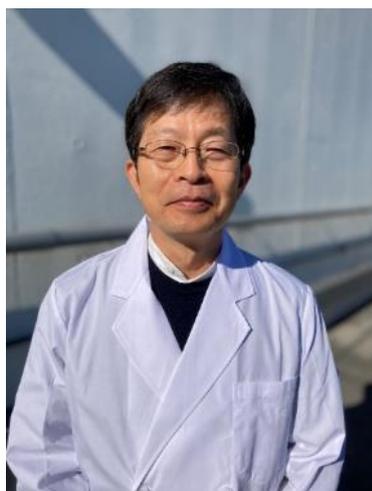


注: 音声聞き取れず、文字起こしができなかった箇所は「…?…」で表示

【第1部 日本オリジナルチーズの研究開発報告】

日本獣医生命科学大学 応用生命科学部 食品科学科 教授、博士(農学)

佐藤 薫 氏



宮城県出身、東北大学農学部卒。乳業会社勤務の後、大学の教育と研究に携わり、日本獣医生命科学大学ではチーズを中心とした乳・乳製品研究に取り組む。日本独自のチーズ開発を目指し、日本オリジナルチーズ開発コンソーシアムを立ち上げ、世界初の麴菌熟成チーズを開発した。日本の酪農生産基盤強化につながる独自の発酵・熟成技術研究を推進している。

[司会] それでは早速、第一部ということで、最初の講師の先生をご案内したいと思います。「日本オリジナルチーズの研究開発報告」というテーマでございます。これは昨年度までの3年間、全国の7つの企業あるいは団体が参画して開発した、麴のチーズに関することでございます。私ども蔵王酪農センターも、その中で、現場で実証するという立場で参画させていただきました。その包括的な報告を、これから日本獣医生命科学大学の佐藤薫先生にお願いしたいと思います。では先生、よろしくお願いいたします。

[佐藤薫] ご紹介ありがとうございます。日本獣医生命科学大学の佐藤です。「日本チーズのブレイクスルー」ということで、このような機会を頂きまして、理事長をはじめ、蔵王酪農センターの方々には大変感謝したいと思っております。

「日本オリジナルチーズの研究開発報告」ということで、これから説明させていただきます。既にご紹介いただいているように、麴チーズのお話をしたいと思います。

今日の参加者の方々には、チーズ工房さんや、チーズ作りの方もいらっしゃるようですから、若干データをお見せしたいと思っております。参考になればと思っております。

この「麴チーズ蔵」(次ページ図1)は、実は平成30年からこのプロジェクトが始まりまして、約3年間でこの商品に至っております。蔵王酪農センター様より去年の6月に発売されています。このようなパッケージで、中心に穴が開いています。周りの白くなっているのが麴菌になります。



図 1 麴チーズ蔵

6月に発売されて、日本農業新聞の全国版の一面に、「産学連携で開発」と紹介いただきました。そのせいかどうか分かりませんが、蔵王酪農センターのオンラインショップでも完売がしばらく続きまして、大変好評を頂いたのだと思っております。

9月・12月になりまして、テレビでも少しご紹介いただきました。ミヤギテレビという、東北、仙台のテレビ局では、さとう宗幸さんがMCの「OH! バンデス」という番組で取り上げていただきました。12月にはNHKの「あさイチ」で、麴菌特集で紹介していただきました。博多大吉さんに食べていただきました。「濃厚だ」というコメントを頂いたのが印象に残っております。やはり濃厚な味なのだなど、自分自身もそう思っていますけど、評価を頂きました。

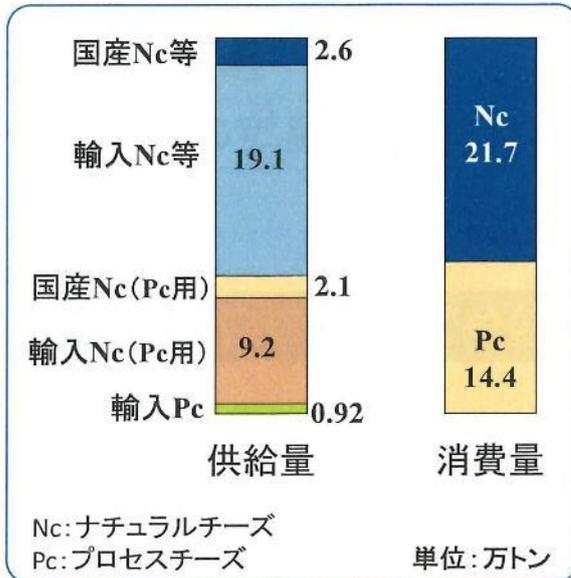
今日はこの麴チーズのことをお話したいと思えます。

1番目は背景から入ります。こちらについては、実は先ほど理事長からある程度お話していただいたので、軽く触れていきたいと思えます。2番目に、やはりチーズの中では麴菌はあまり馴染みがないのではと思えますので、麴菌のことについて少し説明をして、3番目には、過去に行われた麴菌を用いたチーズの研究について説明させていただきます。4番目は、唐突ですけれども、酒粕についてです。酒粕も今回のチーズの中には少し配合してあります。5番目によく麴菌熟成チーズの話になります。ここで少し製造工程なり、いくつかの条件をご紹介したいと思えます。最後に今後の取り組みということですが。

背景_国内のチーズの需給

過去最高_6年連続更新!

国内のチーズ総消費量:36.1万トン(2020年度;前年比0.2%増)



- 国内チーズ消費量の約86%は輸入品で賄われている。
- 国産ナチュラルチーズ生産量は4.8万トンで前年度を上回る。(約45%がプロセスチーズの原料に使用)
- チーズ総消費量に占める国産の割合は、14.1%に増加。
- コロナ禍での巣ごもり需要でプロセスチーズ消費が増加、**外食需要減少**によりナチュラルチーズ消費は減少。

農林水産省資料:令和2年度チーズ需給表より作成

6

図2 国内のチーズの供給

チーズの需給の背景は、先ほどのお話の通りです。チーズの消費量は36.1万トン。これはもうどんどん増えています。前年対比0.2%ということで、決して下がることはない。まだまだピークアウトしていないということです。

消費量は、ナチュラルチーズとプロセスチーズがこのように(図2)になっておりまして、21.7万トンがナチュラルチーズです。

ナチュラルチーズは、国産と輸入に分けられますけれども、供給量としては、輸入ナチュラルチーズが19.1万トン、プロセスチーズ、こちらも輸入のナチュラルチーズで9.2万トンということで、国内のチーズの消費量の約86%が、輸入品でまかなわれている現状にあります。

国産のナチュラルチーズも増えてはいますけれども、やはり2.6+2.1で約4.8万トンということで、まだまだ全体の消費に占める国産のチーズは14%程度にとどまっています。これが増えているのかということですが、去年よりも若干増えています。なぜ増えたかということ、やはりコロナです。巣ごもり需要によって、プロセスチーズの消費が増えました。

ナチュラルチーズは少し減少しています。これは緊急事態宣言などで外食産業の需要が減ってしまったという背景があって、その数値が表れています。

今後どうなるかはコロナ次第かと思いますが、このようなことからしますと、やはり海外のチーズに日本のチーズは頼っているということがいえるかと思います。

ナチュラルチーズの推定消費量

(畜産の情報より作成)

(トン)

		H26	H30
シュレッド H30年度107,100トン	輸入	71600	96100
	国産	18300	11000
硬質・半硬質系 H30年度6,600トン	輸入	4700	5900
	国産	1500	700
超硬質系 H30年度9,200トン	輸入	7200	8400
	国産	100	800
カマンベール H30年度5,400トン	輸入	600	1100
	国産	4000	4300
ブルー H30年度1,000トン	輸入	1000	1000
	国産	-	-
クリーム H30年度71,000トン	輸入	64500	66600
	国産	4600	4400
フレッシュモッツアレラ H30年度4,200トン	輸入	600	700
	国産	2800	3500

図3 ナチュラルチーズの推定消費量

ナチュラルチーズの推定消費量(図3)については、種類ごとにどの程度消費されているかを、畜産の情報から引用しました。シュレッドチーズや硬質・半硬質などの分類で、輸入と国産に分けています。

例えばシュレッドチーズを見ますと、輸入が平成26年に71,600トンだったものが、平成30年になると96,100トンと増えています。表に黄色で示したものが増えたものです。国産は減っています。硬質・半硬質はやはり輸入が増えています。超硬質については、輸入も増えていますし、国産も増えています。量的な違いはありますが、このような変化があります。

カマンベールは輸入品が多いということです。国産は若干微増でありますけれども、ある程度、日本ではカマンベールは支持されている食材なのではと思います。

フレッシュモッツアレラは、国産のほうが伸びています。やはりこういった未熟性というかフレッシュタイプのチーズは、国産で賄うことは有利だといえるかと思います。

ご承知の話だと思いますが、国際環境は変化します。ヨーロッパとのEPAやTPP、日米貿易協定の発効、こういったものによって、輸入に頼っているチーズ市場では、かなり海外からのチーズが入りやすくなる可能性があります。そのためにも今よりも国産のナチュラルチーズの競争力を高めておく必要があるといえるかと思います。

課題としましては、輸入ナチュラルチーズとの差別化をどうするかです。同じようなチーズ。確かに海外でも評価されるチーズが国産のチーズでは出ています。そこもかなりレベルアップはしていますけれども、何とか差別化できる、つまり海外のチーズでは作れないものが必要ではないかということです。

麹菌について

真菌類に属し、アスペルギルス属 (*Aspergillus*) に分類されるカビの仲間。無性生殖で無性孢子(分生孢子)をつくって繁殖する不完全菌類。

- ①黄麹菌:我が国の多くの醸造に使用。
- ②黒麹菌: *Aspergillus luchuensis* であり、わが国では沖縄などで焼酎の醸造に用いられている。白色変異種の *A. kawachiil* は白麹菌と呼ばれ、九州南部で焼酎の製造に使用。
- ③草色カビ: *A. glaucus* であり、かつお節の製造に使用。
- ④ *A. flavus* (アスペルギルス・フラバス): カビ毒のアフラトキシンを産生する。
- ⑤ *A. fumigatus* (アスペルギルス・フミガータス): 日和見感染菌としてヒトや動物の呼吸器に寄生して発症する。

11

図 4 麹菌の種類

そして価格競争力です。やはり安くなってくるとついつい安いものに手が伸びてしまいますので、そこでの競争力をいかに高めるか。

あとは地域の特徴ということで、これは例えていえば、日本酒やワインといったものでは地域の特徴や国の特徴といったものを出しているけれども、日本の国産チーズもそういったことが必要ではないかと考えております。

この3年間のプロジェクトで、いかにその差別化を図るかということでは、日本の醸造技術を何とか取り入れてみようということが最初のスタートです。そうすれば差別化もできるだろうと。多様化も日本酒のようにできるのではないかなと。

また、やはり大学でもあるし、ただ「おいしい」とか「違うよ」と言っても伝わりにくいと思いますので、既存のチーズとどう違うのか、科学的な解析を行ったりする必要がある。また、やはり熟成を早くすることが有利に展開できるのではないかというような製造方法、そういったものを課題として取り上げてきました。これが背景目的です。

麹菌について少しご説明したいと思います(図4)。麹菌は、皆さんの身近な食材に割と使われている真菌類で、アスペルギルス属に分類されるカビであります。分生孢子という孢子をつくる菌類です。キノコも真菌類の部類に入ります。

この麹菌にはいろいろな種類があります。味噌、醤油、日本酒、そういったものには①の黄麹菌が使われています。



図 5-1 黄麹菌(左)と白色変異株(右)



図 5-2 黒麹菌(左)と白麹菌(右)

②の黒麹菌は、*Aspergillus luchuensis* というもので、これは、焼酎や泡盛といったものに使われています。白麹菌というものもありますが、これは黒麹菌の白色変異種になります。

③の草色カビは鰹節の製造に使われます。鰹節も実際にカビを生やします。それが *Aspergillus glaucus* です。

ここまでが食品として積極的に使われているものですが、④の *Aspergillus flavus*、⑤の *Aspergillus fumigatus* などは、あまりよろしくないカビになります。カビ毒のアフラトキシンは *A. flavus* が産生します。*A. fumigatus* は日和見感染の菌と言われています。

黄麹菌は、「黄」というから黄色いのではと思うのですが、よく見ると黄緑色をしています。その白色変異株もあります。麹菌のメーカーではこういった白色変異株をつくる技術があるようです。*Aspergillus oryzae* や *Aspergillus sojae* といったものが黄麹菌になります。

また、黒麹菌や白麹菌が焼酎の菌になるわけですが、黒は黒ですが、白は白かというところでもなく、少しグレーのような色をしています。これにはいろいろな名称があるのですが、*Aspergillus luchuensis* で統一されていると聞いております。一見、色が付くと、左側の黄麹菌の色を覚えておいてください。

この麹菌を電子顕微鏡で見ると、このような形をしています(次ページ図 6)。気持ち悪いと思う人もいるかもしれませんが、花が咲いているような形をしています。上のほうにある粒々が胞子になります。分生子ともいいます。この大きさが 5~10 ミクロンぐらいですから、酵母や赤血球ぐらいの大きさになります。ですから、光学顕微鏡という普通の顕微鏡でも見ることができます。

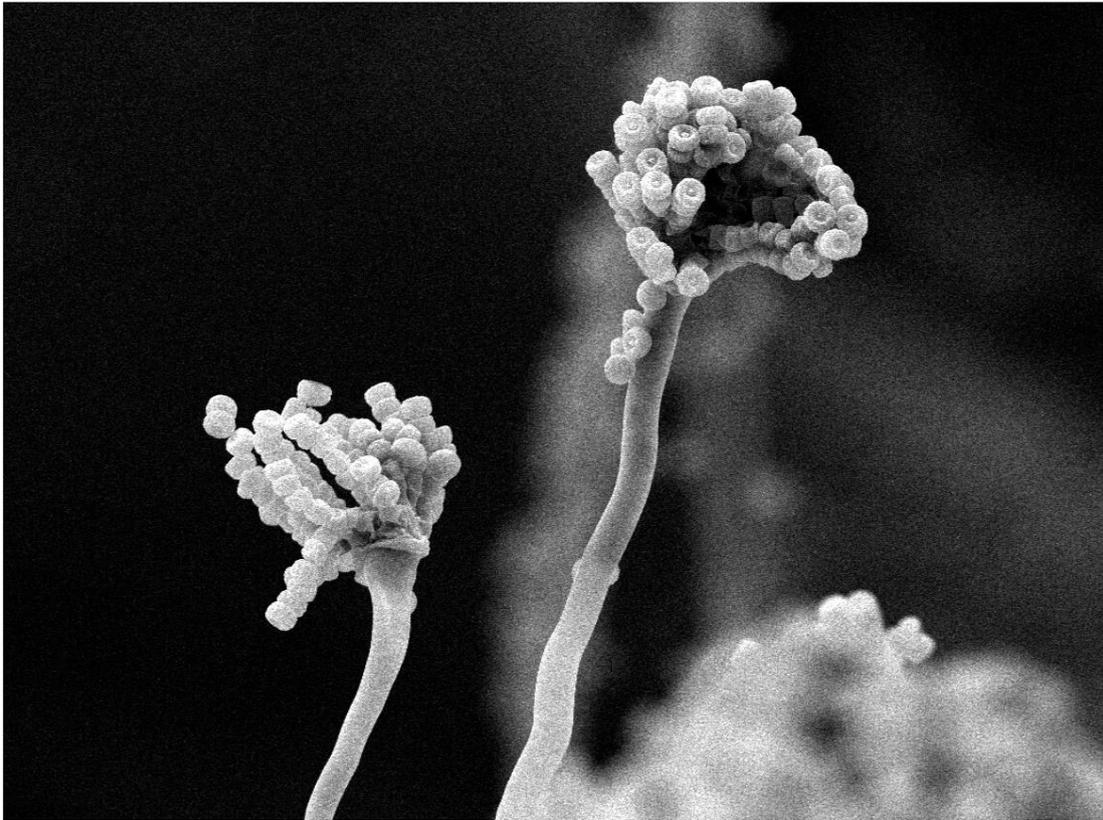


図 6 麹菌の電子顕微鏡写真

スライド 14 番の左側の写真(図 7)は、光学顕微鏡で見て私が撮ったものです。あまりよろしくないというか、うまくないのですが、このように見ることができます。

これは少し教科書的な話になりますけれども、植物が根を生やして茎が出てくるように、この胞子から分生子柄というものが伸びてきます。その先に頂のうができて、そこから分生子が出てきます。これがポロポロと飛んで、また別のところで生育するという形であります。

白カビや、カマンベールの *Penicillium camemberti* などは、*Penicillium* 属といいます。これも似たような構造をとっています。分生子柄があって、分生子がこのようにできているということですから、まったく違うカビではありません。分類は違いますが、形は似ているということです。

この麹菌が日本のいろいろな発酵食品に使われていますけれども、麹菌がなぜそのように使われるかというと、アミラーゼ、プロテアーゼ、リパーゼなど、たくさんの酵素をつくるわけですから、アミラーゼは糖を分解します。日本酒を造りたいときにはデンプンを分解する必要がありますので、アミラーゼをたくさん出す麹菌が必要となります。味噌などの場合は、大豆のタンパクを分解して旨味を出したいので、プロテアーゼという強いものが必要になってきます。リパーゼは脂肪を分解する酵素です。他にもこういったいろいろ

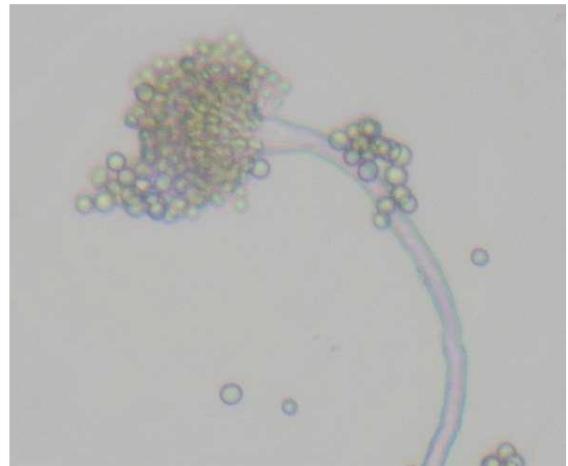


図 7 麹菌の光学顕微鏡写真

麹菌をチーズに利用した研究例

中西武雄ら: チーズの風味成分に関する研究Ⅶオリーゼプロセスチーズの風味成分, 酪農科研, 14(6) A245-A254 (1965)

モールドパウダーの調製



チーズカードの調製

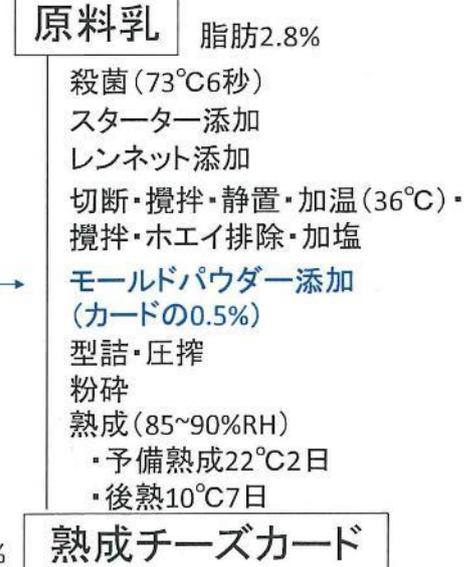


図 8 麹菌のチーズへの使用

な酵素が入っています。

麹菌は、*oryzae* や *sojae* の中でも、いろいろな特徴がありますので、麹菌をうまく使えば、チーズにも使えます。特にチーズであれば、デンプンなどの糖はあまり入っていませんので、プロテアーゼでタンパクを分解して、リパーゼをなるべく出さないほうが食には合うのではという観点で、麹菌の研究をスタートしています。

その前に、麹菌を利用した研究例が過去にあります。約 60 年前ですから、私が生まれる前後になります。東北大学の中西先生が、「オリーゼチーズ」の開発の研究に取り組みました。東北大学が保有している麹菌 20 種から、*Aspergillus oryzae* B というものを選抜して、これを使ってゴーダタイプのチーズを作っています。その製造工程を少しお見せします。

まず、モールドパウダーというものを作ります。ブルーチーズなどでも青カビを生やすためにパンを使うことから、このモールドパウダーをつくります。まず食パンを滅菌した後に、*Aspergillus oryzae* B を接種して、30°Cで4日間置いて培養します。それを粉砕して、モールドパウダーとします。

次にこれをチーズの中に加えるわけです。これはもう、ゴーダチーズの製造工程とほとんど同じです。原料乳からホエイを排除した後に、カードにモールドパウダーを混ぜ込んで、型詰・圧搾をして、粉砕して、熟成をしています。このときの熟成を見ますと、22°Cで2日、後熟として10°C・7日、このような条件でオリーゼチーズを作るということになります。

研究報告を見ますと、このチーズの特徴として、揮発性脂肪酸が多く、酪酸やカプロン酸、カプリン酸、また、2-メチルケトンといったものが出ています。ブルーチーズのような非常に香りが強いチーズになると、この研究報告レポートには書かれています。

簡単にまとめますと、麴菌をゴーダチーズに使用しました。遊離脂肪酸などがたくさん出てくることによって、脂肪の含量や熟成日数によってその風味が変わってくる。また、青色を呈するという事です。ブルーチーズに似ているのかと思いますが、麴菌は先ほどの写真にあったように少し黄緑色です。人によってはそれが青く見えるかもしれませんが、そういう色が付いたゴーダチーズになってしまったのではないかと思います。

その後、これをプロセスチーズの原料などに使用するといったことにも取り組まれ、乳業メーカーのほうに引き継がれたわけですが、おそらく採算性等で、実際には製造に至らなかったということであり、詳しい経緯は私も知らないのですが、今、世の中にはありません。

ここで中西先生がおっしゃっているのは、オリゼチーズをゴーダチーズにした場合、4週間で熟成が進みます。通常のゴーダは4~6カ月ですから、それに比べれば熟成期間が短くなるということはおっしゃっています。

ここに熟成温度が20~30℃とあります。これは通常のチーズではあまり考えられないような温度帯ではないかと思います。このような温度帯で熟成させる必要があるということです。

唐突に酒粕が出てきましたが、酒粕は、スーパーでも売っているように、清酒をしばらく取った固形物になります。酵母や麴米、エタノール等、発酵生産物がたくさん入ったものです。これは風味付与のためによく使われますし、奈良漬やわさび漬といった漬物にも使われています。

この酒粕は、半分ぐらいが水分で、ほかにはタンパク質や炭水化物なども入っています。あまり詳しい研究報告がないのですが、いろいろな酵素類や、揮発性成分として、酢酸イソアミルやカプロン酸エチルがあります。これが、日本酒の吟醸香と呼ばれるフルーティーな香りを呈します。

こういったところをアピールしている日本酒がたくさんあると思いますけれども、酢酸イソアミルはバナナやメロンのフルーティーな香り、カプロン酸エチルはリンゴ酸、ナシ、パイナップルなどの甘酸っぱくて瑞々しいという好ましい香りです。

こういったものが含まれていることもあって、これをチーズに取り入れたらどうだろうかということです。酒粕のデータは、今、論文投稿中で、詳しいお話はできませんが、使う目的が、当初は香りが良くなるのではないかと、使ったところでもありますけれども、いろいろな知見が得られてきています。

いよいよ麴チーズのお話です。この醸造技術を取り入れようと、麴菌を接種することで、まず、海外のチーズとはっきり差別化しようということです。また、酒粕を利用することで多様化も図れるのではないかと、ということです。

熟成を促進する方法は、中西先生も書かれていましたけれども、もしかすると我々のチーズも既存のチーズよりも熟成を早めることができるのではないかと、ということです。

いくつかの科学的解析も、何とか見える化をして、「これだけ違うんだよ」と説明したいということで取り組んだわけです。

このとき、最後に関係したメンバーをご紹介しますけれども、蔵王さん以外はあまりいろいろなチーズをやったことがないというところもあって、麴チーズは、あまり経験がなかったところからスタートしています。麴菌メーカーも、大体は穀類や米といったものを扱っているもので、チーズで行った事例はありませんでした。ですから、どちらかという、みんながゼロに近いようなスタートで始めました。

そこで、ではどんなチーズにするかと。チーズにはいろいろな種類がありますから、まずチーズを1つに絞ろうということで、ソフトタイプのチーズに決めました。これも関税撤廃の対象になっていますし、日本でもこのようなソフトタイプのチーズの需要性があるだろうということもあって、ソフトタイプのチーズの開発を進めました。

最初に何をやったかという、麴菌の知見があまりないので、もう、ある程度ソフトタイプのチーズのカードに接種して、その違いを見ようということです。

ここで麴菌メーカーから、やみくもにやっても仕方がないので、ある程度特徴のある麴菌を選んでもらって、12株を提供していただきました。これはどれも食品用に使用されている株であります。それを実際にグリーンチーズに接種しました。

熟成温度も、まだこのときは決まっていなかったもので、文献等、あるいは麴菌の生育の状態からするとあまり低い温度では無理だろうということで、25℃でやったデータです。これを2週間置いておきますと、やはり麴菌は生えてきます。残念ながら12番だけは生えませんでした、11番までは全部生えてきました。

そして、色とりどりです。黄緑色の薄いものから、濃い黄緑色。一方で、白いカマンベールのようなチーズもあります。形も、スライド26ページの写真(次ページ図9)は断面図ですが、熟成が進んでいきますと、どんどん熟成の柔らかい組織が中心に向かっていっているのはわかると思います。このようなものもあれば、もうそれが進みすぎて、形が崩れて中が出てきてしまったものもあります。

ここからすると、白いチーズがいいのではと思いますが、これを思い切って食べて、みんなで試食し、官能評価しました。10番のような「どうする?」というものもありましたが、意外と見た目ではありませんでした。色が付いているものも、意外や意外、結構おいしかったです。

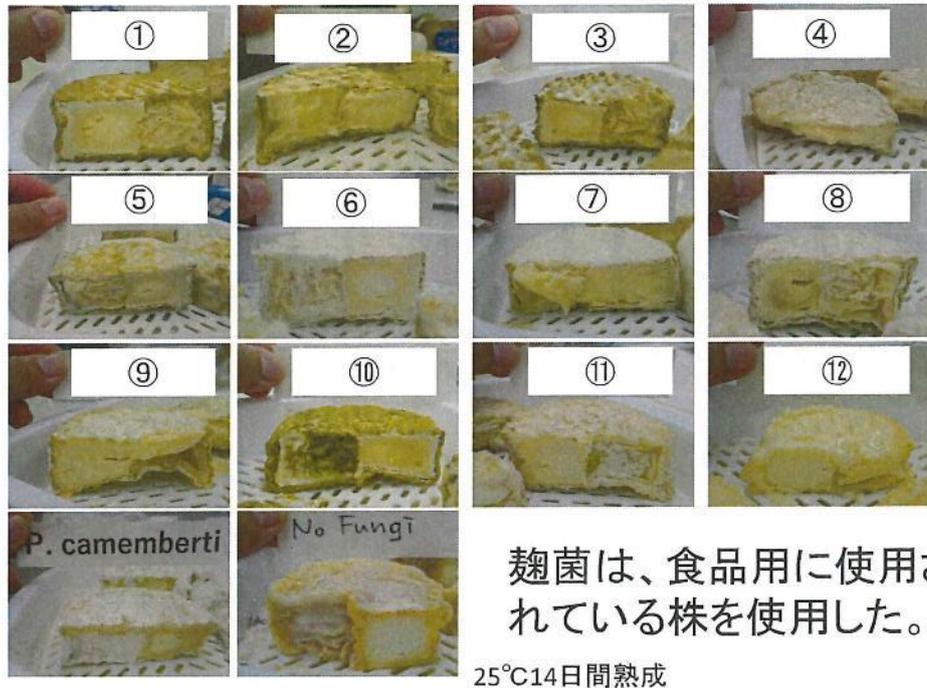
ではこの白いほうはもっとおいしいかという、逆においしくないところありました。それは味的には、脂肪の分解だと思えますけれども、喉がヒリヒリしました。ブルーチーズをたくさん食べたときにあるのではと思いますが、ああいった、少しエグいような味が強く出てきたりするものもありました。だからやはり見た目ではないということです。

共通していえるのは、うま味がやはり出てくる場所がありました。ここからさらに選抜を進めました。

麴菌はいろいろな酵素を産生するというので、特にチーズに合うものといえば、脂肪の分解がなるべくなく、プロテアーゼ活性というタンパク分解する酵素が高いほうが良いだろうという考えかたで、先ほどの12株から5株を選び出してきて、*Penicillium candidum*と*Penicillium roqueforti*とを比較してみた実験があります。

脂肪分解酵素のリパーゼ活性と、タンパク分解酵素のプロテアーゼ活性、また、アンモニア、pH、有機酸なども測定しています。

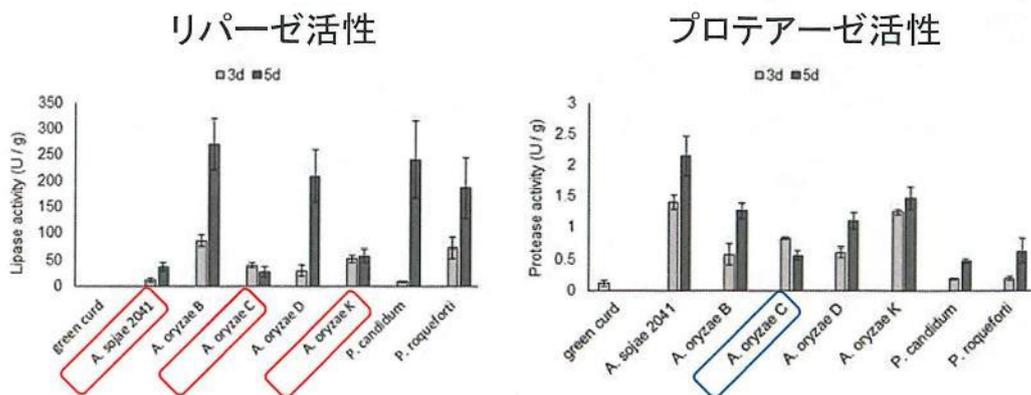
様々な麹菌を接種したチーズ



26

図9 試作チーズの断面

チーズでの麹菌の酵素活性

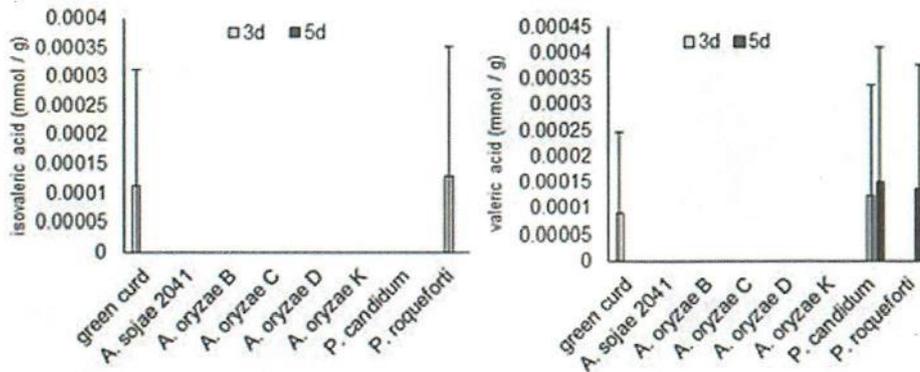


- リパーゼ活性: 麹菌の株によって活性が異なる。
- プロテアーゼ活性: *Penicillium* 菌よりも活性が高い。

Suzuki, S. et al. (2021), Food Sci. Tech. Res., 27(3): 543-549

図10 麹菌の酵素活性

麹菌熟成による有機酸の変化



酢酸を代謝し、不快臭につながる有機酸（イソ吉草酸 isovaleric acid, 吉草酸 valeric acid）が検出されなかった。

Suzuki, S. et al. (2021), Food Sci. Tech. Res., 27(3): 543-549

図 11 有機酸の変化のデータ

スライド 28 ページ(前ページ図 10)がその結果です。グラフの棒が高ければ高いほど、リパーゼ活性が高いということです。ご覧いただきますと、*A. sojae* 2041 と、*A. oryzae* C、*A. oryzae* K といったものが活性として低いということです。

今度はプロテアーゼを見ますと、*P. candidum* や *P. roqueforti* よりも意外と高く、タンパクを分解する能力は割と強いことがわかります。

ということで、この 3 つのうちどれにしようかと。3 つを進めてもいいのですが、実装化するためには、ある程度絞っていかないと形にならないので、最終的には *A. oryzae* C を使うことにしました。その判断は、この棒グラフだけではなく、実際にチーズを作って食べてみて、「これだったら食べられる」というところです。割とアナログ的な判断もあるのですが、結局そこが大事ですよ。

スライド 29 ページ(図 11)が、有機酸のデータになります。左側がイソ吉草酸、右側が吉草酸という有機酸です。チーズの場合、これが不快臭につながったりしますので、なるべくこれが高くないほうがいいだろうということでしたが、*P. candidum* や *P. roqueforti* ではこうやって検出されますけれども、麹菌ではまったく出てきませんでした。ということで、このソフトタイプのチーズはカマンベールとは少し違う風味になるのではないかとということでもあります。

選抜した麹菌による熟成チーズ



図 12 麹チーズの過熟成

選んできた麹菌の *A. oryzae* C ですけれども、スライド 30 ページ(図 12)の写真のように、熟成が進みすぎたときに、形が崩れてしまいます。これでは商品としては不適切です。しかも、これはある条件で熟成させた場合、黄緑色の胞子がやはり出てきます。これが出てくると、どうでしょう。私はあまり買わないと思います。

このときは大きく 2 つの課題がありました。熟成が進むと変形してしまうこと。この解決方法としては、熟成条件を何とかうまくコントロールすればできるのではないかと。

またこの色ですけれども、これはもういろいろトライしたのですが、なかなか抑えることができず、麹菌の育種を麹メーカーにお願いしました。この辺りのノウハウは私たちもわからないのですが、白いものを親株として拾い上げて、選び出しているのですが、最終的に、分生子が黄緑色だったものが、白い粉になりました。私たちはこれを「KC43 株」という名称で形にしました。

また、分生子の大きさが凄く小さいです。日本酒などの製造などでは、よく麹室で振りかけるように分散させますけれども、チーズの製造環境ではなるべくそうしなかつたので、カプセル化しています。カプセル化することによって、このような接種の方法ができます。滅菌水に麹菌のカプセルを一定量入れてやりまして、ハンドミキサーで攪拌します。そうすると、完全に溶解しているわけではなく分散していますけれども、ここに麹菌を接種して、熟成をすることができるということです。本当は粉をきれいにまぶしていきたいところですが、こうすることによって、チーズ工房さんでいろいろなチーズを作られている中で、このような麹菌のチーズを作れるような形にすることができました。

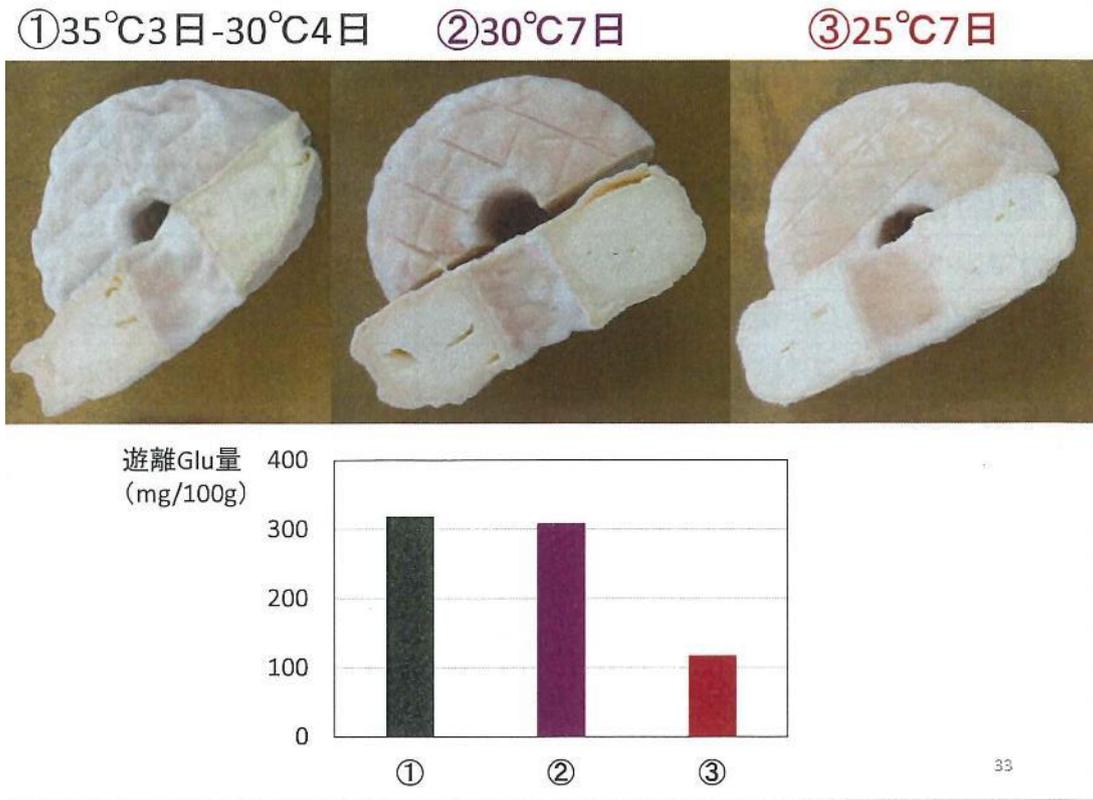


図 13 麹菌の生えかたの対比

次は、この形を何とかうまくしようということです。熟成温度がポイントだということで、これはあまり他では見せていないのですけれども、皆さんに知っていただきたいのは、チーズの熟成温度を通常よりも高くしないといけないということです。そうしないと、麹菌は生育してくれません。実際、米麹など、ああいった麹菌も、大体 30°C前後でカビを生やします。ですから、このチーズの温度帯はどこがいいのかということで、① 35°C・3日-30°C・4日、② 30°C・7日、③ 25°C・7日 という温度帯を設定してやってみました。

こうやってみたチーズが、スライド 33 ページの写真(図 13)です。白いカビが麹菌です。生えかたはやはり①が一番いいです。②もそこそこ生えています。③の 25°Cだと少し生育が弱い感じです。

旨味の指標となる遊離グルタミン酸量の数値を見ると、25°Cはやはり低いです。300mg を超えているのは①②です。①は、よく見ると、周りに熟成が進んでいる感じに見えますが形が少し崩れています。ですから、このような温度帯でやると、熟成は進むけれども、チーズの変形が出てくるということで、ここからいくつかトライアンドエラーをして、現在のチーズの適正条件にしているということです。

見てほしいのは、7 日間というところです。今やっているものは、10 日間で熟成ができるというふうにしてあります。カマンベールの場合にはもっと長い期間を熟成させますけれども、麹菌の場合は、うまく条件をコントロールしてやれば、短期間で熟成を進めることができるということです。

特徴ですけれども、チーズに適した麹菌を選びましたということ。また、酒粕も入ることによって、チーズらしさと、酒粕の香りとがブレンドされたような風味が出てくるので、日本にある酒蔵の酒粕をうまく活用すれば、風味の多様化にもつながるのではと思っています。

麴菌熟成チーズ製造技術の特徴

チーズの熟成に適した
麴菌を選抜

酒粕による風味の多様化

チーズ熟成は3週間以内

製造技術は特許申請中



図 14 スライド 34 枚目

熟成の期間は、スライド 34 ページ(図 14)では「3 週間以内」と書いています。先ほどは 10 日と言いましたが、いろいろな製造条件があります。先ほど、形が崩れたと言いましたが、決して味が悪いわけではないので、もっと短期間、あるいはもう少し長くすることによって、品質も良くなるかもしれません。変わるかもしれないので、一応「3 週間以内」としています。

遊離グルタミン酸量 300mg という数字をお話しました。これが実際の既存のチーズと比べてどうなのかということです。300mg という数字は熟成終了後のものですが、熟成が進めばどんどん増えてきます。カマンベールで 44mg ですから、5 倍以上のグルタミン酸があります。ゴーダチーズよりも多いです。どこと同じかというと、ラクレットや、エメンタールの辺りになると思います。もっと熟成が進めば、硬質系のチーズのような旨味が出てくるということです。

スライド 36 ページ(次ページ図 15)で、遊離アミノ酸の組成を円グラフにしました。アミノ酸の中で、苦いものと、旨味と、甘味との比率を出してみますと、カマンベールは 14 ですから、うま味アミノ酸は少なく、しかも苦味アミノ酸が多いです。実際、カマンベールを食べると少しその辺りが感じられると思います。

麴菌熟成チーズは、ゴーダとラクレットに近いのではという感じです。どちらもソフト系タイプのチーズではないので、ソフト系チーズの、うま味の強い、そして面白いのは苦味のアミノ酸があまりないという特徴があるということです。

チーズの遊離アミノ酸組成比較

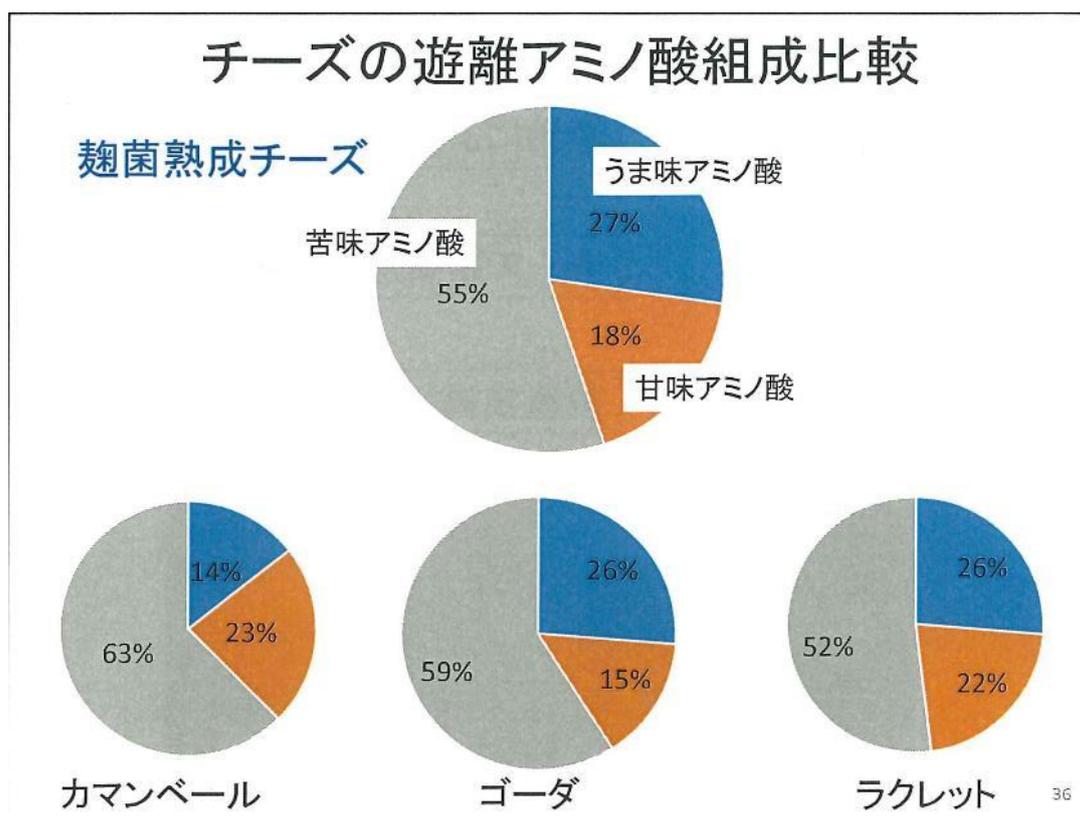


図 15 各種チーズの遊離アミノ酸組成

この麹菌は食品で使っていますので、特に問題はないと考えていますが、やはりその安全・安心というところは、できるものはどんどん取っておこうということで、まず、麹菌の遺伝子解析を行なってみたところ、アフラトキシン非産生タイプであることを明らかにしました。ですから出てこないのですが、やはりチーズの中に出てきたらまずいということで、チーズも分析しています。それも未検出であります。また、アフラトキシン以外にも何かあったらと思ったので、安全性試験として、復帰突然変異試験や、経口毒性試験を行なって、まったく問題ないというエビデンスを得ることができています。

最後に、今後の展開になります。この麹菌熟成チーズのセカンドステージのような取り組みを、これから進めようと思っています。国産チーズ・イノベーション事業ということで、JRA から支援を受けまして、麹菌熟成チーズを、さらにいろいろな麹菌を選んだり、チーズももう少し種類を変えたものを作っていきたいと考えています。

また、国産チーズスターターの開発・普及ということで、チーズスターターも国産のものがあります。そちらも一緒になって、乳酸菌での差別化や、麹菌での差別化といったものを、国内で展開していきたいと思っています。

同時に、ホエイが出てきます。そのホエイもやっつけてしまおうということで、ブラウンチーズを開発・普及していきたいと思っています。そのための装置や、より日本人に合ったブラウンチーズも作っていきたいというようなことで、この 3 つのコア技術で、国内の酪農生産基盤の安定強化や、乳資源廃棄ゼロといったものにつなげていきたいと考えております。

スライド 40 ページです。「麴チーズをよろしくお願ひします!」ということで、商標を取りました。このマークを付けていきたいと思っています。(図 16)

最後に、この研究は、私たち単独ではできませんでした。蔵王酪農センターさんには商品化。また、樋口松之助商店さんには麴菌の提供。農研機構の畜産研究部門と食品研究部門、共立女子大と山梨大には、研究のいろいろな解析をお願いしました。八海醸造さんには酒粕を提供していただきました。こういった取り組みを今後も進めていきたいと考えております。

駆け足で来たような気がしますが、以上で発表を終わらせていただきます。ありがとうございました。



図 16 麴チーズのマーク

[佐藤薫]では、私が言うのもなんですが、質問がございましたら、挙手をお願いしたいと思います。

[実地参加者]質問というよりもお願いなのですが、5 年ぐらい前、こちらの大学の学園祭でチーズを売っていたんです。凄くおいしかったので、あれからコロナもあつてか売っていないので、今年辺りにまたお願いしたいと。

あと、その東京外大は 5 日間も学園祭をやるくらい、物凄い人気の学園祭です。だからそこで強引に売り込みに行ったり。東大の学園祭も屋台はワンパターンですから、そこにも何か理屈をこじつけて売りに行ったら、東大は何十万人もお客さんが来るので、大宣伝になると思うので、いいのではないかと。とりあえず今年の学園祭が開催されたら、チーズを売ってください。

[佐藤薫]わかりました。麴チーズも考えたいと思っていますけれども、ネットでも購入できますので。コロナが収まればということですね。ありがとうございます。

[圓子]圓子(まるこ)と申します。本日は楽しいお話をありがとうございました。1 つ知りたいことでございまして、チーズを熟成させるときの湿度や、麴チーズの水分量など、その辺りも教えていただきたいなど。お願いします。

[佐藤薫]なかなか鋭い質問です。湿度はやはり関係します。今、いろいろな実験をやった中では、湿度が低いとチーズが乾燥気味になってきますので、湿度は大体 80%以上ぐらいでやっています。

ただ、これも何かいろいろとノウハウがあるようで、米麴なども最初は湿度が高いけれども、その「破精(はぜ)込み」といって、中に染み込ませるようなやりかたをすると、少し湿度のコントロールをもう少し工夫する要素はあるかと思います。今のところは、そこをあまり詳しく細かくはやってないところがあります。

あとは何でしたか?

[圓子]チーズの水分量です。

[佐藤薫]ソフト系チーズですから、約 50%の水分でいいのではと思います。低水分のチーズは、やはり麴菌が生育するためにはある程度の水分が必要なので、何と言いますか、半硬質くらいのもはまだまだいけるのではと思いますけれども、やはり水分が重要です。

[圓子]ありがとうございました。

[柳平]十勝品質事業協同組合の柳平(やなぎだいら)と申します。今日はありがとうございます。添加する酒粕についておうかがいしたいのですが、食べたときに旨味を感じると同時に、鼻に抜ける香りを凄く感じるのですが、これが麴由来なのか、酒粕由来なのかということと。

また、入れる酒粕は、入れたときの酒粕のニュアンスがそのまま出てくるのか、それともそこに含まれるものがまた乳の何かを資化して増えていくことで、このような香りを形成していくのかということも、一緒におうかがいできればと思います。

[佐藤薫]オンラインの方々には今の質問が聞こえていないので繰り返しますと、酒粕を加えたことによって、風味が、今の「麴チーズ蔵」の鼻に抜ける香りが酒粕のせいなのかということです。

また、酒粕が入ることによって、風味がもう少し変化するというか、何か変化するのではないかというような感じの。

[柳平]入れた酒粕の味がそのまま出ているのか、それとも酒粕に入っていたものがまた何かを資化して風味を形成しているのか。

[佐藤薫]ここは私も正確には分かっていません。ただ、おそらく後者のほうだと思います。最初はやはり酒粕の香りはするのですが、熟成していきますと、今のような、NHK の「あさいち」でも「濃厚だ」というぐらい、その濃厚さというものがそこに出てくるので、酒粕が入ったことによって、酒粕自身、あるいは乳酸菌などの作用で、風味が濃厚な方向に行くのではないかと思います。ここはまだブラックボックスが多いです。

[柳平]ありがとうございます。

[原田]ドーナツ状にした理由を教えてください。

[佐藤薫]これは当初のこの研究の目的が、熟成期間を短くしようということでした。そのために、麴菌の作用も活用しながら、形状も工夫しようと。ドーナツ状にすることによって、中心からも麴菌の酵素の作用が働いて、熟成が、ある程度均一といいますか、効率的にいくということでやっています。また、見た目もいいという、見た目も特徴的になるという意図があります。

[原田]ありがとうございます。

[梶田]梶田泉と申します。先ほどのグルタミン酸の話で、酒粕を入れることによって、食べたときにやはり酒粕の風味が大きく感じられますけれども、もともとの酒粕自体のグルタミン酸量というのはどのぐらいあるのでしょうか。

[佐藤]実は、酒粕の原料の中にはあまり入っていません。ですから、その量がこの旨味に直結しているかという、あまりないと思います。数字を押さえていないのですが、グルタミン酸量といいますか、酒粕は、原料乳に数%しか入ってなくて、あとはホエイ排除することによってある程度出てしまうので、そこは貢献していないのではと思います。

[宮嶋]共働学舎の宮嶋と申します。今のお話をうかがって、同じ発想でやっていたのだと思いました。自分自身で「酒蔵」という名前のチーズをずっと作ってまして、4年くらい前からは作れなくなっているのですが、それには、僕らは日本酒を作り、…?…あつたものしか手に入れられないということで、菌苗(?)は持っていませんから、酒粕と呼ばれるものも頂いて、乳の中に入れて、チーズ作りの…?…作りをしようと思っていたと。*

先ほど、特許のお話をしていたので、それがオーバーラップしなければいいなと思っていたのですが、今は麴…?…入っているんだけど、そういったところのお話をどこかでしないと、凄く注文が多いのでいつか復活してやるとは思っているんだけど、その辺りのところが心配になったので。

(※ 佐藤薫氏による注釈:よくわからないが、「4年位前から酒粕を入れたチーズを前から販売していて、特許に触れないか」といったニュアンスで質問されたかと思う。)

[佐藤薫]特許は、酒粕も請求項に入っていますが、基本的にはチーズの作り方と、麴を使って熟成させるというものになっているので、おそらくそこは抵触しないのではないかと思います。

[平田]帯広畜産大学の平田です。今日はありがとうございました。日本在来の麴カビと、外来由来の乳酸菌。カビを入れることによって、乳酸菌の動きに何か変化がありましたか。

[佐藤薫]乳酸菌の動きはあまりないです。これもそんなにたくさんのデータを取っているわけではないのですが、喧嘩することはないという感じがしました。

[平田]お互いに何か成長を助け合っているのではと思って聞いたのですが。

[佐藤薫]そこは助け合うというか、熟成温度が高いので、乳酸菌などがないと、やはり雑菌汚染などが心配です。そういう意味では助け合っているというか、2つがペアになって頑張っているのではないかと思います。

ただ、やはりおっしゃっているように、ほかの菌が入ってきた場合にどのような競争関係になるかは、これからだと思います。

[平田]楽しみです。もう1点だけごめんなさい。麴カビとミルクの相性、乳糖を資化する効率はどうな感じですか。

[佐藤薫]乳糖はほとんど資化されないようです。されるといいのですが、そこは今のところ見いだせません。

ネットのほうからも質問がいくつかあるので、これは時間があれば最後にまとめてお話するということがよろしいでしょうか。

[司会]それでは佐藤薫先生、ありがとうございました。