

(II-95) 網走湖における植物プランクトンの日周期運動とアオコの発生に関する研究

中央大学理工学部 学生員 三沢大輔
北見工業大学 正員 内島邦秀

中央大学理工学部 正員 池永 均、山田 正
中央大学大学院 学生員 向山公人

1.はじめに：北海道東部に位置する網走湖は上層が淡水、下層が塩水の強固な密度二成層を形成している。近年、上流河川からの栄養塩類の流入負荷増大や、塩水層、底泥からの栄養塩の供給による水質悪化がアオコの発生を促進し、異臭や魚のへい死などの問題を引き起こしている。本研究はアオコの発生と密接な関係にある植物プランクトンの時空間分布特性を解明することを目的としている。

2.観測概要：現地観測は網走湖において1996年8月27日～29日に行われた。図-1に示す観測地点(①～⑮)において船上から、塩分濃度、水温、溶存酸素量、クロロフィル濃度の鉛直分布を水中投入式測定装置(ACM-1180DK:アレック電子製)で測定するとともにADCP(RD社製,周波数1200(kHz))を用いた湖内の流動観測を行った。また図-1に示す経路上を魚群探知機(超音波:(株)本多電子製,HE570-2F周波数170(kHz)、400(kHz))により湖内の可視化を行った。

3.観測結果と考察

3.1 植物プランクトンの鉛直分布とその日変化：図-2は1996/8/28 11:30(日中)と8/29 2:58(夜間)に湖心付近⑥で観測した水温、塩分濃度、濁度、溶存酸素量、クロロフィル濃度の鉛直分布である。水深6m付近に明瞭な塩淡水境界が存在している¹⁾。また日中と夜間の観測結果において淡水層でのクロロフィル濃度の分布形状が大きく異なる。日中のクロロフィル濃度は水面付近で3($\mu\text{g/l}$)、水深5m付近で9($\mu\text{g/l}$)と明瞭なクロロフィル極大層が形成されている。夜間のクロロフィル濃度は水面付近で6($\mu\text{g/l}$)、水深5m付近で7.5($\mu\text{g/l}$)と水深に対するクロロフィル濃度の変化は少ない。日中、水面付近では強光阻害により光合成量が低下し植物プランクトン量は減少するが、水深5m付近では光が減衰し飽和光に近くなるとともに塩水層から溶出した栄養塩によって光合成量が增大するためクロロフィル極大層を形成する。一方、植物プランクトンのなかでも藍藻の多くは細胞の中にガス胞と呼ばれる浮き袋を有し、光合成を行わない夜間においては細胞内の浸透圧減少によってガス胞が膨らみ浮力を受ける。このため植物プランクトンは表層へ向かい図-2のような夜間の分布になると考えられる。このような鉛直方向の日周期運動は網走湖内の植物プランクトンが塩水層から溶出する栄養塩を摂取する運動過程の一つとして考えられる。

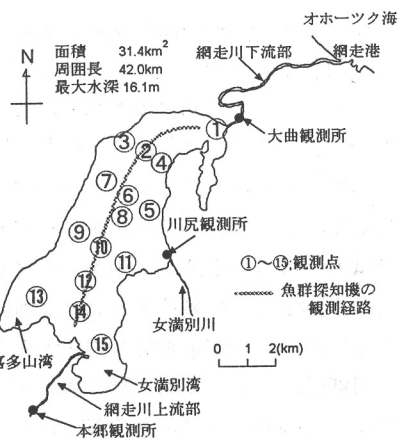


図-1 網走湖の概要と観測経路

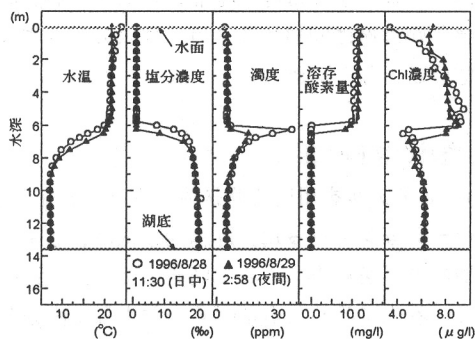


図-2 湖心における観測結果

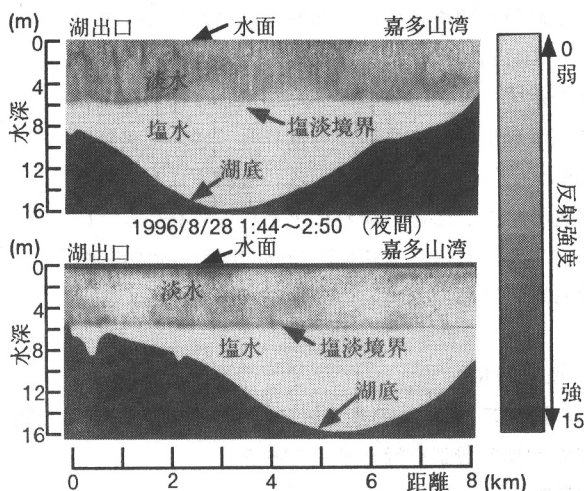


図-3 超音波による網走湖内の映像

3.2 超音波による湖内の可視化 :図-3は1996/8/28 1:44~2:50 (夜間)と15:44~16:35 (日中)の超音波(107kHz)による湖縦断方向の映像である。超音波の反射強度は16段階で分けられており、水深6mにおける強い反応が塩淡水境界である。淡水層を夜間と日中で比較すると夜間は反応が淡水層全体にあるのに対し、日中は水深3~6mに反応が集中している。図-4は図-3で見られた反応を反射強度に関係なく各水深ごとに全ての反応をカウントして超音波の発射回数で割ったものである。図-4に示す日中と夜間の超音波の反応は図-2のクロロフィル濃度の分布形状と類似している。このことより超音波によりプランクトンの鉛直分布を計測できることが示された。

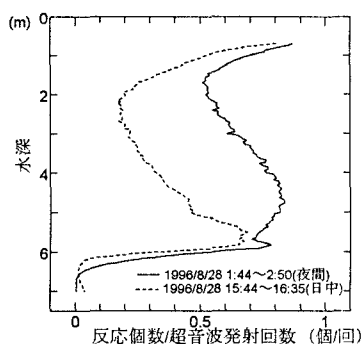


図-4 各水深における超音波の平均反応個数

3.3 植物プランクトンの水平分布と湖内の流況 :網走湖内は、風、湖盆形状、成層状態、コリオリ力などの影響を受け非常に複雑な流況を呈していることがこれまでの観測で明らかになっている²⁾。図-5は1996/8/28 9:30~15:30に得られた水深4.5mにおける水平流速ベクトルとクロロフィル濃度の分布を示したものである。流速データは各点で15分間測定し、測定時間で平均した値である。水深4.5mでは湖心を中心に反時計回りの水平環流が見られ、湖心の流速は1(cm/s)以下と非常に小さい。水平環流より北(湖心より北側)において流速は0~3(cm/s)と小さく、クロロフィル濃度が高い傾向にある。水平環流より南(湖心より南側)において流速は5.0~8.0(cm/s)と北側より大きく、クロロフィル濃度は低い。またクロロフィル濃度が10($\mu\text{g/l}$)を越える観測点⑤で水面に数十メートルにわたって薄く帯状に浮遊するアオコが確認できた。以上より⑤付近(図-1参照)はアオコが発生した場合、アオコが集積しやすい水域である。

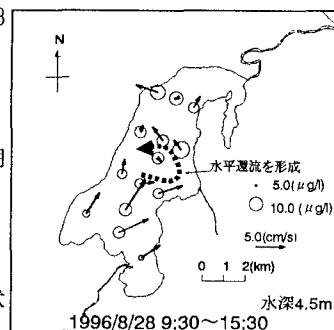


図-5 網走湖内の水平流速ベクトルとクロロフィルの平面分布

3.4 網走湖におけるクロロフィル濃度、流量、気象条件の経年変化特性

図-6は1994/4/1~1995/10/31の日降水量、日平均気温、全天日射量、日平均流入流量、日中の網走湖湖心における各水深の水温、クロロフィル濃度の時系列である。1994年、1995年4月中旬から5月上旬にかけての流量増加は融雪出水、94年10月初旬の流量の増加は大雨(70mm/day)に起因していることを示している。これらの流量増加の1ヵ月後に淡水層のクロロフィル濃度が急激に増加している。94年の融雪出水後の淡水層のクロロフィル濃度は100($\mu\text{g/l}$)に達するのに対して95年は50($\mu\text{g/l}$)と比較的低い。これは、94年の融雪期後1ヶ月に水温が10~17℃まで急上昇するのに対し95年は12℃前後で比較的低いことが植物プランクトンの増殖速度を抑制したためと考えられる。以上より流量の増加による栄養塩類の負荷増加に日射量、気温(水温)の上昇を伴うことが植物プランクトンの大量発生を誘発することが明らかになった。

4. まとめ :1)網走湖内において植物プランクトンは日周期運動を行っている。2)魚群探知機によって植物プランクトンの分布を計測できる。3)植物プランクトンの平面分布変化は湖内の流動に依存する。4)網走湖において網走川上流からの流入水の増加は植物プランクトンの増殖をもたらす。

謝辞 :本研究にあたって北海道開発庁網走開発建設部に多大な協力を得たことを記し感謝の意を表する。**参考文献** 1)桑嶋他:水工学論文集第36巻, pp. 305-312, 1993. 2)池永他:第51回土木学会年次学術講演会講演概要集, pp. 522-523, 1996.

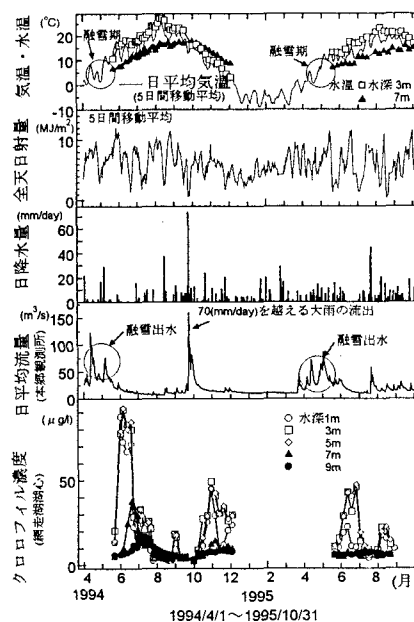


図-6 網走地方の気象条件、網走湖内への流入流量、湖心における水温、クロロフィル濃度の時系列