ＩＳＳＮ　2187－6428

Bulletin of the
Akita Prefectural Livestock Experiment Station

NO.30　February　2016

秋田県畜産試験場
研　究　報　告

第　30　号
平成28年２月

Akita Prefectural Livestock Experiment Station
Daisen, Akita, Japan

秋田県畜産試験場
秋　田　県　大　仙　市

秋田畜試研報　Bull.Akita Pref.Livest,Exp.stn.no.30.p.1-37（February 2016）

秋田県畜産試験場研究報告　第30号（平成28年２月）

目　　次

1　トウモロコシ不耕起播種機を用いた飼料用ライ麦－トウモロコシ二毛作栽培
…… 渡邊　　潤 …… １～８
佐藤　寛子

2　黒毛和種肥育牛への飼料用米ソフトグレインサイレージの多給試験（第２報）
－育成期から肥育出荷までのステージ別給与割合の検討－ …… 千田　惣浩 …… ９～20
相馬　祐介
渡邊　　潤
高橋　利清
藤田　　歩

3　比内鶏の発育形質関連QTL解明とその検証（第４報）
－コレシストキニンA受容体遺伝子の一塩基多型（g.420 C > A）は比内鶏の発育を改善する－
…… 力丸　宗弘 …… 21～29
武田　尚人
大久保　武
高橋　大希
小松　　恵
高橋　秀彰

4　比内地鶏雄の性能調査および出荷日齢短縮の検討 …… 力丸　宗弘 …… 30～37
高橋　大希
佐藤　悠紀
小松　　恵

トウモロコシ不耕起播種機を用いた飼料用ライ麦－トウモロコシ二毛作栽培

渡邊　潤・佐藤寛子*

* 現：秋田県平鹿地域振興局

要　約

自給飼料生産において土地単位面積当たりの収量を増加させるには，二毛作栽培が有効である．

秋季の天候不順が特徴的な秋田県では，飼料用トウモロコシと組み合わせる秋作物の播種作業日が限定される．そのため，作業工程の簡略化，省力化が求められる．

そこで本研究では，不耕起播種機を用いた飼料用ライ麦－トウモロコシの二毛作体系を検討したところ，以下の結果が得られた．

1　不耕起対応トウモロコシ播種機により飼料用ライ麦の播種が可能で，耕起－条播条件で，草丈・収量が高い値を示した．

2　飼料用ライ麦跡に，飼料用トウモロコシを2 m/sの高速播種作業が可能で，不耕起区でかん長・かん径そして収量が高い傾向を示した．

緒　言

自給飼料生産において土地単位面積当たりの収量を増加させるには，二毛作栽培が有効と考えられる．二毛作栽培としては，冬作飼料用ムギ類－飼料用トウモロコシ(尾張ら，2011)や冬作飼料用ムギ類－飼料用イネ(宮城県，2015)について報告がある．

二毛作栽培を成立させるためには，前作収穫から次の播種作業まで短期間のうちに行わなければならない．また，ムギ類の収穫期は牧草の収穫期と重なること，飼料用トウモロコシの播種の遅れは収量に影響すること，秋季の天候不順が特徴的な秋田県では，飼料用トウモロコシ収獲後のムギ類等播種作業可能日が少ない等の理由により，作業工程の簡略化，省力化が求められる．

播種作業を省力化する技術として不耕起播種栽培技術がある．従来，耕起・砕土後，播種であったところを，収穫後の圃場に対して直接播種する方法である．プラウ耕およびロータリー耕を省力化することにより燃料・作業時間を，約65%・40%削減できるとの報告がある(森田，2011)．

そこで，トウモロコシ不耕起播種機(生物系特定産業技術研究支援センター（以下(生研センター))を用いて，飼料用ライムギおよび飼料用トウモロコシ二毛作体系について検討し，機械作業性および収量について調査した．

材料および方法

1　供試圃場：秋田県畜産試験場内畑地(前飼料用トウモロコシ圃場)

2　不耕起対応トウモロコシ播種機(写真１)：生研センターで開発された，高能率な不耕起播種が可能なトウモロコシ播種機(橘ら，2012)．

3　飼料用ライ麦栽培

・品種：春一番(耐寒性，耐雪性に優れる極早生品種)

・播種日：平成24年10月26日，

収獲日：平成25年６月10日

・施肥量：10 kgN/10a

・試験区分：平成24年秋に飼料用トウモロコシを収穫した後，飼料用ライ麦を播種.

１）不耕起圃場－条播(不耕起播種機)

２）耕起圃場－条播(不耕起播種機)

３）耕起圃場－散播(ブロードキャスター)

の３ケースの耕起・播種条件とした(表１).

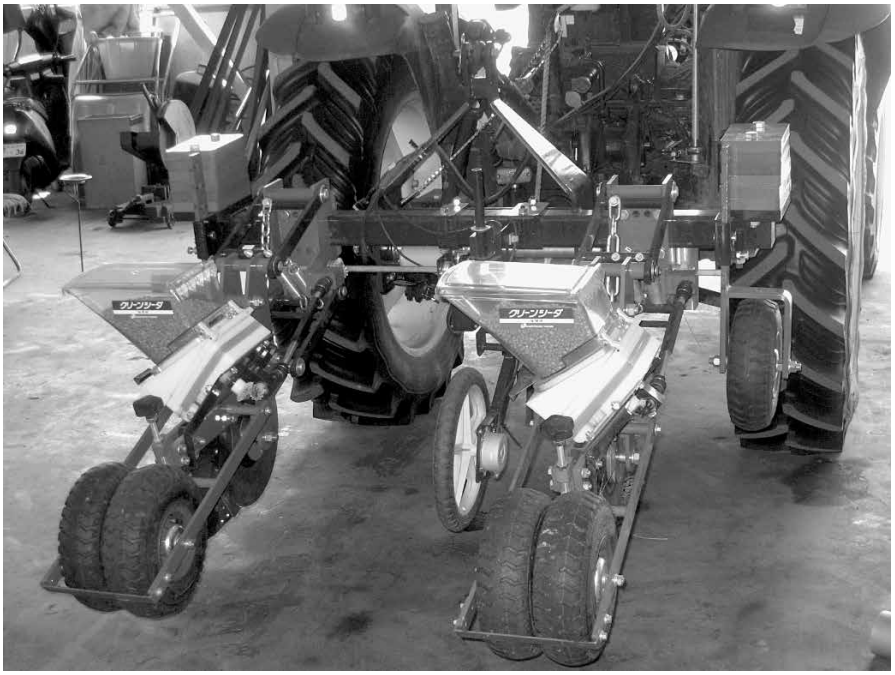


写真１　トウモロコシ不耕起播種機

表１　試験区分

平成24年春播種→	平成24年秋播種→	平成25年春播種→秋収獲
飼料用トウモロコシ	飼料用ライムギ	飼料用トウモロコシ
耕起	不耕起・条播	不耕起
		耕起
	耕起・条播	不耕起
		耕起
	耕起・散播	不耕起
		耕起

4　飼料用トウモロコシ栽培

・品種：ゴールドデントKD550(相対熟度105日タイプ)

・播種日：平成25年６月13日,
収獲日：平成25年９月26日

・施肥量：8 kgN/10a，堆肥4 t，炭カル150 kg/10a，ヨウリン30 kg/10a

・除草処理：飼料用トウモロコシ播種直後に，非選択性除草剤グリホサートカリウム塩液剤(500 ml/10a，100倍希釈)をブームスプレヤーにより散布した.

・試験区分：飼料用ライ麦収穫後，ライ麦の各試験区に耕起および不耕起の２処理を施し，不耕起播種機(生研センター，アグリテクノ矢崎)により，飼料用トウモロコシを播種した(表１).

5　調査項目：

1）ライ麦：①草丈および収量，②飼料成分；一般飼料成分(水分，粗灰分，粗蛋白質，粗脂肪，粗繊維)，デタージェント繊維(NDF)，可消化養分総量(TDN)を測定した.

尚，分析は，飼料成分分析の常法に従って行った(粗飼料の品質評価ガイドブック，自給飼料利用研究会 2009).

2）飼料用トウモロコシ：①播種精度(播種速度，株間，播種深さ，逸出率，被服不足率)②生育状況(かん長，着穂高，かん径)③収量(原物，乾物)

結　果

1　ライ麦栽培

1－1）播種量：カタログ推奨値である8 kg/10aで設計したが，不耕起播種機を用いての条播(畝間35 ㎝)では，耕起圃場2.3 kg/10a)，不耕起圃場(3.1 kg/10a)と設計の半分以下となった.

1－2）草丈・収量：耕起・条播区で最も草丈・収量が高く，139.2 ㎝，319 kg/10aであった．耕起・散播区では，個体密度が高いものの茎は太くなかった．不耕起・条播区では広葉雑草が繁茂した.

1－3）飼料成分：各区大きな違いは無いものの，不耕起・条播で，粗繊維，NDFが高い値を示した.

表２．飼料用ライ麦の草丈と収量

試験区分	草丈(cm)	乾物収量(kg/10a)
不耕起・条播	118.5±10.2	81.3±26.7
耕起・条播	139.2± 3.7	318.9±51.5
耕起・散播	134.1±11.3	238.2±51.3

表３．飼料用ライ麦の飼料成分値(%)

試験区分	水分	灰分	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	NDF	TDN
不耕起・条播	74.3	5.0	9.0	2.8	31.0	62.0	54.2
耕起・条播	76.4	5.0	9.0	3.0	26.9	56.7	54.0
耕起・散播	75.4	5.1	7.3	2.9	25.1	55.8	52.7

2　トウモロコシ栽培

2－1）播種精度(表４)：播種速度は，不耕起(1.9 m/s)・耕起(2.0 m/s)とほぼ同等，播種深さでも不耕起(34.9 mm)・耕起(36.7 mm)と同等の値であった．株間も設定の20 cmに近似した精度を示した．圃場は，不耕起条件では非常に硬かった．そのため，ディスクコールターによる切削時に，土壌をはじき飛ばし，覆土出来ない状況が発生した．

2－2）生育状況：9/26（播種後114日目)に収量調査を行った．かん長，着雌穂高とも不耕起区が高い値を示し，前作耕起・散播→不耕起区が，かん長288.7 cm，着穂高122.7 cmと最も高い値を示した．前作不耕起・条播であった区が，耕起・不耕起の条件にかかわらず低い値を示し，前作不耕起・条播→耕起区が，かん長229.0 cm，着穂高97.4 cmと最も低い値を示した(図１，２)．かん径では逆に，前作不耕起・条播→耕起区が，他の前作２条件に比べて耕起・不耕起区とも大きい値であった(図３)．

2－3）収量(図４，５)：前作条件に係わらず不耕起区で，原物収量5,000 kg/10a以上，乾物収量2,000 kg/10a以上の値を示した．前作不耕起・条播→耕起区が，耕起・不耕起区とも大きい値を示し，前作耕起→耕起となった２区が他区に比べて低い値を示し，前作耕起・散播→耕起が原物収量3,869 kg/10a，乾物収量1,626 kg/10aと最も低い値であった．

表４　播種精度

前作(ライ麦)条件	不耕起・条播	耕起・条播	耕起・散播	不耕起・条播	耕起・条播	耕起・散播
トウモロコシ	不耕起			耕起		
播種速度(m/s)	1.9			2.0		
畦幅(cm)	70			70		
株間(cm)	20.8	18.9	19.9	21.2	20.9	21.6
播種密度(本/10a)	6868.1	7558.6	7178.8	6738.5	6835.3	6613.8
播種深さ(cm)	34.9			36.7		
逸出率	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
覆土不足率	1.4	1.4	1.1	0.0	0.0	0.0

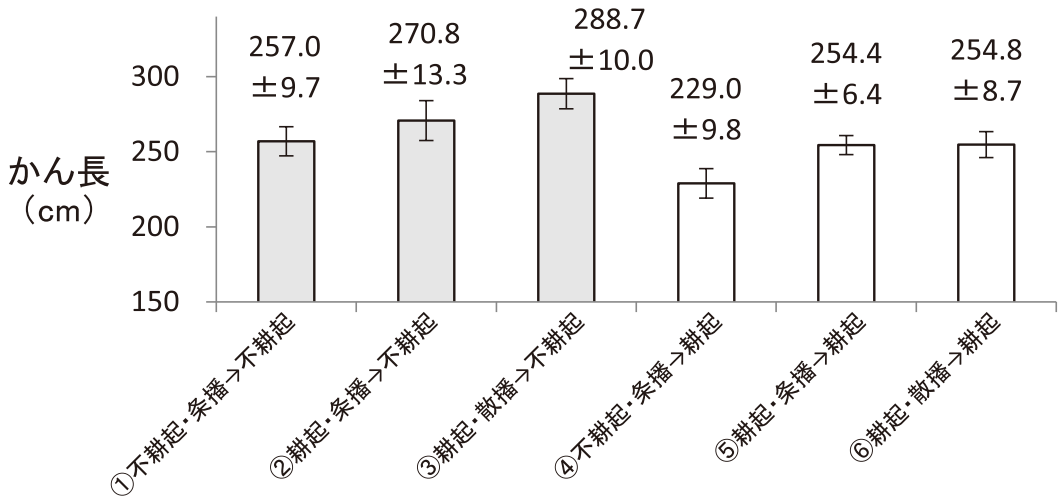


図１　かん長

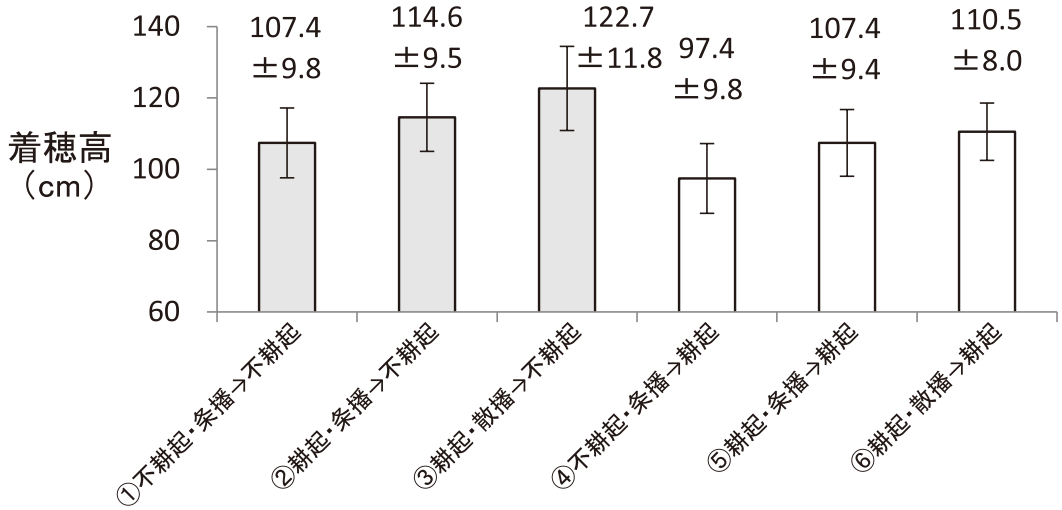


図２　着穂高

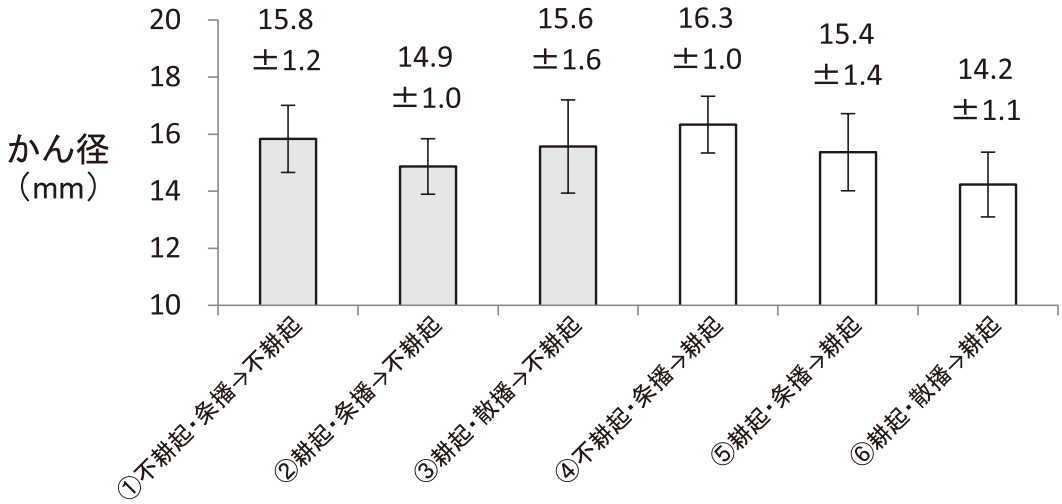


図３　かん径

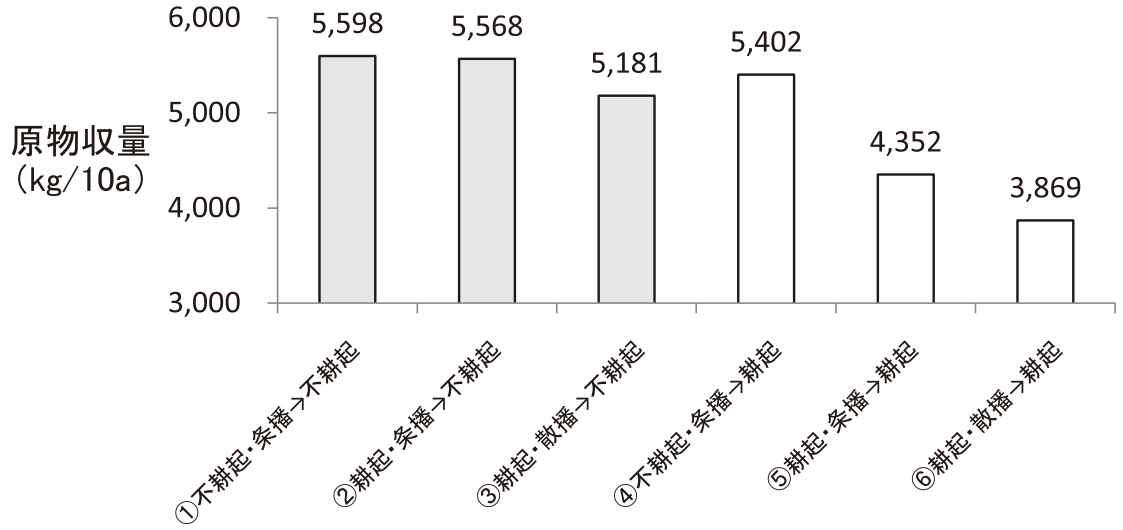


図４　原物収量

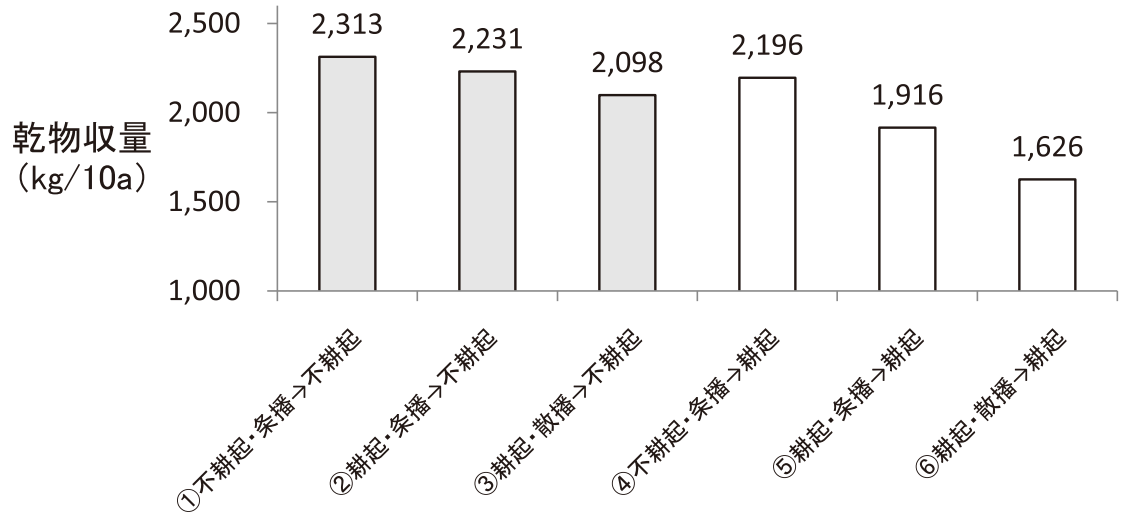


図５　乾物収量

考　察

秋田県において飼料用ライ麦－飼料用トウモロコシの二毛作が可能で，不耕起播種機を用いたライ麦播種において，播種量を低減しながらの収量確保が可能であった．また，飼料用トウモロコシでは，不耕起区で収量の高い傾向を示した．

不耕起播種機は，トウモロコシ種子の播種を主たる目的として開発された．しかしながら，本開発機の繰り出し装置が多用な作物の種子に対応できる可能性が見出されている(橘ら，2014)．そこで，本研究においても，飼料用ライ麦の播種に用いた．その結果，播種量が散播に比較して半分以下にも係わらず，収量は，耕起－条播条件で最も高い値を示した．尾張ら(2011)は，飼料用ライ麦－飼料用トウモロコシについて検討しており，飼料用ライ麦の乾物収量について，出穂前期(346 kg /10a)，出穂期(470 kg /10a)と報告しており，最も収量の高かった耕起－条播条件での318 kg / 10aが近似していたと考えられる．これに比べると不耕起－条播で，その１/ ３以下と大きく収量を落としてしまった．しかしながら，ムギ類の不耕起栽培も，近年拡がりを見せていることから，要因の解析を進めたい．

飼料成分では，収量の少なかった不耕起－条播で，粗繊維およびNDF含量が他区に比較して高かった．生育不良が認められたことから，穂部割合の低下が要因とも考えられた．その他成分については，各区差が認められず，TDNについても53－54%と，尾張ら(2011)と同等の含量である．

飼料用トウモロコシの播種速度は，2 m/s (時速7.2 km)と高速作業が可能でありながら株間，播種深さも，耕起・不耕起の条件に関わらず同等の高い精度を示した．ただし，不耕起圃場については，土壌の硬さから，播種溝からの種子の逸出，被覆土不足が認められ，圃場条件に合わせた作業速度の調整が求められる．

不耕起区では，耕起区に比べてかん長が着穂高が高くかん径が大きかった．魚住ら(2006)は，飼料用トウモロコシについて，不耕起栽培でも耕起栽培と同等の収量が得られることを報告している．では，耕起区で，かん径，収量が低い傾向にあった事について考えると，密植により茎が細くなることが報告されている(江柄ら，1986)が，本結果ではその傾向は認められず，最も栽植密度の低かった区で，かん径が小さくなっている．トウモロコシ栽培における土壌物理性については，団粒構造が重要であるとされ(戸澤，1980)，過度の砕土は作物根茎に悪影響を与えるとしている．また加藤ら(2007)は，雑草の被度が高い場合，競合により伸長成長が促進されるとも報告しており，耕起処理と土壌物理生および雑草植生への関係が，前作耕起→耕起区において，かん長は耕起区の中では高かったもののかん径が小さく，収量を低下させた可能性もある．

耕起圃場と不耕起圃場では，雑草の植生が異なると実際の観察からの感想を得ている．また，不耕起による連年栽培では，非選択性除草剤が，ギシギシ等の残存数を減らしている可能性もあり，今後，不耕起栽培導入と雑草植生の関係についての調査も検討していく必要があると考えられる．

引用文献

魚住順，平久保友美，出口新，嶝野英子，折舘信，堀間久巳，尾張利行．2007．トウモロコシは不耕起栽培でも耕起栽培と同等の収量性が得られる．東北農業・畜産，畜産草地研究成果情報［技術・普及］

江柄勝雄，池谷文夫，宮下淑郎．1986．サイレージ用トウモロコシの栽植密度と生産力．北海道草地研究会報，第20号．P181-185.

尾張利行，堀間久己，山形広輔．2011．飼料用トウモロコシの不耕起栽培における二毛作前作ライ麦の最適刈取時期．平成23年度岩手県農業研究センター試験研究成果書.

加藤直樹，佐藤健次，服部育男，上村克宏．2007．飼料用トウモロコシ不耕起栽培におけるグリホサートアンモニウム塩剤およびニコスルフロン剤処理が収量および雑草量に与える影響．日草九支報，37（2）．p 1 - 4．

橘　保宏，川出哲生，志藤博克，平田　晃．2014．不耕起対応トウモロコシ高速播種機の開発２．高速高精度種子繰出装置の性能．日本草地学会誌．60（3）．p206-212.

戸澤英男．1980．トウモロコシの栽培技術．P125-133．東京.

福井弘之・武内徹郎．2013．不耕起対応トウモロコシ播種機を用いた栽培試験
イタリアンライグラス跡不耕起栽培［第１報］．徳島畜研，No.12．p50-51.

宮城県畜産試験場．2015．水田の高度利用による飼料用稲－麦二毛作による飼料生産．普及に移す技術，第90号．No ６．

森田聡一郎．2011．関東における不耕起栽培．日本草地学会誌．57（3）．p136-141.

横石和也，白田英樹．2014．不耕起対応トウモロコシ播種機を用いた栽培試験
イタリアンライグラス跡およびトウモロコシ跡における不耕起栽培【第二報】．徳島畜研，No.13．p42-45.

黒毛和種肥育牛への飼料用米ソフトグレインサイレージの多給試験（第２報）

－育成期から肥育出荷までのステージ別給与割合の検討－

千田惣浩・相馬祐介・渡邊　潤・高橋利清*・藤田　歩

*現：秋田県農林水産部畜産振興課

要　約

飼料用米多給技術の開発に向け，その加工形態を籾米SGSと膨軟化処理籾米SGSとして，育成期から肥育出荷までのステージ別給与割合を検討した．代替割合を対原物比で①育成期から肥育前期（概ね５，６ヵ月齢～ 14，15 ヵ月齢）を50%程度，②肥育中期（概ね24，25 ヵ月齢まで）を30%程度，③肥育後期（概ね29，30 ヵ月齢）までを40%程度とした飼料設計による肥育試験を実施したところ，雌肥育牛含め籾米を膨軟化処理することで肉質向上には至らなかったが，食い込みが旺盛で発育性が高まることが示唆された．また，体尺値で腹囲から胸囲の値を差し引いて算出した腹・胸の差の値が，SGS給与で高い値となったことから，肋張の良い肥育素牛生産にも有利となることが示唆された．

緒　言

本県では，飼料自給率の向上，水田の有効活用，さらには秋田産ブランド牛肉生産体系の確立のため，濃厚飼料の代替として飼料用米の肥育牛への給与が検討されている．これまで，黒毛和種肥育去勢牛と発育性が類似した乳用交雑肥育雌牛への籾米SGSの給与試験を行い，原物代替率は40%程度が給与限界割合であることを報告した（千田ら2014）．

次に黒毛和種去勢牛を用い，肥育期間のSGS給与における原物代替率を40%に統一し，SGSの種類を従来の籾米SGSと，籾米を加水・加圧処理してサイレージ化した膨軟化処理籾米区を設定し，比較検討した結果，籾米を膨軟化処理することで飼料の効率性が高まることを報告した（千田ら2014）．

今回，肉用牛肥育牛現場における飼料用米の更なる利用の拡充を図るため，肥育前の育成期から肥育出荷までの給与試験を実施したので報告する．

なお，本試験は農林水産省委託プロジェクト（国産飼料プロ）の3-2系，水田肉牛チームの共同試験において，第３クール分として実施した．

材料および方法

１　供試牛および試験区

試験牛の概要を表１に示した．全頭当場生産牛で資質系である，“菊安165”号産子９頭とその他４頭の供試である．試験開始月齢は5.1 ～ 6.5 ヵ月齢で，雄は満28 ヵ月齢，雌は29 ヵ月齢を目途に肥育出荷した．

試験区は，完熟期籾米をプレスパンダーを用いて，加水/加圧でサイレージ化された膨軟化処理籾米SGS（以下，膨軟米Ｓ区）と未破砕のまま0.1%乳酸菌（畜草１号：雪印種苗）を添加処理し，飼料米粉砕機（デリカ社製）で粉砕給与した籾米SGS区（以下，籾米Ｓ区），ならびにSGS無給与（以下，無給与区）の３区を設置した．

表１　試験牛の概要

試験区分	管理No.	生年月日	性別	血統			開始月齢	屠畜月齢	試験日数
				父	母の父	祖母の父			
膨軟米S区	黄１	H24.1.18	去勢	篤福	美津照	北国7の8	6.5	28.9	682
	黄２	H24.1.29	去勢	菊安165	宮管	北国7の8	6.1	29.5	711
	黄４	H24.2.8	めす	菊安165	龍平	北国7の8	5.8	30.3	746
	黄５	H24.2.9	めす	菊安165	北国7の8	神高福	5.8	30.3	746
籾米S区	桃３	H24.4.24	去勢	菊安165	美津神	義安福	5.4	29.8	745
	白２２	H24.3.4	めす	菊安165	義安福	糸勝	6.3	30.6	738
	白２３	H24.3.17	めす	菊安165	義安福	安平	5.9	30.2	738
	桃４	H24.5.2	めす	義平福	国牽白清	安平	5.1	29.6	745
無給与区	桃２	H24.4.15	去勢	菊安165	安平照	平茂勝	5.7	29.2	717
	黄３	H24.1.26	めす	菊安165	北仁	美津福	6.2	29.6	679
	桃１	H24.4.1	めす	菊安165	篤桜	山百合	6.1	29.1	700
	桃１０	H24.7.12	めす	義平福	龍平	美津福	6.1	29.8	722
	桃１３	H24.8.22	めす	義安平	福金	北国7の8	6.1	28.5	682

２　給与飼料

飼料は朝夕２回，飽食給与を基本とした．表２に給与飼料の成分値および購入単価を示した．SGSの分析値は，水分が籾米SGSで26.8%に対し膨軟米SGSが40.5%，可消化粗蛋白(DCP)と可消化養分総量は籾米SGSが3.0%，56.9%に対し，膨軟米SGSは2.6%，46.2%であった．

濃厚飼料は試験開始から概ね11ヵ月齢までを肥育前期飼料(CP：15.0%，TDN：68.0%)，その後，屠畜出荷までを肥育後期飼料(CP：12.5%，TDN：72.0%)とした．

次に本試験における飼料給与体系を表３に示した．濃厚飼料に対するSGSの配合代替割合は対原物比で①育成期から肥育前期(概ね５，６ヵ月齢～14，15ヵ月齢)を50%程度，②肥育中期(概ね24，25ヵ月齢まで)を30%程度，③肥育後期(概ね29，30ヵ月齢)までを40%程度とした．なお，蛋白不足解消のため，試験開始から概ね10，11ヵ月齢までに大豆粕を日量200 g，ビタミンA含有飼料を20ヵ月齢から屠畜出荷までに補助飼料として給与した．また，離乳後の育成飼料から肥育飼料の切り替えと肥育前期飼料から後期飼料への切り替えは，馴致目的で２週間，等量給与した．粗飼料は，チモシー主体乾草を概ね12～13ヵ月齢まで給与し，全量稲わらに切り替えた．

３　その他飼養管理

供試牛は，育成期から肥育前期ならびに肥育後期は単飼，肥育中期は月齢に応じ２頭飼育を基本とした．また，自由飲水，セレン入り鉱塩の自由舐食，敷料は籾殻＋おが屑とした．

４　調査項目

１）発育体重と体尺値の推移

１ヵ月に１回，体重，体高，胸囲，腹囲を測定した．体重の推移は，育成試験開始時，肥育前期，中期，後期の各ステージ到達体重と屠畜出荷直前の出荷時の５時点について取りまとめた．体高，胸囲，腹囲は試験開始から概ね５ヵ月毎と屠畜出荷時の値を，また，腹囲から胸囲の測定値を差し引いた値を腹・胸の差として算出した．

表２　飼料成分および単価

（原物中:%）

項目	ＳＧＳ		濃厚飼料		補助飼料	
	膨軟米	籾　米	開始～11ヶ月齢	12ヶ月齢～出荷	大豆粕	後期(ﾋﾞﾀﾐﾝA)
水　分	40.5	26.8	—	—	11.8	—
可消化養分総量（TDN）	46.2	56.9	68.0	72.0	76.8	74.0
可消化粗蛋白（DCP）	2.6	3.0	—	—	—	—
粗タンパク質（CP）	4.5	5.2	15.0	12.5	45.0	12.0
粗 脂 肪	1.2	1.6	2.0	2.0	1.9	2.0
粗 繊 維	5.7	6.6	10.0	10.0	5.3	8.0
粗 灰 分	2.8	3.7	10.0	10.0	6.4	8.0
単 価(円／kg)	42.0	31.5	62.0	65.0	75.0	60.0

＊SGSは分析値、濃厚飼料・補助飼料はメーカー保証値
単価は消費税含まず

表３　給与体系

ステージ 区分		育 成 期	肥 育 期		
			前 期	中 期	後 期
給与期間	月 齢	5、6 ～ 9、10ヶ月齢	9、10 ～ 14、15ヶ月齢	14、15 ～ 24、25ヶ月齢	24、25 ～ 29、30ヶ月齢
	日 数	119 ～ 126日間	133 ～ 154日間	301 ～ 315日間	101 ～ 172日間
SGS区（膨軟米、籾米）	SGS	← 50% →		← 30% →	← 40% →
	濃厚飼料	← 50% →		← 70% →	← 60% →
無給与区	SGS	0%（給与なし）			
	濃厚飼料	← 100% →			
粗飼料	乾 草	→ 12、13ヶ月齢まで			
	稲 ワラ	← 肥育全期間 →			
補助飼料	大豆粕	→ 10、11ヶ月齢まで			
	ビタミンA	20ヶ月齢から →			

＊給与割合は対原物比
（重量換算）

２）飼料摂取量

毎朝，給餌前に前日給与分の残飼料を測定した．なお，２週間に１回給与量の見直しを行った．

３）枝肉調査

個体毎に屠畜２日後，日本食肉格付協会の格付値から枝肉成績を取りまとめた．また，同日「食肉脂質測定装置」を用い，枝肉左半丸の第６，第７胸椎間横断面における筋間脂肪のオレイン酸推定値を測定した．なお，温度変化等を勘案し，同部位を３回測定し平均値を算出した．

4）血中ビタミン濃度と一般血液性状

血液サンプルは，頸静脈から採取し，血中ビタミン濃度は高速液体クロマトグラフィー，一般血液性状は富士ドライケムにより測定した．血中ビタミン濃度は，ビタミンA，βカロティン，ビタミンEの３項目，一般血液性状は肝機能の指標としてGOT（グルタミン酸オキザロ酢酸トランスアミナーゼ)とGGT(γ-グルタミルトランスペプチダーゼ)を，栄養の指標としてBUN（尿素態窒素)，TCHO（総コレステロール）およびGLU（グルコース)を，無機質としてCa（カルシウム)，P(リン)およびMg（マグネシウム）を測定項目とした．なお，測定値のとりまとめは，①開始時，②10ヵ月齢，③15ヵ月齢，④20ヵ月齢，⑤25ヵ月齢，⑥出荷時の６時点における直近値とした．

5）胃液ｐＨと尿ｐＨ

胃液は経口採取器，尿は自然排尿により，サンプル採取し，直ちにｐＨメータで測定した．採取時期は①10ヵ月齢，②15ヵ月齢，③20ヵ月齢，④25ヵ月齢，⑤出荷時の５時点の５ステージの直近としたが，採取時間は，朝給餌から５時間後の午後1：00～2：00に統一した．

6）牛肉の脂肪酸組成

試験牛13頭中，枝肉調査後得られた10頭のリブロース肉についてガスクロマトグラフィーにより分析を行った．

7）統計処理

得られたデータは，一元配置分散分析により差の検定を行い，区間の検定はTukey'sの方法で統計処理した．なお，有意差の表示は標本が複数ある雌についてのみ表示した．

結　果

1　発育体重と体尺値の推移

表４に育成試験開始時，肥育前期，中期，後期の各ステージ到達体重と屠畜出荷直前の出荷時の５時点についての測定値を示した．各ステージで有意な差は認められないものの，雌雄とも膨軟米Ｓ区で屠畜出荷時の体重が大きく推移し，全期間増体重は去勢牛(n＝２)が0.80 kg/日，雌(n＝２)で0.71 kg/日と籾米Ｓ区の去勢牛(n＝１)0.67 kg/日，雌(n＝３)で0.62 kg/日に比べ，発育が良い結果となった．次に体尺値について，体高，胸

表４　体重の推移

試験区分	性別	頭数	開始月齢(ヶ月齢)	終了月齢(ヶ月齢)	育成試験開始(kg)	肥育前期開始(kg)	肥育中期開始(kg)	肥育後期開始(kg)	終了時(kg)	全期間日増体量(kg/日)
膨軟米S区	去勢	2	6.3	29.2	231	321	430	719	783	0.80
	めす	2	6.5	28.9	184	282	373	627	708	0.71
籾米S区	去勢	1	5.4	29.8	180	268	401	596	680	0.67
	めす	3	5.8	30.1	178	257	351	577	634	0.62
無給与区	去勢	1	5.7	29.2	173	268	399	624	684	0.71
	めす	4	6.1	29.3	177	263	379	623	681	0.72

＊数値は平均値

囲，腹囲ならびに腹囲から胸囲の値を差し引いた値を腹・胸の差として算出し表５に示した．体高の試験開始から終了までの増加幅は，血統の偏りは認められず，26 ～ 39 cmの範囲にあった．また胸囲の増加幅は86 ～ 108 cmであった．一方，腹囲の増加幅は総じてSGS給与区で大きく，腹・胸の差は９-10 ヵ月齢，24-25 ヵ月齢における，雌の値で籾米Ｓ区が31 cm，22 cmに対し，無給与区はそれぞれ22 cm，13 cmと，また試験終了時には，膨軟米Ｓ区30 cm，籾米Ｓ区26 cmで無給与区の18 cmより有意に大きい値となった(P＜0.05)．

２　飼料摂取状況

試験期間中の給与メニュー別総摂取量を表６－１に示した．全期間の飼料摂取量は，膨軟米Ｓ区は去勢(ｎ＝２)でSGSを2,092 kg，濃厚飼料を3,460 kg，雌(ｎ＝２)でSGSを1,914 kg，濃厚飼料を3,239 kg摂取したのに対し，籾米Ｓ区では去勢(ｎ＝１)がSGSを2,018 kg，濃厚飼料を3,331 kg，雌(ｎ＝３)でSGSを1,741 kg，濃厚飼料を3,127 kg摂取で，総じて膨軟米Ｓ区の摂取量が多かった．無給与区は濃厚飼料のみ去勢(ｎ＝１)が4,533 kg，雌(ｎ＝４)が4,580 kgの摂取で，濃厚飼料の1.1 ～ 1.4トンをSGSで代替したこととなった．

次に各ステージ別１日１頭当たりのSGSと濃厚飼料の摂取状況を表６－２に示した．給与総量から算出したSGSの代替割合は試験設計で育成期と肥育前期は50%，肥育中期40%，肥育後期を40%と設計したが，飽食を基本とした残量の関係等で，加減が生じたが，総じて無給与区の濃厚飼料摂取量に比べSGS区で多く摂取した．雌において，膨軟米S区の肥育前期および後期，籾米Ｓ区の肥育前期以降で総摂取量の差が負の値となったのは，無給与区の食い込みが大きかったことが考えられた．

表５　体尺値の推移

試験区分	性別　頭数	測定項目(cm)	育成期	肥育期					全期間増加値(cm)
			5-6ヶ月齢(開始時)	9-10ヶ月齢	14-15ヶ月齢	20ヶ月齢	24-25ヶ月齢	29-30ヶ月齢(終了時)	
膨軟米S区	去勢　2	体高	109	116	128	136	144	145	32-39
		胸囲	132	155	176	198	224	235	98-108
		腹囲	144	182	205	230	249	260	111-127
		腹・胸の差	12	28	29	32	25	25	－
	めす　2	体高	103	109	120	130	134	137	34
		胸囲	127	148	166	192	217	226	99
		腹囲	141	177	201	225	246	256	114-116
		腹・胸の差	14	29 [ab)]	35	33	29 [ab)]	30 [a)]	―
籾米S区	去勢　1	体高	100	110	124	131	132	136	36
		胸囲	124	148	172	192	210	221	97
		腹囲	143	175	207	219	240	246	103
		腹・胸の差	19	27	35	27	30	25	―
	めす　3	体高	101	108	121	127	132	133	31-33
		胸囲	120	137	162	183	203	214	90-97
		腹囲	138	168	194	217	231	240	100-108
		腹・胸の差	18	31 [a)]	32	34	28 [a)]	26 [a)]	―
無給与区	去勢　1	体高	106	110	126	134	139	140	34
		胸囲	125	140	174	201	219	223	98
		腹囲	151	163	201	220	244	241	90
		腹・胸の差	26	23	27	19	25	18	―
	めす　4	体高	107	112	123	130	134	136	26-34
		胸囲	124	144	172	195	213	222	86-108
		腹囲	147	166	198	218	226	240	76-110
		腹・胸の差	23	22 [b)]	26	23	13 [b)]	18 [b)]	―

＊数値は平均値
縦列、同項目の異符号間に有意差あり(Ｐ＜0.05)

表６－１　飼料摂取状況(全期間)

(原物：kg)

試験区分	性別 頭数	給与期間	SGS	濃厚飼料	稲ワラ	乾草	大豆粕	ビタミンA添加飼料
膨軟米S区	去勢 2	697	2,092	3,460	730	526	26	162
	めす 2	746	1,914	3,239	687	559	34	131
籾米S区	去勢 1	745	2,018	3,331	674	576	36	192
	めす 3	740	1,741	3,127	677	489	31	125
無給与区	去勢 1	717	―	4,533	700	482	27	160
	めす 4	696	―	4,580	676	482	27	116

＊数値は平均値
乾草は開始から12,13ヶ月齢まで給与
大豆粕は開始から10,11ヶ月齢まで給与
ビタミンＡ添加飼料は20ヶ月齢から給与

表６－２　ステージ別飼料摂取状況(１日１頭当たり)

(原物：kg/日)

性別およびステージ		膨軟米S区			籾米S区			無給与区	総摂取量の差[2]	
		SGS	濃厚飼料	比率[1]	SGS	濃厚飼料	比率[1]	濃厚飼料	膨軟米S区	籾米S区
去勢牛	育成期	1.7	1.8	48.8	1.6	1.8	46.7	2.8	0.7	0.6
	肥育前期	3.3	3.0	51.9	3.0	3.0	49.4	5.2	1.1	0.8
	肥育中期	3.1	6.8	31.3	2.7	5.9	31.7	7.8	2.1	0.8
	肥育後期	3.7	5.7	39.7	3.2	5.1	38.5	7.4	2.0	0.9
	全 期 間	3.0	5.0	37.7	2.7	4.5	37.7	6.3	1.7	0.9
めす	育成期	1.7	1.8	48.6	1.7	1.9	46.6	3.0	0.5	0.6
	肥育前期	2.5	2.6	49.6	2.4	2.6	47.8	5.3	−0.2	−0.3
	肥育中期	2.6	5.8	30.6	2.3	5.6	28.5	8.0	0.4	−0.1
	肥育後期	3.2	4.9	39.5	3.0	4.6	39.1	8.3	−0.2	−0.7
	全 期 間	2.6	4.3	37.1	2.4	4.2	35.8	6.6	0.3	0.0

＊数値は平均値
１）比率は給与総量から算出したSGSの代替割合(%)
２）総摂取量の差は無給与区に対する増減

３　枝肉成績とオレイン酸推定値

枝肉成績とオレイン酸推定値を表７に示した．歩留形質において枝肉重量は膨軟米Ｓ区で重く，ロース芯面積は小さく，皮下脂肪は厚い数値を示したが，全項目とも有意な差は認められなかった．

肉質形質のうち霜降りの度合いを示すBMS No. は，対照区でNo. ８が２頭(桃２，黄３)，No. ７が１頭(桃１)，No. ６が１頭(桃10)に対し，No. ５が１頭(桃13)に対し，膨軟米Ｓ区ではNo. ７が２頭(黄１，黄４)，No. ６が１頭(黄５)，

表７　枝肉成績

試験区分	性別　頭数	と畜月齢(ヶ月齢)	歩留					肉質				等級	オレイン酸推定値(%)
			枝重(kg)	ロース芯面積(cm^2)	ばらの厚さ(cm)	皮下脂肪の厚さ(cm)	歩留基準値(%)	BMS No.	BCS No.	締まりきめ	BFS No.		
膨軟米S区	去勢　2	29.3	511.5	64.5	8.1	2.9	74.3	6	3	3.5	3	A−4、A−3	59.6
	めす　2	29.0	467.8	58.5	8.0	3.5	73.3	6.5	4	4	3	A−4、B−4	60.0
籾米S区	去勢　1	29.9	430.5	68.0	8.1	1.2	77.2	5	4	3	2	A−3	53.9
	めす　3	30.1	410.8	59.0	7.2	2.8	74.3	7.4	3.7	4.7	3.7	A−5、A−4 B−4	60.3
無給与区	去勢　1	29.3	438.5	67.0	8.0	2.6	75.7	8	4	5	2	A−5	52.2
	めす　4	29.4	450.6	65.3	7.4	2.9	74.7	6.5	3.8	4.3	3.0	A−5　2頭 A−4　2頭	58.6

＊数値は平均値
オレイン酸は「食肉脂質測定装置」により推定

No.　５が１頭(黄２)，籾米Ｓ区ではNo.　９が１頭(桃４)，No.　７が１頭(白23)，No.　６が１頭(白22)，No.　５が１頭(桃３)であり，SGSの影響は認められなかった．

また肉色を示すBCS No.　や肉の締まり/きめ，肉の光沢・質を示すBFS No.　も同等であった．総合的に枝肉の等級において，A-４等級以上の上物率は，無給与区が５頭中５頭(100%)であったのに対し，SGS給与の膨軟米Ｓ区および籾米Ｓ区で４頭中が２頭(50%)で，あり，それぞれ１頭がB-４等級となった．

また枝肉の損徴とされる瑕疵はロースやばらの「アタリ(外傷)」が各区１頭に付記されたが，ビタミンAの制御等のストレスに起因する「ズル(筋水腫)」や「シコリ(筋炎)」は認められなかった．

一方オレイン酸推定値は，去勢より雌で高値を示したが，区間による違いは認められなかった．

４　一般血液性状，血中ビタミン濃度，尿と胃液ｐＨ値

各ステージの測定した結果を表８に示した．

１）一般血液性状の推移

肝機能の指標となるGOTは出荷時に高値を示した個体があったが，正常範囲(40 ～ 100 U/L)に推移，またGGTは育成試験期間中で各区低値を示したがそれ以降は，正常範囲(40 ～ 100 U/L)に推移した．次に栄養の指標として測定した，BUNとTCHOは開始時に下限値(BUN：10 mg/dl，TCHO：100 mg/dl)を下回る低値を示す個体があったが，それ以降は高値で推移した．

また，GLUは14-15ヵ月齢からの測定となったが，正常下限値の45 mg/dlを上回った．なお，表には示してないがCa，Ｐ，Mgのミネラルやタンパク質濃度の測定値は全期間，正常であった．

２）血中ビタミン濃度の推移

脂溶性ビタミンである，ビタミンA，βカロティン，ビタミンEを測定項目とした．ビタミンＡは開始時から14-15ヵ月にかけて，増加傾向にあった．20ヵ月齢の測定時に正常下限値の33I U/dlを下回る個体があったが，ビタミンA含有飼料の給与を開始したことにより24-25ヵ月齢では全頭正常値を示し，採食量の減少した肥育後期では下限値以下となったが，各ステージで区間に有意な差は認められなかった．SGS給与による弊害や四肢の関節炎や水腫の発生は認められなかっ

た.

次にβカロティン検出限界以下を示す個体が籾米S区であったが，無給与区でも正常範囲である20 μg/dlを下回るか検出限界以下の低値で推移した.

ビタミンEは測定値に幅があるものの，全区とも開始時から20-25 ヵ月齢まで増加し，試験終了時には減少したが，正常範囲である70 μg/dlを上回った.

3）胃液ｐHおよび尿ｐH

膨軟米Ｓ区と無給与区では9-10 ヵ月齢，籾米Ｓでは14-15 ヵ月齢以降の測定となった. 開始時と15 ヵ月齢で，籾米Ｓ区および無給与区より有意に高値であった(P＜0.05). 胃液ｐHは尿ｐHより１～２程度低い値を示したが，全期間を通して一定の傾向は認められなかったものの，アシドーシスを起因とするような極端な低値はなかった.

5　牛肉の脂肪酸組成

リブロース肉の脂肪酸組成を表９に示した. サンプルが得られた例数に違いがあるが，全項目とも有意な差は認められなかった.

特に牛肉の旨味に関与するとされるオレイン酸(C18:1)は膨軟米S区が47.3±3.3％，籾米Ｓ区で50.9±1.6%，無給与区の50.3±2.4%と同等であった.

表８　一般血液性状、血中ビタミン濃度、尿と胃液のｐH値

試験区分	頭数	測定項目（cm）	単位	育成期	肥育期				
				5-6ヶ月齢（開始時）	9-10ヶ月齢	14-15ヶ月齢	20ヶ月齢	24-25ヶ月齢	29-30ヶ月齢（終了時）
膨軟米S区	4	GOT	U/L	73	70	64	78	69	102
		GGT		25	25	32	43	39	36
		BUN	mg/dl	9.8	11.3	11.9	17.5	15.9	14.4
		TCHO		68	80	150	175	199	183
		GLU		―	―	84	77	76	75
		ビタミンA	IU/dl	83.2	94.0	114.4	28.7	48.6	28.9
		βカロティン	μg/dl	32.0	25.2	26.1	23.1	19.6	17.0
		ビタミンE		106.1	137.9	249.1	298.7	427.7	314.1
		尿pH値		―	8.43	8.01	6.77	6.17	6.46
		胃液pH値		―	6.88	7.50	6.82	7.07	6.44
籾米S区	4	GOT	U/L	68	80	73	96	77	66
		GGT		27	27	35	43	40	37
		BUN	mg/dl	9.0	14.5	10.8	18.6	18.1	14.4
		TCHO		98	131	128	166	180	164
		GLU		―	―	81	68	69	74
		ビタミンA	IU/dl	82.0	106.2	80.5	28.0	29.5	28.9
		βカロティン	μg/dl	63.4	73.2	NS	17.2	NS	NS
		ビタミンE		157.1	175.9	289.3	314.8	342.2	212.7
		尿pH値		―	―	7.90	7.23	7.55	7.18
		胃液pH値		―	―	6.92	6.47	6.83	6.71
無給与区	5	GOT	U/L	66	66	75	79	79	137
		GGT		25	28	37	59	52	69
		BUN	mg/dl	10.6	15.3	15.3	17.6	18.6	16.7
		TCHO		86	107	159	180	199	165
		GLU		―	―	85	75	77	95
		ビタミンA	IU/dl	81.2	109.5	102.9	29.5	38.7	34.4
		βカロティン	μg/dl	86.9	48.7	22.5	12.8	17.0	12.4
		ビタミンE		159.1	236.0	414.7	446.9	413.6	364.3
		尿pH値		―	7.87	7.75	7.05	7.31	7.21
		胃液pH値		―	6.79	6.86	6.21	6.62	6.65

＊数値は平均値
－は未測定
NSは検出限界以下

表９　脂肪酸組成(リブロース肉)

単位：％

検査項目	膨軟米S区 (去勢2、雌2頭)	籾米S区 (去勢1、雌1頭)	無給与区 (去勢1、雌3頭)
飽和脂肪酸	40.0 ± 3.5	36.2 ± 0.6	38.6 ± 5.3
不飽和脂肪酸	57.5 ± 3.4	61.1 ± 0.6	58.8 ± 4.9
一価不飽和脂肪酸	55.8 ± 3.4	59.1 ± 1.0	56.8 ± 4.6
ミリスチン酸(C14:0)	2.9 ± 0.7	2.0 ± 0.2	2.6 ± 0.6
ミリストレイン酸(C14:1)	1.1 ± 0.2	0.7 ± 0.0	1.0 ± 0.4
パルミチン酸(C16:0)	25.8 ± 2.8	23.0 ± 1.2	25.2 ± 3.2
パルミトレイン酸(C16:1)	4.0 ± 0.8	3.6 ± 0.3	4.1 ± 1.0
ステアリン酸(C18:0)	10.4 ± 0.9	10.3 ± 0.8	9.7 ± 2.1
オレイン酸(C18:1)	47.3 ± 3.3	50.9 ± 1.6	50.3 ± 2.4
リノール酸(C18:2(n-6))	1.7 ± 0.2	1.9 ± 0.2	1.9 ± 0.2
αリノレイン酸(C18:3(n-3))	0.03 ± 0.05	0.10 ± 0.00	0.08 ± 0.05

考　察

黒毛和種肥育現場における飼料用米ソフトグレインサイレージの多給技術を開発するため，その配合割合について検討してきた．今回，これまでに得られた成果をベースに，膨軟米SGSならびに籾米SGSの給与量の拡充を意図し，肥育実証３クールとして雌肥育牛を含めた育成期から屠畜出荷までの長期給与体系の確立に取り組んだ．

１　採食性と発育性からの飼料米SGSの給与効果

前報告と同様，膨軟米Ｓ区の採食性は優れており発育体重に違いが認められた．籾米Ｓ区で屠畜時の生体重が少なかったことは，粉砕籾米の乾物量が73.2％と高く，育成期から肥育前期にかけての食い込み量が少なかったことが考えられるが，実用化に向けては原物代替率50%では充分な発育は得られなかったものと思慮された．小山ら(2013)は，完熟期籾米を粉砕してからサイレージ化した籾SGSを用い，原物40%の配合飼料の代替で肥育期の給与試験を行った場合，籾殻相当の粗飼料である稲わらの給与量を減らすことで，増体が回復したことを報告している．本試験で粗濃比について飼料設計を行ってないが，籾米Ｓ区で発育性が劣ったことは，育成期から肥育前期の摂取不足によるものと考えられた．

一方，粗飼料を含め，この時期に充分に食い込んだ膨軟米Ｓ区，籾米Ｓ区ともに，体尺値の腹・胸の差が無給与区に比べ大きく仕上ったことは，育成期の腹づくりにおいて有利であることが示唆された．浅田ら(2014)は，生後４～10ヵ月齢まで育成期においてイタリアンサイレージやトウモロコシサイレージの割合を高めた粗飼料主体の発酵TMRを給与し，良好な発育と良好な枝肉成績を実証している．特に育成試験が終了した10ヵ月齢で胸囲と腹囲の差が30 ㎝以上となり，理想的な第一胃の発達を実現している．広島県の「元気な広島子牛」や岡山県の「おかやま四ツ☆子牛」など，子牛市場でこの差が大きい子牛を差別化し販売価格の高騰に寄与させている．本試験で育成期の籾殻を含んだSGS給与は，無給与区に比し９-10ヵ月齢ならびに肥育出荷時において腹・胸の差が大きな値を示したこと，また胃液ｐＨ等からアシドーシス所見が認められなかったことからも，飼料用米SGSの効果と考えられた．

また，肥育中期とした14，15から24，25ヵ月齢は，代替割合を30％に抑えることにより，顕著

な食い止まりは認められなかった．20ヵ月齢から，ビタミンＡ含有補助飼料を添加給与した効果もあるが，血中ビタミン濃度の推移からも裏付けられると考えられた．

２　枝肉成績とオレイン酸推定値ならびに牛肉の脂肪酸組成からの飼料米SGSの給与効果

枝肉成績において，無給与区で５頭全頭がA-４等級以上の成績であったが，SGS給与の上物率は，膨軟米Ｓ区，籾米Ｓ区ともに４頭中２頭の50%で，産肉性の向上には至らなかった．しかし，黒毛和種特有の霜降りの度合いや肉色，締まり/きめ等においては各区間に差はなく，籾米S区ではBMSNo. ９の個体もあったことから，その潜在性を損なうことはないものと考えられた．

一方，牛肉脂肪の口溶けの良さに関連し，新たな肉質評価の指標とし，一価不飽和脂肪酸(MUFA)の中でオレイン酸が注目されているが，本試験で行った「食肉脂質測定装置」での筋間脂肪の推定値やリブロース肉の脂肪酸組成の分析値からは，飼料用米給与の効果は明らかにできなかった．

鹿島(2014)は，十勝枝肉市場に出荷された，黒毛和種肥育牛15,388頭のオレイン酸を測定し，ＲＥＭＬ法による２形質アニマルモデルにより従来の枝肉形質のほかにオレイン酸推定値による育種価評価を行い，0.62の遺伝相関が得られたと報告している．今後，牛肉のおいしさが消費者，食肉卸売業者，さらには外食産業からも益々注目されことが予想され，育種改良への応用，飼料による付加価値の向上が求められるものと思われる．

３　収益性からの飼料米給与の経済性評価

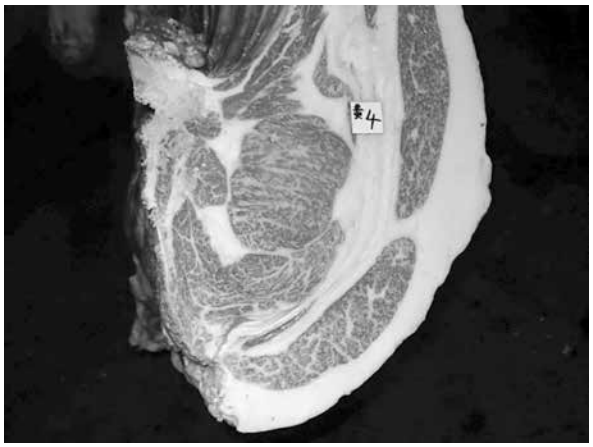
試験牛全頭の主な枝肉形質と販売価格ならび飼料費を算出し，その差益を表10に示した．

肉質等級の良好な無給与区５頭の枝肉精算額が大きく，枝肉重量の大きな膨軟米Ｓ区でも，枝肉単価が安く総じて精算額は廉価となった．SGS単価は，籾米Ｓ区は，圃場所有法人に支払った原材料単価31.5 円/kgから算出し，膨軟米Ｓ区は肉用牛飼養農家で組織する株式会社から製品として購入した単価42.0 円/kgで算出しており，約10 円の開きがあり，飼料費も安価に仕上がったが，差益は小さかった．枝肉価格は消費需要で変動しているが，飼料用米の低コスト生産を含め，更なる自給率の向上が必要である．

山形大学の吉田教授(2014)は，飼料用米の加工形態について，流通範囲により地産地消ループと飼料工場経由ループに大別され，前者はコスト削減ができるが，耕畜双方の緊密な連携と体制整備の必要性があること，後者は加工・配合を飼料会社に委託することで煩雑さはなくなるが，飼料用米の保管・加工および流通にかかるコストが発生することを指摘している．また，自ら乳牛用のフレーク＆ペレットタイプに着目し，ペレットの主原料のトウモロコシを飼料用米に置換した配合飼料を製造し給与試験を検討し，市販配合飼料の原料割合から原料価格を推定し，飼料米を使用しても販売価格を高めることがないことを示唆している．

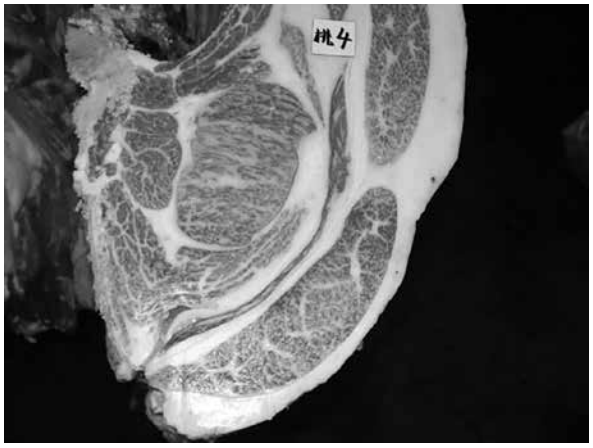
昭和45年から適用されてきた水田の減反政策が平成30年には完全廃止される政策が打ち出され，全国的に家畜用への飼料米給与が進行することが予想される．飼料米給与の実用化を思慮した場合，保管施設の問題，また乾燥コスト等の問題があり，県内にあるカントリーエレベーターの利用は困難と考えられ，サイレージ化することは必須条件と考えられる．この段階で籾米を粉砕するか否か，また籾殻を除去し白米を利用するか(膨潤米)今後の検討課題であるが，加工処理により飼料用米の消化性は著しく向上されるものと考えられる．今後，現場に即した形態での飼料用米のSGSの効率的利用と普及拡大，さらには圧片化等で完全配合飼料としての利用が期待される．

枝　肉　写　真



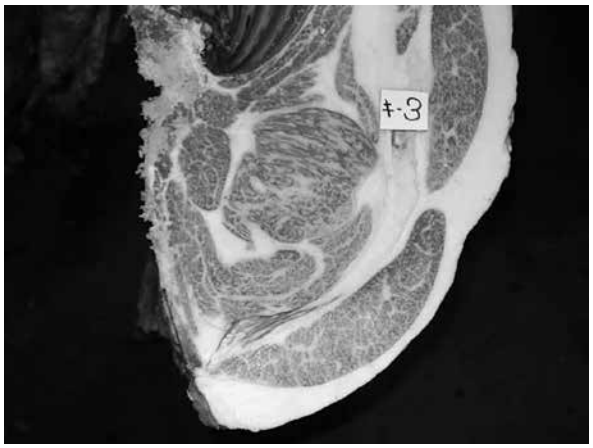
膨軟米Ｓ区（黄４号）

●品　　種：黒毛和種
●血　　統：菊安165×龍平×北国7の8
●性　　別：めす
●出 荷 体 重：690kg
●出 荷 月 齢：30.4ヶ月
●枝 肉 重 量：454.5kg
●ロース芯面積：63㎠
●ば ら 厚 さ：8.2cm
●皮下脂肪厚：2.8cm
●Ｂ Ｍ Ｓ No.：７
◎枝肉格付け：Ａ-５



籾米Ｓ区（桃４号）

●品　　種：黒毛和種
●血　　統：義平福×国牽白清×安平
●性　　別：めす
●出 荷 体 重：672kg
●出 荷 月 齢：29.6ヶ月
●枝 肉 重 量：434.5kg
●ロース芯面積：59㎠
●ば ら 厚 さ：8.1cm
●皮下脂肪厚：2.3cm
●Ｂ Ｍ Ｓ No.：９
◎枝肉格付け：Ａ-５



無給与区（黄３号）

●品　　種：黒毛和種
●血　　統：菊安165×北仁×美津福
●性　　別：めす
●出 荷 体 重：706kg
●出 荷 月 齢：29.6ヶ月
●枝 肉 重 量：471kg
●ロース芯面積：61㎠
●ば ら 厚 さ：7.6cm
●皮下脂肪厚：2.6cm
●Ｂ Ｍ Ｓ No.：８
◎枝肉格付け：Ａ-５

表10　個体別収益計算

試験区分	管理No.	性	枝肉成績					販売価格		飼料費					差益(a−b)
			等級	枝肉重量	ロース芯面積	皮下脂肪	BMSNo.	枝肉単価	枝肉精算額 a)	濃厚飼料	SGS	粗飼料	補助飼料	合計 b)	
膨軟米S区	黄1	去勢	A−4	496.5	61	2.1	7	1,600	854,307	210,012	81,295	46,494	11,454	349,255	505,052
	黄2	去勢	A−3	526.5	68	3.6	5	1,400	789,447	235,741	94,403	48,775	12,845	391,764	397,683
	黄4	めす	A−4	454.5	63	2.8	7	1,650	815,319	208,741	80,350	47,124	10,460	346,675	468,644
	黄5	めす	B−4	481.0	54	4.2	6	1,600	836,568	208,691	80,396	46,960	11,243	347,290	489,278
籾米S区	桃3	去勢	A−3	430.5	68	1.2	5	1,700	795,798	214,543	63,558	47,125	14,851	340,077	455,721
	白22	めす	A−4	392.5	66	2.2	6	1,600	683,640	204,423	54,404	43,700	10,114	312,641	370,999
	白23	めす	B−4	405.5	52	3.8	7	1,500	662,310	205,817	55,550	44,198	10,114	315,679	346,631
	桃4	めす	A−5	434.5	59	2.3	9	1,900	896,994	194,356	54,561	44,654	10,303	303,874	593,120
無給与区	桃2	去勢	A−5	438.5	67	2.6	8	1,700	798,330	291,562	−	44,879	12,044	348,485	449,845
	黄3	めす	A−5	471.0	61	2.6	8	1,700	857,105	319,143	−	47,503	9,574	376,220	480,885
	桃1	めす	A−4	501.5	59	4.0	7	1,800	981,720	294,666	−	44,493	9,095	348,254	633,466
	桃10	めす	A−4	420.5	62	2.7	6	1,950	890,973	290,745	−	43,648	9,229	343,622	547,351
	桃13	めす	A−4	409.5	79	2.2	5	1,950	845,694	273,188	−	40,038	9,387	322,613	523,081

・SGS代金：籾米@31.5円、膨軟米@42.0円
・濃厚飼料費：肥育前期飼料@62.0円、後期飼料@65.0円
・補助飼料費：大豆粕@75.0円、ビタミンA含有後期飼料@60.0円
・粗飼料費：稲ワラ@40円、乾草(チモシー)@35円

引用文献

千田惣浩，渡邊潤，相馬祐介，高橋利清，西宮弘，伊藤隆，酒出淳一．2014.
乳用交雑種肥育牛への飼料用米ソフトグレインサイレージの多給試験．秋田畜試研報28，13-17.

千田惣浩，相馬祐介，渡邊潤，高橋利清，酒出淳一，伊藤盛徳．2014.
乳用交雑種肥育牛への飼料用米ソフトグレインサイレージの多給試験．秋田畜試研報28，18-27.

浅田勉，大川清充，櫻井由美，小林正和，林征幸．2014.
黒毛和種去勢牛の育成期における飼料構成の違いが産肉性に及ぼす影響．群馬畜試研報21，9-30.

鹿島聖志．2014．食肉脂質測定装置によるオレイン酸推定値を用いた黒毛和種の育種価評価．肉牛ジャーナル2014．1，40-43.

吉田宣夫．2014．飼料用米および稲発酵粗飼料の生産・給与の現状と将来展望．JATAFFジャーナル．Vol2．No．5．19-23

小山祐介，森知夫．2013．黒毛和種去勢牛に対する籾ソフトグレインサイレージ給与が肥育成績に及ぼす影響．千葉県畜産総合研究センター研究報告．第13号．21-18.

比内鶏の発育形質関連QTL解明とその検証（第４報）

－コレシストキニンＡ受容体遺伝子の一塩基多型（g.420 C > A）は比内鶏の発育を改善する－

力丸宗弘・武田尚人[*1]・大久保武[*2]・高橋大希・小松　恵[*3]・高橋秀彰[*1]

[*1]国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所
[*2]茨城大学農学部
[*3]現：秋田県南部家畜保健衛生所

要　約

我々はこれまで発育が異なる比内鶏系統個体を交配し，作出したF_2家系集団において，コレシストキニンＡ受容体遺伝子（*CCKAR*）の５′非翻訳領域の特定部位における一塩基多型（SNP，g. 420 C > A）とF_2個体の発育形質との間に有意な関連性を確認し，ＡアリルはＣアリルよりも発育形質に対する効果が優れていることを報告した．

本研究では，発育形質が改良されていない保存会系統の比内鶏を用いて，当該SNPによって比内鶏の発育が改善されるか検証を行った．比内鶏各個体における当該SNPの遺伝子型（A/A，A/C，C/C）を既報に従って，４週齢になる前に判定した後，４週齢から14週齢まで育雛ケージで飼育した．４週齢から14週齢まで２週間おきに各個体の体重を測定し，２週間間隔の平均日増体重を算出した．また，２週おきに飼料摂取量を測定し，さらに平均日増体重と飼料摂取量から飼料要求率を算出した．その結果，A/A型個体は他の遺伝子型個体より14週齢体重が有意に重く，平均日増体重も有意に優れていた．飼料摂取量は遺伝子型間で有意差は認められなかった．飼料要求率は４-10週齢においてA/A型個体がC/C型個体より有意に優れていたが，４-14週齢間では各遺伝子型間に有意な差は認められなかった．

以上の結果から、*CCKAR* 遺伝子のg. 420 C > A SNPによって，比内鶏の発育が実際に改善されることが明らかになった．

緒　言

家畜化による発育や体重の大きさの変化は摂食に基づく選抜が関係していることが示唆されている（Burkhart ら 1983；Denbow 1994；Richards 2003）．摂食は中枢神経系と末梢神経系で産生される摂食亢進物質と抑制物質の複雑な相互関係によって制御されている（Wynne ら 2005）．コレシストキニン（CCK）は摂食後に十二脂腸内に流入した食物の刺激により十二脂腸や空腸のI細胞から分泌される消化管ペプチドの一つである（Buchan ら 1978）．哺乳類ではCCKは胃の内容物の排出を抑制するとともに，胆嚢収縮を促進し，膵酵素の分泌を増加させる（Dinoso and Murthy 1984）．また，胃酸の分泌を抑制することによって，空腹が遅延し摂食量が減少する（Gibbs ら 1973；Kissileff ら 1981）．鳥類ではCCKは腸の運動（Martín ら 1995；Martínez ら 1995）や胆汁の分泌を促進し（Duke ら 1987），膵臓からのアミラーゼ分泌を刺激する（Satoh ら 1994；Xiao and Cui 2004）．また，CCKを静注すると筋胃の収縮が阻害され（Savory ら 1981），ニワトリの摂食量が減少することが報告されている（Rodrígues-Sinovas ら

1997；SavoryとGentle 1980; DenbowとMyers 1982).

CCKの受容体として，コレシストキニンA受容体(CCKAR；Sankaran ら 1980)とコレシストキニンB受容体(CCKBR；Innis and Snyder 1980)が同定されている．CCKARは抹消組織や中枢神経の一部に存在するが，CCKBRは中枢神経に存在する(Wank, 1995)．ラットでは脳室内あるいは皮下へのCCKBR作働薬投与によって摂食量は増加しないが，CCKAR作働薬投与によって摂食量が増加する (Corwin ら 1991；Crawley ら 1991). コレシストキニンA受容体遺伝子(*CCKAR*)が欠損したラット(Otsuka Long Evans Tokushima Fatty rat)では，コントロールのラット(Otsuka Long Evans Tokushima rat)と比較して飼料摂取量が多く(Moran ら 1998)，生後１日から成体に至るまで体重が重いことが報告されている(Schroeder ら 2006)．また，*CCKAR* 遺伝子のノックアウトマウス(129/SvEvマウス；*CCKAR* -/-)では，CCKを腹腔内に投与しても飼料摂取量が減少しないのに対し，野生型(129/SvEvマウス；*CCKAR* +/+)やコレシストキニンＢ受容体遺伝子(*CCKBR*)のノックアウトマウス(129/SvEvマウス；*CCKBR* -/-)では，CCKの投与により飼料摂取量が減少することが知られている(Kopin ら 1999)．ヒトでは*CCKAR* 遺伝子の一塩基多型(SNP)と体脂肪(Funakoshi ら 2000；Miyasaka ら 2007)や肥満(Koda ら 2004)との関連性が示唆されており，*CCKAR* 遺伝子はヒトの肥満の候補遺伝子の一つとされている(Arya ら 2004)．家畜ではブタにおいて*CCKAR* 遺伝子の５′非翻訳領域(５′-UTR)の転写因子YY1結合部位に存在するSNPと飼料摂取量，発育，飼料摂取率との関連性が報告されている(Huston ら 2006, 2008)．これらの結果から，*CCKAR* 遺伝子は摂食調節に重要な役割を果たしていると考えられる.

我々はこれまで発育が異なる比内鶏２系統を交配し，作出したF_2家系集団についてQTL解析を行った結果，第１番染色体と第４番染色体上に体重と平均日増体重に影響を与えるQTLを検出した(力丸ら 2013)．次に，第４番染色体上に検出されたQTLの候補遺伝子として特定されたコレシストキニンＡ受容体遺伝子(*CCKAR*)のハプロタイプと発育形質との関連性について調査をおこなった結果，ハプロタイプと発育形質に有意な関連性が認められた(力丸ら 2014)．また，*CCKAR* 遺伝子の５′-UTRのYY1結合部位に存在するSNP(AB604331；g. 420 C > A)と比内鶏F_2家系集団の発育形質との関連性を調べた結果，Ａアリルは Cアリルよりも発育が有意に優れていることを明らかにした(力丸ら 2015)．さらに，秋田畜試と保存会の比内鶏系統における当該SNPのアリル頻度を比較した結果，Ａアリルの頻度はそれぞれ0.889と0.124であり，両系統間における同SNPのアリル頻度の違いは発育形質を目的とした長年の選抜によって生じた結果であることを報告した.

本研究では，発育形質が改良されていない保存会系統の比内鶏を用いて，当該SNPを選抜指標とすることによって比内鶏の発育性を改善することができるか検証することを目的とした.

材料と方法

１　供試材料

秋田県畜産試験場で維持している保存会の比内鶏のうち，*CCKAR* 遺伝子のg.420 C > A SNPがA/C型である９羽の雄と11羽の雌を交配して，３つの遺伝子型(A/A，A/C，C/C)から構成される比内鶏集団を計画的に作出した．供試鶏は５回に分けてふ化し，105羽の雄と106羽の雌からなる合計211羽の比内鶏個体を得た.

２　*CCKAR* 遺伝子型判定

血液は翼下静脈から採血を行い，FTAクラシックカード(WB120028, GEヘルスケア，イギリス)

を用いて，ゲノムDNAの抽出を行った．血液をFTAクラシックカード上に垂らし，室温で風乾させた．乾燥した血液部分から専用の直径1.2 ㎜のハリスマイクロパンチ(WB100005, GEヘルスケア)を用いて，ディスクを１つ打ち抜き，それを0.2 mLチューブへ移した．チューブに100 μLのFTA精製試薬(WB120204, GEヘルスケア)を加え，ピペッティングで撹拌した後，30分間静置した．上清を捨て, 100 μLのDNAzol BD溶液(10974-020, インビトロジェン，アメリカ)を加え，ピペッティングで撹拌した後, 30分間静置した．上清を捨て，滅菌水100 μLでディスクを３回洗浄した．最後に，50 μLの滅菌水を入れ，90℃で10分間熱処理した後，上清を回収し，以下に述べるポリメラーゼ連鎖反応(PCR)の鋳型DNA溶液として用いた．

CCKAR 遺伝子のg.420 C > A SNPの遺伝子型判定の識別は力丸ら(2015)の方法で行った．簡単に論述すれば，１種類のフォワードプライマー（５′-GAATGTGTGTCTGCGTGCTT-3′）と２種類のリバースプライマー（Aアリルプライマー：5′-GGATCCACAGGTTAGCTGCGAT-3′，およびCアリルプライマー: 5′-GGATCCACAGGTTAGCTGCGAG-3′）を組み合わせてAおよびCアリルを検出するPCR反応液を調製した．PCR反応液は，プライマー２ pmol，４ μLの２×PCRミックス(EmeraldAmp：タカラバイオ，大津，日本)，FTA クラシックカードから回収したDNA溶液１ μL，滅菌蒸留水を混合し，最終容量９ μLに調整した．PCRサイクルは熱変性(98℃，10秒間)，アニーリング(65℃，30秒間)，伸長反応(72℃，30秒間)のサイクルを30回繰り返した．PCR反応後，AアリルおよびCアリルを検出するPCR反応液，各２ μLを１×TAE（Tris Acetate EDTA：トリス酢酸エチレンジアミン四酢酸）バッファーを使用した２％アガロースゲルを用いて電気泳動を行い，臭化エチジウム染色してPCR増副産物を検出した．遺伝子型はAアリルリバースプライマーを用いた反応液のみでPCR増幅が認められた場合はA/A型，Cアリルリバースプライマーを用いた反応液のみでPCR増幅が認められた場合はC/C型，両方の反応系でPCR増幅が認められた場合はA/C型と判定した．各個体の遺伝子型判定は飼育試験を開始する４週齢までに行った．

３　飼養管理

ふ化したヒナは餌付けから４週齢までバタリー育雛器(間口88.5 ㎝×奥行73.0 ㎝×高さ48.3 ㎝)で飼育した．*CCKAR* 遺伝子の遺伝子型判定後，４週齢時に雌雄別に遺伝子型ごとに均等羽数に分け，育成ケージ(間口90.6 ㎝×奥行き60.5 ㎝×高さ60.5 ㎝)で14週齢まで飼育した．育成期飼料は４週齢まで幼雛(CP21%以上, ME2,900 kcal以上)，５～９週齢まで中雛(CP18%以上, ME2,850 kcal以上)，10～14週齢まで大雛(CP14.5%以上, ME2,800 kcal以上)用飼料を給与した．飼料および水は自由摂取とし，照明時間は自然日長とした．

４　表型値

体重は４週齢から２週間おきに14週齢まで測定した．平均日増体重は各週齢における体重から算出した．飼料摂取量は個体ごとの測定が困難であるため，性別ごとに群全体の飼料摂取量と羽数から算出した．飼料要求率は平均日増体重と飼料摂取量から算出した．飼料摂取量と飼料要求率の測定項目は４-10，10-14，４-14週齢とした．

５　統計解析

体重，平均日増体重，飼料摂取量，飼料要求率は形質ごとにSAS（SAS Institute, 1999）のGLMプロシジャを用いて，性別，ふ化回，遺伝子型を母数効果として，

$Y = 性別 + ふ化回 + 遺伝子型 + e$

のモデルで遺伝子型の効果を求めた．

結　果

1　遺伝子型判定結果

A/C型の雄と雌を交配して得られた105羽の雄と106羽の雌の遺伝子型を判定した結果，雄ではA/A型が28羽，A/C型が59羽，C/C型が18羽，雌ではA/A型が31羽，A/C型が44羽，C/C型が31羽であった．AとCのアリル頻度は雄雌それぞれ0.55と0.45，0.5と0.5，全体では0.52と0.48であった．

2　体重および平均日増体重

*CCKAR*遺伝子のg.420 C > A SNPと比内鶏の体重および平均日増体重の比較を表１に示した．

表１　コレシストキニンA受容体遺伝子g.420 C＞A SNPと比内鶏の体重および平均日増体重の比較

発育形質	羽数	A/A型 最小自乗平均値	A/C型 最小自乗平均値	C/C型 最小自乗平均値	*P* 値	性差	ふ化回の効果*	残差標準偏差
4週齢体重(g)	211	248.0	247.1	239	0.297	37.1	14.6	31.8
6週齢体重(〃)	211	423.8	411.9	396.7	0.0325	87.2	36.5	51.5
8週齢体重(〃)	211	659.4	628.9	604	0.0011	145	35.4	74.9
10週齢体重(〃)	211	898.2	848.5	806.1	<0.0001	200.7	46.1	100.2
12週齢体重(〃)	211	1107.3	1047.1	996.4	<0.0001	284.1	61.4	124.5
14週齢体重(〃)	211	1318.8	1246.3	1183.7	<0.0001	368.2	67.1	147.6
4-6週齢日増体重(g/day)	211	12.6	11.8	11.3	0.0097	3.6	1.8	2.2
6-8週齢日増体重(〃)	211	16.8	15.5	14.8	<0.0001	4.1	1.1	2.3
8-10週齢日増体重(〃)	211	17.1	15.7	14.4	<0.0002	4.0	1.3	3.1
10-12週齢日増体重(〃)	211	14.9	14.2	13.6	0.0607	6.0	1.3	2.9
12-14週齢日増体重(〃)	211	15.1	14.2	13.4	0.024	6.0	0.6	3.2
4-10週齢日増体重(〃)	211	15.5	14.3	13.5	<0.0001	3.9	1.0	2.0
10-14週齢日増体重(〃)	211	15.0	14.2	13.5	0.0122	6.0	0.8	2.6
4-14週齢日増体重(〃)	211	15.3	14.3	13.5	<0.0001	4.7	0.9	1.9

* ふ化回の効果：$\sqrt{\sum_{i=1}^{5}(d_i-\bar{d})^2/5}$ ここで、d_i は、i 番目のふ化回の最小自乗平均値

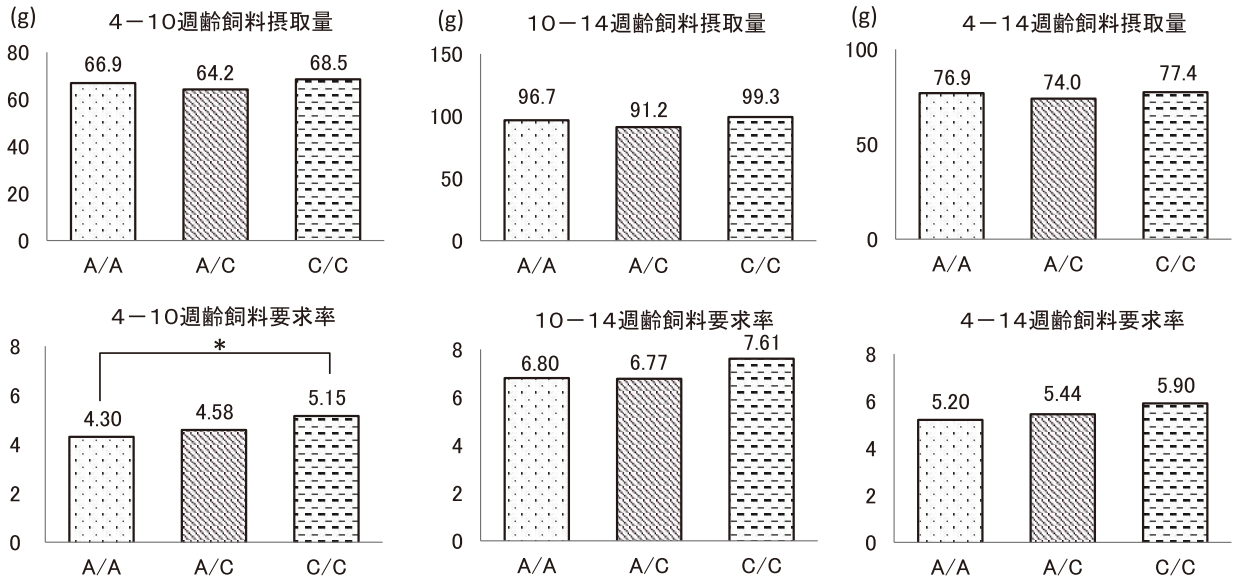


図１　コレシストキニンA受容体遺伝子g.420 C＞A SNPと比内鶏の飼料摂取量および飼料要求率の比較
*P ＜0.05

４週齢体重では遺伝子型間に有意な差は認められなかったが，６週齢以降A/A型個体は他の遺伝子型個体より体重が有意に（$P < 0.05$）重かった．平均日増体重においても10-12週齢を除いて体重と同様にA/A型個体が他の遺伝子型個体より有意に（$P < 0.05$）優れていた．

３　飼料摂取量および飼料要求率

飼料摂取量は４-10，10-14，４-14週齢とも遺伝子型間に有意な差は認められなかった（図１）．期間全体の飼料要求率においては，遺伝子型間に有意な差は認められなかったが，４-10週齢の飼料要求率においては，A/A型個体がC/C型個体より有意に（$P < 0.05$）優れていた（図１）．

考　察

本研究では*CCKAR*遺伝子のg.420 C > A SNPによって比内鶏の発育が改善されるかを検証するため，発育形質が改良されていない保存会の比内鶏系統を材料として，当該SNPと比内鶏の体重ならびに飼料摂取量及び飼料要求率との関連性について調査を行った．その結果，A/A型個体は他の遺伝子型個体よりも発育が有意に優れ，当該SNPによって比内鶏の発育が改善されることが明らかとなった．

*CCKAR*遺伝子の３つ遺伝子型（A/A, A/C, C/C）個体の発育成績は，４週齢体重では遺伝子型間に有意な差は認められなかったが，６週齢以降遺伝子型間に有意な差が認められ，14週齢体重はA/A型個体がA/C型あるいはC/C型個体より有意に重かった．この結果は，その間における増体が遺伝子型によって異なることを示しており，４-14週齢の平均日増体重が有意であることからも遺伝子型によって増体が異なることが裏付けられる．４-14週齢の増体を４- ６，６- ８，８-10，10-12，12-14週齢に区切った場合においても，10-12週齢（$P < 0.07$）を除いてその他の期間では有意に増体が異なっていた．これらの結果は，我々のF_2家系集団を用いた結果とほぼ一致しており（力丸ら2015），当該SNPによって比内鶏の発育が改善されることを示している．

最近，Dunn ら（2013）は白色レグホーンとブロイラーの交雑家系集団を用いて，発育が異なる方向に16世代選抜された系統間において，*CCKAR*遺伝子の1.56 Mbp下流のSNP（ch4：77,192,329）が体重や発育と最も関連性が高いことを報告した．また，２番目に関連性が高い*CCKAR*遺伝子のエクソン３内のSNPとニワトリの各品種の体重との関連性から発育が優れるハプロタイプは現在の肉用鶏系統の基礎集団に多く存在し，それは近年の遺伝子選抜によるものではなく，系統造成に先立って選抜された可能性があると推察している．しかしながら，彼らが報告している当該SNPを含めた*CCKAR*遺伝子内の36個のSNPには，アミノ酸変異はなく，５′や３′非翻訳領域にもSNPは見つかっていない．また，Dunn ら（2013）はこれらのSNPsによってニワトリの発育が実際に改善されるかまでは明らかにしていない．一方，我々は本研究において*CCKAR*遺伝子の５′非翻訳領域のYY1結合部位に存在するg.420 C > A SNPによって比内鶏の発育が改善されることをはじめて明らかにした．さらに，本研究結果は既報において報告した秋田畜試と保存会の２系統間における同SNPのアリル頻度の違い（力丸ら 2015）が発育形質を目的とした長年の選抜によって生じた結果であることを支持している．

*CCKAR*遺伝子のSNPの遺伝子型によってニワトリの発育が異なる原因として，Dunn ら（2013）は中枢あるいは抹消のCCKに対する応答の変化が一つの要因であると推察している．彼らはCCKオクタペプチド硫酸塩（CCK8）をニワトリの腹腔内に移植し，発育が早いハプロタイプを有する個体はCCKに対する応答が低く，CCK8投与30分後の飼料摂取量はほとんど減少しないが，発育が遅

いハプロタイプを有する個体では，飼料摂取量が減少することを確認している．また，発育が早いハプロタイプを有する個体は十二脂腸，盲腸，膵臓，髄脳，視床下部における*CCKAR*遺伝子のmRNAの発現量が発育の遅いハプロタイプを有する個体より低く，逆に視床下部における食欲促進ペプチドであるアグーチ関連ペプチド(AGRP)の発現量が高いことを確認している．これらの結果から，CCKの飽満シグナルのレベル低下による食餌パターンの変化が発育や体重の増加に関与していると彼らは考察している．しかしながら，本研究では遺伝子型間で飼料摂取量に有意な差は認められなかった．この結果の違いは，飼料摂取量の測定方法や測定期間の違いと考えられる．

Dunn ら(2013)はCCK8を腹腔投与30分後の飼料摂取量を比較しているのに対し，本研究では飼料給与後の摂取量ではなく，ニワトリが摂取した期間毎の飼料摂取量の比較を行った．*CCKAR*遺伝子がノックアウトされた*CCKAR* -/-マウスでは，CCK8投与直後の飼料摂取量は正常なマウスと有意な差が認められるが(Kopin ら 1999)，１時間あるいは24時間後の飼料摂取量では有意差は認められないことが確認されている(Kopin ら 1999；Bi ら 2004)．また，ブタでは我々が推測している*CCKAR*遺伝子のYY1結合部位に存在するSNPの遺伝子型によって，飼料摂取率(１分当たりのフィーダーに費やす飼料摂取量)が異なる(Houston ら 2008)．これらの結果から，*CCKAR*遺伝子は飼料摂取量の短期的な抑制には関与するが，長期的な飼料摂取量には影響を及ぼさないと考えられる．本研究では飼料給与後の短期間における飼料摂取量を測定していないため，短時間における飼料摂取量は不明である．*CCKAR*遺伝子の当該SNPの遺伝子型がニワトリの飼料摂取量に及ぼす影響を明らかにするためには，今後更なる検証が必要である．

本研究では，発育形質が選抜されていない保存会の比内鶏個体を用いて*CCKAR*遺伝子のYY1結合部位に存在するg.420 C > A SNPによって比内鶏の発育が改善されることを明らかにした．今後は当該SNPによって比内鶏を父親とする比内地鶏あるいは他の肉用鶏において同様の効果を示すか検討する予定である．

謝　辞

本研究は，平成24年度財団法人旗影会の研究助成によるものです．

引用文献

Arya R, Duggirala R, Jenkinson CP, Almasy L, Blangero J, O’ Connell P and Stern MP. 2004. Evidence of a novel quantitative-trait locus for obesity on chromosome 4p in Mexican Americans. *The American Journal of Human Genetics* 74, 272–282.

Bi S, Scott KA, Kopin AS and Moran TH. 2004. Differencial roles for cholecystokinin A receptors in energy balance in rats and mice. *Endocrinology* 145: 3873–3880.

Buchan AMJ, Polak JM, Solcia E, Capella, Hudson D and Pearse AGE. 1978. Electron immunohistochemical evidence for the human intestinal I cell as the course of CCK. *Gut* 19: 403–407.

Burkhart CA, Cherry JA, Vankrey HP and Siegel PB. 1983. Genetic selection for growth-rate alters hypothalamic satiety mechanisms in chickens. *Behavior Genetics* 13: 295–300.

Corwin RL, Gibbs J and Smith GP. 1991. Increased food intake after type A but not type B cholecystokinin receptor blockade. *Physiology and Behaviour 50*: 255–258.

Crawley JN, Fiske SM, Durieux C, Derrien M and Roques BP. 1991. Centrally administered

cholecystokinin suppresses feeding through a peripheral-type receptor mechanism. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics 257*:1076–1080.

Denbow DM. 1994. Peripheral regulation of food intake in poultry. *Journal of Nutrition* 124:1349S–1354S.

Denbow DM and Myers. 1982. Eating, drinking and temperature responses to intracebroventricular cholecyctokinin in the chick. *Peptides* 3: 739–743.

Dinoso VP Jr and Murthy SNS. 1984. Hormonal control of gastrointestinal motility. *Digestive Diseases* 2: 130–140.

Dunn IC, Hocking PM, Meddle SL, Wilson PW, Wardle C, Law AS, Bishop A, Hindar C, Robertson GW, Burt DW, Ellison SJL and Morrice DM. 2013. Decreased expression of the satiety signal receptor *CCKAR* is responsible for incresed growth and body weight during the domestication of chickens. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism* 304: E909–E921.

Duke GE, Larntz K and Hunter H. 1987. The influence of cholecystokinin, vasoactive intestinal peptide and secretin on pancreatic and bilary secretion in laying hens. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology* 86: 97–102.

Funakoshi A, Miyasaka K, Matsumoto H, Yamamori S, Takiguchi S, Kataoka K, Takata Y, Matsusue K, Kono A and Shimokata H. 2000. Gene structure of human cholecystokinin (CCK) type-A receptor: boby fat content is related to CCK type-A receptor gene promorter polymorphism. *FEB Letters* 466: 264-266.

Gibbs J, Young RC and Smith GP. 1973. Cholecystokinin decreases food intake in rats. Journal of Comparative and Physiological Psychology 84, 488–495.

Houston RD, Haley CS and Archibald AL, 2006. Cameron ND, Plastow GS, Rance KA. A polymorphism in the 50-untranslated region of the porcine cholecystokinin type A receptor gene affects feed intake and growth. *Genetics* 174, 1555–1563.

Houston RD, Rance KA, Sutcliffe E, Archibald AL and Haley CS. 2008. *The cholecystokinin type A receptor g*.179 A > G polymorphism affects feeding rate. Animal Genetics 39: 187–188.

Innis RB and Snyder SH. 1980. Distinct cholecystokinin receptors in brain and pancreas. : *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 77, 6917–6921.

Kissileff HR, Pi-Sunyer FX, Thornton J and Smith GP. 1981. C-terminal octapeptide of cholecystokinin decreases food intake in man. *The American Journal of Clinical Nutrition* 34, 154–160.

Koda M, Ando F, Niino N, Shimokawa H, Miyasaka K and Funakoshi A. 2004. Association of cholecystokinin 1 receptor and β3-adrenergic receptor polymorphisms with midlife weight gain. *Obesity Research* 8: 1212–1216.

Kopin AS, Mathes WF, McBride EW, Nguyen M, Al-Haider W, Schmitz F, Bonner-Weir S, Kanarek R and Beinborn M. 1999. The cholecystokinin-A receptor mediates inhibition of food intake yet is not essential for the maintenance of body weight. *The Journal of Clinical Investigation* 103: 383-391.

Martín MT, Fernández E, Rodríguez-Sinovas A and Goñalons E. 1995. Effects of cholecystokinin on chicken cecal motility: mechanisms involved. *Life Sciences* 56, 601–610.

Martínez V, Jiménez M, Goñalons E and Vergara P. 1995. Modulation of the migrating myoelectric complexes by cholecystokinin and gastrin in the gastrointestinal tract of chickens. *Poultry Science* 74, 563–576.

Miyasaka K, Takiguchi and Funakoshi A. 2007. Cholecystokinin 1(A) receptor polymorphisms. *Current Topics in Medicinal Chemistry* 7: 1205-1210.

Richards MP. 2003. Genetic regulation of feed intake and energy balance in poultry. *Poultry Science* 82: 907-916.

力丸宗弘，佐々木修，小出水規行，小松恵，鈴木啓一，高橋秀彰．2013．比内鶏の発育形質関連QTL解明とその検証(第１報)－比内鶏の発育形質に関するQTL解析－．秋田県畜産試験場研究報告 27，27-33.

力丸宗弘，小松恵，上本吉伸，武田尚人，鈴木啓一，高橋秀彰．2014．比内鶏の発育形質関連QTL解明とその検証(第２報)－比内鶏F_2家系集団におけるコレシストキニンＡ受容体遺伝子のハプロタイプと発育形質との関連性－．秋田県畜産試験場研究報告 28，27-33.

力丸宗弘，小松恵，武田尚人，上本吉伸，鈴木啓一，高橋秀彰．2015．比内鶏の発育形質関連QTL解明とその検証(第３報)－コレシストキニンＡ受容体遺伝子の一塩基多型が比内鶏の発育形質に及ぼす影響－．秋田県畜産試験場研究報告 29，56-62.

Rodriguez-Sinovas A, Fernandez E, Manteca X, Fernández AG and Goñalons E. 1997. CCK is involved in both peripheral and central mechanisms controlling food intake in chickens. *The American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 272, R334–340.

Sankaran H, Goldfine ID, Deveney CW, Wong KY and Williams JA. 1980. Binding of cholecystokinin to high affinity receptors on isolated rat pancreatic acini. *The Journal of Biological* Chemistry 255, 1849–1853.

Satoh S, Furuse M, Choi YH and Okumura J. 1994. Cholecystokinin is not a major regulator in the digestive system in the chicken. *Cellular and Molecular Life Sciences* 50, 812–814.

Savory CJ and Gentle MJ. 1980. Intravenous injections of cholecystokinin and caerulein suppress food intake in domestic fowls. *Experientia* 36, 1191–1192.

Savory CJ, Duke GE and Bertoy RW. 1981. Influence of intravenous injections of cholecystokinin on gastrointestinal motility in turkeys and domestic fowls. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* 70: 179-189.

Schroeder M, Zagoory-Sharon O, Lavi-Avnon Y, Moran TH and Weller A. 2006. Weight gain and maternal behavior in CCK_1 deficient rats. *Physiology and Behavior* 89, 402–409.

Moran TH, Katz LF, Carlos RPS and Gary JS. 1998. Disordered food intake and obesity in rats lacking cholecystokinin A receptors. *American Journal of Physiology-Regulatory, Intergrative and Comparative Physiology* 274:R618-R625.

Wank SA. 1995. Cholecystokinin receptors. *American Journal of Physiology – Gastrointestinal and Liver Physiology* 269: G628–G646.

Wynne K, Stanley S, McGowan B and Bloom S. 2005. Appetite control. *Journal of Endocrinology* 184: 291-318.

Xiao R and Cui ZJ. 2004. Mutual dependence of VIP/PACAP and CCK receptor signaling for a physiological role in duck exocrine pancreatic secretion. *The American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 286: R189–R198.

比内地鶏雄の性能調査および出荷日齢短縮の検討

力丸宗弘・高橋大希・佐藤悠紀・小松　恵*

* 現：秋田県南部家畜保健衛生所

要　約

比内地鶏の雄の発育性能を明らかにするため，雄の性能調査をおこなうとともに飼育日数の短縮について検討をおこなった．発育調査の結果，90日齢の体重は2302 g，100日齢の体重は2603 gであり，飼料要求率はそれぞれ3.17，3.19であった．解体成績ではと体重とムネ肉割合に差が認められたが，それ以外の項目については有意な差は認められなかった．90日齢と100日齢の雄の肉質(粗脂肪含量，グルタミン酸，アミノ酸総量，イノシン酸，脂肪酸組成)に有意な差は認められなかった．雌の肉と比較すると雄の肉は粗脂肪含量やイノシン酸含量が少なく，脂肪酸組成に差が見られた．１羽当たりの生産費を比較すると，90日齢の雄は100日齢の雄よりも約15%安かった．雌と比較すると雄は約７割のコストで生産することが可能であった．１羽当たりの生産費に解体処理料金から正肉１kg当たりの単価を試算した結果，100日齢の雄が90日齢の雄より安かった．１羽当たりの生産費は90日齢の雄が100日齢の雄よりも安かったが，正肉のkg単価は100日齢の方が安くなること，90日齢では生体重が２kg以下の鶏がいることから，現状では100日齢での出荷が望ましいと考えられる．

緒　言

本県の特産鶏である比内地鶏は平成20年以降経済不況等の影響により販売数が落ち込み出荷羽数が減少していたが，24年以降増加傾向に転じ，26年の出荷羽数は587千羽となっている．比内地鶏は肉質の違いから流通のほとんどが雌であるが，近年加工用として雄の利用についても検討されつつある．比内地鶏の雄については，過去に雄の有効活用について検討が行われている(佐々木ら1999；冨樫ら 2000；石塚ら 2001)．佐々木ら(1999)や冨樫ら(2000)は飼料給与法が雄の発育や肉質に及ぼす影響について検討をおこない，雄へ高タンパク・高カロリーの飼料を給与することによって発育が改善されることを報告している．しかしながら，これらの試験からはすでに10年以上が経過しており，近年の比内地鶏の雄の発育能力や肉質は明らかとなっていない。

今後，比内地鶏の出荷羽数を拡大していくためには，雌のみでなく雄の加工品への利用等についても検討していく必要がある．また，現在雄の飼育日数は比内地鶏ブランド認証制度において100日以上とされているが，加工品として利用するためにはさらに飼育期間を短縮し，飼育コストを削減することが必要となる．そこで，本研究では，比内地鶏の雄の発育能力および肉質を調査するとともに，飼育期間短縮の可能性について検討をおこなった．

材料と方法

試験１　比内地鶏雄の発育性能および肉質

１　供試鶏

2013年７月31日に当場でふ化した比内地鶏の雄びなを41羽供試した．

２　試験期間

試験期間は2013年７月31日から11月８日(100日齢)までとした.

３　飼養管理

餌付けから４週齢まではバタリー育雛器で飼育した. ４週齢以降100日齢まで運動場が付随したパイプハウスで飼育した. 育雛飼料は以下の３つの市販飼料を給与した：１)４週齢まで幼雛用飼料(CP22%；ME3,000 kcal/kg)；２)10週齢まで中雛用飼料(CP18%；ME2,850 kcal/kg)；３)100日齢まで仕上げ用飼料(CP16%；ME2,900 kcal/kg). 飼料は不断給餌とし, 飲水は自由とした. その他の飼養管理は当場の慣行とした.

本研究における動物の取り扱いならびに飼養は「動物実験の適正な実施に向けたガイドライン」(日本学術会議 2006)に則りおこなった.

４　調査項目

１)発育成績

０, 28, 70, 90, 100日齢に生体重を測定し, 生体重から日増体重(０-28, 28-70, 70-90, 70-100, ０-100日齢)を算出した. 飼料効率は日増体重と飼料摂取量から算出した. なお, 90日齢以降は解体調査等で30羽と殺したため, 残りの10羽について発育成績を調査した。

２)解体成績

90日齢と100日齢にランダムに５羽を抽出し, 18時間の絶食後と殺した. 放血, 脱毛後, と体を氷水で冷却した. と体はモモ, ムネ, ササミ, 手羽, 心臓, 肝臓, 砂肝, 腹腔内脂肪に分け, ムネ肉とモモ肉の骨を抜いた後, 各部位の重量を測定した. 歩留り割合は絶食体重に対する各部位の重量から算出した. モモ肉とムネ肉は, ミートチョッパー(No. ５-A, ベリタス, 東京)でミンチした後, ポリ袋に入れ, 分析まで－30℃で保存した.

３)肉質分析

90日齢と100日齢に解体したサンプルのうち, 各日齢ともランダムに３検体ずつ抽出した. モモ肉およびムネ肉の粗脂肪含量はソックスレー法により測定した. 粗脂肪含量については, 160日齢の雌も分析に加えた. モモ肉のアミノ酸, イノシン酸, 脂肪酸組成の分析は日本食品分析センターへ依頼した.

５　統計処理

全ての統計処理はExcel-Statistics 2006 software (Excel, Microsoft Corp., Remond, WA；Social Survey Research Information, 東京)を用いておこなった. 平均値はTukey's, Bonferroni's, Sheffe'sの比較テストを用いて比較し, 全ての比較テストにおいてＰ値が0.05未満である時に有意とした.

試験２　飼料成分の違いによる比内地鶏雄の発育成績の比較

１　供試鶏および試験区分

飼料成分の違いが比内地鶏の雄の発育に及ぼす影響を明らかにするため, 異なる飼料成分を用いて発育の比較をおこなった. 2014年４月30日に当場でふ化した比内地鶏の雄びなを供試した. 試験区は飼料１区, 飼料２区の２区分とし, 飼育羽数は各区60羽とした. 飼料１区には１)４週齢まで幼雛用飼料(CP24%；ME3,000 kcal/kg)；２)10週齢まで中雛用飼料(CP18%；ME2,850 kcal/kg)；３)100日齢まで仕上げ用飼料(CP16%；ME2,900 kcal/kg), 飼料２区には１)４週齢まで幼雛用飼料(CP19.5%；ME3,200 kcal/kg)；２)100日齢まで　仕上げ用

飼料(CP18.5%; ME3,280 kcal/kg)を給与した.

2　試験期間

試験期間は2014年４月30日から８月８日(100日齢)までとした.

3　飼養管理

餌付けから４週齢まではバタリー育雛器で飼育した. ４週齢以降100日齢まで運動場が付随したパイプハウスで飼育した. 飼料は不断給餌とし, 飲水は自由とした. その他の飼養管理は当場の慣行とした.

4　調査項目

1）発育成績

0, 28, 70, 90, 100日齢に生体重を測定し, 生体重から日増体重(0-28, 28-70, 70-90, 70-100, 0-100日齢)を算出した. 飼料効率は日増体重と飼料摂取量から算出した. なお, 90日齢以降は試験１と同様解体調査等でと殺した残りの10羽について発育成績を調査した。

2）比内地鶏雄の生産費およびkg単価の試算

試験１と試験２の結果から比内地鶏雄の１羽当たりの生産費および正肉kg単価の試算をおこなった.

5　統計処理

全ての統計処理はExcel-Statistics 2006 softwareを用いておこなった. 平均値はTukey's, Bonferroni's, Sheffe'sの比較テストを用いて比較し, 全ての比較テストにおいてP値が0.05未満である時に有意とした.

結果および考察

試験１　比内地鶏雄の発育性能および肉質

1　比内地鶏雄の発育性能および肉質

比内地鶏雄の発育成績を表１に示した. 雄の体重は90日齢では2302 g, 100日齢では2603 gであった. 平均日増体重は0-90日齢では25.1 g, 0-100日齢では25.6 gであった. 飼料摂取量は0-90日齢では79.4 g, 0-100日齢では81.6 g, 飼料要求率は0-90日齢では3.17, 0-100日齢では3.19であった. 本試験における雄の100日齢の体重は佐々木ら(1999)や冨樫ら(2000)が報告している育雛飼料給与の結果(2077 g, 2199 g, 2186 g)よりも大きく, 高タンパク・高エネルギーであるブロイラー飼料を給与した結果(佐々木ら 1999 (2592 g)；冨樫ら 2000 (2428 g, 2403 g)；石塚ら 2001 (2518 g))と同等あるいはそれ以上の大きさであった. この結果は10年以上の間に種鶏の改良によって雄の体重が改善されていることを示唆している。

90日齢と100日齢における比内地鶏雄の解体成績を表２に示した. 90日齢と100日齢でと体重とムネ肉重量割合に有意($P < 0.05$)な差が認められたが, その他の部位については有意な差は認められなかった. 90日齢の絶食体重は平均で2139 g±164 gであり中には2.0 kg未満の鶏も存在した. 比内地鶏を処理する食鳥処理場では２ kg未満の鶏は廃棄されていることから, 現状では生産現場での90日齢の出荷は困難と考えられる.

比内地鶏雄と雌の肉中の粗脂肪含量を表３に示した. 90日齢と100日齢の粗脂肪含量に有意な差は認められなかったが, 100日齢の肉の方が90日齢の肉よりもモモ肉, 皮付きモモ肉, 皮付きムネ肉, モモ肉＋ムネ肉の粗脂肪含量が高い傾向を示した. 千田ら(1992)は比内地鶏の雌において, と殺日齢が長くなるにつれて肉中の粗脂肪含量が増加することを報告しているが,

表１　比内地鶏雄の発育成績

	0日	28日	70日	90日	100日※	
体重(g)	42.5±3.2	444.3±38.9	1454.8±161.9	2302.2±197.1	2602.8±206.3	
	0-28日	28-70日	70-90日	70-100日※	0-90日	0-100日※
平均日増体重(g)	14.4±1.3	24.1±3.3	42.4±3.6	38.2±3.4	25.1±2.2	25.6±2.1
飼料摂取量(g)	31.5	79.7	146.1	147.4	79.4	81.6
飼料要求率	2.19	3.31	3.44	3.86	3.17	3.19

※ n=10

表２　90日齢と100日齢における比内地鶏雄の解体成績

項目	重量(g)		割合(%)	
	♂90日齢	♂100日齢	♂90日齢	♂100日齢
絶食体重	2138.8±163.6	2503.6±176.6	100	100
と体重	1988.4±148.8	2220.4±165.4	93.0±0.5[a]	88.7±0.4[b]
モモ	400.5 ± 35.3	473.6 ± 41.0	18.7±1.0	18.9±0.4
ムネ	241.5 ± 20.2	252.0 ± 23.8	11.3±0.6[a]	10.1±0.5[b]
ササミ	61.7 ± 6.6	70.4 ± 6.5	2.9 ±0.1	2.8 ±0.2
生肉(モモ、ムネ、ササミ)	703.7 ± 56.6	796.0 ± 67.0	32.9±1.1	31.8±0.6
肝臓	40.5 ± 4.6	43.7 ± 2.0	1.9 ±0.1	1.7 ±0.1
心臓	9.3 ± 0.5	10.8 ± 1.2	0.4 ±0.0	0.4 ±0.0
砂肝	50.1 ± 5.6	61.7 ± 5.6	2.3 ±0.3	2.5 ±0.2
腹腔内脂肪	17.3 ± 2.1	19.3 ± 5.0	0.5 ±0.5	0.6 ±0.4
手羽先	109.4 ± 10.0	122.0 ± 11.2	5.1 ±0.3	4.9 ±0.1
手羽元	87.4 ± 9.5	102.0 ± 9.2	4.1 ±0.2	4.1 ±0.1
全骨	447.4 ± 38.7	520.4 ± 51.2	20.9±0.6	20.8±1.0

異符号間に有意差あり($P < 0.05$)

本試験においても同様の傾向が認められた．雌との比較では90日齢と100日齢の雄の肉は雌の肉よりも粗脂肪含量が少なく，90日齢の雄の肉は皮付きモモ肉，皮付きムネ肉，モモ肉＋ムネ肉，100日齢の雄の肉は皮付きモモ肉の粗脂肪含量が雌よりも有意($P < 0.05$)に少なかった．これらの結果から，雄の肉を加工用として利用する際，用途によっては不足する脂肪分を補う必要があると考えられる．

比内地鶏雄のモモ肉中の遊離アミノ酸含量およびイノシン酸含量を表４に示した．90日齢と100日齢のモモ肉中の遊離アミノ酸含量およびイノシン酸含量に有意な差は認められなかった．160日齢の雌(Rikimaru と Takahashi 2010)との比較では，遊離アミノ酸含量に大きな差は認められなかったが，90日齢と100日齢の雄の肉のイノシン酸含量は低い値を示した．鶏肉のイノシン酸含量は日齢に応じて増加する(Davidek と Khan 1967；Chow と Jacobson，1968；山下ら 1976；北田ら，1983)ことが報告されており、本試験結果でも比内地鶏のイノシン酸含量において同様の傾向が確認された．

比内地鶏雄のモモ肉中の脂肪酸組成を表５に示した．90日齢と100日齢のモモ肉中の脂肪酸組成に有意な差は認められなかった．160日齢の雌(Rikimaru と Takahashi 2010)との比較で

は，90日齢と100日齢の雄の肉はパルミチン酸とパルミトレイン酸が高く，オレイン酸が低い値を示した．これらの結果から，雄と雌の肉では脂肪酸組成が若干異なることが確認された．

試験２　飼料成分の違いによる比内地鶏雄の発育成績の比較

飼料成分の違いによる比内地鶏雄の発育成績の比較を表６に示した．

飼料１区は28日，70日，90日において飼料２区より体重が有意($P < 0.05$)に優れていた．100日齢においても飼料１区の体重が優れる傾向を示した．また，平均日増体重においても同様に０-28日齢，28-70日齢，70-90日齢において飼料１区が飼料２区より有意($P < 0.05$)に優れており，０-90日齢，０-100日齢においても飼料１区が飼料２区より優れる傾向を示した．飼料２区の発育が飼料１区より劣った原因としては，幼雛用飼料のタンパクが低かったことがその後の発育へ影響し，その結果出荷日齢までに体重が追いつかなかったことが大きな要因であると考えられる．飼料１区は試験１の飼料と同等の発育成績(試験１区：2580.2 g；試験１：2602.8 g)であった．飼料摂取量は試験２区が０-90日齢，０-100日齢とも試験１区より多く，飼料要求率は飼料１区が優れていた．また，飼料１区は試験１の結果よりも飼料要求率が優れ

表３　比内地鶏雄と雌の肉中の粗脂肪含量

割合(%)	♂90日齢		♂100日齢		参考値♀160日齢	
モモ肉	3.97 ± 1.42		4.79 ± 1.15		5.57 ± 1.43	
ムネ肉	1.2 ± 0.5		1.07 ± 0.41		1.76 ± 0.62	
皮付きモモ	6.02 ± 1.27	b	6.99 ± 1.46	b	9.72 ± 1.86	a
皮付きムネ	2.7 ± 0.95	b	4.29 ± 2.22	ab	6.29 ± 0.98	a
モモ＋ムネ	4.6 ± 1.31	b	5.73 ± 1.80	ab	8.55 ± 3.84	a

異符号間に有意差あり（$P < 0.05$）

表４　比内地鶏雄のモモ肉中の遊離アミノ酸含量およびイノシン酸含量

含量(mg/100g)	♂90日齢	♂100日齢	参考値♀160日齢※
グルタミン酸	33.0 ± 1.7	35.0 ± 3.6	31.2 ± 1.3
アミノ酸総量	195.7 ± 5.5	213.1 ± 14.3	220.6 ± 13.0
イノシン酸	86.2 ± 4.4	66.3 ± 25.7	156.6 ± 8.4

※ Rikimaru と Takahashi (2010)

表５　比内地鶏雄のモモ肉中の脂肪酸組成

割合(%)	♂90日齢	♂100日齢	参考値♀160日齢※
パルミチン酸	23.0 ± 1.4	23.1 ± 0.7	20.7 ± 0.8
パルミトレイン酸	4.9 ± 1.6	4.9 ± 0.9	3.0 ± 0.4
ステアリン酸	7.9 ± 0.6	7.9 ± 1.1	7.8 ± 0.7
オレイン酸	38.2 ± 2.7	38.6 ± 2.3	43.7 ± 1.1
リノール酸	20.0 ± 3.5	19.6 ± 2.4	17.5 ± 1.2
アラキドン酸	1.8 ± 0.4	1.9 ± 0.4	1.9 ± 0.0

※ Rikimaru と Takahashi (2010)

ていた．飼料１区と試験１の飼料は同等の発育成績を示したことから，現状では雄にとって飼料２区より飼料１区や試験１のような飼料成分が望ましいと考えられる．

出荷日齢の違いによる比内地鶏雄の１羽当たりの生産費の比較を表７に示した．90日齢および100日齢における雄の１羽当たりの生産費はそれぞれ1,121円と1,231円であり，90日齢の生産費は100日齢の生産費より110円安かった．また，雌の生産費と比較すると90日齢および100日齢の生産費はそれぞれ696円，586円安かった．これらの結果から，90日齢の雄は100日齢の雄よりも生産費を約15%削減することが可能であり，雄は雌と比較すると約６～７割のコストで生産できることが明らかとなった．

１羽当たりの生産費と解体処理料金から正肉１kg当たりの単価を試算した結果，90日齢および100日齢の雄の正肉kg単価はそれぞれ2,363円，2,225円と100日齢の方が90日齢より138円安くなった(表８)．90日齢の生産費は100日齢よりも110円安かったが，正肉量に約100 gの差があるため，正肉kg単価は逆に100日齢の方が安くなった．このことから，正肉kg単価を考えると現状では100日齢での出荷が望ましいと考えられる．雌の正肉kg単価と比較すると90日齢および100日齢の正肉kg単価はそれぞれ416円，554円安かったが，雌のkg単価の約８割であった．

今後の課題として正肉kg単価をさらに下げるためには，飼料用米を利用する等飼料費の削減が必要となる．ただし，配合飼料へ飼料用米を上乗せ添加する際には飼料用米の添加割合が増加するに従って飼料中のタンパクが低下していくため，添加割合には注意する必要がある．またもうひとつの課題として，雄は解体処理した際に皮に毛の一部が残りやすいという問題があ

表６　飼料成分の違いによる比内地鶏雄の発育成績の比較

	0日	28日	70日	90日	100日※	
体重(g)						
飼料1	40.6±2.8	399.1±49.3 a	1604.7±180.4 a	2310.9±196.0 a	2580.2±261.0	
飼料2	40.6±2.3	370.6±56.8 b	1408.1±190.5 b	2139.8±236.2 b	2460.4±320.3	
試験1*	42.5±3.2	444.3±38.9	1454.8±161.9	2302.2±197.1	2602.8±206.3	
	0-28日	28-70日	70-90日	70-100日※	0-90日	0-100日※
平均日増体重(g)						
飼料1	12.8±1.7 a	28.7±3.9 a	35.3±3.3 a	32.4±11.0	25.2±2.2	25.4±2.6
飼料2	11.8±2.0 b	24.7±4.2 b	36.6±4.5 b	35.2±10.8	23.3±2.6	24.2±3.2
試験1※※	14.4±1.3	24.1±3.3	42.4±3.6	38.2±3.4	25.1±2.2	25.6±2.1
飼料摂取量(g)						
飼料1	28.6	88.8	121.8	121.8	77.4	78.2
飼料2	26.8	115.2	130.5	130.3	90.0	107.2
試験1※※	31.5	79.7	146.1	147.4	79.4	81.6
飼料要求率						
飼料1	2.23	3.09	3.45	3.76	3.07	3.05
飼料2	2.31	4.70	3.56	3.70	3.86	4.19
試験1※※	2.19	3.31	3.44	3.86	3.17	3.19

※ n=10

飼料１；４週齢まで幼雛用飼料(CP24%；ME3,000 kcal/kg) 10週齢まで中雛用飼料(CP18%；ME2,850 kcal/kg) 100日齢まで仕上げ用飼料(CP16%; ME2,900 kcal/kg)

飼料２；４週齢まで幼雛用飼料(CP19.5%；ME3,200 kcal/kg) 100日齢まで仕上げ飼料(CP18.5%；ME3,280 kcal/kg)

※※ 試験１；４週齢まで幼雛用飼料(CP22%；ME3,000 kcal/kg) 10週齢まで中雛用飼料(CP18%；ME2,850 kcal/kg) 100日齢まで仕上げ用飼料(CP16%；ME2,900 kcal/kg)

表７　出荷日齢の違いによる比内地鶏雄の１羽当たりの生産費の比較

	♂90日齢	♂100日	参考　♀160日齢
飼料費※	493	583	826
ひな代	164	164	387
人件費※※	376	396	516
燃料費※※	54	54	54
衛生施設費※※	34	34	34
合計	1,121	1,231	1,817

※　飼料摂取量雄：前期30g/羽、中期90g/羽、仕上げ期150g/羽
　　飼料摂取量雌：前期20g/羽、中期60g/羽、後期90g/羽、仕上げ期150g/羽
　　飼料単価：幼雛用80円/kg、中雛用65円/kg、仕上げ期60円/kgとした場合
※※　秋田県農業公社の試算を基に算出

表８　出荷日齢の違いによる比内地鶏雄の正肉Kg単価の比較

	♂90日齢	♂100日齢	参考　♀160日齢
生産費	1,121	1,231	1,817
解体処理料金※	540	540	540
１羽当たりの費用	1,661	1,771	2,357
正肉重量(Kg)※※	0.703	0.796	0.848
正肉Kg単価	2,363	2,225	2,779

※　解体処理料金540円/羽とした場合
※※　90日齢の正肉重量0.703kg、100日齢の正肉重量0.796kgとした場合
※※　雌の正肉重量0.848kgとした場合

る(図１)．雄の肉を加工用として利用する際には異物混入の原因となるため，処理方法についても今後検討する必要がある．

以上の結果を総合的に考えると，雄の肉は雌の肉と比較して肉中の粗脂肪含量が少なく，うま味に影響を与えるイノシン酸含量や脂肪酸組成が異なるものの，雄の肉を加工する際に雌の脂肪を利用すれば，不足する脂肪分を補うことも可能であり，加工品として多様な用途に利用できる可能性は十分にあると考えられる．

出荷日齢については，１羽当たりの生産費は90日齢の雄が100日齢の雄よりも安くなるが，正肉kg単価は100日齢の雄の方が安くなること，90日齢の場合生体重が２kg以下の鶏もいることから，現状では100日齢での出荷が望ましいと考えられる．

図１　鶏皮における毛の残留

引用文献

千田惣浩・佐々木専悦・畠山義祝. 1992. 秋田比内地鶏の品質特性に関する試験. 秋田県畜産試験場研究報告 7, 105-122.

Chow, I. S., and M. Jacobson. 1968. Inosine monophosphate, inosine, and hypoxanthine in meat from broiler 5, 7, and 9 weeks of age. Poultry Science. 47, 604-608.

Davidek, J., and A. W. khan. 1967. Estimation of inosinic acid in chicken muscle and its formation and degradation during post-mortem aging. Journal of Food Science. 32, 155-157

冨樫祐悦・山本敬子・川井真美子・熊谷晶則. 2000. 秋田比内地鶏雛の有効活用技術の確立(第２報)－飼養環境が発育や肉質に及ぼす影響－. 秋田県畜産試験場研究報告 15, 33-44.

山下近男・石本佳之・目加田博行・海老沢昭二・村井武彦・野中進. 1976. ブロイラーの肉質改善に関する研究(Ⅱ)週齢の相違が風味に及ぼす影響. 日本家禽学会誌. 13, 14-18.

秋田県畜産試験場研究報告

平成28年２月22日発行
編集兼発行　秋田県畜産試験場
代表者　伊　藤　盛　徳
〒019-1701
秋田県大仙市神宮寺字海草沼谷地13－3
電　話　総務企画室　0187(72)2511
飼料・家畜研究部　3814, 3871
比内地鶏研究部　3813
ＦＡＸ　総務企画室　0187(72)4371
研　究　部　2807

印　刷　所　株式会社　三森印刷
〒014-0021
秋田県大仙市福田町12－29
電　話　0187(62)0433
ＦＡＸ　0187(62)0426

「この印刷物は、315 部印刷して、単価は 280 円です。」