

| | |
|--------|---|
| 綜 | 説 |
| Review | |

産業鳥・エミュー

横濱道成^{*†}

(平成 27 年 11 月 25 日受付/平成 27 年 12 月 4 日受理)

要約: エミューは環境適応性に優れた走鳥類で、北海道・網走市では新規家禽として、そのオイル（機能性物質）生産を目的に飼育・増殖されている。しかし、本鳥に関する情報は内外とも少ないことから、筆者は新規産業鳥として、その生産向上に関わる事項について独自に調査してきた。本稿では、文献を参考にしながらその内容をまとめた。ペアリング後、交尾は早いペアで 14 日目、遅いのは 74 日目で確認された。産卵期間は、11～翌年 5 月までの 7 ヶ月間であった。産卵数は 2～3 月に多く、全体の 56.73% であった。雌・雄同比率繁殖群の産卵数（雌 1 羽当たりの産卵数が 18.50 個）は、10 羽以上の集団および雌・雄異比率繁殖群（それぞれ雌 1 羽当たり 6.55 個と 9.51 個）に比べ有意に高かった ($p < 0.01$)。ペアリングでは、産卵数 20 個の個体が翌年に 1 個に激減した例、同一ペン内で、雌が同一雄とのペアリングを解消するためペンからの移動を試み事故死した 3 例、また 2 頭の雄と交尾した 1 例が観察された。雌には、同一雄とペアリングを継続するタイプと産卵後に雄を交換するタイプが存在すると推察され、飼育下では前者のタイプが多く認められた。受精率は、2009～2010 年と 2010～2011 年で、それぞれ 89.64% と 86.14% で、孵化率はそれぞれ 67.34% と 64.64% であった。受精率は産卵数の増加に伴って高くなる傾向にあった。交尾は 1～3 月に集中し、その割合は 80.23% であった。また、交尾時間帯は午前 3～9 時に集中し 75% を占め、特に、午前 5～9 時の間に 52.04% であった。交尾持続時間は 22～74 秒間が多く 72.23% であった。最長時間は 3 分 50 秒（230 秒）であった。交尾回数はペアによってバラツキが大きく 10～59 回の間に分布した。産卵数が多いペアは交尾時間も長い傾向にあった。4～5 歳齢（雌・雄）の平均体重は約 40 kg になるが、脂肪重量は雄 (9.42 ± 0.40 kg) が雌 (7.34 ± 0.64 kg) に比べ有意に高かった ($p < 0.01$)。体重（♂）が 30～35 kg 区の脂肪重量は 5.99 ± 0.35 kg で、50～55 kg 区では 15.33 ± 0.85 kg で有意差が認められた ($p < 0.01$)。体重と脂肪重量間には強い正の相関 ($r = 0.785$) が認められた。雄の脂肪重量に関して、下半期が 9.94 ± 0.47 kg で、上半期 (7.75 ± 0.64 kg) に比べ有意に高い値であった ($p < 0.01$)。

キーワード: 産業鳥・エミュー、ペアリング、産卵数、脂肪重量、受精率

はじめに

筆者は動物資源学を専門としている。その中でもウマに関わる研究を実施してきた。学生達との研究の中で、彼らのニーズに合わせ対象動物種は多種に及ぶようになった。大学生活の最終期に臨んで、我が国では新規家禽として扱われているエミュー (*Dromaius novaehollandiae*) が研究対象となった。本鳥はまだ飼育法など基本的な事項に関して不明点が多く、一方では産業面で極めて可能性に富む家禽であることも知った。エミューの原産国であるオーストラリアのような広大が環境で飼育する条件と我が国でのそれとは自ずと違う形態をとらなければならない。また気候風土が大きく異なることを考慮しておかなければならない。そこで今回、エミューについて我々の研究成果を主体としてその動物資源学的特性や今後の改良目標などについてまとめた。

エミューは、陸上を移動する能力に長けた走鳥であり、かつてはオーストラリア全土に生息していた。成鳥では、平均頭長が 2 m で、体重が 50 kg になる。エミューは走鳥

類 (Ratite family) に属し、仲間には現生最大のダチョウ (*Struthio camelus*; アフリカ大陸) がいる。エミューはダチョウに次いで大型で、他に現存する走鳥類にはキーウイ (*Apteryx australis*; ニューゼaland島)、ヒクイドリ (*Casuarius casuarius*; ニューギニア島・オーストラリア大陸)、レア (*Rhea americana*; 南アメリカ大陸) がいる。今や化石化したのが、マダガスカルにはエビオルニス (*Aepyorins* sp.; 別名エレファントバード、体重 500 kg、1848 年に絶滅) が、ニューゼalandにはモア (*Dinornithidae*; 体重 400 kg、1773 年に絶滅) が生息していた¹⁾。ヒクイドリは頸部皮膚の色彩は艶やかであるが、世界一危険な鳥と言われ攻撃的である。彼らは指に 3 本のかぎ爪をもっているため、テルトリーへの接近は注意が要る。エミューは走鳥類の中ではヒクイドリに最も近縁で、かぎ爪はやはり 3 本であるが、温厚なので強制的なストレスを与えない限り攻撃されることはない。これらの走鳥類は現代一般鳥類 (カモ類、ハチドリやスズメなど) から分岐した年代が古く、エミューは 8,000 万年前 (人類は 3 万年前) に出現したと推測されている。なお、オーストラリ

* 東京農業大学名誉教授

† Corresponding author (E-mail: michinari@ab.auone-net.jp)

ア大陸の野生エミューは、生息域の疎林や草原の開発が進み、農業や生活施設（牧場柵、ディング・フェンスや生活用パイプライン、住宅地など）によって、彼らの移動ルートが攪乱され生息環境が悪化している。

エミュー産業は、1970年の西オーストラリアから始まり、1980年代までその商業的関心は低いものであったが、現在では1,330戸の飼育農家があり、約80,000羽が飼養されている。エミューの飼養が拡大している背景には、オーストラリア国内のみならず、世界的規模で食肉、皮革、オイル製品の市場が確立してきたことがある。エミューは10～18ヶ月で加工処理することが可能であり、体重が40～45kgになる。食肉は一羽当たり約20kg生産でき、骨を取り除くと14kgになる。脂肪は約9kg生産でき、それから6リットル程度のオイル（日本価格；4万円/1リットル）が精製できる。皮革については、一羽当たり0.6mの皮が生産できる²⁾。

エミューはダチョウに比較しても環境適応能力に優れ、飼養管理が容易（温厚な動物）で粗放飼育に耐えられる特性を有している。また集団の放牧飼育に適しており、すでに人工繁殖や育雛技術が確立しており、温厚な性格であることから我が国でも家畜化が容易で新規家禽に成り得る。北海道・オホーツク圏では、酪農、肉牛生産、養豚および養鶏などの畜産業は農業生産額の36.6%を占め、重要産業に位置付けられている。一方では、BSEや口蹄疫問題がこの地域でも発生し、従来型の畜産業だけでは不安を感じる。そのような中で、家畜を観光や情緒教育と連携させた試みや、エゾシカ、ダチョウおよびエミューなどの新たな家畜産業化の試み、さらにはヤギ乳の生産など、復活した家畜や新規な動物を対象とした「多様な動物産業」が芽生えつつある。この現象は、全国的な動向でもあると考える²⁾。

このような動向を背景として、エミューはオホーツク圏における動物産業の中で、良質のオイル・タンパク質源を供給する動物資源として、またBSEや口蹄疫から隔離された大型家禽として、新規畜産の起業的視点から期待される鳥類と言える。我が国においては、エミューはなじみが薄い動物であることから、その飼育管理に関する手引き書（エミュー飼いたい新書）が上梓された²⁾。しかし、これは具体的な特性を考慮した飼育手引き書ではなく、エミューに関する教養的色彩が強い内容となっている。加えて、筆者は独自に調査・研究した結果を基に、具体的なデータを用いてエミューの特性に視点を当てて実践的内容を解説したエミュー産業に資する手引き書（産業鳥・エミュー—特性を活かした飼育法—）を上梓した¹⁾。これは、オホーツク圏外でも地域振興のためにエミュー産業の企業化を望んでいる方々への手引き書になるものと考えている。本稿は、この手引き書を基本としてまとめた。

生物学的特徴

エミュー (*Dromaius novaehollandiae*) の一般的特徴を既情報からその概要をまとめると以下の通りである^{1,2)}。本鳥は、オーストラリア原産でヒクイドリ目エミュー科エ

ミュー属に分類され、世界で2番目に大型の走鳥類 (Ratite family) である。エミューは、ヒクイドリ¹⁾とは異なった外貌特性であるが、前者はジャングルに、エミューは半乾燥草原や疎林に適応している。エミューの翼は退化し、20cm程度で飛翔能力がない。羽は1つの羽軸から2本生える。これは、優れた体温調節機構（皮膚表面の羽軸は疎らで羽を直立させると通気性が高まる。一方、体表面は羽軸を横にすると2倍に被覆され防寒性が高まる。）で、ヒクイドリも同一構造である。体温調整に関して高度に適応した表現型である。走鳥類には、胸骨に竜骨突起がないので平胸類とも呼ばれ、飛翔筋が発達しない。エミューの成鳥では、頭長が2m（脚肢から腰部までの体高は94～102cm）、体長は69～81cm、体重が50kg（38～50kg）以上になることがある（目標値；体重60kg以上で、脂肪生産量20kg以上）。

飼育下では孵化後1年半余りで成鳥となり、早熟性である。強い脚力を持ち、2m以上の歩幅で、時速40～50kmのスピードで長距離が移動できると言われている。肢指には3本（ダチョウは2本）の大きなかぎ爪があり、これは唯一の武器となる。しかし、前述のように通常は極めて温和な動物で、特別に攪乱しない限り飼養管理が容易である。寿命は5～10歳（飼育下では、20歳程度は生存可能と言われている。我々は18歳齢を超える個体を飼育した経験をもつ。）で、体温は38.4℃で、新鮮な水を毎日必要とする。水浴びを好み、泳ぎが得意である。

食性は雑食性で、穀類、草、花、果物、昆虫などを好む。筋胃には50g近い石を飲み込んでいる。また胃や腸を調整するために、木炭を摂取することでも知られている。北海道はジャガイモ、ビートやコムギなどバイオマス生産量が多い地域であることから、これらの規格外品や加工品残渣を有効活用することで、エミューを低コストで飼育生産できる。これは、他の地域でも言えることである。

エミューは、オーストラリアでは3～6月が繁殖期（産卵）で、日本（北海道）では11～12月から翌年3～5月が繁殖期である。一繁殖期に重さ600g前後の卵を多い時で20個余り産む（目標値；30～50個）。2～3年目で繁殖可能な年齢となる。野生では雄が抱卵して雛を孵化（約54日）させる。雌の方がやや大型であるが、羽装などの外貌的特性は同じであるので、ダチョウとは異なり外貌特性から雌・雄識別はできない。雄と雌は、雛頭部の紋様、鳴き声や糞排泄口の生殖隆起の有無で判定できるが、これらは正確性には欠ける¹⁾。しかし、現在では孵化後3ヶ月齢雛の羽軸のDNA試料を用いて雌・雄鑑別ができ、その鑑別サービスは東京農業大学生物産業学部生物生産学科（和田健太准教授のグループ）で行っている^{2,3)}。

変異個体

エミューは、オーストラリア全域の半乾燥草原や疎林地帯などの拓けた土地に生息している。周辺海域の島嶼部にも同種または近縁種が生息していたが、それらは絶滅して現生種（1属1種）のみとなった。現在では、農地や宅地の開発によって、彼らの生息域は分断されることが多い。

オーストラリアには、数種類の変異タイプが存在する（写真1～3）。同国ではそれらの系統育成に力が注がれている。変異タイプや飼育条件の違いによって脂肪成分が異なると言われているが、現在のところ変異タイプは明確に固定されていない。写真1はブラック・タイプで優良種と言われ、



写真 1

写真 2

写真 3

頭部と首部の境界が明瞭で、写真のエミューのように、首部羽装のくびれから上部が明瞭な黒色を呈するのが優良個体である。写真2はホワイト・タイプで、羽装が白色系である。写真3のゴールド・タイプは頭部の皮膚色彩に特徴がある。後者の2タイプは、頭部と首部の境目の羽装には明瞭な区別がない。わが国におけるエミューは羽装から判断すると、ブラック・タイプが圧倒的に多い。しかし、時々後者2タイプに近い個体も出現していることから、これらの3タイプの交雑集団であると思われる。この他に、短脚と長脚の2タイプが存在し、後者の方が大型個体である。我が国では、長脚のブラック・タイプが多いので、これを中心に大型化（4～5歳齢の成体で60kg以上）の方向に選抜することが望まれる。このためには、個体識別ができるマーカー遺伝子（標識遺伝子）を開発する必要がある。現在東京農業大学生物産業学部生物生産学科の和田健太准教授のグループは、この遺伝子の開発を実施しており、近日中には実用化できるものとする。

オーストラリアでは、資源保護の目的で、エミューについても輸出制限の政策がとられている。我が国では、九州から北海道までの各地に分散して飼育されていることから、それら地域でエミューの増殖に努め、地域集団を形成・維持することが望ましい。将来的には、各集団における極端な近交を避けるために集団間での遺伝的交流を適宜図ることができる。

採餌行動

エミューは雑食性であるので、野草（図1）や他の市販飼料（配合飼料、ビートパルプ、ハイキューブなど）との混合給餌が可能で、低コスト生産には大事な工夫である。一般的には、種子、果実、花、新芽、クローバーなどの他、バッタや毛虫、地虫などの昆虫類や小動物なども採餌する。野生のエミューは木炭を採食することがある。オーストラリアでは、大規模な野火が時々発生する。その時のユーカリの木炭が採食されるらしく、整腸作用効果が期待される。内モンゴルでの飼育例では、草原での放牧中に野ネズミ類の捕食が観察されている。採食行動には、獐猛な一面を持つ

ている。嗜好性の低い野草には、キク科（ハンゴンソウ、

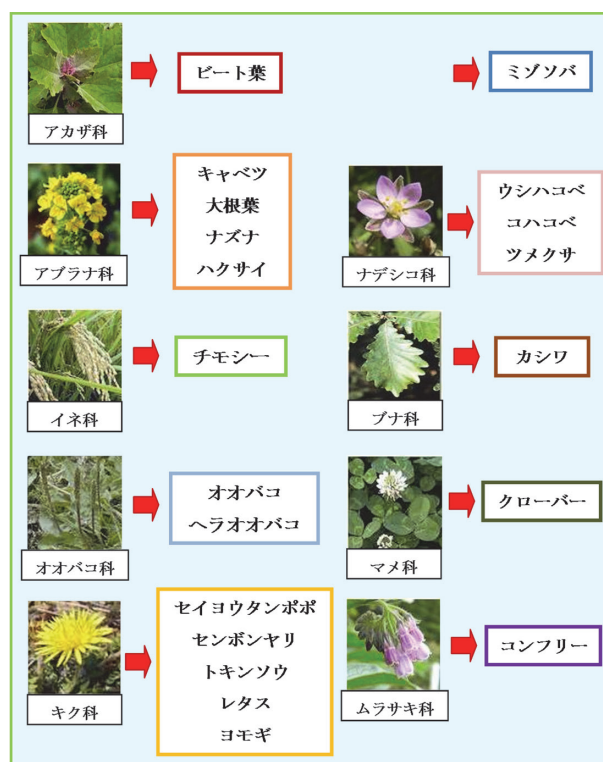


図1 エミューが採食する雑草類^{1,2,4)}

アキタブキ、ヤマハハコ、オオハンゴンソウ、ヨブスマソウ、ナス科（イヌホウズキ）、シソ科（ナギナタコウジュ）、セリ科（シャク、オオチドメ）、アカバナ科（ヤナギラン）、マメ科（ケハギ）、バラ科（ハマナス）、キンボウゲ科（ヒメイチゲ）、タデ科（エゾギシギシ）、イネ科（クマザサ）、ガマ科（ガマ）、ワラビ科（ワラビ）などがある⁴⁾。匂いの強いもの、固く棘などがある植物の嗜好性は低い。野草の採食に当たっては、成長した野草では葉部分を主に採食していたが、想像以上に選択性が高いものであった。野生のエミューは花餌料を探して長距離を移動する。餌に関しては、ある意味でグルメ嗜好と言える。

餌は基本的には「高エネルギー、高タンパク質の飼料」を用いる。雛の時期から成鳥まで、穀類を中心とした餌であればコストが高くなる。放牧を利用した野草や昆虫などの自然的餌を摂取させると（枯れ木を放牧地に設置）、安価に飼育でき、経営的にもまた、エミューの健康面でも良好な環境が整えられる。オーストラリアの野生エミューは、降雨で急速に芽生えた野草やその花を採餌するために数100kmも移動すると言われている。本来、移動能力の高いエミューを飼育するに当たって、放牧を行うことは極めて重要なことである。

給餌の切り替えは、加齢（写真4と5）に従って実施し²⁾、その時の餌は市販されている「新ハイレーヤー17（ホクレンくみあい）」を用いるのが一般的である（地元のバイオマス利用もコスト減の面で有効である）。給餌は「不

断システム」をとり、給水も不断とし「新鮮水」を与える。成鳥には、夏季に水浴する水場を設けることも考慮すると飼育環境は良くなる。餌場では、飼料を散乱させないために円筒状の容器や、底部を狭くして、飼料が採餌にともない底部に集積しやすいように工夫すると、飼料の散乱が減りネズミの侵入を防ぐことができる。また平面状の餌場であると、ウシのように舌を使えない動物(鳥類は餌を啄む。)なので採餌量が少なくなり体重が増えない²⁾。

同一牧区で長期間飼育することは、衛生管理上で好ましくない。同年齢のグループを定期的(2ヶ月毎)に移動させることが望ましいので、飼育開始に当たって数牧区を設けることが必要となる。牧草などの補給がない場合で、一羽一日当たり500(幼鳥)~1,361g(若鳥)の餌が必要とされる。年間「1万円/1羽」程度に飼料代を抑えることが経営的には望ましい(図2)。いずれにしても、冬季の消耗を最小限に抑え、春~夏季にかけての栄養摂取が脂肪の蓄積には重要であるので、飼養管理には注意を払うことが大切である。

エミューの扱いは、保定する時にはエミュー後方から驚かさないように両翼を捕まえ(図2-1)、腰に尾部を挟む。そのまま誘導することも可能である。この場合、術者はエミューに対して真後ろに位置する。エミューの横に位置すると、パニックで暴れた場合にかぎ爪で攻撃されることがあるからである。パニックを起こさせないために後方から静かに追う(図2-2)。これは、ペン(牧区)間の移動時に有効である。このような扱い方をすると、例えエミューが暴れても、術者が安全に逃げられる。エミューのかぎ爪から離れた位置に体を置くことが大切である。決して、正面から保定しようとしてはならない。

飼育施設の条件

フェンスは「1.8m~2m」の高さの金網製がエミューの管理と耐久性の点で良い(写真6;この場合には、放牧地と採草地は兼用であった。)。わが国では鹿柵フェンスが市販されている。通常、牧区の囲いフェンスは高さ1m程度で十分と思われるが、移動通路側のフェンスは1.8m~2mにする。フェンス内にシェルター(ウシ用のカウ・ハッチや農業用D型ハウスなど)を設置する。飼育羽数と施設面積との関連は下記の規模が一般的である。アメリカ合衆国の農家では5~15haの規模が最も一般的である。最初にエミューを飼育始める時は「10組の雌・雄(20羽/1ha)」が手ごろである。冬季には、屋内には麦稈を敷くと防寒ができ、産卵環境が整えられる。屋内の床は、可能な限り乾燥させて置く。冬季に、水が床に浸透すると、エミューの肢蹄が霜焼けになり歩行に支障をきたし成育が遅れることになる。

エミューは高い行動能力をもつので、過密飼育は避けるべきである。放牧施設は、正方形より長方形がエミューの運動性から推奨される。飼育施設は輪換式で一定期間過ぎたらそこでの飼育を一時止めて、施設内に紫外線を十分に当てて消毒する。その間、雑草が繁茂し、昆虫なども棲みつくことも期待できる。施設内には誘導路を設けて、移動

の際にエミューに過剰なストレスを与えないことで管理者の危険が避けられる(図2-2)。

一つの提案であるが、エミューの放牧地を野菜栽培の圃場として併用することである。古くは、三圃式農業という家畜を導入した農業の形式があった。栽培一休耕一家畜放牧一栽培・・・というように家畜を導入して地力を回復させる輪換式農業である。エミュー飼育と野菜や果樹栽培などを組み合わせることで新たな農業形態が生まれる。



写真4 1~2ヶ月齢の雛

写真5 8~9ヶ月齢の若雛



図2 エミューの野外管理(オーストラリア)

1:エミューの保定, 2.エミューの誘導とフェンス
A:餌の分配, B:餌箱(不断給餌用)



写真6 エミュー飼育のフェンス^{1,2)}

<面積と飼養羽数>

1ha: 20~32羽(10~16組の繁殖用エミュー)
4ha: 200羽の1歳までの若鶏(25羽/4,047m²)
1ha: 孵化後の雛育成スペース
<合計: 6ha: 220羽>

この場合には、十分な土地面積が必要となるが、今は放棄地や休耕地が増えているので、工夫次第で可能性が出てくるものと考えられる。

繁殖行動^{1, 2, 5~8)}

エミューは、野生では一夫多妻制（または一妻多夫）の繁殖行動をとっている。繁殖期には、雌はペアを組んだ雄との間で数個の卵を産むと、そのペアを解消して別の雄とペアを組むと言われている。雄は数羽の雌とのペアを組み、産卵後に抱卵して雛に孵化させる。約50日間、エミュー雄は摂食をせず抱卵する。その間に雄の体重は約20kg減少すると言われている。減少した体重は蓄積脂肪部分である。雄1羽の生命を50日間も維持する脂肪の機能性が高いことは、エミュー雄の繁殖行動から推察できる。飢餓に強い脂肪であるので高エネルギー成分である。雄がその後の育雛も担当するので、人間の女性にとっては理想的な子育てシステムと言える。同じ仲間のキーウイ (*Apteryx australis*) も同じ繁殖行動をとることから、ニュージーランドでは、理想的な夫はキーウイ・ハズバンドと呼ばれる。

繁殖行動を雌の側から見れば、一妻多夫ということにもなる。いずれにせよ、優秀な子孫を残す手段であることには間違いない。同じ走鳥類のダチョウ (*Struthio camelus*) は一夫一妻で（野生では、他の雌が産んだ卵も護る。）、夫婦が協力して子育てをする。これはアフリカ大陸のように天敵の多い環境であるからで、夫婦共同で自分たちの子孫である卵や雛を護るシステムと考えられる。オーストラリア大陸はアフリカ大陸に比べて、天敵となる動物が少ないので、雄の子育てシステムが成立したものと推察される（野生犬のデインゴは不思議とエミューを襲わない。もっぱら、ヒツジが多いようである。）。

我が国で、絶滅種となったトキは一生涯同一のペアで過ごすと言われて来た。しかし、加齢を重ねたトキの雄が雌からペアを解消された例が報道されている（北海道新聞；16032010）。自然的な環境では、雌は死に至る時まで妊娠や産卵する。このトキの例は、繁殖力が衰えた雄のトキが雌に愛想尽かされたと想像される。飼育下でのエミューでは如何なる繁殖システムが見られるのか調査した。我々の経験であるが、約18年間同一のペアを組ませた結果、毎年20個前後産卵した。その雌が死亡する時でも10個以上の産卵が認められて寿命が尽きている。

雄1対して雌2の組み合わせが推薦されているが⁶⁾、オーストラリアのように大規模な面積が確保できるのであれば、集団繁殖（コロニー・ブリーディング）が効率的である。しかし、我が国の狭い土地利用の条件では、産卵効率を上げる繁殖法を確立することが望まれる。

1) ペアリングと産卵⁷⁾

ペアリングは10月に開始している。それに先立ち、夏季に集団放牧している個体群から繁殖用候補の個体を8~9月に選抜して、別のパドックに移動させて慣れさせる。この間に、健康状態を見極め、弱い個体は繁殖から除外す

る。繁殖行動（ディスプレイ；雌はメスらしく、雄はオスらしい繁殖のための表現）を互いにとっている個体を観察・記録しておく（プレペアリング）。ペアリングは繁殖行動をとっている個体同士を選択して、繁殖用のペンに9月末までに移動させて開始する。

ペアリングを10月に開始して、産卵は早い個体では11月であった（網走市）。産卵行動は5月まで認められるので、我が国では7ヶ月が産卵期間と言える（表1）。産卵のピークは2~3月（約63%）で、網走市では厳寒期の時期である。産卵日数は、短いのでペアリング後43日目で、長いのでは115日目でバラツキが大であった。産卵期間でも、産卵床は暖房のない農業用D型ハウスの土間に麦稈を敷いた状態であった。このことから、エミューは環境適応性が高く極めて扱い易く、安価な管理が可能な家禽と言える。

ペアの組み合わせは、雌・雄同数、雌・雄異数と集団繁殖（コロニー・ブリーディング）の3パターンで行ったところ（表1）、雌・雄同数の組み合わせの産卵数が有意に多いことが分かった（ $p < 0.01$, 表2）。我々の調査結果は、野生のエミューの繁殖形態とは異なる現象であった。この結果で、本来エミューでも一夫一妻の形態が好まれていることが明らかとなった。その中で注目されたことは、2008~2009年（ペア A2-2, B）と2009年~2010年（ペア D2）に認められた雌個体の死亡例であった。いずれのペアでも、ペアリングを開始してからペン内での蹴りや追いかけ攻撃は雌雄間で認められなかった。全ペアは一見仲良しであったが、死亡雌3個体はいずれも外傷はなく柵網に頭部を突っ込み窒息死した例である。野生の雌は、産卵後に別の雄とのペアリングを試みるためにそれまでの夫婦関係を解消する。この事故死例は、産卵またはペア形成後に、夫婦関係を解消し別の雄がいるペンに移動するために起きた事故と推察された。また、♀135(2010~2011年)は♂149とのペアを組んでいたが、途中から♂136とも交尾を行った（表3）。これは、同一ペン内で新たな雄を求めた例であった。このことから、A2-2, BおよびD2の死亡雌個体は同じペン内で別の雄とペアを組める機会があったのにそれを実行しなかつた。雄であればどれでも良いということではないらしい。これらの結果から、エミューの繁殖行動には多様性があり、「相性；Chemistry」の度合いがペア継続に影響すると考えられた。

「相性」とは、互いの直感的な第一印象や性的魅力のことで、合致すれば絆や共通点が生まれる。それは、互いに優秀な子孫を残すためのメリットとなる。野生的または本能的な愛情表現の行動と言える。我々人間も、異性に関心をもつことには理屈はない。「脳」・「内分泌」・「免疫」の連携した生理的現象の結果である。そこには、好意を抱くもの同士の間で、子孫を残すことが「善」として遺伝子に組み込まれているものと考えられる。人間と動物において基本は同じである。そこで、ペアリングによる「相性」の効果を見るためにペアの組み合わせを変えて、その産卵性との関連性を調査した（表3）。

なお産卵（繁殖）を終えたペアは、狭いペンでの半年に及ぶストレスを解消し、翌年の繁殖に備えるために、5

月以降の夏季期間中には十分な運動と栄養を与え体力を回復させる。これには広い牧区に放すことが重要となる。

再び産卵行動に戻すが、産卵数の多い雌個体 (Nos. 132, 140, 135, 133, 138) は、雄を変更しても産卵性には大きな変化が認められなかった。これは、ペアー変更後でも「相性」が一致した結果と考えられた。このような雌は産卵能力が高い個体であると判断できる。エミューの育種に当たっては、繁殖用個体として残すべき雌である。一方、Nos.134 雌 (20 個から 1 個に) と 139 雌 (24 個から 17 個に) は雄を変えて産卵数が減少した。♀ 134 とのペアーであった♂ 150 は、元々はペアリングが容易に可能であった個体で、ペアーを組ませて産卵の成績は高い方であった。しかし、ある時から飼育時の人為的扱いが悪くなり極めて凶暴な個体に変化した。通常の集団飼育の時でも、管理者には威嚇をする個体になった。♀ 134 個体とのペアリングの導入作業は困難を伴い無理に同じペン内に移動させたが、♀ 134 との相性は形成されなかったことが産卵成績 (1 個) から伺えた。このような事例があることから、エミューの飼育に当たっては、粗悪な管理は絶対行わすべきでない。

また No.131 雌個体 (8 個から 3 個に) は雄を変更しても産卵数は少ないままであった。この No.131 雌個体は産卵能力の低い個体であったかも知れない。これらの結果から、「相性」の度合いが産卵性に影響を与える可能性が示唆できる。No.135 雌個体は、同一ペン内で、2 羽の雄 (Nos.149 と 136) と交尾した。この雌は、2 月から産卵を開始して 4 ケ月間で 21 個の卵を産んだ。飼育下では、雄と雌は同一ペアーを維持することが多いが、時には雌は雄を変えることが確認された。雌は「相性」が合えばペアリングの継続が可能で、「相性」が合わない場合には雄を変更する特性があると考えられた。これらのことから、産卵数の多寡には「相性」の度合いが大きく影響すると推測される。

No.135 雌個体は同一ペン内で雄の交換ができたが、事故死雌 3 例 (表 1) は、別のペンにいる雄とのペアリングを求める行動が死につながった。実際の繁殖に当たっては、ペアリング行動に多様性が存在していた。このことから、野生でもペアリングのパターンは本来一様でないものと想像される。当然のことながら、産卵数は産卵開始が早く、終了時期の遅い個体が多く産む。よって、産卵期間の長い個体が優良と言える。産卵開始時期は、2007~2008 年度には 12 月からであった。産卵終了時期は 2007 年度が 4 月までの 5 ケ月であった。飼育年数を重ねるに従って、産卵期間は 5 ケ月から 7 ケ月 (11~5 月) に伸びた。産卵の早い個体は、11 月 18 日であったが、最も遅い個体は 3 月 8 日であった。なお、産卵個数に関わる潜在能力は大きい¹⁾。始原卵細胞は無数に存在するので、産卵能力を高めることによって、効率的に卵胞が形成され「Very Good」のレベルを維持する個体の作出も困難ではないと思われる。

2) 産卵時間帯

エミューの産卵は、網走市では冬季間に行われる。飼育当初は、産んだ卵を朝方に一斉に回収して孵化させていた。

この時の孵化率は極めて低いレベルで、産業化への足かせとなっていた。産卵行動については、詳しく調査されていなかったので、まず産卵時間帯を調査した。産卵が集中する時間帯は夕方 (15:00~18:30) で全体の約 80% であった。また、エミューの産卵は 2~3 月にピークで (表 3)、この時期の網走市は零下 10℃ 前後になることが多く、産卵後に長時間低温下に卵を放置すれば凍結することしばしばであった。そのような低温下に卵が長時間暴露された場合には、胚にダメージを与えることは容易に想像される。そこで、産卵行動の多い時間帯に採卵を集中させ、卵を 30 分置きに回収することに管理条件を変更した。その結果、受精率は約 86~90% 台を維持できることとなった (表 4)。

また、産卵個数の多い個体は有精卵を多く産む傾向にあった。すなわち、「相性」の良いペアーから産まれる卵の受精率が高いと判断される。しかし、孵化率は未だにバラツキが大きく (表 4)、満足できるレベルではない。さらなる管理技術の改善が必要である。孵化器の温度や湿度の他、孵化施設内の衛生状況など検討されねばならない。

3) 交尾⁸⁾

ペアリングにおける「相性」が産卵数に影響することが明らかになったが、交尾回数や交尾時間との関連性が不明であった。エミューの交尾行動は、鳥類で観察されるように雄が雌に乗駕して総排泄腔を瞬間的に接触させて終える行動ではなく、雄は雌の腰部を抱え哺乳類のように腰を使ってピストン運動をする (写真 7)。交尾持続時間にはバラツキがあるが、一般の鳥類 (長くても 60 秒以内が多い) に比較して長い。

まず、交尾時間帯は深夜から早朝 (午前 3~9 時の間) にかけて約 75% 認められた。ペアリング後、早い交尾は 14 日目で認められ、遅いペアーでは 74 日も要した。これには、「相性」が関わっていると判断される。交尾は、産卵時間帯とは反対の時間帯であった。この時間帯での採卵は、交尾を妨害することとなるので避けるべきである。

交尾持続時間は、22~74 秒の間が最も多く全体の 71~79% であった。最短は 22 秒で、最長は 3 分 50 秒 (230 秒) であった。交尾回数は、ペアリング期間中で 10~59 回までに分布して、回数行動もバラツキが大であった。交尾持続時間と回数は、ペアーによって大きく異なり、産卵数との間には一定の傾向は認められなかった (表 5)。No.140 雌個体は、No.138 雄個体と 31 回交尾して 5 個の卵を産んだが、No.189 雄個体とは 10 回の交尾で 25 個の卵を産んでいる。No.134 雌個体は、No.150 雄個体とは 21 回交尾して 1 個しか卵を産んでいない。この雌個体は、No.131 雄個体とは 21 回交尾して 12 個の産卵であった。前者の雌は、雄との「相性」度合いを変えると産卵が増えたが、後者の雌は、雄を変えても産卵数は少ないままであった。これは、産卵能力の低い個体かも知れない。ペアーは人間が管理しているのでいずれも強制的な面があるので、自由恋愛によるペアリングが可能であれば産卵個数は増えるのかも知れない。しかし、飼育下では自由恋愛方式は集団繁殖 (コロニー・ブリーディング) で可能であるが、ペアー方式より

表 1 産卵期間と月別産卵個数

| 年 | 月 | A2-1 | | C2 | | G2 | | G3 | | 計 | | | | | | | | | | |
|----------------|-----|-------|---------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|----|---|----|---|-----|---|---|---|-----|
| | | ♂1:♀1 | ♂1:♀2 | ♂1:♀2 | ♂1:♀2 | ♂♀50羽 | ♂♀100羽 | | | | | | | | | | | | | |
| 2007年 2008年 | 11月 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| | 12月 | 7 | 5 | 1 | 3 | | | | | 16 | | | | | | | | | | |
| | 1月 | 6 | 5 | 11 | 57 | | | | | 79 | | | | | | | | | | |
| | 2月 | 4 | 4 | 31 | 149 | | | | | 188 | | | | | | | | | | |
| | 3月 | 0 | 0 | 50 | 145 | | | | | 195 | | | | | | | | | | |
| | 4月 | 0 | 0 | 25 | 27 | | | | | 52 | | | | | | | | | | |
| | 5月 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | 0 | | | | | | | | | | |
| | 計 | 17 | 14 | 118 | 381 | | | | | 530 | | | | | | | | | | |
| 年 | 月 | A | | A2-2 | | B | | C | | D | | E | | G | | 計 | | | | |
| | | ♂1:♀1 | ♂1:♀1 | ♂1:♀1 | ♂2:♀1 | ♂1:♀2 | ♂2:♀2 | ♂♀28羽 | ♂♀85羽 | | | | | | | | | | | |
| 2008年 2009年 | 11月 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 12月 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 | 12 | | | | | | 12 | | | | |
| | 1月 | 9 | 2 | 3 | 4 | 16 | 5 | 51 | 90 | | | | | | | 90 | | | | |
| | 2月 | 6 | 0(♀1死亡) | 5 | 4 | 11 | 11 | 119 | 156 | | | | | | | 156 | | | | |
| | 3月 | 2 | 0 | 0(♀1死亡) | 3 | 13 | 28 | 158 | 204 | | | | | | | 204 | | | | |
| | 4月 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 12 | 41 | 61 | | | | | | | 61 | | | | |
| | 5月 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | 6 | | | | | | | 6 | | | | |
| | 計 | 18 | 7 | 8 | 12 | 54 | 59 | 371 | 529 | | | | | | | 529 | | | | |
| 年 | 月 | A1 | | A2 | | A3 | | A4 | | D1 | | D2 | | D3 | | D4 | | H | | 計 |
| | | ♂1:♀1 | ♂1:♀1 | ♂1:♀1 | ♂1:♀1 | ♂2:♀2 | ♂2:♀2 | ♂2:♀2 | ♂2:♀2 | ♂2:♀2 | ♂4:♀4 | | | | | | | | | |
| 2009年 2010年 | 11月 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| | 12月 | 0 | 1 | 0 | 0 | 10 | 0 | 3 | 2 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 29 |
| | 1月 | 1 | 2 | 2 | 0 | 8 | 0(♀1死亡) | 10 | 7 | 18 | 48 | | | | | | | | | 48 |
| | 2月 | 3 | 5 | 10 | 0 | 5 | 1 | 12 | 7 | 17 | 60 | | | | | | | | | 60 |
| | 3月 | 9 | 8 | 7 | 4 | 5 | 4 | 13 | 8 | 14 | 72 | | | | | | | | | 72 |
| | 4月 | 8 | 6 | 4 | 4 | 8 | 1 | 11 | 8 | 19 | 69 | | | | | | | | | 69 |
| | 5月 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 7 | 2 | 3 | 19 | | | | | | | | | 19 |
| | 計 | 23 | 24 | 23 | 8 | 37 | 8 | 56 | 43 | 86 | 308 | | | | | | | | | 308 |
| 年 | 月 | E1 | | E2 | | E3 | | E4 | | 計 | | | | | | | | | | |
| | | ♂♀63羽 | ♂2:♀5 | ♂1:♀1 | ♂1:♀1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2009年 2010年 | 11月 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| | 12月 | 13 | 1 | 0 | 0 | 14 | | | | 14 | | | | | | | | | | |
| | 1月 | 74 | 5 | 2 | 1 | 82 | | | | 82 | | | | | | | | | | |
| | 2月 | 117 | 5 | 4 | 4 | 130 | | | | 130 | | | | | | | | | | |
| | 3月 | 141 | 0 | 3 | 3 | 144 | | | | 144 | | | | | | | | | | |
| | 4月 | 50 | 4 | 0 | 0 | 54 | | | | 54 | | | | | | | | | | |
| | 5月 | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | | | | 15 | | | | | | | | | | |
| | 計 | 411 | 15 | 6 | 8 | 440 | | | | 440 | | | | | | | | | | |
| 年 | 月 | A区 | | B区 | | C区 | | D区 | | E区 | | F区 | | 計 | | | | | | |
| | | ♂2:♀2 | ♂2:♀2 | ♂2:♀2 | ♂2:♀2 | ♂2:♀2 | ♂2:♀2 | ♂2:♀2 | | | | | | | | | | | | |
| 2010年 2011年 | 12月 | 0 | 0 | 3 | 5 | 0 | 5 | 13 | | | | | | | | | | | | |
| | 1月 | 0 | 3 | 6 | 11 | 0 | 8 | 28 | | | | | | | | | | | | |
| | 2月 | 1 | 9 | 10 | 11 | 3 | 9 | 43 | | | | | | | | | | | | |
| | 3月 | 2 | 14 | 12 | 6 | 12 | 7 | 53 | | | | | | | | | | | | |
| | 4月 | 1 | 11 | 10 | 6 | 5 | 9 | 42 | | | | | | | | | | | | |
| | 5月 | 0 | 13 | 10 | 2 | 0 | 13 | 38 | | | | | | | | | | | | |
| | 計 | 4 | 50 | 51 | 41 | 20 | 51 | 217 | | | | | | | | | | | | |
| | 年 | 月 | G区 | | H区 | | I区 | | O区 | | 計 | 合計 | | | | | | | | |
| ♂6:♀4 | | | ♂10:♀5 | ♂2:♀3 | 56羽 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2010年 2011年 | 12月 | 6 | 0 | 0 | 12 | 18 | 31 | | | | | | | | | | | | | |
| | 1月 | 14 | 3 | 7 | 56 | 80 | 108 | | | | | | | | | | | | | |
| | 2月 | 14 | 23 | 10 | 100 | 147 | 190 | | | | | | | | | | | | | |
| | 3月 | 21 | 22 | 4 | 123 | 170 | 223 | | | | | | | | | | | | | |
| | 4月 | 20 | 18 | 0 | 86 | 124 | 166 | | | | | | | | | | | | | |
| | 5月 | 11 | 0 | 0 | 34 | 45 | 83 | | | | | | | | | | | | | |
| | 計 | 86 | 66 | 21 | 411 | 584 | 801 | | | | | | | | | | | | | |

厩内飼育(A、B、C、D、E、A1、A2、A3、D1、D2、D3、D4、H、A区、B区、C区、D区、E区、F区、G区)
 パドック+飼育舎飼育(A2-1、A2-2、C2、E1、E2、E3、E4、G、G2、G3、H区、I区、O区)
 地主(2009)のデータを引用
 今井(2010)のデータ引用

表 2 ペアリングと産卵数との関連性

| ♂:♀ 組数 | 同比率の繁殖 | 異比率の繁殖 | 群繁殖 |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 19 | 7 | 6 | |
| 平均産卵数 | 18.5 ^a | 9.51 ^b | 6.55 ^b |

「♀1羽当たりの産卵個数」
 分散分析法：意符号間で有意差有り (P<0.01)

も1羽当たり産卵個数は少ないことは分かっている。
 一定スペースの中での集団（農業用D型ハウス内で飼育）では、交尾の相手が特定されず常に変わる。多くのエミューが周囲にいるので、互いに干渉する機会が多くなる

ので恐らく交尾に集中できないこともある。これが産卵個数の少ない原因と考える（表2）。即ち、産卵個数や受精率に及ぼすのは交尾の回数や時間の長さではなく、雄と雌間における「相性」のレベルが重要であると思われる。その要因は、互いに健康度をアピールできる外貌特性にある。「脳」・「内分泌」・「免疫」システムの連携機能が上手く働くと、ホルモンバランスが維持され健康的で魅力的な外貌が表現できる。

「相性」に関して交尾回数で見ると（参考；表5）、♂189との交尾回数（10回）が少なかった♀140は、♂

表 3 個体別産卵比較 (2009~2010)

| 試験区 | A | | B | | C | | D | |
|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | ♂(131) ♀1(131) | ♂(134) ♀2(134) | ♂(132) ♀1(132) | ♂(140) ♀2(140) | ♂(135) ♀1(135) | ♂(133) ♀2(133) | ♂(138) ♀1(138) | ♂(139) ♀2(139) |
| 11月 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| 12月 | 0 | 4 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1月 | 0 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 6 |
| 2月 | 0 | 3 | 5 | 4 | 3 | 10 | 8 | 4 |
| 3月 | 4 | 4 | 8 | 5 | 9 | 7 | 7 | 5 |
| 4月 | 4 | 4 | 6 | 5 | 8 | 4 | 7 | 4 |
| 5月 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 3 | 4 |
| 計 | 8 | 20 | 24 | 25 | 23 | 23 | 31 | 24 |

個体別産卵比較 (2010~2011)

| 試験区 | A | | B | | C | | D | |
|-----|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | ♂1(138) ♀1(131) | *♂2(150) ♀2(134) | ♂2(139) ♀1(132) | ♂1(189) ♀2(140) | ♂1(149)・♂2(136) ♀1(135) | ♂2(136) ♀2(133) | ♂1(148) ♀1(138) | ♂2(131) ♀2(139) |
| 12月 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 2 |
| 1月 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 6 | 6 | 5 |
| 2月 | 0 | 1 | 7 | 2 | 6 | 4 | 7 | 4 |
| 3月 | 2 | 0 | 4 | 10 | 6 | 6 | 4 | 2 |
| 4月 | 1 | 0 | 5 | 6 | 4 | 6 | 3 | 3 |
| 5月 | 0 | 0 | 6 | 7 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 計 | 3 | 1 | 25 | 25 | 21 | 30 | 24 | 17 |

*ペアリング時期導入に難航
ペアリング開始日11月6日
ペアリング終了日5月31日

表 4 試験区別の受精率と孵化率の関係 (2009~2010)

| ペアリング | A1 | A2 | A3 | A4 | D1 | D2 *1 | D3 | D4 | H | 計 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | ♂1:♀1 | ♂1:♀1 | ♂1:♀1 | ♂1:♀1 | ♂2:♀2 | ♂2:♀2 | ♂2:♀2 | ♂2:♀2 | ♂4:♀4 | |
| 産卵数 | 23 | 24 | 23 | 8 | 37 | 8 | 56 | 43 | 86 | 308 |
| 孵卵数 | 15 | 18 | 15 | 5 | 27 | 5 | 37 | 34 | 66 | 222 |
| 有精卵数 | 15 | 17 | 15 | 4 | 22 | 3 | 35 | 30 | 58 | 199 |
| 孵化数 | 13 | 12 | 8 | 1 | 18 | 0 | 24 | 22 | 36 | 134 |
| 受精率(%) | 100 | 94.4 | 100 | 80 | 81.4 | 60 | 94.5 | 88.2 | 87.8 | 89.6 |
| 孵化率(%) | 86.6 | 66.7 | 53.3 | 20 | 66.7 | 0 | 64.9 | 64.7 | 54.5 | 60.3 |

試験区別受精率と孵化率の関係 (2010~2011)

| 試験区 | A(♂2:♀2) | | B(♂2:♀2) | | C(♂2:♀2) | | D(♂2:♀2) | | 計 |
|---------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|-------|
| | ♀No. 1 | ♀No. 2 | ♀No. 1 | ♀No. 2 | ♀No. 1 | ♀No. 2 | ♀No. 1 | ♀No. 2 | |
| 産卵数 | 3 | 1 | 25 | 25 | 21 | 30 | 24 | 17 | 146 |
| 有精卵数 | 1 | 0 | 24 | 25 | 21 | 24 | 20 | 14 | 129 |
| 孵化数 | 1 | 0 | 14 | 16 | 16 | 10 | 9 | 2 | 68 |
| 受精卵率(%) | 33.33 | 0.00 | 96.00 | 100.00 | 100.00 | 80.00 | 83.33 | 82.35 | 88.36 |
| 孵化率(%) | 100.00 | 0.00 | 58.33 | 64.00 | 76.19 | 41.67 | 45.00 | 14.29 | 52.71 |

| 試験区 | E | F | G | H | I | O | 計 | 合計 | |
|---------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|-------|
| | ♂2:♀2 | ♂2:♀2 | ♂6:♀4 | ♂10:♀5 | ♂2:♀3 | 56羽 | | 産卵数 | 有精卵数 |
| 産卵数 | 20 | 51 | 86 | 66 | 21 | 411 | 655 | 産卵数 | 801 |
| 有精卵数 | 16 | 48 | 82 | 59 | 19 | 337 | 561 | 有精卵数 | 690 |
| 孵化数 | 4 | 39 | 54 | 44 | 11 | 226 | 378 | 孵化数 | 446 |
| 受精卵率(%) | 80.00 | 94.12 | 95.35 | 89.39 | 90.48 | 82.00 | 85.65 | 受精卵率(%) | 86.14 |
| 孵化率(%) | 25.00 | 81.25 | 65.85 | 74.58 | 57.89 | 67.06 | 67.38 | 孵化率(%) | 64.64 |

A1~D2にアルガを与えた

*1:メス1羽死亡

孵卵数は15:00~18:30に回収した卵を用いた。

138とは31回交尾した。同様に、♀139と♂131とは14回であったが、♂139に交換すると29回に増えた。♀132と♂139との間も14回であったのが、♂150との間では35回に増えていた。交尾回数は産卵数と直結した関連性は認められなかったが、「相性」の悪い個体同士では交尾がうまくいかないことは動物全般に認められることである。なお、交尾が行われる月日であるが、11月から翌

年の4月まで確認できた(5月は調査しなかった)。交尾回数の多い月は1~3月で、全体の80%であった。産卵開始期(11~12月)と終了期(4~5月)は交尾回数が少なく、産卵数が多くなる1~3月(表1)と交尾回数は符合した。表5から、♀134個体は計44回の交尾をしていたが、この♀の産卵性は低いことが2011年までに明らかとなっていた。同様なことが、♀131にも認められた。また♀131



写真 7 エミューの交尾行動
 <エミュー雄は両脚で雌を抱えて交尾する(交尾時間: 22秒~3.50分)。>

(2011年)や♀139(2012年)のように交尾回数と産卵数の低い個体が認められる一方で、♀140と♀132個体のように交尾回数が少ない場合でも産卵数の多い個体もあった。交尾回数が多いから相性が良いとは必ずしも判断できないかも知れない。これらのことから、繁殖力の旺盛な時期は1~3月であると判断できる。雛を得るための孵化用卵は、1~3月に産んだ卵に限定して、他の卵は加工用に活用した方が企業的には効率が良いと考える。

産 卵

育雛が上手く行き、成長が良好な雌個体は孵化した翌年の冬から産卵可能(2年目の冬)で、雄では更に年数を必要とする。繁殖行動は9月から開始され、産卵は11月~翌年5月(表3)にかけて行われる。この場合は繁殖行動(求愛行動)などからペアリング個体を選抜することとなる。ペアリングは、産卵開始1ヶ月前の10月上旬に行う。成績の良い個体は年に20~31個の卵を産むが、その9割は有精卵であることが望ましい。北海道では厳冬期に産卵するので、麦稈を敷いた産卵室を設け、卵が凍結しないように管理することが必要となる。産卵月と孵化との関係では、1~2月の卵は孵化率が高いが3~5月(卵重も減少)にな

ると孵化率は漸次減少する。産卵期間の早期では受精卵が多いこととなる。

一対一のペアリングが困難と言われているので、繁殖は雄・雌一対の組み合わせよりは、複数の雄を入れた集団繁殖(コロニー・ブリーディング)が管理および施設的にも安価で合理的である。この場合は10組の雌・雄にプラス雄1羽(0.5haのペン)が良いとされている。繁殖には年齢差のない個体を組み合わせることが大切である。理想的組み合わせは「雌2対雄1のトリオ」であると言われているが^{5,6)}、我々の調査では、雌1対雄1の組み合わせが最も良好であった(表2)。雌4対雄4の組みでも良好な成績を得ている(表2;2009~2010年)。いずれにせよ、雌・雄個体は健康で精力的でなければならない。

一般的に、雌は3~5日に1個のペースで産卵する。南半球では秋季である2月~4月に、米国では9月~翌年4月にかけて産卵する。卵殻の色は3色ほど確認されている(写真8)。なお、卵殻色であるが、卵殻は複数の層からなり、内殻ほど色が淡くなる。このことから、左側は完成した卵殻で、中央と左側はコーティングの回数が少ない未完成の卵である(写真8)。卵殻は、色の異なる複数層でできているので、この特性を活かしたエッグアートは卵殻の二次加工品を生む。

人工孵化⁹⁾

孵化するための卵については、70%アルコール綿などで清拭して汚れを落とし、乾燥し過ぎないように常温室で保管する。産卵されてから孵化開始までの保存期間の扱い如何によって孵化率は低下すると言われている(保管中の転卵は2回/1日)。室温保管を4~12日行った場合は、0日や1~2日に比較して、奇形率が増加し、孵化数が減少する。従って、可能な限り保管は短くして人工孵化を開始する。人工孵化を開始するまでの保存は常温の方が5℃保存よりは孵化率が高い。人工孵化(36℃で、湿度32%,50日前後)では7割が成功すると言われる。一般的には、雛は51日

表 5 個体別交尾時間

| ペア(年次) 交尾時間 | 140(♀) | | 131(♀) | | 132(♀) | | 133(♀) | | 小計[%] |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| | 138(♂)2012 | 189(♂)2011 | 118(♂)2012 | 138(♂)2011 | 150(♂)2012 | 139(♂)2011 | 136(♂)2012 | 136(♂)2011 | |
| 22~48秒 | 16 | 2 | 20 | 3 | 16 | 3 | 22 | 15 | 97[41.45] |
| 48~74秒 | 15 | 2 | 12 | 6 | 12 | 3 | 7 | 13 | 70[29.91] |
| 74~100秒 | 0 | 1 | 1 | 1 | 6 | 2 | 4 | 13 | 28[11.97] |
| 100~126秒 | 0 | 2 | 2 | 4 | 1 | 3 | 0 | 9 | 2[(9.4)] |
| 126~152秒 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 5 | 6[3.42] |
| 152~178秒 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 178~204秒 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 4 | 8[3.42] |
| 204~230秒 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1[0.43] |
| 合計(平均) | 31(46.52) | 10(83.86) | 35(48.74) | 17(91.59) | 35(56.14) | 14(129.9) | 33(46.55) | 59(76.44) | 231[100] |
| 産卵数 | 5 | 25 | 13 | 3 | 12 | 25 | 18 | 30 | |

| ペア(年次) 交尾時 | 138(♀) | | 139(♀) | | 134(♀) | | 135(♀) | 38(♀) | 小計[%] |
|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| | 139(♂)2012 | 148(♂)2011 | 131(♂)2011 | 149(♂)2012 | 131(♂)2012 | 150(♂)2011 | 149(♂)2011 | 68(♂)2012 | |
| 22~48秒 | 11 | 9 | 5 | 13 | 20 | 2 | 9 | 16 | 85[40.91] |
| 48~74秒 | 13 | 3 | 2 | 15 | 19 | 7 | 12 | 8 | 82[38.89] |
| 74~100秒 | 0 | 1 | 0 | 1 | 5 | 4 | 4 | 0 | 15[7.07] |
| 100~126秒 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 11[5.05] |
| 126~152秒 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 5[2.53] |
| 152~178秒 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2[1.01] |
| 178~204秒 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 8[4.04] |
| 204~230秒 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1[0.5] |
| 合計(平均) | 24(45.75) | 20(77.15) | 14(100) | 29(50.45) | 44(51.75) | 21(100.38) | 29(91.52) | 25(49.4) | 209[100] |
| 産卵数 | 11 | 24 | 17 | 16 | 12 | 1 | 21 | 3 | |

2010年 11月~2011年4月 2011年 11月~2012年 4月
 ()=平均交尾時間、[]=交尾時間帯区分の割合

～61日で孵化する。「約56日(8週)」が平均である。

現在、孵卵を開始して7日目で、受精卵か否かの診断ができる^{5,6,9)}。赤外線を投光することにより、未受精卵は全体が白色のままである。受精卵は胚発生が進行すると組織が発達してくるので、光を遮断する部分が多くなり診断可能となる。その診断レベルは図3の通りである。

受精卵か未受精卵かは、孵化を開始してから、1週間目で赤外線検卵機を用いて検査する。受精卵の場合は、上部に黒色部分(不透明)が現れる。未受精卵であれば、孵化開始する前と変化がない(図3)。因みに、胚発生が進むと黒色部分が拡大し、目や血管などが観察できる。孵化前には、黒色部分と下部の透明(白色)部分(空気スペース)が明白に別れ、その後全卵が黒色化(不透明化)すると雛が産まれるのは近い。

まず、孵化後一週間で(a)の如く不透明部分が出現したならば、受精卵である。孵化前と同じく全体が白色の場合には未受精卵であるので、その当該卵は孵卵機から取り除き、新しい卵に入れ換えると効率的に孵卵機が活用できる(この場合、卵殻には産卵日、入卵日を明記しておく)。また孵化34日頃には、(e)のように下部空気スペースの透明(白色)部分が明瞭になる。もしこのような部分が出現していない場合には途中で発生が停止している可能性があるため、この当該卵についても取り除くことが望ましい。また49～50日目には全卵が不透明となる。この状態であると孵化に近いので注意を要する⁹⁾。

雛が殻を割り始める1週間前頃から注意し、その兆候(鳴



写真 8 エミューの卵殻色
 <一年間の産卵数の評価>^{5,6)}
 10個以下: Poor(不可)
 10～20個: Fair(可)
 20～30個: Good(良)
 30～40個: Very Good(優)
 40～50個: Excellent(秀)
 50個以上: Exceptional(特別)

<孵化温度条件と孵化日数:湿度>^{5,6)}

| | |
|-------|--------|
| 35.5℃ | 55-56日 |
| 35.8℃ | 52-54日 |
| 36.1℃ | 50-52日 |
| 36.4℃ | 49-51日 |
| 36.7℃ | 46-48日 |

 最適温度の条件
 湿度は24～35%

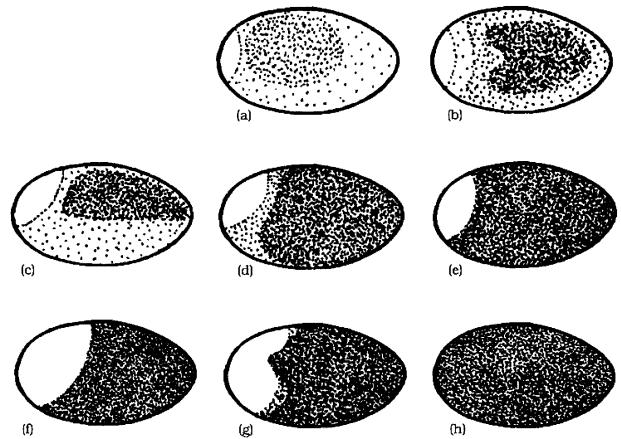
き声)が認められたら、孵化転卵機(図4-A)から卵を取り出し、下の囲い枠に置く(図4-B)。4日目には、図4の写真(C, D)のような育雛舎に移動させる。

孵化には卵重「600g以上」の卵を用いた方が、孵化時の雛の体重(426g)が重く、育雛時の成長が早く、育成し易い⁹⁾。卵重と雛体重との間には相関(r=0.73)がある。これに関連して、卵は12月から翌年1～2月に産まれると600g以上の重さがあるが、2～5月になると月日の進行とともに軽量(598.8→512.5g)化する。孵化率は重量卵の方が高く、寄与率(R²=0.61)から両者間には相関性が認められる。

600g以上の卵では、育雛の6週目以降の体重増加率は孵化時に比べて2～6倍になる。このことから、卵数が十分に確保できているのであれば、600g以下の軽量卵は食用に加工することが望ましい。

孵化後の育成と成長^{1,2,9)}

同一年齢のエミューでグループを形成させることが管理



(a):6日目、(b):13日目、(c):20日目、(d):27日目、(e):34日目、(f):47～49日目、(g):48～49日目、(h)49～50日目

図3 孵化中における卵の変化(赤外線検卵機で観察)^{5,6)}

上は望ましい。孵化後2～3日は採食せず卵黄嚢の栄養で維持されるが、その後は成鶏用の「餌(2～3割)をカット野草や青菜(7～8割)」の上に振りかけて与えると摂食率が上回る(野草や青菜類)。この場合、外気温に左右されるが孵化後約1ヶ月齢まで保温管理に注意を要する。この時の室温は、「孵化後一週間までは27～30℃」に保温する。「孵化後一週間を経過したならば15～27℃」に保温する。若雛の育成は、内室、前室、パドックが連結した施設で飼育することが望ましい。1ヶ月頃から屋内と屋外での飼育を試みる。屋外の場合には、屋内と連動させた木陰があるパドックが好ましい。外気温の温度が比較的暖かい場合は、パドックで日光浴や運動をさせることが、丈夫な雛を育成する上で重要なことである。これらはオーストラリアでの施設例である。

我が国では、保温はストーブを活用しているが、室内には温度計と湿度計を設置して管理する。また、雛は驚くと

一ヶ所に集まるので、下になった雛は圧迫死することがある。水飲み場で溺れたりする事故もあるので、雛の時期の管理は細心を要する。

衛生面については、育成舎や牧区の入り口には、石灰槽や逆性石鹼液槽を設置して、履物を消毒し、病気予防に努める（逆性石鹼益:0.1~0.5%, クレゾール:2.0~3.0%など）。日本では過密飼育の傾向にあるので、パドックや牧区は定期的に石灰を散布して衛生的にして置く。鳥インフルエンザなどの感染症を防止するために、出来る限り部外者の出入りを禁止する。

エミューは成長するまでに3回換羽する。孵化後から2ヶ月までの縦縞模様（ストライプ）の雛である（写真4）。次に9ヶ月までの単色（黒色系）の若鳥である（写真5）。第3番目は成鳥の羽装である（写真1~3）。約12ヶ月で頭部までが1.7mほどになる。「性成熟」は14~16ヶ月齢であるが、繁殖する場合にはもう少し成長させ、2歳齢以上の個体を用いた方が卵重や卵数に良い結果を期待できる。生体を出荷する場合にはこの月齢で可能となるが、体重は40kg以上が脂肪を回収するために必要である（後述）。エミューには、ツイスト・ネック（首をくねらせる）や猫背のような変形がみられる¹⁾。これらの原因は不明であるが集団飼育下で出現するので、ストレスなどが原因と考えられる。よって、怪我で弱り元気消沈して苛められているような個体はいち早く隔離して、ストレスのない環境で飼育する。また、孵化時に認められる脚の変形は何かの栄養成分の不足か、狭い卵殻スペースで発育する過程でアンバランスな物理的要因によって起こると考えられるが、このような場合は、育成過程で自然に回復することがある。立脚が不安定な場合には、両脚足を紐で連結し、脚が大きく広がらない処置をする。いずれにせよ、重篤な奇形は早期に淘汰する。

なお、体躯の成長は、雌個体の方が体高、体長、脚長の部位で有意に大きかった（ $p<0.05$ ）。さらに体重について



図4 孵化と育成

A: 孵化中, B: 孵化直後, C: 孵化後2~3週齢の雛,
D: 孵化後1ヶ月齢の雛,
E: Dの頃の給餌（ハイレーヤーと青菜類）

も、雌の方が重い傾向であった^{2,9)}。雌の方が雄に比べ一般的に成長が早い。

性 判 別

孵化後3ヶ月齢の雛の尾羽軸からのDNA採取が可能となるので性別が判定できる（図5）。雌（ZW）は3本バンド、雄（ZZ）は1本バンドで検出されるので、判定は簡便で正確にできる³⁾。飼養に当たって、開始当初は10組の雌・雄を飼育することが望ましいので、正確な雌・雄鑑別は、ペアリングを行う時や雛を販売する上で必要な要件となっている。

また雌・雄鑑別に当たって、雛の時期では頭部の紋様が輪郭状は雄で、輪の紋様がないのが雌であると言われている¹⁾。鳥類には総排泄腔があり、それをひっくり返すと突

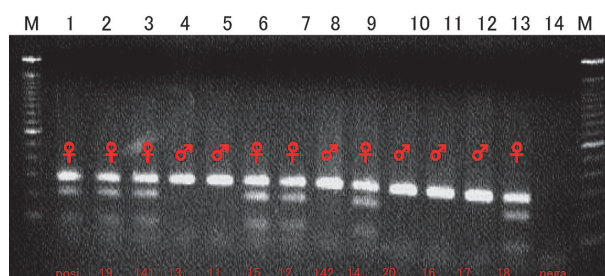


図5 エミューのDNAによる雌雄判定²⁾



♀

♂

孵化後2~3カ月齢の雛における 生殖突起による診断が可能

図6 総排泄腔の生殖突起による性判別

起が認められた個体は雄で、突起が小さいのは雌である（図6）。

さらに、成体になった場合には、雄はグーグー（またはブーブブー）という低音で鳴き、雌は袋状の頸部を膨らませドラムを叩くようなリズムミカルな低い音（ポポ、ポポ）を発する。これらの判定はいずれも正確さに欠ける点がある。最終的には、DNA判定で確認することを奨める。性判別に当たっては、個体識別が重要であることから、頸部皮膚をつまみ、耳標タッグ（プタやヒツジ用）を装着して

おく。この標識は生涯活用できる。なお、性比は一般動物と同様に1:1に分離していた。

生産物

エミューの生産物には、オイル、肉、卵、皮革がある¹⁾。その中でも、生理機能に優れているのはオイルである。エミューの雄は約50日近く絶食状態で抱卵する。その間の生命維持は蓄積体脂肪を燃焼させることで維持される。また、オーストラリアでは半乾燥草原地帯で生息しているので、水分補給は十分でない時がある。そのような環境では雄と雌は脂肪を燃焼させて生成される代謝水を利用し渴きに耐える。脂肪の蓄積は、エネルギー源としてエミューの生理にとって極めて重要な意味を持つ。その効能を熟知していたのは原住民であるアボリジニーであった。移民の白人はアボリジニーの脂肪利用に関心を持ち、エミューを家畜として飼育を始めた。

脂肪は、皮下や腹腔内に蓄積されており、屠体からの回収は容易である。それを凍結保存して適量になったらオイルに精製して各種製品（洗顔フォーム、石鹸、脂肪酸摂取のサプリメント、マッサージオイルなど）に加工販売できる。我が国では、精製オイルは1リットル4万円で販売でき、高級な機能食品などの材料となっている。かつて、必須脂肪酸はビタミンFと呼ばれていた。現在では一日の摂取脂肪酸量が1g以上と多いので微量有機質であるビタミンの範疇から除外されている。エミューオイルは動物性でありながら、植物性に近いことがヨウ素価(67)から明らかである。また、不飽和脂肪酸(オレイン酸、リノール酸)の含有量が多く、ヒトの皮脂組成に類似している。いずれにせよ、人間は脂肪酸を食材から摂らねばならない。よって、エミューの良質な脂肪酸は我々にとって極めて魅力的な食材と言える¹⁾。

既存家畜(ウシやニワトリなど)では、オイルを生産する専用家畜は少ない。また、既存家畜以外でも見ることができない。エミューは高級オイルを生産する家畜として第一義に位置づけ、肉や卵は二次生産物としてとらえて家畜改良することでエミュー産業は発展するものと考えられる。そこで、エミューのオイルに加え副産物の肉生産に関わるデータを蓄積し、出荷適期などを判断した。

1) 脂肪と肉生産¹⁰⁾

エミューの脂肪量は、ほぼ同じ体重の雌・雄個体で比較した結果、雄の方が雌に比較して有意に高い蓄積量であった(表6)。この時、肉重量には差異は認められなかった。一般的に、抱卵時のエネルギー源として雄の方に多く蓄積するように遺伝情報が集約されてきたものと考えられた。よって、脂肪生産は雄個体で行うことが有利である。雌はある年齢までは産卵用に活用した方がよいこととなる。なお、脂肪生産量は飼料条件によっても変動するが、エミューは体重40kgで約9kgの脂肪が生産可能であった。体重比率で見た場合、脂肪量は雄と雌でそれぞれ約29%と24%であった。一方、肉量は雌・雄間で差異が認められなかった(表6, 7)。

表6 エミューの体重・脂肪・モモ肉の雌雄間差異

| 雌雄 | 体重(kg) | 脂肪(kg) | モモ肉(kg) |
|-----------|------------|--------------------------|-----------|
| ♂(n=67) | 40.01±0.64 | 9.42±0.4 ^{***} | 8.47±0.23 |
| ♀(n=26) | 40.58±0.96 | 7.34±0.64 ^{b**} | 8.27±0.28 |
| ♂+♀(n=93) | 40.17±0.53 | 8.83±0.35 | 8.41±0.18 |

平均値±標準誤差

統計処理:t検定

各生産物内の雌雄間では、異符号間で有意差(1%)

表7 エミューの体重に対する脂肪およびモモ肉比率の雌雄間差異

| 雌雄 | 脂肪/体重(%) | モモ肉/体重(%) |
|---------|---------------------------|------------|
| ♂(n=67) | 28.49±0.48 ^{***} | 27.35±0.34 |
| ♀(n=26) | 24.25±1.21 ^{b**} | 26.83±0.42 |

平均値±標準誤差(角変換値)

統計処理:t検定

各生産物内の雌雄間では、異符号間で有意差(1%)

脂肪の蓄積を体重区別に雌・雄間で調査した。その結果、体重の増加に伴って脂肪と肉重量は増えた。体重40~55kgでは、11~15kgの脂肪が蓄積されていた(表8, 9)。このことから、体重40kg以上の個体が脂肪生産の出荷適期と考えられた。このレベルであると、肉量も増加しているので一定量の副産物が得られる。

体重区別に雌・雄間差異を比較した結果、35~40kgと40~45kgの区分内ではそれぞれ雄の方が有意に脂肪を蓄積していた(表10)。45~50kgと50~55kg区分内では雌・雄間に差異は認められなかったが、雄ではそれぞれ13.5kgと15.3kgの脂肪蓄積が認められた。このクラスであると精製オイルで30万円以上の収入が期待できる。3年鳥1羽当たりで得られるオイルのみの生産価格としては十分採算が取れる値段である。実際には、肉の販売収入が加わる。

脂肪蓄積を季節間で比較した結果、2ヶ月毎で見ると7~8月が雌・雄ともに体重(脂肪とモモ肉)が最大となった。雄と雌の脂肪はそれぞれ平均11kgと9kgであった。この時の体重は雌・雄には差異は認められず、雄と雌はそれぞれ8.6と8.2kgであった。半期毎で見ると、雄では7~12月の下半期の方が1~6月の上半期に比べ蓄積量が有意に高かった(p<0.01)。雌には有意差は認められなかったが、雄と同様に下半期の蓄積量が多い傾向にあった。この時に、体重変動は余り認められなかった。寒冷気温は、良質の脂肪酸(不飽和脂肪酸)を蓄積することも脂肪生産には好都合なことである。出荷期は9月から10月にかけて推奨できる。11月や12月には、特段に脂肪量が増加することは認められなかったからである。エゾシカでは、冬季に採餌量が減る。動物全般に言える現象と考えられ、採餌量の減少は体重減少と連動する。脂肪蓄積は、体重との相関(r=0.726)が認められた。体重増加の大半が、脂肪であり、脂肪量の推測は体重をもって判断できることが分かった。体重が減少する前に脂肪を回収することが望ましい。

表 8 エミューの脂肪およびモモ肉重量における体重間差異

| 区分(kg) | 雌雄 | 体重(kg) | | | | | 有意差 |
|--------|-----------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----|
| | | 30~35 | 35~40 | 40~45 | 45~50 | 50~55 | |
| 脂肪 | ♂(n=67) | 5.99±0.35 ^a | 7.84±0.35 ^b | 11.05±0.43 ^c | 13.55±0.69 ^d | 15.33±0.85 ^d | 1% |
| | ♀(n=26) | 4.58±1.31 ^a | 5.28±0.82 ^a | 8.78±0.74 ^b | 11.35±0.5 ^b | — | 5% |
| | ♂+♀(n=93) | 5.78±0.35 ^a | 6.85±0.44 ^a | 10.45±0.4 ^b | 12.67±0.56 ^c | 15.33±0.85 ^d | 1% |
| モモ肉 | ♂(n=67) | 7.28±0.33 ^a | 8.08±0.29 ^b | 8.93±0.39 ^b | 9.65±0.66 ^c | 11.17±1.34 ^d | 1% |
| | ♀(n=26) | 6.5±0.51 | 8.21±0.43 | 8.74±0.52 | 8.65±0.27 | — | NS |
| | ♂+♀(n=93) | 7.16±0.28 ^a | 8.13±0.23 ^a | 8.88±0.31 ^b | 9.25±0.43 ^c | 11.17±1.34 ^d | 1% |

平均±標準誤差

統計処理:分散分析、多重範囲検定、クラスター分析

NS:差無し

各雌・雄区における異符号間で有意差有り

表 9 エミューの脂肪およびモモ肉重量における体重2群間差異

| 区分(kg) | 雌雄 | 体重(kg) | | 有意差 |
|--------|-----------|-----------|------------|-----|
| | | 30~40 | 40~55 | |
| 脂肪 | ♂(n=67) | 6.89±0.29 | 11.87±0.43 | 1% |
| | ♀(n=26) | 5.11±0.68 | 9.57±0.62 | 1% |
| | ♂+♀(n=93) | 6.39±0.3 | 11.23±0.38 | 1% |
| モモ肉 | ♂(n=67) | 7.66±0.23 | 9.26±0.35 | 1% |
| | ♀(n=26) | 7.82±0.4 | 8.72±0.36 | NS |
| | ♂+♀(n=93) | 7.71±0.2 | 9.11±0.27 | 1% |

平均±標準誤差

統計処理:分散分析

NS:差無し

2) オイルの生理的効果^{1,2)}

エミューオイルは、オーストラリア原住民(アボリジニー)によって、皮膚の乾燥防止、虫刺されや傷の治癒に活用されて来た。その効能に気づいた白人移民がエミュー産業を1970年に西オーストラリアで起こした。エミューは、機能性の高いオイル生産用動物として当初から注目された。飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸の構成は我々人間の皮脂とほぼ同じである。この点では、植物性オイルより優れている。その効能の実証試験をマウスで行った¹⁾。アトピー皮膚炎を人工的に発症させ、その患部にエミューオイルを塗布する簡便な試験である。その結果、塗布して60日で完全に回復した。保湿性が維持され、爪や歯で患部を掻くことがないので治癒したものと考えられた。

また、エミューオイルの皮膚浸透性、毛穴つまり率、保湿性および潤滑性の物性はいずれも他の動物性オイルや植物性オイルよりも優れていた^{1,2)}。このような優れた特性がアトピー性皮膚炎治癒に影響していると推察された。これらの効果を利用するために、オーストラリアでは各種のオイル製品が開発されている。その影響は世界に広がり、東京農業大学生物産業学部では、(株)東京農大バイオインダストリーを設立し、エミュー飼育を通して、オイル製品(洗顔フォーム、石鹸、マッサージオイル、脂肪酸摂取用サプリメント)を開発し、販売している^{1,2)}。

なお、肉については、高タンパク・低脂肪の特性があり、鉄分含量が他の肉に比較して高い。子供の成長や女性の貧

血とダイエットの改善に適した肉である。但し、我々はウシ、ブタ、ニワトリの肉に慣れていることから、エミュー肉を普及させるためには調理人の技術的レベルと調理センスがカギとなる。

3) 卵成分

エミュー卵は、平均600g前後で鶏卵の10個分に相当する。年間20個産んだとすれば、鶏卵の200個分に相当する。この能力は産卵用鶏の白色レグホーン種には劣るが、肉用鶏並みと言える。年間30個産むとすると白色レグホーン種並みの300個に相当することになる。産卵個数で判断すると、ニワトリに比較して少ないように思えるが、卵重で考えればさほど劣っていない。すでに、20個程度を産卵させる繁殖システム「雌・雄同比率のペアリング法」は確立しているの、優良個体の選抜を行うことで目標は将来的にクリアできると考える。

エミュー卵を活用している例として、(株)東京農大バイオインダストリーでは近隣の製菓店と協力し「生ドラ」を開発販売している。ヒット商品で、注文に追いついていない。鶏卵に比べ、エミュー卵で作ったスポンジケーキの生地を冷凍しても弾力性が消失しない。従って、生菓子であるにもかかわらず長期間冷凍貯蔵が可能で、出荷調整ができる利点がある。材料は北海道産にこだわっている。

ニワトリは人間にとって、遺伝学的に遠い関係にあるので、鶏卵成分は人間には強い異種成分となる。この成分が原因で体質によっては不運にも卵アレルギーを発症することがある。これは、牛乳アレルギーと異なって生涯にわたり治らないと言われている。その原因物質は、オボアルブミン、オボトランスフェリン、オボムコイド、リゾチームの4成分である(図7)¹¹⁾。

エミューは進化的にニワトリよりも早く分岐した古い鳥類である。ダチョウやエミューを含む10種の鳥類の鶏卵を生化学的手法で解析した。その結果、ダチョウとエミューは他の鳥類とは大きく異なる分離パターンを示した。特に、エミューは鶏卵のアレルギー4成分とは同じ位置に分離する成分はほとんどなかった¹¹⁾。このことから、鶏卵アレルギーに悩む患者にエミュー卵成分を使ったケーキを提供で

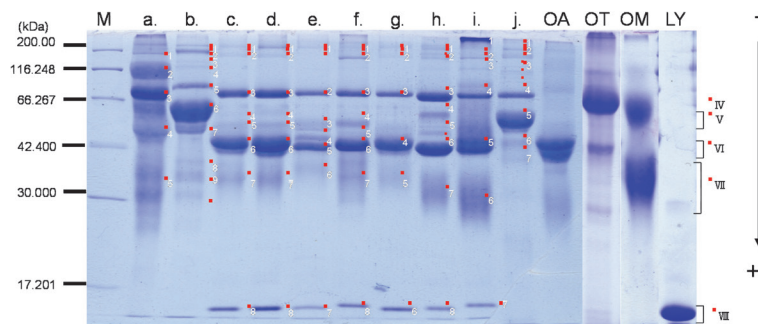
表 10 エミューの体重区分内における雌雄間差異

| 区分(kg) | 雌雄 | 体重(kg) | | | | |
|--------|----|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------|
| | | 30~35 | 35~40 | 40~45 | 45~50 | 50~55 |
| 脂肪 | ♂ | 5.99±0.35 (n=17) | 7.84±0.35 ^{***} (n=16) | 11.05±0.43 ^{***} (n=25) | 13.55±0.69 (n=6) | 15.33±0.85 |
| | ♀ | 4.58±1.31 (n=3) | 5.28±0.82 ^{b**} (n=10) | 8.78±0.74 ^{b**} (n=9) | 11.35±0.5 (n=4) | — |
| モモ肉 | ♂ | 7.28±0.33 (n=17) | 8.08±0.29 (n=16) | 8.93±0.39 (n=25) | 9.65±0.66 (n=6) | 11.17±1.34 |
| | ♀ | 6.5±0.51 (n=3) | 8.21±0.43 (n=10) | 8.74±0.52 (n=9) | 8.65±0.27 (n=4) | — |

平均±標準誤差

統計処理:t検定

各生産物内の雌・雄間では、異符号間で有意差(1%)



鳥類種間における卵白構成成分の電気泳動的比較

泳動サンプル

a.エミュー b.ダチョウ c.白色レグホーン d.褐色レグホーン

e.シチメンチョウ f.ホロホロチョウ g.ウツクイ h.ウズラ i.バリケン j.キジバト

M:分子量マーカー

オボアルブミン(OA)、オボトランスフェリン(OT)、オボムコイド(OM)、リゾチーム(LY)

検出法:SDS-PAGE:ポリアクリルアミド電気泳動法

(Polyacrylamide gel electrophoresis)

分離ゲルは12.5%

図 7 エミュー卵と鶏卵アレルギー成分との比較¹¹⁾

きるのではと考えられた。鶏卵アレルギー患者から採血した血清（アレルギー抗体を含む。）を用いてエミュー卵成分と反応させたが、抗体とエミュー成分は反応しなかった（未発表）。卵アレルギー患者への卵スイーツの提供がさらに可能となったが、生体での臨床試験を実施していないので提供するまでに至っていない。

おわりに

エミューには、未だに野生の潜在的性質が濃く残っている。家畜化して歴史が浅いからである。従って、エミューの潜在能力を知り、それを飼育技術に活かすことが求められる。エミュー飼育で、第一義的に重要な事項は、如何に産卵数を増やすかである。再生産ができなければ経営も成り立たないからである。我々の調査結果から、野生でのペアリング特性（一夫多妻・一妻多夫）に従って行動する個体も見られたが、大半は「一夫一妻」の形態を好むことが分かった。雌・雄間での好みが一一致すれば、長期に亘ってペアは維持され産卵数も20個前後確保できた。この互いの好みを「相性；Chemistry」と表記した。互いに強い

子孫を残すことが野生の本能であるから、そのためには強い子孫を残せる遺伝子をもっているか否かが重要となる。生き物における「種属」としては必然的なことである。外見が強靱で健康的であることが雄に求められる。雌にとっては、雄が自分のDNAを持つ雛を責任もって育てられるか否かが重要な選択特性となる。雄の方では、丈夫な雛を孵化させられる良質の卵を産める雌であるか否かが重要な選択のポイントとなる。我々には分からない野生的シグナルがある。「相性」が合えばペアリングも良好で、産卵期間が11月から翌年5月まで継続できると考えられる。

産卵と受精率について（表11）、産卵数が21~30個と多い雌個体（Nos.132, 135, 133, 140, 138）は受精率が80~100%で高い値であった。これは、「相性」が一致したペアの産卵数が多く、それに伴い受精率も高くなることを示唆している。統計学的には有意差は認められなかったが、産卵数に伴い受精率が向上していることは明白な傾向であった。体重、脂肪、モモ肉の改善（増量）は、年次間データから方向的差異が認められなかった。これは、餌料などの環境要因の課題もあるが、体重（体躯特性）に関し

表 11 受精率

| ペアリング | ♂138 | | ♂150 | | ♂139 | | ♂149 | |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 2011(♀131) | 2012(♀140) | 2011(♀134) | 2012(♀132) | 2011(♀132) | 2012(♀138) | 2011(♀135) | 2012(♀139) |
| 産卵数 | 3 | 5 | 1 | 12 | 25 | 11 | 21 | 16 |
| 孵卵器導入数 | 3 | 3 | 0 | 10 | 25 | 11 | 21 | 15 |
| 受精卵 | 1 | 3 | 0 | 2 | 24 | 10 | 21 | 13 |
| 受精率(%) | 33.33 | 100 | 0 | 20 | 96 | 90.91 | 100 | 86.67 |

| ペアリング | ♂131 | | ♂136 | | ♂189 | ♂148 | ♂68 | ♂118 |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| | 2011(♀139) | 2012(♀134) | 2011(♀133) | 2012(♀133) | 2011(♀140) | 2011(♀138) | 2012(♀38) | 2012(♀131) |
| 産卵数 | 17 | 12 | 30 | 18 | 25 | 24 | 3 | 13 |
| 孵卵器導入数 | 17 | 10 | 30 | 17 | 25 | 24 | 3 | 13 |
| 受精卵 | 14 | 6 | 24 | 13 | 25 | 20 | 3 | 7 |
| 受精率(%) | 82.35 | 60 | 80 | 76.47 | 100 | 83.33 | 100 | 53.85 |

2010年 11月～2011年4月
2011年 11月～2012年4月

て選抜が進展していないことが原因である。産卵数に関しては、ペアリングの中で産卵数の多い組み合わせの雛群から、成長の速い個体を選抜して、それらの繁殖成績を調べて（後代検定）、その優良子孫を継代することで産卵成績と体躯特性を向上させられるものとする。

次に重要なことは「孵化」である。卵重が600g以上の卵を用いると大きな雛が得られ、その後の「育雛」が楽である。孵化や育雛技術はすでに確立している。しかし、飼養場所によっては微妙な工夫が必要となる。衛生面に留意され、基本技術を尊重して取り組めば、大きな失敗はないものとする。

育雛や飼育では「餌の内容」が重要である。運動が十分できる条件で、高タンパク質の餌を中心に給餌することである。しかし、餌代が高騰すると経営メリットが少ないので、地元で採れる青菜や野草を利用すること、さらには、昆虫など動物性タンパク質を自由に採餌できる環境を整えることが求められる。また水浴びを好む特性があるので、水飲み場の設置にも工夫がいる。飼養場所は、一ヶ所に集中させないように、数ヶ所の牧区を設ける。牧区は、正方形より長方形の方がエミューの運動性を満足させられる。ストレスを与えないことが飼育には求められる。飼養に当たっては、多くの工夫が求められるが、第一は観察眼を養い、エミューの特性を把握して対応することである。本稿は、その手助けとなる。

また、エミュー産業を実行するためには「起業目的」を明確にすることが大切である。エミューの生産と合わせ重要なことは、屠場施設との連携やエミュー生産物の利用である。「製品の開発」と「販売」が飼育と連動しないと飼育事業は直ちに破綻するか、いつまでも小規模な状態となる。全てオリジナルな製品の開発は投資の面でも困難であるので、屠場や製造業など地元企業との連携で、既存の技

術を活用するとともに、その企業体には新しい材料を提供できる。開発と販売には用意周到な企画が求められるので、十分な時間的余裕をもって行う。飼養と同時に、経営企画が求められる。

参考文献

- 1) 横濱道成 (2015) 産業鳥・エミュー ―特性を活かした飼育法―、(株)東京農大バイオインダストリー (北海道)、pp. 56.
- 2) 東京農大バイオインダストリー・オホーツク実学センター編、横濱道成他著 (2009) エミュー飼いたい新書、東京農業大学出版会 (東京)、pp. 123.
- 3) 和田健太、小松仁美、東城さやか、後藤友作、横濱道成 (2004) 網走市稲富エミューふれあい牧場におけるエミュー (*Dromaius novaehollandiae*) 雌雄のDNA判定法適用の試み、獣医畜産新報、57: 725-726.
- 4) 土田沙織 (2004) エミューの孵化および餌植物の嗜好調査、東京農業大学生物産業学部平成16年度卒業論文: pp.15.
- 5) MINNAAR P, MINNAAR M. (1992) The emu farmer's handbook, NYPNI PUBLISHING CO. (USA). pp. 178.
- 6) MINNAAR M. (1998) The emu farmer's handbook-Vol.2, NYPNI PUBLISHING CO. (USA). pp. 320.
- 7) YOKOHAMA M., JINUSHI H., IMAI S., IKEYA K. (2014) Effect of paring on egg laying in the emu, *J. Agri. Sci. Tokyo Univ. Agri.*, 58 (4): 229-234.
- 8) 横濱道成、井出翔太 (2014) エミューの交尾と産卵、東京農業大学農学集報、59 (2): 145-149.
- 9) 関谷洋介 (2005) エミュー有精卵の早期診断と孵化後の雛の成長、東京農業大学生物産業学部平成17年度卒業論文: pp. 46.
- 10) YOKOHAMA M. (2014) Statistical analysis of emu products, *J. Agri. Sci. Tokyo Univ. Agri.*, 59 (1): 39-43.
- 11) 横濱道成、佐山勇輔、小川 博 (2009) エミューと他鳥種間の卵白成分の電気泳動像の比較、生物物理化学、53 (2): 41-42.

Emu for Bioindustry

By

Michinari YOKOHAMA^{*†}

(Received November 25, 2015/Accepted December 4, 2015)

Summary : The emu is a ratite with marked environmental adaptability, bred in Abashiri City, Hokkaido mainly for oil (functional material) production. However, laying, fertility, and hatchability should be improved for mass breeding. Thus, in the present study, we investigated the relationship between pairing and laying to improve egg production. After pairing, mating was observed on day 14 at the earliest and on day 74 at the latest. The laying period was seven months between November and May of the following year. Egg production was highest in February and March at 25.79 and 30.94%, respectively. The relationship between pairing and laying demonstrated that egg production in breeding groups of equal female-to-male ratios (18.50 eggs per female) was significantly higher than those of population breeding groups and breeding groups with unequal female-to-male ratios (6.55 and 9.51 eggs per female, respectively) ($p < 0.001$). The female-to-male ratio was altered in pairing, markedly decreasing the egg production from 20 to 1 the following year. For example, two females died as a result of an accident during transfer to a different pen, conducted to prevent pairing with the same male, while one female mated with two different males. Thus, some females continued to mate with the previous males, while the others mated with different males after laying. Fertility was 89.64 and 86.14% and hatchability was 67.34 and 64.64% in 2009–2010 and 2010–2011, respectively. The mating frequency peaked from January to March, accounting for 80.23% of the total. The mating time zone peaked from 3:00 to 9:00 a.m., accounting for 75%, but particularly from 5:00 to 9:00 a.m., accounting for 52.04%. The mating duration peaked at 22–74 seconds, accounting for 72.23%. The longest mating duration was 3 minutes and 50 seconds (230 seconds). The mating frequency varied among pairs, ranging from 10 to 59. Pairs with high egg production tended to show a longer mating duration. The mean body weight of four- and five-year-old emus was 40 kg. The body fat weight of males (9.42 ± 0.40 kg) was significantly larger than that of female emus (7.34 ± 0.64 kg) ($p < 0.01$). There was a strong correlation between the body and fat weights ($r = 0.785$). The fat weight of male emus shipped in the first and second periods were 7.75 ± 0.64 and 9.94 ± 0.47 kg, respectively ; the weight of fat in the second period was significantly larger ($p < 0.01$).

Key words : Emu for Bioindustry, Pairing, Egg Production, Body Fat Weight, Fertility

* Honorary Professor : Tokyo University of Agriculture

† Corresponding author (E-mail : michinari@ab.auone-net.jp)