ブロイラー用鶏種の育種に関する基礎的研究

I. 雛の成長と体各部の構成の変化

坂井田 節・西田 周 作

東北大学農学部 仙台市

ブロイラー用鶏種の育種の試みとしては、各品種、系統などの交配と選抜を行い、育種を進めてゆくのが、一般的な方法である。この場合、産肉肉質に基本的な意義をもつ成長の在り方について、いろいろな情報を持ち、その上にたって育種を進めることが、より有利であろう。そこで、著者らは、まず雛の正常成長を分析して、体各部の構成が、0 週から 11 週齢までの間に、どう変化して行くかを調べ、雛の成長に関する基礎資料を得ることを試みた。また成長分析の手段として、正常成長をみるほかに、制限食という条件下での成長を検討した。このような制限食の条件としては、McMEEKAN¹⁾、McMEEKAN AND HAMMOND²⁾、WILSON³⁾⁴⁾⁵⁾ が行っている飼料の栄養素の質的な差によるものがある。彼等は飼料の質的な差が成長や屠体の構成に与える影響を明らかにしている。一方、OSBOURN AND WILSON⁶⁾、McCANCE⁷⁾ らが行った飼料の絶対量を制限する方法がある。彼等は飼料の絶対量を一時的に制限した後、正常に回復させ同一体重になった時屠殺して、体構成の変化をみている。著者らも量的に給餌量を制限し成長を一時的に抑制して、体重を横ばい状態にしたのち、給餌量を増し、その後の回復状態や、それが体構成に与える影響を観察した。

実験材料および方法

実験材料：1964 年 5 月 26 日発生の白色レグホーン (WL) の雄雛 210 羽を用いた。

実験方法：対照区は不断給餌，制限食区 I は 1 週齢（餌付日から 7 日間），制限食区 II は 2 週齢（8 日目から 7 日間），制限食区 III は 8 週齢（50 日目から 7 日間）にそれぞれ，餌の量を制限して，各区の体重が制限食に入る前の体重から増加しないようにした。1 週間まったく体重が増減しないようにすることは困難であるが，制限の期間中は時々抜き取って体重を測定し，餌の量を調節することで，それに近い状態に維持した。制限食区 I・II は正常に増体率の大きい時期，III は増体率の小さい時期に制限を行うというねらいでもうけた区である。制限食区 I・II は餌付前の測定の時無作為に抜きとり I に 50 羽，II に 49 羽をあてた。III は 7 週齢まで対照区として飼養してきた雛の中から，無作為に 26 羽抜きとったものである。

測定事項：生体重，飼料消費量，脚長（中足骨の長さ）について 0～11 週齢まで毎週測定。主翼羽の長さは 4 週齢まで測定。正常成長での体構成の変化，制限食による体構成の変化，体各部が受ける影響を調べるために，5 羽ずつ（0, 1 週齢は 6 羽ずつ）抜きとり，屠殺解体した。対照区は毎週，制限食区は制限食期間の終了時（制限食直後）と 1 週間後，その後は隔週ごとに屠殺解体した。

解体方法：一般に行われている方法に従い，放血抜羽重量，中抜き重量，腿（大腿・下腿），脚（中足・指骨），手羽（第1胸筋・翼肉），可食内臓（心臓・肝臓・筋胃），頭，眼球，第2胸筋，胴骨（脊柱・肋骨・寛骨），胸骨・前肢帯の骨の重量を測定した。手羽と腿はさらに，骨と肉に分離した。歩留は，生体重から血液・羽毛，頭，脚および可食内臓を除く内臓を差引いたものの生体重に対する割合である。

第1表 飼料成分表
Table 1. Chemical component of feed

	幼 雛 用 Chick diets	ブロイラー用 Broiler diets
粗蛋白質 Crude protein (min)	21.0% 以上	17.0% 以上
粗脂肪 Crude fat (min)	3.0 以上	3.0 以上
粗繊維 Crude fibre (max)	4.5 以下	6.0 以下
粗灰分 Crude ash (max)	9.0 以下	9.0 以下

飼料：市販の配合飼料を使用し，3週齢まで幼雛用，4週齢以後ブロイラー用飼料を給与し，きりかえは5日間で行った。飼料成分は登録飼料保証票によると第1表の通りである。

実 験 結 果

(1) 生体重と飼料要求率

対照区，制限食区の生体重，生体重の変動係数，11週齢時の羽数，11週齢までの飼料要求率は第2表の通りである。制限食区 I・II・III はそれぞれ制限食前の体重よりも 3.3 g, 3.5 g, 5.5 g 増

第2表 各区の生体重，変動係数，11週齢時の羽数および飼料要求率

Table 2. Mean live weights, coefficient of variation, number of birds at 11 weeks and feed conversion of each treatment

区 Treatments	生 体 重 と 変 動 係 数 Mean live weights (g) and coefficient of variation (%)										11週齢 の羽数	飼 料 要求率
	0 週齢 0 wk	1 週齢 1 wk	2 週齢 2 wks	3 週齢 3 wks	5 週齢 5 wks	7 週齢 7 wks	8 週齢 8 wks	9 週齢 9 wks	11 週齢 11 wks	No. birds at 11 wks	Feed con- version to 11 WKS	
対 照 区 Control	34.4 6.53	75.4 8.80	133.9 8.35	215.1 9.20	440.8 8.09	676.8 9.21	810.0 8.70	939.0 9.93	1176.2 10.43	13	3.26	
制限食区 I Treatment I	33.8 5.74	37.1 10.40	97.0 10.86	173.3 10.38	361.4 10.59	581.9 9.16	709.2 8.59	839.4 8.74	1095.4 7.88	13	3.18	
制限食区 II Treatment II	34.4 6.40	81.4 7.16	84.9 8.87	176.5 9.94	380.0 8.19	608.7 9.49	756.5 9.13	865.8 8.29	1118.9 8.51	19	3.26	
制限食区 III Treatment III						678.7 9.49	684.2 9.41	889.5 8.54	1125.7 7.20	14	3.33	

加したのみで，実験の目的はほぼたっせられた。特に制限 I の場合，これ以上にきびしい制限食は実施困難のようであった。きびしい制限食の後，飽食状態にすると，雛は非常な食欲を示し，体重も大きく増加し，BOHMANN⁸⁾も述べているように正常に勝る速度の代償成長現象がみられた。

生体重の変動係数を調べたが、成長を一時的に停滞させたことによって、係数が大きく変動することはなかった。週令ごとにみても大体同じ変動で、餌付前以外は 8~10% の範囲であった。

飼料要求率は各区とも大差ない。制限 I は最低値になっているが、生体重も最小なので、対照区と同体重になった時結局同じ位の効率になる。

(2) 正常成長の分析

正常成長において体各部が、0 週から 11 週齢までの間に、どのように成長していくかを調べた。0 週の各部位を 1.0 倍として、11 週齢までに何倍になるかをみることで各部位の成長の速度を比較した。屠殺解体した対照区の成績から調べると第 1 図のようになる。

第 1 図 体各部の生時に対する倍率

Fig. 1. Relative growth of joints expressed as magnifications of weight of the same joint at hatching

① の図は、神経系の発育の傾向を示すものとしての眼球と頭の倍率である。眼球は 11 週齢で生時の 3.0 倍にしかない。頭は 12.7 倍になる。それに対し生体重は 34.3 倍に達する。これは神経系が最初に完成する部位であることを示す。可食内臓は 14.2 倍で、内臓も早期に成長を完成する部位である。骨の成長として、各部位の骨の倍率を ② にあげた。手羽の骨、腿の骨が生体重よりやや高い倍率を示し、脚、胴骨はやや低い。図は略したが、脚長は 11 週齢でわずか 3.5

倍にしかならず、重量より長さの方が先に成長を完成するようである。筋肉については、すべてが生体重よりも高い倍率を示し、第2胸筋(ささみ)は270倍にもなる。筋肉はふ化後、急激に成長する部位である。各部位の成長の倍率の高低、すなわち成長時期の早晩は各時期に制限食を行った場合の反応のしかたに関係があることは次にのべるとおりである。

(3) 制限食から受ける体各部の影響と回復率

制限食をやめると、急激に代償成長が進む。つまり今までのおくれを回復しようと急速に成長する。この時対照区を100%として、制限食区が週齢をおって、どれだけ対照区に追付いたのかを調べるために、回復率をとってみた。例えば、制限食区Iでは、制限食を行った1週齢で、生体重は第2表のように対照区が、75.4gに対し37.1gである。従って対照区の49.3%である。それが2週齢では、133.9gと97.0gであるから、72.5%となり、1週齢より対照区に近づいたことになる。5週齢では82.0%, 11週齢では93.1%で、ほぼ対照区に等しい。この回復率いいかえれば、制限食により受ける体各部の影響を図にしたのが第2図である。図ではすべて、制限食を行った時期が1週齢の所にくるように移動してある。従って本来ならば、制限食区IIIは7週齢から始まって、8週齢の所に最低点がきて11週齢で終るはずであるが、比較のために平行移動してある。脚長と主翼羽の回復率は屠殺したもののみではなく全羽数からの資料である。その他はすべて屠殺したものによる。なお眼球は制限食区Iでは調べなかった。

第2図 対照区を 100% とした場合の制限食区における各部位の回復率
I: 制限食区 I, II: 制限食区 II, III: 制限食区 III

Fig. 2. Comparison of the relative recovery rates following restriction as control groups joints weight=100%

I; Treatment I, II; Treatment II, III; Treatment III

まず生体重の回復状態について ① に示した。制限食区 I は 1 週齢に対照区の体重の 45.5% まで下るが、飽食状態にもどしてから急激に回復し、2 週齢では約 67%, 4 週齢で 82.6% まで急速に追付くが、その後ゆるやかになり、制限食後の代償成長の現象が失われてくる。10 週齢で 90.5% にまで追付いている。図にはしなかったが、全羽数についての資料によると 10 週齢では偶然にも屠殺したものの資料と同じ 90.5% で、対照区とはなお 1% 水準で有意差がみられた。しかし 11 週齢には 93.1% となり 5% 水準でも有意差がなく、ほぼ完全に対照区に追付いたことになる。制限食区 II では制限食により (2 週令) 約 60% まで下ったが、3 週間後 (5 週令) には 90.6% まで追付いている。その後は制限 I と同様回復率がにぶくなる。全羽数の資料では 10 週齢に 93.8% で 5% 水準ではまだ有意であるが、11 週齢には 95.1% で対照区と差がない。制限食区 III は、制限食の時 (8 週齢) 89.3%, 11 週齢には 94.6% に回復している。全羽数の資料によると、8 週齢の時のみ 1% 水準で有意差があった。結局増体率の高い時期に制限した程度線も下っている。

生体重の回復状態と比較しながら ② 以下の体各部についてみると、脚長は生体重に比べて、き

わめて僅かしか影響されない。制限食区 I でも最低が 86.6% である。回復もきわめてゆるやかである。このことは生体重が増加していないのに脚長は成長していることを示す。9 週齢頃までは各区とも有意差がある。③ は第 2 主翼羽である。この部位も脚長同様きわめて影響が少ない。頭と眼球については、これらの両部位とも影響はきわめて少なく、特に眼球はほとんど影響をうけていない。骨に対する影響、回復について ⑥ の脚重量をみると、生体重より少ないがかなり曲線が下っている。ここで注目されるのは、脚長と比較した場合、影響が大きいことである。すなわちこの 2 つの曲線のちがいかから、また前述の倍率でも、脚重量が 33 倍、脚長は 3.5 倍にしかならないことから、脚重量よりも、脚長の方が早く成長を完成するものとみなされる。胴骨は生体重とよく似た曲線を示している。⑧ は胴骨と似ているが、回復状態が胴骨より少しゆるやかである。筋肉については ⑨ に腿肉の回復率を示した。生体重より受けた影響が大きい。つまり制限食による成長抑制を最も明らかに受けている。例えば制限 I では、生体重が 45.5% の時、36.1% である。第 2 胸筋は 24.1% まで下る。その代り回復の方もきわめて早く、飽食状態にしてから 3 週間後には生体重と同じ位に回復している。その後の傾向は生体重の回復と似ている。可食内臓は、生体重と同じ位であるが、1 週間後の回復が非常に速い。制限食区 I で、生体重が 67% であるのに 82% まで回復している。制限 II も同様な傾向がみられる。以上のように制限食による影響、回復のしかたは、神経、骨、筋肉でちがっている。しかも骨、筋肉でも部位によりちがうことがわかる。

(4) 制限食による体構成の変化

制限食が体各部の構成にどのような変化をもたらすかを、血液・羽毛、頭・脚、可食内臓のそれ

第 3 表 血液・羽毛、頭・脚、可食内臓の生体重に対する割合および歩留についての制限食による変化

Table 3. Comparison of changes of percentage of the wt. of the blood and feather/live wt., wt. of head and bone of tarsometatarsus/live wt., wt. of the edible viscera including the heart, liver and gizzard/live wt. and dressing percentage.

C: Control, T-I; Treatment I, T-II; Treatment II, T-III; Treatment III

	区 Treat- ments	週 齢 Age in weeks											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
血液・羽毛/生体重 Percent. of the wt. of the blood and feather to live wt.	C	7.49	10.77	9.14	10.95	11.91	12.67	11.18	13.28	13.37	11.59	11.37	12.70
	T-I		9.76	10.31		12.29		11.60		14.53		9.57	
	T-II			9.93	12.27		11.95		13.30		11.82		12.53
	T-III									13.52	11.50		12.17
頭・脚/生体重 Percent. of wt. of head and bone of tarsometatarsus to live wt.	C	19.41	12.68	11.73	11.07	10.16	9.49	9.74	9.56	9.88	9.53	10.68	10.21
	T-I		19.17	12.68		9.95		9.27		9.28		10.64	
	T-II			14.95	11.71		10.05		9.92		10.09		10.35
	T-III									10.51	10.12		10.52
可食内臓/生体重 Percent. of the wt. of the edible viscera to live wt.	C	10.52	8.51	7.00	6.15	5.64	5.54	5.56	5.43	5.38	4.92	4.60	4.37
	T-I		9.57	8.65		5.92		6.07		5.17		4.68	
	T-II			7.46	6.92		5.71		5.40		4.71		4.36
	T-III									5.17	5.03		4.47
歩 留 Dressing Percent.	C	58.45	58.62	62.16	63.23	65.32	63.76	64.60	63.09	62.87	66.00	65.58	65.25
	T-I		54.54	58.65		63.20		63.41		61.77		66.73	
	T-II			61.61	60.27		64.07		62.77		65.12		66.18
	T-III									63.26	65.13		65.44

それ生体重に対する割合および歩留で調べたものが第3表である。

まず血液・羽毛の生体重に対する割合は、対照区の資料から正常成長の場合をみると、初生雛の時 7.5% で、2 週齢以後は 11~13% の間を上下している。一方制限食区は、体重では対照区と大きな差がありながら、この割合では差がない。ただ 10 週齢で制限食区 I が、対照区に対して 1% 水準で有意差がみられた。これは、制限食区 I が他の区にくらべて温順性に欠け、尻つつきなどの悪癖が発生し、10 週齢頃は、背部、尾部はほとんど羽毛がなかったのでそれが影響したのであろう。

頭・脚の割合は、対照区では 0 週齢で 19.4% であるが、週齢とともに急激に低下し、4 週齢以後は 10% 前後で平行線をたどる。これに対し制限食区 I・II で特に制限直後、有意に割合が高い。制限 III も有意ではないが高い。これは成長抑制にもかかわらずこの部位が成長していることを示す。

可食内臓の割合も週齢にともなって減少していく。特に 4 週齢までは急激に減少し、その後も徐々に減少している。制限食区 I・II では制限食直後と 1 週間後で対照区より高率になっているが、その後は大差がない。特に制限食直後より 1 週間後に高率になっているのは注目される。制限 III では変化がない。

最後に歩留では、0, 1 週齢は低いが、2 週齢からは 62~66% の間を上下している。制限食により、制限食直後と 1 週間後は、対照区にくらべて歩留が低くなっているが、その後はほぼ同じである。

以上 (1)~(4) に分けて結果を述べてきたが、これらの結果は、著者らが 1962 年に行った予備的な実験結果と一致している⁹⁾。

考 察

成長を分析するために制限食という条件(手段)を用い、実験を行った例は多くある^{1)~7)}。それらの結果には産肉性の育種という立場から考察する価値のあるものがある。

体各部により成長の段階がちがうならば、特定部位の筋肉が特に増加する時期の増体量で選抜するのも一方法であろう。

QUIMBY¹⁰⁾ はラットで、ある程度制限給餌した方が、不断給与よりも、同体重に達するに要する給餌量が少なくなったという。本実験でも、制限後 2 週間位はよい効率を示したが、その後は対照区とかわらず、結局 11 週齢では差がなくなったので、著者らの方法では餌の節約にはならなかった。OSBOURN AND WILSON⁶⁾ も制限食により餌が節約されることはなかったとしている。

一時的な成長停滞により、体重の変動が抑えられて、変動係数が小さくなるという現象もみられなかった。

正常成長の分析として、各部位の生時に対する倍率を求めた結果、McMEKAN¹¹⁾ が指摘しているように眼球や頭で代表される神経系が最も早く成長を完成する部位であり、ふ化時にすでに相当完成していることが示された。その後は、可食内臓、骨、筋肉の順に盛んな成長がみられることが明らかとなった。可食内臓が骨よりも成長の時期が早いのは、まず内臓が完成してから養分が各部

位に供給されるからであろう。骨の中でも成長時期にずれがあり、胸骨、腿骨は早く、手羽の骨はおそい。同様なことは筋肉についてもいえる。腿肉よりも手羽肉、第2胸筋の方が成長時期がおそい。特に第2胸筋はおそい。翼は成長の初期においては、腿ほど必要ではないため成長時期がおそいのである。

骨の重量と長さの成長の比較については、McMEEKAN²⁾、WILSON⁴⁾も述べている。この実験でも脚重量と脚長が11週齢で33倍と3.5倍のちがいとなり、長さの方が早く成長を完成することが明らかにされた。このことは回復曲線からも証明できる。脚重量の方は、制限Iで対照区の53%まで下るのに対し、脚長は86.6%である。長さの方が早く完成するので影響が少ない。

脚重量と脚長の関係でみられたように、制限食期間中も、他の部位の成長を犠牲にして成長する部位と、制限食により大きく影響をうけ成長を阻害される部位がある。これは前述の倍率と密接な関係があり、11週齢での倍率が低いもの程、成長完成の時期が早いために、きびしい制限食にも比較的影響されず成長している。これに対し、倍率が大きかった筋肉などは、大きな影響をうける。同様に、倍率の高低と制限食による影響、回復のしかたを組合せてみると、眼球は3.0倍にしかならず、成長段階がきわめて早い部位である。そのため、影響はほとんどみられず、曲線の上下はむしろ、眼球を取り出す場合の実験誤差によるものと考えられる。骨についても、部位によって成長段階がちがうと同様に、うける影響や回復のしかたがちがう。大体倍率の低いもの程、影響が少ない傾向がみられた。またそれらは、回復もゆるやかであった。胸骨・前肢帯の骨は、倍率、回復曲線とも生体重と似ている。しかし11週齢には、制限I・II・IIIとも、100%前後まで回復している。この回復状態は、他の部位にくらべ特徴的であった。筋肉については、骨より影響の受け方はきわめて大きい、これもまた部位によりちがいのことや、倍率との関係も同様である。可食内臓は、11週齢の倍率が14.2倍と生体重の半分以下の倍率であるのに、影響のうけかたは生体重と同じ程度である。しかし回復がきわめて速く、1週間後には80%以上に回復している。このように回復が速いのは、まず内臓が先に回復して、他の部位へ養分を供給するのに関係がある。この内臓の重要性は、制限食による体構成の変化からも明らかである。すなわち、内臓が生体重と同程度に、影響をうけているのに、可食内臓の割合は、制限I・IIで制限食直後と1週間後で共に対照区よりも高率になっている。これは、きびしい制限食に対して、絶対量では影響をうけても、体構成の上からは、対照区以上の割合をたもっていることを示す。1週間後には、対照区との割合がさらにひらくのは、内臓の特有な使命と一致したあり方をよく示すものと思われる。

歩留では制限食直後と1週間後が対照区より低くなっている。これは筋肉の成長が阻害されるために歩留は悪くなっているのである。頭・脚の割合が、特に制限食直後に高いのは、この部位の成長完成は比較的早い時期にあるために、きびしい制限食にもかかわらず成長する。従って割合が高くなる。血液・羽毛の割合は、対照区と差がないのは、羽毛は制限による影響をほとんどうけなかったことや、血液の割合は、いつも大体同じであろうと考えられることから、対照区と差がないのであろう。

回復曲線全体からみて、制限I・II・IIIと最低点が高くなってきている。これは対照区を常に100%としているために、対照区のそれぞれの部位の成長率と関係があり、成長量が大きい時期程、

対照区との差が大きくなるために、影響を大きくうけたような形になるのである。従って、相対的には、制限 III は影響のうけかたが少ない。Joubert¹²⁾, Osbourn and Wilson⁶⁾ は、制限食後の回復は成長の時期に独立しており、制限のきびしさに比例すると述べている。本実験では、生命維持が困難であろうが、制限 III を制限 I と同様になるよう対照区の 50% 前後までのきびしい制限食にした場合の回復能力については今後の問題とされる。

制限 I は、増体率の大きい時期にまた餌付から 1 週間という雛にとって最も重要な時期に制限したので、受けた打撃は大きく、回復状態もよくない。この制限食のためかどうか明らかでないが、他の区にくらべてこの区の雛は性質が温順でなく、尻つつきなどの悪癖も続発した。このことから、発育初期の飼養管理のよしあしが後の成長、雛の性質に大きく影響することも推察される。

以上のように制限食を正常成長の分析のための一つの手段として実験を進めてきたが、制限食の時期や強さ、期間などを変えて行うことにより、どの部位がどの時期に最もよく成長するかが明らかにされる⁶⁾。さらに品種や系統で、制限食に対する反応のしかたに差があるかどうかもお今後の問題であろう。

結 論

ブロイラー用鶏種の育種に関する基礎的研究の一つとして、雛の成長を分析して、体各部の成長、体構成が、ふ化から 11 週齢までの間に、どう変化するかを調べた。正常成長をみるほかに、体重を 1 週間横ばい状態にする制限食という条件を用いた。実験は白レグ 雄 210 羽を用い、対照区および制限食区 I・II・III をもうけ、それぞれ 1 週齢、2 週齢、8 週齢に制限食を行った。抜きとって、屠殺解体し、制限食による影響や回復状態、体構成の変化を調べた。

1. 制限食後、飽食にした場合、代償成長により急激に回復し、よい飼料要求率を示すが、この現象は長くはつづかず、結局 11 週齢では、餌の節約にはならなかった。

2. 正常成長については、生時の重量または長さを基準として、各部位の 11 週齢までの倍率を求めた。眼球は 3.0 倍、脚長は 3.5 倍、可食内臓は 14.2 倍、胴骨 26.0 倍、脚重量 33.3 倍、生体重 34.3 倍、腿の骨 36.7 倍、腿肉 59.3 倍、第 2 胸筋 272 倍となっている。倍率の低いもの程成長を完成する時期が早く、神経、骨、筋肉の順である。骨、筋肉の中でもさらに部位により成長の時期がちがう。例えば腿は早く手羽はおそい。

3. 脚長と脚重量の倍率のちがいからわかるように、長さの方が重量より早く完成する。

4. 制限食に対する影響と回復のしかたは成長時期の早晚と関係があり、制限の下でも、神経系、骨の成長は優先される。さらに骨、筋肉の中でも部位によりちがい、成長段階のおそいもの程影響は大きい。可食内臓は影響も大きかったが回復もまた早く、1 週間後に対照区の 80% 以上に回復している。

5. 制限 I は、最も増体率の大きい時に制限したので、制限 II・III より、相対的にきびしい制限食をしたことになり、受けた影響も大きく回復状態もよくなかった。

6. 歩留は制限食直後と 1 週間後が対照区より低くなっている。それに対し、頭・脚、可食内臓の生体重に対する割合は、直後と 1 週間後に高くなっている。これは神経系、骨は早く成長する部

位であり、内臓は、栄養を供給する器官であるために、他の部位に優先されるものと考えられる。

引用文献

- 1) McMEEKAN, C. P.: J. Agr. Sci., **30**, 276, 387, and 511, 1940.
- 2) McMEEKAN, C. P. AND J. HAMMOND: J. Min. Agr., **46**, 238, 1939.
- 3) WILSON, P. N.: J. Agr. Sci., **42**, 369, 1952.
- 4) WILSON, P. N.: J. Agr. Sci., **44**, 67, 1954.
- 5) WILSON, P. N.: J. Agr. Sci., **45**, 110, 1955.
- 6) OSBOURN, D. F. AND P. N. WILSON: J. Agr. Sci., **54**, 289, 1960.
- 7) McCANCE, R. A.: Brit. J. Nutr., **14**, 59, 1960.
- 8) BOHMANN, V. R.: J. Anim. Sci., **14**, 247, 1955.
- 9) 坂井田 節・西田周作：日畜東北支部会報, **13**(2), 33, 1963.
- 10) QUIMBY, F. H.: Brit. J. Nutr., **36**, 177, 1948.
- 11) McMEEKAN, C. P.: 'Principles of Animal Production'. 1943.
- 12) JOUBEET, D. M.: J. Agr. Sci., **44**, 63, 1954.

Studies on Broiler Breeding

I. Pattern of Growth and Changes of Body Conformation of Cockerels

TAKASHI SAKAIDA AND SHUSAKU NISHIDA

Faculty of Agriculture, Tohoku University, Sendai-Shi

In this investigation we expected to get some fundamental informations on the pattern of growth of cockerels and of changes of body conformations during their growing period from hatching to eleven weeks of age. Observations were done under natural and experimentally controlled conditions. In the latter case, cockerels were fed on quantitatively restricted diet for one week during early or late stages, to retard their growth. Two hundred and ten newly hatched White Leghorn male chicks were used. Four different feeding treatments were projected; first group was fed *ad lib.* as control, the second group (Treatment I), was given the restricted feed for a week at one week of age, the third group (Treatment II), was given the restricted feed for a week at two weeks of age, and the fourth group (Treatment III), was given the restricted feed for a week of eight weeks of age. After the period of feed restriction, all the groups were fed *ad lib.* Random samples of five or six cockerels were dissected and measured to analyse the growth and effects of feed restriction and following recovery in full feeding.

1. Recovery from the effect of feed restriction for one week was partly achieved by an abnormally rapid growth. But this rapid growth did not continue for a long time, it disappeared before they could exceed the normal body growth in control at eleven weeks of age. In spite of their high growth rate and good efficiency of compensatory growth, they could not improve any feed efficiency.

2. Changes of weight or length of parts of body in final stage or normal growth were

expressed as a magnification of their initial values of day-old chicks. Magnifications were 3.0 in the weight of eyeball, 3.5 in the length of metatarsal bone, 14.2 in the weight of the edible visera including the heart, liver and gizzard, 26.0 in the weight of vertebral column, rib and hip bone, 33.3 in the weight of tarsometatarsus, 34.3 in the live weight, 36.7 in the weight of bone on femur-tibiotarsus, 59.3 in the weight of muscle on femur-tibiotarsus and 272 in the weight of pectoralis minor muscle. The lower magnification, the earlier growth completes. Namely, nerves make most rapid growth in the early stage and they followed by the growth of bones and of muscles. Such growth gradients were also found among bones or muscles. For example bones and muscles of femur-tibiotarsus grow earlier than bone of pelvic limb and pectoralis major muscle.

3. Differences between the magnifications of length of metatarsal bone and of the weight of it show higher growth rate in length than weight.

4. Early developing organs such as nerves and bones have the priority to grow even under restricted feeding. Recovery shows also different pattern between parts of the muscles or of the bones. Late developing organs or the parts of the same organ are affected more severely by the restricted feeding than early developing one, but recoveries of the former are quicker than that of the latter. Muscles and edible visera are likely to be affected but the latter recovered more rapidly.

5. As treatmental group I, in which feed was restricted when their growth rate was highest, the effect of restriction was greater and severer than treatmental groups II and III where the restriction was practiced at the stages of lower growth rate. Treatment I was recovered slower compared with treatments II and III.

6. Dressing percentages of all treatmental groups were lower immediately after restriction and after a week than control, while percentage of the weight of head and bone of tarso-metatarsus, weight of edible visera to live weight were also higher than control at each period mentioned above. The fact that the visera take priority in growth among the other organs may be concerned with their own metabolic and nutritional functions to support the whole growth of organs. (Japan, Poult. Sci., 2, 52, 1965).