

(II-98) 霞ヶ浦における日成層現象の連続観測と解析

東京工業大学工学部 学生会員 飯田航次
東京工業大学大学院 学生会員 西部隆宏
東京工業大学総理工 正会員 石川忠晴

1・はじめに

霞ヶ浦は茨城県の南東に位置する、湖面積171km²、平均水深約4mの、極めて浅い富栄養湖である。一般に水深が浅く透明度の低い湖では、一日単位で形成・消滅する温度成層（日成層）が顕著に見られる。日成層形成時には吹送流の移流分散性が高くなり¹⁾、水域間の湖水交換が活発になると予想される。

ところで、霞ヶ浦北側の入江である高浜入りは、閉鎖性が高く湖心部よりも富栄養化が進んでいる。このため、高浜入り湾口における湖水交換が湖全体の水質に大きな影響を及ぼしていると考えられている。そこで、本研究では、高浜入りと湖心部の境界にある霞ヶ浦大橋（図1中の●）において水温と流速の長期間連続観測を行い、日成層の形成・消滅（躍層の移動）に伴う流速場の変動を調べた。

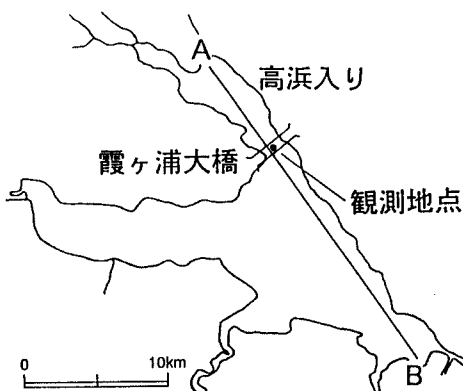


図1 霞ヶ浦全体図

2・観測方法

2-1 水温観測

メモリー式水温計（アレック電子製、MDS-T）を50cm間隔でロープに固定し、水深0.5mから5.5mまでの水温を連続計測した。

2-2 流速観測

超音波ドップラー流速計（SonTek製、ADP）を湖底に設置し、水深0.6mから5.1mまで50cm間隔で、各層の南北方向流速と東西方向流速を測定した。ADPの設置場所は、橋脚の影響が及ばないよう、橋脚と橋脚の中間地点とした。

図2に観測の概要を示す。観測は1996年8月23日に開始し、現在も継続している。

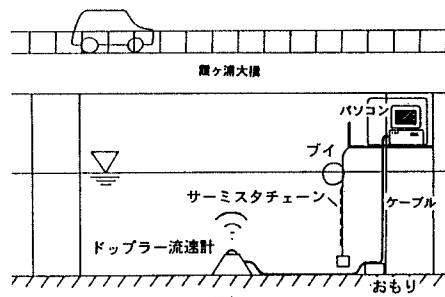


図2 観測概要図

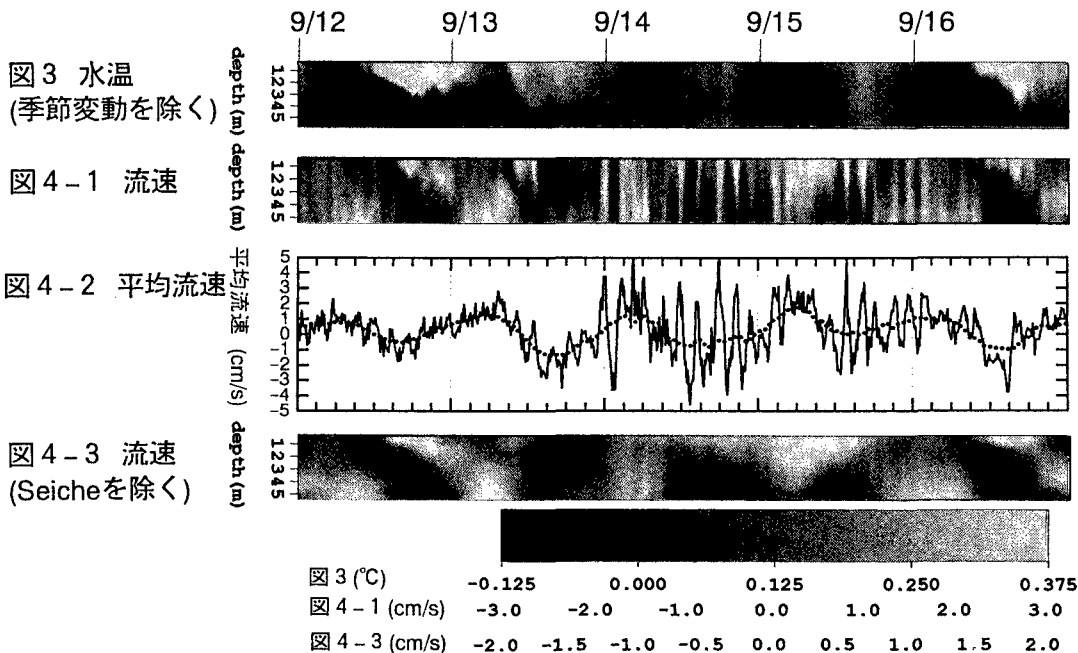
3・観測結果

3-1 水温観測結果

一日単位の現象である日成層を捉えやすくするために、得られた水温観測結果から次のような手順で季節的な変動を除いた。まず各時間において全層平均水温を求めた後、その24時間移動平均を計算し、これをその時間の各層の水温から引いた。このようにして求めた水温の時間変動を図3に示す。

3-2 流速観測結果

図4-1に図3と同時期の流速測定結果を示す。この図では、高浜入りと湖心とをつなぐ水道の主軸方向（北から反時計回りに30°）の流速を濃淡で示しており、正の値は湖心から高浜入りに向かう流速、負の値は高浜入りから湖心に向かう流速を表している。さて、図4-1には幅2、3時間の縞模様が顕著に見られる。



そこで、各時間ごとに全層平均流速を求め、図 4-2 に実線でプロットした。また、この時系列のスペクトル解析の結果を図 5 に示す。これらから、3 時間と 24 時間程度の周期を持つ変動が卓越することがわかる。図 1 中の線 AB に沿う Seiche の周期を理論的に計算すると 160 分となり短周期の成分とほぼ等しくなった。日成層に伴う流速変動を求めるために、観測結果を各層ごとに移動平均し、図 4-1 に示されている流速変動から Seiche の成分を除いた。その結果を図 4-3 に示す (図中の実線の位置は流速 0 (cm/s) である)。

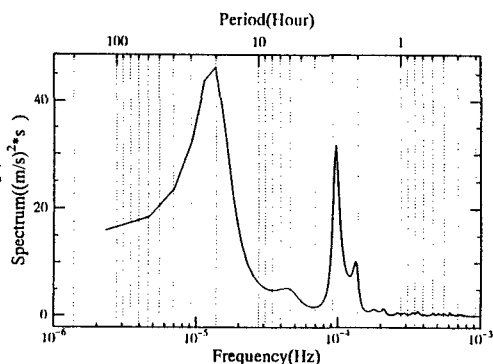


図 5 全層平均流速のスペクトル

4・考察

図 4-3 には、成層の時間変動と一致する右下がりの構造が見られる。これは、進行に伴う躍層の低下に対応して、流速変向点が移動するためである。このように日成層形成時には吹送流の移流分散性が増大する。その結果、湖水は上下で正反対の方向に流れるので、高浜入りと湖心部の間で湖水と物質の交換が活発化していると考えられる。

5・おわりに

以上のように、日成層の形成が、吹送流の移流分散性を高くし湖水の交換を活発にさせることがわかった。また、日成層は 1 年を通して頻繁に生じる現象であるから、湾水交換総量に大きな影響を持つと考えられる。今後、さらに流速データを集積し、日成層がもたらす長期的な湾水交換量を検討したいと思う。

参考文献 1) 田中昌宏・石川忠晴：日成層形成時の吹送流の特性について