



食品用 3D プリンタのご紹介

戸田 寿之

世紀株式会社 技術本部開発部研究開発課

1. 緒言

超高齢社会の日本。今後も高齢化率は高くなり 2060 年には 40% に達するともいわれている。高齢になると内臓機能、味覚、嗅覚、視覚の低下、咀嚼や嚥下機能低下などにより食事を楽しむことができなくなる。食事を美味しく感じるためには五感で楽しむことが必要であり、視覚情報が多くの割合を占めるため、食材の見た目を良くしたり、元の食材の形がわかるようにするなどの工夫が必要になる。本稿では吐出が難しかったペースト状材料の立体造形方法について解説する。

2. 従来方法の問題点

ペースト状食品を積層造形の手法で立体造形するにあたり、最も簡単な食材の吐出方式はシリンジ式（注射器式）（Fig. 1）であるが、シリンジ式は食材をカートリッジ化できる利点が考えられる一方で幾つかの問題点がある。

- (1) 材料をシリンジに投入する際、材料同士が密着せず部分的に空気の層ができてしまう。
- (2) 注入口に密度の高い材料があると、ピストンを押し出せなくなる。



Fig. 1 シリンジ吐出方式

- (3) ピストンのゴム部は、繰り返し使用すると弾性を失い使えなくなる。
- (4) 造形途中で材料がなくなった時、材料の追加投入ができない。
- (5) 吐出が安定しない（残圧による意図しない吐出や圧力不足による吐出不良の発生）。

また、空圧を利用して食材の圧送を行う場合、圧縮空気に含まれる水分や油分などが食材に悪影響を及ぼさないよう、空圧補器等を準備する必要があり、コンプレッサーを常用することのない一般家庭や、小規模な調理場などでは、メンテナンス性も含め取り扱いが難しいと考えられる。

他に考えられる吐出方法としてはスクリー式であるが、一般的な射出成形機（Fig. 2）のような形状の場合、立体造形が可能なペースト状材料の多くは、ホッパー壁面に材料が付着したままとなり、材料の自重でスクリーに材料が連続供給されることはなく、連続吐出が容易にはできないという問題がある。

また、材料ホッパーに単にスクリーを設置しても（Fig. 3）、立体造形が可能な高粘度材料の場合、ホッパー内食材に穴が開くだけで斜線部の食材は動かず、スクリーが回転してもノズル先端から食材が安定して吐出されることは期待できない。

3. 解決法

ホッパー内に特殊な形状のスクリーを設置することにより、ホッパー内壁に食材が留まらず、メインの

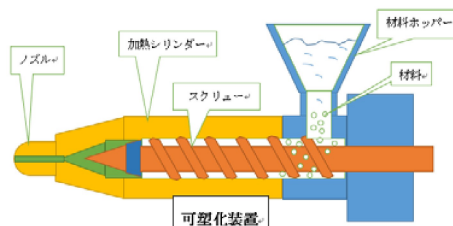


Fig. 2 射出成形機

〒 992-0265 山形県米沢市万世町片子 4364
† Fax: 0238-28-1885, E-mail: toshiyuki.toda@seiki-hot.com

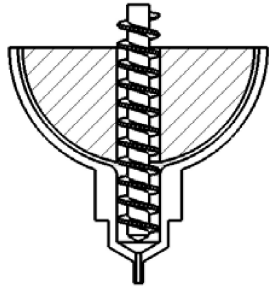


Fig. 3 スクリュー付き材料ホッパー

スクリューに連続的に材料が供給される仕組みを作ることに成功した。

シリンジ式のように材料投入のやりにくさに縛られることなく、造形中に材料の不足を心配することもなく、空圧機器のメンテナンスも不要で、食材に触れる一部の部品を洗浄・運用することで、気軽に食品の立体造形が可能となった。

4. 食品用 3D プリンタ FP-2400

4.1 プリンタの特徴

- ・スクリュー形状を工夫することで、ペースト状材料の吐出が可能となった。
- ・シリンジ方式では難しかった造形途中で の材料追加投入が可能となった。
- ・シリンジ式に見られる残圧による意図しない吐出がなくなった。
- ・リトラクションなどの応答性が良くなった。
- ・コンプレッサーなどの空圧設備が不要。
- ・食材に直接触れるスクリュー・ホッパーなどの洗浄が容易となった。

食品用 3D プリンタは、積層造形を行うため、人の手では作りにくい細かな食品の造形を行うことができる。

壁に穴の開いた造形物 (Fig. 5) や、お城のような造形物 (Fig. 6)、また、インターネット上で入手できる 3D データ (Fig. 7) などからも造形することが可能となった。

FP-2400 の食品用 3D プリンタノズル開発によりペースト状食材での微細な食品造形が可能になったものの、単色での造形には表現力に限界があるため、デュアルノズルタイプの FP-2400 (Fig. 8) も製作。複数の色の食材を立体造形することで、食品の表現力がアップした (Fig. 9)。また、ノズルの温調機能も追加し、温度による食材の粘性コントロールも可能となり、吐出後の空冷を工夫することでチョコレートなどの立体造形も可能となった (Fig. 10)。

4.2 造形時間の課題

造形物を精密なものにしようとすると、ノズル径を



Fig. 4 FP-2400



Fig. 5 造形物例



Fig. 6 造形物例



Fig. 7 造形物例



Fig. 8 デュアルノズルタイプ



Fig. 9 食品造形物例



Fig. 10 チョコレートを用いた造形物例

細く設定しなければならないが、細く設定すると造形に多くの時間が必要となる。

ノズル径を太くすると造形時間は少なくなるが、造形物の表現力は落ちる。

食品用 3D プリンタは他の多くの 3D プリンタと同様、造形物を完成させるのに多くの時間を必要とするため、食品をその場で提供する機械としては活用が難しく、短時間で美しい造形を可能とするには別の工夫が必要と考えられる。

4.3 プリンタの応用例

3D 口金 (Fig. 11) とよばれる口金をノズル先端にアタッチメントを介して取り付けることで、見た目の良い花 (Fig. 12) のような造形物を短時間に吐出することができる。厳密には3Dプリンタの造形法とは言い難いものの、食品用3Dプリンタを活用して短時間に食材に装飾をする方法の1つとして有効であると考えられる。

このような形状のノズルを使うことで、通常なら5～10分程度必要な造形時間を数分に短縮して造形することが可能となる。

4.4 造形可能な食材例

FP-2400では実験により、様々な食材の吐出を確認した。マッシュポテト (Fig. 13)、バタークリーム (Fig. 12)、餡子 (Fig. 14)、こんにゃく、チョコレート (Fig. 10)、クッキー、米粉、介護食用ゲル化剤+ミキサー食などを造形可能であった。

4.5 介護食への活用

高齢者は加齢に伴う歯の欠損、唾液分泌、味覚・咀嚼・

嚥下能力の低下など、様々な原因により食べられるものに制限が出てくる。ミキサー食などは元の食品の原形がわからず、色も単色になり、健康な人が五感を使って摂る食事とは異なり食事自体が味気ないものになることは想像に難くない。

そうした中、個人の嚥下能力に合わせて食感や栄養素を調整し、複数のノズルで色合いを合わせ、個人の好みに合わせて形状をカスタマイズできる食品用3Dプリンタは、介護食への活用が期待できると考える。

例えば2つのノズルのうち片方は柔らかい材料、もう片方は固めの材料などと使い分け、積層するパターンを変化させることで食感をコントロールしたり (Fig. 15)、二色を使い分けてより本物の食品に見た目を近づけるなどの工夫が可能となる (Fig. 16)。また、食品に必要な栄養素などを含んだ状態で造形し、少量でも必要な栄養素が摂取できるような活用の仕方もある。

5. ま と め

食品用3Dプリンタは通常の3Dプリンタ同様、個人向け・カスタマイズ性といったものが最大の特徴となる。介護食では、個人の好みの形状、色合いで必要な栄養素を提供したり、食感をコントロールすることができる。また3D-CADを用いてモデリングすれば食品の形状を自由にデザインすることができ、同じものを何度も複製することもできる。

現在、本稿で紹介した食品用3Dプリンタをブラッシュアップした新しい食品用3Dプリンタの製作が完了し、造形テストを行っているが、さらなる進化を重ねて今後も装置開発に邁進する所存である。



Fig. 11 3D 口金



Fig. 12 花の造形物



Fig. 13 マッシュポテト



Fig. 14 餡子



Fig. 15 積層パターン



Fig. 16 見た目が食品に近い例