

藻場管理手法開発事業

漁場環境科 石川徹・荻田淑彦

1 藻場の変動要因の特定

(1) 方法

調査海域と調査定点を図-1に示した。変動の大きい藻場（高知県夜須町手結地先、以下手結）と変動の小さい藻場（高知県大方町田野浦地先、以下田野浦）における季節毎の環境条件および海藻群落特性の比較を次の項目・方法で行った。

手結



図-1 調査定点図

1) 水温

データロガー

2) 塩分

EIL MC-5型サリノメーター

3) DO（溶存酸素量）

YSI-51型DOメーター

4) SS（懸濁物質質量）

グラスフィルターで濾過後秤量

5) COD（科学的酸素要求量）

アルカリ性過マンガン酸カリウム分解法

6) 栄養塩

TRACCS A-800

7) クロロフィル量

10-AU Fluorometer

8) 海藻相

（手結）上部対照区、下部対照区、9月、12月、2月に時期を違えて形成した裸地面
 （田野浦）上部対照区、下部対照区、6月、11月、2月に時期を違えて形成した裸地面の海藻相の潜水目視調査等

9) 動物相

（手結）上部対照区、下部対照区、9月、12月、2月に時期を違えて形成した裸地面
 （田野浦）上部対照区、下部対照区、6月、11月、2月に時期を違えて形成した裸地面の動物相潜水目視調査等

10) 平成10～11年に土佐湾東岸での磯焼け発生の原因の検討

過去のデータの整理

(2) 結果

1) 水温

手結の連続水温の推移を図-2に示した。8～10月が平成12年より0.5℃以上高く、逆に11月には約1℃低くなった

田野浦の連続水温の推移を図-3に示した。6～10

月にかけて平成12年より高く推移し、8月は約1.5℃高くなった。

手結と田野浦の連続水温の比較を図-4に示した。平成12年と同様に8月までは田野浦が高く、9月からは手結が高くなり、昨年に引き続き秋季・冬季の水温は手結が高く、春季・夏季の水温は田野浦が高かった。

平成12年6月～平成13年11月までの間にカジメの呼吸量が、負になるといわれる28℃以上の水温であった期間は田野浦で317.5時間、手結は295時間で田野浦の方が長かった。

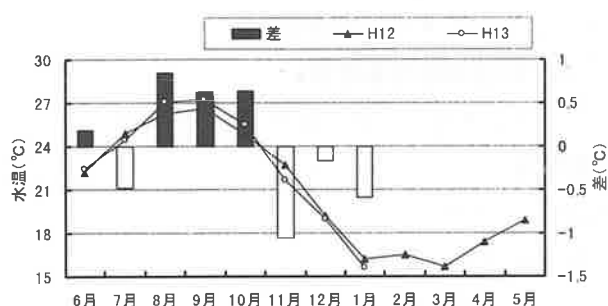


図-2 手結連続水温

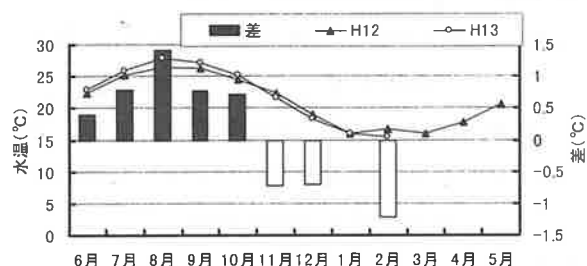


図-3 田野浦連続水温

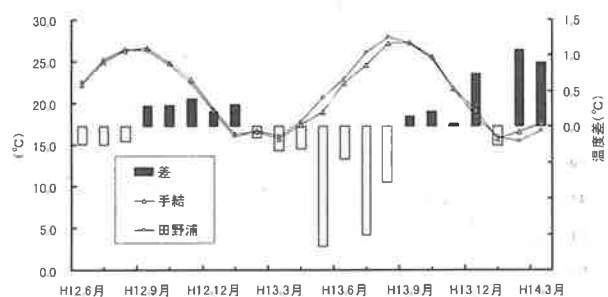


図-4 手結・田野浦連続水温比較

2) 塩分

手結と田野浦の塩分量の推移を図-5に示した。手結は32.9～34.6、田野浦は33.0～34.2の範囲で推移し、手結と田野浦間での大きな差はなかった。地点間の差より季節的な差が大きい。

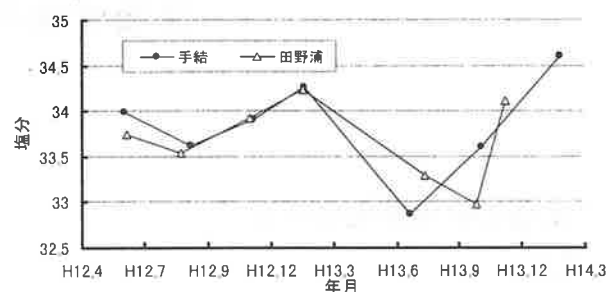


図-5 塩分量（水柱平均）の推移

3) DO（溶存酸素量）

手結と田野浦のDO（全点水柱平均）の推移を図-6に示した。手結は6.5～8.9ppm、田野浦は5.8～8.2ppmの範囲で推移し、両地点間での大きな差は認められなかった。

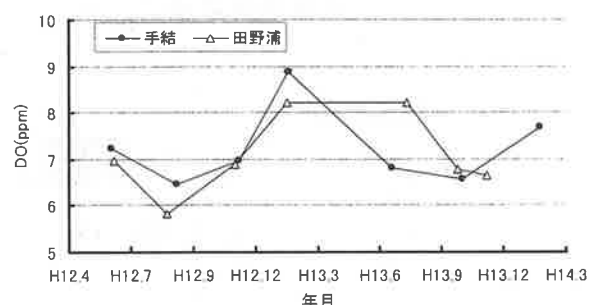


図-6 DO（全点水柱平均）の推移

4) SS（懸濁物質質量）

手結と田野浦のSS（全点水柱平均）の推移を図-7に示した。手結は15.1～18.8mg/l、田野浦は13.7～20.7mg/lの範囲で推移し大きな差はなかった。

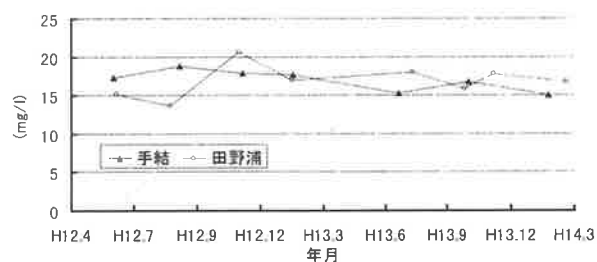


図-7 SS（全点水柱平均）の推移

5) COD（科学的酸素要求量）

手結と田野浦のCOD（全点水柱平均）の推移を図-8に示した。手結は0.21～0.79mg/l、田野浦は0.08～0.70mg/lの範囲で推移し、大きな差はなく、ともに数値は低かった。

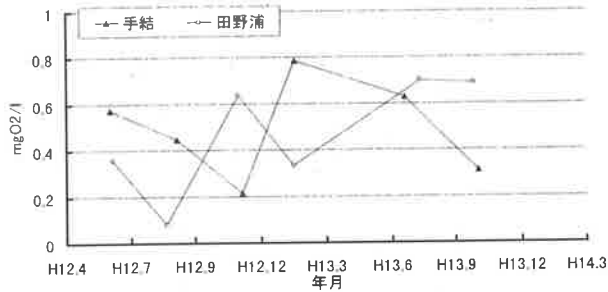


図-8 COD（全点水柱平均）の推移

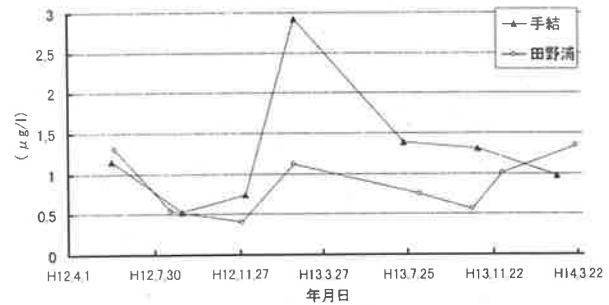


図-10 クロロフィル量（全点水柱平均）の推移

6) 栄養塩

手結と田野浦の栄養塩TN, TP（全点水柱平均）の推移を図-9に示した。TNは手結は6.5～9.2 μg-at/l、田野浦は5.9～8.6 μg-at/lの範囲で推移し、TPは手結は0.07～0.32 μg-at/l、田野浦は0.12～0.22 μg-at/lの範囲で推移し、ともに大きな差はなかった。

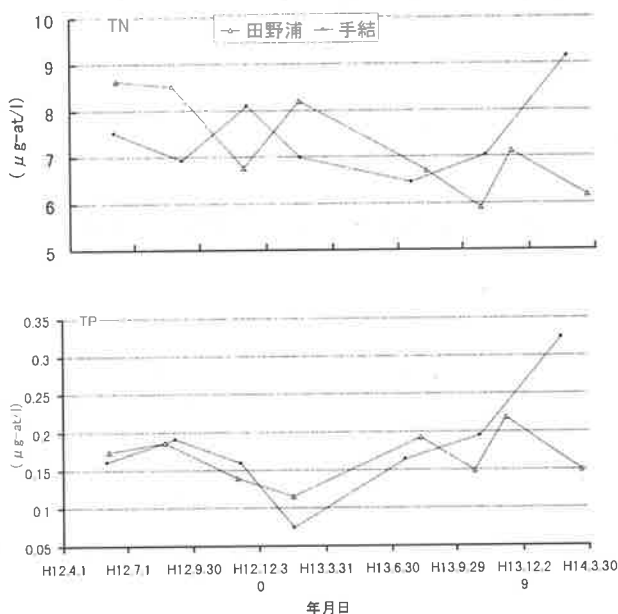


図-9 栄養塩TN, TP（全点水柱平均）の推移

7) クロロフィル量

手結と田野浦のクロロフィル量（全点水柱平均）の推移を図-10に示した。手結は0.5～2.9 μg/l、田野浦は0.4～1.3 μg/lの範囲で推移し、大きな差はなかった。

8) 海藻相

手結では平成12年と比較して大きな差は見られず、優先するのは石灰藻と小型褐藻のみであった。

更新時期の違いによる遷移の差を見るため時期を違えて形成した裸地面も上部対照区（TL 3.5m）、下部対照区（TL 6.3m）および周囲とほぼ変わらなくなっていた。

田野浦のカジメ以外の海藻には大きな変化はなく、図-11に示すようにカジメの平均重量が平成12年12月から平成13年夏にかけて減少し続けたが、平成13年の10月頃からは回復傾向が見られた。

また、対照区および更新時期による遷移の差を見るため時期を違えて形成した裸地面内のカジメ個体密度の推移を表-1に示した。時期を違えて形成した裸地面からは新生幼体数～成体数に差が現れ、カジメの成熟期である11月に形成したものではカジメの個体の加入が多かったが、その他の時期に形成したものではホンダワラ類の加入が多くカジメの加入が少なかった。水深による違いをみると、成体の脱落率が下部対照区（TL 3.5m）で高かった。対照区では個体密度も低下しており、連続水温の結果でみられた夏季の高水温の影響が考えられた。

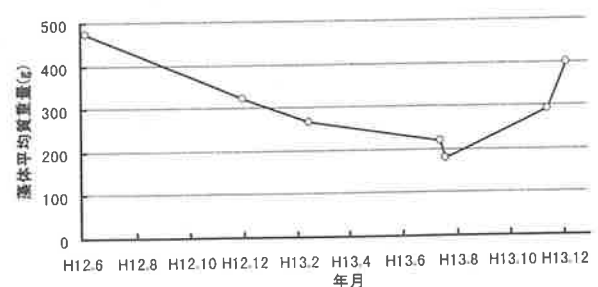


図-11 カジメ平均個体質量の推移

表-1 カジメ個体密度の推移

		上部 対照区	下部 対照区	6月 裸地面	11月 裸地面	2月 裸地面
H12. 6.6	成	19	48	裸地面		
	幼	-	-	形成		
H12. 11.30	成	13	38	0	裸地面	
	幼	-	-	0	形成	
H13. 2.14	成	12	32	0	0	裸地面
	幼	96	84	20	72	形成
H13. 10.12	成	13	15	4	28	5
	幼	-	-	-	-	-

成：成体 幼：幼体 -：調査せず 単位：個体/m²

9) 動物相

手結・田野浦ともに平成12年と比較して大きな変化はない。遷移の違いを見るため時期を違えて形成した裸地面においても、ほとんど差がない。

手結でイカかごの中にカジメ藻体を縛り付けて沈設し、食害魚種の捕獲を試みたところ、2週間でブダイのみが13尾捕獲された。

田野浦は周囲に餌となる海藻が多く存在するため、イセエビ網に混獲された魚類の調査では、イシダイ、ニザダイ、イシガキフグ、アイゴ、イラ等が見られ、このうちアイゴの一部にカジメを大量に捕食しているものが存在した。

10) 手結における急激な藻場の消滅に関する原因の検討

高知県土佐湾東岸では、平成10年(1998年)から11年(1999年)にかけて急激なカジメ藻場の消滅が起こった。その間、高知県水産試験場、国土交通省、海上保安庁などの各機関が幾つかの定常的なデータを取っている。このデータを用いてカジメ藻場の急激な消滅の原因を検討した。

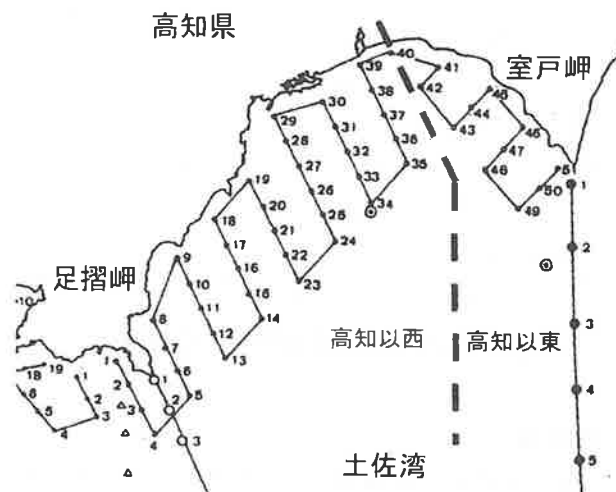


図-12 定線調査定点図

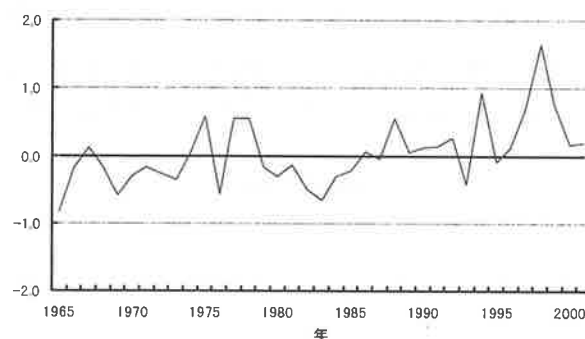


図-13 田野浦定地水温（偏差）の推移

水産試験場には、長期間（1965年から）県内数カ所で港内で採取した日単位の定置水温のデータと図-12に示した定点で採取された月単位の定線調査のデータがある。このうち、田野浦の定置水温の推移を図-12に示した。また、土佐湾内の定点No. 5～51について水深0mと10mの偏差の推移を図-14に示した。ともにその平年値との偏差で比較すると1998年は1.5℃前後高く、これは観測史上で最も高い値である。

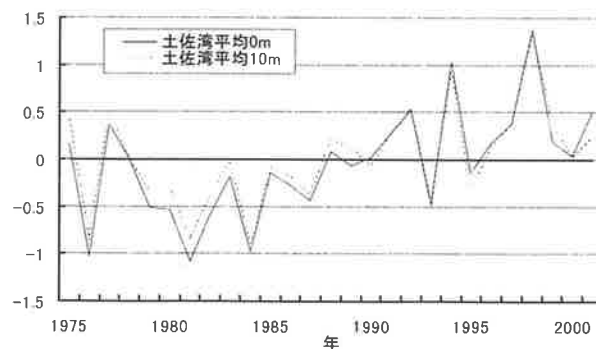


図-14 定線水温（土佐湾定点5～51平均、偏差）の推移

また、図-15に示した足摺岬、室戸岬沖の黒潮流軸の水温も、両岬沖ともに平成10年(1998年)は約1℃高くこれも20年間の中で最も高い。黒潮の水温が上昇していることから、高水温は黒潮の接岸等により土佐湾沿岸で局所的にみられたものではなく、かなり広範囲で水温の上昇がみられたと考えられる。このことは、カジメの分布域としてはほぼ南限に当たる土佐湾においてはかなり致命的な要因になると考えられる。

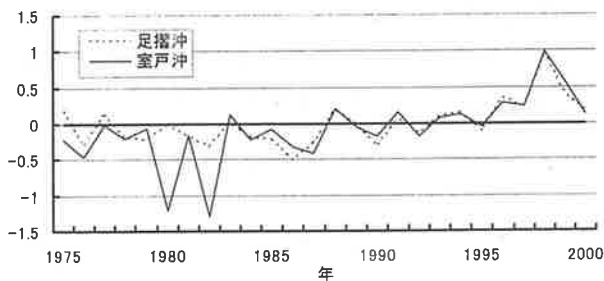


図-15 黒潮流軸水温（偏差）の推移
（海洋速報より）

しかし、土佐湾内のカジメ藻場消滅は東部にみられ、西部の田野浦の藻場は維持されてきたことから疑問が残る。田野浦の藻場が維持されていることについて土佐湾内に発生する海流の発生パターンから検討してみた。図-16に示したように土佐湾内での海流の発生パターンとして最も多いのが、室戸岬から土佐湾沿いに足摺岬方向に流れる左旋環流型である。土佐湾に左旋環流が発生するには2通りの要因が考えられる。直接黒潮からの分支流が土佐湾に流れ込む場合と、黒潮の流れに追従した水流が土佐湾内で反時計回りに回る場合であり、黒潮系暖水が流入する前者が藻場にとって負の要因と考えられる。この両者の違いは海流の強さによって判断でき、図-16では仮に1ノット以上の流れが観測された回数を黒潮の影響によるものとしてその出現率を示したが、平成10年度の左旋環流発生率、1ノット以上の左旋環流発生率ともに他の年に比べて多い。従って、平成10年度には土佐湾内での黒潮の影響が例年に比べ強かったことが推測される。

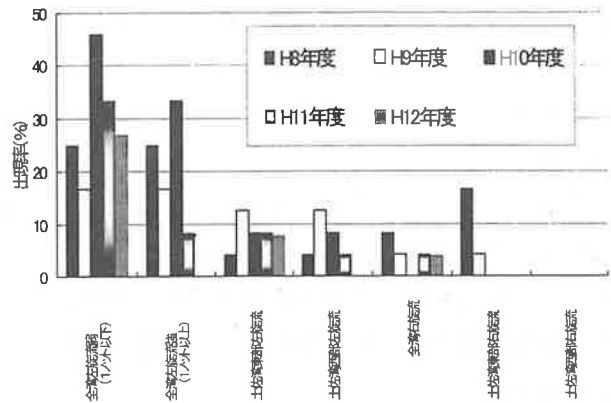


図-16 土佐湾における海流の発生率
（第五管区海上保安本部海洋速報より）

また、左旋環流による黒潮からの暖水波及があった場合、土佐湾沿岸に沿って流れる過程で、徐々に沿岸水によってその影響が弱められていくことが推測されることから、土佐湾の円弧の最上部に当たる高知市の東と西でこれまでの水温の比較（図-17）を行ったが、大きな差が見られなかった。

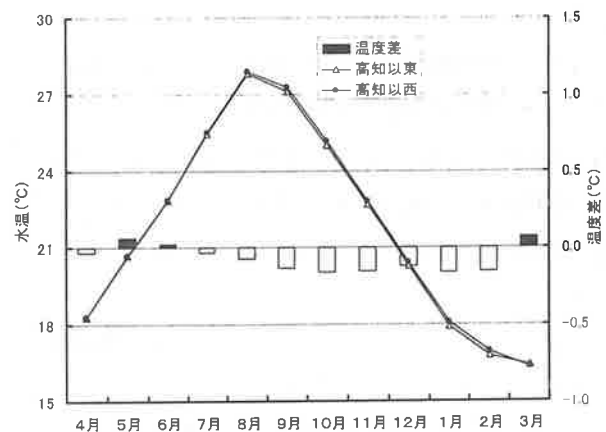


図-17 定線水温東西比較

定線調査で特に沿岸沿いの定点について、水温の高かった平成9～11年度の高知以東と以西の水温の推移（図-18）を見ると、平成9年12月、平成10年4月に東側が2℃以上上昇するのが見られ、全体的にも比較的秋季～春季にかけて東側の水温が高くなる傾向が窺える。この原因は、夏季に沿岸水の温度も黒潮と同程度に上昇し、湾内に黒潮の分支流が発生しても水温差はなく、秋～春季の沿岸水温が比較的低い時期には、黒潮による暖水波及の影響が強く現れるものと考えられる。このことは、水温の低下により摂食圧の落ちていた藻食動物活性を高める等の

影響を及ぼし藻場に負の影響を与えると考えられ、和歌山県でもカジメの衰退期（秋～冬にかけて）の水温が高い年にカジメ群落の衰退傾向が強いとの報告がある。

水温差は少なくとも黒潮の分支流の接岸による栄養塩類、ミネラル等の低下はカジメに大きな負担を与え、これもより強い黒潮の影響を受けると考えられる土佐湾東部では、負の要因として藻場に作用したと推測される。

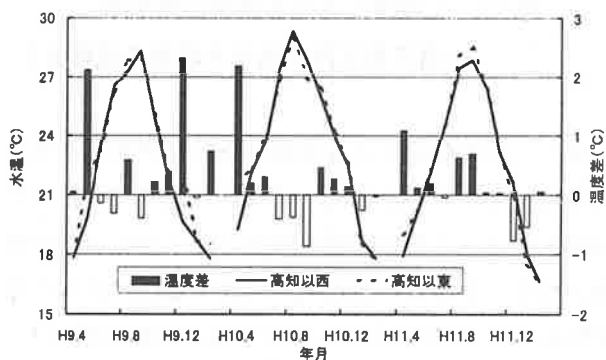


図-18 定線水温沿岸部のH9～11年度東西比較

また、藻場減少の一つの要因とされる波浪について、土佐湾手結地先での波高計によるデータを図-19に示した。これによると急激な減少のあった平成10～11年は特に高い数値は認められず波浪による藻場への影響はあまりなかったと考えられた。

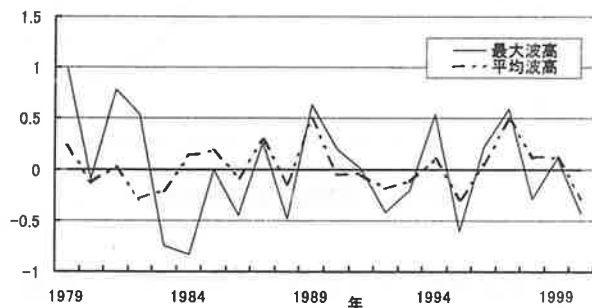


図-19 手結地先の波高データ
(国土交通省の資料より)

手結地先では平成10年の秋頃から葉上部欠損減少がみられており同時期の他県の状況からみても少なからず摂食圧がかかっていたことが推測できる。アイゴ等の食圧の高いとされる夏から秋にかけての凋落が激しいことを考えても、これらの藻食性魚類による影響は否めない。当時の藻場の面積は田野浦地先で40ha、手結地先で50haであり藻場の面積として

は手結が大きかったが、カジメの現存量（湿重量）は手結で約2.4kg/m²、田野浦で4.8kg/m²とカジメの総量としては田野浦が多く、同等の摂食圧が加われば手結が先に消滅してしまうことが推測される。

以上をまとめると、

- ・平成10年に著しい水温の上昇がみられた。
- ・土佐湾内では平成10年に左旋環流型による黒潮の影響が大きかった。
- ・波浪による影響は少なかった。
- ・藻食性魚類による食害があった。

これらの要因が重なり、土佐湾東岸でのカジメ藻場が急速に消滅したと考えられる。

2 藻場造成手法の検討

(1) 方法

1) 人工海藻による食害防御試験

平成13年6～9月にカジメ幼芽をコンクリートブロックに移植した。これを人工海藻を用い4通りの方法で被覆し（図-20）、その後の生長・生残を対照区と比較した。また、平成13年11月～平成14年2月まで同じ試験区にカジメの成体を移植し同様の観察を行った。

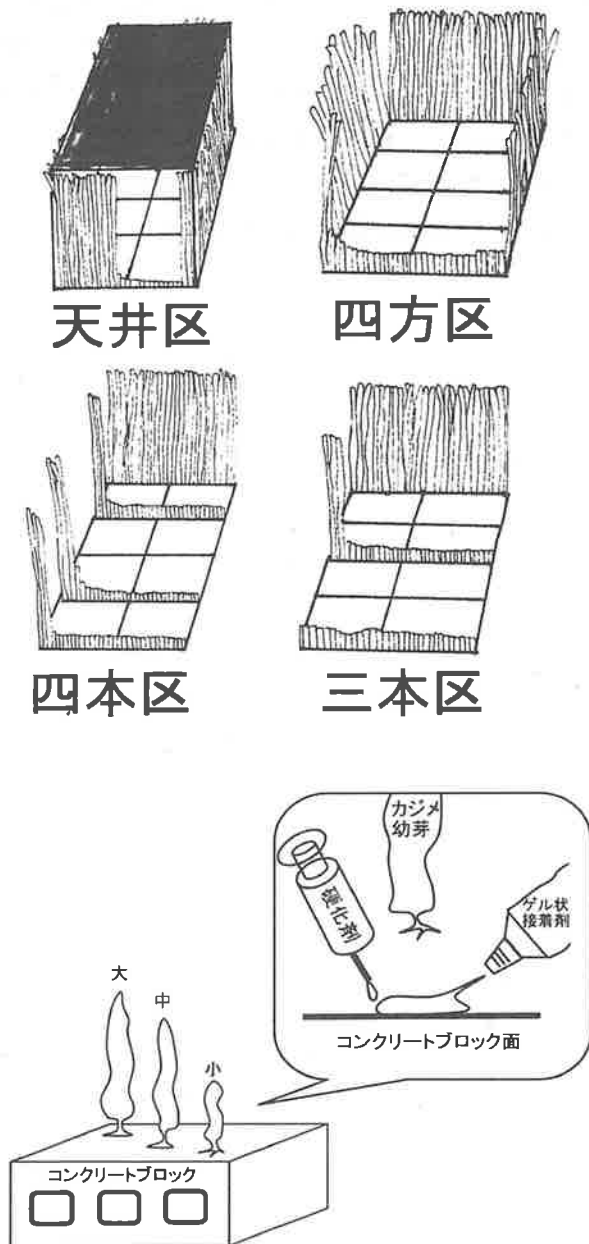


図-20 人工海藻試験区の図

2) 種苗の大量培養

単離培養した配偶体を人工気象器内で通気培養し配偶体の拡大培養を行った。この配偶体を雌雄混合し低温・日長条件の変化等の刺激を与えて成熟させ胞子体の形成を試みた。

(2) 結果

1) 人工海藻による食害防御試験

人工海藻で覆った後の、生残率・生長率の推移を図-21に示した。生残期間は天井区、四本区、三本区、四方形区、対照区の順で短くなった。生残率の推移を比較すると天井区と対照区、天井区と四方形区の間では有意な差が見られた。一方、生長率では四本区での一時期を除き、各区とも生長せず違いも認められなかった。

移植後、ほとんどのカジメ幼体の生長が認められなかったが、これは、すでに移植時期がカジメの伸長期を過ぎており葉体の肥大・生長が止まりかけていたことに加え、住吉漁港内の水温が高かったこと（移植先の住吉漁港内の連続水温データではカジメにとって生長量が負に変わるといわれる28℃以上の期間は386.5時間であった）などがあげられる。生長率は、各区で大きな違いが認められなかったため、人工海藻で覆うことによる阻害は少ないと考えられた。生残率は天井区の生残率の高さが目立ち、対照区とは際だった生残期間の違いが現れ、人工海藻で覆うことの有効性が示唆された。

生長率と生残率を比較すると、生残率の急激な低下の時期に三本区、四本区では食害に起因すると考えられる生長率の著しい低下も起こっていることから、天井区以外でみられた急激な生残率の低下は、生理的な要因による枯死というよりは食害によるものと考えられる。

また、ゴム製の天井のある天井区とその他の条件が全く等しい四方形区ではその差が大きく現れていることや、天井区の次に生残期間の長かった、四本区では人工海藻の間隔が狭く、上方が人工海藻によって覆われている箇所の生残が長かったことらを考えると、移植面の上方の遮蔽が食害の防御に有効な要素の一つであると考えられた。

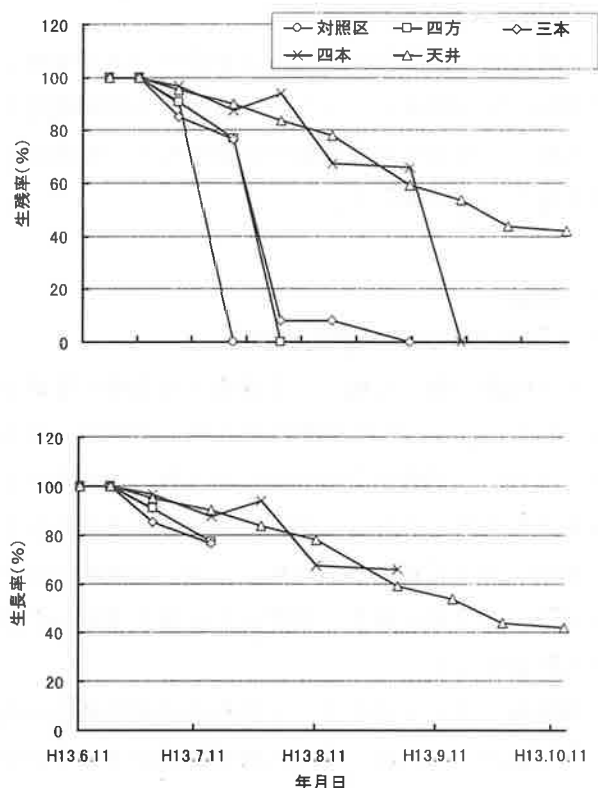


図-21 生存率・生長率の推移

(2) 結果

手結では移植カジメの防御に用いた網が日照量と水流の影響を考慮してナイロン製の細いものとした。このため、移植1週間後の観察の段階で破網し中のカジメ藻体のほとんどが食害のため仮根部のみとなっていた。対照区でも同様に仮根部のみであった。この1ヶ月後には台風接近による波浪のため礁自体がなくなった。

田野浦での移植は手結での失敗を考慮し、台風時期を避け冬季にコンクリートブロック礁の設置を行った。また、防御にはトリカルネットを用い、2週間後に観察すると、底生動物区が波浪により吹き飛ばされていた。これは防御網をトリカルネットにしたため水の抵抗が増したためと考えられた。残ったものも2ヶ月後の観察では吹き飛ばされていた。

2) 種苗の大量培養

雌雄の配偶体を混在した状態で培養すると、雄の配偶体の生長は認められたが、雌の配偶体が観察できなくなった。また、単離して半年以上培養を続けた配偶体では、成熟させることができず、芽胞体の発生もなかった。

3 藻場管理手法の検討

魚類による食害量の把握

(1) 方法

手結と田野浦における1㎡あたりの食害量を算出するため、コンクリートブロックにゴムバンドでカジメを固定し、自由に着脱できるようにしたものを利用し、網で覆っただけの無食害区、網で覆い周囲と同じ量の底生動物を入れた底生動物食害区、全く防御しない対照区の3試験区を設け、その後の藻長・藻重等の比較を行った。