

京都大学 正員 ○ 藤井 滋穂
京都大学 正員 宗宮 功

1. はじめに 水系における水質指標の分布型を把握することは、水質データを解析する上できわめて重要である。本研究では約5年間に及ぶ琵琶湖南湖の定期水質調査で得られたデータを用い、水質指標の変化特性との関連よりその分布特性を考察する。

2. 定期水質調査の概要 琵琶湖南湖の定期水質調査は 1976年4月19日より1981年2月20日まで毎月1~3回、南湖内の22地点(図-1)で行なつた。分析項目は富栄養化に関連する15水質項目であり、それぞれ各年度で250~500個、各地点で80~100個のデータを得ている。なお これらの水質データは一定密度で得られていないが、経年的な変化や地域特性に比べ その時々の変化ははるかに卓越するため、全データ(データ数約2000個)から得られた分布型は、最近の南湖の水質の分布型を代表していると考えられる。

3. 各水質項目の分布型 図-2に主要な水質項目の頻度分布を示す。各図には、その水質の基礎統計量を付記した。また $T-N$, NO_3-N , $P-P$ ($T-P-PO_4^{3-}P$)の頻度分布はそれぞれ $Org-N$, $In-N$, $T-P$ とほぼ同型であるので省略した。図のように、各分布はいくつかのパターンに分かれている。これを数種の分布型に分類し、該当する分布型にあてはめると表-1のようになる。図-2の点線は、表-1の関数から求めた分布型をプロットしたものである。頻度分布と点線との適合性より、表-1の分類がある程度妥当性があることがわかる。ただ、この分類は厳密なものではなく、対数正規型の分布にほぼ従っている水質指標でも、ある値以下では正規分布に似た頻度分布を持つケースが多々ある。

表-1より、対数正規型の項目は主として有機物質を反映する指標であり、 $S-COD_{Cr}$ 以外はみな浮遊性部分の寄与を受けている。 $S-COD_{Cr}$ は、確かに一定対数正規型の分布をするものの、どちらかといえば正規分布と対数正規分布の影響が混在した分布型である。以上のことより、浮遊性物質に強く係る項目、即ち藻類増殖や人為汚濁の影響を直接反映する項目ほど、対数正規型の分布に従いやすいと考えられる。一方、 $S-COD_{Cr}$ はこの浮遊物の分解や底泥からの湧出等、人為汚濁の影響が間接的であるため、平均化され正規分布型に似たと考えられる。



図-1 琵琶湖南湖の採水地点

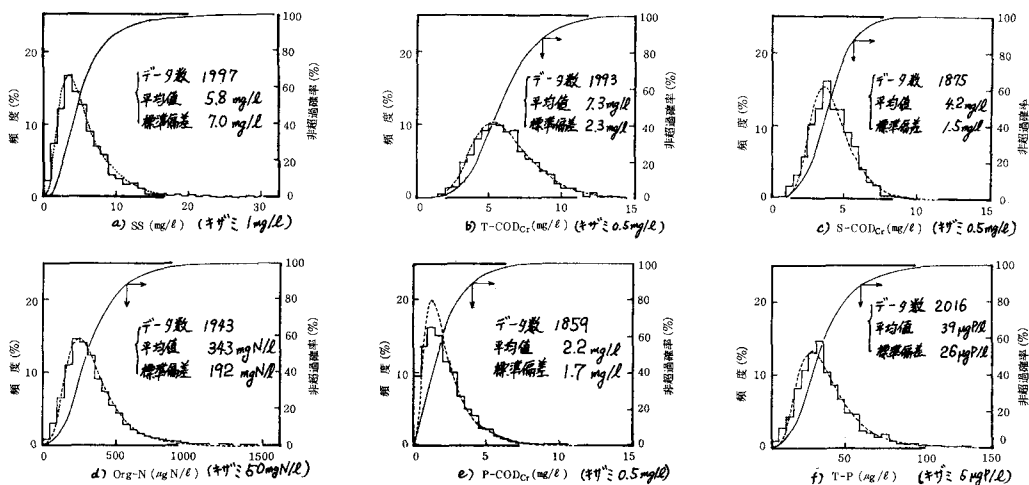


図2 a)~f) 各水質指標の頻度分布

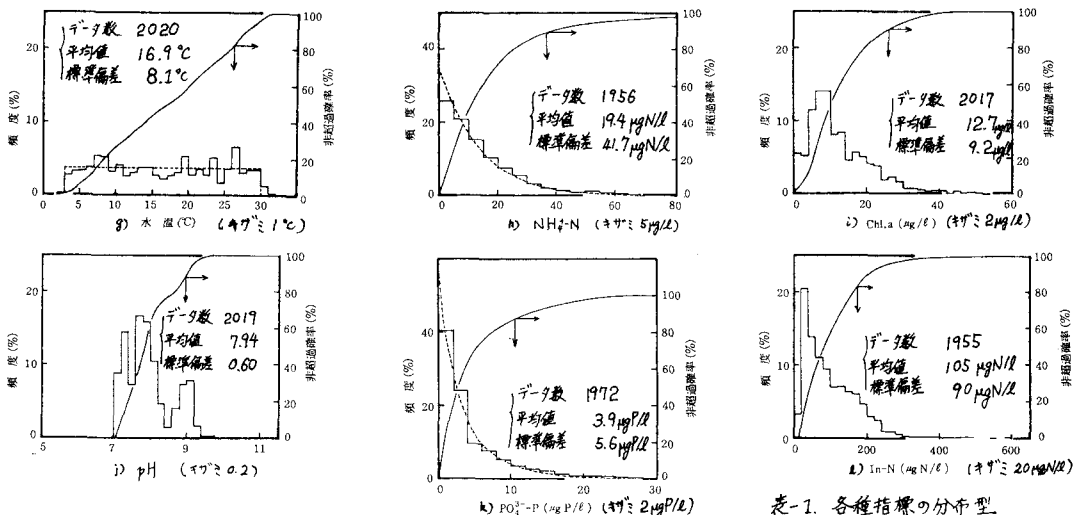


図-2 g)~l) 各水質指標の頻度分布

水温は汚濁の影響を受けず年間の周期性が強いため、これらの項目とは対称的に3~30℃の範囲で平均化して存在する一様分布型となつた。一方 pH, Chl. a, In-N, NO₃-N は水温ほどは顕著ではないが、周期性の強い項目であり、かつ藻類の光合成等々人為汚濁の影響も一定受けている。これらの項目の分布型は単純な形とはなっていないが、これは正規分布あるいは対数正規分布と一様分布との両者の影響を受けているためと考えられる。

ほとんどの水質指標の分布型はこの周期性和汚濁の進行状態とで説明できたが、NH₄-NやPO₄-Pは指数分布型となり、2つのパラメータでは説明できない。この両物質は藻類がきわめて摂取しやすい栄養塩類の形態であり、通常の湖沼内では急速に減少する。したがって、濃度で最大値となる指数分布型にNH₄-NやPO₄-Pが属したのは、藻類による両物質の急速な取込みを反映したためと考えられる。

以上琵琶湖南湖の水質指標の分布が汚濁の状況、周期性、水域の受容能力の3つのパラメータで説明できることを示した。これを図式化し、3次元空間に各分布型を置くと図3のように整理できる。さらにこの空間内に南湖の各水質指標の分布をあてはめると図4のように置くことが可能であろう。ただし図4の各指標の位置は絶対的なものではなく、南湖の汚濁がさらに進行するならば現在指数分布に従うNH₄-NやPO₄-Pも対数正規分布に従うようになる可能性がある。逆にいえば、水質の分布型はその水域の汚濁レベルを反映していると考えられる。

4. おわりに 本研究は水質指標の頻度分布に注目し、その分布型には種々のパターンはあるものの、すべて3つのパラメータで説明できることを明らかにした。最後に本調査で若老瀬啓一氏、築谷尚嗣氏、奥川光治氏、荒井城氏、熊谷憲二氏、長川秀実氏、宮本伸一氏、小野芳朗氏、藤本祐之氏の協力があったことを記し、その感謝の意を表す。

表-1 各種指標の分布型

分布	項目	式
一様分布	水 温	$x < 3, 30 < x$ 0 $3 \leq x \leq 30$ 0.036
	SS	$\frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot 0.60 \cdot x} \exp \left\{ -\frac{(\ln x - 1.57)^2}{2(0.60)^2} \right\}$
	T-COD _{Cr}	$\frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot 0.35 \cdot x} \exp \left\{ -\frac{(\ln x - 1.77)^2}{2(0.35)^2} \right\}$
	S-COD _{Cr}	$\frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot 0.35 \cdot x} \exp \left\{ -\frac{(\ln x - 1.38)^2}{2(0.35)^2} \right\}$
	P-COD _{Cr}	$\frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot 0.64 \cdot x} \exp \left\{ -\frac{(\ln x - 0.64)^2}{2(0.64)^2} \right\}$
	T-N	$\frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot 0.41 \cdot x} \exp \left\{ -\frac{(\ln x - 6.01)^2}{2(0.41)^2} \right\}$
	Org-N	$\frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot 0.51 \cdot x} \exp \left\{ -\frac{(\ln x - 5.71)^2}{2(0.51)^2} \right\}$
	T-P	$\frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot 0.51 \cdot x} \exp \left\{ -\frac{(\ln x - 3.52)^2}{2(0.51)^2} \right\}$
	P'-P	$\frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot 0.55 \cdot x} \exp \left\{ -\frac{(\ln x - 3.41)^2}{2(0.55)^2} \right\}$
	指数分布	
指数分布	NH ₄ -N	$\frac{0.920}{13.2} e^{-\frac{x}{13.2}} + \frac{0.080}{72.1} e^{-\frac{x}{72.1}}$
	PO ₄ -P	$\frac{0.68}{5.78} e^{-\frac{x}{5.78}} + \frac{0.32}{1.78} e^{-\frac{x}{1.78}}$
明確な分布形をもたないもの	NO ₃ -N In-N Chl. a pH	

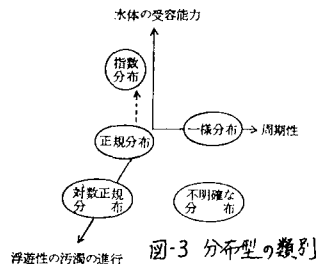


図-3 分布型の類別

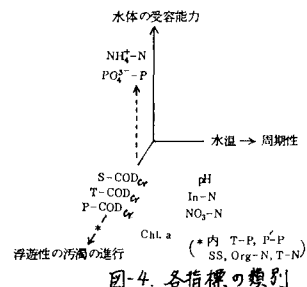


図-4 各指標の類別