

食塩添加による米飯のおいしさ及び食品添加物及び調味料との効果的な組み合わせによる微生物制御に関する研究

筒浦 さとみ

新潟大学研究推進機構超域学術院

概要

研究の目的:我が国の黄色ブドウ球菌食中毒の多くは米飯製品で起こり、食中毒予防のためには米飯製品での菌の増殖と毒素産生を制御する必要がある。本研究では、食塩を加えた米飯に様々な調味料・具材を組み合わせる際に、にぎり飯保存の観点からも食塩を効果的に利用できる組み合わせを探索することを目的とし、にぎり飯のおいしさを維持しつつ、黄色ブドウ球菌の増殖及び毒素産生の抑制に効果的な米飯調製法について調べた。

方法:飯重量の 1.5%の食塩を添加した米飯に、約 80 種類の市販調味料をそれぞれ添加して米飯を調製し、それに黄色ブドウ球菌を 10^6 CFU/g になるように植菌した。37°Cで 48 時間保存後、菌数を測定した。次に、1.5%食塩添加飯にいくつかの市販調味料を濃度を変えて添加し、pH を測定した。その米飯に同様に黄色ブドウ球菌を付着させ、37°Cで 48 時間保存後の菌数を測定した。続いて、1.5%食塩添加飯に先に添加した最大濃度にて市販調味料を加え、黄色ブドウ球菌を植菌し、37°Cで保存した。ここでは、菌数を経時的に測定するとともに、化学発光法を用いた Western blot にて毒素エンテロトキシン A(SEA)も定量した。最後に、1.5%の食塩添加飯に市販調味料を添加したにぎり飯を作製し、にぎり飯のおいしさについて官能評価を行った。

結果:約 80 種類の市販調味料のスクリーニングの結果、 10^1 CFU/g 以上の菌数の低減が認められたものは 10 種類とごく僅かであった。そのうち、初発菌数として米飯に添加した 10^6 CFU/g 以下に菌数が減少した、米酢、バルサミコ酢、中濃ソース、マスタード、ローズヒップティー、レモン汁、梅肉、マヨドレの 8 種類について米飯への添加濃度をそれぞれ変え、市販調味料の濃度と黄色ブドウ球菌の増殖抑制効果の関係性を確認した。市販調味料の濃度依存的に pH は減少し、菌数も減少した。レモン汁添加飯の pH は 3.1 であったが菌が検出され、米酢添加飯は pH 4.1 であったが菌数は検出限界以下になるなど、必ずしも pH と菌の抑制効果の挙動は一致しなかった。続いて、米酢、バルサミコ酢、マスタード、ローズヒップティーについて、菌の抑制効果が十分にみられた最大濃度で添加し、37°Cで保存時の黄色ブドウ球菌の増殖と SEA 産生量を経時的に測定した。いずれの市販調味料においても、保存直後から 12 時間頃までは菌は増殖しないが生存することができ、24 時間以降から更に保存期間を延ばすと徐々に菌数が減少し、死滅した。米酢とマスタードでは SEA がわずかに産生されたものの、無添加米飯と比べると、効果的に抑制された。また、バルサミコ酢とローズヒップティーでは 37°Cで 6 日間保存しても SEA は検出限界以下であり、SEA 産生の抑制に効果的であった。最後に、菌の抑制に効果のみられた米飯を用いて創作にぎり飯及び和菓子を実際に作製し、嗜好型の官能評価によりにぎり飯としてのおいしさを損なっていないことを確認した。今後は本研究で見出した微生物抑制法がその他の細菌に対しても有効であるかを確認するとともに、さらに実用的でより効果のある複数の市販調味料やその他の保存法との組み合わせを検討し、食品の保存期間の延長に結びつけていくことが望まれる。

1. 研究目的

黄色ブドウ球菌は人の手の常在菌である。にぎり飯を握る際に手から米飯に菌が付着し、その後のにぎり飯の保存環境が悪いと、菌が増殖して毒素を産生する。人はそのにぎり飯に毒素が含まれていると気が付かずに食べて食中毒が起こる。黄色ブドウ球菌は耐塩性の性質を持ち、2 ~ 21%の食塩が含まれている環境下においても菌の増殖が可能であり、10%までは毒素の産生も可能である^(1,2)。毒素は一度作られると失活させることが困難であるため、食品の調理・保存時に菌に毒素を作らせないことが極めて重要である。食品に食塩等を添加することでも食品の保存時に微生物の増殖を抑制できる。調理加工の際の食塩や調味料の添加量を増やすことで、その効果は上がる傾向にあるが、それにより食品の本来のおいしさが損なわれることもある。そこで、本研究では、食塩を加えた米飯に様々な調味料・具材を組み合わせ、にぎり飯保存の観点からも食塩を効果的に利用できる組み合わせを探索することを目的とし、にぎり飯としてのおいしさを維持しつつ、微生物の抑制に効果のある米飯調製法を検討することとした。

2. 研究方法

2. 1 米飯への食塩添加量の検討

2. 1. 1 米飯及び塩むすびの調製

米はコシヒカリを新潟市内のスーパーマーケットにて2019年6月 ~ 2020年3月に購入し、本研究に使用した。米に食塩を飯重量の0.8 ~ 1.5%になるように加え、家庭用圧力IH炊飯器(NP-BJ18, 象印マホービン株式会社)で炊飯した。炊飯後、しゃもじでよく混ぜ、約80gずつサランラップに包み、手袋着用の手で握った。室温で30分 ~ 1時間放置して冷ました。

2. 1. 2 アンケート調査

塩むすびを被験者10名に配布し、アンケート調査を実施した。被験者は20 ~ 30代男女で、塩むすびを食べた経験のある日本人とした。塩むすびを渡し、塩むすびの塩加減が適切な濃度であったか、渡した塩むすびを全部食べられたかを尋ねた。調査はそれぞれの濃度ごと別日に行った。

2. 2 食塩及び調味料添加飯における微生物抑制効果の探索

2. 2. 1 供試菌株及び接種菌液の調製

本研究には研究室保有のエンテロトキシンA(SEA)産生能を持つ、*Staphylococcus aureus* C-271を用いた⁽³⁾。黄色ブドウ球菌のコロニーをスラントから1白金耳とり、5 mLのBrain Heart Infusion(BHI)培地に植菌し、37°Cで24時間振盪培養した。その後、50 µLの培養液を5 mLのBHI培地に植菌し、37°Cで14時間振盪培養した。この培養液をPhosphate-Buffered Saline(PBS)で2回洗浄後に希釈し、約 10^7 CFU/mLの菌懸濁液を調製した。

2. 2. 2 米飯の調製

飯重量の1.5%の塩化ナトリウムを米に加え、121°Cで10分間オートクレーブし、炊飯した。本研究では、米飯のおいしさを最低限維持した上での微生物抑制を試みたため、4名の被験者で1.5%食塩添加飯50gに食品添加物及び市販調味料を加えながら予め食味試験し、にぎり飯としての米飯のおいしさを維持することも考慮した上でそれぞれの添加量を決定し、米飯に添加した(Table 1)。粉末の嗜好飲料については約90°Cの熱湯10 mLによく攪拌して溶かし、全量を加えた。また、ティーバッグの嗜好飲料については、ティーバック1つ(2g)に対して熱湯20 mLを加え、5分間抽出した抽出液10 mLを米飯に加えた。食品添加物及び市販調味料をそれぞれ添加後、しゃもじでよく混ぜ、2.5gずつバイアル瓶につめてふたをし、37°Cで30分 ~ 1時間保温してから本試験に用いた。

2. 2. 3 黄色ブドウ球菌の植菌及び米飯保存後の菌数測定

2. 2. 2で調製した米飯に黄色ブドウ球菌 C-271 懸濁液を 10^6 CFU/gになるように接種し、37°Cで48時間保存した。保存後の米飯にPBSを加えてストマッキング、適宜希釈し、平板培養法にて菌数を測定した。同時にSEAの抽出を行い、後日化学発光法を用いたWestern blot法で定量した。米飯からのSEAの抽出・定量は既報⁽⁴⁾に従った。菌数測定及びSEAの検出限界はそれぞれ 2.0×10^2 CFU/g及び0.4 ng/gであった。

2. 3 微生物の抑制効果に対する市販調味料の添加濃度の影響

2. 3. 1 供試菌株及び接種菌液の調製

供試菌株と接種菌液の調製は2. 2. 1と同様とした。

Table 1 Commercial seasonings and their concentrations added to 1.5% NaCl-added cooked rice

Grouping	Food additive or Seasonings (Concentration, w/w)
Food additive	Glycine (2%)
Sugar / sweetness	White sugar (6%), Honey (13%)
Seed	Black sesame (6%), Powdered peanuts (6%)
Fruit	Pickled plum (<i>umeboshi</i>) (18%), Orange juice (23%), Lemon extract (9%), Strawberry jam (27%)
Oil	Olive oil (14%), Sesame oil (14%), Chili oil (9%), Linseed oil (14%), Butter (7%), Margarine (7%)
Soy and milk	Soy milk (14%), Milk (23%)
Beverage	Apple cider vinegar (14%), Mirin (11%)
Beverages (powder)*	Japanese green tea (2%), Powdered green tea (<i>maccha</i>) (1%), Instant coffee (1%), Cocoa (13%), Shiitake tea (2%), Sangria (5%)
Beverage (tea bag)**	Black tea (2%), Chamomile tea (2%), Rose hip tea (2%), Roasted green tea (<i>hojicha</i>) (2%)
Paste	Ginger (12%), Japanese mustard (5%), Wasabi (6%), Garlic (14%), Grated radish and red pepper (<i>momiji-oroshi</i>) (17%), Green perilla leaves (<i>aojiso</i>) (17%), Pickled plum (11%), Mustard (12%), Chutney (14%), Yuzu pepper (7%)
Flakes	Chicken (29%), Shredded nori (24%), Salmon (24%), Stewed enokitake mushroom in soy sauce (<i>nametake</i>) (26%), Cod roe (7%), Dried green seaweed (<i>aonori</i>) (2%), Dried red ginger (7%)
Sauce	Soy sauce (8%), Tomato ketchup (17%), Worcestershire sauce (23%), Chili sauce (23%), Tacos sauce (23%), Fish sauce (Nam-pla) (3%), Mayonnaise (23%), Mayonnaise dressing (28%)
Dashi and soup (powder)	Bonito dashi (2%), Konbu dashi (2%), Dried bonito dashi (2%), Corn soup (8%), Chicken stock (6%), Chinese seasoning (3%), Vegetable consomme soup (2%)
Miso	Rice miso (9%), Doubanjiang (8%), Miso and red pepper (<i>kanzuri</i>) (18%),
Vinegar	Sushi Vinegar (9%), Rice Vinegar (9%), Black Vinegar (12%), Balsamic Vinegar (11%)
Spice	Sichuan pepper (0.7%), Sichuan and red pepper mix (mala powder) (1.0%), Cinnamon powder (0.4%), Black pepper (0.6%), Nutmeg powder (0.4%), Dried basil (0.6%), Dried parsley (0.6%), Garam masala powder (0.4%), Peppermint powder (0.4%), Japanese mustard powder (1.4%), Wasabi powder (1.4%), Yuzu powder (0.6%), Chili pepper (0.8%), curry powder (1.2%)
Confectionery	Bean jam (27%)

* The powder was dissolved by stirring in 10 mL of boiling water and added to cooked rice.

** Two g of tea leaves was extracted for 5 min by 20 mL of boiling water. After extract, of the 20 mL of extract, 10 mL was add to cooked rice.

2. 3. 2 米飯の調製

飯重量の 1.5%の食塩を加えた米飯をオートクレーブにて炊飯し、これに 8 つの市販調味料を 2. 2. 2 で用いた濃度を元にそれぞれ濃度を変えて添加した。使用した市販調味料と濃度を **Table 2** に示す。市販調味料を添加後、しゃもじで混ぜて 2.4 g ずつバイアル瓶に詰め、37°C で 30 分 ~ 1 時間保温してから用いた。

2. 3. 3 pH 測定

市販調味料添加後の米飯の pH を pH メーター (F-72 型, 堀場製作所) を用いて, 測定した。

2. 3. 4 黄色ブドウ球菌の植菌及び米飯保存後の菌数測定

2. 3. 2 で調製した米飯に *S. aureus* C-271 懸濁液を 10^6 CFU/g になるように接種し, 37°C で 48 時間保存後の菌数を平板培養法にて測定した。

2. 4 1.5%食塩及び市販調味料添加飯における菌の増殖及び SEA 産生の経時的変化

2. 4. 1 供試菌株及び接種菌液の調製

供試菌株には *S. aureus* C-271 及び C-241 を用いた。接種菌液は 2. 2. 1 と同様の方法で調製した。

2. 4. 2 米飯の調製

2. 2. 2 と同様の流れで米飯を調製した。米飯への米酢, バルサミコ酢, マスタード, ローズヒップティーの添加量はそれぞれ飯重量の 9%, 10%, 21%, 4% とした。

2. 4. 3 黄色ブドウ球菌の植菌及び米飯保存後の菌数測定

2. 4. 2 で調製した米飯に *S. aureus* C-271 懸濁液を 10^6 CFU/g になるように接種し, 37°C で 6 日間保存した際の菌数と SEA 産生量を経時的に測定した。ここでの菌数の測定には平板培養法及び混積培養法を用いたため, 検出限界は 2.0×10^1 CFU/g であった。*S. aureus* C-241 懸濁液についても C-271 と同様の流れで米飯に接種, 37°C で保存し, 保存初期と保存後期として 4 時間及び 48 時間の SEA を定量した。

2. 5 食塩及び市販調味料がにぎり飯のおいしさに与える影響

2. 5. 1 米飯の調製

飯重量の 1.5%の食塩を米に加えて, 家庭用炊飯器で炊飯した。食塩と市販調味料だけでは, にぎり飯としての利用をイメージしにくいことが予想されたため, 鮭と

Table 2 Commercial seasonings and their concentrations added to 1.5% NaCl-added cooked rice

Seasonings	Concentration (w/w)
Rice vinegar	3, 6, 9%
Balsamic vinegar	3, 5, 10%
Worcestershire sauce	5, 10, 15, 20, 30%
Mustard paste	7, 14, 21%
Rose hip tea	1, 2, 4%
Lemon extract	6, 9, 12%
Pickled plum (<i>umeboshi</i>)	6, 12, 18%
Mayonnaise dressing	15, 30, 45%

大葉の米酢にぎり飯, 鶏肉のイタリア風バルサミコ酢にぎり飯, ソーセージとマスタードのにぎり飯, ローズヒップティーさくらもちの 4 つの創作にぎり飯・和菓子を作製し, 2. 4. 2 と同濃度の米酢, バルサミコ酢, マスタード, ローズヒップティーをそれぞれ添加した。約 30 g ずつサララップに包み, 手袋着用の手で握った。室温で 30 分 ~ 1 時間放置して冷ました。

2. 5. 2 官能評価

20 代の男女の被験者 10 名 (男性 6 名, 女性 4 名) に対し, 作製した創作にぎり飯の塩味の好ましさと総合評価について, 5 段階評定尺度法と 9 段階嗜好意欲尺度法にてそれぞれ官能評価を行った。5 段階評定尺度法では, 非常に好き, 好き, どちらでもない, 嫌い, 非常に嫌いの 5 項目の中から, 9 段階嗜好意欲尺度法では, 最も好きな食品に入る, いつもこれを食べたい, 機会があればいつも食べたい, 好きだからときどき食べたい, 時には好きだと思うこともある, たまたま手に入れば食べてみる, 他にないときは食べる, もし強制されれば食べる, 恐らく食べる気にならないの 9 項目の中から, いずれかを選択させ, 嗜好性の高い順に点数を配し, 変数とみなして嗜好性の尺度とした。パネリストには, 創作にぎり飯及び和菓子を試料として室温のまま供した。

2. 6 統計処理

統計処理には統計処理ソフト Statcel statistical package (Statcel 3; OMS Inc.) のソフトウェアを用い,

Tukey 法による多重比較検定を行った。有意差検定では危険率 $p < 0.05$ とした。

3. 結果と考察

3.1 米飯への食塩添加量の検討

塩むすびとしてのおいしさを維持できる食塩添加濃度で微生物の抑制効果を検討するために、まず最初に米飯に添加する食塩量を検討した。アンケート調査の結果を **Table 3** に示す。食塩濃度が適切だと答えた被験者が最も多かったのは食塩濃度 1%の塩むすびであったが、それ以外の塩むすびにおいても適切だと答えたものが複数名みられた。また、0.8 ~ 1.5%のすべての濃度において渡されたにぎり飯を被験者は全量食べることができていた。それ故、塩の味付けに個人による嗜好の違いはあるものの、いずれの食塩濃度でも塩むすびとして適切だと感じる範囲内であると考えられた。その中では濃度が少しでも高い方が微生物抑制効果のみられることが期待されたため、今後の実験には 1.5%食塩添加飯を用いることにした。

3.2 食塩及び調味料添加飯における微生物抑制効果の探索

次に、1.5%の食塩添加飯を用いて、食品添加物及び市販調味料を加えて、黄色ブドウ球菌の増殖抑制に効果のある組み合わせを調べた。

1.5%食塩添加飯では黄色ブドウ球菌は 10^9 CFU/g 程度まで増殖した。これに約 80 種類の食品添加物や市販調味料を添加してもほとんどの調味料では 1.5%食塩

添加飯と同程度まで菌が増殖し、増殖抑制効果は認められなかった。菌の増殖抑制効果が認められたものはごく僅かであり、 10^1 CFU/g 以上の菌数低減がみられた市販調味料は米酢、黒酢、バルサミコ酢、すし酢、なめたけ、マスタード、梅肉ペースト、梅干し、中濃ソース、トマトケチャップ、チリソース、レモン汁、ローズヒップティーであった (**Fig. 1**)。これらの SEA 産生量についても確認したところ、いずれにおいてもコントロールに比べ、SEA 量の減少も認められた(データ示さず)。

これらの結果から、菌数の低減はみられたものの、菌数が初発菌数 (10^6 CFU/g) 以上になり、菌の増殖が確認されたすし酢、なめたけ、トマトケチャップ、チリソースはこれ以降の実験には用いないこととした。また、梅干しと梅肉ペースト、米酢と黒酢、果実酢であるバルサミコ酢とリンゴ酢では結果に差がみられなかったため、梅肉ペースト、米酢、バルサミコ酢を今後の実験に用いることにした。

3.3 微生物の抑制効果に対する市販調味料の添加濃度の影響

3.2のスクリーニングでは人の食味試験を元にしておいしさの観点から決定した添加濃度を用いたため、ここでは微生物の増殖抑制の観点から、市販調味料の濃度を変えて、黄色ブドウ球菌抑制効果の検討を行った。3.2で菌数低減効果が認められた市販調味料について添加濃度を変えた際の米飯の pH 及び 37°C で 48 時間保存後の黄色ブドウ球菌の菌数を **Fig. 2** に示す。いずれの市販調味料においても濃度依存的に菌数が減少した。しかし、その程度は調味料により異なった。中濃ソース、梅肉ペースト、マヨドレ、レモン汁では最大濃度でも菌数は 10^4 CFU/g 程度の減少にとどまったため、菌数の低減はみられたものの、それ以外のものに比べて菌の抑制効果は低いことが示された。本研究では初発菌数を 10^6 CFU/g と食品の汚染が多い場合を想定して条件を設定したため、食品の汚染が少ない場合にはこれらの調味料及び濃度でも十分に菌が抑制される可能性がある。

次に、それぞれの市販調味料を最大濃度で添加して、37°C で 48 時間保存した際の *S. aureus* C-271 の菌数を調味料ごとに比較した (**Fig. 3**)。食塩添加の有無による菌数の差はほとんどなく、1.5%の食塩では微生物の増

Table 3 Results of a questionnaire survey on whether NaCl concentration added to cooked rice was appropriate

NaCl (%)	Number of answers (person)	
	Appropriate	Inappropriate
0.8	7	3
1.0	9	1
1.3	4	6
1.5	4	6

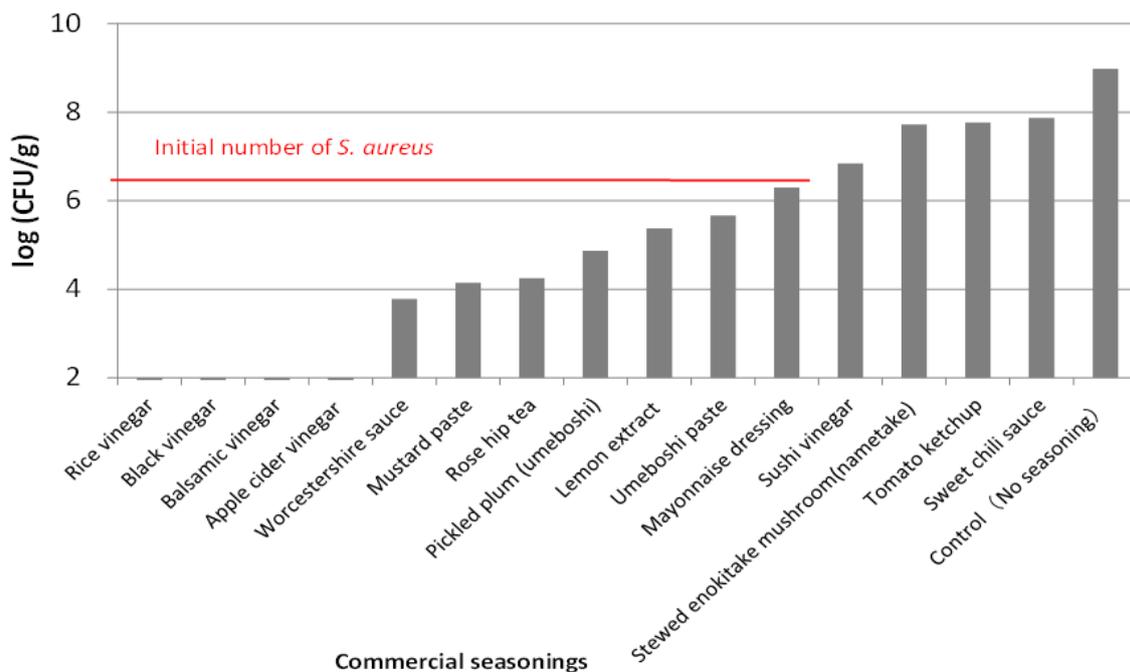


Fig. 1 Bacterial population of *S. aureus* C-271 after addition of commercial seasonings and 48 h of incubation at 37°C. Bacterial populations below the red line were reduced among the 80 commercial seasonings added to cooked rice.

殖にはほとんど影響がなかった。また、いずれの調味料も米飯に加えた際の米飯の pH は 4.5 以下であり、微生物抑制効果に対する影響として pH による影響が大きいことは明らかである。しかし、pH を低いものから並べると、菌数の減少と必ずしも一致するとは限らず、pH による影響だけではないことが示唆された。

3. 4 1.5%食塩及び市販調味料添加飯における菌の増殖及び SEA 産生の経時的変化

1.5%食塩添加飯に 4 種類の市販調味料(米酢, バルサミコ酢, マスタード, ローズヒップティー)を添加し, 37°Cで保存した際の菌数及び SEA 産生の経時的変化を **Fig. 4** に示す。いずれの市販調味料においても, 添加後, 菌がすぐに死滅するのではなく, 4 時間と 12 時間では初発菌数と同程度またはそれ以上の菌が検出された。その後, いずれの調味料でも菌は増殖を続けることができず, 死滅した。

SEA は米酢とマスタードのみで産生されたが, 4 ~ 24 時間で主に産生され, その後はほとんど増加しなかった。最大 SEA 産生量は米酢とマスタードではそれぞれ 2 ng/g 程, 11 ng/g 程度であり, これらを添加しない米飯では 55 ng/g 程度であった。これと比べても, 米酢, マスタードを添加することで, SEA 産生を大きく減少させるこ

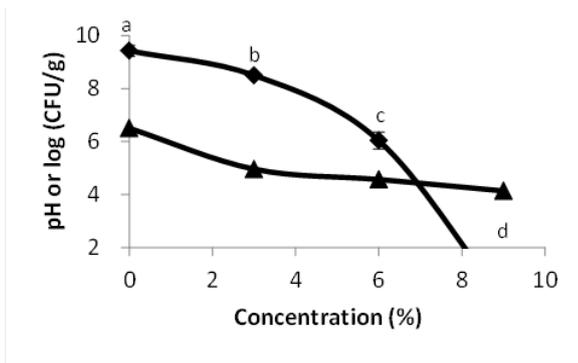
とができた。バルサミコ酢, ローズヒップティーでは 37°C で 6 日間保存しても SEA は検出されなかった。バルサミコ酢, ローズヒップティーではより効果的に菌の増殖及び SEA 産生が抑制された。

黄色ブドウ球菌は菌株により栄養要求性が異なり, SEA 産生能にも差があることが既に明らかとなっている^(5,6)。ここでは, 他の黄色ブドウ球菌 SEA 産生株でも同様の効果がみられるか確認を行うために, 低温等のストレス環境でも増殖し, SEA を産生する *S aureus* C-241 について, 保存 4 時間と 48 時間の SEA を定量し, SEA 産生抑制効果についても確認した。米酢, マスタードでは C-241 の SEA 産生はわずかな減少しかみられなかったものの, バルサミコ酢及びローズヒップティーでは C-271 と同様に C-241 でも 48 時間後も SEA は検出されなかった。

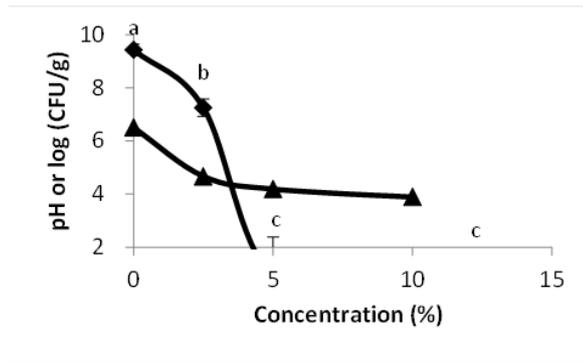
3. 5 食塩及び市販調味料がにぎり飯のおいしさに与える影響

黄色ブドウ球菌の増殖及び SEA 産生の抑制がみられた, 米酢, バルサミコ酢, マスタード, ローズヒップティーを添加した米飯をにぎり飯として利用可能であるかを明らかにするために, これらを用いて, 創作にぎり飯・和菓子を作製し, 塩味の好ましさと総合評価について

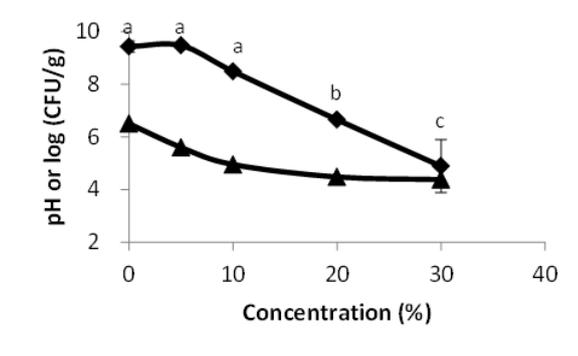
A. Rice vinegar



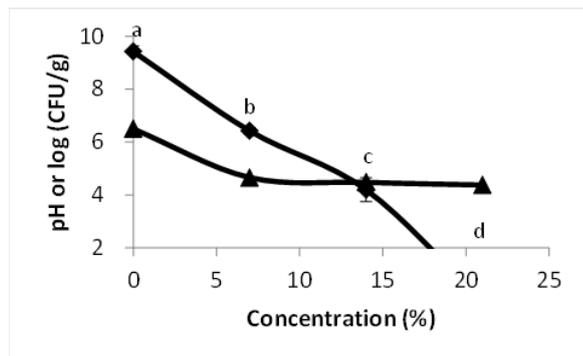
B. Balsamic vinegar



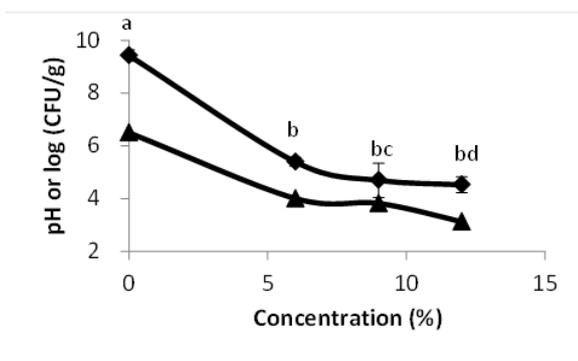
C. Worcestershire sauce



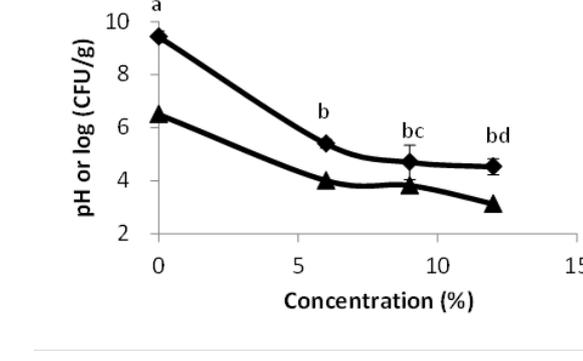
D. Mustard paste



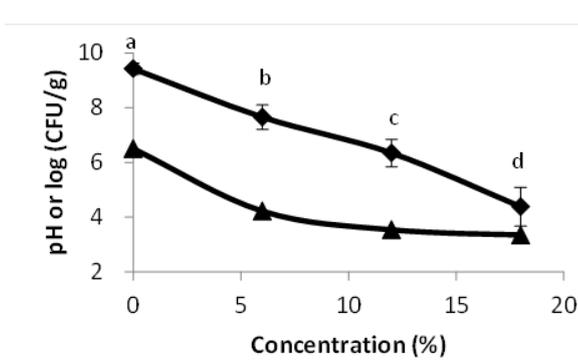
E. Rose hip tea



F. Lemon extract



G. Pickled plum paste



H. Mayonnaise dressing

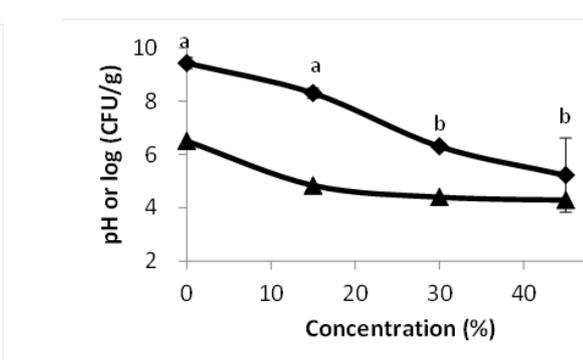


Fig. 2. Effect of concentrations of commercial seasonings on change of pH of cooked rice and growth of *S. aureus* C-271 after 48 h of incubation at 37°C with 1.5% NaCl-added cooked rice.

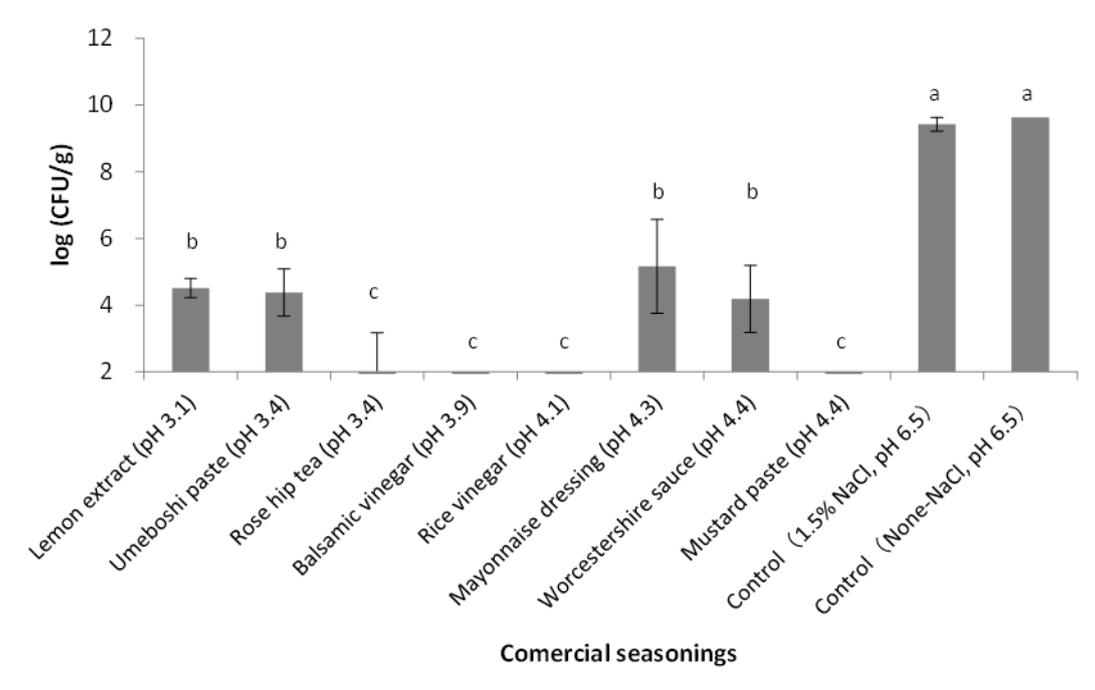
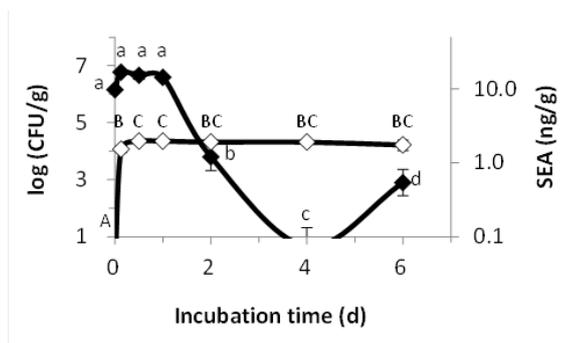
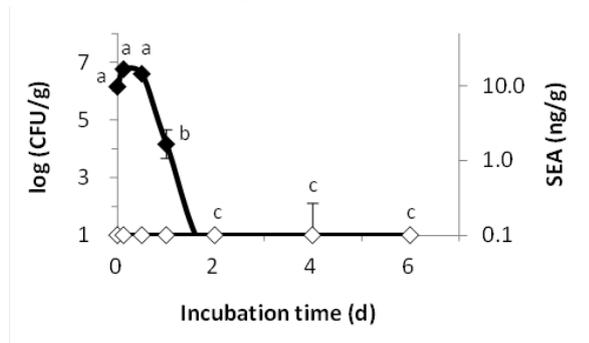


Fig. 3 Comparison of the bacterial population of *S. aureus* C-271 after the bacteria was inoculated to cooked rice to which 1.5% NaCl and commercial seasonings were each added maximum concentrations and incubated for 48 h at 37°C (n = 3). The values are arranged in order of ascending pH.

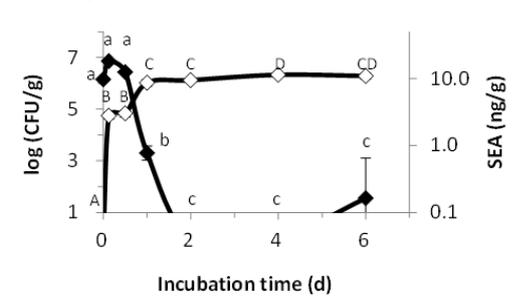
A. Rice vinegar



B. Balsamic vinegar



C. Mustard paste



D. Rose hip tea

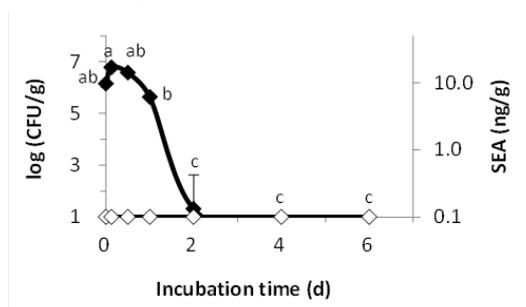


Fig. 4 Growth (◆) and SEA production (◇) of *S. aureus* C-271 in cooked rice to which added 1.5% NaCl and commercial seasonings (A, Rice vinegar; B, Balsamic vinegar; C, Mustard paste; D, Rose hip tea) at 37°C (n=3).

それぞれ 5 段階評価尺度法及び 9 段階嗜好尺度法にて官能評価を行った (Fig. 5)。塩味の好ましさは $3.5 \pm 0.8 \sim 4.2 \pm 0.6$ 点で、いずれのサンプルでも好ましいと判断される傾向があった。また、総合評価についても $5.3 \pm 2.1 \sim 6.9 \pm 0.8$ 点であり、いずれのにぎり飯でも平均値は「ときには好きだと思うときもある」以上に位置した。また、すべてのサンプルにおいて、「もし強制されれば食べる」と「恐らく食べる気にならない」を選んだ被験者は 1 人もいなかった。これらの結果から、微生物抑制の観点から決定した条件により作製されたにぎり飯・和菓子がそれらのおいしさを損なうことなく、実際に使用可能であることを確認した。

4. 今後の課題

本研究では、にぎり飯に食塩と調味料を組み合わせで添加し、黄色ブドウ球菌の増殖・毒素産生に対する影響を調べた。にぎり飯のおいしさを保つことを考えると、米飯に添加できる食塩濃度には限りがあり、本研究で添加した 1.5% の食塩では微生物増殖抑制効果は認められなかった。しかし、いくつかの調味料を加えた米飯では効果的に抑制された。

本研究では、食中毒予防の観点から、大量に菌が付着した場合を想定し、初発菌数は 10^6 CFU/g に設定した。先にも述べたように、初発菌数が少ない場合については、より多くの調味料が微生物の増殖抑制に効果的であることも予想され、これについても今後調べていく必要がある。

また、今後はその他の微生物増殖抑制法と組み合わせる等さらに効果的に菌の抑制ができる方法を探索する必要がある。本研究では米飯と食塩の組み合わせにより黄色ブドウ球菌の抑制を試みたが、肉製品のようなその他の加工食品ではさらに高濃度で食塩が添加できる可能性がある。他の加工食品の微生物の増殖抑制に本研究の結果が応用可能であるかについても調べる必要がある。

謝辞

本研究を実施するにあたり、研究助成金を賜りましたソルトサイエンス研究財団に厚くお礼申し上げます。

A. Saltiness

B. Total Score

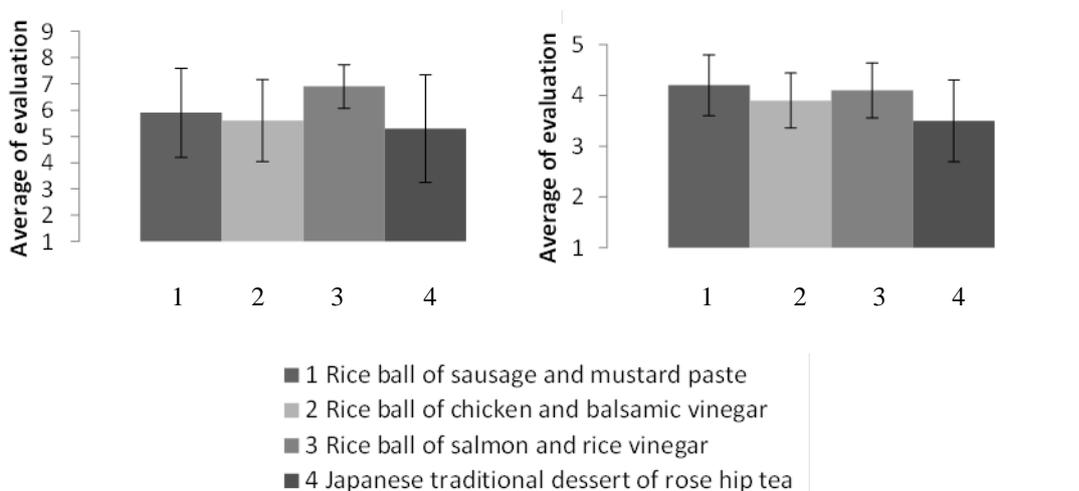


Fig. 5. Sensory and preference testing (A, Saltiness and B, Total score) of creative rice balls and Japanese traditional dessert made by 1.5%NaCl- and seasonings-added cooked rice (n = 10). Preferences of saltiness and total score of rice balls were evaluated with a 5 point rating scale and 9-graded food action rating scale methods, respectively.

6. 文献

- 1) Seo, K.S., Bohach, G.A. Staphylococcal food poisoning, In: Pathogens and toxin in foods (ed by Juneja, V.A. and Sofos, J.N.), ASM Press, 2010, Washington, 119-130.
- 2) Gomez-Lucia, E., Blanco, J.L., Goyache, J., de la Fuente, R., Vazquez, J.A., Ferri, E.F., Suarez, G. Growth and enterotoxin A production by *Staphylococcus aureus* S6 in Manchego type cheese, *J. Appl. Bacteriol.*, 1986, 61, 499-503.
- 3) Shimamura, Y., Murata, M. Relationship among properties of *Staphylococcus aureus* isolated from retail foods and human hands, and distribution of MRSA. *Food Sci. Technol. Res.*, 2008, 14, 513-518.
- 4) Tsutsuura, S., Murata, M. Production of staphylococcal enterotoxin A in cooked rice and limitation of its organoleptic detection. *Food Sci. Technol. Res.*, 2017, 23, 267-274.
- 5) Tsutsuura, S., Shimamura, Y., Murata, M. Temperature dependence on production of staphylococcal enterotoxin A by *Staphylococcus aureus*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 2013, 77, 30-37.
- 6) Tsutsuura, S., Hayashida, N., Murata, M. Effect of glycine on production of staphylococcal enterotoxin A in cooked rice, and limitation of its organoleptic detection. *J. Home Economics, Japan*, 2018, 69, 799-810.

Study of Taste of Cooked Rice and Scientific Regulation of Foodborne Bacteria in Cooked Rice Containing Sodium Chloride, Food Additives and Seasonings.

Satomi TSUTSUURA

Institute for Research Promotion, Niigata University

Summary

In Japan, staphylococcal food poisoning (SFP) occurs in cooked rice products such as rice balls and lunch packs. To prevent SFP, it is important to inhibit the growth and staphylococcal enterotoxin A (SEA) by *Staphylococcus aureus* in cooked rice. The purpose of this study was to identify the combination of salt and commercial seasonings that are effective in inhibiting growth and SEA production of *S. aureus* without changing the taste of cooked rice.

To screen for seasonings that are effective in inhibiting growth of *S. aureus*, 80 types of commercial seasonings were added to 1.5% NaCl-added rice, inoculated with *S. aureus* at the rate of 10^6 CFU/g and incubated at 37°C. Among the 80 seasonings added to 1.5% NaCl-added cooked rice, only 10 seasonings were effective in inhibiting growth of *S. aureus*, even after 48 h of incubation. Furthermore, we examined the effect of concentrations of some commercial seasonings on growth in 1.5% NaCl-added cooked rice. The bacterial population decreased depending on the concentration of the commercial seasonings. With rice vinegar, balsamic vinegar, mustard paste and rose hip tea, *S. aureus* did not grow, but survived up to 12 h after incubation. After 12-24 h of incubation, *S. aureus* gradually decreased. In 1.5% NaCl and rice vinegar-added or mustard paste-added cooked rice, SEA production was effectively inhibited compared with no-seasoning added rice. In particular, balsamic vinegar and rose hip tea inhibited SEA production more effectively. Finally, creative rice balls and Japanese traditional dessert were made by 1.5% NaCl and cooked rice with seasonings. It was confirmed by sensory evaluation that the deliciousness and saltiness of these did not impair.

Addition of 1.5% NaCl to cooked rice did not inhibit growth and SEA production. However, it was clarified that the growth and SEA production can be inhibited in cooked rice flavored with some commercial seasonings without impairing the taste of cooked rice as food.