

系外からの負荷量・質変動が大阪湾海域の水質と 生物基礎生産に与えた影響について —微生物食物連鎖を含む概念型水質生態系モデルを用いた解析—

増田 貴則

鳥取大学大学院工学研究科 准教授

【研究目的】

7 次におわたる水質総量削減計画の実施により大阪湾海域へ流入する負荷の量や成分バランスは大きく変化してきたものと思われる。これまで大阪湾海域では栄養塩バランスや無機態の窒素・リン量の変化による生物生産への影響については議論されてきたものの、食物連鎖のもう一方の主要なルートである微生物食物連鎖(腐食連鎖)への影響や、その連鎖ルートを介した生物生産への影響についての研究はあまり行われてこなかった。

そこで、生食連鎖だけでなく微生物連鎖の役割も解析対象とした概念型の水質生態系モデルを構築し、水質総量削減計画等これまでの政策による流入栄養塩の量的削減および質的变化が大阪湾海域の生物基礎生産や水質にどういった方向の変化圧を与えた可能性があるかを解析することを研究目的とする。

【研究方法】

本研究では、過去の流入負荷の生物利用可能成分の推移を推定するための文献調査、および、微生物食物連鎖を踏まえた食物連鎖モデルの構築とそのモデルを用いた解析を行った。

陸域からの流入負荷(発生負荷)の発生源は、大きくは生活系、産業系、その他系に分けられる。この研究では、有機物の分解性に焦点をあて、文献データベース等を用いて COD/TOC 比、BTOC/TOC 比、RTOC/TOC 比等の情報について調査と整理を行った。また本研究では、大阪湾に流入する負荷量(発生負荷量)の発生源別の推移を文献に求めるとともに、不明なものについては推定を試みることにした。また、これに生分解性成分比率を考慮することで、生物利用可能態の流入負荷量の推移を求めた。

さらにこの研究では、簡単のため大阪湾海域を滞留時間 60 日のワンボックスモデルとし、微生物食物連鎖を含む水質生態系モデル(図 1)を用いて、大阪湾海域への系外からの負荷(陸域からの負荷)の量と質の長期的な変化が、水域の生物基礎生産量や水質におおまかにはどのような変化を与えた可能性があるのかを解析することとした。

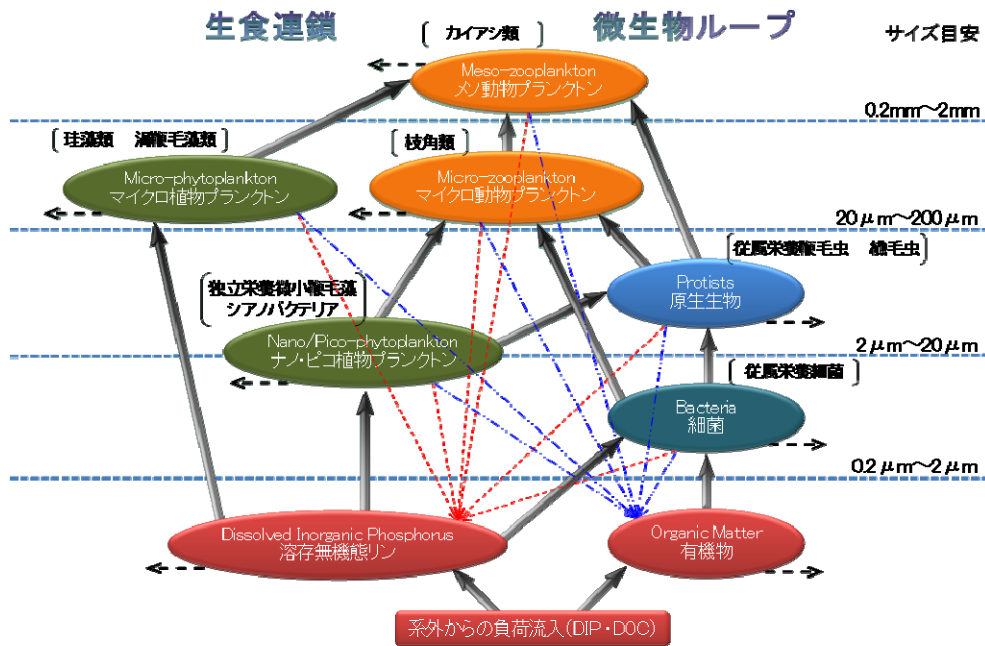


図1 検討に用いる食物網モデル (加藤, 増田 2014 を改変)

[結果と考察]

1) 大阪湾海域への流入負荷量の推移

大阪湾に流入する負荷量(発生負荷量)の詳細な発生源別推移は,平成6年度以前の値が不明瞭であった.既存の統計・文献値を用いた発生割合等を推定することで,本研究で整理・推定した発生源別負荷量の推移の一例を示す(図2,図3).

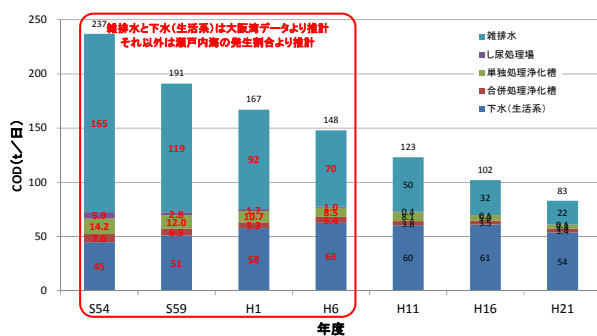


図2 大阪湾における生活系の発生源別COD発生負荷量推移の推定結果

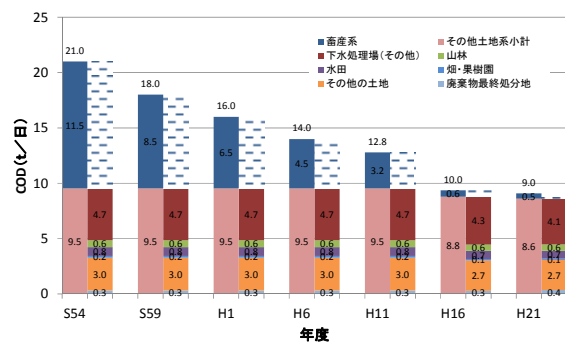


図3 大阪湾における其他系の発生源別COD発生負荷量推移の推定結果

さらに,これらの推定結果を生態系モデルに用いるためにTOCの量に換算したうえで,各発生源別の生分解比率をかけあわせることにより推定した大阪湾への生分解性および難分解性炭素負荷量の推移を示す(図4).易分解性炭素の減少が大きく,難分解性炭素の比率が上昇していることが示された.

大阪湾 易分解性LTOC, 難分解性RTOC 推移

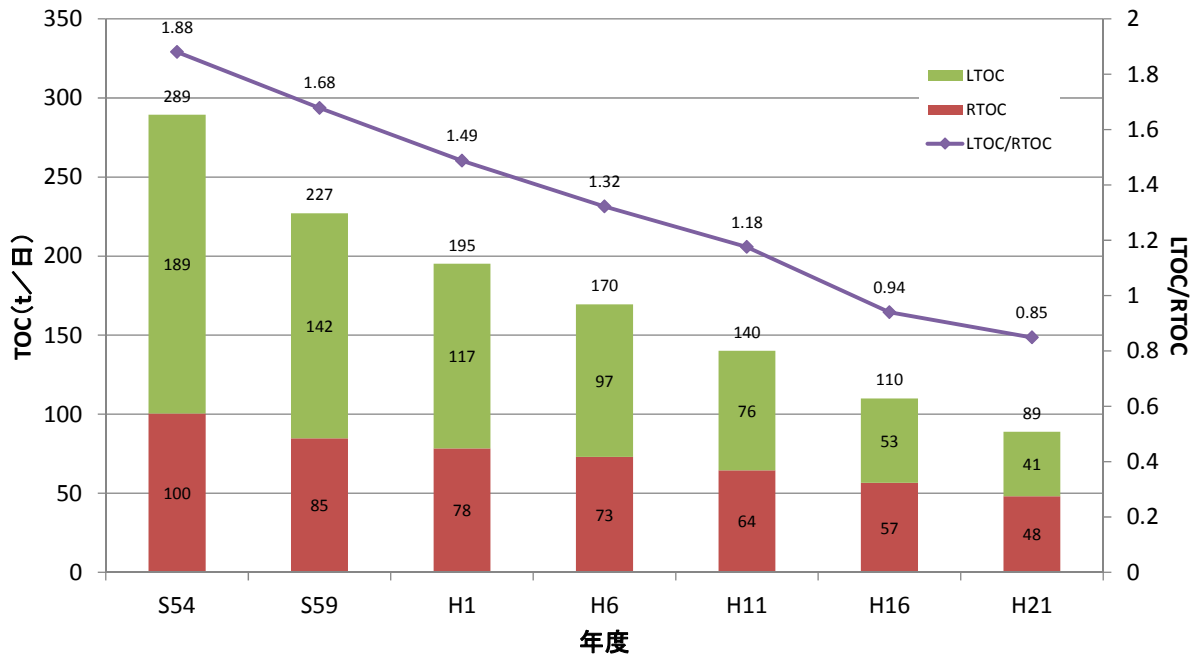


図 4 大阪湾における TOC 発生負荷量の分解性別推移
(LTOC：易分解性，RTOC：難分解性)

2) 生態系モデルを用いた生物生産および水質の検討

流入リンと炭素の量が増加する場合を想定して、生態系モデルを用いて解析した。バイオマス量の合計および TOC 濃度についての計算結果を示す (図 5, 図 6)。なお、ここでは、系外負荷特性に応じて変化する両連鎖と水界の生物生産性の関係について考察することを目的としている。魚類等のプランクトン食生物の餌資源となりえるサイズが比較的大きな生物として、メソ動物プランクトン、マイクロ動物プランクトン、マイクロ植物プランクトンのバイオマスの合計を生物生産量とした。グラフからは、リン流入量の変化に対して生産量が大きく変化していることが読み取れる。他方、炭素流入量の変化に足しては生産量の変化はほとんどなく、食物連鎖構造に大きな影響を与えていないことが読み取れる。

TOC 濃度については、例えば図 6 右下のような流入リン量が高い領域では流入リン量と比例関係が見られるが炭素濃度との関係は小さく、一方で図 6 左上の流入炭素量が高い領域では流入炭素量と比例関係であるが流入リン量との関係は小さい傾向が見られ、水中 TOC 濃度と流入炭素量および流入リン量との関係が単純ではないことが示された。

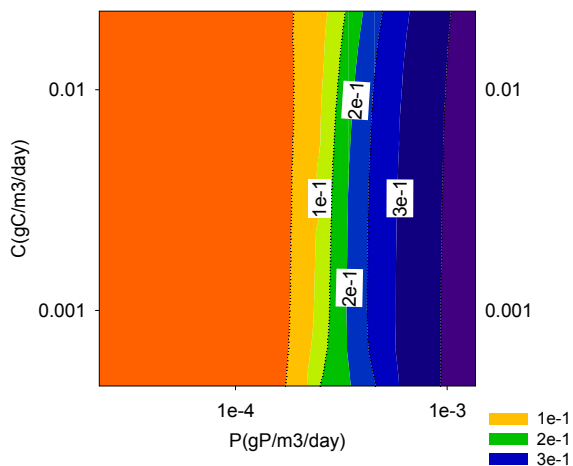


図5 流入炭素およびリン量
とバイオマス量 (gC/m³) の関係

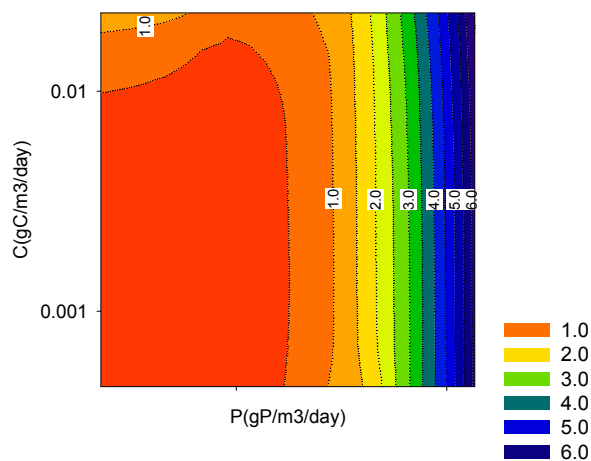


図6 流入炭素およびリン量
と TOC 濃度 (gC/m³) の関係

[結論と今後の課題]

本研究では、大阪湾海域における発生負荷量のうち有機物の生分解性比率の経年変化を推定した。結果、易分解性成分／難分解性成分比率は昭和 54 年度から平成 21 年度までで、1.88 から 0.85 まで低下し、易分解性成分の比率が大きく下がってきたことを示すことができた。また、有機物に起点をもつ微生物食物連鎖を含んだ生態系モデルを用いて大阪湾海域への炭素、リン流入負荷量と水質および生物生産の関係をワンボックスモデルで分析したところ、解析の流入負荷量範囲内では、流入リン量と水質および生物生産量がほぼ比例関係にあり流入炭素量の変動の影響はほぼ受けていないことが示された。ただし、本研究ではワンボックスモデルを用いたため、大阪湾海域の実態からかけ離れている可能性がある。陸域からの負荷を直接的に受ける海域では水塊あたりの流入負荷量が本計算よりはるかに大きいことが想定されるため、その点の改善が必要である。また、現段階では、食物連鎖を通じた生物間の物質収支がどのように変化しているかまでは解析していないため、流入炭素量およびその生分解性の変化が上位栄養段階生物へのエネルギー・物質フローを求めることで、有機物を起点とした微生物食物連鎖の上位生物への影響を評価する必要がある。

今後は、昭和 54 年以前の流入負荷量の状況を推定するとともに、その範囲とボックス間の物質移動を考慮したモデル分析を行うことが課題である。また、炭素以外の生物利用可能態量や現存あるいは流入生物量が変化した場合に、水域の生物生産量や物質収支がどのように変化する可能性があるのかを解析する予定である。

[参考文献]

大阪湾環境データベース, kouwan.pa.kkr.mlit.go.jp/

加藤伸悟・増田貴則 (2014), 土木学会論文集 G(環境), Vol.70, No.7, III_389-III_401.

増田貴則(2015), 第 18 回日本水環境学会シンポジウム講演集, pp.95-96.