第Ⅱ部門　　流動水質モデルと経済モデルを用いた干潟造成事業の経済学的評価に関する検討

大阪大学工学部　学生員　○井田洋介　大阪大学大学院工学研究科　学生員　加藤秀一
大阪大学大学院工学研究科　正会員　入江政安　大阪大学大学院工学研究科　正会員　西田修三

1. はじめに

我が国では，経済成長に伴い東京湾，大阪湾，伊勢湾などの内湾における沿岸域が急激に都市化したことにより，様々な水質汚濁問題が顕在化した．そのため水質総量規制などが実施され，現在は陸域負荷が大幅に削減されたが，内湾では現在も貧酸素水塊などの水環境問題が慢性的に発生している．この一因として，浅海域(干潟・藻場等)の埋め立てが行われたことにより，自然の持つ浄化能力が大きく減少したことが考えられる．よって今後水質を改善していくためには，陸域負荷への対策と同時に，干潟や藻場の再生等の海域における環境改善対策が必要となる．干潟造成事業を経済評価するための手法に関しては，現在様々な手法が研究されているが，本研究では干潟の水質浄化機能に着目し，応用一般均衡モデルと流動水質モデルを組み合わせて干潟造成事業を経済評価する手法の提案を行うことを目的とする．

2. 本検討で用いた算定法の概要

まず干潟造成事業が水環境に与える影響を，流動水質モデル EFDC を用いて解析する．次に干潟造成の効果と同等の水質改善効果を持つ汚濁負荷流入量規制の割合を EFDC を用いて特定する．さらに特定した規制を実施することにより生じる経済損失額を応用一般均衡モデルで算定する．ここで特定した規制を実施した場合の効果は干潟を造成した場合と同じであるが，干潟の造成を行った場合にはこの損失額は生じないものであるため，算定された損失額は干潟造成事業の(造成を行う環境，経済状況により変化する)経済的価値であると考えることができる．また算定した干潟造成事業の経済的価値を，干潟の造成・維持費用の総額と比較することで，干潟造成事業の評価を行う．

3. 本研究で用いたモデルの概要

本研究では，干潟が水質に与える影響の解析を行うモデルとして流動水質モデル EFDC を用いる．EFDC は流動や水質を数値シミュレーションによって解析することができるモデルである．本研究では干潟が持つ水質浄化機能により，主に懸濁態有機物質が系外へと除去される水質浄化機能をモデル内で表現するために，EFDC 内の懸濁態有機物質の拡散方程式中の外部負荷項に干潟による物質除去を導入した．

また本研究では，干潟と同等の水質改善効果を持つ規制を実施した際の経済損失額を求める必要がある．そのため家庭や，企業などの各主体からの汚濁負荷発生量に規制をかけた場合の経済活動への影響を考慮した応用一般均衡モデルを用いる．このモデルでは，企業は，家計が投入する資本・労働という生産要素と，他企業からの中間投入財と汚濁負荷物質を排出するための「排出権」を用いて生産活動を行うという構造をとる．生産された域内財の量と各主体で消費される財の量は，市場均衡条件でつながれる．また，家計は各企業で生産された域内財と排出権を購入して効用を得る．家計や企業は市場において財や生産要素の取引を行い，その需要量と供給量が一致するように価格が決定する．ここでは，どの主体も自らが価格決定できない完全競争市場を想定している．企業の分類は 15 分類とし，さらに家計や各企業が排出権を購入する際に，支払う財や生産要素を用いて生産を行う排水処理産業の行動をモデル化している．また，域内の経済活動が域外に影響を与えない，小国経済を仮定する．

4. 想定する干潟造成事業の内容説明と評価結果

1990 年の大阪湾において行う干潟造成事業を想定し，計算を行った結果を用いて手法の流れの説明を行う．
計算期間は 1990~1999 年の 10 年間とする．想定する干潟の面積は淀川河口域に 75 ha，大和川河口域に 150 ha で，水質の観測点としては神戸沖，堺沖，湾央部の 3 点を取った．**図-1** にそれぞれの場所を示す．

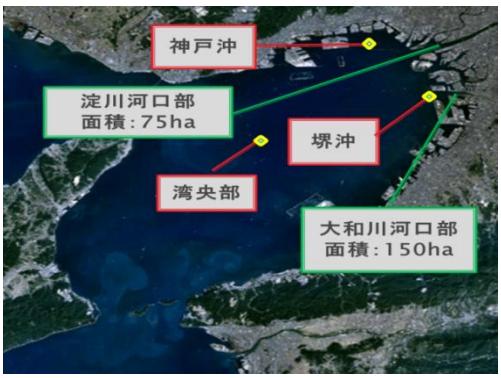

図-1　想定する干潟の場所と水質の観測点

Yosuke IDA, Shuichi KATO, Masayasu IRIE, Shuzo NISHIDA

干潟は難分解性，および易分解性の懸濁態有機炭素，リン，窒素を除去するものとする．除去量は，国交省中国地方整備局が定めた干潟浄化原単位の値 [1)]を参考にした．干潟造成や，規制実施が水質に与える影響の比較を行う際には表層 COD 濃度を指標とした．

まず想定した干潟を造成した場合の水質を解析する．

次に，想定する干潟と同等の水質改善効果を持つ規制の特定を行う．EFDC で ①干潟を造成せず，規制も実施しない場合 ②干潟を造成し，規制は実施しない ③干潟は造成せず，規制(10～30 %の 6 パターン)を実施する，という 3 つのシナリオにおける水質解析を行った．次に観測する 3 地点における表層 COD 濃度のそれぞれのシナリオの平均(10 年間，3 地点の平均)を算出した．そしてシナリオ①と②**(表-1)**，シナリオ①と③のそれぞれの平均濃度の差を取った．そしてシナリオ①とシナリオ③の平均濃度の差である 6 つの値をグラフ上にプロットし，それらの値による近似直線を求めた．**図-2** に結果を示す．

表-1　干潟を造成した場合の平均 COD 濃度(mg/L)

	神戸沖	堺沖	湾央部
①干潟なし	3.1518	2.2346	1.3815
②干潟あり	3.1347	2.1398	1.3734
減少量	0.0172	0.0948	0.0081

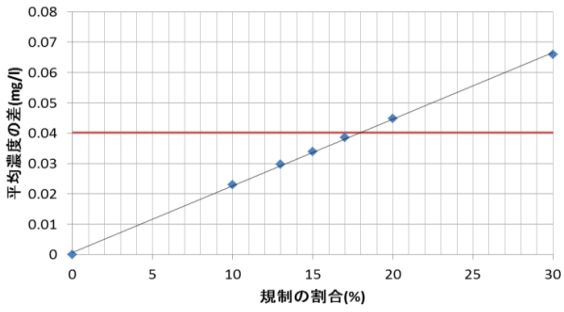

図-2　平均表層 COD 濃度の現行規制との差

横軸に平行な直線は干潟を造成した場合と，干潟の造成も規制の実施もしていない場合との平均値の差である．

干潟造成と同等の効果をもつ規制の割合として 2 直線の交点の横軸の座標値を用いる．今回の計算では干潟造成と同等の効果を持つ規制は 1990~1999 年 COD 排出量を 18.7 %削減する規制となった．次に 18.7 %の規制を実施した際の経済損失額を応用一般均衡モデルで算定する．1990~1999 年 COD 排出量を 18.7 %削減する規制を実施した場合の，各年の近畿地域における COD 発生量と生産額の損失を**図-3，図-4** に示す．損失額の合計は，約 4781 億円となった．よって今回想定した干潟造成事業の，想定している環境・経済状況における経済的価値は 4781 億円であると評価される．

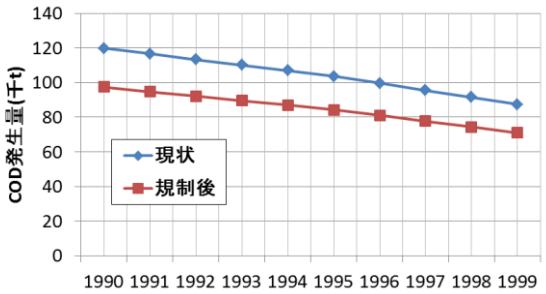

図-3　18.7 %削減規制時の COD 発生量

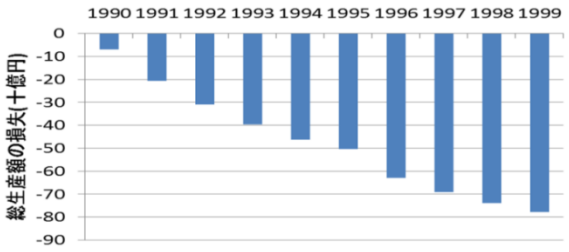

図-4　18.7 %削減規制時の損失額

次に干潟造成事業の経済的価値を，造成・維持費用と比較し，干潟造成事業の評価を行う．今回の計算では，全国の海域浄化事業の事業費を参考に，造成費を(1 億 5000 万円/ ha)，維持費を①干潟の監視，調査費等(5 億円/年)，②干潟の保全・改良工事費用等(40 億円/年)，年間割引率を 4 %とし，合計額を算出した．その結果，造成・維持費の総額は 1990 年における貨幣価値で約 809 億円となった．評価の際には，(干潟造成事業の経済的価値)≧(造成・維持費用の総額)となった場合に，干潟造成事業が有益であると評価する．両者が同額である場合も有益とする理由は，干潟を造成する場合，自然浄化能力が向上する点を考慮するためである．今回の計算の場合は(経済的価値：4781 億円)＞(造成・維持費用：809 億円)であるため，干潟の造成が有益であると評価できる．

5. まとめ

今回想定した干潟造成事業の経済的価値は造成・維持費用の総額はるかに上回っていた．今回の計算では干潟の劣化による除去量の低下等を考慮しておらず，また水質の観測点が干潟と近いため，干潟造成事業の経済的価値を過大評価している可能性がある．これらの点について今後追加の検討が必要である．

参考文献

1) 国土交通省中国地方整備局：瀬戸内海環境改善計画調査資料(2003).