

貯卵期間中の短時間ふ卵処理が名古屋種種卵の ふ化率およびヒナ活力に及ぼす影響

宮川博充¹⁾・赤尾美佳¹⁾・玉田彩織¹⁾・佐藤正美¹⁾

摘要：貯卵した名古屋種種卵のふ化率及びヒナ活力の改善策として、貯卵期間中における短時間のふ卵処理(以下SPIDES)を検討した。その結果、SPIDESを行った種卵は、従来の15℃で貯卵した種卵と比べて、4週間貯卵時にふ化率が約8ポイント向上し、良ヒナの取得率は約27ポイントと有意に高くなった。また、貯蔵期間0日である新鮮な種卵と比べて差はみられなかった。これらのことから、SPIDESは、長期貯卵によるふ化率及びヒナ活力の低下を抑制する効果が期待でき、良ヒナ取得率を高く維持できると考えられた。

キーワード：名古屋種種卵、長期貯卵、ふ化率、ヒナ活力、良ヒナ取得率

緒言

本県の特産鶏である名古屋種生産の需要に応えるためには、ヒナの安定供給すなわち種卵の確保が必要である。しかし、種鶏から採取できる種卵の数量は限られているが、季節的なヒナ需要の偏りにも対応しなくてはならず、需要期にはヒナ不足に陥りやすい。需要期に種卵を確保するためには、種卵の貯卵期間延長が考えられる。通常、種卵の貯卵期間は1週間程度であり、貯卵期間を長くすると、ふ化率及びヒナ活力は低下する^{1,2)}。そのため、何らかの改善策を施さなければならない。

ふ化率向上等の改善策として、これまで貯卵期間に応じた温度を段階的に降下させる下降温度制御法³⁾を中心に、真空ポンプによる脱気を組み合わせたパッキング^{4,5)}や保存湿度管理の組み合わせ⁶⁾など、貯卵期間中における胚の生理活性を最小限に抑える方法について報告してきた。今後はこれらに加えて、胚の活力を維持していく技術の開発が重要となる。

入卵前にふ卵室内温度(23~26℃)で加温し、温度ショックを緩和させてからふ卵機へ入卵する予備加温は、操作が簡易であるため、これまで予備的に追加実施されてきた。この方法は入卵直前に胚の活性を呼び起こす手法であり、保存期間が長くなるにしたがって、改善効果が高くなる^{2,7)}ことが知られている。近年はこれに加えて自然界のプロセスに似せて、種卵の貯卵期間中に短時間の加温処理(Short periods of incubation during egg storage: 以下SPIDESという。)が行われている。これは胚を刺激することにより貯卵期間中も胚の活性を維持すると考えられ、SPIDESによるふ化率の改善が報告⁸⁻¹⁰⁾さ

れている。SPIDESの操作は簡便でふ化施設内で容易に実施できることから、ブロイラーヒナの生産現場の一部で取り入れられている。しかし、名古屋種ヒナの生産現場では検討されていない。

そこで、本研究では貯卵中の名古屋種種卵にSPIDESを行い、最長4週間まで貯卵した種卵のふ化率、発生したヒナの活力及び良ヒナの生産性について検討した。

材料及び方法

1 供試種卵

当场で飼養管理している名古屋種の雄10羽、雌40羽を用いて人工授精を5日間隔で行い、2019年5月12日から5月31日までの20日間で473卵を採取した。毎夕採卵後、鶏舎から室温15℃に低温設定した種卵保管室に運び、室内の卵座に静置した。

このうち、ふ卵機への入卵後に実施した検卵と割卵により受精を確認できた440卵を試験対象の種卵とした。

2 試験区分

貯卵期間0日の採取直後にふ卵機内へ入卵した新鮮な種卵(総数84卵)を基準とし、ふ卵機に入卵するまでの貯卵期間を種卵保管室内で保存のみした貯卵区(総数172卵)と貯卵期間中にSPIDESを実施したSPIDES区(総数184卵)の2区を設けた。貯卵期間は1~4週間とし、各期間4反復で実施した。

3 SPIDESの実施内容

本研究の一部は日本家禽学会 2019 年度秋季大会(2019 年 9 月)において発表した。

¹⁾畜産研究部

SPIDESの処理はTagら⁸⁾やDymondら⁹⁾の報告を参考に、種卵の貯卵開始から5、11、17、23日目に実施した。SPIDESは、貯卵期間を1週間延ばす毎に1回追加した。

処理内容は、約24℃(生理的零度)のふ卵室内に種卵を1時間静置した後、37.8℃に設定したふ卵機内に2時間30分～3時間入卵した。その後、取り出してふ卵室内で1時間静置してから種卵保管室内に戻した。

4 調査内容

種卵の受精、未受精及び発生中止の確認は、ふ卵機(セッター)に入卵後7日目(1検：初期胚)及び18日目(2検：中期胚)に透過光による検卵と割卵により実施した。2検後にふ卵機(ハッチャー)に下卵し、22日目にふ化したヒナ羽数と割卵して死籠り数を計測し、受精卵に対するふ化率を算出した。

発生したヒナは、ヒナ活力を3(良：活力良好で身体に異常のないヒナ)、2(やや不良：へそ締りが悪い、活力が乏しい弱ヒナ等)、1(不良：足開きなどの脚部異常、へそ締りが極悪、虚弱等)、の3段階で評点し、ふ化羽数に占めるそれぞれの活力の羽数割合を算出した。

ふ化率と発生したヒナに占める良ヒナの割合から、下記計算式により良ヒナ取得率を算出して最終評価とした。

$$\text{良ヒナ取得率(\%)} = (\text{ふ化率} \times \text{良の割合}) / 100$$

5 統計処理

一元配置法による分散分析を行い、基準とした新鮮種卵(貯卵期間 0日)及び各試験区の貯卵期間毎の比較はTurkey-Kramerの多重検定を用いて実施した。

結果及び考察

新鮮種卵及び各試験区のふ化成績を表1に示した。新鮮な種卵、貯卵した種卵のいずれも胚の死亡の多く

は、初期胚の発育中止にみられた。貯卵期間が長くなるほど死亡する胚が増える傾向がみられた。貯卵4週間における中期胚死亡率では新鮮種卵と貯卵区との間で、死籠り率では新鮮種卵及びSPIDES区と貯卵区との間に5%水準で有意差が認められた。ふ化率についてみると、貯卵区、SPIDES区とも貯卵期間が長くなるほど低下する傾向を示し、貯卵期間が1～3週間までは次第に低下する傾向を示した。しかし、貯卵4週間と長くなると、貯卵区は貯卵3週間と比べて10ポイント以上、新鮮種卵と比べると約15ポイントと大きく低下し、新鮮種卵との間に5%水準で有意差が認められた。一方、SPIDES区は貯卵3週間と比べて貯卵4週間は約2ポイントと若干の低下はみられたが、期間延長による大きな影響はみられなかった。新鮮な種卵と比べると、SPIDES区の4週間貯卵は約7ポイント低くなったが、有意な差は認められなかった。貯卵期間毎の貯卵区とSPIDES区との比較において、いずれの期間も有意な差は認められなかったが、4週間貯卵時にはSPIDES区が貯卵区より約8ポイント高くなったことから、ふ化率が改善する傾向がみられた。

鶏受精卵は、母体から産卵された時には既に胚盤を形成しており、その後の発育適温(ふ卵機に入卵)になるまで分裂を中止している。そのため、長期間保存するためには胚の呼吸や代謝等の生理活性を最小限に抑えると同時に胚の活力維持が重要なポイントとなる。前者については、低温保存^{2,3,5)}、パッキングや窒素封入などによる代謝阻害^{4,5)}などで抑制できることが報告されており、既に種卵の低温保存は標準化されている。今回設定した貯卵区においても同様に15℃の低温保存を実施している。従って、今後は後者に関する技術開発により、より高いふ化率の維持が求められる。貯卵した種卵にSPIDESを実施したTagら⁸⁾、Dymondら⁹⁾及びElmenawey¹⁰⁾は、SPIDESによりふ化率が改善すると結論づけている。本試験で実施したSPIDESの手法は、Tagら⁸⁾やDymondら⁹⁾の報告を参考にしたが、貯卵時の保存温度、加温時間、処理間隔や貯卵期間など、SPIDES実施時の条件は必ずしも一致していない。しかし、得られた結果は同様の傾向

表1 新鮮種卵及び処理の異なる名古屋種種卵の貯卵期間毎のふ化成績

| 区 分 | 貯卵期間 | 初期胚死亡率 | 中期胚死亡率 | 死籠り率 | ふ化率 |
|----------|------|--------|-------------------|------------------|--------------------|
| | 週間 | % | % | % | % |
| 貯卵区 | 1 | 2.5 | 0 ^a | 1.9 ^a | 95.6 ^{ab} |
| | 2 | 2.1 | 1.9 ^{ab} | 1.9 ^a | 94.1 ^{ab} |
| | 3 | 2.8 | 2.3 ^{ab} | 0 ^a | 94.9 ^{ab} |
| | 4 | 6.3 | 4.1 ^b | 6.3 ^b | 83.4 ^b |
| SPIDES 区 | 1 | 3.1 | 1.7 ^{ab} | 0 ^a | 95.2 ^{ab} |
| | 2 | 3.6 | 0 ^a | 1.8 ^a | 94.6 ^{ab} |
| | 3 | 2.8 | 2.1 ^{ab} | 1.9 ^a | 93.2 ^{ab} |
| | 4 | 4.6 | 2.5 ^{ab} | 1.7 ^a | 91.3 ^{ab} |
| 新鮮種卵 | - | 2.1 | 0 ^a | 0 ^a | 97.9 ^a |

a, b 異符号間に有意差あり (P<0.05)

を示し、特に最長期間に設定した貯卵4週間時にその成果がより顕著に得られたことから、本試験において、貯卵期間の延長に伴い効果がみられる傾向が示された。このことにより、貯卵期間の長期化によるふ化率低下を抑制する手法として、SPIDESを実施することは有効であると考えられた。

ふ化したヒナの状況とヒナ活力の評点基準を図1に、貯卵区とSPIDES区の貯卵期間毎にふ化したヒナで観察されたヒナ活力の割合を表2に示した。

新鮮種卵でふ化したヒナは、いずれも活力3の良ヒナであったが、貯卵区では貯卵期間が長くなるにつれてヒナ活力が低下する傾向がみられた。貯卵4週間における活力3の良ヒナ割合は貯卵区が新鮮種卵より20ポイント以上低下し、5%水準で有意差が認められた。また、活力2のやや不良ヒナの割合は同様に貯卵区が新鮮種卵より15ポイント以上高くなり、5%水準で有意差が認められた。一方で、SPIDES区では貯卵期間が長くなることによるヒナ活力の低下はみられず、活力が良好に維持される傾向が示された。貯卵期間毎の貯卵区とSPIDES区との比較においても、SPIDES区のヒナ活力は貯卵期間が長くなるにつれて貯卵区より高くなる傾向にあり、4週間貯卵時にはSPIDES区が貯卵区より活力3の良ヒナ割合で20ポイント以上高く、活力2のやや不良ヒナ割合で15ポイント以上低くなり、いずれも5%水準で有意差が認められた。

種卵の長期保管はふ化率の低下のみならず、ふ卵時間の長期化、胚の形態異常増加を引き起こし、ヒナの品質とパフォーマンスを低下させる²⁾。そのため、種卵の貯卵は1週間程度に留まっている。この対策としてSPIDESを実施したDymondら⁹⁾は、SPIDESにより早期および後期胚死亡率の両方が低下し、また、SPIDES処理胚は各培養後に生存可能な細胞の割合が有意に高くなることから、貯卵により誘発される細胞死が胚の発生に及ぼす悪影響はSPIDESにより緩和される可能性があり、ふ化率とヒナ活性が向上すると報告している。また、



*活力：ヒナを3段階で判別
 3：良 活力良好で身体に異常のないヒナ
 2：やや不良 へそ縮り悪・弱ヒナ（活力乏しい）等
 1：不良 足開きなどの脚部異常・へそ縮り極悪・虚弱等

図1 ふ化したヒナの状況及び評点基準

Elmenawey¹⁰⁾は、長期貯卵した未処理種卵はふ化率を低下させるが、SPIDESによる熱処理は初期の胚死亡率、ふ化率ならびにヒナの資質を改善すると報告している。本試験においても、低温貯卵のみの場合と比べてSPIDESの実施による貯卵によりヒナ活力の改善がみられ、活力が良好に維持された。これらのことから、SPIDESは良好なヒナ活力の維持に対する長期貯卵の有害な影響の改善に有効な方法であると考えられた。

上記から得られたふ化率及び良ヒナの割合から、餌付けに適した良ヒナが獲得できる割合、良ヒナ取得率を貯卵区とSPIDES区の貯卵期間毎を表3に示した。

SPIDES区の良ヒナ取得率は、いずれの貯卵期間においてもふ化率及び良ヒナの活力割合が貯卵による影響で大きく変動することなく良好に維持されたため、新鮮種卵と比べて差はみられなかった。一方、貯卵区におい

表2 ふ化したヒナに観察されたヒナ活力の割合

| 区分 | 貯卵期間 | ヒナ活力 | | |
|---------|------|-------------------|-------------------|------|
| | | 良：3 | やや不良：2 | 不良：1 |
| | 週間 | % | % | % |
| 貯卵区 | 1 | 97.2 ^a | 0 ^a | 2.8 |
| | 2 | 100 ^a | 0 ^a | 0 |
| | 3 | 91.3 ^a | 5.6 ^a | 3.1 |
| | 4 | 77.6 ^b | 17.5 ^b | 4.9 |
| SPIDES区 | 1 | 100 ^a | 0 ^a | 0 |
| | 2 | 98.1 ^a | 1.9 ^a | 0 |
| | 3 | 100 ^a | 0 ^a | 0 |
| | 4 | 100 ^a | 0 ^a | 0 |
| 新鮮種卵 | - | 100 ^a | 0 ^a | 0 |

a, b 異符号間に有意差あり (P<0.05)

表3 新鮮種卵及び処理の異なる名古屋種種卵の貯卵期間毎の良ヒナ取得率

| 区分 | 貯卵期間 | 良ヒナ取得率 ¹⁾ |
|---------|------|----------------------|
| | | % |
| | 週間 | |
| 貯卵区 | 1 | 92.8 ^a |
| | 2 | 94.1 ^a |
| | 3 | 86.4 ^a |
| | 4 | 64.7 ^b |
| SPIDES区 | 1 | 95.2 ^a |
| | 2 | 92.9 ^a |
| | 3 | 93.2 ^a |
| | 4 | 91.3 ^a |
| 新鮮種卵 | - | 97.9 ^a |

1) 良ヒナ取得率=(ふ化率×良の割合)/100

a, b 異符号間に有意差あり (P<0.05)

ては、貯卵による影響が期間の長期化にしたがって次第にみられるようになり、貯卵4週間では新鮮種卵と比べて約33ポイントも低下し、5%水準で有意差が認められた。貯卵区とSPIDES区の貯卵期間毎の良ヒナ取得率を比較すると、新鮮種卵と同様、貯卵期間が長くなるにつれてSPIDES区の良ヒナ取得率が貯卵区より高くなる傾向がみられた。貯卵期間が4週間となると、SPIDES区は貯卵区より約27ポイント高くなり、5%水準で有意な差が認められた。

以上の結果から、名古屋種においても貯卵時のSPIDESは、特に長期貯卵時にふ化率の改善及びヒナ活力を向上させることが期待でき、良ヒナ取得率を高く維持できると考えられた。更に種卵数確保のために貯卵期間を延長し、ふ化可能な期間の検討を進めるとともに、SPIDESをより効率的・簡易に行う方法やふ化率向上を目的として、1回あたりの加温時間、処理間隔、処理回数、加温処理の累積時間など、適正な実施手法の検討を継続する。

一方、SPIDESは未知な部分が多く残されている。SPIDES胚の生理学的ストレス低減の細胞および分子基盤に関する研究は今後の大きな課題である。受精卵の貯蔵に関連して、最も危惧されている初期胚死亡率の緩和にSPIDESの実施が新たな洞察をもたらすことを期待したい。

引用文献

1. Byng, A. J. and Nash, D. The effects of egg storage on hatchability. *Bri. Poult. Sci.* 3, 81-87 (1962)
2. Mayes, F. J. and Takeballi, M. A. Storage of the eggs of the fowl (*Gallus domesticus*) before incubation: A review. *W. P. S. J.* 40, 2, 131-140 (1984)
3. 野田賢治, 法邑 勲, 山田眞理, 大塚勝正, 太田元好. 鶏受精卵の効率的保存技術(第1報)保存温度コントロールによるふ化率の改善. *愛知農総試研報.* 20, 427-430(1988)
4. 野田賢治, 法邑 勲, 大塚勝正, 木野勝敏, 太田元好, 広瀬一雄. 受精卵の効率的保存技術(第2報)パッキング法によるふ化率改善効果. *愛知農総試研報.* 22, 389-392(1990)
5. 野田賢治, 村山 肇, 大塚勝正, 木野勝敏, 牧野吉伸, 太田元好. 受精卵の効率的保存技術(第3報)保存温度コントロール法とパッキング処理法を組み合わせた保存方法. *愛知農総試研報.* 24, 271-275(1992)
6. 野田賢治, 宮川博充, 木野勝敏, 村山 肇, 河村孝彦. 受精卵の効率的保存技術(第4報)保存湿度がふ化率に及ぼす影響. *愛知農総試研報.* 29, 323-327(1997)
7. Proudfoot, F. G. The influence of different pre-incubation holding temperatures on the hatchability of chicken eggs. *Poult. Sci.* 49, 812-813 (1970)
8. Tag EL-Din, T. H., Kalaba, Z. M., EL-Kholy, K. H. M. and Abd-EL-Maksoud, S. A. Effect of short period incubation during egg storage on hatchability, embryonic mortality and chick quality. *J. Animal and Poultry Prod. Mansoura Univ.* 8, 161-165(2017)
9. Dymond, J., Vinyard, B., Nicholson, A. D., French, N. A. and Bakst, M. R. Short periods of incubation during egg storage increase hatchability and chick quality in long-stored broiler eggs. *Poult. Sci.* 92, 2977-2987(2013)
10. Elmenawey, M. A. Effect of heat treatments during hatching eggs storage on hatchability traits and chick quality. *Egypt. Poult. Sci.* 39, 791-808(2019)