

II-593

播磨灘における富栄養化の鉛直一次元解析

大阪工業大学大学院 学生員 宮脇伸行 大阪工業大学工学部 正 員 綾 史郎
大阪工業大学大学院 学生員 柳生光彦 立命館大学理工学部 正 員 合田 健

1. はじめに 閉鎖性水域は流入する汚濁負荷が大きいうえに汚濁物質が蓄積されやすいため、他に比べて汚濁現象が進行しやすい水域である。すなわち、窒素、リン等を含む物質が流入し、植物プランクトンなどの水生生物が異常増殖すると、富栄養化現象が起こる。本研究では、播磨灘を対象としてこの富栄養化現象を鉛直一次元モデルにより解析し、実測値との比較を行った。図-1は播磨灘の夏期の表層CODの実測分布を示している。

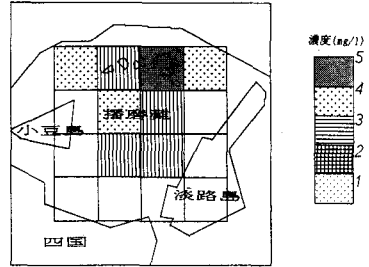


図-1 実測値の表層CODの分布

2. 予測モデル 水質予測モデルの水質指標項目として、植物プランクトン（クロロフィルa濃度）、動物プランクトン（乾燥重量）、有機態及び無機態の窒素、リン及び生物の死骸のデトリタスを取り上げた。これらの定式化にあたっては、水温、照度、栄養塩濃度の影響、捕食に関する飽食効果等を考慮してモデル化した¹⁾。水温については鉛直一次元熱保存方程式²⁾を用い、水表面-大気間の熱収支を考慮する。

$$\frac{\partial AT}{\partial t} + \frac{\partial AwT}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} (AK_z \frac{\partial T}{\partial z}) + \frac{\partial}{\partial z} (A \frac{\phi}{\rho C_w}) + q_1 T_1 - q_0 T. \quad (1)$$

ここに、T:水温、A:鉛直方向の断面積、w:鉛直(z)方向の断面平均流速、K_z:渦動温度拡散係数、φ:熱輸送フラックス、ρ:密度、C_w:水の比熱、q₁:単位深さあたりの流入量、T₁:単位深さあたりに入ってくる水の温度、q₀:単位深さあたりの流出量、T₀:単位深さあたりに出ていく水の温度である。さらに、次のような仮定を設けた。1) 海水面の変動はない。2) 陸域、明石海峡、鳴門海峡、備讃瀬戸からの流出入については、水量と水質負荷量のみを考慮し、熱と塩分については無視した。以上の仮定をもとに、基礎方程式を差分化し数値解を求めた。すなわち播磨灘を面積を3400km²、水深30mとし、鉛直方向に3mピッチに区切り10層のボックスモデルで扱った。なお、密度逆転時には瞬間的に各水質項目、水温は完全混合するものとして扱った。

3. 結果と考察 図-2、図-3 (a), (b), (c), (d)に1990年2月1日から1991年2月1日までの数値解析により得られた表層水温及び植物プランクトン、全窒素、全リン、CODの表層濃度の経時変化を実測値とともに示した。この結果より計算値と実測値を比較すると、まず表層水温は91年9月までの受熱期は実測値とほぼ一致しておりモデルの再現性を示しているが、冷却期における計算値と実測値の水温差が大きくなっている。次に植物プランクトンは春期から夏期にかけて増殖しており、これは水温、照度等の上昇の影響による。また、秋期に再増殖しているが、これは秋期には表面冷却による対流混合により表層と底層間で水質混合が起これ、下層の高濃度の栄養塩が上層にあがってきて植物プランクトンが増殖するものと考えられ、計算値はこの現象を再現している。全窒素はほぼ実測値の範囲にあり、年間の変動を再現できている。計算値が夏期に低くなっ

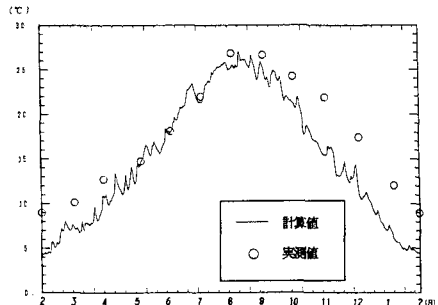


図-2 表層水温

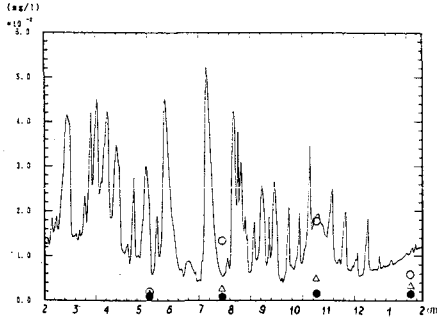


図-3(a) 植物プランクトン

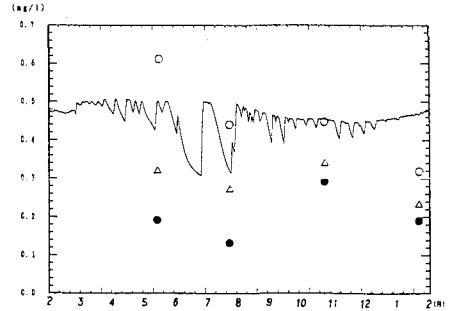


図-3(b) 全窒素

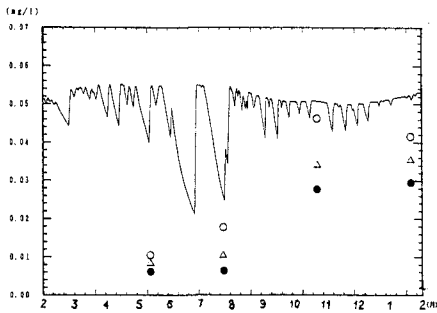


図-3(c) 全リン

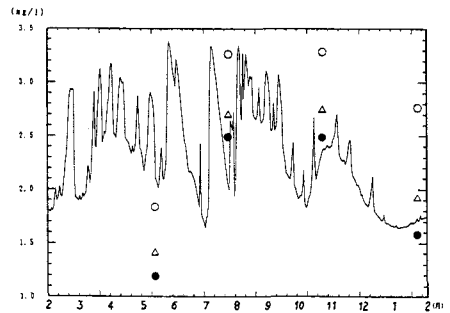


図-3(d) COD

—— 計算値
○ 実測値の最大

△ 実測値の平均
● 実測値の最小

ているのは、植物プランクトンの増殖時に摂取されたためである。秋期に高濃度となっているのは対流混合に伴う再浮上によるものである。全リン、CODも実測値が秋期に高濃度になっている。これは秋期の密度逆転による対流混合に伴う再浮上と考えられる。図-4には、91年7月24日における植物プランクトン、全窒素、全リン、CODの鉛直分布図を示した。この結果、全窒素、全リンは上層では濃度が低く、下層では濃度が高くなっており、植物プランクトン、CODは、全窒素、全リンと反対の分布を示している。

4. おわりに 播磨灘海域での富栄養化現象と水温の鉛直一次元解析を行い、濃度変化を実測値と比較した。

その結果、年間を通じた水質とその変動を示すことができた。

とくに秋期の表面冷却による混合循環現象を鉛直一次元解析により再現できた。今後、これらをメッシュ化し、流動を考慮する等のモデルの高度化を考えている。

参考文献 1)柳生、津野、綾；第48回土木学会年講、2)土木学会編；水理公式集、1985、351

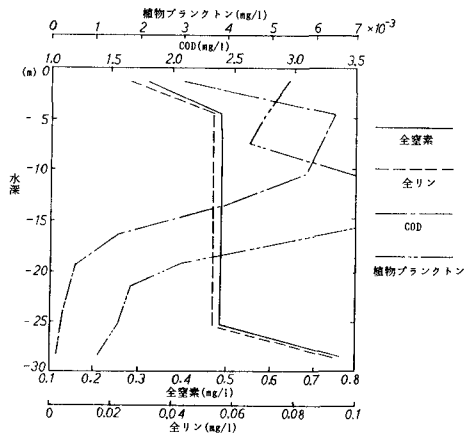


図-4 7月24日の鉛直水質分布