

減塩鹿児島みその開発

加藤由貴子*, 下野かおり*, 安藤義則*, 松永一彦**

Development of Low-salt Kagoshima Miso

Yukiko KATO, Kaori SHIMONO, Yoshinori ANDO and Kazuhiko MATSUNAGA

鹿児島みその減塩化を目的として、麴歩合と水分、塩分の配合を検討した。各条件での小仕込み試験により、麴歩合20歩以上であれば、仕込み時水分を50%程度に調整することで塩分4%配合の麦みそ製造が可能であることを明らかにした。この条件をもとに県内企業にて麦みその試験製造を実施し、成分分析により良好なみそになることを確認した。機能性成分であるフェルラ酸 (FA) やフェルラ酸エチルエステル (FAEE) についても分析したところ、減塩みそでも通常塩のみそと同等に含まれることが明らかになった。また、減塩みそを用いた豚肉加工品を試作し、硬い肉質の部位を柔らかくできる用途を見出した。

Keyword : 鹿児島みそ, 麦みそ, 減塩, フェルラ酸エチルエステル, 食肉加工

1. 緒 言

日本人の和食離れなどを背景に、全国的にみその出荷量は減少しており、鹿児島みそを含む麦みそに至ってはここ20年で半減している¹⁾。一方、みその健康機能は世界からも注目されているが、その塩分の高さがデメリットとされている。

みそは地域色の強い食材であるが、全国的には麴歩合10歩前後の米みそが主流である。九州周辺では麦みそが親しまれ、鹿児島では、特に麴歩合が20~60歩と高く短期醸造のものが好まれる。

麦みそに特徴的な機能性成分として、原料の大麦に含まれる抗酸化成分のフェルラ酸 (FA) がある²⁾。FAは認知症予防機能なども期待されており³⁾、穀類の細胞壁に結合態として存在し、醸造によりヒトに吸収されやすい遊離態になる²⁾。また遊離FAの一部がみその発酵中にフェルラ酸エチルエステル (FAEE) に変換され、FAEEにはストレス緩和機能が期待されている⁴⁾。遊離FA, FAEEともに醸造によって生成される機能性成分であり、麦麴を多用する鹿児島みそにはより多く含まれることが期待できる。

しかし一般的なみその塩分は10~13%で、減塩みそとして市販されているものでも8~10%程度のものが多く、さらに減塩化を進めなければ健康機能の訴求にはつなげにくい。

そこで本研究では、鹿児島みそのより一層の減塩化を目的として、麴歩合や水分の調整による検討を行った。3社での現場製造試験によりその製法を確立し、それらの呈味成分、保存性を評価し、塩分濃度が機能性成分FA, FAEEの含有量に与える影響について検討した。さらにみそ汁以外

の用途として、豚カシラ肉を用いた加工品への利用も検討した。

2. 実験方法

2. 1 みその原料および仕込み方法

原料は、県内みそ製造企業4社から麦麴、煮大豆、食塩の提供を受け、各試験に用いた。

小仕込み試験は、麴歩合10~50歩、塩分0~11%、仕込み時水分40~60%の配合を適宜組合せ、5~10kg程度で仕込んだ。仕込み時の水分については、種水添加量の調整と乾燥麦麴の使用で調整した。

10kg規模の現場製造試験は、各社の配合 (麴歩合30歩前後) をもとに、調味料は添加せず、塩分は通常塩仕込み10%、減塩仕込み4%とし仕込み時水分を50%以下にして仕込んだ。発酵条件は全て25℃約1か月間とした。

2. 2 一般成分、呈味成分分析

水分は、煮大豆、麦麴については105℃、1時間、みそについては135℃、3時間加熱乾燥し、重量減少量から算出した。水分活性は水分活性測定装置 (novasina社製, Lab-Swift-aw) を用いて測定した。pHはみそ2gに蒸留水20mLを添加し混和したものをpHメーター (HORIBA社製) で測定した。

呈味成分については、麦みそ5gを蒸留水100mLで抽出しろ紙ろ過したものを測定試料とした。塩分はポケット塩分計 ((株)アタゴ製)、グルコース、エタノールおよび乳酸濃度は、松永らによる各条件^{5) 6)}にてHPLC (日本分光(株)製)により分析し、ホルモール窒素はしょうゆ試験法に従って分析した。

* 食品・化学部

** 公益財団法人かごしま産業支援センター

2. 3 菌数, 色度測定

一般生菌数は標準寒天平板法, 大腸菌群はデソキシコレート培地(日水製薬(株)製), 黄色ブドウ球菌はコンバクトドライXSA(日水製薬(株)製)を用いて測定した。

色度は分光測色計(コニカミノルタ(株)社製, SPECTRO-PHOTOMETER CM3600d)を用いて測定し, Yxy表色系にて評価した。

2. 4 FA, FAEE分析

総FAは, 漉しみそ2.5gに1N水酸化ナトリウム水溶液10mLを添加し65°C, 3時間加水分解後, 6N塩酸1.25mL添加し中和, 80%アセトン40mLを添加し抽出したものを13,000rpm, 5分間遠心分離し, 上清を分析試料とした。

遊離FA, FAEEは, 漉しみそ2.5gに80%アセトン10mLを添加し, 65°C, 1時間抽出後13,000rpm, 5分間遠心分離し, 上清を分析試料とした。

分析は松田らの方法²⁾に準じ, HPLCを用いた絶対検量線法により行った。すなわち, 溶離液はアセトニトリルを含む50mM酢酸緩衝液(pH4.0)を使用し, 30分間のリニアグラジエント(10→70%アセトニトリル)をかけ, 注入量は10 μ L, 流速は1.0mL/min, カラムはUnifinepakC18(日本分光(株)製)を用い40°Cにて分離, 検出波長320nmとした。

2. 5 豚肉みそ漬け試験

当センターの技術支援により県内企業から商品化された減塩麦みそ(塩分6.6%, 従来品の50%カット)を用いた。豚肉加工品の試作は食肉加工品製造企業にて, カットした豚カシラ肉の調味, 焼成, パック詰めをした。調味は以下の4通りとし, 減塩みそはカシラ肉100gに対して25gの配合とした。

- ①調味なし ②減塩みそ+水
- ③減塩みそ+調味料 ④醤油ベースの既存調味液

パック詰めした肉片各18個の硬さをテクスチャーメーター((株)サン科学製, CR-500DX COMPAC-100)にて測定した。プランジャは歯形, 侵入距離はサンプル高の70%, 侵入速度は600mm/minとして最大荷重を測定し, 平均値を算出した。

3. 結果および考察

3. 1 塩分・麴歩合の検討

麴歩合と塩分量を変化させた小仕込みを行い, 酸敗することなく製造できる条件を調べた。仕込み配合で塩分0~11%, 麴歩合10~50歩を組合せ, 同一塩分の試験区間内が同程度の水分になるよう種水量を調整した。

発酵後のみその乳酸濃度, pHを測定した結果を図1に示す。塩分8, 11%試験区は麴歩合にかかわらず乳酸濃度が0.1%以下に抑えられ, 塩分の高さが乳酸菌の過剰な増殖を抑えたと考えられる。塩分0%試験区では乳酸濃度が2

%を超え, pHは4.0前後と非常に低く酸敗の状態であった。塩分4%試験区では, 麴歩合を20歩以上にする事で乳酸生成が0.5%以下に抑えられた。

また塩分0, 4%試験区では, 麴歩合が高いほど乳酸生成が抑えられた。そこで塩分0%みその成分を分析したところ, 麴歩合が高いほどグルコース濃度が高かった(図2)。このことから, グルコース濃度が高まることで水分活性が下がり, 乳酸菌の増殖が抑えられたと考えられる。

また今回の試験では各塩分で水分をそろえるために麴歩合20~50歩の試験区で種水を添加している。通常, 麦麴の水分(30~40%)は煮大豆の水分(60~70%)より低いため, 麴歩合を上げればみそ全体の水分は低くなる。したがって, 塩分4%でも麴歩合20歩以上で種水を控えて水分を低減すれば, より良好なみそになることが予想された。

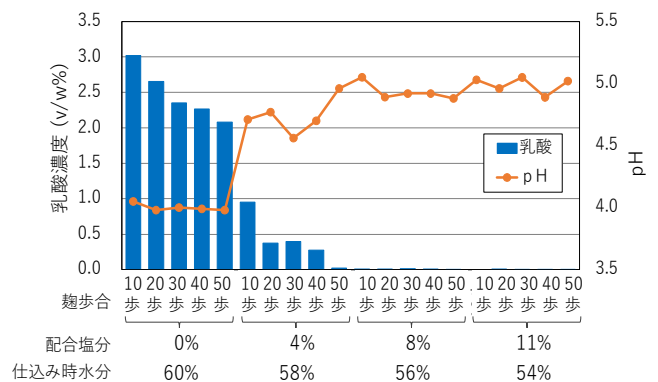


図1 塩分・麴歩合が麦みその乳酸・pHに及ぼす影響

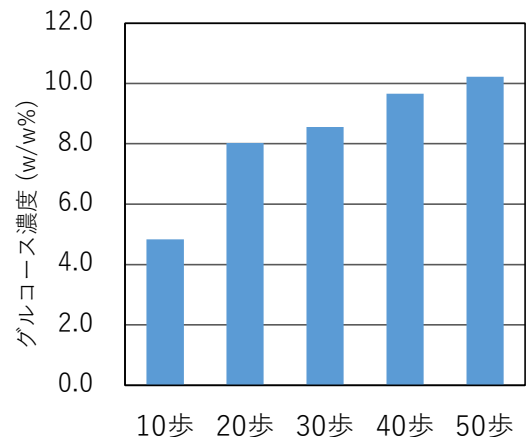


図2 塩分0%試験区の麴歩合とグルコース濃度

3. 2 水分の検討

仕込み時の水分が微生物の増殖に与える影響を検討するため, 塩分4%, 麴歩合20歩で水分を変化させた小仕込み試験を行った。仕込み時の水分を40, 50, 55, 60%になるよう配合した麦みそを仕込み, それら発酵後のみそについて, 水分活性, エタノール濃度, 乳酸濃度を測定した。

図3に示すように, 仕込み時の水分を下げることで水分活性は低下し, より微生物の増殖は抑制されると考えられ

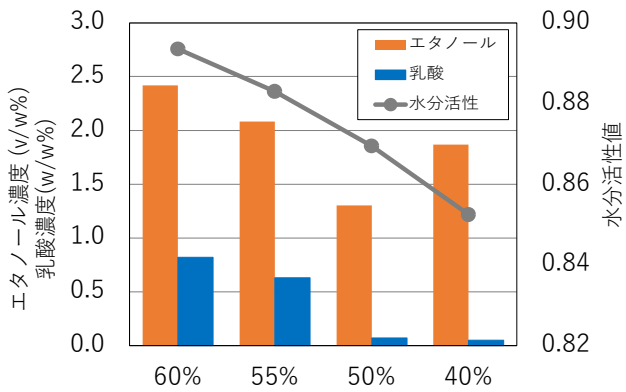


図3 塩分4%麴歩合20歩の麦みそにおける仕込み時水分の影響

た。乳酸濃度は、種水を添加した60、55%試験区で0.5%を超え、種水を添加しない50%試験区と乾燥麴を使用した40%試験区では0.1%以下と顕著に低減した。このことから、乳酸菌の増殖には水分活性が大きく影響していることが示唆された。また種水を添加した仕込みでは水分の偏りが生じ、さらに増殖を促進したことも考えられる。食味は仕込み時水分50%のものでは酸味が抑えられ、適度な柔らかさのある良好な麦みそであった。

一方で、乾燥麴を使用して水分を下げた40%試験区では、水分活性はより低下したものの、エタノール濃度が1.9%と若干増加した。この理由は不明であるが、酵母は乳酸菌より水分の影響を受けにくいことが示唆された。また40%試験区ではできあがりの硬いみそになり、麴の乾燥による水分調整までは必要ないと判断した。

本県においては、麴歩合20歩以上の麦みそを製造する企業が多い。麴歩合が高いほど全体の水分低減が可能になるため、種水添加量の調整で仕込み時水分を50%程度にできると考えられる。

3.3 現場製造試験

現場での塩分4%配合の麦みそ製造を確認するため、県内企業3社にて製造試験を実施した。麴歩合30歩程度の各社麦みそ商品の配合をもとに、通常塩仕込みと減塩仕込みで10kg程度の麦みそを仕込んだ。3社の通常塩、減塩麦みその一般成分、呈味成分の分析結果を表1に示す。

表1 現場製造みその分析結果

	A. 通常塩	A. 減塩	B. 通常塩	B. 減塩	C. 通常塩	C. 減塩
塩分 (g/100g)	9.7	4.5	10.7	4.8	10.2	4.5
水分 (g/100g)	48.8	52.1	47.6	52.3	46.3	50.1
pH	5.4	5.4	5.5	5.5	5.2	5.0
乳酸 (g/100g)	trace	0.03	trace	trace	trace	0.26
グルコース (g/100g)	15.4	15.9	19.0	18.7	13.1	10.7
エタノール (ml/100g)	1.1	0.8	trace	trace	2.5	4.6
ホルモール窒素 (mg/100g)	379	558	426	521	193	296

塩分は、通常塩で9.7~10.7%、減塩仕込みで4.5~4.8%であった。減塩では種水を控えたが、食塩を減らした分、仕込み量全体に対する麴や煮大豆の割合が大きいため、水分は通常塩より若干高まった。乳酸はA社とC社の減塩でそれぞれ0.03%、0.26%検出され、これに伴いC社ではpHが通常塩に比べ低下した。エタノールはA社の通常塩、減塩でそれぞれ1.1%、0.8%、C社の通常塩、減塩でそれぞれ2.5%、4.6%検出された。C社減塩では通常塩に比べグルコース濃度が低かったが、エタノール生成にともないグルコースが消費されたと考えられる。これらの結果は、減塩により乳酸菌や酵母の増殖が促進されたためと考えられるが、食味に悪影響を及ぼすものではなかった。また3社とも、減塩仕込みにおいて、旨味の指標となるホルモール窒素の数値が通常仕込みに比べて高まった。この結果は、長谷川ら⁷⁾の塩麴における結果とも一致し、プロテアーゼ活性を阻害する食塩の濃度を下げることで、みそ中のタンパク質分解が促進されたと考えられる。なお、発酵後のみその食味は各社担当者に確認し、良好な麦みそと判断した。

みその保存性に関わる一般生菌数と色度について、仕込み日からの経時変化を図4、5に示す。通常、みその一般生菌数は発酵経過とともに減少し、それには塩分、pH、水分活性等が影響するとされている⁸⁾。今回の結果からも3社6試験区すべてで菌数の減少が認められ、減塩でも通常塩と同程度であった。また、発酵後みその大腸菌群、黄色ブドウ球菌についてはすべての試験区で陰性であった。色度に関しては、図5に示すように日数の経過とともに着色が進むことで明度Yは低下したが、通常塩と比較して減塩でも同程度であった。

微生物増殖の指標として水分活性(Aw)を分析した結果を図6に示す。通常塩では0.76~0.78を示すAwが、減塩では0.85~0.88と高まった。一般的な細菌の最小生育Awは0.90、酵母では0.88、カビ類では0.80とされており⁹⁾、減塩みその製造にあたっては、水分の調整とともに、雑菌混入に注意するなど、衛生管理の徹底が求められる。

3.4 FA, FAEE分析

減塩条件によるFA, FAEE含有量への影響を調べるため、

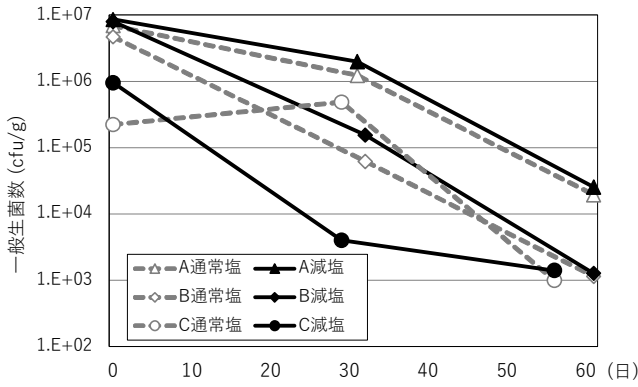


図4 現場製造みその一般生菌数の経過

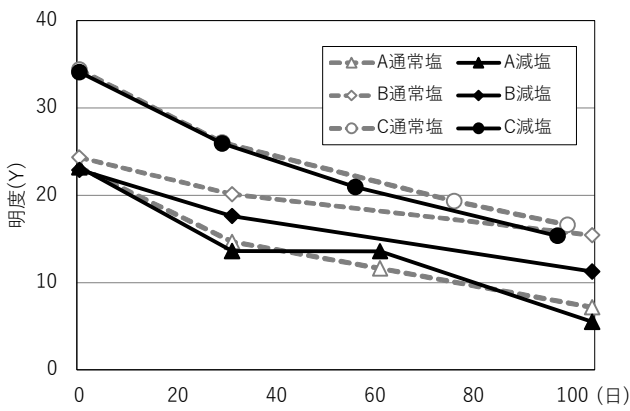


図5 現場製造みその色度の経過

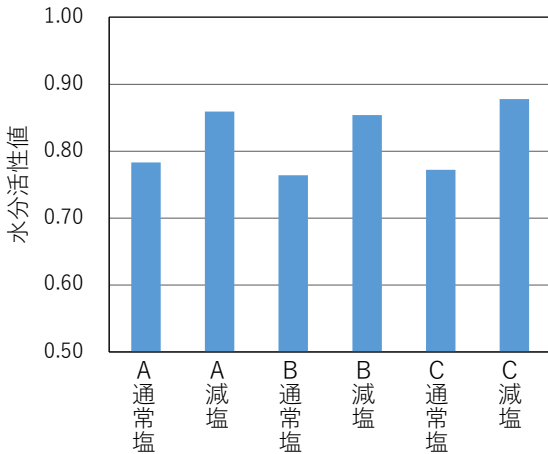


図6 現場製造みその水分活性値

3社の通常塩、減塩のみそにおけるこれらの分析を行なった。また仕込み直後（0日）の減塩みそについても分析し比較した。その結果を図7に示す。3社とも仕込み直後で総FA濃度142~184μg/g乾物、遊離FA濃度53~108μg/g乾物と検出され、麦麴の状態である程度FAが遊離していると考えられた。

FAEEに関しては、A社とC社のみそにおいて、仕込み直後

では検出されず、発酵後のみそで5~24μg/g乾物と検出された。成分分析の結果（表1）から、A社とC社でエタノールが検出されたが、B社では検出されず、みそにおけるFAからFAEEへの変換にはエタノールの存在が影響するという報告⁴⁾と一致した。しかし、C社減塩でエタノール濃度が4.6%と最も高かったにもかかわらずFAEE濃度は通常塩より低く、エタノール濃度以外の要因も考えられる。

また、減塩条件下であれば酵素分解が進み、遊離FAやFAEEの生成が促進されることを期待したが、3社とも通常塩と減塩において、これらの含有量に大きな違いはなかった。さらに、仕込み直後の総FAや遊離FAが、発酵後減少する傾向が見られることから、4-ビニルグアヤコールなど別の物質への変換も考えられる¹⁰⁾。塩分濃度などの発酵条件がこれらの成分に与える影響に関しては、今後検討が必要である。

ただ、通常塩と減塩の比較でFAやFAEEの含有量に大きな違いは認められず、減塩することで通常塩より多く摂取できると考えれば、これら成分の摂取量向上が期待できる。

3.5 減塩鹿児島みその豚肉加工品利用検討

減塩麦みその特徴を活かした用途の一例として、豚肉のみそ漬け加工品を試作し、食感を評価した。製品の硬さを示す最大荷重の平均値を図8に示す。比較となる①調味なし、④醤油ベースの既存調味液の試験区に比べ、②減塩みそ+水、③減塩みそ+調味料に漬け込むことで、これらの最大荷重は有意に低下した。

豚カシラ肉は通常、肉質が硬く比較的需要が少ない部位であるが、減塩みそに漬け込むことで柔らかくなることが示された。これは、麴由来酵素の作用によるタンパク質の分解¹¹⁾や、みその塩分、pH、全糖量の上昇による保水性向上¹²⁾によると考えられる。また減塩みそであれば、通常塩のみそより使用量を増やすことや漬け込み時間を延ばすことが可能であり、効果の増大も期待できる。

4. 結 言

鹿児島みその減塩化とその用途を検討したところ、以下のことが明らかになった。

- (1) 塩分、麴歩合、水分の配合検討により、水分を調整することで麴歩合20歩、塩分4%程度の麦みそ製造が可能であった。
- (2) 麴歩合30歩程度、塩分4%配合で約10kgの麦みそ現場製造試験を実施した。成分を分析し、通常塩の結果との比較で食味に問題ないことを確認した。
- (3) 減塩麦みそのFA、FAEE含量を分析し通常塩と比較したところ、大きな違いは認められなかった。
- (4) 豚カシラ肉を減塩麦みそに漬け込むことで食感が柔らかくなった。

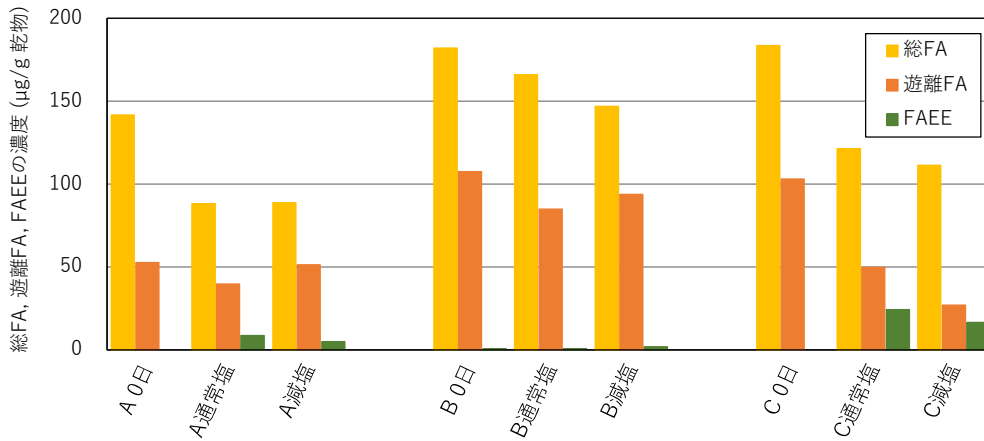


図7 現場製造みそのFA, FAEE分析結果

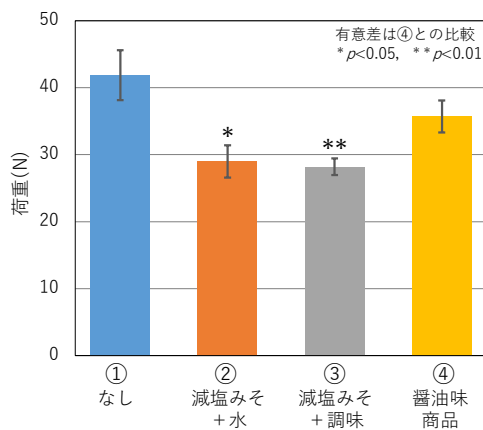


図8 豚カシラ肉製品の最大荷重 (平均値±SE)

塩分4%程度というのは、一般的な減塩みそ(8~10%程度)よりさらに低塩であり、減塩食の調理に適している。また塩味が抑えられていることで、ご飯やパンにそのままつけるなど、みそ汁用途以外の新たな商品展開が期待できる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、久保醸造合名会社、合名会社伊達醸造、坪水醸造株式会社、株式会社ナンチク、藤安醸造株式会社の皆様にご協力いただきました。また、機能性成分分析に関して、熊本県産業技術センター食品加工技術室・佐藤崇雄研究参事にご助言いただきました。ここに深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 全国味噌工業協同組合連合会：種類別出荷数量(2000-2020)
- 2) 松田茂樹，工藤康文：日本食品保蔵科学会誌，**26**，199-203(2000)
- 3) Sgarbossa A, Giacomazza D, di Carlo M: Nutrients, **7**，5764-5782(2015)
- 4) 松原英祐，本多芳孝，嶋川淳，新井大祐，中村文彬，加藤妙子，中野京子，大池昶威，中尾洋一 他：中央味噌研究所研究報告，**38**，34-48(2017)
- 5) 松永一彦，下野かおり，瀬戸口眞治：鹿児島県工業技術センター研究報告，**25**，9-14(2011)
- 6) 松永一彦，瀬戸口眞治，下野かおり，亀澤浩幸，西元研了，鶴木隆文：鹿児島県工業技術センター研究報告，**21**，11-14(2007)
- 7) 長谷川撰，船越吾郎：あいち産業科学技術総合センター研究報告，**5**，108-111(2016)
- 8) 全国味噌工業協同組合連合会：味噌製造における「HACCPの考え方を取り入れた衛生管理」のための手引書(2019)
- 9) 山田次良：”食品分析機器の手引き”三共出版，**62**(1997)
- 10) 小関卓也：生物工学，**78**，465(2000)
- 11) 阿部真紀，秋田修：日本醸造協会誌，**114**(5)，258-267(2019)
- 12) YONEZAWA K, ENDO C, KGURE S, KOJIMA K, HORIGUCHI T, TANIOKA Y, YAMAUCHI J, HAYASHI K, KOJIMA M, KOTAKE T, IMAI H, FURUSHO T: Food Preservation Science **46**(5)，245-254(2020)

