

# やぶなべ

青森県立青森高等学校生物部 発行

誌名	やぶなべ
号/発行年/頁	8 / 1962 / 6-13
タイトル	溶存酸素定量による蔦沼におけるシャジクモの補償深度調査
著者名	羽賀仁

自然を見つめる やぶなべ会 (青森)

＜研究発表＞

## 溶存酸素定量による 蔦沼におけるシャジクモの補償深度調査

〔はじめに〕

2年 羽 賀 仁

我が部で1958年から行なってきた蔦沼生物総合調査は、今年は5年目になるわけである。「蔦沼に於けるプランクトン類の日間活動」と「蔦沼周辺植物相」の2つの調査は、昨年の調査でひととおり結果をまとめることができ、成功をおさめた。一昨年から手がけた本調査は、昨年結果を出すつもりだったが、思いがけないことから失敗に終り、結果を出すに至らず、今年に持ちこされたわけである。それで今年はぼくが受けついで行なうことになったが、昨年、一昨年の調査方法や結果などを参考にし、多くの先輩の助力を得て調査を行い、結果をまとめ、発表し、一応の成功をおさめられたのは幸いである。

〔調査動機及び目的〕

本調査は、我が部の蔦沼における生物総合調査において、我々の先輩がプランクトンの種類調査や、それに附随して水流、水質等の調査をしているうちに、水底に群落をなして生育している鮮やかな緑色の水草——即ち、ケナガシヤジクモ——を発見し、一体この水草は何メートルの深さまで生育できるのだろうかという点に興味を覚え、調査に手がけたものである。

従って、本調査の目的は、蔦沼に生育しているケナガシヤジクモ(学名: *Chara Benthamic* A, B<sub>r</sub>)の補償深度、即ち、生有限界深度を追求することである。具体的にいうならば、ケナガシヤジクモの炭酸同化作用により生じた酸素量と、呼吸作用によって消費された酸素量との差を求め、その差が0となるのは、およそ深さ何メートルであるかを知ることである。(というのは、ちょうど0となる深さが補償点と考えられるからである。)

〔調査期間〕

1962年8月16日～8月20日(5日間)

第1回調査 8月16日16:30～17日16:30

第2回調査 17日17:00～18日17:00

第3回調査 18日16:30～19日16:30

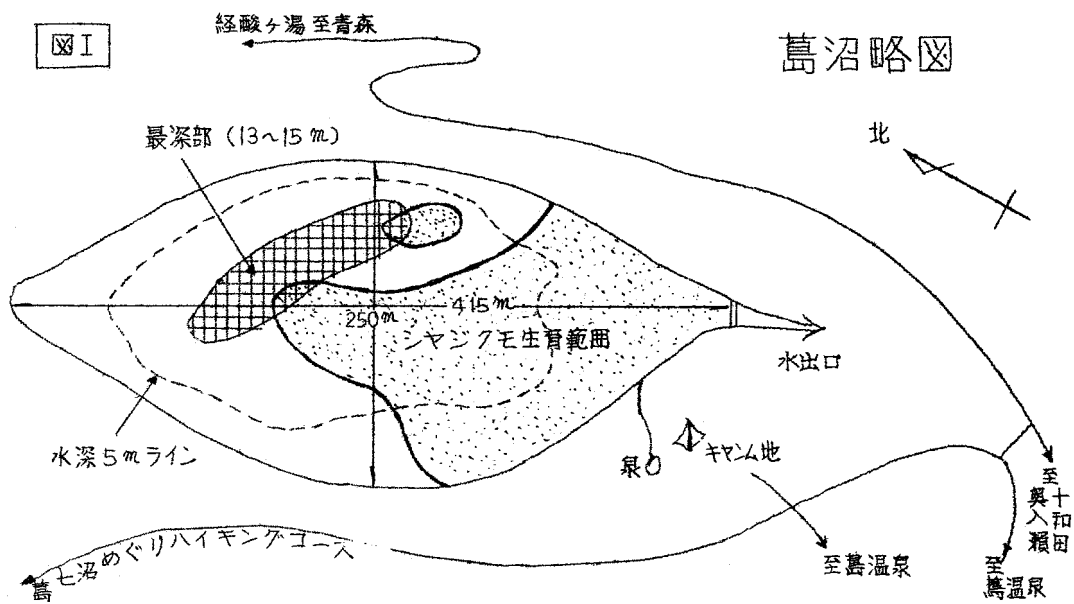
第4回調査 19日15:30～20日15:30

〔調査場所〕

十和田八幡平国立公園内蔦沼

蔦沼は同公園中、十和田湖と酸ヶ湯のほぼ中間(詳しくは、東経約140°56′北緯40°35′)に位置し、沼の長径415m、短径250m、測定した限りにおいては最大深さ14.9m、透明度4.5m、水色8～9号で、中栄養湖に属する。(8月16日午後の法政二高化学部の調査による) 沼の周囲は、主としてブナ原生林におおわれ、沼の底は落葉等が堆積して腐植質となっている。水温は、水面と水深1mとの間で温度変化が大きく、約5℃の差があり、それ以下では少しずつ下

つてゆき、最深部では約9℃となっている。8月16日午後の葛沼における各深度ごとの水温、溶存酸素量、ペーハー等を示すと、表Iのとおりである。これを見ると溶存酸素量及び飽和度は深度11mあたりでは少なくなっていることがわかる。また、ペーハーは、水面では7.0(すなわち中性)であり、深度とともにわずかに少なくなり弱酸性を呈している。



表I 各深度における水温・溶存酸素量・飽和度・PH

深 度	水 温	溶存酸素量 (mg/l)	溶存酸素飽和度	PH
0m	25.5℃	8.40 mg/l	101.5	7.0
0.5	24.0	8.10	94.7	
1	19.7	5.50	59.7	
2	16.6	5.45	55.7	6.8
3	14.9	10.65	104.3	
4	13.8	10.10	97.3	6.6
5	12.8	8.25	77.6	
6	11.9	7.85	72.4	6.5
7	11.3	10.50	95.5	
8	10.5	10.00	89.1	6.4
9	10.1	8.35	74.0	
10	9.8	7.85	69.0	6.4
11	9.5	3.85	33.4	
12	9.2	3.60	31.2	6.2
13	9.0	3.75	32.1	
14	9.0	3.45	29.9	6.0
14.5	9.0			

表II O<sub>2</sub> 飽和度

温度(℃)	O <sub>2</sub> 量 ml/水1ℓ
2	9.65
4	9.16
6	8.74
8	8.31
10	7.93
12	7.58
14	7.26
16	6.96
18	6.68
20	6.42
22	6.18
24	5.97
26	5.75
28	5.54
30	5.34

溶存酸素量は2捨3入したもの (資料提供: 法政二高化学部)

(1mgのO<sub>2</sub>は0.70 mlに当る)



スコを、長さ15~16 mほどのひもに深度6 mにあたる所から14 mにあたる所まで1 m間隔でつるす。(6 mから14 mまでの深度が補償深度に最も関係すると思われたからである。)そしてこれに浮きと重りをつけ沈んだり流されたりすることのないようにし、午後およそ4時頃調査指定場所に沈める。フラスコを沈めてから24時間後、9コを全部水中から上げ、直ちにフラスコ内のシヤジクモをピンセットでぬきとり、再びゴム栓をしっかりとめし、すみやかに「ウインクラー変法」により溶存酸素量を求める。

なお、水底に生育しているシヤジクモの採集は、ロープのさきにくまでのようなひっかけるものとおもりをつけボートでひいて行った。

#### [ウインクラー変法]—水中溶存酸素定量法—

- ① 試料ビン(本調査では容量100 cc用のものを使用、また、あらかじめ全満した時の容積を調べておく。)に測定する水をすかに全満してあふれさせる。
- ② 全満した試料ビンに、硫酸マンガソ溶液1 mlを毛管ピペツトで正確に入れる。(このときピペツトの先端がビンの中程になるようにする。)
- ③ 次に、アルカリ性ヨ一化カリ溶液1 mlを前と同様に入れ、静かに密栓する。
- ④ この時生じた沈殿物がビン全体に広がる様に3分くらい上下に激しくふる。
- ⑤ 濃硫酸1 mlを同様にして加え、30回ぐらいはげしくふる。(沈殿が落けてヨ一素が分離し、液は黄色ないし褐色がかった色になる。)
- ⑥ 試料ビンからフラスコ(500 ccのものを使用)に内容物を移し、試料ビンを少量の蒸留水で2度洗ってフラスコに加える。
- ⑦ フラスコをゆり動かしながら、ビュ一レットからチオ硫酸ナトリウム溶液を滴下して、滴定する。
- ⑧ 色がだいたい蒼くなったら、澱粉溶液を2 ml加える。(ヨ一ド反応で液は青変する。)
- ⑨ 青い色が消えるまで、チオ硫酸ナトリウム溶液で滴定し、そのチオ硫酸ナトリウム溶液の消費量を求める。(脱色後しばらくして再び青色が出てくるのは関係なし。)
- ⑩ 滴定した後、溶存酸素量は次の計算で求められる。

$$a \cdot f \times \frac{1.000}{V-2} \times 0.4 = (\quad) \text{ mg/l}$$

a ----- N/20 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>溶液の消費 ml

V ----- 試料ビンの容量 ml

f ----- N/20 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>溶液の力価(本調査に使用したものの力価は1.000)

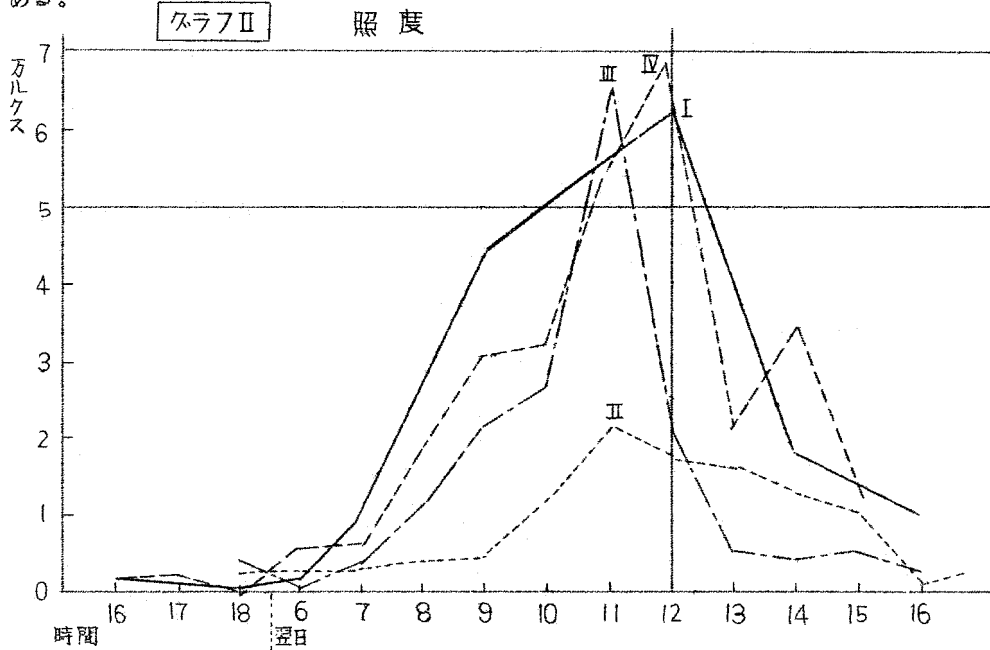
なお、N/20 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>溶液の1 mlは酸素(O<sub>2</sub>)0.4 mgに对应する。

#### [調査結果と考察]

本調査は8月16日から20日までの5日間に、4回に分けて行なわれた。即ち、才1回目は、16日の16時30分に調査指定場所にフラスコを沈め、24時間たった翌17日の16時30分

にひきあけたしのである。以下2、3、4回の各調査については〔調査時間〕の項を参考されたい。

この5日間の照度を測定したところ、グラフⅡのとおりである。これは葛沼において、直射日光の照度を求め、その値(ここでは省略する。)を4回の各々の調査時間毎に分けて図示したものである。



このグラフを見ると、第2回にあたる18日が一番照度が低く、第4回にあたる20日が一番高いことがわかる。18日の最高照度は、11時における2万2千ルクスであり、20日の最高照度は、12時における6万9千ルクスである。また、第3回にあたる19日の午後、特に低くなっているのは、濃霧がかかったためである。

次に4回の各々の調査結果を示すと表Ⅲのとおりである。

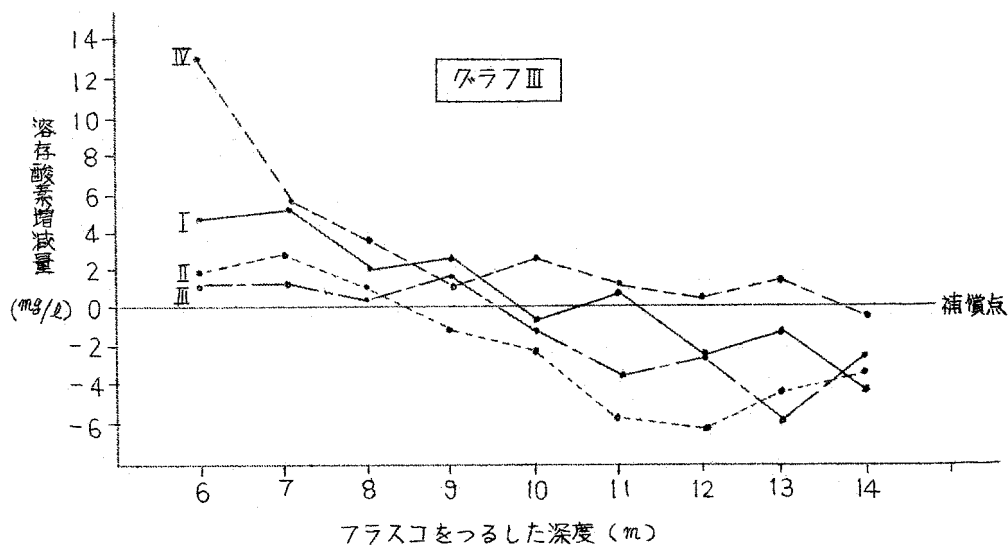
表Ⅲ

①最初の溶存酸素量 8.82 mg/l  
 ②最初の溶存酸素量 7.22 mg/l  
 ③最初の溶存酸素量 8.91 mg/l  
 ④最初の溶存酸素量 8.13 mg/l

深度	溶存酸素量	酸素増減量	溶存酸素量	酸素増減量	溶存酸素量	酸素増減量	溶存酸素量	酸素増減量
6m	13.65	4.83	9.22	2.00	10.25	1.34	21.25	13.12
7	14.15	5.33	10.21	2.99	10.59	1.68	13.59	5.46
8	10.90	2.08	8.14	0.92	9.25	0.34	11.72	3.59
9	11.28	2.46	6.18	-1.04	10.54	1.63	9.55	1.42
10	7.88	-0.94	5.08	-2.14	8.99	0.08	11.58	2.45
11	9.61	0.79	1.30	-5.92	5.04	-3.87	9.11	0.98
12	6.42	-2.40	0.82	-6.40	6.48	-2.43	8.80	0.67
13	7.23	-1.59	2.67	-4.55	2.83	-6.08	9.51	1.38
14	4.35	-4.47	3.72	-3.50	6.25	-2.66	7.48	-0.65

この表を見ると、第1回目の調査(8月16日16:30～17日16:30)では、最初にフラスコに入れた沼の水の溶存酸素量は $8.82 \text{ mg/l}$ であり、それにケナガシマジクモを入れて24時間後の各深度の溶存酸素量が、表の左側に示されている。また、右側に示された数字は、それらから $8.82 \text{ mg/l}$ をひいた値、つまり溶存酸素の増減量である。(いずれも単位は  $\text{mg/l}$ ) 第2～4回の調査結果も同様に示されている。

これら4回の調査結果の数字を見ると、深度が深くなるにつれて(即ち、照度が低くなるにつれて)必ずしも溶存酸素量が減少していない。それは、主に、フラスコに入れた各々のケナガシマジクモには、呼吸量及び同化量について個体差が考えられることによるものと思われるが、その他の何かの条件が作用しているのかもしれない。そこで補償深度がおよそ何メートルであるかを求めるために、それらの値をグラフに書き表わしてみた。グラフⅢは、4回の各調査結果の酸素増減量を、照度のグラフと同じ色わけで折れ線グラフに示したもので、この図において4本の折れ線の表わすカーブが、増減量0の直線を切った深度付近が、およそその補償深度と考えられるわけである。



それによると、補償深度は、第1回目は10 m前後、第2回目は8～9 m、第3回目は10 m前後、第4回目は13～14 mと思われる。このグラフと照度の一番低い第2回目が補償深度が一番小さい。また、照度の一番高い第4回目が補償深度が一番大きくなっていることがわかる。また、5日向、調査指定場所において2時間おきに各深度毎の水温も測定した(ここでは省略する)が、特に目立った変化が見られなかったため、これらの補償深度は大体照度に左右されたものであると思われる。また、実際にシマジクモの採集を試みたところ、深度およそ10 mまでシマジクモの生育しているものを見つけたことができた。このことから実験的な補償深度は、照度、透明度、水温その他の諸条件によってその都度異なるものと思われるが、実際の藪沼におけるケナガシマジクモの生育限界深度は10 m前後であろうと推定される。

今回の調査では、水中溶存二酸化炭素量について実験することが出来なかつたし、また、各深度ごとの照度を求めることができなかったのは遺憾である。次回の調査には、それらについて研究するとともに、その他の諸条件の炭酸同化量に対する影響なども考えあわせて、しっかりと調査してみたいと思っています。

[ 調査器具及び薬品 ]

三角フラスコ (200 cc)	20 個、	水温計、
ゴム栓	20 個、	照度計、
麻ひも	約 50 m、	上ざら天びん、
採水器 (簡便的に作ったもの)、		その他、

滴定に使用したもの

細口ビン (100 cc)	5 個、	N/20 硫酸オーマンカン溶液	約 100 cc、
ビューレット (及びスタンド)	2 組、	N/20 アルカリ性ヨウ化カリ溶液	約 100 cc、
三角フラスコ (500 cc)	2 個、	1% テンブロン溶液	約 200 cc、
毛管ピペット (1 cc)	4 本、	一級濃硫酸	約 100 cc、
N/20 Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 溶液	約 300 cc、	蒸留水	多量、

[ 薬品の製法 ]

本調査では N/20 溶液を使用した。これは持ち運びに便利な様にこうしたのである。

なお、製法は、N/40 溶液についてである。N/40 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 液 (チオ硫酸ナトリウム) 6.25g を CO<sub>2</sub> を排除した蒸留水にとかして全量を 1ℓ とする。

N/40 硫酸オーマンカン溶液 — MnSO<sub>4</sub> · 4H<sub>2</sub>O 480g を蒸留水にとかし、ろ過した後蒸留水を加えて 1ℓ とする。この溶液の比重は 20℃ において 1.270 である。

N/40 アルカリ性ヨウ化カリ溶液 — KI 150g と KOH 700g (又は NaOH 500g) とと蒸留水を溶かして 1ℓ とする。

澱粉溶液 — 可溶性澱粉 1g を蒸留水 100cc にまぜて加熱して澄明とし、これに腐敗防止のためサルチル酸 0.1g 加える。

Conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — 市販の濃硫酸 (1級) を使用。

[ 協同研究者 ]

3年 横山義弘、 1年 三浦博、 1年 宅重豊彦、 1年 工藤芳郎  
1年 三上和弘、 1年 和田清憲、 1年 三上知昭、 1年 小泉亮一

[ おわりに ]

ほくが横山君から受けついでの調査をやることにしたのは、今年の 1 学期半はすぎだったが、なにしろ去年キャンフには参加したものの、仕事らしい仕事はひとつも手伝わなかったから、どんな研究が行われているのかさえも詳しく知らなかつたし、もちろんこの研究についてはまるっきり無知なつた。それでも、部誌を見たら、去年横山君が調べた事が細かに書いてあり、一応、どのよ



うな調査であるか理解することができた。横山君からも、いろいろと意見を聞き入れ、ほとんど去年の調査方法をそのまま採用することにして、(それでも、自分で気のついた範囲においては、二三変えたところもあったが。)旅行の前に準備した。しかし、実際に調査を行なってみると、調査方法に不備な点、不完全な点が、次から次へと見出されて来て、果してこれでまともな結果が出てくるだろうか心配になってきたりした。しかし、あとで考えてみたら、それはちよつと欲張りすぎだったらしい。そんなわけで、調査結果をまとめるにあたっては、少してまどった。だから、この調査は、3年間続けてきたにもかかわらず、今年1年だけでまとめた様なものになってしまった点、一つの研究を先輩から受けつぐことについては、考えてみるべきだろう。3年も費やしたならより一層完璧な結果を出すことができたはずである。

とにかく、1互の時生物部に入ってから、ほとんど何もしなかったほくにとっては、部のために何の活動もせずに卒業することなく、こうして先輩から受けついだ研究をまとめた事は、うれしいことである。

最後に、この研究を行うにあたって御力をお願いした、衛生研究所の方々や ぼてい堂さん、ならびに法政二高の化学部の人々に、感謝の意を表したい。

---