

# 大阪湾流域圏における陸域負荷の定量化と海域の物質循環に及ぼす影響解析

中谷祐介<sup>1)</sup>，西田修三<sup>2)</sup>

1) 大阪大学大学院工学研究科 助教

2) 大阪大学大学院工学研究科 教授

## 1. はじめに

大阪湾の栄養塩循環を管理するための方策の一つとして、陸域から流入する汚濁負荷を人為的に制御することが挙げられる。しかし、具体的な方策を提案しその実効性を正しく評価するためには、雨天時を含めた陸域負荷の実態と海域の物質循環系に及ぼす影響を定量的に明らかにすることが不可欠である。

本研究では、大阪湾流域圏を対象に、長年にわたる下水処理場からの放流負荷と公共用水域の水質に関する実測データを基に、その季節的・経年的な変動特性を明らかにした(①)。また、大阪府内の下水道施設を対象に合流式下水道越流水 CSO による汚濁負荷の実態調査を実施し、雨天時負荷を含めた大阪湾へ流入する陸域負荷の定量化(②)と大阪湾の水質環境に及ぼす影響の解析(③)を行った。さらに、CSO が放流先水域の水質・底質に及ぼす局所的な影響を明らかにするために、寝屋川流域を流れる感潮河川である古川において雨天時調査を実施した(④)。紙面の都合上、本稿では②と③について述べる。

## 2. CSO による汚濁負荷の実態調査

CSO 調査は寝屋川流域下水道鴻池処理区(終末下水処理場 1ヶ所, ポンプ場 6ヶ所: 図-1)において実施した。現地では下水道事務所の方々にご協力をいただき、CSO 試料を 30 分間隔で採水するとともに、水温, pH, 電気伝導度, 越流量, 降雨量について 10 分間隔でモニタリングを行った。採取した試料は冷暗条件下で実験室に持ち帰り, 形態別の栄養塩や有機炭素, COD, SS などの水質項目の分析を行った。調査実施期間は 2011 年 10 月~11 月および 2012 年 7 月~2013 年 1 月までとし, 降雨時に随時実施した結果, 対象処理区全域における全域調査を計 5 回, 1ヶ所のポンプ場(図-1 中の d 地点)の重点調査を計 12 回行うことができた。

その結果, CSO 排水量が多い場合には,  $\text{NH}_4\text{-N}$  や SS については晴天日の数十日~数百日分に匹敵する負荷が CSO により発生していることが明

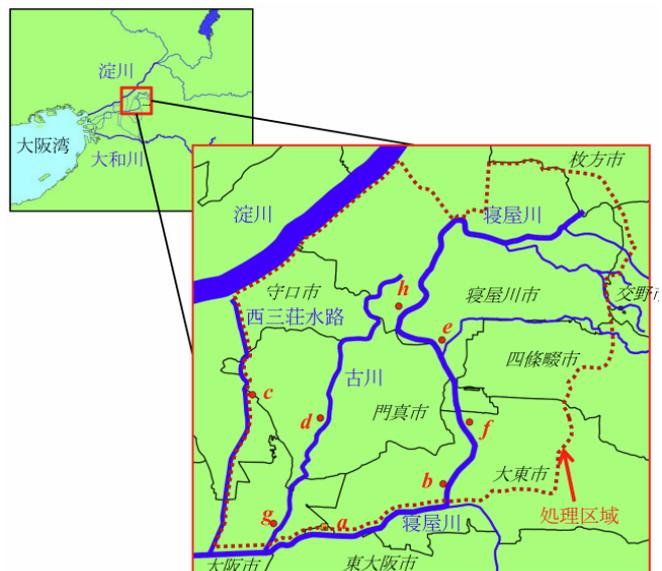


図-1 調査対象とした下水処理場(■)とポンプ場(●)

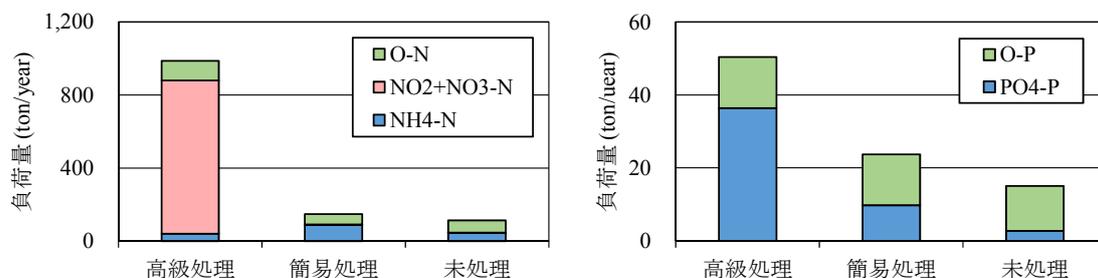


図-2 鴻池処理区における年間高級処理負荷量と CSO 負荷量の算定結果  
(2008～2010 年度における 3 年平均値)

らかになり、放流先の水域環境へ短期的に大きなインパクトを及ぼしていることが推察された。また、CSO の水質濃度と降水量、電気伝導度との関係を調べたところ、特定の水質項目については高い相関が認められた。これらの相関関係を用いて、鴻池処理区を対象に 2008～2010 年度における年間 CSO 負荷量（3 ヶ年平均値）を算定したところ、T-N で約 260ton/year，T-P で約 40ton/year との結果が得られた（図-2）。これは、鴻池水みらいセンターの年間高級処理負荷量に対してそれぞれ 0.3 年分，0.8 年分に匹敵しており、長期的な視点からも、CSO が流域内における栄養塩や有機物の大きな発生源となっていることが明らかになった。

### 3. 雨天時を含めた大阪湾へ流入する陸域負荷の定量化

流入負荷の算定において広く用いられている原単位法では、しばしば流達率の設定が難しく、最終的な算定結果に大きな誤差が生じてしまう。この種の問題を避けるため、本研究では流入負荷を、①河川負荷、②下水処理場負荷、③事業場負荷、④浄化槽等負荷の 4 つに区分して積算することにより、原単位法等の従来法よりも精確な陸域流入負荷の算定を図った。算定方法の詳細は中谷ら(2011)に記述しているが、本研究では雨天時負荷として主要河川の出水負荷だけでなく、上述の調査を基に算定した CSO による負荷量も考慮している。

まず、1980～2010 年度までの 30 年間について、陸域から大阪湾へ流入する晴天時負荷量を算定したところ、COD、T-N、T-P のそれぞれについて、2010 年度には 114ton/day，83ton/day，4.8ton/day が大

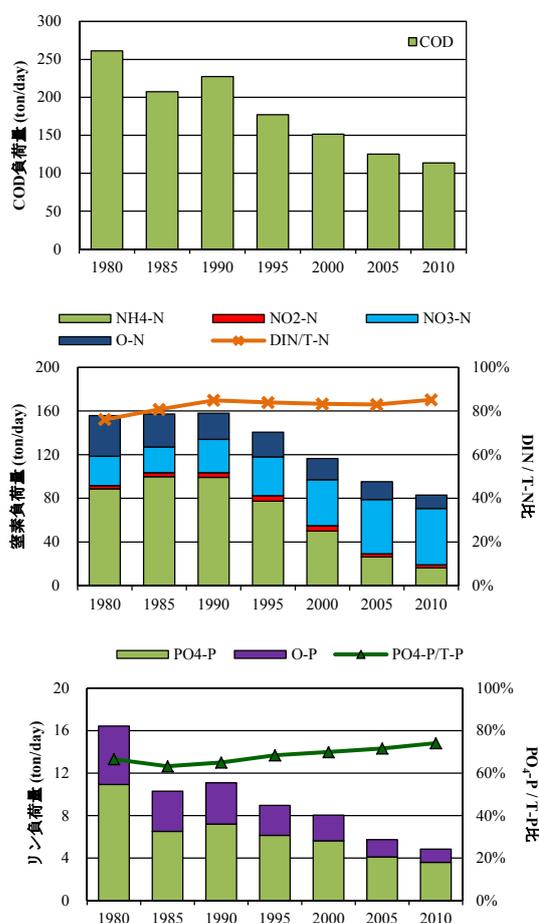


図-3 大阪湾へ流入する晴天時負荷の変遷

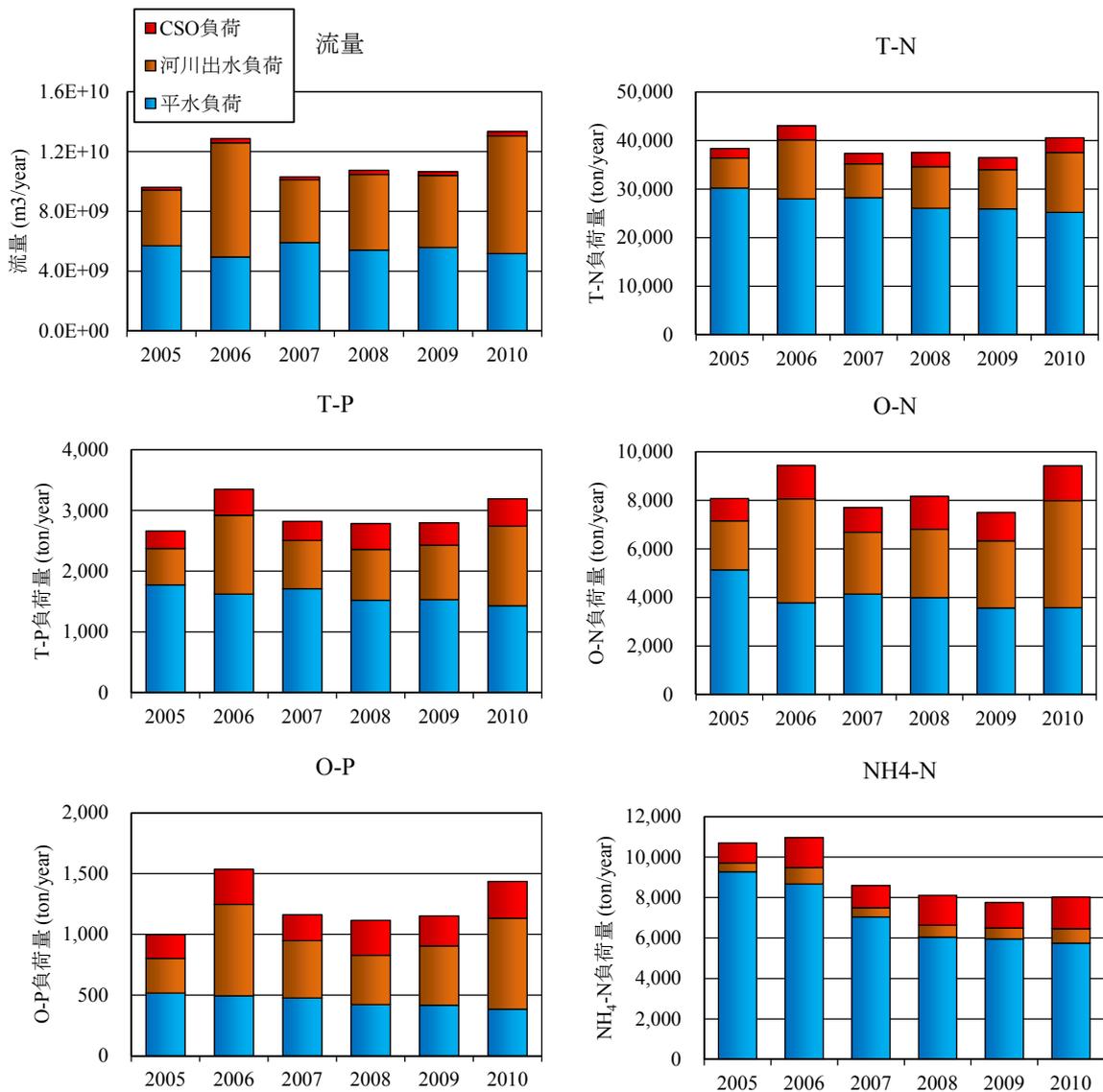


図-4 大阪湾へ流入する陸域負荷の年変動

大阪湾へ流入しており、1980年度に比べて約55%、約45%、約70%が削減されたことがわかった（図-3）。

また、晴天時・雨天時をあわせた大阪湾への流入負荷の総量は、2010年度においてT-N、T-Pでそれぞれ40,600ton/year、3,200ton/yearであり、このうち雨天時負荷が占める割合はそれぞれ38%、55%と極めて大きいことがわかった。また、晴天時負荷は近年も減少しつつあるものの、雨天時負荷の変動が相対的に大きいため、総流入負荷量に有意な減少傾向は認められなかった（図-4）。

本研究において算定された負荷量を、環境省が実施する発生負荷量調査における負荷量と比較すると、2010年度では本研究結果の方がT-N、T-Pとも約2倍も大きい結果となった。この差は算定手法の差異、特に雨天時負荷の取り扱いによるところが大きいと考えられ、雨天時負荷を精確に考慮しない場合には陸域負荷の算定結果に大きな誤差が生じてしまい、その結果、負荷削減施策の実効性の評価にも無視できない影響を及ぼすものと考えられた。

#### 4. 大阪湾の水質に及ぼす CSO 抑制施策の効果の評価

三次元流動モデル ECOMSED と水質・底質モデル RCA (図-5) を用いて、CSO 改善施策が大阪湾の水質に及ぼす影響について解析を行った。大阪湾全域を対象とし、水平方向には 1km 四方のデカルト座標系を、鉛直方向には 20 層等分割の  $\sigma$  座標系を採用した。開境界条件には実測潮位および水温・塩分（浅海定線水質調査）の変動を与

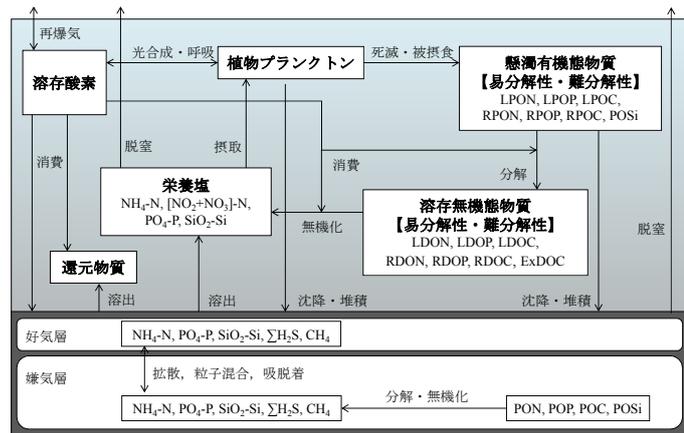


図-5 水質・底質モデル RCA の構成

えた。気象条件は気象庁メソ数値予報モデル GPV 再解析データと AMeDAS データを基に与え、風場については空間分布を考慮した。陸域流入条件は上述の調査・解析結果を基に、平水負荷、河川出水負荷、CSO 負荷を与えた。1ヶ月間の助走計算を行った後、淀川の流量が最大約 2,500m<sup>3</sup>/sec に達した出水期間を含む、2012/9/1~12/1 を解析対象期間とした。

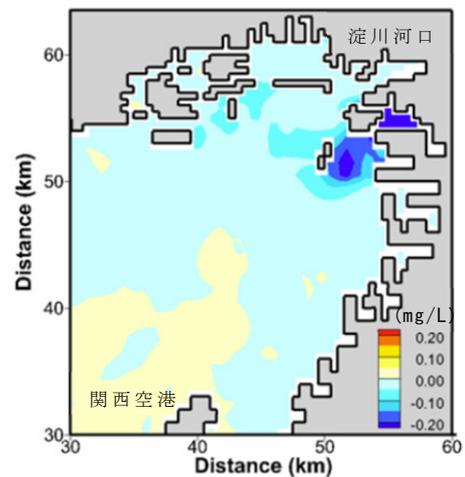


図-6 CSO 抑制による表層 DIN 濃度の変化 (降雨直後の表層分布、計算結果)

CSO 抑制の効果の評価するために、再現計算結果と CSO 負荷を無視した場合の計算結果の比較を行ったところ、表層水質については湾奥部に位置する大阪港周辺においてのみ、有意な差異が認められた (図-6)。これより、大阪湾全域という広範なスケールで捉えた場合には、河川出水に比べて CSO が海域水質へ及ぼす影響は相対的に小さく、CSO 抑制による効果は直接的には大きくないと考えられた。一方、汚濁海域である湾奥部に着目すると、CSO を抑制した場合には DIN 濃度に大幅な低下が認められ、湾奥部の水質改善を目的とする場合には CSO 負荷の削減は有効な施策の一つであると考えられた。ただし、今回の解析では湾奥部における水平格子解像度が粗い等の課題が残されている。今後より詳細な検討が必要であり、合流式下水道が多く存在する大阪市内河川および大阪湾奥部に着目した解析が必要と考える。

**謝辞** 合流式下水道の現地観測では、大阪府東部流域下水道事務所に多大なご協力を賜った。また、本研究で使用した河川、下水道、事業場等に関するデータについては、関係自治体により資料提供のご高配を頂いた。ここに深く感謝の意を表します。

**参考文献** 中谷ら (2011) : 土木学会論文集 B2, Vol.67, No.2, pp. I\_886-I\_890.