

瀬戸内海の栄養塩変動と水産資源変動

Dynamics of nutrients and fishery production in the Seto Inland Sea, Japan

山本 民次^{1*}

Tamiji Yamamoto^{1*}

¹広島大学大学院生物圏科学研究科

¹Graduate School of Biosphere Science

日本最大の閉鎖性海域である瀬戸内海に対する陸域からの物質の負荷については、東京湾、伊勢湾と同様、総量規制が進められてきた。総量規制は化学的酸素要求量（COD）に始まり、その後、リン、窒素にも拡げられ、現在に至っている。東京・大阪・名古屋などの大都市圏では人口も多く、産業活動が活発であるので、東京湾・大阪湾・伊勢湾の海水中リン・窒素濃度は明瞭な減少がみられるものの、富栄養化が解消したとは言い難い。

一方、瀬戸内海の水質保全を含む環境保全にとって最も大きな役割を果たしてきた「瀬戸内海環境保全措置法」（臨時措置法が特別措置法に代わり、恒久化されて現在に至る）は、瀬戸内海全域を対象としてきたため、大都市大阪と同様の扱いを他の都市に対しても行ってきた。大阪湾という瀬戸内海全体からみれば小さな海域に対する河川経由のリン・窒素の負荷は、瀬戸内海全体の6-7割にのぼる。大阪湾沿岸部は9割以上が埋め立て地などで、そこに立地した工場からの廃水を加えると、さらに割合は高くなると考えられる。

このことを逆の視点から考えてみる必要がある。つまり、大阪湾を除く膨大な海域に対する物質負荷量は、もともと全体の2-3割程度しかなかったわけである。これらに対しても、大阪湾と同様の総量規制を施してきたことによる物質循環あるいは生態系への影響はだれも想像だにできなかったようである。生態系とは生物とそれらを取りまく環境から成り立っており、それらが有機的なつながりを持って動的に影響し合っているものである。したがって、生態系内での物質循環は単に無機的なP, Nなどの物質の循環と考えるのではなく、そこには生物活動が大きく関わっている。

大阪湾を除く瀬戸内海における水産業の現状は惨憺たるものである。栄養塩としてのリン・窒素負荷量の削減は、まず直接、食段階低位のノリの色落ちを引き起こし、製品として出荷できる質のノリは河口域でしか穫れなくなった。カキやアサリは微細藻を餌としているが、微細藻はノリ同様に栄養塩負荷量の低下により餌不足となり、漁獲量は激減している。漁獲量全体を見ても同様であり、とくに富栄養化によって増加したイワシ類などの浮き魚類の減少が顕著である。

我々はこれまで「富栄養化」という現象についてはかなり知識の蓄積があり、理解している。一方、この反対の現象である「貧栄養化」という現象は、まったく未経験と言って良い。したがって、漁獲量の減少傾向が見られ始めた時は、富栄養化がさらに進んで、過栄養化したという誤った指摘がされたこともある。「貧栄養化」という現象がハワイの海のようになることだと短絡的に解釈し、瀬戸内海はそうではないと反論した者もいる。

ここでは、「貧栄養化」の意味を誤らないために、栄養塩負荷量の多いところから減らすことによって起こる海域の変化—ここには栄養塩レベルと各食段階生物の応答を含む—について、古典的な捕食・被食モデルであるロトカ・ボルテラモデルで考察する。

さらにもう1つの切り口として、生態系代謝量 (Net Ecosystem Metabolism) という概念により、富栄養化から貧栄養化への過程を明らかにする。「生態系代謝量」とは生態系全体での(生産-分解)のことであり、生物生産を根本から支える基礎生産と生産されたものの分解という、これら2者のいずれの速度が大きいのかという解析を長期間にわたって行うことで、富栄養化から貧栄養化へのスイッチの切り替えが明瞭に理解できたので、その結果について紹介する。

すでに環境省は2005年の第6次水質総量において、「きれいな海が必ずしも魚が多く住める海ではない」ことを認識し、「大阪湾を除く瀬戸内海海域については今まで以上の規制強化は見送る」とした。今年2010年は第7次水質総量規制の目標年であり、ここでは今後25年先(2004年を基準年として30年後の2034年が目標年)の閉鎖性水域中長期ビジョンの検討の中で行われた議論をベースにその目標が定められているはずである。

水産資源の変動は必ずしもここで紹介する栄養塩負荷量の変動にのみ左右されているわけではなく、沿岸域の開発による浅場の消失、農業や有害化学物質の流入、過剰な漁獲圧、漁場保全の放棄など、さまざまな要因が挙げられる。今のところ、それらのいずれが最大の要因であるかは断定できない。複雑系科学の典型である海の生態系内の物質循環というフローの理解は、モニタリングによるストック的項目の積み重ねでは理解につながらないことは明らかであり、浮遊系と底生系を統合した生態系モデルの構築とその精度の向上が不可欠である。