

東京工業大学 正員 日野 幹雄

1. はじめに

湖沼の汚濁度ないしは食富栄養度は、Secchi 板透明度、全磷量、クロロフィル量などにより指標付けを行う。他方、汚濁度は湖沼への栄養塩負荷（湖沼単位面積当りの栄養塩流入量）、水深、面積、日射、水温等により異なる。さて、湖沼の汚濁度を一定レベル以下に保つための許容栄養塩負荷と湖沼特性の関係を明確にすることは、環境保全の上から重要である。これについて、Vollenweider (1975) の指標が提案されている。彼は、湖沼の栄養塩の収支式と栄養塩の除去率が水深に逆比例するという経験則からこれを導いている。本報告では、湖沼の三次エコロジー・モデルと増殖式からこの関係を修正した形で導く。

2. 理論

湖沼の生態系として、植物プランクトンの制限因子となる栄養塩 ($X [M/L^3]$)、植物プランクトン ($Y [M/L^3]$)、これを捕食する動物プランクトンや魚類 ($Z [M/L^3]$) よりなるシステムを考える質量の保存式は次のようになる。

$$\begin{aligned}\frac{dX}{dt} &= \frac{Q}{V} (X_0 - X) - \alpha Y & \frac{dY}{dt} &= c_1 \alpha Y - \beta Y - \delta Z \\ \frac{dZ}{dt} &= c_2 \delta Z - \delta Z\end{aligned}$$

ここに、 Q : 栄養塩を含む流入河川流量、 V : 湖沼の有効容積、 X_0 : 流入栄養塩濃度、 α, δ : それぞれ植物プランクトンと動物プランクトンの摂食率、捕食率、 c_1, c_2 : 変換率、 β, δ : 除去または死滅率。

α や δ については、Monod (Michaelis-Menten) 型の式が用いられるが、これには問題があるので次式を用いる (Contois 1959, 日野 1979)。

$$\alpha = \alpha_{\max} \frac{(I/h_e)(X/Y)}{a + (X/Y)}, \quad \delta = \delta_{\max} \frac{(Y/Z)}{c + (Y/Z)}$$

ここに、 h_e : 有効水深、 I : 日射量。

定常状態を考え、上の式を解けば (α, δ について近似式 $\alpha \propto X/Y$, $\delta \propto Y/Z$ を用いる)、次の関係が得られる。

$$L = \left(\frac{h_e}{T_r} + \alpha' I \right) X_c$$

ここに、 L : 湖沼単位面積あたりの栄養塩負荷量 ($= h_e Q X_0 / V$)、 $T_r = V/Q$: 滞留時間、 X_c : 許容栄養塩濃度。

3. 検討

Vollenweider により集められたデータと上の関係 (L vs h_e/T_r) を比較したのが右図である。理論式は食富栄養度と負荷とパラメーター h_e/T_r の関係を良く表わしている。

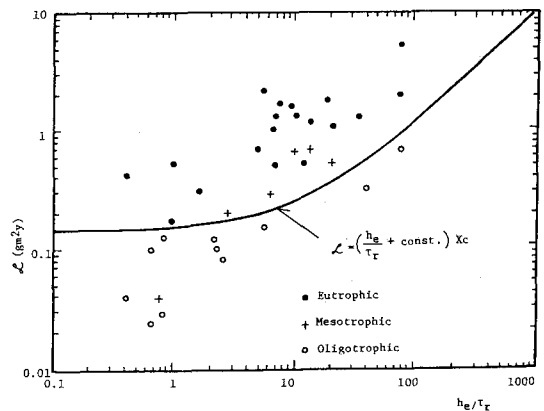


Figure 1

- 1) Vollenweider, R. A. (1975): *Schweiz. Z. Hydrol.* 37 (1) 53-84, 2) Contois, D. E. (1959): *J. gen. Microbiol.* 21 40-50. 3) 日野幹雄 (1979): 工学会論文報告集, No. 286, 65-75.