

調理実習を通じた食の文化と科学のアクティブラーニング

— 教材開発研究のための報告 —

Active Learning of the Cuisine and Dietary Culture, and Science through Cooking Training

— For Developing of Teaching Materials —

茶谷 薫 *Kaoru Chatani*

(芸術学部)

アクティブラーニングとは

文部科学省中央教育審議会は「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて—生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ— (答申)」¹⁾を、第82回総会で取りまとめた。その中に、アクティブラーニングについて、「従来のような知識の伝達・注入を中心とした授業から、教員と学生が意思疎通を図りつつ、一緒になって切磋琢磨し、相互に刺激を与えながら知的に成長する場を創り、学生が主体的に問題を発見し解を見いだしていく能動的学修 (アクティブ・ラーニング) への転換が必要」と述べた箇所がある。更にその用語集には、アクティブラーニングを、「能動的に学修して育成される認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験を含めた汎用的能力」とし、その具体的な内容については「発見学習、問題解決学習、体験学習、調査学習等が含まれるが、教室内でのグループ・ディスカッション、ディベート、グループ・ワーク等も有効なアクティブ・ラーニングの方法である」と記されている。

ところで、2017年2月に発表された、2020年からの学習指導要領案からこのアクティブラーニングという言葉が消えた。ただし、その代替事項が「主体的・対話的で深い学び」とされたように、今後の小中高の教育現場でもアクティブラーニングは非常に重要な教育方法であることは間違いないだろう²⁾。何故ならば、主体的で学ぶことも、対話的に学ぶことも、アクティブラーニングで示されている学びの一部であり、社会で能動的に生きていくために不可欠だからだ。付け加えるならば学校の中という小さな社会でも非常に重大なことであるからだ。

多科目に跨る調理実習

ところで調理を伴う実習は、家庭科や、キャンプなどでの飯盒炊爨の場で主に行われてきた。しかし一種の総合的な学習でもある家庭科では食品に含まれる栄養素、調理に適した温度や加熱時間、食器用も含む洗剤の化学的・生化学的な働きなど、科学的なことも学べる。

更に、料理の種類によっては、外国や国内の伝統的な食事を知ることができ、それは自

国や海外の文化理解に繋がる。日本には海外から入ってきたものが数えきれないほどある。例えば漬物などで馴染み深い白菜（結球種のもの）であるが、元々は大陸の野菜であり、日本に度々伝来したものの、アブラナ科の他の植物との交雑が起きやすく、この品種を維持することが難しかった。そのため現代の我々が口にしてしている白菜は、20世紀に導入され定着したものである³⁾。またコンビニなどでも人気がある肉まんやパンなども、元々は日本の食事ではない。こうしたことを調理実習の合間に講義すれば、食を通じた様々な文化の学修が可能となる。

また家庭科や飯盒炊爨活動などにおける調理実習は、児童生徒や学生が単独で行うのではなく、一般的にはグループワークを基本としている。班の中で役割分担をし、餃子の皮包みなど時間の掛かる作業を協力してこなし、できた食事を皆で楽しく頂き、感想を述べ合い、食べ終わった後に食器や調理器具を丁寧に洗い、所定の位置に片付け、調理台や食卓を清潔に清掃するなどの作業中、他者とのコミュニケーションを行いながら、効率的に多くの手順をこなす必要がある。つまりこれらには社会に出てから、様々なプロジェクトを成功させるために必要な要素が詰まっている。

以上のように科学的な知識、様々な文化の体験、グループでの作業を組み合わせ、学生が主体的に班活動と手を動かすアクティブラーニングとして、調理実習を行うことは教育的に有用であると考えられる。

調理実習の授業実践例

筆者は以上のように考え、名古屋芸術大学の教員の自由度の高い科目の一つとして設定されていた「教養講座（自然）」という授業枠で、科学とグループワークを組み合わせた調理実習を2015年度の冬期（後期）から、カリキュラム改編でこの科目が無くなるまで行うこととした。冬期に行く最大の理由は食中毒リスク回避であるが、後述する麦もやしづくりの際に失敗が少ない時期であることも一大要因である。

次にこの科目を始めて二年目の2016年度におけるシラバス（講義要綱）の内容を以下に述べる。これは2015年度とほぼ同じ文言である。

まず科目名は上述の通りであるが、サブタイトルは「実験、調理実習を通じて生活と科学の関係を理解しよう」である。科目名に「自然」とあるため、自然科学を前面に押し出したサブタイトルとした。「授業の到達目標およびテーマ」として、「調理実習を含む科学実験を通じて微生物の働きと発酵の仕組み、物質の化学変化等を学習する。またこのような科学現象が我々の生活にどのように関わっているかを実感し、科学の重要性を理解する。このことを通じ、科学的な視野を広げ、自身の生活と社会を科学的見地から見直し、近代社会で生きるために必要な科学リテラシーを身につける。これは専門分野でも役立つ、自己の幅広さと思考力を涵養することとなる。」とした。この内容も科学的に物事を捉え、考える上で重要なリテラシーを身に付けることを重視したものである。その次の

項目として学生に提示される「授業の概要」は、「授業は家庭科実習室において集中かつ演習形式で行う。授業内容の概略は以下のとおりである。肉まん、パン、ヨーグルト、甘酒、水あめ、漬物作りを通じ微生物の働きや微生物や植物が作り出す酵素による分解反応を理解する。またケーキ、クッキー、どら焼き作りから重曹の化学反応を、漬物作りから明礬、酸の働きを、プリン、豆腐、カッテージチーズ、ゼリー作りから蛋白質の性質を、小豆餡作りから圧力の性質を知り、調理を科学的に理解する。」と記した。また「履修にあたっての準備学習（事前学習）」は、「初回前にこの講義要綱を読み、授業内容の概略を把握し、それ以降は前回の授業内容を復習してくる。また中学程度の社会・理科系科目、小学校程度の算数を復習しておくこと。作った料理や菓子類は自宅でも作ってみること。いくつかの食材を使うが、自分に食品アレルギーがあるかどうかを確認しておくこと。」とし、「成績評価の方法と基準」は「基本的にすべて出席し、実習に積極的に参加すること。参加の度合い、授業中に口頭で尋ねる質問への受け答え、授業中に課すレポートの内容によって総合的に評価する。」とした。文章には記していないが、グループワークは欠席や遅刻をすると他のメンバーに迷惑が及ぶため、それは可能な限り避けるべきということとはガイダンス時に口頭で伝えた。

ところでこの授業の進め方は、毎週1回行う通常の授業とは異なり、ガイダンスを初回に行い、その後は調理実習と講義、レポート作成を行う長時間の授業を集中的に4日間、合計で15回分行うこととしてあった。その4日間は、主に11月、12月と1月の土曜日もしくは、年末の冬期休暇時に設定された集中授業用の日であった。科目の位置付けは、科目名にもなっている通り、旧来の教養科目、当時は「総合教育」科目であり、授業形態は「講義・演習」科目の2単位科目である。

次に授業の流れを説明する。初回はガイダンスとして、授業の目的や全体の流れを説明した後、後日に使う大麦の種籾を配布し、種籾から麦もやしを育てる方法を説明した。麦もやしを学生が自宅で育てることで、発芽の楽しみや、発芽の際にどのように根が出て芽が出るのかをつぶさに観察できる。この麦もやしは後で詳述するが、水飴作りの際に学生が班で使うこととなる。育てた麦もやしは乾燥させるようにも指示した。

その後に行われた調理実習で学生はほぼ丸一日をかけて、複数の料理を同時並行的に作り、合間に講義受講やレポート作成をすることとなった。一日目は、米麴を使い米飯を甘酒にすること、イースト（酵母）でパンを膨らませること、乳酸菌を牛乳に加えてヨーグルト作りをすること、リンゴの変色の仕組みと防止方法を手を動かしながら学んだ。その合間に学生自身が育てて持参した次回の水飴発酵に必要な麦もやしをすり鉢で摺りつぶした。二日目は重曹を使いサクサクの歯触りのクッキーを焼き、明礬を使いナスの漬物を仕込み、育てた麦芽を用いた伝統的な水飴を作り、発酵させたで挽肉を主体とした餡を包んで肉饅頭を作り、にがりで豆乳を固めて豆腐を作ることを行った。三日目は、泡立てた卵とベーキングパウダーで膨らませたケーキを作り、ゼリーが固まる果物と固まらない果物を

試し、レモン汁で牛乳を固めてカッテージチーズを作り、卵を入れた液を熱で固めて焼きプリンを作った。四日目は小豆餡づくりを通し圧力鍋と普通の鍋の比較をし、その小豆餡を、重曹で膨らませたどら焼きの皮に包み、小豆餡のどら焼きを製菓した。

ところで上記の甘酒、水飴を作る際、うるち米やもち米をとぎ、それを炊飯した後、麴や麦芽を入れ、それらの酵素で発酵（澱粉の分解・糖化反応）をさせる時間がかなり掛かる。また小豆餡を作る際に、小豆を洗った後、水に一日以上浸す方が望ましい。これらの準備作業は、予め、所用で遅刻や欠席をすると申告してきた学生と教員である筆者が、前日の夕方から調理室で準備を行った。

調理の合間に、筆者は学生とともに調理室とは別の講義室に移動し、その日に行った調理の科学的な意義や仕組み、様々な文化における食や、発酵等を支える微生物についてホワイトボードや黒板を主とした講義を行い、ノートを取らせた。この講義内容も踏まえ、一日の実習の後と、発酵の待ち時間などに、学生はレポートを執筆し、一日の最後に教員である筆者に提出することとした。

調理実習時は、学生は4～6名の班に分かれ、グループワークを行えるようにした。班分けは教員である筆者が行った。何故ならば、従前の知り合い・友人同士でグループを作るよりも、全く知らない者同士で班を構成し、分業や話し合いができる場を提供した方が、教育効果が高いと考えられたからである。

調理実習と科学・文化理解

本項では上で記した調理実習項目で学生に説明した科学的なこと、また食を通じて理解すべき文化について概略を記述する。各項目のはじめの方が科学的な説明、最後の方が文化的なことに関する説明で、その間に授業で行ったことを記してある。ただし「リングの変色」については文化的な説明を記していない。

麴で米飯を甘酒に

コウジカビは様々な品種があるが、澱粉を分解し甘い糖にする（糖化）酵素を持っている。これはヒトの唾液等の消化液に含まれるアミラーゼと同様のものであり、我々人間の体内でも、澱粉を分解（消化）し、血液中に吸収できる小さな分子にした上でエネルギー利用しているのである。ちなみにアミラーゼは高峰讓吉がジアスターゼとして、整腸剤にも配合した。

授業ではうるち米を炊き、水や湯を加え60℃程度にし、炊飯器の保温機能を用いつつ、温度が上がり過ぎないように、蓋を開けて内部を60℃前後に保ち、一晚糖化させることで甘酒を作った。温度が低いと発酵が余り進まず、高過ぎても酵素が巧く働かない。また温度が低い場合、雑菌が繁殖しやすく、美味しく作れなくなる。出来上がった甘酒を頂く時は、飲みやすい濃度に薄め、揺り下ろした生姜を加えたが、牛乳等で割っても美味であ

る。

日本では米麴を用い、米に含まれる澱粉を分解させた後、コウボ（酵母）によるアルコール発酵をさせ、日本酒（清酒）作りをしてきた。コウジカビの利用以前は、ヒトが口で米を噛み、唾液を含ませてから壺に出すという、唾液のアミラーゼを使って糖化を行っていた。またアルコール発酵後、蒸留し、アルコール（エタノール）濃度を増したものが米焼酎で、沖縄の泡盛もその一種である。

日本では中世にコウジカビを扱う業者の同業者組合である座（麴座）が既に存在していた。発酵に必要な産物を扱う業者を「もやし屋」と呼ぶこともあり、これが2000年代後半から2010年代前半に人気が沸騰し、映像化もされたマンガ作品『もやしもん』の語源でもある⁴⁾。

育てた麦芽で伝統的水飴作り

オオムギやコムギ、そしてイネも実はそうであるが、発芽の際、種籾に貯め込んだ澱粉を酵素で分解（糖化）している。植物は我々ヒト同様、その糖を更に分解し、発芽に必要なエネルギーを得ている。その酵素が米飯など種子以外のものに含まれる澱粉も分解する。発芽した麦芽は大豆もやし同様、「麦もやし」と呼ばれ、これが上の項目で説明した麴同様の糖化作用を持つ。

また植物にとり、水分や水に溶けたミネラル等を吸収することが特に重要なため、根が出た後に芽が生えてくる。これは大麦の種籾を育てる過程で学生が確認できるようになっている。

種籾はガイダンス時に学生一人あたり大さじ2杯分程度ずつ配付し、簡単な育て方と育った後に乾燥させる方法も説明した。最も重要なことは、水に浸した種子が腐敗しないよう、一日数回、水を交換する点だ。気温が高ければ高いほど、腐敗のリスクが高まる。また種籾は全て発芽するわけではないことも理解させた。学生が麦芽を育てた後、水飴を作る実習では、もち米を粥状に軟らかく炊き、育てた麦芽を播り潰し、糖化酵素をもち米と触れやすくし、温度も高めに安定させることで腐敗を防止すると共に、もち米の糖化を促進させた。上記の、米麴で甘酒を作る時と同様の仕組みである。一晩の糖化作用を経ると、もち米の粥に麦芽の青臭い香りが付き、多くの学生は臭いと感想を述べた。これをガーゼ等で濾過し、焦げ付かないよう留意しつつ木杓子で混ぜながら煮詰め、粘度の高い飴状にすると伝統的な水飴と同様の芳しい風味のある、甘い水飴が完成した。

ところでこの麦芽による糖化作用は、日本各地で作られてきた伝統的な水飴作り以外にも、欧州で生まれたビールやモルトウイスキー作りで行われる糖化の工程における作用と全く同様のものである。ビールやウイスキーの場合、麦芽を焙煎することで茶色と香ばしい芳香が生まれ、風味が増す。周知の通り、モルトとは麦芽の意であり、ウイスキーは日本の焼酎のように蒸留させ、アルコール度数の高いものである。

イースト（酵母）でパンを膨らませる

イースト（酵母）は糖のアルコール発酵でエネルギーを得、糖の分解物であるエタノールを排出する。上の項目で紹介した酒類はそのようにしてできる。コウボはエタノールのみならず、二酸化炭素も排出する。本来の瓶ビールは、二次発酵時に清潔な瓶を密閉し、その中で酵母にアルコール発酵させるため、大量の二酸化炭素が瓶内に残り、それがビールの泡を作るもととなる。無論、日本酒でもワインでも他の酒でも同様である。それらの酒類で泡が無いのは、火を入れるなどして酒の中の二酸化炭素を減らしているからである。一般家庭で使われるコウボは、現在の日本ではドライイーストとして保存しやすい形で販売されている。

コウボが排出する二酸化炭素を有効活用するのがパンや、後述する肉まんの皮などである。二酸化炭素をはじめとする気体は、温度が上昇すると体積が極度に増大する。それがパンを膨らませ、食感を軟らかくさせる。水（湯）を加えた小麦粉やライ麦粉を捏ねると粘り気のあるパン生地になるが、これはグルテンとグルテニンという蛋白質が水分子と共に網目状の構造を作るからである。この粘度の高い物質があるため、酵母の排出する二酸化炭素が生地の中に巧く溜まるようになっている。その生地を加熱すると、内部にある二酸化炭素が膨張し、フワツとしたパンや肉まんや餡まんの皮となる。グルテンなどを多く含み粘度を特に高められる小麦粉は、強力粉としてスーパーマーケットなどで販売されている。

授業ではドライイーストにぬるま湯と発酵に必要な砂糖を加え、それを強力粉とぬるま湯、塩、卵、バターを捏ねる際に混ぜ、よく捏ねた。それをボウルの中に入れ、乾燥防止のために濡れ布巾とラップで覆い、酵母の活動に適した30℃程度に電気毛布で保温し、一次発酵させた。その後、パンの形に成形し、オープン天板に並べた後、美しく光らせるために溶き卵を少し塗り、再びラップをして二次発酵させ、オープンで焼いた。一年目には油脂分を生地にほとんど加えなかったため、学生には不評であった。二年目は卵とバターを多く練り込ませるバターロールパンを作ることとした結果、味も好評で、食べ残す班が皆無となった。

ところでこのように酵母で発酵させるパンは世界各地で見られる。またかなり古い時代からこのようなパンが作られてきたと言われている。これは幕末から明治期にかけ日本でも広く作られるようになり、小豆餡を入れたアンパンという日本風のパンも考案され、今でも親しまれている。更にこのアンパンは、やなせたかしによる『アンパンマン』という幼児に大人気のキャラクター作りにも発展した⁵⁾。

パンに欠かせない麦類であるが、日本などアジアのイネと近い植物種である。麦や米などの穀物農耕は、人間が長年行ってきた狩猟採集という経済活動（食糧確保）を一変させ、メソポタミアやエジプトなどの文明を生み出す基盤となった。穀物は長期保管がきく食糧であり、かつ種籾である点で、サトイモ類やイモ類とは全く異なることがその最大要

困である⁶⁾。

皮から肉まんを作る

肉まんや餡まんなど、中に様々な餡を包み、蒸気で蒸した饅頭（蒸しパン）が膨張する仕組みも、上記のパンが膨らむことと同一である。餡の種類も多様で、一般的に挽肉が主体の餡を包んだものが肉まん（肉饅頭）、そこにカレー粉を加えドライカレー風にしたものならばカレーまん、小豆餡ならば餡まんなどと呼ばれ、コンビニエンスストアなどでも親しまれている。

授業ではキャベツもしくは白菜、挽肉、玉葱、椎茸などを細かく刻み、片栗粉と胡麻油などを繋ぎにして捏ねた餡を作った後、一次発酵させた皮に餡を包み、蒸し器の中にキャベツか白菜を敷き、その上に形を整えた肉まんを並べ、更に二次発酵させた後、蒸気が垂れないよう布巾を蓋と蒸し器の本体の間に入れて蒸し上げた。蒸し器に敷いたキャベツや白菜はクッキングシートの代替で、肉まんの皮が蒸し器に付着しないようにするためである。

肉まんのような蒸して膨らませる饅頭は、現在の中国の北部などで作られてきたものである。パンの項目で説明したようなグルテンとグルテニンが米には無いため、米粉のみではほとんど膨らまない。現在の中国の南部では、稲作（水稻栽培）が盛んで、このような饅頭は主食ではなかった。一方、ムギはイネよりも涼しく、乾燥したところでも育つため、ユーラシア大陸でも比較的北の方で多く栽培されてきた。

蒸し饅頭は、日本にも昔から伝わっていた。それは酒饅頭（酒蒸し饅頭）である。様々な製法があり、現在はベーキングパウダーなどを使うレシピもあるが、伝統的には、小麦粉を捏ね、その中に麴を更にアルコール発酵させて作った酒種を混ぜ、生地の中でもアルコール発酵させて中に餡を入れ、二次発酵後に蒸し上げる方法である。ただし今の肉まんのように膨らまない。これはコウボによって作られた二酸化炭素を利用した生地の膨張のしくみで、名称に入っている「酒（さか）」という言葉も、酒の発酵と同一であることを示したものらしい。この饅頭は三国志演義のうち、日本では随一の人気登場人物である諸葛亮（孔明）が戦の際、人間の首を捧げる代わりに饅頭を作って河川に供え、鎮まるよう祈願したことに由来するとも謂われている。この製法は日本に伝わった後、仏教の影響から肉の餡ではなく豆類の餡に変わったとも伝えられている。

乳酸菌でヨーグルト作り

牛乳など、哺乳類のミルク（母乳）には乳糖（ラクトース）が含まれる。乳糖がミルクを甘く感じさせる二糖類である。乳児の小腸ではその分解酵素（消化酵素）であるラクターゼが分泌される。しかし離乳後はラクターゼが分泌されなくなるのが一般的で、多くの日本人が一度に大量のミルクを飲むと下痢をする理由の一つとなっている。

乳糖が乳酸菌によって分解されると乳酸という酸味のある成分ができる。これがミルクの発酵で、ヨーグルトや幾種類かのチーズ作りの生化学的な仕組みである。乳酸菌は乳糖を分解することでエネルギーを得て生きるわけだが、人間はその残渣である乳酸をヨーグルトやチーズの保存や風味を増すために利用している。この乳酸の酸性の性質により、ヒトに悪影響を及ぼすブドウ球菌などの繁殖が抑制できるだけでなく、牛乳に含まれるカゼインなどの蛋白質が固まるため、ヨーグルトなどはざらりとした液体のミルクとは異なった塊状になる。

授業では成分無調整の牛乳を30~40℃程度に湯煎で温め、熱湯で消毒した容器に入れ、そこに市販のヨーグルトを、これまた熱湯消毒した計量スプーンで少し加え、電気毛布等を用い、温度を乳酸菌が働きやすい高さに保ち、6時間程度発酵させた。適切な温度は市販のヨーグルトに含まれる乳酸菌の種類が各社の各製品によって異なるため、どの製品を使うかによる。温度は高過ぎても低過ぎてもいけない。特に高温では、牛乳の蛋白質が変性するだけでなく、乳酸菌が死滅してしまうため、最初に温める際の温度管理が重要である。

ヨーグルトは欧州のみならず、中近東やアジア各地など、牧畜地域で広く食されてきた発酵食品で、現在の日本の食生活でも欠かせない食材である。牧畜が始まって間もない頃から、搾乳したミルクに偶然入り込んだ乳酸菌の働きでヨーグルトができ、人間がそれを捨てずに食したことが起源ではないともされている。上述した通り、乳酸菌にも様々な性質のものがあり、ヨーグルトメーカー各社はそれらの特徴を分析し、消費者の健康意識に訴えたり、ヨーグルト生産法を改善したりしてきた。

重曹でサクサククッキー作り

重曹は炭酸水素ナトリウム（重炭酸ナトリウム）の一般的な名称で、消火剤、洗剤、脱臭剤、中和剤のみならず、口に入るものとしての薬品や食品添加物としても広く、そして長く使われてきた。山菜類の灰汁抜き、軟らかい煮豆作り、肉を軟らかく仕上げの下拵えなどにも利用されている。加えて、柑橘類の酸（クエン酸など）を中和することで酸味を抑制したり、中華麺の製麺時に弾力性と柔軟性を出すために使われる鹹水（かんすい）の一成分となったりと、多くの食品に使われてきた。

重曹は二酸化炭素を発生させる性質があるため、その機能を目的とした食品添加物としても使われている。例えば、ソーダ飴のような爽快感のある飴類では、口の中で二酸化炭素が発生し、シュワシュワした感じを与える。重曹を加熱した時は短時間に大量の二酸化炭素を発生させるため、生地を膨らませる「ふくらし粉」という名称で親しまれてきた。日本ではカルメ焼きという、玉杓子の上にザラメ（砂糖）と重曹を混ぜ、下から加熱すると溶けた砂糖が重曹の出す二酸化炭素で膨れ上がって固まる菓子が知られている。それが、昔の祭り会場などの露店で売られた「カルメ焼き」だ。無論、クッキーや後述するど

ら焼きの皮作りにも利用されている。

ただし重曹が分解する時、二酸化炭素のみならず、炭酸ナトリウムができてしまう。これが苦味刺激となるため、美味しく作るためには重曹の量を厳密に調節しなければならないが難しい。この欠点を補うものが後述するベーキングパウダーである。

授業では小麦粉、バター、砂糖、卵、重曹を混ぜ、クッキングシートを敷いた天板の上で学生自身が好きな形を作り、オーブンで焼き、冷ましてから食するようにした。重曹が少し多かった班や、焼き時間が長く掛かった班は、炭酸ナトリウムの苦みが出てしまい、美味しくないという感想があった。

ところでクッキーは小麦粉を主体とした焼き菓子のことを指すが、ビスケットやサブレとの線引きは、日本国内ではビスケット協会などの申し合わせがある程度で、曖昧である。英国ではクッキーという言葉は使わず、小麦粉主体の焼き菓子をビスケットと呼ぶ。アメリカでは甘い小麦粉の焼き菓子をクッキーと呼び、塩味の物をクラッカーとし、ビスケットはパンのような柔らかい食感のものを指す。アメリカにおけるビスケットは、英国ではスコーンと呼ばれるものに近い。サブレはフランスのバターなどの油脂が多く含まれた小麦粉主体の焼き菓子を指す。

重曹でどら焼きの皮作り

重曹は上述した通り、膨張剤としての働きがある。しかし加熱して二酸化炭素を発生させると、炭酸ナトリウムができ、これが苦味の原因となってしまう。また炭酸ナトリウムはアルカリ性のため、小麦粉に含まれるフラボノイド色素の一種であるフラボンが黄色く発色する。これが鹹水を入れた中華麺が卵を入れていないにも関わらず、黄色く色付く化学的な理由である。どら焼きの皮が黄色味を帯びているのも、卵黄だけではなく、重曹の性質にも因る。

授業では薄力粉、砂糖、卵、蜂蜜、味醂、水、重曹を混ぜた生地を、油を薄く引いたフライパンで焼き、どら焼きの皮作りをした。そこに後述する小豆餡を挟み込んでどら焼きにしたのである。上記のクッキーに比べ、どら焼きの皮は焼き時間が短く、蜂蜜など酸性の物質が多く含まれれば、苦味が抑制されやすいので、失敗した班は無かった。

どら焼きは「銅鑼焼き」とも表記される場合がある。銅鑼のような形が名称の由来であるとされるが、異説もある。どら焼きには「三笠」という別名もあるが、これも奈良県にある三笠山の形に因むとも謂われる。

卵とベーキングパウダーでケーキを膨らませる

ベーキングパウダーは重曹を主体とした膨張剤である。苦味が出ないように、炭酸ナトリウムを中和する酸性の物質が配合されている。メーカーによって異なるが、酒石酸やフマル酸などの酸性剤が、炭酸ナトリウムを中和するだけでなく、重曹の分解を助ける効果

もある。このためベーキングパウダーを用いたクッキーなどの製菓は計量を少し誤ったとしても苦味が出るような失敗は起き難い。加えて重曹と酸性剤が保存中に反応してしまわないよう、両者を遮断する澱粉などの分散剤（遮断剤）も配合されている。

また卵を泡立てると空気が入り、それが膨張剤としての役割を果たす。卵白だけを泡立てたものはメレンゲと呼ばれ、非常にきめ細かい泡ができる。これが巧く作れば、ベーキングパウダーなどを使わずとも軟らかいスポンジケーキができる。ただし泡立てすぎると、卵白の水分と蛋白質が分離し、失敗する。

授業では失敗しないよう、卵を泡立て、砂糖を加えて更に泡立てたものに、ベーキングパウダーを加えた小麦粉を良く振ったものと溶かしバターを加え、ケーキの生地を作り、フライパンで焼いた。フライパンの上でムクムクと生地が盛り上がるのを見た学生は、大喜びであった。失敗した班はなかった。

ところで砂糖が入ったメレンゲをゼラチン等で固めたものがマシュマロやムースといった、欧州由来の菓子で、日本にも広まっている。砂糖入りメレンゲをそのまま焦げないように焼いたメレンゲ菓子も入手しやすい。メレンゲにナッツ類の粉を加えて風味を付けて焼く菓子も良く知られており、シュクセやプログレと呼ばれる。

リンゴの変色防止

リンゴのみならず、バナナや桃、ジャガイモ、蓮根、レタス、牛蒡など、様々な野菜や果物、芋類の切り口が変色することは良く知られている。この変色はそれらに含まれるポリフェノールと、ポリフェノール酸化酵素による。空气中に約2割含まれる大量の酸素が、その酵素によりポリフェノールのタンニンやカテキンと結びつき、茶色になってしまうのである。

変色させないためには酸素との結合を阻害すれば良い。それが塩やレモン汁、クエン酸などを水に溶かした溶液にリンゴなどを浸す、という広く知られた方法である。レモン汁やクエン酸はポリフェノールよりも先に酸素と結合するという点で酸化防止剤の働きをしている。塩はナトリウムイオンが酸素とポリフェノールの間を遮断する。遮断する働きは他にもあり、ラップで密閉して包むことが最も物理的に正しい方法であるが、砂糖水の蔗糖成分で酸素の遮断を行う手法もある。蜂蜜水は蜂蜜に含まれるペプチドが変色反応を阻害するため有効である。

授業では様々な溶液を作り、そこにリンゴを数切ずつ浸し、何もしていない変色したリンゴと対照させる実験を行った。比較した後はヨーグルトと混ぜて食した。

美しい色の漬物作り

漬物は、一般的には水分を抜き、塩分等を加えて有害菌の繁殖を抑制する方法で作られた食品であり、世界各地でも見られる食品保存方法である。植物で働く乳酸菌の力を借り

たものが、ピクルスやキムチである。日本でもそのような漬物は糠漬けを代表例として多数ある。

茄子は、アントシアニンの美しい濃い紫色の皮を持つ野菜で、様々な調理方法で美味しく頂ける食材である。茄子の漬物もあり、単に漬けただけでは鮮やかな紫色が台無しになる。そのため、美しい色を保つ工夫が行われてきた。それが明礬（みょうばん、焼き明礬、カリ明礬、硫酸カリウムアルミニウム十二水和物）使用である。

授業では茄子に塩と明礬を手で擦り込ませ、これに重石をして6時間ほど漬けさせた。明礬は入れず、塩だけを擦り込んだ茄子も用意し、比較対照させた。

焼き明礬は甘露煮やウニの加工時の煮崩れや型崩れを防止する効果がある。食品以外にも、品質が信頼できない水に明礬を入れ、不純物を沈殿させて上澄みだけ飲む方法もかつては採られる場合があった。皮なめしや、腋汗の制汗剤・防臭剤としても使用されたこともある。園芸でもアジサイの鮮やかな青色を発色させるために用いられる。

芸術に直接的に関連する分野では、写真の現像時、定着処理液として明礬が用いられるが、食用ではないクロムミョウバンの方がフィルム感光面の長期保存に資することも知られている。日本画を制作する際は、和紙に絵の具が染みないように、膠（にかわ）と明礬を混ぜた礬水（どうさ）という液を塗付する。これは美術学部やデザイン学部の学生は良く知っていた。

にがりを用いた豆腐作り

伝統的な「にがり」は海水から採取される塩化マグネシウムを主体としたもので、「苦汁」とも記すように、マグネシウムイオンの苦味が強い。これは海水からの製塩時の副産物である。豆乳に含まれる蛋白質（グリシニン）が加熱されることにより、分子の凝固可能な反応基が露出しやすくなる。ここに凝固剤としての塩化マグネシウムから電離したマグネシウムイオンが結合し、グリシニンが沈殿する。それを集めて固めたものが豆腐となる。この時、豆乳の温度が低すぎると沈殿し難く、高すぎるとマグネシウムイオンが均等に散らばらず、苦味の強い豆腐となってしまう。

授業ではこの作業が最も難しく、成功した班は少なかった。多くの班がにがりの味そのものの塊となってしまった。また本来は大豆を一晩以上漬け、豆乳を作り、余った滓が「おから」になる、というところから実習を行うと、学びも深くなるが、時間が無いため成分無調整の豆乳を購入して実施した。

にがり豆腐作り以外にも、煮物の灰汁取りとしても使われるが、今は珍しいことであろう。またあるテレビ番組でにがりが減量に有効と放映されたが、にがりの摂り過ぎは、他の物と同様、健康を阻害し、時には死亡事故に至ることは言うまでもない。

カッターチーズ作り

蛋白質は酸や熱で変性する。変性とは分子の立体構造が不可逆的に変化することを指す。つまり一旦熱や酸で変性した蛋白質を、もう一度冷やしても、アルカリを加えても、元には戻らないことを謂う。

授業では牛乳に含まれる蛋白質をレモン汁や酢で固め、ガーゼで濾したカッターチーズを作った。チーズに塩は加えず、代わりに塩味が強いクラッカーを配布し、それにチーズを添えて頂くこととした。チーズを絞った残りの液体は所謂ホエイ（乳清）で、これにも栄養が豊富に含まれているため、フルーツのジュースを混ぜて飲むようにした。

チーズには長期間かけ熟成させるものもあるが、カッターチーズは非熟成チーズの代表例で、広く食されている。欧州のみならず、南アジアでも濾過した後、更に重石をし、水分を良く抜いたものはパニールと呼ばれる。北海道でも牛乳豆腐という名で呼ばれている。熟成チーズと比べ、脂肪が少なく、カロリーが低く、塩分も抑えられるという利点もある。

焼きプリン作り

上述した蛋白質の変性を熱で行う調理法もある。その代表例が卵料理のプリンや茶わん蒸しである。卵が豊富に含む蛋白質に熱を加え変性させることで、牛乳や砂糖、出汁などの溶液を固めたものである。

授業では卵と牛乳、砂糖、香料のバニラエッセンスをよく混ぜた液を、砂糖と水で作ったカラメルソースの入った大きな耐熱ボウルに加え、オーブンで焼いて、大きなプリンを作った。失敗した班は無く、学生は皆大喜びで平らげた。

ここで作ったプリンは、カスタードプディングと呼ばれるものである。このプディングや茶わん蒸し以外に、卵を熱で固める料理は多く、目玉焼きも、卵焼きも、茹で卵も、スクランブルエッグも全てそうである。牛乳と砂糖に、卵の変性と小麦粉の澱粉が熱で絡まり粘り気が出る性質を利用してねっとりとしたクリームとなるカスタードクリームもそうである。ちなみに卵の変成作用を利用したカスタードは欧州の様々な料理やデザートに使われている。

ゼリーが固まる果物、固まらない果物

本来のゼリーは、動物の結合組織に含まれるコラーゲンという蛋白質を精製したゼラチンを用いて作られたものである。ゼラチンが溶けたコロイド溶液（ゾル）が、水分を含んだままゲル化する（固まる）性質を利用したものである。これは上記の蛋白質の不可逆的な変性とは異なり、加熱するとゲル化したゼリーが溶け、ゾル化し液状になり、再び冷やすとゲル化するという、可逆的なものである。ゼラチンを分解する蛋白質分解酵素（プロテアーゼ）を含むキウイやパイナップルなどがゼラチン液に生で加えられると、当然のこ

とながらゼラチンの大きな分子が分解され、その溶液は冷やしても固まらなくなる。缶詰のパイナップルなど、加熱等でプロテアーゼを変性させてあれば、それが分解酵素としては不活化するため、缶詰類のパイナップルなどはゼリーとして固められる。天草などを原料とする寒天は、液を含んだまま固まる作用をする物質が蛋白質ではないため、生のパイナップルなどでもゼリー状のものが作れる。ただし食感は硬い。

授業ではゼリー溶液に、生のパイナップルを入れた物と、缶詰のパイナップルを入れた物をそれぞれ作り、後者が固まっても前者が固まらないことを比較対照させた。固まっていないものも、当然、栄養はあり、甘い味がするため、それぞれの班で食した。

ところでゼラチンは、日本では豚や牛の骨や皮を原料としているが、外国ではイスラム教やユダヤ教など宗教的な制約上、原料として豚を使用しない場合があるなどの相違点が存在する。

また日本では魚などに含まれるコラーゲンの働きで固まる魚の煮凝りが昔から食されてきた。現在の日本ではコーヒーを固めたコーヒーゼリーや、甘いゼラチン液に果物を入れて固めたフルーツゼリーなど、菓子としての利用が一般的であるが、エビのゼリー寄せなど、様々な料理もある。

更にこのゼラチンの精製度の低い物は膠（にかわ）と呼ばれ、日本画の画材として使われてきた。またゼラチンは食用のみならず、微生物の培養のベース、化粧品の保湿剤、医薬品としても利用されている。弦楽器や和弓、建材の接着剤、水泳選手（特にシンクロナイズドスイミング選手）の頭髪を乱れさせない整髪料などとしても使われている。

小豆餡作りを通じた圧力鍋と普通の鍋の比較

小豆など豆類の多くは乾燥させた状態で販売されている。乾燥させた豆をすぐに煮るよりも、長時間水に浸し、吸水させると煮豆が巧くできることは昔から知られていた。煮る時間を短縮させ、エネルギー（燃料）の節約になる。加えて豆に含まれた水が動くことで豆の外側から加えられる熱を内部に速やかに伝えるため、硬軟のむらが起き難く、その点でも美味しく煮ることができるのだ。

ただし吸水の速度は、水温などを同一条件にしても、豆の種類によって大きく異なる。大豆や金時豆などは種瘤と種皮全体から吸水するため、5～8時間程度で十分吸水できる。ところが小豆やササゲは種皮が硬く、そこからの吸水はほぼなく、種瘤からしか吸水できない。そのため吸水速度が遅く、24時間程度もの時間をかけなければ十分に吸水できない。吸水時間が長い場合、特に温かい季節であれば、吸水中に腐敗が進むリスクが高まるため注意が必要である。豆が扁平で煮えやすいレンズ豆のようなものならば、吸水は必要ない。

吸水させたとしても豆類は煮る時間が掛かる場合が多いが、圧力鍋を利用すると非常に速く軟らかくなることも良く知られている。これは豆類のみならず、他の物にも当てはま

る。それだけでなく圧力鍋内は周囲よりも高圧になるため、気圧が低い故に沸点も下がってしまう山などの高所でも、美味しく安全に米などを炊くことができる。安全に、とは、沸点が低ければ、高温での殺菌効果も下がってしまうが、沸点を上げ殺菌しやすくなるという意味である。圧力鍋はその点でも有用である。

圧力鍋は本体も蓋も、通常の鍋よりも厚く丈夫な金属でできている。高い圧力と温度になっても壊れたり変形したりしないよう強化されているのだ。また蓋と本体の間は丈夫なシリコン製などのパッキンで密閉され、蒸気が逃げ難い。通常、蓋に穿たれた蒸気を逃がす穴についている調節弁には錘があり、その重さを変えることで、内部の圧力を変化させられる。錘が重ければ圧力を大きくできるわけだ。またこれとは別に、爆発しないよう、安全弁も取り付けられていることが一般的だ。

授業では圧力鍋と通常の鍋の両方、ほぼ同時に小豆を炊き始め、どちらが早く小豆が軟らかくなるかを実際に観察した。小豆が軟らかくなった後は、焦げ付かないように水分を飛ばし、砂糖と塩を加え、小豆餡を作り、上述した重曹で膨らませたら焼きの皮に包み、皆で頂いた。

さて砂糖が安価になり、大量に使えるようになるまでは、小豆などの豆類や薩摩芋などの餡は、それら自身が持つ甘みに、塩を加えることで甘みを引き立てつつ、塩味も味わうものであった。また小豆以外の豆類や芋類を用いたり、卵黄などを加えたりすることで、白、緑、黄など、様々な色の餡が作り出されている。また風味も柚子や抹茶、胡麻などを加えることでバリエーション豊かなものとなっている。

授業の考察と反省

ここからは二か年実施した授業の考察と反省点を述べる。まず厳冬期で日の出の時刻が遅く、また平日とは異なる土日ダイヤで運行している電車が不便な日に、実習作業を早朝から開始したため、遅刻者が少なくなかった。一方で学生の参加率はかなり高かった。これは芸術系の学部や人間発達学部という保育士や幼稚園・小学校教諭を目指す学生の多くが、身体を動かしたり、形あるものを作っていたりする作業を好む傾向があるからだろうか。そう考えてみると、独創的な芸術作品を生み出したり、誰一人として同じ子どもがいない小学校や幼稚園、保育所で実習をしたりすることは、まさにアクティブラーニングである。その点で、手を動かしながら、自作した食事を味わいながら、科学や文化を学んでいく授業形態が、学生の日常的な課外や課内の活動と同種のもので親しみやすいのかもしれない。

授業を終え、成績評価をした後、受講学生に授業について尋ねたところ、知り合いではなかった者同士がグループワークで友人になり、別の授業などでも連携していると述べる学生もいた。美術学部やデザイン学部の学生は単独で作品に向き合う時間が重要であることとも関係するのか、人見知りの傾向が強いように感じられるが、見知らぬ他学部生、学

年の異なる学生と共にグループワークをすることも、実際に経験してみれば意外と楽しいと感じる者も少なくないのかもしれない。

グループワークの利点は他にもあると考えられた。受講前から調理に興味を抱き、保護者と同居する自宅においても台所に立ってきた学生は、手際良く調理をこなすことで、他の学生の尊敬の対象となり、調理をしない学生の自炊への意欲が高まるという効果も観られた。

提出されたレポートはかなり力の籠ったものが多く、色鉛筆や蛍光ペンで美しく彩色された調理過程のイラストを複数挿入したものや、書籍やインターネットで調査した内容を詳述したものも非常に多かった。また筆者がレポート内容を読み、口頭での感想を聞いた限り、科学的な理解や、食を通じての文化理解も進んだと思われた。

名古屋芸術大学では学部統合と共にカリキュラム改編が行われ、この科目名の授業は2017年度分を最後に無くなる。しかし講義とグループワークなどの演習を組み合わせた調理実習を伴う授業は学生の学修意欲や食生活の振り返りにもなり、作る楽しみを感じ、分業して一つのことを成し遂げる達成感など、多くの教育効果が期待できるため、別の形で続けていけるよう、提案していきたい。

謝辞

本稿を執筆するにあたり、名古屋芸術大学の先生方にご示唆を頂いた。編集と出版に尽力して下さった名古屋芸術大学図書館の教職員各位、校正にあられた印刷・製本会社の方にも感謝したい。何より学生の実習における積極的な班活動への参加や意欲的なレポート提出が多かったことが、本稿執筆の原動力ともなった。

文献および註

- 1) 文部科学省中央教育審議会、2012、新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて—生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ—(答申)、http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325047.htmに全文が資料と共にPDFで掲載されている。
- 2) 夏目凜、2017、2020、次期学習指導要領—消えた「アクティブ・ラーニング」、Education Tomorrow 教育革新のための情報発信ニュースメディア、https://edutmrw.jp/2017/innovation/0410_2020_education
- 3) 板倉聖宣、2002、白菜のなぞ、平凡社
- 4) 石川雅之、2005～2014、もやしもん(全13巻)、講談社
- 5) やなせたかしのアンパンマン初出は1969年であるが、その時は現在と異なり、人間のキャラクターであった。1973年の平仮名表記による『あんぱんまん』は現在のようにアンパンがキャラクターとなっている。ぱいきんまん、ドキンちゃん、カレーパンマン、しょくぱんまん、などのキャラクターはその後に誕生した。2013年に作者が没した後もテレビ放送等で人気を誇っている。
- 6) 祖父江孝男、1990、文化人類学入門(増補版)、中央公論社(中公新書)にはこのことが端的に平易な言葉でまとめられている。