

2022年度「3Dフードプリンターを用いた地域連携プロジェクト」 実践報告

Report on the 2022 "Regional Collaboration Project Using 3D Food Printers" Practice Report

吉澤 剛士¹⁾
YOSHIZAWA Takeshi

高谷 和成²⁾
TAKAYA Kazunari

要 旨

十文字学園女子大学では、様々な地域連携プロジェクトを通して、地域や社会全体への貢献を行っている。特に昨今では、日本のみならず世界全体でSDGsへの取り組みが盛んとなっており、本学でも多くの取り組みが行われている。その中でも食物栄養学科や食品開発学科と関連が深いのが、SDGs1番目の目標の貧困をなくそう、2番目の目標の飢餓をゼロ、そして12番目の目標のつくる責任、使う責任に繋がる食品廃棄の問題である。この問題解決の糸口として、食物栄養学科と食品開発学科が共同で研究を進めている3Dフードプリンターの活用を報告する。地域において複数の保育園を経営している企業と連携して、保育園での食品廃棄の実態を調査しつつ、3Dフードプリンターを用いた解決方法を提案する。また将来的にはその過程を保育園児に体験してもらうことにより、食べ物を大切にするという食育へと繋げて行くことが出来る。そういった新しい食育ができる幅広いスキルを持った管理栄養士を、食物栄養学科と食品開発学科が協力しながら、地域連携プロジェクトを通して育成して行くことは、本学にとって大変有意義なことである。

1. はじめに

3Dフードプリンターとは、樹脂や金属素材などで立体的な3Dモデルを造形する3Dプリンターと同じように、色々な食材や食べ物を造形することが出来る機械（プリンター）のことである。3Dフードプリンターの活用範囲は、介護食、人工肉、昆虫食、防災食など幅広い分野が見込まれており、世界中

¹⁾ 十文字学園女子大学 人間生活学部 食物栄養学科
Department of Food and Nutrition, Faculty of Human Life, Jumonji University

²⁾ 十文字学園女子大学 人間生活学部 食品開発学科
Department of Food Development, Faculty of Human Life, Jumonji University

でも注目が集まっているが、日本においてその活用事例は少ないのが実情である。本学の地域連携プロジェクトでは、地域における食品廃棄の解消にこの3Dフードプリンターの活用を試みるものである。本学の食品開発学科においてはこの3Dフードプリンターを用いた講義や実験実習、ゼミでの応用研究等を既に行っており、その概要を説明する。食物栄養学科では地域で貢献できる管理栄養士を養成しており、3Dフードプリンターの新しい技術、スキルを用いた地域連携プロジェクトに取り組んでいる。このプロジェクトに連携して下さっている地域の保育園における食品廃棄の実態の一部を説明し、その削減方法や効果などを提唱する。3Dフードプリンターを用いた食品廃棄の削減過程を通して、保育園児たちへの食べ物を大切にするという食育活動の構想を説明する。

2. 3Dフードプリンターの概要

3Dフードプリンターは、世界的に急速に進展している「食のデジタル化」のキーデバイスとなる装置として注目されており、新たな食の価値を提供するとともに、食品廃棄や食料難といった社会問題解決にも期待されている。しかしながら3Dフードプリンターは一部の食材（フードインク）で実用化されているものの、様々な食材への利用は未だ研究途中の分野であり、3Dフードプリンターの普及には様々な食材に利用できる汎用性フードインクの開発が不可欠である。

3. 本学における3Dフードプリンターの活用事例

1) 授業での活用

3Dフードプリンターが様々なシーンで実用化されるのは、5年から10年後と予想されているが、3Dフードプリンターの黎明期である現在に、機器利用技術を習得し汎用性フードインク等応用技術開発に挑戦することは大きな意義がある。本学では研究用3Dフードプリンター（日本製）1台を2021年に導入し、2022年には実用機Foodini（スペイン製）を9台導入し、実習授業で学生全員が操作できる体制を構築した。

食品開発学科2年前期「食品開発実習（2限/週）」授業では、3週間にわたり、装置の構造理解、造形データの作成、フードインクの調整、出力・造形を実体験して、3Dフードプリンターの利用技術を学修している。

食品開発実習授業に参加した学生は、近未来の機器に実際に触れることができ、自分がプログラムした造形データが食品として造形される体験に喜びと感動を感じたとの意見が多く、今後様々な食品への利用が広がる過程で、学修した3Dフードプリンターの知識と実体験を生かすことが期待できる。

2) 学生募集での活用

オープンキャンパスの体験講座「3Dフードプリンターで新しい調理法にチャレンジしてみよう」では、来場者に実際に食材を出力・造形を体験してもらい、最新の技術・機器の充実と学びをアピールしている。体験講座に参加された高校生と保護者の方は、近未来の機器と造形物に夢中になれるとともに、本学での学びに興味を示されている。

3) 卒業研究での活用

食物栄養学科、食品開発学科の卒業研究ゼミでは、「機器応用技術研究」「汎用性フードインクの開発」に活用している。

①フードインクの応用研究

現在実用化されているフードインクは、クッキー生地、パイ生地、アイシング、チョコレート、飴等がある。食材はペースト状のフードインクとして「ノズルから線状に吐出できる物性」と「吐出線が接着・積層して造形物を形成し、自重で崩れない形状を保持できる物性」が必要である。出力方法は、チョコレートのように加熱により流動性を持たせて吐出し、冷却により造形物を形成・保持させる食品とクッキー生地のように造形物と同じ物性で吐出する食品がある。実用化されているフードインクは水分含量が低く、ある程度のかたさがあるという特徴があるが、食材の多くは水分含量が高く、フードインクとして利用するには水分のコントロールが必要で、増粘・ゲル化材料の使用が不可欠になる。増粘・ゲル化材料を利用したフードインクは、チョコレートのように加熱により流動性を持たせて吐出し、冷却により造形物を形成・保持させる出力方法が考えられるが、フードインクの原料となる食材、増粘・ゲル化材料は温度による物性変化は様々であり、各種食材のフードインク毎に適正な温度設定が必要になり、条件設定が煩雑になるとともに吐出温度である30～60℃の温度帯で長時間食材を保持することは衛生管理上好ましくない。

②フードインクの調整「吐出・造形・調理」の方法

増粘・ゲル化材料を利用したフードインクを調整方法で3つに大別した。タイプⅠはチョコレートタイプで、加熱溶解後ゾル状態で吐出し、冷却によりゲル化造形しそのまま喫食する。タイプⅡはマッシュポテトタイプで、加熱溶解後冷却しゲル状態で吐出し、ゲル状態で造形しそのまま喫食する。タイプⅢはクッキータイプで、非加熱のゾルを吐出造形し、造形物を加熱調理して喫食する。3タイプの出力方法を図1に示す。

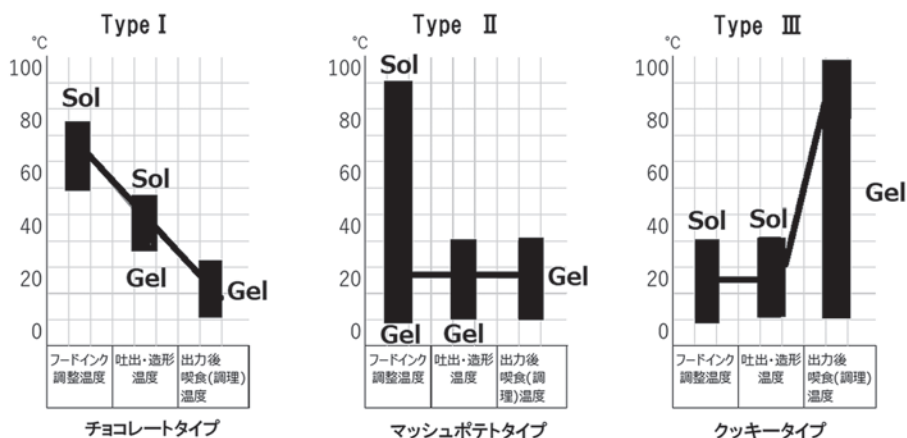


図1 3タイプのフードインクの出力・調理方法

ゼミでの研究では、出力時に温度管理の必要がなく、衛生面での安全性が確保できるタイプⅡとタイプⅢの汎用性フードインクの開発に取り組んでいる。タイプⅡは軟らかい料理であるソフト食やベビー食への利用、タイプⅢは一般食に近いテクスチャーで、様々な料理やパーソナル食への利用研究を進めている。

4) 地域での活用

次に上記で示した3Dフードプリンターの技術、スキルを活かした地域での活用を説明する。

①地域の保育園における食品廃棄の実態

地域の保育園における食品廃棄の実態を説明する。食品廃棄には3種類が存在する。1つは、食べ残し(残飯)や作り過ぎの余りである。1つは、本来食べられるにも関わらず捨てられているもの(必要以上に分厚く皮をむいている部分など)である。もう1つは、じゃがいもの皮やバナナの皮など本来であれば食べない(食べられない)部分、つまり常用的には可食部とはみなされない部分である。地域の保育園では出来るだけ園児たちには好き嫌いを無くし、食べ物を残さないという食育に日々取り組んでいる。また写真2からも分かる通り、地域の保育園では出来る限り食材を無駄にしないよう、管理栄養士が栄養士、調理師などと協力し、可食部の最大活用に日々切磋琢磨している。よって保育園の給食の食品廃棄の大部分は、常用的には可食部とはみなされない部分であり、これが大量の廃棄物となっているのである。こういった本来は可食されない廃棄物をフードインクとして加工し、その加工の工程の中で必要な栄養素を足したり、不必要な成分などを除去することによって、可食部として再利用させることが出来る可能性を秘めているのが3Dフードプリンターなのである。

次に保育園給食の廃棄物の実態の事例を示す。地域の保育園のある日の献立は以下の通りである。

(献立)

お昼：夏カレーライス、切り干し大根サラダ、麦っこスープ、グレープフルーツ

おやつ：じゃがバター

献立に用いた食材を写真1に示す。食材の重量は約12kgであった。

また同じく廃棄物を写真2に示す。廃棄物の重量は約1.5kgであった。

②3Dフードプリンターによる食品廃棄の削減効果、経費削減効果

保育園におけるある日の献立で使用する食材重量12kgに対し、廃棄物は1.5kgとなり、約12.5%が廃棄されていることとなる。1か月を約20日とすると、1か月で約30kgの食材が廃棄される計算となる。食材量は、保育園の規模とも関係するため、この保育園の構成員を説明する。幼児が15名、乳児が20名、教職員が20名という構成となっており、1食あたりの比率は幼児を1とした場合、乳児は0.8、教職員は1.5というのが一般的となるため、この保育園のある日の献立の食材量は、約61名分の食材量と言うことになる(15+20x0.8+20x1.5=61)。1日の食材重量12kgを61で割ると、196.72となる。つまり1日の食材重量を幼児1名あたりに換算すると約200gということになる。この内の12.5%、つまり約25gが1名1食あたりの廃棄されている量となり、保育園における廃棄量は、保育園の規模によっても左右されることとなる。但し今回の食材重量には食材の洗浄のための水分なども含まれているため、廃



写真1 ある日の献立に用いた食材及びその重量



写真2 ある日の献立の廃棄物及びその重量

棄重量が多少過大評価されてしまっている可能性は否めない。

この廃棄物を、3Dフードプリンターを用いて再利用することが出来れば食品廃棄の削減に繋がるだけでなく、現在、廃棄処理のために掛かっている費用や、食材を購入するための費用の削減など、食材量の経費削減にも大きく貢献すると考えられる。全国には270万人以上の保育園児がいることを考えると、とてつもなく大きな食品廃棄の削減に貢献できる可能性を秘めているのである。

③食べ物を大切にするという食育に関して

3Dフードプリンターを用いた廃棄物の再利用は、保育園における食材量の経費削減、食品廃棄の削減効果のみに留まらず、それらの工程を保育園児らが体感することにより、食べ物を大切にするという食育にも繋げて行けると考えられる。そういった新しい食育を行うことができることは、今後大きなメリットとなるため、本学の食物栄養学科における管理栄養士養成の大きなアドバンテージの一つとなり得る。3Dフードプリンターの操作の仕方やフードインクの作り方などの新しい知識、スキルを食品開発学科との共同研究を通して身に着けながら、SDGsの課題に地域で取り組み、貢献できる管理栄養士を本学で養成して行くことは、大変大きな意義あることなのである。

4. おわりに

3Dフードプリンターの活用はまだ始まったばかりである。3Dフードプリンターで使える食材は現時点ではまだまだ限られており、何でもかんでも使えるという訳ではない。地域の保育園での給食の廃棄物を直ぐにそのままフードインクとして使うことは出来ないのが実情である。廃棄物の内容を精査しながらどのようにしてフードインクとして使用可能にして行くかは、食物栄養学科と食品開発学科との共同研究を通して、試行錯誤を進めて行く必要がある。またフードインクの問題を解決し、廃棄物を再利用できたとしてもそれをそのまま直ぐに保育園児に食べさせることは出来ない。衛生面などの安全性を十二分に確保するという高いハードルが待っているからである。しかしそういった問題を一つ一つ、地域の現場と協力しながら、乗り越えて行く先には、食品廃棄問題の解決など多くの可能性が秘められており、本学にとって遣り甲斐のある地域連携プロジェクトであることは間違いないのである。

参考文献

- 設楽真理子 (2015) 「食品用3Dゲルプリンタを用いた食の創成」日本機械学会論文集81巻829号 15-00008
- 武政誠 (2019) 「大豆たん白質を利用した食品3Dプリンタ用フードインクの開発」大豆たん白質研究 22巻 35-39
- 武政誠 (2020) 「大豆たん白質を利用した食品3Dプリンタ用での高たん白質食の立体構造」大豆たん白質研究 23巻 52-56
- 堀内真美 (2021) 「3Dフードプリンタによる介護食の造形および造形物評価」化学工学84巻5号 239-242
- 堀内真美 (2021) 「介護食などに適した軟質食品の3Dフードプリンティング：ごぼうピューレに添加したタンパク質とゲル化剤が吐出線と造形物の保形に与える影響」日本食品工業学会誌 22巻1号27-38
- 堀内真美 (2021) 「3Dフードプリンターで造形される巨視的な3次元構造による介護食品などに適した軟質食品の食感設計とその効果」日本食品工業学会誌 22巻4号 119-134
- 船見孝博 (2011) 「ハイドロコロイドを利用した食品のテクスチャーデザイン」日本バイオレオロジー学会誌

25巻3号 149-159

船見孝博 (2012) 「ハイドロコロイドによる食品のテクスチャーデザイン」日本食品工業学会誌13巻1号
1-12

農林水産省 政策OpenLab Food Techチーム (2019) 「FoodTech (3Dフードプリンタ) の社会実装にむけて」

牧瀬稔 (2020) 「地方自治体におけるSDGsの現状と展望」社会情報研究 第1巻1号 23-36

荒井義則 (2019) 「SDGsに関する一考察」国際経営論集 第58 83-94

