

ブロイラーに対する DDGS の 給与試験結果報告

平成 19 年 12 月 23 日



日本獣医生命科学大学
動物栄養科学研究室
木 村 信 熙

ブロイラーに対するDDGSの

給与試験結果報告

日本獣医生命科学大学
動物栄養科学研究室
教授 木村信熙

I. 目的

DDGS（とうもろこし ジスチラーズ グレインソリュブル）は栄養価も高く、新しい飼料原料としてわが国でも輸入が始まり牛用飼料を中心に使用され、今後も供給増加が期待されている。わが国の畜産においては、生産物の質が重視されるため、新規飼料原料が配合飼料で使用される場合は、とくに生産物への質に対する影響に関する情報が重視される。

数年前よりわが国でもDDGSがブロイラー飼料にも使用され始めたが、ブロイラーへの使用に際しての飼料特性や生産物への影響に関するわが国の事情に合わせた試験情報がない。そこで本試験ではわが国のコマーシャル品種のブロイラーに対するDDGS給与により、生産物の量とともに、腹腔内脂肪蓄積量や脂肪酸組成、肉色などの生産物の質に及ぼす影響、ならびに糞中リン濃度に及ぼす影響について検討した。

II 材料および方法

1. 試験実施場所

日本獣医生命科学大学動物栄養学教室（東京都武蔵野市）

2. 試験担当者

動物栄養学教室教授 農学博士 木村信熙

3. 飼育期間

2007年7月19日から8月20日（32日間）

うち予備飼育期間：2007年7月19日～2007年7月22日（4日間）

うち試験飼料給与期間：2007年7月22日～2007年8月19日（28日間）

4. 供試鶏

2週齢のブロイラー雛（チャンキー；わが国ブロイラー種鶏市場のトップシェア、70%を占める）63羽を試験に用いた。これらは7月19日にコマーシャル養鶏場より、鶏イン

フルエンザが陰性であることを確認したうえで導入した。

5. 供試飼料

①供試DDGS

アメリカ合衆国ウィスコンシン州産で2007年4月横浜港到着船便のDDGSを用いた。これを本文では「DDGS」と称する。エタノール工場におけるこのDDGSの製造時分析値（製造者送付分析値）を表1に示す。

表1 供試DDGSの製造者送付
分析値（%）

水分	8.11
乾物	91.89
粗たんぱく質	29.72
粗脂肪	11.95
NFC（非繊維性炭水化物）	19.88
ADF（酸性デタージェント繊維）	12.94
NDF（中性デタージェント繊維）	34.33
リグニン	3.79
灰分	5.37
カルシウム	0.09
リン	1.01
マグネシウム	0.41
ナトリウム	1.62
硫黄	0.79

②基礎飼料

市販ブロイラー肥育用配合飼料「ブロイラー後期Nマッシュ」（豊橋飼料株式会社）を使用した。これはわが国における典型的なブロイラー肥育用配合飼料である。導入後のすべての雛に給与する基礎飼料としてこれを用いた。試験開始後は、この基礎飼料に試験DDGSを配合して試験飼料とした。また比較対照区にはこの基礎飼料を給与した。

③試験飼料

上記基礎飼料（対照区用）、およびこれにDDGSを外割で10%混合したもの（10%区用：DDGSを9.6%含む）、20%混合したもの（20%区用：DDGSを16.7%含む）、合計3種の試験飼料を用いた。DDGSの配合に際しては、3つの飼料でリジン含量がすべて1.0%となるように単体リジン添加で調整した。

これらの飼料の成分分析値およびME（代謝エネルギー）計算値を表2に示す。

表2 供試飼料の成分値と代謝エネルギー計算値

	対照区用	10%区用	20%区用	供試 DDGS
粗蛋白質 %	18.0	18.9	19.6	28.3
粗脂肪 %	6.2	6.7	7.2	10.5
可溶性無窒素物 %	68.1	66.4	65.0	38.0
粗繊維 %	2.4	2.8	3.2	4.3
粗灰分 %	5.3	5.2	5.1	4.4
カルシウム%	1.10	1.00	0.93	0.08
リン %	0.64	0.65	0.64	0.86
リジン %	1.0	1.0	1.0	-
代謝エネルギー (ME) Mcal/kg	3160	3135	3117	2900

(カルシウム、リジン、ME は計算値、-は測定せず)

6. 区の設定

2週齢のブロイラー雛を体重測定および雌雄鑑別の後、平均体重と雌雄数が各区でできるだけ揃うように、各区21羽ずつ割り当てた。区の設定内容を表3に示す。雌雄は後日に確定したが、結果として20%区では雄比率が低かった。

表3 試験区の設定

区	羽数			予備飼育期間	試験期間
	雄	雌	計	2日間 H19.7.20~21 (2週齢)	28日間 H19.7.22~H19.8.18 (2週齢~6週齢)
対照区	14	7	21	ブロイラー 肥育用 配合飼料	ブロイラー肥育用配合飼料
10%区	13	8	21		ブロイラー肥育用配合飼料 +DDGS 10%
20%区	11	10	21		ブロイラー肥育用配合飼料 +DDGS 20%

7. 飼養管理

①飼育鶏舎

プレハブ製簡易鶏舎でベニヤ板仕切りにより各区6.48平方メートルに21羽を群飼し

た。敷料は木材チップを使用した。自然通風換気としたが、気温と湿度の変化を測定した上で、試験の途中で扇風機、小型冷房装置を設置した。

②給餌

7月22日から7月30日(2~3週齢)までは1羽当たり380~400gを給与した。

7月31日から8月18日(3~6週齢)までは1羽当たり430~450gを給与した。

毎日午前9時および午後4時に残餌量を測定し、給与量を調整しながら1日2回給餌とした。

③給水

水道配管を行い、ニップル型給水器を用い、自由飲水とした。

8. 測定項目と分析方法

①供試飼料の成分分析

一般5成分およびカルシウム、リンを飼料安全法に基づいた飼料分析公定法により分析した。また試験飼料はフィチン態リンを測定し、全リン含量より差し引いて有効リン含量とした。

②鶏舎の温度と湿度の測定

毎日午前9時および午後4時に測定し、その平均値を1日測定平均値とした。

③飼料摂取量の測定

毎日午前9時および午後4時に区毎の給与量と残餌量を測定し、その差を摂取量とした。

④体重測定

毎週1回定時に個体別に測定した。

⑤採糞とリンの測定

各区とも特定した5羽の新鮮な糞尿混合排泄物を、個体別に開始2日後、2週間後、4週間後の合計3回採取した。糞尿中の全リン濃度を分光光度計(DU530 BECKMAN)を用いてバナドモリブデン酸アンモニウム法により測定した。

⑥屠体部分肉重量と脂肪含量の測定

飼育試験終了時に全羽放血法により安楽死させ、各区10羽のと体重、可食部重量、正肉重量、手羽重量、骨付きムネ肉、骨無しムネ肉、骨付きモモ肉、骨無しモモ肉の重量および肝臓と腹腔内脂肪組織の重量を測定した。また肝臓と腹腔内脂肪組織中の粗脂肪含量を測定し、肝臓と腹腔内脂肪組織への脂肪蓄積量を算出した。

⑦肉色、脚色、臓器色の測定

各区10羽の右モモ、右ムネの筋肉部位、右脚部の皮膚、肝臓、腹腔内脂肪組織について、測色色差計(ZE-2000 日本電色工業)でL値(明度)、a値(赤色度)、b値(黄色度)を測定した。

⑧飼料、生産物の脂肪酸組成の測定

給与飼料、ムネ肉、モモ肉、腹腔内脂肪をメチルエステル化後に、脂肪酸組成をガス

クロマトグラフィー（GC-2010 島津製作所）で測定した。

⑨統計処理

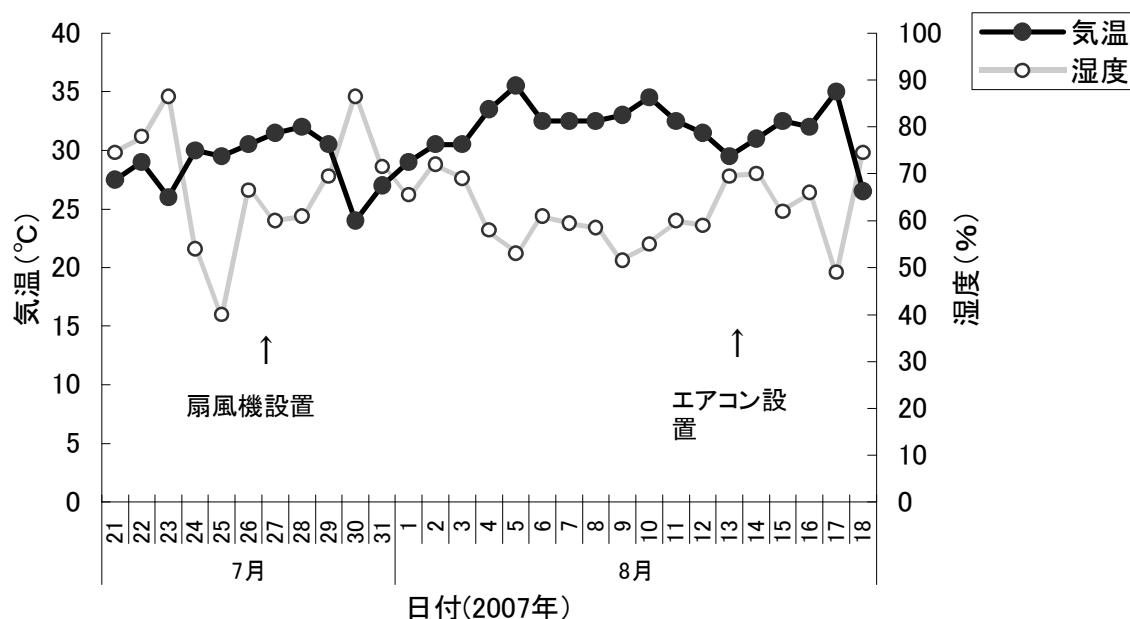
測定データは全て一元配置の分散分析を行い、差が認められたものについてはチューキー法による多重検定を行った。

Ⅲ 結果および考察

1. 気温と湿度

試験ブロイラーの飼養環境を示す温度、湿度の推移を図1に示す。本試験を実施した2007年の夏季は日本全国でも記録的な暑さを示した。飼育鶏舎はプレハブ製で簡易に設置したものであり、自然通風から扇風機の導入、エアコンディショナーの導入へと環境コントロールしたが、鶏舎内の日平均気温は常時25度以上であり、最高平均気温は8月5日に35度以上となった。相対湿度も高く、この期間は65%以上であった。供試鶏は暑熱によるパンチング（嘴を開いた呼吸）を示すものが多く出現した。このように本試験は、夏季の暑熱条件の下での実施結果である。

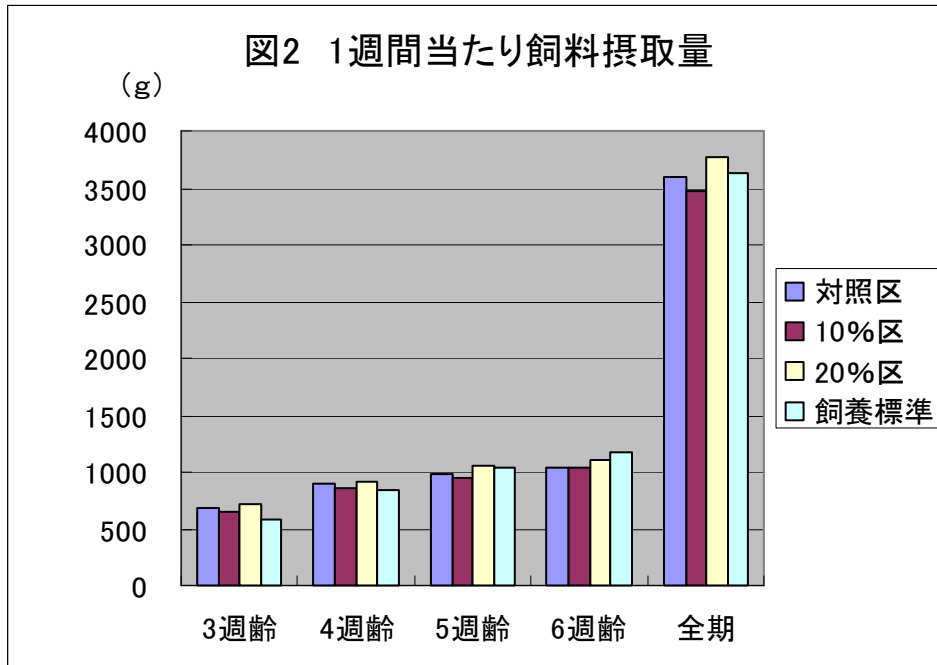
図1 飼育期間中の平均気温、平均湿度の推移



2. 飼料摂取量

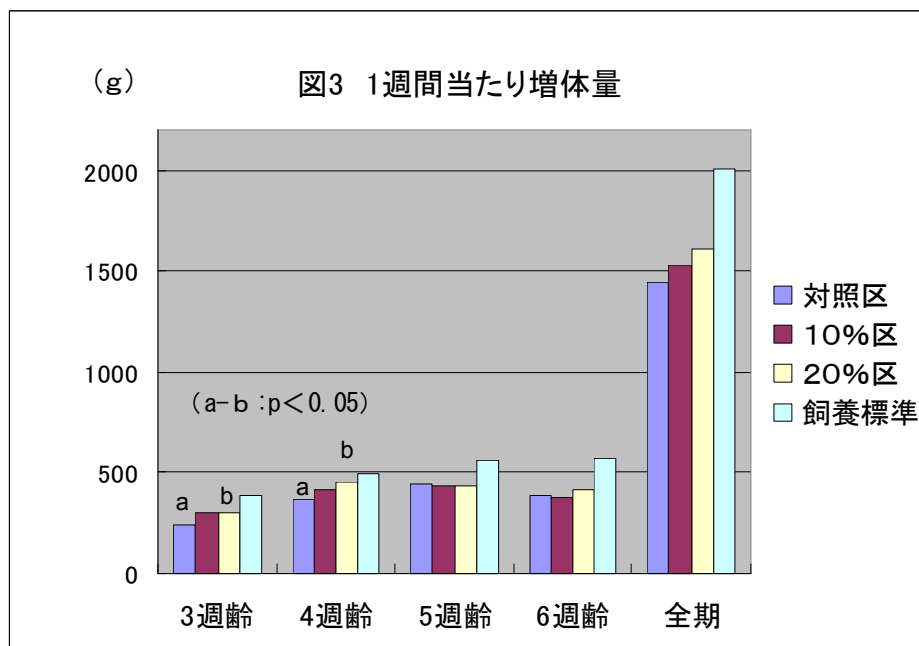
1週間毎の飼料摂取量の推移を図2に示す。全期間を通じて、飼料中のDDGSレベルは飼料摂取量に影響しなかった。このようにDDGSは暑熱時においても飼料の摂取量を下げたものではないことが確認された。日本飼養標準に示されたブロイラーの週齢別標準摂取量と比べた場合、肥育前半はすべての区で摂取量が多い傾向があり、最終週では逆に低

い傾向があった。

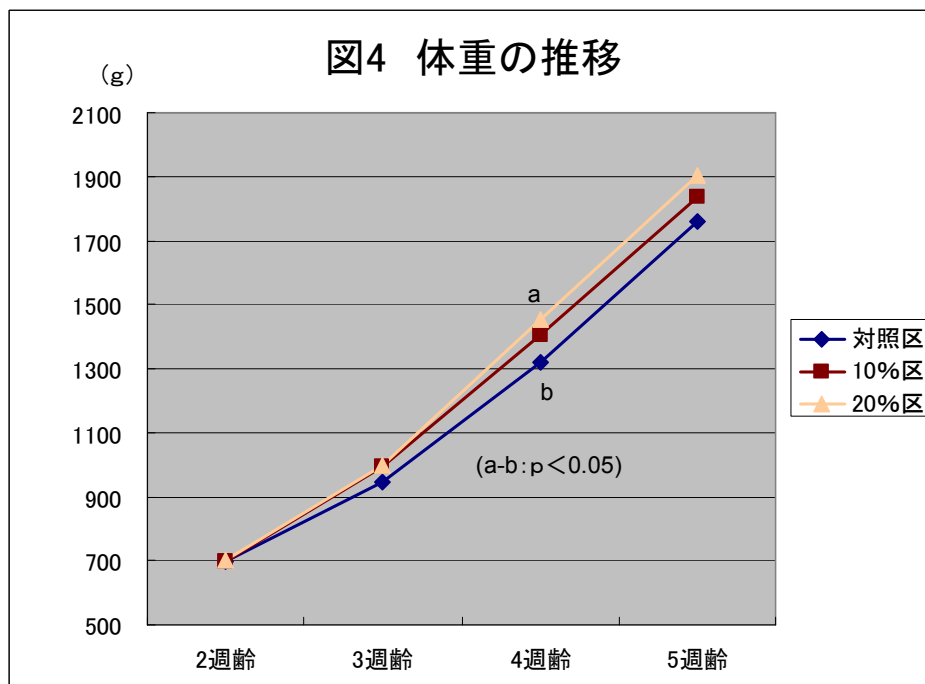


3. 発育

体重の推移を図4に、1週間毎の増体量を図3に示す。3週齢および4週齢の肥育前半ではD DG配合割合の上昇に応じて増体量が増加することが示され、この期間是对照区に比べて20%区では有意 ($p < 0.05$) に増体量が多かった。これはDDGS配合率の上昇による飼料中粗たんぱく質含量の増加 (18.0、18.9、19.6%) が影響したものと考えられる。肥育後半は有意差がなく、全期間でもDDGSの配合割合の上昇に応じて増体量が多くなる傾向が見られたが、有意差はなかった。

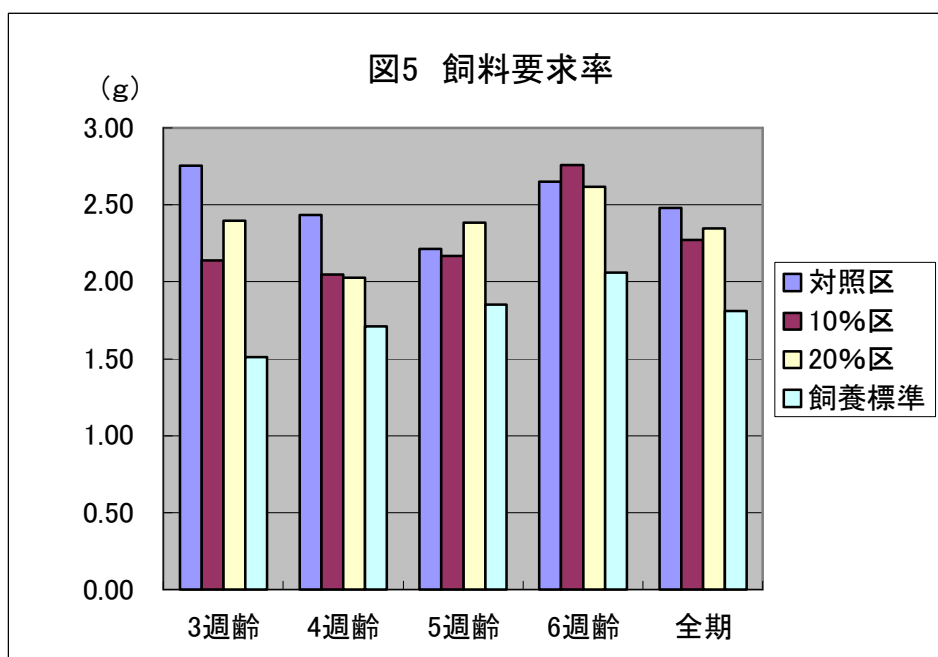


前半の増体量の影響を受け、4週齢時には体重が対照区に比べて20%区では有意に ($p < 0.05$) 大きかった。日本飼養標準の標準増体量と比較すると、本試験のすべての区はすべての週齢で増体量が低かった。したがって本試験の全期間増体量、最終体重は標準値よりも下回った。これは本試験が暑熱条件下での実施であることが影響したものと考えられる。



4. 飼料要求率

飼料要求率の推移を図5に示す。飼料摂取量は変わらず、DDGSの配合率の上昇とともに肥育の前半に体重の増加が認められたため、肥育の前半はDDGS配合区の飼料要求率が低く、飼料の経済性向上が示唆された。後半は飼料要求率が上昇する傾向があったが、全期間ではなおDDGS配合区が低い値を示した。



5. 糞尿混合物中リンの濃度

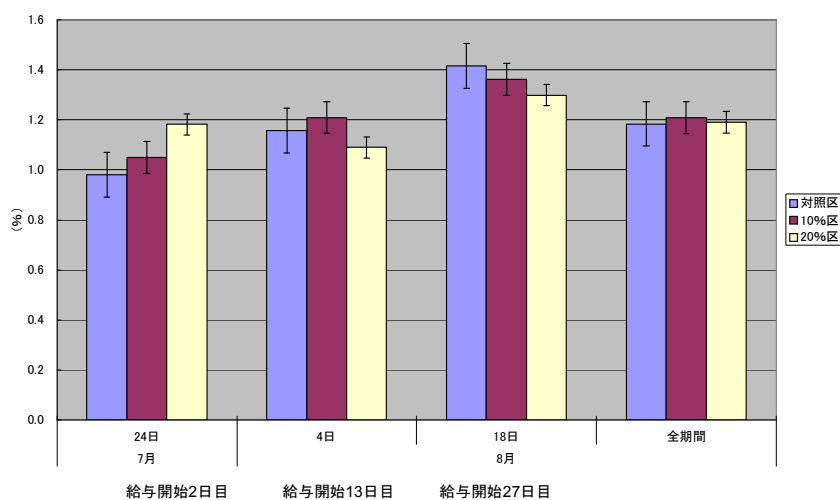
DDGSは利用率の高いリン（非フィチン態リン）を比較的高い割合で含むため、糞排泄リンの含量を低くし、環境に対する負荷を低下させることが期待されている。本試験では基礎飼料にはフィターゼが添加されており、またリンカルは使用されていない。試験飼料では有効リン含量がほぼ同一になるよう、DDGSの配合量に応じてフィターゼの添加量を下げている。

表4 飼料中の形態別リン含量

		対照区	10%区	20%区
全リン	%	0.64	0.65	0.64
フィチン態リン	%	0.24	0.23	0.22
有効リン (全リンーフィチン態リン)	%	0.40	0.42	0.42
有効リン比率 (有効リン/全リン)	%	62.5	64.6	65.6

本試験に用いた飼料中の形態別リンの構成内容を表4に示す。有効リンは全リンからフィチン態リンを差し引いたものとした。DDGSの配合比率の増加に応じてフィターゼの添加量を減少させたにもかかわらず、全リン中の有効リンを示す有効リン比率は、DDGSの配合比率の増加とともに上昇する傾向（62.5、64.6、65.6%）を示した。

図6 糞中リン濃度の推移



糞尿混合物中のリン濃度の推移を図6に示す。2週齢時には基礎飼料区で低く、DDGS配合比率の増加にともなって上昇し、6週齢の肥育末期にはその逆にDDGS配合比率の増加にともなってリン濃度が減少する値を示したが、いずれも区間に統計的な有意差は認められなかった。

本試験の場合、DDGSの配合率、鶏の日齢、フィターゼの添加量が糞中のリン排泄量に影響したものと考えられるが、フィターゼの添加量を軽減しても全期間で糞中排泄リンの量が変わらないことが確認された。フィターゼの添加が飼料になされないときは、DDGSの配合量とリンの排泄量には明らかな逆相関がみられるものと思われる。

6. 屠体部分肉重量

部分肉の生産量について、採肉重量を図7に示す。試験終了時の体重が、DDGS配合比率の増加にともなって増加する傾向にあったが、可食部重量はそれに対応して増加する傾向を示した。また正肉重量、手羽重量、骨付きムネ肉、骨無しムネ肉、骨付きモモ肉、骨無しモモ肉の重量も同様に飼料中DDGSの配合比率に応じて増加する傾向が見られた。骨付きムネ肉では対照区と20%区で有意な差 ($p < 0.05$) が認められた。これはDDGS配合率の上昇による飼料中粗たんぱく質含量の増加（18.0、18.9、19.6%）が影響したものと考えられる。

肝臓重量は飼料中DDGS配合比率の増加に応じて減少する傾向（それぞれ38、36、34 g）を示し、また脂肪組織の重量も同様の傾向（それぞれ41、41、38 g）を示したが、いずれも統計的には有意ではなかった。また体重に対する肝臓重量の比（%）は飼料中DDGSの配合比率に応じて明らかに減少した（図8）。すなわち対照区よりも10%区は明らかに（ $p < 0.05$ ）小さく、また10%区よりも20%区は明らかに（ $p < 0.05$ ）小さかった。対照区と20%区ではさらに大きな差（1.72、1.47%； $p < 0.01$ ）がみられた。これらはDDGSの配合率増加にともなう飼料中の代謝エネルギー含量の減少（3160、3135、3117 Mcal/kg）が影響したものと考えられる。

図7 採肉重量

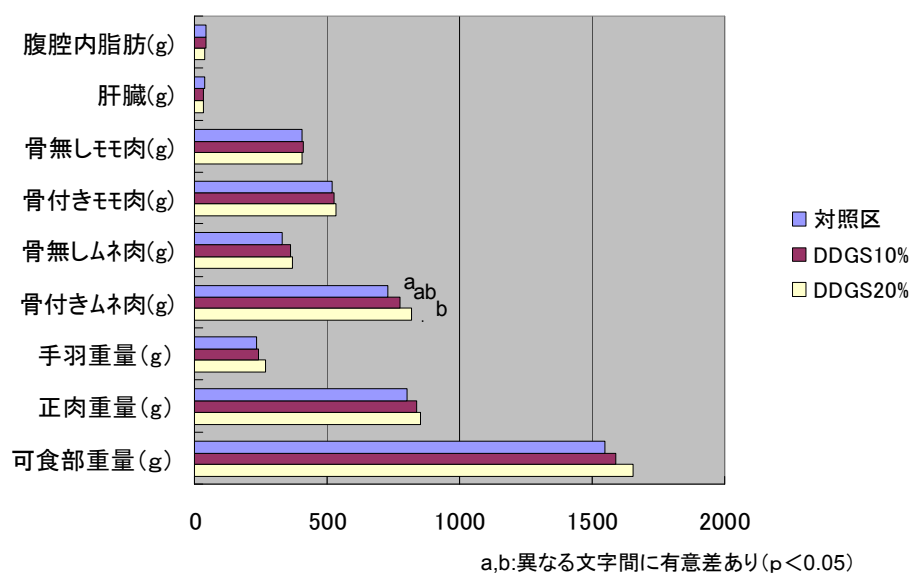
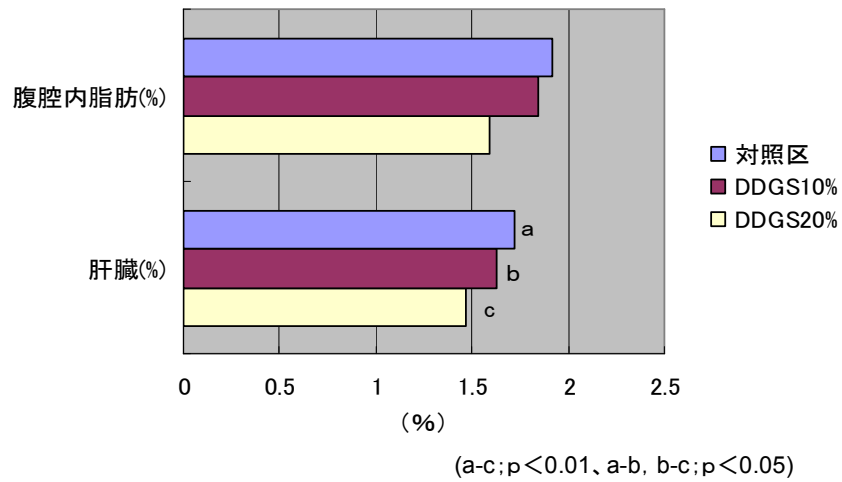


図8 肝臓と腹腔内脂肪組織重量のと体重量に占める割合



7. 脂肪の蓄積量

肝臓および腹腔内脂肪組織の脂肪含有率、蓄積脂肪量（臓器重量に脂肪含有率を乗じたもの）、および体重に対する両臓器の合計蓄積脂肪量の比を表5、表6に示す。

表5 肝臓及び腹腔内脂肪の重量と脂肪含量

	肝臓		腹腔内脂肪	
	組織重量 (g)	脂肪含量 (%)	組織重量 (g)	脂肪含量 (%)
対照区	37.6±1.1	4.3±1.5 ^a	40.8±3.4	86.8±2.1
10%区	35.7±1.1	3.0±1.4 ^a	40.7±3.3	88.4±2.3
20%区	34.4±1.1	2.0±0.8 ^b	37.6±3.2	87.7±4.5

a,b:異なる文字間で有意差あり(p<0.05)

表6 臓器中への蓄積脂肪量

	肝臓* (g)	腹腔内脂肪* (g)	と体重比** (%)
対照区	1.63±0.58 ^a	34.68±10.28	1.67±0.46
10%区	1.10±0.52 ^b	36.90±8.83	1.69±0.27
20%区	0.68±0.31 ^c	33.39±13.31	1.43±0.51

* 組織中含量: 組織重量×粗脂肪割合

** と体重比: (肝臓脂肪の含量+腹腔内脂肪の脂肪含量)/と体重×100
(a-c; p<0.01、a-b, b-c; p<0.05)

肝臓の脂肪含有率は、飼料中DDGSの配合比率に応じて明らかに減少した。また肝臓重量も配合比率に応じて減少する傾向があるため、肝臓蓄積脂肪の量は対照区に比べて20%区では半分以下となっていた(1.63、0.68g; p<0.01)。これは飼料中のME(代謝エネルギー)含量と関連しているものと思われる。腹腔内脂肪組織への脂肪にはDDGSの配合比率は影響しなかった。このように、肝臓と腹腔内脂肪組織では脂質代謝が異なり、DDGSの給与によるMEの低下は肝臓の脂肪蓄積を減少させることが明らかとなった。

8. 脚色、肉色、臓器色

脚、肉、内臓の色相測定結果を表7に示す。脚色はDDGS配合比率の増加にともなって明度が低下したが、赤色度、黄色度は変わらなかった。肉眼的には黄色がわずかに濃く感じられた。モモ肉は明度が高く、赤色度が低く、黄色度が高くなった。ムネ肉はモモ肉の反対に明度が低く、赤色度が高く、黄色度が低くなった。肝臓はムネ肉と同様に、DDGSの配合比率の増加にともなって明度が低く、赤色度が高く、黄色度が低くなった。

DDGSにはとうもろこしのルテインやゼアキサントチンなどの赤色、黄色色素が多く含まれており、鶏卵では卵黄色を高めることが判っている。そこで、ブロイラーの肉色にDDGSが影響することが予想されるために本試験を行ったが、機械的な測定では有意差があるものの、肉眼的には併置しても識別がやや困難な程度の色相差に過ぎなかった。これがブロイラーの商品価値に影響するか否かは、今後の検討が必要である。

表 7 脚、肉および内臓の色相

7-1 明度(L 値)

区	脚	モモ	ムネ	肝臓	腹腔内脂肪
対照区	71.89±0.78A	43.79±0.57A	43.64±0.70a	38.03±1.00A	70.20±0.52A
DDGS10%	70.30±0.74AB	45.54±0.54AB	42.36±0.67ab	32.87±0.96B	69.63±0.50A
DDGS20%	68.77±0.73B	46.96±0.53B	40.79±0.66b	30.79±0.94B	67.28±0.49B

7-2 赤色度(a 値)

区	脚	モモ	ムネ	肝臓	腹腔内脂肪
対照区	0.44±0.46	4.87±0.37a	1.14±0.22A	14.64±0.30a	1.73±0.38
DDGS10%	0.41±0.44	3.47±0.35b	0.40±0.21AB	13.90±0.29ab	0.77±0.36
DDGS20%	0.14±0.43	3.33±0.35b	0.06±0.21B	13.34±0.29b	0.90±0.36

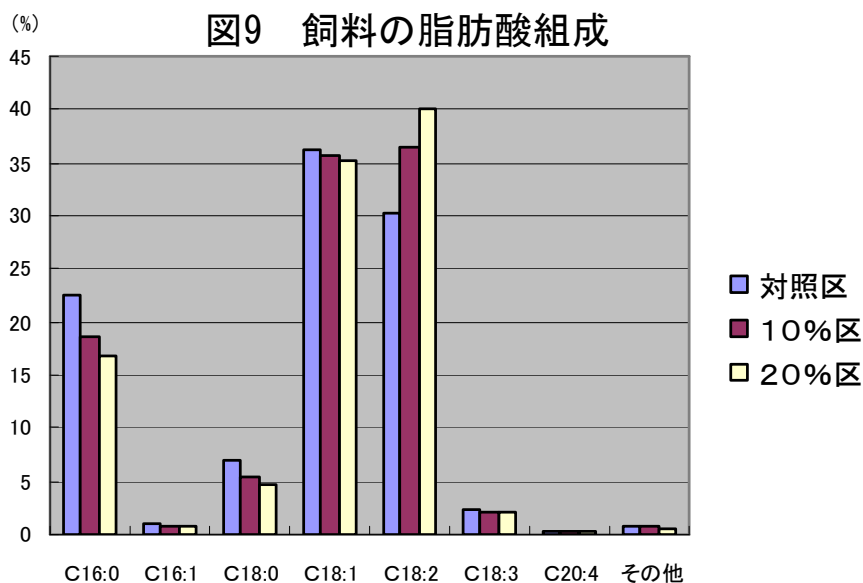
7-3 黄色度(b 値)

区	脚	モモ	ムネ	肝臓	腹腔内脂肪
対照区	29.88±0.74	7.48±0.30A	7.45±1.08	13.79±0.51a	15.53±0.39a
DDGS10%	29.21±0.70	8.27±0.28AB	6.17±1.03	11.71±0.49b	16.80±0.37ab
DDGS20%	28.49±0.69	8.78±0.28B	6.22±1.02	11.22±0.48B	17.05±0.36b

(異なる文字間に有意差有り A-B, a-B; p<0.01 a-b; p<0.05)

9. 脂肪酸組成

DDGSにはトウモロコシ由来の脂肪が高濃度で含まれている。したがってこの配合割合が増すほど、供試飼料の脂肪酸組成はトウモロコシ油に近づくことになる。表8に供試飼料の油脂中の脂肪酸組成を示す。

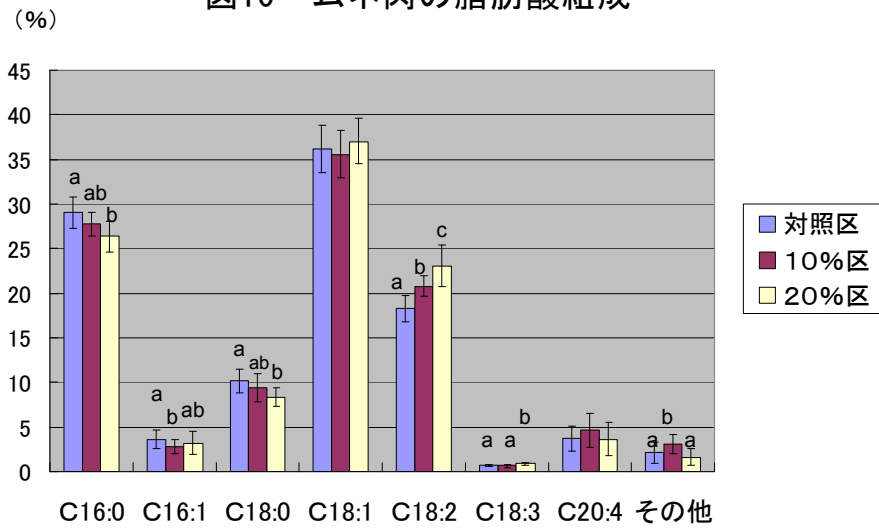


基礎飼料には動物性油脂を含むため、対照区用飼料はC16:0(パルミチン酸)とC18:0(ステアリン酸)の飽和脂肪酸を比較的多く含んでいる。一方、トウモロコシ油にはC18:2(リノール酸)を多く含んでいる。したがってDDGS配合率の上昇とともに、図9で示されるようにパルミチン酸とステアリン酸が減少し、リノール酸が著しく上昇した。

これらの飼料を給与した場合のムネ肉、モモ肉および腹腔内脂肪組織の脂肪酸組成を図10から図12に示す。すべての脂肪の脂肪酸組成は、飼料の脂肪酸組成の影響を受け、飼料中のDDGS配合割合の増加とともに、飽和脂肪酸であるパルミチン酸とステアリン酸が減少し、不飽和脂肪酸であるC16:1(パルミトレイン酸)とC18:1(オレイン酸)の低下傾向がみられ、とくにリノール酸は著しく上昇した。

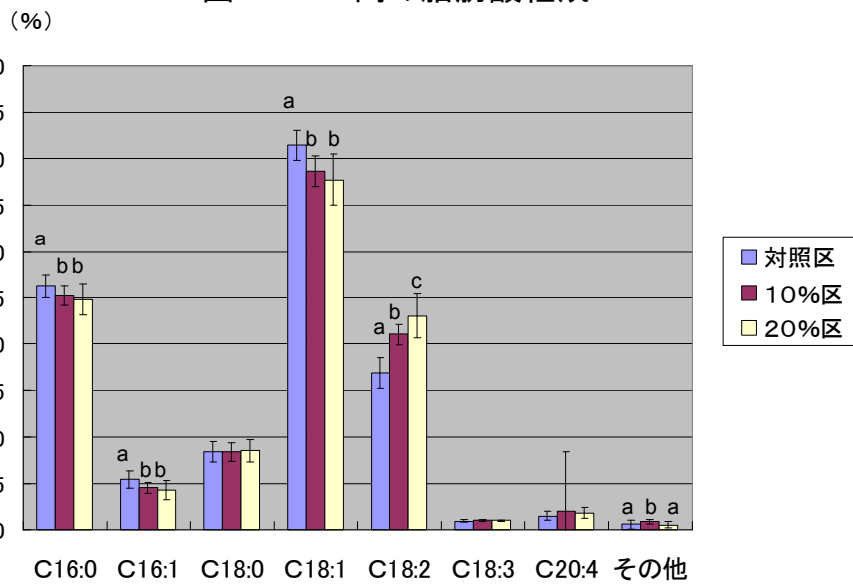
ブロイラーの体脂肪酸組成は、食肉としての美味しさとともにフライドチキンのフライオイルの寿命に影響するので、産業的にも重視されている。DDGSの給与により、体脂肪酸組成が植物に近くなることは注目すべきであろう。この評価については、産業界も交えた今後の検討が必要である。

図10 ムネ肉の脂肪酸組成



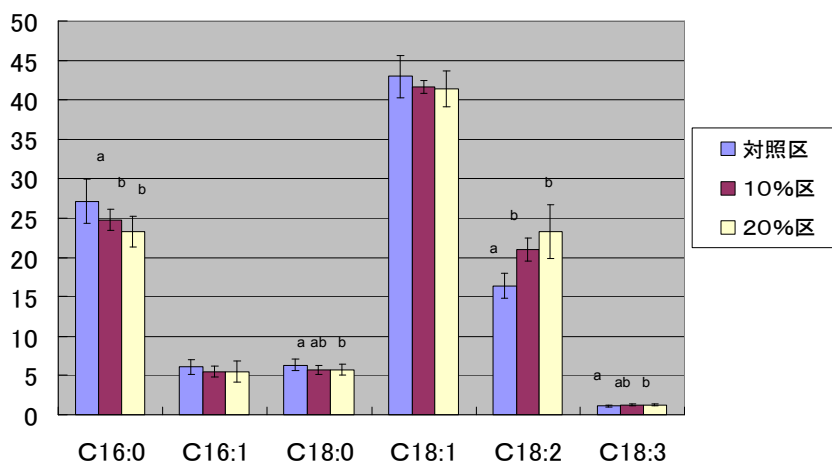
a, b, c:異なる文字間で有意差あり(p<0.05)

図11 モモ肉の脂肪酸組成



a, b:異なる文字間で有意差あり(p<0.05)

(%) 図12 腹腔内脂肪の脂肪酸組成



a, b: 異なる文字間で有意差あり(p<0.05)

IV まとめ

1. アメリカ産トウモロコシ蒸留粕 (DDGS) を用い、わが国のコマーシャル品種のブロイラー (チャンキー) に対する給与により、生産物の量とともに、腹腔内脂肪蓄積量や脂肪酸組成、肉色などの生産物の質に及ぼす影響、ならびに糞中リン濃度に及ぼす影響を明らかにするために、日本獣医生命科学大学動物栄養学教室 (東京) で試験を行った。
2. 市販のブロイラー肥育用飼料給与区を対照区とし、これにDDGSを外割で10%または20%混合した区を試験区とする合計3区を設定し、各区21羽、合計63羽を用いて4週間のブロイラー肥育試験を行った。この試験は2007年7月から8月にかけて、暑熱環境の下で実施した。
3. 飼料の成分はDDGS配合率の増加にともない、たんぱく質が増加し、代謝エネルギーが減少した。またリジンと有効リンの含量が同じになるように、リジン単体およびフィターゼの添加量で調整した。
4. DDGS配合率の増加にともない飼料中のフィターゼ添加濃度を低下させたが、糞尿中の排泄リン濃度は肥育前半で増加、肥育後期で減少する傾向があった。全期間で見れば糞中リンの濃度は変わらず、フィターゼの添加量を軽減しても全期間で糞中排泄リンの量が変わらないことが確認された。
5. DDGS配合率の増加にともない、飼料摂取量は変わらず、肥育前期の発育向上が認められ、飼料要求率の改善も見られた。これは飼料中の粗たんぱく質含量の上昇によるものと思われる。
6. DDGS配合率の増加にともなう体重の増加傾向に応じて、部分肉の生産量はDDG

S 配合区で増加傾向があった。一方、これにともない肝臓と腹腔内脂肪組織の重量は減少した。肝臓への脂肪蓄積量は明らかに減少した。これは飼料中の代謝エネルギーの減少によるものと思われる。

7. DDGS 配合率の増加にともない、脚の皮膚色は明度が低く、ムネ肉は赤色度が強く、モモ肉は黄色度が強くなったが、肉眼的な識別は容易ではなかった。
8. DDGS 配合率の増加にともない、飼料中の飽和脂肪酸（動物油脂に多い）が減少し、不飽和脂肪酸であるリノール酸（トウモロコシに多い）が著しく上昇した。この組成の変化は、ブロイラーの肉と脂肪組織の脂肪酸組成に反映され、リノール酸が明らかに多い生産物が得られた。

以上