

(株) 日本水道コンサルタント 正員 森野新夫

“ “ 中川芳一

“ “ 酒井 彰

1. はじめに

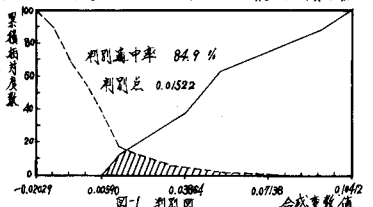
貯水池は、洪水調節としての目的を除く、何らかの形で水利を目的としているに、その中での水質変化の社会的影響は大きい。しかし、特に富栄養化現象については、その直接的原因、機構等について十分に解明されているとは言えず、新たに建設する貯水池の水質を予測する際、わかっている情報すなわち気象条件、貯水池規模、上流域の土地利用をもとに既存の貯水池のこれらのデータと比較から富栄養化現象のおこる可能性について検討することはひとつの重要な観点となる。本稿では、富栄養化現象を表現する際に有効な、水質による総合指標の検討、さらに貯水池特性と富栄養化現象との関連を明らかにすることを目的として、数量化理論第Ⅱ類を用いた判別分析を行った。ついで、水質指標と貯水池特性との関連について、正準相関分析により検討を加えた。

2. 富栄養化現象に関連する水質指標の検討

ここでは、既存の貯水池での水質データを説明変数として、貯水池管理者の判断により富栄養化しているか否かを分類した場合、どの水質指標がその判別に関連しているかを検討する。これは、言わゆる富栄養化現象が単純に窒素、リン濃度の増加のみで規定し得ないと考えられるためである。表-1に判別分析に用いた6個の水質指標についてメカテゴリー分類を、図-1に判別図を示す。用いた貯水池数は106個であり、その内富栄養化現象が生じていると判断されている貯水池は8個である。¹⁾ 図-1に示すように、判別の通中率は84.9%と比較的良好であり、合成変数値が0.01522以上であれば管理者の判断による富栄養化現象発生貯水池とみなすことができる。図-2に各水質指標に与えられたカテゴリ-数量を示す。数量が正の値を示すカテゴリ-が富栄養化現象の発生に関連しているといえることができるが、図-2をみると、 $5\text{mg/L} \leq \text{SS}$ 、 $2\text{mg/L} \leq \text{COD}$ 、 $\text{TN} < 0.3\text{mg/L}$ 、 $0.01\text{mg/L} \leq \text{TP}$ の各水質指標の関連が認められ、中でも $4\text{mg/L} \leq \text{COD}$ 、 $25\text{mg/L} \leq \text{SS}$ の関連の程度が高いことがわかる。図-3は上記の水質指標について、そのカテゴリ-数量の幅をもとに富栄養化現象との関連の大きさの階級付けを行った結果である。図-4からわかるように、CODの関連の程度が最も高く、管理者の判断による富栄養化現象の発生とTN、TPの関連は本分析において顕著に認められなかった。

No.	指標	カテゴリ	数
1	pH	1-1	6.5
		1-2	7.5
		1-3	8.5
2	SS	2-1	5
		2-2	25
		2-3	8.5
3	COD	3-1	2
		3-2	4
		3-3	5
4	DO飽和率	4-1	80
		4-2	2
5	TN	5-1	0.1
		5-2	0.2
		5-3	0.3
		5-4	0.4
		5-5	0.5
6	TP	6-1	0.01
		6-2	0.01
		6-3	0.01
		6-4	0.01

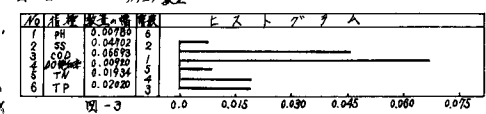
表-1 水質指標



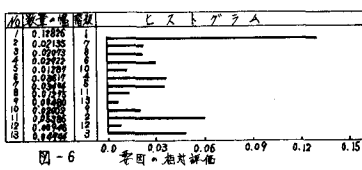
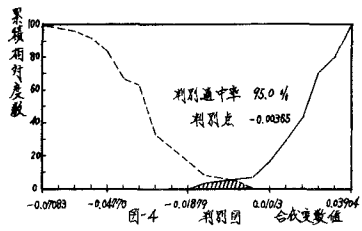
3. 貯水池特性と富栄養化現象との関連分析

ここでは、富栄養化現象と関連があると言われるTN、TPを考慮して、上記2.とは判別基準を異にした判別分析、すなわち、貯水池特性を説明変数として、TN、TPの濃度(TNが 0.1mg/L 以上でかつTPが 0.01mg/L 以上なもの)を判別基準とした。解析に用いた貯水池数は55個であり、富栄養化現象が生じている貯水池は3個である。²⁾ 表-2に判別分析に用いた13個の貯水池特性の各要因を示す。上記2.と同様に図-4に判別図を、図-5、図-6に各要因のカテゴリ-数量ならびに、要因の階級付けを示す。図表の見方は、上記2.と同様であり、地域分類、流域

指標	カテゴリ	数	説明変数
pH	1-1	0.00345	
	1-2	0.00198	
	1-3	0.00382	
SS	2-1	0.00789	
	2-2	0.01271	
	2-3	0.00335	
COD	3-1	0.00654	
	3-2	0.01807	
	3-3	0.00309	
DO飽和率	4-1	0.00972	
	4-2	0.00147	
TN	5-1	0.00253	
	5-2	0.00354	
	5-3	0.00147	
	5-4	0.00080	
	5-5	0.00088	
TP	6-1	0.00097	
	6-2	0.00030	
	6-3	0.00043	
	6-4	0.00322	



平均年降水量との関連の程度が高く、地域分類については、近畿、中国を除く地方の貯水池、流域平均年降水量については、2400mm以下の流域の貯水池が各々高いTN、TPの濃度を有することと関連が深いことがわかる。このことは、対象とした貯水池の流域に偏りがあることにも起因しているとされる。図-7、図-8に、上記の2要因を除く11要因について行った分析結果を示す。これは、上記の2要因を除くことにより他の11要因の関連をさらに詳細にみるためである。図中に示すように、上記2要因に加えて、貯水池基本部長、常時使用量、総貯水容量等の要因の関連の程度が高く、貯水池基本部長については、8km以上、常時使用量については30m³以下、総貯水容量については2×10⁷m³以下の貯水池が富栄養化現象の起こる可能性が大きいことが予測される。



地域分類	貯水池基本部長 (km)	常時使用量 (m³/日)	総貯水容量 (10⁷m³)	流域平均年降水量 (mm)	流域面積 (km²)	利用効率 (%)
1	1-1 近畿	1-1 近畿	1-1 近畿	1-1 近畿	1-1 近畿	1-1 近畿
2	2-1 中国	2-1 中国	2-1 中国	2-1 中国	2-1 中国	2-1 中国
3	3-1 地方	3-1 地方	3-1 地方	3-1 地方	3-1 地方	3-1 地方
4	4-1 地方	4-1 地方	4-1 地方	4-1 地方	4-1 地方	4-1 地方
5	5-1 地方	5-1 地方	5-1 地方	5-1 地方	5-1 地方	5-1 地方

4. 水質指標と貯水池特性との関連の検討
水質指標として上記の指標に濁度を加えて7指標、貯水池特性として次式に示す5要因を用い、両者の関連を正準相関分析した結果を以下に示す。

$$U = 0.750[\text{貯水池基本部長}] - 0.578[\text{常時使用量}] + 0.476[\text{TP}] + 0.376[\text{SS}] - 0.193[\text{濁度}] + 0.115[\text{PH}] + 0.084[\text{TN}] \quad (1)$$

$$U = 0.742[\text{流域平均年降水量}] + 0.480[\text{流域面積}] - 0.470[\text{利用効率}] + 0.236[\text{基本部長}] + 0.006[\text{総貯水容量}] \quad (2)$$

ここに挙げる正準変量は富栄養化現象と関連が深いと判断されるものであり、2つの正準変量間の相関係数は0.481である。両者の関連において大きな要因となっているのは流域平均年降水量、流域面積とTPの飽和率およびTPであることがわかる。

5. おわりに
本稿では、貯水池における富栄養化現象発生への可能性ならびに貯水池の水質予測を目的として分析の足らばかりとして既存の貯水池の資料をもとに判別分析を行った。今後は、貯水池流域内発生負荷量と結びつく開発行為、人為活動の大きさを示す要因ならびに生物データの導入、用いた水質データの季節的、時間的变化について検討する必要がある。

- <参考文献>
1). 河川水質年鑑 1977 公害庁, 貯水池水質の実態に関する調査報告書 土研資料
2). 河川便覧 1977 日本河川協会, ダム便覧 1977 日本ダム協会

