

1. 委託事業名： オリジナル乳酸菌を使用した「静岡チーズ」の開発

2. 委託事業者名： 委託団体：うしづまチーズ工場

連携大学：静岡県工業技術研究所食品科 主任研究員 袴田雅俊

3. 研究成果概要：

【はじめに】

日本のチーズ消費量は年々増加しており、近年では国産ナチュラルチーズに注目が集まっている(図1)。チーズ製造には生乳と乳酸菌が必要である。国産チーズは、原料の生乳は異なるが、乳酸菌はほとんどが輸入品で多様性に欠ける。そこで静岡県の土地で採取された乳酸菌からチーズ製造に向く菌株を選抜し、他産地と差別化した「静岡チーズ」を開発したいと考えた。

チーズには様々な種類がある(図2)。弊社では、生乳を固めて作るナチュラルチーズを製造している。これまでに、乳の甘さや香りを楽しむフレッシュチーズに分類されるモッツァレラチーズ、リコッタチーズ、酸凝固チーズ、ブッラータチーズを、また熟成チーズでは青カビを使うブルーチーズや白カビを使うカマンベールチーズを商品化している。

【目的と要旨】

静岡県の土地で採取された乳酸菌からチーズ製造に向く菌株を選抜し、他産地と差別化した「静岡チーズ」を開発することを目的とした。

まずはチーズ製造に適した乳酸菌を選抜した。乳酸菌の選抜条件は①ガスを産生しない乳酸菌、②乳糖を栄養源にできる乳酸菌、③一定時間で生乳を固める(pHを下げる)乳酸菌、④乳タンパク質分解能力の高い乳酸菌とした。

次に、選抜した乳酸菌でフレッシュタイプの酸凝固チーズおよびモッツァレラチーズ、熟成タイプのセミハードチーズの3種類について試作試験を行った。形になった酸凝固チーズとセミハードチーズについてはアミノ酸分析と香気成分分析を行った。

【研究結果および成果】

1. 乳酸菌の選抜

試験には静岡県で採取した乳酸菌70株を使用した。この乳酸菌は県内の分離源から単離したもので、工業技術研究所で単離した63株、沼津工業技術支援センターで単離した3株、畜産技術研究所で単離した1株、水産・海洋技術研究所で単離した3株であった。

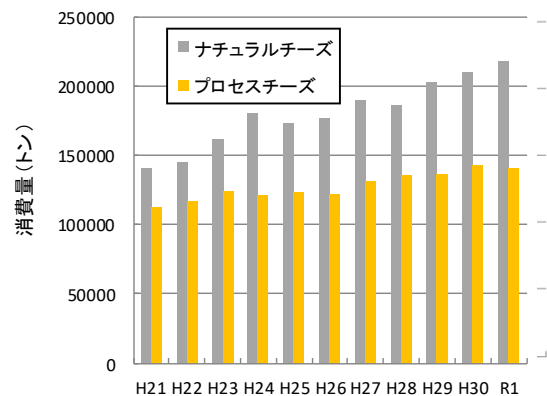


図1 国内のチーズ消費量
(農林水産省 チーズの需給表より引用)



図2 チーズの種類

1-① ガスを発生しない乳酸菌

乳酸菌にはガスを発生するヘテロ型と発生しないホモ型があり、チーズ中でガスを出すとチーズが膨らむ、空洞ができる等の可能性があると考え、ホモ型乳酸菌を選抜した。試験管に培地とガラス管（ダーラム管）を入れ、乳酸菌培養後のダーラム管中のガスの有無で判断した（図3）。全70株について試験を行い、ガスを発生しない44株を選抜できた。

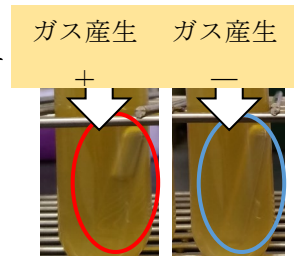


図3 ガス発生試験

1-② 乳糖を栄養源にできる乳酸菌

乳酸菌は生乳中で活動する必要があるため、乳糖を栄養源にできる乳酸菌を選抜した。培地中の糖分を乳糖にしたラクトース培地中で乳酸菌を30℃で72時間培養し、0.1mol/Lの水酸化ナトリウム（NaOH）水溶液の中和滴定により、生成した乳酸量を評価した。生乳中の乳糖を分解してよく増殖する乳酸菌は乳酸を多く生産すると考えられる。理論上、乳糖の約50%が乳酸に代謝された場合のNaOH滴下量が1.2mLであることから、滴定量が1.2mLより多く必要とする株を選抜した。その結果1-①でガスを発生しなかった44株から13株を選抜した（図4）。

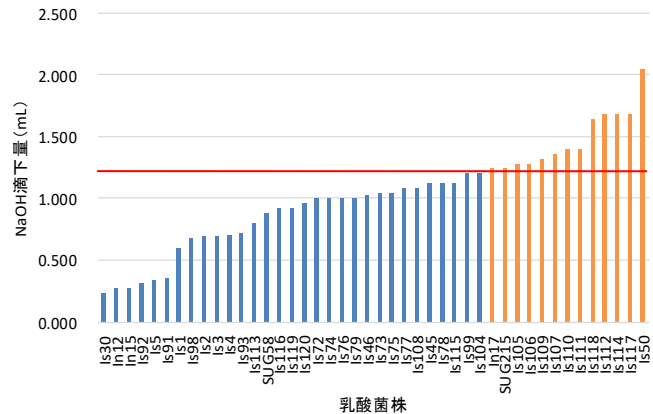


図4 乳糖分解能力の評価

1-③一定時間で生乳を固める（pHを下げる）乳酸菌

乳糖を高い効率で栄養源にできる13株について、実際の牛乳中でも乳酸産生能力の高い乳酸菌を選抜した。牛乳のpHが4.6付近になると牛乳がヨーグルト状に固まることから、牛乳に1%量の乳酸菌を添加し、30℃、24時間で乳を固める株を選抜した。その結果4株を選抜できた。この4株はIs50（カジメ由来）、Is117（タンバノリ由来）、Is118（タンバノリ由来）、In17（シラス由来）であった。

1-④乳タンパク質分解能力の高い乳酸菌

熟成チーズを製造する場合、pHを下げる目的の乳酸菌とは別に、乳中のタンパク質を分解することで旨味を強くする乳酸菌が有用となる。そこで、乳酸菌70株について乳タンパク質分解能力を評価した。評価にはスキムミルク培地を用い、15℃で10日間培養した後にアミノ酸量を吸光度で比較した。その結果Is50とIs105（ヒラミル由来）で高いタンパク質分解能力が見られた（図5）。

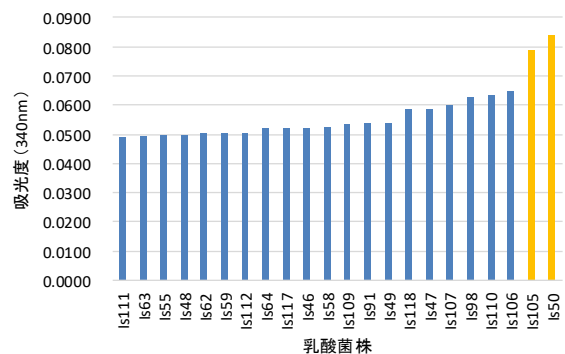


図5 乳タンパク質分解能力の評価

2. チーズの試作

2-①酸凝固チーズの試作

1-③で選抜した4株を用いて、製造レベルでチーズの試作試験をした。まずはフレッシュチーズの中でも乳酸菌の個性が出やすい酸凝固チーズを試作した。製造方法とIn17株で

試作した酸凝固チーズを図6に示す。乳酸菌は工業技術研究所で培養した菌体を牛乳の1%量添加した。30℃で24時間保温したところ、4株とも牛乳のpHが低下し(図7)、チーズを作ることができた。試食をしてみると、Is117株、およびIs118株で試作したチーズは、酸味が強く、口に入れたときの食感もボソボソとしていた。一方でIs50株、In17株で試作したチーズについては、ほどよい酸味を感じ、さわやかな乳やヨーグルトのような香りを感じるものであった。また、試作を繰り返すと、Is50株よりもIn17株のほうがpHを下げる能力が高く、In17株では毎回安定してチーズを製造できた。これらの結果から、In17株を静岡チーズ製造用乳酸菌と決定し、In17株を使用した酸凝固チーズの製造法を確立した。

In17株について菌種を同定したところ、*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*であった。この種類の乳酸菌は市販乳酸菌スターターでも使用されている種類であり、乳製品の加工に適した株として選抜されたのは妥当だと考えられた。

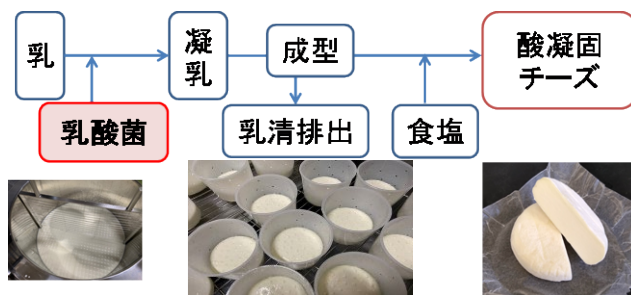


図6 製造方法とIn17株を用いた酸凝固チーズ試作品

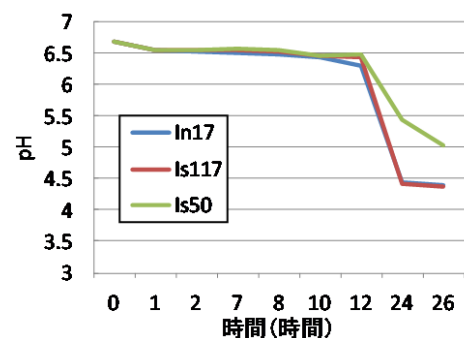


図7 Is50、Is117、In17株の生乳中のpH降下

2-②モッツァレラチーズの試作

モッツァレラチーズ製造時は、酸凝固チーズよりも高い38℃で生乳を加温する。31℃と38℃でIn17株による生乳のpH変化を調べたところ、38℃でより早くpHを下げる事がわかった(図8)。この結果をもとに製造法を検討した。モッツァレラチーズは乳酸菌を入れてから6時間以内に生乳のpHが5.1まで低下しないと製造が難しい。今回の試作では、規定時間内のpHの低下が見られず、チーズを作ることができなかった。乳酸菌が生乳中でより活発に働くように、生乳に添加する前に生乳中で培養するなど改良が必要と考えられた。

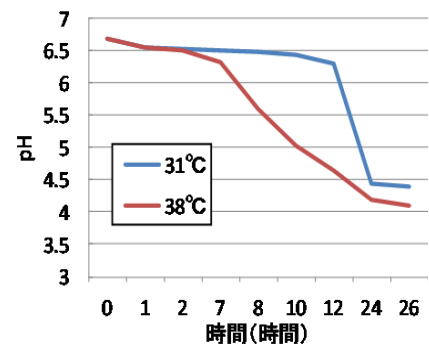


図8 各温度によるIn17株の生乳中のpH降下

2-③セミハードチーズの試作

次に熟成チーズの製造について検討した。今回は乳酸菌のみで熟成するセミハードタイプのチーズを選択した。乳酸菌In17株を添加することで乳のpHが低下し、レンネットで乳を固めることができた(図9)。しかし熟成を始めるとチーズの一部が膨張したことから、新たな課題も見えてきた。現在も熟成を続けている。



図9 In17株で試作したセミハードチーズ

3. 試作チーズの評価

試作した酸凝固チーズとセミハードチーズについて、チーズの特徴を知るために、アミノ

酸分析と香気成分の分析を行った。どちらのタイプのチーズにおいても、市販乳酸菌で製造したチーズにおいて、In17株を使用したものよりもアミノ酸量が多い結果となった。代表として旨味成分のグルタミン酸濃度の値を表2

表2 試作チーズのグルタミン酸濃度

	グルタミン酸濃度 (μg/g)	
	In17	市販スターター
酸凝固チーズ	15.7	32.6
セミハードチーズ	66.4	117.0

に示す。セミハードチーズの試作は In17 株のみで行ったが、1-④で選抜したタンパク質分解能力の高い乳酸菌 (Is50 や Is105) と

併用することで市販乳酸菌のようにアミノ酸が多く旨味の強いチーズが製造できる可能性が考えられた。香気成分分析では、In17株で試作した酸凝固チーズでジアセチルが多いことが特徴的であった(図10)。ジアセチルはヨーグルトやバターのような香りの乳酸菌産生成分として知られる。In17株で試作したチーズは、市販乳酸菌で試作したチーズよりも乳やフレッシュな感じを強く感じたが、このジアセチルの量の違いが影響していると考えられた。In17セミハードチーズにおいては、In17株のチーズで2-ブタノンが多いことが分かった(表3)。2-ブタノンはアセトン様の香りであり、袋を開けたときに香るフルーツのような香りの一因となり特徴的な成分と考えられた。

以上の結果から、In17株で作る静岡チーズは、酸凝固タイプではすっきりして、乳の香りをより楽しめるチーズができ、セミハードタイプでは果実のような香りを持つチーズとなる可能性があり、どちらも特徴的なチーズが期待される。

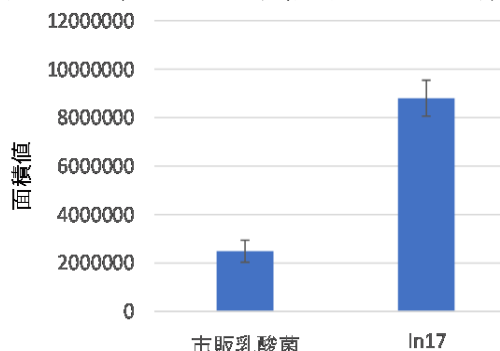


図10 酸凝固チーズのジアセチル

表3 香気成分のうちケトン類の含有比率

	In17/市販乳酸菌
アセトン	0.71
2-ブタノン	71.77
2-ペンタノン	0.77
2-ヘプタノン	1.06
2-ノナノン	1.31

4. パッケージデザイン

酸凝固チーズについてパッケージデザインを依頼した。駿河湾で採取したシラス由来の乳酸菌を使用することから、静岡県のシンボルとしての富士山と、駿河湾をイメージした波を入れて、今までにない斬新なデザインとした。また、国産のチーズらしく、一目で分かるよう日本語で「静岡チーズ」と大きく入れた。今後お土産や特産品として広めていきたい。



図11 デザインしたパッケージ

【地域社会への波及効果について】

静岡県でとれた乳酸菌でチーズを製造することができたことから、他では真似できない静岡チーズとして販売をしていきたい。シラス由来の菌株であることから、海と山に恵まれた静岡市らしさが感じられると考える。県内のチーズ製造業社が望めば、静岡チーズの菌株と製造ノウハウを開示して静岡市発の特色ある地域商品として広めたい。