《 総 説 》

生物学研究におけるウズラの利用

本 間 運 隆
東京大学農学部・家畜生理学教室

図 1. 産卵ウズラの正中断面²¹⁾ (西村原図)

日本は飼いウズラ発祥の地でありながら、ラズラを材料とした研究は最近になってやっとその数を増したのが実状であって、まだ家禽学以外の分野における利用は限られている。実験動物として、外国ではヨーロッパウズラ (*Coturnix coturnix coturnix*)、コリンウズラ (Bob-white quail)、カリフォルニアウズラ、オーストラリアウズラ、なども用いられている。

これらと、ウズラ (*Coturnix coturnix japonica*) との交配は事実上不可能であるといわれる。ヨーロッパウズラとウズラとの関係については ANN BAKER¹⁾ らが述べている。コリンウズラ²⁾ はアメリカでは、以前はよく用いられたが、現在ではウズラにおされて、その使用は減少しているようである。

飼育が容易で、繁殖力が旺盛な点では鳥の中でウズラの右に出るものはないといってもよく、これが多くの研究者をしてウズラを材料として利用することに踏み切らせた理由であろう。

生物実験では、何をにおいても手軽に実験ができ、仮説はただちに実験で確かめうる体制をととのえることが大切で、実験動物の選択を誤ると、手間と時間ばかりかかって成果が上らない。また動物の入手が困難なもので

は、そのために実験を中止せざるをえない場合もある。

ウズラは、実用家禽であり、入手も容易で、上記の条件を充しているといえる。ここ数年間に海外においては実験室でのウズラ飼育の普及とともに、多数の解説記事が発表された³⁻⁸⁾。また我が国においても養鶏家を対象とした解説記事はしばしば見受けられ^{9,10)}、成書もあるので¹¹⁻¹⁴⁾、飼育法全般については、今更述べることもないと思われる。

ウズラに関する学術的報告は、その要約が Quail quarterny に集録されるので、情報の入手は現在では容易となった。

ここでは、ウズラに関する最近 10 年の発表を栄養・繁殖・生理を中心として、まとめた。なお疾病、間脳一下垂体系・光周反応については、別に発表する予定であるので、ここでは重複を避け、ふれない方針をとった。

1. 解 剖

ウズラの解剖に関する断片的な報告はかなりの量のにのぼるが^{15-20, 23)}、他の実験動物に見られるような詳細な図説や、脳地図などはまだ出版されていない。しかしウズラにおける筋・血管・神経の走行などはハトやニトリと大差はない。骨格に関して、高橋²²⁾は椎骨数をしらべ、個体によってかなりの変異はあるが、大多数において頸椎 14、胸椎 6-8、腰椎 8-10、尾椎 9-11 であると述べた。

産卵ウズラは、骨が硬くないので、マクロオートラジ

昭和45年5月16日受付

Japanese Quail in Biological Research—a review—
Kazutaka HOMMA, Department of Veterinary
Physiology, Faculty of Agriculture, University of
Tokyo, Tokyo; Japan. Poultry Sci., 7, 1969.

オグラフに適している。図 1 は、産卵ウズラ全身凍結切片からのトレースである²¹⁾。今後この手法によるウズラの図説ができれば種々の方面の研究に益するところが多いと思われる。間脳の神経核については、研究者が各自でアトラスを作って使用しているのが現状である。STETTER ら²⁴⁾が、鳥の脳機能と行動に関する記事の中でウズラの脳の写真をのせているのは参考になる。

2. 染色体

ウズラ染色体に関しては、古く小熊の報告²⁵⁾があり、その結果は、水処理法による最近の知見²⁶⁾とも一致し、染色体数は 39 対+Z・W (♀) および +Z・Z (♂) である。ウズラ染色体の研究には、哺乳類でよく用いられる白血球の培養は好結果を与えないので、腎臓または精巣が用いられる。鳥類独特の方法としてフェザーバルブ法がある。それを用いたウズラ、およびニワトリとウズラの雑種の染色体に関する研究²⁷⁾の結果、この属間雑種の孵化例は核型から、すべて雄と判定され^{28,29)}、成長しても性腺の発達が悪く、下垂体も貧弱である。

3. 遺伝・育種

鳥類における遺伝・育種の研究材料として、ニワトリやシチメンチョウは費用がかかり、下手をすると維持に追われて研究ができない。その点ウズラは費用もかからず、世代数を重ねるのに短時間で充分であるため、ウズラを用いた体重・骨格・産卵・卵成分などの遺伝に関する研究は急速に発展し³⁰⁻³⁵⁾、近い将来においてニワトリの研究を凌駕するものと予想される。

遺伝的欠陥としては、ロコ³⁶⁾、マイクロメリア³⁷⁾、Crooked-neck dwarf³⁸⁾が報告され、この他にもニワトリに見られる奇形と相同の奇形はウズラにおいてもみられることが多い³⁸⁾。

羽装については、島倉³⁹⁾が斑入り白の遺伝に関して報告したのが最初で、その後、伴性白(アルビノ)^{40,41)}・シルバー・黄色^{42,43)}・パフ⁴⁴⁾・常染色体性白⁴⁵⁾が報告され、このほか 2 つの伴性遺伝形質が知られている⁴⁶⁾。

英国で分離されたという白、ブラック(横斑ブリマスロックに似ている)などの変異については、遺伝学的には充分解明されていないようである。

血液、臓器、卵蛋白質に含まれる酵素、特にアイソザイムの研究は盛んに行なわれている^{1, 47)}。近交劣化については SITTMANN⁴⁸⁾が報告している。

4. 孵 卵

ウズラ卵の孵化に要する日数は 16-17 日である。孵卵に関する一般的注意はニワトリに準ずればよい。ただし

転卵中よく卵の鋭端が下になるので、注意してすぐ直す。検卵は 5 日以降にする。胚の死亡は入卵第 2 日と、孵化直前に多い⁷⁾。種卵の保存期間は低温室においても 2 週間が限度であろう。貯卵日数と孵化率の関係は MARKS ら⁴⁹⁾と WOODARD ら⁷⁾の報告がある。

5. 胚

孵化日数と胚の発達の関係は PADGETT⁵¹⁾ らおよび ZACCHEI⁵⁰⁾ の報告がある。図 2 に示すように、時計文字板を用いて、胚のオリエンテーションを示すと、ニワトリでは 50% 以上が 12 時附近を指すが、ウズラでは 12 時以外を指す胚がかなり多い。FARGEIX⁶⁾ も同様の成績を報告している。

ウズラ胚は、頭部が体軸に対して左に向うものが多い

図 2. 胚オリエンテーションの比較
(ウズラ、著者：ニワトリ・アヒル、CLAVERT⁵²⁾)

図 3. ウズラ胚の発育と卵成分 (FOOTE)

が、これは真の *heterotaxia* ではなく、心臓の位置は正常である。LANDAUER (私信) は、孵卵条件が不良の場合ニワトリ胚に *heterotaxia* が生じやすいので、ウズラもそうであろうと推定しているが、われわれの成績をみると、特定の雌の卵に集中的に *heterotaxia* 様の胚が多発するので、遺伝的要因によると考える方が妥当であろう。ウズラはカラザの構造がニワトリとはやや異なるので、上記の胚の異常は恐らく卵の構造と関係があろう。孵卵中の卵内容の変化は Foote⁸⁰⁾ の報告がある。

ウズラ胚の奇形の種類は、ニワトリ胚と同じく多種多様で⁵⁸⁾、奇形の頻度はニワトリより高いようである。ニワトリでは珍しい *complete twin*⁵⁴⁾ は、ウズラではかなりよく見られ、*monozygotic twin* と推定される⁵⁸⁾。ニワトリでは、*monovular twin* は、いずれも雌であったと報告されたが⁵⁴⁾、著者ら⁵⁹⁾の得た例の中には雄も見出され、その後ニワトリでも雄双子の報告があった⁵⁵⁾。実験的に、胚に傷をつけウズラ胚に各種の双子を作ることでもできる⁵⁶⁾。

薬物による奇形では、トリバンブローを雌鳥に注射した際の胚についての報告がある⁵⁷⁾。一般に、鳥類と哺乳動物とは催奇形剤の効果には一致がみられない。

6. 栄 養

1) 飼料の蛋白質とカロリー：

産卵ウズラ用飼料として、昔は川魚の魚粉を加えた高蛋白飼料が推奨された。国内飼料メーカーの市販している産卵ウズラ用飼料の蛋白質含量は 20-24% である。諸外国では、野鳥用またはシチメンチョウ用のスターターが流用されており、それらの蛋白含量は 24-27% である。

田中⁵⁹⁾らは ME (代謝エネルギー) 280-300 Kcal の飼料においては、粗蛋白質含量 20% で産卵には充分であると結論した。星井ら⁶⁰⁾は、成ウズラとニワトリとにおける、蛋白質の消化率の比較を行ない、ウズラにおける値は、ニワトリのそれより約 2% 劣ると報告した。これらの報告は、ME の計算に用いた基礎的数値をニワトリの研究から借用しているので、今後更に検討を要するであろう。また栄養学の試験では、産卵率までは記録するが、孵化率および受精率まで包含した発表は少なく、ウズラではこれらデータを集めるのもニワトリ程手間はかからないのであるから、今後はぜひ総合的に研究を発展させたいものである。

2) 飼料と育種：

以上のタイプの実験における基本的発想は、“飼料をトリに適合させる”ものであったとすれば、飼料学におけるもう一つのアプローチは、まずある組成の飼料を設

定し、それに対してトリをどこまで適合させうるかをしらべる“トリを飼料に適合させる”方法であろう。その例としては、アミノ酸の飼料中含量を数段階に設定し⁶²⁾、各レベルでウズラの育種を行ない、数世代ごとに選抜の効果を飼養試験によって確認分析する研究があげられる。すでにリジンに関しては 10 世代にわたる選抜の効果⁶¹⁾についての報告がある。

このような研究は、ニワトリでも行なわれているが、ウズラをパイロットとして実験をくむ方が遙かに有利である。

3) ミネラル：

カルシウムとリンの産卵に対する必要量に関する研究はかなりあるが、結論はニワトリの場合と大同小異である⁶³⁻⁶⁷⁾。市販ウズラ用飼料は 5-6% の炭酸カルシウムを含み、カキ殻の添加は不要である。カルシウムの多給はかえって羽軸の切損を起すといわれる。

ウズラは高価な合成飼料を用いる場合に、飼料所要量が少量で済むのが利点である。Fox ら⁶⁶⁾は、亜鉛の必要量を研究し、また血漿中では亜鉛は特異な蛋白の消長と関連することを見出した。

JENSEN⁷²⁾ は、ウズラを用いて、これまでニワトリなどの実験では確定的証明をすることに失敗したセレンの繁殖における必要性を明確に示した。NASA グループの科学者が月の石を、まずウズラに試食させたのもこのような事実があったことが裏づけになっているのであるうか。

4) ビタミン：

小鳥の発育には一般に多量のパントテン酸を必要とする。初生ウズラにおいては、飼料中少なくとも 40 mg/kg のパントテン酸が必要であって⁷⁰⁾、パントテン酸含量が 0-40 mg/kg の範囲では、羽軸の成長はパントテン酸量に比例する。ただし初めに 40 mg/kg の飼料を与えれば、第 2 週以後は 10 mg/kg で足りる。市販飼料中にも 8-11 mg/kg のパントテン酸は含有されていると考えられるので、孵化後餌つけのとき、飲水に入れて与えるのが効果的であろう。

ビタミン A の必要量は、飼料 1 kg 当り、成長に対しては 500-1000 単位、産卵に対しては 1650-2000 単位、繁殖の維持に対し 3,300 単位と報告されている⁶⁸⁾。一般にビタミン A 欠乏は直接的効果のほかに、疾病に対する抵抗力を弱める間接的効果も大きいから、ウズラの場合も充分量を与えるよう注意すべきである。

ビタミン D は、産卵のためには不可欠で、飼料中少なくとも 1,200 単位/kg を要するが、雄や休産雌ウズラが、維持のために必要とする量は非常に少ない⁶⁹⁾。

雄の繁殖にビタミン E は不可欠で⁷¹⁾、抗酸化剤を飼料

中に加えても、ビタミンEまたはセレンがなければ、繁殖は不能である。しかし雌ウズラでは、ビタミンEが欠乏しても産卵に対する影響は僅かであるという⁷¹⁾。ビタミンE欠乏雌の卵では胚死亡が多く、また生じた雛をビタミンE、およびセレンを欠いた飼料で飼うと脚麻痺を生ずる。

この症状はセレン (1 ppm) またはビタミンEの投与によって治療することができる⁷²⁾。なお雄ウズラのビタミンE欠乏による繁殖能力の喪失は、可逆的なものであるという。

サイアミン、リボフラビンなどに関する、ウズラにおけるまとまった報告はなく、ニワトリに準じて飼料に添加しているのが現状であるが別に問題は無いようである。鳥類の共通性として飼料中のビタミンCは不要であろう。

5) 無菌ウズラ:

RENIER ら⁷³⁾は、すでに 1960 年に、ウズラの無菌飼育を行ない、その手技、飼料などについて詳細な報告をしている。彼らも最初チャボを使用していたが、研究に便利なウズラに切換えたようである。我が国では日生研グループが無菌ウズラの研究を行なっている。

無菌ウズラは微生物学の面からは疾病に対する体内の常在フローラの影響をみたり、ウイルス研究などに大きな意義をもつが、さらに栄養学における腸内細菌の役割を知る意味で重要な研究手段とされている。無菌動物用飼料はオートクレーブで滅菌されるので、ビタミンの破壊がはなはだしく、予め添加量を増しておかなければならない。特に注意すべきはサイアミンである。

7. 体 成 長

ウズラ雛の発育には栄養のほか、多くの条件が関与する。すなわち、育雛時の温度⁷⁵⁾、照明条件、雛の性^{74, 77)}、および遺伝的素質^{74, 76, 103)} などである。極端な例をあげると、semilethal といわれる伴性白の雛は、高温下では野生型よりも優れた成長と viability を示す⁴¹⁾。従って飼料および環境条件、ウズラの line を明記しないデータは殆んど意味がない。

WILSON ら⁴⁾は、U. C. D. の line 908 をシチメンチョウ用飼料で飼育したときのウズラ雄雌の発育を発表し、これが標準としてはよく引用されている。この論文の表 3 におけるウズラの増体と週齢の関係は、週齢 1, 2, …6 は、それぞれ 2, 3, …7 が正しい。いくら条件がよくても、1 週齢で 32 g の増体を示すことはない。

ウズラは少ない床面積で多数羽飼育が可能であるが、初生雛では 40 羽当り 70×90 cm 程度の床面積が必要で、これより狭いと雛の発育が低下する。成鳥の交配で

は、1 つがいにつき 18×18 cm の床面積とする⁷⁴⁾。飼料用桶は成鳥 1 羽に対して長さ 7 cm、水用桶は 2 cm 以上とする。われわれは群飼の場合、ケージに入れたウズラの 80% 以上が一時に採食可能であればよいと考えている。ケージの床から天井までは 15 cm あれば充分で高すぎるとかえって頭を打つ。しかし余り低くすると鳥の出し入れに不便である。

育雛時の照明は 24 L において発育が最も良好で、8 L 以下では死亡率が高い。AHO ら⁷⁵⁾ は、バイオトロ中で、温度および湿度を精密に調節しながら、死亡率および発育の両面から、育雛の最適温を求め、最初の 1 週間は 35°C、第 2 週は 32°C、第 3 週は 26.7°C、第 4 週以降は 21.1°C とするのがよく、湿度は 30-60% の間では實際上影響はないことを報告した。この温度の小数点以下の数値は実はあまり意味はなく、実験を °F で計画し発表に当って °C に換算したために生じた端数であろう。

育雛中は、孵化後 2 日以内に健康でないと判断された雛をすべて淘汰するのがよい。合成飼料の場合は蔗糖のように鼻腔をつまらせたり、また長い線維質のような消化管の運動を妨げるものを与えないなど、細かい点まで注意する必要がある。

8. 産 卵

現在の実用ウズラでは就巢はみられない。24 L-14 L の照明下で、雌は 6 週齢位で産卵を開始し、以後約 1 年間 80-60% の産卵率を示すのが普通で、単飼ケージの場合は産卵率は更に良い。夜間点灯を行なっても自然光の入る鶏舎では、放卵は午後 6-8 時に行なわれるが、自然光を遮断した場合 24~22 L では放卵時間の間隔は 26 時間前後を示す⁷⁸⁾。放卵時刻の記録には、ケージの下面に小型の水銀スイッチを置き、卵によって開閉を行なわせて、レコーダーのペンと連動させる。

排卵は、通常放卵の直前から放卵後 30 分までに行なわれる。輸卵管内における卵の移動の時間的経過は WOODARD ら⁷⁹⁾の報告がある。

9. 卵とその成分

ウズラ卵の斑点は、個体によってそのパターンはほぼ一定しており生涯変ることがない⁸²⁾。この斑点のパターンは大別すると、小形の円形斑が散在するものと、大型の不規則な斑点とその他多数の不定型小斑点の混在するものとなる。遺伝的に、白色卵を産む系統も分離され、常染色体性の劣性遺伝であることが示された^{87, 88)}。ウズラ子宮部における卵殻色素の生成および分泌に関しては、POOLE^{84, 85)} および田村ら⁸⁶⁾が報告している。

表 1. ウズラ卵の組成 (著者)

	重量 (g)	%	厚さ (mm)
全 卵	9.93		
卵 白	5.59	56.3	
卵 黄	4.27	32.9	
卵 殻	0.70	7.5	0.35~0.20
卵殻膜	0.20	2.0	0.06
水 分		67.49	
蛋 白 質		16.64	
脂 肪		14.64	
炭水化物		—	
灰 分		1.23	

ウズラの初卵卵重は 5~7g のものが多いが、間もなく日齢の進むに従って卵重は増加し、個体ごとにそれぞれ一定値 (8.5~11.5g) を示すようになる。ウズラ卵成分について表 1 に示した。内容的には、ウズラ卵は蛋白質と塩類濃度が鶏卵よりも高く、リボフラビン濃度は鶏卵の約 2 倍といわれる。

ウズラ卵の蛋白質の電気泳動による分析と、その遺伝については ANN BAKER ら¹⁾の詳細な研究があり、それによると Edinburgh にある stock では、卵白蛋白質に関係する allele の数は、アルブミン 2, ポストアルブミン 2, コンアルブミン 1, X-蛋白 2, オボムコイドと思われるもの 3, slow- α 様蛋白に多分 3, リゾザイムに 2 ある。これらの組合せにより多数の表現型がある。

ウズラ卵を卵黄と、卵白とに分離し、卵黄はエーテルで脱脂後に、卵白はそのままで凍結乾燥し、常法に従って塩酸で加水分解して、Beckman 120B 自動分析器で求めたアミノ酸組成を表 2 に示した。これからウズラ卵は鶏卵にくらべて、プロリン、イソロイシンが少なく、

アスパラギン酸が多いことがわかる。シスチンの含量についてはまだ検討の余地がある。

10. 産卵と寿命

実用ウズラは、24L で産卵を継続するため、雄にくらべて雌の寿命は短い⁸⁸⁾。通常雌は 1 ヶ年前後で死亡することが多い。雄は記録によれば 8 年、著者の経験でも 3 年以上生存するが、授精能力は例外を除いて、3 ヶ月齢以後は急激に低下する。雌では、白血病の発症は、6 ヶ月齢頃から見られるようである。

11. 人工授精

ウズラの人工授精の手技はニワトリとほぼ同様であるが⁸⁹⁻⁹⁴⁾、ウズラ精子は体外では急速に運動性を失うし、一回の射精量も少ないのでその実施は困難であって、ウズラ-ウズラの交配においても受精率・孵化率は良くない^{89,94)}。自然交配の場合でも、少なくとも 4 日に 1 回は交配しなければ、80% 以上の平均受精率を期待するのは無理である⁹⁵⁾。

ウズラにおける人工授精の報告は、むしろニワトリ精液をウズラに注入した実験が多く^{89,90,98,99)}、この際ウズラを受精率によって選抜して行くと、かなり好成績が収められる⁸⁹⁾。

ニワトリとウズラの属間雑種の研究を開拓したのは光本であったが、例数が少なかったためか、孵化例をえていない⁹⁸⁾。その後渡辺らは 2096 卵において、24 例の孵化をみている⁹⁹⁾。雑種の羽装は授精に用いた雄鶏によって支配され⁹⁷⁾、雛体重は 6~7g で孵化に要する日数は 19 日であることはすべての報告で一致している。成鳥はハト位の大きさになり、性腺の発育は悪く、繁殖能力を欠くことはすでに述べた。ウズラ $\times$ ニワトリ♀の交配による雑種 (quail-chicken hybrid) の作出は成功例の報

表 2. ウズラ卵のアミノ酸組成 (%) (小島, 未発表)

* : 少量で定量できなかった。

アミノ酸	部 分		アミノ酸	部 分	
	卵白	卵黄		卵白	卵黄
リジン	8.07	8.51	アラニン	6.42	6.00
ヒスチジン	2.40	2.83	1/2 シスチン	1.35	—*
アルギニン	5.05	7.42	バリン	5.74	5.09
アスパラギン酸	10.60	10.10	メチオニン	3.36	3.08
グルタミン酸	14.90	13.50	イソロイシン	4.34	5.37
スレオニン	5.43	5.14	ロイシン	9.00	9.07
セリン	6.21	8.51	フェニルアラニン	5.87	4.11
プロリン	0.59	1.40	トリプトファン	1.18	1.34
グリシン	4.45	3.42	アンモニア	1.48	2.00

告はない。

ニワトリでは子宮内に卵殻のついた卵のない午後 2～3 時に授精するのがよいとされているが⁹⁶⁾、ウズラでは、子宮内の有無と関係なく、自然条件の日照下または 14L の人工光で飼育しているときは、明期の midpoint (正午頃) に授精するのがよい⁹⁸⁾。精液は子宮壁と卵殻の間にチューブを通して、子宮内に注入する。精液に抗生物質を添加する方がよいとも⁹¹⁾、不用ともいわれる⁹⁰⁾。

12. 内分泌腺

生殖腺および下垂体など内分泌腺に関する発表は多いが、ここでは割愛させていただいて、甲状腺および上皮小体についてのみ述べることにする。

1) 甲状腺:

ウズラとコリンウズラの甲状腺におけるサイロキシンの分泌率を goiter prevention 法によって比較すると、2～4 週齢のウズラで $1.6 \sim 2.6 \mu\text{g}/100 \text{ g B. W. /day}$ で、多くの個体は約 $1.6 \mu\text{g}$ であった。この値は同じ日齢のコリンウズラにくらべかなり高い。またヨード 300 ppm を含む飼料で飼育すると、44 日齢のウズラ甲状腺中のヨード含量は、コリンウズラの約 5 倍を示した¹⁰⁰⁾。

ウズラの発育がコリンウズラより早いことは、一見甲状腺機能の差と結びついているようであるが、ウズラを発育速度によって選抜育種して fast growing line と slow growing line を作り、同じ日齢で、両ラインの甲状腺機能を¹³¹⁾のとりこみで比較すると有意差はなかった。しかし同じ体重に達した点で比較すると、明らかに slow growing line の甲状腺が低い値を示した^{103, 104)}。この成績はニワトリにおける同様の実験の結果¹⁰¹⁾と類似している。

甲状腺機能は、環境温度に関係のあることはよく知られている。近宗らは幼若ウズラを $9.4 \sim 40^\circ\text{C}$ に 10 日間さらして、その甲状腺ホルモン分泌率を goiter prevention 法によってしらべ、 $20^\circ \sim 40^\circ\text{C}$ では $7.5 \mu\text{g}/100 \text{ g B. W. /day}$ から $3.85 \mu\text{g}/100 \text{ g B. W. /day}$ まで、環境温の上昇に従って分泌率が低下すると報告している¹⁰⁵⁾。この値は、 40°C の分泌率をとってもこれまでの報告にくらべ著しく高いが、その理由はよく分らない。

McFARLAND ら¹⁰²⁾はウズラ甲状腺の機能を¹³¹⁾の放出で測定し、とりこまれたサイロキシンの半量が放出されるに要する時間は、環境温 21°C で 18.42 時間、 32°C では 30.36 時間で、温度上昇による分泌率の減少を認め、このサイロキシンの温度に対する応答は、間脳の特定位位の破壊によって消失することを示した。なお、ウズラでは外気温を下げると、間脳自体の温度もかなり急激に低下するので¹⁰²⁾、サイロキシン分泌に関する感温

部は、間脳またはその附近に見出される可能性もある。動物によっては、サイロキシン投与で体温上昇をみるというが、ウズラで報告はない。

2) 上皮小体:

カルシウム代謝に関するホルモンとして、最近 calcitonin が注目されている。鳥では calcitonin は ultimobranchial body で分泌され、上皮小体で分泌される parathormone とともに、雛の発育に関与するといわれるが、産卵への関与は少ないと考えられている。産卵期のウズラでは、上皮小体は著しく肥大し、その重量は甲状腺を上回る。この時期の上皮小体を組織化学的に検査すると、極めて活潑な分泌活動をしているものと認められる¹⁰⁶⁾。すなわち上皮小体は medullary bone におけるカルシウムの出納¹⁵⁾や、卵殻における CaCO_3 の沈着における主要な役割を果たすものと考えてよさそう。

13. Sex dimorphism:

1) Vent sexing 雌雄鑑別

ウズラのフェーラスの発達について、橋本ら¹⁰⁹⁾は、飼いウズラおよび野生ウズラを材料として研究し、初生雄においてはその痕跡を認めるが、雌では完全に退化し、この部位の観察により鑑別を行なうのは無理であろうと述べている。しかしその記載をみると、観察は主として固定標本によったと推定され、生体における特徴をつかんでいないように思われる。

実際には、ウズラにおいても vent sexing は可能で、前田¹⁰⁸⁾は、ニワトリの鑑別法に附記して初生ウズラの鑑別法を述べている。この方法は比較的容易であるが、100%近い正確度をうるまでには 1000羽以上の練習が必要であろう¹⁰⁷⁾。なおウズラの鑑別法を習得すれば、他の種に属する鳥にもかなり応用できる。

2) 羽装の性差

野生型雛では、20 日齢を過ぎないと、羽装による性別の判定はできない。ニワトリにおけるようなマーカーゲンによる autosexing はウズラにおいては実用化されていないが、伴性ブラウン⁴⁶⁾は実験室において、鑑別に応用する価値がある。

野生型ウズラにおいて、1 月以上たっても、羽装による性別の判定が不可能な個体が時として見受けられ、その多くは vent sexing により雌と判定された個体である。日齢が進んでも産卵せず、養鶏家が俗に間性と呼ぶものである。これが遺伝的なものか、環境に由来するものかは明らかでない。HAFFEN は遺伝的には雄の間性を報告した¹²¹⁾。

羽装はまた、遺伝的に決定された性とは無関係に、性ホルモンの投与によって雄型または雌型にすることがで

きる。局所的なホルモン処理によって、部分的に羽装を変化させることも可能である。

3) クロアカ腺:

ウズラには、頭部に鶏冠様の構造を欠くが、雄クロアカの上部に、いわゆるクロアカ腺があり、成鳥では泡沫状の分泌物を出す。雌においても、産卵期には荒い泡をクロアカ部に分泌しているのが認められ、テストステロンを投与すれば、クロアカ腺はかなりの発達を示す。

この腺の分泌物は、ムチカルミンおよびアルカインブルーによく染り、トリジンブルーに対してメタクロマジーを示すので、グリコムコ蛋白と考えられる。泡沫はかなり安定で、水溶性部分をデンプンゲル電気泳動で分析してみると、血清蛋白以外の蛋白は見出されなかった。

14. 血 液

1) ヘモグロビン (Hb)

鳥のヘモグロビンは、電気泳動によって2つ以上のバンドに分かれるのが普通である¹¹⁰⁾。ニワトリ Hb は主成分(M)のほか移動度の大きい副成分 m_1 , m_2 が見出され、表現型はI型(M, m_1), II型(M, m_2), III型(M, m_1 , m_2) とすると、各型の間の交配実験の結果 m_1 と m_2 は codominant の対立遺伝子によって支配されることが示された¹¹¹⁾。ウズラにおける Hb は、まず、I, III型が発見され、ついでII型も見出され¹¹¹⁾、交配試験の結果はニワトリと同様であった¹¹²⁾。以上のほか、移動度の小さい embryonic Hb があり、これは孵化後もかなりの期間にわたって認められる。

2) 血圧・血球

ウズラ血圧は、雄成鳥 158.1~151.8 mmHg 雌成鳥で 156.1~146.9 mm Hg, 心搏数は雄 530, 雌 490/分である¹¹⁴⁾。ウズラの血液の凝固を含めて、鳥血液の凝固時間について、BIGLAND の報告がある¹¹⁷⁾。

初生から 50 日齢までの、血球数、ヘマトクリット、ヘモグロビン濃度、の変化は ATWAL ら¹¹⁵⁾の報告がある。注目される点は、孵化後数日間は、雄の方が雌よりも血球数が多いが、成長の途中で性差は一時消失し、性成熟に近づくと、再び雄の血球数が増加することである。また1日齢では erythrocyte index (血球1個の容積) は、雄が雌より大きい。

ヘマトクリットの値は、研究者によってかなりまちまちであるが¹¹⁶⁾、成熟雄で 50%, 雌で 40% 位が妥当な数値であろう¹¹⁵⁾。

白血球は約 2~2.5 万/mm³ で differential counting は、ニワトリの場合と同じく、ライト¹¹⁷⁾染色による。白血球のうちヘテロフィルの占める割合は、日齢とともに増加し、孵化時には雌 29%, 雄 23% であったものが

図 4. 初卵前後における血漿蛋白量の変化 (熊谷・未発表)

50 日齢では、それぞれ 50% に増加し、それに応じてリンパ球%が減少する。

3) 血漿蛋白質

蛋白計で測定した血漿蛋白質濃度は、初生ウズラでは 2.5 g% で、以後日齢が進むに従って次第に増加し、性成熟に達する直前では、雌雄とも 3.5 g% 程度となる。この後、雌では産卵開始ごろに急激な上昇がみられ、やがて産卵が規則的になると 6 g% 程度で、かなり安定する(図 4)。このような雌における血漿蛋白質濃度の変化は排泄されるエストロゲン量の消長とよく一致するようである。

産卵ウズラの血漿蛋白を、ゲル電気泳動法でしらべると、雄ウズラには見られない新しいバンド(J)が、アルブミンの前方に現われる。また α -リボ蛋白バンドと思われる成分が減少し、新しい β -リボ蛋白バンドが出現する^{23,120)}。この変化は、リボ蛋白質の蛋白部分はそのままで、脂質成分の変化によって生じた可能性がある。

血清蛋白質に関する研究で、異色あるものとしては、HALEY¹¹⁹⁾ によるニワトリとウズラの雑種における、血清アルブミンの polymorphism の研究である。雑種血清アルブミンには、新しい hybrid protein の出現はなく、ニワトリアルブミンとウズラアルブミンの混合物であった。

む す び

ウズラに関するデータは、最近急激に増加しつつあり、そのために重要な発表を見落しているかもしれないが、一応 1968 年までの主たるものは集録したつもりである。図表は、一般にあまり知られていないものを選んだ。

本文が、ウズラを実験に使用する際に、基礎データをしらべる索引として役立てば幸である。

終りにあたって、著者がウズラの実験動物化に関する基礎的研究グループの一員として、昭和 41 年から 3 年

にわたり、研究を行なった際、種々御教示下さった諸先生に深く謝意を表する。

なお本年 4 月に来日した Dr. W. O. WILSON によると、ハワイで、ウズラが非常に増殖しているとのことである。

文 献

- 1) ANN BAKER, C. M. and C. W. MANWELL: Comp. Biochem. Physiol., **23**, 21, 1967.
- 2) STODDARD, H. L.: The bobwhite quail. Its habbit, presentation and increase Scribners, New York, 1931.
- 3) PADGETT, C. A. and W. D. IVEY: Science, **129**, 267, 1959.
- 4) WILSON, W. O., U. K. ABBOTT and H. ABPLANALP: Poultry Sci., **40**, 651, 1961.
- 5) SHELLENBERGER, T. E. and G. W. NEWELL: Lab. Animal Care, **14**, 314, 1964.
- 6) FARGEIX, N.: Arch. Anat. Hist. Embryol., **47**, 275, 1964.
- 7) WOODARD, A. E., H. ABPLANALP and W. O. WILSON: Japanese quail husbandry in the laboratory (*Coturnix coturnix japonica*). Dept. Poultry Husbandry, U.C.D. 1965.
- 8) MARSH, A. F.: Quail manual, 1965 (revised every two years). Marsh Farm, California.
- 9) 森中章祐: 畜産の研究, **15**, 1181, 1322, 1428, 1961.
- 10) 志済吉信, 鈴木 仁: 畜産の研究, **20**, 323, 464, 703, 1966.
- 11) 大島俊男: ウズラの飼い方, 修教社, 東京, 昭 25.
- 12) 阿部瑞軒: 実用ウズラの飼い方, 泰文堂, 東京, 昭 36.
- 13) 設楽与一郎: ウズラ, 農山漁村文化協会, 東京, 昭 41.
- 14) 横倉 輝: ウズラ飼育の実際, 泰文館, 東京, 昭 43.
- 15) SIMMONS, D. J. and A. M. PANKOVICH: Endoc., **74**, 646, 1964.
- 16) SIMMONS, D. J. and A. M. PANKOVICH: Anat. Rec., **147**, 325, 1963.
- 17) McFARLAND, L. Z. and W. O. WILSON: Anat. Rec., **151**, 465, 1965. (abstract)
- 18) KANNANKRIL, J. and L. V. DOMM: Anat. Rec. **148**, 297, 1964. (abstract).
- 19) WARNER, R. L., L. Z. McFARLAND and W. O. WILSON: Am. J. Vet. Res., **28**, 1537, 1967.
- 20) OGASAWARA, F. X. and H. ABPLANALP: Poultry Sci., **47**, 1703, 1968. (abstract).
- 21) 西村昌数: 東京大学修士論文, 昭 44.
- 22) 高橋久英: 名古屋大学卒業論文, 昭 41.
- 23) MAKITA, T. and S. KIWAKI: Jap. J. Zootech. Sci., **39**, 246, 292, 1968.
- 24) STETTER, L. J. and K. A. MATYNIK: Scientific Amer., **218**, 64, 1968.
- 25) OGUMA, K.: Ann. Zool. Jap., **17**, 612, 1938.
- 26) TALLURI, M. V. and L. VEGNI: Chromosoma, **17**, 264, 1965.
- 27) SHOFFNER, R. N., A. KRISHAN, G. J. HAIDEN, R. K. BAMMI and J. S. OTIS: Poultry Sci., **46**, 333, 1967.
- 28) BAMMI, R. K., R. N. SHOFFNER and G. J. HAIDEN: Can. J. Genetics and Cytogenetics, **8**, 533, 1966.
- 29) BAMMI, R. K., R. N. SHOFFNER and G. J. HAIDEN: Can. J. Genetics and Cytogenetics, **8**, 537, 1966.
- 30) COLLINS, W. H. and H. ABPLANALP: Genetics, **52**, 436, 1965.
- 31) 井上輝男・酒井寛一: Ann. Rep. Nat. Inst. Genet., 1968.
- 32) ISOGAI, I., T. KAWAHARA and K. SAKAI: Ann. Rep. Nat. Inst. Genet., 1966.
- 33) 磯具岩弘: 日本家禽学会講演, 1970, 4 月.
- 34) 河原孝忠・久坂 遼: 同上
- 35) 光本孝次・庄武孝義: 同上
- 36) SITTMANN, K., W. C. P. RICHARDS and H. ABPLANALP: Can. J. Genetics and Cytol., **7**, 636, 1965.
- 37) HILL, W. G., G. L. LLOYD and H. ABPLANALP: J. Hered., **54**, 188, 1963.
- 38) SITTMANN, K., and R. M. KRAIG: J. Hered., **58**, 44, 1967.
- 39) 島倉亭次郎: 遺伝学雑誌, **16**, 106, 1940.
- 40) LAUBER, J. K.: Science, **146**, 948, 1964.
- 41) 本間運隆・神野雅宏・佐藤孝二・安藤昭弘: 日畜会報, **39**, 348, 1968.
- 42) 本間運隆・神野雅宏・朱宮正剛: 日畜会報, **38**, 163, 1967.
- 43) 岡本 悟・武富萬治郎: 鹿大農学術報告, No. 19, 9, 1968.
- 44) SITTMANN, K., W. O. WILSON and L. Z. McFARLAND: J. Hered., **57**, 119, 1966.
- 45) SITTMANN, K. and H. ABPLANALP: J. Hered., **56**, 220, 1965.
- 46) 本間運隆・神野雅宏: 日本畜産学会講演, 昭 44, 45, 秋期大会.
- 47) 橋口 勉・岡本 悟・武富萬治郎: 鹿大農学術報告, No. 17, 93, 1966.
- 48) SITTMANN, K., H. ABPLANALP and R. A. FRASER: Genetics, **54**, 371, 1966.
- 49) MARKS, H. L. and J. V. MOTTA: Poultry Sci., **46**, 1288, 1967 (abstract).
- 50) ZACCHEI, A. M.: Arch. Ital. Anat. Embriol., **46**, 36, 1961.
- 51) PADGETT, C. S. and W. D. IVEY: Anat. Rec., **137**, 1, 1960.
- 52) CLAVERT, J.: Arch. Anat. Micros. Morph. Exp., **49**, 207, 1960.
- 53) HOMMA, K., and M. JINNO: Poultry Sci., **47**, 130, 1968.
- 54) MUNRO, S. S.: J. Hered., **56**, 285, 1965.
- 55) MORGAN, W.: J. Hered., **59**, 346, 1968.

- 56) LUTZ, H., and Y. Lutz-Ostertag: C. R. Biol. Sci., **158**, 1504, 1964.
- 57) CRITCHFIELD, C., and J. C. DANIEL Jr.: Growth, **29**, 301, 1965.
- 58) 安田峯生・有行史男: 先天異常, **5**, 255, 1965.
- 59) 田中唐雄・山根哲夫・西川哲三郎: 日畜会報, **37**, 231, 1966.
- 60) 星井 博・瀬垣 浩・吉田 実: 日本家禽学会講演, 昭 45.4 月.
- 61) GODFREY, E. F.: Poultry Sci., **47**, 1559, 1968.
- 62) SVACHA, A. J., C. W. WEBER and B. J. REID: Poultry Sci., **48**, 1881, 1969. (abstract).
- 63) NELSON, F. E., J. K. LAUBER and L. MIROSH: Poultry Sci., **43**, 1346, 1964.
- 64) MILLER, B. F.: Poultry Sci., **46**, 686, 1967.
- 65) KRISHNA, G. and J. R. HOWES: Quail Quarternary, **3**, 25, 1966.
- 66) FOX, S. M. R., and B. N. HARRISON: J. Nutr., **86**, 89, 1965.
- 67) BEANE, W. L. and J. R. HOWES: Quail Quarternary, **3**, 29, 43, 1966.
- 68) SHELLENBERGER, T. E. and J. M. LEE: Poultry Sci., **45**, 708, 1966.
- 69) CHANG, S. I. and K. MCGINNIS: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., **124**, 1131, 1967.
- 70) FOX, M. R. S., G. A. HUDSON and M. E. HINTZ: Fed. Proc., **25**, p. 721, 1966. (abstract)
- 71) PRICE, F.: Poultry Sci., **47**, 1037, 1968.
- 72) JENSEN, L. S.: Fed. Proc., **27**, 914, 1968.
- 73) RENIER, J. A. and M. R. SACKSTEDER: J. Nat. Cancer Inst., **24**, 1405, 1960.
- 74) IL-IBIARY, H. M., E. F. GODFREY and C. S. SHAFFNER: Poultry Sci., **45**, 463, 1966.
- 75) AHO, W. A., W. O. WILSON and T. D. SIOPES: Poultry Sci., **48**, 1770, 1969.
- 76) GHANY, M. A., E. F. GODFREY and H. L. AULL: Poultry Sci., **45**, 1422, 1966.
- 77) 岡本 悟・武富萬治郎: 鹿大農学術報告, No. **18**, 151, 1968.
- 78) 鈴木邦彦: 名古屋大学修士論文, 昭 42.
- 79) WOODARD, A. E. and F. B. MATHER: Poultry Sci., **43**, 1427, 1964.
- 80) FOOTE, F. M.: Illinois State Acad. Sci., **60**, 371, 1967.
- 81) MAHMOUD, T. H. and T. H. COLEMAN: Poultry Sci., **46**, 1168, 1967.
- 82) JONES, J. M., M. A. MALONEY and J. C. GILBREATH: Poultry Sci., **43**, 1292, 1964 (abstract).
- 83) POOLE, H. K.: J. Hered., **55**, 136, 1964.
- 84) POOLE, H. K.: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., **119**, 547, 1965.
- 85) POOLE, H. K.: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., **122**, 596, 1966.
- 86) TAMURA, T., S., FUJII, H. KUNISAKI and M. YAMANE: J. Fac. Fish. Animal Hus. Hiroshima Univ., **6**, 37, 1965.
- 87) POOLE, H. K.: J. Hered., **58**, 200, 1967.
- 88) DANIELS, G. J.: Poultry Sci., **47**, 1875, 1968.
- 89) OGASAWARA, F. X. and R. HUANG: Poultry Sci., **42**, 1386, 1963.
- 90) MCFARQUHAR, A. M. and P. E. LAKE: J. Reprod. Fert., **8**, 261, 1964.
- 91) WENTWORTH, B. C. and W. J. MELLEN: J. Reprod. Fert. **6**, 215, 1963.
- 92) MARKS, H. L. and P. D. LEPORE: Poultry Sci., **44**, 1369, 1965.
- 93) LEPORE, P. D. and H. L. MARKS: Poultry Sci., **45**, 888, 1966.
- 94) TAJI, K. and K. IKEDA: Memories Ehime Univ., Sect. VI, 113, 1956.
- 95) SITTMANN, K. and H. ABPLANALP: Brit. Poultry Sci., **6**, 245, 1965.
- 96) WARREN, D. C. and C. L. GISH: Poultry Sci., **22**, 108, 1943.
- 97) WILCOX, F. H. and C. E. CLARK: J. Hered., **52**, 167, 1961.
- 98) MITSUMOTO, T.: Tohoku J. Agr. Res., **10**, 59, 1959.
- 99) 渡辺誠喜・天野 卓: 日畜会報, **38**, 30, 1967.
- 100) KIRKPATRICK, C. M., H. E., PARKER and J. C. ROGGER: Wildlife Management, **26**, 172, 1962.
- 101) FARRINGTON, III, A. J. and W. J. MELLEN: Poultry Sci., **45**, 1083, 1966.
- 102) MCFARLAND, L. Z., M. K. YOUSEF and W. O. WILSON: Life Sci., **5**, 309, 1966.
- 103) MARKS, H. L. and P. D. LEPORE: Poultry Sci., **47**, 556, 1968.
- 104) LEPORE, P. D. and H. L. MARKS: Poultry Sci., **47**, 1774, 1968.
- 105) CHIKAMUNE, T., N. NISHIZAWA, T. ANRAKU, Y. TANAKA and S. SAITO: Jap. J. Zootech. Sci., **39**, 115, 1968.
- 106) YAMADA, K.: Experientia, **20**, 444, 1964.
- 107) HOMMA, K., T. D. SIOPES, W. O. WILSON and L. Z. MCFARLAND: Poultry Sci., **45**, 469, 1966.
- 108) 前田一郎: 初生雛鑑別読本, pp. 68-73, 養鶏の日本社, 名古屋, 昭 25.
- 109) 橋本重郎: 日畜会報, **9**, 185, 1936.
- 110) MANWELL, C., C. M. ANN BAKER, J. ROSLANSKY and M. FOGHT: Proc. Nat. Acad. Sci., **49**, 496, 1963.
- 111) WASHBURN, K. W.: Poultry Sci., **47**, 561, 1968.
- 112) WASHBURN, K. W., K. L. MARKS and R. H. LOWE: Poultry Sci., **47**, 1641, 1968.
- 113) LOWE, R. H. and K. W. WASHBURN: Poultry Sci., **48**, 1747, 1969.
- 114) RINGER, R. K.: Poultry Sci., **47**, 1602, 1968.
- 115) ATWAL, O. S., L. Z. MCFARLAND and W. O. WILSON: Poultry Sci., **43**, 1392, 1964.
- 116) ERNST, R. A. and R. K. RINGER: Poultry Sci., **43**, 639, 1968.
- 117) SANTAMARIA, E.: Stain Tech., **39**, 267, 1964.
- 118) BIGLAND, C. H.: Poultry Sci., **43**, 1035, 1964.
- 119) HALEY, L. S.: Genetics, **51**, 983, 1965.
- 120) 橋口 勉・前田芳実・岡本 悟・武富萬治郎: 鹿大農学術報告, No. **18**, 143, 1968.
- 121) HAFFEN, K.: C. R. Acad. Sci., **261**, 876, 1965.