
山崎製パンにおける研究開発活動について

講師 山崎製パン株式会社

中央研究所統括執行役員兼中央研究所所長

2023年度名誉フードスペシャリスト

山田 雄司氏

青柳先生、御紹介いただきましてどうもありがとうございます。私、山崎製パンの中央研究所から参りました山田と申します。このような機会をいただきまして、大変ありがとうございます。それでは、早速発表に移らせていただきたいと思います。

目次
・ 山崎製パン(株)の概要
・ 中央研究所の業務について
・ 主な研究開発活動の紹介

今日、お話しさせていただく内容につきましては、こういった3点について御紹介させていただきます。

会社概要	
【社名】	山崎製パン株式会社
【代表者】	代表取締役社長 飯島 延浩
【設立】	1948年6月21日
【資本金】	110億1,414万3千円
【売上高】	1兆1,755億円 (2023年12月期 連結) 8,216億円 (2023年12月期 単体)
【株式】	東証プライム市場上場
【従業員】	19,446名 (2023年12月31日現在)
【事業所】	国内/28工場・28営業所 海外/10ヶ国・地域、15法人

まず、会社の概要でございます。

山崎製パンは、ちょうど今月で76年を迎えることになりまして、人でいう喜寿という状態かと思えます。

昨年1年間のグループでの売上高につきましては、1兆1,755億円、山崎製パン単体におきましては8,216億円ということで、約7割が単体での売上げになってございます。

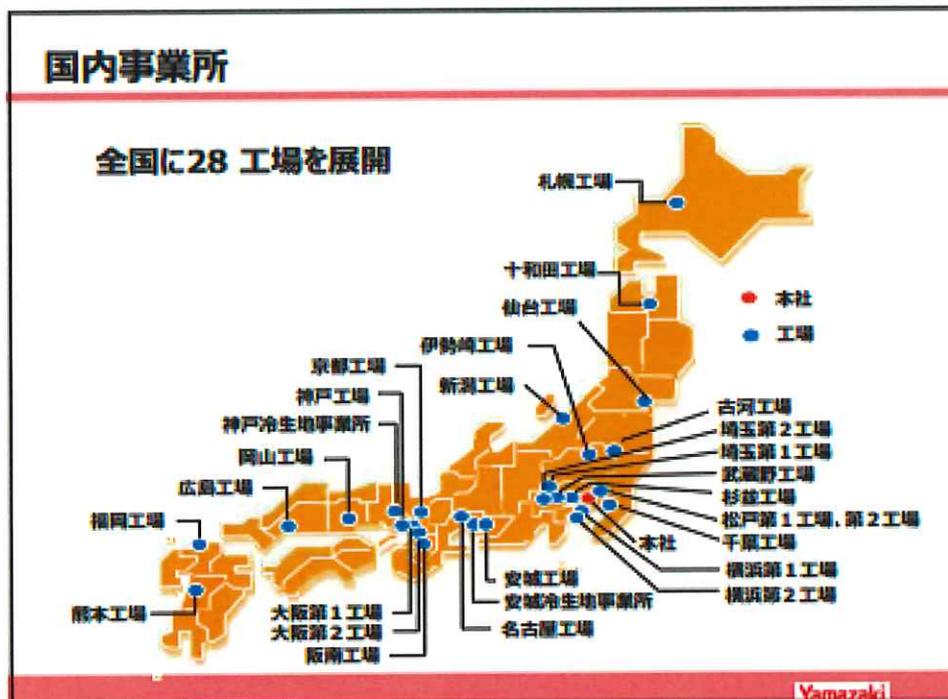
あと、従業員については2万人弱、事業所については国内で28工場、海外では10か国、15法人あるような状況でございます。

食品業界売上高ランキング (上場企業) ※金額は、各社の決算発表の数字							
順位	社名	連結 (億円)	決算月	順位	社名	連結 (億円)	決算月
1	日本たばこ産業 (JT)	28,410 (25,909)	2023.12	11	コカ・コーラ ボトラーズ ジャパンHD	8,685	2023.12
2	アサヒグループHD	27,690	2023.12	12	日清製粉グループ本社	8,582	2024.3
3	キリンHD	21,343	2023.12	13	ニッスイ	8,314	2024.3
4	サントリー食品 インターナショナル	15,917	2023.12	14	日清食品HD	7,329	2024.3
5	味の素	14,392	2024.3	15	ニチレイ	6,801	2024.3
6	日本ハム	13,034	2024.3	16	キッコーマン	6,608	2024.3
7	山崎製パン	11,755	2023.12	17	雪印メグミルク	6,054	2024.3
8	明治HD	11,055	2024.3	18	不二製油グループ本社	5,641	2024.3
9	マルハニチロHD	10,307	2024.3	19	日清オイリオグループ	5,135	2024.3
10	伊藤ハム米久HD	9,556	2024.3	20	森永乳業	5,471	2024.3

ここには、食品業界の売上高ランキングということで示させていただいています。

これは最新の上場されている企業の情報を掲載させていただいたのですが、総務省のほうでは、日本の産業の標準分類の中で、食品業界というのが、食料品製造業と飲料、たばこ、飼料製造業ということで大分されておりまして、食品産業の中でのランキングについては、弊社は第7番目というような状況でございます。

あと、網かけさせていただきました5社におかれましては、先ほど申し上げた飲料、たばこ、飼料製造業の売上げが圧倒的に多いと思えますので、これらの5社を除く食料品製造業の中においては、味の素さん、日本ハムさんに次いで3番目というランキングになっているような状況でございます。



これは、ヤマザキパンの単体での国内の事業所でございます。北は札幌工場から南は熊本工場まで28工場ございます。



あと、海外事業でございますけれども、ここに掲げましたように、専ら東南アジアとアメリカが中心になっておりまして、星マークで示しましたように、ホールセール事業を行っているのがアメリカの東海岸とインドネシアでございます、あとのところについてはベーカリー事業といえますか、小売が中心になっております。そういったことから、海外

での売上高については、僅か544億円というような状況でございまして、会社の全売上高に対して5%にも満たないような状況でございます。

先ほどのランキングに戻らせていただきますけれども、ここの中で5位の味の素さん、16位のキッコーマンさん、18位の不二製油グループ本社さんにおかれましては、海外の売上げが50%を超えておりますが、この20社の中で海外での売上比率が圧倒的に低い会社でございます。



そういった中、日本におけるパン市場の中のトップ企業という位置づけになっておりまして、パンだけではなくて、皆様には和菓子、洋菓子も提供させていただいているような状況でございます。



あと、グループ会社は今40社、展開してございます。

この中で、まずヤマザキビスケットなのですけれども、以前はヤマザキナビスコという商号でございましたが、2016年にナビスコの親会社、モンデリーズとたもとを分かち形になっておりまして、2016年以降はヤマザキビスケットということで、会社の商号が変更になっております。

皆様、ヤマザキナビスコといいますと、オレオという黒いビスケットを御存じだと思いますけれども、今、オレオで販売されているものは、インドネシアのモンデリーズの事業所で製造されたものでございますし、リッツについては、モンデリーズの中国の事業所で製造されたものということで、私どもはこういう製品名で出しているような状況でございます。

また、2005～2006年前後に東ハト、不二家も買収いたしまして、最近では2段目のYKベーキングカンパニーと書いてございますが、ちょうど1年前、神戸屋の包装パン事業を譲り受けまして、YKベーキングカンパニーという名称で発足しているような状況でございます。

さらに、不二家の子会社でありますアイスクリームのサーティワンとか、北海道の日糧製パンにおきましては、持株比率が50%以下の持分法適用会社ということになってございます。

あと、米飯とか調理パンをやっていますサンデリカとか、麺の大徳とか、ヴィ・ド・フランスはカフェのほうです。そういった部分の会社を持っているような状況でございます。

中央研究所	
	千葉県市川市の創業の地に2017年12月に完成した、記念ホール、研究・研修棟、宿泊棟等からなる複合施設「山崎製パン総合クリエイションセンター（敷地面積7,160㎡）」内に西国より移転
研究・研修棟	(延床面積) 総合クリエイションセンター 18,800㎡ 中央研究所 4,500㎡
(組織)	
応用技術開発部門	
製パン、和菓子、洋菓子、加工食品、米飯、の5技術開発室	
基礎技術研究部門	
食品分析、品質評価、新素材利用、機能性食品技術、の4研究室	
管理部門	
研究開発管理室	86名在籍 (本年5月末現在)

ここからは、私ども研究所の紹介をさせていただきます。

私どもの研究所は、6年半前の2017年12月に、東京墨田区から創業の地であります千葉県市川市、江戸川河畔に面したところがございますけれども、移設されております。総合クリエイションセンターという名称の中で、記念ホールとか、私どもの研究所もあります。研究・研修棟、宿泊設備等から成っております、研究所におきましては延べ床が4,500平米あるような状況でございます。

組織につきましては、現業に即した形での応用技術開発部門ということで、製パン、和菓子、洋菓子、加工食品、米飯の5つの研究室がございます。

基礎研究を行う研究室としては、ここに書かれている4つの研究室がございまして、現在86名、研究所の人員がいるような状況でございます。

応用技術開発部門 (製パン・和菓子・洋菓子・加工食品・米飯各技術開発室)

- 1. 新規技術を付与した高品質・高付加価値製品の開発**
お客様が求めるニーズに合致した魅力ある製品の開発
- 2. 既存製品品質の安定・向上に関する研究**
原材料、配合、製法に関する研究
さらなる日持ち向上に関する研究
品質への影響がより少ない製造設備及び生産性向上に関する研究
自社製品買付調査による製品品質のモニタリング
- 3. 原材料の品質管理と製造工程の高度化に関する研究**
主要原材料(小麦粉、パン酵母等)の品質管理活動の強化と、製品品質を大きく左右する発酵・焼成工程の高度化に関する研究

Yamazaki

応用技術開発部門でございますけれども、先ほど申し上げましたように、お客様に喜んでいただける、より高品質な製品を提供、また開発ということが、メーカーにとって一番大切になってまいりますので、そのための製品開発に関する研究とか、原料、工程といったものに関する研究を主にやっているような状況でございます。

基礎技術研究部門（食品分析・品質評価研究室）

1. 品質管理（主要原材料及び製品の分析）

主要原料・工場仕込水の定期的な品質確認
健康リスク懸念物質（トランス脂肪酸、アクリルアミド等）の低減
ヘルスクレーム・健康志向製品の定期的な品質確認
混入異物及び品質（味、臭い、食感等）不良原因の特定と究明

2. 新規分析方法の開発

必要な情報提供のための、新規分析法の開発及び既存分析法の改良

3. 自社製品の品質競争力維持のための競合他社製品の調査

4. (公財) 飯島藤十郎記念食品科学振興財団・特定課題研究を通じた外部機関との共同研究

・安定生産が可能で、パンの食感・風味に特徴のあるパン用小麦系統の研究
・パン用生地改良剤の物性への影響とタンパク質ナノ構造との関係に関する研究
・加熱・焼成プロセスにおける温度制御の最適化に関する研究

Yamazaki

あと、基礎技術研究部門として分析部門がございます。特に2000年以降、食の安全ということが、消費者の方々におかれては関心が非常に高くなっているということがありまして、分析部門の役割が非常に高くなっているような状況でございます。

品質管理ということで、主要原料、工場仕込水と書きましたけれども、主要原料については、後ほどお話しさせていただきたいと思います。

工場仕込水については、一部の工場において井戸水を使っている部分がございます、水質に関しては自己管理が求められるわけでございますけれども、その中で、今、懸念されておりますPFAS、有機フッ素化合物の量についても定期的に分析を行っているような状況でございます。

また、健康リスクといいますか、最近あまり話としては出てこなくなってきましたけれども、トランス脂肪酸の低減とか、アクリルアミドの低減とか、アルミを含むミョウバンの代替の検討といったことを含めて分析をしております。

さらに、健康志向に対応する形で、いろいろと機能性成分の分析も含めての品質確認をやっているような状況でございます。

あと、混入異物のことについては、この後のスライドで触れさせていただきたいと思います。

そのための新しい分析方法の開発とか、敵を知り己を知れば百戦殆からずということを行いますので、競合他社の製品にどのような技術が付されているか、分析を通じながら、

そういった部分の調査等も行っております。

4番目なのですが、私ども山崎製パンにおきましては、公的な研究機関に研究助成を行う財団ということで、飯島藤十郎記念食品科学振興財団を運営しております。この特定課題研究というのは、申請ということではなくて、私どもが必要だと思われるテーマに關しまして、そういう専門家の方と共同研究を進めておまして、一番上のパン用小麦系統の研究につきましては、北海道研究機構の北見農業試験場の研究者の方との研究を行っております。

2番目のいろいろな改良剤の改良効果の発現のメカニズムに關しましては、京都大学の先生と進めております。

さらに、加熱・焼成プロセスでの湿度の役割につきましては、今、大阪公立大学の先生と進めているような状況でございまして、こういったところにおきましても、分析を通じたいろいろな情報の提供が中心になっているようなところでございます。

混入異物及び品質不良原因の特定・究明の体制

<p>異味・異臭の原因物質特定</p>  <p>GC/MS-MS</p>	<p>有機系異物の材質判別</p>  <p>赤外分光光度計 (FT-IR)</p>  <p>生大豆 プラスチック</p>
<p>無機系異物の材質判別</p>  <p>ガラス 蛍光X線分析装置</p>	<p>拡大観察による材質特定</p>  <p>毛髪 繊維</p>  <p>走査型電子顕微鏡</p>

Yamazaki

このスライドは、混入異物及び品質不良原因の特定・究明の体制ということで、どういふことをやっているかということを示させていただいております。

現在、サプリメントでの食品の安全性の問題とか、同業者におきましても、げっ歯動物が誤って混入してしまったということで、SNS上などではいろいろと取り上げられている部分はございますが、やはり食品企業にとっては、いかに食の安全を担保するかということで、その対応が早ければ早いほど小規模に収まるわけでございますし、外部の調査機

関に委託していますと、どうしても対応が遅くなってしまうということで、現在、私どもの研究所では、混入異物の特定、またその原因の把握も含めて、大半のことは自分たちで行っているような状況でございます。

ここにありますように、異味・異臭に関しましては、特にカビ臭とかは、人の感じる度合い、閾値はppbレベルではなくて、pptレベルでございますし、そういったものを分析できるようになっております。

また、こういったプラスチック類、生地粕の有機物とか、ガラスとか金属等の無機物とか、今、電子顕微鏡の中で、例えば生地粕などですと、いろいろなものが混ざっているわけですが、その部分での元素組成なども把握できるようになっておりますし、こういった部分での設備投資は積極的に行っているような状況でございます。

基礎技術研究部門 (新素材利用研究室、機能性食品技術開発室)

- 1. 新規素材及び新規設備の有効活用による基幹技術の確立**
新規素材の利用に関する研究
品質改良剤、ミックス粉等の開発
冷凍生地の有効活用に関する研究
- 2. 美味しさと機能性を兼ね備えた健康志向製品の開発**
機能性表示食品、栄養機能食品等の開発
各種機能性素材の特性把握
高齢化に向けた介護食、病院食等の新規市場参入に繋がる技術開発
グループ各社での「機能性表示食品」等開発に向けたソフト面の支援
- 3. 微生物の有効利用技術研究と発酵技術の高度化**
風味強化、保存性・食感向上等のための乳酸菌利用技術の確立

Yamazaki

あと、残りの基礎技術研究部門ということで、新素材とか機能性食品ということで研究してございますけれども、そこの中では、特に酵素類が目まぐるしく技術進歩と申しますか、そういう性能の高い酵素も市場に出てきておりますし、いろいろとそういった素材の活用に関しての研究を進めています。

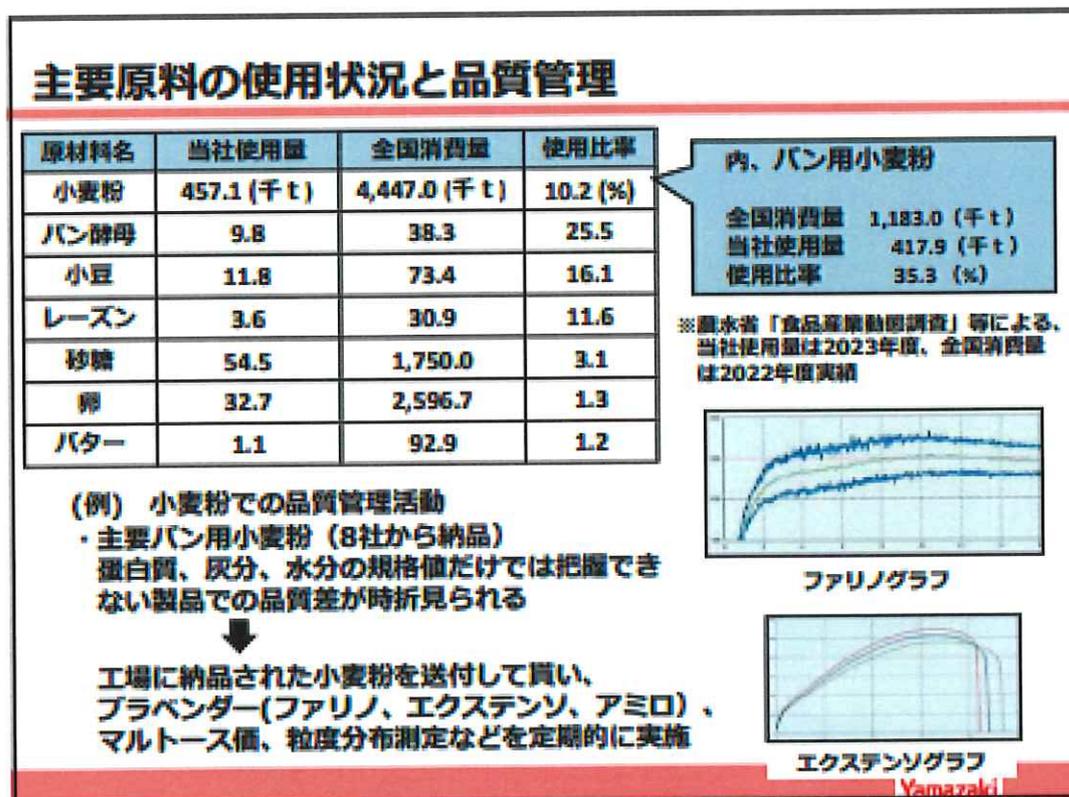
2番目の機能性表示食品も含めて、システマチックレビューと申しますか、そういったことに関しまして、グループ会社への協力等も含めて、また、高齢少子化ということの中で、今、求められている病院食といったことに関しても研究を進めているような状況でございます。

また、パンの風味の向上ということの中で、微生物、特に乳酸菌の利用に関しまして、

菌種の特定制も含めて、例えば減塩パンに特定の乳酸菌を利用することによって、塩の量を減らすことによる製品の物足りなさを補ったりとか、そういったことの研究なども進めているような状況でございます。

あと、ここには書いてございませんけれども、産業廃棄物といいますか、食品廃棄物の問題にも取り組んでございまして、私どもにとって食品廃棄物で一番の問題は、食パンの耳なのです。御存じのようにランチパックをやっているとして、今ランチパックの年間の売上げが370億円を超えるような状況でございます。そういったことから、食パンの耳は山崎製パンだけで毎年7万トン出てまいります。ただ、そういったものを養豚場の餌に使われたりとかそういったことではなくて、食品としての再利用ということも含めて、私どもが主導して進めているような状況でございます。

ここからは、私どもの研究開発活動ということで、具体的なものをお話しさせていただきたいと思っております。



まず、先ほど青柳先生の御紹介もございましたように、私ども、製パンのトップメーカーということもございまして、主要原料については、非常に多くの量を使用させていただいております。

例えば、小麦粉に関しましては、一昨年のデータになりますけれども、全国のほうは44万トン使用されておりますが、私どもは、小麦粉としては45万7,000トン使用になってございます。使用比率については、ここに書かれているように10%を超えるような状況でございます。

ただ、ここに書いた小麦粉なのですけれども、全国の使用についてはパン用だけではなくて、麺用とか菓子用とか、その他の食品利用等も含めての数字になっていますので、右側に示しましたように、パン用小麦粉に関しては、一昨年の全国での使用量については118万トンであります。その中で、私どもの昨年の使用量ですが、42万トン弱というような状況でございまして、パン用小麦粉のシェアに限りますと、35%を超えているような状況でございます。

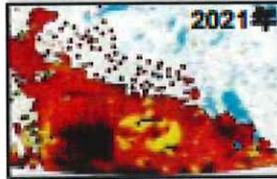
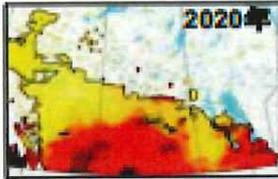
あと、パン酵母、イーストのシェアも25%ありますし、あんパンとか和菓子に使用します小豆類についても10%を超えるような状況、レーズンについても10%を超えるような状況でございます。

具体例として、品質管理ということなのですが、私ども、パン用の代表的な小麦粉に関しましては、先ほど申し上げましたように、北は札幌から南は熊本まで工場がございまして、現在、8社の製粉工場、ほとんど皆さん御存じのところだと思いますが、一部の製粉メーカーさんにおいては、複数の工場からの供給を受けてございます。

基本的には、たんぱく、灰分、水分という規格値は設けているのですが、製粉会社の技術差も少なからずあるような気がいたしますし、そういったものだけではパンの品質への影響を把握できない部分がございます。私どもでは製粉会社から取り寄せるものではなくて、工場に納入されたものを直接研究所に取り寄せて、パンの生地物の物性を測るブラベンダーと小麦粉の中の酵素活性を調べるマルトース価とか、パンの吸水量とかに影響します粒度分布といったことも含めて定期的には実施しているような状況でございます。

気候温暖化による小麦粉の性状変化への対応

2021年、パン用小麦産地のカナダ西部及びアメリカ中北部では記録的少雨と猛暑に見舞われ小麦の生育が著しく悪化し、翌年のパン製品品質への影響が懸念された

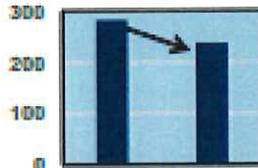


カナダ西部3州での栽培期間中の
気温30℃超の日数



予め入手した小麦粉では、澱粉粒の成熟不足によるパン生地での発酵力低下、グルテンの硬質化によるミキシング時間延長等が観察され、特に夏場以降、その傾向が顕著になる恐れがあり対策が必要と判断

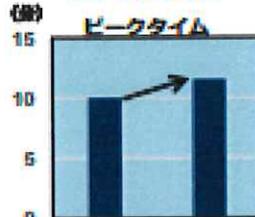
(mg/10g) マルトース値



2020年度 2021年度

パン生地の発酵力
に影響するマル
トース値が低下

ファリノグラフ



2020年度 2021年度

グルテン形成に要
する時間が延長

Yamazaki

ここでは気候温暖化といった問題が最近、小麦粉においてもより顕著に出ておりますので、そのことをお話しさせていただきたいと思えます。

まず、日本の小麦の国内と海外からの比率ということなのですが、小麦全体をとってみますと、大体85%が海外からの輸入でございまして、小麦の自給率については15%前後でございます。

ただし、パン用の小麦に限っていいますと、国産小麦の比率については5%を割るような状況でございまして、そういう中で、特にパン用小麦粉については、カナダ、アメリカから輸入されているという状況がございまして。

今の季節、小麦の産地の埼玉県とか群馬県、そういったところで新幹線などに乗られますと、小麦が黄金色になっている風景を見ることができると思えます。現在、麦秋の季節でございまして、日本の場合は麦秋の季節といえますか、大体秋に種をまいて6月に収穫するというパターン、これを冬小麦といえますけれども、そういったものが大半でございまして。

パン用の小麦のグルテンの良質なものについては、ここに掲げましたように、カナダとかアメリカ北部から輸入されていまして、アメリカとカナダの国境は北緯49度線になります。日本で最北端の稚内の北緯が45度でございまして、北緯49度は大体サハリンの中央部になります。

今、日本に輸入されているカナダからの小麦に関しましては、こちらのアルバータ州とサスカチュワン州が大半になっていますけれども、カナダの穀物局が公表している栽培期間中ということで、春小麦でございますので、7月、8月が登熟期になってきますが、20年と21年においては、明らかに30度を超える日が1か月を超えているのです。そのような状況でございます、これがパンの品質に大きく影響しているような状況でございます。

製粉会社から事前に入手した小麦粉において、でん粉粒の成熟不足といいますが、これはまた後ほど触れさせていただきますけれども、パン生地の発酵力が悪化するとか、グルテンが非常に硬くなりまして、パンの生地の混合に関して非常に時間を要するということがあります。また、最適な状態が非常に見分けにくくなります。特に日本での夏場以降、その状況は顕著になってまいりまして、ここにありますように、酵素活性が低下したりとか、先ほど申し上げましたように、パンの生地の混捏に時間がかかるということで、こういう明らかな違いが出てございます。

性状変化に対応した改良剤開発による品質安定化の取り組み

気候温暖化により変化した成分の検証

製パン性	小麦粉中の成分変化
中種の発酵力低下	<ul style="list-style-type: none"> ・高温により登熟日数が短いため澱粉が成熟不足となり、発酵源となる澱粉量が減少 ・グルテンの硬質化により、製粉工程での損傷澱粉量が減少 ・損傷澱粉に作用し発酵を促進する澱粉分解酵素活性の低下
生地形成の遅延 生地伸展性の低下	<ul style="list-style-type: none"> ・グルテン硬質化による還元物質グルタチオン量の減少 ・グルテンの熟成を進めるL-システイン量の減少

改良剤の使用により、適度な生地ミキシング時間に短縮でき、生地の熟成も進み風味が良くソフトで歯切れのよい製品に

- ・'22年以降も、程度は軽減されたものの同様の傾向が見られており、小麦粉の性状変化に応じた対応を進めている
- ・夏場、工場の粉サイロに納入された小麦粉の性状変化の度合いも大きく、エイジング期間の短縮を含めた製品品質の安定化に向けた対応も併せて実施



Yamazaki

そういった状況に対して、私ども、どのように製品の品質を安定化させるために取り組んだかということがここに書いたものでございまして、特にどういった部分が違ってきた

かということを通して分析をしながら調べてまいりまして、その中で、アミラーゼとかプロテアーゼとか、そういった酵素の利用とか、還元物質のグルタチオンを添加したりとか、そういったことをすることによって、特に食パンの品質の安定化を図っているような状況でございます。

その後も毎年カナダは高温状態が続いているようでございまして、21年ほどの状況ではないのですけれども、昨年についても高温での影響がかなり出ているような状況でございまして、こういった状況に応じながら、私どもとして酵素類、還元物質の製剤を工場に提供しながら品質の安定化を図っているような状況でございます。

あと、小麦粉は製粉メーカーから一旦工場のサイロに納入していただくわけでございますけれども、サイロの中も夏場になりますと、温度が高くなっていくということで、その影響も無視できないような状況がはつきりしてきまして、そういったことも含めて、いかに安定した品質のものを提供するかという取組をしているような状況でございます。

原料価格の上昇

異常気象による農産物の不作、円安、ウクライナ・バレスチナ紛争、物流費・人件費の上昇、原油高によるバイオ燃料への転換、コロナ後の需要回復等々により、原料価格が大きく上昇

- ・ **小麦（政府売渡単価）** '21年4月(+5.5%) '21年10月(+19.0%)
'22年4月(+16.3%) '22年10月(激変緩和措置により据置き)
'23年4月(+13.1%) '23年10月(-8.7%) '24年4月(-0.6%)
- ・ **油脂（大豆、菜種、パーム油等）** 現在は比較的落ち着いた動きだが、度重なる値上げで、'20年当時と比べ価格は1.5~2倍上昇
- ・ **砂糖類** 異常気象による大幅な減産に加え、インドの輸出規制措置も手伝い '20年当時と比べ2.3倍強の高値で推移
- ・ **鶏卵** '22年後半からの大規模な高病原性鳥インフルエンザ発生で生産量が大幅に減少、さらに出荷制限に加え、飼料高騰も手伝い発生前と比べ1.7~1.8倍前後上昇
- ・ **その他パン酵母、乳製品、包装材料等が上昇、また本年になりレーズン、チョコレート原料のカカオ豆、バター、オリーブオイル等が大きく上昇**

Yamazaki

コロナが終盤になりまして、一昨年、昨年と私どもで対応を迫られたのが、原料価格の上昇に対する対応でございます。

私どもにおきましては、一昨年、昨年と3回にわたって価格改定も実施させていただいてますけれども、私ども研究所としては、同等の品質を維持しながらこの改定幅、価格

上昇をいかに最小限にとどめるかということで、いろいろとそういった取組をしたような状況でございます。

この価格上昇につきましては、皆さん御存じのように、先ほどから申し上げています異常気象の問題、円安の問題、国際紛争の問題等々ございまして、ここに掲げましたように、主要原料についての状況でございますが、小麦粉の政府の売渡価格については、毎年4月と10月に改定されていまして、2021年からずっと大きく価格上昇しているような状況でございます。さすがに2022年10月に関しましては、政府の政策として据置きということになったわけでございますが、昨年 하반기から幾分値下がりはしていますけれども、2020年と比べて約1.5倍の価格上昇になっております。

油脂、砂糖類、鶏卵もほとんど1.5倍を超えるような上昇になっておりまして、価格維持に関しては限界があるということから、価格改定をさせていただいたような状況でございます。

また、今年になってレーズンが不作になっておりますし、チョコレートはアフリカ諸国での水害の問題とか、バターとかオリーブオイルなども非常に高騰してございまして、そういったものを使用した加工食品については、今月も一部の食品は値上げということをお願いしておりますし、私どもにおきましても、特にレーズンとかチョコレートを使った製品が多々ございますので、これについては7月から値上げの予定になっているところでございます。

卵価格高騰への対応①

円/Kg 過去5年間の鶏卵価格の月別推移

2020年 2021年 2022年 2023年 2024年

昨年4～6月、業務用卵は大幅な価格上昇に留まらず出荷制限も

↓

急速、輸入乾燥卵で対応するも供給量は充分と言えず、複数の産地・メーカー品を使用のため製品品質への影響が見られる

また、卵使用比率の高い和洋菓子製品では一部代替素材も検討せざるを得ない状況に

卵を使用した多くの加工調理品は、風味・栄養面だけでなく卵の加工特性を利用

<p>(卵成分の主な加工特性)</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 熱凝固性 (卵白・卵黄) (2) pH変化によるゲル化性 (3) 起泡性 (卵白オボムチン) (4) 凍結・加熱によるゲル化性 (5) 乳化性 (卵黄) 	<p>(乾燥卵・代替素材の評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・卵白量、水溶性蛋白質量 ・卵黄量、リン脂質量 ・RVA (元"ホ"・ヒ"ス"・ア"イ"・イ"ー) ・native-PAGE
--	--

RVA
Yamazaki

ここでは、卵の価格の高騰についてお話しさせていただきたいと思います。

これは、日本養鶏協会が公表されているデータでございます。青い実線が2022年の価格推移でございます、赤い実線が2023年ということで、高病原性の鳥インフルエンザが2020年の後半に発生したということがございまして、2022年の後半から非常に大きく価格が跳ね上がっているような状況でございます。

5月の数字を見ていただきますと、これは鶏卵の価格です。22年と23年で、キロで150円も値上がりしているような状況でございます、昨年4月から6月は業務用の卵につきましては、家庭の需要が優先されたということもありまして、価格上昇にとどまらず、出荷制限措置が取られたような状況でございます、私どもも一部の工場で液卵が入手できない非常に厳しい状態が発生してまいりました。

それでどうしたかということですが、急遽、輸入の乾燥卵をかき集めるような状況でございます、それでも供給が不十分だということもございます。この乾燥卵については、また後ほどデータを示させていただきますけれども、性状がてんでんばらばらで、卵の加工特性は製品の品質に非常に関わってきますので、そういった部分も含めて、どういった乾燥卵が適しているか、また、卵以外の代替物でどういうものが適しているかということの検討をしております。

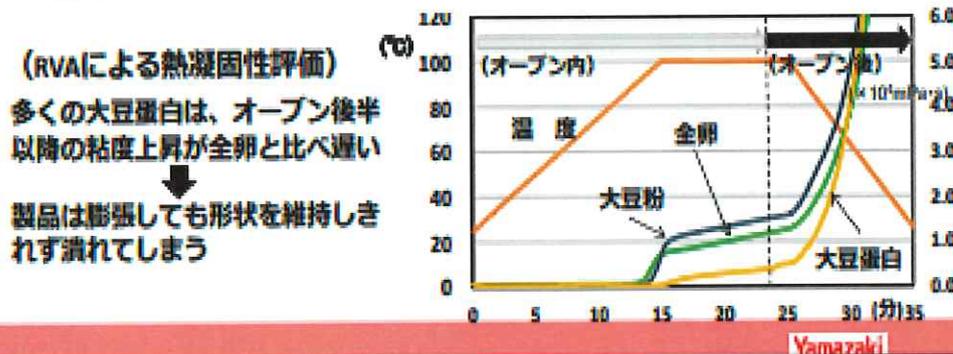
御存じのように、卵の加工特性については、ここに掲げたように主なものは5つございます。その中で、より大きな役割としては、熱凝固性、起泡性、乳化性という3つがあるかと思います。乳化性については卵黄レシチンに由来するものでございまして、こういったものは例えば乳化剤とか何かで代替できます。あと、起泡性については、卵白のメレンゲとかということになりますけれども、これについてもある程度、増粘多糖類の選択によって対応できることはありますが、熱凝固性だけは、やはり卵が有している非常に優れた特性でございます、これをいかに確保するかということが非常に大きな問題になってまいりました。

こういった評価に関しましては、ここにありますように、卵白量だけではなくて水溶性のたんぱく質量とか、卵黄量とリン脂質量、あとラピッド・ビスコ・アナライザーといたしまして、小麦粉のアミラーゼの酵素活性を調べる機械でございますけれども、そういったものを活用して卵の熱凝固性を調べたり、native-PAGEによって変性度合いを調べたりとか、そういったことをしているような状況でございます。

卵価格高騰への対応②

(乾燥全卵の評価)		産地	7代"ン"①	同②	同③	インド	中国
熱凝固性	RVA	○:粘度高い	△	◎	○	○	○
	卵白量	○:多い	△	◎	◎	○	△
	native-PAGE	○:変性度小	△	◎	△	○	◎
乳化性	卵黄量	○:多い	◎	△	△	○	◎
	リン脂質	○:多い	○	○	△	○	○
	native-PAGE	○:変性度小	△	◎	△	○	◎

※凝集防止のため二酸化ケイ素を含有し、弱しく起溶性が劣る様体も存在



私どもに入ってきた世界各国の乾燥全卵の状況を示したのですが、アルゼンチンとかインドとか中国とかいろいろなところが入ってきて、それを見ていただいて分かるように、熱凝固性とか乳化性など、てんでんばらばらで、それぞれ調べてみないという性能を持っているか分からないような状況でございます。特にこういったものに影響するのが、乾燥卵をつくるときの加熱の度合いといいますか、より加熱の度合いが強ければ、たんぱくは変性してしまいますので、当然、卵としての機能性が失われるということで、このようになってくるわけでございます。

また、食品衛生法違反になる部分もあるのではないかと思いますので、乾燥卵をお使いになった方は分かると思いますが、一部の乾燥卵については、水に溶解しづらいのです。継粉になってしまうのです。そういったことから、二酸化ケイ素などが含まれているものが、やはり調べてみると出てくるのです。

では、乾燥卵に代わる手法は何かないかということで検討した部分が下でございます。先ほど申し上げましたラピッド・ビスコ・アナライザーというのは、温度コントロールをすることができるようになってまいりまして、オープンの前とオープンを出た後ということで、こういう条件の中で、いろいろな素材の検討をしております。

卵は、たんぱく質がそういう機能を持っておりますので、いろいろなたんぱく質を調べ
 中で、例えば大豆たんぱくなのですが、ここの立ち上がりを見ていただきますと、全卵
 のグリーンの曲線と比べて粘度の上昇が非常に遅くなっています。100℃に達したオーブ
 ンを出た後に閉じまして、遅ればせながら上昇するというような状況でございまして、卵
 の代わりに大豆たんぱくを使ってしまいますと、ここに書かれているように、ある程度、
 膨れるのです。ただ、オーブンから出すと、しゅっとしぼんでしまうというような状況で
 ございまして、とても大豆たんぱくは使えない。

大豆粉と大豆たんぱくは何が違うかというところ、おからといいますか、水溶性の食物繊維
 とかを含んでいるということがございます。ある程度、全卵に近いようなパフォーマンス
 を示すようなことになるのですが、大豆粉は一部の場合、リポキシゲナーゼといいますか、
 青臭さが出てくるのがありますし、大豆粉を中心に、代替の物質に関しては科学的な根拠
 として、どういうものをどのように使えばいいか、特に洋菓子製品での代替としての情報
 を私どもとして提供しているような状況でございます。

健康志向製品の開発と品質管理

<p>機能性表示食品</p> <p>くるみゴールド (有効成分) エラグ酸</p> 	<p>糖質量低減</p> 	
<p>ユニバーサルデザインフード</p> <p>ダブルソフト、みんわり食パン等</p> 	<p>減塩</p> 	<p>葉酸強化</p> <p>12割ブレッド、ダブルソフト全粒粉</p> 

ユニバーサルデザインフード 品質にかめる
 日本食品衛生協会が認定したマークです。
 マークとして用いられる場合はJISの規格外となります。

Yamazaki

続きまして、健康志向製品の開発と品質管理でございます。くるみゴールドの機能性表
 示食品については、次のスライドで示させていただきます。

糖質量とか、食塩量の低減製品の開発とか、特に女性の方で葉酸の強化という要請がご
 ざいまして、特にこういう代替物質は、ボディ感がどうしても損なわれるということで、
 それをどのようにするかとか、減塩については、塩を減らすことによって非常に物足りな
 い味になってしまうということで、そういう手法についても開発してございます。

あと、ユニバーサルデザインフードなのですけれども、ここに掲げましたように容易にかめるということで、特に今、高齢者の方が多くなっている中で、物をかみ切る、飲み込むといったことが非常に困難になっている方もおいでのようございまして、そういった中でダブルソフトとか、一部の製品だけなのですけれども、ユニバーサルデザインフードとしての認証を受けて、こういうものを包装材のほうに掲載しているような状況でございます。

「くるみゴールド」の機能性表示食品としての取り組み

くるみ中に存在するポリフェノールの一種のエラグ酸に着目し、特に機能性を謳うために成分添加は行うことなく、従来製品の品質を維持しつつ機能性表示食品として認可を受ける（届出番号G1175 受理日2022年3月）

（ヘルスクレイトム）
「エラグ酸は肥満気味の方の体重、ウエスト周囲径、体脂肪、血中中性脂肪、内臓脂肪の減少をサポートし、高めのBMI値の改善に役立つことが報告されています。」

（エラグ酸）

Oc1c(O)c2c(c1)oc(=O)c2O

- ・市販のくるみのエラグ酸量 11.7~12.8 (mg/100g)
- ・クルミの薄皮のエラグ酸量への影響
少ない:0.4(mg/100g) 多い:12.7(mg/100g)
- ・加熱によるエラグ酸量への影響(加熱前を1とすると)
乾熱(ロースト):1.06倍 湿熱:3.13倍

↓

クルミのエラグ酸の多くは薄皮に分布し、またくるみ中にはエラグ酸とタンニンが結合したエラジタンニンも存在しており、パン生地中で加熱と加水分解を受けることでエラグ酸とタンニンに分解する



Yamazaki

次に、くるみゴールドの機能性表示食品として認証を受ける取組についてでございます。

今、市場に出ている大半の機能性表示食品は、機能性成分を添加した形での機能をうたったものでございますが、実は私どものくるみゴールドに関しましては、特別にそういう機能性成分を添加したものではございません。機能性表示食品の素材としてこういったものがあるかということでは、ここに掲げましたエラグ酸なのですけれども、ポリフェノールの一種でございます。これがクルミの中はかなり含まれているということが分かっています。その中でヘルスクレイトムに関しましては、特に肥満予防といいますが、肥満の方とか、いろいろな生活をサポートするということが報告されているということに触れてございます。

では、私どもは何をやったかということだと、アメリカから輸入されるものとか、トルコから輸入されるものとかいろいろありますので、そういったものの中でエラグ酸量どのくらいあるかということをもっと調べてございます。大体産地にかかわらず、あと国産のクルミに関しましても、クルミ中のエラグ酸量については大体11.7ミリグラムから12.8

端なのですが、消費者庁から2018年の後半になりまして、私どもの業界のパン製品の中に乳化剤を使用している油脂を使用していながら、乳化剤不使用とうたった製品があるのではないかという疑義照会がございました。そういったことから、私ども、イーストフード、乳化剤不使用といったものが非常に市場に出回っているということもあって、どのような技術が付されているかということ調査したような状況でございます。

私どもの結論といたしましては、ここに掲げましたように、食品添加物の範疇に入らない、それらと同一の成分、あるいは同一の機能を持った表示が必要ない成分が使用されているということを客観的なデータを示しながら、私どものホームページに3月から示したような状況でございます。

こういったことで、その在り方について一石を投じたわけでございますが、私どものホームページを御覧になる方も結構多いようでございまして、SNS上では、ヤマザキパンがついにキレたかというようなことで、こういった取組に関して肯定的な意見を載せられた方もいますし、驚きを持って受け入れられたりとか、やゆしたようなSNSも出ていたような状況でございます。

イーストフードとは

18種類の塩類が食品衛生法で「イーストフード」として一括表示を認められており、パン酵母が活動するための必要な栄養源となり、でき上がったパンはボリュームがあり良好な品質となる

「イーストフード」に規定される18種の塩類（使用目的）

塩化アンモニウム(1)、炭酸アンモニウム(1)、硫酸アンモニウム(1,3)、
 グルコン酸カリウム(1,3)、グルコン酸ナトリウム(3)、炭酸カリウム(1)、
 リン酸水素アンモニウム(1,3)、リン酸二水素アンモニウム(1,3)、
 リン酸一水素カルシウム(2,3)、リン酸二水素カルシウム(2,3)、
 リン酸三カルシウム(2,3)、リン酸一水素マグネシウム(2,3)、
 塩化マグネシウム(2)、酸化カルシウム(2)、炭酸カルシウム(2)、
 硫酸カルシウム(2,3)、硫酸マグネシウム(2,3)、焼成カルシウム(2)、

使用目的	<ul style="list-style-type: none"> (1) 植物であるパン酵母の生育・活動を進める、3大栄養素の補給源 N（窒素）、K（カリウム）、P（リン） (2) 水質改良（硬度調整）による生地物性改善 Ca（カルシウム）、Mg（マグネシウム） (3) pH調整による発酵促進、パン品質の向上 リン酸塩、硫酸塩、塩酸塩、グルコン酸等
------	--

どういふことをやったかということで、まずイーストフードについて簡単に御紹介させていただきます。

食品衛生法の中では、イーストフードは18種類の塩類ということで、大半は無機塩になりますけれども、グルコン酸塩みたいな有機物も含まれている状況でございますが、一括表示が認められておりまして、パン酵母、イーストが活動するための栄養源ということで利用するものでございます。

ここには具体的にどのような使用目的かということで、その番号といたしますか、これが対応した形での番号になってございます。

「イーストフード」中の塩化アンモニウムについて

- ・ FAO/WHO 合同食品添加物専門家委員会(JECFA)の安全性評価

「ADI(一日許容摂取量)を制限しない (Not limited)」と規定
 ○ 「ADIを制限しない」とは、極めて毒性が低い物質に限定し、食品中に常在する成分、又は食品とみなし得るもの、もしくはヒトの通常の代謝物とみなし得るものに対しては、ADIとして摂取量の上限量を定めていない

- ・ ある書籍での指摘

「毒性が強く、イヌに6~8g投与すると1時間以内に死んでしまう。人間が大量に摂取すると吐き気や嘔吐、さらには昏睡をおこすことがある。熱で容易に分解(※)されるが有毒なアンモニアと塩化水素が発生する。」(※融点338℃)

- ・ 製パン工程中・製品中のNH₄⁺量の変化

(中種法食パン)	NH ₄ Cl不使用	NH ₄ Cl使用 (対粉150ppm添加)
中種発酵(4hr)終了時	5.7 ppm	5.5 ppm
最終製品	9.8 ppm	8.0 ppm

- ・ 主な野菜中の剰余NH₃量 (日本食品標準成分表[FAT]増補2023年版より)

キャベツ 4.9mg/100g、白菜 20mg/100g、ホウレンソウ 8.8mg/100g

※アミノ酸由来のアンモニア量を差し引いた値(非揮発性有機窒素化合物由来)

Yamazaki

イーストフードで問題とされたのが、先ほど赤字で示しました塩化アンモニウムでございます。塩化アンモニウム、塩安ということで一般的に言われるわけでございますけれども、どういふものかということを示させていただきます。

まず、日本の食品衛生法においては、食品における塩化アンモニウムの使用基準はございません。ですから、どの量を使用してもいいというような状況になっています。

あと、国際的な食品規格でありますコーデックスの助言機関でありますJECFAの安全性評価を示させていただきます。JECFAの評価におきましては、一日許容摂取量を制限しないということで規定されてございまして、一日許容摂取量を制限しないの意味でございますけれども、ここに赤で示させていただきましたように、極めて毒性が低い物質に限定し、食品中に常在する成分、または食品とみなし得るもの、もしくは人の通常の代謝物とみなし得るものに対しては、一日許容摂取量としての摂取量の上限量を定めていないということが示されております。

こういったことを全ての方が理解していただければいいのですけれども、一部の書籍で

は、イーストフード中の塩化アンモニウムについて、ここに掲げたように、毒性が強く、犬に——どのぐらいの大きさの犬に投与したかは知りませんが——6から8グラム投与すると1時間以内に死んでしまう。人間が大量に摂取すると吐き気や嘔吐、さらには昏睡を起こすことがある。熱で容易に分解——このマークはこちらがつけたものですが——されるが有毒なアンモニアと塩化水素が発生するというようなことが書いてございました。

この熱で分解ということなのですから、塩化アンモニウムの融点を調べますと338度というような状況でございまして、では、パンの温度はどのぐらいなのかということなのですが、食パンの表面は200度前後、中心温度については96~97度ぐらいになります。ですから、338度ということとはなり得ない温度なのです。ですから、たとえ食品添加物として塩化アンモニウムを使っても、アンモニアと塩化水素が簡単に発生するような状況は起こり得ないことなのです。

また、製パン工程中、製品中のアンモニウムイオン量の変化ということで、私どもの研究所が分析したものでございます。大体、塩化アンモニウムは、イーストフードの中に対小麦粉として100から150ppm添加いたします。その中で、代表的な製法であります中種法で食パンをつくって、その推移を見た場合でございまして、塩化アンモニウム不使用というのは、使用のものとは比べまして、中種発酵ということで、小麦粉とイーストと水での発酵を終えた時点で既に同等のようなレベルになっていまして、最終製品においては逆にアンモニウムイオンが少なくなるような状況でございまして。

なぜこういうことが起こるかということなのですから、塩化アンモニウムを加えてイーストの餌を供給しているわけですので、発酵が進むということで、恐らくそういったことからこういう逆転現象が起こっているのではないかと考えてございます。

食パン製品中のアンモニウムイオンの量を8ppmと書いてありますけれども、その前に野菜中の剰余アンモニア量ということで、これは日本食品標準成分表に掲げられているデータを示しております。キャベツについては100グラム当たり4.9ミリグラム、白菜については100グラム当たり20ミリグラムとなります。こういったものについては、たんぱく質由来ではなくて、アミノ硝酸態窒素とか亜硝酸態窒素と言われるものに関わる部分でございまして。

では、これがパン100グラムの中でどのぐらいに相当するかというと、パン中でのアンモニウムイオンの量というのが、パン100グラムで1ミリグラムなのです。ですから、一

般に召し上がる野菜類と比べても、はるかに少ない量でしかパン中に残存していないということが分かってまいりまして、こういう指摘が、いかに実情と離れた指摘かということがお分かりになっていただけるかと思えます。

イーストフードの添加物表示義務を回避する技術		
成分名	分類	使用目的
アミラーゼ、プロテアーゼ等	酵素	発酵・着色促進、老化抑制等
小麦ペプチド、小麦グルテン	小麦由来	パン酵母の栄養補給、発酵促進
乳清ペプチド、乳清蛋白	乳由来	同上、生地のパH調整
大豆粉末、大豆タンパク質	大豆由来	漂白・発酵促進
ドロマイト Ca・Mg(CO ₃) ₂	鉱物	生地のパH調整、生地強化

・酸化剤として使用されるビタミンC (L-アスコルビン酸) の代替

成分名	分類	食品衛生法上の用途・作用
グルコースオキシダーゼ カタラーゼ	酵素	(生成した過酸化水素を分解し酸素を供給)
L-シスチン	アミノ酸	強化剤、調味料 (栄養強化を目的の場合は表示免除)
アセロラ粉末	植物	(L-アスコルビン酸を豊富に含有)

Yamazaki

ホームページにも掲げてございますけれども、代替技術といいますが、表示義務を回避する技術としては、こういう酵素類とかたんぱく質関係ということで、ペプチドとか、たんぱく、あとドロマイトというのを御存じだと思いますが、カルシウムとかマグネシウムを含んでいるということで、こういった鉱物などでも栄養強化であれば表示が必要ないのです。

そういったものをカルシウム、マグネシウム代替として使っていたりとか、イーストフードではないのですけれども、グルテンを強靱にするために酸化剤を使います。現在、一般的にはビタミンC、L-アスコルビン酸が使用されておりますけれども、それすら表示を逃れようとするところもございまして、では何をやっているかというところ、酸化酵素としてのグルコースとか、アミノ酸の一種のシスチンとか、果汁のアセロラはアスコルビン酸をかなり含んでいますので、そういったものを使うことによって、イーストフードとしての添加物表示を免れている製品があったような状況でございまして、詳しくは私どものホームページを御覧になっていただけたらと思えます。

パン製品に使用される乳化剤

25種類が食品衛生法で「乳化剤」として一括表示を認められており、パン製品に一般的に使用されている乳化剤は

グリセリン脂肪酸エステル(※)、ショ糖脂肪酸エステル(シュガーエステル)
ステアロイル乳酸ナトリウム(SSL)・ステアロイル乳酸カルシウム(CSL)、
卵黄レシチン・大豆レシチン(酵素処理・酵素分解レシチン含む)等

※蒸留モノグリ、コハク酸モノグリ、シアセチル酒石酸モノグリ(DATEM)、
各種シグリ等を含む

・製パンで乳化剤を使用する目的

- (1) パン生地 の物性改良
生地表面をドライに保つことで機械耐性が向上する
パン生地の物性を強化し、パンボリュームが向上する
- (2) 老化抑制、食感改良
きめの細かいしっとりしたパンにする、水分と新鮮さを保つ

・乳化剤が使用されている主な食品

パン、菓子類、麺類、ケーキスポンジ、チョコレート、マーガリン、ドレッシング
ホイップクリーム、アイスクリーム、乳飲料などの乳製品、ジャム、カレールー、
フラワーペースト、コーヒークリーム、コーヒー・ココア飲料、豆腐等々

Yamazaki

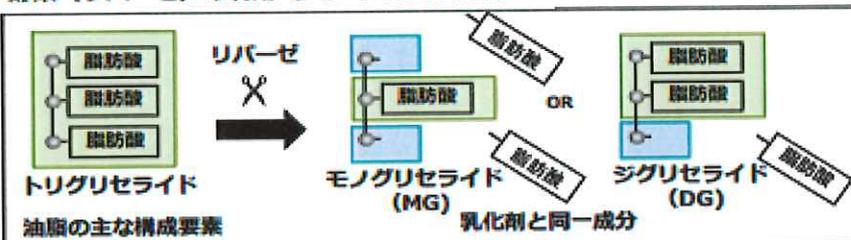
今度は、乳化剤です。

乳化剤については、食品衛生法の中で25種類の物質が乳化剤として一括表示が認められてございまして、パン製品においては、ここに掲げたような乳化剤が一般的に使用されているような状況でございます。

役割については、その下に掲げましたように、パン生地の物性改良をすることによってパンのボリュームがより向上したりとか、パンが硬くなるのを抑える老化抑制といいますが、あと食感改良、そういう役割がございまして、乳化剤に関しては、私ども、ふだん食べる加工食品には一般的に使われているものでございます。

乳化剤の添加物表示義務を回避する技術

酵素(リパーゼ)の利用(パンの硬化抑制等)

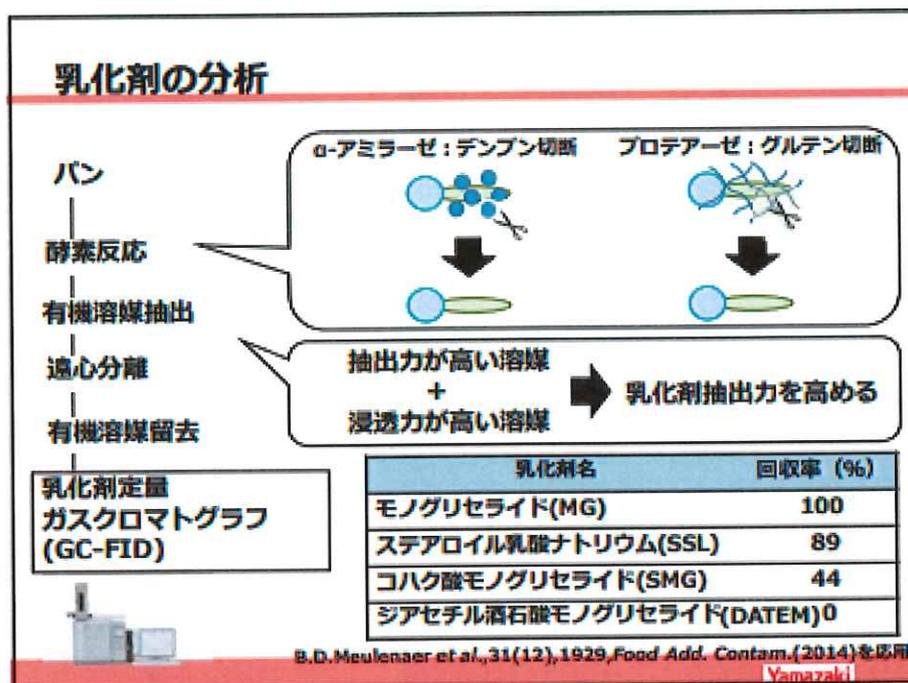


卵黄油中のレシチン利用(油脂の安定化)

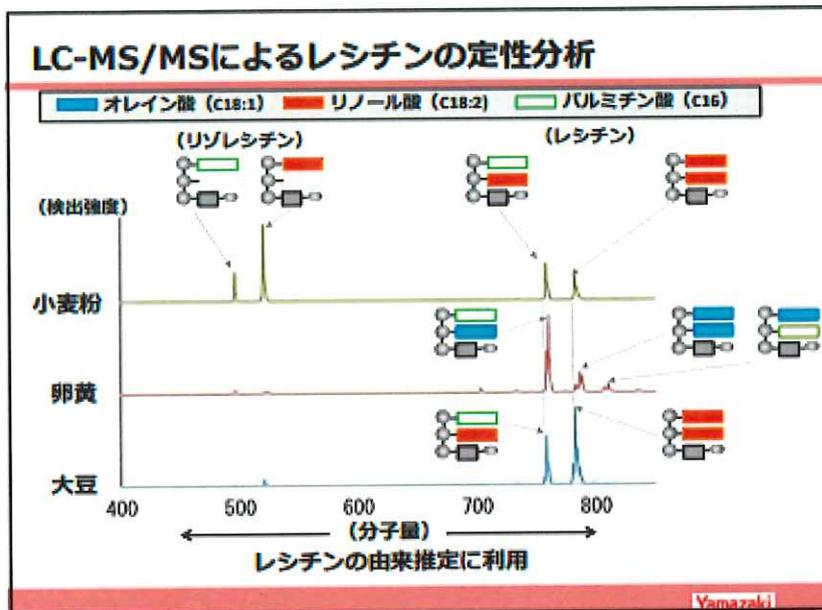


Yamazaki

これもホームページに掲げてございますが、では、どういう技術が使われているかということですが、まず脂質分解酵素のリパーゼを使った事実がございます。このリパーゼがどういう作用をするかということ、トリグリセライドという油脂に作用させることによって、いわゆるモノグリというか、脂肪酸が1つのものと、脂肪酸が2つのジグリといえますか、乳化剤と同一成分ができてくる。最近またリパーゼの技術が進んでいまして、リパーゼのネガティブな味への影響は従来あったのですけれども、そういったものも少なくなってきたということ、同じものをパン生地で生成させるために、このような手法を使っていたりとか、あと、申しあげました消費者庁からの油脂中のレシチンといいますが、乳化剤が使われているにもかかわらず、不使用とうたっているということに関しては、脂肪酸が2つひついたレシチン、あと脂肪酸が1つのリゾレシチンといったものを今、分析で高精度で把握できるようになっていまして、そういったいろいろな不使用をうたった製品の分析をすることによって、油脂中にこういったものが使われている。パンの生地の中に卵を練り込むといいますが、卵の表示があるということで、それによってレシチンの表示が免れるというような問題がございます。



私ども、GCを使っでの分析の中で、主要な乳化剤については分析できるようになっております。



先ほど申し上げたレシチンの由来についても、LC-MS/MSを使うことによって、レシチンは、小麦粉にも一部存在していますし、卵とか大豆に存在しています。それがやはり小麦粉等、原料の由来によって、リゾレシチンの種類の傾向が結構違うのです。そういったことから、先ほどの卵黄由来のレシチンを使っているしながら、油脂を使っているものについては、このようなパターンが出てきたということで、そういったことをホームページなどでも根拠として示しているような状況でございます。

(補足) パンのカビ発生について

- ・パンの水分は38~39%前後、Aw（水分活性）値は0.96であり、カビが生え易い食品の一つで、パンの変敗原因の多くはカビ発生によるもの
 - ※食パンの耳（水分30%前後）がスライス面よりカビ発生が少ないのは、スライス面の水分（44%前後）と比べ少ないため
- ・食パンは通常200~250℃で30~40分程度で焼成され、その際の中心温度は97~8℃に達するため多くのカビは死滅するが、稀に小麦粉由来の耐熱性菌（枯草菌の一種）が死滅せず残存し糸引き現象を呈することがある
 - ※パンの製造現場では「納豆」は使用しない
- ・カビ発生は、焼成後、パンにカビ胞子が付着することで始まるため、現場環境（冷却・スライス・包装工程）での清浄度が大きく影響する（浮遊菌、触手等）
- ・食品衛生法で、パンに使用できる「保存料」はプロピオン酸塩のみ（日本では特有の匂いが好まれないため殆ど使用されておらず、パンでの「保存料不使用」は当たり前）
- ・「保存料」に替わるパンの日持ち延長手法
 - 酢酸Na（食品衛生法ではpH調整剤に区分）、乳酸菌発酵種、乳製品発酵物等

Yamazaki

これは補足でございまして、先ほど塩化アンモニウムの安全性の問題を呈する方がいたということをお知らせしたのですが、皆さん、御存じかもしれませんが、同じ方がそ

の後に『ヤマザキパンはなぜカビないか』という本を出されておりました、一部、誤解されている方もおいでということもありまして、あえてこういったことを触れさせていただいております。

ヤマザキパンは、なぜカビないかということの原因が、ヤマザキパンは添加物を使っているからだということで、防ばい効果がないような添加物がヤマザキパンのカビが生えない原因だというようなことをおっしゃっておられるのですけれども、パンにカビが生える原因からお話しさせていただきます。

パンは水分が非常に多い製品でございます、水分活性も高うございます。そういったことから、パンの基本的な変敗が、基本的にはカビによるものでございます。御存じのように、パンの耳と比べて、白いクラムのほうがカビがより生えやすいと思うのですけれども、これはやはり水分が14%とか、そのように違うということが部位によってのカビの生えやすさの違いになってまいります。

何度も申し上げますけれども、食パンがどのような状況でベーキングが行われるかということなのですが、中心温度は97～98度になってまいります。その時点でカビの胞子は活性がなくなります。

これは蛇足なのですが、一部、耐熱性菌というものがありまして、それがいわゆる糸引きとか、ねとつというものが生じることが過去しばしばございました。これは今、ほとんど起こらなくなっているのですけれども、耐熱性菌というのは、枯草菌の一種でございます、御存じのように納豆菌、糸を引く納豆、枯草菌の一種でございますので、パンはいろいろ練り込んだ製品があると思いますけれども、パンにおいては納豆を練り込んだ製品は絶対存在しないと思います。そういった問題があるから使用しないわけでございますけれども、このような問題がございます。

そういったことから、パンのカビの発生というのは、少なくとも焼き上がった後、製品の汚染が起こるから発生するものでございまして、ヤマザキパンがなぜカビないかと言われたら、それは我々にとっては、製造現場の清潔度ということも含めて、そういったものが評価されて喜ぶべきことなのですけれども、あに図らんや、先ほど申し上げたような添加物のせいにされているような状況でございます、特に焼き上がった後の冷却する工程、パンをスライスする工程、包装する工程で、例えばここに触手と書いてあるのですが、焼き上がったパンを素手で触りますと、手の跡がそのままカビとして出てきます。

また、大気中に浮遊するものも含めて、我々の身の回りにはカビがいっぱいあるわけで

す。そういった中で、いかに製造ラインの清浄度を確保するかということが、カビの生えない一番必要な部分になってまいります。

あと、日本の食品衛生法でパンで使用できる保存料は、ここに書いたプロピオン酸塩だけです。このプロピオン酸塩とは何かということで、有機酸なのですが、アメリカとかでマクドナルドのハンバーガーなどを召し上がったこと、おありではないかと思うのですが、あのパンは日本人にとってくさいのです。あれはプロピオン酸の味、臭いなのです。そういったことから日本人に好まれないということもあって、一部、沖縄県で使用されているところもあるということは聞くのですが、食品衛生法で規定された保存料でございますが、日本では、パンでの保存料不使用が当たり前という状況にあります。

では、それに代わる技術に何を使っているかという点、酢酸ナトリウム、これは食品衛生法ではpH調整剤ということで、イーストフード、乳化剤不使用をうたっている製品でもこういったことは書いている製品があります。こういったものが使われたりとか、乳酸菌発酵種、これはpHを下げることでカビが発生しにくくしたりとか、あと乳製品発酵物というのが、乳製品を発酵させることによってプロピオン酸ができてくるのです。ですから、乳製品をうたって、プロピオン酸をうたっていないものなども以前結構あったのです。このように、消費者の添加物に関する関心をそらすためにいろいろな手法が使われているというのが実情でございますが、蛇足になりますけれども、パンのカビについて説明させていただいたような状況でございます。

HP公表後の動き	
'19. 3	HP上に『「イーストフード、乳化剤不使用」等の強調表示について』を公表する
. 4	業界団体、消費者庁等への情報提供を行う
. 6	マスコミ取材多数 消費者庁が主宰する「食品添加物表示制度に関する検討会」のヒアリングで意見陳述を行う
'20. 3	「食品添加物表示制度に関する検討会報告書」において「食品添加物不表示に関するガイドライン」を新たに策定することが提案される
'21. 3	「食品添加物表示制度に関するガイドライン検討会」が設置される
'22. 3	消費者庁は「食品添加物不表示に関するガイドライン」を公表

私どものホームページに公表させていただいてからの動きでございます。

2019年3月にホームページに「「イーストフード、乳化剤不使用」等の強調表示について」を公表してございます。思った以上に反応がいろいろなところから出てまいりまして、マスコミということで、ほとんどの主要新聞での対応もしてございますし、消費者庁からは、さきに疑義照会があったということもありまして、パン業界での添加物の不使用の現状について、情報提供も行っております。

先ほど申し上げたSNSにも、その頃、しきりに取り上げられたような状況でございますし、食品ジャーナルといえますか、そういったところからもいろいろな取材を受けているような状況でございます。

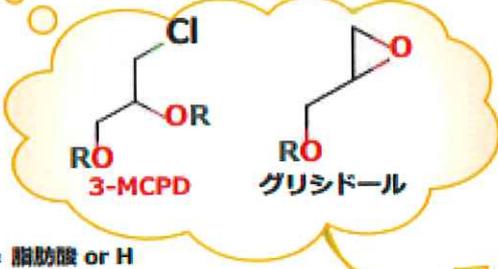
そういったことから、その後、6月に消費者庁が主催する食品添加物表示制度に関する検討会ということで、味の素さんもアステルパームとかグルタミン酸ソーダとか、こういう不使用ということで、非常にいろいろな問題に直面しているということもあるようでございまして、味の素さんともどもヒアリングに臨んだような状況でございまして、いかに市場の中で、食品添加物の表示を免れるためにいろいろな手法が凝らされているということをおこのヒアリング等で申し上げたような状況でございます。

その1年後には、検討会の報告書の中で、添加物不表示に関するガイドラインを策定するということが決定されまして、結局、私どものホームページに掲載してから3年後になるのですけれども、消費者庁が食品添加物不表示に関するガイドラインを公表してございまして、それを機に大手メーカー、一部の中小のメーカーさんがありますけれども、そういう不使用表示は極めて少なくなったような状況でございます。

パン生地中での乳化剤によるMCPD類生成について

油脂精製時の高温加熱による原因せめ副反応で、腎毒性、遺伝毒性等を有するMCPDやグリシドールが微量に生成することが知られている

※3-MCPD：3-モノクロロ-1,2-プロパンジオール



※ R = 脂肪酸 or H

油脂を原料に用いるパン製品中にもMCPDやグリシドールが混入しうる可能性



Yamazaki

最後の話題でございます。パン生地中での乳化剤によるMCPD、クロロプロパノール類と言われるものがございますけれども、その生成についてでございます。

油脂を精製する場合に、高温で処理されるということもありまして、意図せぬ副反応ということの中で、発がん性を有するクロロプロパノール類としてのMCPD、代表的な物質が3-MCPDということで、ここに掲げた3-モノクロロ1,2-プロパンジオールといったものになりますけれども、あとグリシドールとか、そういったものが微量に生成するということが知られてございます。

私ども、油脂を原料に用いるパンの中にも微量に存在するのかなということは思っていたのでございますけれども、これについては油脂メーカーのほうで対応していただくしかないものですから、私どもが直接対応する問題ではないということを感じておりました。

研究の発端 (お客様相談室への1本の電話から)

農林水産省HP

(1) 食品中の食塩(塩素)と油脂が反応してMCPDが生成

(2) パン生地にDATEM等の乳化剤を使用するとパン中のMCPDが増加

農林水産省の引用論文：
HAMLET, C., J. Agr. Food. Chem., 2004 年

モノグリセライド (MG)

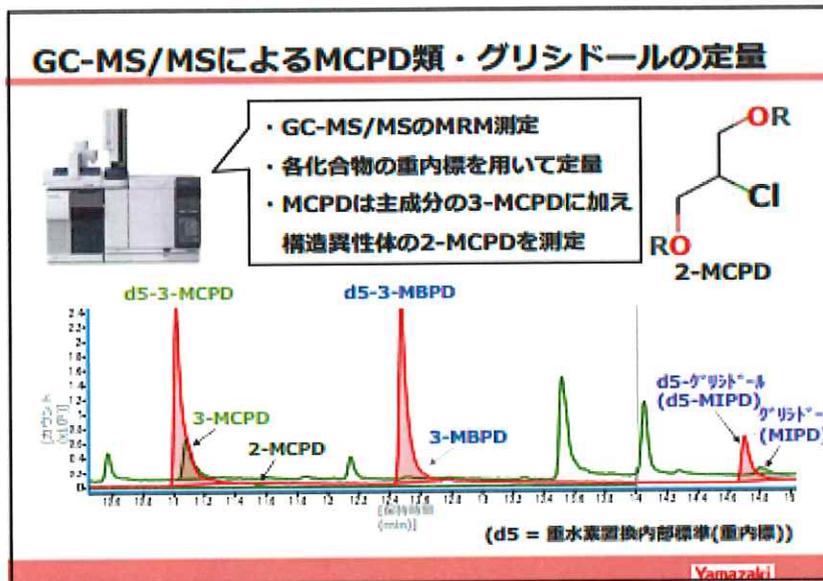
ジアセチル酒石酸モノ-,ジ-グリセライド (DATEM)

Yamazaki

では、なぜこんな研究を始めたかということなのですが、私どものお客様相談室にあった1本の電話からでございます。

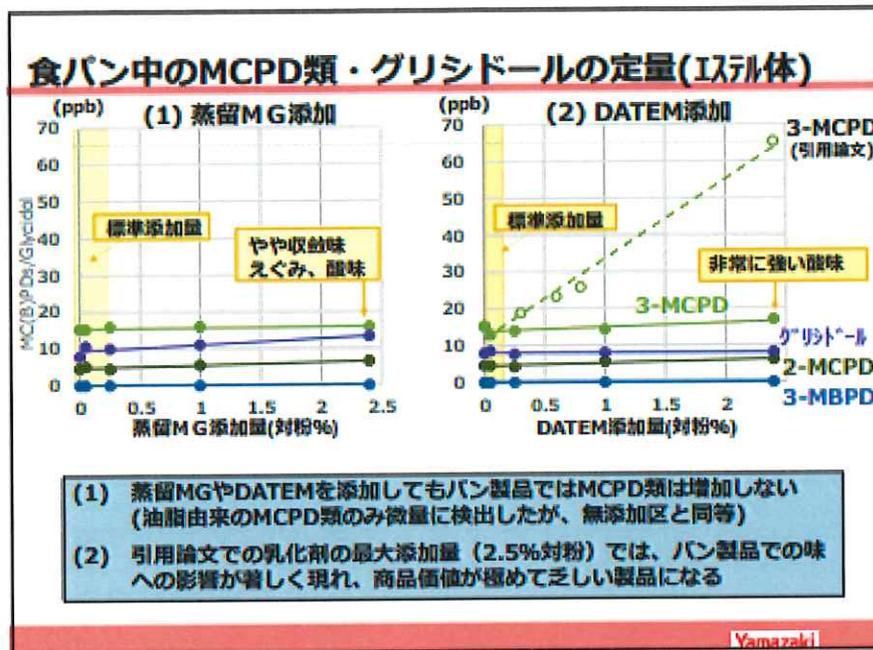
その方がおっしゃるには、1番目の食品中の食塩と油脂が反応してMCPDが生成することは知られていたことなのですが、2番目のパン生地にDATEM等の乳化剤を使用するとパン中のMCPDが増加することが農水省のホームページのMCPDの情報提供の中に出ておりまして、こんなホームページが出ているなんて知らなかったものですから、また、このお客さんというのが、今でいうカスハラみたいなもので、ヤマザキパンは乳化剤をいっぱい使用しながら、こんなことすら知らないのかという指摘があったような状況でございます。

では、農水のほうはどういう根拠かということなのですが、2004年にイギリスの食品基準庁のハムレットさんという人がいるとは思わなかったのですが、Journal of Agricultural and Food Chemistryの中に、こういった論文の根拠として引用されているような状況でございます。



早速、こういったMCPD、グリシドールの分析ということで、先ほどのイギリスの分析がGC-MSということで、せいぜいこういったものの検出精度は10ppbレベルの精度ということなのですが、私ども、より精度の高いGC-MS-MSを使うことによって、検出限界1 ppbを確保できるようになってまいりました。

これは代表的な部分での3-MCPDなのですが、それに塩素イオンがついた2-MCPDとか、同じハロゲンでも塩素ではなくて臭素が結合した3-MBPDとか、あとグリシドールもこちらに出ているのですが、いろいろと詳細な情報が分かるようになってまいりました。



私ども、こういう乳化剤を添加して、農水省のホームページで示されているような状況が本当に起こり得るかということを示したのがこのグラフになってまいります。

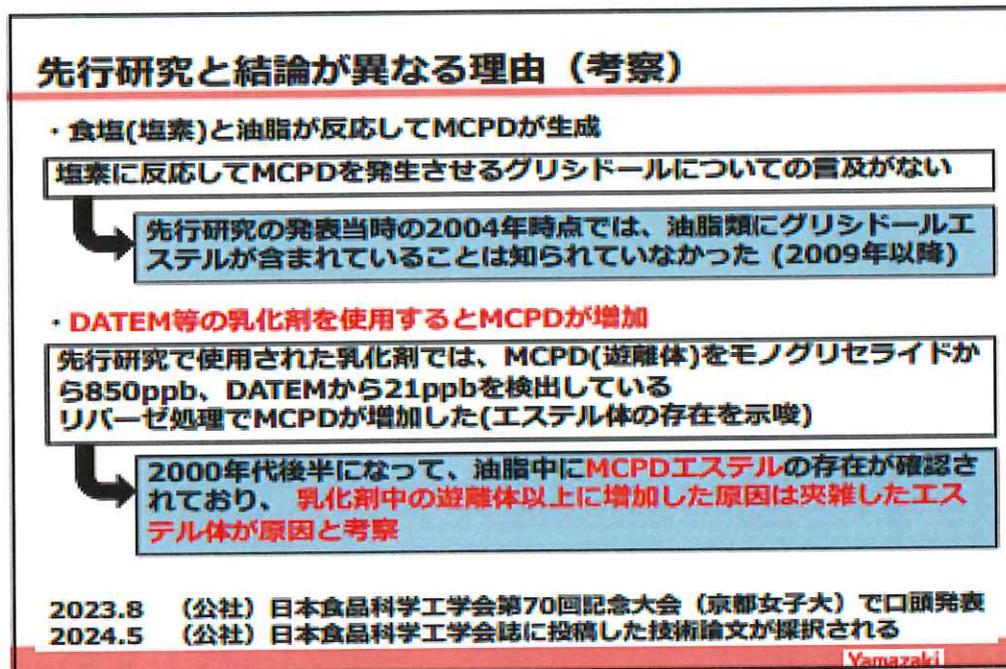
まず、一般的に使用される蒸留MGでございます。この下が蒸留MGの対小麦粉の添加量です。こちらがMCPDとか、そういったものの量ということになるわけで、ちょっと見づらいかもかもしれませんが、黄色い部分が現在の製パンで一般的に使用される量でございます。例えば蒸留MGですと、対小麦粉で0.2%とか0.3%のものがあります。

では、イギリスの論文については、どの程度、添加されたかということなのですが、2.5と書いてありますが、これ2.4なのですが、このような極端な量を添加されて、その中でMCPD類がどの程度増えているかということを見たのですが、私どもの分析の中ではほとんど増えていないような状況でございます。特に2%を超えてまいりますと、製品の味といいますか、収斂味とか、えぐみが出てくるということで、とても商品価値がないようになってしまいまして、実際、蒸留MGは増えていないのですが、こういう状況はほとんど起こり得ないということでございます。

DATEMのほうが、より問題でございます。イギリスで引用された論文については、対粉で2.4%まで直線的に増えてくるということで、65ppbまで検出されたというようなことはあるのですが、私ども、分析いたしますと、3-MCPDも含めてほとんど増えないということが分かってまいりまして、特に、実際に製パンで使用される量においては、ほとんど増加は見られない。こういったものは油脂由来ということで、乳化剤由来ではないという理由を後から示させていただきます。

そういったことで、DATEMというのは、焼きたてのパンで使われている乳化剤がジアセチル酒石酸モノグリというものなのですけれども、そういったものを添加してもパンとしての商品価値がある状況の中では、基本的にはMCPDは増加しない。ここに書きましたように、無添加とほとんど同じような状況でございます。

あと、論文にあるようなたくさん量を入れてしまうと、とても商品としての価値がなくなってしまうということも分かってございます。



なぜこういった違いが出てきたかということなのですけれども、まずここにありますように、農水省の指摘の1番目に食塩と油脂が反応してMCPDが生成されるということが書いてあったのですが、2004年のイギリスの論文に関しましては、グリシドールとかグリシドールエステルというのを御存じでしょうか。2009年に花王のエコナという健康オイルがあつて、グリシドールエステルが含まれているということで発売中止になったものなのです。やはり同じようなクロロプロパノールの問題があつたのですけれども、2004年の時点では、こういう油脂類の中にグリシドールエステルが含まれているということが、分析方法の精度が悪かつたということもあつて、知られていなかったということがございます。

あと、乳化剤を使用するとMCPDが増加するということが農水省のホームページに記されてございますけれども、先行研究というのはイギリスの研究のことですが、使用された乳化剤がMCPDの遊離体をモノグリセリドから850ppbとか、かなり高濃度で検出してございます。分析は、リパーゼを処理することによってMCPDが増加したという考察を

示してございます。

ただし、やはりこれも2010年近くになってからですけれども、油脂中にMCPDエステルの存在が確認されたということもありますし、乳化剤の遊離体以上に増加した原因は、夾雑したMCPDエステル体ということが分かってまいりまして、こういった内容について、昨年、京都女子大学で開催されました日本食品科学工学会の記念大会で口頭発表してございます。

さらに、技術論文といたしますか、そういった作成を進めてまいりまして、先月になって、日本食品科学工学会のホームページで、会員専用ページということになるのですけれども、今後、日本食品科学工学会誌に掲載される論文ということで、そういう早期情報が掲載されてございまして、恐らくこの秋、私どもの研究については、日本食品科学工学会誌のほうで論文が掲載される予定になってございます。

それをもちまして、農水省の記述されている根拠といたしますか、今の新しいより精度の高い分析方法においては、乳化剤によるクロロプロパノールの生成の懸念はないのだということをはっきりとお伝えした上で、ホームページの内容について改めていただけるような取組を進めてまいりたいと思っております。

ちょうど時間ですね。慌てて話してしまって、分かりづらい点もあったかと思っておりますけれども、私の発表とさせていただきたいと思っております。御清聴いただきまして、どうもありがとうございました。