

埋立てに伴う地形改変が大阪湾内部生産有機物の堆積過程に与える影響評価(その3)

代表研究者：秋山諭

大阪府立環境農林水産総合研究所水産研究部・研究員

共同研究者：上田真由美¹⁾，田中咲絵¹⁾，横松宏幸¹⁾，中谷祐介²⁾，西田修三²⁾

¹⁾ 大阪府立環境農林水産総合研究所，²⁾ 大阪大学大学院

1. 研究目的

内湾の水質管理や持続的な水産資源の利用のためには、有機物動態の把握が重要である。大阪湾では、生産された有機物は湾内に堆積するとともに、海水流動で沖合、湾外へ輸送される。一方、海面埋立てによる地形改変は、流動を変化させることが指摘されており、湾内で生産された有機物や河川由来懸濁物の挙動や堆積分布の変化が予想される。過去2年にわたり、本助成事業により、大阪湾での広域および湾奥港湾域での調査を行い、表層堆積物の空間分布や鉛直変化を調査した。また、既往知見を整理し、高度経済成長期以後の有機物や重金属の堆積状況について解析を行った。

本年度は、埋立地造成のために浚渫された海底窪地を対象に、層状採取した底質の有機物および重金属の組成・分布を調べ、内部生産有機物の堆積分布を明らかにするとともに、数値シミュレーションによる堆積計算を実施する。

2. 研究方法

2. 1. 浚渫窪地における海底堆積物の分布特性

大阪湾に点在する浚渫窪地のうち9か所に調査地点を設け(図1)、夏季に船上から採泥器により採集した海底表層堆積物について、粒度組成項目(含水率、中央粒径値 $Md\phi$ 、淘汰度 σ_1 、歪度 Sk_1)、有機物項目(TOC, TN, C/N比, $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$)、金属元素項目(Li, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Pb)を測定した。また、阪南沖窪地内に位置する1地点について、堆積物表面から34cm深までの試料について放射性鉛(^{210}Pb , ^{214}Pb)による年代測定を行った。

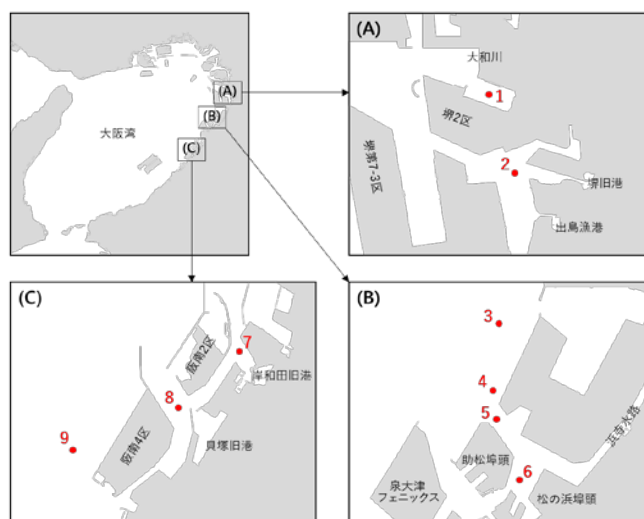


図1 堆積物採集地点

2. 2. 数値シミュレーションによる地形改変に伴う有機物堆積過程の変化推定

大阪湾全域を計算領域とし、流動モデル ECOMSED と物質循環モデル RCA により表層クロロフィル *a*、底層溶存酸素濃度、内部生産有機物の堆積過程を、現在地形および過去地形(1930年代)のそれぞれで計算した。懸濁態有機物の沈降速度を 0.5 m/日, 1.0

m/日, 1.5 m/日の3パターンで設定し, 堆積フラックスの変化を解析した。

3. 結果と考察

3. 1. 海底窪地における海底堆積物の分布特性

堺泉北港周辺に位置する St. 1~6 では, 調査時には海底から周辺水深付近まで溶存酸素濃度が 0.1 mg/L を下回る無酸素状態であった。過去2年の調査結果と比較すると, 海底窪地内の堆積有機物量(TOC, TN)は多く(図2), 湾奥の強閉鎖性の海域よりも有機汚濁が進んでいた。大和川に近い St. 1 では, 陸域由来有機物の影響が見られ他地点と比較して $\delta^{13}\text{C}$ が小さく, C/N 比が大きかった。鉛直分布を見ると, 同地点の中層に有機物量や金属濃度に特徴的な層が見られ, 近傍にある生物共生型護岸や人工干潟の造成等の影響が示唆された。

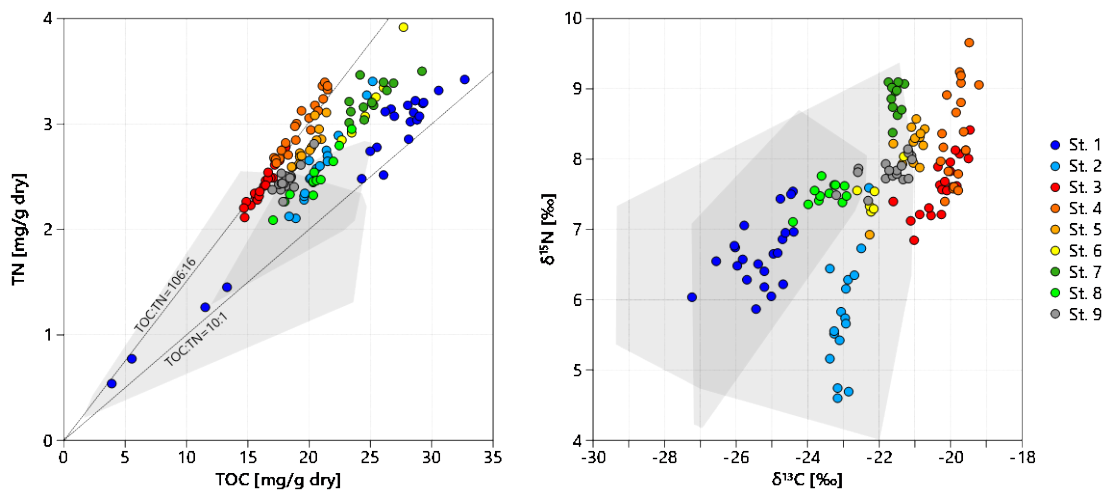


図2 表層堆積物中の TOC と TN の関係および $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$ の関係。陰影部は過去2年の調査結果(大阪湾広域, 湾奥港湾部)の範囲

また, 阪南4区沖に位置する St. 9 は比較的開放度が高いことから, 有機物や金属の堆積量は少なかった。一方で, この地点での堆積速度は 4.44 cm/年と非常に大きく, 大阪に大規模な被害をもたらした台風第1821号等の影響が示唆された。

3. 2. 数値シミュレーションによる地形改変による有機物堆積過程の変化推定

過去地形と現在地形では表層クロロフィル a の水平分布に大きな違いが出ており, 地形改変による流動の変化が生物生産場を変化させていることが示された(図3)。過去地形では西宮~須磨海岸および神戸の南方にクロロフィル a の高濃度帯が形成され, 縁辺部が現在の関西空港付近から西部に伸びていたが, 現在地形では高濃度域は六甲アイランド周辺や堺港内などの強閉鎖性の海域にとどまった。一方で, 堆積フラックスではクロロフィル a の分布のような顕著な差は見られず, 沈降速度を変化させた場合でも概ね湾北東部の沿岸に集積する結果となった(図4)。これは, 沈降時間の長短による残差流輸送の差よりも, 下層を岸側に輸送されるエスチュアリー循環による輸送が堆積有機物の分布の支配要因となっていることが原因であると考えられる。

本研究の計算でも、平成 29 年度に実施した計算結果と同様、現地観測で得られた堆積有機物濃度の分布形状とは一致しなかった。堆積物中の有機物濃度は、鉱物粒子の他の粒子状物質との相対的な割合であることから、比重や供給源の異なる両者それぞれの堆積速度が現場での濃度に寄与する。平成 30 年度の港湾部、本年度の海底窪地での堆積速度測定から、ごく沿岸部では沖合と比べて堆積速度がかなり大きいことが推定された。埋立地や浚渫窪地という閉鎖的な海域の創出により、沿岸域での鉱物粒子の堆積速度が大きくなることで、相対的な堆積有機物量が減少し、計算結果とは異なる堆積有機物分布となった可能性が示唆された。

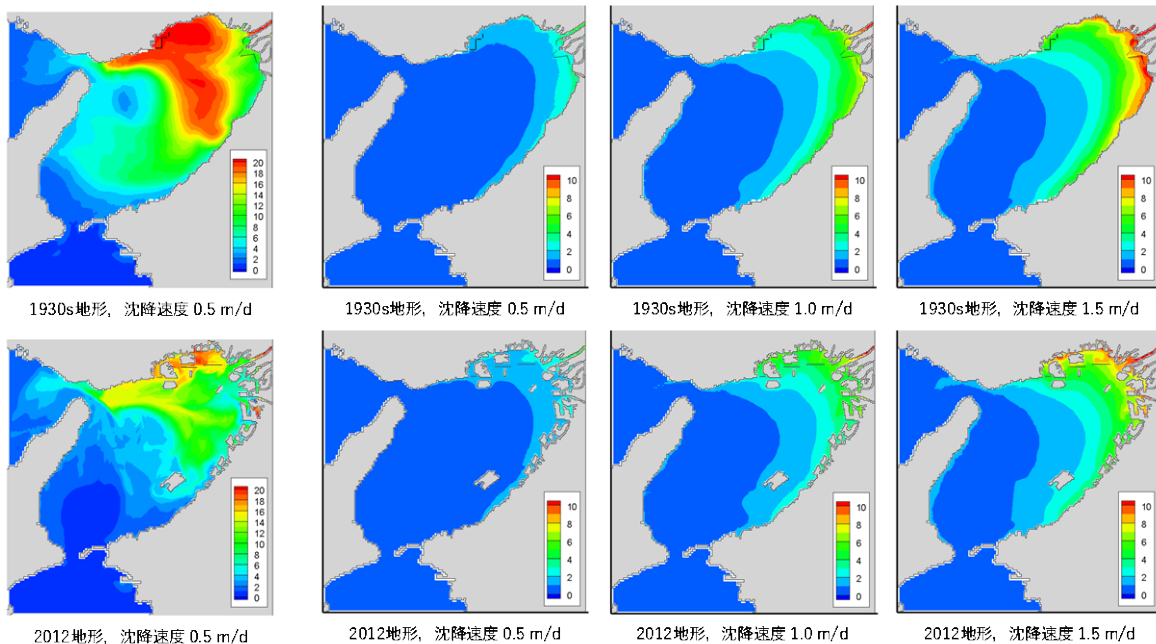


図 3 表層クロロフィル a ($\mu\text{g/L}$) の水平分布

図 4 地形および沈降速度を変化させた場合の POM の堆積フラックス ($\text{g/m}^2/30$ 日) の水平分布

4. 結論

過去 2 年の大阪湾広域および湾奥港湾域調査に加える形で、大阪湾に点在する浚渫窪地で堆積物調査を行った。その結果、海底窪地には湾奥港湾部よりも有機物が多く堆積し、貧酸素・無酸素化の重要な要因となっていることが示唆された。3 か年で実施した本研究に基づき、海面埋立てとそれに伴う浚渫による有機物の堆積や海底環境の変化についてまとめる。

共同研究者の中谷らの先行研究により、埋立地の造成による地形改変が大阪湾の流動やクロロフィルの分布を変化させていることが推定されており、本研究でも出水イベント時の懸濁物の分布の変化などを指摘した。また、シミュレーションの結果、埋立地の造成により堆積分布には劇的な変化は見られなかったものの、流動と生物生産場の変化により強閉鎖性海域で堆積フラックスの増加、中南部海域でフラックスの減少が見られた。ただし、既往調査結果によると、現場サンプリングレベルでは一部海

域で粒度組成の変化などが指摘されているものの、1970年代降では広域的には明確な変化は見られなかった。有機物の高濃度分布域は、粒径の小さな泥底が広がっており、比較的軽量で流動の影響を受けやすい粒子が堆積していると考えられる。そのため、海水表層の流速の大きな流れの変化だけではなく、再懸濁・再堆積を踏まえた検討が今後求められる。ただし、これらの調査は汚濁が問題視され、改善策が施され始めてから実施されたもので、汚濁が進捗する様子や汚濁ピーク時の状況を把握するには至らなかった。また、埋立地によって形成された強閉鎖的な海域では、周辺と比較して有機物や河川由来の土砂を堆積しやすい環境が形成されていることを示唆した。一方、浚渫によってできた海底窪地では、流動の制限により、夏季には無酸素水に占められ、有機物の底生生物による消費や好気性微生物による活発な分解は期待できない。本調査結果でも、窪地内に堆積している有機物は湾奥港湾部や広域的な高濃度域よりも多く、汚濁が進んでいた1970年代の高濃度域に匹敵する濃度であった。これは生物生産場の中心である湾奥から離れた窪地でも同様であったことから、海底窪地は有機物の堆積を促進させるだけではなく、分解や再懸濁を阻害し、有機物の貯留地としての側面が強いことが示唆された。これらの結果をまとめると、埋立てとそれに伴う地形改変により、①物理的な流れの変化、②生物生産場の変化、③生産された有機物の堆積場所の変化、④堆積後の分解・輸送・拡散の変化、および本事業内では検証には至らなかったが、⑤栄養塩溶出・溶存酸素消費の変化がもたらされると考えられる。

近年、陸域負荷の減少に伴い海域の栄養塩濃度が低下したことにより、富栄養環境時には認識されてこなかった栄養塩類の分布の偏りが指摘されている。港湾部等の閉鎖的な海域には栄養塩が滞留するが、沖合に出るとすぐに植物プランクトンに消費され、大阪湾の南西部に十分に届かず、藻類養殖や魚類生産等への影響が指摘されている。本研究結果から、堆積有機物についても同様の問題が示唆され、地形改変によって生じた閉鎖性海域や浚渫窪地内に堆積した有機物が消費されることなくその場に留まる。その結果として、底生生態系の基礎となる堆積有機物の減少、また分解により再度水柱に供給される栄養塩の減少に繋がり、大阪湾全体の生物生産にとってはマイナスに働いている可能性が高い。

現在、国土交通省を中心に大阪湾の海底窪地の埋戻しが検討され、阪南2区沖の窪地では実際に埋戻しが実施されている。港湾整備の観点から、周囲の水深と全く同じになるまでの埋戻しはできないが、水深差が縮まることで、無酸素状態の解消しやすさが向上し、海底に堆積した有機物の除去、生物生息環境の改善につながることを期待される。