

Bulletin of the  
Akita Prefectural Livestock Experiment Station

NO.39 March 2025

---

# 秋 田 県 畜 産 試 験 場 研 究 報 告

第 39 号  
令和7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39号 (令和7年3月)

## 目 次

- 1 黒毛和種の産肉能力検定成績 (2024年度)  
..... 関屋万里生 ..... 1 ~ 6  
高橋ひろの  
佐藤 咲  
高橋 利清
- 2 人工哺乳の方法が黒毛和種子牛の発育に及ぼす影響  
..... 佐藤 咲 ..... 7 ~ 12  
今野 紗知  
高橋ひろの  
関屋万里生  
高橋 利清
- 3 飼料作物奨励品種選定試験-飼料用イネ (令和5年度) -  
..... 由利奈美江 ..... 13 ~ 17  
戸石 岳  
佐藤 楓
- 4 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)  
..... 由利奈美江 ..... 18 ~ 26  
戸石 岳  
佐藤 楓
- 5 飼料作物等高能力新品種選定調査-ペレニアルライグラス-  
..... 戸石 岳 ..... 27 ~ 34  
西野 瞭  
由利奈美江
- 6 遅羽遺伝子と連鎖する一塩基多型を利用した比内地鶏初生ヒナの羽性鑑別の検証  
..... 力丸 宗弘 ..... 35 ~ 43  
大竹 剛  
佐藤 慎一  
福田 栞  
鹿野 亜海  
田澤 謙  
菅原二千花  
小島 孝敏

7	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2報） －比内地鶏肉の異なる日齢における肉質と嗜好性－	鹿野 亜海 …… 44～51 福田 葉 田澤 謙 力丸 宗弘
8	秋田県畜産試験場 学術論文掲載一覧	…… 52

## 黒毛和種の産肉能力検定成績（2024年度）

関屋万里生・高橋ひろの・佐藤 咲・高橋利清

### 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

姫幸勝（ひめさちかつ：福之国×幸紀雄×勝忠平）、福照（ふくてる：福之姫×美津照重×百合茂）の2頭の検定を実施。1日平均増体量は、幸姫勝が1.15kg、福照が1.32kgであった。

#### 2 現場後代検定

宝乃国（たからのくに：第1花国×安福久×勝忠平）について後代検定調査牛21頭の枝肉調査を実施。各枝肉項目の平均は、枝肉重量528.2kg、ロース芯面積75.1cm<sup>2</sup>、バラ厚8.8cm、皮下脂肪厚2.2cm、歩留基準値76.4、BMS No.10.1であり、すべての項目において歴代の検定種雄牛で最高の成績であった。

翔琉（かける：美津照重×安福久×安平幸）については、検定調査牛が規定頭数を満たさず検定未申請であるが、枝肉調査を実施した。各枝肉項目の平均は、枝肉重量492.4kg、ロース芯面積64.6cm<sup>2</sup>、バラ厚7.6cm、皮下脂肪厚2.3cm、歩留基準値74.7、BMS No.8.2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、公益社団法人全国和牛登録協会（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。2024年度は、直接検定法により2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。また、検定調査牛が現場後代検定法の規定頭数を満たさず、検定未申請とした種雄牛候補1頭についても、現場後代検定法に準じ枝肉調査を実施した。

### 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、県下育種価評価において脂肪交雑の育種価が上位

1/10以内であり、かつ現在の黒毛和種において改良が必要とされる一価不飽和脂肪酸（MUFA）の育種価も上位1/4以内である繁殖雌牛を母にもつ雄子牛の中から選抜された。

#### (2) 検定方法

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日間の予備飼育を行った。

##### 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。

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	
姫幸勝	R5.1.15	福之姫	幸紀雄	勝忠平	由利本荘市
福照	R5.7.12	福之姫	美津照重	百合茂	雄勝郡羽後町

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

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。

## 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2018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。なお, 翔琉については, 検定調査牛頭数が現場後代検定法の規定頭数(15頭)を満たさないため検定未申

請としたが, 現場後代検定法に準じ, 産子の枝肉調査を実施した。

### (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) 検定場所および後代検定調査牛の頭数

後代検定調査牛を肥育した検定農場および頭数を表4に示す。

#### 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), TDN 69.0%以上, CP 15.0%以上), 肥育後期用(和牛仕上用, 日清丸紅飼料(株), TDN 72.0%以上, CP 12.5%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。

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
宝乃国	黒原6325	H30.8.8	第1花国	安福久	勝忠平	1.48	85.1
翔琉	黒原6324	H30.8.21	美津照重	安福久	安平幸	1.46	84.0

表4 各検定種雄牛の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
宝乃国	10	9	13	22
翔琉	8	6	7	13

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(MUFA)、飽和脂肪酸(SFA)およびオレイン酸(C18:1)を測定した。

結果および考察

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。

検定終了時の体高は、姫幸勝が129cmで、登録協会が示す黒毛和種種雄牛の発育推定値の $\sigma$ 値で1.40 $\sigma$ 、福照が127cmで、こちらも1.40 $\sigma$ と、いずれも上限値に近い非常に良い発育であった。

終了時体重は、姫幸勝が480kg(1.6 $\sigma$ )、福照が426kg(1.0 $\sigma$ )であり、いずれも発育推定値の平均を上回った。

また1日平均増体量は、姫幸勝が1.15kg、福照が1.32kgであり、いずれも増体については十分な成績であった。

(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効率が良いという評価になる。

姫幸勝の余剰飼料摂取量は、濃厚飼料105kg、粗飼料48kg、CP11kg、TDN90kg、福照は順に、45kg、26kg、3kg、53kgで、福照のほうが低値であったものの、いずれも正の値であり、飼料効率は良くない傾向であった。

(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。

姫幸勝は、栄養度が6と適正範囲にあり、発育十分で、前軀が充実し、尻の形状の良い体型であった。しかしながら、均称が悪く、肩後の充実に欠け、前後肢の肢勢に難があるなど、惜しまれる点もあり、審査得点は83.7点であった。

福照は、栄養度が6と適正範囲にあり、発育十分で、体の伸びがあり、体上線が平直で、皮膚が薄くゆとりがあり、品位に優れていた。しかしながら、前背幅が薄く、肩後や外腿の充実に欠け、前後肢の肢勢悪く、顔品も悪く、審査得点は83.6点であった。

今回直接検定を終了した2頭には、その増体能力の高さから、県内の黒毛和種における増体性の向上への貢献が期待できる。一方、体型や飼料効率など、不十分な点もあったことから、今後の種雄牛造成においては、それらの点を考慮した候補牛生産、選抜を行っていく必要がある。

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	1日平均	粗飼料 摂取率(%)	余剰飼料摂取量(kg)			
	開始	終了	開始時	終了時	( $\sigma$ )	( $\sigma$ )	体重(kg)	増体量(kg)		濃厚飼料	粗飼料	CP	TDN
姫幸勝	R5.9.28	R6.1.18	256	368	129.0 (1.4 $\sigma$ )	480.0 (1.6 $\sigma$ )	476.6	1.15	48	105	48	11	90
福照	R6.2.28	R6.6.19	231	343	127.0 (1.4 $\sigma$ )	426.0 (1.0 $\sigma$ )	455.0	1.32	53	45	26	3	53

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
姫幸勝	6	発育、前軀、尻の形状	均称、肩後、肢蹄	83.7
福照	6	発育、体伸、体上線、品位	前背幅、肩後、外腿、肢勢、顔品	83.6

## 2. 現場後代検定

### (1) 枝肉成績

宝乃国の検定調査牛の枝肉成績を表7に、翔琉の産子の枝肉成績を表8に示す。

宝乃国の後代検定は、去勢9頭、雌12頭の計21頭で終了し、平均枝肉重量が528.2kg、ロース芯面積が75.1cm<sup>2</sup>、バラ厚が8.8cm、皮下脂肪厚が2.2cm、歩留基準値が76.4、BMSNo.が10.1であった。なお、予後不良のため、雌1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、秋田県におけるこれまでの検定種雄牛の中で最も良い結果であった。特に脂肪交雑については、肉質等級で5等級の率が90.5%と高く、BMSNo.平均も10.1と、非常に良い結果となった。また、枝肉重量は、去勢、雌ともに平均で500kgを超え、ロース芯面積が大きく、歩留基準値も高く、肉量も期待できる結果であった。今後は、宝乃国の利用を促進することで、県内の黒毛和種集団の肉量と肉質を大幅に改善できるものとする。

翔琉については、去勢6頭、雌7頭の計13頭の産子の枝肉を調査した。平均枝肉重量が492.4kg、ロース芯面積が64.6cm<sup>2</sup>、バラ厚が7.6cm、皮下脂肪厚が2.3cm、歩留基準値が74.7、BMSNo.が8.2であった。すべての項目において宝乃国の数値より低く、肉質等級5以上の割合も

53.8%と低い成績であった。

### (2) 筋間脂肪部位の脂肪酸割合

宝乃国の検定調査牛および翔琉産子のと畜月齢および脂肪酸割合を表9に示す。ここでは、光学測定可能であった、宝乃国の検定調査牛17頭、翔琉産子12頭での結果となっている。

一価不飽和脂肪酸では、宝乃国の検定調査牛が55.3%、翔琉産子が56.3%、飽和脂肪酸では、41.8%と40.9%、オレイン酸では、51.2%と52.2%であり、すべて項目において両者の脂肪酸割合に差はなかった。また、それぞれの去勢および雌の性別においても脂肪酸割合に差はなかった。

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2024)における脂肪酸割合の平均値は、一価不飽和脂肪酸が58.9%、オレイン酸が54.7%であり、いずれの脂肪酸割合においても、宝乃国および翔琉の脂肪酸割合は低い結果であった。そのため、これらの種雄牛については、脂肪質の能力の高い雌牛との交配や、脂肪質を向上させる肥育方法の活用などの指導と併せ、県内での利用を推進すべきであるとする。

## 謝 辞

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

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. 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. 秋田県における脂肪酸組成の育種価評価（令和 6 年 8 月評価）.

公益社団法人全国和牛登録協会. 黒毛和種正常発

2024.

表 7 宝乃国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 <sup>2</sup> )	バラ厚 (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	歩留 基準値	BMSNo.	格付
		母父	母母父							
1	去勢	松糸華	第1花国	517.0	62	8.6	2.0	75.0	8	A-5
2	去勢	義平福	北仁	608.5	98	9.4	1.3	79.6	11	A-5
3	去勢	百合茂	平茂勝	629.0	73	8.9	2.3	74.9	12	A-5
4	去勢	義平福	篤桜	524.0	76	8.3	2.3	76.2	12	A-5
5	去勢	美津百合	金安平	576.5	65	8.6	2.3	74.3	7	A-4
6	去勢	義平福	百合茂	587.0	72	8.4	1.5	75.7	11	A-5
7	去勢	松昭秀	安茂勝	559.0	73	9.0	1.7	76.4	9	A-5
8	去勢	徳茂勝	北平安	591.0	65	8.6	2.4	74.0	8	A-5
9	去勢	美津照重	徳茂勝	490.0	70	8.9	2.4	76.2	11	A-5
10	雌	隆之国	安福久	499.5	75	9.1	2.7	76.6	9	A-5
11	雌	義平福	福姫晴	569.0	105	11.1	1.9	81.6	11	A-5
12	雌	安福久	安平照	469.0	72	8.8	2.5	76.5	10	A-5
13	雌	勝早桜5	安福久	529.0	91	9.3	2.0	79.0	12	A-5
14	雌	百合茂	勝忠平	514.5	62	8.4	3.5	73.5	12	A-5
15	雌	徳茂勝	隆之国							予後不良により除外
16	雌	幸紀雄	安福久	466.5	71	8.1	3.1	75.5	11	A-5
17	雌	幸紀雄	安福久	561.0	81	9.4	2.2	77.2	10	A-5
18	雌	幸紀雄	平茂晴	461.5	58	8.6	3.2	74.1	10	A-5
19	雌	幸紀雄	安福久	545.0	81	8.5	1.7	77.2	11	A-5
20	雌	花美千	安茂勝	425.5	60	7.5	3.0	74.2	9	A-5
21	雌	隆之国	勝忠平	444.5	74	8.8	1.9	77.6	7	A-4
22	雌	隆之国	百合茂	524.5	93	9.2	1.3	80.0	12	A-5
			去勢9頭	564.7	72.7	8.7	2.0	75.8	9.9	
		平均	雌12頭	500.8	76.9	8.9	2.4	76.9	10.3	5等級率
			全21頭	528.2	75.1	8.8	2.2	76.4	10.1	90.5%

表 8 翔琉の産子の枝肉成績

調査牛 番号	性別	血統		枝肉重量 (kg)	ロース芯 面積(cm <sup>2</sup> )	バラ厚 (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	歩留 基準値	BMSNo.	格付
		母父	母母父							
1	去勢	百合茂	安福久	508.0	53	7.2	1.6	73.4	8	A-5
2	去勢	美津照重	百合茂	429.5	73	7.3	1.9	76.7	11	A-5
3	去勢	百合茂	福之国	579.5	71	8.0	3.3	73.8	8	A-5
4	去勢	栄11	金幸	513.5	53	7.3	1.6	73.6	7	A-4
5	去勢	美国桜	安福久	515.0	82	8.4	1.0	78.4	12	A-5
6	去勢	芳之国	安福久	536.0	52	8.2	3.1	72.2	7	A-4
7	雌	華春福	安糸福	543.5	63	8.1	3.1	73.4	7	A-4
8	雌	義平福	第1花国	538.0	75	8.7	1.4	77.0	6	A-4
9	雌	安福久	福桜(宮崎)	433.5	57	6.8	2.3	74.0	8	A-5
10	雌	勝早桜5	安福久	457.0	68	6.6	2.3	74.9	7	A-4
11	雌	21世紀	徳茂勝	429.0	63	6.8	2.7	74.4	8	A-5
12	雌	勝忠平	百合茂	496.5	72	8.3	2.6	75.8	10	A-5
13	雌	百合白清2	好平茂	422.5	58	7.0	2.7	73.9	7	A-4
			去勢6頭	513.6	64.0	7.7	2.1	74.7	8.8	
		平均	雌7頭	474.3	65.1	7.5	2.4	74.8	7.6	5等級率
			全13頭	492.4	64.6	7.6	2.3	74.7	8.2	53.8%

表9 宝乃国の検定調査牛および翔琉産子のと畜月齢と脂肪酸割合

	頭数 <sup>※1</sup> (頭)	脂肪酸割合(%) <sup>※2</sup>		
		一価不飽和脂肪酸	不飽和脂肪酸	オレイン酸
<b>宝乃国の検定調査牛</b>	<b>17</b>	<b>55.3±2.9</b>	<b>41.8±2.7</b>	<b>51.2±2.5</b>
去勢	6	55.0±3.0	42.0±2.7	51.0±2.4
雌	11	55.6±2.9	41.7±2.7	51.5±2.3
<b>翔琉産子</b>	<b>12</b>	<b>56.3±5.0</b>	<b>40.9±4.5</b>	<b>52.2±3.5</b>
去勢	6	54.6±5.7	42.5±5.2	50.8±4.0
雌	6	58.0±3.9	39.4±3.5	53.5±2.7

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。

## 人工哺乳の方法が黒毛和種子牛の発育に及ぼす影響

佐藤 咲・今野紗知\*・高橋ひろの・関屋万里生・高橋利清

\*現：秋田県中央家畜保健衛生所

### 要 約

黒毛和種の繁殖経営における子牛への哺乳方法について、多くの農家は自然哺乳を行っているが、様々な理由で人工哺乳を行う農家も増加している。一方で、人工哺乳技術は農家ごとに異なるほか、技術確立していない場合もあるため、子牛の発育に差異が生じ、子牛市場上場時の斉一性に影響を及ぼす一因となっている。そこで、本研究では人工哺乳技術が未確立な生産者に向け、出生後の適正な人工哺乳技術を検討した。自然哺乳区、人工哺乳90日区および人工哺乳70日区の3区を設定し、哺乳期間および育成期間の発育などを調査した。その結果、去勢、雌ともに、哺乳期間における日増体重（DG）は全区間で有意な差は認められなかった。また、去勢については、育成期間におけるDGについても全区間で有意な差は認められなかったが、生時体重が小さい場合、哺乳70日区よりも哺乳90日区で出荷目標体重に到達するまでの日数が短く、出生から出荷目標体重に到達するまでのDGも大きい傾向がみられた。以上より、生時体重を考慮した人工哺乳を行うことで、自然哺乳と同等の発育が得られ、人工哺乳の期間短縮や低コスト化が図れることが示唆された。

### 緒 言

本県では、黒毛和種の繁殖農家の規模拡大が進み、1戸あたりの飼養頭数は年々増加している（秋田県畜産振興課，2024）。繁殖農家では、経営の安定化のため、発育の良い子牛の生産が必要となる。多くの繁殖農家が、母子同居による自然哺乳を実施しているが、母牛の育児放棄、発情回帰を促進するための早期母子分離、規模拡大による哺乳ロボットの導入等の理由で人工哺乳を行う農家も増加している。

しかし、人工哺乳の技術は繁殖農家ごとに異なるほか、経験が浅く技術確立していない場合もあるため、生産される子牛の発育に差異が生じ、市場上場時の斉一性に影響を及ぼす一因となっている。また、清水ら（2020）は、子牛の日齢体重が市場価格に大きく影響するとしており、市場出荷時にDGが平均に満たない子牛は、販売価格が低いことが考えられる。そこで、本研究では人工哺

乳の技術が未確立な生産者に向け、出生後の適正な人工哺乳技術を検討した。

### 材料および方法

#### 1. 供試牛

供試牛は、当場で生産した黒毛和種の去勢子牛26頭、雌子牛31頭、計57頭を用いた。

#### 2. 試験区分

3区を設定した。

①生後90日まで母子同居させる自然哺乳区（去勢11頭、雌14頭）

②生後90日まで人工哺乳を行う人工哺乳90日区（去勢9頭、雌10頭）

③生後70日まで人工哺乳を行う人工哺乳70日区（去勢6頭、雌7頭）

各区とも、離乳後の試験期間は、あきた総合家畜市場で子牛市場上場の目安とされる出荷目標体

重（去勢 330kg, 雌 300kg）に到達するまで育成した。

育成期間の供試頭数は、自然哺乳区が 24 頭（去勢 10 頭, 雌 14 頭）、哺乳 90 日区が 19 頭（去勢 9 頭, 雌 10 頭）、哺乳 70 日区が 12 頭（去勢 6 頭, 雌 6 頭）とした。

### 3. 飼養管理方法

供試牛全頭に分娩後 6 時間以内に人工初乳を経口投与し、鉄剤、ビタミン A およびビタミン E を筋肉内に注射した。人工哺乳の 2 区は、出生 1 日後に母子分離し、単飼による人工哺乳を 90 日間および 70 日間実施した。

各区とも離乳後は、育成牛舎に移動し、試験期間終了まで群飼した。水は自由飲水とした。

### 4. 哺乳期間中の飼料給与方法

代用乳は、和牛用の市販代用乳を用い、哺乳 90 日区は日量 480g から最大 1,280g、哺乳 70 日区は日量 480g から最大 1,440g を、朝夕半量ずつ、約 6 倍の湯温で希釈し給与した。

濃厚飼料は、月齢に応じて、人工乳（スターター）を 0.4kg ～ 3.0kg 給与した。粗飼料は、チモシー乾草を 0.1kg ～ 0.5kg 給与した。

### 5. 調査項目

#### ①発育

発育について、哺乳期間中の DG および出生から試験期間終了までの DG を算出した。また、子牛市場の出荷目標体重に到達するまでの日数を調査した。

出生時には、体重のみを測定し、以後は 1 ヶ月ごとに体重、体高および胸囲を測定した。

②生時体重における出荷目標体重に到達するまでの日数および出荷目標体重までの全期間 DG

供試牛の平均生時体重（去勢 36.6kg, 雌 32.8kg）を基準値として大小に区分けし、生時体

重における出荷目標体重に到達するまでの日数および出荷目標体重までの全期間 DG を算出した。

#### ③哺乳期間中の飼料摂取量

代用乳は残量を毎回計測し、給与量および残量から摂取量を算出した。濃厚飼料および粗飼料についても、同様に算出した。

#### ④哺乳期間中の飼料費

各区の飼料摂取量から哺乳期間中の飼料費を算出した。自然哺乳区については、哺乳期間中の母牛の飼料費も加え、算出した。飼料のキログラム単価は、令和 5 年度の当場の実績値から、代用乳で 586.85 円、人工乳で 133.65 円、母牛配合飼料で 76.285 円とした。

### 6. 統計処理

得られたデータは student の t 検定を行い、5 % 水準で有意差の検定を実施した。

## 結 果

### 1. 発育

#### ①哺乳期間における DG

哺乳期間における DG は、去勢では自然哺乳区で 0.95、哺乳 90 日区で 0.85、哺乳 70 日区で 0.83、雌では自然哺乳区で 0.83、哺乳 90 日区で 0.76、哺乳 70 日区で 0.81 となった。去勢、雌ともに全区間で有意な差は認められなかった（図 1）。

なお、哺乳期間中においては、全区で体調や発育が不良な個体は確認されなかった。

#### ②育成期間における DG

育成期間における DG は、去勢では自然哺乳区で 1.05、哺乳 90 日区で 0.96、哺乳 70 日区で 0.93 となり、自然哺乳区で発育良好な結果となったが、全区で有意な差は認められなかった。雌では自然哺乳区で 0.89、哺乳 90 日区で 0.80、哺乳 70 日区で 0.85 となり、自然哺乳区において哺乳 90 日区と比較して有意に増加した ( $P < 0.05$ )（図 2）。

#### ③出荷目標体重に到達するまでの日数

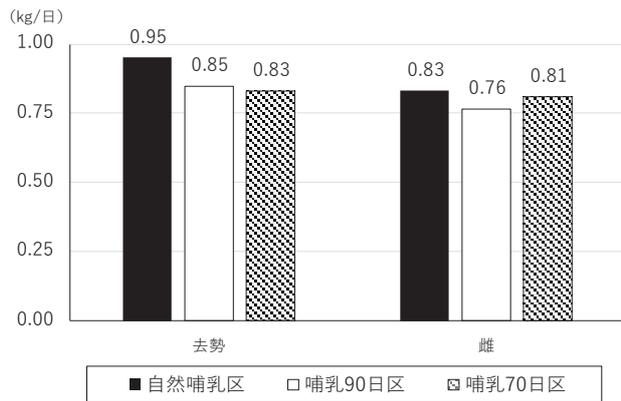


図1 哺乳期間におけるDG

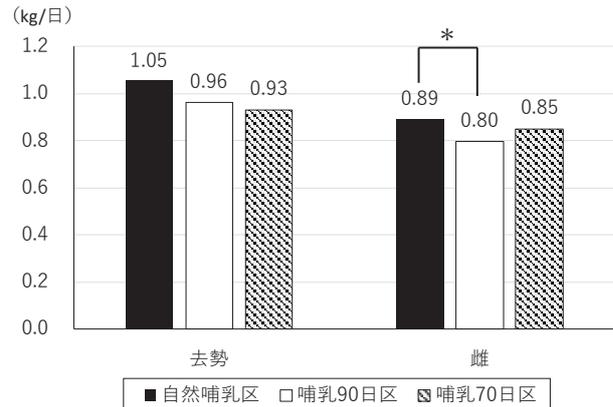


図2 育成期間におけるDG

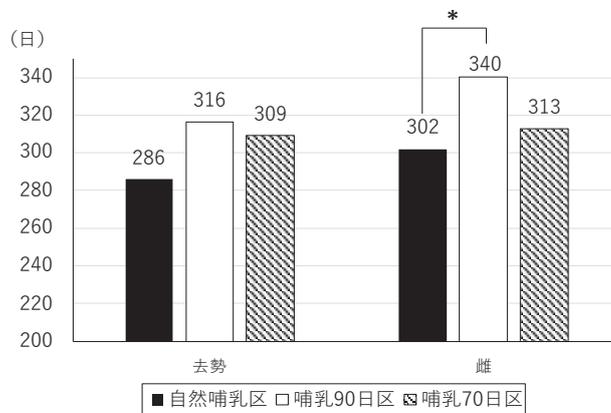


図3 出荷目標体重に到達するまでの日数

出荷目標体重への到達日数は、去勢では自然哺乳区で286日、哺乳90日区で316日、哺乳70日区で309日となり、自然哺乳区で日数が短くなったが、全区で有意な差は認められなかった。雌では自然哺乳区で302日、哺乳90日区で340日、哺乳70日区で313日となり、自然哺乳区において哺乳90日区と比較して有意に短縮した ( $P<0.05$ ) (図3)。

④体重、体高および胸囲の推移

全試験区の各月齢における体重、体高および胸囲の推移を図4に示す。去勢、雌ともに自然哺乳区で発育が良好であったが、全ての試験区において、公益社団法人全国和牛登録協会の黒毛和種正常発育曲線と比較し、良好な発育が得られた。

⑤生時体重における出荷目標体重に到達するまで

の日数および出荷目標体重までの全期間DG

供試牛の平均生時体重（去勢36.6kg、雌32.8kg）を基準値として大小に区分けし、生時体重における出荷目標体重に到達するまでの日数および出荷目標体重までの全期間DGを算出した。

去勢では生時体重が小さい場合、哺乳70日区よりも哺乳90日区で出荷目標体重に到達するまでの日数が短く（305日 vs 298日）、飼養期間におけるDGも大きい傾向がみられた（表1）。

2. 代用乳摂取量

哺乳期間における代用乳摂取量は、哺乳90日区が90日間で89.4kg、哺乳70日区が70日間で73.2kgとなった。

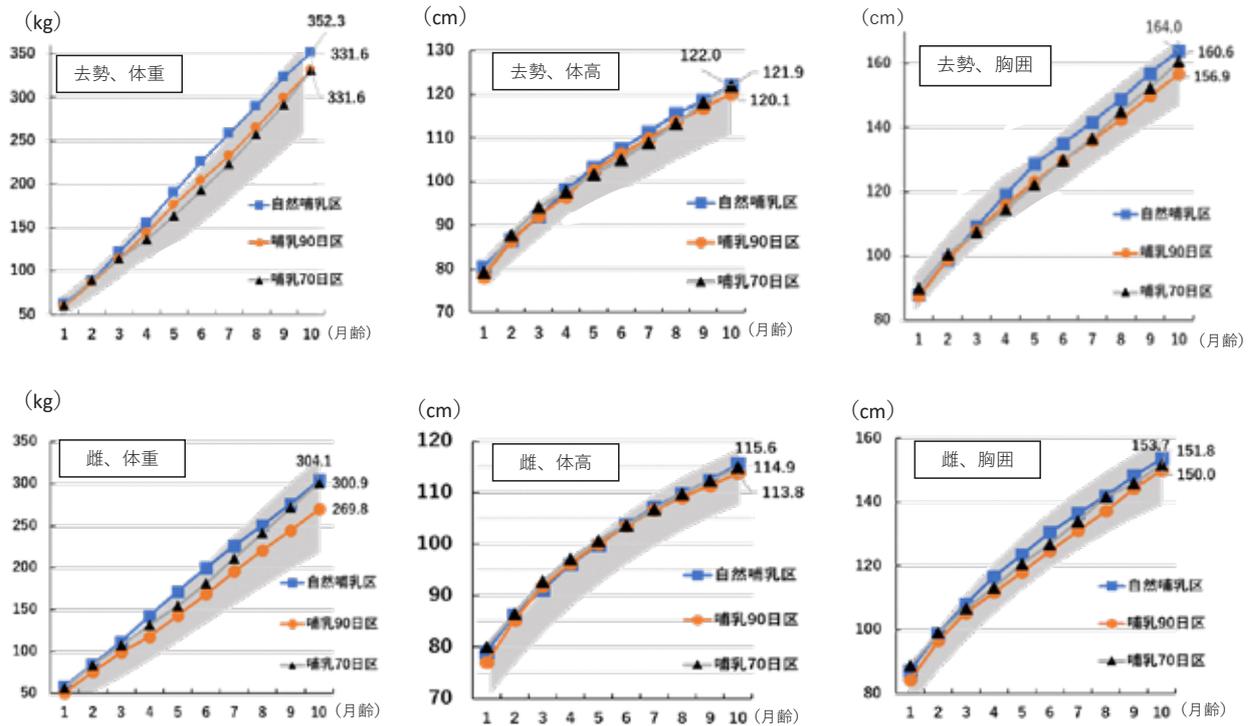


図4 各月齢における体重、体高、胸囲の推移

表1 生時体重における出荷目標体重に到達するまでの日数および出荷目標体重までの全期間DG

生時体重	人工哺乳試験区分	去勢			雌		
		n	出荷目標体重に到達するまでの日数	出荷目標体重までの全期間DG	n	出荷目標体重に到達するまでの日数	出荷目標体重までの全期間DG
小	90日	6	298	1.01	6	355	0.78
	70日	2	305	0.96	2	346	0.79
大	90日	3	353	0.87	4	319	0.84
	70日	4	311	0.92	4	297	0.88

3. 哺乳期間中の飼料費

各区における哺乳期間中の飼料費を図5に示す。

自然哺乳区では、哺乳90日間の母牛の配合飼料が6,866円、子牛の人工乳が5,346円であり、計12,212円となった。

哺乳90日区では、代用乳が52,699円、人工乳が4,811円で計57,510円となった。

哺乳70日区では、代用乳が43,075円、人工乳が5,346円で計48,421円となった。

哺乳期間における代用乳経費の差は、哺乳70日区が90日区に比較して9,089円安価となった。

考 察

本試験では、育児放棄などやむを得ない場合や、規模拡大等により人工哺乳の経験が浅い生産者に対し、人工哺乳技術の向上を目的に、哺乳方法の違いが子牛の発育に及ぼす影響について検討した。

哺乳期間における子牛の発育は、去勢および雌牛ともに全区で同等の発育成績が得られた。また、育成期間における発育は、去勢では全区で同等の発育成績が得られた。中武ら(2016)は、離乳時における子牛の発育は、人工哺乳よりも自然哺乳の方が良好であり、特に雌牛でその効果が大きい

ことを報告している。一方で、母子同居で飼養すると離乳時期が遅くなる傾向にあり（森下ら，2004），分娩から発情回帰までの日数が長くなることが報告されている（東山ら，2017）。本試験における子牛の発育は，哺乳および育成期間において，自然哺乳区で良好な値となったが，全区で有意な差は認められなかったことから，人工哺乳を行う場合でも，本試験方法を利用することで，自然哺乳区と同等の発育となることが示唆された。

西ら（2014）は，生時体重が小さい子牛は代用乳の摂取可能量が少なく，最大給与量までに期間がかかることを報告している。また，久米ら（2007）は，生時体重が26kg以下の子牛では，分娩後の代用乳への馴致期間を延長した方が発育良好となることを報告している。本試験では，去勢におい

て生時体重が小さい場合，哺乳70日区よりも哺乳90日区で出荷目標体重に到達するまでの日数が短く，飼養期間におけるDGも大きい傾向がみられたことから，生時体重が小さい場合は，人工哺乳の期間は90日間が適していることが示唆された。哺乳期間における代用乳経費の差は，哺乳70日区が90日区に比較して8,972円安価となった。一般的に人工哺乳と比較し，自然哺乳の方が哺乳期間における飼料経費は安価となるが，DGの低下による市場出荷時の販売価格を考慮すると，人工哺乳を行うことで増加する経費は十分に吸収できるものと考えられる。

以上より，生時体重を考慮した人工哺乳を行うことで，自然哺乳と同等の発育が得られ，人工哺乳の期間短縮や低コスト化が図れることが示唆された。

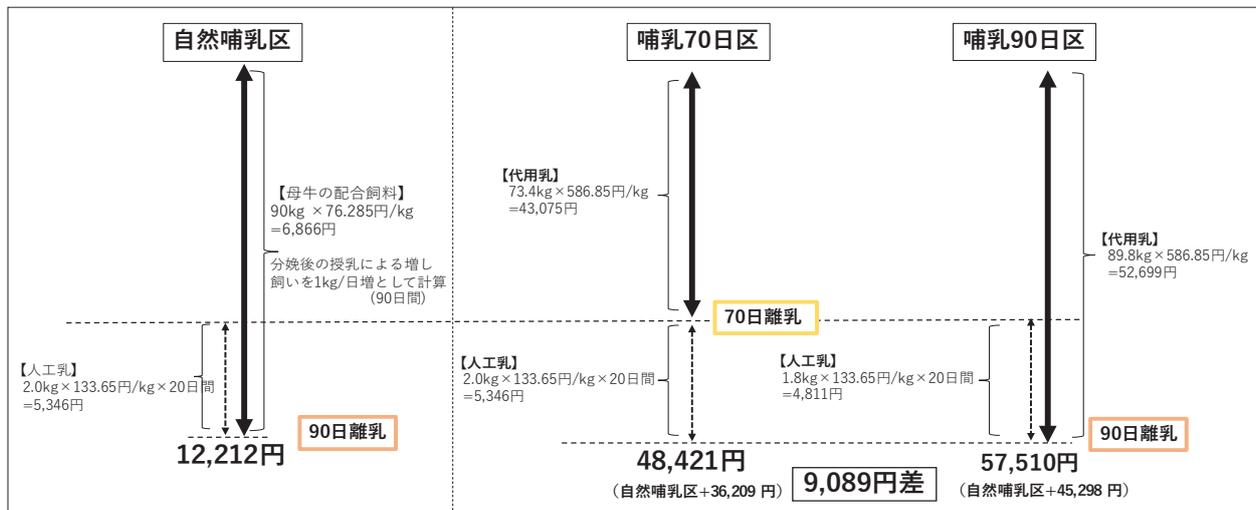


図5 哺乳期間中の飼料費

※飼料のキログラム単価は令和5年度の当場の実績値（代用乳 586.85円、人工乳 133.65円、母牛配合飼料 76.285円）

引用文献

秋田県畜産振興課. 家畜改良関係頭羽数調査集計. 2024.  
久米新一，高木光博. 2007. 和牛子牛を上手に育てるために. 和牛子牛の損耗防止マニュアル. 社団法人畜産技術協会.

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年改訂）. 2012.  
清水俊郎，渡邊智，青沼達也，矢島りさ，及川俊徳. 2020. 子牛市場上場時の発育状況等と枝肉情報の結合による新たな種雄牛能力評価法の開発. 宮城県畜産試験場成績書・業務年報. 38-40.

- 中武真, 加藤さゆり, 中原菜摘, 福永又三, 石ヶ野公久. 2016. 自然哺育と人工哺育の違いが発育に与える影響. 宮崎県畜産試験場研究報告 28, 17-19.
- 西博巳, 樋口徹郎, 川畑明治, 上山繁成, 松田謙志. 2014. 黒毛和種哺乳子牛の生時体重を考慮した強化哺育技術の開発. 鹿児島県農業開発総合センター研究報告 8, 41-48.
- 東山由美, 小松篤司, 深澤充. 2017. 黒毛和種子牛の発育, 血液成分および行動に及ぼす哺乳期間の影響. 日本畜産学会報 88, 455-462.
- 森下忠, 瀧澤秀明, 石井憲一, 松井誠. 2004. 初期発育に優れた黒毛和種雄子牛の人工哺乳方法. 愛知県農業総合試験場研究報告 36, 75-80.

## 飼料作物奨励品種選定試験

— 飼料用イネ（令和5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」、「つきことか」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」が最も多くなったが、「夢あおば」は穂割合が約50%程度のため、茎葉収量は最も少なくなり、「つきことか」の茎葉乾物収量が最も多かった。

しかし、「つきことか」は出穂時期が遅いため、秋田県での栽培に適していない。一方、「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ることが示唆されたため、次年度以降は「つきことか」の試験を終了し、「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 WCS（ホールクロップサイレージ）用イネの令和6年度作付面積は1,367ha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5~7kg/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、イネ WCS 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%を超えたとの報告もあり（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

表1 秋田県内のイネ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	

※ 飼料用専用品種 秋田県畜産振興課調べ

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。

### 材料および方法

#### 1. 試験期間

令和5年5月11日～9月4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品種を作付けした。

#### 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5年5月11日に播種量2.8kg/10aで行い、収穫は全品種9月4日にダイレクトカットで収穫した。

施肥は窒素6kg/10a、リン酸2.2kg/10a、カリ1.8kg/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、「つきことか」「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26日、7月6日、7月14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4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（NIRSystemsModel-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6月上旬以降平年より高く推移し、特に7月下旬から9月上旬は平年より大幅に高く推移した。

降水量は7月中旬及び8月中旬に大雨の日があったが、概ね平年より少なく、特に8月上旬および下旬は降水量0mmの日も多くあったため、降水量がかなり少なくなった。

#### 2. 生育および収量調査

生育調査の結果を表2に示した。

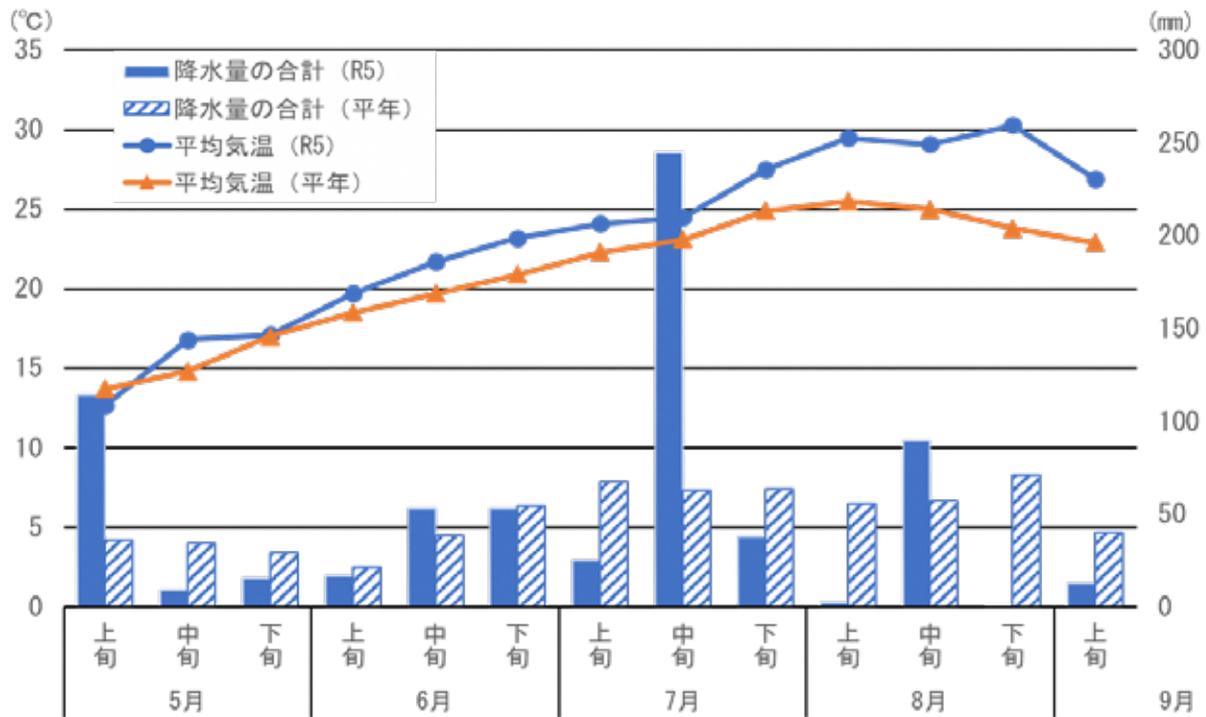


図1 栽培期間中の気象概況

表2 生育調査

品種	6月26日			7月6日			7月14日			7月25日		
	草丈 cm	茎数 本/m <sup>2</sup>	SPAD									
夢あおば	37.4	275.0	39.3	51.2	400.0	39.3	65.1	415.0	40.6	78.4	380.0	36.3
つきはやか	40.7	201.0	41.2	59.4	305.0	41.2	73.3	318.0	43.2	87.0	285.0	39.2
つきことか	37.0	311.0	38.6	52.2	450.0	38.6	63.5	448.0	39.8	84.1	415.0	34.5

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 <sup>2</sup>	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4日	黄熟期	92.8	67.3	19.0	295.7	2582.3	1275.3	49.3	47.3
つきはやか	8月8日	9月4日	糊熟後期	109.5	77.3	16.5	223.7	2277.9	1137.7	49.4	19.2
つきことか	-	9月4日	出穂前	96.6	-	-	-	2653.6	1007.2	62.6	0.0

草丈は調査期間通して「つきはやか」が最も長い値を示し、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「つきはやか」が最も低く、7月25日時点でも「つきことか」の6月26日時点の茎数に及ばなかった。

SPAD値は調査期間通して「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」および「つきはやか」は

8月8日で、「つきことか」は調査日の9月4日時点で出穂していなかった。調査時の熟期は「夢あおば」が黄熟期、「つきはやか」が糊熟期に達しており、「つきことか」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「つきことか」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「つきことか」は0%だが、「夢あおば」が最も高く、「つきはやか」の2倍以上であった。

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「つきことか」が最も多く、「夢あおば」は最も少なかった(図2)。

### 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「つきことか」が最も高くなった。

粗蛋白質は「つきことか」が最も高く、「夢あおば」が最も低くなった。「つきはやか」「つきことか」の粗蛋白質は7%以上であったが、「夢あおば」は6%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「つきことか」が最も高い値を示したが、OCCは「夢あおば」が最も高くなった。

### 考 察

県内において最も作付けされている飼料用イネ専用品種は「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 2016)。

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、

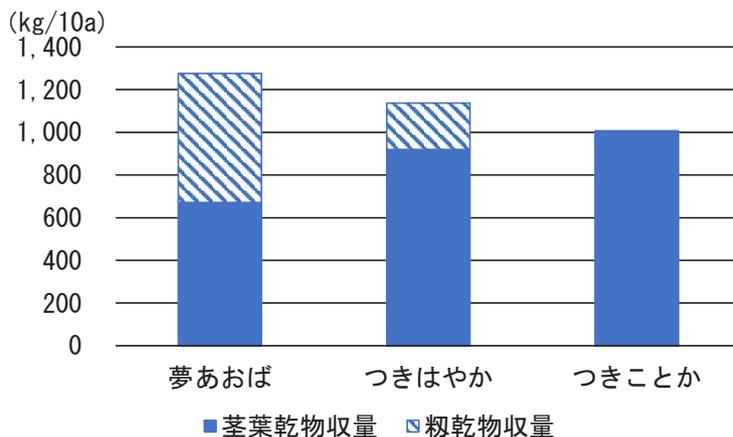


図2 茎葉乾物重と籾乾物重の割合

表4 飼料成分分析結果

	水分 (%)	飼料成分 (DM%)							
		粗蛋白質	粗脂肪	粗灰分	NDFom	ADFom	OCC	OCW	Ob
夢あおば	4.5	6.4	4.1	13.0	36.7	23.0	49.9	35.9	32.2
つきはやか	4.8	7.5	3.3	11.8	52.3	29.8	38.0	49.9	45.4
つきことか	6.5	8.3	3.3	15.7	56.8	33.9	27.9	57.0	52.8

穂の割合も半分以下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。

「つきことか」は西日本における作期拡大のために育成された極晩生品種であり、育成地における出穂期は9月下旬である（中込ら 2019）ことから、秋田では9月以降積算気温が足りず、出穂に至らない可能性が高い。また、短穂系品種の特性の一つでもある糖含量の高さは、出穂30日～40日後の収穫で最も高くなるため、早刈りでは糖含量が十分でない上に、高水分なため発酵不良につながる恐れがあるとされている（中込 2020）。

以上のことから、「つきことか」は秋田県の気候や作業体系に適した品種とはいえないため、本年度で試験を終了し、次年度以降は「つきはやか」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。

#### 引用文献

- 秋田県. 2024. 稲作指導指針. 41-45. 秋田県, 秋田.
- 一般社団法人 日本草地畜産種子協会. 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. ホールクロップ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, 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.
- 中込弘二, 出田 収, 重宗明子, 松下 景, 石井卓朗, 春原嘉弘, 前田英郎, 飯田修一, 藤本寛. 極晩熟期で茎葉乾物収量が高い発酵粗飼料専用イネ品種「つきことか」の育成および特性. 育種学研究. 21, 28-34.
- 農林水産省. 2024. 農林水産省畜産部ホームページ：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](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.

## 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）

由利奈美江・戸石 岳・佐藤 楓

### 要 約

マメ科牧草のアルファルファは耐寒性や耐乾性が高く、栄養価も高いため重要な粗飼料の一つであるが、そのほとんどを海外からの輸入に依存している。また、輸入粗飼料価格は高止まり状態にあり、飼料コスト低減のために、国内での自給が求められている。しかし、アルファルファは日本の土壤条件や気候に適していないことから、国内での自給が困難である。そこでダイズの飼料利用に注目したが、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（IR）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について実証した。

実証の結果、IRは雑草の発生を抑制することが確認できたが、生育初期の大雨による湿害や、夏期の高温少雨の影響を受け、ダイズの収量は低かった。

また、IR収量が雑草発生量に影響することや、雑草の発生量が飼料成分に影響する可能性が示唆された。今後はさらなるリビングマルチの収量増加や、作期分散のため、IR以外のリビングマルチ利用について検討が必要である。

### 緒 言

アルファルファは古くから栽培されてきたマメ科の多年生牧草で、耐寒性や耐乾性が高く、タンパク質やミネラルを多く含んでおり、飼料価値も高いことから「牧草の女王」とも呼ばれている（中村ら 2015）。栄養価が高いことから乳牛への給与が多いが、肉用牛経営でも不足するタンパク質を補うための飼料として利用されている重要な粗飼料のひとつである。わが国におけるアルファルファ乾草の輸入量は 255 千 t で、そのほとんどを海外に依存している。アルファルファを含む粗飼料の輸入価格は平成 22 年の 30.2 円/kg から令和 5 年には 60.9 円/kg と約 2 倍に高騰し、高止まりの状態が続いている（農林水産省 2024）ことから、飼料コスト低減のためにはアルファルファを国内で自給することが望ましい。しかし、アルファルファは、排水良好な中性に近い土壤での栽培が適し、耐酸性に劣るため（農林水産省

2007a）、年間を通じて降雨が多く、酸性土壌の多い（山根ら 1978）日本での栽培は困難である。

そこで、アルファルファの代替として、同じマメ科のダイズの飼料利用が注目されている。ダイズは日本の気象・土壤環境への適合性が高く、日本中いたるところで水田の転作作物として栽培されている（河本 2019）。

農林水産省の作物統計によれば、秋田県におけるダイズの栽培面積は 9,260ha と全国第 3 位であり、うち水田における作付面積が 8,710ha と、ほとんどが水田転作として作付けされている。従って、ダイズ栽培の基盤はすでに確立されており、転作作物の選択肢の一つとして、飼料用ダイズが定着する可能性は高い。

しかし、飼料用ダイズは茎葉ごと利用するため、食用ダイズで登録されている農薬の使用が認められないことから、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IR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。

そこで、秋田県における飼料用ダイズ栽培の可能性を確認するため、秋播き性の高いIRをリビングマルチとして利用した飼料用ダイズの栽培実証試験を実施した。

### 材料および方法

#### 1. 試験期間

令和5年4月～令和5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た。

試験ほ場の前作は飼料用トウモロコシで、地質土壌は黒ボク土である。

#### 3. 試験設計

試験区としてリュウホウ区、タチナガハ区、対照区の3区を設定した。

リュウホウ区およびタチナガハ区はリビングマルチとして、IRを利用し、対照区はリビングマルチ不使用の無除草栽培とした。

リュウホウ区およびタチナガハ区の面積は各区65aとし、対照区は10aで設置した。

#### 4. 供試品種および耕種概要

ダイズ品種はリュウホウ区で「リュウホウ」を、タチナガハ区および対照区で「タチナガハ」を供試した。リビングマルチに利用するIR品種は両区とも「エース」を供試した。

IRの播種は令和5年4月21日に、播種量5kg/10aの散播で行った。

ダイズの播種はIR1番草収穫後の7月5日に行った。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、試験区はダイズ播種直後にディスクハローによるIRの根切りを実施した。

早春施肥は全区で表1のとおりを実施し、ダイズは全区無施肥とした。

#### 5. 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㎡のコドロードを設置し、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、収量調査時にはコドロード内を全量収穫し、IRと雑草に仕分けた上で、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4地点を定点とし、草丈を生育期間中に3回調査した。

収量調査は無作為に抽出した2カ所から1.8m

表1 施肥設計

		投入成分量 (kg/10a)		
		N	P	K
慣行区	早春	8.1	5.8	5.8
	IR収穫後	無施肥		
	合計	8.1	5.8	5.8

×3条を刈り取り、生重・水分含量を測定した。また、刈り取りした条間の雑草を全て収穫し、生重及び水分を調査した。

水分含量はIR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、莢数、莢重を調査した。

### (3) 飼料成分分析項目

飼料成分は収量調査時に収穫し、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。調査項目は水分、粗蛋白質、粗灰分、粗繊維、粗脂肪、中生デタージェント繊維 (NDFom)、酸性デタージェント繊維 (ADFom)、リン酸、カリ、マグネシウム、カルシウムとし、定法 (自給飼料品質評価研究会, 2009) に従って分析した。

## 6. 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。

## 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月上旬から中旬にかけて平年より高く、4月下旬から5月上旬は寒冷前線が通過したため、平年並かやや低くなった。5月中旬から9月下旬まで平年より高く推移し、特に8月上旬から9月下旬は平年よりかなり高くなった。

降水量は5月上旬及び7月上旬は平年よりかなり多くなった。7月下旬から9月上旬は平年よりかなり少なく推移し、特に8月下旬の大曲観測所の降水量は0mmであった。

### 2. イタリアンライグラス調査結果

草丈の調査結果を表2に示した。

6月7日時点の草丈は、リュウホウ区の方が高かったが、有意差は認められず、収量調査時の6月26日にはタチナガハ区が有意に高くなった。

収量調査結果を表3に示した。生草収量および乾物収量はタチナガハ区が有意に多く、特に生草収量はリュウホウ区の約2倍の収量であった。乾物率および雑草乾物収量に有意差は認められなかった。

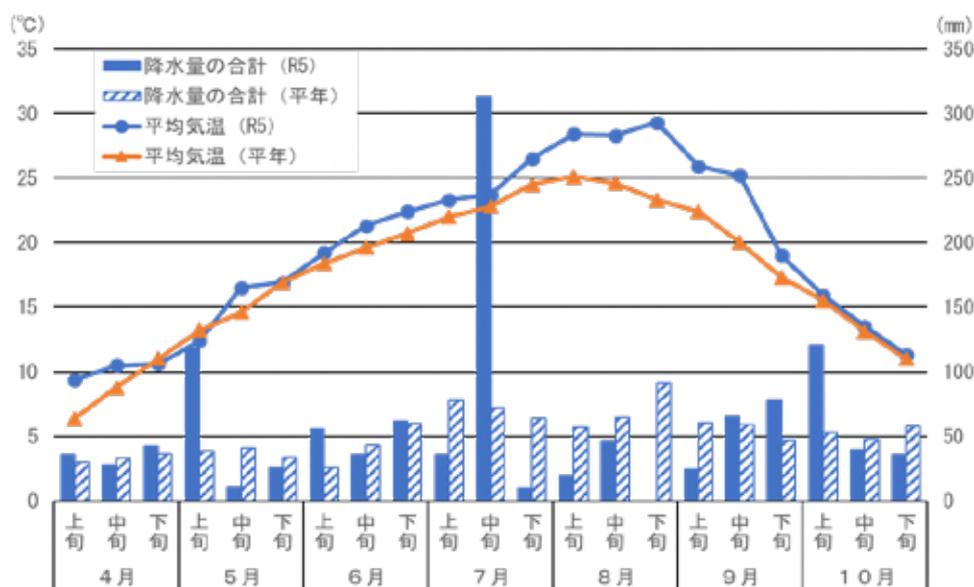


図1 試験期間中の気象概況

表2 イタリアンライグラス草丈

草丈 (cm)		
調査日	R5. 6. 7	R5. 6. 26
リュウホウ区	52.9 ± 5.7	61.6 ± 2.2 a
タチナガハ区	49.7 ± 7.2	75.5 ± 3.6 b

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )

表3 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 (%)	雑草乾物収量 (kg/10a)
リュウホウ区	1,312.50 ± 239.4 a	260.7 ± 46.9 a	19.9 ± 0.8	24.1 ± 15.7
タチナガハ区	2,812.50 ± 363.7 b	458.6 ± 58.0 b	16.3 ± 0.9	28.9 ± 29.6

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )

調査日：6月26日

### 3. ダイズ調査結果

草丈の調査結果を表4に示した。生育初期である7月26日の調査では対照区が有意に高くなったが、8月16日の調査時は対照区が他の区より高いものの、有意差は認められなかった。8月16日のリュウホウは開花期であり、タチナガハは開花始期であった。10月17日の調査時は対照区、タチナガハ区、リュウホウ区の順で高く、全ての区で有意差が認められた。

収量調査の結果を表5に示した。

生草収量および乾物収量はタチナガハ区が最も多く、対照区が最も少なかったが、有意差は認められなかった。

10aあたりの本数はリュウホウ区が最も多く、対照区が最も少なかったが、有意差は認められなかった。

ダイズ1本あたり莢数は対照区が最も多く、タチナガハ区が最も少ないものの有意差は認められなかったが、1本あたり莢重において、同様の傾向で有意差が認められた。特に対照区の莢重が重

く、タチナガハ区の約9倍であった。

ダイズ収量調査時の雑草収量は対照区が有意に高く、最も低いタチナガハ区の約4倍の収量であった(表6)。

雑草の種類はコンフリー、スベリヒユ、イヌタデ、キクイモ、メヒシバ、スカシタゴボウ等であった。

### 4. 飼料成分分析結果

IRの飼料成分分析結果を表7に示した。

水分はタチナガハ区が有意に高くなったが、その他の項目に有意差は認められなかった。

IRの無機成分分析結果を表8に示した。

リン酸、カルシウム、マグネシウムに有意差は認められなかったが、カリウムがタチナガハ区で有意に高い値を示し、テタニー比もタチナガハ区で有意に高くなった。

テタニー比は両区とも乳牛におけるグラステタニー危険域と言われている2.2(農林水産省2007)を上回っていた。

表4 ダイズ草丈

	草丈 (cm)		
	R5. 7. 26	R5. 8. 16	R5. 10. 17
リュウホウ区	26.2 ± 1.1 a	56.8 ± 2.8	68.9 ± 2.2 a
タチナガハ区	27.8 ± 2.1 a	58.1 ± 1.8	78.8 ± 2.8 b
対照区	41.6 ± 2.4 b	61.3 ± 4.7	84.3 ± 3.6 c

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり ( $P<0.05$ )

表5 ダイズ収量

	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)	本数 (本/10a)	莢数 (個/本)	莢重 (g/本)
リュウホウ区	1069.4 ± 67.2	337.9 ± 16.3	31.6 ± 0.5	8793.2 ± 336.1	42.3 ± 0.2	14.4 ± 0.2 a
タチナガハ区	1134.1 ± 456.6	388.0 ± 160.7	34.1 ± 0.4	7604.9 ± 2688.8	28.8 ± 2.2	9.2 ± 2.2 a
対照区	665.6 ± 101.3	207.0 ± 44.9	30.9 ± 2.0	7129.6 ± 672.2	52.8 ± 17.5	81.5 ± 17.5 b

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり ( $P<0.05$ )

調査日：10月17日

表6 雑草収量

	雑草乾物収量 (kg/10a)
リュウホウ区	163.2 ± 40.9 a
タチナガハ区	105.7 ± 54.9 a
対照区	414.8 ± 9.4 b

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり ( $P<0.05$ )

調査日：10月17日

表7 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	粗繊維	粗灰分
リュウホウ区	82.3 ± 0.7 a	11.8 ± 0.9	4.2 ± 0.2	23.2 ± 1.6	12.3 ± 0.9
タチナガハ区	85.4 ± 0.9 b	13.5 ± 1.2	4.4 ± 0.1	24.7 ± 1.4	13.1 ± 0.6

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり ( $P<0.05$ )

表8 イタリアンライグラス無機成分

	無機成分 (DM%)				
	リン酸	カリウム	カルシウム	マグネシウム	テタニー比
リュウホウ区	0.45 ± 0.07	5.75 ± 0.37 a	0.46 ± 0.03	0.14 ± 0.01	4.25 ± 0.20 a
タチナガハ区	0.48 ± 0.03	6.43 ± 0.27 b	0.42 ± 0.04	0.14 ± 0.01	5.05 ± 0.27 b

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )

ダイズの一般成分分析結果を表9に示した。水分、粗蛋白質、粗灰分に有意差は認められなかったが、粗脂肪、粗繊維、NDFom、は対照区が有意に高く、他の2区に有意差は認められなかった。ADFomは対照区が有意に高く、タチナガハ区が有意に低かった。

TDNは対照区が有意に低く、他の2区に有意差は認められなかった。

ダイズの無機成分分析結果を表10に示した。

リン酸は対照区が最も低く、リュウホウ区が最も高かったが、有意差は認められなかった。

カリウムはリュウホウ区が有意に高く、他の2区に有意差は認められなかった。

カルシウムはタチナガハ区が有意に高く、他の2区に有意差は認められなかった。

マグネシウムは対照区が有意に低く、他の2区に有意差は認められなかった。

テタニー比は全区で低い値であったが、タチナガハ区とその他2区の間で有意差が認められた。

雑草の飼料成分分析結果を表11に示した

水分、粗蛋白質および粗脂肪はリュウホウ区が最も高くなったが、有意差は認められなかった。

粗繊維は対照区が有意に高く、リュウホウ区よりタチナガハ区の方が高かったが有意差は認められなかった。

粗灰分は対照区が有意に高く、他の2区に有意差は認められなかった。

NDFomおよびADFomは対照区が有意に高く、他の2区に有意差は認められなかった。

雑草の無機成分分析結果を表12に示した。

リン酸はリュウホウ区が有意に高く、対照区が最も低かったが、対照区とタチナガハ区間に有意差は認められなかった。

カリウムはリュウホウ区が最も高くなったが、全ての区で有意差は認められなかった。

カルシウムおよびマグネシウムは全ての区で有意差は認められなかった。

テタニー比はリュウホウ区で有意に高くなったが、乳牛におけるグラステタニーの危険域である2.2を下回っていた。

### 考 察

本試験でリビングマルチの有無によって雑草乾物収量に有意差が見られたことから、IRによるリビングマルチは雑草の抑制に効果があることが確認できた。また、IR収量が有意に高いタチナガハ区で、雑草の乾物収量が最も低くなったことから、IRの収量を十分に確保することも雑草の抑制に必要であると考えられる。

IRの収量に有意差が認められたことについては、試験区間の播種量や施肥量、播種日等の条件が同じことから、排水性等土壌条件の違いによる影響が考えられる。一般的にIRは耐湿性が高く、転作田でも栽培可能とされているが(農林水産省2006)、生育後期の湛水処理が根の生長を抑制するという報告(加藤ら2014)もあることから、排水性のやや悪いリュウホウ区で湿害が発生し、収量が低下した可能性がある。IRを十分生育させ、雑草を防除するために、排水性の悪い圃場では明渠等の対策を取ることが必要である。

表9 ダイズ飼料成分

	飼料成分 (DM%)							
	水分	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維	粗灰分	NDFom	ADFom	TDN
リュウホウ区	71.7 ± 0.5	19.1 ± 0.4	2.4 ± 0.2 a	20.1 ± 0.7 a	7.8 ± 0.0	39.6 ± 0.0 a	24.6 ± 0.1 a	72.8 ± 0.2 a
タチナガハ区	69.0 ± 0.4	19.9 ± 0.7	2.0 ± 0.1 a	17.7 ± 0.8 a	8.1 ± 0.3	38.8 ± 1.6 a	21.6 ± 0.2 b	73.2 ± 0.3 a
対照区	71.7 ± 1.9	19.8 ± 1.1	4.8 ± 0.6 b	24.3 ± 1.5 b	6.9 ± 0.7	45.4 ± 0.2 b	28.7 ± 1.4 c	69.0 ± 0.5 b
平均±標準偏差								
異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )								

表10 ダイズ無機成分

	無機成分 (DM%)				
	リン酸	カリウム	カルシウム	マグネシウム	テタニー比
リュウホウ区	0.63 ± 0.08	1.92 ± 0.19 a	1.28 ± 0.09 a	0.20 ± 0.00 a	0.62 ± 0.10 a
タチナガハ区	0.53 ± 0.11	1.16 ± 0.03 b	1.60 ± 0.01 b	0.20 ± 0.00 a	0.31 ± 0.01 b
対照区	0.42 ± 0.00	1.48 ± 0.21 b	1.25 ± 0.08 a	0.19 ± 0.00 b	0.49 ± 0.04 a
平均±標準偏差					
異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )					

表11 雑草飼料成分

	飼料成分 (DM%)						
	水分	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維	粗灰分	NDFom	ADFom
リュウホウ区	87.6 ± 0.6	17.6 ± 0.3	4.4 ± 0.5	12.7 ± 0.6 a	21.3 ± 2.0 a	27.8 ± 2.8 a	23.9 ± 3.8
タチナガハ区	81.5 ± 2.9	12.5 ± 3.4	2.6 ± 0.4	17.1 ± 1.9 a	20.1 ± 1.4 a	35.7 ± 4.5 a	23.3 ± 1.5
対照区	83.6 ± 1.7	13.0 ± 1.1	2.5 ± 0.4	23.9 ± 1.6 b	12.8 ± 0.3 b	47.6 ± 2.5 b	35.0 ± 0.1
平均±標準偏差							
異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )							

表12 雑草無機成分

	無機成分 (DM%)				
	リン酸	カリウム	カルシウム	マグネシウム	テタニー比
リュウホウ区	0.77 ± 0.05 a	4.97 ± 0.32	1.32 ± 0.14	0.20 ± 0.00	1.54 ± 0.03 a
タチナガハ区	0.56 ± 0.07 b	3.07 ± 0.52	1.15 ± 0.29	0.20 ± 0.00	1.07 ± 0.03 b
対照区	0.40 ± 0.03 b	3.41 ± 0.76	1.29 ± 0.08	0.21 ± 0.00	1.07 ± 0.18 b
平均±標準偏差					
異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )					

本試験におけるダイズの収量に品種による差は認められなかったが、雑草乾物収量の最も多い対照区の乾物収量が最も少なく、雑草乾物収量の最も少ないタチナガハ区が最も多くなった。三浦ら(2008)は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ことを報告しており、本試験の結果と一致している。

また、ダイズは発芽から生育初期にかけての湿

害に弱く、分枝や節数の減少により収量が低下する(秋田県 2024)ため、生育初期の7月中旬に秋田県内で記録的な大雨が降ったことで、排水性の悪いリュウホウ区の収量が最も少なくなったと考えられる。

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、前述の湿害の影響もあり、本試験の収量は報告を下

回った。加えて、夏季の高温と乾燥ストレスで、ダイズの分枝数や収量が減少するという報告（松波ら 2013）もあるため、試験を実施した令和5年の記録的な高温少雨も収量へ影響を及ぼした可能性が高い。

飼料分析の結果、IRの無機成分はカリウムがリュウホウ区で5.75%、タチナガハ区で6.43%と非常に高い値を示した。カリウムは4%以上で過剰であり、高カリウムはマグネシウムの吸収を妨げ、ミネラルバランスの崩れを引き起こすと言われている（農林水産省 2007b）ため、堆肥の施用等によって土壤中のカリが高くなりすぎないよう施肥設計に注意が必要である。

ダイズの分析結果では、粗蛋白質に有意差は認められなかったが、TDNが対照区で低くなった。これは対照区の莢数や莢重が充実していたため、子実による蛋白質は確保できたが、ダイズ1本あたりの大きさが小さく、茎葉部分の栄養が十分に確保出来なかったことが原因であると思われる。

また、雑草の分析結果において、粗蛋白質は13.0%～17.6%であり、ダイズの19.1%～19.9%と比較すると大きく下回っていた。ダイズ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てしまう恐れがある。これらの結果はダイズの飼料としての栄養価値を高めるためにも雑草の抑制が重要であることを示している。

以上より、リビングマルチによるダイズ栽培は気象の影響は受けるものの、秋田県で導入可能な技術であると考えられる。

しかし、収量や栄養成分確保の観点から、雑草の更なる抑制が重要であり、そのためにはリビングマルチの収量を増加が求められる。

また、今後の技術普及においては、水稻や食用ダイズと競合しない作期分散のための栽培技術も必要となる。

本試験では秋播き性のIR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、IR以外の草種が本県に適する可能性もあるため、IR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

- 秋田県. 2024. 大豆指導指針. 108-113. 秋田県, 秋田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.
- 加藤直樹, 服部育男, 清村康, 桂真昭, 小林良次. 2014. イタリアンライグラス (*Lolium multiflorum*), オオムギ (*Hordeum vulgare*) およびエンバク (*Avenasativa*) における耐湿性の生育時期別比較. 日本暖地畜産学会報. 57 (2), 97-104.
- 河本英典. 2019. ダイズホールクロップサイレージ. 農業技術大系 畜産編. 7. 580, 1, 18-580, 1, 24.
- 松波寿典, 井上一博, 工藤忠之, 伊藤信二, 長沢和弘, 柴田康志, 神崎正明, 千田 洋, 二瓶直登, 荒井義光, 小林浩幸, 山下伸夫. 2013. 2010年の夏季異常高温が東北地域におけるダイズの生育, 収量, 品質に及ぼした影響. 日本作物学会記事. 82 (4), 386-396
- 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.
- 中村聡, 後藤雄佐, 新田洋司. 2015. 作物学の基礎Ⅱ. 1版. 193. 一般社団法人農山漁村文化協会. 東京.

- 農林水産省. 2006. 草地管理指標—草地の維持管理編—. 28. 社団法人日本草地畜産種子協会, 東京.
- 農林水産省. 2007a. 草地管理指標—草地の土壌管理及び施肥編—. 133. 社団法人日本草地畜産種子協会, 東京.
- 農林水産省. 2007b. 同書. 127.
- 農林水産省. 2024. 農林水産省畜産部ホームページ: 飼料: 飼料をめぐる情勢, 農林水産省. 東京都. [2024,12,20 引用]. URL: [https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/\\_l\\_siryo/attach/pdf/index-1188.pdf](https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/_l_siryo/attach/pdf/index-1188.pdf).
- 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.
- 山根一郎, 松井健, 入沢周作, 岡崎正規, 細野衛. 1978. 図説日本の土壌. 3版. 20. 株式会社朝倉書店, 東京

## 飼料作物等高能力新品種選定調査

— ペレニアルライグラス —

戸石 岳・西野 瞭\*・由利奈美江

\*現：秋田県農林水産部畜産振興課

### 要 約

農研機構東北農業研究センターで新たに育成された、越夏性に優れるペレニアルライグラス品種「夏ごしペレ」について、場内試験ほ場で放牧利用を想定した検定試験を行い、秋田県における特性や適応性を確認した。利用3カ年を通して3番草以降で生草収量、乾物収量が対照品種「フレンド」より高い傾向となった。また、利用年の越夏性、秋の被度は「夏ごしペレ」の方が「フレンド」と比較して優位に高い結果となり、耐暑性に優れていることから秋田県飼料作物奨励品種として新たに登録された。

### 緒 言

ペレニアルライグラスは、嗜好性、初期生育、再生力に優れ、海外では牧草生産の第一選択肢として最も多く栽培されている草種であり、北海道では良好な初期生育を利用して採草地への追播や放牧地での利用が広がっている（藤森ら2019）。また、耐湿性にも優れ、排水不良な水田転作地での利用も期待できることから、気候が湿潤で水田転作地の多い日本においても重要な草種といえる。一方で、環境適応性が低く、20℃～25℃が生育最適温度であることから、本州以南では夏の暑さが環境ストレスとなり（藤森2009）、本州では東北から中部の高標高地に栽培が限られる（梅村1998）。しかし、近年温暖化が進み、東北でも夏季の高温による生育不良や枯死が問題となっている（藤森ら2019）。

本県においても平均気温は上昇傾向であり、真夏日、猛暑日の年間日数は今後増加していくことが予測されている（秋田県2022）。本県で奨励品種に登録されているペレニアルライグラス品種は「フレンド」のみであるが、今後の気象変動による収量や持続性の低下が懸念される。

2018年に品種登録された新品種「夏ごしペレ」は農研機構東北農業研究センターによって育成さ

れた越夏性に優れた品種であり、今後の気象変動下においても、優良な草種であるペレニアルライグラスの収量確保が期待できる。そこで、「夏ごしペレ」と「フレンド」の栽培・比較試験を行い、本県での適応性について調査した。

### 材料および方法

#### 1. 試験ほ場概要

試験ほ場は、秋田県畜産試験場内（大仙市）のほ場を使用した。試験区画は、1区画あたり3m×3m=9㎡とし、各品種4反復の乱塊法で設置した。

#### 2. 供試品種および播種量

試験品種として、「夏ごしペレ」、対照品種に本県の奨励品種である「フレンド」、を供試した。播種量は、両品種3kg/10aとし、令和2年9月17日に散播で播種を行った。

#### 3. 施肥量

施肥量は基肥として苦土石灰を10kg/10a、窒素8kg/10a、リン酸9kg/10a、カリウム8kg/10aを全面散布した。追肥は、早春に窒素8kg/10a、リン酸8kg/10a、カリウム8kg/10

aと、1～4番草収穫後に窒素4kg/10a、リン酸4kg/10a、カリウム4kg/10aを全面散布した。

#### 4. 調査項目

試験は令和2年から令和5年の4カ年実施し、令和3年から5年を利用年として調査した。

成育特性として播種年に発芽の良否および、定着時草勢を調査した。また、利用年に越冬性、越夏性、秋の被度、各番草収穫時に病害程度、出穂程度を調査した。収量調査として1㎡のコドロード内の草丈を調査した後、コドロード内を全量収穫し、生草収量、乾物収量、乾物率を調査した。

#### 5. 統計処理

調査データは、繰り返しのない二元配置分散分析による有意差検定を行った。

## 結 果

### 1. 栽培期間中の気象概況

試験期間中の気象概況を図1から図6に示した。

#### 1) 令和2年および令和3年の気象概要

平均気温は、3月中旬から4月上旬にかけて平年より高かったことから、雪解けは早かった。6月中旬から8月上旬にかけて平均気温は平年より高く、特に7月中旬から8月上旬にかけて非常に気温が高い日が続いた。

降水量は4月中旬および、5月下旬から6月上旬で平年の2倍程度となった。その後6月中旬から9月下旬まで概ね平年以下で推移し、降水量が非常に少ない月もあった。

日照時間は、4月上旬および、下旬で平年より多かったが、5月下旬は平年の半分程度であった。その後6月上旬から8月上旬までの日照時間は概ね平年より多く、7月中旬、下旬で特に多かった。

#### 2) 令和4年の気象概要

平均気温は、5月中旬から下旬にかけて平年より高く、6月上旬は平年より低くなった。7月は

上旬から中旬にかけて平年より約2～3℃高く推移した。その後9月中旬に平年より高くなったが、それ以外はおおむね平年並みで推移した。

降水量は、4月上旬、5月中旬、6月中旬、7月上旬でほとんど雨が降らなかった。一方で、6月下旬や7月中旬、8月上旬から中旬にかけて平年より降水量が多く、特に8月中旬は平年の約4倍の降水量になるなど、ばらつきが多かった。

日照時間は、4月上旬から5月下旬にかけて平年並か多く推移した。その後7月上旬から下旬で平年より多く、8月は平年より少なく推移した。

### 3) 令和5年の気象概要

平均気温は、3月上旬から4月にかけて平年より高く推移した。6月以降も平年より高い日が続き、平年のピークを超える気温が7月下旬から9月中旬まで続いた。

降水量は、5月上旬および7月中旬に平年を大きく超える降雨があったものの、7月下旬から9月上旬は平年以下となった。

日照時間は、3月から6月上旬にかけて平年並みかそれ以上で推移し、6月中旬から7月中旬にかけて平年以下となった。7月下旬から8月下旬まで平年以上となり、9月は平年並みとなった。

### 2. 生育特性と収量調査の結果

#### 1) 令和2年および令和3年の調査結果

生育特性を表1に示した。播種年の発芽良否、定着時草勢に有意差は見られなかった。

利用年の越冬性は品種間で有意差は見られなかった。4番草刈り取り後の再生は両品種ともに鈍化し、特に「フレンド」では枯死も確認され、越夏性および秋の被度は「夏ごしペレ」が有意に高い値となった。各番草における病害程度、出穂程度に有意差は見られなかった。

収量特性を表2および表3に示した。草丈は5番草で「夏ごしペレ」が有意に高く、生草収量および乾物収量は4、5番草で「夏ごしペレ」が有意に高い値となった。

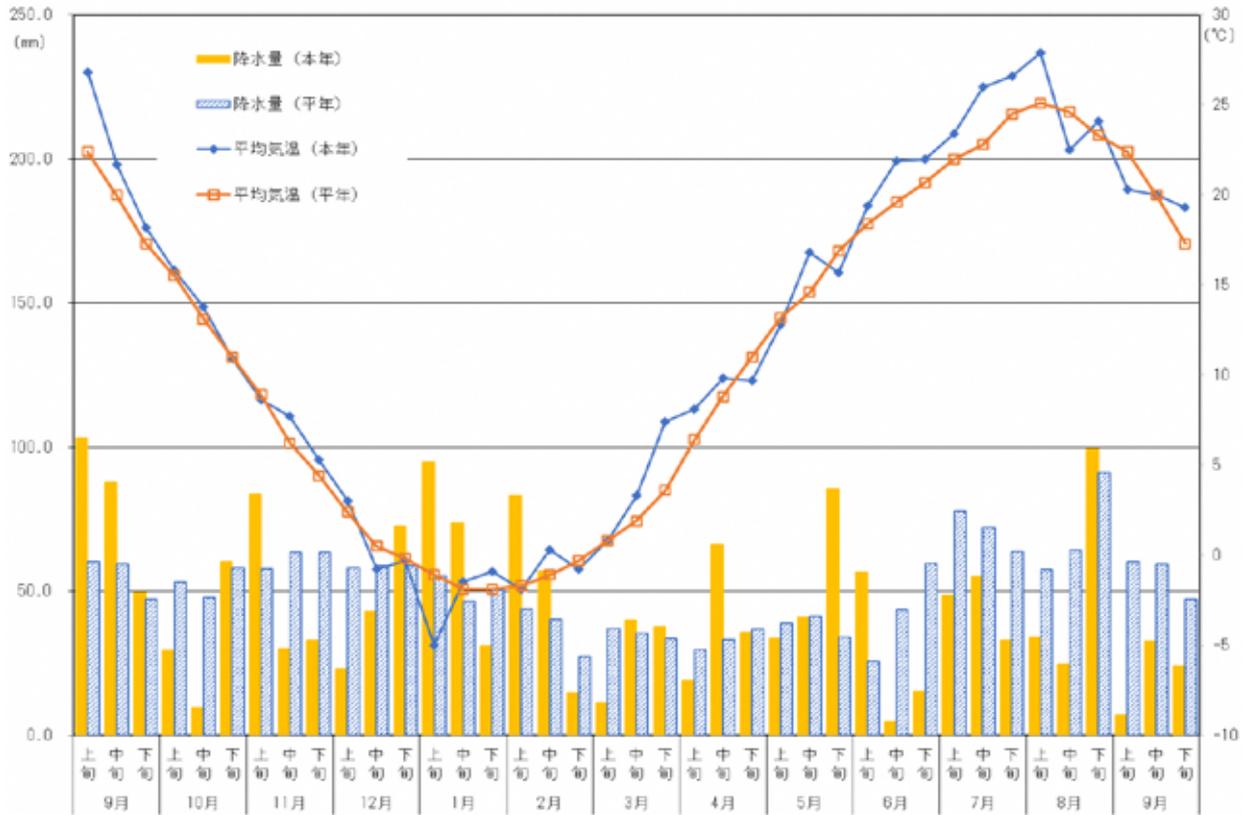


図1 平均気温と降水量（令和2年から令和3年）

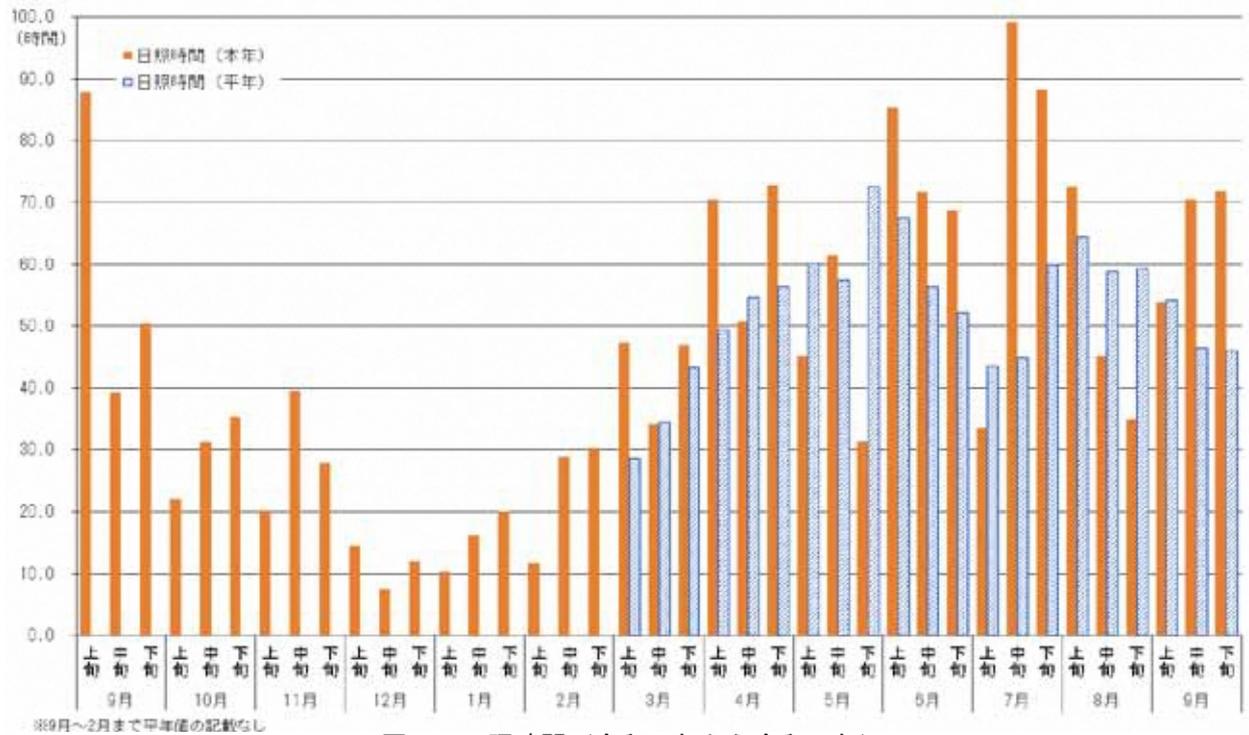


図2 日照時間（令和2年から令和3年）

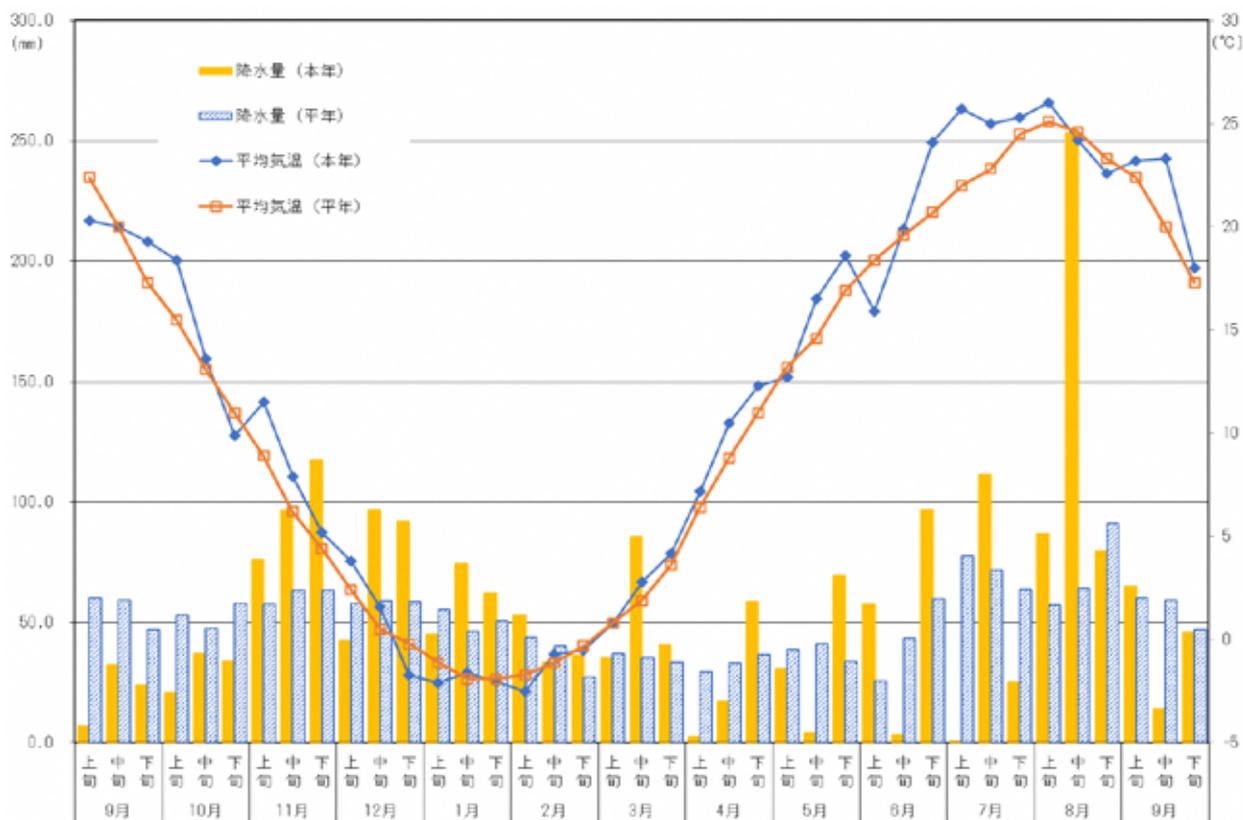


図3 平均気温と降水量（令和3年から令和4年）

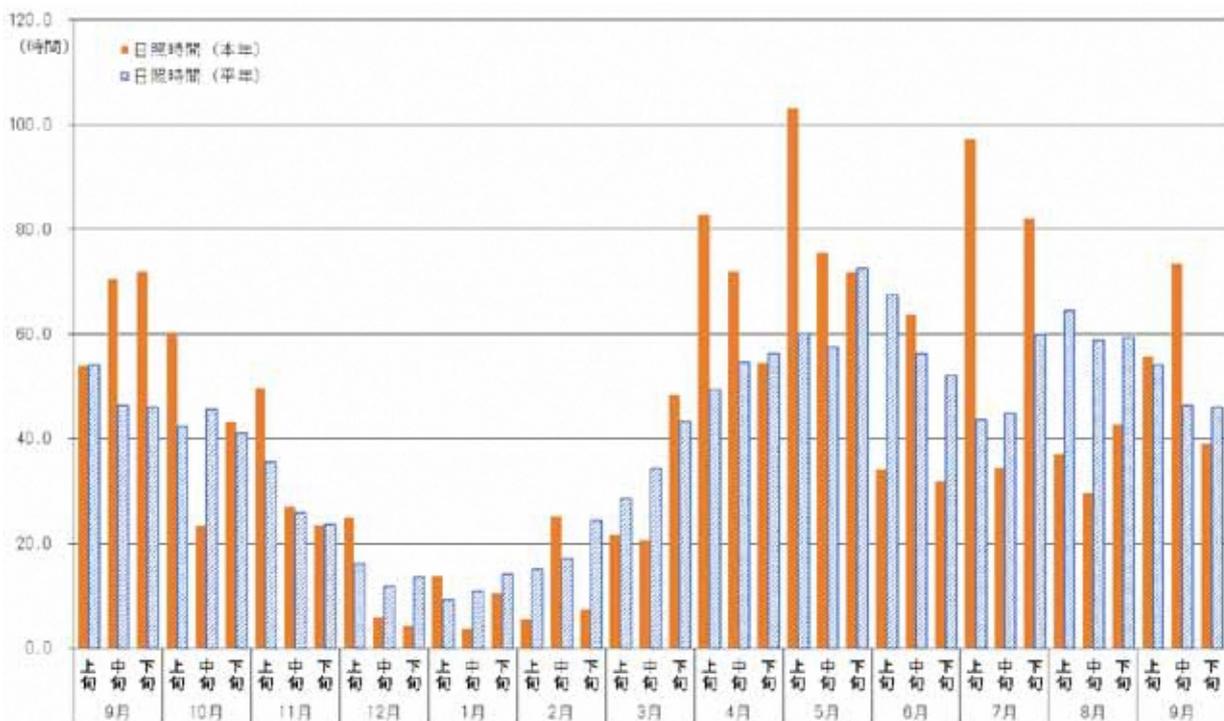


図4 日照時間（令和3年から令和4年）

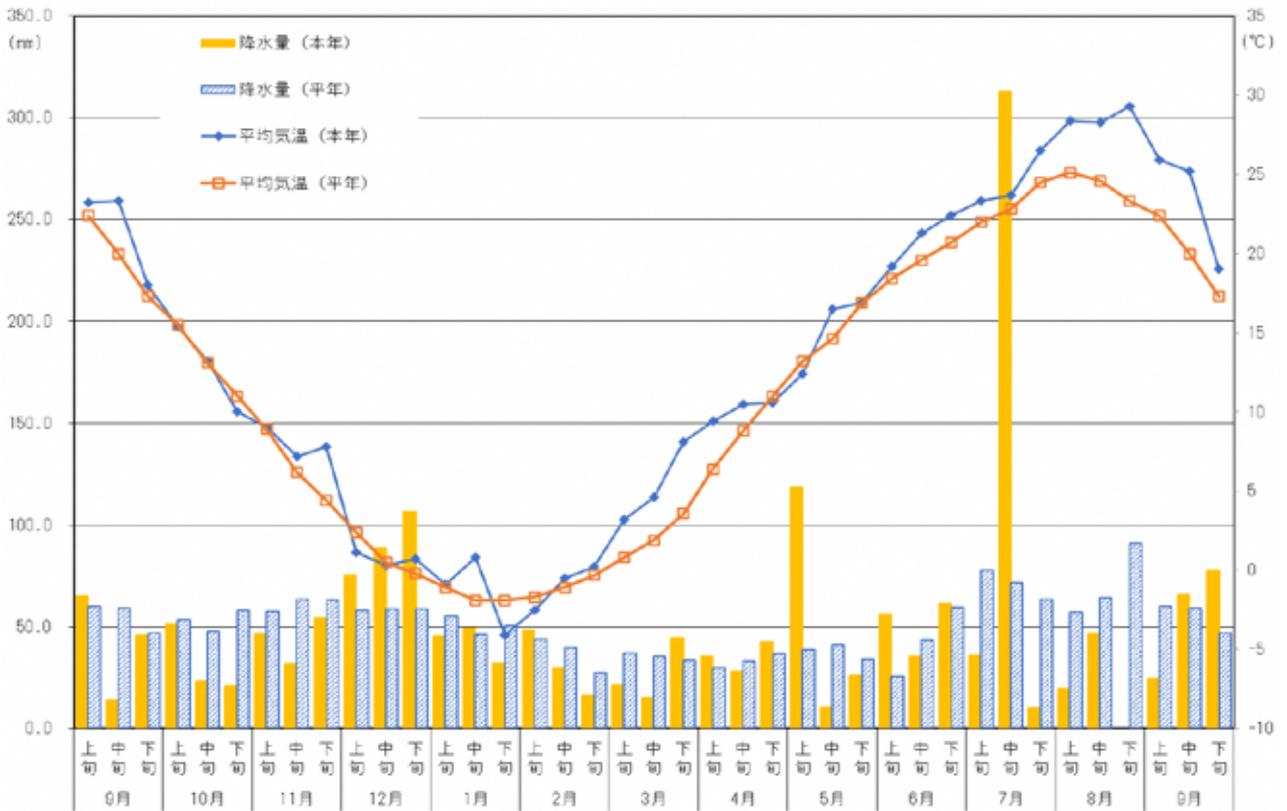


図5 平均気温と降水量（令和4年から令和5年）

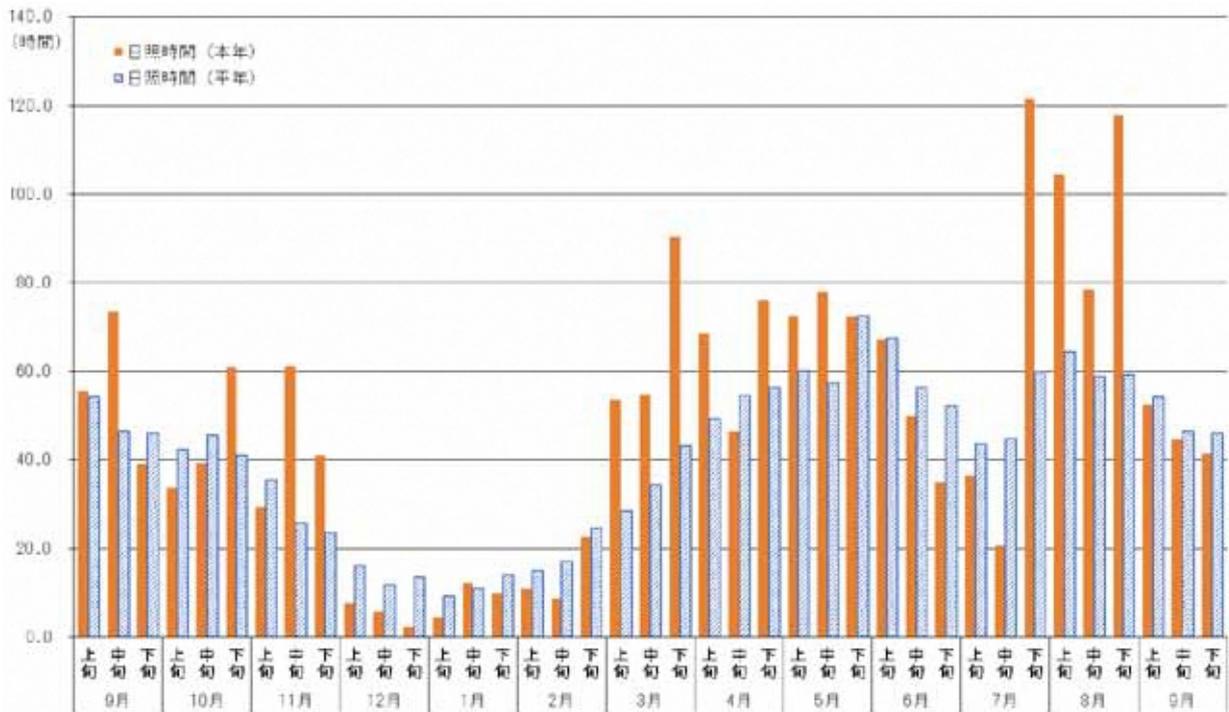


図6 日照時間（令和4年から令和5年）

表 1. 生育特性 (令和3年度)

品種・系統	生育特性 <sup>1)</sup>					病害程度 <sup>2)</sup>					出穂程度 <sup>3)</sup>				
	発芽の良否 <sup>1)</sup> R2. 10/7	定着時草勢 <sup>1)</sup> R2. 10/27	越冬性 <sup>1)</sup> 4/8	越夏性 <sup>1)</sup> 9/3	秋の被度 (%) 10/18	1番草 5/11	2番草 6/1	3番草 6/22	4番草 7/26	5番草 9/29	1番草 5/11	2番草 6/1	3番草 6/22	4番草 7/26	5番草 9/29
夏ごしペレ	8.8	7.3	8.5	7.5	80.0	1.0	1.0	1.0	3.3	1.5	出穂前	出穂前	2.3	9.0	出穂前
フレンド	9.0	7.8	8.3	3.0	65.0	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0	出穂前	出穂前	2.3	9.0	出穂前
有意差	n. s.	n. s.	n. s.	*	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

1) 極不良を1、極良を9とする  
 2) 無または極微を1、甚を9とする  
 3) 無を1、極多を9とする  
 \*:  $p < 0.05$

表 2. 収量特性① (令和3年度)

品種・系統	草丈 (cm)					生草収量 (kg/a)					合計
	1番草 5/11	2番草 6/1	3番草 6/22	4番草 7/26	5番草 9/29	1番草 5/11	2番草 6/1	3番草 6/22	4番草 7/26	5番草 9/29	
夏ごしペレ	61.8	71.9	53.2	62.8	49.4	322.5	191.3	120.0	107.5	120.0	861.3
フレンド	58.9	70.1	47.8	58.5	41.1	261.3	190.0	78.8	81.3	80.0	691.3
CV	0.04	0.03	0.08	0.05	0.12	0.17	0.12	0.30	0.16	0.28	
有意差	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.	*	*	

\*:  $p < 0.05$

表 3. 収量特性② (令和3年度)

品種・系統	乾物収量 (kg/a)					合計	乾物率 (%)				
	1番草 5/11	2番草 6/1	3番草 6/22	4番草 7/26	5番草 9/29		1番草 5/11	2番草 6/1	3番草 6/22	4番草 7/26	5番草 9/29
夏ごしペレ	41.1	23.1	14.9	28.9	25.9	133.8	12.8	12.1	12.5	26.9	21.7
フレンド	35.4	24.0	10.9	23.4	16.0	109.8	13.6	12.6	14.1	28.9	20.1
CV	0.16	0.13	0.23	0.12	0.29		0.06	0.05	0.10	0.07	0.07
有意差	n. s.	n. s.	n. s.	*	*		n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

\*:  $p < 0.05$

## 2) 令和4年の調査結果

生育特性を表4に示した。越冬性に有意差は見られなかったが、越夏性および秋の被度は「夏ごしペレ」が有意に高い結果となった。各番草における病害程度、出穂程度に有意差は見られなかった。

収量特性を表5および表6に示した。5番草調査時に「フレンド」は枯死による株数の減少のため、収量特性の調査を行えなかった。4番草は草丈、生草収量、乾物収量で「夏ごしペレ」が有意に高い値となった。

## 3) 令和5年の調査結果

生育特性を表7に示した。「フレンド」は4番草から枯死による株数の減少が見られた。また、5番草において、高温と少雨の影響により両品種とも枯死したため、調査に必要な株数を確保できず、以降の調査を実施しなかった。

生育特性は越冬性、病害程度および出穂程度で品種間に有意差は見られなかった。

収量特性を表8および表9に示した。収量特性では、3番草で「フレンド」の草丈が有意に高い結果となったが、生草収量、乾物収量、乾物率に有意な差はなかった。

## 考 察

「夏ごしペレ」について、秋田県における生育特性を確認するため、栽培試験を行った。利用3カ年において、「夏ごしペレ」の収量は「フレンド」と比べ同等かそれ以上であった。特に気温の上がる各年3番草以降の調査で生草収量、乾物収量が高い傾向となった。また、両品種とも枯死した利用3年目を除き、2年目までの越夏性、秋の被度の値は「夏ごしペレ」が有意に高く、耐暑性に優れることが確認できた。

ペレニアルライグラスは永年草に分類されているが、利用期間が短く、3年程度で追播等の対応が必要になると言われており(藤森2019)、本試験でも両品種で利用3年目までに枯死が見られた。しかし、利用1年目の夏季から枯死が見られ

表 4. 生育特性（令和 4 年度）

品種・系統	越冬性 <sup>1)</sup> 越夏性 <sup>1)</sup> 秋の被度(%)			病害程度 <sup>2)</sup>					出穂程度 <sup>3)</sup>				
	4/13	9/7	10/12	1番草 5/11	2番草 6/2	3番草 7/8	4番草 9/12	5番草 10/12	1番草 5/11	2番草 6/2	3番草 7/8	4番草 9/12	5番草 10/12
夏ごしペレ	9.0	7.5	75.0	1.0	1.0	2.8	1.0	1.0	出穂前	1.3	7.8	1.0	出穂前
フレンド	9.0	1.5	17.5	1.0	1.0	4.0	1.0	-	出穂前	1.3	8.5	1.0	出穂前
有意差	n. s.	*	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

1) 極不良を1、極良を9とする  
 2) 無または極微を1、甚を9とする  
 3) 無を1、極多を9とする  
 \* :  $p < 0.05$

表 5. 収量特性①（令和 4 年度）

品種・系統	草丈 (cm)					生草収量 (kg/a)					合計
	1番草 5/11	2番草 6/2	3番草 7/8	4番草 9/12	5番草* 10/12	1番草 5/11	2番草 6/2	3番草 7/8	4番草 9/12	5番草* 10/12	
夏ごしペレ	50.4	56.8	47.0	51.9	39.4	106.3	107.5	80.0	102.5	87.5	483.8
フレンド	47.3	55.1	43.3	47.3	-	96.3	110.0	62.5	40.0	-	308.8
CV	0.06	0.05	0.08	0.06	-	0.35	0.11	0.20	0.45	-	
有意差	n. s.	n. s.	n. s.	*	-	n. s.	n. s.	n. s.	*	-	

\* :  $p < 0.05$   
 ※5番草は、フレンドの枯死により株数が不足したため、調査未実施

表 6. 収量特性②（令和 4 年度）

品種・系統	乾物収量 (kg/a)					合計	乾物率(%)				
	1番草 5/11	2番草 6/2	3番草 7/8	4番草 9/12	5番草* 10/12		1番草 5/11	2番草 6/2	3番草 7/8	4番草 9/12	5番草* 10/12
夏ごしペレ	20.1	17.3	16.6	20.5	11.5	86.0	19.0	16.2	20.9	20.1	13.2
フレンド	19.3	18.2	14.4	8.3	-	60.1	20.0	16.5	23.1	20.7	-
CV	0.34	0.10	0.14	0.44	-		0.04	0.03	0.07	0.03	-
有意差	n. s.	n. s.	n. s.	*	-		n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	-

\* :  $p < 0.05$   
 ※5番草は、フレンドの枯死により株数が不足したため、調査未実施

表 7. 生育特性（令和 5 年度）

品種・系統	越冬性 <sup>1)</sup> 越夏性 <sup>1)</sup> 秋の被度(%)			病害程度 <sup>2)</sup>					出穂程度 <sup>3)</sup>				
	4/4			1番草 5/1	2番草 6/1	3番草 7/5	4番草* 7/26	5番草* -	1番草 5/1	2番草 6/1	3番草 7/5	4番草* 7/26	5番草* -
夏ごしペレ	8.0	-	-	1.0	1.0	1.0	2.8	-	出穂前	2.0	5.8	出穂無	-
フレンド	8.0	-	-	1.0	1.0	1.0	3.0	-	出穂前	2.0	6.8	出穂無	-
有意差	n. s.	-	-	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	-	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	-

1) 極不良を1、極良を9とする  
 2) 無または極微を1、甚を9とする  
 3) 無を1、極多を9とする  
 \* :  $p < 0.05$   
 ※フレンド 4 番草は株数不足により、2区画のみで調査を実施  
 ※5番草は、両品種共に枯死に調査未実施

表 8. 収量特性①（令和 5 年度）

品種・系統	草丈 (cm)					生草収量 (kg/a)					合計
	1番草 5/1	2番草 6/1	3番草 7/5	4番草* 7/26	5番草* -	1番草 5/1	2番草 6/1	3番草 7/5	4番草* 7/26	5番草* -	
夏ごしペレ	40.7	68.3	53.2	43.1	-	118.8	198.8	165.0	102.5	-	585.0
フレンド	39.0	68.8	61.4	-	-	80.0	207.5	165.0	-	-	452.5
CV	0.05	0.33	0.31	-	-	0.04	0.16	0.16	-	-	
有意差	n. s.	n. s.	*	-	-	n. s.	n. s.	n. s.	-	-	

\* :  $p < 0.05$   
 ※フレンド 4 番草は株数不足により、2区画のみで調査を実施  
 ※5番草は、両品種共に枯死に調査未実施

表9. 収量特性② (令和5年度)

品種・系統	乾物収量 (kg/a)					合計	乾物率 (%)				
	1番草 5/1	2番草 6/1	3番草 7/5	4番草* 7/26	5番草* —		1番草 5/1	2番草 6/1	3番草 7/5	4番草* 7/26	5番草* —
夏ごしペレ	20.7	32.6	30.0	16.4	—	99.6	17.6	16.4	18.2	16.0	—
フレンド	14.8	33.5	29.8	—	—	78.0	18.3	16.1	18.1	—	—
CV	0.08	0.09	0.06	—	—	—	0.04	0.32	0.29	—	—
有意差	n. s.	n. s.	n. s.	—	—	—	n. s.	n. s.	n. s.	—	—

\* :  $p < 0.05$ 

※フレンド4番草は株数不足により、2区画のみで調査を実施

※5番草は、両品種共に枯死にり調査未実施

た「フレンド」と比較し、「夏ごしペレ」は利用3年目の4番草まで調査可能な株数を維持していたことも、耐暑性に優れることを示唆している。

播種年における発芽良否、定着時草勢は両品種とも良好であり、ペレニアルライグラスの初期生育の良さが確認できた。ペレニアルライグラスは初期生育の良さから簡易草地更新に適し、蹄耕法による草地造成も可能（東北農研2020）であり、再生力も旺盛なことから放牧地での利用が期待できる。また、本試験でも放牧利用を想定して試験を行ったが、近年の北海道では採草地への追播による利用も広がっている（藤森ら2019）ほか、耐湿性に優れることを利用して湿害により植生の悪化した採草地への追播技術（藤森2022）も報告されており、採草地への利用も期待できる。

本試験は放牧利用を想定して5回刈りで実施したが、採草利用を想定した場合、北海道においては3～4回刈りが理想的であり、2回刈りの場合は水分が落ちにくく、機械に負担がかかるとの報告（谷津2015）もあることから、秋田県における採草利用には適正刈取回数の検討が必要である。

ペレニアルライグラスは牧草の中でも栄養価に優れ、嗜好性が高く、海外では広く普及している有用な牧草ではあるが、耐暑性に劣ることから、本州以南での利用は限定的である。本試験の結果により耐暑性が優れることが確認された「夏ごしペレ」は、県内での利用が期待されるため、令和5年度に秋田県飼料作物奨励品種として新たに登

録された。今後、利用拡大のためには、採草利用の適性について検討していく必要がある。

### 引用文献

- 秋田県. 2022. 第2次秋田県地球温暖化対策推進計画（改定版）.
- 藤森雅博. 2009. ペレニアルライグラスの有望品種について. グラス&シード. 第24号, 24-27.
- 藤森雅博. 2019. 府県向きペレニアルライグラス新品種「夏ごしペレ」の特徴と栽培利用. 畜産技術. 第772号. 10-13.
- 藤森雅博. 2022. 寒冷地におけるオーチャードグラス経年草地の多年性ライグラス追播による湿害低減技術. 畜産技術. 2022巻, 807-Aug号, 23-25.
- 藤森雅博, 久保田明人, 秋山征夫, 上山泰史, 保倉勝己, 岸田諭俊, 菊嶋敬子, 保倉彩, 藤村洋子, 田瀬和浩. 2019. 越夏性に優れるペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L.) 新品種「夏ごしペレ」の育成. 農研機構研究報告 東北農業研究センター 第121号, 11-26.
- 農研機構東北農業研究センター. 2020. 夏ごしペレ栽培マニュアル (寒冷地暫定版), 岩手県.
- 梅村恭子. 1998. 搾乳牛の放牧 草種を選択・維持管理と栄養特性. 『農業技術体系』 畜産編. 第2-1巻, 201-205.
- 谷津英樹. 2015. ペレニアルライグラスの採草利用について. 雪たねニュース. No.362号, 2-4.

## 遅羽性遺伝子と連鎖する一塩基多型を利用した比内地鶏初生ヒナの羽性鑑別の検証

力丸宗弘・大竹 剛\*・佐藤慎一\*・福田 栞・鹿野亜海・田澤 謙・菅原二千花\*\*・小島孝敏\*

\*独立行政法人家畜改良センター

\*\*現：秋田県北部家畜保健衛生所

### 要 約

家畜改良センター岡崎牧場のロードアイランドレッド（岡崎RIR）では羽性遺伝子と連鎖するsperm flagellar protein 2 遺伝子（*SPEF2*）の一塩基多型（SNP）c.684C > Tにより羽性を遺伝子レベルで分離できることが報告されている。比内地鶏は比内鶏の雄とロードアイランドレッドの雌との交配による一代交雑種であるが、比内地鶏を生産するために利用しているロードアイランドレッドの系統（秋田RIR）には岡崎RIRが交配されており、遅羽性の個体が存在する。そこで本研究では、比内地鶏初生ヒナの羽性鑑別を可能にすることを目的として、当該SNP情報を用いて速羽性の比内鶏の雄と遅羽性の秋田RIRの雌を交配し、比内地鶏初生ヒナの羽性鑑別を試みた。

*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型はリアルタイムPCRによるSNPアッセイにより判定した。*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型から速羽性の比内鶏の雄と遅羽性の秋田RIRの雌を交配して比内地鶏をふ化し、羽性鑑別の精度を調査した。*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型を調査した結果、遅羽性の秋田RIRの雌はすべてT/-を示し、速羽性の比内鶏の雄はすべてC/C、雌はすべてC/-を示した。速羽性の比内鶏の雄と遅羽性の秋田RIRの雌を交配した結果、速羽性と遅羽性のヒナが得られ、雌はC/-、雄はT/Cを示した。羽性鑑別の精度は雄で99.3%、雌で97.7%、全体で98.6%であった。実際の比内地鶏の生産現場に合わせ、比内地鶏を再度ふ化し、羽性鑑別の精度を調査した結果、雌の適合率は97.7%であった。

以上の結果から、*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子情報を用いて速羽性の比内鶏の雄と遅羽性の秋田RIRの雌を交配することにより、比内地鶏の羽性鑑別が可能となることが確認された。

### 緒 言

比内地鶏は肉のうま味が強く、独特の風味ときめ細かな黄色い脂肪球が特徴であり、秋田県の郷土料理であるきりたんぼ鍋には欠かせない食材である。鶏肉は一般的に雌雄とも飼育されて食鳥処理されているが、比内地鶏は雄と雌では脂ののりが異なる等（Rikimaruら2009）の理由から飼育されるほとんどが雌である。そのため、比内地鶏のヒナのふ化場では、初生ヒナの段階で雌雄判別が必要となり、鑑別師が総排泄腔の生殖突起の有

無によって性判別する肛門鑑別により雌雄判別を行っている。しかし、東北地域においては鑑別師の高齢化による後継者不足や誤鑑別の増加が懸念されており、生産現場から肛門鑑別の代わりとなり得る鑑別手法の確立が望まれている。

ニワトリ初生ヒナの肛門鑑別に変わる手法として、羽性（遅羽性、速羽性）や羽色（銀色、金色）の違いを利用した方法が利用されている（Etches 1996；Kaleta and Redmann 2008；都築と後藤2009）。羽性や羽色を利用した雌雄鑑別の大きな

利点は、肛門鑑別と比較して2～3倍の速さで雌雄鑑別できること、初生ヒナ鑑別師の資格がなくても容易に性判別ができることなどである。羽性鑑別はZ染色体上の遅羽性(K)遺伝子によって支配されている羽性を利用した鑑別手法であり、雄を速羽性( $k+/k+$ )、雌を遅羽性( $K/-$ )にして交配すると、産まれるヒナは雄が遅羽性( $K/k+$ )、雌が速羽性( $k+/-$ )となり、簡易に初生ヒナの雌雄鑑別が可能となる(Warren 1925)。現在、この交配様式を用いて、卵用鶏や肉用鶏の実用鶏の作出に利用されている(Etches 1996; 島田 2002)。地鶏では名古屋種において遅羽性系統の造成が行われている(野田ら 2006a)。

羽性による雌雄鑑別を行うためには、雄種鶏を速羽性( $k+/k+$ )に、雌種鶏を遅羽性( $K/-$ )に完全に固定することが必要となるが、雌系統を遅羽性に固定する際、遅羽性遺伝子がホモ接合体( $K/K$ )とヘテロ接合体( $K/k+$ )の雄はいずれも初生ヒナの翼羽形態が遅羽性を示すため、初生時にこれらの遺伝子型を判別することは困難である。そのため、遅羽性の雄が性成熟した後に速羽性の雌と交配させ、産まれたヒナの羽性を判別する後代検定が必要となる。しかし、後代検定には莫大な時間や労力を要することから、これに代わる手法として羽装の形態的差異に着目した遅羽性の遺伝子型を判別する方法が試みられている(Siegelら 1957; 野田ら 2006b; 中村ら 2010a)。

一方、分子生物学的手法の進歩により、DNAレベルでの遅羽性遺伝子の研究も進んでいる。Baconら(1988)はニワトリ白血ウイルス由来の内在性ウイルス遺伝子 $ev-21$ とK遺伝子が関連していることを確認し、Levin and Smith(1990)はK遺伝子は $ev-21$ が挿入された領域と $ev-21$ が挿入されていない領域の重複配列からなることを報告した。Smith and Fadly(1994)は $ev-21$ がK遺伝子を検出するためのDNAマーカーとなり得ることを示し、 $ev-21$ の挿入を調べることで白色レグホーンや名古屋種において遅羽性と速羽性の判

別が可能となっている(Iraqi and Smith 1994; 中村ら 2002)。また、K遺伝子に連鎖した領域(URa)と $k+$ 遺伝子に連鎖した領域のうちURaと相同な領域(URb)を比較すると、それらの塩基配列には差異があることから、その配列の違いをもとに遅羽性と速羽性を分けることが可能となり、さらに雄のK遺伝子の遺伝子型を判定することも可能となっている(Smith and Levin 1991; Iraqi and Smith 1994; 野田ら 2006b; 中村ら 2009)。

K遺伝子にはZ染色体上に存在するプロラクチン受容体遺伝子(*prolactin receptor gene*: PRLR)とsperm flagellar protein 2 遺伝子(*SPEF2*)の不完全重複内にPRLRの部分的重複(*dPRLR*)とSPEF2の部分的重複(*dSPEF2*)が結合したジャンクションサイト(JS)が存在し(Elferinkら 2008)、遅羽性には*dPRLR*、*dSPEF2*、それらの結合部位であるJSが関与していることが報告されている(Buら 2013; Zhaoら 2016; Takenouchiら 2018)。最近、佐藤ら(2022)は家畜改良センター岡崎牧場のロードアイランドレッド(岡崎RIR)において、不完全重複領域の外側に位置するSPEF2のエクソン配列を調査した結果、JSと完全に連鎖する一塩基多型(SNP)(*SPEF2* c.684 C > T)を検出し、羽性や遅羽性の遺伝子型を分離できることを見出した。

比内地鶏は比内鶏の雄とロードアイランドレッドの雌との交配による一代交雑種であるが、比内地鶏を生産するために利用しているロードアイランドレッドの系統(秋田RIR)には岡崎RIRが交配されており、遅羽性の個体が存在する。また、比内鶏は羽性の表現型が速羽性である。これらのことから、比内地鶏を生産する両品種において、遅羽性に固定した秋田RIRの雌と速羽性の比内鶏の雄を交配すれば、比内地鶏の初生雌ヒナは速羽性に、初生雄ヒナは遅羽性となり、羽性鑑別が可能となる。そこで、本研究では表現型が速羽性の比内鶏と遅羽性の秋田RIRにおいてSPEF2 c.684C

> T が利用可能かを確認し、比内地鶏の雄と秋田RIRの雌を交配することによって、比内地鶏初生ヒナの羽性鑑別が可能か、検証することを目的とした。

### 材料と方法

#### 1. 試験1（秋田RIRと比内地鶏における*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型判定）

##### (1) 供試鶏

秋田県畜産試験場で飼養する秋田RIR（2021年度生）および比内地鶏（2020年度生）を供試した。秋田RIRはふ化場で比内地鶏を生産する際に利用されている系統（雄系統と雌系統との交配による組み合わせ）で表現型が遅羽性である雌64羽、速羽性の比内地鶏は種鶏として維持している雄22羽、雌436羽について調査した。

##### (2) *SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型判定

ゲノムDNAはQIAamp DNA Micro Kit(QIAGEN, Hilden, Germany)を用いて血液から抽出した。羽性遺伝子型の判定は、羽性遺伝子と連鎖する*SPEF2*のSNP (c.684C > T) (佐藤ら 2022) を標的とした蛍光プローブ (TaqMan MGB プローブ, Product number : 4332077, Assay Name : c\_*SPEF2*ex5, Assay ID : ANZTPJV, Thermo Fisher Scientific, MA, USA) を用いたSNPジェノタイプングアッセイにより行った。TaqMan SNP assayはTakara Premix EX Taq TM (Probe qPCR) (タカラバイオ, 滋賀, 日本) を利用し、反応はゲノムDNA 20ngを1 $\mu$ l, PCRマスターミックスEX Taqを6.25 $\mu$ l, プローブ0.1 $\mu$ mol, プライマー11.25 $\mu$ molを0.313 $\mu$ l, ROXを0.25 $\mu$ l, SIGMA Water (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) を4.69 $\mu$ l, 合計12.5 $\mu$ lで行った。反応は95 $^{\circ}$ C 1秒間の熱変性, 60 $^{\circ}$ C 20秒のアニーリング, 60 $^{\circ}$ C 20秒の伸長反応を40サイクル行う条件とした。ポジティブコントロールには岡崎RIRの遅羽性個体（ホモ接合体, ヘミ接合体, ヘテロ接合体）および速羽性個体を、ネガティブコ

ントロールにはSIGMA Water (Merck KGaA) を用いた。*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型判定はApplied Biosystems StepOne TM Real-Time PCR System Software (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA) を用い、C/CあるいはC/-が検出された場合は速羽性、C/Tが検出された場合は遅羽性のヘテロ接合体、T/TあるいはT/-が検出された場合は遅羽性のホモ接合体あるいはヘミ接合体として遺伝子型の判定を行った。

#### 2. 試験2（比内地鶏初生ヒナの羽性鑑別の検証）

##### (1) 供試鶏

*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型判定後、速羽性の比内地鶏の雄と遅羽性の秋田RIRの雌を交配して得られた比内地鶏282羽（2022年4月13日ふ化）について羽性鑑別の精度を調査した。

##### (2) 羽性鑑別による比内地鶏初生ヒナの表現型

ふ化時に畜産試験場職員が羽性を確認後、翼帯を脚に巻き、4週齢までバタリー育雛器で飼育した。

##### (3) 性判別マーカーによる性判別

性判別は市川ら（2006）の性判別マーカー（フォワードプライマー：5'-GTTACTGATTCGTCTACGAGA-3';リバースプライマー：3'-ATTGAAATGATCCAGTGCTTG-5'）を用いて行った。ゲノムDNAは前述した方法で抽出した。PCRはKOD FX（東洋紡, 大阪, 日本）を利用し、PCR反応はゲノムDNAを20ng, 各プライマーを6.25 $\mu$ mol, dNTPを0.4mM, 1 $\times$  PCRバッファー, KOD FX DNA Polymeraseを0.25U, 合計15 $\mu$ lで行った。PCRの条件は94 $^{\circ}$ C 2分間の後、98 $^{\circ}$ C 10秒の熱変性、55 $^{\circ}$ C 30秒のアニーリング、68 $^{\circ}$ C 30秒の伸長反応を35サイクル行う条件で増幅した。PCR産物はエチジウムブロマイド入りの2%アガロースゲルを用いて電気泳動を行い、性を判別した。

##### (4) *SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型判定

比内地鶏における*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型判定は前述した方法で行った。

## (5) 羽性鑑別の精度

比内地鶏の羽性鑑別の誤判定は性判別マーカーの性判別結果および*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型判定結果によって判定し、羽性鑑別の適合率を求めた。

## 3. 試験3 (比内地鶏初生雌ヒナにおける羽性鑑別の精度)

## (1) 供試鶏

次に実際の比内地鶏の生産現場に合わせ、比内地鶏の雄と遅羽性の秋田RIRの雌を交配して再度比内地鶏573羽をふ化し(2022年6月1日ふ化)、比内地鶏初生雌ヒナにおける羽性鑑別の精度を調査した。

## (2) 比内地鶏初生雌ヒナの羽性鑑別および性判別

ふ化時における羽性の確認は前述した方法で行った。その後、羽性鑑別で雌と判定された個体について、外見で雌雄を確認できるまで飼育し、羽性鑑別の適合率を求めた。

## 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(2022年度 受付番号3)を受けて実施した。

## 結 果

1. 試験1 (秋田RIRおよび比内地鶏における*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型判定)

*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型を調査した結果、表現型が遅羽性である秋田RIRの雌64羽はすべてT/-を示し、速羽性の比内地鶏の雄22羽はすべてC/C、雌436羽はすべてC/-を示した(表1, 図1)。

## 2. 試験2 (比内地鶏初生ヒナの羽性鑑別の検証)

## (1) 羽性鑑別による比内地鶏初生ヒナの表現型

速羽性の比内地鶏の雄と遅羽性の秋田RIRの雌を交配した結果、速羽性と遅羽性の初生ヒナが得られた(図2)。羽性鑑別による比内地鶏初生ヒナの表現型を表2に示した。比内地鶏282羽について羽性を確認した結果、速羽性が132羽、遅羽性が150羽であった。

(2) 性判別マーカーによる性判別, *SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型判定および羽性鑑別の精度

比内地鶏における性判別マーカーの性判別結果、*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型判定結果および羽性鑑別の精度を表3に示した。性判別マーカーを用いて雌雄を確認した結果、雌は130羽、雄は152羽であった。次にリアルタイムPCRを用いて*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型を確認した結果、152羽がT/C(雄)、130羽がC/- (雌)を示し、雌雄は性判別マーカーの結果とすべて一致していた(図3)。性判別マーカーの性判別結果および*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型判定結果から羽性鑑別の誤判定を調査した結果、雄150羽中1羽が雌、雌132羽中3羽が雄であった。羽性鑑別の適合率は雄で99.3%、雌で97.7%、全体で98.6%であった。

## 3. 試験3 (比内地鶏初生雌ヒナにおける羽性鑑別の精度)

比内地鶏初生雌ヒナの羽性鑑別の精度を表4に示した。比内地鶏の雌雄を外見で判断できるまで飼育して調査した結果、雌と鑑別した303羽中7羽が実際には雄であり、羽性鑑別の適合率は97.7%であった。

表1. ロードアイランドレッドおよび比内地鶏における*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型判定結果

品種	表現型	性	羽数	遺伝子型*		
				T/T T/-	T/C	C/C C/-
ロードアイランドレッド	遅羽性	雌	64	64	0	0
比内地鶏	速羽性	雄	22	0	0	22
		雌	436	0	0	436

\* 雄:T/T, T/C, C/C, 雌:T/-, C/-

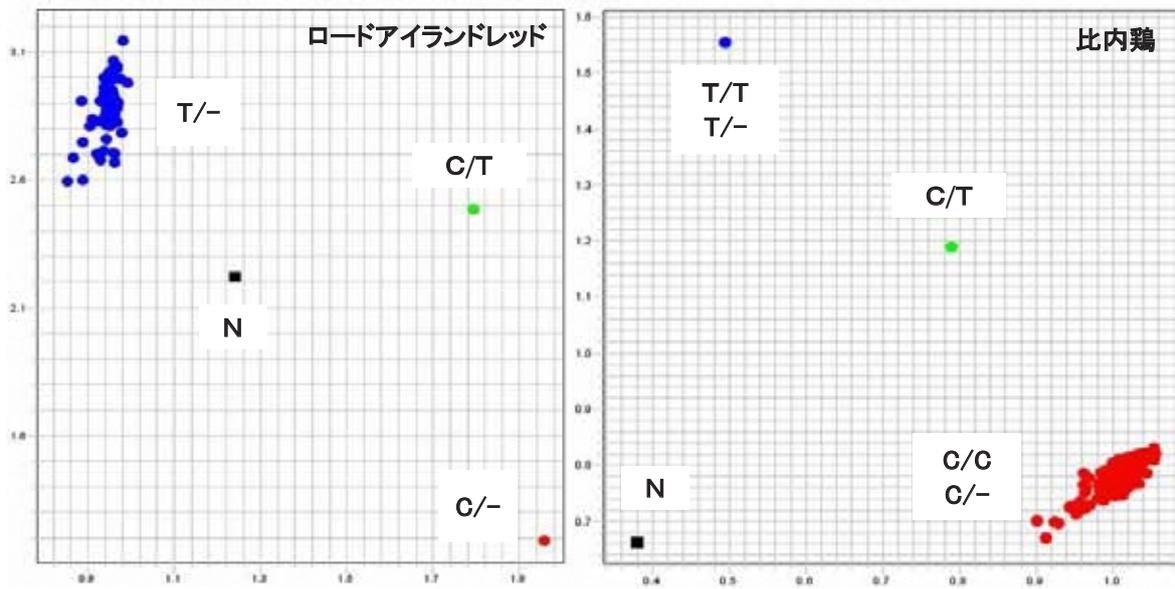


図1 ロードアイランドレッドおよび比内地鶏におけるSPEF2 c. 684C > Tの遺伝子型判定の例

ロードアイランドレッドは表現型が遅羽性の雌

比内地鶏は表現型が速羽性の雌雄

T/T, T/- : 遅羽性(ホモ接合体, ヘミ接合体), C/T : 遅羽性(ヘテロ接合体), C/C, C/- : 速羽性,

N : ネガティブコントロール

雄:T/T, C/T, C/C, 雌:T/-, C/-

ポジティブコントロールには岡崎RIRの遅羽性個体(ホモ接合体, ヘミ接合体, ヘテロ接合体)および速羽性個体を, ネガティブコントロールにはSIGMA Waterを用いた.

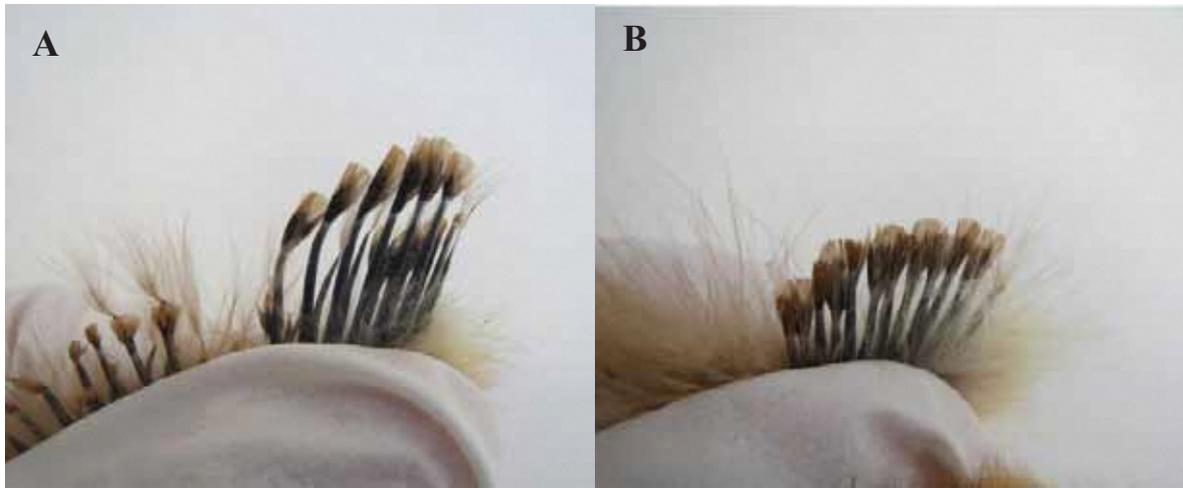


図2 比内地鶏初生ヒナの翼羽の形状

A:速羽性, B:遅羽性

表2. 羽性鑑別による比内地鶏初生ヒナの表現型

鑑別羽数*	表現型	
	遅羽性	速羽性
282	150	132

\* 鑑別羽数 : 職員による羽性鑑別

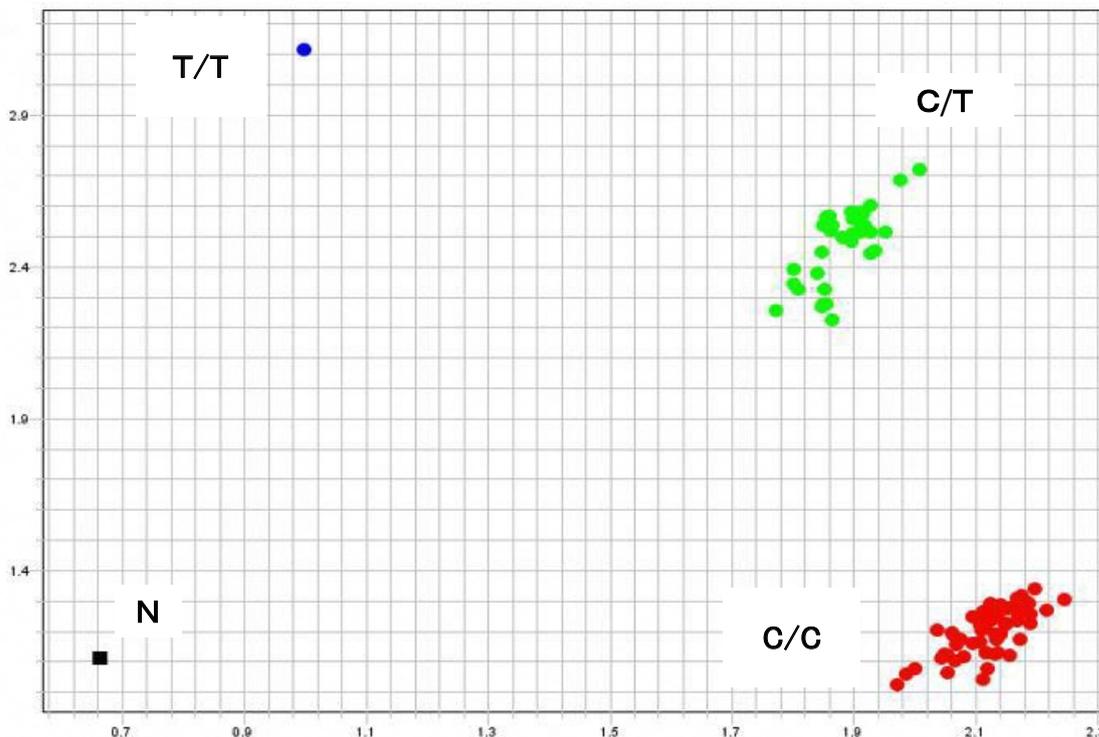


図3 比内地鶏におけるSPEF2 c. 684C > Tの遺伝子型判定の例

比内地鶏は速羽性の比内地鶏雄と遅羽性のロードアイランドレッド雌を交配して作出  
 T/T, T/- : 遅羽性(ホモ接合体、ヘミ接合体), C/T : 遅羽性(ヘテロ接合体), C/C, C/- : 速羽性,  
 N : ネガティブコントロール  
 雄:T/T, C/T, C/C, 雌:T/-, C/-  
 ポジティブコントロールには岡崎RIRの遅羽性個体(ホモ接合体, ヘミ接合体, ヘテロ接合体)および速羽性個体を, ネガティブコントロールにはSIGMA Waterを用いた。

表3. 比内地鶏における性判別マーカーの性判別結果, SPEF2 c. 684C > Tの遺伝子型判定結果および羽性鑑別の精度

性判別マーカー*		c.684C > T**			羽性鑑別	誤判定数	適合率(%)	
		T/T T/-	T/C	C/C C/-			雌雄別	合計
雄	152	0	152	0	150	1	99.3	98.6
雌	130	0	0	130	132	3	97.7	

\* 性判別マーカー : 市川ら(2006)の性判別マーカーを用いた

\*\* 雄:T/T, T/C, C/C, 雌:T/-, C/-

表4. 比内地鶏初生雌ヒナの羽性鑑別の精度

鑑別羽数*	鑑別結果 雌	誤判定数	雌の適合率 (%)
573	303	7	97.7

\* 鑑別羽数 : 職員による羽性鑑別

## 考 察

本研究では、性判別の手法として従来の肛門鑑別の代替となりうる比内地鶏初生ヒナの羽性鑑別の可能性について検証した。初めに表現型が遅羽性の秋田RIRにおいて*SPEF2* c.684C > T の遺伝子型を確認し、次に速羽性の比内地鶏の雄と遅羽性の秋田RIRの雌を交配して得られた比内地鶏初生ヒナの羽性鑑別の精度を調査した。

佐藤ら (2022) は岡崎RIRにおいて、*PRLR*と*SPEF2* の不完全重複内の部分的断片におけるJSと完全に連鎖する*SPEF2* のSNP (c.684C > T) を検出し、遅羽性の雄はT/TとT/C、雌はT/-、速羽性の雄はC/C、雌はC/-を示し、岡崎RIRの羽性を遺伝子レベルで分離できることを見出した。当场で比内地鶏を生産するために利用している秋田RIRの系統には岡崎RIRが交配されており、遅羽性の個体が存在する。また、比内地鶏は羽性の表現型が速羽性である。これらのことから、比内地鶏を生産するために利用する秋田RIRを*SPEF2* c.684C > Tで遅羽性に固定し、遅羽性の秋田RIRの雌と速羽性の比内地鶏の雄を交配することで比内地鶏の羽性鑑別の可能性が考えられた。そこで、表現型が遅羽性である秋田RIRの雌について*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型を調査した。その結果、すべての雌がT/-を示し、岡崎RIRの遺伝子型と一致していた。これらの結果から、岡崎RIRの血が導入された系統においても遅羽性である雌は*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型がT/-を示すことが確認された。比内地鶏については表現型が速羽性であり、雄はC/C、雌はC/-とすべての個体が速羽性の遺伝子型を示したが、遅羽性の個体が存在しないため、羽性と*SPEF2* c.684C > Tとの関連性を確認することはできなかった。過去の研究において、表現型が同じ羽性でも、品種や系統間で羽性判別に利用可能なURの塩基配列が異なる (Smith and Levin 1991 ; 中村ら 2009 ; Kansakuら 2011 ; Zhangら 2018) ことが報告されている。そのため、当該SNPの利用に当たって

は速羽性と遅羽性の個体が存在する品種や系統において、羽性との関連性を確認する必要がある。

*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型判定後、速羽性の比内地鶏の雄と遅羽性の秋田RIRの雌を交配することにより、速羽性と遅羽性の比内地鶏の初生ヒナが得られた。表現型および性判別マーカーを用いて雌雄を確認後、リアルタイムPCRによるSNPジェノタイピングアッセイを行った結果、速羽性の初生雌ヒナと遅羽性の初生雄ヒナの*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型はそれぞれC/-、T/Cを示し、性判別マーカーの結果と一致していた。この結果は比内地鶏の雌は比内地鶏からCアリルを受け継ぎ、比内地鶏の雄は比内地鶏からCアリルを秋田RIRからTアリルを受け継いでいることを示しており、当該SNPが比内地鶏初生ヒナの羽性鑑別に有効なSNPになり得ることが示された。白色レグホーンや名古屋種における分子生物学的手法を用いた羽性判別では、URにおける塩基配列の差異をPCR-RFLP法でアガロースゲルを用いて電気泳動を行い、異なるバンドパターンによって羽性あるいは遅羽性の遺伝子型を判定する手法が報告されているが (Smith and Levin 1991 ; Iraqi and Smith 1994 ; 野田ら 2006b ; 中村ら 2009)、アガロースゲルによる電気泳動の場合はバンドの有無が確認しづらいこともあり、羽性や遅羽性の遺伝子型を正確に判定できない可能性もある。一方、リアルタイムPCRによるSNPジェノタイピングアッセイでは、アガロースゲルを作製する手間もなく、容易にかつ確実に羽性や遅羽性の遺伝子型を判定することが可能であることから本手法は羽性および遅羽性の遺伝子型を判定するための有効な手法になると考えられる。

性判別および*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子型から比内地鶏初生ヒナの羽性鑑別の精度を調査した結果、羽性鑑別の全体の適合率は98.6%であり、雌だけの場合は97.7%であった。次に実際の比内地鶏の生産現場に合わせ、比内地鶏の初生雌ヒナについて羽性鑑別の精度を調査した結果、雌の適

合率は97.7%であった。比内地鶏の生産現場における初生雌ヒナの誤鑑別率は2%前後である（未公表）。羽性鑑別では雌の誤鑑別率が2回とも2.3%であり、一般的な比内地鶏の誤鑑別率と同等であったことから、本技術は生産現場において利用可能と考えられる。しかしながら、羽性鑑別は初生雛鑑別師の資格がない人でも容易に性判別ができる利点がある反面、正しい鑑別方法で実施しなければ、その精度は著しく低下し、初心者と熟練者では羽性鑑別の精度が異なることが確認されている（中村ら 2010b）。中村ら（2010b）は名古屋種の初生ヒナについて羽性鑑別で誤判定したヒナの翼部の形態を観察し、羽性の判定基準を変更することによって、羽性鑑別の精度を改善できることを報告している。今回の試験では、誤判定したヒナの翼部の形態まで確認できなかったが、今後、比内地鶏の生産現場において本技術を利用するためには、比内地鶏独自の羽性の判定基準を策定し、ふ化場の職員でも羽性鑑別が可能となるように精度を高めていく必要がある。

以上の結果から、*SPEF2* のc.684C > Tの遺伝子情報を用いて遅羽性の秋田RIRと速羽性の比内地鶏の雄を交配することにより比内地鶏の羽性鑑別が可能となることが確認された。今後は、*SPEF2* c.684C > Tの遺伝子情報を用いて当場の秋田RIRの雄系統を遅羽性に固定していく予定である。

本報告は日本家禽学会の許可を得て、日本家禽学会誌、第60巻、第J2号、J67-J73頁、2023年に掲載された論文を転載したものである。

### 引用文献

- Bacon LD, Smith E, Crittenden LB and Havenstein GB. 1988. Association of the slow feathering (*K*) and an endogenous viral (*ev21*) gene on the Z chromosome of chickens. *Poultry Science* 67, 191-197.
- Bu G, Huang G, Fu H, Li J, Huang S and Wang Y. 2013. Characterization of the novel duplicated *PRLR* gene at the late-feathering *K* locus in Lohmann chickens. *Journal of Molecular Endocrinology* 51, 261-276.
- Elferink MG, Vallée AA, Jungerius AP, Crooijmans RP and Groenen MA. 2008. Partial duplication of the *PRLR* and *SPEF2* genes at the late feathering locus in chicken. *MBC Genomics* 9, 391.
- Etches RJ. Growth and sexual maturation. In : *Reproduction in poultry*. 1996. pp. 74-105. CAB International. Wallingford.
- 市川あゆみ, 市村卓也, 中村明弘, 野田賢治, 加藤泰之. 2006. 遺伝子診断による文鳥の性判別技術. 愛知県農業総合試験場研究報告 38, 175-180.
- Iraqi F and Smith EJ. 1994. Determination of the zygosity of *ev21-K* in late-feathering male White Leghorns using the polymerase chain reaction. *Poultry Science* 73, 939-946.
- Kaleta EF and Redmann T. 2008. Approaches to determine the sex prior to and after incubation of chicken eggs and of day-old chicks. *World's Poultry Science Journal* 64, 391-399.
- Kansaku N, Guémené D, Nakamura A and Uchida M. 2011. Sequence characterization of *K*-gene linked region in various chicken breeds. *Journal of Poultry Science* 48, 181-186.
- Levin I and Smith EJ. 1990. Molecular analysis of endogenous virus *ev21*-slow feathering complex of chickens. I. Cloning of proviral-cell junction fragment and unoccupied integration site. *Poultry Science* 69, 2017-2026.
- 中村明弘, 野田賢治, 宮川博充, 水野銈一郎, 梅澤吉孝. 2002. 内在性ウイルス遺伝子 $ev-21$ をマーカーに用いたPCR法による名古屋種の羽性判定. 愛知県農業総合試験場研究報告34, 213-217.

- 中村明弘, 小林正直, 野田賢治, 近藤一, 神作宜男. 2009. PCR-RFLP 法を用いた名古屋種雄の遅羽性遺伝子型判定. 日本家禽学会誌 46, J9-J15.
- 中村明弘, 神作宜男, 近藤一, 野田賢治. 2010a. 羽性遺伝子型の違いによる名古屋種雄の羽性形質の特徴. 日本家禽学会誌 47, J78-J84.
- 中村明弘, 長尾健二, 恒川豊芳, 木野勝敏, 野田賢治, 近藤一. 2010b. 名古屋種初生ヒナの羽性鑑別の精度. 愛知県農業総合試験場研究報告 42, 107-112.
- 野田賢治, 伊藤裕和, 恒川豊芳, 木野勝敏, 箕浦正人, 市川あゆみ, 中村明弘, 加藤泰之. 2006a. 愛知県における名古屋種の育種改良と飼育管理技術の開発. 日本家禽学会誌 43, J110-J118.
- 野田賢治, 中村明弘, 大島啓太郎, 梅澤吉孝. 2006b. 白色レグホーン種における優性伴性遅羽性遺伝子 (*K*) 保有ヒナの羽装の特徴. 日本家禽学会誌 43, J153-J160.
- Rikimaru K, Ogawa H, Komatsu and Ishizuka J. 2009. Effect of caponization on meat quality of Hinai-jidori chicken. *The Journal of Poultry Science* 46, 345-350.
- 佐藤慎一, 大竹剛, 稲生哲, 小島孝敏. 2022. ロードアイランドレッドにおいて遅羽性遺伝子と連鎖する一塩基多型. 日本家禽学会誌 59, J29-J34.
- Siegel PB, Mueller CD and Craig JV. 1957. Some phenotypic differences among homozygous, heterozygous, and hemizygous late feathering chicks. *Poultry Science* 36, 232-239.
- 島田清司. 2002. 種卵で雌雄を見分けることができるか: 日本の伝統的雌雄鑑別から近代技術まで. 日本家禽学会誌 39, J172-J176.
- Smith EJ and Fadly AM. 1994. Male-mediated venereal transmission of endogenous avian leukosis virus. *Poultry Science* 73, 488-494.
- Smith EJ and Levin I. 1991. Application of a locus-specific DNA hybridization probe in the analysis of the slow-feathering endogenous virus complex of chickens. *Poultry Science* 70, 1957-1964.
- Takenouchi A, Toshishige M, Ito N and Tsudzuki M. 2018. Endogenous viral gene *ev21* is not responsible for the expression of late feathering in chickens. *Poultry Science* 97, 403-411.
- 都築政起, 後藤直樹. 2009. ニワトリおよびウズラにおける遺伝育種学的研究の100年. 日本家禽学会誌 46, J23-J29.
- Warren DC. Inheritance of rate of feathering in poultry. 1925. *Journal of Heredity* 16, 13-18.
- Zhang X, Wang H, Zhang L, Wang Q, Du X, Ge L, Zhou R, Li L and Li X. 2018. Analysis of a genetic factors contributing to feathering phenotype in chickens. *Poultry Science* 97, 3405-3413.
- Zhao J, Yao J, Li F, Yang Z, Sun Z, Qu L, Wang K, Su Y, Zhang A, Montgomery SA, Geng T and Cui H. 2016. Identification of candidate genes for chicken early- and late-feathering. *Poultry Science* 95, 1498-1503.

## 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2報）

－比内地鶏肉の異なる日齢における肉質と嗜好性－

鹿野亜海・福田 栞・田澤 謙・力丸宗弘

### 要 約

比内地鶏メスの真に適正な出荷日齢を明らかにすることを目的とし、前報では飼育日齢が120, 140, 150および170日齢である比内地鶏メスの発育成績を調査した。本研究では、前報の解体調査で得られたモモ肉およびムネ肉を用いて肉質分析および嗜好型官能評価を行い、日齢間の肉質と嗜好性について調査した。肉質分析は、水分含量、粗脂肪含量および脂肪酸組成について調査した。官能評価は秋田県畜産試験場職員と秋田県農業試験場職員を対象とした2種類の一般パネルとし、採取部位別に皮付きで切り分けたモモ肉およびムネ肉を5%塩化ナトリウム水に浸して焼き調理したものを提供した。評価方法は、回答用紙に15cmのラインスケールを設け、好ましさの程度を下矢印で位置付けさせ、評価項目は6項目（鼻先香、味、ジューシーさ、コク、口中香、総合評価）とした。モモ肉の水分含量は、120日齢が170日齢よりも有意に多かった。その他は日齢間で有意な差は認められなかった。秋田県畜産試験場職員を対象とした官能評価では、モモ肉の鼻先香において140日齢が120日齢よりも有意に好ましさの程度が高かったが、他の設問項目および総合評価において日齢間に有意な差は認められなかった。ムネ肉に関しては全ての評価項目および総合評価において日齢間に有意な差は認められなかった。秋田県農業試験場職員を対象とした官能評価では、モモ肉およびムネ肉のどちらについても全ての評価項目および総合評価において日齢間に有意な差は認められなかったが、120日齢の評価が低い傾向にあった。以上の結果から、前報において産肉性に乏しく、副産物である卵巣が得られない120日齢は、本研究の肉質および嗜好型官能評価においても秀でた特徴が見られなかったため、適正な出荷ではないと判断した。今後は調査する日齢についてさらに検討し、地鶏の歯応え等に関わる食感を評価する項目を加えて調査していく。

### 緒 言

秋田県を代表する特産鶏である比内地鶏のメスの最適な出荷日齢に関する研究はこれまでなく、県の認証制度に定められている出荷基準は経験則によるところが大きく科学的根拠に乏しい。また、比内地鶏の母系原種鶏が佐藤ら（2016, 2018）により開発された高能力ロードに変更したことによる増体性の向上や性成熟の早期化の可能性も示唆されることから、真に適正な出荷基準を明らかにする必要がある。そこで我々は、比内地鶏メスの日齢間の肉質およびおいしさの日齢変化を踏まえた、真に適正な出荷基準を明らかにすることを目

的とし、現在の比内地鶏の発育成績を調査した。

前報（福田ら, 2021）では、飼育日齢が120, 140, 150および170日齢となる比内地鶏メスの発育成績を調査した。その結果、日齢が経過するにつれて生体重量、と体重量は有意に多くなる一方、正肉重および腹腔内脂肪重量は150日齢以降有意な差は認められなかった。可食内臓重量は140日齢以降有意な差は認められなかったが、卵巣は120日齢で未発達であり、140日齢以降徐々に発達していくことを確認した。また、正肉重量は170日齢のみが平均1 kg /羽、120日齢は平均900g /羽となり、産肉性に乏しく、副産物である卵巣が得

られない120日齢は適正な出荷日齢でない可能性が示された。しかし、発育成績のみでなく、日齢間の肉質やおいしさの面からも調査し、総合的に検討する必要がある。そこで本研究では、消費者がおいしいと感じる日齢を明らかにするため、前報でサンプリングした4つの異なる日齢のモモ肉およびムネ肉を用いて肉質分析および嗜好型官能評価を実施した。

## 材料と方法

本研究は全てのプロセスに関し、秋田県畜産試験場動物実験委員会の承認を受けた上で実施された。また、官能評価は関連するすべての国内規制、秋田県試験場方針、ヘルシンキ宣言の規定に準拠して実施した。評価への回答は匿名で収集し、個人情報（氏名や整理番号）と評価結果を連結した形で残さない、匿名加工情報とした。

### 1. 供試材料

#### (1) 肉質分析および官能評価

前報の解体調査で得られた、飼育日齢が120, 140, 150および170日齢の比内地鶏の骨付きモモ肉およびムネ肉を供試した。なお、サンプルは4℃の冷蔵庫内で1日熟成した後、肉質分析用に各日齢からランダムに6羽ずつ、残りは官能評価用に個体毎に真空包装し、-30℃の冷凍庫内で評価前日まで冷凍保存した。

### 2. 調整方法および条件

#### (1) 肉質分析

モモ肉およびムネ肉をフードプロセッサー(MK-K60P-W, Panasonic, 東京)でミンチ状にした後、水分含量は乾燥機(135℃で2反復)、粗脂肪含量はエーテル抽出法を用いて測定した。なお、粗タンパク質含量は分析中に分析機器が故障したため正確なデータが得られなかった可能性があり、分析項目から除外した。脂肪酸組成は無添

加食品販売協同組合検査センターに依頼した。

#### (2) 官能評価

評価サンプルは官能評価の前日に4℃の冷蔵庫内で解凍し、青谷ら(2021)の報告を参考に除骨したモモ肉とムネ肉を採取部位別(モモ肉:7部位, ムネ肉:4部位)に、皮をつけたまま縦1cm、横4cmの一口サイズに切り分けた。切り分けたサンプルをトレーに並べ、ラップフィルムをして当日の調理まで4℃の冷蔵庫内で保存した。調理は消費実態に即した条件にするため、比内地鶏が提供される形態の一つである焼き鶏を想定し、赤外線調理器(アラジングラファイトグリラー AEG-G13A, シンギ, 兵庫)で焼き調理とした。サンプルは塩化ナトリウム(富士フィルム和光純薬, 大阪)を溶かした5%塩化ナトリウム水に浸漬させて焼き網に並べた後、皮側およびその裏側を各5分間、両側面を各1分30秒間、加熱出力最大で焼き調理した。調理したサンプルをフタとカップに回答者番号とサンプル番号が付された蓋付きのPP製デザートカップ(PP71-60-9, シンギ, 広島)に盛り付け、評価直前までタオルウォーマー(GH-18, ダイシン商事, 千葉)内で保温した。なお、サンプル番号は3桁の乱数を4つ設定し、盛り付けはラテン方格法を用いてパネリスト一人ずつ日齢の提示順序が異なるように設定した。

### 3. パネリストと会場

パネリストは秋田県畜産試験場(以下、秋田畜試とする)を会場とし、秋田畜試の職員を対象としたパネリストおよび秋田県農業試験場(以下、秋田農試とする)を会場とし、秋田農試の職員を対象としたパネリストとした。いずれも選抜と訓練を施さない一般パネルにより評価を実施した。パネリストの性別および年代別の人数構成は、表1と表2のとおりであった。

表 1. パネリストの性別と年代構成(秋田県畜産試験場職員)

		性別	20代	30代	40代	50代	60代	70代	合計
モモ肉	男性		2	0	7	5	1	1	16
	女性		4	1	2	2	0	0	9
	合計		6	1	9	7	1	1	25
ムネ肉	男性		2	1	6	7	1	1	19
	女性		4	1	2	2	1	0	9
	合計		6	2	8	9	2	1	28

表 2. パネリストの性別と年代構成(秋田県農業試験場職員)

		性別	20代	30代	40代	50代	60代	70代	合計
モモ肉	男性		1	3	2	3	0	0	9
	女性		0	1	2	3	0	0	6
	合計		1	4	4	6	0	0	15
ムネ肉	男性		2	1	1	3	1	0	8
	女性		1	1	5	0	0	0	7
	合計		3	2	6	3	1	0	15

#### 4. 官能評価

本研究では消費者の嗜好性を調査することを目的とし、嗜好型官能評価を実施した。評価室の照明は蛍光灯とし、空調は20℃に設定した。1テーブルに1人のパネリストが座ることとし、テーブルには回答者番号カード、回答用紙、同意書、ボールペン、鉛筆、おしぼり、紙ナプキン、プラスチック製使い捨てフォーク、口直しの水（赤ちゃんの純水500mL；アサヒ食品株式会社、東京）、吐き出し用カップ、吸水剤、ゴミ袋を準備した。インフォームド・コンセントにより評価への同意を確認した後、回答用紙および回答方法の説明を行った。全ての説明が終了した後、サンプルを提供した。サンプルは一つずつ評価させ、一つのサンプルの評価を全員が終了した後、全員で1分間の休憩を取り、その間に口直しの水で口腔内をすすがせた。4つの評価が終了した後、パネリストを一斉に退場させた。評価時間は11時と15時の2部制とし、秋田畜試ではモモ肉とムネ肉は別日に評価を行ったが、秋田農試では11時からモモ肉、15時からムネ肉の評価とし、1日のみ評価を行った。回答用紙には15cmのラインスケールを設け、右端

図 1. 回答用紙

に「好ましい」、左端に「好ましくない」と提示し、サンプルを喫食して感じた好ましさの程度を下矢印でラインスケール上に位置付けさせた。評価項目は「鼻先香（食べる前の香り）」、「味」、「ジューシーさ」、「コク（味の広がり・持続性）」、「口中香（食べているときの香り）」、「総合評価」の6項目とした（図1）。

#### 5. 統計処理

##### (1) 肉質分析

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の多重比較検定を行い、P値が0.05未満の時、有意とした。

##### (2) 官能評価

ラインスケール上に位置づけられた下矢印までの長さを測定し、混合モデル分析を行った後、Tukeyの多重比較検定を行った。統計処理には統計フリーソフトR（version4.0.3）を用いて行い、lmerTestパッケージを活用した。

表3. 各日齢におけるモモ肉およびムネ肉の水分含量および粗脂肪含量 (%)

	120日齢	140日齢	150日齢	170日齢	
モモ肉	水分	73.7 ± 0.9 a	71.9 ± 2.3 ab	72.7 ± 1.5 ab	70.9 ± 0.9 b
	粗脂肪	4.5 ± 1.4	7.4 ± 4.4	7.0 ± 2.0	7.6 ± 0.9
ムネ肉	水分	74.4 ± 0.4	73.9 ± 0.4	74.4 ± 0.3	73.9 ± 0.4
	粗脂肪	1.0 ± 0.3	1.7 ± 0.9	1.0 ± 0.1	0.8 ± 0.2

n=6

異符号間に有意差あり( $P < 0.05$ )

表4. 各日齢におけるモモ肉脂肪酸組成 (%)

	120日齢	140日齢	150日齢	170日齢
C14:0(ミリスチン酸)	0.73	0.67	0.77	0.70
C14:1(ミリストレイン酸)	0.22	0.18	0.20	0.18
C15:0(ペンタデカン酸)	0.07	0.05	0.08	0.08
C15:1(ペンタデセン酸)	0.38	0.47	0.33	0.28
C16:0(パルミチン酸)	26.03	25.52	26.48	25.58
C16:1(パルミトレイン酸)	5.65	5.47	5.47	5.15
C17:0(ヘプタデカン酸)	0.15	0.12	0.10	0.10
C17:1(ヘプタデセン酸)	0.12	0.12	0.12	0.10
C18:0(ステアリン酸)	7.85	7.38	7.73	6.98
C18:1(オレイン酸)	37.40	38.37	38.02	39.47
C18:2n-6(リノール酸)	15.08	15.25	14.18	15.43
C18:3n-3( $\alpha$ -リノレン酸)	0.50	0.52	0.47	0.53
C20:0(アラキジン酸)	0.10	0.10	0.10	0.10
C20:1(イコセン酸)	0.28	0.30	0.30	0.28
C20:2n-6(イコサジエン酸)	0.20	0.18	0.20	0.20
C20:3n-6(イコサトリエン酸)	0.22	0.20	0.17	0.18
C20:4n-6(アラキドン酸)	1.77	1.67	1.57	1.28
C22:4n-6(ドコサテトラエン酸)	0.42	0.42	0.37	0.30
C22:5n-3(ドコサペンタエン酸)	0.18	0.17	0.15	0.10
C22:5n-6(ドコサペンタエン酸)	0.12	0.12	0.12	0.12
C22:6n-3(ドコサヘキサエン酸)	0.13	0.13	0.12	0.10
未同定	2.40	2.62	2.97	2.73

n=6

表5. 各日齢におけるムネ肉脂肪酸組成 (%)

	120日齢	140日齢	150日齢	170日齢
C14:0(ミリスチン酸)	0.43	0.48	0.45	0.48
C14:1(ミリストレイン酸)	0.10	0.02	0.03	0.15
C16:0(パルミチン酸)	24.63	24.93	24.92	25.08
C16:1(パルミトレイン酸)	3.53	3.63	3.32	3.35
C17:0(ヘプタデカン酸)	0.37	0.75	0.15	0.30
C17:1(ヘプタデセン酸)	0.47	0.40	0.45	0.48
C18:0(ステアリン酸)	9.72	9.58	9.97	9.45
C18:1(オレイン酸)	31.87	33.85	32.47	33.13
C18:2n-6(リノール酸)	13.77	13.52	12.47	13.08
C18:3n-3( $\alpha$ -リノレン酸)	0.45	0.40	0.33	0.37
C20:0(アラキジン酸)	0.02	0.07	0.05	0.10
C20:1(イコセン酸)	0.58	0.43	0.42	0.70
C20:2n-6(イコサジエン酸)	0.33	0.28	0.38	0.33
C20:3n-6(イコサトリエン酸)	0.80	0.73	0.65	0.68
C20:4n-6(アラキドン酸)	7.02	6.07	7.43	6.70
C20:5n-3(イコサペンタエン酸)	0.07	0.03	0.00	0.02
C22:4n-6(ドコサテトラエン酸)	1.67	1.48	1.72	1.45
C22:5n-3(ドコサペンタエン酸)	0.67	0.57	0.73	0.60
C22:5n-6(ドコサペンタエン酸)	0.67	0.52	0.70	0.72
C22:6n-3(ドコサヘキサエン酸)	0.78	0.73	0.87	0.83
未同定	2.03 <sup>ab</sup>	1.47 <sup>a</sup>	2.47 <sup>b</sup>	1.86 <sup>ab</sup>

n=6

異符号間に有意差あり( $P < 0.05$ )

## 結 果

各日齢におけるモモ肉およびムネ肉の水分含量および粗脂肪含量の結果を表3に示す。モモ肉の水分含量は、120日齢が73.7%、170日齢が70.9%であり、120日齢が170日齢よりも有意に含量が多かった。140日齢および150日齢は120日齢と170日齢と比較して有意差は認められなかった。モモ肉の粗脂肪含量は、日齢間で有意な差は認められなかったが、120日齢は他の3つの日齢よりも約2~3%少ない傾向にあった。ムネ肉の水分含量は、

日齢間で有意な差は認められなかった。ムネ肉の粗脂肪含量は、日齢間で有意な差が認められなかったが、170日齢が最も少ない結果となった。

モモ肉およびムネ肉の脂肪酸組成を表4と表5に示す。モモ肉の脂肪酸組成は、全てにおいて有意な差は認められなかった。モモ肉のアラキドン酸は、日齢間で有意な差が認められなかったものの、日齢が進むにつれて少なくなる傾向であった。ムネ肉の脂肪酸組成は、未同定以外で有意な差は認められなかった。

表 6. モモ肉の嗜好型官能評価(秋田県畜産試験場職員)

	120日齢	140日齢	150日齢	170日齢
鼻先香*	8.3 <sup>b</sup>	10.0 <sup>a</sup>	9.1 <sup>ab</sup>	9.8 <sup>ab</sup>
味	9.8	9.3	9.4	10.7
ジューシーさ	9.8	8.5	8.7	9.5
コク**	9.6	9.3	9.3	10.2
口中香***	9.4	9.2	9.1	10.2
総合評価	9.6	9.4	9.5	10.3

異符号間で有意差あり( $P < 0.05$ )

\*回答用紙には鼻先香(食べる前の香り)と記載

\*\*回答用紙にはコク(味の広がり・持続性)と記載

\*\*\*回答用紙には口中香(食べているときの香り)と記載

秋田畜試におけるモモ肉の嗜好型官能評価結果を表6に示す。「鼻先香」では、120日齢が8.3に対し、140日齢が10.0であり120日齢と140日齢間に有意な差が認められた。150日齢と170日齢は他の日齢との間に有意な差は認められなかった。「味」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、170日齢が10.7と最も高く、140日齢が9.3と最も低かった。「ジューシーさ」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、120日齢が9.8と最も高く、140日齢が8.5と最も低かった。「こく」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、170日齢が10.2と最も高く、140日齢と150日齢が9.3と最も低かった。「口中香」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、170日齢が10.2と最も高く、150日齢が9.1と最も低かった。「総合評価」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、170日齢が10.3と最も高く、140日齢が9.4と最も低かった。「鼻先香」以外の評価項目で有意な差が認められなかったが、全体では、170日齢の数値が高い傾向にあり、140日齢の数値が低い傾向にあった。

秋田畜試におけるムネ肉の嗜好型官能評価結果を表7に示す。「鼻先香」では、日齢間で有意な差は認められなかったが、170日齢が9.5と最も高く、140日齢が8.5と最も低かった。「味」では、

表 7. ムネ肉の嗜好型官能評価(秋田県畜産試験場職員)

	120日齢	140日齢	150日齢	170日齢
鼻先香*	9.3	8.5	9.0	9.5
味	9.4	9.4	10.5	9.6
ジューシーさ	8.8	9.2	8.7	8.0
コク**	9.0	9.1	9.5	8.7
口中香***	9.3	9.0	10.1	9.3
総合評価	9.5	9.7	10.2	9.5

\*回答用紙には鼻先香(食べる前の香り)と記載

\*\*回答用紙にはコク(味の広がり・持続性)と記載

\*\*\*回答用紙には口中香(食べているときの香り)と記載

日齢間に有意な差は認められなかったが、150日齢が10.5と最も高く、120日齢と140日齢が9.4と最も低かった。「ジューシーさ」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、140日齢が9.2と最も高く、170日齢が8.0と最も低かった。「こく」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、150日齢が9.5と最も高く、170日齢が8.7と最も低かった。「口中香」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、150日齢が10.1と最も高く、140日齢が9.0と最も低かった。「総合評価」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、150日齢が10.2と最も高く、120日齢と170日齢が9.5と最も低かった。全体では、日齢間に偏りは見られなかった。

秋田農試におけるモモ肉の嗜好型官能評価結果を表8に示す。「鼻先香」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、170日齢が10.0と最も高く、120日齢が9.4と最も低かった。「味」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、140日齢が10.2と最も高く、120日齢が8.8と最も低かった。「ジューシーさ」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、140日齢が9.0と最も高く、120日齢が7.0と最も低かった。「こく」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、140日齢が9.8と最も高く、150日齢が8.2と最も低かった。

「口中香」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、140日齢が9.5と最も高く、150日齢が

7.6と最も低かった。「総合評価」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、140日齢が9.8と

表8. 鶏モモ肉の嗜好型官能評価(秋田県農業試験場職員)

	120日齢	140日齢	150日齢	170日齢
鼻先香 <sup>*</sup>	9.4	9.6	9.9	10.0
味	8.8	10.2	9.2	9.3
ジューシーさ	7.0	9.0	8.3	8.2
コク <sup>**</sup>	8.4	9.8	8.2	9.4
口中香 <sup>***</sup>	7.8	9.5	7.6	9.3
総合評価	8.3	9.8	8.6	9.4

<sup>\*</sup>回答用紙には鼻先香(食べる前の香り)と記載

<sup>\*\*</sup>回答用紙にはコク(味の広がり・持続性)と記載

<sup>\*\*\*</sup>回答用紙には口中香(食べているときの香り)と記載

表9. 鶏ムネ肉の嗜好型官能評価(秋田県農業試験場職員)

	120日齢	140日齢	150日齢	170日齢
鼻先香 <sup>*</sup>	9.5	10.3	10.2	9.3
味	8.6	9.8	9.8	9.6
ジューシーさ	7.7	8.6	8.1	8.6
コク <sup>**</sup>	8.4	10.0	9.0	8.7
口中香 <sup>***</sup>	8.4	10.0	9.2	9.5
総合評価	8.7	9.7	9.4	9.3

<sup>\*</sup>回答用紙には鼻先香(食べる前の香り)と記載

<sup>\*\*</sup>回答用紙にはコク(味の広がり・持続性)と記載

<sup>\*\*\*</sup>回答用紙には口中香(食べているときの香り)と記載

最も高く、120日齢が8.3と最も低かった。全ての評価項目において日齢間に有意な差は認められなかったものの、120日齢の数値が低い傾向にあった。

秋田農試におけるムネ肉の嗜好型官能評価結果を表9に示す。「鼻先香」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、140日齢が10.3と最も高く、170日齢が9.3と最も低かった。「味」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、140日齢と150日齢が9.8と最も高く、120日齢が8.6と最も低かった。「ジューシーさ」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、140日齢と170日齢が8.6と最も高く、120日齢が7.7と最も低かった。「こく」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、140日齢が10.0と最も高く、120日齢が8.4と最も低かった。「口中香」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、140日齢が10.0と最も高く、120日齢が8.4と最も低かった。「総合評価」では、日齢間に有意な差は認められなかったが、140日齢が9.7と最も高く、120日齢が8.7と最も低かった。全ての評価項目において日齢間に有意な差は認められなかったものの、120日齢の数値が低い傾向にあった。

## 考 察

本研究では、比内地鶏の肉質およびおいしさの日齢変化を踏まえた、真に適正な出荷基準を明らかにすることを目的として、消費者がおいしいと感じる比内地鶏の日齢を明らかにするため、各日齢間の肉質分析および嗜好型官能評価を行った。モモ肉の水分含量結果では、120日齢は170日齢よりも水分含量が有意に多かった。また、粗脂肪含量は有意な差は認められなかったものの、120日齢は他の日齢よりも少なかった。千田ら(1992)は、当時の比内地鶏(現行とは異なる組み合わせの母鶏で作出された比内地鶏)では、モモ肉およびムネ肉のどちらにおいても週齢の経過に従い水分割合が減少し、粗脂肪含量は増加したと報告しているが、ムネ肉の粗脂肪含量は18週齢以降変化しない傾向にあり、本研究のムネ肉の結果と一致している。また、水分含量の減少は週齢が異なるブロイラーにおいてもその可能性が示唆されている(力丸ら, 2011)。本結果においてモモ肉では日齢の経過とともに粗脂肪含量が増加し、水分が減少する傾向を示したが、ムネ肉では水分および粗脂肪含量において日齢による差が認められなかったことから、現行の比内地鶏のムネ肉は日齢の経過

による影響を受けにくいことが示唆された。

脂肪酸組成結果では、モモ肉およびムネ肉で日齢による差は認められなかった。力丸ら (2011, 2012) は、アラキドン酸が比内地鶏肉の特徴であり、比内地鶏肉のおいしさに関与していると報告した。力丸ら (2011) の報告では、22週齢の比内地鶏モモ肉のアラキドン酸含有量は1.92%であるのに対し、本研究結果では120日齢が最も多く1.77%であり、有意な差はないものの日齢が進むにつれ少なくなる傾向にあった。しかし、官能評価では日齢間で嗜好性の差が認められなかったため、120日齢から170日齢では、比内地鶏の特徴であるアラキドン酸含有量による嗜好性への影響はないものと考えられた。また、ムネ肉のアラキドン酸含量はモモ肉よりも多いことを確認し、日齢による差はなく、嗜好性にも影響がないものと考えられた。

官能評価の秋田畜試の官能評価結果では、モモ肉鼻先香において120日齢と140日齢間で有意な差が認められたが、150日齢と170日齢は120日齢と140日齢と比べて差はなかった。横山と有原(2022)は、メイラード反応で生成する香気成分である2, 5-ジメチル-4ヒドロキシシニ-3 (2H) -フラノン (DMHF) は、加熱食肉の嗜好性に影響するとし、日本短角種では飼養条件や部位によってDMHFの生成量が異なることを明らかにした。本研究では飼育条件からサンプリング、保存条件、調理条件を統一しているため、日齢の違いが関わっている可能性があるが、120日齢と140日齢の間のみで嗜好性に差があり、単に日齢の変化によるものではないと考えられる。

西村と江草(2016)は、「こく」は食べ物を持つ味、香り、食感による複数の刺激に持続性や広がりが付与されたときに感じられ、うま味物質と油脂が持続性や広がりを与えられると論じている。さらに、西村と江草(2016)は、鶏だし香気成分からなる香り溶液に、グルタミン酸とイノシン酸を

添加したときに、口中香が著しく強くなり、口中香を強めることを明らかとした。また、力丸ら(2011)は比内地鶏とブロイラーを週齢で比較し、イノシン酸含量の違いは日齢によるものだと示唆した。本研究においてコクおよび口中香で日齢間の有意な差は認められなかったため、日齢間のうまみ成分に顕著な差がないと考えられるが、今後はグルタミン酸やイノシン酸含量を測定し、日齢間の比較をしていく必要がある。

官能評価の秋田畜試結果と秋田農試結果を比較すると、秋田畜試は全ての日齢および評価項目において8.0以上となっているのに対し、秋田農試はモモ肉およびムネ肉のどちらにおいても8.0以下と評価している項目が見られた。また、総合評価においては、全ての日齢で9.0以上を超えているのは秋田畜試の結果のみであり、一般的に日本国内においてモモ肉が一番購入される(厚生労働省, 2013)などといった、育った環境や食文化によるものが影響しており(沖谷, 2022)、比内地鶏肉を多く喫食できる傾向にある秋田畜試の職員の方が比内地鶏肉を好ましいと感じたのではないかと考えられる。しかし、本研究では比内地鶏の購入や喫食する頻度についてアンケートを実施したわけではないため、参考として調査することも検討する必要がある。

本研究では、回答用紙に弾力性や歯応えに関する評価項目を提示していなかった。沖谷(2002)は、食肉の食感には歯ざわりと舌(口)ざわりがあるとし、食肉を噛んだときに感じる硬軟や弾力性を「歯ざわり」、噛んだ食肉の成分が舌に接触した時の情報であるジューシーな、ぱさぱさを「舌ざわり」と論じている。また、青谷ら(2021)は、スープやミンチ肉調理方法では鶏モモ肉が有する「食感」を評価することができないとし、鶏モモ肉の複雑な骨格筋を考慮した官能評価サンプル調整方法を確立し、本研究でもその手法を参考とした。しかし、本研究の評価項目には舌ざわり

に関する食感であるジューシーさの評価項目はあるが、歯ざわりに関する食感の評価項目がなかったため、今後は歯ざわりに関する食感の評価項目を追加し、調査する必要がある。

肉質分析におけるモモ肉の水分含量、官能評価における秋田畜試結果のモモ肉の鼻先香を除くと、秋田畜試と秋田農試のモモ肉およびムネ肉の両方の結果において日齢間における有意な差は認められなかったため、比内地鶏メスの鶏肉における日齢間の肉質や嗜好性に大きな違いはないと示唆された。しかし、前報の発育成績調査より、産肉性に乏しく、副産物の卵巣が得られない120日齢は、本研究においても秀でた肉質の特徴および嗜好性が見られないため、消費者および比内地鶏関連業者からの需要がない可能性があり、適正な出荷日齢ではないことが示唆された。今後は他の日齢についても検討し、引き続き肉質および官能評価を行っていくことで真に適正な出荷日齢を明らかにしていきたい。

## 謝 辞

本研究は、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）畜産研究部門主催の「食肉・鶏卵・乳製品の官能評価ワークショップ」で学んだ手法の一部を活用して実施しました。

## 引用文献

青谷大希・安部亜津子・佐藤悠紀・中村亮一・森愛華・本山三知代・中島郁世・渡邊源哉・佐々木啓介. 2021. 採取部位による骨格筋の違いを考慮した鶏もも肉の官能評価サンプル調製手法の提案. 日本家禽学会誌 58, J12-J19.

沖谷明紘. 2020. 食肉のおいしさの決定要因. 栄養学雑誌 Vol. 60. No3. 119-129

厚生労働省. 2013. 食鳥肉販売業を取り巻く状況について.

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

佐藤悠紀・青谷大希・力丸宗弘. 2018. 比内地鶏母系原種鶏の系統造成と利用系統の組合せ試験（第2報）. 秋田県畜産試験場研究報告 32, 21-28.

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

西村敏英・江草愛. 2016. 食べ物の「こく」を科学する. 化学と生物 Vol. 54. No2. 102-108

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）. 秋田県畜産試験場研究報告 37, 27-33.

横山壱成・有原圭三. 2022. 食肉加熱時のメイラード反応により生成する香気の保健的機能性. 畜産技術 2022年1月号, 8-11.

力丸宗弘・高橋大希・小松恵・石塚条次・清原玲子・山口進・高橋秀彰. 2011. 高度不飽和脂肪酸と鶏肉とのおいしさの関連性の解明（第1報）. 秋田県畜産試験場研究報告 25, 75-83.

力丸宗弘・清原玲子・山口進・高橋大希・小松恵・石塚条次・高橋秀彰. 2012. 高度不飽和脂肪酸と鶏肉のおいしさとの関連性の解明（第2報）. 秋田県畜産試験場研究報告 26, 45-53.

## 秋田県畜産試験場研究報告 学術論文掲載一覧 (2024年4月～2025年3月)

誌名	題名	掲載者	掲載年等
日本家禽学会誌	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・福田榮・鹿野亜海・中島二千花・カ丸宗弘	第61巻 第J2号 (2024年10月) ページJ51-J59
温故知新	家畜生産における乳酸菌の利用	田澤謙	2024 No.61 (株式会社 今野商店刊行誌) ページ79-84

## 秋田県畜産試験場研究報告

---

令和7年3月21日発行

編集兼発行 秋田県畜産試験場

代表者 畠山 英男

〒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、200部印刷して、単価は1,244円です。」

