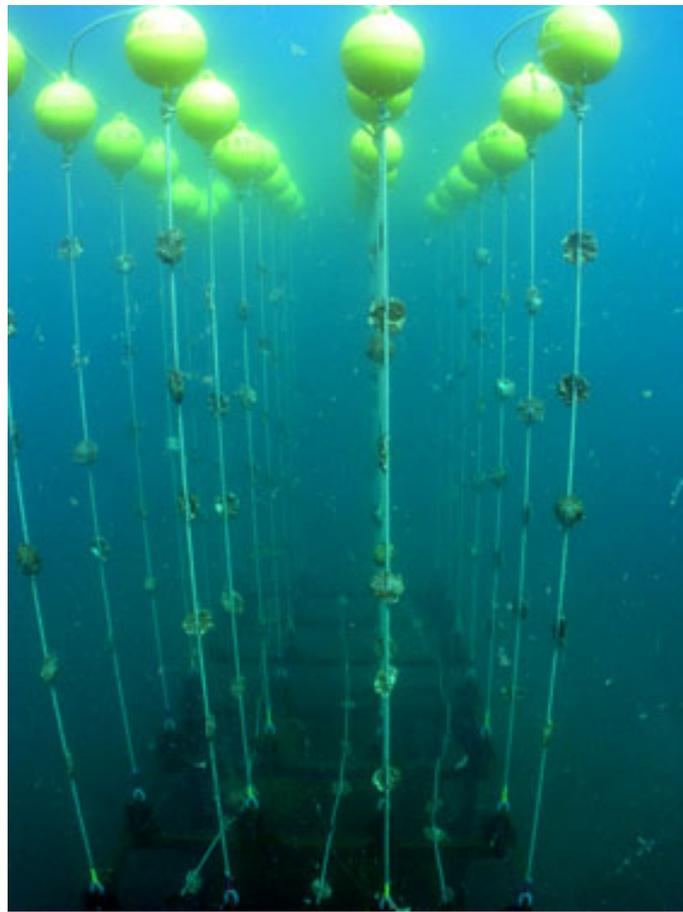


# 季報

第92号

## イワガキ養殖 II

鋼製魚礁を用いた浮体式養殖技術の開発



耐圧ブイで吊り上げられた養殖具

平成19年3月

京都府立海洋センター

# 目 次

はじめに	1
1. 浮体式イワガキ養殖の特徴	2
2. 養殖施設の構造	3
(1) 浮体部の構造	3
(2) 鋼製魚礁部の構造	4
3. 養殖方法	4
4. 養殖試験の結果	6
(1) 潜水作業	6
(2) 育成結果	7
(3) 魚礁効果	9
(4) 天然イワガキの増殖効果	10
5. 今後の課題	11
おわりに	12

## はじめに

これまでカキといえば冬に食べるマガキが一般的でしたが、近年ではイワガキも夏の味覚として定着し、ここ数年で全国的に需要が大きく伸びています。京都府での天然イワガキ漁は平成6年頃から盛んになりました。その後、徐々に漁獲量は増加し、平成17年には200トンを上回る全国でも有数のイワガキ産地となりました。今後益々イワガキ出荷量の増加が期待される一方で、獲り過ぎによる資源の減少も危惧されています。

天然イワガキは、漁獲サイズになるまでに少なくとも4年以上かかることや、イワガキを獲った跡には稚貝が付着しにくいといった生態的特性があります。したがって、一度減少した資源を回復させるには長い時間がかかります。禁漁期や保護区の設定などの漁獲規制を行わずに、今後もこれまでと同等な量を供給していくのは、天然資源だけに頼ってはいけません。イワガキの増産については、「養殖」をより積極的に活用すべきではないでしょうか。

近年、需要の拡大とともに、日本海側を中心にイワガキの養殖が盛んに行われるようになってきました。現在、京都府でも舞鶴湾、栗田湾、伊根湾において垂下式のイワガキ養殖が行われ、その方法については季報第87号で詳しくご紹介しました。しかし、この養殖法は、養殖できる場所が内湾などの波の静かな海域に限られ、天然イワガキが分布する外海域等では養殖ができませんでした。そこで、海洋センターでは、外海域でも可能な養殖技術の開発に取り組み、全国で初めてとなる「鋼製魚礁を用いた浮体式養殖技術」を開発しました。この方法でのイワガキ養殖は、従来の養殖法よりも養殖可能な場所が広範囲にあるため、今後大きく発展する可能性を持っています。この冊子では、その新しい養殖法の特徴や養殖試験の結果について紹介します。

## 1. 浮体式イワガキ養殖の特徴

これまでのイワガキの養殖方法は「垂下式養殖法」と呼ばれ、筏やブイから貝を付けたロープを海中に垂下して養殖します。この方法はマガキやアコヤガイなどの養殖に広く用いられています。垂下式養殖法では、筏やブイといった養殖施設が海面上にあるため、波浪の影響を大きく受けます。したがって、この方法による養殖では内湾などの静穏域でしかできません（表1）。

今回、海洋センターが新たに開発した「浮体式養殖法」は、鋼製魚礁を水深約10mの海底に設置し、養殖施設全体を海面下に沈めるため、筏やブイの設置が困難な波の荒い外海域でも養殖が可能な方法です。図1は浮体式養殖施設の構造を示したものです。鋼製魚礁を土台として、耐圧ブイの浮力でイワガキ種苗の付いたロープを吊り上げる仕組みになっています。ちょうど筏での垂下式養殖施設を逆さまにしたような構造です。この施設は海洋センターと株式会社中山製鋼所とが共同で開発したもので、平成18年4月に特許を取得しました（特許第3796224号）。

浮体式養殖法の特徴は他にもあります。垂下式養殖法では施設が海面上にあるので、水面を占有し、船舶の航行に支障をきたす場合がありますが、浮体式養殖法では、施設が水面下約5m以深にあるので、施設の上を船が自由に航行することができます。さらに、この養殖法では5m以深の深い場所でイワガキを養殖するため、ムラサキイガイなどの付着生物が養殖貝に付きにくく、そのため、養殖期間中に貝掃除などの手間がほとんどかからないといった長所もあります（表1）。

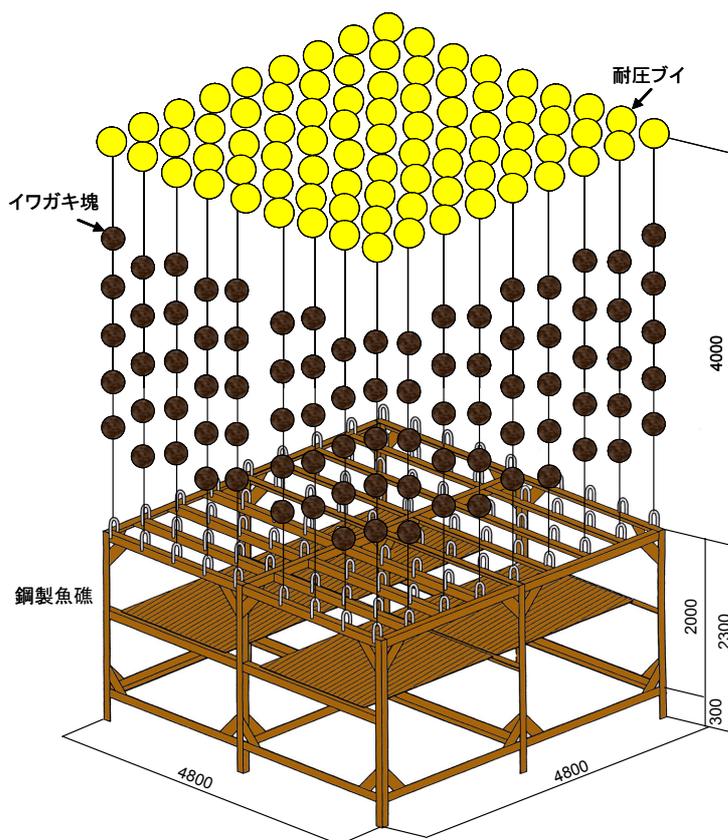


図1 施設の構造(寸法の単位は mm)

### 浮体式養殖法

施設上端部の耐圧ブイが海面下5m以深にあるため

- ・波浪の影響を受けにくく、外海域でも養殖が可能
- ・ムラサキイガイなどの付着生物が付きにくい
- ・船舶の航行に支障がない
- ・潜水作業が必要



浮体式養殖施設の様子

付着物が少ない養殖貝

### 垂下式養殖法

養殖施設が海面上にあるため

- ・波浪の影響を受けやすく、内湾などの静穏域でのみ養殖が可能
- ・ムラサキイガイなどの付着生物の除去作業が必要
- ・水面を占有し、船舶の航行に支障をきたす
- ・潜水作業が不要



垂下式養殖の筏

筏上での作業の様子

## 2. 養殖施設の構造

浮体式養殖施設は、構造上、上部と下部に大別されます。上部は耐圧ブイと吊り上げられた養殖ロープ（イワガキ種苗の付いた採苗器を取り付けたロープ）から成る浮体部、下部は鋼製魚礁で構成されています。魚礁上部にはフックが付いていて、養殖ロープを着脱できる仕組みになっています。この施設は、下部が鋼製魚礁であることから、イワガキの養殖施設としての機能だけでなく、魚類を唼集させる人工魚礁としての機能も持っています。

### (1) 浮体部の構造

長さ 4m の養殖ロープには、イワガキ種苗の付いたホタテ殻採苗器を 5～6 枚取り付けてあります（写真 1）。養殖ロープの下端部（海底側）は、魚礁上部のフックに取り付けるために環状に加工してあります（写真 2）。一方、養殖ロープの上端部（水面側）には、ロープを立ち上

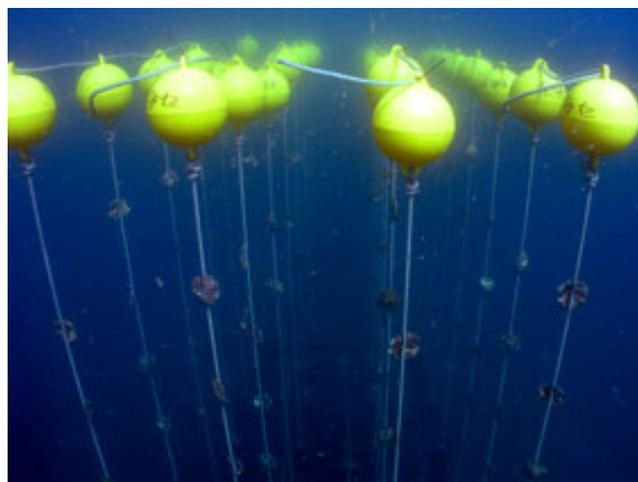


写真1 浮体部の様子

げるための浮力 11kg の耐圧ブイが取り付けられています。耐圧ブイ同士は、隣接する養殖ロープ同士の絡まりや、万が一養殖ロープが外れた際の流失を防ぐため、ロープで連結されています。

## (2) 鋼製魚礁部の構造

鋼製魚礁の大きさは、縦 4.8m、横 4.8m、高さ 2.3m で、約 10t の重さがあります（図 1，写真 3）。魚礁の上部にはフックがあり、魚礁 1 基につき 81 本の養殖ロープが取り付けられるように設計されています。フックには、養殖ロープとの摩耗腐食を防止するための耐圧ホースが付けてあります（写真 2）。魚礁中層部には、安定性の向上と魚類の蝟集効果を高めるため、鉄板が取り付けられています。なお、この魚礁の耐用年数は 30 年以上です。



写真2 養殖ロープ取り付け用の魚礁上部のフック



写真3 鋼製魚礁部

## 3. 養殖方法

浮体式養殖法における海での作業は、養殖ロープの「取り付け」と「収穫」のみです。養殖開始時と収穫時に養殖ロープ下端部の輪を魚礁上部のフックに着脱します（写真 4）。この作業には器具潜水が必要となりますが、水深 10m 付近での作業ですので、減圧などの特殊な技術は不要です。養殖ロープ 1 本を取り付ける作業時間は 1～2 分程度の短時間です。収穫の際は、養殖ロープをフックから外すと耐圧ブイの浮力で自然に海面まで浮き上がるため、船上からブイごと養殖貝の付いた養殖ロープを回収するだけです（写真 5）。

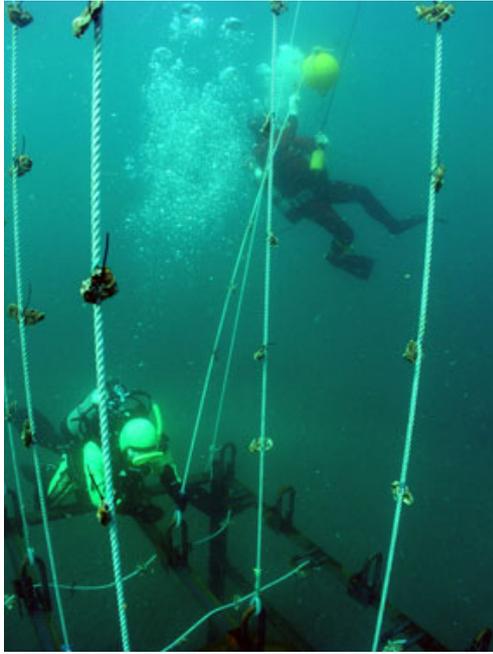


写真4 養殖ロープの取り付け作業  
 錘をつけて養殖ロープを沈め(左)、鋼製魚礁上部のフックに養殖ロープを取り付ける(右)

垂下式養殖法では、養殖員や筏、ブイにムラサキイガイが多く付着するため、放っておくと筏やブイの浮力が低下してしまい、施設の破損や流失を招きかねません(写真6)。また、イワガキにムラサキイガイが多く付着すると、餌のプランクトンを先取りされてしまい、養殖員の成長や生残に悪影響を及ぼしますし、ムラサキイガイが成長して重くなることにより、養殖ロープを引き上げる作業が重労働になります。そのため、垂下式養殖法では付着生物を除去する作業が養殖期間中に何度か必要となります(季報 第87号参照)。

ムラサキイガイが多く付着する水深帯は海面から3~4メートルまでと浅



写真5 船上に回収された養殖ロープ



写真6 養殖イワガキの周囲にムラサキイガイが付着した様子

いため、イワガキを育成する水深を深くすればムラサキイガイの付着は少なくなります。浮体式養殖法では水深 5m 以深の深い水深でイワガキを育成するため、ムラサキイガイの付着が少なく、付着物の除去作業が不要になりました。外海域でイワガキが養殖できるという利点の他に、養殖期間中に貝掃除などの手間がかからないことも浮体式養殖法の大きな長所です。

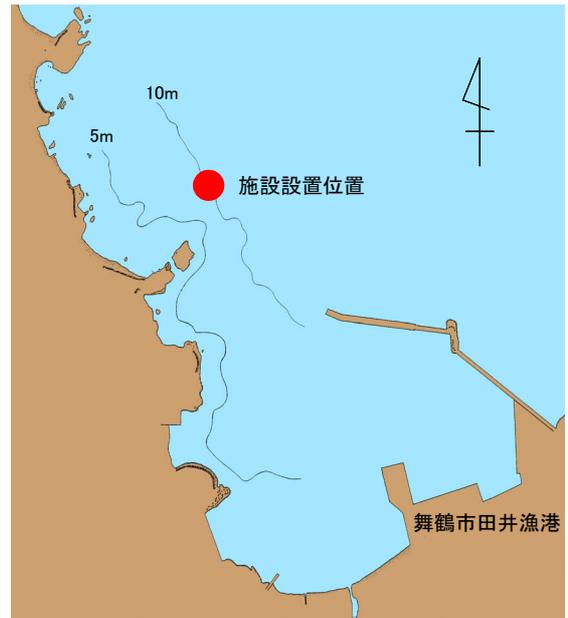


図2 養殖試験地

#### 4. 養殖試験の結果

海洋センターでは、平成 15 年 2 月に舞鶴市の田井漁港沖の水深約 10m の海域(図 2)に試験用の鋼製魚礁(縦 2.4m, 横 4.8m, 高さ 2.4m, フック数 28 個)を 4 基設置し、浮体式養殖法によるイワガキ養殖試験を行いました。その試験結果を紹介します。

##### (1) 潜水作業

28 本の養殖ロープを魚礁のフックに取り付ける作業時間は、潜水作業員 3 名で約 40 分程度でした。収穫時の潜水作業は、水中で養殖ロープの輪を魚礁上部のフックから外すだけです。その作業は潜水作業員 3 名で 1 礁あたり 10 分程度で終わりました。養殖イワガキの表面にはフジツボ類やカイメンなどの付着生物が若干付いていましたが、浮力を大きく減少させるほどではなく、浮力 11kg の耐圧ブイの力で養殖ロープは海面まで浮き上がりました。



写真7 養殖開始時のイワガキ種苗(ホタテ貝殻に付着した状態)



写真8 収穫された3年貝の塊

## (2) 育成結果

養殖試験では、海洋センターで平成14年7月に採卵して育成したイワガキ種苗を用いました。養殖開始時（平成15年2月）の種苗の大きさは殻高約20mmで、ホタテ貝殻の採苗器には両面合わせて20～30個程度付着していました（写真7）。イワガキが生後満3年（3年貝）となる平成17年7月に1基分、生後ほぼ4年（4年貝）となる平成18年5月に3基分の養殖ロープを取り上げ、養殖員の殻高と全重量を測定しました。3年貝は、平均殻高が約80mm（殻高範囲42～118mm）で、大部分が全重200g以下の小型の貝（図3、4、写真8）でしたが、4年貝では、平均殻高が約100mm（殻高範囲65～153mm）、約6割の個体が200g以上のサイズになっていました（図3、5、写真9）。4年貝まで養殖した場合の生残率は約6割で、1枚の採苗器に10～20個程度のイワガキが付着していました。取り上げた養殖員を出荷したところ、銘柄別の単価は表2のようになりました。

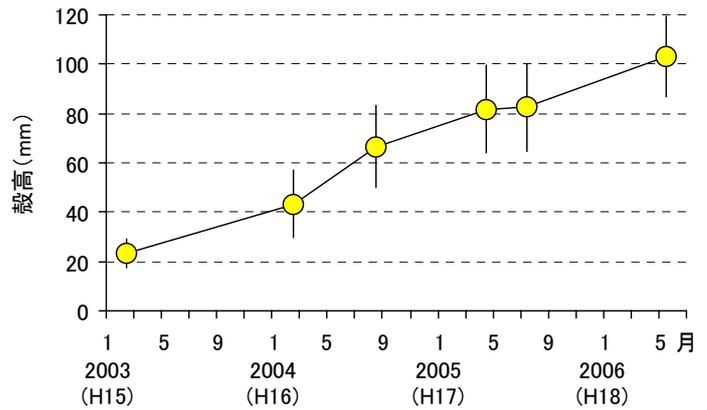


図3 養殖員の殻高の推移

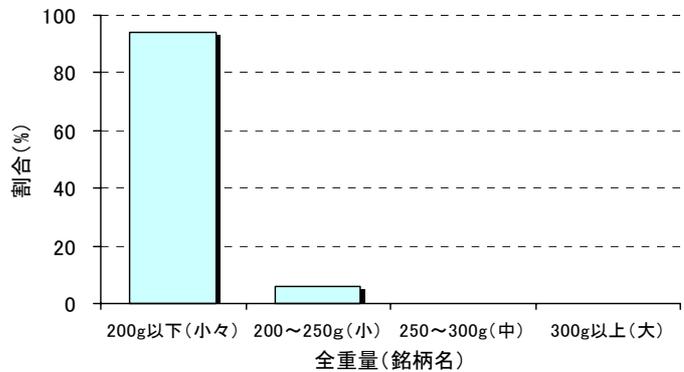


図4 3年貝の全重組成

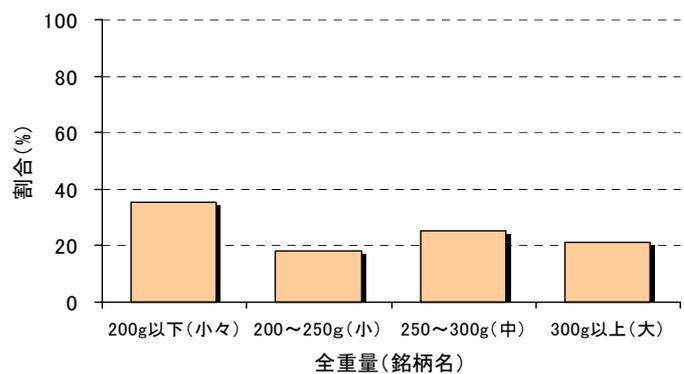


図5 4年貝の全重組成

表2 出荷銘柄別単価

出荷銘柄名	小々	小	中	大
全重量	200g以下	200～250g	250～300g	300g以上
単価(円/個)	50	80～120	150～170	200～250

養殖イワガキは、天然貝と同じく、海中のプランクトンを餌にしています。したがって、養殖を行う海域のプランクトンの量によってイワガキの成長速度は異なります。垂下式養殖法の事例では、餌料の豊富な海域で育てられたイワガキは生後3年で出荷サイズになりますが、餌料の少ない海域では、出荷までに4～5年かかることもあります。浮体式養殖法は、餌となるプランクトンが比較的少ない外海域での養殖を想定しているため、浮体式養殖法での養殖期間は4年貝以上を見込んでいます。今回の養殖試験では4年貝で収穫しました。養殖試験のイワガキも、さらに1年養殖すれば、約半数の貝が300g以上に成長し、収量も向上すると考えられます。



写真9 収穫された4年貝

当初、この養殖法では、ムラサキイガイの付着が少ないものと予想していましたが、実際には養殖開始直後に養殖貝などに大量に付着しました（写真6）。しかし、その後ほとんどのムラサキイガイは脱落し、再び大量に付着することはありませんでした（写真10）。したがって、付着したムラサキイガイは、養殖開始後に付着したものではなく、養殖前の中間育成の段階で付着し、種苗とともに持ち込まれたものと考えられます。養殖ロープを取り上げた後の魚礁には、再び新しい養殖ロープを取り付けてイワガキの育成を行っていますが、それらには現在まで、ムラサキイガイの大量付着は観察されていません。今後、ムラサキイガイが大量に付着したとしても本来の生息水深よりも深いため、ほとんどの個体が自然に脱落するものと考えられます。



写真10 2年貝の塊

ムラサキイガイは脱落后、再び付着することはなかった

今回の養殖試験に用いた鋼製魚礁は、実用型の鋼製魚礁（図1）に比べ、大

きさは半分、重さは4分の1程度しかありませんが、平成16年に来襲した台風23号や冬季の波浪にも耐え、イワガキを出荷サイズまで育成することができました。浮体式養殖法を用いれば、波浪の影響が大きい外海域でもイワガキ養殖が可能であることが実証されたと考えています。

### (3) 魚礁効果

養殖開始後から、定期的に潜水観察を行い、養殖施設に集まる魚類を調べました。水温の低い冬季には魚類はほとんど見られませんでした。春から秋には多くの魚類が蝟集していました。下部の鋼製部にはメバル、イシダイ、クロダイ、アイナメ、カサゴなどが多く、上部の浮体部にはベラ類、カワハギ、スズメダイ、マアジなどが見られました（写真11）。また秋には施設の周辺にアオリイカの群れがみられました。



写真11 養殖施設に集まってきた魚類  
写真右上から時計回りに、スズメダイと  
マアジの群、メバル、イシダイ、ウマヅラハギ

この施設は、下部の鋼製魚礁に加え、上部の浮体部も浮魚礁として機能し、底魚から浮魚までの幅広い魚種に対して蝸集効果が認められました。また、養殖貝の貝殻の表面や貝と貝の隙間に、魚の餌になるゴカイやエビの仲間が多数生息していることも魚礁の機能を高めているものと思われます。今後、設置される施設の数が増すほど魚礁効果は高まり、魚礁周辺が良い漁場になるものと期待しています。

#### (4) 天然イワガキの増殖効果

天然のイワガキ資源を回復させるために、他県では岩盤の清掃やコンクリート製の増殖礁の投入などにより稚貝の付着場所を増やす事業が行われています。しかし、母貝の集団が少なくなっただけでは、このような事業を実施してもあまり効果が期待できません。

イワガキは生まれてから1年で成熟するため、養殖期間中に少なくとも2～3回は産卵するものと推測されます。

また、養殖では多くの貝が塊状になって育成されているため、天然漁場のイワガキと比較すると、産卵時の受精率が高くなると考えられます。天然イワガキが減少した海域でイワガキ養殖を行えば、大量かつ高密度な母貝集団ができるため、天然資源を回復させる効果が期待されます。

鋼製魚礁には安定性を向上させるために、中層部に鉄板が取り付けられています(図1)。この鉄板の裏側には、天然イワガキが1m<sup>2</sup>あたり30～60個ほど付着しており、増殖礁としても機能していました(写真12)。鋼製魚礁を用いたイワガキ養殖には、天然イワガキ資源の増殖という付随効果も期待されます。



写真12 鋼製魚礁に付着していた天然貝

## 5. 今後の課題

塊の状態ではイワガキを養殖すると、収穫時にも出荷サイズ以下の小型の貝が多くでてきます（写真 13）。養殖の採算性を向上させるためには、これらの小型貝を有効に利用することが重要です。小型貝は、カゴ網に入れての垂下養殖や、ホタテ貝養殖などで行われているような耳吊り養殖などによって再度養殖して大きくする必要があります。海洋センターの養殖試験では、全重量 150g 以上のイワガキは約 1 年の耳吊り養殖により、そのほとんどが 300g 以上に成長しました（写真 14，季報第 87 号参照）。小型貝を再養殖するには垂下養殖の施設が必要になるので、垂下養殖を行っている内湾の漁業者と連携して互いに効率的に養殖を行うことも良い方法でしょう。

浮体式養殖を始める際には、鋼製魚礁の購入費や設置費が大きな負担になります。しかし、魚礁の費用は、一回の収穫分で捻出できるものと試算しています。養殖開始時のイワガキ稚貝の大きさにもよりますが、養殖の 1 サイクルが 4～5 年であり、施設の耐用年数が 30 年以上であることから、一度魚礁を設置すれば少なくとも 6～7 回収穫できます。2 回目以降の出費は主にロープと種苗代だけとなるため、浮体式養殖法でも十分利益を上げられると考えています。



写真 13 1枚の採苗器に付着していた養殖貝（4年貝）。様々な大きさの貝が見られる



写真 14 耳吊り養殖貝

## おわりに

海洋センターでは、イワガキの増産による沿岸漁業の振興を目的として、種苗生産技術を含む養殖技術の試験研究に取り組んできました。これまで、季報第 62 号「イワガキ養殖」、季報第 87 号「イワガキ養殖作業マニュアル」で、当所で開発したイワガキの養殖技術を漁業者の方々に示し、実際に養殖を行う場合に必要な作業方法を紹介してきました。こうした普及活動により、舞鶴湾や栗田湾、伊根湾においてイワガキの垂下式養殖が行われるようになり、毎年出荷されるまでになりました。イワガキは今後さらに需要が伸びると予想されます。これまでに実績のある垂下式養殖法や今回紹介した浮体式養殖法で府内のイワガキ養殖が益々発展することを期待しています。

「養殖」という言葉が付くと、天然のものより品質が劣る印象を持たれる方や、環境への悪影響を心配される方もおられます。イワガキ養殖では、養殖貝は天然貝と同じように海水中のプランクトンを食べて成長するので、天然貝と変わらない品質のものになります。また、投餌する必要がないため、海を汚染することが少なく、「環境にやさしい養殖」と言えます。そこで京都府では、他の養殖魚介類と差別化を図るために養殖イワガキを「育成岩がき」として出荷しています。今後、この「育成岩がき」が全国に出荷され、京都の夏の特産品となることを願っています。