

数量化理論を用いた長良川河口堰におけるモニタリング資料の解析

中部大学 ○上山 雅之 中部大学 中本 貴久
中部大学 正会員 武田 誠 中部大学 フェロー 松尾 直規

1. はじめに 長良川河口堰が建設されるにあたり、計画段階から懸念された環境への影響を把握するため、建設省と水資源開発公団により8カ所の水質自動監視装置（シラベール）が設置され、毎時の水質観測（水温、DO、クロロフィルa、COD、T-N、T-P、pH、濁度）が行われている。本研究ではそれらの資料および堰管理所で測られている気象、堰操作データ等を、数量化理論を用いて解析することによって、特にクロロフィルaやDOの変化の要因となる因子を明らかにし、その変動を予測することを目的とする。
2. 解析手法 数量化理論では、外的基準となる定量的変量Yi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αiとYiとの相関を最大にするようなxjkを求める。

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

表1 外的基準と影響項目

外的基準	水質項目	気象項目
クロロフィルa	水温(表) T-N T-P 水温差	気温 東西方向風速(Wx) 南北方向風速(Wy) 日射量 日照時間
	DO 水温(底) クロロフィルa COD 水温差	堰上流水位 流入量 流出量 越流水深の開度の総和 下ゲート開度の総和 雨量

(ここで水温差＝水温(表)－水温(底))

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kj個のカテゴリに分類される。δi(j,k)は各カテゴリの影響の有無を表すもので1または0の値をとる。xjkは各項目のカテゴリに対応する係数であり表され、xjkが大きいほど外的基準に大きな影響を与える。また、wj = max xjk - min xjk はレンジ (range) と呼ばれ、wj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。

3. 結果と考察 今回の解析では、外的基準を自動監視装置のイセくんにおける表層のクロロフィルaと底層のDOとし、影響項目には、それぞれ表1に示す水質及び気象、堰操作項目を用いた。なお、各データは、平成7年7月6日から平成10年1月1日までのものを用いた。

図1、2にクロロフィルa及びDOに関する各項目のレンジの値を、図3、図4に表層水温と水温差におけるxjkの値の分布を示す。これらの図から、イセくんのクロロフィルaでは表層水温と水温差の影響が大きいことがわかる。また、xjkの図から表層水温が高いほどクロロフィルaは増加し、低いほど減少している。さらに、クロロフィルaは水温差が大きいほど増加する傾向にある。これは水温が高まれば植物プランクトンの活動化し、また、水温差すなわち水温成層が発達することにより対流が起きず、表層にプランクトンが留まり十分に光合成が行えるため、クロロフィルaが増大するためであると考えられる。つぎに、イセくん

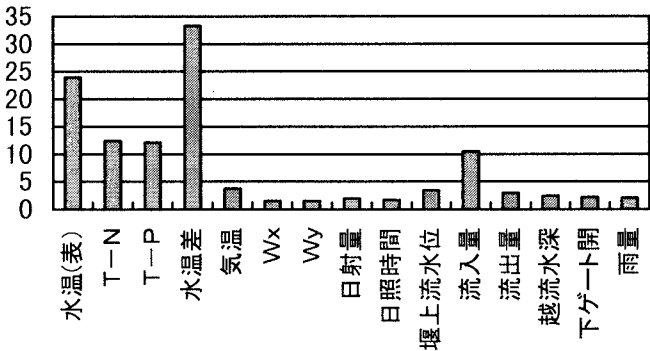


図1 クロロフィルaにおける各項目のレンジ

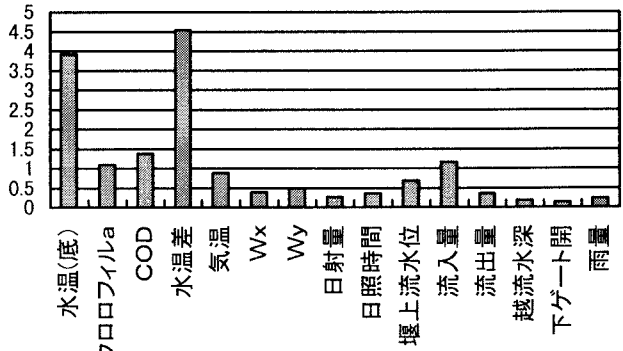


図2 DOにおける各項目のレンジ

の底層のDOでは、底層水温と水温差の項目の関係が大きい結果となった。 x_{jk} の傾向では、底層水温が高いほどDOは低下し、低いほど増加した。これは水温が高いとDOの飽和量が小さくなり、低いと大きくなるためと考えられる。また、水温差が大きいほどDOは低下していた。これは水温差が大きいと成層が生じ、鉛直混合が抑制されるため、底層でのDO消費が進行するためと考えられる。

これまでの検討により、クロロフィルaおよびDOとそれぞれの属性との関係が明らかとなり、特に、水温と水温差が強い影響を与えていることが分かった。しかし、両者の実測値と観測地との相関係数は、クロロフィルaの場合0.5685、DOの場合0.7960であり、高いとは言えない。そこで、DOとクロロフィルaの測定値と予測値の差の図5を見ると、季節により周期的な変動が認められる。そこで、次に4つの季節（1月～3月、4月～6月、7月～9月、10月～12月）に分けて同様の解析を行った。

表2、表3に、得られたレンジの順位を示す。

これらの表から、季節に分けた解析の場合、外的基準に影響を与える項目や相関係数は、季節により変化している。イセくんでのクロロフィルaについて見てみると4月～6月は、季節の変わり目で表層水温が変化しやすい時期のため水温が最も外的基準に影響を与えている。しかし、7月～9月を見てみると水温差が最も大きな影響を与えていることがわかる。これは、夏場の表層水温は変動があまり無いため影響が小さい結果になったと考えられる。

4. まとめ これらの検討から、年変動を伴う、クロロフィルaおよびDOと影響項目との関係や、季節におけるその変化が明らかとなった。しかし、季節内での各項目の変化量が少なかったので予測値の相関係数は小さくなったと考えられる。今後は、今回の結果を踏まえより精度の高い予測を行い得るように、河川の流下時間などの時間的要因を考え解析を行いたいと思っている。

5. 参考文献

- 1) 水資源開発公団中部支社・建設省中部地方建設局：長良川河口堰モニタリング資料，平成7年度～平成9年度。
- 2) 加藤 晃、竹内 伝史：土木計画学のためのデータ解析法，共立出版，1996。

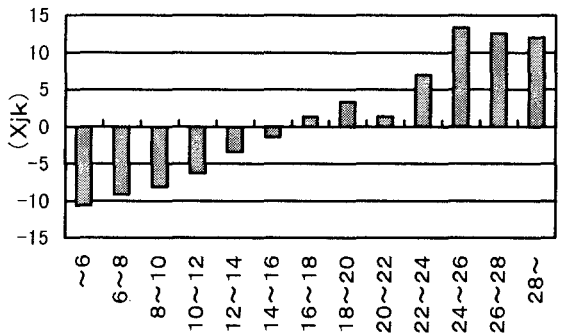


図3 クロロフィルaと水温との関係

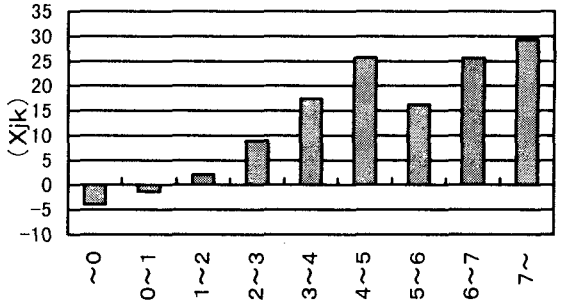


図4 クロロフィルaと水温差の関係

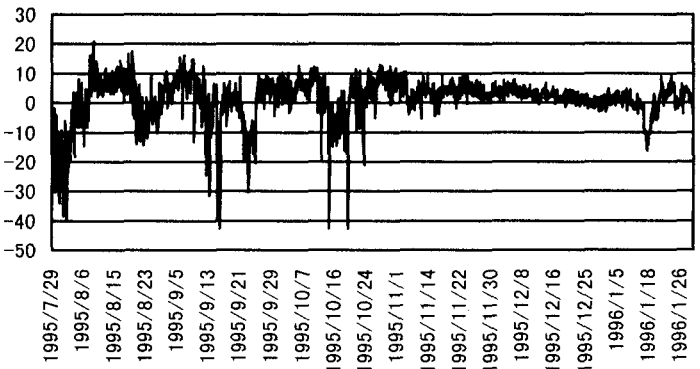


図5 クロロフィルaの実測値と予想値の差

表2 イセくんでのクロロフィルaに影響を与える項目

	1	2	3	4	相関係数
1月～3月	T-N	水温差	流入量	T-P	0.4812
レンジの値	7.3453	3.4025	2.964	2.7576	
4月～6月	水温(表)	水温差	T-P	気温	0.7795
レンジの値	59.2109	23.0712	12.343	7.7106	
7月～9月	水温差	流入量	水温	雨量	0.5900
レンジの値	27.5457	14.555	8.9434	5.7171	
10月～12月	T-P	水温	T-N	流入量	0.7067
レンジの値	22.1567	17.4653	14.546	14.4041	

表3 イセくんでのDOに影響を与える項目

	1	2	3	4	相関係数
1月～3月	水温(底)	堰上流水位	クロロフィルa	流入量	0.5341
レンジの値	1.28	1.0463	0.6964	0.6246	
4月～6月	水温(底)	水温差	堰上流水位	流入量	0.7915
レンジの値	2.6282	2.5644	2.3208	0.8583	
7月～9月	水温差	COD	水温(底)	クロロフィルa	0.6351
レンジの値	4.2739	1.6295	1.085	0.9108	
10月～12月	水温(底)	クロロフィルa	気温	COD	0.7883
レンジの値	2.5442	2.3253	1.4071	1.2585	