養魚池の水溫に及ぼすアオコの影響¹⁾

中 村 中 六 (東大立地自然科學研究所)

Influence of Phytoplankton upon the Temperature of Fish-pond Water.

By Nakaroku Nakamura

或内水面の水溫に影響する要因としてはその所在の場所即ち緯度、海拔の高低は勿論の事、同一地方に於てはその水塊の大小、形狀、湧出水、注入水の存否、性質及びその多寡、底泥の性質、四圍の土地の狀態等實に多くのものが考えられるが、植物プランクトンの繁殖の如何と言う事も又水溫上昇に影響する所があらうと言う事はそのプランクトンの細胞の水中に於ける物理的意義特にその色彩等よりして當然考えられる事である。養魚池に於けるアオコの繁殖の意義と言う事を考える場合それが水溫の上昇にも與つて力があり引いてはその点からも池の生産量と關係があらうと言う事も見のがす事の出来ぬ点である。從來内水面の水溫と植物プランクトンの繁殖との關係については、水溫の高い程プランクトンの繁殖がよく、低い程プランクトンの繁殖が少いと言う季節的變化に關する事については多くの報告があるが、逆に今から筆者がのべ様とする様に、プランクトンの繁殖程度が水溫に影響を與えると言う事について取扱かれた報告はない様である。實際に同一地方の多くの池について水溫とプランクトン量との關係を比較してもその間にはつきりした關係が認められない事は、上記の様に水溫に關係する要因が澤山あつて、それが重つて居る事から考えても當然である。それで植物プランクトンの繁殖程度だけを異にし他のすべての條件の全く同じ池がない以上、アオコの繁殖と水溫との間に認められる程の關係があるか否かを知る事は、二つの池について毎回同じ場所で同時刻に測定した水溫の連續した記録と、アオコの繁殖程度の變化に關する觀察記録とを比較する事によつて始めて可能であると思われる。

筆者は伊川津水產實驗所の養魚池の中二面について、その表面水溫を毎日2回測定し又アオコの狀態についても常に注意して居るが、たまたま兩池のアオコの繁殖狀態が甚だしく異つた變化をしそれに伴つて水溫の變化にも顯著な點が認められたので、その兩者を比較考察してアオコの量が池の水溫上昇に相當に影響して居る點を明かにした。又他面アオコのよく繁殖して居る水が清澄なる淡水よりも實際によく太陽の直射の下に置かれた場合に高温に

1) 東大立地自然科學研究所業績。

なる事を實驗的に明かにして上記の現象を説明して見た。

先づ池に於ける観測であるが、水温測定を行つた水産實驗所の3號池、4號池は面積夫々800坪、1200坪で、深さは大體同じく約50~80cm位で、底は共にヘドロのある所と細い砂利と砂の場所とがある。毎年3號池は4號池に比べて成績が悪く、魚の生産量は少くアオコの繁殖は劣つて居るのであるが、水温もに4號池より低く、1946年度に於ける各月平均のプランクトン量及び水温を比較して見ると第1表の様で水温は常に $0.5\sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 位低いのである。

第1表 3, 4號池に於けるプランクトン量及び水温の比較 (1946)

		5月	6月	7月	8月	9月	10月
プランクトン量*	3號池	25	20	—	60	71	113
	4號池	55	55	—	140	225	1120
平均水温**	3號池	23.51	24.75	31.42	31.37	27.12	18.73
	4號池	23.61	26.94	32.12	31.85	27.84	19.11

* 池水 15c.c. 中のプランクトンの遠心分離(2000回10分)による沈澱量 (10- μ c.c.)

** 毎日午後3時測定 of 平均値 ($^{\circ}\text{C}$)

所が1947年に於ては兩池とも6月下旬まで充分なプランクトンの繁殖が見られずに居たものが6月下旬に入つて梅雨があける項になつて3號池は急に *Anabaena spiroides* の猛烈な繁殖を見、水色は黄綠色に濃くなつたのであるが¹⁾、これと同時に3號池の水温はぐつと高くなつてよく4號池のそれを凌

第1圖 1947年6月下旬より7月上旬の 3, 4 號池の水温變化

1) これが原因としては同年冬より同池にアヒルを放養して居る事が大きく關係して居ると思はれる。

駕してしまつたのである。そしてその後約2週間の間に於ける兩池のプランクトンの多寡、天候等の關係と水温變化の具合とを比較すると第1圖の様である。即ちプランクトンは6月25日には3號池水では *Anabaena*, *Microcystis* 等を主として1cc中93,000個體を數えるのに4號池は10 μ 位の綠藻を主として1cc中13,000個體位と言う風に、3號の方がプランクトンが多いが水温を見ても3號池が4號池に比して25日には2.4°C、26日には1.4°C高くなつて居り27、28日が雨天、(29日缺測)、30日、1日が曇りとなつて居る間は兩者殆ど同水温となつて居るが、7月2日以後晴天が續くと又3號池が高くなつて居る。そして3日に4號池へ3號池の水を相當大量に落して4號池のアオコの繁殖を圖つた結果5日頃より4號池が段々と色づき8日頃よりは全く綠色となりプランクトンは3號池と殆ど同様な組成で、1cc中72,000位を數える様になつたのに、逆に3號池の方が何等かの原因で段々と綠色が薄くなり褐色を帯びて來たのである。この事はよくその水温に差がなく僅かに4號の方が高いと言う事と一致するものであると思われる。そして10日の朝3號池が完全に水變りを起し水色が透明で植物プランクトンは殆ど見られず、唯 *Pedalion*, *Brachionus* 等の輪虫が1cc中32個體位の濃度で繁殖を見たが、その日の午後3時の水温を見ると3號は4號に比して實に3.4°Cも低いのである。

以上のべた所によつて池水中のプランクトンの繁殖程度がその水温に相當に影響を與えて居る事がよく了解されるが、次にアオコの量と水温上昇との關係を實驗的に明かにした所をのべると次の様である。即ち17×17×28cmのガラス製角バットに井戸水、アオコの水、更に濃密なアオコの水と3通りを夫々10l宛入れ、同じ大きさの魚3尾宛を入れて攪拌せしめてこれ等を並べて太陽の直射の下に置き、午前8時より午後4時まで1時間毎にその水温を測定した結果の一例を示すと第2圖の様で、よくアオコの濃密な存在が水温上昇に與る事を明かにして居る。猶これ等の水の鹽分量は井戸水はCl 30mg他は0.2~0.3g位であるが、これ位の鹽分量は水温上昇に認められる程の影響を與えない事は同時に行つた他の實驗によつて明かである。

所で直接日射を受けて居る間の水温上昇の度がアオコの水の方が著しいものである事はこの實驗によつて明かであり、アオコの粒子がよく太陽の副射熱を吸収する事によるものとして説明されるが、日没後翌朝まで徐々に水温が下つて行く間の相異はどうかと言う點を明かにする爲に、同様にアオコの

水と井戸水とを 10 l 宛バットに入れたものにつき 2 日間に亘り 1 時間置きに水温を測定して日變化を見た所によると、日中最高水温の頃に見られる大きい差は下降と共に段々小さくなつて行くが翌朝に至るも僅かながらアオコの方が高くなつて居るのであつて(圖省略)、この場合差が段々小さくなつて行くのは気温と水温との温度差の大きい程冷却の速度が大きい事によるものであり最後までアオコの水の方が少しでも高温であるのはやはりアオコの水の方が熱容量の大きい事によるものである、この間の關係は或高温に熱して置いた同量のアオコの水と井戸水とを放置して冷却して行く曲線を比較して見れば自ら明かである。

第2圖 ガラス水槽に於ける水温の日變化 (1947年8月2日)

以上に於て實際の養魚池に於ける

る觀測の記録及びガラス容器に於ける實驗結果と兩方より、植物プランクトンの繁殖が池の水温上昇に相當に影響を及ぼすばかりでなく、更に夜間に於ける水温低下の際もその低下を多少宛遅らせる事も明かにされたが、これによつて結局プランクトンのよく繁殖して居る池は他の條件さえ同じであればプランクトンの繁殖しない池に比べて春より秋まで終始少しづつ高温であると言う事になる。

唯ここに問題となるのは上記の池の水温觀測が表面水温に限られ底層の水温を見てない事である。中層及び底層の水の受ける副射熱は深さを増すにつれて指數曲線的に減少し〔4〕、特にプランクトンの繁殖が甚だしく透明度の小さい時は、或深さの底層の水は殆ど温められない事は容易に想像される所である。養魚池の底層の水温を測定してある報告は割に少ないが、今それ等の記録及び筆者の行つた 2, 3 の觀測によると、アオコの猛烈に繁殖して居る場合は午後 2~3 時の最高時に於ける上下兩層の水温が實際に 3.7° (稻葉〔1〕) 水

深 85cm), 3.1° (中村, '48 VIII 4, 4 號池, 水深 60 cm) と言う様に大きな差を示す場合もあるが, その差が 0~0.2° (瀧川・杉田[2], 濃緑色 150cm 及び 210 cm; 川村[3], 90 cm) で殆ど差がない場合も, 又更に逆列を示す場合(川村[3], 90 cm; 中村, '44 VIII—29.4 號池, 45 cm) も認められるのである, これは勿論池の水深, 底の性状等に関係し, 更に又池の中でも測定場所によつて差があるもので, 石垣又はコンクリート壁の周縁近く等では特に表層水温が沖部に比して高くなるものであつて, 池が浅いか或は底に泥のある様な沖部の場合には相當に濁つて居ても底の水温が比較的に高くなる傾向を有し, 時には眞夏でも逆列になる事もある. 養魚池の水深は深い所でも精々 1m 内外であり, 四周はずつと浅い所が多く且つ廣くて風を受け更に魚類が相當濃密に居て攪拌作用も行われるのであるから全體として上下兩層の水温差は比較的少いものと見て好いであらう. それで結局アオコがよく繁殖して居る方が表面のみならず池全體の水温を考えてもよく高温になるものと見て大きな誤はないであらう.

終りに臨み本研究は東大農學部附屬水産實驗所に於て行つたものであることを附記し感謝の意を表する.

参 考 文 献

1. 稻葉 俊 (1937): 養鰻池の水變りに關する豫察的研究. 静岡水試演名分場報告.
2. 瀧川, 杉田 (1934): 養魚池水質日中變化の一觀察. 養殖會誌, 4, 7, 8.
3. 川村正雄 (1920): 養魚池に於ける酸素, 水温及び氣象狀態と浮游生物の關係. 水産研究誌, 16, 7~10.
4. 吉村信吉 (1937): 湖沼學.