

水産における発酵と熟成

北海道大学大学院水産科学研究院
水産食品科学分野
教授 川合 祐史

発酵食品の種類

畜産食品 チーズ ヨーグルト 発酵バター
発酵ソーセージ 生ハム

農産食品 味噌(大豆麹、大豆+米麦麹、塩)
醤油(大豆、小麦、麹、塩水)
酒、みりん、酢
漬物

水産食品 なれずし いずし かつお節 くさや汁
魚醤油 塩辛

(醸造食品=麹の作用を利用した発酵食品)

水産発酵食品の種類

① 塩蔵型発酵食品

	食塩濃度	酵素作用	微生物作用	熟成期間
くさや汁	△(3~10%)	△	◎	◎(100年以上)
塩辛*	○(10~20%)	◎	○	△(2~3週間)
魚醤油(しよつぷ)	◎(25%以上)	◎	△	○(1年以上)

*伝統的製造法によるもの。

② 漬物型発酵食品

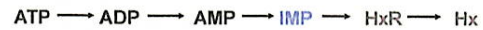
	塩漬け	米飯(麹)漬け	麹	熟成
ふなずし	◎(1か月~1年以上)	◎(3か月~1年以上)	△	◎
さば馴れずし	○(1か月以上)	○(5~20日)	△	○
はたはたずし	△(6または2~3日)	○(2~3週間)	◎	○
ふぐ(卵)糠漬	◎(2年以上)	◎(1年以上)	○	○
いわし糠漬	○(7~10日)	◎(6か月~1年以上)	○	○

③ その他

かつおぶし

魚貝類の死後変化

アデノシン三リン酸(ATP)の分解過程



Adenosine-5'-triphosphate Adenosine-5'-diphosphate Adenosine-5'-monophosphate Inosine-5'-monophosphate Inosine Hypoxanthine
アデノシン三リン酸 アデノシン二リン酸 アデニル酸 イノシン酸 イノシン ヒポキサンチン
旨味成分

鮮度(生きのよさ)の指標

$$K \text{ 値} (\%) = \frac{\text{HxR} + \text{Hx}}{\text{ATP} + \text{ADP} + \text{AMP} + \text{IMP} + \text{HxR} + \text{Hx}} \times 100$$

K < 10% 高鮮度 K < 20% 鮮度良好(刺身可)
K < 40% 加熱調理用 K = 40-60% 初期腐敗? K > 60% 腐敗?

IMP + Glu 旨味の相乗 or 強調作用
AMP + Glu

◎腐敗の化学的指標
揮発性塩基窒素
30-40mg/100gで初期腐敗

食品の熟成(保存)中に起こりうる現象

味の変化(素材の味→旨味,甘味,こく味→不味)

においの変化(素材臭,魚臭→好ましい香り→腐敗臭)

色の変化(淡色→濃色,褐変)

食感の変化(硬質→軟化→溶解)

要因

- 微生物の増殖, 酵素の作用(代謝産物の生成, 成分分解)
- 素材に内在の酵素の作用(成分分解)
(タンパク質分解酵素, 脂質分解酵素, 酸化酵素など)
- 非酵素的化学反応(褐変, 酸化)

食中毒原因菌の増殖にも注意

腸炎ピブリオ, ヒスタミン産生菌 低温でも増殖可能な菌もいる

くさや(くさや汁)の特徴

特有の強い香气:

硫化水素、ジメチルサルファイド

揮発性有機酸: 酢酸、プロピオン酸、酪酸、イソバレリアン酸

揮発性塩基窒素: トリメチルアミン、ジメチルアミン、アンモニア
プロピオンアルデヒド

トリメチルアミン生成抑制: トリメチルアミン分解菌 *Penicillium* spp.
ヒスタミン生成抑制: ヒスタミン産生菌がない ヒスタミン分解菌多い

高い保存性:

くさや汁の優勢菌種 *Corynebacterium* が抗生物質*を産生
塩干時や保存時の腐敗細菌増殖を抑制

*分子量10万~30万の単純タンパク質
多くの細菌、糸状菌、酵母に幅広い抗菌スペクトル

らせん菌 *Marinospirillum* sp. 低分子有機酸を消費

【参考資料】「最新 水産ハンドブック」(講談社, 2012) より抜粋

4.9.11 発酵食品

水産発酵食品は腐敗しやすい魚介類を有効利用するための保存法のひとつとして発展したもので、腐敗を起こす有害微生物の増殖を極力抑制しながら保存し、その間に魚介類の組織中の自己消化酵素ならびに有用微生物の作用によって、原料成分の一部が分解し特有の風味が醸成された加工食品でもある。

農畜産発酵食品の製造には主に微生物作用が関わりますが、水産発酵食品では微生物作用だけでなく自己消化など酵素作用の関与も大きい。また、水産発酵食品は、限定された生産地域で小規模に生産されるものが多く、原材料や製法も多様であるため、多種多様の形態の製品が存在する。水産発酵食品は、伝統的製法による高塩分の塩辛、魚醤油など魚介類を塩漬け(または塩水漬け)にしてつくられる塩蔵型発酵食品と、魚介類を塩蔵した後、米飯や糠などに漬け込み、微生物の自然発酵を促し熟成させるなれずしや糠漬けなどの漬物型発酵食品に大別される。塩蔵型発酵食品の食塩濃度は高く、風味醸成は概して微生物作用よりも原料魚介類組織の自己消化酵素作用に寄与が大きい。漬物型発酵食品の風味の醸成には、原料魚肉の自己消化ばかりでなく、米飯漬け込み以降における乳酸菌など微生物の発酵作用の寄与も大きい。

くさやの製造に用いられる魚の浸漬用塩水(くさや汁)も発酵産物とされている。100年以上同じ塩汁が繰り返しくさやの製造に用いられており、くさや汁中に存在する *Corynebacterium* 属細菌の産生する抗菌物質が製品の保存性に関与することが指摘されている。また、かつお節は、乾燥食品として分類されることもあるが、微生物(カビ)利用食品という意味では発酵食品のひとつである。

A. 塩辛

塩辛の本来の加工原理は、高濃度の食塩の添加(原料比10%以上)によって水分活性を下げ、原料および製造環境に由来する腐敗微生物の増殖を抑制し、熟成期間中に、原料中の魚介類筋肉や内臓に由来する消化

酵素(プロテアーゼ等)によって、徐々に筋肉および内臓が消化され、アミノ酸をはじめとした旨味成分が生成される。さらに熟成中に高塩分でも増殖可能な微生物によって安定な微生物相が形成され、塩辛い風味が引き出される。各地にさまざまな塩辛が存在し、イカ(肉と肝臓)の塩辛「いか塩辛」、カツオ内臓(胃・腸・幽門垂)の塩辛「酒盗」、サケ・マス類の腎臓の塩辛「めふん」、アユの内臓(卵巣、精巣、消化管等)や魚体肉部を原料とした「子うるか、白うるか、苦うるか、切込みうるか」、バフンウニやムラサキウニの生殖巣を食塩と調味液で調製した「うに塩辛(粒うにと練りうに)」やナマコの消化管の塩辛「このわた」、また、アミ、ホヤなどさまざまな魚介類原料を用いた塩辛が知られている。塩辛類の年間生産量は、3万4,000 t(2003年度)で、そのうちいか塩辛が3/4を占める。いか塩辛は1万4,000 t(53.8%)が北海道、7,000 t(26.9%)が宮城県で生産されている。

伝統的な手法によるいか塩辛では食塩含量が10%を越えるが、消費者の健康志向や嗜好の変化、低温流通の発達に伴って、1970年代より徐々に低塩化が進み、今日では市販流通品のほとんどが5~7%の食塩含量であり、保存を第一の目的としない生鮮調味加工品としての塩辛類の多様な商品開発が進められている。この低塩分の甘口塩辛の登場によって、いか塩辛の生産量は大幅に増大した。

最も一般的で生産量も多いいか塩辛には表皮が付いた状態の胴肉および頭脚肉を原料とする「赤作り」、表皮を除去した胴肉のみを用いる「白作り」、白作りにイカの墨を添加した「黒作り」の三種類がある。赤作りが最も一般的で生産量も多く、黒作りは富山地方の名産品とされている。いか塩辛の原料には、近海産スルメイカが最適であり、ニュージーランドスルメイカ、アルゼンチンソマツイカなども用いられるが、酵素源としての肝臓はスルメイカのものが用いられる。いか塩辛の保存食品あるいは常温流通食品としての赤作りの伝統的製造法は、細く裁断したイカの胴肉、頭

脚部に3~5%の肝臓と10~20%の食塩を加えてときどき攪拌しながら常温で漬け込み、熟成させる(10~20日間)。一方、今日主流となっている低塩分の塩辛は、あらかじめ5~10%の食塩を加えて熟成させた肝臓ペーストを細切りしたイカ肉に対して3~7%加え、さらに、糖類、アミノ酸、有機酸、アルコールなどからなる調味料を7~10%ほど添加する。製品によっては、風味を加えるため麴を添加する。これを比較的低温で3~7日間ほど熟成させて製品とし、冷蔵保管流通させる。いか塩辛は熟成中に、イカ肉および肝臓中の酵素の作用によりタンパク質が分解し、呈味性のアミノ酸類が生成する。熟成中の筋肉の軟化には10%以上の食塩存在下でも安定な肝臓中のカテプシンBおよびL様酵素による筋原繊維の分解が関与している。

イカ肉と肝臓、食塩のみで調製した最も基本的な赤作り塩辛(用塩量10%)では熟成過程で表皮ブドウ球菌 *Staphylococcus epidermidis* が優勢となる比較的単純な細菌相を形成し、塩辛い香り成分の形成に寄与している。しかし、肝臓を添加しない塩辛ではこのような傾向は観察されず、腐敗の進行も早い。また、イカ墨を添加した黒作りは墨無添加の赤作りに比較して保存性が優れている。イカ肝臓中の低分子成分、イカ肉中のトリメチルアミノオキシド、イカ墨汁に含まれる溶菌酵素リゾチム(またはその近縁酵素)およびそれ以外の熱安定性成分などが食塩の共存下で有害細菌を抑制することが報告されている。すなわち、用塩量の多い伝統的塩辛においては、食塩存在下で熟成中に生成する各種の低分子物質による水分活性の低下作用、さらに食塩とイカ肉および肝臓あるいは墨汁の成分が協同的に熟成中の細菌相の形成因子となり、安全性と風味の醸成に寄与している。

低塩分の甘口塩辛では、冷蔵保存と各種の調味料成分など添加物によるpHや水分活性の調節、低温保存などの複数のハードルが微生物学的安全性を担っているが、2007年9月には低塩分のイカ塩辛を原因食品とする広域食中毒が発生した。原因菌は腸炎ビブリオ *Vibrio parahaemolyticus* O3:K6 であり、塩辛類の極度の低塩化は腸炎ビブリオ食中毒のリスクを高めることが指摘されている。

B. 魚醤油

魚醤油は魚醬とも呼ばれ、魚介類を主な原料とし、高濃度に食塩を添加して腐敗を防止しながら長期間保存熟成させてつくる発酵調味料であり、穀類醤油とは異なる魚由来の独特の強い風味を有する。秋田県の「しょつつる」、石川県の「いしる」、香川県の「いかなご醤油」が我が国の三大魚醬とされてきた。しょつつるはハタハタのほかカタクチイワシ、マイワシ、小サバなど、いしるはイカの肝臓、いかなご醤油はイカナゴを主原料とした魚醤油である。これらに類似の製品は、東南アジア諸国で広く用いられており、ベトナムのニョクマム nuoc-mam、タイのナムプラ nampla、フィリピンのパティス patis などが有名である。

近年では、伝統的魚醤油の特有の風味を利用した食品の開発や、日本人の嗜好や利用形態の多様化に適合した新しい魚醤油の開発も行われ、魚醤油の国内需要は年々増加傾向にある。また、地域の特産品としての特徴ある原料を用いた魚醤油の開発、低利用魚介類の有効利用、さらに環境に配慮した食品加工のあり方として水産加工副産物を原料とした魚醤油製造が脚光を浴び、多種多様の製品が作られている。また、これらの原料特性に応じて製法の多様化が見られる。

魚醤油は基本的に、新鮮な魚介類に20~30%の食塩を添加しながら容器に漬込み、6か月から2年間熟成させた後、ろ過、火入れし、製品とする。近年では、魚と食塩のみで長期間発酵させる方法のほかに、魚介類をミンチ状にして麴と食塩を加えて加温熟成し、速醸を図るとともに低コストで魚醤油を製造する技術が普及している。

魚と食塩のみで製造される伝統的魚醤油は、一般に熟成中の微生物数が一般に少なく、魚介類の肉や内臓に含まれるタンパク分解酵素などの自己消化酵素によって魚介類のタンパク質がアミノ酸やペプチドに分解され、濃厚な呈味を有する調味料となるが、長い熟成期間における好塩性微生物の作用は風味の醸成に関わると考えられている。また、比較的高温環境下で熟成させる東南アジアの魚醤油では、好塩性のタンパク分解性細菌の作用が指摘されている。魚介類に麴と食塩を加えて熟成させる魚醤油では、麴の諸酵素群による原料成分の分解のほか、麴中の糖分が熟成中

に増殖する微生物により、アルコール類、有機酸類に変えられ、香味の向上に寄与する。さらに耐塩性微生物スターターの利用により、特有の魚臭さの低減や麴を使用した際の色調の褐変化を克服する技術が提案されている。産卵回帰シロサケを原料として、麴のほか3種の耐塩性微生物 (*Zygosaccharomyces rouxii*、*Candida versatilis* および *Tetragenococcus halophilus*) を同時に接種後、加温醸造することにより、遊離アミノ酸が多く、アルコールと醤油様の香気によって魚臭が改善され、穏やかな味わいで淡色化した魚醤油が製造されている。

C. なれずしと糠漬

なれずし(馴れずし)や糠漬は、前処理工程として塩漬けと自然発酵工程である本漬けによって製造される。塩漬け工程では、脱水を促して肉質が硬く締まるとともに、腐敗菌の増殖が抑制される。さらに、本漬け工程では、米飯や糠床で乳酸菌や酵母による発酵が進行し、有機酸が生成しpHが急激に低下する。熟成中はタンパク分解を伴う魚肉の自己消化が進行し、アミノ酸、核酸などが生成する。また、pH低下によつてカルシウムやコラーゲンが可溶化するため、骨組織や結合組織が軟弱化する。さらに十分な発酵熟成過程によつて有機酸、アルコール、エステル類などが生成し、原料に応じた特有の風味が発現する。

なれずしは、現在のすしの原形とも考えられており、魚肉を塩蔵した後、米飯と交互に積み重ねて、長期間自然発酵(乳酸発酵)させた保存食品である。米飯が形をとどめないほどに長期間十分に発酵させた「本なれずし」と、塩漬、米飯漬期間ともに短く、発酵した米飯も魚とともに食べる「生なれずし」がある。なれずしの最も古い形態の代表的ななれずしは滋賀県の「ふなずし」である。生なれずしには、和歌山県の「さばなれずし」、東北、北海道の「いずし」などがある。生なれずしでは、麴を添加して熟成を促進させる手法が北陸、東北、北海道など気温の低い地方で考案され、なれが浅いため生臭味を防ぐために野菜や香辛料を入れ、これが「いずし」となった。

ふなずしの原料にはニゴロブナやゲンゴロウブナを用い、鱗と鰓、内臓を取り除き(つぼ抜き)、卵巣を

体内に残したまま魚を数ヶ月から1年間塩漬(用塩量約50%)する。その後、米飯と魚を交互に漬け込み、重石をかけながら4~6か月間熟成させる。ふなずしの米飯漬けは、気温の高い夏期に行われ、米飯漬け開始後すぐに *Lactobacillus plantarum* などの乳酸菌その他の細菌および酵母が増加する。それに伴ってpHが低下し、米飯部では1週間以内にpH 4.0以下になる。フナ筋肉中のpH 2.2~6.0で安定な自己消化酵素カテプシンDがふなずし熟成の一要因と考えられている。ふなずしの熟成中には、乳酸をはじめとする有機酸、アミノ酸などの呈味成分の増加もみられる。ふなずしは独特の強いおいを有しており、重要な香気成分としてはエタノール、酢酸、n-酪酸、β-フェニルエチルアルコール、乳酸エチルなどが挙げられる。

紀州の腐りずしとも呼ばれる「さばなれずし」は、約1か月間塩漬(用塩量15~20%)した後、塩抜きしたサバで米飯を包み込んで漬け込み、5~10日間熟成させたものである。ふなずしに比べて熟成期間が短く、においやなれ具合も弱い。サバのなれずしの本漬け熟成中に乳酸菌の増殖などによりpHは5.0以下にまで低下する。サバのほかに、小アジ、サンマ、アユなどを用いた類似のなれずしが各地で作られている。

いずしは、北海道、東北地方の冬の伝統的保存食品で、製法は地域や家庭により異なる。主原料としてはサケをはじめとして、ハタハタ、ニシン、カレイ、ホッケなどを使用し、原料魚肉を塩蔵後、またはそのまま、短時間の酢漬を施した後、米飯・麴、野菜類を積層し、食酢、酒などの調味料とともに漬け込み、1~2か月熟成させる。「はたはたずし」は秋田県の特産品で、ハタハタを原料として作られるいずしの一種である。

昔から自家製のいずしは、ボツリヌス *Clostridium botulinum* E型菌による食中毒の主要な原因食品となっていた。ボツリヌスE型菌は、嫌気性、芽胞形成性の土壌細菌で、増殖最低温度は3.3℃と低いが、pH 5.5以下または塩分5%以上では増殖できず、10℃以下では毒化しない。したがって、すし類の安全性は、低温の清浄な水と環境下で製造し、原料を高塩分で塩蔵したり、熟成中の乳酸発酵によってボツリヌス菌が増殖しえないpHにまで素早く低下させることが基本であ

るが、冬期間は乳酸発酵が進行しにくいいため、いずれの製造工程に原料の短時間酢漬工程を導入することによって確実にpHを低下させ、最初からボツリヌス菌の増殖の機会を失わせることによって、中毒の危険性が大幅に低下し、安全なはずしが生産されるようになっていく。北海道において商業生産に採用されている仮酢漬と低温熟成を基本としたシロサケいずしの風味向上には、熟成中に優勢となる乳酸菌 *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* と各種酵母が寄与している。また、優勢菌種の形成には熟成温度などの環境要因が強く影響し、10℃以上の熟成温度では乳酸菌などの細菌類が優勢となり、乳酸発酵食品の性質を強く示す。

魚の発酵食品としての糠漬は、イワシ、サバ、ホッケ、ニシン、サンマ、フグなどを塩蔵または塩蔵後乾燥した後、食塩を含む米糠あるいは米糠と少量の麹、

唐辛子などに漬けて熟成させたものである。石川県を中心に日本海沿岸や北海道で作られ、石川県から鳥取県にかけての日本海沿岸地域では「へしこ」あるいは「こぬか漬」とも称される。糠漬においても、なれずしと同様に自己消化と微生物作用により熟成が進行し、糠漬の魚肉および糠、麹から分解生成した各種のアミノ酸や有機酸が呈味に寄与すると考えられている。糠漬の熟成中の微生物は、乳酸菌と酵母が主で、漬け込み初期から盛期にかけて急激に増加する。フグ卵巣の糠漬には有毒原料も使用されるが、長期の高塩分の塩蔵とそれに引き続く糠漬熟成工程中に、卵巣の毒成分の浸出液や糠への拡散・流出、構造変化などによって、卵巣の毒性は大幅に低下する。製品は毒性検査を受け、安全性が確認された後に出荷される。

(川合 祐史)

4.9.9 節類 (かつお節など)

節とは魚肉を煮熟後、燻して十分に乾燥した製品をいい、かつお節が代表的な製品である。かつお節の製造工程は複雑であり、多段階の焙乾、カビ付け工程を経て製品化される。かつお節では、カビ付けまで終了した製品は「本枯れ節」と呼ばれるが、焙乾後のカビ付け工程を省いた「荒節」の生産も多い。節類は、薄片状に削った削り節などの形態で調味料(だし)用の素材として使用される。また、製造工程において煮熟、あるいは煮熟後に軽く焙乾を行っただけの「なまり節」も食用製品としての地位を確立している。

A. 原料

節の原料となる魚種は、カツオ、ソウダカツオ(マルソウダ)、ゴマサバ、ウルメイワシ、ムロアジ、トビウオなどで、製品はそれぞれ、かつお節、そうだ(宗田)節、さば節、いわし節、あじ節、あご節などと呼ばれている。北海道では産卵期のサケ(ブナザケ)からも節が製造されている。代表的なものはかつお節で、カツオ以外の小型魚種を加工したものは雑節と呼ばれる。

かつお節の原料にはカツオ(*Euthynnus pelamis*)が用いられる。かつお節の品質は原料魚の脂質含量の影響を強く受け、かつお節の原料に適したカツオの脂質含量は1~3%程度である。脂質含量の高い原料で製造したかつお節は、「油節」と呼ばれ、製造や貯蔵中に脂質酸化由来する香味や色調の低下を起こしやすい。また、原料の鮮度も重要で、死後硬直中の自己消化の進んでいない原料は、身割れや色調の劣化が起こらず、良質の製品の製造に適している。カツオは鮮魚だけではなく遠洋海域で漁獲され凍結されたものが多く使用され、かつお節の生産は周年行われている。かつお節以外の雑節においても、かつお節と同様の原料特性が求められる。

B. 製造方法

かつお節の一般的な製造法は次のとおりである。かつお節以外の雑節においても、魚種や魚体の大きさによって原料処理方法が異なるが、基本的製法はかつお節に準じており、削り節に加工されるためカビ付けをしない場合が多い。

①生切り：解凍した原料魚を水洗いし、頭部および腹肉の一部(はらも)、内臓を除去する。水氷中で血抜きしたのち、身おろしする。比較的小型(2~3kg)のカツオでは、上身、下身から1本ずつの亀節を作る。大型(3~4kg以上)のカツオでは、片身をさらに側線に沿って背肉部と腹肉部とに断ち割り(相断ち)、それぞれ「雄(男)節」、「雌(女)節」とする。これらを「本節」という。

②かご立て・煮熟：身おろした肉片は、形を整えながら煮かごに並べ、煮熟する。煮熟条件は原料の鮮度によって異なり、鮮度が良好な場合には、煮熟水の温度が75~80℃で煮かごを煮釜に投入する。より高温の煮熟水に投入すると肉の急激な収縮によって身割れが生じる場合がある。一方、鮮度が不良の場合には湯温80~85℃で投入し、加熱による肉収縮を十分に行わせて低温水中での身伸びを防ぐ。投入後、煮熟水の温度を上げ、97~98℃に到達してから亀節では45~60分、本節では60~90分煮熟する。

③かご離し・骨抜き：煮熟が終了したら、煮かごを煮釜から取り出して肉が締まるまで放冷する。次いで、一節ずつ煮かごから取り出し、水中で身崩れしないように注意しながら骨抜きする。骨の残存は焙乾中に節の身割れやよじれの原因となる。骨抜きに続いて、雄節では頭部側から2/3弱、雌節および亀節では1/2弱の表皮および皮下脂肪を手指でこすって除去する。

④1番火(水抜き焙乾)：骨抜きした節はせいろに並べ、焙乾室(急造庫)で堅木の薪を燃やして焙乾(燻乾)し、節の水分除去を行う。火床から上昇してくる空気温度110~140℃で、節の表面が淡褐色になるまで約1時間焙乾する。1番火の終わったものを「なまり節」という。

⑤修繕：一晚放冷(あん蒸)したのち、身おろしや骨抜き工程でできた節の身割れや損傷した部分に、そくい(もみ)を竹へらですり込んで整形し修繕する。また、取り残した小骨を除去する。そくいは、中落ちから削ぎ落とした生肉と煮熟肉とを2:1の割合で混合し、らいかい、裏ごしして作る。

⑥焙乾：修繕を終えた節は、再び1番火と同様に焙乾する(2番火)。通常、亀節では8~10番火、本節では10~12番火まで焙乾する。各焙乾工程の間にはあん蒸

をはさみ、節内部の水分の表面への拡散移動を促して節の水分の均質化を図り、乾燥効率を向上させる(間欠焙乾)。焙乾の終わった節は表面が燻煙のタール質で覆われて黒褐色を呈し、「荒節(鬼節)」と呼ばれる。

⑦削り：荒節を半日~1日天日乾燥した後、箱に詰めて3~4日放置(あん蒸)すると表面がやや湿潤して柔らかくなるので、皮の付いている部分を残して表面を薄く削り取ってタールや脂肪を除去し、節を整形するとともに、次のカビ付け工程で節の表面にカビが増殖しやすいようにする。削り終わった節は、表面が赤褐色なので「裸節(赤むき)」という。

⑧カビ付け：裸節を2~3日間日乾した後、木箱に詰め、あるいはカビ付け庫内で、温度・湿度を制御(約27℃、湿度85~88%)しながら10~15日間放置し、節の表面にカビを増殖させる。これを1番カビという。カビで覆われた節を日乾し、表面のカビをブラシなどで払い落とすのち再びカビ付け(2番カビ)を行う。通常はこのカビ付け操作を4回(4番カビ)まで行い、4番カビが終わって製了した節を「本枯れ節」という。本枯れ節の水分は18%程度であり、その後、市販されるまでの貯蔵中、節の表面にカビが増殖するたびに日乾で除去されるので、水分は市販品では13~15%ぐらいとなる。

カビ付けで増殖するカビは、1番カビでは主として青緑色を呈する*Penicillium*属であり、2番カビ以降、徐々に*Aspergillus glaucus*、*A. ruber*、*A. repens*などの淡緑灰色を呈する*Aspergillus*属が優勢となる。温度と湿度を調節した室の中で、これらの*Aspergillus*属優良カビの純粋培養によって得られた胞子を種菌として裸節に散布して、カビ付けする方法も行われている。

かつお節製造において優良カビといわれる菌種は、いずれも*A. glaucus*グループに分類され、脂肪分解作用は強いが、タンパク分解力は弱い。かつお節カビの菌糸、胞子は、かつお節の表層部のみが存在し、肉組織内部には見られないが、カビ付けの効果にはかつお節の表面の菌糸、胞子ばかりでなく、節内部に浸透した酵素の関与もあると考えられる。

かつお節製造におけるカビ付けの効果としては、一般に次のようなことが挙げられている。①優良カビの増殖により水分が減少する。②カビの増殖による分解

と酸化によって脂質が減少する。また、カビの代謝産物として抗酸化物質を産生するによって脂質酸化が抑制される。脂質の分解はだし汁の濁り防止、酸化による香味低下の抑制に寄与する。③燻煙由来のフェノール類のメチル化や分解などにより節類特有の香気のまろやかさが醸成される。④悪臭成分トリメチルアミンが消費され減少する。⑤優良カビの増殖によって不良カビの増殖が抑制される。⑥増殖するカビの色が節の乾燥程度の目安となる。

かつお節の旨味にはイノシン酸が重要で、イノシン酸のうま味がアミノ酸の存在により増強され、イノシン酸とグルタミン酸の相乗効果が中心的な役割を果たしている。かつお節の芳香形成成分としては、燻煙処理による芳香フェノールやアルコール類が重要であり、カビ付けは風味改善や風味低下抑制に寄与している。節類のタンパク質分解酵素による消化物からは、高血圧症の原因となるアンジオテンシンⅠ変換酵素等を阻害する生理活性ペプチドや抗酸化ペプチドが分離されている。

かつお節に起こる悪変には、「しらた」と呼ばれる変色現象がある。前述のように、脂質含量の高い原料で製造したかつお節は、油節と呼ばれ、貯蔵中に節の表面から灰白色化するとともに肉質がもろくなることがある。しらたは、節の表面、特に皮付側の表面に発生し、次第に節の内部に進行する。しらたの発生原因は、節表面の脂質の自動酸化による過酸化物の生成であり、筋肉組織のミオグロビンに作用してそのポルフィリン環を開裂し、退色させると推定されている。

C. 製品

節類は、本来保存食であるが、日本料理の調味加工(だし)における極めて重要な素材として利用されてきた。かつお節は薄片状などに削って利用されるが、今日一般家庭で節を削ることは少なく、削り節パックの形態のもの流通、利用が多くなり、さらに、抽出調製済みの簡便な液体だしの方に指向が移りつつある。かつお節の製品形態としては、節そのままの製品(本枯節、荒節)とそれを薄片状に削った削り節などがある。また、削り節には形状により、薄削り、厚削り、糸削り、碎片などがある。

各種節類の削り節の中でもかつお削り節の生産量が最も多く、かつお削り節には、かび付けした枯れ節を削ったかつお削り節と、かび付けしていない荒節を削った花かつおの2種類がある。花かつおは主にだしをとるのに利用されており、直接料理にふりかける場合はかつお削り節(碎片)を用いる。

カツオ以外の小型魚種を加工した雑節は、ほとんど削り節原料となり、特有の香味を活かして業務用のだしの素材として用いられる。そうだ節やさば節の削り節は、濃厚なだしをとることができるため、単独あるいは他の節製品と混合してそばつゆ、ラーメンスープのだしに使用されることが多い。また、おでんや煮物のように濃い味が求められる料理にも適している。あご節(トビウオ)は、煮干しや焼き干しの姿干し品、その粉末品の形態で販売され、ラーメンスープの材料、ソーメンや雑煮等のだし汁に利用される。

現在では、混合削り節を含めてほとんどの商品で、ガスバリアー性と防湿性に優れた積層フィルムの袋が包材として用いられ、袋内を窒素などの不活性ガスで置換したガス置換包装が行われている。この包装は、酸化による色調や香味の変化防止と、削り節の商品特性である花の膨らみを維持するために有効である。削り片の大きい花かつおや混合削り節では、比較的大袋に入れて流通している。かつお削り節などの薄削りを破碎した碎片では、開封後すぐに使い切るのを目安に3~5gの小袋包装とし、それを10袋程度まとめてピロー包装としている。

なまり節は、一般にカツオやマグロ(ピンナガマグロ)の節を煮熟したもの、または軽く焙乾して表面のみを乾燥させたもの(若節)で、料理素材として用いられている。製品の品質は鮮度に依存し、高鮮度なものほど旨味に富む。また、脂質含量はさほど品質に影響しない。最近では、真空包装した一般小売品が増えて製品も多様化してきた。真空包装品では煮熟が終わった節を成型(骨除去)した後に真空包装し、熱水で二次殺菌される。

(川合 祐史)