

# 碧石水

第155号

平成28年(2016年)7月

静岡県水産技術研究所

〒425-0033 焼津市小川3690

TEL (054) 627-1815

FAX (054) 627-3084

ホームページアドレス

<http://fish-exp.pref.shizuoka.jp/>

## 研究レポート①

### 人工衛星を使ってカツオ漁場を予測する

#### はじめに

遠洋竿釣り漁業は、太平洋の広い海でカツオやビンナガの群を追いかけ、一本釣りで漁獲します。それらは船上で急速凍結され、タタキや刺身など生食用冷凍商材として市場に供給されます。焼津漁港には県外船も含めて全国の遠洋竿釣り漁船の約8割が水揚げしており、静岡県の重要漁業となっています(写真1)。

漁場は日本の東北沖から熱帯域までと広範囲で、燃油等の航海経費の負担も大きいことから、いかに効率よく魚群を見つけるかが重要です。水産技術研究所では、かつて実施していた調査船による先行漁場調査に代わり、人工衛星情報を活用した漁場予測技術の開発に取り組んでいます。これまで夏季の主漁場である東沖海域のビンナガを対象にした予測手法を開発してきましたが、現在は冬季のカツオの主漁場である赤道周辺の南方海域における予測手法の確立と的中率の向上を目指しています。

ここでは、2014~2015年の南方カツオ漁期における漁場予測図の作成方法とその的中率について報告します。



写真1 焼津漁港で水揚中の遠洋竿釣り漁船

#### 方法

人工衛星による海面水温などの情報は、既に様々な漁業で利用されています。今回の報告は、過去に好漁だった時の海況条件(水温や海面高度など)をカツオの漁場形成に適した環境と考え、直近の人工衛星情報からその海況条件に近い場所を予測するものです。

なおこの手法は、野生生物の生息環境の評価に用いられる手法を応用しています。

作業には、遠洋竿釣り漁船から入手した船間無線漁況記録(以下QRYと表記)と共同研究機関である(株)環境シミュレーション研究所が開発した操業支援ソフト「大漁案内人3」とその配信サ

#### 主な掲載内容

研究レポート②	魚肉を軟らかくする農産物を探せ! .....	4
トピックス	焼津のかつお節製造業者が技術伝承の活動を実施 .....	6
普及のページ	.....	7
駿河丸の動き・日誌	.....	8

ービスで提供される人工衛星情報を使用しました。

## 1 漁場予測図の作成

2005～2014年のQRYから「どこで、どれだけ獲れたか」という情報を取り出し、人工衛星の情報から同じ日の同じ場所の海況条件を照らし合わせて解析します(表1)。例えば、どの水温の時に漁獲量が多かったかを調べ、最大の時を1として、水温ごとに漁場の形成されやすさを0～1の範囲で指数化します。図1では、水温28.2～28.5℃の指数が大きい(1に近い)ため、この水温の時に漁場となる可能性が高いと言えます。ただしこの関係は海域や時期によって少しずつ異なるため、緯度経度2度区画を単位とし、南方カツオ漁で操業した全海域及び漁期中の1日ごとにそれぞれ解析しました。水温の他、塩分や海面高度などについても同様に作業しました。

表1 漁場予測図の作成に使用した情報

情報源	内容・項目
QRYから得られる	漁船位置(緯度・経度)
漁獲情報	魚種、漁獲量、等
人工衛星による	水温(表層、50m、100m)
海況情報	海面高度、塩分等

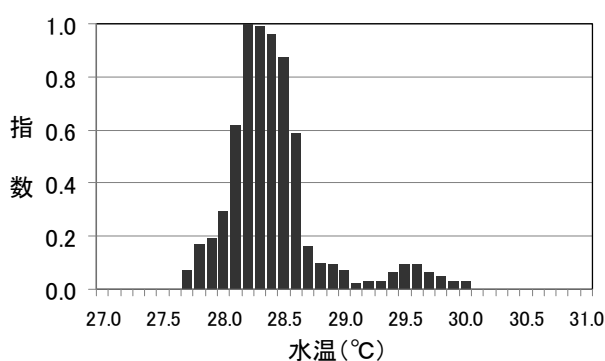


図1 水温と漁獲量の関係(0～1の範囲で指数化)

(北緯16～18度 東経156～158度の区画における11月16日の事例)

これらの解析結果を「大漁案内人3」に取り込み、人工衛星情報配信サービスから入手した3日後の海況予測をもとに、漁場となる可能性が高い海域を絞り込みました。具体的には、水温、塩分、海面高度など複数の海況条件の指数から、カツオ漁場としての適正を総合的に計算し、値の高い場所を海域図上に表示しました。これは作成時から3日後の漁場位置を予測した図になります。

作業の流れを図2に、作成した漁場予測図の例を図3に示します。

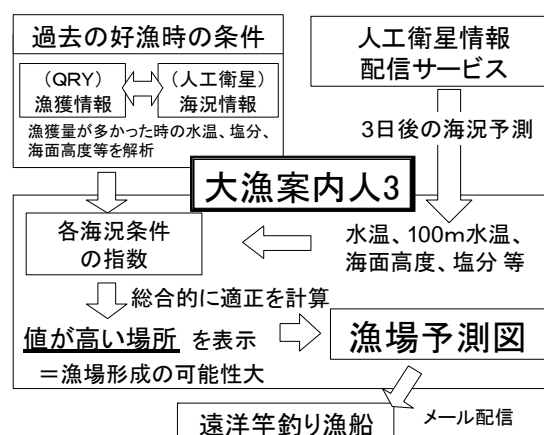


図2 漁場予測図の作成フロー

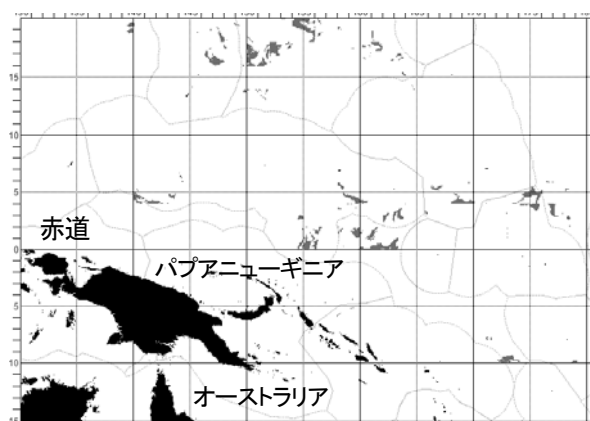


図3 発行した漁場予測図の事例

(■: 予測域, — EEZ線)

(2014年11月16日分: 11月13日に作成・発行)

本物は表層水温分布をカラー表示)

## 2 漁場予測図の的中評価

発行した予測図は後日入手した QRY から実際の漁獲位置と予測域の距離を基準として評価しました。まず、予測図内の各漁獲位置が一部でも予測域と重なる場合は◎、緯度経度 1 度以内の範囲にある場合は○、全く離れていた場合は×の 3 段階で判定しました (図 4)。

さらに各発行回次の総合評価を、◎が 1 箇所以上あれば「一部でも重なる」、○が 1 箇所以上あれば「近い」、×だけの場合は「予測外れ」の 3 段階に区分しました。

## 結果及び考察

### 1 漁場予測図の作成

漁場予測図は、南方カツオ漁期である 11 月から翌年の 4 月まで、週 1 回の頻度で作成し、洋上で操業する 18 隻の漁船にメール配信しました。

図 3 の漁場予測図では、北赤道海流の北縁や南縁にあたる海域を中心に、海面高度から推測される中規模暖水渦の縁辺部などに予測域が点在しています。これら配信された漁場予測図は、気象情報や他の海洋情報とあわせ、漁場探索の参考に利用されたようです。

### 2 漁場予測図の的中評価

発行した漁場予測図について、漁獲位置と予測域との重なりを判定した例を図 4 に示します。この図では、◎が 2 箇所と×が 2 箇所だったので、

予測図としての総合評価は「一部でも重なる」に区分しました。このように発行回次ごとに予測図を総合評価し、漁期別の的中率を表 2 に整理しました。

表 2 漁期ごとの的中率集計

総合評価	2014年1月～4月		2014年11月～2015年4月	
	回数	割合	回数	割合
一部でも重なる	6	50.0%	5	21.7%
近い	4	33.3%	12	52.2%
予測外れ	2	16.7%	5	21.7%
評価できず			1	4.3%
計	12		23	

今回整理した 2 漁期分の的中率は、2014 年 1 ～ 4 月の 4 カ月間は「一部でも重なる」が 50%に達しましたが、翌年漁期の 6 カ月間は 22%と低迷し、的中率の要求にはまだ課題が残ります。しかし、「一部でも重なる」と「近い」を合わせると両漁期とも 70%を上回り、2012 年当時の東沖のビンナガの漁場予測 (同じ区分を合わせて 39%) に比べて向上しています。

これは、漁場の形成されやすさを解析する過程で、2012 年当時は緯度経度 5 度区画を単位として作業していましたが、南方カツオの予測に取り組んだ 2013 年以降、より狭い範囲の 2 度区画ごとに作業をしたことが、予測精度向上の一要因と考えられます。

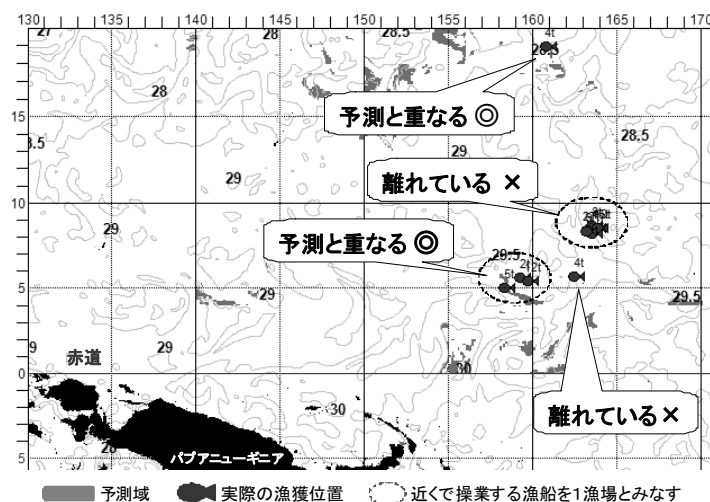


図 4 予測図の的中評価の事例  
(2014 年 11 月 16 日分 : 漁獲位置付近を拡大)

## おわりに

技術開発の一方で、業界船への普及を目指し、本研究で使用したソフト「大漁案内人3」のモニター試用を企画しました。これまで6隻の協力（各船1～2航海の無料試用）が得られ、システムに対する感想や改良要望を集約しました。また、このうち1隻は正規ユーザー（有料）として利用を続け、2015年の水揚優秀船となっています。

このソフト、まだまだ改良の余地は残りますが、今後さらに的中率の向上を目指して漁獲情報の蓄積やシステムの再検討を続け、多くの遠洋竿釣り漁船に利用していただくことで、漁場探索の効率化に貢献したいと思っています。

（資源海洋科 石田孝行）

## 研究レポート②

### 魚肉を軟らかくする農作物を探せ！

#### はじめに

夕御飯のおかずとしてぴったりなサバの味噌煮やカツオの佃煮。これら味噌煮・佃煮のおいしさは言わずもがなですが、自分で作って食べてみたときに「固い」「パサパサしている」と感じたことはありませんか？これはサバやカツオなどのタンパク質は加熱によって固くなる性質を持っているためです。

同じく加熱すると固くなってしまいう豚肉。この豚肉を生姜やキウイフルーツなどの農産物に漬けて軟らかくするという手法をご存じでしょうか。農産物に含まれている酵素の働きによって豚肉のタンパク質が分解されて軟らかくなり、おいしく食べることができるという調理法です。このタンパク質を分解する酵素のことをプロテアーゼといいます。このプロテアーゼは豚肉を軟らかくする効果が認められていますが、魚肉を軟らかくする効果があるかどうかはわかっていません。

そこで、本研究では魚肉を様々な農産物に浸して、魚肉が分解されるかを調べました。そして、農産物の中で分解が確認されたものを使用したら、どのくらい魚肉が軟らかくなったのか調べた結果を報告します。

#### 県内農産物のプロテアーゼ特性

##### 1 材料と方法

まず、どの農産物に魚肉を軟らかくする効果があるのかを調べるため、最初に様々な農産物に含まれるプロテアーゼの有無を調べました。農産物は、静岡県内で生産されたものに限定し、静岡県産の水産物と農産物のコラボレーションを目指しました。収集した農産物に含まれる水分量によって、0倍～4倍量の水を加え、ミキサーを使って農産物懸濁液を作りました。作成した懸濁液に魚肉を浸し、5℃、35℃、60℃で2時間反応させました。反応後、農産物によってタンパク質がどの程度分解されたかを調べ、これを“プロテアーゼ活性値”と定義しました（式1）。この値が大きいほどタンパク質を分解する力が高く、加熱したときに軟らかくなると推測されます。本研究では、50種類の農産物のプロテアーゼ活性値を算出し、どの農産物が魚肉のタンパク質を分解する能力が高いかを調べました。

$$\text{プロテアーゼ活性値} = \frac{\text{分解されたタンパク質量}}{\text{元々含んでいた全タンパク質量}} \times 100$$

式1 プロテアーゼ活性値の計算式

次に、農産物のプロテアーゼの働きによって実際に魚肉が軟らかくなるかを調べました。実際に魚肉に漬け込むことを考慮し、5°Cにおける高いプロテアーゼ活性値を示した上位3種類(※サンプルの都合がつかなかったシイタケを除いた)の農産物と5°Cではプロテアーゼ活性値が低いものの、畜肉に対して軟化効果が認められているメロンの4種類を用いました。これら4種類の農産物懸濁液に魚肉を入れ、冷蔵庫(5°C)で24時間漬け込みました。漬け込んだ魚肉を90°Cで30分間加熱し、その固さをクリープメーターという装置を用いて測定しました。

## 2 結果

プロテアーゼの有無を調べた農産物のうち、プロテアーゼ活性値が高かった上位10種類を表1に示します。多くの農産物では反応温度が高いほどプロテアーゼ活性値は高い値を示し、5°Cでは大きく低下しました。しかし、キノコ類はマイタケを除き、35°Cで最も高い値を示しました。その中で最も高いプロテアーゼ活性値を示したのはイチジクで、次いでメロン、キウイフルーツ(ヘイワード種)、マイタケであり、どれも60°Cの活性値になります。

表1 高いプロテアーゼ活性値を持つ農産物上位10種類

No.	サンプル名	プロテアーゼ活性値		
		5°C	35°C	60°C
1	イチジク	7.3	37.6	65.4
2	メロン	1.6	27.2	57.0
3	キウイフルーツ(ヘイワード種)	3.1	32.1	48.8
4	マイタケ	4.3	25.3	47.4
5	冬瓜	-	23.5	45.1
6	自然薯	-	2.0	12.4
7	シイタケ	7.1	19.6	8.9
8	キクラゲ	1.7	17.4	-
9	タマチヨレイ茸	-	13.8	2.0
10	ぶなしめじ	0.4	6.1	2.9

また表2に示したように、同じキウイフルーツでも、果肉が緑色のヘイワード種と中心部が赤みを帯びているレインボーレッド種を比較するとヘイワード種の方が高いプロテアーゼ活性値を持つ

ていました。また成熟状態別では、イチジクおよびメロンの未熟と完熟果実の比較を行ったところ、これらでは完熟果実の方が高いプロテアーゼ活性値を持っていました。このように同じ農産物でも品種や成熟度の違いによってプロテアーゼ活性値が変化することが明らかになりました。

表2 品種・成熟度別プロテアーゼ活性値

農産物名	品種・成熟度	プロテアーゼ活性値		
		5°C	35°C	60°C
キウイ	ヘイワード	3.1	32.1	48.8
	レインボーレッド	-	1.8	4.8
イチジク	完熟	7.3	37.6	65.4
	未熟	1.0	26.0	45.6
メロン	完熟	1.6	27.2	57.0
	未熟	2.1	21.0	46.4

次に、4種類の農産物懸濁液と魚肉を5°Cで24時間漬け込んだ後、加熱した魚肉の固さを図1に示します。いずれの農産物も未処理区に比べて有意に軟らかく、これら4種類の農産物に魚肉を漬けておくことで、加熱しても魚肉が固くなることを防止できることが明らかになりました。ちなみに、漬け込んだ魚肉は見た目でもわかるくらい繊維がぼろぼろになっていました(図2)。

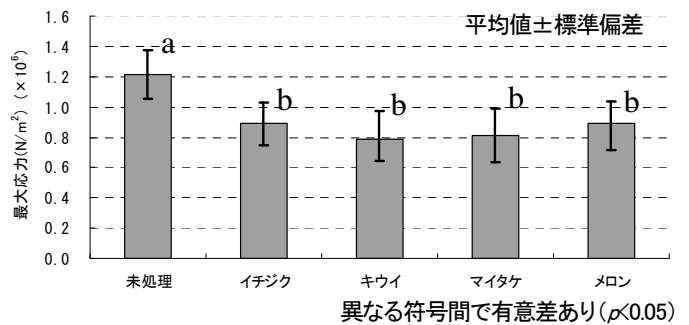


図1 各農産物に漬けた後の魚肉の固さ



図2 各農産物に漬けた魚肉の表面外観

## おわりに

今回の結果から、豚肉を分解する効果があるとされているイチジク、キウイフルーツ（ヘイワード種）、マイタケ、メロンに含まれるプロテアーゼは魚肉においても軟らかくすることがわかりました。一方で、豚肉に対して効果が確認されているショウガのプロテアーゼは魚肉に対しては、プロテアーゼ活性値は最大で3.6とあまり高くなく、畜肉に対して効果が認められている農産物プロテアーゼのすべてが魚肉を軟らかくするものではないようです。

また、一般的に酵素が働く際には最適な pH や温度があることが知られています。今回の実験条件ではプロテアーゼ活性値が低かった農産物でも、条件を変えることでプロテアーゼ活性を高めることができるかもしれません。

最後に、今回の研究では、加熱魚肉を軟らかくすることにだけ焦点を絞っており、味については検討しませんでした。農産物の力によって加熱魚肉が軟らかくなるだけでなく、味がどう変化するのが今後の検討課題です。

(開発加工科 倉石 祐)

## トピックス

### 焼津のかつお節製造業者が技術伝承の活動を実施

近年、家庭の食卓では、かつお節と言っても削り節パックの利用が増え、「本枯節」<sup>ほんかれぶし</sup>を削って使う機会がなくなりました。本枯節は、乾燥とくん煙付け、カビ付けを繰り返して長時間かけて作られる伝統的なかつお節です。

焼津の伝統的技術で作られた鰹節は、きれいなボート型の本枯節を作っており、雄節（背側肉）の首の付け根部分の肉を残す切り方が特徴です（写真1）。きれいな本枯節を作るのに欠かせないのが、生の魚をさばく（生切り）技術で、3本の包丁を巧みに使い分けます（写真2）。近年では生切り技術を有する職人が減り、焼津鰹節の伝統が途絶えようとしています。

焼津鰹節水産加工業協同組合では、焼津鰹節の製造技術の伝承と後継者の養成を目的に、昭和58年に「焼津鰹節伝統技術研鑽会」<sup>けんさん</sup>を組織し、当研究所の加工研究センターにて実技研修を行なう等の活動を続けています。なお、焼津鰹節製造技術は、平成17年に焼津市の無形文化財の指定を受けています。



写真1 本枯節

(丸で囲んだ部分が焼津の切り方の特徴)



写真2 生切りに使用する包丁  
(左から頭切り、身卸し、合断)



写真3 カツオ生切り指導の様子

5月17日に行われた今年の実技指導では、14名の若手後継者が、3名の指導者から手ほどきを受けました。平均重量5.2kgの南方カツオ46本が使用され、生切りからかご立て、煮熟、水骨抜き、修繕、焙乾（一番火）までの各工程について、熱心な技術指導が行われました。

今回一番火までかけた節は、秋までかけて本枯節に仕上げ、このうち特に良くできた59本を、11月に宮中で行われる新嘗祭に献上する予定です。

（開発加工科 鈴木進二）

## 普及のページ

### 内浦漁協直営食堂「いけすや」が開店1周年を迎えました

養殖魚の美味しさを広く伝えようと内浦漁協が開設した直営食堂「いけすや」が、5月16日で1周年を迎えました。これに先立ち、4月28日から5月8日の大型連休中に1周年の感謝イベントとして、「いけすや祭り」が行われました。

5月5日には、写真のように子供たち対象にマアジのつかみ取りも行われ、子供たちの歓声で溢れていました。他にも風船アーティストや養殖マスコットのウォールド君も参加して子供たちとふれあい、大変賑わいました。また、この期間限定でさば竜田揚げやあじの骨せんべいなどの他、

食堂人気メニューのあじフライのテイクアウト販売も行い、遠方から来た観光客も地元の味を楽しんでいました。

5月3日には食堂来店者が開業以来最多となる400人を超えました。年間来店者数も当初3万人を見込んでいましたが、それを大きく上回る6万人が訪れ、周辺に賑わいをもたらし、養殖業にも活気を与えています。

新メニューや新商品の開発に取り組んでいく「いけすや」からこれからも目が離せません。

（普及総括班 御宿昭彦）



写真 マアジのつかみ取りをする子供達

月 日	事 柄
4. 5～7	地先定線観測調査
4. 10	焼津みなとまつり参加（一般公開）
4. 11	公共用水域水質測定調査
4. 12	カイト式ネット展張試験
4. 18～21	伊豆諸島周辺カツオ魚群分布調査
4. 25	ふぐ稚魚調査
4. 26	いわし類卵稚仔分布調査
5. 9～10	地先定線観測調査
5. 12～13	いわし類卵稚仔分布調査
5. 16	ふぐ稚魚調査
5. 18～19	サバ標識放流調査
5. 23～26	伊豆諸島周辺カツオ魚群分布調査
5. 30～31	いわし類卵稚仔分布調査
6. 1～3	地先定線観測調査
6. 6	公共用水域水質測定調査
6. 7～8	ふぐ稚魚及び桜えび調査
6. 9～10	ふぐ稚魚及び桜えび調査
6. 14～15	イワシ・シラス類卵稚仔分布調査
6. 20～23	伊豆諸島周辺カツオ魚群分布調査
6. 27～28	キンメダイ食害調査



5 月 3 日に開催された由比桜えびまつりの様子

月 日	事 柄
4. 1	定期異動辞令交付式（所内）
5	経済産業部所属長会議（県庁）
6	水産翁慰霊祭（焼津市）
8	榛南地区広域水産業再生委員会（御前崎市）
14	資源管理協議会（静岡市）
15	水産関係部署連絡調整会議（県庁）
18	研究所長会議幹事会（県庁）
	沼津市漁業協同組合青壮年部連絡協議会総会（沼津市）
20	食品等開発研究会（静岡市）
21	幹部職員会議（静岡市）
22	漁業士会役員会（静岡市）
26	水産多面的機能発揮対策協議会通常総会（静岡市）
27	水産事業概要説明会（静岡市）
	研究所長・センター長会議（県庁）
5. 9	おさかな普及協議会幹事会（静岡市）
10	浜岡原発前面海域調査員会（御前崎市）
11	中部地域栽培漁業推進協議会（静岡市）
12	静岡県女性部連合会理事会（静岡市）
13	静岡県鯉節組合連合会総会（焼津市）
14	静岡県桜えび組合出漁対策委員会（静岡市）
17	焼津鯉節伝統技術研鑽会（所内）
18	伊豆地域栽培推進協議会（伊東市）
20	静岡県水産試験研究機関技術連絡協議会（下田市）
24	静岡県女性部連合会総会（静岡市）
	静岡県加工協同組合連合会役員会（静岡市）
	海事広報協会通常総会（静岡市）
26	焼津鯉節組合総会（焼津市）
26～27	全国試験場長会幹事会（東京都）
27	静岡県養鰻協会総会（静岡市）
	おさかな普及協議会総会（静岡市）
	海洋深層水利用学会総会（東京都）
	静岡県かん水協会総会（沼津市）
6. 7	食品等開発研究会（静岡市）
10	清水・焼津・小川広域再生委員会（静岡市）
13	榛南磯焼け対策協議会（御前崎市）
14	研究所長会議幹事会（県庁）
	静岡県桜えび組合役員会（静岡市）
15	資源管理協議会（静岡市）
16	国際資源評価かつお検討会（静岡市）
20	静岡県漁業協同組合連合会総会（静岡市）
	静岡県信用漁業協同組合連合会総会（静岡市）
	静岡県水産加工業協同組合連合会総会（静岡市）
24	研究所長会議（磐田市）
	トラフグ漁業者協議会（静岡市）
	漁業士会役員会（静岡市）
27～28	東海ブロック場長会（横浜市）