

# “アサクサノリ”糸状体の光合成に 関する二、三の知見

寺本賢一郎\*・木下祝郎\*

K. TERAMOTO and S. KINOSHITA: Some observations on the  
photosynthesis of the conchocelis-phase of *Porphyra*

“アサクサノリ”の糸状体については従来より活潑な研究が行なわれているが、光合成に関する研究は意外に少く、近年では光合成色素(佐藤・松本, 1960; 佐野, 1960)及び光合成に対する水温と塩素量の影響(佐野, 1960)が報告されているに過ぎない。

著者等は先に“アサクサノリ”葉体の光合成に及ぼす光・水温・pH・炭酸物質などの影響を検討し報告(1958)したが、糸状体の光合成についても同様の検討を行ない、葉体と糸状体で光合成に及ぼす各種要因の影響に違いのあることを認めたので、以下に報告する。

## 実験材料及び方法

32年1月に東京羽田漁場で採取されたノリを用いてカキ殻に果胞子付けし、同年10月まで培養した糸状体を実験材料とした。

光合成の測定は次のように行なった。糸状体の発育したカキ殻を入念に洗浄して250 ml 広口共栓瓶(酸素定量瓶と同じ構造を有する)に入れ、海水を満して密栓し20°Cに保つ。昼光色蛍光灯で48時間照明した瓶及び照明前の瓶の海水を100 ml 酸素定量瓶に採って溶存酸素を定量し、見かけ上のO<sub>2</sub>生成量を算出した。

海水は比重1.024(Cl = 16.2%)の東京湾海水を用いたが、多くの場合NaHCO<sub>3</sub>を添加して光合成を促進しO<sub>2</sub>定量を容易にするよう工夫した。

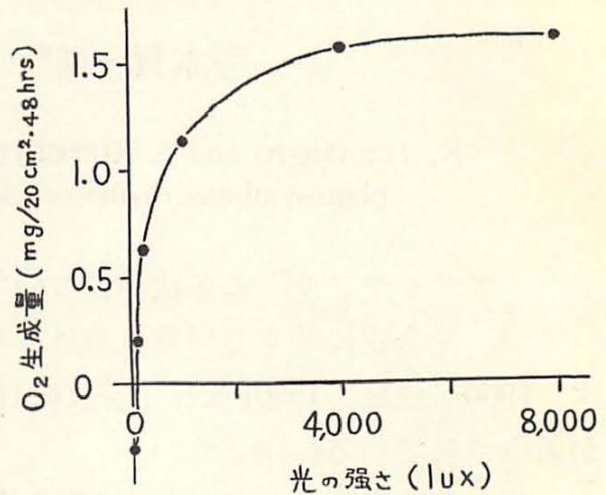
実験に用いたカキ殻は、内面全体が糸状体で覆われた扁平な約20 cm<sup>2</sup>のもので、各面積を実測して20 cm<sup>2</sup>当りのO<sub>2</sub>生成量に補正した。

海水中の溶存酸素はWINKLER法で、全炭酸はCONWAYの微量拡散法で定量した。pHの測定にはBECKMANガラス電極pH計を用いた。光の強さは、糸状体を置いた場所につき東芝5号型照度計で測定した。

\* 協和醗酵工業株式会社東京研究所

## 実験結果及び考察

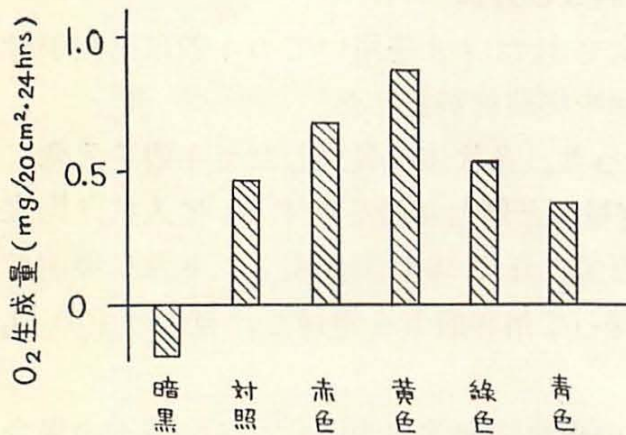
1. 光の強さ 第1図は  $\text{NaHCO}_3$  を0.05% 加えた海水 (全炭酸量 300 mg/l) における糸状体の光合成と光の強さとの関係を示す。光合成は光が強くなるに従って急激に増大して、4,000~8,000 lux で最高に達し 1.6 mg/48 hrs の  $\text{O}_2$  を生成した。 $\text{NaHCO}_3$  無添加の普通海水では全炭酸量 36 mg/l であり、上記よりも著しく弱い光で光飽和状態に達するものと考えられる。



第1図 “アサクサノリ” 糸状体の光合成と光の強さとの関係

2. 光色 第2図は0.05%  $\text{NaHCO}_3$  添加海水における光合成と光色との関係を示す。光合成に対

する光波長の影響は等エネルギー、更に厳密には等光量子について比較するのが正しいが、本実験では昼光色蛍光灯で4,000 lux を与える一定距離に糸



第2図 “アサクサノリ” 糸状体の光合成と光色との関係

状体を置き、中間に着色セロファンを挿入して各光色の概略の影響を観察した。

光合成は赤~黄色光の下で促進され、光合成による真の  $\text{O}_2$  生成量は対照の 0.66 mg/24 hrs に対し 0.88~1.08 mg/24 hrs を示した。特に黄色光の光合成促進は著しいが、その理由は明らかでなく今後の検討を要する問題である。

また青色光の下では光合成が幾分抑制される。

3. 水温 第3図は0.05%  $\text{NaHCO}_3$  添加海水で2,000 lux の照明を与えた時の光合成と水温との関係を表わす、見かけ上の  $\text{O}_2$  生成量は  $10^\circ\text{C}$  で、また吸呼による  $\text{O}_2$  吸収量は  $20\sim 25^\circ\text{C}$  で夫々最高値を示した。しかし、光合成による真の  $\text{O}_2$  生成量は  $20^\circ\text{C}$  で最高値 (1.6 mg/48 hrs) を示し、 $25^\circ\text{C}$  以上では急速に低下しており、これは糸状体の光合成が  $27^\circ\text{C}$  以上で急に低下

するとの佐野(1960)の報告と略々一致している。

葉体と糸状体における光合成と呼吸の適温を比較すれば、次の通りである。

葉体

光合成 10~15°C, 呼吸 10°C

糸状体

光合成 10~20°C, 呼吸 20~25°C

葉体と糸状体における各適温の差は、呼吸の場合に極めて顕著である。また光合成と呼吸に共通な適温を求めると葉体が 10°C, 糸状体が 20°C となり、両者の生育適温とよく一致しているように思われる。

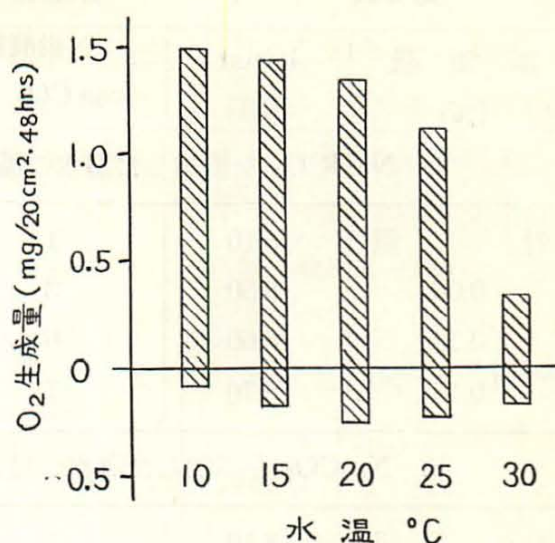
4. pH 第1表に 4,000 lux, 20°C での光合成と海水 pH との関係を示す。使用した海水は  $\text{NaHCO}_3$  を 0.08% 加えた後 HCl で種々の pH に修正したもので全炭酸量は 430 mg/l であった。

第1表 “アサクサノリ”糸状体の光合成と海水の pH との関係

pH		O <sub>2</sub> 生成量 mg/20cm <sup>2</sup> ·48hrs	pH		O <sub>2</sub> 生成量 mg/20cm <sup>2</sup> ·48hrs
initial	final		initial	final	
6.05	7.65	1.09	8.10	8.40	1.75
6.20	7.85	1.68	8.50	8.45	1.72
6.55	8.25	2.14	8.75	8.60	1.42
6.95	8.35	1.87			

最高の光合成は initial pH 6.55, final pH 8.25 で得られ 2.14 mg/48 hrs の O<sub>2</sub> を生成した。長時間の光合成において海水 pH の変動が著しく、最適 pH の決定は困難であるが pH 6.2~8.5 が最適範囲と考えられる。これは葉体の光合成における最適 pH 範囲 7.0~7.7 よりも可成り広範囲である。

5. 炭酸物質濃度 第2表は、 $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  及び CO<sub>2</sub> ガスを種々の濃度に加えた海水中、4,000 lux, 20°C における炭酸物質濃度と光合成との関係を示す。海水中の各形態の炭酸物質濃度は猿橋(1955)の報告に従い全炭



第3図 “アサクサノリ”糸状体の光合成と水温との関係

第2表 “アサクサノリ” 糸状体の光合成と海水中の炭酸物質との関係

添加量 (%)	initial (pH)	炭酸物質濃度 (mg CO <sub>2</sub> /l)			O <sub>2</sub> 生成量 (mg/20cm <sup>2</sup> ・48hrs)
		free CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	
a. NaHCO <sub>3</sub> を添加した海水の場合					
対 照	8.10	1	33	2	0.55
0.06	8.50	3	278	58	1.39
0.10	8.60	6	464	96	1.87
0.15	8.70	7	559	141	1.32
b. Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> を添加した海水の場合					
対 照	8.10	1	33	2	0.55
0.03	9.15	0	81	57	0.62
0.08	9.30	0	182	182	0.68
0.15	9.35	0	294	306	0.16
c. CO <sub>2</sub> ガスを添加した海水の場合					
対 照	8.10	1	33	2	0.55
	6.95	13	71	0	0.89
	6.60	34	78	0	1.74
	6.25	77	80	0	2.17
	6.05	146	97	0	2.07

酸量, pH, 水温及び塩素量から計算によって求めた。

NaHCO<sub>3</sub> を加えた海水の場合 (a), 光合成は炭酸物質の増加と共に増大し, 全炭酸量 566 mg/l (free CO<sub>2</sub> 6 mg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-CO<sub>2</sub> 464 mg, CO<sub>3</sub><sup>=</sup>-CO<sub>2</sub> 96mg) で最高に達し 1.87 mg/48 hrs の O<sub>2</sub> を生成した。この場合, CO<sub>3</sub><sup>=</sup> は光合成に無効であり, free CO<sub>2</sub> は光合成の顕著な増大に関与しない程度に少量であるから, 光合成の増大は HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> の増加に基因するものと考えられる。

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> を加えた海水の場合 (b), 全炭酸量 364 mg/l (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-CO<sub>2</sub> 182 mg, CO<sub>3</sub><sup>=</sup>-CO<sub>2</sub> 182 mg/l) で最高の光合成が得られ 0.68 mg/48 hrs の O<sub>2</sub> を生成した。この場合 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> のみが利用されたとしても 1.1 mg/48 hrs の O<sub>2</sub> を生成すべきであり, 上記の値はその 60% に過ぎない。この光合成阻害は CO<sub>3</sub><sup>=</sup> に由来すると解され, 殊に CO<sub>3</sub><sup>=</sup>-CO<sub>2</sub> 100 mg/l 以上で阻害が顕著のようであ

る。

CO<sub>2</sub> ガスを加えた海水の場合 (c), 全炭酸量 157 mg/l (free CO<sub>2</sub> 77 mg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-CO<sub>2</sub> 80 mg) で光合成が最高に達し 2.17 mg/48 hrs の O<sub>2</sub> を生成した。この場合 free CO<sub>2</sub> 及び HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> が同時に増加しているが, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> のみでは 0.6 mg/48 hrs の O<sub>2</sub> 生成に過ぎない筈であり, 光合成の急激な増大は free CO<sub>2</sub> に基づくものと考えられる。

糸状体の光合成に利用され得る炭酸物質は free CO<sub>2</sub> 及び HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> であり特に前者の利用効果は大きい。また free CO<sub>2</sub> の好適濃度は 20~100 mg/l であって, 葉体における好適濃度 10~20 mg/l に比較し高濃度且つ広範囲である。

また CO<sub>3</sub><sup>=</sup> は, 糸状体の光合成に利用されないばかりでなく, 100 mg/l 以上の濃度で顕著な阻害作用を示すことが明らかである。

### 要 約

“アサクサノリ”糸状体の光合成に対する光・水温・pH・炭酸物質濃度の影響を検討した。得られた結果を要約すれば次の通りである。

1. 光合成は 4,000 lux の光で最高に達した。
2. 光合成は黄色光の下で最高値を示した。
3. 光合成の最適水温は 10~20°C であった。
4. 光合成は海水 pH 6.2~8.5 で最も良好に行なわれた。
5. 糸状体の光合成に利用され得る炭素源は free CO<sub>2</sub> 及び HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> であり, CO<sub>3</sub><sup>=</sup> は光合成に阻害的であった。

### Summary

The effects of light intensity, water-temperature, pH and concentration of carbonaceous materials upon the rate of photosynthesis were studied using the conchocelis-phase of *Porphyra*.

As an index of the photosynthetic rate oxygen output per definite experimental conditions was analyzed by WINKLER's method.

The results are summarized as follows :

1. The photosynthesis was highest under 4,000 lux irradiation.
2. The photosynthesis was highest under the yellow light irradiation.
3. The photosynthesis was highest at 10-20°C.
4. The photosynthesis proceeded best at pH 6.2-8.5.
5. The conchocelis-phase of *Porphyra* utilized both free CO<sub>2</sub> and HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ions as carbon sources. CO<sub>3</sub><sup>=</sup> ions retarded the rate of photosynthesis.

## 引用文献

佐藤孜郎・松本文夫 (1960): “アサクサノリ糸状体の色素について (予報)” 昭和35年日本水産学会年会講演. 佐野孝 (1960): “ノリ糸状体の色素並に酸素放出について” 昭和35年日本水産学会年会講演. 木下祝郎・寺本賢一郎 (1958): “アサクサノリの光合成に関する二,三の知見” 藻類 VI (1) 11-16. 猿橋勝子 (1955): “天然水中の物質代謝の研究—II. 水中の炭酸物質の平衡濃度比について” 日本化学雑誌 76 (11) 1294-1308.

## 紅藻 *Pachymeniopsis* 属の一種の 体の構造と生殖器官

川端清策\*

S. KAWABATA: The structure of the frond, and the reproductive organ of *Pachymeniopsis* sp.

## 緒言

邦産紅藻ムカデノリ科 *Pachymeniopsis* 属の海藻としてはタンバノリ (*P. elliptica* YAM.), アカハダ (*P. yendoi* YAM.) 及びフダラク (*P. lanceolata* YAM.) が知られているが、之等の体の構造と生殖器官については筆者が本誌 Vol. 2 No. 3, Vol. 5 No. 1, Vol. 6 No. 1 に報告し、又雄性生殖器官については田沢伸雄氏が本誌 Vol. 8 No. 3 に報告している。ここにタンバノリに極めて近縁のものではあるが、成体に於て下記の如くタンバノリとは明らかに異なる形質をもつ *Pachymeniopsis* 属の一種の体の構造と生殖器官について報告する。材料の提供と指導を賜った北大山田幸男教授及び材料を提供された田沢伸雄氏並に阪井与志雄氏に深甚なる謝意を表す。

## 1. 材料と方法

本種は1957年7月紀伊国矢櫃及び古座において山田教授及び田沢伸雄氏が、1956年及び1957年いずれも4月房州小湊において筆者が、又1961年4月土佐国佐賀において山田教授及び阪井与志雄氏が採集したものである。之等の材料の内房州産及び四国産のものは未熟であったので、生殖器官についての研究は紀伊産のものをを用いた。材料はホルマリン原液に保存し、切片

\* 北海道学芸大学岩見沢分校