

香 川 大 学 農 学 部 紀 要

第 22 号

1966年10月

MEMOIRS OF FACULTY OF AGRICULTURE  
KAGAWA UNIVERSITY

No. 22, October 1966

鶏における飼料の消化率測定法に関する研究

中 広 義 雄

香 川 大 学 農 学 部

香川県木田郡三木町

FACULTY OF AGRICULTURE, KAGAWA UNIVERSITY

Mikityô, Kagawa-ken, Japan

## 香川大学農学部紀要

第 22 号

1966年10月発行

各研究室の業績を発表するため、本学部は“香川大学農学部学術報告”を発行しており、本年度（1965-66年）は第17巻となっている。この“紀要”は、研究の完成した比較的長い論文を発表するために発行されている。既刊の標題は表紙第3-4頁に記載されている。“学術報告”および“紀要”の交換または寄贈については、香川県木田郡三木町 香川大学農学部 あてに照会されたい。

Memoirs of Faculty of Agriculture, Kagawa University

No. 22, October 1966

The Faculty of Agriculture, Kagawa University is publishing “Technical Bulletin” (Gakuzyutu Hōkoku) (Vol. 1 in 1949-50 to Vol. 17 in 1965-66) as well as “Memoirs” (Kiyō), which contains more or less extended treatises. The titles of each number of “Memoirs” are printed on cover pages 3 and 4. Correspondence concerning the exchange of publications should be directed to Faculty of Agriculture, Kagawa University, Mikityō, Kagawa-ken, Japan.

昭和41年10月1日印刷 昭和41年10月10日発行

香川県木田郡三木町  
香川大学農学部

高松市鍛冶屋町3の2  
印刷所 香川印刷株式会社

# 鶏における飼料の消化率 測定法に関する研究

中 広 義 雄

Studies on the Method of Measuring  
the Digestibility of Poultry Feed

Yosio NAKAHIRO  
(Laboratory of Zootechnical Science)

## 目 次

第1章 緒 論	2
第2章 人工肛門設着による糞尿分離法の改良	3
第1節 鶏による消化率測定 of 歴史	3
第2節 人工肛門設着手術	4
第3節 手術後の処置	8
第4節 カニューレの装着	8
(a) 反転した新生粘膜のでき上っている場合	8
(b) 人工肛門部が縮小して小孔となった場合	8
(c) 人工肛門の開口部がかなり大きくでき上っている場合	8
第5節 ひなに対する人工肛門の設着	11
第6節 糞の採取法	12
第7節 人工肛門設着鶏の生理的正常性	14
(a) ひなの場合	14
(b) 産卵鶏の場合	14
第8節 摘 要	15
第3章 各種消化率測定法の比較	16
第4章 消化率に影響を及ぼす条件	20
第1節 採糞方法	20
第2節 飼料の給与方法	23
第3節 飼料の給与回数	26
第4節 飼料の加工および処理	27
第5節 飲水量	33
第6節 食習慣	35
第7節 孵化後日令	38
第5章 総 括	42
引用文献	45
英文要約	50

## 第1章 緒 論

近年、養鶏業の発展に伴って飼料の需要が急速に高まり、その経営も次第に大規模化の傾向にあるが、このような経営構造の変化による当然の結果として、経営費の大半を占める飼料の合理的給与の問題がきわめて重要視されるようになってきた。

鶏を合理的に飼養するためには、飼料の消化吸収および同化利用のごとき動物側にある条件と、飼料の栄養価値のごとき飼料側にある条件の両面から追究する必要がある。このうち、飼料の消化は動物栄養の第一段階となるものであるが、家禽においては他の家畜におけるほど精細な検討がなされていない。その最大の原因としては、鶏の消化管の構造が哺乳動物のそれと異なり、糞尿が混合排泄物として同一排泄腔より体外に排泄され、糞尿の分離を行なうことが困難であるために、飼料の消化率を測定することが不可能であったことが挙げられる。これを克服するために多くの努力がなされたが、その一つに糞尿を人工的に分離採集する方法が試みられた。しかし、従来行なわれた方法には、技術的難点に伴い、確実にしかも長期間にわたり、鶏の生理的正常性をそこなうことなく糞尿を分離採取することが困難であった。

著者は、以上の欠点を除去して、糞尿の分離採取を容易かつ正確に行なうために人工肛門設着法の改良を企画し、きわめてよい結果を得ることができた。

本論文においては、人工肛門設着による糞尿分離の改良法を報告するとともに、消化率に影響を及ぼす条件に関して検討した結果をもあわせ示した。

本研究を行なうにあたり、名古屋大学教授田先威和夫博士より懇篤な御指導を賜わったが、また同大学助教授柴田章夫博士よりは種々の助言を受けた。なお香川大学農学部一色泰氏をはじめ学部の教官各位、ならびに名古屋大学農学部大島光昭（現香川大学農学部）、菊池正武、茗荷澄、奥村純市および桜井斎の各氏よりは研究に対し多大の援助を受けた。ここに銘記して感謝の意を表する。

## 第2章 人工肛門設着による糞尿分離法の改良

鶏は糞尿を混合排泄物として排泄するため、飼料の消化率をはじめ一般代謝試験を行なうに際しては、糞尿の分離採取が不可欠となる。これがため、糞尿分離が最も完全に行ないうると考えられる人工肛門設着法に改良を加え、この方法に附随した従来の欠点を除去して、鶏を健全に維持しつつ長期間にわたる効果的な分離採取に成功した。本章では、鶏による消化率測定の見聞を述べ、改良された人工肛門設着法の要点ならびに本法を適用した場合における鶏の生理的正常性について検討した。

### 第1節 鶏による消化率測定の見聞

鶏を用いて消化率の測定をはじめに行なったのは WEISKE and MEHLIS<sup>(1)</sup> であるが、総排泄腔より排泄した糞尿の混合排泄物の分析値を不消化栄養素量として計算したために、粗繊維を除く他の成分については正確な値を得ることができなかった。すなわち、鶏における飼料の消化率を測定するためには、糞尿を分離採取することが必要となるからである。その後多くの研究者によって糞尿の分離方法が研究されてきたが、これらは係数法、カテーテル法、輸尿管分離法、糞導管法および人工肛門設着法に大別される。

係数法は KATAYAMA<sup>(2)</sup> によって提唱されたもので、糞尿混合排泄物から尿酸およびアンモニアなどの尿成分を化学的に分析し、これに一定の係数を乗ずることによって尿に由来する成分量を算出し、これを混合排泄物より差し引くことにより糞に由来する成分量を算出する方法である。なおこの方法は、その後 DIAKOW<sup>(3)</sup>、STOITZ<sup>(4)</sup>、FRAPS<sup>(5)</sup>、O' DELL<sup>(6)</sup> によって追試改良され、最近まで多く実用に供せられていた。本法によれば、ほぼ近似的な値を算出することはできるが、直接測定した真の値でないため、その正確性を確認することがむづかしい。

カテーテル法は COULSON and HUGHES<sup>(7)</sup> によって考案され、PITT<sup>(8)</sup> により追試されたもので、輸尿管中にカテーテルを挿入して尿を分離採取する方法である。この方法は、操作そのものに生理的正常性を欠き、そのため長期間にわたって尿を分離採取することが困難である。

輸尿管分離法については DAVIS<sup>(9)</sup> がはじめて報告し、HESLER<sup>(10)</sup>、HART and ESSEX<sup>(11)</sup>、DIXON and WILKINSON<sup>(12)</sup> が追試しており、また NEWBERNE<sup>(13)</sup> はひなに対し輸尿管分離手術を行なって、2週間にわたる糞尿分離採取に成功したと発表している。しかし、本法は分離手術に比較的手技を要し、かつ手術後動物を長期間正常に保つことが困難なことは、カテーテル法と同じ欠点を有している。SIURKIE and JOINER<sup>(14)</sup> が考案したカニューレによる尿の分離法も、前二者と同一原理によるもので長期にわたる糞尿の分離採取には成功していない。

最近、木部<sup>(15)</sup> によって考案された糞導管法は最も簡便な採糞法であり、かつかなり正確に消化率の測定を行なうことができると報告しているが、尿排泄に難点があり、長期にわたり糞導管を装着することが不可能であることが欠点である。

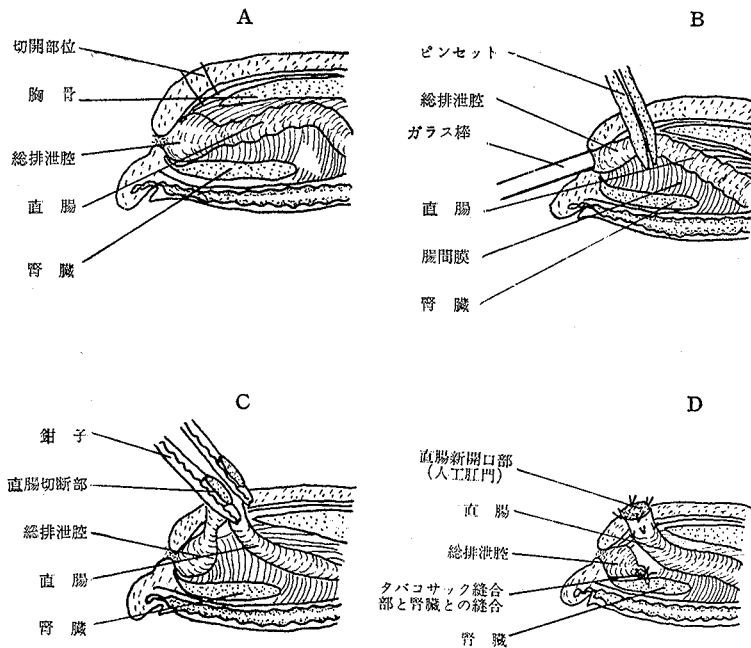
人工肛門設着法についてみると、糞尿分離を最初に試みた MILROY<sup>(16)</sup> によってはじめて設着され、その後 PARASCHUTSCHUK<sup>(17)</sup>、LEHMAN<sup>(18)</sup>、VÖLTZ<sup>(19)</sup>、SZALAGY and KRIWUSCHA<sup>(20)</sup> によってさらにその方法が検討されたが、いずれも直接消化率測定に役立つには至らなかった。人工肛門を設着した鶏を使用して、実際に飼料の消化率の測定をはじめに行なったのは KATAYAMA<sup>(21)</sup> である。すなわち、成鶏雄に対して人工肛門設着手術を施した後、主要な飼料の消化率を測定した。しかも、そのうちの1羽は1年以上も生命を維持したが、人工肛門を設着した鶏の大部分は原因不明の便秘症のため死亡すると報告している。次いで ROTHCHILD<sup>(22)</sup> は、人工肛門の設着に関する種々の技法を比較し、さらに独自の変法を考案することにより人工肛門設着技術は一段と進歩した。海塩<sup>(23)</sup> は人工肛門を設着した鶏を比較的長期間(約6ヵ月)飼育した後、屠殺解剖して消化管の検索を行ない、正常なものとはいえない状態にあったと報告している。IMABAYASHI<sup>(24)</sup> は人工肛門設着の手術と同時に金属製カニューレを挿入し、排糞を容易ならしめるよう配慮したが、角質層が瘻口をふさぐために健康の維持ができず、ほとんど3週間前後で死亡している。人工肛門設着法は最も完全な糞尿分離方法であるが、前述のごとく瘻口の狭窄、便秘、腸管の無緊張または拡張などの不快な症状が認められている。近年、ARIYOSHI and MORIMOTO<sup>(25)</sup> は、適当なカニューレの考案と低繊維質飼料の給与によって、人工肛門の設着後

長期間にわたり鶏を健全に維持しながら各種の実験に供し得ることを報告した。この研究によって鶏の消化および代謝試験が比較的容易に行なわれるようになったが、なおカニューレ挿入に伴う腸管損傷の危険があるほか、低繊維質飼料給与以外の各種の飼養条件下において正常性を保つことが困難であるなどの欠点を有していた。

総排泄腔にみられるような強力な排出力を期待することができない人工肛門においては、糞が停滞することなく排出するためにカニューレの挿入が必要となる。しかし、その形状や大きさなどが大きく関係し、特に挿入に伴う腸管の損傷を防ぐためには、カニューレの挿入時期と挿入方法、ならびにカニューレの材質について吟味する必要がある。RICHARDSON ら<sup>(20)</sup>は、長期にわたる採糞、採尿を行なうための技法を検討し、ガラス製カニューレを考案した。しかし、このカニューレは縮小性を欠くために、縮小した人工肛門に対して挿入することが困難である。著者も人工肛門設着手術を施した鶏に対し、各種のカニューレを挿入して比較検討した結果、最適のカニューレの形状、大きさおよび挿入方法を考案し、鶏の完全な健康維持と効果的な糞尿の分離採取に成功した。さらに、人工肛門設着により生理的正常性が保たれるや否やについて明らかにするために、人工肛門を設着した産卵鶏ならびにひなにおける、産卵、あるいは成長をそれぞれ同一の条件にある人工肛門非設着鶏と比較した結果、人工肛門設着によっても正常な生理状態にあることを確認することができた。

## 第2節 人工肛門設着手術

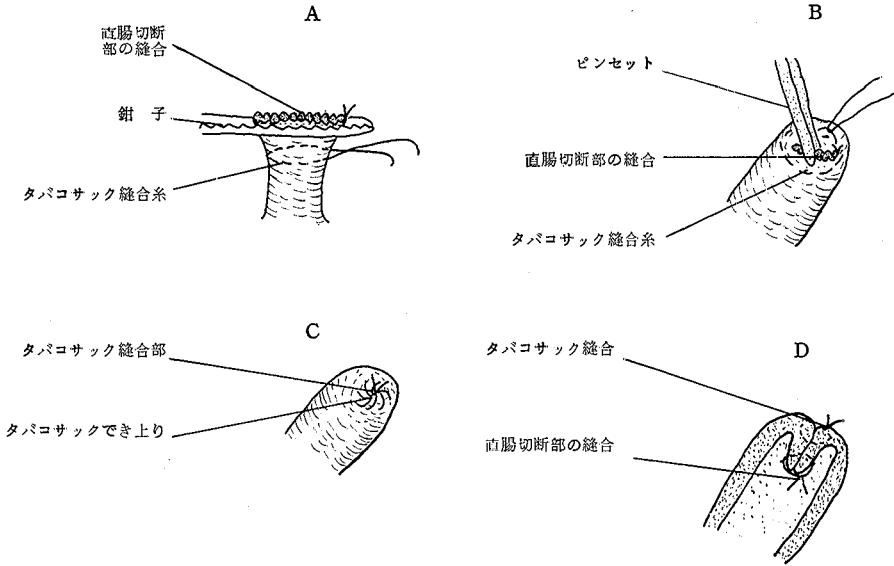
手術鶏は、消化管内に食下物が停滞して手術の妨害となることを避けるために、約半日間の絶食を行なう。次いで手術台上に保定し、切開部周辺の羽毛を除去した後、ヨードチンキで消毒する。次に0.5%塩酸ピロカルピンを体重1kgあたり約3ccの割合で注射して局所麻酔し、成鶏では切開口の直径が皮膚17mm、筋肉22mm、腹膜14mmとなるごとく各円形状に切り取る(第1図-A)。一方、総排泄腔からガラス棒、または指を挿入し



第1図 人工肛門設着の模式図

- A : 切開の部位
- B : 切開部へ直腸の誘導
- C : 直腸の切断
- D : 人工肛門設着手術の終了

て直腸を切開部に導く（第1図-B）。次いで直腸を総排泄腔との境界より前方およそ2.5cmのところで切断し（第1図-C），総排泄腔側の切断部は尿の流出を防止するためにタバコサック縫合を行なって（第2図）体腔内にもどす。しかし，この際タバコサック縫合に使用した縫合糸の一端を，腎臓またはこれに近接する腹膜に

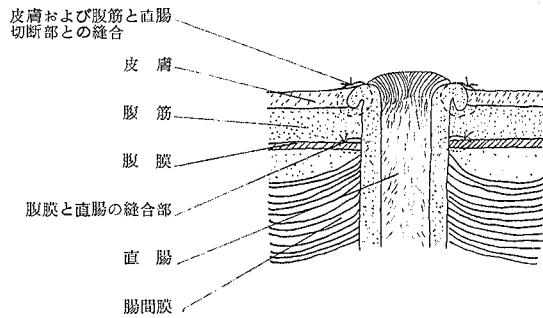


第2図 タバコサック縫合の要領

A, B, Cは縫合要領を，Dはでき上りの断面を示す

一針だけ縫合しておけば，総排泄腔は本来の位置に安定し，脱肛などによる障害を未然に防止することができる。一方，切断した直腸末端部は，まず切開した腹膜に縫合し，次いで筋肉および皮膚に縫合してそれぞれ癒着をはかり（第3図），適当な人工肛門として仕上げる（第1図-D）。なお，最後に油性ペニシリンを傷口ならびに直腸新開口部内に点滴して手術を終了する。人工肛門の位置は，恥骨と竜骨端を結ぶ線上のほぼ中間としたが，雌は産卵妨害を避けるために正中線右側とし，雄は左側とした。

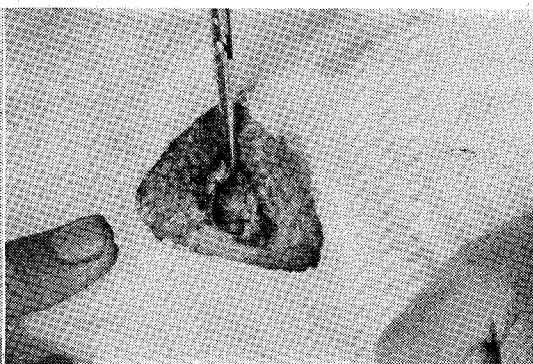
以上に示した人工肛門設着手術の状況を図示すると，第4-16図のごとくである。



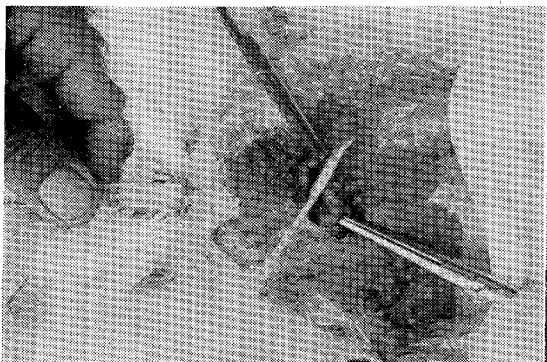
第3図 人工肛門設着縫合の断面



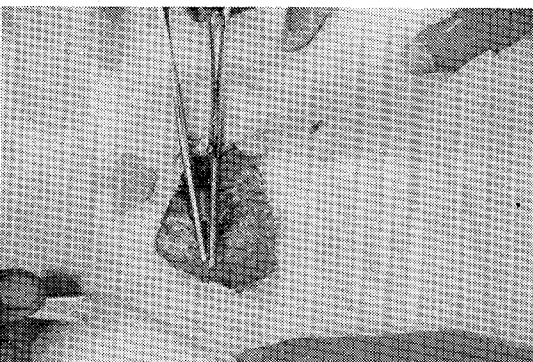
第4図 人工肛門設着のための切開部位  
実線は正中線を，○印の内縁は切開部位を示す



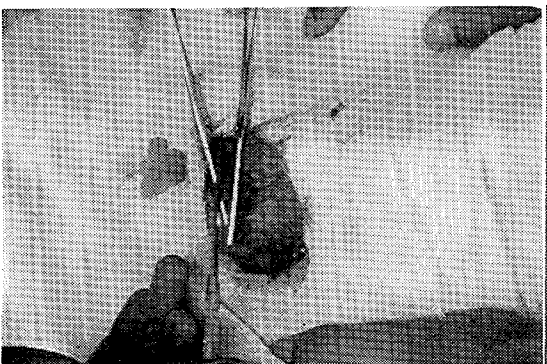
第5図 人工肛門設着部位の切開



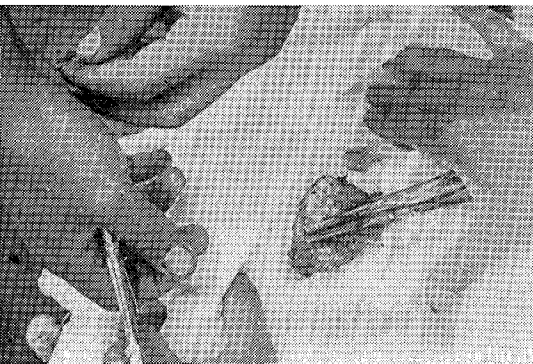
第6図 直腸を切開部位へ誘導



第7図 直腸の切断部位を引き上げ固定

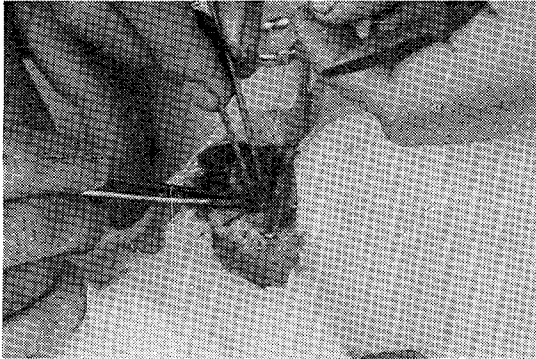


第8図 直腸の切断

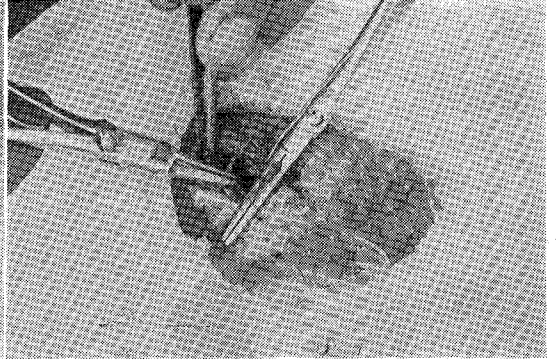


第9図 総排泄腔に接続する直腸の縫合

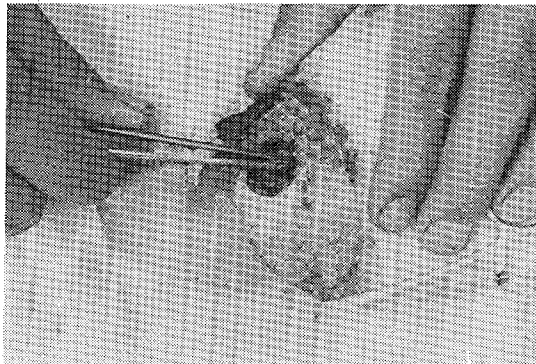




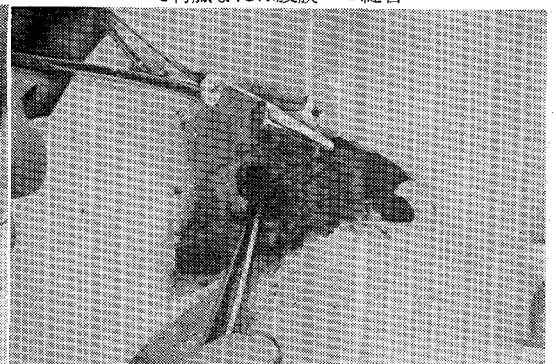
第10図 縫合した直腸のタバコサック縫合



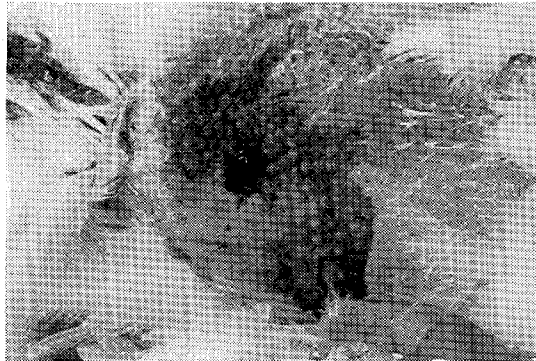
第11図 タバコサック縫合した縫合糸をもって腎臓または腹膜への縫合



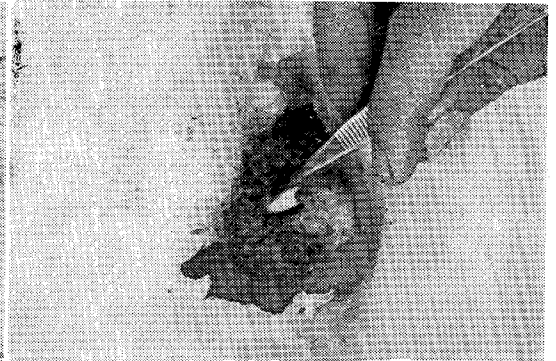
第12図 直腸末端側と腹膜の縫合



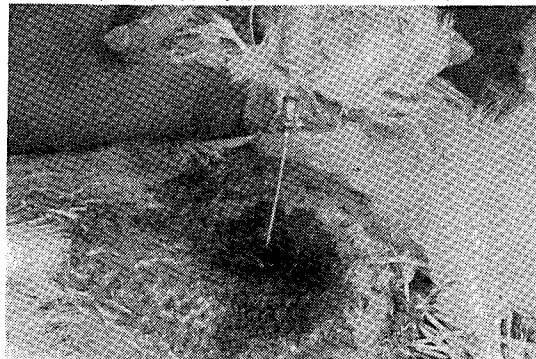
第13図 直腸末端部と皮膚および筋肉との縫合



第14図 設着手術を終了した人工肛門



第15図 手術終了後直腸内および切開部周辺の血塊の除去



第16図 手術終了後直腸内および縫合部へ油性ペニシリンの点滴

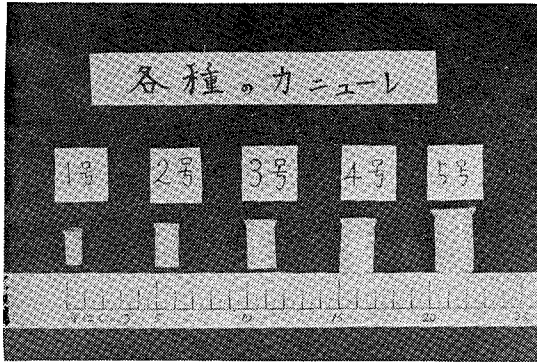
### 第3節 手術後の処置

手術を終了した鶏は単飼ケージに收容し、通常の配合飼料および水を自由に摂取させて手術後の回復をはかる。この間排糞状態には特に注意し、排糞を阻害する血塊等があれば直ちに除去する。

人工肛門設着の手術後は一時的に食欲、活力ともに減退するが、手術後2-3日頃より次第に食欲、活力を増して外観上の回復を早めるが、癒着がほぼ完全に行なわれるのは約10日後であることが観察された。

### 第4節 カニューレの装着

人工肛門はそのまま放置すると、多くの場合便秘あるいは下痢となり、ついには完全に閉塞するものである。この現象を防止するために、癒着のほぼ完成した手術後10日頃にカニューレを挿入するが、IMABAYASHIら<sup>(27)</sup>、ARIYOSHI and MORIMOTO<sup>(25)</sup>、RICHARDSON<sup>(26)</sup>はいずれも直径10mm程度の腸管大のカニューレを使用し、材質は金属、ポリエチレンまたはガラス製であった。著者は第17図に示した独特の形状をもつ大、小各種の大きさのカニューレをビニール管で作り、これを個体の大きさおよび人工肛門部の癒着状態によって使い分けた。いま成鶏雄の場合について挿入の方法を示すと次のごとくである。



第17図 カニューレの形状および規格

傷口の状態は、(a) 反転した新生粘膜のでき上っているもの、(b) 人工肛門部が縮小して小孔となったもの、(c) 人工肛門の開口部がかなり大きくでき上っているものの三通りに区分される。

(a) 反転した新生粘膜のでき上っている場合  
この場合、排糞は理想的な状態で行なわれ、カニューレを挿入しなくても相当長期にわたって

(b) 人工肛門部が縮小して小孔となった場合  
この場合、排糞は理想的な状態で行なわれ、カニューレを挿入しなくても相当長期にわたって

て鶏を健全に保つことが可能である。しかし、時日を経るにしたがい次第に人工肛門が縮小し、ついには便秘するに至るものである。したがって、長期にわたり生理的正常性を維持するためには、この場合でもカニューレの挿入を必要とする。

また粘膜が円形となって完全に反転せず、一部反転など不完全な状態で完成することが多い。いずれにしてもこの形の人工肛門はカニューレの挿入に際して傷つき易いので、あらかじめ腸管を拡張させてカニューレ挿入時の障害を防ぐ必要がある。その方法は、ビニール管を縦に切開したものを螺旋状に巻き、熱湯に浸漬した後人工肛門より腸管に沿って回しながら挿入したあと、2カ所を皮膚に縫合しておく。このようにすれば、ビニールはもとの管状にもどろうとするために腸管は拡張してくる。そのまま1昼夜おくと、糞の滞留とビニールの圧力で腸管は拡張するので、これを取り除いて第3号のカニューレを挿入する。これを1昼夜放置した後第4号、第5号のカニューレと順次大形のものに入れ替えてカニューレの挿入を終わる。

#### (b) 人工肛門部が縮小して小孔となった場合

この形の人工肛門に対しては、直ちにカニューレを挿入することは困難であるから、無理なく挿入できる程度のカニューレ、またはビニール管の切片を挿入し、2カ所縫合して1昼夜放置する。その後2-3段階に順次大形のカニューレと入れ替え、最後に標準の大きさのものを挿入することは(a)の場合と同様である。

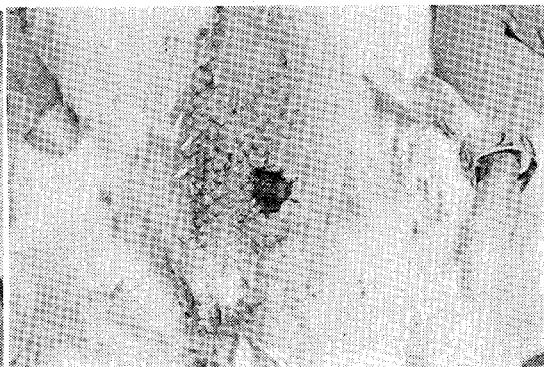
#### (c) 人工肛門の開口部がかなり大きくでき上っている場合

この場合は、直ちに第3号のカニューレの挿入からはじめてよい。ただし、熟練しないうちは(a)の場合に準じて行なう方が失敗は少ない。

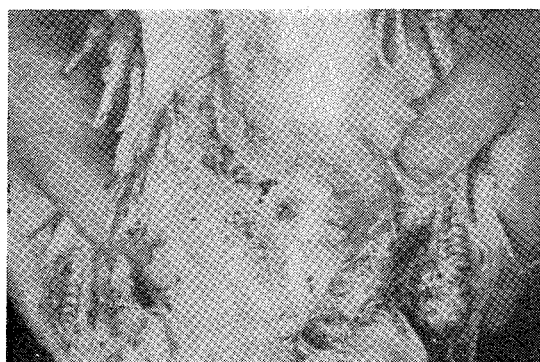
いずれの場合にあっても、カニューレは挿入直前によく熱湯(80-90°C)に浸漬して軟らかくしておき、二つ折りにし、挿入する反対側の部分を縫合糸(ゴム輪でもよい)で巻き、腸管に沿って回しながら所定の深さまで挿入し、次いで縫合糸をはずしてカニューレを原形に復さしめる。最後に外部に露出した部分を4カ所だけ皮膚に縫合して固定する。以上の過程を示すと第18-31図のごとくである。



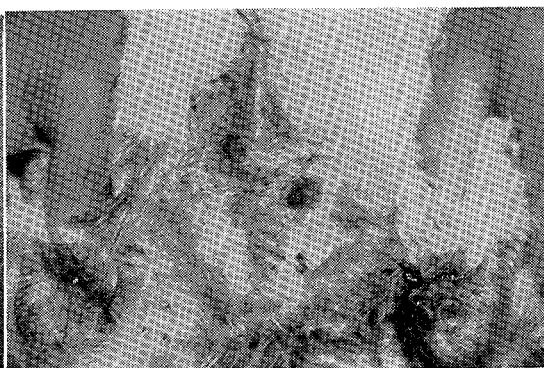
第18図 完全に反転した新生粘膜を有する人工肛門



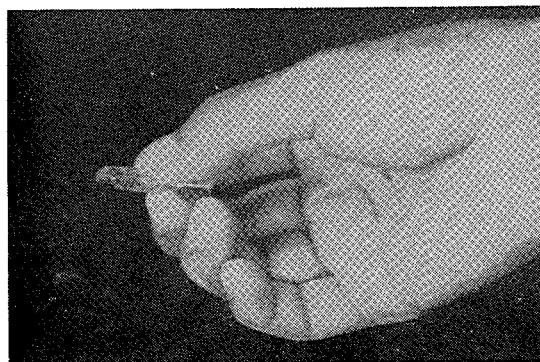
第19図 部分的に反転した新生粘膜を有する人工肛門



第20図 縮小して小孔となった人工肛門



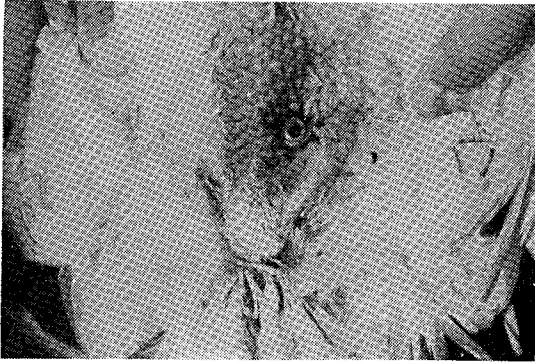
第21図 かなり大きく開口した人工肛門



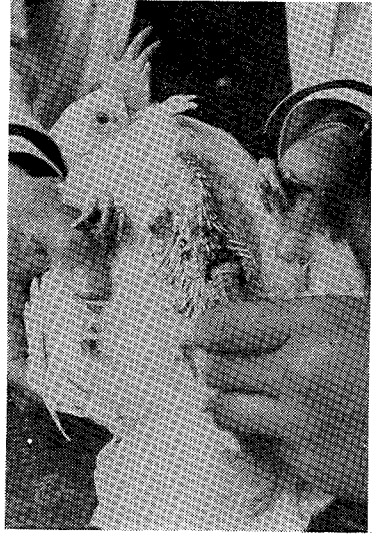
第22図 ビニール管を縦に切開し、螺旋状に巻いた状態



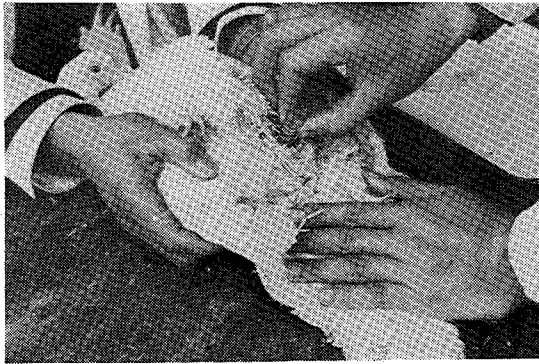
第23図 ビニール管を人工肛門に挿入



第24図 ビニール管を挿入後縫合して固定



第25図 カニューレの挿入 (A)  
カニューレを二つ折りにし、縫合  
糸で巻き挿入するところ



第26図 カニューレの挿入 (B)  
カニューレの先端の挿入を終わったところ



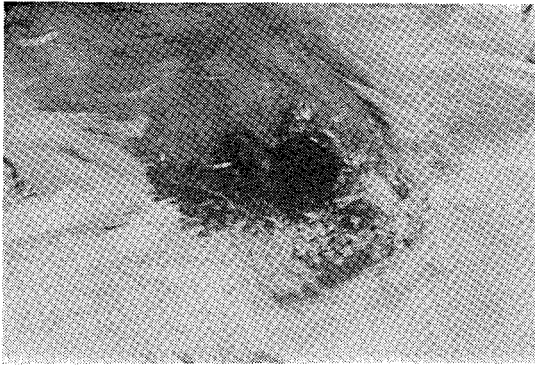
第27図 カニューレの挿入 (C)  
カニューレの挿入を終わったところ



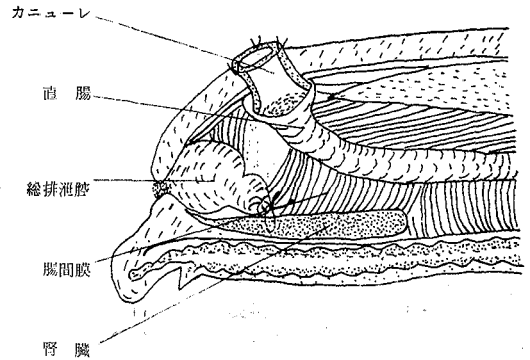
第28図 カニューレの挿入 (D)  
カニューレの挿入を終わり、縫合  
糸をはずすところ



第29図 カニューレの挿入 (E)  
挿入終了後カニューレを広げて  
原形にもどす



第30図 カニューレの挿入(F)  
標準のカニューレの挿入を完了したところ



第31図 人工肛門にカニューレ装着の模式図

カニューレの口径は、多くの実験の結果、従来報告されてきたものよりも大形の方が成績がよく、成鶏では少なくとも内径15mm以上であることが望ましいことがわかった。自然の状態では直腸の末端から総排泄腔にかけて膨大しているので、それと同じ状態に近い人工肛門を作ることが、便通をよくし、消化の正常性が保たれることになると考えられる。そのためには直腸よりも太い口径のカニューレを挿入しなければならない。元来腸管はかなりの伸張性をもっているが、急激な局所刺激に対しては弱いので、カニューレがガラス製または金属製であると、腸管よりも大きいカニューレを挿入することは非常に困難であるが、材質としてビニール管を選ぶことにより、挿入を可能ならしめることができる。すなわち、ビニール管はそのままでも弾力性があって刺激の少ない物質であるが、挿入前熱湯に浸漬するときわめて柔軟になり、これを折りたたみ縮小させることにより腸管内に挿入することが可能である。しかも挿入後は容易に原形に復するので、挿入時の障害を最小限にとどめることができる。

以上のごときカニューレを挿入しておけば、完全に瘻口の狭窄を避けながら排糞を正常に保つことが可能である。しかし、この状態で約25日を経過すると、カニューレは腹圧と皮膚の閉塞によって外部に押し出され、正常な排糞が不可能となって便秘する。このため15日を周期として定期的にかニューレの入れ替えを行なう。すなわち、カニューレを取り出して腸管を洗浄した後、清潔なカニューレを熱湯中に浸漬して、既に述べたと同じ要領で再度挿入すればよい。

ここに用いるカニューレはビニール管であったが、その材質により効果が異なるので、80-90°Cの熱湯中に浸漬後も形状が変わらず、冷却後も容易に原形に復し、しかも連続的な使用に耐えうるものを選ぶ必要がある。この目的に合致するビニール管は軟質ビニール管（日本工業規格 K6771 - 横浜ゴム株式会社製造）が最も適格であった。

以上に述べた技法は、人工肛門設着後の障害を最小限度にとどめることに重点をおいて改良した方法であって、本法によればほとんど全手術鶏に完全な人工肛門を設着することができ、実験の途上における障害もまた少なく、非設着鶏の場合と変わらない活力の状態に維持されることが観察された。しかし、その反面カニューレの入れ替えを行なう繁雑さは免れない。

## 第5節 ひなに対する人工肛門の設着

従来、ひなにおいて糞尿の分離を行なうことはきわめて困難であるとされていた。既に多くの研究者によって種々の方法が試みられたが<sup>(13)</sup>、そのほとんどは失敗に帰している。すなわち、糞尿分離が最も確実にできる人工肛門設着法も、ひなに対しては適用できないものと報告されてきた<sup>(13)</sup>。最近、NEWBERNEら<sup>(13)</sup>はひなの糞尿分離に成功しているが、その方法は基本的には輸尿管分離法といわれる手法に属するものである。すなわち、手術によって輸尿管を分離して他に開口させるものであるが、この方法によって糞尿分離が期待できるのは手術後2週間以内と報告されており、手術直後の回復期間を考慮に入れるならば、実際に使用できる期間はごく短いものとなる。著者は人工肛門の設着手術とその後処置は、難易の差はあってもひなにも適用できるものと考え、

各種の角度から設着を試みた結果、満足すべき状態において成功した。その方法は大体成鶏の場合に準ずるが、切開部の大きさはひなの発育程度により、第1表に示した基準に従えばよい。

第1表 発育程度と切開部およびカニューレの大きさ  
(単冠白色レグホーン雄)

日 令	体 重	切開部の大きさ(直径)			規 格	カニューレの大きさ		
		皮 膚	筋 肉	腹 膜		内 径	外 径	長 さ
25-30	240 g	6 mm	10 mm	(穿孔のみ)	1 号	7 mm	9 mm	18 mm
60	590	8	13	7 mm	2	9	12	20
90	1,460	11	15	10	3	12	15	25
120	1,980	15	20	12	4	14	18	25
150以後	2,250	17	22	14	5	16	20	30

孵化後25-30日令の幼すうの場合、手術に使用する縫合糸は第1号としたが、鶏の発育程度ならびに縫合部位によって規格を変えたので、これらカニューレの装着の場合とあわせて第2表に示した。傷口の癒着するのは成鶏の場合よりも若干早く、およそ8-10日後であるので、そのとき第1号のカニューレを挿入する。この場合も成鶏の場合と同様に無理な挿入を避け、人工肛門の縮小しているものに対してはビニール管の切開した小片を一時入れて拡張させた後、規定の大きさのカニューレを順次挿入することは成鶏の場合と全く同様である。

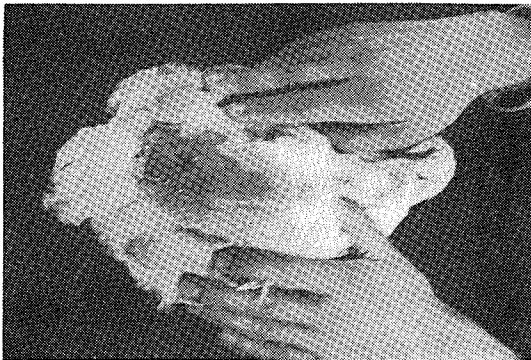
第2表 人工肛門設着手術ならびにカニューレの装着に使用する縫合糸の規格

日 令	縫 合 の 部 位		
	直腸のみ	腹膜, 皮膚 および筋肉	カニューレ の 装 着
25-30	1 号	1 号	6 号
60	1	2	6
90以後	2	3	8

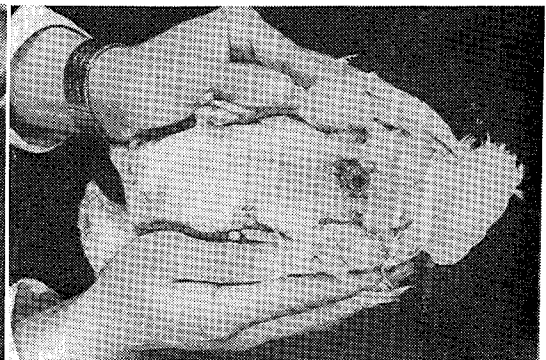
中、大すうに対しても幼すうの場合に準ずるが、ここに使用するカニューレは第1表に示した大きさのものとする。

幼すうにおける人工肛門設着の状況を第32, 33図に示した。

(注) 縫合針はすべて縫合糸と同一規格とする



第32図 人工肛門設着手術直後(30日令)

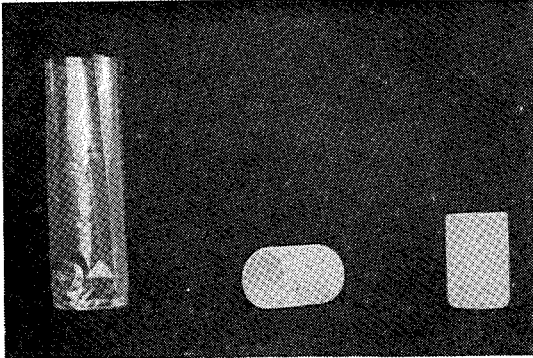


第33図 カニューレの挿入後(左図のひな)

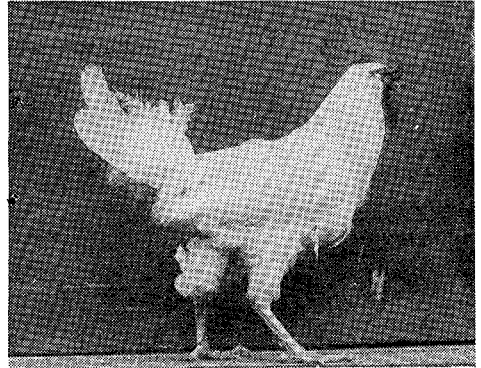
### 第6節 糞の採取法

中すう期以降の鶏においては、第34図に示すとき長さ18cmのビニール製の筒を着けた鉄製の輪(直径5.2cm)を、人工肛門の位置を中心に正中線を避けて皮膚に数カ所縫い着け、この中に直径4.5cm、深さ7cmのプラスチック製ピーカー(第34図)を入れ、ゴム輪でとめて糞を採取する(第35図)。また、採糞用ピーカーは採糞のたびに取り替えることとする。

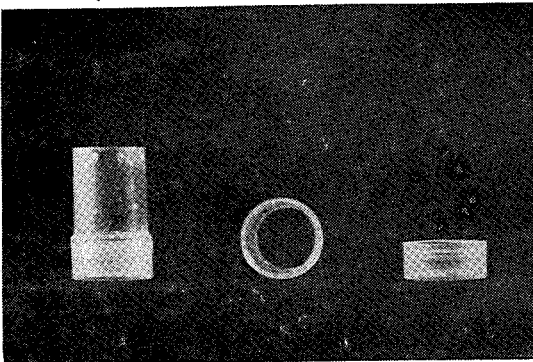
幼すうの場合には、第36図に示すプラスチック製円筒を直接皮膚に縫い着け、円筒に着けられた蓋を開閉することによって採糞を行なう。幼すうに採糞器具を装着した状況は第37-39図のごとく、また採取された糞の形状は第40図のごとくである。



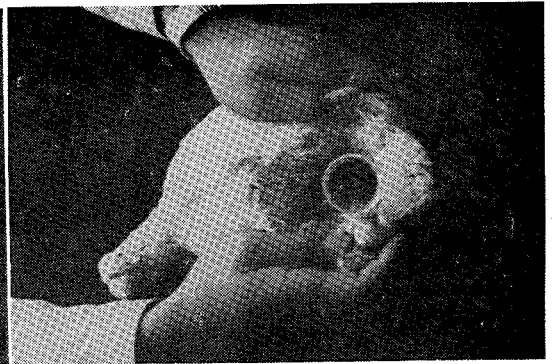
第34図 中すう期以後の採糞器具  
左—ビニール製の筒 中央—採糞用ピーカー(横)  
右—採糞用ピーカ(縦)



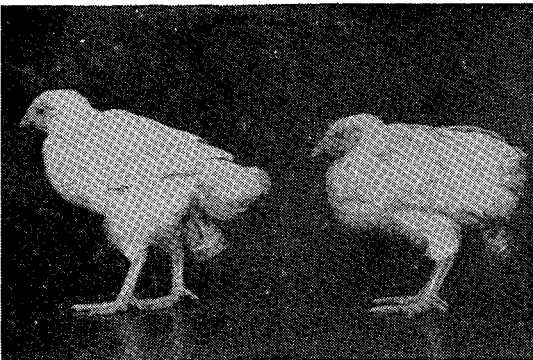
第35図 成鶏に対する採糞用器具の装着



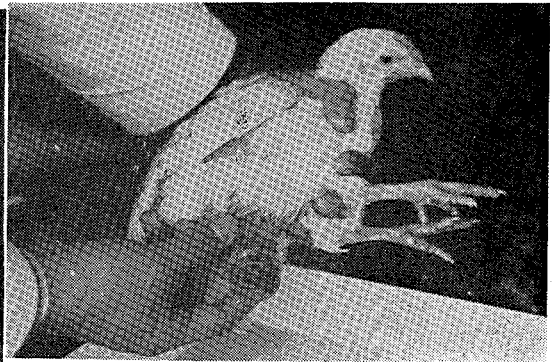
第36図 幼すう用の採糞器具



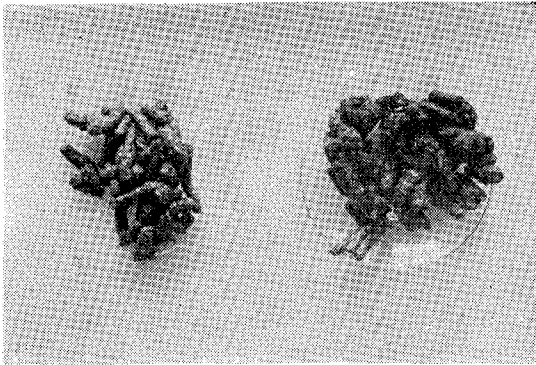
第37図 幼すうに対する採糞器具の装着(蓋なし)



第38図 幼すうに対する採糞器具の装着



第39図 幼すうよりの採糞の状態

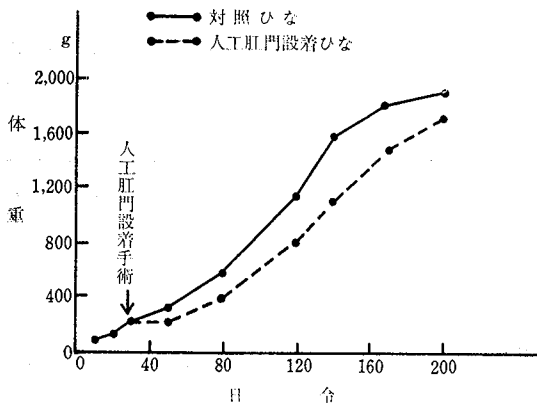


第40図 幼すうより採取した糞の形状

### 第7節 人工肛門設着鶏の生理的正常性

#### (a) ひなの場合

前に述べた要領で人工肛門を設着したひなを、再び同一条件にある自然のひなと同じ管理状態にもどし、以後の成長率を生理的正常性の指標とみなし、両者の比較を行なった結果は第41図の通りである。



第41図 人工肛門設着ひなの発育曲線

この試験においては、同一の飼料を自由摂取させたものであるが、人工肛門を設着したひなは手術直後の約10日間において、食慾の低下および手術のストレスのために発育が一時停滞するが、その後活力をとりもどし、人工肛門を設着しないひなと平行して体重が増加する。これは手術時の障害から回復すると、再び正常な発育にもどることを示している。この事実は人工肛門設着後およそ15日を過ぎ発育が正常にもどれば、非設着鶏の場合とその生理状態に相違がなくなるものと解釈される。

#### (b) 産卵鶏の場合

鶏における各種代謝を研究するに際しては、かなり長期間にわたって鶏の正常性を保つことが要求されるため、安定した状態で糞尿の分離

採取が行なわれなければならない。ことに産卵鶏を使用する場合には、産卵の障害となるような糞尿分離法は適用できない。ARIYOSHI and MORIMOTO<sup>(25)</sup>は、人工肛門を設着した産卵鶏においても正常な産卵が維持できることを2羽の実験例を挙げて報告している。著者は、産卵鶏に対する人工肛門設着の影響をさらに検討するために、産卵中の鶏に対して著者の改良した人工肛門の設着手術を行ない、手術前後の産卵数を比較検討した。

産卵は鶏における繁殖活動の表われであるから、個体の遺伝的能力の限界内においてこれを維持することは、生体の代謝活動が最も旺盛かつ正常であることを示すものと考えられる。したがって、産卵鶏においては産卵率を生理的正常性の指標として検討を進めた。

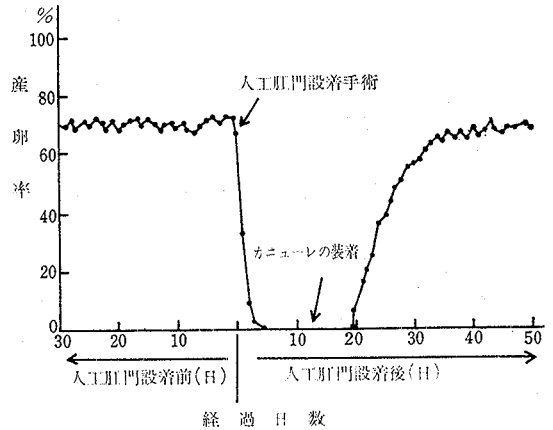
本実験に使用した鶏は、14カ月令の産卵中の単冠白色レグホーン15羽であり、試験飼料は市販の成鶏用配合飼料とし、自由摂食させた。これらの鶏に対して人工肛門を設着した後、手術後産卵開始までの所要日数および産卵開始後ならびに手術前の各1カ月間の産卵率を調べた結果は、第3表に示した通りである。また、手術前後の産卵率の経過については第42図に掲示した。



第3表 人工肛門設着前後の産卵率 (15羽平均)

調 査 項 目	
手術後産卵開始までの所要日数	28±4.2日
手術前1ヵ月間の産卵率	72%
手術後産卵開始から1ヵ月間の産卵率	69%

この結果によると、ひなに対する人工肛門設着の場合と同様に、産卵停止は一時的に起るが、手術後28日前後に再度産卵を開始することがわかった。なお、手術後の1-2日間は産卵を維持する個体も多かったが、いずれも薄殻卵または軟卵であった。また手術前後の産卵率は、手術後の一時停止の時期を除けば有意差が認められない。このことから人工肛門を設着した鶏は、その処置が適当であれば非設着鶏の場合と全く変らない生理状態にあるものと推断された。



第42図 産卵鶏に対する人工肛門設着前後の産卵率

第8節 摘 要

鶏において、消化率測定上不可欠である糞尿分離法のうち、人工肛門設着法の欠点であった腹口の狭窄、便秘、腸管の無緊張または拡張などの不快な症状を除去し、近年改良されたカニューレの使用と低繊維質飼料の給与によっても、なお難点とされていたカニューレの挿入に伴う腸管損傷の危険を防止するとともに、低繊維質飼料以外の各種条件下においても、正常性を保つことを目的として人工肛門設着法に改良を加えた。すなわち、カニューレの形状、大きさ、材質ならびに挿入方法を改良するとともに、人工肛門設着に際して、切開部の位置と切開の方法および大きさにも検討を加えることにより、鶏体を健全に維持し、各種条件のもとで糞尿分離を確実かつ容易に行なうことができた。この方法を適用すれば、従来不可能視されていた25日令以後のひなに対しても、ほとんど完全な状態で人工肛門を設着することができ、しかも半永久的に糞尿分離を行ないつつ各種実験に供用することが可能である。

さらに、人工肛門設着により生理的正常性が保たれるや否やについて明らかにするために、人工肛門を設着したひならびに産卵鶏における、成長あるいは産卵をそれぞれ同一条件にある人工肛門非設着鶏と比較を行なった。その結果、ひなにおいては、手術後の一時的発育停滞の時期を過ぎると、人工肛門を設着しないひなと平行して体重が増加した。したがって、人工肛門設着後およそ15日を過ぎ発育が正常にもどった後は、非設着ひなの場合とその生理状態に相違がないものと考えられた。また、産卵鶏においては、ひなに対する人工肛門設着の場合と同様に、産卵停止は一時的に起るが、手術後28日前後に再度産卵を開始することがわかった。なお、手術前後の産卵率は、手術直後の一時的産卵停止の時期を除けば有意差が認められない。したがって、人工肛門を設着した鶏は、その処置が適当であれば非設着の場合と全く変らない生理状態にあるものと推断された。

### 第3章 各種消化率測定法の比較

既に第2章において、人工肛門を設着した鶏が生理的に正常性を保たれることを論じたが、飼料の消化性においても人工肛門非設着鶏と異なることが必要である。この点について実験的に立証することは非常に困難ではあるが、一応次のごとき方法により検討し、さらにあわせて各種消化率測定法の比較を行なった。

まず同一個体について糞尿混合排泄物を採取し、係数法で消化率を算出した後、ひきつづいて糞導管を装着して糞を採取した場合の消化率を計算した。さらにそれらの鶏に人工肛門を設着して採糞し、その消化率を前二者の成績と比較対照した。ただし、糞尿混合排泄物から係数法により消化率を算出する方法は、直接測定する方法とその基盤を異にするために、この両者を直接比較することは困難である。したがって、人工肛門設着鶏より糞尿を分離採取した後、これを混合し、人工肛門非設着鶏より得られた混合排泄物の場合と同じ係数法を用いて消化率を算出した。すなわち、人工肛門設着鶏においては、その排泄する糞は総排泄腔を通らないので、直腸の末端部から総排泄腔内に滞留ないし通過する間に、内容物の変化が起るとすれば、以上のような比較によりそれぞれ差が生ずると考えられるからである。

#### I 試 験 方 法

第4表 供試鶏の性別、月令および試験開始時体重

区 分	鶏番号	品 種	性別	月令	体 重
対 照 区	1	単冠白色 レグホーン	♂	12	1.84 <sup>kg</sup>
	2	"	"	"	1.88
	3	"	"	"	2.01
試 験 区	4	"	"	"	1.67
	5	"	"	"	1.81
	6	"	"	"	1.87
	7	"	"	"	1.73
	8	"	"	"	1.85
	9	"	"	"	1.94

第5表 供試飼料の配合および化学組成 (%)

品 目	重量比
とうもろこし	30.0
小麦	27.0
脱脂米ぬか	12.6
魚粕	11.0
大豆粕	7.0
小麦胚芽	3.0
ルーサンミール	3.0
血粉	3.0
炭酸カルシウム	3.0
食塩	0.4

水分	粗たんぱく質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分
12.8	18.8	5.4	53.0	4.3	5.7

本試験には、第4表に示すごとき、試験開始時月令12カ月の単冠白色レグホーン雄9羽を用いた。

試験はいずれも屋内におかれた幅43cm、高さ48cm、奥行45cmの金属製ケージに個体別に収容し、第5表に示す組成の試験飼料を給与した。

試験は第6表のごとく、4期に分けて行なったが、いずれも予備飼育期3日、本試験期5日とした。

毎日採取した排泄物は凍結保存し、試験終了後各試験期ごとに全量をあわせて通風乾燥した。排泄物の採取に際しては、1羽あたり0.2gのカルミンを試験開始時および終了時の飼料中に混合し、前食および後食に由来する部分と区別した。

飼料は食下量を正確に測定するために、人工給餌法を行なった。すなわち、1日1羽あたり90gの飼料を3回に等量づつ給与したが、給与に際しては飼料に60%相当量の水を加えて練り、小形の団子状として鶏の口腔内に挿入投与した。

風乾した排泄物は、A. O. A. C. 法<sup>(27)</sup>により一般成分を分析したほか、尿酸およびアンモニアについては次の方法により分析を行なった。

尿酸の定量は、BOSE<sup>(28)</sup>およびBAKER<sup>(29)</sup>の方法に準拠した。すなわち、混合排泄物に飽和炭酸リチウム溶液を加えて尿酸を抽出し、遠心分離して上澄をとり、さら

第6表 試験期の構成

試験期	糞尿採取法	消化率測定法	試験期間
1	混合排泄物	係数法による間接測定	1961, 3/VI - 10/VI
2	糞導管法	直接測定	" 11/VI - 15/VI
3	人工肛門設着法	"	" 1/VI - 8/VI
4	"	糞尿分離採取後両混合にし係数法による間接測定	" 9/VI - 16/VI

に残渣を同様の操作で5回抽出を行ない、上澄液をあわせてこれに硼酸塩緩衝液 (N/5 Na-Borate 9 容と N/10 HCl 1 容の混液) を加え、ヨードを用いて滴定した。

アンモニアは、CONWAY<sup>(90)</sup> の微量拡散法により定量した。すなわち、尿酸定量に用いた抽出液 0.2ml を CONWAY の微量拡散皿の外室に移し、内室には Bromo cresol green を添加した 2% 硼酸液 1ml を入れ、次いで飽和炭酸カリ液 1ml を外室に添加し、よく攪拌した後 1 昼夜放置し、内室液を 0.0143N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> で滴定した。

なお、混合排泄物中の窒素分画の割合は、新鮮物と乾燥物で差異のないことを木部ら<sup>(15)</sup> が報告しているのので、すべて風乾した後分析に供した。

混合排泄物の分析結果より、係数法によって各成分の消化率を求めるためには、次の方法によって糞および尿の成分を計算した。

$$\text{尿の窒素} = \text{混合排泄物中 (尿酸態窒素 + アンモニア態窒素)} \times 1.25^{(81)}$$

$$\text{尿の有機物} = \text{尿の窒素} \times 3.26^{(2)}$$

$$\text{尿の粗脂肪} = \text{尿の有機物} \times 0.018^{(2)}$$

$$\text{糞の有機物} = \text{混合排泄物中の全有機物} - \text{尿の有機物}$$

$$\text{糞の粗たんぱく質} = (\text{混合排泄物中の全窒素} - \text{尿の窒素}) \times 6.25^{(2)}$$

$$\text{糞の粗脂肪} = \text{混合排泄物中の全粗脂肪} - \text{尿の粗脂肪}$$

$$\text{糞の粗繊維} = \text{混合排泄物中の全粗繊維}$$

$$\text{糞の可溶無窒素物} = \text{糞の有機物} - \text{糞の (粗たんぱく質 + 粗脂肪 + 粗繊維)}$$

既に第6表に示したごとく、第1期は人工肛門を設着しないときの混合排泄物採取期であり、総排泄腔に採糞用ピーカーを装着して排泄物を採取した。第2期には第4表に示す試験鶏6羽に対し、木部ら<sup>(15)</sup> の考案した総排泄腔糞導管 (以下糞導管という) を装着し、第1期と同じ飼養条件のもとで採糞を行なった。したがって、本期における消化率は、人工肛門を経ずに排泄した糞による直接測定の結果が得られたが、この試験期に限り予備飼育期2日、本試験期3日とした。第2期の試験が終了した後、同じ6羽の鶏に対し人工肛門設着の手術を行なった。カニューレの挿入を完了し、鶏体が常態に復した16日目から第3期の試験を行なった。本期も第2期と同様に糞尿が分離採取されているので、消化率の直接測定法ではあるが、人工肛門より採取したことが第2期と異なっている。次いで人工肛門設着鶏を第3期と同じ要領で、予備飼育期3日、本試験期5日として糞尿を分離採取した後、糞尿を再度混合して人工的に混合排泄物をつくった。これを第1期と同様の方法で係数法により消化率を算出したが、第1期と異なる点は混合排泄物中の糞が総排泄腔を経由しない点である。

なお、全期間を通じ第4表に示した対照鶏3羽は、すべて試験処置をすることなく、総排泄腔より混合排泄物を採取し、飼料の変質あるいは試験期による消化率の変動をチェックするため用いた。

## II 試験結果および考察

各試験鶏について、それぞれの試験期における飼料摂取量、風乾排泄物量、摂取飼料および排泄糞中の各成分量、ならびにこれより計算した飼料の個体別消化率より、各試験期における平均消化率を求めると第7表のごとくである。

粗たんぱく質の消化率は、対照区、試験区および試験期のいかににかかわらず、統計的には有意差が認められないが、糞導管法により採糞し、糞を直接分析して消化率を測定した第2期の数値は、他に比して若干低い傾向

第7表 消化率測定法による消化率の差異 (M±SE%)

区分	試験期	糞尿分離法	消化率測定法	有機物	粗たんぱく質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維
対照鶏 (3羽)	1	混合排泄物	係数法による間接測定	85.0 ±0.8	84.0 ±1.6	87.6 ±0.3	88.2 ±0.5	12.0 ±0.4
	2	"	"	86.3 ±0.3	86.9 ±2.0	87.2 ±0.3	89.2 ±0.8	11.5 ±0.3
	3	"	"	85.1 ±0.3	85.0 ±1.0	89.9 ±0.6	87.8 ±0.4	11.4 ±0.8
	4	"	"	86.0 ±0.3	85.3 ±0.2	89.2 ±0.5	89.1 ±0.5	11.4 ±0.5
試験鶏 (6羽)	1	"	"	84.5 ±0.4	83.8 ±0.8	86.8 ±0.7	87.7 ±0.3	10.8 ±0.5
	2	糞導管法	直接測定	83.1 ±0.4	80.7 ±1.0	87.0 ±0.6	86.8 ±0.4	7.8 ±1.1
	3	人工肛門設着法	"	84.8 ±0.4	84.8 ±0.4	89.6 ±0.4	87.5 ±0.4	11.3 ±0.3
	4	"	糞尿分離採取後両混合にし 係数法による間接測定	85.6 ±0.3	83.8 ±0.4	90.6 ±0.3	89.0 ±0.3	12.0 ±0.4

がみられた。人工肛門を設着し、排泄糞より直接消化率を測定した第3期、および分離排泄した糞尿を再度混合して係数法により間接的に算出した場合の数値がよく一致し、しかも、それが人工肛門を設着せずに総排泄腔より排泄した混合排泄物より得られた値ともよく一致することは、粗たんぱく質が総排泄腔において特に消化吸収される可能性がきわめて低く、したがって、総排泄腔を経ずに直接直腸末端より採糞してもさしつかえないことを示すものである。しかるに前述のごとく、糞導管法による場合においてやや低値であった。この理由として糞導管を装着することにより消化力が減退することも考えられるが、

第8表 飼料食下後排泄開始までの所要時間

鶏番号	人工肛門設着前	人工肛門設着後	糞導管法
4	4.0 時間	4.5 時間	7.0 時間
5	5.0	4.0	9.5
6	4.5	4.5	10.5
7	3.5	3.5	9.0
8	4.0	4.5	12.0
9	4.5	4.0	10.0
平均(M±SE)	4.3±0.6	4.2±0.5	9.7±0.5

時間がやや長くなることから、腸内分泌物ならびに腸内微生物の影響をより多く受け、相対的に排泄糞中の代謝性窒素の比率を高め、いわゆる見掛けの消化率が低下したためではないかと考えられる。また、第1期と第4期の数値がよく一致する事実は、粗たんぱく質の消化率が人工肛門設着の前後において変りがないことを示すとともに、本試験で混合排泄物から糞尿別成分の算出に用いた海塩の係数による消化率と、人工肛門設着法で求めた消化率が比較的よく一致することは、粗たんぱく質の消

化率決定に際しこの係数がきわめて妥当であることを示すものである。

粗脂肪の消化率は、試験鶏および対照鶏とも第1期および第2期に得られた値と、第3期および第4期のそれと比較すると、いずれも後者が2—3%高く、しかもこれを統計的に検討すると有意差がみられた。このような試験期による差異がどのような原因によるものであるかは明らかでないが、同一時期に行なった試験鶏と対照鶏による消化率は非常によく一致している。このことは人工肛門や糞導管を設着しても粗脂肪の消化には影響のないこと、さらに係数法によってもかなり正確に消化率を算出できることを示すものである。通常の養鶏飼料に含まれる粗脂肪含量はあまり多くないので、本試験で得られた程度の消化率の差異では可消化養分総量に対して大きな影響はないが、最近みられるような多量の脂肪を添加した飼料については大きな影響が及ぼされるので、脂肪の消化率測定についてはさらに追究する必要がある。

可溶無窒素物の消化率においては、粗たんぱく質の場合と同様に、対照区、試験区および試験期のいかにかわらず統計的に有意差が認められない。特に係数法により算出した第1期および第4期の消化率は、対照鶏のそれによく一致した。糞尿を分離採取して再度混合し、これを係数法により求めた消化率と、混合排泄物より係数法で求めたそれに差がないことは、人工肛門設着前後の消化率に差異のないことを示すものである。ただ、係数法では適用する係数において研究者間に若干の相違がみられるので、これが適用いかによっては可溶無窒素物の消化率に直接影響を受ける懸念がある。本試験の結果、糞尿分離の確実な他の方法により得られた消化率と係数法によるそれがよく一致したとしても、各種条件下において、係数法により得られた数値が常に信頼性が高いという保証は得られ難い。

粗繊維は、糞中のみ排泄される成分であるから、糞尿分離の有無にかかわらずその消化率は一定となるはずである。本試験においても、対照鶏、試験鶏とも粗繊維の消化率に有意差は認められなかった。ただ、糞導管を用いて採糞した第2期の場合において、他の方法によった場合よりも消化率が低くなる傾向を示したが、この偏差が他より大きいことは、さきに述べたように糞導管装着による機械的な圧迫が関係しているのかもしれない。

最後に有機物の消化率であるが、これは飼料成分中最も多く含まれている可溶無窒素物によって最も影響されるので、可溶無窒素物の傾向とよく一致するが、糞導管法による場合やや低値である。

以上の諸点を総合すると、健全に維持された人工肛門設着鶏における飼料の消化率は、人工肛門を設着する前と変わらず、糞尿の分離を完全に行なうことのできる方法と考えられる。特に本法を応用すれば、単に飼料の消化率測定のみならず排泄尿を正確に採取できるので、従来困難視されていた各種代謝研究（特にたんぱく質や水分代謝など）を進展させる可能性を含んでいる。

混合排泄物を化学分析によって尿成分の算出を行なう係数法は、分析操作が他に比してわずらわしく、また、研究者間において適用する係数に若干の違いのあることから、いかなる条件下においても常に近似値が得られるとはいえない。

糞導管法は、粗たんぱく質および粗繊維などの消化率が若干低下するので、人工肛門設着法に比較すると正確度がやや低く、鶏体の健全なる維持にも多少の難点を伴う。しかし、手術などの複雑な操作あるいは技術を必要とせず、随時にしかも簡単に消化率を測定できるので、単に飼料の大略の消化率を求めるためには使用しうる方法であり、今後さらに改良を加えてより正確性を向上させることが期待される。

### Ⅲ 摘 要

人工肛門を設着した鶏における消化の正常性を実験的に明らかにし、あわせて各種消化率測定法を検討するために、同一の成鶏雄を用いて係数法、糞導管法および人工肛門設着法の順に同一飼料をもって消化試験を行ない、次のごとき結果を得た。

まず糞尿混合排泄物を採取し係数法で算出した消化率を、人工肛門設着鶏より糞尿を分離採取した後これを混合し前と同じ係数法で算出した場合のそれに比較すると、各成分とも有意差がみられない。したがって、健全に維持された人工肛門設着鶏における飼料の消化率は、人工肛門を設着する前と変わらないことが明らかである。

係数法についてみると、粗たんぱく質、粗脂肪、可溶無窒素物および粗繊維の消化率は、いずれも人工肛門設着法により得られた値とよく一致した。しかし、係数法では分析の精度や適用する係数のいかによって差異を生ずるので、各種条件下において常に信頼度の高い数値が得られるとはいえない。

糞導管法では、粗たんぱく質および粗繊維の消化率に若干の低下がみられた。これは他の方法に比して糞の排泄に時間を要し、糞の消化管内滞留時間が長くなることにその原因があるものと考えられる。しかし、方法そのものが簡便であるので、およそその飼料の消化率を測定するためには使用可能と考えられる。

健全に維持された人工肛門設着鶏は、最も完全にしかも長期にわたって糞および尿の採取が可能であった。以上の点より、人工肛門設着法は飼料の消化率測定が最も正確に行ないうるのみならず、さらに尿を正確に採取できることから、従来困難視されていた各種代謝実験を進めるために有力な手段となるものである。

## 第4章 消化率に影響を及ぼす条件

家畜はそれぞれ固有の消化器構造をもち、消化の機構もそれに応じて異なり、さらに摂取した飼料の消化率も動物の種類により異なっている。一般に反芻動物は膨大な反芻胃を有し、反芻胃内の微生物の作用による飼料、特に粗飼料の消化力が強く<sup>(32)</sup>、鶏では粗繊維の消化力が他の家畜よりも著しく劣ることが特徴とされている<sup>(33)</sup>。このように動物種間に飼料消化力の差異があるほかに、特に哺乳動物においては、同一種類の家畜においても、品種<sup>(34)</sup>、個体間<sup>(35)</sup>、同一個体内<sup>(36)</sup>、年齢<sup>(37)</sup>、飼料の摂取量<sup>(38)</sup>、炭水化物<sup>(39)</sup>、たんぱく質<sup>(40)</sup>、無機物<sup>(41)</sup>、あるいは消化酵素その他刺激物の添加摂取<sup>(42)</sup>、または飲料水<sup>(43)</sup>などが消化率に及ぼす影響が報告されているが、鶏についてはこのような条件についての検討が十分になされておらず、大部分は他の家畜の成績から推測するにとどまっている。

また、鶏は特異な消化器構造をもち、その機能も哺乳動物とは著しく異なるため、消化試験方法も特別な配慮を必要とする場合が多い。従来、口腔内の消化<sup>(44, 45)</sup>、嗉のうの機能<sup>(46, 47)</sup>、腺胃および筋胃の解剖学的構造と機能<sup>(48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58)</sup>、腸管内における消化<sup>(45, 46, 49, 52, 59, 60)</sup>、消化におよぼす盲腸の役割<sup>(48, 52, 61, 62, 63, 64, 65, 66)</sup>など個々の消化器官の機能に関して検討を行なった成績は多いが、消化試験方法とこれが総合された消化率の関係についての検討は十分になされていない。したがって、鶏における消化率測定に際しては、まずこれら消化率を左右する因子について検討を加えることが必要であると考えられたので、本研究においては次のごとき実験を行なった。

消化率を測定するに際しては、従来全糞採集法 (Total collection method) が主として用いられていたが、最近指標法 (Indicator method) が広く応用される傾向にある。一般に鶏の消化率の測定に用いる指標物質としては、WHISON<sup>(67)</sup>による硫酸バリウム、OLSSON<sup>(68)</sup>、DANSKY<sup>(69)</sup>、MULLER<sup>(70)</sup>、YOSHIDA and MORIMOTO<sup>(71)</sup>による酸化クロム、ならびにMULLER<sup>(70)</sup>によるリグニンなどがある。本試験においては、全糞採集法および指標法の有用性を比較検討する目的で、人工肛門を設着した成鶏雄を用いてそれぞれの方法により消化率を測定した。

鶏における消化試験方法として最も問題となる点は、糞尿分離法のほかに採食量および排糞量の確認である。そのため、一定量の飼料を練り餌として強制的に口腔内に挿入給与することにより、採食量を正確に測定することができる。この方法によって測定された消化率を、自由採食時のそれと比較することにより強制給与法の可否を検討した。

次に飼料の給与回数と消化率の関係においては、同一量の飼料をそれぞれ分与する回数によって、その消化率に差異を生ずるかどうかを検討し、飼料の処理加工が消化率に影響を及ぼすことが考えられるので、かんしよの葉および葉柄を新鮮、蒸煮、サイレージあるいは乾燥など処理方法を異にした場合における消化率の変化を追究した。

一方、鶏を夏季ケージに収容した場合における軟便の実態を明らかにするとともに、その防止のために飲水を一部制限した場合における飼料の消化率の変化を調べた。

また、食習慣による消化率の変化については、練餌を多量に連続して給餌した場合、鶏が食習慣性を得て練餌の消化能力を高めうるかどうかを検討し、さらに、孵化後30日令以後180日令に至るまでを7期に分け、それぞれ人工肛門を設着して消化率を測定し、孵化後日令と飼料の消化率の関係を明らかにしようとした。

### 第1節 採糞方法

従来、鶏における飼料の消化率の測定に際し、試験飼料に由来する糞の区別採取が必要であった (全糞採集法)。しかし、最近哺乳動物では、指標物質の一定量を混入した飼料を給与し、その排泄物中の濃度を用いて消化率を算出する、いわゆる指標法が広く応用されるようになった。指標法の応用の可否は、指標物質が消化管内で吸収、破壊されず、また分析の精度の高いことなどによって影響される。

本試験においては、全糞採集法、酸化クロムを指標物質とした指標法にあわせて期間採集法など、採糞方法の相違が飼料の消化率に及ぼす影響を明らかにするとともに、その有用性についても検討を行なった。

I 試験方法

1961年10月3日から10日までの8日間、人工肛門を設着した単冠白色レグホーン成雄3羽を供試鶏とし、これを

第9表 試験飼料の配合および化学組成 (%)

品 目	重量比
とうもろこし	30.0
小麦	30.0
脱脂米ぬか	12.5
魚粕	11.0
大豆粕	7.0
小麦胚芽	3.0
ルーサンミール	3.0
炭酸カルシウム	2.8
食塩	0.5
酸化クロム	0.2

水分	粗たんぱく質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分	酸化クロム
11.2	18.6	4.5	55.4	3.9	6.4	0.195

$$\text{消化率}(\%) = 100 - \left( 100 \frac{\text{飼料中指標物質含量}(\%)}{\text{糞中指標物質含量}(\%)} \times \frac{\text{糞中成分含量}(\%)}{\text{飼料中成分含量}(\%)} \right)$$

飼料および風乾糞中の酸化クロムの定量は、BOLIN<sup>(72)</sup>の方法によった。すなわち、500mgの飼料および糞を100mlの乾いたケルダールフラスコにとり、次いで5mlの酸化剤(10gのモリブデン酸塩を150mlの蒸溜水に溶解した後、濃硫酸150mlを加え、さらに200mlの70%過塩素酸を加えたもの)を加えてバーナー上で加熱し、次いで一度冷却して2mlの過塩素酸を加えて後加熱すること再三度くり返し、ついに完全に分解を完了する。分解完了後少し冷し、50mlの蒸溜水を加え室温になってから100mlに定容し、シリカが完全に沈澱した後比色する。なお、あらかじめ既知量の酸化クロムを用いて、検量曲線を作製した。

以上の試験と平行して、供試飼料給与後における酸化クロムの糞中への排泄量を調べるとともに、昼間および夜間に排泄する糞中の酸化クロム量、ならびにその回収率をもあわせ調査検討を行なった。

II 試験結果および考察

本試験は採糞方法を異にした場合、同一鶏で消化率にどのような差異を生ずるのかについて検討するために行なったものであるから、指標法による場合も採糞は期間採集法に準じて行なった。

酸化クロムは飼料中への混合や分析が比較的容易であるので、鶏の消化率測定のための指標物質としての利用性は高いが、さらにその信頼性を支配する要因として、分析の精度と回収率を考えなければならない。

第10表 酸化クロム測定値の精度

試料番号	100mgに対する測定値	誤差
1	98.2 mg	- 1.8 %
2	99.6	- 0.4
3	100.5	+ 0.5
4	98.3	- 1.7
5	99.2	- 0.8
平均(M±SE)	99.2±0.5	-0.8±0.6

第3章に示したと同一の代謝試験用ケージに1羽づつ収容し、第9表に示した試験飼料を給与した。飼料は強制給与とし、1日1羽あたり90gを等量づつ3回に分与した。

全糞採集法は、カルミンを本試験の開始前および終了後の飼料中に添加して、試験期の糞を試験前後のそれと区別採取した。なお、5日間の本試験を開始する前に3日間の予備飼育を行なったが、この場合カルミンを用いて試験期の糞を区別せずに、3日間の予備飼育後直ちに採糞を開始した場合(この方法を期間採集法という)の適否も検討した。指標法は、飼料中に混合した酸化クロムを指標物質として消化率の算出を行なったが、指標法による消化率の算出は次式の通りである。

そこで、酸化クロム100mgを糞中に配合し、その分析を行なって得られた測定値から、分析の精度を調べた結果は第10表に示すごとく、測定に伴う誤差は-0.8±0.6%ときわめて少ないことがわかった。

次に一定量の酸化クロムを食下した鶏で、酸化クロムの排泄量が恒常に至るまでの所要時間について考えると、MULLERは酸化クロムを混入した飼料を鶏に給与する

と、2日後にはその排泄量が恒常になると報告している<sup>(70)</sup>。本試験においては、鶏に0.2%の酸化クロムを混入した飼料を与え、給与開始より1日ごとの糞中酸化クロム量を測定した結果、第11表に示したごとく、給与開始後2-3日を過ぎれば酸化クロムの排泄量はほぼ恒常となり、MULLER<sup>(70)</sup>の成績とよく一致した。したがって、酸化クロムを指標物質として消化率の測定を行なう場合、2日間の予備飼育期があれば十分と考えられた。

第11表 酸化クロム混合飼料給与後における糞中への酸化クロムの排泄量 (風乾糞100g中の酸化クロム量)

鶏 番 号	酸化クロム混合飼料給与後の経過日数				
	1	2	3	4	5
1	1,038 mg	1,055 mg	1,088 mg	1,084 mg	1,079 mg
2	1,045	1,071	1,085	1,069	1,083
3	1,047	1,079	1,082	1,082	1,090
平均(M±SE)	1,043±3	1,068±7	1,085±2	1,078±7	1,084±5

各試験期における飼料摂取量、風乾排泄糞量およびそれらの化学組成、ならびにそれを用いて計算した個別の消化率から、これを取りまとめて第12表に示した。

第12表 採糞方法の相違による消化率の差異 (%)

採糞方法	鶏番号	有機物	粗たんぱく質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維
全糞採集法	1	85.2	85.3	89.3	87.8	44.8
	2	85.5	87.1	89.3	87.8	41.9
	3	85.3	86.1	87.7	88.8	49.5
	平均 (M±SE)	85.3±0.3	86.2±0.5	88.8±0.4	88.1±0.5	45.4±2.3
期間採集法	1	85.2	85.3	89.3	87.8	44.8
	2	84.9	86.5	88.5	87.3	40.0
	3	85.1	85.7	87.7	88.6	48.6
	平均 (M±SE)	85.6±0.4	85.8±0.3	88.5±0.4	87.9±0.4	44.5±2.7
指標法	1	85.6	85.7	89.3	88.1	45.8
	2	85.9	87.3	89.5	88.1	43.8
	3	86.7	86.5	88.5	89.2	51.3
	平均 (M±SE)	86.1±0.4	86.5±0.3	89.1±0.3	88.5±0.4	47.0±2.3

有機物の消化率は、全糞採集法85.3%、期間採集法85.6%、指標法86.1%で、その比率は100.0:99.6:100.8となるから、全糞採集法を基準にすれば、期間採集法では0.4%低く、指標法では0.8%高い値になり、他の成分についても同一傾向を示すことがわかった。しかし、これら三者間には統計的な有意差は全く認められず、かつ全糞採集法の場合でも飼料および糞の採取、秤量に伴う誤差のあることを考慮すれば、いずれの方法も消化率測定上誤りはないものと思われる。

MULLER<sup>(70)</sup>は、夜間と昼間では排泄する糞中の酸化クロム含量に差異のあることを指摘し、これは昼間および夜間に排泄する腸糞および盲腸糞の量的差異に基づくものとされ、ひなと成鶏では、その様相がむしろ相反していることを認めている。

本試験においては、酸化クロム0.2%を含む飼料を鶏に給与し、4日目より昼間(6時-19時)と夜間(19時-翌日6時)の排泄糞を分別採取し、その酸化クロム量を測定した。その結果は第13表に示すごとく、昼間に排泄する酸化クロム量が若干高く、夜間に排泄した糞中酸化クロム量との間に有意差が認められた。以上の結果から、飼料の消化率測定に指標法を用いる場合には、1昼夜を単位として採糞する必要のあることが明らかにされ



第13表 昼夜別排泄糞の酸化クロム含量

鶏 番 号	風乾物中における酸化クロム		酸化クロム の回収率
	昼 糞	夜 糞	
1	1.10 %	1.08 %	98.7 %
2	1.10	1.07	98.2
3	1.08	1.07	96.8
平均(M±SE)	1.09±0.01	1.07±0.01	97.9±0.6

でも指標物質の回収率のいかに飼料の消化率計算上影響を及ぼすものである。

MULLER<sup>(70)</sup> は消化率（全糞採集法により得られた消化率）の理論値と、指標法により求められた消化率および指標物質の回収率との間に、次の関係があるとも報告している。

$$DC - DC_1 = \frac{(100 - IR)(100 - DC)}{IR}$$

ただし、DC = 消化率の理論値

DC<sub>1</sub> = 指標法による消化率

IR = 指標物質の回収率

上式によれば、消化率の理論値と指標法による消化率の差異（誤差）は、指標物質の回収率が小さくなるにつれて大きくなることが示されている。

本試験においては、粗繊維を除く各種飼料成分の消化率は85~88%の範囲にあり（第12表）、また酸化クロムの回収率は98%であるので、消化率の理論値と指標法により求めた消化率の差は0.3%程度となり、その割合は0.4%以下となり、また最も消化率の低い粗繊維の場合であっても誤差は1.1%（消化率の理論値の約2%）となり、酸化クロムを指標物質とする鶏の消化率の測定法は、十分実用性のあることがわかった。なお、試験方法が適当であればその精度はかなり高いことも明らかにされた。

### III 摘 要

鶏による消化試験において、採糞方法の相違が飼料の消化率に及ぼす影響を明らかにし、その実用性を検討するために本試験が行なわれた。

まず、3羽の人工肛門装着鶏に対して同一飼料を給与しながら、全糞採集法、期間採集法および指標法（指標物質として酸化クロムを使用）によりそれぞれ採糞を行なった後、その消化率を算出し、さらに指標物質の回収率との関係から消化率相互の比較検討を行なった。

その結果、全糞採集法、期間採集法および指標法いずれの方法によっても、消化率には大差のないことが明らかになった。また、指標物質の排泄日数を調査した結果、予備飼育期間を2日とれば十分であることを確かめ、さらに昼夜間に排泄する糞中の酸化クロム含量の比較を行ない、消化率測定に際しては、指標法を応用する場合にも、1昼夜を単位とした採糞の望ましいことが明らかになった。

### 第2節 飼料の給与方法

全糞採集法によって飼料の消化率を測定する場合、採食量の正確な測定が必要とされるが、鶏の採食器官の構造上食い落としを完全に防止することは困難である。しかし、鶏では口腔および食道における消化の役割は全くないか、もしあるとしてもきわめて低いものとされているので<sup>(44, 45, 78)</sup>、一定量の飼料を練り餌として強制的に給与し、その際の消化率が自由採食時のそれと異なるかどうかを確かめるために、以下のごとき比較消化試験を行なった。

#### I 試験方法

供試鶏としては、交雑種（横斑プリマスロック雌×単冠白色レグホーン雄）の成雄6羽を使用した。供試鶏は各3羽づつの2区に分け、それぞれ飼料の給与方法として強制給餌と自由採食を転換することにより、これら給

た。

一方、食下した飼料中の酸化クロムの糞中への回収率は必ずしも100%とはならず、MULLER<sup>(70)</sup>によれば指標物質の損失は-1.2-+4.5%の範囲内にあることが示されている。指標物質の糞中排泄量の日間誤差を少なくするためには、前述のごとく1昼夜を単位とした採糞を少なくとも2-3日間くり返す必要があるが、その場合

与方法の差異が飼料の消化率に影響を及ぼすかどうかを検討した。

これらの鶏はあらかじめ人工肛門の設置を行なった後、正常な健康状態に回復してから用いたが、試験期間中は個体別に第3章に示した代謝試験用ケージに収容し、第14表に示した飼料を給与した。

なお、試験期は1960年5月12日から23日までの12日間を2期に分け、いずれの給与方法の場合も予備飼育期、本試験期ともに3日づつとした。

強制給餌の場合は、望ましい給与量を1羽1日あたり90gとし、これを8時、12時、17時の3回に等量づつ給与した。給餌に際しては、飼料の60%に相当する水を加えて練り、数個の細長い団子状にして口腔内に挿入し、一個づつ少量の水を与えながら食道を通じて喉のう内に送入した。

自由採食の場合には、食い落しをできる限り少なくするように給餌したが、それでも若干の損失が認められたので、強制給餌量の10%増しの飼料を3回に分与し、強制給餌時における採食量に近い飼料が摂取できるように配慮した。

なお、いずれの場合も水は自由に飲用させた。

本試験期の3日間、期間採集法により毎日糞を採取して凍結保存し、試験終了後それぞれの全量を55°Cで通風乾燥し、粉碎して分析に供した。

消化率は、飼料中に混合した酸化クロムを指標物質として算出した。

## II 試験結果および考察

各試験期における飼料摂取量、風乾排泄糞量およびそれらの化学組成、ならびにそれらより得られた個体別の消化率から、これを整理して示すと第15表のごとくである。

第15表 自由採食および強制給餌法による消化率の比較 (%)

試験期	区 分	鶏 番 号	有 機 物	粗 た ん ぱ く 質	粗 脂 肪	可 溶 無 窒 素 物	粗 繊 維
1	強 制 給 餌	1	85.3	85.6	88.2	87.9	45.6
		2	85.6	86.6	91.9	87.9	41.9
		3	86.2	88.1	89.7	88.3	43.7
		平均	85.7±0.2	86.8±0.8	89.9±1.1	88.0±0.1	43.7±1.1
2	強 制 給 餌	4	86.1	87.3	92.6	88.1	46.2
		5	86.0	86.8	88.1	88.4	46.4
		6	85.6	86.8	87.2	88.4	39.5
		平均	85.9±0.2	87.0±0.2	89.3±1.7	88.3±0.1	44.0±2.0
総 平 均 (M±SE)			85.8±0.2	86.9±0.3	89.6±1.0	88.2±0.2	43.9±1.1
1	自 由 採 食	4	85.7	86.4	91.8	88.2	41.1
		5	84.9	85.5	89.7	87.6	40.0
		6	86.3	86.6	88.9	89.1	43.5
		平均	85.6±0.4	86.2±0.4	90.1±0.9	88.3±0.5	41.5±1.1

第14表 試験飼料の配合および化学組成 (%)

品 目	重量比
と う も ろ こ し	30.0
小 麦	30.0
脱 脂 米 ぬ か	12.5
魚 粕	11.0
大 豆 粕	7.0
小 麦 胚 芽	3.0
ル ー サ ン ミ ー ル	2.8
炭 酸 カ ル シ ウ ム	3.0
食 塩	0.5
酸 化 ク ロ ム	0.2

水分	粗たんぱく質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分	酸化クロム
11.7	18.6	4.5	54.7	4.0	6.3	0.199

2	自由採食	1	85.6	85.7	86.7	88.7	43.0
		2	86.0	87.8	90.8	88.2	42.1
		3	85.5	87.9	90.0	87.5	42.2
		平均	85.7±0.2	87.1±0.2	89.2±1.2	88.2±0.2	42.4±0.3
総平均 (M±SE)			85.7±0.2	86.7±0.3	89.7±0.7	88.3±0.2	42.0±0.9

ここで自由採食時に対する強制給餌時の消化率を比較すると、両者の値は非常によく一致して有意差が認められない。すなわち、有機物としてみた場合、自由採食時85.7%、強制給餌時85.8%となって全く変わらないまでに

第16表 自由採食および強制給餌法による有機物の消化率の分散分析

項目	平方和	自由度	分散	分散比	確率
個体	0.922	3	0.3073	0.45	> 0.5
試験期	0.563	2	0.2815	0.41	> 0.5
給餌法	0.083	2	0.0415	0.06	
誤差	4.769	7	0.6813		
総変異	6.337	11			

近似の値を示している(第16表)。同様に各成分ごとに両法の比較を行なった結果は、いずれの場合も有意な差はみられなかった。さらに、試験期別ならびに個体別による消化率を比較した結果も、両法の消化率の間に差異のないことを示している。

自由、強制の両採食形式の違いによって起ると想像される主要な問題は、給与飼料の形態が一方は風乾物であるのに対し、他方は湿潤物であることから、嗦のう内の滞留時間に差異が生じ<sup>(74)</sup>、また後者の場合

合、口腔から食道を通じて嗦のうまで強制的に送入することにより、唾液の作用に差異が生ずるのではないかと考えられることである。

一般に鶏の唾液や、口腔および食道などの粘膜中にはアミラーゼが存在し<sup>(45)</sup>、その濃度は哺乳動物と比較するとかなり低い<sup>(49)</sup>、しかし、1時間以内にでんぷんを加水分解して糖に変えるに十分なる量が存在することを認めた報告<sup>(45)</sup>もある。一方 JUNG and PIERRE<sup>(73)</sup>は、鶏の嗦のう中におけるでんぷんから糖への転換は全くないか、もしあるとしてもごくわずかであることを証明し、實際上鶏の唾液は、酵素的消化としては非常に小さな役割しか果たし得ないと結論している。したがって強制給餌において嗦のうまで短時間内に飼料を送入しても、唾液による影響はほとんどないものと考えられ、また本試験の結果もこれを証明している。次に嗦のう内における酵素の存在と、その消化に果たす役割についてはなお異なる意見がある。すなわち、嗦のうの内容物および嗦のう実質中に、たんぱく質および炭水化物の消化酵素が存在するという報告<sup>(76)</sup>がある一方、KLUG<sup>(44)</sup>およびSHAW<sup>(45)</sup>はこれを否定している。いずれにしても、それらの酵素は存在するとしてもごく微量であって、直ちに消化において有意の役割を演ずるものとは考えられない。嗦のうの主たる機能は、食下した飼料が腺胃に送りこまれる前の一時的な貯蔵、湿潤化あるいは柔軟化にあるものと考えられる。

以上のごとく、個々の消化器官の機能に関連して種々の問題が考えられるが、少なくとも飼料の消化率に対しては、自由、強制いずれの場合もほとんど差異がないので、鶏の口腔、食道および嗦のうは、消化に対して直接の役割を果しているとは考えられないことが明らかにされた。ただ、強制給餌法には、飼料の計量、加水混和、強制送入などかなり複雑な操作を必要とするので、特に採食量を制限したり採食量を明確に測定するような場合を除けば、その適用性はむしろ少なく、自由採食により指標法を用いた測定が飼料の消化率測定には適しているといえる。しかし、嗜好性の特に低い飼料について測定する場合には、強制給餌によって採食を一定に保つことにより、有効な消化率の測定が行なえるものである。

### III 摘 要

鶏による消化試験を行なうに際し、採食量を正確に測定することは一般に困難視されている。そのため一定量の飼料を強制的に給与し、その消化率が自由採食時のそれと異なるかどうかを確かめるため、6羽の人工肛門装着鶏を使用して消化試験を行なった。

酸化クロムを指標物質として消化率を算出した結果、自由採食および強制給餌のいずれによっても、給餌法が

適当であれば、飼料の消化率には有意の差のないことがわかった。

### 第3節 飼料の給与回数

一般に、鶏では摂取した飼料の消化管通過速度が哺乳動物に比べて早いため、給餌回数は他の家畜の場合よりも多い方がよいと考えられてきた。家畜に対する飼料の給与回数については、消化率に関するもの<sup>(76-80)</sup>、体代謝および体組成に関するもの<sup>(81-84)</sup>などが報告されている。しかし、これらはいずれも鳥類以外の動物に関するものであって、鶏については適用性が低く、また、給餌回数と飼料の消化率を各成分にわたって調査した成績は皆無である。

本試験では、給餌回数の多少が飼料の消化率に及ぼすかについて検討を行なった。

## I 試験方法

単冠白色レグホーン雌4羽および交雑種(横斑プリマスロック雌×単冠白色レグホーン雄)雄6羽を供試したが、これらの月令および供試時体重は第17表に示すごときのものであった。

供試鶏は、いずれも試験前に人工肛門の設着を行ない、十分調整された健全な個体であった。

供試飼料は第18表に示したごとき粉状の配合飼料とし、全試験期間に必要な量を一度に調製した。

供試鶏はI、IIの2区各5羽に分け、南に面した通風のよい試験室内に配置した単飼ケージ(幅43cm, 高さ45cm, 奥行40cm)に個体別に収容し、同一環境を与えるよう留意した。

試験は、1959年10月2日から29日までの28日間を、1期7日の4期間に分けた。1試験期はそれぞれ予備飼育期2日、本試験期5日とし、I区に対しては1日の飼料給与回数を5、4、3および2回の順に減少し、II区はその逆に回数を増加させた。

給餌は、各期とも給与直前に練り餌とし、それぞれ1日量を給与回数によって等分し、強制的に給与した。1日1羽あたりの飼料給与量は4回給与時のみ雄132g、雌88gとし、他はすべて雄135g、雌90gとして給与した。4回給与時のみ給与量を若干変えたのは、計量の便宜のためであった。

なお、水は自由に飲ませた。

糞は着色剤にカルミンを使用した全糞採集法で採取の後、全量を55°C、24時間通風乾燥を行なって粉碎し分析に供した。

第17表 供試鶏の性別、月令および供試時体重

区分	鶏番号	品 種	性別	月令	体 重
I	1	単冠白色レグホーン	♀	7	1.43 <sup>kg</sup>
	2	"	"	"	1.38
	3	交 雑 種	♂	13	2.32
	4	"	"	"	2.27
	5	"	"	"	2.10
II	6	単冠白色レグホーン	♀	7	1.54
	7	"	"	"	1.47
	8	交 雑 種	♂	13	2.36
	9	"	"	"	2.19
	10	"	"	"	2.15

(注) 交雑種—横斑プリマスロック雌×単冠白色レグホーン雄

第18表 供試飼料の配合および化学組成 (%)

#### A. 配 合

品 目	重量比
とうもろこし	33.5
小 麦	30.0
脱 脂 米 ぬ か	12.0
魚 粕	8.0
大 豆 粕	7.0
小 麦 胚 芽	3.0
ル ー サ ン ミ ー ル	3.0
炭 酸 カ ル シ ウ ム	3.0
食 塩	0.5

#### B. 化学組成

試験期	水 分	粗たんばく質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分	純たんばく質
1	11.9	16.7	1.3	59.5	3.0	7.6	14.5
2	10.5	15.6	1.4	61.8	3.2	7.5	14.5
3	10.5	15.6	1.4	61.8	3.2	7.5	14.5
4	12.9	15.5	1.3	60.0	2.9	7.4	14.3

## II 試験結果および考察

鶏の給餌法としては、通常不断給餌法と制限給餌法があり、後者による場合は鶏による食下飼料の消化管通過速度が早く、また一般に飼料効率、飽食の60-70%の量が給与されたときに最も高いことが報告されている<sup>(85)</sup>。しかし、食量の変化が飼料効率に相連をきたす原因に関しては、消化率の変化に伴うものか、あるいは消化率は同一であっても、吸収された栄養素の体内における同化に差異があるものであるかについては明らかでない。

本試験における各試験期の飼料摂取量、風乾排泄糞量、風乾糞の化学組成、およびそれらより得られた各期の個別消化率から、これを給餌回数別に平均して示すと第19表の通りである。すなわち、いずれの成分について

第19表 給餌回数と消化率の関係 (M±SE%)

区分	給餌回数	有機物	粗たんぱく質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	純たんぱく質
I	5	86.9±0.5	88.1±0.8	82.5±0.3	89.6±0.5	26.8±1.1	90.4±0.8
	4	86.9±0.2	88.2±0.4	81.7±0.6	89.7±0.5	29.8±1.9	91.8±0.4
	3	87.2±0.4	89.3±0.4	84.0±0.3	89.7±0.3	28.0±1.4	90.6±0.2
	2	87.4±0.7	89.4±0.5	83.1±0.5	90.0±0.7	23.7±1.0	89.0±0.7
	2	87.1±0.7	88.8±0.2	81.7±0.5	89.7±0.8	28.9±2.3	90.9±0.5
II	3	86.6±0.5	88.4±0.5	82.2±0.5	89.4±0.8	26.6±1.4	90.8±0.5
	4	87.1±0.2	89.0±0.6	83.0±0.7	89.8±0.2	27.6±1.9	91.0±0.5
	5	87.2±0.2	88.9±0.3	82.2±0.4	89.9±0.2	25.6±2.0	90.1±0.4
I, IIの平均	2	87.3±0.5	89.1±0.2	82.4±0.4	89.9±0.5	25.9±1.2	90.0±0.3
	3	86.9±0.3	88.9±0.3	83.1±0.1	89.6±0.3	27.3±1.0	90.7±0.3
	4	87.0±0.2	88.6±0.4	82.4±0.5	89.8±0.4	28.7±1.3	91.4±0.3
	5	87.1±0.3	88.5±0.1	82.4±0.3	89.8±0.3	26.2±1.0	90.3±0.4

みても、給餌回数を2-5回に変化させても、消化率には全く影響のないことが明らかになったので、消化率測定に際してはどの方法をとっても誤りがないものと考えられる。したがって、実際上は労力その他の条件により給餌回数を決定してさしつかえない。

## III 摘 要

鶏に対する給餌回数と消化率の関係を明らかにするために、人工肛門を設けた成鶏10羽を2区に分け、1区に対しては給餌回数を5, 4, 3および2回の順に減少して、他の区はその逆に回数を増加させ、それぞれ同一飼料を同量給与して消化試験を行なった。

その結果、各成分ともに給餌回数によって飼料の消化率に有意差を認めなかった。

## 第4節 飼料の加工および処理

鶏の飼養上、緑餌の給与がその用い方によっては効果のあることが認められている<sup>(86)</sup>。しかし、緑餌もその種類や生育の時期により性質が異なるので、その栄養価値も当然変わってくる。また同一の緑餌においても、採取後の取り扱い方法によって利用価値にいくらかの違いが生ずることが考えられる。森本<sup>(87)</sup>は生草およびその蒸煮物の磨砕したものを混合し、その消化率を比較した結果、蒸煮により粗たんぱく質の消化率がやや低下する反面、粗脂肪および可溶無窒素物のそれは少し高まるが、全体として蒸煮の栄養学的意義は認め難いと報告している。また、養鶏家の間には、生草よりもサイレージに加工することによって、嗜好性の増進や利用率の向上があると信ずるものも多い。

本試験においては、わが国の夏作物中普遍性の高いかんしよの葉を選び、主として加工および処理による消化率の変化を検討した。

I 試 験 方 法

供試鶏は、交雑種（横斑プリマスロック雌×単冠白色レグホーン雄）の成鶏を使用した。これらの鶏はいずれも試験前に人工肛門を設着したもので、その性別、月令および試験開始時体重は第20表のごとくであった。

供試飼料は、香川大学農学部附属農場に栽培し、1961年11月7日（晴天）に採取したかんしょ葉（葉柄を含む）で、これを次に示すごとく加工処理した。

新鮮物：採取後直ちにチヨッパーにかけて磨砕した後、ビニール袋につめて密封し、給与時まで3-5℃の冷蔵庫内に貯蔵した。

蒸煮物：新鮮物を95℃以上で約40分間蒸煮し、チヨッパーにかけて磨砕した後、新鮮物と同様に貯蔵した。

サイレーシ：新鮮物と同様に磨砕した材料を、直径50cm、深さ85cmの陶製容器に入れ、表面をビニールでおおい、その上板をおいて20kgの重石を載せ、約3カ月間室温で熟成させた。

乾燥物：採取後直ちにガラス室内に広げ、自然乾燥を行なった後粉砕した。

以上に示した各加工処理物の化学組成は第21表のごとくであった。

第20表 供試鶏の性別、月令および供試時体重

鶏番号	品 種	性 別	月 令	体 重
1	交 雑 種	♂	11	2.30 <sup>kg</sup>
2	"	"	"	2.13
3	"	"	"	2.26
4	"	"	"	2.31
5	"	♀	9	1.41
6	"	"	"	1.51
7	"	"	"	1.48
8	"	♂	11	2.25
9	"	"	"	2.19
10	"	♀	18	1.50
11	"	"	"	1.63
12	"	"	"	1.47
13	"	"	"	1.41
14	"	♂	14	2.20
15	"	♀	10	1.36
16	"	"	"	1.44
17	"	"	"	1.52
18	"	"	"	1.43
19	"	"	"	1.49
20	"	♂	12	2.16

(注) 交雑種—横斑プリマスロック雌×単冠白色レグホーン雄

第21表 各処理かんしょ葉の化学組成 (%)

	水 分	粗 た ん 質	粗 脂 肪	可 溶 無 物	粗 繊 維	粗 灰 分	純 た ん 質
新 鮮 物	87.4	1.7	0.8	7.2	2.0	0.9	1.6
蒸 煮 物	87.0	1.9	1.2	7.0	2.0	0.9	1.6
サイレーシ	86.3	1.7	2.2	6.4	2.4	1.0	1.3
乾 燥 物	9.7	11.5	5.4	46.4	18.3	8.7	9.5

各供試鶏は、代謝試験用ケージに1羽づつ収容し、第22表に示した基礎飼料と各処理かんしょ葉を第23表に示した割合でガラス板上におき、葉べらでよく混和した後給与した。

このように混和した飼料の化学組成は第23表のごとくであった。

第22表 基礎飼料の配合および化学組成 (%)

品 目	重量比
コンスターチ	86.9
コーンオイル	7.9
混合塩 a)	5.0
ビタミン混合物 b)	0.2

水分	粗たんぱく質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分	純たんぱく質
9.6	0.2	8.4	74.6	2.0	5.2	0.2

第23表 混合飼料の配合および化学組成 (%)

A. 配合

試験期	基礎飼料	かんしよ葉の処理物			
		新鮮物	蒸煮物	サイレージ	乾燥物
1	17.9	82.1	—	—	—
2	18.2	—	81.8	—	—
3	18.2	—	—	81.8	—
4	61.0	—	—	—	39.0

B. 化学組成

試験期 (処理法)	水分	粗たんぱく質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分	純たんぱく質
1 (新鮮物)	73.6	1.4	2.2	19.4	2.0	1.4	1.3
2 (蒸煮物)	72.9	1.6	2.5	19.2	2.0	1.8	1.5
3 (サイレージ)	72.4	1.4	3.3	18.7	2.3	1.9	1.1
4 (乾燥物)	9.6	4.6	7.3	63.4	8.4	6.7	3.8

(乾物中)

1 (新鮮物)	—	5.3	8.1	72.6	7.4	6.6	5.0
2 (蒸煮物)	—	6.0	9.3	71.0	7.2	6.5	5.5
3 (サイレージ)	—	6.1	11.9	67.8	8.3	6.9	4.0
4 (乾燥物)	—	5.1	8.0	70.2	9.2	7.5	4.2

これらの混合飼料を、1日1羽あたり第1期(新鮮物)174g、第2期(蒸煮物)および第3期(サイレージ)126g(ただし、1羽のみ174g)、第4期(乾燥物)36.7gづつをそれぞれ3回に分与した。また、飼料の給与は強制給餌法によった。

第24表 試験期の構成

試験期	加工および処理法	試験期間
1	新鮮物	1961, 9/XI-20/XI
2	蒸煮物	" 10/XI-21/XI
3	サイレージ	1962, 10/II-21/II
4	乾燥物	" 2/III-13/III

a) 100gあたり含有量

CaCO <sub>3</sub>	41.3 g
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	43.6 "
NaCl	6.44 "
MnSO <sub>4</sub> · 4H <sub>2</sub> O	365 mg
KI	2.40 "
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	8.18 g
FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	165 mg
CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	13.2 "
ZnCl <sub>2</sub>	154 "

b) 1gあたり含有量

ビタミンA	2,500 I.U.
" D <sub>3</sub>	200 I.C.U.
チアミン硝酸塩	1 mg
リボフラビン	1.5 "
ニコチン酸アミド	10 "
ピリドキシン塩酸	1.5 "
葉酸	0.15 "
パントテン酸カルシウム	2.5 "
ビタミンB <sub>12</sub>	1 μg
β-トコフェロール	35 mg
ビタミンK <sub>1</sub>	1 "
ビオチン	0.025 "
コリン塩酸塩	660 "

採糞は、全糞採集法により朝、夕の2回に分けて行ない、試験期の糞をその前後と区別するためにカルミンを着色剤として使用した。

なお、試験期の構成は第24表のごとく、各試験期は予備飼育期5日、本試験期7日とした。

粗たんぱく質の真の消化率を求めるために、第4期(サイレージ)の試験終了後、第25表に示す組成の無たんぱく質飼料を6羽の鶏に給与し、予備飼育期5日の後10日間の糞を採取供試した。

なお、全試験期とも水は自由に摂取させた。

II 試験結果および考察

試験期間中における飼料摂取量、風乾排泄糞量、風乾糞の化学組成、およびそれらより得られた各処理別の個体別消化率から、これを整理して平均消化率を求めると第26表のごとくである。

第25表 基礎飼料(無たんぱく質)の配合および化学組成(%)

品 目	重量比	
コーンスターチ	80.0	a), b)ともに第22表の通りとした
コーンオイル	7.6	
濾紙末	7.2	
混合塩 a)	5.0	
ビタミン混合物 b)	0.2	

水分	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分
8.6	7.6	72.0	6.7	5.1

第26表 かんしょ葉の処理による混合飼料の消化率の比較(%)

処理区分	鶏番号	有機物	粗たんぱく質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	純たんぱく質
新鮮物	1	80.9	37.6	89.1	87.3	42.8	39.9
	2	79.4	37.1	89.5	85.6	37.0	39.9
	3	77.8	31.2	87.6	84.4	35.2	36.4
	4	81.0	42.9	89.9	86.0	49.0	48.1
	5	78.2	35.9	89.1	84.4	35.0	41.8
平均 (M±SE)		79.5±1.0	36.9±2.1	89.0±0.5	85.5±0.9	39.8±1.5	41.2±1.2
蒸煮物	6	69.9	11.6	82.0	77.8	25.8	24.8
	7	71.7	13.0	82.7	78.1	35.8	21.8
	8	69.8	8.5	83.3	77.3	29.5	26.5
	9	70.1	10.3	83.0	77.7	28.1	23.1
平均 (M±SE)		70.4±0.4	10.9±0.9	82.8±0.7	77.7±0.4	29.8±2.3	24.1±1.2
サイレージ	10	68.4	5.7	88.0	74.8	26.1	20.6
	11	70.5	5.7	89.3	76.5	34.8	14.4
	12	69.9	9.4	88.4	76.4	27.1	21.7
	13	68.8	6.5	88.7	74.6	31.0	20.6
	14	71.3	8.2	90.0	77.8	29.7	22.6
平均 (M±SE)		69.8±0.5	7.1±0.6	88.9±0.4	76.0±0.6	29.7±1.5	20.0±1.4
乾燥物	15	61.7	12.7	86.2	67.2	25.9	28.6
	16	62.1	14.4	86.7	67.3	27.3	24.5
	17	60.5	10.2	85.6	66.4	22.2	28.6
	18	66.4	11.9	86.3	73.4	26.5	29.8
	19	66.1	13.6	83.5	72.3	32.9	28.6
平均 (M±SE)		63.4±1.1	12.6±1.0	85.7±0.7	69.3±1.3	27.0±2.0	28.0±1.3

ここに示された消化率は、かんしょ葉の加工処理物を第22表に示した基礎飼料と混合したものの消化率である。森本ら<sup>(87)</sup>は、コーンスターチの消化率を可溶無窒素物98%、粗たんぱく質および粗脂肪では100%の推定値を用いているが、本試験においては各処理物の相対的な比較を目的としたので、かんしょ葉そのものの消化率



は算出しなかった。ただ比較のために無たんぱく質飼料を給与した結果から、コーンスターチおよびコーンオイルの消化率を示すと第27表のごとく、可溶無窒素物98.4%、粗脂肪97.7%でいずれも100%に近く、森本ら<sup>(87)</sup>が試験飼料に配合したコーンスターチの消化率の推定値を98%にしたこととよく一致した。

第27表 無たんぱく質飼料の消化率 (%)

鶏 番 号	粗 脂 肪	可溶無窒素物	粗 繊 維
10	97.4	98.4	38.6
11	97.4	98.4	41.8
12	97.5	97.8	50.3
13	97.4	98.0	44.0
14	98.3	98.7	46.2
20	97.8	98.7	47.9
平均(M±SE)	97.7±0.1	98.4±0.2	45.1±2.0

各処理かんしよ葉飼料の消化率のうち粗たんぱく質についてみると、新鮮物が36.9%であるのに対し蒸煮物10.9%、サイレージ7.1%、乾燥物12.6%ときわめて低い値を示した。蒸煮物において粗たんぱく質の消化率が低くなることは一般に認められているが、その低下率は森本ら<sup>(87)</sup>がラジノクローパー および青刈らい麦で行なったそれを著しく越えているが、その原因については本試験では明らかにされていない。一般に草類をサイレージに加工する場合、たんぱく質の一部はアמידに変化するが、アמידの利用能力が低い鶏では、粗たんぱく質の利用性のみについてみるとサイレージに利点があるとは考えられない。しかし、たんぱく質のアמידに変化する比率は、サイレージに加工することによる低下の比率ほど大きくはない。したがって、サイレージにおける粗たんぱく質の消化率が最も低値である原因は、乾燥物、蒸煮物の低下原因にたんぱく質のアמיד化に伴う低下が加重したためではないかと考えられる。すなわち、純たんぱく質の消化率は、蒸煮物、サイレージ、乾燥物のいずれも近似した値を示すことから、サイレージの非たんぱく態窒素化合物の消化率が他に比して特に低いことが想像される。

なお、たんぱく質の真の消化率を求めるために、第28表に示した無たんぱく質飼料給与時の窒素排泄量(代謝性糞窒素)を用いて、各処理かんしよ葉たんぱく質の真の消化率を求めると第29表のごとくであり、これは乾燥物、蒸煮物、サイレージの順に低く、いずれも新鮮物の96-1%程度であった。

第28表 無たんぱく質飼料給与時における代謝性糞窒素の排泄量(摂取飼料100gあたり)

鶏 番 号	代謝性糞窒素の排泄量
10	121 mg
11	97
12	118
13	105
14	130
20	86
平均(M±SE)	110±7

粗脂肪の消化率についてみると、処理法の差異によりそれほど大きな差異はみられないが、新鮮物およびサイレージは同率を示し、乾燥物および蒸煮物はこれよりも若干低い傾向にあった。ただし、混合飼料中の粗脂肪は、基礎飼料に配合されたコーンオイルが多くを占めており、その消化性がきわめて高く、しかも基礎飼料の消化率は各供試鶏ともに近似値にあるものと推定されるので、各加工処理物間の差異はここで示された数値よりもさらに大きいものと考えられる。

また、可溶無窒素物の消化率は、新鮮物が最も高いことは粗たんぱく質の場合と同様であるが、次いで蒸煮物、サイレージの順になり、乾燥物は最も低かった。

粗繊維の消化率については、新鮮物が最も高く、乾燥物がこれに次ぎ、蒸煮物およびサイレージはやや低い。一般的には後三者は近似の値を示し、新鮮物の消化率より約10%低くなっている。

以上の各成分を総合した有機物の消化率においては、新鮮物が最も高い消化率を示し(79.5%)、蒸煮物およびサイレージはこれよりも約10%低く(70.4-69.8%)、乾燥物が最も低い値(63.4%)を示した。

CRASEMANN<sup>(88)</sup>は、ルーサンを主とした牧草からサイレージおよび乾草を作り、綿羊を用いてそれらの消化率を新鮮物と比較した結果、有機物ではサイレージ15%、乾草10%の低下を示し、粗たんぱく質はサイレージ25%、乾草は10%の低下を、可溶無窒素物ではサイレージ15%、乾草10%の低下があることを認め、粗脂肪および粗繊維では三者の間に差異がなかったことを報告しているが、著者により鶏を用いて得られた、かんしよ葉の処理による消化率の変化に比較すると、低下の程度が低い。これは動物および飼料の種類による差異に基づくものと考えられるが、いずれにしても処理することにより低下することは共通した事実である。

第29表 各処理かんしょ葉粗たんぱく質の真の消化率

処 理 区 分	鶏番号	摂取飼料中の粗たんぱく質	排 泄 量		真の消化量	真の消化率
			排糞中の粗たんぱく質	代謝性糞窒素×6.25		
新 鮮 物	1	17.0 g	10.6 g	2.6 g	9.0 g	52.9 %
	2	"	10.7	"	8.9	52.4
	3	15.4	10.6	"	7.4	48.1
	4	17.0	9.7	"	9.9	58.2
	5	"	10.9	"	8.7	51.2
平 均 (M±SE)		—	—	—	—	52.6±1.0
蒸 煮 物	6	12.1	10.7	2.6	4.0	33.1
	7	10.8	9.4	"	"	37.0
	8	14.1	12.9	"	3.8	27.0
	9	18.5	16.6	"	4.5	24.3
平 均 (M±SE)		—	—	—	—	30.4±2.5
サイ レ ー ジ	10	12.3	11.6	2.6	3.3	26.8
	11	"	"	"	"	"
	12	10.6	9.6	"	3.6	34.0
	13	12.3	11.5	"	3.4	27.6
	14	17.0	15.6	"	4.0	23.5
平 均 (M±SE)		—	—	—	—	27.7±1.8
乾 燥 物	15	11.8	10.3	2.6	4.1	34.7
	16	"	10.1	"	4.3	36.4
	17	"	10.6	"	3.8	32.2
	18	10.1	8.9	"	"	37.6
	19	11.8	10.2	"	4.2	35.6
平 均 (M±SE)		—	—	—	—	35.3±1.4

(注) 代謝性糞窒素排泄量は6羽の平均値を適用した

### Ⅲ 摘 要

かんしょ葉（葉柄を含む）の加工処理が、鶏による消化率にいかなる影響を及ぼすかについて知るために本試験は行なわれた。すなわち、採取した新鮮物をそのまま磨砕したもの、蒸煮後磨砕したもの、磨砕後サイレージとして貯蔵したものおよび乾燥したものの4種類に分け、それぞれ人工肛門を設着した成鶏に給与して消化試験を行なった。

その結果、有機物の消化率は新鮮物79.5%、蒸煮物70.4%、サイレージ69.8%、乾燥物63.4%となって、新鮮物が最も高く、蒸煮物およびサイレージがこれに次ぎ、乾燥物は最も低かった。含有成分中粗たんぱく質の消化率は各処理物より直接算出した数値であるが、その差異はきわめて大きく、新鮮物36.9%であるのに対し乾燥物12.6%、蒸煮物10.9%、サイレージは7.1%となった。

加工処理したかんしょ葉の含有成分の消化率が新鮮物に比していずれも低く、粗たんぱく質の真の消化率は新鮮物52.6%であるのに対し乾燥物35.3%、蒸煮物30.4%、サイレージ27.7%を示した。

以上の結果から、特に粗飼料の消化率を測定する場合には、その加工、処理の方法を明記する必要があることが認められた。

第5節 飲 水 量

最近、ケージによる鶏の飼育が普及するにつれて、夏季の軟便の取り扱いには種々の支障を生じている。排糞の硬軟は衛生管理の立場からはもちろん、鶏糞を乾燥して利用する場合もきわめて重要な要素となるが、さらに軟便化に伴い摂取飼料の消化性に影響があるとすれば、それはさらに重要な問題である。夏季ケージ収容時の軟便は直接的には飲水量の増加に伴うものと考えられるが、過剰の飲水は消化障害を招くという一般的な事実から、これら軟便の実態が単なる糞尿中の水分含量の増加によるものか、あるいは消化障害を招いた結果であるか、さらに飲水の制限を行なった場合飼料の消化率に影響があるかどうかなどの問題について検討するため本試験を行なった。

I 試 験 方 法

供試鶏としては、11カ月令の交雑種（横斑プリマスロック雌×単冠白色レグホーン雄）の成雄を選び、それぞれ人工肛門を設着した健全なもの10羽を使用した。

第30表 供試飼料の配合および化学組成（％）

品 目	重量比
とうもろこし	30.0
小麦	30.0
脱脂米ぬか	15.5
魚 粕	10.0
大豆 粕	6.0
小麦胚芽	2.0
ルーサンミール	3.0
炭酸カルシウム	3.0
食 塩	0.5

消化試験に使用した飼料の配合および化学組成は、第30表に示した通りである。

直射日光を避けて室内に配置された単飼ケージに鶏を収容し、各5羽づつA、Bの2区に区分し、1日1羽あたり90gの供試飼料を3回に分け、練り餌として強制的に給与した。

試験期は、1959年8月7日から27日に至る21日間を3期に分け、各試験期とも予備飼育期2日、本試験期5日とした。第1期はすべての鶏に自由に飲水を許し、第2期はA区を制限、B区を自由飲水とし、第3期では逆にB区を制限、A区を自由飲水に転換した。なお、飲水の制限は給餌後30分

水分	粗たんぱく質	粗脂肪	可溶無窒素	粗繊維	粗灰分	純たんぱく質
10.0	16.6	3.9	59.2	5.2	5.1	14.6

間のみ自由に飲水させ、以後は給水を絶つことによった。

糞は全糞採集法によって採取した後、55°C、24時間で通風乾燥を行なった。

以上の条件のもとに調査した事項は次のごとくであった。

すなわち、試験期間中の昼間（10時と16時の平均）の気温ならびに湿度を調べるとともに、自由および制限給水時における各個体別の飲水量を、自由飲水時にあっては6時から19時までにおける減量を記録し、制限飲水時にあっては各給餌後給水30分後における減量を調べてそれぞれ飲水量とみなした。

また、新鮮糞の水分含量を測定し、さらに個体別に消化率を算出した後平均消化率を求めた。

II 試 験 結 果 お よ び 考 察

試験期間中の昼間の気温および湿度と飲水量の関係は、第43図に示した通りであり、これにより気温ならびに湿度と自由飲水量の相関係数を求めて第31表に掲げた。これらの結果によれば、きわめて限られた本試験の条件下では、気温および湿度と飲水量の間に明かな相関は認められなかった。

第31表 日中の気温および湿度と自由飲水量の相関関係

	相 関 係 数
気温と飲水量	$r = 0.0106 \pm 0.0984$
湿度と飲水量	$r = 0.2262 \pm 0.0934$

一般に気温が上昇するにつれて飲水量は増加し、人では気温が25°C以上になると明らかな飲水量の増加があるとの報告<sup>(89)</sup>もあるが、飲水量は気温のみならず湿度にも当然影響されることが考えられる。しかし、ある限られた範囲内における気温や湿度をそれぞれ単独に飲水量と結びつけて考える場合には、必ずしも明らかな関係が示されないで、飲水量を決定する要因を追究するためには、鶏の水分代謝についてさらに生理学的に追究する必要があるものと考えられる。

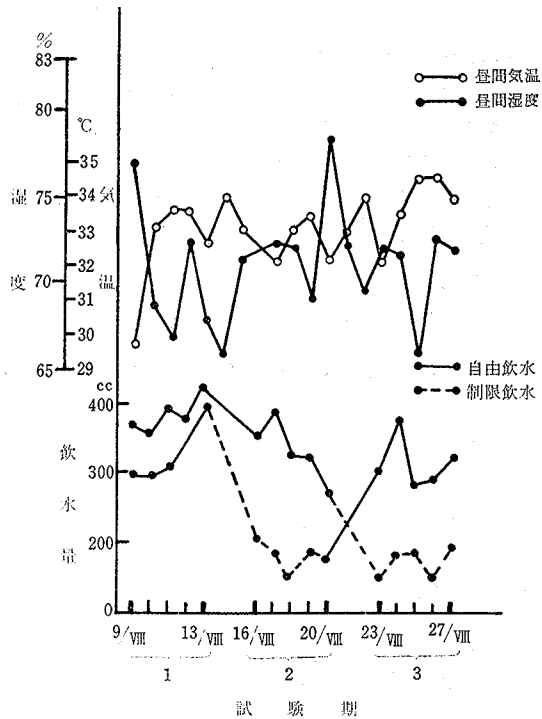
次に各期の飲水量は第32表のごとく、平均1日あたり自由飲水期では308±12ccとなり、制限飲水期では180±8ccであるから、自由飲水期に対し制限飲水期は58%の飲水量になった。

両区の鶏の排糞中の水分含量は、飲水量とともに第32表に示した。すなわち、自由飲水期には77.8±0.6%であるのに対し、制限飲水期は77.3±0.7%であるが、この両者には統計的に有意差が認められなかった。したがって自由飲水、制限飲水の区別によって糞中の水分含量には影響のないことが明らかとなった。以上の結果から、夏季ケージ収容時における軟便の実態は、多量の飲水に由来する排尿量の増加にその原因があるものと推論されるので、夏季軟便の実用的な対策を講ずるためにも水分代謝の研究が要求される。

試験期間中における飼料摂取量、風乾排泄糞量、風乾糞の化学組成およびこれより計算された個体別消化率から、さらにこれを整理して消化率の平均値を求めると第33表のごとくである。

まず、全供試鶏とも自由飲水とした第1期の消化率をみると、鶏の個体による差はきわめて少なく、またA、B両区には全く消化率に有意差は認められなかった。

次に各成分別に消化率の変化を検討すると、粗たんぱく質、粗脂肪、可溶無窒素物および粗繊維ともに、自由飲水および制限飲水により消化率に差が生ずるとは認められず、本試験における飲水制限の程度では、飼料の消化率には全く影響のないことが明らかとなった。



第43図 屋間の気温および湿度と飲水量

第32表 飲水量と糞中水分含量

試験期	区分	給水方法	飲水量 (1日1羽平均)	糞中水分含量
1	A—B	自由	227	79.1 %
		自由	353	77.9
2	A—B	制限	166	77.6
		自由	331	78.0
3	A—B	自由	318	76.1
		制限	194	77.0
平均	A—B	自由給水期	308±12(100)	77.8 ±0.6
		制限給水期	180±8(58)	77.3 <sup>a)</sup> ±0.7

a) 自由給水期との間に有意差なし

(注) ( )内は指数を示す

第33表 飲水量の違いによる消化率の比較 (M±SE%)

試験期	区分	給水方法	有機物	粗たんぱく質	粗脂肪	可溶性無窒素	粗繊維	純たんぱく質
1	{	A—自由	81.1±0.3	75.5±0.8	87.5±0.3	86.3±0.4	37.2±1.1	78.7±0.7
		B—自由	81.1±0.3	76.6±0.5	88.3±0.4	85.9±0.3	36.1±0.5	79.4±0.6
2	{	A—制限	81.3±0.4	77.1±0.8	88.2±0.2	85.8±0.5	39.1±0.5	79.7±1.0
		B—自由	81.3±0.4	77.7±0.4	88.8±0.5	85.6±0.5	38.9±0.5	80.3±0.2
3	{	A—自由	81.5±0.2	78.1±0.5	89.0±0.3	85.9±0.4	37.6±0.7	80.7±0.8
		B—制限	81.3±0.4	78.5±0.4	88.7±0.2	85.3±0.3	37.7±0.6	80.9±0.5
自由給水期平均 (2,3期)			81.4	78.0	88.9	85.8	38.3	80.5
制限給水期平均 ( " )			81.3	77.8	88.5	85.6	38.4	80.3

### Ⅲ 摘 要

鶏に自由に飲水させた場合と飲水の制限をした場合において、飼料の消化率に差異があるかどうかを調査するために、10羽の人工肛門を装着した成雄を使用して消化試験を行なった。

供試鶏は5羽づつの2区に分け、第1期は両区とも自由に飲水させ、第2期にはA区を制限、B区を自由飲水とし、第3期にはこれを反転してA区を自由、B区を制限飲水とした。

その結果、1日3回の給餌後30分間だけに飲水をさせた場合は、自由飲水時のおよそ58%の飲水量となったが、自由、制限飲水時における糞中水分含量ならびに飼料の消化率には全く差異が認められなかった。これは夏季ケージ収容時にみられる軟便が、多量の飲水に伴う排尿量の増加にあることを示すものである。

### 第6節 食 習 慣

元来、鶏では穀物ならびにその副産物を主飼料とし、動物質飼料を副飼料とし、鉱物質飼料を添加飼料として給与されるものである。しかし、鶏を最も経済的に飼育するために、主飼料の代替として緑餌を多給する養鶏法も一部に行なわれている。この場合、鶏が長期間にわたりこれら緑餌を多量摂取することにより、食習慣性を得て嗜好性や採食量を増大するばかりでなく、その消化率をも向上させることができるかどうかは、緑餌の価値を栄養学的に評価する際重要な問題となる。本試験では、食習慣が飼料の消化能力を質的に向上させることの有無を解明することを目的として、前後2回にわたり消化試験を行なった。

### I 試 験 方 法

1959年10月19日孵化の交雑種(横斑プリマスロック雌×単冠白色レグホーン雄)の雌ひな100羽を50羽づつの2群に分け、1群には市販の配合飼料と少量の緑餌を与え(普通育成区)、他群には前者の%量の配合飼料と多量の緑餌を給与しながら育成した(緑餌多給育成区)。孵化後7カ月に、両区から各必要羽数を無作為に抽出して消化試験を行なった。

試験は第1および第2の2回に分けて行なった。

第1試験においては第34表に示した組成の飼料を用いたが、ここに用いた大豆葉ミールは香川大学農学部附属農場に栽培された青刈大豆を1960年8月25日に採取し、葉柄を除去して70°C以下の温度で通風乾燥した後微粉状に粉碎したものである。

消化試験は、普通育成区、緑餌多給育成区の両区より抽出した10羽の供試鶏を、個体別に代謝試験用ケージに収容して行なった。

試験期は、1960年5月20日から6月18日までの30日間を3期に分け、各期とも予備飼育期5日、本試験期5日

とした。第1期には基礎飼料のみを、第2期には基礎飼料と大豆葉ミールを9:1に混合したもの、第3期には基礎飼料と大豆葉ミールを4:1に混合したものを給与して、大豆葉ミールの消化率の測定を行なった。

飼料の給与方法としては、1日1羽あたり90gを3回に分与し、いずれも飼料の50%に相当する水で練り、小形の団子状にして強制給与した。また、水は自由に摂取させた。

内部がビニール、外部が木綿の受糞袋を肛門に装着し、混合排泄物を採取して分析に供した。試験期の排泄物をその前後と区別するために、カルミンを着色剤として使用した。

給与飼料および風乾排泄物の一般分析は、A. O. A. C. 法<sup>(27)</sup>により、排泄物中のアンモニア態窒素含量は微量拡散法<sup>(30)</sup>により、また尿酸態窒素の定量についてはBOSE<sup>(28)</sup>およびBAKER<sup>(29)</sup>の方法によった。

第2試験は、人工肛門の設着を行なった鶏を両区より各5羽づつ選び試験に供した。

試験は2期に分け、第1期、第2期はそれぞれ第35表に示す配合飼料および試験飼料を給与した。なお、試験飼料に用いたラジノクロバーは新鮮物のまま用いたが、その調製および飼料の配合などについては森本ら<sup>(87)</sup>の行なった消化試験の方法に準じた。すなわち、香川大学農学部附属農場に栽培した開花前のラジノクロバーの葉(葉柄を含む)を1960年5月19日に採取した後、チヨッパーにかけて磨砕した。磨砕したラジノクロバーは、よく混和してビニール袋に1日分づつ分けて入れ、5℃の冷蔵庫内で貯蔵した。ここに供試したラジノクロバーの化学組成は第36表に示したごとくである。

供試飼料は、いずれも給与前ガラス板上において薬べらを用いて完全に練り、1日1羽あたり100gを3回に分け、強制的に給与した。

第34表 供試飼料の配合および化学組成 (%)

A. 配合		品 目	重量比				
基 礎 飼 料		とうもろこし	37.0				
		小 麦	20.0				
		魚 粕	15.0				
		脱 脂 米 ぬ か	13.5				
		大 豆 粕	8.0				
		ル ー サ ン ミ ー ル	3.0				
		炭 酸 カ ル シ ウ ム	3.0				
		食 塩	0.5				
混 合 飼 料 I		基 礎 飼 料	90				
		大 豆 葉 ミ ー ル	10				
混 合 飼 料 II		基 礎 飼 料	80				
		大 豆 葉 ミ ー ル	20				
B. 化学組成							
		水分	粗たんばく質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分
大豆葉ミール		7.0	30.6	3.5	35.5	16.8	6.6
基礎飼料		9.8	16.8	4.3	54.7	5.3	9.0
混合飼料	I	9.5	18.2	4.2	52.7	6.5	8.9
	II	9.3	19.6	4.2	50.9	7.6	8.5

第35表 供試飼料の配合および化学組成 (%)

A. 配合		品 目	重量比				
配 合 飼 料		とうもろこし	35.0				
		小 麦	20.0				
		魚 粕	17.0				
		脱 脂 米 ぬ か	13.5				
		大 豆 粕	8.0				
		ル ー サ ン ミ ー ル	3.0				
		炭 酸 カ ル シ ウ ム	3.0				
		食 塩	0.5				
試 験 飼 料		ラジノクロバー	64.5				
		コーンスターチ	32.3				
		混 合 塩 a)	3.0				
		ビ タ ミ ン 混 合 物 b)	0.2				
B. 化学組成							
		水分	粗たんばく質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分
配合飼料		11.3	18.3	4.9	57.2	3.6	4.8
試験飼料		57.5	2.0	0.3	35.4	1.0	3.8

a), b)とも  
に第22表の  
通りとした

第36表 ラジノクロバーの化学組成 (%)

水分	粗たんばく質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分
90.1	3.1	0.4	3.7	1.6	1.2

## II 試験結果

第1試験の期間中における飼料摂取量, 混合排泄物量, 風乾混合排泄物の化学組成, および係数法で得られた糞, 尿中の成分により個体別消化率を求め, さらにこれを整理して大豆葉ミールの平均消化率として示すと第37表のごとくである。

第37表 食習慣が飼料の消化率に及ぼす影響 (I) (M±SE%)

飼料名	育成区分	有機物	粗たんばく質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維
基礎飼料	普通育成	80.6±0.5	81.7±1.1	81.0±0.7	86.2±0.7	16.9±0.8
	緑餌多給育成	80.3±0.5	81.0±1.0	81.6±0.8	86.0±0.8	16.1±0.3
大豆葉ミール (混合飼料Iの場合)	普通育成	32.2±1.9	57.8±2.7	45.7±2.6	18.4±4.7	6.7±3.0
	緑餌多給育成	32.4±1.8	58.4±1.8	46.2±2.4	21.3±4.0	7.2±1.5
大豆葉ミール (混合飼料IIの場合)	普通育成	32.2±1.3	35.4±3.3	48.8±2.3	50.2±2.5	5.4±2.3
	緑餌多給育成	31.2±1.1	35.7±2.0	51.6±2.1	46.5±2.3	6.0±1.6

次に第2試験の期間中における飼料摂取量, 風乾排泄糞量, 風乾糞の化学組成, およびそれらより得られた個体別の消化率をとりまとめて, 各飼料の平均消化率として示すと第38表の通りである。

第38表 食習慣が飼料の消化率に及ぼす影響 (II) (M±SE%)

飼料名	育成区分	有機物	粗たんばく質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維
配合飼料	普通育成	82.6±0.3	82.6±0.2	88.2±0.3	85.6±0.3	28.0±0.6
	緑餌多給育成	82.6±0.3	83.3±0.3	87.3±0.3	85.2±0.3	28.6±0.5
ラジノクロバー 混合飼料	普通育成	64.9±0.6	61.2±1.0	28.4±1.4	67.1±0.6	8.1±0.4
	緑餌多給育成	64.7±0.5	62.1±0.5	28.0±1.5	66.3±0.5	8.5±0.5

以上のごとく, 第37表および第38表よりみて, 孵化後7カ月にわたって緑餌を多給して育成しても, 特に緑餌の消化性を向上することは認められなかった。

## III 考察

一般に多量の緑餌を給与すると, 消化器官の形状や大きさなどに変化を生じ<sup>(9)</sup>, また, 通俗的には食習慣性を得て緑餌の消化率が向上するといわれているが, その実態を正確に試験した成績はほとんどみられない。本試験は以上の点を明らかにする目的で行なわれたが, その結果は食習慣性により飼料の消化率に変化をきたしたとする結論を得ることができなかった。これは鶏に対し緑餌を長期間にわたって給与すると, 食習慣性あるいは嗜好性の増進によって採食量が増大し, そのため鶏の栄養素摂取量は向上するが, 消化率の向上はほとんど期待できないことを明示している。このため鶏に対する緑餌の飼料の利用は, 摂食の最大許容量と全体としての摂取可消化栄養素量によって制約される。

第37表において、基礎飼料に対する試験飼料の配合割合を変えた場合の消化率を比較すると、試験飼料の配合量の多い（混合飼料Ⅱ）ものの方が粗たんぱく質、粗脂肪において低下し、可溶性無窒素物において向上している。一般に消化率を間接的に算出する場合には、試験飼料の配合割合が高いほど消化率の精度は向上するものであるから<sup>(91)</sup>、混合飼料Ⅱより得られたものの方が大豆葉ミールの消化率はより信頼性が高いと考えられる。配合率の違いによる信頼限界の計算はできないが、一般に基礎飼料に配合した試験飼料の消化率を算出する場合、しばしばその相互作用によって相互の消化率に変動のあることが知られている<sup>(91)</sup>。第37表の計算においては、基礎飼料の消化率が一定であるとして計算が行なわれているので、大豆葉ミールの消化率にみられる差異が必ずしも真の差異を表わすものと断定することはできない。この点に関しては消化率の間接測定法として、今後検討を要する大きな問題である。

本試験においては、混合した緑餌の消化率の絶対値を知ることが主たる目的でなく、緑餌を混合することにより食習慣性を得て消化率に変化を示すかどうかを知ることが目的であった。後天的に得られた食習慣性も飼料の消化力に影響を与えるとすれば、混合割合を変えた場合において特に普通に育成された鶏と緑餌多給により育成された鶏の間に差が生ずるはずであるが、そのような事実が全くみられなかったことは、食習慣性によって明らかに消化率が向上するといえるほどの大きな影響はないと断定できるものと考えられた。

#### IV 摘 要

食習慣が飼料の消化率に影響を及ぼすかどうかをみるために、孵化後7カ月にわたり市販配合飼料に少量の緑餌を給与して育成した鶏と、配合飼料を前者の%量に制限し多量の緑餌を給与しながら育成した鶏について、大豆葉ミールおよびラジノクロパーの葉（葉柄を含む）の磨砕物をそれぞれ基礎飼料に混合して消化試験を行なった。

その結果は、いずれの育成法によっても緑餌の消化率に有意差を認めることができなかった。すなわち、食習慣による緑餌の利用性の増進は、おもに嗜好性や採食量の向上にあり、消化能力を質的に高める効果はないことが明らかにされた。

#### 第7節 孵化後日令

哺乳動物では、離乳後年令の進行と消化率の間には関係のないことが明らかにされている<sup>(92-96)</sup>。しかし、鶏は哺乳動物と異なり、哺乳期に相等する期間がなく、孵化後から成鶏と同質の飼料を摂取するので、はたして消化率が孵化後日令と無関係であるかどうかは疑問がもたれるが、この種の試験については報告が少ない<sup>(97,98)</sup>。

本試験では、著者が改良した人工肛門設法により、ひなから成鶏に至るまでの消化率を正確に測定して、孵化後日令と飼料の消化率の関係を調査検討した。

#### I 試験方法

1962年2月5日に孵化した同一系統の交雑種（横斑ブルマスロック雌×単冠白色レグホーン雄）の雄ひな100羽をバタリー育すう器に入れて飼育管理を行なった。これらの鶏の中から孵化後30日（第1期）、60日（第2期）、75日（第3期）、100日（第4期）、120日（第5期）、150日（第6期）および180日（第7期）の各時期において、それぞれ無作為に選んだ10羽づつの供試鶏に人工肛門を設法した後消化試験を行なった。

消化率測定に用いた試験飼料の組成は第38表のごとくであったが、調製後6カ月にわたって供試したために、品質の変化のないように意を用い、5℃の低温室内に保存した。なお、各測定時に化学組成を分析して第39表にあわせ示したが、測定時期による組成の変化はきわめて少なかった。

飼料の各時期における給与量は、それぞれその時期に飽食して摂取する量の80%相当量を基準とし、飼料の50%の水で練り、1日3回に分け、強制的に給与した。

糞は受糞用ビーカーを装着して採取し、カルミンを着色剤とする全糞採集法によった。

試験期間は、30日令のみ予備飼育期3日、本試験期は2日づつの3回連続とし、他の時期はいずれも予備飼育期、本試験期各5日間とした。なお、試験は単飼ケージに入れたまま行ない、水は自由に摂取させた。

以上の消化試験とは別に、人工肛門を設法した3羽の成鶏雄を前記試験鶏と同一条件で飼育し、各試験期ごと



第39表 供試飼料の配合および化学組成 (%)

A. 配 合

品 目	重量比
とうもろこし	30.0
小麦	30.0
脱脂米ぬか	12.0
魚 粕	12.0
大豆 粕	6.0
小麦胚芽	3.5
ルーサンミール	3.0
炭酸カルシウム	3.0
食 塩	0.4
ビタミン混合物 a)	0.1

a) 第22表に示した通りとした

B. 各試験期における化学組成

試 験 期	水 分	粗 た ん ぱ く 質	粗 脂 肪	可 溶 無 窒 素	粗 織 維	粗 灰 分	純 た ん ぱ く 質
1 (30日令)	11.9	18.7	2.1	58.3	3.9	5.1	18.2
2 (60日令)	13.9	18.7	2.1	56.5	4.0	4.8	18.3
3 (75日令)	13.1	18.8	2.0	57.2	4.0	4.9	18.6
4 (100日令)	11.9	18.7	2.1	58.3	3.9	5.1	18.2
5 (120日令)	11.2	18.8	2.1	59.2	4.0	4.6	18.5
6 (150日令)	12.2	18.7	2.2	58.1	3.9	5.0	18.4
7 (180日令)	13.3	18.4	2.4	57.1	4.0	4.9	17.9

に前記試験鶏と同一飼料を給与して消化率を算出し、飼料の保存中における変化ならびに飼育環境の変化による影響を調べて対照させた。

II 試験結果および考察

WOLFF<sup>(92)</sup>は、生後6カ月と14カ月の綿羊について飼料の消化率を調査し、両者に差がないことを認め、WALTON<sup>(93)</sup>ら、ならびにCRAMPION and WHITING<sup>(94)</sup>も生後90日から168日に至るまでの豚において、各種飼料の消化率に差異のないことを報告した。そのほかに、森本<sup>(95)</sup>もうさぎの成長期と飼料の消化率に差異のないことを認め、WEISKE<sup>(96)</sup>もまた幼畜と成畜の間に差異のないことを報告している。

WHITSON<sup>(97)</sup>は、鶏の飼料中の脂肪含量を変えてこれが消化に及ぼす影響を調べた結果、3-9%の脂肪を含有する飼料を給与すると8-12週令における鶏の脂肪の吸収が他の時期に比べて有意の上昇を認めたが、脂肪含量を20%にすると両者に差異がないことを報告した。また、FRAPS and CARLYLE<sup>(97)</sup>は、ひなに約19%のたんぱく質を含有する飼料を自由に摂取させた場合、窒素の蓄積率は4週令時までは42.5%となったが、その後7週令までは38.1%となり、さらに13週令までは33.1%と漸次低下したと報告している。

最近、MULLER<sup>(98)</sup>は、鶏の孵化後日令と飼料の利用率について追究し、飼料の消化率は2週令から4週令にかけて少し高くなり、その後少しずつ低下するが、窒素の蓄積率については2週令時に少し上昇するほかは、日令の進行とともに徐々に低下することを認めた。

以上の報告を通じて、消化率や窒素の蓄積率が成育の初期に高く、以後次第に低下することはほぼ一致した結果であるが、ひなから成鶏に至るまでの消化率を経時的に測定することにより、従来の成績と比較することができた。

各試験期における飼料摂取量、風乾排泄糞量、風乾糞の化学組成、ならびにそれらから得られた個体別消化率から、さらにこれを整理して各成育期別の平均消化率を求めると第40表のごとくである。

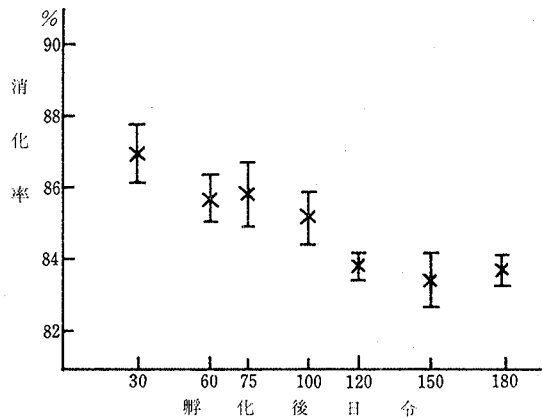
第40各 成育期別における消化率の比較 (M±SE%)

区分	試験期	日令	有機物	粗たんぱく質	粗脂肪	可溶性無窒素	粗繊維	純たんぱく質
試験鶏	1	30	83.6±0.3	87.3±0.5	82.9±0.4	85.7±0.3	35.5±1.1	89.7±0.1
	2	60	82.2±0.2	85.8±0.3	82.4±0.4	84.5±0.2	34.9±1.1	88.5±0.3
	3	75	82.3±0.2	85.9±0.3	82.0±0.2	84.3±0.2	35.5±1.3	87.0±0.2
	4	100	82.8±0.1	85.2±0.4	82.5±0.2	85.4±0.1	32.8±1.0	87.2±0.4
	5	120	81.5±0.2	85.9±0.2	80.9±0.5	83.7±0.2	29.3±1.1	86.8±0.6
	6	150	81.7±0.3	83.6±0.4	82.2±1.1	84.6±0.3	28.7±0.7	86.1±0.3
	7	180	81.8±0.2	83.7±0.2	82.0±0.4	84.8±0.3	30.3±0.5	86.3±0.5
成鶏(対照)	1	—	82.3±0.2	83.9±0.3	81.4±0.6	85.3±0.2	31.5±0.8	85.8±0.2
	2	—	82.3±0.5	84.3±0.4	83.2±0.5	85.1±0.5	31.9±0.5	86.9±0.4
	3	—	82.0±0.5	83.2±0.5	81.1±0.5	85.2±0.5	31.8±0.4	86.1±0.1
	4	—	81.8±0.4	84.1±0.5	82.1±1.0	84.6±0.6	30.1±0.5	87.4±0.2
	5	—	82.1±0.5	84.0±0.4	82.5±0.6	85.0±0.8	31.7±1.1	87.2±0.4
	6	—	82.1±0.4	83.8±0.9	80.5±0.9	85.1±0.5	29.6±0.4	86.7±0.5
	7	—	81.7±0.5	84.1±0.6	82.4±1.5	84.4±0.4	31.1±0.4	86.3±0.2

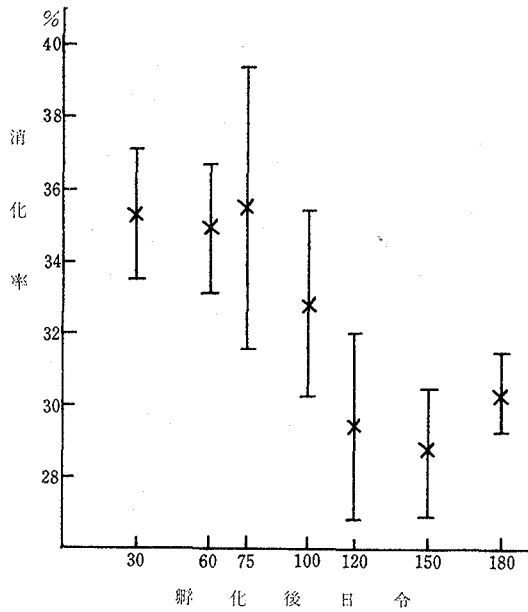
まず、粗たんぱく質の消化率についてみると、成鶏(対照)では各試験期別に有意差は認められず、試験鶏においてのみ5%水準で有意差が認められた。すなわち、第44図に示したごとく30日令時が最も高く、その後120日令に至るまで低下を続けるが、それ以後はほぼ一定の消化率を示している。一般に成育の進むにつれて次第に下向する傾向がみられ、最高と最低の消化率の間にはおよそ4%の差がある。この関係は純たんぱく質の場合も同様であり、MULLER<sup>(98)</sup>の実験結果とも大体一致した傾向を示している。

粗脂肪および可溶性無窒素物の消化率は、たんぱく質の場合とは様相を異にし、成鶏(対照)および試験鶏ともに各試験期の間には有意の差は認められなかった。

一方、粗繊維の消化率はたんぱく質の消化率の変化の場合に相似し、成鶏(対照)においては各試験期別に有意差は認められないが、試験鶏では30日令より120日令に至るまで次第に低下する傾向を示し、それ以後は変化が少なかった。(第45図)。なお、本試験においては、孵化時より1カ月間の成績が得られていないので、その間の様相を明らかにすることはできないが、本試験の行なわれた範囲内においては、成長の盛んな時期は概して飼料の消化吸収率がよく、代謝活動が旺盛であることが明らかにされた。



第44図 成育期と粗たんぱく質の消化率の関係



第45図 成育期と粗繊維の消化率の関係

### III 摘 要

鶏の成育に伴う飼料の消化率の変化を明らかにするため、交雑種（横斑プリマスロック雌×単冠白色レグホン雄）の雄ひなを同一条件下で育成しながら、30日、60日、75日、100日、120日、150日および180日の各日令時に、人工肛門を設着した10羽ずつの中から5～9羽を使用して飼料の消化率の比較を行なった。

その結果、たんぱく質の消化率では30日令時が最も高く、その後は次第に下降を示すが、120日令からは成鶏のそれと同じ一定の値を示した。粗脂肪および可溶無窒素物では各期別にほとんど差異がなく、粗繊維の消化率はたんぱく質の場合に相似して120日令までは次第に下向を示すが、それ以後は変化が少ないことが明らかにされた。

## 第5章 総 括

本研究は鶏における糞尿分離法ならびに消化率に影響を及ぼす条件など、鶏の消化に関する基礎的問題を解明しようとして行なわれた。そのうち、糞尿分離法については人工肛門設着法を改良した後、人工肛門を設着した鶏の消化が非設着鶏のそれと変わらないことを実験的に証明した。また、消化率に影響を及ぼす条件に関しては、酸化クロムを指標物質とする指標法による消化率の算出が全糞採集法のそれに近似する信頼性の得られることを明らかにするとともに、給餌方式として強制給餌法を用い、その方式のもとにおける消化率の正常性の検討を行なった。さらに鶏の飼養方法の変化によって生ずる各種の問題を消化率測定の立場から追究して、各種条件の変化と消化率の関係を明らかにした。以上本研究の結果を要約すると次のようである。

近年考案されたカニューレの挿入による人工肛門設着法に対し、さらに改良を加えることによって鶏体を健全に維持し、各種条件のもとで糞尿分離採取を確実かつ容易にすることができた。

その方法は、カニューレの材質、形状、大きさならびに挿入方法に検討を加えたものである。すなわち、カニューレの材質には軟質ビニール管を選び、形は先端をやや広げた小杯状形とし、その口径は従来用いられたものに比べて甚だしく大形（成鶏用で内径16mm）であることを特徴とする。カニューレは1号から5号まで5段階の大きさのものを作り、これを個体の発育程度および人工肛門の状態などによって使い分けた。いずれも使用前には熱湯中に浸漬して柔軟にし、折りたたんで挿入した後これを広げ、露出する部分を4カ所だけ皮膚に縫合して固定する方法をとった。なお、カニューレは挿入後15日ごとに周期的に入れ替えを行ない、常に理想的な位置にとどめるようにした。この方法を適用すれば、25日令以後のひなに対してもほとんど完全な状態で人工肛門を設着することができ、しかも半永久的に糞尿分離を行ないつつ各種実験に供用することが可能である。また人工肛門設着手術に対しても、切開部の位置と切開の方法および大きさにも改良を加え、所期の目的を達することができた。

産卵鶏における産卵およびひなにおける成長をそれぞれ生理的・正常性の指標とみなし、同一条件にある人工肛門の設着鶏と非設着鶏とを比較対照させた。その結果、産卵鶏の手術前後における産卵率は、手術後産卵の回復するまでに要するおよそ28日間を除けばほとんど変りがなく、また人工肛門を設着したひなの成長曲線も手術直後の一時的発育停滞の時期を過ぎると、非設着ひなとほぼ平行して発育することが観察された。以上の事実から、健全に維持された人工肛門設着鶏の生理状態は、非設着鶏と変わらないことが推定された。

人工肛門を設着した鶏の消化活動の正常性を実験的に明らかにし、あわせて各種消化率測定法を比較検討するために、同一の成鶏雄を用いて係数法、糞導管法および人工肛門設着法の順に同一飼料をもって消化試験を行なった。まず糞尿混合排泄物を採取し係数法で算出した場合の消化率を、人工肛門設着鶏より糞尿を分離採取した後これを混合し前と同じ係数法で算出した場合のそれに比較すると、各成分とも有意差がみられない。したがって、健全に維持された人工肛門設着鶏における飼料の消化率は人工肛門設着前と変わらず、最も完全でしかも長期にわたる採糞および採尿の可能な方法であることが明らかである。また、係数法によっても比較的近似的な値が得られた。しかし、この方法は分析が繁雑であり、分析の精度や係数の適用いかんによって差異を生ずる欠点があるので、常に信頼性の高い数値が得られるという保証はできない。一方、糞導管法は最も簡便な方法ではあるが、鶏の健全性の維持に難点があり、粗たんぱく質や粗繊維の消化率が若干低くなる傾向を示した。

一般に消化試験に際しては、排糞量を正確に測定する必要がある。しかしながら、排糞量の正確な測定には労力を要し、また測定誤差の介入する可能性もある。近時、哺乳動物に対しては指標物質を飼料中に混入し、その排泄物中の濃度を用いて、排泄した糞の全量を採取することなく消化率を算出する、いわゆる指標法が発展してきた。本試験においては、鶏の消化率測定に際し、酸化クロムを指標物質とする指標法の採用の可能性を吟味した。その結果、指標法によっても、得られた消化率は全糞採集法により求めた消化率と差異が認められず、採糞の比較的容易な指標法が鶏による飼料の消化率測定に際しても十分実用性のあることを確認した。なお、指標物質の糞中排泄の様相を検討し、短時間の採取よりも1昼夜を単位とした採糞方式をとることが望ましいことが明らかにされた。

飼料の消化率を測定するに際し、採食量を一定にすることが必要である。しかしながら特に鶏においては、自

由採食によっては定量的に採食させることがきわめて困難であるので、飼料の強制給与を必要とすることが多い。強制給餌には、一定量の配合飼料に対しおよそ50—60%相当量の水を加えて練り、これを細長い小形の団子状にして口腔、食道を経て嗉のう内に強制的に送入する方法をとった。この方法は、飼料摂取量を正確に規制する最善の方法であることが明らかであり、酸化クロムを指標物質として消化率を算出した結果、自由採食および強制給餌のいずれによっても、給餌法が適切であれば飼料の消化率には有意の差のないことがわかった。

飼料の給与回数と飼料の利用性の関係は、哺乳動物については比較的多くの研究がなされているが、鶏についてはこの種の試験成績は少ない。一般に鶏に対する給餌回数の決定は、飼料の利用効率、飼料の形態および消化管通過速度、ならびに労力などを考慮して実用的に決められることが多い。一方、飼料の利用効率は飽食時の60—70%量を給与したときが最も高いとされているが、飼料を給与する回数によって消化率に変化があるかどうかは明らかにされていない。本試験では、成鶏に対し同一飼料を2—5回の範囲で給餌回数を変えた場合の消化率を比較したが、各成分ともに給餌回数別による飼料の消化率に差異は認められなかった。これは鶏が摂取した飼料は一時嗉のうに貯えられ、その後一定量づつ次の消化器官に送りこまれるため、過食による嗉のう内容物の異常発酵が起らない限り、給餌回数の多少が直ちに消化率に影響をきたすことはないためと考えられる。

鶏に緑餌を利用するに際し、新鮮なまま給与するほかに、蒸煮、乾燥あるいはサイレージとして給与することも多い。これら緑餌の加工および処理方法の相違により消化率に変化をきたすことは当然予測されるので、本試験においては、かんしよの葉（葉柄を含む）の新鮮物、蒸煮物、サイレージおよび乾燥物などについて消化率を測定し、その変化について検討を行なった。その結果、蒸煮物、サイレージおよび乾燥物の各成分の消化率は、新鮮物に比していずれも低いことがわかった。また、粗たんぱく質の真の消化率も、加工処理を行なったものはいずれも新鮮物の $\frac{1}{2}$ 程度に低下した。したがって、緑餌の利用上消化率のみについて考えると、加工処理することはむしろ不利な影響を与えるものであり、かつ緑餌の消化率を表示するに際しては、その状態（加工処理を含めて）を明示する必要のあることが明らかにされた。

近時、鶏の管理方式としてケージ飼育が普及するにつれて、夏季に発生する軟便の対策が問題となってきた。それを防止する一法として飲水量を制限することが考えられるが、飲水量の制限によって飼料の消化率に変化があるかどうかを検討した。その結果、ケージ収容時における夏季の軟便の実態は、多量の飲水に伴う排尿量の増加が主因であり、飲水量制限の有無にかかわらず糞中の水分含量には変化のないことが明らかにされた。また、1日3回の給餌後各30分間だけに飲水させた場合は、自由飲水時のおよそ58%の飲水量となったが、自由、制限飲水時における飼料の消化率には有意の差が認められなかった。

鶏に対し緑餌を濃厚飼料の一部に代替する飼養法が行なわれる場合には、緑餌そのものの栄養価値の測定が重要であると同時に、長期にわたり緑餌を多量に摂取した場合、食習慣性によって採食量のみならず飼料の消化性にも影響があるかどうかが問題となる。この問題を追究するために、同一条件にあるひなを標準飼料とこれに多量の緑餌を与えた両区に分けて育成し、7カ月の後両者につき消化試験を行なって比較した結果、両区の鶏による緑餌の消化率には有意の差が認められなかった。これは食習慣によって飼料の消化性に変化が生ずることはなく、草類の利用性の増進はおもに嗜好性や採食量の増加にとどまることを示している。

一般に離乳後の哺乳動物では、成育の時期と飼料の消化率の間には関係のないことが明らかにされている。鶏のごとく哺乳期に相等する時期を欠き、孵化後直ちに成鶏と同じように飼料を摂取する場合にも、哺乳動物と同様に飼料の消化能力に差異がないかどうかは不明であった。最近、この点に関し2—4週令時に消化率が少し高くなり、その後は漸次低下するとの報告もあるが、これは混合排泄物を採取し係数法によって消化率を算出しているため、その正確性に若干疑問がもたれる。本試験では著者によって改良された人工肛門を設着することにより、孵化後1カ月から6カ月に至るまでの鶏について消化試験を行ない、鶏の成育に伴う飼料の消化率を検討した。その結果、たんぱく質の消化率は孵化後30日令時が最も高くその後は次第に下向するが、120日令以後はほぼ一定の消化率を示した。粗脂肪および可溶無窒素物の消化率は全期間を通じてほとんど差異がなく、粗繊維はたんぱく質の場合に相似して120日令までは次第に下向し、それ以後はほぼ一定の消化率となった。本試験においては、孵化時より1カ月間の成績が得られていないのでその間の様相を明らかにすることはできないが、本試験の行なわれた範囲においては、成長の盛んな幼時期は概して飼料の消化吸収率がよく、代謝活動の旺盛であることを示している。したがって、鶏における飼料の消化率を論ずる場合には、発育の度合を明示しなければなら

— 44 —

ない。

鶏による飼料の消化試験に際し、消化率に影響を及ぼす要因と、及ぼさない要因の一部が以上の試験により明らかにされたが、今後さらに多くの要因についてその影響の有無を検討することが、消化試験の正確を期するために必要と考えられる。

## 引用文献

- (1) WEISKE, H., MEHLIS, T. : Über das Verhalten der Rohfaser im Verdauungsapparate der Gänse, *Landw. Vers. Stat.*, 21, 415 (1878).
- (2) KATAYAMA, T. : Experiments on the method for determining the digestibility of poultry feeds, *Res. Bull. Agri. Expt. Sta.*, 42, 1 (1918).
- (3) DIAKOW, M. J. : Untersuchung über Verdaulichkeit, Stoff- und Energiewechsel bei Hühnern, *Arch. f. Tierernährung u. Tierzucht*, 7, 571 (1931).
- (4) STOTZ, H. : Ein neues Verfahren für Bestimmung der Verdauungskoeffizienten für Rohprotein beim Geflügel, *Arch. f. Tierernährung u. Tierzucht*, 7, 29 (1931).
- (5) FRAPS, G. S. : Digestibility of feeds and human-foods by chickens, *Texas Agri. Expt. Sta. Bull.* 663 (1944).
- (6) O'DELL, B. L., WOODS, W. D., LAERDAL, O. A., JEFFAY, M., SAVAGE, J. E. : Distribution of the major nitrogenous compounds and amino acid in chicken urine, *Poultry Sci.*, 38, 426 (1959).
- (7) COULSON, E. J., HUGHES, J. S. : Collection and analysis of chicken urine, *Poultry Sci.*, 10, 53 (1930).
- (8) PITT, R. F. : The excretion of phenol red by the chicken, *J. Cell. Comp. Physiol.*, 11, 99 (1938).
- (9) DAVIS, R. E. : Nitrogenous constituents of hen's urine, *J. Biol. Chem.*, 74, 509 (1927).
- (10) HESTER, H. R., ESSEX, H. E., MAN, F. C. : Secretion of urine in the chicken (*Gallus Domesticus*), *Amer. J. Physiol.*, 128, 592 (1940).
- (11) HART, W. M., ESSEX, H. E. : Water metabolism of the chicken with special reference to the role of the cloaca, *Amer. J. Physiol.*, 136, 657 (1942).
- (12) DIXON, J. M., WILKINSON, W. S. : Surgical technique for the exteriorization of the ureter of the chicken, *Amer. J. Vet. Res.*, 18, 665 (1957).
- (13) NEWBERNE, P. M., LAERDAL, O. A., O'DELL, B. L. : A method for the separation of urine in young chickens, *Poultry Sci.*, 36, 821 (1959).
- (14) SIURKIE, P. D., JOINER, W. P. : Effects of cloacal cannulation on feed and water consumption in chickens, *Poultry Sci.*, 37, 30 (1958).
- (15) 木部久衛, 河村治, 田先威和夫, 斎藤道雄 : 糞導管による鶏の消化率測定方法に関する研究 (予報), 日畜会報, 31, 19 (1960).
- (16) MILROY, A. A. : Acid poisoning in birds, *J. Physiol. Proc. Physiol. Soc.*, 27, XII (1901).
- (17) PARASCHUTSCHUK, S. : Die Verdauung des Mais bei Hühnern, *J. f. Landw.*, 50, 15 (1902).
- (18) LEHMAN, F. : Versuche über die Ernährung von Geflügel, *Biedermans Ztbl. f. Arch. u. Landw.*, 33, 417 (1902).
- (19) VÖLTZ, W. : Stoffwechselversuche und Vogelin, *Abderhaldens Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden*, 3, 1058 (1910).
- (20) SZALAGY, K., KRIWUSCHA, K. : Über die Ausnutzung des Mais bei Hühnern, Enten und Gänsen, *Biochem. Zeits.*, 88, 286 (1918).
- (21) KATAYAMA, T. : Über die Verdaulichkeit der Futtermittel bei Hühnern, *Bull. Imp. Agri. Expt. Sta. Japan*, 3, 1 (1924).
- (22) ROICHILD, I. : The artificial anus in the bird, *Poultry Sci.*, 26, 157 (1947).
- (23) 海塩義男 : 鶏における飼料の生産価値決定に関する研究, 農技研報告, G, 8, 169 (1954).
- (24) IMABAYASHI, K., KAMETAKA, M., HATANO, T. : Studies on the digestion in the domestic fowl I. "Artificial anus operation" for the domestic fowl and the passage of the indicator throughout the

- digestive tract, *Tohoku J. Agri. Res.*, 6, 99 (1955).
- (25) ARIYOSHI, S., MORIMOTO, H. : Studies on the nitrogen metabolism in the fowl I. Separation of urine for the nutritional balance studies, *Bull. Natl. Inst. Agri. Sci.*, G. 12, 37 (1956).
- (26) RICHARDSON, C. E., WATIS, A. B., WILKINSON, W. S., DIXON, J. M. : Techniques used in metabolism studies with surgically modified hens, *Poultry Sci.*, 38, 432 (1959).
- (27) A. O. A. C. : Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemist, V II, Washington (1950).
- (28) BOSE, S. : An iodimetric estimation of uric acid in poultry excreta, *Poultry Sci.*, 23, 130 (1944).
- (29) BAKER, G. J. L. : A note on the estimation of the uric acid radical in avian excreta, *Poultry Sci.*, 25, 593 (1956).
- (30) CONWAY, E. J., BYRNE, A. : An absorption apparatus for the microdetermination of certain volatile substances II. The determination of urea and ammonia in body fluids, *Biochem. J.*, 27, 430 (1933).
- (31) 海塩義男 : 家畜飼養, 145, 東京, 共立出版 (1943).
- (32) KELNER, O. : 海塩義男 : 家畜飼養, 148, 東京, 共立出版 (1943).
- (33) STURKIE, P. D. : Avian Physiology, 170, New York, Comstock Publ. Co. (1954).
- (34) 芥藤道雄 : 満州豚の消化性について, 満州大陸科学院報告, 3, 218 (1939).
- (35) ARMSBY, H. P. : The Nutrition of Farm Animals, 909, New York, Macmillan Co. (1917).
- (36) KUHN, G. : Versuche über die Verdaulichkeit der Weizenkleie und deren Veränderung durch verschiedene Arten der Zubereitung und Veralreichung sowie über die Verdaulichkeit des Wiesenheu's im trockenen und angefeuchteten Zustände, *Landw. Vers. Stat.*, 29, 1 (1883).
- (37) HENRY, W. A., Morrison, F. B. : Feeds and Feeding, 54, Madison, Wisconsin, Henry-Morrison Co. (1927).
- (38) MUNFORD, H. W., GRINDLEY, H. S., FALL, L. D., EMMET, A. D. : A study of the digestibility of rations for steers, III. *Expt. Sta. Bull.*, 172 (1914).
- (39) KUHN, G. : Fütterungs- und Respirationversuche mit volljährigen Ochsen über die Futtbildung aus Kohlenhydraten und die Beziehungen des Futters zur Ausscheidung von Kohlenwasserstoffen III. Versuchsreihe Fütterung mit Wiesenheu und Weizenstärke, *Landw. Vers. Stat.*, 44, 443 (1894).
- (40) 海塩義男 : 家畜飼養, 153, 東京, 共立出版 (1943).
- (41) 海塩義男 : 家畜飼養, 155, 東京, 共立出版 (1943).
- (42) CUNHA, T. J. : Swine Feeding and Nutrition, 162, New York, Wiley (1957).
- (43) WEISKE, H. (1895) : 海塩義男 : 家畜飼養, 156, 東京, 共立出版 (1943).
- (44) KLUG, F. : Beiträge zur Kenntnis der Verdauung der Vögel, *Ztbl. Physiol.*, 5, 131 (1891).
- (45) SHAW, T. P. : Digestion in the chick, *Amer. J. Physiol.*, 31, 439 (1913).
- (46) HAMILTON, T. S., MITCHELL, H. H. : The occurrence of lactase in the alimentary tract of the chicken, *J. Agri. Res.*, 27, 605 (1924).
- (47) LEASURE, E. E., FOLTZ, V. D. : Experiment on absorption in the crop of the chicken, *J. Amer. Vet. Med. Assoc.*, 96, 236 (1940).
- (48) GROEBBELS, F. : Der Vogel, I, 264, Berlin, Gebrüder Borntraeger (1932).
- (49) PLIMMER, R. H. A., ROSEDALE, J. L. : Distribution of enzymes in the alimentary canal of the chicken, *Biochem. J.*, 16, 23 (1922).
- (50) BETHKE, R. M., KENNARD, D. C. : Does the growing chick require grit, *Poultry Sci.*, 5, 285 (1926).
- (51) BUCKNER, G. D., MARTIN, J. H., PETER, M. : Concerning the growth of chickens raised without grit, *Poultry Sci.*, 5, 203 (1926).



- (52) MANGOLD, E. : Die Verdauung des Geflügels im Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere, II, 208, Berlin, Julius Springer (1929).
- (53) FRITZ, J. C., BURROWS, W. H., TITUS, H. W. : Comparison of digestibility in gizzardectomized and normal fowls, *Poultry Sci.*, 15, 239 (1936).
- (54) FRITZ, J. C. : The effect of feeding grit on digestibility in the domestic fowl, *Poultry Sci.* 16, 75 (1937).
- (55) CHENEY, G. : Gastric acidity in the chicks with experimental gastric ulcers, *Amer. J. Digest. Dis.*, 5, 104 (1938).
- (56) ALMQUIST, H. J., MECCHI, E. : Influence of bile acid, vitamin K, and cinchophen on erosions of the chick gizzard lining, *Proc. Soc. Expt. Biol. & Med.*, 46, 168 (1941).
- (57) MANWARING, W. H. : Bile deficiency and gizzard erosion, *Calif. & West. Med.*, 56, 61 (1942).
- (58) TITUS, H. W. : The Scientific Feeding of Chickens, 122, Danville, I., Interstate Press (1949).
- (59) LANGENDORFF, O. : Versuche über die Pancreaverdauung der Vögel, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 18, 1 (1879).
- (60) FARNER, D. S. : Biliary amylase in the domestic fowl, *Biol. Bull.*, 84, 240 (1943).
- (61) RADEFF, T. : Die Verdaulichkeit der Rohfaser und die Function der Blinddärme beim Haushuhn, *Arch. f. Geflügelkunde*, 2, 312 (1928).
- (62) HENNING, H. J. : Die Verdaulichkeit der Rohfaser beim Huhn, *Landw. Vers. Stat.*, 108, 253 (1929).
- (63) TSCHERNIAK, A. : Über die Verdauung der Zellwandbestandteile des Futters (Lignin, Pentosone, Cellulose, und Rohfaser) durch das Haushuhn, *Biedermanns Ztbl. B. Tierernährung*, 8, 408 (1936).
- (64) MANGOLD, E., HOCK, A. : Die Verdaulichkeit der Futtermittel bei der Taube, *Arch. f. Geflügelkunde*, 12, 334 (1938).
- (65) DUKES, H. H. : The Physiology of Domestic Animals, 442, New York, Comstock Pub. Co. (1947).
- (66) HALNAN, E. T. : The architecture of the avian gut and tolerance of crude fibre, *Brit. J. Nutrition*, 3, 245 (1949).
- (67) WHITSON, D., CARRICK, C. W., ROBERTS, R. E., HAUGE, S. M. : Utilization of fat by chickens—a method for determining absorption of nutrient, *Poultry Sci.*, 22, 137 (1943).
- (68) OLSSON, N., KIHLEN, G. : Edins indicator method in digestibility experiments on poultry, *Proc. 8th World's Poultry Congress*, 225 (1948).
- (69) DANSKY, I., HILL, F. W. : Application of the chromic oxide indicator method to balance studies with growing chickens, *J. Nutrition*, 47, 449 (1952).
- (70) MÜLLER, W. J. : Feasibility of the chromic oxide and the lignin indicator methods for metabolism experiments with growing chickens, *J. Nutrition*, 61, 31 (1956).
- (71) YOSHIDA, M., MORIMOTO, H. : Reliability of the chromic oxide indicator method for the determination of digestibility with growing chickens, *J. Nutrition*, 61, 31 (1957).
- (72) BOLIN, D. W., KING, R. P., KLOSTERMAN, E. W. : A simplified method for the determination of chromic oxide when used as an index substance, *Science*, 116, 643 (1952).
- (73) JUNG, L., PIERRE, M. : Sur le rôle de la salive chez les oiseaux granivores, *Comp. Rend. Soc. Biol.*, 113, 115 (1933).
- (74) DUKES, H. H. : The Physiology of Domestic Animals, 436, New York, Comstock Publ. Co. (1955).
- (75) LEASURE, E. E., LINK, R. P. : Studies on the saliva of the hen, *Poultry Sci.*, 19, 131 (1940).

- (76) LEVERTON, R. M., GRAM, M. R. : Nitrogen excretion of women related to the distribution of animal protein in dairy meals, *J. Nutrition*, 39, 57 (1949).
- (77) WU, H., WU, D. Y. : Influence of feeding schedule on nitrogen utilization and excretion, *Proc. Soc. Exp. Biol. & Med.*, 74, 78 (1950).
- (78) GORDON, J. G., Treibe, D. E. : Importance of frequency of feeding to sheep, *Brit. J. Nutrition*, 6, 69 (1952).
- (79) RAKES, A. T., HARDISON, W. A., ALBERT, J., MOORE, W. E., GRAF, G. C. : Response of growing dairy heifers to frequency of feeding, *J. Dairy Sci.*, 40, 1621 (1957).
- (80) RAKES, A. H., LISTER, E. E., REID, J. T. : Some effects of feeding frequency on the utilization of isocaloric diets by young and adult sheep, *J. Nutrition*, 75, 86 (1961).
- (81) TEPPERMAN, J., BROBECK, J. R., LONG, C. H. : The effects of hyperthalamc hyperphagia and of alterations in feeding habits on the metabolism of the albino rat, *Yale J. Biol. & Med.*, 15, 855 (1942).
- (82) PUTTEN, C. L. M., BEKKUM, D. W., QUERIDO, A. : Influence of hypothalamic lesions producing hyperphagia and of feeding regimens on carcass composition in the rat, *Metabolism*, 4, 68 (1955).
- (83) COHN, C., JOSEPH, D., SHARGO, E. : Effects of diet on body composition I. The production of increased body fat without overweight ("nonobese obesity") by force feeding the normal rat, *Metabolism*, 6, 381 (1957).
- (84) COHN, C., JOSEPH, D., BELL, L., OLER, A. : Feeding frequency and Protein metabolism, *Amer. J. Physiol.* 205, 71 (1963).
- (85) 芥藤道雄 : 家畜飼育学, 481, 東京, 養賢堂 (1951).
- (86) 武安義正, 波多野正 : 鶏の緑餌としてのラジノクロバー, 畜産の研究, 11, 303 (1957).
- (87) 森本宏, 窪田大作, 有吉修二郎 : 鶏における青刈ライ麦およびラジノクロバーの飼料価値, 農技研報告, G. 13, 133 (1957).
- (88) CRASEMANN, E. : Fodder conservation investigations. Comparative experiments on green fodder, and hay production, *Landw. Vers. Stat.*, 102, 123 (1924).
- (89) WELCH, B. E., BUSKIRK H. R., IAMPETRO, P. F. (1958) : 芦田淳 : 栄養化学概論, 245, 東京, 養賢堂 (1962).
- (90) 木部久衛 : ニワトリヒナの發育に対する飼料中セソイの栄養生理学的研究, 信州大学農学部紀要, 3, 80 (1963).
- (91) CRAMPTON, E. W. : E. W. : Applied Animal Nutrition, 109, San Fransisco, W. H. Freedman & Co. (1956).
- (92) WOLFF, E. : Versuche über das Verdauungsvermögen von zweierlei Schafrassen in verschiedene Wachstumsperioden und bei verschiedener Fütterungsweise, *Landw. Jahrb.*, 2, 221 (1873).
- (93) WATSON, C. J., CAMPBELL, J. A., DAVIDSON, W. M., ROBINSON, C. H., MUIR, G. W. : Digestibility studies with swine I. The digestibility of grains and concentrates at different stage of the growing and fattening period, *Sci. Agri.*, 23, 708 (1943).
- (94) CRAMPTON, E. W., WHIING, F. : The digestibility of typical eastern Canadian feeds by market bacon hogs, *Sci. Agri.*, 23, 518 (1943).
- (95) 森本宏, 亀岡喧一 : 兔の生長期と消化率について, 農技研報告, G. 2, 121 (1951).
- (96) WEISKE, H. : Untersuchungen über die Ernährungs-Vorgenge des in seinen verschiedenen Altersperioden, *Landw. Jahrb.*, 9, 205 (1880).
- (97) FRAPS, G. S., CARLYLE, E. C. : The utilization of the energy of feed by growing chickens, *Texas Agri. Expt. Bull.*, 571 (1939).

- (98) MULLER, W. J., BOUCHER, R. V., Callenbach, E. W. : Influence of age and sex on the utilization of proximate nutrients and energy by chickens, *J. Nutrition*, 58, 37 (1956).

## Studies on the Method of Measuring the Digestibility of Poultry Feed.

Yoshio NAKAHIRO

The following research has been made to elucidate the method of the separate collection of feces and urine of the domestic fowl and the basic problem of its digestion such as the conditions influential to the digestive rate.

As for the method of the separate collection of feces and urine, after making some improvements on the method of creation of the artificial anus, it has been proved by the experiment that there is no difference between the digestion of the fowl with the artificial anus and that of the fowl with the intact anus.

Further, as to the conditions influential to the digestibility, it has been made reliably clear that the calculation of the digestibility according to the indicator method making chromic oxide the indicator substance, closely resembles that of the total collection method, and under the forced feeding as the feeding method, the normalcy of the digestion has been examined.

Furthermore, on the standpoint of measuring the digestibility, investigating various problems arising from the change of the feeding method, the relation of the change of conditions and the digestibility has been clarified. The results of these above-mentioned researchs are summarized as follows:

Making some improvements on the recently developed cannulae inserting method for the artificial anus, the fowl has been kept healthy, the separation of feces and urine under various conditions has been made sure and easy.

The method taken was to improve the material, shape and size of the cannulae and the method of its insertion; that is, as the material of the cannulae soft veneer tube was chosen, making its shape like a small cup with a little enlarged tip, and the caliber of the cannulae far larger than those usually used (16 mm caliber for the adult fowl). This was the main characteristic. As to the size of the cannulae, five grades from No. 1 to No. 5 were made and used each of them properly in accordance with the degree of the growth of the individual fowl and the condition of the artificial anus. Soaking it in the boiling water before using and making it pliable, folded and inserted it, and then stretched and sewed it on the skin at four spots of the exposed portion and stuck it on the skin. Renewing the cannulae every fifteen days after insertion, endeavored constantly to make it keep the desirable position.

By this method, it would be almost perfectly possible to create the artificial anus to all the chicken above 25 days old and in addition, they would be used on various experiments, separating the feces and the urine for a long time continuously. Furthermore, by this improvement, attained the desired object as to the surgical operation on creating the artificial anus, such as position, method, and degree of the operation.

Setting the standard on the egg-laying of the physiologically normal fowl and the growth of chicken, comparison was made between the fowl with the artificial anus and those with the intact anus. The result was that the rate of egg-laying of the fowl before and after the operation remained almost constant except about 28 days that were needed for the recovery of egg-laying after that operation, and the growth curve of the chicken with the artificial anus was almost parallel with that of the chicken with the intact anus, excepting only a temporary suspension of growth owing to the operation. It was presumed from these facts that there was not any difference on the physiological condition between the fowl with the artificial anus and those with intact anus.

In order to make clear experimentarily the normalcy of the digestive process of the fowl with the artificial anus, comparing every method of the measurement of the digestibility, the digestive process was examined by chemical method, feces-collecting tube method and artificial anus method, using the same adult male fowl under the same feeding.

First, collected the excreta and counted its digestive rate by the chemical method and then compared it with the excretion blended after collected and separated from the fowl with the artificial anus. The result was that there was not any remarkable difference. It was found, therefore, that the digestive rate of a healthy fowl with the artificial anus remained as it has been before the artificial anus was stuck to, and it was clear that it was the best and most durable method of collecting the feces and the urine. By the chemical method, comparatively approximate value was also obtained, but this method has difficulties in making an analysis and there is the danger of being liable to lose accuracy and hence, lead to different result and it is not sure that a highly reliable numerical value can ever be obtained. On the other hand, though the feces-collecting tubes method is the simplest method, drawbacks lie in keeping the fowl in health and the rate of digestion of crude protein and crude fiber lowers to some extent.

In general, it is necessary to measure accurately the quantity of feces in case of the digestive experiments. Accurate measurement, however, requires much labor and there is the danger of accidental errors in it. Recently, for mammals, blending the indicator substance into feeds, the consistency of the feces is examined and the digestibility is counted without collecting the whole quantity of the feces, and this is the recently developed indicator method.

Here in the research on the measurement of the digestibility of the fowl, the feasibility of this indicator method was investigated, making chromic oxide the indicator substance. The result was, no difference was found between the digestibility measured by the indicator method and that by the total feces collection method, and it was assured that the indicator method which is comparatively easier in collecting feces is quite practically valuable for the measurement of the digestibility of the feeds of the fowl. Moreover, the excreting state was also examined, and it was found desirable that the feces should better be collected for one day and night as a unit than be collected for over a short period.

Regarding the measurement of the digestibility of the feed, to fix the quantity of the feed is important, but for the fowl, preying freely on the feed, it is very hard to fix a definite quantity, and therefore, they are in need of the forced feeding. For the forced

feeding, the way taken was that adding some 50-60% water to a certain quantity of the formula feed, kneaded it into small and slender-sized dumplings, and then, forced them into the mouth cavity and the crop. This method proved clearly to be the best way of regulating the accuracy of the quantity given, and as the digestibility was calculated by the indicator substance chromic oxide, there was not any considerable difference if the method of feeding was adequate, whether it was the self feeding or the forced one.

As to the relation of the number of frequency of feeding and its utility, comparatively many studies have been made on mammals, but, on fowls such studies are very few. Generally, the number of frequency of feeding the fowl is inclined to be practically determined according to the efficiency, the form of the feed, the speed of its passing through the digestive tract and the needful labor for it, etc. On the other hand, the efficiency of the feed is considered to be highest when 60-70% of the quantity at the satiated time is given, but it is not clarified yet whether or not the digestibility suffers any change by the number of frequency of feeding.

Here in this research, a comparative study was made on the digestibility case by case when the same food was given to the adult fowl from 2-5 times, and no change was found in the digestibility of every component in accordance with the change of frequency. The fact is presumed that the feed taken by the fowl is temporarily saved in the crop and after that it is sent into the digestive organ bit by bit, and consequently the frequency itself does not inflict any influence on the digestibility, except when the ingesta in the crop becomes abnormally zymotic on account of overeating.

When green feed is given to the fowl, boiled, dried or silaged feed is often given as well as fresh one. It is considered a matter of course that these green feeds cause the indigestibility owing to the way of process and treatment, and so in this research, the following case of feed was studied respectively ; fresh, boiled, silaged and dried sweet potato leaves (with leaf-stalk). The result showed that the digestibility of every component of the boiled, silaged or dried feed was lower than that of the fresh one, and as for protein, the digestibility of the feed processed and treated dropped to  $\frac{3}{5}$  -  $\frac{1}{2}$  in comparison with the fresh one.

Consequently, as far as the digestibility of the fresh green feed is concerned, processing and treating have rather unprofitable influence on it, and to express the digestibility of the fresh green feed, it is necessary to describe clearly its quality, whether it is processed and treated or not.

With regard to the chicken management, the cage breeding method has widely spread these days, and the countermeasure for a soft feces, found often in summer, has come into question. To restrict the quantity of drinking water may be considered as a preventive measure, and so, it was studied if the restriction of water would cause any change of the digestibility of the feed. It was clarified as the result of this study that the soft feces at the cage breeding in summer was mainly caused by the increase of urination due to a large quantity of water drunk, and there was no change of the water content of feces whether or not the drinking was restricted. Again, allowing half an hour's drinking time after every day's regular feeding, three times a day, the digestibility was experimented,

but not any remarkable difference in it was noticed between the digestibility of the restricted drinking and that of the free drinking, though the quantity of the water drunk at the restricted time reached 58% of that at the latter.

When we adapt the feeding method in which the green feed is substituted for a part of the concentrates for the fowl, the measurement of the nutritive value of the green feed itself is important, and at the same time, in the case when the green feed was taken for a long time, the question arises as to whether it inflicts any influence not only on the quantity of the feed taken but on its digestibility owing to habit of eating. To study this question, breeding chickens of the same condition in two different group : one, feeding with the standard feed, and the other, with a lot of green feed, compared their digestibility after 7 months.

The result was that there was not any remarkable difference between these two groups. It show that the digestibility suffers no change on account of the habit of food and the increase of the use of vegetables comes only from their taste and the increase of the quantity taken.

The digestibility of the mammals after weaning is generally made clear that it has no relation with that of the period of their growth. Generally, when the fowls that lack the suckling period like the mammals take feed soon after incubation as the adult fowls do, it was unknown whether there were any difference of the digestibility of the feed compared with the mammals. Recently, it is reported as to this point that the digestibility rises a little in 2-4 weeks, and gradually lowers later, but there remain some questions about the accuracy of the result because the digestibility has been counted by the chemical method, collecting the excreta. In this research, therefore, the digestibility was tested of 1-6-month-old chickens, i. e. chickens of 1-6 month after incubation by creating the artificial anus improved by the author, and the digestibility in accordance with the growth of the chicken was investigated.

The result was, the digestibility of protein was highest for full 30 days following the incubation and after that it went down gradually, but after 120 days it showed nearly settled digestibility. As to the digestibility of crude fat and nitrogen free extracts, scarcely any different was found through the whole period, and that of crude fibre, like the case of protein, lowered gradually for 120 days and nearly settled from that time one. In this experiment, the result during one month following the incubation has not been obtained, so the state of this period can not be made clear, but as far as this research is concerned it shows that the digestibility and absorption are usually good at the vigorously growing period, and have a high metabolic rate. It is therefore necessary to clearly describe the degree of the growth of the chickens when we try to deal with the digestibility of the feed.

In this experiment of the digestibility of the feed, a part of the factors both influential and uninfluential have been elucidated, but henceforth, furthermore factors are considered to require investigation so as to attain the accuracy of the experiment.

## 香川大学農学部紀要

- 第1号 幡 克美：アカマツ材の成分並びにパルプ化に関する研究（1955年3月）
- 第2号 内藤 中人：植物生長ホルモンに関する植物病理学的研究 特に植物病原菌に及ぼす影響について（1957年10月）
- 第3号 松 沢 寛：アオムシコマユバチの生態に関する研究（1958年3月）
- 第4号 梶 明：和紙原料の醸酵精練に関する研究（1959年3月）
- 第5号 森 和 男：傾斜地蜜柑園経営の構造分析（1960年3月）
- 第6号 玉置 鷹彦：ガラク並びに池泥の研究（1960年3月）
- 第7号 上原 勝樹：傾斜地開発利用に関する物理気象的研究（1961年3月）
- 第8号 桑田 晃：オクラとトロロアオイとの種間交雑およびそれらより育成された種々の雑種ならびに倍数体に関する研究（1961年9月）
- 第9号 中 潤三郎：甘藷の生育過程に関する作物生理学的研究（1962年3月）
- 第10号 芥藤 実：香川県及び北愛媛県の地質について（1962年3月）（英文）
- 第11号 小杉 清：グラジオラスの生産と開花に関する研究（1962年9月）（英文）
- 第12号 吉良 八郎：貯水池の滞砂に関する水理学的研究（1963年2月）
- 第13号 野田 愛三：禾穀類の根鞘に関する研究（1963年3月）
- 第14号 川村 信一郎：豆類のデンプンの研究（1963年3月）（エスペラント文）
- 第15号 浅野 二郎：種子の耐塩性を中心とした海岸地帯におけるアカマツおよびクロマツ林の成立に関する研究（1963年3月）
- 第16号 山中 啓：乳酸菌のペントース・イソメラーゼに関する研究（1963年8月）（英文）
- 第17号 葦沢 正義：香川県における葡萄の旱害に関する研究（1964年3月）
- 第18号 谷 利 一：カキ炭疽病の病態生理学的研究、とくに罹病果実の病徴発現にあずかるペクチン質分解酵素の役割（1965年3月）
- 第19号 樽谷 隆之：カキ果実の貯蔵に関する研究（1965年3月）
- 第20号 狩野 邦雄：ラン種子の発芽培地に関する研究（1965年3月）（英文）
- 第21号 山本 喜良：コモンベツチおよびその近縁種の雑種に関する研究（1966年3月）
- 第22号 中 広 義雄：鶏における飼料の消化率測定法に関する研究（1966年10月）



## Memoirs of Faculty of Agriculture, Kagawa University

- No. 1 Katsumi HATA : Studies on the Constituents and Pulping of "Akamatsu" (*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.) Wood (March, 1955)
- No. 2 Nakato NAITO : Phytopathological Studies Concerning Phytohormones with Special Reference to Their Effect on Phytopathogenic Fungi (October, 1957)
- No. 3 Hiroshi MATSUZAWA : Ecological Studies on the Branconid Wasp, *Apanteles glomeratus* (March, 1958)
- No. 4 Akira KAJI : Studies on the Retting of Plant Fiber Materials for Japanese Paper Manufacture (March, 1959)
- No. 5 Kazuo MORI : An Analytical Study on the Structure of the Mandarin Orange Growing Orchard Farm in a Sloping Land Region (March, 1960)
- No. 6 Takahiko TAMAKI : Studies of Garaku Paddy Soil and Reservoir Deposits (March, 1960)
- No. 7 Masaki UEHARA : Physical and Meteorological Studies on the Cultivation and Utilization of Slope Land (March, 1961)
- No. 8 Hikaru KUWADA : Studies on the Interspecific Crossing between *Abelmoschus esculentus* MOENCH and *A. Manihot* MEDIC. and the Various Hybrids and Polyploids Derived from the Above Two Species (September, 1961)
- No. 9 Junzaburo NAKA : Physiological Studies on the Growing Process of Sweet Potato Plants (March, 1962)
- No. 10 Minoru SAITO : The Geology of Kagawa and Northern Ehime Prefectures, Shikoku, Japan (March, 1962) (in English)
- No. 11 Kiyoshi KOSUGI : Studies on Production and Flowering in Gladiolus (September, 1962) (in English)
- No. 12 Hachirō KIRA : Hydraulical Studies on the Sedimentation in Reservoirs (February, 1963)
- No. 13 Aizo NODA : Studies on the Coleorhiza of Cereals (March, 1963)
- No. 14 Sin'itirō KAWAMURA : Studoj pri Ameloj de Legumenoj (March, 1963) (in Esperanto)
- No. 15 Jiro ASANO : A Study on the Formation of Pine Forests on Seaside Areas, giving due Consideration to the Salt Resistance of the Seeds (March, 1963)
- No. 16 Kei YAMANAKA : Studies on the Pentose Isomerases of Lactic Acid Bacteria (August, 1963) (in English)
- No. 17 Masayoshi ASHIZAWA : Studies on the Drought Damage of Grape Trees in the Region of Kagawa Prefecture (March, 1964)
- No. 18 Toshikazu TANI : Studies on the Phytopathological Physiology of Kaki Anthracnose, with Special Reference to the Role of Pectic Enzymes in the Symptom Development on Kaki Fruit (March, 1965)
- No. 19 Takayuki TARUTANI : Studies on the Storage of Persimmon Fruits (March, 1965)
- No. 20 Kunio KANO : Studies on the Media for Orchid Seed Germination (March, 1965) (in English)
- No. 21 Kiyoshi YAMAMOTO : Studies on the Hybrids among the *Vicia sativa* L. and its Related Species (March, 1966)
- No. 22 Yoshio NAKAHIRO : Studies on the Method of Measuring the Digestibility of Poultry Feed (October, 1966)