

## 被膜利用による鰹節のPAH含量低減

鈴木進二<sup>\*1</sup>・高木 毅<sup>\*2</sup>・岡本一利<sup>\*3</sup>

鰹節の表面に付着するPAHを低減させる製造技術として、可食素材を加工助剤として用い、魚肉表面に被膜を形成させ、くん煙付け後に被膜とともにPAHを溶出・除去させる方法(以下、被膜くん煙付け法)を検討した。カツオの加熱成形魚肉を調製し、寒天及びデンプン溶液に浸漬、乾燥し被膜を形成させた後、焙乾モデル試験を行い、熱湯に湯通しして被膜を除去した。その結果、被膜くん煙付け法による魚肉のPAH含量は欧州連合(EU)基準を下回らなかったものの通常の焙乾法と比較して有意に低く、PAH含量低減に有効であった。

キーワード：鰹節，多環芳香族炭化水素(PAH)，くん煙，魚肉，焙乾，可食性素材，被膜，溶出

鰹節は和食の味の土台となる「だし」素材として重要であり、近年の和食ブームにより世界中で需要が増加している<sup>\*4</sup>。しかし、伝統的製法でつくられる鰹節は、くん煙に含まれる発がん性物質である多環芳香族炭化水素(Polycyclic Aromatic Hydrocarbon, 以下PAH)が節の表面から付着し、一般的なくん製品を対象に設定されているEUのPAH基準値<sup>\*5</sup>を超えるため、EUへ輸出することができない。世界で最も厳しいEUのPAH基準値に適合する製造技術を開発できれば、鰹節の輸出を促進させることができると考えられる。

鈴木ら<sup>1)</sup>は、低温発煙くん煙を用いた製造方法について検討を行ったが、この方式では新たに低温くん煙発煙装置を導入する必要があった。

また、伝統的製法でつくられた鰹節について、表層部と中心部のPAH濃度を調べた結果、表層部が最も高く中心部では低かった<sup>2)</sup>。このことから、鰹節表面を切削除去することがPAH低減に有効であると考えられるが、EUのPAH基準値を下回るために必要な除去量を試算すると節重量の半分以上となり、実用的とは言えない。

そこで、歩留まりを低下させずに表層のPAHを低減させる方法として、既存の製造工程で必ず用いられる煮熟

槽を用いて可食素材溶液を調製し、魚肉表面に可食素材の被膜を形成させ、くん煙付け後に、湯通しにより被膜とともにPAHを溶出・除去する方法(以下、被膜くん煙付け法)を考案し、そのPAH含量低減効果を検討した。

### 材料及び方法

原料のカツオ*Katsuwonus pelamis*は、太平洋中南海域(25° N, 140° E周辺)で漁獲されたものを用いた。魚肉の性状の違いが焙乾後のPAH含量に影響するのを防ぐため、魚肉をミンチ化して加熱し、均質でサイズを揃えた加熱成形魚肉を調製した。まず原料の可食部を高速真空カッターで減圧脱気(-0.95bar)しながら細断し、ミンチ魚肉を調製した。内寸10cm角の立方体容器にミンチ魚肉を充填し、中心温度が90℃になるまで、5kW通電加熱装置(フロンティアエンジニアリング社製)を用いて均一に加熱後、容器から取り出して8等分に切断し、5cm角の加熱成形魚肉を調製した。なお、加熱成形魚肉の重量は約110g/個だった。

一連の実験系は無処理の「対照区」、湯通しだけの効果を調べる「湯通し区」、被膜をつける「試験区」の3

2019年3月4日受理

静岡県水産技術研究所(本所)業績1173号

<sup>\*1</sup>静岡県水産技術研究所開発加工科，現経済産業部水産資源課

<sup>\*2</sup>静岡県水産技術研究所開発加工科

<sup>\*3</sup>静岡県水産技術研究所

<sup>\*4</sup>農林水産省HP：http://www.maff.go.jp/index.html

<sup>\*5</sup>食品安全委員会HP：https://www.fsc.go.jp/

つの実験区を設定して、各実験区の試料数を4とした。試験区の魚肉表面の被膜として、熱湯で容易に溶解する素材である寒天及びデンプンを用い、寒天系、デンプン系の2つの実験系を設けた。寒天は1.5%溶液、デンプンは1.5%、5%、10%溶液を調製した。500mL容ビーカーに蒸留水300mLを入れ、各素材を設定濃度になるよう量り取って加え、ホットスターラーを用いて90℃以上に加熱し溶解した。溶解後、自然放冷により液温を寒天溶液は約60℃、デンプン溶液は約40℃まで下げた後、ホットスターラーにより各液温を維持した。溶液中に加熱成形魚肉を1個ずつ投入して全体を浸漬し、面を変えて全6面に対してこの操作を6回繰り返し、電気乾燥機により85℃で8時間乾燥し、被膜形成処理を行った。これらを表1に示した条件により、鈴木ら<sup>2)</sup>と同様に焙乾モデル試験に供した。

表1 焙乾モデル試験条件

項目	試験条件・仕様
スモークハウス寸法 (cm, W×D×H)	外寸：54×56×100 内寸：51×51×100
くん煙材	スモークウッド(コナラ) 進誠産業株式会社
供給頻度	3時間毎(約2.5本/日)
総使用量	2,200g (220g/本×2.5本/日×4日)
庫内温度(平均)	73.5℃(寒天)/82.0℃(デンプン)

焙乾後、湯通し区及び試験区を以下の手順により、2回湯通した。500mL容ビーカーに蒸留水300mLを入れホットプレートにより沸騰させ、沸騰水中に焙乾後の加熱成形魚肉を1個ずつ投入し、ガラス棒を用いて30秒間一定の速度で攪拌した。その後、90°転倒させ再び30秒間攪拌した。沸騰水中から取り出し5分間放置後、沸騰水を交換して再度同じ操作を繰り返した。

これらのサンプルを鈴木ら<sup>2)</sup>と同様に粉碎後、PAHを抽出し、高速液体クロマトグラフ-蛍光検出法により、PAHのうちEUで規制対象となっている4物質(ベンゾ[a]アントラセン、クリセン、ベンゾ[b]フルオランテン、ベンゾ[a]ピレン)を分析定量した。定量値は常圧加熱乾燥法により分析したサンプルの水分測定値を用い、無水物重量に換算後、4物質の総量を求めた。

同一実験系における、各実験区のPAH含量をTukeyの多重比較検定により検定した。

結果及び考察

寒天系(図1)のPAH含量は対照区の2.2 μg/kgに対し、試験区では0.7 μg/kgであり、低減率は68%だった。一方、デンプン系(図2)では、対照区の2.5 μg/kgに対し、試験区では1.4~1.5 μg/kgと有意に低く、その低減率は40~44%であった。湯通し区のPAH含量は、寒天系では1.6 μg/kgで対照区に比べ27%低く、デンプン系では1.8 μg/kgで対照区に比べ28%低く、それぞれ有意に少なかった。以上の結果から、今回検討した被膜くん煙付け法は、PAH含量の低減に有効であると考えられた。

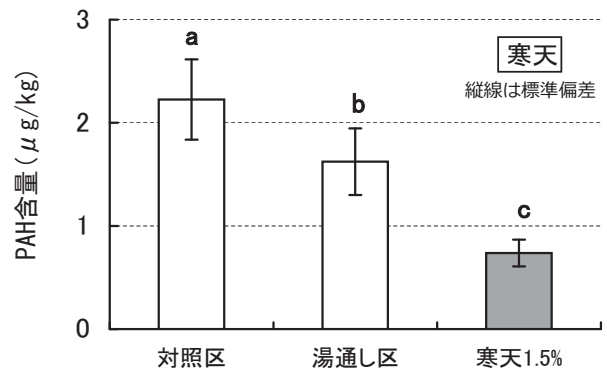


図1 寒天被膜処理後にくん煙付けした加熱成形魚肉のPAH含量 (n=4)  
\* 異なる文字間で有意差有り (Tukey's test, p<0.05)

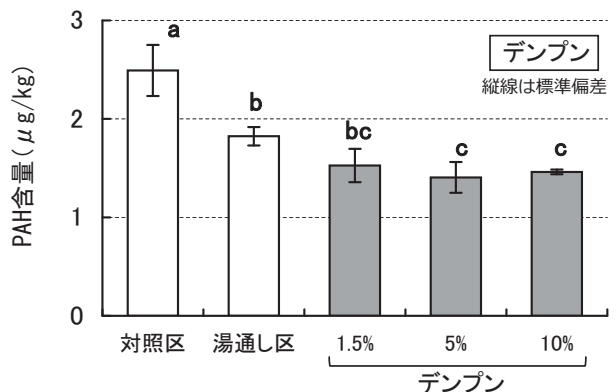


図2 デンプン被膜処理後にくん煙付けした加熱成形魚肉のPAH含量 (n=4)  
\* 異なる文字間で有意差有り (Tukey's test, p<0.05)

しかし、農林水産省が公表した、有害化学物質含有実態調査結果データ集<sup>3)</sup>によると、かつお削り節12検体の分析平均値は、EU規制対象のPAH4物質合計で255 μg/kgであった。今回の結果で得られた低減率を仮に適用すると、寒天では82 μg/kg、デンプンでは143~153 μg/kgと試算されたが、これらはEU基準の30 μg/kgより高く、被膜くん煙付け法のみではEUへの輸出に対応できない。

一方で、現在、従来製法の鰹節製造現場には、カツオ魚肉を煮るための煮熟槽が複数あるため、被膜くん煙付け法を導入するにあたり、食品素材を溶解させ浸漬させる工程と、被膜を除去する工程への流用が可能と考えられ、新たな発煙装置の導入等の製造工程の大幅な変更も必要なく、導入が期待できる。

このため今後は、可食性の素材としては今回検討した2種以外の素材についても検討するとともに、くん煙付け回数の削減や、鈴木ら<sup>1)</sup>が検討した低温発煙くん煙等の、他の低減条件を必要に応じて組み合わせ、EU基準を超えない製造条件を検討するとともに、実際に鰹節の製造工程で確認を行っていく必要がある。

## 文 献

- 1) 鈴木進二・山梨佑季・後藤慶一(2018)：焙乾モデル試験による鰹節のPAH含量低減条件の検討，静岡県水産技術研究所研究報告，51，1～6.
- 2) 鈴木進二(2015)：新成長戦略研究 VI 本県産鰹節のEU輸出を実現するためのEU-HACCP認定支援研究(「新たな政策課題対応分」緊急対応研究)，平成27年度静岡県水産技術研究所事業報告，45～46.
- 3) 農林水産省(2014)：有害化学物質含有実態調査結果データ集(平成23～24年度)，83～85.

# Reduction of polycyclic aromatic hydrocarbons in “Katsuobushi” by coating with edible material

Shinji Suzuki, Tuyoshi Takagi and Kazutoshi Okamoto

**Abstract** The aim of the present study was to investigate the manufacturing conditions of “Katsuobushi” and to reduce polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) adhering to the surface of dried bonito, using an edible processing aid that could form a film of edible material on the fish meat, be smoked with the fish, and then be eluted, along with any PAHs, afterward. Homogenized skipjack tuna fish meat was molded, heated, immersed in an agar and starch solution, dried until a film formed, roasting of meat by smoke produced from wood burning, and then immersed in boiling water to remove the edible film. Even though the PAH content of the fish meat prepared using the film-smoking method was not lower than the European Union standard, it was significantly lower than that of fish meat prepared using the ordinary roasting method and was, therefore, considered effective for reducing the PAH contents

**Key words:** Katsuobushi, Polycyclic Aromatic Hydrocarbon(PAH), smoke, fish meet, dry and smoke process, edible material, coating film, elution