

## 藻礁を用いた海中造林試験 - II\*

木村 創・藤井 久之

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実施されているが、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。

当场では1984年から母藻投入方式以外に海中造林方法として、網籠で保護したカジメ幼芽を目的海域に展開し、母藻群を作り、これを藻場造成の核として、放出される孢子によって藻場の拡大を計ることを目的として日立造船株式会社と共同で試験を実施している。

本年度は、前年に使用した人工藻礁を改良したものを用いてカジメ幼芽を展開して生育・生残等を調査した。

### 材料および方法

実験海域：和歌山県東牟婁郡太地町の水深5m海域（図1）。周囲の状況は本誌17号<sup>1)</sup>を参照。

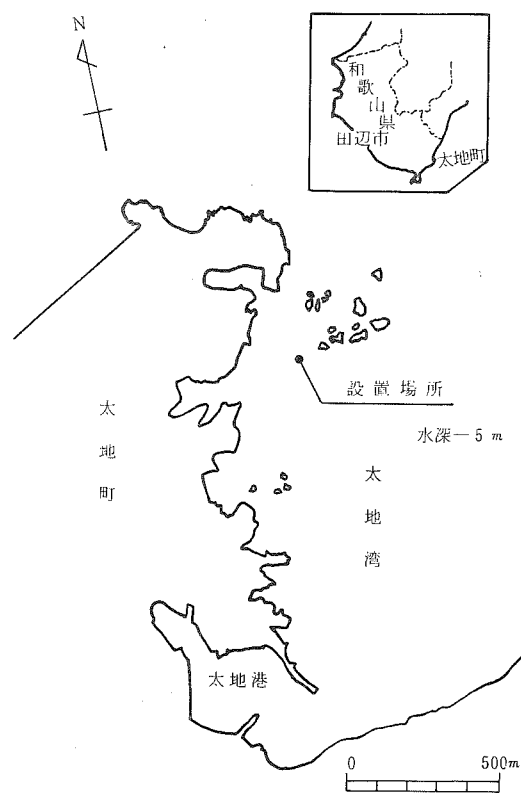


図1 藻礁設置場所

藻礁：日立造船株式会社が開発した3タイプの藻礁を用いた。各タイプの藻礁は図2に示すとおりである。A型藻礁は1984年3月に当海域に投入した鋼製石詰礁、C型藻礁はA型藻礁の改良型で、'85年4月に投入した。D型藻礁はB型藻礁の改良型で、'85年4月に投入した鋼製浮型礁である。なお前年度使用したB型藻礁は'85年4月に波浪により流失した。各藻礁とも上部に幼芽を移植した95×35～45cmの硬質塩ビプレート（以下植林プレート）を取り付けることが可能なようになっている。A、C型藻礁の食害対策として貝類に対しては人工植毛板、魚類に対しては網籠を植林プレート上に取り付けた。網籠を取り付けていない植林プレートには魚類食害対策として、図3に示すような人工海藻を取り付け、1～2ヶ月に1回の割合で交換した。D型藻礁は海中に浮かすことにより、貝類から守るとともに、魚類に対しては網

\* 海中造林技術開発費による

木村・藤井：藻礁を用いた海中造林試験-II

籠を取り付けた。しかし、中央の植林プレートについては比較のため網籠を取りつけなかった。また、A型藻礁は海藻が大きく生育し採光が悪くなったため、'85年7月に網籠を大型のものと取り替えた。網籠のメッシュはA、C型藻礁では8mmのものを、D型藻礁では15mmのものをを使用した。

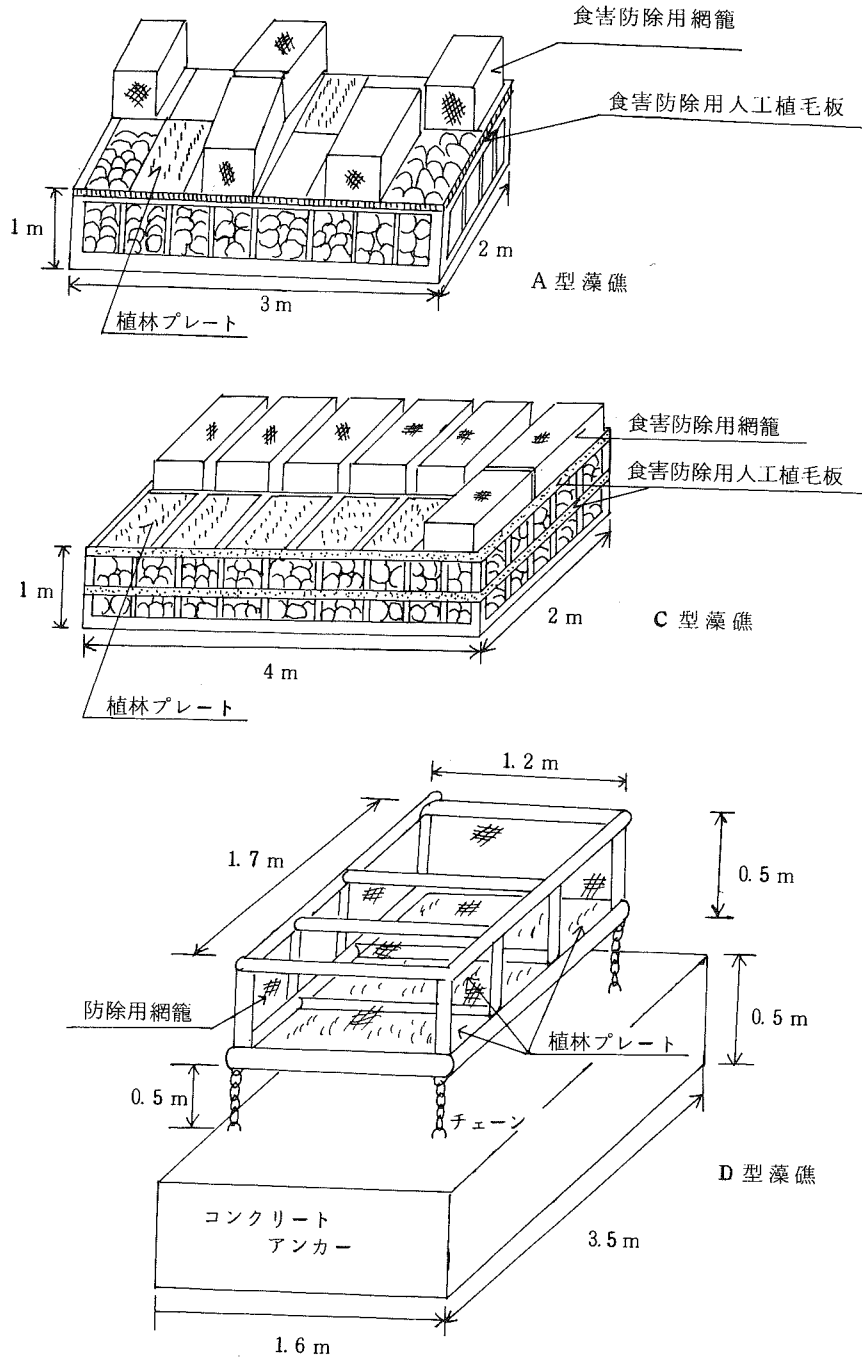


図2 各藻礁の形状

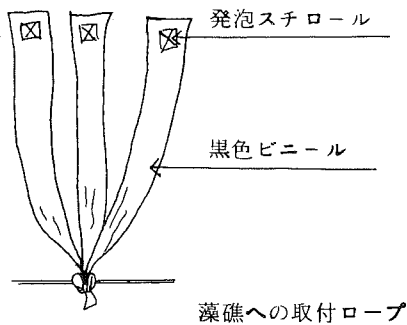


図3 人工海藻の形状

使用したカジメの採苗：'84年10月15日、日高郡美浜町三尾地先で採取したカジメ母藻を用いて採苗した。基質はクレモナ糸(36本より)、ABS板(エポキシ系)、人工植毛板(スレート板上に長さ5mmの人工芝を取り付けたもの)を使用した。その後1kℓパンライト水槽で育成させ、12月21日に当场試験筏へ仮沖出した。

幼芽の移植方法：クレモナ系に採苗したカジメは18mmのポリエチレンロープまたは塩ビパイプに巻き付け、これを植林プレートに水中硬化剤で接着し、これだけでは接着力が弱いためインシュロットタイで固定した。ABS板や人工植毛板に採苗したカジメは板を12×8cmの大きさに切り取り、これを水中硬化剤で植林プレートに張り付けた。その後、各々のプレートは太地地先まで車で3時間かけて運搬しスキューバ潜水により各藻礁へ取り付けた。各植林プレートへの展開時のカジメの葉長ならびに本数、網籠の有無については表1に示した。

表1 海域展開時の各プレートにおけるカジメ幼芽の本数と葉長

年 月 日 展 開	型	プレートNo	基 質		網籠の有無	本 数(本)	平均葉長(mm)	平均葉幅長(mm)		
			A	B S						
'85 年 2 月 8 日 展 開	A 型 藻 礁	1	A ス	B レ	S ー ト	有	233 240	55 40	17 13	
		4	A ス	B レ	S ー ト	無	293 不明	63 24	21 10	
		7	ポ リ	ロ ー	プ	無	60 112 84	28 36 28	14 16 15	
		10	ポ リ	ロ ー	プ	有	124 132 172	36 38 33	14 15 17	
		11	ポ リ	ロ ー	プ	有	114 136 85	21 26 41	12 16 17	
		1	ポ リ	ロ ー	プ	無	61 38 34	107 110 74	45 35 31	
	'85 年 4 月 16 日 展 開	C 型 藻 礁	2	ポ リ	ロ ー	プ	有	19 46 40	254 98 231	73 29 74
			3	塩 ビ バ イ ブ	32 18	無	101 124	280 192	51 57	
			4	塩 ビ バ イ ブ	32 18	有	96 130	229 183	50 52	
			5	塩 ビ バ イ ブ	32 18	無	124 252	211 121	58 30	
			6	塩 ビ バ イ ブ	32 18	有	78 141	208 152	55 29	
7			ポ リ	ロ ー	プ	無	33 31 29	295 135 112	86 43 38	
8			ポ リ	ロ ー	プ	有	34 42 35	334 179 145	78 48 44	
9			ポ リ	ロ ー	プ	無	82 52 82	206 110 197	54 35 54	
D 型 藻 礁		10	ポ リ	ロ ー	プ	有	56 40 59	165 162 188	42 34 44	
		11	塩 ビ バ イ ブ	32 18	無	46 106	199 194	55 43		
		12	塩 ビ バ イ ブ	32 18	有	60 55	195 221	48 48		
		13	ポ リ	ロ ー	プ	有	53 30 31 18	186 166 140 230	48 41 36 78	
		14	ポ リ	ロ ー	プ	有	72 32 37 44	134 133 133 106	44 36 31 33	
		1	ポ リ	ロ ー	プ	有	23 81 80 47	141 192 268 183	36 43 59 42	
藻 礁	2	塩 ビ バ イ ブ	32 18	無	125 99	225 129	60 24			
	3	ポ リ	ロ ー	プ	有	66 21 12 40	182 78 78 205	49 24 23 49		

幼芽の展開時期：A型藻礁へは'85年2月17日，C，D型藻礁へは'85年4月16日に展開作業を実施した。

調査方法：'85年2月15日から'86年2月24日までの1年間，毎月1回のスキューバ潜水により追跡調査を実施した。調査項目は各プレートごとの生残本数ならびに各植林プレートから任意に抽出した10本のカジメ幼芽の葉長と最大葉片長とした。なお，9月以降の調査では成熟状況をも調査項目に加えた。

結果および考察

生 残：A型藻礁における生残本数ならびに生残率は表2に，C型藻礁における生残本数ならびに生残率は表3に，D型藻礁における生残本数ならびに生残率は表4に示した。また，各藻礁における生残率の推移は図4に示した。A型藻礁においては4月16日までに55%が消失したが，その後あまり減少することなく経過し，10月9日には網籠有りの区，無しとの区ともに33.0%前後が生残していた。しかし，11月11日には網籠なしの区，すなわち魚類の食害対策として人工海藻を装着した区はカジメがすべて消失していた。これは現場からの状況から判断すると魚類による食害が原因と考えられる。また，網籠をつけた区においても網籠の破れ目から入ったと考えられる魚類の食害に合い11月11日には21.3%にまで減少した。その後，隙間を修理することにより，減少率は低下したものの'86年2月24日には13.5%の生残となった。一方，C型藻礁では5月10日には網籠有りの区で66.3%，無しとの区で50.7%の生残がみられ，9月19日にも網籠有りの区で51.7%，無しとの区で40.6%の生残率となり，5月から9月にかけてはほとんど減少することなく経過した。また，D型

表2 A型藻礁におけるカジメの生残数ならびに生残率の推移

網籠レ の 有 無	調査年月日	'85. 2. 8		'85. 4. 16		'85. 5. 10		'85. 6. 24		'85. 7. 25		'85. 8. 27		'85. 9. 19		'85. 10. 9		'85. 11. 11		'86. 1. 10		'86. 2. 24				
		経過日数	0	68日	92日	137日	168日	201日	224日	244日	276日	336日	381日													
照	No	基	質	投入時の本数	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率		
無	4	A	B	S	293	127	43.3	112	38.2	96	32.8	96	32.8	95	32.4	79	27.0	77	26.3	0	0	0	0	0	0	
無	7	ホリローフ			256	128	50.0	123	48.0	120	46.9	118	46.1	114	44.5	105	41.0	97	37.8	0	0	0	0	9	-	
網籠無し	の総計				549	255	46.4	235	42.8	216	39.3	214	39.0	209	38.1	184	33.5	174	31.7	0	0	0	0	9	-	
有	1	A	B	S	233							82	35.2	82	35.2	78	33.5	64	27.5	56	24.0	26	11.2			
有	10	ホリローフ			428							127	29.7	121	28.3	114	26.6	111	25.9	87	20.3	87	20.3			
有	11	ホリローフ			335							130	38.8	128	38.2	122	36.4	113	33.7	93	27.8	87	26.0			
網籠有りの総計					1,236							433	35.0	425	34.4	399	32.3	370	29.9	294	23.8	241	19.5			
Aタイプ	の総計				1,785							642	36.0	609	34.1	573	32.1	370	20.7	294	16.5	241	13.5			
経過日数					345日							429日											474日			
有	5	'84年3月8日に展開			3	68	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23

藻礁においてはC型藻礁とはほぼ同じ様な傾向を示し，5月10日には網籠有りの区で63.8%，網籠無しとの区で54.5%が生残し，9月19日にも網籠有りの区で61.1%，無しとの区で38.8%の生残率となり，ほとんど減少せず経過した。しかし，9月19日以降網籠をしていない区はどの藻礁においても魚類

表3 C型藻礁におけるカジメの生残数ならびに生残率の推移

網籠の有無	プレートNo	調査年月日	'85. 4. 16		'85. 5. 10		'85. 6. 24		'85. 7. 25		'85. 8. 27		'85. 9. 19		'85. 11. 11		'86. 1. 10		'86. 2. 24			
			経過日数		25日		70日		101日		134日		167日		220日		271日		316日			
			基質	投入時の本数	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率
無	1	ポリロープ	133	60	45.1	50	37.6	50	37.6	42	31.6	39	29.3	0	0	—	—	—	—	—	—	
	3	塩ビパイプ	225	145	64.4	145	64.4	130	57.8	130	57.8	130	57.8	0	0	—	—	—	—	—	—	
	5	塩ビパイプ	124	50	40.3	50	40.3	50	40.3	50	40.3	32	25.8	0	0	—	—	—	—	—	—	
	5	スレート	252	48	19.0	48	19.0	35	13.9	33	13.1	21	8.3	0	0	—	—	—	—	—	—	
	7	ポリロープ	93	56	57.1	47	50.5	46	49.5	44	47.3	41	44.1	0	0	—	—	—	—	—	—	
	9	ポリロープ	216	142	65.7	140	64.8	138	63.9	138	63.9	126	58.3	0	0	—	—	—	—	—	—	
	11	塩ビパイプ	152	105	69.1	105	69.1	105	69.1	105	69.1	95	62.5	0	0	—	—	—	—	—	—	
		計	1,195	606	50.7	585	49.0	554	46.4	542	45.4	485	40.6	0	0	—	—	—	—	—	—	
	有	2	ポリロープ	105	51	48.6	51	48.6	51	48.6	45	42.9	39	37.1	36	34.3	33	31.4	30	28.6	—	—
		4	塩ビパイプ	226	150	66.4	150	66.4	150	66.4	150	66.4	150	66.4	121	53.5	109	48.2	78	34.5	—	—
		6	塩ビパイプ	78	50	64.1	50	64.1	50	64.1	48	61.5	48	61.5	46	59.0	35	44.9	27	34.6	—	—
6		スレート	141	39	27.7	35	24.8	35	24.8	32	22.7	32	22.7	32	22.7	32	22.7	22	15.6	—	—	
8		ポリロープ	111	80	72.1	77	69.3	77	69.3	74	66.7	74	66.7	73	65.8	63	56.8	55	49.5	—	—	
10		ポリロープ	155	115	74.2	115	74.2	115	74.2	108	69.7	108	69.7	100	64.5	71	45.8	72	46.5	—	—	
12		塩ビパイプ	115	100	87.0	97	84.3	97	84.3	96	83.5	96	83.5	96	83.5	84	73.0	74	64.3	—	—	
14		ポリロープ	185	140	75.7	140	75.7	140	75.7	139	75.1	134	72.4	114	61.6	86	46.5	80	43.2	—	—	
	計	1,248	828	66.3	814	65.2	813	65.1	789	63.2	778	62.3	712	57.1	594	47.6	504	40.4	—	—		
	総計	2,443	1,434	58.7	1,399	57.3	1,367	56.0	1,331	54.5	1,263	51.7	712	29.1	594	24.3	504	20.6	—	—		

表4 D型藻礁におけるカジメの生残数ならびに生残率の推移

網籠の有無	プレートNo	調査年月日	'85. 4. 16		'85. 5. 10		'85. 6. 24		'85. 7. 25		'85. 8. 27		'85. 9. 19		'85. 11. 11		'86. 1. 10		'86. 2. 24		
			経過日数		25日		70日		101日		134日		167日		220日		271日		316日		
			基質	投入時の本数	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数	生残率	生残数
有	1	ポリロープ	23	10	43.5	10	43.5	9	39.1	9	39.1	9	39.1	9	39.1	7	30.4	6	26.1	—	—
	1	ポリロープ	81	40	49.4	40	49.4	40	49.4	40	49.4	40	49.4	23	28.4	25	30.9	23	28.4	—	—
	1	ポリロープ	80	38	47.5	37	46.3	37	46.3	37	46.3	37	46.3	29	36.3	28	35.0	24	30.0	—	—
	1	ポリロープ	47	28	59.6	28	59.6	26	55.3	25	53.2	25	53.2	15	31.9	15	31.9	12	25.5	—	—
無	2	塩ビパイプ	125	80	64.0	67	53.6	67	53.6	67	53.6	67	53.6	0	0	—	—	—	—	—	—
	2	スレート	99	42	42.4	36	36.4	32	32.3	29	29.3	10	10.1	0	0	—	—	—	—	—	—
有	3	ポリロープ	66	50	75.8	50	75.8	48	72.7	48	72.7	48	72.7	45	68.2	40	60.6	31	47.0	—	—
	3	ポリロープ	21	20	95.2	20	95.2	18	85.7	18	85.7	18	85.7	17	81.0	15	71.4	13	61.9	—	—
	3	ポリロープ	12	10	83.3	10	83.3	10	83.3	10	83.3	9	75.0	7	58.3	6	50.0	4	33.3	—	—
	3	ポリロープ	40	40	100	40	100	40	100	40	100	40	100	37	92.5	30	75.0	27	67.5	—	—
	藻礁全体の総計	594	358	60.3	338	56.9	327	55.1	323	54.4	303	51.0	182	30.6	166	27.9	140	23.6	—	—	

の食害に会いカジメは消失してしまった。網籠有りの区も9月19日以降生残率は低下していったものの、'85年2月24日においてもC型藻礁で40.4%、D型藻礁で37.3%が生残していた。神奈川県水試<sup>2)</sup>や笠原ら<sup>3)</sup>によると、いままでカジメ群落のない海域に母藻を展開し、周辺に出現したカジメ幼芽の生残率を調べたところ10ヶ月後にはほぼ15%が生残することが報告されている。これらの報告と比較すると本試験での網籠を施した区は生残率もはるかによく、網籠をすることにより、食害から幼芽を守ることができたと考えられる。

各藻礁についてみると、A型藻礁における初期減耗がC、D型藻礁に比較して大きいのは展開したときのカジメの大きさが原因と考えられる。すなわち、各藻礁への展開時のカジメ平均葉長はA型藻礁で4.6cm、C、D型藻礁で18.0cmとA型藻礁のカジメは非常に小さいため根付きの良くないカジメが波浪により流失したと考えられる。また、C、D型藻礁において網籠有りの区と無しとの区で生残率に15%の差がみられている。これは網籠の無い区はアメフラシによる食害や、波浪を直接受けるため流失の機会が多いこと等によると考えられる。

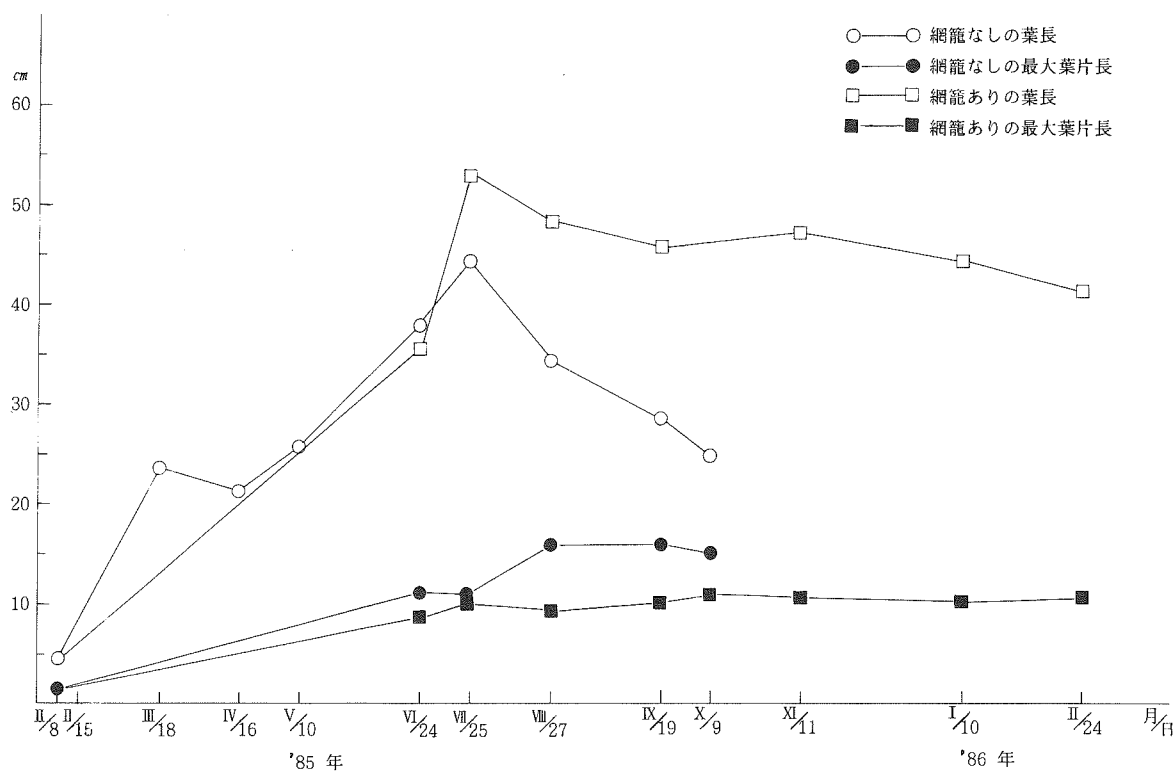


図4 各藻礁におけるカジメの生残率

**生長：**各藻礁における葉長ならびに最大葉片長の変化を図5～7に示した。早期にカジメを展開したA型藻礁は生長も良く4月16日にはすでに側葉も観察され、7月25日の平均葉長は網籠無しの区で44.5cm、網籠有りの区で52.9cmとなった。しかし、その後網籠無しの区では魚類の食害のため葉長は短くなり、10月9日には25cmとなった。網籠有りの区はその後もほぼ40cmの葉長を維持した(図5)。また、A型藻礁のカジメは成熟も早く、9月19日の調査ですでに成熟葉がみられ、10月9日には網籠有りの区で15.5%、無しの区で51.0%、A型藻礁全体では29.0%のカジメが成熟

していた(表5)。大野ら<sup>4)</sup>の報告では母藻から天然に広がったカジメは1年目の8月中旬に成熟した個体のあったことを報告しているが、採苗した幼芽からの報告はなく、また本県ではカジメは通常2年で成熟するとされている。これは早期に沖出しすることにより成熟が早まったものか、または環境が適さないために小型のままで成熟したのかは明かではない。

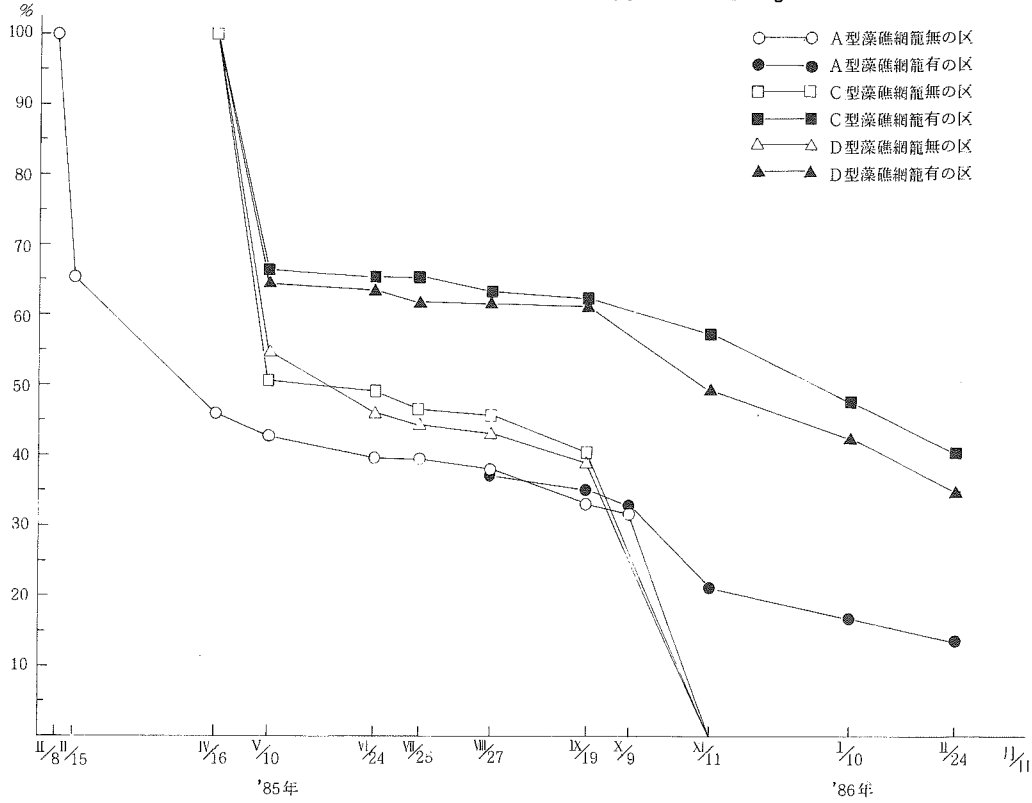


図5 A型藻礁における葉長・最大葉片長の推移

表5 各藻礁におけるカジメ成熟状況

藻礁No.	基質	網の有無	調査年月日									
			'85. 10. 9			'85. 11. 11			'86. 1. 10			
			総本数	成熟本数	出現率	総本数	成熟本数	出現率	総本数	成熟本数	出現率	
A	1	ABS人工植毛板	有	78本 85	5本 8	6.4% 9.4	64本 82	7% 8	8.9% 9.4	56本 58	9本 12	16.1% 20.7
	4	ABS人工植毛板	無	77 69	21 49	27.3 71.0	0	0	0	0	0	0
	7	ロープ	無	97	54	55.7	0	0	0	0	0	0
	10	ロープ	有	114	22	19.3	111	21	18.9	87	33	37.9
	11	ロープ	有	122	27	22.1	113	29	25.7	93	33	35.5
	全体			642	186	29.0	370	65	17.6	294	87	29.6
C	2	ロープ	有	-	-	-	36	12	33.3	33	4	12.1
	4	塩ビパイプ	有	-	-	-	121	27	22.3	109	16	14.7
	6	塩ビパイプ人工植毛板	有	-	-	-	46 32	18 5	39.1 15.6	35 32	10 4	28.6 12.5
	8	ロープ	有	-	-	-	73	21	28.8	63	8	12.7
	10	ロープ	有	-	-	-	100	21	21.0	71	12	16.9
	12	塩ビパイプ	有	-	-	-	96	35	36.5	84	10	11.9
	13	ロープ	有	-	-	-	94	9	9.6	81	4	4.9
	14	ロープ	有	-	-	-	114	22	19.3	86	11	12.8
全体			-	-	-	712	170	23.9	594	79	13.3	
D	1	ロープ	有	-	-	-	76	18	23.7	75	11	14.7
	3	ロープ	有	-	-	-	106	17	16.0	91	17	18.7
	全体			-	-	-	182	35	19.2	166	28	16.9

C型藻礁における生長も網籠有りの区は7月25日の30cmを最高にその後凋落し、1月24日には20cmとなったが、それ以後再び生長が認められ2月24日には27cmまで生長した。網籠無しの区は展開時以上に生長することなく11月11日にはカジメは消失していた(図6)。この藻礁では9月19日の調査で成熟葉は観察されなかったが、11月11日の調査時には網籠有りの区で23.9%のカジメが成熟していた(表5)。D型藻礁における生長は網籠有りの区で7月25日に平均葉長30cmとなり、その

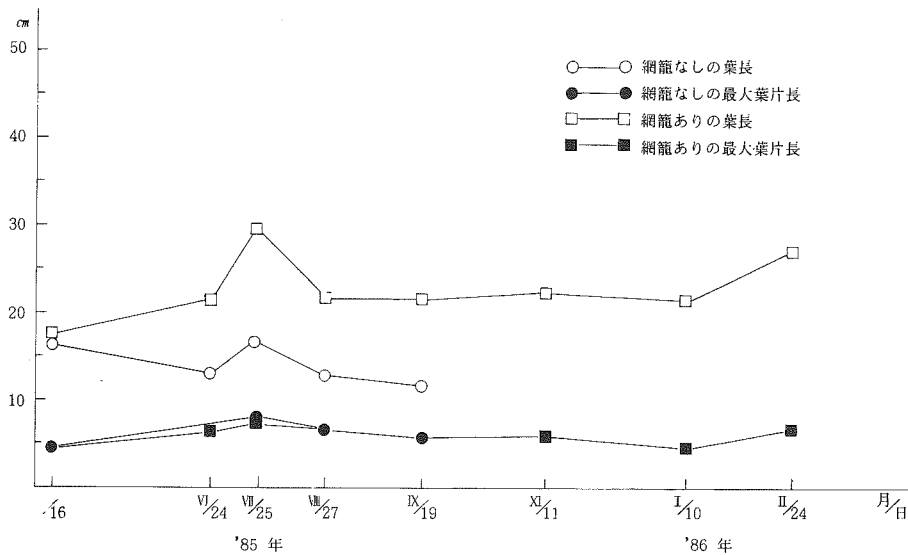


図6 C型藻礁における葉長・最大葉片長の推移

後生長は停滞するものの大きな凋落はみられず、11月11日以降再び生長し始め1月10日には40cmとなった(図7)。藻礁へのカジメ展開時期はC型藻礁と同じであるが、生長は浮型藻礁であるD型藻礁の方が良かった。この原因ははっきりとしないが、浮型藻礁は波浪によって動くため、この海水交流の良さが生長になんらかの良い影響を与えているのではないかと考えられる。また、9月19日には成熟葉が観察され、11月11日には19.2%のカジメが成熟していた(表5)。

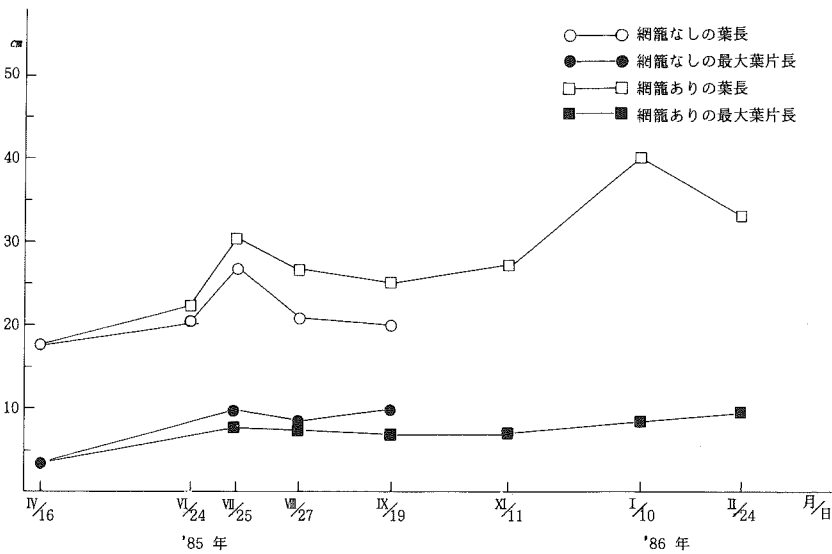


図7 D型藻礁における葉長・最大葉片長の推移



**食害対策：**表6に各藻礁における小型巻貝類の集状況を示した。D型藻礁すなわち浮型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。A型藻礁，C型藻礁で使用した人工植毛板は8月27日まではある程度の効果は認められたが，付着物の多くなった8月以降は顕著な効果は認められ無くなった。また，アメフラシについてはD型藻礁は常に動いているためか，確認することはできなかったが，A，C型藻礁では植林プレート上で3月と4月の調査時に観察された。しかし，周囲には天然に生育するヒロメ・アントクメの群落があるためカジメがすべて喰いつくされるまでには到らなかった。魚類に対しては網籠以外全く効果は認められず，人工海藻を装着した区は食害

表6 各藻礁における小型巻貝類\*の集状況

藻礁	採捕場所	調査年月日										
		'85年 2月15日	3月18日	4月16日	5月10日	6月24日	7月25日	8月27日	9月19日	11月11日	'86年 1月10日	2月24日
A	人工植毛板より下 (藻礁側面)	10個	4個	5個	4個	15個	14個	19個	29個	23個	26個	30個
	人工植毛板より上 (植林プレート・網籠の上)	2	1	0	3	0	0	0	19	48	29	13
	計	12	5	5	7	15	14	19	48	71	55	43
B	人工植毛板より下 (藻礁側面)	—	—	—	12	22	27	41	22	30	26	24
	人工植毛板より上 (植林プレート・網籠の上)	—	—	—	10	4	3	25	30	28	29	5
	計	—	—	—	22	26	30	66	52	58	55	29
C	コンクリート・アンカー	—	—	—	9	10	13	31	49	39	46	31
	藻礁本体	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0	1
	計	—	—	—	9	10	13	31	49	39	46	32

\* クマノコガイ，パテイラ，ウスイチモンジなど

対策を何もしなかった区と同時期に消失している。人工海藻は大野ら<sup>4)</sup>の報告によるとかなりの効果があったとされているが，本試験では効果は認められなかった。ただし網籠の装着は手間がかかり，また光不足による生理障害が心配されるため今後は魚類に対して簡便な対策を立てる必要があると考えられる。

以上のことからカジメのフィールドへの展開は葉長が短くとも早期に実施した方が，生残率は悪いものの，生長も良く，成熟の可能性も高くなることが示された。また，当海域では魚類に対する食害を完全に防止することができればカジメ群落が近くになくとも人工藻礁造成も可能と考えられる。

## 文 献

- 1) 木村 創・藤井久之，1986：藻礁を用いた海中造林試験—I，本誌17号，97—106.
- 2) 神奈川県水産試験場，1983：磯焼け地域におけるアラム・カジメの天然群落の拡大に関する研究，昭和57年度指定調査研究総合助成事業報告書，1—13.

木村・藤井：藻礁を用いた海中造林試験Ⅱ

- 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) 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, 成体からの移植実験, 高知大学・海洋生物研報, 5, 65-75.