

II-373

渡良瀬貯水池の日成層の混合特性と水質動態に関する基礎的観測

宇都宮大学 学生員 木内 崇偉
 宇都宮大学 正会員 池田 裕
 宇都宮大学 フェロー員 須賀 堯三

1. はじめに

富栄養化した浅い湖沼の水質は季節的な変化だけでなく、日成層つまり一日単位で消長を繰り返す温度成層にも、大きな影響を受けている場合がある。本研究では、渡良瀬貯水池の富栄養化現象を物理的に把握する一手段として、現地観測によって日成層現象を把握し、その安定度を評価すると共に、水温の拡散現象との関係を検討した。また、平成7、8年度も渡良瀬貯水池において観測が行われてきたが、湖岸のみでの観測であったため、より詳細に現象を把握するために平成9年度は湖心付近においても観測を行った。

2. 現地観測

平成9年度の現地観測は8月6日から8日にかけて行った。6日16:00と21:00に2回の予備観測、7日10:00から8日12:00まで2時間毎13回の本観測を行う予定だったが、7日20:00から8日8:00までの観測は暴風雨のため中断された。

観測は渡良瀬貯水池南ブロックにて行い、湖岸(図-1, A地点)と湖心(B地点)の各地点において、水深0m, 0.2m以下0.5m毎に3.2mまで、合計8ポイントについて取水を行った。水温, DO, pHについては現地で測定し、 $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, Chl-aについては後日、吸光度試験を行った。

3. 観測結果および考察

①湖岸と湖心の比較

図-2は水温の時間変化を示したものである。日中は湖岸、湖心ともに温度成層が形成され、H射量がピークを示す正午前後に上下の水温差は最大となり湖岸で3.6℃、湖心で3.9℃を記録した。しかし表層では急激な温度変化が見られるのに対し深層では急激な変化が見られないことから、深層まで光が到達していないことがわかる。溶存酸素(図-3)は両地点とも13時から15時にかけて上下の濃度差が最大となっている。これは植物プランクトンの活発な光合成活動により表層には酸素が供給されるが、深層には光が到達せず、酸素が微生物によって消費されるためであると思われる。亜硝酸性窒素(図-4)は、湖岸、湖心ともに14:00から16:00にかけて表層における濃度が低下している。湖岸と湖心の水質動態を比較した結果、比較的似た傾向を示していることがわかった。

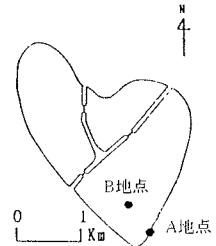


図-1. 観測地点

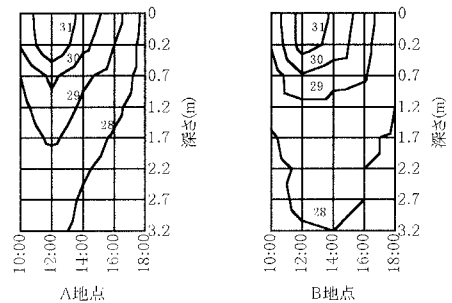


図-2. 水温分布の時間変化(°C)

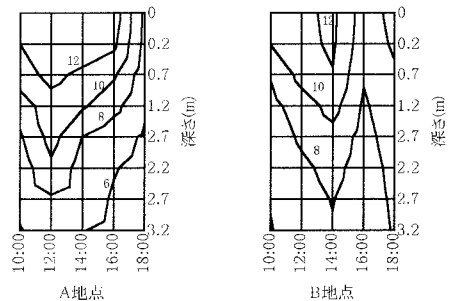
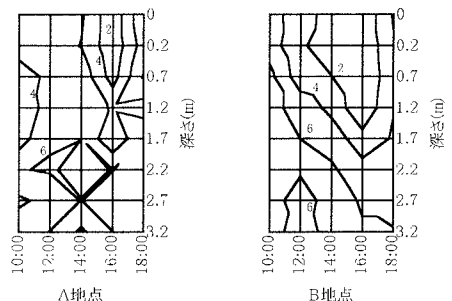


図-3. 溶存酸素の濃度分布の時間変化(mg/l)

図-4. 亜硝酸性窒素の濃度分布の時間変化($\times 10^{-3}$ mg/l)

キーワード：渡良瀬貯水池、日成層、Wedderburn 数

連絡先：〒321 8585 宇都宮市石井町 2753, TEL 028-689 6214, FAX 028-662-6367

②日成層の安定度の評価

日成層の安定度の指標である Wedderburn 数(W_e)を用いて各観測時刻の安定度を評価した。Wedderburn 数は以下のような物理的意味を持つ無次元数であり、値が高いほど成層が安定していることを示す。

$$W_e = \frac{g'h^2}{U_*^2 L} = \frac{\text{密度差による安定効果}}{\text{風による混合促進効果}}$$

g' : 水の密度差による重力加速度の減少量(m/sec^2),

h : 水温躍層深度(m), U_* : 気流の摩擦速度(m/sec),

L : 湖の風方向長さ(m)

平成 9 年度は夜間データ欠測のため、平成 8 年度の観測データと気象データを用いた結果を図-5 に示す。Wedderburn 数は日中と深夜にピークを示している。日中のピークは上下の温度差による密度差の拡大によるものであるが、深夜のピークは混合による躍層深度の湖底までの到達によるものである。温度成層の安定という立場から見ると、この二つのピークは異なる意味を持っているといえる。

③成層の混合の強さ

日成層の安定度に対応する、混合の進み方の強さを拡散係数を用いて検討した。以下に示す水温の拡散方程式から各観測時刻の鉛直一次元方向の拡散係数 K を算出した。

$$\frac{\partial T}{\partial t} = K \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{1}{\rho c} \frac{\partial \phi}{\partial z}$$

K : 水温の拡散係数(m^2/sec), ϕ : 輻射熱($\text{Mj}/\text{m}^2\text{sec}$)

ρ : 水の密度(g/m^3), c : 水の比熱(Mj/gK)

夜間は水温の鉛直分布がほぼ一様となっているため上下の熱・物質収支は自由であるが、日中は温度成層の発達により熱・物質収支は遮断される。各観測時における拡散係数を算出し Wedderburn 数と対応させた結果、図-6 のような傾向が得られた。

4. おわりに

渡良瀬貯水池においても、日成層が水質に大きな影響を及ぼしていることがわかった。このような湖沼の水質改善のためには、水質動態の季節変化だけでなく日変化も把握する必要がある。

謝 辞

現地観測を行うにあたり、利根川上流工事事務所ならびに渡良瀬遊水池出張所の方々、特に水質調査課の風間聡氏には多大なるご協力を頂きました。ここに感謝の意を表したいと思います。

参考文献

田中昌宏・石川忠晴：日成層の連行則の理論的考察，水工学論文集第 34 巻 pp. 169-174, 1990.

石川勝雄・池田裕一・須賀寛三：浅い湖沼の規模と日成層が水質動態に与える影響に関する基礎的研究，

第 52 回年次学術講演会講演概要集第 2 部 pp. 780-781, 1997.

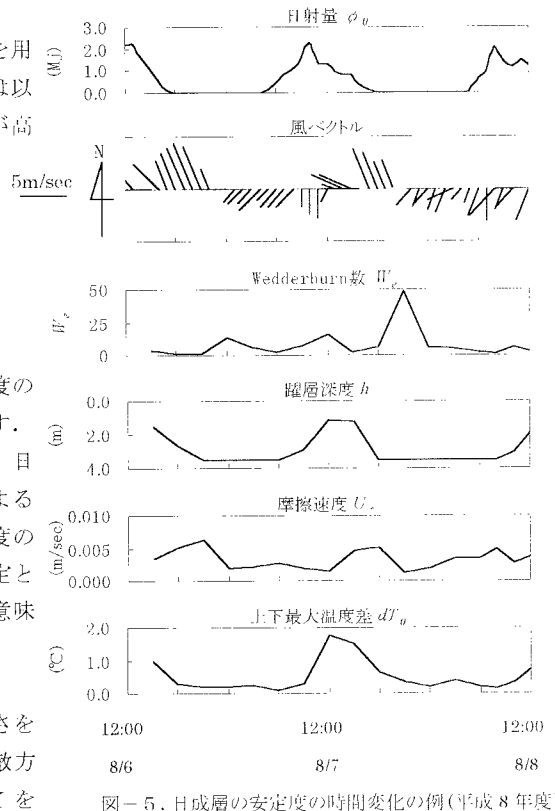


図-5. 日成層の安定度の時間変化の例(平成8年度)

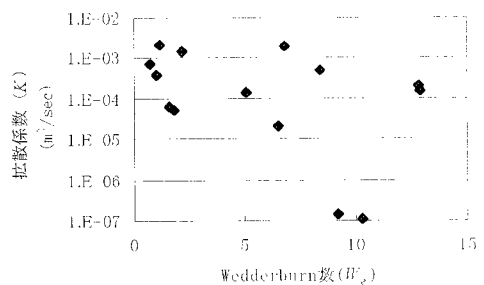


図-6. Wedderburn 数-拡散係数