

◇◇◇ シリーズ 「会員のつづやき」 ◇◇◇

大学で食品工学の研究に取り組む意味とは

京都大学大学院農学研究科

小川 剛 伸

卒論生として、研究室に所属してからちょうど15年が経過した。これまでの研究を振り返ってみると、学生時代の指導教員である安達修二先生のお言葉がターニングポイントになっていることが非常に多い。そこで、筆者自身の研究を振り返りながら、“安達先生プチ名言集”を会員のつづやきとして書かせていただく。『』が安達先生のお言葉であるが、筆者の記憶として残っているものであり、一言一句同じでないことは、ご寛恕いただきたい。

現象を良く観察し、身の回りのもので工夫する

食品内部における水の移動現象は、必ずしも十分にわかっていない。水の移動挙動の計測には、核磁気共鳴画像法(MRI)や中性子ラジオグラフィ法が一般的に用いられるが、高価である。日頃から『起きている現象は、実験をやっている人にしかわからないのだから、実験は作業としてやるのではなく、注意深く観察しなさい』とご指導いただいていたこともあり、ある日のコーヒープレイクの際に、パスタを茹でると色が薄くなることを話していた。それならば、その色の違いからパスタ内部の水の移動を見られるのではないかとそのアイデアが生まれた瞬間である。そして、汎用的なデジタルカメラを用いて、MRI等を凌ぐ精度で水の移動挙動を詳細に計測できる手法を開発した。本手法を用いてパスタの吸水過程を調べてみると、パスタ内部での水の動きは非常にユニークであり、これまで提案されている水の拡散に基づく移動モデルでは、説明できないことがわかった。また、最適な茹で状態であるアルデンテの際のパスタ内部の水の分布を初めて明らかにすることができた(アルデン

テは、髪の毛1本分の芯が残った状態と調理学的にはいわれているが、水分の分布については不明であった)[1]。最先端の装置を使っているとなんだか優れた研究をやっているような気分になることもあるが、それは錯覚であり、『ホームセンターなどで売っているものでも工夫すれば良い研究はできる!』ということを教えていただいた。

極限を考える

上述したパスタの吸水過程において、拡散よりもかなり遅い現象が水の移動の律速になっているようであったが、そのような現象は不明であった。特に、パスタと茹で水が接する表面付近において、拡散では説明できない現象が顕著に起きていた。もし直径が0mmのパスタがあれば、水の移動距離がゼロなので拡散の影響を排除でき、かつそれは表面での吸水挙動を表しているのではないかと。そして、直径が0mmのパスタの吸水挙動は、直径が異なる複数のパスタの吸水挙動を直径方向に外挿することで、仮想的に推算できるのではないかと。この着想により、不明であった緩慢な現象を顕在化することができた[2]。『両極端を考えなさい!』とご指導いただくことは多かったが、この“極限”を考えるアイデアを安達先生から伺ったときは、まさに目から鱗であった。

ドラスティックにやってみる

パスタを茹でるときは、1%前後の食塩水を用いるが、食塩の影響は十分にわかっていない。『ドラスティックに変えてみなければ真の姿は見えない!』とのお考えから、筆者らは、20%の食塩水で実験を実施し、さらに、塩化リチウムなどの食べられない塩についても体系的に調べた[3]。これらの結果をまとめた論文は、「現実的ではない」との理由から、投稿した雑誌に立て続けに4回リジェクトされた。ただ、高濃度の塩を用いることで現象の特徴が良くわかったこともあり、当時、学生であった筆者は鮮烈な印象を受けた。その後、博士研究員の際に、脳などの生体を透明にすることで、脳内部の微細構造を三次元的にイメージングする研究に触発され、食品の透明化に挑戦した。脳などを透明

小川剛伸 (Takenobu OGAWA)

2009年 京都大学農学部食品生物科学科卒業

2011年 日本学術振興会特別研究員 DC1

2014年 京都大学大学院農学研究科食品生物科学専攻博士後期課程修了, 博士(農学)

同年 日本学術振興会特別研究員 PD

2016年 京都大学大学院農学研究科食品生物科学専攻助教, 現在に至る

2022年 京都大学創発 PI, 現在に至る

〒606-8502 京都市左京区北白川追分町
E-mail: ogawa.takenobu.6v@kyoto-u.ac.jp

にするために用いられる尿素などの物質では、食品を十分に透明化できなかった。そのような中で、これまでとはまったく異なる物質（サリチル酸ナトリウム）を高濃度（約 50%）で用いると、麺などの食品を透明にできることを発見した。原理的には、物質内の屈折率を一致させると透明になるが、実際のところ、なぜ透明になるかは必ずしもよくわかっていない。サリチル酸ナトリウムが麺等を透明化する現象には、澱粉の糊化が関与していると考えられる。サリチル酸ナトリウムが糊化を促進することは、既に知られており多くの論文が発表されている。しかし、それらの実験は低濃度で行われており、透明化能については知られていなかった。この極めて高い濃度でやってみることで得られた知見に基づき、麺を透明化し、蛍光計測することで、グルテンの微細構造を初めて明らかにした。この研究をまとめた論文は、*Nature* 姉妹誌に掲載してもらうことができた [4]。常識にとらわれることなく、ドラスティックに変えてみるとの教えがあったからこそ成功した研究である。

新たなものを生む苦しみと楽しみ

食品内部の微細構造は、食感などの品質を決定する重要な因子である。咀嚼による微細構造の変形・破壊が食感を生み出す現象は、構造力学の問題に帰結されるが、非線形的な現象が複雑に関与するため、よくわかっていない。そのような中で、上述した食品の透明化により、食品内部の微細構造をまるごと詳細かつ高速に計測できるようになった。これにより、人工知能 (AI) の学習に不可欠な多量かつ高質のデータが取得できるようになった。そして、AI を用いることで、食感の予測と食感を生み出すメカニズムの推定もできるようになってきた。AI をうまく使うには、AI の知識だけでは不十分であり、食品工学の基礎を身に付けておかない限り、製造時に生起している現象の解明に至ることは困難であるように思われる。食品工学領域は、近年、取り組んでいる研究者が少ないこともあってか、まだまだ未知の現象が多く、研究対象として面白いネタの宝庫である。『新しいものを生み出すことは、めっちゃ大変なんや!』と仰いながらも、『またアホなこと考えたんやけど!』と、学生の頃、いつも話しかけていたのが楽しみであった。アイデアと工夫次第でブレイクスルーを生み出せること、そして、新たなアイデアを出すことで課題を解決していく楽しさは、安達先生に教えていただいた数多くのことの中の 1 つであり、現在においても研究・教育に取り組むうえでの大きな原動力となっている。言われてみたら当たり前、そんな“コロンブスの卵”的な発想に基づく研究を大切にしながら、先人達が築き上げられた学術基盤をも

とに、一步ずつ着実に食品工学領域を発展させる一助となれるよう邁進していきたい。

おわりに

「どのように課題を設定し、どうやって解決していくか?」は、アカデミア・企業・公官庁、文系職・理系職を問わず、どのような分野・領域でも共通であろう。そのため、大学や大学院でどの学術領域の研究に従事しても、それらの力を培うことは可能である。他分野を専攻された方であっても、基礎的な力が身につけば、食品企業に入社後に、食品工学的な知識を習得さえすれば、問題はないようにも思う。即戦力にならないというのは大きな課題であるかもしれないが、多様な学術背景をもつ研究者・技術者・開発者がいることは、長い目で見れば新たなブレイクスルーを生み出すチャンスでもある。一方、知識は本や講習会で習得できるが、根底にあるフィロソフィーは、やはり先達のもとでご指導いただくのが一番であろう（最近流行りの ChatGPT などは、表面的な知識だけでなく、いつかはフィロソフィーも教えてくれるようになるのだろうか?）。このような“守破離”的な考えは、令和の時代にそぐわないとの声も聞こえてきそうであるが、上述したように、筆者の経験では、表面的な知識だけで面白い現象を見つけることは難しいように思う。“良い環境が人を育て、人が良い環境をつくる”ののだと思う。そして、これは研究室単位の活動に留まらない。特に、業務の効率化という名目のもと、あちこちで人員と予算が削減されている昨今においては、学会レベルの大きなグループにこのような役割が期待されているのではないだろうか。本会のもと、産官学の食品工学研究者・技術者・開発者が協働し、良い環境をつくることで、今後とも日本の食品工学が継続して発展していくよう、筆者も微力ながら貢献していきたい。

引用文献

- 1) T. Ogawa and S. Adachi; Measurement of moisture profiles in pasta during rehydration based on image processing. *Food Bioprocess Technol.*, 7, 1465-1471 (2014).
- 2) T. Ogawa, S. Adachi; Effect of salts on the water sorption kinetics of dried pasta. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 77, 249-252 (2013).
- 3) T. Ogawa, A. Hasegawa, S. Adachi; Effects of relaxation of gluten network on rehydration kinetics of pasta. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 78, 1930-1934 (2014).
- 4) T. Ogawa, Y. Matsumura; Revealing 3D structure of gluten in wheat dough by optical clearing imaging. *Nat. Commun.*, 12, 1708 (2021).