

東北大学 “偏愛” 研究室探訪 #05

「酸化」のメカニズムがわかると、世界が変わる!?
仲川清隆教授が食品機能分析で目指す“豊かな”未来



「食品などの脂質が酸素と結びついて起こる『酸化』。そのメカニズムが分かると、食のおいしさや健康、ひいては人生をとりまく“景色”が、ちょっと違うものに見えてきます」

東北大学の先生方に、研究を後押しする“原動力”や”偏愛”を話してもらう連載企画。第5回は、食品機能分析学を専門とする、東北大学大学院農学研究科の仲川清隆教授です。

仲川先生の研究グループが確立した、脂質の酸化メカニズムを高精度で分析する技術は、食糧危機や気候変動対策、ウェルビーイングなどさまざまな観点から注目を集めています。そんな先生が研究にまい進するにあたっての、“熱源”とは!?

■ 「酸化」のメカニズムを明らかにする

——仲川先生は「脂質の酸化」の研究をされています。酸化といえば、病気や老化につながる“よくないもの”のイメージがありますが、その辺りの話とも関わってきますか？

はい。脂質はもともと人の身体を構成する大切な要素ですが、何らかの原因で酸化されて「過酸化

脂質」が生じると、病気の原因になったり、体に悪影響を及ぼすことがあります。

私たちは、質量分析法を駆使した分析技術によって、生体や食品中で脂質がどう酸化するのかのメカニズムを、かなりの精度で見分けられるようになりました。この技術により、何となく「酸化を抑えること」を目指すのではなく、適切な抗酸化物質をピンポイントに選んでの病気の予防や健康食品の開発などに役立てられると考えています。



——「酸化のメカニズム」を知るとはどういうことでしょうか。

たとえば、油を高温で揚げるなど、熱によって脂質の酸化が起こるのは、ある程度想像できるのではないのでしょうか。一方で、光にさらされることによって、さまざまな酸化が起こるんです。最近では、若い人を中心に、缶コーヒーよりもペットボトルコーヒーが好まれるようですが、コーヒーはコンビニやスーパーなどの売り場の光でも酸化が進み、ペットボトル入りは缶入りのおおよそ3倍くらいの速度で酸化が進む場合もあると言われています。

皆さんがお使いの食用油も、実はペットボトル入りより缶入りの方が断然、酸化しにくいんです。とはいえペットボトルにはペットボトルのメリットもあるので、こうした酸化メカニズムをふまえたうえで、最良の形に落とし込むことが重要になります。

ちなみに脂質の酸化は、実は食品以外にも、身の回りで多岐にわたって起こっているんです。どんな部分だと思いますか？

——ええっと…どこでしょう…？

たとえば、衣服です。酸化することで、褪色や変色、黄ばみ起きたり、もろくなったりすることが知られています。基本的に、油分を含んでいるあまねくものが、酸化する可能性があります。

それこそ人間の皮脂にいたっては、体内の10倍くらいの酸化が起こると考えています。なんといっても、光にさらされやすいので。

最近の研究では、スマホやパソコン、テレビなどの電子機器から出るブルーライトでも、皮脂が酸化することがわかりつつあります。ただ、従来のUVクリームなどではそれをなかなか防げないので、その酸化の挙動を調べて、どう防げるかを考える。そういった研究を、日々行っている形です。



■ 一方で、酸化は悪いことばかりではない

——酸化を防ぐには、たとえばどんな方法がありますか。

体内の脂質の酸化を防ぐ代表的な成分としてビタミンEが知られますが、実はビタミンEはどちらかといえば熱で酸化されたものに対して有効なもの。一方で、鮮やかな色素をもつカロテノイドは、光による酸化に対して強い。

こうしたエビデンスを活用することで、ざっくりと“酸化によさそう”ではなく「この酸化には、これ」というように、作用メカニズムが明確な抗酸化食品の開発・普及につなげられればと考えています。

いまって、栄養を摂りたくてサプリを買う時に「マルチビタミン」を選んでいたりしませんか？本来必要なのはビタミンEだけかもしれないのに、メカニズムがわからないばかりに「全部入り」を選ぶ、という行動は、薬に置き換えてみるとあり得ないことですよね。

——確かに「コスパが良さそう」という感覚でマルチビタミンを選んでいましたが、メカニズムを知ればよりの確な選択をできるようになるんですね。

その通りです。一方で、酸化が一概に悪者なわけでもないんですよ。例えば、普段はどんな油を使っていますか？

——家ではオリーブオイルをよく使っています。

いいですね。オリーブオイルには、いろいろな酸化物が含まれ、それがオリーブオイルの特徴的な風味を醸していると考えられています。また、揚げ物の風味をよくするのに、酸化されやすいアラキドン酸が使われることもあります。

したがって肝心なのは、「酸化＝悪」と一概に認識するのではなく、酸化を「制御」すること。酸化の細かな挙動をしっかりとふまえたうえで、抑えるべきものは抑え、好ましい酸化はピックアップすることが重要だと考えています。

■ 植物油なのに、なぜか牛肉の香ばしい香り!?

——先生の研究グループでは、民間企業との共同研究においても数々の成果を出されています。代表的な事例を教えてください。

まずは、食用油の大手メーカーのJ-オイルミルズが2019年に共同研究講座を作ってくださいました。ここから食品の酸化メカニズムの研究を開始でき、とてもありがたかったのは、研究室にとどまらず、製造や流通、販売、消費といった社会との繋がりを感じられるレベルで研究が行えるようになったことです。やはり、これが民間企業との共同研究の大きな醍醐味ではないでしょうか。本当に幅広い研究をさせていただき、ここでは言い切れないのでHPなどを参照いただきたいです。今年、学会の賞もいただけて、私たちの研究が実生活に役立ちそうであることも評価いただけたように思い、本当に嬉しく感じました。

——J-オイルミルズさんと始まった共同研究ですが、今ではさまざまな民間企業と参加にまつわる研究を進めていらっしゃいますね。

食品・原料メーカーの築野食品とは、米油に関する共同研究を行ってきました。一般的に米油は体にいいと言われてきたんですが、科学的に見ても、そのメリットが大きいことがわかってきました。

たとえば揚げものをする時に、油が酸化していると、胸焼けなどの“油酔い”が起きることがあります。その原因はリノレン酸から生じるアクロレインという物質で、料理油はリノレン酸の含量が少ないほうが、かなり酸化化安定性が高く（酸化作用を受けにくく）なります。

米油はまさに、このリノレン酸の含量が少ないんですよね。これがカラッとおいしく揚がる秘訣のひとつだと思います。是非、試して、体感してみてください。

加えて最近の研究では、食用油に米油を数%混ぜるだけでも、酸化安定性がかなり高まることを明らかにしつつあります。もともと日本人が愛用するサラダ油は、菜種油に他の油を混ぜて作られるものなので、米油を混ぜたサラダ油なども、こうしたエビデンスによっていっそう注目されるのではないのでしょうか。

また食用油の大手メーカー、日清オイリオとの共同研究では、油にまつわる長年の謎を究明しました。

——油にまつわる長年の謎とは…!?

実は、植物油なのに、加熱すると動物性食品の風味が生じることがあります。たとえば、牛肉ステーキの香ばしい匂いであったり、クリームの甘い香りだったりですね。これが、どのようなメカニズムで起こるのかの解明はとても困難で、長い間の謎のままにされていたんです。

しかし、このたびの共同研究によって、パーム油やココナッツオイルといった飽和脂肪酸（※）を含む植物油を加熱することで、動物性食品のおいしさを司る香気成分であるメチルケトンやラクトンが生成される可能性がある、ということがわかりました。



これを利用すれば、植物油から動物性食品のおいしさを意図的に作り出すことも可能になるかもしれません。それこそ、プラントベース食品にそうした風味をつけておいしさを向上させるといったこともできます。

※飽和脂肪酸：常温で固まりやすい脂肪のこと。主に肉やバターなど動物性食品に含まれるほか、パーム油などの植物油脂にも多く含まれる。

■ “美しい波形”を求め続け、はや 30 年

——今後、企業との共同研究や協業に関して、どんな展望をお持ちですか。

先ほど油は光によっても酸化されるとお話しましたが、これは私自身、研究を通じて理解を深めたことです。もともと熱で酸化されるイメージは持っていましたが、光によって酸化されるケースもかなり多いということは、メーカーさんと協業して試作品や製品と関わるなかで見えてきたものです。今後もさまざまな協業を通して、これまでにない価値を創出したいです。

また、災害食や宇宙食の領域でも、お力になれるのではないかと考えています。日本は災害大国でもあるので、私たちの知見を通して災害食をおいしくできたり、あるいは賞味期限を伸ばせたりしたら非常に有用ですね。宇宙食に関する研究は、それほど進んでいるわけではありませんが、重

要視すべき領域であり、大学の枠を超えて学会や社会の皆様と研究を促進していきたいです。

——先生がこうした研究を行うなかで、特に大切にしていることは何でしょうか。

研究者にとって何より大事なものは、再現性を得ることだと思います。水が“H₂O”であるのは世界中のどこでも変わらないのと同じく、その実験を誰がどこでやっても同じ結果にたどり着ける内容でないと、科学の進歩がありません。だから、申し訳ないなと思いつつも学生には、定量性を得られるまで何度でも実験するように、口酸っぱく伝えています。

——そんな仲川先生の原動力となっている、研究の“偏愛ポイント”を聞かせてください。

これは私にとって明確でして……。実験においてどの物質がどんな量で検出されるかを示すクロマトグラムというグラフに、ピコンときれいなピークが現れるのが、何よりも好きなんです。要は、何かの特徴や科学的根拠がくっきり検出された、すなわち、狙った通りのピークが出ると美しいなと感じます。学生時代からずっとそれが好きで、追いつけてきて、気づいたら今に至るという感じです（笑）



——確かな科学的根拠をつかむことを“熱源”に、30年近くも脂質の酸化の研究に携わられてきたんですね。今後、研究を通してどんな未来を作っていきたいですか。

食は単なる栄養源ではなく、文化でもあります。科学的メカニズムが明らかになり、しっかりと認識されることで、食のおいしさや健康、ひいては人生をとりまく“景色”が、ちょっと違うものに見えるくる。

言い方が難しいですが、「健康」という言葉だけに集約されない「豊かさ」を考える糸口になれば、と思っています。

【プロフィール】

東北大学大学院農学研究科 食品機能分析学 教授

仲川 清隆

1994 年、東北大学農学部食糧化学科卒業。1999 年、東北大学大学院農学研究科食糧化学専攻博士後期課程修了。同年、日本学術振興会特別研究員。2000 年、科学技術振興事業団科学技術特別研究員。2003 年、東北大学大学院農学研究科助手。2004 年、同大学助教授。2007 年、同大学准教授。2013 年、米国タフツ大学 Jean-Mayer ヒトの老化栄養研究所客員研究員。2016 年、東北大学大学院農学研究科教授。分析化学を基盤とした食品の機能性の評価を研究テーマとしている。2008 年に日本栄養・食糧学会奨励賞、2012 年に日本農芸化学会農芸化学奨励賞、2014 年に日本食品科学工学会誌論文賞、2018 年に日本油化学会オレオサイエンス賞、2024 年に日本農芸化学会 BBB 論文賞や日本栄養・食糧学会技術賞などを受賞。