

# 食肉加工におけるロボット開発

## —豚のもも肉自動除骨ロボット「ハムダス」の事例—

研究員 趙 玉亮

食肉加工業は労働集約型産業である。除骨をはじめとする作業は体力と熟練したスキルが必要で、ナイフを操り危険性を伴う。一方、作業員の高齢化や人手不足などから労働力確保が困難となりつつある。このため、食肉加工場の省力化・効率化に向け、自動加工機械の開発に期待が寄せられている。

しかし、食肉は「不定形軟弱体<sup>(注)</sup>」で、とりわけ大家畜は鶏に比べ、肉のサイズや骨の位置等の個体差が大きい。

こうしたなか、豚もも肉の自動除骨ロボット「ハムダス」を開発した株式会社前川製作所の取組みを紹介する。

### 1 前川製作所の概要とハムダスの開発経緯

前川製作所は1924年設立の産業用冷凍機械のトップメーカーである。国内および海外41か国で事業を展開しており、主力であるガスコンプレッサー・冷凍機のほか、食肉加工ロボットも手掛けている。

80年に、前川製作所は冷凍機を導入した食肉加工場から、「鶏もも肉脱骨作業の自動化」によるライン全体の効率化について相談を持ちかけられた。これを機に、脱骨ロボットの開発に乗り出し、94年に製品化した世界初の鶏もも肉脱骨ロボットが「トリダス」である。

その後、トリダスの開発ノウハウ等を土台に、豚肉ではもも部位自動除骨ロボットの開発が92年に始まり、98年に初代「ハムダス」が製品化された。その後様々な改善が積み重

ねられ、07年に「ハムダス-R」、11年に現在のモデル「ハムダス-RX」(写真1)が登場した。また、うで部位自動除骨ロボット「ワンダス」等のロボットも開発している。

ハムダス-RXはこれまで欧州を中心に6台の納入実績がある。国内では17年1月にスターゼンミートプロセッサー株式会社が初めて導入した。前川製作所は、納入に際して、現場の状況や要望に応じて、ロボットのサイズ、対応仕様、工程等をカスタマイズしている。

### 2 ハムダスの開発要件と特徴・納入状況

豚は、骨格が大きく、分厚い肉の中に隠れている骨の曲がり具合、サイズ、凹凸など個体差が大きい。したがって、ナイフを使う除骨作業は、経験に基づく熟練度が求められる職人技に依存してきた。

開発に際して、前川製作所の関係者は手作業での肉塊の解体作業を習得している。ロボット開発の要件として、以下の内容を満たす必要があった。

①肉の中に隠れている骨の座標を正確に測



写真1 ハムダス-RX(写真:前川製作所提供)

定し位置を定める。

②複雑な骨の形状にナイフを3次的に追従させる。

③強い筋をカットする。

④残肉量を減らし歩留りを確保する。

このため、最新機種のハムダス-RXはX線ラインセンサ、フレキシブルな動作が可能な多関節ロボット、そしてナイフの動きに自由度を持たせるエンドエフェクタを採用している。

具体的な除骨作業のポイントとして、まず、X線ラインセンサでもも肉の左右を判断し、大きさ、骨の位置や形状を正確に測定することで、最適なカットラインを決定する。

次に、多関節ロボットアームに取り付けたナイフが、カットラインに沿って筋入れを行う。

軟弱体であるもも肉は、作業中に骨の位置や姿勢が変化し、ナイフが骨に食い込むなどの問題点がある。それを克服するため、前川製作所はロボットアームとナイフの連結部分に、自由度を持つエンドエフェクタを取り付けて、刃の角度を逃すよう揺動機能を持たせている。それによって、位置ずれの吸収と、ナイフの骨への食い込み防止を実現している(写真2)。

こうした工夫によって、ハムダス-RXは世界で初めて筋入れ工程の自動化を実現した。骨に沿って正確にもも肉をカットし、高い歩留りで高速かつ安定的な連続処理を実現している。また、食肉をつり下げた状態で加工す



写真2 ロボットアーム、エンドエフェクタ、ナイフ  
(写真：前川製作所提供)

ることで、食肉とまな板との接触がなくなるため、衛生的な処理が行えることも特徴の一つである。

### 3 今後の開発に向けて

ハムダス等の食肉加工ロボットは、加工現場の変革と生産性向上の可能性を秘めている。今後、技術の進歩などから、ロボット開発が加速するものと考えられる。

食肉加工ロボットの開発方向として、前川製作所はその他の部位への対応、フレキシブルな多品種少量生産への対応、さらに加工ラインの無人化等を進めていきたいと考えている。引き続き、食肉加工ロボットの開発動向や現場の課題などに注目したい。

#### <参考文献>

- ・伊東一郎・木下茂樹(2015)「不定形軟弱体を対象とした食肉産業におけるロボット技術利用と今後の課題」『日本ロボット学会誌』第33巻第5号
- ・兒玉龍二(2015)「食鶏の生産自動化システム」『精密工学会誌』第81巻第9号
- ・前川正雄(2011)『マエカワはなぜ「跳ぶ」のか』ダイヤモンド社

(注)不定形軟弱体とは、「形状がまちまち、触れたり掴むと形が変わり、また変形して形が元に戻らない」と伊東・木下(2015)が定義。

(チョウ ギョクリョウ)