

季報

第 87 号

イワガキ養殖作業マニュアル



大型バーナーによる付着生物の除去

平成18年2月

京都府立海洋センター

目 次

はじめに	1
1. イワガキ養殖作業マニュアル	2
(1) 養殖方法	2
(2) 養殖場所	3
(3) 養殖水深	4
(4) 最適付着稚貝数	5
(5) 付着生物の除去方法	5
(6) 出荷	7
(7) 耳吊り養殖手法	8
(8) 養殖作業カレンダー	9
(9) 養殖作業時間	10
2. イワガキ養殖の試算	11
(1) 支出	11
(2) 収入	12
(3) 収支試算	12
(4) マガキ養殖との比較	13
3. 養殖貝の特長	13
おわりに	15

はじめに

京都府での天然イワガキ漁は平成4年頃から始まり、近年では100トンから200トンの高水準を維持して、全国でも有数の天然イワガキの産地となっています。しかし、天然イワガキは成長が遅く、漁獲後の基質には稚貝が付着しにくいなどの生態的な特性があり、獲りすぎによる資源量の減少が危惧されています。そこで、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ています。

これまで、平成11年2月に季報第62号でイワガキの生態や養殖の試みについて紹介し、京都府でイワガキの養殖が可能であることを報告しました。海洋センターではその後さらに、種苗を大量に生産する技術や実用的な養殖技術の開発を行ってきました。現在、舞鶴湾や栗田湾、伊根湾では垂下式養殖が漁業者により営まれ、昨年の初夏には京都府漁業協同組合連合会舞鶴市場に養殖貝を試験出荷することができました。この冊子では、実際に漁業者がイワガキを垂下養殖する場合に必要な養殖作業マニュアルと養殖収支試算について紹介します。

1. イワガキ養殖作業マニュアル

(1) 養殖方法

イワガキの産卵期は7～9月ですので、この時期に種苗生産を始めます。殻の大きさが2mm程度まで室内水槽で1ヶ月程育て、その後、海面施設で中間育成を行います。養殖は殻の大きさが1～2cm程度のサイズになる12月以降から開始します。

イワガキの垂下式養殖はマガキ養殖と同じように、イワガキ稚貝の付着した採苗器をロープに挟み込み、そのロープを筏や延縄等の養殖施設から垂下する方法で行います(写真1)。波浪の影響が小さい内湾域では、安価で採苗器の挟み込みが容易な直径8～10mmのラックスロープ（ポリプロピレン製）を垂下ロープに用います。なお、波浪の影響が大きい場所では、擦れに強いロープを用いることが必要です。



写真1 養殖開始時の採苗器



写真2 垂下養殖中のイワガキ

垂下ロープに稚貝の付着した採苗器を約50cmの間隔で挟み込み、河川水の影響が少ない水深1m以深の中層に吊します(写真2)。なお、採苗器から海底までの距離が近すぎると、餌料や環境条件が悪くなるためか、イワガキの成長が遅くなりますので、海底から数mは離すようにします(後述の養殖水深を参考)。また、採苗器が海底についてしまうと、海底に生息しているヒトデ等に食べられてしまうので注意が必要です。

最初の一年間は一本の垂下ロープに10枚以上の採苗器を挟み込むことが可能です。その後はイワガキの成長により、採苗器一枚あたりの総重量が重くなり、人力による作業では取上げが大変になりますので、一年目以降には、ロープ一本あたりに採苗器が5枚以下になるようにロープを切り、吊り直します。

採苗器に付着したイワガキは放射状に成長し、出荷時期には採苗器1枚分が直径30～40cmの大きな塊になります。採苗器1枚分の重さは付着物も含め8kg程(水中重量2～3kg)になりますので、この重さに耐えられる強度と浮力のある施設が必要です。養殖施設の一例としてマガキ養殖で使用されているタイプの筏を示しました(図1)。このような筏(8×12m)一台で、約1,250枚の採苗器を吊すことができます。

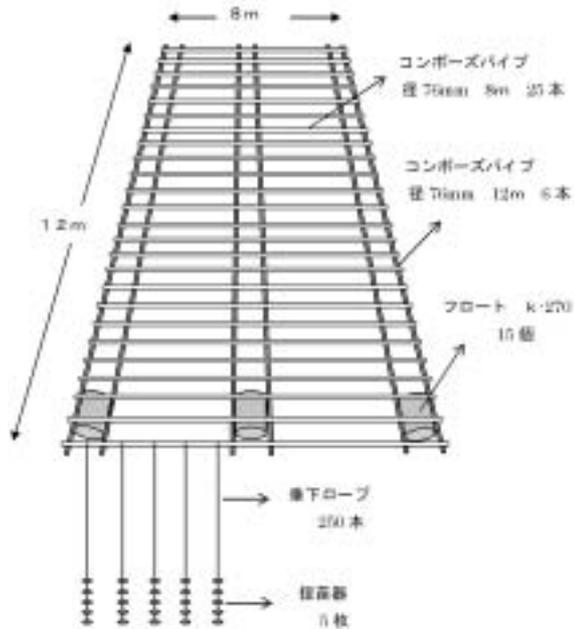


図1 イワガキ養殖筏

(2) 養殖場所

今まで養殖イワガキを色々なサイズで試験出荷しましたが、殻付の重さ(全重量)が300g以下の貝では1個100円前後の安い値段しかつきませんでした。そこで当面の出荷目標サイズについては全重量300g以上としました。海洋センターが実施した養殖試験結果と水産事務所が各漁協の協力により実施された試験結果等から作成した、イワガキの成長から見た養殖海域の類別結果を図2に示しました。なお、図中の3年貝養殖地区とは生後満3年となる7月に出荷目標サイズ以上となる地区であり、種苗生産、中間育成を経て、通常12月から養殖を行いますので実際の養殖期間は2年7ヶ月です。

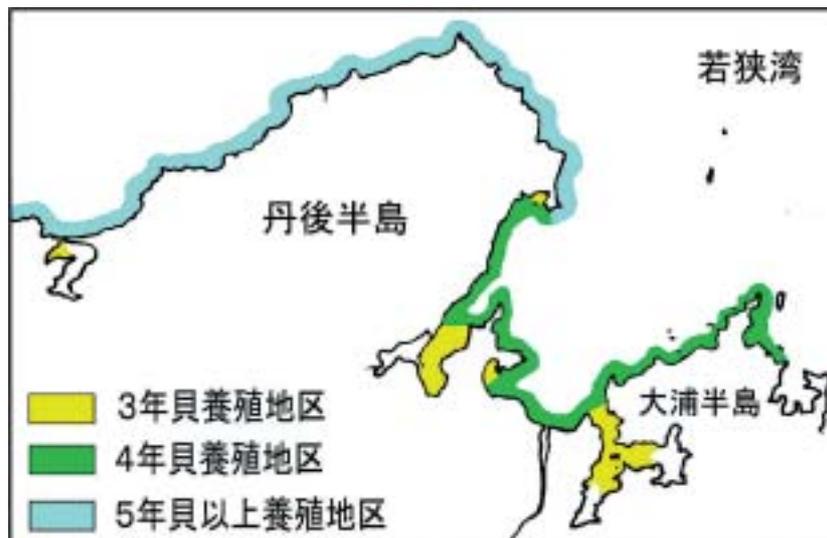


図2 イワガキの成長から見た養殖海域の類別結果

3年貝養殖地区は舞鶴湾(湾奥を除く)、栗田湾、宮津湾、伊根湾、久美浜湾(河内)と考えられました。ただし、久美浜湾では限られた水域の狭い水深帯でしか良好な成長を示さなかったため、事業規模でのイワガキ養殖には適さない地区と考えられました。また、宮津湾ではイワガキ養殖試験が実施されたことはありませんが、天然トリガイの成長から餌料が豊富で二枚貝の成育に適した場所であると考えられ、3年養殖地区と判断しました。

一方、天然イワガキの主産地である大浦半島沿岸や島陰地先などの丹後海沿岸は4年貝養殖地区、最も外海域である丹後半島沿岸は5年貝以上養殖地区と考えられました。なお、5年貝以上養殖地区については養殖期間が長くなり過ぎることから、イワガキの垂下養殖には適さない地区と考えられます。

(3) 養殖水深

3年貝養殖地区である栗田湾と舞鶴湾で、養殖に適する水深を調べました。調査場所は栗田湾の湾奥部に位置する京都府立海洋センターの海面養殖施設(水深15m地点)と舞鶴湾白浜沖の養殖試験筏(水深13m地点)です。

栗田湾奥部では水深10m以深では成長が不良でしたが、10m以浅では水深によって成長に大きな差は見られず身入りも良好でした。したがって、栗田湾奥部の養殖適水深は10m以浅であると考えられました。

舞鶴湾の白浜沖では表層(1m)と底層(9m)の成長は不良でしたが、中層の3~6mでは良好でした(図3)。したがって、舞鶴湾の白浜沖の養殖適水深は中層の3~6mであると考えられました。

以上のとおり、養殖適水深は漁場によって若干異なります。新たな場所で養殖を開始する場合には、中層を中心にして採苗器を垂下し、その上下どれ位の水深まで養殖に適するか確認していく必要があります。

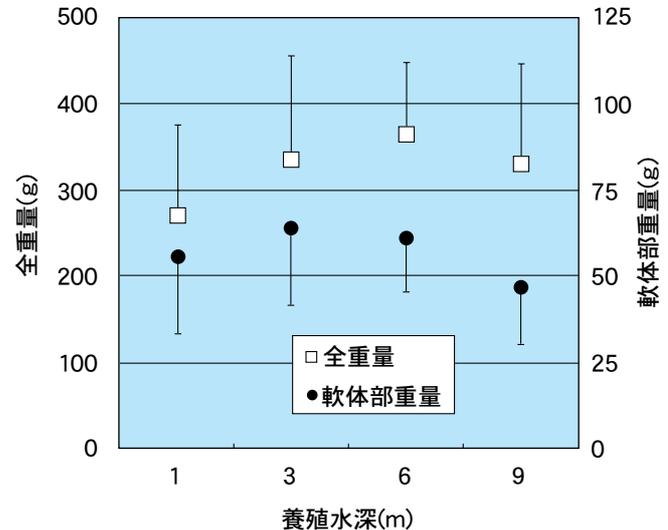


図3 舞鶴湾での水深別のイワガキの成長 (3年貝養殖)

(4) 最適付着稚貝数

養殖開始時の採苗器にどれくらいイワガキ稚貝が付着していれば良いのでしょうか。養殖開始時における採苗器1枚当たりの付着稚貝数と2年目の収穫貝数について調べたところ、開始稚貝数が30個までは稚貝数が多いほど収穫貝数も多くなりましたが、稚貝数が30個以上では収穫貝数はかえって減少しました。そこで、採苗器1枚当たりの開始時の付着稚貝数を5～30個にして3年貝養殖を行い、付着稚貝数と収穫時の全重量サイズ別の平均個数との関係を調べました。その結果、開始時付着稚貝数が20～30個／枚の時に、大型貝の生産数が10個以上となったことから（図4）、殻の大きさ1～2cmサイズで3年貝養殖を開始する時の採苗器1枚当たりの最適付着稚貝数は20～30個／枚であると考えられました。

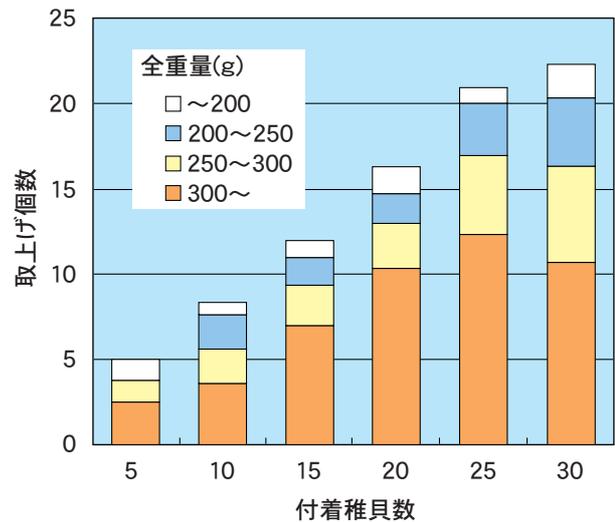


図4 付着稚貝数別の取上げ結果
(3年貝養殖)

(5) 付着生物の除去方法

イワガキ養殖中には、ムラサキイガイ、ホヤ類、カイメン類などの付着生物が多量にイワガキや養殖施設に付着します。特にムラサキイガイが付着してイワガキの表面全体を覆ってしまうと、餌のプランクトンを先取りされてしまい、イワガキの成長や生残が低下してしまいます。さらに、ムラサキイガイがイワガキだけでなくロープ等が付着して成長することによって非常に重くなります。そのことによって取上げ作業が大変になるだけでなく、養殖施設自体の浮力が低下して施設破損事故の原因にもなります。

付着生物の除去については、今まではヘラ等を用いて手作業でしていましたが、非常に労力がかかる作業でした。そこで効率的に付着物を除去する方法として、バーナー処理による除去方法を開発しました。試験にはアスファルト工事用の大型プロパンガスバーナー(火炎温度1,500℃、熱量72,000kcal/h)を用いました(写真3)。



写真3 付着生物除去に用いた大型バーナー



写真4 火炎照射してムラサキイガイの表面が白く乾いた状況

イワガキ(1年貝)が死亡せずムラサキイガイのみが死亡する最適な火炎照射時間を検討したところ、1採苗器分の塊当たり15秒(片面約7秒)でした。実際に作業をする時の火炎照射を終えるタイミングは、ムラサキイガイの表面が乾いて白くなる時です(写真4)。ムラサキイガイの表面が白っぽくなれば火炎照射をやめ、荒熱が冷めた後に垂下します。処理直後にはムラサキイガイはまだしっかりとイワガキに付着していますが、その後死亡により付着力が低下し、ムラサキイガイは自然に脱落して1~2ヶ月後にはイワガキだけのきれいな状態となります(写真5)。



処理直後



処理後1週間



処理後2ヶ月

写真5 バーナー処理後の状況

次にバーナー処理を実施する時期を検討しました。1年を通じて付着生物量が多くなる時期は、春に付着したものが大きく成長する6月以降です。そこで、6~9月の間にバーナー処理を1回行い、その後の付着生物の状況を調べました。その結果、6~7月

に処理するとその直後にシロボヤ等の付着が多く見られましたが、8～9月に処理したのものには翌年の春までシロボヤやムラサキイガイの付着は見られませんでした。これらの付着は主に春から初夏であることから、効果的に付着生物の除去を行うには1年に1回8～9月に処理すれば良いと考えられました。したがって、3年貝養殖では養殖1年目と2年目の8～9月にバーナー処理が計2回必要です。なお、栗田湾や舞鶴湾では2年目は1年目よりもムラサキイガイの付着量が少ない傾向が認められています。さらに、年によっては付着生物量がかなり少ないことがあり、このような場合にはバーナー処理の必要はないでしょう。

事業規模でバーナー処理を行いその作業時間を調べたところ(表紙写真)、バーナー処理に要する時間は、採苗器1,000枚当たり42時間・人(3人×14時間)でした。ヘラ等を用いた手作業に比べ半分以下の時間で、非常に効率的に実施できました。さらに、ヘラ等を用いた手作業では作業中にイワガキ塊から脱落するイワガキが多く見られ、イワガキの垂下個数が減少してしまいましたが、バーナー処理では脱落するイワガキはほとんど見られませんでした。

(6) 出荷

養殖イワガキの身入りが良好になる5月から8月が出荷可能期間と考えられますが、7月以降になると天然イワガキが多く出荷されるようになりますので、それまでに計画的に出荷すれば高値がつきやすく有利ではないかと思われれます。また、8月以降になると出荷のための取り扱い作業が刺激になって自然産卵してしまい、身入りが急激に悪くなることがありますので注意が必要です。

塊状態で成長したイワガキは各個体が互いに強固に固着しているため、出荷に際してはたがね等を用いて1個体ずつ丁寧に分離しなければなりません。この作業(原盤割り)には多くの労力と時間がかかります(写真6)。1人で1日に原盤割りをを行い出荷できる個数は経験にもよるでしょうが300個程度と思われれます。一度にまとまった数量のイワガキを出荷するためには、出荷日までに原盤割りを終



写真6 原盤割り作業

わらせなければならず、あらかじめ原盤割りされたイワガキは出荷までの期間、一時的に網カゴなどで蓄養する必要があります。したがって、計画的な出荷のためには、計画的な原盤割りが必要です。

(7) 耳吊り養殖手法

原盤割りした貝の中には商品として十分なサイズに達していない貝があり、このような小型貝については再度養殖して大きくする必要があります。小型貝はカゴ網に入れて垂下養殖ができますが、カゴ網代等の資材費が多くかかりますし、1～2ヶ月毎の網交換作業も必要で、多くの手間がかかります。そこで、ホタテガイ養殖等で行われている耳吊り養殖手法がイワガキに利用できないか検討しました。

耳吊りは、蝶番の少し上の貝殻に電動ドリルで直径2.5mmの孔をあけ、その孔にプラスチック製のピンを通し、そのピンをロープに固定して行います(写真7、8)。



蝶番の少し上に孔を開ける

孔が開いた状態

孔にピンを通す

写真7 耳吊り方法

全重量150g以上の貝は、約1年間の耳吊り養殖により、ほとんどが300g以上の出荷サイズに成長することが分かりました(図5)。さらに、耳吊り養殖中の減耗は全くありませんでした。耳吊り養殖期間中には養殖のための作業はほとんど必要なく、また出荷時の作業も簡単で短時間に行え、大量出荷にも対応できました。資材費もカゴ網に比べれば非常に安価ですので、耳吊り養殖手法は小型イワガキの再養殖手法として非常に有効な手法であることが分かりました。



写真8 耳吊り養殖貝

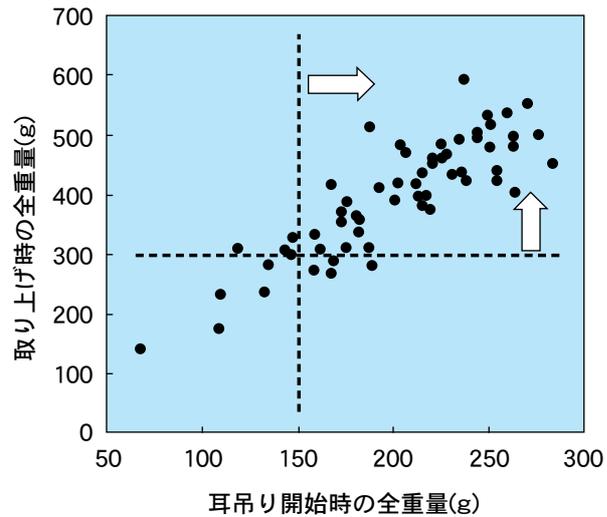


図5 耳吊り開始時の全重量と取り上げ時の全重量との関係（耳吊り期間：1年2ヶ月）

(8) 養殖作業カレンダー

今までに説明しました養殖作業の工程を、3年貝養殖の場合について養殖作業カレンダー（表1）に示しました。

表1 イワガキ養殖作業カレンダー(3年貝養殖の場合)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
開始年											施設設置	→ 養殖開始	
1年目	→							←バーナー処理→ 吊り直し	→				
2年目	→							←バーナー処理→	→				
3年目	→				← 出荷 →			→				→ 養殖開始 2回目	
	← 原盤割り・網カゴ蓄養 →		→					→ 小型貝の耳吊り養殖 →					
4年目	→							← 耳吊り貝 の出荷 →	→				
	→							←バーナー処理→ 吊り直し	→				

養殖は12月から開始しますので、それまでに養殖施設を設置します。翌年（1年目）の8～9月にムラサキイガイ等の付着物を除去するためバーナー処理を行います。それまでは一本の垂下ロープに10枚以上の採苗器を挟み込んでいますので、その作業時にロープ一本当たり採苗器が5枚以下になるようにロープを切り、吊り直します。翌々年（2年目）の8～9月にも付着物が多く付着しているようであれば2回目のバーナー処理を行います。養殖を開始してから2年5～7ヶ月後（3年目）の5～7月が出荷時期となります。なお、計画的な出荷を行うために、3月頃から出荷に先立って原盤割りを行います。原盤割りによって出てきた出荷サイズに満たない小型貝については、約1年間耳吊り養殖を行い4年目の5～7月に出荷します。

（9）養殖作業時間

養殖作業に要する時間の概算値を表2に取りまとめました。図1に示す筏を用いて採苗器1,250枚規模で養殖する場合の作業時間です。筏の準備から設置作業には6人で2日半（20時間）かかり、採苗器をロープに挟み込んで養殖を開始する作業に3人で2日弱（14時間）かかります。1年目、2年目のバーナー処理にはそれぞれ3人で2日強（18時間）かかります。イワガキの養殖作業の中で最も多くの時間を要するのが、原盤を割り、貝の付着物を取り除き、貝をきれいにして出荷する作業です。1人で1日に採苗器30枚分の原盤を割り300個程度出荷できますので、全ての貝（12,500個；後述）を出荷するには3人で2週間程度（110時間）かかることとなります。さらに、原盤割

表2 イワガキ養殖における作業時間(3年貝養殖、採苗器1,250枚規模)

作業名	作業人員	作業時間	延べ作業時間
開始年 筏設置 養殖開始作業	6 ×	20	= 120
	3 ×	14	= 42
1年目 バーナー処理・分養	3 ×	18	= 54
2年目 バーナー処理	3 ×	18	= 54
3年目 原盤割り出荷作業（12,500個出荷分）	3 ×	110	= 330
耳吊り作業（5,000個分）	3 ×	32	= 96
4年目 耳吊り貝出荷作業（5,000個出荷分）	3 ×	24	= 72
合計作業時間			768

りによって出てきた小型貝（5,000個）を耳吊り養殖するためには、3人で4日（32時間）かかります。耳吊り貝（5,000個）の出荷には3人で3日（24時間）かかり、原盤割りして出荷する時に比べ短時間で出荷可能です。

2. イワガキ養殖の収支試算

漁業者がイワガキ養殖を始めるにあたり、どれくらいの費用がかかり、どれくらいの収入があるのかを紹介します。一例として、養殖3年目で300g以上の出荷目標サイズになる舞鶴湾や栗田湾で、筏(8×12m)1台を用いて、採苗器1,250枚規模で養殖する場合で試算しました。

(1) 支出

図1のFRPパイプ製筏(8×12m)1台の組み立てから海上での設置までを含めた費用は76万円となります（表3）。

耐用年数は10年ですので養殖3年間当たり228,000円必要です。その他の資材費として、垂下用ロープ代、付着物除去用の資材代、出荷のため一時蓄養するためのカゴ代等が、さらに種苗代と出荷に必要な貝毒検査費用が必要です。これらの費用を合計した3年貝養殖に必要な費用は58万円です（表4）。

さらに、小型貝（5,000個）を耳吊り養殖するために必要な資材費は36,000円です（表5）。なお、筏は出荷後から新たに養殖を開始する12月までは空いた状態であり、さらに12月から翌年

の8～9月に吊り直しするまでは筏の半分が空いています（表1）。したがって、耳吊り養殖はその空いた場所を利用してできますので、耳吊り養殖のための筏代は余分に必要ありません。

表3 イワガキ養殖筏にかかる費用

項目	金額（円）
FRPパイプ製筏（8×12m）（フロート含む）	680,000
錨ロープ（12φ，ポリエチレン）	38,000
サンドバッグ（200枚）	22,000
バラス（4t）	20,000
合計	760,000

表4 イワガキ養殖に必要な費用（3年間）

項目	金額	耐用年数	必要金額（円）
FRPパイプ製筏一式	760,000	10年	228,000
垂下用ロープ（ラックス10mmφ、10m×250本）			65,000
種苗費（1,250枚×150円）			187,500
付着物除去用バーナー	30,000	6年	15,000
バーナー用プロパンガス			6,500
出荷用丸カゴ（1寸目、1,200円×100カゴ）	120,000	10年	12,000
貝毒検査費（1回）			50,000
漁船用燃料費等雑費			16,000
合計			580,000

表5 耳吊り養殖(5,000個分)に必要な資材費（1年間）

項目	金額	耐用年数	必要金額（円）
ロープ（ハイクレ65円/m、10m×100本）	65,000	5年	13,000
耳吊り用ピン（5円/個×2,500個）			12,500
ドリル	30,000	10年	3,000
ドリル用キリ（1,500円×5本）			7,500
合計			36,000

(2) 収入

採苗器1枚当たり300g以上の出荷サイズのイワガキが平均10個できると考えられますので、採苗器1,250枚規模で養殖する場合には合計12,500個のイワガキが出荷できることとなります。収入金額はイワガキ1個当りの販売価格により大きく変わりますが、200円/個で販売された場合では250万円となります。また、小型貝については1年間耳吊り養殖すれば出荷サイズとなりますので、翌年には100万円の収入が見込まれます。

(3) 収支試算

3年貝養殖による収入は250万円で、それに対して養殖に必要な資材費等の総支出額は58万円であり、粗利益は192万円となります。また耳吊り養殖による収入は100万円で、それに対して必要な資材費は36,000円であり、粗利益は96万円となります。

(4) マガキ養殖との比較

マガキ養殖とイワガキ養殖はほとんど同じ筏や資材を用いて養殖しますので、収入に対する資材費等の支出割合は同じと仮定して、収入金額を比較します。試算した筏と同じサイズの筏でマガキ養殖を実施した場合、出荷による収入金額は50～60万円程度であると言われていています。マガキ養殖では筏での養殖期間は約1年ですので、イワガキ養殖についても1年当たりの収入金額について見ると、3年貝養殖で83万円、さらに耳吊り養殖で25万円、合算すると108万円となります。このように、イワガキ養殖はマガキ養殖に比べ1年当たりの収入金額が多いことが分かります。また、イワガキ養殖では殻付貝をそのまま出荷しますので、ほとんどムキ身出荷するマガキ養殖に比べ、ムキ身作業がないことから、作業時間（表2）は少ないと思われます。このような結果から、イワガキ養殖はマガキ養殖以上に収益性があると見込まれます。

3. 養殖貝の特長

今までに試験養殖された貝が何度か試験出荷されましたが、残念ながら期待したほどの値段がつきませんでした。その原因の一つとして、出荷した養殖貝の大きさが天然貝の大銘柄貝に比べ一回り小さかったことが考えられました。養殖貝と天然貝の全重量とムキ身重量との関係を図

6に示しました。天然貝は、京都府漁業協同組合連合会舞鶴市場で大中小の銘柄別に取り扱われていたものを測定しました。養殖貝は栗田湾で養殖された3年貝です。

養殖貝の全重量は天然小貝とほぼ同じ300gですが、養殖貝のムキ身重量は天然小貝よりもかなり重いことが分かります。さらに、この養殖貝はムキ身重量で見ると天然貝の大貝に相当することが明らかになりました。

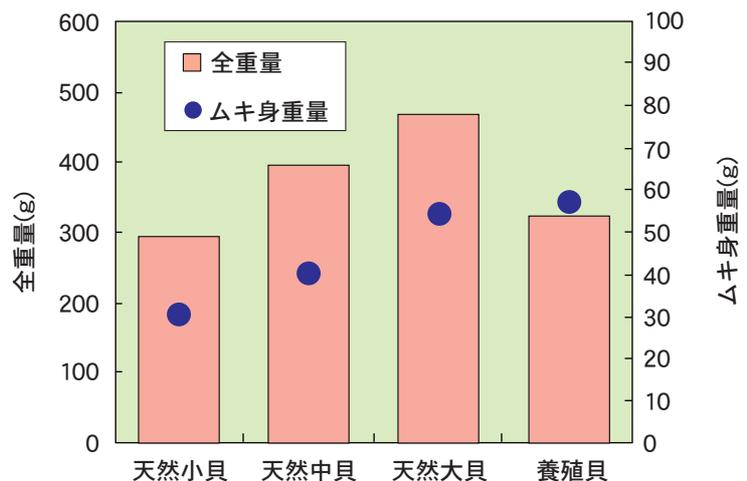


図6 銘柄別天然貝と養殖貝の全重量とムキ身重量との関係

養殖貝と天然貝の違いをまとめてみますと、養殖貝は天然貝に比べ身入りがよく、可食部であるムキ身重量で見ると全重量300 g以上の養殖貝は天然貝の大銘柄に相当しました（図7）。

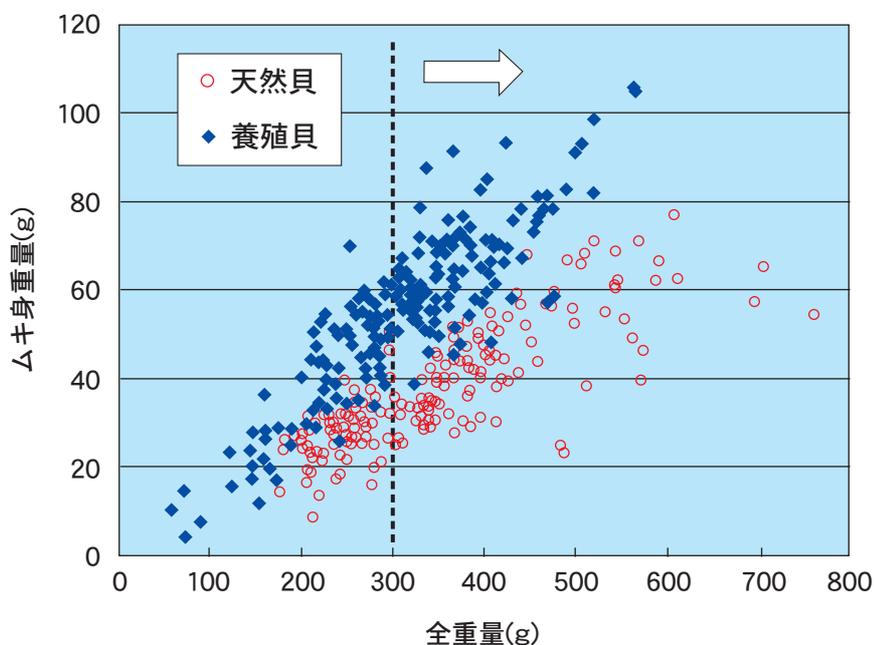


図7 天然貝と養殖貝の全重量とムキ身重量との関係

試験出荷した養殖貝に値段がつかなかったもう一つの原因としては、「養殖物」というイメージの悪さもあったためではないかと思われます。しかし、イワガキは魚類と異なり餌を与えて育てるのではなく、海水中の植物プランクトンを食べて育ちますので、天然貝も養殖貝も基本的には同じ品質です。しかも養殖では、イワガキにとってよりよい環境を整えて、イワガキ本来の成長を最大限に引き出していますので、前述のように身入りが良い高品質なものを計画的に出荷することができます。こうした長所を養殖貝のセールスポイントとし、養殖貝と天然貝との違いを強調して養殖イワガキのブランド化を図っていく必要があります。

そこで平成17年の初夏には、京都府漁業協同組合連合会に御協力いただき、養殖貝の長所をPRした試験販売を実施しました。その結果、市場関係者にも養殖貝の良さが徐々に理解されるようになって、全重量300 g以上の貝の販売単価が210～280円と徐々に上がってきました。今後もさらに積極的に、関係漁業者、系統組織、流通関係者及び行政が協力して、養殖イワガキのブランド化に取り組んでいく必要があります。

お わ り に

イワガキ養殖を収益性の高い漁業として、京都府に今後確実に定着させるためには、養殖技術の確立と普及はもちろんのこと、養殖貝の特長をアピールして養殖イワガキのブランド化を図り、付加価値を高めて販売していくことが必要です。さらに生産された養殖イワガキについては、府外の市場に出荷するだけでなく、丹後に訪れた多くの観光客に味わっていただき、地域の活性化に役立てる取り組みも必要と思われます。こうした取り組みによりイワガキ養殖がトリガイ養殖と共に京都府の基幹養殖業として発展することを願っています。

本冊子ではイワガキ養殖作業マニュアルを示しましたが、最適養殖水深や付着生物の状況などは養殖海域によって異なることから、養殖海域毎に最適な養殖マニュアルを作成することが必要です。舞鶴湾、栗田湾及び伊根湾では現在、地元漁業者の方々によりイワガキ養殖企業化試験が取り組まれています。現在養殖に取り組まれている方は、本冊子を参考に創意工夫してその漁場に適した養殖マニュアルを完成させていただくよう期待しています。また、本冊子を見てイワガキ養殖に興味をもってください、より多くの漁業者がイワガキ養殖に取り組んでいただけるよう願っています。