ISSN　2187-6428

Bulletin of the
Akita Prefectural Livestock Experiment Station

NO.27 March 2013

秋 田 県 畜 産 試 験 場
研　究　報　告

第　27　号
平成 25 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.27.p1-37 (March 2013)

秋田県畜産試験場研究報告　第27号（平成25年3月）

目　　　次

秋田県で給与されているイネソフトグレインサイレージの飼料特性

渡邊　潤・佐藤寛子・加藤真姫子・酒出淳一

要　約

イネソフトグレインサイレージ（以下イネ SGS）は，その破砕方法や調製形態により，飼料特性も異なるものと考えられる．そこで本研究では,秋田県で給与されている 4 種類のイネ SGS（ダイレクト処理,膨軟化処理 A，膨軟化処理 B，膨潤化処理）の飼料成分および第一胃内消失率を調査した ．その結果,イネ SGS は，以下の飼料特性を示していた.

① 処理条件による養分の損失等は認められず，玄米，籾米と比較しても同等の栄養成分レベル.

② いずれも良好な発酵を示し，長期保管・利用．ダイレクト処理では無破砕でも乳酸発酵.

③ 膨軟化処理では，第一胃内での速やかな消失が認められ，ダイレクト処理および膨潤化処理では緩やかな消失パターンを示す.

緒　言

飼料自給率向上を図るため，国産濃厚飼料として飼料用米の生産利用が強く推進されている．秋田県の飼料用米作付け面積は，平成 21 年 127 ha，平成 22 年 747 ha，平成 23 年 1,848 ha と，この 3年間で14倍以上に増加している．それと同時に,畜産農家における利用事例も広がっている.

飼料用米の長期保管方法の一つとして，イネの籾部分のみをサイレージ調製する，イネ SGS 調製技術があり，乾燥のコストがかからないことなどからも注目されている．著者らは，完熟期籾米を未破砕のままソフトグレインサイレージに調製する技術について報告（渡邊ら，2011）し，長期保管が可能であることを実証した.

しかしながら，イネ SGS と言っても，その破砕方法や調製形態は，利用者によって異なり，実際,秋田県内でも複数のイネ SGS が調製・給与されている．破砕状況は，ウシの消化性にとって大きく影響することが明らかになっており（宮地ら，2010)，それぞれのイネ SGS の飼料特性を把握し，飼料設計および実際の給与を行う必要があると考えられる.

そこで本研究では，秋田県でウシへ給与されているイネ SGS の飼料成分および第一胃内消失率を調査した.

材料および方法

１．秋田県で給与されているイネソフトグレインサイレージ：

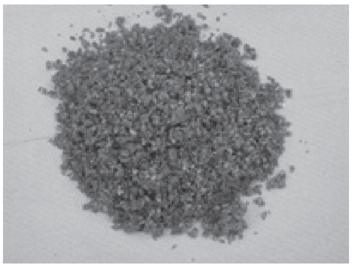
1) ダイレクト処理：水田圃場からコンバインで収穫された完熟期籾米を未破砕のままナイロン製内袋を装着したフレコンバックに，0.1% 乳酸菌（畜草 1 号；雪印種苗株式会社）を添加しながら封入．その後給与直前に飼料米粉砕機（デリカ・DHC-4000M）0.2 mm メッシュを通過したもの.

2) 膨軟化処理 A：ライスセンターに設置されている籾殻粉砕用プレスパンダーを用いて，膨軟化処理を施した後，フレコンバック封入したもの.

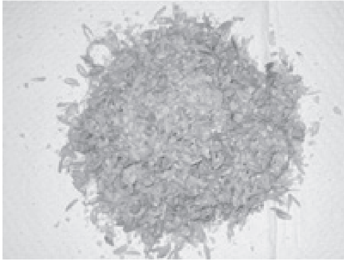
3) 膨軟化処理 B：2) とは同様の処理であるが，異なるライスセンターで調製したもの.

4) 膨潤処理：収獲した籾米より籾殻を取り除き，加熱蒸煮ののちポリエチレン袋に封入したもの.

２．飼料成分：「三訂版 粗飼料の品質評価ガイド

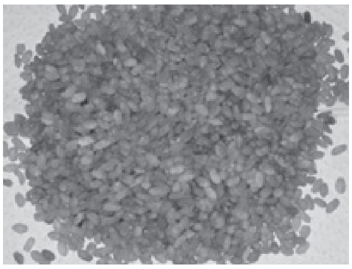


ア：ダイレクト処理



イ：膨軟化処理Ａ

ウ：膨軟化処理Ｂ



エ：膨潤化処理

写真１　秋田県で給与されているイネソフトグレインサイレージ
（ア：ダイレクト処理，イ：膨軟化処理Ａ，ウ：膨潤化処理Ｂ，エ：膨軟化処理）

ブック」（日本草地畜産種子協会）1 の飼料分析手法に従って，一般飼料成分（水分，粗灰分，粗蛋白質，粗脂肪，粗繊維，NFE），デタージェント繊維分画（中性デタージェント繊維：NDF，酸性デタージェント繊維:ADF），酵素分析法（細胞壁物質：OCW，低消化性繊維：Ob）の他，発酵品質として，pH，揮発性塩基態窒素（VBN），総蛋白質（T-N）そして，有機酸含量（乳酸，酢酸，プロピオン酸，酪酸）を測定した．

また、サイレージの発酵品質について、ph、有機酸（VFA）組成および V-score を調査した。

なお、ダイレクト処理については、短期保管（2 ヶ月）と、長期保管（10 ヶ月）の 2 開封時期を設定した。

３．第一胃内消化率：ルーメンカニューレ装着牛（ホルスタイン種乾乳牛）を用い，ナイロンバック法（自給飼料利用研究会　2011）により第一胃内留置 3・6・12・24・48・72 時間の乾物消失率を算出した．

結　　果

１．飼料成分値：

1）　一般飼料成分：水分は，ダイレクト処理で 20%，膨軟化処理および膨潤処理で約 44% であった．粗灰分，粗繊維は，籾殻を含まない膨潤処理で 1.2%，1.0% と他処理（粗灰分：約 5%，粗繊維：約 11%）にくらべ低い値であった．粗蛋白質は，6.5 ～ 7.8% であった．

2）　デタージェント繊維分画：NDF は，ダイレクト処理で 26.2%，膨軟化処理 A，B で約 21%，膨潤化処理 28.8% であった．ADF は，ダイレクト処理および膨軟化処理で 13.3 ～ 13.9%，膨潤化処理で 2.0% であった．

3）　酵素分析法：OCW は，ダイレクト処理で 18.4%，膨軟化処理 A で 20.3%，B で 16.3%，膨潤化処理で 12.3% であった．OB はダイレクト処理，膨軟化処理が 15.4% ～ 20.1% であり，膨潤化処理で 13.8% であった．

２．発酵品質：

1）　pH，VBN，T-N：pH は，ダイレクト処理の短期保管では，pH 6.40，ダイレクト処理・長期保管，膨軟化処理および膨潤処理では pH 3.7 ～ 4.3 と低い値を示した．

2）　有機酸（VFA）組成および V-score：VBN はダイレクト処理短期保管で 0.01，長期保管で 0.03 であり，膨軟化処理は 0.04，膨潤化処理では検出されなかった．T-N は，各処理とも 0.66 ～ 0.82 であった．乳酸は，膨軟化処理が最も高く 1.90%，続いてダイレクト処理長期保管が 1.25% であった．ダイレクト処理短期保管が最も低く，0.18% であった．プロピオン酸および酪酸は，ほとんど検出されなかった．サイレージ発酵品質の評価方法の一つである V-score は，各処理とも 98.0 ～ 100.0 で，「良」であった．

3．各SGSの乾物消失率：

第一胃内消失率：ダイレクト処理では，留置3時間24.3%で，経時的に増加し，24時間では80.0%．膨潤処理では，留置3時間16.1%から除々に増加し，24時間で71.9%，72時間で97.1%となった．膨軟化処理では，留置0時間のウォッシングロスの時点で，Aが67.4%，Bが50.4%と高い消失率を示し，ナイロンバックか

表１　イネソフトグレインサイレージの飼料成分

処理方法		水分	乾物中（%）								
			粗灰分	粗タンパク質	粗脂肪	粗繊維	NFE	NDF	ADF	OCW	Ob
ダイレクト処理		20.4	5.5	6.5	2.7	10.6	74.7	26.2	13.9	18.4	17.8
膨軟化処理A		44.5	4.8	7.6	3.6	11.7	72.3	20.8	14.3	20.3	20.1
膨軟化処理B		44.5	6.2	7.8	2.7	12.1	71.2	20.5	13.3	16.3	15.4
膨潤化処理		43.1	1.2	7.5	2.6	1.0	87.7	24.2	2.0	12.3	13.8
参考											
日本標準飼料成分表	モミ		6.3	7.5	2.5	10.0	73.7	―	―	―	―
	玄米		1.6	8.8	3.2	0.8	85.6	―	―	―	―
	トウモロコシ		1.4	8.8	4.4	2.0	83.4	12.5	3.6	11.5	9.5

表２　イネソフトグレインサイレージの発酵品質

処理方法	pH	VBN	T-N	VFA（新鮮物中%）				V-score	評価
				乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸		
ダイレクト処理・短期保管	6.40	0.01	0.82	0.18	0.12	0.00	0.00	100.0	良
ダイレクト処理・長期保管	4.20	0.03	0.76	1.25	0.26	0.00	0.00	99.5	良
膨軟化処理A	3.73	0.04	0.66	0.56	0.17	0.00	0.00	98.8	良
膨軟化処理B	3.84	0.04	0.70	1.90	0.25	0.04	0.00	97.9	良
膨潤化処理	4.30	ND	0.70	0.55	0.45	0.00	0.00	98.0	良

NDは検出されず

らの流亡があったと考えられる．その後，留置48時間で，A78.4%，B72.5%で，ほぼ最大消失率に達し，72時間では微増し，A79.0%，B75.5%に達した（図１）．

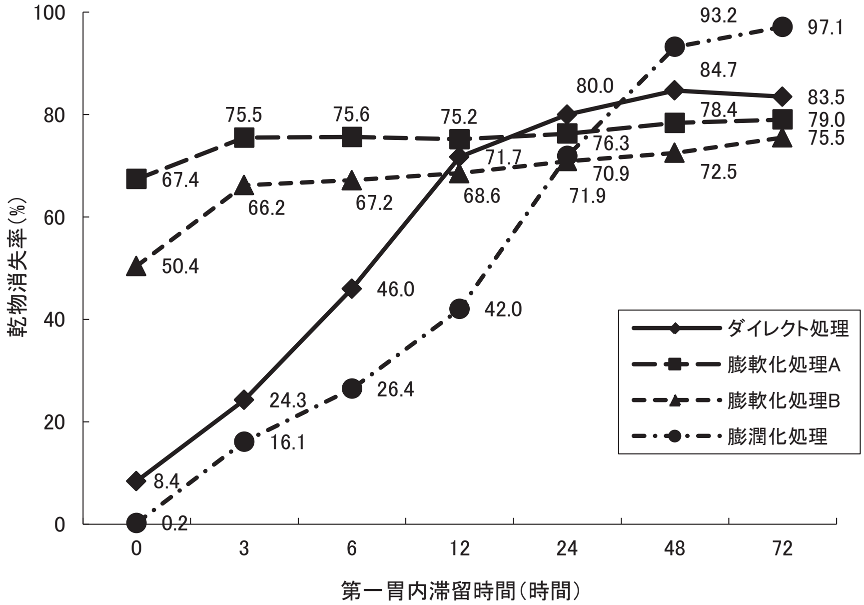


図１　第一胃内滞留時間と乾物消失率（%）

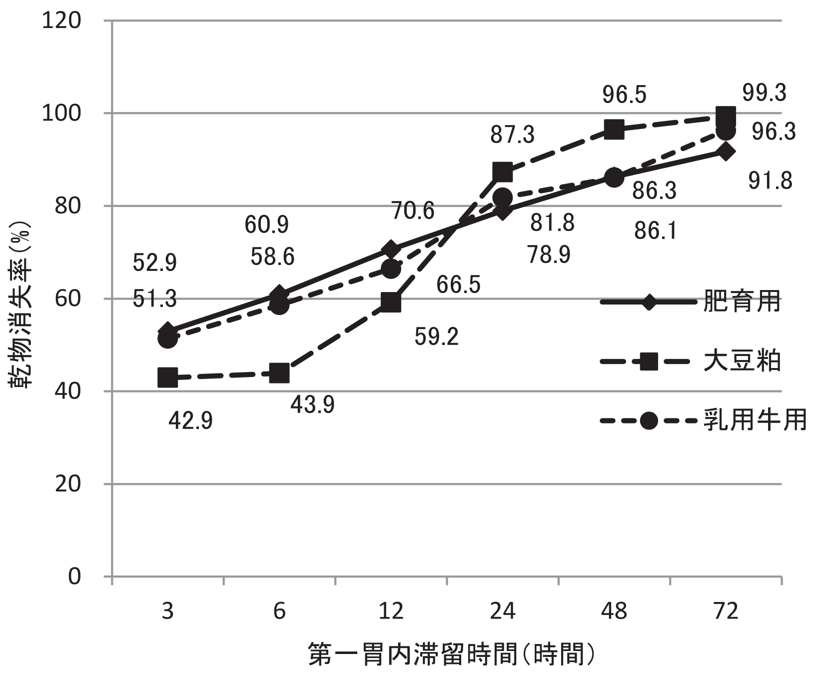


図２　市販配合飼料および大豆粕の乾物消失率（%）

イネ SGS の消失パターンとの比較のために，市販の配合飼料および大豆粕の乾物消失率について，図２に示した．留置3時間で約40-50%の消失率で，経時的に徐々に増加し，72時間では，肥育用で91.8%，乳用牛 96.3%，大豆粕 99.3% に達した．

まとめと考察

１．まとめ

秋田県で給与されているイネソフトグレインサイレージは，①処理条件による養分の損失等は認められず，玄米，籾米と比較しても同等の栄養成分レベル．②いずれも良好な発酵を示し ，利用されている．ダイレクト処理では無破砕でも乳酸発酵．　③膨軟化処理では，第一胃内での速やかな消失が認められ，ダイレクト処理および膨潤化処理では緩やかな消失パターンを示す．

２．飼料成分と発酵品質

一般飼料成分について，水分は，圃場から直接フレコンバックに封入したダイレクト処理が約 20% で，膨軟化処理および膨潤化処理で約 45% であった．この水分含量の差は，発酵促進のための加水や消化率向上のための蒸煮処理によるものと考えられる．乳酸菌の作用によりサイレージ化する際の，水分の最適条件は 50% とされていることから（配合飼料供給安定機構　2009），完熟期の籾米を利用する際には，ダイレクト処理に認められた，20% の水分レベルから増加させる必要があると考えられる．そのほかの成分については，籾殻のついているダイレクト処理，膨軟化処理と籾殻を外した膨潤化処理で異なっていた．特に大きいのは，粗灰分と粗繊維である．これは，籾殻に含まれるケイ酸や繊維成分に由来するものであり，籾殻の有無により，膨潤化処理では他処理にくらべ，粗灰分が 1/5，粗繊維が 1/10 となり，今後，多給技術が開発・確立される中で，難消化性である籾殻部分の扱いが課題となると考えられる．

デタージェント繊維分画において，籾殻のあるダイレクト処理と膨軟化処理を比較すると，NDF は，ダイレクト処理で 26%，膨軟化処理で約 20% と 6% の差が認められる．しかしながら，ADF レベルは同等であることから，NDF と ADF の差より求められる高消化性繊維の含量が，膨軟化処理で低下していると考えられる．この高消化性繊維はヘミセルロースであると考えられるが，低下の理由は処理方法にあると考えられる．膨軟化処理に用いられるプレスパンダーは，籾殻蒸砕膨軟装置とも呼ばれ，籾殻を高温・高圧処理することにより，繊維構造を破壊する（秋田県立大学木材高度加工研究所　2002）．この高温・高圧処理により，ヘミセルロースは，低分子化し，水可溶するとされ，溶出したものと考えられる．

酵素分析法では，膨潤化処理はダイレクト処理および膨軟化処理に比べ，OCW，Ob が低値を示し，籾殻の有無による差と考えられる．ここで，特徴的な違いが認められたのは，膨軟化処理 A と B において，OCW，Ob に約 5% の差が認められたことである．OCW には，Ob も含まれることから，この 5% の低下分は，Ob 由来と推測され，つまり酵素で分解される成分が膨軟化処理 B で増えていたと考えられる．Ob は，主にセルロースおよびリグニンであると仮定すると，セルロースは 240℃，リグニンは 420℃で熱分解されることから，プレスパンダーの能力によるものとも推測される．低消化性のものが少なくなる現象は，乾物摂取量および高栄養価につながることから今後検討したい．

３．発酵品質

本試験において用いたイネ SGS では，いずれも良好な発酵が認められていたが，破砕処理を施さずに密封したダイレクト処理においても，長期間保存したものが pH 4.2 と，非常に良好な乳酸発酵していたことは有用な情報である．著者らは，前報（渡邊ら　2012）において，ダイレクト処理

にあたる完熟籾米の長期保管性について報告しているが，変質・腐敗はないものの，pH の低下は認められなかった．これは，破砕処理しないため発酵の基質となる炭水化物源を，乳酸菌が利用できないためであると推測された．しかしながら，本調査で示したダイレクト処理サンプルは，前年の 10 月に封入し，翌年の 8 月に開封したものであるが，良好な発酵時の熟れた果実臭であった．ダイレクト処理は,機械設備等の費用がかからず,また，コンバイン作業に併せて処理できる作業体系であることから，飼料用米の低価格化には欠かせない技術であると考えられる．ただし，秋に収穫し，気温が低下していく時期においては，依然として，pH が低下しないという課題が残っていることから，技術改善が求められる．

４．第一胃内乾物消失率

ダイレクト処理で調製されたイネ SGS は，給与時に破砕処理を受けるが，破砕されたイネ SGS のサイズは，約 60% が 2 mm 以上であった．このサイズは，反芻胃から飼料片を通過できる粒度の最大値である臨界粒度より大きいことから,まずは,第一胃内で消化を受けると考えられる．しかしながら，完熟期籾米の穀実部は，比重が重いため,第一胃内でも下層に位置すると考えられ，実際の滞留時間については不明である．

膨軟化処理は,ナイロンバック法により,ウォッシングロス計測時に，浸水させた際に水が強く白濁し，重量も 40-50% 低下した．ナイロンバック法で，用いたナイロンバックの目開きは 53 μm であり，膨軟化処理を経たイネ SGS は実に微細であると推測される．このことから，採食直後からルーメン内容液に懸濁した状態と考えられる．この状態が急激なアシドーシスを誘引する可能性もあると考えられるが，一方で，液体に懸濁した状態では，速やかに下部消化管へ移行することが知られていることから（亀高ら　1994）第一胃バイパス率が高まる可能性もある．この点については，給与技術に大きく影響することから飼養試験からの解明が求められる．

膨潤処理は,玄米の形状がしっかり残っていた．発芽処理や玄米の籾殻を外した状態では，ルーメン内消化率は 10% 程度とされており，ダイレクト処理と同様に，ルーメン内滞留時間の解明と未消化排泄の有無を飼養試験から確認する必要がある．

文　献

秋田県立大学木材高度加工研究所．2002．コンサイス木材百科．pp160-161．秋田．

亀高正夫．1994．改訂版基礎家畜飼養学．pp231-237．養賢堂．東京．

社団法人配合飼料供給安定機構.2009.エコフィードを活用した TMR 製造利用マニュアル．pp111-117.

自給飼料利用研究会．2009．三訂版　粗飼料の品質評価ガイドブック．pp6-25，pp67-68．東京．

宮地慎,野中和久,松山裕城,細田謙次,小林良次．2010．品種および加工方法の異なる飼料米の第一胃内分解特性．日本草地学会誌　56(1)，13-19.

渡邊潤，佐藤寛子，加藤真姫子，酒出淳一，植村鉄矢．2012．完熟期収穫籾米サイレージの破砕処理が第一胃内消化性に与える影響．秋田県農林水産技術センター畜産試験場研究報告　26，1-6.

黒毛和種育成期における飼料用米ソフトグレインサイージ給与技術の開発（第2報）

酒出淳一・渡邊潤・佐藤寛子・西宮弘・鈴木盛栄・高橋利清・植村鉄矢[*1]・伊藤隆[*2]
[*1] 秋田県仙北地域振興局
[*2] 秋田県北部家畜保健衛生所

要　約

黒毛和種育成期における飼料用米稲ソフトグレインサイージ（以下，飼料用米SGS）給与技術を開発するため，6ヶ月齢の去勢育成牛に120日間濃厚飼料の代替として40%の飼料用米SGSを籾米サイレージ(以下籾米S)，膨軟籾米サイレージ(以下膨軟籾米S)の形態で給与しても，発育は慣行飼養方法と遜色ない増体を示し，体型的にも問題がなかった．また，試験期間中において，飼料用米SGS給与による下痢や食欲不振等は認められなかった．

緒　言

筆者らは，前報において7ヶ月齢の黒毛和種去勢育成牛を用い，給与する濃厚飼料の 30%(乾物比) を籾米Sの形態の飼料用米SGSで代替給与し，発育や飼料摂取量，健康状態等を調査し，黒毛和種育成期の飼料用米SGSによる濃厚飼料の30%代替が可能であることを報告した．

今回は，飼料用米 SGS の濃厚飼料代替割合を 40%(乾物比) に引き上げるとともに，飼料用米 SGS を籾米Sと膨軟籾米Sの2形態とし，発育成績や飼料摂取量等を調査し，濃厚飼料40%代替給与の可能性を検討した．

材料および方法

１．供試牛

当場繋養の黒毛和種去勢育成牛11頭（6ヶ月齢)を用いた．試験牛の血統は表１のとおりである．

２．試験期間　120日間

３．試験区分

育成牛への濃厚飼料給与量について，当場の慣行飼養を実施する区（対照区）と濃厚飼料の 40% を籾米Sで代替する区（籾米S区），膨軟籾米Sで代替する区（膨軟籾米S区）の3区を設置し，対照区に3頭，籾米S区に4頭，膨軟籾米区Sに4頭を配置した．

４．給与飼料用米 SGS の調製

試験に用いた籾米Sは，平成22年10月に秋田県大仙市の農家圃場で生産された食用品種（あきたこまち）を用い，収穫後直ちに1ｔ用のフレコンバックに生籾状態で詰め込み（500 kg)，乳酸菌（畜草1号)2ｇを 20 Ｌの水に溶かして添加し，密封し調製した．また，膨軟籾米SはJA真室川町で平成22年に調製され袋詰めにされたものを用いた．

５．飼料給与方法

対照区は，濃厚飼料及び粗飼料をそれぞれ朝夕2回に分けて給与し，残量は毎日計量した．

籾米S区，膨軟籾米S区は，濃厚飼料と飼料用米SGSを給与前に混合し，対照区と同様に実施した．なお，籾米Sは混合前に飼料米破砕機（デリカ製 DHC-2000）を用い，破砕粒度 2.0 mm以下になるよう2回の破砕作業を実施した．

６．管理方法

試験牛は単房で飼養し，給与時間は朝夕2回、敷料の交換は1週間毎とした．

表１　供試牛の概要

区分	生年月日	性別	父	母方祖父	母方祖母の父
対照区	H23.1.4	去勢	篤桜	美津福	北国7の8
	H23.2.26	去勢	篤桜	義安福	栃富士
	H23.5.7	去勢	篤桜	義安福	宮菅
籾米S区	H23.2.1	去勢	篤桜	北国7の8	神高福
	H23.2.4	去勢	篤桜	広景福	安福
	H23.4.20	去勢	篤桜	義安福	糸勝
	H23.4.24	去勢	篤桜	安平照	平茂勝
膨軟籾米S区	H23.3.31	去勢	篤桜	安平	福桜
	H23.4.11	去勢	篤桜	福金	北国7の8
	H23.4.15	去勢	篤桜	茂重安福	平茂勝
	H23.5.7	去勢	篤桜	義安福	安平

７．調査項目

１）飼料用米SGSの成分分析と発酵品質

飼料用米SGSは開封時に採材し，成分分析と発酵品質を調査した．

２）飼料摂取量

毎日，朝の飼料給与前に残食を採取し，計量して飼料摂取量を算出した．

３）体測（体重・体高・胸囲・腹囲）

体測は開始時から4週間隔で，毎回午後1時に測定した．

８　統計処理

得られたデータは，一元配置分散分析によって差の検定を行い，区間の検定にはTukeyの方法を用いた．

結　果

表２に給与した飼料用米SGSの成分分析結果を，表３に，籾米Sと膨軟籾米Sの発酵品質を示した．水分含量は籾米S，膨軟籾米Sそれぞれ26.8%，40.5%と膨軟籾米Sが高水分であった．粗蛋白質や粗脂肪等の各項目の成分分析値は，籾米S，膨軟籾米Sともほぼ同様であった．発酵品質は，籾米SはpH 5.70とサイレージとしては高く，良好な発酵をしたとはいえなかったが，不良な発酵は見られず，カビの発生もなかった．膨軟籾米SはpH 3.73と低く，乳酸，酢酸の割合も籾米Sのそれと比較し高かった．

試験牛1頭当たりの期間別飼料給与は，表４のとおり実施した．120日間の1頭当たりの飼料摂取量（乾物）を比較すると,対照区で濃厚飼料（配合飼料＋大豆粕）379.0 kg，粗飼料（乾草）344.2 kg，籾米S区で濃厚飼料（配合飼料＋SGS＋大豆粕）378.4 kg，粗飼料（乾草）350.7 kg，膨軟籾米S区で濃厚飼料（配合飼料＋SGS＋大豆粕）379.0 kg，粗飼料（乾草）346.8 kgと濃厚飼料と粗飼料の摂取量にそれぞれ区間による差は認められなかった（表５）.

試験期間（120日間）中の増体量は，対照区が

表２　給与飼料用米SGS成分分析値

区分	水分	乾物中成分(%)					
		粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	ADF	粗灰分
籾米S	26.8	7.1	2.2	76.7	9.0	11.4	5.0
膨軟籾米S	40.5	7.5	2.1	76.2	9.5	11.4	4.7

123.7 kg，籾米 S 区が 111.5 kg，膨軟籾米 S 区が 120.5 kg と，対照区が両飼料用米 SGS 区を上回ったが，有意な差は認められず，日増体量については，対照区が 1.03 kg，籾米 S 区 0.93 kg，膨軟籾米 S 区 1.01 kg となったが，増体量，日増体量とも各区間に有意な差は認められなかった（表６）.

体高，胸囲，腹囲の体測値について，試験開始時と試験終了時の増加幅を比較すると，対照区が 10.0 cm，23.3 cm，26.6 cm，籾米 S 区 11.0 cm，21.7 cm，23.2 cm，膨軟籾米 S 区 11.2 cm，23.3 cm，24.8 cm と，各体測項目ともほぼ同様の増加値を示した（表７）.

また，試験期間中において，飼料用米 SGS 給与の両区の試験牛に下痢や食欲不振等は認められなかった.

考　察

給与した飼料用米SGSはその形態により発酵品質に差が認められ、膨軟籾米Sが籾米Sに比較し発酵品質が良かった。これは，膨軟籾米Sが良好な発酵に適した水分含量であったためと推測された.

しかしながら、試験牛へ籾米S、膨軟籾米Sどちらの形態で給与しても、試験期間中の1頭当たりの飼料摂取量や期間増体量は対照区のそれに比較しても遜色のない成績であり、どちらの飼料用米SGS形態でも利用可能と考えられた。

また、40%の濃厚飼料代替割合で給与しても、下痢、食欲不振が認められなかったことから育成牛への健康面への影響はないもと考えられる。

これらのことから，黒毛和種育成牛に対して，濃厚飼料の代替として飼料用米SGSを籾米S，膨軟籾米Sどちらの形態でも40%まで給与することが可能であると推察された.

表３　給与飼料用米SGSの発酵品質

区分	PH	VBN	T−N	VFA(新鮮物中%)			
				乳酸	酢酸	ﾌﾟﾛﾋﾟｵﾝ酸	酪酸
籾米S	5.73	0.00	0.82	0.14	0.05	0.00	0.00
膨軟籾米S	3.73	0.04	0.66	0.56	0.17	0.00	0.00

表４　試験牛1頭当たりの期間別飼料給与方法　　　原物kg／頭・日

期間(日)	対照区			籾米S区				膨軟籾米S区			
	配合飼料	大豆粕	乾草	配合飼料	SGS	大豆粕	乾草	配合飼料	SGS	大豆粕	乾草
1 − 42	3.0	0.2	3.0	1.8	1.4	0.2	3.0	1.8	2.0	0.2	3.0
43 − 70	3.5	0.2	3.0	2.1	1.7	0.2	3.0	2.1	2.0	0.2	3.0
71 − 98	3.5	0.2	4.0	2.1	1.7	0.2	4.0	2.1	2.0	0.2	4.0
99 −120	4.0	0.2	5.0	2.4	1.9	0.2	4.0	2.4	2.4	0.2	4.0

表５　試験牛1頭あたりの飼料摂取量（乾物）

試験区分	頭数 (n)	試験期間 日	濃厚飼料 (kg)	粗飼料 (kg)
対照区	3	120	379.0 ± 1.9	344.2 ± 21.6
籾米S区	4	120	378.4 ± 4.2	350.7 ± 1.0
膨軟籾米S区	4	120	379.0 ± 5.6	346.8 ± 6.9

平均値±標準偏差

表６　試験期間中の増体成績

試験区分	頭数 (n)	開始時月齢 （月）	終了時月齢 （月）	開始時体重 (kg)	終了時体重 (kg)	期間増体量 (kg)	日増体量 (kg)
対照区	3	6.2 ± 0.4	10.2 ± 0.4	200.0 ± 16.1	323.7 ± 16.1	123.7 ± 4.0	1.03 ± 0.02
籾米S区	4	6.1 ± 0.1	10.1 ± 0.1	231.5 ± 17.0	343.0 ± 19.9	111.5 ± 11.0	0.93 ± 0.10
膨軟籾S区	4	6.6 ± 0.2	10.6 ± 0.2	230.8 ± 16.6	351.3 ± 24.8	120.5 ± 15.3	1.01 ± 0.13

平均値±標準偏差

表７　試験期間中の体側値

試験区分	体高		胸囲		腹囲	
	開始時	終了時	開始時	終了時	開始時	終了時
対照区	109.0 ±4.6	119.0 ±2.0	133.0 ±4.4	156.3 ±7.2	161.7 ±7.8	188.3 ±8.6
籾米S区	108.0 ±3.4	119.0 ±2.4	137.3 ±5.1	159.0 ±3.7	169.8 ±8.7	193.0 ±7.0
膨軟籾米S区	109.3 ±2.6	120.5 ±2.6	135.0 ±1.2	158.3 ±2.4	168.0 ±5.0	192.8 ±5.0

平均値±標準偏差

謝　辞

本研究は独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構の委託プロジェクト「自給飼料多給による高付加価値牛肉・牛肉生産技術の開発」として実施した.

文　献

酒出淳一，植村鉄矢，佐藤寛子，渡邊潤，関屋万里生，2011．黒毛和種育成期における飼料用米ソフトグレーンサイレージの給与技術の開発．東北農業研究　64，71-72.

酒出淳一，植村鉄矢，佐藤寛子，渡邊潤，関屋万里生，伊藤隆，2012．黒毛和種におけるソフトグレーンサイレージの給与技術の開発（第 1 報），秋田農技セ畜試研究報告　26，10-13.

初産乳牛の移行期に適した飼料の段階的増給法及び繋留条件の検討
（第１報）－乳用牛の県内フィールド調査から－

加藤真姫子・渡邊潤・佐藤寛子

要　　約

初産牛の移行期は，自己の発育を維持しながら妊娠，分娩，泌乳を開始しなければならず，新規環境におけるストレスに対する感受性が強く，経産牛に比べてリスクが高いため，飼養管理には十分な配慮が必要となる．今回，初産牛の移行期飼養管理技術を検討するにあたり，前段として県内酪農家における初産牛の飼養管理状況および疾病や事故の実態を調査した．平成22年～平成23年における家畜検査冷蔵保管施設に搬入された死亡牛の集計から初産牛の死廃事故の実態調査を行った．また，県内35戸の酪農家から，初産牛の飼養管理に関する聞き取り調査を行った．その結果は以下のとおりである。

１．県内における 24ヶ月齢以上の死廃乳牛のうち，初産牛がおよそ 16.5% を占めた．また，初産死廃牛のうち消化器病と診断されたものは21.6%に及んだ.

２．県内の初回種付け月齢は遅く，その理由として受胎可能な体格に至る月齢が遅いことが想定された.

３．初産牛の移行期に，特別な飼養管理を行っている酪農家ほとんど無かったが，それぞれに初産牛の特徴を捕らえて食い込ませる工夫をしていた.

緒　　言

近年,牛群に占める初産牛の割合は3割を超え,都府県，北海道ともに増加している．また，県内では，初妊牛の県外導入頭数が増加している．初産牛の乳量水準が酪農経営に与える影響は大きいが，近年の初産牛は高能力であり，高い栄養要求量に対して乾物摂取量が低いため，能力誤認による疾病や死廃事故も増加している．また，県内乳牛の供用年数は全国平均よりも短いことから，本調査では，県内における初産牛の現状を把握し，移行期の飼養管理技術における問題点や傾向を拾い上げることにより，初産乳牛の移行期飼養管理技術の検討を補完することを目的とした.

材料および方法

１．県内における死廃事故の実態調査

平成22年～平成23年における県内にある県北部および県南部の家畜検査冷蔵保管施設に搬入された死亡牛の集計から，24～36カ月齢までのものを初産次として，死亡時の診断名について調査した．なお，家畜検査冷蔵保管施設に搬入される死亡牛は，BSE対策特別措置法により義務付けられた24カ月齢以上の牛である.

２．初産牛の飼養管理における聞き取り調査

1）対象者

県内酪農家を対象とし，35戸から，訪問面接法によって聞き取り調査を行った.

2）調査期間

平成23年～24年にかけて行った.

3）調査目的

県内酪農家における初産牛の飼養管理状況および疾病，事故等の実態を確認する.

4）調査内容

(1) 哺乳育成の方法

(2) 初回種付け月齢の目安

(3) 育成から分娩前に移動するタイミング，馴致方法

(4) 初産牛の飼養管理で注意しているポイント，考え方

(5) 分娩前後(移行期)の配合飼料の給与方法,

給与量
(6) 初産牛への配合飼料最大給与量
(7) これまで経験した初産牛の事故，疾病
(8) 初妊牛導入について

結果および考察

１．県内における死廃事故の実態調査

平成22年～23年までに県北および県南の2箇所にある家畜検査冷蔵保管施設に搬入された24ヶ月齢以上の死亡牛のうち．乳牛は925頭であった．そのうち初産牛の月齢と思われる24～36カ月齢が152頭（16.5%）を占めた（図１）．また，初産死廃牛のうち第４胃変位や鼓張症等の消化器系疾患と診断され，搬入されたものは21.6%にも及んだ（図２）．この調査では，24ヶ月に満たない死亡牛は，カウントされておらず，また，他の診断名においても消化器系疾患が潜在する可能性があるため，初産牛の実害は，これ以上と推察される．平成7年～9年の北海道根室地域農業共済組合の死亡・廃用事故認定牛の調査から，初産時の事故頭数は非常に多く，診断内容として，経産牛で周産期疾病および泌乳期疾病が多かったのに対して，初産牛では消化器病および運動器病が多かったことが報告されている．北海道の酪農は，フリーストール牛舎で大規模飼養農家が多いため，群飼の中で初産牛が経産牛との競合が想定される．対して秋田県内の酪農家の95％が繋ぎ飼い牛舎であり，搾乳舎に繋留することで，個体管理が容易であると考えられるが，県内における初産牛の事故は北海道と同等に多かった．

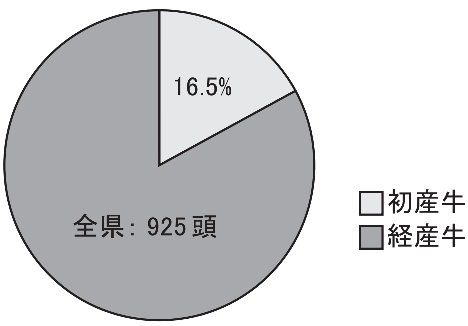


図１　死廃乳牛に占める初産牛の割合

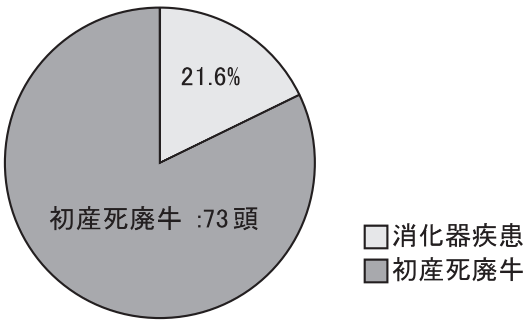


図２　初産死廃牛のうち消化器疾患と診断された割合

２．初産牛の飼養管理における聞き取り調査

県内酪農家 142 戸のうち 35 戸（24.6%）から，訪問面接法によって聞き取り調査を行った．調査した酪農家のうち，つなぎ飼い飼養農家は 32 戸であった．

1）哺乳育成の方法

哺乳について，生乳と代用乳では，代用乳を利用している酪農家が8割を超え，従来品よりも高蛋白質かつ低脂肪な代用乳を利用している農家が多かった．哺乳量や哺乳回数は酪農家個々に異なった．離乳の目安は，30日齢から90日齢まで大きな幅があった．

2）初回種付け月齢の目安

初回種付け月齢については，14 ヶ月齢を目安としている酪農家が最も多かった（図３）．牛の歯の生え換わりが 24 ヶ月齢になるため、分娩と歯の生え換わりが重ならないように、14.5 ヶ月齢以降に授精を開始すると回答した酪農家もあった。乳用牛群能力検定成績によれば，近年は，秋田県の検定農家の初回種付け平均月齢が 16 ～ 17 ヶ月齢で推移しており，聞き取りの中でも早い授精をきらう傾向があった．その理由としては，早い受胎による事故を経験しており，生涯生産性が低く，牛が弱いとする回答が多かった．一方で，「14 ヶ月齢でも，授精できる体格にならず，育成管理が弱点だ .」という回答もあった．近年，いかに早い月齢で交配基準に達することができるかという目的で，育成を早める飼養技術が検討されている．12 ヶ月齢で受胎しても，14 ヶ月齢と同程度の体格であれば，生産性に影響が無いことを示すが，酪農家は月齢よりも十分な体格確保することを重視して初回種付けを行っているとも考えられた．また，個々の酪農家における離乳日齢と初回種付け月齢には関連が無かった．

3）育成から分娩前に移動するタイミング，馴致方法（図４）

育成から分娩房または搾乳舎への繋留の時期は，分娩前 1 ～ 2 ヶ月齢の期間に移動させ，「馴致期間をなるべく長めにとりたい」とする酪農家が多かった．しかし，現実的には，「牛床の空きが無かったり，人の都合で遅くなってしまう」との回答も多かった．一方で，馴致期間を設けずに，分娩後繋留すると回答した酪農家もあった．初産牛の分娩前の 2 ヶ月

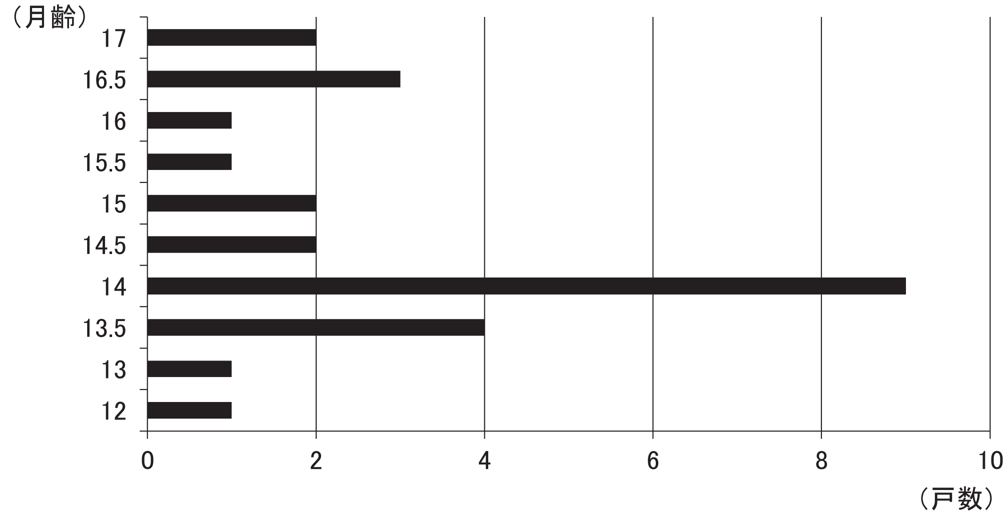


図３　初産種付け月齢

間は，胎児が急速に発育する時期であり，自分自身も成長を継続している．さらに施設や飼料の変更，分娩など短期間に次々と大きなストレスを受けている．

分娩前10日間に移動すると，環境の変化により乾物摂取量が減少し，ストレスの評価指標である血中コルチゾル値が減少することが報告されている．馴致期間を長めにとるために，初産牛のために優先的に割り当てる牛床を計画的に確保することが，事故や疾病の抑制につながると思われる．

4）初産牛の飼養管理で注意しているポイント，考え方（図５）

初産牛に，特別な管理メニューを用意している酪農家はほとんど無かった．しかし，初産牛の特徴を挙げて，「良い粗飼料を優先して給与する」，「乾物摂取量を上げる工夫をする」という回答が多かった．また，「乳量を追求せずに，低能力の雄を利用することで，初産でも飼いやすく，受胎率も良くなった」と回答した酪農家は，以前に高能力初産牛で非常に苦労した経験を語ってくれた．

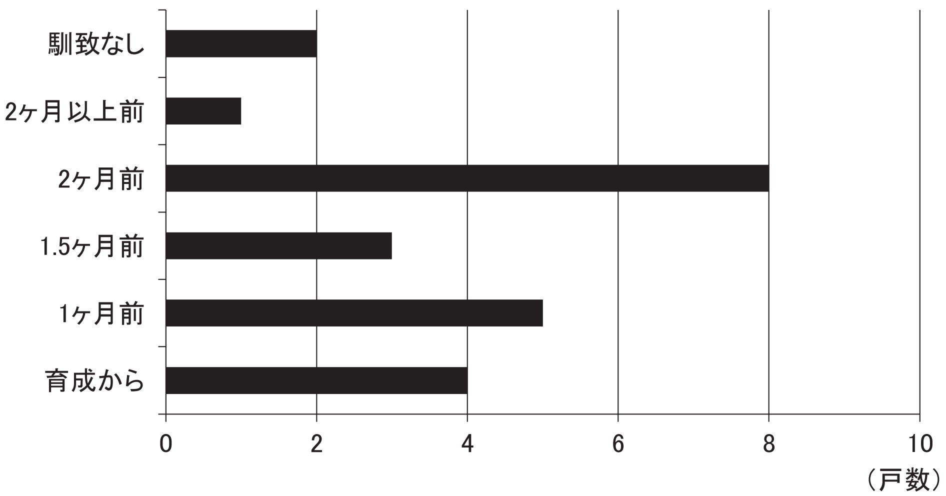


図４　育成から分娩前に繋留を始める時期

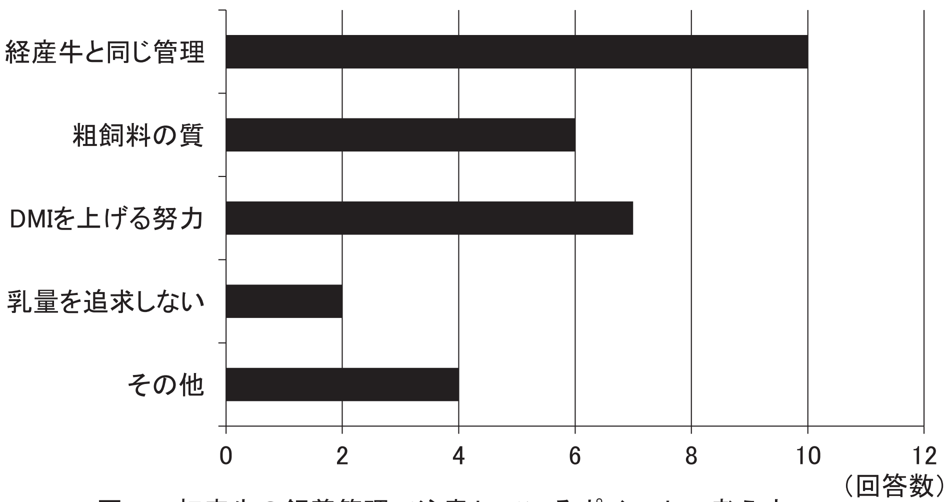


図５　初産牛の飼養管理で注意しているポイント，考え方

5）分娩前後（移行期）の配合飼料の給与方法，給与量（図６）

多くの酪農家が経産牛と同様に，分娩前後から配合飼料の増給を行っていた．分娩前の増給開始時期は，太らせたくない意向があり，早くても3週間前からであった．配合飼料への馴致としての増給を行っていないと回答した酪農家6戸のうち5戸では，「初産牛の疾病や事故は少ない」と回答した．

6）初産牛への配合飼料最大給与量

初産牛であっても，乳量に合わせて給与量を決めるが，「10 kg を超えると，粗飼料を食い込めなくなる」「どちらかというと，粗飼料を優先させる」という回答が多かった．

7）これまで経験した初産牛の事故，疾病（図７）

ケトージス，アシドーシス，第4胃変位等の消化器疾患を回答した酪農家が最も多く，死廃事故の実態調査結果を裏付ける回答であった．次いで，難産，産前乳房炎，寝起きの事故や股関節脱臼による廃用，繁殖障害など生産性を阻害する重大な項目が続いた．

8）初妊牛導入について

4割が県外導入しないと回答した．その理由としては，多い順から，「自家保留で間に合う」「北海道導入の繋留による事故が多いこと」や，「高能力ゆえの飼養管理の難しさ」を挙げた．

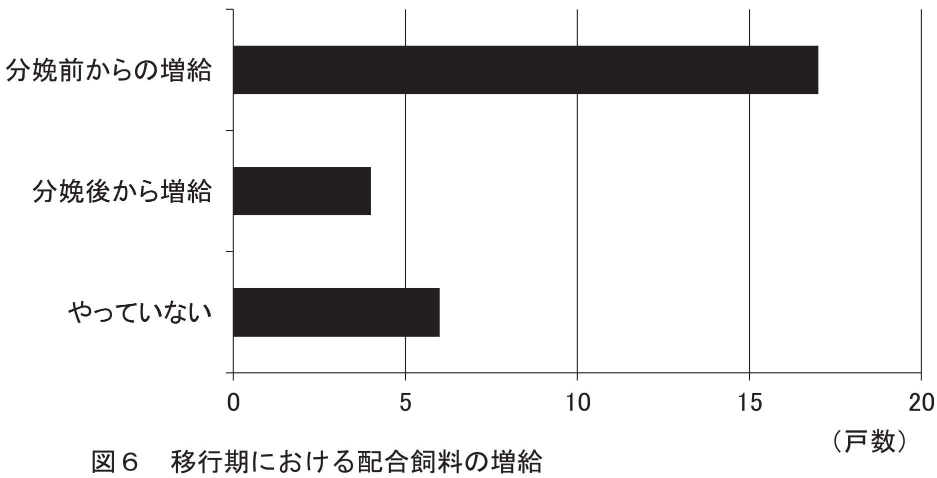


図６　移行期における配合飼料の増給

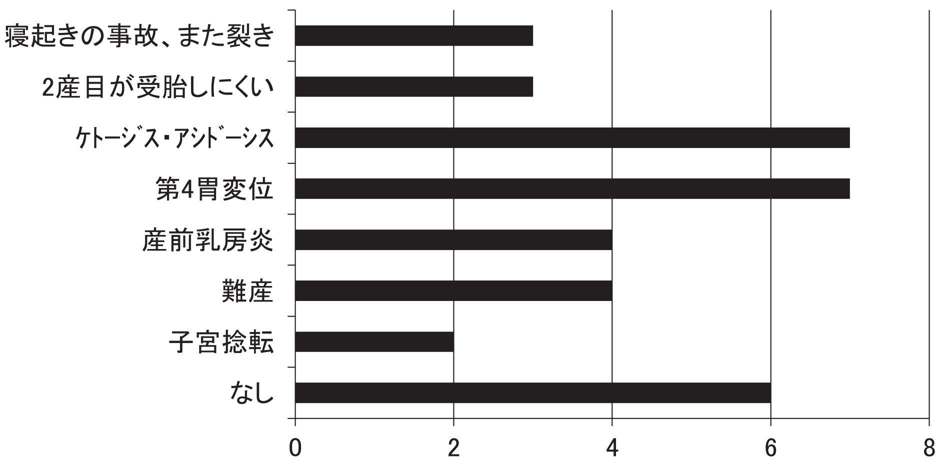


図７　これまでに経験した初産牛の事故，疾病

また，3割が県外導入を計画していると回答した．その理由としては，「導入事業等を利用して，県外導入がしやすい状況にあること」「メスが産まれず，必要な育成牛の頭数を確保できない」を挙げた．

まとめ

本調査により，秋田県内の酪農家においても初産牛の疾病や事故が多いことが明らかになった．また，その背景として，育成期の飼養管理による発育の遅れ，初産牛の泌乳能力が高いことによる飼養管理失宜，馴致の不足等が考えられた．初産牛には，無理をさせずに，おそるおそる管理しているようにも感じられた．長い育成期間を経て，一滴の牛乳も生産できないことによる経営的なダメージは大きく，初産牛の能力を引き出せない管理は，農場全体の生産量に大きな影響を与える．本研究課題を通して，初産牛の移行期における飼養管理について，改めて検証していきたい．

文　　献

道立根釧農試．根室地域における乳牛の死廃事故に及ぼす種雄牛の影響．成績概要書

社団法人家畜改良事業団．平成 21 年度．乳用牛群能力検定成績のまとめ．pp33

社団法人家畜改良事業団．平成 22 年度．乳用牛群能力検定成績のまとめ．pp33

大坂郁夫.2009．デ-リィマン6月号pp40-41．デーリィマン社

椋本正寿.2009．デ-リィマン11月号pp40-41．デーリィマン社

飼料用米及び籾殻炭給与が肥育豚に与える影響（第１報）
－飼料用米給与試験－

鈴木人志・佐々木浩一＊
＊北秋田地域振興局

要　約

遊休水田の有効活用，飼料自給率の向上を図りながら，より高品質の豚肉生産技術を開発する目的で、米を多給する本研究に取り組んだ.

試験結果より，肥育後期に飼料用米を 70% 含む飼料を給与しても発育増体及び飼料要求率は良好な数値を示し,枝肉成績や肉質も,市販の配合飼料を給与した豚肉と何ら遜色がないことが確認できた. また,官能検査を実施した結果，米を給与した豚肉の方がおいしいという回答が多数を占めたことから食味の良さも実証できた.

緒　言

飼料用米給与による遊休水田の有効利用，飼料自給率の向上，高品質豚肉生産技術の開発を目的に「飼料用米給与試験」に，米を収穫する際に発生する籾殻炭給与による脱臭効果の検証を目的に「籾殻炭給与試験」に取り組んだ. 第１報では,「飼料用米給与試験」について報告する.

材料および方法

１．供試豚

供試豚は，当場で飼養している LW 種雌豚に，同じく当場で飼養しているＤ種雄豚を交配し，平成 22 年３月 16 日から同年３月 27 日に分娩した計７腹の三元交雑豚（LWD）より，去勢 20 頭を抽出し,各区５頭ずつ,計４区に分けて試験に供した.

２．試験区

試験区は表１のとおりとし，体重が 60 kg に達した以降，市販の配合飼料を給与した「対照区」，特注配合飼料 30% をベースに，飼料用米を 70% 添加した「米 70% 区」，飼料用米を 52.5%，トウモロコシを 17.5% 添加した「米 52% 区」，飼料用米を 35%，トウモロコシを 35% 添加した「米 35% 区」を設けた.

また，肥育豚の体重毎の飼料給与設計は表２のとおり，飼料の栄養成分は表３のとおりとした.

３．給与飼料

肥育期間中に給与した配合飼料は，当場において慣行給与している「肉豚肥育前期用配合飼料(以下，前期飼料という.)」(子豚育成用配合飼料，TDN78.0% 以上，粗たん白質 16.0% 以上，粗脂肪 2.5% 以上，粗繊維 4.0% 以下，粗灰分 7.0% 以下，

表１　試験区

試験区名	飼料の給与方法
対照区	配合飼料[1)]を体重60 kgから給与
米70%区	重量比で30%の特注配合飼料[2)]に、70%の飼料用米を添加し、体重60kgから給与
米52%区	重量比で30%の特注配合飼料[2)]に、52.5%の飼料用米、17.5%のトウモロコシを添加し、体重60 kgから給与
米35%区	重量比で30%の特注配合飼料[2)]に、35%の飼料用米、35%のトウモロコシを添加し、体重60 kgから給与

1）配合飼料は3，に示す飼料を使用
2）特注配合飼料は3，に示す飼料を使用

表２　飼料給与設計

区＼肥育期（体重）	肥育前期 30～60 kg	肥育後期 60～105 kg
対照区	配合飼料[1)]（前期飼料）	配合飼料[1)]（後期飼料）
米70%区		特注配合飼料[2)]30%、米70%
米52%区		特注配合飼料[2)]30%、米52.5%、トウモロコシ17.5%
米35%区		特注配合飼料[2)]30%、米35%、トウモロコシ35%

1）配合飼料は3，に示す飼料を使用
2）特注配合飼料は3，に示す飼料を使用

表３　飼料の栄養成分

	対照区	米70%区	米52%区	米35%区
粗たんぱく質	14.40	14.41	14.63	14.84
粗脂肪	3.40	2.51	2.78	3.05
粗繊維	3.14	2.51	2.68	2.85
粗灰分	3.99	4.03	4.07	4.12
TDN	77.01	77.90	77.60	77.29
カルシウム	0.56	0.56	0.58	0.59
りん	0.44	0.47	0.47	0.47

カルシウム 0.50% 以上，りん 0.40% 以上）及び「肉豚肥育後期用配合飼料（以下，後期飼料という．)」(肉豚肥育用配合飼料，TDN77.0% 以上，粗たん白質 14.0% 以上，粗脂肪 2.5% 以上，粗繊維 5.0% 以下，粗灰分 7.0% 以下，カルシウム 0.50% 以上，りん 0.40% 以上）を用いた．

また，特注配合飼料は，「肉豚肥育用配合飼料 (TDN67.0% 以上，粗たん白質 28.0% 以上，粗脂肪 2.0% 以上，粗繊維 8.0% 以下，粗灰分 12.0% 以下，カルシウム 1.00% 以上，りん 0.70% 以上)」を用いた．

なお配合飼料は体重が 30 kg から 60 kg までは前期飼料を，体重 60 kg から 105 kg までは，対照区では後期飼料を給与し，米 70% 区，米 52% 区，米 35% 区では特注配合飼料に飼料用米及びトウモロコシを組み合わせて，試験豚に給与した．

４．飼料用米

飼料用米は玄米を用い，予め粉砕機で約 3 mm の粒度となるよう粉砕して供試した．

５．飼養管理

1）試験期間

試験期間は肥育後期（体重 60 kg ～ 105 kg）とし，平成 22 年 6 月 22 日から 9 月 6 日まで実施した．

2）肥育開始

供試豚は，20 頭の平均体重が 30 kg に到達す

る前に，当場離乳豚房（群飼育）から当場検定豚舎（単房飼育）に移動し，子豚用飼料を給与した．供試豚の平均体重が 30 kg を超えた時点で肥育を開始し前期飼料を給与した．肥育開始から試験終了まで，すべて不断給餌および自由飲水とした．

3）体重測定

体重 30 kg を超えた時点（子豚用飼料から前期飼料への切替時期），体重 60 kg を超えた時点（前期飼料から試験飼料への切替時期），体重 105 kg を超えた時点（試験終了時期），各時点において週一回曜日を決めて体重測定を行った．

4）試験開始

各区の供試豚の平均体重が 60 kg を超えた時点で試験飼料を給与した．以降，試験終了まで同一場所で単房飼育した．

5）試験終了

週一回，曜日を決めて体重測定を行い，体重が 105 kg を超えた個体から，順次と畜，枝肉調査を行い，肉質分析用サンプルを採取した．

6）日増体重（DG）

3）の体重測定に基づいて DG を算出した．

7）飼料摂取量及び飼料要求率

試験期間中に給与した飼料量を記録し，飼料摂取量を算出した．

また，上記の飼料摂取量及び上記 3）の体重測定に基づいて飼料要求率を算出した．

8）枝肉調査

枝肉重量，肉質等級，背脂肪厚，ロース長，ロース芯面積について調査を行った．

9）肉質分析

表４に示すとおり，ドリップロス，クッキングロス，肉色及び脂肪色（L*(明度)，a*(赤色度)，b*(黄色度))，破断荷重，脂肪融点について分析を行った．

10）官能検査

官能検査は 24 名を対象に 2 点比較法により実施した．サンプルはいずれもロース（第 6 ～第 11 胸椎）の同一部位を用い，ホットプレートで焼いて検査に供した．検査は，どちらが飼料用米を給与した豚肉か明らかにせずに実施した．

11）統計処理

得られたデータは，一元配置分散分析によって

表４　肉質分析項目および方法

項　目	方　法
ドリップロス	5℃条件下で3日後の重量を測定し水分損失率を算出。
クッキングロス	70℃条件下で60分処理、30分放冷後の重量を測定し水分損失率を算出。
肉色、脂肪色	色差計（Z-1001DP、日本電色工業社）によりL*（明度）、a*（赤色度）、b*（黄色度）を測定。
破断荷重	クリープメータ（山電）により測定。
脂肪融点	上昇融点法

有意差の検定を行い，区間の検定には Tukey の方法を用いた．

結果および考察

１．体重の推移（表５）

肥育後期開始体重は,62.1 ～ 65.1 kg であった．出荷時体重は，106.7 ～ 109.4 kg であった．

２．肥育期間及び日増体重（DG）（表６，表７）

出生から肥育後期開始までの日齢はほぼ同様であった。(101.8 日～ 106.0 日)，と畜時日齢もほぼ同様であった。(156.0 日～ 159.6 日)，試験期間である肥育後期期間は飼料用米を給与した区（50.8 日～ 53.6 日）の方が、対照区（57.8 日）よりもやや短い傾向がみられた．DG は，対照区（0.81）に比べて，飼料用米を給与した区（0.84 ～ 0.86）の方が高い傾向がみられた．

３．飼料摂取量及び飼料要求率（表８）

肥育後期の飼料摂取量（各区５頭の平均）は対照区 182 kg，米 70% 区 165 kg，米 52% 区 164 kg，米 35% 区 174 kg であった．飼料要求率は対照区 3.94，米 70% 区 3.83，米 52% 区 3.68，米 35% 区 3.83 で，いずれも飼料用米を給与した区において，飼料摂取量が少なく飼料要求率が低い傾向がみられた．

４．米摂取量（表８）

米総摂取量（5 頭平均）は，米 70% 区で 116 kg,米 52% 区で 86 kg,米 35% 区で 61 kg であった．米１日当たり摂取量（5 頭平均）は，米 70% 区で 2.32 kg/ 日，米 52% 区で 1.62 kg/ 日，米 35% 区で 1.14 kg/ 日であった．

５．枝肉調査結果（表９）

枝肉重量は，68.9 ～ 70.7 kg であった．肉質等級は 1.4 ～ 2.2 であった．背脂肪厚は 2.04 ～ 2.24 ㎝であった．ロース長は 55.6 ～ 57.5 ㎝であった．ロース芯面積は，5-6 胸椎間で 16.7 ～ 18.6 ㎠,11-12 胸椎間で 34.6 ～ 38.6 ㎠であった．いずれも各区に差はみられなかった．

６．肉質分析結果（表 10）

ロースのドリップロス（3 日後）は，3.7 ～ 4.6% であった．ロースのクッキングロスは，26.0 ～ 27.1% であった．ロースの破断荷重は，15.0 ～ 16.1 N であった．ロースの肉色は，L* で 48.6 ～ 50.8，a* で 11.4 ～ 12.0，b* で 7.5 ～ 8.1 であった．背脂肪内層の色は，L* で 77.4 ～

表５ 体重の推移

	肥育後期開始(kg)	出荷時(kg)
対照区	62.6±1.5	108.7±1.6
米70%区	65.1±1.6	108.0±4.0
米52%区	62.1±1.2	106.7±1.1
米35%区	64.0±0.8	109.4±3.2

平均値±標準偏差、n=5
出荷時体重は、と畜日の2日前に測定。

表６ 各期開始時の日齢

	肥育後期開始(日)	と畜時(日)
対照区	101.8±5.8	159.6± 9.4
米70%区	106.0±3.7	156.8±12.2
米52%区	102.4±4.7	156.0± 9.3
米35%区	105.0±4.8	158.6±11.3

平均値±標準偏差、n=5

表７ 肥育期間および日増体重（DG）

	肥育後期	
	期間(日)	DG(kg/日)
対照区	57.8± 8.0	0.81±0.10
米70%区	50.8±10.6	0.86±0.12
米52%区	53.6± 5.9	0.84±0.10
米35%区	53.6± 7.7	0.86±0.09

平均値±標準偏差、n=5

表８　1頭当たりの飼料摂取量，飼料要求率，米摂取量

	肥育後期			
	飼料摂取量(kg)	飼料要求率	米　総摂取量(kg)	米　日摂取量(kg/日)
対照区	182±19	3.94±0.25	−	−
米70%区	165±27	3.83±0.27	116±19	2.32±0.34
米52%区	164±14	3.68±0.27	86±7	1.62±0.22
米35%区	174±24	3.83±0.38	61±8	1.14±0.11

平均値±標準偏差、n=5

表９　枝肉調査結果

	枝肉重量(kg)	肉質等級	背脂肪厚(cm)	ロース長(cm)	ロース芯面積(cm²) 5-6胸椎間	11-12胸椎間
対照区	70.2±1.6	1.6±0.5	2.24±0.43	56.6±2.6	16.7±1.8	36.6±4.1
米70%区	69.1±4.1	2.2±1.3	2.20±0.48	55.6±2.8	18.6±1.0	38.6±3.5
米52%区	68.9±1.6	1.4±0.5	2.04±0.34	57.5±1.0	16.7±1.4	34.6±3.1
米35%区	70.7±3.6	1.4±0.5	2.04±0.40	57.1±2.1	18.0±3.0	36.9±3.8

平均値±標準偏差、n=5
肉質等級は、上=1、中=2、並=3として数値化

表10　肉質分析結果

	対照区	米70%区	米52%区	米35%区
ドリップロス(3日後、%)	4.4±1.5	4.6±0.9	4.3±1.7	3.7±1.5
クッキングロス(%)	26.2±2.0	27.1±0.9	26.3±1.0	26.0±0.9
破断荷重(N)	15.1±3.2	15.0±1.7	15.0±2.5	16.1±2.1
肉色				
L＊	49.5±3.1	50.8±2.3	50.3±4.1	48.6±3.1
a＊	12.0±0.3	11.4±0.9	12.0±1.3	11.8±0.8
b＊	7.7±1.4	8.1±0.9	7.5±1.1	7.6±0.7
脂肪色(背脂肪内層)				
L＊	78.0±1.3	77.4±2.2	77.6±1.2	77.7±2.9
a＊	4.2±0.4	4.7±0.7	5.0±0.5	4.4±1.7
b＊	6.1±0.4	6.3±0.3	6.4±0.5	6.4±0.6
脂肪融点(背脂肪内層)	44.9±1.1 a	42.9±0.5 b	43.3±0.8 ab	42.5±1.8 ab

L＊＝明度、a＊＝赤色度、b＊＝黄色度
平均値±標準偏差、n=5
区間で異符号間に有意差あり(P<0.05)

表11　官能検査結果（対象：場職員２４名）

	おいしい	脂の口溶けがよい	脂の質がさっぱりしている	香りがよい	やわらかい	ジューシーである	うまみがある
対照区	25%	29%	21%	4%	25%	21%	21%
米70%区	63%	46%	46%	54%	46%	54%	63%
差がない	13%	25%	33%	42%	29%	25%	17%

検査は2点比較法により、区を明示せずに実施。
サンプルは同一部位のロース（第6胸椎～第11胸椎）をホットプレートで焼いて検査に供した。

78.0，a*で4.2～5.0，b*で6.1～6.4であった．いずれも有意な差はみられなかった．

ただし，脂肪融点（背脂肪内層）では，対照区44.9℃，米70%区42.9℃，米52%区43.3℃，米35%区42.5℃で，対照区と米70%区の間に有意な差がみられた．

７．官能検査結果（表11）

米給与豚肉（米70%区）を「おいしい」とする者が63%を占めた．具体的には「香りがよい」，「ジューシーである」，「うまみがある」が50%以上の多数を占め，「脂の口溶けがよい」，「脂の質がさっぱりしている」，「やわらかい」も40%以上の多数を占めた．

８．考察

DG，飼料要求率については，肥育後期に飼料用米を70%まで多給しても良好であることが確認できたが、枝肉調査結果においては，米70%区において若干背脂肪が厚くなる個体がみられたため，米の配合割合等の詳細な検討を行うことにより，遊休水田の有効活用，飼料自給率の向上に寄与できる米多給技術が確立できるものと考える．

肉質分析結果については，脂肪融点で対照区（44.9℃）と米70%区（42.9℃）の間に有意な差がみられたが，これは対照区に用いている配合飼料と米70%区に用いている特注配合飼料の飼料メーカーが異なることによる原料や配合割合の違いが原因ではないかと推察された．また，米70%区(42.9℃),米52%区(43.3℃),米35%区(42.5℃)の間には有意な差がみられなかったことから，トウモロコシの代替として米の給与割合を増加させても融点に変化はないものと推察される．

官能検査結果について，米70%区がおいしいと回答した者の割合が63%を占め，米多給により食味向上が可能であることが実証できた．具体的には，脂の口溶けがよい，脂の質がさっぱりしている，香りがよい，やわらかい，ジューシーである，うまみがある，の各項目において高い評価を得ていることから，飼料用米給与豚肉の差別化・高付加価値化によるブランド化が充分実現可能であることが示唆された．

文　献

(独）農業・食品産業技術総合研究機構．2012．飼料用米の生産・給与技術マニュアル．2011年度版．

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）

小松　恵・高橋大希・力丸宗弘・石塚条次・山崎　司

要　約

比内地鶏の増体性を維持しつつ，雌系であるロード種鶏の産卵性を改良するため，兵庫Ｒ，岡崎Ｒおよび畜試Ｒからなる三元交雑鶏を 4 パターン作出して種鶏性能の比較を行った．その結果，全ての試験区で初産日齢が早まり，雌系が岡崎Ｒである【(兵庫Ｒ× 畜試Ｒ) × 岡崎Ｒ】の区は，対照区と比較して産卵率が有意に高いことが明らかになった．

緒　言

比内地鶏は比内鶏とロードアイランドレッドの交配（比内鶏 × ロード）により作出される秋田県の特産鶏である．当場は比内鶏とロードの原種鶏群を維持し，比内地鶏の素雛生産を行う民間孵化場への種鶏供給を担っている．

生産現場の要望に応えるため，平成 21 ～ 22 年度には独立行政法人家畜改良センター兵庫牧場由来のロード種 86 系統（兵庫Ｒ）を用い，比内地鶏の増体性の改良に取り組んだ（小松ら 2012)．

一方で，素雛生産業者からは雌系の産卵率の改善が強く求められており，より効率的な素雛の生産供給体制を整備する観点からも，コマーシャル鶏である比内地鶏については，増体性を維持しつつ，種鶏の産卵性の向上を含む生産性の改良が新たな課題となっている．

そこで，産卵性の改良を図るための育種素材鶏として，独立行政法人家畜改良センター岡崎牧場から産卵性能に優れるロード種 YA 系統（岡崎Ｒ）を導入し，兵庫Ｒ，当場保有のロード（畜試Ｒ）との三元交雑鶏を作出して種鶏性能の比較を行ったので報告する．

材料および方法

１．供試鶏および試験期間

試験区分と供試羽数は表１のとおり．兵庫Ｒ，岡崎Ｒおよび畜試Ｒの系統間交配により，平成 22 年度に二元交雑鶏を作出し，23 年度にその二元交雑鶏と残った系統を交配して三元交雑鶏を作出した．交配は人工授精により行った．三元交雑にあたっては，12 通りの交配パターンの中から，種鶏の生産効率やコマーシャル鶏である比内地鶏の増体性を勘案し，生産性が高いと予測される 4 つのパターンに絞り込んだ．試験 1 ～ 4 区は三元交雑ロードの試験区，5 区は畜試Ｒの対照区とした．

表１　試験区分

区分	交配様式		供試羽数
試験1区	兵庫R♂	×（岡崎R♂×畜試R♀）♀	100羽
試験2区	畜試R♂	×（兵庫R♂×岡崎R♀）♀	100羽
試験3区	（兵庫R♂×岡崎R♀）♂×	畜試R♀	100羽
試験4区	（兵庫R♂×畜試R♀）♂×	岡崎R♀	80羽
対照区	畜試R		76羽

試験期間は平成 23 年 6 月 22 日から 24 年 9 月 4 日（0 ～ 62 週齢）とした．

２．飼養管理

餌付けから 28 日齢まではバタリー育雛器，28 日齢から 119 日齢までは中大雛用ケージで育成した．個体の産卵データをとる必要があるため，119 日齢以降は成鶏用の単飼ケージで飼養した．給与飼料は，餌付けから 28 日齢まで幼雛用（CP24%,ME 3,000 kcal/kg），28 日齢から 70 日齢まで中雛用（CP18%,ME2,850 kcal/kg），70 日齢から 119 日齢まで大雛用（CP15%, ME2,800 kcal/kg），119 日齢以降は成鶏用（CP18%, ME2,850 kcal/kg）を給与した．全期間を通じて飼料と水は自由摂取とした．点灯は 125 日齢から実施し，自然日照時間を含めて 14 時間一定となるように設定した．その他の管理は当場の慣行によった．

３．調査項目

調査項目は，強健性（育成率および生存率），体重，飼料摂取量，初産日齢，産卵率，53 g 卵重到達週齢，種卵収得率とした．育成率は餌付けから 25 週齢まで生存した割合とし，生存率は 25 ～ 62 週齢に生存した割合とした．体重は,7 週齢, 25 週齢および 62 週齢で全個体を対象に測定した．ただし対照区については本試験用に餌付けした個体ではなく，当場の維持群の候補鶏の中から 17 週齢時に抽出した個体であるため，育成率および 7 週齢体重のデータはとっていない．飼料摂取量は任意の 10 羽を対象として 25 週齢から 60 週齢まで 5 週毎に調査した．2 日間の給餌量と残量から 1 羽あたりの 1 日の摂取量を算出した．初産日齢は全個体について調査した．産卵率は全個体について 18 週齢から 62 週齢まで毎日記録し，各区の週齢毎の産卵率を算出した．任意の 10 羽の卵重を毎日計測し，平均卵重が 53 g を超えた週齢を 53 g 卵重到達週齢とした．種卵収得率は，種卵の供用を開始する 30 週齢以降に回収された種卵（卵重が 53 g 以上 76 g 未満で，破卵，軟卵および奇形卵を除いたもの）の割合とした．

４．統計処理

データの統計処理は，Tukey 法による多重比較検定により試験区の比較を行った．危険率 5% 未満で有意とした．

結果および考察

強健性を表２に示した．育成率は，試験 1 区と試験 3 区が 100%，試験 2 区が 97%，試験 4 区が 98.8% であり，全ての区で高い育成率となった．生存率は，試験 4 区と対照区は 100% であったが試験 1 区,試験 2 区および試験 3 区では若干低かった．これは期間終盤の猛暑期におけるへい死が見られたためである．

体重を表３に示した．7 週齢体重は試験 1 区が最も大きく，次いで試験 3 区，試験 2 区，試験 4 区の順であり，各区間に有意差が認められた．25 週齢体重は試験 1 区が他区と比較して有意に大きかった．対照区との比較では試験 1 区, 試験 2 区,

表２　強健性

区分	育成率（0-25週齢）%		生存率(25-62週齢) %	
試験1区	100.0	(100/100)	93.0	(93/100)
試験2区	97.0	(97/100)	95.9	(93/97)
試験3区	100.0	(100/100)	94.0	(94/100)
試験4区	98.8	(79/80)	100.0	(79/79)
対照区	-		100.0	(76/76)

試験３区は有意に大きく，試験４区のみ有意に小さかった．62 週齢体重は試験 1 区が対照区よりも有意に大きく，試験 4 区は有意に小さかった．

飼料摂取量を表４に示した．試験４区はほとんどの週齢において少ない量で推移した．25 ～ 60週の平均値の比較では，試験 4 区以外の区では 1日あたり 160 g 前後だったのに対し，試験４区は146 g と少ない量であった．55 週および 60 週については夏期の暑熱期にあたり，通常より飲水の回数と量が多かったと考えられるが，給水器から餌樋に水がこぼれてしまい，正確な残量が測定できなかった．

初産日齢および産卵率を表５に，産卵率の推移を図１に示した．初産日齢は対照区と比較して全ての区で有意に早まった．中でも雌系が岡崎Ｒである試験４区は対照区よりも３週間以上早くなった．産卵率は試験４区が他区と比較して有意に高く，対照区よりも 13.3 ポイント向上した．試験1 区，試験 2 区，試験 3 区については対照区との間に有意差は認められなかった．産卵率の推移では，24 ～ 26 週齢については正確なデータがとれなかったため除外した．試験４区は産卵開始からピークまでの上がり方とその後の産卵の持続性が良好であった．試験１区は後半の産卵率が低下する傾向がみられた．

53 g 卵重到達週齢および種卵収得率について表６に示した．卵重が 53 g に達したのは試験2 区が 24 週齢と最も早く，対照区が 29 週齢と最も遅かった．種卵収得率は最も高い試験 4 区で 98.4%，最も低い試験１区で 96.1% であったが，その差は 2.3 ポイントでほとんど違いはなかった．

まとめ

比内地鶏の増体性を維持しつつ，雌系種鶏であるロードの産卵性を改良するため，兵庫Ｒ，岡崎Ｒおよび畜試Ｒの三元交雑鶏を４パターン作出して種鶏性能の比較を行った．その結果，全ての試験区で初産日齢が早まり，雌系が岡崎Ｒである試験４区は対照区と比較して有意に高い産卵率であ

表３　体重

区分	7週齢 g	25週齢 g	62週齢 g
試験1区	1,054±76 [a]	3,434±333 [a]	3,802±350 [a]
試験2区	876±68 [b]	3,092±288 [b]	3,546±374 [b]
試験3区	933±81 [c]	3,097±285 [b]	3,609±437 [b]
試験4区	841±79 [d]	2,691±232 [c]	3,266±323 [c]
対照区	−	2,931±205 [d]	3,490±291 [b]

平均±標準偏差
異符号間に有意差あり（P<0.05）

表４　飼料摂取量

区分	25週齢 g	30週齢 g	35週齢 g	40週齢 g	45週齢 g	50週齢 g	55週齢 g	60週齢 g	平均 g
試験1区	153	184	187	200	173	171	125	118	164
試験2区	135	179	189	180	164	175	128	117	158
試験3区	149	182	189	191	164	183	156	122	167
試験4区	117	157	173	160	154	152	135	119	146
対照区	120	172	167	182	166	171	160	156	162

表５　初産日齢および産卵率

区分	初産日齢 日	産卵率(18-62 週齢) %
試験1区	145.9 [a]	58.1 [a]
試験2区	152.2 [b]	62.0 [a]
試験3区	150.7 [b]	63.0 [a]
試験4区	143.6 [a]	72.6 [b]
対照区	165.9 [c]	59.3 [a]

異符号間に有意差あり(

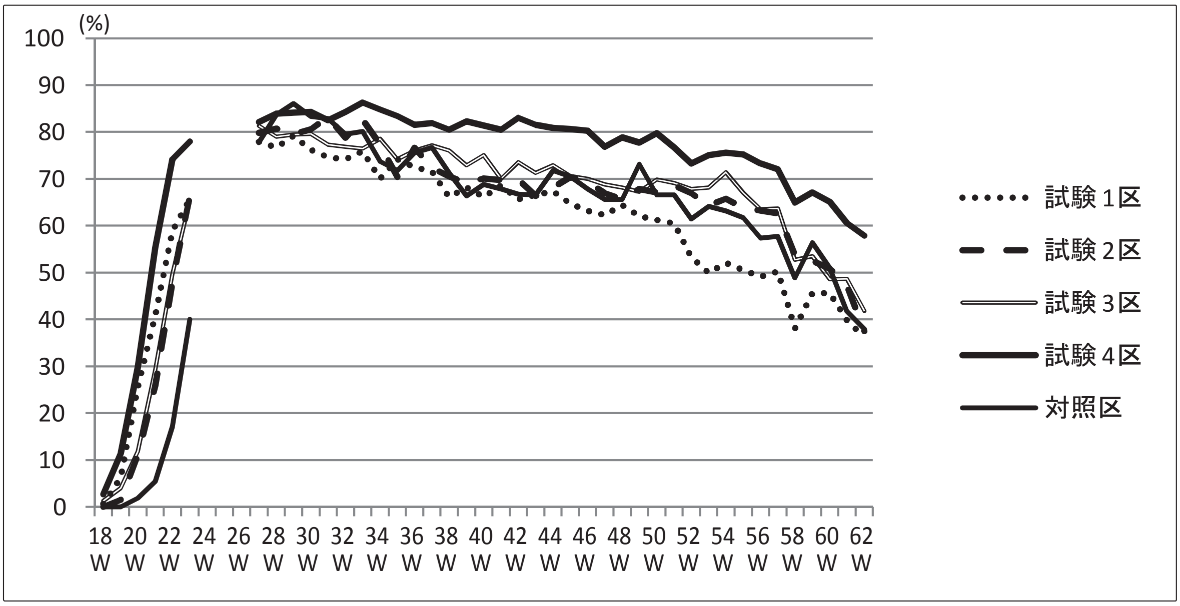


図１　産卵率の推移

表６　53 g卵重到達週齢および種卵収得率

区分	53g卵重到達週齢	種卵収得率 %
試験1区	27	96.1
試験2区	24	98.0
試験3区	25	97.7
試験4区	26	98.4
対照区	29	96.8

り、飼料摂取量が少なかったことから，種鶏としての能力が高いことが明らかになった．しかし，試験４区のみ種鶏の体重が試験５区と比較して小さくなっており，コマーシャル鶏である比内地鶏の増体性が現状を維持できるかどうかが危惧される．また肉質が大きく変化することは避けるべきであり，その点についても確認が必要と考えられる．よって 24 年度から，三元交雑鶏から生産される比内地鶏の飼養試験を実施しており，その成績は次回報告する予定である．

文　　献

小松恵，力丸宗弘，高橋大希，石塚条次．2012．比内地鶏増体改善のためのロード種鶏群の改良．秋田県農林水産技術センター畜産試験場研究報告　26．61-66．

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－

力丸宗弘・佐々木修[*1]・小出水規行[*2]・小松恵・鈴木啓一[*3]・高橋秀彰[*1]

[*1] 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所
[*2] 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所
[*3] 東北大学大学院農学研究科

要　約

本研究では，比内鶏の発育形質に関する量的形質遺伝子座（QTL）を特定するため，発育の異なる系統を交配して作出した F_2 家系集団を用いて QTL 解析を行った．発育形質は 4，10，14 週齢体重，0-4，4-10，10-14 週齢における平均日増体重とした．QTL 解析の結果，10 週齢，14 週齢体重および 4-10 週齢，10-14 週の平均日増体重に影響する highly significant QTLs が 1 番染色体上の *ADL0198* と *ABR0287*，4 番染色体上の *MCW0240* と *ABR0622* 間の共通領域にそれぞれ検出された．また，4 週齢体重および 0-4 週の平均日増体重に影響する significant QTL が *ABR0204* と *ABR0284* 間の共通領域に初めて検出された．以上の結果から，これらの QTLs は比内鶏において発育形質を効率的に図る上で，有効なマーカーアシスト選抜の指標となることが示唆された．

緒　言

経済的に重要な量的形質のほとんどは，複数の遺伝子，遺伝子間の相互作用，環境要因によって影響を受ける．発育形質は肉用鶏の育種において最も重要な経済的形質の一つである．体重の推定遺伝率は比較的高い値（Siegel 1962）が報告されており，これらの結果は発育形質に強い遺伝的要因があることを示唆している．したがって，量的形質遺伝子座（QTL）の同定とそれを育種計画に利用することは遺伝的改良を早める可能性がある．

QTL 解析は，遺伝子の機能については着目せずに DNA マーカーと表型値のみを用いるため，機能について完全に解明されていない形質についても解析が可能である．また，遺伝的に異なる 2 品種間での品種間交雑を用いて QTL 解析を行うことで，探索の対象となる QTL が大きな効果を持つ場合，高い検出力で責任遺伝子を同定することができる．これまでブロイラー × レイヤー（Sewalem ら　2002），赤色野鶏 × 白色レグホーン種（Kerje ら　2003），白色レグホーン種 × ロードアイランドレッド種（Sasaki ら　2004），ブロイラー × 白色レグホーン種（Schreiweis ら　2005）のように数多くの QTL 解析が品種間交雑集団で行われている．しかしながら，これらの品種間交雑集団で検出された QTL 情報は，量的形質の遺伝子探索には効果的であるが，直接純粋種の改良に用いることはできない．なぜならば，品種間交配によって得られた QTLs は，他の品種内で必ずしも分離しない可能性があり，また，分離した

としても純粋種内でも同様の効果を示すかは未知だからである．それゆえ，ブロイラーにおける発育形質や白色レグホーン種における卵殻形質を改良するための QTL あるいは遺伝子探索を行うため，品種内での異なった選抜系統による交配集団を用いた研究が一般的になってきている（Jacobsson ら 2005；Wahlberg ら 2009；Takahashi ら 2009，2010；Ankra-Badu ら 2010；Yang ら 2010）．

秋田県畜産試験場（秋田畜試）では，比内鶏を「比内地鶏」生産の雄種鶏として活用するため，1973 年に秋田県声良鶏・比内鶏・金八鶏保存会（保存会）から種卵を導入し，増体を図るために選抜を行ってきた．現在，秋田畜試の比内鶏の体重は保存会の比内鶏よりも約 1 kg 大きくなっている．秋田畜試の比内鶏集団は保存会の比内鶏集団から改良されてきたため，これらの個体は発育形質に影響する遺伝子を有していると考えられる．そこで本研究では，保存会の比内鶏の雄と秋田畜試の比内鶏の雌を交配することによって，F_2 家系集団を造成し，比内鶏の発育形質に影響する QTLs の検出を試みた．

材料と方法

１．F_2資源家系および表型値の測定

3 羽の保存会の雄と 9 羽の秋田畜試の雌を用いて1～3羽の雌を無作為にそれぞれの雄に交配し，F_1集団を作出した．F_1集団の雄 17 羽と雌 60 羽を全兄弟交配し，206 羽の雄と 212 羽の雌からなる合計 418 羽の F_2家系集団を作出した．F_2家系集団は同じ日にふ化した後，同一鶏舎で飼育し，試験期間を通して同一飼料を給与した．体重は 4，10，14 週齢に測定した．0-4，4-10，10-14 週齢における平均日増体重は，各週齢における体重から算出した．

２．遺伝子型判定

ニワトリのゲノム DNA は，血液から DNA 抽出キット（セパジーン：三光純薬，東京）を用いて抽出し，10 ng/μL に調製した．反応液（6 μL）は，各プライマー（2.5 pmol/L），1×Buffer for KOD-Plus-（東洋紡，東京），dNTPs（200 μmol/L；東洋紡），MgSO4（1.2 mmol/L；東洋紡），0.125 U の KOD-Plus-（KOD-201；東洋紡），上記の鋳型 DNA 溶液 3 μL を混合することにより調製した．ポリメラーゼ連鎖反応（PCR）は，サーマルサイクラー（GeneAmp™ PCR System 9700：パーキンエルマーアプライドバイオシステムズ，フォスターシティー，カリフォルニア，アメリカあるいは iCycler サーマルサイクラー：バイオ・ラッドラボラトリーズ株式会社，ハーキュリーズ，カリフォルニア，アメリカ）を用いて行った．PCR サイクルは，94℃にて 75 秒間の熱変性後，熱変性（94℃，15 秒間），アニーリング（60℃，30 秒間），伸長反応（68℃，60 秒間）のサイクルを 10 回，アニーリング温度を 55℃としたサイクルを 10 回，アニーリング温度を 50℃としたサイクルを 30 回行い，最後に 68℃にて 9 分 30 秒間伸長反応を行った．PCR 産物は，サイズスタンダード（GENESCAN 400HD [ROX] Size Standard；パーキンエルマーアプライドバイオシステムズ）を加えた後，DNA 自動シーケンサー（モデル 3130；パーキンエルマーアプライドバイオシステムズ）を用いて電気泳動した．DNA 断片の長さは，GeneMapper ソフトウェア（Version 4.0；パーキンエルマーアプライドバイオシステムズ）を用いて推定し，マーカーの PCR 増幅産物の長さに基づいて遺伝子型を判定した．

本研究では，Takahashi ら（2005）のリンケージマップにより F_2家系集団において 22 本の常染色体上に配置したマーカーの中から有効な常染色体上の 122 個のマイクロサテライトマーカーを用いた（表１）．Z 染色体の分離は常染色体と異なるため，Z 染色体はこのゲノムスキャンに含まれていない．

表１　本研究に用いたマイクロサテライトマーカー

No.	染色体	マーカー	ドラフトシーケンスのマップポジション (May 2006 assembly, Mb)
1	chr1	*ABR0352*	9.2
2		*ABR0328*	18.5
3		*ABR0528*	29.1
4		*ABR0007*	40.1
5		*ABR0379*	48.4
6		*LEI0146*	55.3
7		*ABR0594*	59.0
8		*ABR0280*	63.1
9		*ABR0521*	69.7
10		*ABR0373*	88.9
11		*ABR0504*	92.2
12		*ABR0204*	124.2
13		*ABR0284*	133.5
14		*LEI0106*	148.1
15		*ABR0424*	166.0
16		*ADL0198*	171.7
17		*ABR0287*	173.4
18		*ABR0641*	176.7
19		*ABR0631*	182.9
20		*ABR0692*	190.2
21		*ABR0140*	190.2
22	chr2	*LEI0124*	2.4
23		*ABR0359*	5.6
24		*ABR0004*	7.1
25		*ABR0153*	22.0
26		*ABR0188*	27.4
27		*ABR0107*	31.7
28		*ABR0008*	Unknown
29		*ABR0599*	61.4
30		*ABR0189*	70.0
31		*ABR0539*	71.5
32		*ABR0537*	81.5
33		*ABR0655*	87.3
34		*ABR0579*	99.3
35		*ABR0067*	103.4
36		*ABR0433*	113.2
37		*ABR0493*	132.4
38		*ABR0249*	136.2
39		*ABR0659*	149.7
40		*MCW0311*	153.7
41	chr3	*ABR0547*	7.0
42		*ABR0141*	9.8
43		*ABR0339*	17.5
44		*ABR0509*	24.1
45		*ABR0472*	34.5
46		*ABR0303*	40.0
47		*ABR0353*	46.8
48		*ABR0025*	50
49		*ABR0161*	53.1
50		*ABR0388*	63.2
51		*ABR0587*	68.7
52		*ADL0306*	84.8
53		*MCW0002*	92.8
54		*ABR0232*	100.2
55	chr4	*GCT0026*	21.5
56		*ABR0423*	29.6
57		*ABR0346*	47.7
58		*ABR0382*	49.5
59		*ABR0315*	55.5
60		*MCW0240*	69.9
61		*ABR0622*	86.3
62		*ABR0357*	89.7
63	chr5	*ABR0392*	0.6
64		*ABR0046*	Unknown
65		*ABR0391*	8.9
66		*ADL0253*	10.8
67		*ABR0390*	25.2
68		*ABR0209*	30.8
69		*ABR0399*	36.6
70		*ABR0541*	51.7
71		*ABR0262*	53.0
72	chr6	*ABR0028*	9.5
73		*ABR0281*	17.5
74		*ABR0605*	23.3
75		*ABR0543*	27.4
76	chr7	*ABR0041*	5.1
77		*ABR0419*	22.2
78		*ABR0636*	26.3
79		*ABR1326*	27.4
80		*ABR0274*	36.2
81		*ABR0300*	92.8
82	chr8	*ABR0228*	Unknown
83		*ABR0647*	12.2
84		*ADL0154*	19.9
85		*ABR0060*	21.3
86		*ABR0604*	29.5
87	chr9	*ABR0148*	3.5
88		*ADL0191*	5.3
89		*ABR0299*	13.7
90		*LEI0130*	15.4
91		*ABR0526*	19.3
92		*MCW0134*	24.8
93	chr11	*ABR0478*	6.6
94		*ABR0389*	12.5
95		*ADL0308*	17.4
96		*ABR0037*	20.6
97	chr13	*ABR0506*	5.1
98		*ADL0147*	8.1
99		*LEI0251*	11.9
100		*ADL0225*	17.2
101	chr14	*ABR0365*	15.5
102		*ADL0263*	14.7
103		*ABR0517*	20.4
104	chr18	*ABR0374*	1.6
105		*MCW0217*	3.2
106		*ABR0650*	7.0
107	chr19	*ABR0133*	3.9
108		*ABR0180*	6.4
109		*MCW0304*	8.2
110	chr20	*ABR0364*	4.0
111		*ABR0001*	9.4
112		*ABR0026*	13.3
113	chr23	*LEI0102*	0.7
114		*ADL0262*	5.7
115	chr24	*MCW0301*	4.6
116		*ROS0302*	Unknown
117	chr26	*MCW0262*	1.4
118		*ABR0006*	4.0
119	chr27	*ABR0015*	3.9
120		*ABR0076*	3.9
121	chr28	*ABR0378*	2.5
122		*ABR0066*	3.6

３．QTL 解析

QTL 解析には，QTLexpress プログラム（Seaton ら　2002）を用いた．QTL 解析のモデル式は以下のとおりである．

$$y_i = \mu + sex_{ij} + C_a a + C_d d + e_i$$

ここで，y_iは各形質について個体 *i* の表型値，*Sexij* は個体 *i* の性 *j*（雄および雌）の母数効果，*a* は QTL の相加的効果，*d* は QTL の優性効果，e_i は残差効果である．

モデル式によって得られる平均平方と QTL の相加的効果および優性効果を除いた残差平均平方との間の比から F- 統計量を計算し *P* 値を求めた．多重性の問題を考慮するために，F- 統計量の有意水準をパーミュテーション検定（1,000 回の繰り返し検定）により実験ワイズ有意水準を設定した．パーミュテーション検定とは,表型値とマーカー遺伝子型とをランダムに組み合わせることで検定統計量に近似する分布を作成して閾値を決定する方法である．5% 実験ワイズ有意水準を満たす QTL を significant QTL とし，1% 実験ワイズ有意水準を満たす QTL を highly significant QTL とした．

モデル式によって説明される全表型分散に占める QTL 効果の分散割合は以下の式となる．

QTL variance = (R_var - F_var) / R_var × 100

ここで，R_var はモデル式より QTL 効果を除いたモデルでの残差分散，F_var はモデル式より得られる残差分散を示す．

本研究では，カリフォルニア大学の利用可能なニワトリゲノムのドラフトシーケンス ,Santa Cruz（UCSC）Genome Browser（2006）および Ensembl Genome Browser（2006）を用いた．

結　果

F_2家系集団のうち解析が可能であった雄 173 羽と雌 186 羽の合計 359 羽について QTL 解析を行った結果，4 週齢体重に影響を与える significant QTL が *ABR0204*（chr1: 124.1 Mb）と *ABR0284*（chr1: 133.5 Mb）間に検出され，10 週齢および 14 週齢体重に影響を与える highly significant QTLs が *ADL0198*（chr1: 171.7 Mb）と *ABR0287*（chr1: 173.4 Mb），*MCW0240*（chr4: 69.9 Mb）と *ABR0622*（chr4: 86.3 Mb）間の共通領域にそれぞれ検出された（表２）．また，0-4 週齢の日平均増体重に影響を与える significant QTL，4-10 週齢および 10-14 週齢の平均日増体重に影響を与える highly significant QTLs が体重に影響を与える QTL と同じ領域にそれぞれ検出された．今後，1 番染色体上の 2 つの QTLs（*ABR0204-ABR0284*，*ADL0198-ABR0287*），４番染色体上の１つの QTL（*MCW0240-ABR0622*）をそれぞれ HG1，HG2，HG3 とする．

表２　各発育形質における表型値および発育形質に影響する QTL

	表型値			位置			相加的効果		優性効果		分散[2]
形質	*n*	平均値	SD	染色体：cM	*F*-value[1]	近傍マーカー	平均値	SE	平均値	SE	(%)
4週齢体重(g)	359	235.1	36.1	chr1 : 285	6.4*	*ABR0204-ABR0284*	−27.7	8.5	−63.9	37.3	2.9
10週齢体重(g)	359	972.6	161.8	chr1 : 371	10.2**	*ADL0198-ABR0287*	−60.4	13.6	20.9	24.7	4.9
				chr4 : 211	11.2**	*MCW0240-ABR0622*	−60.0	13.2	−31.7	25.7	5.4
14週齢体重(g)	359	1,478.9	261.2	chr1 : 371	19.2**	*ADL0198-ABR0287*	−107.8	17.6	31.9	32.1	9.2
				chr4 : 208	16.3**	*MCW0240-ABR0622*	−99.3	17.5	−13.8	34.3	7.9
0-4週齢平均日増体重(g/日)	359	7.2	1.3	chr1 : 286	6.8*	*ABR0204-ABR0284*	−1.0	0.3	−2.2	1.3	3.1
4-10週齢平均日増体重(g/日)	359	17.6	3.3	chr1 : 371	9.9**	*ADL0198-ABR0287*	−1.2	0.3	0.5	0.5	4.7
				chr4 : 210	13.1**	*MCW0240-ABR0622*	−1.3	0.3	−0.5	0.5	6.4
10-14週齢平均日増体重(g/日)	359	18.1	4.4	chr1 : 368	20.7**	*ADL0198-ABR0287*	−1.7	0.3	0.4	0.5	10.0
				chr4 : 201	14.6**	*MCW0240-ABR0622*	−1.4	0.3	0.7	0.5	7.1

1 * 実験ワイドで5%有意；** 実験ワイドで1%有意

2 表型分散に占める相加的遺伝分散の割合

考　察

ニワトリの発育形質に関する QTL 解析では，これまで１番染色体上の中央に近い領域（52-79.5 MB）および末端（164.9-191.8 Mb）領域に発育に影響を与える２つの主な QTLs の存在が示唆されている．例えば，*LEI0174*（chr1：64.9 Mb）と *LEI0071*(chr1：79.5 Mb)(Tatsuda と Fujikawa 2001)，*LEI0068*（chr1：52.0 Mb）と *MCW0018*（chr1：65.7 Mb）および *ADL0359*（chr1：57.6 Mb）と *MCW0018*（chr1：65.7 Mb）（Jacobsson ら 2005 ；Wahlberg ら 2009），*LEI0168*（chr1：164.9 Mb）と *ABR0044*（chr1：173.4 Mb）（Uemoto ら 2009）間の領域に体重に影響を与える QTLs が報告されている．本研究において検出された *ADL0198*（chr1：171.7 Mb ）と *ABR0287*（chr1：173.4 Mb）間の HG2 は１番染色体の末端部分に含まれていることを示唆しているが，HG1 周辺領域には発育形質に影響を与える QTLs はこれまで報告されていない．HG1 は４週齢までの早い時期にのみ検出されたが，HG2 および HG3は発育の後半に検出された．これらの結果は，発育時期に応じて特異的に異なる QTLs が存在することを示唆している．

また，いくつかの研究において４番染色体上にさまざまな発育形質に影響を与える QTLs が報告されている．例えば，*ADL0317*（chr4：3.5 Mb）と *MCW0251*（chr4：19.2 Mb）（Jacobsson ら 2005)，*ABR0354*（chr4：22.9 Mb）と *MCW0005*（chr4：31.1 Mb）（Yang ら 2010），*LEI0125*（chr4：42.0 Mb）と *LEI0076*（chr4：62.1 Mb）（Jacobsson ら 2005），*ADL0266*（chr4：46.7 Mb）と *LEI0094*（chr4：51.6 Mb）（Kerje ら 2003)，*MCW0122*（chr4：76.4 Mb）と *LEI0062*（chr4：85.9 Mb）（Sasaki ら 2005），*MCW0240*（chr4：69.9 Mb）と *LEI0073*（chr4：88.4 Mb）（Ankra-Badu ら 2010）間の領域に体重に影響を与える QTLs が報告されている.最近，Gu ら（2011）はニワトリ 60k SNP を用いて，烏骨鶏とホワイトプリマスロック種との F_2家系集団における体重のゲノムワイズ関連解析を行った結果，ゲノムワイズ水準で 7-12 週齢の発育形質に影響を与える最も多くの significant SNPs（5%）を第４番染色体上のおよそ 8.6 Mb（71.6-80.2 Mb）の領域に検出している．本研究で検出された HG3 も同じ領域に検出されており，これらの結果は発育形質に影響する遺伝子がこの QTL 領域内に存在している可能性を示唆している．

これまでブロイラーの系統間交配において，小さな相加効果を持つ多くの QTLs が報告されている（Jacobsson ら 2005；Wahlberg ら 2009）．これらの研究では，有意に体重が異なる２つのブロイラー系統を交配した家系集団を用いているが，実験ワイズ水準において highly significant QTLs は検出されておらず，各 QTL が占める表型分散の割合は 1.5% ～ 4.4% と小さかった．Ankra-Badu ら （2010）は同じようなブロイラーの系統間交配を解析し，7 週齢体重において４番染色体上の *MCW0240* と *LEI0073* 間に表型分散の 4.92% を占める highly significant QTL を検出しているが，他の QTLs が表型分散に占める割合は 1.97% から 3.49% と小さかった．一方，本研究では，2.9 から 10.0% までの表型分散の比較的大きな割合を占める２つの highly significant QTLs（HG2 と HG3）と１つの significant QTL（HG1）を検出することができた．特に HG2 と HG3 の２つの QTL を合わせると，10 週齢および 14 週齢体重における表型分散に占める割合はそれぞれ 10.3%（HG2：4.9% + HG3：5.4%）と 18.1%（HG2：9.2% + HG3：7.9%）であった．

QTL 解析では，相加的遺伝子効果だけでなく，エピスタシス効果についても考慮することが必要である．ニワトリの非相加的効果の検討については，Carlborg ら （2004）が品種間交雑集団を用いてエピスタシス効果の解析を行っており，特に

内臓が発達する発育前期である46日齢以前に強い影響を与えることを報告している．また，ブロイラー集団においてもエピスタシス効果が体重に影響を与えることが報告されている（Jacobsson ら　2005；Wahlberg ら　2009）．しかしながら，本研究では，エピスタシス QTL 解析を行った結果，どの時期においてもエピスタシス効果は検出されなかった．これらの結果から，比内鶏集団で検出された QTLs は各発育形質に独立して作用していると考えられ，QTLs 間のエピスタシスの影響を考慮せずに３つの QTLs におけるマーカーアシスト選抜が可能であることが示唆された．

以上の結果から，比内鶏の F_2 家系集団において発育形質に影響する３つの QTL 領域を検出することができた．３つの QTLs のうち，１番染色体の中央部分に発育の早い時期に影響を与える１つの QTL が初めて検出された．また，他の２つの QTLs は１番染色体と４番染色体の共通領域にそれぞれ検出された．F_2 家系集団は同じ基礎集団から造成されているので，これらの QTL 領域内に比内鶏の発育形質に影響する鍵となる遺伝子が存在していると考えられる．

謝　　辞

本研究は「動物ゲノムを活用した新市場創出のための技術開発（動物ゲノム情報を活用した新市場創造のための研究）」委託事業によるものです．

文　　献

Ankra-Badu GA, Le Bihan-Duval E, Mignon-Grasteau S, Pitel F, Beaumont C, Duclos MJ, Simon J, Carré W, Porter TE, Vignal A, Cogburn LA, Aggrey SE. 2010. Mapping QTL for growth and shank traits in chickens divergently selected for high or low body weight. *Animal Genetics* 41,400-405.

Carlborg Ö, Hocking P, Burt D, Haley C. 2004. Simultaneous mapping of epistatic QTL in chickens reveals clusters of QTL pairs with similar genetic effects on growth. *Genetical Research* 83,917-209.

Ensembl Genome Browser.European Bioinformatics Institute,UK.http//uswest.ensembl.org/index.html. 2004.

Gu X, Feng C, Ma L, Song C, Wang Y, Da Y, Li H, Chen K, Ye S, Ge C, Hu X, NLi N. 2011. Genome-wide association study of body weight in chicken F2 resource population. *PLOS Genetics* 6:e21872.

Jacobsson L, Park HB, Wahlberg P, Frendriksson R, Perez-Ensico M, Siegel PB, Andersson L. 2005. Many QTLs with minor additive effects are associated with a large difference in growth between two selection lines in chickens. *Genetics Research* 86,115-125.

Jacobsson AM, Pettersson ME, Siegel PB, Carlborg Ö. 2010. Genome-wide effects of long-term divergent selection. *PLOS Genetics* 6:e1001188.

Kerje S, Carlborg Ö, Jacobsson L, Schütz K, Hartmann C, Jensen P, Andersson L. 2003. The twofold difference in adult size between the red junglefowl and White Leghorn chickens is largely explained by a limited number of QTLs. *Animal Genetics* 34,264-274.

Sasaki O, Odawara S, Takahashi H, Nirasawa K, Oyamada Y, Yamamoto R, Ishii K, Nagamine Y, Takeda H, Kobayashi E, Furukawa T. 2004. Genetic mapping of quantitative trait loci affecting body weight and egg character and egg production in F_2 intercross chickens. *Animal Genetics* 35,188-194.

Schreiweis MA, Hester PY, Moody DE. 2005. Identification of quantitative trait loci associated with bone traits and body weight in an F_2 resource population of chickens. *Genetics Selection Evolution* 37,677-798.

Seaton G, Haley CS, Knott SA, Kearsey M, Vissche

PM. 2002. QTL Express: mapping quantitative trait loci in simple and complex pedigrees. *Bioinformatics* 18,339-340.

Sewalem A, Morrice DM, Law A, Windsor D, Haley CS, Ikeobi CON, Burt DW, Hocking PM. 2002. Mapping of quantitative trait loci for body weight at three, six and nine weeks of age in a broiler layer cross. *Poultry Science* 81,1775-1781.

Siegel PB. Selection for body weight at eight weeks of age. 1. Short term response and heritabilities. 1962. *Poultry Science* 41,141-145.

Takahashi H, Tsudzuki M, Sasaki O, Niikura J, Inoue-Murayama M, Miezawa M. 2005. A chicken linkage map based on microsatellite markers in an intercross of Japanese Large Game and White Leghorn. *Animal Genetics* 36,463-467.

Takahashi H, Yang D, Sasaki O, Furukawa T, Nirasawa K. 2009. Mapping of quantitative trait loci affecting eggshell quality on chromosome 9 in an F_2 intercross between two chicken lines divergently selected for egg shell strength. *Animal Genetics* 40,779-782.

Takahashi H, Sasaki O, Nirasawa K, Furukawa T. 2010. Association between ovocalyxin-32 gene haplotypes and eggshell quality traits in an F_2 intercross between two chicken lines divergently selected for eggshell strength. *Animal Genetics* 401,541-544.

Tatsuda K, Fujinaka K. 2001. Genetic mapping of the QTL affecting body weight in chickens using a F_2 family. *British Poultry Science* 42,333-337.

UCSC Genome Browser Home. University of California, Santa Crus, USA. http//genome.ucsc.edu/. 2004.

Uemoto Y, Sato S, Odawara S, Nokata H, Oyamada Y, Taguchi Y, Yanai S, Sasaki O, Takahashi H, Nirasawa K, Kobayashi E. 2009. Genetic mapping of quantitative trait loci affecting growth and carcass traits in F_2 intercross chickens. *Poultry Science* 88,477-482.

Wahlberg P, Carlborg Ö, Foglio M, Tordoir X, Syvänen AC, Lathrop M, Gut IG, Siegel PB, Andersson L. 2009. Genetic analysis of an F2 intercross between two chicken lines divergently selected for body-weight. *BMC Genomics* 10,248.

Yang D, Sasaki O, Minezawa M, Takahashi H. 2010. Mapping of quantitative trait loci affecting eggshell quality in an F_2 population derived from strong and weak eggshell lines of the White Leghorn chicken breed. *Agricultural Sciences in China* 9,593-597

飼料作物奨励品種選定試験
－飼料用とうもろこし（平成 23 年度）－

佐藤　寛子・鈴木　盛栄・渡邊　潤・加藤　真姫子

要　　約

種子が市販されている飼料用とうもろこしについて，県内に適する品種を選定するため，18 品種について調査した．

平成 23 年の飼料用トウモロコシの生育は，黄熟期に達する日数が，ほぼ平年並みであったが，7 月中旬～ 8 月上旬の降水量が平年よりも少なく推移したため，桿長が平年よりも短く，乾物収量も平年より少なかった．

北交 72 号，KE9630，X7H287 および KE9601 は乾物収量と TDN 収量が標準品種よりも高く，奨励品種として有望であることが示唆された．

緒　　言

国内で種子が市販されている飼料用とうもろこしについて，その生育特性を調査し，本県の環境に適応した能力の高い品種を奨励品種として補完するため，品種選定試験を実施した．

なお，本試験は東北 6 県による「東北地域飼料用トウモロコシ品種選定ネットワーク」として実施しており，本報の標準品種は東北 6 県の比較基準となる品種である．

材料および方法

１．試験期間　平成 23 年 5 月 12 日～ 10 月 1 日

２．試験場所　秋田県農林水産技術センター畜産試験場圃場

３．試験圃場の構成

15 ｍ２（3 ｍ×5 ｍ） 3 反復／ 1 品種

４．栽培概要

1）栽培密度

相対熟度 118 日以下の品種　7,018 本／ 10 a

相対熟度 119 日以上の品種　6,061 本／ 10 a

1 区当たり 5 畦，畦間 75 cm として 2 粒点播 1 本仕立てとした．

2）施肥

表１に示すとおりである．

3）播種日

平成 23 年 5 月 12 日

4）供試品種

表２に示すとおり，県の奨励品種 2 品種を含む 18 品種について調査した．

5）調査方法

牧草・飼料作物系統適応性試験実施要領に準じた（独立行政法人畜産草地研究所．2001．飼料作物系統適応性検定試験実施要領（改訂 5 版）.）

結果および考察

播種は 5 月 12 日に行った．発芽までに要した日数は，播種後の平均気温が平年並みに推移したため，8 ～ 10 日間と平年並みであった．発芽後

表１　施肥量

区分	N	P_2O_5	K_2O	堆肥	苦土石灰	熔燐
基肥	12	24	12	4,000	100	60
追肥	0	0	0	0	0	0

表２　供試した飼料用トウモロコシ品種・系統

			品種・系統	相対熟度（カタログ値）	販売メーカー 育成場所
1			TH875	95～100	タキイ種苗
2			TH557	100	タキイ種苗
3			KE8500A	105	カネコ種苗
4			TH680	105	タキイ種苗
5			LG3490	105	雪印種苗
6	奨励	標準	36B08	106	パイオニア
7			KE0604	110	カネコ種苗
8			北交72号	110	北農研
9			KE9630	113	カネコ種苗
10	奨励	標準	ｾｼﾘｱ	115	パイオニア
11			X7H287	115	パイオニア
12			KE9601	115	カネコ種苗
13			SM8446	115	雪印種苗
14			SH9769	120	雪印種苗
15			SM8490	122	雪印種苗
16			SM8656	125	雪印種苗
17		標準	32F27	126	パイオニア
18			KE7750	127	カネコ種苗

の気温と日照時間が平年並みまたはそれ以上に推移したため，播種後 40 日（6 月 21 日）に調査した草丈は平年よりも高かった．絹糸の抽出は，7 月の平均気温が平年よりも高く，日照時間も多かったため，平年よりも２～５日早かった．黄熟期に達する日数は，ほぼ平年並みであったが，7 月中旬～ 8 月上旬の降水量が平年よりも少なく推移したため，稈長が平年よりも短く，乾物収量も平年より少なかった．

相対熟度が 95 ～ 115 日までの品種の初期生育草丈は，標準品種である 36B08 およびセシリアより低い品種もあったが，稈長は全ての品種が標準品種を上回っていた（表３），相対熟度が 120 ～ 127 日までの品種については，初期生育草丈が標準品種である KE7750 を下回る品種もあったが，稈長は何れの品種も同等かそれ以上であった（表３）．

相対熟度が 95 ～ 106 日までの品種は，TH875 が乾物総重量と TDN 収量において標準品種である 36B08 を下回っていたが，それ以外の品種は同等であった．相対熟度が 110 ～ 115 日の品種は，北交 72 号，KE9630，X7H287，KE9601 が乾物収量と

表３　生育特性

No		品種・系統名	相対熟度	初期生育草丈（cm）	絹糸抽出日（月日）	収穫月日（月日）	収穫熟度	折損（%）	稈長（cm）	着雌穂高（cm）
1		TH875	95～100	75.5	7/22	9/8	黄後	0.1	251	101
2		TH557	100	72.5	7/22	9/8	完初	0.3	232	103
3		KE8500A	105	76.4	7/24	9/8	黄後	0.4	228	126
4		TH680	105	79.0	7/25	9/8	黄中	0.1	235	119
5		LG3490	105	72.3	7/23	9/14	完初	0.2	270	113
6	標準	36B08	106	75.8	7/22	9/8	完初	0.1	210	93
7		KE0604	110	73.6	7/25	9/14	黄後	0.4	262	115
8		北交72号	110	80.1	7/22	9/26	完初	0.6	209	118
9		KE9630	113	74.8	7/26	9/26	完初	0.4	223	105
10	標準	ｾｼﾘｱ	115	77.2	7/25	9/26	黄中	0.5	208	114
11		X7H287	115	77.0	7/25	9/26	完中	0.4	248	99
12		KE9601	115	76.8	7/25	9/26	黄中	0.4	257	111
13		SM8446	115	68.4	7/26	9/26	完初	0.6	264	118
14		SH9769	120	74.1	7/27	9/26	黄後	0.5	247	111
15	標準	SM8490	122	74.2	7/28	9/29	黄後	0.8	254	124
16		SM8656	125	80.5	7/27	9/29	黄中	0.4	256	115
17		32F27	126	80.3	7/27	10/1	黄後	0.6	270	126
18		KE7750	127	68.7	7/28	10/1	黄後	0.3	272	136

表４　収量特性

No		品種・系統名	相対熟度	生総重量 (kg/10a)	生総重量 標比 (%)	乾物収量 茎葉 (kg/10a)	乾物収量 雌穂 (kg/10a)	乾物収量 総重 (kg/10a)	乾物収量 標比 (%)	乾雌穂重割合 (%)	栄養収量 DCP (kg/10a)	栄養収量 TDN (kg/10a)	栄養収量 標比 (%)
1		TH875	95～100	4478	94	766	1025	1791	90	57	106	1270	90
2		TH557	100	4239	89	680	1267	1947	98	65	118	1420	100
3		KE8500A	105	4851	102	790	1200	1991	100	60	119	1427	101
4		TH680	105	4721	99	1015	1014	2029	102	50	117	1400	99
5		LG3490	105	4730	100	803	1149	1952	98	59	116	1392	98
6	標準	36B08	106	4746	100	821	1163	1984	100	59	118	1413	100
7		KE0604	110	4836	111	812	1007	1819	97	55	107	1281	95
8		北交72号	110	4627	107	895	1193	2089	111	57	123	1480	110
9		KE9630	113	4838	111	1488	975	2463	131	40	136	1633	121
10	標準	ｾｼﾘｱ	115	4340	100	769	1114	1883	100	59	112	1344	100
11		X7H287	115	4227	97	902	1339	2242	119	60	133	1603	119
12		KE9601	115	5459	126	1573	837	2410	128	35	131	1567	117
13		SM8446	115	4141	95	756	1000	1756	93	57	104	1243	92
14		SH9769	120	4188	81	882	949	1831	92	52	106	1272	91
15		SM8490	122	5199	100	1114	859	1973	99	44	111	1328	95
16		SM8656	125	5463	105	1093	1071	2165	108	49	124	1491	107
17	標準	32F27	126	5199	100	933	1063	1996	100	53	116	1394	100
18		KE7750	127	6331	122	1551	574	2125	106	27	112	1339	96

TDN 収量において標準品種であるセシリアを上回っていた．相対熟度が 120 ～ 127 日までの品種を比較すると SH9769 が生総重量，乾物収量および TDN 収量において標準品種である 32F27 を下回っていたが，それ以外の品種はほぼ同等であった（表４）．

文　　献

独立行政法人畜産草地研究所．2001．飼料作物系統適応性検定試験実施要領（改訂 5 版）．畜産草地研究所平成 13-1 資料．農林水産技術会議事務局

秋田県畜産試験場 学術論文掲載一覧（H23.4.1～H25.2.1）

誌名	題名	掲載者	掲載年等
Reproduction in Domestic Animals	Effect of linoleic acid albumin in a dilution solution and long-term equilibration for freezing of bovione spermatozoa with poor freezability	Toshikiyo Takahashi, Ryu Itoh, Makiko Katoh, Noboru Manabe	Reprod Domest Anim. 47:92-97.2011
Journal of Poultry Science	Identification of germline chimeric chickens produced by transfer of primordial germ cells using a Hinai-dori-specific microsatellite marker	Kazuhiro Rikimaru, Natsuki Ito, Yoshiaki Nakamura, Daiki Takahashi, Manami Ono, Megumi Komatsu and Kazuei Matsubara	Journal of Poultry Science.48:281-291.2011
Asian-Australasian Journal of Animal Sciences	Mapping of quantitative trait loci affecting growth traits in a Japanese native chiken cross	Kazuhiro Rikimaru, Osamu sasaki, Noriyuki koizumi, Megumi komatsu, keiichi suzuki and Hideaki Takahashi	Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.24:1329-1334.2011
Poultry Science	An efficient method of early caponization in siow-growing meat-type chickens.	Kazuhiro Rikimaru, Hideaki Takahashi and Marc. A. Nichols.	Poultry Science.90:1852-1857.2011
Poultry Science	Supplemental arachidonic acid-enriched oil improves the taste of thigh meat of Hinai-jidori chickens	Reiko Kiyohara, Susumu Yamaguchi, Kazuhiro Rikimaru and Hideaki Takahashi	Poultry Science.90:1817-1822.2011
日本家禽学会誌	地鶏や野鶏等の貴重家禽から分離した始原生殖細胞（PGCs）の凍結保存の試み	伊藤なつき，川越雄，斎藤靖史，佐藤直人，斉藤美緒，力丸宗弘，辻本恒徳，齋藤文也，松原和衛.	日本家禽学会誌.48:6-13.2011
Asian-Australasian Journal of Animal Sciences	Effect of arachidonic acid-enriched oil diet supplementation on the taste of broiler meat	Hideaki Takahashi, Kazuhiro Rikimaru, Reiko Kiyohara and Susumu Yamaguchi	Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.25:845-851.2012
Animal Science Journal	Common nucleotide sequence of structural gene encoding fibroblast growth factor 4 in eight cattle derived from three breeds.	Sho Sato, Toshikiyo Takahashi , Hiroshi Nishinomiya , Makiko Kato, Ryu Itoh, Masaki Yokoo, Mari Yokoo, Momoe Iha, Yuki Mori, Kano Kasuga, Ikuo Kojima and Masayuki Kobayashi	Animal Sci J. 83: 260-262. (2012)
Molecular Biology Reports	Association between cholecystokinin type A receptor haplotypes and growth traits in Japanese Hinai-dori crossbred chickens	Kazuhiro Rikimaru, Megumi Komatsu, Keiichi Suzuki, Yoshinobu Uemoto, Hisato Takeda and Takahashi Hideaki	Molecular Biology Reports.39:4479-4484.2012
Natural Product Research	Plantago *lanceolata L*. leaves prevent obesity in C57BL/6J mice fed a high-fat diet	Taiji Yoshida, Kazuhiro Rikimaru, Miho Sasaki, Sansei Nishibe, Takahiro Fujikawa and Yoshihumi Tamura	Natural Product Research.1-6.2012
Animal Science Journal	Common nucleotide sequence of structural gene encoding fibroblast growth factor 4 in eight cattle derived from three breeds	Sho Sato, Toshikiyo Takahashi, Hiroshi Nishinomiya, Makiko Kato, Ryu Itoh, Masaki Yokoo, Mari Yokoo, Momoe Iha, Yuki Mori, Kano Kasuga, Ikuo Kojima and Masayuki Kobayashi	Animal Science Journal. J.83: 260-262.2012
Reproduction, Fertility and Development	Supplementation of culture medium with L-carnitine improves development and cryotolerance of bovine embryos produced *in vitro*.	Toshikiyo Takahashi, Yasushi Inaba, Tamas Somfai, Masahiro Kaneda, Masaya Geshi, Takashi Nagai, Noboru Manabe	Reprod Fertil Dev. doi: 10.1071/RD11262.2012
Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	Common Amino Acid Sequences Deduced from Coding Exons of the Porcine FGF4 Gene in Two Breeds and Production of the Encoded Protein in *Escherichia coli*.	Saiko Sugawara, Toshihiko Ito, Hitoshi Suzuki , Toshikiyo Takahashi, Junichi Konishi , Masaki Kobayashi, Sho Sato, Yuki Mori, Kano Kasuga, Ikuo Kojima, Tomokazu Fukuda, Masayuki Kobayashi	Biosci Biotechnol Biochem. 77: 173-177.2013

秋田県畜産試験場研究報告

平成 25 年 3 月 8 日発行
編集兼発行　秋田県畜産試験場
代表者 柿　崎　正　博
〒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　高 橋 印 刷 所
〒014-0023
秋田県大仙市大曲黒瀬町8－24－3
電　話　0187(62)0135
ＦＡＸ　0187(62)0210

「この印刷物は、350 部印刷して、単価は313.5円です。」