

藻礁を用いた海中造林試験 - I*

木 村 創

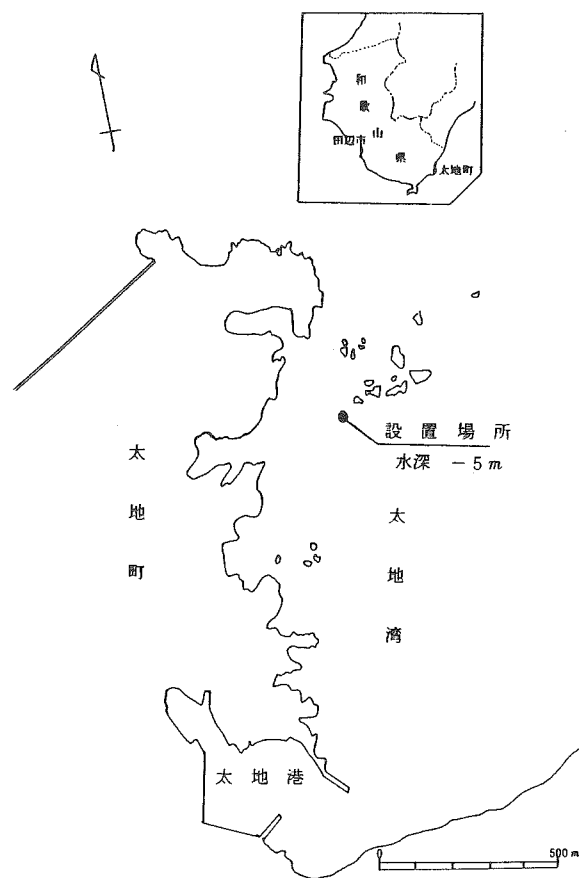
海中造林方法として、現在母藻投入方式と幼芽展開方式の二方法が行なわれているが、両方式とも幼芽期における食害が大きな問題となっている。この幼芽期を人工的に管理し、減耗を抑えることができれば、藻場造成に大きな効果が期待できる。

当場では母藻投入方式以外に海中造林方法として、網籠で保護したアラメ・カジメ幼芽を目的海域に展開し、母藻群を造り、それを藻場造成の核とし、放出される孢子によって藻場拡大を図ることを目的として試験を実施している。本年度は藻場造成を実施するにあたり、日立造船株式会社の開発した二つのタイプの藻礁を用いてアラメ・カジメ幼芽を太地地先に展開し、それぞれのこの海域での生存率と生長について調査した。

材料および方法

実験場所：和歌山県東牟婁郡太地町地先の水深5m海域（図1）。周囲は岩礁地帯で春期から夏期にかけてはヨレモクモドキとアントクメが群落を形成するが、他の期間は小型の下草しか繁茂しない海域である。

使用した各藻礁：日立造船株式会社が開発した2タイプの形態は図2に示すとおりである。Aタイプは1984年3月8日に当海域に投入した鋼製石詰礁、Bタイプは'84年3月8日に当海域に投入した鋼製浮型礁である。A型藻礁は上部に幼芽を移植した90×42cmの山型鋼製板（以下山型植林プレート）を、B型藻礁は上部に幼芽を移植した100×42cmの硬質塩ビ板（以下植林プレート）を取りつけられるようになっている。A型藻礁の食害対策として貝類に対しては幅5cmの人工植毛板とキンランを藻礁本体に取りつけたが、キンランは8月30日の調査では波浪のためちぎられて



* 海中造林技術開発研究費による。

図1 藻類増殖用施設設置場所

消失していた。魚類に対しては各プレートに目合6mmのトリカル製網籠を取りつけた。また、比較のため網籠を取りつけない区も設けた。各藻礁への海藻の展開状況並びに網籠の装着状況は表1に示した。網籠を取りつけた区はアラメ・カジメ幼芽の生長とともに、採光不足による生理障害がでると考え、プレ

ートNo.5, 6の2区画のみを残して'84年8月30日に網籠を取り外し、その代わり魚類に対する食害対策として、図3に示すような黒色ビニール製の人工海藻を各プレートに多数とりつけた。B型藻礁は海中に浮かすことにより貝類からの食害を防止したが、魚類に対しての食害対策はなにもしなかった。

各藻類の採苗：アラメは'83年10月15日、日高郡美浜町三尾地先から採取した母藻を用いてその日に36本よりのクレモナ糸に採苗した。カジメは'83年10月27日、東牟婁郡古座町津荷地先にて採取した母藻を用いてその日に採苗した。基質はクレモナ糸(36本より)、ABS板(エポキシ系)、塩ビパイプ、硬質スポンジを使用した。その後、1ℓパンライトで微流水にて育成し、12月20日に当場の筏へ仮沖出した。

幼芽の移植方法：カジメ幼芽は車にて大地地先まで3時間かかって運搬後、台船の上にて各藻礁に取りつけた。クレモナ糸は18mmのポリロープに巻きつけ各植林プレートに水中接着剤で接着後、ボルトとナットで固定した。塩ビパイプはそのまま各植林プレートにボルトとナットで固定した。ABS板や硬質スポンジは8×5cmの大きさに切り取り水中接着剤にて各植林プレー

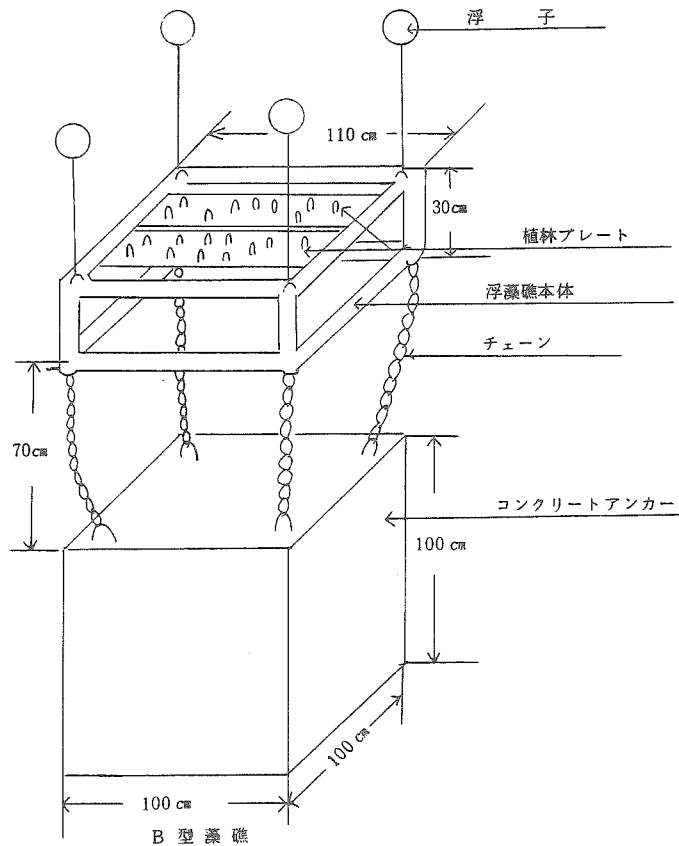
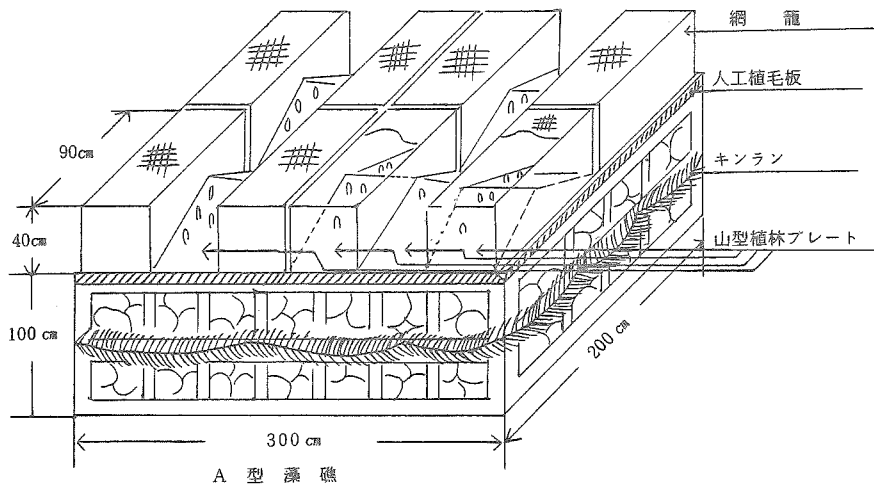


図2 各藻礁の形状

トにはり付けた。各藻礁への取り付け作業終了後、藻礁を海中に投入した。幼芽を取りつけ始めてから海中に投入するまで、B型藻礁で3時間、A型藻礁で5時間かかった。アラメ幼芽は当场にて18mmのポリロープに巻きつけ各植林プレートにボルトとナットで固定後、太地地先まで車で運搬し潜水作業により各藻礁に取り付けた。なお、各藻類の展開時の平均葉長はカジメで73、アラメで81mmであった。

追跡調査：追跡調査はスキューバ潜水により'84年3月21日から'85年3月18日まで11回実施した。調査項目はアラメ・カジメの生残数、葉長及び食害生物のい集状況等である。

表1 試験区の設定

藻礁	試験区	使用した基質	網籠の有無	展開した幼芽	
A型藻礁	1	*1ポリロープ・ABS板	有 7.19破損	カ ジ メ	
	2	ポリロープ	有 9.12撤去	カ ジ メ	
	3	塩ビパイプ		カ ジ メ	
	4	ポリロープ		カ ジ メ	
	5	ポリロープ	有 1.30破損	カ ジ メ	
	6	塩ビパイプ	有 12.20破損	カ ジ メ	
	9	塩ビパイプ		ア ラ メ	
	10	ポリロープ		ア ラ メ	
	11	ポリロープ	有 9.12撤去	ア ラ メ	
	12	塩ビパイプ	有	カ ジ メ	
	B型藻礁	1	ポリロープ	無	ア ラ メ
		2	塩ビパイプ	無	カ ジ メ

*1：φ18mmのポリエチレン製ロープ

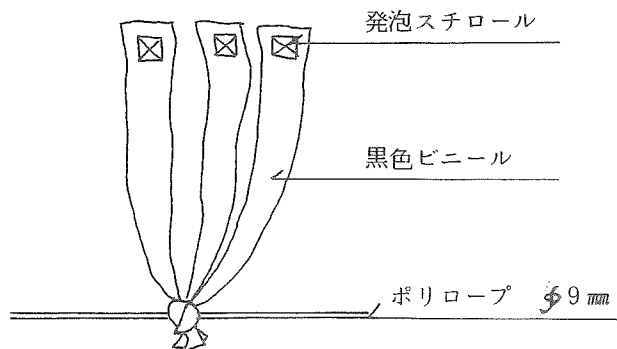


図3 人工海藻の形状

結 果

生 残：調査時ごとの海域の水温は図4に示した。各プレートごとの生残数、生残率は表2に示した。また網籠の有無やカジメ・アラメごとの生残率は図5に示した。

表2 各藻礁におけるアラメ・カジメ幼芽の生残状況

プレートNo	使用した基質	海藻名	網籠の有無	調 査 年 月															
				'84.3.8 生残数 生残率	3.21 生残数 生残率	4.20 生残数 生残率	5.23 生残数 生残率	6.7 生残数 生残率	7.19 生残数 生残率	8.30 生残数 生残率	9.12 生残数 生残率	10.25 生残数 生残率	12.20 生残数 生残率	'85.1.30 生残数 生残率	2.15 生残数 生残率	3.18 生残数 生残率			
固 定 型 藻 礁	A B S板	カジメ	有	33本 100%	6本 18.2%	6本 18.2%	3本 9.1%	3本 9.1%	3本 9.1%	2本 6.1%	1本 3.0%	0本 0%	0本 0%	0本 0%	0本 0%	0本 0%	0本 0%		
			有	34 100	9 26.5	6 17.6	6 17.6	5 14.7	4 11.8	4 11.8	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0			
	2	ポリロープ	カジメ	有	64 100	19 29.7	11 17.2	10 15.6	9 14.1	8 12.5	8 12.5	網籠撤去 4 6.3	3 4.7	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
				有	44 100	15 34.1	11 25.0	8 18.2	7 15.9	6 13.6	6 13.6	4 9.1	3 6.8	3 6.8	3 6.8	3 6.8	3 6.8		
	5	ポリロープ	カジメ	有	44 100	15 34.1	11 25.0	8 18.2	7 15.9	6 13.6	6 13.6	4 9.1	3 6.8	3 6.8	3 6.8	3 6.8	3 6.8	3 6.8	
				有	19 100	11 57.9	8 42.1	8 42.1	8 42.1	8 42.1	8 42.1	6 31.6	3 15.8	1 5.3	1 5.3	0 0	0 0	0 0	
	6	塩ビパイプ	カジメ	有	19 100	11 57.9	8 42.1	8 42.1	8 42.1	8 42.1	8 42.1	6 31.6	3 15.8	1 5.3	1 5.3	0 0	0 0	0 0	
				有	10 100	2 20.0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
	12	塩ビパイプ	カジメ	有	10 100	2 20.0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
				有	204 100	62 30.4	42 20.6	35 17.2	33 16.2	32 15.7	28 13.7	19 9.3	9 4.4	4 2.0	3 1.5	3 1.5	3 1.5		
	3	塩ビパイプ その他	カジメ	無	46 100	15 32.6	6 13.0	6 13.0	6 13.0	4 8.7	1 2.2	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
				無	55 100	11 20.0	7 12.7	6 10.9	4 7.3	2 3.6	2 3.6	1 1.8	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
4	ポリロープ	カジメ	無	55 100	11 20.0	7 12.7	6 10.9	4 7.3	2 3.6	2 3.6	1 1.8	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0		
			有	101 100	26 25.7	13 12.9	12 11.9	10 9.9	6 5.9	3 3.0	1 1.0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0			
A	Aタイプ礁のカジメ	有	有	305 100	88 28.9	55 18.0	47 15.4	43 14.1	38 12.5	31 10.2	20 6.6	9 3.0	4 1.3	3 1.0	3 1.0	3 1.0			
			有	11	ポリロープ	アラメ	有	— —	— —	52 100	20本以上	20本以上	20本以上	21 40.4	網籠撤去 18 34.6	12 23.1	0 0	0 0	0 0
9	塩ビパイプ	アラメ	無	— —	— —	51 100	27 52.9	26 51.0	23 45.1	18 35.3	14 27.5	6 11.8	0 0	0 0	0 0	0 0			
			無	— —	— —	67 100	39 58.2	38 56.7	35 52.2	26 38.8	23 34.3	4 6.0	0 0	0 0	0 0	0 0			
10	ポリロープ	アラメ	無	— —	— —	67 100	39 58.2	38 56.7	35 52.2	26 38.8	23 34.3	4 6.0	0 0	0 0	0 0	0 0			
			有	— —	— —	118 100	70 59.3	64 54.2	58 49.2	44 37.3	37 31.4	10 8.5	0 0	0 0	0 0	0 0			
A	Aタイプ礁のアラメ	有	有	— —	— —	170 100	— —	— —	— —	— —	65 38.2	55 32.3	16 9.4	0 0	0 0	0 0			
			有	2	塩ビパイプ	カジメ	無	21 100	10 47.6	10 47.6	8 38.1	8 38.1	7 33.3	5 23.8	4 19.0	2 9.5	0 0	0 0	
B	ポリロープ	カジメ	無	35 100	20 57.1	14 40.0	13 37.1	12 34.3	12 34.3	6 17.1	5 14.3	3 8.6	0 0	0 0	0 0	0 0			
			有	56 100	30 53.6	24 42.9	21 37.5	20 35.7	19 33.9	11 19.6	9 16.1	5 8.9	0 0	0 0	0 0	0 0			
1	ポリロープ	アラメ	無	— —	— —	62 100	35 56.5	35 56.5	33 53.2	23 37.1	20 32.3	12 19.4	0 0	0 0	0 0	0 0			
			有	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —			

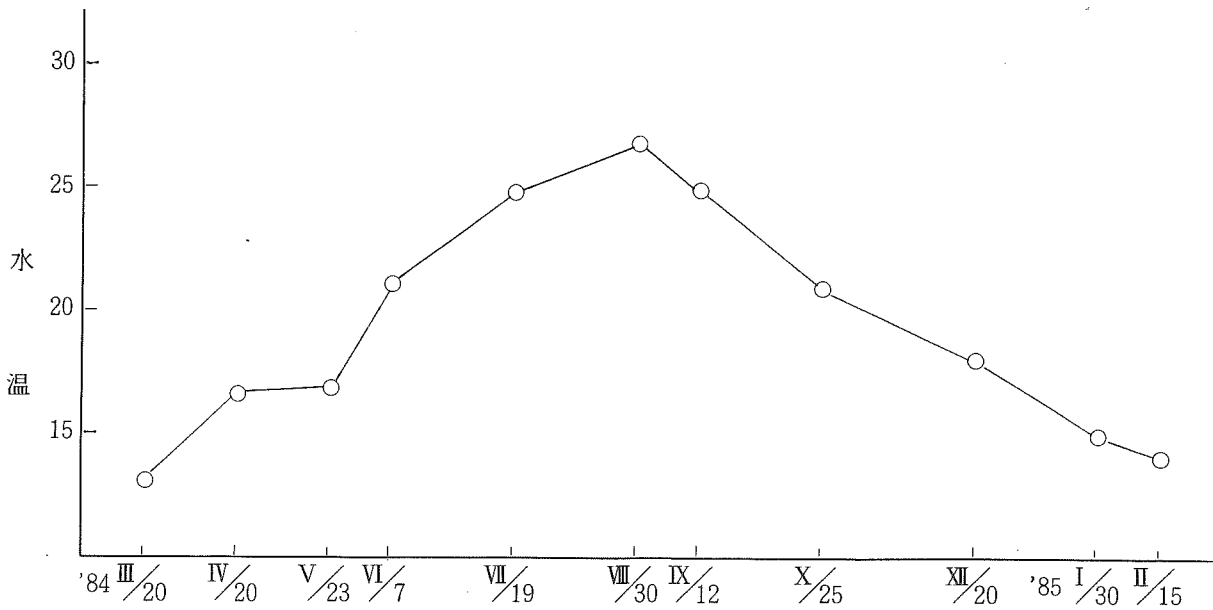


図4 調査海域における調査時の水温変化

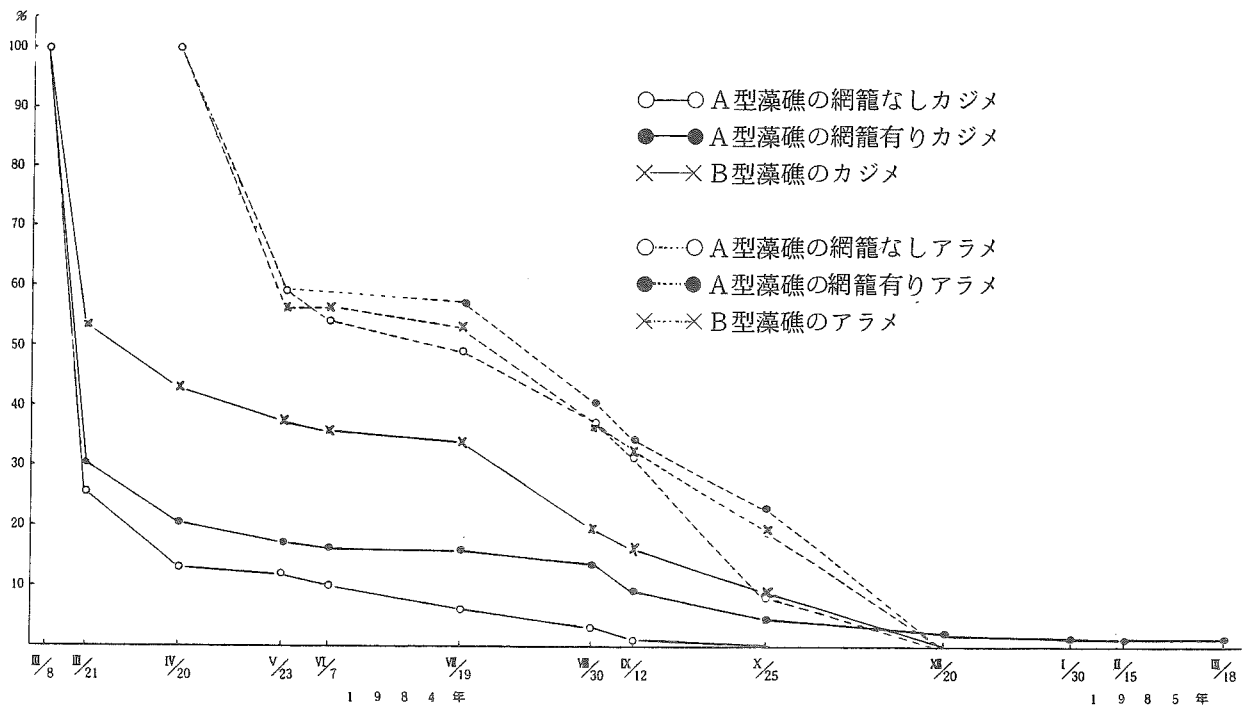


図5 各藻礁におけるアラメ・カジメの生残率の推移

A型藻礁におけるカジメの初期生残率は悪く、展開後14日目には網籠の有無にかかわらず30%前後の生存率であった。その後、網籠有りの区は大きな減耗もせず、8月30日の調査でも13.7%のカジメが生残していたが、9月、10月とかけて生残率の低下が大きくなり、12月20日以降は1.5%、数にして3本が残った。網籠なしの区では3月21日以降も徐々に生残率は低下し、8月30日には3%の生残率となり、10月25日には全くカジメはみられなくなってしまった。B型藻礁におけるカジメの生残率は4月20日に43%となり、7月19日まで大きな低下は見られなかったが、その後生残率は調査のたびに低下してゆき、10月25日には9%となり12月20日の調査時には0%となった。

A型藻礁における網籠有りのアラメの生残率は8月30日の網籠を取り外すまで正確な計数ができず、途中経過は不明であるが、8月30日には網籠無しや、B型藻礁のアラメとほぼ同じの40%が生残していた。その後速やかに減少し、12月20日には全てのアラメが消失した。A型藻礁における網籠無しのアラメ生残率は5月23日には59%となり、7月19日まで大きな減耗はなかったが、それ以後減少し、とくに9月から10月までの減耗が激しく9月12日に31%であった生残率が10月25日には9%となり、12月20日の調査時には0%となった。B型藻礁におけるアラメの生残率は8月30日までは網籠無しとの区と、それ以降は網籠有りの区と同じような経過をたどり12月20日には消失した。

生長：A型藻礁の各プレート、B型藻礁におけるカジメの葉長変化は表3、図6に示した。4番プレートとB型藻礁のカジメは調査ごとに数本を抽出して測定し平均葉長を求めた。4番プレートのカジメは平均葉長93.9mmで海域に展開したが、その後成長することなく、9月12日には43mmとなり、10月25日には消失してしました。B型藻礁のカジメは平均葉長77.3mmで展開した。6月7日

までは順調に生長し、側葉もみられた。平均葉長 157.5 mm となったが、その後は成長せず10月25日には 125.0 mm となり、12月20日には消失した。網籠を施したプレートについては網籠を除去した日から測定を開始したが、12月20日の調査時には消失した。5番プレートのカジメは網籠の破れ目より60年1月30日から生残していた3本をすべて測定し、平均葉長を求めた。展開時の平均葉長は86.4 mm であったが、1月30日には平均葉長 318 mm となっており、その後も生長し、3月18日には生残していた3本の葉長はそれぞれ 600, 500, 150 mm となり、10~14枚の側葉が認められた。

表 3 カジメ幼芽の生長状況

		'84.3.8	3.21	4.20	5.23	6.7	7.19	8.30	9.12	10.25	12.20	'85.1.30	2.15	3.18
A型藻礁	1プレート	117.6mm*						215.0	215.0					
	2プレート								143.3	186.7				
	4プレート	93.9mm	58.6	81.4	81.6	85.0	65.0	51.5	43.0					
	5プレート	86.4mm										318.0	373.3	416.7
B型藻礁		77.3mm	86.5	126.4	142.0	157.5	144.2	128.8	136.7	125.0				

*平均葉長

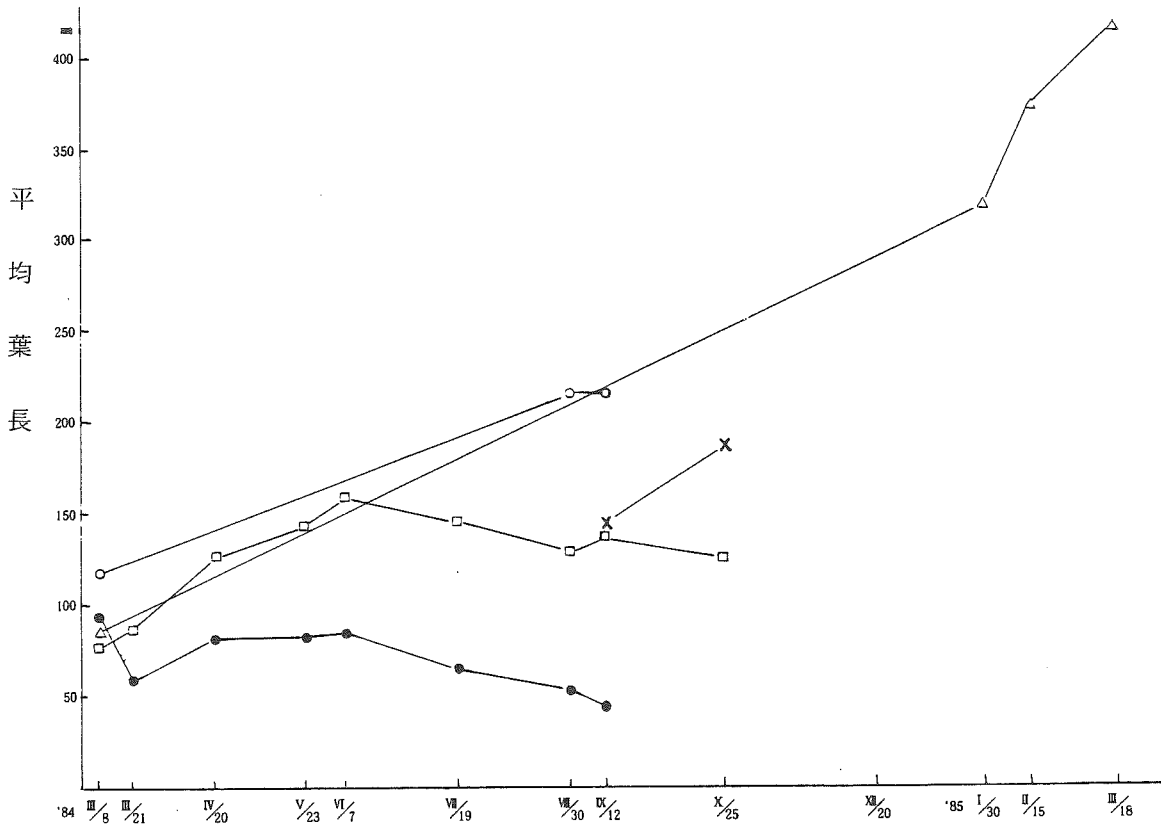
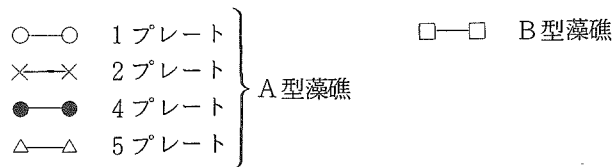


図 6 カジメ幼芽の平均葉長の推移



A型藻礁の10番プレートは調査毎に任意に10本のアラメを抽出測定し、平均葉長を求めた。A型藻礁の他のプレート、B型藻礁のアラメについては8月30日以降から測定をはじめ平均葉長を求めた。アラメの生長状況は表4、図7に示した。各区とも7月19日には側葉が認められ、9月12日までは順調に生長し、平均葉長100~200 mmとなっていたが、その後は生長せず、12月20日の調査時にはすべてが消失していた。また、アラメ・カジメともに成熟個体は観察されなかった。

表4 アラメ幼芽の生長状況

部 位		'84.4.20	5.23	6.7	7.19	8.30	9.12	10.25
A 型 藻 礁	9プレート	107.4 *				140.8 mm	132.7 mm	176.7 mm
	10プレート (網籠なし)	63.6 mm	97.0 mm	132.0 mm	156.0 mm	119.1 mm	129.0 mm	100.0 mm
	11プレート	72.5 mm				184.6 mm	201.8 mm	192.0 mm
B 型 藻 礁		77.9 mm				83.8 mm	107.0 mm	95.8 mm

*平均葉長

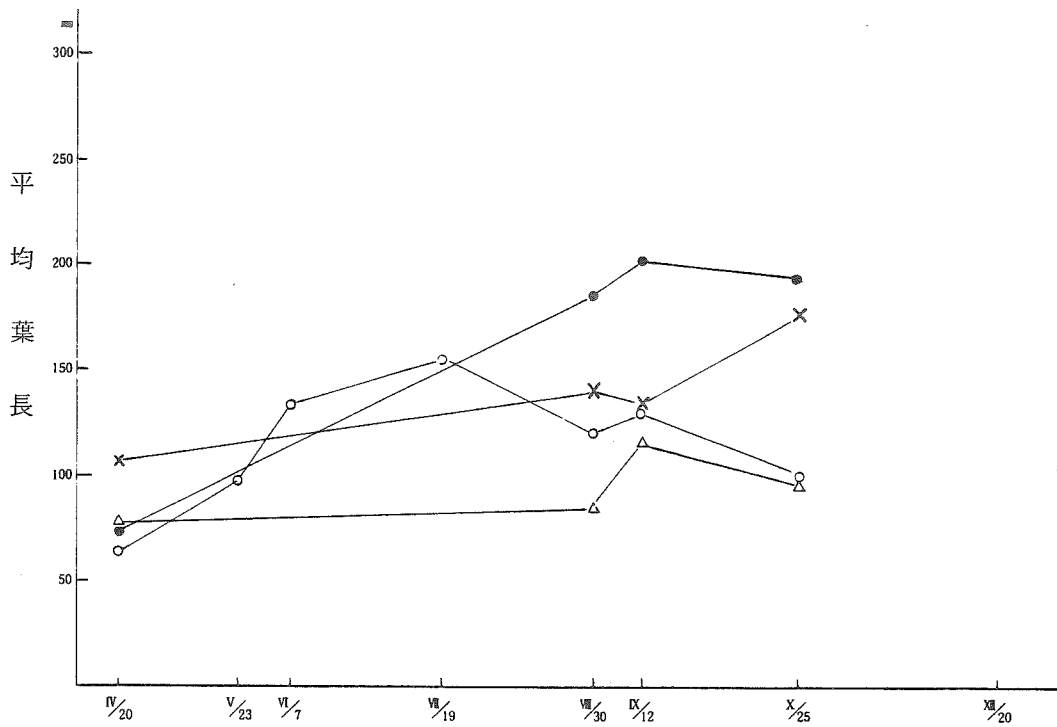


図7 アラメ幼芽の平均葉長の推移

- ×—× 9プレート
 - 10プレート
 - 11プレート
 - △—△ B型藻礁
- } A型藻礁

食害対策：表5に各藻礁における小型巻貝類のい集状況を示した。

表5 調査時ごとにおける小型貝類のい集状況

部 位		'84.3.21	4.20	5.23	6.7	7.19	8.30	9.12	10.25	12.20	'85.1.30	2.15	3.18	
A 型 藻 礁	側 面	キンランより上	17個	17個	10個	30個	40個	42個	23個	16個	11個	10個	4個	4個
		キンランより下	29	23	30	30	29							
	人工植毛板より上部	1	6	4	8	9	16	4	6	1	0	0	1	
B 型 藻 礁	コンクリートアンカー	3	30	10	32	42	13	15	15	9	8	4	3	
	藻 礁 本 体	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	

貝類の種類は主にクマノコガイ・バテイラ・ウスイチモンジなどであった。A型藻礁の側面や、B型藻礁のコンクリートアンカーには多数の貝がい集していたが、A型藻礁上のプレートには多いときで16個体、B型藻礁本体には10月25日に1個体上がっていたにすぎなかった。季節的には春から秋にかけて貝類のい集が多かったが、10月25日以降は少なくなり、2月・3月の調査では藻礁に集まっているすべての貝を集めても10個体に満たなかった。魚類のい集状況は目視のみであるが、9月以降藻礁周辺にはブダイが多くなり、他に藻食性魚類としてウマズラハギ・アイナメ・メジナなどが観察された。

他の食害動物としてはアメフラシが3月21日にA型藻礁のプレート上に2個体、4月20日にA型藻礁のプレート上に1個体、B型藻礁のコンクリートアンカーに1個体見られたが、海藻類の被害も少なくその後は見られなくなった。ラップウニは7月19日にA型藻礁のプレート上で2個体見られたが、他の調査時には認められなかった。

考 察

生 残：A型藻礁におけるカジメの初期生残率は海域展開2週間後に30%以下となった。また、B型藻礁におけるカジメもアラメと比較すると生残率は悪くなっている。これはアラメ幼芽は増試にてプレートに取り付け、これを太地まで車で運搬してすぐ海中にて各藻礁への取り付け作業を行なったのに対し、カジメ幼芽は車で運搬後、台船上で各藻礁への取り付け作業を行なったため、空气中にさらしていた時間が3～5時間と非常に長かった。このため、カジメは実験海域に入れるまでかなりのダメージを受け、生残率の低下につながったと考えられる。アラメの初期生残率はA型・B型どちらの藻礁においても55%以上と良い結果となっている。今後、海域への展開は海藻を空气中でさらす時間をなるべく短くする必要があると考えられる。その後、カジメ・アラメともに7月19日まではあまり減耗することなく推移したが、7月19日以降藻礁周辺のヨレモクモドキ・アントクメが衰退するにつれてアラメ・カジメともに生残率は低下してゆき、とくに8月30日以降急激な減耗が見られるようになった。この生残率の低下は網籠のないプレートで特に大きく、魚による食害と考えられた。この海域ではブダイが多く、この魚による食害と思われる。大野らは高知に

おいてもブダイによる食害がひどく、人工のカジメ母藻海中林が2週間ほどで食べつくされたことを報告している。12月20日以降は最後まで網籠を取りはずさなかった5、6プレートにのみカジメは生残した。

生長：調査時ごとに葉長測定を実施したカジメは4プレートとB型藻礁だけであった。4プレートのカジメは海域展開時の葉長より大きくなることなく10月25日に消失してしまったが、B型藻礁のカジメは7月19日まで順調に生長した。これは4プレートのカジメはプレート上にいる貝類の食害が原因で生長できなかったのに対し、B型藻礁は貝類の這い上がりを完全に防止しており、貝類の食害に会わなかったため順調に生育したと考えられる。アラメの生長はカジメの生長とは違いB型藻礁よりA型藻礁のアラメのほうがよく生長している。この原因についてはわからない。7月19日以降はアラメ・カジメともに魚類による食害が始まったため、網籠をしているプレートを除いて生長は見られなくなった。網籠をしている区は光不足のための生理的障害がでると考えたが、5プレートのカジメや11プレートのアラメの生長をみるかぎりでは、1年目のアラメ・カジメの生長に対しての光不足による障害は認められなかった。神奈川水試ではカジメ場に隣接設置したブロック上に着生し、11月まで生残した個体のうち4.2%が成熟したことを報告している。また、笠腹らは高知において母藻を投入した人工海中林より放出された孢子から出現したカジメ幼芽のうち、半年で20%が生残し、成熟した個体が見られたことを報告している。しかし、本試験では成熟したカジメは観察されなかった。

食害：A型藻礁で用いた人工植毛板は1年を通して貝類の這い上がりに対して効果を発揮した。しかし、人工植毛板が古くなり付着生物が多くなるにつれて貝類の這い上がりも多くなってきているように思われる。中久らによるとブロックにキンランのような人工海藻を取りつけることにより貝類の這い上がりをかなり防止できたことを報告しているが、本試験では効果ははっきりと認めなかった。これはキンランの藻礁への取り付け方法に問題があると考えられる。B型藻礁すなわち浮藻礁は完全に貝類の這い上がりを防止していることがわかる。今後人工植毛板をうまく利用することにより、貝類の這い上がりに対してはかなりの効果が期待できると思われる。魚類に対しては1年を通して網籠を装着した区は食害に会わなかったが、網籠をしなかった区や、人工海藻を装着した区は9月頃から魚類の食害に会い始め10月にはほとんど食べつくされてしまった。大野らによると人工海中林の所々に人工海藻を装着することにより、ブダイからの食害を防止できたことを報告している。本報ではあまりよい結果が得られなかったが、これは人工海藻の取り替え作業を頻繁に実施しなかったためと考えられる。

以上のことから当実験海域周辺にはカジメは繁茂していないが、人工的に管理することによりカジメも生長繁茂することが明かとなった。また、魚類に対しての食害対策を完全にすることにより当海域は藻場造成が可能と考えられる。今後、魚類に対する食害対策、並びにカジメ・アラメの早期成熟方法を検討する必要があると考えられる。

文 献

- 1) 大野正夫・笠原均・井本善次，1983：土佐湾産カジメ類の生理生態学的研究Ⅱ，成体からの移殖試験，高知大学海洋生物研報，5，65-75。
- 2) 神奈川県水産試験場，1984：磯焼け地域におけるアラメ・カジメの天然群落拡大に関する研究，昭和56-58年度指定調査研究総合助成事業報告書，1-20。
- 3) 笠原均・大野正夫，1983：土佐湾産カジメ類の生理生態学的研究Ⅲ，個体の生長と形態の変化，高知大学海洋生物研報，5，77-84。
- 4) 中久喜昭・小島博，1981：海中林に関する研究－Ⅶ藻食動物の被害防止試験－3，昭和55年度徳島県水産試験場報告書，87-89。