Copyright ©2009, Japan Poultry Science Association

日本家禽学会誌, *46* : *J16-J22*, *2009*

乾燥酵母細胞壁（バイオモス）によるブロイラー生産成績改善および排泄物中へのサルモネラ排出抑制

鈴木敏明[1]・菊浦裕二[2]・高知由紀[3]・伊藤美雪[3]

[1] 物産バイオテック株式会社，東京都港区芝 105-0014
[2] 株式会社ジャパンファーム，鹿児島県曽於郡大崎町野方 899-8313
[3] 有限会社岡山県ブロイラー，岡山県苫田郡鏡野町下原 708-0341

大腸菌・サルモネラ等のグラム陰性菌を凝集し，免疫を賦活する作用のある乾燥酵母細胞壁（バイオモス，Alltech 社製）の給与によるブロイラーの生産性改善効果を二つのブロイラー生産企業で試験した。通常の配合飼料を用いて一般のブロイラーを生産する J 社では，148 鶏群 309 万羽を対象とした。33 鶏群を試験区とし，前期用飼料（5～14 日齢）にバイオモスを 0.3%，以後約 47 日齢出荷まで 0.1% の添加を行い，無添加飼料給与の他群と比較した。無薬の配合飼料を用いて特別飼育鶏を生産する O 社では 24 鶏群 15 万羽を対象に，餌付飼料（0～10 日齢）・前期用飼料（11～24 日齢）のみにバイオモス 0.2% を添加して 6 鶏群に給与し，他の 18 鶏群を無添加区として比較した。また，O 社ではサルモネラの糞便中の排出抑制をみるため，他の 12 鶏群 12 万羽を 3 群に分け，1 群を無添加区とし，他の 2 群はバイオモスを 0.1 または 0.2% を 24 日齢まで添加した。出荷約 1 週間前の鶏舎内盲腸便をペプトン水，ハーナテトラチオンブロス，MLCB 培地で培養し，MPN 法でサルモネラ菌数をカウントした。その結果，J 社では，3 ケ月の試験期間中，添加群の平均商品化率は無添加群に対し 2.1% 改善された。O 社においては，規格外率はおおよそ半減し，平均商品化率は 2.5% の改善となった。試験開始後の無添加群では高い菌数のサルモネラのが検出されたのに対し，添加群では検出菌数が低下した。そこで，全群の飼料に 24 日齢までバイオモスを 0.2% 添加したところ，その後約 6 ケ月間の検査で全群の出荷前のサルモネラ菌数は検出限界以下となった。このことから，バイオモスは添加中止後も効果が持続することが強く示唆された。以上の結果により，バイオモスは有薬・無薬生産を問わず，ブロイラー生産性改善およびサルモネラ対策に有効であると考えられた。

キーワード：ブロイラー，バイオモス，生産性，商品化率，サルモネラ

緒　　言

高密度に平床で飼育されるブロイラーは，鶏糞が飛散する鶏舎内空気に曝され，IB 等のウイルスおよびマイコプラズマの感染も普通に見られる。また，大腸菌による生産性の低下も珍しくない。腸管の常在菌である大腸菌は，ブロイラーの場合，呼吸器疾患を起こす。大腸菌が肺から侵入して気嚢炎を起こしあるいは血中に移行して敗血症の原因となる。ブロイラー生産において大腸菌症は斃死・淘汰あるいは発育停滞をおこして処理場における格外を生じ，大きな経済的損失を与える主要な疾患である（Barnes and Gross, 1997 ; 中村, 2006）。ブロイラーの大腸菌症は抗生物質等の飼料添加物を用いた場合でも抑制困難な問題であり，まして，いわゆる無薬生産においては大きな問題である。一方，ヨーロッパにおいては動物の成長促進目的の抗生物質・合成抗菌剤（AGP）の飼料添加が禁止され，これに代わる天然物が多く使用されている。その一つに，酵母 *Saccharomyces cerevisiae* の細胞壁の最外層成分から調整された米国 Alltech 社製のバイオモスがあり，タイプ 1 線毛を有する大腸菌，サルモネラ等のグラム陰性菌を凝集するほか，免疫を賦活する作用が知られている（O'carra, 1998 ; Spring and Privulescu, 1998 : Spring *et al.*, 2000）。グラム陰性菌に対するこのような作用を利用し，生産性を向上させる目的で，バイオモスは，英国等で比較的多く使用され，また，ヨーロッパに鶏肉を輸出しているブラジル・タイでも輸出向けのブロイラー生産に使用されている。そこで，わが国のブロイラー生産においてもバイオモスが生産性を改善し，餌付羽数に対する商品価値のあるブロイラーの出荷羽数の割合すなわち商品化率を向上させるか否かをみるため，AGP を添加した配合飼料で生産を行う（株）ジャパンファーム（以下 J 社）と，AGP を使用しない特別飼育鶏を生産する（有）岡山県ブロイラー（以下 O 社）において，大規模なフィールド試験を行った。また，O 社では，バイオモスにより，糞便中のサルモネラの排出が抑制されるか否かを検証した。

2008 年 11 月 11 日受付，2008 年 12 月 5 日受理
連絡者：鈴木敏明
〒105-0014 東京都港区芝二丁目 3-3 芝二丁目大門ビルディング
物産バイオテック株式会社
Tel : 03-5418-8166
Fax : 03-5418-8165
E-mail : t.suzuki@bussan-bio.co.jp

Copyright ©2009, Japan Poultry Science Association

材料と方法

1. 生産性改善試験

1-1. J社における試験

J社は鹿児島県大隅半島において月産約300万羽のブロイラーを生産する大手ブロイラー生産企業である。試験は，限局された地域に多数の鶏舎が集中的に配置され気象等の条件がほぼ同一と見なせる垂水地区で行なった。鶏舎は20,000羽収容のウインドウレス鶏舎が中心であるが，一部に40,000羽ないし50,000羽の大型鶏舎が含まれる。同社にはAおよびBの2社からAGPを添加した通常の市販配合飼料が供給されている。両社の飼料の保証値は，どちらも前期用はME3,100 kcal/kg, CP22%，後期用はME 3,250 kcal/kg, CP18%である。このA社飼料摂取鶏群（以後，A群）およびB社飼料摂取群（同B群）を対象に大腸菌症によると思われる生産性の低下を抑制して商品化率を向上させる目的で試験を実施した。平成17年2月11日から4月末にかけて製造されたB社飼料の5日齢から14日齢までの前期用飼料（マッシュ）にバイオモスを0.3%添加し，以後出荷までの飼料に0.1%の添加を行なった。このバイオモス添加のB群を添加区とし，A群は無添加区とした。飼育は同社の通常の方式により行なった。すなわち，対象の148鶏舎，309万羽のうち115鶏舎のブロイラー（以下，1鶏舎のブロイラーを1鶏群と述べる）にA社飼料を給与し，他の33鶏群にはB社飼料を給与した。鶏種はチャンキーおよびコブであり，両鶏種の比率は無添加区では1：1.1，添加区では1：1.0となり，ほぼ均等の鶏種分布であった。鶏舎により，どちらか一方の鶏種のみの場合と両鶏種を混合飼育する場合があった。雌は約1.7 kgで中抜きして中雛出荷を行ない，雄は約2.9 kgの大雛出荷を行なった。出荷日齢・出荷生鳥体重・飼料要求率（FC）・商品化率を実羽数ベースで中雛及び大雛の平均値として求め，増体量・坪当り生産重量（坪重量）・プロダクションスコア（PS）（生体平均重量（kg）×育成率（%）÷FC÷出荷日齢×100）を計算した。商品化率は，餌付実羽数に対する（農場出荷羽数－処理場到着時斃死羽数－廃棄羽数）の割合として求めた（駒井，2003）。廃棄羽数には，食鳥検査による全部廃棄の他にJ社独自の方針で削痩などに対し，より厳しい基準を設けた自主廃棄羽数を含んでいる。バイオモス飼料添加の効果が出現する3月出荷鶏群から5月出荷鶏群までの生産成績を無添加のA群と添加区のB群で比較した。また，試験期間（平成17年3月～5月，期間②）前後のAB群の生産成績の推移を見るため，試験開始前1年間（平成16年3月～17年2月，期間①）および試験終了後6ケ月間（平成17年6月～11月，期間③）の生産成績を求め，これらをAB間で比較した。このバイオモス不使用の期間のAB間の成績差と試験期間におけるAB間の成績差を対比させ，バイオモスの有効性を判断した。試験前1年間の鶏群数は，A・B群それぞれ433，124であり，試験終了後の鶏群数は，同様に，205，62であった。また，チャンキーとコブの比率も期間②と同様にほぼ1：1であった。なお，生産成績の数値は，基準を設けて全て指数化して，比較を行なった。

1-2. O社K農場における試験

O社は岡山県に所在する中堅のブロイラー生産企業であり，コクシジウムワクチン（TAM日生研）を接種し，飼料会社2社から供給されるAGPを全く使用しない飼料で，雄雌とも平均2.9 kgの大雛出荷を行なっている。同社において大腸菌によるとみられる被害のもっとも大きいK農場（ウインドウレス24鶏舎，15万羽収容）においてJ社と同様に大腸菌症の抑制による生産性向上を目的としてバイオモス給与試験を行なった。同農場ではM社から供給される飼料（ME kcal/kg-CP%は，餌付3,100-22，前期3,150-22，中期3,180-20，仕上げ3,230-18）を用いており，平成17年6月23日から8月15日までに出荷した24鶏群を対象に試験を行なった。鶏種は全てチャンキーで，6月23日から7月23日出荷までの18群はバイオモス無添加群とし，以後7月29日から8月15日までに出荷した6群をバイオモス添加群とした。0～10日齢に用いるクランブル餌付飼料および11～24日齢に用いる前期用飼料（マッシュ）にそれぞれバイオモスを0.2%添加した。バイオモスの添加は，J社の場合と異なり24日齢で中止し，25日齢以後出荷までの飼料には添加しなかった。飼育方法は，同社における通常の方法によった。J社と同様に実羽数ベースで各鶏群の出荷日齢・出荷体重・増体量・FC・PS・坪重量・商品化率を求め，無添加・添加の両群で比較した。なお，O社の方針として，食鳥検査による一部廃棄ブロイラーをさらに格外1・2・3等級に分類し，格外1級と規格品とを合算して出荷羽数として扱っている。この出荷羽数の餌付実羽数に対する割合を商品化率とした。到着時斃死羽数および食鳥検査による屠殺禁止羽数，一部廃棄羽数，全部廃棄羽数を得てこれらを合計して規格外羽数とし，餌付羽数に対する割合として規格外率を求めた。J社の試験と同様に生産成績の数値は全て指数化して比較した。

2. サルモネラ排出抑制試験

O社F農場においてはN社飼料（ME kcal/kg-CP%は，餌付3,050-22，前期3,050-22，中期3,150-18，後期3,180-17）を用いており，バイオモスの飼料添加前と添加後の糞便中サルモネラの菌数を比較した。飼育方法はK農場と同様であった。F農場にはA・B・Cの3棟の2階建てウインドウレス鶏舎があり，それぞれ各棟に上下2室ずつ4室があり，1室10,000羽で1棟40,000羽が収容されている。平成17年10月出荷ロットからA棟には前期用飼料に0.1%のバイオモスを添加し，B棟には無添加飼料，C棟には0.2%添加飼料を給与した。同時に各棟に対し，入雛前に床面・鶏舎周辺に塩素系消毒薬（ビルコンS，バイエル社）をスプレーして消毒を強化した。菌数の測定は，食品衛生検査の方法を参考にした（目でみる食品衛生検査法1994，食品衛生検査指針微生物編1992）。出荷7～10日前，すなわち40～43日齢で鶏舎内床面から1鶏舎当たり40～50羽の盲腸便を採取して混合し，その10 gを90 ccのペプトン水（日水製薬）に希釈した。これをさらに，1・10・100倍に3本ずつ希釈し，37℃ 24時間培養後，合計9本の試験管からそれぞれの0.5 ccを取り，5 ccのハーナテトラチオンブロス（栄研化学）に入れ，42℃ 24時間培養した。その後MLCB培地（日水製薬）に展開し，35℃ 24～48時間培養した。疑わしいコロニーがあればDHL（日水製薬）にて純培養後，TSI・LIM（日水製薬）に接種して判定後，さらに凝集反応にて確定した。その後に菌数をMPN法で測定した。菌数は，糞便1 g当たりのcfuで表した。

Copyright ©2009, Japan Poultry Science Association

表 1. J社におけるA群[1]およびB群[2]の生産性指数[6]の推移

期間[5]	増体（g/日）		商品化率（%）		FC[3]		坪重量（kg）		PS[4]	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
①	100.0**	98.3	100.0	99.6	100.0	99.0	100.0*	99.0	100.0	98.8
②	103.1	102.3	101.2	103.5*	95.6	93.7**	105.9	108.5	108.7	111.8
③	96.1	97.9	99.0	99.5	99.5	97.6**	99.8	100.1	97.1	99.4

[1]A飼料摂取群，[2]B飼料摂取群，[3]飼料要求率，[4]プロダクション・スコア
[5]①試験前1年間。平成16年3月～17年2月
②試験期間。平成17年3月～5月（B群にバイオモス給与）
③試験終了後6ケ月間。平成17年6月～11月
[6]各項目に付き，期間①のA群の成績を100.0とした。データ数は，期間①，n（A）＝433，n（B）＝124；期間②，n（A）＝115，n（B）＝33，期間③，n（A）＝205，n（B）＝62。
*p＜0.05，**p＜0.01で同期間のAB間に有意差あり。

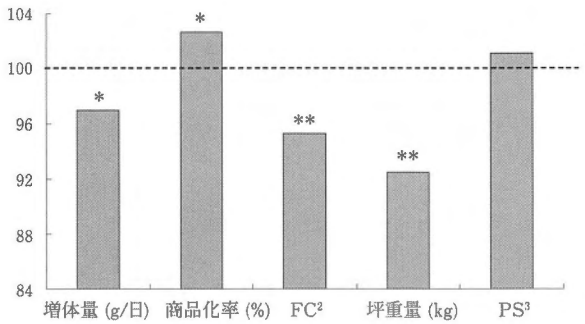


図 1. O社におけるバイオモス使用後（6/4-8/15）の生産指数[1]の変化
[1]バイオモス使用前（4月29日～7月23日）の生産成績を100.0とした。
[2]飼料要求率
[3]プロダクション・スコア
*p＜0.05，**p＜0.01で使用前に対して有意

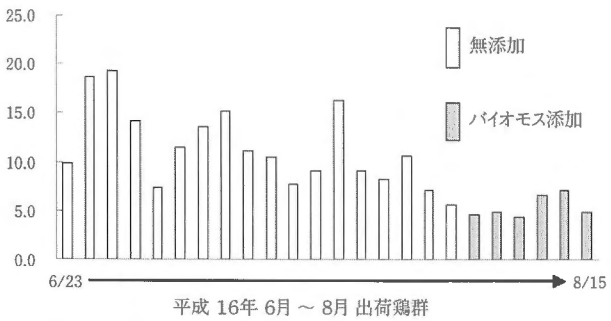


図 2. O社K農場における規格外率[1]の推移
[1]処理場到着時斃死・屠殺禁止・一部および全部廃棄の合計羽数の餌付羽数に対する割合。6月23日出荷鶏群の規格外率を10.0として指数化した。

3. 統計処理

統計処理は，一元配置の分散分析を行い，特に断らぬ場合，有意差はp＜0.05で，判断した。

結　　果

商品化率の改善と規格外率の低減

J社においては，バイオモス給与試験期間（②）中の中雛・大雛の平均出荷日齢はA群47.1±1.7日，B群47.3±1.5日であり，両者に殆ど差がなかった。しかし，若干の出荷日齢の差を除去するため，生産指標の一つとして，出荷生鳥体重を出荷日齢で除して増体量（g/日）を求めた。同様に，試験前1年間（①）および試験後6ケ月（③）のA・B群の増体量・商品化率・FC・坪重量・PSの数値を求め，各項目の試験前1年間のA群の成績を100.0として基準に取り，指数化して表1に示した。試験期間内（②）の商品化率をAB間で比較すると，バイオモスを給与したB群の商品化率の指数は103.5となり，A群の101.2に対し2.3の差が生じ，統計的に有意であった（p＝0.011）。一方，商品化率以外の生産指標のうち，増体量と坪重量は期間①でそれぞれA群が有意に優れ（P＝0.007，P＝0.017），FCは期間②および③でB飼料がそれぞれ有意に優れた（P＝0.004，P＝0.000）。

O社においては，無添加群の出荷日齢は54.0±1.0日であるのに対し，添加群では52.3±1.2日で有意な差が生じた。増体量・商品化率・FC・坪重量・PSを求め，無添加群のこれらの各指標の数値を100.0と基準に取り，添加区の数値を指数化して図1に示した。添加群の商品化率指数は102.7となって無添加群より有意に優れ（P＝0.032），FCも95.3と有意に優った（P＝0.001）が，増体量と坪重量はそれぞれ97.0（P＝0.048），92.5（P＝0.009）と有意に劣った。PSは両群に有意差はないものの添加群がやや優れる傾向を示した。図2に，無添加群と添加群の規格外率の推移を示した。バイオモスの飼料添加により，規格外率が減少する傾向を示した。無添加18鶏群の平均規格外率の基準を10.0とすると，添加群の指数は4.7となってほぼ半減し，有意であった（P＝0.002）。

鶏舎床面の糞便中サルモネラの菌数の推移

O社F農場におけるA・B・C棟の全12飼育室は，表2に示すように，平成16年11月の出荷鶏群からサルモネラの菌数を測定している。17年8月出荷鶏群までは，A棟の菌数はやや少ない

Copyright ©2009, Japan Poultry Science Association

表 2. バイオモス飼料添加による糞便中サルモネラ菌数（cfu/g）の推移[1]

鶏舎	平成16年		平成17年												平成18年							
	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
A棟																						
1	＜30					＜30				280		1,600		＜30		＜30			＜30			＜30
2	60					1,600				30		60		＜30		＜30			＜30			＜30
3	150			30		1,600				350		＜30		＜30		＜30			＜30			＜30
4	150			200		1,600				270		110		＜30		＜30			＜30			＜30
B棟																						
1	30			30		＞11,000				270		＜30		40		＜30			＜30			＜30
2	110			2,900		1,600				＜30		＜30		＞11,000		＜30			＜30			＜30
3		30		11,000		2,100				110		＜30		11,000		＜30			＜30			＜30
4		280		2,900		＞11,000				2,900		＜30		＜30		＜30			＜30			＜30
C棟																						
1		60		200		160				＞11,000		30		110			＜30		＜30			＜30
2		60		30		30				2,900		＜30		＜30			＜30		＜30			＜30
3		350		110		2,900				30		＜30		＜30			＜30		＜30			＜30
4		＞11,000		110		270				110		＜30		＜30			＜30		＜30			＜30

A棟：前期0.1%添加
B棟：無添加
C棟：前期0.2%添加

平成18年2月以降は全鶏舎に前期0.2%添加

[1]農場内にA・B・Cの2階建てウインドウレス鶏舎3棟。各棟，上下2室，各室10,000羽で1棟40,000羽収容。平成17年10月出荷ロットからA棟・C棟にバイオモスを前期用飼料に添加開始。B棟は無添加。平成18年2月以降，全棟の前期用飼料にバイオモスを添加。出荷7〜10日前の鶏舎内で採取した盲腸便中のサルモネラ菌数。

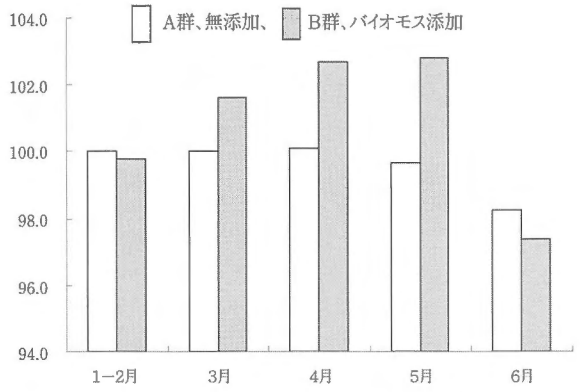
傾向はあるものの，各棟ほぼ均等に1600 cfu/g以上のサルモネラが検出され，菌数の多い場合は11,000 cfu/gを越える場合が5回もあった。しかし，17年8月に前期用飼料（0〜24日齢）に0.1%のバイオモスを添加したA棟では，同10月から18年1月出荷鶏群に検出された最も高い菌数は1,600 cfu/gで従来と変わらなかったが，検出限度（＜30）以下が多く，それまでとはやや異なる検出状況となった。また，同様に0.2%を添加したC棟ではこの傾向が更に顕著となり，殆どが検出限度以下となった。一方，従来どおりバイオモス無添加であったB棟では，それ以前と同様に11,000 cfu/gを超える菌数が検出された。平成18年1月から各棟全ての前期用飼料に0.2%のバイオモス添加を行なったところ，同年2月から8月に至る出荷鶏群まで，サルモネラの菌数は検出限界以下となった。

考　　察

フィールド試験においては，多くの場合，試験区に対して厳密な意味での対照区を設定することが困難である場合が多い。本試験においても，その困難から脱し得ていない。しかし，生産現場である農場では，各種微生物の複雑な関与，畜舎環境等々の複合的な要因により，日和見感染などによる生産性の低下が生じてくるものであり，これらの要因を単純な試験施設では再現することができない。そのため，ブロイラー生産においてバイオモスが有効であるか否かを判断するためには，フィールド試験を選択せざるを得なかった。フィールド試験におけるこのような困難を少しでも軽減するため，試験規模を大きくし，多数のデータを収集することに努めた。

J社においては，商品化率の改善は従来から克服すべき課題の一つであった。表1の試験期間②において，バイオモス飼料添加のB群の商品化率が有意に優れた。しかも，バイオモスを使用していない試験前1年間および試験後半年間はA・B間に有意差はない。J社ではかねてからA社飼料とB社飼料の性能に特徴があることが認識されてきた。即ち，A社飼料はB社飼料より概して増体が良好であり，一方B社飼料はA社飼料に比較してFCが良好となる傾向がある。その結果，総合成績としてのPSには差がない。表1の結果はその傾向を明確に示している。しかし，商品化率については，AB間にそのような傾向は無い。したがって，試験期間②の試験区B群の優位はバイオモスによるものと強く推定できる。B群の商品化率は，指数値で2.3，実数値で2.1%無添加区より優れた。この結果は，バイオモスが大腸菌等による商品化率低下を抑制したことを強く示唆している。このJ社の結果を得て，O社においても試験を実施した。O社K農場は，AGPを使用しない特別飼育鶏の生産を行なっていることから，大腸菌症等による商品化率低下は大きな問題であった。大腸菌症は一般に30〜40日齢頃から顕在化し死亡例も増加して来るが，実際には，この日齢よりかなり早い時期から大腸菌症の発生が準備されてきていると推定される。この認識のもとに，5日齢から出荷ま

Copyright ©2009, Japan Poultry Science Association



平成17年1月～6月の月別出荷A·B群

図3. J社におけるバイオモス使用中の商品化率指数の推移[1]
[1]平成17年2月11日以降製造のB社飼料にバイオモスを添加し（B群），4月末に添加を終了。3月出荷のB群から飼育後半で，5月出荷のB群では飼育前半でバイオモスを摂取。1～2月のA飼料摂取群（A群）の商品化率を100.0として指数化した。

で使用したJ社とは異なり，前期用飼料にのみにバイオモスを添加した。添加費用を考慮し，より実用的な添加を意図したためである。即ち，餌付からバイオモスを給与し，24日齢で給与を中止した。このように，前期のみの添加が適切である可能性は，J社のバイオモス飼料添加後の商品化率の推移からも予想できる（図3）。2月11日製造のB飼料からバイオモスを添加したため，3月出荷群は飼育期間の後半でバイオモスを摂取したブロイラーが多く，4月B群はほぼ全群が通期で摂取し，5月B群は飼育期間の前半でバイオモスを摂取している。前期のみにバイオモス添加飼料を摂取した5月出荷B群の商品化率が，通期でバイオモス添加飼料を摂取した4月出荷鶏群の成績と差がない。実際にO社K農場における結果は，前期のみの添加で，商品化率の指数は基準値に対して102.7（図1）で2.7上回り，バイオモス添加群は無添加群に対して，実数値で2.5%も優れた（P＝0.032）。FCも無添加鶏群100.0に対し添加群95.3となり，添加群が実数値で0.11優れ，PSもやや優れる傾向を示した。また，規格外率も有意に半減した（図2）。しかし，バイオモス添加後に増体量・坪重量は有意に減少した。この原因は，6月23日から7月23日までに出荷したバイオモス無添加群は比較的酷暑による影響が軽微であるのに対し，7月29日から8月15日までに出荷したバイオモス添加群は，酷暑による影響を強く受けたためである。また，この期間の酷暑の到来を予想し，坪当り収容羽数をバイオモス使用前の48.8羽から46.6羽に減少させたことも坪重量の減少の原因となっている。季節要因によりこのような結果となったが，本来，バイオモスの添加により，増体・坪重量が減少するとは考えにくい。実際，季節要因の排除できるJ社の表1データを見ると，試験期間②の増体・坪重量に無添加区・添加区に有意差が無く，坪重量はむしろ添加区が増加する傾向さえ見られている。O社K農場において，酷暑の影響下で，このような改善が見られたことは，バイオモスの効果を強く示唆している。

表3. 売上増とバイオモス費用

①バイオモス価格	1,000円/kg
②バイオモス摂取量	2.8g/羽（0-24日齢）
③バイオモス費用	②×①＝2.8円/羽
④出荷体重	2.9kg（53日齢）
⑤生鳥価格	140円/kg
⑥商品化率向上	2.5%
⑦同上による売上増	2.9kg/羽×⑥×⑤≒10.2円/羽
⑧費用*vs*売上増	2.8：10.2＝1：3.6
⑨1羽当たり利益増	10.2−2.8＝7.4円/羽

Hooge（2004）は，1993年から2003年にかけて世界各地で学会誌等に発表され試験条件がコントロールされた29のバイオモスに関するブロイラー飼育試験の報告を統計的に解析した。AGPを用いない飼料を対照にした場合のバイオモス添加の効果は，体重（＋1.61%），FC（−1.99%），斃死率（−21.4%）となった。AGP添加の対照飼料に対しては，体重（−0.36%），FC（−0.11%），斃死率（−18.1%）であった。

今回，わが国で初めて大規模にJ社およびO社においてブロイラー生産にバイオモスを使用して得られた結果が，わが国の畜産事情においてコストパフォーマンスを持つものか否かを簡単に検討した。商品化率がO社のように実数値で2.5%改善されたと仮定し，O社のデータを用いて簡単な試算を行なって表3に示した。バイオモス価格を1000円/kgとし，商品化率改善による売上増からバイオモス費用を控除すると，1羽当たり7.4円の利益が得られることになる。商品化率はブロイラー生産企業による若干の定義の違いがあり，単純には比較はできないが，例えば，J社のように年間3,000万羽以上も出荷するブロイラー生産企業にとっては，1羽数円の増収は，企業に大きな収益改善をもたらすことになる。

表2に示すように，バイオモス添加により，ブロイラー糞便中のサルモネラの排出が抑制されることが示された。平成17年8月にA・C棟にバイオモスの飼料添加を開始し，A・C棟のみでなくバイオモス不使用のB棟も，入雛時の床面消毒・入り口および鶏舎周辺の消毒・入室の際の長靴および手の消毒等の衛生管理を同時に強化した。しかし，このような衛生管理のみではサルモネラの排出を抑制できないことは，平成18年1月に無添加のB棟で高い菌数が測定されたことからも明らかである。以後，全棟に添加を行い，比較的早くサルモネラ菌数が減少に転じたことは，鶏舎の消毒・衛生管理を同時に強化したことにより，サルモネラの再感染が抑制されたことにも関係があるかも知れない。検査に供した盲腸便は出荷7～10日前すなわち40～43日齢の糞便であり，バイオモスの添加は24日齢で既に終了していて飼料中にバイオモスは存在しない。このことより，バイオモスの効果は，添加終了後も持続すると考えられる。図1・2に示すように，24日齢までの添加で，30～40日齢に発症する大腸菌症を抑制して，商品化率を向上し，規格外率を低減する効果と同じ現象かも知れない。

Ofek *et al.*（1977）はヒトの粘膜上皮細胞と病原性大腸菌の吸

Copyright ©2009, Japan Poultry Science Association

着現象を調べ，大腸菌が生体に侵入するには，大腸菌の持つレクチン様の物質により，生体の粘膜上皮細胞のマンノースを含むレセプターに結合することが第一歩であることを示した。このマンノースと反応するレクチン様の物質はタイプ1線毛と呼ばれる。鶏に強い病原性を持つ大腸菌078株も，このタイプ1線毛により，粘膜上皮細胞に結合することが示されている（Edelman *et al.*, 2003）。この結合は可逆的で，レセプターと同じマンノースを含む化合物が共存すると，結合に対する競合が起こり，レセプターへの結合が阻止され，共存する化合物と結合してしまうという。Firon *et al.*（1983）は，このタイプ1線毛がどのような構造のマンノース化合物と強く結合するかを，合成化合物を用いて検討した。その結果，マンノースのα1-3およびα1-6結合を有するマンノ・オリゴ・サッカライド（MOS）がD-マンノース単体の21～30倍も大腸菌と強く結合することを明らかにした。したがって，このような特定の構造のMOSを多く含む酵母細胞壁がタイプ1の線毛を持つ病原細菌が腸壁に取り付くのを阻止し，増殖を抑えるのに有効であると考えられる。Alltech社は，吸着・凝集能力の高い酵母細胞壁製品を得るため，タイプ1線毛を持つサルモネラの懸濁液にバイオモスを加えて凝集沈殿速度を測定する方法を品質管理等に用いているという。Spring *et al.*（2000）は，Alltech社の酵母 *Saccharomyces cerevisiae* NCYC1026株の細胞壁から調整したMOSを用い，大腸菌・サルモネラ・キャンピロバクターと凝集反応を行なった。その結果，MOSは，大腸菌・サルモネラの多くの菌株と結合して凝集し，その凝集は，マンノース単体を加えると阻止された。さらに，MOSを給与した初生雛に，*Salmonella typhimurium* および *dublin* をそれぞれ 1×10^4 個与え，10日後の盲腸を調べて菌の定着が有意に抑制されること，盲腸内の大腸菌の菌数が低下傾向となることを報告している。

しかし，バイオモス添加中止以後も大腸菌症の抑制およびサルモネラ排出抑制の効果が継続するのは，これらの細菌に結合するというバイオモスの直接的な作用のみでは説明できない。バイオモスはマクロファージの貪食能・抗体産生能を高めるなど，自然免疫・獲得免疫を賦活する作用が報告されている（Spring and Privulescu, 1998）。特に，経口的に与えたバイオモスは腸管免疫を刺激する効果が大きく，粘膜への細菌・ウイルス定着を抑えて増殖を阻止する役割を持つIgAの産生がラットで促進することが報告されている（O'carra, 1998）。また，バイオモスは，ブロイラーの空腸の絨毛を伸長させ，絨毛刷子縁の消化酵素の活性を高め，粘膜からのアミノ酸の取り込みを高めるという（Iji *et al.*, 2001）。さらに，Sun *et al.*（2005）は，プロバイオティクスと組み合わせたバイオモスを孵化場で与えると，ブロイラーに無薬飼料を与えた場合の成績低下を軽減し，十二指腸・回腸の絨毛も伸長し，盲腸の粘膜固有層も薄くなっていることを報告している。このような免疫および腸管の健康が一旦バイオモスにより用意されるなら，バイオモスの作用はバイオモス添加を中止しても継続するのかも知れない。今回の試験で，バイオモスがサルモネラの糞便中への排出を抑制することが示されたが，今後，多くの生産現場において検証される必要があろう。

以上の結果は，バイオモスが有薬・無薬を問わず，わが国のブロイラー生産において商品化率改善をもたらし，ブロイラーの生産性向上に活用できることを強く示唆している。また，鶏肉の食品衛生の観点から重要となるブロイラー農場のサルモネラ対策として有効である可能性を示している。

引 用 文 献

Barnes HJ and Gross WB. Collibacillosis. In : Diseases of Poultry 10th ed. (Calnek BW ed.). pp.131-141. Iowa Sate University Press. Ames.Iowa. 1997

Edelman S, Leskelä S, Ron E, Apajalahti J and Korhonen TK. In vitro adhesion of an avian pathogenic *Escherichia coli* 078 strain to surfaces of the chicken intestinal tract and to ileal mucus. Veterinary Microbiology, 91 : 41-56. 2003.

Firon N, Ofek I and Sharon N. Carbohydrate specificity of the surface lectins of *Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae,* and *Salmonella tryphimurium.* Carbohyrate Research, 120 : 235-249. 1983.

Hooge DM. Meta-analysis of broiler chicken pen trials evaluating dietary mannan oligosaccharide, 1993-2003. International Journal of Poultry Science, 3 : 163-174. 2004.

Iji PA, Saki AA and Tivey DR. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannan oligosaccharide. Journal of the Science of Food and Agriculture. 81 : 1186-1192. 2001.

駒井　亨．ブロイラーの生産コストと国際競争力（1）．畜産の研究 57 : 335-338．2003.

目でみる食品衛生検査法（春田三佐夫・細貝祐太郎・宇田川俊一編）．第5刷．28-29頁．中央法規出版．1994.

中村菊保．大腸菌症．鳥の病気（鶏病研究会編）．第6版．82-85頁．2006.

O'carra R. Boosting immune response in dogs : a role for dietary mannan sugars. Proceedings of Alltech's 14th Annual Symposium (Lyon TP and Jacques KA eds.). pp. 563-572. Nottingham University Press. 1998.

Ofek I, Mirelman D and Sharon N. Adherence of *Escherichia coli* to human mucosal cells mediated by mannose receptors. Nature, 265 : 623-625. 1977.

食品衛生検査指針　微生物編（厚生省生活衛生局　監修）．社団法人日本食品衛生協会．第2刷．85-88頁，118-126頁．1992.

Spring P and Privulescue M. Mannanoligosaccharide : its logical role as a natural feed additive for piglets. Proceedings of Alltech's 14th Annual Symposium (Lyon TP and Jacques KA eds.). pp. 553-561. Nottingham University Press. 1998.

Spring P, Wenk C, Dawson KA and Newman KE. The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of salmonella-challenged broiler chicks. Poultry Science, 79 : 205-211. 2000.

Sun X, McElroy A, Webb KE Jr., Sefton AE and Novak C. Broiler performance and intestinal alterations when fed drug-free diets. Poultry Science, 84 : 1294-1302. 2005.

Copyright ©2009, Japan Poultry Science Association

Improved Productivity and Reduced *Salmonella* Shedding by a Dried Yeast Cell Wall Product (Bio-Mos) in Commercial Broiler Production

Toshiaki Suzuki[1], Yuji Kiku-ura[2], Tomoyuki Taka[3] and Miyuki Ito[3]

[1] Bussan Biotech Co.,Ltd., Shiba 2-chome Daimon building, 3-3, Shiba 2-chome, Minato-ku, Tokyo, 105-0014

[2] Japan Farm Co., Ltd., 3887 Nogata, Oosaki-cho, Soh-gun, Kagosima-ken, 899-8313

[3] Okayama-ken Broiler Co., Ltd., 1647-1 Simohara, Kagamino-machi, Tomada-gun, Okayama-ken, 708-0341

A dried yeast cell wall product (Bio-Mos, Alltech Inc.), which agglutinates gram-negative bacteria such as coliforms and *Salmonella* and activates immunity, was tested on two broiler companies for its effectiveness on productivity. At Company J, which utilizes ordinary commercial feeds, 148 flocks (3.09 million birds) were used. 33 flocks were given Bio-Mos at 0.3% to starter (5-14 day) and 0.1% thereafter until approximately 47 day shipment. Other flocks were control birds without Bio-Mos. At Company O, which uses AGP free commercial feeds, of 24 flocks (150,000 birds), 6 flocks were given 0.2% Bio-Mos in both starter (0-10 day) and grower (11-24 day), and the other 18 flocks were control birds without Bio-Mos. To test *Salmonella* shedding, another 120,000 birds, 12 flocks, were allocated to three groups : one control and two with Bio-Mos added at 0.1 or 0.2% up to 24 days of age. Cecal droppings collected in the houses around one week before shipping were incubated in peptone solution, Hajna tetrathionate broth and then on MLCB medium. Bacterial numbers were counted by the MPN method. Results showed that, at Company J, Bio-Mos improved the commercialized rate during the three months of the experiment by 2.1%. At Company O, the out grade rate was reduced by approximately 50% and the commercialized rate was improved by 2.5%. *Salmonella* numbers in excreta was reduced in the Bio-Mos supplemented groups, whereas high *Salmonella* shedding was observed in the unsupplemented group. After 0.2% of Bio-Mos were fed to all flocks up to 24 days of age, *Salmonella* numbers during the next six months became lower than the detection limit in all flocks, which strongly suggested that effect of Bio-Mos remains even after its withdrawal. Bio-Mos is considered to be effective for broiler production and *Salmonella* control, regardless of AGP usage.

(*Japanese Journal of Poultry Science, 46 : J16-J22, 2009*)

Key words : Bio-Mos, broiler, commercialized rate, productivity, *Salmonella*