

# 沖縄豆腐製造における衛生管理技術の開発

## －金属製器具類および布類の洗浄方法とその検証－

望月智代、豊川哲也、金城朱理

沖縄豆腐製造における衛生管理技術の底上げを目的に、製造に用いる金属製器具類および布類の具体的な洗浄方法について検討した。その結果、金属製器具類では、水酸化ナトリウム（以下、NaOH）やアルカリ性・弱アルカリ性の市販洗浄剤を用いて、擦り洗いなどの物理洗浄により十分な効果が得られること、中性洗浄剤による洗浄は、長期的に行うと汚れの蓄積による洗浄不足を招く可能性があることがわかった。布類においては、NaOHやpH12.6付近のアルカリ洗浄剤を用いて、60℃以上で浸漬・攪拌洗浄するとよいが、十分な洗浄効果を得るため、さらなる条件の検討が必要である。金属製器具類におけるATP法以外の簡易測定法としては、残留タンパク検出用スワブの活用が可能である。本研究結果は、沖縄豆腐製造の衛生管理において、洗浄手法の見直しと作業手順書作製への参考事例として活用できる。

### 1 はじめに

「アチコーコー豆腐」「島豆腐」と呼ばれ親しまれている沖縄豆腐は、沖縄独特の加工食品であり、日本本土の豆腐（木綿豆腐や絹ごし豆腐など）とは、風味、物性、製造方法、流通方法および喫食方法が異なっている。

これまでに筆者らは、沖縄豆腐と日本豆腐の物理・化学的特性の違い<sup>1)</sup>や製造条件が沖縄豆腐の特性に与える影響<sup>2)</sup>、さらに沖縄豆腐の特性の一つである硬さを制御するための製造条件の最適化<sup>3)</sup>を明らかにした。

製造工程および流通販売方法で特徴的なこととしては、生絞りであること、水さらし冷却工程がないこと、温かまま流通販売されること、が挙げられる。また沖縄豆腐は、「食品、添加物等の規格基準」各条における「豆腐」の「3 豆腐の保存基準」<sup>4)</sup>において、「成型した後水さらしをしないで直ちに販売の用に供されることが通常である豆腐」に該当し、保存規定が適用されない製品とされている。このような沖縄豆腐は、微生物増殖のリスクが高い食品であり、日本豆腐製造の衛生管理方法が適用できないことが考えられる。

そのため沖縄豆腐業界では、「温かい状態で販売する島豆腐小規模製造事業者におけるHACCPの考え方を取り入れた衛生管理のための手引書（令和2年6月24日公表）」<sup>5)</sup>が作製され、衛生管理が強化されることになった。

当センターでは、沖縄豆腐製造の衛生管理に関する実態調査を行った結果、沖縄豆腐の微生物数には、製造者ごとでばらつきがあること、成型工程以降で2次汚染の恐れがあり、このような工程で用いる器具や布類の洗浄が特に重要であることを確認しており<sup>6)、7)</sup>、効果のある洗浄方法を具体的に提示する必要があると考えた。

そこで本研究では、沖縄豆腐製造における衛生管理技

術の底上げに資するため、製造に用いる金属製器具類および布類の具体的な洗浄方法について検討した。

### 2 実験方法

#### 2-1 試料

試料は、市販の無調整豆乳（大豆固形分9%、株式会社ふくれん製）を使用した。購入した豆乳を1.5mLマイクロチューブへ1mLずつ分注、冷凍保存し、適宜解凍して、試験に用いた。

#### 2-2 人工汚染板、布の作製

##### 2-2-1 金属製器具モデル

実際の沖縄豆腐製造に使用されている成型箱や作業台などの金属製器具類のモデルとして、10cm四方のステンレス板（SUS304）の表面を耐水性サンドペーパー（#240）により傷つけたものを用意した。アルカリ洗浄剤による洗浄および乾燥後、無調整豆乳または豆乳希釈液50 $\mu$ Lを表面に塗り広げたのち、室温にて自然乾燥させた。その後、自然対流式恒温機（DRM620DA型、アドバンテック製）にて75℃、2時間固定化し、人工汚染板とした。

##### 2-2-2 布モデル

市販のさらし布（吉田晒 綿100%、吉田織物製）から10cm四方ずつ切り出した布に、無調整豆乳または豆乳希釈液1.5mLを染みこませ、室温にて約1時間、予備乾燥を行った。その後、自然対流式恒温機にて95℃、4時間固定化し、人工汚染布とした。

#### 2-3 洗浄試験および残留汚れの抽出

洗浄剤は、NaOH（和光純薬、特級）および市販品7種類を使用した（表1）。NaOHは1～5%に調製し、市販品はメーカー推奨の希釈方法に従い、洗浄試験を行った。

表 1 洗浄試験に用いた洗浄剤

洗浄剤	形状	pH	使用濃度		備考
			金属製器具 モデル	布モデル	
水酸化ナトリウム (NaOH)	粒状	>13 (1%溶液)	1~5%	1~5%	特級試薬
アルカリ洗剤	液体	12.6±0.5 (1%溶液)	3% (泡5%)	3%	業務用
弱アルカリ洗剤A	粉末	10.8±0.5 (1%溶液)	0.5%	0.4%	業務用
弱アルカリ洗剤B	粉末	10.7 (1%溶液)	0.9%	0.9%	業務用
弱アルカリ洗剤C	粉末	10.0~11.0 (0.06%溶液)	0.08%	0.08%	家庭用
弱アルカリ洗剤D	液体	9.0~11.0 (原液)	—	0.25%	業務用
弱アルカリ洗剤E	液体	9.1±0.5 (原液)	1.0%	1.0%	業務用
中性洗剤	液体	6.0~8.0 (原液)	原液	原液	家庭用

※使用濃度は、メーカー推奨の範囲内で設定。

### 2-3-1 金属製器具モデル

金属製器具モデルの洗浄試験では、NaOHを用いた洗浄 (No. 1~11)、市販洗浄剤を用いた洗浄 (No.12~25)、複数の洗浄剤を用いた洗浄 (No.26~29) および泡洗浄 (No.30~31) について検討した。

洗浄工程としては、人工汚染板を、各浸漬用洗浄剤に所定時間、浸漬した後、擦り洗い用洗浄剤を含ませた市販の食器洗い用スポンジ (ポリウレタン製) により1.2kPa程度の力を加えて5秒間擦り洗いをした。その後、水道水によるすすぎを20秒間行い、75℃で4時間乾燥させた。

泡洗浄については、アルカリ洗浄剤をメーカー推奨の希釈 (表1) を行ったのち、泡スプレー容器により人工汚染板表面に吹き付け、縦置き (汚染面は傾斜) もしくは横置き (汚染面は上向き) にして10分間放置し、上記と同様にすすぎと乾燥を行った。

洗浄・乾燥した人工汚染板 (以下、洗浄板) は、汚れの残留確認試験に供した。

### 2-3-2 布モデル

布モデルの洗浄試験では、沖縄豆腐製造現場で見られたNaOH洗浄法 (No.32) および市販洗浄剤を用いたメーカー推奨の布類洗浄方法 (No.33~35)、また洗浄条件を浸漬時間30分、浸漬温度60℃、攪拌時間10分に統一した温水、NaOHおよび各種洗浄剤による洗浄 (No.36~42) について検討した (表3)。

洗浄工程としては、500mL容のトールビーカーに、各種洗浄液200mLと人工汚染布を5枚入れて、各条件下で浸漬した後、230rpm (3.83回転/秒) で10秒ごとに回転方向を変える操作を10分間、攪拌羽根 (1.7cm×3cm、4枚) を用いて手動により行った。すすぎは、500mL容ビーカーに約300mLの水道水を入れ、葉さじで適宜攪拌してすすぎ液を捨てる操作を、すすぎ液がpH8.0付近 (水道水のpH値) になるまで行った。洗浄した人工汚染布 (以下、洗浄布) は恒温機内に干し、75℃で4時間乾燥させた。

表 2 金属製器具モデルにおける洗浄条件

No.	浸漬用洗浄剤	浸漬時間※	擦り洗い用洗浄剤
1	浸漬なし	浸漬なし	1%NaOH
2	1%NaOH		
3	3%NaOH	5秒	擦り洗いなし
4	5%NaOH		
5	5%NaOH		5%NaOH
6		20分	
7	3%NaOH	40分	擦り洗いなし
8		60分	
9	1%NaOH		1%NaOH
10	3%NaOH	30分	3%NaOH
11	5%NaOH		5%NaOH
12			アルカリ
13			弱アルカリA
14	浸漬なし	浸漬なし	弱アルカリD
15			弱アルカリE
16			中性
17	アルカリ	30分	アルカリ
18	弱アルカリA	60分	弱アルカリA
19	弱アルカリB	30分	弱アルカリB
20	弱アルカリD	30分	弱アルカリD
21	弱アルカリE	30分	弱アルカリE
22	アルカリ	30分	
23	弱アルカリA	60分	
24	弱アルカリD	30分	擦り洗いなし
25	弱アルカリE	30分	
26		10分	中性
27		20分	中性
28	1%NaOH	10分	弱アルカリB
29		20分	弱アルカリB
30	アルカリ (泡洗浄・縦置き)	10分	擦り洗いなし
31	アルカリ (泡洗浄・横置き)		

※各メーカーの推奨時間を採用。特に指定がないものは適宜設定した。

洗浄布からの残留汚れの抽出は、50mL容遠沈管に洗浄布を1枚ずつ入れ、緩衝液を2.5mL加えたのち、沸騰水中で10分間煮沸することにより行った。緩衝液は、Tris-HCl buffer (50mM Tris、3% SDS、3M Urea、pH8.0)、10mM ホウ酸buffer (pH9.18)、200mM 酢酸buffer (pH5.0)、200mM リン酸buffer (pH7.0) について検討し、最適なものを試験に使用した。抽出後、市販のにんにく絞り器を用いて、布から抽出液を回収し、汚れの残留確認試験の試料とした。

## 2-4 汚れの残留確認試験

### 2-4-1 ATP拭き取り試験法 (ATP法)<sup>8)</sup>

金属製器具モデルでは、ルシパックPen (A3 Surface、キッコーマンバイオケミファ製) の綿棒部分にイオン交換水を染みこませ、人工汚染板または洗浄板全面を拭き取った後、付属の試薬とよく混合し反応させた。ルシパ

表3 布モデルにおける洗浄条件

No.	洗浄剤	浸漬時間 (分)	浸漬温度 (°C)	攪拌時間 (分)
32※1	3%NaOH	120	23~25	10
33※2	弱アルカリA	30	23~25	攪拌なし
34※2	弱アルカリB	120	23~25	10
35※2	弱アルカリC	浸漬なし	—	10
36	温水 (60°C)	30	60	10
37	1%NaOH	30	60	10
38	アルカリ	30	60	10
39	弱アルカリA	30	60	10
40	弱アルカリB	30	60	10
41	弱アルカリC	30	60	10
42	弱アルカリE	30	60	10

※1 沖縄豆腐製造現場で見られた洗浄

※2 メーカー推奨の浸漬時間または攪拌洗浄

ックPenをルミテスター (PD-30、キッコーマンバイオケミファ (株) 製) に挿入し、蛍光発色したATPの発光量 (RLU) を測定した。

布モデルでは、ルシパックPenの綿棒部分に、人工汚染布または洗浄布の抽出液50uLを染みこませて、同様にRLUを測定した。

食品製造の現場では、RLUは清浄度として洗浄評価に用いることができるため、メーカーが提供する食品製造器具等の管理基準値 (200RLU以下が合格、200~300RLUが注意、400RLU以上が不合格) を指標に、本試験結果の評価を行った。

#### 2-4-2 残留タンパク質の測定および確認試験

##### 2-4-2-1 BCA法

Takara BCA Protein Assay Kit (タカラバイオ株式会社製) を用いて、キットの標準プロトコールに従い反応系を調製し、布モデル抽出液の吸光度 (ABS) を測定した。

##### 2-4-2-2 市販スワブによる残留タンパクの検出

タンパク残留測定スワブ (3MクリーントレースインスタントCI50、スリーエムジャパン (株) 製) をイオン交換水で湿らせた後、人工汚染板または洗浄板表面をエッジ部分で拭き取り、青紫色の呈色反応を観察した。

##### 2-4-2-3 アミドブラック法<sup>9)</sup>

アミドブラック (和光純薬、特級) を酢酸-メタノール (1:9) 溶液に溶解し、0.1%アミドブラック溶液を調製した。アミドブラック溶液を霧吹きスプレーにより人工汚染板全面に付着させ、目視により紫色の呈色反応を観察した。また、アミドブラック溶液を染みこませた綿棒で拭き取りし、同様の呈色反応を確認した。

##### 2-4-3 残留でんぷんの確認試験<sup>9)</sup>

ヨウ化カリウム (和光純薬、特級) 4%、ヨウ素 (関東化学、特級) 1.3%となるよう調製した水溶液 1Lに、

塩酸 3滴添加してヨウ素溶液とした。ヨウ素溶液を綿棒に染みこませて、人工汚染板表面を拭き取り、青~青紫色の呈色反応を観察した。

#### 2-4-4 残留油脂の確認試験

##### 2-4-4-1 クルクミン法<sup>9)</sup>

クルクミン (ナカライテスク、特級) をエタノール (99.5%、和光純薬、特級) に溶解し、0.2%クルクミン溶液を調製した。クルクミン溶液を、霧吹きスプレーにより人工汚染板全面に付着させ、暗所にて365nmの紫外線を照射し、黄色~緑色の蛍光発色を観察した。

##### 2-4-4-2 オイルレッド法<sup>9)</sup>

オイルレッド (和光純薬、特級) をエタノールに溶解し、0.1%オイルレッド溶液を調製した。オイルレッド溶液を霧吹きスプレーにより人工汚染板全面に付着させ、赤色の呈色反応を観察した。

### 3 実験結果および考察

#### 3-1 定量性の確認

豆乳濃度とATP法のRLU・BCA法のABSの定量性を確認するため、豆乳希釈系列による人工汚染板および人工汚染布を作製し、ATP法およびBCA法による汚れの残留確認試験を行った。

金属製器具モデルにおいて、ATP法のRLUを検討したところ、回帰性が認められ、定量的な測定が可能であることが確認された (図1)。

布モデルでは、緩衝液ごとにBCA法のABSを検討したところ、200mM リン酸bufferによる抽出液で、豆乳濃度とBCA法のABSに直線性の関係が認められた。また、同抽出液を用いてATP法のRLUを測定したところ、豆乳濃度との回帰性が認められ、定量的な測定が可能であることが確認された (図2)。リン酸buffer以外の緩衝液では、いずれも再現性のあるABS値が得られなかった。本結果より、人工汚染布の洗浄試験には200mM リン酸bufferを使用することとした。

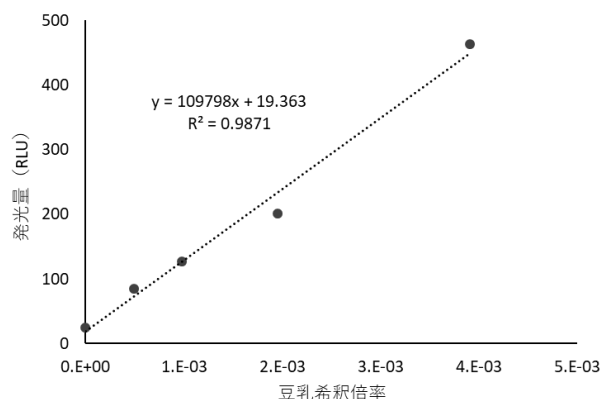


図1 金属製器具モデルにおける豆乳希釈倍率と発光量 (RLU) の関係

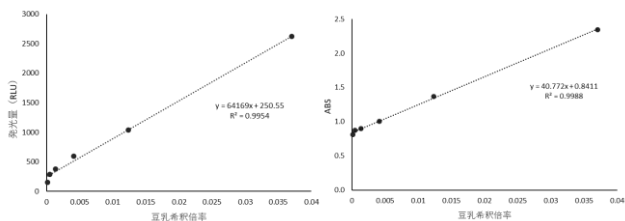


図2 布モデルにおける豆乳希釈倍率とRLU (左) およびABS (右) の関係

※抽出はリン酸bufferによる。

### 3-2 金属製器具モデルにおける洗浄試験

#### 3-2-1 NaOHによる洗浄

No. 1～11の結果を図3に示す。浸漬なしで、擦り洗いあり (No. 1) では合格判定だった。浸漬5秒 (No. 2～5) においては、擦り洗いのないNo. 2～4では不合格なのに対し、擦り洗いのあるNo. 5で合格となった。3%NaOH+擦り洗いなし (No. 6～8) では、いずれの浸漬時間も不合格の判定だった。浸漬30分+擦り洗いあり (No. 9～11) では、いずれの濃度も合格の判定だった。

以上より、NaOHを用いた洗浄では、NaOH濃度、浸漬の有無や浸漬時間に関係なく、擦り洗いによる物理洗浄が重要であること、また浸漬だけでは不十分であることが示唆され、1%濃度で効果が得られることが確認できた。

沖縄豆腐製造現場では、NaOH濃度を把握していない、また5%以上の高濃度で使用しているケースなどが見られるが、NaOHを使用する場合、濃度は1%で適切に管理し、物理洗浄をしっかりと行うことで、安全性と清浄度が向上し、さらにはコスト削減に繋がると言える。

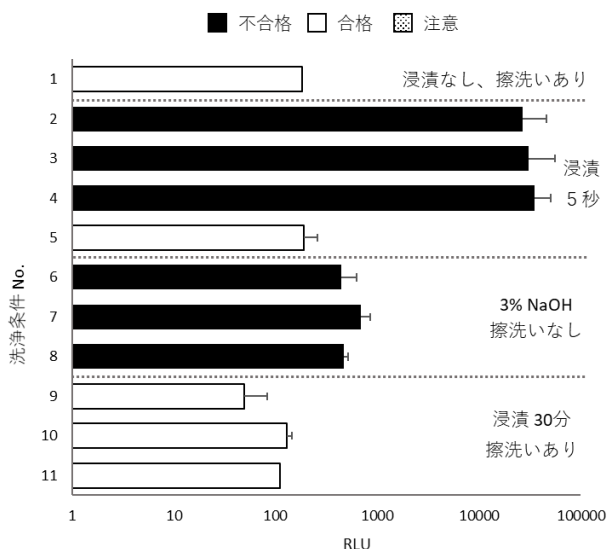


図3 金属製器具モデルのNaOH溶液による洗浄効果

#### 3-2-2 市販洗浄剤による洗浄

No.12～25の結果を図4に示す。擦り洗いのあるアル

カリ洗浄剤および弱アルカリ洗浄剤 (No.12～15、17～21) は、いずれも合格判定だった。また、中性洗浄剤+浸漬なし+擦り洗いあり (No.16) では、注意判定だった。浸漬あり+擦り洗いなし (No.22～25) では、アルカリ洗浄剤 (No.22) で合格、弱アルカリ洗浄剤は不合格判定だった。

以上より、市販洗浄剤による洗浄は、pHと擦り洗いの有無で効果に差が見られた。すなわち、pH12.6付近のアルカリ洗浄剤 (No.12、17、22) は、浸漬および擦り洗いのいずれかの操作を行うことで、十分な洗浄効果が得られ、pH9.0～11.0の弱アルカリ洗浄剤 (No.13～15、18～21、23～25) は、浸漬の有無に関係なく、擦り洗いにより効果的な洗浄が可能であり、浸漬のみでは不十分だった。一方、pH6.0～8.0の中性洗浄剤では、浸漬なし+擦り洗いあり (No.16) を検討したが、注意の判定だったため、洗浄効果は低いことが示唆された。

中性洗浄剤の使用は、長期的に行うと洗浄不足に繋がる可能性があるため、使用頻度を定める、集中的な洗浄を定期的に行うなどが必要である。

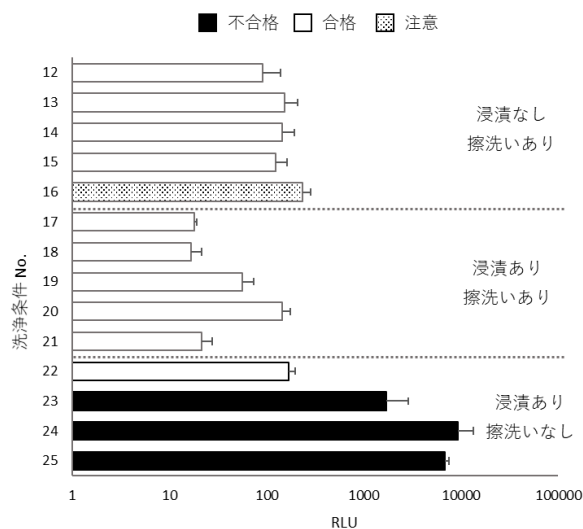


図4 金属製器具モデルの各洗浄剤による洗浄効果

#### 3-2-3 複数の洗浄剤による洗浄および泡洗浄

1%NaOHで浸漬後、各種洗浄剤にて擦り洗いした結果をNo.26～29に、泡洗浄の結果をNo.30～31に示す (図5)。

中性 (No.26、27) または弱アルカリ洗浄剤 (No.28、29) で擦り洗いした場合、前者で注意、後者で合格判定だった。これより、中性洗浄剤での洗浄は、浸漬溶媒にNaOH溶液を用いても、合格判定の出る清浄度は得られないことがわかった。

アルカリ洗浄剤による泡洗浄は、縦置き (No.30) および横置き (No.31) のいずれも不合格だったことから、噴霧後の放置方法に関係なく、洗浄不足となることが明

らかとなった。

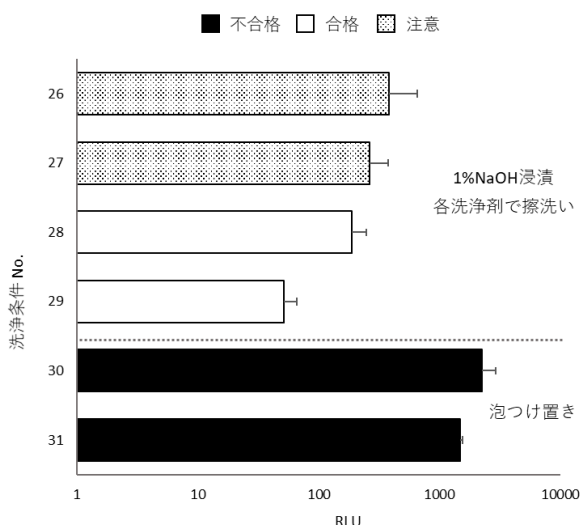


図5 金属製器具モデルの各種洗浄方法の効果

### 3-3 布モデルにおける洗浄試験

ATP法のRLUの結果を図6に示す。沖縄豆腐製造現場で見られたNaOH洗浄法 (No.32) およびメーカー推奨の布類洗浄方法 (No.33~35) のRLUは不合格となり、洗浄不足となることが明らかとなった。No.35の弱アルカリ洗浄剤Cは、量販店で入手可能な家庭用洗濯洗剤であるが、NaOH (No.32) と同様に現場で利用されるケースが見られるため、注意喚起が必要である。

次に、浸漬時間30分、浸漬温度60℃、攪拌時間10分に統一し、60℃の温水のみおよび各種洗浄剤を比較した (No.36~42)。その結果、NaOH (No.37) とアルカリ洗浄剤 (No.38) で注意判定、その他の洗浄剤はすべて不合格となった。特に弱アルカリ洗浄剤C (No.41) と弱アルカリ洗浄剤E (No.42) は、60℃の温水 (No.36) と同等以上の非常に高い値を示しており、布類の洗浄に不向きであることが窺えた。

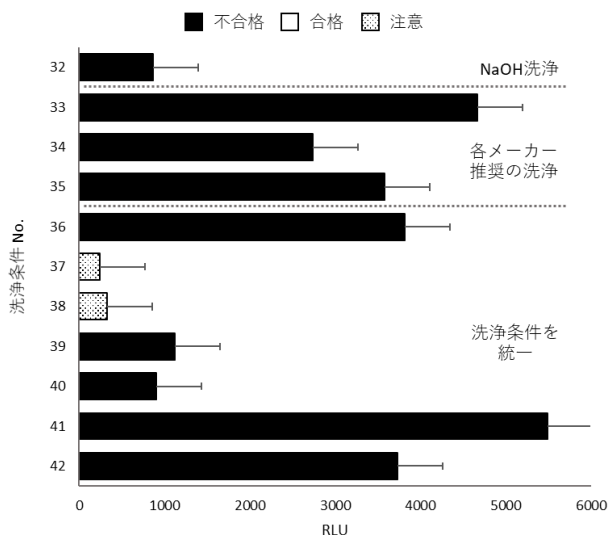


図6 布モデルにおける各洗浄条件の効果 (ATP法)

BCA法のABSの結果を図7に示す。ATP法と比較すると、ほぼ類似した傾向が見られ、また注意判定だったNo.37と38においても、タンパク質の検出が確認された。

以上のことから、沖縄豆腐製造に用いられる布類の洗浄には、NaOHやpH12.6以上のアルカリ洗浄剤を用い、60℃以上で浸漬・攪拌洗浄することで、ある程度の洗浄効果が得られる。ただし、ATP法で合格判定となる清浄度を得るためには、浸漬温度や時間、攪拌洗浄の回数などのさらなる条件検討を行い、豆乳タンパク質に対する洗浄性を高める必要がある。

また、洗浄剤への次亜塩素酸ナトリウム添加による洗浄効果などが、ステンレス鋼の熱変性タンパク質汚れ<sup>10)</sup> や血液タンパク質による汚染布<sup>11)</sup> 等で確認されていることから、豆乳汚染布への次亜塩素酸ナトリウムの洗浄性に関する検討も必要である。

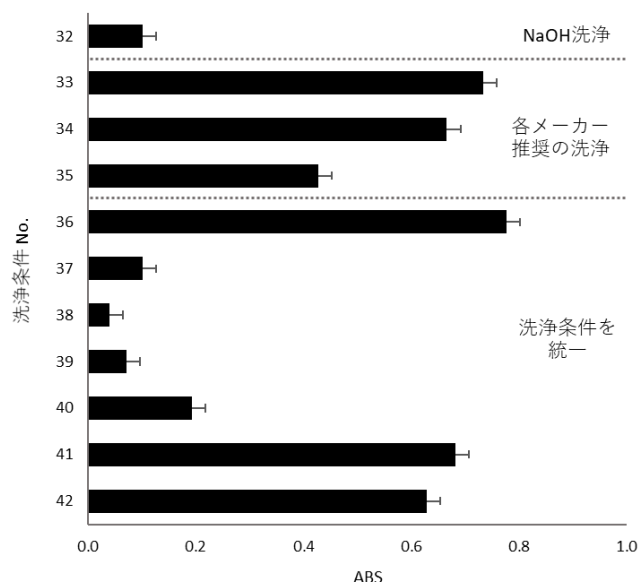


図7 布モデルにおける各洗浄条件の効果 (BCA法)

### 3-4 金属製器具モデルにおける汚れの残留確認

ATP法以外の簡易測定法を検討するため、ATP法で100~500RLUとなる人工汚染板を用いた汚れの残留試験を行った (表4)。

タンパク専用スワブでは、100RLUと200RLU以上の判別、すなわち合否判定が可能であった。クルクミン法による染色では200RLUと500RLUで試験した結果、いずれも視認可能であるものの、蛍光発色が弱く、誤判定を招く可能性があると考えられた。アミドブラックおよびヨウ素による拭き取りでは、各染色溶液と拭き取り綿棒に反応性があり、判定不能だった。アミドブラック、オイルレッドによる染色は、いずれも目視確認できず、判定不能であった。

以上より、ATP法以外の簡易測定としては、RLUの合否判定が可能な、残留タンパク検出用スワブによる方法

が活用できることがわかった。また、油脂系の汚れについては、今回実施した検査方法では評価ができないことが明らかとなったため、他の有効な検査方法を検討する必要がある。

表4 金属製器具モデルの残留汚れの確認

RLU	タンパク質			油脂		でんぷん
	専用 スワブ	アミドブラック 拭き取り	アミドブラック 目視	クルクミン	オイル レッド	
arund 500 (不合格)	++	判定不能	判定不能	+	判定不能	判定不能
arund 200 (注意)	++	判定不能	判定不能	+	判定不能	判定不能
arund 100 (合格)	+	判定不能	判定不能	未測定	判定不能	判定不能

#### 4 まとめ

沖縄豆腐製造における衛生管理技術の底上げを目的に、製造で用いられる金属製器具類および布類の洗浄方法について検討したところ、下記のような結果が得られた。

金属製器具類において、NaOH洗浄やアルカリ性・弱アルカリ性の市販洗浄剤による洗浄では、擦り洗いによる物理洗浄を行うことが重要である。また、pH12.6付近のようなアルカリ性が強い洗浄剤の場合は、浸漬のみで効果が得られる可能性がある。

中性の市販洗浄剤は、浸漬溶媒にNaOH溶液を用いても、効果が低く、長期的な使用は汚れの蓄積による洗浄不足を招く可能性がある。

アルカリ洗浄剤による泡洗浄は、放置方法に関係なく、洗浄不足となることが明らかとなった。

布類においては、NaOHやpH12.6付近のアルカリ洗浄剤を用いて、60℃以上で浸漬・攪拌洗浄するとよい。しかし、浸漬温度や時間、攪拌洗浄の回数、次亜塩素酸ナトリウム添加による洗浄性などのさらなる検討が必要がある。

金属製器具モデルを用いてATP法以外の簡易測定法を検討したところ、残留タンパク検出用の専用スワブによる方法が活用できる。また、油脂系の汚れについては、いずれも評価できなかつたため、他の有効な検査方法を検討する必要がある。

沖縄豆腐製造現場で見られる洗浄方法として、金属製器具類では高濃度のNaOH溶液を用いた擦り洗い、NaOH溶液への浸漬のみ、水で擦り洗いのみ等が挙げられる。また布類では、中性洗剤または市販の家庭用洗濯洗剤による洗濯機洗い、NaOH溶液への浸漬＋洗濯機洗い、高温水による洗浄、次亜塩素酸ナトリウムによる洗濯機洗い等があり、豆腐店ごとで様々である。洗浄不足の可能性のある事例も存在し、また安全性にも問題がある。

本研究で得られた結果は、洗浄方法の見直しや衛生管理を行う上で重要な作業手順書の参考事例として活用できると考えられる。今後は「HACCPの考え方を取り入

れた衛生管理のための手引書」とともに、できるだけ多くの沖縄豆腐製造業者へ周知や注意喚起を行い、必要に応じて追加試験などを実施する必要がある。

本研究は、「HACCP制度化に向けた県産加工食品の現状調査(2019技012)」および平成30年度企業連携共同研究開発支援事業の研究課題「HACCP制度化に向けた島豆腐製造における衛生管理技術の開発(2019技005)」にて実施した。

#### 参考文献

- 1) 豊川哲也、上原真希子、望月智代、世嘉良宏斗、玉村隆子、比嘉賢一、沖縄豆腐と日本豆腐の物理的・化学的特性比較、沖縄県工業技術センター研究報告(2008)、11、7-11
- 2) 豊川哲也、金城要、望月智代、上原真希子、製造条件が島豆腐の物理・化学的特性および食味に与える影響、沖縄県工業技術センター研究報告(2009)、12、21-28
- 3) 豊川哲也、金城要、島豆腐製造条件の最適化、沖縄県工業技術センター研究報告(2009)、12、63-66
- 4) 食品別の規格基準について(食品、添加物等の規格基準/昭和34年厚生省告示第370号)、厚生労働省HP [https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iry\\_ou/shokuhin/jigyousya/shokuhin\\_kikaku/index.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iry_ou/shokuhin/jigyousya/shokuhin_kikaku/index.html)
- 5) HACCPの考え方を取り入れた衛生管理のための手引書、厚生労働省HP [https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/000017902\\_8\\_00003.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/000017902_8_00003.html)
- 6) 食品工場における衛生管理(第11回)一豆腐工場における微生物管理一、沖縄県工業技術センター技術情報誌(2010)、13(2)、通巻49号、p6、[https://www.pref.okinawa.jp/site/shoko/kogyo/gijutsu/t\\_newsrensai/documents/eiseikanri11.pdf](https://www.pref.okinawa.jp/site/shoko/kogyo/gijutsu/t_newsrensai/documents/eiseikanri11.pdf)
- 7) 令和元年度 沖縄県工業技術センター事業報告(2019)、p14
- 8) 公益社団法人食品衛生協会、食品衛生検査指針 微生物編 改訂第2版(2018)
- 9) 日本食品洗浄剤衛生協会、洗剤メーカーから見たプラスチック製食器の洗浄と取り扱い方法—食器を正しくご利用いただくために—、食洗協シリーズNo.20(2003)
- 10) 福崎智司、ATP拭き取り検査を活用した衛生管理指導と洗浄・殺菌操作の改善事例、キッコーマンバイオケミファ株式会社
- 11) 所康子、皆川基、血液タンパク質汚れの洗浄に関する研究(第5報)、繊維製品消費科学(1986)、27(10)、449-455

# Development of hygiene management technology for the production of Okinawa tofu

- Methods of washing metal equipment and cloths, and their assessment -

Tomoyo MOCHIZUKI, Tetsuya TOYOKAWA and Akari KINJYO

Okinawa Industrial Technology Center

To improve the level of hygiene management technology for the production of Okinawa tofu, we examined specific methods of washing metal equipment and cloths used during production. As a result, metal equipment was able to be satisfactorily cleaned by physical washing such as rubbing with sodium hydroxide (NaOH) or commercially available alkaline/weakly alkaline detergents. However, prolonged washing with a neutral detergent may lead to inadequate cleaning due to dirt accumulation. Cloths should be immersed and washed with stirring at  $>60^{\circ}\text{C}$  using NaOH or an alkaline detergent (pH of approximately 12.6). However, the conditions should be further examined to achieve sufficient cleaning effects. In addition to the ATP method for metal equipment, a swab for detecting residual proteins can be employed for a simple assay. The results of the present study can be referred to for reviewing the washing methods and preparing procedure manuals for hygiene management in the production of Okinawa tofu.

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。