

HACCP と発酵食品

NPO HACCP 実践研究会会長
(静岡理工科大学教授)
宮地 竜郎

ご存知のように、2020年に全ての食品関連事業所が対象となる HACCP 制度が施行されます。ここでは伝統的な手法で味噌や醤油、清酒等の発酵食品を製造している小さな発酵蔵も対象となります。このような発酵蔵においては、発酵樽や製造環境中に生息するいわゆる「蔵付きの菌」を発酵スターターとしている場合があります。発酵食品は日本の和食文化の根幹を成すものであると考えられ、2013年、日本の「和食」がユネスコ無形文化遺産に登録された事と相まって国内外において関心が高まっています。更に、農水省の支援のもと、一般社団法人・食品安全マネジメント協会（JFSM）が発行する日本初の日本語で書かれた HACCP を含む JFS 規格は 2018 年に GFSI 承認を取得したことで国際規格化されましたが、この規格は世界へ和食の普及を目的の一つとしています。

厚生労働省はホームページ上で「食品製造における HACCP による衛生管理普及のための HACCP モデル例（発酵食品編：米味噌）」を公開しており、金属検査を重要管理点としています。米味噌製造に関しては、大手の事業所は連続式を採用する場合がありますが、中小事業者（10～20人規模）が実施するバッチ式による製造もモデル例の対象として十分に実施可能と言及しています。しかしながら、「発酵食品工場に対する衛生管理は一般的な食品工場やレストランに対する一般的衛生管理や HACCP と同様な手法で実施可能か?」。あるいは、「発酵食品工場を徹底的に清浄化しても発酵食品の品質に影響を及ぼすことはないのか?」。私はこの疑問を発酵食品メーカーの製造従事者や地方自治体の研究機関の研究者に投げかけてみましたが、かえってくる回答はまちまちでした。その理由として、発酵食品には多様な製造方法が存在し、製造規模によっても状況が異なるためと考えられます。以下、発酵食品製造における衛生管理と品質の関係について、辛口米味噌の製造を例に考察を行いましたのでご紹介します。

発酵食品製造における衛生管理と品質の関係

辛口米味噌製造

(1) 製造工程への微生物の添加

全国的に生産量が多い辛口米味噌製造に関わる微生物として、麹菌、酵母、乳酸菌が知られています。一方、豆味噌等、酵母があまり寄与しないとされる味噌もあります。大豆と米を原材料とし、長期間の発酵・熟成を伴う辛口米味噌の製造工程（図）において、麹菌は蒸米中のデンプンの糖化やタンパク質の分解等を目的に種麹として添加され

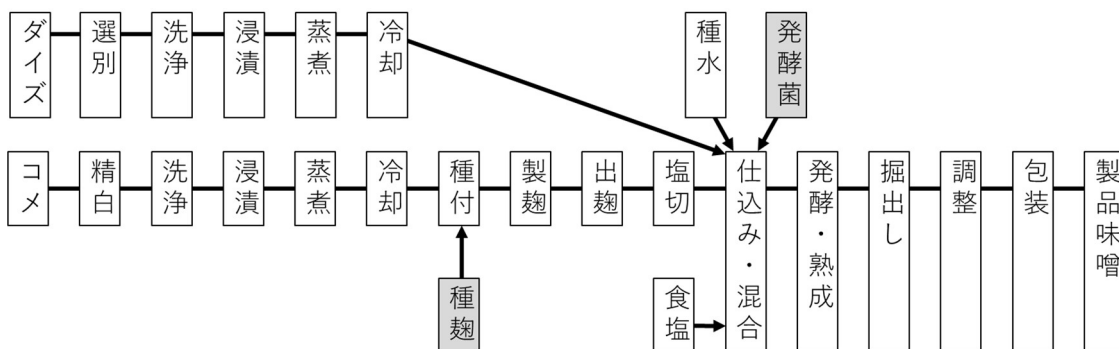


図 辛口米味噌の製造工程¹⁾

ます。また、純粋培養された培養酵母や乳酸菌が発酵菌として味噌の香気醸成等の品質向上や雑菌の生育抑制等を目的に仕込み時に加えられる場合もあります。更には、酵母や乳酸菌が種味噌（スターター）の形で添加されることもあります²⁾。

一方、伝統的な製法として酵母等の添加工程のない辛口米味噌製造が行われる場合があります。この製造原理は、蔵癖あるいは蔵付きの酵母等として認識されてきた味噌工場や味噌蔵の製造環境中に生育・生残する酵母等が製造工程中の麹や味噌に移行し増殖することによると考えられます。

辛口米味噌製造における酵母等の添加工程の有無は、味噌工場にもよりますが、同一工場においても、辛口米味噌の銘柄により添加・無添加を使い分ける場合や製造中の味噌の状態に応じて添加・無添加を判断する場合もあります。

（２）衛生管理と品質の関係

味噌の摂取による食中毒の事例は認められませんが、味噌は開放系で醸造されるため製造環境中の微生物の混入が認められます³⁾。最終製品や汚染微生物の最大の混入源とされる麹中から枯草菌 (*Bacillus subtilis*) や食中毒細菌であるセレウス菌 (*Bacillus cereus*) 等の芽胞形成細菌が検出される場合があります^{4,5)}。これらで汚染された味噌を他の食品の素材として用いた場合、芽胞が増殖し変敗や食中毒原因となります。味噌工場の衛生管理は他の食品工場と同様、一般的衛生管理と HACCP システムの適用が求められます^{6,7)}。

味噌工場において、一般的衛生管理事項を遵守するために清掃や清潔、洗浄、殺菌による施設・設備・機械・器具の衛生管理や作業者の衛生管理、更には種麹の衛生管理を実施した場合、工場内の製造環境中に分布する腐敗細菌や食中毒菌、酵母等の菌数は低減し衛生度が高まります。発酵菌の添加工程のない伝統的な辛口米味噌製造において同様の衛生管理を極度に徹底した場合、発酵に必要な酵母等の供給量が減少することが予想されます。そのため、従来品との比較において最終製品に風味等の相違が生じる可能性が考えられます。しかし、培養酵母が添加され長期醸造を伴う辛口米味噌の製造においては、培養酵母の添加量に関する添加効果が十分に解明されておらず、各工場では独自の判断で添加量が決められているのが現状です⁸⁾。新築の工場においては稼働当初、従来品と同一品質の製品を製造するのに苦労を要することが発酵食品の製造従事者に

よって経験的に語られることがあります。同じ原因であるのかも知れません。

厚生労働省が公開している前述の米味噌の HACCP 導入のモデル例にも採り上げられているように、HACCP を志向した辛口米味噌製造は基本的には発酵菌の添加工程を有する製法が必要と考えられます。大手企業の味噌工場においては、工場内の空調管理も含めて高度な衛生管理を行い、発酵菌の培養装置を保有することは可能と考えられますが、小規模工場においては困難が予想されます。近年、6次産業化の推進に伴い農村において小規模な味噌製造が行われています。小規模工場においても HACCP 制度化に伴い衛生管理を遵守する必要があるため、麹および発酵・熟成後の有用・有害微生物の安価で迅速なモニタリング手法の開発や食文化の保護も含めて今後の対策が急務です。本稿では辛口米味噌の例を採り上げましたが、醤油においても同様な問題があると考えられます。

その他の伝統的発酵食品

伝統発酵食品においては、「蔵付きの酵母」の移行を利用した辛口米味噌製造と同様に、発酵菌の添加工程のない製造方法が多く認められます。その一例として、トビウオ等から加工される「くさや」は製品の風味形成に寄与する環境由来の微生物を含む「くさや汁」に浸漬する工程があることから発酵食品とされています。このような伝統発酵食品の製造環境の衛生管理と品質の間においても、伝統的辛口米味噌と同様な問題が生じる可能性が考えられます。更に、多くの伝統発酵食品は製造工程中に添加するための発酵菌が開発されていないと言えます。伝統発酵食品中には特定のマイクロフローラや微生物の代謝産物が検出され、開放系で製造が行われるため食品中の菌叢は製造環境中に分布する微生物の影響を絶えず受けていると考えられます。発酵食品は伝統的な製法によって製造され特定の菌叢が認められる食品に関してのみ食経験を有することから、熟慮のうえ適切な衛生管理を実施すべきと思われます^{9,10)}。

非加熱保存食品

伝統的な非加熱食品である乾燥食品や糖蔵食品、塩蔵食品は微生物制御を目的として経験的に編み出された食品です。これらの保蔵原理はそれぞれ低水分化、浸透圧付与等ですが微生物が生育・生残し菌叢を形成している場合があります。塩蔵食品中、伝統製法によって製造された「イカ塩辛」は製品の風味形成に製造環境中から移行した乳酸菌等が寄与するため発酵食品に分類されています¹¹⁾。しかし、菌叢の認められる非加熱保存食品の多くは食品中の微生物の品質への寄与に関して詳細な研究がなされていません。サケの卵巣を原料とした塩蔵食品である「すじこ」は、「イカ塩辛」と同様に製造時に熟成工程を有し類似の菌叢が認められます。私は、抗生物質を添加したサケの卵巣を用いて無菌すじこを製造し、「すじこ」中の微生物の風味形成に対する寄与に関する試験を実施しましたが、「イカ塩辛」のような積極的な寄与は認められませんでした¹²⁾。すじこと同様な製法によって製造されるサケ魚卵塩蔵製品として「イクラ」が知られて

います。「すじこ」と「イクラ」の製造上の相違は、「すじこ」製造においては卵をほぐさずにそのまま用い、熟成工程をもつ点が挙げられます。しかし、「すじこ」は「イクラ」よりもはるかに生菌数が多いにもかかわらず食中毒事例が少ないことから、「すじこ」中の微生物がバイオプリザバティブ (Biopreservative) として機能している可能性が考えられています^{13,14)}。菌叢の認められる非加熱保存食品はいわば発酵食品予備軍としてとらえるべきであり、製造方法の改変や衛生管理に関しては発酵食品と同様に品質(安全性・嗜好性)に影響を及ぼす可能性があるため十分に注意すべきと思われます。発酵食品や非加熱保存食品を含めた伝統食品の多くは農村地域で小規模生産される場合が多いのですが、日本の食文化や食の多様性確保を担っています。その継承には衛生管理指導を含めた支援が望まれるため、共通した管理項目も多いこれらの製造加工施設向けにコーデックス HACCP 適用下において「ルーラル (Rural; 農村の) HACCP」ともいうべき手引書等が作成できれば役立つと思われます。

※本記事は、主として (株) エヌ・ティー・エス、「発酵と醸造のいろは 伝統技法からデータに基づく製造技術まで (2017)」p112-115 (宮地執筆箇所) の内容を加筆加工することで作成しました。

【参考文献】

- 1) (財) バイオインダストリー協会・発酵と代謝研究会編：発酵ハンドブック、p595、共立出版 (2001)
- 2) 野白喜久雄編：改訂醸造学、p151、講談社サイエンティフィック (1993)
- 3) 宮地竜郎：日本防菌防黴学会誌、41、p635 (2013)
- 4) 伊藤公雄：日本醸造会誌、84、p680 (1989)
- 5) 内藤茂三：食品の変敗微生物—その原因菌と制御—、p95、幸書房 (2016)
- 6) 今井誠一：日本醸造会誌、93、p807 (1998)
- 7) 今井誠一：日本醸造会誌、93、p870 (1998)
- 8) 菊池恭二、桐原広成：日本醸造会誌、98、p618 (2003)
- 9) ICMSF 編：食品微生物の生態—微生物制御の全貌、271-273、361-365、421、449-463、498-508、829-852、870-879、中央法規 (2011)
- 10) 高鳥浩介監修：有害微生物の制御と管理—現場対応への実践的な取組み—、314-323、372-375、402-403、テクノシステム (2016)
- 11) 藤井建夫他：日本水産学会誌、60、265 (1994)
- 12) T. Miyaji et al.: *Biocontrol Science*, 12, 111 (2007)
- 13) 森地敏樹編著：バイオプリザベーション—乳酸菌による食品微生物制御—、1-5、幸書房 (1999)
- 14) 川上誠他：北海道率食品加工研究センター報告、(5)、29 (2002)