

ご当地乳酸菌による 純国産チーズスターター 「J」チーズスターター」 標準作業手順書

－HP 公開版－



改訂履歴

版数	発行日	改訂者	改訂内容
第1版	2020年11月24日	亀山眞由美	初版発行
第2版	2023年12月20日	高橋 清也	改訂（チーズスターター共同購入の情報追加）

2024年1月16日版

目次

はじめに	1
免責事項	2
I. 現状と課題	3
1. 国内におけるチーズ生産の現状	3
2. 製造におけるチーズスターターの重要性	5
(1) チーズ製造の概略	5
(2) チーズスターターとは	5
3. 国産チーズスターターが必要とされる背景	7
(1) 国産チーズの高付加価値化	7
(2) チーズスターターによる味、香り、テクスチャーの付加	7
(3) チーズスターターによる熟成促進	7
(4) 本手順書で紹介される技術により解決される技術課題	8
II. 技術の概要と特徴	9
1. Jチーズスターターの特徴	9
2. Jチーズスターターの乳タンパク質分解活性の評価	11
3. 乳酸発酵チーズスターターの発酵特性に対するJチーズスターターの効果	12
4. ミニゴーダチーズ中の旨味アミノ酸濃度に対するJチーズスターターの効果	13
5. ミニゴーダチーズ中の香りに対するJチーズスターターの効果	14

6. Jチーズスターターを用いたミニゴーダチーズの嗜好性評価	1 5
Ⅲ. 導入事例	1 7
1. 北海道において実施したゴーダチーズの製造事例と評価	1 7
2. 栃木県において実施したゴーダチーズの製造事例と評価	1 8
Ⅳ. 技術の導入手順	1 9
1. OUT0010 を凍結乾燥菌体として含むチーズスターターの入手	1 9
2. その他のJチーズスターターの入手と利用	1 9
3. 関連特許	2 0
4. 使用方法	2 0
5. JチーズおよびJチーズスターターとして統一的なブランディングの実現	2 1
参考資料	2 2
担当窓口、連絡先	2 2

はじめに

わが国のチーズの総消費量はここ 10 年間で 24 万 t から 35 万 t に増加しており、チーズが国民の食生活に浸透していることは明らかである。しかし、チーズ総消費量のうち国産の割合は、ナチュラルチーズ換算で 19.4% から 13.6% に低下しており、国産チーズの消費拡大のために、高付加価値化による輸入チーズとの差別化が求められている。

国産チーズを高付加価値化する要素としてチーズの製造法がある。このうち、チーズの製造工程においては、乳タンパク質の凝固を促進する乳酸発酵チーズスターター、独特の風味を形成するチーズスターター共に輸入品が利用されており、安価な外国産ナチュラルチーズとの差別化が難しいため、新規国産チーズスターターの開発が待たれている。

ゴータチーズやチェダーチーズなどのナチュラルチーズに良い風味をもたせるためには長期間の低温熟成が必要である。しかしながら、中小規模のチーズ製造事業者は、十分なスペースの熟成庫を確保することが困難であり、チーズの年間製造量が限定される問題がある。このため、熟成を促進するチーズスターターを用いれば、熟成庫の使用期間を短縮でき出荷量増加に繋がる。

農研機構を代表とする 11 機関からなる経営体（J-チーズ創出）コンソーシアムは、生物系特定産業技術研究支援センターが公募した「革新的技術開発・緊急展開事業」の支援を受け、2017 年から 2019 年にかけて、「国産スターターを用いたブランドチーズ製造技術の開発」のプロジェクトを実施した。日本各地には、ご当地食品として地域独自の漬物、味噌、醤油、日本酒などの発酵食品があり、それらからは食経験のある乳酸菌が分離される。北海道と栃木県のご当地食品から分離した約 700 菌株の乳酸菌から、生育温度帯、食塩耐性、乳タンパク質の分解活性、香り成分の生成能力などを指標にチーズスターターとして有用な乳酸菌を選抜し、これらを使用した“ご当地乳酸菌”チーズスターターを「J チーズスターター」と名付けた。J チーズスターターを用いて試験製造したゴータ

チーズでは、熟成後の早い段階で旨味成分であるアミノ酸濃度が増加することから、Jチーズスターターはチーズの低温熟成を促進するチーズスターターであると言える。

本手順書がJチーズスターターの普及拡大の一助になれば幸いである。

免責事項

- 本手順書に示した J チーズスターターは、ゴーダチーズなど半硬質の熟成型チーズの熟成促進チーズスターターとしての用途に適しており、他のチーズ種の製造に用いた場合の効果や、適正容量については未確認です。
- 本手順書に示した J チーズスターターの効果は、試験製造したミニゴーダチーズ、実規模製造したゴーダチーズにおける一例です。本手順書に紹介された技術を利用したことでもたらされる結果について、農研機構が責任を負うものではありません。
- 本手順書に記載の図 I -2 は、令和 2 年度上期受託研究「農業技術に関する研究開発動向等の調査業務」成果報告書に掲載したものを改変したものです。
- 本手順書に記載の図 II -1 は、J チーズ乳酸菌カタログ（参考資料 2）から引用したものです。
- 本手順書に記載の図 II -2 は、成果情報：ご当地乳酸菌チーズスターターと地域ブランドチーズ(農研機構 普及成果情報 畜産・草地 2020 年)から引用したものです。
- 本手順書に記載の図 V -1、2 は、「革新的技術開発・緊急展開事業」（うち経営体強化プロジェクト）平成 31 年 1 月 27 日の体系別検討会で用いた資料です。
- 本手順書に記載の表 V -1 は、「革新的技術開発・緊急展開事業」（うち経営体強化プロジェクト）平成 31 年 1 月 27 日の体系別検討会で用いた資料です。
- 本手順書に記載の表 II -3、4、5、III -4、図 III -1 は、経営体（J-チーズ創出）コンソーシアムの成果であり、「革新的技術開発・緊急展開事業」（うち経営体強化プロジェクト）研究成果報告書より改変し、引用されたものです。

I. 現状と課題

1. 国内におけるチーズ生産の現状

国産ナチュラルチーズは世界的なチーズコンテストで高く評価されるなど、認知度があがってきており、チーズ工房数も増加している。我が国では、口当たりが良く生乳の風味が楽しめるチーズや比較的クセのないチーズが好まれる傾向にあり、多くの生産者がフレッシュタイプやハードタイプ、白カビタイプを中心に様々な種類のチーズを製造している。

(図 I -1)

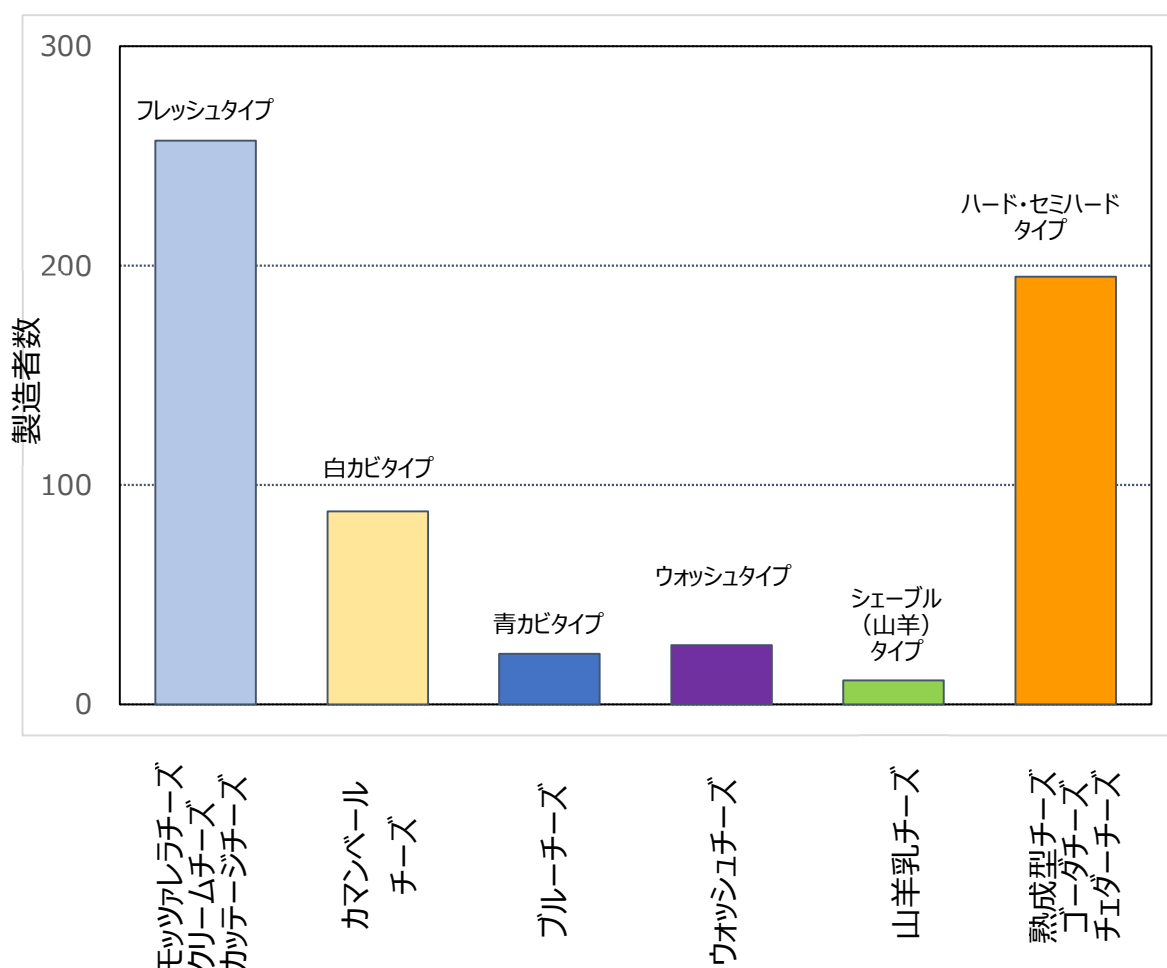


図 I -1 国内で製造されているチーズの種類

- 1) 「各地で活躍するチーズ工房及び国内で製造されているチーズの種類」
農林水産省調べ (2021)

【参考情報】 国内で製造されているチーズの種類¹⁾

チーズの名前 ¹⁾ (熟成の有無)	代表的な 生産国	特徴 ²⁾
エダム (熟成)	オランダ	ゴーダと並びオランダの代表的なチーズ。ゴーダよりやや固めで球形。赤色のワックスが塗られたものが多い。
エメンタール (熟成)	スイス	スイスの代表的なチーズ。プロピオン酸菌が熟成中に発生させた炭酸ガスによる穴（チーズアイ）が特徴。
カッテージ (非熟成)	イギリス、アメリカ	乳酸発酵、レンネットあるいは酸により乳中のカゼインを粒状に固めた非熟成型のチーズ。
カマンベール (熟成・カビ)	フランス	代表的な白カビチーズ。熟成が進むにつれ中身がペースト状に柔らかくなり濃厚な味わいになる。
クリーム (非熟成)	アメリカ	クリームと牛乳の混合物を乳酸発酵させてホエイを除いて製造した非熟成の軟質チーズ
ゴーダ (熟成)	オランダ	オランダを代表するチーズ、日本のチーズ作りのモデルとも言われる。熟成期間によって味わいが大きく違う。
チェダー (熟成)	イギリス、アメリカ	世界の多くの国々で生産され、最も生産量の多いチーズ。プロセスチーズ原料にもなる。
パルメザン (熟成)	イタリア	日本では粉チーズを“パルメザンチーズ”と呼んでいる。語源となったイタリアのパルミジャーノ・レッジャーノは18ヶ月以上熟成させた超硬質のハードタイプチーズ
ブルー (熟成・カビ)	フランス、イタリア、イギリス	青カビで熟成したチーズ。ロックフォール、ゴルゴンゾーラ、スティルトンなどが有名
マスカルポーネ (非熟成)	イタリア	クリームから作られる非熟成チーズ。クリーミーでバター様の香り。デザートとしての需要が多い。
モッツアレラ (非熟成)	イタリア	本来の原料は水牛乳。チーズカードに熱湯を注いで練り上げてつくる。ミルクの甘みと酸味がある。加熱すると繊維状によく伸びる。
やぎ (熟成)	フランス、スペイン	ヴァランセ（フランス）、マンチェゴ（スペイン）など独特の香りと酸味が特徴
リコッタ (非熟成)	イタリア	チーズホエイにミルクやクリームを足して再加熱して作る非熟成チーズ。

¹⁾ 日本食品標準成分表 2015 年版（全国官報販売協同組合）より抜粋

²⁾ チーズ入門（日本食糧新聞社）、チーズポケットブック（旭屋出版）、美味しいチーズの辞典（日本文芸社）
日本食品標準成分表七訂より引用

2. チーズ製造におけるチーズスターターの重要性

(1) チーズ製造の概略

ゴーダチーズの製造工程を図 I -2 に示す。腐敗菌の繁殖を抑えるために殺菌した牛乳に、乳酸菌（チーズスターター）と凝乳酵素（レンネット）を添加し、乳酸菌の生成する酸と、凝乳酵素の作用で牛乳中のタンパク質（カゼイン）を不溶化して凝集させたのち、水分を排除して凝固させる。チーズスターターとは、ナチュラルチーズの製造に使われる乳酸菌やカビなどの発酵微生物であり、生きた微生物を凍結乾燥粉末状に加工したものが市販されている。凝固させたチーズは、圧搾、加塩、乾燥を経て、数カ月に渡る低温熟成を行う。

(2) チーズスターターとは

チーズスターターは、乳酸菌が主体である。**乳酸発酵チーズスターター**はチーズの製造の初期工程において乳酸を産生することで、原料乳の pH を低下させ、腐敗菌の増殖を抑制すると共に、レンネットによる乳タンパク質の凝固を促進する。乳酸発酵チーズスターターはチーズの製造工程に必須である。

熟成促進チーズスターターは、乳酸発酵チーズスターターと併用して用いる。チーズの製造の初期工程には特に影響しないが、チーズの熟成期間中にタンパク質や脂質を分解することで、熟成を促進し、味、香り、テクスチャーなど独特の風味を形成する。乳酸菌以外にもエメンタールチーズ等の製造時にはプロピオン酸菌チーズスターター、カマンベール、ブルーチーズ等の製造時にカビチーズスターターが用いられる。

表 I -1 チーズ製造に用いられるチーズスターターの種類と役割

チーズスターターの役割	主な役割	使用される微生物
乳酸発酵	<ul style="list-style-type: none"> 腐敗菌の増殖を抑制する 乳タンパク質の凝固を促進する 	乳酸菌
熟成促進	<ul style="list-style-type: none"> 乳タンパク質を分解し熟成を促進する 	乳酸菌・カビ・酵母・プロピオン酸菌、リネンス菌など
フレーバー改変	<ul style="list-style-type: none"> 味・香り・テクスチャーなど独特の風味を形成する。 	乳酸菌・カビ・酵母・プロピオン酸菌、リネンス菌など

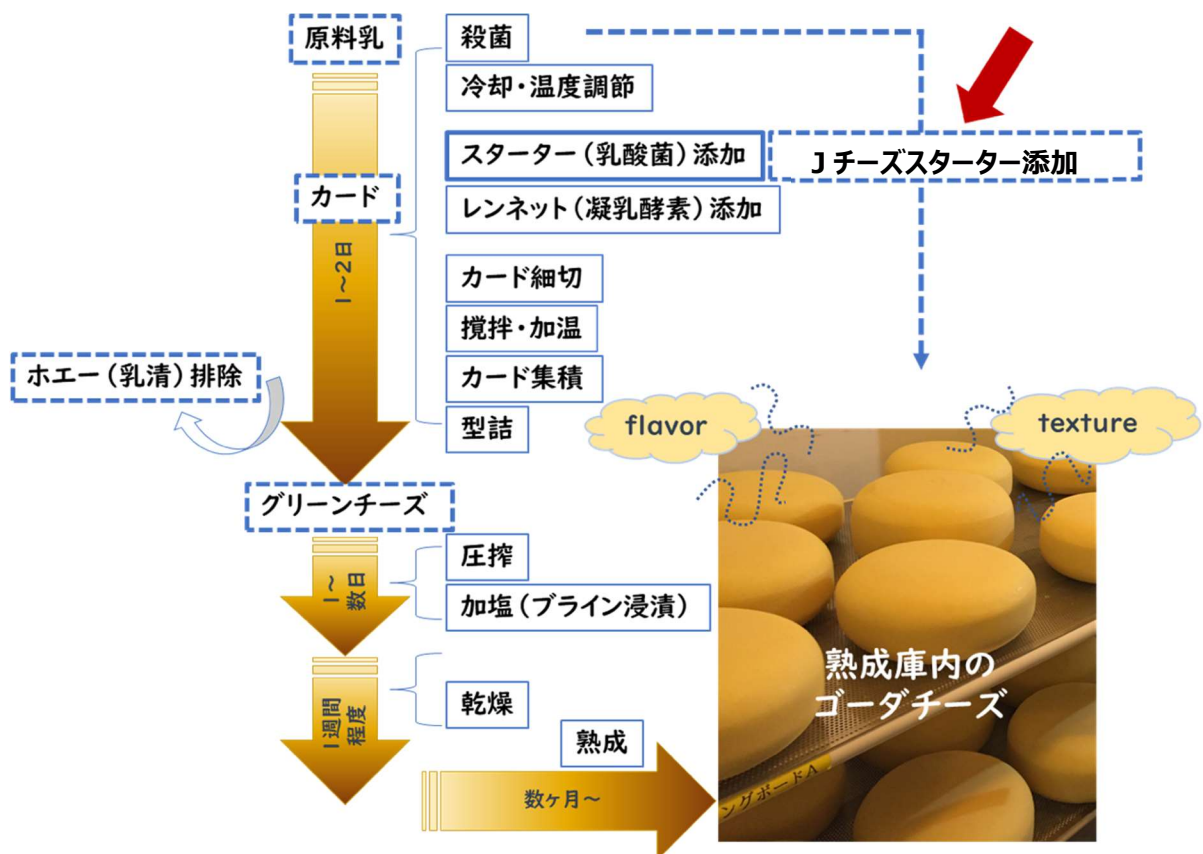


図 I -2 ゴーダチーズ製造工程の概略

Jチーズスターターは、乳酸発酵チーズスターター（市販チーズスターター）と同じタイミング(→)で添加する。熟成促進チーズスターターとして添加する場合、原料乳 1kg あたり 1×10^8 菌数程度の添加で良い効果が得られる(後述の実施例参照)。

3. 国産チーズスターターが必要とされる背景

(1) 国産チーズの高付加価値化

国産チーズに差別化・高付加価値化をもたらす要素としては、原料乳、製造の場所、製造法などがある。チーズの原料となる生乳は大部分が国産である。酪農家などの経営体が6次産業化の一環としてチーズ製造に取り組む場合は、原料乳の生産地や乳牛の飼養方法などが高付加価値化の要素となりうる。このうち原料乳による差別化については、行政主導によって「酪農家によるチーズ向け原料乳の高品質化の取り組み強化」などの国産チーズの競争力強化対策がとられてきた。一方、製造法の相違による差別化については、これまでイメージ戦略に頼る面が大きく、新技術の投入による差別化拡大に期待が持てる。

(2) チーズスターターによる味、香り、テクスチャーの付加

これまで、チーズの製造工程においては、各種チーズスターターは輸入品が利用されてきた。輸入チーズスターターを用いた国産チーズは、安価な外国産ナチュラルチーズと味、香り、テクスチャーに大きな差がなく、差別化が困難な要因となっているため、新規国産チーズスターターの開発が待たれている。

(3) チーズスターターによる熟成促進

ナチュラルチーズは製造後に低温での熟成工程が必要であるが、中小の経営体では大きな熟成庫を確保することが難しいため、熟成が十分に進み出荷可能になるまで、新たにチーズを製造することができない。つまり、熟成庫の空きスペースにより年間出荷量が制限される問題がある。熟成促進効果のあるチーズスターターを用いることで、特にセミハード、ハードチーズなど出荷までに長期熟成を要するチーズの熟成期間を短縮することで熟成庫の使用効率が上昇し、年あたりの出荷増量が見込める。

(4) 本手順書で紹介される技術により解決される技術課題

本手順書で紹介される技術は、農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（経営体強化プロジェクト）」の資金を受け、経営体（J-チーズ創出）コンソーシアムが実施した課題名「国産スターターを用いたブランドチーズ製造技術の開発」の成果である。J チーズスターター添加によってもたらされる独特のフレーバー付与による「国産チーズの差別化」とセミハード・ハードチーズなど「長期熟成チーズの熟成期間の短縮」が達成される。

経営体(J-チーズ創出)コンソーシアム

- 研究担当機関

農研機構 畜産研究部門（研究代表機関）

(地独)北海道立総合研究機構食品加工研究センター

(公財)とちぎ財団

(公財)オホーツク財団

(公財)函館地域産業振興財団

栃木県畜産酪農研究センター

(国)帯広畜産大学

(独)高専機構小山高等専門学校

(株)雪印種苗北海道研究農場

ノースプレインファーム(株)

那須ナチュラルチーズ研究会

II. 技術の概要と特徴

1. Jチーズスターターの特徴

- ご当地乳酸菌による純国産チーズスターターである。
- 半硬質チーズであるゴーダチーズの製造に適している。
- チーズ中の旨味成分であるアミノ酸（グルタミン酸）の濃度上昇を促進する。
- *Lacticaseibacillus paracasei* OUT0010（以下 OUT0010）、*Latilactobacillus curvatus* 33-5（以下 33-5）、*Lacticaseibacillus rhamnosus* P-17（以下 P-17）は、北海道産食品から分離した 532 株の乳酸菌（ニックネーム「どさんこ乳酸菌」）から選抜した。（表Ⅱ-1）
- *L. curvatus* OY-57（以下 OY-57）は、栃木県産食品から分離した 144 株の乳酸菌（ニックネーム「とちぎ乳酸菌」）から選抜した。（表Ⅱ-1）

表Ⅱ-1 Jチーズスターター乳酸菌の名称、ニックネームおよびキャッチフレーズ

J チーズスターター 乳酸菌の名称	分離源 (地域)	地域ブランド広報のため のニックネーム	キャッチフレーズ ^{1) 2)} (ゴーダチーズに用いた場合の特徴など)
OUT0010	酒粕（十勝）	どさんこ乳酸菌	消費者型官能評価で高評価のチーズ ³⁾
33-5	熟成チーズ (函館)	どさんこ乳酸菌	どさんこ乳酸菌でつくるナッツ風味 香るチーズ ⁴⁾
P-17	熟成チーズ (札幌)	どさんこ乳酸菌	高温性のどさんこ乳酸菌、硬質系 チーズへの活用も期待
OY-57	三五八漬け (小山)	とちぎ乳酸菌	地場産漬物のとちぎ乳酸菌が活 きた薫るチーズ ⁵⁾

1) 導入事例参照

2) Jチーズ乳酸菌カタログ（農研機構畜産研究部門刊、2020年5月）

https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/134855.html からダウンロード可能

3) 導入事例「表Ⅲ-1」参照

4) 技術の概要と特徴「表Ⅱ-4」参照

5) 栃木県の漬物由来、バターの香りに例えられるジアセチル生産性がある。

表Ⅱ-2 Jチーズスターター乳酸菌の特徴

Jチーズスターター・乳酸菌の特徴	概要
乳タンパク質分解活性が高い	<ul style="list-style-type: none"> 牛乳中の乳タンパク質（カゼイン）を分解し、「旨味のあるペプチドやアミノ酸」を生成させる（図Ⅱ-1）。 *Jチーズスターター共通
塩濃度耐性がある	<ul style="list-style-type: none"> チーズは2%程度の食塩を含むが、Jチーズスターター乳酸菌は5%の塩濃度でも生育し、チーズ製造・熟成中に働くことができる。 *Jチーズスターター共通
チーズ製造に都合のよい生育温度	<ul style="list-style-type: none"> チーズの製造温度（30℃～40℃）および、チーズの熟成温度（10℃）で生育できる。 *Jチーズスターター共通
乳酸発酵チーズスターター（市販スターター）による乳酸発酵を邪魔しない	<ul style="list-style-type: none"> 乳酸発酵チーズスターターは、乳酸を生成し原料乳のpHを適正な速度で低下させる役割がある。 本手順書の図2-2に記載されている添加条件を遵守することで、乳酸発酵チーズスターター（市販スターター）の発酵が阻害され原料乳のpH低下が遅延するトラブル、乳酸過剰による原料乳のpH低下が速すぎるトラブルを防止できる。 *Jチーズスターター共通
旨味を増強する効果がある	<ul style="list-style-type: none"> Jチーズスターターを用いたゴーダチーズは、アミノ酸分析で、同じ期間（1ヶ月および2ヶ月）熟成したJチーズスターターを添加しない対照区よりも旨味を呈するグルタミン酸が多い（表Ⅱ-3）。また、旨味強度が高いことを、味覚センサーを用いた試験で確認した（図Ⅲ-1）。 *Jチーズスターター共通
特徴的な香りがある	<ul style="list-style-type: none"> Jチーズスターターを用いたゴーダチーズの香り分析で、同じ期間（1ヶ月および2ヶ月）熟成した対照区よりも特徴的な香りがある。 Jチーズスターターに33-5を用いた場合「チーズやバターを連想させる香り、OUT0010の場合「ナッツを連想させる香り」の成分が多い（表Ⅱ-4）。

- ここでは、チーズ熟成促進効果のある乳酸菌として特許出願した4菌株（Jチーズ乳酸菌）をご当地乳酸菌スターター、すなわちJチーズスターターと定義する。

2. J チーズスターターの乳タンパク質分解活性の評価

チーズ製造における熟成促進チーズスターターの働きの一つは、乳タンパク質の一部を分解し、チーズ中のペプチドやアミノ酸を増加させることである。乳酸菌株の第一段階の選抜として、乳タンパク質を分解する活性（プロテアーゼ活性）を、スキムミルク寒天培地を用いて比較した。乳タンパク質の分解活性を指標し、北海道産食品から分離された 532 株の“どさんこ乳酸菌”から 54 菌株、栃木県産食品から分離された 144 株の“とちぎ乳酸菌”から 11 菌株を選んだ。さらに、アゾカゼインを基質としたプロテアーゼ活性を比較して菌株を順位付けした（図 II-1）。

プロテアーゼ活性順位を第一の指標とし、チーズの製造（30-40℃）・熟成（10℃）温度で生育可能であり、食塩（5%NaCl）の入った培地でも良好に生育する特徴を評価し、どさんこ乳酸菌代表菌株 OUT0010、33-5、P-17 およびとちぎ乳酸菌代表菌株 OY-57 の 4 菌株を選抜した（表 II-1）。

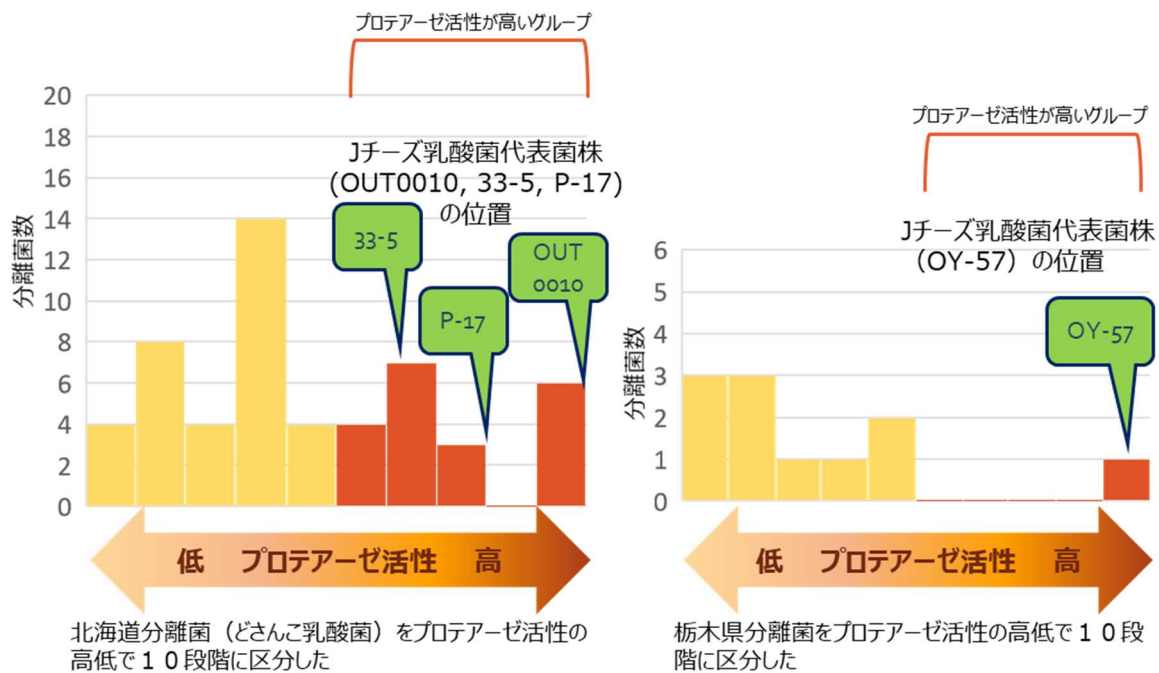
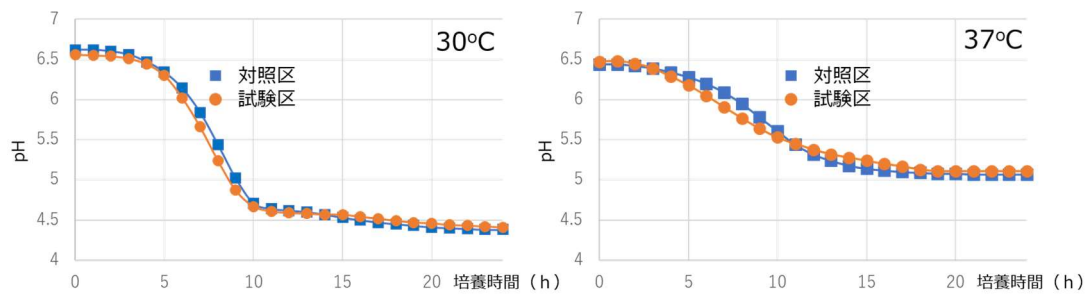


図 II -1 J チーズ乳酸菌のプロテアーゼ活性

北海道産食品から分離した 532 株、栃木県食品から分離した 144 株をカゼインを基質としたプロテアーゼ活性の強さで順位付けした。図中の 4 菌株（OUT0010、33-5、P-17、OY-57）はいずれもプロテアーゼ活性が高く、10 段階評価で 7 段階以上にあると評価された。

3. 乳酸発酵チーズスターターの発酵特性に対する J チーズスターターの効果

J チーズスターターとして選定された 4 菌株は、ゴーダチーズ製造における乳酸発酵温度（30℃）、チーズカード加温温度（37℃）において、乳酸発酵チーズスターター（市販チーズスターター）の乳酸発酵を阻害せず、過度な pH 低下を引き起こさない^{参考資料 2}）。OUT0010 を市販チーズスターターに添加した例を図 II -2 に示す。OUT0010 と市販スターターを混合してスキムミルク培地に接種し、pH の低下を比較した。試験区(OUT0010 添加)では対照区(OUT0010 非添加)よりも総乳酸菌数が多くなることから pH 低下の開始は速いものの、低下速度は変わらず、最終到達 pH も同じである。（図 II -2）。



図Ⅱ-2 市販チーズスターターと OUT0010 を混合培養した場合の pH 経時変化

試験方法

ゴーダチーズ製造における乳酸発酵温度 30℃（左グラフ）およびチーズカード加温温度 37℃（右グラフ）の 2 条件について試験

培地 スkimミルク（110℃, 5 分加熱）

対照区 市販スターター 0.02U/200mL 接種(Chr. HANSEN 社推奨量)

試験区 対照区に J チーズスターター-OUT0010 2×10^8 cfu/200mL 添加
cfu : コロニー形成単位(colony formation unit)

4. ミニゴーダチーズ中の旨味アミノ酸濃度に対する J チーズスターターの効果

2018 年に帯広畜産大学（北海道帯広市）において、2kg の原料乳を用いて、ミニゴーダチーズを試験製造した。市販チーズスターター（CHN-11（クリスチャン・ハンセン・ホールディング））に J チーズスターター-OUT0010、33-5、P-17 の何れかを原料乳 1 kg あたり 10^7 菌数添加して製造し、熟成期間 0~2 月間後のアミノ酸量を比較した。チーズのアミノ酸分析は、表皮を除去したチーズ（6 g）の蒸留水抽出液を試料とし、フェニルチオカルバモイル(PTC)法により実施した。

J チーズスターター（OUT0010、33-5、P-17）を添加した場合、市販チーズスターターのみで製造した対照区と比較して、熟成 1 ヶ月で旨味を呈するアミノ酸であるグルタミン酸含量に、OUT0010 および P-17 添加区では増加傾向、33-5 添加区では有意な増加が認められた(表Ⅱ-3)。また、熟成 2 ヶ月の 33-5 添加区で

は、対照区や他の J チーズスターター添加区と比較して、酸味や旨味を呈するアミノ酸であるアスパラギン酸が有意に多く、苦味を呈するアミノ酸であるチロシンやアルギニンが有意に少ないことが確認された(表 II -3)。

OUT0010 添加区および P-17 添加区は、旨味アミノ酸のグルタミン酸が多く、33-5 添加区は、苦味があり結晶化しやすいチロシンが少ないことから、チーズの味やなめらかさの改良が期待できる。

表 II -3 J チーズスターターOUT0010、33-5 あるいは P-17 を添加して製造したミニゴーダチーズの遊離アミノ酸量 (抜粋)

アミノ酸	熟成期間	対照区		OUT0010添加区		33-5添加区		P-17添加区	
アスパラギン酸	0	4.4 ±	0.9	4.1 ±	1.1	5.2 ±	1.6	6.3 ±	1.6
	1	15.3 ±	0.8	17.7 ±	1.8	18.2 ±	4.2	17.3 ±	2.2
	2	24.2 ±	2.3 ^a	29.8 ±	2.0 ^a	50.1 ±	7.6 ^b	29.6 ±	1.9 ^a
グルタミン酸	0	12.2 ±	1.9	17.3 ±	0.7	15.5 ±	4.3	16.4 ±	4.3
	1	153.5 ±	11.9 ^a	190.1 ±	27.7 ^{ab}	212.9 ±	21.7 ^b	169.5 ±	25.5 ^{ab}
	2	309.4 ±	35.6	389.5 ±	54.6	319.1 ±	38.3	349.7 ±	43.6
アルギニン	0	2.3 ±	0.7	2.4 ±	0.7	2.0 ±	0.4	2.8 ±	0.4
	1	22.1 ±	1.1 ^a	24.7 ±	2.8 ^a	9.2 ±	3.0 ^b	21.9 ±	3.3 ^a
	2	28.0 ±	2.3 ^a	31.4 ±	4.6 ^a	3.9 ±	1.5 ^b	28.0 ±	3.0 ^a
チロシン	0	2.1 ±	0.4	2.6 ±	1.1	2.2 ±	2.2	3.0 ±	2.4
	1	31.0 ±	5.3	30.7 ±	11.8	12.1 ±	5.5	30.4 ±	8.7
	2	51.6 ±	10.5 ^a	49.7 ±	15.5 ^a	13.6 ±	9.2 ^b	51.2 ±	11.0 ^a

可食部 100 g あたり mg

各チーズ中のアミノ酸含量の統計解析は一元配置分散分析ならびに多重比較検定により行った。異なるアルファベットを付した値は、5%水準で有意差があることを示す。

5. ミニゴーダチーズ中の香りに対する J チーズスターターの効果

1ヶ月および2ヶ月熟成した対照区ミニゴーダチーズと、J チーズスターター添加ミニゴーダチーズ各々2gを試料として、電子嗅覚システムであるフラッシュ GC ノーズ (アルファモス社製) を用いた芳香成分分析を行った ((公財) 函館財団、北海道函館市) (表 II -4)。得られたクロマトグラムの解析は、付属の Alpha

SoftとAroChem Base（保持指標とににおいに関する化合物ライブラリー）を用いて試料の主要香り成分の推定・同定、並びにピーク面積値を求めた。

J チーズスターター添加ミニゴータチーズでは3種類共通してナッツの香りを呈するテトラメチルピラジン(Tetramethylpyrazine)の値が大きく、さらに OUT0010 添加区では、バターや発酵クリームの特徴的な香り成分であるジアセチル(Diacetyl)、33-5 添加区では、バターやチョコレートの香りを呈するブタン-2-オン(Butane-2-one)の値も大きかった（表 II -4）。

表 II -4 J チーズスターター(OUT0010、33-5 あるいは P-17)を添加して製造したミニゴータチーズの香り成分

試料		成分名 香りの特徴					
		Acetaldehyde	Diacetyl	butane-2-one	Acetoin	Butyl acetate	Tetramethylpyrazine
試料名	熟成期間	エーテル	バター	バター	バター	バナナ	ココア
		フレッシュフルーティ刺激臭	キャラメルフルーティ	コーヒークリーム	コーヒークリーム	青草洋梨	コーヒーナッツロースト
GC-FID ピーク面積							
対照区	1ヶ月	3357 ± 638	14233 ± 4493	5478 ± 1751	1651 ± 1237	308 ± 85	12527 ± 2436
	2ヶ月	5312 ± 1079	15626 ± 7090	4162 ± 1280	4866 ± 5149	722 ± 801	8517 ± 2446
OUT0010 添加区	1ヶ月	3923 ± 817	15475 ± 4144	7125 ± 2919	787 ± 614	244 ± 81	12850 ± 2747
	2ヶ月	6110 ± 958	18993 ± 6136	5917 ± 2974	4333 ± 4435	500 ± 438	10926 ± 5059
33-5添加区	1ヶ月	4350 ± 523	14443 ± 5758	7519 ± 1876	1173 ± 1383	208 ± 148	12248 ± 1601
	2ヶ月	5945 ± 903	16072 ± 8562	6317 ± 3191	4257 ± 4709	268 ± 185	9947 ± 3138
P-17添加区	1ヶ月	3584 ± 1181	13117 ± 6272	6417 ± 1093	1071 ± 1227	217 ± 84	11087 ± 2146
	2ヶ月	6662 ± 862	17063 ± 6264	5259 ± 2240	4691 ± 4827	380 ± 363	9811 ± 3923

6. J チーズスターターを用いたミニゴータチーズの嗜好性評価

J チーズスターター-OUT0010、33-5、P-17 を用いて製造したチーズの“好ましさ”を評価するために、2018 年に、帯広畜産大学で学生 21 人をパネリストとして、前出のミニゴータチーズについて嗜好順位評価による官能評価を実施した（表 II -5）。評価試験には1ヶ月間および2ヶ月間熟成した対照区と、OUT0010 添加区、33-5 添加区および P-17 添加区の各チーズを、各被験者にランダムに提示し、嗜好性の高い順に1位～4位の順位を付けさせた。試料間の順位の差の検定は、

各被験者が行なった各試料に対する順位をもとにフリードマン検定により行い、次いで Scheffe の対比較を行った。

熟成 1 ヶ月のチーズの平均評価順位は、OUT0010 添加区が 1 位、次いで P-17 添加区、33-5 添加区の順位となった。OUT0010 添加区の順位は他の試料より有意に高かったが、P-17 添加区と 33-5 添加区の順位に有意差は無かった。

熟成 2 ヶ月のチーズの平均評価順位は、OUT0010 添加区（1.6 位）、P-17 添加区（2.3 位）、33-5 添加区（2.1 位）となったが、これら 3 種類の試験チーズの順位に有意な差は認められなかった。（表 II -5）。

表 II -5 J チーズスターター(P-17,33-5 あるいは OUT0010)を添加して製造したゴーダチーズと対照区のチーズの嗜好順位評価

試料	平均評価順位	
	1 ヶ月間熟成	2 ヶ月間熟成
対照区（J チーズスターター添加なし）	4.0 ^a	3.9 ^a
OUT0010 添加区	1.0 ^c	1.6 ^b
33-5 添加区	2.6 ^b	2.1 ^b
P-17 添加区	2.4 ^b	2.3 ^b

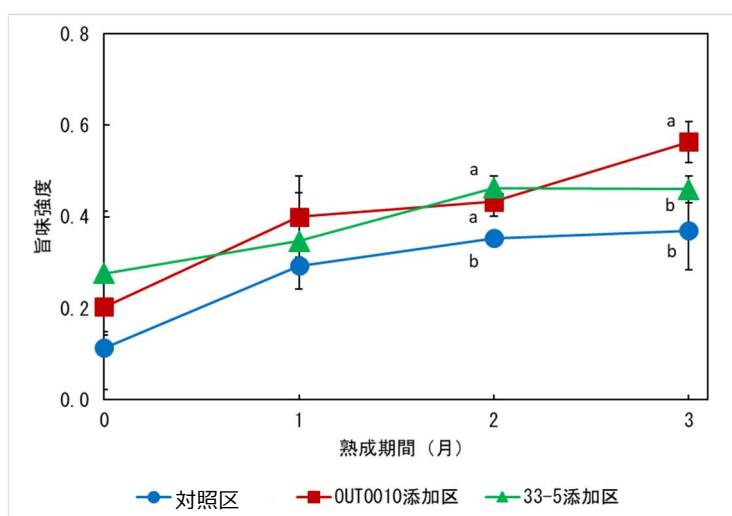
異なるアルファベットを付した値は、Scheffe の対比較において 5 %水準で有意差があることを示す。

Ⅲ. 導入事例

1. 北海道において実施したゴーダチーズの製造事例と評価

2019年5月および6月に、ノースプレインファーム（北海道興部町）にて、370 kgの原料乳（ホルスタイン種、脂肪調整なし）に市販チーズスターターとその1/100量のJチーズスターター-OUT0010および、33-5を各々添加してゴーダチーズの実規模製造を行った。市販チーズスターターのみで製造したゴーダチーズを対照区とした。ゴーダチーズの旨味強度を測定するため、ゴーダチーズの温水抽出液を（公財）とかち財団（北海道帯広市）で味覚センサーTS-5000（インテリジェントセンサーテクノロジー株式会社）に供試した。

熟成期間と旨味強度の関係を図Ⅲ-1に示す。熟成期間2ヶ月および3ヶ月の時点で、OUT0010添加区および、33-5添加区のゴーダチーズの旨味強度値が対照区よりも有意に高かった（図Ⅲ-1）。2ヶ月熟成のOUT0010添加区チーズは、3ヶ月熟成の対照区よりも旨味強度が高い結果となり、OUT0010による熟成期間の短縮が示された。



試験は3反復で実施し、熟成期毎に Tukey-kramer 法による多重比較検定を実施した。図中のアルファベットは、異符号間で5%の有意水準で有意差があることを示す。

図Ⅲ-1 Jチーズスターター（OUT0010、あるいは33-5）を添加して製造したゴーダチーズの旨味強度

2. 栃木県において実施したゴーダチーズの製造事例と評価

2019年5月および6月に、チーズ工房那須の森（栃木県那須塩原市）にて50 kgの原料乳（ブラウンスイス種）を用い、市販チーズスターターにJチーズスターターとして栃木県産食品由来のOY-57を添加してゴーダチーズを実規模製造した。熟成1ヶ月後もしくは熟成2ヶ月後に小山高専（栃木県小山市）において、ゴーダチーズを遊離アミノ酸分析に供した。市販チーズスターターのみで製造したゴーダチーズを対照区とした。

OY-57添加区では、熟成1ヶ月後から総遊離アミノ酸量が増加し、熟成2ヶ月後には対照区の約1.7倍になった（表Ⅲ-1）。また苦味アミノ酸の1つであるチロシン量の増加を、対照区の約10%程度に抑制することが確認された（表Ⅲ-1）。

OY-57添加区では特徴的にチロシンが少ない。苦味があり結晶化しやすいチロシンが少ないことから、OY-57を添加することで、チーズの味やなめらかさの改良が期待できる。またOY-57の添加効果として、「チーズの弾力」*が対照区より高まることが、機器分析においても消費者型官能評価においても明らかとなった。

*「チーズの弾力」はチーズの評価を高くする特徴である。

表Ⅲ-1 Jチーズスターター(OY-57)添加および添加なし(対照区)で製造したゴーダチーズの総遊離アミノ酸含量および遊離チロシン含量

試料名	熟成期間	総遊離アミノ酸含量 (mg/100g cheese)	遊離チロシン含量 (mg/100g cheese)
対照区	1ヶ月	142.4	4.41
	2ヶ月	204.1	5.18
OY-57添加区	1ヶ月	315.4	0.52
	2ヶ月	346.5	0.57

IV. 技術の導入手順

1. OUT0010 を凍結乾燥菌体として含むチーズスターターの入手

- OUT0010 の商業利用、およびそれをチーズスターターとして製造したチーズを販売する場合には実施許諾が必要なので農研機構（コンソーシアム研究代表機関）の下記 URL に申請する。

手続きの概略：<https://www.naro.go.jp/inquiry/patent.html>

実施手続きお問い合わせ先：<https://prd.form.naro.go.jp/form/pub/naro01/patent>

- OUT0010 を凍結乾燥菌体として含むチーズスターターは、不定期に共同購入を試行している。共同購入を希望する場合には、上記と同様に実施手続きお問い合わせ先 URL にアクセスし、【お問い合わせ内容】欄に「チーズスターター-OUT0010 の共同購入希望」と明記して申請する。

2. その他の J チーズスターターの入手と利用

- 33-5、P-17、OY-57 は凍結乾燥菌体の試供品はないが、無菌的に培養できる設備があれば、生菌として増やしてチーズ製造時に添加できる。「J チーズ乳酸菌カタログ」^{参考資料 2)} 記載の乳酸菌保管機関から希望する乳酸菌を入手できる。
- 33-5、P-17、OY-57 の生菌を用いたチーズスターター、およびチーズを製造・市販する場合には、実施許諾が必要なので農研機構（コンソーシアム研究代表機関）の下記 URL に申請する。

手続きの概略：<https://www.naro.affrc.go.jp/inquiry/patent.html>

実施手続きお問い合わせ先：

<https://prd.form.naro.go.jp/form/pub/naro01/patent>

- J チーズ乳酸菌カタログに、特許出願している J チーズスターター4 菌株を含め、北海道と栃木県食品から分離した 12 菌株の乳酸菌と、保管機関情報(URL)を掲載している。J チーズスターター以外のカタログ掲載乳酸菌については、各菌株の保管機関から入手できる。

3. 関連特許

1. 「乳酸菌、チーズの製造法」(特願 2019-195961 令和元年 10 月 29 日出願)。
2. 「乳酸菌、チーズの製造方法」(特願 2019-195961) を先行特許とした国内優先権出願(特願 2020-040139、令和 2 年 3 月 9 日出願; 特開 2021-069370、令和 3 年 5 月 6 日公開)

4. 使用方法

OUT0010 は、乳酸菌数として、市販チーズスターターの 1/100 の菌数添加で、「旨味増強、熟成促進」効果を発揮することを確認しており、本品をゴーダチーズなど半硬質チーズ製造時に添加する場合、500 kg の原料乳あたり、5 g (1 g あたり、 1×10^{10} cfu の生菌を含む粉末状スターター) を添加するように設計している。

OUT0010 以外の J チーズスターター (33-5、P-17、OY-57) においても、市販チーズスターターに併用することで、菌株特徴的な効果を発揮することから、チーズ製造工場内にスターター乳酸菌の培養設備を有し、原料乳 1 kg あたり 10^8 菌体数の乳酸菌を用時調製できる場合には、乳酸菌保管機関から入手した乳酸菌を使用することができる。

5. JチーズおよびJチーズスターターとして統一的なブランディングの実現

Jチーズスターターを用いて製造した国産ナチュラルチーズをJチーズと呼称し、広報している（図IV-1）。



図IV-1 Jチーズロゴマーク

参考資料

1. 成果情報：ご当地乳酸菌チーズスターターと地域ブランドチーズ(農研機構 普及成果情報 畜産・草地 2020年)
2. Jチーズ乳酸菌カタログ（農研機構畜産研究部門刊、2020年5月）
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/134855.html からダウンロード可能
3. 「乳酸菌、チーズの製造法」（特願 2019-195961 令和元年10月29日出願）
4. 「乳酸菌、チーズの製造法」（特願 2019-195961）を先行特許とした国内優先権出願（特願 2020-040139、令和2年3月9日出願；特開 2021-069370、令和3年5月6日公開）



担当窓口、連絡先

外部からの受付窓口：

農研機構 食品研究部門 研究推進部 029-838-7991



「農研機構」は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム（通称）です。