

数量化理論Ⅰ類によるクロロフィル a と DO 変動の支配因子の解析

中部大学工学部 フェロー○松尾直規 中部大学工学部 正会員 武田 誠
(株) 牛福久 上山雅之 (株)保坂工業所 中本貴久

1. 目的 水質に与える長良川河口堰の影響評価を目的として、水質自動監視装置が設置されており、平成6年から毎時の水質観測が行われている。この結果は、年度毎に長良川河口堰モニタリング資料¹⁾として公開されているが、状況把握に主眼を置いているため、統計処理などのデータ解析は余り実施されていない。現在、堰上流域では藻類増殖現象と貧酸素水塊の発生が問題視されている。前者は植物プランクトンの指標であるクロロフィル a を用いて、後者は溶存酸素(DO)を用いて監視されている。そこで、本研究ではモニタリング資料及び堰管理所で測られた気象や堰操作データなどを、数量化理論を用いて解析することによって、クロロフィル a と DO の変化の支配的要因を明らかにする。

2. 解析方法 数量化理論²⁾³⁾では、外的基準となる定量的変量 Y_i (ここでは、クロロフィル a と DO) の値が各々について得られている場合に、式(1)の合成変量 α_i と Y_i との相関を最大にするような x_{jk} を求める。

$$\alpha_i = \sum_{j=1}^R \sum_{k=1}^{k_j} \delta_i(j, k) x_{jk} \quad (1)$$

ここで、 R は外的基準に影響を与える項目の個数であり、その項目は k_j 個のカテゴリーに分類される。 $\delta_i(j, k)$ は各カテゴリーの影響の有無を表すもので1または0の値をとる。 x_{jk} は各項目のカテゴリーに対応する係数(カテゴリースコア)であり、 x_{jk} が大きいほど外的基準に大きな影響を与える。 $w_j = \max x_{jk} - \min x_{jk}$ はレンジと呼ばれ、 w_j は j 番目の項目の要因が、外的基準に及ぼす影響の大きさを表す相対的な尺度となる。

本研究では、外的基準 Y_i をイセくん(堰上流 6.4km の監視装置)における表層のクロロフィル a と底層の DO とし、図1のような外的基準の関連因子モデルを考えた。図中の水温差は表層水温と底層水温の差であり、成層発達の指標として用いている。まず、CASE1 としてクロロフィル a と DO の絶対量を用いて関連因子の影響度について解析を行った。解析期間は、平成7年7月6日から平成9年12月31日とした。つぎに CASE2 は、CASE1 で得られた結果をもとに平成10年1月1日から同年12月31日までの上述の指標に関する再現計算を行った。

3. 絶対量を対象とした解析 (CASE1)

表1に予測値と実測値の相関係数を、図2にレンジの分布を示す。表1(全データ)からクロロフィル a と DO とも比較的実測値と予測値の相関が高く、図2から両者とも水温と水温差の影響が突出していることが分かる。そこで、水温と水温差のカテゴリースコアを図3に示す。この図からクロロフィル a は水温(表層)が高いほど増加し、低いほど減少することが分かる。これは、水温が高ければ植物プランクトンの活動が活発になるためと考えられる。また、水温差が大きいほどクロロフィル a は増加する。これは成層の発達により鉛直混合が抑制され、植物プランクトンが表層に集結し、光合成を十分に増加するためと考えられる。DO は水温(底層)が高いほど低下し、低いほど上昇することが分かる。これは DO の飽和値が水温が高いほど低く、水温が低いほど高くなるためと考えられる。また、水温差が大きいと DO は低下しているが、これは前述のように成層が発達し、鉛直混合が抑制され、底層への酸素供給が少なくなり酸素消費が進むためである。

つぎに、クロロフィル a の実測値と予測値の差を図4に示す。本図より夏場に差が大きく冬場に小さいことから、季節によって解析精度が異なると考えられる。そこで、この年変動を考慮し表1に示す4つの季節に分けて解析を行った。予測値と観測値の相関係数を表1に、4~6月、7~9月のレンジの分布を図5に示す。表1から4~6月、10~12月のように水温などの影響因子が大きく変動する季節で相関が高い。これはクロロフィル a や DO

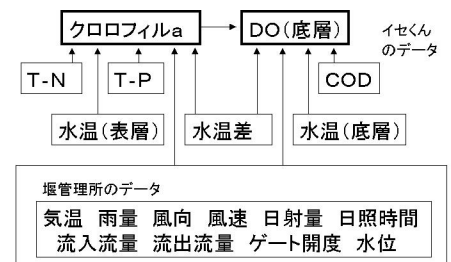


図1 関連因子のモデル

表1 CASE1 の相関係数

CASE1(データ数)	クロロフィル a	DO
全データ (20469)	0.7718	0.9041
1~3 月 (4084)	0.7687	0.7715
4~6 月 (4130)	0.9012	0.9104
7~9 月 (5904)	0.7949	0.8310
10~12 月 (6351)	0.8596	0.9090

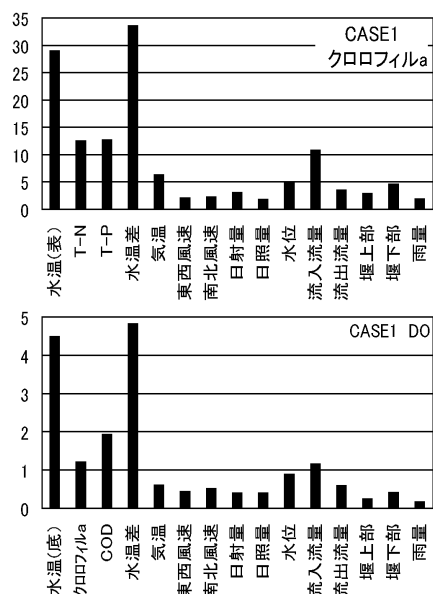


図2 CASE1 のレンジ分布

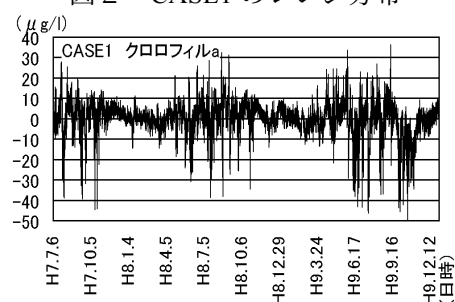


図4 実測値と予測値の差

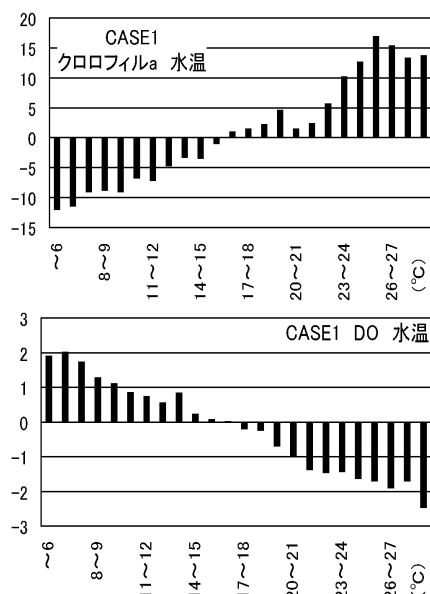


図3 CASE1 における水温、水温差のカテゴリー値

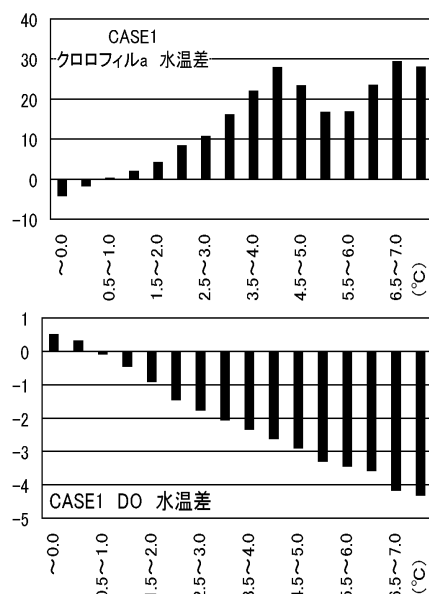


図5 季節毎のレンジの分布

については4～6月、10～12月の変動が水温のそれに大きく支配されるためであると考えられる。このことは図5で水温のレンジの値が、7～9月に比べ、4～6月で大きいことと合致する。また、図5のレンジの分布をみると、7～9月で水温差や流入流量の値が大きい。これは夏季の水温は暖かい状態で推移するため、その変動にクロロフィルaは大きな影響を受けず、成層発達や流量に強く影響を受ける結果になったと考えられる。

4. 平成10年のクロロフィルa、DOの再現計算 (CASE2)

つぎにCASE1のカテゴリースコアを用いて平成10年のクロロフィルa、DOの再現計算を試みた。ここで行った再現計算がある程度の精度で行えたならば、CASE1で得られたカテゴリー値やレンジの検討結果は妥当なものと判断できる。得られた相関係数を表2に、予測値と実測値の比較を図6に示す。相関係数は表1よりも若干低い、ある程度の精度を有し、ここでの解析結果が妥当なものと判断できる。しかし、短い周期で大きく変動する夏季は、相関係数は比較的高いが、かなりの誤差を生ずる。これは、本研究では生物活動や物理化学的作用などに関する要因を十分考慮していないため、生物活動に影響を与える短い周期の変動や洪水など気象条件の急激な変化に対応できなかったと考えられる。

5. 結論 本研究により、クロロフィルa及びDOの大まかな変化特性が明らかとなったが、時間変動、日変動などの生物活動や物理化学的作用などに起因する変化特性の解明には、さらに検討が必要である。今後はこの点に着目して検討を進めたい。

参考文献 1)平成6年度～平成9年度長良川モニタリング資料：建設省中部地方建設局・水資源開発公団中部支社
2)亀田弘行・池淵周一・春名功：新体系土木工学2 確率・統計解析、技報堂出版株式会社、1981
3)竹内伝史・加藤晃：土木計画学のためのデータ解析法、共立出版株式会社、1996

表2 CASE2の相関係数

CASE2(データ数)	クロロフィルa
全データ (6982)	0.7028
1～3月 (1903)	0.5365
4～6月 (1902)	0.6769
7～9月 (1755)	0.7039
10～12月 (1422)	0.3273

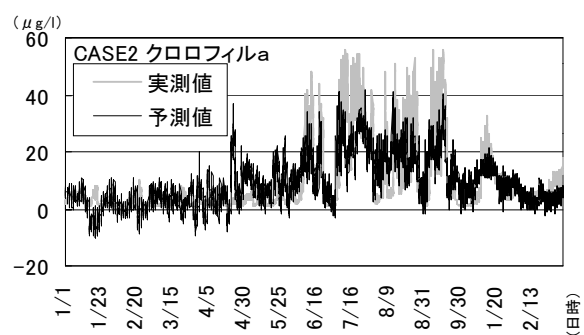


図6 実測値と予測値の比較