

## 合鴨雛の水への順応性

魏 紅江<sup>1</sup>・高山耕二<sup>2</sup>・中西良孝<sup>2</sup>・萬田正治<sup>3</sup><sup>1</sup> 中国雲南農業大学雲南省動物栄養および飼料重点実験室, 中国雲南省昆明市 650201<sup>2</sup> 鹿児島大学農学部, 鹿児島市郡元, 890-0065<sup>3</sup> 鹿児島大学名誉教授, 霧島市溝辺町, 899-6402

合鴨雛における水への順応性とそれに関与する要因を明らかにするため、孵化後 28 日齢までの水浴行動を調べるとともに、加齢に伴う水浴能力および形態的特徴（羽毛および尾腺）の発達、水浴能力と羽毛洗浄処理あるいは羽毛密度との関係を検討した。合鴨雛が 1 日に費やす自由水浴時間は 1 日齢で平均 146 分間と最も長かったが、日齢の経過に伴って減少し、10 日齢以降は有意に短くなった ( $P < 0.05$ )。自由水浴時間は 13 日齢で平均 27 分間と最短となり、その後、増加する傾向を示した。水浴経験のない 0~28 日齢の合鴨雛を水温 20°C の恒温槽で強制水浴させた場合、水浴 15 分間後の体温は 0 日齢で平均 40.2°C と最も高かったが、加齢に伴って低下し、3~19 日齢にかけて有意に低い値を示した ( $P < 0.05$ )。体温は 11 日齢で 29.4°C と最低となったが、その後、22 日齢まで上昇し、それ以降、ほぼ一定の値を示した。強制水浴時間もまた水浴後の体温変化と同様のパターンを示した。合鴨雛の腹部の正羽密度は 0 日齢で最も高かったが、日齢の経過に伴って 2 週齢まで顕著に低下し、その後、漸減した。一方、綿羽は 9 日齢から採取出来る程度に成長したものの、その密度は正羽密度と同様に日齢の経過に伴って低下した。合鴨雛の尾腺については、腺細胞が 10 日齢から発達し始め、21 日齢以降に完成するものと推察された。孵化後 11 日齢までの合鴨雛の水浴能力の低下の要因を明らかにするため、羽毛洗浄した合鴨雛を強制水浴（水温 20°C）させたところ、体温および水浴時間は孵化後 12 日齢まで対照区（非洗浄区）に比べ洗浄区で有意に低い値を示した ( $P < 0.05$ ) が、それ以降、有意差は認められなかった。羽毛密度を低下させた合鴨雛の体温および水浴時間は加齢に伴って急激に低下したが、羽毛密度を一定にした区では大きな変化が認められなかった。また、2~12 日齢において前者に比べ後者の体温および水浴時間が有意に高い値を示した ( $P < 0.01$ )。以上から、合鴨雛の水浴能力は 1 日齢で最も高く、加齢に伴い 11 日齢まで低下したものの、その後、綿羽と尾腺が発達し、水浴能力を再び獲得したものと推察された。

キーワード：合鴨雛, 水への順応性, 水浴能力, 羽毛, 尾腺

## 緒 言

合鴨農法は水田に家鴨類を放飼し、米の無農薬栽培と鴨肉生産を同時に行う環境調和型農業の 1 つである。合鴨農法においては、除草効果を高める（とくに、ヒエ対策）ため、田植え 1~2 週間後の水田に 1~2 週齢の合鴨雛が放飼されている（萬田ら, 1993; Edar ら, 1996; 高山ら, 1998）。しかしながら、合鴨雛は人工孵化されることから、雛の水への順応性は野生鴨や自然孵化した家鴨の場合と異なることが予想され、外気温の低下や降雨などの寒冷ストレスによって雛が衰弱死することがあり、この時期の雛の生理・生態的特徴を明らかにすることは育雛管理上重要である。

水禽類は尾腺からの分泌物を羽毛に塗り付けて、その中の脂肪分が防水、羽繕いおよび体温保持などに役立っている（Simmons, 1964; Stettenheim, 1972; 中西ら, 1986）。一方、羽毛の発達は合

鴨雛の水浴能力において重要な意味を持っており、羽毛は皮膚を保護することと一定の体温を維持することに役に立つことが明らかにされている（Simmons, 1964; Stettenheim, 1972; Jacob and Ziawiler, 1982; 中西ら, 1986）。したがって、合鴨雛の水田への適正放飼日齢については水への順応性とその尾腺と羽毛の発達などを関連づけて検討することが重要であるが、これらに関する知見はほとんど見当たらない。

本研究では、合鴨雛における水への順応性を明らかにするため、舎飼い時における水浴行動を調べるとともに、加齢に伴う水浴能力の発達と羽毛および尾腺の形態的变化との関係を詳細に検討した。

## 材料と方法

### 実験 1. 舎飼い時における合鴨雛の水浴行動

供試動物には、人工孵化した合鴨雛 10 羽を用い、スノコ床（金網）の飼育箱（縦 210×横 120×高さ 30 cm）で 0~28 日齢まで群飼した。飼育箱には、合鴨雛が自由に出入りし易いように水場（縦 112×横 68×深さ 25 cm）を隣接して設置した。実験期間中の水温は約 20°C とし、雛が自由に泳げるとともに、立つ際には脚が底に届くように水深を 10~25 cm の間で調整した。飼育管理にお

2008 年 1 月 28 日受付, 2008 年 6 月 12 日受理

連絡者：中西良孝

〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-24

鹿児島大学農学部生物生産学科学管理学研究室

Tel/Fax : 099-285-8592

E-mail : ntaka@agri.kagoshima-u.ac.jp

いて、飼育箱では保温を目的とした雛用電球（100 W）を2個設置し、24時間連続点灯した（25～32℃）。給与飼料には、市販鶏雛用配合飼料（CP：21.0%，ME：2,950 kcal）を用い、自由摂取させ、飲水器はとくに設置しなかった。実験期間中、1日齢から3日間隔で計10日間タイムラプスビデオ（SVT-5000, (株)SONY社製）により合鴨雛の行動を9:00から翌日9:00までの24時間連続録画し、後日、再生画像から頭部に個体標識した5羽について自由水浴時間（水場での滞在時間）を記録した。

### 実験2. 加齢に伴う合鴨雛の水浴能力と羽毛・尾腺の発達

供試動物には、0～28日齢の合鴨雛を各日齢8羽ずつ計232羽用い、孵化から実験開始まで合鴨雛を雛用電球（100 W）を用いて保温し（25～32℃）、給与飼料および照明時間は実験1と同様とした。合鴨雛には実験開始まで水浴を一切行わず、供試日齢に達した時点で水温20℃に設定した恒温槽（COOLNIT CL-80F, (株)タイテック社製）に合鴨雛を入れてから水中でバランスを崩すまで最長180分間強制的に水浴させた。水浴中、合鴨雛同士の接触を防ぐため、恒温槽（縦112×横68×深さ25 cm）を8区画に仕切り、それぞれ雛を1羽ずつ入れて実験を行った。水浴15分後に合鴨雛の体温をサーミスタ・センサー装着の電子温度計（MODEL SK-1250MC, (株)佐藤計量器製作所社製）で計測した。測定部位は直腸とし、電子温度計の感熱部を総排泄腔より2～3 cm挿入し、30秒後に数値を読み取った。また、水浴時間を記録し、羽毛への水の浸潤程度を肉眼で観察した。また、0～28日齢には合鴨雛を各日齢4羽ずつ放血屠殺し、尾腺を採取して10%の中性ホルマリン液で固定した。採取した尾腺を常法によりパラフィンで包埋した後、5μmの厚さの縦断片を組織標本として作製した。標本をヘマトキシリン・エオジン染色した後、光学顕微鏡を用いて組織観察（×400）、撮影を行った。さらに、屠体腹部の毛皮（2×2 cm）における羽毛を毛抜きで全部採取し、羽毛の本数、種類、羽枝の本数および長さを測定し、単位体表面積当りの羽毛の本数を羽毛密度（本/cm<sup>2</sup>）として算出した。羽枝数は実体顕微鏡を用いて（×20）数え、羽毛の長さをノギスで測定した。

### 実験3. 合鴨雛の水浴能力に及ぼす羽毛洗浄あるいは羽毛密度の影響

#### 1. 羽毛洗浄による影響

羽毛を洗剤で洗浄処理する区（以下、洗浄区）と洗浄処理しない対照区を設け（各区88羽）、洗浄区の水浴直後の合鴨雛には400倍希釈した中性洗剤（マイフレッシュ, (株)ロケット石鹼社製）により、3回の洗浄（頸部以下）を行い、孵卵器内で完全に乾燥させた後、実験2と同様に飼育した。0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18および20日齢に達した時点で強制水浴させ（水温20℃）、実験2と同様に体温および水浴時間を測定した。

#### 2. 羽毛密度による影響

合鴨雛の羽毛の本数は孵化後に決まっており、成長に伴い密度は低下するものの、本数は変化しないと推測されている。そこで、体重が増加しない限り、羽毛密度も変化しないものと考え、体重が増加しないように飼料給与量を制限することで羽毛密度を一定に保つ区（以下、羽毛密度一定区）と不断給餌することで羽毛密度の低下をもたらす区（以下、羽毛密度低下区）を設けた（各区48羽）。羽毛密度一定区の合鴨雛には1羽当たり朝5g、夕方2g

の市販鶏雛用配合飼料（CP：21.0%，ME：2,950 kcal）を給与した。2, 4, 6, 8, 10および12日齢に達した時点で強制水浴させ（水温20℃）、実験2と同様に体温および水浴時間を測定した。

得られたデータについては、StatView<sup>®</sup> software package (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)を用い、実験1における自由水浴時間ならびに実験2における水浴時間と体温については、日齢を因子とする1元配置分散分析を行い、有意差を検定した。実験3における体温、水浴時間ならびに体重については、*t*-検定により処理区間の有意差を危険率5%または1%水準で検定した。

## 結果および考察

### 実験1. 舎飼い時における合鴨雛の水浴行動

合鴨雛の自由水浴時間は図1に示すとおりである。合鴨雛の水浴時間は1日齢で平均146分間と最も高い値を示し、日齢の経過に伴って減少し、10日齢以降は有意に短くなった（*P*<0.05）。13日齢には平均27分間と最短となり、その後増加する傾向を示した。孵化直後、雛は頻りに水場に入り、飲水や遊びがよく観察されたが、10日齢以降には飲水時においても水場に入る行動はみられなかった。

羽毛および尾腺は水禽類の水浴能力に重要な役割を果たしている（Wekstein and Zolman, 1971; McKinney, 1975）。孵化直後の雛では羽毛や尾腺などが十分に発達していない（鈴木ら, 1973; 中西ら, 1986; 加藤, 1969）ものの、羽毛に付着した卵黄あるいは卵白由来の脂肪分が残っており、水浴時に水を弾くことが出来るものと考えられる。野生鴨や自然孵化した家鴨の場合、親鴨が抱雛中に自らの胸・腹部の羽毛を介して雛の羽毛に尾腺からの分泌物（脂肪分）を塗り付けることによって羽毛の防水機能が高まり、雛は親鴨とともに水浴することが可能である（McKinney, 1975）。しかし、人工孵化した合鴨雛の場合には、親鴨からの尾腺分泌物が得られないことに加え、加齢に伴って羽毛の付着脂肪分が少なくなるため、防水機能が低下し、13～16日齢での水浴能力の低下をもたらしたものと推察された。

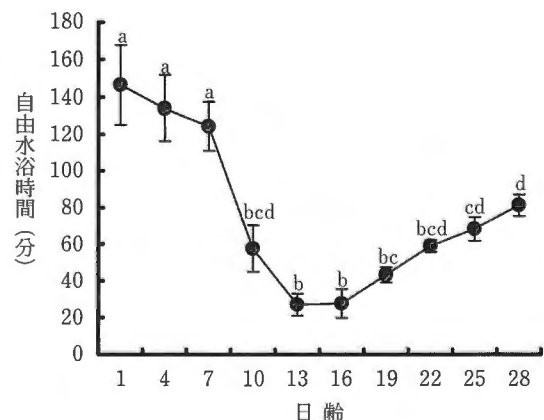


図1. 加齢に伴う合鴨雛の自由水浴時間の変化。各日齢で5羽の平均値±標準誤差を示す。<sup>a-d</sup>*P*<0.05。

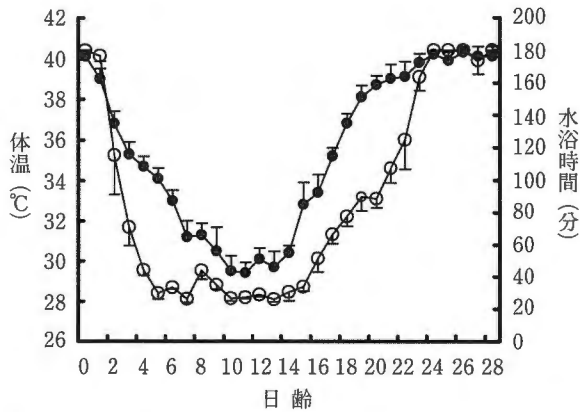


図 2. 加齢に伴う合鴨雛の体温 (—●—) および水浴時間 (—○—) の変化  
各日齢で 8 羽の平均値±標準誤差を示す。

実験 2. 加齢に伴う合鴨雛の水浴能力と羽毛・尾腺の発達

加齢に伴う合鴨雛の体温および水浴時間の変化は図 2 に示すとおりである。水浴 15 分間後の体温は 0 日齢で 40.2°C と最も高く、加齢に伴って低下し、3~19 日齢にかけて有意に低い値を示した ( $P < 0.05$ )。11 日齢では 29.4°C と最低となったが、その後 22 日齢まで上昇し、それ以降ほぼ一定の値を示した。水浴時間は水浴後の体温変化と同様のパターンを示し、0 日齢の合鴨雛は 180 分間水浴したが、日齢の経過に伴って水浴時間が減少し、3~23 日齢にかけて有意に短くなった ( $P < 0.05$ )。11 日齢では 26.5 分間と最短となったが、その後 22 日齢まで増加し、24 日齢で 0 日齢と同じレベルとなり、図 1 の結果と類似していた。

加齢に伴う合鴨雛の羽毛密度の変化を図 3a に示した。合鴨雛の腹部の正羽密度は 0 日齢で 58 本/cm<sup>2</sup> と最も高かったが、日齢の経過に伴って 2 週齢までは顕著に低下し、その後漸減した。一方、綿羽は 0~8 日齢において、肉眼で確認出来たものの、採取出来なかった。そのため、図 3a では 9 日齢以降のデータを示した。綿羽は 9 日齢から採取出来る程度に成長したものの、正羽密度と同様に日齢の経過に伴って低下した。合鴨雛の羽毛の本数は孵化後に決まっていると推測され、成長に伴い変化しないため、体重が増加するにつれ、羽毛密度が低下したものと考えられる。なお、綿羽密度は正羽密度の約 2 倍であった。

加齢に伴う合鴨雛の正羽の長さおよび 1 本当たりの羽枝数の変化は図 3b に示すとおりである。孵化直後の合鴨雛における正羽は新生羽と呼ばれ(笹川, 1995)、綿羽のように羽軸がなく、柔らかく全身を濃密に覆っていた。孵化後 18 日齢前後まで正羽はほとんど成長しなかったが、それ以降長くなり始め、22~25 日齢の間で正羽の先に付いている新生羽がなくなり、正羽の伸長に伴い、羽弁が広がることが観察された。また、合鴨雛の羽枝数は孵化後 21 日齢までほとんど変化せず、それ以降急激に増えた。

加齢に伴う合鴨雛の綿羽の長さおよび 1 本当たりの羽枝数の変化は図 3c に示すとおりである。図 3c で示したように、合鴨雛の綿羽は孵化後 8 日齢までほとんど成長していないため、採取出来なかったが、9 日齢以降日齢の経過に伴って綿羽が長くなるとも

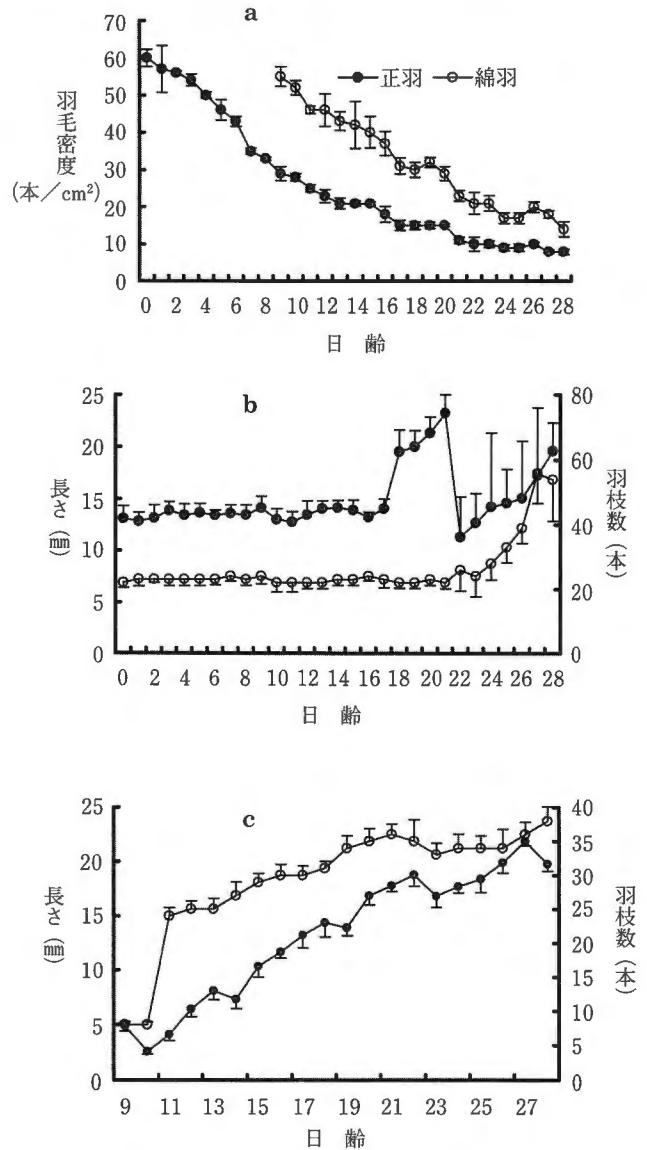


図 3. 加齢に伴う合鴨雛の羽毛発達の変化  
(a) 羽毛密度, (b) 正羽の長さ (—●—) と羽枝数 (—○—), (c) 綿羽の長さ (—●—) と羽枝数 (—○—).  
各日齢で各区 4 羽, 1 羽当たり正羽 10 本の平均値±標準誤差を示す。

に、羽枝数も増える傾向を示した。

羽毛には翼、尾の長羽と体羽からなる正羽(羽軸と羽弁からなる)、綿羽、半綿羽、系状羽などがある(笹川, 1995)。羽毛の発達は合鴨雛の水浴能力において重要な意味を持っており、羽毛は皮膚を保護することと一定の体温を維持することに役に立つ(Simmons, 1964; Stettenheim, 1972; Jacob and Ziawiler, 1982; 中西ら, 1986)。正羽は体表を覆い、水を弾く働きを有する。鴨類の綿羽は球状で中央の羽軸はほとんど見えないが、構造的には綿状で膨らみがあり、体表を覆っている。また、綿羽は柔らかく、羽枝も毛筆の房のように柔らかい。これらの特徴が防水効果を助

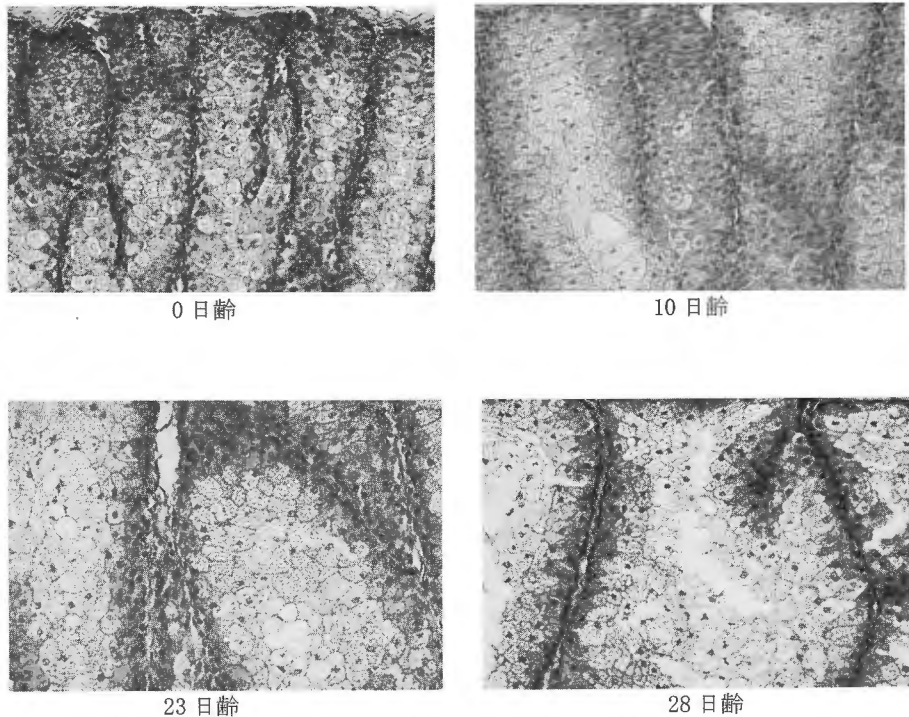


図 4. 加齢に伴う合鴨雛の尾腺縦断片の組織学的特徴の変化 (×400)

長し、寒い湖でも保温効果を上げている(笹川, 1995)。また、綿羽は家鴨の体全体に一樣に分布し、体温調節機能を持っており、雛の体を濃密に覆った場合、断熱効果のみならず、体温を保持し、防水効果を高めることが出来る(Wekstein and Zolman, 1971)。本実験では、合鴨雛の体温および水浴時間は11日齢から増加し、22日齢以降ほぼ一定の値を示した。これらのことから、9日齢からの綿羽の成長に伴って合鴨雛の体温および水浴時間が徐々に増加し、22日齢以降正羽の成長に伴って体温が保持され、水浴能力を高め得ることが示唆された。また、本実験では、0日齢の合鴨雛が180分間水浴しても羽毛を濡らさずに元気に泳いでいる様子が見られたが、日齢の経過に伴って水が羽毛に浸潤するのが速くなり、とくに11日齢前後では水浴後、2~3分間で全身が濡れてしまった。その後、22日齢まで羽毛が少しずつ濡れ難くなり、24日齢以降180分間水浴させても元気に泳いでおり、強制水浴終了時に腹部の羽毛の表面は濡れているが、皮膚近くでは羽毛が密集して、水が浸潤していないことが確認された。このように、羽毛の形態的变化によって合鴨雛の水浴能力が変化することが認められ、合鴨雛の羽毛の成長が恒温性の獲得や水浴能力に深く関与していることが示唆された。

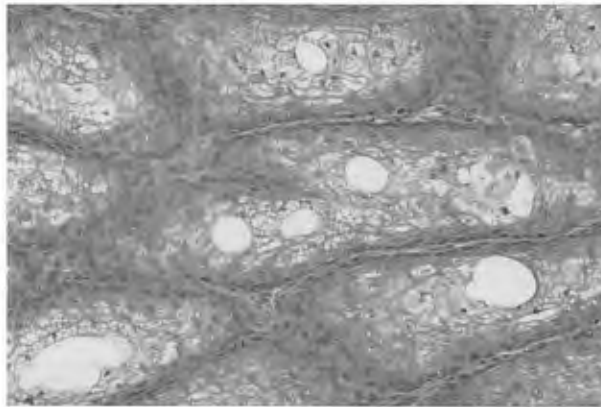
加齢に伴う合鴨雛の尾腺の発達は図4および図5に示すとおりである。合鴨雛の尾腺の組織(図4)から見ると、0日齢で腺細胞が小さく、細胞質が暗く、核が明瞭であったが、細胞内の分泌物はほとんど認められなかった。10日齢から腺細胞が大きくなり、分泌物も認められ、細胞が透明で核が萎縮し始め、分泌物が貯まっている空胞がいくつか認められた。23日齢以降で腺細胞に貯まる分泌物の量が多くなり、細胞全体が透明に見え、核は萎縮あ

るいは消失していた。腺腔の組織観察(図5)については、0日齢で分泌物が貯まっている空胞が認められたが、10日齢からは分泌物の通路が現われ、そこに分泌物が蓄積していた。また、通路の腺に立方形の細胞が並んでいた。21日齢で腺腔が拡張し、分泌物が多量に蓄積していた。また、通路の腺に扁平な細胞が現われた。これらの結果から、合鴨雛の尾腺は10日齢から発達し始め、21日齢以降完成するものと思われた。尾腺は鳥類の上尾筒(尾部の背側)にあり、皮膚腺の1つで脂肪分を多く含むアポクリン型分泌腺であり、水禽類でとくに発達していることが知られている(加藤, 1969)。尾腺からの分泌物はいろいろな機能を持っており(Elder, 1954; Fabricius, 1959)、水禽類は分泌物を羽毛に塗り付けて、その中の脂肪分が防水、羽繕いおよび体温保持などに役立っている(Simmons, 1964; Stettenheim, 1972; 中西ら, 1986)。本実験では、合鴨雛の体温および水浴時間は11日齢から増加し、22日齢以降ほぼ一定の値を示した。これらのことから、合鴨雛は10日齢から尾腺が発達し始めるのに伴い合鴨雛の体温および水浴時間を増加させ、22日齢以降尾腺が完全に発達することによって体温を保持し、水浴能力を高め得ることが示唆された。このように、尾腺の発達によって合鴨雛の水浴能力が変化することが認められ、合鴨雛の尾腺の発達が恒温性の獲得や水浴能力に深く関与していることが示唆された。

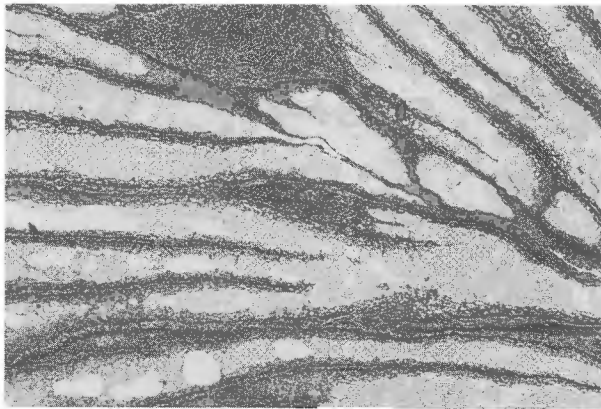
### 実験 3. 合鴨雛の水浴能力に及ぼす羽毛洗浄あるいは羽毛密度の影響

#### 1. 羽毛洗浄による影響

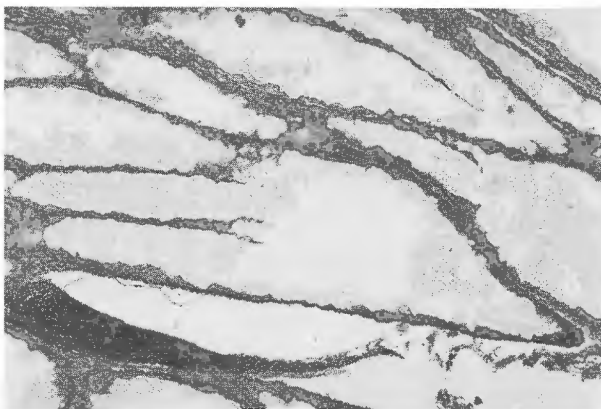
羽毛洗浄が合鴨雛の体温に及ぼす影響は図6aに示すとおりである。合鴨雛の体温は対照区および洗浄区とも孵化後10日齢ま



0 日齢



10 日齢



21 日齢

図 5. 加齢に伴う合鴨雛の尾腺（腺腔）の組織学的特徴の変化（×100）

で加齢に伴って低下したが、それ以降上昇する傾向が認められた。また、孵化後 12 日齢まで対照区に比べ洗浄区で有意に低かった ( $P < 0.05$ ) が、14 日齢以降有意差は認められなかった。

羽毛洗浄が合鴨雛の水浴時間に及ぼす影響を図 6b に示した。対照区の水浴時間は 0 日齢で 180 分間と最長となり、加齢に伴って急激に減少したが、12 日齢以降増加する傾向を示した。それに対して、洗浄区の水浴時間は 0 日齢で 40 分間に過ぎず、孵化後

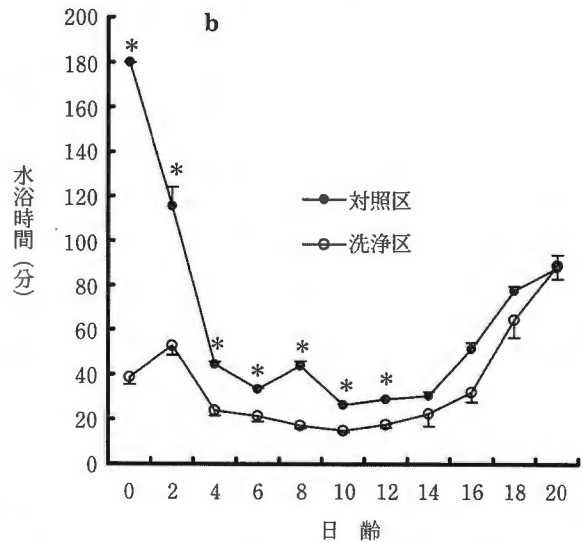
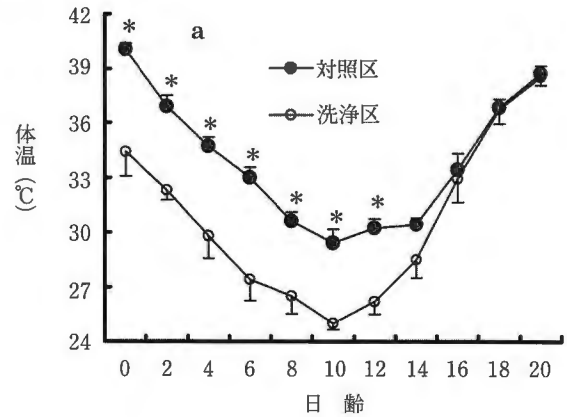


図 6. 合鴨雛の羽毛洗浄が体温 (a) および水浴時間 (b) に及ぼす影響  
各日齢で各区 8 羽の平均値 ± 標準誤差を示す。  
\* $P < 0.05$ .

10 日齢までわずかに減少する傾向を示した。しかし、対照区と同様、その後漸増した。また、水浴時間は孵化後 12 日齢まで対照区に比べ洗浄区で有意に短かった ( $P < 0.05$ ) が、それ以降有意差が認められなかった。中西ら (1986) は家鴨の初生雛に対する尾腺部分への X 線照射、尾腺摘出および洗剤による羽毛の洗浄が雛の浮力を低下させたと報告している。本実験の対照区においては尾腺が十分発達していないにもかかわらず、孵化直後の水浴能力が優れていた。また、羽毛の洗浄処理によって水浴能力が低下したことから、前述したように合鴨雛の体表面には孵化直前まで卵中に残存した卵黄あるいは卵白由来の脂肪分が羽毛に付着していた可能性が示唆された。0~10 日齢までの水浴時間のパターンは両区で異なっていたものの、洗浄区でさらにわずかな減少傾向を示したことから、水浴能力の低下については主として卵黄・卵白由来の羽毛付着脂肪の減少が関与しているものと考えられるが、それ以外の要因も考えられ、この点については追究の余地がある。

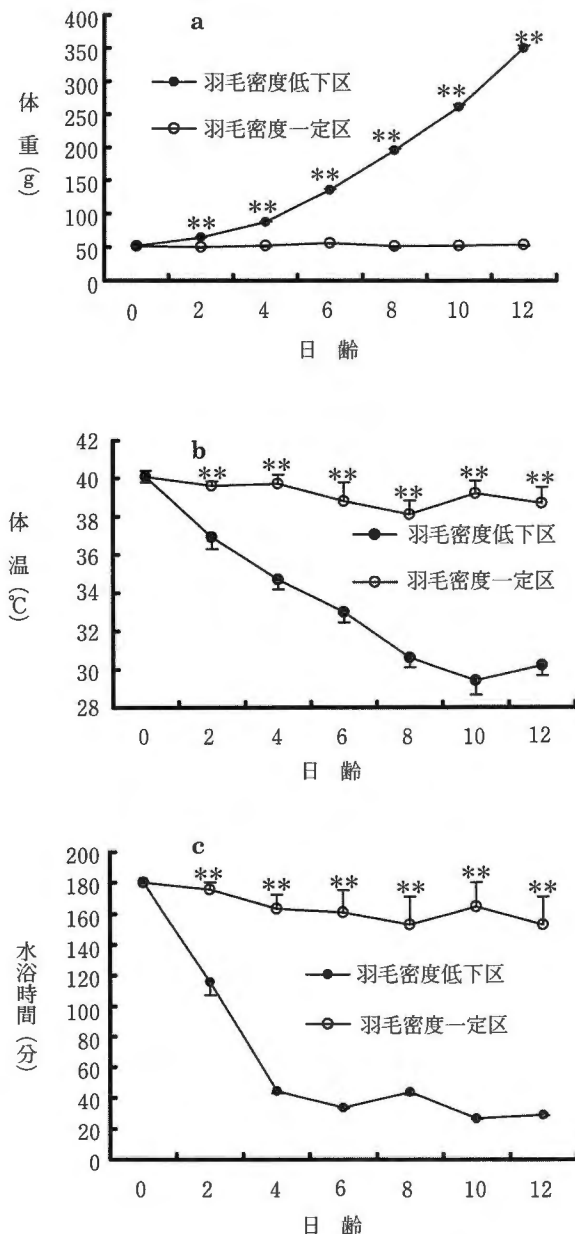


図 7. 羽毛密度の違いが合鴨雛の成長 (a), 体温 (b) および水浴時間 (c) に及ぼす影響  
各日齢で各区 8 羽の平均値±標準誤差を示す。  
\*\* $P < 0.01$ .

## 2. 羽毛密度による影響

羽毛密度の違いが合鴨雛の体重に及ぼす影響は図 7a に示すとおりである。羽毛密度低下区の体重は加齢に伴って顕著に増加したが、羽毛密度一定区では制限給餌したことにより各日齢で体重がほぼ一定であった。

羽毛密度の違いが合鴨雛の体温に及ぼす影響は図 7b に示すとおりである。羽毛密度低下区の体温は加齢に伴って急激に低下したが、羽毛密度一定区では大きな変化が認められなかった。また、2~12 日齢で羽毛密度低下区に比べ羽毛密度一定区で体温が有意

に高かった ( $P < 0.01$ )。このように、合鴨雛の羽毛密度が低下した場合には体温も低下することが示された。

羽毛密度の違いが合鴨雛の水浴時間に及ぼす影響は図 7c に示すとおりである。羽毛密度低下区の水浴時間は 0 日齢で 180 分間と最も長く、加齢に伴って急激に減少した。これに対して、羽毛密度一定区では加齢に伴う減少は認められず、ほぼ一定であった。また、2~12 日齢で羽毛密度低下区に比べ羽毛密度一定区で合鴨雛の水浴時間が有意に長かった ( $P < 0.01$ )。このように、合鴨雛の羽毛密度が低下した場合には体温と同様、水浴時間の減少をもたらすことが示された。

羽毛の発達は水禽類の水浴能力において重要な意味を持っており、羽毛は皮膚を保護するとともに、体温を保持し、防水効果を高めることに役に立つ (Wekstein and Zolman, 1971; 笹川, 1995)。本実験の羽毛密度一定区においては合鴨雛の水浴能力が加齢に伴って変化しなかったが、羽毛密度低下区では著しく水浴能力が低下したことから、羽毛密度の低下が孵化後 11 日齢までの水浴能力の低下をもたらしたことが示唆された。

以上から、合鴨雛の強制水浴 15 分間後の体温は 0 日齢で最も高く、加齢に伴って低下し、11 日齢で最低となったが、その後 22 日齢まで上昇し、それ以降ほぼ一定となり、水浴時間も体温変化と同様のパターンを示すことが明らかとなった。また、合鴨雛においては孵化後 11 日齢まで羽毛および尾腺が十分に発達していないことに加え、孵化直後の卵黄・卵白由来の羽毛附着脂肪の減少あるいは羽毛密度の低下によって水浴能力が低下したものと考えられた。さらに、11 日齢から綿羽が成長し、尾腺が発達し始めることから、この日齢で合鴨雛の水浴能力が向上し、22 日齢以降で正羽と尾腺が完全に発達することから、この日齢で水浴能力が十分に獲得するものと推察された。

## 謝 辞

本研究を遂行するに当たり、尾腺における切片の作製を指導して下さった鹿児島大学農学部獣医学科基礎獣医学講座の松元光春准教授に深謝する。本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金 (研究課題番号 10660261) によって行われたものである。

## 引用文献

- Elder WH. The oil gland of birds. *Wilson Bulletin*, 66 : 6-31. 1954.
- Edar E・矢吹良平・高山耕二・中西良孝・萬田正治・渡邊昭三・松元里志・中釜明紀. 水田放飼における家鴨類の行動および除草・防虫能力の品種間差. *日本家禽学会誌*, 33 : 261-267. 1996.
- Fabricius E. What makes plumage waterproof? In *Wildfowl Trust 10th ann.* 105-113. 1959.
- Jacob J and Ziawiler v. The uropygial gland. In : *Avian biology*. Academic Press, 6 : 199-324. 1982.
- 加藤嘉太郎. 家畜比較発生学. 170-171. 養賢堂. 東京. 1969.
- 萬田正治・内田秀臣・中釜明紀・松元里志・下敷領耕一・渡邊昭三. 合鴨の水田放飼による除草および防虫効果. *日本家禽学会誌*, 30 : 365-370. 1993.
- McKinney F. The behaviour of ducks. In : *The Behaviour of Domestic Animals*, Third edition, Hafez ESE eds. 491-519.

- William Clew Sons, Limited. London. 1975.
- 中西 宥・木下秀俊・布藤雅之・荒井惣一郎. X線照射を受けたアヒルヒナの浮力低下に関する研究. 酪農学園大学紀要, 11: 403-410. 1986.
- 笹川昭雄. 日本の野鳥羽根図鑑. 10-12. 世界文化社. 東京. 1995.
- Simmons KFL. Feather maintenance. In: A New Dictionary of Birds. 278-286. Landsborough Thomson, A., London. 1964.
- Stettenheim P. The integument of birds. In: Avian Biology, eds Farner DS and King JR eds. 1-63. New York: 1972.
- 鈴木敏彦・石田一夫・楠原征治・山口本治. 生後発育にともなうニワトリ尾腺の組織化学的变化. 新潟農林研究, 25: 137-145. 1973.
- 高山耕二・劉 翔・角井洋子・山下研人・萬田正治・中西良孝・松元里志・中金明紀・柳田宏一. 合鴨類の水田放飼が雑草ならびに害虫発生に及ぼす影響. 日本家畜管理学会誌, 34: 1-11. 1998.
- Wekstein DR and Zolman JF. Cold stress regulation in young chickens. Poultry Science, 50: 56-61. 1971.

## Adaptation of *Aigamo* Ducklings to Water

Hong-jiang Wei<sup>1</sup>, Koji Takayama<sup>2</sup>, Yoshitaka Nakanishi<sup>2</sup> and Masaharu Manda<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Yunnan Province Laboratory of Animal Nutrition and Feed Science,  
Yunnan Agricultural University, Kunming city 650201, China

<sup>2</sup> Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Kagoshima-shi 890-0065

<sup>3</sup> Professor Emeritus of Kagoshima University, Kirishima-shi 899-6402

The present study was carried out to examine the adaptation of artificially hatched *Aigamo* ducklings to water and to clarify some factor affecting it. Bathing ability of the ducklings and its relationships to age, developments of plumage and uropygial gland, detergent-treatment of plumage and plumage density were investigated from hatching to 28 d of age. The ducklings spent the longest time (averaging 146 min per day) bathing in baths at 1 d of age but the voluntary bathing time was shortened with increasing their age, and it was significantly declined after 10 d of age ( $P < 0.05$ ). The bathing time revealed the lowest value (averaging 27 min per day) at 13 d of age and tended to increase afterward. When the ducklings that had no experience in bathing were forcibly bathed in baths at 20°C for 180 min daily during 0–28 days, their body temperature after 15 min showed the highest value averaging 40.2°C at 0 d of age but it was decreased with advancing age and revealed significantly lower value between 3 and 19 d of age comparing other days ( $P < 0.05$ ). The patterns of change in the body temperature and the bathing time were very similar. Although plumage density, especially contour feather of the ducklings was the highest at 0 d of age, it was markedly reduced till 14 d of age and then gradually done with advancing age. In contrast, the ducklings had appreciable down at 9 d of age but its density was reduced as their age increased. Histological study suggests that the cells of uropygial gland become functional from 10 d of age and are found to be well-developed after 21 d of age. When the ducklings whose plumage had been detergent-treated or not, were forcibly bathed in baths, both body temperature and the bathing time were significantly lower values in treatment group than in control ( $P < 0.05$ ) during 0–12 days, but no significant differences were found afterwards. The ducklings with decreased plumage density reduced their body temperature and bathing time with increasing age, whereas the ones with constant density revealed little change. The former also had significantly lower values than the latter ( $P < 0.01$ ) during 2–12 days.

It was concluded that bathing ability of *Aigamo* ducklings was the highest just after hatching but it was lowered till 11 d of age and tended to be elevated afterwards. Additionally, the developments of down and uropygial gland in the ducklings after 11 d of age might lead to the improvement of their bathing ability.

(*Japanese Journal of Poultry Science*, 45 : J74–J81, 2008)

**Key words** : *Aigamo* ducklings, adaptation to water, bathing ability, plumage, uropygial gland