

八田ごみ処理場水の湾内地先の

ノリ養殖に及ぼす影響に関する研究

(九州大学農学部水産化学第一教室)

石 尾 真 弥
中 川 久 機
大 庭 信 良

内 容

緒 言

1) 滲出水ならびに処理廃水の性状

- i) 水質分析法
- ii) 水質分析結果

2) 滲出水ならびに処理廃水のアサクサノリに対する影響

- i) 試験方法
- ii) 発育試験結果

A) 繼絡物によるアサクサノリ葉面被覆の現象

- a) 滲出水を自然海水に加えた場合の結果
- b) 処理廃水を自然海水に加えた場合の結果
- c) 滲出水を栄養塩濃度の高い人工海水に加えた場合の結果
- d) 処理廃水を栄養塩濃度の高い人工海水に加えた場合の結果

B) 繼絡物の性状

- a) 繼絡物の形態
- b) 繼絡物のビニール膜着生実験
- c) 繼絡物着生の原因と化学組成

C) 繼絡物の着生によるアサクサノリの生長阻害ならびに濯ぎ落としによる生長回復の程度

- a) 試験方法
- b) 滲出水添加の人工海水中における阻害回復

c) 処理廃水添加の人工海水中における阻害・回復

d) 滲出水ならびに処理廃水の肥効

3) 八田汚水処理場の浄化能率向上後の処理廃水の性状

- i) 浄化能率向上後の処理廃水の性状
- ii) 新処理の廃水を混合せる人工海水中におけるアサクサノリ葉面上の纏絡物の発生と生長速度との関係

4) 附着珪藻に対する滲出水ならびに処理廃水の影響

- i) 試験方法
- ii) 試験結果
 - a) 滲出水濃度と *Synedra*分裂所要時間の関係
 - b) 処理廃水濃度と *Synedra*分裂所要時間の関係
 - c) 滲出水ならびに処理廃水の *Synedra*増殖率におよぼす効果

iii) 小括

5) アカグサレ菌に対する滲出水ならびに処理廃水の影響

- i) 試験方法
- ii) 試験結果

6) 結論

福岡市内より集めた塵埃を八田の谷間に埋め、赤土をもって被覆し、ブルトーザーで固める操作を繰り返すと、著量の汚物を処理できるが、暫くすると、地中において有機汚物は醸酵変敗し、降雨とともに、雨水はこの積層に浸み込んで、この有機汚物を溶出し、滲出水として低地に溜り、やがては地表水とともに小川を経て博多湾に流出することになる。しかし、この汚水は悪臭をもつてゐるために、埋立処理場附近の廃水処理施設において一応微生物処理、あるいは沈澱処理併用の微生物処理をおこなってから、鉄管を通して香椎海岸近くまで導き、海中に放流する形をとっている。

今、この廃水が海面に流出した場合、地先のノリ養殖にどのような影響を与えるかを知るには、流出廃水の通常の性状はどうであるか、これが養殖場においてどの程度に稀釀されるか、また養殖場に出現する濃度の廃水中でアサクサノリを培養した場合にどのような現象が起るか、これらを詳しく追究することが必要である。また降雨量が多く、埋立地からの滲出水の量が著しく増大する場合、あるいは処理施設の廃水浄化微生物がショック死を起こした場合など、滲出水の無処理放流も致し方ない事態も起こりうるので、このような場合についても、ノリにどのような影響を及ぼすかを知っておく必要がある。よって、本試験においては、処理廃水の水質分析と同時に滲出水についても分析をおこなった。またノリに及ぼす影響を見る場合についても、処理廃水と滲出水の両方について試験をおこなった。さらに、アサクサノリに対する放流廃水の間接的影響として、附着珪藻、アカグサレ病害に対する影響を試験したので、順を追って、ここにそれらの試験結果を報告する。

1) 滲出水ならびに処理廃水の性状

1968年12月20日、八田ごみ汚水処理場に赴き、沈澱池ならびに処理池から滲出水ならびに処理水20ℓを汲みとり、これを九大農学部水産化学第1教室に運び直ちに水質分析をおこなった。

i) 水質分析法：BODは稀釀法により、20°C 5日間の値を求めた。CODは50%硫酸・重クロ

ム酸法により、全窒素はケールダール法により、またアンモニヤー窒素は蒸溜・ネスター法により測定した。亜硝酸窒素はグリースロミジン法で、また硝酸窒素はアルミ還元法によって定量を実施した。全磷はケールダール分解後、塩化第1錫によるモリブデナム青法で、また無機磷は滲出水ならびに処理水を活性炭で脱色後、塩化第1錫によるモリブデナム青法で定量した。Cl⁻はモールの硝酸銀滴定法、pHは硝子電極法により測定した。

ii) 水質分析結果：分析結果は Table 1 に示した。

Table 1. 滲出水ならびに処理廃水の水質分析値(ppm)

分析項目	滲出水	処理廃水
BOD	5,200	18,000
COD	5,320	9,830
全 窒 素	23.2	356
アンモニア窒素	79	30
亜 硝 酸 窒 素	0.057	0.0077
硝 酸 窒 素	0.86	2.25
全 磷	5.28	13.70
無 機 磷	0.13	0.13
塩 化 物	787	1,240
pH	6.8	6.5

Table 1 に示すように、滲出水は5,000ppmを越えるBODを示し、処理廃水は18,000ppmを越えるような状態であった。これは明らかに廃水の浄化能力が異常となっていることを示した。

通常、原生物を主体とする活性汚泥処理で、6時間を廃水処理に必要な滞留期間とすれば、BOD900~1000ppmが処理限界と云われる。5000ppmを越ゆる高いBODの場合には活性汚泥中の浄化微生物は細菌となるはずであり、急速な処理は困難となり、浄化の効果も低いはずである。恐らく、このような理由により八田の汚水処理効果は低いのであろう。このような廃水の浄化には通常、稀釀水を加えるか、凝集沈澱処理などを併用し、現BODを1/5~1/10に低下させることが必要となってくる。

試験に供される処理廃水は、上述のように滲出水そのものより悪い水質状態であったが、このような性状の廃水についてアサクサノリに対する影響試験をおこなっておけば、最悪条件時の影響を

知りうことになるので、そのまま試験遂行に移った。

2) 滲出水ならびに処理廃水のアサクサノリに対する影響

Table 1 に示したように、一つは廃水中の212~356ppm 範囲の全窒素と30~79ppm のアンモニヤー窒素、それに加えて5.28~13.70ppm の全燐などから、その肥効が一応期待された。しかし、アサクサノリの様な植物体では、やはり無機態の燐、アンモニヤ窒素、硝酸窒素などこそ要求栄養塩であり、有機態となっている窒素、あるいは、燐はその濃度が高くても利用し難いから、他方ににおいてはその肥効に疑問が持たれた。この点を確認するために次の方法でアサクサノリの発育試験を実施した。

i) 試験方法：12月23日、香椎海岸地先御島の附近より約100ℓの海水を汲みとり、これを研究室に運搬し、濾過の後、20ℓポリ壠に分注し、また滲出水及び処理廃水は1ℓポリ壠中に分注し、-21°Cに凍結保管し、隨時これを融解使用した。その場合、写真1に示すような容量1ℓのガラス製フラスコにとり、これに滲出水ならびに処理廃水を加えて、その濃度を20%, 10%, 5%, 2.5%, 1.25%, 0.625%，および0.3125%とした。別に廃水を加えぬ対照試験区を設けた。これらのフラスコ中に写真1-①に示すようなノリ幼芽附着のガラス錘およびポリスチロール浮子つきのクレモナ単糸各1個を投入し、フラスコ器底より、CO₂ gas と空気の混合気体をポンプにより圧入し、ノリの生長に必要な炭素源とともに、水に動きを与える6,000Luxの光を当てつつ10°Cの条件下にアサクサノリの発育効果を試験した。なお、1日の光照射時間は9時間に制限した。換水は適当期間々隔で実施した。このようにすれば、栄養塩濃度の低いノリ養殖場の海水に、八田の滲出水、処理廃水が混じた場合の肥効が判明するはずである。

またTable 2 に示すような組成の栄養塩濃度の充分な人工海水をつくり、前述と同じ濃度となるように、滲出水および処理廃水を加え、その中でアサクサノリの幼体を培養すれば、廃水中の栄養

塩による肥効は殆んど表面に現われず、供試の滲出水および処理廃水の有害な効果のみが観察されるはずである。よって、この方法に従って試験を進め、対照試験区との比較はカラー写真による撮影と、藻体の重量測定によって実施した。これらの結果を次に述べる。

Table 2. Constituents of Artificial Sea Water

Constituents	Concentration (g/L)
NaCl	24
MgSO ₄ • 7H ₂ O	8
KCl	0.7
NaHCO ₃	0.42
CaCl ₂ • 2H ₂ O	0.37
NaNO ₃	0.1
NaHPO ₄ • 12H ₂ O	0.025
Cystine	0.5 × 10 ⁻⁶
V • B ₁₂	0.021 × 10 ⁻⁶
Provasoli Sol	※ 1ml
Deionized water	1000ml

※ EDTA-Na ₂	6
Fe (as chloride)	0.08
Mn ()	0.12
Zn ()	0.015
Co ()	0.003
Cu (as sulfate)	0.0012
B (as H ₃ BO ₃)	0.6
Mo (assodium Molybdate)	0.05
Deionized water	1000ml

ii) 発育試験結果

A) 継絡物によるアサクサノリ葉面被覆の現象

発育試験中予期せぬ障害がアサクサノリに現われた。それは培養数日後にノリの葉面に多量の水綿状のものが継絡することであった。この現象は滲出水および処理廃水をノリ養殖場の自然海水に加えた場合にも、また、人工海水に加えた場合にも同じように現われた。よって、これらの様子はすべてカラー写真に撮った。

a) 滲出水を自然海水に加えた場合の結果

写真1には各試験濃度における廃水の着色とその中で生育したアサクサノリの状態を示した。培養後19日を経ている。上段右端から濃度は20%, 10%, 5% および2.5% となっている。下段右端

から1.25%, 0.625%, 0.3125% および滲出水を加えない対照試験区となっている。上段は着色が明瞭であるが、下段はわからない。培養フラスコの内部の藻体のみを取り出し清浄な海水に移し、写真を撮ると、対照試験区は写真1—①に示すように、藻体は1枚ずつ明瞭に認められた。しかし、20%滲出水で培養した場合には1—②に見るよう、藻体は褐色の纏絡物に完全に被覆されて葉の形は見られなかった。滲出水濃度が2.5%に低下すると藻体は1—③に示すように割合はっきりしてきたが、それでも葉面上に纏絡物の附着が認められた。しかし、滲出水濃度が0.3125%になると、1—④に示すように、纏絡物は非常に少なくなり、クレモナ单糸の太さが対照区に比し僅かに太く見える程度となった。

b) 処理廃水を自然海水に加えた場合の結果

写真2には各試験濃度における培養19日後の藻体を示す。濃度の配列は写真1のそれと同じである。纏絡物の発生状況を写真2—①の対照区と比較すると、20%濃度では2—②に見るよう密生している。滲出水の20%濃度と比較すれば着生量は少ないよう見える。これは藻体の生長が悪く、着生基盤の面積が狭いためである。浮子から垂れ下がっている纏絡物を見れば、滲出水よりも着生量の著しいことが理解されよう。0.3125%になると着生量は減るが、なお着生は認められた。対照試験区の单糸の太さとの比較によってこの点の推測ができる。

c) 滲出水を栄養塩濃度の高い人工海水に加えた場合の結果

この人工海水中ではアサクサノリの生育は自然海水に比較して遙かに良好であり、写真3—①の対照区と写真1—①の対照区との比較によって容易に理解されよう。すなわち、人工海水中では葉の面積は遙かに広く、葉の色も勝れていることがわかる。しかし、この人工海水中においても、滲出水の濃度を20%にすると、写真3—②に見るよう、水綿状の纏絡物が顕著に着生した。また葉体は判然としないが、対照区と比較すれば著しく小さいことが推測される。滲出水の濃度が2.5%に低下すると、写真3—③に見るよう、葉体は可成り大きくなるが、それでも対照区よりは小さ

く、纏絡物が葉面に附着している。濃度が0.3125%になると写真3—④に見るようにクレモナ单糸に幾分の附着が認められるが、葉体は対照区のそれと殆んど変らぬようになる。

d) 処理廃水を栄養塩濃度の高い人工海水に加えた場合の結果

アサクサノリの人工海水中における生育は、写真4—①の対照区と写真2—①の対照区との比較をすれば、自然海水中におけるより遙かに勝れている。しかし、この人工海水に処理廃水を加え、濃度を20%とすると、アサクサノリの生育は写真4—①に示すように極めて悪いものとなり、葉体は殆んど見られず、生長せぬまま纏絡物で被覆されたよう見える。廃水濃度が2.5%となっても、写真4—③に示すように葉体は殆んど見られず、纏絡物の着生が著しく顕著である。写真3—③に示す滲出水の2.5%濃度中のアサクサノリの葉体と比較すると処理廃水の方が却って纏絡物の発生が顕著である。写真3—④に示す滲出水の2.5%濃度中のアサクサノリの葉体と比較すると処理廃水の方が却って纏絡物の発生が顕著であることがわかる。しかし、0.3125%に濃度が低下すれば写真4—④に示すように纏絡物は僅かに認められる程度となり、対照区と殆んど変らぬ状態となる。

B) 纏絡物の性状

a) 纏絡物の形態

正常なアサクサノリの葉を150倍に拡大すれば写真5—①に示すように細胞が見えてくる。またその縁辺の凹々に二次芽と称するノリの小幼体の着生が見られる。これを600倍に拡大すると5—②に示すように、細胞内容もかなりはっきりと認められる。写真中の気泡は、視野を明るくするために当てられた光によって、ノリが同化作用を始め、そのために生じた酸素である。通常、ノリの葉体を顕鏡すればこの二枚の写真に見られる像が示されるが、纏絡物が生ずれば、写真5—③に見るように、150倍の拡大では構造の判然としないものが葉面上ならびに葉面からはみ出して、多量に見られる。またこの纏絡物には、写真5—④に示すように、ノリの二次芽が夥しく着生し、光の照射によって盛んに同化作用を始め、気泡を発生

するのが認められる。これを600倍に拡大すると、写真5—⑤に見るよう、顆粒状のものが認められるようになり、その大きさはノリの1細胞程度となっていることがわかる。メチレンブルーによって容易に染まるので、これらの粒状のものは生体とは看做し難いようである。この顆粒状のものが集って毛の房のような状態になるが、その部分を見ると写真5—⑥に示すように、見たところ樹木のような形をしている。またその処々に二次芽が見られる。樹木の幹のような部分は、この纏絡物に特有なものか、異物であるかは不明である。

b) 纏絡物のビニール膜着生実験

ノリの生産が盛んにおこなわれている冬季には、ノリの葉体に生じた果胞子嚢から出た胞子が固形物に附着し、写真5—①、②、④および⑥に見られる二次芽と称する小幼体となり、普通ノリに生長する。しかし、纏絡物などに二次芽が群生しても、生長とともに水流に抗しきれぬようになって、ノリ網から離れて去ることになる。この場合にはノリの生産量は非常に悪くなってしまう。しかし、纏絡物がノリ葉面上に着生する現象が、寄生などに似た生物現象であるならば、二次芽にとって必要なノリ網上の着生基盤は失われないはずである。この場合には二次芽はノリ網上に着生し、一応は生育することができる。またこの場合新生のノリに纏絡物が着生しても、これを濯ぎ落とすなどの操作により生長の回復が計られ、生産上の著しい阻害は免れるかも知れない。

このような意味合いから、纏絡物の着生が、ノリの葉面のような生物体に特有な現象であるか、あるいは、ノリ網のような無生物体にも見られる現象であるのかを吟味するための実験をおこなった。すなわち、ビニール膜を写真6—3に示すような形に切り、これに浮子とガラス錘をつけ、滲出水を20%，10%，5%および2.5%の濃度とした自然海水と人工海水の溶液中に浸漬し、アサクサノリの培養条件に保った。1週間後、その状態は写真6に示すようになった。上段は自然海水に滲出水を混じた時の状態を示す。下段は人工海水に混じた時の状態を示す。前者は自然海水であるから当然海洋細菌が混入する。後者は人工海水であるから、海洋細菌は混入しないはずである。

試験の結果、両系列に共通に纏絡物を生じたので、纏絡物の着生基盤は生体であることを必要としないことが明白となった。またこの纏絡物の着生には海洋細菌は関係しないことも明らかとなった。写真6—①および6—②は、共に滲出水20%濃度の自然海水と人工海水中におけるビニール膜面における纏絡物の着生を示す。着生は著しい。6—③および9—④は同じく2.5%濃度における着生を示す。ビニール膜は最初無色透明であるが、着生とともにこのように褐色に着色する。これは次に示す分析値からわかるように、水酸化鉄によるものと推測される。

これらの写真から、纏絡物はノリだけではなく、ノリ網などの物体にも着生することが明らかである。

c) 纏絡物着生の原因と化学組成

この纏絡物の着生は通気の状態で数日を経なければ見られぬこと、ならびに、アサクサノリ幼体および海洋細菌が存在しない場合にも生ずるなどの現象から、滲出水あるいは処理廃水中に存在する微生物の作用により生ずるものである。よって、10%の濃度に滲出水を加えた人工海水にガラス錘つきガーゼを投入し、高圧滅菌器を用いて滅菌し、綿栓濾過の空気を送り、ノリの培養条件下に1週間保ったが、写真6に示すように、殺菌直後に生じた少量の沈澱物が器底に見られただけで、纏絡物の生成は見られなかった。一方同じ海水を滅菌しない場合には見られた。この事実より、纏絡物は廃水中の微生物が廃水成分を基質として産生するものようであった。

纏絡物を集め、乾燥の後、soxhlet 脂肪抽出器を用いて粗脂肪を、kjeldahl 法により粗蛋白を、また塩酸加水分解後 Bertrand 法で糖の定量をおこなった。また乾燥せる纏絡物を灰化し灰分を測定するとともに、硝酸に溶解し Phenanthrolin 法により全 Fe を定量した。その結果を Table 3 に示した。

Table 3 纏絡物の化学組成

成分	粗脂肪	粗蛋白	糖		計
			グルコースとして	灰 分	
	5.7%	34.7%	35.6%	28.5%	104.5%

*灰分の9.5%はFeであり、全固形物の2.7%に達した。

これらの化学組成は酵母などの組成とよく似ており、1) メチレンブルーに対する無反応性などから生活力を変った菌体のように推測された。

C) 繼絡物によるノリの生長阻害ならびに除去後の回復

以上の結果から継絡物自体はアサクサノリに着生しても、葉体に損傷を与えるような作用力をもつとは考え難く、害作用が現われるとすれば、主としてアサクサノリの葉面を被覆して同化作用を妨げたり、二次芽の着生基盤を奪ってその着生を妨げるなど、間接的な影響を与えるが、葉体を枯死させるような直接的な影響は起り難いものと推測された。このためノリの葉面に継絡物が着生した場合、これを灌ぎ落として、正常な自然海水および人工海水中に移せば、生長速度は容易に回復するものと推定し、ノリの生長量を重量測定法によって追究することにした。

a) 試験方法

浮子、ガラス錘つきクレモナ単糸に附着せる藻体を培養の初日に、そのまま重量測定し、2)-i) の条件下に滲出水および処理廃水混合の人工海水および自然海水中で、培養を19日続け、附着せる継絡物を灌ぎ落として第2回目の重量を測定した。この後藻体を滲出水あるいは処理廃水の混合しない人工海水、あるいは自然海水中で1週間培養し、生長速度の回復状況を重量測定により観察した。

結果はFig. 1～4に示した。理解の便のため、説明の順序をこれまでと幾分変え、人工海水中での培養結果を先に述べることとする。

b) 人工海水に滲出水を加えた場合

Fig 1は、滲出水を人工海水に加えて培養したノリの重量変化を示している。培養開始前の重量は空白の棒グラフによって示している。この場合の重量はガラス錘つきのクレモナ附着糸とともに藻体重量を示す。藻体重量を差し引けば、その重量

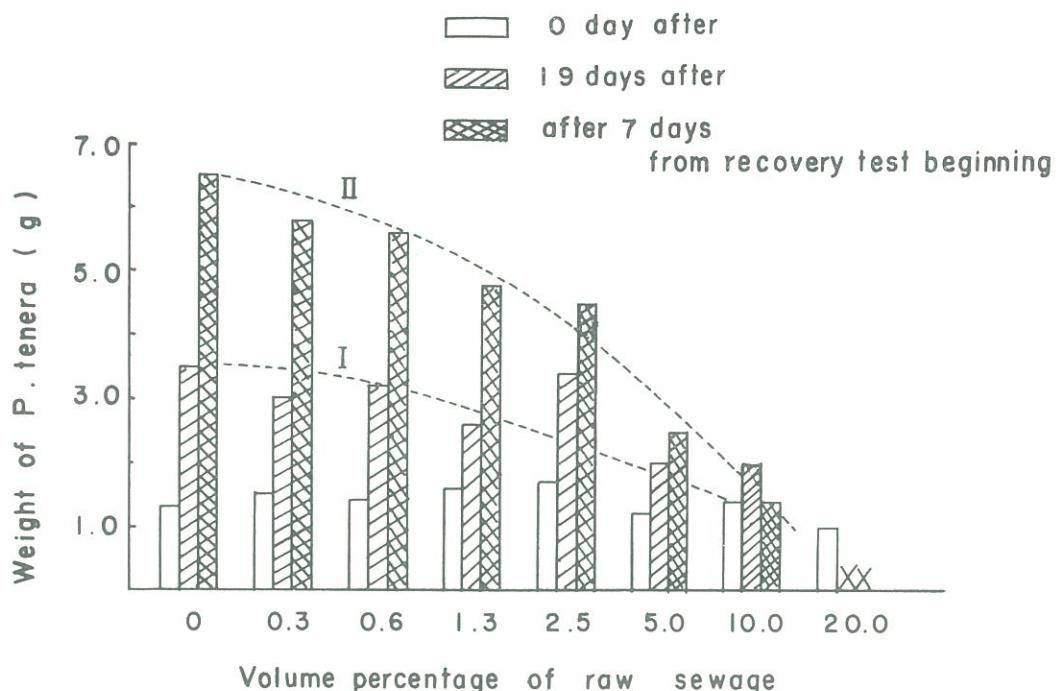


Fig. 1 Relationship between Growth of *P. tenera* and Concentration of Raw Sewage in Artificial Sea Water

は約1gである。19日培養せる間に、写真3ならびに3-②、あるいは3-③に示すような纏絡物を生じたので、これらの纏絡物を灌ぎ落とし藻体の重量を測定した。測定値は斜線を施した棒グラフによって示した。この段階においては、滲出水の濃度が2.5%までは、生長の上に見られる優劣は判然としない。

栄養塩充分の条件下では、大体生長量は最初の藻体重量に比例する。滲出水濃度2.5%の試験区を詳細に見れば、19日後の生長量が大きいのは、最初の大なる藻体重量に原因しているように見える。したがって、最初の藻体重量を考慮に入れて生長量を補正すれば、更線1に示すような値となる。纏絡物を灌ぎ落として、1週間培養を続けた場合には、二方向斜線を施した棒グラフの生長量が示された。19日目の藻体重量を補正すれば、曲線IIで示される生長量となるものと推測される。最初の藻体量を一定とするように補正した場合、19日後の生長量は、曲線Iに示すように、滲出水濃度の増大とともに、低下した。これは纏絡物の

着生による同化作用の阻害によるものと推測された。しかし、纏絡物除去後の2週間においては、曲線IIに生長量を示すように、曲線Iに示す藻体重量にはほぼ比例しているようであり、纏絡物を除去しきさえすれば、藻体は通常と変わらぬ生長を遂げることを示している。したがって、纏絡物の着生はノリに対して致命的な損傷を与えるようには見えないし、同化作用の阻害も2.5%以下の濃度では顕著ではない。しかし、これは2.5%以下の濃度の時であり、5%以上の濃度では同化作用の阻害が著しく、明らかに有害であり、10%の濃度では回復し難い損傷をノリに与え、20%の濃度では藻体を枯死させることは明白である。これを写真によって最終の結果をみると、7-①に示すようになる。10%以下は藻体が特別小さく、20%では崩れ去った藻体がわずかに見られる程度である。

c) 処理廃水添加の人工海水中における阻害・回復

同様の結果は処理廃水を人工海水に加えた場合にも見られた。結果はFig. 2に示している。培養

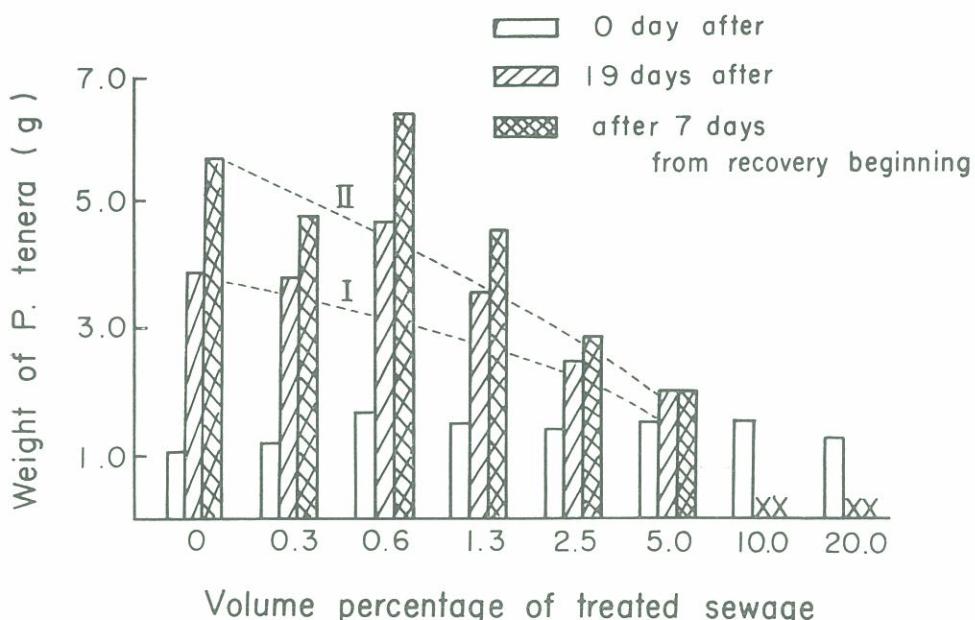


Fig. 2 Relationship between Growth of *P. tenera* and Concentration of Treated Sewage in Artificial Sea Water

開始前の藻体重量の相違によって、19日培養後の藻体重量にもその影響が認められる。すなわち、0.6% の試験区は生長量が最も勝れているが、培養開始時の藻体重量も大であるための結果と推測される。よって、前と同様初期藻体重量を補正すれば、曲線Ⅰのような結果となるはずである。また纏絡物を濯ぎ落とした後、1週間目の重量は、曲線Ⅱに示すような重量になるものと推測される。廃水濃度の増大とともに生長量は低下するが、2.5%以上の濃度では特に生長が悪く、5%濃度では纏絡物を除去した後も生長は止り、10%および20%では纏絡物の濯ぎ洗いとともに藻体は崩れ去り、枯死を意味した。

これを写真に示すと7-②に見るとおりである。対照試験区の藻体量は少ないが、これは藻体が果胞子を放出し、水流の抵抗に弱くなり、クレモナ附着糸を離れたために、これを除いて写真を撮ったからである。10%および20%の試験区には、崩れ去った藻体が見られるのみである。拡大写真は7-②-(i)と7-②-(ii)ならびに7-①として示した、7-②-(ii)に示す2.5%の試験区は藻体が大きく見えるが、附着糸から離れているため広く見えるだけであり重量は少ない。

b) 滲出水ならびに処理廃水の肥効

人工海水に滲出水ならびに処理廃水を加えた場合には、人工海水の富栄養のため、滲出水および処理廃水の肥効は現われずに生長阻害のみが認められた。しかし、ノリ養殖場附近の海水は、ノリによって栄養塩が吸収し尽され貧栄養となっているので、滲出水、処理廃水の添加は肥効を意味するものと期待された。しかし重量測定によってこれを追究するとFig 3およびFig 4に示すように、対照試験に比し、何等見るべき肥料効果は現われず、滲出水の場合には0.3%，処理廃水の場合は0.6%以上の濃度においては、纏絡物の濯ぎ落との後、殆んど生長が停止した。2.5%以上の濃度においては滲出水では藻体重量は減少し、処理廃水では減少するが、完全に生長を停止した。また、20%濃度では完全に枯死した。これら一部の拡大写真は7-③-(i)と7-③-(ii)に、また7-④-(i)と7-④-(ii)に示した。全体は7-③および7-④に示した。

このように栄養塩濃度の低い養殖場附近の海水に滲出水および処理廃水を加えた場合にも、殆んど見るべき肥料効果は現われず、2.5%以上の濃度では着生した纏絡物を濯ぎ落とすと、藻体の崩

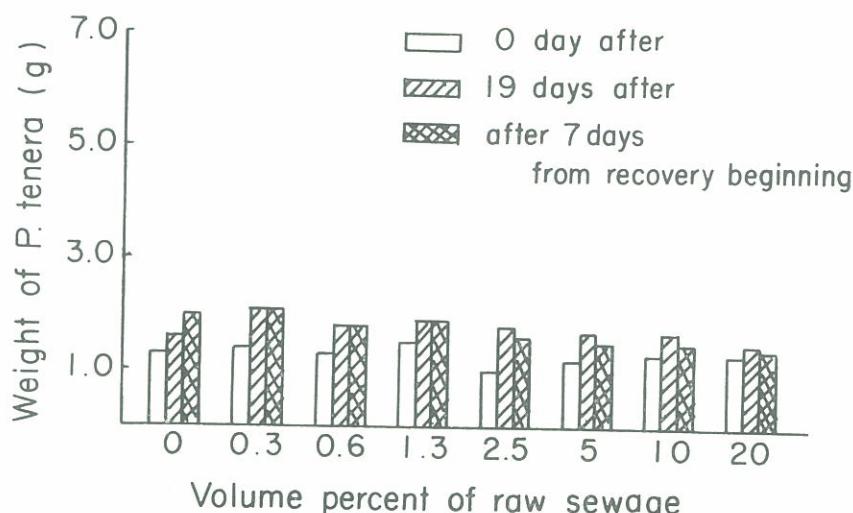


Fig. 3 Relationship between Growth of *P. tenera* and Concentration of Raw Sewage in Natural Sea Water

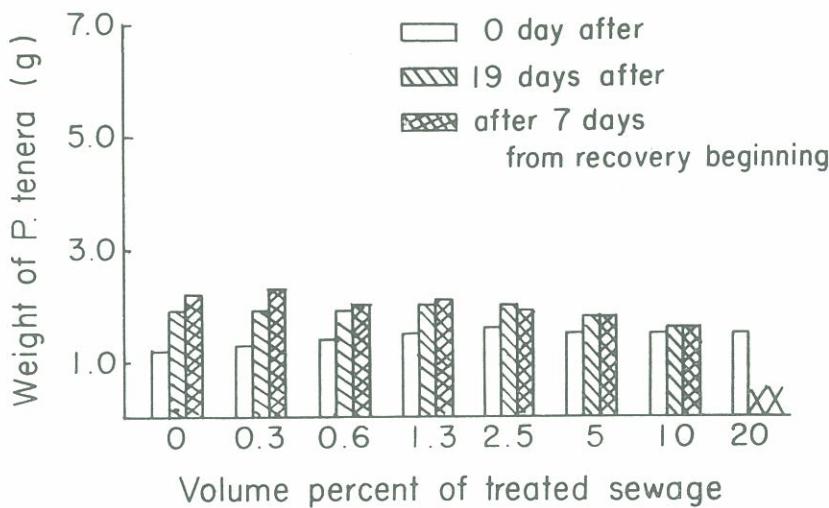


Fig. 4 Relationship between Growth of *P. tenera* and Concentration of Treated Sewage in Natural Sea Water

壞が起り結果は明らかに有害であった。また処理廃水の20%濃度では完全枯死が見られた。よって滲出水および処理廃水が栄養塩濃度の低い地先海面に流出する場合においても、肥料効果は期待しないものであることが明白である。

e) 放流水のBODとノリに対する有害性の関係

繰縞物の着生量が多過ぎれば、ノリ生育が著しく阻害されるが、今、その阻害が著しくなる濃度の限界を経てみると、次のようになる。

Table 4 放流水のBODとノリに対する有害性

放流水種類	人工海水中		自然海水中	
	有害 %濃度	BOD換算 ppm	有害 %濃度	BOD換算 ppm
滲出水	5%	260ppm	2.5%	130ppm
処理廃水	2.5%	450ppm	2.5%	450ppm

この結果からみるとBODが高くとも処理廃水の方が滲出水そのものより阻害作用は弱いことが明らかであり、処理によりこの害作用は1/3に低下することが明らかとなった。八田汚水処理場のBOD低下効率はよくないが、毒力低下の意味では顕著な効果のあることが認められた。

3) 八田汚水処理場の浄化能率向上後の処理廃水の性状

前述の結果は、すべて八田の廃水処理施設の浄化能力が充分に発揮されていない条件下で放流される処理廃水ならびに処理前の滲出水について得られたものであるが、その後凝集沈殿処理を併用し、それにつづいて活性汚泥処理をおこなうなど、処理効果も可成り高くなつた模様である。よって、その段階の処理廃水ならびに処理前の滲出水の性状をみるとともに、再度ノリの同じ発育試験を試み有害濃度を求めてみた。その結果を次に示す。

i) 浄化能率向上後の処理廃水の性状

昭和44年2月17日に九大農学部水産化学第1教室に搬入された滲出水と処理廃水について直ちに水質分析をおこなった。分析結果はTable 5に示した。

Table 5 から明らかなように、BOD、COD、全窒素、アンモニヤ窒素、全磷、塩化物など、処理前の滲出水濃度の約1/3となっている。通常、塩化物は生物学的処理法あるいは沈殿法によって影響を受けない。したがって、処理場あるいは流水中における塩化物の濃度低下は塩化物濃度

の低い水による稀釀作用を示すものと云われている。2) Table 5 に見られる廃水の処理効果は、したがって、稀釀効果によるものと推測される。

ii) 新処理の廃水を混合せる人工海水中におけるアサクサノリ葉面上の纏絡物の発生と生長速度との関係

2) - ii) - A の c) および b) と同じように浮子、硝子錘つきクレモナ単糸に生長せるノリを、滲出水ならびに新処理廃水の 20%, 10%, 5%, 2.5%, 1.25%, 0.625% および 0.3125% 濃度の人工海水中に移し、纏絡物発生の有無を検するとともに、藻体の重量測定を初日、5 日後、12 日後、18 日後、29 日後におこない、また、纏絡物発生の藻体については、これを濯ぎ落した後、更に 7 日間培養をつづけ、後に重量測定をおこなって、生長の速度を追究した。しかし、この実験に

Table 5 八田汚水処理場の浄化能力向上後の処理廃水の水質分析値 (ppm)

分析項目	滲出水	処理廃水	残存濃度
B O D	4,400	1,500	34.1%
C O D	6,470	2,350	36.3%
全窒素	580	162	28.0%
アンモニヤ窒素	460	140	30.4%
亜硝酸窒素	痕跡	0.052	—
硝酸窒素	0.86	0.65	—
全燃	3.30	0.90	27.3%
無機燃	0.72	0.52	—
塩化物	2,218	695	31.4%
pH	7.0	7.7	

においては、初期藻体の重量が幾分大となり過ぎ、所謂密植の状態が醸し出され試験の後期においては、単細胞微小藻類の蔓延による枯死の症状が見られた。しかし、これは廃水のためではなく、試験開始時の藻体重量の大によるものである。また、試験期間中、纏絡物の発生を見たことは、浄化の効率が上昇する以前の廃水の場合と似ており、唯、今回の試験においては、滲出水では 5% 以上の濃度、処理廃水では 10% 以上の濃度でなければ纏絡物は明瞭に着生しなかった。

写真 8 のグループには、滲出水を人工海水に加えて 27 日間培養後の藻体を示している。5% 濃度まで廃水は着色を示している。これらの写真を拡

大すると、8-①～⑤に示すようになる。8-①は対照試験区で、27 日後には微小綠藻植物が葉面に繁殖している。8-②は 0.3% 濃度である。アサクサノリの正常な色素は可成り失われている。8-③は 2.5% 濃度である。色素は可成り失われているが、微小綠藻の附着は少ない。8-④は 10% 濃度である。纏絡物の着生が認められる。8-⑤は 20% 濃度である。纏絡物は著しく着生している。

重量測定によって生長を測定せる結果は、Fig 5 に示した。培養開始から 18 日までは順調な生長が認められるが、それ以後は生長の阻害されているものが大部分である。18 日目の藻体重量の大なる試験区は例外なく培養開始の藻体重量が大なる値を示しているので、対照的に比較して生長量が大きく見えても、これは滲出水の肥効とは云い難い。20% 濃度の試験区では 12 日目には枯死していることがわかる。10% 濃度では 18 日以後の重量減少が大きく藻体の崩壊が目立つ。

写真 9 のグループには新処理法による廃水混入の人工海水中におけるアサクサノリの培養状況を示している。培養開始後 27 日目のものである。写真 9-①には対照試験区の藻体を示している。藻体は緑色の微小植物に覆われている。このような微小植物は暖季から寒季に向う時に着生し易い。これは糸状体培養の蛎蠣殻に附着していて、アサクサノリ生産の末期には屢々 現われる現象である。したがって、このような附着綠藻が海面において実際に繁殖を始めても、ノリの生産には害となる程の影響を与えないはずである。9-②、9-③ および 9-④ には処理廃水濃度 0.3%， 2.5% および 20% 中のアサクサノリの生育状態を示している。これらの写真は培養後 27 日目のものであるが、藻体の生長は Fig 6 に示すように、大体培養後 18 日目で停止したこと示している。これは微小綠藻の着生によるものと推察される。しかし 18 日までの藻体の生長をみると、処理廃水では滲出水の場合と異なり、初期藻体重量が対照試験区のそれと変らぬのに、生長量が対照試験区よりも明瞭に勝れている場合がある。例えば、廃水濃度 1.3% および 10% の場合には初期藻体が大きいから生長量も大きいと云えるが、0.6%， 5.0% およ

び20%などの場合には藻体の初期重量は対照区と同じでも、明らかに対照区より生長量が大きい。したがって、処理廃水の場合には明瞭な肥効が認められる。

この肥効は次に述べる附着珪藻についても適合する。この点は浄化能率が向上する以前の廃水とは著しく異なる。

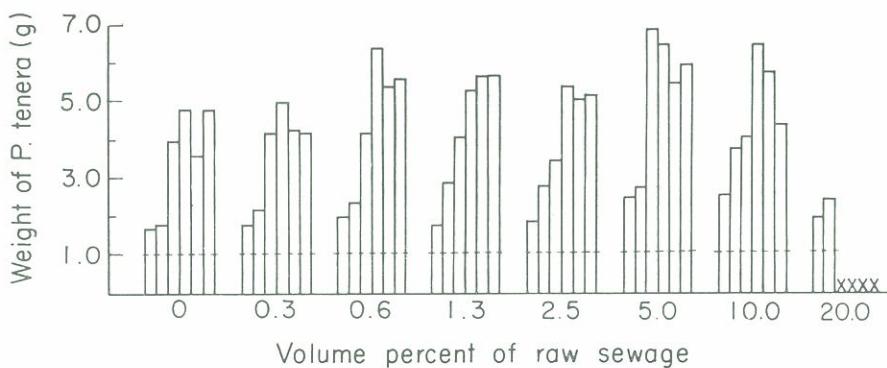


Fig.5 Relationship between Growth of *P. tenera* and Concentration of Raw Sewage in Artificial Sea Water

bar graphs : showing weight of algae with Kremona thread on which they grow, from left to right, the weight at start, after 5 days, 12 days, 18 days, 29 days and after 7 days from recovery test beginning started at 29 days.

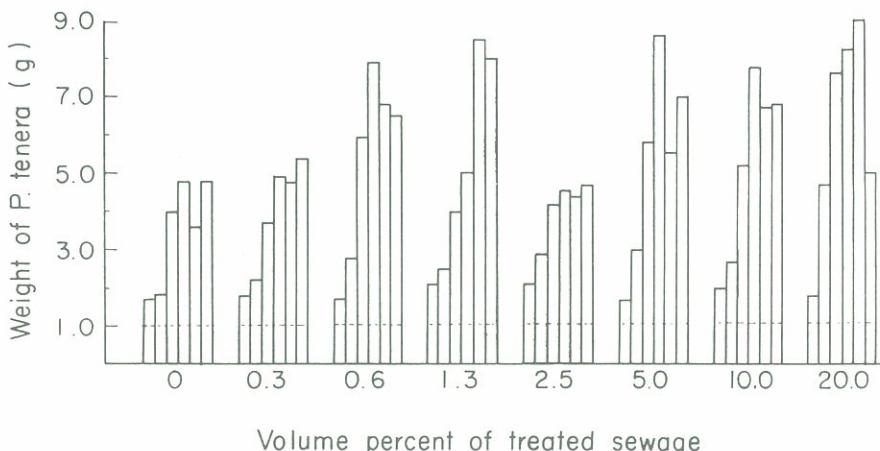


Fig.6 Relationship between Growth of *P. tenera* and Concentration of Treated Sewage in Artificial Sea Water

bar graphs : showing weight of algae with Kremona thread on which they grow; from left to right, the weight at start, after 5 days, 12 days, 18 days, 29 days and after 7 days from recovery test beginning started at 29 days.

4) 附着珪藻に対する滲出水ならびに処理廃水の影響

アサクサノリが養殖される場合に、葉体が附着珪藻に被覆されると、単位時間の生産量は低下し、製品としても価値が低下する。これはヨゴレと称し、従来アサクサノリの養殖漁家に非常に嫌われてきた現象である。

八田汚水処理場からの処理廃水が海面に流出した場合に、これが附着珪藻の着生繁殖にどのような影響を与えるかを追究することは、アサクサノリの生産量と生産物の商品価値を評価する上に重要なである。よって、ここでは附着珪藻の繁殖に及ぼす処理廃水の影響をみることにした。

i) 試験方法

香椎地先の海水より附着珪藻 *Synedra radians* KÜTZ を単離し、純粋培養に成功した。培地には Table 1 に示す組成のものを用いた。

Table 6 I.A.M. Collection medium - II³⁾

Constituents	
KNO ₃	0.2 g
K ₂ HPO ₄	0.02 g
Na ₂ SiO ₃ · 9H ₂ O	0.01 g
Fe-citrate · 3H ₂ O	0.001 g
Sea water	1000 ml
pH	8.0

また、*Synedra* の分裂状況を見るために次の準備をした。すなわち、I.A.M. 培地に寒天を 3.6 % となるように加え、15 lbf/inch²、15 分間滅菌するとともに溶解して Table 1 に示す培地組成の 2 倍濃厚溶液を用意した。他方、滲出水ならびに処理廃水の 0.03ml, 0.06ml, 0.12ml, 0.24ml, 0.5ml, 1 ml, および 2 ml を試験管にとり、これに蒸溜水を加えて各々全量を 5 ml となし、これを 50°C に加温し、前述の加温寒天培地を無菌的に 5 ml ずつ加え、混合の後、直径 9 cm の無菌ペトリー皿に流し、寒天平板培地をつくった。この培地に I.A.M. 液体培地に繁殖した *Synedra* をとり、塗布した。これを検鏡し、150 倍の視野に 1 ~ 3 個体の存在する場合に、ペトリー皿の底面に印をつけてその位置を明確にした。このようにして各ペトリー皿に 10 個の印をつけ、10°C の環境

下に 1 日 9 時間 6.000 Lux の蛍光灯照射をおこない、適当時間間隔で印をつけた印置における *Synedra* の数を数えた。また、20°C の環境下に 12 時間 6.000 Lux 照射の実験をおこない、異常暖冬の条件を想定して *Synedra* の分裂状況を観測した。観測結果は細胞の分裂所要時間として求めた。算出法は次のようにした。

最初 n 個体の細胞が T 時間ごとに分裂するものとすれば、t 時間後の個体数 N は

$$N = n \times 2^{t/T}$$

として表わされるはずである。今、n および N は検鏡により判明する。t は培養時間である。したがって、分裂所要時間 T が判明する。このようにして T を求めた。また T が判明すれば、任意の時間、すなわち t 時間後の細胞の増殖倍率 $\frac{N}{n} = 2^{t/T}$ を知ることができる。ここでは t = 144 時間にについて $\frac{N}{n}$ を求めてみた。廃水は小潮時河口附近に停滞し勝ちであり、その時間の最大値を 144 時間と評価したためである。この時間より t が増大することは潮流の上からまずありえない。最悪条件時の想定と云うことになる。このような実験条件下、想定下に求めた結果は Table 6 および 7 に示した。

ii) 試験結果

a) 滲出水濃度と *Synedra* 分裂所要時間の関係

水温を 10°C と想定した場合、*Synedra* の分裂所要時間は滲出水の各濃度で Table 7 の第 5 欄に

Table 7 附着珪藻 *Synedra radians* KÜTZ の分裂に及ぼす滲出水 (BOD = 4,400 ppm) の影響

濃度 (%)	0 時間の平均個体数	4.8 時間後の平均個体数	9.6 時間後の平均個体数	分裂所要時間	
				時	6 日間増殖倍率
水温 10°C の場合					
0	2.13	6.38	16.63	30.3	2.70
0.3	1.60	5.40		33.9	1.90
0.6	1.71	3.86		3.68	1.51
1.2	3.25	6.63	23.25	4.06	1.17
2.4	1.44	2.77	—	5.10	7.1
5	1.00	1.67	2.53	8.30	3.3
1.0	1.75	2.13	—	16.78	1.8
2.0	3.20	5.40	—	57.72	1.2
水温 20°C の場合					
			7.5 時間後の平均個体数		
0	2.30	176 (11.9)	(4.80)	1.49	8.11
0.3	2.50	11.70	43.50	1.80	2.56
0.6	1.80	1060 (6)	(1.8)	1.80	2.56
1.2	2.25	1225 (82)	(5.22)	1.67	3.94
2.4	2.00	1200 (867)	(29.30)	1.70	3.55
5	1.71	471	1.571	2.88	3.2
1.0		1.00	1.50	4.62	8.7
2.0	2.0	2.0	2.0	∞	1.0

示すような値となった。I.A.M. 培地のみの時は30.3時間であるが、滲出水濃度が0.3%では33.9時間、0.6%では26.8時間と濃度の増大とともに分被所要時間は延び、20%濃度では577時間となった。このような時間で分裂をつづけてゆく場合、6日後の個体の増殖率はどうなるかと云えば、第6欄に示すように I.A.M. 培地のみの時は27.0倍に、滲出水0.3%の混合で19.0倍、0.6%の混合で15.1倍となり、濃度の増大とともに附着珪藻 *Synedra* の増殖倍率は低下し、20%濃度では僅か1.2倍となるに過ぎない。水温20°C, I.A.M. 培地のみの時は、分裂所要時間は14.9時間、滲出水濃度0.3%および0.6%の時には共に18.0時間、12%の時は16.7時間、24%の時は17.0時間と示された。5%では28.8時間、10%では2.2時間となり、20%では細胞分裂は停止してしまった。20°Cでは、10°Cの場合と異なり、濃度と細胞分裂所要時間は必ずしも一定の関係で増大するとは限らないが、滲出水の濃度増大とともに、傾向として分裂所要時間が延長し、5%以上の濃度では温度の相違にかかわらず、この延長の度合が急増する点で両者一致した。

これらの結果から、滲出水は海面に流出しても附着珪藻の増殖を促進することはありえない。

b) 治理廃水濃度と *Synedra* の分裂所要時間との関係

水温10°Cと想定した場合、*Synedra* の分裂所要時間はTable 7に示すような結果を与えた。すなわち、I.A.M. 培地のみの時は30.3時間の分裂時間であったのが、処理廃水濃度が0.3%では33.6時間と幾分分裂時間は延長した。しかし、0.6%の濃度では29.8時間と対照区の30.3時間より縮少し、1.2%では28.4時間と更に縮少した。2.4%では21.2時間にまで縮少し、5%濃度となって再び対照区より延長した。10%では98.8時間、20%では182.7時間となった。

水温20°C, I.A.M. 培地のみの対照区では、分裂所要時間は14.9時間に縮少した。しかし0.3%濃度に処理廃水を加えると17.9時間となり、0.6%, 1.2%および2.4%濃度までは分裂所要時間は対照区の14.9時間よりも長く、5%濃度になって始めて14.10時間となり0.8時間の縮少が起こ

Table 8 附着珪藻 *Synedra radians* KÜTZ の分裂に及ぼす処理廃水 (BOD=1500 ppm) の影響

濃度 (%)	水温10°Cの場合				
	0時間の 平均個体数	4.8時間後の 平均個体数	9.6時間後の 平均個体数	分裂所要 時間	6日間 増殖率
水温20°Cの場合					
0	(11.9)	(4.80)	1.4.9	8.11	
0.3	1.50	6.75	2.6.75	1.7.9	2.64
0.6	2.00	11.75	3.2.25	1.8.8	2.03
1.2	1.50	5.75	4.5.2	1.7.9	2.64
2.4	2.11	15.9(12.0)	4.5.2	1.5.6	6.00
5	1.62	12.5(10.0)	4.8.0	1.4.10	11.86
10	2.53	12.67	2.8.67	2.1.3	1.08
20	2.40	15.16	2.9.57	2.2.9	7.8

った。しかし、10%および20%濃度では再び分裂時間は延長した。

このように処理廃水の場合には滲出水と異なり、ある濃度において対照区よりも分裂所要時間が縮少する現象が見られ、10°Cの場合においては分裂所要時間は対照区のそれの約2/3程度となった。処理廃水には、低温においてこのように附着珪藻に対して、特異的に分裂を促進する効果のあることが判明した。

c) 滲出水ならびに処理廃水の *Syneeedra* 増殖率における効果

Fig 7およびFig 8には、それぞれ温度10°Cおよび20°Cにおける *Synedra* 6日間の増殖率を示した。各図横軸には滲出水および処理廃水の濃度を容量%で、また縦軸には1個体から分裂し始めた時の6日後の増殖個体数を示している。

10°Cの場合についてFig 7をみると、滲出水(Raw Sewage)では濃度増大とともに増殖個体数は減少するが、処理廃水(Treated Sewage)では0.3%濃度の時だけが低いが、0.6%, 1.2%, 2.4%と濃度増大とともに増大し、2.4%の時には対照区の27.0個体に対し、111個体となり、著しく増殖することが示されている。

20°Cの場合についてFig 8をみると、滲出水では増殖効果が見られぬが、処理廃水の濃度が5%

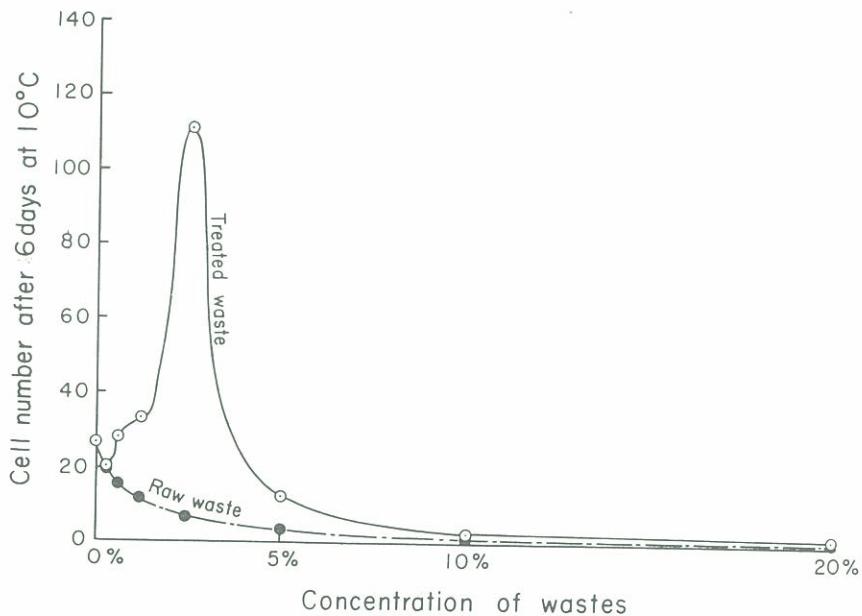


Fig. 7. Relationship between cell division of *Synedra radians* and concentration of wastes at 10°C

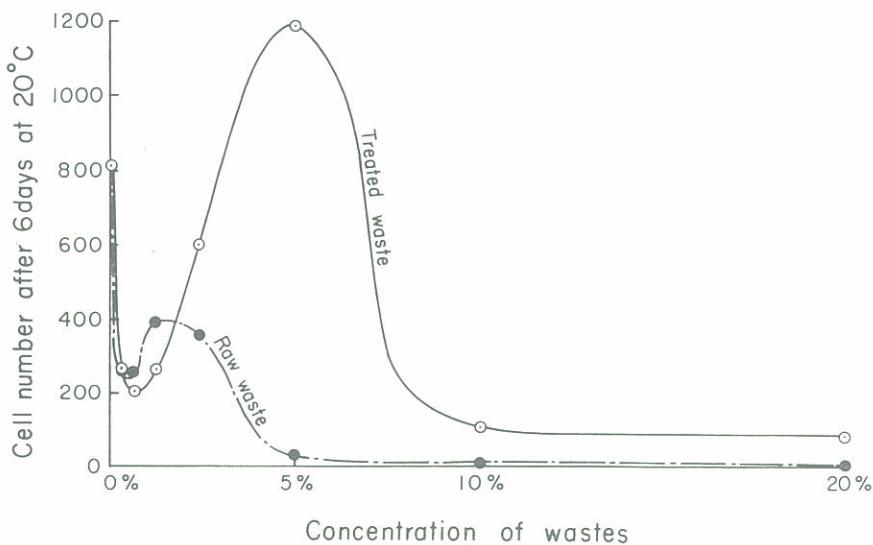


Fig. 8. Relationship between cell division of *Synedra radians* and concentration of wastes at 20°C

の時、増殖倍率が最も高い値を示し、6日間で対照区の811個体に対し、この区では1186個体となった。しかし、20°Cでは10°Cの場合に比し、増殖率の上では対照区より著しく増加する現象は見られなかった。

iii) 小括

前述の結果から、滲出水が海面に流出する場合には附着珪藻の増殖は問題とならぬが、処理廃水が10°C前後の低水温時に流出し、海面における濃度が2.5%程度となれば、附着珪藻の増殖効果が顕著となるので、小潮時河口周辺に河川水が停滞し易い時期などには好ましからざる事態が起りうるものと推測された。したがって、このような場合には処理廃水を貯留し、数日放流を抑えて、潮高差が大きくなる時期を利用して放流するなどの対策を研究すべきと推察された。

5) アカグサレ菌に対する滲出水ならびに処理廃水の影響

アサクサノリ養殖場の水温が上昇するとアカグサレ菌 (*Pythium marinum* SPARROWの一変種) がノリの葉面に繁殖し、細胞膜を溶解して葉体色素である Phycobilin 蛋白を露出させ、このためにこの菌体の繁殖せる部分はこの色素蛋白の赤色素で被われ、ノリは所謂アカグサレ病に罹って枯死する。この菌体は糸状菌、すなわち一種の霉であり、それ自体は白色の綿くずのような外観を呈するが、これが蔓延すると養殖場のノリは全滅する場合も少なくない。

このアカグサレ菌が八田処理場からの放流処理廃水によって繁殖が増進されるか否かを追究することは、アカグサレ菌の病害発生を予知する上に極めて重要である。よって、この点の研究を計画した。

i) 研究方法

Table 9 に示す新崎⁴⁾ の培地 1 ℥ に純粹培養の *P. marinum* SPARROW の 1 白金耳を加え、これを12°C~17°Cに培養した。別に滲出水および処理廃水の 0.03, 0.06, 0.24, 0.5, 1.0 および 2 ml を試験管にとり、これに 1/2 稀釀の滅菌海水を加えて全量を 10ml となし、これらの各試験管にアカグサレ菌繁殖の *P. marinum* 培養液 1 ml ずつを加え、これをノリの培養環境条件下に

6日間通気状態に保ち、後これらから 1 白金耳をとり、ARASAKI の斜面培地に塗布し、*P. marinum* の繁殖状況を観察した。

Table 9 ARASAKI'S Artificial Medium for Marine *Pythium*

Constituents	
Half-diluted sea water	100 ml
Serum (Calf)	0.5 - 1.0 g
Agar	1.0 - 1.5 g
Penicillin	250 u/ml
Streptomycin	50 r/ml

ii) 結果

いずれの濃度においても、また、処理廃水および滲出水を加えざる海水のみの対照区においても、この *P. marinum* は生存を続け、ARASAKI の培地中で再び充分なる繁殖をみた。

これ要するに、アサクサノリに *P. marinum* が繁殖せる場合には、これら廃水および滲出水はこの糸状菌の繁殖を増長したり、抑制したりする特別な性状をもたないかのようであり、ここでは明確な結論をうることが出来なかった。

6) 結論

八田汚水処理場廃水の地先ノリ養殖に及ぼす影響をみると、この処理場から通常の状態で放流される廃水と、この処理場の浄化機能が損われた状態で放流される廃水を用いて、ノリの培養試験を行なうことが必要である。

43年12月の段階で本研究室に与えられた廃水は Table 1 に示す水質からみて浄化機能不完全下に放流される廃水とみることができた。また、44年2月の時点で本研究室に寄せられた廃水は Table に示す水質からみて浄化機能が正常化した時に放流される廃水とみることができた。処理場の浄化機能の如何にかかわらず、降雨量などの増大せる場合には滲出水量は増大し、処理場の収容能力を越える場合には末処理のままで溢水するので、滲出水については両時期ともノリに対する影響試験をおこなった。

これらの4種類の廃水混合の海水についてノリの培養試験をしたところ、いずれの場合もノリ葉面に纏絡物が着生した。

i) 滲出水を栄養塩濃度の高い人工海水に加えた場合には、濃度の増大とともに纏絡物量は増大し、生長の阻害は増した。滲出水の10%以上の濃度では回復し難い損傷をノリに与えた。ノリの同化作用を著しく阻害する点では5%以上の滲出水の濃度は明らかに有害と評価された。しかし2.5%以下の濃度では纏絡物のノリに与える損傷は弱く、生長阻害の程度も低かった。また纏絡物を濾ぎ落とせば、これらの濃度では迅やかな生長の回復が見られた。

ii) 不完全処理廃水を同じく栄養塩濃度の高い人工海水に加えた場合には、濃度の増大とともに生長速度は低下し、殊に10%および20%濃度の時には纏絡物の濯ぎ洗いによって藻体は崩れ去り、死を意味した。5%濃度では纏絡物を除去しても生長は回復せず、2.5%の濃度では纏絡物除去後も生長が極めて悪い状態にあった。しかし、これより低い濃度では生長の阻害は起こっても、その程度は軽く、纏絡物の濯ぎ洗いにより生長は速やかに回復した。

iii) これらの滲出水および不完全処理廃水を貧栄養の地先自然海水に加えた場合には、滲出水の0.3%以上、処理廃水の0.6%以上の濃度で影響が現われ、纏絡物の濾ぎ落としの後も殆んど生長が停止し、2.5%以上の濃度では藻体重量が減少するか、完全な生長停止が起こった。不完全処理廃水の20%濃度ではノリは枯死した。滲出水および不完全処理廃水が栄養塩濃度の低い地先海面に流出しても肥効は期待しないことが判明した。

iv) 正常処理廃水を人工海水に加えた場合には、纏絡物は10%以上の濃度で明瞭に着生した。しかし、20%濃度でも枯死しなかった。5%以下の濃度では纏絡物の着生は少なかった。処理廃水0.6%から10%の濃度範囲では肥効が認められた。

この時の滲出水では5%以上の濃度で纏絡物は明瞭に着生し、10%濃度では纏絡物の濯ぎ洗いにより藻体は崩れ、重量が減少した。20%では枯死した。25%以下の濃度では顕著な影響は見られなかった。肥効は0.6~10%の濃度範囲に見られたが、処理廃水のそれより劣った。

v) 有害濃度とBOD

滲出水、不完全処理廃水ならびに正常処理廃水の有害下限濃度は次の如く要約できる。

放流水種類	人工海水中		自然海水中	
	有害 %濃度	BOD換算 ppm	有害 %濃度	BOD換算 ppm
滲出水(12月)	5%	260 ppm	2.5%	130 ppm
不完全処理廃水(12月)	2.5%	450 ppm	2.5%	450 ppm
滲出水 正常処理廃水(2月)	5%	220 ppm	—	—
	10%	150 ppm	—	—

この表から明らかなように有害濃度は滲出水の場合には2.5%~5%，BODに換算して130~260ppmの範囲にある。不完全処理廃水の有害濃度は2.5%，450ppmであり、正常処理廃水のそれは10%，150ppmである。廃水の有害性はBODとは無関係である。

vi) ノリ養殖における纏絡物着生対策

ノリ葉面に纏絡物が着生しても、これを濾ぎ落とせば生長は容易に回復する。したがって、着生の場合には藻体の濯ぎ洗いが最善の直接的対策である。

vii) 纏絡物によるアサクサノリ二次芽着生の阻害と対策

纏絡物は分析値、染料に対する性質から斃死菌体と考えられ、このためアサクサノリに対して直接的な害作用を与えることはないと推測される。しかし、この纏絡物の着生はノリの葉面のみならず、ノリ網にも着生し、アサクサノリ二次芽の着生基盤を奪ってしまうことが明らかとなった。したがって、纏絡物着生のままノリ網を放置しておけば、纏絡物を基盤に二次芽が着生し、ノリの生長が起こる。これではしかし、藻体の生長とともに水流に対する抵抗力が増大し、遂にはノリ網を離れることになる。このために摘採盛期および後期にはノリの減産が起こる。この減産を防止するにはノリ網に着生の纏絡物を除くことが必要である。纏絡物は濯ぎ洗いにより容易に除去できるので、網を濾ぐなり、ホースからの水流を与えることにより除くことが減産防止の対策となろう。

viii) 正常処理廃水による附着珪藻の増殖とその対策

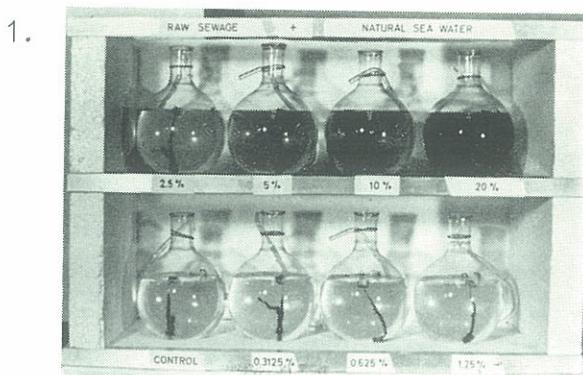
滲出水の放流は附着珪藻の増殖原因とはならないが、10°C附近の低温では正常処理廃水の2.5%前後の濃度は特異的に附着珪藻の繁殖を促進する。したがって、海面において、このような濃度

の状態で長時間滞留することは、アサクサノリがヨゴレを起こす原因となりうる。これを避けるためには河口水が河口域に停滞し易い小潮時の廃水放流を少なくし、大潮時に多くするなど、潮汐を考慮しつつ放流することが必要であろう。

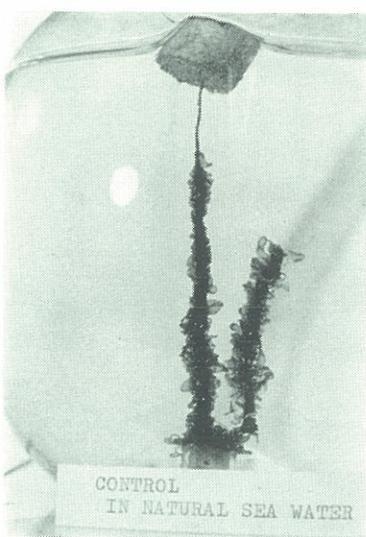
ix) アカグサレ菌に対する正常処理廃水の影響
廃水はこの糸状菌に対して何等特異的な作用を示さないかのようであり、結論をうるには将来の研究に俟つことが多い。

文 献

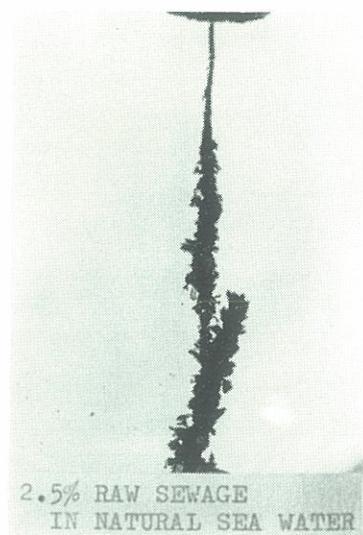
- 1) "Industrial Wastes" edited by Willem Rudorfs
Page 117, Reinhold Pub. Co. (1953) New York
- 2) "Sewage and Sewage Treatment" H. E. Babbitt,
Page 322, John Wiley Sons, Inc. (1957) New York
- 3) Atsushi Watanabe, "List of Algol Strains in
Collection at the Institute of Applied Microbiology,
University of Tokyo" J. Gen. Appl. Microbiol.,
6, 283~292 (1960)
- 4) Seibin ARASAKI, Kiichi AKINO, and Tetsuo TOMIYAMA,
"A Comparison of Some Physiological Aspects in a
Marine *Pythium* on the Host and on the Artificial
Medium" Bull. of Misaki Marine Biol. Inst.,
Kyoto Univ. No. 12. page 203-6 (1968)



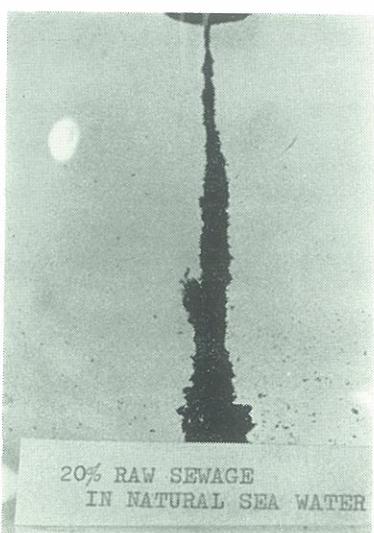
1 —①



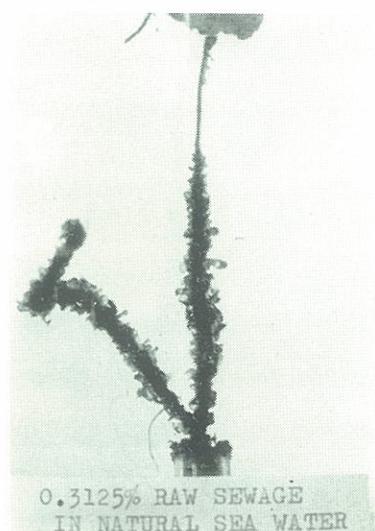
1 —③



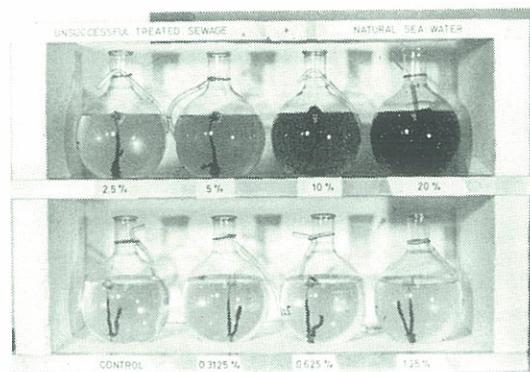
1 —②



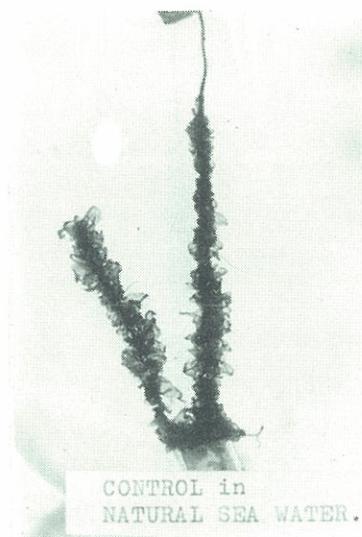
1 —④



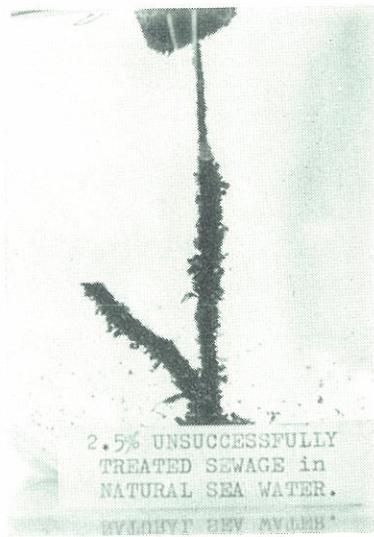
2.



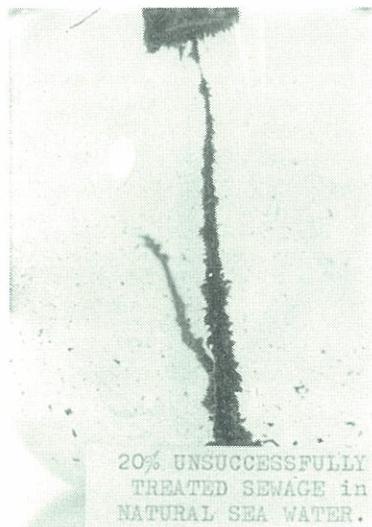
2 — ①



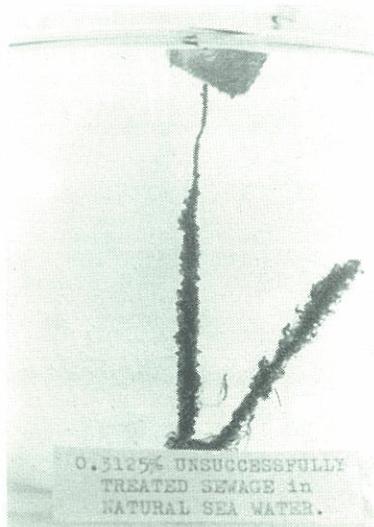
2 — ③

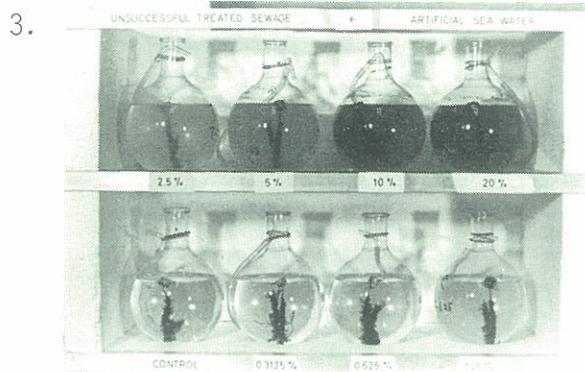


2 — ②

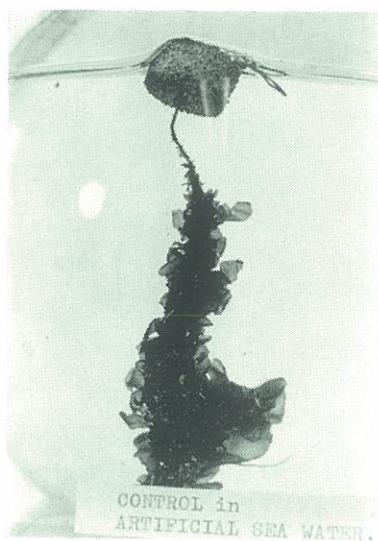


2 — ④

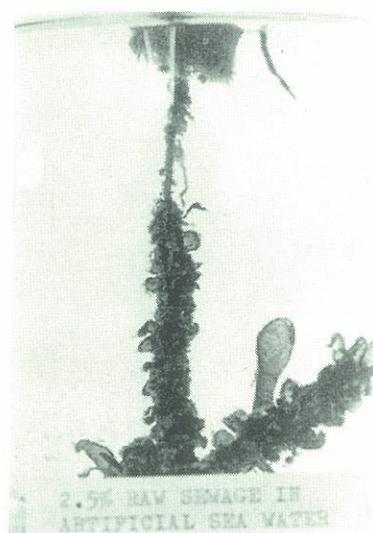




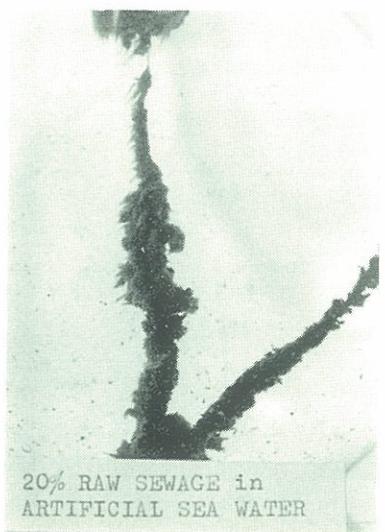
3—①



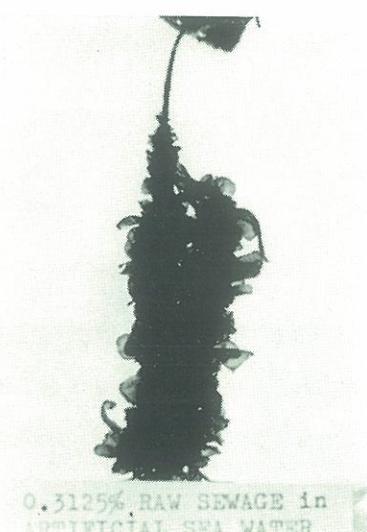
3—③



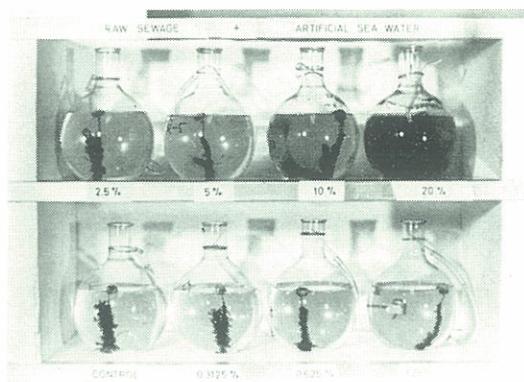
3—②



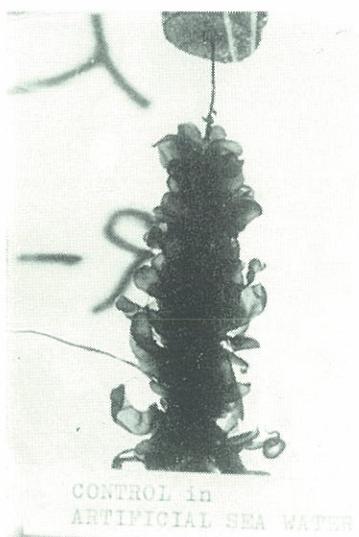
3—④



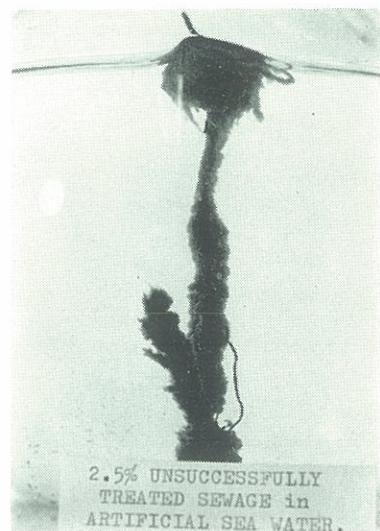
4.



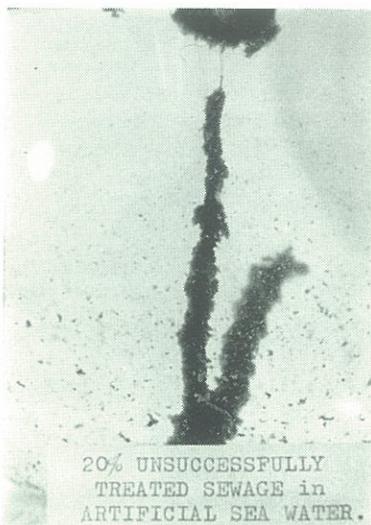
4 --①



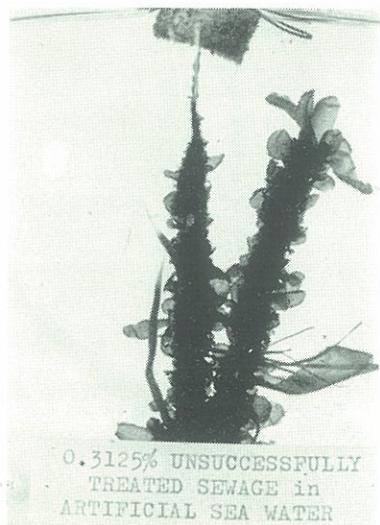
4 --③



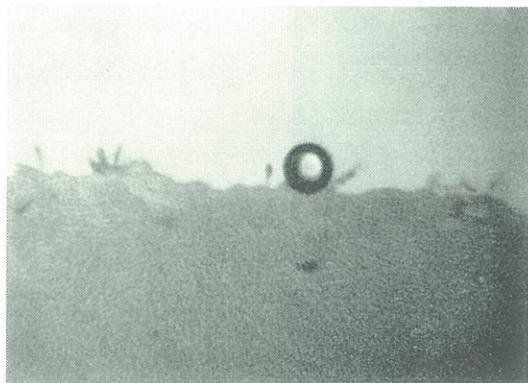
4 --②



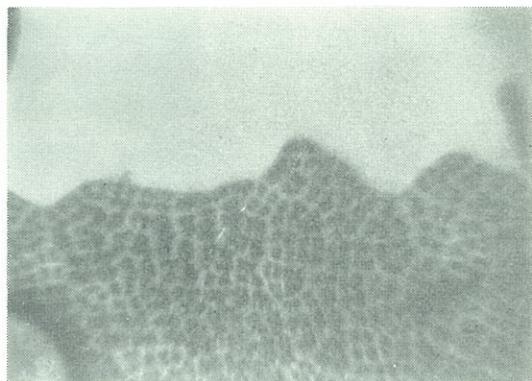
4 --④



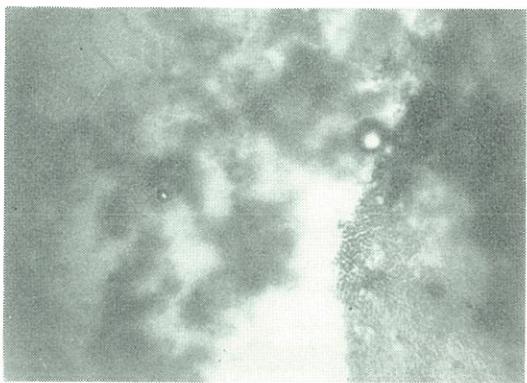
5—①



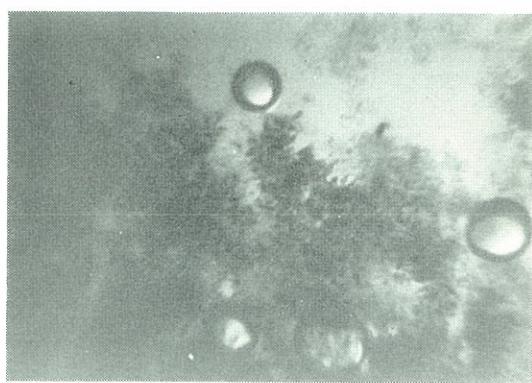
5—②



5—③



5—④



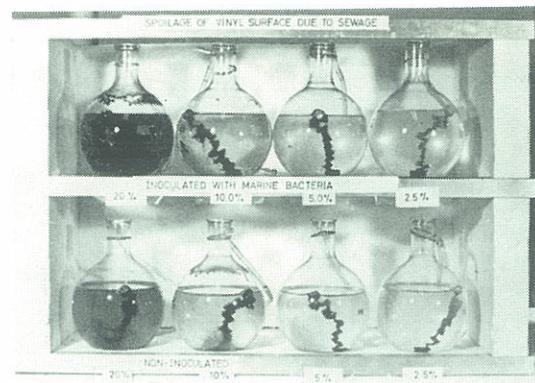
5—⑤



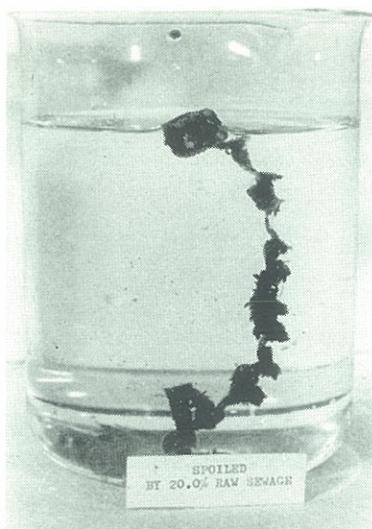
5—⑥



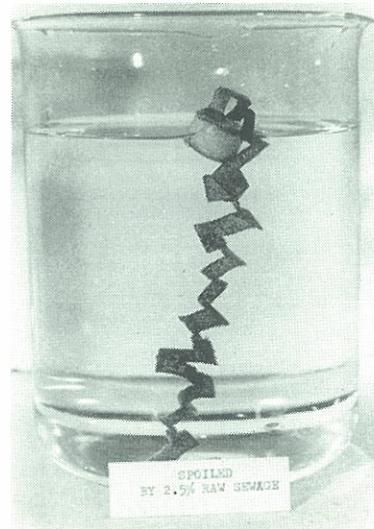
6



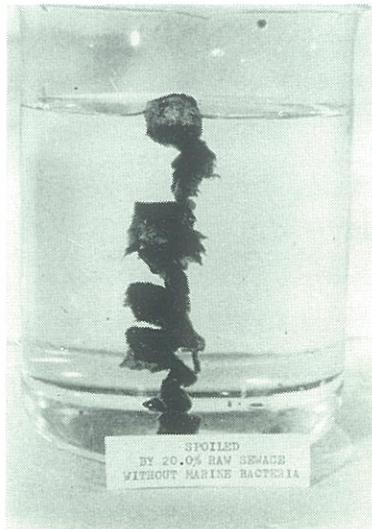
6 —①



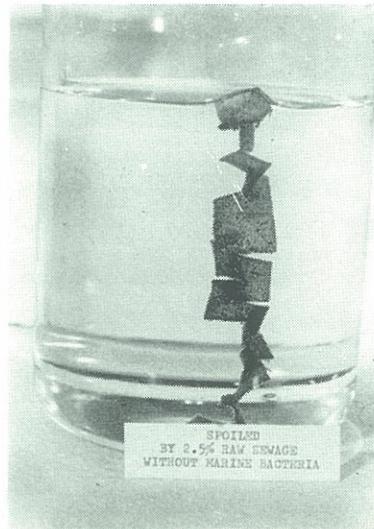
6 —③

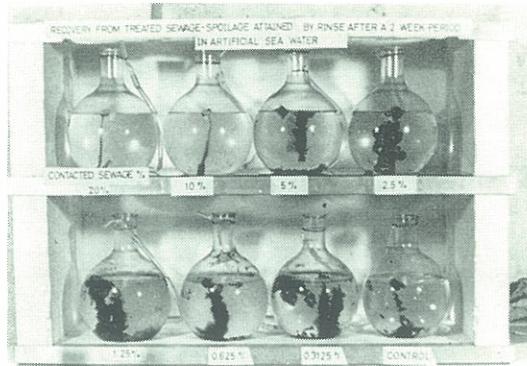


6 —②

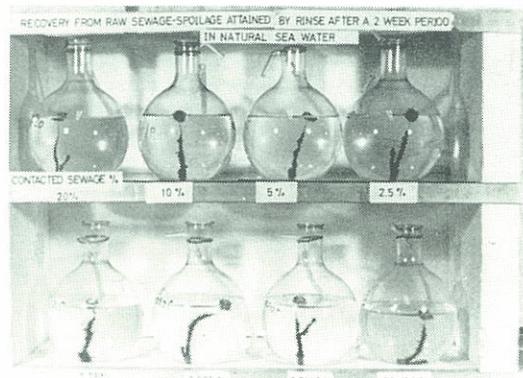


6 —④

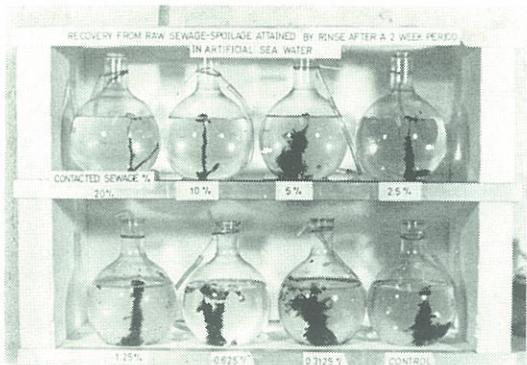




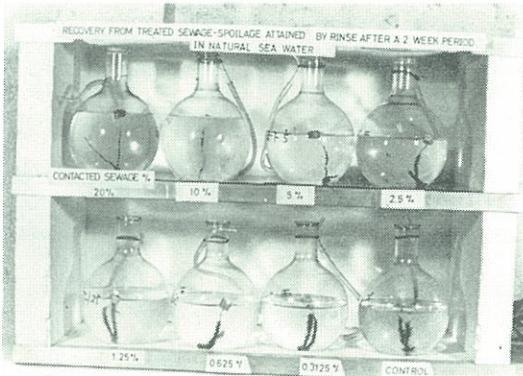
7 —①



7 —③

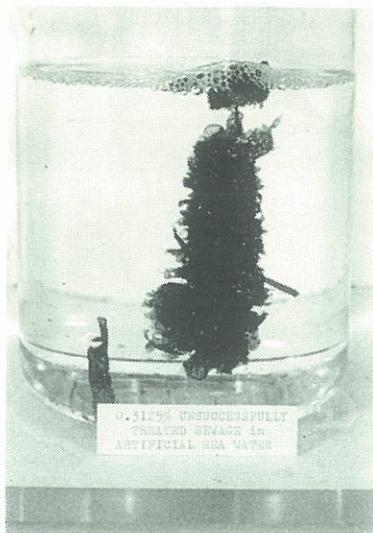


7 —②

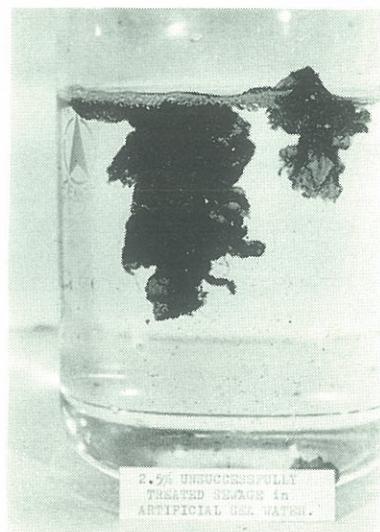


7 —④

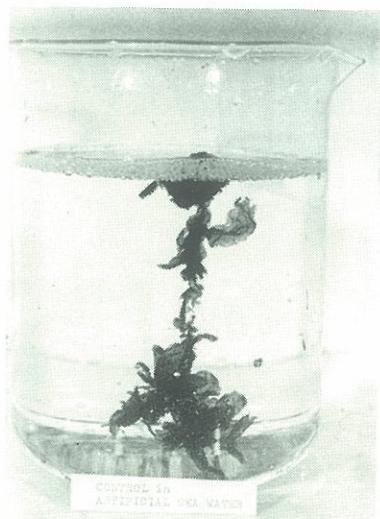
7 —②—(i)



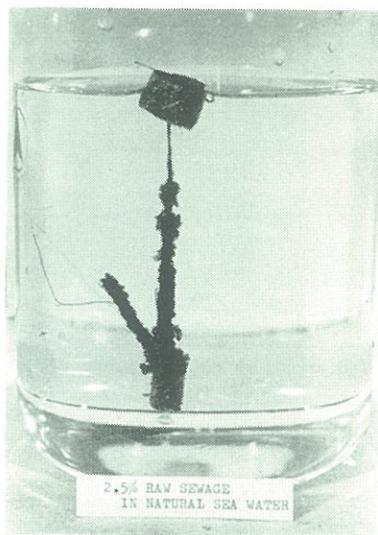
7 —②—(ii)



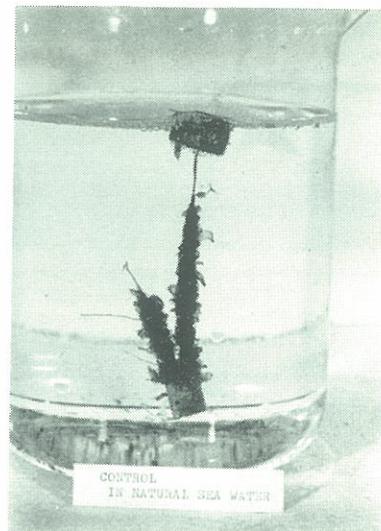
7 —①—Control



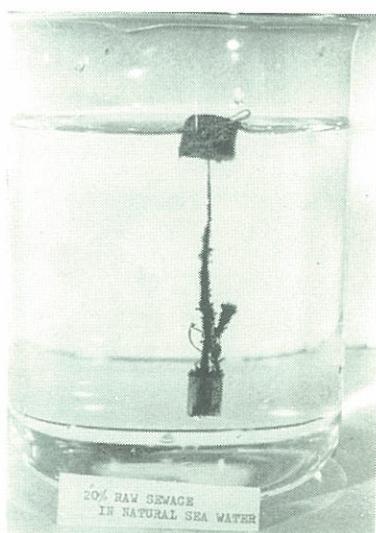
7—③—(i)



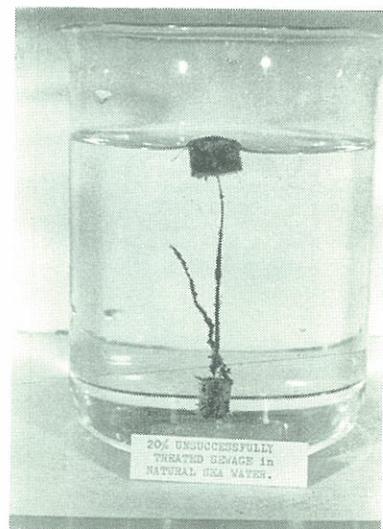
7—④—Control



7—③—(ii)

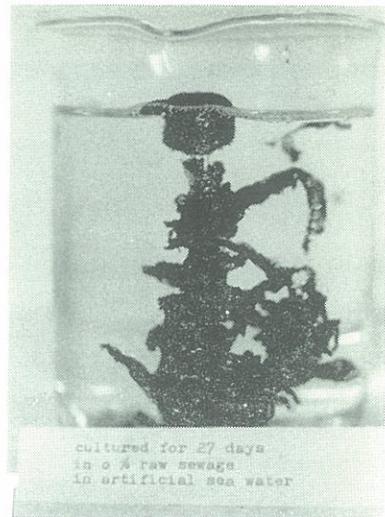
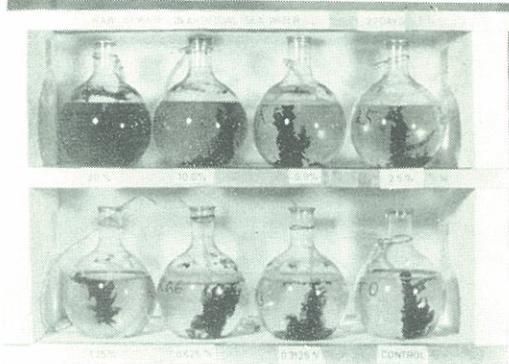


7—④—(i)

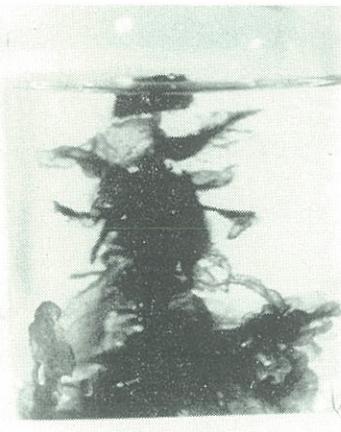


8 —①

8.

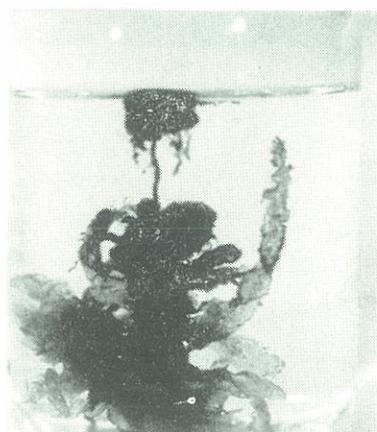


8 —②



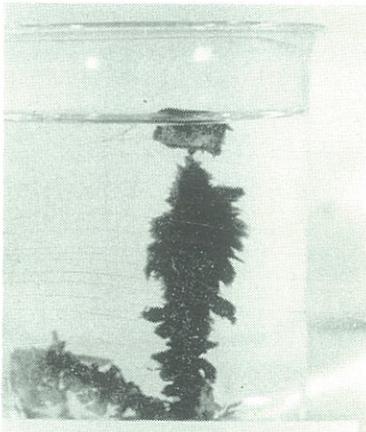
cultured for 27 days
in 0.3 % raw sewage
in artificial sea water

8 —③



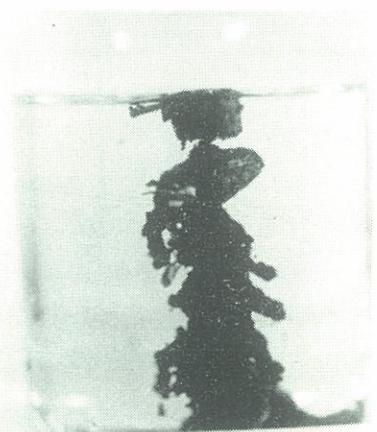
cultured for 27 days
in 0.1% raw sewage
in artificial sea water

8 —⑤



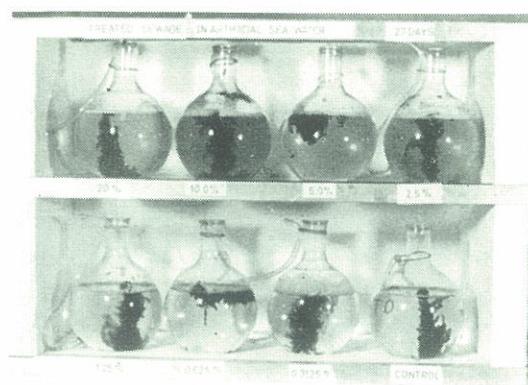
cultured for 27 days
in 20 % raw sewage
in artificial sea water

8 —④



cultured for 27 days
in 10 % raw sewage
in artificial sea water

9

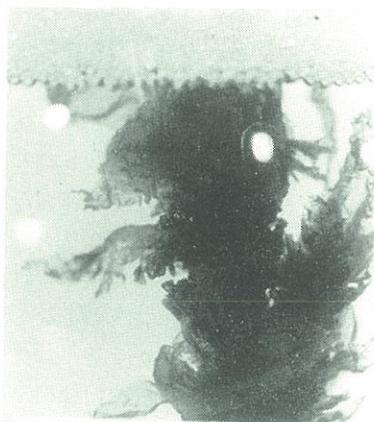


9—①



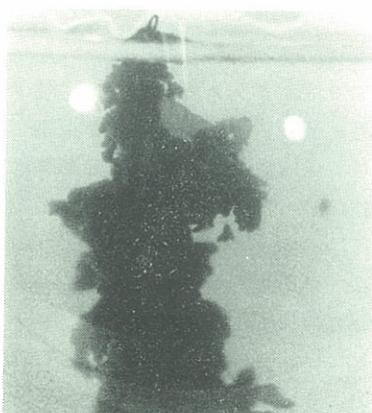
cultured for 27 days
in 0 % treated sewage
in artificial sea water

9—②



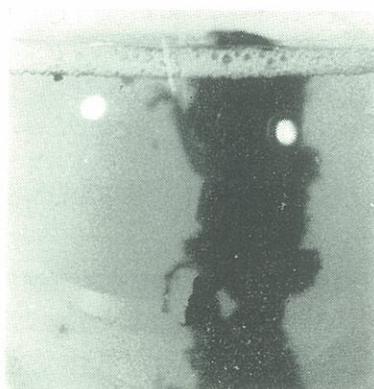
cultured for 27 days
in 0.3125 % treated sewage
in artificial sea water

9—④



cultured for 27 days
in 20 % treated sewage
in artificial sea water

9—③



cultured for 27 days
in 2.0 % treated sewage
in artificial sea water