

# 深層水を用いた海域肥沃化に関する研究

## Ⅱ 海中植林実証試験－1

(各種基盤を用いたカジメならびにヒラネジモクの植林試験)

安藤裕章 (平成13年度担当・現高知県水産試験場)

### 研究目的

これまで高知県海洋深層水研究所では放水される海洋深層水が地先藻場に与える影響を研究するため、深層水の拡散状況、藻場の生物分布調査を行ってきた。本研究ではこれらの知見をさらに深めるため、放水の強影響域、影響域、亜影響域、非影響域にカジメやホンダワラ類の藻体を付着させた基質を設置し、その後の成長等を追跡調査することで放水の海藻への影響を明らかにする。

### 1. 平成12年度に設置した基質の追跡調査 (カジメ)

#### 1.1 方法

過去の研究結果から図1の影響域ST.B、亜影響域ST.A、非影響域ST.Cの3カ所(水深約4m)を選び、平成12年11月26日と29日にカジメを付着させた各種の基質を各ST.の天然岩礁に設置した。

付着基質として発泡性ゴム(モハエール)を貼り付けたスレート板(20cm×20cm)3枚、イオン溶出型コンクリート板(イオンカルチャープレート:25cm×8cm)3枚、スレート板・大(15cm×15cm)2枚、スレート板・小(10cm×10cm)3枚を基盤(鉄板:60cm×70cm)にボルト留めし、その基盤2基を各ST.の天然岩礁にケミカルアンカーで取り付けた。その他の付着基質として建築用コンクリートブロック(39cm×19cm)、ゼオライト混合ポーラスコンクリート(40cm×40cm)を使用し、これらは天然岩礁に直接ケミカルアンカーで取り付けた。

使用したカジメは設置時に葉長約20cm、葉幅約5cmの種苗生産した培養藻体と高知県大方町田野浦で採取した天然カジメの成熟藻体であった。

追跡調査を平成12年12月28日、平成13年1月11日、1月23日、2月8日、2月19日、3月7日、

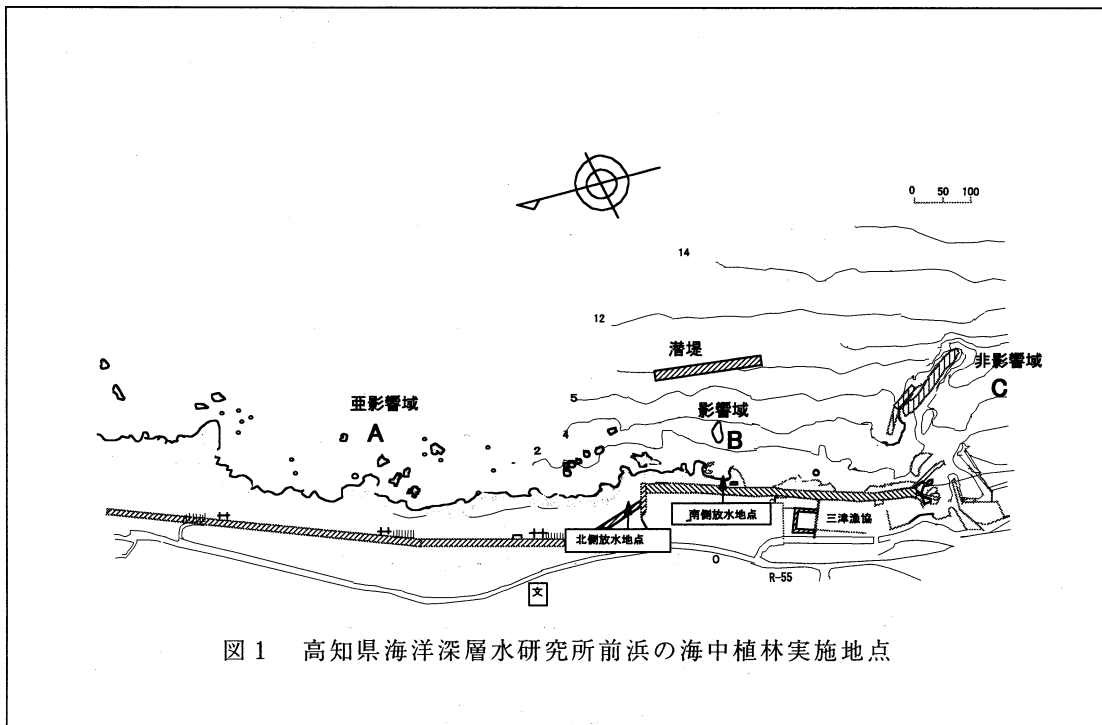


図1 高知県海洋深層水研究所前浜の海中植林実施地点

3月31日、5月24日、7月23日、9月28日に行った。

なお、幼体の食害の恐れがあったため、4月1日に基盤にステンレス枠の食害防止ネットを取り付けた。

## 1.2 結果と考察

追跡調査の状況を表1に、カジメ幼体の繁茂状況を表2、3に、調査時のカジメの測定結果を表4に示した。12月28日の調査では全ST.でカジメの天然藻体、培養藻体ともに根部を残して、すべて消失していた。茎部の切断面から藻食性魚類による食害と考えられた。その後、平成13年1月23日の調査で各ST.の基盤上の基質にカジメ幼体が確認された。しかし、建築用コンクリートブロックとゼオライト混合ポーラスコンクリートにはその後もカジメ幼体は確認できなかった。

5月24日、7月23日の調査ではカジメ幼体は順調に成長していた(写真1)。しかし、9月28日の調査では台風のため食害防止ネットがすべて破損しており、カジメ幼体は基盤A-2の一部を除き、すべて消失していたため、追跡調査を終了した。

9月28日の調査時にはST.周辺の推定1t前後の

転石がほとんど転倒していた。

12年度設置基盤の追跡調査ではST.A(亜影響域)のすべての種類の基質にカジメ幼体の着生が見られ、着生数も一番多い。ST.B(影響域)ではすべての種類の基質に着生が見られているが、着生数はばらつきがみられる。ST.C(非影響域)では基盤C-2のモハエールに大量の着生とスレート板に1株の着生が見られるのみであった。また、今回の結果から三津海域ではカジメの基質としてはモハエールが非常に良好であった。イオンカルチャープレートは普通のスレート板よりは基質として効果があったが、モハエールには及ばなかった。



写真1 ST.Aの基盤上に成長したカジメの幼体(H13.7.23)

表1 平成12年度に設置した移植カジメ付着基盤追跡調査状況

調査年月日	ST.A(亜影響域)	ST.B(影響域)	ST.C(非影響域)
H.12.11.26 11.29	移植カジメ付着基盤設置(11.29)	移植カジメ付着基盤設置(11.26)	移植カジメ付着基盤設置(11.26)
H.12.12.28	カジメの天然藻体、培養藻体とも、食害のため根部を残して、すべて消失。	カジメの天然藻体、培養藻体とも、食害のため根部を残して、すべて消失。	カジメの天然藻体、培養藻体とも、食害のため根部を残して、すべて消失。
H.13.01.11	同上	同上	同上
H.13.01.23	基盤A-1、A-2上のカジメ幼体確認	B-1、B-2上のカジメ幼体確認	C-2上のカジメ幼体確認
H.13.02.08	同上	同上	同上
H.13.02.19	同上	同上	同上
H.13.03.07	同上	同上	同上
H.13.03.31	A-1、A-2に食害防止網設置	B-1、B-2に食害防止網設置	C-1、C-2に食害防止網設置
H.13.05.24	A-1、A-2上のカジメ幼体確認	B-1、B-2上のカジメ幼体確認	C-2上のカジメ幼体確認
H.13.07.23	A-1、A-2上のカジメ幼体確認、A-2のモハエール1枚(被度80%)を取り上げ。	B-1、B-2上のカジメ幼体確認	C-2上のカジメ幼体確認、C-1の食害防止ネット取り外す。
H.13.09.28	A-1、A-2とも台風で食害防止ネットのネット全面破損。カジメ幼体はA-2の一部を除きすべて消失した。追跡調査を終了した。	B-1、B-2とも台風で食害防止ネットのネット全面破損。カジメ幼体はすべて消失した。追跡調査を終了した。	C-2台風で食害防止ネットのネット全面破損。カジメ幼体はすべて消失した。

表2 カジメ幼体繁茂状況（平成13年5月24日）

基質	基盤					
	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2
モハエール(3枚)	(++++~++++)	(++++)	(+~-)	(+++~+++)	(-)	(+++)
イオンカルチャープレート(3枚)	(++~+)	(+++~+++)	(+)	(++)	(-)	(-)
スレート板大(2枚)	(++)	(++)	(+~-)	(++)	(-)	(-)
スレート板小(3枚)	(++)	(++)	(-)	(-)	(-)	(-)

濃生：(++++)、密生：(+++)、粗生：(++)、点生：(+)、生えず：(-)

表3 カジメ幼体繁茂状況（平成13年7月23日）

基質	基盤					
	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2
モハエール(3枚)	被度(50, 60, 60%)	被度(80, 70, 60%)	被度(0, 0, 0%)	被度(10, 30, 20%)	被度(0, 0, 0%)	被度(70, 70, 60%)
イオンカルチャープレート(3枚)	株数(18, 16, 8)	被度(40, 50%) 株数(18)	株数(4, 4, 8)	株数(10, 6, 9)	株数(0, 0, 0)	株数(0, 0, 0)
スレート板大(2枚)	株数(計23)	株数(計23)	株数(計3)	株数(計4)	株数(計0)	株数(計1)
スレート板小(3枚)	株数(計10)	株数(計8)	株数(計0)	株数(計0)	株数(計0)	株数(計0)

表4 カジメ測定結果

調査年月日	ST.A(亜影響域)	ST.B(影響域)	ST.C(非影響域)
H.13.02.08	葉長約2cm、幼体密度約4個体/cm <sup>2</sup>	葉長約2cm、幼体密度約4個体/cm <sup>2</sup>	
H.13.03.07	目視による最大葉長5.5cm	目視による最大葉長5.5cm	
H.13.05.24	最大のもの採取による実測： 葉長26.9cm、葉幅6.5cm(先端消失) 葉長26.2cm、葉幅4.6cm 目視による平均 葉長8.5cm：葉幅2.5cm	目視による最大のもの 葉長18.0、葉幅4.5cm 目視による最小のもの 葉長4.5cm、葉幅2.0cm 目視による平均 葉長11.0cm、葉幅5.0	最大のもの採取による実測 葉長14.0cm、葉幅6.2cm(先端消失) 最小のもの採取による実測 葉長7.4cm、葉幅2.3cm 目視による平均 葉長8.0cm、葉幅4.0cm
H.13.07.23	A-2の被度80%のモハエール板1枚を取上げ実測(着生数120株)： 最大葉長42.0cm、最大葉幅5.0cm 最小葉長2.4cm、最小葉幅0.4cm 平均葉長11.5±8.1cm、 平均葉幅2.3±0.9cm	最大のもの採取による実測： 葉長29.8cm、葉幅6.1cm、莖長1.8cm	最大のもの採取による実測： 葉長35.0cm、葉幅5.3cm、莖長1.6cm
H.13.09.28	A-1、A-2とも台風で食害防止ネットのネット全面破損。カジメ幼体は数株を残し、すべて消失した。追跡調査を終了した。	B-1、B-2とも台風で食害防止ネットのネット全面破損。カジメ幼体はすべて消失した。追跡調査を終了した。	C-2台風で食害防止ネットのネット全面破損。カジメ幼体はすべて消失した。追跡調査を終了した。

2. 13年度海中植林実証試験（ヒラネジモク、カジメ）

2.1 方法

ヒラネジモク幼体は平成13年11月20日に地先の天然岩礁から採取し、高知県海洋深層水研究所の

屋内水槽で培養していたものを、カジメ幼体は前年にST.Aに設置した付着基盤に着生したものを7月23日に採取し、同様に研究所の屋内水槽で培養していたものを使用した。12月13日に各基盤に取り付ける付着基質用の2枚のスレート板にST.

A、B、C用はヒラネジモク幼体16株、カジメ幼体4株を、ST.D、E用にはヒラネジモク幼体15株、カジメ幼体5株を接着剤で固着した。移植するヒラネジモク幼体、カジメ幼体とも個体識別し、附着基質に固着する直前に体長、重量を測定した。

過去の研究結果から図2の強影響域ST.D(\*1)、影響域ST.B、亜影響域ST.A、非影響域ST.C及びST.Eの5カ所(水深約4m)を選び、その岩礁にヒラネジモクの幼体とカジメ幼体を附着させた基盤を平成13年12月20日に設置した。なお、食害防止ネットは基盤設置時から取り付けた。

追跡調査は1回目を平成14年1月7日に、2回目を1月28日に、3回目を2月25日に、4回目を3月25日と4月1日に行った。4回目の調査時に

は取り付けた藻体がほとんど消失したので、附着基質ごと回収し、新たに3月12日に天然岩礁から採取したヒラネジモク12株と培養カジメ幼体5株を接着したFRP製の附着基質を5カ所の基盤に取り付けた。

\*1：強影響域ST.Dは海洋深層水研究所北側放水口の放水を平成13年11月1日に200mmのホースでまとめて、以前(平成6年4月~10年3月)の放水位置から放水するようにし、その沖側の水深約4mのところに平成13年11月15日から11月20日に土囊で潜堤をつくり、深層水の滞留域を設け、それを強影響域ST.Dとした。

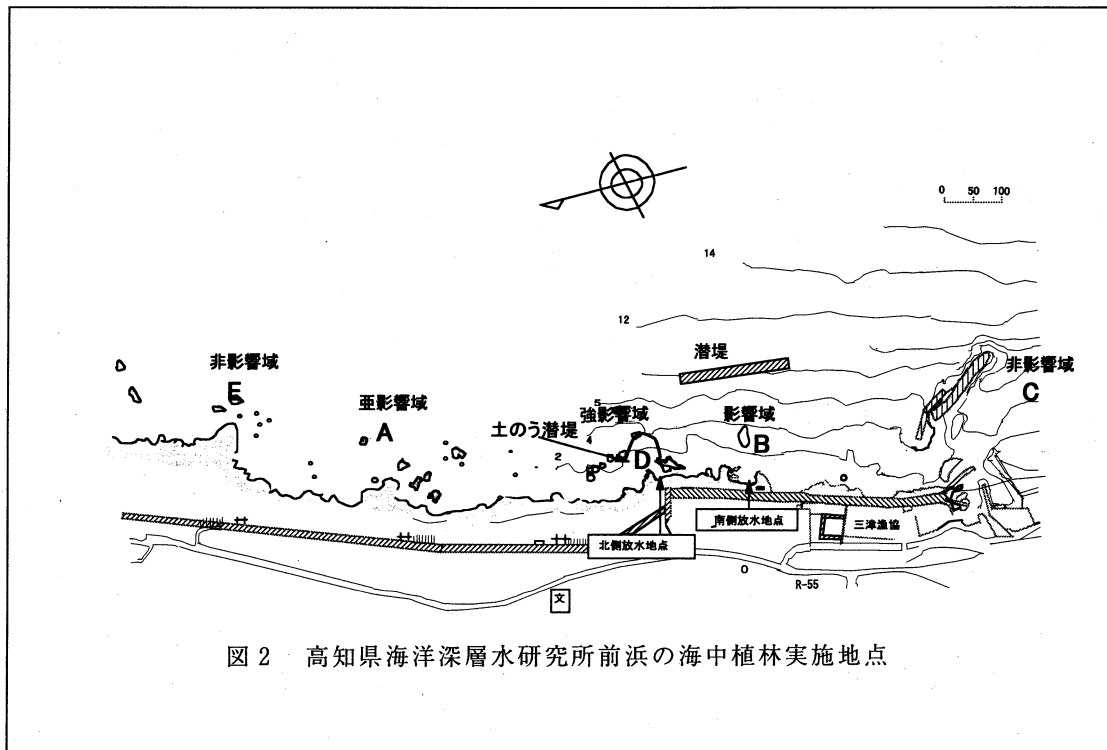


図2 高知県海洋深層水研究所前浜の海中植林実施地点

## 2.2 結果と考察

追跡調査の状況を表5に示した。移植後18日目の1月7日にはヒラネジモクは全78株中33株(42%)、カジメは全22株中16株(48%)の残存株数となった。その原因はヒラネジモク幼体とカジメ幼体の根は附着基質への接着面が小さく、それに比べ葉体が大きかったために、波浪に耐えられなかったものと思われる。

移植後39日目の1月28日にはヒラネジモクは全78株中10株(13%)、カジメは全22株中5株(23%)の残存株数となった。この原因は1月中旬に大時化が通過し、極端な大波が打ち寄せたためと考えられる。食害防止ネットの枠には7mm径のステンレス棒が使用してあったにもかかわらず、調査時にはすべての枠が折損しており、また、周辺の推定300kg前後の転石が転倒していた。

表5 平成13年度に設置した海藻付着基盤追跡調査状況

調査年月日	ST.A(亜影響域)	ST.B(影響域)	ST.C(非影響域)	ST.D(強影響域)	ST.E(非影響域)
H.13.12.13	海藻付着基盤準備 ヒラネジモク：16株 カジメ：4株を基質に接着材で固着	海藻付着基盤準備 ヒラネジモク：16株 カジメ：4株を基質に接着材で固着	海藻付着基盤準備 ヒラネジモク：15株 カジメ：5株を基質に接着材で固着	海藻付着基盤準備 ヒラネジモク：15株 カジメ：5株を基質に接着材で固着	海藻付着基盤準備 ヒラネジモク：15株 カジメ：5株を基質に接着材で固着
H.13.12.20	海藻付着基盤設置 食害防止ネット設置 ヒラネジモク：16株 カジメ：4株	海藻付着基盤設置 食害防止ネット設置 ヒラネジモク：16株 カジメ：4株	海藻付着基盤設置 食害防止ネット設置 ヒラネジモク：16株 カジメ：4株	海藻付着基盤設置 食害防止ネット設置 ヒラネジモク：15株 カジメ：5株	海藻付着基盤設置 食害防止ネット設置 ヒラネジモク：15株 カジメ：5株
H.14.01.07	残存株数 ヒラネジモク：4株 カジメ：3株	残存株数 ヒラネジモク：6株 カジメ：4株	残存株数 ヒラネジモク：5株 カジメ：3株	残存株数 ヒラネジモク：1株 カジメ：3株	残存株数 ヒラネジモク：7株 カジメ：3株
H.14.01中旬	大時化通過による大波、300kg程度の転石が転倒				
H.14.01.28	食害防止ネットのステン枠折損・ネットは残存・食害防止ネット再設置 残存株数 ヒラネジモク：1株 カジメ：0株	食害防止ネットのステン枠折損・ネットは残存・食害防止ネット再設置 残存株数 ヒラネジモク：2株 カジメ：0株	食害防止ネットのステン枠折損・ネットは残存・食害防止ネット再設置 残存株数 ヒラネジモク：1株 カジメ：1株	食害防止ネットのステン枠折損・ネットは残存・食害防止ネット再設置 残存株数 ヒラネジモク：4株 カジメ：2株	食害防止ネットのステン枠折損・ネットは残存・食害防止ネット再設置 残存株数 ヒラネジモク：2株 カジメ：2株
H.14.02.25	波浪のため調査不能	食害防止ネット・ステン枠とも消失 残存株数 ヒラネジモク：0株 カジメ：0株	残存株数 ヒラネジモク：1株 カジメ：1株	波浪のため調査不能	残存株数 ヒラネジモク：2株 カジメ：2株
4.03.25 及び04.01	残存株数 ヒラネジモク：1株 カジメ：0株 付着基質再設置 ヒラネジモク：15株 カジメ：5株	残存株数 ヒラネジモク：0株 カジメ：0株	付着基質再設置 ヒラネジモク：15株 カジメ：5株	残存株数 ヒラネジモク：1株 カジメ：1株	付着基質再設置 ヒラネジモク：15株 カジメ：5株

移植後67日目の2月25日には波浪が大きく十分な調査ができなかったが、影響域ST.Bでは食害防止ネットが波浪で吹き飛ばされて無くなっていた。

移植後95、102日目の3月25日、4月1日の調査ではST.Aにヒラネジモク1株、ST.Cにヒラネジモク1株、カジメ1株、ST.Dにヒラネジモク2株、カジメ2株、ST.Eにヒラネジモク1株、カジメ1株が残存していた。残存した藻体を回収し、その測定結果を表6に示した。この結果からは強影響域ST.Dのヒラネジモク、カジメとも非影響域ST.C、Eと比べ成長が劣るように見えるが、残存株数が少なく、他のST.との比較もできないため、再設置した藻体の今後の追跡調査の結果を待ちたい。特にカジメについては夏季の高水温の影響を見極める必要がある。

カジメについては移植後39日目に残存していた

5株は、その後、流失していないので、この時期に接着剤で固着した場合、遅くとも固着後46日目までにはかなり強い波浪に耐えられるだけの仮根が発達するものと考えられる。

### 3. マクサの現存量の変化

#### 3.1 方法

マクサの現存量を影響域ST.B、亜影響域ST.A、非影響域ST.Cの3カ所（水深約4m）で移植海藻の追跡調査時に12年度から引き続き、調査を行っている。また、平成13年1月28日以降は強影響域ST.D、非影響域ST.Eの2点を調査地点に加えた。ST.Dは従来マクサ及び他の海藻が見られない地点である。

調査方法は枠取り調査で30cm×30cmのコドラートを用いて行った。

### 3.2 結果

マクサの現存量の変化は表7のとおりである。  
平成13年1月11日から9月28日の間は平均的にはST.Bが多く、次いでST.Aが多く、ST.CはST.Bの半分以下、ST.Aの約半分と非常に少ない。

表6 試験藻体の成長比較

ヒラネジモク		開始時 (H.13.11.13)	取り上げ時 (H.14.3.25 /04.01)	
ST.A(亜影響域)	全長(cm)	5.0	9.7	先端部流失
	藻体重量(g)	3.0	3.3	
ST.C(非影響域)	全長(cm)	5.5	26.0	
	藻体重量(g)	2.8	10.8	
ST.D(強影響域)	全長(cm)	8.0	6.5	先端部流失
	藻体重量(g)	4.6	1.4	
ST.E(非影響域)	全長(cm)	7.1	12.4	
	藻体重量(g)	2.6	1.6	
ST.E(非影響域)	全長(cm)	6.0	20.3	
	藻体重量(g)	2.9	1.4	
カジメ		開始時 (H.13.11.13)	取り上げ時 (H.14.3.25 /04.01)	
ST.C(非影響域)	全長(cm)	45.3	40.3	側葉:15枚
	藻体重量(g)	14.0	61.3	
ST.D(強影響域)	全長(cm)	38.3	22.3	側葉:6枚 先端部流失
	藻体重量(g)	8.9	10.0	
ST.D(強影響域)	全長(cm)	31.8	26.5	側葉:6枚 先端部流失
	藻体重量(g)	7.1	13.7	
ST.E(非影響域)	全長(cm)	31.5	31.0	側葉:6枚 先端部流失
	藻体重量(g)	8.3	24.6	
ST.E(非影響域)	全長(cm)	29.8	38.3	側葉:4枚 先端部流失
	藻体重量(g)	6.1	33.3	

表7 マクサ単位面積当たり現存量(g/30cm×30cm)

調査年月日	ST.A (亜影響域)	ST.B (影響域)	ST.C (非影響域)	ST.D (強影響域)	ST.E (非影響域)
H.13.01.11	83.9	85.0	47.6		
H.13.01.23	99.4	116.5	36.1		
H.13.02.08	108.5	70.4	50.3		
H.13.02.19	129.2	119.3	78.3		
H.13.03.07	155.3	171.2	68.0		
H.13.05.24	129.1	167.0	87.2		
H.13.07.23	66.5	145.1	63.5		
H.13.09.28	55.8	216.0	30.3		
平均現存量	103.5	136.3	57.7		
H.14.01.28	71.6	50.3	7.6	0.0	30.4
H.14.02.25	47.0	74.7	33.3	0.0	85.3
H.14.03.25/04.01	63.4	79.9	133.5	0.0	159.1