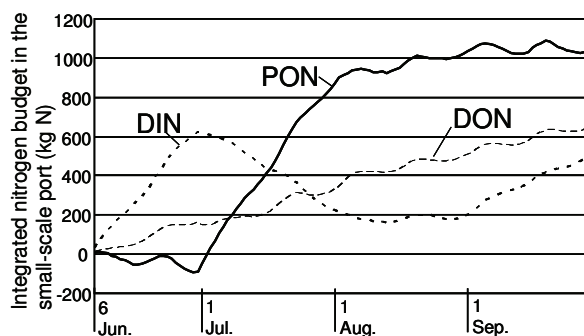


図 3 デッドゾーンの懸濁態有機窒素 (PON)，溶存態無機窒素 (DIN)，溶存態有機窒素 (DON) の積算収支の例．デッドゾーンからの流出を正で表す．

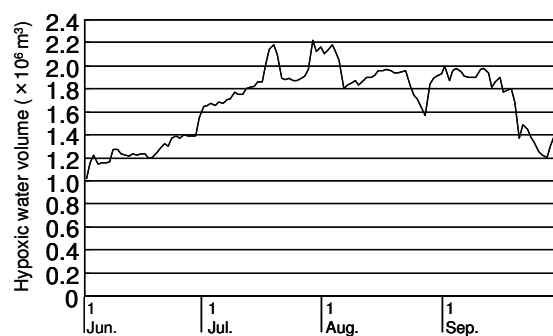


図 4 大規模泊地・航路に貯留する無酸素水の体積の推移．

論文審査の結果の要旨

和久光靖氏は三河湾に存在する浚渫窪地、泊地、航路等の局所的な人為的改変水域が、湾全体の環境に与える影響を定量的に評価し、以下のような重要な知見を得た。

(1) 局所的環境悪化水域の現状と環境悪化機構 - 浚渫窪地における事例

3年間にわたる三河湾の浚渫窪地における観測の結果、浚渫窪地内部では、年間を通じて底泥中の有機物量および硫化物量が極めて高く、底生動物の現存量は極めて小さいこと、浚渫窪地から湧昇した貧酸素水による、周辺浅海域の底生生物のへい死にともない、浅海域海底に大量に堆積した懸濁態有機物が、流れによって窪地内へ水平的に輸送され、膨大な懸濁態炭素の沈降フラックスが生じることを明らかにした。

(2) 極沿岸域における局所的環境悪化水域の分布実態

局所的環境悪化が疑われる水域の調査の結果、出現する底生生物の種類数と水質浄化機能の関係を定量的に示すために、生態系機能低下をもたらすと考えられる要因を抽出、指数化し、それら指数と底生生物の種類数との関係を重回帰分析により解析し、出現種類数の予測式を得た。予測式を三河湾の極沿岸域全体に適用し、出現種類数が5種未満と推測された水域を「デッドゾーン」として抽出した結果、「デッドゾーン」の面積は、予想外に大きく、その80%は湾奥部に作られた大規模な泊地、航路であることを明らかにした。

(3) 極沿岸域の局所的環境悪化が全湾環境の悪化に与える影響の評価と、環境改善策の検討

さらに、デッドゾーンが湾全体の物質循環に及ぼす影響を定量するため、数値計算モデルを用いて懸濁態有機物の収支と、無酸素水の蓄積量を見積もったところ、本来ならば懸濁態有機物の除去機能を担うべき極沿岸域に存在する、小規模泊地と入江は、デッドゾーン化により、逆に大量の懸濁態有機物の負荷源になっていることを明らかにし、その改善策についても検討した。

以上、和久光靖氏の論文は、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。