

部活動における環境負荷低減と再資源化への取り組み

—栽培野菜を用いた高大の合同調理—

筒井 和美¹、川上 佳則²

1 愛知教育大学 家政教育講座 Smile Cooking☆彡、2 愛知教育大学 附属高等学校 サスティナ部

部活動における環境負荷低減と再資源化への取り組みとして、附属高等学校サスティナ部と大学料理サークルは有機栽培した夏野菜（ナス、かぼちゃ等）を用いてボロネーゼ風パスタ、スープ、チーズケーキを合同で調理した。また、食物アレルギーにも配慮し、愛知県産米粉を用いてマドレーヌづくりも行った。栽培野菜や県産米粉の活用は、食材の輸送にかかるフード・マイレージ、CO₂排出量の削減につながった。また、高大で合同調理することは、高校生の調理意欲の向上、大学生の教員としての資質育成にも役立つと期待できる。

<キーワード>環境負荷低減、野菜、栽培、調理、フード・マイレージ、高大連携

1. はじめに

我が国の食料自給率は非常に低く、穀物を例にしても 185 の諸外国・地域中 129 番目である¹⁾。この背景には農業労働力の低下、食生活の多様化など、食を取り巻くさまざまな課題があるからである^{1, 2)}。日本の国民一人・一日当たりの供給熱量及び PFC 熱量比率の推移をみると、熱量にはほとんど変動は見られないが、畜産物や乳製品などの摂取増加にともない脂質比率が昭和 40 年の 16.2% から令和 3 年には 32.2% と倍増している¹⁾。日本をはじめ中国、イギリスは食料品の輸入額が輸出額より超過しているが、農業国である米国やオランダ、フランスの純輸出額は高い³⁾。このような食料供給の状況を輸送量や輸送距離から把握するため、イギリスでは 1999 年に民間団体 Sustain が「フードマイルズ」運動を提唱し、これが先駆けとなり、日本では中田氏が輸入相手国別の食料輸入量に当該国から我が国までの輸送距離を掛けたものをフード・マイレージとして定着させている^{4, 5)}。我われ一人一人は地球規模の問題として意識し、環境負荷低減や再資源化をめざした暮らしをしていく必要がある。

本論文では、高大の部活動において食環境問題に取り組んだ事例を取り上げて報告する。愛知教育大学附属高等学校サスティナ部と大学料理サークル「Smile Cooking☆彡」は、環境負荷低減のため栽培野菜ならびに愛知県産米粉を用いて合同で調理実習を行った。その後、筆者らは献立から食材の重量、産地から輸送にかかったフード・マイレージと CO₂ 排出量を試算し、栽培野菜の活用の有効性について検証した。また、高校生と大学生の交流をふり返り、部活動における高大連携の意義についても考察することにした。

2. 方法

2.1 野菜の栽培

附属高等学校のサステイナ部は英語部、未来クリエイト部、科学部を母体として創設され、SDGsの観点から週3回、熱心に取り組んでいる。コンポストを用いた堆肥づくりに取り組み、附属高等学校の花壇で野菜を栽培している。苦土石灰や砕いた竹炭等を用いて土壌が調整されており、令和4~5年には試験的に生ごみ500gを野外に設置した2つのコンポスター（各30L容量）に、ほぼ毎日、等分して投入し続け、これを堆肥（計20kg程度）として利用した。玉ねぎの場合、令和4年12月、再資源化したこの堆肥に化成肥料を施肥し、苗を植えると、5月頃には約37kgも収穫できた（図1上）。その後、夏野菜であるナス、トマトの苗を植えたが、追肥をせずに栽培したため、いずれの実も小さく変形し、収量は少なかった。

筒井研究室では、愛知教育大学 自然観察実習園で馬術部の馬糞をはじめ、市販の骨粉、化成肥料などを用いて令和5年の春から夏にかけて西洋かぼちゃ（えびす）12株を親づる1本仕立てで第2果まで栽培した（図1下）⁶⁾。西洋かぼちゃの令和5年産平均果実重量は第1果（n=11）が2,529g、第2果（n=10）は1,910gとなった⁶⁾。



附属高等学校) コンポスト活用による玉ねぎとナス



大学自然観察実習園) えびすかぼちゃ

図1 附属高等学校や大学で栽培した野菜

2.2 合同調理実習

大学の料理サークル“Smile Cooking☆多”は創部3年目の新しい文化系サークルで、美技家棟の改修工事にもない新しくなった調理学実習室の施設・設備⁷⁾を利用して、月に1~2回、自由テーマで調理している。附属高等学校サスティナ部のOGが料理サークルに入部したことを契機に、高大の部活動の交流が始まった。令和5年8月8日(火)、前述の野菜のうち、玉ねぎとかぼちゃを用いてナスのボロネーゼ風パスタ、オニオンスープ、かぼちゃのチーズケーキの3品を大学の調理学実習室で調理した。なお、当日は高校生8人(1年4人、2年3人、3年1人)、大学生4人(3年2人、1年2人)、顧問2人の計14人が参加し、大学生を調理リーダーにして2~3のグループに分かれて作業した。

また、同年9月20日(水)には市販の愛知県産米粉(小笠原製粉製)を用いてマドレーヌを作った。洋菓子の主原料には小麦粉が代表的なものとして挙げられるが、近年、食物アレルギー患者の増加にもない米粉を用いた代替品が多く普及している。そこで、本実習では丸山ら(2024)⁸⁾の方法に基づき、小麦粉を100%米粉に置き換えて鶏卵、砂糖、バターを加えて生地を作り、オーブンで焼成した。参加者は高校生が10人(1年7人、2年2人、3年1人)、大学1年生は4人、顧問1人の計15人である。

開催日	内容	作ったもの	参加者
8月8日10時30分~13時	【第1回】栽培野菜を用いた調理実習	ナスのボロネーゼ風パスタ、オニオンスープ、かぼちゃのチーズケーキ	高8、大4、顧2
9月20日16~18時	【第2回】食物アレルギーに配慮したお菓子づくり	小麦マドレーヌ、米粉マドレーヌ	高10、大4、顧1

2.3 フード・マイレージとCO₂排出量の試算

栽培野菜を用いた洋食3品(14人分)ならびに各種マドレーヌ(24個分)についてフード・マイレージとCO₂排出量をそれぞれ試算した。まず、食材の産地を示し、中田⁴⁾⁵⁾の方法を参考にして食料重量(kg)と輸送距離(km)を掛けフード・マイレージを概算した。輸送距離は国産がトラック運送、輸入食品は船舶輸送によるものとし、前者はGoogle Mapで、後者は国土交通省の距離表⁹⁾を活用した。国内輸送の場合は現在地を愛知県刈谷市井ヶ谷町広沢1とし、発送先からの最短距離とした。一方、船舶輸送の場合は生産国での輸送距離を除いて、最も日本に近い港から伊勢湾口港までの輸送距離のみ用いた⁹⁾。CO₂排出係数については、トラックが216g・CO₂/t・km、船舶は43g・CO₂/t・kmとそれぞれ仮定した¹⁰⁾。なお、パスタに用いたナスやトマトは、前述のように、成育不良により愛知県産のものを代用したが、フード・マイレージの算出では都合上、学内産とし、チーズケーキの生クリーム(植物性)の原産地が不明のため、製造元を産地と仮定して用いることにした。

2.4 部活動における高大の交流

部活動における高大の交流において、高校生や大学生の当日の様子からその学びについて考察した。

3. 結果と考察

3.1 食材産地がCO₂排出量に及ぼす影響

合同調理した際の料理の出来映えを図2に、洋食（14人分）の主な食材のフード・マイレージとCO₂排出量を表1にそれぞれ示した。各教育機関で高校生や大学生が育てた旬の夏野菜を用いることで、環境にやさしい調理ができた。食材の輸送によって生じたCO₂排出量をみると、ナスのボロネーゼ風パスタ（1,031.5g）、かぼちゃのチーズケーキ（230.7g）、オニオンスープ（15.5g）の順に多かった（表1）。全ての料理に栽培野菜を用いたが、他の食材のフード・マイレージによって、このような結果となった。今後は小麦や乳製品を多く用いた洋食だけでなく、愛知県産の食材や伝統野菜を用いた和食に挑戦し^{11、12}、環境配慮型の調理に取り組みたい。

溝口ら（2010）¹³はさまざまな農作物の直接間接CO₂排出原単位を求めると、野菜は圧倒的に直接CO₂排出原単位が高く、特に、温室栽培が盛んなネギ、ピーマンなどは米に比べて、CO₂排出量が重量あたりならびに価格あたりともに多いと報告している。本調査では農薬をできる限り使わず、有機肥料で露地栽培してCO₂排出量の低下に貢献したが、今後は調理時の水道・ガス使用量や食材廃棄についても関心を持って¹⁴、環境負荷低減に努めたい。

次に、マドレーヌ調理についても同様にフード・マイレージとCO₂排出量を表2に試算した。小麦アレルギーについて理解を深めるため、愛知県産ならびに国産の食材を用いて米粉マドレーヌを調理すると、フード・マイレージならびにCO₂排出量は順に455.5kg・km、98.4gとなり（表2上）、県外や外国産の食材を用いるよりも、CO₂排出量を約20%も削減できた。このことは、中田（2010）⁵のネオ和食（能登豚の野菜巻、源助大根のふろふき等）の結果と同様に、地元産食材の選択はCO₂排出量の低下につながり、食料消費に関わる私たちの食生活を見直す機会になるといえる。



図2 洋食3品ならびに各種マドレーヌの出来映え

表1 洋食3品の主な食材のフード・マイレージとCO₂排出量の試算(14人分)

ナスのボロネーゼ風パスタ	重量 [kg]	産地	輸送距離[km]	フード・マイレージ [kg・km]	CO ₂ 排出量[g]
豚ひき肉	1.4	愛知県豊田市	12	17	3.6
ナス(7本)*	1.0	学内	0	0	0
玉ねぎ(2個)	0.4	学内	0	0	0
トマト(7個)*	1.0	学内	0	0	0
オリーブオイル	0.06	イタリア ナポリ	16,620	997	42.9
粉チーズ	0.05	アメリカ サンフランシスコ	9,138	457	19.6
パスタ	1.4	トルコ イスタンブール	15,999	22,399	963.2
ケチャップ	0.2	愛知県豊川市	52	10	2.2
計	5.51		41,8121	23,880	1,031.5
オニオンスープ	重量 [kg]	産地	輸送距離[km]	フード・マイレージ [kg・km]	CO ₂ 排出量[g]
玉ねぎ(4個)	0.80	学内	0	0	0
バター	0.04	北海道別海町	1,799	72.0	15.5
計	0.84		1,799	72.0	15.5
かぼちゃのチーズケーキ	重量 [kg]	産地【又は製造元】	輸送距離[km]	フード・マイレージ [kg・km]	CO ₂ 排出量[g]
かぼちゃ	0.40	学内	0	0	0
クリームチーズ	0.40	北海道別海町	1,799	719.6	155.4
砂糖	0.16	鹿児島種子島	1,176	188.2	40.6
鶏卵(L4個)	0.28	愛知県常滑市	40	11.2	2.4
生クリーム(植物性)	0.40	【茨城県常総市】	371	148.4	32.1
薄力粉	0.06	愛知県豊田市	13	0.8	0.2
計	1.70		3,399	1,068.2	230.7

*:都合上、学内とした。

表2 マドレーヌの主な食材のフード・マイレージとCO₂排出量の試算(24個分)

米粉マドレーヌ	重量 [kg]	産地	輸送距離[km]	フード・マイレージ [kg・km]	CO ₂ 排出量[g]
米粉(又は薄力粉)	0.15	愛知県豊田市	13	2.0	0.4
鶏卵(L3個)	0.18	愛知県常滑市	40	7.2	1.6
砂糖	0.15	鹿児島種子島	1,176	176.4	38.1
バター	0.15	北海道別海町	1,799	269.9	58.3
計	0.63		3,028	455.5	98.4
県外産・外国産使用時	重量 [kg]	産地	輸送距離[km]	フード・マイレージ [kg・km]	CO ₂ 排出量[g]
薄力粉	0.15	アメリカ サンフランシスコ	9,138	1370.7	58.9
鶏卵(L3個)	0.18	岐阜県養老郡	80	14.4	3.1
砂糖	0.15	カナダ バンクーバー	4,348	652.2	28.0
バター	0.15	ニュージーランド オークランド	4,843	726.5	31.2
計	0.63		18,409	2,763.8	121.2

3.2 部活動における高大の交流

【第1回 栽培野菜を用いた調理実習】

高等学校や大学の各施設でそれぞれ育ててきた野菜を持ち寄り、図2左の洋食3品を完成させることができた。「ナスのボロネーゼ風パスタ」ではナスを輪切り、玉ねぎはみじん切り、トマトは角切りにして、これらを豚ひき肉と一緒に炒め、ボロネーゼを用意し、ゆでたパスタに添えた。「オニオンスープ」は玉ねぎを細かく刻み、バターでよく炒め、コンソメ粉末で味を調えた。最後に、「かぼちゃのチーズケーキ」は、かぼちゃの甘味を生かして、中はしっとり、外側はさっくりとした食感に仕上げた。いずれのレシピも大学3年生が予め、用意しておき、当日は高校生が主体的に調理できるように調理技術や作業工程の指導にあたった。また、大学1年生もこれらの調理補助、スケジュール管理などを行い、円滑に進めることができた。

これまで新型コロナウイルス感染症の流行にともない調理実習の実施が難しい時期が長く続いたが、5類移行により感染対策が緩和し、自ら育てた野菜を用いて仲間や先輩たちと一緒に調理することの楽しさ、達成感を再確認する機会となった。食は心身の健康の源であるため、日常の食事づくりを見直し、新たな発見につなげて頂きたい。

【第2回 食物アレルギーに配慮したお菓子づくり】

表3に、マドレーヌ調理時のスケジュールを示した。灰色の部分には大学サークルが担当した部分である。米粉マドレーヌはしっとりしていたが、小麦マドレーヌには少し弾力があつた。二種類のマドレーヌの準備に手間取り、焼成前にベーキングパウダーが過活性し十分に膨化しなかったグループがあつた(図2右)。今後は、焼成直前に生地を調整するなど作業工程を改善する他(表3)、紅茶や抹茶を生地に添加し、いろいろな味を楽しんでみたい。

調理リーダーにマドレーヌの調理経験があると、そのグループの作業は円滑に進んでいた。大学生が

表3 マドレーヌ調理時のスケジュール

	米粉マドレーヌ	小麦マドレーヌ
15:00	砂糖、バター、米粉などの計量、食材分配	計量、攪拌
15:30		生地冷蔵
16:30	焼成開始(180℃ 17分)	計量、攪拌
16:50	出来上がり	焼成開始(片付け同時に)
17:10		出来上がり
17:25	試食(食べ比べ)	
18:00	閉会	
18:25	清掃完了	

手際よく工程を考えて生徒に助言したためと考えられた。参加した大学生からは“高校生から料理の手順や大学授業の様子など様々な質問を受けて、色々交流ができて良かった。もっと段取りよく進められるよう、次回は作業効率を考えて進めたい。”という感想があった。このように調理経験を重ねて自身の作業効率を向上させる、また、高校生の調理操作や作業動線をよく観察し、適切に声掛けして、指導力を身につける機会になった。筒井・山口（2023）¹⁵⁾は大学1年生の和食のグループ調理時に、観察者を設けて調理工程、衛生管理、連携などを4段階評価することで、観察者ならびに調理者ともに新たな見方や気づきが生まれることを報告している。教員養成課程の大学生においては、積極的な対話や交流は児童生徒のさまざまな実態の理解を促し、今後の実践力の育成につながるものと期待できる。

学校教育において、部活動とはスポーツや文化芸術に興味・関心のある同好の生徒が自主的・自発的に参加するものであり、スポーツ庁・文化庁『学校部活動及び新たな地域クラブ活動の在り方等に関する総合的なガイドライン（令和4年12月）』¹⁶⁾は「地域での多様な体験や様々な世代との豊かな交流などを通じた学びなどの新しい価値が創出されるよう、学校教育関係者等と必要な連携を図りつつ、発達段階やニーズに応じた多様な活動ができる環境を整えることが必要である。」とされている。近年、高等学校と大学では接続・連携の強化などにより、生徒一人一人の能力を伸ばすための学習環境が整いつつある。このことは高等学校の学習指導要領に基づいた「総合的な探求の時間」にもつながっている。高大連携によって生徒の高い能力や強い意欲に応じた学習環境が提供できるため、部活動においてもお互いの教育資源を活用・連携することが望ましい。高校生の視野を広げ、多彩、かつ多様な学問領域に触れる機会となるよう、高等学校教員と大学教員の連携も強化し、高校生一人一人の能力や適性に応じていくことが大切である。

4. 要約

令和5年度に愛知教育大学附属高校サスティナ部と大学料理サークル Smile Cooking☆は環境負荷低減をめざして合同で調理実習を行った。自ら育てた夏野菜や米粉などを用いることで、食材輸送時のCO₂排出量を抑え、環境にやさしい調理ができた。また、高校生と大学生の交流により高校生の調理意欲や大学生の指導者としての意欲を引き出すことができた。今後も部活動において高大の交流を重ね、生徒によりよい学習環境を提供する他、教員養成課程の大学生に実践経験を積み重ねる機会としていきたい。

謝辞

調理実習に参加された高校生ならびに大学生に心より感謝申し上げます。また、かぼちゃの栽培管理を下された愛知教育大学自然観察実習園の職員の方々に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 農林水産省 大臣官房政策課：食料需給表 令和4年度（令和5年8月7日公表）
<https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/fbs/attach/pdf/index-20.pdf>
（アクセス日：2024年1月5日）
- 2) 農林水産省 大臣官房広報評価課：令和3年度「食料・農業・農村白書」、特集 変化する我が国の農業構造、p.26（令和4年5月27日公表）
https://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/r3/pdf/zentaiban_05.pdf
（アクセス日：2024年1月5日）
- 3) 経済産業省：「通商白書2016」、第Ⅱ部 世界の新たなフロンティアに挑戦する際の我が国の課題、第3章 中堅・中小企業の輸出拡大をはじめとする地域の対外経済関係、第4節農林水産物・食品輸出の拡大、p.261-262（平成28年6月21日）
https://www.meti.go.jp/report/tshaku2016/pdf/2016_02-03-04.pdf
（アクセス日：2024年1月5日）
- 4) 中田哲也：食料の総輸入量・距離（フード・マイルージ）とその環境に及ぼす負荷に関する考察、農林水産政策研究 5、p.45-59（2003）
- 5) 中田哲也：フード・マイルージ指標を用いた地産地消の環境負荷削減効果の計測 ―伝統野菜等を用いた献立を事例として―、フードシステム研究 17（3）、p.250-253（2010）
- 6) 筒井和美・平松出帆・大澤萌香・太田弘一：愛知伝統野菜「縮緬かぼちゃ」の生育特性ならびに収量性、食生活研究 44（3）、（2024）
- 7) 筒井和美：HACCPに準拠した調理学実習室の設計・整備、愛知教育大学家政教育講座研究紀要 52、p.13-23（2023）
- 8) 丸山菜月・西角 唯・中元亜優・筒井和美：小学生を対象とした食物アレルギーに関する食育活動 ―劇と米粉マドレーヌの調理実習―、愛知教育大学自然観察実習報告園 43、p.16-26（2024）
- 9) 海上保安庁：『距離表』、国外諸港から日本周辺接続12地点間距離表、p.101-127（2011）
- 10) 国土交通省 総合政策局：運輸部門における二酸化炭素排出量
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html
（アクセス日：2024年1月5日）
- 11) 筒井和美・田中志歩・宮下さくら・儀保志保：教員養成大学における農業体験学習と高大連携の取り組み ―愛知伝統野菜「縮緬かぼちゃ」を題材として―、愛知教育大学自然観察実習園報告 42、p.13-21（2023）
- 12) 亀井珠桜・平野愛佳・筒井和美：地域食文化の理解・継承を目的とした愛知伝統野菜「縮緬かぼちゃ」の調理実習、愛知教育大学教職キャリアセンター紀要 9（2024）
- 13) 溝口勝哉・内山洋司・岡島敬一・小田秀充：地域性を考慮した農作物の生産および輸送に伴うCO₂排出量評価、日本LCA学会誌 6（3）、p.217-223（2010）
- 14) 筒井和美・高畑晶子：教員養成大学における特別支援教育のための嚥下調整食の調理、東海学校保健研究 47（1）、p.35-44（2023）
- 15) 筒井和美・山口智子：教員養成課程の大学生を対象とした和食の調理実習における調理者及び観察者による料理の出来映えと調理工程の評価、食生活研究 43（4）、p.218-229（2023）
- 16) スポーツ庁・文化庁：「学校部活動及び新たな地域クラブ活動の在り方等に関する総合的なガイドライン」（令和4年12月）
https://www.mext.go.jp/sports/content/20221227-spt_oripara-000026750_2.pdf
（アクセス日：2024年1月5日）