

名古屋種初生ヒナの羽性鑑別の精度

中村明弘*・長尾健二*・恒川豊芳**・木野勝敏***・野田賢治****・近藤 一*****

摘要：本研究では愛知県農業総合試験場において系統造成している名古屋種の速羽性系統（NG5系統）の雄と遅羽性系統（NG6系統）の雌を交配させて得られた初生ヒナについて羽性鑑別の精度を調査した。試験1では初心者と熟練者による羽性鑑別の精度を比較した。その結果、性判別の適合率は初心者で96.4%、熟練者で99.3%と、熟練者の方が初心者と比べて、羽性鑑別の精度が高い傾向が認められた。試験2では6回の孵化にわたって羽性鑑別の精度を調査した結果、平均の適合率は99.2%であった。さらに、誤判定した個体の翼部の形態を調査すると、下羽（主翼羽）が上羽（覆主翼羽）よりもわずかに長い雄を速羽性と判定していることが明らかになった。試験3では下羽が上羽よりもわずかに長い個体は遅羽性と判定するように判定基準を変更して、羽性鑑別の精度を調査した。その結果、性判別の適合率は100%となり、羽性鑑別の精度を改善することができた。以上のことから、当场で系統造成している名古屋種の速羽性系統の雄と遅羽性系統の雌の交配により得られた初生ヒナは羽性鑑別を実用するのに十分な性能を有していることが確認できた。

キーワード：羽性、名古屋種、初生ヒナ、雌雄鑑別

Accuracy of Feather Sexing in Newly Hatched Nagoya Breed Chicks

NAKAMURA Akihiro, NAGAO Kenji, TSUNEKAWA Toyomichi, KINO Katsutoshi,
NODA Kenji and KONDO Hajime

Abstract: The present study was conducted to investigate the accuracy of feather sexing in newly hatched Nagoya breed chicks, which originated from mating males (k^+/k^+) of an early feathering line, NG5, with females (K/w) of a late feathering line, NG6. In Experiment 1, the accuracy rates of sex determination using feather sexing performed by a beginner and an expert, respectively, were compared. The accuracy rate for the expert (99.3%) was higher than that for the beginner (96.4%). In Experiment 2, the accuracy rates of sex determination by feather sexing were investigated based on six surveys. The average accuracy rate of sex determination was 99.2%. Observing the misjudged individuals, it was found that the male chicks with primary feathers slightly longer than the primary covert feathers were judged as showing early feathering. In Experiment 3, the accuracy of feather sexing employing a judgment standard whereby chicks with primary feathers extending slightly beyond the primary covert feathers were judged as showing late feathering was examined. As the accuracy rate of sex determination was 100%, the judgment standard improved the accuracy of feather sexing. Therefore, these results indicate that newly hatched Nagoya breed chicks resulting from mating males (k^+/k^+) of NG5 with females (K/w) of NG6 can practically and effectively undergo feather sexing.

Key Words: Feathering, Nagoya breed, Newly hatched chicks, Sexing

本研究の概要は日本家禽学会2010年度秋季大会（2010年9月）において発表した。

* 畜産研究部 ** 畜産研究部（現尾張農林水産事務所） *** 畜産研究部（現企画普及部）

**** 畜産研究部（現社団法人愛知県畜産協会） ***** 畜産研究部（退職） (2010.9.24 受理)

緒言

現在、羽性（遅羽性、速羽性）や羽色（銀色、金色）の違いを利用して、ニワトリ初生ヒナを雌雄鑑別する方法は、肛門鑑別に代わって世界中で広く用いられている^{1,2)}。日本においても採卵鶏やブロイラーの9割は、すでにこれらの鑑別ができる鶏種で占められている。羽性や羽色の違いを利用した雌雄鑑別の大きな利点としては、総排泄腔部の生殖突起の有無によって性別判別する肛門鑑別と比べて2～3倍の速さで雌雄鑑別できること、初生雛鑑別師の資格がない人でも容易に性別判定できることなどが挙げられる。

ニワトリの羽性は初生時に翼の上羽（覆主翼羽）と下羽（主翼羽）の長さを比較することで容易に見分けることができる。下羽の長さが上羽の長さより短い、あるいは、同じ長さを示す個体は遅羽性と区別され、一方、下羽の長さが上羽の長さより長い個体は速羽性と区別される。これらの遅羽性と速羽性の形質は性染色体のZ染色体上の優性遺伝子である遅羽性（*K*）遺伝子とその野生型対立遺伝子である速羽性（*k*）遺伝子によって支配されていることが明らかになっている³⁾。そのため、遅羽性の雌（*K/w*）に速羽性の雄（*k/k*）を交配した場合に、雄ヒナはすべて遅羽性（*K/k*）、雌ヒナはすべて速羽性（*k/w*）となる十文字遺伝子を利用して、初生ヒナの雌雄を容易に判定できる^{1,4)}。この羽性による雌雄鑑別（羽性鑑別）の精度は、品種や系統による違いはみられるが、99%以上と言われ、肛門鑑別に劣らないものである。しかしながら、羽性鑑別の精度を詳細に調査した報告は少ない。

名古屋種には*K*遺伝子や*k*遺伝子を保有する個体が存在することが確認されている^{5,6)}。そのため、名古屋種の遅羽性系統と速羽性系統を造成すれば、実用鶏のヒナにおいて羽性鑑別が可能となる。当場では2001年度から名古屋種の卵用実用鶏である「卵用名古屋コーチン」において羽性鑑別の導入を図るため、卵用系統のNG5系統（速羽性系統）とNG6系統（遅羽性系統）の造成を実施しており、現在、それらの系統は羽性遺伝子が完全に固定されていることが既報^{6,7)}で報告したDNA解析手法により確認されている。

そこで、本研究では、名古屋種において羽性鑑別が実用できるか確認するために、速羽性系統（NG5系統）の雄と遅羽性系統（NG6系統）の雌を交配させて得られた初生ヒナについて羽性鑑別の精度を調査した。

材料及び方法

1 供試鶏

当場で系統造成している名古屋種の速羽性系統（NG5系統）の雄（*k/k*）と遅羽性系統（NG6系統）の雌（*K/w*）を交配して得られた初生ヒナを用いた。

2 調査方法

(1) 初心者と熟練者による羽性鑑別の精度の比較（試験1）

試験1では、2006年6月13日に孵化した初生ヒナ138羽を用いて、羽性鑑別の初心者1名および熟練者1名による鑑別を行い、その精度を比較した。羽性鑑別は図1（A）～（C）に基づいた判定基準に従って、下羽の長さが上羽の長さより短い、あるいは、同じ長さを示す個体は遅羽性と判定し、一方、下羽の長さが上羽の長さより長い個体は速羽性と判定した。調査は初心者、熟練者の順序で行い、初心者については、羽性鑑別の前に判定基準の知識を学んだ後に鑑別を行った。初心者の羽性鑑別が終了したら、次に熟練者が初心者の判定したヒナの羽性を確認しながら、再度鑑別を行った。その際、初心者と熟練者の間で判定が異なったヒナについては識別できるように、印を付けた。

熟練者の羽性鑑別後に、初生雛鑑別師による肛門鑑別で雌雄を確認した。さらに、羽性鑑別と肛門鑑別で性別判別の結果が一致しなかった個体については、剖検により生殖巣（精巣あるいは卵巣）の形態を観察して雌雄を決定した。

(2) 判定基準による羽性鑑別の精度の調査（試験2）

試験2では、6回の孵化（2004年4月20日、2004年6月14日、2007年4月17日、2008年4月15日、2009年4月21日および2010年4月20日）で得られた初生ヒナを用いて、判定基準に従って羽性鑑別を実施し、鑑別精度のばらつきを明らかにした。6回の調査は試験1と同じ熟練者がすべて行った。なお、それぞれの調査で供試した初生ヒナの数は、213、90、223、243、301および352羽であった。

羽性鑑別後に、試験1と同様に、初生雛鑑別師による肛門鑑別と生殖巣（精巣あるいは卵巣）の形態観察によって、雌雄を決定した。

(3) 判定基準による羽性鑑別の精度の調査（試験3）

判定基準による羽性鑑別では、下羽が上羽よりもわずかに長い個体は速羽性と判定したが、それらは雄であった。そこで、試験3では、下羽が上羽よりもわずかに長い個体は遅羽性と判定するように、これまでの判定基準に図1（D）を加えた判定基準に変更した場合の羽性鑑別の精度を調査した。

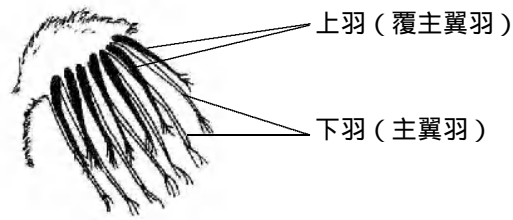
2010年4月20日に孵化した初生ヒナ165羽を用いて、試験1、2と同じ熟練者が判定基準に従って羽性鑑別を行った。羽性鑑別後に、試験1、2と同様に初生雛鑑別師による肛門鑑別と生殖巣（精巣あるいは卵巣）の形態観察によって、雌雄を決定した。

試験結果

1 初心者と熟練者による羽性鑑別の精度の比較（試験1）

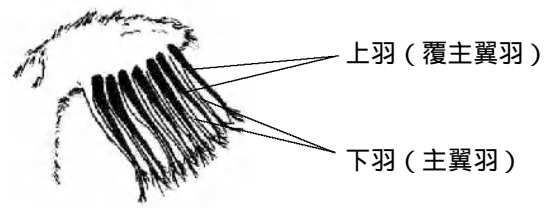
初心者と熟練者が判定基準に従って名古屋種の羽

(A) 雌：速羽性



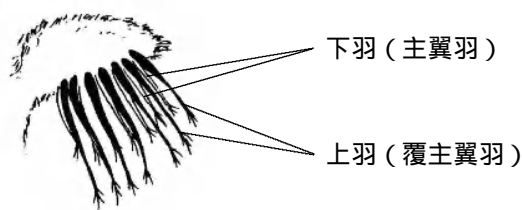
下羽（主翼羽）が上羽（覆主翼羽）より長い。

(B) 雄：遅羽性



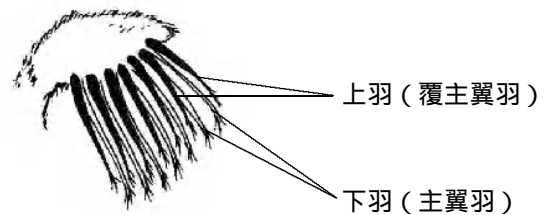
下羽（主翼羽）と上羽（覆主翼羽）の長さが同じ。

(C) 雄：遅羽性



下羽（主翼羽）が上羽（覆主翼羽）より短い。

(D) 雄：遅羽性



下羽（主翼羽）が上羽（覆主翼羽）よりわずかに長い。

図1 ニワトリ初生ヒナの羽性鑑別の判定基準

上羽（覆主翼羽）は黒色の羽根、下羽（主翼羽）は白色の羽根でイラスト中に表されている。

判定基準 は(A)(B)(C)を用いる。

判定基準 は(A)(B)(C)(D)を用いる。

性鑑別を実施した時の性判別の精度を表1に示した。初心者の適合率は96.4%、熟練者の適合率は99.3%と、初心者でも高い確率で羽性鑑別ができることが確認できた。しかしながら、熟練者の方が初心者と比べて、羽性鑑別の精度が高い傾向が認められた。初心者が誤判定した個体の翼部の形態を観察すると、図1(C)や図2(C)のような、下羽の長さが上羽の長さとは比べて短い遅羽性の個体を、下羽の方が上羽より長いと誤って判断して、速羽性と判定することが多かった。

2 判定基準 による羽性鑑別の精度の調査(試験2)

判定基準 に従って名古屋種の羽性鑑別を実施した時の性判別の精度を表2に示した。6回にわたって羽性鑑別の精度を調査した結果、最も低い適合率は98.6%、最も高い適合率は100%であり、平均の適合率は99.2%であった。誤判定した個体の翼部の形態を観察すると、1個体を除くすべての個体は、図1(D)や図2(D)のように下羽が上羽よりもわずかに長かったため、速羽性と判定していたが、それらの生殖巣を調査すると精巣が確認され、雄であることが判明した。ただし、1個体だけは、図3のように、下羽が上羽よりも明らかに長く、速羽性の形態を示していたが、その

生殖巣を調査すると精巣が確認され、雄であることが判明した。

3 判定基準 による羽性鑑別の精度の調査(試験3)

判定基準 を用いて名古屋種の羽性鑑別を実施した時の性判別の精度を表3に示した。判定基準 に従って165羽の初生ヒナを羽性鑑別した結果、適合率は100%であった。

考 察

現在、コマーシャル鶏として普及している名古屋種は肛門鑑別により初生ヒナの性判別が行われている。名古屋種は、白色レグホーンに比べて、雄ヒナと雌ヒナの間でみられる生殖隆起の特徴が明確に現れていないために肛門鑑別による雌雄鑑別が難しく⁸⁾、さらに誤判定の確率も採卵鶏やブロイラーと比較して高い。そのため、名古屋種への羽性鑑別の導入は現在用いられている肛門鑑別よりも精度の高い性判別の実施が可能になると期待される。特に、名古屋種の卵用実用鶏である「卵用名古屋コーチン」においては卵を生産できる雌だけがコマーシャルヒナとして必要であるため、

雄ヒナは必要ではない。そのため、雌雄鑑別の誤判定を減らすことは、雄ヒナの無駄な飼育を減らせるため、「卵用名古屋コーチン」生産者の収益向上につながるメリットがある。

島田⁴⁾の報告によると、羽性鑑別では鶏種によって雌雄鑑別の成績が不安定であったり、あるいは、ヒナ

が供給される年によって鑑別の精度が低かったりすることがあると言われている。一方、本研究で実施した名古屋種の羽性鑑別の調査(表2)では、性判別の適合率は平均で99.2%であり、その正確さは初生雛鑑別師の検定試験の合格基準である99%以上の精度を満たすものであった。さらに、その名古屋種の羽性鑑別の

表1 初心者と熟練者における名古屋種初生ヒナの羽性鑑別の精度(試験1)

| 鑑別者 | 鑑別ヒナ羽数 | 羽性 | 鑑別結果 | | | 誤判定数 | 適合数 | 適合率(%) |
|-----|--------|-----|------|----|----|------|-----|--------|
| | | | 合計 | 雄 | 雌 | | | |
| 初心者 | 138 | 速羽性 | 71 | 5 | 66 | 5 | 133 | 96.4 |
| | | 遅羽性 | 67 | 67 | 0 | | | |
| 熟練者 | 138 | 速羽性 | 67 | 1 | 66 | 1 | 137 | 99.3 |
| | | 遅羽性 | 71 | 71 | 0 | | | |

調査は2006年6月13日に実施した。

羽性鑑別は判定基準に基づいて実施した。

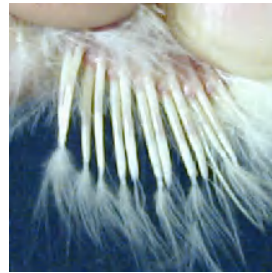
初心者のデータは、羽性鑑別を知らない者が判定基準の知識を学んだ後、初めて鑑別した時の結果である。

(A) 雌：速羽性



下羽(主翼羽)が上羽(覆主翼羽)より長い。

(B) 雄：遅羽性



下羽(主翼羽)と上羽(覆主翼羽)の長さが同じ。

(C) 雄：遅羽性



下羽(主翼羽)が上羽(覆主翼羽)より短い。

(D) 雄：遅羽性
(名古屋種の場合)



下羽(主翼羽)が上羽(覆主翼羽)よりわずかに長い。

図2 ニワトリ初生ヒナの羽性鑑別でみられる羽性の特徴

表2 判定基準 による名古屋種初生ヒナの羽性鑑別の精度 (試験2)

| 鑑別ヒナ 羽数 | 羽性 | 鑑別結果 | | | 誤判定数 | 適合数 | 適合率 (%) |
|------------|-----|------|-----|-----|------|-----|------------|
| | | 合計 | 雄 | 雌 | | | |
| 213 | 速羽性 | 101 | 2 | 99 | 2 | 211 | 99.1 |
| | 遅羽性 | 112 | 112 | 0 | | | |
| 90 | 速羽性 | 39 | 1 | 38 | 1 | 89 | 98.9 |
| | 遅羽性 | 51 | 51 | 0 | | | |
| 223 | 速羽性 | 126 | 2 | 124 | 2 | 221 | 99.1 |
| | 遅羽性 | 97 | 97 | 0 | | | |
| 243 | 速羽性 | 124 | 0 | 124 | 0 | 243 | 100.0 |
| | 遅羽性 | 119 | 119 | 0 | | | |
| 301 | 速羽性 | 160 | 1 | 159 | 1 | 300 | 99.7 |
| | 遅羽性 | 141 | 141 | 0 | | | |
| 352 | 速羽性 | 179 | 5 | 174 | 5 | 347 | 98.6 |
| | 遅羽性 | 173 | 173 | 0 | | | |
| 平均 | | | | | | | 99.2 |

調査は、2004年4月20日、2004年6月14日、2007年4月17日、2008年4月15日、
2009年4月21日、2010年4月20日の計6回実施した。

羽性鑑別は熟練者が判定基準に基づいて実施した。



図3 突然変異により速羽性の形態を示した名古屋種初生雄ヒナの翼部

精度は、島田⁴⁾が報告した採卵鶏とブロイラーにおける羽性鑑別の精度(それぞれ98.9%と98.5%)よりも高い傾向であった。また、2004~2010年にわたる6回の調査の精度を個々にみても、雌雄鑑別の成績が著しく悪い事例はみられていない。そのため、現在、系統造成している速羽性系統(NG5系統)と遅羽性系統(NG6系統)の交配により得られた初生ヒナには、実用レベルでの羽性鑑別が実施できる性能を十分に有していることが確認できた。

羽性鑑別は初生雛鑑別師の資格がない人でも容易に

性判別できる利点があるが、正しい鑑別方法で実施しなければ、その精度は著しく低下する。試験1で初心者と熟練者による羽性鑑別の精度を比較した場合でも、初心者は図1(C)や図2(C)の羽性形態をした遅羽性(雄)のヒナを速羽性(雌)と誤って判定することがあると確認された。典型的な遅羽性のヒナは図1(B)や図2(B)のように、下羽が上羽と同程度の長さを示すが、遅羽性のヒナの中には図1(C)や図2(C)のように、下羽が上羽と比べて短い場合もあり、初心者ではこれを見誤って、下羽の方が上羽より長いと判定して、速羽性と誤判定していた。そのため、羽性鑑別では、常に初生ヒナの翼部の外側から観察し、さらに指により上羽と下羽を触ることで、両者を確実に見分けてから鑑別することが重要である。

羽性鑑別が可能なコマーシャルヒナの鑑別は判定基準に従って行われている。本研究でも、判定基準を用いて名古屋種の初生ヒナの羽性鑑別を実施した場合、平均で99.2%という高い鑑別精度を得ることができた。しかしながら、本研究では性判別の精度を100%に近づけるため、誤判定したヒナを調査して、その誤りに傾向がみられるか確認した。その結果、誤判定したヒナはすべて速羽性と判定した個体で、かつ雄であった。さらに、それらの翼部の形態を観察すると、1

表3 判定基準 による名古屋種初生ヒナの羽性鑑別の精度 (試験3)

| 鑑別ヒナ 羽数 | 羽性 | 鑑別結果 | | | 誤判定数 | 適合数 | 適合率 (%) |
|------------|-----|------|----|----|------|-----|------------|
| | | 合計 | 雄 | 雌 | | | |
| 165 | 速羽性 | 76 | 0 | 76 | 0 | 165 | 100.0 |
| | 遅羽性 | 89 | 89 | 0 | | | |

調査は2010年4月20日に実施した。

羽性鑑別は熟練者が判定基準 に基づいて実施した。

羽以外の全個体は図1(D)や図2(D)のように、下羽が上羽よりもわずかに長いため、速羽性(雌)と判定していたことが明らかになった。そこで、下羽が上羽よりもわずかに長い個体は遅羽性(雄)と判定するように判定基準を から へと変更して羽性鑑別の精度を調査した結果、表3に示すように、100%の適合率を得ることができ、名古屋種の羽性鑑別の精度を改善することができた。

しかしながら、判定基準 を用いても、必ずしも名古屋種の羽性鑑別が100%の精度で実施できるとは限らない。表2に示した2010年4月20日実施の第6回の調査では、1個体の雄については、下羽が上羽よりも明らかに長く、典型的な速羽性の表現型を示していた(図3)。Baconら⁹⁾は遅羽性系統の中に、速羽性を示す個体がまれに現れることを報告し、さらに、その後の研究^{10,11)}において、そのような個体の*K*遺伝子のDNA構造には変異が生じていたことが確認されている。本研究で認められた速羽性の雄についても、同様に*K*遺伝子のDNA構造に変異があつて、結果として野生型と同じ表現型である速羽性を示していたと推察される。このような突然変異した個体が生じた場合、羽性鑑別の誤判定を防ぐことはできないが、突然変異が起こる確率は低いため、羽性鑑別を実施する上で問題にはならない。しかしながら、羽性鑑別には人為的ミスでなく誤判定が生じる可能性があることは留意しておく必要がある。

なお、この判定基準 は名古屋種以外の鶏種の羽性鑑別に適用できるか明らかではないので、他鶏種に用いる場合は事前の調査が必要である。

以上のことから、当场で系統造成している速羽性系統(NG5系統)の雄と遅羽性系統(NG6系統)の雌との交配により得られた初生ヒナは羽性鑑別を商用レベルで実施できる性能を十分に有していることが確認された。さらに、判定基準 に従って、名古屋種の羽性鑑別を行えば、性判別が高い精度で実施できることを明らかにした。

引用文献

1. Etches, R. J. Growth and sexual maturation. In

- : Reproduction in poultry. CAB INTERNATIONAL. Wallingford. p.74-105(1996)
2. Kaleta, E.F., Redmann, T. Approaches to determine the sex prior to and after incubation of chicken eggs and of day-old chicks. World's Poult. Sci. J. 64, 391-399(2008)
3. Warren, D.C. Inheritance of rate of feathering in poultry. J. Hered. 16, 13-18(1925)
4. 島田清司. 種卵で雌雄を見分けることができるか: 日本の伝統的雌雄鑑別から近代技術まで. 日本家禽学会誌. 39, J172-J176(2002)
5. 中村明弘, 野田賢治. 愛知県における名古屋種の改良とその遺伝的特性. 動物遺伝資源探索調査報告. 12, 77-97(2001)
6. 中村明弘, 野田賢治, 宮川博充, 水野銈一郎, 梅澤吉孝. 内在性ウイルス遺伝子*ev-21*をマーカーに用いたPCR法による名古屋種の羽性判定. 愛知農総試研報. 34, 213-217(2002)
7. 中村明弘, 小林正直, 野田賢治, 近藤一, 神作宜男. PCR-RFLP法を用いた名古屋種雄の遅羽性遺伝子型判定. 日本家禽学会誌. 46, J9-J15(2009)
8. 増井清. 初生雛雌雄鑑別. 鶏の性と雌雄鑑別の研究. 日本中央競馬会弘済会. p.42-62(1975)
9. Bacon, L. D., Smith, E., Crittenden, L. B., Havenstein, G. B. Association of the slow feathering (*K*) and an endogenous viral (*ev21*) gene on the Z chromosome of chickens. Poult. Sci. 67, 191-197(1988)
10. Levin, I., Smith, E. J. Molecular analysis of endogenous virus *ev21*-slow feathering complex of chickens. 1. Cloning of proviral-cell junction fragment and unoccupied integration site. Poult. Sci. 69, 2017-2026(1990)
11. Smith, E.J., Levin, I. Application of a locus-specific DNA hybridization probe in the analysis of the slow-feathering endogenous virus complex of chickens. Poult. Sci. 70, 1957-1964(1991)