

# 魚礁沈設等に基づく海洋牧場導入実証試験報告

大野 正夫	高知大学海洋生物教育研究センター
越智 雅光	高知大学理学部
竹内 康雄	四国総合研究所
前田 和雄	四国総合研究所

---

高知大学地域共同研究センター研究成果報告書 第6号 別刷  
2001年9月

Research Report No.6  
Center for Joint Research and Development  
Kochi University  
September 2001

# 魚礁沈設等に基づく海洋牧場導入実証試験報告

大野 正夫	高知大学海洋生物教育研究センター
越智 雅光	高知大学理学部
竹内 康雄	四国総合研究所
前田 和雄	四国総合研究所

日本沿岸の水産資源の減少は、水深20~30 m以浅の沿岸域の大型褐藻が繁茂する藻場の衰退・減少により魚介類の産卵場、稚魚の保育場、貝類の餌料が充分でなくなり、魚介類の再生産がなされていないためと言われている。特に、最近では、藻場が消滅する磯焼けが深刻な問題になっている。

愛媛県西宇和郡伊方町地先は、大型褐藻のクロメ・ホンダワラ類の藻場が豊かな海域である。そこで、本プロジェクトは、そこを核として、磯根資源（アワビ、イセエビ）や魚類の増集を高める各種の目的を持つ魚礁ブロック（鋼製ブロック、コンクリートブロック）を実証規模で設置して、それらに大型海藻を繁茂させ、アワビ、イセエビ、魚類の産卵場、保育場、餌料場に適した住処（すみか）をつくることを目的とした。この区域を魚介類の再生産の活発な区域、いわゆる増殖場にすることにより、その周辺が海洋牧場化し、豊かな沿岸域になることを期待した。本実証試験により、海藻の基盤への着生状況、海藻の遷移、魚礁への魚介類の増集効果を詳細に調査・解析して、将来、この地域における海洋牧場導入の可能性と指針の提案を行なう。

本プロジェクトは、伊方町および同漁業協同組合の協力を得て、1998年度から高知大学と四国総合研究所との共同研究として開始され、図1に示す3区域で魚礁沈設試験を行った。1998年度は、伊方町宇和海・室の鼻地先、1999年度は伊方町伊予灘・亀浦海岬地先、2000年度は伊方町伊予灘・町見・トルマ地先に各種魚礁を設置した。魚礁設置後は、設置区域の海産生物の繁茂・生育状況の追跡調査を定期的に行った。

本報告では、これらの経過と成果をまとめて、将来、この地域における海洋牧場導入の可能性を提案する。

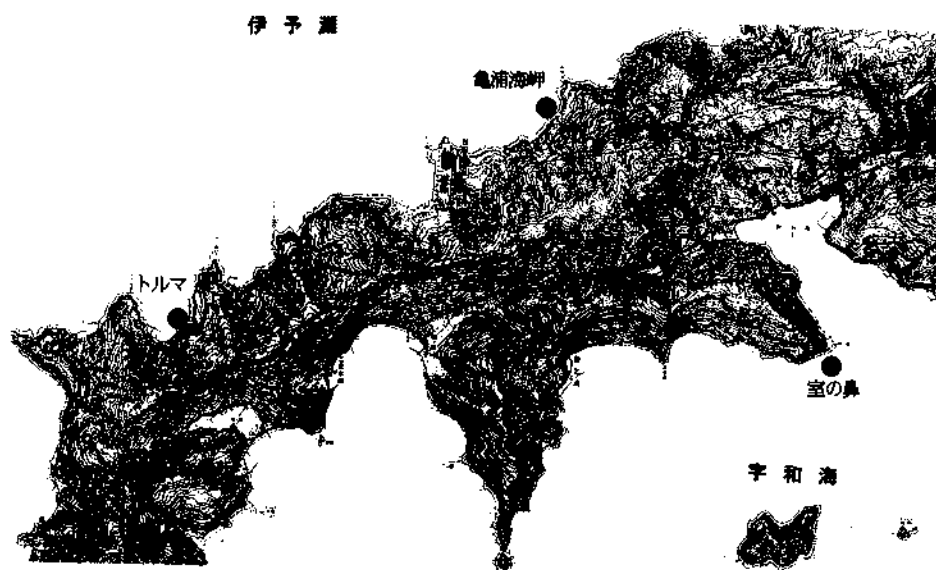


図1 魚礁投入実証試験区域図

## 1. 各種目的の魚礁の試作

この実証試験で設置された各種魚礁は、M型魚礁とRF型イセエビ礁以外は、本研究で試作された魚礁である。これらの魚礁の形状を図2～4に示す。

### 1) M型 (マリノフォーラム型) 磯根礁：大旺建設 (株) 製作 (室の鼻、亀浦海岬地先設置)

アワビ、イセエビの生息に適するテラスと間隙を設け、海藻の繁茂を促進させる形状のコンクリートブロックで、水産庁と民間との共同研究プロジェクト「マリノフォーラム21」において、大野正夫と高知県大旺建設 (株) らによって開発されたコンクリート魚礁である。側面に合成樹脂マットを固着させ、魚介類の餌料となる小型小動物の生息を促進させている。今回は3.47空  $m^3$  のブロックが試作された (図2-1)。

### 2) RF型イセエビ礁：東洋電化工業 (株) 製作 (室の鼻地先設置)

透水性のポーラスコンクリートによって製作されており、形状はイセエビの生息に効果的空間を設けているのが特徴である。東洋電化工業 (株) によって開発されたものであり、特にイセエビの蛸集効果が顕著とされている。今回、製作されたものは、2 m四方で高さが1.2mで4.8空  $m^3$  のブロックを試作した (図2-2)。

### 3) 六角型アワビ礁：日本興業 (株) 製作 (亀浦海岬、トルマ地先設置)

透水性のポーラスコンクリートによって製作されており、六方形で3段のテラスがある。容量は1.48  $m^3$  で、2.53トンである (図2-3)。なお、貝類の習性に合わせた間隙や石をコンクリートに装着した魚礁である。

### 4) 海藻繁殖礁：(有) ジョイテック製作 (トルマ地先設置)

海藻の繁茂に適した球形で透水性のポーラスコンクリートを立方体に組み立て、魚の蛸集効果を高める空間を設けた魚礁である。1.5 m  $\times$  1.5 m, 高さ1.0 mである (図2-4)。

### 5) 垂直型サザエ・アワビ繁殖礁：(有) ジョイテック製作 (トルマ地先設置)

貝類の生育習性よりコンクリート盤を基盤に垂直に立て、天井部は海藻が固着しやすい透水性のポーラスコンクリートを固着させた魚礁である。1.5 m  $\times$  1.0 m, 高さ1.0 mである (図2-5)。

### 6) P型魚礁 (小型ブロック礁 (株)) 四国総合研究所製作 (室の鼻地先設置)

小型の立方形 (15 cm角) のブロックを積み上げることにより、魚礁的效果を見る目的で製作された。(図2-6)

### 7) 人工海藻装着 (浮上性の合成樹脂シート：モバテックス) 海洋機材 (株) 製作 (伊予灘区域魚礁装着)

海洋機材 (株) で開発された人工海藻は、オレフィン系合成樹脂からなる特殊に補強を施した発砲シートを、ホンダワラ類やアマモに似せて成型加工して高分子葉状体とし、これを合成樹脂で耐腐食加工した鋼製ストライドに装着し、人工藻場にするもの (図2-7)。



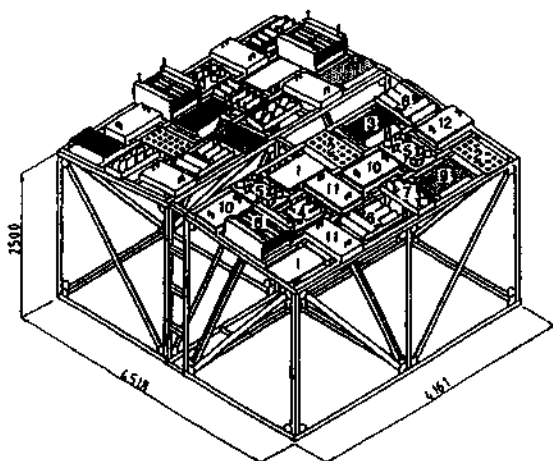
## 8) 各種鋼製魚礁：神鋼建材工業（株）製作

### 8-1) 浅海用鋼製試験礁（室の鼻地先設置）

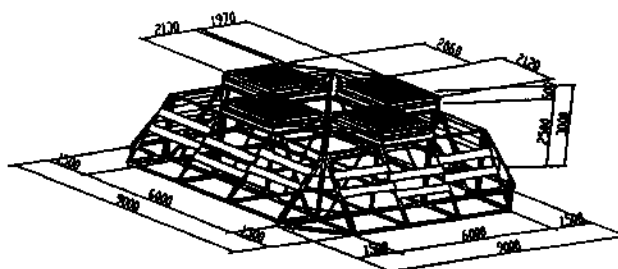
魚群を蝟集させる目的の鋼鉄魚礁であるが、上部にアンカーの役目とともに、各種基質（コンクリート、石材、鉄材）を搭載させた。藻場の形成を促進させるこの共同研究により開発された試験礁である。4.1 m×4.5 m、2.5m（h）で、45.4空 m<sup>3</sup>の魚礁である（図3-1）。

### 8-2、3) 神鋼型鋼鉄魚礁（室の鼻設置）

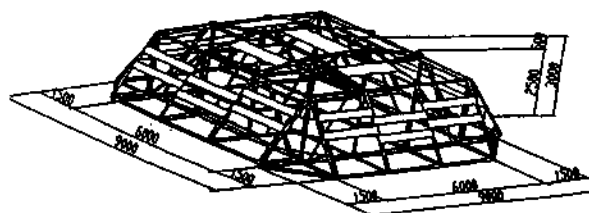
石材アンカーを上部にしたE150型鋼鉄魚礁（9 m×9 m、高さ3 m）と基部にコンクリートアンカーをしたE150B型鋼鉄魚礁（9 m×9 m、高さ3 m）の2基を製作した（図3-2、3）



8-1 浅海用鋼製試験礁



8-2 神鋼型鋼鉄魚礁（E150型）



8-3 神鋼型鋼鉄魚礁（E150B型）

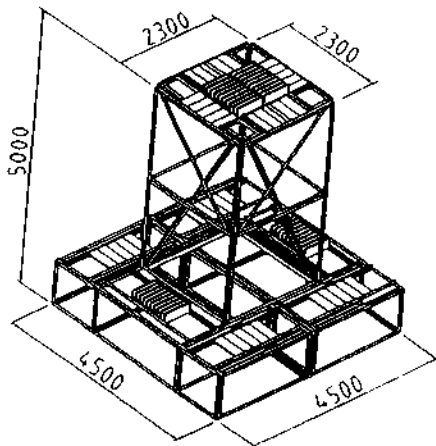
図3 室の鼻地先に設置された鋼製魚礁の形状説明図

#### 8-4) 海藻繁殖型鋼製魚礁

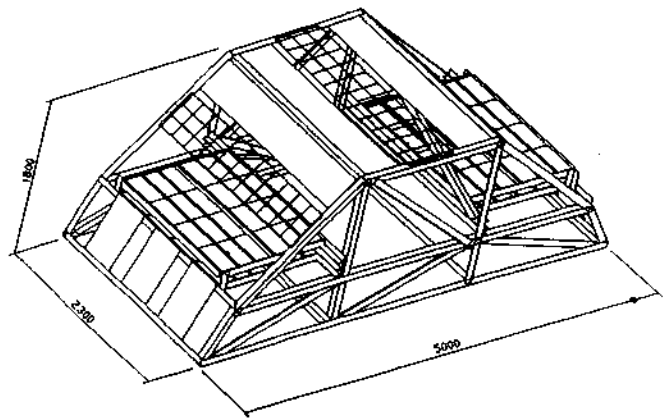
魚群を蝸集させる目的の鋼製魚礁であるが、天井部のコンクリートブロックはアンカーの役目と海藻繁殖の役目で置き、藻場形成を促進させることをも目的とした魚礁である。2階構造であり4.5 m（底辺）×4.5 m（底辺）×5.0 m（高さ）であり、4.14空 m<sup>3</sup>、約3トンの重量の魚礁である（図2-4）。

#### 8-5) 藻場・魚類蝸集複合鋼製魚礁

魚群を蝸集させる目的の鋼製魚礁であるが、天井部と中間部にテラスとしてアンカーの役目と海藻繁殖、アワビの生育習性に合わせたコンクリートブロックを装着させて、藻場形成、貝類の蝸集を促進させることを目的とした。5 m×2.3 m、高さ1.8 mの魚礁である（図2-5）。



8-4 海藻繁殖型鋼製魚礁



8-5 藻場・魚類蝸集複合鋼製魚礁

図4 伊予灘地先に設置された鋼製コンクリート魚礁の形状説明図

## 2. 年度別魚礁設置

### 1998年度：伊方漁協・室の鼻地先区域

沈設場所は、図3-1、2に示す愛媛県西宇和郡伊方町宇和海海域の川永田、室の鼻地先灯台より、真方位203°、293m（A地点）、真方位197°、296m（B地点）、真方位195°、330m（C地点）の3定点であり、水深8 mから13mの範囲である。図1に示される各種魚礁ブロックから、M型礁13基、RF型イセエビ礁6基、浅海用鋼製試験礁1基（図6-1）、神鋼型鋼製魚礁（図6-2、3）2基、P型魚礁1基、総計23基を設置した。

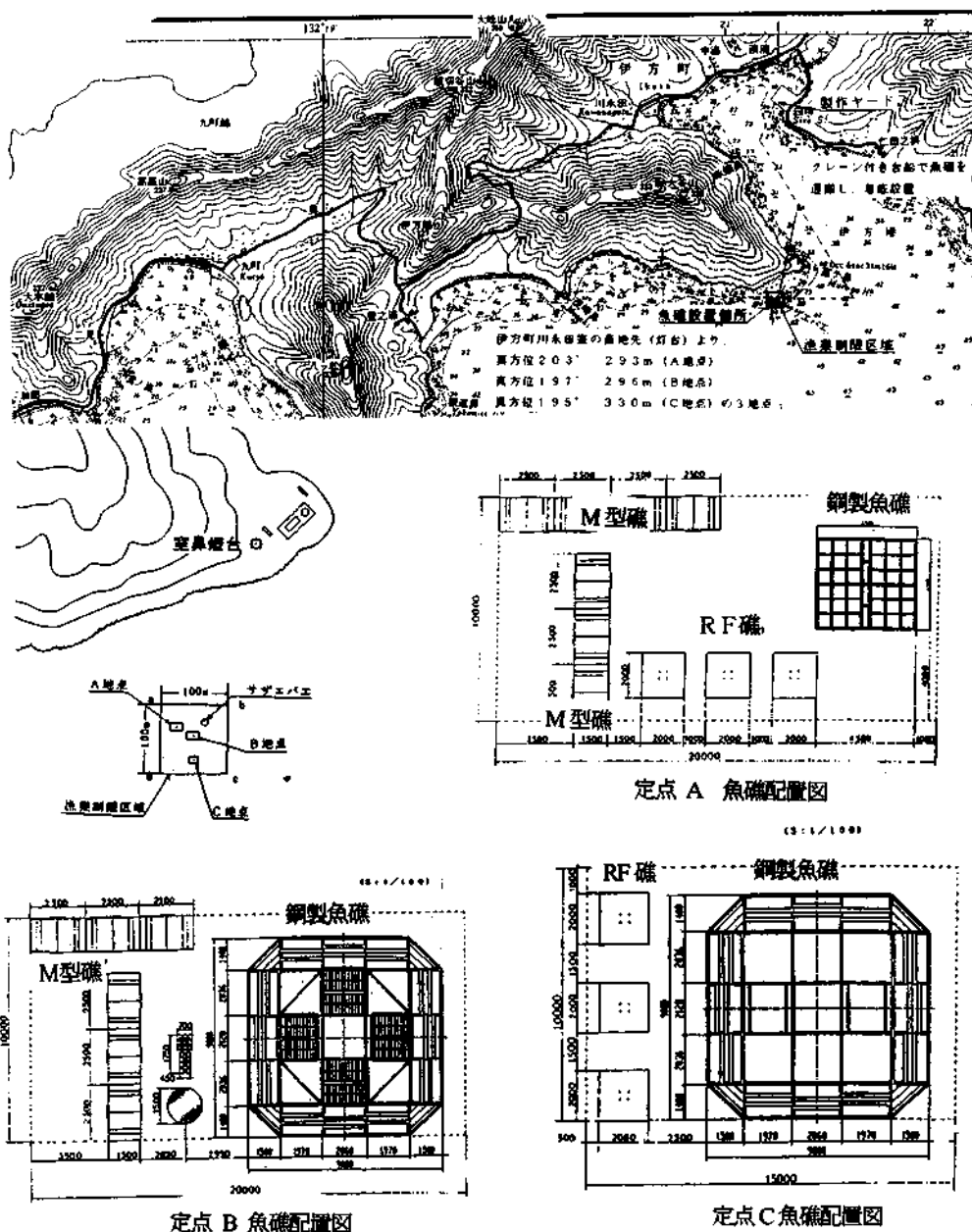


図5 平成10年度、伊方町室の鼻地先の漁礁設置区域と漁礁配置図

23基の魚礁は、伊方町湊浦埋め立て地岸壁より、平成11年2月16日、堀田建設の第88幸神丸(2,287トン)に積み込まれて、サザエバエを目印とした設置地点に午前9時に到着し、A定点より沈設作業が開始された。静穏な海況であったので、順調に作業が進み、午後3時に予定の位置にすべての魚礁が設置され作業は終了した。

魚礁の配置は、次のような目的で行った。A定点は、藻場の良く繁茂する位置であり、M型魚礁と鋼製試験礁を設置し、海藻が良く繁茂することとアワビ、イセエビの増集と繁殖効果を試験する。B定点は、水深12mほどで、魚類の増集とアワビの増殖効果を試験する。C定点は水深15mで、海藻の繁茂はあまり期待できないが、鋼製魚礁とRF型イセエビ礁を配置し、魚類の増集とイセエビの増集効果を試験する。



25基の沈設は2000年10月21日に行われ、作業時間は午前8時より午後2時であった。晴天であったが波浪が高く沈設が心配されたが、大型クレーン船を用いたので、順調な沈設作業が行なわれた。鋼製魚礁は、水深10mの予定通りの位置の平坦な砂地に設置できた。周囲にはクロメの繁茂が見られた。その北方向の水深6mのところのクロメ繁茂の岩礁域に六角アワビ魚礁、垂直型アワビ繁殖礁、海藻繁殖魚礁に設置された。魚礁に装着された浮上性の合成樹脂シートは、水中で垂直にきれいに立った。この区域に設置された魚礁は、アワビの増集効果を試験する。

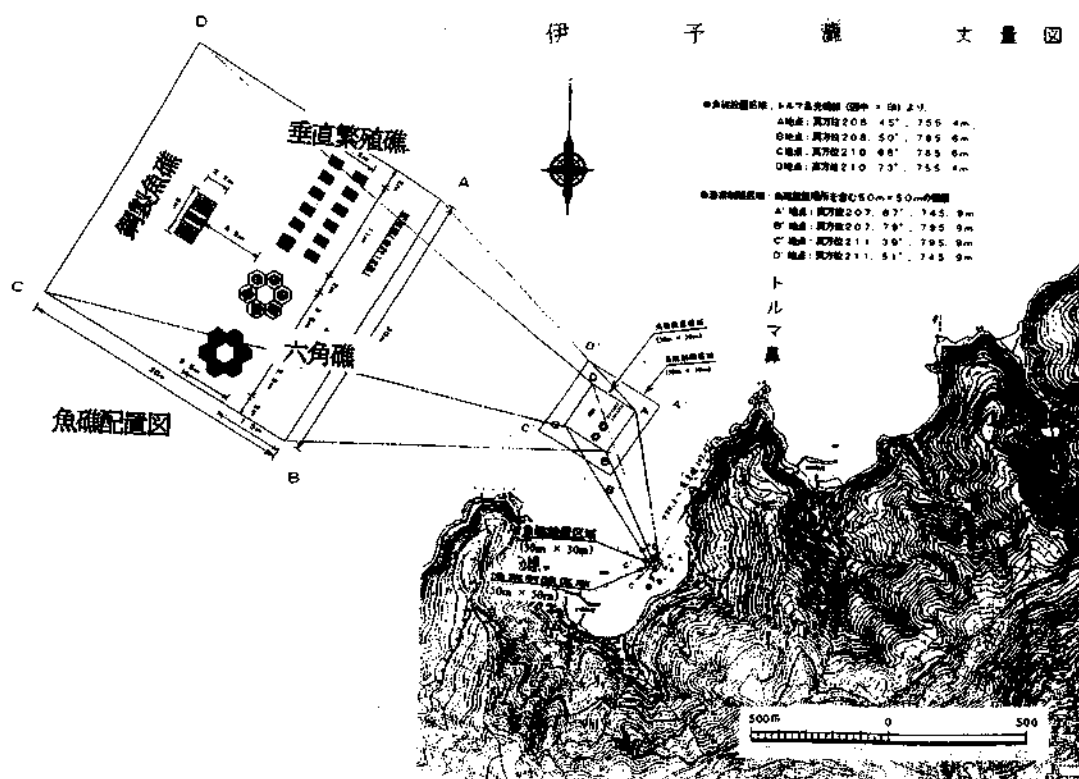


図7 平成12年度、伊方町町見・トルマ地先の魚礁設置区域と魚礁配置図

### 3. 調査結果

#### 1998年度（平成11年度）年度魚礁設置区域：室の鼻地先

魚礁設置周辺の約100m×100mを魚礁の沈設日から平成12年度までの間、漁業制限区域として管理し、原則的に、調査以外の魚介類をとらないこととされた。この区域の生物調査は、1～2か月に1回の調査が2年間続けられ、現在も随時調査を継続している。今までの調査結果を写真1, 2に示す。

#### 魚礁ブロック上の海藻類の遷移

各種ブロック上の海藻の繁殖は、定点A（水深5～7mで最も浅い魚礁区）が良く、水深の10m以深の定点B、Cは海藻の生育は悪かった。そこで、海藻の遷移は定点Aの魚礁上の海藻についてまとめる。

コンクリートブロックの表面は、微細藻類の珪藻が繁殖する時期（投入後2～3カ月）を経て、海藻の芽生えが見られた。設置3カ月後にアオノリの着生が著しく、ほぼ魚礁の全面を被い、このほか、小型の海藻が見られた（図3-A）。

7月には、これらの海藻が流失して、ピンクの石灰藻が魚礁に着生して、いわゆる夏枯れ状態になった。12月頃より袋状のフクロノリ、大型褐藻、ホンダワラ類やクロメの芽生えが見られるようになった。翌年3月まで、これらの海藻は芽生えの状態（葉長数cm）が続いた。5月には、フクロノリが多くの魚礁の全面に繁茂し、ホンダワラ類も30～50cmの葉長になった。クロメの成体（葉長20～30cm）も多く見られるようになり、周囲の天然岩礁域と魚礁では、あまり差異のない海藻の繁茂状態になった。

海藻の着生の過程は、順調な遷移段階を経て、1年半の期間で、周囲の海藻群落の状態（極相）に到達した。その後、夏枯れ時期には、クロメの葉体以外は、ほとんど消えたが、2度目の繁茂期（12月以後）には、クロメの多くは葉長数10cm以上の2年令になり、新たな幼芽が多く出現し、アカモク、ネジモクなどのホンダワラ類がブロックに密生して、いわゆる豊かな藻場が形成された。繁茂密度は、周囲の岩礁域より高いことが確認された（図6-D）。

今回の試験研究で、基質（コンクリート、石材、鋼材、木材）による海藻の着生には、大きな差違がなかった。鋼材、木材に、予想以上に良く海藻が着生したことは、新しい知見であった。

## 貝類

魚礁設置前調査では、アワビは確認されず、サザエがかなり確認されたが、設置時にサザエは、設置場所から取り除いた。魚礁設置後、アオノリが多く繁茂した時に、サザエの蛸集が多くなり、M型ブロックに1基当たり、平均約10個体確認された。夏になり海藻の減少とともに、サザエは魚礁から離れていった。ホンダワラ類やフクロノリが繁茂し始めると再びサザエの蛸集がみられた。アワビの個体はM型ブロックに2個程度確認されるようになり、魚礁ブロックに海藻の繁茂が見られるとサザエ・アワビの蛸集してきた。貝類は、餌料の有無により季節的に移動しているという知見が得られた。

## ナマコ

ナマコが蛸集する季節には、予想以上に、ナマコが鋼製魚礁やM型魚礁のテラスにのぼっていた。魚礁の表面に褐色に珪藻類が繁殖しており、それを餌とするナマコが蛸集して来ると考えられた。イセエビ礁の中にはナマコは入らなかった。表面に浮泥がたまる場所にナマコが蛸集する習性が確認された。

## 魚類

魚礁群内で確認された魚は、クロホシイシモチ、マカバスズメダイ、メバル、メバル稚魚、カワハギ、ベラ類、キヌバリ（ハゼ）、メジナ（グレ）、マダイ、マダイ稚魚、マアジ、マアジ稚魚、ウマヅラハギ、ウマヅラハギ稚魚、オハグロベラ、イシダイ、ホソヒラアジ、キンチャクダイ、イサギ幼魚、オヤビチャ、ソラスズメダイ、カサゴ、トラギス、ハタタテダイ、ツノダシの26種であった。一般的に、藻場には、幼稚魚が集まるのが特長であるが、設置魚礁にも小型サイズの魚が群になっていた。2年間に、同様な魚群の蛸集周期がみられ、2回の夏季に、マアジの大群の蛸集が、1か月間見られたのが特徴的であった。メバル、メジナやカサゴなど磯魚として漁獲されている種は、周年、魚礁区域に見られた。魚礁区域への魚の蛸集は、周辺の岩礁域よりも多く、各種試作魚礁は餌場・空間・間隙の多い形状であり、魚礁設置効果が、この試験研究で確認された。

## 1999年度（平成12年度）魚礁設置区域：有寿来、亀浦海岬地先

調査は平成12年2月26日（冬季）、5月27日（春季）、10月27日（秋季）、平成13年4月26日（春季）に行なわれた。魚礁は、海況が荒れる冬季に埋没、移動などが危惧されたが、2回の冬季を経ても、鋼製魚礁は埋没はほとんどなく、転倒などしたアワビ礁、M型礁は皆無であった。調査結果を写真 3 に示す。

### 海 藻

設置後、約半年を経た5月の調査では、多くのコンクリートブ魚礁に、海藻の芽生えがわずかに見られた。しかし、鋼製魚礁の上部のコンクリートブロックに数cmのクロメの葉体が多く着生していた。

10月の調査では魚礁に着生した海藻類については、葉長が長くなるホンダワラ類の成体はほとんど枯渇し新しい幼葉が出現していた。春に発芽したクロメは、葉長が30～50cmの成体になった。この調査時は、魚礁や周辺の岩礁に残っている海藻は、ほとんどクロメ葉体だけになり、魚礁の周辺は寂しい海藻景観になっていた。このような海藻の状態は、この海域では正常な季節変動である。

1年半過ぎた4月の調査では、ほとんどの六角アワビ礁の天井部に、数mに達するホンダワラ類のアカモクが林立して、あたかも海中林のようになった（写真3-E）。2年令のクロメ成体が、ブロックの側面によく着生しており、周囲の岩礁より、海藻の着生密度が高くなり、魚礁設置の効果がみられた。M型礁に装着させた人工海藻は、倒れるものはなく、良く林立していた（写真3-G）。

### アワビ・サザエ類

砂礫帯に設置した鋼製魚礁に、サザエが個体数は多くはないが、毎回の調査で確認された。アワビ・サザエは砂地を渡ることが出来ないため、鋼製魚礁には定着しないと予想していたが、このような砂地に設置した魚礁にサザエが住み着く現象は、新しい知見である。

M型魚礁には、10月の調査で、サザエが3個が底部に確認された。しかし、これまでの2回の調査で、六角アワビ礁、M型礁に、多く貝類が蠣集する現象が確認できなかった。これは、周囲に十分に餌となる海藻が繁茂しているためかとも考えられる。今後、調査方法を変えて検討する必要がある。

### 魚 類

この区域で確認された魚は、2000年2月、5月の調査では、鋼製魚礁にはメバル、ウマズラハギ、マツバスズメダイ、カサゴなどが蠣集していた。M型魚礁とアワビ礁にはマツバスズメダイ、メジナが20～70尾蠣集していた。

この時期は、海藻の着生が充分でないため、魚礁への魚の蠣集は多くなかった。興味を持たれたのは、本来、底魚で藻場にいるメジナが、鋼製魚礁の上段の人工海藻に群れていた。M型礁の人工海藻にも魚が多く付いたり、人工海藻の効果が確認できた。間隙の多い六角アワビ礁に小魚のマツバスズメダイが群れていた。

10月の調査で確認された魚は、春の調査時より魚礁への魚の蠣集は少なくなったが、マアジの大群がみられ、魚体は8～10cmであった。イシダイ、メバル、イサキなどの有用魚種もかなり蠣集していた。クロホシイシモチ、ベラ類、マツバスズメダイなどの群が見られた。魚礁への魚類の蠣集は多く、魚礁の効果が認められた。

平成13年4月の調査では、宇和海側に比べ魚の種類が少なく、魚群は貧弱であったが、鋼製魚礁には、

スズメダイ、クロホシイシモチの群があり、バラとメバルが魚礁の周囲にみられた。浅い岩礁域のアワビ礁の周辺もほぼ似た魚の集まりであった。

#### 2000年度（平成13年度）魚礁設置区域：町見、トルマ地先

この区域は、海藻が良く繁茂しているところで、アワビの宝庫とされているところである。魚礁設置半年後の4月26日に調査が行われた。その結果を写真4に示す。

#### 海藻類

魚礁設置後、約半年を経ていたが、予想以上に、多くの海藻がブロックに着生していた（写真4-E~H）。このような海藻の密生は、クロメなどの成熟期、孢子放出期とアオサや褐藻のフクロノリが、ブロック投入直後の春に多く繁茂するのが、海藻の遷移の特徴であり。この二つが重なったために、異常に多くの海藻がブロックに繁茂したと考えられる。合成樹脂の人工海藻は、多量に海藻が着生したにもかかわらず、倒れずに林立していたのは、興味深い知見であった。

#### 魚類

海藻が多く調査時間の制約もあったために、魚礁周辺で確認された種類は少なかった。鋼製魚礁には、マツバスズメダイとクロホシイシモチの群があったが、メバルが多くの魚礁の底部で確認された。

#### アワビ・サザエ

海藻が多く繁茂し、魚礁に着生している状態を確認しにくかったが、ブロックと岩盤の間に2個のアワビを確認した。なお、町見漁協の古田組合長の海男師からの聞き取り調査で、アワビ礁のくぼんだ底面と岩との間に、多くのアワビが集まっているのを確認したと報告があった。海藻が少なくなった時期に、詳しい調査が必要であろう。

### 4. アワビとイセエビの放流事業

設置魚礁の貝類・イセエビへの集まり効果、増殖場としての効果を試験するために、魚礁上に海藻類の繁茂が充分になった魚礁設置1~2年後に、下記のようにアワビとイセエビの放流が行われた。

#### 4-1 アワビ放流事業

##### 伊方・室の鼻魚礁区

高知県栽培漁業センターで種苗生産したメガイアワビを2000個、クロアワビを2000個を混ぜて、総計4000個を円形板に付着させて13袋に分け、海水に浸し、酸素を封入して、午後9時に高知を出発して、現地に午後1時30分に着き、ただちに、放流した。放流サイズは、3cmサイズといわれるもので、生産して1年間栽培センターの水槽で飼育したものである。平均サイズは、2.85cmであった。

##### 伊予灘区域の魚礁区

殻長3cmのクロアワビ3800個をビニール袋に海水とともに入れて現場に移送した。放流法として、半球形プラスチック板に付着させて、それを魚礁に置いた。有寿来・亀浦海岬区域は、六角アワビ礁区に約

900個、M型礁区に約900個を放流した。町見・トルマ区域は、六角アワビ礁に約1000個・垂直型アワビ礁区に約1000個を放流した。

アワビ放流後1ヶ月後の追跡調査では、稚貝は岩の奥に入っており、多くを確認出来なかったが、死貝殻は、魚礁周辺にほとんど確認できなかったもので、放流稚貝は、放流域に生存していると推察された。

#### 4-2 イセエビ放流事業

イセエビは、三崎漁業協同組合（愛媛県西宇和郡三崎町）より体長10cmあまりのサイズを16kg（96尾）購入し、3月23日午後1時にダンボール箱に詰めて、1時間ほど自動車伊方漁協まで運搬した。2時より室の鼻地先の定点A（水深8m）と定点C（水深12m）に設置されているRF礁（イセエビ礁）の中に潜水により手で挿入した。定点Aには、50尾、定点Bには46尾を一つのRF礁に入れた。なお、それぞれのブロックの空隙には、メバルが住み着いているので、それらの棒で、そとへ出した後に、イセエビを挿入した。

翌朝の調査で、定点Aでは、5尾ほど死んでおり、ほかのイセエビは外へ出てしまって空隙にはいなかった。定点Bでは、カサゴが戻っていたが、メバルは戻っていません、イセエビは挿入した尾数に変化はなかった。1か月後の調査で、定点BのRF礁に放流したイセエビは、魚礁内で確認された尾数はほとんど挿入時の尾数に近い数であった。

### 5. 総括

宇和海側の室の鼻地先の魚礁は、設置後2年半を経過して、クロメやホンダワラ類が良く繁茂し、すでに周囲の岩礁域と似た海藻群落構造で、海藻遷移の定義から極相に達した。M型礁やイセエビ礁の側面に、クロメが岩礁域より高い密度で繁茂する知見も得た。鋼製魚礁への魚類の蝸集効果、M型礁の魚・貝類の蝸集が確認された。RF礁はエビ礁として設計されたものであるが、エビの蝸集は確認されなかった。これは魚礁の間隙空間を魚類が占拠したためと推察された。かなり離れたサザエハエの岩礁域よりも魚礁区域の方が、魚類の蝸集が、多く魚礁の効果が確認できた。

伊予灘区域の2カ所の魚礁区の生物相調査は、まだ、充分に行われていないが、人工海藻の効果や浅い砂地に設置した鋼製魚礁が、藻場の造成事業に効果的であることが今回の実証試験の新しい知見である。

今回の実証試験は、魚礁設置からの経時的に海産生物の着生と蝸集を詳しく調査し、魚礁の効果が設置後どのような経過を経て現れるかの多くの知見を得たので、今後のこの海域の海洋牧場化事業へ計画に役立つであろう。海洋牧場事業は、潮流、基盤形状、水深を詳しく調査して、アワビ採取、魚類漁獲などの魚礁設置目的に合った魚礁の設置が、必要である。また、魚礁設置は、狭い範囲の効果だけでなく、魚礁内で育った稚魚が拡散して、成魚が広い範囲で生育して漁獲されることも理解しておく必要がある。

### 6. 参考文献

- 1) 大野正夫・越智雅光・瀬川 繁・前田和雄 魚礁沈設に基づく海洋牧場導入実証試験、高知大、地域共同研究センター研究成果報告書、4号.169~174、(1999)
- 4) 大野正夫・越智雅光・三木啓史・松永晃治・竹内康雄・前田和雄、魚礁沈設に基づく海洋牧場導入実証試験、第2報、高知大、地域共同研究センター研究成果報告書、5号.105~110、(1999)

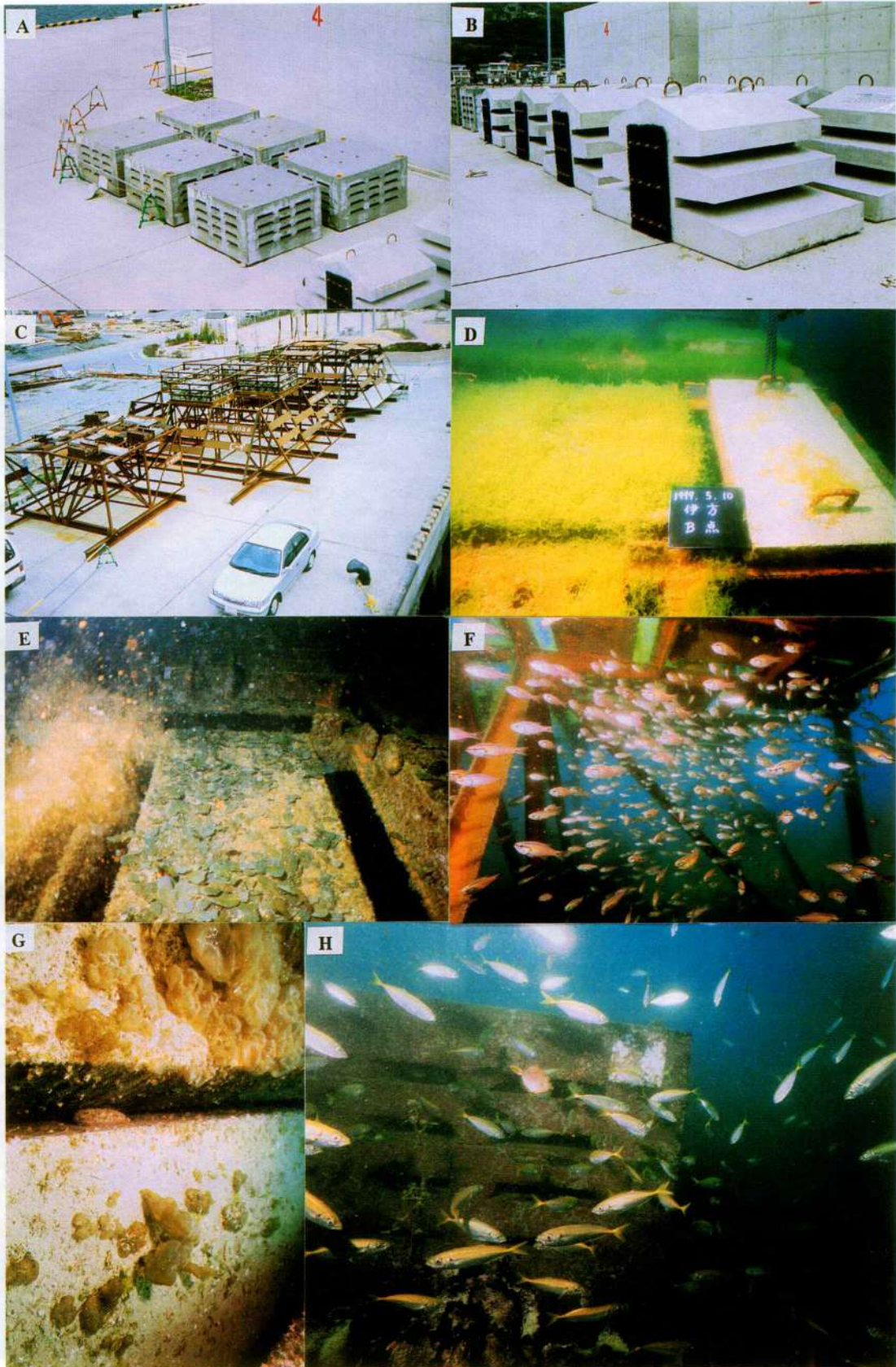


写真 1 伊方・室の鼻地先への魚礁設置と海藻、貝類、魚類の生育状況の経過 (その1)

A ; RF型イセエビ礁、            B ; M型磯根資源礁、            C ; 3種の鋼製魚礁

D ; 設置3ヶ月後の鋼製魚礁上のアオノリの大繁殖            E ; 設置2年後のホンダワラ類の芽生え

F ; 鋼製魚礁に蛸集したクロホシイシモチの大群、            G ; M型礁の間にアワビが生育

H ; 回遊していたアジの大群が、RF礁や他の魚礁に蛸集し蛸集した

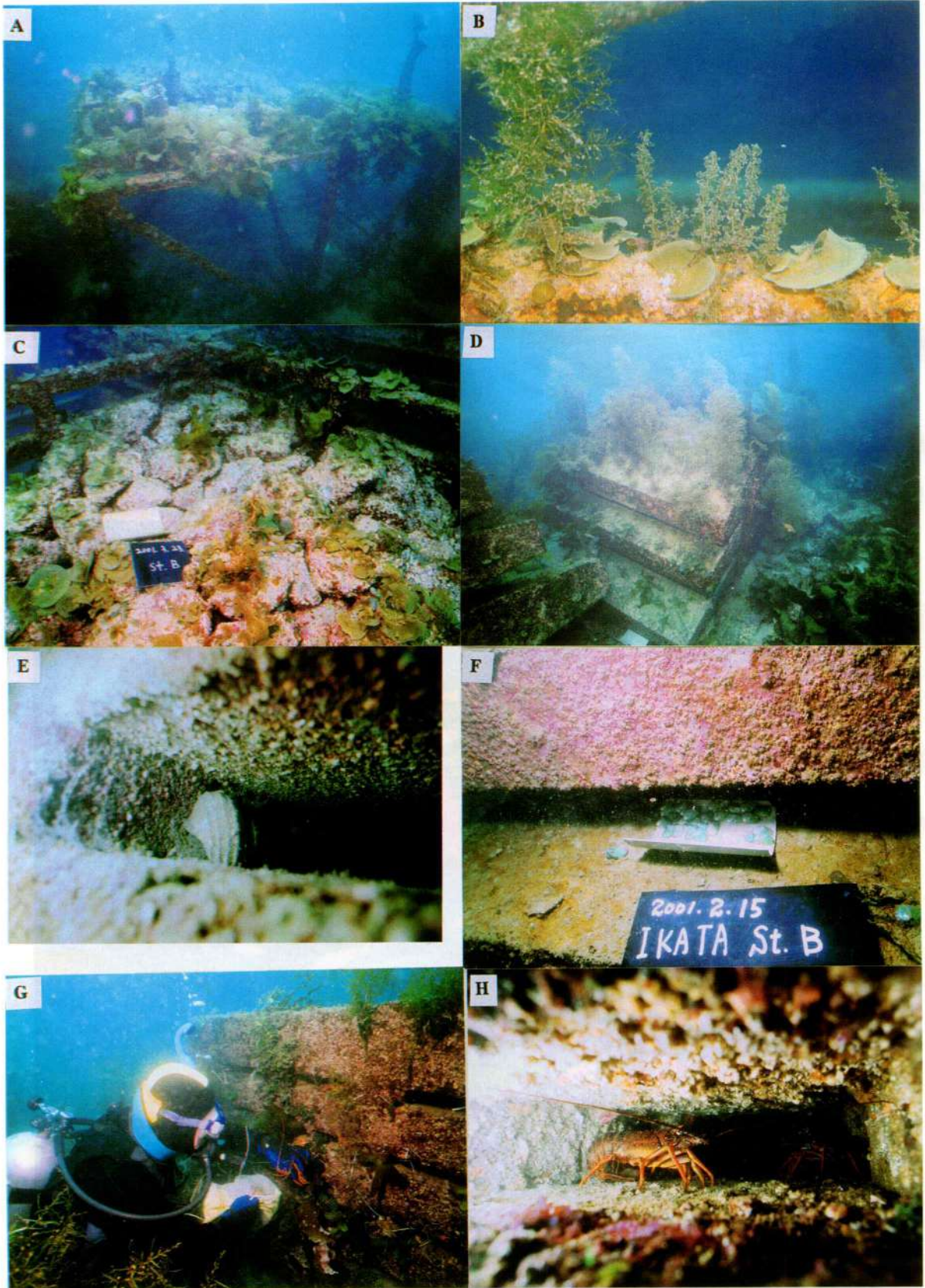


写真 2 伊方・室の鼻魚礁区の海産生物の成育経過（その2）

A；設置2年半後の春季に、定点Aの鋼製魚礁状に多くの海藻が繁茂した B；鋼製魚礁の鋼材部位は固着生物で覆われ、多くの海藻が着生 C；定点Bの鋼製魚礁の石積み上への多くの海藻が芽生えた D；M型礁に着生・繁茂したホンダワラ類 E；M型礁のテラスにみられたサザエ F；M型礁にアワビの稚貝（殻長3cm）の放流 G；RF礁にイセエビの放流と放流1ヶ月後の着生状態

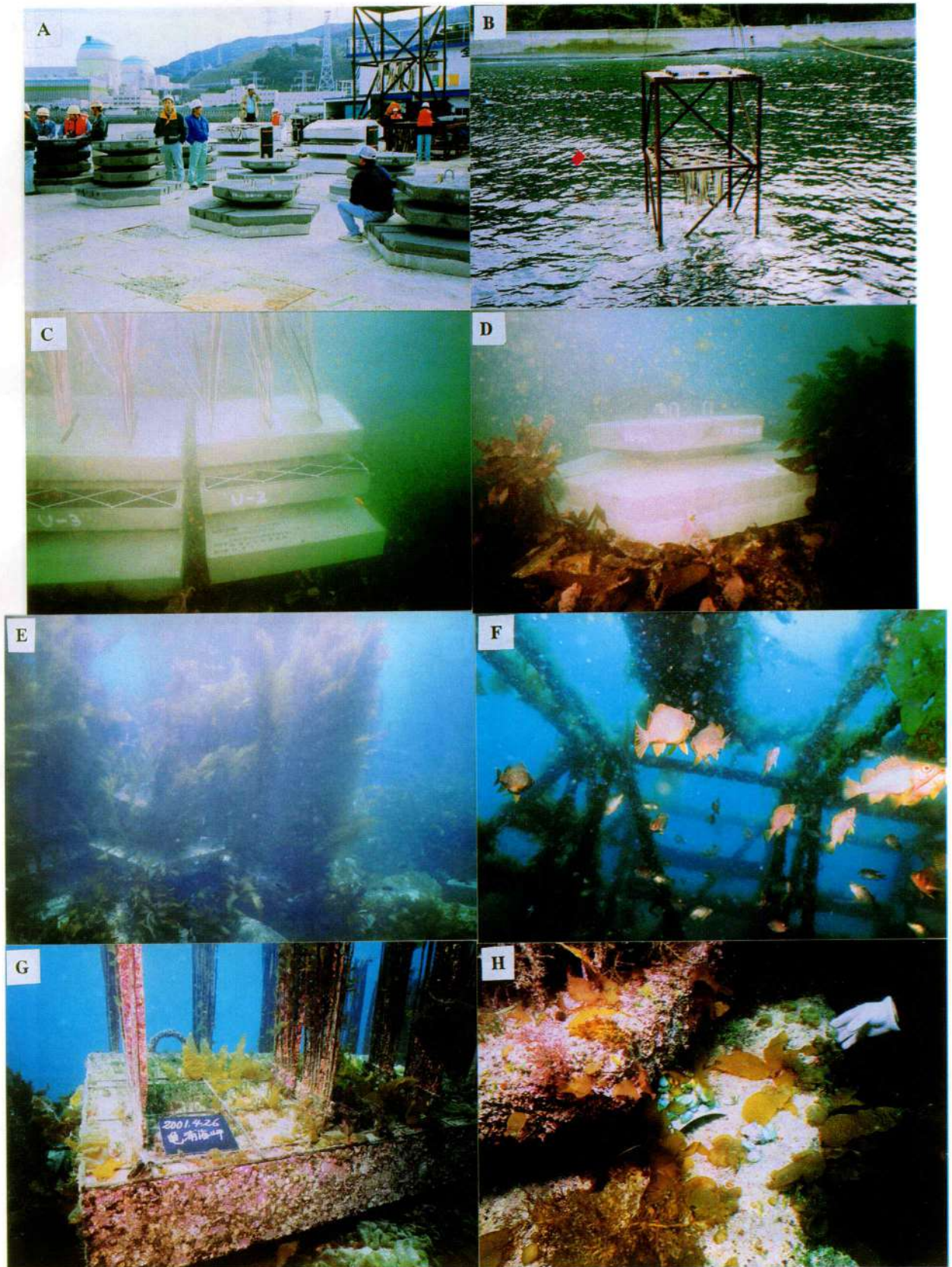


写真 3 伊方町有寿来・亀浦海岬地区への魚礁設置と海藻、貝類、魚類の生育状況の経過  
 A；投入時の六角型アワビ礁、M型礁、鋼製魚礁 B；設置される鋼製魚礁 C；人工海藻が装着され、林立したM型礁（投入直後） D；クロメ繁茂域に設置された直後の六角アワビ礁  
 E；1年半後の4月に、六角アワビ礁などにアカモクとクロメが密生 F；鋼製魚礁に蛸集するメバル G；装着1年半後も林立する人工海藻 H；六角アワビ礁にアワビの稚貝を放流

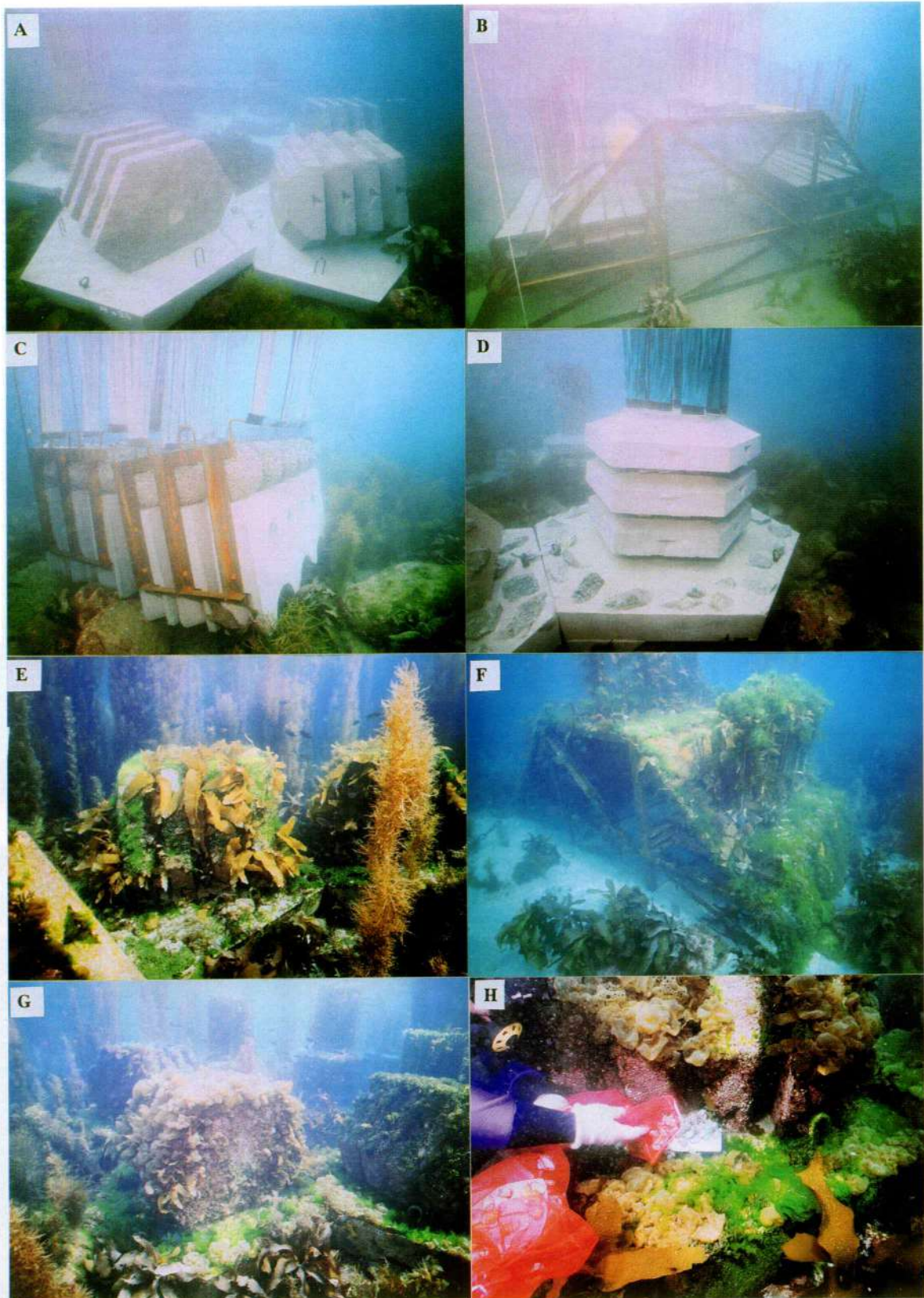


写真 4 伊方町町見・トルマ魚礁への魚礁設置と海藻、貝類、魚類の生育状況の経過  
 A；設置直後の六角アワビ礁 B；設置直後の鋼製魚礁と林立する人工海藻  
 C；設置直後の垂直型貝類繁殖礁 D；設置直後の六角アワビ礁と装着された人工海藻  
 E；設置半年後、ブロック上はアカモクとクロメが密生  
 F；砂地に設置された鋼製魚礁、クロメとアオサが異常に多く着生  
 G；設置魚礁区域の全景、海藻が非常に良く着生しているのがわかる  
 H；六角アワビ礁に、アワビ稚貝を放流

# 魚礁沈設等に基づく海洋牧場導入実証試験報告，第4報

— 2001年度 魚礁設置後の生物相調査 —

大野 正夫 高知大学海洋生物教育研究センター

井本 善次 高知大学海洋生物教育研究センター

越智 雅光 高知大学理学部

竹内 康雄 四国総合研究所

前田 和雄 四国総合研究所

高知大学  
地域共同研究センター  
研究成果報告書 第7号

# 魚礁沈設等に基づく海洋牧場導入実証試験報告，第4報

— 2001年度 魚礁設置後の生物相調査 —

大野 正夫 高知大学海洋生物教育研究センター  
井本 善次 高知大学海洋生物教育研究センター  
越智 雅光 高知大学理学部  
竹内 康雄 四国総合研究所  
前田 和雄 四国総合研究所

愛媛県西宇和郡伊方町地先は、大型褐藻が密生する藻場が多く、水産資源の豊富などである。本プロジェクトは、磯根資源（アワビ、イセエビ）や魚類の蛸集を高める各種の目的を持つ魚礁ブロック（鋼製ブロック、コンクリートブロック）を実証規模で設置して、それらに大型海藻を繁茂させ、アワビ、イセエビと魚類の産卵場、保育場、餌料場に適した住処（すみか）をつくることを目的とした。このような魚介類の再生産の活発な増殖場をつくることの重要性は、古来、漁業者はよく知っており、保護海面として大事にしてきた。今回は、魚介類の蛸集性の高い増殖基盤を開発して、周辺を海洋牧場化し、豊かな沿岸域になることを最終目標に実証試験が実施された。

本プロジェクトは、伊方町および同地区の漁業協同組合の協力を得て、1998年度から高知大学と四国総合研究所との共同研究として開始され、伊方町3漁協の地先で、それぞれ魚礁沈設試験が行われた。1998年度は伊方町宇和海・室の鼻地先に試験魚礁を設置して3年を経た。1999年度は伊方町伊予灘・亀浦海岬地先に魚礁を設置して2年を経た。2000年度は伊方町伊予灘・町見・トルマ地先に各種魚礁を設置して1年を経た。魚礁設置後は、設置区域の海産生物の繁茂・生育状況の追跡調査を定期的に行った。このプロジェクトの成果は、高知大学地域共同研究センター研究成果報告書に逐次まとめてきたが<sup>1, 2, 3)</sup>、本報告では、設置した魚礁群の2001年度（平成13年度）の生物相の生育状態の調査結果をまとめた。

## 1. 宇和海側・室の鼻地先の魚礁区域

### 1) 設置された魚礁の形状

下記に試作魚礁の形状を説明する。試験魚礁形状の図面は、昨年度の成果報告書に示す<sup>2)</sup>

*M型（マリノフォーラム型）磯根礁：*

アワビ、イセエビの生息に適するテラスと間隙を設け、海藻の繁茂を促進させる形状のコンクリートブロック（3.47空 $m^3$ ）である。側面に合成樹脂マットを固着させ、魚介類の餌料となる小型小動物の生息を促進させている。

*RF型イセエビ礁：*

透水性のポーラスコンクリートによって製作されており、形状はイセエビの生息に効果的空間を設けているのが特徴である。今回、製作されたものは、2 m四方で高さが1.2 mで4.8空 $m^3$ である。

*神鋼型鋼鉄魚礁：*

各種基盤（コンクリート、鉄材、木材、ポーラスコンクリート石材など）を天井部に設置した鋼製魚礁（9 m x 9 m、高さ3 m）1基、アンカーを上部（石積み）にしたE150型鋼鉄魚礁（9 m x 9 m、高さ3 m）1基、基部にコンクリートアンカーをしたE150B型鋼鉄魚礁（9 m x 9 m、高さ3 m）1基で、それぞれ、

約3トンである。

## 2) 魚礁の設置場所

魚礁沈設は、1999年(平成11年)2月16日に行われ、沈設場所は、図1に示すように伊方町宇和海海域の川永田、室の鼻地先灯台より、真方位203°、293m(A地点)、真方位197°、296m(B地点)、真方位195°、330m(C地点)の3定点であり、水深8mから13mの範囲である。M型礁13基、RF型イセエビ礁6基、浅海用鋼製試験礁1基、神鋼型鋼製魚礁2基、P型魚礁1基、総計23基を設置した。

魚礁の配置は、次のような目的で行った。A地点は、海藻の良く繁茂する位置であり、M型礁(7基)、エビ礁(3基)と鋼製試験礁(1基)を設置した。B地点は、水深12m(ほど)で、M型礁(6基)と鋼製魚礁(1基)魚類の増集とアワビの増殖効果を試験する。C地点は水深15mで、鋼製魚礁(1基)とRF型イセエビ礁(3基)を配置した。

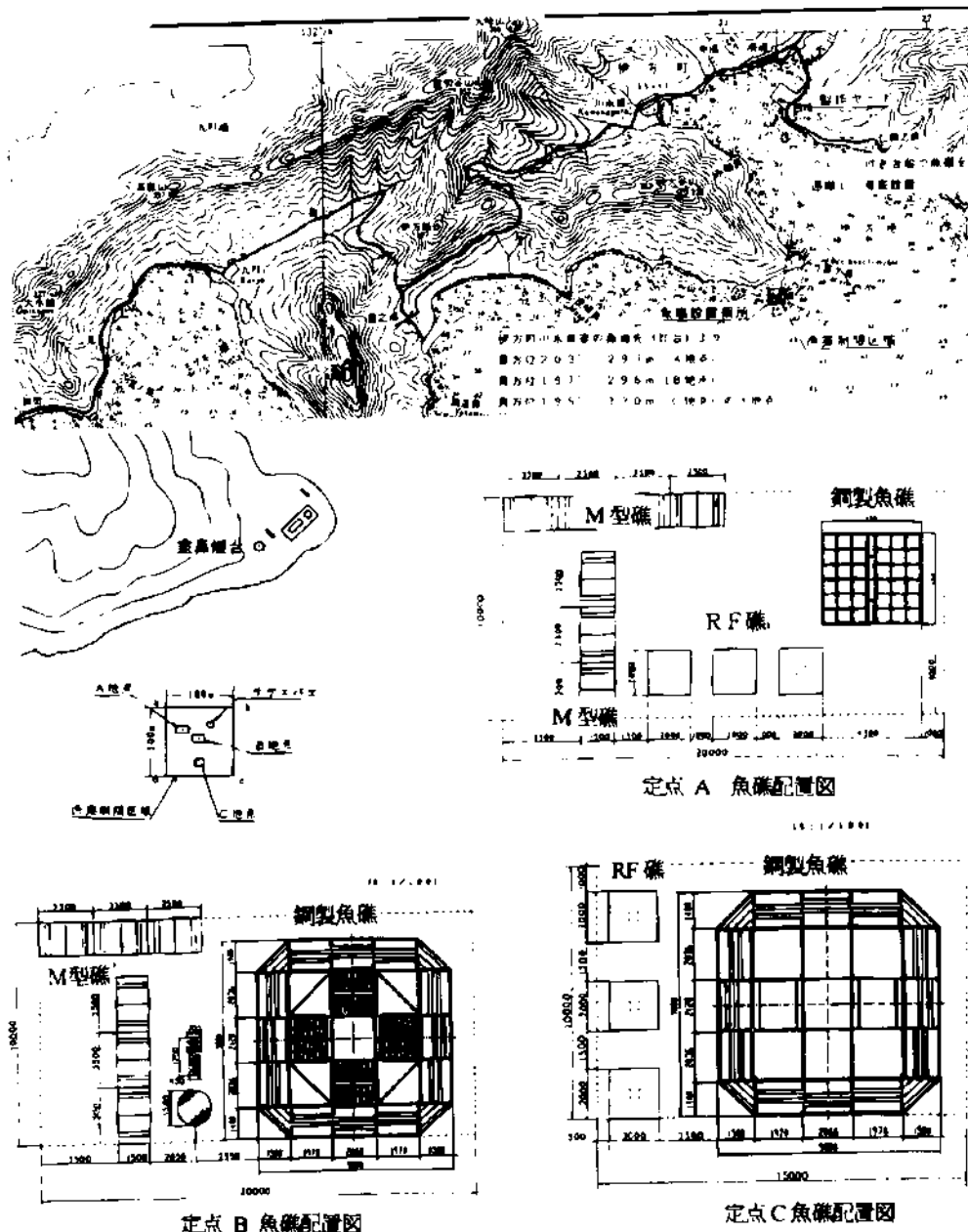


図1 平成10年度伊方町室の鼻地先の魚礁設区域と魚礁配置図

### 3) 平成13年度の調査結果

この区域の生物調査は、魚礁設置後2年間は1～2か月に1回の調査が2年間続けられたが、平成13年度の調査は、四季による変動をとらえるために、4月、6月、8月、12月、3月に行われた。14年度も調査を継続している。

#### 海況

平成13年度の室の鼻試験区域における調査時の海況のを表1に示す。

表1 室の鼻地先の海況の季節変動

調査日	2001年				
	4月28日	6月16日	8月18日	12月15日	3月9日
水 温 (°C)					
定点A表層	18.2	22.3	28.2	17.2	13.7
底層	18.2	21.7	27.8	17.0	13.7
B表層	18.2	21.6	28.0	17.4	14.1
底層	18.0	21.5	27.0	17.3	14.0
C表層	18.1	21.6	28.2	17.3	13.9
底層	18.0	21.4	27.0	17.0	14.0
塩 分 (%)					
定点A表層	34.92	35.25	34.92	34.16	34.36
底層	33.51	35.28	34.98	34.35	35.58
B表層	35.27	35.29	34.98	34.25	34.72
底層	35.36	35.31	35.02	34.59	34.62
C表層	35.36	35.31	34.99	34.31	34.65
底層	33.38	35.33	27.30	34.46	34.63
透明度 (m)					
定点A	8.0(底)	8.0(底)	8.0	5.0	6.0
B	11.0(底)	11.0(底)	7.0	6.0	11.0(底)
C	11.0(底)	11.0(底)	7.0	6.0	11.0(底)

宇和海は、暖流の影響下にあり、冬季も比較的水温が高いとされているが、室の鼻地先では、4月の水温が18°C、6月に22°C、8月に28°C、12月に17°C、3月に13°Cと変動していた。最低水温は13°C以下、最高水温は28°Cと言える。夏の水温がかなり高いのが海藻類の夏枯れが伊予灘より著しい原因となっていると推察された。塩分は、外海に面しているのもので、比較的高く34～35%であった。陸水の影響が少ない海域と言える。透明度は濁りを表示するが、5～6mであり比較的高い値であり、調査区域はこの海域としては浮遊懸濁物が多かった。

#### 漁礁ブロック上の海藻類の遷移

設置されたブロック上の海藻の繁茂は、順調な遷移段階を経て、1年半の期間で周囲の岩礁の海藻群落

と同じ状態（極相）に到達した。夏枯れ時期にはクロメの葉体以外の海藻は、水中観察の視野からほとんど消えた。2年目の繁茂期の12月には、クロメの多くは葉長数10cm以上の2年令になり、新たな幼芽が多く出現し、アカモク、ネジモクなどのホンダワラ類がブロックに密生して豊かな藻場が形成された。繁茂密度は、周囲の岩礁域より濃いことが確認された。設置3年後のブロックに出現した海藻リストを表2に示し、繁茂状態を写真1, 2に示す。

表2 室の鼻地区の魚礁に繁茂した海藻類リスト

褐藻類：

大型藻体（群落の主要種）：クロメ アカモク ヤツマタモク ノコギリモク オオバモク  
オオバノコギリモク

膜状藻体（下草の主要種）：ウミウチワ フクロノリ カゴメノリ アミジグサ ヒロメ  
アントクメ

分枝藻体：ヘラヤハズ

緑藻類： アオサ ヒラアオノリ ミル ナガミル

紅藻類：

膜状藻体：カバノリ フダラク アヤニシキ

分枝藻体（下草の主要種）：マクサ ツノマタ トサカノリ フシツナギ ソゾ類

石灰藻類：カニノテ ビリヒバ フサカニノテ

設置3年度の海藻の繁茂は、周囲の海藻群落と、ほぼ類似した種類組成で28種確認できた。これらの藻体は、魚礁が岩礁や砂地基盤より高いところにあるので浮泥の堆積が少なく、岩礁に繁茂する藻体より浮泥が付いていず生育状態は良好であった。海藻の季節的消長は、春から初夏に書けて、ホンダワラ類が大きく成長して魚礁を覆っていた。クロメは、2年令の大型の葉体が魚礁に多く着生し、1年令の藻体も多くみられた。小型の緑藻、紅藻は下草として良く繁茂しており、海藻群落としては、良好な状態になっていた。いわゆる磯焼けを引き起こす石灰藻が少ないのも特徴的であった。また、鋼製魚礁の鉄基盤にも大型褐藻、クロメが多く繁茂しているのも興味深い現象であった。

貝類

魚礁設置前調査では、アワビは確認されずサザエがかなり確認された。魚礁設置直後、アオノリが多く繁茂した時に、サザエの蛸集が多くなり、M型ブロックに1基当たり、平均約10個体の最大の蛸集を示したが、夏になり海藻の減少とともに、サザエは魚礁から離れていった。ホンダワラ類やフクロノリが繁茂し始めると再びサザエの蛸集がみられた。貝類は餌料の有無により季節的に移動しているという知見が得られた。13年度のサザエの蛸集の季節変動を表3に示す。

今回の調査で、サザエは海藻が魚礁に多く繁茂している4月と5月に比較的多く蛸集しており3～8個体を数えたが、着生個体数の季節変動は、それほど大きくないのが特徴的であった。サザエは直角の角度のある角（カド）を好むようで、魚礁でもこのような部分に多く固着していた。この調査では、観察時間が少ないので、実際にはサザエは、もっと魚礁に蛸集していると思われた。アワビは、魚礁への蛸集はサザエほどではないが、移動も少なく、前回観察したところに観察された。2001年2月に殻長2cmの稚貝を放流したが、魚礁の周囲で採取されたものは、殻長4cmになっており、陸の浅いところで採取された

ものは、殻長7 cmに成長していた(写真参照)。稚貝は浅いところを好み、多くはおかの浅いところに移動していることがわかった。アワビの放流には放流場所が重要であることが、今回の調査で確認された。

表3 室の鼻地区の魚礁上(1基当たり)に蛸集するサザエとアワビ稚貝の個体数

調査日		2001年			
		4月28日	6月16日	8月18日	12月15日
サザエ					
定点A	M型礁	2~4	3~8	3~5	濁りのため観察は困難
	イセエビ礁	3~5	5~8	2~3	同上
定点B	M型礁	2~4	3~6	2~3	同上
定点C	イセエビ礁	2~4	3~8	2~3	同上
アワビ					
定点A	M型礁	2	2~3	1~2	2
	イセエビ礁	0	0	0	0
定点B	M型礁	1	1~3	1~2	1
定点C	イセエビ礁	0	0	1~2	0
アワビ稚貝					
	A	放流		10~20	確認は困難
	B	放流		5~10	同上

#### 魚類

設置後の調査で、常にコンクリート魚礁群内で確認された魚種は、クロホシイシモチ、マツバスズメダイ、メバルであり、多くは魚群となっていた。夏季には、マアジの大きな群れが魚礁やってきた。13年度の調査では、出現種は、表4に示すように27種であり、ほとんど、昨年度と同じ種類組成であり、蛸集の季節変動もよく似ていた。

表4 室の鼻地区の魚礁に蛸集した魚類

I型 岩礁底魚					
カサゴ	オカカサゴ				
II型 周辺定着魚					
メバル	ミノカサゴ	クロホシイシモチ	イサキ	マダイ	キンチャクダイ
メジナ	カゴカキダイ	イシダイ	ヒダリマキ	アツバスズメダイ	ペラ類
オヤビッチャ	ソラスズメダイ	オハグロペラ	ツノダシ	カワハギ	
トラギス	ウマズラハギ	ハコフグ	キタマクラ		
III型 回遊魚					
マアジ	ホソヒラアジ				
IV型 砂地定着魚					
キヌバリ	マガレイ				

鋼製魚礁のなかには、絶えず、クロホシイシモチとメバルが遊泳しており、コンクリートブロック底岩盤の間隙には、カサゴやメジナが定着していた。鋼製魚礁の下の砂地には、マガレイがかなり確認できた。今年度の調査でも、魚礁区域への魚の蛸集は、周辺の岩礁域よりも多く、各種試作魚礁は餌場・空間・間隙の多い形状が、魚群の蛸集に効果的であったことが、この試験研究で確認された。

## 2. 伊予灘・町見地先と有寿来地先の魚礁群

### 1) 設置魚礁

M型魚礁は、室の鼻地先と同じものが使われた。下記に試作魚礁を示すが、形状の図面は、昨年度の成果報告書に示す<sup>3)</sup>

#### 六角型アワビ礁：

透水性のポーラスコンクリートによって製作されており、六方形で3段のテラスがある。容量は1.48m<sup>3</sup>で、2.53トンである。貝類の習性に合わせた間隙や石をコンクリートに装着した魚礁である。

#### 海藻繁殖礁：

海藻の繁茂にに適した球形で透水性のポーラスコンクリートを立方体に組み立て、魚の蛸集効果を高める空間を設けた魚礁である。1.5m×1.5m×1.5mである。

#### 垂直型サザエ・アワビ繁殖礁：

貝類の生育習性よりコンクリート盤を基盤に垂直に立て、天井部は海藻が固着しやすい透水性のポーラスコンクリートを固着させた魚礁である。1.5m×1.0m、高さ1.0mである。

#### 人工海藻装着（浮上性の合成樹脂シート：モバテックス）

海洋機材㈱で開発された人工海藻は、オレフィン系合成樹脂からなる特殊に補強を施した発砲シートを、ホンダワラ類やアマモに似せて成型加工して高分子葉状体とし、これを合成樹脂で耐腐食加工した鋼製ストライドに装着した。

#### 藻場・魚類蛸集複合製鋼製魚礁

天井部と中間部にテラスとしてアンカーの役目と海藻繁茂、アワビの生育習性を会わせたコンクリートブロックを装着させてた2階構造魚礁を2基で、それぞれ、約3トンである。

### 2) 魚礁設置場所

有寿来地区(亀浦海地先)の魚礁沈設場所は、図2に示すように伊方町の亀浦海岬先端より真方位203°375mの地点を中心とする、30 x 30mの範囲で、水深7 m(岩礁域)から13m(砂礫域)である。

設置魚礁はM型礁6基、六角型アワビ礁13基、藻場・魚類蛸集複合鋼製魚礁1基、総計20基を設置した。

20基の沈設は、1999年(平成11年)11月16日に行われ、鋼製魚礁は岩礁域から移行した平坦な砂地に設置された。M型魚礁は、その真北方向の水深8 mのところ海岸線に平行に直線に並べられた。M型礁と鋼製魚礁に装着された浮上性の合成樹脂シート(人工海藻)は、水中で垂直にきれいに立った。六角アワビ礁は、M型魚礁の真北方向の水深6 - 7 mの位置に2列に隙間なく配置した。

町見地区(トルマの鼻地先)魚礁沈設場所は、図3に示すように伊方町のトルマ鼻先端部の基点から真方位209.6°、770.5mの地点を中心とする30m×30mの範囲で、水深6 m(岩礁域)~10m(砂礫域)であった。設置魚礁は、藻場・魚類蛸集複合鋼製魚礁1基、垂直型アワビ繁殖魚礁11基、海藻繁殖礁2基、六角アワビ礁11基 総数 25基を設置した。



沈設は2000年(平成12年)10月21日に行われ、鋼製魚礁は、水深10mの平坦な砂地に設置した。周囲にはクロメの繁茂が見られた。その北方向の水深6mのところのクロメ繁茂の岩礁域に六角アワビ魚礁、垂直型アワビ繁殖礁、海藻繁殖魚礁に設置された。魚礁に装着された浮上性の合成樹脂シートは、水中で垂直にきれいに立った。

### 3) 調査結果

#### 海況

2001年度年度(平成13年度)の調査は、4月26日(冬季)、10月13日(秋季)に行なわれた。なお、この報告に使われた写真は、2002年6月に調査のものを使用し写真3と4に示す。

調査地区の海況は、4月の調査では、風が強く白波が立ち、魚礁区も濁りがかなりあったが、両調査区とも底の岩盤が見えた。10月に調査は、晴天であり白波が立っていたが、調査区は、比較的穏やかで町見の調査区では水深6mであり、底の岩盤がみえた。有寿来区域は、町見より懸濁物が多く底の岩盤は見えなかった。水温と塩分の測定結果を表5に示す。

表5 有寿来地区・町見地区の海況調査結果

調査日	2001年	4月26日		10月13日	
		有寿来地区	町見地区	有寿来地区	町見地区
水温：表層		15.4	15.8	23.1	23.0
(℃) 底層		14.9	15.6	23.0	22.9
塩分：表層		34.66	34.95	34.26	34.58
(%) 底層		34.92	34.98	34.52	34.60
透明度(m)		6.0m(底)	5.0m(底)	6.0m(底)	11.0m(底)

4月の水温は、町見で15.8℃、有寿来で15.4℃であり、宇和海側の水温と比較すると2℃ほど低かった。塩分は34.26～34.98%で高いが、少し淡水の混入が認められた。10月の水温は、町見で22.9～23.0℃であり、有寿来で23.0～23.1℃であった。秋の水温も宇和海側の10月の水温は、24.0～24.9℃(1999年)であり、ほぼ、1℃ほど低いことがわかった。10月の塩分は、34.26～34.58%であり、少し陸からの淡水の影響が認められた。町見の区域は、毎回の調査でもよく澄んでいたが、有寿来区域は浮遊懸濁物が多く認められた。

#### 海藻

半年が過ぎた2001年4月の調査では、町見地区ほとんど魚礁のコンクリート面がみえないほどにクロメと、数mに達するホンダワラ類のアカモクが林立して、あたかも海中林ようになった。1年半後の2002年6月の調査でも、その景観が殆ど変わらず壮観であった(写真参照)。秋の調査では、ホンダワラ類が消える季節であり2年令のクロメ成体が、ブロックの側面によく着生しており、1年令のクロメも多くみられた。周囲の岩礁より、海藻の着生密度が高くなり、魚礁設置の効果がみられた。M型礁に装着させた人工海藻は、倒れるものはなく、良く林立していた(写真3-G)。伊予灘調査区で観察された海藻の種類を表6に示す。

魚礁に着生している海藻の被度の70～80%はクロメであり、冬から初夏には数種のホンダワラ類が高く

藻体を延ばすが、特に、この地区はアカモクが3～4 mの高さに伸びて、あたかも森林のようになった。ワカメやヒロメも多く見られた。確認された種は52種であった。室の鼻地区が27種であり、この地区が、クロメが極めて濃密に生えているのもかかわらず、多様性に富む海藻群落が魚礁上に形成されていることがわかった。海藻群落の景観も周囲の岩礁帯より多種類の海藻が繁茂していることが認められた。

表6 町見・有寿来地区の魚礁に繁茂した海藻類のリスト

---

褐藻類
大型藻体（群落主要種）：クロメ アカモク ヤツマタモク ノコギリモク オオバモク ジョロモク オオバノコギリモク トゲモク マメダワラ ヨレモクモドキ
膜状藻体（下草の主要種）：ウミウチワ フクロノリ カゴメノリ オオバアミジグサ ヒロメ アントクメ ワカメ
分枝藻体：（下草）：ヘラヤハズ シワヤハズ ムチモ タバコグサ
緑藻類：アオサ ヒラアオノリ、ヤブレグサ チャシオグサ クロミル ミル
紅藻類
膜状藻体：カバノリ フダラク ツルツル アヤニシキ
分枝藻体：（下草主要種）：マクサ ツノマタ イボツノマタ カバノリ ユカリ エゴノリ フサノリ トゲイギシ トサカノリ フシツナギ ソゾ類 ニセフサノリ キントキ ネザシノトサカモドキ ホソバノトサカモドキ エツキイワノカワ
石灰藻類：カニノテ ビリヒバ フサカワカニノテ ヒラガラガラ ヒライボ

---

#### アワビ・サザエ類

有寿来地区の魚礁には、毎回の調査でアワビ、サザエも確認出来なかった。クロメの繁茂状況から、貝類が生育していることが自然であるが、密漁によって採取されてしまっているようである。

町見地区は、町見漁協組合員の海士により、魚礁とその周辺のアワビとサザエの蛸集状況を観察している。その結果、アワビの魚礁への蛸集は認められている。また、放流した稚貝は、放流した付近に10～20個体と、かなりの密度でとどまっていることが確認された。また、海藻が多く繁茂している季節は、魚礁への蛸集が少なくなり、海藻が少なくなる秋に魚礁への蛸集が多くなることが確認された。アワビの放流事業は、クロアワビとメガイアワビを放流し、1年間で殻長は2～3倍になっていたが、メガイアワビの方が、かなり成長が速いことが確認された（写真参照）。

#### 魚類

この区域で確認された魚種は、限られており種類数が少なく、表7に示すように、13年度の調査で確認されたのは、鋼製魚礁ではマツバスズメダイ、ベラ、メバル、ハゼ類、フグ、カザゴ、カワハギ、イシダイ、マアジ、ウマズラハギなど10種が蛸集していた。

表7 町見・有寿来地区の魚礁群で観察された魚類

地点	町 見		有寿来	
	4月26日	10月13日	4月26日	10月13日
	尾数	尾数	尾数	尾数
<b>鋼製魚礁</b>				
マツバススメダイ	10~15		40~50	200~300
ベラ類		20~30	5~10	10~20
メバル	10~15	300~400	10~15	300~400
ハゼ類				5~10
フグ		1		
カサゴ		2		
カワハギ				10~30
イシダイ				20~30
マアジ				50~60
ウマズラハギ				5~10
<b>コンクリート礁</b>				
クロホシイシモチ			20~30	
マツバススメダイ	20~150		40~50	60~80
ベラ類	5~10	30~40	10~20	20~40
メバル (稚魚)	20~30	300~400	150~200	100~200
メジナ				40~50
マダイ		1		

コンクリート礁では、クロホシイシモチ、マツバスズメダイ、ベラ類、メバル、メジナ、マダイのわずか6種であった。これは、室の鼻地区の27種に比べて、極めて種類数が少ないのが特徴的であった。室の鼻地区は、暖海性の魚が多く見られたが、伊予灘地区は皆無であった。

しかし、魚の蛸集が少ないのではなく、有用魚であるメバルは、200~400尾の大きな群れであった。特に鋼製魚礁に大きな群れがみられた。

10月の調査では、マアジの群が有寿来地区にみられた。室の鼻地区では6~8月にマアジの群を確認しているが、伊予灘は、少し遅れているように推察された。藻場に付くメジナも多く観察されて、魚類の蛸集は、周囲の岩礁域より多いことが認められた。

### 3. アワビとイセエビ放流効果

クロアワビとメガイアワビの稚貝を各魚礁群に放流して、1~1.5年を経た。どの地区でも、死殻が殆ど確認できないので、多くは生育していると思われる。また、室の鼻地区では、水深8~13mのブロックに放流したが、採取されたアワビは、1年後で3cmの大きさで、あまり大きくなかったが、低潮線下の浅い岩場から採取されたものは、数cm以上に大きくなっており、多くの稚貝の生態として、浅場をすみかとしていることがわかり、また、深さが成長速度に影響することがわかった。伊予灘の町見地区は、放流

したところが、水深4～5mであり、稚貝はあまり移動していなかった。アワビの生育は良好で、7～8cmの大きさになっていた。2年間で大きいものは、採取できるサイズに達するであろう。また、この地区では、クロアワビよりメガアワビの方が成長が速いことがわかった。

#### 4. 総 括

宇和海側の島の鼻地先の魚礁は、設置後3年を経過して、クロメやホンダワラ類が良く繁茂している。設置2年後には周囲の岩礁域と類似の海藻群落が形成されており、海藻遷移極相に達していた。13年度の海藻群落の季節変動は、前年度と同じであったが、クロメの藻体が2～3年令になり茎が長くなっていた。1年令の藻体も多く、年代構成も多様になってきた。小型海藻も夏季に残るものが多くなり、クロメの下草として環境が緩和されて生き延びていることがわかった。

鋼製魚礁への魚類の蝸集効果は予想以上であり、その原因は海藻が魚礁上に繁茂して餌料が常時あるので、メバルやメジナが定着していると推察された。

M型礁・エビ礁には貝類の蝸集が確認されたが、毎回の観察で貝類の定着は、間隙の形、大きさが重要であり、サザエは、角（かど）のある間隙を好み、アワビは殻高さより、少し高い間隙に定着し、一度、住み着くと移動が少ないことが明らかになった。

伊予灘区域の2カ所の魚礁は、予想以上に海藻が着生していた。いままでの藻場造成の報告では、2～3年を経て、周囲の海藻群落に類似してくるが、伊予灘に設置した魚礁では、1年で周囲の岩礁域以上に大型褐藻が着生して、2年後の平成13年度も同様に、大型褐藻が密生している。このようにコンクリート基盤や鋼製魚礁に大型海藻が密生した報告は今までにない。鋼製魚礁に大型褐藻（クロメ、ホンダワラ類）が密生することは、新しい知見である。また、人工海藻が2年半を得て、クロメが濃く着生していることも新しい知見である。従来人工海藻は、多くの海藻が付着することで倒れてしまうが、今回の素材は浮力が強く、殆ど倒れることがないことがわかった。人工海藻の効果や浅い砂地に設置した鋼製魚礁が、藻場の造成事業に効果的であること明らかにになったことが、今回の実証試験で、今までに報告されていない新しい知見であった。来年度は、これまでの成果を総括して、この海域の海洋牧場構想を描きたい。

#### 5. 謝 辞

成果報告書をまとめるにあたり、現場調査に協力を戴いた伊方町漁業協同組合の中田耕三組合長と組合員の方々、町見漁業協同組合の古田宇佐彦組合長と潜水調査をしていただいた重岡雅利氏、有寿来漁業協同組合の兵頭大市組合長に深く感謝いたします。

#### 6. 参考文献

- 1) 大野正夫・越智雅光・瀬川 繁・前田和雄 魚礁沈設に基づく海洋牧場導入実証試験。高知大、地域共同研究センター研究成果報告書、4号。169～174, (1999)
- 2) 大野正夫・越智雅光・三木啓史・松永晃治・竹内康雄・前田和雄。魚礁沈設に基づく海洋牧場導入実証試験、第2報。高知大、地域共同研究センター研究成果報告書、5号。105～110, (2000)
- 3) 大野正夫・越智雅光・竹内康雄・前田和雄。魚礁沈設に基づく海洋牧場導入実証試験、第3報。高知大、地域共同研究センター研究成果報告書、6号。5～20, (2001)

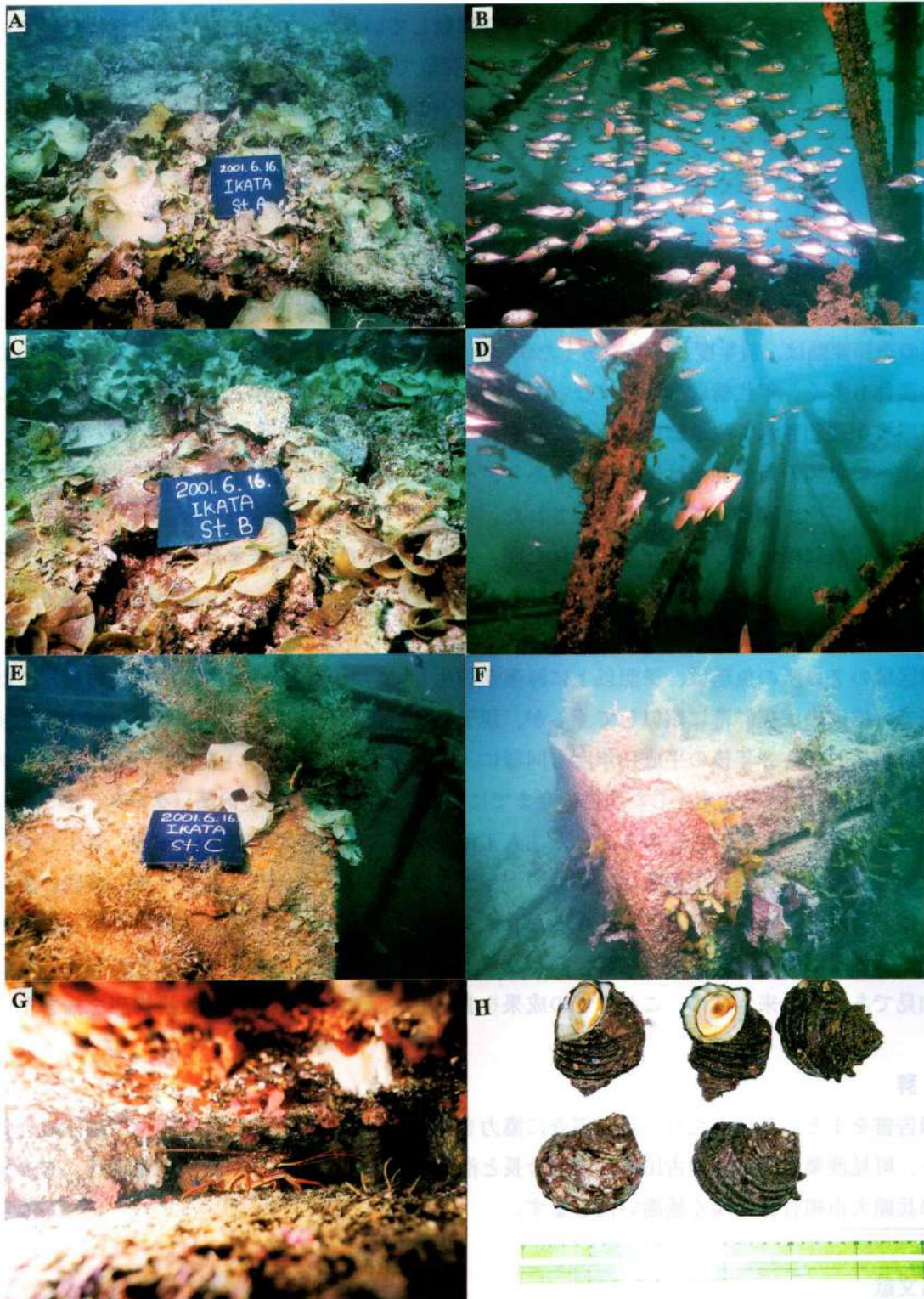


写真1 室の鼻地先の魚礁区域の海産生物の生育状況（設置2.5年後、2001年6月16日調査）

A：定点Aの鋼製魚礁上に各種基盤が置かれているが、クロメとホンダワラ類が密生していた  
 B：鋼製魚礁の下の空間間隙のクロホシイシモチの群れ、C：定点B鋼製魚礁上石積み、ウミウチワが密生していた、D：定点Bの鋼製魚礁の空間、メバルが鯖集 E：定点C、鉄基盤に、ホンダワラ類のマメダワラとウミウチワが密生、F：定点C（水深13m）のイセエビ礁に繁茂する1年令クロメと葉長が短いホンダワラ類、G：イセエビ礁に定着した放流イセエビ H：定点Cで採取されたサザエ、この区域にサザエが多かった。



写真2 室の鼻魚礁区域の海産生物の生育状況（設置3年度後、2002年3月9日調査）

A：定点Aの鋼製魚礁天井部にクロメのホンダワラ類（幼体）が密生して基盤が見えない B：定点AのM型礁に繁茂する2～3年令のクロメ藻体 C：定点Aのイセエビ礁に繁茂するクロメ D：鋼製魚礁の鉄骨に繁茂するクロメとヒロメ藻体、E：定点Bの鋼製魚礁の天井部の石積みの上、クロメとホンダワラ類の藻体が見られる。F：M型礁に固着するサザエ G：M型礁の間隙に固着するアワビ H：室の鼻の魚礁区で採取されたアワビ、右上：放流稚貝（右：魚礁区内 左：浅場）



写真3 伊方町有寿来魚礁地区の海産生物の生育状況（設置2.5年後、2002年6月3日調査）

A：M型礁に密生したクロメとアカモク B：M型礁に密生するクロメ、多くのクロメが着生している人工海藻（林立している） C：1年令のクロメが着生している六角礁 D：クロメが密生した鋼製魚礁 E：鋼製魚礁の空間に密生するメバルの幼魚とクロホシイシモチ F：鋼製魚礁のテラスに蛸集する稚魚 G：魚礁と岩盤に蛸集するメバルとメジナ H：鋼製魚礁の天井部に蛸集するクロホシイシモチ

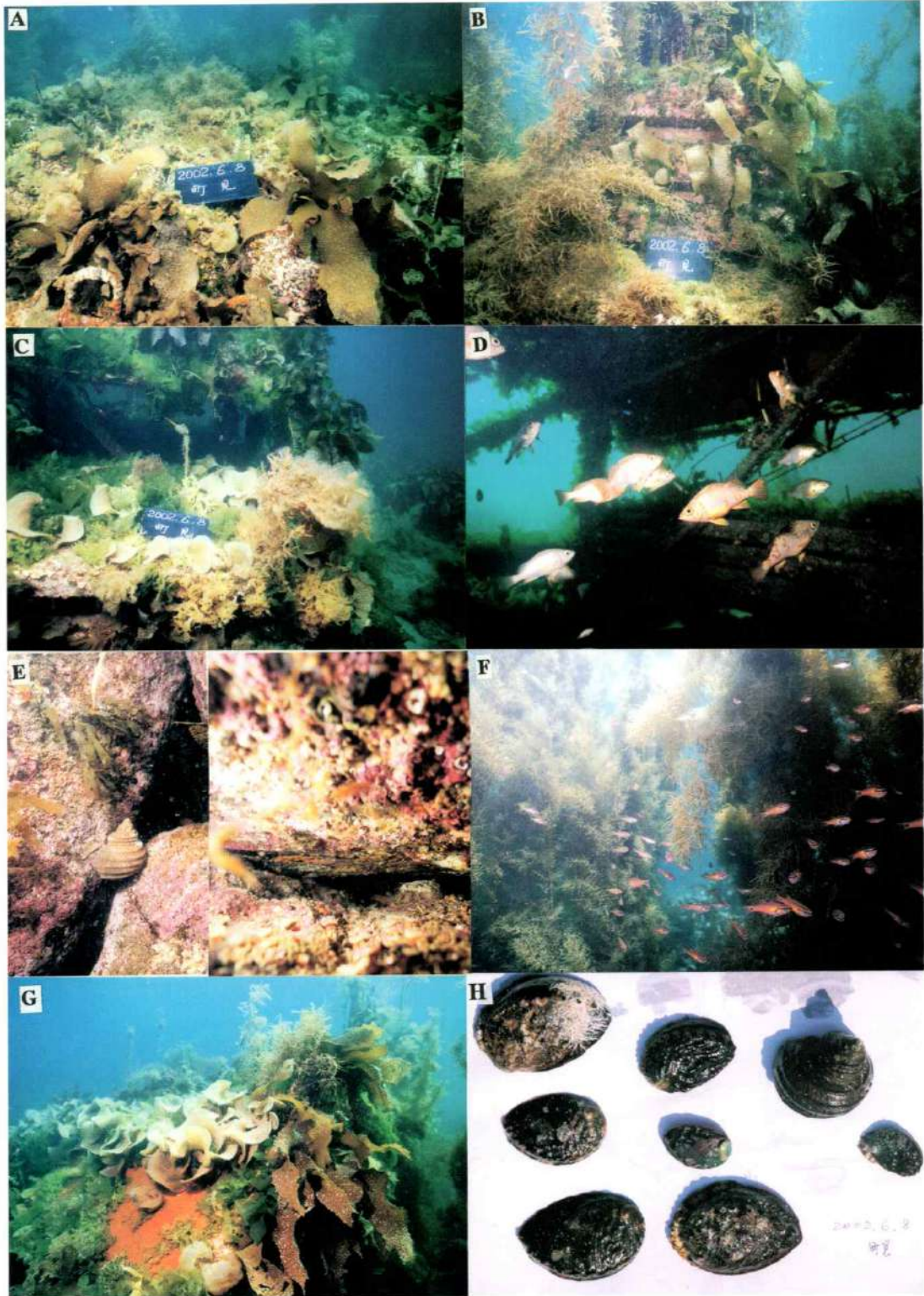


写真4 伊方町町見・トルマ魚礁区の海産生物の生育状況（設置1.5年度、2002年6月8日調査）  
 A：垂直貝類礁の基盤が見えないほどに繁茂してクロメとウミウチワの藻体 B：ホンダワラ類とクロメが密生した六角礁 C：海藻に覆われた鋼製魚礁 D：鋼製魚礁の空間に蛸集するメバル E：魚礁に好ましい間隙に蛸集するサザエとアワビ F：設置魚礁区域の全景、アカモクとクロメが密生して海中林になっている G：鋼製基盤に密生する アオサ、フクロノリ、ホンダワラ類とクロメ H：町見地区で採取されたアワビ成貝と稚貝