ＩＳＳＮ　2187－6428

Bulletin of the
Akita Prefectural Livestock Experiment Station

NO.32　March　2018

秋田県畜産試験場
研　究　報　告

第　32　号
平成30年３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.32.p.1-29（March 2018）

秋田県畜産試験場研究報告　第32号(平成30年３月)

目　　次

1　飼料用米給与による早期若齢肥育技術の開発（第１報）
…… 相馬　祐介 …… １～８
藤田　　歩
佐々木航弥
渡部　一弥
千田　惣浩

2　秋田県における飼料用稲専用品種の品種特性と地域適応性の検討
－ 飼料用稲（平成26年度）－ …… 由利奈美江 …… ９～13
佐藤　寛子
渡邊　　潤

3　高度不飽和脂肪酸と鶏肉のおいしさとの関連性の解明（第５報）
－ ロードアイランドレッド鶏肉における長鎖不飽和脂肪酸代謝遺伝子型の効果の検証 －
…… 力丸　宗弘 …… 14～20
佐藤　悠紀
青谷　大希
高橋　秀彰

4　比内地鶏母系原種鶏の系統造成と利用系統の組合せ試験（第２報）
…… 佐藤　悠紀 …… 21～28
青谷　大希
力丸　宗弘

5　秋田県畜産試験場　学術論文掲載一覧 …… 29

飼料用米給与による早期若齢肥育技術の開発（第１報）

相馬祐介・藤田歩・佐々木航弥・渡部一弥・千田惣浩*

* 現：秋田県中央家畜保健衛生所

要　約

本県肥育農家で盛んに利用されている飼料用米の給与を前提として，現行の肥育期間を４ヶ月程度短縮する肥育技術の開発を目的とした育成・肥育試験を実施した．生後から３ヶ月齢まで母牛からの自然哺乳に加え，代用乳を給与することで哺乳量を強化した区（哺乳強化区）と自然哺乳のみで育成した区（自然哺乳区）の間で，生後８ヶ月齢までの発育性及び肥育出荷時の産肉性について調査した．その結果，哺乳強化区において肥育開始前及び肥育期において発育性が良好であった．また，哺乳強化の実施により，と畜後の枝肉重量が大きくなる傾向にあったことから，枝肉販売時における収益性の向上が示唆された．このことから，哺育期における哺乳強化が肥育期間の短縮に有効であることが示唆された．

緒　言

近年，全国的に子牛市場価格の高騰が続いている．本県における子牛市場（あきた総合家畜市場）の黒毛和種平均取引価格は，平成 24 年度が 432,899 円であったのに対し，平成 28 年度が 820,432 円であり，４年間でおよそ 40 万円程度増加している．この影響を受け，肥育農家においては肥育素牛の導入費が増加し，肥育牛の生産費が大きく増加している．農林水産省畜産物生産費統計によると，去勢肥育牛１頭あたりの生産費は平成 24 年度においては 910,059 円であるのに対し，平成 28 年度には 1,146,901 円となっており，肥育農家の経営は厳しい状況にあるといえる．

一方で黒毛和種肥育牛の出荷月齢は概ね 30ヶ月齢程度である．肥育期間の長期化は飼料費の増加及び出荷回転率の低下を招くとされており（橋元 2013），肥育農家の収益性を向上させるためには，肥育期間を短縮する肥育技術の開発が急務となっている．肥育期間を短縮した場合，肉量や肉質の低下が懸念されるものの，近年は枝肉重量や BMS No.を始めとした経済形質に関して，全国的に種雄牛の改良が進展している．日本食肉格付協会（2007，2017）によると，平成 18 年次における黒毛和種去勢牛の全国平均枝肉重量は 453.4 kg であったのに対し，平成 28 年次は 488.8 kgであった．また，肉質等級における脂肪交雑については，４等級以上の割合が平成 18 年次で 55.3% だったのに対し，平成 28 年次が 77.3% であり，枝肉重量，牛肉の脂肪交雑ともに過去 10 年間で大きく向上している．このことから，現在は肉量や肉質を損なわずに肥育期間を短縮する肥育技術の開発が可能な段階にあると考え，本研究では現行の肥育期間を４ヶ月程度短縮する肥育技術の開発を目的とした育成・肥育試験を実施した．今回，肥育期間の短縮を図っても十分な肉量・肉質を確保できるような肥育素牛生産手法を検討するため，近年子牛の初期発育の向上に有効であると報告されている（磯崎ら 2008）子牛への代用乳による哺乳強化を実施し，肥育期間短縮に対する有効性を調査した．

なお，本県では新たに「秋田牛」ブランドが創設されたが，その出荷条件の一つとして，肥育牛

へ一定期間飼料用米を給与することが定められている．当場では，秋田牛としての肥育・出荷を想定した試験研究を実施しており，肥育牛における飼料用米の給与限界量や飼料用米を給与した肥育牛の発育性・産肉性等を調査し，飼料用米を給与しても肥育牛の発育性や産肉性等が損なわれないことを報告している（千田ら 2014，2016）．本研究においても，これまでと同様に秋田牛として肥育・出荷されることを想定し，今回の早期若齢肥育試験は飼料用米給与を前提とした試験としている．

材料と方法

1　子牛の哺乳強化試験

当場で生産された黒毛和種去勢 12 頭について，哺乳強化区及び自然哺乳区で 6 頭ずつ供試した（表 1）．試験期間中，表 2 に示した飼料を給与し，粗飼料はチモシーを主体として飽食給与した．

哺乳強化区の試験牛は，生後 1 週間から 3 ヶ月齢の間，表 3 のプログラムにより人工哺乳を行った．日中は母子分離をして代用乳を人工哺乳し，夜間は母子を同居させて自然哺乳とした．なお，母牛からの自然哺乳のみで育成した牛を自然哺乳区とし，両区とも 5 ヶ月齢で離乳した．なお，月 1 回の体重測定により発育性を調査した．得られたデータは一元配置の分散分析により差の検定を行った．

2　早期若齢肥育における哺乳強化の有効性検証

子牛の哺乳強化試験終了後，供試牛 12 頭について，概ね 8 ヶ月齢から肥育用飼料を給与し，概ね 24 ヶ月齢でと畜した．給与した飼料の月齢毎の 1 日当たり給与量と，飼料の栄養成分をそれぞ

表 1　供試牛の概要

No.	区　分	頭数	性別	生年月日	血　統		
					父	母の父	祖母の父
1	哺乳強化区	6	去勢	H26.11.30	義平福	美津照	北国7の8
2				H26.12.21	松昭秀	華春福	百合茂
3				H26.12.22	松昭秀	金幸福	百合茂
4				H27.1.20	義平福	松昭秀	義安福
5				H27.2.12	義平福	福桜	安平
6				H27.3.29	松昭秀	華春福	金幸
7	自然哺乳区	6	去勢	H26.10.26	松昭秀	華春福	安平
8				H26.11.10	義平福	篤桜	北福美2
9				H26.11.11	松昭秀	華春福	勝忠平
10				H26.11.12	松昭秀	華春福	安糸福
11				H26.11.20	松昭秀	華春福	平茂勝
12				H26.12.21	松昭秀	百合茂	白清85の3

表 2　給与飼料成分（哺育・育成期）

（単位：%）

	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維	粗灰分	可消化養分総量（TDN）	給与時期
代用乳	28.0	18.0	1.0	8.0	108.0	哺乳強化区のみ、生後1週齢～3ヶ月齢
人工乳（スターター）	19.0	2.0	7.0	10.0	75.0	生後～3ヶ月齢
育成用飼料A	16.0	2.0	8.0	9.0	73.0	3ヶ月齢～5ヶ月齢（離乳）
育成用飼料B	16.5	1.5	1.5	10.0	70.0	5ヶ月齢（離乳）～8ヶ月齢

表３　哺乳強化プログラムの概要

週齢	朝		夕		人工乳(スターター)1日当たり給与量（g/日）
	代用乳（g）	水(L)	代用乳（g）	水(L)	
1	300	1.5	300	1.5	20
2	400	2.0	400	2.0	20
3	500	2.5	500	2.5	50
4	500	2.5	500	2.5	70
5	500	2.5	500	2.5	150
6	500	2.5	500	2.5	200
7	500	2.5	500	2.5	300
8	500	2.5	500	2.5	500
9	500	2.5	500	2.5	700
10	500	2.5	500	2.5	1,000
11	400	2.0	400	2.0	1,000
12	300	1.5	300	1.5	1,000

※人工乳給与量は哺乳強化区、自然哺乳区で共通

れ表４及び表５に示した．なお，肥育全期間で膨潤米を 200 g/日給与した哺乳強化区及び自然哺乳区の試験区分は哺乳強化試験と同様とし，肥育期においては両区とも同一条件で飼養した．肥育期間中，試験牛の発育性を調査するため，体重，体高，胸囲，腹囲を毎月１回測定した．また，３～５ヶ月に１回試験牛全頭から血液を採取し，富士ドライケムにより一般血液性状を，高速液体クロマトグラフィーにより血中ビタミンＡ濃度をそれぞれ測定した．一般血液性状の測定項目は，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，栄養状態の指標としてBUN（尿素態窒素），T-CHO（総コレステロール）とした．なお，と畜の２日後に日本食肉格付協会により格付が行われ，枝肉成績を得た．なお，得られたデータは一元配置の分散分析により差の検定を行った．

結果と考察

１　子牛の哺乳強化試験

各区の体重の推移を表６に示した．哺乳強化区及び自然哺乳区の試験開始時（出生時）体重は，それぞれ 33.9 kg及び 34.8 kgであった．哺乳強化区及び自然哺乳区の離乳時（５ヶ月齢）の体重は 217.0 kg及び 207.4 kgで，８ヶ月齢時体重は 296.5 kg及び 273.2 kgであった．生後から８ヶ月齢までの期間DGは，哺乳強化区で 0.98（kg/日），自然哺乳区で 0.93（kg/日）であり，今回，各月齢で区間に有意差は認められなかったものの，哺乳強化区の方が発育良好であった．

本研究では生後から３ヶ月齢までの間，代用乳に係る費用を極力低減するため，人工哺乳と自然哺乳を組み合わせた形で哺乳強化を実施した．本研究の方法は哺乳ロボットを利用して哺乳量強化を図った事例（磯崎ら 2008）や完全人工哺乳による事例（森下ら 2013）と哺乳方法は異なる．し

かし，哺乳量を増加させたことで子牛の発育性が向上したという結果はこれらの報告と一致しており，本法による哺乳強化も牛の発育性向上に貢献するものと考えられた.

一方で森下ら（2013）は哺乳強化の実施により哺育期の発育性は向上したもの，哺乳量が増加したことによって人工乳（スターター）摂取量が減少し，離乳後の発育が停滞したことを報告している．本研究においては，人工乳給与量を最大 1.0 kg/日とし，森下ら（2013）の給与量よりも多い設計であったが，離乳後の５～６ヶ月齢時のDGは哺乳強化区で 1.09（kg/日）だったのに対し，自然哺乳区では 0.81（kg/日）であり，離乳後においても哺乳強化区の発育は良好であった．哺乳強化を実施する際は，人工乳の給与量も十分に確保することで離乳後の増体を確保できることが示唆された.

また，肥育素牛の基礎は生後３ヶ月齢までに決まるとの意見がある（出雲 2010）．今回は生後から３ヶ月齢までにおける哺乳量を強化して栄養摂取量を増加させたが，哺乳強化を実施した期間だけでなく，その後の発育性も向上する傾向が見られ，良好な肥育素牛の生産につながるものと考えられた.

２　早期若齢肥育における哺乳強化の有効性検証

１）飼料摂取量

哺乳強化区及び自然哺乳区の肥育全期間及び１日当たりの飼料摂取量を表７に示した．濃厚飼料の全期間摂取量（平均）は哺乳強化区が 3,760 kgであったのに対し，自然哺乳区が 3,840 kgであり，有意差は認められなかった．また，粗飼料の全期間摂取量は，哺乳強化区が 805.9 kgであったのに対し，自然哺乳区では 790.9 kgと粗飼料摂取量についても区間で有意差は認められなかった．１日当たり摂取量についても，濃厚飼料，粗

表４　月齢毎の1日当たり飼料給与量

飼料	月齢																
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
肥育用前期飼料	**2.0**	→	4.5	3.0	（終了）												
肥育用後期飼料				**3.0**	6.0	→		9.0	→	9.5	→		9.0	→			
後期飼料(ビタミンA含有)													**0.3**	→	0.8	→	出荷
乾草(＋チモシー)	3.0		→		1.0	（終了）											
稲わら				**1.0**	1.5	2.5		→		1.0	→						
大豆粕	0.2	→	0.3	→	0.3	（終了）											

表５　給与飼料成分（肥育期）

（単位:%）

	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維	粗灰分	可消化養分総量（TDN）
肥育用前期飼料	15.0	2.0	10.0	10.0	69.0
肥育用後期飼料	12.5	2.0	10.0	10.0	72.0
大豆粕	45.0	45.0	1.9	6.4	76.8
肥育用後期飼料(ビタミンA含有)	12.0	2.0	8.0	8.0	75.0

飼料ともに両区で概ね同等となり，有意差は認められなかった．

２）体重・体尺値

肥育開始時から終了時までの体重の推移を表８に示した．哺乳強化試験の結果に示したとおり，肥育開始時における体重は哺乳強化区の方が大きい傾向にあった．肥育終了時においても哺乳強化区の体重は744.5 kgであるのに対し，自然哺乳区では726.3 kgと有意差は認められなかったものの，哺乳強化区で大きい傾向が見られた．なお，体高，胸囲及び腹囲について各月齢で両区間に有意差は認められなかった．

３）血中ビタミンＡ濃度

肥育期間中の血中ビタミンＡ濃度の推移を図１に示した．肥育前期から中期にかけて，概ね順調に血中ビタミンＡ濃度が低下した．20ヶ月齢時の測定では30 IU/dLを下回る個体が散見されたため，対策として，供試牛全頭にビタミンAD$_3$E製剤を筋肉内注射したことから，出荷時の測定において血中ビタミンＡ濃度は上昇した．

撫ら（2007）は，生後18ヶ月齢時において血中ビタミンＡ濃度を制限することで有意にロース芯の脂肪交雑が入りやすくなることを報告している．また，ビタミンＡを制限した牛のBMS No.は有意に増加することを報告しており，この時期におけるビタミンＡ制限は重要であることが知られている．今回，20ヶ月齢時の測定において，哺乳強化区及び自然哺乳区の供試牛12頭中９頭が血中ビタミンＡ濃度の正常値である30 UI/dLを下回り，その中の数頭で食い止まりを示す個体が見られた．過度なビタミンＡ制限は飼料の採食量及び増体性を低下させることが報告されており（畜産技術協会 2005），早期肥育においては特に20ヶ月齢前後における血中ビタミンＡ濃度に注意する必要があると考えられた．

表６　生後から８ヶ月齢における体重の推移

	頭数	体重(kg) 出生時	3ヶ月齢	5ヶ月齢	8ヶ月齢	DG (kg/日)
哺乳強化区	6	33.9 ± 4.2	125.8 ± 11.9	217.0 ± 34.3	296.5 ± 53.1	0.98
自然哺乳区	6	34.8 ± 2.9	110.6 ± 21.2	207.4 ± 26.9	273.2 ± 30.5	0.93

平均±標準偏差

表７　飼料摂取量

	頭数	平均肥育日数（日）	体重(kg) 8ヶ月齢	10ヶ月齢	15ヶ月齢	20ヶ月齢	出荷時	DG (kg/日)
哺乳強化区	6	469.3	296.5 ± 53.1	327.9 ± 25.8	495.0 ± 25.5	638.4 ± 34.4	744.5 ± 27.1	0.96
自然哺乳区	6	473.3	273.2 ± 30.5	322.6 ± 29.9	482.2 ± 40.9	637.2 ± 60.9	726.3 ± 36.7	0.94

平均±標準偏差

表８　肥育開始時から出荷時における体重の推移

	頭数	平均肥育日数（日）	体重(kg) 8ヶ月齢	10ヶ月齢	15ヶ月齢	20ヶ月齢	出荷時	DG (kg/日)
哺乳強化区	6	469.3	296.5 ± 53.1	327.9 ± 25.8	495.0 ± 25.5	638.4 ± 34.4	744.5 ± 27.1	0.96
自然哺乳区	6	473.3	273.2 ± 30.5	322.6 ± 29.9	482.2 ± 40.9	637.2 ± 60.9	726.3 ± 36.7	0.94

平均±標準偏差

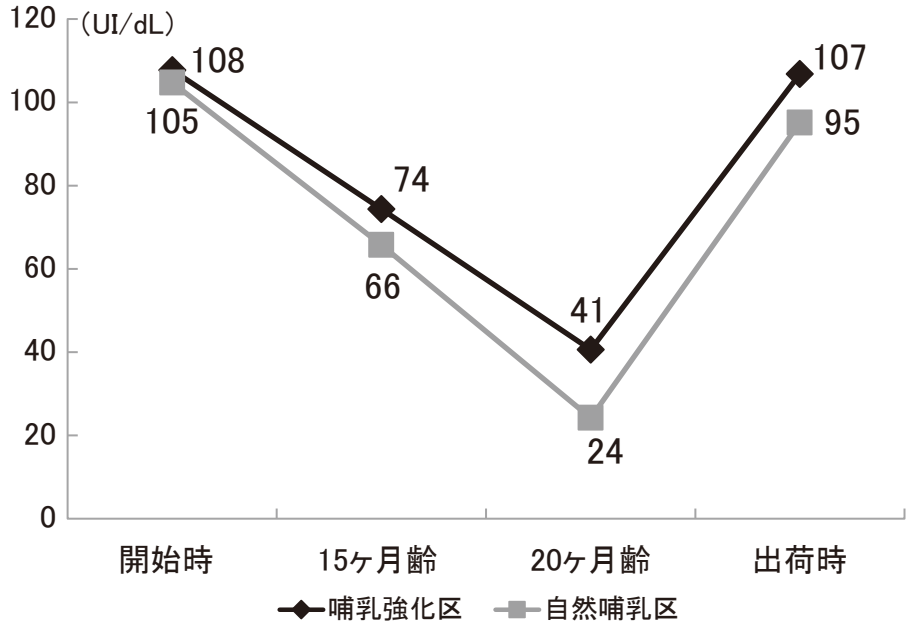

図１　血中ビタミンＡ濃度の推移

４）一般血液性状

月齢毎の一般血液性状の推移を表９に示した．肝機能の指標となるGOT（正常値：47 ～ 100 U/L）は両区共に正常値で，GGT（正常値：10 ～ 50 U/L）については哺乳強化区の20ヶ月齢時にやや高値であったが，両区ともに概ね正常値で推移した．また，BUN（正常値：10 ～ 16 mg/dL），T-CHO（正常値：107 ～ 244 mg/dL）についても両区とも概ね正常値で推移した．

５）枝肉成績

供試牛の枝肉成績を表10に示した．枝肉重量が哺乳強化区において473.9 kgであるのに対し，自然哺乳区で449.6 kgと有意差は認められなかったものの，哺乳強化区の方が24.3 kg大きい傾向が見られた．前述したとおり，日本食肉格付協会(2017）によると，平成28年次における黒毛和種去勢牛の全国平均枝肉重量は488.8 kgとなっており，本試験においては両区で全国平均値には達しないものの，哺乳強化区では概ね近い数値となった．また，BMS No.の平均が哺乳強化区で7.0であるのに対し，自然哺乳区で8.0であり，自然哺乳区の方がやや高い値となったが，有意差は認められなかった．今回，哺乳強化区の試験牛の１頭のBMS No.が３であり，これが哺乳強化区の平均値に大きく影響した．本牛を除けば，哺乳強化区のBMS No.の平均が7.8であり，自然哺乳区と同等であった．なお，ロース芯面積，バラの厚さ，皮下脂肪厚及び歩留基準値については，両区間で有意差は認められなかった．

また，肥育期間の短縮によって牛肉の「きめ」・「締まり」の低下を指摘する報告（佐野ら 2013）がある．日本食肉格付協会（2017）によると，平成28年次の黒毛和種去勢牛におけるきめ・しまりの等級は全国平均で81.1%が４等級以上であるが，本試験においては91.2%（12頭中11頭）が４等級以上であり，全国平均値との比較において，等級の低下は見られなかった．今回の試験においては全頭を早期肥育としたため，今後肥育期間を短縮した牛としなかった牛で比較する必要がある．

6）収益性

哺乳強化区及び自然哺乳区における収益性を表 11 に示した．哺乳強化区では代用乳を使用したことから代用乳費として 32,017 円かかり増ししたが，枝肉重量が自然哺乳区よりも大きかったことに起因し，哺乳強化区の枝肉販売価格の方が 92,646 円高かった．その結果，代用乳費を加味した哺乳強化区は，自然哺乳区と比べて１頭当たり 56,974 円収益が高い結果となった．

表９　一般血液性状

		哺乳強化区					自然哺乳区				
	単位	開始時	10ヶ月齢	15ヶ月齢	20ヶ月齢	出荷時	開始時	10ヶ月齢	15ヶ月齢	20ヶ月齢	出荷時
GOT	U/L	65.3	62.7	62.7	80.2	65.3	－	76.8	66.8	91.2	60.5
GGT	U/L	25.3	27.3	40.2	62.0	45.7	－	27.7	35.7	47.8	29.0
BUN	mg/dL	14.0	15.1	15.6	15.4	19.6	－	13.2	16.1	14.8	17.4
T-CHO	mg/dL	79.3	101.0	149.8	141.0	158.5	－	83.5	165.3	144.7	135.5

表10　枝肉成績

区分	No.	と畜月齢	枝肉格付	枝肉重量(kg)	ロース芯面積(cm^2)	バラ厚(cm)	皮下脂肪厚(cm)	歩留基準値	BMS No.	肉のきめ・締まり			瑕疵等
										きめ	締まり	等級	
哺乳強化区	1	23.9	A-4	446.5	58	7.9	2.4	74.5	7	4	5	4	
	2	24.0	A-4	460.0	52	7.4	2.5	73.2	7	5	5	5	
	3	23.9	A-5	480.5	57	8.0	2.1	74.3	8	5	5	5	
	4	24.5	A-4	470.5	67	6.7	2.7	74.3	7	5	5	5	
	5	24.2	A-3	506.0	67	8.5	2.8	74.9	3	3	3	3	
	6	23.3	A-5	480.0	59	9.9	3.0	75.0	10	5	5	5	
		平　均		**473.9**	**60.0**	**8.1**	**2.6**	**74.4**	**7.0**	**4.5**	**4.7**	**4.5**	
自然哺乳区	7	23.9	A-5	426.0	59	7.9	3.8	73.7	10	5	5	5	
	8	24.4	A-4	483.0	56	8.3	2.2	74.3	5	4	4	4	
	9	24.4	A-5	483.5	57	8.7	2.8	74.1	10	5	5	5	
	10	22.5	A-4	433.0	52	6.8	2.3	73.3	7	5	5	5	ズル(バラ)
	11	24.2	A-4	427.0	67	8.0	3.2	75.3	7	4	5	4	
	12	24.0	A-5	445.0	62	8.0	2.5	75.0	9	5	5	5	
		平　均		**449.6**	**58.8**	**8.0**	**2.8**	**74.3**	**8.0**	**4.7**	**4.8**	**4.7**	

表11　収益性

区分	枝肉重量(kg)	枝肉販売価格(円)		肥育期飼料費(円)				代用乳費((円)、c)	差益((円)、a-b-c)
		平均枝肉単価	平均販売価格(a)	濃厚飼料	粗飼料	補助飼料	合計(b)		
哺乳強化区	473.9	2,334	1,191,792	225,009	43,840	5,488	274,337	32,017	885,438
自然哺乳区	449.6	2,325	1,099,146	220,255	44,836	5,591	270,682	―	828,464

※飼料単価
■濃厚飼料
・肥育用前期飼料：56円/kg
・肥育用後期飼料：59円/kg
・肥育用後期飼料（ビタミンA含有）：59円/kg
■補助飼料
・大豆粕：80円
・ビタミンC添加剤：4円/g
■粗飼料
・乾草：50円/kg
・チモシー：78円/kg
・稲わら：54円/kg
■代用乳
・市販代用乳：423.5円/kg

7）まとめ

以上のことから，哺乳強化を実施した牛は，その後の肥育出荷時における枝肉重量が大きくなり，収益性が向上する傾向にあった．したがって，哺育期における哺乳強化は，肥育期間の短縮に有効であることが示唆された．

また，今回の試験において哺乳強化区の供試牛は哺乳作業を通じ人との接触・ふれあいがあり，全試験期間中非常に温厚であった．哺乳強化の実施は牛の発育性向上のみならず，ハンドリングの良い牛づくりにも貢献するものと考えられた．

なお，今回の試験においては全頭早期肥育とし，哺乳強化の有効性を検討したが，今後は肥育期間を短縮した牛と慣行の肥育期間の牛の間で，発育，産肉性及び牛肉の性状等に違いがないか検討するとともに，肥育期間の短縮による収益性の変化について調査する予定である．

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．秋田県畜産試験場研究報告 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．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．秋田県畜産試験場研究報告報 28：18-27.

千田惣浩，相馬祐介，渡邊潤，高橋利清，藤田歩．2016．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－．秋田県畜産試験場研究報告報 30：9-20.

畜産技術協会．2005．ビタミンＡのコントロールを用いた効率的肥育技術Q＆A Vol.2.

橋元大介．2013．肉質向上を目的とした交雑種肥育及び黒毛和種早期肥育技術に関する研究．日本暖地畜産学会報 56（1）：21-27.

磯崎良寛，稲田淳，浅岡壮平，浅田研一．2008．黒毛和種子牛強化哺育時における代用乳・人工乳給与プログラムの検討．西日本畜産学会報 51：89-92.

出雲将之．2010．理想的な子牛の作り方（基本編）．LIAJ News No.124．13-16.

森下康，福田孝彦，瀬尾哲則．2013．和子牛の育成に関する試験．鳥取県.

撫年浩，増田恭久，三角さつき，藤田和久，2007．ビタミンＡ制限が黒毛和種去勢牛の産肉形質及びその経時的変化に及ぼす影響．日本畜産学会報 78：161-166.

日本食肉格付協会．2007．格付結果の概要（平成18年１月～ 12月）.

日本食肉格付協会．2017．格付結果の概要（平成28年１月～ 12月）.

佐野敏幸，清健太郎，長渕政広，大橋秀一．2013．黒毛和種大型種雄牛産子の去勢の肥育期における高粗蛋白濃厚飼料の給与が増体重に及ぼす影響．愛知県農業総合試験場研究報告 45：79-84.

秋田県における飼料用稲専用品種の品種特性と地域適応性の検討

－ 飼料用稲（平成 26 年度）－

由利奈美江・佐藤寛子*・渡邊　潤

*現：秋田県平鹿地域振興局

要　約

飼料用稲の生産において，コストの低減や収量確保の観点から専用品種の作付が望ましいが，秋田県の品種の構成割合をみると，飼料用稲専用品種の作付は少ない．今後，飼料用稲の普及定着を更に図り，経営を安定させるためには適正な飼料用稲専用品種の普及が必要である．そこで，これまで秋田県畜産試験場で品種選定試験に供試した品種について特性を比較した．

極早生品種である「べこげんき」と，極晩生品種の「たちすずか」や「たちあやか」を組み合わせることで作期の延長が図られるほか，「たちすずか」や「たちあやか」を出穂期に収穫することで，様々な形態の稲発酵粗飼料を生産し，給与する畜産農家の要望に幅広く応えることが可能になる．

緒　言

秋田県におけるイネWCS（ホールクロップサイレージ）用稲の平成 27 年度作付面積は 1,264 haであり，取組みは年々拡大している．しかし，品種の構成割合をみると，「あきたこまち」等の食用米品種が約 60 %と最も多く作付されており，飼料用稲専用品種の作付は少ない．飼料用稲専用品種は食用米品種に比べて，多収で耐病性及び耐倒伏性に優れており，生産コストの低減や収量確保の観点からも専用品種の作付が望ましい．しかしながら，東北地域に普及している飼料用稲専用品種は穂重型のものが多く，消化性に優れない籾を低減し，できるだけ茎葉を給与したいという畜産農家の要望に応えることが難しい．また，穂重型の早生品種では，収穫時に落下する籾由来の漏生稲が，次年度以降の食用米作付の際に発生し，食用米に飼料用米が混入する恐れがある（日本草地畜産種子協会 2014）ことが，専用品種の導入を遅らせている要因の一つである．

今後，飼料用稲の普及定着を更に図り，生産コストの低減により経営を安定させるためには飼料用稲専用品種の普及が必要である．

そこで，これまで秋田県畜産試験場で品種選定試験に供試した品種について，特性を比較し，秋田県における地域適応性を検討した．

材料と方法

1　調査期間

調査期間は平成 22 年度〜平成 27 年度とした．

2　供試品種及び供試年数

調査期間中に供試した品種及び供試年数を表 1 に示した．

3　調査項目

調査項目は出穂日，収穫時草丈，穂数，収量とした．

結　果

1　出穂日数及び収穫日数

収穫調査時における各品種の熟期は表 2 のとおりである．黄熟期での収穫調査を基本としたが，

表１　供試品種及び供試年数

品種	供試年数	供試年度
べこげんき	2	H26～27
べこごのみ	3	H22～24
夢あおば	4	H22～23, H25～26
べこあおば	3	H22～24
たちはやて	2	H25, H27
ホシアオバ	3	H22～24
たちすがた	6	H22～27
たちあやか	1	H27
クサノホシ	5	H22～26
リーフスター	2	H22～23
タチアオバ	2	H25～26
たちすずか	3	H23, H26～27

表２　調査時の熟期

品種	調査時熟期
べこげんき	黄熟期
べこごのみ	黄熟期
夢あおば	黄熟期
べこあおば	黄熟期
たちはやて	黄熟期
ホシアオバ	黄熟期
たちすがた	黄熟期
たちあやか	糊熟期
クサノホシ	糊熟期
リーフスター	糊熟期
タチアオバ	糊熟期
たちすずか	乳熟～糊熟

晩生品種は糊熟期までしか登熟が進まなかった．供試品種の出穂日の平均と秋田県における食用米の収穫始期を図１に示した．なお，食用米の収穫始期は秋田県農林水産部による平年値９月 22 日とした（秋田県農林水産部 2016）．

出穂日は「べこげんき」が７月 27 日で最も早く，「たちすずか」が９月 21 日で最も遅かった．

極晩生品種である「たちすずか」は 10 月以降気温が大幅に低下する秋田県内では，黄熟期まで到達することが困難であった．

収穫調査日を収穫日とし，収穫日の平均と食用米の収穫始期を図２に示した．収穫日は「べこごのみ」が９月２日で最も早く，「リーフスター」が 10 月 19 日で最も遅かった．

秋田県では食用米の収穫前に飼料用稲の収穫を行う生産者が多いが，食用米の収穫前に黄熟期を迎えることが可能な品種は，「べこげんき」「べこごのみ」「夢あおば」「べこあおば」「たちはやて」の５品種であった．

２　草丈及び穂数

収穫調査時の草丈は「たちあやか」が最も高く，次いで「たちすずか」，「たちすがた」が高くなった（図３）．

収穫調査時の穂数は「べこあおば」が最も多く，次いで「たちはやて」，「べこげんき」が多くなった（図４）．

穂数は早生品種が多く，晩生品種が少ない傾向にあったが，「たちあやか」は早生品種と同等の穂数であった．

３　収量

乾物収量の全重と茎葉重を表３に示した．

乾物全重は 1,711.5 kg/10aで「たちあやか」が最も高くなり，次いで「べこげんき」が高くなった．

茎葉乾物重では 1,617.5 kg/10aで「たちあやか」が最も高く，次いで「たちすずか」が高い値を示した．乾物全重では「たちすずか」と同等であった「たちすがた」は，茎葉乾物重では「たちすずか」の半分程度の収量であった．秋田県で利用率の高い品種である「べこごのみ」や「夢あおば」は「たちあやか」と比較すると「べこごのみ」は約２割，「夢あおば」は約３割の茎葉乾物重しかなかった．

また，年次間差を考慮して，試験年度全てで供試していた「たちすがた」を 100 として，それぞれの品種との各年度の比率を平均したものをたちすがた比として示した（表３）．

乾物全重・茎葉乾物重ともに「たちすがた」を上回ったのは，「たちあやか」「タチアオバ」「たちすずか」の３品種のみであった．

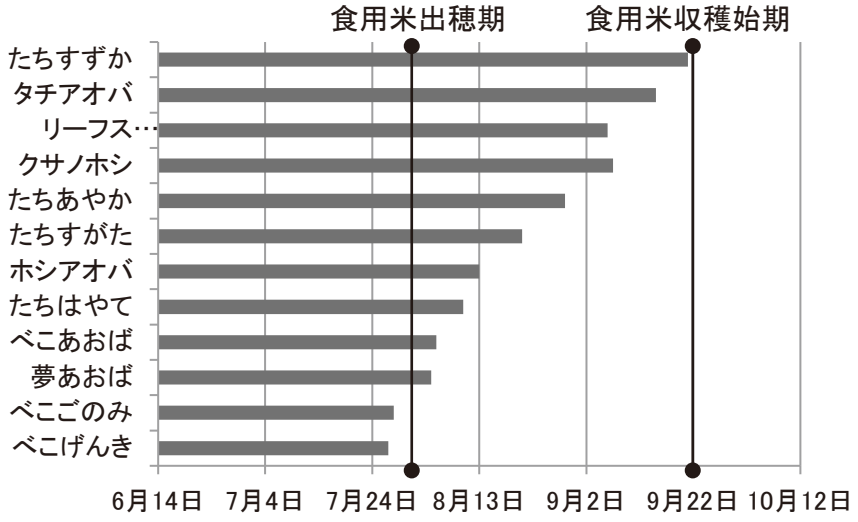

図１　平均出穂日

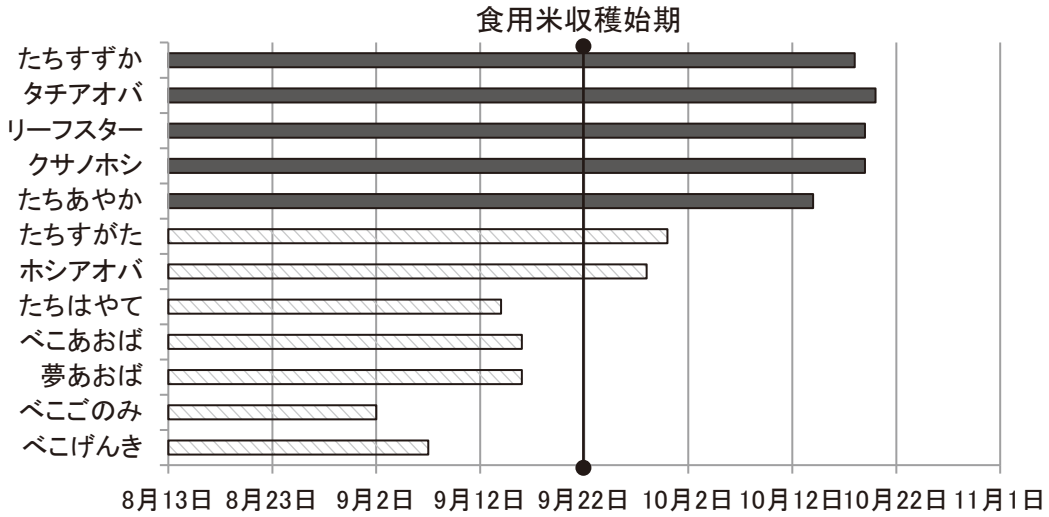

図２　平均収穫日

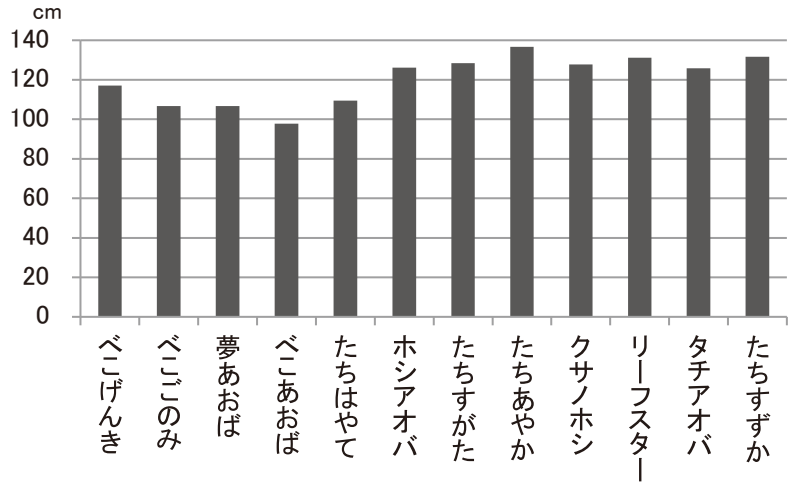

図３　収穫時草丈

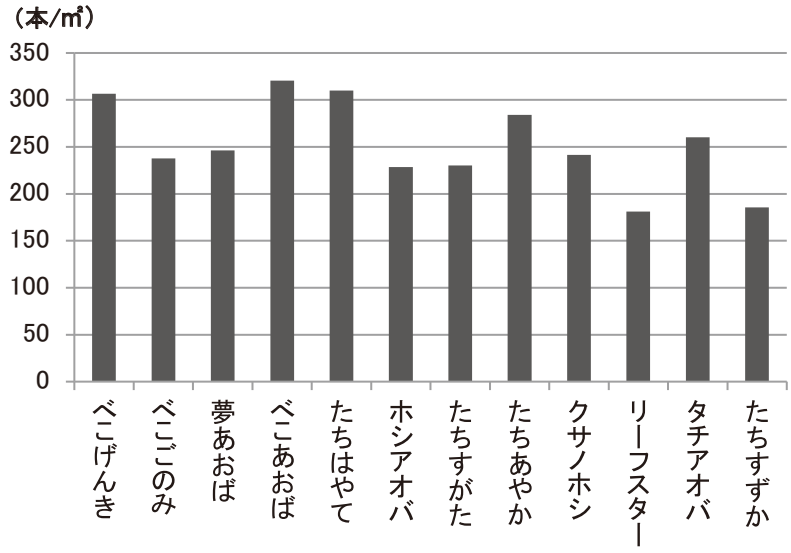

図４　収穫時穂数

表３　乾物収量

品種	現物全重	乾物全重	茎葉乾物重	乾物穂割合	たちすがた比	
	(kg/10a)			(%)	乾物全重	茎葉乾物重
べこげんき	3340.7	1466.1	581.3	60.1	101.0	61.7
べこごのみ	2327.5	996.4	355.9	64.1	79.9	52.9
夢あおば	2779.2	1142.1	492.2	57.1	95.8	74.3
べこあおば	3177.0	1210.9	427.0	64.7	101.0	64.4
たちはやて	3270.7	1217.3	704.3	42.5	95.3	86.7
ホシアオバ	3273.3	1130.5	563.4	50.3	93.1	85.0
たちすがた	3628.9	1287.7	747.3	42.2	100.0	100.0
たちあやか	4231.5	1711.5	1617.5	5.5	119.2	144.0
クサノホシ	3135.9	1235.3	842.2	31.7	99.6	125.0
リーフスター	3275.7	1093.9	818.5	24.5	99.0	128.0
タチアオバ	3853.4	1335.4	1085.5	19.7	105.4	160.2
たちすずか	4169.9	1282.8	1336.8	9.2	107.6	156.3

考　察

極短穂系飼料イネ品種である「たちあやか」や「たちすずか」は，高い収量性のほかに，未消化籾の低減や，高糖含量による発酵品質の改善（松下ら 2012）等の点から注目されており，西日本では栽培面積が拡大している.

秋田県においても，極短穂系の品種に対する期待は大きいが，東北向けの品種は販売されていない．しかし,西日本向け品種である「たちあやか」や「たちすずか」を秋田県で栽培しても，既存の

東北向け早生品種を上回る収量が確保できる.

特に「たちあやか」は食用米収穫始期には糊熟期に達しているため，食用米と同時期，もしくは食用米収穫後であれば黄熟期収穫が可能であり，多収と高糖分含量による高い発酵品質が期待できる.

一方,「たちすずか」は食用米の収穫前に飼料用稲を収穫する生産者が多い秋田県では出穂前の収穫になり,「たちすずか」の糖含量は出穂期以降高まるといわれている（角谷ら 2013）ため，出穂前の収穫ではその品種特性を十分に活かしきれない．しかし，出穂前に収穫した場合，糖含量の確保は困難だが，茎葉収量は既存の早生品種と同等か，それより多い収量を確保できると考えられる．また,出穂前に収穫した「たちあやか」や「たちすずか」はこれまでの穂重型品種で生産された稲発酵粗飼料よりも稲わらや乾草に近い飼料として給与することができる.

「べこげんき」は平成 28 年に品種登録された極早生の新品種であり，黄熟期全乾物重やTDN収量が「べこごのみ」より高いことが特徴である（福嶌ら 2015）.

今回の調査において「べこげんき」と「べこごのみ」を比較すると，収穫はほぼ同時期に可能であるが,乾物収量及び茎葉乾物重は「べこげんき」が上回っており，秋田県で作付されている専用品種の中で最も割合の多い「べこごのみ」にかわる品種として有望である.

秋田県内でも飼料用稲を食用米の後に収穫する生産者や飼料用稲の生産を大規模に行うコントラクターにとっては，極早生品種である「べこげんき」と極晩生品種の「たちあやか」や「たちすずか」を組み合わせることで作期の延長が図れる.

また,「たちあやか」や「たちすずか」を出穂前に収穫することで，様々な形態の稲発酵粗飼料を生産し，給与する畜産農家の要望に幅広く応えることが可能になる.

「べこげんき」「たちあやか」「たちすずか」の３品種をこれまでの稲発酵粗飼料生産体系に組み込むことにより，生産者の要望に応え，生産コストを低減した稲発酵粗飼料の生産が可能になり，飼料用稲のより一層の普及定着が期待される.

引用文献

秋田県農林水産部．2016．稲作指導指針．204.

福嶌陽，太田久稔，梶亮太，津田直人，中込弘二，山口誠之，片岡知守，遠藤貴司．2015．東北地域の稲発酵粗飼料の生産に適した水稲品種「べこげんき」の育成．東北農業研究センター研究報告 117，1-13.

角谷桜子，青木直大，大杉立．2013．飼料用水稲品種「たちすずか」の稈および葉鞘における糖蓄積機構の解析．日本作物学会紀事 82（別２）：182-183.

松下景，飯田修一，出田収，春原嘉弘，前田英郎，田村泰章．2012．茎葉多収で消化性に優れ高糖分含量の飼料用水稲品種「たちすずか」の育成．近畿中国四国農業研究センター研究報告 11，1-13.

日本草地畜産種子協会．2014．稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル第６版．53.

高度不飽和脂肪酸と鶏肉のおいしさとの関連性の解明（第５報）

－ロードアイランドレッド鶏肉における長鎖不飽和脂肪酸代謝遺伝子型の効果の検証－

力丸宗弘・佐藤悠紀・青谷大希・高橋秀彰*

*独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構　畜産研究部門

要　約

本研究では，ロードアイランドレッド種を対象として，長鎖不飽和脂肪酸代謝に関わる３つの遺伝子，エロンガーゼ遺伝子（*EL5*），デルタ５デサチュラーゼ遺伝子（*D5D*），デルタ６デサチュラーゼ遺伝子（*D6D*）の遺伝子型の効果を検証するため，長鎖不飽和脂肪酸合成が高いと想定される遺伝子型に固定した群（T/T，G/G，G/G）と低いと想定される遺伝子型に固定した群（A/A，A/A，A/A）を作出し，モモ肉の脂肪酸組成およびアラキドン酸含量を比較した．その結果，長鎖不飽和脂肪酸合成が高いと想定される遺伝子型に固定した個体は低いと想定される遺伝子型に固定された個体よりモモ肉中のアラキドン酸およびドコサヘキサエン酸含有率が高い傾向を示した．また，アラキドン酸含量も高い傾向を示した．これらの結果から，長鎖不飽和脂肪酸代謝関連遺伝子を指標とした長鎖不飽和脂肪酸高含有の鶏肉生産の可能性が示唆された．

緒　言

我々はこれまでに比内地鶏とブロイラーを同一飼養環境下で飼育し，モモ肉の肉質を比較した結果，アラキドン酸を多く含むことが比内地鶏の肉の特徴であることを明らかにした（力丸ら 2011）．また，アラキドン酸油脂を５％添加した飼料を屠殺前２週間比内地鶏へ給与した結果，鶏肉中のアラキドン酸含量が増加し，官能評価では，全体的な味の強さ，旨味，こく味，後味が他の油脂を飼料に添加した区の鶏肉より有意に高い値を示し，アラキドン酸高含有油を飼料へ添加することによって，鶏肉のおいしさが向上することを報告した（力丸ら 2012）．さらに，比内地鶏へ３つの異なる添加割合のアラキドン酸油脂を添加した飼料を給与した結果，アラキドン酸含量はアラキドン酸油脂の添加割合が高くなるにしたがって直線的に増加し，アラキドン酸油脂を飼料へ添加することによって，鶏肉中のアラキドン酸含量が調節できることを報告した（力丸ら 2014）．しかしながら，アラキドン酸油脂は飼料添加物として利用するには現状ではコストが高すぎるため，実用化には至っていない．

長鎖不飽和脂肪酸であるアラキドン酸やドコサヘキサエン酸の生合成には，３つの酵素（エロンガーゼ5（EL5），デルタ5デサチュラーゼ（D5D），デルタ6デサチュラーゼ（D6D））が関与している．我々はアラキドン酸やドコサヘキサエン酸の生合成経路に着目し，長鎖不飽和脂肪酸の代謝に関わる３つの酵素遺伝子（*EL5*、*D5D*、*D6D*）の塩基配列を詳細に解析した結果，３つの酵素遺伝子の遺伝子発現領域にそれぞれ一塩基多型（SNP）（T/A、A/G、A/G）を見出した．また，比内地鶏集団において３つの酵素遺伝子のSNP型を調査した結果，４つのハプロタイプ（*EL5-D5D-D6D*；H1,T-A-A; H2,T-G-A; H3,T-G-G; H4, A-A-A）が検出され，*EL5*遺伝子はＴアリルがＡアリルに，

*D5D*遺伝子はGアリルがAアリルに，*D6D*遺伝子はGアリルがAアリルに対してアラキドン酸含有率を高める効果が高いことを明らかにした．さらに，H3はアラキドン酸含有率を高める効果が最も高く，H4が最も低いことを報告した（力丸ら2016）．

これらのSNP情報を活用すれば、効率的に長鎖不飽和脂肪酸であるアラキドン酸やドコサヘキサエン酸を多く含む鶏肉を生産することができる可能性がある．本研究では，多様な遺伝子型を有するロードアイランドレッド種を対象として，長鎖不飽和脂肪酸合成が高いと想定されるH3をホモに有する鶏群と低いと想定されるH4をホモに有する鶏群を作出し，長鎖不飽和脂肪酸代謝遺伝子型の効果を検証することを目的とした．

材料と方法

1　供試鶏および交配方法

秋田県畜産試験場で飼育しているロードアイランドレッド種を対象として，３つの酵素遺伝子におけるSNPを同定後，アラキドン酸含有率が高いと想定される個体同士（雄４羽，雌 39 羽）と低いと想定される個体同士（雄７羽，雌 14 羽）を交配した．

2　飼養管理

ふ化後，それぞれの交配から得られた鶏群を 22 週齢まで飼育した．餌付けから４週齢まではバタリー育雛器で飼育し，17 週齢まで群飼ケージ，22週年齢まで単飼ケージで飼育した．飼料は次の４つの市販飼料を給与した：１）４週齢まで幼雛用飼料（CP 22%；ME 3,000 kcal/kg）；２）10 週齢まで中雛用飼料（CP 18%；ME 2,850 kcal/kg）；３）17 週齢まで大雛用飼料（CP 15%；ME 2,800 kcal/kg）；４）22 週齢まで成鶏用飼料（CP 18%；ME 2,850 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）に則り行った．

3　遺伝子解析

３つの酵素遺伝子のSNPの遺伝子型を識別するため，それぞれ２つのPCRプライマーセットを用いた（表１）．各酵素遺伝子のSNPの遺伝子型判定の識別は力丸ら（2016）の方法により行った．

*EL5*遺伝子については，１種類のフォワードプライマー（5´- GCTTTCCAAAGTCAGGTTGC -3´）と２種類のリバースプライマー（Tアリルプライマー：5´- CCCAGCAGTTGGTATTCATAT -3´，およびAアリルプライマー：5´- CCCAAGCAGTTGGTATTCAAAA -3´）を組み合わせてTおよびA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２pmol，４μL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１μL，滅菌蒸留水を混合し，最終容量９μLに調整した．PCRサイクルは，EL5-1（T型検出プライマー）は熱変性（98℃，10 秒間），アニーリング（60℃，30 秒間），伸長反応（72℃，30 秒間）のサイクルを30 回，EL5-2（A側検出プライマー）は熱変性（98℃, 10 秒間），アニーリング（63℃, 30 秒間），伸長反応（72℃，30 秒間）のサイクルを35 回繰り返した．PCR反応後，TアリルおよびAアリルを検出するPCR反応液，各２μLを１×TAE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T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T/T型，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，両方の反応系でPCR増幅が認められた場合はT/A型と

表１　アラキドン酸代謝関連酵素遺伝子の遺伝子型型判定に用いたプライマー

プライマーセット	プライマー (5´→3´)	遺伝子型	
		T	A
*EL5*_1	GCTTTCCAAAGTCAGGTTGC	＋	－
	CCCAGCAGTTGGTATTCATAT		
*EL5*_2	GCTTTCCAAAGTCAGGTTGC	－	＋
	CCCAAGCAGTTGGTATTCAAAA		
		G	A
*D5D*_1	CCGGCGTAGTGGCTGATGAC	＋	－
	GGAGGGGAGAGCCATGTAG		
*D5D*_2	CCGGCGTAGTGGCTGATGAC	－	＋
	GGCGGGGAGAGCCATGCAA		
		A	G
*D6D*_1	TCGCACATAGCTCCGTGTT	＋	－
	AAATCCTGCCGCAGAGAAG		
*D6D*_2	AACCTTCCGCTCTATCACCA	－	＋
	TGGGCCGAGCTTGCCGCG		

*D6D*_1, *D6D*_2:デルタ6デサチュラーゼ遺伝子
*EL5*_1, *EL5*_2:エロンガーゼ遺伝子
*D5D*_1, *D5D*_2:デルタ5デサチュラーゼ遺伝子

判定した.

*D5D*遺伝子については，１種類のフォワープライマー（5´- CCGGCGTAGTGGCTGATGAC -3´）と２種類のリバースプライマー（Gアリル検出プライマー：5´- GGAGGGGAGAGCCATGTAG -3´, Aアリル検出プライマー：5´- GGCGGGGAGAGCCATGCAA -3´）を組み合わせてGおよびAアリルを検出するPCR反応液を調製した. D5D-1（Gアリル検出プライマー）のPCR反応液は，プライマー２ pmol，200 μM dNTP，0.5unit Paq5000 DNAポリメラーゼ（Agilent Technologies, カルフォルニア，USA），FTA クラシックカードから回収したDNA 10 ng，滅菌蒸留水を混合し，最終容量８ 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．D5D-2（Aアリル検出プライマー）の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），FTA クラシックカードから回収したDNA 10 ng，滅菌蒸留水を混合し，最終容量 10 μLに調整した．PCRサイクルはホットスタート（95℃, ２分間), 熱変性（95℃, 20 秒間), アニーリング（67℃, 30 秒間), 伸長反応（72℃, 30 秒間）のサイクルを 35 回繰り返した．PCR反応後，GアリルおよびAアリルを検出するPCR反応液，各２ μLを１×TAE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G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G/G型，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，両方の反応系でPCR増幅が認められた場合はG/A型と判定した.

*D6D*遺伝子については，２種類のフォワードプライマー（Aアリル検出プライマー：5´- TCGCACATAGCTCCGTGTT -3´，Gアリル検出プライマー：5´- AACCTTCCGCTCTATCACCA -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´- AAATCCTGCCGCAGAGAAG -3´，Gアリルプライマー：5´- TGGGCCGAGCTTGCCGCG -3´）を組み合わせてAおよびGアリルを検出するPCR反応液を調製した．D6D-1（Aアリル検出プライマー）のPCR反応液は，プライマー２ pmol，200 μM dNTP，0.5unit KOD plus ポリレラーゼ（東洋紡，東京，日本），1× buffer, 1 mM $MgSO_4$，FTA クラシックカードから回収したDNA 10 ng，滅菌蒸留水を混合し，最終容量10 μLに調整した．PCRサイクルはホットスタート（94℃，２分間），熱変性（94℃，20秒間），アニーリング（60℃，30秒間），伸長反応（72℃，30秒間）のサイクルを35回繰り返した．D6D-2（Gアリル検出プライマー）のPCR反応液は，プライマー２ pmol，200 μM dNTP，0.5unit Paq5000 DNAポリメラーゼ（Agilent Technologies），FTA クラシックカードから回収したDNA 10 ng，滅菌蒸留水を混合し，最終容量10 μLに調整した．PCRサイクルはホットスタート（95℃，2分間），熱変性（95℃，20 秒間），アニーリング（67℃，30 秒間），伸長反応（72℃，30 秒間）のサイクルを35回繰り返した．PCR反応後，AアリルおよびGアリルを検出するPCR反応液，各２ μLを１×TAE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，G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G/G型，両方の反応系でPCR増幅が認められた場合はA/G型と判定した．

４　サンプルの準備および保存

各個体のSNPを同定後，H3（T-G-G）に固定された鶏群とH4（A-A-A）に固定された鶏群からランダムに雌５羽を抽出し，屠殺した．屠体を解体し，モモ肉から骨を取り外した後，片側のモモ肉をミートチョッパー（No.5-A，ベリタス，東京）を用いてミンチした．ミンチした肉をポリ袋に入れ，分析まで－30℃で保存した．

５　脂肪酸組成および脂肪酸含量

１）脂肪酸組成

肉１ gに塩酸を加え75℃で加温後エーテルを用いて液-液分配にて脂肪を抽出した．抽出脂肪を3-フッ化ホウ素メタノールを用いて誘導体化を行い，ガスクロマトグラフィー（Agilent GC7890A アジレント・テクノロジー株式会社，アメリカ，カルフォルニア）にて測定した．カラム（SHINWA CHEMICAL ULBON HR-SS-10 25 m×0.25 mm 信和化工株式会社，京都）は30℃から184℃まで２℃/分加温，184℃から200℃まで1℃/分加温，200℃から215℃まで10℃/分加温のプログラムで分析した．注入口温度は220℃，検出温度は280℃とし，搬送ガスはヘリウムで，流量は0.6 ml/分とした．クロマトグラムデータはAgilent Chemstation（信和化工株式会社）を用いて解析を行った．各脂肪酸のピークは標準脂肪酸試料の保持時間を比較することによって同定し，脂肪酸割合は合計したピーク面積に占める割合により算出した．

２）脂肪酸含量

脂肪の抽出は脂肪酸組成と同一の方法にて行い，内部標準としてC11:0トリグリセリドを用いた．脂肪抽出後，3-フッ化ホウ素メタノールを用いて誘導体化を行い，ガスクロマトグラフィー（Agilent GC7890A　アジレント・テクノロジー株式会社，アメリカ，カルフォルニア）にて測定した．カラム（SUPELCO SP-2560 100 m×0.25

m×0.2 μm シグマアルドリッチジャパン合同会社, 東京) は 50℃ (10 分) → 1℃ /分→ 24℃ (30 分) → 5℃ /分→50℃ (10 分) のプログラムで分析した. 注入口温度は 225℃, 検出温度は 285℃とし, 搬送ガスはヘリウムで, 流量は 0.75 ml/分とした. クロマトグラムデータは Agilent Chemstation (信和化工株式会社) を用いて解析を行った. 各脂肪酸のピークは標準脂肪酸試料の保持時間を比較することによって同定し, 内部標準 C11:0 と各脂肪酸ピーク面積の比から脂肪酸量を定量した.

6　統計処理

モモ肉中の脂肪酸組成割合およびアラキドン酸含量は t 検定により比較を行い, *P*値が 0.05 未満である時に有意とした.

結　果

長鎖不飽和脂肪酸合成が高いと想定される個体同士の交配から 175 羽がふ化し, 長鎖不飽和脂肪酸合成が低いと想定される個体同士の交配から 73 羽がふ化した. 性成熟後, それぞれの個体について遺伝子型を調査した結果, 長鎖不飽和脂肪酸合成が高いと想定される遺伝子型 (H3) (T/T, G/G, G/G) に固定した個体を 30 羽 (雄 16 羽, 雌 14 羽), 長鎖不飽和脂肪酸合成が低いと想定される遺伝子型 (H4) (A/A, A/A, A/A) に固定した個体を 15 羽 (雄 5 羽, 雌 10 羽) 作出することができた.

次にH3に固定した個体とH4に固定した個体のモモ肉の脂肪酸組成を比較した結果, H3はH4よりモモ肉中のアラキドン酸およびドコサヘキサエン酸含有率が多い傾向を示した(図 1, 2). また, H3はH4よりアラキドン酸含量が多い傾向を示した (図 3).

考　察

本研究では, 長鎖不飽和脂肪酸代謝遺伝子型の効果を検証するため, 長鎖不飽和脂肪酸代謝に関わる 3 つの酵素遺伝子について, 長鎖不飽和脂肪酸合成が高いと想定される遺伝子型に固定した群 (H3) (T/T, G/G, G/G) と低いと想定される遺伝子型に固定した群 (H4) (A/A, A/A, A/A) を作出し, モモ肉中の脂肪酸組成割合およびアラキドン酸含量の比較を行った.

長鎖不飽和脂肪酸合成が高いと想定される個体同士を交配した結果, 175 羽中長鎖不飽和脂肪酸合成が高いと想定される遺伝子型に固定した個体は 30 羽 (雄 16 羽, 雌 14 羽), 長鎖不飽和脂肪酸合成が低いと想定される個体同士を交配した結果, 73 羽中長鎖不飽和脂肪酸合成が低いと想定される遺伝子型に固定した個体は 15 羽 (雄 5 羽, 雌 10 羽) であった. これらの結果から, 長鎖不飽和脂肪酸合成が高いあるいは低いと想定される個体同士を交配することによって, 想定どおりそれぞれの遺伝子型に固定した個体を作出することができた.

次にH3とH4に固定した個体のモモ肉の脂肪酸組成を比較した結果, H3はH4よりモモ肉中のアラキドン酸およびドコサヘキサエン酸含有率が高い傾向を示した. また, アラキドン酸含量も同様にH3がH4より多い傾向を示した. 本研究の結果は, 我々が以前に報告した結果 (力丸ら 2016) と同様の結果を示したことから, 長鎖不飽和脂肪酸代謝に関わる 3 つの酵素遺伝子は長鎖不飽和脂肪酸の合成に関与し, H3である遺伝子型 (T/T, G/G, G/G) は種特異的ではなく種横断的に長鎖不飽和脂肪酸合成を高めることが示唆された.

以上の結果から, 長鎖不飽和脂肪酸代謝遺伝子のSNP情報に基づき, ハプロタイプを優良タイプに固定することによって, アラキドン酸やドコサヘキサエン酸含有率の高い鶏肉を生産できることが示唆された.

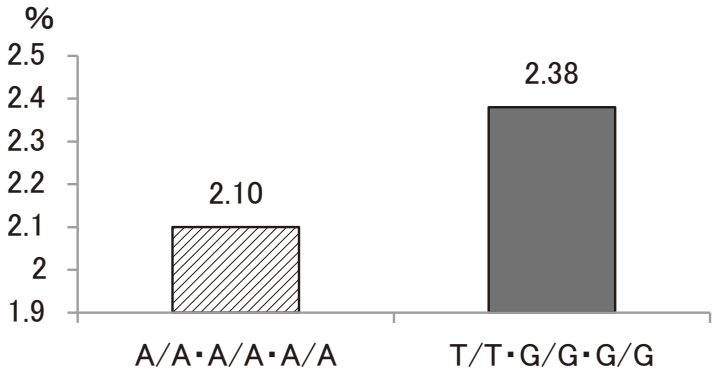

図１．モモ肉中のアラキドン酸含有率

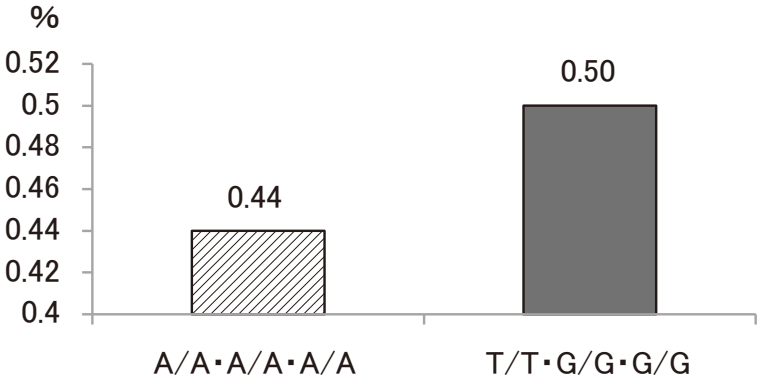

図２．モモ肉中のドコサヘキサエン酸含有率

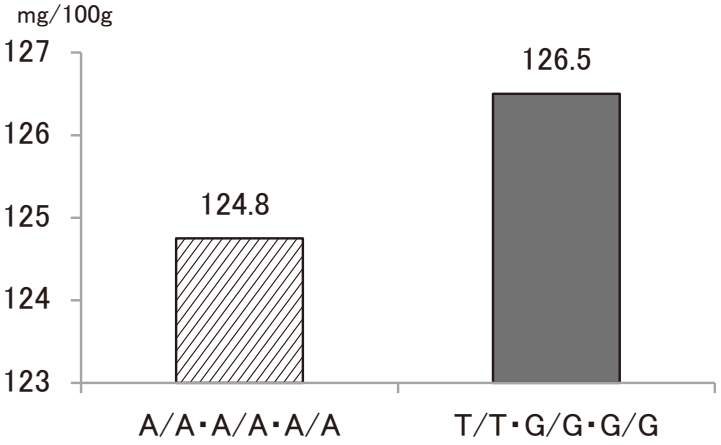

図３．モモ肉中のアラキドン酸含

謝　辞

本研究は，平成27年度財団法人旗影会の助成によるものです.

引用文献

力丸宗弘，高橋大希，小松恵，石塚条次，清原玲子，山口進，高橋秀彰．2011．高度不飽和脂肪酸と鶏肉のおいしさとの関連性の解明（第１報）－比内地鶏とブロイラーの肉質評価－．秋田県農林水産技術センター畜産試験場研究報告 25，75-83.

力丸宗弘，高橋大希，小松恵，石塚条次，清原玲子，山口進，高橋秀彰．2012．高度不飽和脂肪酸と鶏肉のおいしさとの関連性の解明（第２報）－アラキドン酸等油脂添加飼料が比内地鶏の肉の味に及ぼす影響－．秋田県農林水産技術センター畜産試験場研究報告 26，45-53.

力丸宗弘，清原玲子，山口進，高橋大希，小松恵，石塚条次，高橋秀彰．2014．高度不飽和脂肪酸と鶏肉のおいしさとの関連性の解明（第３報）－アラキドン酸等油脂添加飼料が肉中のアラキドン酸含量に及ぼす影響－．秋田県畜産試験場研究報告 28，67-73.

力丸宗弘，江川やよい，山口進，高橋大希，小松恵，高橋秀彰．2016．高度不飽和脂肪酸と鶏肉のおいしさとの関連性の解明（第４報）－アラキドン酸代謝関連酵素遺伝子のハプロタイプと鶏肉のアラキドン酸含有率との関連性－．秋田県畜産試験場研究報告 29，36-42.

比内地鶏母系原種鶏の系統造成と利用系統の組合せ試験（第２報）

―比内地鶏の生産性調査―

佐藤悠紀・青谷大希・力丸宗弘

要　約

比内地鶏の母系原種鶏として産卵能力を向上しつつ，現在の比内地鶏の増体や肉質を維持するため，兵庫ロード（兵庫），岡崎ロード（岡崎），岡畜ロード（岡畜）の三元交配による２パターン〔(兵庫×岡崎)×岡畜，(兵庫×岡畜)×岡畜〕の組合せのロードを母鶏とした比内地鶏の生産性及び肉質について，畜試ロードを母鶏とした既存の比内地鶏との比較を行った. その結果, 前報で産卵能力に優れていたロード（兵庫×岡畜)×岡畜を母鶏とした比内地鶏は，既存の比内地鶏と同等の発育を示し，肉質及び官能評価においても差は認められなかった．これらの結果から，(兵庫×岡畜）×岡畜は比内地鶏の母系原種鶏として最適であると考えられた.

緒　言

本県の特産である比内地鶏は，比内鶏×ロードアイランドレッド（以下、ロード）の交配により作出される一代交雑鶏である．当場では比内鶏とロードの原種鶏を維持しており，民間の比内地鶏素雛生産業者へ種鶏を供給している.

素雛生産業者からは母系であるロードの産卵能力向上が求められているが，比内地鶏の増体や肉質は維持する必要があることから，平成 23 ～ 25 年度に産卵性に優れる独立行政法人家畜改良センター岡崎牧場のYA系統ロード（岡崎），増体性に優れる独立行政法人家畜改良センター兵庫牧場の86系統ロード（兵庫），畜試ロードとの三元交配ロードを４パターン〔兵庫×（岡崎×畜試ロード)，畜試ロード×（兵庫×岡崎)，(兵庫×岡崎)×畜試ロード，(兵庫×畜試Ｒ）×岡崎〕作出し，性能調査と比内地鶏の生産性について畜試ロードと比較を行った．その結果，三元交配ロードは組合せにより畜試ロードと比較して産卵性は改善されたものの増体性は低い，あるいは逆に増体性は向上したが産卵性が低い結果となり，種鶏として利用するには至らなかった（小松ら 2013, 2014).

そのため，平成 26 年度からロードの交配様式を見直し，(兵庫×岡崎）×岡畜，(兵庫×岡畜）×岡畜，畜試ロードの性能調査と比内地鶏の生産性を調査することとした．前報ではロードの性能調査の結果，(兵庫×岡畜）×岡畜の組合せで畜試ロードよりも５ポイント以上産卵能力が向上し，さらに飼料摂取量が少なく経済性に優れていることを明らかにした（佐藤ら 2016)．そこで本研究では，２パターンの三元交配ロードと畜試ロードを母鶏とした比内地鶏の生産性を調査することとした.

材料と方法

１　供試鶏

前報（佐藤ら 2016）の供試鶏である三元交配ロード〔(兵庫×岡崎)×岡畜，(兵庫×岡畜)×岡畜〕および畜試ロードを母鶏とし，これに比内鶏の雄を自然交配させ比内地鶏を作出した．試験区分と供試羽数を表１に示した． なお１区，２区，対照区の母鶏は，第１報の試験区１区，試験区２区，対照区と同じ交配様式である.

2　試験期間

試験期間は1反復目が平成27年12月17日から平成28年5月20日（160日齢）まで，2反復目が28年5月20日から28年10月27日（160日齢）までとした.

3　飼養管理

餌付けから28日齢まではバタリー育雛器で飼育，28日齢以降はパイプハウスで放し飼いとした．給与飼料および給与期間を表2に示した．全期間を通して不断給餌，飲水は自由摂取とした．その他の管理は当場の慣行によった.

4　調査項目

調査項目は発育成績（体重，平均日増体重），飼料摂取量，飼料要求率とし，さらに1反復目については解体成績と肉質，2反復目については官能評価を行った.

1）発育成績

1反復目は0，28，70，98，126，160日齢，2反復目は0，28，63，119，160日齢に全個体の体重を測定した．平均日増体重は各日齢における体重から算出した.

2）飼料摂取量，飼料要求率

飼料切り替え時に，それぞれの区の飼料摂取量を測定した．飼料要求率は平均日増体重および飼料摂取量から算出した.

3）解体成績

161日齢時に各区から5羽ずつランダムに抽出し約24時間絶食させた後，放血による屠殺解体を行った．生体，と体，可食内臓，腹腔内脂肪，正肉（モモ肉，ムネ肉，ササミ）の重量を測定し，生体重に対する割合を算出した.

4）肉質分析

水分含量は，乾燥機を用いて測定した．粗タンパク含量はケルダール法，粗脂肪含量はエーテル抽出法を用いて測定した．モモ肉中中性脂肪の脂肪酸組成割合，モモ肉中の遊離アミノ酸含量は，日本ハム株式会

表1　試験区分および羽数

区分	1反復目	2反復目	
		A飼料	B飼料
1区:(兵庫×岡崎)×岡畜	60羽	30羽	30羽
2区:(兵庫×岡畜)×岡畜	60羽	30羽	30羽
対照区:畜試ロード	60羽	30羽	30羽

表2　給与飼料および給与期間

区分		前期	中期	後期
1反復目		0～28日齢 CP:21.0%以上 ME:3,100kcal/kg以上	28～70日齢 CP:19.0%以上 ME:2,900kcal/kg以上	70～160日齢 CP:16.0%以上 ME:2,900kcal/kg以上
2反復目	A飼料	0～28日齢 CP:21.0%以上 ME:3,100kcal/kg以上	28～119日齢 CP:17.5%以上 ME:2,900kcal/kg以上	119～160日齢 CP:17.5%以上 ME:2,900kcal/kg以上
	B飼料	0～28日齢 CP:21.0%以上 ME:3,100kcal/kg以上	28～63日齢 CP:19.0%以上 ME:2,900kcal/kg以上	63～160日齢 CP:16.0%以上 ME:2,900kcal/kg以上

社中央研究所に依頼した.

５）官能評価

モモ肉，ムネ肉をスライスしたものをローストし官能評価に供した．パネリストは比内地鶏生産者 66名 であった．各パネリストが試食する部位は試験区間で同一箇所とし，加熱時間も同一とした．評価項目は香り，ジューシーさ，コク，うまみ，総合評価とした．評価指標は，総合評価を除く４項目において“強さ”“好ましさ”“比内地鶏らしさ”とし，総合評価においては“好ましさ”および“比内地鶏らしさ”として，一対比較を行った.

５　統計処理

解体成績，肉質については，分散分析およびTukey法による多重比較検定を行い，危険率５％未満で有意とした．官能評価の結果に関しては，各評価項目における選好性の偏りについて二項検定を行った.

結　果

発育成績を表３，表４に示した．１反復目の160 日齢体重において，１区（2,576.4 g）は２区（2678.1 g）および対照区（2,750.9 g）よりも有意に小さかったが，２区と対照区の間には有意差が認められなかった．２反復目は 160 日齢体重において，A飼料では全区間に有意差は認められなかったものの，B飼料では 160 日齢体重において１区（2,606.8 g）と２区（2,756.1 g）の間で有意差が認められた．平均日増体量は，１反復目，２反復目のA飼料，B飼料について，いずれも２区と対照区の間には有意差が認められず，同等の発育であった.

飼料摂取量を表５，飼料要求率を表６に示した．全試験期間における平均飼料摂取量は１反復目が１区 (108.3 g)，２区 (108.9 g)，対照区 (108.8 g)，２反復目のA飼料が１区 (89.4 g)，２区 (85.0 g)，対照区 (85.8 g)，B飼料が１区 (92.7 g)，２区 (92.6 g)，対照区 (89.0 g) といずれも差は認められなかったが，飼料要求率はいずれも１区が高い傾向であった.

生体重に占める部位別の重量割合を表７に示した．腹腔内脂肪重量割合が１区（3.0%），対照区（6.7%）で有意差が認められたものの，２区と対照区は全ての部位で有意差が認められなかった.

表３　体重(g)

1反復目	0日齢	28日齢	70日齢	98日齢	126日齢	160日齢
1区	39.4±3.0^{a}	351.5±32.0^{ab}	1273.7±104.8^{b}	1854.7±132.8^{b}	2468.6±176.6^{b}	2576.4±185.0^{b}
2区	37.8±2.3^{b}	346.2±33.8^{b}	1314.9±109.3^{b}	1919.4±159.3^{b}	2560.3±184.7^{a}	2678.1±212.6^{a}
対照区	37.5±2.5^{b}	365.7±35.3^{a}	1411.3±124.4^{a}	2042.0±152.2^{a}	2626.2±183.4^{a}	2750.9±196.4^{a}

2反復目　A飼料	0日齢	28日齢	63日齢	119日齢	160日齢
1区	42.2±2.9	380.2±35.8^{b}	956.7±147.0^{b}	2107.4±140.6	2599.3±170.5
2区	41.7±3.1	413.3±42.8^{a}	1053.3±136.9^{a}	2176.3±173.0	2675.0±203.6
対照区	42.2±2.0	396.6±42.7^{ab}	993.4±147.5^{ab}	2210.3±142.6	2693.5±142.5

2反復目　B飼料	0日齢	28日齢	63日齢	119日齢	160日齢
1区	42.2±2.2	371.1±37.1^{ab}	1007.8±131.3^{b}	2138.9±157.4	2606.8±218.7^{b}
2区	42.2±2.5	396.2±52.3^{a}	1161.5±162.1^{a}	2198.5±206.1	2756.1±310.6^{a}
対照区	42.2±2.7	362.5±42.4^{b}	1046.3±183.1^{b}	2170.5±175.2	2654.8±158.0^{ab}

1区：(兵庫×岡崎)×岡畜，2区：(兵庫×岡畜)×岡畜，対照区：畜試ロード
平均±標準偏差、1反復目n=60、2反復目n=30
異符号間に有意差あり（$P<0.05$）

表４　平均日増体量(g/日)

1反復目	0-28日齢	28-70日齢	70-98日齢	98-126日齢	126-160日齢	0-161日齢
1区	11.1±1.1[b]	22.0±2.1[c]	20.7±2.1[b]	21.9±3.2[ab]	3.4±4.1	15.9±1.2[b]
2区	11.0±1.2[b]	23.2±2.2[b]	21.6±2.8[ab]	22.9±3.8[a]	3.5±5.1	16.5±1.3[a]
対照区	11.7±1.3[a]	24.9±2.4[a]	22.5±2.1[a]	20.9±3.8[b]	3.7±3.9	17.0±1.2[a]

2反復目　A飼料	0-28日齢	28-63日齢	63-119日齢	119-160日齢	0-160日齢
1区	11.9±1.5[b]	16.1±4.4	20.9±2.2[ab]	12.6±2.8	16.1±1.4
2区	13.3±1.6[a]	18.3±3.1	20.0±2.4[b]	14.2±2.3	16.5±1.3
対照区	12.7±1.5[ab]	17.1±3.6	21.7±2.7[a]	11.8±1.6	16.6±0.9

2反復目　B飼料	0-28日齢	28-63日齢	63-119日齢	119-160日齢	0-160日齢
1区	11.7±1.3[ab]	18.2±3.4[b]	20.2±2.2[a]	11.4±2.4	16.0±1.4[b]
2区	12.6±1.8[a]	21.9±4.0[a]	18.5±3.3[b]	13.6±6.9	17.0±1.9[a]
対照区	11.4±1.5[b]	19.5±4.3[ab]	20.1±2.2[ab]	11.8±2.4	16.3±1.0[ab]

1区:(兵庫×岡崎)×岡畜，2区:(兵庫×岡畜)×岡畜，対照区:畜試ロード
平均±標準偏差、1反復目n=60、2反復目n=30
異符号間に有意差あり($P<0.05$)

表５　飼料摂取量(g/日)

1反復目	0-28日齢	28-70日齢	70-98日齢	98-126日齢	126-160日齢	0-160日齢
1区	24.5	94.9	120.0	148.2	151.6	108.3
2区	23.0	94.3	117.2	152.7	154.9	108.9
対照区	23.9	94.9	123.8	150.8	149.2	108.8

2反復目　A飼料	0-28日齢	28-63日齢	63-119日齢	119-160日齢	0-160日齢
1区	25.6	86.9	98.1	120.3	89.4
2区	26.0	79.0	97.5	105.2	85.0
対照区	24.3	78.2	97.7	119.2	85.8

2反復目　B飼料	0-28日齢	28-63日齢	63-119日齢	119-160日齢	0-160日齢
1区	24.3	64.4	115.9	128.8	92.7
2区	26.0	71.3	110.4	128.5	92.6
対照区	22.5	62.8	107.2	128.7	89.0

1区:(兵庫×岡崎)×岡畜，2区:(兵庫×岡畜)×岡畜，対照区:畜試ロード
1反復目n=60、2反復目n=30

表６　飼料要求率

1反復目	0-28日齢	28-70日齢	70-98日齢	98-126日齢	126-160日齢	0-160日齢
1区	2.2	4.3	5.8	6.8	44.6	6.8
2区	2.1	4.1	5.4	6.7	44.7	6.6
対照区	2.0	3.8	5.5	7.2	40.3	6.4

2反復目　A飼料	0-28日齢	28-63日齢	63-119日齢	119-160日齢	0-160日齢
1区	2.2	5.4	4.7	9.5	5.6
2区	2.0	4.3	4.9	7.4	5.2
対照区	1.9	4.6	4.5	10.1	5.2

2反復目　B飼料	0-28日齢	28-63日齢	63-119日齢	119-160日齢	0-160日齢
1区	2.1	3.5	5.7	11.3	5.8
2区	2.1	3.3	6.0	9.4	5.4
対照区	2.0	3.2	5.3	11.0	5.5

1区:(兵庫×岡崎)×岡畜，2区:(兵庫×岡畜)×岡畜，対照区:畜試ロード
1反復目n=60、2反復目n=30

表７　生体重に対する各部位の重量割合(%)

1反復目	と体重	モモ肉	ムネ肉	ササミ	正肉重量	肝臓	心臓	砂肝	腹腔内脂肪
1区	90.9	18.9	11.6	2.8	33.2	1.6	0.6	2.0	3.0[a]
2区	91.5	18.9	11.1	2.8	32.8	1.6	0.5	1.7	5.4
対照区	92.6	18.9	11.1	2.8	32.8	1.7	0.5	2.0	6.7[b]

1区:(兵庫×岡崎)×岡畜，2区:(兵庫×岡畜)×岡畜，対照区:畜試ロード
平均値±標準偏差、n=5
異符号間に有意差あり($P<0.05$)

表８　水分，粗脂肪，粗タンパク含量(%)

区分	水分（モモ）	粗脂肪（モモ）	粗タンパク	
			モモ	ムネ
1区	71.7	5.9	20.7	24.0
2区	71.0	7.6	20.5	23.9
対照区	71.6	7.0	20.6	23.9

1区:(兵庫×岡崎)×岡畜，2区:(兵庫×岡畜)×岡畜，対照区:畜試ロード
平均値±標準偏差、n=5

肉質分析結果を表８に示した．モモ肉の水分含量は１区（71.7 %)，２区（71.0 %)，対照区（71.6 %)で，有意差は認められなかった．モモ肉の粗脂肪含量は１区（5.9 %)，２区（7.6 %)，対照区（7.0 %）で，有意差は認められなかった．モモ肉の粗タンパク含量は１区（20.7 %)，２区（20.5 %)，対照区（20.6 %)，ムネ肉の粗タンパク含量は１区（24.0 %)，２区（ムネ 23.9%)，対照区（ 23.9 %）といずれも有意差は認められなかった．

モモ肉中中性脂肪の脂肪酸組成割合を表９に示した．パルミトレイン酸，ヘプタデカン酸，α－リノレン酸，イコサトリエン酸に有意差が認められた．

モモ肉中の遊離アミノ酸含量を表 10 に示した．全てのアミノ酸含量に有意差は認められなかった．

２区の比内地鶏は，対照区と同等の発育および肉質を示したことから，２区と対照区間で官能評価を実施し，結果を表 11 に示した．香り，ジューシーさ，コク，うまみ，総合評価の全ての項目，指標において選好性に有意な偏りは認められず，両区のおいしさ，食味は同等であることが示唆された。

考　察

前報（佐藤ら 2016）において，兵庫，岡崎，岡畜から三元交配ロードを２パターン作出し，種鶏としての性能を畜試ロードと比較した結果,(兵庫×岡畜）×岡畜）の組合せのロードは産卵能力に優れ，さらに飼料摂取量も少なく経済性に優れており，新たな種鶏として有望と思われた．そこで本試験では，三元交配鶏を母鶏とした比内地鶏の生産性について調査した．

発育成績は，160 日齢時，１反復目では１区の（兵庫×岡崎）×岡畜が対照区の畜試ロードよりも 174.5 g小さく有意差が認められたが，２区の（兵庫×岡畜）×岡畜と対照区の畜試ロードに有意な差は認められなかった．２反復目のＢ飼料では１区の（兵庫×岡崎）×岡畜が２区（兵庫×岡畜）×岡畜より 149.3 g小さく有意差が認められたが，Ａ飼料およびＢ飼料において２区の（兵庫×岡畜）×岡畜と対照区の畜試ロードの間には有意差は認められなかった．１反復目，２反復目のＡ飼料，Ｂ飼料のいずれにおいても，２区の（兵庫×岡畜）×岡畜と対照区の畜試ロードの体重および増体量に有意な差は認められなかったことか

表９　モモ肉の脂肪酸組成割合(%)

脂肪酸		１区	２区	対照区
ﾗｳﾘﾝ酸	C12:0	0	0	0.02
ﾐﾘｽﾁﾝ酸	C14:0	0.62	0.6	0.62
ﾐﾘｽﾄﾚｲﾝ酸	C14:1	0.1	0.1	0.1
ﾍﾟﾝﾀﾃﾞｶﾝ酸	C17:0	0.1	0.1	0.1
ﾊﾟﾙﾐﾁﾝ酸	C16:0	22.56	22.7	23.14
ﾊﾟﾙﾐﾄﾚｲﾝ酸	C16:1	4.06 ab	3.9 b	4.94 a
ﾍﾌﾟﾀﾃﾞｶﾝ酸	C17:0	0.18 ab	0.2 a	0.12 b
ｽﾃｱﾘﾝ酸	C18:0	7.12	6.88	6.98
ｵﾚｲﾝ酸	C18:1	40.46	41.14	41.26
ﾘﾉｰﾙ酸	C18:2n-6	20.36	20.62	18.46
α-ﾘﾉﾚﾝ酸	C18:3n-3	0.8 a	0.8 a	0.68 b
γ-ﾘﾉﾚﾝ酸	C18:3n-6	0.14	0.2	0.16
ｱﾗｷｼﾞﾝ酸	C20:4	0.1	0.1	0.1
ｲｺｾﾝ酸	C20:1	0.4	0.36	0.34
ｲｺｻｼﾞｴﾝ酸	C20:2n-6	0.1	0.1	0.1
ｲｺｻﾄﾘｴﾝ酸	C20:3n-6	0.18 a	0.1 b	0.14 ab
ｱﾗｷﾄﾞﾝ酸	C20:4n-6	1.78	1.38	1.78
ﾄﾞｺｻﾃﾄﾗｴﾝ酸	C22:4	0.26	0.2	0.24
ﾄﾞｺｻﾍﾟﾝﾀｴﾝ酸	C22:5	0.1	0.1	0.1
ﾄﾞｺｻﾍｷｻｴﾝ酸	C22:6n-3	0.36	0.26	0.36
飽和脂肪酸		30.58	30.48	30.98
一価不飽和脂肪酸		45.02	45.5	46.64
多価不飽和脂肪酸		24.18	23.86	22.12

１区:(兵庫×岡崎)×岡畜，２区:(兵庫×岡畜)×岡畜，対照区:畜試ロード
n=5
異符号間に有意差あり($P<0.05$)

ら，２区の（兵庫×岡畜）×岡畜は対照区の畜試ロードと同等の能力を有していると考えられる．

解体成績においては，生体重に対する各部位の割合で，腹腔内脂肪が１区の（兵庫×岡崎）×岡畜よりも対照区の畜試ロードが有意に高い結果であった．１区の（兵庫×岡崎）×岡畜の交配に利用されている岡崎ロードは産卵能力に優れるよう選抜されており，肉質と増体は重要視しておらず，その傾向が比内地鶏へも影響したものと考えられる．モモ肉中中性脂肪の脂肪酸組成割合ではパルミトレイン酸，ヘプタデカン酸，α－リノレン酸，イコサトリエン酸に有意差が認められた。給与飼料は全ての区で同じであることから，この差はロードの組合せによるものと考えられる．遊離アミノ酸については全ての区間で差が認められなかった．既存の比内地鶏と同等の発育を示した２区の（兵庫×岡畜）×岡畜と対照区の畜試ロードで官能評価を実施した結果，調査した全ての項目で好ましさおよび比内地鶏らしさは同等であった．これらの結果から，ロードの組合せによってモモ肉中中性脂肪の脂肪酸組成割合に差が認められたものの，脂肪酸組成に占める割合は小さく，官能評価に差が認められなかったことから，２区の（兵庫×岡畜）×岡畜ロード種鶏から比内地鶏を生産しても，比内地鶏の食味に差はないと考えられる．

ロード種鶏を変更しても，比内地鶏の発育成績を維持することが当初の目的であった．さらに流通業者や消費者の立場からは，比内地鶏の肉質も

表10　モモ肉の遊離アミノ酸含量(mg/100g)

遊離アミノ酸		１区	２区	対照区
ｱｽﾊﾟﾗｷﾞﾝ酸	Asp	17.2	18.0	17.4
ｽﾚｵﾆﾝ	Thr	4.0	5.2	4.0
ｾﾘﾝ	Ser	13.0	14.4	13.0
ｱｽﾊﾟﾗｷﾞﾝ	Asn	4.0	4.2	4.0
ｸﾞﾙﾀﾐﾝ酸	Glu	26.8	29.0	26.2
ｸﾞﾙﾀﾐﾝ	Gln	41.0	39.2	46.8
ﾌﾟﾛﾘﾝ	Pro	2.0	2.2	2.0
ｸﾞﾘｼﾝ	Gly	10.8	11.6	10.0
ｱﾗﾆﾝ	Ala	20.6	19.2	20.4
ﾊﾞﾘﾝ	Val	3.2	3.8	3.2
ｼｽﾁﾝ	Cys	0.0	0.0	0.0
ﾒﾁｵﾆﾝ	Met	2.0	1.8	1.6
ｲｿﾛｲｼﾝ	Ile	2.0	2.2	2.0
ﾛｲｼﾝ	Leu	4.2	4.2	4.4
ﾁﾛｼﾝ	Tyr	2.2	2.4	2.0
ﾌｪﾆﾙｱﾗﾐﾝ	Phe	2.0	1.8	2.0
ﾋｽﾁｼﾞﾝ	His	4.8	4.6	4.6
ﾘｼﾞﾝ	Lys	9.4	9.2	8.6
ﾄﾘﾌﾟﾄﾌｧﾝ	Trp	0.0	0.0	0.0
ｱﾙｷﾞﾆﾝ	Arg	5.6	4.8	5.0
総量		174.8	177.8	177.2

１区：(兵庫×岡崎)×岡畜，２区：(兵庫×岡畜)×岡畜，対照区：畜試ロード
n=5
異符号間に有意差あり（P＜0.05）

表11　官能評価

評価項目・指標	２区	対照区	P値
香り			
強い	29	37	0.389
好ましい	31	35	0.712
比内地鶏らしい	30	36	0.539
ジューシーさ			
強い	32	34	0.902
好ましい	32	34	0.902
比内地鶏らしい	28	38	0.268
コク			
強い	34	32	0.902
好ましい	32	34	0.902
比内地鶏らしい	31	35	0.712
うまみ			
強い	30	36	0.539
好ましい	31	35	0.712
比内地鶏らしい	26	39	0.136
総合評価			
好ましい	30	36	0.539
比内地鶏らしい	26	39	0.136

２区：(兵庫×岡畜)×岡畜，対照区：畜試ロード
パネリスト66名

維持することが求められていた．２区の（兵庫×岡畜）×岡畜ロード種鶏は産卵性や経済性に優れており，そのロードを母鶏とした比内地鶏の増体，肉質，食味も既存の比内地鶏と同等であることが示されたことから，（兵庫×岡畜）×岡畜のロード種鶏が新たな母系種鶏として最適であると考えられる．

引用文献

小松恵，高橋大希，力丸宗弘，石塚条次，山崎司．2013．比内地鶏生産性向上のためのロード種鶏群の改良（第１報）．秋田県畜産試験場研究報告 27．23-26.

小松恵，高橋大希，力丸宗弘，山崎司．2014．比内地鶏生産性向上のためのロード種鶏群の改良（第２報）．秋田県畜産試験場研究報告 28．51-56.

佐藤悠紀，青谷大希，力丸宗弘，山崎司．2016．比内地鶏母系原種鶏の系統造成と利用系統の組合せ試験（第１報）．秋田県畜産試験場研究報告 31．57-61.

秋田県畜産試験場　学術論文掲載一覧（2015年２月～2018年３月）

誌　　名	題　　名	掲　載　者	掲　載　年　等
Journal of Reproduction and Development	N, N-Dimethylglycine decreases oxidative stress and improves in vitro development of bovine embryos	Toshikiyo TAKAHASHI, Kouya SASAKI, Tamas SOMFAI, Takashi NAGAI, Noboru MANABE, Keisuke EDASHIGE	Journal of Reproduction and Development 62:209-212.2016
Journal of Fisheries & Livestock Production	Association of chicken fatty acid desaturase 1 and 2 gene single-nucleotide polymorphisms with the fatty acid composition of thigh meat in Japanese Hinai-dori crossbred chickens	Kazuhiro RIKIMARU, Susumu YAMAGUCHI and Hideaki TAKAHASHI	Journal of Fisheries & Livestock Production Volume 4.2016
日本畜産学会報	乳酸菌加熱菌体HK L-137が比内地鶏の発育および生産性に及ぼす影響	力丸宗弘，廣瀬義隆，中井寛子，青谷大希，佐藤悠紀，長谷浩伸	日本畜産学会報 88巻：321-328. 2017
日本家禽学会誌	遠距離輸送した凍結始原生殖細胞の移植による比内鶏の機能的な配偶子の生産 －高病原性鳥インフルエンザ発生時のリスク分散を想定して－	中村隼明，力丸宗弘，高橋大希，小松恵，高橋利清，田上貴寛	日本家禽学会誌　53. J7-J14. 2016

秋田県畜産試験場研究報告

平成30年３月23日発行
編集兼発行　秋田県畜産試験場
代表者　工　藤　哲　人
〒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 241 円です。」