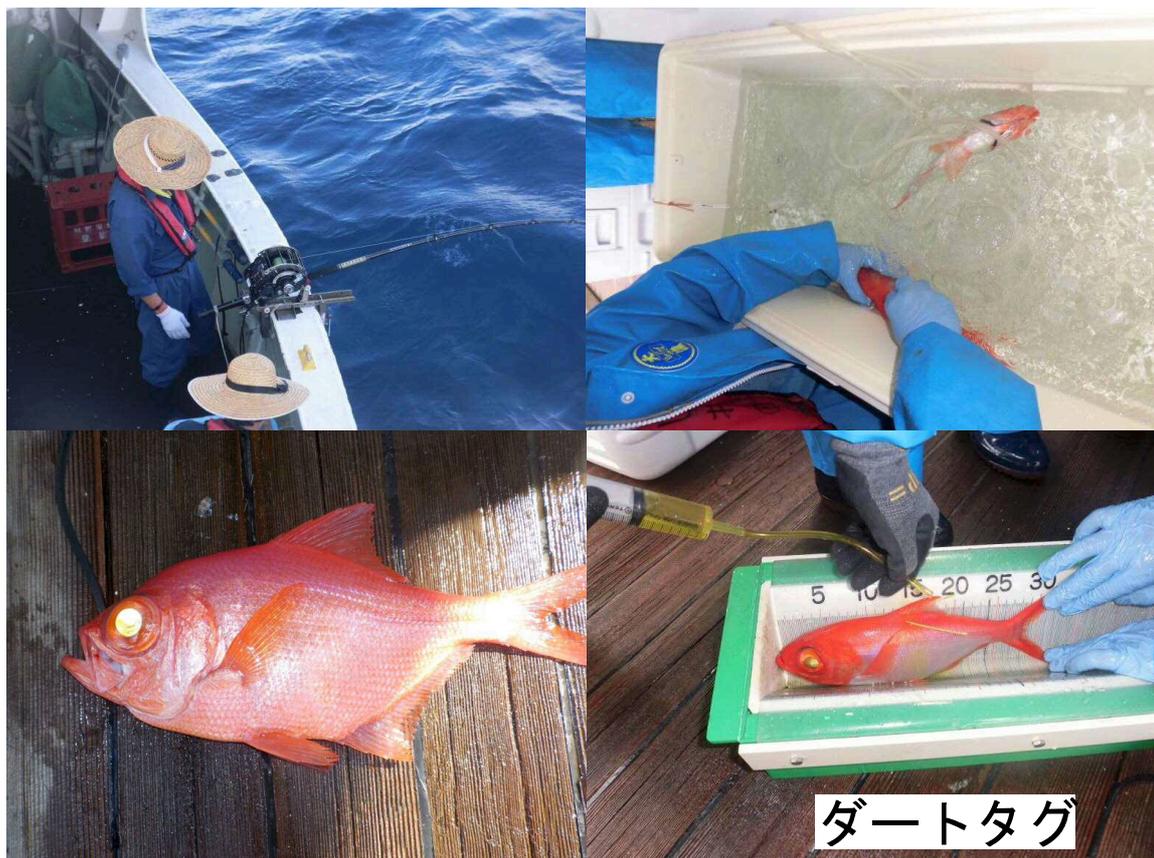


# うしお



## 標識放流調査

キンメダイ等の深海魚の持続的利用を図るため、標識放流調査等を実施し、移動回遊生態の把握や各種基礎生態研究に取り組んでいます。

### 【目次】

常温流通への道	1
毎日成長イワガキちゃん	3
ニホンウナギの遡上を考える2	5
カツオ漁場予測の開始とビンナガ漁場予測の精度向上	6



## 鹿児島県水産技術開発センター

〒891-0315 鹿児島県指宿市岩本字高田上160-10

TEL ; 0993-27-9200 FAX ; 0993-27-9218

E-mail suigi-kikaku@pref.kagoshima.lg.jp

ホームページ http://kagoshima.suigi.jp

## 常温流通への道

### 常温流通の将来性

水産加工品は、要冷蔵または冷凍品の形態で販売されることが多く、お土産として購入する場合、保冷剤などが必要になります。旅先で購入するとなると、送料がかかって、買い控えてしまいます。

そこで、水産加工品が常温で流通できれば、他のお土産のように、旅先で気軽に購入することができます。また、災害時の非常食に使えと考えられ、今後の水産加工品の流通拡大のためには常温流通への対応が必須となっていきそうです。

そのような常温流通に必要な加工処理法の一つとして、レトルト殺菌加熱装置という特殊な装置を用いて加工する方法があります。

### レトルト食品とは

レトルト食品とは「高圧釜により、100℃以上の湿加熱をうけて、商業的無菌性を付与された密封容器詰食品のうち、プラスチックフィルム及び、アルミ箔を積層したフィルムを、熱シールによって密封した物（写真1）を用いて製造したもの」と日本缶詰協会のレトルト食品委員会では、定義されています。ちなみに、世界で初めて商業的製品は我が国で開発されたレトルトカレーだといわれています。



写真1 レトルトパウチ

### ボツリヌス菌とは

多くの食中毒菌や微生物は耐熱性が弱く、加熱する事で容易に死滅する事が確認されています。しかし、耐熱性があるボツリヌス菌は加熱しても死滅せず食品中に残留し、有害な毒素を生成します。（写真2）

この菌は自然界に広く存在する嫌気性菌で、「芽胞」という耐久性の高い状態でいます。芽胞が酸素のない状態で密封され、低酸素状態に置かれると発芽・増殖し、ボツリヌス毒素が出されます。ボツリヌス食中毒では食品を摂取後8～36時間で吐き気、おう吐や視力障害、言語障害、えん下困難（物を飲み込みづらくなる）などの神経症状が現れるのが特徴で、重篤化すると呼吸麻痺により死に至ります。

この毒素は現在知られている自然界の毒素の中では最強の毒力があるといわれ、海外ではもちろん、日本国内でも1984年に熊本県で起こった辛子レンコンによる中毒で14名が死亡する事件など重大な中毒を起こしています。

他に耐熱性を持った毒素を産出する芽胞菌として、セレウス菌、ウェルシュ菌などが挙げられ、死亡率はボツリヌス菌のように高くないものの、嘔吐や下痢などの症状を起こします。

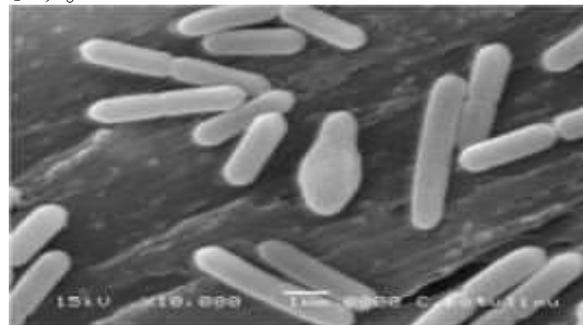


写真2 ボツリヌス菌

（出典：内閣府 食品安全委員会）

## レトルト食品の殺菌条件

レトルト食品は密封した食品を加熱する事で殺菌を行います。低い温度帯での加熱は、ボツリヌス菌の生存を許し、食品内の毒素の産生が行われてしまいます。それを避けるために、レトルト食品殺菌の指標として、F値という値が設けられています。

F値とは「一定の温度で一定数の細菌を死滅させるのに要する加熱時間」を意味し、食品衛生法上の基準で、レトルト食品では「中心温度が120℃、4分間（F値＝4）以上の効力で殺菌をする事」が求められており、この基準はボツリヌス菌が死滅する温度と加熱時間です。

表1 ボツリヌス菌の殺菌に要する条件

温度	100℃	105℃	110℃	115℃	120℃
殺菌時間	330分	100分	32分	10分	4分

F値を高めるためには、高い温度では短い加熱時間で済みますが、低い温度では長い加熱時間が必要となります。たとえば、110℃でF値＝4の条件を求める場合、30分以上の長時間の加熱が必要となります。135℃の場合では、40秒以上の短時間の加熱時間で条件を満たします。これらは次式で算出ができます。

$$F\text{値} = t \times 10^{\left(\frac{T-121}{Z}\right)}$$

T℃でt分加熱と定義

Z値：殺菌時間を1/10にするための温度上昇分  
ボツリヌス菌の場合、Z=12℃

## 水技センターでの試作

レトルト食品の試作には、レトルト殺菌加熱装置を用いる必要があります。レトルト殺菌加熱装置は高圧条件で装置内を高い温度にする特殊な機器のため、導入には敷居が高いのが現状です。また、常温で流通させ、売れる製品にするためには、高温や加熱時間による内容物の外観や食味の変化などを損なわないような殺菌条件を定めていく必要があります。

たとえば、レトルト殺菌による品質変化として、水産加工品である「かまぼこ」は殺菌温度が高くなると、かまぼこに含まれる糖分が魚肉のタンパク質と化学反応を起こし、褐色に着色します。また、弾力が温度によって、大きく変化することが分かっています。そのため、レトルト製品開発には条件を変えた試作を重ねる必要があります。



写真3 当センターのレトルト殺菌加熱装置

そのようなレトルト食品ですが、オープンラボとなっている当センターの水産食品加工利用棟では、設置されているレトルト殺菌加熱装置を使って、漁業者や水産加工業者の方々が、水産加工品開発のための試作や製品改良などを行うことができます。また、乾燥機や燻製機、らいかい機などの加工設備を使うこともできます。もちろん、機器の使い方や製法のアドバイスを行いますので、商品開発・改良等に、是非ご利用ください。

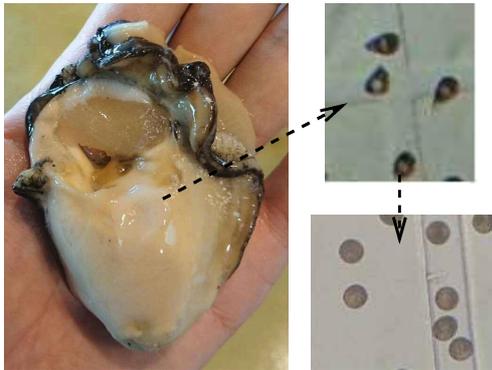
（水産食品部 小林）

## 毎日成長イワガキちゃん

(イワガキの卵から成熟幼生までの成長過程について)

### 私はイワガキ未受精卵

こんにちはごきげんよう！私はイワガキの卵です！お母さんのお腹の白いところにいたのですが、今海水の中にいます。最初は涙のような形をしていたのですがだんだん丸くなってきました！



左：イワガキ親貝のむき身

右上：未受精卵（涙型）

右下：未受精卵（丸型）

※イワガキの卵は生殖腺に涙型の細胞の状態で貯蔵されている。人工受精の際は、これを海水中に揉み出し、丸型に変化したことを確認してから受精させる。

### 私！幼生になる！

#### （受精，極体放出～細胞分裂）

精子と出会い，受精しました！極体という小さなおへそみたいなのが見えたら受精した証拠です！あらだんだん体が分裂してきました。私，幼生になります！



写真左：極体を放出した受精卵

右：細胞分裂を開始した受精卵

写真中の矢印：極体

※写真左の受精卵下側に見える黄色い点が極体。これが確認できれば無事に受精が出来たと判断している。右の卵のくびれの右側にも放出された極体を確認できる。水温にもよるが受精から10分ほどで極体が放出され，その後30分ほどで細胞分裂が確認できる。

### 沢山泳いで沢山食べて大きくなる！

#### （トロコフォア幼生，D型幼生～アンボ幼生）

生まれました！最初は貝殻が無い状態なのですが，殻が分泌されてアルファベットのDのような形になります。これから植物プランクトンを食べて大きくなります！



D型幼生：日齢2（最大殻長80μm 以下同様）



左：日齢3（100μm）



右：日齢4（105μm）

※受精から4～5時間ほどで孵化し，トロコフォア幼生となる。その後20時間程度で殻を形成しD型幼生となり，摂餌を開始する。成長と共に消化器官の分化も進み，軟体部の着色部分（餌である植物プランクトンの色）も変化していく。殻も日に日に大きくなり，徐々に丸みを帯びていく。最大殻長は日齢1～4で80～105μmほど。

（令和元年6月採卵群の結果より。以下同様）



左：日齢5（115 $\mu\text{m}$ ） 右：日齢6（120 $\mu\text{m}$ ）  
 ※Dの直線部分（<sup>ちようつがい</sup>蝶番）が丸みを帯び、出っ張っていく。これがアンボ（殻頂期）幼生と言われるステージ。消化器官の発達により軟体部の着色部分が大きくなり、内部構造も複雑になっていく。最大殻長は日齢6で120 $\mu\text{m}$ ほど。この時期以降、斃死しやすいため種苗生産におけるターニングポイントの1つとなる。



左：日齢7（140 $\mu\text{m}$ ） 右：日齢8（150 $\mu\text{m}$ ）



左：日齢9（170 $\mu\text{m}$ ） 右：日齢10（195 $\mu\text{m}$ ）  
 ※蝶番部分が<sup>すぼ</sup>窄み、だんだんと貝らしい姿になっていく。最大殻長は日齢10で195 $\mu\text{m}$ ほど。



左：日齢11（230 $\mu\text{m}$ ） 右：日齢12（225 $\mu\text{m}$ ）

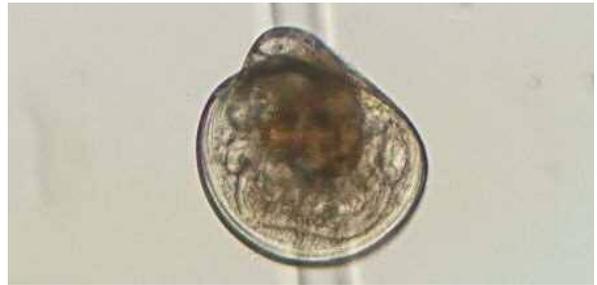


左：日齢13（245 $\mu\text{m}$ ） 右：日齢14（260 $\mu\text{m}$ ）  
 ※見た目にあまり変化が無いように見えるが蝶番を中心に全体的に殻が伸びていって

る。最大殻長は日齢14で260 $\mu\text{m}$ ほど。



左：日齢15（280 $\mu\text{m}$ ） 右：日齢16（305 $\mu\text{m}$ ）

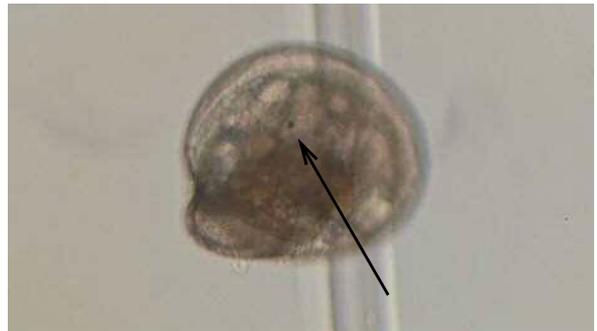


日齢17（300 $\mu\text{m}$ ）

※日齢5の幼生の写真に写っている溝と日齢17の写真の溝は同じ幅であることから、幼生が大きく成長したことが分かる。最大殻長は日齢17で300 $\mu\text{m}$ ほど。

### そろそろ大人にならなくては！ （眼点の出現～成熟幼生～）

殻も大きくなってきました！素敵な黒い点も見え始めました！そろそろ付着の時期です。泳ぐのも飽きたし、私、稚貝になる！



日齢18（315 $\mu\text{m}$ 、矢印の先が眼点）

※殻長が300 $\mu\text{m}$ を超えてくると眼点と言われる黒い点が出現する。これが成熟したという指標になり、付着して稚貝になるステージの到来を意味する。

以上が、イワガキの卵～成熟幼生までの成長過程です。皆様に興味を持って頂けたらと思います。

（企画・栽培養殖部 小菌）

## ニホンウナギの遡上を考える2

### はじめに

4月の異動で水産技術開発センターに配属されウナギ調査を担当する事になりました。どうぞよろしく申し上げます。内水面担当は初めてですが、海とは違った面白さと難しさを実感しつつ調査をしています。

### 簡易魚道の開発

ウナギといえば土用の丑の日。栄養満点のウナギを食べて暑い夏を乗り切ろうと買い求める方も多いと思いますが、近年養殖に使用する稚魚（天然シラスウナギ）が不漁のため、値段が高騰してなかなか口に入りにくくなってきました。資源減少の要因として、乱獲や気候変動等と共に指摘されているのが河川環境の悪化です。その一つとして貯水・治水・砂防等の目的で設置されている堰堤がウナギの遡上を阻害していると考えられています。実際に当センターが県内河川で調査したところ、堰堤上部では下部に比べ有意にウナギの生息数が少ない事がわかりました。そこで芝マット（ジョイント式人工芝）を使った簡易魚道を考案し、堰堤でウナギが夜間に遡上する事を確認し、その撮影に成功しました（うしお第351号（平成28年11月）既報）。

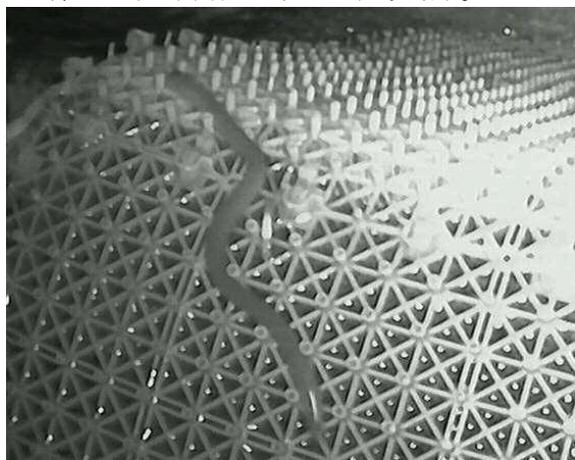


図1 芝マットを遡上するウナギ

この動画から、意外にも芝マットの裏（マットとコンクリートの間）を登るウナギが多い事が分かり、平成30年度はこの簡易魚道にセンサーを設置し、標識を装着した50gサイズの養殖ウナギ100尾を直下に放流して、このうち何尾が簡易魚道を遡上するか調査を行いました。その結果、8日間で14尾が遡上し、少なくとも50gサイズのウナギを遡上させる性能を有することを確認しました。



図2 ケーブル状のセンサーを設置した魚道（標識を装着したウナギが通過すると標識番号や通過日時が送信される）

### さいごに

ウナギは泳ぎが得意ではないので、流れが速いと堰堤を登ることができませんが、堰堤の改修となると多額の経費と時間と労力を要します。芝マットはホームセンターで1枚100円程度で購入でき、軽くて施工が容易なので、応急処置としては大変有効な手段だと考えています。しかし近年、マイクロプラスチックによる海洋汚染が問題となっており、プラスチック製の芝マットを長期間放置することには問題があります。今後は、耐久性の検証とともに、天然素材の簡易魚道も検討したいと考えています。（漁場環境部 眞鍋）

## カツオ漁場予測の開始とビンナガ漁場予測の精度向上

### はじめに

うしお第360号でカツオ漁場予測について紹介したとおり、今年度はビンナガ漁場予測に加え、カツオ漁場予測も実施しました。また、併せてビンナガ漁場予測の精度向上にも取り組みました。今回はカツオ漁場予測の結果とビンナガ漁場予測の精度向上について簡単に紹介します。

### 予測方法

現在行っているビンナガ、カツオ漁場予測は、HSI (Habitat Suitability Index: 生息環境適正指数) モデルを使用して予測を行っています。このモデルはある環境が対象とする生物にとって生息適地であるかを評価するものです。生息環境適正指数を算出するには過去のビンナガ及びカツオの漁場となった位置と生息環境情報(水温、海面高度、塩分)が必要となります。そのため、当センターでは漁場位置は遠洋カツオ一本釣船のQRY(船間無線交信情報)から、漁場の水温、海面高度、塩分は米海軍研究所が公表しているHYCOM衛星画像から入手し、それらのデータを積み上げることで算出しています。

### 今年度のカツオ漁場予測

カツオ漁場予測は遠洋カツオ一本釣船がビンナガ漁からカツオ漁へ切り変えるタイミングの7月上旬～中旬頃に実施することを想定しています。しかし、今年度はビンナガ漁が不漁であり、例年ではまだビンナガが漁獲されるはずの6月下旬にカツオ漁が行われていたことから、想定していたよりも早めにカツオ漁場予測を実施し、ビンナガ漁場予測と一緒にカツオ漁場予測を掲載した予報文を関係機関へ配布しました(図1)。

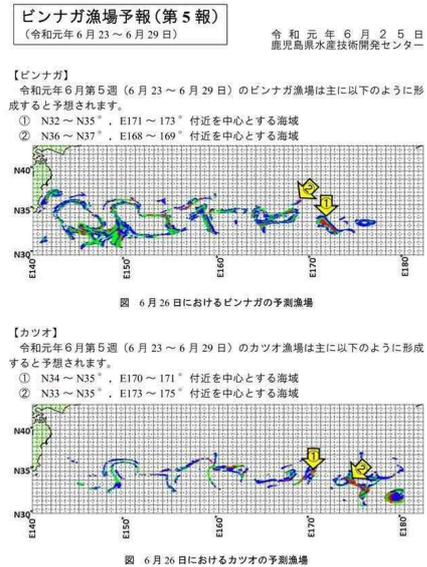


図1 ビンナガ漁場予報

### カツオ漁場予測の結果

カツオ漁場予測については今年から実施したこともあり、予測が当たっているのか少々不安でした。そこで、予測した漁場位置と実際の漁場位置を地図上にプロットし、予測結果の検証を行いました。今年のカツオ漁場予測はビンナガ漁場予報の第5報から開始し、最新の第12報まで実施していますが、現段階で遠洋カツオ一本釣船の操業位置が分かる第5報から第10報までの予測の検証を行いました。その結果、第5, 8報では予測した漁場位置には漁場が形成されていませんでしたが、残りの4報では予測した漁場位置に実際に漁場が形成されていたことが分かりました(図2)。このことから、カツオ漁場予測のある程度の精度を確認できたとともに、カツオ漁場の生息環境情報(水温、塩分、海面高度)を引き続き収集し、生息環境適正指数について再検討を行うことで、予測精度の向上に期待できるのではないかと考えます。

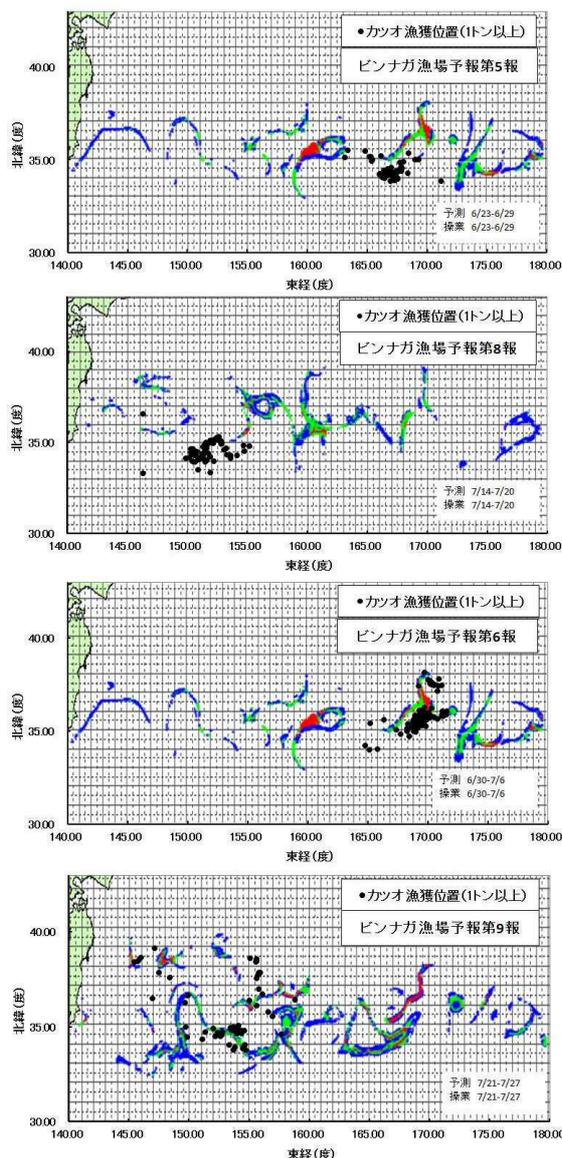


図2 カツオ漁場予測結果の例（赤緑青で示した箇所が予測された漁場）

### ビンナガ漁場予測データの更新

昨年までのビンナガ漁場予測で使用していたビンナガの生息環境適正指数は2007～2011年のデータを用いて算出していました。しかし、近年は海洋環境の変化が大きく、ビンナガの生息環境に影響を与えていると考えられることから、直近の2017、2018年のデータを使用し、生息環境適正指数の更新を行いました。しかし、本当にデータを更新した予測が良いのか、それとも過去のデータの予測が良いのか検証する必要があります。そこで、今

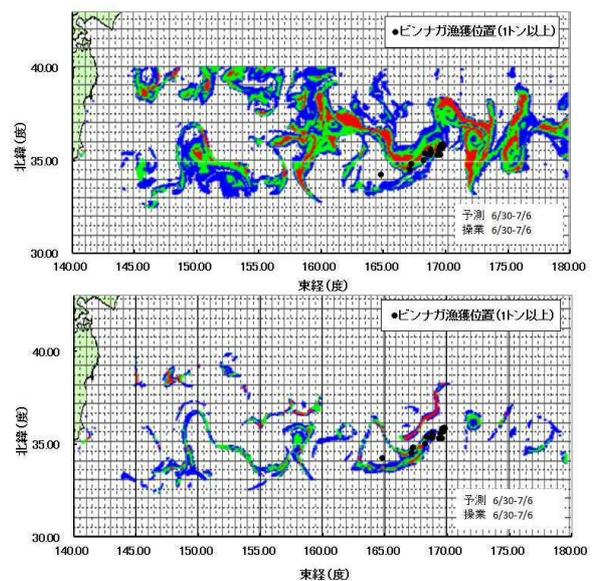


図3 旧予測（上）と新予測（下）の比較

年の実際の漁場位置と両予測を比較しました（図3）。

検証の結果、両予測とも実際の漁場位置に予測が出ていることが確認出来ました。また、旧予測では予測される漁場が広いのに対し、新予測では狭いことがわかります。このことから新予測は旧予測よりも漁場選択がしやすく、より実用的になったのではないかと考えます。

### さいごに

今年はカツオ漁場予測の実施、ビンナガ漁場予測で使用しているデータの更新を行いました。それぞれの結果について検証したところ、ある程度の精度が確認でき、ほっとしたところです。ただ、現在はAIやICTの発達が著しく、漁場予測についてもこれらを用いることで、現在よりもより精度が良い予測が出来るようになるのではないかと考えられます。当センターでは引き続き、ビンナガ、カツオ漁場予測についての研究を行います。より精度をあげるため、現在の手法だけではなく、様々な手法を用いることも視野に入れて取り組んでいければと思います。

（資源管理部 櫻井）