

2. クビレツタ養殖に関する基礎的研究 I^{*}

当真 武

本種は熱帯・亜熱帯に繁茂する緑藻類であり、分類学的置は次のとおりである。

緑藻綱 *Chlorophyceae*
 ミル目 *Siphonales*
 イワツタ科 *Caulerpaceae*
 イワツタ属 *Caulerpa*
 クビレツタ *C. lentillifera*

これまで本種についての研究は山田 (1940) がパラオ、コロール島産について、GILBERT (1942) がPhilippinesのBartlett, Puerto Galeva 湾、Mindoro (5月)、JavaのKostermans, Kaliage, Thousand 島 (10月) 産について、Taylor (1950) がBIKINI環礁 (3月)、ROWGELAP 環礁 (6月)、香村 (1962) が西表・宮古島について、当真 (1975) が宮古島与那覇湾産についての報告がある。しかしそれらはいずれも分布について論じたものである。その養殖試験については当真、伊野波、仲間 (1978) の報告がはじめてのようである。初期発生については当真 (1978・1979) の報告がある。

本調査を実施する際、沖縄県宮古支庁、平良市漁協のご協力を得た。記してお礼申し上げる。なお、本種の与那覇湾における養殖試験は宮古支庁の協力を得て現在も進行中である。

(1) 琉球列島における分布

西表島から沖縄島に至る広い範囲を1978～1979年に調査した。さらに各地で採集された標本の提供を受けた結果と既存の資料から琉球列島における自生域を表-1、図-1、図-2に示

表-1 琉球列島におけるクビレツタの自生域

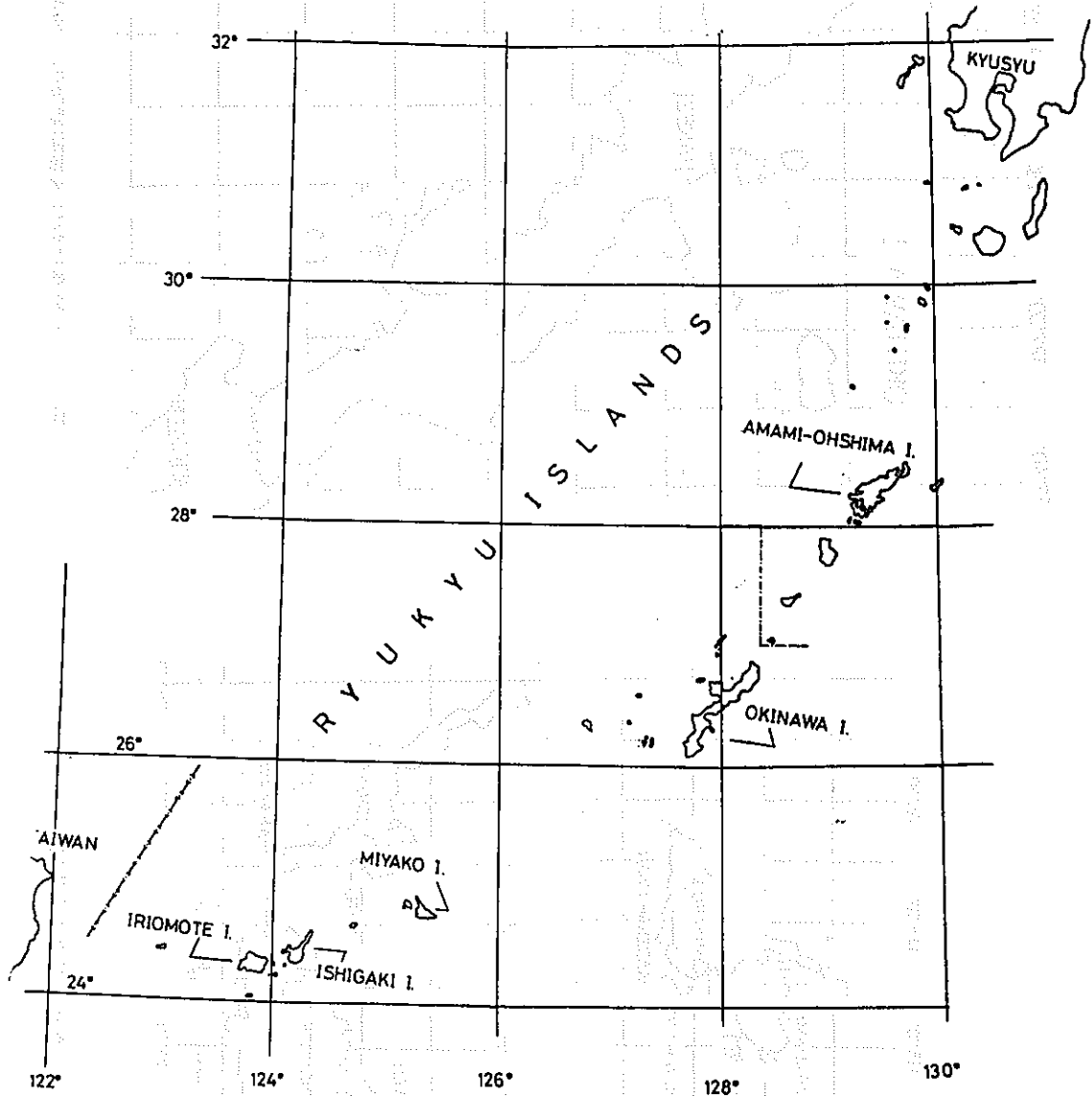
採集場所	採集者	年・月	
西表島	大原	香村	1962
	網取湾 崎山湾	横地	1978 Jun.
小浜島	北側地先	当真	1978 Oct.
石垣島	新川	島袋	1978 Aug.
	名蔵湾	勝俣	1980 May.
宮古島	与那覇湾	当真	1978 May.
	トリパー	香村	1962
	嘉手苅湾	仲間	1979
伊良部島	長浜	当真	1979 Jun.

した。これからわかるように本種の分布は现阶段では宮古島以南といえる。その生育量は3～10 t/年生産される宮古島与那覇湾を除いてきわめて少ない状況である。石垣島、宮古島、那覇における沿岸平均水温を図-4に示したが、石垣島と宮

* 本報告は県単と、沖縄開発庁総合事務局委託試験「宮古西部地区経済土地調査」費で実施した。

古島にはほぼ同様な年推移を示し、上り水温で那覇が低めであるが、下り水温では三者ともほぼ同じ傾向である。

本種が熱帯性の海藻であることを考慮すると北限に近い島に繁茂することは生物地理学的にみても同湾が特異な環境下にあることを示唆するものである。



図一 琉球列島図

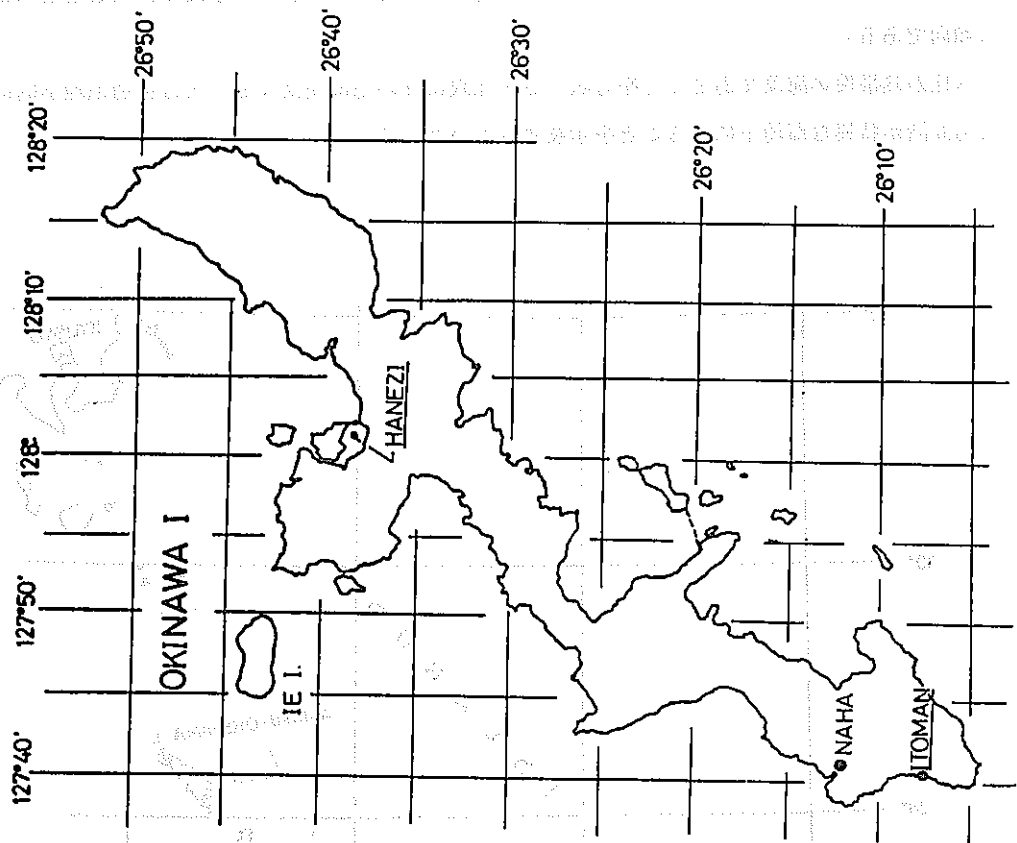


図-3 沖縄島における養殖試験地、糸満・羽地

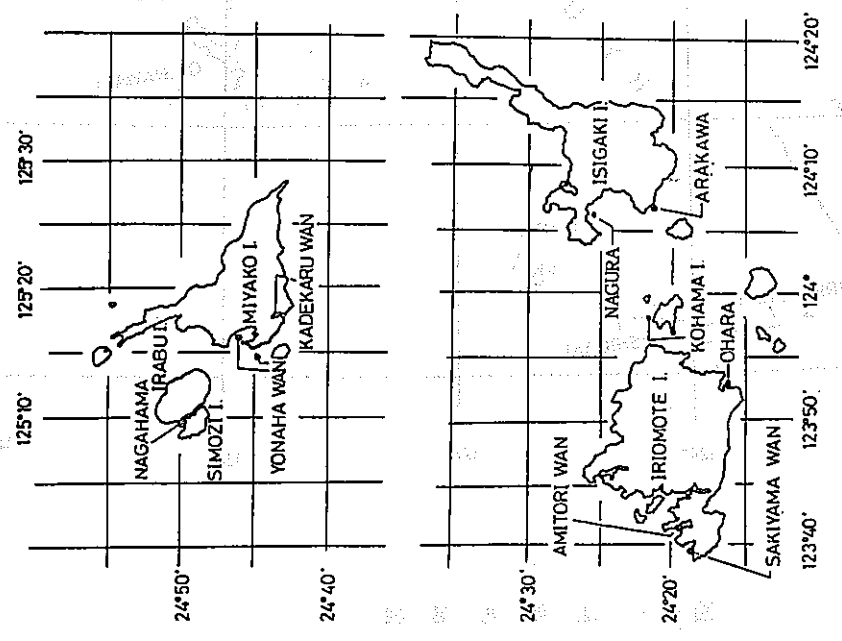


図-2 クビレツタの自生域

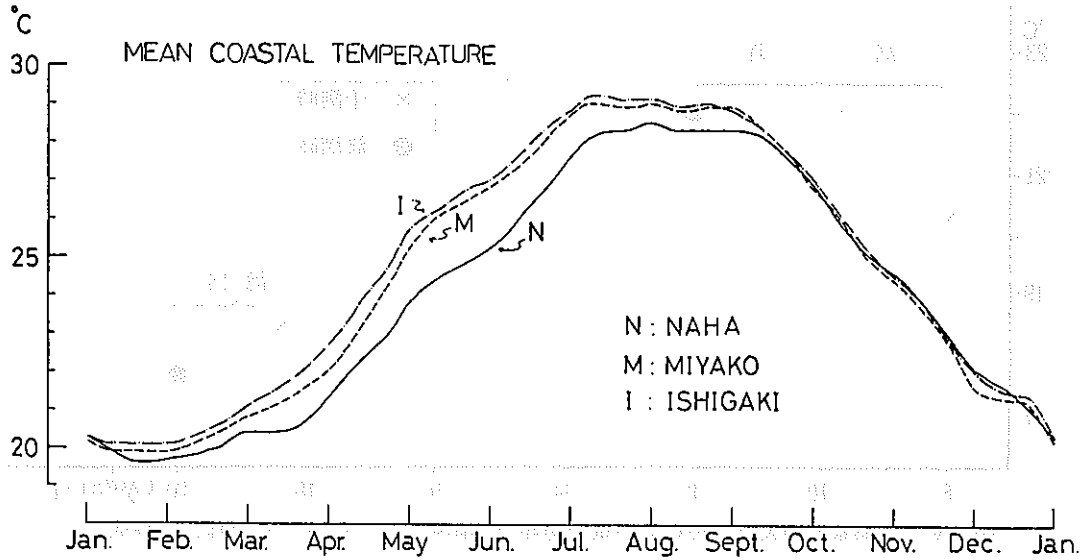


図-4 石垣島・宮古島・那覇の沿岸平均水温

2) 理化学的環境

与那覇湾周辺の潮流調査については沖水試（1978）、栄養塩、塩素量等については沖水試（1976）、国際航業（1978）の報告があり、理化学的環境は比較的明らかにされている。

国際航業（1978）はT-CI ダイアグラムを用いて湾内と湾外の水塊を表示（図-5）しているが、それによると湾内は陸水（淡水）の影響を強く受け、低塩分化的傾向が強く、特殊な水塊を構成している。Tot-Nについては図-6に示すように湾内は外洋に比較して約2倍以上に富栄養化された状態にある。その原因としては湾奥部にある大型製糖工場の存在と生活廃水の流入が上げられる。流入する淡水に伴って農薬が混入することが予想されたが委託した測定結果

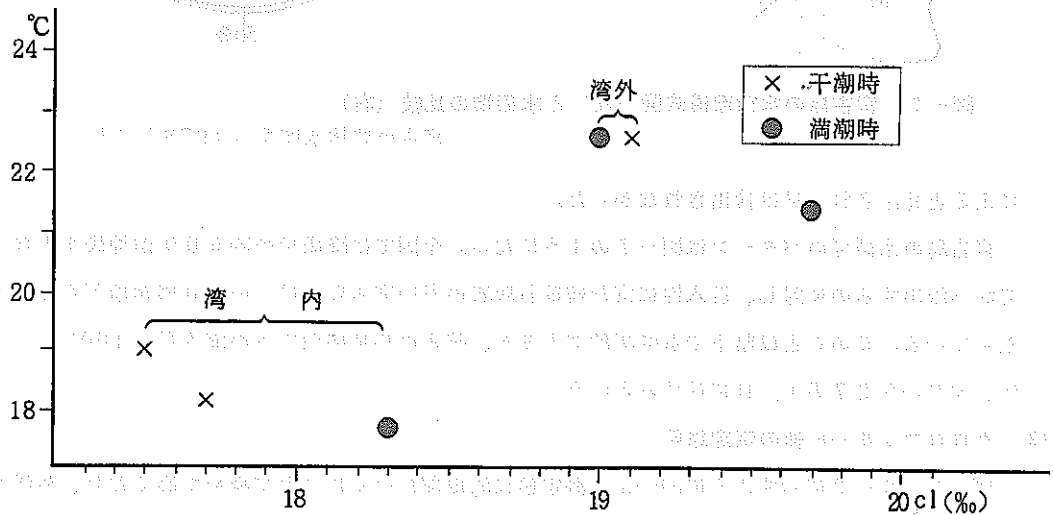


図-5 与那覇湾内及び湾外のT-CI ダイアグラムによる水塊の表示

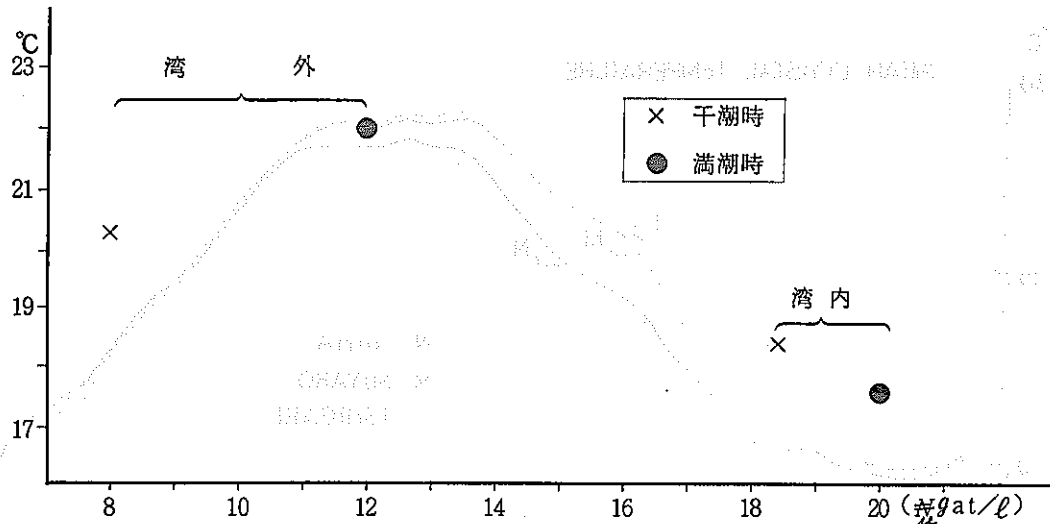


図-6 与那覇湾内及び湾外のT-Mの分布 (国際航業-1978 その他より作成)

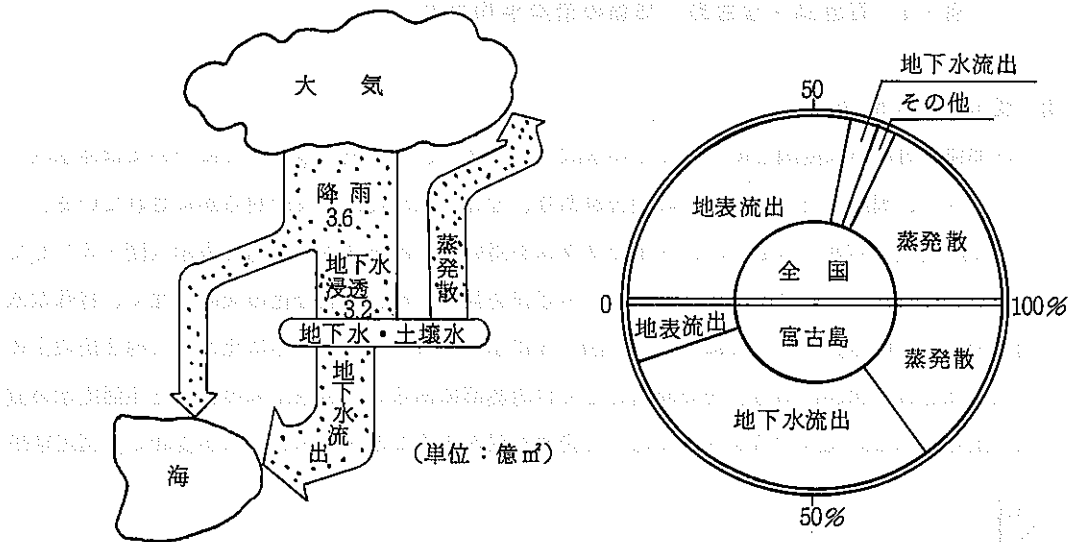


図-7 宮古島の水循環模式図 (左) と水循環の比較 (右)

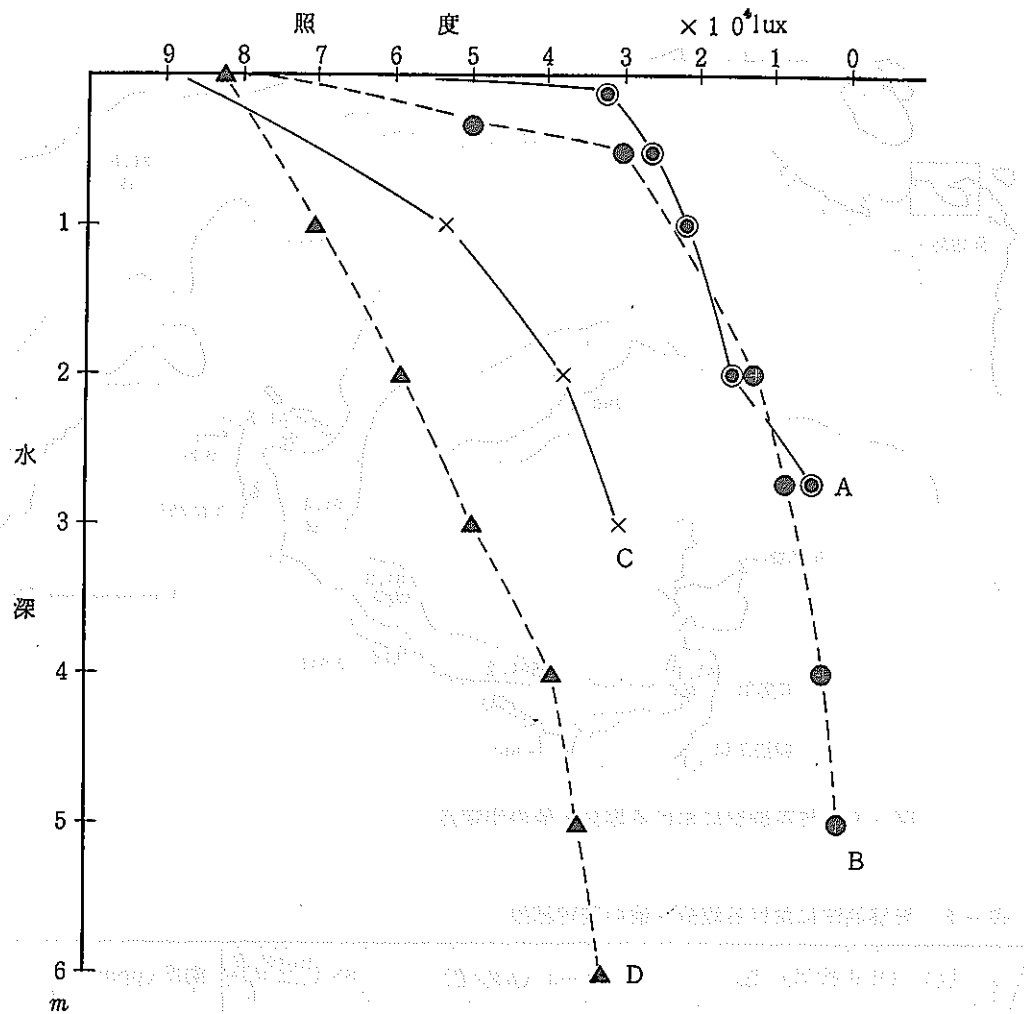
宮古の農林水産業 (1978) より

によると特記される量は検出されなかった。

宮古島の水循環のパターンは図-7のようになる。全国では降雨量の約60%が地表水となって海へ流出するのに対し、透水性に富む琉球石灰岩の多い宮古島ではその70%が地下水流出となっている。このことは県下でも特異的であるが、陸水の与那覇湾内への流入量は、1,000万t/年、すなわち2.7万t/日に達するという。

(3) クロロフィル-a 他の測定結果

図-9、表-2に示すようにch-aの測定値は湾奥部にいくにつれて極めて高くなり、外洋の10倍以上になる場所もありきわめて生産性の高い海域であることを示している。塩分量は淡水



場 所	測定年月日	測定時刻
A : 宮古島与那覇湾	1979 - 7 - 18	13 : 00
B : 糸満市漁港内	1974 - 8	14 : 00
C : 恩納村屋嘉田	1974 - 10	14 : 00
D : 勝連村津堅島	1974 - 10	12 : 00

照度計 : 東京光電製N A 100型

図-8 与那覇湾内st4 他の照度

の流入によりst 2 付近が低めであるがその他のst.では著しい差はない。濁度、SS (mg乾重/ℓ) からみると、湾奥部にいくに従って大部濁りが多いことを示している。

st 4 における照度を図-8 に示したが海面照度がほぼ $7 \times 10^4 \text{ lux}$ の場合、水深 50 cm で約 $3 \times 10^4 \text{ lux}$ 、1 m 水深で約 $2 \times 10^4 \text{ lux}$ となって急速に減衰することを示した。その傾向は糸満港内の造船所より (1974 年 - 8 月測定) と st B はほぼ同様な傾向であり、かなり透明度が低い海域であることを示した。

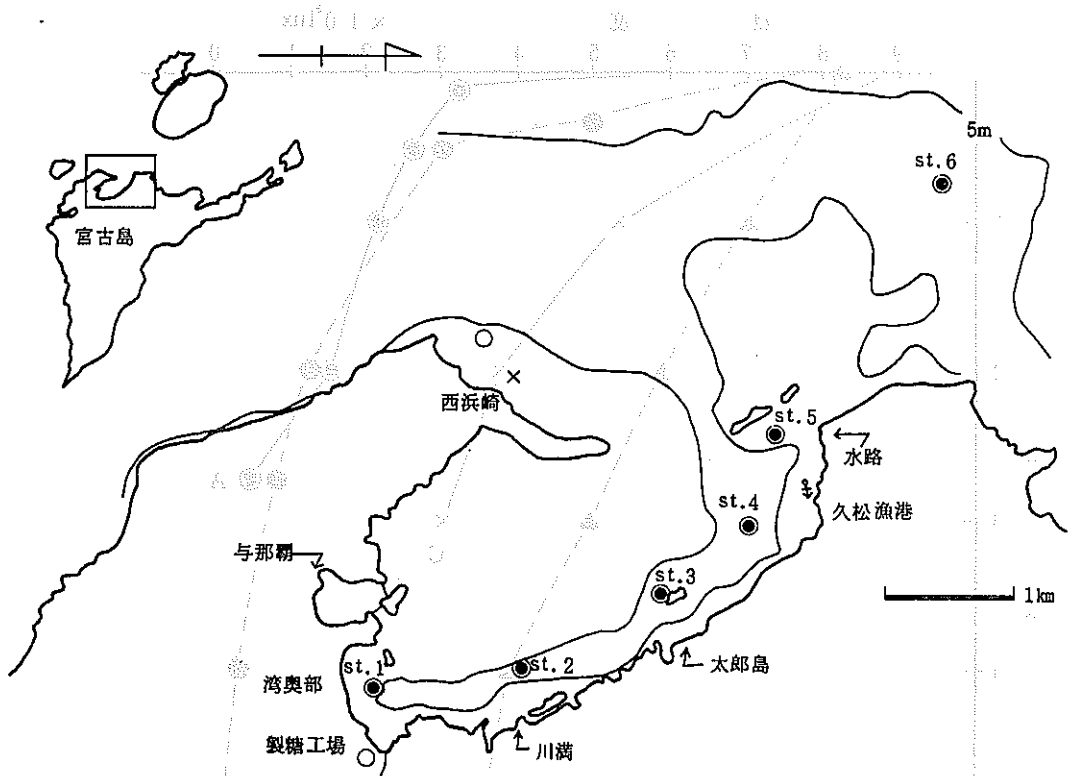


図-9 与那覇湾における塩分・他の測定点

表-2 与那覇湾における塩分・他の測定結果

st.	塩分 (比重換算) ‰		Ch-a ($\mu\text{g}/\text{l}$)			ss. (mg乾重)	濁度 (ppm)	備考
	1979-7/18	1980-7/30	1979-7/18	9/12	1980-7/30	1979-9/11	1980-7/30	
1	32.44	34.72	3.89	1.69	3.06	1.192	1.29	
2	29.94	—	2.47	2.43	2.12	4.83	6.9	川崎
3	32.66	—	1.17	0.35	—	4.02	—	太郎島
4	—	—	—	—	—	1.96	—	アンドンカゴ設置場所
5	32.98	34.93	1.38	0.57	0.38	1.78	2.2	水路
6	—	34.87	—	0.28	—	—	—	礁池

(4) クビレツタの季節的消長

本種は夏期に繁茂するが冬期においても藻体が完全に消失するのではなく、藻体が縮小して残存する。図-10に示したように葉部は5月~10月にかけて平均約8cmに達し、冬期には2~3cmにとどまる。結果的には冬期は藻全体が縮小しパッチ状に分散した状態を呈する。

本種の繁茂期は図-10に示すような葉状部の成長曲線と相対的であり5月から10月頃であり、水温が上昇し始める3-4月頃から成長が活発になる。ところが現地においてはその頃から間断のない採取を開始している。その傾向は特にこの2・3年、本種がウミブドウとして脚光をあびてから著しい。このことは後述するように本種の生育域を拡大するのに大きな障害となっているといえる。年々、生産量が減少傾向にあるのはこういう資源管理技術の欠如も大きな原因となっていると指摘できる。

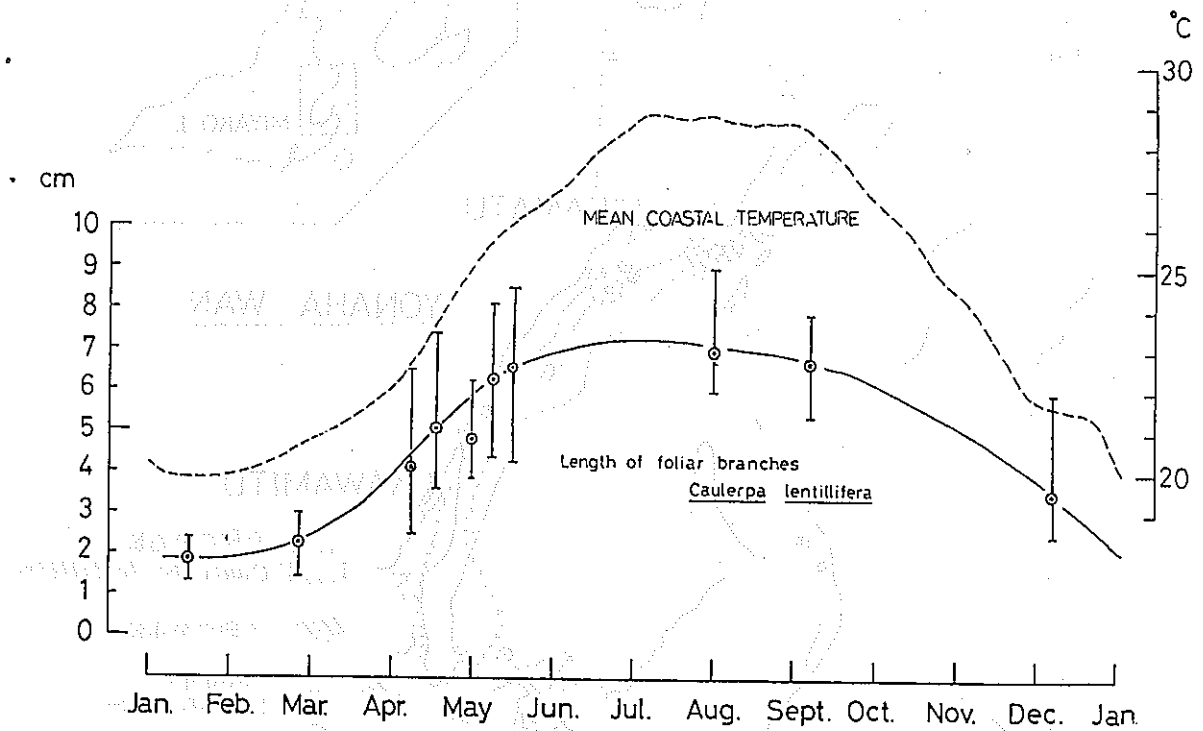


図-10 クビレツタの葉状部長の経月変化と沿岸水温の変動

与那覇湾における夏期及び冬期の分布状態を図-11に示したが、夏期は水路よりの深みに沿って最大限の生育範囲を示し、冬期には久松漁港よりの水深2-3mの水路にパッチ状に残存する。聞きとり調査によると湾奥部の与那覇集落よりも残存するようである。

室内実験によると本種は好適環境において急速に伸長し、不適環境になると10-30cmに千切れ池中を2-3日間浮遊し(その間に発根する)、再び着底し伸長を開始することを確認した。浮遊期間中でも夜間は沈着し昼間は浮上することからみると、それには光合成活動が関与していると思われる。

それからみると本種の分布拡大様式は、種苗による伝播もあろうがその他に、茎状部伸長→自切→浮遊→発根→着底という機構も存在するといえる。あるいは後者によって繁茂する方が大きいかもしれない。この一連の実験及び野外の観察からすると、本種の増養殖技術を開発するに

はまず茎状部の急速な伸長を利用する方がよいという結論に達した。一般的に夏期の分布域は冬期の分布域より広く、

Distribution of *Caulerpa lentillifera*

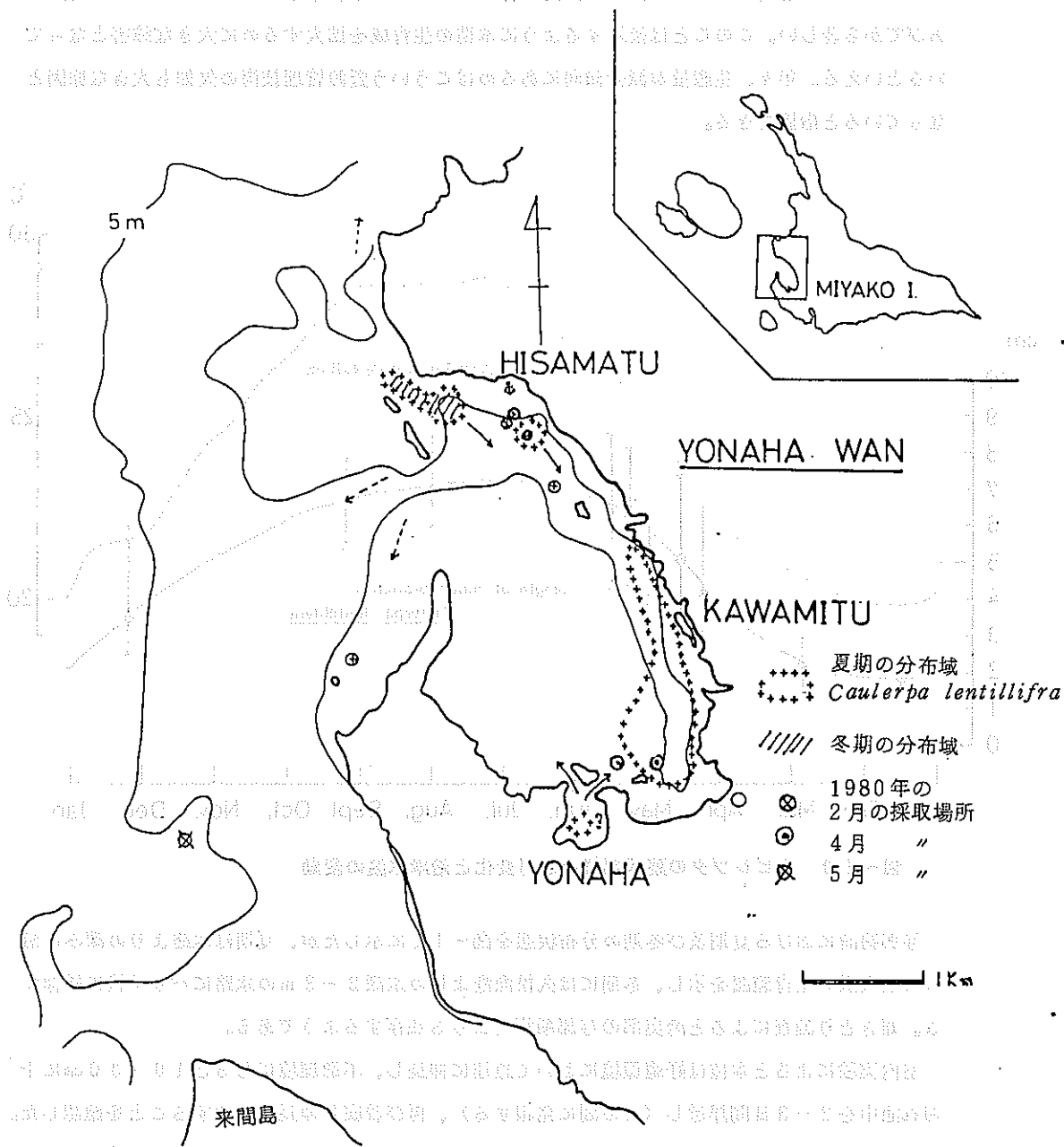


図-11 宮古島与那覇湾周辺におけるクビレツタの分布

「備忘考」の調査の結果、冬期の分布域は夏期の分布域より狭く、

1978年度において繁茂期である筈の9月の調査で湾奥部のクビレツタ藻体の消失が激しく発

見できなかった。漁場全体でも図-10のst.5の水路にわずかに残存するのみであった。8月下旬から9月にかけて集中的な豪雨があったが、それによる環境の激変も考えられるが、それによる環境の激変も考えられるが、人為的な攪乱のみに起因するとは思えない状態であった。それで本年度はそれを考慮して湾奥部の分布調査を重点的に実施したが、図-11に示すように湾中央部から湾口にかけて点在した。今後ともさらに生態調査を続けその原因を追求する必要がある。
注(1980年夏の調査では湾口水路を中心に大部繁茂しているのが認められた。)

5) クビレツタ葉状部の生長

室内において5月から0.3トンのアクリル製タンクを用い図-12に示すように流水式にして茎状部の生長試験を行なった。

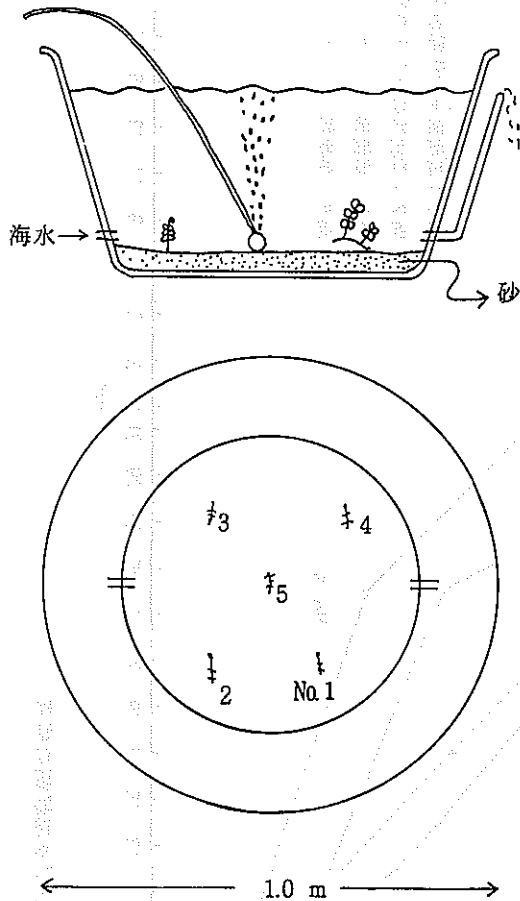


図-12 室内実験に使用した0.3トンタンク

葉状部の生長試験を行なった。

葉状部のついた茎状部を5~10cmに切りとり、小石片に結着して底部におく手法(No.1、No.2個体)と、葉状部のみを切りとり、水槽内で2~3日浮遊させることによって発根させた後にタンク底部にさし込む手法を用いた。各々の測定結果を図-13にそしてNo.1個体の成長の様子を図-14に示した。これから分るように好適環境下なら平均約2cm/日の伸長がみられ、短期間に繁茂する様子が観察された。同様な時期の屋外タンク(2.5×1.5×1m)試験結果もほぼ同様な経過を示した。1年間の同タンクにおいても天然漁場と同様、冬期の藻体は縮小するが、藻体が完全に消失することはなかった。

(6) 養殖試験

(i) 浮きカゴ式による方法

タキロン製網地(Z-1)と孟宗竹を使用して図-15に示すような養殖用カゴ(2.0×2.0×1.3m)を作成し、俗称大郎島(st.㊤)とする)で7月に試験を開始した(図-16)。しかしそこでの成長は良好ではなく、むしろ藻体の減少をみた。その試験経過は表-3に示した。

その試験地は船の操業に最も支障がない場所ということで決定したのであるが、海底部のヨゴレがひどく、湾内でも海藻類の生育量が最も少ない場所でもあった。図-9、表-2に塩分ch-a、ss等について示したが、ch-aの測定結果からみてもその付近は生産性の比較的低い場所のように思われる。カゴに付着するヨゴレと結着した藻体の状況からみて養殖試験地とし

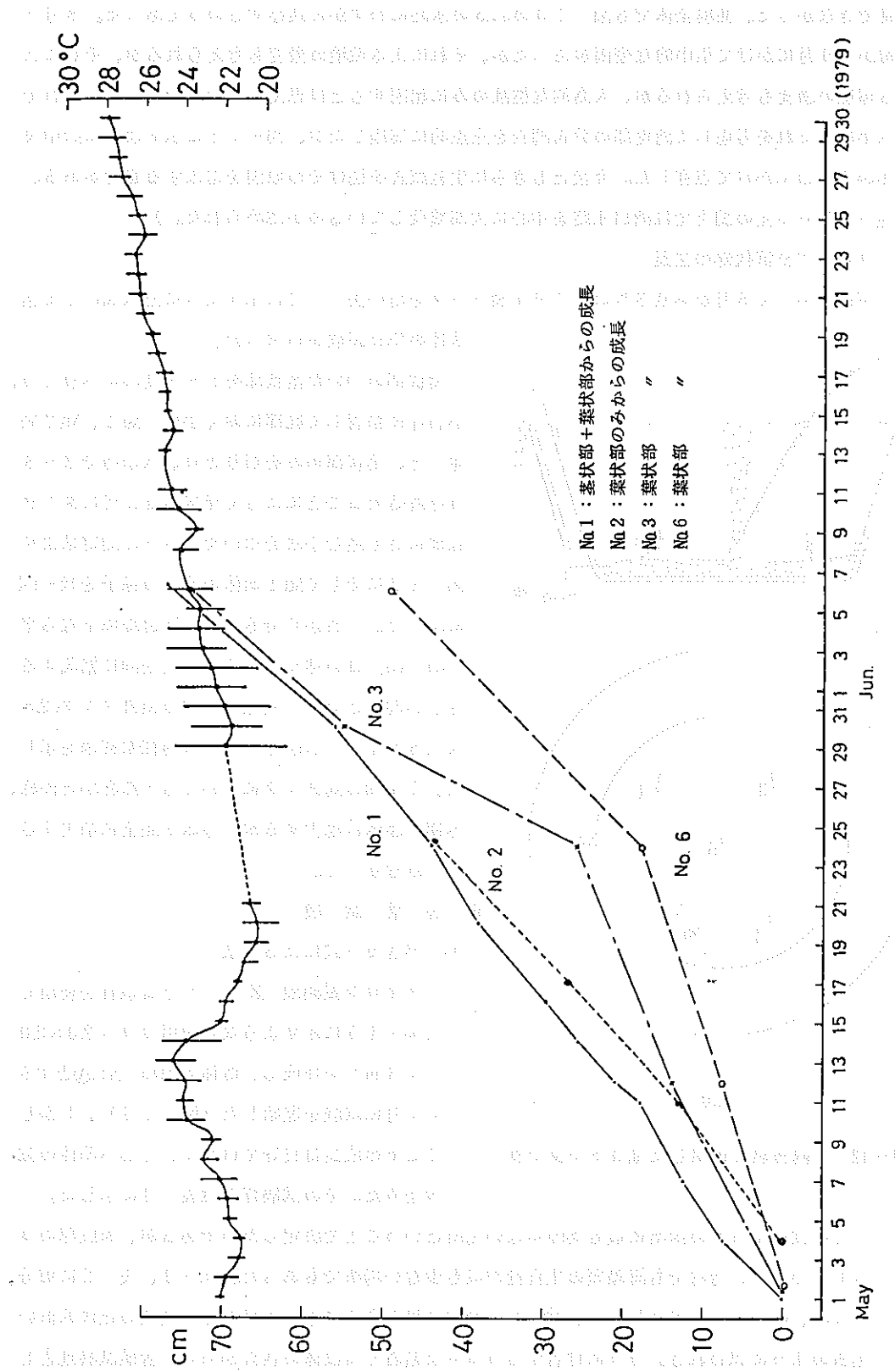


図-1-3 クビレッツタ茎状部の成長

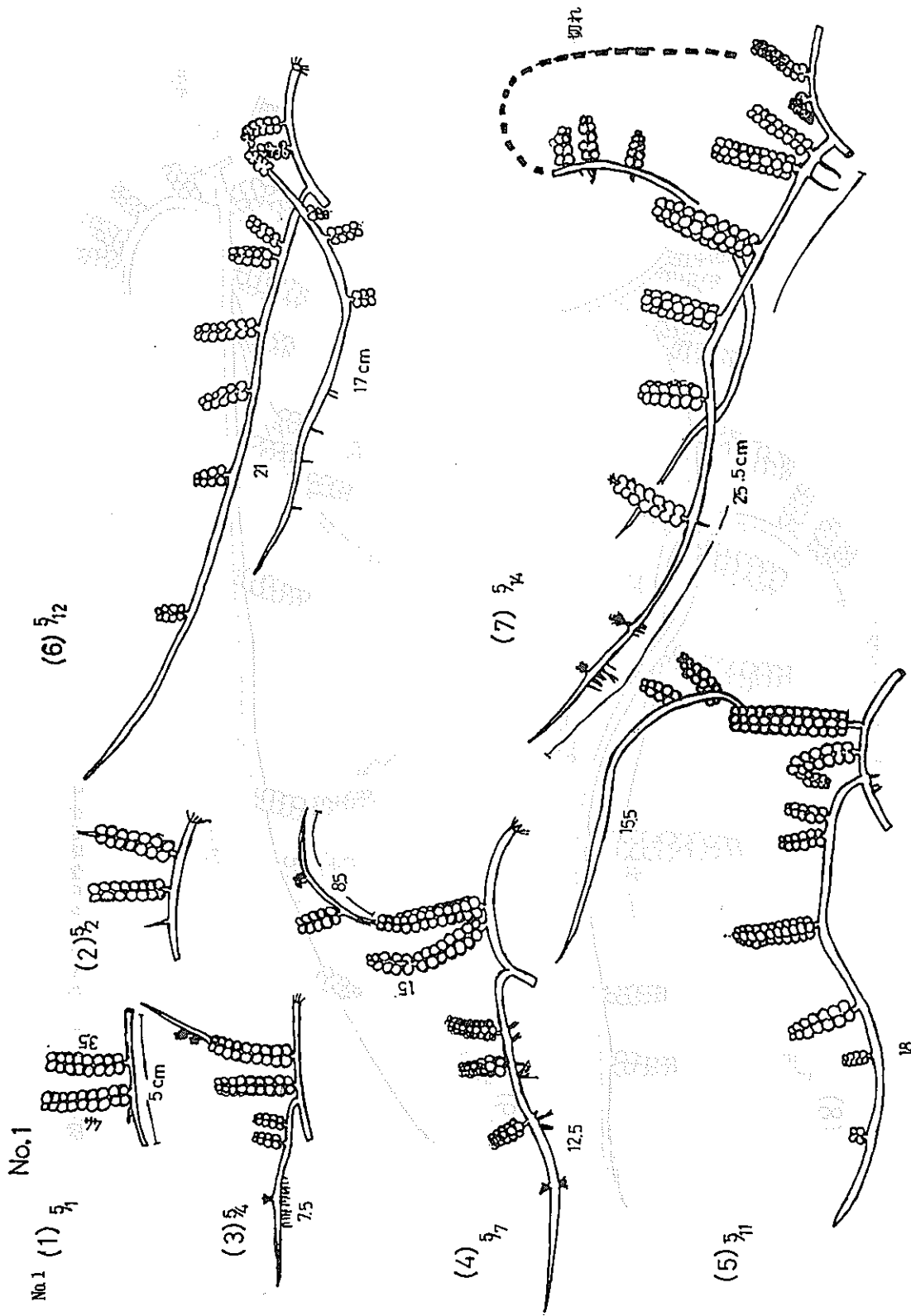


図-14 クビレツタの成長の様子

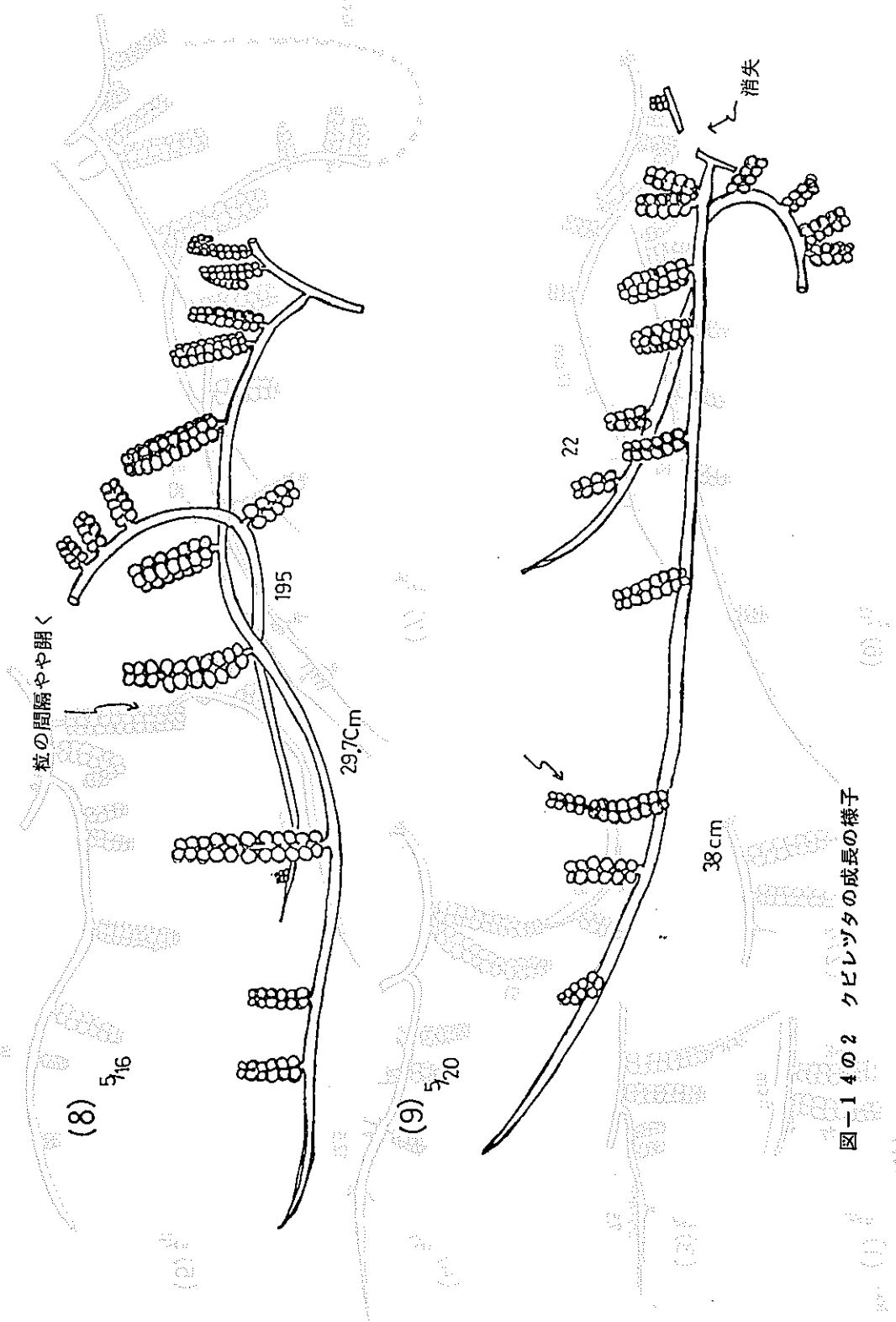
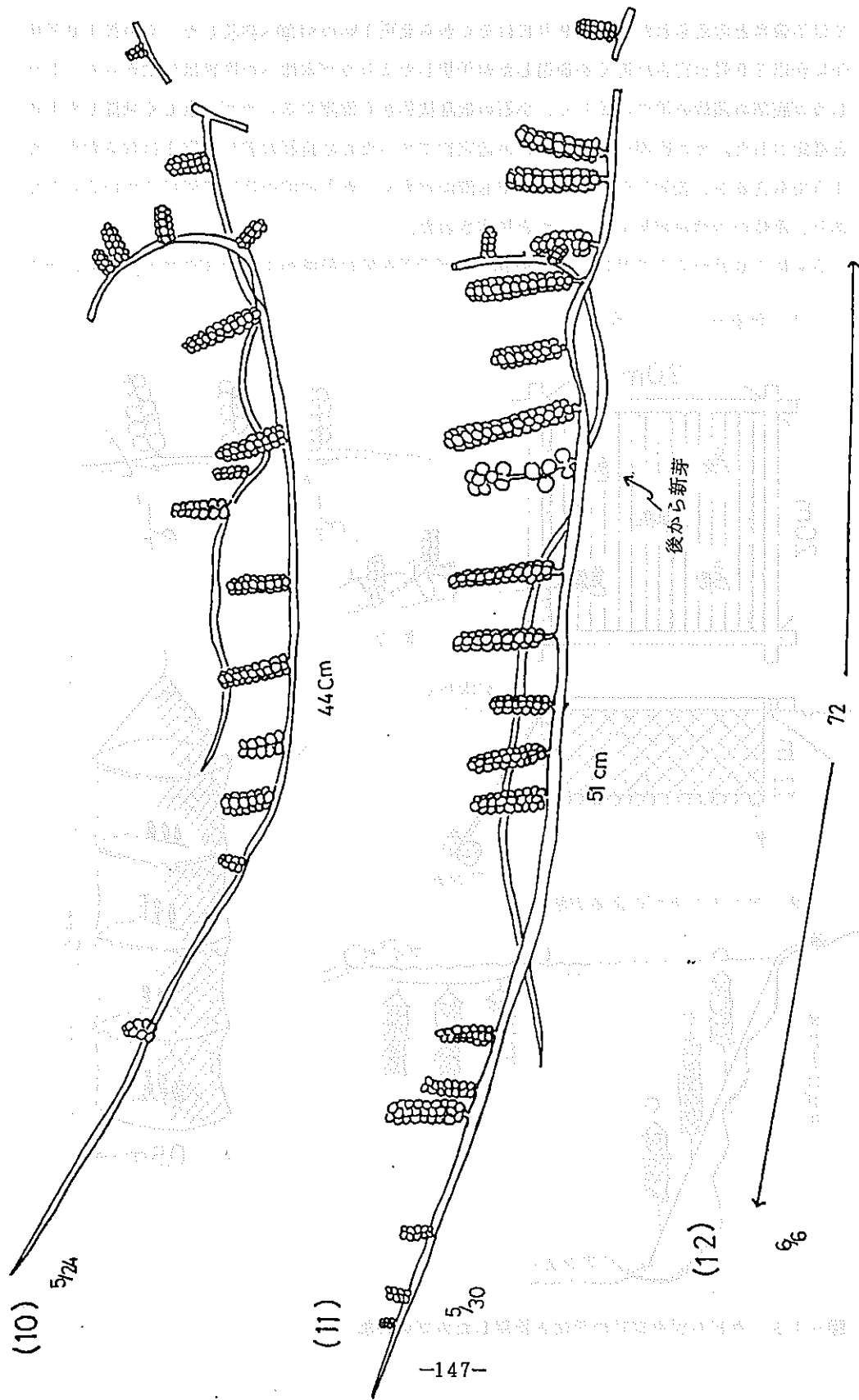


図-14の2 クビレツタの成長の様子

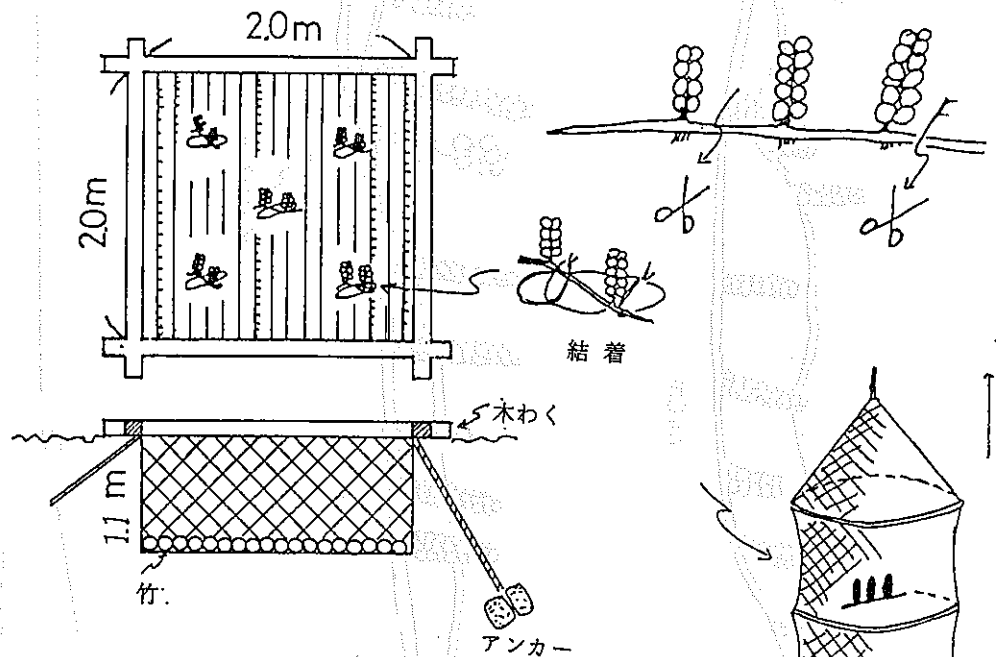


図一1403 クビレツタの成長の様子

ては不適當と考えられたので、9月にはそこから北東1kmのst⑩へ移設した。その後10月中旬に台風20号が宮古島近くを通過したが予想したよりカゴ本体への影響は少なかった。しかしカゴ底部の藻体の消失は著しく、小石の散乱状態から推測するとカゴは激しく動揺したものと推定された。カゴ底部の材質が青竹の孟宗竹であったため良好な着生基質とはならなかったようでもあるが、設置した場所も普段でも潮流が早くしかも波浪の影響を受けやすいところであり、藻体の着地が容易でなかったと推察された。

さらに10月から12月にかけてst⑩のカゴ設置区域は航路の浚渫が実施されたため、再び

1) 浮きカゴによる方法



2) アンドンカゴによる方法

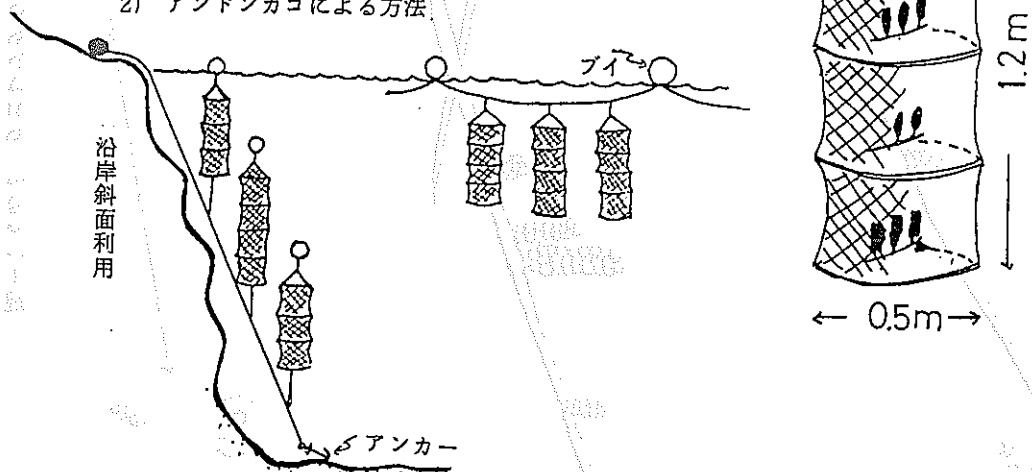


図-15 クビレツタ養殖の手法と使用したカゴの種類

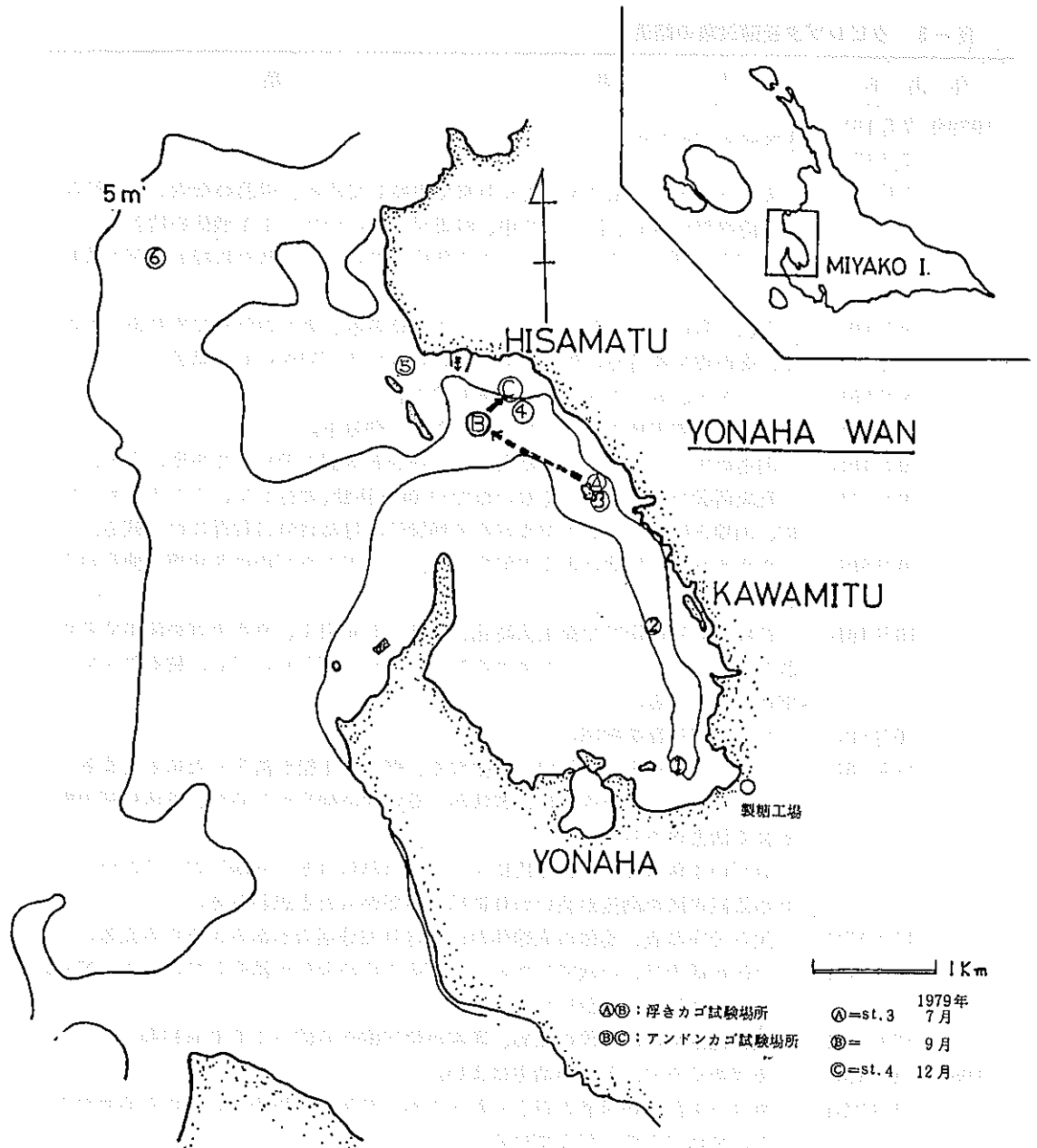


図-16 浮きカゴ、アンドンカゴによる養殖試験位置と移設経路

st.⑧からst.⑩へ移設を余儀なくされた。⑩では浮きカゴと併用してアンドンカゴ方式も用いた。試験経過は表-3に示したので省略するが浮きカゴ式の試験経過はこのst.でも良好でなかったため撤去した。この手法はカゴを固定するのに長いアンカーロープが必要であり、設置場所が制限されることと、カゴへの浮泥の付着が多い割にはカゴの定期的なソウジができなかったためである。現在の漁場状態では漁船の運航に支障のない部分はわずかであり、現段階では実用的でないことも撤去理由の一つである。

表-3 クビレツタ養殖試験の経過

年月日	事 項
1979年 7月16日	} 養殖カゴの作成
7月17日	
7月18日	
7月18日	カゴ(2×2×1.3 m)をくり舟で曳航して設置、母藻の探索。平年繁茂する湾奥部になし。図-13中、st.5付近で見つけ、11個体を結着
7月31日	カゴ中の母藻の結着が悪く、11個体中3個消失、新たに補充、藻の成長悪い。
8月19日	台風 号の影響のためアンカーロープがゆるみ、カゴが浅瀬に乗りあげたので、復旧作業を行う。生成よくない。新たにカゴ側面に6コ結着。
8月26日	7/31、8/19入れの藻体が消失。
8月30日	沖縄島北部羽地内海で、アンドンカゴ一個垂下。
9月10日	羽地の垂下アンドンカゴ結果良好。漁師が3個に分配して再度、垂下。
9月11日	現場所④では成育がよくないのでst.⑤へ移動、並行して、アンカーロープに、羽地と同型のアンドンカゴを4個設置、母藻はst.4付近にのみ残る。
9月20日	ウキカゴ中の藻体ほとんど消失する。アンドンカゴ中の茎状部の伸長がよい。
10月16日	台風20号の影響で海上大時化、風速15 m以上、ウキカゴの流出する恐れが生じたため、アンドンカゴをアンカーロープからはずし、杭を打って、別個に垂下する。
10月18日	ウキカゴ残存を確認。
11月 6日	台風による被害は予想以上に少なく、網カゴ1組が流失したにとどまる。アンドンカゴ中の藻体は、茎状部、葉状部の伸長がみられ、藻体に弾力性が強く活力がある。
	カゴ中4個×4段中、3段にマリモ状の藻体(5~6 cm)がみられた。カゴの設置場所の潮流が強いわりに結着が弱かったと思われる。
11月17日	生育分布調査、藻体の先端部が白くなり充分活力があるようにみえる。
12月 4日	藻体の活力はよい状態にある。カゴ中1段の藻体が消失しているので補充。カゴを1個増して5個にする。
12月 9日	久松漁港の航路浚渫のため、現在の位置⑥から⑦へ100 m移動。
1980年 1月15日	カゴのそうじ。藻体の活力はよい。
1月24日	カゴへの浮泥の付着がひどくなったが、藻体への影響はとくにみられなかった。藻体は着実に増えている。
2月18日	} ウキカゴを撤去。アンドンカゴ中の藻体は平均して2倍ぐらいに増加。その中でも一カゴは特に繁茂がみられる。一応、この方式で養殖の可能性をみつける。アンドンカゴの着底部に防虫網をひいた1組をセットする。
2月19日	
4月 3日	養殖カゴが荒された形跡がある。
4月 5日	垂下カゴ6組中、とくに1組の繁茂が著しい。
4月17日	(旧3月3日)
4月18日	アンドンカゴ中の藻体は一部残して消える。(盗難?) 特に繁茂した1組はカゴごとなくなる。No.2のカゴの2段目に、全長5.9 cmのニシキエビが潜入した。防虫網を着生基質にしたものは茎部の伸長が良好。
4月19日	

(ii) アンドンカゴによる着殖試験

8月から9月にかけて、沖縄島北部の羽地内湾において、アンドンカゴを用いて良好な結果を得ていたのでその手法を本試験にも導入した。

9月上旬にアンドンカゴ(図-16)各段の中央部に各々約10gの藻体片を結着した。その試験開始が繁茂期の水温と少しズレを生じたため、良好な生育環境下とはいえなかったが、1980年の2月中旬にはほぼ繁殖可能な目安を得た。2月19日にアンドンカゴの着底部を防虫網(サランネット)を敷設したカゴは4月19日現在、茎状部の伸長がきわめてよく、自然産に近い形態であった。その結果からみると、着底基質の選択はさらに検討が必要であろう。

(iii) 地植えによる増殖方法の検討

アンドンカゴ設置場所st.⑧の海底に9月上旬、5~10cmの藻体片を直接さしこむ手法を用いた。しかし、前述の浚渫のため、結果をみるに至らなかったが室内実験結果からみても、この手法は実用的であろう。それには充分な資源管理体制が前提となることはいままでもない。

(iv) 与那覇湾以外の漁場における増養殖の可能性の検討

与那覇湾が富栄養化した漁場であることは知られているが自生域でない糸満・羽地内湾においても繁殖試験結果では比較的良好な結果を示すことが分った。従って増養殖技術が開発された場合、他海域においても普通化できるかどうかについて予察した。

各地域の三態Nの測定結果を図-17に示した。礁池とよばれる海域の三態Nが $1 \mu\text{gat}/\ell$ 以下であるのに対し、自生域である与那覇湾・伊良部島長浜が各々、 $5 \mu\text{gat}/\ell$ 、 $2 \mu\text{gat}/\ell$ であり、自生域でない糸満・羽地も各々 $2 \mu\text{gat}/\ell$ 以上の値を示している。そしてそのいずれの漁場も共通して低塩分の傾向が強い。そのようなことからすると、本種は富栄養、低塩分、

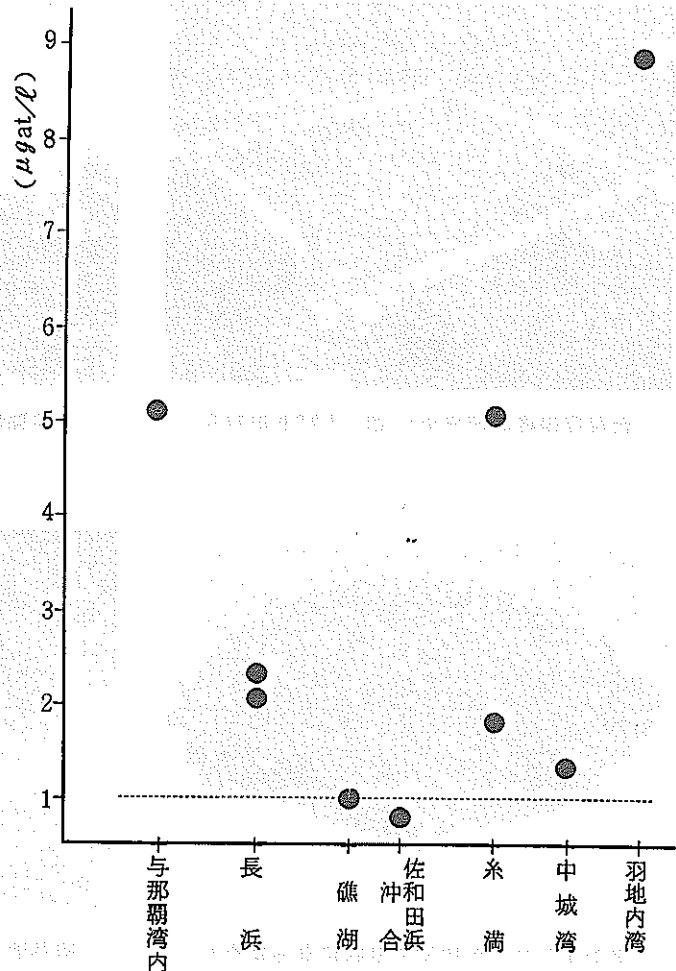
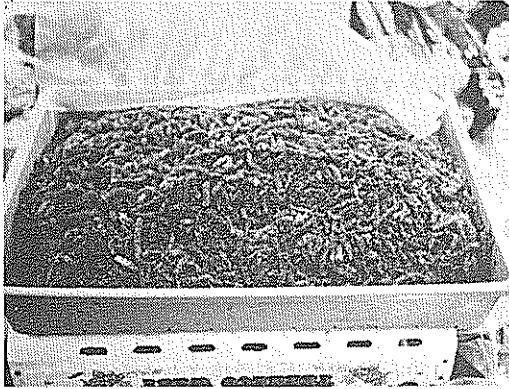


図-17 各地域の三態Nの分布

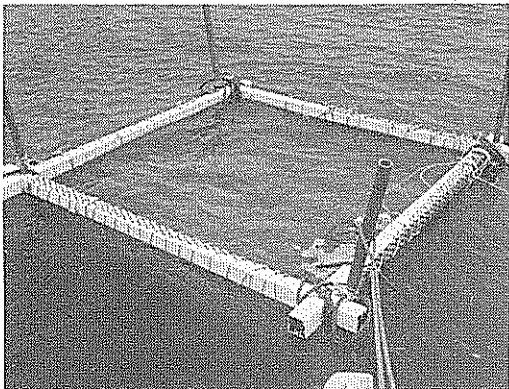
高水温の海域によく繁茂するものと推定される。



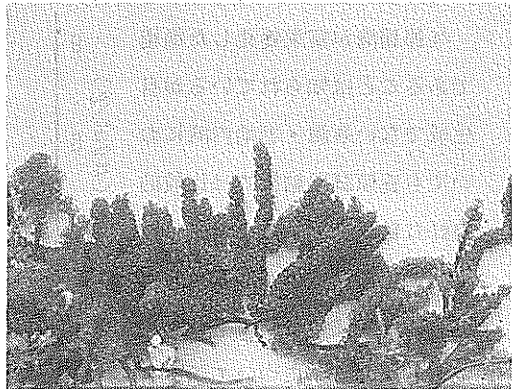
宮古空航売店で売られているクビレツタ
(海ぶどう) ① 1979年5月



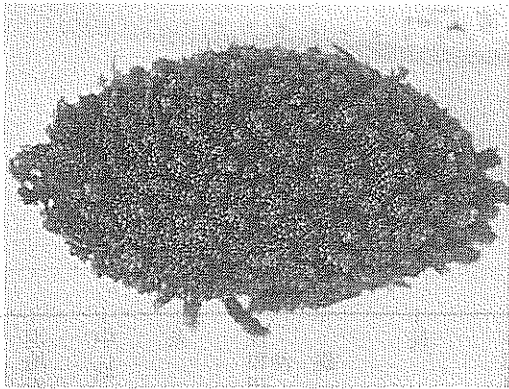
小石片に結着し浮きカゴに収容された
クビレツタ ② 1979年7月



台風通過後の浮きカゴ ③ 1979年11月



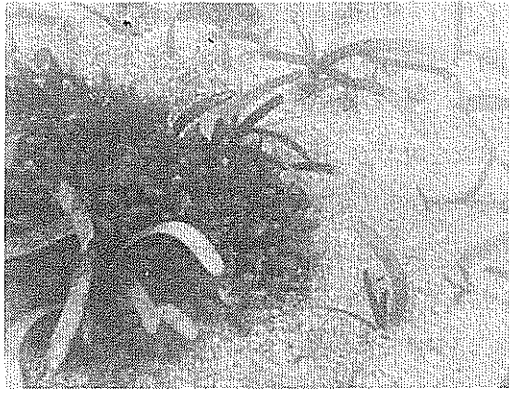
与那覇湾に自生するクビレツタ ④
1979年9月12日



アンドンカゴの中でマリ状になったクビ
レツタ ⑤ 1979年11月19日



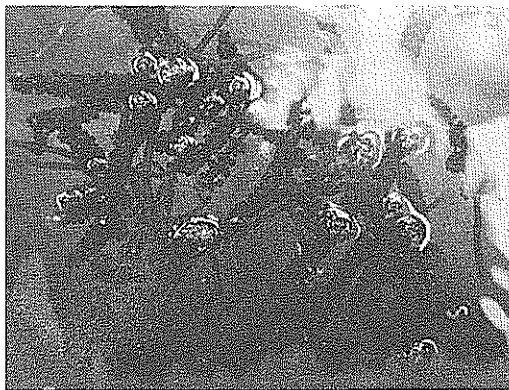
野外池で越冬したクビレツタ(糸満) ⑥
1980年2月



水路 (st.5) 付近で自生する状態 ①
1979年7月



アンドン養殖カゴに繁茂したクビレツタ ②
1980年10月



実験池でチギレ浮上したクビレツタ片 ③



実験池の底部に着生し幼芽を出したクビレツタ片 ④

7) 参 考 文 献

山田幸男 (1940) : 南洋産イワツタ属 (Caulerpa) の種類、科学南洋

GILBERT, W. J. (1942) : Notes on Caulerpa from Java and the Philippines.
pap. Mich. Acad. Sci., Arts and Letters, 27

TAYLOR, W. R. (1950) : Plants of Bikini and other northern Marshall islands.
Univ. Michigan Press.

香村真徳 (1962) : 琉球列島海藻知見(1)藻類 10(1)17~23.

当真 武 (1975) : 与那覇湾と隣接海域における藻場の分布と有用藻類「与那覇湾漁業資源生態調査報告」21~23

——— (1978) : クビレツタ養殖に関する研究I(III)、昭和52年度沖水試事業報、64~68
昭和53年度宮古西部地区経済立地調査報告書、昭和53年度沖縄水試事業報、41~53

昭和52年度宮古西部地区与那覇湾淡水湖化に伴う水産環境と漁業資源調査報告書、
沖縄開発庁・沖縄総合事務局八重山宮古総合事務局八重山宮古総合開発調査事務所・国際
航業株式会社、pp 68。

沖縄県水試(1976):与那覇湾漁業資源生態調査報告書 pp 52。

友利昭之助(1976):宮古西部地区潮流調査、昭和51年度沖縄水試事業報

上原孝喜(1976):水質と底質「与那覇湾漁業資源生態調査報告書」沖縄県水試6~20。

宮古支庁農林水産課(1979):宮古の農林水産業。

当真 武(1980):クビレツタ繁殖試験、昭和55年度日本水産学会春季大会講演要旨、P 17

図 1 与那覇湾淡水湖化に伴う水産環境と漁業資源調査報告書

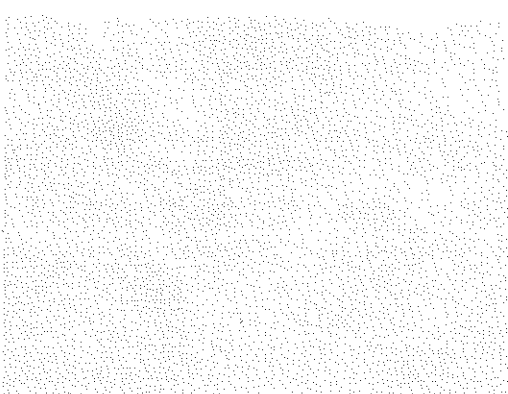


図 2 与那覇湾淡水湖化に伴う水産環境と漁業資源調査報告書

図 3 与那覇湾淡水湖化に伴う水産環境と漁業資源調査報告書

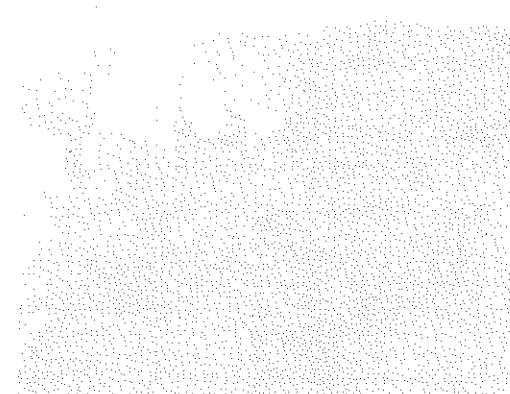


図 4 与那覇湾淡水湖化に伴う水産環境と漁業資源調査報告書