

湖の多重拡散対流過程に関する研究

岡山大学環境理工学部	正 員	名 合 宏 之
岡山大学環境理工学部	正 員	大久保 賢治
日本ミクニヤ(株)	正 員	○長 井 重 威

1. 研究の概要 湖の水質分布に影響を与える物理機構として有力なものは躍層を通過する濁質の沈降である。まず強い安定成層を示す水温を第1因子、その躍層内に水平に密度貫入する濁水層下半部に弱い不安定性をもたらし微細対流を駆動する濁質濃度を第2因子とする二重拡散対流(温濁対流)は熱の下向き輸送を促すばかりでなく、基本的に中立の溶存・懸濁物(第3因子)まで巻込んで下向きに輸送するフィンガー領域の多重拡散対流過程といえる。この過程で水温鉛直分布には定温層及び水温跳躍層より成る大小の階段構造が形成されるが、その特性を明らかにすれば、そこを通過する沈降フラックスとその質が推定できる。一方、塩分躍層の定在する汽水湖は夏に水温・塩分ともに安定で強固な成層を形成し、その場合、下層の貧酸素化が進むことがあるが、秋冬期は塩分を第1因子(安定)、水温を第2因子(不安定)とする拡散領域の二重拡散対流過程が発生し安定限界に近づくと特徴的な水温振動が発生する。1996年から琵琶湖や宍道湖・中海などで水温・濁度・塩分観測を行ってきた。類似の現象は、さらにスケールの小さな水域でも発生する可能性があり、1997年は湖山池と東郷池で表-1に示す4回の観測(5,7,10,12月)を行い、低塩分汽水湖の二重拡散対流過程について検討した。

表-1 湖山池・東郷池の観測日と上層/下層の水温 T, 濁度 C 及び溶存酸素 DO

	東郷池				湖山池			
1997	May 11	July 24	Oct 21	Dec 6	May10	July 23	Oct 22	Dec 7
T(°C)	21/19	30/23	19/18	8/9	21/19	30/24	20/18	9.8
C(mg/l)	35/50**	5/30	3/15	2/25	5/15**	(220/150)	10/30	—
DO(mg/l)	10/6	15/0	10/4	12/8	7/6	15/0	9/7	—

** 5月観測の濁度はSS量で示した。湖山池7月観測の(濁度値)はアオコ発生の影響で過大評価である。

2. 湖山池・東郷池の観測 鳥取県の湖山池・東郷池はいずれも海水が侵入する可能性のある汽水湖であるが、1997年の場合、湖山池は年間を通じ湖山川からの顕著な塩分侵入はなく、東郷池では橋津川から海水が混入することはあったが、観測を行った日時には明瞭な塩分躍層は形成されていなかった。したがって両湖とも水温躍層のみ形成され基本的に淡水湖の様相を呈していた。ただし、東郷池は湖心に羽合温泉の泉源があり、取水部周辺の湖底近傍に水温逆転層がみられ、とくに表面水温の低い12月はそれが顕著であった。観測では水温・濁度計(アレック電子)と水質チェッカー(東亜電波工業:水温・濁度・DO・pH・電導度・塩分)及び電導度(河川用)計、DO計によって水温・濁度・塩分濃度などの分布を漁船で移動観測し、これに並行して鳥取大学の定点観測が行われた。平均水温の季節変化は二つの湖で類似しており、春と秋に2℃差の安定成層、夏には6～7℃差の強成層がみられたが、冬の東郷池深水域は水温的に不安定成層している。しかし、逆転水温差は同じ季節の宍道湖や中海の3～5℃に比べて小さく、しかも逆転層の存在する場所でも電導度は鉛直一様(塩分換算で2～3‰)であり、逆転層を維持するのは高い濁度値に反映される懸濁物と考えられる。以上のことから東郷池の湖心部下層の濁りは温泉の存在と無関係ではなく、水温より泥温が高いことによる不安定熱対流の影響によるところが大きいといえる。一方、温泉のない湖山池でも底部の濁りが高い理由は早朝に行われる泥を掻く漁で巻上げられた底泥が昼頃には沈降過程に移るためと思われる。ただし、湖山池の7月観測では表層濁度が高く、水温的に安定、濃度的に不安定なフィンガー領域となっていた。

3. 多重拡散対流過程 7月の湖山池及び東郷池の地図と観測点をそれぞれ、図-1及び図-2に示す。湖山池のアオコは船を出す直前まで桟橋のある北岸に張付いていたが、吹始めた北寄りの風に流され、また波で表層が攪拌された結果、観測開始時には分散シマト状アオコはみられなかったが、濁度計出力は飽和寸前であり、カオリン検定の機器であるため藍藻濃度の絶対値も不明であるが、相対濃度分布とみると躍層上・下部に濃度極大層(貫入)が存在することがわかる。この日のアオコは肉眼で見えるほどのコロニーを形成する種であり活性を失ったものが躍層下部に蓄積していたと考えられ、水温分布に1~2段の温濁階段が形成された(図-3)。藍藻濃度の高い上層は溶存酸素が150~200%の過飽和であるのに対し下層はほとんど無酸素であり光強度が不足し活性も低いことがわかる。この日みた水温成層はそれまでの数日間は持続していたと考えられ、アオコにより表層が高温・高濁化しフィンガー領域に入ったと考えられる。翌日の東郷池でも下層は同様に無酸素状態であり、逆に表層は過飽和であった。図-4に示すように、躍層下部に貫入層はあるが濃度が低いため温濁階段は形成していない。代わりに2.1m以深に高濁層があり水温逆転層とバランスしている。この濁りは南西部の浅い湾域(測点28,29)で形成された濁水が、水温逆転層の不安定を解消する形で湖心部に貫入し、そこで沈降することによって維持されている拡散領域と考えられる。

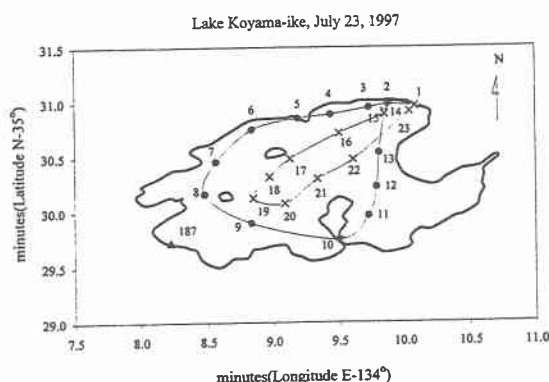


図-1 湖山池の地図と観測点

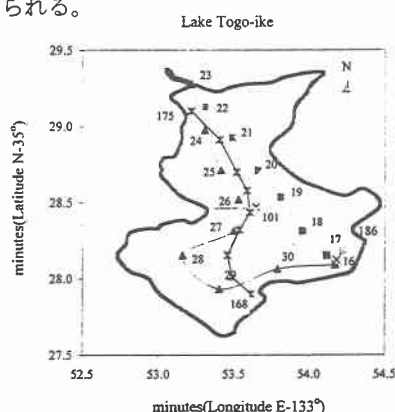


図-2 東郷池の地図と観測点

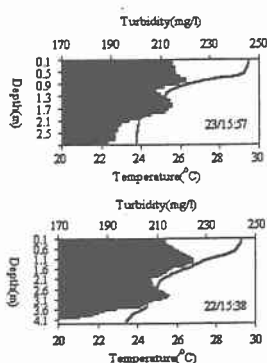


図-3 湖山池の温濁階段(フィンガー領域)

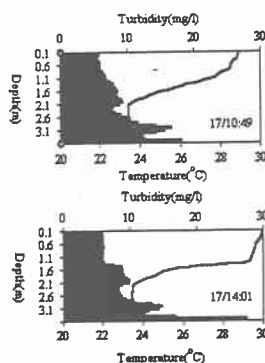


図-4 東郷池の水温逆転層(拡散領域)

4. 結 論 湖山池に生物粒子の沈降・集積と温濁階段を伴うフィンガー領域、東郷池湖底には水温逆転層を維持する拡散領域という二種の二重拡散対流過程が存在し、特定していないが第3因子を巻き込むパスがあることを示した。むしろ小さな水域であるためにこうした弱流系の現象が顕著に現れたとも考えられる。今後は定点観測結果とも比較し季節変化や塩分成層の影響についても考えていく予定である。