

家鶏の性成熟における環境支配に関する研究

1. 性成熟に伴う生体機構の変動*

小 川 清 彦

Environmental Control to Sexual Maturity in the Domestic Fowl

1) Development of the Endocrine Glands and Organs in Relation to Sexual Maturity

Kiyohiko OGAWA

(Laboratory of Zootechnical Science)

(その1) 成長に伴う生殖腺の発達ならびに性腺刺激ホルモン力価の変動

緒 言

発育に伴う精巣の成長発達については、HOGUE and SCHNETZLER (1937)¹⁾, JONES and LAMOREUX (1942)²⁾, PARKER (1942)³⁾, KUMARAN and TURNER (1949)⁴⁾ら、多くの研究者によつて追究され、また精巣の発達を支配する下垂体の重量については、BRENEMAN (1944)⁵⁾ および OAKBERG (1951)⁶⁾らの報告があり、下垂体前葉性腺刺激ホルモンに関しては加藤 (1939)⁷⁾, BRENEMAN (1945)⁸⁾, BERGMAN and TURNER (1942)⁹⁾, 武田 (1960)¹⁰⁾らによつて研究され、成長に伴う力価の動きや、精巣重量との関連性について報告されている。

しかし、これらの成績は一般的傾向を知る指標としては参考となるけれども、飼料の改良、飼養管理および品種改良の発達した今日では再検討を要する点もあり、さらに今後、性成熟に対する環境の影響についての一連の研究を行なうにあたり、材料となるべき実験鶏の精巣、下垂体ならびに、その他の器官の発達の実態を把握する必要もある。そこで本論文においては単冠白色レグホン種鶏群を使用し、同一の飼養管理の下に 150日令まで飼育し、精巣および下垂体前葉性腺刺激ホルモン力価の変動状態を追究した。

材料および方法

供試鶏には 150羽の単冠白色レグホン種雄鶏を用い、毎週 1回、体重および鶏冠面積 (L×H) を測定した。

すなわち、初生雛では 60羽、30日令では 20羽、60日令では 15羽、90日令および 120日令では各 12羽、最後の 150日令では 10羽を random に抽出して屠殺解体した後、精巣ならびに下垂体前葉を秤量した。下垂体前葉は秤量後直ちにアセトンに投入乾燥し、BRENEMAN (1945)¹¹⁾および中条・今井 (1956)¹²⁾¹³⁾らの方法に準じた chick-assay により性腺刺激ホルモンの力価を検定した。また、精管中に精液を認めた個体については、精管上部および開口部を結紮した後、摘出し、含有される精液を圧出採取して定量した。また、この一部は 3% 食塩水で 1,000 倍に稀釈した後、血球計算の方法に準じて、1 mm³ 中の精子数を算定した。

成 績

体重、精巣、精巣上体、下垂体前葉、鶏冠および精液量の日令による発達状態は Table 1 のとお

* 本報文は昭和 36 年提出の学位請求論文の一部をなすものである。

Table 1. Anterior pituitary and testes weight, and sperm production of the growing cockerels

Age in days	No of birds	Body weight in g	Pituitary weight in mg	Testes weight in mg	Epididymis weight in mg	Comb weight in g	Volume of semen in cc	Sperm numbers in millions/mm ³
		M±S.E.	M±S.E.	M±S.E.	M±S.E.	M±S.E.	M±S.E.	M±S.E.
1	60	35.5*	0.7*	6*	—	—	—	—
30	20	214.4± 4.2	3.0±0.1	55± 5	—	0.7±0.0	—	—
60	15	647.7±16.5	6.3±0.3	414± 103	26.6± 3.7	8.1±0.8	—	—
90	12	1176.7±26.3	7.9±0.5	3472± 550	77.2± 5.6	29.7±2.9	—	—
120	12	1534.2±55.6	8.5±0.3	4900± 766	100.1±12.6	35.6±2.8	0.223±0.018	3.78±0.56
150	10	1771.0±36.3	9.4±0.5	5570±1552	109.1±16.5	43.7±5.3	0.263±0.066	6.23±0.95

*...Average of pooled samples. M...Mean value. S.E...Standard Error.

りである。とくに精巣の増加の状態は 90日令までが著しく、すでに 90日令では、微量で計測は困難であつたが、12羽中9羽に精管内精液を認め、120日令では12羽中11羽に相当量(平均約0.2cc)が存在し、精子数も多くなつてきていた。さらに150日令では全供試鶏の精管中に精液を認め、単位体

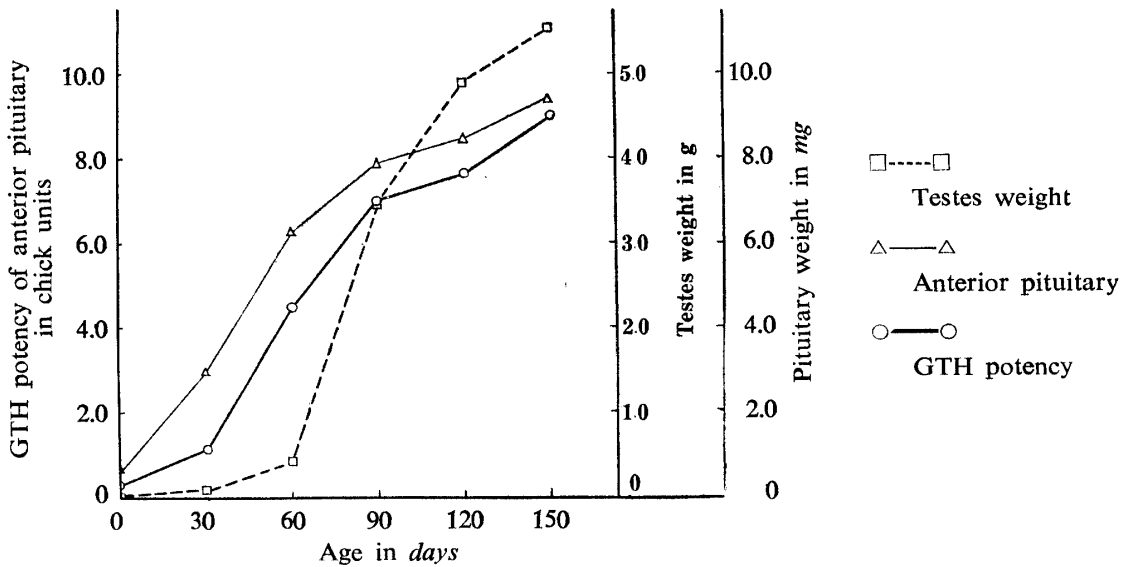


Fig. 1. Development of testes and anterior pituitary and change of GTH potency.

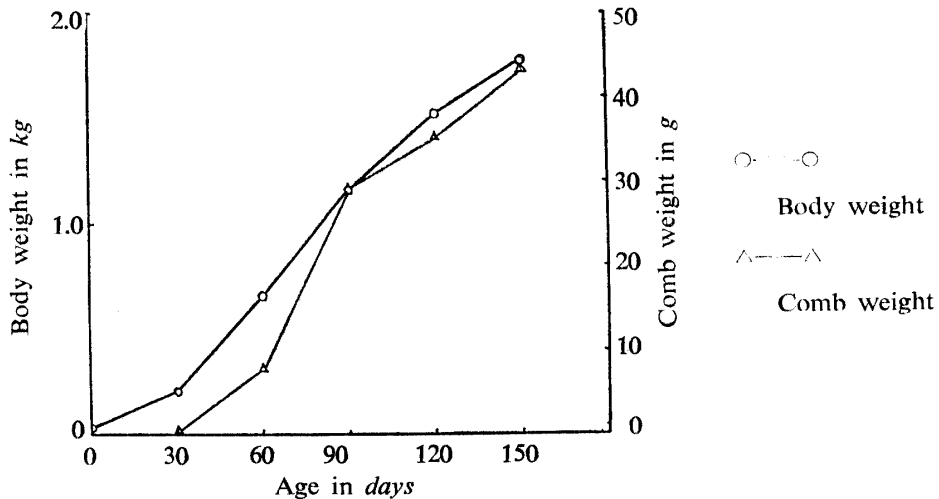


Fig. 2. Growth of body weight and development of comb weight in cockerel,

Table 2. The anterior pituitary, testes and comb weight per 100 g body weight of growing cockerel.

Age in days	Pituitary weight in mg	Testes weight in mg	Comb weight in g
	M±S.E.	M±S.E.	M±S.E.
1	1.44*	17.5*	0.03*
30	1.42±0.04	24.8±1.7	0.30±0.03
60	0.97±0.04	63.8±15.9	1.24±0.13
90	0.67±0.03	290.3±43.9	2.51±0.22
120	0.56±0.03	320.9±50.1	2.53±0.19
150	0.53±0.02	320.3±41.0	2.50±0.28

*...Mean value of pooled samples.
M...Mean value. S.E...Standard error.

のが、Table 2 で、下垂体重量は成長に伴って減少しているが、精巣、鶏冠は 120日日まで増大を続けている。

考 察

精巣の成長発達については多くの研究報告があるが KUMARAN and TURNER (1949)⁴⁾ は各日令における White Plymouth Rock 雄鶏について精巣の組織学的研究を行なっている。それによると精母細胞は生後約 6 週間で現われ始め、精娘細胞は 10 週ごろ出現し、12 週令で精細胞が精細管に現われ、20 週令で通常すべての精管中に存在するようになると述べ、若雄鶏の平均精巣重量は 20 週令で 9.13 g、16 週令では 2.7 g であると報じている。また、JONES and LAMOREUX (1942)²⁾ によれば、White Leghorn 種では、20 週令での平均精巣重量は 16.7 g であると報告している。HOGUE and SCHNETZLER (1937)¹⁾、PARKER et al. (1942)³⁾ は精液の受精能力は 24~26 週令に達するまでは良好でないとも述べている。さらに芝田 (1928)¹⁴⁾ は、White Leghorn 156 羽を、いろいろな週令で屠殺して精巣重量を秤量しているが、それによると孵化後 7~11 週間に、もつとも著しく発達し、これが、丁度、精娘細胞から精子の形成され始める時期に当ると報じている。

本実験における 150 日令の精巣重量は、JONES and LAMOREUX (1942)²⁾ らの結果にくらべ、相当に小さい値を示している。しかし精管中の精子は、すでに 90 日令において、約半数の供試鶏において認められ、150 日令では全鶏において成鶏に近いものを保有していた。すなわち精巣重量は、小さいが、Spermatogenesis においては、彼等の実験結果より進んでいる状態であつた。この精巣重量の大小、Spermatogenesis の遅速は、系統差によるものではないかと考えられる。しかし、精巣重量の大小は別にしても、一般的に White Leghorn は大体 90 日令ごろより性成熟期に入り 150 日令で成熟期に達するものようである。

下垂体重量の日令による重量変動を示した報告に BRENNEMAN (1944)⁵⁾ の例があるが、この例では、ほぼ著者の実験成績と傾向を同じくしている。本実験における下垂体前葉重量の増加と下垂体前葉性腺刺激ホルモン力価の増大傾向は、ほとんど一致し、何れも 30 日令から 90 日令にかけて急激な上昇を示しており、さらに精巣重量の増加とほぼ時を同じくしていることは、きわめて興味深いものがある (Fig. 1)。しかし精巣重量の増加は、下垂体重量、性腺刺激ホルモン力価の増大にくらべ、時期的に若干遅れていることも観察される。これは性腺刺激ホルモン力価の増大が、精巣に対する効果ないし刺激 (すなわち精細管の拡大や間細胞の増加による増量) として現われるには、ある程度の時間的経過を必要とすることを意味するものであろう。下垂体性腺刺激ホルモン力価については、加藤

積当り精子数も成鶏のそれに近くなつていた。この精巣および下垂体前葉の増量を下垂体前葉性腺刺激ホルモン力価の変動状態とともに図示したものが Fig. 1 であり、体重および鶏冠重量の発達状態は Fig. 2 の通りである。これらによると体重は一樣な成長曲線を描いているが、精巣および鶏冠重は 60~90 日間に増量が著しいことが注目される。下垂体前葉性腺刺激ホルモン力価の変動と下垂体前葉重量の発達も平行的な傾向が認められ、30~60 日令で急上昇する S 字状曲線を描いている。なお、これらの各重量を体重 100 g 当りに換算した値を示したも

(1939)⁷⁾, BERGMAN and TURNER (1942)⁹⁾, BRENEMAN (1945)⁸⁾ および武田 (1960)¹⁰⁾らは成長に伴い増加することを, PHILLIPS (1942)¹⁵⁾は, 単位重量当りの力価は減少することを報じているが, 著者の成績は, 加藤らと, その傾向を同じくしている. しかしながら, 年齢による性腺刺激ホルモン力価増加の状態は報告者によつて異つており, BRENEMAN (1945)⁸⁾によるとホルモン力価は3カ月令まで徐々に増加する傾向を示し, 武田 (1960)¹⁰⁾の成績は, 50日令から137日令までに急激な上昇をすることを表示している. また, BRENEMAN の3カ月令のホルモン力価 (8.3 c.u.) は, 著者の値 (7.2 c.u.) より高い値を示し, 武田のそれは, 低い値 (約3.4 c.u.) を示しているが, これらの相違は, 供試鶏の系統差あるいは実験時期および方法などの差に由来するものと考えられる.

(その2) 性成熟に伴う各内分泌腺, 臓器および鶏冠の変動について

緒 言

成長に伴う生体各部や各器官の発達あるいは変動については, いろいろな報告がなされている. このうち LATIMER (1924)¹⁶⁾の研究は, 内分泌腺や臓器の発育を, 主として体重との関係において観察したものである.

本論文では, 性成熟期までの各内分泌腺および臓器などについて, その変動を経時的に測定し, 主として生殖器との関係において比較検討した.

材料および方法

供試鶏は, (その1)において述べた鶏群を用いた. これらの供試鶏は30日ごとに屠殺したが, 前述の精巣や下垂体前葉とともに摘出した各部位, すなわち松果体, 胸腺, 甲状腺, 上皮小体, 肝臓, 脾臓, 膵臓, 脈管豊富多体, ファブリシウス嚢および鶏冠などについてその重量の変動ならびに鶏冠幅の測定を行なつた. 鶏冠幅は鶏冠の頭部附着部の最広幅をノギスで計測した.

成 績

Table 3. Development of comb, various endocrine glands and organs in growing cockerels

Age in days		1	30	60	90	120	150
		M*	M±S.E.	M±S.E.	M±S.E.	M±S.E.	M±S.E.
Comb weight	g	0.03	0.30±0.03	1.24±0.13	2.51±0.23	2.53±0.19	2.50±0.28
Pituitary	mg	1.44	1.42±0.04	0.97±0.04	0.67±0.03	0.56±0.03	0.53±0.02
Pineal	mg	3.18	1.20±0.05	0.53±0.03	0.38±0.03	0.30±0.02	0.25±0.02
Thymus	mg	297	417±12.7	500±30.1	250±27.0	264±33.7	239±40.9
Thyroid	mg	8.15	5.67±0.24	5.10±0.23	5.18±0.14	4.77±0.37	5.88±0.41
Adrenal	mg	21.3	18.5±0.63	12.1±0.36	10.1±0.52	9.43±0.54	8.99±0.33
Testes	mg	17.5	24.8±1.67	63.8±15.9	290.3±43.9	320.9±50.1	220.3±41.0
Liver	g	2.92	2.38±0.04	2.23±0.07	1.96±0.06	1.83±0.03	1.98±0.06
Pancreas	mg	205	406±14.2	314±11.5	220±9.10	204±9.60	205±9.90
Spleen	mg	37.9	118.7±7.24	152.7±7.53	261.6±29.4	202±13.7	263±36.6
Vascular body	mg		2.75±0.24	3.53±0.32	3.90±0.23	3.29±0.15	2.75±0.23
Bursa of Fabricius	mg		405.2±58.8	452.8±22.8	127.0±22.7	91.6±2.17	58.0±23.5
No. of birds		60	20	15	12	12	10

*...Average of pooled samples. M...Mean value. S.E...Standard error, Each weight is represented as weight per 100 g body weight.

各内分泌腺，臓器および鶏冠の日令による変動を体重 100 g 当り換算重量で示せば，Table 3 のとおりである．これによれば，雄性ホルモンの指標と考えられている鶏冠の重量は，Fig. 3 のように精巣重量とほぼ同じ傾向で増大している．しかし鶏冠面積は 120日令以後では，精巣重量増加の状態を反映せず，かえつて鶏冠幅の増加状態が鶏冠の重量増加傾向に類似していた．

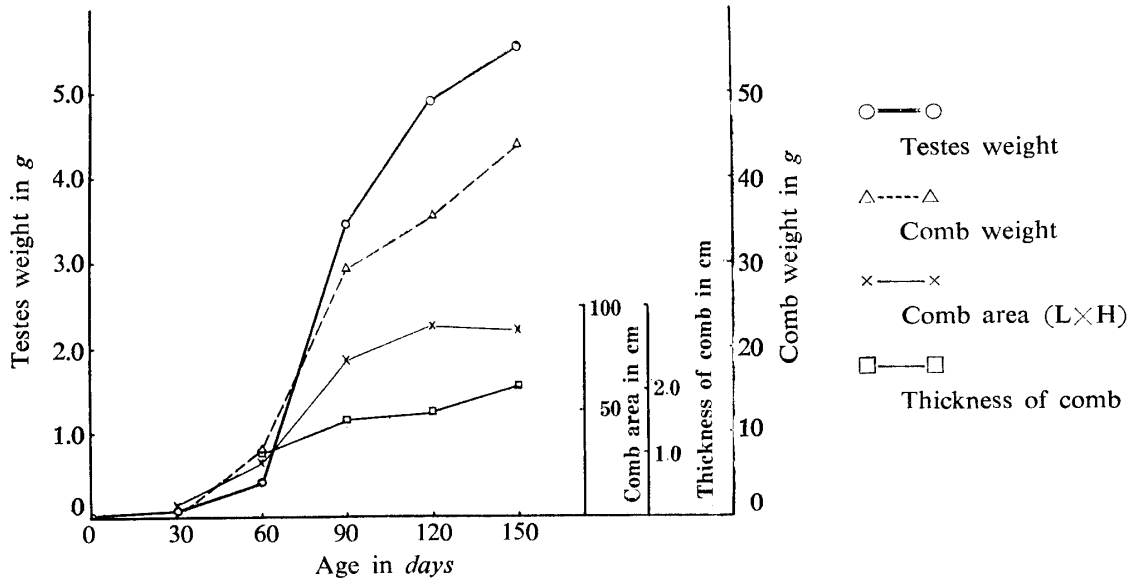


Fig. 3. Development of testes, comb weight, comb area (L×H) and thickness of comb in growing cockerels.

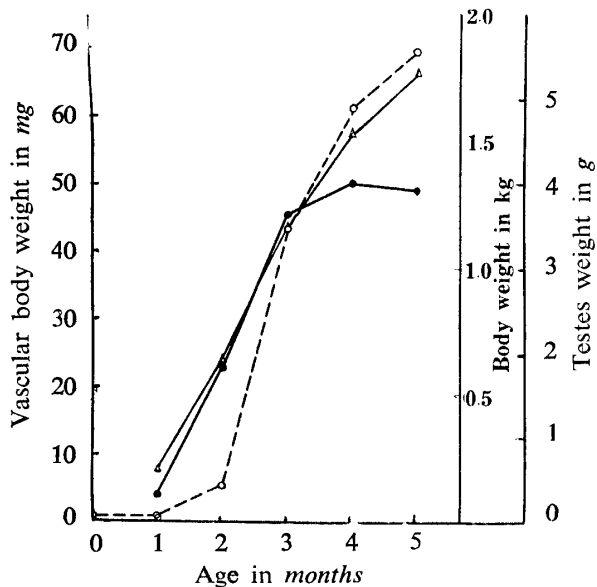


Fig. 4. Development of vascular body weight in comparison with testes and body weight of growing cockerel.

●—● Vascular body ○—○ Testes
 △—△ Body weight

つぎに鶏冠同様，雄性ホルモンと関係の深い部位である脈管豊多体の変動についてみれば，初生雛では，非常に小さく，かつ周囲の組織と同様の色調を示し，ほとんど識別困難な状態であつた．30日令に達すれば解剖顕微鏡下において，ほぼ明瞭に，その形態を観察しうるようになったが，色調は，いぜん周囲の組織と間違い易い状態であつた．その後，日令が進むにつれて，Fig. 4 に示すとおり，重量増加が著しく90日令では，ほぼ成鶏の重量に達し，色調も次第に加わつて，桃色のものが多くなつた．さらに120日，150日令と日数が経過すれば，体重や精巣は増加するが，脈管豊多体の重量の増加は僅少であつて，ただ色調は更に加わり，鮮紅色を呈するようになった．

胸腺およびファブリシウス嚢は，成長に伴い退縮することが一般に認められているが，本実験においても同様な結果がえられた．

松果体は生殖腺との関係の有無を論議された部位であるが，90日令までに大体最高値となり，以後はほとんど不変であり，甲状腺の大きさは，おおむね 150日令までは急速に増量し，120日令あたり

でやや増加の速度が落ちることが認められた。肝臓その他の臓器は、いずれも 150日令までに一様な増量を示し、この時期には、ほとんど成鶏の重量に達していた。

これらの臓器の比体重による重量変動の傾向を大別すれば、大体 3つの型に分類できよう。すなわち、多少の曲折はあるにしても、精巣、脾臓および鶏冠重量のように日令とともに大体増量を続けるものと、下垂体前葉、松果体、副腎、肝臓のように一様な減少の傾向を示すもの、および胸腺、脾臓、ファブリシウス嚢のように発育初期に一度増量し、ピークに達した後、減少にうつるものの 3型である。

考 察

鶏冠は第 2 次性徴の一つで、雄性ホルモンの影響を強く受ける部位として知られている。本実験においても、鶏冠重量は精巣重量の変動とほぼ同一の傾向を示しているけれども、一般に雄性ホルモン分泌量の指標として用いられている鶏冠面積 ($L \times H$) は、必ずしも、精巣重量の変化を示していない。すなわち、鶏冠面積は 120日令までの精巣急増の時期には指標となりうるが、それ以後においては、正確な精巣重量 (性成熟の程度) の推定が可能であるとは考え難い。これは、この時期には、鶏冠面積の増大よりも、厚さ (W) の増加の割合が著しいことに起因していると考えられる。

そこで真の精巣発達の状態を推定するためには、従来の $L \times H$ の面積による推定以外に厚さも加味して考慮することが必要であると思われる。すなわち、精巣発達推定は、 $L \times H \times W$ をもつてあらわすのが、より妥当であろう。

脈管豊多体は NISHIYAMA (1955)¹⁷⁾ によつて解明せられた透明液 (雄鶏の副生殖器官排出液) 生成の部位であつて雄性ホルモンの刺激によつて増大し、色調を増加するものであることが報ぜられている。白色レグホンの成鶏における重量は 1 個体約 27 mg (西山, 1950)¹⁸⁾ であるが、本実験の成績では 90日令まで、精巣、精巣上体および鶏冠とともに、同様の増量傾向を示している。しかし、それ以後においては、著しい変動はみられず、むしろ色調の変化が、その主体をなしていた。

胸腺および副腎の変動は、LATIMER (1924)¹⁶⁾ の胸腺、副腎に対する報告と同様な傾向を示し、ファブリシウス嚢変動も GLICK (1954)¹⁹⁾ の報告と類似しているが、最高重量到達時期において本実験の方が幾分早い結果がえられている。

甲状腺は、CRUICKSHANK (1929)²⁰⁾, GALPIN (1938)²¹⁾, REINEKE (1945)²²⁾, TURNER (1948)²³⁾, HOFFMAN (1950)²⁴⁾, 岡本・小川 (1957)²⁵⁾ および大坪 (1960)²⁶⁾ によつて報告されているように、いろいろな要因、とくに環境要因によつて影響を受け易い部位であるが、性成熟の直前とみられる 60~120日令の時期に、増量傾向が他の時期に対しやや異なることは LATIMER (1924)²⁴⁾ および SCHULTZE and TURNER (1945)²⁷⁾ の成績と、ほぼ類似した傾向であつた。

摘 要

単冠白色レグホン種雄鶏 130羽を用い、初生雛より 150日令までの下垂体前葉性腺刺激ホルモン力価および各種内分泌腺、臓器の変動を経時的に測定して、つぎのような成績を得た。

- 1) 精巣増量は 90日令までが急速で、とくに 60~90日令間に、その傾向が顕著であつた。150日令においては全鶏の精管中に、ほぼ成鶏のそれに近い精液量および正常精子が認められた。
- 2) 下垂体前葉重量ならびに性腺刺激ホルモン力価は、30日令より90日令に達する間に急激な増大を示し、増加の傾向は互に類似していたが、精巣重量増加より、先行していることが認められた。
- 3) 鶏冠重量は、150日令までは精巣重量と同様な変動を示すが、雄性ホルモン分泌の指標として用いられている鶏冠面積 ($L \times H$) による性成熟の推定は、120日令までが推定可能限度で、それ以後

は鶏冠の幅を考慮に入れなければ妥当性を欠き、 $L \times H \times W$ を以つてあらわすのがよいと思われる。

4) 脈管豊多体は 90日令までに大体成鶏の重量に等しくなり、それ以後は主として色調の変化が主体をなし、成鶏では鮮紅色を呈していた。

5) 各内分泌腺および臓器重量は、ファブリシウス嚢を除き、一般に日令が進むにつれて増大するが、これを単位の体重当りに補正した値の変動で比較すれば、大体三つの型に分けることができる。すなわち、精巢、脾臓のように日令とともに増大を続けるもの、下垂体前葉、松果体、副腎、肝臓のように減少を続けるもの、ならびに胸腺、膵臓およびファブリシウス嚢のように初期に増量著しく、一度ピークに達した後、減量を示すものの3型である。

文 献

- 1) HOGUE, R. L. and E. E. SCHNETZLER: *Poultry Sci.*, **16**, 62 (1937).
- 2) JONES, D. G. and W. F. LAMOREUX: *Poultry Sci.*, **21**, 173 (1942).
- 3) PARKER, J. E., F. F. MCKENZIE and H. L. KEMPSTER: *Poultry Sci.*, **21**, 35 (1942).
- 4) KUMARAN, J. D. S. and C. W. TURNER: *Poultry Sci.*, **28**, 511 (1949).
- 5) BRENNEMAN, W. R.: *Endocrinol.*, **35**, 456 (1944).
- 6) OAKBERG, E. F.: *Growth*, **15**, 57 (1951).
- 7) 加藤嘉太郎: 日畜会報, **11**, 193 (1939).
- 8) BRENNEMAN, W. R.: *Endocrinol.*, **36**, 190 (1945).
- 9) BERGMAN A. J. and C. W. TURNER: *Endocrinol.*, **30**, 11 (1942).
- 10) 武田 晃: 家畜繁殖誌, **6**, 1 (1960).
- 11) BRENNEMAN, W. R.: *Proc. Indiana Acad. Sci.*, **54**, 207 (1945).
- 12) 中条誠一・今井 清: 家畜繁殖誌, **2**, 41 (1956).
- 13) NAKAJO S. and K. IMAI: *Endocrinologia Japonica*, **3**, 197 (1956).
- 14) 芝田清吾: (1928), 新・鶏の繁殖, p. 100 (1956).
- 15) PHILLIPS, R. E.: *Poultry Sci.*, **21**, 161 (1942).
- 16) LATIMER, H. B.: *J. Agr. Res.*, **29**, 363 (1924).
- 17) NISHIYAMA, H.: *J. Fac. Agr. Kyushu Univ.*, **10**, 277 (1955).
- 18) 西山久吉: 九大農学部学芸雑誌, **12**, (1) 27 (1950).
- 19) GLICK, B.: *Poultry Sci.*, **33**, 1055 (1954).
- 20) CRUICKSHANK, E. M.: *Biochem. J.*, **23**, 1044 (1929).
- 21) GALPIN, P. N.: *Proc. Royal. Soc., Edinburg.*, **58**, 98 (1938).
- 22) REINEKE, E. P. and C. W. TURNER: *Poultry Sci.*, **24**, 499 (1945).
- 23) TURNER, C. W.: *Poultry Sci.*, **27**, 146 (1948).
- 24) HOFFMAN, E. and C. S. SHAFNER: *Poultry Sci.*, **29**, 365 (1950).
- 25) 岡本正幹・小川清彦: 鹿大農学術報告, **6**, 114 (1957).
- 26) 大坪孝雄: 鹿大農学術報告, **9**, 10 (1960).
- 27) SCHULTZE, A. B. and C. W. TURNER: *Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bull.*, 392 (1945).

Résumé

The growth and development of various endocrine glands and organs were estimated in relation to sexual maturity from 1 day to 150 days of age every 30 days using 130 White Leghorn cockerels.

The results obtained were summarized as follows :

1) Testes weight increased rapidly up to 90 days of age, and this tendency was remarkable between 60 and 90 days of age. At the 150 days of age, normal spermatozoa were found in the vasa deferentia of all cockerels.

2) Anterior pituitary weight and GTH potency increased rapidly from 30 to 90 days of age, and the tendency of these increase resembled to each other. And it was recognized that the development of testes followed the increase of GTH potency.

3) The tendency of the development of comb weight was similar to that of testis weight. The enlargement of comb area ($L \times H$) was also analogous to the tendency of testis growth until 120 days of age, but, afterward, it was not so. From these facts, to estimate sexual maturity after 120 days of age, width of comb (W) must be considered with comb area ($L \times H$), and ($L \times H \times W$) will be more suitable for estimation.

4) Weights of the vascular body at 90 days of age were similar to that of mature cocks, but the color of the tissue was lighter and reddish, and after this time nothing but the color intensity increased, turning red at 150 days old.

5) Generally speaking, the weight of various endocrine glands and organs increased from hatch to sexual maturity, except the weight of the bursa of Fabricius, and the pattern of the development per 100 g body weight can be divided into 3 types, i. e., the increasing type as testis and spleen, the decreasing type as anterior pituitary, pineal, adrenal and liver, and the decreasing type after peak as thymus, pancreas and bursa of Fabricius.