

蚕糞の飼料価値に関する研究

大原嘉典・中村亮八郎

Studies on the Feeding Effect of Silkworm Feces
YOSHINORI OHARA and RYOHACHIRO NAKAMURA

I. 緒言

養蚕副産物の飼料的利用に関して、かつて筆者の一人が報告してゐる通り、蚕糞はその肥料的成分よりも飼料的成分に富むといわれ、飼料価値に関する研究例としては、古くから片寄氏²⁾、高橋氏³⁾、末永氏⁴⁾、中原氏⁵⁾、等多数報ぜられてゐる。之等は試験動物として、綿羊を対象とした例が多く、体重増加、産毛量、繁殖力等の見地より良結果を得てゐる。金井氏⁶⁾は蚕糞 15~20% 添加養鶏飼料で良好な結果を得、その飼料価値は大豆粕の約 2 分の 1 と報じてゐる。最近野並氏⁷⁾は蚕糞による育雛試験の結果、蚕糞添加は斃死率が高く嗜好性も劣ると発表し、斎藤氏等³⁾は蚕糞の Vitamin A 及び carotenoids の関係に就き、産卵試験を行ひ、蚕糞 5% 添加にては、卵黄中の Xanthophyll 及び β -carotene の増加が最も良いが、10% 以上となるとおそらく尿酸のために下痢を起して、非常に不経済であると報じてゐる。之等の報告はすべて蚕糞原物についての試験結果である。

微生物の繁殖による飼料価値の増進に関しては、麴菌では、坂口、岡崎、森本氏 (1951)、酵母では井口、勝木氏 (1951)、等の研究があり、前者は産卵試験で control の麴 25% を麴飼料で置換して若干の増卵を見、後者はその飼料価値は、T. D. N. として大体麴程度でいづれも良結果を得てゐる。牛越氏⁹⁾は Rhizopus 菌を培養せし醱酵飼料が、粗蛋白含量が少ないにも拘らず、鶏、豚に対して動物蛋白 (魚粉) の半量と置換し体重増加に差がない事を報じてゐる。之等の飼料価値は、酵母、麴に依り生産された蛋白質、抗生物質、ビタミン類^{10) 11) 12) 13)}等に依るものと考えられる。筆者等は蚕糞の形状を生かし、且つ嗜好性を改善した養鶏飼料化を目的とし、葉緑素抽出粕蚕糞 (n-Hexan, n-Buthanol により葉緑素の抽出を行つた抽出粕、以後蚕糞原物と略す) に麴菌 *Aspergillus oryzae* を接種して製造された蚕糞麴の飼料価値を知るために、蚕糞原物と蚕糞麴に就いて、白鼠に対する蛋白質の生物学的価値及び鶏雛の發育効果の比較試験を行つたので報告する。

II. 実験方法及び結果

1. 麴飼料の製造について

微の生長又は増殖は環境の影響を受けて変化し、水分、温度、栄養等は生長に必要な正規条件であり¹⁴⁾、又麴菌を固形物に生やした場合と、液内通気培養した場合とに於て、菌体量、Autolysis の度合、酵素等は大体同じ傾向にある^{15) 16)}といわれてゐる。蚕糞中の成分組成概数は第 1 表¹⁷⁾に示す通りであり、微の繁殖には大体必要な成分を有してゐる。筆者等は蚕糞粒原形の儘麴菌を接種して製麴した。

第 1 表 蚕糞の一般化学組成概数、%

蛋白質	脂肪	可溶無氮素	纖維	灰分	尿酸	窒素	磷酸	加里
16.0	2.2	56.0	14.0	11.0	1.2	2.5	1.2~7.9	0.8~1.2

1) 種麴

麴麴応用法による¹³⁾。即ちペトリ皿に入れ加水殺菌した扁平小方形の湿潤麴麴上に再三扁平培養を反復して純粋にした *Aspergillus oryzae* の寒天斜面培養から、常法に従ひ該胞子を接種する。これを 37°C に 3~4 日保ち、麴麴の全面が微叢をもつて覆われたなら、乾燥器中 50°C 以下にて充分乾燥し、砕き、これを種麴とした。

2) 製麴

蚕糞 1kg に対して 100~150g の澱粉を混じ、全体がよく湿める程度に水を加え (500~600g)、3~4 時間蒸熟殺菌する。之を放冷し、40°C 位迄冷えた頃種麴 1~2g¹⁹⁾ を撒布し、よく混合し大型シャーレに盛り、蓋をして定温器に入れ 37°C に保つ。約 20 時間後菌糸の發育を認める頃よく混和し、尚定温器中に 35°C 前後に保つ。3 日目頃菌糸大に延び塊となつてくる。少しく芽胞子の着生を見る頃出麴とする。之を直ちに送風乾燥器中にて 60°C 以下で乾燥する。

供試蚕糞原物及び蚕糞麴の一般化学組成は第 2 表の如し。

2. 蚕糞原物及び蚕糞麴蛋白質の生物学的価値について

麴菌を發育させる過程に於いて、飼料中の養分の損失は免れない。然るに醱酵飼料が粗蛋白含量が少ないにも拘らず、その飼料価値が劣らない⁹⁾のは、菌の生産する蛋白質に依り、蛋白の質的価値が向上するためではないかと考えられる。蛋白質の栄養価は、その消化率とそれ

第2表 供試蚕糞(抽出粕)の化学組成, %

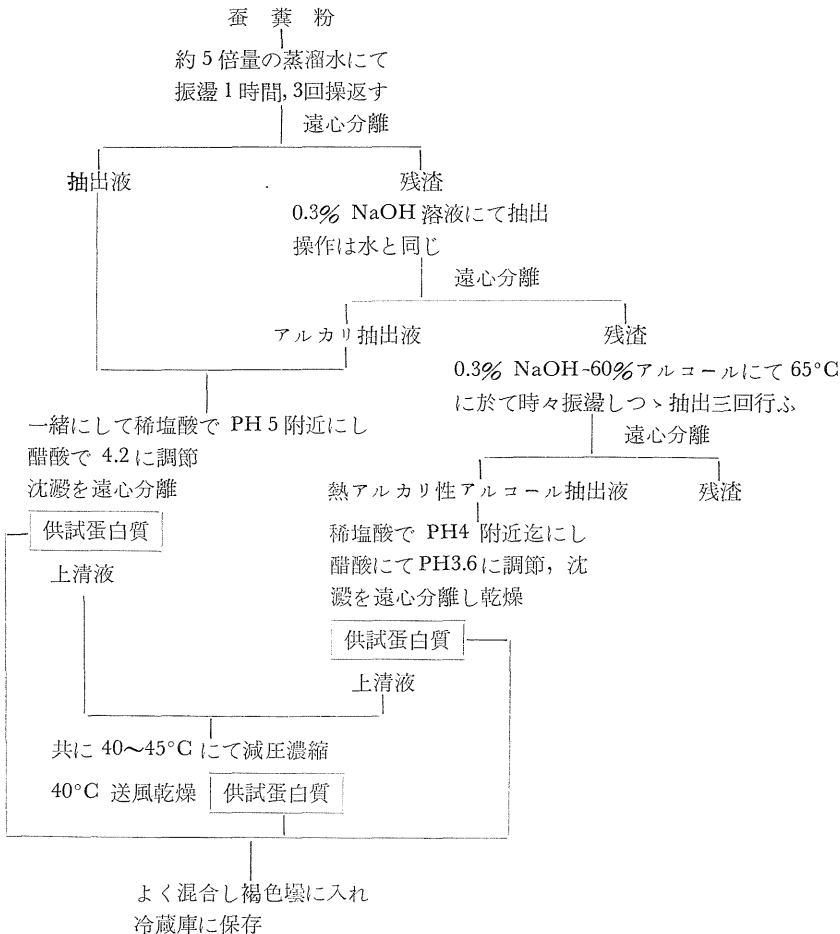
	水分	粗蛋白質	純蛋白質	粗脂肪	粗繊維	可溶性無 窒素	全糖	粗灰分
蚕糞原物	16.23	15.35	11.40	0.77	14.83	35.25	7.96	17.57
蚕糞麩	14.92	15.96	13.69	1.00	15.20	35.03	14.55	17.89

を構成するアミノ酸の種類によつて支配される事は、周知のところである。筆者等は、蚕糞を麩化する事により、蛋白の栄養価が向上するや否やを検討するために、白鼠を用ひて蛋白質の生物学的価値を求めた。Thomas は、可消化蛋白質中動物に蓄積された量と、吸収した量との比率を求め、之を蛋白質の生物学的価値としたが、後に Mitchell²⁰⁾ は一部を改変して次々に依り求めてゐる。

$$\text{蛋白質の生物学的価値(\%)} = \frac{[\text{摂取N量} - (\text{糞中N量} - \text{代謝糞N})] - [\text{尿中N} - \text{内生N量}]}{\text{摂取N量} - (\text{糞中N量} - \text{代謝糞N})} \times 100$$

代謝糞 N (Metabolic faecal nitrogen. 以後 **M. F. N.** と略す) とは、蛋白質を給与しなくとも糞中に排泄される窒素で、摂取蛋白とは無関係で、大部分が摂取飼料の固形物に比例するものである²¹⁾。内生尿 N (Eendoge-

第1図 蛋白質の調製法



nous urinary nitrogen 以後 **E. U. N.** と略す) は蛋白質を摂取しなくても、尿中に生理的に排泄されるもので、主として体重に比例するものである。筆者等も此の方法が最も適切と考え、Mitchell の方法を用いて実験した。

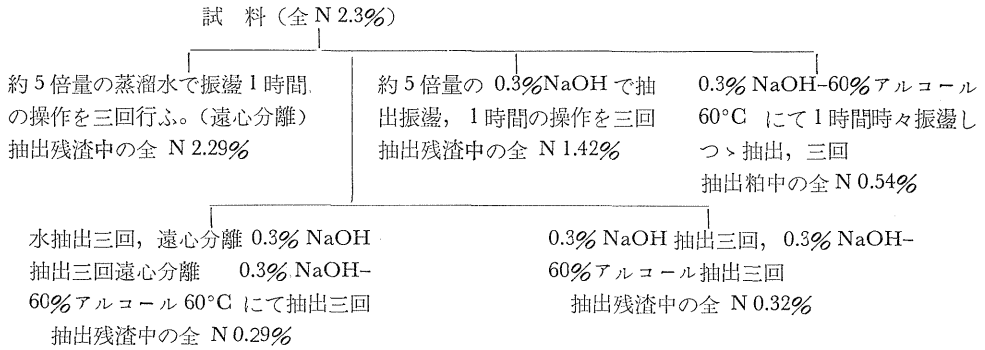
供試飼料即ち蚕糞原物、蚕糞麩につき白鼠を用ひて給餌試験を行つた結果、動物の嗜好性、飼料配合の調整等の点で、そのまゝ給餌するのは困難なる為、飼料より蛋白質を抽出調製して供試した。

白質を抽出調製して供試した。

1) 蛋白質の調製

試料を手廻粉砕機で細かく粉砕し、第1図に示す方法で蛋白質を抽出調製した。此の方法を決定するに当り、窒素抽出試験を行つたが、方法及び結果は、第2図及び第3表の通りである。但し抽出率は各溶剤に於ける抽出粕につき、窒素を測定し比較した。

第2図 蛋白質抽出試験



第3表 各溶剤による蛋白質抽出率, %

溶剤	抽出残渣中の窒素	抽出率
未処理原物	100	
水	99.4	0.4
0.3% NaOH	61.7	38.3
0.3% NaOH-60% アルコール	23.5	76.5
合計	12.6	87.4

注: 合計の抽出率は、水、0.3% NaOH、0.3% NaOH-60% アルコールの抽出率の平均値である。

以上の結果より試料を水で振盪抽出、之を遠心分離、残渣を稀アルカリで振盪抽出、遠心分離、残渣を熱アルカリ性アルコールで、時々振盪しつゝ抽出する方法が、他の方法より比較的良好にして、蛋白質抽出率も87%を越えるので此の方法を採用した。各溶剤によつて抽出された抽出液を PH 約 4 附近に調節して沈澱したる蛋白質を、すべて遠心分離し、上清液は 40~45°C にて減圧濃縮し、両者合せて 40°C に送風乾燥し、褐色壺に入れ給餌に供した。以上の方法によつて調製した抽出物の蛋白質含量は50%であつた。

2) 動物試験

i. 飼料及び給餌方法

飼料の配合については、予め数種の配合飼料を調製し

て、実際に嗜好試験を行ひ、最も好んで摂る組成の飼料を用いた。配合割合は第4表の如くである。エネルギー源としては、澱粉、蔗糖、菜種油を使用した。Mitchell によると M. F. N. は、飼料中の繊維含量によつて変化するといわれ、従来繊維源として、Cellfleur, Ground Cellophan²²⁾, Diophan²³⁾, Wood flock²⁴⁾ 等が用いられてゐる。白鼠の窒素代謝試験の一例として、Forbes²⁵⁾ 等も2%の non-nutritive fiber を添加してゐるが、繊維源を含まない報告も多数ある。筆者等は東洋濾紙 (No. 2 煮沸, 乾燥, 粉砕) 及びアルカリ処理木材粉等で予備試験した結果、食下量が低下し長続きせず、試験

第4表 飼料配合割合, %

	(4-1)	(4-2)	(4-3)	(4-4)
供試蛋白質	0	10	10	0
カゼイン	10	0	0	0
蔗糖	34	34	34	44
澱粉	50	50	50	50
無機塩*	3	3	3	3
脂肪	3	3	3	3
ビタミン**	1~2滴	1~2滴	1~2滴	1~2滴

備考 (4-4) は固形物 1g 中 0.183mg の N を含む

* Steenbock の混合塩 No. 32

** 武田製薬の Panvitan の稀釈液

困難の為纖維源を全く含まない飼料を調製した。1日の給餌量は生体量の約 $\frac{1}{5}$ 程度とし之に約 15c.c. の水を加へ、よく混合し10分間蒸して1日1回午前10時に給餌した。水はガラス製給水器に常備し自由に飲ませた。

ii. 試験期間及び糞尿の採取

9月21日より10月2日の12日間試験し、その中23日より29日迄を本試験とした。試験期間中の平均温度は21°C内外で白鼠に好条件であつた。代謝籠は各々約 7000cm³ の金鋼製のものを使用した。

糞尿の採取は毎日給餌前に行ひ、尿は少量の硫酸を入れた容器にて採取し直ちに分析に供し、糞は60°C 送風乾燥後、秤量し分析に供した。糞尿の限界判定の為の marker は用いず、1日前の飼料による排泄物とみなした。

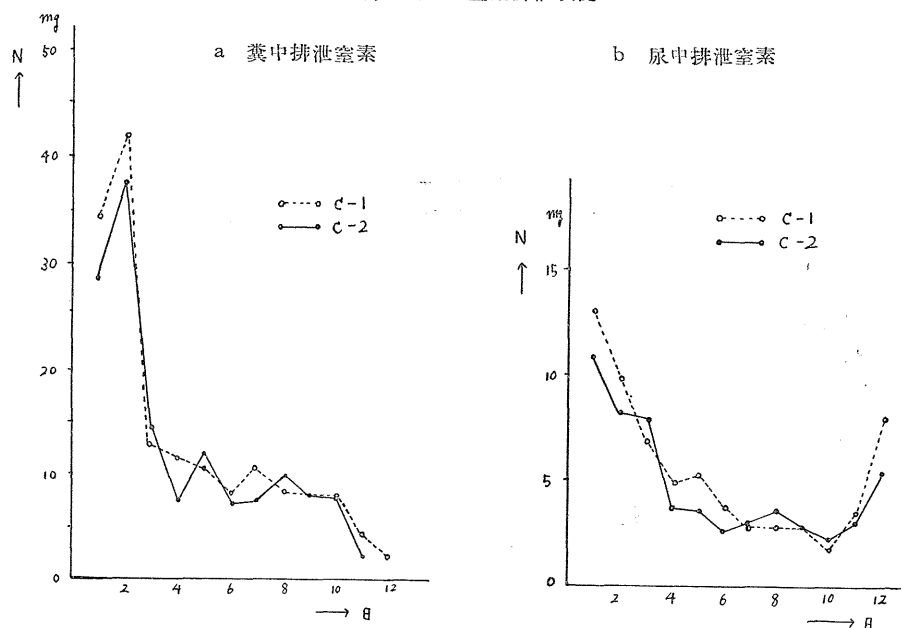
iii. 供試動物

生後一ヶ月、生体量 50~60g の白鼠(Wistar 系一腹のもの)を用いて、予備飼育として7日間第4表(4-1)の飼料を用いて飼育し、生体量の近いもののみを6匹選び、A, B, C の3区に分け、各区2匹づつとし、A区を蚕糞麩区、B区を蚕糞原物区、C区を無蛋白飼料区とし各々窒素平衡試験を行つた。

IV. 白鼠に於けるM.F.N. 及び E.U.N. の決定

生物学的価値を決定するにあたり、先づ試験動物の M.F.N. 及び E.U.N. を決めなければならない。そのために蛋白質を含まない飼料を用いて、窒素平衡試験を行つた。飼料配合割合は第4表(4-4)の通りで、給餌量は1日1匹当り 8g、試験期間は12日間とした。糞及び尿中の窒素排泄状況は第3図 a, b に示す通りである。

第3図 無蛋白飼料に於ける窒素排泄状況



第3図に示された通りはじめの三日間は試験前の飼料の影響があるものと考え、又後期2日間は飼料の摂食量が低下したため、此の期間を切り捨て中7日間を本試験としその平均値を採用した。尚第4表備考に記した通り無蛋白飼料中には固形物 1g 当り 0.1803mg の N が含有されてゐるが、之は動物に消化吸収されないものとして、糞中 N より摂取 N を差引いて求めた。以上の結果より白鼠の摂取固形物 100g 当りの M.F.N. 並びに体重 100g 当りの E.U.N. を求めると第5表の通りである。

V. 蚕糞原物及び蚕糞麩蛋白質の生物学的価値

2.1) で調製した蚕糞原物及び蚕糞麩の蛋白質を用ひ、両区共蛋白質含量として10%となる如く配合し、1日1匹当り 8g を給餌した。飼料の配合割合は第4表(4-2)(4-3)の通りである。試験期間は Smuts²⁶⁾ によれば予備期15日、試験期7日、鈴木氏²⁷⁾、田先氏等²⁸⁾ は夫々10日、5日としてゐるが、筆者等は食下量の関係から12日間試験し、前期3日、後期2日を切り捨て、中7日間を本試験とした。実験の結果は第6表の通りであり、試験中の糞及び尿中 N の排泄状況は第4図に示す通りで

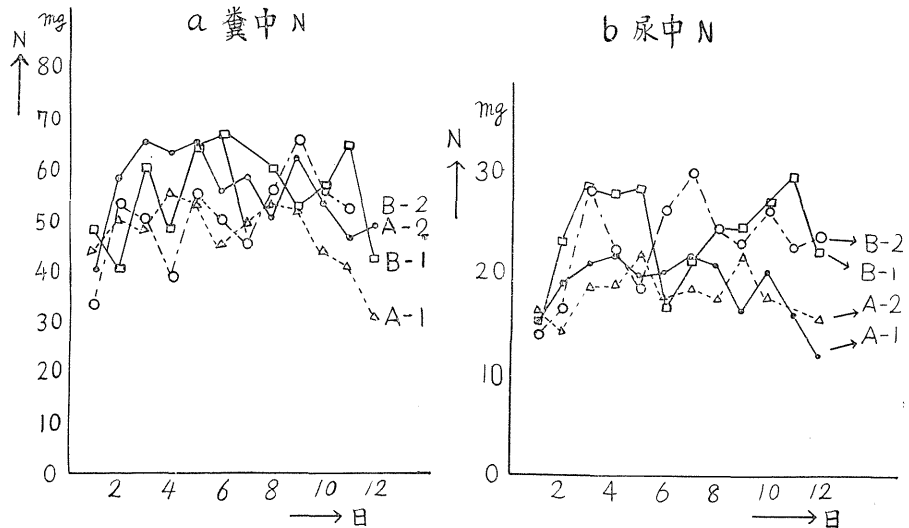
第5表 白鼠における M. F. N. 及び E. U. N.

	生体量 g	摂取固形物量 (1日当)g	摂取N量 (1日当)mg	糞中排泄N量 (1日当)mg	M. F. N. mg	固形物 100g 当りの M. F. N. mg	尿中排泄 N量(E.U.N.) (1日当) mg	体重100g 当りの E. U. N.
C-1 (♂)	62.5	5.729	1.033	10.429	9.369	164.226	3.858	6.178
C-2 (♀)	58.2	5.33	0.963	9.604	8.641	162.120	3.396	5.835
平均値						163.193		6.006

第6表 白鼠に於ける蚕糞蛋白質の生物学的価値

	動物 No.	生体量 g	摂取固形物量 (1日当) g	摂取N量 (1日当) mg	糞中排泄N量 (1日当) mg	M.F.N. mg	尿中排泄 N量 (1日当) mg	E. U. N. mg	正味吸収 N量 (1日当) mg	正味蓄積 N量 (1日当) mg	生物学 的価値
蚕糞原物区	B-1 (♂)	62.5	7.568	104.146	57.146	12.350	25.350	3.754	59.340	37.754	62.3
	B-2 (♀)	67.5	6.786	94.746	52.243	11.074	25.874	4.054	53.577	31.757	59.8
											平均 61.5
蚕糞麩区	A-1 (♀)	68.5	7.554	101.384	54.491	12.696	18.696	4.114	59.589	45.007	74.5
	A-2 (♀)	70.2	7.672	106.663	61.981	12.520	19.101	4.216	57.202	42.317	73.9
											平均 74.2

第4図 蛋白添加飼料に於ける窒素排泄状況



ある。

以上の結果より夫々の生物学的価値を求めると その平均値は蚕糞原物 61.5, 蚕糞麩 74.2 となった。試験期間中の動物の体重変化は、原物区 (B-1), (B-2) 夫々 11.0g, 13.6g の体重増加に対して、麩区 (A-1), (A-2) は夫々 19.6g, 20.2g であった。之を図示すると第5図の通りである。

3) 飼料の正味蛋白質価

以上の成績で一応蛋白質の生物価は決定したのであるが、Mitchell²⁰⁾は飼料蛋白質の真の価値を正味蛋白質価 (Net protein value N. P. V. と略す) として
$$N. P. V. = \frac{\text{消化率} \times \text{生物学的価値}}{100}$$
 で示した。茲にいふ

消化率とは M. F. N. を考慮に入れたものであり、消化率 = $\frac{\text{摂取N} - (\text{糞中N} - \text{M. F. N.})}{\text{摂取N}} \times 100$ で表わされる。即ち N. P. V. は飼料蛋白質中動物に畜積利用された割合を示すものである。本実験により求めた消化率、生物学的価値より N. P. V. を計算して示したものが第7表である。

第7表 蚕糞の N. P. V., %

	粗蛋白質の 消化率	生物価	N. P. V.	粗蛋白質 含量	飼料中の N. P. V.
蚕糞原物	57.3	61.5	35.2	15.3	5.3
蚕糞麩	55.1	74.2	41.0	15.9	6.6

3. 蚕糞麩飼料の初生雛発育に対する効果について

前記の方法で製造された蚕糞麩の、初生雛に対する発育効果について、蚕糞原物との比較試験を行った。麩菌 *Aspergillus oryzae* の紫外線照射菌糸は、鶏雛の発育を促進し産卵率を増す²⁹⁾³⁰⁾といわれ、又抗佝僂病性³¹⁾についても報告されてゐる。之は麩菌が ergosterin を生成し¹³⁾³²⁾³³⁾紫外線処

理によつて Vitamin D₂ を化成する³⁴⁾³⁵⁾ため D₂ の効果にもよるものと考えられる。筆者等は蚕糞原物及び蚕糞麩について、ergosterin の呈色反応³⁶⁾³⁷⁾を見た所、蚕糞原物は反応を示さず、蚕糞麩は反応を示し、ergosterin の存在が認められたので、蚕糞麩のみについて、HANAU 水銀燈により紫外線照射処理を行ひ、Vitamin D₂ を強化して供試した。

1) 実験の材料及び方法

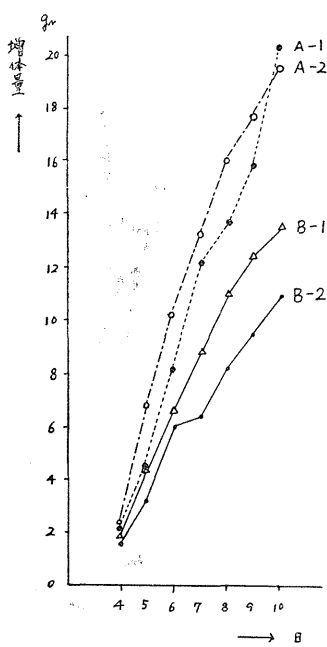
i. 麩飼料の紫外線処理

ergosterin に紫外線照射する場合、照射時間が長過ぎると効果のない物質に変化する³³⁾。小柳氏等³³⁾は D₂ 化成に於て、HANAU 水銀燈で距離 30cm 時間30分で行つてゐるが、筆者等は此の条件を決定するに当り、距離30cm の所からランプをあて時間的に D₂ 化成状況を調査

第8表 紫外線照射に依る Vitamin D 化成

距離 cm	時間 分	Vitamin D %	
		蚕糞原物	蚕糞麩
30	0	12.5	15
	20		190
	30		242
	40		252
	60		125
	70以上		50

第5図 試験動物の体重変化



した。その結果は第8表の通りである。Vitamin D₂ の定量は、塩化アルミニウム、ピロガロールによる比色法⁴⁰⁾によつた。

以上の結果から、筆者等は蚕糞麩を 1cm の厚さに拡げ、10分毎に攪拌しつゝ HANAU 水銀燈 (260V. 3A) にて距離 30cm 時間40分の紫外線処理を行ひ、之を手廻粉砕機で粉碎し、供試した。蚕糞原物はそのまゝ粉砕供試した。

ii. 試験雛

土浦市霞浦孵卵場から入手した白レゲ雄雛 150羽を 7 日以内に淘汰して、健全且成育中層と思はれるもの 100羽を選択し、25羽づゝ 4区に分けて供試した。

iii. 試験飼料

供試飼料の化学的組成は第9表に示す通りである。飼料の配合にあたり、照射蚕糞麩の飼料効果を顕著に知るために魚粉添加区を対照区 (D区) とし、あとの 3 区を無魚粉区とした。魚粉の蛋白質は大豆粕で補正し、麩を蚕糞原物及び照射蚕糞麩でおきかへ、無魚粉麩区 (C区)、無魚粉蚕糞原物区 (B区)、無魚粉蚕糞麩区 (A区) の 4 種類の飼料を準備した。各区の配合割合は第10表に示す

第9表 供試飼料の組成, %

飼料	水分	粗蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維	粗灰分
米 糠	13.5	14.8	18.2	35.1	9.0	9.4
大豆粕	11.0	45.2	5.2	25.9	6.5	6.2
麩	11.3	13.6	3.8	55.5	11.6	4.2
魚 粉	10.8	48.4	11.6	—	5.2	24.0
コ ー ン	14.4	9.9	4.4	69.2	2.2	1.3
照射蚕糞麩	14.9	15.9	1.0	35.1	15.2	17.9
蚕糞原物	16.2	15.4	0.8	35.2	14.8	17.6

第10表 飼料配合割合, %

	A (麩添加区) 無魚粉区	B (蚕糞添加区) 無魚粉区	C (麩区) 無魚粉区	D (対照区) 魚粉区
米 糠	25	25	25	25
大豆粕	33	33	33	18
麩	—	—	9	15
魚 粉	—	—	—	10
コ ー ン	30	30	30	30
NaCl	0.5	0.5	0.5	0.5
CaCO ₃	1.5	1.5	1.5	1.5
骨 灰	1.0	1.0	1.0	—
照射蚕糞麩	9	—	—	—
蚕糞原物	—	9	—	—
粗蛋白質含量	22.81	22.29	22.83	22.0
給餌量 g/羽・日	第1週9, 第2週14, 第3週20, 第4・5週24			

通りである。

IV. 飼養管理

試験全期間を通じ、育雛器内給温飼育を行ひ、温度は1~2週は 95~100°F, 3週は 90°F, 4週以後は 85°F 前後として各区の条件を同様にすやう細心の注意を払つた。給餌量は第10表に掲げた通りであるが、1日5回に分けて与え、緑餌は細切し15%程度飼料に混じて与え、清水を常備した。体重測定は5日毎とし、朝給餌前の空

腹時に行つた。

供試蚕糞麩の Vitamin D₂ の効果を調査するために4区共直射日光を遮断して飼育した。

V. 試験期間

5月15日より6月19日の35日間行つた。

3) 実験結果

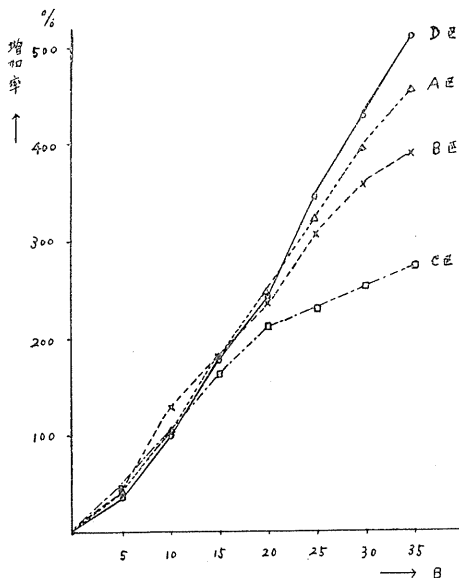
i 発育成績

5日目毎に測定した繻の発育成績は第11表の通りで各

第11表 各区体重変化

試験区	項目	初体重	5日目	10日目	15日目	20日目	25日目	30日目	35日目	100g 増体に要した飼料g
A 区	体重	43.3	59.9	89.2	120.4	150.9	182.5	213.9	240.4	360.0
	増体量	0	16.6	45.9	77.1	107.6	139.2	170.6	197.1	
	対照指数	—	(109)	(112)	(99)	(105)	(94)	(94)	(91)	
	羽数	22	22	22	22	22	22	22	22	
B 区	体重	43.6	61.5	90.4	122.2	147.2	174.8	202.3	214.3	413.7
	増体量	0	17.9	56.8	78.6	103.6	131.2	158.7	170.7	
	対照指数	—	(117)	(139)	(101)	(101)	(89)	(87)	(79)	
	羽数	21	21	21	20	20	20	20	19	
C 区	体重	43.4	62.1	90.2	116.6	135.4	142.7	153.6	166	490.7
	増体量	0	18.7	46.8	73.2	92.0	99.3	110.2	123.6	
	対照指数	—	(122)	(112)	(95)	(90)	(67)	(61)	(56)	
	羽数	23	23	22	22	22	22	21	18	
D 区	体重	42.5	57.8	83.4	120.0	145.0	190.3	224.1	259.4	330.3
	増体量	0	15.3	40.9	77.5	102.5	147.8	181.6	216.9	
	対照指数	—	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	
	羽数	22	22	22	22	22	22	22	22	

第6図 体重増加率



区の初体重に対する体重増加率を図示したものが、第6図である。

最終平均増体重についてみると、対照区と蚕糞麩区で9%, 蚕糞原物区とは21%, 麩区とは44%の差があつた。蚕糞麩区と原物区との間には、麩区に約15%の増加を認めた。蚕糞原物区と麩区に於ては蚕糞原物区が約30%の増加を示した。

ii 試験終了時の各区の平均体重について

分散分析及び t 検定を行つた結果、危険率5%で次の通りである。

- a. 魚粉区対無魚粉区 (D:C) …有意差あり D>C
- b. 魚粉区対蚕糞原物区 (D:B) …有意差あり D>B
- c. 魚粉区対蚕糞麩区 (D:A) …有意差なし
- d. 無魚粉区対蚕糞原物区 (C:B) …有意差あり B>C
- e. 無魚粉区対蚕糞麩区 (C:A) …有意差あり A>C
- f. 蚕糞麩区対蚕糞原物区 (A:B) …有意差あり A>B

iii 骨中の P : Ca

前述の如く直射日光を遮断し、照射エルゴステロールを給与した結果、雛の骨中の P. 及び Ca の蓄積に影響ありや否やにつき検討した。試験終了後各区毎に全部屠殺し、大腿骨及び脛骨を採取し、生体量に対する骨の重量、及び骨の生量に対する P. 及び Ca 量を求めた。定量法は Ca は常法、P は比色法⁴¹⁾ によつた。結果は第12表の通りで、体重に対する骨重量は各区ほぼ同じ値であるが、P : Ca は A 区 (1 : 2.05), B 区 (1 : 1.87), C 区 (1 : 1.84), D 区 (1 : 2.02) であつた。

第12表 骨中の P. Ca 含量 (大腿骨, 脛骨)

区	A	B	C	D
種類				
体重:骨重量	100:2.2	100:2.2	100:2.2	100:2.1
P 含量%	2.9	2.6	2.8	3.4
Ca 含量%	6.0	4.8	5.1	6.8
P : Ca	1:2.05	1:1.87	1:1.84	1:2.02

III 考 察

実験 1 について：先づ麩化については、原物の儘では菌の繁殖が不良で、澱粉、麩、無機 N 等を添加して、繁殖力を調べた結果、炭水化物を補ふ事により菌叢も厚く蚕糞を覆い、充分目的を果したので、澱粉を添加して製麩した。第 2 表についてみると、麩化する事により粗蛋白含量に変化なく、純蛋白質は19%の増加を示した。之は非蛋白態の N が微により利用されたものと考えられる。

蛋白調製について：筆者等の行つた方法では、抽出率は87%で約10%の N が未抽出であるが、(原物について行つた結果である) 之は各容剤に不溶性の N であり、殆んどが非蛋白態 N と考えられるので、重視しなくともよいと思ふ。

実験 2 について：無蛋白飼料に纖維源を入れなかつたのは前記の通りであるが、家兎の如く常時纖維含量の多い草食動物では、消化吸収の条件をなるべく正常に近くする為には、多量の纖維を含むやうにする必要があるといわれており、Mitchell²⁰⁾ の報告等もあるので、此の点に就いては検討を要する。試験期間は12日間行つたが10日目頃より食下量急減し、12日目には殆んど食下せず、衰弱した為試験を打切つた。N₂ 排泄の状況は第3図に示す通りで、試験動物 2 匹共 4 日目から10日目迄は大體安定状態を示したので、此の期間を本試験とした。E. U. N. は生体量よりもむしろ体表面積に応じて増減するものといわれているが⁴²⁾、筆者等は生体量 100 当りの

E. U. N. の算出には、本試験の生体量をそのまま使用した。M. F. N. は無蛋白飼料中に含まれる 1.083mg の N は消化吸収されないものとして、糞中 N より之を差引いて求めたが、斯く行つている研究例もあるので、筆者等も此の方法により求めた。以上の結果、摂取固形物 100g 当りの M. F. N. 163.2mg、体重 100g 当りの E. U. N. 6mg となつた。

第 6 表についてみると、夫々の生物学的価値の平均値は、蚕糞原物 61.5、蚕糞麩 74.2 で約 20% 上廻り、第 5 図に示す通り試験期間中の白鼠の体重増加も麩区の方が遙かに多く、従つて蚕糞原物蛋白質より麩蛋白質の方が、蓄積利用率が高いといえる。第 4 図の N の排泄状況を見ると、A 区、B 区共糞中排泄 N はあまり差がないのに較べ、尿中排泄 N が B 区の方が多し傾向を示してゐる。之は A 区に比して B 区が N の蓄積利用が劣る事を示してゐる。第 7 表に示す通り、Mitchell の方法により N. P. V. を求めると、蚕糞原物 35.2、蚕糞麩 41.0 となり麩の方が 16% 多くなる。更に両者の粗蛋白含量は殆んど差がないので、結局飼料中の N. P. V. は蚕糞原物 5.3 に対して蚕糞麩は 6.6 となり約 25% 上廻り、両者の比較では、麩化した事により蛋白が質的に良好になつたといえる。

実験 3 について：飼料についてみると試験期間前期は、各区间共採食時間に差はみられなかつたが、三週目頃より魚粉区が他区に比して最も速く麩区がそれにつき、原物区が幾分劣り、麩区が最も悪く飼料を残す様になつた。この傾向は以後終了迄続いた。

飼料採食量は 1 羽当り魚粉区 716.5g、蚕糞麩区 710.5g、蚕糞原物区 705.8g、麩区 606.8g であり、両蚕糞区に比し麩区の方が悪かつた。魚粉区と麩区では約 18% の差があるが、之は筆者等が以前に行つた実験⁴³⁾ と同じ傾向にあつた。

嗜好性に就いては 初生雛で試験を行つたので供試品を粉碎混合給与した為、両区間には前記の如く差は見られなかつた。予備的に一ヶ月雛 3 羽につき、麩化した蚕糞及び原物をそれぞれ 10% 添加して試験した結果は、原物の儘では殆んどはじき出したが麩化した方は全量食下した。

試験期間中の健康状態について見ると、全期間を通して大した変化はなく、筆者等の実験では蚕糞添加による斃死⁷⁾ もなく、又下痢の症状⁸⁾ も認められなかつた。死亡率(原因不明)はむしろ第 11 表に示す通り麩区が最も高かつた。(麩区 6 羽、蚕糞原物区 2 羽死亡) 之は恐らく試験終期に梅雨に入り而も直射日光を遮断して試験した事が原因していると思はれる。

体重変化は第11表に示す通りで、試験前半は魚粉区に比し、他区の成長の方がむしろ良好であつたが、中期より魚粉区が最高となり、順位は魚粉区>蚕糞麴区>蚕糞原物区>麴区で此の傾向は試験終了迄続いた。最終体重では蚕糞原物区より麴区が15%の増加を示し、麴化した事により糞の生長に効果が認められた。又麴と蚕糞原物の間に於ては、蚕糞原物の方が良好な結果となつた。試験成績の体重差について検定を行つた結果、危険率5%で蚕糞麴と魚粉区の間に有意差なく、原物とは有意差が認められた。蚕糞原物と麴との間に有意差が認められたのは、溶剤抽出の影響か、或は、蚕体通過に依つて蚕糞中に A. P. F. 効果の因子があるのではないとも考えられる。以上の如く蚕糞は原物の儘では魚粉に比して遙かに劣るが、麴化する事に依り魚粉に近い栄養価になるので、その有効成分に類する因子が、麴化によつて増強されていると推定される。

育糞中の Vitamin D の必要量は 100unit ~ 200unit とされてゐるが⁴⁴⁾、筆者等も之を充すやうに蚕糞麴を添加し、直射日光を遮断して育糞したのであるが、第12表に示す如く、各区共体重に対する骨重の比には差が認められなかつたが、P:Ca の比率は魚粉区及び麴区が、蚕糞原物区麴区に比して稍大なる傾向を示した。

IV. 総 括

蚕糞に麴菌を接種し、蚕糞麴を造り蚕糞原物との両者について、蛋白質の生物学的価値及び育糞効果の比較試験を行つた。

1) 麴化する事により純蛋白質は原物より19%の増加を示した。

2) 両者の抽出蛋白について白鼠を用ひて生物学的価値を求めた。生物価は、蚕糞原物 61.5、蚕糞麴 74.2 となり、Mitchell の方法により飼料中の正味蛋白価を求めると、夫々 5.3、及び 6.6 となり、蚕糞麴蛋白が 25% 上廻り原物より良好となつた。

3) 紫外線照射処理を行ふ事により蚕糞麴 100g 中 250 γ の D₂ を化成した。

4) 育糞試験の結果、蚕糞麴が原物より15%、原物は麴より30%の体重増加を示した。

5) 骨中の P:Ca は蚕糞麴区 1:2.05、蚕糞原物区 1:1.87、魚粉区 1:2.01、麴区 1:1.84 であつた。

最後に動物試験にあつた学生宇留野耕治君に謝意を表する。

文 献

- 1) 中村 (1950) : 畜産の研究, 4, 704
- 2) 片寄 (昭 8) : 蚕業新報, 41, (8)
- 3) 高橋 (昭 9) : *ibid.*, 42, (9)
- 4) 末永 (昭 14) : 日蚕誌, 10, (3)
- 5) 中原 (1948) : 畜産の研究, 2, (9)
- 6) 金井 (昭 10) : 満洲大豆粕飼料化試験報告, 1, 157
- 7) 野並 (1952) : A. P. F. 総合研究委員会記事録, 4.
- 8) 斎藤・山田 (昭 30) : 日畜秋季大会講演要旨
- 9) 牛越 (昭 30) : *ibid.*
- 10) 坂口 (1947) : 農化, 22, 34
- 11) 川村 (1934) : 醸造学雑誌, 12, 344.
- 12) 高橋 (1937) : *ibid.* 15, 413
- 13) Pruess Peterson-Fred (1932) : J. Biol. Chem. 97, 483
- 14) 斎藤 (1938) : 要説醱酵生理学, 47—65
- 15) A. N. Bindal & M. Sreenivasaya (1945) : J. Sci. & Ind. Research, 3, 336.; (1946) : C. A. 40, 5779.
- 16) 坂口・岡崎・竹内 (1955) : 農化, 29, 349.
- 17) 尾崎 (昭 22) : 蚕糸化学と副産物利用学
- 18) 宮路 (昭 26) : 応用微生物学
- 19) 高橋 : 農産製造実習法
- 20) Mitchell, H. H. (1923) : J. Biol. Chem., 58, 873
- 21) Schneider, B. H. (1934) : Biochem. J. 28, 360
- 22) Schneider, B. H. (1935) : J. Biol. chem., 109, 249
- 23) Passmore, R. (1935) : Biochem. J. 29, 2469
- 24) Mukherjee, R. & Mitchell, H. H. (1951) : J. Animal Sci., 10, 149
- 25) R. M. Forbes & Martha Yoha (1955) : J. Nutr., 35, 499
- 26) Smuts, D. B. (1935) : *ibid.* 9, 403
- 27) 鈴木 (1953) : 日畜会報, 24, 別号2, 19
- 28) 田先・松崎 (1954) : 畜産の研究, 8, 821
- 29) 横山・高田 (1936) : 農化, 12, 909
- 30) 高田・横山・勝井 (1936) : *ibid.*, 12, 1120
- 31) 高田・勝井 (1936) : 醸造学誌, 14, 665
- 32) 中山 (1933) : *ibid.* 11, 401
- 33) 高橋 (1937) : *ibid.*, 15, 413
- 34) Hess, et al (1925) : J. Biol. Chem., 63, 297
- 35) Rosenhein-Webstor (1927) : Biochem. J., 21, 389
- 36) Carr. Price (1925) : *ibid.*, 20, 497
- 37) Sexton (1928) : *ibid.*, 22, 1138
- 38) 鈴木 (1940) : ビタミン, 402
- 39) 小柳・大西 (1955) : ビタミン, 9

- 40) 藤田 : ビタミンの化学的定量法, 252
- 41) 藤井 (昭 31) : 生化学実験法. 定量篇
- 42) Mitchell, H. H. (1943) : J. Animal Sci., 2, 263
- 43) 中村 (1955) : 畜産の研究, 9, 1055
- 44) 斎藤 (昭 26) : 家畜飼育学

Summary

Koji preparations, cultures of *Aspergillus oryzae* on the chlorophyll-extract residues of silkworm feces, were compared of their nutritive value with original feces, wheat brans, or fish meals.

Results gained are as follows :

The content of true proteins in Koji-preparations increased for 19% than that of originals.

Biological values of extracted proteins measured by Thomas-Mitchell method were 74.2 in the formers and 61.5 in the latters, net protein values were 6.6 and 5.3.

Vitamin D₂ contents amounted to 250 γ percent per 100g substance by the ultra-violet ray radiation on the Koji preparations.

Growth rates of chickens fed these preparations were statistically greater than those fed original feces or wheat brans, but slightly inferior to those fed fish meals.

Ca- ratios of bones showed 2.05, 1.87, 1.84, and 2.02 in the chickens fed Koji preparations, original feces, wheat brans, and fish meals respectively.