

II-241 成層型湖における吹送流による水温混合に関する検討

日本大学工学部 学生員 藤木 武
同 正 員 長林 久夫
同 正 員 木村 喜代治

1. はじめに

湖沼の水質特性は、主として流域からの外部負荷と底泥からの栄養塩の溶出による内部負荷そして湖水の滞留時間に従っている。また、風による湖沼水の混合は時として急激な水質変化をもたらすことがある。本研究では福島県裏磐梯地区に位置する小野川湖を対象として水質観測と流動特性の計測を行っている。これまでの研究では小野川湖の風は南西方向が卓越しており、成層安定期は風速 5m/sec 以上で水深 6m 程度まで混合することが示された¹⁾。本研究では、風による湖内混合の諸過程を検討した。

2. 小野川湖及び調査概要

小野川湖は、北東から南西にかけて細長く、最大長約 3.5km、最大幅約 1km、最大水深 22m、貯水池容量約 1364 万 m³ と小規模な湖である。1995 年 5 月から 10 月まで最深部にメモリー式水温計を水深 2m から 12m まで 2m 間隔に設置し 10 分間隔で水温の自記観測を行った。また、小野川キャンプ場において気温、風速、風向等 5 項目について気象観測を 30 分間隔で行った。

3. 風による湖内混合の検討

解析は、循環期である 5 月、水温成層の安定期である 8 月と水温成層の崩壊期である 9 月の 3 時期において行った。

図 1 に 8 月上旬の水温と風速の経時変化図を示す。8 月 2 日の夜から 3 日にかけて約 220mm の降雨があり、この影響で水深 10m 付近まで水温が上昇しているのが確認される。また、8 月 6 日や 7 日などでは、風速が 5m/sec 以上になると水深 6m 付近まで同一水温となっており、吹送流による混合を確認することができる。

図 2 に各時期の代表的な風による混合前後の密度の鉛直分布図を示す。図は、風による混合が生じる前の分布を点線で、流動層で風による混合が生じた後の分布を実線で示した。図より風が吹いた後では密度が小さくなっているのが確認できる。

風効果による混合の検討を行うために図 3、図 4 に水温等高線図及び風速の時系列図を示す。検討を行うために下に示す式(1)、式(2)を用いた。

$$U_{EV} = \int_0^T U_w dt \quad \dots (1)$$

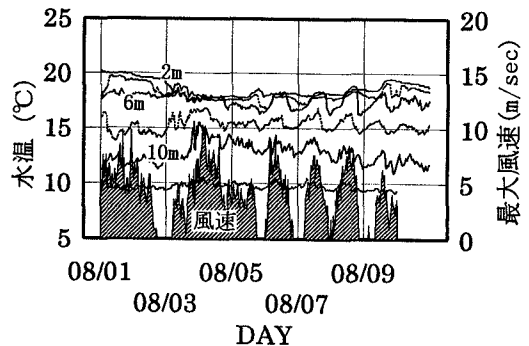


図 1 水温と風速の経時変化図

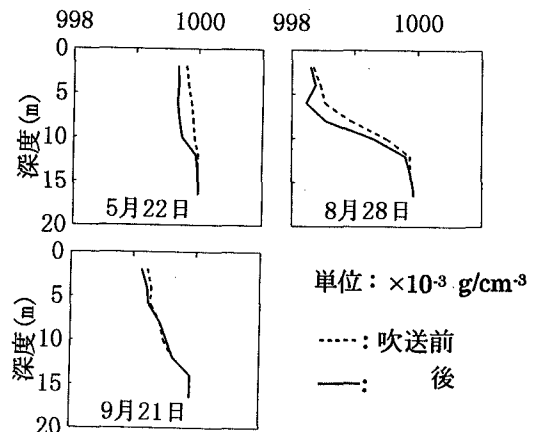


図 2 密度鉛直分布図

$$U_m = \frac{U_{EV}}{T} \quad \dots (2)$$

ここで U_{EV} : 効果風量 ((m/sec) · hr)、 U_m : 平均風速 (m/sec)、 U_w : 風速(m/sec)、 T : 区間時間 (hr) を示す。区間時間 T は、図3に示すように混合の開始時間と混合が最大になるまでの時間間隔である。

図5、図6に $h-U_m$ 、 $h-U_{EV}$ の関係図を示す。ここで h は混合層厚(m)である。図5より混合されるために最低必要な平均風速は5月で4m/sec、8月で5m/sec、9月で2m/sec程度で混合が始まると考えられる。また5月、9月に比べ8月では平均風速8m/secの吹送で7m程度しか混合してない。これは、成層が8~12mに存在し成層強度が高いためである。図6より混合起きるためには効果風量 U_{EV} は10 (m/sec) · hr程度となり5月においては風速4m/secで2.5時間程度の継続時間が必要である。図7においては密度場での安定性を考慮し、相対密度差 $\varepsilon = (\rho_2 - \rho_1) / \rho_1$ (ρ_1, ρ_2 : 上層・下層密度) に対する効果風量 U_{EV} の比と混合層厚 h との関係を示す。これは、密度場の安定度と吹送流のエネルギーとの比であるリチャードソン数に關係するものとした。この図より5月のように密度差が小さい場合はわずかな値で混合し、8月のように密度差が大きい場合は乱されにくいことがわかる。9月においては緩い成層があり密度差があるが気温の低下の影響もあり、乱され易いと考えられる。

4. まとめ

小野川湖における風による湖内の混合機構について検討を行った。

- 1) 平均風速は5月では4m/sec、8月では5m/sec、9月では2m/secで混合が認められた。
- 2) 混合が起こるためにどの時期も効果風量 U_{EV} は10 (m/sec) · hr以上必要である。

<参考文献>

- 1) 榎本・長林ら：東北地域災害科学研究、第32巻1996年3月、pp171-176
- 2) 神田徹：貯水池水の強制循環による水質改善工法の研究、1993年3月
- 3) 新井正・西沢利栄：水温論 共立出版

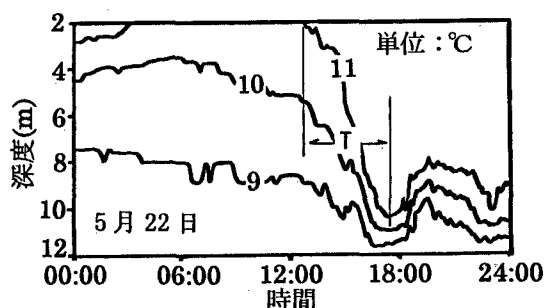


図3 水温等高線図

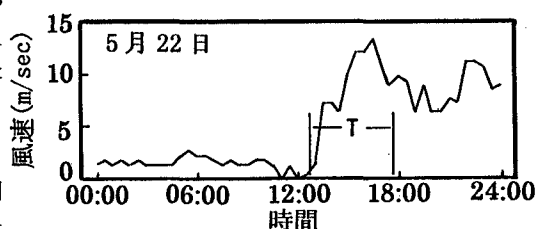


図4 風速時系列図

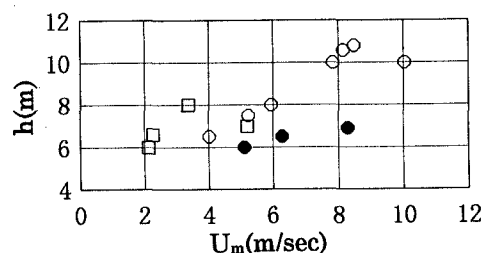


図5 $h-U_m$ 関係図

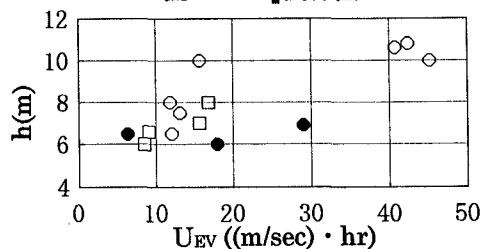


図6 $h-U_{EV}$ 関係図

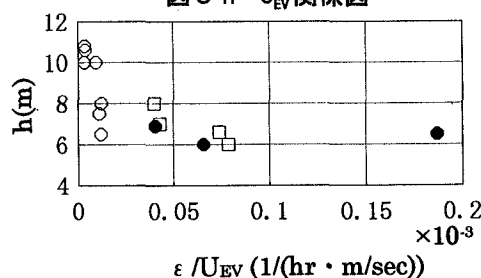


図7 $h-\varepsilon/U_{EV}$ 関係図

○ 5月 ● 8月 □ 9月