

## 7.

581.133

## 「えびも」ノ光線ニヨル炭素同化作用ノ能率

岡山醫科大學生理學教室（主任生沼教授）

香 取 正 倫

〔昭和 11 年 5 月 13 日受稿〕

*Aus dem Physiologischen Institut der Med. Fakultät Okayama**(Vorstand: Prof. Dr. S. Oinuma).*Über die Effizienz einer Wasserpflanze *Potamogeton crustus*  
bei der Assimilation.

Von

Seirin Katori.

Eingegangen am 13. Mai 1936.

Verfasser hat die Effizienz einer Wasserpflanze *Potamogeton crustus* bei der Assimilation gemessen. Die Resultaten sind folgendes.

1) Die Effizienz von *Potamogeton crustus* ist durchschnittlich 10%, etwas grösser als sonst untergesuchten Werte.

2) Bei der geringere Lichtmenge verändert sich nicht die Effizienz durch die Veränderung der Lichtmenge, aber sie mindert unter starker Lichtmenge rasch ab.

3) Es besteht Parallelismus zwischen der Energie der Lichtstrahlung, die *Potamogeton* bei der Assimilation benutzt, und der Chlorophyllmenge des Blattes.

*(Autoreferat)*

## 緒 論

植物ガ炭素同化作用ヲ管ム際ニ於ケル能率、即チ空中又ハ水中ヨリ攝取セル炭酸瓦斯ヲ日光ノ Energie ヲ利用シテ炭素ヲ分離シ發

育榮養ニ必要ナル成分ヲ形成スル場合吸收セル光線ノ幾何ヲ利用シ得ルカトイフコトハ極メテ興味アル問題ナリ。既ニ 1871 年ニ Pfeffer ハ *Nerium Oleander* ノ葉ニ就テ其ノ葉ノ單

位面積ニ單位時間ニ生ズル澱粉量、單位面積ニ受クル日光ノ Energie 及ビ澱粉ノ燃燒スル際ニ發生スル Calorie ヨリ概略ノ計算ヲナシテ能率ハ約 0.6% ナリトセリ。次デ Detlefsen (1888) ハ太陽光線ノ照射強度ヲ Thermopile ヲ使用シテ測定シ稍々精密ニ實驗セルニ綠葉ハ吸收光線ノ 0.3—1.1% 以上ハ利用セズトイヘリ。又 Bolometer ニ依リテ照射強度ヲ測リ Halbblattmethode ニヨリテ照射後ノ澱粉量ノ増加ヨリ利用セシ Energie ヲ推定計算セル Puriewitch ノ成績モ略ボ同様ニシテ能率ハ 0.01% 前後ニアリ其ノ後 Brown 及ビ Escombe (1915) ハ極メテ綿密ニ葉面ヨリノ反射測射等其ノ他ノ物理的ニ失ハレテ利用セラレザル Energie ヲ計算シ之ヲ考慮ニ入レテ測定セル成績ニヨレバ少クモ 6.0% ナルコトヲ發表セリ。最近 J. Bose ノ Hydrilla verticillata ニ就テナセル實驗成績モ略ボコレニ近く平均 7.2% ナリ。

植物ノ能率ヲ求ムル實驗ニ於テ其ノ成績ノ精確サハ吸收光線ノ測定ノ精確度ニヨリテ定マル此點ニ於テ陸生植物ヲ實驗材料ニ選ブトキハ葉面ヨリノ反射其ノ他ニヨリテ失ハルル光線量割合ニ多ク其ノ算出又困難ニシテ眞ノ吸收光線量ヲ求メ難キ不利アリ。之ニ反シテ水草ハ細胞ノ原形質ト水ノ光線屈折率略ボ同一ニシテ反射ニヨリテ失ハルル光線量少ク、簡單ニ且比確の正確ニ吸收量ヲ測定シ得、故ニ余ハ Potamogeton crustus ヲ選ビ其ノ個々ノ葉ニ就テ其ノ光線吸收率ヲ Kipp u. Sohn ノ Vacuumthermopile ニヨリテ測定シ Potamogeton ノ有スル能率ヲ測定セリ。

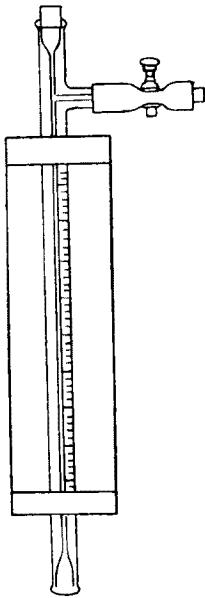
## 實驗方法

### 實驗材料及ビ裝置

實驗材料ニハ葉ノ面積比較的大ニシテ光線ノ吸收率ヲ測定シ易キ、Potamogeton crustus 「えびも」ヲ選定セリ。小川ヨリ採取セル新鮮ナル材料ヲ約 1 時間暗室中ニ置キ太陽光線ニヨル炭素同化作用ノ影響ヲ除キタル後莖ノ先端ニ近キ若ク完全ナル葉ヲ 1 枚葉柄ト共ニ切斷シ照射管ニ入レテ光線ニ曝セバ暫時ニシテ葉ノ表面及ビ主ニ葉柄ノ切斷端ヨリ盛ニ氣泡ノ發生スルヲ認ム。即チ炭素同化作用ノ行ハルルニ從ヒ水中ヨリ吸收セル炭酸瓦斯ヲ分解シテ生ジタル酸素ガ細胞間隙ヲ傳リテ途ニ體外ニ排出セララルモノニシテ、尙ホ其ノ他ニ炭酸瓦斯及ビ窒素ガ含マル。炭素同化作用ノ程度ヲ知ル方法トシテ氣泡計算法ガ簡便ナルヲ以テ一般ニ多ク用ヒラルルモ發生セル瓦斯ノ酸素含有量ハ一定ニ非ズシテ常ニ變化シ瓦斯ノ發生ガ活潑ニナル程増加スルモノナリ。從テ正確ナ方法トシテハ毎回發生セル瓦斯ヲ分析セザルベカラズ。而シテ本實驗ノ如ク 1 枚ノ葉ヨリ生ズル極メテ少量ノ瓦斯ヲ分析スルニハ Krogh ノ Aerotonometer ハ最も都合良キモノナリ。

照射管ハ通常使用スル化學試驗管ノ底部ヲ熱シテ引伸シ其ノ先端ヲ切り取りタルモノニシテ細キ「ゴム管」ニヨリテ Krogh ノ Aerotonometer ニ連結ス。斯クシテ發生セル瓦斯ハ次第ニ「ゴム管」ヲ傳ハリテ上昇シ Tonometer ノ下端ニ集積ス。Tonometer ノ構造ハ第 1 圖ニ示ス如ク極メテ細キ内腔ヲ有スル厚壁ノ「ガラス管」ニシテ其ノ内腔ノ下端ハ瓦斯又ハ種々ナル瓦斯吸收劑ヲ入ルルニ都合ヨキ様ニ稍々膨脹セリ。管ノ上端ニ近キ側壁ヨリ内腔ハ分岐シ其ノ先ハ先端ヲ塞グル「ゴム管」ニ連續ス。コレノ容積ヲ加減スルコトニヨリ下端ノ膨脹部ニ在ル瓦斯ノ小球ヲ日盛ヲ施セル部分ニ吸入シ又ハ押シ出スコトヲ得。勿論實驗前ニ内腔

第 1 圖



全部ハ注意シテ氣泡ノ混ゼザル様ニ水ヲ充タスモノナリ。照射管内ノ葉ヨリ發生集積シタル瓦斯ハ「ゴム管」ノ調節ニヨリテ、内腔ニ吸込マレ目盛ニヨリテ體積ヲ檢ス。次ニ 10% 「苛性カリ溶液」ヲ以テ膨脹部ノ水ヲ置キ換エ「ゴム管」ノ調節ニヨリテ瓦斯ヲ逃ガサザル様注意シテ内腔内ヲ上下セシムレバ瓦斯ト苛性加里溶液ハ接觸シ次第ニ其中ノ碳酸瓦斯ハ

「アルカリ溶液」ニ吸收サル。故ニ體積ノ減少ニヨリテ碳酸瓦斯ノ量ヲ又同様ノ操作ヲ没食子酸苛性カリ飽和溶液ヲ以テ行ヒテ酸素ノ量ヲ測定シ得。

「えびも」ノ葉ヲ均等ニ光線ニ照射セシムル爲メニ 2 枚ノ薄キ「ガラス板」ノ間ニ挾ミ葉ノ表面ヲ平ニナシテ照射管ニヲサメ、碳酸瓦斯ヲ溶カシタル水約 20 cc ヲ注入シ「ゴム栓」ヲ施シテ實驗ニ供ス。同化作用ノ強度ハ周圍ノ碳酸瓦斯量ニヨリ影響ヲ受クルモノナレバ照射管ニ入ルル水ノ碳酸瓦斯含量ハ成可ク同一ニスルヲ要ス。200 cc 入ノ「エルレンマイエルコルベジ」ニ蒸溜水 160 cc ヲ入レ碳酸瓦斯ポンペーヨリ碳酸瓦斯ヲ導入スルコト約 1 分間、密控シテ暫ラク放置シタル水ヲ毎回用ヒテ碳酸瓦斯ノ含有量ヲ略ボ同一ニセントセリ。

光源ニハ先ヅ半分ヲ「乳白ガラス」ニセル「マツダ瓦斯入」電球ノ 200「ワット」ノモノヲ用ヒ、「スリガラス」ノ球面ヲ葉ニ向ケテ照射セリ。

Chlorophyll ノ炭素同化ニハ可視光線ノミ利用セラルルモノニシテ熱線ハ關與セズ。又水温モ之

ニ關係アルモノニシテ、塚本氏ノ Hydrilla Verticillata ヲ用ヒタル實驗ニヨレバ 31°C 迄ハ溫度ト共ニ氣泡ノ發生モ増加スレドモソレ以上ハ却テ減少スルトイフ。故ニ余ハ約 8 L. ヲ容ルル四角ナ水槽ヲ作り之ニ水ヲ充シテ照射管ヲ入レ光源ヨリノ熱線ヲ吸收スルト共ニ寒暖計ニヨリテ水温ニ注意シ實驗中水温ヲ成可ク同一ニ保ツ様ニセリ。

發生セル瓦斯ヲ分析セル後葉ノ光線吸收率、面積、Chlorophyll 量ノ測定ヲナシテ一實驗ヲ終ル。

照射光線ノ Energie 測定

光源ヨリ一定ノ距離ニ葉ヲ置キテ照射シ能率ヲ求ムルニハ其ノ距離ニ於ケル單位面積ノ受クル光線ノ Energie ヲ測定セザルベカラズ。余ハ Kalorimeter ヲ用ヒテ Energie ヲ測定セリ。Kalorimeter ハ幅 4.0 cm, 厚 3.0 cm, 深 6.0 cm ノ大サヲ有スル亞鉛板ヲ以テ作りシ函ニシテ前面ヲ薄キ「ガラス」ニテ張り、「ガラス」ヲ除ケル全部ヲ黒羅紗ニテ包ミテ副射傳導ニヨリテ熱ノ逃避スルコトヲ避ケタリ。

第 2 圖



Kolorimeter ノ内ニハ光線ヲ完全ニ吸收シ且其ノ比熱ヲ水ノ比熱ト成可ク等シカラシムル様ニ作レル稀薄墨液(即チ Kalorimeter ト同ジ大サヲ有スル「ガラス管」ニ水

ヲ容レ光源ト Kalorimeter ノ距離ニ等シク置キテ光源ヲ透視シツツ墨汁ヲ滴下シ光線ノ全ク吸收サレテ通過セザルニ至ツテ滴下ヲ止ム)ヲ容レ「ガラス」面ヲ光源ニ向ケテ置キ別ニ之ト殆ド同一容量ヲ有スル亞鉛板製ノ函ニ同量ノ水ヲ充タシ光線ヲ全ク遮斷シテ Kalorimeter ニ並置ス。兩函ニハ熱電堆ノ兩端ヲ浸シ熱電堆ノ兩端ハ別ニ Dalsonyal ノ電流計ノ兩極ニ連結ス。之等ハ勿論暗室内ニ裝

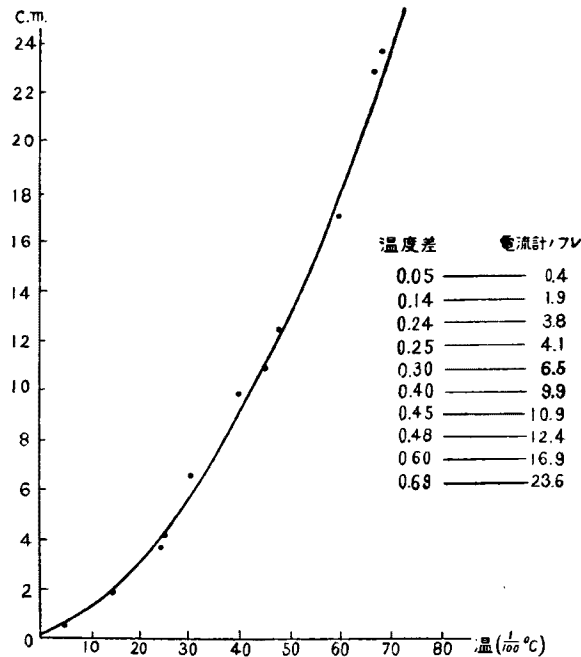
置シ光源ト Kalorimeter ノ中間ニハ熱線ヲ吸收セシムルタメニ大ナル「ガラス」ノ水槽ヲオキタリ。

始メ2 函内ノ水温ヲ全ク同一ニセル後光源ニ點火スレバ Kalorimeter ハ光線ヲ吸收シテ次第ニ温度ヲタカム。一定時間光線ヲ吸收セシメタル時ニ熱電堆ノ兩端ヲ手速ク浸セバ兩液ノ温度ノ差ニ

ヨリテ電動力ヲ生ジ電流計ノ鏡ニ「振レ」ヲ生ズ。コノ鏡ノ「振レ」ハ豆電球ノ光線ヲ反射セシメ反射光ヲ cm ニ刻メル目盛板ニ受ケテ測定シ電動力ニ比例スル温度ノ差ヲ知り得。

既定ノ温度ノ差ヲ存スル2 液ニ熱電堆ヲ浸シテ鏡ノ「振レ」ヲ測定シ目盛ニ對スル温度ハ次表ニヨリテ求メラル。

第 1 表



光源ヨリ 10 cm ノ距離ニ Kalorimeter ヲ置キ 温度ノ上昇ハ次ノ如シ。  
テ 200「ワット」ノ電球ニテ 5 分間照射セル場合ノ

第 2 表

照射 5 分間ニ於ケル電流計ノ「振レ」 cm 1°C		照射停止後 5 分後ニ於ケル電流計ノ「振レ」 cm 1°C		5 分間ニ上昇セル温度 1°C
14.2	0.53	13.4	0.51	0.53+0.02=0.55
14.1	0.53	12.7	0.49	0.53+0.04=0.57
15.1	0.55	13.8	0.52	0.55+0.03=0.58
14.8	0.54	13.8	0.52	0.54+0.02=0.56
15.6	0.56	13.8	0.52	0.56+0.04=0.60
14.1	0.53	13.0	0.50	0.53+0.03=0.56
16.1	0.57	15.0	0.55	0.57+0.02=0.59

平均 ..... 0.57

即チ Kalorimeter ノ温度上昇ハ 5 分間ニ於テ平均 0.57°C ナリ。水ノ量ハ 55cc, 又 Kalorimeter ノ水當量 0.39 ナルヲ以テ 5 分間ニ 0.57 × (55+3.9) = 33.57 Cal ノ熱ヲ吸收ス。Kalorimeter ノ受光部ノ面積ハ 12 cm<sup>2</sup> ナルヲ以テ其ノ 1 cm<sup>2</sup> ニ對シテ 2.79 Cal ノ熱ヲ吸收ス。

葉ノ吸收率測定

炭素同化作用ノ熱ニ於ケル能率ヲ測定スルニハ葉ノ光線吸收率ヲ知ラザルベカラズ。之ニヨリテ照射光線ノ何%ノ Energie ヲ吸收スルカラ計算シ得。Timiriazeff ハ葉ノ Chlorophyll ヲ「アルコール」ニ溶解セシメ葉ト同一ノ面積ニシテ測定シタ成績ニヨレバ Potamogeton crustus ニ於テハ吸收率ハ 20% ナリ。Bose ハ Radiometer ニヨリテ Hydrilla Verticillata ノ葉ノ吸收率ヲ測定シ平均 60% ナル結果ヲ得タリ。

一般ニ陸生植物ノ葉ノ吸收率ヲ測定スル場合葉面ヨリノ反射等ノ原因ニヨリ失ハルル光線ノ Energie ハ相當大ニシテ眞ノ吸收率ヲ得ルコトハ非常ニ困難ナリ。然ルニ水草ニ於テハ細胞液ト水トノ屈折率略ボ等シキ關係ヨリ反射ニヨル損失ハ看過シ得テ容易ニ照射光線ニ對スル吸收光線ノ割合ヲ求メラルル便宜アリ。光線ノ量ヲ測定スルニハ Kipp & Zonen 社ノ Vacuum Thermopile ヲ使用セリ。Thermopile ノ兩極ヲ Dalsenval ノ電流計ニ結ビ、Thermopile ノ受光部ノ窓ニ光線ヲ射入セシムレバ熱電流ヲ起シ電流計ノ鏡ニ「振レ」ヲ生ズ、而シテ鏡ヨリノ反射光ヲ目盛板ニ受グルコトハ光線ノ Energi ヲ測定セル時ト全ク同様ナリ。目盛ヲ讀ムコトニヨリテ射入光線ノ量ヲ知り得。光源ト Thermopile ノ間ニ葉ヲ固定スルニハ Objektglas ニテ作りシ極メテ小サキ水槽ヲ使用セリ。又光源ヨリ來ル光線中ノ熱線ハ厚キ水ノ層ヲ通過セシメテ之ニ吸收セシメタリ。始め固定用水槽ノ中ニ水約 2cc ヲ容レ、集光「レンズ」ニテ集メ

タル光ヲ通過セシメテ 30 秒間 Thermopile ニ射入シタルトキノ電流計ノ動キヲ「D」トス。次ニ水槽ノ中ニ葉ヲ入レ同様ニシテ葉ヲ通過セル光線ニヨル電流計ノ動キヲ「d」トシ、D, d ニ相當スル温度ヲ T, t トスレバ求ムル吸收率ハ  $\frac{T-t}{T}$  ナリ。

上述ノ方法ニヨリテ求メタル吸收率ハ次ニ示ス如シ。

第 3 表

D. 光線其ノママニヨル「振レ」  
d. 葉ヲ通過セル光線ニヨル「振レ」

D.		d.		吸 收 率 $\frac{T-t}{T}$ (%)
cm	1°C	cm	1°C	
3.9	0.24	0.7	0.080	66
3.9	0.24	0.7	0.080	66
3.8	0.23	0.8	0.085	63
3.8	0.23	0.9	0.090	60
3.8	0.23	0.8	0.085	65
2.4	0.17	0.5	0.060	64
2.4	0.17	0.4	0.050	70
2.4	0.17	0.8	0.085	47
2.4	0.17	0.7	0.080	53
3.8	0.23	0.7	0.080	65

平均.....61.9%

葉ノ吸收率ハ植物ノ種類ニヨリ勿論同一ノ植物ニ於テモ個々ノ葉ニヨリテ相違アルモノニシテ主ニ葉ノ厚サ, Chlorophyll ノ含有量ニヨリテ影響ヲ受クルモノナルベシ。Timiriazeff ノ Potamogeton ニ就テ測定セル吸收率 20% ハ余ノ成績ト甚シク相違スルモ恐ラク葉ノ色素ヲ「アルコール」ニ溶解シテ測定セル結果方法ノ相違ニ依ルモノナルベシ。

Chlorophyll ノ測定

炭素同化作用ハ Chlorophyll ニ含有セラルル Chlorophyll ノ作用ニヨルモノナレバ其ノ際ニ於ケル化學變化ノ速度及ビ量ハ Chlorophyll ノ量ニ左右サルモノナルコトハ略ボ想像スルコトヲ得。

故ニ炭酸ノ分解ニヨリテ發生スル酸素ノ量ト Chlorophyll ノ量トノ間ニ大體如何ナル關係ガアルカ Chlorophyll 量ヲ夫々ノ葉ニ就テ測定シ比較セリ。 Chlorophyll 量ノ定量法ハ 1, 2 アレドモ操作複雑ニシテ得タル數値モ必ズシモ正確ナリトイフヲ得ズ。又余ノ場合ニ於テハ絕對量ハ知ルヲ要セズ。只相對的ニ比較スルガ目的ナルヲ以テ、比色法ニ依リタリ。今肉眼上最モ普通ナル 1 枚ノ葉ヲ取りテ乳鉢ニテヨク磨リ、95%「アルコール」2 cc ヲ加ヘテ其ノ中ノ Chlorophyll ヲ充分ニ溶解セシメ、濾過セルモノヲ、0.2 cc トリテ全量ヲ 2.0 cc ニナルヤウニ更ニ「アルコール」ヲ加ヘ之ニ Sahli ノ Hämmometer ニ附屬スル小「ガラス」管ニ取りテ標準液トナス。

今測定セントスル葉ヲ同様ニシテ同ジ小「ガラス」管ニ 0.2 cc トリ、「アルコール」ニテ次第ニ薄メツツ標準液ト同ジ色調ヲ呈スルニ至リテ其ノ時ノ量ヲ「ガラス管」ノ目盛ニテ讀ミ標準液ニ對スル Chlorophyll ノ比較量トナス。

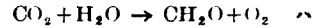
#### 葉ノ表面積測定

簡單ニ表面積ヲ測定スルコトヲ得ル次ノ方法ヲ用ヒタリ。寫眞ノ印畫紙ノ上ニ「ガラス板」ヲ置キ、其ノ上ニ測定セントスル葉ヲノセテ焼付ケ、現象、定着、水洗等ノ操作ヲ經タル後乾燥シ、更ニ 24 時間硫酸乾燥器ニテ充分水分ヲトリ葉ノ畫像ヲ切り抜キテ秤量ス。同一ノ印畫紙ノ 1 cm 平方ノ重量ニテ除シタルモノハ葉ノ面積ナリ。

葉ノ爲シタル化學的 Energie ノ測定

Chlorophyll ハ Willstaetter ニヨリテ Chlorophyll a 及ビ b 並ニ 4 種ノ色素混合物ナル Carotinoid 等ヨリ成レル事又實驗式モ既ニ知ラレタリ。然ルニ炭素同化作用ヲ營ム際ニ於ケル化學變化及ビ Chlorophyll ノ作用機轉ニ就テハ從來屢々研究サレタル所ナルモ今日尙ホ不明ナル點頗ル多シ。一般ニハ H<sub>2</sub>O 及ビ CO<sub>2</sub> ヲヨリ Chlorophyll

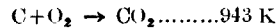
ノ力ヲカリテ光線ノ Energie ヲ利用シ、先ヅ Formaldehyd ガ生ジ Aldehyd ガ Kondensieren シテ炭水化物ヲ作ルトイフ。Mayer ノ説ガ信ゼラル。實際



明カナル事實ナルモ、其ノ間ノ變化ノ推移ニ就テハ諸説アリト雖、殆ド想像ヲ加ヘタルモノニシテ真相ヲ知ルニ由ナシ。Formaldehyd ノ形成スラ直接ニ證明セル實驗ナク、諸物質ハ原形質ニ對シテ毒性ヲ有スルトイフ事等ノ點ヨリ反對ヲ唱フル者アリ。

從テ化學變化ニ伴フ Energie ノ變化モ全然不明ニシテ又判明セルハ炭酸瓦斯ヲ分解スル時ニ要スル Energie ノミナリ。又大體ニ於テ太陽ノ光線ヨリ吸收セル Energie ノ大部分ハ炭酸瓦斯ノ分解ニ利用セラルルモノニシテソレ以後ノ變化ニハ利用セラルルトシテモ一小部分ニ過ギザルモノト思ハル。今迄ノ多クノ能率ヲ求ムル實驗ニ於テハ炭水化物ノ燃燒スル時ニ發生スル熱ノ Energie ヲヨリ Chlorophyll ノ爲シタル仕事ヲ求メタルモ余ハカカル見解ノモトニ炭酸瓦斯ノ分解ヲ以テ Chlorophyll ノナシタル仕事トシテ總テヲ計算セリ。

炭酸瓦斯ヲ炭素及ビ酸素ニ分解スルニハ



上記ノ式ガ左ヨリ右ニ移行スルモノトスレバ、1 g 分子ノ炭酸瓦斯ヲ分解スルニハ 943 K 「カロリー」ノ Energie ヲ要スルコトヲ知ル。

#### 實驗成績

Chlorophyll ノ炭素同化作用ノ能率ヲ求ムル計算例

葉ノ吸收セル Energie A 一テ Chlorophyll ニヨリ化學的 Energie ニ變化セシメラレタル Energie B ヲ除シタル B/A ハ葉ノ炭素同化作用ノ能率ナリ。1 枚ノ葉ヲ 30 分間照射セル

トキ 0.056 cc ノ酸素ヲ得タリ。1「モル」ノ炭酸瓦斯ヲ分解シテ炭素及ビ酸素トナスニハ 943 K ノ熱量ヲ要ス。此ノ Energie ノ量ハ植物ガ炭素同化作用ヲ營ム時當然ナサザルバカラザル仕事ナリ。而シテ容積ノ炭酸瓦斯ヲ分解スレバ容積ノ酸素ヲ生ズルヲ以テ酸素 1 cc ノ炭酸瓦斯ヨリ分解スルニハ 943000 cal ÷ 22400 = 42.1 cal ノ熱量ヲ要ス。故ニ 0.056 cc ノ酸素ヲ分解發生サスニハ 42.1 cal × 0.056 = 2.35 cal ノ Energie ヲ必要トス。即チコレガ

吸収セル光線ヨリ化學的 Energie ニ變ゼラレタル量ナリ。

次ニ 200「ワット」ノ電球ヨリ 10 cm 距レシ場所ニ於テ 1 平方 cm ノ受クル光ノ Energie ハ 16.79 cal ニシテ葉ノ面積ハ 2.5 平方 cm 此葉ノ吸收率ハ 66% ナルヲ以テ此葉ノ吸收セル光線ノ Energie ハ 16.79 cal × 0.66 × 25 = 27.7 cal 故ニ能率ハ  $\frac{2.35}{27.7} = 0.085$ 、即チ 8.5% ナリ。

第 4 表

發 生 瓦 斯 量 (0.01 cc)					吸收率 %	面積 cm <sup>2</sup>	「クロロホルム」量	炭酸同化作用 ニ利用セル Energie (cal)	葉ノ吸收セル Energie (cal)	能率 %
酸素	炭酸 瓦斯	窒素	溫度	零度 1 氣壓 = 於ケル O <sub>2</sub>						
6.0	2.0	3.1	21.5	5.5	66	2.3	90	2.35	25.3	9.2
6.5	1.8	2.9	22.3	6.5	66	2.1	90	2.52	23.2	10.9
7.1	2.5	3.6	22.5	6.5	63	2.7	98	2.73	28.3	9.7
6.9	1.6	3.3	23.0	6.3	65	2.3	95	2.65	25.0	10.6
6.9	2.5	2.7	23.0	6.3	65	2.5	98	2.65	27.2	9.8
5.3	1.9	2.8	22.5	4.9	64	2.1	86	2.06	22.4	9.2
6.6	2.4	3.4	20.0	6.1	70	2.2	100	2.56	25.7	9.9
6.8	2.6	3.7	23.0	6.2	50	3.2	102	2.61	26.5	9.8
5.8	1.6	3.2	23.0	5.3	47	3.5	95	2.23	27.6	8.1
7.8	2.8	3.0	21.5	7.1	64	2.6	110	2.98	26.8	11.0

以上ノ實驗成績ヨリ見テ Potamogeton crustus ノ葉ノ炭素同化作用ヲ行フ際ニ於ケル能率ハ 10% 前後ナリ。

次ニ Chlorophyll 量ト炭素同化作用ニ利用セル Energie トノ關係ヲ見ルニ大體ニ於テ兩者比例スルモノナルコトノ知ル。

照射強度ト炭素同化作用ノ際ニ於ケル能率トノ關係

植物ガ炭素同化作用ヲ行フ際ニ於テ照射光線ノ強度ノ變化ハ炭素同化作用ノ能率ニ如何

ナル影響ヲ及ボスモノナリヤ。此問題ニ關シテハ E. Pantanelli (1903), F. Blackmann (1910), T. Bose (1924), O. Warburg 其ノ他多クノ實驗アリ。照射光線ノ弱キ間ハ炭素同化作用ノ速度ハ光量ニ比例シテ増加シ一定度以上ニ光量ノ強クナル時ハ次第ニ増加セル光量ニ對スル同化作用ノ速度ノ増加率ハ少クナルトイフ點ニ於テ諸家ノ研究成績ハ大體一致セリ。

即チ光線量ヲ横軸ニトリ酸素ノ發生量ヲ縦軸ニトリテ炭素同化作用ノ速度ヲ曲線ニテ表

ハセバ、始メハ直線ニテ光量ノ増加ト共ニ上リ、或ル點ヨリ直線ハ曲線ニ變リ其ノ傾斜モ次第ニ横軸ニ平行トナル。

Pautanelli, Blackmann ノ成績ニ於テハ光量が極メテ大トナルトキハ酸素ノ發生ハ却テ低下セリ。葉ノ光線吸収率ハ光線ノ強度ニヨリテ變化セザルモノナレバ炭素同化速度ノ變化ハ直チニ能率ノ變化トシテ見做スコトヲ得。故ニ炭素同化作用ノ際ニ於ケル能率ハ光線量ノ或ル程度以上ニ増加スルトキハ低下スルトイフコトヲ得。

余ハ Potamogeton crustus ノ葉ニ就テ光線量ノ能率ニ及ボス影響ヲ檢セリ。

### 實驗方法

實驗材料並ニ方法ハ前實驗ニ於ケル場合ト全ク同様ナリ。又照射強度ノ調節ハ光源ト葉トノ距離ヲ種々ニカヘルコトニヨリテ行ヘリ。各距離ニ於ケル光線量ハ距離ノ逆數ノ自乘比ニ依リテ理論的ニハ求ムルコトヲ得レドモ植物ノ光源間ガ短クナル程「ガラス」面ハ葉面ヨリノ反射ニヨリテ失ハルル光線量ガ増加スル爲メニ計算ニヨリテ得タル

數値ト實際ノ數値トノ間ニ相當ノ誤差ヲ生ズ。併シ余ノ場合ニ於テハ葉ノ面積小サク、從テ照射角小ナル爲ニ反射ニヨリテ生ズル誤差ハ割合ニ尠少ナリ。

### 實驗成績

上述ノ方法ニ依リテ照射強度ヲ變ジタル場合ニ於ケル能率ト照射強度トノ關係ヲ求ムルニ大體ニ於テ今迄ナサレタル諸家ノ實驗成績ト略ボ同ジ結果ヲ得タリ。即チ照射強度ノ弱キ間ハ炭素同化作用ニヨリテ分解發生セル酸素量ハ光量ニ比例シ從テ能率ハ略ボ等シキモ照射強度強クナル時ハ次第ニ能率ノ低下ヲ來ス。表中(1), (3), (5)ハ40 cmノ距離ヨリ照射シ始メ、30, 20, 10, 5 cmト強度ヲ次第ニ増加セル場合ノ能率ニシテ(2), (4)ハ逆ニ5 cmヨリ始メテ次第ニ光量ヲ減ジタル例ヲ示ス。何レニシテモ(4)例ヲ除テハ40, 30, 20 cmニ於ケル場合ノ能率ハ大體變リナク、10 cmニ於テ稍々低下シ、5 cmニ於テハ急激ニ低下セルコトヲ認ム。

第 5 表

	照射距離 cm	發生瓦斯量 (0.01 cc)				葉ノ面積 cm <sup>2</sup>	光線 吸收率 %	同化作用ニ 利用セル Energie (cal)	葉ノ吸收セル Energie (cal)	能率 %
		酸素	炭酸 瓦斯	窒素	溫度一氣壓ニ 於ケル酸素					
1	40	0.5	0.4	1.2	0.45	2.3	58	0.19	1.39	13.5
	30	0.8	0.4	1.5	0.72			0.30	2.36	12.8
	20	1.5	0.7	2.0	1.36			0.57	5.47	10.4
	10	5.6	2.2	3.1	5.10			2.15	22.31	9.6
	5	8.4	2.8	3.6	7.60			3.19	89.24	3.6
2	5	9.4	2.4	3.8	8.55	2.4	53	3.59	85.32	4.2
	10	6.0	1.8	2.7	5.46			2.32	21.33	10.8
	20	1.7	0.9	2.1	1.54			0.65	5.33	12.1
	30	0.6	0.8	1.6	0.53			0.22	2.34	9.5
	40	0.4	0.6	1.0	0.36			0.15	1.33	11.3



	照射距離 cm	發生瓦斯量 (0.01 cc)				葉ノ面積 cm <sup>2</sup>	光 線 吸收率 %	同化作用ニ 利用セル Energie (cal)	葉ノ吸收セル Energie (cal)	能 率 %
		酸素	炭酸 瓦斯	窒素	溫度一氣壓ニ 於ケル酸素					
3	40	0.6	0.5	0.9	0.54	2.6	64	0.23	1.67	13.8
	30	0.9	0.6	2.0	0.82			0.35	2.89	11.5
	20	2.1	1.3	1.9	1.91			0.80	6.71	13.4
	10	7.8	2.2	3.5	7.09			2.99	26.85	11.0
	5	10.8	2.6	4.8	9.80			4.12	107.40	3.8
4	5	9.6	2.7	5.1	86.0	3.1	62	3.62	128.46	3.7
	10	8.2	2.3	3.4	7.46			3.14	32.24	7.7
	20	2.3	0.6	2.2	2.10			0.88	8.06	10.9
	30	0.9	0.6	1.6	0.82			0.35	3.58	9.6
	40	0.3	0.4	1.1	0.27			0.13	2.10	5.4
5	40	0.5	0.5	1.0	0.46	2.5	68	0.19	1.80	10.5
	30	0.7	0.6	1.0	0.63			0.27	3.17	8.3
	20	1.5	1.0	1.7	1.36			0.57	7.10	8.0
	10	6.8	2.3	3.0	6.20			2.61	28.50	9.1
	5	9.1	3.2	4.8	8.55			3.59	112.00	3.1

照射光線が一定程度以上ニ強クナルトキ、同化作用ニヨリテ發生スル酸素ノ量ガ光線量ニ比例セズ次第ニ發生ノ割合ノ減少ヲ來シ從テ能率ノ低下スル事實ニ就テハ Blackmann 等ニヨレバ照射強度ガ甚シク増加スル場合ニ於テハ吸收セル光線ノ中熱ニ變化スル Energie モ亦甚ダシク増シ之ガ爲メニ細胞ノ原形質ガ障碍ヲ受ケテ同化作用機轉ガ抑壓サルルモノナリト説明セリ。併シ單ニ熱ノタメニヨル影響ノミニテハ解釋シ難キ點アリ。即チ始メ強キ光線ニテ照射シ能率が3—4%ニ低下セル葉ヲ更ニ光線ヲ弱クスルトキハ10%前後ニ再ビ能率ノ増加スルトコロヨリ考ヘテ光線ニヨリテ障碍ヲ受クルトシテモ少クモ其ノ際細胞内ニオコリシ變化ハ reversible ノモノナラザルベカラズ。

O. Warburg ハ他ノ方面ヨリ之ヲ説明セントセリ。炭素同化作用ハ一種ノ Photolyse ナ

リ。Photolyse ニ於テハ Elektrolyse ニ於ケル如ク primär, sekundär 及ビ Acceptor ノ形成反應ヲ別ツコトヲ得。primäre Reaktion ニヨリテ吸收セル光線量ニ正比例シテ Primärprodukt ヲ生ジ Sekundäre Reaktion ハ Primärprodukt 間又ハ Primärprodukt ト Acceptor トノ間ニ起ル反應ナリ。Acceptor ノ Bildungsreaktion ハ可逆反應ニシテ照射セザルトキハ形成サレシ Endprodukt 即チ Acceptor ノ蓄積ニヨリテ形成ハ停止ス。照射ヲ開始スレバ Acceptor ハ sekundäre Reaktion ニ使用サレテ平衡状態ガ失ハレ再ビ形成ヲ始ム。

今 Acceptor ノ濃度ヲ CA, Primärprodukt ノ濃度ヲ Ci ヲ以テアラハシ炭素同化反應ノ速度ヲ V トスレバ

$$V = CA Ci K_3 \dots\dots\dots(1)$$

K<sup>3</sup> ハ恒數ナリ。Acceptor ハ一定ノ炭酸瓦斯

ノ濃度ノ中ハ一定ノ速度  $K$  ヲ以テ作ラレ、且  
可逆反應ナルヲ以テ照射セザル中ハ

$$\frac{dCA}{dt} = K - CA K_4 \dots\dots\dots(2)$$

$K_4$  ハ恒數ナリ。平衡ニ達セルトキハ  $CA$  ノ  
形成ハ停止シ  $\frac{dCA}{dt} = 0$  ナルヲ以テ

$$K = CA' K_4 \\ \therefore CA' = \frac{K}{K_4} \dots\dots\dots(3)$$

$CA'$  ハ Dunkelgleichgewicht ノ際ニ於ケル  
Acceptor ノ濃度ナリ。

次ニ照射ヲ開始スルトキハ (1), (2) ヨリ

$$\frac{dCA}{dt} = K - CA K_4 - CA C_i K_3$$

$CA$  ノ形成ト消費 (sekundäre Reaktion ニ於  
ケル) ガ相等シク, stationär ノ状態ニ達セル  
時ハ  $CA$  ノ増加ハ 0 ナルヲ以テ  $\frac{dCA}{dt} = 0$

$$\therefore CA = \frac{K}{C_i K_3 + K_4} \dots\dots\dots(4)$$

又ハ (2), (4) ヨリ炭素同化反應ノ速度ハ

$$V = C_i K_3 \frac{K}{C_i K_3 + K_4}$$

即チ上ヨリ照射強度弱ク,  $C_i$  ノ値小ナルト  
キハ

$$V = C_i K_3 \frac{K}{K_4} = C_i CA' K$$

炭素同化作用ノ速度ハ  $C_i$  從テ照射光線量  
ニ正比例ス。又照射光線量大ニシテ  $C_i$  ノ値  
モ大ナルトキハ

$$V = K$$

即チ照射強度ニハ無關係ナリ。併シ此説明

ニ於テモ照射強度が増加スルニ從ヒ Acceptor  
ノ形成速度減少スルコトヲ假定セザレバ, 能  
率ノ次第ニ低下スルコトヲ説明シ得ズ。果シ  
テコレニヨリテ能率ノ低下ガ説明サルルヤ否  
ヤハ尙ホ今後ノ研究ニ待タザルベカラズ, 恐  
ラクハ最も簡單ニ考ヘテ光線量が次第ニ増加  
スレバ熱其ノ他ニ變シテ利用サレズ失ハルル  
Energie ガ次第ニ増加スル爲メニ能率ノ低下  
ヲ來スモノナラン。

### 結 論

Potamogeton crustus 「えびも」ノ葉ノ炭  
素同化作用ヲ行フ際ニ於ケル能率及ビ照射強  
度ト能率トノ關係ヲ實驗シ次ノ結論ヲ得タ  
リ。

1. 「えびも」ノ葉ノ能率ハ 10% 前後ナリ。
2. 照射強度ノ弱キトキハ光量ノ増減ニヨ  
リテ能率ニ變化ナク, 光量極メテ大ナルトキ  
ハ能率ノ低下ヲ來ス。
3. Chlorophyll 量ト炭素同化作用ニ際シ  
テ利用サレシ Energie 量トハ比例ス。

擧筆スルニアタリ恩師生沼教授ノ御懇篤ナ  
ル御指導ヲ深謝ス。

### 文 獻

- 1) *T. C. Bose*, The Physiology of Photosynthesis, 1924.
- 2) *F. Blackmann* and *A. Smith*, On Vegetable Assimilation and Respiration Proc. of the Roy. Soc. of London, 1911—1905.
- 3) *H. Brown* and *F. Escombe*, On the Physiological Processes of green Leaves Proc. of the Roy. Soc. of London, 1905.
- 4) *O. Warburg*, Katalytische Wirkungen der lebendigen Substanz, 1928.
- 5) 三好學, 最新動物學講義, 上卷。