

## 道産ブリを用いた荒節製造技術の開発

吉川修司, 古田智絵, 山田加一郎, 佐藤暁之<sup>1</sup>, 清水茂雅<sup>2</sup>, 濱川祐実<sup>1</sup>

### Production of Dried Yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) Caught near the Coast of Southern Hokkaido Prefecture: Processing Conditions

Shuji Yoshikawa, Tomoe Furuta, Kaichiro Yamada, Akiyuki Sato<sup>1</sup>, Shigemasa Shimizu<sup>2</sup>,  
and Yumi Hamakawa<sup>1</sup>

The method for the production of dried yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) was investigated. Dried fish production method involves boiling and smoking processes. After boiling at 80°C for 60 min, a sufficient amount of inosinic acid should remain in meat for dried fish production. During boiling and hot smoking, however, cracks were formed in yellowtail meat due to its splintering properties. Yellowtail can be dried using the same processing method as bonito (*katsuobushi*); however, the processing of dried yellowtail shavings is challenging due to its properties. Although shaving (*kezuribushi*) of dried yellowtail containing up to 3.0% fat was relatively easy, dried yellowtails containing 5.9% fat were rather fragile to shave. Thus, we developed a novel method for producing crush-formed dried fish from boiled and minced yellowtail meat. Using this method, crack formation in fish meat during hot smoking can be avoided, and even yellowtail containing up to 6.6% fat can be shaved. Scale-up trials of conventional and crush-formed dried yellowtail production were conducted at a dried fish production company in Hokkaido. The appearance and yield of shavings processed from crush-formed dried yellowtail were reproducible. Moreover, the proposed method produced crush-formed dried yellowtail shavings of superior appearance and yield than the conventional method.

**KEY-WORDS** : Yellowtail, Inosinic acid, Dried-fish, Shavings, Crush-formed dried-fish

**キーワード** : ブリ, イノシン酸, 荒節, 削り節, 成形節

<sup>1</sup>道総研 網走水産試験場, Abashiri Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization

<sup>2</sup>道総研 法人本部, Corporate Department, Hokkaido Research Organization

事業名 : 重点研究

課題名 : 道産ブリの加工利用を促進させる高次加工品製造技術の開発

北海道ではブリの漁獲が急増し、近年では年間漁獲量が1万トンを超えている<sup>1)</sup>。天然ブリは養殖ブリよりも脂肪含量が少ないことが知られているが<sup>1)</sup>、道産ブリは天然もので小型魚が多く、特に8月までに漁獲される小型のブリは脂肪が少ないことが知られている<sup>2,3)</sup>。脂肪の少ないブリは加工原料としての適性が低く、有効利用されていないため、新たな加工用途の開発が求められている。

ブリとカツオは赤身魚で、イノシン酸が豊富であるなどの共通点がある<sup>4)</sup>。カツオの主要な加工用途は我が国の伝統的な調味素材であるカツオ節であり、国内カツオ節エキス（製造量約2万トン/年）の原料として使用されている<sup>5)</sup>。しかし、日本近海のカツオ漁獲量は1990年代以降減少しており<sup>ii)</sup>、主要な加工品であるカツオ節の原料が不足していることから、新たな節原料が求められている。節製造に適したカツオは脂肪含量が少ないものが適していることが知られている<sup>6)</sup>。

これまで道産ブリの脂肪の少なさは品質上の欠点として捉えられてきたが、著者らはブリがイノシン酸を多く含む魚種であること、そして脂肪が少ないという道産ブリの特性に着目して、節原料として有効活用できるのではないかと着想した。

節は原料魚の頭部、内臓および腹須を除去して煮熟し、骨を除いたものを焙乾（燻して乾燥させること）した荒節（以下、節）と節にカビ付けをして製造する枯れ節の2種類に大別される<sup>7)</sup>。

本研究ではカツオ節の一般的な製造条件を元に、ブリの節への加工特性を明らかにし、さらに、ブリに適した

新たな節（成形節）の製造方法を開発したので報告する。

## 実験試料と方法

### 1. 供試材料

試料は2018から2020年に北海道南部沿岸で漁獲され、 $-30^{\circ}\text{C}$ で冷凍保管された魚（体重4～6 kg）を用いた。冷凍ブリを温度 $5^{\circ}\text{C}$ で一晩保管して半解凍状態にした後、バンドソーを用いて頭部と内臓、腹須を切除し、背肉と腹尾に分割した（図1）。また、比較対照としてカツオ背肉と腹尾の市販冷凍品を用いた。

### 2. カツオ節の製造方法によるブリ節の製造

ブリ節の製造方法は、カツオ節の製造方法<sup>7)</sup>を参考にした。煮熟は、試料重量の7倍量の熱湯中（ $90^{\circ}\text{C}$ に保温）で試料の中心部温度が $80^{\circ}\text{C}$ に達してから60分間行なった。煮熟後、室温で放冷して魚皮および骨を除いた。焙乾は煮熟後の試料を冷温燻式スモークハウス（SUB-400C-4、大道産業）を用いて行い、設定温度を初回（水抜き焙乾）は $85^{\circ}\text{C}$ 、2回目以降は $70^{\circ}\text{C}$ とし、計6～8回、各6時間行なった。焙乾の燻煙材にはサクラを使用した。煮熟および焙乾終了時に節の外観（割れ、欠けなど）を確認後、イノシン酸量を測定した。節の仕上がりについては、削り節のJAS規格<sup>iii)</sup>に記載のある節の水分（26%以下）により判断した。試作した節が削り節の原料として使用可能か検討するため、市販のカツオ節削り器を用いて節を幅5 mmに削って削り節を調製した。削り節のJAS規格<sup>iii)</sup>に削り節の形状が揃っていることに加え、粉末含有率の規定があり、また、既存のカツオ削り節に関する報文<sup>8)</sup>において削り節原料となる節の評価項目

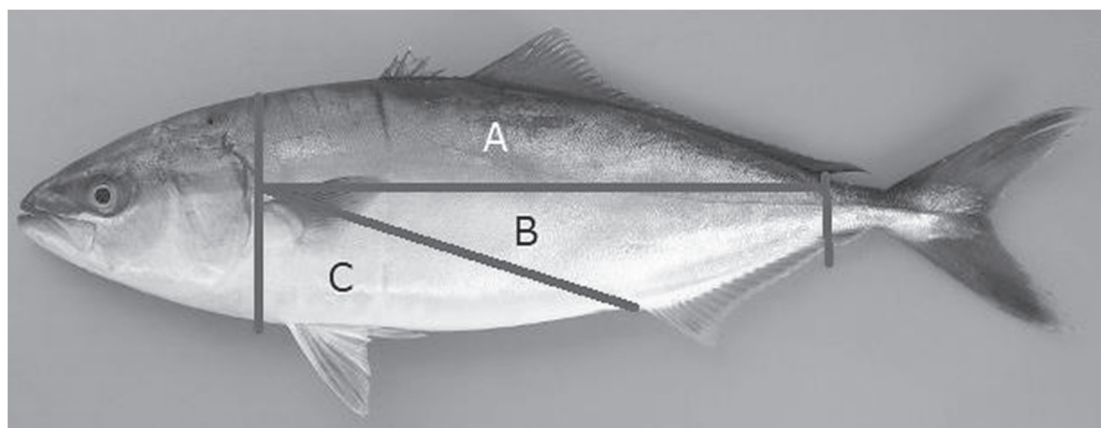


図1 ブリの部位ごとの区分

背肉：背側の肉（A）

腹尾：胸びれの付け根と尾、肛門の間の肉（B）

腹須：胸びれの付け根と肛門を結ぶ線より腹側の肉（C）

に粉状になる、削り節（削り花）になるとの項目があることから、節を削った際に粉状になるか削り節になるか、削り節の形状が揃っているかを確認した。

### 3. 成形節製法によるブリ節の製造

成形節は表1に示した原料をフードプロセッサで3,000rpmで3分間処理してペースト化し、深さ約3cmのバットに隙間が無いように詰め、真空包装機で脱気してから幅約3cm、長さ約25cmに切り出して成形した後、前述の条件で焙乾して調製した。試験区は3区分設定した。Aは成形した魚肉を真空包装後、2.に記載の条件で煮熟してから焙乾し、試験区BおよびCは成形した魚肉を脱気後に焙乾した。成形節原料の粗脂肪量の検討は、同様に煮熟した背肉、腹尾に成形節に占める煮熟した腹須の割合が0、25、50、75および100%となるように混合してから、前述のようにペースト化、成形、脱気および焙乾を経て成形節を調製して行った。

表1 ブリ成形節の試作配合

試験区	原料配合 (g)	
	生魚肉	煮熟魚肉
A	600	0
B	60	540
C	0	600

Aはペーストにした生魚肉を成形後、煮熟した。Bは煮熟した魚肉に生魚肉を加えてペーストにした後、成形した。Cは煮熟した魚肉をペーストにしたものを成形した。魚肉の煮熟温度はいずれも品温80℃に達した後、60分とした。

企業での実証試験では煮熟後、除骨、剥皮した煮熟魚をそのまま焙乾する従来製法と成形節を製造して、節の外観およびイノシン酸量を確認するとともに、節から削り節を調製した際の収率を測定した。成形した際の節の大きさ、ならびに煮熟および焙乾条件は前述の通りとした。

### 4. 成分分析

水分は105℃で一晩加熱して絶乾法により、粗脂肪はソックスレー法により測定した。イノシン酸は永峰ら<sup>7)</sup>およびMatsumotoら<sup>8)</sup>の方法に従って測定した。すなわち細切した試料2gに冷却した6%過塩素酸を20mL加えてホモジナイズした後、遠心分離(3,000rpm, 10分間)して上清を得た。上清10mLを水酸化カリウムでpH6.4に中和し、50mLにメスアップ後、孔径0.45μmのフィルターでろ過し、高速液体クロマトグラフィー(La chrom Elite, 日立ハイテック)により分析した。使用したカラムはAsahipack GS-320HQ(7.5×300mm)、移動相は200mMリン酸緩衝液(pH2.9)、流速は0.6mL/

分、カラム温度は20℃、紫外線検出器(UV 260nm)により検出した。試験は3反復以上実施した。試料は1試料につき3カ所採取して分析時に十分に混和して均一な試料とし、分析は少なくとも3回行った。

## 実験結果および考察

### 1. カツオ節の製造方法によるブリ節の製造

ブリを原料として節の製造が可能であるか検討するため、カツオ節の製造方法(以下、従来製法)を参考にブリ節の試作を行った。

焙乾前の煮熟工程において、煮熟後のブリ魚肉中に節原料として十分なイノシン酸が残存するか検討した(図2)。煮熟によりブリ魚肉中のイノシン酸は煮熟前に比べ、34.0~45.4%損失し、イノシン酸含量は、989~1125mg/100g無水物であった。この値は文献で報告されている煮熟後のカツオのイノシン酸量739mg/100g無水物<sup>11)</sup>を上回っており、煮熟後のブリ魚肉には、節の原料として十分なイノシン酸が含まれていると考えられた。

次にカツオ節の製造方法を参考にブリ節を製造した。同時に比較対象としてカツオ節を製造して比較をおこなった。

ブリは煮熟中に57.9%(19本中11本)で身割れが生じ、焙乾中には亀裂の拡大により節が欠けるものもあったのに対し、カツオでは身割れが全く生じなかった(13本中0本)(図3a)。このようにブリ魚肉は煮熟や焙乾により

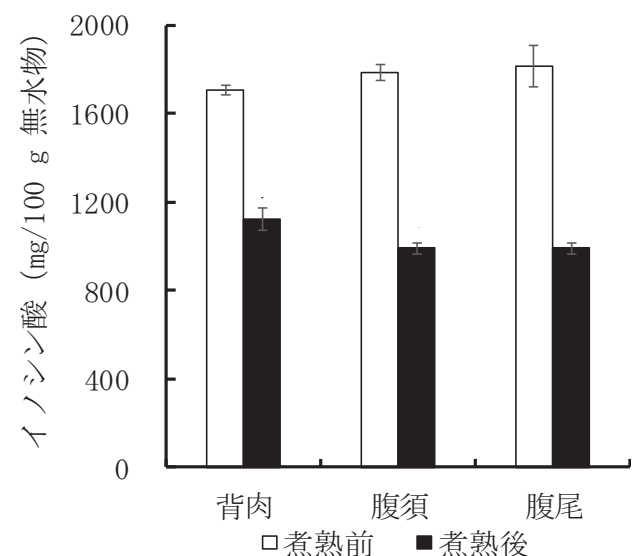


図2 部位別の煮熟処理後のブリ魚肉中のイノシン酸量  
煮熟はブリを魚肉の7倍量の熱湯(90℃)中で煮熟し、品温が80℃に達してから60分間行った。

身割れしやすい性質があることが明らかになった。試作したブリ節とカツオ節の成分を比較した(図3b)。試作した節の水分は、ブリ節、カツオ節のいずれもJAS規格<sup>iii)</sup>に削り節原料の水分として記載されている26%以下を満たしていた。イノシン酸量はブリ節が549mg/100g無水物、カツオ節が524mg/100g無水物であり、ブリ節のイノシン酸量はカツオ節と遜色無かった。

カツオ節の主要な用途は、つゆ・たれ用のエキス原料と削り節の2つに大別されることから<sup>10)</sup>、削り節を調製して削り節のJAS規格<sup>iii)</sup>に基づき削り節の形状を確認した(図3c)。カツオ節は試作品全てで削り節を調製可能であったのに対し、ブリ節は削り節にすると千切れが目立つものや粉状に砕けるものが57.9%(19本中11本)あった。よって、ブリ節はカツオ節に比べ削り節にすることが困難であると考えられ、その要因としてブリ魚肉の身割れしやすい性質が推察された。

さらに、ブリ節原料の粗脂肪量が削り節の外観に与える影響を確認したところ、原料魚の粗脂肪量が2.2%では形状が揃った削り節となり、3.0%では削り節の縁がわずかに粗くなったが外観は概ね良好であるのに対し、5.9%になると削り節にならず粉末となった。以上より、削り節用のブリ節には原料魚の粗脂肪量3.0%以下のものが適していた。カツオ節では粗脂肪含量が2.1%を超える原料から製造した節は削り節に適しないと報告されているが<sup>8, 12)</sup>、ブリの場合はカツオより粗脂肪量がやや高い原料も削り節用の原料に用いることができる可能性が示唆された。

### 3. ブリ成形節の製造方法の検討

ブリの身割れしやすい特徴に対応するため、新たな節の製造方法を検討した。カツオでは播かいした魚肉を成形して焙乾することで、エキス抽出用に特化した節(成形節)の製造方法が開発されている<sup>13-17)</sup>。この方法では播かいした魚肉を原料とするため、魚肉の身割れしやすいの影響を受けずに、削り節原料として使用可能な節が製造できる可能性があることから、ブリを素材とした成形節の製造を検討した。

カツオ成形節の製造方法は、生魚肉を成形して煮熟後に焙乾する方法や、生魚肉を加熱しつつ押し出し成形することで表面を熱変性させた肉塊を焙乾する方法が報告されている<sup>17)</sup>。本研究ではこれらを参考にしたブリ成形節の製造方法に加え、大量に漁獲されたブリを煮熟して保存性の良い状態にしてから使用することを想定し、煮熟した魚肉をペースト化後に成形して焙乾する方法を検討した。試験区は、成形した生の魚肉を煮熟後に焙乾し

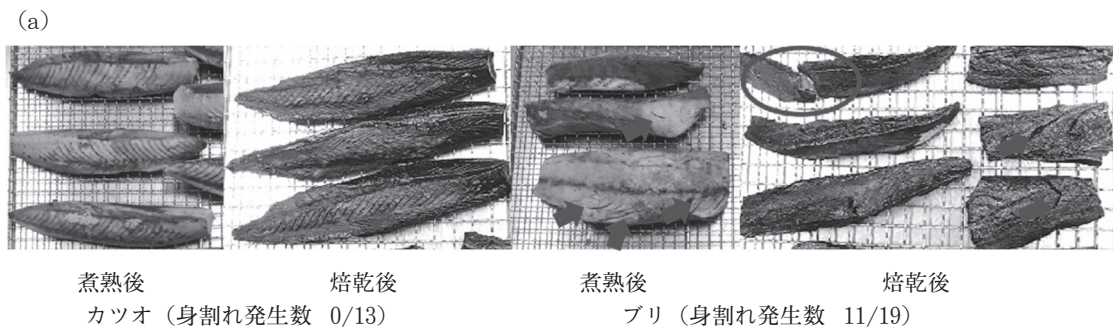
たA、生の魚肉と煮熟した魚肉を混合して成形後に焙乾したB、煮熟した魚肉を成形し焙乾したCの3種類を設定した。その結果、イノシン酸量はAが224mg/100gと低く、Cが908mg/100gと高く、Bはその中間であった(図4a)。Aのイノシン酸量が他区に比べて低いのは、ボイル中の離水等によるのではないかと考えられた。粗脂肪は生魚肉と煮熟した魚肉を混合して焙乾したBがAやCより高かった。節の水分は、いずれの区もJAS規格に記載のある節の水分含量(26%以下)を満たしていた。生魚肉と煮熟した魚肉を混合した成形節は、節を削った際に粉状となった。本試験は成形節の試験であることから、粉状になる原因はブリの身割れしやすい肉質ではなく、粗脂肪の多さによるものと考えられた(図4b)。また、JAS規格に削り節は外観が整ったものであることとの規定があり、鈴木らの報告<sup>5)</sup>において削り節原料の節の品質評価において、粉状になる節は品質が低いとされている。これらのことからBの成形節製法は、削り節用の節の製造方法として適さないことが示唆された。AおよびCは削り節にすることが可能であったが、CはAに比べイノシン酸量が多く、Aのように成形後に真空包装してから煮熟し、再び包装から取り出す煩雑な工程がないことから、成形節の製造方法として適していた。なお、煮熟した魚肉のみを素材にした成形節は例が無く、削り節に加工可能であることは知られていない。

成形節原料の粗脂肪量が削り節の外観に与える影響の知見は少なため、原料の粗脂肪量が削り節の外観に与える影響を検討した。製造フロー図は、図5aに示した。試作した節の水分は原料の粗脂肪量によらず、削り節のJAS規格記載の節の水分値<sup>iii)</sup>を満たしていた。外観の削り片の形状については原料の粗脂肪量が9.7%のものは、削り操作によりほぼ粉状に砕け、同8.3%のものは削り節の縁の形状が荒れて粉も多く発生したが、同6.6%以下の場合、形状が揃った削り節が調製できた(図5b)。

以上より、削り節原料として使用可能な成形節の原料としては、粗脂肪が6.6%以下のブリが適していることが明らかになった。図3に示した従来製法では、形状に優れた削り節が製造可能なのは原料魚の粗脂肪量が3.0%までであったことから、成形節製法は原料として、従来製法に比べて脂質の多い原料魚や腹須などを原料の一部として利用できると示唆された。

### 4. ブリ節製造実証試験

最後に道内の節製造企業でブリ成形節をカツオ節と同様の製法(従来製法)と成形節製法で試作し、削り節を製造した際の歩留まりと削り節の外観を比較した。ブリ



(b)

	原料魚の粗脂肪 (%)	節の水分 (%)	節のイノシン酸量 (mg/100g無水物)	節の粗脂肪 (%)
ブリ	2.2	11.4	549	13.1
カツオ	1.5	16.8	524	9.2

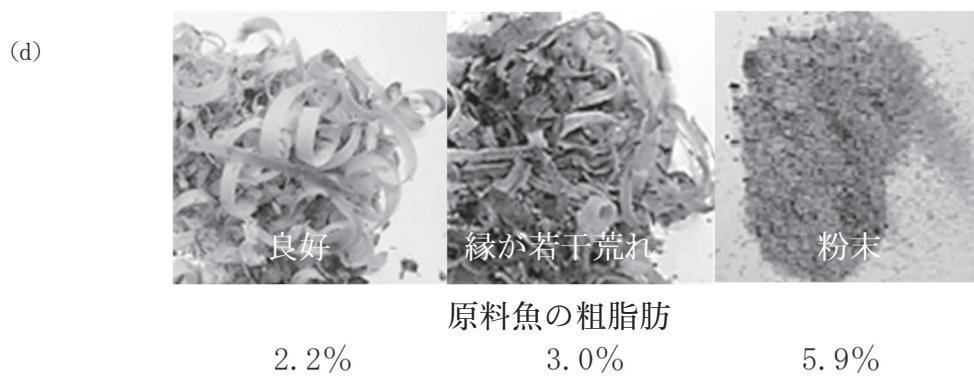
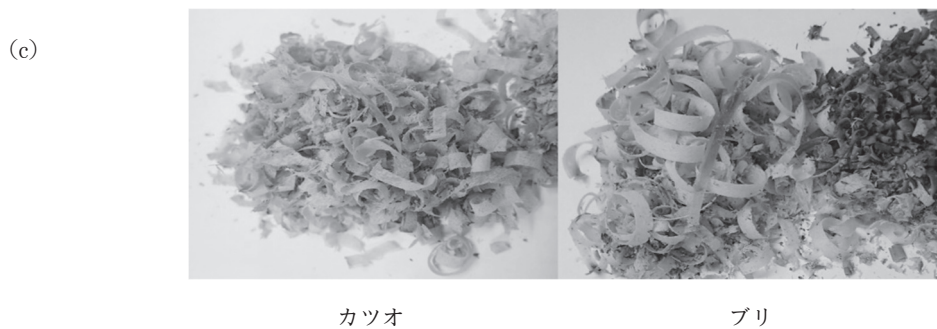


図3 煮熟および焙乾後のブリ節およびカツオ節の外観 (a), ブリ節とカツオ節の成分 (b) および削り節の外観 (c), 原料魚の粗脂肪量別のブリ削り節の外観 (d)

カツオ13本, ブリ19本を7倍量の90℃の湯中で80℃達温後60分間煮熟し, 放冷後, 初回85℃ 6時間, 2回目以降70℃ 6時間で計8回の焙乾を行った。

(a) 写真の矢印や緑は身割れがある箇所を示す。

(b) 調製した試料のうち, 粗脂肪量が類似したブリ節およびカツオ節の成分を比較した。数値は平均値。

試験区ごとの試料数: ブリ $n=3$ , カツオ $n=6$

(a)

試験区	節のイノシン酸量 (mg/100g無水物)	節の粗脂肪 (%)	節の水分 (%)
A	224	15.4	20.1
B	731	26.4	13.7
C	908	9.4	21.2

(b)




図4 ブリ成形節の乾燥歩留まりおよび成分 (a), 削り節の外観 (b)

各試験区の配合は表1参照.

原料魚は品温80℃到達後60分煮熟し, 焙乾は初回が85℃6時間, 2回目以降が70℃6時間で計6回行った.

成形時の形状は縦横約3cm, 長さ約25cmの直方体とした.

乾燥歩留まりは, 焙乾直前の重量に対する焙乾終了時の重量比率 (%).

試験は3反復実施し, 表の数値は平均値とした.

(a)

原料魚

↓

煮熟 (80℃達温後) 60分

↓

ペースト化

↓

成形・脱気

↓

焙乾 (一番火、85℃6時間)

↓

焙乾 (2～6番火、70℃6時間×5回)

↓

成形節

(b)

原料の粗脂肪 (%)	3.4	5.0	6.6	8.3	9.7
(腹須の比率 (%))	0	25	50	75	100
水分 (%)	18.3	16.9	19.2	15.7	6
イノシン酸量(mg/100g無水物)	683	647	584	554	460

節の外観




図5 ブリ成形節の製造フロー図 (a) および成分および削り節の外観 (b)

背肉, 腹尾および腹須を7倍量の90℃の湯中で80℃達温後60分間煮熟し, 放冷後, 背肉, 腹尾に煮熟した腹須を節重量に占める割合が0, 25, 50, 75および100%となるように加えた後ペーストとし, 成形, 脱気および焙乾を経て成形節を調製した.

焙乾は初回が85℃6時間, 2回目以降が70℃6時間で計6回行った. 成形時の形状は縦横約3cm, 長さ約25cmの直方体とした. 試験は3反復実施し, 表の数値は平均値とした.

節成形節から調製した削り節は、従来製法の節から調製した削り節に比べ、JAS規格に規定されている形状の揃った削り節が製造可能であった(図6)。また、節から削り節を製造した際の重量歩留まりは、従来製法で83.3%、成形節で92.5%となり、成形節製法は従来製法に比べ、削り節の歩留まりにおいても優れていた。削り節のJAS規格<sup>3)</sup>には粉末含有率が定められており、カツオ節で5%以下、サバ削り節で8%以下、イワシ削り節で10%以下、厚削り(削り節の厚さが0.2mmを超えるもの)で3%以下、碎片(薄削りを粉碎したもので10%以下とされている。本試験の成形節から調製した削り節は、ふるいを通すことなくイワシおよびサバ削り節(粉末含有率はそれぞれ10%、8%以下)、碎片(同10%以下)の基準を満たした。

以上より、粗脂肪量が3.0%以下のブリはカツオ節の製造方法(従来製法)により、エキス抽出用の節原料として利用できることを明らかにした。また、ブリはカツオと異なり煮熟や焙乾時に身割れしやすいという特徴があり、従来製法では削り節原料とするのは困難であるが、煮熟したブリのみを原料として成形節にすることで、粗脂肪量が6.6%以下の原料を用いれば削り節が製造可能となった。成形節製法は、従来製法に比べ形状の揃った優れた外観を持つ削り節を歩留まりよく製造可能であった。

## 要約

近年、漁獲が急増している道産ブリのうち、粗脂肪含量が低く利用が進んでいない小型ブリを原料にブリ節が製造可能か検討した。カツオ節の製造方法を参考にブリ節の試作を行った。煮熟によりブリ魚肉のイノシン酸は34.0~45.4%損失するが、煮熟後も節製造に必要なイノシン酸量を十分残存していた。ブリはカツオ節と同様の製法で節に加工可能であった。しかし、ブリは煮熟や焙乾などの加熱により身割れしやすい性質があり、削り節用途の節はこの性質により削り節の外観が損なわれることから製造が困難であった。また、原料の粗脂肪量としては3.0%以下の原料が削り節用の節に適していた。そこで、加熱により身割れしやすいブリの魚肉を用いて、削り節原料としても利用できる節を製造する方法を検討した。その結果、煮熟したブリ魚肉をペースト化した後に成形、脱気してから焙乾する成形節の製造法により、削り節にも利用できる節を製造することが可能となった。また、成形節製法により、従来製法より粗脂肪量が高い原料を使用することが可能となり、6.6%以下であれば原料として使用可能となった。成形節製法は従来製法によるブリ節に比べて形状の揃った外観を持つ削り節が歩留まりよく製造可能であった。

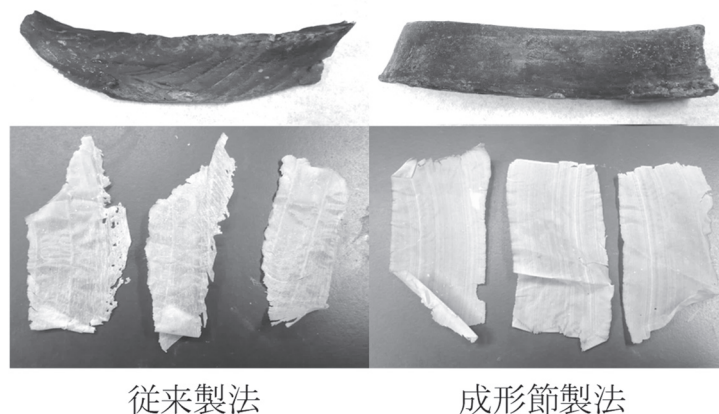


図6 実証試験で従来製法と成形節製法で製造したブリ節および削り節の外観

原料魚は品温80℃到達後60分煮熟し、焙乾は初回が85℃6時間、2回目以降が70℃6時間で計6回行った。成形時の形状は縦横約3cm、長さ約25cmの直方体とした。

## 謝辞

本研究に御協力いただきました株式会社のりとも朝倉商店,原料魚を調達いただいた株式会社マルデン,株式会社ジョウヤマイチ佐藤,和弘食品株式会社, 北海道醤油株式会社をはじめ, 多くのご協力を賜った関係各位に深謝いたします。

## 文献

- 1) 岸本律子 (1972). 養殖魚に関する食品学的研究, 調理科学 5, 191-196.
- 2) 星野登 (2017). 北海道におけるブリの来遊状況, 北水試だより, 94, 1-5.
- 3) 武田浩郁, 宮崎亜希子, 菅原玲 (2015). 道産ブリの有効活用を支援する原料特性調査, 平成26年度釧路水産試験場事業報告書, 125-126.
- 4) 香川明夫監修 (2021). 八訂食品栄養表2021資料編, 女子栄養大学出版部, 東京.
- 5) 食品と開発編集部 (2016). 天然調味料の市場動向, 食品と開発, 51 (11), 34-42.
- 6) TAKENAGA, F., ITOH, S. and TSUYUKI, H. (1991). Comparison of Total Lipids between Normal-"Katsuobushi" and "Shirata-katsuobushi", *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology (Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi)*, 38, 280-287 (竹永章生, 伊藤真吾, 露木英男, しらたかつお節と正常なかつお節の総脂質の比較, 日本食品工業学会誌).
- 7) 和田俊 (1999). カツオのおろし方とカツオ節製造, 「カツオ節」, 幸書房, 東京, pp24-43.
- 8) 鈴木進二, 高木毅, 片瀬紀子 (2008). かつお削り節に適する荒節および原料カツオの選別基準としての脂肪量, 静岡県水産試験場研究報告, 43, 61-66.
- 9) 永峰文洋, 福田裕, 石川脊 (1986). 高速液体クロマトグラフィーによるK値の測定, 昭和60年度 青森県水産物加工研究所報告, 111-116.
- 10) Matsumoto, M. and Yamanaka, H. (1990). Post-mortem biochemical changes in the muscle of kuruma prawn during storage and evaluation of the freshness. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries (Nippon Suisan Gakkaishi)*, 56, 1145-1149.
- 11) FUJITA, T. and HASHIMOTO, Y. (1959). Inosinic Acid Content of Foodstuffs-II. Katsuwobushi (Dried Bonito), *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries (Nippon Suisan Gakkaishi)*, 25, 312-315 (藤田孝夫, 橋本芳郎. 食品のイノシン酸含量-II かつお節, 日本水産学会誌).
- 12) 山内悟, 津田敏雄, 名取芳和 (1996). かつお削り節の品質と原料脂肪の関係について, 静岡県水産試験場研究報告, 31, 33-37.
- 13) 鈴木進二 (2014). エキス抽出用途に特化した, カツオ加工品の製造工程を考える, 碧水, 148, 1-3.
- 14) 寺尾仁秀 (2008). カツオ練り節の製造方法, 鮪練り節の製造方法, いわし練り節の製造方法及び練り節の製造方法. 特開2009-189360, 7月23日
- 15) 野本浄次, 武内伸二 (1994). 削り節用魚節の製造方法. 特開平08-47366, 8月8日
- 16) 新海豊一 (1977). 節類の原料肉類の成形法, 特開昭53-142578号, 5月19日.
- 17) 新海豊一, 伊藤常男, 荻野目望, 栗橋隆, 原直樹 (1983). 節類の製造法, 特開昭60-024146, 7月18日

## 引用URL

- i) 北海道水産林務部 令和2年度北海道水産現勢 <https://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/sum/03kanrig/sui-toukei/suitoukei.html>(2020)
- ii) (公財) 笹川平和財団 海洋政策研究所 カツオの不漁現象と国際的漁業管理 [https://www.spf.org/opri/newsletter/362\\_1.html](https://www.spf.org/opri/newsletter/362_1.html) (2015).
- iii) 農林水産省 日本農林規格JAS1122 削りぶし [https://www.maff.go.jp/j/jas/jas\\_kikaku/attach/pdf/kikaku\\_itiran2-344.pdf](https://www.maff.go.jp/j/jas/jas_kikaku/attach/pdf/kikaku_itiran2-344.pdf) (2019.10.18)



# I群に属するA型およびB型ボツリヌス菌の低温域における増殖

小林哲也, 大久保良子<sup>1</sup>, 山口敏季<sup>2</sup>

## Growth Ability of Group I *Clostridium botulinum* Types A and B at Low Temperatures

Tetsuya Kobayashi, Ryoko Okubo<sup>1</sup> and Toshiki Yamaguchi<sup>2</sup>

To confirm the importance of cold storage for preventing the growth of group I *Clostridium botulinum*, the growth ability of group I *C. botulinum* types A and B at low temperatures was evaluated. Sixteen strains were inoculated in semisolid Gifu anaerobic medium and incubated at 10, 12, 15, and 30°C for up to 90 days. No strain could grow at 10°C for 90 days. Only one strain could grow at 12°C but 15 strains could grow at temperatures above 15°C. Therefore, cold storage at temperatures below 10°C is essential for preventing the growth of group I *C. botulinum*.

**KEY-WORDS :** *Clostridium botulinum*, Growth Ability at Low Temperatures

**キーワード :** ボツリヌス菌, 低温増殖

ボツリヌス菌は、偏性嫌気性グラム陽性の芽胞形成菌で、致死性の高い毒素を産生する食中毒菌である。毒素の抗原性の違いによってAからGの7型に分類されており、主にA, BおよびE型がヒトの食中毒に関与する。また、生化学的性状によってIからIVの4群に分類されており、A型およびタンパク質分解性のB型はI群に、タンパク質非分解性のB型およびE型はII群に属する<sup>1)</sup>。

I群とII群の芽胞では耐熱性が大きく異なり、II群の芽胞を殺滅するには90°Cで10分間の加熱で十分であるのに対して、I群の芽胞を殺滅するには121°Cで3分間の加熱が必要である<sup>1)</sup>。I群の芽胞が発芽・増殖可能な製品においては、I群の芽胞が生残していると不適切な温度で保存したときに食中毒が発生する<sup>2)</sup>。そのため、厚生労働省は、I群ボツリヌス菌が増殖する恐れのある容

器包装詰低酸性食品に対しては、中心部分まで120°Cで4分間以上加熱してボツリヌス菌の芽胞を殺滅することや、十分な加熱殺菌が難しい場合には生産から消費までを冷蔵(10°C以下)で管理し、ボツリヌス菌の増殖と毒素産生を防止することを求めている<sup>1)</sup>。

近年では10°C以下の冷蔵で30日以上保存性をもつ容器包装詰低酸性食品が製造されている<sup>3~5)</sup>。冷蔵保存が長期間にわたるこのような製品では、微生物の増殖を遅延・抑制するために品温管理が重要である。しかしながら、ボツリヌス菌は感染症法で所持や取り扱いに要する条件が厳しく定められており<sup>ii)</sup>、自社製品におけるI群ボツリヌス菌の増殖や毒素産生の有無を事業者が独自に試験することは極めて難しい。

本研究では、中心部分への加熱が120°C、4分を満た

<sup>1</sup>元公益社団法人日本缶詰びん詰レトルト食品協会, Formerly of Japan Canners Association

<sup>2</sup>公益社団法人日本缶詰びん詰レトルト食品協会, Japan Canners Association

事業名: 経常研究

課題名: チルド食品のロングライフ化に向けた偏性嫌気性芽胞形成菌の加熱殺菌条件の確立

さない容器包装詰低酸性食品の保存における温度管理の重要性を確認するため、I群に属するA型およびB型ボツリヌス菌の10～30℃での増殖性を明らかにした。

## 1. 実験方法

### (1) 供試菌株

公益社団法人日本缶詰びん詰レトルト食品協会が保有するI群ボツリヌス菌16菌株（A型：8菌株，B型：8菌株）を供試した。

### (2) 増殖試験用試料の調製

各菌株は，GAM半流動高層培地（日水製薬，以下GAM）に接種して35℃で1～2日間前培養した。得られた前培養液は適宜希釈した後，1mLをGAM 60mLに接種した。十分に攪拌した後，2mLずつ硬質ガラス管（内径：7mm，外径：9mm，全長：150mm）18本に分注し，直ちに酸素炎で溶封して増殖試験用試料とした。なお，溶封後の各菌株の初発菌数は表に示した。

### (3) 培養条件

増殖試験用試料は，10，12，15および30℃で最大90日間培養した。10，12および15℃での試験には各菌株5本の試料を，30℃での試験には各菌株3本の試料を用いた。

### (4) 増殖の判定

増殖の有無は，試料を目視観察したときの培地の混濁もしくはガス発生の有無で判定した。90日間培養した後培地の混濁やガス発生が認められなかった試料は，開

封してpHを測定し，培養前（pH6.9）と比較してpHに変化がなかった場合を非増殖と判定した。

## 2. 実験結果

A型およびB型それぞれ8菌株のボツリヌス菌を10，12，15および30℃で最長90日間培養したときの増殖結果を表に示した。10℃では，90日の培養期間中全ての菌株が増殖しなかった。12℃では，A型の33Aのみが増殖した。33Aは5本の試料全てで増殖したが，増殖に要する日数は7～41日とばらついた。15℃では，全ての菌株が増殖したが，増殖に要する日数には各菌株に差が見られた。B型の407は供試菌株の中で最も早く，培養6日で増殖を確認した。A型の6菌株（62A，12885A，No.26-6，33A，36AおよびCB21）とB型のOkraは培養7日，B型の4菌株（213B，9B，Gingerおよび326）は8日で増殖を確認した。A型の2菌株（CB38およびRenkon）は16菌株の中で最も遅く，増殖の確認に12日を要した。30℃では，B型の213Bを除く15菌株が1日で増殖し，2日目には全ての菌株で増殖を確認した。

また，B型の407および41Bは初発菌数が異なる条件でも試験を行った。407は，12℃で培養したときには初発菌数が5.9 log CFU/mLでは増殖しなかったのに対して，初発菌数が6.0 log CFU/mL以上では培養28日で増殖した。41Bは，15℃で培養したときには初発菌数が5.3 log CFU/mLでは培養10日で増殖したが，初発菌数が1.5

表 種々の培養温度におけるI群ボツリヌス菌の増殖

血清型	菌株	菌株番号 <sup>a</sup>	初発菌数 (log CFU/mL)	増殖試料本数/培養日数			
				10℃	12℃	15℃	30℃
A	62A	5108	4.1	0 / 90	0 / 90	5 / 7	3 / 1
	12885A	5114	4.8	0 / 90	0 / 90	5 / 7	3 / 1
	CB38	5116	3.8	0 / 90	0 / 90	5 / 12	3 / 1
	No. 26-6	5140	3.9	0 / 90	0 / 90	5 / 7	3 / 1
	33A	5143	3.5	0 / 90	2 / 7	5 / 7	3 / 1
					3 / 14		
					4 / 34		
					5 / 41		
		36A	5144	3.3	0 / 90	0 / 90	5 / 7
B	Renkon	5145	4.9	0 / 90	0 / 90	5 / 12	3 / 1
	CB21	5146	5.2	0 / 90	0 / 90	5 / 7	3 / 1
	213B	5106	3.2	0 / 90	0 / 90	5 / 8	3 / 2
	9B	5120	4.4	0 / 90	0 / 90	5 / 8	3 / 1
	41B	5122	5.3	0 / 90	0 / 90	5 / 10	3 / 1
	Okra	5147	4.9	0 / 90	0 / 90	5 / 7	3 / 1
	67B	5148	3.5	0 / 90	0 / 90	2 / 8	3 / 1
						5 / 10	
		407	5149	5.9	0 / 90	0 / 90	5 / 6
	Ginger	5150	4.8	0 / 90	0 / 90	5 / 8	3 / 1
	326	5151	4.7	0 / 90	0 / 90	5 / 8	3 / 1

<sup>a</sup>公益社団法人日本缶詰びん詰レトルト食品協会の整理番号

log CFU/mLでは増殖が4日遅延した(データ非掲載)。

### 3. 考察

本研究で供試した16菌株のうち、10菌株(A型: 62A, 33A, 36A, Renkon, CB21; B型: Okra, 67B, 407, Ginger, 326)は5~52°Cで30日間培養した場合の増殖性が既に報告されており<sup>6)</sup>、本研究の結果と若干の相違はあるが、供試菌株が10°Cで増殖しないことは同様であった。また、微生物の増殖に関するデータベース(Microbial Responses Viewer: MRV)において、I群に属するA型およびB型ボツリヌス菌が含まれるタンパク質分解性ボツリヌス菌は、培地中で14°Cでは10~20日で増殖するが、10°Cおよび12°Cでは培養期間が100日以上の場合にわたっても増殖した例はない<sup>iii)</sup>。本研究で新たに評価した6菌株(A型: 12885A, CB38, No.26-6; B型: 213B, 9B, 41B)もこれらの報告と類似した傾向を示し、90日間培養しても12°C以下では増殖しなかった。しかし、供試菌株のうち1菌株(33A)は12°Cでの増殖が認められた。以上より、I群に属するA型およびB型ボツリヌス菌のうち、15°Cでは増殖可能な菌株が多く、12°Cでは多くの菌株の増殖は抑制されるものの増殖可能な菌株も存在し、10°CではI群ボツリヌス菌が増殖する可能性は低いと推察された。

これまでの研究では、ボツリヌス菌の初発菌数が増殖下限温度や増殖に要する日数に影響することが知られている。駒木らは、初発菌数が5.8 log spores/mL前後では、3.9 log spores/mL前後と比較して増殖下限温度が0.6~1.9°C低下することや、I群ボツリヌス菌を接種した無菌包装米飯を30°Cで3ヶ月間保存したところ、接種菌数が4.1 log spores/gでは増殖したが、2.4 log spores/gでは増殖しなかったことを報告している<sup>6,7)</sup>。本研究においても、B型の407や41Bでは、初発菌数の多少によって増殖温度や増殖に要する期間に差が観察された。このようなことから、I群ボツリヌス菌の増殖には、菌株毎の特性だけでなく、初期菌数も重要であると推察された。

以上より、中心部分への加熱が120°C、4分に満たない容器包装詰低酸性食品においてI群ボツリヌス菌の増殖を抑制するには、10°C以下での保存が必須であることが示唆された。また、初発菌数の低減がI群ボツリヌス菌の増殖抑制における低温保存の効果を高めることを示唆する結果も得られた。

### 4. 要約

I群ボツリヌス菌の増殖抑制における低温保存の効果

を確認するため、10~30°CにおけるI群ボツリヌス菌16菌株(A型: 8菌株, B型: 8菌株)の増殖を評価した。10°Cでは90日間培養しても増殖する菌株はなく、12°CでA型の1菌株(33A)が増殖したのに対して、15°Cおよび30°Cでは全ての菌株が増殖した。これらの結果から、10°C以下の冷蔵保存がI群ボツリヌス菌の増殖抑制に必須であることが示唆された。また、初発菌数の低減が増殖抑制における低温保存の効果を高めることを示唆する結果も得られた。

### 文献

- 1) European Food Safety Authority (2005). Opinion of the scientific panel on biological hazards on the request from the commission related to Clostridium spp in foodstuffs. *The EFSA Journal*, **199**, 1-65.
- 2) 内村眞佐子, 小岩井健司 (2000). 千葉県で発生したハヤシライスの具によるボツリヌス食中毒について. 千葉衛研報告, (24), 35-37.
- 3) 増田敏郎 (2014). 惣菜類のロングライフ化技術. 食品と開発, **49** (9), 20-24.
- 4) 茶木貴光 (2017). “ロングライフチルド”技術による新規事業への挑戦. 食品と開発, **52** (8), 6-8.
- 5) 竹村好正 (2017). 加熱調理殺菌システム「Micvac」導入・活用による地方企業の挑戦. 食品と開発, **52** (8), 9-11.
- 6) 駒木 勝 (2005). ボツリヌス菌芽胞の性状の検討: 培地および異なる容器包装詰食品における発芽・増殖性について. 厚生労働科学研究費補助金「容器包装詰低酸性食品のボツリヌス食中毒に対するリスク評価」平成16年度総括・分担研究報告書, 99-123.
- 7) 駒木 勝, 武士甲一, 林 賢一 (2005). 無菌化包装米飯へのボツリヌス菌接種試験. 厚生労働科学研究費補助金「容器包装詰低酸性食品のボツリヌス食中毒に対するリスク評価」平成16年度総括・分担研究報告書, 169-178.

### 引用URL

- i) 厚生労働省 真空パック詰食品(容器包装詰低酸性食品)のボツリヌス食中毒対策食品製造業者用リーフレット [https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/shokuhin/syokuchu/dl/leaflet\\_241105\\_02.pdf](https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/syokuchu/dl/leaflet_241105_02.pdf) (2021.7.9)
- ii) 厚生労働省 二種病原体等の所持等にお

ける必要な手続き [https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/3\\_1\\_01\\_150121.pdf](https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/3_1_01_150121.pdf) (2021.9.10)

iii) 微生物の増殖データベース Microbial Responses Viewer <http://mrviewer.info/#> (2021.7.28)