

# 海藻の生理化学的研究

## I 温度変化, 干出が同化, 呼吸作用に及ぼす影響について\*

敦賀花人・新田忠雄

### BIOCHEMICAL INVESTIGATIONS OF THE MARINE ALGAE

#### I Influences of Temperature and Emersion upon the Carbon-Assimilation and Respiration of Some Algae.

Hanato TSURUGA, Tadao NITTA

Carbon-assimilation and respiration of some algae compliant with the variance of temperature and emersion are studied, using *Porphyra tenera* Kjellm, *Enteromorpha prolifera* Muell and *Ulva pertusa* Kjellm.

Carbon-assimilation of *P. tenera* are saturated with the light of about 10 Kilo-lux at 10°C. Maximum carbon-assimilation of *P. tenera* is performed at about 25°C, but there exists the distinguished time factors even at 15°C.

Respiratory-rates of *P. tenera* and *E. prolifera* are increased and *E. prolifera* changed the respiratory-quotient as the temperature raised, viz., R. Q. decreased from 0.968 to 0.797 as the temperature raised from 15°C to 25°C.

By emersion respiratory-rates of *U. pertusa* are reduced to about one-fifth, but the re-submersion of this recovers the original respiratory-rates rapidly.

有用藻類増殖方法の必然的集約化, そしてこれに随伴する病害発生の防除, 及び築港, 干拓その他に伴う沿岸海況の変化による養殖適地の変遷の対策等の為には対象となる海藻の生態及びそれ等が営む生理作用の正確な認識が先づ必要と考える。

浅草海苔の生理については既に富士川氏等が行った所の養殖及び室内培養で種々な条件の変化に対応する生長量の変化を観察した研究 (1) があるが, 吾々の認識の限界を越えた複雑な要因を含む海洋の若干の現象と, 代謝作用が綜合された結果である所の生長量とを指標として実験, 並びに観察を進めることはその対象に最も忠実な実験の方法であると考え。然しながら, 生活の条件とその結果という両者の因果関係を解析する場合にはこれだけでは大胆な推理か或いは独断に頼らざるを得ない場合が多く, 又現象を現象としてのみ観察する段階に留る限り, 種々な場合のすべてに応用され得る技術の基礎理論の確立は望み得べくもない。

このような考え方から著者等は同化作用及び呼吸作用を通じて海藻の生理の吟味を試みた。即ち, 各種の条件を与えて比較的長期間にわたって培養した結果の現象的観察は既に富士川氏等 (1) によって明らかにされているからこの与えられた条件が代謝作用にどのような影響を及ぼしているかを検討した。先ず, 海苔養殖の豊凶に大きな影響を与えるとしてされている温度変化, 藻体の干出が同化, 呼吸の両作用に与える影響についての観察を行い二, 三の興味ある結果を得たので報告する。

#### 実 験

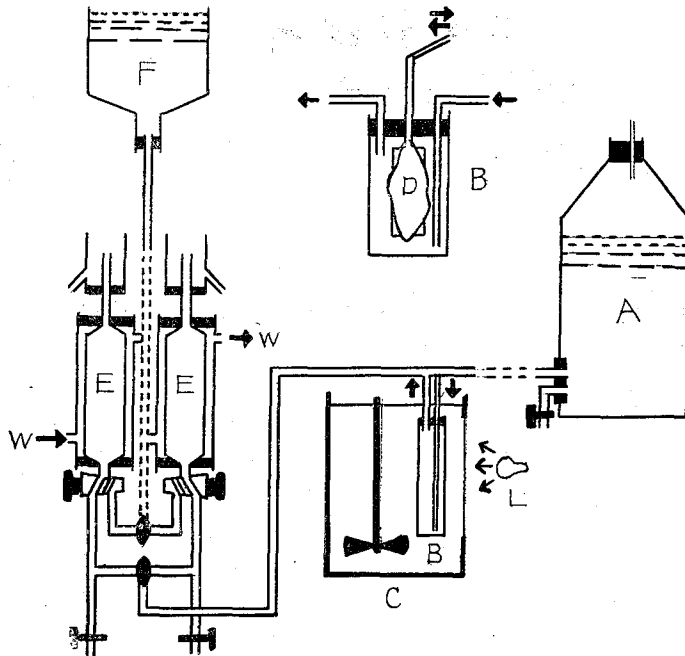
##### 1. 同化作用量, 呼吸量の測定方法

同化作用量: 同化作用によって放出される  $O_2$  量をウインクラー法によって測定した。即ち第1図の如き

\*昭和31年4月6日 日本水産学会年会で発表

内海区水産研究所業績第59号

Fig. 1 同化作用測定装置



- |   |             |             |
|---|-------------|-------------|
| A | 海水溜め        | (交互に使用)     |
| B | 同化室 (扁平硝子瓶) | 容量: 約150ml  |
| C | 恒温水槽        |             |
| D | 海藻取付け用板     | F 着色7%酒精    |
| E | 同化瓶を出た海水溜め  | L 光源 (200W) |
|   |             | W 冷却水       |

使用前に脱 $O_2$ 空気を通じてその溶存 $O_2$ 量を適当に減少せしめた。

呼吸量: 浅草海苔は上述の装置で同化瓶を暗黒にして流出海水の溶存 $O_2$ 量の減少から算出した。青海苔、アサナの呼吸係数、呼吸商にはワールブルグ検圧計を使用した。

## 2. 浅草海苔の同化作用量と被照射光線量との関係

試料: 1956年1月広島湾(水温 $9 \sim 10^\circ C$ )養殖海苔生重量1個体 100mg 前後。光源(マツダ200W反射投光電球)と同化瓶中の葉体との間の距離を変えて照射光線量を調節した。即ちこの距離135mmの場合の光量を1とし115mm, 200mmの場合をそれぞれ1.5, 0.5とすると(この光路には、ガラス板2枚及び約30mmの水層が在るがこれ等を無視するとそれぞれの場合の照度は約10,000, 15,000, 5,000luxとなる)水温 $10^\circ C$ の場合の結果は第2図の如くであった。

## 3. 浅草海苔同化作用量の温度による変化

試料: 1956年1月広島湾(水温 $9 \sim 10^\circ C$ )養殖海苔。生重量1個体100mg前後。 $5^\circ C \sim 40^\circ C$ の範囲で温度の変化が同化作用量に及ぼす影響を吟味した。前記の光線量1.0(約10,000lux)を照射しながら同化瓶を容れた恒温水槽をそれぞれの温度に保ち、一温度段階につき75min間ずつ保ち、45~60min間、60~75min間の流出海水の溶存 $O_2$ 量を測定してその温度における同化作用量を算出したがその結果は第3図に示す。

## 4. 比較的高温における浅草海苔同化作用量の時間的变化

試料: 1956年1月広島湾(水温 $9 \sim 10^\circ C$ )養殖海苔。生重量1個体100mg前後。

実験3によっては最大同化量が $25^\circ C$ 前後にあることを知ったので $25^\circ C$ ,  $15^\circ C$ における同化量の時間的

装置により同化瓶(容量約100mlの扁平ガラス瓶)に供試葉体を容れ、それに正面から光を照射しながら葉体をその背後の金属板ごと振動させつつ同化瓶に海水を通じ、それから流出した海水を順次酸素瓶に採って同化瓶に入る前の海水の溶存 $O_2$ 量との差から葉体単位重量の単位時間当りの放出 $O_2$ 量を算出した。予備実験によって10ml/minの速さで同化瓶に通水すれば、光、温度が一定であれば40min以後には流出する海水は一定の $O_2$ 量を溶存することを確かめたので45~60min, 60~75min間に流出した海水からそれぞれ100mlを採り、それから同化作用量を放出 $O_2 \mu l/10min/mg$ (藻体無水物)として算出した。使用海水は普通海水を濾過後 $NaNO_3 : 0.05\%$ ,  $Na_2HPO_4 : 0.005\%$ ,  $NaHCO_3 : 0.05\%$ を添加、 $\sigma_{15} : 24.0$ ,  $pH : 8.1$ に $NaCl$ ,  $NaOH$ で調節し、且つ同化作用によって溶存 $O_2$ が増えても(導管中で気泡を生じ、測定結果が不正確になる)過飽和にならないように

Fig. 2 照射光線量と同化作用量との関係  
evolved O<sub>2</sub> mm<sup>3</sup>/10min./mg (dry matter)

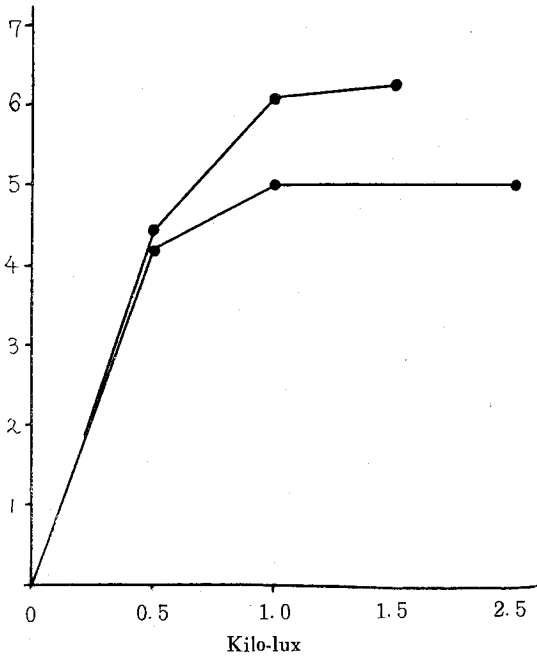


Fig. 4 高温状態での同化作用量の時間的变化  
evolved O<sub>2</sub> mm<sup>3</sup>/10min./mg (dry matter)

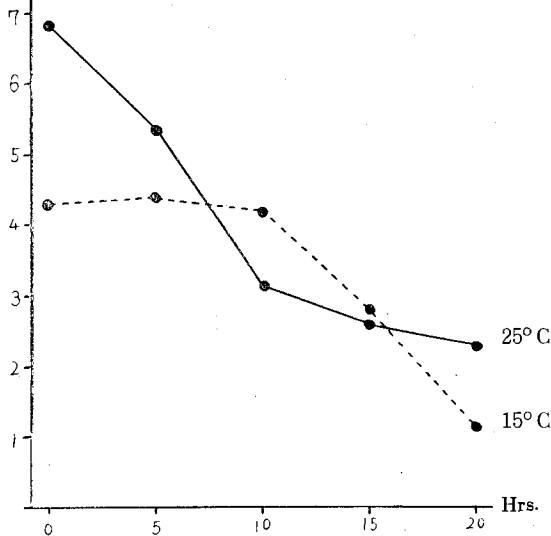
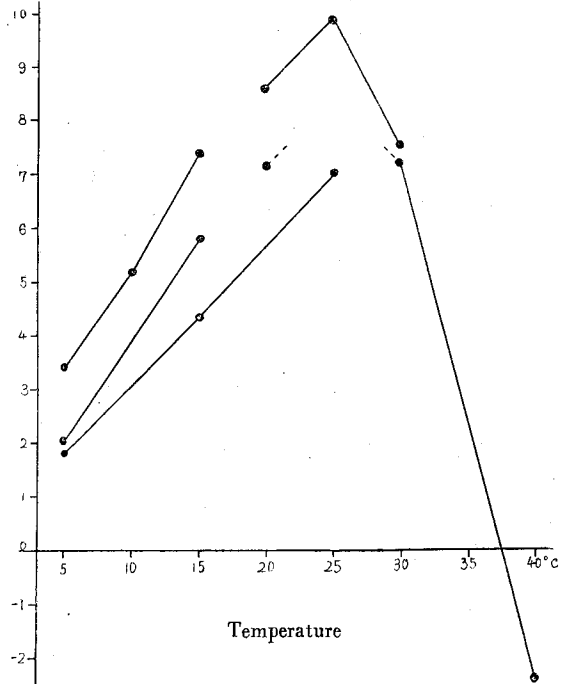


Fig. 3 同化作用量の温度による変化  
evolved O<sub>2</sub> mm<sup>3</sup>/10min./mg (dry matter)



変化を測定した。即ち同化瓶を一定温度に保ち、5時間毎に光量1 (約10,000 lux) を照射して同化量を測定した。その結果は第4図に示す。

#### 5. 温度変化が浅草海苔、青海苔の呼吸作用に及ぼす影響

試料：浅草海苔は1956年1月広島湾(水温9~10°C)養殖海苔、生重量1個体200mg前後、青海苔は上記の海苔の養殖槽に同時に着生したもので生重量1個体10mg前後。

青海苔は数個体をワールブルグガラスコに容れ、呼吸係数(Q O<sub>2</sub>)はKOHを副室に入れる直接法で、呼吸商(R. Q.)は側室、副室にそれぞれH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KOHを入れる直接法(CO<sub>2</sub>貯留の補正の為にマンメーターを1回の測定に3本使用する)で測定した。その結果は第1表、第2表に示す。

#### 6. 藻体の干出が呼吸作用に与える影響

アシアツサ(広島湾(水温23°C)で採取)を直径10mmの円板状に打抜いたものを1ml当り1,000単位のペニシリンを含む海水中で一晩前培養後、数十枚ずつそれぞれ海水中、及び硝子板上に並べて室内(室温20~25°C)に放置した後、滅菌海水で洗滌後、或いは干出状態で測定するときはそのまま検圧計を用いて直接法で測定した。測定温度は25°Cで行った。その結果は第2表に示す。なおその際の水分含量の変化を第3表に示す。

Table. 1 Respiratory-rates ( $QO_2$ ) of *P. tenera* Kjellm and *E. prolifera* muell, at several temperatures.

	<i>P. tenera</i> $QO_2$		<i>E. prolifera</i>	
			$QO_2$	R. Q
5°C	0.78			
10°C	4.23	3.43		
15°C	5.60		4.11, 3.77	0.961, 0.968
20°C		7.03		
25°C			7.03, 5.94	0.791, 0.797
30°C		13.23		

Table. 2 Respiratory-Rates ( $QO_2$ ) of *U. pertusa* Kjellm, emerged and submerged, measured at 25°C.

before emersion		after 20 Hr. emersion	
measured submerging	measured emerging	measured submerging	measured emerging
3.62	2.81	3.22	0.69
3.67	2.84	3.46	0.72

Table. 3 Changes of water-content of *U. pertusa* Kjellm, by the emersion.

before emersion	after 20 Hr emersion	
	washed	not washed
76.92%	79.83%	60.25%

ち所謂適温 (6~13°C) では生長に対して負の効果を与えるが、高温 (19~23°C) では正の効果を与えた結果 (1) の解釈の一材料になるかとも考えられる。渡辺氏 (4) は海藻の呼吸基質となり得る物質を種々検索 (実験温度25°C) した結果藻類は炭水化物 (褐藻類におけるマンニトを除く) をその呼吸基質として利用し得ず、若干の脂肪酸及びアミノ酸のみが利用される事を述べているが、著者等は上述の温度の呼吸に及ぼす影響の第1表の如き結果から考えて、この種の実験には供試藻類が供試前に生育していた環境の温度を考慮する必要を強調したい。又温度の上昇によってその呼吸商が低下する (換言すれば呼吸の基質が変化する) と言う事は、(4) の実験結果の解釈もさる事ながら海藻養殖の際、水温上昇がその製品の色調の退化 (窒素含量の減少と並行する) をもたらすと言う現象を説明する一資料とはなるまいか。

干出の呼吸に及ぼす影響については抵抗性の強いアヲサを試料に用いたのでこの結果のみを以て云々するわけには行かないが、干出がその呼吸量を相当に減少させること、又再び海水に漬ければ急速に回復する事を知った。そして干出によって呼吸量が著しく減少すると言う現象は呼吸と無機栄養塩の積極的吸収、ひいては生長との密接な関係を考える時、温度上昇が呼吸に及ぼす前述の如き影響と共に、言うなれば高温培養ともすべき内海沿岸の海藻養殖の技術改良を考える際に参考にすべき事と考える。

#### 要 約

浅草海苔、青海苔、アヲサを用いて温度変化、干出がその同化作用、呼吸作用に及ぼす影響を検討し

#### 結果の考察

浅草海苔の同化作用量が或る一定の光量で略々飽和されたことはクロレラ (2) 及び水草 (3) についての実験結果と全く同じであり、その光量が約1万ルクスに近かった事もクロレラについての結果 (2) と同じであった。然しこの結果のみを以てこの条件をそのまま海苔生育の至適条件とすることは、勿論温度、日周変化等との関係もあり、これ等の条件を充分加味した長期間にわたる実験を行わなければ何とも判断出来ないが、現在は、同化量、呼吸量の測定を行う際に設定する実験条件を明らかにする為にこの事実を明らかにした事に留めて置きたい。

次に従来、浅草海苔生育の適温と言われている温度より相当高い温度 (25°C) で最大同化量を示したが、このような促進された同化量が維持されるのは極く短時間であって、第4図に示したように25°Cでは直ちに、15°Cにおいてすら十数時間後には低下し始める。このように温度の上昇の海苔生理に与える影響が著しいものがある事は同化作用のみならず、呼吸作用においても認められ、第1表に示したように呼吸量のみならず、呼吸商まで変化している。著者等の得た呼吸量の数値と各種の海藻について既に報告されている数値 (5) との比較は、これ等の報告に実験条件についての明確な記載がないので検討する由もないが、呼吸作用に温度が著しい影響を及ぼすと言う事は、干出の海苔生育に及ぼす影響が温度の高低 (19~23°C, 6~13°C) によって逆転する事、即ち

次の結果を得た。

1. 10°Cにおける浅草海苔の同化作用量は一定の光量（大略1万ルクスに近い）で飽和に達する。
2. 浅草海苔は光飽和の条件では25°C前後で最大同化量を示すがこれには著しい時間要因が存在し、25°Cでは勿論、15°Cにおいてすら長時間にわたってはその最大同化量を持続し得ない。
3. 浅草海苔、青海苔は温度の上昇に伴って呼吸量が増大し、青海苔については同時にその呼吸商が低下することを明らかにした。
4. アヲサは干出によってその呼吸量は数分の一に減少するが、これを再び海水に漬ければ急速に回復する。

#### 引用文献

1. 富士川 滲 ; 朝鮮海苔の生理に関する研究（第5報）朝鮮總督府水産試験場年報第8巻
2. Burlew, J. S. ; *Algal Culture from Laboratory to Pilot Plant* (1953)
3. Hogetsu, K. ; Über den Einfluss von Aussenfaktoren auf die Atmungs- und Assimilationsleistungen der Süßwasser pflanzen. *Bot. Mag. Japan* 52, 573 (1938)
4. Watanabe, A. ; Untersuchungen über die Substrate für Sauerstoffatmung von Süßwasser- und Meeres-algen. *Acta Phytochimica* 9, 325 (1937)
5. Smith, G. M. ; *Manual of Phycology* (1951), 274-276.