天然海域におけるノリの生育と養殖環境の関係—I.

ノリ養殖網周辺微小環境調査報告

今田 克・安藤 真・前木 樹

(1969 年 1 月 16 日受理)

Relationships between growth of *Porphyra tenera* and its
cultural conditions in the natural sea—I.Investigation of the microclimate in the culture net
of *Porphyra tenera*

Osamu IMADA, Shin ANDO, and Shigeru MAEKI*

From October 7 to November 28 in 1966, we have examined the cultural conditions for the growth of *Porphyra tenera* in the Ariake-Sea (Fukuoka Pref.). Then, we have investigated the relationships among growth, injury of fronds and the microclimate of the culture net. The harvest of fronds have been very poor this year, because the injury "Shirogusare" has happend.

Our measurements items are as follows:

1) area of fronds, 2) growth rate of fronds, 3) injury percentage of fronds by colored cells, 4) temperatures of atmosphere, sea water, and culture net, 5) density, pH, desolved oxygen and nutrients ($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$) of the sea water, 6) speed of sea water by the tide, 7) the weather, 8) speed and course of the wind, 9) light intensity in the sea water by sun shining.

These data have been obtained continuously, or at least one time per day. We have also obtained some original data about culture conditions, growth, and injury of *Porphyra tenera*. Some discussions about these relationships are made.

アサクサノリなどを養殖する際に、その養殖環境がノリの生育に対し如何に関与しているか、あるいは養殖環境要因が相互に如何に関連しつつ影響するかを調べることはノリ生産の安定、増産を目指す場合に特に重要である。

しかしながら、これら養殖環境と称する対象ははなはだ広範な意味を含んでおり、大きくは一つの海域の地形や気象、海況などであり、小さくはノリ葉状体やノリ網周辺の微小な物理的、化学的状況などと、その内容は極めて多様である。近年、いわゆるノリ網周辺の微小な環境が特に重視され注目されはじめて¹⁾いる。

これはノリの生産技術が全般的に向上しているにもかかわらず、相変らず生産量において個人差が明瞭であり、また一方ではノリの生理そのものがかなり解明されてきたとはいえ毎年のように病害の発生に悩まされているためである。

著者らはノリ葉状体の人工培養に過去数年たずさわつて、その生理について若干の知見を得たが、この知見が天然海域でのノリ養殖の実際と如何ほどに関連しあるいは異なるものであるかを確かめるべく天然海域におけるノリ養殖環境の調査とノリ葉体の生育、傷害の発生を追跡してみた。本報告はこれらの結果をまとめたものである。

* 協和醗酵工業(株)東京研究所 (Kyowa Hakko Kogyo Co. Ltd. Tokyo Research Laboratories. Machidashi Tokyo Japan.)

調査方法

調査対象 調査対象区として福岡県柳川市沖の端沖合約 4 km の海中の福岡県有明水産試験場の漁区を選択した。これは近年もつとも生産量の大きい有明海漁場の中でもほぼ中央に位し、代表的な生産漁区と考えられたからである。調査期間は昭和 42 年 10 月 7 日から 11 月 27 日まで、約 2 カ月間、これはノリ網の張込みから第 1 回の収穫がほぼ成され得る時期までである。調査対象の位置を Fig. 1 に示す。

供試ノリ網は PVA 合成繊維製（商品名クレモナ 5 号）、寸法 18 m×1.5 m（10 間×5 尺）のもので 10 月 7 日人工屋外採苗にてスサビ系アサクサノリ殻胞子を着生せしめた。

採苗は 25 枚の網を重ね張りして屋外採苗し、1 週間後展開して 1 枚張りとした。一部は生長過程観察用に張網の高さを標準（地面より 60 cm）、1 段高張（75 cm）の 2 種とし、1 部は生長過程観察および環境調査用として槽近くに張網の高さを標準（60 cm）、高張（140 cm）の 2 種とし張込の高さの影響を検べることにした。網には当地での標準方法にもとづいて浮竹を 1.8 m 毎に挿入し、支柱竹を 3.6 m 毎に立ててこれに浮動索 1.5 m を結び干満の潮位変動に対処した。張網の状況、観測槽と張網との相互関係などを Fig. 2 に示す。

調査方法 ノリ網の環境調査には主として連続自記記録計を用いたが、たまたま調査対象区に探鉱用海上ボーリング槽があつて調査員の滞在ができたのでこれに計器類を設置して観測槽とし、環境調査用網ならびにその周辺に設置された検出端は埋没延線したケーブルで観測槽の記録計と連結した。以下に調査項目別に測定機器およびそれらの特長について述べる。

Fig. 1. Outline figure of research point that culture net environment of *Porphyra tenera* were examined.

1. 気温, 水温, 網温 (略号 T_A , T_w , T_N , 最高, 最低, 平均はそれぞれ略号の後に (max), (min), (ave) を付加する。) 測定機器はサーミスタ式温度計 (検出端サーミスタ, 感温部寸法 $2\text{ m/m}\phi \times 10\text{ mm}$, 精度 0.75°C). 表示計器サーミスタ温度指示計, 温度範囲 $0 \sim 100^\circ\text{C}$ および $-40^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$, 精度 $\pm 1^\circ\text{C}$, メーカー, 東芝電気. 記録計 電子管式自動平衡 mV メーター 使用 mV 範囲 50 mV (full scale) 型式 EPR-2 T および EPT-2T(C), メーカー 東亜電波.) 棒状寒暖計 (アルコール封入 $-10 \sim 50^\circ\text{C}$) および U 字型最高最低寒暖計 (水銀封入 鉄針入 $-50 \sim +50^\circ\text{C}$) を使用し, 気温は観測槽 1 階の日陰良通風個所で, 水温は海水面に発泡スチロール樹脂を浮かせてこれに固定し, 網温は環境調査用網の中央の網糸の然りの中に感温部を挿入緊縛して測定した。U 字型最高最低寒暖計は

これとは別に支柱竹と結んでいる海苔網に緊縛して比較対照とした。記録は連続的に採取し, 棒状寒暖計は補正として用いたがほとんど大きな差は認められなかった。

2. 水素イオン濃度 (略号 pH) 測定機器はガラス電極および比較甘汞電極式卓上型 pH 計 (メーカー 東亜電波, 型式 HM-5A, 範囲, pH $0 \sim 14$, 精度 ± 0.05 記録計, 電子管式自動平衡 mV メーター, 使用 mV 範囲 10 mV (full scale) 型式 EPR-2T pH 校正 4.0 および 6.88 メーカー 東亜電波.) を使用し, 水温と同様電極を水面に浮動させた発泡スチロール樹脂に挿入して測定した。

3. 溶存酸素量 (略号 DO_2) 測定機器はポーログラフ式隔膜電極 DO_2 メーター (検出端 $\text{Au} \cdots \text{Ag}$ テフロン隔膜電極, 精度 $\pm 1\%$, 温度自動補償 $\pm 5\%$, 表示計器ベックマン 777 型 DO_2 計, 加電圧 0.8 V , 校正ガス O_2 , メーカー, 東芝ベックン, 記録計, 電子管式自動平衡 mV メーター 使用 mV 範囲 50 mV (full scale) メーカー 東亜電波, 型式 EPR-2 T) を使用し水素イオン濃度と同じく水面に浮動させた発泡スチロール樹脂に電極を挿入して測定した。この検出端は 30 cm/sec 以上の流速が必要とされるが, 測定をチェックする際に電極にそれだけの振動を与えても指示に変化がない所から流速は十分であつたと判断した。

4. 水中照度 (略号 L, また受光量として時間積分したものを TL, 特に水中での受光量を TL_w と表わす。) 測定機器は積分球付水中照度計を用いた。この照度計はポリエチレン製積分球の内部に Cd-S 光電池を内蔵したもので, 水中であらゆる方向からの光に対し均一な指向特性を有するごとく著者らが考案した^{2,3)}ものである。(指示計 (3 段切替) 測定範囲 $200 \sim 90,000\text{ Lux}$ (ただし記録計につなぐと大略 $250,000\text{ Lux}$ まで指示できる。) メーカー 飯尾電気, 記録計 電子管式自動平衡 mV メーター, メーカー 東亜電波, 型式 EPR-2T, 使用範囲 $0 \sim 10\text{ mV}$) この検出端を環境調査用網の表面に上向きに固定緊縛した。

5. 水流 (略号 Vw) 水流は 2 種の流速計を用いた。すなわち比較的高流速に対しては水車式微流速計 (検出端 水車 測定範囲 $20\text{ cm/sec} \sim 1\text{ m/sec}$, メーカー 東邦電探) 低流速に対しては傍熱サーミスタ式水流計 (サーミスタ式流速計 型式 RY-70, 検出端, 傍熱サーミスタ, 温度補償 $5 \sim 30^\circ\text{C}$, 精度 $\pm 5\%$, メーカー 芝浦電子 (株)) を用いた。

Fig. 2. Particular figure of test area in the sea.

この検出端は当初水面下 20 cm に浮動させたが、浮動による誤差がかなり大なので結局網の直下地上 30 cm の所に固定した。

6. 海水比重 (略号 D) 海水比重は赤沼式浮子比重計にて測定した。測定目盛 1.000~1.030 および 1.020~1.030 の 2 本を併用し温度補正は棒状寒暖計によつた。

7. 風速 (略号 VA) 観測櫓の頂上、地上 37 m に備付のロビンソン風速計によつた。

8. 網湿度または網乾燥度 (略号 H) 干出時の網の付着水分の変化を湿度計によつて平衡湿度を求めて測定した。測定機器はサーミスタ湿度計 (検出端 電気抵抗式感湿素子極小型、表示計器エース AH 型鋭敏湿度計 精度 $\pm 2\%$ 測定範囲 RH 10~30% 30~70% 70~95% を用い、網を一部感湿素子の上に貼付して、ビニールテープにて素子および網を密封し受感部が平衡に達するまで放置測定した。

9. 栄養塩類、一応栄養塩類としては $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 NO_3 (NO_2 を含む)-N、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の 3 項目を測定した。いずれも定時にサンプリングし同時に殺菌剤を投与密栓したものを持帰り分析した。分析方法は次の通りである。

$\text{NH}_3\text{-N}$ ネessler 改良法

$\text{NO}_3\text{-N}$ マリン・リレー法

$\text{PO}_4\text{-P}$ モリブデン・ブルー法

10. ノリ葉体の寸法等 ノリ葉体の寸法は顕微鏡および肉眼で毎日 1 回サンプリングしたノリ網について観察し、幼時は細胞数を、生長後は長さおよび幅を測定し、30 μm 以上の個体について代表値を求めて mm^2 にて表示した。この寸法から日生長率を算出した。すなわち日令 n 日の葉体を考えた時 S_n をその面積、 a を日令 1 の面積とし G を日生長率とすると、 $S_n = a(1+G)^{n-1}$ となり $n-1$ 日では $S_{n-1} = a(1+G)^{n-2}$ なる関係が得られたが $S_n = S_{n-1}(1+G)$ が得られ S を毎日実測することにより G を算出した。初期段階では細胞数より面積を概略計算した。

11. ノリ葉状体障害度 ノリ葉状体の寸法同様毎日のサンプリングで得た網をエリスロシン染色 (30,000 倍 $\times$ 3 分) し、染色される細胞数と葉体の全細胞数との割合を障害度として % で示した。

結 果

以上の各機器を用いて調査期間の全期をほぼ連続的に観測し、ノリ網周辺の微小環境の変化がいかなるものであるか、またそれとノリ葉体の生長および障害にいかなる関連があるかを詳細に追つてみた。結果は膨大なデータとなつたがこれを代表値に整理して表示すると Table 1 より Table 5 および Fig. 3 に集約できる。これらの Table および Fig. についてこの年のノリ養殖環境の特性を追つてみると次の各事項を窺うことができる。

1. 天候気象 (Table 1)、熊本地方の平年の晴天日は 10~11 月を通算すると 49.2% である⁴⁾。

しかるにこの年の調査期間中は快晴および晴の日の比率は 63.3% で約 14.1% 高く晴天の日が比較的多くしたが干出時の露出条件も厳しい日が多かつたと推定される。

2. 気温 (Table 2)、水温について日平均値で調査年と平年値^{5,6)} を比較すると若干の凸凹はあるとしても、そのレベルおよび下降傾斜の度合共に著しい差はなく、ほぼ平年並といえよう。

3. 気温の日変化はもちろん天候によつて支配されかつまた時間的には夜間に低く昼間に高い。最低気温はまちまちであつたが常に 15 時を中心とした数時間に最高温度は集中している。所で最高気温と最低気温との差は比較的小さく、 10°C を超える日は観測期間 50 日間のうち 9 日を数えるにすぎず、しかも 10 月に大半が集中していた。

4. 水温 (Table 2) の日変化はさらに緩慢で、天候、昼夜の別によつて支配されることはさらに少ない。

最高と最低の差すなわち $T_w(\text{max}) - T_w(\text{min})$ は通常僅か 2°C 程度で最もはなはだしくて 4°C 、特に小さい日は 1°C にしか達しない。

5. これに対して網温 (Table 2) の日変化はかなり特異的であつて干出時の環境変化が予想以上のもの

Fig. 3. Change of culture conditions of *Porphyra tenera*.

であることが指摘できる。すなわち1例として $T_N(\max) - T_N(\min)$ をみるにこれが 10°C を超える日は10月20日から11月27日までの約40日間に13日も存在し、干出時の網温度変化は気温、水温の変化よりも遙かに厳しく、昼夜の別、日射の有無などによって一層のものとなり、養殖環境としてノリ葉体に対してもっとも身近であるのでその影響は大きいと考えられる。

Table 1. The weather and the tide time.

Date (Month /Day)	The Weather	The sunrise time (Hr. Min.)	The sunset time (Hr. Min.)	The high tide time (Hr. Min.) (Hr. Min.)		The low tide time (Hr. Min.) (Hr. Min.)		The velocity of the wind. (m/sec)	Age of the moon
10/6		6.16	17.57	10.44	22.47	4.31	16.52		
7	F-C	6.17	17.58	11.33	23.18	5.07	17.30	1~5	
8	VF	6.17	17.55	12.03	23.50	5.43	18.08	2~7	
9	VF	6.18	17.54		12.46	6.19	18.49	0~1	
10	VF	6.19	17.53	00.24	13.42	7.02	19.49	1~2	
11	VF	6.20	17.52	1.08	15.54	8.07	21.54	1~2	●
12	F	6.20	17.51	2.50	17.55	10.10	23.47	1~2	
13	R	6.21	17.50	5.26	18.47	11.49		3~5	
14	F	6.21	17.49	6.33	19.22	0.45	12.47	3~6	
15	VF	6.22	17.48	7.20	19.52	1.24	13.30	1~4	
16	VF	6.22	17.47	7.58	20.19	1.58	14.06	2~5	
17	C	6.23	17.45	8.34	20.46	2.29	14.39	2~5	
18	C	6.24	17.43	9.09	21.13	3.00	15.11	2~4	
19	VF	6.25	17.42	9.42	21.39	3.28	15.42	2~4	○
20	VF	6.26	17.41	10.11	22.04	3.55	16.10	1~2	
21	FV	6.27	17.40	10.40	22.28	4.20	16.39		
22	F	6.28	17.39	11.06	22.51	4.46	17.06	1~2	
23	C	6.29	17.38	11.34	23.17	5.11	17.33	5~7	
24	C	6.29	17.37	12.04	23.46	5.39	18.02	3~5	
25	F	6.30	17.36		12.44	6.16	18.46	1~5	
26	C	6.31	17.35	0.27	13.53	7.10	20.10	2~5	
27	R	6.32	17.34	1.40	16.15	8.39	22.24	10~15	●
28	C	6.33	17.32	4.01	17.41	10.32	23.48	5~12	
29	VF	6.33	17.31	5.38	18.29	11.50		0.05~1	
30	VF	6.34	17.30	6.38	19.11	0.39	12.49	0~2.5	
31	VF	6.35	17.29	7.29	19.50	1.24	13.39	0~1	
11/1	VF	6.36	17.28	8.17	21.29	2.07	14.25	1~6	
2	C	6.37	17.27	9.03	21.08	2.48	15.11	1~3	
3	VF	6.38	17.26	9.48	20.47	3.30	15.54	3~7	○
4	F-C	6.39	17.25	10.31	22.24	4.09	16.37	2~4	
5	R	6.40	17.23	11.14	23.00	4.48	17.17		
6	C	6.40	17.23	11.56	23.35	5.26	17.58	2~5	
7	F-C	6.41	17.23	12.00	12.39	6.04	18.42	2~4	
8	C-R	6.43	17.22	0.12	13.32	6.47	19.41	1~2	
9	C	6.43	17.21	0.59	15.03	7.45	21.21	5~10	
10	C	6.44	17.20	2.28	16.52	9.23	23.00	2~8	●
11	VF	6.45	17.20	4.41	17.53	10.58		1~5	
12	C	6.46	17.19	5.58	18.31	0.02	12.01	5~15	
13	VF	6.47	17.18	6.47	19.03	0.44	12.48	1~6	
14	VF	6.48	17.18	7.23	19.34	1.18	13.28	1~3	
15	VF	6.49	17.17	8.06	20.05	1.52	14.15	1~10	
16	VF	6.50	17.16	8.42	20.36	2.24	14.51	6~10	
17	C	6.51	17.16	9.19	21.09	2.57	15.28	8~10	
18	F	6.52	17.16	9.54	21.39	3.38	15.52	1~8	○
19		6.53	17.15	10.26	22.10	3.58	16.26		
20		6.54	17.15	10.59	22.38	4.30	16.58		
21		6.55	17.14	11.29	23.06	5.00	19.29		
22	F	6.56	17.14	12.02	23.41	5.32	18.04		
23	F	6.57	17.13		12.42	6.11	18.49		
24	F	6.58	17.13	0.25	13.40	7.02	19.58		
25	F	6.59	17.12	1.33	15.06	8.15	21.31		
26	C	7.00	17.12	3.19	16.33	9.45	22.54		●
27		7.00	17.12	4.58	17.36	11.06	23.57		

* The weather.

VF: Very fine. F: Fine. C: Cloudy. R: Rain.

Table 2. Temperature of the atmosphere, the sea water and the culture net.

Date M/D	T_a (°C)*				T_w (°C)**				T_{nw}^{***}	T_{na}^{****}	T_{nw}	T_{na}	Temp. difference	
	Max.	Min.	Ave.	***** Normal year	Max.	Min.	Ave.	***** Normal year	Max.		Min.		Temp. difference	
									In the water	Out of the water	In the water	Out of the water		
10/7	20.0	16.5	18.2	19.1	22.5	21.2	21.9	22.6						
8	22.0	15.5	19.0	18.9	22.0	21.5	21.9	22.5						
9	23.0	13.0	18.6	18.7	21.8	21.5	21.7	22.4						
10	23.0	12.8	17.9	18.5	21.8	20.8	21.2	22.2						
11	23.0	12.5	19.1	18.3	21.6	20.8	21.3	22.0						
12	25.0	17.5	11.2	18.0	21.9	20.5	21.4	22.1						
13	23.5	20.5	12.0	17.9	22.5	21.5	21.9	22.3						
14	23.5	17.3	10.7	17.8	21.5	21.0	21.3	22.1						
15	20.0	12.3	16.9	17.7	20.9	19.5	20.3	21.8						
16	21.0	9.5	15.1	17.3	20.5	18.5	19.6	22.0						
17	20.0	13.5	16.7	17.2	20.0	18.0	18.9	21.1						
18	19.5	14.5	17.2	17.0	19.6	19.0	19.3	21.0						
19	20.7	12.0	17.1	16.7	20.0	18.7	19.3	21.1						
20	23.6	9.2	15.1	16.5	19.5	18.6	19.0	21.0	19.5	25.0	17.0	8.0	17.0	1.4
21	19.0	11.0	15.4	16.3	20.3	18.9	19.7	20.5	20.1	24.0		11.3	12.7	5.2
22	22.0	9.8	16.8	16.2	20.2	19.0	19.5	20.5	20.2	23.0	18.0	9.8	13.2	3.0
23	19.5	11.3	15.7	16.0	20.0	18.5	19.2	20.7	20.0	29.0	17.8	10.0	10.0	0
24	20.0	15.0	17.2	15.7	19.5	17.7	18.6	20.4	19.7	16.0	17.7	13.5	6.2	-1.5
25	22.5	13.0	18.2	15.6	19.5	17.5	18.5	20.1	19.5	17.3	16.7	13.0	6.5	1.3
26	19.0	14.5	16.9	15.5	19.2	16.9	17.8	20.2	19.2	14.5	16.7	14.0	5.2	0
27	14.1	11.6	13.0	15.4	17.4	15.6	16.6	19.7	17.7	12.0	15.0	11.6	6.1	0
28	18.0	12.0	15.5	15.2	19.0	15.7	17.6	19.8	19.0	10.0	15.7	11.5	8.5	2.5
29	20.0	11.5	15.7	15.1	19.6	17.0	18.0	19.7	19.7	23.0	16.6	12.0	11.0	4.0
30	20.0	11.0	16.1	15.0	19.7	18.3	19.0	19.5	19.8	24.8	18.5	12.8	12.0	4.8
31	22.5	11.5	16.6	14.8	20.0	18.3	19.8	19.1	20.0	23.5	18.0	10.7	12.8	1.0
11/1	23.0	12.0	16.8	14.7	20.2	19.4	19.8	19.2	20.7	25.3	19.0	11.6	13.7	2.3
2	19.5	17.0	17.5	14.5	20.1	19.6	19.9	19.4	20.5	21.0	19.6	16.0	5.0	2.7

11/3	19.5	13.5	16.2	14.4	20.0	19.4	19.8	19.5	20.0	20.5	19.0	11.0	9.5	1.0
4	17.0	7.0	16.3	14.2	19.5	18.7	19.1	19.1	20.0	17.0	17.8	6.3	13.7	0.5
5				14.0	19.2	18.2	18.6	18.9			17.9	11.0	8.0	
6	18.3	14.8	16.2	13.8	19.2	18.0	18.7	18.7	19.2	15.9	17.5	14.0	5.2	0
7	18.5	10.0	14.3	13.7	18.8	17.0	18.0	18.6	19.0	15.0	16.5	11.5	7.5	2.0
8	17.0	10.0	13.7	13.6	18.4	16.5	17.7	18.7	18.5	11.0	16.0	9.0	9.5	0
9	18.5	14.1	15.8	13.4	18.1	16.2	17.4	18.7	18.1	14.9	16.1	14.0	4.1	-0.6
10	16.5	12.0	13.9	13.2	17.7	15.5	16.4	18.2	17.7	14.3	15.3	10.7	7.0	0
11	20.5	10.3	14.6	13.0	17.4	15.4	16.6	18.3	17.5	18.0	15.4	12.0	6.0	1.5
12	15.0	9.8	13.1	12.7	17.0	15.4	16.4	17.8	17.2	15.7	13.5	6.0	11.2	1.2
13	13.0	5.0	9.0	12.4	15.4	14.5	14.9	17.9	15.3	14.5	12.8	6.1	9.2	3.0
14	14.5	5.0	9.7	12.2	15.3	14.0	14.7	17.8	15.6	15.7	13.0	4.5	11.2	1.2
15	15.5	8.5	11.7	12.1	15.2	14.5	14.7	17.5	15.2	18.0	13.5	5.5	12.5	2.5
16	15.0	5.5	9.9	12.0	14.3	13.2	13.8	17.2	14.3	15.5	12.5	3.5	12.0	0
17	14.0	5.9	10.1	11.9	14.0	12.4	13.3	16.8	14.2	13.7	12.0	4.6	9.3	0.7
18	17.5	10.5	12.2	11.7	14.2	12.2	13.5	17.1	14.6	13.8	10.5	8.0	6.6	-5.2
19				11.6				16.9						
20				11.5	13.6	12.8	13.2	16.6						
21				11.3				16.2						
22	13.5	(6.8)	10.9	11.2				16.0						
23	14.5		12.2	11.0	14.6	13.0	13.9	15.9						
24	15.6	7.0	11.5	10.9	14.3	13.4	14.0	15.7	14.3	13.5	12.9	6.2	8.1	1.1
25	15.3	9.0	12.3	10.7	14.0	12.9	13.6	15.8	14.5	13.8	12.9	8.0	6.5	-0.2
26	14.6	8.5	10.8	10.5	14.0	11.0	12.9	15.4	14.0	14.7	11.0	8.7	6.0	1.5
27				10.2	13.8	13.3	13.5	15.0						

- * T_a : Temperature of the atmosphere.
** T_w : Temperature of the sea water.
*** T_{nw} : Culture net temperature in the water.
**** T_{na} : Culture net temperature out of the water.
***** $T_a(*)$: Temperature of the atmosphere at the just time of T_{na} (Max.).
***** Temperature of the atmosphere in normal year shows the data of the country about Kumamoto.
***** Temperature of the sea water in normal year shows the data for 11th years (at the high tide time) at Omuta branch of Ariake-fisheries experiment station in Fukuoka prefecture.

Table 3. Lightness relative data, pH and density of sea water.

Date M/D	The weather*	Day light time (Hr.)		Lightness**		Light intensity***		pH			Density			DO ₂ (%)
		Out of the water	In the water	In the whole	In the water	In the whole	In the water	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.	Ave.	Ave.
10/7	F	3.55	8.12	392	345	70	70				24.8	24.0	24.4	
8	VF	2.65	8.98	821	700	150	150				28.4	24.4	26.5	
9	VF	2.23	9.37	970	875	150	150				25.0	22.8	24.3	
10	VF	2.42	9.15	955	740	150	150							
11	VF	3.30	8.23	891	539	130	120							
12	F	2.30	9.20	504	289	100	70				23.8	21.0	22.8	
13	R	4.00	7.45	129	49	33	15				23.9	22.6	23.0	
14	F	4.25	7.17	1010	418	170	110				23.6	23.3	23.5	
15	VF	4.35	7.05	1090	270	200	100		7.95	7.95	24.0	22.3	23.2	
16	VF	4.45	6.92	1045	255	180	80	8.05	8.00	8.01	23.9	20.9	22.7	
17	C	4.35	6.98		(100)			8.10	8.00	8.04	23.9	18.7	22.7	
18	C	4.35	6.95		(100)			8.07	8.00	8.03	26.0	23.9	25.2	
19	VF	3.67	7.62	867	647	180	180	8.13	8.05	8.10	24.5	22.9	23.9	
20	VF	3.50	7.75	846	541	160	120	8.20	8.05	8.13	25.1	23.0	24.0	
21	VF	3.43	7.78	746	621	160	120	8.25	8.07	8.14				
22	F	2.98	8.25	678	618	100	100	8.20	8.07	8.16	24.2	22.4	23.6	
23	C	2.40	8.75	215	211	35	35	8.25	8.10	8.18	23.9	22.8	23.6	
24	C	1.92	9.22	162	160	25	25	8.20	8.16	8.19	23.8	22.7	23.6	
25	F	1.92	9.18	716	687	110	110	8.30	8.24	8.28	23.9	22.1	23.3	
26	C	2.07	9.00	150	146	25	25	8.28	8.24	8.26	23.0	21.4	22.2	
27	R	3.47	7.57	75	54	15	15	8.20	8.20	8.20			22.6	
28	C	3.42	7.57	574	154	130	50	8.20	8.20	8.20	24.0	19.3	21.3	
29	VF	4.25	7.72	819	259	190	80	8.30	8.10	8.22	22.2	20.8	21.5	
30	VF	4.70	6.23	1090	250	190	110	8.24	8.15	8.21	23.6	17.1	20.7	
31	VF	4.45	6.45	977	317	190	85	8.30	8.17	8.25	23.7	21.7	22.7	

11/1	VF	4.17	6.70	725	313	190	120	8.25	8.22	8.23	25.2	20.3	23.5	
2	C	4.28	6.55	170	64	60	16	8.30	8.15	8.21	23.8	22.8	23.4	
3	VF	3.50	7.30	884	339	200	120	8.27	8.12	8.20	23.8	22.8	23.4	
4	F	2.73	8.03	342	261	55	55	8.30	8.20	8.25	24.5	23.7	24.0	
5	R	2.58	8.17		(60)			8.25	8.20	8.22				
6	C	2.03	8.67	209	195	36	36	8.25	8.15	8.20	23.7	23.0	23.5	
7	F	2.12	8.58	482	407	90	90	8.15	7.90	8.03	24.6	20.8	23.2	
8	R	2.55	8.12	166	118	322	32	8.05	7.90	7.98	23.5	17.5	21.9	
9	C	2.90	7.73	127	66	330	24	8.35	8.15	8.21	23.4	19.1	22.1	
10	C	3.89	7.72	310	191	55	55	8.20	8.13	8.18	23.3	19.1	21.5	
11	VF	3.77	7.82	773	333	150	125	8.20	8.07	8.15				
12	C	4.25	6.30	245	53	50	25	8.20	8.10	8.15	22.7	118.5	21.4	
13	VF	4.28	6.23	1013	163	200	67	8.20	8.10	8.13	22.4	18.2	21.0	
14	VF	4.08	6.42	607	207	190	120	8.14	8.10	8.12	23.1	20.9	22.5	74.0
15	VF	4.08	6.38	916	306	190	130	8.20	8.10	8.16	23.0	21.9	22.6	72.6
16	VF	4.13	6.30	846	294	200	120	8.25	8.08	8.17	23.3	20.3	22.4	74.9
17	C							8.25	8.10	8.18	23.9	22.9	23.2	77.5
18	F							8.30	8.20	8.25	24.8	22.7	23.8	78.7
19														
20														
21	F													
22	F										23.4	20.1	22.2	
23	F										23.5	22.8	23.2	
24	F										22.9	17.5	21.2	
25	F										22.8	19.9	21.4	
26	C										22.8	20.2	22.0	

* The weather.

VF: Very fine. F: Fine. C: Cloudy. R: Rain.

** Lightness shows the sum of lightness of every hour in the day light time (KLux. Hr./day).

*** Max.-lightness in the day light time is showed (KLux.).

Table 4. Net's moisture change.

No.	Date	Sampling time (Hr. Min.)	Atmospheric phenomena at the sampling time				Life time (day)	Progress time out of water (Hr. Min.)	Sampling net's data	
	M/D		The weather*	Atmospheric temperature (°C)	Relative humidity (%)	Velocity of the wind (m/sec)			Relative humidity (%)	Moisture content (%)
1	10/23	16.30	C	19.0	59.0	5~7	0	30	84.0	40.0
		17.00	"	19.0	59.0	"	"	1.00	75.0	28.0
		18.00	"	20.0	59.0	"	"	2.00	67.0	21.0
2	10/30	11.00	VF	16.5		0~2.5	"	30	92.0	80.0
		11.30	"	19.0		"	"	1.00	80.0	33.5
		12.00	"	19.5		"	"	1.30	74.0	27.0
		12.30	"	20.0		"	"	2.00	68.0	21.7
		13.30	"	20.0		"	"	3.00	65.5	19.5
		14.30	"	19.8	57.5	"	"	4.00	63.0	18.0
3	11/11	19.55	VF	16.5	56.0	4~5	"	1.00	86.0	45.0
		10.55	"	16.5	60.0	2	"	2.00	76.0	29.0
		11.55	"	16.7	60.0	1	"	3.00	66.0	20.0
4	11/11	19.55	VF	16.5	56.0	4~5	36	1.00	93.0	80.0
		10.55	"	16.5	60.0	2	"	2.00	74.0	27.0
		11.55	"	16.7	60.0	1	"	3.00	66.0	20.0
5	11/12	11.00	C	13.8	63.0	5.5	"	1.00	76.5	30.0
		12.00	F	15.1	62.0	6.0	"	2.00	65.5	19.7
		13.00	F	14.5	58.0	10.0	"	3.00	64.5	19.0
6	11/12	11.00	C	13.8	63.0	5.5	37	1.00	82.5	37.0
		12.00	F	15.1	62.0	6.0	"	2.00	64.0	18.5
		13.00	F	14.5	58.0	10.0	"	3.00	64.0	18.5
7	11/15	13.08	VF	16.7	45.0	5.0	40	1.00	93.0	80.0
		14.08	"	16.4	46.0	6.7	"	2.00	59.0	15.5
		15.08	"	14.2	48.0	9.0	"	3.00	55.0	13.4
		16.08	"	13.8	45.0	7.5	"	4.00	52.0	11.8

* The weather.

VF: Very fine. F: Fine. C: Cloudy. R: Rain.

Table 5. Growth rate and injury of fronds, and nutrient salt of the sea water.

Date	Life time	Growth rate (%/day)			Injury of fronds (%/day)			Nutrients salt (γ/cc)		
M/D	Day	Standard*	15 cm** higher	80 cm*** higher	Large	Middle	Small	NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P
10/7	1									
8	2	61.0						0.05	0.219	0.01
9	3	56.7						0.07	0.361	0.02
10	4	55.1								
11	5	55.0								
12	6	50.0								
13	7	47.5						0.09		0.01
14	8	45.0								
15	9	33.3								
16	10	33.3								
17	11	37.5								
18	12	36.5						0.08	0.191	0.01
19	13	33.3		11.9						
20	14	35.0		11.9						
21	15	33.0		21.0						
22	16	33.0		11.7						
23	17	46.0	37.5	22.2				0.27	0.261	0.01
24	18	43.0	33.3	21.0	1 >	1 >				
25	19	50.0	31.0	20.0	3	1 >				
26	20	40.0	30.5	25.0	3	1 >				
27	21	38.0	26.7	30.0	2	1 >				
28	22	27.5	26.2	28.3	7	12		0.09	0.236	0.01
29	23	24.2	24.0	23.0	4	3				
30	24	24.0	18.1	22.0	6	5				
31	25	23.0	21.3	26.8	6	10				
11/1	26	31.5	28.5	26.2						
2	27				7	17				
3	28	44.0	37.5	23.0	10	1 >		0.13	0.345	0.01
4	29	44.3	36.4	35.0						
5	30	50.0	40.0	41.2	3	1 >				
6	31	54.0	33.3	52.5	1 >	1 >				
7	32	63.2	28.5	57.0	2	1 >				
8	33	104.0	30.4	53.0	1 >	3				
9	34	114.0	31.9	66.7	1 >	3				
10	35	45.5	61.3	80.0	2	7				
11	36	38.7	100.0	83.5	2	5				
12	37	29.3	60.0	52.5	4	5		0.07	0.298	0.02
13	38	35.7	68.7	60.0	10	3				
14	39	14.3	55.5	47.5	3	8	3			
15	40	25.8	49.0	44.0	5	15	5			
16	41	23.4	40.0	33.0	10	10	10			
17	42	32.0	28.8	37.1	25	15	3			
18	43	40.3	24.5	29.0	20	25	5			
19	44	45.3	21.5	23.4	25	10	5	0.12		0.08
20	45	30.6	22.0	13.3						
21	46	26.5	18.0	10.6						
22	47	22.6	18.2	9.5						
23	48	21.0	16.4	5.9	20	15	20			
24	49	15.0	15.5	5.4	15	18	25			
25	50			5.4	10	5	15			
26	51				10	10	60	0.12		0.08

* The height of net....60 cm

** The height of net....75 cm

*** The height of net....140 cm

6. 水素イオン濃度 (pH) (Table 3) の変化は従来から光合成、呼吸による溶存炭酸ガスの消長を表わす指標と考えられており、得られた結果からは昼高く夜低い傾向を示しているもののその変化はあまり著しいものではなく、pH(max) 8.35~pH(min) 7.90 の範囲に止まり、かつ大半が 8.10~8.30 の pH 幅 0.2 の間に収まった。ただ快晴、晴天の日の午後にはかなり pH は高まることが認められたが、特に異常というほどではなかった。これは有明海では潮汐流が早ことおよび測定点が網近傍とはいえ網内にないことによる攪拌の影響が強く出たためと判断される。

7. 溶存酸素 (Table 3) は電極にトラブルがあつて全期間を測定し得ず 11 月 4 日より 18 日までの 5 日間の変化を追跡したに止つた。しかしこのデータによると溶存酸素量は常に 70~80% 飽和であつてやはり pH の変化と同様夜間に低く午後に高い傾向を示し特に干出直後に高い値をしている。これはノリの光合成、呼吸の影響と気液の接触の良否を示すと考えられる。ただ pH 電極同様の検出端も網内まで挿入できなかったたのでその誤差は当然背負っていると解釈する必要がある。

8. 照度および受光量 (Table 3) は当然天候によつて大きく支配され快晴と雨とではその値は 10 倍以上も異なる場合がある。(例えば 10 月 19 日快晴の例では受光量は 867 kLux-hr/Day であり一方 10 月 27 日雨の例では受光量は 75 kLux-hr/Day にすぎない。) しかしさらに重要なことは光合成に直接関与する水中での受光量は干出時刻の変化によつて大きく異なることである。極端な例では 10 月 15 日の総受光量 1,090 kLux-hr/Day であるに対し水中受光量は 270 kLux-hr/Day と 25% にすぎない。この水中受光量は 10 月 23 日曇天でありながらなお 211 kLux-hr/Day の水中受光量が測定されたことと対比して環境の複雑さを物語る 1 例といえよう。

9. 有明海の海水の動きが東京湾などに比して大きいことは干満差の著しいことから当然予想される所である。また実測値を整理すると流速 (cm/sec) 0~10=14.5%, 10~20=22.1%, 20~30=22.8%, 30~40=15.2%, 40~50=8.3%, 50~60=9.7%, 60~70=2.8%, 70~80=1.4%, 80~90=0.7%, 90~100=0.7%, 100~150=2.1% となり流速のおそい区は当然最満干潮時刻を中心とした 1 時間程度でこれをはずれると流速は急に大となり、この傾向は東京湾などに比して遙かに顕著である。また退潮と昇潮では退潮の方が流速は大である。

10. 海水比重 (Table 3), 海水比重はもちろん河川水の流入によつて変化するわけで、この観測槽の近傍は例年筑後川水系の影響をうけて比較的低塩分であるとされ、有明水試のデータによればすなわち、昭和 41 年度⁷⁾ の月別調査では 10 月 21.76, 11 月 20.92, 昭和 42 年度⁸⁾ は 10 月 25.03, 11 月 23.45 と高くなつており、日平均で 20.0 を割る日は存在せず、最低値で 17.1 という測定値が 1 回あつたのみで、ノリ生育に大きな影響があるとされる 10.0⁹⁾ にはまだかなり余裕を残していたといえよう。

11. 湿度 (乾燥度) (Table 4) 干出時の網がどの程度に乾燥するかは天候、気象、干出時刻、網材質、ノリ着生状況等によつて当然異なるはずであつてその実際をいくつかの場合について測定したものを表示した。湿度より含水率を算出するには愛知水試の方法を利用した¹⁰⁾。その結果快晴の日は干出後約 2 時間で含水率は平衡に達し 20% を切るが曇天の日は 3 時近くでもなお 20% 以上を有するようである。

12. 栄養塩類 (Table 5), 栄養塩の分析は観測槽ではできないのでサンプルに殺菌剤を投入し密封保存し持帰つて分析した。サンプルは大体週 1 回の間隔で採取したがサンプル量が少なく NH₃-N の分析を割愛したものも若干ある。

分析結果をみるとアンモニウム塩、硝酸塩、磷酸塩共全期間中バラツキはあるが、かなり豊富でいわゆる貧栄養区に比すれば十分の濃度が存在するといひ得る。

13. 葉状体寸法、葉状体寸法は日令 30 日位までは顕微鏡により以後は肉眼による測定で mm² に換算して Fig. 3 に図示した。またこれより日生長率 (Table 5) を求めると生長の傾向が特に明瞭となる。すなわち標準、高張網ともに日生長率は日令と共にいくつかの大小の山、谷を描いて変化し特に 11 月中旬に大きな山を有する。これらの山、谷の周期はほぼ月令の朔、望の周期に一致し位相は数日ずれた形となる。また張網の高さによつて日生長率の変化は異ってくるがその傾向は決して潮位変化だけとは一致しない。

張網高さによる生長の差を求めてみると1段高張区、高張区共標準区に比して葉状体面積は同一時点では常に小さく、例えば11月24日(日令49日)の時点で標準区は1段高張区の3倍、高張区の6倍の葉状面積を有し日生長率(%)もなおかなりの水準を維持している。

14. 葉状体傷害率(Table 5), 葉状体傷害率はエリスロシン溶液によつて染色される細胞と染色されない細胞数との割合で表示したが、このエリスロシン染色の方法についてはその処理時間、前処理方法、使用濃度などにいろいろ意見があつてまだ確定された方法はないので今回は30,000倍希釈溶液を用いて3分間の染色後計数した。染色の際に一応葉状体寸法から判断し大, 中, 小の三つに分けて表示したがそれで調べてゆくと11月初旬に一度傷害の発生が認められそれが一旦減少して再び中旬より傷害が広がり特は小芽について顕著となる。

例えば小芽については11月26日には傷害率60%を越えているが、これが白ぐされ病へと推移したと予想される。

15. 同時に生育している微生物、藻類、カビ、酵母、バクテリアを対象として調査を行なつたが特に異常な現象を認めなかつた。一般に藍藻および糸状バクテリアの寡多が問題とされたが少なくとも傷害のはなはだしくなるまではこれを認めていない。

考 察

昭和42年度の有明海海域におけるノリ生産は11月中旬より12月初旬に全面的に発生せる白ぐされ症状によつて壊滅的被害をこうむり産額量も福岡、佐賀両県でみるに福岡が昭和40年度521(単位百万枚、以下同じ)、41年度786に比し42年度は450、佐賀は40年度378、41年度508に比し42年度は83と大幅に減少した¹¹⁾。しかし調査期間中の10月から11月にかけての生長は比較的順調であつて、また気象条件も平年の例と水温、気温などを比較するにその絶対値、温度下降の傾向共多少の凸凹はあつても大体平年通りであつた。ただこの夏は70年ぶりといわれた九州大干害の発生を見た夏であつて夏期の降雨は80日間にわたつてほとんど皆無であり、この漁区に関係する筑後川水系の河川流量に当然影響があつたであろうこと、10月末に季節はずれの台風34号が訪れ一時的に気象、海況に影響を与えたことが特筆される。参考のために筑後川河川流量をTable 6に示す。

本調査は偶然この病害の発生に関与していると思われる10月上旬から11月下旬にかけての生育環境を併せ測定したことになつたので(1)ノリ葉状体の生長と環境、(2)ノリ葉状体の傷害と環境の二つの面で

Table 6. The water quantity of Chikugo river.

Month	The year.								
	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Sep./16–Oct./15	72.9	153.1	129.2	102.2	93.9	76.2	102.6	26.8	21.8
October	57.3	85.0	103.5	97.2	83.2	68.4	65.7	143.9	37.5
Oct./16–Nov./15	52.8	50.8	83.6	64.8	66.5	60.0	66.5	72.4	42.9
November	50.4	49.4	84.4	61.1	58.9	53.7	71.5	62.4	42.1
Nov./16–Dec./15	46.5	47.1	80.3	60.3	58.2	43.8	69.8	59.6	41.2
December	55.5	39.4	49.6	51.5	54.1	43.8	70.5	47.8	31.7
Dec./16–Jan./15	58.3	45.1	43.8	55.0	55.1	39.6	89.5	47.4	31.0
January	57.3	49.0	44.5	62.5	76.0	36.2	69.8	49.6	35.3
Jan./16–Feb./15	52.6	49.1	60.9	58.9	86.8	46.7	45.6	51.8	29.0
February	40.9	48.0	66.1	58.8	73.1	46.8	53.8	49.4	28.9
Feb./16–Mar./15	43.2	44.8	49.3	82.4	62.0	34.4	129.7	44.8	
March	45.4	66.4	40.0	88.2	59.6	30.8	133.3	69.9	

考察を試み、さらに (3) その他の問題について検討を行なった。

(1) ノリ葉状体の生長と環境

結果の項で述べたごとく本調査年度の気温、水温の下降状況はほぼ平年とかわらず、また海水比重、海水 pH、栄養塩濃度などについても特に異常は認められず、したがって初期のノリ芽の生育環境は一応順当と考えられる。

しかるになおこの間のノリ芽の生長を示す日生長率の変化は一定周期毎に起伏を有し、このことは人工的に環境を一定にしたフラスコでの培養¹²⁾の場合などとはなはだ趣を異にしている。

著者らの実験によればフラスコ培養では日生長率は初期に高く日令を経るにしたがつて拋物線状に減少し大略日令 10 日位までが 100% 前後あるものが以後 10 日毎に 60%, 30%, 20% と低下してゆく。しかるに本調査での日生長率はこれらの傾向と全く異っており、これは当然ノリ葉状体の本来の性質とは別にその環境因子が生長に強く働いてその結果かかる生長過程を形成したと考えられる。日生長率の高い点は 10 月 7 日, 25 日, 11 月 9 日にそれぞれ頂点を有し特に最後の山が大きい。この周期は約 15~18 日毎であつて月令の周期の半分とほぼ一致し、したがって潮汐変化の周期と一致し、さらに大潮より約 6 日おくれた所に位相は一致する。水中に網が浮遊している水中時間は大潮時にもつとも短かく小潮時に長いのが通常であり、水中時間の長いことが生長を早くすると考えられるが小潮時よりもやや先行して日生長率の頂点が現われることは水中時間の長短が必ずしも日生長率と傾向を一致しないということを示している。そこでこの周期性に関与する因子について環境因子を検討したが気温、水温、網温、pH、比重、水中照度、栄養塩濃度などにはかかる周期性は存在しない。しかるに水中受光量の全体受光量に対する比をとつてみるとこの変化は周期性を有し、しかも周期、位相共日生長率の変化とかなり一致する。すなわち前記 10 月 7 日, 25 日, 11 月 9 日の総受光量と水中受光量の比は 0.852, 0.960, 0.710 と高く、逆に日生長率の低い 10 月 16 日, 10 月 30 日, 11 月 5 日では上記比率は 0.244, 0.229, 0.341 と小さい。

次に日生長率のピークは 11 月 9 日に最も高く 10 月 7 日, 10 月 25 日の順となつてはいるが、これについては水中受光量では説明できない。しかしこれには恐らくその他の因子が付加的に作用しているのであつて例えば水温の適不適、微量栄養素の関与などが考えられる。すなわち 11 月 9 日前後の水温の方がノリ葉状体の生育より有利であるとか、海水の上下混合が生じて動植物分解物のような有機栄養素の供給が十分行なわれはじめたとかの事柄が推測される。これら因子の関与の度合あるいは相互関係などについては適当な係数を与えればもちろん日生長率の変化と一致せしめうるが水温の効果¹³⁾、有機栄養素の効果および存在量についても測定値を有していないのでこれらの点は今後の調査で明らかにしたいと考えている。

(2) ノリ葉状体の傷害と環境

ノリ葉状体の傷害率をエリスロシン染色によつて調べた。結果の項で述べたごとく 10 月 27 日から 11 月 5 日までに一つの山があり、ついで 11 月 13 日前後から以降へかけて大きな山を画いておりこれに引きつづいて小さな芽が全滅していつた。この経過から見ると何らかの原因で傷害が発生するとそれがさらに環境を一層悪化させるように働いたと考えられる。傷害の発生について従来から生理的なものと同時に生育している微生物によるものと二種が考えられるが微生物に特に異常を認めなかつたことから今回の傷害は環境要因不適による生理障害が原因と考えられる。かかる場合その原因として水温降下の緩慢化、低比重、高 pH などが挙げられる¹⁴⁾が傷害の発生時期、すなわち 10 月末と 11 月中旬のそれぞれについてこれらの要因を吟味し特に異常を見出し得ない。僅かに 10 月末の 34 号台風による出水と、この前後の水温の一時的上昇が見られるが、このような現象は 11 月中旬の障害発生時にはみられないし低比重も問題となるほどはなはだしくはない。一方これらの時点における環境変化のうち特徴的なことは網温が極度に幅広く変動していることで 10 月末の場合は最高網温は 25°C, 11 月中旬の場合も 18°C に達しいずれも当日の最高気温、最高水温のいずれよりも高く、10 月末の例で最高気温より 5°C, 11 月中旬の例で 3°C も高い。また最低網温はこれに比し決して高くなく、したがって 1 日の間で網温の変化幅は非常に大きなものとなり 10 月末の場合 14°C, 11 月中旬の例で 13°C という幅になる。かくのごとく網温の変化が著しいがこれら網温の諸性状の中

どれが特に傷害に関係したかはただちに判定できない。しかしいずれにしてもこの時点にはノリ葉状体が想像以上に苛酷な条件下に置かれていたことは明らかでありしたがつてこれが傷害を誘発したと考えられる。この時期をさらに月齢、潮汐などと比較すると、いずれも小潮後数日を経た所となり周期的には潮汐と一致するが潮位としては中間的な時期となる。

しかしその干潮時刻を調べると、ほぼ午後1時頃に干潮時刻が一致している。網温が特に高くなるには干出時刻、天候が大きな影響を有し、干出時間中に太陽の直射下に露出されると網温はその輻射熱によつて著しく高まり気温以上にも達しうる。干出時間中の網温の変化は晴天と曇天乃至は夜間とでは様相を異にし Fig. 4 にその概略

Fig. 4. Example of net's temperature change.

を示すが晴天の場合は干出直後一旦水分の蒸散のため急激な低下を示すがその後急激に上昇し気温乃至気以上に達し、ほぼ一定値を得て干出中を経過し、再び水面に近づいて水滴を受け、この蒸発熱のため急激に一旦低下して水没と共に水温と一致するといった経過をたどるのである。曇天もしくは夜間では網温の上昇が気温と一致するに止まり輻射がないので気温以上には決して上らない。したがって晴天の場合ノリ葉体はごく短時間裡に気温以上から水温以下までの温度に接するわけにかかる急激な変化が悪いのか、あるいは高温下に置かれることが悪いのか、さらには干出中関連しておこる乾燥、あるいは紫外線等の影響が原因となるのか、そのいずれかは不明であるが要するに干出時間中に強烈な日射を被むることが悪影響を及ぼしたと考えられる。偶々本年度はかかる時期に快晴の日がつづき、10月末も4日間、11月中旬も4日連続で快晴であつて著しい日射を被むっている。比較のため昭和40年度、41年度の当地の同時期の天候を調べるといずれも曇、雨を含む天候となつてはなはだしい日射のなかつたことが推測される^{15,16)}。したがって傷害の発生はこれらの原因によつて生じた一部葉体の枯死が数日後により小さな芽を取り囲んで小芽の環境を悪化させ、この枯死を誘発し累積的に環境を悪化していつたのではないかと推察を導くが、これらについてはさらに今後詳細なデータを得、かつまたモデル実験を行なつて確かめるつもりである。従来から白ぐされ病については種々の要因が挙げられているが、要するに白ぐされ病は症状名として抽象的に病名をつけているにすぎず地方によつてややまちまちであつて原因としてはいろいろなのが考えられるのではなからうか。

(3) その他の問題

張網の高さによる同一時点における葉状体面積の相違は張込水位が生育に非常に大きな影響力を有していることを示すもので、特に注意すべきは1段の相違が5段の相違よりも影響が大きく最適水位の近傍では水位の僅かな差が微妙な制御因子となつて生育の良否を決定するということである。このことは網操作が極めて重要であるということを端的に示すと共に養殖アマノリ類の生育を比較する場合にはこの網の張込高さを厳密に一致させる必要のあることを意味している。具体的には下の模式のごとくである。

なおノリ葉状体の形状もこれら網水位によつて変化し高張区ではズングリした強健な葉状体となり、一方

標準区では細長いやや徒長気味の葉状体が得られ、二次芽の放出は前者に著しい。

要 約

昭和 42 年度福岡県有明海ノリ養殖漁場において養殖中のノリ網につきその環境とノリ葉状体の生長、あるいは傷害の関係を調査し次の結果を得た。

(1) ノリ葉状体の生長を日生率を指標にして表わすと周期的な変化を有し、周期は月齢の朔望に一致し位相は数日ずれる。この変化には水中受光量の総受光量に対する比がかなり一致し、さらに海水温、海水の質的变化などが影響するようである。

(2) ノリ葉状体の傷害をエリスロシン染色で求めた。傷害の発生は干出時の環境が強く関係するようであり、網温変化に注目すべきである。

(3) 干出時のノリ網の温度、含水率変化は独特であつて、日射の有無によつて大きく様相を異にする。

(4) 網の張込高さによるノリ葉状体の生長変化は至適水位の近傍で大きく葉状体の形状にまで影響する。

(5) 本年度有明海に発生した白ぐされ病の原因については特に干出時の気象条件が厳しく、網温の高騰、乾燥の過多を招き、これが傷害の発生から白ぐされ病への一次的要素につながつたとの推測が考えられる。

文 献

- 1) 斎藤雄之助・吉川浩二・猪子嘉生・堀田正勝： 日本農学大会水産部会（昭和 42 年度）講演要旨 No. 380, 64.
- 2) 今田 克： 第 5 回生物環境調節学会講演（1967）.
- 3) 今田 克・安藤 真： 第 6 回生物環境調節学会講演（1968）.
- 4) 理科年表： 昭和 43 年度，頁—30.
- 5) 福岡有明水試： 昭和 42 年度指定調査研究総合助成事業研究報告.
- 6) 熊本のり研： 指定試験研究昭和 41 年度適地適種浅海増殖技術研究報告，17～18.
- 7) 福岡有明水試： 指定試験研究昭和 41 年度適地適種浅海増殖技術研究中間報告書，7～11.
- 8) 福岡有明水試： 私信.
- 9) 野沢治治・野沢ユリ子： 本誌，22，694～700（1957）.
- 10) 愛知水試： 指定試験研究昭和 41 年度適地適種浅海増殖技術研究中間報告書，37.
- 11) 日本海苔食品新聞： 第 225 号（昭和 43 年 7 月 1 日発行）.
- 12) 今田克他：（未発表）.
- 13) 木下祝郎・寺本賢一郎： 本誌，24，326～329（1958）.
- 14) 片田 実： 昭和 42 年度日本農学大会水産部会講演，要旨，66，No. 389.
- 15) 熊本のり研： 指定試験研究昭和 41 年度適地適種浅海増殖技術研究報告書，17～18.
- 16) 熊本のり研： 指定試験研究昭和 40 年度適地適種浅海増殖技術研究報告書，11～12.