

霞ヶ浦，北浦における酸素欠乏状態の発生機構に関する一考察

佐々木 道也

近年，霞ヶ浦，北浦では富栄養化が著しく，夏期アオコ (*Microcystis* sp.) による「水の華」の広範囲な発生をみるにいたっている。こうした中で，昭和48年，49年と網生養殖コイの大量斃死がおこっている。

これらの斃死は，水中の酸素の量が極端に低下することが原因と考えられる。

そこで，ここでは酸素欠乏状態がどのようなしくみでおこるのかを解明し，合せて酸素欠乏状態の発生についての予報の可能性を検討した。

実験結果

(1) アオコの沈澱量

湖沼等において枯死した植物プランクトンは沈降過程で大部分が分解され，湖底に堆積する量は極めて少ないと考えられている。そこで，ここではアオコを用い，経過時間に伴う沈澱量の変化を測定した。

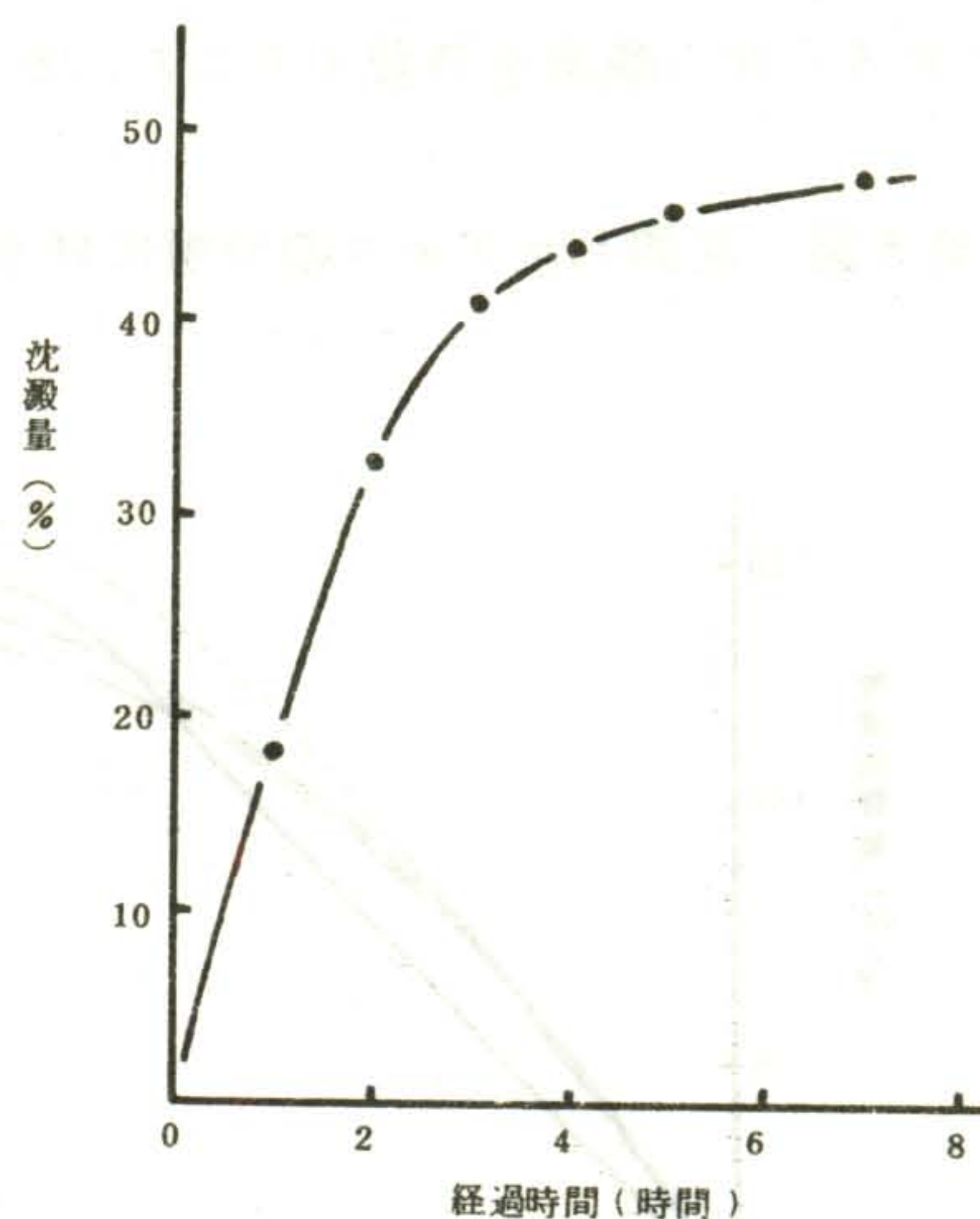
実験は直径8mm，長さ32.4cmのガラス管を用い，これに凍結したアオコを水に溶解させた後，ガラス管内に一様に分布するように注入し，経過時間ごとに沈澱量を求めた。結果は第1図に示したように，沈澱量は時間とともに漸減し，約5時間以降では非常に少なくなっている。

凍結したアオコを解凍後，直ちに3,000回転で20分間遠心分離器にかけ，上澄液と沈澱物との重量を測定した。これによると，沈澱物は全重量の65.5%であった。先きの実験では5時間で45.5%沈澱しており，したがって静止水中では殆ど固型物が短時間に沈澱するものと考えられる。

(2) アオコの分解に伴う酸素消費量

枯死したアオコが好氣的条件で分解する際に消費する酸素量の変化を，次のような実験をおこなって求めた。

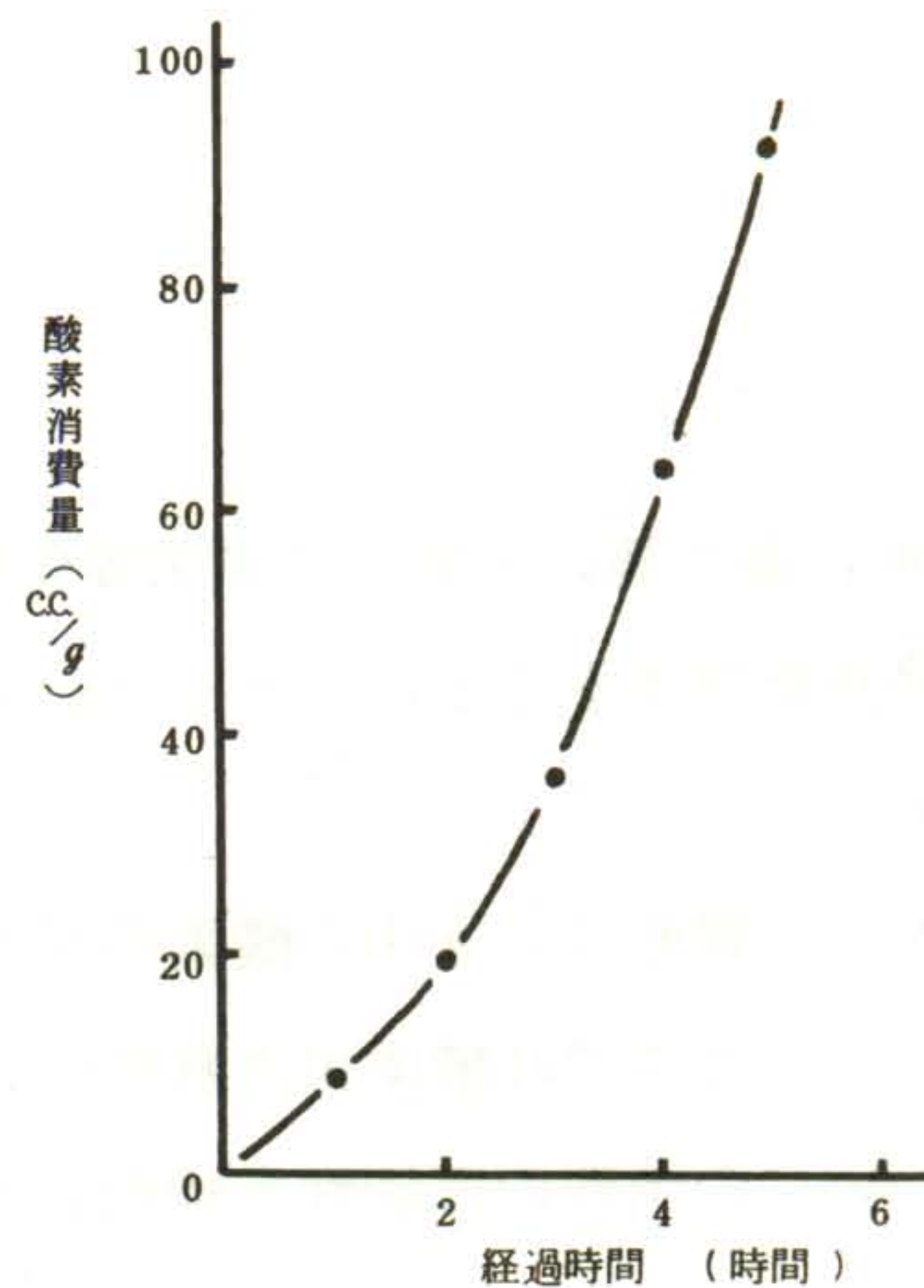
第1図 経過時間に伴うアオコの沈澱量



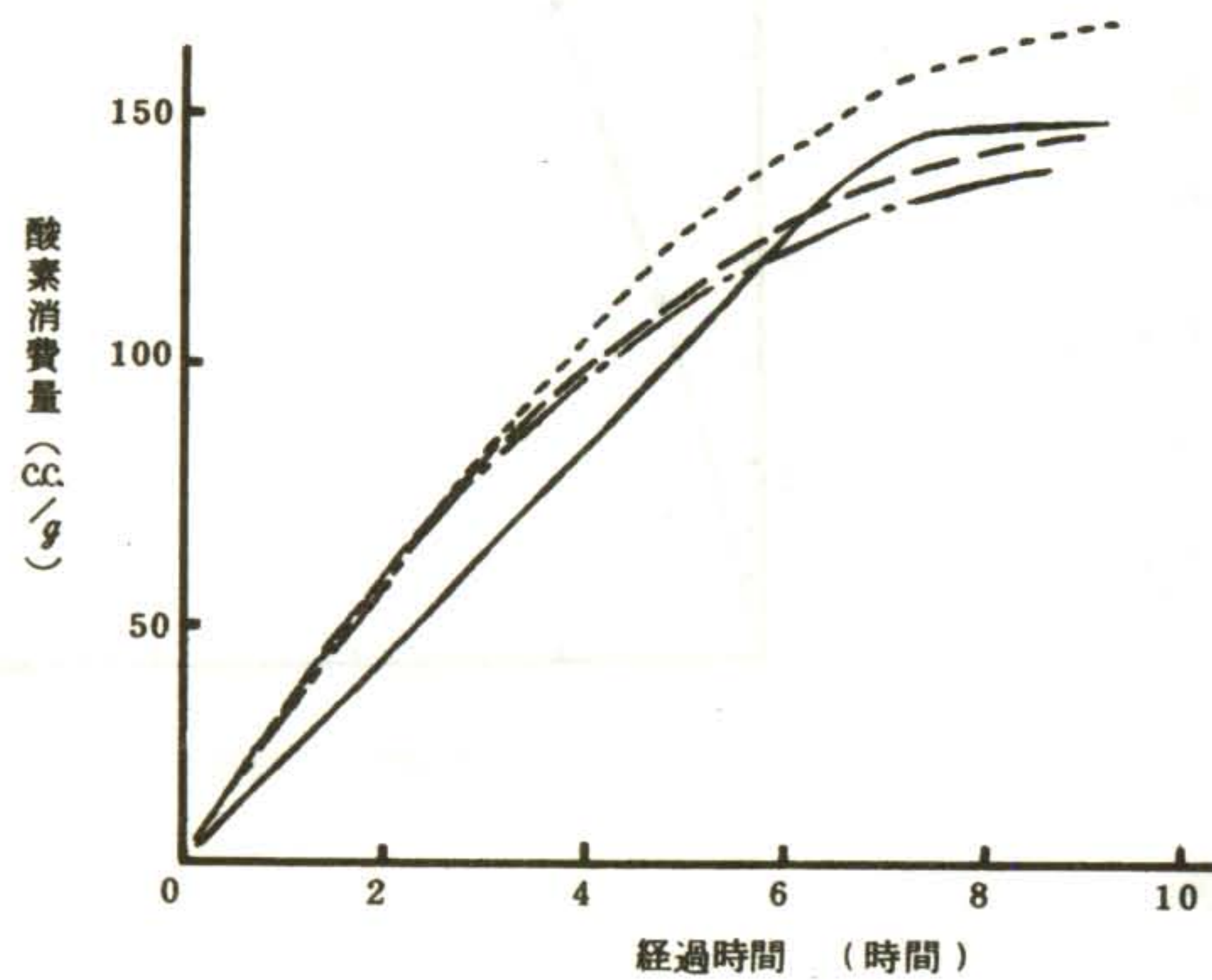
××13のプランクトンネット地でろ過した霞ヶ浦の水1,000ccを、1ℓ入り三角フラスコに入れ、これに解凍直後のアオコを添加して経過時間に伴う酸素消費量を、溶存酸素メーターを用い水温29.2℃のもとで測定した。第2図がその結果であるが、これによると酸素消費量は次第に増加し、5時間で乾燥重量1gのアオコは約90ccの酸素を消費することになる。

次に密閉した容器に解凍直後のアオコを入れ、29.1℃の恒温室に放置して経過日数ごとにその沈澱物の酸素消費量を先きと同じ方法で測定した。第3図がその結果であるが、いずれも同じような傾向を示し、日数による差異は明らかではない。即ち、酸素消費量は時間が経過するにつれて漸減し、約8時間でその消費速度は非常に小さくなっている。5日後の実験結果を例にとって、経過時間に伴う乾燥重量1g当りの酸素消費量を計算すると第1表のようになり、最初の1時間で約30ccの酸素を消費することになる。

第2図 アオコの分解に伴う酸素消費量



第3図 沈澱したアオコの分解に伴う酸素消費量



第1表 沈澱したアオコの分解に伴う酸素消費量

経過時間	酸素消費量
1	30cc/g・h
2	25
3	23
4	18
5	17
6	15
7	9
8	7

考 察

網生養殖コイの大量斃死は、全て2〜3日風のない平穏な日が続いた後、強い風が吹いた直後に急激におこっており、この時の現場の溶存酸素量は0cc/lに近い。そこでこの酸素欠乏の状態は、沈澱した植物プランクトン、主にアオコの遺骸が強い風によって捲き上げられ、その過程で水中の酸素を短時間に大量に消費することによって起るのではないかと推測した。

コイの大量斃死には北浦の奥部で多発しているが、北浦における風による水塊の構成は、模型実験によると第4図のように、どのような方向の風が吹いても小さな独立した水塊に分かれている。(1)このことは他の水塊からの水の流入が比較的少ないことを意味しているものと考えられる。今、北浦の三和漁場を例にとって、この水域の酸素収支を計算してみると次のようになる。

光合成のない時、ある水域の酸素量の変化は次式で表わされる。(2)

$$\frac{dc}{dt} = \frac{f}{D} (C_s - C) - Z \quad (\text{但し, } C: t \text{ 時の溶存酸素量, } cc/l, C_s: \text{酸素飽和量, } cc/l, Z: \text{その水域の生物, 無生物による酸素消費量 } cc/l/h, D: \text{水深, } cm, f: \text{mass transfer coefficient, } cm/h)$$

平均水深3m, 水面積0.8Km², 独立した水塊とし, f=0.1とすると水温30.0℃の場合, 上式および第1表を用いて計算するとこの水域の酸素量は第2表のようになる。ここで第2表中もっとも条件のよい沈澱量20g/m², 初めの酸素量が3.0cc/lの場合で

第4図 北浦における水塊構成の一例 (北東の風の場合)



第2表 三和漁場におけるプランクトンの堆積量と酸素収支について

堆 積 量	C ₀ =1.0cc/l		C ₀ =2.0cc/l		C ₀ =3.0cc/l	
	t=1	2	t=1	2	t=1	2
20 g/m ²	0.03 cc/l	0 cc/l	0.06	0	0.09	0
40	0.02	0	0.05	0	0.08	0
60	0.02	0	0.05	0	0.08	0
80	0.01	0	0.04	0	0.07	0
100	0	0	0.01	0	0.06	0
120	0	0	0	0	0.06	0

も、1時間でのこの水域の溶存酸素量は殆んど0となる。しかもこの場合、底泥、プランクトンおよび魚貝類等の酸素消費量は無視しているので、もっと早い時間に0cc/lとなる可能性が強い。ところで1m²当り60gの堆積とは、枯死したアオコの50%が沈澱するとすれば40mg/lに相当するアオコが枯死したことになる。このアオコの濃度は透明度で約50cmに当り、「水変り」等によって一度に枯死した場合は勿論のこと、4〜5日風のない静かな日が続いた場合などもこの程度の堆積量は十分考えられる。

以上のように酸素の欠乏状態は主に枯死、沈澱した植物プランクトンの遺骸が風浪によって巻き上げられることにより生ずることが推測される。したがって、一般的には透明度が低く、風のない日が長く続いた後、強い風が吹きはじめた時に斃死が起る可能性が強いといえる。堆積量が判れば巻き上げによって消費する酸素量は、ある程度推定できるので沈澱ビン等を用いて堆積量を測定するのも一方法といえよう。又、透明度から沈澱するプランクトン量を概算し、沈澱ビンによる測定に代えることも可能であろう。

摘 要

霞ヶ浦、北浦において網生簀養殖コイの大量斃死をもたらした酸素欠乏状態がどのような機構で発生するのかを検討した。その結果水中の酸素欠乏状態をもたらす主な原因は、枯死、沈澱した植物プランクトンが風浪によって巻き上げられる過程で、急速に水中の酸素を消費することによって起るものと推測した。

参 考 文 献

- (1) 佐々木道也 : 模型実験による北浦の吹送流について 未発表
- (2) 橘高二郎 : 1959 ハマチの養殖について 水産増殖V01.7, No.1 18〜23