

孵化場実務における各種調査方法：著者

エビアジェン社は、お客様に鶏群管理のベースとなる詳細な成績指標、管理マニュアル及び栄養成分表を提供しています。

この文献は、エビアジェン社の技術普及部が作成した、ロステックの継続シリーズのひとつです。孵化場業務に関するロステックは、孵化場のモニタリングと孵卵管理に関する話題を重点的に取り扱っています。それは、孵化場と孵卵業務に関する背景と実用的な詳細を述べ、孵化率とヒナ質が良くなるような、良い孵卵管理の基本の理解を深めることを目的にしています。

良好な種卵管理と孵卵管理は、鶏群から生産された種卵の孵化率を最高に上げ、ヒナ質を良くし、子孫が良好な成績を上げるために最高のスタートが切れることを可能にするでしょう。ここに述べた基本は、ほとんどの地域と生産形態に広く応用できます。

著者 - スティーブ・タレットについて



スティーブ・タレット博士は孵卵と受精率専門のエビアジェン社のコンサルタントです。スティーブはイングランドのバース大学を卒業し、そこで学士と博士号を受けています。

彼はスコットランドのエジンバラ近くのAFRC s Poultry Research Centre、現在のロスリン研究所に10年間在籍し、そこでエネルギー代謝や孵卵生理、卵質などの研究に従事しました。

その後、彼は Auchincruive のスコットランド農業大学の上席講師になりました。

後に、イングランドとハンガリーで七面鳥と鶏の生産に関するアドバイスを行うために Bernard Matthews Foods Ltd に入社。

彼は、ワールドワイドコーディネーターとしてエジンバラにあるロスブリーダーズ社（現エビアジェン社）に入社。その後、Bernard Matthews Foods Ltd に再び入社。そこで欧州とアジアにおける技術的問題に関する責任をもつ研究マネージャーとして従事しました。スティーブはその後、飼料用抗菌剤と防黴剤の世界的メーカーである Ani tox の技術取締役の職を得ました。

2006年3月、スティーブはCornerways Poultry Consultants Ltd を設立。養鶏業界における30年にわたる経験と研究仲間のネットワークは、彼が世界中の家禽生産の多くの分野に技術情報を供給することを可能ならしめています。

スティーブは、40以上の科学論文を発表し、共著本、家禽論文のレビューや科学雑誌の記事を書いたり、多くのセミナーや協議会のレギュラー発表者になったりしています。

目次

04	はじめに
06	受精率の評価
12	孵卵残渣調査
16	卵重とヒナ体重のモニタリング
18	温度のモニタリング
19	ハッチウインドウのモニタリング
21	孵化場における日常の品質管理と、結果の記録と分析
28	結果の見方
31	無精、胚死亡と孵化に及ぼす栄養の影響
33	付録
33	付録1：集卵方法
34	付録2：卵の選別
35	付録3：種卵消毒方法
36	付録4：燻蒸方法
37	付録5：貯卵方法
38	付録6：結露ポイントあるいは結露表
39	付録7：孵化場記録様式の一例

全体の要約

この文献は、良好な孵化率とヒナ質を得るために、孵化場で達成されなければならない成績目標と、それらをどのように測定し評価するか、そして日常の品質コントロールプログラムの中にそれらを組み入れる方法について述べます。

孵化場では継続的に、受精率（無精卵を見分けるための多くの方法を述べています）や胚の死亡パターンなど、いくつかの項目を記録し、モニターすべきです。検卵による無精卵率が高い時、適切な正しい対応策をとるためには、正確な受精率を知ることが重要です。胚死亡のパターンや特定の異常と胎児姿勢異常を知ることによって、何時、孵卵コンディションが不適切であったか特定できるようになるでしょう。それらの項目の目標値は、鶏群の異なる週令毎に、詳細に割卵調査を行う時の数値と、簡単に行う時の数値の両方を記載しています。

この文献には、移卵時の卵重減少と取り出し時の卵重/ヒナ体重比をモニタリングするための方法も載せています。それらは新鮮卵の卵重に比べそれぞれ約12%と67%であるべきです。また卵殻表面の温度をモニターすることも重要です。それによって、温度が上昇する時間が遅すぎたか（初期死亡増加）、孵卵後期に高温になりすぎたかどうか（後期死亡と淘汰ヒナ増加）が分かります。卵殻表面温度のモニターは、将来の孵卵温度プログラム変更に関する役立つ情報を提供してくれます。

孵卵中の生物学的異常の定期的モニタリングは、何時、孵卵コンディションが不適切になったか知るためと、孵化率を改善するために何を変えなければならないのか決めるために非常に重要です。

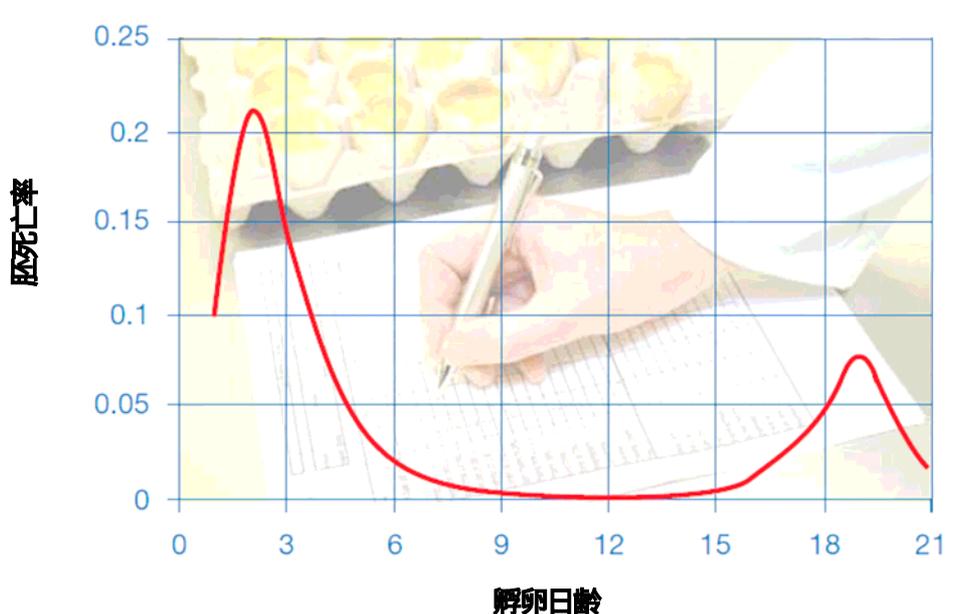
はじめに

良好な孵化率とヒナ質を得るためには、産み落とされた時から受精卵の注意深い管理が必要です。集卵中、卵殻の消毒中、輸送中、貯卵前的高温、貯卵中、プレウォーミング中の環境コンディション、あるいは孵卵など、すべてが重要です。不適切な取り扱いは、孵化率の低下や胚死亡パターンの変化を引き起こし、そして多分、孵化後の成績にも影響します。このロステックに記載した調査方法は、孵化率や通常の胚中止が最高レベルに対してどの水準にあるのか知ることができ、孵化場における日常的品質管理プログラムとして使用することができます。ここに示した他の情報は、孵化場問題点のトラブルシューティングに役立つでしょう。

孵化場における日常的品質管理

すべての受精卵が孵化するわけではありません。孵化率の良い鶏群からの種卵でも、一定の胚死亡パターンがあります。死亡は通常、すべての器官組織が胚の中で形成される時期である孵卵最初の数日間が高くなります。孵卵中期は基本的には急激な発達が見られる時期で、通常は胚死亡が非常に少ないのが特徴です。死亡は、肺に空気を通すために胎児が気室に向かって体の向きを変え、呼吸方法を変更し、卵黄を体内に引き込んで最終的に孵化しようとする時期である孵卵最後の数日間に再び増えます。図1は孵化率の良い鶏群における正常な死亡のパターンを示しています。

図1：孵卵中の胚中止の正常パターン。Kuurman *et al.* (2003). *Poultry Science*, 82:214-222 が基。



孵化場実務における各種調査方法：はじめに

週令に応じた受精率、孵化率と胚中止の時期と割合のデータを収集することは、あらゆる孵化場で品質管理プログラムの重要な部分です。孵化場従業員は適切なデータがとれるように訓練されなければなりません。彼らは無精卵と卵汚染の見分け方と、孵化しなかった胚がどこまで発育したか確認の仕方を知る必要があります。また胚の異常発育や胎児姿勢異常も識別する必要があります。

正確なデータは孵卵成績を最高水準と比較することを可能にし、問題が生じた時、それらを調査するための基準を提供してくれます。胚死亡の正常なパターンとどれだけ差があるか知ることで、一般的には問題点がどこにあるか特定することが可能です。

例えば：

- 孵卵最初の週の中止は、孵卵前（例えば農場、輸送中あるいは貯卵中）に起こった問題に起因する傾向があります。
- 孵卵第2週の中止は、時として不適切なセッターコンディションが関係していることがあります。多くは汚染や栄養障害から起こります。
- 孵卵最後の週の斃死は、一般的には不適切な孵卵コンディションが関係しています。

孵化成績をモニターするための手順

孵化場調査を実施する時と孵化率問題のトラブルシューティングをする時、日常の孵化場の品質管理で用いることのできる方法と技術は次の通りです。

- 受精率の評価
 - 孵卵前の新鮮卵の割卵
 - 一時的に孵卵した種卵の割卵
 - 検卵で抜いた「透明卵」の割卵
- 孵卵残渣調査
 - 発育ステージと発育異常の識別
 - 正常な胎児の姿勢と異常姿勢の識別
 - 種卵汚染の識別
- 孵卵中の重量減少のモニタリング
 - 18日までの卵重減少
 - 卵重/ヒナ体重比
- 温度のモニタリング
 - 種卵が曝されている温度パターンのモニタリング
 - 孵卵中の卵殻温度のモニタリング。
- ハッチウインドウのモニタリング

受精率の評価

孵卵前の新鮮卵の割卵

受精後、卵は卵管を通過して産み落とされるまでに約1日かかります。この間に胚盤中の細胞数は約60,000個まで増えます。入卵前の新鮮卵を割卵した時、卵黄膜のすぐ下のこれらの細胞の特徴的な組織が、練習を積み重ね、無精卵の胚盤と受精卵の胚盤葉を見分けることを可能にします。

無精卵の胚盤は直径約2mmの白い小さな斑点です(図2)。白い部分は、通常、縁は不規則で決して完全な円形ではありません。それは泡が詰まっているように見える直径4mm以内の透明なギザギザの円で囲まれています。そして泡は、実際に卵黄の小滴です(図3)。

図2：肉眼で見た時の入卵前の新鮮な無精卵



図3：入卵前の新鮮な拡大した無精卵



受精卵の胚盤は無精卵の白い点に比べ大きく(直径4-5mm)、いつも真ん丸な円形になっています(図4)。通常は、中央が透明の白いリングあるいは「ドーナツ」のような形をしています(図5)。リングの中心に小さな白い点のある卵もあります。時には初期発育段階の胚盤葉になって産み落とされる卵が見られることもあります。その時は濃い白色の完全な円盤のように見えます。

図4：肉眼で見た時の入卵前の新鮮な受精卵



図5：リング状の組織が見える入卵前の新鮮な受精卵の拡大胚盤



孵化場実務における各種調査方法：受精率の評価

どちらに区分するにせよ、見た目にはいくらかの差異はあるので、少し違うところがあっても必要以上に気にする必要はありません。最初は受精率が高いことが分かっている鶏群からの卵と、採卵鶏からの市販の食用卵を使って、受精卵を見分ける練習をすることが重要です。気室の上の卵殻を取り除いて卵の殻を開け、次に卵白表面に付いている内卵殻膜をやさしくむいて取り除きます。もし無精卵の明るい白い斑点が、受精卵の白い「ドーナツ」をはっきり見ることができなければ、次に卵の中身を手のひらに移し、胚盤が見えるまで卵黄をやさしく回転させます（図6）。

1 鶏群当たり少なくとも 100 個の卵を検査すべきです。この方法は、種鶏管理を行うための指針にするため、真の鶏群の受精率が迅速に分かるので有用です。この方法は種卵を割る必要があります。種卵以外の卵を調べることもできますが、それでは真の受精率を低く見積もりすぎる傾向があります。



図6：新鮮卵の胚盤の位置を知るために卵の中身を取り出し、卵黄を回転させる必要があります。

また入卵前の新鮮卵の内部を調べると、異常も見つけることができます。例えば、卵黄のモトリング（まだら模様）は、通常種鶏メスのストレスによって起こる卵黄膜の障害です。ストレスとしては捕獲（例えば採血時）日常管理の変更や過剰配雄率などがあります。ナイカルバジン（抗コクシジウム薬）やマイコトキシンに汚染された飼料も高率なモトリングを引き起こします。卵黄のモトリングは、初期の胚中止の増加の原因になることがあり、卵の細菌汚染に対する感受性を高くするように思われます。図7は顕著なモトリングになった新鮮卵を示しています。



図7：顕著なモトリングになった新鮮卵

水様性卵白（例えば、伝染性気管支炎や貯卵日数増加による）も孵化率を低下させます。

飼料の汚染物質としての綿実粕とカポック粕は、卵黄を濃厚にして粘度を上げ、孵化率を低下させます。

新鮮卵の割卵記録表のサンプルは付録7（様式1）にあります。

孵化場実務における各種調査方法：受精率の評価

短時間孵卵した種卵の割卵

短期間入卵した卵の受精率テストは、種卵を割る必要はありますが、新鮮卵の受精率調査に比べ容易で練習もそれほど必要ありません。通常セッタートレイ1枚中の全卵あるいはそれ以上のトレイ枚数を調べるのが実際的ですが、この場合も鶏群当たり最低100個のサンプルが必要です。卵は調べる前に3-5日間孵卵します。気室の上から卵の中身が壊れないように注意深く卵を割れば、卵黄表面の上に胚盤があるので非常に簡単に見ることができます。膜の発達の形跡を見つけるためにそれほど時間はかかりません - もし見えなければ、発育はしていません。

本当の無精卵は、以前に新鮮卵で述べたような特徴的な小さな白い点があります。

孵卵1日目と2日目に死んだ胚は卵黄を覆う胚外膜の発達が見られます。これは新鮮卵の白いドーナツよりも大きいクリーム色の円盤によって特徴づけられます。孵卵1日後には、胚外膜で覆われるこの部分は直径約1センチになり(図8)、2日後になると膜は上側の卵黄表面のほとんど全部を覆います(図9)。

図8：孵卵後1日の胚

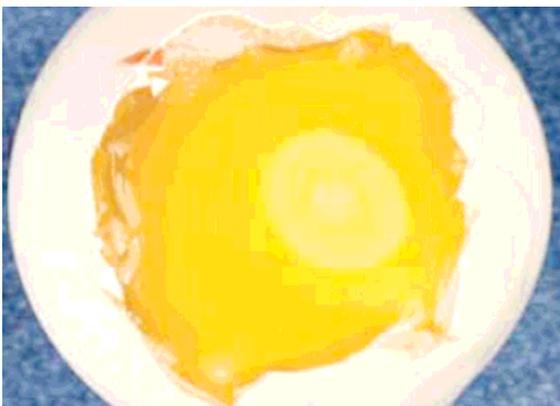


図9：孵卵後2日の胚



孵卵3日後、生きている胚は循環器系が良く発達します(図10)。



図10：「血液リング」期の胚

孵化場実務における各種調査方法：受精率の評価

気室の上の卵殻を取り除くと、孵卵3日と4日には内卵殻膜は白く見えるようになります。これは、下位胚体液（sub-embryonic fluid：胚を卵黄から離すため胚の下にできる層）を形成するために水分が卵白から卵黄に移るため、乾燥するからです。下位胚体液はミルク様で卵黄の上にあります。そして卵黄はそれ以前の発育段階や新鮮卵の場合より色が薄く水っぽくなります。

5日以降、胚の特徴的な造作は、黒色素が沈着した眼です（**図11**）。「黒眼」という用語は孵卵5日から12日の胚を表すために用いられています。その時期を過ぎると明らかな羽毛の発達が見られます。

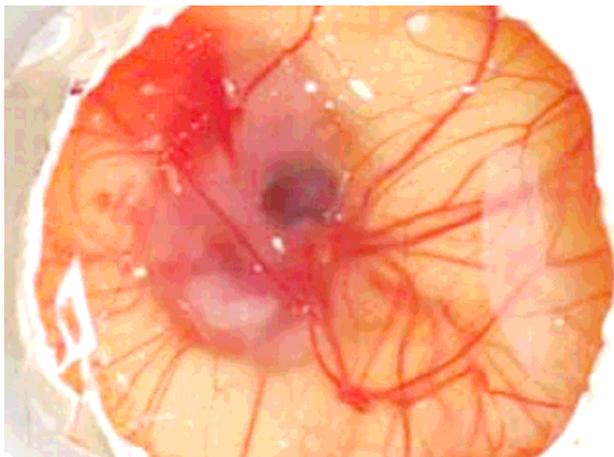


図11：「黒眼」期の胚。この時期に翼と脚の初期の発達が見られることに注目。

短時間孵卵した卵の割卵暗記録表のサンプルは**付録7（様式2）**にあります。

胚の正常な初期発育

胚の発育は、卵がまだトリの体内にあるときから始まっているので、孵卵する前に無精卵の見分けが簡単にできます。受精していない胚盤は不規則な形をした濃い白点だけで、なにか発育したような形跡はほとんどありません（**図2**と**3**）。受精した胚盤ははっきりしたリングあるいは「ドーナツ」が見られます（**図4**と**5**）。その違いは拡大しなくとも肉眼で見ることができます。

一日発育した後は、直径約1センチのクリーム色の膜のリングが見られます（**図8**）。

孵卵2日後、クリーム色をした膜が卵黄の上側表面をほとんど覆います（**図9**）。

3日で良く発達した循環器系が見えるようになります（**図10**）。

孵化場実務における各種調査方法：受精率の評価

検卵抜き「透明卵（無精卵）」の割卵

検卵抜き「透明卵」とは、検卵作業で卵に明るい光を当てても、明らかな発育が見られない卵のことです（図12）。この用語は、しばしば、間違っていますが、無精卵と同じように用いられます。



図12：検卵台。無精卵と孵卵初期に胚が死亡した卵は明るい「透明」卵として見えます。

検卵するランプや検卵台の性能と、卵殻の色素沈着にもよりますが、「透明卵」は孵卵4あるいは5日ぐらいから検卵によって抜くことができます。プロイラー種鶏の褐色卵の場合、通常、孵卵8-10日の検卵が良く行われており、シングルステージ孵卵機ではその検卵時期まで密閉して運転されます。

図13：検卵ランプを用いて確認した「透明」卵；左は発育なし、右は「血液リング」期の死亡。



血液リング

孵化場実務における各種調査方法：受精率の評価

孵卵8 - 10日の検卵によって、「血液リング」期で死亡した卵も検卵中に容易に見つけることができ、割卵する必要はなく、この時期に死亡した卵を数えることができます(図13)。しかし、初期中止になった卵から本当の無精卵を識別するために、検卵で抜いたすべての卵を割卵すれば、より正確で迅速に結果が分かります。卵がまだ温かいうちに検査されれば、識別精度は上がります。



図14：もし孵卵8 - 10日で検卵すれば、卵を開いたとき「血液リング」が見えます。

孵卵8 - 10日で検卵した卵を割卵すれば(図14)、たとえ最初の2日で胚が死亡していたとしても、その時期の発育段階であるクリーム色の胚外膜の特性は、まだ比較的完全な状態で残っています。孵卵8 - 10日で検卵すると、胚外膜は汚染や細菌増殖と容易に識別することができます。しかし、もし卵が長期間セッターに留め置かれると、細菌増殖によって膜や卵の中身は変質してしまいます。

卵はしばしば孵卵18日頃ハッチャーに移卵する時に検卵されます。この時には卵の中身が変質していることがあります。これはしばしば長時間熱に曝されるからと/あるいは胚死亡の後で汚染が進むからです。これは本当の受精卵と初期の胚中止を正確に識別することを困難にします。孵卵10日までの検卵で抜いた「透明卵」の割卵をすると、識別ははるかに容易で正確です。

付録7の様式2は孵卵初期で検卵した「透明卵」の割卵を記録するのに向いています。様式3と4は移卵時の検卵用です。

孵卵残渣調査

発育ステージと異常発育の識別

孵卵残渣を集める前に、ヒナ羽数を数え、その後平均体重と卵/ヒナ体重比(新鮮卵またはセット時の平均卵重に対する平均ヒナ体重)を計算するために、一級ヒナの体重を群として体重測定します。その理由については17ページに詳しく述べています。トレー中の死亡ヒナと淘汰ヒナも記録すべきです。その後、孵化しなかった卵を、中身を調べるために種卵トレーの上に集めます。孵化場のトラブルシューティングのために、おおよそ1,000個入卵した中からでた残渣を、適切な分析ができるように、セッター全体からサンプリングしたトレーから集めるべきです。サンプリングしたトレーは無精卵を取り除いていたのか、除いていなかったのか、また取り除いた後詰め合わせしたのかどうか知ることが重要です。

過去には、多分、孵卵残渣の分析を信頼しすぎていました。しかし、汚染などの複雑な要因が絡んで変質してしまう卵があるので(図15)、無精卵と初期胚死亡の正確な識別をするのは困難です。しかし、検卵が孵卵初期に行われると(前章参照)、正確に無精卵と初期死亡の範疇に分類することは簡単です。



図15: 孵卵残渣の場合、無精卵かどうか、あるいは汚染と腐敗によってどの時期に胚が死亡したのか、見分けるのが難しくなることがあります。

孵卵残渣の検査は、実際には「血液リング」期以後から、胚死亡の正確な診断ができるだけです。各ステージの診断所見の詳しいリストは表1と2に示しています(22-23ページ参照)。孵卵残渣の卵では、死後変性して「血液リング」期の血液がしばしば見えないことがあります。卵の中央部に、液の入った羊膜囊でできた透明な部分があるのが、唯一の証拠です(図16)。



図16: 孵卵残渣の場合、「血液リング」期に死亡した胚の入った卵は、明らかに分かる血液が残っていることは、普通はありません。しかし、クリーム色をした胚外膜と、卵黄の上に浮いた透明な部分である羊膜囊の残骸は、孵卵残渣の「血液リング」期の特徴です。

孵化場実務における各種調査方法：孵卵残渣調査

羊膜嚢はピンセットで掴み上げることができ、その中に胚の残骸が見つかります（図17）。



図17：孵卵残渣で「血液リング」期の死亡の場合、羊膜嚢と、小さくて通常は腐っている胚は、卵黄から掴み上げることができます。

「羽毛」期の死亡は、孵卵残渣でも容易に見分けることができます。



図18：「羽毛」期の死亡は、孵卵残渣でも容易に見分けることができます。この死亡した胚は孵卵約16日です。卵の中身は血液が腐敗することによって、しばしば赤味がかかった褐色になっています。

疑わしい場合は、孵卵残渣で無精卵と初期胚死亡を識別するように試みるのではなく、無精卵と初期死亡の合計が目標を超えてるかどうか注目するのがベターです。

孵卵残渣を検査する時、胚のどのような異常発育も記録すべきです（例えば、脳突出、多脚多翼、腸管突出）。そして、孵化に近い胎児の姿勢にも注目すべきです。

割卵調査の記録表のサンプルは付録7（様式5と6）にあります。記録表には、次の章で説明する胚発育不良の詳細も載せています（22-23ページ、表1と2も参照）。

正常な胎児姿勢と異常姿勢の識別

いわゆる胎児姿勢異常と呼ばれる胎児が上下逆になることによって、いくらかの胎児は孵化し損ないます。すべての胎児姿勢異常が致命的ではありませんが、卵を検査する人が識別し、不適切な管理の結果として頻度が変化する場合は記録すべきです。



正常な孵化姿勢。正常な孵化姿勢は胎児の背骨が卵の長軸と平行に走り、嘴が右の翼の下に位置しています。嘴の先端は卵の鈍端にある気室の方を向いています。嘴が右の翼の下にあれば、翼が卵殻膜から胎児の頭を遠ざけ、嘴を自由に動かすことができるようになります。加えて、翼は内卵殻膜を伸ばすことを助け、嘴がこの膜を突き破り易くします。この方法で胎児は卵の気室までの通路を確保し、肺への通風を始めます。

もし胎児の頭が右側に回転すれば、ほとんどが孵化をします。しかし、実際に孵化する割合は頭が右の翼の内にあるか外にあるか、あるいは卵の鈍端にあるか鋭端にあるかによって影響されます。

6つの胎児姿勢異常が認められています（卵の上から見た場合）：



胎児姿勢異常1 - 頭が腿に挟まれている。これは大部分の18日齢の胎児にとって正常な姿勢で、その後、胎児が19日齢で正常な孵化姿勢になるように、普通は頭を気室に向くように回転を始めます。孵卵残渣で頭を腿に挟んだ胎児は、孵卵18日頃に死亡したのか、もし生きていれば発育が遅れているかです。



胎児姿勢異常2 - 頭が卵の鋭端部にある。気室の上の卵殻を取り除いた時、ヒザ、卵黄と/あるいは18日以後の胎児の臍がすぐに見えるので容易に分かります（図19）。この姿勢は、鋭端を上にして孵卵した場合に普通に見られ、鈍端を上にして孵卵した場合に比べて卵を水平に置いて孵卵した場合に、より多く見られます。この姿勢は、鈍端を上にして孵卵されている卵にも（特に丸い卵）、セッター内で高温に曝された卵や転卵角度が小さすぎる時にも出ます。この胎児姿勢異常の出現頻度は、逆さまにセットした卵の割合によって大きく影響されます。理想的には、この胎児姿勢異常の出現頻度は全胎児姿勢異常胎児の10%以下であるべきです。

逆さまにセットされた卵は、孵卵8日までに再度ひっくり返せば悪影響はありません。この時期を過ぎても逆さまの卵は、9日齢から漿尿膜が卵殻膜に癒着し始めるので、漿尿膜の血管を傷つける危険性があります。孵卵20日まで逆さまにセットされた胎児の孵化率は正常な孵化率の約80%です。

孵化場実務における各種調査方法：孵卵残渣調査



胎児姿勢異常 3 - 頭を左に回転。この胎児姿勢異常は水平で孵卵させた卵より鈍端を上にして孵卵した卵の方に多く見られます。多くの実例では、嘴は左の翼の上にあります。頭が左に回転する時、孵化のチャンスは約 20%減少します。



胎児姿勢異常 4 - 嘴が気室の方向を向いていない。この姿勢の発生率は鈍端を上にして孵卵した卵より、水平に孵卵した卵に 5 倍多く出ます。そして、ほとんど致死的であると考えられています。しかし、これは見分けるのが難しい胎児姿勢異常です。



胎児姿勢異常 5 - 脚が頭より上。片脚または両脚が頭と卵殻の間に押しつけられている、普通に見られる胎児姿勢異常（図 20）で、嘴打ちのために必要な、頭を後ろに伸ばす動作が妨げられます。胎児の脚は、卵から孵化する時、卵殻の上部を切り離すために、胎児が最後の回転をするためにも使われます。したがって、頭の上にある脚が卵殻の嘴打ちを邪魔しなかったとしても、胎児が最後の回転をして殻から出るのを妨げます。これは通常、全胎児姿勢異常の約 20%を占める、2 番目に多い胎児姿勢異常です。

図 19：「卵の鋭端にある頭」

図 20：「頭の上の脚」は、頭の動きと胎児の回転を妨害する、普通に見られる胎児姿勢異常で、孵化の可能性が低くなります。



胎児姿勢異常 6 - 嘴が右の翼の上(外)。これは一般的には最もよく見られる胎児姿勢異常で、全胎児姿勢異常の約 50%かそれ以上を占めます。この姿勢からでも多くの胎児は孵化し、正常な孵化姿勢の本来の変形であると考えられています。しかし、最近、この姿勢が多くなると胎児がヒートストレスに曝されたのかもしれないと思われるようになってきています。リノール酸の欠乏もこの姿勢に関係しています。

複数の胎児姿勢異常がひとつの胎児に起こることもあります。

種卵汚染の記録

汚染は常に胚を殺すのか、あるいは胚が死ぬまで汚染が抑えられるのかは議論の分かれるところです。そうであっても、割卵した卵はすべて細菌汚染があるかないか（例えば、卵内容が緑色、黒色、腐敗臭あるいは爆発卵）を調べるべきです。しかし、褐色への変色は脱酸素化過程によることもあるので、色が汚染の唯一の指標ではありません。

重度に汚染した卵は割卵時にしばしば爆発しますが、爆発しなくとも胚を容易に見分けることが困難になります。ひどく汚染した卵の胚死亡時期を正確に記録することは重要ではありません。目的は、汚染卵のトータルの割合を記録し、指標と比較することです。それによって、今行っている種卵の取り扱いや種卵消毒の有効性を評価することができます。もし胚が「黒眼」期に死亡していれば「初期腐敗」、胚が「羽毛」期まで達していれば「後期腐敗」あるいは単純に「腐敗」とだけ記録します。

アスペルギルスは汚染の特別なケースの代表で、ところによっては重大な問題を引き起こすことがあります。気室の部分から割卵し内卵殻膜にカビの増殖が見られたときはいつも、アスペルギルスの汚染の危険性があるのでそれを記録し、カビの胞子をまき散らしたり吸い込んだりしないように注意する必要があります。

卵重とヒナ体重のモニタリング

18日までの卵重減少

鶏の卵には卵殻全体にわたって平均約 10,000 個の気孔があり、それで、発育中の胚が孵卵機内の空気中の酸素と二酸化炭素を交換することができます。しかし、水分もそれらの気孔から逃げるので、胎児が脱水しないように、孵卵中に喪失する総量をコントロールしなければなりません。それは卵重減少をモニターすることによって簡単に行うことができます。卵重減少は、もっぱら卵からの水分の喪失によります。

すべての鳥類での観察によると、孵卵開始時の卵重と卵殻への嘴打ち時（すなわち、家禽では、おおよそハッチャーへの移卵時期）の間の卵重減少は、新鮮卵に対して約 12%です。孵卵機が卵からの水分喪失を左右できる唯一の方法は、孵卵機内の湿度を変えることだけです。ヒナ質と孵化率は、新鮮卵から嘴打ちまでに新鮮卵が約 12%卵重減少した時にのみ最高にできます。

孵化場では一般的に新鮮卵の卵重を知ることはできませんが、普通は入卵直前に卵重が測定されます。もし良い条件で短期間（6 日以内）の貯卵であれば、嘴打ち時の正確な卵重減少は、入卵時の卵重の 11.5%です。入卵時の卵重に対する割合としての理想的な卵重減少は、貯卵中の卵重減少によって決められます。

孵化場実務における各種調査方法：孵卵中の卵重減少のモニタリング

卵重減少率はトレーの卵全部を量ることによって測定します(図21)。正確な電子秤は比較的安価で、それを使いすべてのセッターのいろいろな場所のトレーの卵重減少をモニターすることは、種卵が理想的湿度条件に曝されていることをチェックするために良い方法です。この方法を用いることは、湿度プログラムと湿度コントロールシステムがセッター内のあらゆる場所で働いていることをチェックする助けになります。したがって、この方法は孵化場における必須の管理ツールです。

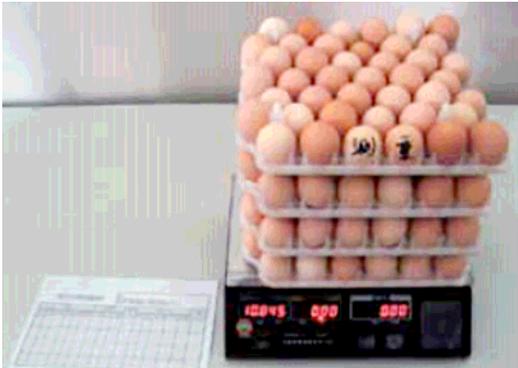


図21：孵卵中の卵重減少をモニターすることは、重要な孵化場管理のツールです。

卵重/ヒナ体重比のモニタリング

ヒナ体重のモニタリングと、ヒナが孵化する前の卵重との関係(卵重/ヒナ体重比)はもう一つの重要な孵化場管理ツールです。最初に卵重減少をモニターしたトレーの卵を用いることが最も良い方法です。この方法は羽数を数えることも一緒に行い、平均体重を計算するためにハッチャートレーから一級ヒナを群測し、卵重/ヒナ体重比を計算します。卵重/ヒナ体重比は平均ヒナ体重を平均新鮮卵重で割って100を掛けたものです。ヒナ質のために理想的な目標値は、新鮮卵に対して67%のヒナ体重が、貯卵が短い時は入卵時卵重に対して67.5%のヒナ体重です。もし嘴打ちまでの卵重減少が適正であるのに、ヒナ体重が新鮮卵の66%以下なら、孵化時間が長すぎます。入卵を遅くするかヒナ取り出しを早くするなどの調整が必要です。ヒナ体重割合が1%小さくなる毎に、約3時間ハッチャー内に長くいたことに相当します。



図22：卵重/ヒナ体重比(卵重に対するヒナ体重)のモニタリングは、卵重減少、孵卵機の湿度と孵化時間に関する重要な情報を与えてくれます。

もしヒナが餌付け前に長距離輸送されたり、暑いコンディションで輸送されたりするのであれば、セッター湿度を増加させることと/あるいは、ヒナ取り出しを少し早くして、できるのならばヒナ体重比を69-70%に増やします。

孵卵中の卵重減少とヒナ体重を記録する様式のサンプルは付録7(様式7)にあります。

温度のモニタリング

種卵の温度履歴のモニタリング

各種発売されている小型電池式データ記録器は、入卵前からの温度を記録し、種卵の取り扱い状況の調査が容易にできます。データ記録器は前の夜からネスト内に設置することができ、卵と一緒に集め、孵卵中も含めて卵が曝された全行程の温度履歴を追跡するために用いることができます。

農場では、卵は集卵後 4 時間以内に、24 (75.2 °F) 以下に冷やされるべきです。そして、その後予想される貯卵日数に応じた理想的な温度に保たれるべきです。24 (75.2 °F) はブロイラー種鶏の卵の「生理的 0」として知られていて、この温度以下では貯卵中に胚の発達は見られません。

種卵取扱中の温度が原因でよく起こる問題は次の通りです：

- ネスト内に卵を長く置きすぎると、他のメスがネストに入り卵を再び温めます。
- 自動ネストで集卵回数が少ないと、卵は冷やされることなく室温の状態に長く置かれます。
- 紙トレーに卵をパックすると、卵がゆっくりとしか冷えません。プラスチックトレーを用います。
- 箱詰めした後、卵が、直ちに冷房した貯卵室に移されることなく、一日の作業終了時まで鶏舎に放置される。
- 貯卵室のドアを開けっ放しにする、特に暑い時期。
- 暑い時期のため日較差が大きい、冷房能力が低いこと/あるいは断熱が悪いことによって、貯卵室の温度コントロールが不適切。これは胚を弱くし、弱いヒナを作ることがあります。
- 集卵車が到着し荷積みする前にトロリーが貯卵室の外に置かれる。
- 集卵車が温度コントロールできない。
- 農場と孵化場の貯卵温度が異なる。
- 生理的 0 付近で環境温度が変動し、種卵の予備加温が長くなる。

上記のいずれもが「初期死亡」と「黒眼」期死亡を増加させます。温度記録器を使用すれば、問題のある分野を特定できるでしょう。

温度記録器は孵卵コンディションを調べるのにも有効で、セッター内のどこに、なくさなければならぬホットスポットやコールドスポットがあるかを見つけるのに役立ちます。

孵化場実務における各種調査方法：温度のモニタリング

孵卵中の卵殻温度の測定

胚はある程度の時間の冷却には抵抗性がありますが、短時間のヒートストレスは発育異常、胎児姿勢異常を起こすことがあり、致命的になることもあります。コース通りに動くように設定された孵卵機の温度プログラムに任せるだけでなく、胚のオーバーヒートを防ぐために卵殻温度を測定することは賢明です。卵殻温度測定は、比較的安価な Braun Thermoscan といった赤外線温度計を用いることによって行えます。その温度計は、孵卵機内で見られる温度範囲で正確に働きます。卵殻温度は気室の部分ではなく、卵の横の中央で測ります。

すべてのセッターには「ホットスポット」と「コールドスポット」があるので、ホットスポットにいる胚が、孵卵 16 日から 18 日の間にヒートストレスによるダメージを受けていないことをチェックすることが重要です。理想的な卵殻温度は 37.8 (100 °F) ですが、移卵近くになると卵殻温度が 38.3 (101 °F) になるのは普通で、ほとんど影響はありません。しかし、これ以上の卵殻温度は障害を起こすことがあり、39.4 (103 °F) 以上は孵化率とヒナ質に有害であることが知られています。

ハッチウインドウのモニタリング

「ハッチウインドウ」という用語は、実際にヒナが卵から出てくるのにかかった時間のことをいいます。「ハッチウインドウ」は「ハッチスプレッド」とも呼ばれていて、ハッチャーからヒナを取り出すのに適切な時間を算定します。ハッチスプレッドはセッター内の温度のバラツキによって左右されます。

ロスの鶏種の場合、トータルのハッチスプレッド（ヒナの 1% 孵化から 99% 孵化まで）は約 30 時間です。理想的には、ヒナ取り出し 30 時間前までに孵化しているヒナが 1% 以内であるべきです。もしすべてのヒナが孵化するまで取り出しが遅くなると、農場における鶏群の発育と斉一性は悪くなります。したがって、ウインドウをモニターし、それに応じて入卵時刻か取り出し時刻のいずれかを調整することが重要です。

セッター内で起こる温度差を考慮して、ハッチウインドウのモニタリングのために使用するトレーはいろいろな場所から選ぶべきです。例えば、セッターの手前と奥、左右、上段、中段と下段トレーなど。ヒナ取り出し予想時刻の 30 時間前にハッチャーをチェックします。この時間には孵化しているヒナが 1 羽か 2 羽以内であるべきです。

取り出し時、いくらか（約 5%）のヒナはまだ首の部分が湿っており、ついさっき孵化した卵殻の内部には水分が残っているべきです。



図 23：取り出し時、5%のヒナは首の後ろが湿っているべき。

孵化場実務における各種調査方法：ハッチウインドウのモニタリング

孵化が早すぎるか遅すぎるかどうか、孵化場マネージャーの判断を助ける、その他の観察点もあります。例えば、もしすべての卵殻が非常に乾いていて、砕いて簡単に粉々になれば(図24)、もし卵殻に糞便が多く付いているか(図25)、あるいは、もしすべてのヒナが乾いていて翼羽が長く伸びていれば、それは多分、孵化が早すぎます。

図24：卵殻膜が乾いた右の卵は卵が非常に早く孵化したことを示している。

図25：取り出しが遅れて卵殻に付いた糞便



ハッチウインドウをモニターしている間、孵化したヒナがハッチャートレーの上で均等に広がっていて、取り出し時に適度にキレイな卵殻が、孵卵中、良好なコンディションで適切な取り出し時間である指標です。

孵化場における日常の品質管理と、結果の記録と分析

日常の品質管理は非常に時間のかかる作業です。そのため、それぞれの孵化場の品質管理チームで、何を記録し分析するか、明確な細目を議論して決めておくべきです。そして収集した情報をどのように使うのかも決めておくべきです。この文献の役目は、議論のためのアイデアを提供することです。

胚の死亡時期の分類法について提案を表1と2に示しています。

表3と4は、孵化率低下の上位1/4目標を示しています。

記録様式のアイデアを付録7に示しますが、それらは個々の必要に応じて修正されるべきです。**実用的な目標を定めるために、コンピュータのデータベースに結果を入力し傾向を分析することが、強く勧められます。**

発育ステージ毎の鶏胚の外見は多くの文献で発表されていますが、孵卵4日で死亡した胚で、その後17日間、孵卵機の中に放置された胚は、かなり変質してしまいます。そのため、孵卵8-10日で検卵をして、割卵は可能な限りなるべく早い機会に行うことが勧められます。その後は、移卵時に死亡した卵を抜いて検査したり、孵卵残渣を検査したりすることを勧めます。

どのような日常の品質管理システムであっても、最低限必要なものとして次のことを入れることを提案します：

- 産卵中の各群、少なくとも毎週3枚のセッタートレイの種卵をモニターすべきです；理想的にはサンプルトレイは全体の孵化を代表しているべきです。
- 3枚の空トレイの重さを量り記録します。
- 次に種卵をセットし、トレイと種卵の重さを量り記録します。
- そのトレイをハッチャーに移卵するときに再度量ります。その後検卵し、「透明卵」を割卵して無精卵と初期死亡、中期死亡と汚染卵に分類し、数えます。
- ヒナ取り出し時、3枚のトレイそれぞれのヒナ羽数を数え記録して、新鮮卵または入卵時の卵重に対するヒナ体重の割合を出します。
- 同じトレイからの孵卵残渣の検査は全部記録します。
- 鶏群の週令と種卵が孵卵されたセッターとハッチャーに関する全データを記録すべきです。
- 別々の範疇になった卵の割合を計算し、過去のデータから作った実用的な目標と比較します。実用的目標値と大きな差が出たときはいつも調査すべきです。問題点の原因は後で「結果の見方」と名付けた項に示しています。孵化場の問題点のトラブルシューティングに関するもっと幅広いガイドには、フロリダ大学から出版された「孵化場問題点の分析(H.R. Wilson's "Hatchability Problem Analysis")」があり、インターネットで無料ダウンロードができます。

孵化場実務における各種調査方法：孵化場における日常の品質管理

表1：診断/研究的割卵調査時の胚死亡時期の詳細分類法

発育日齢	分類名	所見
0	無精	明らかな発育の兆候なし
1	24時間 「初期胚中止」	直径1cm以内のクリーム色をした胚外膜で覆われている
2	48時間 「初期胚中止」	直径3cm以内のクリーム色をした胚外膜で覆われている
2.5-4	「血液リング」	明らかな血液リングと羊液形成開始
5-12	「黒眼」	胚の眼に黒色素沈着が明らかな。翼と脚も見える
13-17	「羽毛」	羽毛が存在。最初の羽毛は11日齢から見られるようになるが、13日齢で体全体に見られるようになるまでは、分かりにくい
18-19	「転移」	胎児は両腿の間にあった頭を孵化姿勢の位置まで動かす。卵黄は胎児の外にある
20	「内部嘴打」	胎児の嘴が内卵殻膜を破り気室内に入る
20	「外部嘴打」	胎児の嘴が卵殻を破る
0-10	「初期腐敗」	卵の中身は腐敗臭を放ち変色
11-21	「後期腐敗」	腐敗した胎児が明らかに分かり、卵の中身は腐敗臭を放ち変色

孵化場実務における各種調査方法：孵化場における日常の品質管理

表2：品質管理の割卵調査時に適した、胚死亡時期の簡単な分類法

発育日齢	分類名	所見
0	無精	明らかな発育の兆候なし
0-7	初期死亡	すべての第1週死亡。 この時期は、嘴の先に破殻歯の出現によって終わる。
8-14	中期死亡	胚は破殻歯を持つが、体全体の羽毛の発育を簡単に見ることはできない。
15-19	後期死亡	良く毛の生えた胎児がほとんど卵全体に詰まっている。卵黄は体外にあるか、吸収されている。
20	卵殻嘴打	嘴の先が卵殻を破っている。
0-21	腐敗	卵の中身は腐敗臭を放ち変色。

表3：診断/研究的割卵調査時、孵化率低下の上位1/4目標（総入卵個数に対する%）

週令	胚の発育段階										
	無精	24時間	48時間	血液リグ	黒眼	羽毛	転移/位置不正	内部嘴打	嘴打	ヒビ	腐敗
若齢 25-30 週令	6	1	2	2.5	1	1	1.5	1	1	0.5	0.5
ピーク 31-45 週令	2.5	0.5	1	2.0	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	0.5
ピーク後 46-50 週令	5	0.5	1	2.5	1	0.5	1	1	0.5	0.5	0.5
老齢 61-60 週令	8	0.5	1	3.0	1	0.5	1.5	1	0.5	1	1

孵化場実務における各種調査方法：孵化場における日常の品質管理

表4：品質管理上の割卵調査時用、孵化率低下の上位 1/4 目標（総入卵個数に対する％）

週令	胚の発育段階						
	無精	初期死亡	中期死亡	後期死亡	外部嚙打	ヒビ	腐敗
若齢 25-30 週令	6	5.5	1	3.5	1	0.5	0.5
ピーク 31-45 週令	2.5	3.5	0.5	2.5	0.5	0.5	0.5
ピーク後 46-50 週令	5	4	1	2.5	0.5	0.5	0.5
老齢 61-60 週令	8	4.5	1	3	0.5	1	1

孵化場調査の計画、準備と実行

もし孵化率やヒナ質の問題が発生したら、詳細な調査を実施する必要が生じます。受精卵に対する孵化率、ヒナ質と孵化後の成績は、放卵から孵化まで、卵が曝された状態によって影響を受けます。したがって、孵化場調査は、卵が産み落とされてから農場で育雛が始まるまでのすべての工程についてなされるべきです。また、農場における最初の週のヒナの成績、特に斃死率レベルと7日齢体重も調査されるべきです。ヒナの成績は農場の管理によっても左右されますが、孵化場管理による初期の影響は過小評価されることが多く、問題が起こった時、それも考慮に入れるべきです。

どのような孵化場調査でも注意深く計画し、調査する材料は、全体としてその調査項目の代表となるものを選びます。調査の結果、作業工程のなかで代替りの管理方法を提案することができるようになるはずですが、品質管理手順は、行った変更の結果をモニターし、同じ問題の再発を予防するように変えられなければなりません。

孵化場の問題点を調査する時、次の機器が必要です：

- 10g 単位で満卵トレーを量る秤。
- 0.2 の精度で温度が測れる小型温度記録器。
- 割卵するためのピンセット、ナイフあるいはハサミ。
- 日常の孵卵作業場から離れたところにある採光の良いテーブル。
- 十分な枚数のエッグトレー。
- 廃棄物を入れる水漏れしない大きな容器。
- ペーパータオル
- 記録表（付録7の一例参照）。
- 消毒薬スプレー
- 手袋

孵化場実務における各種調査方法：孵化場における日常の品質管理

種卵の入卵予定の約1週間前と、調査のため孵化場を訪問する予定の28日前に、最高4つまで農場を選びます。

各農場では、1日の最終集卵が終わった後、ネスト内に1個またはそれ以上の小型温度記録器を置きます。次の日、温度記録器は、集卵時から卵と同じように取り扱います。温度記録器は必要に応じてプラスチックケースに入れたりテープを巻いたりして、水や化学薬品によるダメージを防ぎ、消毒工程を通します。貯卵室にトレーを入れる前に、種卵と一緒にデータ記録器をトレーにセットします。データ記録器を入れたトレーは印を付けておきます。そうすると孵化場で見つけることができます。

孵化場では、農場当たり8-10枚のトレーの卵(すなわち合計1,000-1,500個)を選びます。それらは既知の同一貯卵日数の種卵で、もし可能なら、現在孵卵機に入っている貯卵日数を代表するようにします。サンプルの中にデータ記録器を入れたトレーが入るようにします; 孵卵過程が終わるまでデータ記録器は置いたままにします。トレーによく分かるように印を付け、各トレーの重さを量ります。重量を様式1(付録7)に記録します。空のトレーの重量を記録します。

セッター内の場所による影響が分かるように、セッター全体に均等に分布するようにサンプルトレーをセットします(例えばセッター全体で異なる3箇所にひとつを上段、ひとつを中段、ひとつを下段)。

孵化予定の3ないし4日前に、受精率調査のために各農場から1枚の満卵トレーを入卵します。それらの卵はすべて割卵されるので孵化には使えません。

検卵時、腐敗したり中身が漏れていたりしない限り、いかなる卵もサンプルトレーから取り除かず、様式4(付録7)に記録します。

移卵時、再度トレーの重さを量り、データをメモします。

孵化日、分析に必要なすべてのトレーを選びます(図26)。



図26: 調査のために残されたサンプルハッチャートレー

孵化場実務における各種調査方法：孵化場における日常の品質管理

一級ヒナの羽数を数え、ハッチャートレー毎に群として体重を測ります。各トレーの淘汰ヒナと死亡ヒナを数え、羽数を様式1(付録7)に記録します。

孵化しなかった卵をすべて見つけ、フロックコードとハッチャートレー番号がラベルされた種卵トレーに移します。その後、ハッチャートレーは水洗に回します。

サンプルの入ったトレー毎に割卵作業を進めます(図27)。いつ胚が死亡したか、あるいは細菌汚染があるか無いかによって中身を分類します。いかなる発育異常も記録します。見分け方は表1と表2に示しています。

図27：孵化場における割卵調査は、胚死亡が予想した正常パターン通りであるかどうかモニターするために役立ちます。

図28：割卵調査の結果は、正確に評価され、記録される必要があります。



種卵トレーの上に発育ステージ順に卵を並べて置き(図28)、次にトレー毎に各カテゴリーに入る卵の数を様式2に記録します。

すべてのフロックについて、各カテゴリーの数を合計し、総入卵個数に対する割合を計算します。

結果を週令に応じた目標値(表3と4)と比較します。目標値と最も大きく違うカテゴリーが、問題が起きている分野であることを示しています。健康、栄養と管理は胚死亡パターンに影響します。そのため、これらの目標は孵化場の正確な目標を作るためのガイドラインとしてのみ用いられます。

時として、孵化場調査は、前に述べたように厳密に準備・計画できないことがあります。しかし、調査が非計画的で急に必要になって、孵化日に無作為に少しのトレーしか材料として採取できなかったとしても、結果が入卵の割合に応じて表されるような方法で調査しなければなりません。

孵化場調査をしている時には、さまざまなその他の観察点についても注意して分析しなければなりません。例えば、孵化しなかった卵の個数がトレーによって大きく変わるようなら(例えば、孵化しなかった卵が、一番少ないトレーに比べて最も悪いトレーでは2倍もある)、サンプルは不均一な保管や種卵コンディションあるいは水洗卵/巢外卵の入ったトレーであったのかもしれない。水洗卵や巢外卵は、通常、「黒眼」の時期の死亡と「初期腐敗」が多くなります。

孵化場実務における各種調査方法：孵化場における日常の品質管理

汚染卵が非常に多くなれば、種卵の取り扱いと消毒方法について、更に調査をしなければなりません。汚染と腐敗が多いのは、ネストが不衛生なためであることもあります。集卵回数を増やしたり、ネスト材を頻繁に交換したりすることが有効かもしれませんが、またそれは、下手な消毒や不適切な消毒方法によることもあります。あらゆる段階で卵殻が湿ったり、結露したりしているかどうかを見るために、種卵の取り扱い方法も注意深く観察されるべきです。検卵によって、汚染が毛状のヒビができるような荒っぽい取り扱いのせいかどうか明らかにできます。

セッター内の卵重減少をモニターすることによって、どの孵卵機が、嘴打ちまでに推奨される卵重減少を達成していないか簡単に見つけることができます。そのような孵卵機は、湿度コントロールシステムを調べるべきです（スプレーノズルが詰まっていないか見る）。もし湿度コントロールが正常に働いているようなら、次に湿度設定を正しい卵重減少になるように変更することが望まれます。マルチステージセッターの場合、1%の卵重減少を変化させる（例えば13%から12%）には、相対湿度を約5%変えるか、あるいは湿球温度を1か2変えることによってできます。相対湿度あるいは湿球温度を上げれば、卵重減少は少なくなり、逆にすれば多くなります。

シングルステージ孵卵機の場合、孵卵の最初10日間セッターの換気を閉じるプログラムにしているところでは、この間の卵重減少は新鮮卵の約2%程度です。このことは、移卵までの残りの8から10日間で10%卵重を低下させなければならないことを意味しています。これは、何日もかけて湿度コントロールシステムを切り換えなければ達成することは困難で、入気の湿度が高いときは達成できないかもしれません。

卵重減少をモニターしたトレーから孵化したヒナの平均体重を測ることは良いことです。もし移卵時の卵重減少が12%であっても、取り出し時のヒナ体重が新鮮卵に対して67%にならなければ、その時は入卵/取り出し時刻を調整する必要があります。大ざっぱな指標として、体重が目標より1%多ければ、入卵を3時間遅らすことによって調整することができます。しかし、嘴打ちまでの卵重減少が新鮮卵に対して約12%か、あるいは入卵時の卵重に対して11.5%であることをまず確認しなければなりません（貯卵日数が短い場合）。

結果の見方

多くの孵化率やヒナ質問題は、この文献に記載した方法を用いて集めたデータを念入りに分析することによって、解決することができます。異なる発育ステージにおける死亡の原因は次の通りです。

無精卵の増加

目で見て分かる明らかな発育はありません。検卵するか、孵卵初期に検査すると、無精卵の胚盤の特徴である濃い白い小さな点が見られます。孵卵残渣では見分けられないかもしれません。

考えられる原因：オスが未熟であったり、体重過多であったり、脚に問題があって交尾できない。飼料が十分でなく、オスが調子を落としている。配雄率過多または過少。オスが強すぎるため、あるいは過去に強すぎたため、メスがオスを避ける（例えば配雄率が多すぎる）。病気。

初期死亡増加（入卵から2日間）

入卵初期に検卵して割卵すると、明らかな胚は見られませんが、クリーム色をした胚外膜が見られます（孵卵1日齢までは1cm以下、孵卵2日齢までは3cm以下）。血液は見られません。

考えられる原因：ほとんどは農場か輸送、貯卵の問題だと思われます。例えば、集卵回数が少ない、不適切な種卵の取り扱いや輸送、入卵までに孵化場で種卵を落ち着かせない、長期貯卵（すなわち7日以上）、不適切な貯卵コンディション（すなわち低温すぎる、高温すぎるか温度変動が大きすぎる）など。不適切な集卵の消毒（例えば、高温すぎる水温での洗浄、入卵後12-96時間の燻蒸）高温の初期孵卵温度などが、その他の考えられる原因です。

「血液リング」（2.5-4日齢の胚死亡）増加

卵黄の表面にできたクリーム色の膜と、見てすぐ分かる血液の入った循環器系が発達。胚が死亡した後、血液は周辺にリング状にたれ、色が黒くなるので、血管は明らかに見えません。周辺部にある「血液リング」は、通常、移卵まで残りますが、21日の孵卵後に残るのは、クリーム色の胚外膜の残存物と液で満たされた卵黄上の羊膜の存在だけです。眼に明らかな黒色素の沈着は見られません。

考えられる原因：初期胚死亡と同じです。また、栄養素の欠乏や細菌汚染も可能性があります。

黒眼（5-12日齢の死亡）

胚は明らかな黒色の眼が発達します。小さな翼と脚も明らかに見ることができます。この時期に死亡した胚はしばしば汚染しています。

考えられる原因：ヒビの入った卵殻が原因の細菌汚染、不衛生なネスト、不適切な種卵消毒や種卵取扱中の温度/湿度の急変による種卵の結露。しばしば巢外卵、特に水洗された巢外卵に関係します。栄養が原因の可能性もあります。

「羽毛」(13-17日齢の死亡)増加

羽毛は孵卵11日から見え始めますが、孵卵13日齢にならないと体全体には見られません。このカテゴリーの死籠卵の胚は、卵殻の中に一杯になるほど大きく成長はしていません。胎児の頭は、多くは卵の鋭端側にあります。孵卵残渣では、「羽毛」期に死亡した胚の中身は、血液が腐敗するため、多くは黒褐色になります。

考えられる原因：ほとんどの胚は、急速に発達するこの時期には死にません。しかし、栄養欠乏はこの時期の死亡を増加させます。また汚染と不適切な孵卵コンディションもこの時期の死亡を増加させます。

「転移」(18-19日齢死亡)増加

胎児は卵の中に一杯詰まっていて、頭は「転移」して卵の鈍端側にある気室を向いています。卵黄はまだ腹の外にあります。ヒナは異常発育と水分過多や逆子の状態が調査されます。

考えられる原因：セッターあるいはハッチャーの不適切な温度や湿度。移卵時のダメージ。栄養不足や種卵汚染はこの時期の死亡を増加させます。セッターの転卵異常(すなわち転卵回数や転卵角度)。種卵の逆さセット。卵の水分過剰は、セッター中の高湿度による卵重減少が少ないことに関係しています。

気室嚙打死亡増加

胎児は卵殻一杯に成長し、嘴は卵の鈍端部にある気室を通過。卵黄はほとんど、あるいは完全に腹の中に入っています。異常発育も分かります。

考えられる原因：「転移」増加の原因と同じですが、移卵後の湿度が高すぎることも考えられます。

外部嚙打死亡増加

完全にできあがった胎児が卵殻に穴を開けていますが、孵化はしていません。割卵したときには、生きていたり死んでいたりします。

考えられる原因：ハッチャーの低湿度、高温あるいは不適切な換気。不適切な転卵や鋭端を上にした種卵セット。栄養不足や病気も、この時期の死亡を増加させます。また貯卵日数が長くなりすぎたり、移卵時のダメージや孵化時の燻蒸が強すぎたりしても、この時期の死亡を増加させます。

奇形

頭

例えば、脳突出、眼球欠損、嘴や顔面の異常（図29）。

考えられる原因：初期の高温あるいは栄養不足。



図29：奇形 - 脳突出

脚と指

短脚、湾曲脚、指奇形。孵化したヒナの脚弱。

考えられる原因：栄養不足。ハッチャートレーの敷き紙のすべすべしすぎ。

内臓突出

完全に発育したヒナにもかかわらず、腸が腹腔から出ている。

考えられる原因：孵卵中期のセッター温度の高すぎ。



図30：奇形 - 内臓突出

多脚/多翼

脚や翼が多い。

考えられる原因：集卵/輸送時の粗暴/不適切な種卵の取り扱い。

無精、胚死亡と孵化に及ぼす栄養の影響

胚死亡と胚奇形に及ぼすビタミンとミネラルの影響は、よく立証されています。種鶏用飼料の補足要求量に関する一般的知見は正しく、ビタミンとミネラルのプレミックスは、認可された ISO や HACCP と GMP を応用しているメーカーで作られたものを使用すれば、通常は信頼がおけるので、今日ではひどいビタミン・ミネラル欠乏症はほとんど出ません。しかし、時には問題が発生するので、栄養学的調査と野外事例から明らかになったことを下記します。

無精は、特にオス用飼料のビタミン A、ビタミン E あるいはセレンの欠乏に関係しています。

初期胚死亡は、ビタミン A (循環器系の発達不全)、ビタミン E (循環器不全)、ピオチン、ナイアシン、パントテン酸、銅、セレンあるいはチアミンの不足に関係します。ホウ素あるいはモリブデン過剰は初期死亡の割合を増加させます。

中期胚死亡はビタミン B12、リボフラビン、リンと亜鉛の欠乏に関係しています。

中期から後期死亡はビタミン B12、ナイアシン、ピリドキシン、パントテン酸とリボフラビンと関係しています。

後期胚死亡は、ビタミン B12、ビタミン D、ビタミン E、ビタミン K、パントテン酸、リボフラビン、葉酸、ピオチン、カルシウム、マグネシウム、リン、亜鉛、ヨウ素とチアミンに関係しています。セレン過剰は後期死亡の割合を増加させます。

ヨウ素とビタミン D 過剰は高率な胚死亡の原因になることがあります。

セレンを適切なレベルにすることは、地理的に地域によって土壤中 (したがって植物飼料原料中) のセレン含有量が異なるため、困難なことがあります。有機セレンの使用が受精率と孵化率を改善する場合があります。

ビタミン B12 あるいはナイアシン不足が長く続いた場合、胚死亡は孵卵初期から後期に変わることがあり、リボフラビン不足が長引いた場合には、後期から初期死亡に変わることがあります。ナイアシンはトリプトファンから作られるので、欠乏は、通常、他の食物性栄養素にある阻害物質のためです。リノレン酸の欠乏は全ステージの胚に影響します。

産卵のためと孵化率のための補足要求量は異なります。産卵はエネルギー、必須アミノ酸、ビタミン A、ピリドキシン (B6)、B12、マグネシウム、ナトリウム、ヨウ素と亜鉛の不足によって影響されます。また、ビタミン D、カルシウム、リンあるいは亜鉛の不足は卵殻質に影響することによって孵化率を左右します。

種鶏用飼料の過剰な粗タンパクは受精率を下げ、タンパク質に対するエネルギーの比が低いと、孵化率を低下させることがあります。

種鶏用飼料へのポリエーテル系抗コクシジウム剤の誤配合（飼料工場から）あるいは、ある種のカビ毒（飼料原料から）も孵化率の低下を引き起こすことがあります。後期胚のある種の奇形は、次の不足に関係します：

- ビタミン B12（短嘴、脚の筋肉発育不全、ペローシス、ヒナ初期死亡）
- ビタミン D（発育不良、柔らかい骨、上嘴短縮）
- ビタミン E（孵化後のヒナに出血）
- ビタミン K（高後期死亡、内臓脱出と後期死亡胚の出血）
- ビオチン（ねじれて短い脚、足と翼、湾曲嘴（オウム様嘴））
- 葉酸（脚曲がり、みずかき、オウム様嘴）
- ナイアシン（顔面異常、嘴欠損）
- パントテン酸（皮下出血、羽毛異常）
- リボフラビン（矮性、屈曲指、水腫、クラブダウン）
- ヨウ素（臍締め不良、孵化時間延長）
- 鉄（貧血、循環器系退色）
- マンガン（短脚骨、腱外れ、オウム様嘴、孵卵 18-21 令の死亡、球状頭部、短翼、腹部突出、水腫）
- 亜鉛（背骨、脚、翼と頭の異常、小さな眼）

ホウ素の過剰（例えば敷料に使った殺虫剤から）は顔面の異常を引き起こし、セレン過剰は後期死亡、屈曲指、短翼と短嘴あるいは嘴欠損を引き起こすことがあります。

もしビタミンプレミックスが不適切な状態で保管されると、ビタミン活性の低下が起こることがあります。

飼料のコンディショニングとペレット加工時の熱処理は、ある種のビタミンの効力低下を引き起こします。加熱処理時に起こる効力低下を知るために、飼料工場でのビタミンの有効残存レベルの検査をすべきです。そうすれば最終飼料中に必要なビタミンレベルが入るように、補足レベルを調整することができます。

発育異常は、すぐに分かり強烈な印象を与えますが、通常はその栄養との関連性を過度に重要視しないことが重要です。胚の異常は栄養だけでなく、不適切な孵卵コンディション（例えば、高温）によっても起こることを肝に銘ずる必要があります。したがって、ある異常が 2 枚あるいは 3 枚の連続するトレーで高率（すなわち後期死亡のほとんどあるいはすべて）に見られたら、それはセッター内の不均一な孵卵コンディションから生じた位置的な影響であることを示しています。

付録1．集卵方法

- 集卵する前に手を洗います。
- 一日少なくとも3回集卵します - 頻回集卵する方が孵化率は良くなります。
- 汚卵やヒビ卵、巣外卵を触る前に、最初にキレイなネスト卵を集卵します。
- 汚いネスト卵、ヒビ卵と巣外卵を分けて集卵します。
- 後で集卵が容易にできるように巣外卵をネストの中に入れてはいけません。ネストを汚すだけです。
- ネストから汚物や糞便を取り除き、床の敷料の上に捨てます。
- 定期的にネストの敷料をいっぱいにします。あるいは、ネストパッドを用いているのなら、定期的にパッドをキレイにし消毒します。
- 元からキレイなネスト卵を種卵にします。
- もし汚卵や巣外卵を種卵にするのであれば、それらはキレイな卵と明らかに分かるように区分すべきです。そうすれば、孵化場で別のセッターに入卵したり、トロリーの下段トレーにセットしたりできるので、もし爆発しても、キレイな種卵を汚染することはありません。
- 集卵後4時間以内に種卵を24℃以下に冷やし、予想される入卵までの貯卵日数に応じた理想的な貯卵温度を維持し続けます。

付録2．卵の選別

孵化場にとって最もよい卵は、元からキレイな、よい卵形をした清潔なネストから集卵された卵です。種鶏場や孵化場で種卵が不足している時、形の悪い卵でも、すべて入卵してもかまわないと思いがちです。

しかし次のことに注意すべきです：

- 湿った卵は、決して貯卵室に入れてはいけません。まず完全に卵を乾かします。
- 輸送後しばらく卵を休ませます。
- 孵化場に到着後すぐに入卵せず、24時間貯卵して卵を落ち着かせます。
- 貯卵中は十分断熱し、ドアはできるだけ密閉します。
- 入気口とクーラーからの空気を卵から離れた方向に向けます。
- 加湿システムが卵を湿らせないように注意します。
- 大きな貯卵室では天井扇によって、卵全体に行き渡るゆるやかな空気の流れが作れ、場所による温度変化を少なくできます。

下の図は、問題を起こすかもしれない卵なので廃棄を考えるべきです。



付録3．種卵消毒方法

- 集卵後できるだけ早く消毒します。
- 乾式法が望ましい。
- ホルムアルデヒドガスを用いた燻蒸が望ましい、良さが証明された方法ですが、許可されていない地域もあります。
- スプレーや噴霧で種卵を湿らすのであれば次のことに注意；
 - 消毒装置は種卵用に設計されている（すなわち、クチクラ層を壊さない、あるいは、卵殻に残留してガス交換や水分蒸発を妨げない）。
 - 消毒薬液は卵より温かい（さもなければ、卵の中身が収縮し卵殻から薬液を吸い込み、卵の腐敗や爆発の原因になる）。
 - 薬液濃度が適正（メーカーの指示に従う）。
- もし洗ったり浸漬したりするのなら上のアドバイスに従い、消毒薬濃度が保たれているかチェックします。薬液は新しく補給します。汚れた卵だけを洗うべきです。
- 貯卵室に入れる前に濡れた卵を乾かします。
- 卵殻表面を削ったり、磨いたりすることは止めます。クチクラ層を気孔に詰め込み、胚の代謝や発育を低下させます。
- 卵をキレイにするのに布を使うのは止めます。なぜなら、すぐに汚染されてしまい他の卵に汚染を広げる手助けをするだけだからです。
- 種卵を涼しい貯卵室から暖かい環境に移す時、卵殻表面が結露していないかモニターします。もし結露していれば、燻蒸してはいけません。また乾くまで貯卵室に戻してはいけません。

付録4．燻蒸方法

- 作業者の安全に関する規制を守ります。
- 燻蒸室立米当たりホルマリン 43ml (37.5%)と過マンガン酸カリ 21g を使用するか、パラホルムアルデヒド 10g を加熱します。
- 温度は24 以上、湿度 60%以上にします。
- 燻蒸中はよく密閉し、蒸発してから最低 20 分間ガスを撈拌します。
- 卵がプラスチックトレイにくっつかないようにして、燻蒸ガスがトレイの中まで入るようにします。
- 卵の間をガスがよく充満するように、燻蒸中は撈拌扇を動かします。

もしこれらの条件がそろわなければ、燻蒸の効果は減少します。

付録5 . 貯卵方法

- 湿った卵は、決して貯卵室に入れてはいけません。まず完全に卵を乾かします。
- 輸送後しばらく卵を休ませます。
- 孵化場に到着後すぐに入卵することは止め、24 時間貯卵して卵を落ち着かせます。
- 貯卵中は十分断熱し、ドアはできるだけ密閉します。
- 入気口とクーラーからの空気を卵から離れた方向に向けます。
- 加湿システムが卵を湿らせないように注意します。
- 大きな貯卵室では天井扇によって、卵全体に行き渡るゆるやかな空気の流れが作れ、場所による温度変化を少なくできます。
- 貯卵中は入卵に備えて、貯卵日数に応じた適切な温度、湿度、プレウォーミングをういます。

貯卵日数	貯卵温度	相対湿度%	プレウォーミング
1-3	20-23	75	なし
4-7	15-18	75	8
>7	12-15	80	12
>13	12	80	18

- 12 で貯卵されていた卵は、プレウォーミングの前に短時間、中間の温度に置かれないと結露しやすくなります。結露ポイントあるいは結露表参照（付録6）。
- 貯卵した卵は孵化所要時間が長くなり（貯卵1 日当たり1 時間）、孵化率が低下します。

付録6．結露ポイントあるいは結露表

卵が涼しい環境から暖かい湿度の多い状態に移されると、卵は結露します。次の表は、いろいろな温度や湿度のところに動かした時、結露の起こる卵殻温度を示しています。

卵が農場の涼しい貯卵室から暖かい孵化場に移された時、あるいは涼しい孵化場の貯卵室から出されてプレウォームされたり入卵されたりする時、卵は結露します。

もし種卵が結露していれば燻蒸をしないけません。また乾くまで涼しい貯卵室に入れてはいけません。

温度	相対湿度 (RH%)					
	40	50	60	70	80	90
15					11	13
20			12	14	16	18
プレウォーミング 23		12	15	17	19	21
25	10	13	16	19	21	23
30	14	18	21	24	26	28
35	18	21	25	28	31	33
卵浮卵機	21	25	28	31	34	36
40	23	27	30	33	36	38

結露を避けるためには、この表に示す以上の卵殻温度が必要です。

孵化場実務における各種調査方法：付録

付録 7 . 孵化場記録様式の一例

様式 1 . 新鮮卵の割卵記録表

会 社

検査年月日 _____

農場								
検査個数								
受精卵数								
無精卵数								
- モトリング								
- 水様卵白								
- 粘着卵黄								

様式 2 . 短期間孵卵した種卵の割卵記録表

会 社

検査年月日 _____

農場								
検査個数								
孵卵日数								
生存卵								
胚死亡 - 24 時間								
胚死亡 - 48 時間								
胚死亡 - 血液リング (3 日)								

胚死亡 - 黒眼 (5-12 日)											
無精卵											

孵化場実務における各種調査方法：付録

様式 3 . 移卵時検卵記録表

会社 _____ 入卵日 _____

農場 _____ 検卵日 _____

週令 _____ 割卵調査日 _____

入卵個数 _____ セッター号機 _____

トレ-No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計	対入卵%
廃棄卵数												
無精卵												
24 時間死亡												
48 時間死亡												
血液リング (2.5-4 日)												
黒眼 (5-12 日)												
羽毛 (13-17 日)												
生存卵												
初期腐敗												
後期腐敗												
卵殻質不良												
ヒビ卵												
注：												

孵化場実務における各種調査方法：付録

様式4．移卵時検卵記録表 - 簡易版

会社 _____ 入卵日 _____

農場 _____ 検卵日 _____

週令 _____ 割卵調査日 _____

入卵個数 _____ セッター号機 _____

トレ-No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計	対入卵%
廃棄卵数												
無精卵												
初期胚死亡(0-7日)												
中期胚死亡(8-14)												
腐敗卵												
卵殻質不良												
ヒビ卵												
注：												

孵化場実務における各種調査方法：付録

様式5 . 孵卵残渣調査記録表

会社 _____	入卵日 _____
農場 _____	検卵日 _____
週令 _____	割卵調査日 _____
入卵個数 _____	セッター号機 _____
	ハ ッ チ ャ ー 号 機

トレーNo.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計	対入卵%
廃棄卵数												
無精卵												
24 時間死亡												
48 時間死亡												
血液リング (2.5-4 日)												
黒眼 (5-12 日)												
羽毛 (13-17 日)												
転移 (18-19 日)												
内部嘴打												
外部嘴打												
死亡淘汰ヒナ												
初期腐敗												
後期腐敗												
卵殻質不良												
ヒビ卵												
姿勢異常 - 逆子												
- 頭部左												
- 脚が頭上部												
- 右翼から嘴												
奇形 - 脳突出/嘴欠損												

- 多翼/多脚												
- 内臓突出												
胎児 - 濡れすぎ												
- 乾きすぎ												

孵化場実務における各種調査方法：付録

様式6．孵卵残渣調査記録表 - 簡略版

会社 _____ 入卵日 _____

農場 _____ 検卵日 _____

週令 _____ 割卵調査日 _____

入卵個数 _____ セッター号機 _____

ハ ッ チ ャ ー 号 機

トレ-No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計	対入卵%
廃棄卵数												
無精卵												
初期死亡（0-7日）												
中期死亡（8-14日）												
後期死亡（15-21日）												
外部嘴打												
死亡淘汰ヒナ												
腐敗卵												
卵殻質不良												
ヒビ卵												
姿勢異常 - 逆子												
- 頭部左												
- 脚が頭上部												
- 右翼上嘴												
奇形 - 脳突出/嘴欠損												
- 多翼/多脚												
- 内臓突出												
胎児 - 濡れすぎ												

- 乾きすぎ													
注：													

孵化場実務における各種調査方法：付録

様式7 . 卵重およびヒナ体重表

会社 _____ 入卵日 _____

農場 _____ 検卵日 _____

週令 _____ 割卵調査日 _____

セッター号機 _____ ハ ッ チ ャ ー 号 機

トレ-No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
種卵個数										
空トレ重量										
満卵トレ重量										
移卵時重量										
孵化ヒナ羽数										
総ヒナ体重										
淘汰及び孵卵残渣										
死籠卵										
卵重減少%										
平均卵重										
平均ヒナ体重										
ヒナ体重%										
