

## 鶏における大麦の消化率と消化管内通過速度について

一色 泰, 新 比呂志, 中広 義雄

## STUDY ON THE DIGESTIBILITY AND FEED PASSAGE IN ALIMENTARY TRACT OF BARLEY IN THE CHICKEN

Yutaka ISSHIKI, Hiroshi SHIN and Yoshio NAKAHIRO

The nutritive value of barley has been recognized to be below that of corn for the chicken. The objective of the present experiment was to investigate the factor(s) lowering the nutritive value of barley. Using SCWL cockerels with an artificial anus, digestibility and feed passage in alimentary tract were determined for the conventional diet, ground yellow corn and ground barley at 120- and 150-day old, respectively.

Digestibility of barley was much lower than that of the conventional diet or corn for all nutrients and total digestible nutrients (TDN) of barley was decreased to 86% of corn, resulting from marked reduction of digestible crude fat and fiber. Feed passage in alimentary tract was 154 minutes for barley, which was much more rapid than the conventional diet (216 minutes) or corn (215 minutes).

From the results mentioned above, the poor nutritive value of barley might be explained by the fact that the passage of barley was too rapid to be digested and absorbed adequately.

養鶏用飼料としての大麦の利用性の低い原因を追究する目的で、人工肛門を設着した単冠白色レグホーン種雄を用い、大麦の消化率と消化管内通過速度を測定し、慣用飼料およびトウモロコシと比較検討した。

- 1). 150日齢に消化率を測定した結果、大麦は慣用飼料およびトウモロコシよりも全成分において劣り、特に粗脂肪と粗繊維の消化率の低下は顕著であった。また、可消化養分総量ではトウモロコシの約86%であった。
- 2). 120日齢に飼料の消化管内通過速度を測定した結果、慣用飼料とトウモロコシでは216分と215分で差はなかったが、大麦では154分で著しく通過が速かった。

以上のことから大麦は消化管内通過速度が著しく速いために栄養素の消化吸収が充分になされないう排泄され、消化率および栄養価が低くなる可能性が示唆された。

## 結 言

大麦を雛に給与するとトウモロコシの給与と比較して成長が遅れ、飼料効率が低下すると報告されている<sup>(1-5)</sup>。前報<sup>(6)</sup>でも配合飼料中のトウモロコシを全量大麦で置換するとブロイラーの増体量および飼料効率の低下がみられた。一方、産卵鶏においても大麦はトウモロコシよりも飼料効率の低いことが認められている<sup>(7)</sup>。また、大麦はトウモロコシよりも粗脂肪と可溶無窒素物の消化が悪く<sup>(1,8)</sup>、代謝エネルギーも低い<sup>(9-11)</sup>。そのため芽出し<sup>(2)</sup>、浸水<sup>(2,5,12-14)</sup>、加熱<sup>(2,5)</sup>、ペレット形成<sup>(15,16)</sup>、脱稈<sup>(5)</sup>および精麦<sup>(12)</sup>などの加工処理と油脂<sup>(2,16-19)</sup>、糖蜜<sup>(15)</sup>、ミネラル<sup>(15)</sup>、抗生物質<sup>(4,20)</sup>、アミノ酸および酵素<sup>(2,5,16,19,21-23)</sup>などの添加によってその利用性の改善が試みられた。芽出し、加熱処理および脱稈ではその効果を認めず、浸水、酵素およびアミノ酸の添加ではその効果に肯定的と否定的な報告がみられるが、他の加工処理および添加物ではその効果を認めている。しかし、これらの報告はいずれも大麦の利用性の低い事と、それを改善するためのものであり大麦の栄養価の低い原因についての実験的証明はなされていない。本実験は人工肛門設着鶏で消化率と消化管内通過速度を測定し、大麦の栄養価の低い原因を究明する手がかりを得ようとしたものである。

## 材料および方法

実験 I. 大麦の消化性について：供試鶏は慣用の方法で飼育した 150 日齢の単冠白色レグホーン種雄で、供試前 60 日に人工肛門の設着手術をした鶏群から健康状態の良いものを 18 羽選び 6 羽ずつの 3 区に分け、雄用代謝ケージに収容

Table 1. Composition of diet (%)

	Stock diet	Barley	Corn
Ingredient:			
Husked barley		99.0	
Yellow corn	61.0		99.0
Wheat bran	8.0		
Defatted rice bran	10.0		
Soybean meal	10.0		
Fish meal	5.0		
Alfalfa meal	3.0		
Ca carbonate	1.2		
Tri-Ca phosphate	0.5		
Na chloride	0.3		
Mineral mixture <sup>1)</sup>	0.25	0.25	0.25
Vitamin mixture <sup>1)</sup>	0.25	0.25	0.25
Chromic oxide	0.5	0.5	0.5
Chemical composition:			
Moisture	11.1	10.9	10.4
Organic matter	81.6	96.8	87.9
Crude protein	18.7	10.4	9.0
Crude fat	2.9	2.2	3.9
Nitrogen free extract	56.8	71.4	72.5
Crude fiber	3.2	2.8	2.5
Crude ash	7.3	2.3	1.7

1): ISSHIKI et al.<sup>6)</sup>

した。試験飼料は表 I に示した慣用配合飼料，大麦およびトウモロコシとした。鶏は粗繊維の消化性が悪く<sup>(24,25)</sup>，特にリグニンは蛋白質の消化率と生物価を低下させるといわれていることから<sup>(26)</sup>，大麦は脱稈してトウモロコシと粗繊維含量を同程度に調整した。これらの飼料はいずれも 1.5 mm の篩をつけた衝撃式粉碎器で粉碎後，指標物質として酸化クロム 0.5% を混合した。飼料は 1 日 2 回 (8 時・17 時) 給与し，自由に摂取させた。試験期間は予備期は 3 日間，本試験期は 2 日間とした。採糞は飼料給与前に行い，40°C の通風乾燥器で乾燥後粉碎して分析に供した。飼料および糞の一般成分は常法により，酸化クロムは BOLIN<sup>(27)</sup> の方法で定量した。

実験 II. 飼料の消化管内通過速度：供試鶏は慣用の方法で飼育した 120 日齢の単冠白色レグホーン種雄で、供試前 40 日に人工肛門の設着手術を行った鶏群から健康状態の良いもの 18 羽を選び 6 羽ずつの 3 区に分け、雄用代謝ケージに収容した。表 1 に示した試験飼料を 5 日間自由に摂取させ、最終日の 20 時に給餌箱を取り除き、翌朝 8 時に 1 羽当り 30g の飼料とそれにカルミン 0.2g と水 14ml を加えて団子状にし、強制的に径口給与した。なお、水は自由に飲ませた。飼料の消化管内通過速度の決定は最初の飼料が嗉のう内に入ってからカルミンで着色された糞が出始めるまでとした。

## 結果および考察

実験 I. 慣用飼料，大麦およびトウモロコシの鶏における消化率は表 2 に示した通りである。粗蛋白質の消化率では慣用飼料が最も高く，次いでトウモロコシとなり，低い大麦は 68.8% でいずれの飼料間にも有意差がみられ，トウモロコシよりも 11% も低い値を示した。粗脂肪の消化率は著しく悪く，47.4% で慣用飼料よりも 42%，トウモロコシよりも 38% も低い値を示した。可溶無窒素物でも大麦は他の飼料よりも有意に低い値を示したが，その差は 2% および 6% で他の成分ほどの差はみられなかった。粗繊維の消化率も大麦が最も悪く 6% でトウモロコシの 1/3 であった。

Table 2. The digestibility of barley and corn in chickens (Mean ± S E M for 6 birds: %)

Diet	Organic matter	Crude protein	Crude fat	Nitrogen free extract	Crude fiber
Stock diet	81.3 ± 0.5 <sup>a</sup>	83.1 ± 0.4 <sup>a</sup>	89.7 ± 0.6 <sup>a</sup>	84.7 ± 0.5 <sup>a</sup>	16.2 ± 1.2 <sup>a</sup>
Barley	76.4 ± 1.2 <sup>b</sup>	68.8 ± 1.7 <sup>b</sup>	47.4 ± 5.8 <sup>b</sup>	82.3 ± 0.8 <sup>b</sup>	6.1 ± 2.2 <sup>b</sup>
Yellow corn	85.8 ± 0.8 <sup>c</sup>	80.4 ± 0.9 <sup>c</sup>	85.3 ± 1.6 <sup>c</sup>	88.7 ± 0.7 <sup>c</sup>	18.1 ± 3.7 <sup>a</sup>

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

そこで有機物としてみると大麦は慣用飼料より約5%, トウモロコシより10%も低い値となった。

次いで, 可消化養分総量を算出し, 表3に示した。粗蛋白質では大麦とトウモロコシはともに7.2%で両者間にはまったく差はみられなかったが, 粗脂肪では大麦はトウモロコシよりも2.3%低く, 約1/3であり, 可溶無窒素物は5.3%, 有機物でも9.1%も低い値を示した。そこで, 可消化養分総量を算出すると大麦は68.5%であったが, トウモロコシは79.4%でその間に11%の差がみられ, 大麦はトウモロコシの約86%の栄養価であると判断された。

Table 3. The digestible nutrients of barley and corn (%)

Diet	Moisture	Organic matter	Crude protein	Crude fat	Nitrogen free extract	Crude fiber	TDN,*
Stock diet	11.1	66.3	15.5	2.6	48.1	0.5	70.0
Barley	10.9	66.3	7.2	1.0	58.8	0.2	68.5
Yellow corn	10.4	75.4	7.2	3.3	64.3	0.5	79.4

\* Total digestible nutrients.

大麦の粗脂肪および澱粉の消化率の低いことはすでに報告されている<sup>(4,8)</sup>が, 本実験では全成分についてトウモロコシよりも悪く, 森本<sup>(4,8)</sup>らの値よりもさらに低い値を示した。飼料の消化率はアミノ酸組成による差はないが<sup>(28,29)</sup>, その産地<sup>(30)</sup>や品種<sup>(2,20)</sup>によって異なり, また, 同一個体であっても日齢が進むと低下すると報告されている<sup>(81)</sup>。森本<sup>(1)</sup>らは3週齢時の混合糞での実験であり, 本実験とは使用鶏の日齢および給与大麦が異なるため差があるものと考えられる。PETERSEN et al.<sup>(11)</sup>はブロイラーの雌雄と成鶏について, 代謝エネルギーを測定した結果, 大麦はトウモロコシよりも劣ると報告しており, JENSEN et al.<sup>(18)</sup>も同様に大麦はトウモロコシよりも有効エネルギーの不足することを指摘している。本実験結果でも可消化養分総量がトウモロコシよりも11%も低かったことは彼らの実験結果を裏づけるものであろう。一方, 大麦を給与すると体脂肪および肝臓脂肪の沈着が少く<sup>(7)</sup>, また大麦に油脂を添加するとその栄養価が改善されたこと<sup>(5,16-19)</sup>は, 大麦は粗脂肪の消化性が著しく悪い点から推察すると当然の結果かもしれない。また, 糖蜜添加<sup>(15)</sup>の効果についても可消化養分総量の増加が改善をもたらしたとも考えられるが, これらの添加の効果は飼料の化学的な変化のみでなく, 物理的性質の変化する可能性もあるため, 後述する飼料の消化管内通過速度の項で再度考察する。消化酵素の添加についても大麦の消化性の低いことから, その効果は期待出来るが, 精製した酵素ではその効果を認めていない<sup>(2,5,28)</sup>。即ち, アミラーゼ, デアスターゼ, プロテナーゼおよびセルラーゼ等以外の酵素, 例えば植物の細胞壁を崩壊するような働きを持つ酵素の添加により消化性が良くなる可能性が考えられるので今後その種の検討をする必要がある。

実験 II. 人工肛門設着鶏に大麦を給与し, 消化管内通過速度を測定した結果は表4に示した通りである。慣用飼料とトウモロコシは216分と215分で消化管内を通過し, その間には差はみられなかったが, 大麦は154分と著しく速く, 他の飼料の71-72%の所要時間で通過した。鶏における飼料の消化管内通過速度は日齢<sup>(82)</sup>や給与飼料<sup>(83)</sup>などにより異なることはすでに報告されている。また, 人工肛門を設着すると直腸の一部が切断されるために, その部分を通過する時間と総排泄腔内での滞留時間がなくなるために, 本実験の結果は正常な鶏よりも通過時間は短縮される<sup>(81)</sup>。しかし, 直腸内の通過は速く, 内容物が常在しないこと, また, いずれの飼料も人工肛門設着鶏を使用していることから, 飼料の消化管内通過速度を比較するには支障がないものと考えた。著者<sup>(84)</sup>は人工肛門設着鶏にメチルセルロースを2%以上添加した慣用飼料を給与すると消化管内通過速度が有意に遅延され, 粗蛋白質および可溶無窒素物の消化率は向上したが, 粗脂肪の消化率が低下することを認めた。木部<sup>(85)</sup>は飼料にメチルセルロースを添加し, 飼料の消化管内通過速度を遅延させると窒素の蓄積量が増加し, 発育が向上したと報告している。養鶏用飼料として大麦の栄養価の低い原因の1つに飼料の消化管内通過速度の速いことが考えられる。すなわち, 消化管内の通過が速いため, 消化吸収に要する時間が短縮され, その結果充分に消化吸収

Table 4. The feed passage in alimentary tract of chickens (Mean±SEM for 5 birds)

Diet	Time (Minute)
Stock diet	216.0± 4.2 <sup>a</sup>
Barley	154.4± 10.1 <sup>b</sup>
Yellow corn	215.3± 5.8 <sup>a</sup>

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

されないうちに排泄される可能性がある。前報<sup>(4)</sup>で大麦の置換量が増加すると飼料の摂取量が増加したが、いずれの飼料給与時も消化管内容物が常時一定量保たれていると仮定すれば、大麦はその摂取量が増加するのも当然であろう。メチルセルロース添加は飼料の密度を高くし、表面を滑らかにするため腸管への刺激が少くなり、その結果腸管の蠕動が緩慢となり、消化管内の通過速度が遅延するのか、あるいはメチルセルロースのもつ粘剤としての特性のため粘度が高められることによって遅延するのであろうと推論した<sup>(88)</sup>。もし、この推論が正しければ大麦はトウモロコシよりも、腸管を刺激する物質を多く含んでいるのか、あるいはその粘度の低い可能性もある。未発表ではあるが著者は、高蛋白質、高エネルギー飼料を給与すると消化管内の通過が遅延することをしばしば経験している。大麦に対する油脂および糖蜜の添加は、代謝エネルギーの増加と、その物理的性質が変化し、消化管内通過速度を遅延させるため、添加した油脂の栄養価以上に大麦の利用性を高めるものとする。したがって、養鶏用飼料として大麦を使用する場合、消化管内の通過速度を遅延させることも栄養価を高める重要な事項の1つであり、今後検討する必要があると考える。

## 参 考 文 献

- (1) 森本 宏, 吉田 実, 星井 博: 畜試研報, **1**, 205-210 (1963).
- (2) 森本 宏, 吉田 実, 星井 博: 畜試研報, **2**, 87-96 (1963).
- (3) ARSCOTT, G.H., L.E. JOHNSON and J.E. PARKER: Poultry Sci., **34**, 655-662 (1955).
- (4) FERNANDEZ, R., E. LUCAS and J. MCGINNIS: Poultry Sci. **52**, 2237-2243 (1973).
- (5) ANDERSON, J. O., D. C. DOBSON and R. K. WAGSTIAFF: Poultry Sci., **40**, 1571-1583 (1961).
- (6) 一色 泰, 新比呂志, 大松 潔, 上田博史: 香大農学報, **32**, 13-16 (1980).
- (7) JENSEN, L. S., C. H. CHANG and R. D. WYATT: Poultry Sci., **55**, 700-709 (1976).
- (8) 森本 宏, 窪田大作, 有吉修二郎: 農技研報, **G** (19), 117-125 (1960).
- (9) HILL, F.W., D.L. ANDERSON, R. RENNER and L. B. CAREN, Jr.: Poultry Sci., **39**, 573-579 (1960).
- (10) POTTER, L.M. and L.D. MATTERSON: Poultry Sci., **39**, 781-782 (1960).
- (11) PETERSEN, C.F., G.B. MEYER and E.A. SAUTER: Poultry Sci., **55**, 1163-1165 (1976).
- (12) LEONG, K. C., L. S. JENSEN and J. MCGINNIS: Poultry Sci., **41**, 36-39 (1962).
- (13) WILLINGHAM, H.E., J. MCGINNIS, F. NELSON and L.S. JENSEN: Poultry Sci., **39**, 1307 (1960).
- (14) ARSCOTT, G. H., R. J. ROSE and J. A. HARPER: Poultry Sci., **39**, 268-270 (1960).
- (15) ROSE, R. J. and G. H. ARSCOTT: Poultry Sci., **39**, 1288-1289 (1960).
- (16) ARSCOTT, G. H. and R. J. ROSE: Poultry Sci., **39**, 93-95 (1960).
- (17) FRY, R. E., J. B. ALLRED, L. S. JENSEN and J. MCGINNIS: Poultry Sci., **37**, 281-288 (1958).
- (18) ARSCOTT, G. H., W. H. MCGLUSKEY and J. E. PAKER: Poultry Sci., **37**, 117-123 (1958).
- (19) JENSEN, L. S., R. F. FRY, J. B. ALLRED and J. MCGINNIS: Poultry Sci., **36**, 919-921 (1957).
- (20) FERNANDEZ, R., E. LUCAS and J. MCGINNIS: Poultry Sci., **53**, 39-46 (1974).
- (21) WILLINGHAM, H.E., L.S. JENSEN and J. MCGINNIS: Poultry Sci., **38**, 539-544 (1959).
- (22) LEONG, K. C., L. S. JENSEN and J. MCGINNIS: Poultry Sci., **40**, 615-619 (1961).
- (23) LEONG, K. C., L. S. JENSEN and J. MCGINNIS: Poultry Sci., **41**, 36-39 (1962).
- (24) 中広義雄, 一色 泰, 田先威和夫: 日畜会報, **45**, 427-432 (1974).
- (25) 一色 泰, 中広義雄: 香大農学報, **29**, 211-218 (1978).
- (26) 木部久衛, 田先威和夫, 斉藤道雄: 日畜会報, **35**, 159-165 (1964).
- (27) BOLIN, D., R. P. KING. and E. W. KLOSTERMAN: Science, **116**, 634-645 (1952).
- (28) 田先威和夫, 勝 鎌政, 奥村純市: 日畜会報, **43**, 203-211 (1972).
- (29) CHI, M.S. and G.M. SPEERS: Poultry Sci., **56**, 521-528 (1977).
- (30) WILLINGHAM, H.E., K.C. LEONG, L.S. JENSEN and J. MCGINNIS: Poultry Sci., **39**, 103-108 (1960).
- (31) 中広義雄: 香大農学紀, (22) 1-53 (1966).
- (32) HILLERMAN, J.P., F.H. KRATZER and W.O. WILSON: Poultry Sci., **32**, 332-335 (1953).
- (33) 斉藤道雄, 木部久衛: 日畜会報, **27**, 109-114 (1956).
- (34) 一色 泰: 香大農学報, **28**, 33-36 (1977).
- (35) 木部久衛: 信州大学農学部紀要 **3**, 32-111 (1963).

(1980年5月31日 受理)