

Bulletin of the
Akita Prefectural Livestock Experiment Station

NO.40 March 2026

秋田県畜産試験場 研究報告

第 40 号
令和8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

秋田県畜産試験場研究報告 第40号 (令和8年3月)

目 次

- 1 黒毛和種の産肉能力検定成績 (2025年度)
..... 関屋万里生 1 ~ 6
和田沙都子
高橋 利清
佐藤 咲
小林 瑞季
- 2 黒毛和種におけるモモの脂肪交雑の要因調査
..... 関屋万里生 7 ~ 11
今野 紗知
高橋 利清
- 3 稲わらサイレージの全期間給与が黒毛和種の肥育成績に及ぼす影響
..... 高橋 利清 12 ~ 16
渡部 一弥
佐藤 咲
高橋ひろの
関屋万里生
- 4 秋田県における黒毛和種の産肉形質に関するゲノム育種評価の精度検証
..... 和田沙都子 17 ~ 20
小林 瑞季
佐藤 咲
高橋 利清
関屋万里生
- 5 秋田県におけるイネ科牧草をリビングマルチとした飼料用ダイズ栽培技術の確立 (第2報)
-リビングマルチの播種時期の検討- 由利奈美江 21 ~ 29
佐藤 楓
- 6 飼料作物奨励品種選定試験 -飼料用イネ(令和6年度)-
..... 由利奈美江 30 ~ 34
戸石 岳
佐藤 楓

7	ロボットトラクタを使用した自給飼料生産における省力効果の検証	戸石 岳 35 ~ 41 西野 瞭 佐藤 楓
8	低タンパク質飼料が比内地鶏の排泄物中の窒素排泄量および生産性に及ぼす影響	力丸 宗弘 42 ~ 48 鹿野 亜海 田澤 謙 中島二千花 高宮 颯汰 喜久里 基
9	種卵導入後50年における比内地鶏の性能調査	中島二千花 49 ~ 56 田澤 謙 鹿野 亜海 高宮 颯汰 力丸 宗弘
10	QRコードを用いたニワトリの個体識別および作業体系の構築	田澤 謙 57 ~ 66 福田 栞 鹿野 亜海 中島二千花 力丸 宗弘
11	比内地鶏雄の性能調査および飼育管理技術の検討（第1報）	田澤 謙 67 ~ 78 力丸 宗弘 戸石 岳 高宮 颯汰
12	秋田県畜産試験場研究報告 学術論文掲載一覧	79

黒毛和種の産肉能力検定成績（2025年度）

関屋万里生・和田沙都子・高橋利清・佐藤 咲・小林瑞季

要 約

種雄牛候補選抜のため、公益社団法人全国和牛登録協会（登録協会）が規定する検定法に基づき各種検定を実施した。

1 直接検定

勝乃太郎（かつのたろう：勝乃幸×直太郎×安福久）、宝乃姫（たからのひめ：福之姫×百合茂×安福久）、大和62（やまと62：華勝栄×幸紀雄×第1花園）、貴隼2（たかはや2：貴隼桜×美国桜×百合茂）および幸男（さちお：勝乃幸×安福久×百合茂）の5頭の検定を実施。1日平均増体量は、それぞれ、1.06kg、1.04kg、1.33kg、1.33kg、0.96kgであった。

2 現場後代検定

天晴太郎（あっぱれたろう：平茂晴×百合茂×平茂勝）について後代検定調査牛（検定調査牛）24頭（うち2頭除外）の枝肉調査を実施。各枝肉項目の平均は、枝肉重量497.3kg、ロース芯面積61.9cm²、バラ厚8.2cm、皮下脂肪厚2.7cm、歩留基準値74.3、BMS No.7.6であった。

緒 言

県内における黒毛和種の改良推進のため、高い産肉能力を持つ種雄牛の造成が重要である。秋田県では、昭和59年から、登録協会が規定する各種産肉能力検定法により種雄牛を選抜し、多くの県有種雄牛を造成してきた。2025年度は、直接検定法により5頭、現場後代検定法により1頭の種雄牛候補について検定を実施した。

材料および方法

1 直接検定

(1) 検定牛

検定牛の概要を表1に示す。これらの検定牛は、令和5年11月および令和6年10月に評価された秋田県下収集枝肉成績に基づくアニマルモデルによる育種価評価において、脂肪交雑の推定育種価が1.28σ以上である繁殖雌牛と、令和5年7月および令和6年8月に評価された秋田県における脂肪酸組成の育種価評価において、一価不飽和脂

肪酸（MUFA）の推定育種価が上位である種雄牛との交配による雄産子の中から、産子調査により選抜された。

(2) 検定方法

検定は、登録協会が定める産肉能力検定（直接検定法）（2017）に準じ、次のとおり実施した。

1) 検定場所

秋田県畜産試験場（秋田県大仙市神宮寺）の肉牛検定牛舎で実施した。

2) 検定期間

各検定牛の検定期間は、規定に従い開始日から終了日までを16週間（112日間）とし実施した。検定開始前には20日間の予備飼育を実施した。

3) 給与飼料

濃厚飼料は直接検定用飼料で、配合割合を表2に示す。濃厚飼料は体重比で概ね1.0～1.3%を1日の給与量とし、朝夕2回に分けて給与した。粗飼料は購入チモシーをカットし不断給与した。飲水は自由とした。

4) 検定調査項目

①体重測定

体重は開始時および2週間ごとに測定した。

②体型測定

体高, 十字部高, 体長, 胸囲, 胸幅, 胸深, 尻長, 腰角幅, かん幅, 坐骨幅の10部位を開始時および4週間ごとに測定した。

③体型審査

開始時および終了時に実施した。

④飼料摂取量

濃厚飼料と粗飼料に区分して給与量と残飼量を毎日記録し, これらから飼料摂取量, 余剰飼料摂取量, TDN および CP の摂取量を算出した。

表1 直接検定を実施した検定牛の概要

名号	生年月日	血統			産地
		父	母父	母母父	
勝乃太郎	R5.8.31	勝乃幸	直太郎	安福久	由利本荘市
宝乃姫	R5.10.14	福之姫	百合茂	安福久	秋田市
大和62	R6.9.10	華勝栄	幸紀雄	第1花園	大仙市
貴隼2	R6.9.14	貴隼桜	美国桜	百合茂	由利本荘市
幸男	R6.11.8	勝乃幸	安福久	百合茂	由利本荘市

表2 直接検定用濃厚飼料の配合割合(重量比:%)

とうもろこし	とうもろこし圧扁	ふすま	脱脂米ぬか	大豆粕	アルファルファミール	コーンGF	糖蜜	食塩	ミネラル	カルシウム剤	ビタミンADE剤	CP	TDN
5.7	30.0	28.0	3.7	9.6	5.0	15.0	1.0	0.5	0.03	1.38	0.09	15.5	70.0

2 現場後代検定

(1) 検定種雄牛

検定種雄牛の概要を表3に示す。この検定種雄牛は2019年度に実施した産肉能力検定(直接検定法)において選抜された候補種雄牛であった。

(2) 検定調査牛

当场および県内の繁殖農家などが飼育する雌牛に, 検定種雄牛の凍結精液を用いて調整交配を行い, それらの産子を検定調査牛とした。

(3) 検定方法

登録協会が定める産肉能力検定(現場後代検定法)に準じ, 次のとおり実施した。

1) 肥育期間

肥育開始月齢は13ヵ月齢未満とし, 肥育終了月齢は去勢牛で29ヵ月齢未満, 雌牛で32ヵ月齢

未満とした。

2) 検定場所および検定調査牛の頭数

検定調査牛を肥育した検定農場数および検定調査牛頭数を表4に示す。現場後代検定は, 当场を含めた秋田県内の10戸の検定農場において, 去勢12頭, 雌12頭, 計24頭の検定調査牛により実施した。

3) 飼養管理

各検定農場の肥育方法で飼養管理を行った。当场の検定飼料は次のとおり。

- ・濃厚飼料: 肥育前期用(和牛肥育用, 日清丸紅飼料(株), TDN69.0%以上, CP15.0%以上), 肥育後期用(和牛仕上用, 日清丸紅飼料(株), TDN72.0%以上, CP12.5%以上)

- ・粗飼料: オーチャードグラス(1番草, 出穂期,

当场産), 稲わら

4) 検定調査項目

①枝肉成績

公益社団法人日本食肉格付協会の格付員により評価された6形質(枝肉重量, ロース芯面積, パラ厚, 皮下脂肪厚, 歩留基準値, BMS No.)の記録を使用した。

②筋間脂肪部位の脂肪酸割合

枝肉確認時に冷凍庫内で, 食肉脂質測定装置(S-7040, 株式会社相馬光学, 東京)を使用し, 第6-7肋骨間切開面の筋間脂肪部位の一価不飽和

脂肪酸, 飽和脂肪酸およびオレイン酸を測定した。

③粗脂肪含量相対値

筋間脂肪部位の脂肪酸割合と同じ装置を使用し, 同じ切開面のロース芯部位の粗脂肪含量を測定。粗脂肪含量相対値は, BMS No.ごとの平均値と各個体の粗脂肪含量測定値との差を標準偏差で除して算出した。BMS No.ごとの平均値および標準偏差は, 登録協会が平成25年10月から令和5年8月に測定した2,861頭で算出したものを用いた。

結果および考察

表3 現場後代検定を実施した検定種雄牛の概要

名号	登録番号	生年月日	血統			直接検定成績	
			父	母父	母母父	1日平均増体量	体格得点
天晴太郎	黒原6412	R1.5.29	平茂晴	百合茂	平茂勝	0.96	85.8

表4 検定農場数及び検定調査牛頭数

検定種雄牛	検定農場数 (戸)	検定調査牛頭数(頭)		
		去勢	雌	計
天晴太郎	10	12	12	24

1 直接検定

(1) 発育成績

各検定牛の直接検定成績を表5に示す。

検定終了時の体高について, 勝乃太郎は126.6cmで, 登録協会が示す黒毛和種種雄牛の発育推定値の σ 値で0.80 σ と平均よりやや良い程度の発育であった。宝乃姫は125.2cm(1.50 σ)で, 推定値上限の非常に良い発育であった。また, 大和62は128.0cm(2.25 σ)、貴隼2は128.4cm(2.46 σ)で, いずれも推定値上限を超える過大な発育であった。幸男は121.0cm(0.19 σ)で平均並みの発育であった。

1日平均増体量について, 勝乃太郎は1.06kg, 宝乃姫は1.04kg, 大和62は1.33kg, 貴隼2は1.33kgであり, いずれも増体については十分な成

績であった。幸男は0.96kgであり, 他の検定牛にやや劣る結果であった。

(2) 余剰飼料摂取量

余剰飼料摂取量は, 増体量に対し, 無駄な摂取量を数値化したもので, 負の値であれば必要摂取量より摂取量が少なく増体の効率が良いという評価になる。

勝乃太郎の余剰飼料摂取量は, 濃厚飼料77kg, 粗飼料87kg, CP9kg, TDN95kg, 宝乃姫は順に, 78kg, 39kg, 8kg, 74kgで, 両頭とも全ての項目が正の値であり, 飼料効率は良くない傾向であった。一方, 大和62は-15kg, -43kg, 6kg, -11kg, 貴隼2は, -4kg, -49kg, 7kg, -8kg, 幸男は, -19kg, -49kg, 3kg, -13kgでCPを除く全ての項目が負の値であった。特に大和62お

よび貴隼2は、1日平均増体量が1.33kgと大きいにもかかわらず、余剰飼料摂取量が低いことから、種雄牛として選抜後は県内の黒毛和種集団の飼料効率向上への貢献が期待できる。

(3) 体型審査

各検定牛の検定終了時の体型審査結果を表6に示す。勝乃太郎は、栄養度が6の適正範囲にあり、発育十分で品位に富み、体上線が平直で、後軀、特に尻の形状が良い体型であったが、前軀および中軀の幅に欠け、前肢勢の悪さもあり、審査得点は84.8点であった。

宝乃姫は、発育十分で、特に前軀幅、体の伸びに富んだ体型であったが、栄養度が7であり、体の深みや中軀幅、体上線の平直さに欠け、審査得点は84.1点であった。

大和62は、栄養度が6の適正範囲にあり、前軀の充実、体の伸び、腿下がりの厚みに富んだ体

型であったが、発育は過大であり、中軀幅、外腿の厚みに欠け、体上線の緩さもあり、審査得点は84.4点であった。

貴隼2は、栄養度が5と適正であり、資質良く、胸幅厚く、頭頸の釣合のとれた体型だったが、発育は過大であり、肩後の充実不足、尻の形状の悪さもあり、審査得点は83.2点であった。

幸男は、栄養度が5と適正であり、品位に富み、体上線が平直で、顔品も良かったが、前軀幅に欠け、肢勢も悪く、審査得点は83.0点であった。

今回の直接検定の発育成績、余剰飼料摂取量および体型審査の結果から、勝乃太郎、大和62および幸男の3頭を現場後代検定の検定牛に選抜した。中でも、大和62については、その増体能力と飼料効率の高さから、県内の黒毛和種集団の改良への貢献が大いに期待できる。

2 現場後代検定

表5 直接検定成績

名号	検定期間		日齢(日)		終了時体高(cm)	終了時体重(kg)	365日補正 体重(kg)	1日平均 増体量(kg)	粗飼料 摂取率(%)	余剰飼料摂取量(kg)			
	開始	終了	開始時	終了時						濃厚飼料	粗飼料	CP	TDN
勝乃太郎	R6.5.8	R6.8.28	251	363	126.6	400.0	402.1	1.06	53	77	87	9	95
宝乃姫	R6.5.8	R6.8.28	207	319	125.2	411.0	458.8	1.04	49	78	39	8	74
大和62	R7.4.10	R7.7.31	212	324	128.0	430.0	484.4	1.33	53	-15	-43	6	-11
貴隼2	R7.4.10	R7.7.31	208	320	128.4	450.0	509.9	1.33	51	-4	-49	7	-8
幸男	R7.6.6	R7.9.26	210	322	121.0	326.0	367.3	0.96	52	-19	-49	3	-13

表6 直接検定終了時の体型審査結果

名号	栄養度	美点	欠点	審査得点
勝乃太郎	6	発育、品位、体上線、尻の形状	前軀幅、中軀幅、外腿、前肢	84.8
宝乃姫	7	発育、体伸、前軀幅、尻の形状	体深、中軀幅、体上線、肢勢	84.1
大和62	6	前軀、体伸、腿下がりの、顔品、肢蹄	過大、中軀幅、外腿、やや体上線	84.4
貴隼2	5	資質、胸幅、頭頸	過大、肩後、尻の形状	83.2
幸男	5	品位、体上線、顔品	前背幅、肢勢、乳徴	83.0

(1) 枝肉成績

検定調査牛の枝肉成績を表7に示す。

天晴太郎の後代検定は、去勢10頭、雌12頭の

計22頭で終了し、平均枝肉重量が497.3kg、ローズ芯面積が61.9cm²、バラ厚が8.2cm、皮下脂肪厚が2.7cm、歩留基準値が74.3、BMS No.が7.6

であった。なお、出荷月齢超過のため、去勢2頭が検定成績から除外された。

この結果は、すべての格付項目において、近年の検定種雄牛の中で下位の結果であった。特に脂肪交雑については、BMS No.の平均が7.6と低く、肉質等級で5等級率も40.9%と非常に悪い結果となった。また、肉量についても、枝肉重量、ロース芯面積、歩留基準値、いずれも低く、最近の生産者ニーズである歩留の良い枝肉を生産するには厳しい結果であった。

(2) 筋間脂肪部位の脂肪酸割合

検定調査牛の脂肪酸割合を表8に示す。ここでは、光学測定可能であった、去勢8頭、雌12頭での結果となっている。

一価不飽和脂肪酸は去勢で58.4%、雌で56.3%、飽和脂肪酸は去勢で39.5%、雌で41.6%、オレイン酸は去勢で54.5%、雌で52.8%であり、

すべて項目において性別による差はなかった。

直近の秋田県における脂肪酸組成の育種価評価（登録協会2025）における一価不飽和脂肪酸割合の平均値は、去勢で58.92%、雌で60.24%、同じくオレイン酸割合は、去勢で54.36%、雌で56.08%であることから、検定調査牛の脂肪酸割合は、去勢においては県平均と同程度、雌においては県平均よりも低い結果であった。

(3) 粗脂肪含量相対値

検定調査牛および同期牛における脂肪に関する測定値および粗脂肪含量相対値を表9に示す。ここでは、検定調査牛のうち粗脂肪含量を測定した雌7頭と、それらと同日に屠畜され粗脂肪含量を測定した県内産の黒毛和種雌肥育牛38頭を同期牛として各項目を比較した。

BMS No.については、検定調査牛が8.9、同期牛が7.5で、検定調査牛が有意に高かった(P<0.01)。

表7 天晴太郎の検定調査牛の枝肉成績

調査牛番号	性別	血統		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.	格付	
		母父	母母父								
1	去勢	美津神	徳茂勝	441.0	43	6.6	2.1	72.1	5	A-3	
2	去勢	勝忠鶴	貴安福	575.5	66	7.2	2.4	73.5	5	A-4	
3	去勢	諒太郎	義安福	510.0	85	8.9	1.8	78.4	7	A-4	
4	去勢	第1花園	安平	477.0	60	7.2	2.2	74.1	6	A-4	
5	去勢	勝忠平	義安福	516.0	59	8.7	2.2	74.5	7	A-4	
6	去勢	義平福	安福久	583.0	66	7.9	2.4	73.8	6	A-4	
7	去勢	百合白清2	安福久	535.5	63	7.5	2.8	73.4	7	A-4	
8	去勢	幸紀雄	安福久								
9	去勢	安福久	平茂勝								
10	去勢	安福久	勝忠平	519.0	60	7.5	2.4	73.7	6	A-4	
11	去勢	百合茂	安平	541.0	50	8.3	3.0	72.0	6	A-4	
12	去勢	金太郎3	美国桜	517.0	55	8.5	2.9	73.2	6	A-4	
13	雌	松糸華	第1花園	588.5	68	9.7	4.8	73.1	10	A-5	
14	雌	松糸華	第1花園	536.0	56	9.2	3.7	72.8	10	A-5	
15	雌	若百合	隆之国	498.5	60	8.2	2.9	73.8	7	A-4	
16	雌	耕富士	華春福	413.0	64	7.7	1.5	76.3	8	A-5	
17	雌	義平福	茂重安福(岐阜)	488.5	63	8.6	2.0	75.4	9	A-5	
18	雌	美国桜	勝忠平	411.0	72	7.9	3.1	76.1	12	A-5	
19	雌	義平福	北仁	548.0	78	9.0	2.2	76.7	10	A-5	
20	雌	義平福	茂糸桜	452.5	65	8.6	2.7	75.5	9	A-5	
21	雌	秋忠平	茂勝鶴	455.5	46	7.5	4.2	70.9	9	B-5	
22	雌	幸紀雄	安福久	480.5	52	8.6	3.1	73.3	7	A-4	
23	雌	義安福	平茂勝	443.5	56	7.0	2.1	73.9	8	A-5	
24	雌	安福久	勝忠平	410.5	74	9.3	2.4	77.9	8	A-4	
				月齢超過により除外							
		平均		去勢10頭	521.5	60.7	7.8	2.4	73.9	6.1	5等級率
				雌 12頭	477.2	62.8	8.4	2.9	74.6	8.9	
				全 22頭	497.3	61.9	8.2	2.7	74.3	7.6	

表8 天晴太郎の検定調査牛の脂肪酸割合

	頭数 ^{※1} (頭)	脂肪酸割合(%) ^{※2}		
		一価不飽和脂肪酸	飽和脂肪酸	オレイン酸
全検定調査牛	20	57.2 ± 3.0	40.8 ± 2.9	53.5 ± 2.5
去勢	8	58.4 ± 3.5	39.5 ± 3.6	54.5 ± 2.9
雌	12	56.3 ± 2.2	41.6 ± 2.0	52.8 ± 2.0

各項目の数値は、平均値±標準偏差

※1 脂肪酸割合を測定可能であった頭数のため、枝肉調査頭数とは一致しない。

※2 脂肪酸割合:食肉脂質測定器による筋間脂肪部位の測定値から算出。

表9 天晴太郎の検定調査牛および同期牛における脂肪に関する測定値および粗脂肪含量相対値

区分	頭数 ^{※1} (頭)	BMS No.**	粗脂肪含量 ^{※2}	粗脂肪含量 ^{※3}
			(%)	相対値(σ)
検定調査牛	7	8.9 ± 1.4	45.6 ± 3.2	-0.581 ± 0.613
同期牛	38	7.5 ± 1.6	44.8 ± 5.7	-0.009 ± 1.001

平均値±標準偏差

※1 検定調査牛および同期牛のうち、粗脂肪含量を測定できた雌45頭。

※2 粗脂肪含量:食肉脂質測定装置による光学測定値。一般成分(水分、粗蛋白、粗脂肪)中の割合を示す。

※3 粗脂肪含量相対値:

各個体の粗脂肪含量をBMS No.ごとの粗脂肪含量の平均値との差を標準偏差で除して算出。

平均値および標準偏差は、全国和牛登録協会がH25.10~R5.8に測定した2,861頭で算出したものを用いた。

** : 区間に有意差あり($P < 0.01$)

粗脂肪含量についても、検定調査牛が45.6%、同期牛が44.8%で、有意差はないものの、BMS No.と同じく検定調査牛が高かった。一方、粗脂肪含量相対値は、検定調査牛で-0.581σ、同期牛で-0.009σといずれも負の値で有意差は無かったものの、検定調査牛でより低い値が得られた。粗脂肪含量相対値は、同じBMS No.において値の低いほうがより脂肪交雑が細かい(小ザシ)の傾向があると言われていることから、天晴太郎産子の枝肉は、脂肪交雑の細かさに優れると考えられ、天晴太郎を種雄牛として利用することで、秋田県産ブランド「秋田牛」の脂肪質改良の素材として活用が期待できる。

検定にご協力いただいた、県内繁殖農家、肥育農場および関係団体の皆様に感謝いたします。

引用文献

- 公益社団法人全国和牛登録協会. 2017. 和牛登録事務必携(平成29年度版). 63-74, 174-181.
- 公益社団法人全国和牛登録協会. 黒毛和種正常発育曲線(平成24年度改訂版). 2012.
- 公益社団法人全国和牛登録協会. 秋田県における脂肪酸組成の育種価評価(令和7年9月評価). 2025.

謝 辞

黒毛和種におけるモモの脂肪交雑の要因調査

関屋万里生・今野紗知*・高橋利清

*現：秋田県南部家畜保健衛生所

要 約

牛肉のモモ肉における脂肪交雑改善技術の開発を目的に、評価基準の検討、脂肪交雑に影響を及ぼす要因調査および脂肪交雑を向上させる飼養管理条件の検証を行った。

評価基準の検討では、秋田県内で屠畜された黒毛和種肥育牛 466 頭を対象に、格付部位である第 6-7 肋骨間横断面（6-7 横断面）、サーロイン、リブローズ、ランプ、ウチモモおよびオオモモの切開面画像を解析した。算出された数値（脂肪面積割合およびその連続性）と卸売業者による市場評価を比較した結果、両者の間には高い整合性が認められた。

要因調査では、阿部ら（2021）の手法を用い、性、血統および屠畜月齢別の影響を調査した。その結果、多くの部位で性および血統による有意な差が認められた（ $P < 0.05$ ）。

飼養管理条件の検証では、黒毛和種肥育牛 34 頭を対象に、同一牛房内の飼養頭数および血中ビタミン A（VA）濃度の違いが市場評価に及ぼす影響を比較した。その結果、2 頭以下の少頭数管理および生後 18～22 ヶ月齢の VA 濃度が 40IU/dL 以上を維持した個体において、市場評価が高くなる傾向が示された。

緒 言

牛枝肉の評価は、公益社団法人日本食肉格付協会の格付員による 6-7 横断面での格付が中心となっている。しかし、枝肉は部分肉として流通するため、実際の購買者は格付結果に加え、横隔膜の切断面やオオモモの脂肪交雑の状態から、枝肉全体を総合的に評価している。特にモモは枝肉重量の 20% 以上を占める主要な部位である。また、オオモモの脂肪交雑は、6-7 横断面の脂肪交雑がモモまで波及しているかを確認する、いわゆる「モモ抜け」の判断材料とされ、取引の際に極めて重要視される。しかし、購買者の評価は経験則によるところが大きく、学術的な調査はあまり行われていない。また、脂肪交雑に影響を及ぼす要因、向上させるための飼養管理に関する知見も依然として少ない。

そこで本研究では、枝肉各部位の横断面画像を解析し、得られた脂肪面積割合および部位間の数値の連続性を市場評価と比較することで、モモの脂肪交雑における客観的な評価基準を検討した。さらに、画像解析データと枝肉成績および血統情報との関連性を解析して影響要因を特定するとともに、肥育試験を通じてモモの脂肪交雑向上に資する飼養管理条件の検証を行った。

材料および方法

1 モモの脂肪交雑の評価基準の検討

1) 供試牛と各部位の横断面の撮影

本研究では 2018 年 8 月から 2021 年 2 月にかけて、株式会社秋田県食肉流通公社（食肉公社）で屠畜・加工された黒毛和種 466 頭（去勢 321 頭、雌 145 頭）を対象とした。撮影部位は、6-7 横断面、

リブローズ, サーロイン, ランプ, ウチモモおよびオオモモの6部位である. オオモモについては, 冷蔵庫内で枝肉露出部を下方から撮影した. その他の部位は, 部分肉加工時にデジタルカメラを用いて切開面を撮影した.

2) 画像解析

撮影した各部位の画像解析は, 牛枝肉画像解析ソフトウェア BeefAnalyzer- II ((一社) ミート・イメージ・ジャパン; 帯広市) を用いた. 筋肉の輪郭線を抽出後, 二値化処理により脂肪面積割合を算出した. 輪郭線の抽出場所を図1のとおりとし, オオモモおよびウチモモは内転筋, ランプは中殿筋を対象とした. 6-7横断面からサーロインについては, 筋肉と筋間脂肪の境目を輪郭線とした. また, 脂肪交雑の連続性を示す指標として, 各部位の脂肪面積割合を6-7横断面の数値で除した「6-7比」を算出した.

3) モモの脂肪交雑の市場評価

食肉公社の枝肉購買担当者が目視により「モモ抜け」の状態を「良い」「普通」および「悪い」の3段階で判定し, これを市場評価とした. この評価区分ごとに各部位の脂肪面積割合および6-7比を分類し, 多重比較(5%水準)により評価基準としての有効性を検討した.

2) モモの脂肪交雑に影響を与える要因の解明

分析要因は, 阿部ら(2021)の報告に基づき, 性別(去勢・雌), 系統および屠畜月齢とした. 系統は父方系統により, 「田尻」「気高」および「藤良」の3系統に, 屠畜月齢は「26-27」「28-30」「31-32」ヵ月齢の3区分に分類した. 各指標を従属変数とした分散分析を行い, 算出された最小二乗平均値に対して多重比較を実施した.

3) モモの脂肪交雑を改善する飼養環境等の検証

1) 供試牛

秋田県畜産試験場および県内肥育農家で飼養された黒毛和種去勢牛34頭を供試した. 父牛は秋田県有種雄牛6頭(義平福, 松糸華, 義平清, 幸義福, 朝陽, 黄金乃花)のいずれかであり, 飼養管理および屠畜時期は各農家の慣行に従った.

2) 試験区分

飼養形態別の検討として, 1牛房あたりの頭数が3頭以上の「群飼区」と2頭以下の「少頭数区」に区分し, 市場評価を比較した. また, 血中VA濃度の影響を調査するため, 18~22ヵ月齢のVA濃度に基づき, 「適正区(40~60IU/dL)」「高濃度区(60IU/dL以上)」「低濃度区(40IU/dL未満)」の3区分を設定し, 市場評価との関連を検証した.

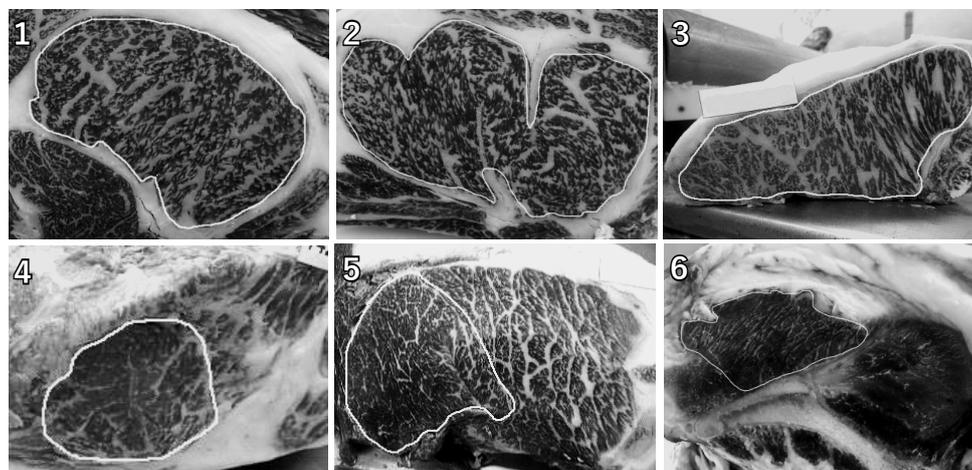


図1 各部位の輪郭線の抽出場所

1. 6-7横断面 2. リブローズ 3. サーロイン 4. ランプ 5. ウチモモ 6. オオモモ

結果および考察

1 モモの脂肪交雑の評価基準の検討

画像解析した枝肉の格付項目の平均値を性別に表1に示した。枝肉格付項目においては、歩留基準値以外の5項目で性による有意差が認められた。枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さおよびBMS No.では去勢が有意に高く、皮下脂肪の厚さは去勢が有意に低かった。

画像解析した各部位における脂肪面積割合の平均値を表2に示した。ランプおよびオオモモ以外の部位では性に有意差が認められ、去勢が有意に高かった。これは、前述のようにBMS No.において去勢が雌を上回っていたことが一因と考えられる。また、去勢・雌ともに6-7横断面およびサーロインの脂肪面積割合が52%以上と高く、次いでリブローズが42~45%程度、ランプおよびウチモモが30~34%程度であった。オオモモは30%未満と最も低く、頭側から尾側に向かうにつれて脂肪面積割合が低下する傾向が確認された。

各部位間の脂肪面積割合の相関を表3に示した。去勢・雌ともに、6-7横断面とリブローズ間(去勢 0.76, 雌 0.72) およびリブローズとサーロイン間 (0.78, 0.78) で高い相関を示した。また、去勢における6-7横断面とサーロイン間 (0.64) およびリブローズとランプ間 (0.62) でもやや高い値を示した。一方で、6-7横断面とランプ (0.53, 0.44), ウチモモ (0.44, 0.39), オオモモ (0.20, 0.26) との間では、いずれも低い相関にとどまった。

市場評価別の各部位における脂肪面積割合および6-7比を表4に示した。脂肪面積割合は、いずれの部位においても市場評価による有意差が認められ、評価が高いほど割合も高くなった。「良い」と「悪い」の評価間には10%程度の差が見られた。また、6-7比については、リブローズおよびランプで市場評価による有意差が認められ、脂肪面積割合と同様に市場評価が高いほど6-7比も高かった。

以上のとおり、画像解析による脂肪面積割合および6-7比の数値と市場評価が一致していたことから、枝肉購買担当者が経験則に基づき行っている「モモ抜け」の判定は、枝肉内部の脂肪交雑の状態を適正に評価できているものと推察される。今後、これらの数値を活用することで、モモの脂肪交雑における客観的な評価基準の設定が可能になると考える。

表1 枝肉格付項目の平均値

枝肉格付項目	去勢	雌	
	321頭	145頭	
枝肉重量 (kg)	541.5 ± 60.7	468.6 ± 50.8	*
ロース芯面積 (cm ²)	65.3 ± 10.8	61.8 ± 9.4	*
バラの厚さ (cm)	8.6 ± 1.0	8.2 ± 0.9	*
皮下脂肪の厚さ (cm)	2.6 ± 0.8	2.8 ± 0.7	*
歩留基準値	74.5 ± 1.7	74.6 ± 1.5	
BMS No.	8.8 ± 2.0	8.3 ± 2.0	*

各項目の数値は、平均値±標準偏差

* 去勢、雌の間に有意差あり(P<0.05)

表2 各部位における脂肪面積割合

部位	去勢	雌	
	321頭	145頭	
6-7横断面 (%)	55.0 ± 6.6	53.6 ± 6.2	*
リブローズ (%)	44.6 ± 8.7	42.7 ± 7.5	*
サーロイン (%)	54.5 ± 7.5	52.0 ± 7.6	*
ランプ (%)	33.6 ± 8.2	33.4 ± 7.1	
ウチモモ (%)	31.8 ± 6.1	30.2 ± 6.8	*
オオモモ (%)	28.1 ± 8.1	27.6 ± 7.2	

各項目の数値は、平均値±標準偏差

* 去勢、雌の間に有意差あり(P<0.05)

2 モモの脂肪交雑に影響を与える要因の解明

要因別の各部位における脂肪面積割合および6-7比の最小二乗平均値を表5に示した。性別については、脂肪面積割合では、6-7横断面(去勢:54.6%, 雌:53.6%), リブローズ(44.1%, 43.1%), サーロイン(54.5%, 52.4%)およびウチモモ(31.6%, 30.1%)に有意差が認められ、去勢が雌よりも1~2%程度高かった。枝肉格付

表3 各部位間における脂肪面積割合の相関 (上段: 去勢、下段: 雌)

	1	2	3	4	5	6
1. 6-7横断面		0.76	0.64	0.53	0.44	0.20
2. リブローズ	0.72		0.78	0.62	0.52	0.23
3. サーロイン	0.58	0.78		0.56	0.47	0.15
4. ランプ	0.44	0.54	0.54		0.49	0.22
5. ウチモモ	0.39	0.45	0.39	0.34		0.25
6. オオモモ	0.26	0.33	0.33	0.26	0.29	

表4 市場評価別の各部位における脂肪面積割合および6-7比

市場評価	n	脂肪面積割合(%)						6-7比				
		6-7横断面	リブローズ	サーロイン	ランプ	ウチモモ	オオモモ	リブローズ	サーロイン	ランプ	ウチモモ	オオモモ
良い	159	58.1 ± 5.7 ^a	49.6 ± 7.1 ^a	58.0 ± 6.3 ^a	39.2 ± 7.5 ^a	35.2 ± 5.7 ^a	31.1 ± 8.1 ^a	0.85 ± 0.09 ^a	1.00 ± 0.10 ^a	0.68 ± 0.12 ^a	0.61 ± 0.10 ^a	0.54 ± 0.15 ^a
普通	124	54.6 ± 5.5 ^b	44.4 ± 6.4 ^b	54.3 ± 6.7 ^b	33.5 ± 5.6 ^b	31.0 ± 5.3 ^b	28.5 ± 7.2 ^b	0.81 ± 0.09 ^b	1.00 ± 0.12 ^{ab}	0.62 ± 0.11 ^b	0.57 ± 0.10 ^b	0.52 ± 0.14 ^{ab}
悪い	183	51.5 ± 6.2 ^c	39.0 ± 7.3 ^c	49.7 ± 7.3 ^c	28.7 ± 6.1 ^c	28.2 ± 5.8 ^c	24.9 ± 6.8 ^c	0.76 ± 0.11 ^c	0.97 ± 0.12 ^b	0.56 ± 0.12 ^c	0.55 ± 0.12 ^b	0.49 ± 0.13 ^b

各項目の数値は、平均値±標準偏差

6-7比: 各部位の脂肪面積割合を6-7横断面のロース芯の脂肪面積割合で除した数値

a-c: 各項目の異符号間に有意差あり(P<0.05)

において去勢の BMS No. が高い傾向にあることが影響したと推察される。6-7比においても、サーロイン (1.00, 0.98) およびウチモモ (0.60, 0.58) に有意差が認められ、去勢が雌よりも高かった。

系統別の比較では、脂肪面積割合および6-7比いずれにおいても、多くの部位で藤良系が最も高い値を示した。特に6-7比において、リブローズ (0.83), サーロイン (1.02) およびランプ (0.67) で他系統より有意に高かったことは、藤良系がモ

モへの脂肪交雑の波及 (モモ抜け) に優れていることを示唆している。

屠畜月齢別では、リブローズにのみ有意差が認められ、26~27ヵ月齢が最も低かった。一般に肥育期間の延長にともないモモの脂肪交雑は向上するとされるが、本試験の範囲内では、ウチモモおよびオオモモにおいて月齢による有意差は確認されなかった。

表5 要因別の各部位における脂肪面積割合および6-7比

要因	n	脂肪面積割合 (%)						6-7比					
		6-7横断面	リブローズ	サーロイン	ランプ	ウチモモ	オオモモ	リブローズ	サーロイン	ランプ	ウチモモ	オオモモ	
性別	去勢	321	54.6 ^a	44.1 ^a	54.5 ^a	33.6	31.6 ^a	27.6	0.79	1.00 ^a	0.62	0.60 ^a	0.50
	雌	145	53.6 ^b	43.1 ^b	52.4 ^b	33.8	30.1 ^b	27.5	0.79	0.98 ^b	0.65	0.58 ^b	0.50
系統	気高	142	53.9	42.8 ^b	53.0 ^b	33.4 ^{ab}	30.1 ^b	27.7	0.78 ^b	0.98 ^b	0.63 ^{ab}	0.58	0.51
	田尻	220	53.8	41.8 ^b	51.7 ^b	32.0 ^b	30.5 ^{ab}	28.1	0.76 ^b	0.96 ^b	0.61 ^b	0.59	0.52
	藤良	104	54.6	46.2 ^a	55.6 ^a	35.7 ^a	32.0 ^a	26.9	0.83 ^a	1.02 ^a	0.67 ^a	0.61	0.49
屠畜月齢	26-27	69	53.0	41.4 ^b	52.5	33.3	30.6	26.5	0.77 ^b	0.99	0.63	0.59	0.50
	28-30	318	54.8	45.0 ^a	54.1	34.3	31.5	27.9	0.80 ^a	0.99	0.64	0.60	0.51
	31-32	79	54.5	44.5 ^{ab}	53.7	33.5	30.5	28.2	0.80 ^a	0.98	0.63	0.58	0.51

数値は、最小二乗平均値

a,b: 各項目の異符号間に有意差(P<0.05)

3 モモの脂肪交雑を改善する飼養環境等の検証

飼養形態別の市場評価を表6に示した。群飼区では「悪い」が68.2%と高かったのに対し、少頭数区では「良い」が66.7%を占めた。松本ら(1997)は、枝肉成績上位農家における肥育後期に2頭に分ける仕上げ方式の有効性を報告しているが、本試験においても少頭数管理がモモの脂肪交雑に好影響を及ぼすことが示された。

血中VA濃度別のモモの市場評価を表7に示した。生後18～22ヵ月齢において、適正区(40～60IU/dL)および高濃度区(60IU/dL以上)では「良い」と「悪い」がそれぞれ50%であったのに対し、低濃度区(40IU/dL未満)では全頭が「悪い」評価であった。黒毛和種の肥育においては、脂肪交雑向上のため脂肪細胞が分化するおよそ14～22ヵ月齢のVA制限が定法とされるが、その過度な制限は発育不全やVA欠乏症を招くり

表6 飼養形態別のモモの脂肪交雑の市場評価

飼養形態	良い		悪い	
	頭数	(%)	頭数	(%)
群飼区(3頭以上)	7	(31.8)	15	(68.2)
少頭数区(2頭以下)	8	(66.7)	4	(33.3)

表7 血中ビタミンA濃度別のモモの脂肪交雑の市場評価

区分	良い		悪い	
	頭数	(%)	頭数	(%)
適正区(40～60IU/dL)	2	(50.0)	2	(50.0)
高濃度区(60IU/dL<)	4	(50.0)	4	(50.0)
低濃度区(<40IU/dL)	0	(0.0)	5	(100.0)

スクが高い。本結果から、過度なVA制限はモモの脂肪交雑にも悪影響を及ぼす可能性が示唆された。

以上のことから、適切な牛群管理およびVA給与により、モモの脂肪交雑を改善できる可能性が示唆された。モモの脂肪交雑は他の枝肉成績と同様に飼養環境の影響を受けると考えられ、今後は他の飼養要因についてもさらなる検討が必要である。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、供試牛の画像撮影、各種情報の提供および市場評価にご協力いただいた株式会社秋田県食肉流通公社事業部および加工部の皆様、ならびに肥育試験にご協力いただいた県内肥育農家の皆様に厚く御礼申し上げます。

また、画像解析およびデータ解析について多大なご指導を賜りました帯広畜産大学の口田圭吾教授に深く感謝申し上げます。

引用文献

阿部紗奈, 今野紗知, 関屋万里生, 口田圭吾. 2021. 最新の画像解析手法を用いた黒毛和種のモモ抜けに及ぼす要因調査. 日本畜産学会第129回大会講演要旨. 109.

松本信助, 宮園歴造, 真崎新一郎. 1997. 肥育牛の飼養環境と産肉性に関する実態調査. 長崎県畜産試験場研究報告. 6. 23-26.

稲わらサイレージの全期間給与が黒毛和種の肥育成績に与える影響

高橋利清・渡部一弥^{*1}・佐藤 咲・高橋ひろの^{*2}・関屋万里生

^{*1} 現：秋田県秋田地域振興局

^{*2} 元：秋田県畜産試験場

要 約

肉用牛肥育における粗飼料の安定確保を図るため、肥育全期間に県内で収集・調製した稲わらサイレージを給与し、枝肉成績などへの影響を検討した。その結果、稲刈り当日に調製した生稲わら区、翌日に調製した予乾稲わら区とも、嗜好性は良好であった。また、乾燥稲わらを給与した慣行区と比較し、血中ビタミンA濃度や体重の推移に差は見られず、枝肉成績も同等の結果となった。以上より、黒毛和種肥育牛に対し、稲刈り当日および翌日に調製した稲わらサイレージを給与しても、慣行区と同程度の発育や枝肉成績を得られることが示唆された。

緒 言

黒毛和種の肥育において、稲わらは重要な粗飼料である。また、秋田県は国内有数の水稻栽培面積を有し、稲わらの生産量が563トンに上る(秋田県 2025)。

しかしながら、本県は稲刈り時期に天候不順が続くことから、収穫後の稲わらを十分に乾燥できず、良質な乾燥稲わらの安定生産が困難な場合が多い。このため、輸入や県外産の稲わらを導入する肥育経営体も存在し、県内で生産された稲わらの粗飼料利用率は2.8%程度にすぎない状況にある(秋田県 2025)。

一方、輸入稲わらでは、国際情勢の変化等により輸入価格が上昇し、高止まりの状況にあるほか(農林水産省 2025)、県外産の稲わらについても、異常気象等による安定供給への影響が懸念される。

このため、我々は、天候に左右されずに良質な県産稲わらを生産し、肥育牛の粗飼料を安定的に確保するため、稲刈り直後および翌日のサイレージ調製を検討した。その結果、いずれの区においても、良質な稲わらサイレージが生産可能である

ことが示唆された(高橋ら 2024)。

一方、黒毛和種の肥育では、脂肪交雑を向上させるため、17~23カ月齢の肥育中期と呼ばれる期間にビタミンAの給与量を制限する機会が多い。しかし、乾燥稲わらと比較し、生稲わらにはビタミンA前駆体のβカロテンが豊富に含まれており、肥育成績への影響が懸念される。

これまで、稲刈り直後の稲わらをサイレージ化し、肥育牛への給与が検討されているが、先行研究ではビタミンAの影響を受けにくい肥育後期に稲わらサイレージの給与を検討しており(高平ら 2015; 森ら 2007)、肥育中期を含む肥育の全期間に給与した事例は少ない。

一方、近年の黒毛和種における肉質の改良は年々向上しており、全国的な和牛枝肉の5等級割合は2014年次の23.3%から2024年次には58.1%となっている(日本食肉格付協会 2024)。このことから、改良が進んだ現在の黒毛和種であれば、肥育の全期間で稲わらサイレージを給与した場合でも、乾燥稲わら給与と同程度の枝肉成績が期待される。

このため本研究では、異なる調製方法で生産した稲わらサイレージを肥育の全期間に給与し、発育や枝肉成績に及ぼす影響を検討した。

材料と方法

1. 試験区分および供試牛

稲わらサイレージを給与した2区を試験区として設定し、対照として慣行区を設定した。

- ①生稲わら区：稲刈り当日に調製したサイレージを給与した区
- ②予乾稲わら区：稲刈り翌日に調製したサイレージを給与した区
- ③慣行区：乾燥稲わらを給与した区

供試牛は、当场産の黒毛和種12頭（父牛：黄金乃花、1頭のみ翔琉）を用いた。

各試験区における性別は、生稲わら区（去勢2頭、雌2頭）、予乾稲わら区（去勢4頭）、慣行区（去勢2頭、雌2頭）とした。

2. 試験期間および稲わらサイレージ調製

試験期間は令和4年度から6年度とし、出荷月齢は去勢で29カ月、雌で30カ月とした。なお、肥育ステージは前期を11から16カ月齢、中期を17から23カ月齢、後期を24カ月齢から出荷までとした。

稲わらサイレージは、県内の水田で作付けされた食用米「ひとめぼれ」の稲わらを用い、未細断の長わらを牽引式カッティングロールベラーで約20cm長にカット後、圧縮・梱包・ラッピングし、屋外保管したものを供試した。

なお、ベール時に乳酸菌製剤（畜草1号プラス、雪印種苗）を添加した。

3. 飼料給与

生稲わら区および予乾稲わら区における稲わらサイレージの給与期間は、11カ月齢から出荷までとした。なお、1日当たりの原物給与量は、我々

の先行研究で得られた両試験区の稲わらサイレージの水分含量から乾物換算し、慣行区（中期以降の原物給与量：1.0kg）と同程度の乾物摂取量となるよう調整した。

濃厚飼料は、市販の肥育用配合飼料（前期：CP15.0%・TDN68.0%、仕上用：CP12.5%・TDN72.0%、後期：CP12.0%・TDN74.0%）を用い、慣行区と同等量を制限給与した。

4. 調査項目

1) 飼料摂取量および体重

飼料給与量と残飼量を毎日計測し、飼料摂取量を算出した。

体重は、試験開始後4週間隔で実施し、電子体重計を用いて測定した。

なお、当該調査項目は、各区とも去勢牛を調査対象とした（生稲わら区：2頭、予乾稲わら区：4頭、慣行区：2頭）。

2) 血中ビタミンA濃度

試験開始後、概ね3カ月間隔で実施した。採取時刻を10:30に統一し、ヘパリン入り真空採血管を用いて頸静脈から採血を行った。採血後の血液は速やかに遠心分離し、血漿を凍結保存後、液体クロマトグラフィーを用いて分析した。

3) 枝肉成績

肥育終了後、県内の食肉処理場に出荷した。

枝肉格付は、公益社団法人日本食肉格付協会による牛枝肉取引規格で評価を受けた。

4) 統計処理

血中ビタミンA濃度について、試験区間の差についてTukey-Kramerの多重比較検定を行い、5%水準で有意とした。

結 果

稲わら区および予乾稲わら区とも嗜好性は良好であった。

1. 飼料摂取量

各区の去勢牛について、乾物摂取量を表1に示した。肥育全期間の総摂取量は各区で大きな差は見られなかったが、濃厚飼料の摂取量が影響し、予乾稲わら区で少ない値となった。しかし、出荷時体重は他の区と大きな差は見られず、同等の成績となった。

一方、粗飼料では生稲わら区で少ない値となったものの、大きな差は見られなかった。なお、生

2. 体重の推移

各区の去勢牛について、体重の推移を図1に示した。生稲わら区、予乾稲わら区および慣行区において、22 から 26 カ月齢で差がみられたものの、28 カ月齢時は同等の値となった。その他の月齢では、各区间で同等の発育結果が得られた。

表1 稲わらサイレージを給与した去勢肥育牛の乾物飼料摂取量

(単位: kg/頭)

区分	n数	前期(11-16ヶ月)			中期(17-23ヶ月)			後期(24-29ヶ月)			全期間(11-29ヶ月)			(参考)	
		DM	CP	TDN	DM	CP	TDN	DM	CP	TDN	DM	CP	TDN	平均出荷時 体重	平均枝肉 重量
慣行区	2	1,502.7	199.4	1,103.4	2,119.8	282.8	1,654.3	1,565.0	209.9	1,233.5	5,187.4	692.2	3,991.2	899.5	587.8
生稲わら区	4	1,635.7	211.6	1,232.1	1,973.0	262.0	1,561.4	1,602.8	212.3	1,269.0	5,211.5	686.0	4,062.5	854.8	538.1
予乾稲わら区	2	1,429.0	191.1	1,053.4	1,909.4	253.0	1,502.3	1,549.0	206.0	1,222.8	4,887.4	650.2	3,778.4	864.0	545.8

<濃厚飼料>

慣行区	2	1,151.4	175.9	922.8	1,896.5	269.1	1,552.7	1,424.1	201.3	1,168.6	4,472.0	646.3	3,644.1
生稲わら区	4	1,289.7	192.6	1,045.6	1,780.8	251.9	1,459.9	1,443.4	203.9	1,184.7	4,513.8	648.4	3,690.2
予乾稲わら区	2	1,021.6	164.6	821.0	1,728.3	244.7	1,416.2	1,410.9	199.7	1,157.2	4,160.8	609.0	3,394.4

<粗飼料>

慣行区	2	351.3	23.4	180.6	223.3	13.7	101.6	140.8	8.7	64.9	715.4	45.8	347.1
生稲わら区	4	346.0	19.1	186.5	192.2	10.1	101.5	159.5	8.4	84.3	697.6	37.6	372.3
予乾稲わら区	2	407.4	26.5	232.4	181.1	8.3	86.1	138.1	6.3	65.6	726.6	41.2	384.1

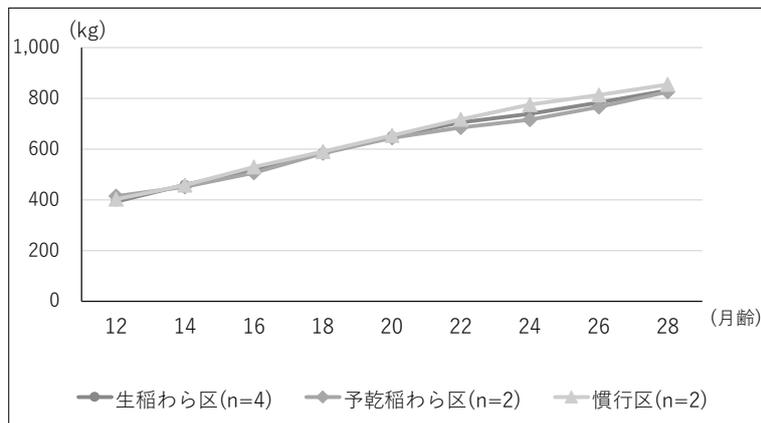


図1 稲わらサイレージを給与した肥育牛の体重の推移 (去勢)

3. 血中ビタミンA濃度

血漿中のビタミンA濃度の推移を図2に示した。生稲わら区で、100IU/dlを超える値を示し、18カ月齢で有意に上昇した。その後は各区とも低下し、21カ月齢以降は、慣行区と同様の推移

を示した。

4. 枝肉成績

枝肉の格付成績を表2に示した。枝肉等級は、生稲わら区で4頭全てが5等級、予乾稲わら区で

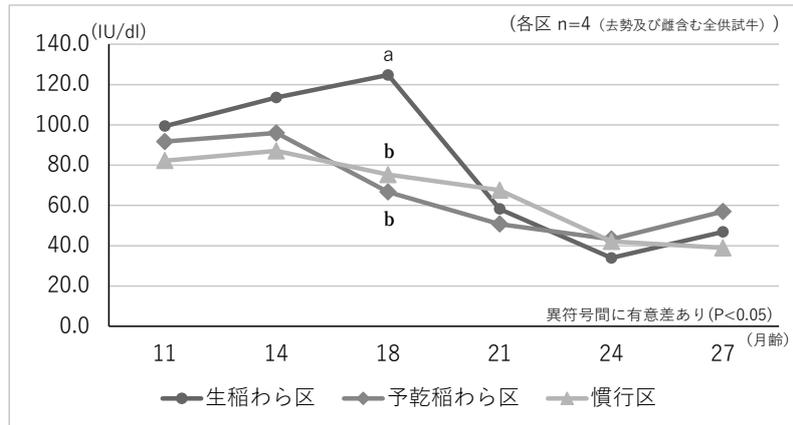


図2 稲わらサイレージ給与肥育牛の血中ビタミンA濃度の推移

表2 稲わらサイレージを給与した肥育牛の枝肉成績

試験区分	性別	父	と畜月齢	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.	脂肪交雑等級	BCS No.	光沢	肉色光沢等級	締まり	きめ	締まりきめ等級	BFS No.	光沢と質	脂肪等級
慣行区	去	黄金乃花	29.6	A-5	594.5	71	10.3	3.2	75.2	12	5	4	5	5	5	5	5	3	5	5
	雌	翔琉	29.9	A-4	543.5	63	8.1	3.1	73.4	7	4	4	4	4	4	4	4	3	5	5
	雌	黄金乃花	30.3	A-5	491.5	75	8.0	2.4	76.2	10	5	4	5	5	5	5	5	3	5	5
	去	黄金乃花	29.6	A-5	581.0	65	8.6	4.0	72.7	9	5	4	5	5	5	5	5	3	5	5
生稲わら区	去	黄金乃花	29.3	A-5	493.5	54	8.8	3.2	73.3	9	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5
	去	黄金乃花	29.7	A-5	557.0	76	8.5	2.5	75.8	9	5	4	5	5	5	5	5	3	5	5
	去	黄金乃花	29.6	A-5	540.5	71	8.3	2.1	75.5	9	5	4	5	5	5	5	5	3	5	5
	去	黄金乃花	31.1	A-5	561.5	75	8.9	2.0	76.3	10	5	4	5	5	5	5	5	3	5	5
予乾稲わら区	雌	黄金乃花	31.3	A-5	498.5	77	8.3	2.2	76.8	11	5	4	5	5	5	5	5	3	5	5
	去	黄金乃花	29.9	A-5	538.0	60	8.8	2.4	74.2	10	5	4	5	5	5	5	5	3	5	5
	去	黄金乃花	29.6	A-4	553.5	56	8.7	3.2	72.7	6	4	4	4	4	4	4	4	3	5	5
	雌	黄金乃花	30.2	A-4	482.5	64	8.4	2.6	75.0	7	4	4	4	4	4	5	4	3	5	5

4等級2頭, 5等級2頭となり, 慣行区の4等級1頭, 5等級3頭と比較し, 同等の成績が得られた。なお, 歩留等級は供試全頭でAであった。

枝肉重量やBMS No.についても, 各區で概ね同等の成績となり, 牛脂肪色基準 (BFS) は全頭で慣行区と同等の3であった。

考 察

本研究では, 黒毛和種肥育牛への稲わらサイレージ給与の影響を調査するため, 肥育の全期間に対し, 稲刈り直後および翌日に調製した稲わらサイレージを給与した。

その結果, 肥育牛の体重は, 乾燥稲わらを給与した慣行区と比較し, 生稲わら区および予乾稲わら区とも, 22から26カ月齢で低い値となった。

これは, 当該時期の乾物摂取量が慣行区より低いことも一因と考えられる。しかし, 稲わらサイレージが関与する粗飼料摂取量に関しては, 肥育の全期間について大きな差は見られないことから, 乾燥稲わらの代替として, 稲わらサイレージの利用できる可能性が示唆された。

また, 血中ビタミンA濃度の推移では, 生稲わら区において18カ月齢時に有意に高い値となった。中村ら (2015) は, イネホールクroppサイレージ (イネWCS) を肥育の前期および後期に給与した場合, 血中ビタミンA濃度が上昇するが, 枝肉成績には有意な差は見られないとし, 古澤ら (2004) も, イネWCSを黒毛和種去勢肥育牛に全期間給与し, 血中ビタミンA濃度はイネWCS給与区で一時的に上昇するものの, その後

は対照区と同等に推移すると報告している。稲わらサイレージは、経時的な保管によりβカロテン含有量が低下することから（高橋ら 2024）、保管期間が肥育牛の血中ビタミンA濃度に影響した可能性も考えられる。

枝肉成績では、歩留等級および肉質等級において、各区で同等の結果となった。また、枝肉重量、ロース芯面積およびBMS No.などの各項目でも同等の成績となった。稲わらサイレージは、乾燥稲わらと比較してβカロテン含量が高く、血中のビタミンAに作用することから、枝肉の脂肪色や締まり等への影響が懸念される。

しかし、石崎ら（2008）は、交雑種の肥育全期間にイネ WCS を給与した場合でも、肉色や脂肪色に影響は無かったとしており、本研究結果と同様の結果となった。

以上より、稲刈り当日及び翌日に調製した稲わらサイレージを肥育牛に給与した場合、慣行区と同等の発育や枝肉成績が得られることが示唆された。

引用文献

秋田県農林水産部. 2025. 秋田県稲作指針. 秋田県 247.
 農林水産省. 2025. 稲わらをめぐる情勢. 農林水産省.
 古澤剛, 西村隆光, 松崎伸生, 竹下和久, 三宅俊三, 秋友一郎, 西村強, 津田聡子, 小澤忍. 2004. 飼料イネサイレージ給与による黒毛和種去勢牛

肥育に関する研究. 山口県畜産試験場研究報告 19, 41-51

石崎重信, 山田真希夫. 2008. 稲発酵粗飼料を利用した交雑種去勢牛肥育. 千葉県畜産総合研究センター研究報告 8, 1-7

水宅清二, 江川壽夫, 秋山清, 折原健太郎. 2007. 黒毛和種肥育牛における稲わらの代替粗飼料に関する研究. 神奈川県畜産技術センター研究報告 No.1, 1-4.

森昌昭, 松井靖典, 山田陽稔. 2007. 黒毛和種肥育牛における生稲ワラサイレージ給与方法と血液中ビタミンA濃度. 関東東海北陸農業研究成果情報. 12.

中村良一, 鎌田丈弘, 松井透, 神山義郎. 2015. 黒毛和種去勢牛に対する飼料用稲の全期間給与技術. 青森県産業技術センター畜産研究所研究報告. 2, 13-19

公益社団法人日本食肉格付協会. 2024. 当該協会のサイト公表情報.

高橋利清, 渡部一弥, 西野瞭, 佐藤咲, 高橋ひろの, 関屋万里生. 2024. 収穫調製方法が稲わらサイレージの発酵品質に及ぼす影響. 秋田県畜産試験場研究報告 38, 22-26.

高平寧子, 金谷千津子, 中島麻希子, 吉野英治, 紺博昭, 廣瀬富雄, 丸山富美子. 2015. 生稲わらサイレージの給与が肥育後期黒毛和種去勢牛の飼養成績におよぼす影響. 日本草地学会誌 61, 158-166.

秋田県における黒毛和種の産肉形質に関するゲノム育種価評価の精度検証

和田沙都子・小林瑞季・佐藤 咲・高橋利清・関屋万里生

要 約

秋田県有種雄牛（県有種雄牛）の造成にあたり、候補牛の早期選抜に利用するため、ゲノム塩基配列の一塩基多型（SNP）情報を活用して牛の能力を算出するゲノム育種価評価の精度を検証した。県有種雄牛の枝肉6形質のゲノム育種価と公益社団法人全国和牛登録協会（登録協会）がアニマルモデルBLUP法により算出した推定育種価との相関を求めたところ、脂肪交雑推定育種価の正確度が0.90以上の県有種雄牛46頭において、(1)全国訓練群（全国黒毛和種肥育牛85,316頭SNPデータ群）算出では相関係数 $r=0.735 \sim 0.940$ を得た。(2)秋田県訓練群（県内産黒毛和種肥育牛2,202頭SNPデータ群）算出では相関係数 $r=0.644 \sim 0.905$ を得た。

(1), (2)において高い相関が得られたため、ゲノム育種価は種雄牛や繁殖雌牛の候補牛の選抜に利用可能であると考えられる。

緒 言

本県では、黒毛和種の産肉能力の評価指標として、主に登録協会が算出した推定育種価を用いている。しかし、推定育種価を把握するためには多数の産子の枝肉成績が必要であり、活用可能になるまでには一定の期間を要する。また、受精卵産子など全きょうだいの能力は同じ値として推定される。

近年、SNP情報を利用したゲノム育種価の解析や利用の検討が進んでおり（中島ら2019、棚原ら2022）、本県でもゲノム育種価と推定育種価との相関係数を求め、ゲノム育種価の精度を検証している（高橋ら2024）。ゲノム育種価は、評価個体のDNA材料が採取できれば生後間もない時期でも評価が可能であり、全きょうだい間の能力差も評価することが可能となる（渡邊2016）。

本研究では、多数の肥育牛のSNP型データと枝肉成績が関連解析されたリファレンス集団（訓練群）について、全国規模の訓練群と県内規模の訓練群を二群設定し、それぞれの訓練群で評価対象とする種雄牛等（予測群）のSNP型データを

使用して算出したゲノム育種価について、推定育種価との相関を求めた。

材料および方法

1. 供試材料

(1) 訓練群

ゲノム育種価予測式の算出に用いる訓練群として、和牛における経済形質のゲノム選抜手法の確立の共同研究機関により提供された、全国で屠畜された黒毛和種肥育牛85,316頭（全国訓練群）および全国訓練群のうち秋田県内で屠畜された黒毛和種肥育牛2,202頭（秋田県訓練群）の二群のSNPデータを用いた。

(2) 予測群

ゲノム育種価を評価する予測群として、平成28年以降に造成された県有種雄牛およびそれ以前に畜産技術協会附属動物遺伝研究所でゲノム解析した県有種雄牛のうち、令和7年5月解析時の脂肪交雑推定育種価の正確度が0.90以上である46頭のSNPデータを用いた。

2. DNA 抽出および SNP 解析

DNA 抽出は、訓練群については腎周囲脂肪、予測群については尾の毛根を利用し、抽出には核酸自動分離装置（クラボウ社製）を使用した。SNP 解析は、GGP BovineLD-24v4.0 および Infinium iSelect 24 × 1HTS Custom BeadChip（イルミナ社製）の SNP チップを使用した。SNP の型判定は iScan（イルミナ社製）により実施し、個体コールレート 0.95 以上、SNP コールレート 0.95 以上、マイナーアレル頻度 0.01 以上、Hardy-Weinberg 平衡検定 $P > 0.0001$ の条件を適用した。得られた SNP データについて、BEAGLE v4.0 を用いて相互補完による SNP 値の穴埋め（インピュテーション）を行い、34,481 箇所（箇所）の SNP データへ補完を行った。このうち、本解析に用いた SNP 数は全国訓練群で 23,010 箇所、秋田県訓練群で 32,316 箇所とした。

なお、DNA 抽出および SNP 解析の作業は、独立行政法人家畜改良センター所有の装置を用いた。

3. ゲノム育種価の算出方法

ゲノム育種価の算出は、各訓練群それぞれについて、G-BLUP 法で実施した。評価項目は、枝肉重量、ロース芯面積、バラ厚、皮下脂肪厚、歩留基準値、脂肪交雑基準値とした。

4. ゲノム育種価の精度検証

登録協会が算出した、令和 7 年 5 月解析時の推定育種価において、脂肪交雑推定育種価の正確度が 0.90 以上である県有種雄牛 46 頭について、本手法で算出した枝肉 6 形質のゲノム育種価と推定育種価の相関を求めた。

結果および考察

(1) 全国訓練群でのゲノム育種価と推定育種価の相関関係

全国訓練群により算出した県有種雄牛 46 頭のゲノム育種価と推定育種価の相関を図 1 に示す。相

関係数は、枝肉重量で 0.940、ロース芯面積で 0.869、バラ厚で 0.839、皮下脂肪厚で 0.735、歩留基準値で 0.822、脂肪交雑基準値で 0.914 であり、すべての項目で高い相関が認められた。前報（高橋ら 2024）における相関係数は、枝肉重量で 0.932、ロース芯面積で 0.835、バラ厚で 0.836、皮下脂肪厚で 0.659、歩留基準値で 0.781、脂肪交雑基準値で 0.904 であり、本報ではすべての項目において相関係数の上昇が見られ、ゲノム育種価評価の精度向上が示唆された。

(2) 秋田県訓練群でのゲノム育種価と推定育種価の相関関係

秋田県訓練群により算出した県有種雄牛 46 頭のゲノム育種価と推定育種価の相関を図 2 に示す。相関係数は、枝肉重量で 0.905、ロース芯面積で 0.851、バラ厚で 0.751、皮下脂肪厚で 0.644、歩留基準値で 0.690、脂肪交雑基準値で 0.818 であり、すべての項目で高い相関が認められた。宮城県における同様の検証（高木ら 2022）では、宮城県訓練群（7,691 頭）により算出された宮城県有種雄牛 81 頭のゲノム育種価と推定育種価の相関係数は、枝肉重量で 0.906、ロース芯面積で 0.904、バラ厚で 0.863、皮下脂肪厚で 0.740、歩留基準値で 0.830、脂肪交雑基準値で 0.924 であり、本研究においても、同様の傾向を示していた。これらのことから、秋田県訓練群算出のゲノム育種価においても、推定育種価と同様に種雄牛や繁殖雌牛の候補牛の選抜に利用可能であると考えられる。

また、ゲノム育種価評価の精度向上のためには、訓練群の頭数を増やすことが重要である（渡邊 2017）ことから、秋田県訓練群により算出したゲノム育種価の精度を向上させるためには、今後更に秋田県訓練群のデータ数を蓄積することが必要と考えられる。

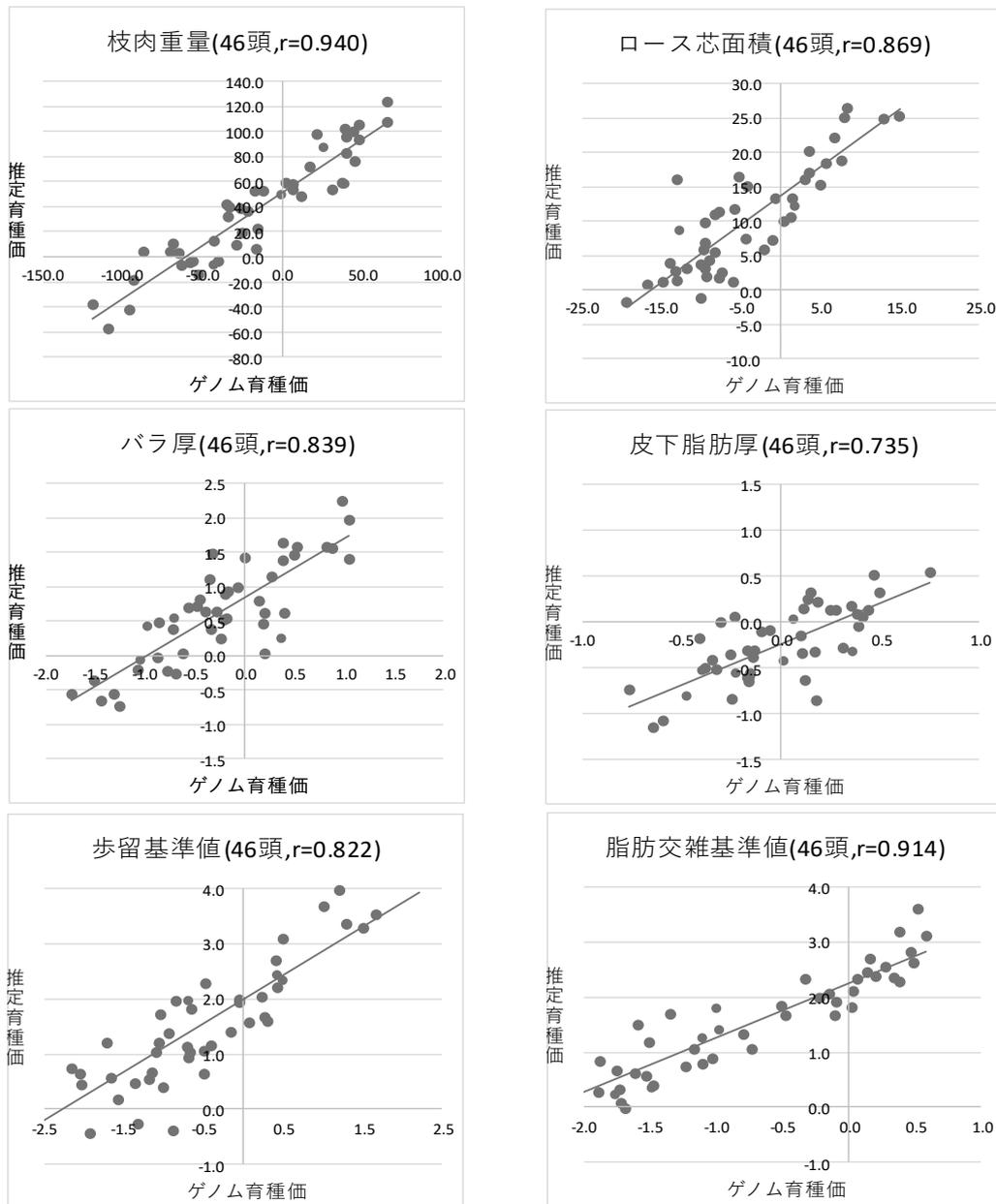


図1 全国訓練群でのゲノム育種価と推定育種価の相関（枝肉6形質）

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、ゲノミック評価の全国訓練群の構築に御協力いただいた和牛ゲノミック評価コンソーシアムの21道県と4団体の皆様、SNP解析とゲノミック評価値の推定に御協力いただいた独立行政法人家畜改良センターの皆様、に心から感謝申し上げます。

なお、本研究の一部は、公益社団法人畜産技術協会「和牛の地域特性活用ゲノム選抜定着化事業」

（令和2～4年度）および「和牛ゲノム選抜手法研修・成果活用推進事業」（令和5～7年度）の一環として実施しました。

引用文献

中島亮太郎, 川嶋啓介, 溝下和則. 2019. 「鹿児島黒牛」のさらなる品質向上のためのDNA解析. 鹿児島県農業開発総合センター研究報告 13, 115-119.

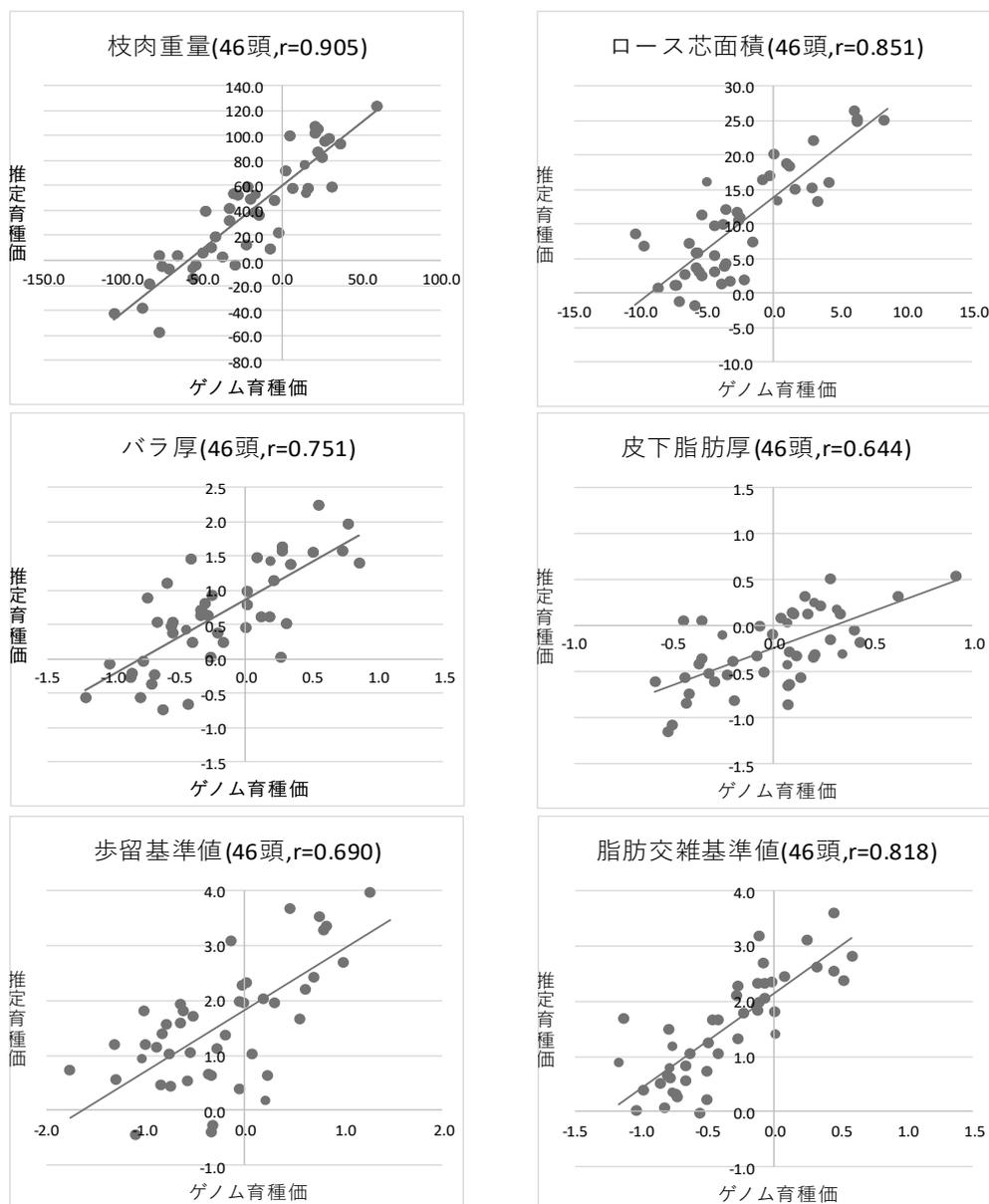


図2 秋田県訓練群でのゲノム育種価と推定育種価の相関 (枝肉6形質)

高木理宏, 渡邊智, 千葉和義, 佐々木孔亮. 2022.

DNA多型マーカーと家畜の生産形質及び遺伝的疾患等との関連に関する研究(牛). 令和3年度宮城県畜産試験場試験成績書, 8-10.

高橋ひろの, 今野紗知, 佐藤咲, 高橋利清, 関屋万里生. 2024. 黒毛和種の産肉形質に関するゲノム育種価評価の精度検証. 秋田県畜産試験場研究報告 38, 18-21.

棚原武毅, 末澤遼平, 一関可純, 笹子奈々恵, 竹田将悠規, 小島孝敏, 平安山英登. 2022. 黒毛

和種における1塩基多型(SNP)情報解析(4) 現場後代検定牛選抜におけるゲノム育種価の有効性の検討. 沖縄県畜産研究センター研究報告 60, 7-12.

渡邊敏夫. 2016. 黒毛和種経済形質のゲノム育種価評価. 動物遺伝育種研究 44, 3-10

渡邊敏夫. 2017. 地域特性を生かした牛ゲノム選抜手法確立(3). 畜産技術 2017年11月号, 24-30.

秋田県におけるイネ科牧草をリビングマルチとした飼料用ダイズ栽培技術の確立（第2報）

— リビングマルチの播種時期の検討 —

由利奈美江・佐藤 楓

要 約

重要な粗飼料の一つであるアルファルファの代替として、県内で生産が可能なダイズの飼料利用に注目した。しかし、飼料用ダイズは農薬登録上食用ダイズの農薬が使えないため、イタリアンライグラス（IRG）をリビングマルチとして利用することで、雑草の発生を抑制する無農薬栽培技術の確立が求められる。前報で、秋田県においてリビングマルチで飼料用ダイズを栽培可能であると確認できたが、リビングマルチ体系で十分に雑草を抑制するためには、IRGの収量確保が重要であることも示唆された。

IRGの収量確保のため、IRGの前年秋播種体系と春播種体系の比較を行うとともに、秋田県に適した飼料用ダイズ品種を検討するため、ダイズ品種3品種を用いた試験を実施した。

試験の結果、秋田県ではIRGの春播種体系より秋播種体系が適していることが示唆され、ダイズ品種はあきたみどり最も収量性が高いことが確認できた。

しかし、雑草の混入による栄養価の低下を防ぐためにはダイズの発芽率の向上が必要である。また、秋播種は稲刈りと競合する可能性があるため、春播種に適した草種についても検討が必要である。

緒 言

飼料価格の高止まりが続くなか、高蛋白質飼料として酪農だけでなく肉用牛経営においても重要な飼料の一つであるアルファルファの価格も高騰しており、畜産経営を圧迫している。そこで筆者らは、ダイズをホールクロップサイレージ（WCS）として栽培・収穫する体系に着目した。しかし、飼料用ダイズは食用ダイズで登録されている農薬の使用が登録上認められていないことから、無農薬での栽培が求められる。飼料利用の場合、子実品質を問わないことから、虫害は問題視されないため、殺虫剤を使用する必要はないが、生育や収量の確保に雑草防除は欠かせないため、除草剤を使わない雑草防除が必要である。この問題を解決するために、秋播き性の高いIRGをリビングマルチとして利用し、雑草を抑制するダイズ栽培技術を魚住ら（2017）が報告しているが、試験地が岩手県のため気象条件や土壌条件が本県とは異なることから、この技術を導入するためには、本県の土壌や気候に適した栽培時期や、栽培品種を検討し、技術を改訂する必要がある。

前報において筆者らは、春に播種したIRGの1番草を収穫後、ダイズを不耕起播種し、ホールクロップサイレージとして収穫した。

試験の結果、IRGをリビングマルチとして利用することで、雑草の発生が抑制されることが確認できたが、ダイズ収量はリビングマルチの有無やダイズ品種で有意な差は見られなかった（由利ら2025）。

牧草の春播種は雑草との競合を避けるため、播種を出来るだけ早めに行うのが良いとされている（小原 1964, 谷津 2017）が、日本海側に位置する秋田県では降雪量が多く、イネ科牧草の春播種は、融雪後の作業開始となることから播種時期が遅れる可能性が高く、雑草との競合により牧草の収量が低くなる場合が多い。

そこで本報では、IRGを前年秋に播種する体系と当年春に播種する体系の比較検討を行うとともに、前報に引き続き、秋田県での飼料用ダイズ栽培に適した品種を検討するため、ダイズ3品種を供試して栽培試験を実施した。

材料および方法

1 試験期間

令和5年10月～令和6年10月

2 試験ほ場概要

試験ほ場は秋田県畜産試験場内のほ場を使用し、試験区としてIRGを前年秋に播種する試験区1と、当年春播種する試験区2を設定した。

各区の面積は試験区1が2.3ha、試験区2が0.2haで、前作は試験区1がイネ科牧草で、試験区2は休耕地であった。

地質は試験区1・2ともに黒ボク土である。

3 供試品種および耕種概要

各区の供試品種及び播種量は表1のとおりとした。

IRGの播種日は表1のとおりであり、1番草の収穫は試験区1で5月23日、試験区2で6月13日に実施した。

ダイズの播種はIRG1番草収穫後とし、試験区1は5月27日に、試験区2は6月17日に実施した。播種機は不耕起播種機(NTP-2A, アグリテクノヤザキ)を用い、条間37.5cm, 株間14cmの1粒播種とした。

また、前述の魚住ら(2017)が報告した技術に倣い、試験区1はダイズ播種直後にディスクローによるIRGの根切りを実施し、試験区2は6月20日に根切りを実施した。

施肥量は表2のとおりとし、両区ともIRGの播種前に施肥し、ダイズは無施肥とした。

4 調査項目

(1) イタリアンライグラス調査項目

無作為に抽出した4か所に1㎡のコトラートを設置し、その内部の草丈を初期生育調査と収量調査の2回調査し、収量調査時にはコトラード内を全量収穫し、生重及び水分含量を測定した。

水分含量は採取試料を60℃で48時間通風乾燥し、室温で24時間静置後の重量と乾燥前の重量から算出した。

(2) ダイズ調査項目

生育調査として無作為に抽出した3地点を定点とし、草丈を生育期間中に3回調査した。

表1 播種概要

試験区	IRG品種	播種量 (kg/10a)	播種日	ダイズ品種	播種量 (粒/10a)	播種日
試験区1	ナガハヒカリ	5	R5.10.2	リュウホウ	19,000	R6.5.27
				タチナガハ		
				あきたみどり		
試験区2	エース	5	R6.4.15	リュウホウ	19,000	R6.6.17

表2 施肥設計

試験区	施肥日	投入成分量 (kg/10a)		
		N	P	K
試験区1	R5.10.2	6.0	8.0	4.0
試験区2	R6.4.15	7.0	9.0	7.0

収量調査は無作為に抽出した3か所に1㎡のコトラートを設置し、内部のダイズ全量の生重・水分含量を測定した。また、コトラード内の雑草も全て収穫し、生重及び水分を調査した。

水分含量はIRGと同様に測定した。

分解調査として、収量調査用の刈り取り箇所の周囲から6株を抜き取り、分枝数、莢数、莢重を調査した。

(3) 飼料成分分析項目

飼料成分はIRG、ダイズ共に収量調査時に収穫した物から雑草を取り除き、水分含量を測定した試料を粉碎し、1mmメッシュを通過したものを分析に供した。

また、試験区1は実際に収穫したダイズWCSから分析用に試料を採取し、上記と同様の処理を施した物を分析に供した。

調査項目は水分、粗蛋白質、粗灰分、粗脂肪、中性デタージェント繊維（NDFom）、酸性デタージェント繊維（ADFom）とし、定法（自給飼料品質評価研究会，2009）に従って分析した。

TDNはADFomによる推定式から算出し、ダイズのTDNはアルファルファの推定式を用いた。雑草はTDNの推定式がないため、TDNは求めなかった。

5 統計処理

調査データについて、繰り返しのない一元配置の分散分析を行い、有意差が認められた場合に、Tukey法にて処理区間の多重検定を行った。

なお、実際に収穫したダイズWCSの分析結果については、試料が各1点のみのため、統計処理は行わなかった。

結 果

1 試験地の気象概況

試験地の気象概況として、気象庁のアメダス大曲観測所から取得した旬別気象データを図1に示した。

平均気温は4月上旬から下旬は平年よりかなり高く、5月上旬は平年並み、中旬は平年より高く、下旬は平年より低くなった。

6月上旬は平年並みだったが、6月中旬以降10月下旬まで平年より高く推移した。

降水量は4月上旬に前線を伴った低気圧の影響で大雨の日もあり、平年より多かったが、4月中

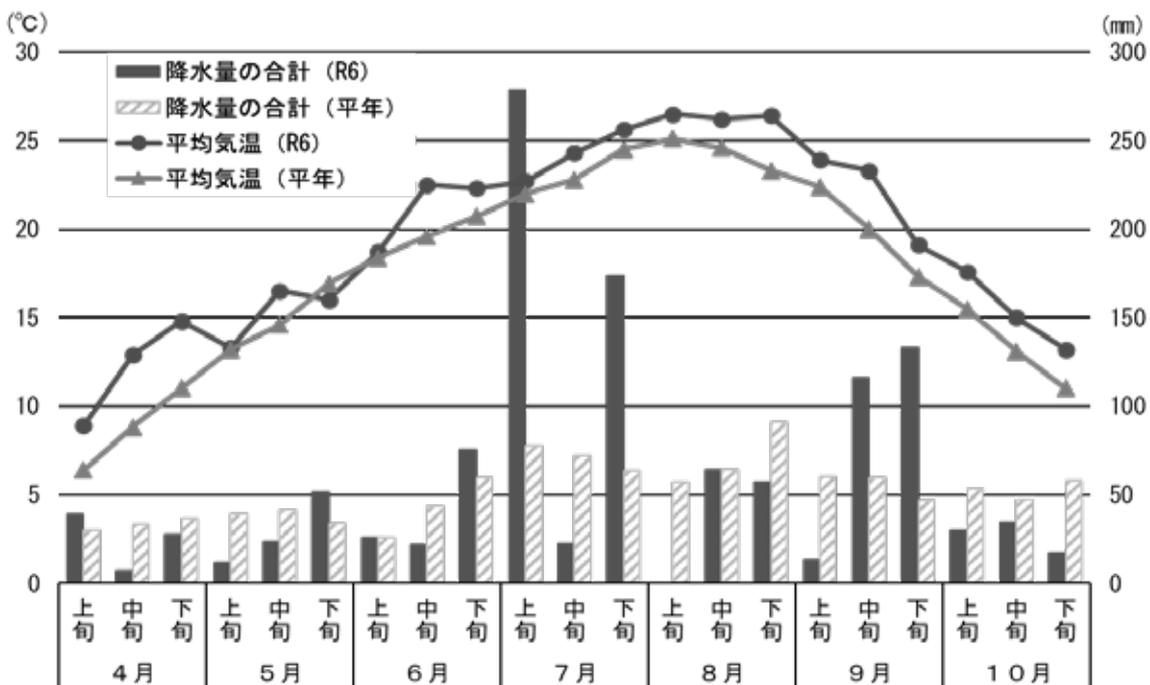


図1 試験期間中の気象概況

旬から5月中旬までは平年並みか少なく、5月下旬は前線や低気圧の影響で平年より多かった。

6月上旬から中旬は平年並みか少なかったが、6月下旬から7月上旬は平年より多く、特に7月上旬は大雨の影響によりかなり多くなった。また、7月下旬も県全域で大雨の被害があり、大曲でも降水量はかなり多くなった。

8月の降水量は平年並みか少なく、8月上旬の降水量は0mmであったが、9月中旬から下旬は前線や低気圧の影響で雨の日が多く、降水量は平年より多くなった。

10月の降水量は平年並みか少なかった。

2 イタリアンライグラス調査結果

草丈の調査結果を表3に示した。

草丈は調査日にかかわらず試験区1が有意に高い値を示した。

収量調査結果を表4に示した。生草収量および乾物収量は試験区1が有意に多く、特に乾物収量は試験区2の2倍以上の収量であった。

出穂程度は試験区1が有意に高く、試験区1は収穫時穂揃い期を迎えていたが、試験区2は未出穂であった。

雑草程度は試験区1が有意に低くなった。

3 ダイズ調査結果

草丈の調査結果を表5に示した。7月24日の調査ではあきたみどりが他の品種より有意に高く、試験区2のリユウホウが最も低い値を示したものの、試験区1と試験区2のリユウホウの間に有意差は認められなかった。8月20日の調査時はあきたみどりが最も高かったが、タチナガハとの間に有意差は認められなかった。

収穫時の草丈の調査ではあきたみどりの草丈が全ての品種と比較して最も有意に高く、試験区1のリユウホウの草丈が最も低かったが、試験区1と試験区2のリユウホウの間に有意差は認められなかった。

収量調査の結果を表6に示した。

生草収量および乾物収量はあきたみどりが全ての品種間で有意に高く、試験区2のリユウホウが最も低かったが、あきたみどり以外の品種との間に有意差は見られなかった。乾物率はあきたみどりが最も高く、タチナガハ以外の品種との間に有意差が見られた。

10aあたりの本数はあきたみどりと試験区2の

表3 イタリアンライグラス草丈

	草丈 (cm)	調査日	草丈 (cm)	調査日
試験区1	89.3 ± 3.8 a	R6.5.2	121.5 ± 7.1 a	R6.5.16
試験区2	65.0 ± 4.2 b	R6.6.7	73.0 ± 4.3 b	R6.6.11

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

表4 イタリアンライグラス収量

	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)	出穂程度 (無1-極多9)	倒伏程度 (無1-甚9)	雑草程度 (無1-極多9)
試験区1	3862.5 ± 512.1 a	760.8 ± 40.5 a	19.9 ± 1.9 a	9.0 ± 0.0 a	1.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0 a
試験区2	2112.5 ± 154.8 b	302.0 ± 25.5 b	14.3 ± 0.9 b	1.0 ± 0.0 b	1.0 ± 0.0	5.0 ± 1.8 b

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

調査日：試験区1 R6.5.16 試験区2 R6.6.11

リュウホウ区が最も多かったが、全ての品種間で有意差は認められなかった。

分解調査結果を表7に示した。

主茎長はあきたみどりが全ての品種間で有意に長く、試験区1のリュウホウが最も短かった。分枝数は試験区1のリュウホウが最も高かったが、試験区1の品種間では有意差は認められず、試験区2のリュウホウが有意に低い値を示した。ダイズ1本あたり莢数及び莢重はあきたみどりが最

も多く、試験区2のリュウホウが最も少なかった。

ダイズ収量調査時の雑草収量はあきたみどりが最も少なかったが、試験区1の品種間で有意差は認められず、試験区2のリュウホウが有意に多くなった（表8）。

雑草の種類はノビエ、ギシギシ、イヌタデ、ワルナスビ、アメリカセンダングサ等であった。

表5 ダイズ草丈

試験区	ダイズ品種	草丈 (cm)		
		R6. 7. 24	R6. 8. 20	収穫時※
試験区 1	リュウホウ	58.3 ± 4.0 a	76.2 ± 6.4 a	77.9 ± 4.5 a
	タチナガハ	72.0 ± 7.2 b	97.5 ± 5.5 b	97.2 ± 5.8 b
	あきたみどり	82.6 ± 0.8 c	108.5 ± 3.6 b	109.4 ± 2.2 c
試験区 2	リュウホウ	51.3 ± 4.1 ad	82.5 ± 9.3 ac	82.4 ± 5.1 ad

平均±標準

異符号間に異なる符号間に有意差あり (P<0.05)

※試験区1リュウホウ：R6. 10. 3, タチナガハ：R6. 10. 25, あきたみどりR6. 10. 25

試験区2：R6. 10. 25

表6 ダイズ収量

試験区	ダイズ品種	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)	本数 (本/10a)
試験区 1	リュウホウ	1000.0 ± 217.9 a	312.2 ± 74.1 a	31.1 ± 0.7 ac	5666.7 ± 3055.1
	タチナガハ	1183.3 ± 236.3 a	387.5 ± 70.7 a	32.8 ± 1.0 ab	5333.3 ± 1154.7
	あきたみどり	2733.3 ± 678.8 b	923.0 ± 229.0 b	33.8 ± 0.4 b	7333.3 ± 2081.7
試験区 2	リュウホウ	466.7 ± 275.4 a	144.3 ± 84.3 a	31.2 ± 1.0 c	7333.3 ± 2886.8

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり (P<0.05)

調査日 試験区1リュウホウ：R6. 10. 3, タチナガハ：R6. 10. 25, あきたみどりR6. 10. 25

試験区2：R6. 10. 25

表7 ダイズ分解調査結果

試験区	ダイズ品種	主茎長 (cm)	分枝数 (本)	莢数 (個/本)	莢重 (g/本)
試験区 1	リュウホウ	40.4 ± 1.9 ad	4.6 ± 0.3 a	20.7 ± 7.0 ab	28.7 ± 7.6 a
	タチナガハ	57.1 ± 9.0 b	4.0 ± 0.3 a	27.0 ± 10.5 ab	34.8 ± 16.3 a
	あきたみどり	70.8 ± 5.0 c	4.1 ± 0.1 a	44.5 ± 22.6 b	88.8 ± 28.2 b
試験区 2	リュウホウ	42.2 ± 6.8 d	1.3 ± 0.4 b	5.3 ± 2.5 a	8.1 ± 5.5 a

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり (P<0.05)

調査日 試験区1リュウホウ：R6. 10. 3, タチナガハ：R6. 10. 25, あきたみどりR6. 10. 25

試験区2：R6. 10. 25

表8 ダイズ雑草収量

試験区	ダイズ品種	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)
試験区 1	リュウホウ	7833.3 ± 1258.3 a	1967.3 ± 394.9 a
	タチナガハ	4333.3 ± 577.4 a	1435.6 ± 348.1 a
	あきたみどり	4000.0 ± 2179.4 a	1213.6 ± 280.3 a
試験区 2	リュウホウ	17666.7 ± 4310.8 b	4343.2 ± 936.7 b

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)調査日 試験区 1 リュウホウ : R6. 10. 3, タチナガハ : R6. 10. 25, あきたみどり R6. 10. 25
試験区 2 : R6. 10. 25

4. 飼料成分分析結果

IRG の飼料成分分析結果を表9に示した。

水分, 粗蛋白質, 粗脂肪, 粗灰分, TDN は試験区 2 が有意に高く, NDFom および ADFom は試験区 2 が有意に低い値を示した。

ダイズの一般成分分析結果を表10に示した。

水分は試験区 1 のリュウホウと試験区 2 が有意に高い値を示した。粗蛋白質は試験区 2 が有意に低く, 試験区 1 の品種間では有意差は認められなかった。粗灰分は試験区 1 のタチナガハが最も高く, その他の品種で有意差は認められなかった。NDFom および ADFom は試験区 1 のリュウホウが有意に低く, その他の品種間に有意差は認められなかった。TDN は試験区 1 のリュウホウが

有意に高く, その他の品種に有意差は認められなかった。

試験区 1 における実際に収穫したダイズ WCS の飼料成分分析結果を表11に示した。

水分および粗蛋白質はあきたみどりが最も高く, 粗脂肪はリュウホウが最も低く, タチナガハとあきたみどりは同等であった。

粗灰分, NDFom 及び ADFom はリュウホウが最も高く TDN はタチナガハが最も高かった。

雑草の飼料成分分析結果を表12に示した。

水分, 粗灰分, ADFom において全ての品種間で有意差は認められなかった。

粗蛋白質含量はあきたみどりが有意に高く, 試験区 2 が有意に低かった。

表9 イタリアンライグラス飼料成分

	飼料成分 (DM%)						
	水分	粗蛋白質	粗脂肪	粗灰分	NDFom	ADFom	TDN
試験区 1	82.5 ± 1.3 a	5.9 ± 0.5 a	2.2 ± 0.1 a	5.7 ± 0.2 a	53.1 ± 2.1 a	32.4 ± 1.6 a	74.6 ± 3.2 a
試験区 2	87.4 ± 0.9 b	16.9 ± 1.2 b	4.5 ± 0.1 b	11.5 ± 0.7 b	42.2 ± 1.0 b	24.1 ± 0.9 b	81.4 ± 1.4 b

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

表10 ダイズ飼料成分

	飼料成分 (DM%)							
	水分	粗蛋白質	粗脂肪	粗灰分	NDFom	ADFom	TDN	
試験区 1	リュウホウ	72.8 ± 0.7 a	22.9 ± 1.0 a	3.2 ± 0.2	7.4 ± 0.2 a	42.0 ± 0.8 a	24.0 ± 0.9 a	75.4 ± 0.4 a
	タチナガハ	70.3 ± 1.0 b	21.5 ± 0.4 a	3.1 ± 0.1	8.2 ± 0.3 b	45.3 ± 1.0 b	27.1 ± 1.1 b	73.6 ± 0.8 b
	あきたみどり	69.5 ± 0.4 b	22.5 ± 1.0 a	4.1 ± 0.7	7.0 ± 0.2 a	46.0 ± 0.9 b	28.1 ± 1.2 b	72.8 ± 1.2 b
試験区 2	72.5 ± 0.9 a	19.4 ± 0.8 b	3.6 ± 0.6	6.8 ± 0.6 a	46.6 ± 0.7 b	27.3 ± 0.7 b	72.9 ± 0.6 b	

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

表11 ダイズWCS実ロール飼料成分

		飼料成分 (DM%)						
		水分	粗蛋白質	粗脂肪	粗灰分	NDFom	ADFom	TDN
試験区 1	リュウホウ	71.7	18.7	3.4	8.3	51.5	32.9	70.2
	タチナガハ	67.7	18.8	4.2	8.0	48.1	30.0	71.7
	あきたみどり	72.8	22.1	4.2	7.4	45.2	30.4	71.5

表12 雑草飼料成分

		飼料成分 (DM%)					
		水分	粗蛋白質	粗灰分	NDFom	ADFom	
試験区 1	リュウホウ	78.1 ± 1.0	11.3 ± 0.4 a	13.3 ± 1.2	54.8 ± 2.5 a	37.6 ± 1.5	
	タチナガハ	69.8 ± 9.8	11.9 ± 0.7 a	12.6 ± 1.4	54.4 ± 5.3 a	37.8 ± 4.0	
	あきたみどり	70.0 ± 8.3	13.7 ± 1.5 b	10.0 ± 0.6	58.5 ± 4.9 a	40.3 ± 5.5	
	試験区2	78.2 ± 0.9	8.8 ± 0.7 c	10.1 ± 3.3	68.8 ± 4.9 b	43.5 ± 2.6	

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

考 察

前報で IRG によるリビングマルチの雑草抑制効果と、IRG の収量確保が雑草の抑制効果を高める事を報告した。本試験においても IRG 収量の低い試験区2の雑草収量が高く、雑草抑制効果が低かった。また、雑草抑制効果の低かった試験区2の方がダイズの収量も低くなった。

東北における牧草の春播種は、秋播種と比較して雑草の競合が多く、雑草による牧草生育の阻害から1番草の収量が落ちることが報告されており(酒井ら 1966)、草種は異なるものの、本試験でも同様の傾向が見られている。

春播種において雑草との競合を避けるためには、できるだけ早く播種することが望ましいが、秋田県は降雪期間が80日～100日あり、根雪期間も長い地域は140日という多雪地帯であり(小島 1966)、根雪期間の長い地域では春作業は雪解けを待たないと実行できないため、春播種を早く行うことが困難である。このことから、秋田県において IRG をリビングマルチとして利用するためには、春播種よりも秋播種の方が適している

と考えられる。

しかし IRG は耐雪性が低く、積雪地での越冬が困難な草種(岡部ら 1972, 農林水産省生産局)とされるため、秋田県内で秋播種するためには耐雪性品種の利用が望ましい。根雪期間が80日以内の地域であれば「クワトロ- TK5」(久保田ら 2017)、根雪期間が80日以上120日以内の地域では「ナガハヒカリ」(小林ら 1992)の利用が推奨される。本試験においても「ナガハヒカリ」を供試した。

本試験におけるダイズの収量は品種としてはあきたみどりが最も多く、秋田県で最も作付されている品種のリュウホウは最も低い結果となった。なお、魚住ら(2017)はダイズの乾物収量は420kg～590kg/10aであると報告しているが、本試験においてこの収量を上回ったのは試験区1のあきたみどりのみであった。

また、雑草収量の最も高かった試験区2のダイズ収量は他の品種より大幅に低く、雑草の乾物重とダイズの収量の間には負の相関関係が認められたとする三浦ら(2008)の報告や、前報の結果と

一致している。

雑草の収量については、分解調査において、試験区2のリュウホウの分枝数が極端に少なかったことから、雑草との競合によるダイズの生育阻害で分枝数が抑制され、ダイズが地面を被陰することが出来なかったことで、更に雑草の繁茂につながったと考えられる。

飼料分析の結果、IRGの粗蛋白質やTDNは試験区2の方が有意に高く、栄養面では試験区2のほうが優れていた。これは、収穫時に試験区1のIRGが穂揃い期であったため、栄養価が低下したものと考えられる。IRGの飼料利用を考えるとすれば、秋播種のIRGは本試験より早めの収穫が望ましい。

ダイズの分析結果では、試験区2の粗蛋白質含量が有意に低くなった。これは試験区2の分枝数が少なかったため、植物体そのものの生育が劣り、莢数や莢重が有意に低かったことが原因であると考えられる。

また、試験区1の粗蛋白質含量は全ての品種で20%を超えていたが、実際に収穫したWCSの分析値では、あきたみどりはほぼ変わらなかったが、リュウホウとタチナガハは19%を下回った。これは、粗蛋白質が11.0%程度の雑草収量が多かったことに加え、あきたみどりと比較して10aあたりのダイズ本数が少なかったためと考えられる。ダイズWCSはダイレクトカットで雑草も含めて収穫するため、雑草が多いと収穫物全体の粗蛋白質を下げってしまう恐れがある。しかし、本試験ではあきたみどりのようにダイズの本数を確保することで粗蛋白質含量を確保することが示されたため、ダイズの発芽率向上と苗立ちの確保が重要である。

以上より、秋田県においてIRGをリビングマルチとしてダイズを栽培するには、春播種より前年秋播種が適していることが示唆された。

しかし、栄養成分確保の観点からダイズの発

芽率や苗立ち率を改善する必要がある。本試験では不耕起でダイズを播種しているが、不耕起播種は圃場の凹凸や土壌の硬さによって播種にムラがあり、播種時のロスが多い。本試験でも播種量19,000粒/10aに対して収穫時のダイズ本数は多くても7,000本/10a程度と播種量の半分も満たしていないことから、不耕起播種以外の播種方法の検討が必要である。

また、秋田県では秋播種の適期にあたる9月中旬～下旬は稲刈りの時期に当たることから、導入する経営体の作付体系によっては春播種が必要な場合も考えられる。本試験ではIRGをリビングマルチとして利用したが、ダイズのリビングマルチとしてヘアリーベッチ（魚住ら, 2018）や、オオムギ（三浦ら, 2005）、コムギ（辻ら 2005）等様々な草種の雑草抑制効果が報告されており、IRG以外の草種が、本県の春播種に適する可能性もあるため、IRG以外の草種についてリビングマルチとしての栽培特性や収量性の検討が必要である。

引用文献

- 自給飼料品質評価研究会. 2009. 粗飼料の品質評価ガイドブック. 三訂版. 社団法人日本草地畜産種子協会, 東京.
- 小林真, 田瀬和浩, 江柄勝雄. 1992. イタリアンライグラス新品種「ナガハヒカリ」の育成. 北陸農業試験場報告. 34号, 141-154
- 小島忠三郎. 1966. 森林の雪害と雪の気候. 森林立地. 7(2), 11-24.
- 久保田明人, 上山泰, 藤森雅博, 米丸淳一, 秋山征夫. 2017. 耐雪性に優れたイタリアンライグラス (*Lolium multiflorum* Lam.) 新品種「クワトロ-TK5」の育成. 農研機構研究報告 東北農研. (119), 17-27.
- 三浦重典, 小林浩幸. 2008. ダイズのリビングマルチ栽培に利用するムギ類の品種と雑草抑制効果との関係. 農作業研究. 43(4), 207-212.

- 三浦重典, 小林浩幸, 小柳敦史. 東北地域における秋播き性オオムギを利用したダイズのリビングマルチ栽培. 日本作物学会記事. 74 (4), 410-416.
- 農林水産省生産局. 2018. 草地管理指標—草地の管理作業及び草地の採草利用編—, 63. 社団法人日本草地畜産種子協会, 東京.
- 小原繁男. 1964. 牧草と園芸. 第12巻第3号. 1. 雪印種苗株式会社, 北海道
- 岡部俊, 吉岡昌二郎, 土屋茂. 1972. イタリアンライグラスにおける耐雪性の品種・系統間差異. 日本草地学会誌. 18 (2), 130-132.
- 酒井博, 佐藤徳雄, 藤原勝見. 1966. 春播および秋播牧草に対する除草剤の利用. 雑草研究 No5, 118-123.
- 辻博之, 大下泰生, 渡辺治郎, 奥野林太郎. 2005. コムギによるリビングマルチがダイズ生産と雑草抑制に及ぼす影響. 農作業研究. 40 (2), 79-88
- 魚住順, 嶺野英子. 2017. 飼料増産広報誌 グラス&シード. 39号. 1-7. 一般社団法人 日本草地畜産種子協会, 東京
- 魚住順, 出口新, 内野宙, 嶺野英子. 2018. ヘアリーベッチ (*Vicia villosa* Roth) を用いたリビングマルチによる飼料用ダイズ (*Glycine max* (L.) Merr.) の雑草防除. 日本草地学会誌. 64 (2), 81-90.
- 谷津英樹. 2016. 牧草と園芸. 第64巻第2号. 15-18. 雪印種苗株式会社, 北海道
- 由利奈美江, 戸石岳, 佐藤楓. 2025. 秋田県におけるイネ科牧草をリビングマルチとした飼料用ダイズ栽培技術の確立 (第1報). 秋田県畜産試験場研究報告. 第39号, 18-26

飼料作物奨励品種選定試験

— 飼料用イネ（令和6年度） —

由利奈美江・戸石 岳・佐藤 楓

要 約

飼料用イネについて本県の環境に適応した能力の高い品種を秋田県飼料用イネ奨励品種として選定するため、飼料用イネ専用品種として育成された「夢あおば」、「つきはやか」、「つきすずか」について、生育、収量および栄養成分について調査した。

乾物収量は「夢あおば」が最も多かった。しかし、同品種は穂重割合が高いため、茎葉収量は最も少なくなり、茎葉乾物収量は「つきすずか」が最も多かった。

「つきはやか」は籾の少ない品種への要望に応えることが可能で、県内の栽培体系にも適している品種であり、「つきすずか」は熟期は遅いが収量が多く、予乾体系での収穫に適していることが示唆されたため、次年度も「つきすずか」及び「つきはやか」の試験を継続することとした。

緒 言

秋田県におけるイネホールクロップサイレージ（イネ WCS）用イネの令和6年度作付面積は1,367 haであり、全国12位と有数の産地である（農林水産省2024）。しかし、品種の構成割合をみると「あきたこまち」の作付けが68.2%と最も多く、飼料用イネ専用品種の作付けは少ない（表1）。食用品種は窒素の施肥によって精米中の蛋白質が増加し、食味を低下させる（石間ら 1974, 山下ら 1974）ことから、出穂以降の追肥を行わず、元肥での施肥量は窒素で5～7 kg/10a（秋田県 2024）と施肥量は多くない。しかし、イネ WCSにおいては多収が求められるため、飼料用イネ専用品種は多肥でも倒伏しにくい特性を持つものが多い（一般社団法人 日本草地畜産種子協会 2020）。今後、飼料用イネの普及定着をさらに図り、生産コストの低減により経営を安定させるためには食用品種に比べて多収性、耐病性、耐倒伏性に優れている飼料用イネ専用品種の普及が必要である。

また、イネ WCSに含まれる籾は、消化率が低く、

未消化の排泄籾は黄熟期収穫で40%を超えると報告もあり（新出 2010）、栄養価のロスが懸念されることから、畜産農家からも籾の少ない品種への要望がある。この問題を解決するため、茎葉収量が多く、穂が短く籾の少ない、短穂系品種が多数育成されている。そこで本試験は、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選定するために、飼料用イネ専用品種として育成されたもののうち、茎葉多収で短穂系の品種について栽培、調査を行った。

表1 秋田県内の稲WCS品種割合（令和2年度）

品種	面積 (ha)	割合
あきたこまち	754	68.2%
ひとめぼれ	70	6.4%
ゆめおぼこ	49	4.4%
※ 夢あおば	48	4.4%
※ べこごのみ	41	3.7%
※ つきすずか	40	3.6%
めんこいな	28	2.6%
※ 秋田63号	25	2.3%
※ べこあおば	9	0.8%
秋のきらめき	8	0.7%
ぎんさん	6	0.5%
その他	28	2.5%
総計	1,106	

県畜産振興課調べ

※ 飼料用専用品種

材料および方法

1 試験期間

令和6年5月10日～9月2日

2 試験ほ場概要

試験圃場は横手市の生産者圃場を使用し、1筆70aの圃場内に3品種を作付けた。

3 栽培概要

栽培方式は潤土直播とし、種子予措として、カルパーコーティングした種子を用いた。播種は令和6年5月10日に播種量2.8kg/10aで行い、収穫は全品種9月2日にダイレクトカットで収穫した。

施肥は窒素8.2kg/10a、リン酸3.1kg/10a、カリ2.5kg/10aを全量基肥で投入し、追肥は行わなかった。

4 供試品種

奨励品種に登録されている「夢あおば」を標準品とし、「つきすずか」「つきはやか」の3品種を供試した。

5 生育及び収量調査

各品種1m×2列の調査区を、水口側と水尻側の2カ所設置し、生育調査および収量調査を実施した。

生育調査は、6月25日、7月4日、7月16日、7月25日の4回実施した。

調査項目は、草丈、茎数及び葉色（SPAD値）で、SPAD値は葉緑素計（SPAD-502 コニカミノルタ）を用いて計測した。

収量調査は9月2日に調査区で草丈、桿長、穂

長について測定した。調査区とは別の列から1mを10束刈取りし、水分、収量、穂数、穂重を調査した。水分は収穫した試料を60℃で48時間通風乾燥し、室温で24時間静置後の重量と乾燥前の重量から算出した。

6 飼料成分分析

収穫したロールを令和6年12月17日に開封し、分析試料を採取した。採取試料を60℃で48時間通風乾燥し、室温で24時間静置後1mmメッシュを通過したものを分析に供した。

測定項目は水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗灰分、中性デタージェント繊維（NDFom）、酸性デタージェント繊維（ADFom）、細胞内容物（OCC）、細胞壁物質（OCW）、低消化性繊維（Ob）で、全て近赤外分析（NIRSystems Model-6500 ニレコ）にて分析を行った。

結 果

1 栽培期間中の気象の特徴

栽培期間中の気象概況として、気象庁のアメダス横手観測所から取得した旬別気象データを図1に示した。

平均気温は、播種直後は平年より高かったが、5月下旬から6月上旬までは低く、その後は概ね高く推移した。

降水量は7月上旬及び7月下旬に大雨の日があったが、概ね平年より少なかった。

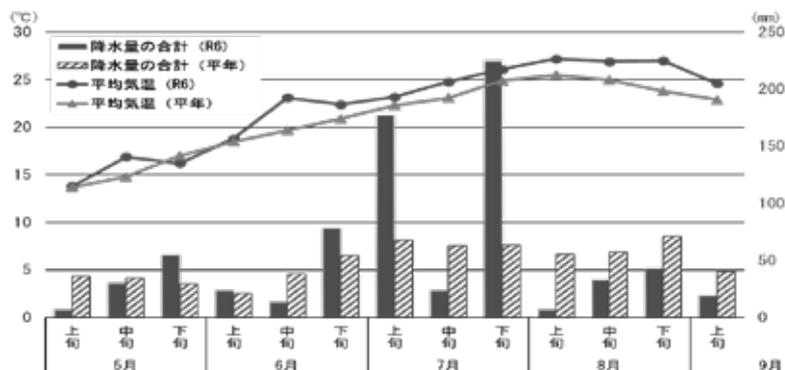


図1 栽培期間中の気象概況

2 生育および収量調査

生育調査の結果を表2に示した。

草丈は調査期間通して「夢あおば」が最も低い値を示し、「つきすずか」「つきはやか」は同等であった。7月25日時点で最も短かったのは「夢あおば」であった。

茎数は7月4日までは「つきすずか」が最も多かったが、7月16日以降は「夢あおば」が最も多かった。

SPAD値は7月4日には「つきすずか」が最も高かったが、7月16日以降は「つきはやか」が最も高い値を示した。

収量調査の結果を表3に示した。

出穂日は「夢あおば」が8月8日、「つきはやか」が8月10日で、「つきすずか」は調査日の9月2

日時点で出穂していなかった。調査時の熟期は「夢あおば」と「つきはやか」が糊熟期に達しており、「つきすずか」は穂孕み期まで到達していなかった。

草丈および稈長は「つきはやか」が最も長くなったが、穂長は「つきはやか」が「夢あおば」より短かった。現物収量は「つきすずか」が最も多かったが、水分含量も最も高かったため、乾物収量は「夢あおば」が最も多くなった。

乾物収量全体に占める穂の割合は、出穂していなかった「つきすずか」は0%だが、「夢あおば」が39.7%と最も高く、「つきはやか」は22.2%であった。

全体乾物収量のうち乾物穂割合から算出した茎葉収量は「つきすずか」が最も多く、「夢あおば」は最も少なかった(図2)。

表2 生育調査

品種	6月25日			7月4日			7月16日			7月25日		
	草丈 cm	茎数 本/m ²	SPAD									
夢あおば	30.2	123.0	36.3	37.7	164.0	40.1	67.0	216.0	40.1	79.8	315.0	46.4
つきはやか	32.1	88.0	39.9	39.5	109.0	41.5	69.8	130.0	41.5	85.9	190.0	47.5
つきすずか	32.9	150.0	40.6	39.2	171.0	40.9	68.9	191.0	40.9	85.5	306.0	45.4

表3 収量調査

品種名	出穂日	調査日	熟期	草丈 cm	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m ²	収量(kg/10a)		水分 %	乾物穂 割合%
								現物	乾物		
夢あおば	8月8日	9月2日	糊熟期	108.5	66.1	19.5	282.5	2847.8	1025.0	63.0	39.7
つきはやか	8月10日	9月2日	糊熟期	119.1	77.5	17.7	218.8	2453.7	896.0	63.1	22.2
つきすずか	-	9月2日	出穂前	117.3	-	-	-	3726.7	887.6	76.2	0.0

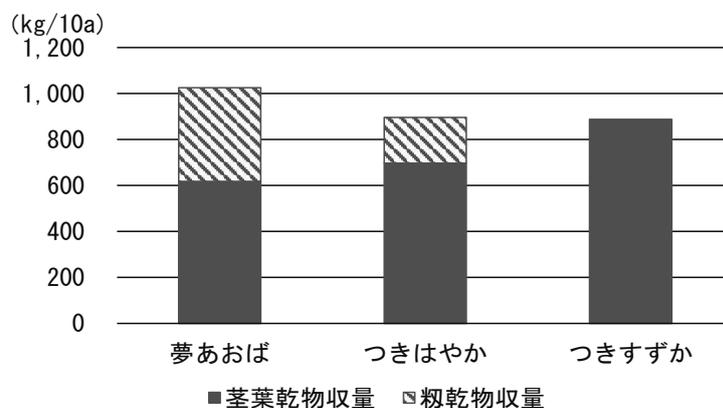


図2 茎葉乾物重と籾乾物重の割合

表4 飼料成分

	水分 (%)	飼料成分 (DM%)									
		粗蛋白質	粗脂肪	粗灰分	NDFom	ADFom	OCC	OCW	Ob	Oa	TDN
夢あおば	64.0	10.2	4.4	11.3	51.8	30.8	35.8	55.6	49.2	6.4	51.4
つきはやか	54.2	7.0	4.0	13.0	46.0	27.8	41.1	46.7	41.7	5.0	49.8
つきすずか	76.3	10.1	4.0	16.5	61.8	36.1	25.7	61.5	55.5	5.9	47.8

3 飼料成分分析

飼料成分分析の結果を表4に示した。

水分含量は「つきすずか」が最も高くなった。

粗蛋白質は「つきはやか」が最も低く、「夢あおば」と「つきすずか」はほぼ同等であった。「夢あおば」「つきすずか」の粗蛋白質は10%以上であったが、「つきはやか」は7%程度であった。

粗脂肪は「夢あおば」が最も高くなった。

粗灰分、NDFom、ADFom、OCW、Obは全て「つきすずか」が最も高い値を示したが、OCCは「つきはやか」が最も高くなった。

TDNは「夢あおば」が最も高い値を示した。

考 察

県内において最も作付けされているイネ WCS 用専用品種は「夢あおば」である。

「夢あおば」は北陸地域で秋雨を避け、「コシヒカリ」の収穫前に収穫することを目的に育成された早生品種であり（三浦ら 2006）、北陸と同様に、食用米の収穫前にイネ WCS の収穫を行う秋田県の作業体系に即した品種として定着している。

しかし、「夢あおば」は食用米の収穫始期までに黄熟期に達するが、穂重型であり、茎葉乾物収量は低いことが報告されている（由利ら 2018）。

一方「つきはやか」は10月以降の気候が安定しない東北の日本海側で、9月に収穫することを目的に育成された品種である（中込ら 2022）。

前述したとおり、籾の少ない品種が求められているが、これまで育成されてきた極短穂系品種の多くは中生から晩生であり、早生品種がなかった

ことで県内での普及が進んでいなかった。「つきはやか」は「夢あおば」と同時期に収穫が可能であり、穂の割合も半分程度であることが本試験で確認されたため、県内での普及が見込める品種である。また、「つきすずか」は関東以西の温暖地や暖地を適地とする極晩生品種であるため（中込ら 2018）出穂が遅く、水分含量も高いことから、食用水稻より前に収穫するには適していないが、茎葉収量が高い品種であり、モアで刈取り、予乾して収穫する体系に適していると考えられる。

次年度も引き続き「つきはやか」及び「つきすずか」を飼料作物奨励品種候補として試験を継続することとする。

文 献

- 秋田県. 2024. 稲作指導指針. 41-45. 秋田県, 秋田.
- 一般社団法人 日本草地畜産協会. 2020. 稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル. 第7版. 6-10. 一般社団法人 日本草地畜産種子協会, 東京.
- 石間紀男, 平宏和, 平春枝, 御子柴穆. 1974. 米の食味におよぼす窒素施肥および精白中の蛋白質含量率の影響. 食品総合研究所研究報告. 29, 9-15
- 三浦清之, 上原泰樹, 小林陽, 太田久稔, 清水博之, 笹原英樹, 福井清美, 小牧有三, 大槻寛, 後藤明俊, 重宗明子. 2006. 水稻新品種「夢あおば」の育成. 中央農業総合研究センター研究報告. 7, 1-23.

- 中込弘二. 2020. ホールクroppサイレージ用極短穂イネ品種の開発と普及状況. 日本草地学会誌. 66, 42-45
- 中込弘二, 出田収, 重宗明子, 松下景, 春原嘉弘, 石井卓朗, 飯田修一. 2018. 縞葉枯病抵抗性で糖含有率が高い稲発酵粗飼料専用品種「つきすずか」の育成. 農研機構研究報告 西日本農業研究センター. 18, 41-51.
- 中込弘二, 笹原英樹, 重宗明子, 新井亨, 出田収, 松下景, 石井卓朗, 飯田修一. 2022. 短穂性で縞葉枯病抵抗性の発酵粗飼料用イネ品種「つきはやか」と「つきあやか」の育成および特性. 育種学研究. 24, 28-34.
- 農林水産省. 2024. 農林水産省農産局ホームページ: 令和6年産の水田における作付状況について, 農林水産省. 東京都. [2024,12,24 引用]. URL: https://www.maff.go.jp/j/press/nousan/s_taisaku/attach/pdf/241011-3.pdf.
- 新出昭吾. 2010. 乳牛における飼料イネ WCS 給与と課題. 日本草地学会誌. 55, 365-372.
- 山下鏡一, 藤本堯夫. 1974. 肥料と米の品質に関する研究 2 窒素肥料が米の食味, 炊飯特性, デンプンの理化学的性質等に及ぼす影響. 東北農業試験場研究報告. 48, 65-79.
- 由利奈美江, 佐藤寛子, 渡邊潤. 2018. 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. 秋田県畜産試験場研究報告. 32, 9-13.

ロボットトラクタを使用した自給飼料生産における省力効果の検証

戸石 岳・西野 瞭*・佐藤 楓

*現：秋田県農林水産部畜産振興課

要 約

自給飼料生産における、無人作業が可能なロボットトラクタを導入した際の省力効果について試験場内のは場で検証した。ロボットトラクタには作業機との相性があるため、全ての作業を置き換えることは困難であり、置き換えが可能な作業であっても、作業時間の短縮は図れなかった。しかし、ロボットトラクタを用いた協調作業を行うことにより、作業人員の削減や、作業時間の短縮が可能であることが示唆された。また、作業精度は有人作業と同等以上であり、ロボットトラクタの利用により一定の精度を保った作業が可能なことを確認できた。ロボットトラクタによる自給飼料生産は、省力化及び精度の向上が期待できる。

緒 言

秋田県内の畜産業は生産者の高齢化や後継者不足により、肉用牛、乳用牛ともに飼養戸数は減少しているが、大規模畜産団地の進展により、1戸当たりの飼養頭数は増加傾向にある(図1, 2)。飼養頭数の増加に伴い、粗飼料の確保が必要となっているが、輸入粗飼料価格は、ウクライナ情勢や為替相場の影響により高止まり状態が続いており(図3)、輸入飼料に依存しない自給飼料生産への期待は大きい。

しかし、限られた労働力で自給飼料生産と飼養管理の両立は困難であり、生産面積の拡大による適期作業の遅れが、飼料作物の収量や品質の低下を招く恐れもある。

こうした労働力不足を背景とした問題は、飼料生産の現場にとどまらず農業全体が直面している。中川(2017)によると2050年までに世界中で農業生産者は10%以上減少すると予想され、このような課題に対して、農業機械のロボット化が提案されている。2017年3月には、農林水産省を中心に「農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン」がまとめられ、農機メーカー

はこのガイドラインに沿ったロボットトラクタの開発を進め、2018年秋から販売が始まっている(岡本2020)。ロボットトラクタ等を含む自動操舵システムの平成20年から令和6年までの累計出荷台数は全国で38,760台であり(北海道2025)、全国的に普及が進んでいる。秋田県においても水田や畑地での導入事例はあるが、飼料作物での利用は少ないのが現状である。

そこで、県内畜産農家の労働力不足の解消や、自給飼料の品質向上のため、自給飼料生産における、ロボットトラクタ導入による省力効果について調査した。

材料および方法

1. 供試機械

本試験にはロボットトラクタ1台(ヤンマー・YT5113A)を使用した。

本機は事前に設定した経路に沿って無人の状態で行き、ステアリング操作やPTO入・切、車速調整など様々な作業の自動化が可能である。また、衛星および地上の基地局からの情報により、誤差数cmの高い精度で位置情報を把握して作業

を行い、危険を察知した際は自動で停止する機能が備わっている。

各試験の供試機械を表1に示した。

2. 作業時間調査

ロボットトラクタによる無人作業を実施する区

をロボトラ区、有人のトラクタによる作業を実施する区を有人区とし、次の各作業について作業時間を比較した。

なお、試験は全て畜産試験場内のほ場で実施した。

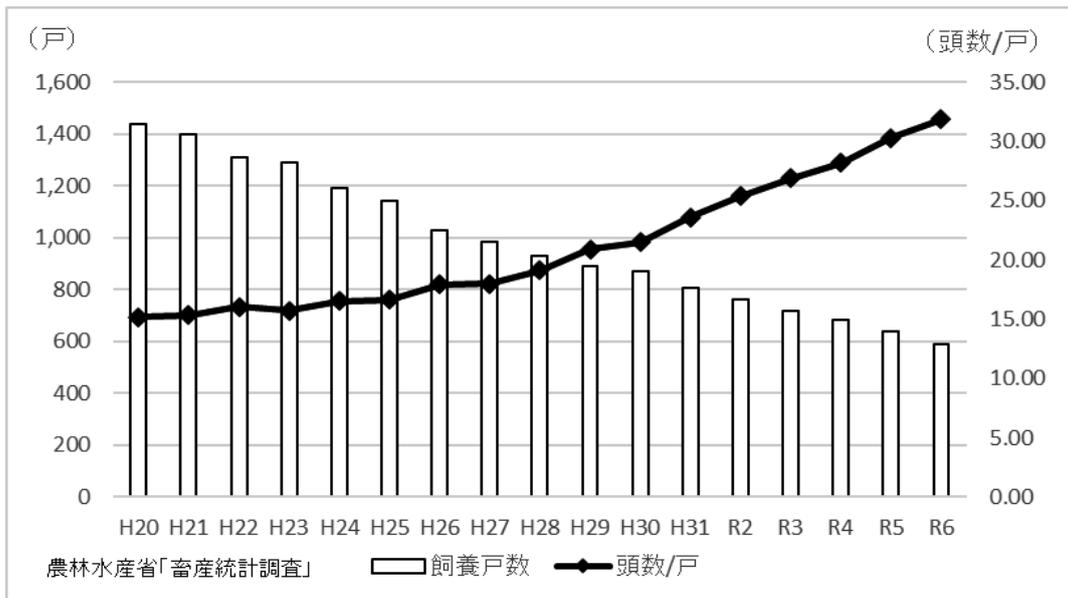


図1. 秋田県における肉用牛の飼養状況

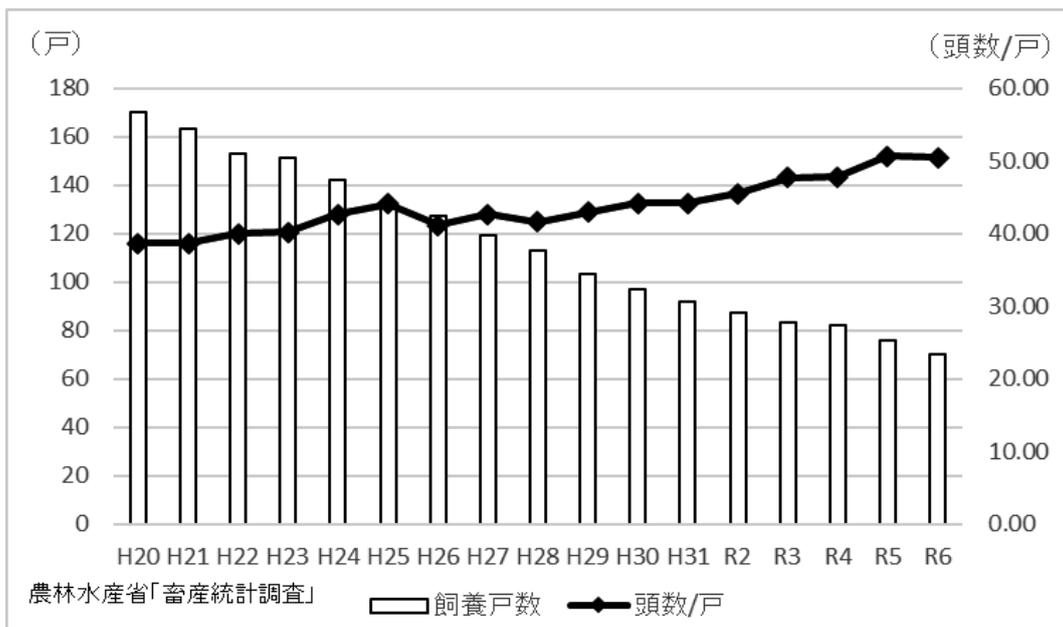


図2. 秋田県における乳用牛の飼養状況

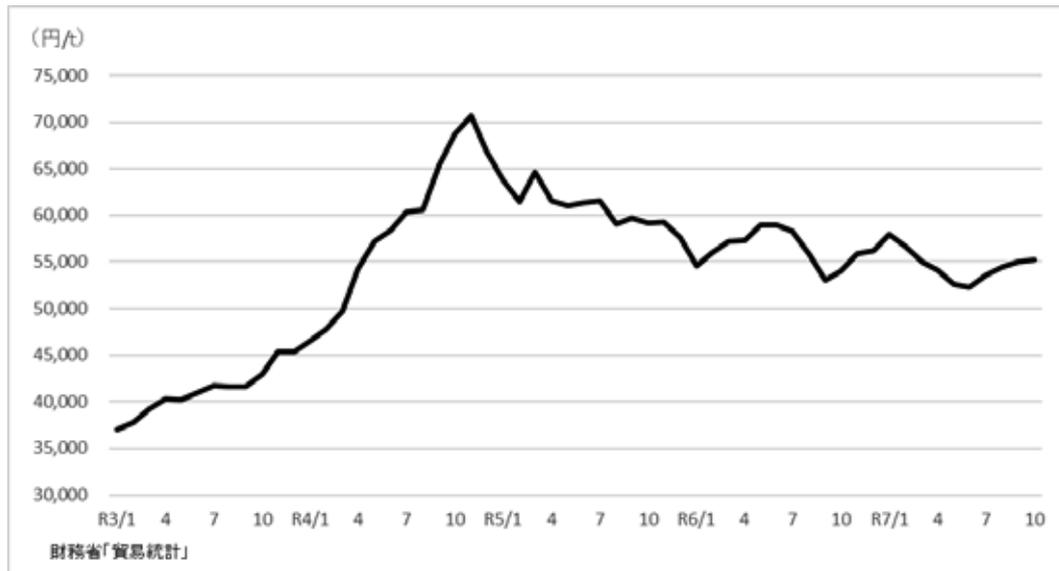


図3. 乾牧草の輸入価格の推移

表1 供試機械

試験名	作業	ロボトラ区		有人区	
		トラクタ	作業機	トラクタ	作業機
牧草刈取り作業	刈取	ヤンマー・YT5113A	Vicon・EX228	ニューホランド・T4.75	KUHN・FC300G
協調作業によるトウモロコシ播種作業	播種	ヤンマー・YT5113A	アグリテックノ矢崎・NTP-2	ヤンマー・YT5113A	アグリテックノ矢崎・NTP-2
	鎮圧	ニューホランド・T4.75	ニプロ・PK502	ニューホランド・T4.75	ニプロ・PK502
協調作業による土壌改良資材散布作業	散布	ヤンマー・YT5113A	SASAKI・ML246D	ヤンマー・YT5113A	SASAKI・ML246D
	整地	ジョンディア・6620	MASCHIO・FRESA C280	ジョンディア・6620	MASCHIO・FRESA C280
協調作業による牧草反転作業	反転	ヤンマー・YT5113A	IHIアグリテック・MGT7510	ヤンマー・YT5113A	IHIアグリテック・MGT7510
		ジョンディア・6620	IHIアグリテック・MGT6210	-	-
協調作業による耕起作業	耕起	ヤンマー・YT5113A	スガノ農機・TY173	ヤンマー・YT5113A	スガノ農機・TY173
		ジョンディア・6620	スガノ農機・TY172	-	-
トウモロコシ播種作業	播種	ヤンマー・YT5113A	アグリテックノ矢崎・NTP-2	ヤンマー・YT5113A	アグリテックノ矢崎・NTP-2
薬剤散布作業	散布	ヤンマー・YT5113A	IHIアグリテック・MSP1010-10	ヤンマー・YT5113A	IHIアグリテック・MSP1010-10

①牧草刈取り作業

各区のトラクタにモアを接続し、40aの面積を刈り取るのに要した時間を比較した。

②協調作業によるトウモロコシ播種作業

各区トラクタ2台を用い、20aの面積にトラクタ1台が播種を行った後、もう1台のトラクタがローラーで鎮圧を行うまでの作業時間を比較した。

ロボトラ区は作業員1名が播種作業を監視しながらもう1台のトラクタを操作して鎮圧を行う協調作業とした。

③協調作業による土壌改良資材散布作業

各区トラクタ2台を用い、13aの面積にトラク

タ1台がライムソーによる土壌改良資材の散布を行った後、もう1台のトラクタがロータリーによる作業を行うまでの作業時間を比較した。有人区は作業員2名が各トラクタを操作し、ロボトラ区は無人のロボットトラクタが散布を行い、作業員が監視しながらもう1台のトラクタを操作して作業を行う協調作業とした。

④協調作業による牧草反転作業

各区作業員1名が140aの面積をテッダによる牧草反転作業を行い、作業にかかる時間を計測した。有人区はトラクタ1台による作業、ロボトラ区は作業員1名が無人のロボットトラクタを監視

しながら、トラクタを操作して作業を行う2台の協調作業とした。

⑤協調作業による耕起作業

各区作業員1名が55aの面積をプラウによる耕起作業を行い、作業にかかる時間を計測した。有人区はトラクタ1台の作業、ロボトラ区は作業員1名が無人のロボットトラクタを監視しながら、トラクタを操作して作業を行う2台の協調作業とした。

3. 作業精度調査

ロボトラ区、有人区の各区で同じ作業を実施し、作業精度を比較した。

①トウモロコシ播種作業

トウモロコシ播種作業実施後、畝間および株間を調査した。

畝間は、無作為に5畝抽出し、各畝6カ所を計測した。株間は、畝に沿った2mを無作為に5カ所選び、その2m以内における種の落下位置を計測した。

②薬剤散布作業

各区それぞれの試験ほ場に、水分に反応して黄色から濃い青色に変化する感水紙（Syngenta社製20301-3N）を無作為に10カ所ずつ設置し、ブームスプレーヤーによる薬剤散布を実施した。散布後、回収した感水紙をスキャナーで取り込み、同面積になるようトリミングした画像を白黒化し、BMP形式の画像ファイルで保存した。Microsoft ExcelのVBAを用いて作成したプログラムにより、画像の白色及び全体のピクセル数をカウントし、トリミングした画像のピクセル数から白と黒の面積率を計測し、黒の面積率を薬剤の付着割合とした。

4. 作業適性

本試験の結果や、場内での自給飼料生産作業におけるロボットトラクタ利用実績から、ロボット

トラクタと各作業機の適性について検証した。

結 果

1. 作業時間

①牧草刈取り作業

牧草の刈取りに要した時間は有人区で2,227秒であり、ロボトラ区で2,416秒と同程度であった（図4）。

②協調作業によるトウモロコシ播種作業

トウモロコシ播種作業に要した時間は、有人区で1,730秒、ロボトラ区で2,001秒となり、作業時間は約15%増加し、作業時間の短縮にはならなかったが、作業員2名で行っている作業を1名に削減可能なことが確認された（図5）。

③協調作業による土壌改良資材散布作業

土壌改良資材散布作業に要した時間は、有人区で950秒、ロボトラ区で956秒となり、両区同程度であったが、作業員の削減が可能なが確認された（図6）。

④協調作業による牧草反転作業

牧草反転作業に要した時間は有人区で1,299秒、ロボトラ区で909秒となり、約30%の時間短縮となった（図7）。

⑤協調作業による耕起作業

耕起作業に要した時間は、有人区で1,614秒、ロボトラ区で841秒となり、約50%の時間短縮となった（図8）。

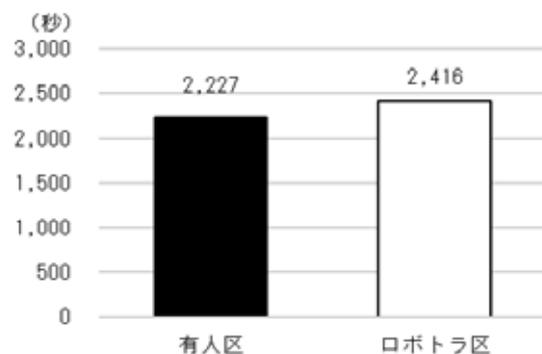


図4. 牧草刈り取り作業

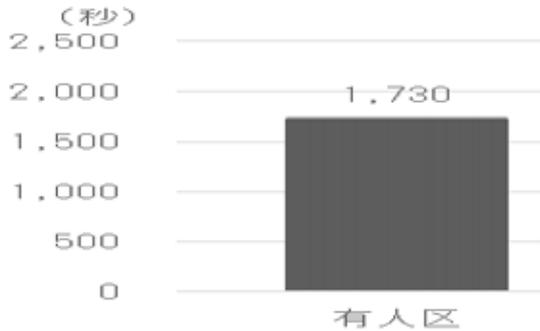


図5. トウモロコシ播種作業

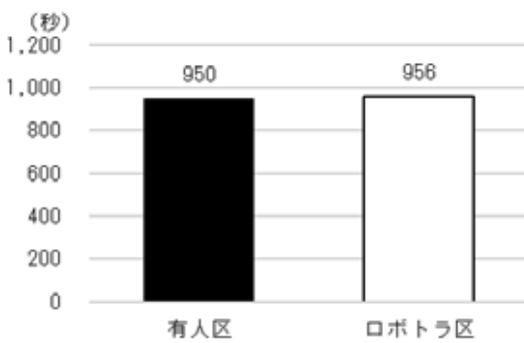


図6. 土壌改良資材散布作業

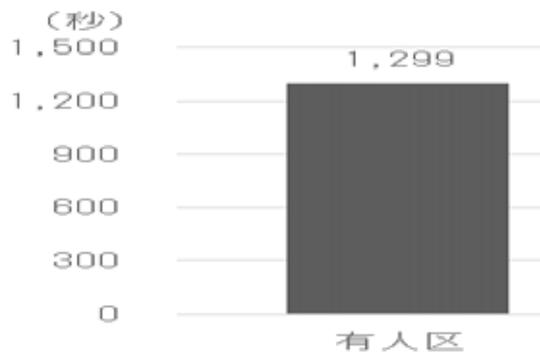


図7. 牧草反転作業

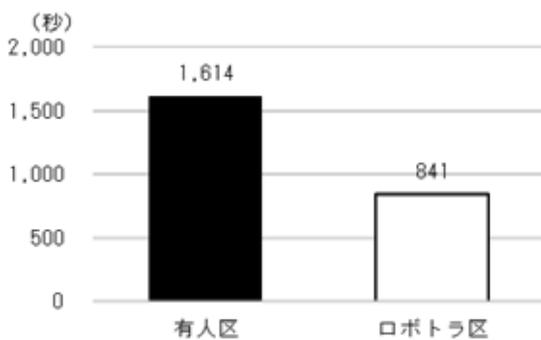


図8. 耕起作業

2. 作業精度

① トウモロコシ播種作業

表2にトウモロコシ播種作業における作業精度の調査結果を示した。

畝間における計測結果と播種機の設定値との誤差の平均は、ロボット区で1.7cm、有人区で4.9cmとロボット区の方が小さい値を示した。設定値との誤差が5cm以内に収まっている割合はロボット区の方が高くなった。

株間は、ロボット区で設定値との誤差が3.3cmと有人区の1.4cmに対して大きくなったが、誤差5cm以内に収まっている割合はロボット区の方が高く、畝間、株間ともにロボット区の方が播種のバラつきが少なく、高い精度で播種されていた。

② 薬剤散布作業

表3に感水紙による薬剤散布割合の調査結果を示した

薬剤の付着割合は両区とも高い割合を示したが、有人区では走行経路のずれから、薬剤の付着がない感水紙が見られた。有人による作業は作業者の目視によって走行経路が決定されるため、目印のないほ場では正確な走行が困難になることが

表2 播種精度

畝間	設定値	平均値	誤差	設定値との誤差
	(cm)	(cm)	(cm)	±5cm以内(%)
ロボット区	80.0	81.7	1.7	73.3
有人区	80.0	84.9	4.9	53.3
株間	設定値	平均値	誤差	設定値との誤差
	(cm)	(cm)	(cm)	±5cm以内(%)
ロボット区	18.0	21.3	3.3	81.6
有人区	18.5	19.9	1.4	68.6

表3 感水紙による薬剤散布割合

	1	2	3	4	5	6
ロボット区	97.3%	87.9%	98.5%	93.1%	96.9%	99.0%
有人区※	0.0%	97.7%	99.9%	98.0%	100.0%	96.3%
	7	8	9	10	平均	
ロボット区	95.2%	91.9%	97.9%	99.0%	95.7%	
有人区※	97.1%	98.9%	97.2%	99.8%	88.5%	

※有人区1はミスにより散布されなかった

あるが、衛星測位システムにより走行経路が設定されるロボットトラクタでは走行経路の逸脱といったミスが起こりにくいと考えられる。

3. 作業適性

表4及び表5にロボットトラクタと作業機の適性を示した

モア、テッダ、レーキ、ハロー、播種機は問題なく作業を行うことができた。マニュアルプレッダ、プラウ、ローラー、スプレーヤは作業中に油

表4 ロボットトラクタとの適性(牧草作業機)

作業内容	作業機械	ロボットトラクタ
刈取	モア	○
反転	テッダ	○
集草	レーキ	○
梱包	ロールベア	×
肥料散布	ブロードキャスタ	△
積み込み	ローダー	/
運搬	トラック	
格納	ローダー	

※ △:油圧操作等の操作のみ必要

表5 ロボットトラクタとの適性(トウモロコシ作業機)

作業内容	作業機械	ロボットトラクタ
堆肥散布	マニュアルプレッダ	×
プラウ耕	プラウ	△
碎土・整地	ディスクハロー ロータリーハロー	○
播種	播種機	○
鎮圧	ローラー	△
除草剤散布	スプレーヤ	△
収穫	ハーベスタ	×

圧などの有人操作が必要となり、無人による作業には課題が残った。ロールベアおよびハーベスタは牧草やトウモロコシの位置に合わせた経路の微調整が必要であり、マニュアルプレッダでは牽引式のため自動後退が困難で、ロボットトラクタには不向きと考えられた。

考 察

作業適性の検証結果から、ロボットトラクタと各作業機には相性があり、すべての作業の置き換えは困難であると考えられた。特に牽引式のマニュアルプレッダでは後退が困難であり不向きと

考えられたが、これは牽引式の作業機は旋回時の内輪差が生じやすく作業の困難性が高いとする須藤ら(2021)の報告とも一致する。

本試験では単独作業を、有人トラクタからロボットトラクタに置き換えても作業時間の短縮にはならなかったが、自動操舵の利用により旋回時間の短縮や旋回時の掛け合わせ幅の縮小が可能となり、作業時間が短縮されたとの報告もある(馬淵2016, 辻ら2019)。本試験で時間短縮効果が見られなかった要因として、試験は場の面積が小さく、旋回回数や掛け合わせ回数が少ないことから、時間短縮の効果が現れにくかった可能性が考えられる。本試験では、牧草刈取り作業で置き換えの検証を行ったが、別の作業や場面面積を変更して検証を行うことで、時間短縮になる可能性もある。

農林水産省が設置した「スマート農業の実現に向けた研究会」が設定した「農業機械の安全性確保の自動化レベル」において、現状のロボットトラクタはレベル2に分類されており、作業を目視で監視する作業員を配置する必要があるため、単独作業の置き換えにおいて作業時間の短縮が図られない場合、ロボットトラクタ導入のメリットは少ない。

しかし、作業員が監視者として監視しながらロボットトラクタとの協調作業を行うことで、作業人員の削減や、作業員1人当たりの作業量向上を見込むことができる。

本試験においても単独作業の置き換えでは時間短縮は見られなかったが、ロボットトラクタを活用した協調作業においては、播種作業及び土壌改良材散布作業で作業人員の削減が図られ、牧草反転作業で作業時間の短縮が確認できた。本試験では調査しなかったが、ロータリーレーキとロールベアヤ、モアコンディショナーとロータリテッダという組み合わせの協調作業も作業員1名での作業が可能と報告されている(須藤ら2021)。また、松本ら(2020)は、大規模水田作経営におい

では、農業ロボットによる協調作業の導入によって作業の省力化が図られ、経営面積の労働力的限界を伸ばせると考察している。これらのことから、自給飼料生産においてもロボットトラクタによる協調作業の活用によって省力化を図り、人件費の削減や生産面積の拡大を期待できる。

作業精度の試験からは、有人作業と同等以上の作業が可能なことや人為的なミスを防げることが確認できた。作業員の技量に関係なく一定の作業精度を確保出来るため、新規就農者等のトラクタ操作が不慣れな人が、自給飼料生産を始めの一助となることが期待できる。また、草地のような走行跡が見えづらい作業や、夕方や悪天候で視界が悪い状況でも正確な作業が可能になるという報告（馬淵 2016）や、オペレーターの精神的な負担を緩和するとの報告もあり（辻ら 2019）、作業効率の向上や、作業員の疲労軽減等ロボットトラクタ導入による生産者のメリットは大きいものと考えられる。

一方で、複数のは場をまたがって作業する場合はその都度使用者がほ場まで移動させ、作業の設定を変更し直す必要があり、時間と労力がかかる。このような理由から、ほ場を点在して持つ農家では導入の効果が薄れることも考えられる。このことをふまえ、令和7年2月28日に国土交通省は自動運行装置を備えることができる自動車として大型特殊自動車及び小型特殊自動車を追加する旨の道路運送車両の保安基準の改正を行った。それに伴い、農林水産省では「農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン」について、公道走行の実現を見据えて改訂に動いている。また、先述した農業機械の自動化レベルでレベル3に区

分される「遠隔監視により使用するロボット農機」も研究段階にあり、実用化を見据えて令和6年3月27日に上記ガイドラインの改正が行われている。今後これらの法規制の改訂と研究が進むことにより、ロボットトラクタの利便性は増していき、自給飼料のみならず、農業全体の省力化に寄与することが期待される。

引用文献

- 北海道農政部. 2025. 北海道庁ホームページ：農業用GNSSガイダンスシステム等の出荷台数の推移. 北海道農政部. 北海道. [2025.12.24引用]. URL：https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/gjf/a0007/b0003/smart_guidance.html
- 馬淵富美子. 2016. 北海道におけるICT・スマート農業の普及と課題. 北農. 83巻1. 20-28
- 松本浩一, 梅本雅. 大規模水田作経営における農作業ロボット導入の効果. 関東東海農業経営研究. 2013. 関東東山東海農業経営研究会. 103号. 65-71
- 中川渉. 2017. 農業機械のロボット化の現状と課題・将来への展望. ロボット学会誌. Vol.35 No.5. 387-389
- 岡本博史. 2020. 農業のロボット化の現状と今後の展開. 牧草と園芸. 第68巻第4号. 1-4.
- 須藤賢司, 関口建二. 2021. 飼料生産におけるスマート技術. グラス & シード. 第42号. 1-22
- 辻博之, 澁谷幸徳, 西脇健太郎. 2019. 北海道畑作における自動操舵トラクタの導入効果と可変施肥技術導入の取り組み. 農研機構研究報告. 1号. 19-25

低タンパク質飼料が比内地鶏の排泄物中の窒素排泄量および生産性に及ぼす影響

力丸宗弘・鹿野亜海^{*1}・田澤 謙・中島二千花^{*2}・高宮颯汰・喜久里基^{*3}

^{*1}現：秋田県農林水産部畜産振興課

^{*2}現：秋田県北部家畜保健衛生所

^{*3}東北大学大学院農学研究科

要 約

本研究では、比内地鶏の生産性を維持しつつ温室効果ガスを削減することを目的に、低タンパク質（CP）飼料の給与が比内地鶏の排泄物中の窒素排泄量および生産性に及ぼす影響について検討した。

試験1では、比内地鶏の雌を各区5羽ずつ対照区と飼料CP量を2.0%pt低減した飼料を給与した低CP区に分け、初生から23週齢まで飼育した。その結果、低CP区の23週齢体重は対照区と比較して約100g低下することが確認された。これらの結果から、初生雛からの低CP飼料の給与はその後の増体遅延を招くことが示唆された。

試験2では、10週齢に比内地鶏の雌を各区約40羽ずつ対照区（CP16%）と飼料CP量を低減した飼料を給与した低CP区に分け、23週齢まで飼育した（試験①②③）。試験①では、低CP区へ飼料CP量を2.0%pt低減した飼料を給与した。試験②では、飼料CP量の低減はそのまま、代謝エネルギー（ME）を50kcal/kg増量した飼料を給与した。試験③では、飼料CP量をさらに0.5%pt低減した飼料を給与した。また、飼育試験とは別に同日生まれの雌を各区5羽ずつ個別ケージで10週齢から23週齢まで飼育し、排泄物中の窒素排泄量を測定した。飼育試験の結果、試験①では、生産成績に有意差は認められなかったが、体重の低下ならびに飼料要求率の増加が確認された。試験②では、体重に有意な差は認められず、低CP区の平均値は対照区を上回った。試験③では、低CP区の体重は対照区と比較して有意に減少した。これらの結果から、体重を維持するためには2.0%ptのCP低減すなわちCP14%が限度であると結論付けられた。

慣行飼料のCP量より2.0%pt低減した飼料を給与することで、排泄物中の窒素排泄量は15.0～17.5%（平均16.3%）低下した。さらに、2.5%pt低減した低CP飼料給与時では、窒素排泄量の低減は24%と更なる削減が得られたものの、ME増量および繊維分解酵素添加でも生産成績の改善を図ることができなかった。

以上の結果から、慣行飼料からCP量を2.0%低減してもMEを増量することで、比内地鶏の生産性を維持しつつ、排泄物中の窒素排泄量を15%削減することができ、比内地鶏生産においても温室効果ガスの排出削減が可能であることが示された。

緒 言

近年、地球の温暖化が深刻な問題となっている。気温上昇をもたらす物質は「温室効果ガス（Green House Gas：GHG）」と総称され、二酸化炭素のみならずメタンや一酸化二窒素、フロン類がある。これらのガスの温室効果は一様ではなく、地球温

暖化係数（Global Warming Potential：GWP）という二酸化炭素を基準にした温暖化能力として示され、二酸化炭素を1とした場合、メタンは30、一酸化二窒素は273、フロン類は物質によって大きく異なり数十～数万になる（IPCC 2021）。

畜産分野においても温室効果ガスの排出削減に

向けた様々な取り組みがなされており、とりわけウシをはじめとする反芻家畜から発生するメタンの削減に力が注がれている。非反芻家畜であるブタや家禽はその体内からメタンは発生しないものの、排泄物の堆肥化過程で一酸化二窒素を排出する(図1)。一酸化二窒素は細菌類によるアンモニアの分解過程で生じ、アンモニアは未消化のタンパク質やアミノ酸、尿酸、尿素より種々の反応を経て生成される。メタンの大気寿命は約12年である一方で一酸化二窒素は約109年と非常に長く、メタンの削減は短期的な温暖化抑制に、かたや一酸化二窒素は中長期的な温暖化抑制に効くと考えられている。このため、ウシのメタン生成と同様にブタや家禽の排泄物由来の一酸化二窒素産生の削減も温暖化抑制にきわめて重要である。

一酸化二窒素の発生源であるアンモニアは排泄物中の窒素含量と相関がある。したがって、ブタや家禽からの一酸化二窒素の排出を削減するには排泄窒素量の低減が不可欠であり、そのためには飼料タンパク質の減量や適正なアミノ酸バラ

ンスによるタンパク質の消化率の向上が求められる。動物の消化管は摂取したタンパク質を完全には消化吸収できないが、タンパク質消化率の向上や体内の窒素利用率を高めることで窒素排泄量の削減は可能である。さらに、飼料タンパク質の低減は未消化のタンパク質、アミノ酸の排泄を減らす点で最も簡便かつ有効な方法である。

これまで採卵鶏やブロイラーにおいて、飼料中のタンパク質(CP)を数%pt減らしても必須アミノ酸を適切に配合することで生産性を維持しつつ窒素排泄量を削減できることが報告されている(Belloirら2017; 飯尾ら2021; Kriseldiら2018; 大口ら1999; van Harnら2019)。しかしながら、低CP飼料の給与が比内地鶏の生産性および排泄物中の窒素排泄量に及ぼす影響についてはこれまで検討されていない。そこで、本研究では、比内地鶏の生産性を維持しつつGHGを削減することを目的とし、低CP飼料の給与が比内地鶏の排泄物中の窒素排泄量および生産性に及ぼす影響について検討を行った。

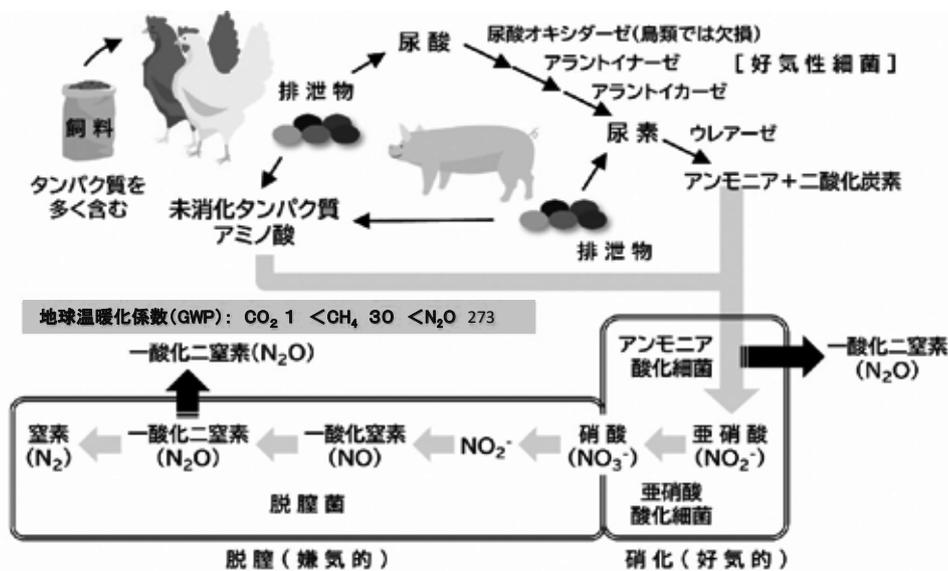


図1 養鶏・養豚における一酸化二窒素排出メカニズム

材料および方法

1. 試験1 (初生雛からの低CP給与が比内地鶏の飼育成績に及ぼす影響)

(1) 供試鶏および試験設計

秋田県畜産試験場から提供した比内地鶏の種卵を東北大学農学部動物研究施設でふ化・羽性鑑別した比内地鶏の雌(2022年度生)を供試した。各区5羽ずつ対照区と低CP区に分け23週齢まで飼育した。いずれの区も3反復を設けた。

(2) 給与飼料

各飼育期で使用した飼料は比内地鶏飼育マニュアルに準拠した栄養成分値とし、低CP区の飼料は対照区と比較してCP量を2.0%pt低減し、メチオニン、リジン、スレオニンは対照区の飼料と同等になるように調整した。飼料の製造は一般社団法人科学飼料協会に委託した。

2. 試験2 (仕上げ期における低CP給与が比内地鶏の飼育成績に及ぼす影響)

(1) 供試鶏

秋田県畜産試験場でふ化・鑑別した比内地鶏の雌(2022年度生, 2023年度生, 2024年度生)を供試した。

(2) 試験設計および給与飼料

10週齢に試験区と対照区に分け、23週齢まで飼育した。いずれの区も3反復(約40羽/反復)を設けた。対照区には慣行飼料を、低CP区には飼料CP量を低減した低CP飼料を仕上げ時期となる10週齢から23週齢まで給与した。いずれの区も3反復を設けた。

試験①: 対照区の飼料CP量は16%, 低CP区の飼料は14%になるよう調整した。飼養羽数は各区38羽とし、試験期間は2022年8月10日から11月10日とした。試験②: 両区の飼料CP量は試験①と同様に設定し、低CP区の飼料の代謝エネルギー(ME)を50kcal/kg増量した。飼養羽数は各区41羽とし、試験期間は2023年8月2日から11月1日とした。試験③: 低CP区の飼料は50kcal/kgのME増量はそのまま、飼料CP量をさらに0.5%pt低減した。また、低CP飼料には繊維分解酵素(キシラナーゼ)を推奨量添加した。飼養羽数は各区41羽とし、試験期間は2024年7月31日から10月30日とした。飼料の製造は民間飼料会社に委託した。各飼料の配合割合を表1に示す。10週齢までは両区共に同一の飼料[前期(0-4週齢):CP 21%, ME 2,950kcal/kg, 中期(4-10週齢):CP 18%, ME 2,900 kcal/kg]を給与した。

表1 比内地鶏の飼育試験2で用いた飼料(試験①、②、③)

原材料区分	飼料	試験①		試験②		試験③	
		対照区	低CP区	対照区	低CP区	対照区	低CP区
	CP	16.0	14.0	16.0	14.0	16.0	13.5
	ME	2,900	2,900	2,900	2,950	2,900	2,950
穀類		66%	69%	65%	71%	65%	70%
植物性油かす類		22%	17%	23%	16%	19%	14%
そうこう類		9%	11%	9%	10%	13%	12%
動物性飼料		1%	1%	1%	1%	1%	1%
その他		2%	2%	2%	2%	2%	2%

CP、%:ME、kcal/kg

試験③では、低CP飼料にキシラナーゼを推奨量添加

(3) 解体調査

試験終了時にと殺後、各区10羽ずつ解体調査を行った。モモ、ムネ、ササミ、心臓、肝臓、筋

胃、腹腔内脂肪を採材し、重量を測定後、解体成績として屠体重に対する割合を算出した。

(4) 排泄物中の窒素排泄量

飼育試験とは別に同日生まれの雌を各区5羽ずつ個別ケージで10週齢から23週齢まで飼育した。飼育試験終了前3日間の排泄物を回収し、恒温乾燥機を用いて、60～70℃で乾燥させた後、微粉砕し、窒素分析に供試した。排泄物中の窒素含量は公定法であるケルダール法を用いて分析した。

3. 統計処理

区間の統計解析にはスチューデントのt検定を用い、有意差の閾値は5%未満とした。

4. 動物実験の倫理的承認

本研究は秋田県畜産試験場の動物実験委員会の承認（実験①2022年度 受付番号6，実験②2023年度 受付番号1，実験③2024年度 受付

番号6）を受けて実施した。

結果および考察

1. 試験1（初生雛からの低CP給与が比内地鶏の発育成績に及ぼす影響）

初生雛から低CP飼料を給与した比内地鶏の発育成績の比較を表2に示した。初生雛から低CP飼料を給与した結果、有意差は認められなかったものの、4週齢から体重が徐々に減少し、23週齢では約100gの低下が確認された。

飼料摂取量は4-10週齢において低CP飼料によって有意に増加し、同週齢における飼料要求率も高くなった。低CP飼料給与による育成率への

表2 初生からの低CP飼料給与による比内地鶏の発育成績の比較

項目	区	週 齢	対照区	低CP区
体 重(g)		4週齢	332 ± 22	326 ± 25
		10週齢	1298 ± 89	1258 ± 94
		23週齢	2877 ± 167	2778 ± 134
飼料摂取量(g/羽/日)		0-4週齢	—	—
		4-10週齢	95.7 ± 3.4	102 ± 4.5 *
		10-23週齢	133 ± 12.0	135 ± 9.8
		4-23週齢	128 ± 11.9	135 ± 7.7
飼料要求率		0-4週齢	—	—
		4-10週齢	4.2 ± 0.2	4.6 ± 0.2 *
		10-23週齢	7.7 ± 0.3	8.1 ± 0.3
		4-23週齢	6.3 ± 0.3	6.8 ± 0.2
育成率(%)		0-23週齢	93.3	93.3

平均値±標準誤差、3反復(5羽/反復)

0-4週齢時の飼料摂取量は技術的理由で測定不可

* P < 0.05(vs 対照区)

影響は認められなかった。これらの結果から、初生雛からの飼料CP量の低減はその後の増体遅延を招くことが示唆された。

2. 試験2（仕上げ期における低CP給与が比内地鶏の飼育成績に及ぼす影響）

10週齢からの低CP飼料給与による比内地鶏の発育成績の比較を表3に示した。

試験①：10週齢から飼料CP量を2.0%pt低減した結果、低CP区の体重は対照区と比較してわずかに低下したものの、有意な差は認められなかった。飼料摂取量も低CP飼料の影響は認めら

れず、飼料要求率も低 CP 区でわずかに上昇したものの、有意な差は認められなかった。低 CP 飼料給与による育成率への影響も認められなかった。

試験②：試験①の結果、低 CP 飼料を仕上げ期の比内地鶏に給与しても生産成績に影響を及ぼさないことが示された。しかし、有意差こそ認められなかったものの体重の低下ならびに飼料要求率の増加がわずかに認められた。そのため、試験②ではこれらの改善を目的として、ME 量を 50kcal/kg 増量させて試験①と同様に飼育試験を行った。その結果、体重は試験①と同様に両区間で有意な差は認められず、わずかではあるが低 CP 区の平均値は対照区を上回った。また、飼料摂取量、飼料要求率はわずかに低下した。これらの結果から、飼料 CP の 2.0%pt 低減による発育

成績への悪影響は ME の増量で解消できることが示された。

試験③：飼料 CP の更なる低減が可能か否かについて検証を行った。試験②から飼料 CP 量をさらに 0.5%pt 低減した飼料を給与した結果、低 CP 区の体重は対照区と比較して有意に減少した。飼料摂取量も有意差こそ認められなかったものの、わずかな低下が認められた。飼料要求率は飼料摂取量が低下したため、低 CP 区で低値を示した。これらの結果から、飼料 CP 量の 2.5%pt 低減は比内地鶏の仕上げ期の後期において飼料摂取量を低減させ、体重の低下を招くことが示唆された。各試験において、解体成績を調査した結果、いずれの項目においても、低 CP 飼料給与による影響は認められなかった (表 4)。

表 3 10週齢からの低CP飼料給与による比内地鶏の発育成績の比較

試験	区	育成率 (%)	体重 (g)	飼料摂取量 (g/羽/日)	飼料要求率
試験①	対照区 (CP 16%、ME 2,900kcal)	96.5	2744.8 ± 34.3	103.5 ± 2.8	6.3 ± 0.3
	低CP区 (CP 14%、ME 2,900kcal)	98.2	2701.6 ± 58.0	104.1 ± 3.0	6.5 ± 0.1
試験②	対照区 (CP 16%、ME 2,900kcal)	99.2	2731.3 ± 51.6	106.7 ± 0.8	7.0 ± 0.2
	低CP区 (CP 14%、ME 2,950kcal)	100.0	2738.0 ± 31.2	100.5 ± 0.1	6.5 ± 0.2
試験③	対照区 (CP 16%、ME 2,900kcal)	96.1	3054.5 ^a ± 11.2	122.6 ± 3.8	6.6 ± 0.0
	低CP区 (CP 13.5%、ME 2,950kcal)	99.2	2982.8 ^b ± 23.0	113.9 ± 2.2	6.4 ± 0.2

平均値±標準偏差、3反復(試験①38羽/反復、試験②41羽/反復、試験③43羽/反復)
飼料摂取量、飼料要求率は10週齢から23週齢までの値
異符号間に有意差あり(P < 0.05)

表 4 解体成績の比較

試験	区	もも肉 (%)	むね肉 (%)	ささみ (%)	肝臓 (%)	心臓 (%)	筋胃 (%)	腹腔内脂肪 (%)
試験①	対照区	22.5 ± 0.91	12.9 ± 1.10	3.7 ± 0.38	1.2 ± 0.13	0.4 ± 0.05	2.0 ± 0.28	5.3 ± 2.30
	低CP区	22.2 ± 0.84	12.2 ± 0.91	3.6 ± 0.21	1.2 ± 0.07	0.5 ± 0.06	2.0 ± 0.28	4.6 ± 0.98
試験②	対照区	21.8 ± 1.08	13.7 ± 0.76	3.6 ± 0.33	1.5 ± 0.20	0.3 ± 0.03	1.9 ± 0.28	3.8 ± 0.99
	低CP区	22.0 ± 0.68	13.8 ± 0.60	3.7 ± 0.38	1.5 ± 0.12	0.4 ± 0.05	1.9 ± 0.29	3.6 ± 1.08
試験③	対照区	21.8 ± 0.77	14.5 ± 1.02	3.6 ± 0.33	1.2 ± 0.01	0.4 ± 0.03	2.2 ± 0.33	5.0 ± 1.30
	低CP区	21.7 ± 1.08	14.5 ± 0.84	3.3 ± 0.36	1.4 ± 0.23	0.4 ± 0.04	2.2 ± 0.27	4.2 ± 1.14

解体成績・と体重に対する割合 (%)
平均値±標準偏差、n=10

比内地鶏の仕上げ期において、慣行飼料より飼料 CP 量を 2.0%pt 低減しても ME を増量させることで慣行飼料と同等の体重を維持できることが示唆された。2.5%pt の飼料 CP 低減時では、理由は不明であるものの、飼料摂取量が低下し、これが原因となり出荷体重が低下する結果になっ

た。これらの結果から、体重を維持するためには 2.0%pt の CP 低減すなわち CP14% が限度であると結論付けられた。

低 CP 飼料給与による弊害の一つとして、腹腔内脂肪量の増加があり、比内地鶏では飼育期間が長いことから、その効果が顕著に現れることが予

想された。しかしながら、いずれの試験においても、腹腔内脂肪量は増えておらず、むしろ、有意差こそ認められなかったものの、いずれも平均値は低下していた。このことは、慣行飼料のCP量が過度に高く、消化吸收した余剰のアミノ酸が体内で脂肪となって蓄積している可能性があり、慣行飼料のCP量が高めに設定されていることを示唆している。

試験③では消化率の向上を目指して、低CP飼料へキシラナーゼを添加した。キシラナーゼは抗栄養因子であるアラビノキシランを分解する繊維分解酵素であるが、本試験では低CP区の増体向上には寄与しなかった。トウモロコシに含有するアラビノキシランはキシロース主鎖に対してアラビノースやフェルラ酸などの側鎖が高度に結合し、複雑な分岐構造を有している (Ward 2021)。キシラナーゼは主鎖に対する分解作用を有しているが、側鎖の分解はできず、また、側鎖が多いと主鎖に到達できず、その作用を発揮できない。この性質が一因である可能性が考えられた。他の繊維分解酵素やプロテアーゼ等の利用は今後検討の余地はあるものの、飼料摂取量の低減の原因を明らかにした上で、適切なものを選定する必要があると考えられる。

低CP飼料給与が比内地鶏の生産成績および排泄物中の窒素排泄量に及ぼす影響を図2、図3、図4に示した。慣行飼料のCP量(16%)より2.0%pt低減した飼料を給与した結果、生産成績はわずかに変化した一方で、排泄物中の窒素排泄量は15.0～17.5% (平均16.3%) 低下した(図2、図3)。2.5%pt減の低CP飼料給与時では、窒素排泄量の低減は24%と更なる削減が得られたものの(図4)、ME増量および繊維分解酵素添加でも生産成績が低下した。今回の試験では、生産成績の回復効果は十分に実証できなかったが、適切な飼料添加物を添加することで十分な回復効果が得られると考えられる。

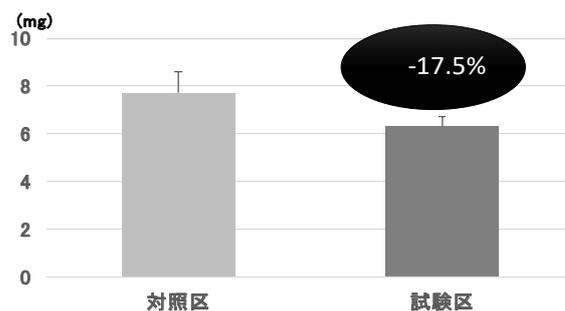


図2 排泄物中の窒素排泄量 (試験2試験①)

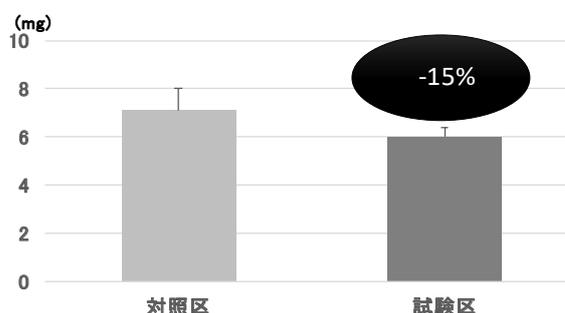


図3 排泄物中の窒素排泄量 (試験2試験②)

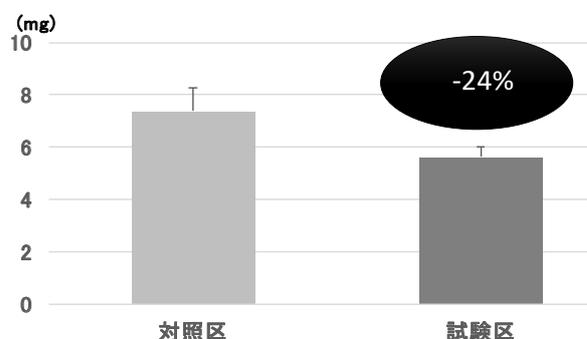


図4 排泄物中の窒素排泄量 (試験2試験③)

また、飼料の低CP化は窒素排泄量の低減だけでなく、飼料費の削減にも貢献できる。飼料CP2.0%pt低減飼料を給与した際の比内地鶏生産の経済性を試算した。その結果、粗収益は1羽あたり37.5円増となった(表5)。この結果から、仕上げ期における飼料のCP2.0%pt低減は経済的にも優れていることが明確に示された。比内地鶏の年間の生産羽数は約40万羽(秋田県2025)であり、県全体では1,500万円、飼養戸数当たり

換算すると、約20万円の収益増となる。少額ではあるものの、飼料費や光熱費の高騰などで経営状態が厳しい飼育農家にとっては無視できない額である。このことから、今後はより適切な飼料の配合設計や適切な添加物の選定が望まれる。

表5 低CP飼料給与時の比内地鶏の経済性比較

	対照区	低CP区
体重(g) ¹⁾	2731.3	2738.0
飼料費(円) ²⁾	795.2	763.7
その他経費(円) ³⁾	793.8	793.8
販売額(円) ⁴⁾	2415.7	2421.6
粗収益(円)	826.7	864.2

経済性については、試験で飼養した飼料を給与している地域の飼料単価、買取価格を基に算出

1. 絶食時体重
2. 飼料費(kg当たり): 前期(0~4週齢)77.22円、中期(4~10週齢)61.82円、仕上げ期(10~23週齢)対照飼料55.99円、低CP飼料54.49円として計算
3. 初生雛代401円、10週齢までの飼料251.6円、その他の経費392.8円/羽(比内地鶏経営指標より)
4. 買取価格950円/kg、と体割合(絶食時体重に対する割合)は93.1%で計算

本研究では、比内地鶏の生産性を維持しつつGHGを削減することを目的とし、低CP飼料の給与が比内地鶏の排泄物中の窒素排泄量および生産性に及ぼす影響について検討を行った。その結果、慣行飼料からCP量を2.0%低減しても、MEを増量することで、生産性を維持しつつ、排泄物中の窒素排泄量を15%削減することができた。これらの結果から、比内地鶏生産においても生産性を維持しつつ、温室効果ガスの排出削減が可能であることが示された。

謝 辞

本研究は令和4~6年度日本中央競馬会畜産振興事業(GHG排出削減と生産成績を両得する養鶏低蛋白質飼料開発事業)の助成を受けて実施したものです。

引用文献

- 秋田県. 比内地鶏の情勢. 秋田県公式WEBサイト比内地鶏ネット. 秋田県畜産振興課. 秋田. [2025年11月25日] 比内地鶏の情勢(令和6年次)について /
- Belloir P, Meda B, Lambert W, Corrent E, Juin H, Lessire M and Tesseraud S. Reducing the CP content in broiler feeds: impact on animal performance, meat quality and nitrogen utilization. *Animal* 11, 1881-1889. 2017.
- 飯尾恒, 山下薫, 島田理紗, 荻野暁史, 野中最子, 長田隆. 産卵前期採卵鶏への低タンパク質飼料給与が生産性や堆肥化過程における環境負荷ガス排出に及ぼす影響. *日畜会報* 92, 485-491.2021.
- IPCC. IPCC Sixth Assessment Report Climate Change 2021: The Physical Science Basis. IPCC. 2021.
- Kriseldi R, Tillman PB, Jiang Z and Dozier WA. Effects of feeding reduced crude protein diets on growth performance, nitrogen excretion, and plasma uric acid concentration of broiler chicks during the starter period. *Poult Sci.*, 97, 1614-1626.2018.
- 大口秀司, 山本るみ子, 水野銈一郎. 採卵鶏における単体アミノ酸を添加した低蛋白質飼料給与による窒素排泄量の低減化. *愛知県農総試研報* 31, 297-304. 1999.
- Van Harn J, Dijkslag MA and van Krimpen MM. Effect of low protein diets supplemented with free amino acids on growth performance, slaughter yield, litter quality, and footpad lesions of male broilers. *Poult Sci.*, 98, 4868-4877.2019.
- Ward NE <https://common3.pref.akita.lg.jp/hinaijidori/news/>. Debranching enzymes in corn/soybean meal-based poultry feeds: a review. *Poult Sci.*, 100, 765-775.2021.

種卵導入後 50 年における比内鶏の性能調査

中島二千花^{*1}・田澤 謙・鹿野亜海^{*2}・高宮颯汰・力丸宗弘

^{*1}現 秋田県北部家畜保健衛生所

^{*2}現 秋田県農林水産部畜産振興課

要 約

1973年に秋田三鶏保存会（以下「保存会」とする）から比内鶏の種卵を導入してから50年が経過した。そこで、秋田県畜産試験場でこれまで改良してきた比内鶏の現在の能力を把握するため、性能調査を行った。比内鶏の100日齢の平均体重は雄で2,801g、雌で2,100gであり、導入当時の体重（90日齢）と比較して雄で約1.8kg、雌で約1.2kg大きくなった。一方、保存会の比内鶏については、過去の報告と比較しても体重は変わっていないことが確認された。比内鶏の300日齢の平均卵重は58.1gと導入当時（50.9g）より約7g大きくなった。しかし、産卵率（141日齢～392日齢）は36.2%と低いことが確認された。保存会から比内鶏の種卵を導入後、種鶏の改良により体重や卵重は大幅に向上したが、産卵率が低いこと、また、受精率やふ化率が低下していることから、今後は近交係数の上昇を抑制する対策を行っていくことが必要である。

緒 言

秋田県畜産試験場では1973年に秋田三鶏保存会（以下「保存会」とする）から比内鶏の種卵を導入し、保存を開始するとともに、本県の特産鶏である「比内地鶏」生産の雄種鶏として体重等の能力の改良を図りながら毎年世代更新を行ってきた。秋田県畜産試験場へ導入した当時の比内鶏の180日齢の平均体重は雄で1.93kg、雌で1.46kg（豊住ら1974）と、飼料の利用性、産卵性ともに他の種鶏と比較して大幅に劣っていたことから、能力向上のために育種改良を開始した。1989年からは300日齢体重を改良目標として新たな種鶏群の造成に取り組み、1996年には300日齢の平均体重は雄で3.26kg、雌で2.44kgまで改良された（松浦と佐々木1998）。最終世代である第7世代において、主要改良形質である300日齢体重がほぼ改良目標値に達したため、新たな選抜群鶏（以下「寒冷地群」とする）として維持を開始した。

種鶏群造成後は雄20羽、雌300羽を1群とし、新たに造成した寒冷地群と体重のみで選抜を行っ

てきた群（以下「血統群」とする）の2系統を平飼い鶏舎で維持している。種鶏群造成後はニワトリの骨格や筋肉が形成される育雛後期である14週齢体重の表型値を選抜形質として改良を行ってきた。その結果、2006年における14週齢の平均体重は寒冷地群で雄が2.15kg、雌が1.60kg、血統群で雄が2.26kg、雌が1.75kgにまで改良された（小松ら2008）。産卵成績については、産卵率（平飼い、169日齢～448日齢）が寒冷地群で29.0%、血統群で31.2%、300日卵重が寒冷地群で56.8g、血統群で56.5gとなった（小松ら2008）。また、高橋ら（2013）は血統群の雄728個体、雌1,676個体を用いて、2006年から2010年の5年間における選抜反応と遺伝率を調べた結果、14週齢体重は世代の経過に伴って増加し、2010年には雄が2,521g、雌が1,930gとなり、14週齢体重の遺伝率は0.45と推定している。産卵成績については、産卵率（平飼い、168日齢～434日齢）が35.2%、300日卵重が57.4gとなった（高橋ら2013）。

比内鶏の発育形質については、Rikimaruら(2011, 2012)が発育の異なる秋田県畜産試験場と保存会の比内鶏集団を交配して作出したF₂家系集団を用いて量的形質遺伝子座(QTL)解析を行い、QTL解析の結果、第4番染色体上に体重と平均日増体重のQTLを検出し、コレシストキニンA受容体遺伝子(CCKAR)が発育形質に影響する候補遺伝子であることを報告している。また、Rikimaruら(2013)はCCKARの一塩基多型(SNP, g. 420C>A)とF₂個体の発育形質との間に有意な関連性を見出し、AアリルはCアリルより発育形質に対する効果が優れていることを確認し、2010年に飼育されていた秋田県畜産試験場と保存会の比内鶏集団におけるCCKARのSNP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であったことから、2系統間における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ものであると考察している。さらに、力丸ら(2014)はCCKARのSNPによって保存会の比内鶏の発育が実際に改善されたことから、CCKARのSNPが比内鶏の発育向上のための有効な遺伝子マーカーとなることを報告している。

これらの報告から小松ら(2008)の報告以降も比内鶏の体重は改良されており、今後も改良が可能であることが示唆されたが、2010年以降比内鶏の発育成績は報告されていない。2023年は秋田県畜産試験場が保存会から比内鶏の種卵を導入してから50年となる。本報告は種卵導入後50年における比内鶏種鶏および2006年から畜産試験場で維持している保存会の比内鶏の能力を取りまとめたものである。

材料と方法

1 供試鶏

血統群および寒冷地群

2023年4月12日および4月19日生のひなを供

試した。4月12日生が14週齢に達した時期に体重測定を行い、個体を選抜後、2023年8月に雄40羽、雌584羽(血統群299羽、寒冷地群285羽)を種鶏として供試した。なお、種鶏舎へ移動後は4月12日生(血統群246羽、寒冷地群212羽)と4月19日生(血統群53羽、寒冷地群73羽)を一緒に飼養した。

保存会

2023年4月12日および4月19日生のひなを供試した。保存会は外貌のみで選抜を行い、2023年10月に雄12羽(うち4羽は2022年生)、雌81羽を種鶏として供試した。なお、種鶏舎へ移動後、4月12日生と4月19日生を一緒に飼養した。

2 調査期間

2023年4月12日(初生)から2024年5月14日までの392日間とした。

3 飼養方法

ふ化後28日齢まではバタリー式育雛器、29～120日齢は中・大雛用群飼ケージ、121日齢以降は平飼い種鶏舎で飼養した。平飼い鶏舎は各部屋の床面積が7.29m²(2.7m×2.7m)、床がすのこ部分とおが屑を敷いた部分に分かれ、とまり木と巣箱が設置された構造となっている。血統群および寒冷地群については、1部屋につき雄1羽、雌15羽を基本として飼養した。保存会については、1部屋につき雄2羽、雌15羽を基本として飼養した。

4 点灯管理

種鶏舎へ移動後、種鶏として十分発育し、各部屋のニワトリが卵を持ち出すまでは自然日長とした。点灯開始後は明期が14時間になるように設定した。

5 給与飼料

ふ化後28日齢までは幼雛用配合飼料(CP25%, ME3,050kcal/kg)、28～70日齢は中雛用配合飼料(CP17%, ME2,850kcal/kg)、71～120日齢は大雛用配合飼料(CP15%, ME2,800kcal/kg)、121日齢

以降は成鶏用配合飼料（CP15%，ME2,850kcal/kg）を給餌した。なお、飲水は自由とし、衛生管理は当場の慣行によった。

6 調査項目

調査項目はふ化成績、生存率、体重、産卵率および卵重とした。受精率は入卵個数に対する検卵成績とし、ふ化率は入卵個数に対するふ化羽数、対受精卵ふ化率は検卵成績に対するふ化羽数から求めた。入卵には入卵前2～3週間に貯卵した種卵を供試した。生存率は種鶏舎へ移動後から試験終了までの期間とした。なお、保存会の黄笹の雄については、種鶏舎へ配室した雄は2022年生まれであったため、データから除外した。体重は初生時、28日齢、100日齢、200日齢および300日齢時に測定した。初生時と28日齢時については、一部の個体についてのみ調査を行った。産卵率（巢外卵含む）と卵重については個体を全て特定することができないため、4月12日生と4月19日生を含めた成績とし、産卵率は141日齢～392日齢、卵重は300日齢（前後3日間）に調査を行った。

結果および考察

1 ふ化率

比内鶏のふ化成績を表1に示した。血統群の受精率は58.9%，ふ化率は50.9%，対受精卵ふ化率は86.4%であった。寒冷地群の受精率は55.4%，ふ化率は43.4%，対受精卵ふ化率は78.3%であった。保存会黄笹の受精率は56.4%，ふ化率は44.2%，対受精卵ふ化率は78.5%であった。保存

会赤笹の受精率は50.7%，ふ化率は43.5%，対受精卵ふ化率は85.8%であった。秋田県畜産試験場で改良を行ってきた比内鶏（血統群，寒冷地群）と保存会の比内鶏（黄笹，赤笹）のふ化率は同等の成績であった。

小松ら（2008）は2006年に比内鶏の性能調査を行った結果、血統群の受精率は76.1%，ふ化率は70.3%，対受精卵ふ化率は92.4%，寒冷地群の受精率は86.2%，ふ化率は77.6%，対受精卵ふ化率は90.1%と報告している。また、高橋ら（2013）は2006年～2010年における血統群の受精率は76.1%～84.1%，ふ化率は64.5%～78.5%と報告している。保存会の比内鶏については、佐々木ら（1992）が1991年に保存会から導入した比内鶏について性能調査を行っており、平均受精率は92.3%，ふ化率は76.7%，対受精卵ふ化率は83.0%と報告している。今回の調査では、血統群，寒冷地群および保存会とも過去の報告と比較して受精率とふ化率が低かったが、これは種卵の貯卵期間が以前は入卵前2週間であったのに対し、現在はふ化の都合上入卵2～3週間前から貯卵を行っていることや寒さにより春先まではふ化率が安定しにくいことが原因として考えられる。また、血統群，寒冷地群および保存会とも長年閉鎖群で維持しているため、近交係数の上昇が影響している可能性も考えられる。今後も継続的に比内鶏のふ化率を安定させるためには、種卵の回収や貯卵方法の検討に加え、近交係数の上昇を抑制するための対策が必要である。

表1 比内鶏のふ化成績

系 統	入卵数	1 検成績	受精率	ふ化羽数	ふ化率	ふ化率（対受精率）
血統群	1,408	829	58.9%	716	50.9%	86.4%
寒冷地群	1,965	1,089	55.4%	853	43.4%	78.3%
合 計	3,373	1,918	57.1%	1,569	47.1%	82.3%
保存会黄笹	165	93	56.4%	73	44.2%	78.5%
保存会赤笹	418	212	50.7%	182	43.5%	85.8%
合 計	583	305	53.5%	255	43.9%	82.2%

2 生存率

比内鶏の生存率を表2に示した。血統群は91.8%，寒冷地群は92.9%，保存会黄笹は82.8%，保存会赤笹は91.7%であった。小松ら(2008)は比内鶏の生存率は血統群が92.2%，寒冷地群が92.5%と報告している。また、佐々木ら(1992)は保存会の比内鶏の生存率(169～450日齢)は雄が66.3%，雌が94.0%と報告している。佐々木ら(1992)は雄の生存率が低かった理由としてケージにおける複数飼育の影響が大きいと考察している。生存率については、保存会黄笹が82.8%とやや低かったが、それ以外の系統については過去の報告と同等の成績であった。

表2 比内鶏の生存率*

系 統	生存率 (%)
血統群	91.8
寒冷地群	92.9
平均	92.4
保存会黄笹	82.8
保存会赤笹	91.7
平均	87.3

* 2023年4月12日生

3 比内鶏の体重

比内鶏の体重の推移を表3に示した。血統群の初生時の体重は雄が40.3g，雌が40.2g，28日齢の体重は雄が382.4g，雌が380.4gであった。雄の100日齢体重は寒冷地群が2,760.4g，血統群が2,841.8g，雌の100日齢体重は寒冷地群が2,049.1g，血統群が2,149.9gであった。雄の200日齢体重は寒冷地群が3,912.4g，血統群が4,046.3g，雌の200日齢体重は寒冷地群が2,907.3g，血統群が3,212.3gであった。雄の300日齢体重は寒冷地群が4,466.6g，血統群が4,718.6g，雌の300日齢体重は寒冷地群が3,262.2g，血統群が3,595.3gであった。小松ら(2008)は雄の200日齢体重は寒冷地群が3,297g，血統群が3,479g，

雌の200日齢体重は寒冷地群が2,431g，血統群が2,629g，雄の300日齢体重は寒冷地群が3,692g，血統群が3,925g，雌の300日齢体重は寒冷地群が2,874g，血統群が3,192gと報告している。その時の成績と比較すると，200日齢における両群の平均体重は雄で591.4g(34.8g/年)，雌で平均529.8g(31.2g/年)，300日齢における両群の平均体重は雄で784.1g(46.1g/年)，雌で平均395.8g(23.3g/年)大きくなっている。また、高橋ら(2013)は2010年における14週齢の血統群雄の体重は2,521g，雌の体重は1,930gと報告しているが，その時と比較しても雄は321g(24.7g/年)，雌は220g(16.9g/年)大きくなっている。高橋ら(2013)は比内鶏の14週齢体重における遺伝率は0.45であり，今後も選抜による育種改良が可能であると考察しているが，今回の調査結果からその後も体重が改良されていることが確認された。

保存会の初生時の体重は黄笹雄が30.7g，赤笹雄が28.4g，黄笹雌が30.0g，赤笹雌が28.2g，28日齢の体重は黄笹雄が224.1g，赤笹雄が221.3g，黄笹雌が194.7g，赤笹雌が187.6gであった。雄の100日齢体重は黄笹が1,291.4g，赤笹が1,221.3g，雌の100日齢体重は黄笹が990.3g，赤笹が913.3gであった。雄の200日齢体重は黄笹が1,960.5g，赤笹が1,975.9g，雌の200日齢体重は黄笹が1,392.6g，赤笹が1,254.6gであった。雄の300日齢体重は黄笹が2,190.5g，赤笹が2,091.3g，雌の300日齢体重は黄笹が1,462.5g，赤笹が1,419.9gであった。佐々木ら(1992)は保存会の比内鶏の初生時の体重は雄が32g，雌が33g，28日齢体重は雄が295g，雌が242g，100日齢体重は雄が1,564g，雌が1,123g，200日齢体重は雄が2,210g，雌が1,739g，300日齢体重は雄が2,196g，雌が1,844gと報告している。佐々木ら(1992)の報告と比較すると，保存会の比内鶏は全ての日齢において体重が小さかった。特に雌については体重の差が大きかった。これは佐々木ら(1992)は雌をケージで飼養してい

表3 比内鶏の体重 (g) の推移 *

系 統	初生時 ¹⁾	28日齢 ²⁾	100日齢 ³⁾	200日齢 ⁴⁾	300日齢 ⁵⁾
血統群 雄	40.3±2.7	382.4±41.5	2,841.8±166.4	4,046.3±229.4	4,718.6±211.9
寒冷地群 雄	—	—	2,760.4±172.9	3,912.4±208.4	4,466.6±204.1
平 均	40.3	382.4	2,801.1	3,979.4	4,592.6
血統群 雌	40.2±3.1	380.4±37.6	2,149.9±132.9	3,212.3±269.1	3,595.3±381.0
寒冷地群 雌	—	—	2,049.1±132.5	2,907.3±277.6	3,262.2±374.0
平 均	40.2	380.4	2,099.5	3,059.8	3,428.8
保存会赤笹 雄	28.4±1.7	221.3±28.1	1,221.3±96.2	1,975.9±116.6	2,091.3±181.3
保存会黄笹 雄	30.7±2.2	224.1±22.4	1,291.4±85.5	1,960.5±174.2	2,190.5±177.4
平 均	29.6	222.7	1,256.4	1,968.2	2,140.9
保存会赤笹 雌	28.2±1.4	187.6±22.3	913.3±63.5	1,254.6±62.4	1,419.9±96.5
保存会黄笹 雌	30.0±2.0	194.7±13.8	990.3±44.8	1,392.6±109.5	1,462.5±127.2
平 均	29.1	191.2	951.8	1,323.6	1,441.2

* 2023年4月12日生

1) 血統群雄 n=70, 雌 n=60, 保存会黄笹雄 n=31, 雌 n=39, 保存会赤笹雄 n=35, 雌 n=37

2) 血統群雄 n=66, 雌 n=56, 保存会黄笹雄 n=31, 雌 n=34, 保存会赤笹雄 n=33, 雌 n=28

3) 寒冷地群雄 n=131, 雌 n=363, 血統群雄 n=125, 雌 n=328
保存会黄笹雄 n=30, 雌 n=30, 保存会赤笹雄 n=33, 雌 n=154) 寒冷地群雄 n=58, 雌 n=179, 血統群雄 n=58, 雌 n=200
保存会黄笹雄 n=4, 雌 n=28, 保存会赤笹雄 n=16, 雌 n=315) 寒冷地群雄 n=18, 雌 n=175, 血統群雄 n=17, 雌 n=196
保存会黄笹雄 n=4, 雌 n=24, 保存会赤笹雄 n=16, 雌 n=31

たのに対し、今回の調査では平飼いであったことから、飼育方法の違いが大きく影響していると考えられる。

4 比内鶏の産卵率

比内鶏の産卵率を表4に示した。血統群の産卵率は前期産卵率が36.7%、後期産卵率が30.3%、全期産卵率が34.6%であった。寒冷地群の産卵率は前期産卵率が37.4%、後期産卵率が38.8%、全期産卵率が37.8%であった。産卵率のピークは血統群で49.4%、寒冷地群で56.3%であった。小松ら(2008)は血統群の前期産卵率は29.4%、後期産卵率は32.4%、全期産卵率は31.2%、寒冷地群の前期産卵率は28.0%、後期産卵率は29.6%、全期産卵率は29.0%と報告している。全期産卵率は両系統とも約30%台と低いが、小松ら(2008)の報告と比較すると、産卵率や産卵率のピークも改善されており、産卵成績の向上が確認された。

保存会の黄笹の産卵率は前期産卵率が18.7%、

後期産卵率が24.6%、全期産卵率が21.6%であった。

赤笹の産卵率は前期産卵率が47.4%、後期産卵率が38.8%、全期産卵率が43.1%であった。佐々木ら(1993)は保存会の産卵率を調査した結果、全期間(169~450日齢)の産卵率は28.4%と報告している。今回の調査と同じ期間(169~392日齢)で比較すると、佐々木ら(1993)の結果では30.0%、今回の調査結果では保存会全体の産卵率は32.4%とほぼ同じ成績であった。しかし、赤笹は産卵率のピークが50%を超えたが、黄笹は全期間を通して低かった。黄笹については、種卵を導入した際に1家系しかなく、少ない個体数で維持してきたことから、近交係数の上昇が影響している可能性が考えられる。現在、黄笹を維持している保存会の会員はほぼいないと思われることから、今後は交配する際に世代を離して交配するなど、可能な限り近交係数を上げないような対策が必要である。

表4 比内鶏の産卵率 (%) の推移

日齢 (日)	141~	169~	197~	225~	253~	281~	309~	337~	365~	前期 * ³	後期 * ⁴	全期
血統群 * ¹	5.2	29.5	47.6	49.4	48.7	39.6	29.7	30.3	31.0	36.7	30.3	34.6
寒冷地群 * ¹	2.1	22.3	42.0	53.3	56.3	48.1	39.3	39.2	37.9	37.4	38.8	37.8
平均	3.7	25.9	44.8	51.4	52.5	43.9	34.5	34.8	34.5	37.1	34.6	36.2
保存会黄笹	—	—	2.3* ²	13.5	22.1	20.5	25.8	22.6	25.3	18.7	24.6	21.6
保存会赤笹	—	—	3.7* ²	34.9	54.3	53.0	46.9	40.1	29.4	47.4	38.8	43.1
平均	—	—	3.0	24.2	38.2	36.8	36.4	31.4	27.4	33.1	31.7	32.4

*¹ 令和5年4月12日生, 4月19日生を一緒に飼養*² 3週のみ測定*^{3,4} 前期: 141~308日齢; 後期: 309~392日齢

5 比内鶏の卵重

比内鶏の300日齢卵重を表5に示した。300日齢卵重は血統群が58.3g, 寒冷地群が57.9gであった。小松ら(2008)は300日齢の卵重は血統群が56.5g, 寒冷地群が56.8gと報告している。300日齢の卵重は小松ら(2008)の報告と比較して血統群で1.8g, 寒冷地群で1.1g大きくなった。これらの結果から, 卵重も改良されていることが確認された。

保存会の300日齢卵重は黄笹が50.7g, 赤笹が44.6gであった。佐々木ら(1993)は保存会の比内鶏の300日齢卵重は48.1gと報告している。佐々木ら(1993)の報告と比較して黄笹は卵重がやや大きかったが, 赤笹は44.6gと小さかった。これは2回目にもふ化した個体が半分くらい存在したことから, 全体の平均卵重が小さくなったと考えられる。

表5 比内鶏の300日齢卵重 (g) *

系 統	300日齢卵重
血統群	58.3
寒冷地群	57.9
平均	58.1
保存会黄笹	50.7
保存会赤笹	44.6
平均	47.7

* 2023年4月12日生, 4月19日生含む

保存会から比内鶏の種卵を導入して50年が経過したが, 導入した当時(1973年)の比内鶏の初生時の体重は雄が33.3g, 雌が34.5g, 90日齢の体重は雄が973.6g, 雌が889.2g, 180日齢の体重は雄が1,925.0g, 雌が1,458.8gであった(豊住ら, 1974)。また, 1974年生の雌の500日齢体重は1,664g, 300日齢卵重は50.9gであった(豊住ら, 1976)。今回調査した日齢とは異なるが, 100日齢の雄の平均体重は2,801.1gと当時の90日齢の体重と比較すると約1.8kg大きくなっている。雌の平均体重は2,099.5gと当時の90日齢の体重と比較すると約1.2kg大きくなっている。300日齢体重は当時の500日齢体重と比較しても1.5kg以上大きくなっている。また, 300日齢卵重は50.9gであったが, 今回の調査結果における平均卵重は58.1gと約7g大きくなっており, これまで長年にわたり改良を行ってきた効果が確認された。

保存会の比内鶏については, 今回の調査結果から豊住ら(1974)や佐々木ら(1992)の報告と比較しても体重は変わっていないことが確認された。今回調査に用いた秋田県畜産試験場の比内鶏と保存会の比内鶏を比較すると, 雄雌とも保存会の比内鶏より秋田県畜産試験場の比内鶏の体が明らかに大きいことが確認できる(図1)。

産卵率については, 小松ら(2008)の報告と比較して成績が向上していることが確認された。しかし, 豊住ら(1975)が調査した比内鶏の産卵率

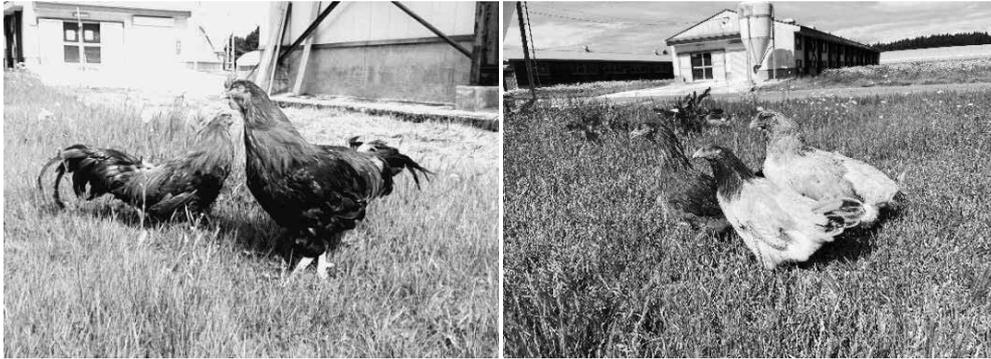


図1 畜産試験場の比内鶏と保存会の比内鶏

左：雄（左：保存会比内鶏，右：畜産試験場比内鶏）
右：雌（左2羽保存会比内鶏，右：畜産試験場比内鶏）

は47.7%であり，導入当時と比較して産卵成績は劣っている。そのため，今後は巣箱へ鶏を入れる訓練のタイミングや可能な限り就巢させないような取り組みを行うとともに種鶏の選抜により産卵率を高めていく必要がある。

比内鶏の種卵導入後，50年による改良により体重や卵重は大幅に改良された。しかしながら，産卵率は依然として低いことから，今後は体重と卵重は維持しつつ産卵性能の改良に取り組んでいくことが必要であると考えられる。また，受精率やふ化率が低下していることから，今後は近交係数の上昇を抑制する対策を行っていくことが必要である。

引用文献

小松恵，力丸宗弘，石塚条次. 2008. 比内鶏およびロードアイランドレッド種の性能調査. 秋田県畜産試験場研究報告 22,75-80.
松浦知恵子，佐々木茂. 1998. 寒冷地に適した複合養鶏の安定生産技術の確立. 一特産鶏肉安定生産のための選抜試験—（第5報）. 秋田県畜産試験場研究報告 13,43-46.
高橋大希，小松恵，佐藤正寛，鈴木啓一，力丸宗弘. 2013. 比内鶏の14週齢体重における選抜反応と遺伝率の推定. 日本家禽学会誌 50, J16-J21.

豊住登，本郷直喜，藤原久康，吉川芳秋，菊池正美. 1974. 肉用鶏に対する地鶏（比内鶏）の利用に関する試験（第1報 比内鶏の発育に関する調査）. 秋田県畜産試験場試験研究成績報告書 昭和48年度，159-164.

豊住登，本郷直喜，藤原久康，吉川芳秋. 1975. 比内鶏の利用に関する試験—比内鶏の性能調査と選抜—（中間成績）. 秋田県畜産試験場試験研究成績報告書 昭和49年度，87-94.

豊住登，本郷直喜，藤原久康，吉川芳秋. 1976. 比内鶏の利用に関する試験—比内鶏の性能調査と選抜—（第1報）. 秋田県畜産試験場試験研究成績報告書 昭和50年度，151-162.

Rikimaru K, Sasaki O, Koizumi N, Komatsu M, Suzuki K and Takahashi H. 2011. Mapping of quantitative trait loci affecting growth traits in a Japanese native chicken cross. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 24, 1329-1334.

Rikimaru K, Komatsu M, Suzuki K, Uemoto Y, Takeda H and Takahashi H. 2012. Association between cholecystokinin type A receptor haplotypes and growth traits in Japanese Hinai-dori crossbred chickens. Molecular Biology Reports 39, 4479-4484.

- Rikimaru K, Takeda H, Uemoto Y, Komatsu M, Takahashi D, Suzuki K and Takahashi H. 2013. Effect of a single-nucleotide polymorphism in the Cholecystokinin type A receptor gene on growth traits in the Hinai-dori chicken breed. *The Journal of Poultry Science* 50, 206-211.
- 力丸宗弘, 武田尚人, 大久保武, 高橋大希, 小松恵, 高橋秀彰. 2014. コレシストキニン A 受容体遺伝子 g.420 C>A 一塩基多型は比内鶏の発育を改善する. *日本家禽学会誌* 51, J43-J48.
- 佐々木専悦, 千田惣浩, 畠山義祝. 1992. 県内家禽有用遺伝資源の維持・保存試験—秋田三鶏の飼養性能調査—. *秋田県畜産試験場研究報告* 7, 131-136.
- 佐々木専悦, 千田惣浩, 畠山義祝. 1993. 県内家禽有用遺伝資源の維持・保存試験—秋田三鶏の飼養性能調査— (第2報). *秋田県畜産試験場研究報告* 8, 53-57.

QRコードを用いたニワトリの個体識別および作業体系の構築

田澤 謙・福田 栞^{*1}・鹿野亜海^{*2}・中島二千花^{*3}・力丸宗弘

^{*1}元 秋田県畜産試験場

^{*2}現 秋田県農林水産部畜産振興課

^{*3}現 秋田県北部家畜保健衛生所

要 約

秋田県畜産試験場では、ニワトリの個体識別にアルファベット1文字と4桁の番号が刻印されたアルミニウム製の翼帯を使用している。しかし、翼帯による管理は個体識別を伴う体重測定時や種鶏舎への移動（配室）時等の作業において、誤った記録がされやすいことや作業に多くの人員を要することから、誤認率の削減や作業の省人化・省力化が求められている。

近年、ニワトリにおいてQRコードを利用した個体管理や正確なデータ収集システムが報告されている。そこで本研究では、正確なデータ収集と作業の省人化・省力化を目的に翼帯に代わる新たな個体識別として、QRコードを用いた装着方法と作業体系の効率化について検討を行った。

初生ヒナにはQRコードラベルを通したループを両羽へ回して装着し、付け替えの際にはタグガンを用いてループを翼膜へ装着した。餌付け時、付け替え時、体重測定時、配室時に脱落率を、餌付け時および付け替え時に装着時間の調査を行った。体重測定時と配室時には無線通信機器を導入し、個体番号と体重のデータの電子化とタブレットPCへの自動入力を行い、個体番号の誤認率を調査した。ループを2重に巻いた方式はQRコードラベルの脱落率が翼帯と同程度であった。付け替え時の装着時間については、ループと翼帯で有意な差は認められなかった。翼帯からループとQRコードラベルに変更したことによる費用の削減率は約30%であった。また、QRコードを用いることにより体重測定時と配室時における誤認率は0%となった。さらに、無線通信機器により作業人員が削減され、データの自動入力により作業の効率化が実現した。

以上の結果から、QRコードラベルとループを用いた装着法は翼帯と同程度の脱落率を保持しながら安価に装着できることが確認された。また、データの電子化・無線通信機器の導入により、作業の省人化・省力化および正確なデータの収集が可能となることが示唆された。

緒 言

秋田県畜産試験場では、県内の比内地鶏素雛供給事業者へ優良な種ヒナを供給するため、ふ化直後からニワトリを個体管理して飼養し、個体ごとの体重や産卵率等のデータを基に選抜・交配を行っている。ニワトリの個体識別にはアルファベット1文字と4桁の番号が刻印されたアルミニウム製の翼帯を使用し、ふ化直後にヒナの左脚に巻き付け、脚が太くなり始めた約1週齢時に翼膜へと付け替えを

行う（図1）。体重測定の際には、取り付けられた翼帯の番号を作業者が読み上げ、記録者へ伝達、記録者は測定した体重を紙へ記録し、作業終了後、パソコンへの入力作業を行う。しかし、翼帯による体重測定には、2つの問題点がある。一つは誤った記録がされやすい点である。当场では体重測定を14週齢に実施しているが、その週齢に達する頃には翼帯がニワトリの体に対して小さく、光の加減、文字の凹凸も相まって、番号の読み違いを起こしやす

い。加えて個体番号の口頭伝達をニワトリが騒いでいる中で行うため、記録者が聞き間違いを起こしやすい。さらに、パソコンへのデータ入力の手入力のため、チェックが不十分な場合、誤ったデータが記録されることとなる。誤った情報に基づく選抜・交配は育種上大きな損失になり得る。もう一つは作業に多くの人員を要する点である。当场では体重測定の際、ケージ内のニワトリを取り出す人1名、個体番号を読み上げる人2名、読み上げられた番号を復唱し、体重を記録する人1名、ニワトリをケージに戻す人1名の5人体制で行っている(図2)。このうち個体番号の確認・読み上げは、1回の体重測定につき数百羽単位で行うことから、作業者の負担が大きく他の役割よりも多くの人員を要する。そのため、体重を含めたデータの収集を自動化し、作業の省人化・省力化することが必要となっている。このような状況から、我々は正確なデータの収集と業務の効率化を図るため、翼帯に代わる新たな個体識別としてQRコードに着目した。

QRコードは省スペースで多くの情報を収録可能な2次元バーコードであり、格子状に白・黒のセルを配置して情報を表現する。QRコードは2次的に情報を表現することが可能となるため、大容量の情報を高密度で記録できることから、コンピュータやネットワークの進歩とともに次世代の情報化時代を担うコードとして普及してきた(原, 2019)。現在では、製品の生産・在庫管理からWebサイトへの誘導、電子決済に至るまで幅広い分野で活用されている(原, 2019)。QRコードのメリットは読み取りに必要な専用のリーダーが不要であり、どの角度からでも読み取りが可能であること、Bluetoothによる電子情報の通信が可能であること、多少の汚れでも認識可能であることなどが挙げられる。養鶏関連では鶏卵のトレーサビリティシステムにQRコードが利用されているが(Yang et al. 2022)、種鶏管理を目的としたQRコードの利用についてはほとんど見当たらない。最近、福澤と佐藤(2020)は

QRコードのメリットに着目し、独自に開発したプラスチック製のQRコードタグを用いたニワトリの個体識別や体重等の正確かつ効率的なデータ収集システムを開発した。これにより、鶏舎内での番号の読み間違い、聞き間違い、入力ミスが改善され、



図1 アルミニウム製の翼帯および初生ヒナ(0日齢)への装着(①)と付け替え時(6日齢)の装着(②)
①初生ヒナへの装着: 翼帯を左足に引っ掛け、巻き付ける
②付け替え時の装着: 翼帯の先端を翼膜(矢印方向)に貫通させ、輪状に固定する



図2 翼帯による体重測定の様子

作業の正確性や効率性が格段に向上することが確認されている。しかしながら、初生ヒナの装着の際には、QRコードラベルに輪ゴムをホッチキス留めする加工が必要であり、装着法の簡素化にはさらなる検討が必要である。加えて、QRコードラベルおよび独自開発されたプラスチック製タグは、翼帯の約2倍のコストがかかることから、より安価な素材での装着が求められる。そこで、本研究では福澤と佐藤（2020）の報告を参考にQRコードの新たな装着方法や作業体系の効率化について検討を行った。

材料および方法

1. 供試鶏および飼養管理

2021年6月、2022年3月、6月、8月に秋田県畜産試験場でふ化したロードアイランドレッドの雌を供試した。餌付けから4週齢まではバタリー育雛器で飼養し、4週齢から17週齢までパイプハウスまたは群飼ケージにて飼養した。全期間を通して不断給餌、自由飲水とし、その他の管理は当場の慣行とした。本研究は秋田県畜産試験場動物実験規定に則り、種鶏飼育管理業務の中で実施した。

2. QRコードおよび翼帯の装着方法

(1) QRコード 秋田畜試方式

QRコードラベルはアルファベット1文字、4桁の番号とともに、これらを示すQRコードを印字したラベル（凸版印刷株式会社、東京）を用い



図3 個体識別に用いたQRコードラベルおよびループ（左）と装着に用いたタグガン（丸部にループを装填）（右）

た（図3左）。ループの装着には、タグガン（ファスバノック V；株式会社トスカバノック、東京）、ループ（ファスループ〈ELV0001、長さ6cm〉；株式会社トスカバノック）を用いた（図3右）。装着は以下の手順で実施した。

(1) - 1. 初生時（0日齢）

- ①タグガンの針にQRコードラベルをセットする
- ②ヒナの両羽をつまみ付け根を露出させ、タグガンの先端を引っ掛ける
- ③タグガンのグリップを握り、両羽へQRコードラベルを通したループを回す（図4）

(1) - 2. 付け替え時（12～14日齢〈約2週齢〉）

- ①初生時に装着したループを切断・廃棄し、QRコードラベルを回収する
- ②回収したQRコードラベルをタグガンの針にセットする



図4 初生ヒナ（0日齢）へのQRコードラベルの装着方法

- ①QRコードラベルをタグガンの針にセットする
- ②ヒナの両羽をつまみ、付け根を露出させる
- ③タグガンの先端を羽の付け根に引っ掛け、グリップを握る
- ④ループの両端が矢印方向から射出し、固定・装着される
- ⑤装着後のヒナ（実線：ループ露出部、点線：ループ被覆部）

- ③片方の羽の翼膜にタグガンの針を当て、グリップを握りループを打ち込む（図5）

なお、ループを1回打ち込む（1重巻き）方式を秋田畜試方式A、ループを2回打ち込む（2重巻き）方式を秋田畜試方式Bとした（表1）。



図5 付け替え（12日齢）時のQRコードラベルの装着方法

- ① QRコードラベルを付け替える前の12日齢時のヒナ
- ② 装着しているループを切断し、廃棄する（赤実線：ループ露出部）
- ③ QRコードラベルを回収し、タグガンの針にセットする
- ④ タグガンの針をヒナの翼膜に当て、グリップを握り、ループを打ち込む
- ⑤ 装着後のヒナ

(2) QRコード 兵庫牧場方式

QRコードラベルは秋田畜試方式と同一のものを用いた。装着方法は福澤と佐藤（2020）の報告をもとに、初生ヒナにはQRコードラベルにホッチキス留めした輪ゴムを両羽へ通し（図6左上，右上），付け替え時にはプラスチック製タグ（凸版印刷株式会社）を翼膜に装着した（図6左下，右下）。付け替えは12～14日齢（約2週齢）に行った。

(3) 翼帯

翼帯はアルファベット1文字と4桁の番号が刻印されたアルミニウム製の翼帯（株式会社三興商会，静岡）を用い，ふ化直後，ヒナの左脚に巻き付け，脚が太くなり始めた約1週齢時に翼膜へ付け替えを行った。

表1 初生ヒナおよび付け替え時におけるQRコードラベルの装着素材と方法

装着方式	素材	餌付け時*	付け替え時**
秋田畜試方式A	ループ	両羽へループを回して装着	翼膜へループを1重巻きで装着
秋田畜試方式B	ループ	両羽へループを回して装着	翼膜へループを2重巻きで装着
兵庫牧場方式	輪ゴム	両羽へ輪ゴムを通し装着	翼膜へプラスチック製タグを装着

* 餌付け時：初生ヒナへQRコードを装着後、バタリー育雛器で餌付けする時

** 付け替え時：QRコードを付け替える時（12～14日齢）



図6 輪ゴムをホッチキス留めしたQRコードラベル（左上）と装着したヒナ（0日齢，右上），付け替え時の装着に用いたプラスチック製タグ（左下）と装着したヒナ（13日齢，右下）

3. QRコードラベルおよび翼帯の脱落率の調査

(1) 2021年生まれの群における調査

装着素材の違いによる脱落率を調査するため，秋田畜試方式A，兵庫牧場方式および翼帯によりそれぞれ400羽ずつへ装着し，4週齢以降パイプハウスにて飼養した。調査時期は，初生ヒナへQRコードラベルおよび翼帯を装着後，バタリー育雛器へ移動する餌付け時，QRコードラベルおよび翼帯の付け替えを行う付け替え時，14週齢に行う体重測定時，17週齢に行う種鶏舎への移動（配室）時とした。脱落率は，調査時にQRコードラベルまたは翼帯を装着していなかった羽数を，調査した全ての羽数で除して求めた。

(2) 2022年3月，6月生まれの群における調査

ループの巻き方の違いによる脱落率を調査するため，6月生まれの群を用いて秋田畜試方式

Aにより300羽、秋田畜試方式Bにより400羽へ装着し、4週齢以降パイプハウスにて飼養した。併せてケージ飼育における付け替え後の脱落率を調査するため、3月生まれの群227羽に翼帯を、6月生まれの群では兵庫牧場方式により30羽、秋田畜試方式Aにより30羽、秋田畜試方式Bにより40羽装着し、4週齢以降1ケージ7羽の収容羽数で飼養した。調査時期は配室時を除き2021年生まれの群と同様とした。脱落率は、調査時にQRコードラベルを装着していなかった羽数を、調査した全ての羽数で除して求めた。

4. QRコードラベルおよび翼帯の装着時間の調査

2021年生まれの群を用いて初生ヒナへの装着時間と付け替え時の装着時間について調査を行った。装着作業は10羽を1セット（単位）として餌付け時に5セット、付け替え時に4セット、8名の同一職員で実施した。

5. QRコードおよび翼帯を用いた体重測定および配室作業の比較・検討

(1) 体重測定

体重測定は14週齢に行った。QRコードを用いた体重測定では、ケージ内のニワトリの取り出しからQRコードの読み取り、体重測定、ケージへの戻しまでを2名で行い、タブレットPC操作者を加えた3人体制で実施した。個体番号を示すQRコードの読み取りは、スキャナー（FK-6530BT;FKsystem,愛知）を用いて自動でタブレットPCへ入力を行った。体重の記録には、アダプター（REX-BT60;ラトックシステム株式会社,大阪）を接続した電子秤（FS-30Ki;株式会社エー・アンド・デイ,東京）を用いてタブレットPCへ無線送信するよう設定した。翼帯を用いた体重測定では、ケージ内のニワトリを取り出す人1名、個体番号を読み上げる人2名、読み上げられた番号を復唱し、体重を記録する人1名、ニワトリを

ケージに戻す人1名の5人体制で行った。

(2) 体重測定時の環境音

体重測定時の環境音を測定するため、2022年8月にふ化した個体番号を付していないロードアイランドレッド400羽を用いて4週齢以降1ケージ7羽の収容羽数で飼養し、14週齢に体重測定を実施した。体重測定作業はニワトリの取り出しとケージへの戻しを行う人1名、体重計にニワトリを載せる人1名、体重記録者1名、騒音測定者1名の4人体制で実施した。環境音の集音は騒音計（FMTNDHY1361;Focusmart, RM, Italy）を用いて、体重記録者の背後約1.5mの高さに設置し、騒音測定者が30秒ごとに集音された音の強さを記録した。この時、騒音測定者は環境音以外の音である体重測定鶏の鳴音、作業者の声が集音あるいは環境音よりも大きいと感じた場合にその音の種類についても記録を行った。

(3) 配室

体重測定および外貌審査の調査から優れた個体を選抜し、種鶏舎へ移動する配室作業を17週齢時に行った。QRコードを用いた配室では、QRコードをスキャナーで読み取り、Excelの自動検索機能を用いて選抜された個体と選抜されなかった個体の仕分けを行った。翼帯を用いた配室では、作業者がニワトリの個体番号を読み上げ、配室先（鶏舎と部屋）等が記載された配室表を基に選抜された個体と選抜されなかった個体の仕分けを行った。

(4) QRコードおよび翼帯の誤認率の確認

2021年生まれの群を用いて、体重測定時および配室時のQRコードおよび翼帯の個体番号の誤認率をそれぞれ調査した。重複した個体番号が読み上げられた場合あるいは選抜された個体が確認されなかった場合に誤認と判断し、誤認率はその羽数を調査した全羽数で除して求めた。なおQRコードの誤認率については、秋田畜試方式Aと兵庫牧場方式の結果を合算して求めた。

6. 統計処理

装着素材の違いによる1羽当たりに要する装着時間はExcel統計2006ソフトウェア(Social Survey Research Information, 東京)を用いて一元分散分析法による有意差検定を行い, 平均値間の差の検定はTukeyの多重比較検定を用いた。P値が0.05未満の時に装着素材間の有意差とした。

結果および考察

本研究では, 正確なデータの収集と作業の省人化・省力化を目的に翼帯に代わる新たな個体識別として, QRコードを用いた新たな装着方法と作業体系の効率化について検討を行った。装着素材の違いによる初生ヒナの脱落率を表2に示した。

餌付け時については, 2021年におけるループを用いた秋田畜試方式(A, B)の脱落率が12.5%と他の装着素材と比較して高かった。2021年における秋田畜試方式(A, B)の脱落率が高くなった原因として, 装着者がタグガンの扱いに不慣れであり, ループの装着が不十分であったこと, 翼帯や輪ゴムと比較してヒナの体から抜けやすかったことが考えられる。2022年においては, これらの点を踏まえ, 装着者が正しくタグガンを抑えるよう何度か練習を行うとともに, 装着後には必ずループの位置が羽の先端部など脱落しやすい部分に装着されていないか確認を行った。その結

果, 付け替え時については, 各装着素材および装着方法の違いによる脱落率に大きな差は認められなかった。

付け替え後の装着素材および装着方法の違いによる飼育形態別の脱落率では, ループ1重巻きによる秋田畜試方式Aを除いて翼帯と同程度の脱落率であった(表3)。体重測定時および配室時について飼育形態別で比較すると, 兵庫牧場方式による群を除いてハウス飼育はケージ飼育より脱落率が低い傾向を示した。また, 秋田畜試方式ではループ2重巻きによるB方式がループ1重巻きによるA方式よりも脱落率が低い結果となった。ケージ飼育で脱落が増加した要因として, ケージとの擦れ, 被装着鶏あるいは他のニワトリによるつつき, 他のニワトリとの闘争などによる損耗が考えられる。

一方, ハウス飼育ではケージの擦れといった物理的な損耗の減少に加え, 床つつきや砂浴びといった探索行動の自由発現により, QRコードラベルといった新奇のものへのつつきが減少したと考えられる。ループは1重巻きの場合, 他の装着方法と比較して脱落率が著しく高かったが, 2重巻きにすることによって耐久性が向上し, 脱落率を大きく抑えることができ, 翼帯および兵庫牧場方式と同等の脱落率となった。

これらの結果から, ループとQRコードラベル

表2 装着素材の違いによる初生ヒナの脱落率(%)

調査時期	翼帯		秋田畜試方式(A, B)*		兵庫牧場方式	
	2021年	2022年	2021年	2022年	2021年	2022年
餌付け時	3.0	12.5	2.9	1.0	3.0	0.0
付け替え時	0.5	0.3	1.3	2.3	0.0	0.0

* 秋田畜試方式(A, B): 付け替え時までAとBの装着方法は同一

表3 を付け替え後の装着素材および装着方法の違いによる飼育形態別の脱落率(%)

調査時期	翼帯		秋田畜試方式A		秋田畜試方式B		兵庫牧場方式	
	ケージ*	ハウス	ケージ*	ハウス	ケージ*	ハウス	ケージ*	ハウス
体重測定時(14週齢)	0.9	0.5	7.2	2.5	1.1	0.3	0.0	1.9
種鶏舎移動時(17週齢)	—	0.0	—	1.0	—	0.3	—	0.0

*ケージ: ケージ飼育は体重測定時のみ調査を実施

を用いたニワトリの個体識別は十分可能であると考えられる。しかしながら、QRコードラベルは装着者や装着状態によって脱落率が変動する可能性があることから、QRコードを個体識別として導入する際には、装着者の訓練や事前の検証等が必要である。

また、付け替え直後はヒナの体に対し、ループの内径がやや大きく、タグガンの打ち込み位置などによって第二指等にループが引っかかることがある(図7)。第二指等へのループの引っかかりは羽の成長障害、裂傷、感染症罹患に繋がる恐れがあることから、付け替え直後はヒナを注意深く観察し、ループの引っかかりが確認された場合はループの早期除去、付け直しを行う等の対処が必要である。

本研究ではロードアイランドレッドの雌のみ検証しており、種鶏の飼養管理においてループおよびQRコードラベルを導入するには、雄についても検証する必要がある。試験的にロードアイランドレッドの雄にループを二重巻きで装着し70日齢(雄配室日齢)で調査した結果、ケージ飼育では脱落率が約6%以上と雌よりも高い脱落率を示した。その原因として、雄は雌よりも体格が大きく、他のニワトリとの闘争も多いことから、ループの損耗が多くなり、脱落率が高くなったと考え



図7 ループが引っかったヒナ
実線：ループ露出部、点線：ループ被覆部

られる。種鶏の選抜・改良において、雄は雌よりも強い選抜強度がかかることから、雄の高い脱落率は育種上大きなリスクとなり得る。このことから、QRコードを実際の種鶏群の個体識別に用いる際には、さらに強度の優れた素材、方法による装着が必要である。

当场では、雌種鶏を17週齢以降各鶏舎、各ケージへ収容し、廃用に至るまで同一鶏舎、同一ケージで飼養する個体管理方式を採用している。そのため本研究では、当场の管理方法に従い、個体識別が必要な群飼育している17週齢以前を対象に脱落率の調査を実施した。

本研究では17週齢以降の脱落率を調査していないため、長期的に飼育した場合の脱落率については不明であるが、飼育・装着期間が長くなるにつれ、ループやQRコードラベルが損耗する機会が増え脱落しやすくなる可能性があることから、長期的な個体管理が必要な場合には、ループとQRコードラベルのみによる管理法では難しいと考えられる。

当场では、17週齢以降ケージ飼育ではエサ樋へ個体番号を記載したテープを貼り(図8左)、平飼い飼育では個体番号を記載したレザーとビニールケーブルで作成した翼章をニワトリの片羽に装着し個体の管理を行っている(図8右)が、長期的な個体管理を行う場合にはこのような管理方法も併用する必要があると考えられる。

また、本研究で個体識別に用いたループは透明色のため、ニワトリによるつつきを防止出来る一方で、目視による確認も難しくなる点に留意しなければならない。特に廃鶏出荷の際には、ループとQRコードラベルを取り外す必要があるが、羽毛による被覆等によりループの発見・完全除去が出来ず、畜体に残存する恐れがあることから、取り忘れがないよう注意が必要である。

翼帯およびQRコードラベルの装着時間を比較すると、付け替えの際は、いずれの方法でも有意



図8 当場におけるケージ飼育での個体管理（左）と平飼い飼育での個体管理および翼章（右）

表4 装着素材の違いによる1羽当りに要した装着時間（秒）

調査時期	翼帯	秋田畜試方式(A、B) *	兵庫牧場方式
餌付け時	9.8 ± 2.2 ^a	20.4 ± 8.5 ^b	31.5 ± 10.9 ^c
付け替え時	29.7 ± 11	32.8 ± 9.6	34.1 ± 4.3

* 秋田畜試方式(A、B): 付け替え時までAとBの装着方法は同一
装着作業は10羽を1セットとして餌付け時に5セット、付け替え時に4セット、8名の同一職員で実施
平均値±標準偏差

^{a,b,c} 異符号間に有意差あり($P < 0.05$)

な差は認められなかったものの、初生ヒナの装着では、翼帯による装着方法が他の素材より有意に時間が短く、兵庫牧場方式が最も時間を要した(表4)。その原因として、兵庫牧場方式では、装着時に動くヒナを保定しながら両羽に輪ゴムを通す必要があり、迅速な装着が難しかったためと考えられる。

また、ホッチキス留めが不十分な場合、輪ゴムがQRコードラベルから脱離することもあり、再度ホッチキス留めをしなければならないという手間が生じた。一方、本研究で考案したループによる装着方法では、タグガンを用いることで誰でも容易に装着することができ、兵庫牧場方式よりも

約10秒装着時間を短縮することができた。

翼帯を用いた装着方法と比較すると、タグガンを用いた装着法は時間を要するものの、慣れることで更なる時間の短縮が期待される。個体識別を翼帯からループおよびQRコードラベルにしたことによる材料費の削減率は約30%であった。福澤と佐藤(2020)が開発したプラスチック製タグは翼帯より約2倍の費用がかかったことを踏まえると、本研究で考案した装着方法は従来よりも安価で個体識別可能な手法であると考えられる。

体重測定時の個体識別を翼帯からQRコードに変更した結果、個体番号の読み上げが不要となり、体重測定に必要な人員を5名から3名へ削減する



図9 体重測定時のタブレットPC画面



図10 従来の配室表（左）とQRコードを用いた配室作業時のタブレットPC画面(右)

ことができた。加えて、個体番号と体重データが自動でタブレットPCへ入力されるため、記録簿からPCへの手入力作業がなくなり、正確なデータの収集が可能となった(図9)。

配室における個体識別については翼帯からQRコードに変更することにより、スキャナーによる読み取りで個体番号をExcelファイルへと書き込むことが可能となり、自動検索機能を用いて選抜された個体か否かを瞬時に判別することができた(図10右)。翼帯による配室の場合、読み上げられた個体番号を紙の配室表から探し出さねばならず、手間と時間を要した(図10左)。

時には、個体番号の読み間違い、聞き直し、誤認により一時作業を中断する場面もあったが、QRコードの導入により配室作業の円滑な進行が可能となった。

個体識別に翼帯を用いた群では、体重測定時および配室時において一定数誤認が生じた(表5)。

これは翼帯番号の読み間違い、聞き間違いが原因と考えられ、配室の際に選抜した個体が存在しなかった場合や誤った個体が選抜されていた場合には、育種上重大な過ちとなり得る。実際に体重測定中の環境音を測定した結果、常に70~90dBの大きな騒音が発生していることが判明した

表5 各調査時期における翼帯とQRコードの誤認率の比較(%)

調査時期	翼帯	QRコード*
体重測定時(14週齢)	1.1	0.0
種鶏舎移動時(17週齢)	0.7	0.0

* QRコード:秋田畜試方式Aと兵庫牧場方式の結果を合算

(図11)。

この大きさは鉄道の車内、主要主幹道路、航空機の機内やゲームセンターやパチンコ店内のような遊戯施設内の騒音に匹敵する(末岡ら, 2009)。このような環境下では、読み上げられた個体番号を正確に聞き取ることが難しく、日常会話よりも大きい声量で読み上げる必要があったと推測される。一方、個体識別にQRコードを用いた群では、体重測定、配室ともに誤認率は0%であった。

これは個体番号の読み取りから体重データの入力を自動で行うことにより、人的ミスの発生がなくなったためである。これらの結果からQRコードを用いることにより、誤認の発生がなくなり、より正確なデータに基づく選抜・改良を推進できることが示唆された。

本研究では、翼帯に代わる新たな個体識別としてQRコードに着目し、その装着法と作業体系の効率化について検討を行った。その結果、ループ

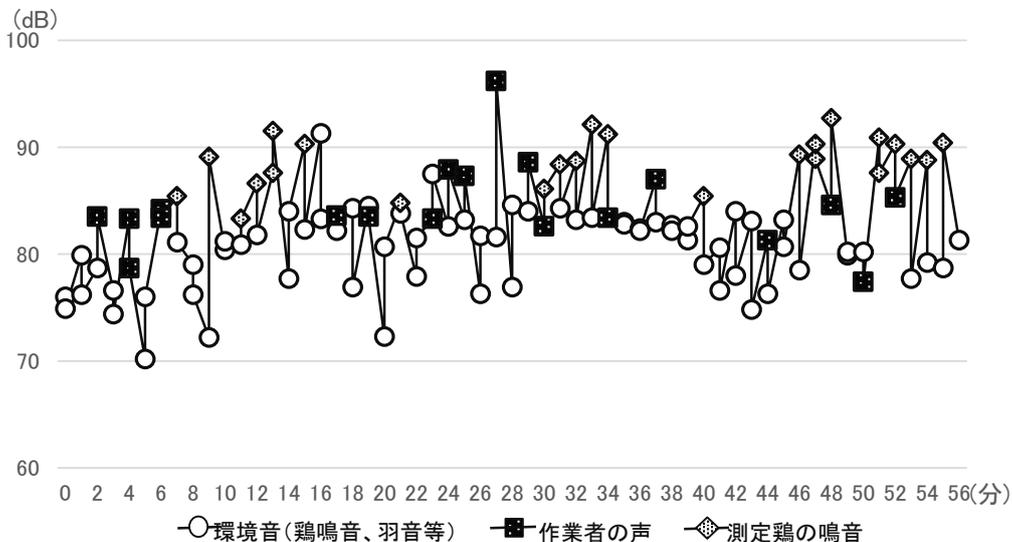


図11 体重測定時の環境音

を用いた安価で簡易的な新たな装着法を考案し、無線通信機器を活用した作業の省人化・省力化を実現した。データの電子化、無線通信機器の導入はニワトリの体重測定や配室作業のみならず、産卵個数の計数や卵重測定などその他日常業務への活用と効率化が期待される。

謝 辞 等

本研究は「新型コロナウイルス感染症対応地方創生臨時交付金」活用事業の助成を受け実施した。

供試鶏の飼育管理を担当していただいた秋田県畜産試験場比内地鶏エリアの皆様には感謝の意を表します。

本報告は、日本家禽学会の許諾を得て、日本家禽学会誌、第61巻、第J2号、J51-J59頁、2024年に掲載された論文を一部改変、転載したものである。

引用文献

- 福澤陽生, 佐藤美保. 2020. QRコードを用いた鶏个体識別システムの開発. 畜産技術, 779: 15-21
- 原 昌宏. 2019. QRコードの開発と普及－読み取りを追究したコード開発とオープン戦略による市場形成－. Synthesiology, 12: 19-27
- 末岡伸一, 内田英夫, 菊地英男, 鴨志田均, 門屋真希子, 田中 進. 2009. 「騒音の目安」作成調査結果について. 全国環境研会誌, 34: 254-261
- Yang SH, Phan HTT, Hsieh CM and Li TN. 2022. What intentions and interesting Information can attract consumers to scan QR code while buying Eggs? Foods, 11: 1259

比内地鶏雄の性能調査および飼育管理技術の検討（第1報）

田澤 謙・力丸宗弘・戸石 岳・高宮颯汰

要 約

本研究では現在の比内地鶏雄の発育性能の解明、飼育技術の向上を図るため、異なる日齢および飼養密度で飼育試験を行い、発育性や生産性に及ぼす影響について調査した。発育調査の結果、3羽/m²区は28日齢以降、体重、平均日増体重および飼料摂取量が他区よりも優れていた。本試験で最も大きかった試験区の体重は、100日齢で2,573.7gと、過去の報告と同等であった。解体調査の結果、生体重、と体重量、各解体部位重量は110日齢が最も大きくなった。生産性は、90日齢から110日齢にかけて日齢が経過するごとに粗収益が増加し、1羽あたりで換算した場合、90日齢および100日齢において3羽/m²区が最も優れていた。以上の結果から、現在の比内地鶏雄は約10年前と同等の発育性能を有しており、発育性および生産性の観点から飼養密度3羽/m²での飼育が推奨され、生産者の収益性および需要者の経済性から110日齢以上での出荷が望ましいと考えられた。

緒 言

近年、アニマルウェルフェア（動物福祉、以下AW）への関心が世界的に高まっており、畜産業界において、家畜の快適性に配慮した飼育管理技術の開発・推進が一つの重要なテーマとなっている。

EU（欧州連合）では、既にAWに関する法整備が進んでおり、養鶏産業に関しては、採卵鶏において、バタリーケージでの飼育禁止が、肉用鶏においては、最大飼養密度が33kg/m²以下（例外を除く）に制限される（植木 2021；日本貿易振興機構 2025）など、法令によって飼育環境の改善や飼育システムの転換が推進されている。さらに近年では、同加盟国のドイツにおいて、採卵鶏で問題となっている雄ヒナの淘汰が国内法で初めて禁止（Van Niekerk and Workamp 2022；Corion et al. 2023）され、各国において、雌雄の産み分けを可能とする卵内雌雄判別技術や、雄鶏の肉用鶏としての利用に関する研究・飼育管理法について急速に注目が集まっている（Van Niekerk and Workamp 2022；Corion et al. 2023；Di Concetto

et al. 2024）。

一方、AWにどの程度配慮して畜産物が生産されたかを消費者に明示する、ラベル認証制度も拡大している。現在、EU域内共通の印字コード（植木 2021）のほか、オランダのBeter Leven（後藤 2021）やデンマークのBetter Animal Welfare Label（日本貿易振興機構 2025）など各国、各種団体において独自の認証制度が確立されている。AWの認証と畜産物への表示は、消費者個人が嗜好・思想・信条・健康状態などに合わせて商品を選択する一つの基準（後藤 2021）として、購買行動に一定の影響を及ぼすことが報告されており（岩本 2017；志賀ら 2020；Gorton et al. 2023）、AWへの対応は生産者にとってビジネスの拡大や付加価値を創出する新たなきっかけにもなっている。

したがって、畜産農家は、従来の生産方式の転換や持続的な畜産物の生産体制の構築など、AWを今後の経営戦略を左右する重要なファクターとして、十分配慮・検討していかなくてはならない。

秋田県で生産・出荷されている比内地鶏は、ほ

とんどが雌である。これは雌肉の優れた肉質や脂肪質などが消費者から高く評価されていることに起因しており（佐々木ら 1999；力丸ら 2010）、雄ヒナはふ化時にはほぼ淘汰され、生産羽数全体のうち、その割合は約3%に留まっている（表1）。しかしながら、AWの観点において、雄ヒナの淘汰抑制は、不要な苦痛からの解放、遺伝資源の有効活用を図る上で極めて重要な課題であり、生産振興においても、雌肉と競合しない加工分野への利用や素雛生産の労力軽減等が、新たな販売チャネルの拡大や生産者の利益増大、「AWに配慮した比内地鶏生産」といったブランド力の向上にも資する。

これまで当場では、比内地鶏雄の有効活用を図るため、去勢鶏「あきたシャボン」の開発、発育性や出荷日齢の検討に関する試験研究に取り組んできた（佐々木ら 1999；力丸ら 2010；力丸ら 2016）。しかしながら、去勢鶏については、飼育日数が雌よりも長く、独自の飼養管理が必要であること、去勢時は外科的手技が必要であるといった手間やコスト等の課題があった。また、力丸ら（2016）は比内地鶏雄の発育性能について報告したが、比内地鶏母系ロードアイランドレッドの組合せが変更された（佐藤ら 2017）ことや、調査時から10年以上経過していることを踏まえると、

現在の能力とは異なる可能性が考えられる。そのため、純粋な雄鶏の利用を推進するためには、現在の比内地鶏雄の能力について現状把握・調査する必要がある。

比内地鶏ブランド認証制度において、雄は28日齢以降、平飼いで5羽/m²以下の飼養密度で100日齢以上飼育することが定められている（秋田県 2008）。福田ら（2023）は、比内地鶏雌を異なる日齢で飼育した結果、体重およびと体重量、解体部位重量において、日齢間で有意な差があることを示し、その違いが生産者の収益、卵巣等の副産物の取得量が市場価値にも影響することを報告した。このことから、雄においても日齢による発育成績の違い、これに伴う収益性の違いが想定され、適正な出荷日齢について、再度検討する必要がある。さらに、飼養密度は、家禽の発育および飼料摂取量、ストレスなどに影響を及ぼすことが報告されており（加藤ら 1991；松嶋ら 1996；Selvam et al. 2017；山本ら 2021）、飼養鶏の快適性向上、安定的な収益確保を図る上で、最適な飼養密度での飼育が今後求められる。

そこで、本研究では、現在の比内地鶏雄の発育性能の解明、飼育技術の向上を図るため、異なる日齢および飼養密度で飼育試験を行い、発育性や生産性に及ぼす影響について調査した。

表1 直近3カ年で秋田県において生産された比内地鶏の羽数

年	♂		♀		合計 羽数 (羽)
	羽数 (羽)	(割合 (%))	羽数 (羽)	(割合 (%))	
2022	11,814	(2.9)	388,867	(97.1)	400,681
2023	12,793	(3.1)	401,482	(96.9)	414,275
2024	14,933	(3.4)	422,187	(96.6)	437,120

本データは秋田県（2025）の報告において使用された元データを借用・一部編集して作成した

材料および方法

本研究は、秋田県畜産試験場動物実験委員会の承認を得て実施した。

1. 供試鶏および飼養管理

秋田県畜産試験場でふ化した比内地鶏雄を供試した。

餌付けから28日齢まではバッテリー式育雛器（間口88.5cm×奥行73.0cm×高さ48.3cm/段）で

375羽（75羽/段）飼育した。28日齢以降は、このうち325羽を5区に振り分け、パイプハウスにて、各区異なる飼養密度で放し飼いをした。振り分けは、28日齢の体重測定時に行い、全個体のうち体重の小さい下位50羽を淘汰した後、各区平均体重が等しくなるよう振り分けた。試験期間は2025年5月21日（0日齢）から9月8日（110日齢）までとした。

飼料は、0～28日齢まで前期（粗蛋白質含量（以下、CP）21.0%以上、代謝エネルギー含量（以下、ME）3,070 kcal/kg以上）を、28～70日齢まで中期（CP18.0%以上、ME2,900kcal/kg以上）を、70日齢から試験終了日齢まで仕上げ（CP16.0%以上、ME2,900kcal/kg以上）飼料を全区に給与し、全期間不断給餌・自由飲水とした。その他ワクチネーションプログラムは当場の慣行に従った。羽つつき等による死亡を防ぐため、0日齢時に全羽ビークトリミング処置を施した。

2. 試験区分

試験1では、飼養密度の違いが比内地鶏雄の発育性・生産性に及ぼす影響を調査するため、28日齢以降3羽/m²で飼育する区（3羽/m²区）、4羽/m²で飼育する区（4羽/m²区）、5羽/m²で飼育する区（5羽/m²区（A区））の計3区を設けた。3羽/m²区および4羽/m²区は100日齢まで、5羽/m²区（A区）は110日齢まで飼育した。試験1では、発育成績、飼料摂取量および飼料要求率、育成率、生産性について調査した。

試験2では、試験1で設定した最大飼養密度5羽/m²区（A区）について反復調査および日齢の違いによる発育性の影響を調査するため、同飼養条件でB区、C区の2区を設けた（試験1、2合わせて計5区を設定）。B区およびC区は100日齢まで飼育した。試験2では、発育成績、飼料摂取量および飼料要求率、解体成績について調査した。生産性についてはB、C区のうち試験終了

時の体重が劣っていた区のみを調査した。

パイプハウス内の飼養面積は全区14.6m²（間口5.4m×奥行2.7m）とし、28日齢時に各区設定した飼養密度になるよう羽数を調整・導入した（表2）。

3. 調査項目

(1) 発育成績

0, 28, 70, 90, 100, 110日齢（5羽/m²区（A区）のみ）時に体重を測定した。各日齢の体重から平均日増体重を求めた。

(2) 飼料摂取量および飼料要求率

飼料摂取量は28, 70, 90, 100, 110日齢（5羽/m²区（A区）のみ）時に飼料残飼量を測定し、給与量から差し引いて求めた。飼料要求率は平均日増体重および飼料摂取量から求めた。なお、0～28日齢時の飼料摂取量については、飼育管理の都合上、各区の測定が困難なため、全区の平均値を結果に用いた。

(3) 育成率

28日齢時にパイプハウスに導入した羽数、100日齢までに誤鑑別などにより淘汰した羽数および死亡羽数から育成率を算出した。

(4) 解体成績

90日、100日、110日齢時に解体調査を実施した。供試鶏は90日齢時にC区から、100日齢時にB区から、110日齢時にA区から、平均値に近い個体をランダムに各10羽抽出した。生産現場の慣行に準じて食鳥処理および解体を行い、生体重量、と体重量ならびにモモ、ムネ、ササミ、手羽元、手羽先、心臓、肝臓、筋胃、腺胃および腹腔内脂肪、全骨の重量を測定した後、歩留まり割合を算出した。

(5) 生産性

生産性は販売額から生産費を差し引いた粗収益を指標とした。生産費は、飼料費（前期飼料107.8円/kg、中期飼料89.1円/kg、仕上げ飼料92.95円/kg）および諸経費から算出し、後者は、作目別技術・経営指標（秋田県 2021）を参考に、

雛代および、衛生費・光熱費・減価償却費・その他経費を求めた。また、飼養密度によって1ハウスで飼育可能な羽数も異なることから、最大飼養密度5羽/m²の場合1,020羽飼育可能と想定し、各飼育日数・羽数に応じて経費を計上した。販売額は以下の式により求めた。

$$\text{販売額} = (\text{試験終了時の各区生体重平均値} - 0.05 (\text{糞排泄量, kg})) \times 0.95 (\text{と体割合}) \times 722 \text{円 (kg 単価)} \times (\text{想定羽数}) \times (\text{可処理割合})$$

可処理割合は、食鳥処理場において、過小等の理由で廃棄されずに処理された割合とし、各区試験終了時生体重の平均値が2.2kg以上の場合1、

2.1kg以上2.2kg未満の場合0.97、2.1kg未満の場合0.95を乗じた。

4. 統計処理

発育成績、解体成績についてはExcel統計2006ソフトウェア(Social Survey Research Information, 東京)を用いて一元配置の分散分析およびTukey-Kramerの多重比較検定を行い、P値が0.05未満の差を各区間の有意差とした。なお、発育成績に関しては、試験期間中に死亡した個体および平均値±3×標準偏差から外れるデータを除外した。

表2 28日齢時に振り分けた羽数と試験区分

試験区	飼養密度	試験1 飼養密度の比較	試験2 反復試験	羽数(羽)	試験終了日齢(日)
3羽/m ² 区	3羽/m ²	○	—	45	100
4羽/m ² 区	4羽/m ²	○	—	60	100
5羽/m ² 区(A区)	5羽/m ²	○	○	72	110
5羽/m ² 区(B区)	5羽/m ²	—	○	72	100
5羽/m ² 区(C区)	5羽/m ²	—	○	72	100

全区14.6m²の飼養面積で飼育

結 果

体重は、3羽/m²区が90日、100日齢時において4羽/m²区よりも有意に優れていた(表3)。試験2では、70日、90日、100日齢において、A区がB区およびC区よりも有意に優れていた(表5)。さらに、90日、100日、110日齢において、ランダムに10羽無作為抽出して、体重を測定・比較した結果、日齢間で有意な差があった(表9)。平均日増体重は、餌付け(0日齢)から90日齢、100日齢まで飼育した場合いずれも3羽/m²区が4羽/m²区よりも有意に優れていた。また、70~100日齢までの期間、3羽/m²区が5羽/m²区よりも増体性が有意に優れる結果となった(表4)。試験2では、体重同様、餌付け(0日齢)から90日齢、100日齢まで飼育した場合いずれもA区がB区およびC区よりも有意に優れていた。また、A区は

28~90日齢までの増体がC区よりも有意に優れる結果となった(表5)。

飼料摂取量については、試験1において、28日齢から90日齢および100日齢まで、3羽/m²区が4羽/m²区および5羽/m²区よりも多い傾向にあった。試験2においては、28日齢から90日齢および100日齢まで、A区がB区およびC区よりも多い傾向にあった。飼料要求率については、試験1,2ともに各区で大きな違いは見られなかった(表6,7)。

育成率は、いずれの区も100%に近かった(表8)。

解体重量については、と体重量、正肉および可食内臓重量、一部部位を除いたほぼ全ての部位において、日齢間で有意な差が認められ、いずれも110日齢が最も重くなった(表9)。一方、歩留まり割合については、正肉割合において90日齢が、100日齢および110日齢よりも有意に劣り、可食

内臓割合は、90日齢が110日齢よりも有意に優れる結果となった。110日齢はモモ、腹腔内脂肪割合以外、他の区よりもその割合が有意に劣るか、差が無い結果となった（表10）。

生産性については、想定飼養羽数全羽で計算した場合、90日齢および100日齢では5羽/m²区（A区）が最も粗収益が優れ、全日齢で比較すると、110日齢の5羽/m²区（A区）が最も優れてい

た。想定飼養羽数から1羽あたりの粗収益を換算すると、90日齢および100日齢では3羽/m²区が最も優れており、全日齢で比較すると、110日齢の5羽/m²区（A区）が最も優れていた。また、5羽/m²区（A区）の粗収益は想定飼養羽数全羽、1羽換算ともに日齢が経過するごとに増大していき、他の区も90日齢より100日齢の粗収益の方が多かった（表11）。

表3 各飼養密度における比内地鶏雄の体重（g、試験1）

日齢	3羽/m ² 区	4羽/m ² 区	5羽/m ² 区	飼育条件
0	37.8 ± 2.3	37.7 ± 2.7	37.4 ± 2.5	各区同一飼養密度
28	430.8 ± 52.4	432.9 ± 53.2	435.2 ± 53.2	
70	1638.2 ± 190.2	1579.3 ± 207.0	1600.2 ± 189.6	
90	2242.0 ± 239.3 ^a	2078.7 ± 288.9 ^b	2167.0 ± 219.3 ^{ab}	各区異なる飼養密度
100	2573.7 ± 256.8 ^a	2406.6 ± 320.6 ^b	2461.2 ± 226.7 ^{ab}	
110	—	—	2692.1 ± 242.0	

28日齢以降、各区異なる飼養密度で飼育

平均値 ± 標準偏差

異符号間に有意差あり（ $P < 0.05$ ）

表4 各飼養密度における比内地鶏雄の平均日増体量（g/日、試験1）

日齢	3羽/m ²	4羽/m ²	5羽/m ²
0~28	14.0 ± 1.9	14.1 ± 1.9	14.2 ± 1.9
28~70	28.7 ± 3.6	27.3 ± 4.1	27.7 ± 3.7
70~90	31.2 ± 4.7 ^a	25.6 ± 6.1 ^c	27.8 ± 4.2 ^b
90~100	33.2 ± 4.5 ^a	32.8 ± 7.8 ^a	28.8 ± 7.4 ^b
100~110	—	—	22.9 ± 5.3
0~90	24.5 ± 2.7 ^a	22.7 ± 3.2 ^b	23.7 ± 2.4 ^{ab}
0~100	25.4 ± 2.6 ^a	23.7 ± 3.2 ^b	24.2 ± 2.3 ^{ab}
0~110	—	—	24.1 ± 2.2

28日齢以降、各区異なる飼養密度で飼育

平均値 ± 標準偏差

異符号間に有意差あり（ $P < 0.05$ ）

表5 飼養密度5羽/m²で飼育した比内地鶏雄の体重および平均日増体重（試験2）

体重(g)	0日齢	28日齢	70日齢	90日齢	100日齢		
A区	37.4 ± 2.5	435.2 ± 53.2	1600.2 ± 189.6 ^a	2167.0 ± 219.3 ^a	2461.2 ± 226.7 ^a		
B区	37.7 ± 2.6	434.7 ± 53.7	1383.9 ± 329.9 ^b	1909.2 ± 395.9 ^b	2199.0 ± 415.0 ^b		
C区	37.3 ± 2.5	432.5 ± 53.7	1356.6 ± 328.9 ^b	1857.1 ± 394.6 ^b	2125.1 ± 450.2 ^b		
平均日増体重(g/日)	0~28日齢		28~70日齢	70~90日齢	90~100日齢	0~90日齢	0~100日齢
A区	14.2 ± 1.9		27.7 ± 3.7 ^a	27.8 ± 4.2 ^a	28.8 ± 7.4	23.7 ± 2.4 ^a	24.2 ± 2.3 ^a
B区	14.2 ± 1.9		22.8 ± 7.4 ^b	27.1 ± 4.8 ^{ab}	29.4 ± 6.2	20.8 ± 4.4 ^b	21.6 ± 4.2 ^b
C区	14.1 ± 1.9		22.0 ± 7.1 ^b	25.0 ± 6.4 ^b	28.7 ± 7.0	20.2 ± 4.4 ^b	20.9 ± 4.5 ^b

各区同飼養密度で全試験期間飼育

平均値 ± 標準偏差

異符号間に有意差あり（ $P < 0.05$ ）

表6 各日齢間における飼料摂取量 (g/日/羽) と飼料要求率 (期間摂取量/期間増体量) (試験1)

飼料摂取量	0~28日齢	28~70日齢	70~90日齢	90~100日齢	100~110日齢	28~90日齢	28~100日齢	28~110日齢
3羽/m ² 区		75.6	107.9	126.5	—	85.7	91.2	—
4羽/m ² 区	24.1	72.9	99.5	118.6	—	81.3	86.4	—
5羽/m ² 区		72.0	98.4	111.6	122.4	80.2	84.3	88.8
飼料要求率	0~28日齢	28~70日齢	70~90日齢	90~100日齢	100~110日齢	28~90日齢	28~100日齢	28~110日齢
3羽/m ² 区		2.6	3.5	3.8	—	2.9	3.1	—
4羽/m ² 区	1.7	2.7	3.9	3.6	—	3.1	3.2	—
5羽/m ² 区		2.6	3.5	3.9	5.4	2.9	3.0	3.2

0~28日齢の飼料摂取量は試験区全5区の平均値を用いた

表7 各日齢間における飼料摂取量 (g/日/羽) と飼料要求率 (期間摂取量/期間増体量) (試験2)

飼料摂取量	0~28日齢	28~70日齢	70~90日齢	90~100日齢	28~90日齢	28~100日齢
A区		72.0	98.4	111.6	80.2	84.3
B区	24.1	61.1	93.9	108.3	70.5	75.2
C区		58.9	92.9	105.8	69.6	74.1
飼料要求率	0~28日齢	28~70日齢	70~90日齢	90~100日齢	28~90日齢	28~100日齢
A区		2.6	3.5	3.9	2.9	3.0
B区	1.7	2.7	3.5	3.7	3.0	3.1
C区		2.7	3.7	3.7	3.0	3.2

0~28日齢の飼料摂取量は試験区全5区の平均値を用いた

表8 各飼養密度における28日齢以降の比内地鶏雄の育成率 (%)

	死亡羽数 (羽)	育成率 (%)
3羽/m ² 区	0	100
4羽/m ² 区	0	100
5羽/m ² 区	1	98

育成率 : (ハウス導入時羽数 - 淘汰羽数 - 死亡羽数) /
 (ハウス導入時羽数 - 淘汰羽数) × 100
 期間は28日齢から100日齢までとした

表9 各日齢における比内地鶏雄の解体重量 (g)

項目	90日齢	100日齢	110日齢
生体重	1881.9 ± 118.2 ^c	2188.8 ± 81.7 ^b	2520.7 ± 60.1 ^a
と体重	1783.7 ± 112.7 ^c	2077.6 ± 82.3 ^b	2389.2 ± 74.9 ^a
正肉 (モモ、ムネ、ササミ)	631.7 ± 43.0 ^c	761.1 ± 37.8 ^b	887.2 ± 28.7 ^a
可食内臓 (心臓、肝臓、筋胃、腺胃)	99.1 ± 8.1 ^b	105.7 ± 8.5 ^{ab}	111.5 ± 10.6 ^a
モモ	381.5 ± 27.9 ^c	464.3 ± 21.2 ^b	548.5 ± 29.9 ^a
ムネ	194.7 ± 14.6 ^c	231.4 ± 18.1 ^b	260.9 ± 13.5 ^a
ササミ	55.5 ± 4.1 ^c	65.4 ± 4.4 ^b	77.8 ± 3.4 ^a
手羽元	94.3 ± 9.3 ^c	111.8 ± 5.2 ^b	123.8 ± 5.8 ^a
手羽先	103.3 ± 6.1 ^c	119.7 ± 9.2 ^b	132.8 ± 11.7 ^a
心臓	8.5 ± 0.8 ^b	9.0 ± 1.2 ^{bc}	10.3 ± 0.5 ^a
肝臓	35.4 ± 2.8 ^b	37.9 ± 3.1 ^{ab}	40.1 ± 2.4 ^a
筋胃	48.7 ± 6.1	51.4 ± 6.9	53.7 ± 8.0
腺胃	6.5 ± 0.8	7.4 ± 1.3	7.4 ± 1.9
腹腔内脂肪	5.3 ± 2.5	6.9 ± 2.3	8.8 ± 7.4
全骨	396.8 ± 31.5 ^c	452.2 ± 24.9 ^b	503.9 ± 21.1 ^a

平均値 ± 標準偏差

異符号間に有意差あり (P < 0.05)

表10 各日齢における比内地鶏雄の歩留まり割合 (%)

項目	90日齢	100日齢	110日齢
正肉 (モモ、ムネ、ササミ)	35.4 ± 1.2 ^b	36.6 ± 0.8 ^a	37.1 ± 1.0 ^a
可食内臓 (心臓、肝臓、筋胃、腺胃)	5.6 ± 0.5 ^a	5.1 ± 0.5 ^{ab}	4.7 ± 0.3 ^b
モモ	21.4 ± 0.7 ^b	22.3 ± 0.5 ^a	23.0 ± 0.9 ^a
ムネ	10.9 ± 0.7	11.1 ± 0.6	10.9 ± 0.7
ササミ	3.1 ± 0.2	3.1 ± 0.2	3.3 ± 0.2
手羽元	5.3 ± 0.2	5.4 ± 0.2	5.2 ± 0.2
手羽先	5.8 ± 0.1	5.8 ± 0.4	5.6 ± 0.4
心臓	0.5 ± 0.0 ^a	0.4 ± 0.1 ^b	0.4 ± 0.0 ^b
肝臓	2.0 ± 0.1 ^a	1.8 ± 0.1 ^b	1.7 ± 0.1 ^c
筋胃	2.7 ± 0.4 ^a	2.5 ± 0.4 ^{ab}	2.2 ± 0.3 ^b
腺胃	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.1	0.3 ± 0.1
腹腔内脂肪	0.1 ± 0.2 ^b	0.3 ± 0.1 ^{ab}	0.4 ± 0.3 ^a
全骨	22.2 ± 0.8 ^a	21.8 ± 0.6 ^{ab}	21.1 ± 0.6 ^b

平均値 ± 標準偏差

異符号間に有意差あり (P < 0.05)

表11 各飼養密度における比内地鶏雄の生産性

	想定飼養 羽数 (羽)	飼料費 (円)			諸経費 (円)			生産費 (円)		
		90日齢	100日齢	110日齢	90日齢	100日齢	110日齢	90日齢	100日齢	110日齢
3羽/m ² 区	612	341,352	413,284	—	441,276	442,021	—	782,628	855,305	—
4羽/m ² 区	816	434,113	524,047	—	586,965	587,740	—	1,021,078	1,111,787	—
5羽/m ² 区 A区 (発育優良)	1,020	537,201	642,977	759,007	732,654	733,730	734,973	1,269,855	1,376,707	1,493,980
5羽/m ² 区 C区 (発育不良)	1,020	476,528	576,834	—	732,654	733,730	—	1,209,182	1,310,564	—
	想定飼養 羽数 (羽)	販売額 (円)			粗収益 (全羽、円)			粗収益 (1羽あたり、円)		
		90日齢	100日齢	110日齢	90日齢	100日齢	110日齢	90日齢	100日齢	110日齢
3羽/m ² 区	612	920,138	1,059,375	—	137,510	204,070	—	224	333	—
4羽/m ² 区	816	1,078,401	1,318,975	—	57,323	207,188	—	70	253	—
5羽/m ² 区 A区 (発育優良)	1,020	1,436,659	1,686,918	1,848,461	166,804	310,211	354,481	163	304	347
5羽/m ² 区 C区 (発育不良)	1,020	1,201,065	1,408,223	—	-8,117	97,659	—	-7	95	—

飼料単価：前期 107.8円/kg、中期 89.1円/kg、仕上げ 92.95円/kg

諸経費：雑代、衛生費・光熱費等の経費 (各区飼育日数・想定飼養羽数に応じて計上)

生産費：飼料費+諸経費

販売額：(試験終了時の生体重平均値 (kg) - 0.05 (糞排泄量、kg)) × 0.95 (と体割合) × 722円 (kg単価) × (想定羽数) × (可処理割合)

試験終了時体重：表3および4の値を流用

可処理割合：試験終了時生体重の平均値が2.2kg以上の場合 1、
2.1kg以上2.2kg未満の場合 0.97、2.1kg未満の場合 0.95

粗収益：販売額-生産費

考 察

本研究では、現在の比内地鶏雄の発育性能の解明、飼育技術の向上を図るため、異なる日齢および飼養密度で飼育試験を行い、発育性や生産性に及ぼす影響について調査した。体重および平均日増体重は70日齢以降、3羽/m²区が4羽/m²区および5羽/m²区よりも優れる傾向を示し、最終体重および28日齢以降の平均日増体重は、3羽/m²区が最も優れる結果となった。また、飼料摂取量は28日齢以降3羽/m²区が他区よりも多い傾向を示した。このことから、飼養密度は比内地鶏雄の発育および飼料摂取量に影響を及ぼしたことが示唆され、本試験で設定した最低飼養密度3羽/m²での飼育が最も発育性が優れると考えられた。また、飼料要求率が試験区間で大きな違いが見られなかったことから、飼料摂取量に応じて、増体量が大きくなったと考えられた。他の地鶏・銘柄鶏においても飼養密度が高くなるにつれ、発育性および飼料摂取量が劣ることが報告されており（加藤ら1991；松嶋ら1996）、渡辺ら（1994）や野口ら（2000）はその原因について、群内の強弱関係の顕著化、これによる飼料摂取量の個体間差を考察し、実際に高飼養密度での飼育はつつきによるいじめや死亡率の増加、背部裸性の発生率・面積の拡大が起こることを報告している。本研究では、つつきやいじめの発生等に関する調査を実施しなかったが、約80日齢時に一部の試験区において、個体間の順位を決める蹴り合いや、優位個体によるつつきなど、闘争行動を示す個体が確認された（図1）。

雄鶏を群飼した場合、闘争行動によって、各個体に順位が割り振られる絶対的順位制が9～11週齢までに形成される（黒崎1976；田名部1978）。順位形成後、劣位個体は繁殖や採食、休息において不利な状況に陥るだけでなく、自身よりも優位な個体から、おどし行動や頭をつつかれるなど、高いストレスや怪我のリスクにさらされ

る。そのため、狭い空間であればあるほど、優位個体との対峙頻度が増加するだけでなく、劣位個体が逃避・安心して休息する空間が縮小し、恐怖や痛み・損傷などを受ける機会が増える（李2012）。したがって、調査・検証は必要であるものの、比内地鶏雄の低飼養密度での飼育は、鶏の心理的・物理的快適性を向上させる一定の効果をもたらす可能性が考えられた。

本研究では、上記の闘争行動が確認されたが、育成率は各区100%に近かった。これは0日齢時にピークトリミング処置を施したことで、闘争による創傷を軽減でき、死亡に至るまで深刻化しなかった可能性が考えられた。また、試験2では、同飼養密度、同飼育条件で飼育したにも関わらず、A区が他区よりも有意に体重、平均日増体重が優れ、飼料摂取量が多い結果となった。この原因については不明であるが、飼養条件が同一であったこと、家禽では群が安定している場合に、飼料摂取量および発育性が向上するという報告（黒崎1976；李2012）から、各区で形成された群内秩序が影響し、最も安定していたA区で、劣位個体の飼料摂取量・発育低下が抑制された可能性が考えられた。また、群内の秩序が影響していた場合、比内地鶏雄では同飼養条件で飼育したとしても、同一の発育成績が必ずしも得られない可能性が考えられた。しかしながら、本研究では、これら考察を支持する直接的なデータは得られていないため、今後は、ピークトリミング処置の有無による羽毛の状態や、闘争行動を主とした各個体の行動頻度等について、経時的調査を行い、飼養密度の違いが比内地鶏雄の発育性や育成率、行動に及ぼす影響について調査する必要があると考えられた。佐々木ら（1999）は比内地鶏雄を飼養密度4.3羽/m²で飼育した結果、尻つつき等の損耗がなかったことから、ピークトリミング処置は不要と言及していたが、本調査および今後の調査結果によっては、処置が必要となる飼養条件が存在す

る可能性がある。

本研究で設定した全試験区のうち、28日齢以降の体重は3羽/m²区が最も優れ、90日齢で2,242.0g、100日齢で2,573.7gだった。力丸ら(2016)は本調査時から10年以上前に同様の調査で比内地鶏雄の生体重について、90日齢で2,302.2g、100日齢で2,602.8gと報告している。これは、種鶏の交配方式の変更や飼養密度の違い、飼料体系の違い等が関係するため、単純な比較は難しいものの、現在の比内地鶏雄は約10年前と同等の発育性能を有しており、この間顕著な改良・変化はなかったと推察された。中島ら(2026)は比内地鶏の生産に用いられる原原種比内鶏について、100日齢体重は、1年あたり雄で約25g、雌で約15g増加していることを報告したが、商業鶏である比内地鶏の発育性をさらに改善するには、比内鶏およびロードアイランドレッド両品種において、体重に重視した選抜が今後さらに必要であると考えられた。

生産性については、想定飼養羽数全羽の場合、90日齢および100日齢において、5羽/m²区(A区)の方が粗収益が大きかったが、1羽あたりで換算した場合、3羽/m²区の方が大きかった。これは、比内地鶏雄の体重が低飼養密度(3羽/m²区)の方が優れており、1羽にかかる生産費に対して販売額が多くなった結果であり、高飼養密度(5羽/m²区)では羽数が利益に累積した結果、全体の粗収益が増加したと考えられた。5羽/m²区では反復調査の結果、発育の優れた区、劣った区が生じ、後者では90日齢で粗収益がマイナスに、100日齢では1羽あたり換算時の粗収益が100円以下となった。体重の優劣は、5羽/m²区に限らず他区の低飼養密度での飼育でも起こり得るが、高飼養密度では、群内順位の入替わりが激しく、雄同士の闘争機会が多くなり(田名部1978; 李2012)、飼料摂取量の個体間差および損耗の拡大が懸念されるため、不良個体が多

くなった場合に、収益がマイナスになる危険性が大きい。さらに、本研究では、各区の試験終了時体重の平均値から可処理分を独自に試算したが、実際は食鳥処理場において、2.0kg未満の鶏は取引されず廃棄となる(力丸ら2016)ため、90日齢では体重が小さく、試算以上に粗収益がマイナスになる可能性がある。その他、経費に関わらず、給餌や施設整備等飼養管理にかかる人的労力等を踏まえると、5羽/m²の飼養密度で多数飼育するよりも、3羽/m²で少羽数飼育し、省力的に生産する方が効率的と考える。以上のことから、比内地鶏雄は3羽/m²での飼育が生産性においても優れることが示唆された。

解体成績では、生体重、と体重、各部位の重量が日齢の経過に伴い有意に重くなり、110日齢が最も重くなった。特にモモおよびムネについては、90日齢と110日齢で約150gの差があり、正肉重量では約250gの差が生じた。そのため、食鳥処理および食肉加工事業者にとって、日齢変化に伴う各種部位重量の増加は、生産物の仕入れ・販売に際して十分な量の確保、正肉およびその他部位単価の低廉化をもたらす可能性が考えられた。一方で、生産性は、5羽/m²区(A区)において、日齢が経過するごとに粗収益が増大し、他区においても、90日齢より100日齢の方が粗収益が大きくなる傾向であった。特に100日齢では、5羽/m²区(C区)を除いて、1羽あたり約250円以上の安定的な粗収益を得られる試算となった。このことから、生産者側にとっても、100日齢以上の出荷が適正と考えられた。佐々木ら(1999)は比内地鶏雄の適正な出荷体重について2,500g、日齢にして100日齢前後が最良と言及しており、試験2でこの条件を満たす日齢は、110日齢のみ(2,520.7g)であった。そのため、上記各部位の取得量、経済性を考慮すると、比内地鶏雄は110日齢以上での出荷が望ましいと考えられた。しかしながら、5羽/m²以外の飼養密度で飼育した場

合の解体成績データの不足、110日齢以降の粗収益増加の可能性等も踏まえると、今後さらに発育調査を進め、適正な出荷日齢について吟味する必要があると考えられた。実際、生産現場では、120日齢以上130日齢未満で比内地鶏雄を出荷している農家が一番多く、次いで、150日齢以上160日齢未満での出荷が多く、100日齢以上110日齢未満での出荷は最も少なかった。地域別で見ると、120日齢以上130日齢未満での出荷は大館市所在の農家で多く、150日齢以上160日齢未満での出荷は北秋田市所在の農家が多かった（図2）。これは、稼働システムや雌と同じ時期に出荷を合わせる等、各地域の出荷先食鳥処理場の都合によるところが大きい。各部位の取得量や生産性などの問題から経験的に出荷日齢が調整・定着している可能性があり、現行の出荷基準について生産者・食鳥処理および食肉加工事業者双方の採算性を考慮して、調査・検討していかなくてはならない。

各部位重量が日齢の経過に伴い有意に増加したのに対し、歩留まり割合は、モモ、腹腔内脂肪以外110日齢が他の区よりも有意に劣るか、差が無い結果となった。雄鶏では、内臓および骨が成長初期に完成し、大腿二頭筋や浅胸筋等の骨格筋は体重の増加に伴って成長、腹腔内脂肪はこれに遅れて形成・増加することが報告されている（岩本ら 1975；佐藤 1985）。そのため、歩留まり割合で見ると、110日齢では特に成長著しいモモ、蓄積され始めた腹腔内脂肪で増加したのに対し、既に成長し、その速度が遅い内臓等で小さくなっ

たと考えられた。一方、90日齢から110日齢にかけて、全骨や内臓等の早熟型器官の重量が日齢に伴って増加していた。このことから比内地鶏雄では、110日齢以降も正肉同様、全骨や内臓等の各部位が成長し、採取重量の増加が期待できる可能性が考えられた。しかしながら、それ以降成長速度が遅くなること、腹腔内脂肪量および割合の増加とともに、可食部割合が低くなることを踏まえると、発育および解体調査を重ね、最適な出荷日齢についてさらに検討する必要があると考えられた。

以上の結果より、現在の比内地鶏雄は約10年前と同等の発育性能を有しており、発育性および生産性の観点から飼養密度3羽/m²での飼育が推奨され、生産者、需要者の採算性から110日齢以上での出荷が望ましいと考えられた。



図1 試験区で確認された比内地鶏雄の闘争行動

- ①威嚇行動（前傾姿勢、対峙、頸羽の逆立ち、開翼）
- ②跳躍と蹴り合い
- ③順位の決定（優位個体：勝ち残り、劣位個体：逃避）
- ④優位個体によるつつき

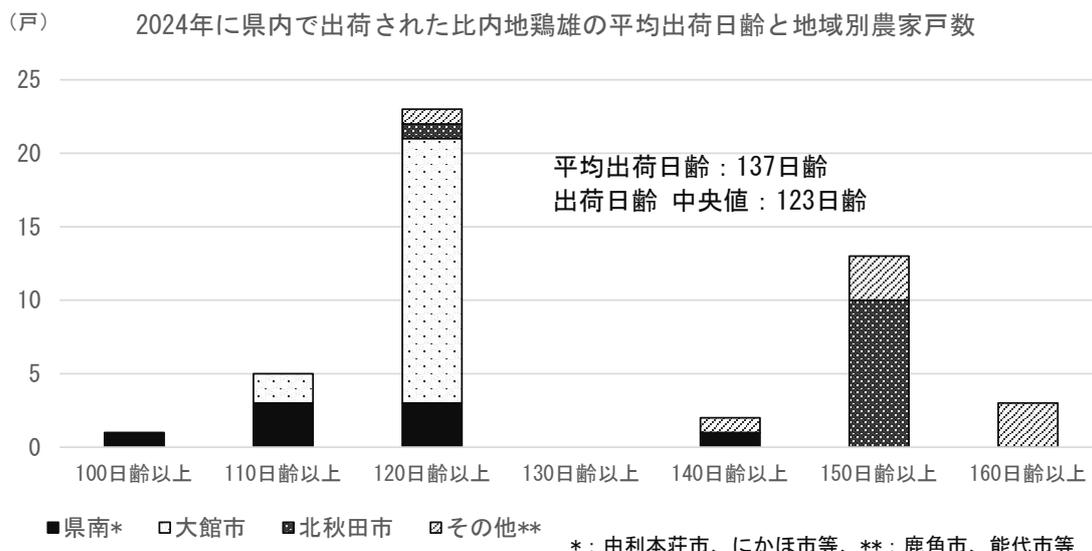


図2 生産現場における比内地鶏雄の出荷日齢
本データは秋田県（2025）の報告において使用された元データを借用・一部編集して作成した

謝 辞

供試鶏の飼育・管理を担当いただきました秋田県畜産試験場比内地鶏エリアの皆様には感謝の意を表します。

引用文献

秋田県. 2008. 秋田県比内地鶏ブランド認証制度実施要綱

秋田県農林水産部. 2021. 作目別技術・経営指標 (2020年版)

秋田県農林水産部畜産振興課. 2025. 比内地鶏の情勢 (令和6年次)

Corion Matthias, Santos Simão, Katelaere De Bart, Spasic Dragana, Hertog Maarten, Lammertyn Jeroen. 2023. Trends in in ovo sexing technologies: insights and interpretation from papers and patents. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 14 : 102

Di Concetto Alice, Morice Olivier, Corion Matthias, Santos Simão. 2024. Chick and Duckling Killing: Achieving an EU-Wide

Prohibition. WHITE PAPER - DECEMBER 2024 : 1-24

福田栞, 鹿野亜海, 田澤謙, 力丸宗弘. 2023. 比内地鶏の肉質およびおいしさの日齢変化に関する研究 (第1報) —比内地鶏の異なる日齢における発育成績—. 秋田県畜産試験場研究報告 37 : 27-33

Gorton Matthew, Yeh Ching-Hua, Chatzopoulou Elena, White John, Tocco Barbara, Hubbard Carmen, Hallam Fiona. 2023. Consumers' willingness to pay for an animal welfare food label. *Ecological Economics* 209 : 1-12

後藤一寿. 2021. オランダのアニマルウェルフェアとBeter Leven表示. 畜産技術 2021 : 16-1

岩本久雄, 高原斉, 岡本元夫. 1975. 鶏の産肉性に関する基礎的研究 VI. Barred Plymouth Rock種の孵化後における骨格筋, 皮膚, 内臓, 骨および脂肪組織の成長について. 九州大学農学部学芸雑誌 29 : 151-162

岩本博幸. 2017. 倫理的消費を通じたアニマルウェルフェアおよび食品リサイクル推進の可能性.

- 農村研究 124 : 1-10
- 加藤貞臣, 大口秀司, 安藤巖, 河村孝彦, 大須賀章高. 1991. 名古屋種の飼養管理技術に関する研究 (第1報) 平飼い飼育における飼育密度、デビーク処理の効果、及び密集事故要因の解明. 愛知県農業総合試験場研究報告 23 : 453-457
- 黒崎順二. 1976. 総説 家畜における順位について. 日本畜産学会報 47 : 1-4
- 松嶋修, 青木義和, 工藤善民. 1996. 近江しゃも飼養管理体系化試験 飼養形態と密度の関係. 滋賀県畜産技術振興センター研究報告 3 : 27-30
- 中島二千花, 田澤謙, 鹿野亜海, 高宮颯汰, 力丸宗弘. 2026. 種卵導入後50年における比内鶏の性能調査. 秋田県畜産試験場研究報告 40 : 49-56
- 日本貿易振興機構 EU輸出支援プラットフォーム, 2025. EUにおけるアニマルウェルフェア関連法令の内容とデンマーク、フランス、ドイツおよびオランダにおけるその運用について
- 野口宗彦, 田澤倫子, 平野伸明, 石松茂英, 山口義雄. 2000. 高品質肉用鶏の開発に関する試験 - 栃木しゃもの飼養管理法の確立 -. 栃木県畜産試験場研究報告 16 : 24-34
- 力丸宗弘, 小松恵, 小川秀治, 石塚条次. 2010. 比内地鶏の去勢に関する試験 (第2報) - 比内地鶏の去勢が肉質に及ぼす影響 -. 秋田県農林水産技術センター畜産試験場研究報告 24 : 59-65
- 力丸宗弘, 高橋大希, 佐藤悠紀, 小松恵. 2016. 比内地鶏雄の性能調査および出荷日齢短縮の検討. 秋田県畜産試験場研究報告 30 : 30-37
- 李世安. 2012. 応用動物行動学 (4). 畜産の研究 66 : 935-940
- 佐々木茂, 山本敬子, 熊谷晶則. 1999. 秋田比内地鶏雄雛の有効活用技術の確立 (第1報) - 飼料給与法が発育や肉質に及ぼす影響 -. 秋田県畜産試験場研究報告 14 : 31-37
- 佐藤孝二. 1985. ニワトリにおける成長の形態と生理. 鶏病研究会報 21 : 5-22
- 佐藤悠紀, 青谷大希, 力丸宗弘. 2017. 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. 東北農業研究 70 : 53-54
- Selvam Ramasamy, Marimuthu Saravanakumar, Suresh Subramaniam, Sureshbabu G., Murugan Sasikumar, Prashanth D. 2017. Effect of Vitamin E Supplementation and High Stocking Density on the Performance and Stress Parameters of Broilers. Brazilian Journal of Poultry Science 19 : 587-594
- 志賀保夫, 松浦晶央, 畔柳正, 小林裕志. 2020. アニマルウェルフェアに関する知識が消費者の牛肉購買意向に与える影響. 日本畜産学会報 91 : 251-258
- 田名部雄一. 1978. 総説 鶏の行動と心理. 鶏病研究会報 14 : 113-120
- 植木美希. 2021. 欧州におけるアニマルウェルフェアの新展開 : 特に採卵鶏と肉用鶏を中心に (特集 感染症大流行時代の人と動物の関係). 日本の科学者 56 : 481-487
- Van Niekerk Thea G.C.M., Workamp J.A.. 2022. Scenarios for addressing the dilemma of 'the culling of day-old male chicks of layerbreeds'. Wageningen Livestock Research Report 1381-UK : 1-87
- 渡邊理, 藤中邦則, 内山健太郎. 1994. 開放鶏舎平飼いにおける飼育密度が「ひょうご味どり」の生産性に及ぼす影響. 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告 30 : 29-32
- 山本朱美, 椿井康司, 酒井洋樹. 2021. 従来型ケージの飼養密度が産卵成績、慢性ストレスおよび損耗に及ぼす影響. 日本家禽学会誌 58 : J7-J11

秋田県畜産試験場研究報告 学術論文掲載一覧 (2025年4月～2026年3月)

誌名	題名	掲載者	掲載年等
東北畜産学会報	Check-All-That-Apply法による「比内地鶏らしさ」を表現する官能特性候補用語の探索	鹿野亜海・福田栞・田澤謙・ 中島二千字・佐々木啓介・力丸宗弘	第75巻3号 (2026年3月) ページ21-30
東北畜産学会報	比内地鶏肉あるいは内臓等を原材料として含む加工食品におけるDNA識別手法の有効性の検証	田澤謙・鹿野亜海・ 中島二千字・力丸宗弘	第75巻3号 (2026年3月) ページ31-35

秋田県畜産試験場研究報告

令和8年3月19日発行

編集兼発行 秋田県畜産試験場

代表者 小棚木 栄作

〒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 膳写堂印刷

〒014-0053

秋田県大仙市大曲花園町21-20

電話 0187 (62) 1389

FAX 0187 (63) 0900

「この印刷物は、60部印刷して、単価は4,198円です。」