

# 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	7 / 1961 / 19-25
タイトル	鳶沼に於けるシャジクモの補償調査
著者名	横山義弘

自然を見つめる やぶなべ会 (青森)

# 蔦沼に於けるシヤジクモの補償深度

2年 横山 義弘

## 一 緒言

我が部の毎年夏休みに行なっている蔦沼調査旅行も今年で4回目を迎えた。昨年の反省と今年度の新しい抱負を持ち、又、各人それぞれのテーマを持ってのぞんだと思うが、大体の結果は出て、県下の研究発表会において立派な成績を残した。来年もこの伝統を守ってがんばってほしい。

さて「シヤジクモの補償深度調査」は一昨年の予備調査、昨年の第1回調査に引き続いて、今年度も第2回本調査を行なう予定であった。何分、昨年あまり真面目に宅重君の研究手法などを見ていずに、もっぱら蔦沼で保養？していた（実際は1kg 体重が減った。）ので、今年の春に研究テーマを引きつがれても「一体何のためにするのだろうか」とか、「なぜこうなるんだろう」とか、まだ化学をならいたてで〇〇規定などという意味をわからないなど、大変な有様であった。毎日図書館や部室、教官室へ行つては、関係のありそうな本を片っ端しから読んだり、質問したりして、どうにか頭の中の整理が完了したのは6月も末になってからであった。その間先輩や先生から色々な意見をきかされた(?)りしたが、今になって見ればそれもみな楽しい思い出である。

1958年からの蔦沼総合生物調査において、我々の先輩が、蔦沼のプランクトンの種類調査とそれに付随して水流、酸素の層の分布など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をした水草を発見した。これがシヤジクモ(学名: Chara Braunii Gmel)であった。シヤジクモはふつう原形質流動の実験材料として用いられるが、この場合にはキンギョモ、クロモに比べて構造がかんたんであるので、この調査材料にしたのである。

昨年は「補償点」としてこのやぶなべに発表した様であるが、補償点では地上植物の補償照度と水中植物の補償深度との2つの意味があるので、今年度から「補償深度」と決定した。さて昨年は一応結果が出たのであるが、今年はずつとしたミスで大失敗におわり、又、損傷？も非常に大きいものになってしまった。というのは、後で述べる様に水中にプラスチックをつるすさいにうきをつけ又おもりをつけるわけであるが、今年はおもりで流されないように今年は特に重いのを用意した(は用意したがうきは持って行かず、蔦沼周辺で見つけるつもりでいた。所が見つけたものはそこらへんにころがっていたまだ傷あともなまなましい大きな木の根っこであった。やつとのことで沼にうかべてボートで引っぱって沼の中央へ運んで行きおもりと水のいったプラスチックのついたひもを結びつけてさらにうきにも結びつけて水にうかせ、やれ安心と思ったのもつかの間で、ふと見るとうきがブクブク沈んで行くではないか。あわててボートを戻したが後の祭りで、完全に沈んでしまった。これが2日目であった。そういうようなわけで残った日数をしかたがないので残った器具を細々と行なった次第である。その後キャンプから帰って、又、8月のなかばに蔦へ行き、2mまでの深さのシヤジクモを採集して来て、学校で又実験的にライトを使って調査を試みた。その結果も後に述べる事にする。

では、調査について書いてみよう。

## 二、目的

本調査は葛沼に生育しているケナガシヤジクモ(学名: *Chara Braunii* Gmel) の補償深度(即ち生育限界深度)を追求する目的で行なった。具体的に言うとシヤジクモの炭酸同化作用により生じた  $O_2$  量と、呼吸作用によって消費される  $O_2$  量との差を求め、その差が0となるのは大体何mになるかという事を調査の根本とした。(というのは0となる深度が補償点と考えられるから-----)

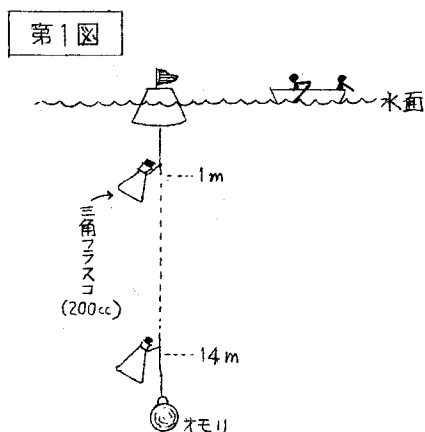
## 三 調査方法

一定量器(三角フラスコを使用)に一定重量のケナガシヤジクモを入れ、一定時間後(24時間後)におけるこの一定量器内の水中溶存酸素量をウインクラー変法により定量し、あらかじめ測定しておいたはじめの水の酸素量との差が0となるのは深度何メートルであるかを求めその深度を補償深度(生育限界深度)とする。

即ち、三角フラスコ(200cc)14個に出来るだけ完全に(根のついていないもの)シヤジクモを1g(但し、水気は一樣にきって計った)入れ、14個各々にバケツで汲んで来た沼の水を入れ、気胞の残らぬようにゴム栓をし、午後4時、調査指定場所に14個の

フラスコを1mから14mまで1m間隔でひもに結びつけて水中につるしました。(第1図参照)

翌日午後4時、水中から取り出し、直ちにフラスコ内のシヤジクモを取り出し、再びゴム栓をし、暗所に保存して、順次ウインクラー変法により酸素量を求めました。又、水中に入れた時から2時間毎に水温、気温、照度を測定しました。なお水温はフラスコをつるしてあるウキを中心とする半径2m以内の水を深度毎に採水器を使って測定しました。



## 四 定量法(ウインクラー変法)

- 1). 試料ビンに測定する水をしずかに全満してあふれさせる。(気泡の入るのをふせぐために、サイフォン装置を使用すれば最も良い。又、あらかじめ試料ビンの容積をはかしておく。)
- 2). 全満した試料ビンに硫酸マンガソ溶液 1 ml を毛管ピペットで正確に入れる。(ピペットの先端がビンの中程になるように。)
- 3). 次いで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). 3分くらい上下にはげしくふる。(この時生じた沈澱物がビン全体にひろがる様に)
- 5). 濃硫酸 1 ml を同様にして加え、30回位はげしくふる。(沈澱がとけてヨ一素が分離し、液は黄色ないし褐色がかつた色になる。)
- 6). 試料ビンからフラスコ(500 cc 位がよい)に内容物に移し、定量ビンを少量の蒸溜水で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). 色が大分うすくなったら澱粉溶液を 2 ml 加える。(液は青紫 → ヨード反応)
- 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所要量を求める。(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、酸素量は次の計算で求める事が出来る。

$$af \times \frac{1,000}{V-2} \times 0.4 = ( \quad ) \text{ mg/l}$$

a ----- N/20 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 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> の力価 (本調査で使用したものは 1.0101)

N/20 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 溶液 1 ml は酸素 (O<sub>2</sub>) 0.4 mg に対応する。

### 五. 考 察

今回は前に述べた様に失敗してしまいましたが、前回の結果を一応述べて見ますと、(表一参照)

器具の不備、滴定などの不慣れ、滴定場所の不適當などのため、正確なデータとは思われませんが、-----

1 回目の補償点は 10 ~ 11 m、2 回目 10 ~ 11 m、3 回目は 9 ~ 10 m、4 回目は 12 ~ 13 m であると思われる。又この 5 日間の自然条件(水温、水面照度、天候など)を照らし合わせて見ると一応この 4 回のシヤジクモの補償点は 12 m 内外ではないかと思われる。しかし、馬温泉の小笠

第 1 表		水深と酸素の関係								(単位 mg/l)	
同水深 対象	I		II		III		IV		平均		
	10.25		10.20		11.02		11.05		10.63		
0 m	-	-	16.09	5.89	-	-	-	-	-	-	
1	16.91	6.66	19.79	9.59	-	-	-	-	-	-	
2	14.31	4.06	20.49	10.29	-	-	-	-	-	-	
3	16.86	6.61	20.11	9.91	18.18	7.16	15.73	4.68	-	-	
4	16.70	6.45	16.70	6.50	20.26	9.24	18.13	7.08	-	-	
5	14.60	4.35	16.64	6.44	14.60	3.58	13.99	2.94	-	-	
6	19.53	9.28	17.47	7.27	14.90	3.88	14.55	3.50	-	-	
7	13.19	2.94	15.93	5.73	12.85	1.83	12.85	1.80	-	-	
8	14.60	4.35	17.16	6.96	11.84	0.82	13.86	2.81	14.37	3.74	
9	10.65	0.40	10.76	0.56	10.20	-0.82	14.73	3.68	11.59	0.96	
10	10.44	0.19	14.09	3.89	9.28	-1.74	14.58	3.53	12.10	1.47	
11	-	-	-	-	9.11	-1.91	13.29	2.24	11.20	0.57	
12	-	-	-	-	7.44	-3.28	15.93	4.88	11.84	1.21	
13	-	-	-	-	7.45	-3.57	9.51	-1.54	8.48	-2.15	
14	-	-	-	-	9.80	-1.12	10.00	-1.05	9.90	-0.73	

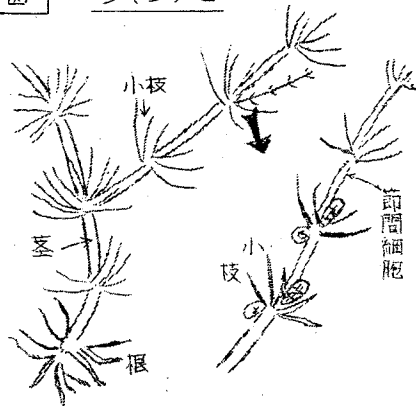
※ 各回とも、左側は O<sub>2</sub> 量で、右側は対象の O<sub>2</sub> 量から左側の O<sub>2</sub> 量を引いたものである。(既記の結果を引用)

原氏の語る所によると、馬沼では12mの所にも車軸藻が生育しているという事でしたので、我々は実際12mの所に生えているかどうかを知るため、熊手にロープをつけて沼底をひっかきまわしてシマジクモを採集してみました。その結果、水深10~11mまでは生えている事が判りましたが、それ以上深い所では採れませんでした。

六 附 記

以上で大体の調査内容をおわかりましたが、次にこの調査に関して色々と言いたいと思う。まだ不完全ですが、これからの調査の参考にしてほしい。

第2図 シマジクモ



1). シマジクモの分類上の位置

学名: *Chara Braunii* Gmel  
和名: シマジクモ (第2図参照)

わが国では北海道から九州にかけて広く分布する。植物体は明緑色で、体長10~40cm。茎は節間部と節部からなり、節部よりは8~11本の小枝が輪生する。小枝も茎も裸である。小枝の基部に単細胞の突起が出て茎をとりまわっているが、これを托葉冠という。小枝は分枝せず真直ぐのものが3~4の節部が長い節間細胞をつないでいる。この節部からは2~5本の単細胞の毛を輪生するが、発達は悪く数はまちまちである。

〔日本名〕車軸藻の意で中軸より放射状に小枝の輪生する様子を車軸にたとえたもの。

2). 室内実験の際の注意

一定照度、一定温度で、ある深さのシマジクモを材料とした場合、フラスコは次の様に3個使用すれば良い結果が出るだろう。(第3図参照)

I (水草の入ったもの) ----

----光をあてる。

II (水草の入ったもの) ----

----暗い所におく。

III (水草の入らぬもの) ----

----光をあてる。

I ではO<sub>2</sub>量増大(光合成)

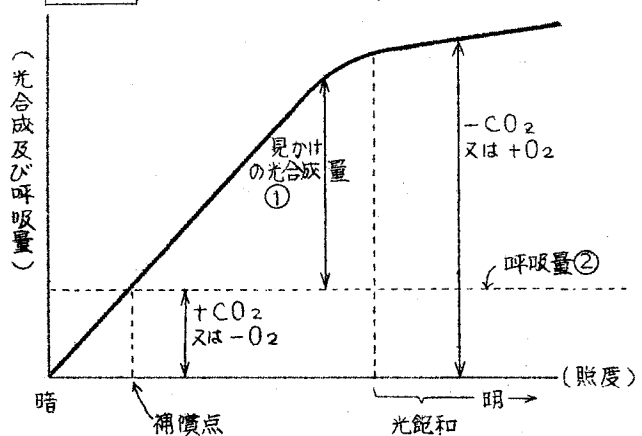
II ではO<sub>2</sub>量減少(呼吸)

III は不変

I - III がみかけの光合成量 ①

III - II が呼吸量である ②

第3図 光合成と呼吸の関係



呼吸は明暗にかかわらず同速度で進行するとして、結局①+②が真の光合成量に相当することになる。しかし補償深度を調べる時は①の結果だけでよいと思われる。

なお、ウインクラー変法では水草の光合成を滴定する場合、光合成O<sub>2</sub>は気泡となって水から脱出する傾向が大きい(だから気泡計算法が成立する)ので短時間、弱光をあててやればよい。

3). 水中酸素の飽和度について (第2表参照)

水中に溶けている場合、1mgのO<sub>2</sub>は0.70 mlのO<sub>2</sub>に当たる。以上の計算で出た酸素含有量がどの位の飽和度にあたるかは第2表から求めよ。

(例) 20℃で7.50 ml/lのO<sub>2</sub>を含む水があった

とすると、

$$\text{飽和度} = 100 \times \frac{7.50}{6.42} = 117\%$$

4). 薬品の製法

本調査ではN/20 溶液を使用したか、これは持ち運びに便利な様にこうしたのであって、正確に又精密にやろうとするにはN/100 溶液を使用の方がよい。なお、製法はN/40 溶液についてであるから注意。(N/20 にするには2倍にうすめればよい)

N/40. Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 液——チオ硫酸ナトリウム(写真用のハイポでもよい) 6.205gをCO<sub>2</sub>を排除した蒸溜水にとかして全量を1ℓとする。

硫酸第一マンガン溶液——MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O, 480gを蒸溜水にとかし、口過した後、蒸溜水を加えて1ℓとする。この溶液の比重は20℃において1.270である。

アルカリ性ヨード化カリ溶液——KI 150gとKOH 700g (又はNaOH, 500g)とを蒸溜水に溶かして1ℓとする。

澱粉溶液——可溶性澱粉1gを蒸溜水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

N/40 K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 液——(チオ硫酸ナトリウムの力価滴定に使用)、あらかじめ白金皿を用い溶融し粉碎した純重クロム酸カリウム1.225gを蒸溜水にとかして1ℓとする。

チオ硫酸ナトリウムの力価は——N/40重クロム酸カリ液25mlをピペットを用いて三角フラスコ(200cc)にとり、水を約30ml、ヨード化カリ溶液(10%)及び塩酸(10%)各5mlを加える。次いで上記のチオ硫酸ナトリウム液をビュレットを用いて滴下し、褐色が淡黄色になるまで滴定してこれに要したチオ硫酸ナトリウム液のml数(a)を求め、次式に代入して、力価Fを求

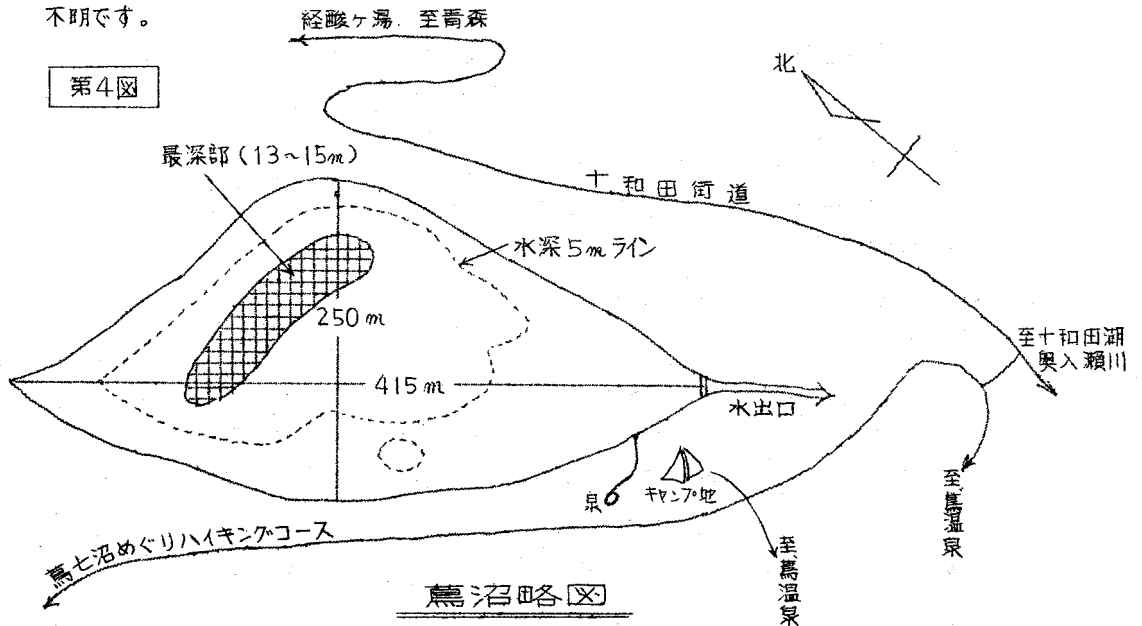
第2表		O <sub>2</sub> 飽和度
温度(℃)	O <sub>2</sub> 量(ml)/水1ℓ	
2	9.65	
4	9.16	
6	8.74	
8	8.31	
10	7.93	
12	7.58	
14	7.26	
16	6.96	
18	6.68	
20	6.42	
22	6.18	
24	5.97	
26	5.75	
28	5.54	
30	5.34	

める。  $F = \frac{25}{\alpha}$

5). 環境と形態の変化について

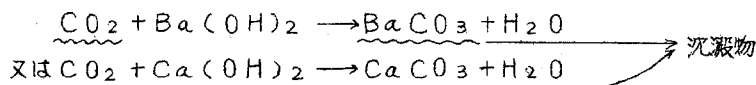
一般に水生植物(主にモ類)は水が澄んで深い湖沼では種類や量が少なく、分布下限も深いものである。我々が本調査で使用した1m内外のシヤジクモと8mより深い所のシヤジクモとは全く形態が異なっており、おどろいたのですが、前者は大きさが大体15cm位であるのに対し、後者は30~50cmもあって節間も長く又柔かくなっています。はじめは、これがシヤジクモだろうかと疑われるほどでした。又藪沼の透明度を測ってみた所、大体7~8mになりました。これと前記の形態の相違とをくらべて見るのも面白いと思います。

藪沼は周辺のフナや落葉のために底に腐植質と火山灰らしきものがたまっていますし、又前記の落葉のために周辺には腐植土が多く見受けられます。さらに沼の生物など調べると栄養塩類の多い富栄養湖と思われる。この事は来年度でも沼の水や底の泥を分析してもらおうとよいでしょう。又、今年度も藪沼の水温を測定しましたが大体の結果を書いてみよう。藪沼は大体2~3ヶ所ほど底から水がわいているしその他に2ヶ所から水が流れこんでいる。このため沼は常に水流があると考えられる。(この事は私達が水中にフラスコを入れた時、2~3時間で流されて位置が変わってしまう事からも推定出来る)しかし大きな変化はないと考えられるので書いてみると、水面と水深1mの間は非常に温度変化が大で約5℃の差がある。この事は藪で泳いだ時にもわかったので水面はなまぬるいのになまぬるいのに立泳ぎすると、足が非常に冷たく感じられたし、もぐるとヒヤツとして気持ちが悪かったのです。ですから心臓マヒをおこす事に注意しなければならないでしょう。しかしそれ以上は1mにつき約0.5℃位ずつ下がって行きます。所が最深部(14m~15m)では時として11、12、13mよりも水温が上がる事があります。この原因は何であるかまだ不明です。



6). 水中溶存CO<sub>2</sub>について

以上色々と述べましたが、最後にもう一つ。光合成に関係する要因としては色々ありますが、(光、温度、水、無機炭酸類、CO<sub>2</sub>、水中の有機物等々-----)本調査では主にO<sub>2</sub>量について調査したわけですが、水中の無機炭酸数やCO<sub>2</sub>も忘れてはならないと思います。水中では空気中よりもCO<sub>2</sub>が多くとけていると考えられ、しかもそれが光合成の大きな割合を占める原料だからです。そこでO<sub>2</sub>量と共にCO<sub>2</sub>量も測定して比較したらいい結果が出るのじゃないかと思って色々工夫したり図書館で調べたりしたんですが、わずかに次の事がわかっただけでした。それは-----



という事です。又水酸化アンモニウムにCO<sub>2</sub>を反応させても似た様なものが出来ます。下の方の式は石灰水に息を吹きこむと白くにごるといふ実験です。今の所はこれをヒントにして来年までに何とか解決したいと思います。

それから書き忘れたのでここにつけ加えますが、ウインクラー変法で滴定する場合、試料の水の中に無機亜酸化物や有機物、塩素などがあると硫酸マンガ溶液及びアルカリ性ヨードカリ溶液を加えた時、あるいは最後に酸性にした時に前記の不純物の一部が分解して溶存O<sub>2</sub>と反応したり遊離したヨード素を還元したりする事があるので注意を要します。この意味でも鳶沼の水質検査はぜひやって見たい。

7). おわりに

本年度もこの調査のために2ヶ月ほど前から準備してはいたのですが、実際やってみると仲々予想した通りにゆかなかったし気がつかない事が大分あった。この様な点を反省し、改良して来年にはぜひとも成功させたい。大体において今年もどうも自分一人が一人ずもうをとって来た様な感があるが、来年、さらに又その次の年と継続して調査すれば、必ずよい結果が出ると思う。先輩から後輩へと研究が伝えられ、一歩一歩より充実した結果を出すために受けつがれるこの生物部の伝統を守って、この調査を完成させてもらいたいと思う。

その他にも鳶沼にはテーマとなるものがたくさんある。たとえば、-----  
発光バクテリア、腐植土の分布、トゲウオを供しての実験、イモリの再生の実験、モリアオガエルの生態観察、鳶沼の他の水草の補償深度、甲虫類やゼフィルス類の採集-----等々、その他にももっと考えられるだろう。今年でおわりとか植物班の結果が出たから、来年は別な所へ行こうという声も聞かれるようだが、まだまだ鳶には未発見のテーマがたくさんある。二年でも三年でも足をかけて“鳶沼”というものを生物学的に見た時のすべてについて研究してみるのも面白いだろう。なお、本調査に御協力下さいました、青森県衛生研究所の諸先生、わが生物部の顧問の諸先生、それに鳶温泉の方々に厚く御礼を申し上げます。

