

# ブロイラー養鶏省力化システムの提案と検討

佐藤 永欣<sup>1,a)</sup> 佐々木 毅<sup>2</sup> 檜山 稔<sup>3</sup> 浅沼 和彦<sup>4</sup> 佐藤 清忠<sup>5</sup>

概要：ブロイラーを中心とする養鶏産業は、1年間に全国で6~7億羽が出荷される規模の産業であるが、価格競争、人手不足や後継者の不足により、養鶏場の運営は個人経営の農家から会社組織による運営にシフトしてきている。省力化や効率的な養鶏場の運営は経営主体にかかわらず重要な長期的課題である。本研究では、鶏舎運営の省力化・効率化を目指した養鶏無人化システムを提案する。養鶏無人化システムは養鶏場全体におけるネットワーク通信環境の整備、センサ類の導入、鶏舎環境の制御の自動化、飼料配送と補給の効率化などからなる。これらの実現により、鶏舎の運営を省力化できるほか、人の出入りを極力排することで外部環境からの隔離をさらに進め、鶏の疫病なども防ぎやすくなると考えられる。本論文では、ブロイラーを中心とする鶏舎の現状の運営方法から段階的に移行できる養鶏無人化システムを提案する。

## 1. はじめに

ブロイラーを中心とする養鶏産業は6~7億羽が出荷される規模の産業であるが、骨付き鶏肉ベースでは国内消費量に生産量が追いついておらず、国内消費量の1/3ほどが輸入されている。その一方で消費者は国産鶏肉が安心・安全であるとする指向を持っている。

ブロイラーのような食用鶏は単価が安いいため、養鶏場は徹底した動物性蛋白質製造工場として運営されてきたが、養鶏農家は後継者難や経営環境の悪化などにより会社組織による養鶏場の運営が増えて来ている。養鶏産業の長期的課題は、食の安心・安全を確保しつつ安定供給を続けること、外国産鶏肉に太刀打できるコストを維持すること、生産性を向上して人手不足に対応すること、などである。

ブロイラーは生後7~8週間程度で食肉処理用に出荷されるほど成長が急速である。このため、餌や環境の管理が鶏卵用の養鶏とは大幅に異なる。例えば、ブロイラーの飼育では、成長を促進するために人工照明により長時間昼の状態をつくる。また、7週程度の養鶏場での飼育期間に、成

長段階に合わせて5種類程度の飼料を切替える。また、飼育をはじめたばかりの雛は羽毛が薄いため低温に弱い、鶏には汗腺がないため高温にも弱く、そのうえ急速に成長するためブロイラー自体の発熱量も大きい。このため、鶏舎内の低温や高温による鶏の死亡をおこさないため、加温・換気による温度管理が非常に重要である。このほか、鳥インフルエンザのような感染症の発生を避けるため、鶏舎内への人の出入りをなるべく減らす必要もある。

鶏舎運営にかんするこれらの問題から、養鶏場では24時間鶏舎から目が離せない。このため、個人経営の農家では宿泊を伴う旅行をできない、会社組織でも頻繁な泊り勤務がある勤務形態が嫌われやすいなど、人手不足への対応にはなんらかの工夫が必要である。養鶏場が位置するのは臭気や騒音の問題から中山間地であることがおおく、中山間地の人口減少が進む現状では小人数で運営可能で、24時間見張っている必要がない鶏舎の運営手法が求められている。

このため、我々は鶏舎運営の省力化・効率化を目指して、ブロイラー養鶏を対象とした養鶏省力化システムを提案する。提案するシステムの一部は既に岩手県内の養鶏場で使用されており、24時間監視の必要がなくなるなど、省力化に貢献している。養鶏省力化システムは、飼料補給の最適化、鶏舎内温度管理の自動化、鶏舎内監視の遠隔化、鶏の体調管理の補助といった機能がある。本論文では、養鶏産業が置かれた状況と一般的なブロイラー鶏舎の運営方法について述べ、養鶏省力化システムを実現するための鶏舎内ネットワーク、各自動化・最適化機能、について述べる。

<sup>1</sup> 岩手県立大学

Iwate Prefectural University, Takizawa, Iwate, 020-0193, Japan

<sup>2</sup> TKR マニュファクチャリング・ジャパン株式会社

TKR Manufacturing Japan K.K., Hakoshimizu, Minami-Hidume, Shiwa, Iwate 028-3317, Japan

<sup>3</sup> 有限会社ホロニック・システムズ

, Holonic Systems, Ltd., Baba, Kamihirasawa, Shiwa, Iwate 028-3441, Japan

<sup>4</sup> 株式会社東北パワージェクト, Tohoku Powerject, K.K., Hirasawa, Shiwa, Iwate 028-3308, Japan

<sup>5</sup> 岩手県盛岡広域振興局, Morioka Promotion Bureau, Iwate Pref. Government

<sup>a)</sup> nobu-s@iwate-pu.ac.jp

## 2. 関連研究

鶏舎の運営を自動化しようとする研究として、文献 [1][2] などが挙げられる。細谷によるこの研究では、糞の清掃の自動化、死亡した鶏の自動搬出などを実現する。文献 [2] では肉用の養鶏で一般的な平飼いではなく、採卵用に使用されているケ - ジ飼いを利用するが [1] では平飼い鶏舎である。肉用の飼育では病気と脚が弱くなる等の問題からケ - ジ飼いはせず、平飼いが一般的である。[1] では、鶏舎の床面をベルトコンベヤとして、2 日間で9メートル床面を間欠的に移動させ、死んだ鶏を排除する。生きている鶏は間欠的に移動する床であっても動いて給餌機や給水機に移動するため、排出されない仕組みである。また、糞も自動的に排除される。単純かつ合理的な仕組みであるが、既存の鶏舎は立て替えレベルの大改造が必要であり、導入は進んでいない。

## 3. 鶏舎の運営

ここでは、現在日本で一般的に行われているブロイラー養鶏についてのべる。半ば工業化された食肉・動物性蛋白質製造工場としての運営であり、地鶏肉のような高級な食肉の生産ではない場合、諸外国でも概ね同じ方法をとっている。

ブロイラーは、急速に成長されるように品種改良された鶏の品種の総称である。成長速度は採卵用の鶏や地鶏などが5ヶ月ほどかけて成体になるが、ブロイラーは生後7~8週間程度で食肉処理に敵した大きさの3kgを越える成体に成長する。若い鶏の軟らかい肉が好まれるため、成体に成長した後はただちに出荷され食肉処理される。

ブロイラー養鶏では成長段階による管理を容易にするために、全ての雛をまとめて飼養する。これは、飼養開始と出荷のタイミングもふくめてまったく同じということである。すなわち、生後1~2週間程度のヒヨコがまとめて鶏舎に入れられ、ほぼ同様の過程を経て育った後、概ね7週間後にまとめて出荷される。ヒヨコの入舎前には、鶏舎内の糞は除去され、徹底的に洗浄・消毒される。ヒヨコが入舎した後は、糞は出荷まで基本的に除去されることはない。死亡した鶏は病気の蔓延を防ぐためにただちに除去され、検査に回される。

鶏舎内は基本的に平らなコンクリートの床と、天井から吊下げられた給餌・給水装置からなる。さらに、環境制御用に照明、暖房、換気扇などがある。

ヒヨコが入舎した後、温度管理と飼料管理が始まる。1平方メートルあたり20羽弱を飼うのが普通であるが、幼いヒヨコでは体の大きさのわりに飼養密度が小さい、羽毛が未発達であるなどの理由から加温が必要になる。一方で成長したブロイラーは活発な代謝により多くの熱を発する

ため鶏舎の換気が重要である。特に、鶏は発汗によって体温を下げることができないため、鶏舎内の異常な高温は熱射病による鶏の死亡につながる。季節にもよるが30程度を目標に制御される。また、飼料は成長段階に応じて5種類程度を切替えてあたえる。飼料には抗生物質などが混ぜてあるため、効率的な成長のための切替えのほかに、出荷が近いブロイラーには抗生物質なしの飼料をあたえる必要がある。このほか、鶏舎内はほぼ24時間照明が点灯している。鶏舎によっては夜間に照明を消して1時間程度の「夜」を作ることもある。

上述したように温度管理は重要である。鶏舎内はブロイラーの体温により床面付近が高温になりやすく、換気量が不足すると涼しいところを求めてブロイラーが他のブロイラーの上に乗る「乗り上げ」が発生する。乗り上げが発生すると、下の鶏が爪などで傷がつき病気になりやすいといった問題がある。このため、低温により雛が死亡したり活動量が低下したりしない最低限の温度と高温により乗り上げが発生したり餌の摂取量が低下しない温度の間に制御する必要がある。

ブロイラーの飼料は成長段階に合わせて5種類を順次切替えてあたえる。飼料は鶏舎外にある飼料タンクに補充され、鶏舎内で自動的に給餌される。飼料の配合や粒の大きさ、抗生物質などにより、あたえる時期が決まっているため、切替え前の飼料の残りは全て廃棄される。また、他の鶏舎の飼料タンクに移送して再使用することもない。飼料の消費速度を予測して補充するが、鶏舎内の高温や低温により鶏があまり餌を食べないといったことも起きる。また、飼料タンクに外部から残料を確認する窓がついているが、タンクの経年劣化などにより窓の透明性が失われ、確認が困難であることも多い。このほか、飼料には比較的短い消費期限が存在し、長くても2週間程度である。このため、飼料を作り置きすることはできず、必要に応じて飼料メーカーが穀物を加工して製造・配送している。よって、飼料を補充する際には期限内に消費仕切れる分だけを補充することになるが、補充回数が頻回であると配送コストが上昇する問題がある。

鶏舎内の環境の管理が完璧に行われても、なんらかの理由で死亡する鶏は出てしまう。また、死なないまでも、活動度が病気などで極端に低下してしまう鶏もいる。これらの鶏は、人手で発見して排除している。密集して多数の鶏を飼育しているため、病気の鶏の早期発見と排除は重要である。

鶏舎内には照明と換気扇の運転のため、商用電源が供給されている。鶏舎の近傍であれば商用電源が使用可能な場合もあるが、飼料タンクのように無電源の設備もある。通信については、従来、全く必要なかったため通信回線は引かれていない。また、大規模な養鶏場は山間部に位置することが多いため、事務所では携帯電話回線が使用可能であ

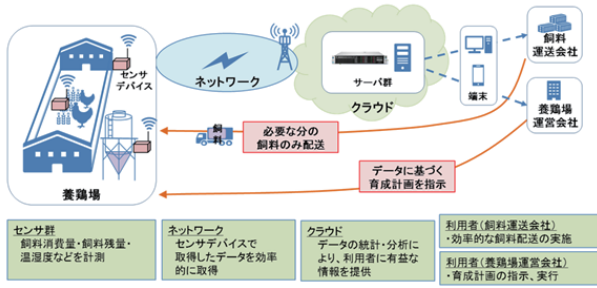


図1 養鶏省力化システム

Fig. 1 Labor Saving Chikin Farming System

るが鶏舎ではほぼ使用できないことがおおい。養鶏場の規模にもよるが、事務所と鶏舎の間は最大数百メートル離れている。

#### 4. 次世代養鶏省力化システム

ここでは、本論文で提案する次世代養鶏省力化システムについてのべる。前述のように養鶏産業では後継者の不足等により、従来よりも大幅な省力化、または無人化が求められている。このほか、プロイラーの出荷単価がなかなか上昇しないため、資材や飼料などの無駄を排した経営が求められている。そこで、次世代養鶏省力化システムの目標を、雞の受け入れ前の清掃・消毒、雞の出荷以外の作業を省力化し、できるだけ無人で管理することに設定する。

図1に養鶏省力化システムの概念図を示す。養鶏省力化システムは鶏舎と周辺に設置したセンサ群と、センサのデータを処理するクラウド上のサーバ等からなる。また、センサ群に付随して換気扇や照明の制御機器なども鶏舎に設置する。

鶏舎省力化システムのセンサ・制御機器などは次のとおりである。

- 飼料タンク残量センサ
- 鶏舎内温度センサ・換気扇制御装置
- 照明制御装置
- 鶏重量の自動計測
- カメラつき自走ロボット

現在のところ、実装・実用化されているのは飼料タンク残量センサ、鶏舎内温度センサである。換気扇の制御とはまだ連動していない。このほか、鶏舎内・鶏舎周辺と管理棟の間の通信が必要となるが、現在はWiFiを使用している。LoRaなども視野にいれている。なお、設備更新に合わせて有線に切替える必要があるものと思われる。

以下では、実装順に鶏舎省力化システムの機器類について説明する。

##### 4.1 飼料残量センサと飼料配送

飼料残量センサは、養鶏農場と飼料業者からの要望に基づき、飼料配送を最適化するために実装された。鶏舎1棟

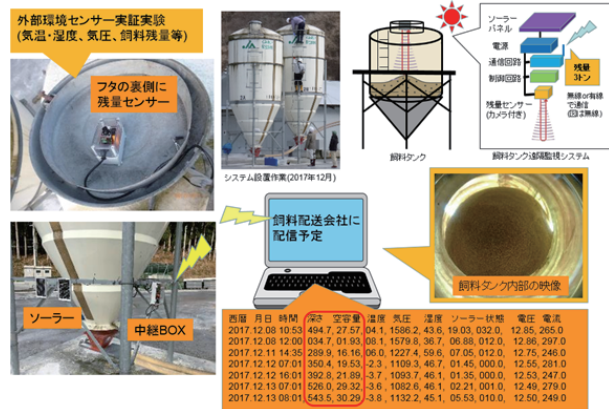


図2 飼料タンク残量センサ

Fig. 2 Food Remains Sensor

二月、飼料タンクが2個取り付けられている。稼働している飼料タンクは通常は一つだけであり、飼料の種類の切替えの際に使用していないタンクに別種の飼料をいれ、供給を切替える方法をとる。同じ種類の飼料を追加補充する際は使用しているタンクに追加する。

飼料の補給時に次のような問題が起きるので解決を要請されている。

- 補充する鶏舎・タンクを間違えることがある。
  - 複数ある鶏舎のうち、間違った鶏舎に補充してしまう。
  - 鶏舎は正しいが、切替え後用の飼料を切替え前のタンクに入れてしまう。
- 飼料の切替え時に、切替え前の飼料の過不足が起きやすい。不足する場合は少量を追加で補充しなければならない。

ここで、飼料の補充は養鶏農場の作業員が行うのではなく、飼料業者・飼料配送業者が行うことに注意する必要がある。また、飼料の原料の穀物は長期間の保存が可能であるが、穀物を粉碎し、水分や薬剤を添加するなどの加工を行って飼料を製造すると、飼料に消費期限がつくことにも注意する必要がある。

飼料タンク残量センサを図2に示す。飼料タンクは円筒形であり、上から飼料を補充し、下側に鶏舎内の給餌機につながるパイプがある。飼料残量センサは、補充用のフタの裏側にレーザー距離計をとりつけ、その出力をRaspberry Piを使用した中継機を通して無線で送信している。飼料タンクの周辺に商用電源がないことを考慮して、ソーラーパネルとバッテリーで駆動している。なお、Raspberry Piを常時起動しているとソーラーパネルの発電能力を上回ってしまうため、RTCにのみ常時電源を供給し、RTCからの信号でRaspberry Piを起動、飼料の残量の計測と計測結果の送信後は再び電源を切るという運用を行っている。これは、飼料は急速に減るわけではなく、タンク一杯に補充すれば空になるまで1週間程度はかかるためである。よって、常時測定し続ける必要はない。

飼料の残量管理については、残量管理そのもの以外に発注のオンライン化、補充すべきタンクの指示方法の改善といった課題がある。発注方法は養鶏農家や飼料業者によって異なり、大抵はFAXか電話による発注である。さらに、補充すべき飼料の種類や量が飼料業者に一任されている養鶏農家もある。補充すべきタンクの指示方法も問題である。鶏舎の名称などが決まっていない、鶏舎に表示がない、タンクにも名称などの表示がないことが普通であり、「奥から2番目の鶏舎の空いてる方のタンク」などという指示をしている。したがって、上記の飼料の入れ間違いという問題はこれらの指示方法を明確化することで解決すると思われる。

#### 4.2 鶏舎内温度センサ・換気扇制御装置

鶏舎内の環境モニタの一部として、温度センサ、湿度センサ、アンモニアセンサ、CO<sub>2</sub>センサとネットワークカメラによる監視を導入している。給餌機を吊下げるロープにセンサ類とネットワークカメラを取り付けている。なお、温度の異常時には警報がなるようにしてある。

ブロイラーは温度変化に弱く、成長速度が早い代り代謝量が大きく、特に高温に弱い。鶏舎内の温度調整は、低温時は電気ヒーターと重油等のストーブによる加熱、高温時には換気扇による鶏舎内の換気によって行われている。鶏舎内のアンモニア濃度は、臭気にかかわるためモニタしている。アンモニア濃度とCO<sub>2</sub>濃度を低下させる手段は換気のみである。

鶏舎内の温度は、ブロイラーの成長度合にもよるが、特に成長が進んで来た場合、床面付近が一番高い。ブロイラーは発汗による放熱ができないため高温には弱く、周辺の温度が上がって来るとより涼しいところへ逃げようとする。鶏舎内では上の方が涼しいが、鶏舎内の床はほぼ完全に平らであり、他のブロイラーの上に乗る以外に涼しい場所に移動する方法はない。図3にネットワークカメラによりとらえられた、ブロイラーが他のブロイラーの上に乗る「乗り上げ」の様子を示す。乗り上げが検出された場合、床面付近の温度が異常に高いということであり、早急な換気を必要とする。また、乗り上げられた下側のブロイラーは爪で傷がつくことがあり、場合によっては売り物にならない。

鶏舎内の温度制御の自動化はまだ実装されていないが、アンモニア濃度、CO<sub>2</sub>濃度が低下するように換気扇の運転を調整しつつ、冬期間は目標温度になるようにヒーターを制御、夏期は換気扇の運転数を調整することになる。

養鶏場の従業員は夜間も定期的な鶏舎内の見回りを行っているが、これはおもに鶏舎内の温度の制御などのためである。鶏舎内の温度制御の自動化と温度の異常時の警報機能を実装することで養鶏場従業員の負担を減らすことができる。警報機能だけであっても、見回りの頻度を減らせる



図3 乗り上げ

Fig. 3 A Chicken climbs on others

などの効果はあったため、今後は自動制御機能の実装を進める。

#### 4.3 鶏舎内管理の自動化への展望とまとめ

現状では、人による見回りの頻度は減らせるが、完全な自動化は難しい。関連研究で述べたような方法により完全な自動化を実現するにも、大規模な設備投資が必要であり現実的ではない。養鶏以外にも農業分野での自動化を指向した研究はあるが、完全な新機軸を打ち出すだけで、実現可能性は考慮されていないものが多い。養鶏農家の体力の問題から小規模な投資を徐々に積み上げる方式での省力化・自動化が求められる。

省力化・自動化を実現するにはインフラとしての養鶏場内のネットワーク整備が重要である。鶏舎1棟内の通信はWiFiで必要十分であるが、鶏舎と管理棟との通信がいまのところネックである。有線通信の利用が理想であるが、通信線の敷設が考慮されていない上に構内通信としては距離が長めであるため、LoRaの利用も考えられる。いまのところ、鶏舎の画像や温度データなどはクラウド上に直接WiFiと3G/LTE回線を組み合わせて送っているが、回線の維持コストを考えると管理棟で集約したいところである。

鶏舎内の通信ができれば、画像処理による監視自動化・半自動化が視野に入ってくる。例えば、死亡した鶏や病気の鶏の早期搬出は重要な課題である。このためには、動かない鶏の検知などといった技術の開発が必要である。

#### 参考文献

- [1] 細谷 実, 全自動の平飼肉用鶏舎の開発, 日本家禽学会誌, Vol. 33, No. 6, pp. 388-391. (1996)
- [2] 細谷 実, 採肉養鶏の床面を工夫した新しい立体飼育法, 日本家禽学会誌, Vol. 33, No. 5, pp. 305-309. (1996)