

調整池での窒素・リンの変化と生態系モデルによるその評価

長崎大学工学部 学生員 ○山浦和敏 長崎大学工学部 正 員 西田 渉
 長崎大学工学部 フェロー 野口正人 長崎大学大学院 学生員 仁木将人

1. はじめに

水域の質的な管理を適切に進めるには、まず富栄養化現象を始めとする水質変化の機構を物理学的、化学的、生物学的な観点から把握しておくことが望まれる。長崎県東部の諫早湾では、調整池が新たに造成されたが、当水域は、その利用目的から、閉鎖性が極めて強い水域になっており、そこでの水質は外部負荷や内部生産によって変化するものと予想される。

本研究では、調整池で実施されている環境モニタリングの結果をもとに窒素・リンの現状把握を行うとともに、生態系モデルを用いて生物活動が窒素・リンの変化に与える影響を検討した。

2. 水質変化の現状

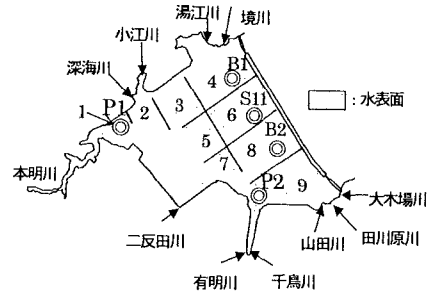
調整池では、環境モニタリングの一環として定期的に水質が計測されており、【図-2】には、S11 地点（調整池中央部）での全窒素(TN)、無機態窒素(IN)、有機態窒素(ON)、全リン(TP)、無機態リン(IP)、有機態リン(OP)の実測値が示されている。また、【図-3】には、降雨とクロロフィル a(Chl-a)の実測値とが描かれている。

TN、TP の濃度は、締切以降に上昇し、1 年後には締切直後の約 7 倍に達している。窒素とリンを無機態、有機態に分けて考えると、1997 年の 6～8 月や、翌年の 5、6 月のように、比較的多量の降雨が観測された期間に無機態成分の割合が高くなる傾向にある。一方、締切直後の 4、5 月や 10 月から翌年の 4 月にかけては、有機態の濃度が無機態よりも高くなることが多い。紙面の都合で図示されなかったが、本明川の河口に近い P1 地点では、上記の各期間においても無機態成分が主であった。さらに、【図-3】に示された Chl-a の変化と併せてみると、有機態の濃度が高くなる期間については、Chl-a の濃度が約 $100\mu\text{g/l}$ 以上になっており、有機態成分の変化に少なからず影響を与えているものと予想される。なお、モニタリング結果によれば、調整池では、貯留水の淡水化によって塩分濃度が低下してきており、それに伴い植物プランクトンの種類が変化している。すなわち、締切直後の塩分濃度が高い時期には、塩水性の植物プランクトンが優占しているが、塩分濃度がかなり低くなっている翌年 1 月には、淡水性の種類が優占的となっている。

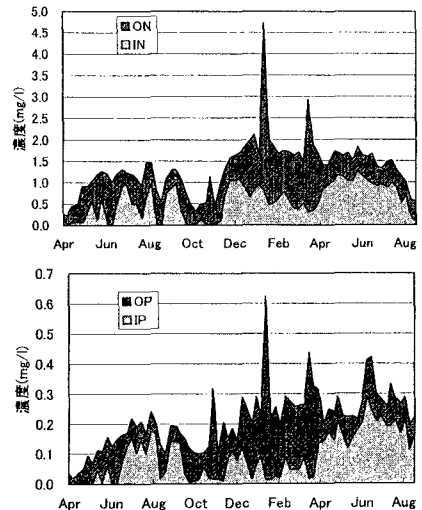
以上のことから考察すると、無機態の窒素やリンは、降雨に伴う流域からの流入や、貯留水の流動による輸送ならびに底泥からの溶出といった生成要因によって高くなると考えられる。有機態の成分については、降雨の少ない期間には調整池に流入した物質の滞留時間が長くなることから、植物プランクトンの増殖を始めとする生物学的な消費・生産の作用を受けて変化するものと考えられる。そのため、総合的な水質変化を把握するには、生物活動による物質の変化過程が考慮されねばならないようである。

3. 水域での物質変化モデル

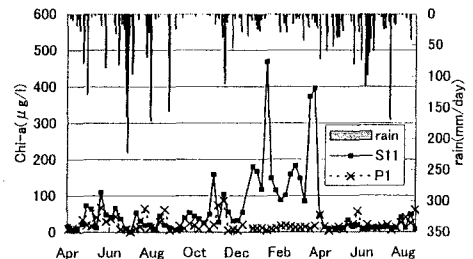
本モデルは低次栄養段階を対象にしており、2. の考察から、生産者、消費者として植物プランクトン、動物プランクトンが取り上げられた。また、栄養塩として窒素ならびにリンが取り上げられ、無機態成分は溶存態とし、有機態については懸濁態有機物(デトリタス)ならびに溶存態有機物とされた。各要素は、【図-4】に示されるように、水域内での物質循環の各過程に従い変化するように取り扱われている。すなわち、無機態栄養塩は、移流や拡散、底泥からの溶出、動物プランクトンの排泄や植物プランクトンの光合成、呼吸、懸濁有機物や溶存有機物の無機化といった作用が考慮された。先にも述べたように、調整池では、淡水化に伴う植物プランクトンの遷移があったと推測される。そこで、塩化



【図-1】モニタリング地点とボックス分割図



【図-2】調整池での窒素、リンの変化



【図-3】降雨とクロロフィル a の変化

物イオンの計算をあわせて行い、植物プランクトンを耐塩性の異なる3つのグループに分けて、塩化物イオン濃度により増殖速度が変化するように取り扱った。なお、堆積土粒子については、流れによる巻き上げと懸濁土粒子の沈降が考慮された。調整池は【図-1】に示される鉛直方向に1層の9つのボックスに分割された。各ボックス間の流れは、2次元平面流モデルの計算結果をもとに評価された。河川流量は3段のタンクモデルを用いて計算され、河川から流入する汚濁負荷量は、流入流量に応じて変化するものとした。

4. 水域への適用とその結果

計算では窒素・リンの変化が同時に処理されているが、ここでは窒素の変化について検討する。【図-5】には、S11地点に相当するボックスでのIN、Chl-aの濃度変化の計算値と実測値が示されており、【図-6】にはIN、Chl-aの生産速度の時間変化が示されている。

水質の変化を計算結果をもとにのべると、降雨直後、調整池の貯流水は大きく流動しており、このことは各水質の変化に移流効果として大きな影響を与えている。とくに、日降雨量が100mmを超える場合、INの濃度を増加させる要因として働くようである。INの増加は、植物プランクトンの活動を活発にする要因となっており、光合成や呼吸といった植物プランクトンに係わる生産速度が増加している。一方、9～10月のように晴天日の長く続いた期間には、INは、懸濁有機物の無機化などによる供給はあるものの、降雨直後のような移流効果による著しい供給がなく、主に植物プランクトンによって消費されるために、濃度が次第に低下している。11月から翌年4月についても降雨量が少ないために、同様の理由にINの濃度は低下している。Chl-aについては、調整池での滞留時間が長くなるために高濃度の状態が続いている。また、この期間には、降雨日があったことで光合成量に変化が現れているが、植物プランクトンの光合成や呼吸、動物プランクトンによる捕食といった生物学的な効果が、ほぼ釣り合った状態になっているようである。

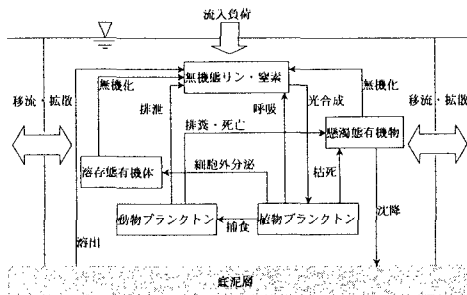
計算値と実測値との比較は【図-5】に示されたとおりであり、構築されたモデルは、実際の水質の時間変化を概ね再現しているようであるが、降雨量が少ない期間の各物質の濃度や、1998年5、6月におけるChl-aの値などについて両者に相違があり、水質変化過程の取り扱いや各種反応速度の評価は今後も検討する必要がある。

5. おわりに

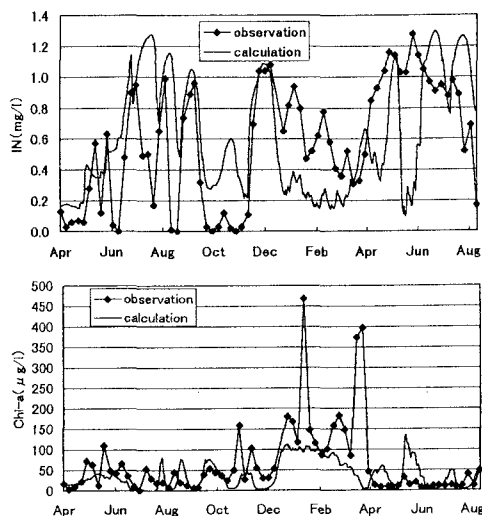
本研究では、実測値から調整池の窒素・リンの変化が述べられるとともに、生態系モデルを用いて植物プランクトンの活動が水質に与える影響が検討された。その結果、栄養塩類の変化を把握するには、化学的、生物学的変化をさらに詳しく明らかにする必要がある、モデルの予測精度の向上を含めて、引き続き検討されねばならない。

【参考文献】

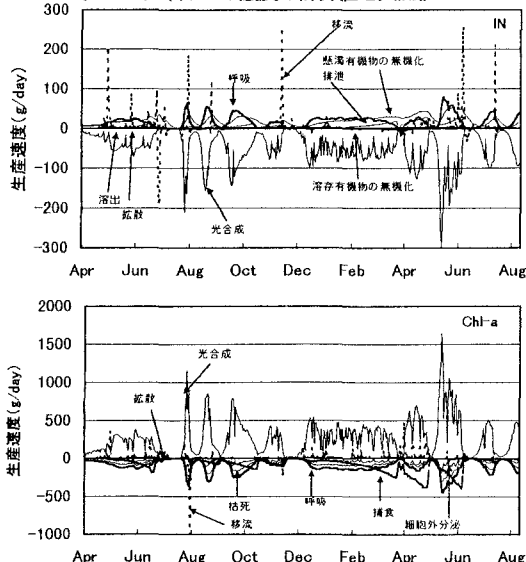
- 九州農政局諫早干拓事業所「諫早湾干拓事業環境モニタリング資料」,p.27,1998.



【図-4】物質循環の概念図



【図-5】S11地点における無機態窒素とクロロフィルaの濃度の計算値と実測値



【図-6】S11地点における無機態窒素とクロロフィルaの各要素の時間変化