



---

---

# あたらしい 水産技術

---

---

No.631

## 大型ウナギの養殖技術と その利用

平成 28 年度

— 静岡県経済産業部 —



# 要 旨

## 1 技術、情報の内容及び特徴

国際的にウナギ資源の減少が危惧される中、資源を守りながらウナギ養殖業の振興を図るとともに、食文化を守っていくことが求められています。このため、異種ウナギや1尾のウナギで多くの需要を満たせるよう養殖（出荷）サイズを大型化したウナギ（以下、大型ウナギ）の導入を図り、これに対応した養殖方法や加工方法などを開発しました。

### （1）異種ウナギの養殖

- ・フィリピン産バイカラ種は、ニホンウナギと同等の成長を示し、養殖種として適していることが分かりました。
- ・500 g以上のサイズへの成長も十分に見込め、大型ウナギとしての利用に適していることを明らかにしました。

### （2）ニホンウナギの大型化

- ・一般的に蒲焼に用いられるニホンウナギの体重は200～250 g/尾ですが、ニホンウナギは350 g程度まで順調に成長し、300 g以上の大型ニホンウナギを生産することに技術的な問題がないことを明らかにしました。
- ・養殖ウナギの出荷サイズ別の生産金額を試算したところ、330 g（3P）で最も高くなることから、300 g以上へサイズアップする経済的な妥当性が明らかになりました。

### （3）大型ウナギの利用

- ・大型ウナギは、身が厚くなると同時に皮や骨が硬くなります。種によっても特徴が異なる大型ウナギに適した利用法を開発しました。
- ・大型のニホンウナギは、ハモの骨切り技術を施すことによって小骨が気にならなくなることが分かり、干物などに加工して活用できます。
- ・大型のバイカラ種は、開きの状態で真空パックして加熱することで皮の剥離を防止でき、新しい料理の素材として利用できることが分かりました。

## 2 技術、情報の適用効果

異種ウナギを導入することは、ニホンウナギへの需要の集中を防ぎ、ウナギ資源の保護に有用です。また、養殖するウナギを大型化することにより、1尾のウナギでより多くの需要を満たすとともに、養鰻経営の安定にもつながります。

## 3 適用範囲

県内養鰻業者、ウナギ加工業者及び料理店

## 4 普及上の留意点

- ・海外から導入する異種ウナギは、ニホンウナギにはない病原体を保有している可能性があること、逃走した場合は環境への影響も示唆されることから、厳重な管理が必要です。
- ・異種ウナギの加工については、皮が剥離しやすいなど、種の特徴に適した加工が必要となります。

## 目 次

はじめに	1
1 異種ウナギの養殖	1
(1) 導入する異種ウナギ	1
(2) 最適な養殖条件	2
(3) 大型化	2
2 ニホンウナギの大型化	3
(1) 成長	3
(2) 経済性	4
3 大型ウナギの利用	5
(1) 大型ニホンウナギの利用	5
(2) 大型バイカラ種の利用	5
おわりに	7

## はじめに

平成 21 年度から 4 年連続のシラスウナギ不漁は、ウナギ養殖業者などに深刻な影響を与えたとともに、消費者の鰻離れも引き起こしました。さらに、平成 26 年に国際自然保護連合がニホンウナギを絶滅危惧種に指定したことから、世界的にウナギ資源保護への動きが加速し、日本国内においても養殖種苗の池入れ量を制限することとなりました。

このため、ニホンウナギ以外のウナギ（異種ウナギ）導入の可能性と、生産する 1 尾のウナギを大型化することにより養殖生産量を維持し、養鰻経営の安定化につなげていくことについて検討しました。また、それぞれの種に適した大型ウナギの加工方法についても検討しました。

## 1 異種ウナギの養殖

異種ウナギを導入することは、ニホンウナギへの需要の集中を緩和することとなり、ニホンウナギ資源の保護と養鰻経営の安定化につなげることができます。

導入する異種ウナギは、日本への供給が可能であること、ニホンウナギの養殖方法に準じた飼育ができること、ニホンウナギでは知られていない病気を持っていないこと、万が一逃走した場合であっても在来種ウナギなど、環境に影響を与えないことなどが重要です。

### (1) 導入する異種ウナギ

ニホンウナギ (*Anguilla japonica*) 種苗の供給不足により、日本国内に導入された異種ウナギ種苗は、フィリピン産(バイカラ種: *Anguilla bicolor* 及びオオウナギ: *Anguilla marmorata*)、マダガスカル産(モザンビカ種: *Anguilla mossambica*) 及びアメリカ産(アメリカウナギ: *Anguilla rostrata*) などがあります。

このうち、日本へのシラスウナギ来遊が確認されていること、主な生息地であるフィリピンからの供給が制度上可能なこと(全長 15cm 以上で輸出可能)、供給体制も整いつつあることから、バイカラ種 (*Anguilla bicolor pacifica*) が適当と考えました。

バイカラ種(フィリピン、ミンダナオ島産)の種苗は、現地で採捕された時点(シラスウナギ)では複数種のウナギが混在していますが、輸出前に現地で飼育され、外見からバイカラ種のみを選別していることから、日本国内に輸入された時には、外見上バイカラ種のみです。種苗の全長及び体重を図 1 に示しました。平均体重は 8.8g、平均全長は 18.3cm で、病原体検査(60 尾)を行ったところ、既知の寄生虫、細菌及びウイルスは検出されませんでした。

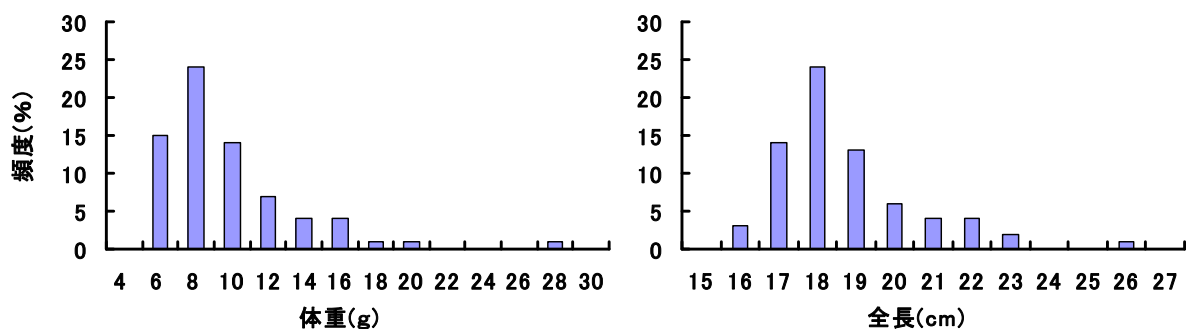


図 1 フィリピン産バイカラ種種苗の体重及び全長の組成 (N=71)

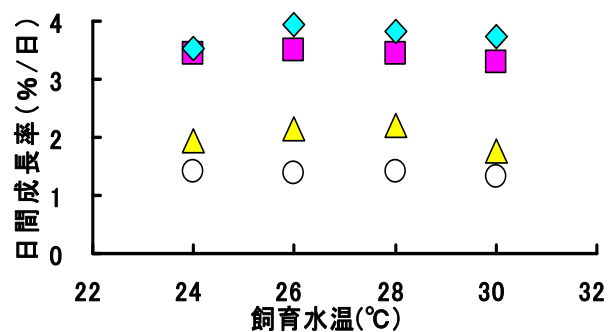
## (2) 最適な養殖条件

バイカラ種に適した飼育水温や給餌量を検討し、ニホンウナギと比較することで養殖特性を明らかにしました。

平均体重 6.5～9.4g のニホンウナギと平均体重 5.6～8.9g のバイカラ種について、飼育水温 24～30℃、給餌量 1.3～3.3%となるよう 14 日間飼育したところ、ニホンウナギでは水温 28℃、給餌率 3.5%のときに最大日間成長率 3.09%/日を示しましたが、バイカラ種においては、最大の成長がみられた水温及び日間給餌量は 26℃、3.3%で、そのときの日間成長率は 3.93%/日でした (図 2)。

したがって、バイカラ種の成長はニホンウナギと同等以上であることが明らかとなりました。

一般的なニホンウナギの養殖において、飼育水温は 28～30℃ですが、バイカラ種の適正飼育水温はそれよりも低い 26～28℃であることが分かりました。水温 26℃で飼育する場合、飼料効率は給餌率 2.8%で最も高くなり、経済的には有利ですが、日間成長率は給餌率 3.3%の時に最も高いことから、養殖に際しては飼育水温 26℃、給餌率 3.3%が目安と考えられます。



○ 給餌率 1.3% ▲ 給餌率 1.8% ■ 給餌率 2.8% ◆ 給餌率 3.3%

図 2 バイカラ種の給餌率別の飼育水温と日間成長率との関係

## (3) 大型化

バイカラ種において、一般的な蒲焼サイズである 200～250g より大きく育てることが可能であるか検討しました。

平均体重 92.4g のバイカラ種 551 尾を 364 日間飼育 (水温 26℃設定、市販の配合飼料 1 に対して水 1.4 を加えた練り餌を平日の朝、1 回給餌) し、その平均体重の推移を図 3 に示しました。

平均体重 (総平均) の推移をみると、試験期間を通じて順調に成長し、飼育終了時は 402.5g でした。

また、飼育したバイカラ種の 37.8%が雌でした。

雌雄別にみると、雌の成長は非常に速く、雄は緩やかでした。飼育開始時の雌の平均体重は 94.0g でしたが終了時には 775.0g となり、約 1 年で 8 倍以上の増加となっ

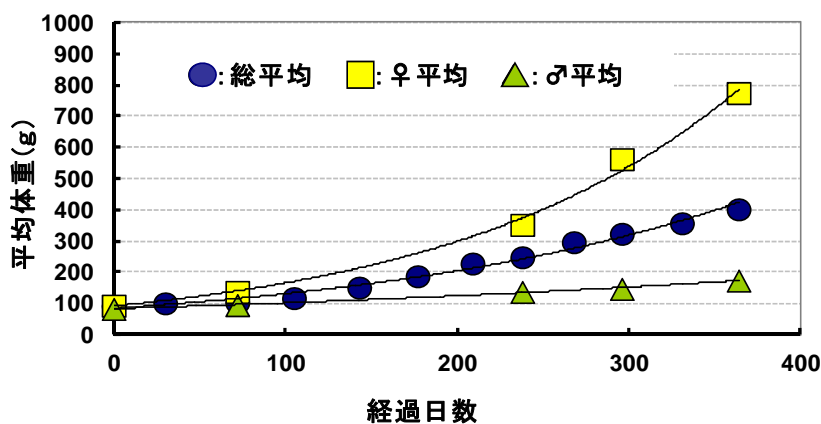


図 3 大型バイカラ種養成試験における平均体重の推移

た一方で、雄では 83.5g が 174.2g となり、約 2 倍の増加にとどまりました。

また、体重が 100g から 150g 程度までは雌雄の成長差は小さく、体重で雌雄を分けることは難しいものの、これを超えると成長が優良な雌が出現するようになることも明らかとなりました。

なお、飼育期間中における死亡魚は 126 尾で、尾鰭のスレなどが主な症状として見られたことから、死因はカラムナリス病の可能性が考えられました。

養殖されたニホンウナギでは、その 9 割以上が雄ですが、バイカラ種では雌が約 4 割を占め、その雌は、ニホンウナギ以上に成長が優良であり、大型ウナギの養成対象種として極めて有望であることが明らかとなりました。

## 2 ニホンウナギの大型化

ニホンウナギの養殖池入量が制限されたことにより、従来のような生産量が見込めなくなりました。生産量を維持するため、1 尾あたりのウナギを大きく育てる、大型化を見据えた養殖生産技術について検討しました。

### (1) 成長

平均体重 106.4g のニホンウナギ 247 尾を 370 日間飼育(水温 26℃設定、市販の配合飼料 1 に対して水 1.4 を加えた練り餌を平日の朝、1 回給餌)し、その平均体重の推移を図 4 に示しました。

飼育開始から 182 日目には平均体重が 337.3g となり、330g/尾(3P サイズ)までは問題なく成長することが明らかとなりました。

しかし、182 日目(9 月)以降から成長が停滞し、その要因として飼育密度とウナギ自身を持っている生体リズム(季節)の影響が考えられました。飼育密度が成長停滞の要因であれば、分養することによってさらに大型化することが期待でき、季節が成長停滞の要因であれば、成長良好期の夏季に給餌量を多くするなどして、秋季になるまでにさらに大型化することが可能と思われました。

体重の分布の推移を図 5 に示しました。飼育開始時は、体重が 80~160g、最頻値は 120~140g(頻度 37.5%)でした。その後、飼育日時の経過とともに個体ごとの体重差が大きくなり、飼育開始から 182 日目には、最頻値は 340~360g(頻度 12.1%)となり、これ以降、最頻値の頻度は 10%前後で推移しました。試験終了時の 370 日目の測定では最小値 154.2g、最大値 829.9g となり、その差は 5 倍以上となりました。この結果から、大型ニホンウナギを養成する際には、選別回数を多くして、大きさをそろえることが重要と考えられました。

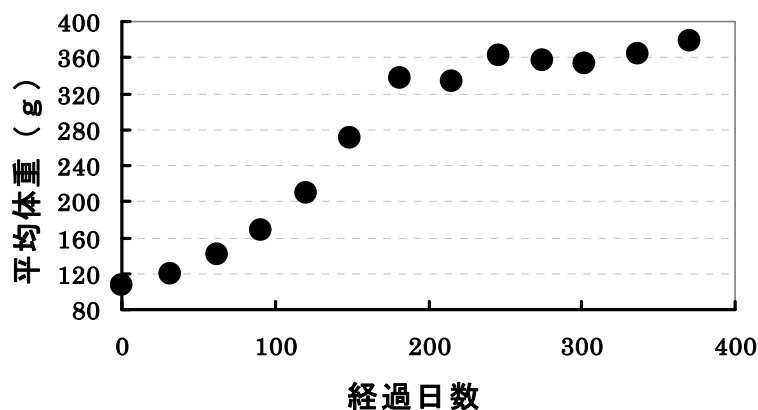


図 4 大型ニホンウナギ養成試験における平均体重の推移

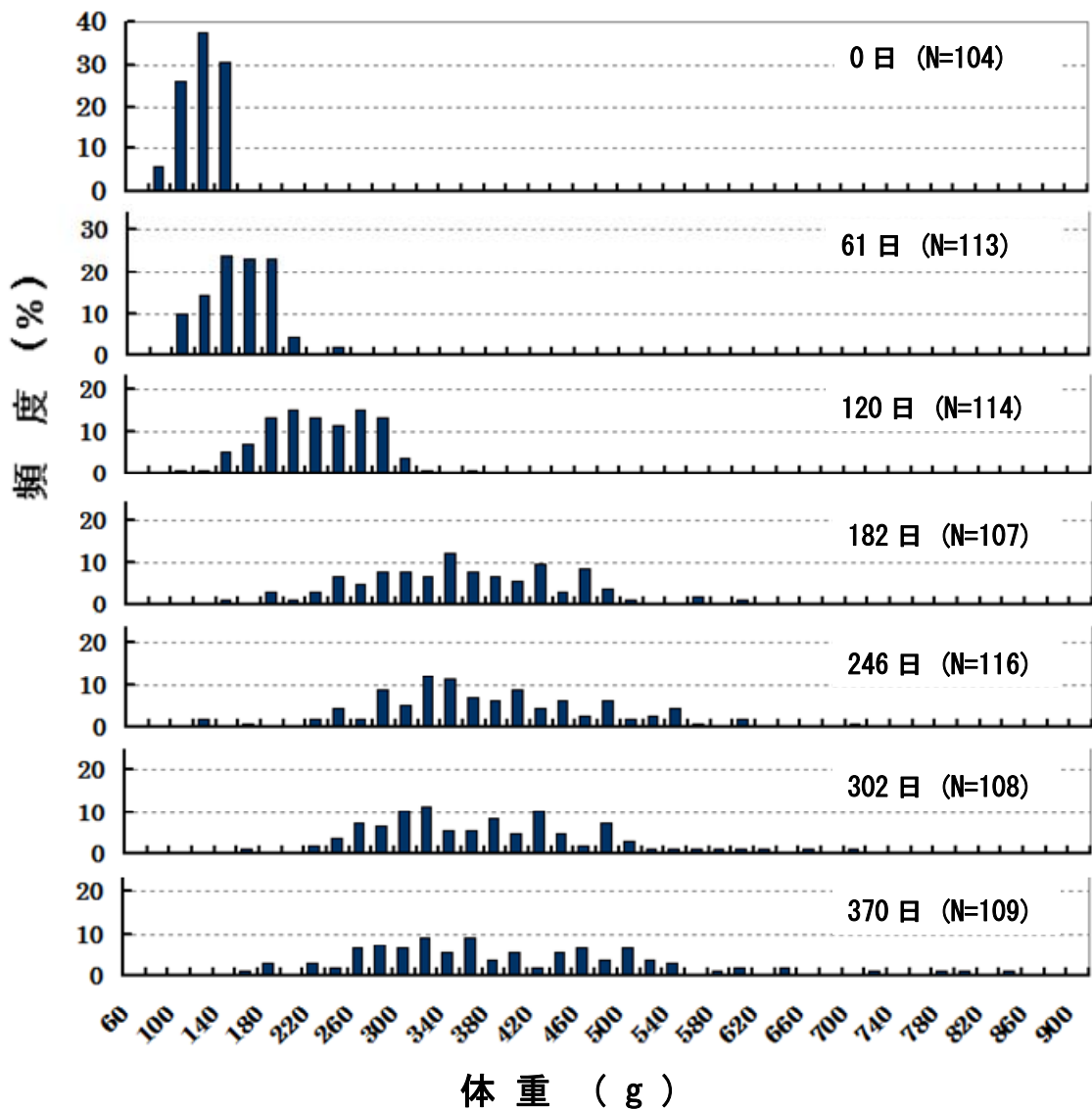


図5 大型ニホンウナギ養成試験における体重分布の推移

## (2) 経済性

県内の養鰻組合に集荷されるニホンウナギのサイズ別の買上げ価格を調査し、養殖するウナギのサイズからみた経済性を検討しました。

県内の養鰻組合に集荷されるニホンウナギのサイズ別キロ単価と1万尾あたりの生産金額を図6に示しました。キロ単価は、200g/尾(5P)のときが4,100円/kgで最も高く、サイズが大きくなるとともに安価にな

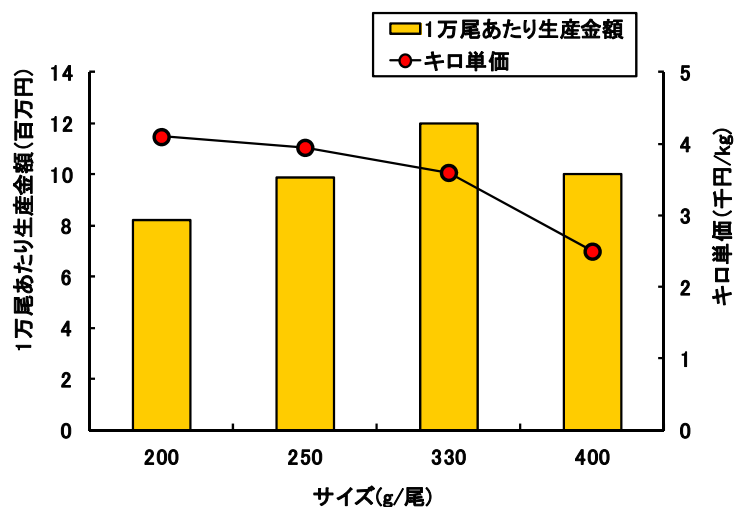


図6 サイズ別キロ単価から計算した生産金額



り、400 g/尾では2,500 円/kg となりました。しかし、ウナギのサイズが小さいほど1 kg あたりの尾数は多くなるため、1 尾当たりの生産金額はキロ単価とは異なる傾向を示しました。200 g/尾では1 kg あたり5 尾となるため、1 尾の単価は4,100 円÷5 尾=820 円/尾ですが、330 g/尾(3 P)では3,600 円÷3 尾=1,200 円/尾となりました。これを1 万尾あたりに換算すると、200 g/尾(5 P)では820 万円ですが、330 g/尾ではもっとも高い1,200 万円となり、大型ウナギを育てることは経済的にも有利であることが明らかになりました。

### 3 大型ウナギの利用

大型ウナギは皮や骨が硬くなり、一般的な蒲焼の用途には向かない場合があります。このため、蒲焼以外の利用を見込んだ加工方法や特性について検討しました。

#### (1) 大型ニホンウナギの利用

蒲焼以外の利用法の1つとして、県内に多数の加工場があり生産量も多い干物に着目し、干物加工の可能性について検討しました。

主に蒲焼に用いられる200~250 g/尾のウナギと比較して、400~500 g/尾の大型ウナギは骨が太く皮も厚くなることから、歯ごたえが強く(硬く)感じられることが知られています。これについては、ハモを調理する際によく行われる、身に細かく切れ目を入れる「骨切り」の技術を施すこと(図7)により、改善できることが分りました。

また、大型ウナギを開き、骨切りを実施した後、一般的な干物加工と同様に塩汁につけて風乾することで、干物として問題なく利用できることが明らかになりました(図8)。

200~250 g/尾のウナギを使用した干物は、風乾により水分が抜けるため、身の厚みが薄くなってしましますが、大型ウナギを使用することにより、厚みが保たれ、食べ応えのある干物となることが分りました。



図7 骨切りされた大型ウナギの開き



図8 商品化されたウナギの干物

#### (2) 大型バイカラ種の利用

##### ア 品質特性

養殖されたバイカラ種の成分及び加工特性を調べ、ニホンウナギと比較することで、異種ウナギの原料特性及び白焼き・蒲焼加工への適性を検討しました。

バイカラ種を頭、内臓、中骨を除いた開きの状態とし、原料魚に対する開きの重量歩留

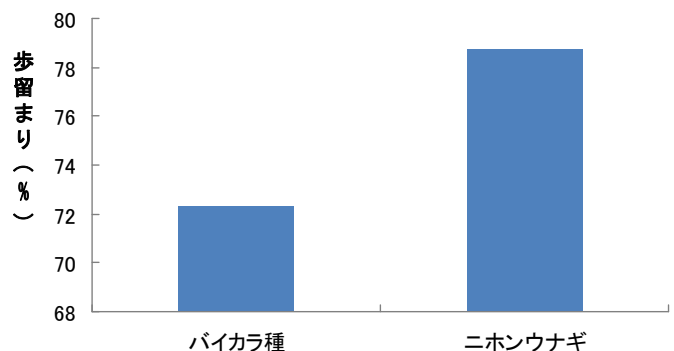


図9 原料魚に対する開きの重量歩留まり

りを測定し、その結果を図9に示しました。

ニホンウナギが78.8%であったのに対し、バイカラ種では72.3%でした。バイカラ種の歩留まりが劣るのは、頭部が大きいという形態的な特徴によるものと思われます。

また、開いたウナギを焙焼、蒸気加熱（蒸し）により白焼きにして、皮の剥離率（開きの背側縁辺の長さに対する剥離した部分の長さの割合）を算出した結果を図10に示しました。

ニホンウナギが0.7%であったのに対し、バイカラ種は33.1%となり、バイカラ種が著しく高くなりました。

バイカラ種はニホンウナギに比べて開きの重量歩留りが低いことに加え、皮の剥離率も高いことから、白焼き・蒲焼加工には適していないと考えられました。

#### イ 加工と活用

バイカラ種は白焼きにすると皮が剥離しやすい特性があったことから、料理用素材（一次加工品）として利用するのに適した加工方法・加熱条件を検討しました。

開いたバイカラ種を真空パックし（図11）、中心温度がそれぞれ70℃、85℃、120℃（120℃は加圧によるレトルト加熱）になるように30分間加熱したところ、70℃加熱では魚肉、皮のいずれも歯ごたえがあり、85℃加熱では魚肉は軟らかいが皮に歯ごたえがある、120℃加熱は魚肉、皮のいずれも軟らかいという結果が得られ、加熱条件によってそれぞれに特徴のある調理素材ができることを確認しました。

これらの調理用素材について、「ふじのくに食の都づくり仕事人」であるレストランのシェフからは、いずれの素材もレストランでの調理素材として利用可能であるが、120℃加熱は魚肉がふっくらしていて軟らかいため、余り加熱を行わない料理に向いており、歯ごたえがある食感がほしい料理（図12）に利用する場合には、弾力の強い70℃及び85℃加熱の調理素材が適しているという評価が得られました。

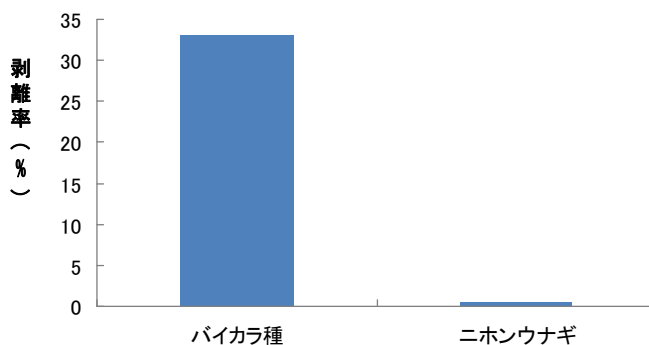


図10 白焼き加工時における皮の剥離率



図11 真空パックしたウナギの調理用素材



図12 歯ごたえを生かした中華料理の例

## おわりに

ウナギは万葉の昔から日本人により食べられていて、我々にとっては大変馴染み深い魚です。しかし、近年シラスウナギの漁獲量の減少が続いたことなどからその資源が危ぶまれ、これまでのように安価なウナギを気軽に食べ続けるという状況ではなくなりました。ウナギ資源の減少理由には地球規模の気候（環境）変動、生息環境の悪化などが指摘されていますが、主な要因は明らかになっていません。このような状況の中、これからもウナギを利用していくには、これまで以上にウナギの資源を大切に守っていくことを第一に考えていかなければなりません。

水産技術研究所では、ウナギの食文化を尊重し、いつまでもウナギを利用していけるよう天然ウナギの資源状態の動向を把握することや人工種苗の大量生産技術の確立など、関係者の理解や協力を得ながらウナギ関係産業の振興や支援につながる研究を進めていくこととしています。

水産技術研究所浜名湖分場

上席研究員 青島秀治

(現 水産資源課)



発行年月：平成29年3月  
編集発行：静岡県経済産業部産業革新局研究開発課

〒420-8601  
静岡市葵区追手町9番6号  
TEL 054-221-3643

この情報は下記のホームページからご覧になれます。  
<http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-130a/>

