

ノリの生育におよぼす塩分の影響について

ナラワスサビノリの幼芽・幼葉からの生育におよぼす塩分の影響

石井重之・二宮敏郎

はじめに

従来、千葉県における養殖ノリは、千葉以北の北部養殖漁場（市川市と船橋市管内）では東北産のアサクサノリ系統が主体をなし、南部養殖漁場（木更津市と富津市管内）では河口附近の一部を除き在来ノリであった¹⁾。

ナラワスサビノリは、昭和40年にスサビノリの変り種として選抜・分離されてから²⁾、その優れた収量性により、40年代後半には全県に普及するようになった。現在、北部養殖漁場でオオバアサクサノリを主体にしたアサクサノリ系が約半分程度混養されているほか、ほぼ、ナラワスサビノリが養殖されている。

筆者等は、優良品種の養殖上の特性を把握する目的で、おもに、本県の主要養殖品種であるナラワスサビノリについて各種要因が生育におよぼす影響を室内実験から試験をすすめている³⁾。

塩分のおよぼす影響については、富士川⁴⁾、山内⁵⁾等、が報告をしているが、筆者等は、上記観点からナラワスサビノリを用いて試験を行ない、養殖面と関連のある、2、3の知見を得たのでここに報告する。

なお、この試験では、培養液の塩類の濃度測定を塩素量から求めたので、塩分をあらわす数値は塩素量を使用した。

材料および方法

1) 試験の設定と実施場所および期間

試験は、cℓ10・12・14・16・18・22%の6区を設定し、第1回実験を採苗直後から、第2回実験を葉長約15mmから、について、のり養殖分場恒温室内で実施した。

第1回実験は、昭和51年5月28日から6月29日まで32日間、第2回実験は、同年10月25日から11月18日まで24日間継続した。

2) 培養液

培養液は濾過海水を、次の方法で実験設定をした各塩素量に調整し、70℃で加熱滅菌後、窒素・燐をS W - II液⁶⁾の処方で、第1回実験は $\frac{1}{2}$ 濃度・第2回実験は $\frac{1}{4}$ 濃度を加え、さらに改変P-1溶液⁷⁾、Vitamin溶液No.8⁷⁾を培養液1ℓに対し各1ccの割合で添加し培養に供した。

使用した海水は当分場地先から採水・濾過したものを再度市販の濾過器^{*}で再濾過した。

所定の塩分への調整は、(A)・低塩分は水道水でほぼ、設定の濃度に希釈した。(B)・高塩分は第1回実験の場合70℃前後で設定の濃度まで加熱濃縮した。第2回実験は濾過海水を凍結し、解凍速度の差を利用して濃縮海水を作り、水道水で設定の濃度まで希釈した。なお、実験期間中の塩素量は、表1に示した。

3) 実験材料

昭和50年3月に牛込で採取したナラワスサビノリを母藻にして、果胞子付けした糸状体貝殻を室内で培養した。この糸状体貝殻を短日処理して海水中に放出させた殻胞子を試験糸^{**}に採苗した。

第1回実験は水温19℃で採苗、殻胞子着生が認められた時点で(X100、1視野6~9個)試験糸を30mmに切り実験に供した。

第2回実験は、採苗直後よりほぼcℓ16%で第1回実験と同様に、各種溶液を添加した培養液で5日目ごとに換水を行なって、15mmまで生長させ実験に供した。この間の培養条件は第1回実験と同様であった。

4) 培養条件

第1回、第2回実験とも、室温15℃、照度3000lux、1日9時間照明の条件で、下口付丸型フラスコにガス洗滌瓶を通した空気を送入して培養した。送気量は最大で、第1回実験500 $\frac{CC}{min}$ ・第2回実験1000 $\frac{CC}{min}$

*精密濾過器・日本濾水機製作所製、濾材No.C、1ミクロンまで。

**商品名、クレモナ5号、ノリ網の網糸(36本撚り)をほぐしたものの。

であった。

5) 測定と換水

第1回実験は原則として5日目ごとに測定と換水を行なった。

測定は各区より試験系を3本ずつ取り出し、1本につき10個体、計30個体計測した。

換水するとき試験系を短くし、収容量・個体数を減らすとともに、使用フラスコも次第に大きくした。

第2回実験は、15mm前後まで生長した幼葉を試験系より剥離して設定濃度で培養した。

換水・測定は原則として5日目ごとに行ない、測定後一部は厩葉標本にしたので、収容個体数は漸減した。

6) pHの測定

この実験では培養液のpH調整は行なわなかったため、pHの影響の有無を知るため、第1回実験の途中から、もっともpHの上昇すると思われる測定の前日にpHの経時的な変化を測定した。

測定は、ガラス電極および比較甘汞電極式卓上型pH計*を使用した。

実験結果

第1回・第2回実験に使用したフラスコの大きさ・収容されているノリの量の変化を表2に示した。

各実験ごとに、測定時の各濃度における葉長・葉巾の平均値を表3に、葉長の平均値の変化を図1に示した。

1) 第1回実験(胞子着生時より)

培養開始後5日目で塩分による生長の差が現われた。cℓ 14・16%が良く、これにcℓ 12・18%が続き、cℓ 10・22%のものは悪かった。この時の平均葉長は、cℓ 14・16%で0.1mm、その他は0.07mm~0.09mmであり、cℓ 10%が0.07mmであった。

培養10日目でもcℓ 14・16%のものが良く、これに次いでcℓ 12・18%で、cℓ 10・22%のものがもっとも劣っており、3つのグループに分かれた。この傾向は実験終了時まで続いた。

培養20日目ではcℓ 10・22%が著しく生長が遅れ、生長の良いcℓ 14・16%と比較すると葉長は $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{3}$ 程度であった。また、cℓ 14・16%を標準として高塩分と低塩分のcℓ 12・18%、cℓ 10・22%をそれぞれ比較すると、ほぼ同じか、低塩分の方が生長が良かったが、25日目には高塩分の方が明らかに大きくなった。

培養32日目の平均葉長はcℓ 10<22<12<18<16<

14%の順で、cℓ 10%は平均葉長12.3mm、cℓ 14%は平均葉長73.8mmとその比は1:6になった。

表1 培養海水の塩素量
(第1回実験)

濃度区 月 日	10%	12%	14%	16%	18%	22%
○ 5,24	9.46	11.99	13.70	15.90	17.75	22.10
6, 7	9.54	12.10	13.88	16.12	18.03	22.26
○ 6, 9	9.88	11.96	13.83	15.97	18.04	21.87
6,17	9.98	11.97	13.94	16.10	18.12	21.98
○ 6,21	9.94	11.92	14.08	16.11	18.10	21.70
○ 6,25	9.82	11.80	13.91	15.82	17.90	21.65
6,29	9.96	11.92	13.98	15.92	18.06	21.80
平均	9.81	11.97	13.91	16.02	18.02	21.93

(第2回実験)

濃度区 月 日	10%	12%	14%	16%	18%	22%
○ 10,25	9.67	11.30	13.70	16.47	17.97	22.48
10,30	9.76	11.43	13.80	16.71	18.02	22.47
○ 30	9.88	11.81	14.05	16.17	18.23	22.35
11, 4	9.80	11.95	14.04	16.20	18.25	22.30
○ 4	9.67	11.55	13.82	15.85	17.96	21.80
11, 9	9.85	11.85	13.89	16.05	17.99	22.10
○ 9	9.82	11.82	13.90	16.09	17.97	22.09
11,12	9.87	11.91	13.97	16.08	17.91	22.10
○ 12	9.74	11.94	13.87	15.97	17.95	22.14
11,15	9.98	11.95	13.89	16.10	18.09	22.22
○ 15	9.58	11.75	14.02	15.98	17.97	22.08
11,18	9.67	11.97	14.10	15.98	17.95	22.25
平均	9.77	11.77	13.91	16.14	18.02	22.20

(○印：培養開始時、無印：培養終了時)

*製造者・堀場製作所、製品名 F-7型pH計

表2 実験中の培養フラスコの大きさとノリ収容量
(第1回実験)

経過日数	0	5	10	15	20	25
項目						
フラスコ ^(ℓ)	0.3	0.3	1	1	1	2
クレモナ糸 ^(mm)	30	30	15	15	7	3
クレモナ糸 ^(本数)	15	12	15	7	4	3

(第2回実験)

経過日数	0	5	10	15	21
項目					
フラスコ ^(ℓ)	2	2	2	2	2
培養葉体 ^(枚)	30	25	20	15	10

表3 塩素量別測定結果 (葉長^{mm}・平均値)
第1回実験 (開始時の孢子径0.008mm)

経過日数	5	10	15	20	25	32
cℓ 計測個体数	30	30	30	30	30	30
10%	0.07 0.01	0.28 0.04	1.20 0.26	3.57 0.92	7.12 2.61	12.33 5.23
12%	0.09 0.01	0.38 0.05	1.76 0.41	6.12 1.41	9.66 3.59	29.27 7.39
14%	0.10 0.01	0.52 0.08	2.14 0.42	9.98 1.57	27.41 4.06	73.87 8.93
16%	0.10 0.01	0.47 0.09	2.19 0.52	8.94 1.87	23.51 4.58	64.35 9.70
18%	0.09 0.01	0.39 0.07	1.68 0.44	6.21 1.73	14.42 3.48	42.27 9.07
22%	0.08 0.01	0.23 0.05	1.04 0.29	2.50 0.76	7.49 2.65	23.42 6.41

第2回実験

経過日数	0	5	10	15	21	24
cℓ 計測個体数	30	30	25	20	15	10
10%	14.52 2.75	25.95 3.99	49.31 6.81	89.92 10.94	142.34 16.52	207.67 20.12
12%	15.75 2.75	37.75 4.80	86.63 7.43	173.10 14.49	284.35 20.43	353.11 25.27
14%	15.97 2.87	38.75 5.31	93.45 9.89	179.25 14.91	296.03 20.94	389.42 26.67
16%	15.51 2.87	40.32 4.75	99.65 9.31	195.78 14.19	298.85 19.14	401.94 24.80
18%	15.67 2.72	37.16 4.90	77.78 8.87	145.21 13.44	248.38 18.66	330.16 22.00
22%	14.29 2.75	27.97 4.21	40.30 6.28	58.91 9.36	96.02 12.51	133.45 16.82

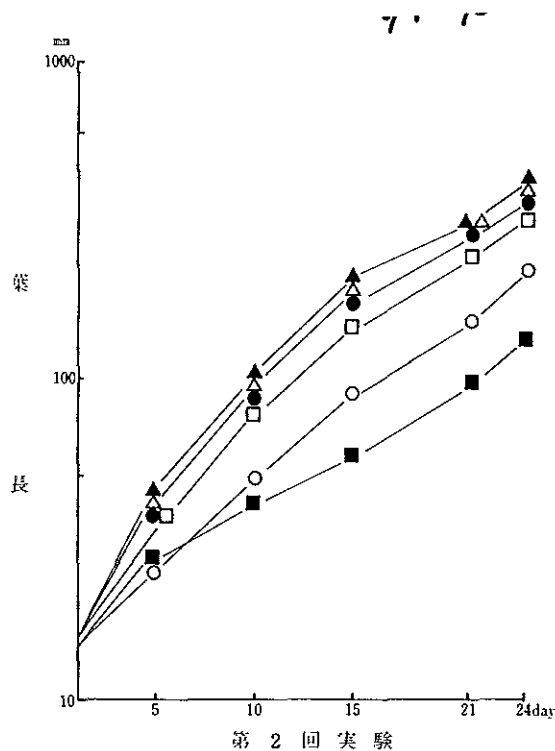
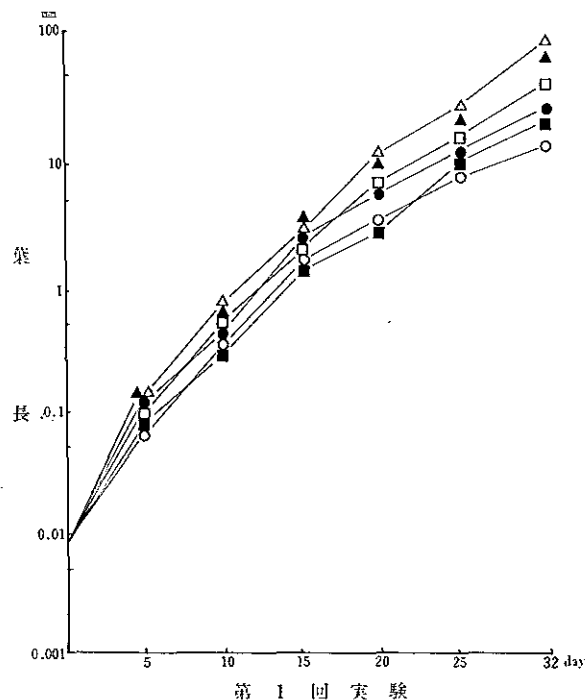


図1 塩素量別葉長の生長
○印: cℓ10% ●印: cℓ12%
△印: cℓ14% ▲印: cℓ16%
□印: cℓ18% ■印: cℓ22%

2) 第2回実験(幼葉15mm前後から)

培養5日目で塩分による差が認められた。cℓ 10・22%で平均葉長がそれぞれ25.9mm・27.9mm、cℓ 12・14・16・18%では37.7mm~40.3mmであった。

培養10日目は、5日目と同様な傾向であるが、生長の悪いのはcℓ 10・22%、中間はcℓ 12・14・18%、もっとも生長の良かったのはcℓ 16%、と3つに分かれた。cℓ 10%とcℓ 22%との比較では、4日目はcℓ 22%の方がcℓ 10%より大きかったのに、10日目後では逆にcℓ 10%の方が大きくなり、その後測定ごとにその差は開いた。cℓ 12%とcℓ 18%との比較でも同様な傾向が生じた。

培養24日目ではcℓ 10・22%でもっとも生長が悪く、cℓ 12%がこれに次いだ。cℓ 22%では、平均葉長133.4mmで開始時の10倍にも達しなかった。cℓ 12・14・16・18%では平均葉長がそれぞれ、353.1mm、389.4mm、401.9mm、330.1mmであり差はないが、cℓ 16%がもっとも良かった。

第1回・第2回実験とも培養中にcℓ 10・12・22%で縁辺部に波状隆起⁵⁾(ノリ病徴写真集⁸⁾の15112に類似)を示すものや、クビレ・マガリ³⁾などの異常個体が出現した。

これに対し、cℓ 14・16・18%では葉面が肉眼的には平滑で平常な形を示した。

3) pHの測定結果

第1回実験は、培養後24日目・28日目に測定を行なった。第2回実験は、培養後4・8・14・18日目に行なった。この結果を図2に示した。

収容密度の小さいうち pHの上昇は、点灯後5時間から6時間で最大となり、それ以後は低下する傾向があった。特に目立ったのはcℓ 10・22%ではいずれの場合でも pH8.6以上には上昇しなかった。収容密度が大きいと pHの上昇は消灯まで続き、最高は pH9に達した。

考 察

実験結果でも示したように最も生長の良かった塩分は、採苗直後からの実験ではcℓ 14%、葉長約15mmの幼葉期からの実験ではcℓ 16%であった。但し、幼葉期からの実験では、表4に示すように、cℓ 14%とcℓ 16%との間に明らかな差異は認め難い。

また、この両塩分を中心に、高塩分あるいは低塩分になるに従い、生長が劣ることも明らかである。

これらのことは、ある一定の塩分を中心に、それより高塩分・低塩分が生育に悪影響を及ぼし、その影響

度は、高塩分あるいは低塩分になるほど大きいことを示すものである。そして、これ等の傾向は、品種の相違はあっても、山内⁵⁾の結果とほぼ一致する。

しかし、もっとも生長の良かった塩分がcℓ 14%からcℓ 16%であったのは、天然条件よりやや低いように見受けられる。この点は、本試験が天然に比べ、著しく高栄養塩濃度で行なわれたので、栄養吸収のための浸透圧が関連していたものと考ええる。

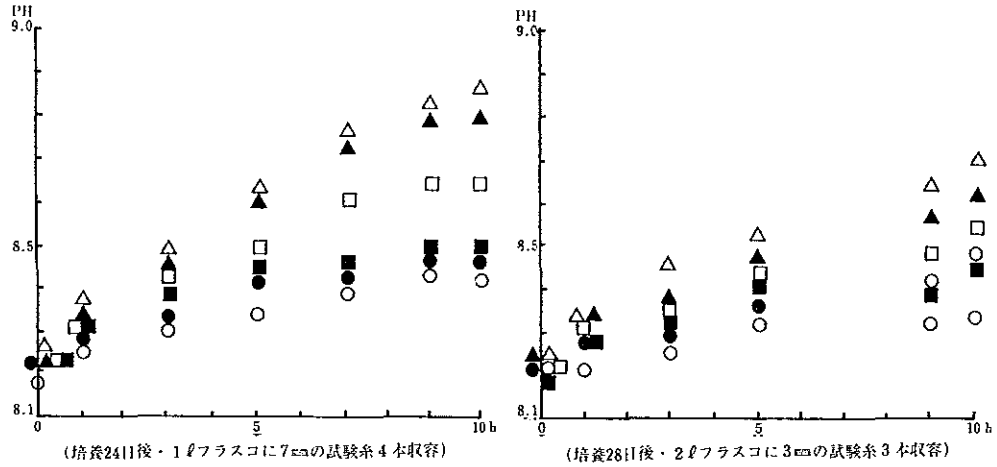
ノリの生長は、3mm~30mm(4~30mm)の段階では高塩分より低塩分の影響を強く受け、30mm(50mm)以上では低塩分より高塩分の影響を強く受けることが実験結果から示される。このような結果は、ノリ養殖上、実際に起る現象と合致する。即ち(特別高塩分になる現象は干出操作以外に考えられないが)、採苗後から冷蔵入庫までの育苗期には養殖管理上干出(作業)は必要であり、これより高塩分が出現しても、影響度はそれほど無いように見受けられる。逆に、この時期は干出時の降雨やモヤ、あるいは、出水による比重低下などによって被害を生じる事例が多く観察されている。この時期を過ぎ、葉長30mm(40mm)程度以上になれば、浮き流しなどでは無干出で摘採の大ききまで生長させており、病害でもなければ干出(高塩分に結び付く現象)は必要でない。そして、降雨等も被害におよぶような影響はほとんど生じていない。

これ等のことから、ナラウスサビノリでは、芽の時期によって、もっとも生長の良い塩分を中心にして、高塩分側と、低塩分側とで、塩分のおよぼす影響の度合に違いのあることが明らかであろう。そして、3mm~30mm(4~30mm)では低塩分の影響を強く受け、30mm(50mm)以上では次第に高塩分の影響を強く受ける特性があると考えられる。

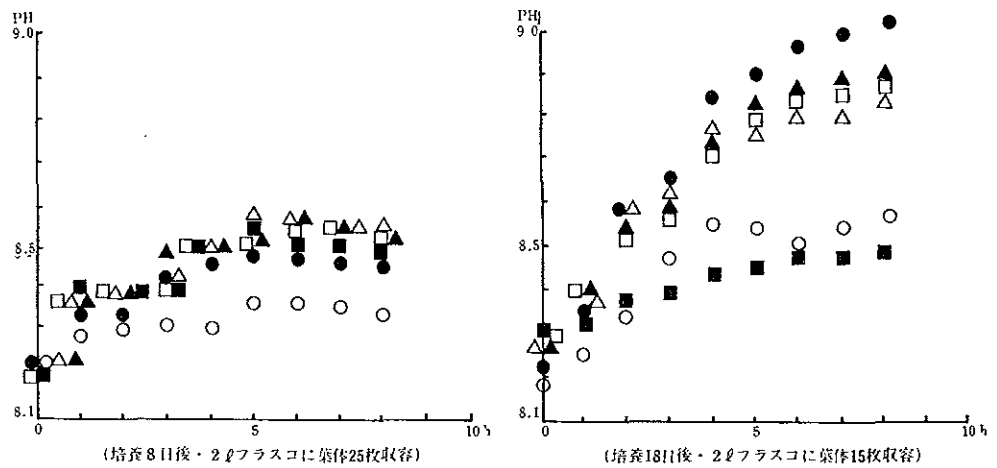
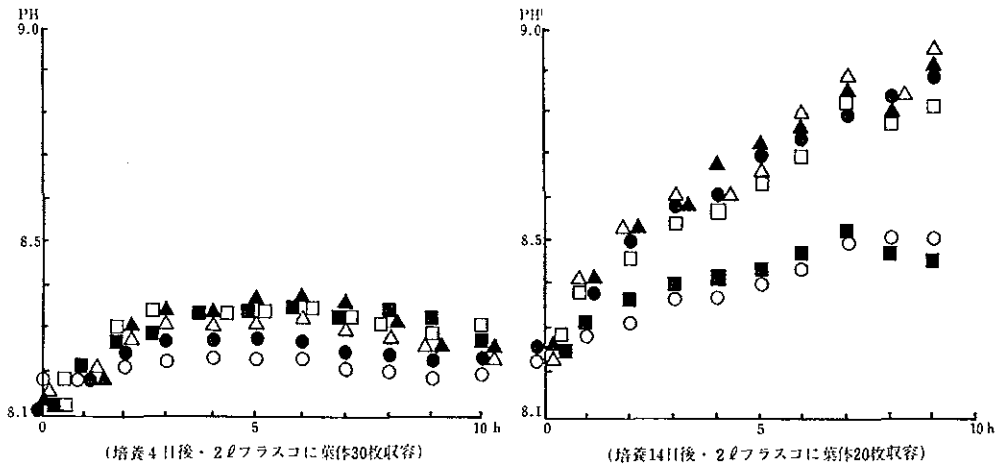
第1回実験の後半、および、第2回実験で、次第に生長率の鈍くなる現象が生じた。これには pHの上昇が関連していると考えられる^{9, 10)}。特に、cℓ 10・22%では生長が急激に鈍り、pH8.5~8.6以上に上昇しなかったのは、高塩分・低塩分の度合が強くなるに従い、他の要因と複合して生長に強い影響をおよぼすことを示すものであろう。

ノリの形態におよぼす影響は葉長/葉巾の比の変化で比較的明瞭である。

水温15℃、一定光条件下のフラスコ培養でのノリの形態は、採苗直後から数細胞までは横分裂のみを続けるので縦長になり、数細胞からは縦分裂も盛んに行なわれ小判型(巾広型)にかわり、その後、培養条件が良ければ、細葉型に移行するのが普通である³⁾。



第 1 回 実 験



第 2 回 実 験

図 2 培養海水PHの経時変化

- 印: cℓ10%
- △印: cℓ14%
- 印: cℓ18%
- 印: cℓ12%
- ▲印: cℓ16%
- 印: cℓ22%

表4 第2回実験の 14・16%の平均葉長の差

項目 \ 日数	0	5	10	15	21	24
cl 14%平均葉長 cl 16%平均葉長	1.03	0.96	0.94	0.91	0.99	0.97
t検定で求めた tの値			0.92	1.31	0.20	0.73
95%信頼限界			> 2,021	2,048	2,048	2,101

第1回実験の各塩分の葉長/葉巾の値の変化を表5に、第2回実験を図3に示した。これ等の結果からも、cl 14・16%でもっとも細葉型に生長し、低塩分・高塩分の度合いが強いほど巾広になる傾向があり、とくに第1回実験ではcl 10%が細葉型に移行せず、第2回実験ではcl 22%がもっとも巾広型であるのが明らかである。そして、いつまでも巾広であることは、高塩分・低塩分が環境条件として不適であることを形態の面からでも示唆されよう。

今回の試験では、生長を中心に観察・検討を行ない、二次芽や顕微鏡的な観察にはおよばなかった。これ等については、今後、養殖で実際に起り得るような条件、即ち、低塩分に移行したり、一定時間高塩分浸漬を反復する、というような実験を計画しているので、その中で検討してみたい。

要 約

- 1) ナラワササビノリを用い、塩分をそれぞれcl 10・12・14・16・18・22%に調整した培養液で、採苗直後からと、幼葉期(15mm)からとについて培養実験を行なった。
- 2) 培養は下口付フラスコを用いた通気法で室温15℃・光量3000lux・光周期(明期/暗期)10時間/14時間の条件下で行なった。
- 3) 採苗直後からではcl 14%、幼葉期からではcl 16%でもっとも葉長の生長は大きかった。
- 4) cl 14・16%を中心に、それより高塩分あるいは低塩分になるほど、葉長の生長は劣った。
- 5) 芽の生長段階で塩分のおよぼす影響度は異なり、3~30(4~30)mmでは低塩分の影響を強く受け、30(50)mm以上では高塩分の影響を強く受ける傾向があらわれた。この現象は養殖上あらわれる現象ともよく合致する。
- 6) 培養液のpHは、明期・生長の良い塩分ほど上昇し、pH 9付近にまで達した。生長の悪かったcl

10・22%では、もっとも上昇してpH8.5~8.6であった。

6) 形態におよぼす影響は、cl 14・16%でもっとも長葉型となり、高塩分・低塩分ほど広葉型となった。特に、採苗直後からではcl 10%、幼葉期からではcl 22%が広葉型となった。

7) cl 12%以下、cl 22%で長期間培養を続けると、縁辺部に波状隆起を生じたものや、クビレ・マガリ等異常個体の出現が目立った。

表5 第1回実験の 葉長/葉巾 の変化

経過日数 \ cl	5	10	15	20	25	32
10%	7.0	7.0	4.6	3.8	2.7	2.3
12%	9.0	7.6	4.2	4.3	2.6	3.9
14%	10.0	6.5	5.0	6.3	6.7	8.2
16%	10.0	5.2	4.2	4.7	5.1	6.6
18%	9.0	5.5	3.8	3.5	4.1	4.6
22%	8.0	4.6	3.5	3.2	2.8	3.6

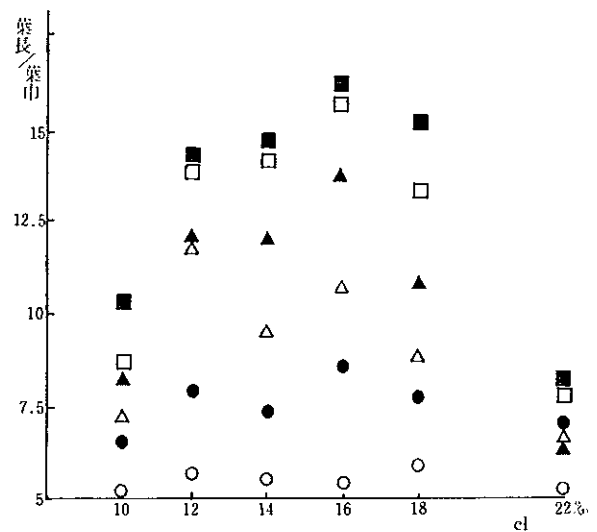


図3 第2回実験の葉長/葉巾の変化
○印: 実験開始時 ●印: 5日後
△印: 10日後 ▲印: 15日後
□印: 21日後 ■印: 24日後

文 献

- 1) 田村静夫他: 千葉県内湾ノリ養殖場の海況とノリ品種に関する一試験, 千葉県内湾水試報告, No. 5 (1963)
- 2) 三浦昭雄: 海苔の養殖品種, 全国海苔貝類漁業協

- 同組合連合会, (1971)
- 3) 東電袖ヶ浦火力温排水調査委員会: 東電袖ヶ浦温排水調査結果報告書Ⅱ (未公表). 千葉県環境部 (1977)
 - 4) 富士川 溲他: 朝鮮海苔の生理に関する研究 (昭和7年度). 朝鮮総督府水試報告 (1933)
 - 5) 山内幸児: ノリ幼芽の成長におよぼす塩分濃度の影響. 日水誌, 39 (5) (1973)
 - 6) 岩崎英雄: アサクサノリの生理・生態に関する研究. 広島大水畜産学部紀要, 6 (1) (1965)
 - 7) 田村 博他: 藻類実験法. 南江堂 (東京) (1972)
 - 8) ノリ病徴小委員会: ノリ病徴写真集. 東北・東海・南西海区水産研究所 (1968)
 - 9) 愛知県水産試験場: 指定調査研究結果報告書「ノリ」, 昭和49年度 (1975)
 - 10) 須藤俊造: アサクサノリの大量培養について. 農産加工技術研究会誌, 8 (1) (1961)
 - 11) 木下祝郎他: 海苔, 大日本図書K・K (1974)