

合鴨雛に対する水浴馴致が水への順応性に及ぼす影響

魏 紅江¹・高山耕二²・中西良孝²・萬田正治³

¹ 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

² 鹿児島大学農学部, 鹿児島市 890-0065

³ 鹿児島大学名誉教授, 霧島市 899-6402

合鴨農法における合鴨雛への水浴馴致の意義を解明することを目的とし, 人工孵化した合鴨雛の水浴能力, 羽毛・尾腺の発達ならびに行動に及ぼす水浴馴致の影響を検討した。毎日10分間強制的に水浴馴致処理を行う区(以下, 馴致区)と水浴馴致を行わない区(以下, 対照区)を設けた。水浴時における対照区の合鴨雛の体温は10日齢まで加齢に伴って低下したが, その後上昇する傾向を示した。一方, 馴致区の合鴨雛の体温は2~12日齢でわずかに低下したものの, 対照区ほど大きな変動を示さなかった。馴致区の合鴨雛の体温は4~22日齢で対照区に比べ有意に高かった($P<0.05$)。対照区の合鴨雛の水浴時間は12日齢まで加齢に伴って減少したが, それ以降増加し, 20日齢以降一定となった。また, 馴致区の合鴨雛の水浴時間は対照区の場合と同様なパターンを示したものの, 4~22日齢で対照区に比べ馴致区で有意に長かった($P<0.05$)。対照区における合鴨雛の正羽は18日齢から伸び始めたものの, 22日齢で新生羽が折れてなくなった。それに対して, 馴致区の合鴨雛の正羽は12日齢で成長したが, 14日齢前後で新生羽が折れ続けた。合鴨雛の綿羽は28日齢を除いて, 対照区に比べ馴致区で有意に長かった($P<0.05$)。尾腺の粗脂肪含量は14および21日齢において対照区に比べ馴致区で有意に高かった($P<0.05$)。7および21日齢の合鴨雛はいずれも対照区に比べ馴致区で羽繕いに費やす時間が有意に長かった($P<0.05$)が, 探索は有意に短かった($P<0.05$)。

以上のことから, 水浴馴致を行うことにより, 合鴨雛の正羽の成長と尾腺の発達を1~2週間早めることが明らかとなった。これにより合鴨雛は体温を維持し, 防水機能を高め, 水浴能力を向上させるものと考えられ, 水田放飼を1週間早める可能性が示唆された。

キーワード: 合鴨雛, 水浴馴致, 水への順応性, 羽毛, 尾腺

緒 言

野生鴨や自然孵化した家鴨の場合, 親鳥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, 雛は親鳥とともに水浴することが可能となる(McKinney, 1975)。合鴨農法においては, 除草効果を高める(とくに, ヒエ)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, その雛の大半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る。また, 幼齡

の合鴨雛は体温調節機能が未発達であるため, 水田放飼直後の低温や降雨による寒冷ストレスを受け易く, それに対処する必要があり, 古野(1992)は放飼前の十分な水浴馴致(水馴らし)の重要性を提唱している。水浴馴致により合鴨雛は水に慣れるとともに, 羽毛および尾腺の発達が促進されるものと推察される。したがって, 水田への放飼日齢を早めるための水浴馴致に関する効果の科学的な裏づけについて明らかにしておく必要があるものの, この点に関しては詳細に検討されていない。さらに, 水禽類においては羽毛および尾腺が水浴能力に重要な役割を果たすことが指摘されている(McKinney, 1975; 加藤, 1993)ことから, 合鴨雛についても水浴能力と羽毛・尾腺の発達との関係を明らかにする必要がある。

そこで本研究では, 合鴨農法における合鴨雛への水浴馴致の効果を解明することを目的とし, 水浴馴致が合鴨雛の水浴能力, 羽毛・尾腺の発達ならびに行動に及ぼす

2007年2月22日受付, 2007年6月4日受理

連絡者名: 中西良孝

〒890-0065 鹿児島市郡元1-21-24

Tel/Fax : 099-285-8592

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

影響を検討した。

材料および方法

供試動物には、240羽の合鴨雛を用い、水浴馴致処理を行う区（以下、馴致区）と水浴馴致を行わない区（以下、対照区）を設け（各区120羽）、いずれの雛も上部開放型スノコ床（金網）飼育箱（縦210×横120×高さ30cm）で0～28日齢群飼した。馴致区で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25cm）を隣接して設置した。実験期間中の水温は約20℃とし、雛が自由に泳げるとともに、立つ際に脚が底に届くように水深を10～25cmの間で調整した。また、0～28日齢まで毎朝（9:00～10:00）水場で10分間強制的に水浴させた。一方、対照区の合鴨雛については、実験開始まで水浴を一切行わなかった。飼育管理において、馴致区および対照区では保温のため、雛用電球（100W）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：2,950kcal）を用い、自由摂取させた。

各試験区の合鴨雛はそれぞれ0～28日齢までの期間2日おきに各日齢8羽ずつ（8羽×15日間×2区＝240羽）水温を20℃に設定した恒温槽（COOLNIT CL-80F、(株)タイテック社製）で日齢ごと（15成長段階）に各区8羽ずつ強制的に水浴させた。水浴中、合鴨雛個体間の接触を防ぐため、恒温槽（縦112×横68×深さ25cm）を8区画に仕切り、雛を1羽ずつ入れて実験を行った。なお、馴致区の合鴨雛に対しては調査日に10分間の水浴を行わなかった。いずれの区においても水浴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糞排泄腔より2～3cm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。なお、水浴時間は合鴨雛を恒温槽に入れてから水中でバランスを崩すまでの時間とし、最長180分間まで記録した。また、0～28日齢までの期間2日おきに合鴨雛をそれぞれ各日齢4羽ずつ用い、腹部から羽毛（綿羽および正羽）を採取し、長さを測定した。0, 7, 14, 21および28日齢には合鴨雛を10～50羽ずつ（日齢によって合鴨雛の尾線の大きさが違うため）放血屠殺し、尾線の採取を行い、1サンプルの重量が1.5～2.0gに達するように2～10羽の尾線を1つにまとめ（各日齢5反復）、ジエチルエーテルを溶剤とするソックスレー抽出法（石橋、2001）により16時間抽出を行い、粗脂肪含量を測定した。さらに、各日齢4羽ずつ尾線を採取し、それを10%の中性ホルマリン液で固定し、クリオスタッ

トを用いて低温庫内（-20～-30℃）で薄切片を作製し、卵白グリセリンを塗布したスライドガラスに貼り付け、オイル赤O染色法により染色した。凍結切片を光学顕微鏡により組織観察し、デジタルカメラで尾線の外帯を1羽当たり10枚無作為に撮影し、画像解析・計測ソフトウェア（Win ROOF5.02版、(株)三谷商事社製）を用いて合鴨雛の尾線における脂肪を含有している部分の面積（以下、脂肪含有面積）を測定した。また、対照区および馴致区の合鴨雛が7および21日齢になった時点で頭部に個体標識した各区5羽について、1分間隔点観察法により羽繕い行動を中心に採食、休息、移動、探索（飼料探索および周辺環境に対する探索）およびその他（遊び、飲水などを含む）の個体維持行動を12時間（7:00～19:00）観察した。

得られたデータについては、StatView software package（SAS Institute Inc., Cary, NC, USA）を用いて、処理区間の有意差をt-検定法により危険率5%水準で検定した。

結果および考察

水浴馴致が合鴨雛の体温に及ぼす影響は図1に示すとおりである。水浴時における対照区の合鴨雛の体温は0日齢で40.1℃と最も高く、日齢の経過に伴って低下し、10日齢で29.4℃と最低となったが、その後上昇する傾向を示した。一方、馴致区の合鴨雛の体温は2～12日齢でわずかに低下したが、その後18日齢まで上昇し、それ以降ほぼ一定となった。馴致区の体温は4～22日齢で対

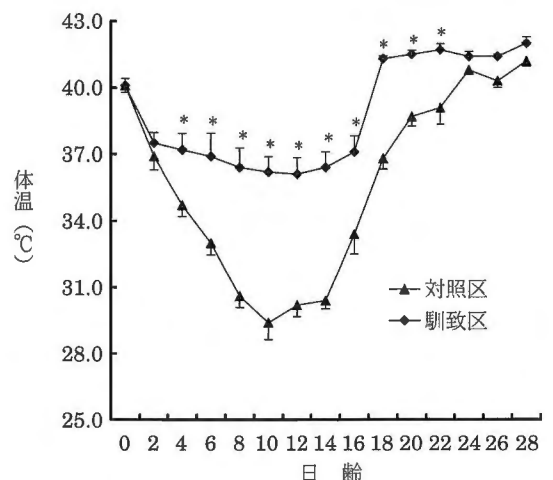


図1. 水浴馴致が合鴨雛の体温に及ぼす影響。各日齢で各区8羽の平均値±標準誤差を示す。
*P<0.05

照区に比べ有意に高かった ($P < 0.05$)。このように、水浴時における合鴨雛の体温には水浴馴致の有無が大きな影響を与え、水浴馴致により体温の保持機能が高まることが示唆された。

水浴馴致が合鴨雛の水浴時間に及ぼす影響は図2に示すとおりである。対照区の合鴨雛の水浴時間は0日齢で180分間と最長であり、日齢の経過に伴って減少し、10日齢で最短の26.5分となった。しかし、それ以降、水浴時間は日齢の経過に伴って増加し、24日齢には180分間というレベルに戻った。馴致区の合鴨雛の水浴時間は0日齢で180分間と最長であり、日齢の経過に伴って減少し、12日齢で最短となったが、それ以降加齢に伴って増加し、20日齢には180分間というレベルに戻った。また、馴致区の合鴨雛の水浴時間は対照区の場合と同様なパターンを示したものの、4～22日齢で対照区に比べ有意に長かった ($P < 0.05$)。

いずれの区においても、合鴨雛の体温および水浴時間が孵化から12日齢までは加齢に伴って減少する傾向がみられた。これは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, 1993)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ためと考えられる。しかし、羽毛に付着していた脂肪分が次第に減少することにより防水機能が低下し、結果

的に水浴能力の低下をもたらしたものと推察された。このことは、水浴中における合鴨雛の羽毛の浸潤程度からも確認され、その程度は加齢とともに大きくなった。しかしながら、羽毛の浸潤程度には、水浴馴致による影響が認められ、対照区では恒温槽に入ると、雛が驚いて、活発な動きを示すと同時に、羽毛が濡れ、皮膚の表面まで水が入ることが観察された。とくに、10日齢前後の合鴨雛を水浴させると、羽毛が直ちに濡れてしまった。それに対して、馴致区の合鴨雛は日齢の経過に伴い、水に慣れ、水浴させる際に水を恐れず、落ち着いて泳ぐことが観察された。

水浴馴致が合鴨雛の正羽の長さに及ぼす影響は図3に示すとおりである。合鴨雛の正羽は孵化直後、綿羽のような柔らかい新生羽であり、一定の日齢になると、正羽が伸び始め、次第に新生羽が折れてなくなり、正羽は伸長しながら羽弁を広げて、最終的に正羽が完成することが確認された。合鴨雛にとって、新生羽から正羽への換羽は防水機能の向上という点から非常に重要なプロセスである。本実験の対照区における合鴨雛の正羽は16日齢までほとんど成長せず、18日齢から伸び始めたものの、22日齢で新生羽が折れてなくなった。それに対して、馴致区の合鴨雛の正羽は10日齢までほとんど変化せず、12日齢で成長し、対照区に比べ有意に長かった ($P < 0.05$)。しかし、14日齢前後で新生羽が折れ続けた

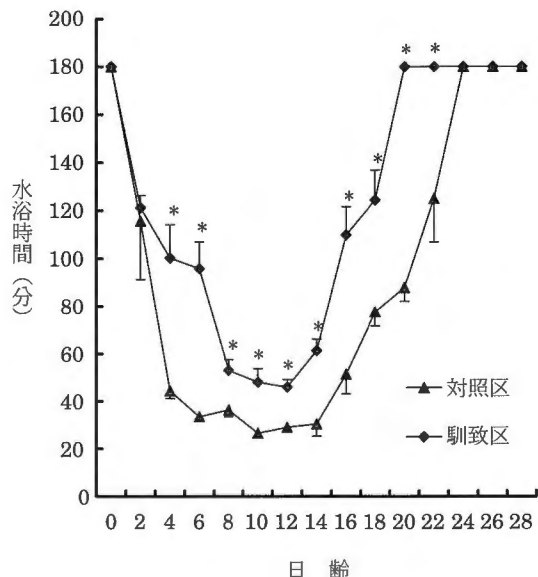


図2. 水浴馴致が合鴨雛の水浴時間に及ぼす影響
各日齢で各区8羽の平均値±標準誤差を示す。
* $P < 0.05$

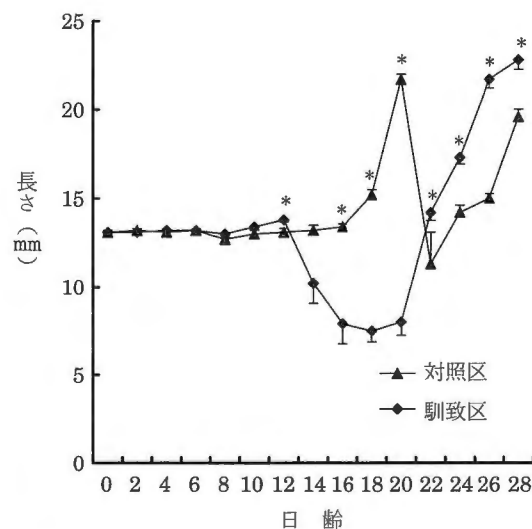


図3. 水浴馴致が合鴨雛の正羽の長さに及ぼす影響
各日齢で各区4羽、1羽当たり正羽10本の平均値±標準誤差を示す。
* $P < 0.05$

ため、長さが一層短くなったものの、22 日齢以降再び長くなった。このように、対照区に比べ馴致区で正羽の伸長にとともに、新生羽が折れてなくなるという羽毛の形態的变化が水浴馴致によって 8 日間早まることが明らかとなった。

水浴馴致が合鴨雛の綿羽の長さに及ぼす影響は図 4 に示すとおりである。なお、合鴨雛の綿羽は 0~9 日齢まで短く、採取出来なかったため、10 日齢以降のデータを示した。10 日齢以降、馴致区および対照区とも日齢の経過に伴って綿羽は伸長した。また、28 日齢を除いて、合鴨雛の綿羽は対照区に比べ馴致区で有意に長かった ($P < 0.05$)。これらのことから、水浴馴致によって合鴨雛の綿羽の成長が促進されることが明らかとなった。

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, 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。質は綿状で膨らみがあり、体表を覆っている。また、綿羽は軟らかく、羽枝も毛筆の房のように柔らかい。これが防水効果を助長し、冬の冷たい湖でも保温効果を上げている(笹川, 1995)。

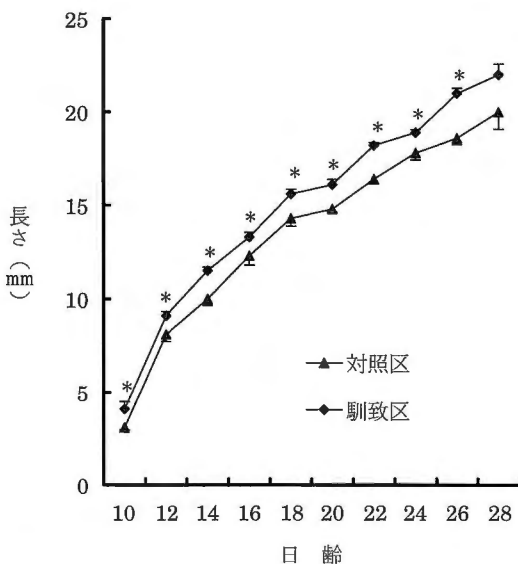


図 4. 水浴馴致が合鴨雛の綿羽の長さに及ぼす影響
各日齢で各区 4 羽、1 羽当たり綿羽 10 本の平均値±標準誤差を示す。

* $P < 0.05$

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といった報告がある(Wekstein and Zolman, 1971)。本研究では、対照区の合鴨雛の体温および水浴時間は 12 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 日齢から綿羽の成長に伴って合鴨雛の体温低下の抑制ならびに水浴時間を増加させ、22 日齢以降正羽の成長に伴って体温を保持し、水浴能力を高め得ることが示唆された。一方、馴致区の合鴨雛の体温および水浴時間は対照区に比べ、4~22 日齢で有意に高かった ($P < 0.05$)。これは羽毛の形態的变化および成長が水浴馴致によって促進され、その結果、水浴能力が向上するものと考えられた。

水浴馴致が合鴨雛の尾腺の粗脂肪含量に及ぼす影響は図 5 に示すとおりである。馴致区および対照区の尾腺の粗脂肪含量はいずれも日齢の経過に伴って増加する傾向が見られ、14 および 21 日齢において対照区に比べ馴致区で粗脂肪含量が有意に高かった ($P < 0.05$)。さらに、馴致区の合鴨雛の尾腺の粗脂肪含量は 14 日齢以降で有意な上昇が認められなかった。このことから、水浴馴致によって尾腺の発達が 14 日齢で完全に発達するものと推察された。

水浴馴致が合鴨雛の尾腺の脂肪含有面積に及ぼす影響

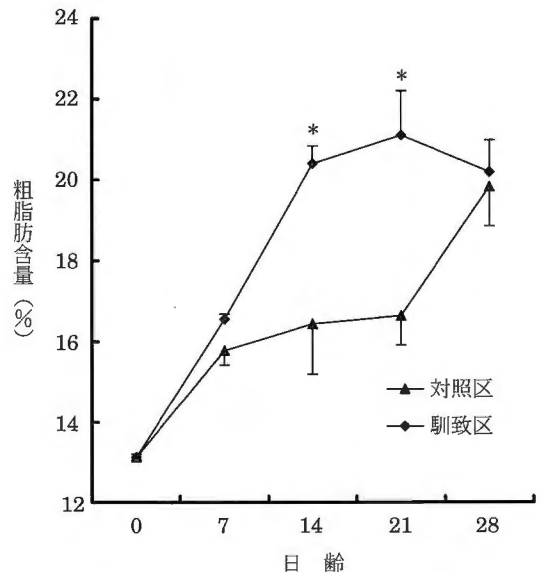


図 5. 水浴馴致が合鴨雛の尾腺の粗脂肪含量に及ぼす影響

各日齢で各区 5 反復の平均値±標準誤差を示す。

* $P < 0.05$

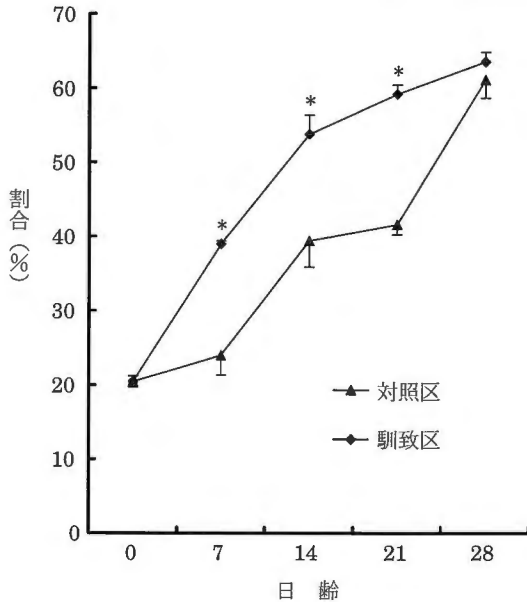


図 6. 水浴馴致が合鴨雛の尾腺の脂肪含有面積に及ぼす影響
各日齢で各区4反復の平均値±標準誤差を示す。
* $P < 0.05$

は図6に示すとおりである。馴致区および対照区とも合鴨雛の尾腺の脂肪含有面積はいずれも日齢の経過に伴って増加する傾向が見られた。また、7、14および21日齢で対照区と比べ馴致区で尾腺の脂肪含有面積が有意に大きく ($P < 0.05$)、尾腺の粗脂肪含量の結果とほぼ一致した。これらのことから、水浴馴致は合鴨雛の尾腺の発達を促進することが明らかにされた。

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, 1993)。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、その中の脂肪分を防水、羽繕いおよび体温保持などに役立てている(Simmons, 1964; Stettenheim, 1972; 中西ら, 1986)。また、中西ら(1986)は孵化直後の家鴨の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おり、雛の水浴における尾腺の防水機能の重要性を指摘している。本研究では、馴致区の合鴨雛の体温および水浴時間は対照区に比べ、4~22日齢で有意に高かった ($P < 0.05$)。これらのことから、水浴馴致によって尾腺の発達が促進され、最終的に合鴨雛の水浴能力を向上させるものと考えられた。

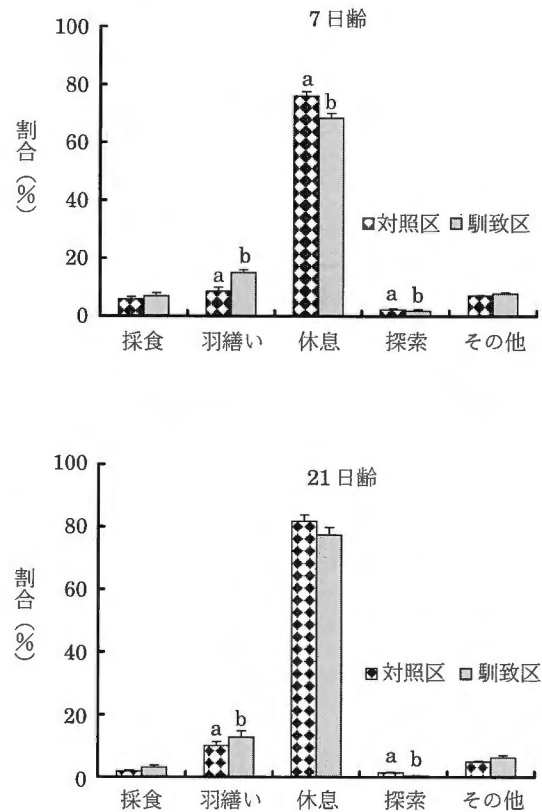


図 7. 水浴馴致が合鴨雛の行動に及ぼす影響
各日齢で各区5羽の平均値±標準誤差を示す。
^{a, b} $P < 0.05$

水浴馴致が7および21日齢の合鴨雛の日中行動型割合に及ぼす影響は図7に示すとおりである。7および21日齢の合鴨雛は尾腺を刺激する行動が観察され、いずれも対照区に比べ馴致区で合鴨雛の羽繕いの割合が有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。それに対して、探索の割合は対照区に比べ馴致区で有意に低かった ($P < 0.05$)。したがって、水浴馴致が合鴨雛の周辺環境に対する探索を抑え、羽繕い行動を助長することが明らかとなった。

水禽類は羽繕い行動により、嘴で尾腺から分泌物を羽毛に塗り付け、それを整える(McKinney, 1975)。本研究の結果から、水浴馴致された合鴨雛は羽繕い行動により、羽毛および尾腺を物理的に刺激し、それらの発達を促進したものと考えられた。

以上のことから、水浴馴致を行うことにより、合鴨雛の羽毛(正羽)および尾腺の発達が1~2週間早まり、これにより合鴨雛は体温を維持し、防水効果を高め、最終的に水浴能力を向上させるものと考えられた。したがって、水浴馴致によって合鴨雛の恒温性獲得の早期化と水

浴能力の向上が認められ、水田放飼を1週間早める可能性が示唆された。

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あるいは脂肪含有面積の測定についてご指導していただいた鹿児島大学医学部神経解剖学研究室の中河志朗教授、鹿児島大学農学部獣医学科家畜解剖学研究室の松元光春准教授、九州大学大学院農学研究院附属農場高原農業実験実習場の後藤貴文准教授に深謝する。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)による研究費の援助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.
- Fabricius E. What makes plumage waterproof? In : *Wildfowl Trust 10th ann.* 105-113. 1959.
- 古野隆雄. 合鴨ばんざい. 80-82. 農山漁村文化協会. 東京. 1992.
- 石橋 晃. 動物栄養試験法. 642 pp. 養賢堂. 東京. 2001.
- Jacob J. The uropygial gland. In : *Avian Biology*. Academic Press, 6 : 199-324. 1982.
- 加藤嘉太郎. 家畜比較解剖図説. 626-629. 養賢堂. 東京. 1993.
- McKinney F. The behaviour of ducks, In : *The Behaviour of Domestic Animals (Third edition)*, eds Hafez ESE 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 anatomy*, eds Farner DS and King JR 1-63. U.S. Agricultural Research Service, Washington : 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.
- Wekstein DR and Zolman JF. Cold stress regulation in young chickens. *Poultry Science*, 50 : 56-61. 1971.

Effect of Preliminary Bathing on Adaptation of *Aigamo* Ducklings to Water

Hong-jiang Wei¹, Koji Takayama², Yoshitaka Nakanishi² and Masaharu Manda³

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

² Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Kagoshima-shi 890-0065

³ Professor Emeritus of Kagoshima University, Kirishima-shi 899-6402

The present study was aimed to elucidate the significance of preliminary bathing of artificially hatched *Aigamo* ducklings which had been conventionally done under the rice-duck farming system. The effects of preliminary bathing on the bathing ability, the developments of plumage and uropygial gland and behavior of *Aigamo* ducklings were investigated. Daily 10-min. preliminary bathing for the ducklings after hatching was forcibly performed for preliminary bathing treatment (PBT) group. Body temperature of the control group after bathing for 15 min. markedly decreased with advancing age from hatching to 10 d of age, but it tended to increase afterward. By contrast, the body temperature of the PBT group after bathing for 15 min. was gradually decreased from 2 to 12 d of age, but it did not show such a large variation in PBT group as that in the control did. In addition, the body temperature of the PBT group was significantly higher than that of control group from 4 to 22 d of age ($P < 0.05$). Although the change in bathing time of the PBT group over time was similar to that of control, the bathing time was significantly longer in PBT than in control from 4 to 22 d of age ($P < 0.05$). Contour feathers of the PBT and control groups started to grow at 12 and 18 d of age, respectively. However, the newborn feathers were broken at 14 and 22 d of age, respectively. The down of the PBT group was significantly longer than that of the control except for 28 d of age ($P < 0.05$). The uropygial gland of the PBT group had significantly higher crude fat content than that of control at 14 and 21 d of age ($P < 0.05$). The PBT group spent more time in preening and less time in exploratory behavior than control significantly at 7 and 21 d of age ($P < 0.05$).

In conclusion, preliminary bathing for *Aigamo* ducklings after hatching advanced the development of contour feathers and uropygial gland 1-2 weeks. Thus, the ducklings were able to have homeothermy and higher waterproof ability, and their bathing ability was eventually enhanced. Therefore, preliminary bathing can advance the date of free-ranging of the ducklings into paddy field by a week.

(*Japanese Journal of Poultry Science*, 44 : J101-J107, 2007)

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