

ブロイラー用大麦配合飼料へのメチルセルロース
およびシュクロースの添加が飼料の利用性と
消化管内通過速度に及ぼす影響

岡田 智 寛, 一 色 泰

EFFECT OF METHYLCELLULOSE AND SUCROSE SUPPLEMENTS ON THE RATE OF
PASSAGE OF DIGESTA THROUGH THE ALIMENTARY TRACT AND
THE UTILIZATION OF BARLEY DIET IN CHICKENS

Tomohiro OKADA and Yutaka ISSHIKI

In order to investigate the effect of dietary supplement of methylcellulose and sucrose on the rate of passage of digesta through the alimentary tract and the utilization of barley diet in chickens, the present experiment was performed using the broiler-type chicks (White Cornish male × White Rock female). Each of the experimental diets were given to 5-day-old chicks for 47 days, and the growth rate and feed intake were checked. Furthermore, the rate of passage of digesta through the alimentary tract was estimated using the cockerels (Rohde Island Red) attached with an artificial anus and fed on the same diets used in the growth experiment. The growth of chicken fed on 2% methylcellulose diet was similar to that of birds fed on the control diet. The growth was increased in pullets, but was not increased in cockerels when they were given 4% methylcellulose diet. The feed intake per bird during the experimental period was 100 and 60 g higher in the feeding of 2 and 4% methylcellulose diets than that in the feeding of control diet. The feed efficiency, however, was decreased with an increase of dietary methylcellulose as follows; control diet: 46.1%, 2% methylcellulose diet: 44.9% and 4% methylcellulose diet: 43.6%. The rate of passage of digesta through the alimentary tract was significantly increased in the feeding of 4% methylcellulose diet, though in the feeding of 2% methylcellulose diet, the value was almost the same as that in the feeding of control diet.

From these findings described above, it may be concluded that dietary supplement of methylcellulose fairly increases the retention time of digesta in the alimentary tract, but does not improve the utilization of barley diet in chickens.

大麦50%を含む粗蛋白質19.3%の飼料にメチルセルロースを0%, 2%および4%と, 飼料中のエネルギー含量を補正する目的でシュクロースを0%, 7%および15%配合した飼料をブロイラー専用鶏(白色コーニッシュ雄×白色ロック雌)のひなに5日齢から47日齢まで給与し, 飼育試験を行った後, 飼料の消化管内通過速度を調査した。

- 1) メチルセルロースを配合した飼料で飼育したブロイラー鶏の育成は, 雄雌ともに2%区は対照区と同程度であったが, 4%区では雄は小さく雌では大きくなる傾向がみられた。全試験期間中における1羽当りの飼料摂取量は, 対照区よりも2%区で約100g, 4%区で約60g多く摂取したが, 飼料効率では0%区の46.1%に対して2%区は44.9%, 4%区は43.6%となり, メチルセルロースおよびシュクロースの配合量が多くなるにしたがって低下した。
- 2) メチルセルロースを配合した大麦配合飼料を人工肛門を設着したロードアイランドレッド成鶏雄に給与すると, 飼料の消化管内通過時間は0%区と2%区は178分と179分で差はみられなかったが, 4%区は247分で有意に延長した。

以上の結果から, 大麦配合飼料に対するメチルセルロースの配合は, 飼料の消化管内通過時間が延長されても飼料の利用性の改善には役立たないものと判断される。

緒 言

大麦を養鶏用飼料の配合原料として用いると、とうもろこしに比べて栄養価が低い⁽¹⁻⁴⁾、その理由について一色ら⁽⁵⁾は消化管内での滞留時間が短いために消化吸収が十分行われないうちに排泄されるためであろうと推論している。また、大麦配合飼料にタローを添加することによって飼料の利用性が向上したとする報告は多くみられる^(2, 6-8)。これは大麦に油脂を添加することで不足するエネルギーが補足されるのみでなく、飼料の消化管内通過速度が遅延されることによって飼料中の各成分の消化率が向上するためであると報告している⁽⁷⁾。しかし、消化率の向上が増体にどの程度影響するかについては明らかにされていない。一方、鶏の慣用飼料に2%のメチルセルロースを添加給与すると、消化管内の通過速度が遅延されて消化率が向上し⁽⁹⁾、窒素の蓄積量も増大して成育が促進される⁽¹⁰⁾ことを認めた報告がある。以上の事から、消化管内の通過時間を短縮させる作用をもつ大麦に対して逆の働きをもつメチルセルロースを添加すれば消化性が向上されて飼料の利用性が改善されるのではないかと考えた。また、これらのことを追究することによって大麦の消化管内通過時間が短い理由を知る手掛かりを得ようとしたものである。

本実験では、大麦50%を含む配合飼料にメチルセルロースを2%と4%配合し、代謝エネルギー含量を補正した飼料でブロイラー専用鶏を飼育し、増体量と飼料の消化管内通過時間を調査して、飼料の利用性向上に及ぼす効果について検討した。

材料および方法

供試鶏は5月16日に孵化したブロイラー専用種(白色コーニッシュ雄×白色ロック雌)の雄雌各30羽を慣用の方法で育雛し、5日齢時に、各区の平均体重と個体のバラツキがほぼ均等になるように、雄雌各10羽からなる20羽ずつの3区に分け、各試験室に移して5日齢から47日齢までの6週間に渡って比較飼養試験を行った。試験室は屋内に設けた間口1.8m×奥行1.8m×高さ1.9mの3室を当てた。各試験室は環境条件を同一にするため、前室(間口1.8m×奥行0.9m)を持つ暗室内に10Wの白熱電球を高さ1.5mの位置に吊し、下部吸気、上部排気式の強制換気装置を設置した。これらの室内には床上約5cmの高さ切り藁を敷きつめ、供試鶏は平飼いとし、雄雌を混合飼育した。また、給温は上部給温式の小型ブルーダーを使用し、成育の初期は床上温度が30℃となるように調節し、以後成育が進むにつれて温度を下げ、25日齢以降は廃温した。

供試飼料の配合組成は表1に示した通りで、いずれの試験飼料も大麦の配合量は50%とした。メチルセルロース(以下 MC と略す)の配合量は0%、2%および4%とし、MCの配合によって不足する粗蛋白質含量は対照区

Table 1. Composition of experimental diets

	(%)		
	0*	2	4
Ingredient			
Ground barley	50.00	50.00	50.00
Stock diet ¹⁾	36.05	21.57	5.13
Methylcellulose	0.00	2.00	4.00
Sucrose	0.00	7.00	15.00
Fish meal	7.00	9.60	12.30
Soybean meal	6.00	7.80	12.00
Sodium chloride	0.12	1.40	0.20
Calcium carbonate	0.71	0.81	1.00
Vitamin mixture ¹⁾	0.12	0.16	0.20
Calculated analyses ²⁾			
Crude protein	19.3	19.3	19.3
Metabolizable energy (cal/kg)	2832	2824	2820

* : Dietary Methylcellulose level (%)

1) : ISSHIKI and NAKAHIRO¹⁾

2) : Standard table of feed composition in Japan¹⁾

の19.3%に合わせるため魚粉と大豆粕で、代謝エネルギーは蔗糖(以下Sと略す)を7%と15%配合して補正した。上記飼料はいずれも全量を一度に調製し、ビニール袋に入れて密閉してから、0℃室内に貯蔵しておき必要量だけ取り出して使用した。飼料の給与は、ホッパーを用いて水とともに自由に摂取させ、1週間ごとに残飼料を測定して、これを給与量から差し引き各群ごとの飼料摂取量を算出した。体重の測定は1週間おきに朝の10時に個体別に行った。

飼料の消化管内通過時間の測定は人工肛門設着鶏で術後12カ月を経過した14カ月齢のロードアイランドレッド種の雄を用いて行い、予備調査の結果より各区の飼料消化管内通過時間がほぼ同程度となるように5羽ずつ3区に分け、代謝ケージに収容して実施した。試験飼料は前記の試験に用いたものを3日間水とともに自由に摂取させた。3日目の18時に給餌器を取り除いて飲水のみとし、翌朝の9時に試験飼料30gに0.2gのカルミンと14mlの水を加えて団子状に練り、これを0.5時間のうちに強制投与した。飼料の消化管内通過時間の決定は最初の飼料が0.5時間のうに入ってから着色糞が排泄し始めるまでの時間とした。

結 果

大麦配合飼料にMCとSを配合した飼料で5日齢から47日齢まで飼育したブロイラー専用鶏ひなの1週間ごとにおける体重変化は表2に示した通りである。雄のMC2%+S7%区は初期の体重が対照区よりも僅かに軽かったが、その後は対照区と同程度の発育を続け、全期間中の増体量では何ら差がみられなかった。MC4%+S15%区は12日齢までは対照区に次いで発育はよかったが、その後は他の2区よりも劣り、全期間中の増体量は有意ではないが対照区よりも110g、MC2%+S7%区よりも108gそれぞれ少なかった。また、雌においても対照区とMC2%+S7%区は全期間を通してほぼ近似の値で推移し、全期間中の増体量でも差はみられなかった。MC4%+S15%区では、26日齢までは他の2区に比べて成育は劣っていたが、その後発育は向上し、全期間中における増体量はわずかながら他の2区よりも優れる傾向が示された。これを雄雌の平均値でみると、MC2%+S7%区は対照区と差は見られないが、MC4%+S15%区は有意ではないが他の2区に比べて成育が低下する傾向が見られた。

Table 2. Effect of barley-dietary supplement of methylcellulose and sucrose on the body weight (g) of chickens

(Mean for 10 birds)

Sex	Dietary MC* and S ** level (%)	Age in days							Body weight gain
		5	12	19	26	33	40	47	
Male	0	69	177	388	630	923 ^{ab}	1392	1804	1735
	MC 2 + S 7	67	164	378	650	979 ^a	1366	1800	1733
	MC 4 + S 15	68	172	365	605	873 ^b	1266	1694	1625
Female	0	68	170	356	561	812	1181	1503	1435
	MC 2 + S 7	68	162	345	573	856	1174	1479	1431
	MC 4 + S 15	69	160	333	557	823	1177	1524	1456
Average	0	69	173	371	595	867	1287	1654	1585
	MC 2 + S 7	68	163	362	606	917	1270	1649	1582
	MC 4 + S 15	69	166	348	581	848	1221	1609	1540

* : Methylcellulose ** : Sucrose.

Means having different superscript letters are significantly different at 5% level.

大麦配合飼料にMC+Sを配合して、給与したときの1週間ごとにおける飼料摂取量を1羽当りで算出した結果を表3に示した。いずれの期間もMC+Sの配合による一定の傾向は見られないが、5日齢から47日齢までの総摂取量では対照区に比べてMC2%+S7%区は98g、MC4%+S15%区は58gそれぞれ多く摂取した。

表2の数値と表3の飼料摂取量から1週間ごとにおける飼料効率を求めて、表4に示した。MC2%+S7%区は37日齢まで対照区よりもやや高い値となり、また、MC4%+S15%区は26日齢までは対照区と変らない値を示したが、それ以降は対照区に比べてMC+Sを配合した2区はかえって低くなった。結局、全期間中における飼料効率では対照区の46.1%に対し、MC2%+S7%区は44.9%、MC4%+S15%区は43.6%となり、MC+Sの配合量

Table 3. Effect of barley-dietary supplement of methylcellulose and sucrose on the feed intake (g/bird/week) of chickens (Mean for 10 birds)

Dietary MC* and S** level (%)	Age in days						Total intake
	5-12	12-19	19-26	26-33	33-40	40-47	
0	195	399	467	661	842	842	3407
MC 2 + S 7	166	365	479	694	833	967	3505
MC 4 + S 15	206	371	473	688	812	915	3464

* : Methylcellulose ** : Sucrose.

Table 4. Effect of barley-dietary supplement of methylcellulose and sucrose on the feed efficiency (%) of chickens (Mean for 10 birds)

Dietary MC* and S** level (%)	Age in days						Total
	5-12	12-19	19-26	26-33	33-40	40-47	
0	53.5	49.7	46.2	40.8	49.4	43.4	46.1
MC 2 + S 7	56.0	53.3	50.1	44.6	42.5	39.4	44.9
MC 4 + S 15	46.9	49.0	48.1	38.5	45.1	41.1	43.6

* : Methylcellulose ** : Sucrose.

Table 5. The feed passage in alimentary tract of chickens

(Mean \pm SE for 5 birds)

Dietary MC* and S** level (%)	Time (Minute)
0	178.0 \pm 19.1 ^a
MC 2 + S 7	179.0 \pm 15.1 ^a
MC 4 + S 15	247.3 \pm 21.1 ^b

* : Methylcellulose ** : Sucrose.

Means having different superscript letters are significantly different at 5% level.

が多くなるにしたがって低下する傾向がみられた。また、MC+Sの配合によって僅かではあるが代謝エネルギー量に差が生じたので、代謝エネルギー1000cal当りの増体量を算出してみると、対照区の163gに対して、MC2%+S7%区は160g、MC4%+S15%区では155gとなり、MC+Sの配合により若干減少していた。

大麦配合飼料中にMC+Sを配合した飼料で消化管内通過時間を調べた結果は表5に示した。本実験では着色糞の鑑別を正確にするため人工肛門設着鶏を用いたので、これらの値は総排泄腔を経由しない場合の消化管内通過時間である。しかし、人工肛門設着鶏における飼料の消化管内通過時間も通常鶏と統計的には有意差がみられないという報告⁹⁾もあるので、その点の考慮は特に払わないことにした。対照区が178分であったのに対してMC2%+S7%区では差が見られなかったが、MC4%+S15%区は247分で69分も延長され有意差 ($P < 0.05$) がみられた。

考 察

木部¹⁰⁾は慣用配合飼料に2%のMCを添加して鶏に給与すると消化管内通過速度が遅延され、窒素の蓄積量が增大し、成育が促進されたと報告している。しかし、本実験の大麦配合飼料ではMCの配合によって飼料摂取量は増大したが、成育の向上はみられず、飼料効率も低下し、木部¹⁰⁾の結果とは一致しなかった。一方、一色⁹⁾は慣用配合飼料にMCを0%、1%、2%および3%を添加し給与すると飼料の消化管内通過速度は0%と1%の添加では変わらないが、2%と3%の添加では有意に遅延され、粗脂肪以外の各成分は消化率が向上することを認めている。本実験のMC2%+S7%区では飼料の消化管内通過速度の遅延はみられず、MC4%+S15%区で、はじめて遅延がみられ

た。この原因として、木部⁶⁰、一色⁶¹ともに慣用飼料を用いたのに対し、本実験では配合原料中に大麦とSが多く含まれていることにあると思われる。この事実を確かめるために本実験とは別に、大麦50%を含む前記対照飼料にS7%と15%を配合し、粗蛋白質含量を19.3%に補正して前記と同一の鶏に給与し、飼料の消化管内通過時間を測定した。この結果、S7%区は175±13分、S15%区は173±18分となり、対照区の178±19分とほとんど差が見られなかった。したがって、本実験で対照飼料にSを配合しても消化管内通過速度には影響が認められず、すべて大麦によるものと考えてよからう。斉藤と木部⁶⁰は、慣用飼料に濾紙粉末を9.5%と26.5%配合して鶏に給与すると飼料の消化管内通過時間は有意に短縮されることを見出し、それはセルロースの添加によって飼料の容積が増大し、飼料粒子間の間隙が多くなることによって腸管への刺激が大きく蠕動運動が促進されるためであろうと推論している。また、MCの添加はその粘性によって飼料の密度を高め、表面を滑らかにするために腸管への刺激が少なく、腸管の蠕動運動が緩慢となって消化管内の通過速度を遅延させるのでであろうと推論している⁶²。大麦は慣用配合飼料よりも粗繊維含量は多い⁶³が、脱秤して慣用配合飼料よりも粗繊維含量を低くしても飼料の消化管内通過速度が速い⁶⁴ことから推察すると、大麦自体が消化管内通過速度を速める強い因子を持っている可能性があり、本実験のMC2%+S7%の配合程度では消化管内通過速度を遅延させるほどの影響力はなく、4%の配合で初めて影響があらわれたものと考えられる。もし、飼料の消化管内通過速度が遅延されることによって消化率が向上^{7, 9}し、利用性が改善される^{7, 10}とすれば、本実験におけるMC4%+S15%区では飼料の利用性が当然改善されるはずである。一色⁷によると大麦配合飼料に対する牛脂の配合は有意に消化管内通過速度が遅延され、消化率が向上して飼料の利用性が改善されたが、8%の配合では6%の配合に比べてむしろ低下し、また、慣用配合飼料に対するMC添加による消化率の向上も3%の添加は2%よりも低下する⁶⁵ことを認めており、ある限界以上の添加はかえって飼料の利用性を低下させる可能性が考えられる。したがって、本実験におけるMC4%+S15%区の飼料利用性の低下は上記報告^{6, 7}とある程度軸を同一にするものであろう。しかし、印南と桐山⁶⁶の引用によると、TAYLORらはゲル化形成能のある食物繊維が小腸粘膜の近くに存在すると糖質の拡散が起りにくく、吸収が遅らされ、また、食物繊維のゲル内に取り込まれた無機質も拡散しにくく腸管の吸収上皮への接触が阻害され、吸収は抑制されると述べられている。しかし、SCHWARTZらはゲル形成能のある食物繊維は、腸粘膜の形態上の変化や吸収能に対しては影響がないと述べていることから、食物の糖質の吸収の遅れは単なる物理的作用によるもので、これらの繊維が糖質と同時に摂取されないとその効果は現われなるとも述べている。一般にMCは分子量も小さく、摂取されると膨潤率が高く、ゲル形成能も大きいとされている。本実験のごとく、大麦配合飼料にMCとSを配合した場合はMC2%+S7%程度では消化吸收を助長するほどの消化管内通過速度の遅延はされず、また、MC4%+S15%は消化管内通過速度が遅延されても、糖質の吸収を阻害するMCと、阻害されやすいSの配合量が多いために、各飼料区とも粗蛋白質および代謝エネルギー含量が同程度であっても、その利用性はMCの配合量に比例して低下したものと考えられる。武政と土黒⁶⁶は、大麦を浸水処理すると不沈リンが無機リンに変化し、その利用性が高まるにつれて他の飼料成分の消化率も向上すると報告している。本実験におけるMCの配合はミネラルの吸収が阻害されることによって、他の栄養素の消化率が低下するために利用性がさらに低下したものと考えられる。

以上の結果から、大麦配合飼料へのMCの添加は2%程度では消化管内通過時間の延長はなく、かえってMCによる阻害面のみがあらわれたことから、大麦配合飼料の消化管内通過時間を延長させることによってあらわれる利用性改善の程度を知るためには、今後ある程度の量を添加しても吸収を阻害しなくて消化管内通過速度のみを遅延させるような物質を用いる必要があろう。

参 考 文 献

- | | |
|--|--|
| (1) ARSCOTT, G. H., L. E. JONSON and J. E. PARKER, <i>Poult. Sci.</i> , 34 : 655-662. (1955) | (5) 一色泰, 新比呂志, 中広義雄, 香大農学報, 32 : 17-20. (1980) |
| (2) JENSEN, N. S., R. F. FRY, J. B. ALLRED and J. MCGINNIS, <i>Poult. Sci.</i> , 36 : 919-921. (1957) | (6) FRY, R. E., J. B. ALLRED, L. S. JENSEN and J. MCGINNIS, <i>Poult. Sci.</i> , 37 : 281-288. (1958) |
| (3) LEONG K. L., L. S. JENSEN and J. MCGINNIS, <i>Poult. Sci.</i> , 41 : 36-39. (1962) | (7) 一色泰, 岡田智寛, 加谷昌代, 中広義雄, 香大農学報, 37 : 103-109 (1985) |
| (4) PETERSEN, C. F., G. B. MEYER and E. A. SAUTER, <i>Poult. Sci.</i> , 55 : 1163-1165. (1976) | (8) ARSCOTT, G. H. and R. J. ROSE, <i>Poult. Sci.</i> , 39 : 93-95. (1960) |

- (9) 一色泰, 香大農学報, **28**: 33-36. (1977)
- (10) 木部久衛, 信州大学農学部紀要, **3**: 32-111 (1963)
- (11) 一色泰, 中広義雄, 家禽会誌, **12**: 71-77. (1975)
- (12) 日本標準飼料成分表, 農林水産省農林技術会議事務局編, p106-123, 中央畜産会, 東京 (1980)
- (13) 中広義雄, 香大農学紀, **22**: 1-53. (1966)
- (14) 斉藤道雄, 木部久衛, 日畜会報, **27**: 109-114. (1956)
- (15) 印南敏, 桐山修八, 食物繊維, p108-113 東京, 第一出版株式会社 (1982)
- (16) 武政正明, 土黒定信, 家禽会誌, **20**: 346-352. (1984)

(1985年10月31日受理)