

Bulletin of the
Akita Prefectural Livestock Experiment Station

NO.34 March 2020

秋 田 県 畜 産 試 験 場 研 究 報 告

第 34 号
令和2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34号(令和2年3月)

目 次

- 1 和牛種雄牛産肉能力検定成績（現場後代検定法：2018年度）
..... 高橋 利清 1～7
藤田 歩
相馬 祐介
佐々木航弥
渡部 一弥
千田 惣浩
- 2 オーチャードグラス草地における家畜糞堆肥と窒素単体肥料の組み合わせ施肥の影響
..... 由利奈美江 8～17
渡邊 潤
佐藤 寛子
千葉 祐子
加藤真姫子
- 3 飼料作物奨励品種選定試験 — オーチャードグラス（利用3年目）—
..... 鈴木 人志 18～24
西野 瞭
渡部 一弥
佐藤 楓
由利奈美江
渡邊 潤
佐藤 寛子
谷津 英樹
- 4 飼料用米給与による早期若齢肥育技術の開発（第2報）
..... 佐々木航弥 25～29
相馬 祐介
渡部 一弥
高橋 利清
- 5 配合飼料へのユーグレナ（*Euglena gracilis*）の添加が比内地鶏の発育および肉質に及ぼす影響
..... 力丸 宗弘 30～39
佐藤 悠紀
青谷 大希
鈴木 健吾
渡邊 翔太
- 6 比内地鶏の飼料体系の確立に関する試験（第1報） — 幼雛用飼料の栄養水準の検討—
..... 福田 栞 40～42
青谷 大希
力丸 宗弘
佐藤 悠紀
- 7 秋田県畜産試験場 学術論文掲載一覧 43

和牛種雄牛産肉能力検定成績 (現場後代検定法：2018年度)

高橋利清・藤田歩^{*1}・相馬祐介^{*2}・佐々木航弥・渡部一弥・千田惣浩^{*3}

^{*1}現：秋田県農林水産部畜産振興課，^{*2}現：秋田県雄勝地域振興局，

^{*3}現：秋田県南部家畜保健衛生所

要 約

県有種雄牛について、候補種雄牛の産肉能力を調査するために、公益社団法人全国和牛登録協会が規定する現場後代検定法に基づいて、後代検定を実施した。

(1) 徳糸茂（血統：徳茂勝×糸福（鹿児島）×平茂勝）

（枝肉データ：26頭平均）枝肉重量：485.0 kg，ロース芯面積：62.5 cm²，

バラ厚：8.4 cm，皮下脂肪厚：2.7 cm，歩留基準値：74.7，BMS No.：8.1

(2) 徳茂百合（血統：徳茂勝×百合茂×安福165の9）

（枝肉データ：15頭平均）枝肉重量：481.4 kg，ロース芯面積：57.5 cm²，

バラ厚：8.1 cm，皮下脂肪厚：2.7 cm，歩留基準値：73.9，BMS No.：8.2

緒 言

県内における黒毛和種の改良推進のため、早期に種雄牛の能力を把握することは非常に重要である。そこで、公益社団法人全国和牛登録協会が規定する産肉能力検定（直接検定法）で選抜された候補種雄牛について、後代検定を実施した。

び体型等により選抜された黒毛和種の雄牛を用いた（表1）。

2 検定調査牛

当场および県内の繁殖農家等が飼育管理している雌牛に、検定種雄牛の凍結精液を用いて調整交配を行い、その産子を検定調査牛とした。

材料および方法

1 検定種雄牛

検定種雄牛は、産肉能力検定（直接検定法）において、一日当たり平均増体量、飼料利用性およ

3 検定方法

産肉能力検定（現場検定法，2013）に基づき、次のとおり実施した。

表1 後代検定候補種雄牛一覧

名号	登録番号	生年月日	血統			直接検定成績	
			父	母の父	母の母の父	1日当たり平均増体量	体格得点
徳糸茂	黒原5762	平成24年8月7日	徳茂勝	糸福(鹿児島)	平茂勝	1.01	83.4
徳茂百合	黒原5763	平成24年10月18日	徳茂勝	百合茂	安福165の9	1.25	84.8

- 1) 肥育開始月齢：13 ヶ月齢未満
- 2) 肥育終了月齢：去勢牛 29 ヶ月齢未満
雌牛 32 ヶ月齢未満
- 3) 検定頭数：1 検定種雄牛当たり 15 頭以上
- 4) 検定農場および飼養管理：当场および県内の肥育農場を検定農場とし、各検定農場の肥育方法で飼養管理を行った(表2)。

4 検定調査項目

公益社団法人日本食肉格付協会が枝肉取引規格に基づいて実施した、枝肉格付明細書の成績を調査項目とした。

結果および考察

1 検定成績

(1) 徳系茂

徳系茂の後代検定は、去勢 16 頭、雌 10 頭の計 26 頭で終了し、平均枝肉重量が 485.0 kg、ロース芯面積が 62.5 cm²、バラの厚さが 8.4 cm、皮下脂肪の厚さが 2.7 cm、歩留基準値が 74.7、BMSNo. が 8.1 であった。全頭平均および

び性別ごとの平均枝肉成績を表3に示した。また、検定材料牛個体ごとの枝肉成績は、表4に示した。

検定材料牛の母牛の系統について、田尻系・気高系・藤良系の3つに分類して枝肉成績を纏めたところ、気高系との交配で枝肉重量やBMSNo. が良好であることが示唆された(表6)。

(2) 徳茂百合

徳茂百合の後代検定は、去勢 7 頭、雌 8 頭の計 15 頭で終了し、平均枝肉重量が 481.4 kg、ロース芯面積が 57.5 cm²、バラの厚さが 8.1 cm、皮下脂肪の厚さが 2.7 cm、歩留基準値が 73.9、BMSNo. が 8.2 であった。全平均および性別ごとの平均枝肉成績を表3に示した。また、検定材料牛個体ごとの枝肉成績は、表5に示した。

徳系茂と同様に、検定材料牛の母牛を3系統に分類し枝肉成績を纏めたところ、田尻系との交配で枝肉重量やBMSNo. が良好であることが示唆された(表7)。

表2 種雄牛別の検定頭数および検定農場数

名号	検定頭数			農場数
	去勢	雌	合計	
徳系茂	16	10	26	11
徳茂百合	7	8	15	9

2 選抜結果

現場後代検定法における成績およびアニマルモデルBLUP法による育種価評価等を基に、徳系茂、徳茂百合ともに選抜された。

表3 検定終了牛の平均枝肉成績

名号	現場後代検定枝肉成績						
	性別	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	BMSNo.
徳系茂	去勢	496.5	60.7	8.3	2.4	74.5	7.8
	雌	466.7	65.5	8.5	3.2	75.0	8.5
	全体	485.0	62.5	8.4	2.7	74.7	8.1
徳茂百合	去勢	498.1	55.1	8.1	2.2	73.8	8.0
	雌	466.8	59.5	8.1	3.0	74.0	8.4
	全体	481.4	57.5	8.1	2.7	73.9	8.2

表 4 「徳糸茂」現場後代検定の枝肉成績

番号	性別	血統		と番月齢	格付	枝肉重量 (kg)	左半丸 (kg)	ロー入芯 面積(cm ²)	バラ厚 (cm)	皮下脂肪 厚(cm)	歩留 基準値	BMS No.	BCS No.	締まり	きめ	BFS No.
		母の父	母の母の父													
1	去勢	勝忠平	北国7の8	27.9	B-4	542.5	270.0	50	9.0	4.0	71.6	7	4	4	4	3
2	去勢	美津神	義安福	29.0	A-4	503.5	253.0	53	8.7	2.7	73.4	7	4	4	4	3
3	去勢	安平幸	平茂勝	28.3	A-5	500.0	250.0	60	8.0	2.9	73.7	8	3	5	5	3
4	去勢	平茂晴	勝忠平	28.3	A-5	504.5	252.0	61	7.8	2.3	74.2	8	3	5	5	3
5	去勢	義平福	安平照	28.9	A-5	505.5	254.5	63	9.6	2.4	75.5	9	3	5	5	3
6	去勢	勝忠平	北国4の3	29.2	A-5	477.0	237.5	61	7.6	2.0	74.7	9	4	5	5	3
7	去勢	安福久	平茂勝	28.8	A-4	462.0	230.0	56	7.3	2.5	73.6	7	3	5	5	3
8	去勢	茂重安福(沖繩)	平茂勝	28.2	A-4	523.0	261.5	67	8.5	1.8	75.6	6	4	4	4	3
9	去勢	龍平	安福	29.3	A-5	531.5	266.5	52	9.0	2.4	73.4	9	3	5	5	3
10	去勢	第1花園	安平	28.8	A-5	472.5	236.5	70	7.5	2.0	75.8	10	3	5	5	3
11	去勢	義平福	北景茂	28.8	A-4	413.5	207.5	48	7.8	2.3	73.6	6	4	4	4	3
12	去勢	北仁	安平照	28.7	A-5	493.5	246.0	63	8.6	2.4	75.0	8	3	5	5	3
13	去勢	第1花園	美津福	28.6	A-4	509.0	254.5	65	8.4	1.7	75.6	6	4	4	4	3
14	去勢	北平安	平茂勝	28.6	A-4	511.0	254.5	65	9.3	2.4	75.6	7	3	5	5	3
15	去勢	北平安	百合茂	28.2	A-5	553.5	276.5	74	8.8	2.7	75.6	12	3	5	5	3
16	去勢	松昭秀	義平福	29.4	A-4	441.0	220.0	63	7.5	2.4	75.0	6	3	4	4	3
17	雌	茂重桜	藤桜	29.8	A-4	488.5	244.0	72	8.6	2.4	76.3	6	4	4	4	3
18	雌	平茂晴	平茂勝	28.2	A-4	414.5	207.5	53	8.4	3.4	73.7	7	4	4	4	3
19	雌	北平安	平茂勝	28.6	A-4	441.0	220.5	53	8.6	3.2	73.7	7	4	4	4	3
20	雌	平茂勝	紋次郎	30.3	A-4	440.0	218.5	59	8.8	3.6	74.3	7	3	4	4	3
21	雌	茂花園	百合茂	29.3	A-5	435.5	217.5	67	8.3	2.3	76.2	9	3	5	5	3
22	雌	篤桜	安金	31.0	A-5	549.0	273.0	69	9.2	3.4	74.7	8	4	5	5	3
23	雌	安平照	糸安福	28.2	A-5	460.5	231.5	72	8.6	3.5	75.6	12	3	5	5	3
24	雌	茂重安福(岐阜)	安平	31.9	B-5	535.0	268.0	67	8.0	5.5	71.8	8	3	5	5	3
25	雌	平茂勝	安福165の9	30.2	A-5	472.0	238.0	70	9.0	2.4	76.4	9	3	5	5	3
26	雌	茂重安福(岐阜)	北景茂	30.8	A-5	430.5	215.5	73	7.6	1.9	76.9	12	4	5	5	3

BMSNo.: Beef Marbling Standard No.、BCSNo.: Beef Color Standard No.、BFSNo.: Beef Fat Standard No.

表5 「徳茂百合」現場後代検定の枝肉成績

番号	性別	血統		と番月齢	格付	枝肉重量 (kg)	左半丸 (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.	BCS No.	締まり	きめ	BFS No.
		母の父	母の母の父													
1	去勢	第1花国	安平	29.4	A-5	472.5	234.0	62	7.4	1.5	75.2	9	4	5	5	2
2	去勢	安福久	金幸	27.9	A-5	479.0	238.5	61	6.6	1.4	74.5	10	4	5	5	2
3	去勢	福栄	平茂勝	29.6	B-4	516.0	256.0	45	8.1	2.7	71.9	7	3	5	5	3
4	去勢	北国7の8	義安福	27.9	B-4	500.5	248.0	45	8.0	2.9	71.8	6	4	4	4	3
5	去勢	龍平	美津福	27.6	A-5	498.0	251.0	67	8.3	2.4	75.2	11	4	5	5	3
6	去勢	第1花国	糸福(鹿見島)	27.9	A-4	530.0	263.0	55	9.1	2.5	73.8	6	4	5	5	3
7	去勢	安平	糸弘2	28.9	A-4	491.0	246.0	51	9.3	2.2	74.1	7	4	5	5	3
8	雌	茂勝栄	北国7の8	28.6	A-5	459.0	230.0	65	9.2	3.3	75.3	9	3	5	5	3
9	雌	平茂精	福栄	29.0	A-4	390.0	196.0	53	7.5	1.7	74.9	6	4	4	4	3
10	雌	百合茂	義安福	28.9	A-4	481.5	238.5	54	7.3	3.0	72.7	7	4	4	4	3
11	雌	第1花国	安平	29.6	A-5	444.5	224.5	64	7.3	3.0	74.3	11	3	5	5	3
12	雌	茂重安福(岐阜)	平茂勝	27.6	A-5	508.5	255.0	70	7.7	3.2	74.4	8	3	5	5	3
13	雌	若茂勝	平茂森	29.3	A-4	493.5	246.5	59	8.2	2.6	74.1	7	3	5	5	2
14	雌	第1花国	安平	31.9	A-5	475.5	236.5	52	7.9	3.7	72.2	9	4	5	5	3
15	雌	義安福	安平	29.3	A-5	481.5	238.0	59	9.5	3.7	74.2	10	3	5	5	3

BMSNo.: Beef Marbling Standard No.、BCSNo.: Beef Color Standard No.、BFSNo.: Beef Fat Standard No.

表 6 「徳系茂」号検定材料牛の母牛の系統別枝肉成績

	全体						去勢						雌							
	頭数	平均値	標準偏差	最小値	最大値	頭数	平均値	標準偏差	最小値	最大値	頭数	平均値	標準偏差	最小値	最大値	頭数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
田尻系																				
枝肉重量	14	483.5	42.4	413.5	553.5	9	490.3	43.5	413.5	553.5	5	471.1	42.0	430.5	535.0	5	471.1	42.0	430.5	535.0
ロース芯面積	14	63.3	8.3	48.0	74.0	9	61.0	7.8	48.0	74.0	5	67.4	8.4	53.0	73.0	5	67.4	8.4	53.0	73.0
バラ厚	14	8.4	0.7	7.3	9.6	9	8.4	0.8	7.3	9.6	5	8.3	0.5	7.6	8.6	5	8.3	0.5	7.6	8.6
皮下脂肪厚	14	2.8	0.9	1.8	5.5	9	2.5	0.3	1.8	2.9	5	3.3	1.4	1.9	5.5	5	3.3	1.4	1.9	5.5
推定歩留	14	74.7	1.4	71.8	76.9	9	74.6	1.0	73.4	75.6	5	74.9	2.1	71.8	76.9	5	74.9	2.1	71.8	76.9
BMS No.	14	8.1	2.3	6.0	12.0	9	7.6	1.9	6.0	12.0	5	9.0	2.8	6.0	12.0	5	9.0	2.8	6.0	12.0
気高系																				
枝肉重量	6	502.0	44.9	440.0	549.0	3	517.0	35.1	477.0	542.5	3	487.0	56.0	440.0	549.0	3	487.0	56.0	440.0	549.0
ロース芯面積	6	60.2	8.3	50.0	70.0	3	54.3	5.9	50.0	61.0	3	66.0	6.1	59.0	70.0	3	66.0	6.1	59.0	70.0
バラ厚	6	8.8	0.6	7.6	9.2	3	8.5	0.8	7.6	9.0	3	9.0	0.2	8.8	9.2	3	9.0	0.2	8.8	9.2
皮下脂肪厚	6	3.0	0.8	2.0	4.0	3	2.8	1.1	2.0	4.0	3	3.1	0.6	2.4	3.6	3	3.1	0.6	2.4	3.6
推定歩留	6	74.2	1.6	71.6	76.4	3	73.2	1.6	71.6	74.7	3	75.1	1.1	74.3	76.4	3	75.1	1.1	74.3	76.4
BMS No.	6	8.2	1.0	7.0	9.0	3	8.3	1.2	7.0	9.0	3	8.0	1.0	7.0	9.0	3	8.0	1.0	7.0	9.0
藤良系																				
枝肉重量	6	471.6	38.8	414.5	509.0	4	494.9	16.3	472.5	509.0	2	425.0	14.8	414.5	435.5	2	425.0	14.8	414.5	435.5
ロース芯面積	6	63.2	5.9	53.0	70.0	4	64.8	3.9	61.0	70.0	2	60.0	9.9	53.0	67.0	2	60.0	9.9	53.0	67.0
バラ厚	6	8.2	0.4	7.5	8.6	4	8.1	0.5	7.5	8.6	2	8.4	0.1	8.3	8.4	2	8.4	0.1	8.3	8.4
皮下脂肪厚	6	2.4	0.6	1.7	3.4	4	2.1	0.3	1.7	2.4	2	2.9	0.8	2.3	3.4	2	2.9	0.8	2.3	3.4
推定歩留	6	75.1	1.0	73.7	76.2	4	75.2	0.7	74.2	75.8	2	75.0	1.8	73.7	76.2	2	75.0	1.8	73.7	76.2
BMS No.	6	8.0	1.4	6.0	10.0	4	8.0	1.6	6.0	10.0	2	8.0	1.4	7.0	9.0	2	8.0	1.4	7.0	9.0

表7 「徳茂百合」号検定材料牛の母牛の系統別枝肉成績

	全体						去勢						雌							
	頭数	平均値	標準偏差	最小値	最大値	頭数	平均値	標準偏差	最小値	最大値	頭数	平均値	標準偏差	最小値	最大値	頭数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
田尻系																				
枝肉重量	6	494.9	14.7	479.0	516.0	3	495.3	18.9	479.0	516.0	3	494.5	13.5	481.5	508.5	3	494.5	13.5	481.5	508.5
口一ス芯面積	6	57.5	8.6	45.0	70.0	3	52.3	8.1	45.0	70.0	3	62.7	6.4	59.0	70.0	3	62.7	6.4	59.0	70.0
ハラ厚	6	8.2	1.1	6.6	9.5	3	8.0	1.4	6.6	9.5	3	8.5	0.9	7.7	9.5	3	8.5	0.9	7.7	9.5
皮下脂肪厚	6	2.6	0.8	1.4	3.7	3	2.1	0.7	1.4	3.7	3	3.2	0.6	2.6	3.7	3	3.2	0.6	2.6	3.7
推定歩留	6	73.9	1.0	71.9	74.5	3	73.5	1.4	71.9	74.5	3	74.2	0.2	74.1	74.4	3	74.2	0.2	74.1	74.4
BMS No.	6	8.2	1.5	7.0	10.0	3	8.0	1.7	7.0	10.0	3	8.3	1.5	7.0	10.0	3	8.3	1.5	7.0	10.0
気高系																				
枝肉重量	3	479.5	19.6	459.0	498.0	1	488.0	-	-	-	2	470.3	15.9	459.0	481.5	2	470.3	15.9	459.0	481.5
口一ス芯面積	3	62.0	7.0	54.0	67.0	1	67.0	-	-	-	2	59.5	7.8	54.0	65.0	2	59.5	7.8	54.0	65.0
ハラ厚	3	8.3	1.0	7.3	9.2	1	8.3	-	-	-	2	8.3	1.3	7.3	9.2	2	8.3	1.3	7.3	9.2
皮下脂肪厚	3	2.9	0.5	2.4	3.3	1	2.4	-	-	-	2	3.2	0.2	3.0	3.3	2	3.2	0.2	3.0	3.3
推定歩留	3	74.4	1.5	72.7	75.3	1	75.2	-	-	-	2	74.0	1.8	72.7	75.3	2	74.0	1.8	72.7	75.3
BMS No.	3	9.0	2.0	7.0	11.0	1	11.0	-	-	-	2	8.0	1.4	7.0	9.0	2	8.0	1.4	7.0	9.0
藤良系																				
枝肉重量	6	468.8	48.2	390.0	530.0	3	501.0	28.8	472.5	530.0	3	436.7	43.3	390.0	475.5	3	436.7	43.3	390.0	475.5
口一ス芯面積	6	55.2	7.0	45.0	64.0	3	54.0	8.5	45.0	62.0	3	56.3	6.7	52.0	64.0	3	56.3	6.7	52.0	64.0
ハラ厚	6	7.9	0.7	7.3	9.1	3	8.2	0.9	7.4	9.1	3	7.6	0.3	7.3	7.9	3	7.6	0.3	7.3	7.9
皮下脂肪厚	6	2.6	0.8	1.5	3.7	3	2.3	0.7	1.5	2.9	3	2.8	1.0	1.7	3.7	3	2.8	1.0	1.7	3.7
推定歩留	6	73.7	1.4	71.8	75.2	3	73.6	1.7	71.8	75.2	3	73.8	1.4	72.2	74.9	3	73.8	1.4	72.2	74.9
BMS No.	6	7.8	2.1	6.0	11.0	3	7.0	1.7	6.0	9.0	3	8.7	2.5	6.0	11.0	3	8.7	2.5	6.0	11.0

謝 辞

現場後代検定に御協力いただいた、繁殖農家、肥育農場および関係団体等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．2013. 和牛登録事務必携（平成 25 年度版）．70-72, 179-181.

オーチャードグラス草地における家畜糞堆肥と窒素単体肥料の組み合わせ施肥の影響

由利奈美江^{*1}・渡邊 潤^{*2}・佐藤寛子^{*3}・千葉祐子^{*4}・加藤真姫子^{*4}

^{*1} 現：秋田県南部家畜保健衛生所, ^{*2} 現：秋田県立大学, ^{*3} 現：秋田県秋田地域振興局,

^{*4} 現：秋田県中央家畜保健衛生所

要 約

家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律や持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律により、家畜糞堆肥の積極的な利活用が求められている。また、自給飼料生産コスト低減においても家畜糞堆肥の利用が期待されている。しかし、家畜糞堆肥の施用により土壤中の養分が過剰となる可能性もあり、適正な使用方法の検討が必要である。そこで、オーチャードグラス草地における堆肥と窒素単体肥料の組み合わせ施肥が牧草の収量や栄養成分などにどのような影響を与えるのかを検討した。その結果、家畜糞堆肥と窒素単体肥料の組み合わせ施肥は、施用3年目から化成肥料のみの施用と比較して収量が増加する傾向が確認できた。また、ミネラルバランスの改善効果があることも示唆された。ただし、施用には堆肥の成分分析や土壌分析に基づく施肥設計に留意が必要である。

緒 言

平成11年11月に家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律が施行され、畜産農家において、家畜排せつ物の適正管理と、資源としての有効利用が求められている。また、持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律が平成11年10月に施行され、地域で発生する家畜糞堆肥などの有機質資源の利用や、化学肥料の低減を推進することとされている。

近年、秋田県内においても、畜産クラスター事業などの活用による畜産経営の大規模化が進んでおり、飼養コスト低減のための自給飼料生産に対する期待は大きい。また、秋田県における家畜排せつ物量は平成26年度で1,030千tと推定されており、堆肥換算で360千tの堆肥が生産されている(秋田県2016)が、増頭に伴う堆肥の生産量増加への対応が今後求められることが予想される。

このことから家畜糞堆肥の有効かつ適切な利

用方法を提示することは、依然として高値基調にある化学肥料費を低減し、栽培コストを抑えるためにも重要であり、耕畜連携の推進に寄与すると期待される。また、一方で、輸入乾牧草価格は103円/TDNkgと依然として高値であり(農林水産省2019)、畜産農家において自給飼料生産は飼養コスト削減のために重要である。

しかし、家畜糞堆肥は畜種や副資材の種類によって成分は異なる(山口ら2000, 佐藤2006)が、窒素に比べリン酸やカリウムの含量が高い傾向にあるため(石田ら2011)、家畜糞堆肥と化成肥料を両方施用すると土壤中のリン酸やカリウムが過剰になる恐れがある。土壤中のカリウムが過剰になると、イネ科牧草はカリウム吸肥性が高いため、牧草中のカリウム含量が高まり、拮抗関係にあるカルシウムやマグネシウムの含量が低くなることで、牧草中のミネラルバランスが悪化し、家畜のグラスタニー症を引き起こす恐れがある(農林水産省2007)。そのため、家畜糞堆肥と

窒素単体肥料を組み合わせることにより、土壌中の養分過多を回避する適正な施肥設計が必要である。

これまで現場では牧草（オーチャードグラス）栽培において、県内で生産された完熟牛糞堆肥を施肥窒素の50%まで代替して施肥を行っても収量やTDN含量など化成肥料のみで施肥を行った場合と同等であることを明らかにした（佐藤ら2012）。そこで、本試験では、現地における堆肥と窒素単体肥料の組み合わせ施肥が収量や栄養成分などにどのような影響を与えるのかを検討した。

材料と方法

1. 供試草地

秋田県雄勝郡羽後町の生産者集団の管理するオーチャードグラス採草地2.0 haおよび2.2 haの2区画とし、それぞれを慣行区と試験区に設定した。

2. 試験期間

平成24年から29年の6カ年とした。

3. 施肥設計

慣行区は化成肥料のみの施肥とし、試験区は堆肥と窒素単体肥料を組み合わせ、全体窒素の

25%を堆肥で代替するように設計した。

施肥量は年間で窒素が14 kgとなるように設定し、早春に10 kg、1番草収穫後に4 kgとなるように分施した。

慣行として使用した化成肥料の成分は窒素20%、リン酸10%、カリ10%であり、試験区の窒素単体肥料は尿素（窒素46%）を使用した。

堆肥は容量比で牛糞4：豚糞3：戻し堆肥3：もみ殻2の原料を、羽後町の堆肥センターにおいて、1次処理として開放型ロータリー攪拌方式で発酵し、2次処理は堆積型発酵処理により調整したものを使用した。

各区の施肥設計は表1のとおりとし、試験区の試験5年目および6年目は土壌に残存した堆肥の影響を考慮し、尿素のみの施肥とした。

4. 調査項目

1) 牧草収量：刈り取り回数は年2回とし、慣行区は3カ所、試験区は5カ所に1 m²のコトラードを設置し、その内部の草丈を調査すると共に、全量を収穫して収量を計測した。

2) 飼料成分：収量調査時に採取した牧草を60℃で48時間通風乾燥し、室温で24時間静置後に粉碎し、1 mmメッシュを通過したものを分析に供した。調査項目は粗蛋白質、粗灰分、粗繊維、可消化養分総量（TDN）、リン酸、カ

表1 施肥設計

	施肥量(kg/10a)			投入成分量(kg/10a)		
	化成肥料 (NPK=20-10-10)	堆肥 (NPK=0.14-2.2-2.3)	窒素単体肥料 (N=46)	N	P	K
早春	50			10.0	5.0	5.0
慣行区 1番草収穫後	20			4.0	2.0	2.0
合計	70			14.0	7.0	7.0
早春		2,000	15	9.7	44.0	46.0
試験区 1番草収穫後		500	8	4.4	11.0	11.5
合計		2,500	23	14.1	55.0	57.5

ルシウム, マグネシウム, カリウム, $K/(Ca+Mg)$ 等量比 (ミネラルバランス) とした.

粗蛋白質, 粗灰分, 粗繊維, リン酸, カルシウム, マグネシウム, カリウムは常法 (自給飼料利用研究会 2009) に従って分析した.

TDN は, Ob と OCW を酵素法により分析し, 推定式 $TDN = 0.674 \times (OCC+Oa)+0.127 \times Ob+18.53$ (大槻ら 2001) を用いて求めた. ミネラルバランスは, 分析したカルシウム, マグネシウム, カリウムの値を基に等量比を求めた.

3) 土壌成分: 慣行区は 3 カ所, 試験区は 5 カ所から表層 15 cm 程度の土壌をサンプリングし, 分析に供した.

サンプリングは早春施肥前とし, 平成 24 年, 平成 25 年, 平成 26 年, 平成 28 年, 平成 29 年の 5 回実施した.

調査項目は pH, 有効態リン酸, リン酸吸収係数, 置換性塩基 (CaO, MgO, K_2O) とし, 分析は常法 (日本土壌協会 2001) に従って行った.

5. 統計処理

調査データについて, F 検定により等分散を確認後, t 検定により有意差検定を行った.

結 果

1. 牧草収量

1 番草収穫時の草丈は試験開始時の平成 24 年には試験区の方が有意に高くなったが, 2 年目以降は試験区の方が高い値を示したものの, 有意差は認められなかった. 試験 6 年目の平成 29 年は試験区の方が有意に高い値を示した (表 2).

2 番草収穫時の草丈は平成 24 年, 25 年は慣行区の方が高く, その後逆転し平成 26 年以降は試験区が高く, 平成 26 年と 29 年で試験区の方が有意に高くなったが, その他の年では有意差は認められなかった (表 3).

乾物収量の推移を図 1 に示した. 1 番草と 2 番草の合計乾物収量は平成 24 年が慣行区 574.0 kg/10a, 試験区 557.7 kg/10a で, 平成 25 年が慣行区 599.8 kg/10a, 試験区 495.1 kg/10a と慣行区の方が高く推移したが, 試験 3 年目の平成 26 年は逆転し, 慣行区 455.1 kg/10a に対し試験区が 705.6 kg/10a と有意に高くなった. その後, 平成 27 年以降も試験区の方が高い値を示した. また, 平成 28 年および 29 年の試験区は窒素単体肥料のみの施肥であったが, 平成 28 年の慣行区が 843.8 kg/10a, 試験区が 894.1 kg/10a で, 平成 29 年の慣行区が 634.9 kg/10a, 試験区が 775.0 kg/10a と, 試験区が慣行区より高い値を示した.

表 2 1 番草草丈

	(cm)					
	H24	H25	H26	H27	H28	H29
慣行区	88.7 ± 7.2 a	99.4 ± 8.5	108.6 ± 14.7	56.7 ± 4.8	113.8 ± 7.4	110.0 ± 5.4 a
試験区	98.5 ± 4.0 b	100.0 ± 5.0	114.7 ± 8.1	57.4 ± 17.6	119.3 ± 4.6	119.2 ± 4.3 b

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

表 3 2 番草草丈

	(cm)					
	H24	H25	H26	H27	H28	H29
慣行区	75.5 ± 8.0	83.2 ± 5.1	61.2 ± 6.7 a	56.7 ± 4.3	76.8 ± 6.4	55.1 ± 6.8 a
試験区	73.2 ± 9.1	75.7 ± 6.4	79.9 ± 10.5 b	57.4 ± 4.0	82.2 ± 6.4	68.0 ± 2.7 b

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

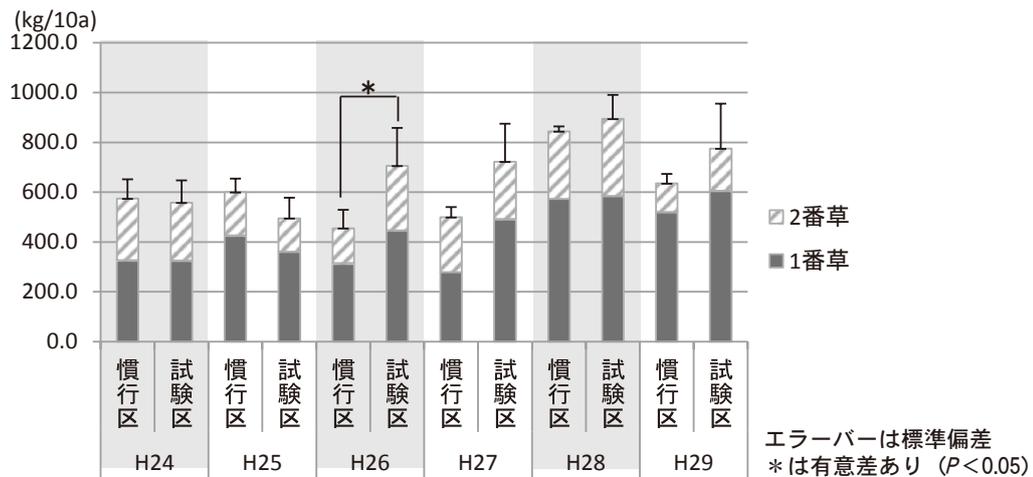


図1 乾物収量の推移

2. 飼料成分

表4に試験6年間における1番草の粗蛋白質、粗灰分、粗繊維、TDNの分析結果を示した。

粗蛋白質含量は平成25年までは慣行区の方が高い傾向にあったが、その後はばらつきが見られた。また、平成25年、27年、29年では慣行区が有意に高い値を示したが、その他の年に有意差は認められなかった。

粗灰分含量は平成24年から27年までは試験区が高い傾向にあり、平成26年には有意差も確認できた。平成28年以降の有意差は認められないが、慣行区の方が高く推移した。

粗繊維含量は平成24年は慣行区が有意に高い値を示し、平成26年も有意差は認められないものの、慣行区の方が高くなったが、平成27年以降は試験区の方が高い傾向を示した。

TDN含量は平成24年から平成27年までは慣行区の方が高い値を示し、特に平成24年と27年は有意に高かった。しかし、平成28年以降は試験区の方が高い値を示し、平成29年には試験区が有意に高くなった。

試験最終年度の平成29年には粗たんぱく質含量と粗灰分含量で慣行区が有意に高く、粗繊維とTDNは試験区の方が有意に高い値を示し、すべての項目で有意差が認められた。

表5に試験6年間における2番草の粗蛋白質、粗灰分、粗繊維、TDNの分析結果を示した。

粗蛋白質含量は試験最終年に慣行区が有意に高い値を示したが、平成24年から平成28年には有意差は認められず、値の傾向も年次によってばらついた。

粗灰分含量は平成24年から平成28年まで試験区が有意に高く、平成29年も有意差は認められないが、試験区の方が高い値を示した。

粗繊維含量は試験期間全期間を通して試験区の方が高い傾向にあったが、平成29年以外は有意差は認められなかった。

TDN含量は平成24年から平成26年まで大きな差は認められなかったが、平成27年には慣行区が有意に高くなり、平成28年は有意差はなかったが、平成29年も慣行区が有意に高い値を示した。

表6に1番草のミネラル含量を示した。

リン酸含量は平成24年から26年は試験区の方が高い値で推移したが、平成27年から29年は慣行区が有意に高い値を示した。

カルシウム含量は平成24年は慣行区が有意に高い値を示したが、平成25年以降は試験区が高い値を示すものの、有意差は認められなかった。

マグネシウム含量は平成24年は慣行区が有意

に高い値を示したが、平成 25 年以降は大きな差認められなかった。

カリウム含量は年によってばらつきはあるものの、おおむね慣行区が高く、平成 29 年は慣行区が有意に高い値を示した。

表 7 に 2 番草のミネラル含量を示した。

リン酸含量は試験期間全期間を通して試験区の方が高かったが、有意差が認められたのは平成 28 年のみであった。

カルシウム含量は試験期間全期間を通して試験区が高い値で推移し、平成 25 年、27 年、28 年は試験区が有意に高い値を示した。

マグネシウム含量も試験期間全期間を通して試験区が高い値で推移し、平成 24 年、27 年、28 年

には有意差も認められた。

カリウム含量は平成 24 年から 27 年は有意差は認められないものの、試験区が高い値を示したが、平成 28 年および 29 年は慣行区が有意に高い値を示した。

ミネラルバランスは試験開始時には試験区の方が高く、その後平成 26 年までは試験区慣行区ともに大きな差はなく推移したが、平成 27 年以降は慣行区が試験区を上回った (図 2)。

試験区のミネラルバランスは、牛のグラスステタニー症発症リスクが高まるといわれている 2.2 (農林水産省 2007) を平成 28 年に下回り、平成 29 年も 2.2 を上回るものの、3 を超えない範囲で推移した (図 2)。

表 4 1 番草の飼料成分

		(%)			
		粗蛋白質	粗灰分	粗繊維	TDN
H24	慣行区	17.66 ± 2.17	6.61 ± 0.69	35.76 ± 0.50a	63.05 ± 1.03a
	試験区	14.46 ± 3.28	7.97 ± 1.47	32.22 ± 1.21b	59.84 ± 1.15b
H25	慣行区	13.70 ± 0.83a	6.24 ± 0.71	—	52.52 ± 0.77
	試験区	10.09 ± 1.45b	6.65 ± 0.63	—	51.53 ± 0.43
H26	慣行区	12.59 ± 2.35	6.09 ± 0.99a	34.01 ± 0.67	59.02 ± 1.80
	試験区	15.30 ± 0.69	7.52 ± 0.14b	32.95 ± 1.56	59.69 ± 1.11
H27	慣行区	17.08 ± 0.74a	7.08 ± 0.68	30.74 ± 0.25	59.12 ± 0.17a
	試験区	12.45 ± 2.76b	7.81 ± 0.47	34.19 ± 3.19	57.14 ± 1.32b
H28	慣行区	12.59 ± 4.04	8.16 ± 1.39	35.07 ± 1.08	57.20 ± 1.22
	試験区	15.30 ± 2.42	6.47 ± 0.77	35.91 ± 3.53	57.52 ± 1.01
H29	慣行区	19.93 ± 1.43a	8.61 ± 0.75a	30.98 ± 0.58a	60.66 ± 0.83a
	試験区	13.55 ± 1.45b	6.99 ± 0.44b	36.51 ± 1.18b	66.28 ± 0.83b

平均±標準偏差
異符号間に有意差あり ($P<0.05$)

表 5 2 番草の飼料成分

		(%)			
		粗蛋白質	粗灰分	粗繊維	TDN
H24	慣行区	13.98 ± 0.95	8.71 ± 0.72a	31.19 ± 2.13	58.69 ± 1.22
	試験区	14.58 ± 0.83	11.12 ± 0.31b	31.85 ± 0.61	58.10 ± 1.24
H25	慣行区	12.98 ± 1.23	7.38 ± 0.27a	—	50.54 ± 1.94
	試験区	11.90 ± 1.41	8.46 ± 0.43b	—	50.71 ± 1.26
H26	慣行区	14.04 ± 0.91	9.10 ± 1.17a	30.97 ± 0.24	59.90 ± 1.09
	試験区	16.47 ± 2.35	11.30 ± 0.99b	30.97 ± 0.67	60.59 ± 1.80
H27	慣行区	15.13 ± 0.73	9.67 ± 0.31a	31.75 ± 0.81	54.28 ± 0.29a
	試験区	13.37 ± 1.62	12.13 ± 0.43b	32.35 ± 1.34	53.23 ± 0.58b
H28	慣行区	12.29 ± 2.02	8.44 ± 0.43a	33.14 ± 0.69	54.44 ± 0.99
	試験区	14.22 ± 0.32	10.49 ± 1.09b	33.32 ± 0.74	55.82 ± 1.15
H29	慣行区	18.71 ± 4.56a	8.49 ± 0.84	27.02 ± 1.43a	62.94 ± 1.24a
	試験区	12.67 ± 3.03b	9.93 ± 0.88	30.13 ± 1.04b	58.91 ± 1.49b

平均±標準偏差
異符号間に有意差あり ($P<0.05$)

表6 1番草のミネラル含量

		(%)			
		リン酸	カルシウム	マグネシウム	カリウム
H24	慣行区	0.37 ± 0.03	0.29 ± 0.02a	0.19 ± 0.01a	3.00 ± 0.51
	試験区	0.39 ± 0.08	0.19 ± 0.06b	0.16 ± 0.01b	3.68 ± 0.88
H25	慣行区	0.24 ± 0.09	0.19 ± 0.04	0.15 ± 0.02	1.76 ± 0.27
	試験区	0.25 ± 0.02	0.24 ± 0.06	0.15 ± 0.01	1.76 ± 0.30
H26	慣行区	0.39 ± 0.04	0.17 ± 0.02	0.14 ± 0.01	2.35 ± 0.14
	試験区	0.61 ± 0.33	0.21 ± 0.08	0.17 ± 0.02	2.90 ± 0.57
H27	慣行区	0.63 ± 0.01a	0.19 ± 0.06	0.16 ± 0.01	2.79 ± 0.27
	試験区	0.49 ± 0.09b	0.22 ± 0.04	0.16 ± 0.01	2.60 ± 0.24
H28	慣行区	0.64 ± 0.06a	0.18 ± 0.04	0.17 ± 0.02	2.68 ± 0.54
	試験区	0.45 ± 0.07b	0.21 ± 0.02	0.17 ± 0.01	2.16 ± 0.53
H29	慣行区	0.73 ± 0.03a	0.15 ± 0.03	0.17 ± 0.00	3.71 ± 0.38a
	試験区	0.66 ± 0.04b	0.26 ± 0.07	0.18 ± 0.01	2.51 ± 0.17b

平均±標準偏差
異符号間に有意差あり ($P<0.05$)

表7 2番草のミネラル含量

		(%)			
		リン酸	カルシウム	マグネシウム	カリウム
H24	慣行区	0.39 ± 0.06	0.25 ± 0.06	0.24 ± 0.01a	3.68 ± 0.06
	試験区	0.47 ± 0.04	0.34 ± 0.21	0.29 ± 0.01b	4.29 ± 0.52
H25	慣行区	0.36 ± 0.01	0.21 ± 0.01a	0.17 ± 0.02	2.27 ± 0.32
	試験区	0.40 ± 0.04	0.26 ± 0.02b	0.19 ± 0.01	2.38 ± 0.23
H26	慣行区	0.47 ± 0.04	0.29 ± 0.01	0.19 ± 0.01	3.48 ± 0.81
	試験区	0.55 ± 0.08	0.33 ± 0.06	0.21 ± 0.01	3.82 ± 0.61
H27	慣行区	0.69 ± 0.06	0.29 ± 0.02a	0.20 ± 0.01a	4.02 ± 0.36
	試験区	0.90 ± 0.37	0.40 ± 0.03b	0.22 ± 0.01b	4.08 ± 0.44
H28	慣行区	0.53 ± 0.06a	0.23 ± 0.02a	0.18 ± 0.01a	3.49 ± 0.33a
	試験区	0.73 ± 0.06b	0.47 ± 0.08b	0.22 ± 0.01b	2.43 ± 0.44b
H29	慣行区	0.61 ± 0.06	0.27 ± 0.07	0.19 ± 0.02	3.76 ± 0.36a
	試験区	0.73 ± 0.12	0.39 ± 0.08	0.21 ± 0.01	3.01 ± 0.30b

平均±標準偏差
異符号間に有意差あり ($P<0.05$)

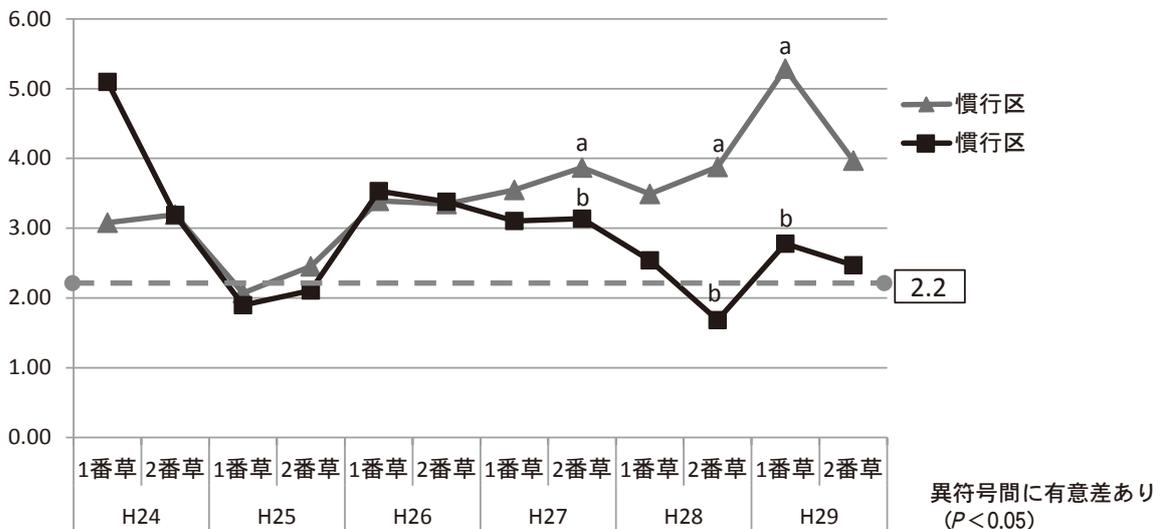


図2 ミネラルバランスの推移

3 土壌成分

表8に土壌分析の結果を示した。

pHは分析を実施したすべての年で試験区の方が高く、平成29年は試験区が有意に高い値を示した。また、試験区は試験開始から平成29年までpH 5.0を下回ることにはなかった。

有効態リン酸は平成24年と平成28年は慣行区が試験区より有意に高い値を示した。また、慣行区、試験区ともに毎年土壌中の有効態リン酸は増加する傾向が見られた。

土壌中のCaOは平成24年から26年は慣行区が試験区より高い値を示したが、平成28年および平成29年は試験区が慣行区を上回った。

土壌中のMgOは分析を実施したすべての年で慣行区が試験区より高い値を示したが、平成29年には試験区が慣行区より有意に高い値を示した。

試験区の土壌中K₂Oは試験開始年次で施肥前にあたる平成24年は9.40 mg/100gと低かったが、平成25年には27.56 mg/100gに増加し、その後も20 mg/100g以上であった。

慣行区の土壌中K₂Oは平成26年のみ試験区より低かったが、他の年は試験区より高い値を示した。

考 察

堆肥中の窒素は化学肥料と比較して肥効が緩やかであり、施肥当年にはすべての窒素が無機化せず、翌年以降に無機化するため、連用により窒素が蓄積されることが知られている(芝ら2006)。

本試験においても、堆肥中の窒素が施肥当年にすべて無機化せず、蓄積したことにより、試験3年目から試験区の収量が増加したものと考えられる。

松中ら(1983)によると土壌のpHが5.8以下の範囲では、pHが高いほど高収量であるため、慣行区に比べ試験区でpHが高かったことも、収量増加の要因の一つであったと考えられる。一般に、化学肥料を施用するとアンモニアが放出され、そのアンモニアが硝酸に変化することで土壌のpHが低下するが、堆肥を施用する際に放出されるアンモニアは化学肥料を施用した場合と比較してゆっくり放出されるため、化学肥料よりも土壌pHの低下が少ないと考えられている(西尾2007)。また、土壌のpHの変化を抑制する土壌緩衝能は堆肥の施用によって増加することが知られている(安西ら2001)。これらの効果により試験区のpHの方が高く維持されたと予想される。

また、平成28年以降は草地表層に堆肥の残存

表8 土壌成分分析結果

		pH (H ₂ O)	有効態リン酸 (mg/100g)		置換性塩基(mg/100g)		
			CaO	MgO	K ₂ O		
H24	慣行区	4.94 ± 0.24	27.12 ± 5.31a	144.60 ± 35.03	57.33 ± 18.45	23.37 ± 14.40	
	試験区	5.55 ± 0.95	13.61 ± 5.04b	136.40 ± 58.56	41.25 ± 13.84	9.40 ± 2.54	
H25	慣行区	4.73 ± 0.49	54.60 ± 9.97	188.07 ± 105.95	60.57 ± 16.21	35.33 ± 4.33	
	試験区	5.00 ± 0.25	40.76 ± 11.39	117.68 ± 65.50	46.38 ± 21.29	27.56 ± 10.13	
H26	慣行区	6.41 ± 1.33	—	144.58 ± 88.30	35.14 ± 9.43	14.58 ± 6.32	
	試験区	5.02 ± 0.41	—	110.09 ± 56.67	33.57 ± 14.27	23.20 ± 11.78	
H28	慣行区	4.70 ± 0.34	59.87 ± 4.09a	136.51 ± 32.95	44.47 ± 7.20	34.28 ± 8.22	
	試験区	5.78 ± 0.92	44.83 ± 5.82b	208.63 ± 250.06	38.60 ± 13.08	25.31 ± 12.63	
H29	慣行区	4.41 ± 0.29a	111.25 ± 16.61	123.07 ± 24.71	41.12 ± 3.15a	40.52 ± 21.50	
	試験区	5.38 ± 0.21b	93.50 ± 14.17	195.02 ± 64.08	51.08 ± 5.81b	24.03 ± 8.18	

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり($P<0.05$)

が確認でき、収穫物への堆肥混入の恐れがあったため、堆肥の施用を中止し、尿素のみの施肥へと変更したが、平成 28 年、29 年ともに試験区の方が収量が多くなったことから、数年間堆肥を連用したほ場には堆肥由来の養分が蓄積されており、尿素のみでも十分な収量を確保できることが確認できた。これは飼料作物の生産費低減に寄与する。

牧草中の粗蛋白質含量も収量と同様に平成 24 年から 25 年は慣行区の方が高いものの、平成 26 年には試験区が逆転する傾向にあり、これは蓄積された堆肥中の残存窒素による影響が考えられ、牧草中の粗蛋白質含量は窒素施肥量と比例するという報告（和泉ら 1982）と一致していたが、平成 27 年目以降は比例関係は確認できなくなった。また、TDN についても同様に窒素施肥量との関連は確認できなかった。

これは前述した窒素の蓄積による収量の増加と矛盾した結果であるが、牧草の収量は土壤の MgO 含量や P₂O 含量と密接に関係しているという報告があり（松中ら 1983）、収量増加には窒素だけでなく、様々な要素が重なっていたと考えられる。

また、牧草中の粗蛋白質含量が窒素施肥量と比例するという報告は化学肥料によるものであり、堆肥中の窒素は様々な形で存在し、それらの無機化パターンも温度や堆肥の原料の影響などを受け変化するため（荒巻ら 2007、石橋ら 2014）、化学肥料施肥時とは同じにならなかった可能性も考えられる。

牧草中のリン酸含量は、試験開始時の平成 24 年より、試験後半の方が高くなる傾向が、慣行区試験区ともに確認でき、土壤中の有効態リン酸も同様であったため、土壤中の有効態リン酸含量が牧草中のリン酸含量に影響を及ぼしたことが示唆される。

土壤中の CaO および MgO 含量は試験後半の平成 28 年、29 年に増加傾向にあり、堆肥中に含ま

れているカルシウムおよびマグネシウムが、堆肥を連用することによって、土壤中に蓄積されることが示唆された。一方、家畜糞堆肥はカリウム含量が高めであり、本試験においても計算上堆肥由来のカリウムの投入量は 57.5 kg/10a と慣行区と比較して大幅に高い値であったが、土壤中の K₂O 含量は試験 2 年目に急増して以降大きな差は見られなかった。土壤中の K₂O の増加は平成 25 年の増加以降ほぼ確認できなかったが、土壤中の CaO および MgO が増加したため、牧草中のミネラルバランスが改善されたものと考えられる。

しかし、堆肥の連用によって土壤中の K₂O 含量は増加し（葉上ら 2009）、一般的にイネ科牧草はカリウムを贅沢吸収する性質があるため、堆肥を多量施肥すると牧草中のカリウム含量が増加することが報告されている（近藤ら 1979、佐藤ら 2010）。本試験で同様の影響が見られなかったことは今後検討する必要がある。

黄色土において土壤中の K₂O は積算余剰カリウム量の増加に伴い、溶脱量が急増する事が報告されており（糟谷ら 2011）、カリウムが多量に投入されている本試験においてもカリウムの急激な溶脱があった可能性が否定できない。また、本試験を実施した羽後町は県内でも有数の積雪地帯であり、積雪深は 100 cm 以上あり、多い年には 160 cm にも及ぶ。そのため、土壤に蓄積された養分が雪解け時に地下浸透した可能性も考えられる。

堆肥の施用による環境負荷については、堆肥を窒素成分で化学肥料の 50% 代替しても硝酸態窒素濃度は水道水の環境基準を上回らなかったことを確認しているが（秋田県 2017）、ミネラル分の流亡については確認しておらず、これらも今後確認する必要がある。

本試験において、堆肥を化学肥料の窒素の 25% 代替し、窒素単体肥料と組み合わせて施肥することで、慣行と同等の収量を確保し、ミネラ

ルバランスを改善させることが確認できた。

しかし、前述したように堆肥は畜種や副資材によって成分が異なるため、その施用には堆肥の成分分析や、土壌分析などを実施し、施用量に留意する必要がある。

定期的に土壌分析を実施し、堆肥と窒素単体肥料を組み合わせることで牧草を生産することは、生産費の低減だけでなく、近年問題になっている土壌への過剰な養分蓄積を防ぐことが期待できる。

今後はオーチャードグラス以外の草種でも同様の効果が確認できるか、また、土壌の種類の影響や積雪による土壌中のミネラル分の溶脱について検討する事が必要と考えられる。

引用文献

- 秋田県. 2016. 秋田県家畜排せつ物利用促進計画. 秋田県農林水産部. 秋田. 2.
- 秋田県. 2017. 秋田県堆肥利活用マニュアル～持続的な農業生産のために～. 38. 秋田県, 秋田. 安西徹郎, 犬伏和之, 梅宮善章, 後藤逸男, 妹尾啓史, 筒木 潔, 松中照夫. 2001. 土壌学概論. 第1版. 32-36. 朝倉書店. 東京.
- 荒巻幸一郎, 山本富三, 小山太, 渡邊敏朗, 荒木雅登, 満田幸恵. 2007. 県内家畜ふん堆肥の窒素無機化特性. 福岡県農業総合試験場研究報告 26, 35-40.
- 葉上恒寿, 高橋良学, 佐藤喬, 中野亜弓, 佐藤千秋, 小田島ルミ子, 新毛晴夫, 小野剛志, 多田勝郎. 非アロフェン質黒木土における有機物連用効果. 岩手県農業研究センター研究報告 9, 1-19.
- 石橋英二, 藤原宏子, 鷲尾建紀, 大家理哉. 2014. 堆肥等有機資材からの窒素無機化率の推定における反応速度論的手法の新たな改正方法の提案. 日本土壌肥料科学雑誌 85, 4, 362-368.
- 石田頼子, 金和裕, 佐藤善政, 佐藤寛子, 金田吉弘. 2011. 秋田県内で製造されている堆肥の窒素・リン酸・カリの化学肥料代替量. 秋田県農林水産技術センター農業試験場 研究時報 50, 7-8.
- 和泉康史, 黒沢弘道, 石田亨, 尾上貞雄, 小倉紀美, 蒔田秀夫. 1982. 窒素施肥量が牧草サイレージの飼料価値に及ぼす影響. 日本畜産学会報 53, 313-320.
- 自給飼料品質評価研究会編. 2009. 粗飼料の品質評価ガイドブック. 三訂版.
- 糟谷真宏, 荻野和明, 廣戸誠一郎, 石川博司, 鈴木良地. 2011. 牛ふん堆肥または豚ふん堆肥を連用する黄色土野菜畑における5年間の養分動態. 愛知県農業総合試験場研究報告 43, 137-149.
- 近藤熙, 石井和夫, 杉原進. 1979. 混播草地に対する牛ふん厩肥の連年多量施用. 東北農業試験場研究報告 60, 41-62.
- 松中照夫, 小関純一, 松代平治, 赤城仰哉, 西陰研治. 1983. 根室地方の採草地における植生, 施肥量, 土壌の化学性が生草収量に及ぼす影響. 北海道立農業試験場集報 49, 22-31.
- 日本土壌協会. 2001. 土壌, 水質及び植物体分析法. 西尾道徳. 2007. 堆肥・有機質肥料の基礎知識. 第1刷. 58. 社団法人農山漁村文化協会. 東京.
- 農林水産省. 2007. 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. 2019. 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. [2019,11,13 引用]. URL: http://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l1_siryo/attach/pdf/index-401.pdf.
- 大槻和夫 (2001) 飼料のTDNの推定. 改訂粗飼料の品質ガイドブック (自給飼料研究会編), 日本草地畜産種子協会, 東京, 77-83.
- 佐藤寛子. 2006. 耕種農家が求める家畜堆肥

- 生産技術の確立. 秋田県畜産試験場研究報告 21, 22-28.
- 佐藤寛子, 渡邊潤, 加藤真姫子, 植村鉄矢. 2012. 地域内有機質資源を活用した持続的農業生産技術の確立(第5報)ー牧草生産における堆肥と化学肥料の組み合わせ利用技術の検討ー. 秋田県畜産試験場研究報告 26, 7-9.
- 佐藤義人, 芦田倫子, 村田憲昭. 2010. 採草地への堆肥施肥の影響. 東北農業研究 63, 87-88.
- 芝宏子, 森次真一, 大家理哉, 石橋英二, 藤本寛, 高梨純一. 2006. 牛ふん堆肥の連用による土壌窒素無機化パターンの変化. 近畿中国四国農業研究成果情報.
- 山口武則, 原田靖生, 築城幹典. 2000. 家畜ふん堆肥の製造・利用の現状とその成分的特徴. 農業研究センター研究資料 41, 1-178.

飼料作物奨励品種選定試験

—オーチャードグラス（利用3年目）—

鈴木人志・西野 瞭・渡部一弥・佐藤 楓・

由利奈美江^{*1}・渡邊 潤^{*2}・佐藤寛子^{*3}・谷津英樹^{*4}

^{*1} 現：秋田県南部家畜保健衛生所, ^{*2} 現：秋田県立大学,

^{*3} 現：秋田県秋田地域振興局, ^{*4}：雪印種苗株式会社

要 約

本県環境に適応した能力の高いオーチャードグラスの品種を、秋田県飼料作物奨励品種として選定するため、高糖含量有望系統である「東北8号OG」、「北海32号」に着目し、標準品種として「はるねみどり」を、比較品種として「ナツミドリ」を加えた計4品種・系統について生育・収量特性を調査したところ、「東北8号OG」および「北海32号」は「はるねみどり」と同等の収量性があることを確認した。

また、「東北8号OG」、「北海32号」は病害に強いことが確認され、高糖含量の指標となる水溶性炭水化物（以下、WSCという。）含量も高いことから、秋田県内において有用性の高い品種であることが確認できた。

緒 言

オーチャードグラスは北海道、東北を中心に利用されており、本県でも重要な基幹草種として広く利用されているイネ科牧草である。オーチャードグラスはチモシーよりも刈り取り後の再生力に優れており、年間3～4回の収穫が可能なこと（雪印種苗株式会社 2007-2014）から、集約的に牧草生産したい経営体に適する草種である。

一方、オーチャードグラスの越冬性は一般的にチモシーよりも劣る（雪印種苗株式会社 2007-2014）と言われているが、品種改良による改善が進んできていること、チモシーに比べ出穂時期が早いことから、本県が梅雨入りする前に良質な一番草を収穫するには最適な品種と考えられる。さらに、耐倒伏性に優れる、高温干ばつに強いなどの特性の他、栄養価の高い品種の開発も進んできている。今後の本県粗飼料生産の高品質化に寄与することが期待される草種である。

そこで新たに開発された高糖含量系統のオー

チャードグラス品種の秋田県における地域適応性試験を実施し、秋田県飼料作物奨励品種の選定に必要な生育特性および収量に関するデータを得ることを目的とした。また、オーチャードグラスの収量は利用2～3年目に最も高くなる傾向があることから、利用3年目の結果を中心に報告する。

なお本試験は、平成28年の播種から令和元年まで実施したものであり、併せて国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産研究部門が主体となって実施している農林水産省委託プロジェクト研究「栄養収量の高い国産飼料の低コスト生産・利用技術の開発」の補助を受けて取り組んだものである。

材料および方法

1 試験ほ場概要

試験ほ場は、1区画当たり3m×3m=9㎡とし、秋田県畜産試験場内（大仙市）に、各品種4反復の乱塊法により設置した。ただし、「東北8

号OG] 1区画は排水条件が悪く生育が著しく損なわれるほ場であったためデータから除外した。

2 供試品種および播種量

高WSCとされる①「東北8号OG」、②「北海32号」を試験区に配置、標準品種として③「はるねみどり」、比較品種として④「ナツミドリ」を配置、計4区で試験を行った。播種日は平成28年10月7日、播種量は、発芽率で補正を行い①～③は3.6 g/m²、④は3.0 g/m²とし、播種方法は散播とした。

3 施肥量

施肥量は、早春N-P-Kそれぞれ10 kg/10 aとし、1番草および2番草終了後はN-P-Kそれぞれ5 kg/10 aとし、いずれも全面散布を行った。

4 調査項目

調査は、平成31年4月9日に越冬性について、同年4月23日、令和元年5月9日に中間調査として草丈について、同年5月27日（1番草）、同年7月22日（2番草）、同年9月13日（3番草）に、草丈・生収量・乾物収量・倒伏程度・出穂程度・病害程度について調査を実施した。

またWSC含量は、当场で採取したサンプルを雪印種苗株式会社北海道研究農場に送付し、分析調査を依頼した。

5 統計処理

調査データは、一元配置分散分析による有意差検定を行った。

結 果

1. 栽培期間中の気象の特徴

平成30年10月から令和元年9月まで当场から近隣地点（大曲）の気象庁データをもとに、旬別の

平均気温、日照時間、降水量を図1から3に示した。

1) 気温（図1）

平均気温は、10月以降2月上旬までは概ね平年並みで推移し、2月中旬から3月下旬にかけて高めに推移したことから雪解けが早めに進んだ。4月に寒の戻りはあったものの、4月下旬から収穫適期である5月下旬～6月上旬にかけて気温は高めに推移した。梅雨時となる6月中旬から7月中旬にかけては気温は平年並みであったが、梅雨明けとなった7月下旬から8月中旬にかけてはかなりの高温状態が続いた。9月上旬も高温状態となったが、9月中旬以降はほぼ平年並みで推移した。

2) 日照時間（図2）

日照時間は10月以降2月中旬まではほぼ平年並みで推移した。2月下旬から3月上旬にかけては日照時間が平年より長くなり雪解けが早まった。3月下旬から4月上旬は寒の戻りで日照時間が短くなったが、4月から9月にかけては、総じて日照時間が長い状態で推移した。

3) 降水量（図3）

10月下旬、8月上旬は多くなったものの、5月中旬および7月上旬、下旬は極端な少雨となった。全体では10月から9月にかけて、少なめに推移した。

2. 生育特性

1) 越冬性

表1に示すとおり、越冬性はほぼ差がなかった。

2) 出穂始期

出穂始期は「ナツミドリ」がやや早い5月16日で、続いて「はるねみどり」が5月18日、「東北8号OG」が5月19日、「北海32号」が5月20日であった。

3) 病害程度

病害程度は、1番草では、「ナツミドリ」がやや高い数値であったものの、各品種ともほとんど

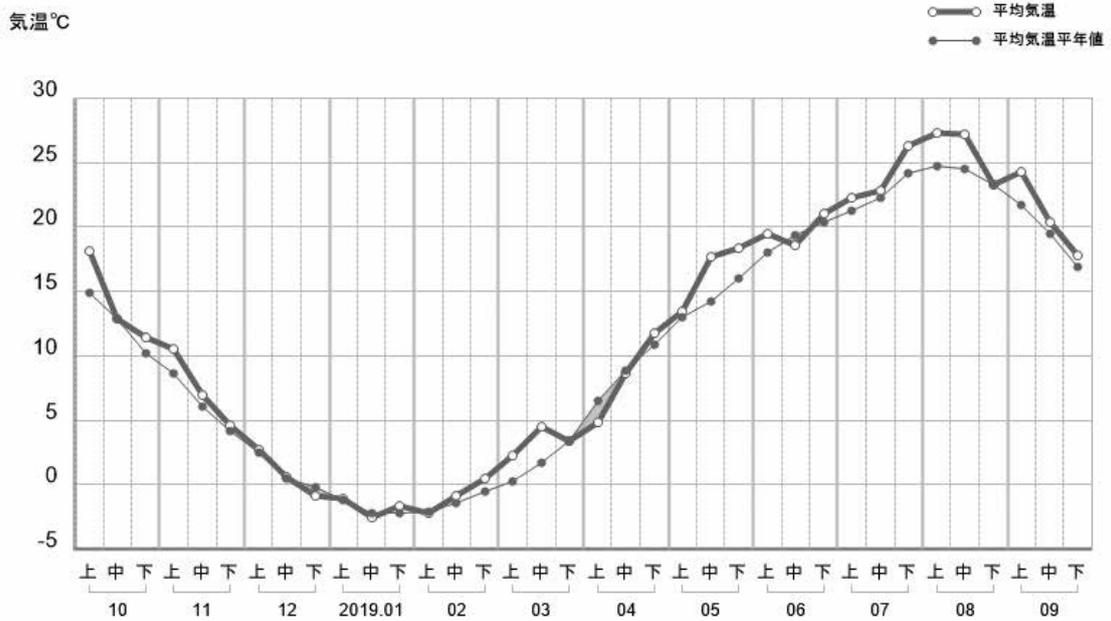


図1 旬別日照気温（大曲）

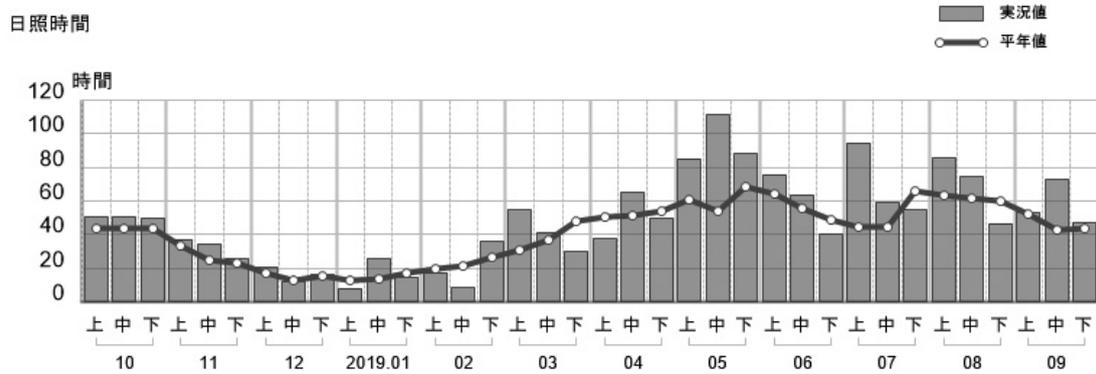


図2 旬別日照時間（大曲）

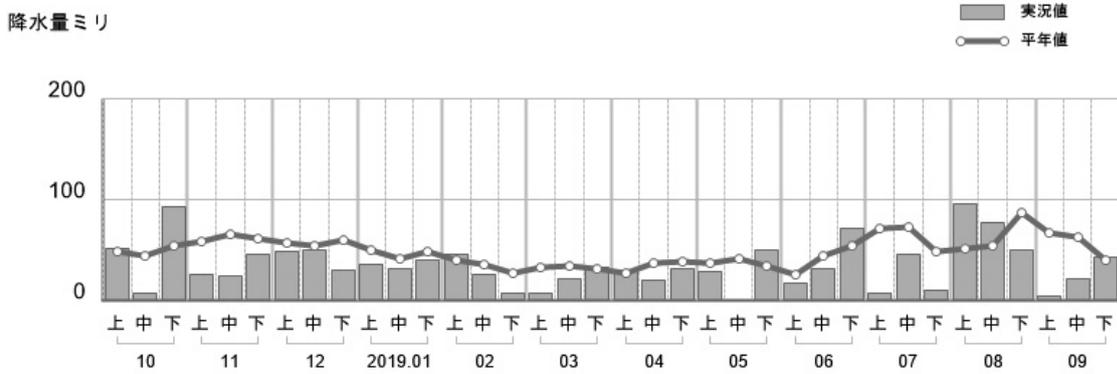


図3 旬別降水量（大曲）

差がなく低い値であった。高温状態が続いた2番草では、「東北8号OG」が「はるねみどり」、「ナツミドリ」に対して有意に少ない値となった ($p<0.05$)。3番草では、「東北8号OG」が、「北海32号」、「はるねみどり」、「ナツミドリ」に対してそれぞれ有意に低い値を示した ($p<0.05$)。

1～3番草の平均では、「東北8号OG」は「はるねみどり」、「ナツミドリ」に対し有意に低い値を示し ($p<0.05$)、「北海32号」は「ナツミドリ」に対し有意に低い値を示した ($p<0.05$)。

4) 1番草の生育ステージ

5月に高温で日照時間が長く推移したことから、1番草刈取調査時の生育ステージが早まり、表2に示すとおり、「北海32号」、「はるねみどり」、「ナツミドリ」では一部で開花がみられた。

5) 倒伏程度

倒伏程度は、1番草では「東北8号OG」が他の3品種に対し有意に高くなった ($p<0.05$)。2番草では「東北8号OG」、「北海32号」、「はるねみどり」の3品種が、「ナツミドリ」に対し高い傾向がみられた ($p=0.08$)。3番草は各品種において倒伏はみられなかった。1～3番草の平均では、「東北8号OG」、「北海32号」、「はるねみどり」の3品種が、「ナツミドリ」に対し有意に高くなった ($p<0.05$)。

6) 草丈の推移

表3に草丈の推移を示した。1番草収穫前の中間調査①では、「東北8号OG」が他の3品種に対し2.1～2.5 cm高い値を示した。中間調査②では、「東北8号OG」が他の3品種に対し5.7～6.9 cm高い値を示した。1番草では、「はるねみどり」が他の3品種に対し4.4～5.1 cm低い値を示した。2番草では、「東北8号OG」が他の3品種に対し、6.0～15.2 cm高い値を示した。3番草では、「ナツミドリ」が他の3品種に対し、4.5～6.1 cm低い値を示した。1～3番草平均では、「東北8号OG」が高く、次いで「北海32号」、「はるねみど

り」、「ナツミドリ」の順となった。

7) 生草収量および乾物収量

収量を表4に示した。1番草は、生草収量では「東北8号OG」がやや低い値となった。乾物収量では各品種ともほぼ同等の収量が得られた。2番草は、「東北8号OG」、「ナツミドリ」でやや低い値を示した。3番草は各品種ともほぼ同等の収量が得られた。1～3番草の合計収量は、生草収量では「東北8号OG」がやや低い値を示したが、乾物収量では各品種ともほぼ同等の数値を示した。

8) 利用3年間の収量比較

表5に利用1年目から3年目までの合計収量の推移を示した。平成28年10月に播種を行い、利用1年目である平成29年度は、「東北8号OG」が生草および乾物収量においてやや高い数値を示した。利用2年目である平成30年度は、「はるねみどり」がやや高い数値を示し、他の3品種はほぼ同等の数値であった。利用3年目である令和元年度は、上記に示すとおりの結果となった。3年平均では、生草収量は「ナツミドリ」が他の3品種に比較してやや低い数値となったが、乾物収量は各品種ともほぼ同等の収量となった。

9) WSC含量

表6に平成30年のWSC含量を示した。1番草は「東北8号OG」および「北海32号」は、「はるねみどり」および「ナツミドリ」に比較して、2.0%～5.0%高い数値を示した。2番草は「ナツミドリ」がやや低く、他の3品種はほぼ同等の数値となった。3番草は「東北8号OG」および「北海32号」は、「はるねみどり」および「ナツミドリ」に比較して、0.7～1.5%高い数値を示した。1～3番草平均では、「東北8号OG」および「北海32号」は、「はるねみどり」および「ナツミドリ」に比較して、1.0～2.6%高い数値を示した。

表1 生育特性①

	越冬性 ¹⁾	出穂始期	病害程度 ²⁾			
			1番草	2番草	3番草	1~3番草平均
東北8号OG	8.0 ± 0.0	5/19	1.3 ± 0.5	4.0 ± 0.5 a	1.0 ± 0.0 a	2.1 ± 0.3 a
北海32号	8.0 ± 0.0	5/20	1.0 ± 0.0	5.0 ± 1.6 ab	2.3 ± 0.4 b	2.8 ± 0.6 ab
はるねみどり	8.0 ± 0.0	5/18	1.0 ± 0.0	6.0 ± 0.7 b	2.8 ± 0.4 b	3.3 ± 0.1 b
ナツミドリ	7.5 ± 0.9	5/16	1.8 ± 0.8	6.8 ± 0.4 b	3.3 ± 0.8 b	3.9 ± 0.3 c
調査日	H31/4/9	—	R1/5/27	R1/7/22	R1/9/13	—

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり($P < 0.05$)

1)極不良を1、極良を9とする

2)無または微を1、甚を9とする

表2 生育特性②

	1番草の 生育ステージ	倒伏程度 ¹⁾			
		1番草	2番草	3番草	1~3番草平均
東北8号OG	出穂期	3.0 ± 0.0 a	3.3 ± 0.9	1.0 ± 0.0	2.4 ± 0.3 a
北海32号	出穂期(一部開花)	1.0 ± 0.0 b	3.3 ± 1.5	1.0 ± 0.0	1.8 ± 0.5 a
はるねみどり	出穂期(一部開花)	1.0 ± 0.0 b	3.0 ± 1.2	1.0 ± 0.0	1.7 ± 0.4 a
ナツミドリ	出穂期(一部開花)	1.0 ± 0.0 b	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0 b
調査日	R1/5/27	R1/5/27	R1/7/22	R1/9/13	—

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり($P < 0.05$)

1)無または微を1、甚を9とする

表3 草丈の推移

	草丈(cm)					
	中間調査①	中間調査②	1番草	2番草	3番草	1~3番草平均
東北8号OG	23.6 ± 0.6	65.8 ± 3.3	117.8 ± 2.8	99.0 ± 6.6	90.5 ± 1.3	102.4 ± 1.7
北海32号	21.1 ± 0.8	60.1 ± 1.7	117.3 ± 3.8	93.0 ± 5.1	89.8 ± 4.9	100.0 ± 3.5
はるねみどり	21.3 ± 1.9	58.9 ± 1.9	112.9 ± 3.4	87.4 ± 4.9	88.9 ± 4.1	96.4 ± 2.6
ナツミドリ	21.5 ± 1.3	60.1 ± 4.8	118.0 ± 3.2	83.8 ± 6.4	84.4 ± 6.7	95.4 ± 4.2
調査日	H31/4/23	R1/5/9	R1/6/3	R1/7/22	R1/9/13	—

平均±標準偏差

表4 収量

	生草収量(kg/a)				乾物収量(kg/a)			
	1番草	2番草	3番草	合計	1番草	2番草	3番草	合計
東北8号OG	265.8 ± 12.0	133.3 ± 9.4	130.0 ± 14.1	529.2 ± 9.6	61.9 ± 4.2	36.6 ± 1.8	28.5 ± 3.5	127.0 ± 2.9
北海32号	301.9 ± 44.7	146.3 ± 23.3	141.3 ± 12.9	589.4 ± 42.3	61.1 ± 7.4	39.0 ± 4.9	30.6 ± 1.8	130.7 ± 8.5
はるねみどり	293.8 ± 31.7	146.3 ± 26.8	140.0 ± 36.2	580.0 ± 61.9	61.7 ± 4.3	39.5 ± 6.7	29.8 ± 7.3	131.1 ± 10.7
ナツミドリ	281.9 ± 26.2	125.0 ± 14.6	136.3 ± 23.3	543.1 ± 54.9	65.0 ± 5.8	35.6 ± 3.0	29.9 ± 3.8	130.5 ± 10.6
調査日	R1/5/27	R1/7/22	R1/9/13	—	R1/5/27	R1/7/22	R1/9/13	—

平均±標準偏差

表5 利用3年間の合計収量の推移

	生草収量(kg/a)				乾物収量(kg/a)			
	平成29年度	平成30年度	令和元年度	平均	平成29年度	平成30年度	令和元年度	平均
東北8号OG	424.7 ± 24.6	451.7 ± 53.1	529.2 ± 9.6	468.5 ± 28.9	84.7 ± 7.0	102.1 ± 11.6	127.0 ± 2.9	104.6 ± 4.9
北海32号	378.3 ± 46.3	455.0 ± 46.5	589.4 ± 42.3	474.2 ± 17.9	77.6 ± 7.8	101.6 ± 7.3	130.7 ± 8.5	103.3 ± 4.1
はるねみどり	378.8 ± 15.9	463.8 ± 48.0	580.0 ± 61.9	474.2 ± 28.9	76.1 ± 5.4	107.5 ± 12.1	131.1 ± 10.7	104.9 ± 3.5
ナツミドリ	361.4 ± 27.5	440.0 ± 18.4	543.1 ± 54.9	440.5 ± 32.0	78.6 ± 6.2	104.5 ± 2.5	130.5 ± 10.6	103.7 ± 6.2

平均±標準偏差

表6 WSC（水溶性炭水化物）含量（乾物中％）：生草

	WSC含量(%)			
	1番草	2番草	3番草	平均
東北8号OG	10.8	5.5	7.7	8.0
北海32号	11.2	5.9	7.4	8.2
はるねみどり	8.8	5.7	6.7	7.0
ナツミドリ	6.2	4.4	6.2	5.6

平成30年のサンプルを当畜試より提供、分析は雪印種苗北海道研究農場で実施。

考 察

越冬性については、各品種とも概ね良好であったことから、積雪の多い本県の気象条件に適する品種であると考えられる。

出穂始期については、5月に高温が続き日照時間が長く推移したこともあり、生育ステージが例年より早まったものと推察される。いずれも早生系統で5月下旬が収穫適期となったため、本県が梅雨入りする6月上～中旬までに適期刈取・収穫が十分に可能な品種である。

病害程度については、「東北8号OG」、次いで「北海32号」において、年を通して被害が少なかった。この2品種については、高温多湿などの影響で病害が多発しやすい夏場であっても病害への抵抗性が強いことが確認できた。

藤森ら（2019）によると、2番草での雲形病は「東北8号OG」、「北海32号」とともに「はるねみどり」より発生程度が低い、3番草での黒さび病は「東北8号OG」が最も発生程度が低く、次に「北海32号」、「はるねみどり」の順であった、との報告もあり、これは「東北8号OG」、次いで「北海32号」の病害への強さを裏付ける同様の結果が得られている。

倒伏程度については、「東北8号OG」が最も高い数値となったが、総じて3.3以内と低い数値であることから、年間を通じて収穫作業や牧草の品質に支障が出ることはないものと推察される。

草丈については、中間調査①および中間調査②では、「東北8号OG」が高い数値を示したことから、春先の低温時においても初期生育が良好であ

ることが確認できた。

利用3年間の生草収量については、1年目に「東北8号OG」が高くなり、3カ年平均収量では「東北8号OG」、「北海32号」、「はるねみどり」の3品種においてほぼ同等の収量が得られた。

利用3年間の乾物収量については、1年目に「東北8号OG」が高くなり、その後は4品種とも同等の収量で推移した。

藤森ら（2019）の報告によると、盛岡での「北海32号」の3年間の乾物収量は、「はるねみどり」比で1年目：106、2年目：108、3年目：107、「東北8号OG」の乾物収量は同じく「はるねみどり」比で1年目：113、2年目：117、3年目105であり、3年間平均では「東北8号OG」が「北海32号」よりも多収であった。ただし、3年目の収量が5%多収にとどまっており、これは3年目に例年とは異なる病気がすべての品種で多発したためとのことである。

これらのことから、「東北8号OG」および「北海32号」は、いずれも秋田県において十分に栽培定着可能な品種であることが実証できたものと考えられる。

また、「東北8号OG」および「北海32号」は、栄養面でも高い特性を持っていることが実証されている。

藤森ら（2019）によると、「北海32号」は北農研で育成された高糖含量系統であり、「東北8号OG」は、高糖含量系統を母材として東北農研において耐病性などで循環選抜をして育成した系統であるとの報告がある。

農林水産省委託プロジェクトの研究成果の中で、北海道・東北の当県を含む各試験研究機関で生産された「北海32号」および「東北8号OG」のWSCの成分は、「はるねみどり」、「ナツミドリ」よりも高いという分析結果が出ており、本県での平成30年のサンプルを基にWSC含量を調査した結果、「東北8号OG」および「北海32号」のWSC含量は、「はるねみどり」に対し1.0～1.2%高く、「ナツミドリ」に対し、2.4～2.6%高いことが確認された（農林水産省 2019）との報告がある。

サイレージの高品質化は材料草のWSC含量に大きく依存し、高品質が得られれば、乾物摂取量と栄養価が向上し、動物が摂取する養分量が増えるというメカニズムを明らかにした（増子ら 2009）との報告もあり、これら栄養価の高い品種の利用が家畜に与える経済効果・有用性は非常に高いものと考えられる。

オーチャードグラスは永年牧草であり、生産性を維持しながら、生産コストを下げていくためには更新後10年程度の利用を行う必要があると考えており、長期にわたる生産性を確認する目的で、引き続き同試験ほ場において利用4年目以降の収量性や発病程度について検証を行いたいと考えている。

引用文献

- 藤森雅博, 谷津英樹, 久保田明人, 秋山征夫, 横山寛, 眞田康治. 2019. 早生高WSC含量系統「北海32号」と「東北8号OG」の3年間の特性. 日本草地学会誌. 第65巻別号. 133.
- 増子孝義, 岡元英樹, 王鵬, 相馬幸作. 2019. 高品質牧草サイレージ調製の取組み. 日本草地学会誌. 第55巻1号. 56-68.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局. 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産研究部門. 2019. 農林水産省委託プロジェクト研究「収益力向上のための研究開発」（自給飼料分科会）栄養収量の高い国産飼料の低コスト生産・利用技術の開発. 平成30年度課題成績書. 69-71.
- 社団法人日本草地畜産種子協会. 2010. 牧草・飼料作物の品種解説. 31-39.
- 植村鉄矢, 藤田歩. 1996. 飼料作物奨励品種選定試験－牧草：オーチャードグラス(第1報). 秋田県畜産試験場研究報告. 11. 51-52.
- 雪印種苗株式会社. 2007-2014. 畜産技術情報ゆきたねネット. 雪印種苗株式会社. 札幌市. 2019.12.23. URL:<http://livestock.snowseed.co.jp/public/83495730/72678349306e7a2e985e/30aa30fc30c130e330fc30e930b9306e72796027306854c17a2e306b306430443066>

飼料用米給与による早期若齢肥育技術の開発（第2報）

佐々木航弥，相馬祐介*，渡部一弥，高橋利清

*現：秋田県雄勝地域振興局

要 約

本県肥育農家で利用されている飼料用米の給与を前提として、現行の出荷時期を4ヶ月程度短縮する肥育技術の開発を目的とした肥育試験を実施した。8ヶ月齢から去勢で24ヶ月齢，雌で26ヶ月齢まで肥育した区（早期肥育区）と，10ヶ月齢から去勢で28ヶ月齢，雌で30ヶ月齢まで肥育した区（慣行肥育区）の間で，肥育期間中の発育性及び出荷時の枝肉成績について調査した。その結果，早期肥育区において肥育前期の発育が有意に向上した。さらに，枝肉成績では，ロース芯面積，歩留基準値，BMSNo.，枝肉単価について早期肥育区で良好な結果となった。このことから，8ヶ月齢から肥育を開始することにより，出荷時期を4ヶ月短縮することができ，慣行肥育と同等の産肉性を有することが示唆された。

緒 言

近年，全国的な子牛市場価格の高騰による肥育素牛導入費の増加，及び輸入飼料価格の高止まりが続いている。この影響を受け，肥育農家においては肥育牛の生産費が増加しており，経営が厳しい状況にあるといえる。また，肥育牛の生産において，肥育期間の長期化は飼料費の増加及び出荷回転率の低下を招くとされており（橋元 2013），収益性低下の要因となる。こうした状況の中，肥育農家の経営を安定させるためには，肥育期間を短縮する肥育技術の開発が急務となっている。そこで，筆者らは前報（相馬ら 2018）において，現行の肥育期間を4ヶ月程度短縮する肥育技術の開発を目的とした育成・肥育試験として，子牛への代用乳による哺乳強化を実施し，肥育期間短縮に対する有効性を調査した。その結果，哺乳強化区において，と畜後の枝肉重量が大きくなる傾向にあり，枝肉販売時における収益性の向上が示唆された。このため，哺乳期における哺乳強化が肥育期間の短縮に有効であることが示唆された。

しかしながら，前報では試験区対照区ともに，従来の肥育開始時期である10ヶ月齢より2ヶ月

早い8ヶ月齢で肥育を開始したため，肥育開始時期の違いによる影響は検討されていない。そこで，本研究では，肥育開始時期の早期化が発育性及び枝肉成績に及ぼす影響について比較し，早期若齢肥育への有効性を検討した。

なお，本県では新たに「秋田牛」ブランドが創設されたが，その出荷条件の一つとして，肥育牛へ一定期間飼料用米を給与することが定められている。当场では，秋田牛としての肥育・出荷を想定した試験研究を実施しており，肥育牛における飼料用米の給与限界量や飼料用米を給与した肥育牛の発育性・産肉性等を調査し，飼料用米を給与しても肥育牛の発育性及び産肉性等が損なわれないことを報告している（千田，2014，2016）。本研究においても，これまでと同様に秋田牛としての肥育・出荷されることを想定し，今回の早期若齢肥育試験は飼料用米給与を前提とした試験としている。

材料と方法

1 供試牛及び試験区分

当場で生産された同一種雄牛産子である黒毛和種8頭について、早期肥育区及び慣行肥育区の2区を設定し、各4頭ずつ供試した(表1)。早期肥育区では、8ヶ月齢から肥育を開始して去勢で24ヶ月齢、雌で26ヶ月齢まで肥育し、慣行肥育区では、10ヶ月齢から肥育を開始して去勢で28ヶ月齢、雌で30ヶ月齢まで肥育した(表2)。

2 飼養管理

給与した飼料について、各月齢における一日当たりの給与量と、飼料の栄養成分をそれぞれ表3及び表4に示した。なお、肥育全期間で膨潤米を200 g/日給与した。

3 調査の項目と方法

1) 飼料摂取量

配合飼料および粗飼料について、肥育全期間中の採食量を調査した。

2) 体重

肥育全期間において、毎月1回測定した。

3) 血液生化学検査値

早期肥育区では、10ヶ月齢、16ヶ月齢、23ヶ月齢、慣行肥育区では12ヶ月例、16ヶ月齢、23ヶ月齢、27ヶ月齢に血液を採取し、富士ドライケム(富士フイルム、東京)により血液生化学検査を実施した。検査項目は、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ(AST)、 γ -グルタミルトランスペプチターゼ(GGT)、尿素態窒素(BUN)、総コレステロール(T-CHO)、中性脂肪(TG)、カルシウム(Ca)、無機リン(IP)、マグネシウム(Mg)、血糖(GLU)とした。

4) 枝肉成績

公益社団法人日本食肉格付協会より発行された牛枝肉格付明細書のデータを枝肉成績とした。

表1 供試牛の概要

No.	区分	頭数	性別	生年月日	血統		
					父	母の父	祖母の父
1	早期肥育	4	雌	H28.4.11	義平福	百合茂	白清85の3
2			雌	H28.4.19		平茂晴	平茂勝
3			雌	H28.5.10		華春福	安平
4			去勢	H28.6.4		北平安	平茂勝
5	慣行肥育	4	雌	H28.7.5	義平福	篤桜	美津照
6			雌	H28.7.15		華春福	安糸福
7			雌	H28.9.10		龍平	安福
8			去勢	H28.9.16		安平照	糸安福

表2 試験区分

区分	月齢(ヶ月)		
	肥育開始	出荷(去勢)	出荷(雌)
早期肥育	8	24	26
慣行肥育	10	28	30

4 統計処理

調査データについて、F検定による等分散を確認後、t検定により有意差検定を行った。なお、危険率5%未満で有意とした。

結果と考察

1 飼料摂取量

各区の肥育全期間における肥育日数と飼料摂取量を表5に示した。早期肥育では、慣行肥育区と比較して濃厚飼料が約650kg少なく、粗飼料は約50kg多かった。また、一日当たりの平均飼料摂取量は、濃厚飼料に差はなく、粗飼料については、0.3kg多い結果であった(表6)。

2 体重

肥育期間を表7のように前期、中期、後期の3つに区分した。その結果、一日当たりの平均増体量は、中期及び後期では早期肥育区と慣行区で有意な差は認められなかったが、前期では早期肥育区で有意に高かった(P<0.05)(表8)。また、肥育期間中の体重は、全期間を通して早期肥育区で慣行区を上回る推移を示していた(図1)。これは、早期肥育区で肥育前期における発育が優れていたことに起因するものと推察される。

3 血液生化学検査値

血液生化学検査の結果では、各項目について、有意な差は認められず、早期の肥育開始に伴う濃厚飼料多給による悪影響はみられなかった。

表3 各月齢における一日当たりの飼料給与量

区分	飼料	月 齢																																			
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30													
早期肥育	肥育用前期飼料	2.0	4.5	7.0	4.0 (終了)																																
	肥育用後期飼料				4.0	8.0	→	9.0	→	9.5	→	8.5	→					出荷(去勢)	→	出荷(雌)																	
	後期飼料*												0.3	→	0.5	→																					
	乾草	3.0		→	1.0 (終了)																																
	稲わら			1.0	→	2.5	1.5	→	1.0	→														→	→												
大豆粕	0.3		→	(終了)																																	
慣行肥育	肥育用前期飼料		2.0	4.0	6.0	3.0 (終了)																															
	肥育用後期飼料				3.0	8.0	→	9.0	→	9.5	→	9.0	→					出荷(去勢)	→	出荷(雌)																	
	後期飼料*												0.3	→	0.5	→	8.0	→										→	→								
	乾草		3.0	→	1.0 (終了)																																
	稲わら			1.0	→	2.0	→	1.5	→	1.0	→														→	→											
大豆粕		0.3	→	(終了)																																	

* ビタミンA含有

表4 給与飼料成分(肥育期)

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

表5 肥育全期間の平均飼料摂取量

区分	供試頭数 (頭)	肥育日数 (日)	飼料摂取量(kg)	
			濃厚飼料	粗飼料
早期肥育	4	520.3	4,030.8 ± 247.4	798.9 ± 49.7
慣行肥育	4	600.8	4,678.8 ± 611.2	751.2 ± 120.4

平均値±標準偏差

表6 一日当たりの平均飼料摂取量

区分	濃厚飼料	粗飼料
早期肥育	7.8 ± 0.3	1.5 ± 0.1
慣行肥育	7.8 ± 0.6	1.2 ± 0.1

平均値±標準偏差

表7 各肥育期間の区分

区分	前期	中期	後期
早期肥育	8~12	13~20	21~
慣行肥育	10~14	15~22	23~

表8 各肥育期間における一日当たりの平均増体量

区分	前期	中期	後期
早期肥育	0.99 ± 0.13	1.04 ± 0.12	0.75 ± 0.10
慣行肥育	0.77 ± 0.05	0.98 ± 0.13	0.73 ± 0.14

*有意差あり(P<0.05) 平均値±標準偏差

*有意差あり(P<0.05) 平均値±標準偏差

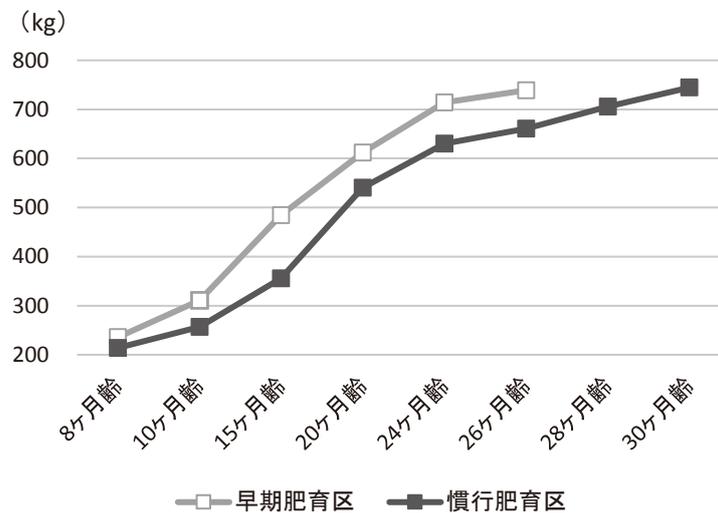


図1 肥育期間中の体重の推移

4 枝肉成績

枝肉成績を表9に示した。各区で有意な差は認められず、同等の結果であった。なお、有意な差はなかったものの、ロース芯面積、歩留基準値、

BMSNo.、枝肉単価については、早期肥育区の方が良好な結果であった。しかしながら、早期肥育区は慣行肥育区に比べ、肉色や、きめ・締まりの評価が低い枝肉が散見された。

表9 枝肉成績

区分	出荷月齢	枝肉重量 (kg)	ロース芯面積 (cm ²)	パラ厚 (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	歩留基準値 (%)	BMSNo.	枝肉単価 (円)
早期肥育	25.6 ± 0.8	472.8 ± 26.9	65.3 ± 5.5	8.8 ± 0.8	2.1 ± 0.2	76.0 ± 1.0	9.3 ± 2.8	2,297.5 ± 320.0
慣行肥育	30.3 ± 1.2	481.1 ± 46.3	60.5 ± 9.3	9.1 ± 0.6	2.9 ± 0.7	74.8 ± 1.2	7.5 ± 1.3	2,262.5 ± 236.2

BCSNo.	締まり	きめ
3.5 ± 0.6	4.8 ± 0.5	5.0 ± 0.0
3.8 ± 0.5	4.8 ± 0.5	4.8 ± 0.5

平均値±標準偏差

5 まとめ

本研究では、肥育牛生産における早期若齡肥育実施の有効性を調査した。その結果、肥育期間の短縮により濃厚飼料の摂取量が削減された。また、早期肥育は肥育前期の増体が優れるとともに、慣行肥育と同等の産肉性を有していた。このことから、早期肥育の実施は、飼料費の低減のほか、従来の産肉性を維持したままでの出荷回転率の向上により、生産性の向上に有効であることが示唆された。

今後は、早期肥育の例数を増やすとともに、ビタミンA濃度の推移や牛肉の食味・性状等について調査する予定である。

これまでも24ヶ月齢出荷を目指した早期若齡肥育の検討がなされているが、中武ら(2014a, 2014b)は早期肥育で枝肉重量及び肉質が劣る傾向にあることを報告しており、肉質の改善が課題とされている。本研究でも、早期肥育区で肉色やきめ・締まりの評価が低いものが散見されたため、今後は肉質を改善させるための最適な給与体系について検討する必要がある。

引用文献

相馬祐介, 千田惣浩. 2017. 黒毛和種における早期若齡肥育技術の開発(第1報). 東北農業研究 70: 59-60.

中武良美, 鍋倉弘良, 竹之山慎一. 2014a. 肥育開始月齢および出荷月齢の違いが黒毛和種肥育牛に及ぼす影響. 宮崎畜試研報 26: 17-21.

中武良美, 鍋倉弘良, 竹之山慎一. 2014b. 肥育開始月齢および出荷月齢の違いが黒毛和種肥育牛に及ぼす影響(第2報). 宮崎畜試研報 26: 22-26.

配合飼料へのユーグレナ (*Euglena gracilis*) の添加が比内地鶏の発育および肉質に及ぼす影響

力丸宗弘^{*1}・佐藤悠紀・青谷大希・鈴木健吾^{*2}・渡邊翔太^{*2}

^{*1} 現：秋田県農林水産部畜産振興課

^{*2} 株式会社ユーグレナ

要 約

本研究では、ユーグレナの給与が比内地鶏の発育および肉質に及ぼす影響を明らかにするため、初生から配合飼料へユーグレナを添加し、比内地鶏の発育調査と肉質分析を行った。ふ化時に体重測定後、比内地鶏の雌を26羽ずつ配合飼料のみを給与した対照区、配合飼料へユーグレナを1.25%添加した1.25%区、2.5%添加した2.5%区に分け、23週齢まで飼育した。1.25%区と2.5%区は対照区より4週齢体重および0-4週齢の平均日増体重が有意に高かったが、23週齢体重および0-23週齢の平均日増体重に有意な差は認められなかった。1.25%区はモモ肉中のラウリン酸、ペンタデカン酸、ヘプタデカン酸、2.5%区はラウリン酸、ミリスチン酸、ペンタデカン酸、ドコサヘキサエン酸が対照区と比較して有意に多かった。以上の結果から、ユーグレナの給与によって比内地鶏の発育に影響を及ぼさず、モモ肉中のドコサヘキサエン酸等の含量が高まることが示唆された。

緒 言

微細藻類は淡水や海洋環境に存在し、単細胞で光合成能力を有する藻類である。クロレラ (*Chlorella*) やスピルリナ (*Arthrospira*) はタンパク質をはじめビタミンやクロロフィルを豊富に含んでおり、早くから大量培養技術が確立され、健康食品、食品素材、化粧品、飼料添加物、水産餌料として広く利用されてきた (Priyadarshani and Rath, 2012; Dajana *et al.*, 2013)。また、微細藻類は化石燃料の代替になり得る点で、太陽光や風力といった他の再生可能エネルギーよりも優れていることから、近年はエネルギー資源としても改めて注目されている。

ユーグレナ (*Euglena*) は体長 0.05 mm 程の単細胞真核生物の一種であり、葉緑体により光合

成を行う植物の性質と鞭毛や細胞収縮により運動を行う動物的特徴を併せ持つ (図 1)。ユーグレナはビタミン、ミネラル、アミノ酸、脂肪酸など多くの栄養素を含んでおり、(中野ら 1995; Matsumoto *et al.*, 2009)、タンパク質含量が高く、アミノ酸スコアが同等である藻類のクロレラやスピルリナと比較して優れた栄養価を有し (北岡と細谷 1977)、細胞外膜はタンパク質が主成分であることから植物性の細胞と異なり消化率が高いこと (Nakano *et al.*, 1987) が知られている。このようにユーグレナは豊富な栄養素を有し、消化率が高いことから、栄養源や飼料として研究が進められてきた (北岡 1989; 中野ら 1998)。水産分野では、ユーグレナはリノール酸やアラキドン酸をはじめ n-3 系脂肪酸であるエイコペンタエン酸やドコサヘキサエン酸な



図1. ユーグレナ

どの高度不飽和脂肪酸を豊富に含む (Korn1964 ; 宮武ら 1985 ; 中野ら 1995) だけでなく、培養液に含まれる脂肪酸を取り込む性質を有し、培養条件によってドコサヘキサエン酸等を自由にコントロールできる (林ら 1993a) ことから、動物プランクトンの栄養強化飼料としての研究が盛んに行われてきた (佐藤ら 1984ab ; 林ら 1993b, 1995 ; 尾田ら 1995 ; Hayashi and Toda 1995 ; 石崎ら 1996)。

一方でユーグレナはクロレラやスピルリナと比較して培養手法が単純でなく、大量培養が困難であったが、近年、大量培養技術が確立され、多岐に渡る分野において研究が行われている。例えば、ユーグレナはパラミロンと呼ばれる β -1,3-グルカン結合を持つ物質を有しており、パラミロンは肝臓の保護作用 (Sugiyama *et al.*,2009), アトピー性皮膚炎の抑制 (Sugiyama *et al.*,2010), 大腸がんの抑制 (Watanabe *et al.*,2013) などの効果を有することが報告されている。畜産分野においては、ユーグレナをヒツジへ給与することによってタンパク質の消化率や蓄積率が向上すること (Aemiro *et al.*,2016) やメタンの生成量が抑制されること (Aemiro *et al.*,2017) が報告されている。しかしながら、ニワトリについては Choi *et al.* (2004a,b) がブロイラーと採卵鶏への給与について報告しているものの、知見が少なく、ユーグレナの給与がニワトリの

表1. ユーグレナの一般成分 (%)

水分	4.4
粗タンパク	34.2
粗脂肪	15.3
炭水化物	41.1
灰分	5.0

発育や肉質に及ぼす影響は明らかとなっていない。そこで本研究では、初生からユーグレナを配合飼料へ添加し、ユーグレナの給与が比内地鶏の発育および肉質に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

1 供試動物および飼養管理

秋田県畜産試験場においてふ化した比内地鶏の雌を供試した。ふ化したヒナは餌付けから4週齢までバタリー育雛器で飼育し、4週齢以降運動場が付随したパイプハウスで23週齢まで飼育した。飼料は4週齢まで前期 (CP21%以上, ME3,100 kcal/kg以上), 4~9週齢まで中期 (CP19%以上, ME2,900 kcal/kg以上), 9~23週齢まで仕上げ (CP16%以上, ME2,900 kcal/kg以上) 飼料を給与した。飼料および水は自由摂取とし、照明時間は自然日長とした。本研究における動物の取り扱いおよび飼養は「秋田県畜産試験場動物実験委員会」(平成27年度受付番号11)の承認を受けて行った。

2 試験飼料および実験計画

供試藻体は株式会社ユーグレナ (東京, 日本) から提供されたユーグレナグラシリス (*Euglena gracilis*) 粉末 (以下, ユーグレナ) を用いた。試験に用いたユーグレナの一般成分は表1に示したとおりである。

表 2. ユーグレナおよび仕上げ飼料の脂肪酸含量 (mg/100g)

		ユーグレナ	対照区	1.25%区	2.5%区
カブリン酸	C10: 0	10	—	1	1
ラウリン酸	C12: 0	340	—	9	6
ミリスチン酸	C14: 0	2,990	5	87	56
ミリストレイン酸	C14: 1	30	—	2	2
ペンタデカン酸	C15: 0	270	—	8	5
パルミチン酸	C16: 0	1,000	350	670	660
パルミトレイン酸	C16: 1	220	14	52	53
ヘプタデカン酸	C17: 0	80	3	7	6
ステアリン酸	C18: 0	230	110	150	150
オレイン酸	C18: 1	460	670	1,300	1,300
リノール酸	C18: 2(n-6)	190	1,100	1,600	1,500
α -リノレン酸	C18: 3(n-3)	80	60	110	110
γ -リノレン酸	C18: 3(n-6)	—	—	1	1
アラキジン酸	C20: 0	—	10	12	12
イコセン酸	C20: 1	20	7	13	13
イコサジエン酸	C20: 2(n-6)	240	1	7	5
イコサトリエン酸	C20: 3(n-6)	30	—	11	6
アラキドン酸	C20: 4(n-6)	390	2	14	10
イコサペンタエン酸	C20: 5(n-3)	70	2	7	7
ベヘン酸	C22: 0	—	5	7	6
エルカ酸	C22: 1	—	—	1	1
ドコサテトラエン酸	C22: 4(n-6)	260	—	8	5
ドコサペンタエン酸	C22: 5(n-3)	20	—	2	3
ドコサヘキサエン酸	C22: 6(n-3)	9	5	12	15
リグノセリン酸	C24: 0	30	10	11	11

ふ化時に体重測定後、配合飼料のみを給与した対照区、配合飼料へユーグレナを1.25%添加した1.25%区、2.5%添加した2.5%区に26羽ずつ割り当てた。ユーグレナおよび仕上げ飼料の脂肪酸含量は表2に示したとおりである。

3 発育成績

調査項目は生体重、平均日増体重、飼料摂取量、飼料要求率とした。体重は0,4,14,23週齢に測定した。平均日増体重は各週齢における体重から算出した。飼料摂取量は個体ごとの測定が困難であるため、群全体の飼料摂取量と羽数から算出した。飼料要求率は平均日増体重と飼料摂取量から算出した。

4 解体成績

23週齢に各区から6羽をランダムに抽出し、18時間絶食させた後、と体を解体し、正肉部位（モモ肉、ムネ肉、ササミ）、手羽先・手羽元、可食内蔵部位（心臓、肝臓、砂肝）および腹腔内脂肪の重量を測定した。歩留まり割合は絶食体重に対する各部位の重量から算出した。

5 肉質分析

肉質の分析にはモモ肉を用いた。モモ肉の重量を測定後、片側のモモ肉の皮を取り除き、モモ肉を家庭用のミートチョッパー（No.5-A, Veritas, 東京）でミンチした。肉色を測定後、

試料は一般成分および脂肪酸含量を分析するまで -30°C で保存した。

(1) モモ肉の肉色および腹腔内脂肪色

ミンチしたモモ肉および腹腔内脂肪の色値(L*値, a*値, b*値)には, 測色色差計(Z-1001DP, 日本電色工業株式会社, 東京)を用いて測定した。

(2) モモ肉の一般成分

水分は乾燥法(135°C で2時間)により測定した。粗タンパク質含量はケルダール法, 粗脂肪含量はエーテル抽出法により測定した。

(3) 飼料(ユーグレナ, 配合飼料)およびモモ肉の脂肪酸含量

肉1gに塩酸(8.3M)10mlを加え 75°C で加温後エーテル50mlを用いて液-液分配にて脂肪を抽出した。内部標準としてC11:0トリグリセリドを用いた。脂肪抽出後, 3-フツ化ホウ素メタノールを用いて誘導体化を行い, ガスクロマトグラフ(Agilent GC7890A アジレント・テクノロジー株式会社, カリフォルニア, アメリカ)にて測定した。カラム(SUPELCO SP-2560 $100\text{ m} \times 0.25\text{ m} \times 0.2\text{ }\mu\text{m}$ シグマアルドリッチジャパン合同会社, 東京)は 50°C (10分) $\rightarrow 1^{\circ}\text{C}/\text{分} \rightarrow 24^{\circ}\text{C}$ (30分) $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}/\text{分} \rightarrow 50^{\circ}\text{C}$ (10分)のプログラムで分析した。注入口温度は 225°C , 検出温度は 285°C とし, 搬送ガスはヘリウムで, 流量は $0.75\text{ ml}/\text{分}$ とした。クロマトグラムデータはAgilent Chemstation(信和化工株式会社, 京都)を用いて解析を行った。各脂肪酸のピークは標準脂肪酸試料の保持時間を比較することによって同定し, 内部標準C11:0と各脂肪酸ピーク面積の比から脂肪酸量を定量した。

6. 統計処理

肉質の分析には, 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Scheffeの多重比較検定を用いた。P値が0.05未満の時に試験区間の有意差とした。

結果および考察

本研究では, ユーグレナの給与が比内地鶏の発育および肉質に及ぼす影響を明らかにするため, 初生から配合飼料へユーグレナを1.25%および2.5%添加し, 比内地鶏の発育調査と肉質分析を行った。

ユーグレナに占める脂肪酸はAemiro *et al.* (2016)の報告と同様にミリスチン酸, パルミチン酸, オレイン酸, アラキドン酸, ラウリン酸が主であった(表2)。ユーグレナを添加した1.25%および2.5%区の仕上げ飼料では, これらユーグレナに多く含まれている脂肪酸の増加が認められた。

比内地鶏の発育成績を表3に示した。4週齢体重では1.25%区と2.5%区が対照区より有意に優れていた。0-4週齢における平均日増体重も4週齢体重と同様に1.25%区と2.5%区が対照区より有意に優れていた。ブロイラーにおいてもユーグレナを配合飼料へ0.25%, 0.5%, 1%添加することによって, 育雛前期の0-3週齢における平均日増体重や飼料要求率が対照区より優れる傾向にあることが確認されている(Choi *et al.*, 2004a)。ラットではユーグレナのタンパク質の消化率は93%に及び(細谷と北岡, 1977), ヒツジでは飼料の一部をユーグレナ粉末で代替すると, タンパク質の消化率が向上することが報告されている(Aemiro *et al.*, 2017)。これらの結果は, ユーグレナが消化性に優れることを示しており, タンパク質の要求量が高いニワトリの育雛前期において, ユーグレナのタンパク質が効率的に筋肉の合成に利用されていることを

表3. ユーグレナの給与が比内地鶏の発育成績に及ぼす影響

	対照区	1.25%区	2.5%区
ふ化時体重 (g) *	43.7±0.6	44.0±0.6	43.4±0.6
4週齢体重 (g) *	394.7±6.8 ^b	437.7±6.8 ^a	426.8±8.4 ^a
14週齢体重 (g) *	2,211.9±27.3	2,197.2±33.9	2,200.0±33.9
試験終了時(23週齢) (g) *	3,325.4±54.8	3,286.2±47.6	3,243.7±54.5
0-4週齢平均日増体重 (g/日/羽) *	12.5±0.2 ^b	14.1±0.2 ^a	13.5±0.3 ^a
4-14週齢平均日増体重 (g/日/羽) *	25.9±0.5	25.1±0.3	25.4±0.4
14-23週齢平均日増体重 (g/日/羽) *	17.7±0.5	17.3±0.6	16.6±0.6
0-23週齢平均日増体重 (g/日/羽) *	20.4±0.3	20.1±0.3	19.9±0.3
0-4週齢飼料摂取量 (g/日/羽)	28.0	28.0	27.4
4-14週齢飼料摂取量 (g/日/羽)	137.9	124.7	133.7
14-23週齢飼料摂取量 (g/日/羽)	167.8	166.8	154.3
0-23週齢飼料摂取量 (g/日/羽)	129.7	124.2	122.7
0-4週齢飼料要求率	2.20	1.99	2.00
4-14週齢飼料要求率	5.54	5.01	5.37
14-23週齢飼料要求率	8.31	8.26	7.64
0-23週齢飼料要求率	6.36	6.18	6.16
育成率 (%)	96.1	92.3	96.1

*, 平均値±標準誤差 (n=26)

a, b 異符号間に有意差あり (P<0.05)

表4. ユーグレナの給与が比内地鶏の解体成績に及ぼす影響 (%)

	対照区	1.25%区	2.5%区
と体重	93.5±0.5	93.7±0.2	92.5±0.6
モモ肉	19.4±0.1	19.1±0.4	19.0±0.1
ムネ肉	12.1±0.2	13.2±0.3	12.1±0.2
ササミ	3.1±0.2	3.4±0.1	3.2±0.3
肝臓	1.6±0.1	1.6±0.0	1.6±0.1
心臓	0.5±0.0	0.4±0.0	0.5±0.1
砂肝	1.8±0.1	2.0±0.2	1.6±0.1
腹腔内脂肪	5.8±1.0	4.3±0.5	5.7±0.8
手羽先	3.8±0.1	3.9±0.1	3.7±0.1
手羽元	3.3±0.1	3.4±0.1	3.2±0.1

平均値±標準誤差 (n=6)

解体成績 (%): (各部位の重量/絶食体重) × 100

示唆している。一方、試験終了時の23週齢体重に有意な差は認められなかったが、ユーグレナを添加した区では14週齢以降添加割合が高まるにつれて平均日増体重が低下する傾向を示した。ユーグレナはタンパク含量が高い一方で難消化性物質であるβ-1,3-グルカン結合を持つパラミロンを含む(北岡1989)。本研究では、群飼のため飼料摂取量については統計処理を行うこと

はできなかったが、4週齢以降の飼料摂取量を比較すると、対照区と比較して1.25%区と2.5%区の飼料摂取量が少ないことから、タンパク質の要求量が低くなる発育ステージでは、ユーグレナのタンパク質よりも難消化性であるパラミロンの長期間摂取が飼料摂取量や平均日増体重に影響を及ぼしている可能性がある。一方で Sugiyama *et al.* (2010) はパラミロンを0.1%か

表5. ユーグレナの給与が比内地鶏のモモ肉の色および腹腔内脂肪色に及ぼす影響

		対照区	1.25%区	2.5%区
モモ肉	L *値	53.3±0.6	50.6±0.7	52.4±0.4
	a *値	16.0±0.3	17.0±0.4	16.8±0.4
	b *値	16.4±0.4	16.1±0.7	17.6±0.7
腹腔内脂肪	L *値	68.3±0.5	67.5±0.8	65.8±0.7
	a *値	3.3±0.6	4.4±0.6	4.3±0.3
	b *値	32.2±1.4	30.5±1.6	34.7±1.7

平均値±標準誤差 (n = 6)

a, b 異符号間に有意差あり (P < 0.05)

表6. ユーグレナの給与が比内地鶏のモモ肉の一般成分に及ぼす影響 (%)

	対照区	1.25%区	2.5%区
水分	71.5±0.4	71.0±0.5	71.3±0.5
粗タンパク	20.7±0.2	21.0±0.1	20.6±0.2
粗脂肪	5.4±0.4	5.8±0.3	7.3±0.9

平均値±標準誤差 (n = 6)

ら1%添加した飼料をマウスへ経口投与しても体重は減少しないと報告している。この結果の違いは動物種あるいは添加割合、給与期間の違いによるものかもしれない。

解体成績については試験区間に有意な差は認められなかった(表4)。重岡ら(1986)はラットへユーグレナをタンパク質源とする飼料を給与して長時間飼育しても臓器重量に差がないことを報告している。これらの結果は、ユーグレナは比内地鶏の初期発育段階においては筋肉の合成に関与するかもしれないが、最終的には筋肉や臓器の重量に大きな影響を及ぼさないことを示唆している。これには日齢経過に伴うタンパク質の要求量が影響しているのかもしれない。タンパク質の要求量については同じニワトリでも地鶏とブロイラーで異なることから、ブロイラーではユーグレナが筋肉や臓器の重量に及ぼす影響は比内地鶏とは異なる可能性がある。そのため、ユーグレナの給与がニワトリの発育や筋肉重量に及ぼす影響を明らかにするためには、今後更に詳細な検討が必要であろう。

ユーグレナの給与が色に及ぼす影響について

は、ユーグレナの添加割合が高まるにつれて卵黄のロッシュカラーファンの値が高まることが報告されているが(Choi *et al.*, 2004b), 本研究ではモモ肉の色および腹腔内脂肪色に有意な差は認められなかった(表5)。また、モモ肉中の一般成分についても各区間に有意な差は認められなかった(表6)。

比内地鶏のモモ肉中の脂肪酸含量を表7に示した。1.25%区は対照区と比較してラウリン酸、ペンタデカン酸、ヘプタデカン酸、2.5%区はラウリン酸、ミリスチン酸、ペンタデカン酸、ドコサヘキサエン酸含量が有意に高かった。Choi *et al.* (2004a) はユーグレナを配合飼料へ1%添加してもムネ肉中のドコサヘキサエン酸含有率に有意な増加は認められないが、ドコサヘキサエン酸を強化したユーグレナを配合飼料へ1%添加することによって、ムネ肉中のドコサヘキサエン酸含有率が増加することを報告している。また、Choi *et al.* (2004b) は採卵鶏へドコサヘキサエン酸を強化したユーグレナを配合飼料へ1%添加することによって、卵黄中のドコサヘキサエン酸含有率が増加することを報告している。

表7. ユーグレナの給与が比内地鶏のモモ肉の脂肪酸含量に及ぼす影響 (mg/100g)

		対照区	1.25%区	2.5%区
カプリン酸	C10: 0	1.0±0.0	1.0±0.0	1.0±0.0
ラウリン酸	C12: 0	2.6±0.2 ^a	4.6±0.4 ^a	5.8±0.6 ^a
ミリスチン酸	C14: 0	45.6±3.9 ^b	62.0±4.7 ^{ab}	78.0±7.7 ^a
ミリストレイン酸	C14: 1	8.4±1.1	8.4±0.9	12.0±1.6
ペンタデカン酸	C15: 0	4.4±0.2 ^b	8.6±0.9 ^a	10.8±1.0 ^a
パルミチン酸	C16: 0	1720.0±162.5	1520.0±106.8	1620.0±162.5
パルミトレイン酸	C16: 1	404±60.8	300±23.7	380±55.6
ヘプタデカン酸	C17: 0	8.2±0.4 ^b	11.6±0.9 ^a	10.4±0.8 ^{ab}
ステアリン酸	C18: 0	540±40.4	494±22.0	470±24.1
オレイン酸	C18: 1	3220.0±302.3	2860.0±180.6	2960.0±237.9
リノール酸	C18: 2 (n-6)	1220.0±86.0	1360.0±92.7	1144.0±84.5
α-リノレン酸	C18: 3 (n-3)	47.6±2.7	63.2±7.8	54.0±6.8
γ-リノレン酸	C18: 3 (n-6)	10.6±1.0	11.8±0.6	13.0±1.9
アラキジン酸	C20: 0	6.8±0.8	6.8±0.5	6.2±1.1
イコセン酸	C20: 1	22.0±3.4	23.4±3.9	23.0±4.2
イコサジエン酸	C20: 2 (n-6)	6.6±0.9	7.8±0.8	7.4±1.8
イコサトリエン酸	C20: 3 (n-6)	11.8±1.9	13.2±1.6	13.6±4.7
アラキドン酸	C20: 4 (n-6)	136.0±5.5	138.0±8.4	138.0±13.0
イコサペンタエン酸	C20: 5 (n-3)	3.2±1.1	4.0±1.0	5.0±2.7
ベヘン酸	C22: 0	2.4±0.6	2.8±0.5	2.2±0.5
エルカ酸	C22: 1	1.0±0.0	1.2±0.5	1.6±0.6
ドコサテトラエン酸	C22: 4 (n-6)	21.8±1.8	25.6±5.5	25.2±5.6
ドコサペンタエン酸	C22: 5 (n-3)	8.6±1.5	11.6±2.4	11.6±1.5
ドコサヘキサエン酸	C22: 6 (n-3)	36.0±2.2 ^b	39.6±1.5 ^{ab}	44.8±5.5 ^a
リグノセリン酸	C24: 0	3.2±0.5	3.8±0.8	3.4±0.6
飽和脂肪酸		2333.6±204.0	2114.4±134.1	2207.4±194.7
不飽和脂肪酸		5157.6±400.7	4867.8±299.0	4833.2±380.6
一価不飽和脂肪酸		3655.4±360.9	3193.0±206.5	3376.6±295.8
多価不飽和脂肪酸		1502.2±88.0	1674.8±96.4	1456.6±108.1
n-6/n-3比		16.2±0.8 ^a	14.7±0.5 ^{ab}	13.1±0.5 ^b

平均値±標準誤差 (n =5)

a, b 異符号間に有意差あり (P < 0.05)

本研究においてもモモ肉中のドコサヘキサエン酸含量はDHAの摂取量と正の相関 $y=0.1955+0.0212x$ ($R^2=0.835$)を示し(図2), 2.5%区ではドコサヘキサエン酸含量が有意に増加した。また, 本研究ではユーグレナに含まれる他の脂肪酸(ラウリン酸, ミリスチン酸, ペンタデカン酸)含量も有意に増加した。しかしながら, 1.25%区と2.5%区では対照区と比較して飼料中のオレイン酸含量は最も増加しているにもかかわらず, 有意な差は認められなかった。

Kiyohara *et al.* (2011) は基礎飼料に異なる油脂(パーム油, コーン油, アラキドン酸油脂)を添加した飼料を比内地鶏に給与した結果, モモ肉中のアラキドン酸含量やドコサヘキサエン酸含量が変動することを報告しているが, オレイン酸含量に有意な差は確認されていない。また, 比内地鶏へアラキドン酸含量の異なる油脂を添加した飼料を比内地鶏へ給与した結果, 添加量の増加とともにモモ肉中のアラキドン酸含量は有意に増加するが, 飼料中のオレイン酸含量が

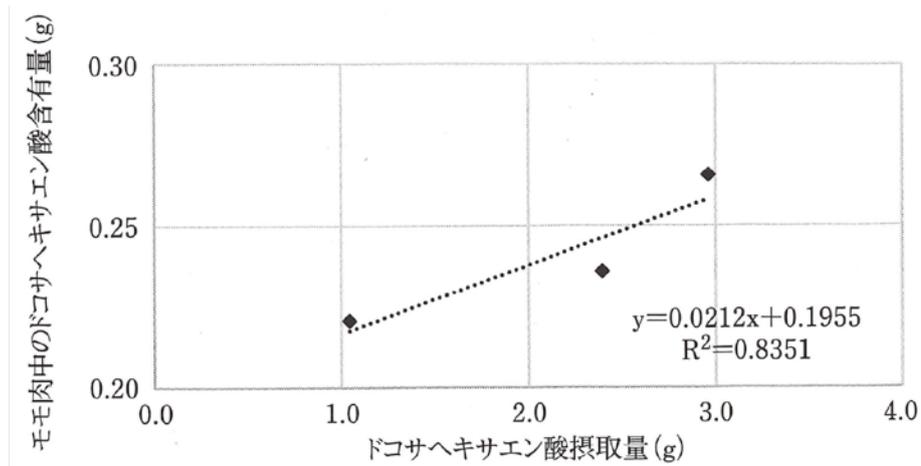


図2. ドコサヘキサエン酸の摂取量とモモ肉中のドコサヘキサエン酸含量の関係

増加してもモモ肉中のオレイン酸含量に有意な差は認められていない (カ丸ら, 2014). プロイラーにおいても同様の結果が Takahashi *et al.* (2012) によって確認されている. これらのことから, 飼料中の脂肪酸含量はそのままニワトリのモモ肉中の脂肪酸含量に反映するとは限らず, 脂肪酸代謝の違いがモモ肉中の脂肪酸含量に影響している可能性も考えられる. n-6/n-3 比については 2.5% 区が対照区より有意に低い値を示した. Choi *et al.* (2004a,b) は n-6/n-3 比については報告していないが, 脂肪酸組成の結果からユーグレナを添加することによって, 鶏肉中や卵黄中の n-6/n-3 比が低下していることが確認される. これらの結果は, ユーグレナを飼料に添加することによって, 肉中の脂肪酸含量や n-6/n-3 比を制御できることを示唆している.

以上の結果から, ユーグレナを比内地鶏へ給与することによって発育に大きな影響を及ぼさず, モモ肉中のドコサヘキサエン酸等の含量が高まることが示唆された.

謝 辞

本研究は, 株式会社ユーグレナが実施する「ローカルイノベーション誘発促進事業 (代表研究

機関: 株式会社ユーグレナ)」における共同研究として実施した.

本報告は日本家禽学会の許可を得て, 日本家禽学会誌, 第 56 巻第 J2 号 J55-J62 頁, 2019 年に掲載された論文を転載したものである.

引用文献

- Aemiro A, Watanabe S, Suzuki K, Hanada M, Uematsu K and Nishida T. Effects of *Euglena gracilis* supplemented to diet (forage : concentrate ratios of 60 : 40) on the basic ruminal fermentation and methane emissions in *in vitro* condition. *Animal Feed Science and Technology*, 212 : 129-135. 2016.
- Aemiro A, Kiiru P, Watanabe S, Suzuki K, Hanada M, Uematsu K and Nishida T. Effects of *Euglena gracilis* supplementation on nutrient intake, digestibility, nitrogen balance and rumen fermentation in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 225 : 123-133. 2017.
- Choi SW, Paik IK and Park BS. Effect of dietary supplementation of fresh water algae *euglena* on the performance and fatty acid composition of breast muscle of broiler chickens. *Korean Journal*

- of Poultry Science,31 : 273-281.2004a (In Korean).
- Choi SW, Paik IK and Park BS. Effect of dietary supplementation of fresh water algae euglena on the performance and egg quality and fatty acid composition of egg in laying hens. Korean Journal of Poultry Science,31 : 283-291.2004b (In Korean).
- Dajana JK, Jelica BS, Olivera BB, Aleksandra CM, Ivan LM. Algae in food and feed, Food and Feed Research,40 : 21-31.2013.
- 林雅弘・戸田享次・三澤嘉久・北岡正三郎. エイコペンタエン酸およびドコサヘキサエン酸強化 *Euglena gracilis* の調製. 水産増殖, 41 : 169-176.1993a
- 林雅弘・戸田享次・米司隆・佐藤修・北岡正三郎. ユーグレナ *Euglena gracilis* による生物餌料の強化とマダイ仔魚に対する飼料価値. 日本水産学会誌, 59 : 1051-1058.1993b.
- Hayashi M and Toda K. Supplemental effects of *Euglena gracilis* in a casein diet for *Penaeus japonicas*. Asian Fisheries Science, 8 : 201-209.1995.
- 石崎靖朗・竹内俊郎・渡邊 武・三橋直人・今泉圭之輔. ドコサヘキサエン酸およびタイプと含量が異なるビタミンEを取り込ませたユーグレナ強化ワムシによるブリ仔魚の飼育試験. 水産増殖, 44 : 517-525.1996.
- 林雅弘・戸田享次・金澤昭夫・北岡正三郎. マダイおよびヒラメ仔魚に対する微粒子飼料への添加効果. 栽培漁業技術開発研究, 23 : 103-107.1995.
- 細谷圭助・北岡正三郎. *Euglena gracilis* タンパク質の人工消化実験およびネズミ飼育試験による栄養価の決定. 日本農芸化学会誌, 51 : 483-488.1977.
- 北岡正三郎. ユーグレナ. 生理と生化学. (北岡正三郎編). 第1版. 株式会社学会出版センター. 東京. 1989.
- 北岡正三郎・細谷圭助. *Euglena gracilis* タンパク質の栄養価決定のための培養条件の検討と細胞の一般成分およびアミノ酸組成. 日本農芸化学会誌, 51 : 477-482.1977.
- Kiyohara R, Yamaguchi S, Rikimaru K and Takahashi H. Supplemental arachidonic acid-enriched oil improves the taste of thigh meat of Hinai-jidori chickens. Poultry Science, 90 : 1817-1822.2011.
- Korn ED. The fatty acids of *Euglena gracilis*. Journal of Lipid Research, 5 : 352-362.1964.
- Marion JE. Effect of age and dietary fat on the lipids of chicken muscle. Journal of Nutrition, 85 : 38-44.1965.
- Matsumoto T, Inui H, Miyatake K, Nakano Y and Murakami K. Comparison of Nutrient in *Euglena* with those in other representative food sources. Eco-Engineering, 21 : 81-86.2009.
- 宮武和孝・南川美幸・中野長久・北岡正三郎. 培養条件によるユーグレナの高度不飽和脂肪酸組成の変動について. 日本栄養・食糧学会誌, 38 : 117-122.1985.
- Nakano Y, Urade Y, Urade R and Kitaoka S. Isolation, purification, characterization of the pellicle of *Euglena gracilis* Z. Journal of Biochemistry, 102 : 1053-1063.1987.
- 中野長久・宮武和孝・山地亮一・西澤垂利・重岡 成・細谷圭助・乾 博・渡辺文雄・榎本俊樹・竹中重雄. 原生物ユーグレナは閉鎖系生活空間において唯一の栄養源として機能する. CELSS 学会誌, 8 : 7-12.1995.
- 中野長久・宮武和孝・乾 博・穂波信雄・村上克介・金井謙二・辰巳雅彦・相賀一郎・近藤

- 次郎. 地球環境を閉鎖・循環型生態系として配慮した食糧生産システムー藻類（ユーグレナ）の食糧資源化に関する研究ー. CELSS 学会誌, 10 : 13-23.1998.
- 尾田 正・藤原志津・林 雅弘. ガザミ幼生に対するユーグレナの餌料効果. 栽培漁業技術開発研究, 23 : 95-101.1995
- Priyadarshani I and Rath B.Commercial and industrial applications of micro algae - A review .Journal of Algal Biomass Utilization, 3 : 89-100.2012.
- 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. 高度不飽和脂肪酸と鶏肉のおいしさとの関連性の解明（第3報）ーアラキドン酸等油脂添加飼料が肉中のアラキドン酸含量に及ぼす影響ー. 秋田畜試研究報告,28 : 67-73.2014.
- 佐藤 守・吉中禮二・黒島良介・森本晴之・松岡良知・柳川和司・池田静徳. 養魚初期飼料としてのユーグレナの栄養評価ー I . *Euglena gracilis* の栄養成分に及ぼす培養条件の影響. 水産増殖,32 : 83-87.1984a.
- 佐藤 守・吉中禮二・黒島良介・森本晴之・松岡良知・柳川和司・池田静徳. 養魚初期飼料としてのユーグレナの栄養評価ー I . ニジマス稚魚に対するユーグレナ飼料の栄養価. 水産増殖,32 : 88-91.1984b.
- 重岡 成・大西俊夫・村上哲男・飯塚義富・中野長久・北岡正三郎. *Euglena* ワックス・エステルの上ラット生育と臓器に及ぼす影響. 日本栄養・食糧学会誌, 39 : 23-27.1986.
- Sugiyama A,Suzuki K,Mitra S,Arashida R,Yoshida E,Nakano R,Yabuta Y and Takeuchi T.Hepatoprotective effects of paramylon,a β -1,3-glucan isolated from *Euglena gracilis* Z,on acute liver injury induced by carbon tetrachloride in rats.Journal of Veterinary Medical Science,71 : 885-890.2009.
- Sugiyama A,Hata S,Suzuki K,Yoshida E,Nakano R,Mitra S,Arashida R,Asayama Y,Yabuta Y and Takeuchi T.Oral Administration of Paramylon,a β -1,3-glucan isolated from *Euglena gracilis* Z inhibits development of atopic dermatitis-like skin lesions in NC/Nga mice.Journal of Veterinary Medical Science,72 : 755-763.2010.
- Takahashi H,Rikimaru K,Kiyohara R and Yamaguchi S.Effect of Arachidonic acid-enriched oil diet supplementation on the taste of broiler meat.Asian Australasian Journal of Animal Sciences, 25 : 845-851.2012.
- Watanabe T,Shimada R,Matsuyama A,Yuasa M,Sawamura H,Yoshida E and Suzuki K.Antitumor activity of the β -glucan paramylon from *Euglena* against preneoplastic colonic aberrant crypt foci in mice.Food and Function,4 : 1685-1690.2014.

比内地鶏の飼料体系の確立に関する試験（第1報）

— 幼雛用飼料の栄養水準の検討 —

福田栞, 青谷大希, 力丸宗弘*, 佐藤悠紀

*現: 秋田県農林水産部畜産振興課

要 約

新ロードを母系とした比内地鶏により適した飼料体系を明らかにするため、現在利用されている飼料体系を基にCP, ME を変更し、飼育試験を行った。その結果、幼雛期はマッシュ飼料と比較してクランブル飼料で発育に優れ、CP と ME のバランスが発育に影響を及ぼす可能性が示された。

緒 言

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

素雛生産業者からは母系であるロードの産卵能力向上が求められており、増体性を維持しつつ種鶏の産卵能力向上を含む生産性の改良を目指して、平成26年～28年度に独立行政法人家畜改良センター岡崎牧場より導入した岡崎ロード、独立行政法人家畜改良センター兵庫牧場より導入した兵庫ロード、並びに当場で維持してきた畜試ロードおよび岡崎ロードを基礎鶏として平成22年より産卵能力を重視して系統造成してきた岡畜を用いて交配様式の検討を行った。（兵庫×岡畜）オス×岡畜メスの組合せによる種鶏は産卵性や経済性に優れており、そのロードを母系とした比内地鶏の増体、肉質、食味も既存の比内地鶏と同等であると示されたことから、（兵庫×岡畜）オス×岡畜メスの組合せによる種鶏を次世代ロード種鶏の候補として選定した（佐藤ら2016, 2017）。

2017年度以降、（兵庫×岡畜）オス×岡畜メスの組合せによる種鶏（以下、新ロード）が素雛生産業者へ供給され、2018年度以降、新ロード由来の比内地鶏が素雛生産業者から比内地鶏生産

農家へ供給されているが、新ロードを母系とした比内地鶏により適した栄養水準はまだ明らかになっていない。そこで本研究では現在利用されている飼料体系を基に、粗タンパク含量（CP）と代謝エネルギー（ME）を変更し、幼雛期およびそれ以降の発育に及ぼす影響を調査した。

材料と方法

1 試験区分および給与飼料

幼雛期（0週齢～4週齢）においてCPとMEを調整した6種類の試験飼料を給与する区、ならびに現行の飼料（比内地鶏えつけNC, JA全農北日本くみあい飼料株式会社, 宮城）を給与する区の計7区を設定した（表1）。4週齢以降は現行の飼料（中期：比内地鶏中期, 仕上げ期：比内

表1 試験区分

区分	CP(%)	ME(kcal)	形状
1区	19	3,000	マッシュ
2区	19	3,100	マッシュ
3区	21	3,000	マッシュ
4区	21	3,100	マッシュ
5区	23	3,000	マッシュ
6区	23	3,100	マッシュ
7区(慣行)	21	3,100	クランブル

地鶏完熟, JA 全農北日本くみあい飼料株式会社) を用いて飼育した。

2 試験期間および供試鶏

試験期間は平成 29 年 9 月 13 日～平成 30 年 2 月 21 日の 161 日間とし, 各試験区に比内地鶏のメスを 30 羽ずつ供試した。

3 飼養管理

餌付けから 4 週齢まではバタリー育雛器で飼育し, 4 週齢以降はパイプハウス (5.4 m × 2.7 m 飼育密度 2.05 羽/m²) で放し飼いとされた。全期間を通して不断給餌, 飲水は自由摂取とした。その他の管理は当場の慣行とした。

4 調査項目

(1) 発育成績

0, 1, 2, 3, 4, 9, 14, 17, 23 週齢に全個体の体重を測定した。

(2) 飼料摂取量, 飼料要求率

1, 2, 3, 4, 9, 14, 17, 23 週齢時にそれぞれの区の飼料摂取量を測定した。飼料要求率は平均日増体重および飼料摂取量から算出した。

5 統計処理

CP および ME の組み合わせを要因とした一元

配置の分散分析, ならびに CP と ME それぞれを要因とした二元配置の分散分析を行い, 試験区間の差については Tukey 法による多重比較検定を行い, 危険率 5 % 未満で有意とした。

結 果

異なる飼料成分による 1 区から 6 区の発育成績を表 2 に示した。幼雛期終了時である 4 週齢の平均体重は ME3,000 kcal 条件では, 1 区 345 g, 3 区 365 g, 5 区 404 g であり, 1 区 (CP19%), 3 区 (CP21%) と比較して 5 区 (CP23%) の体重が有意に大きかった。CP21% 条件では, 3 区 365 g, 4 区 366 g であり, CP23% 条件では, 5 区 404 g, 6 区 391 g であり, どちらも ME3,000 kcal と ME3,100 kcal で同等の発育が見られた。9 週齢以降, 発育の差は減少し, 14 週齢以降の体重に有意な差は認められなかった。

異なる飼料形状による 4 区と 7 区の発育成績を表 3 に示した。2 週齢から 17 週齢において 4 区 (マッシュ飼料) と比較して 7 区 (クランブル飼料) の体重が有意に大きかった。23 週齢では有意な差は見られなかった。

1 羽あたりの合計飼料消費量を表 4, 飼料要求率を表 5 に示した。全期間通しての飼料消費量は 4 区 (CP21%, ME3,100 kcal) 16,468 g が最も少なく, 7 区 (クランブル飼料) 17,979 g が最も多

表 2 発育成績 栄養成分の比較 (g)

区分	CP-ME	0w	1w	2w	3w	4w	9w	14w	17w	23w
1区	19-3,000	38 ± 2	63 ± 7 ^b	118 ± 10 ^d	225 ± 17 ^d	345 ± 29 ^c	1,152 ± 100 ^{ab}	1,996 ± 156	2,352 ± 203	3,010 ± 349
2区	19-3,100	38 ± 2	70 ± 9 ^a	152 ± 20 ^a	263 ± 30 ^{ab}	382 ± 42 ^{ab}	1,182 ± 120 ^{ab}	1,988 ± 148	2,303 ± 171	3,092 ± 295
3区	21-3,000	37 ± 2	72 ± 9 ^a	139 ± 17 ^{bc}	248 ± 28 ^{bc}	365 ± 38 ^{bc}	1,193 ± 121 ^{ab}	2,036 ± 186	2,368 ± 214	3,245 ± 366
4区	21-3,100	37 ± 2	72 ± 8 ^a	131 ± 14 ^c	244 ± 20 ^c	366 ± 29 ^{bc}	1,117 ± 112 ^a	1,968 ± 144	2,285 ± 153	3,103 ± 257
5区	23-3,000	38 ± 2	72 ± 9 ^a	156 ± 17 ^a	274 ± 26 ^a	404 ± 36 ^a	1,222 ± 142 ^b	2,088 ± 180	2,421 ± 225	3,165 ± 401
6区	23-3,100	37 ± 2	69 ± 8 ^{ab}	148 ± 16 ^{ab}	266 ± 25 ^{ab}	391 ± 36 ^{ab}	1,177 ± 139 ^{ab}	1,984 ± 182	2,303 ± 234	3,001 ± 312

平均 ± 標準偏差, n=30

異符号間に有意差あり (P<0.05)

表 3 発育成績 飼料形状の比較 (g)

区分	形状	0w	1w	2w	3w	4w	9w	14w	17w	23w
4区	マッシュ	37 ± 2	72 ± 8	131 ± 14	244 ± 20	366 ± 29	1,117 ± 112	1,968 ± 144	2,285 ± 153	3,103 ± 257
7区	クランブル	38 ± 3	75 ± 9	160 ± 22*	286 ± 37*	404 ± 48*	1,269 ± 153*	2,118 ± 208*	2,435 ± 249*	3,219 ± 374

*: P<0.05

表4 飼料消費量(1羽あたり合計, g)

	CP-ME	0w	4w	9w	14w	17w	23w
1区	19-3,000	0	673	2,872	7,548	10,828	17,626
2区	19-3,100	0	726	2,928	7,358	10,370	17,059
3区	21-3,000	0	688	2,947	7,655	10,720	17,842
4区	21-3,100	0	644	2,835	7,184	10,095	16,468
5区	23-3,000	0	714	3,049	7,738	10,784	17,635
6区	23-3,100	0	707	3,011	7,581	10,646	17,315
7区	21-3,100 (クランブル)	0	685	2,918	7,716	10,966	17,979

表5 飼料要求率(期間消費量/期間増体重)

区分	CP-ME	0-4w	0-9w	0-14w	0-17w	0-23w
1区	19-3,000	2.2	2.6	3.9	4.7	5.9
2区	19-3,100	2.1	2.6	3.8	4.6	5.6
3区	21-3,000	2.1	2.6	3.8	4.6	5.6
4区	21-3,100	2.0	2.6	3.7	4.5	5.4
5区	23-3,000	2.0	2.6	3.8	4.5	5.6
6区	23-3,100	2.0	2.6	3.9	4.7	5.8
7区	21-3,100 (クランブル)	1.9	2.4	3.7	4.6	5.7

かった。飼料要求率は4区(CP21%, ME3,100 kcal) 5.4が最も低く、1区(CP19%, ME3,000 kcal) 5.9が最も高かった。

考 察

飼料形状の比較では、クランブル飼料がマッシュ飼料と比較して明らかに発育が優れた。現行の飼料はクランブル飼料であるが、試験飼料は小ロットでの調製であったことからマッシュ飼料を用いた。これらのことより、幼雛用の飼料形状についてはクランブル飼料が望ましいと考えられた。

栄養成分の比較では、ME3,000 kcal 条件ではCPに応じた発育の違いが認められ、CP21%、CP23%条件ではMEを3,000 kcalに下げてもME3,100 kcal区と同等の発育が見られた。このことより、ME3,000 kcal条件がME3,100 kcal条件より発育が優れている可能性、CPとMEのバランスが発育に影響を及ぼす可能性が示唆された。また、仕上がり重量(23週齢)に差はないことから、MEを下げた飼料費を削減できる可能性も考えられた。なお、MEを100 kcal下げた際

に削減できる費用は1ロット(1,000羽)換算にすると、約700円と試算される。一方で4週齢時の発育はその後の強健性や厳寒期の耐寒性に影響を与える可能性がある。以上を考慮した上で、今後は幼雛期飼料の再検討も含め、中期、仕上げ期の栄養成分の検討を行う。

謝 辞

本研究で用いた試験飼料の調製でご協力いただいた、JA全農北日本くみあい飼料株式会社の各位に深く感謝申し上げます。

引用文献

- 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. 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(第2報). 秋田県畜産試験場研究報告 32. 21-28.

秋田県畜産試験場 学術論文掲載一覧 (2019年4月～2020年3月)

誌名	題名	掲載者	掲載年等
日本家禽学会誌	配合飼料へのユーグレナ (<i>Euglena gracilis</i>) の添加が比内地鶏の発育および肉質に及ぼす影響	力丸宗弘, 青谷大希, 佐藤悠紀	日本家禽学会誌 56.J1-J8.2019

秋田県畜産試験場研究報告

令和2年3月19日発行

編集兼発行 秋田県畜産試験場

代表者 **佐藤 行**

〒019-1701

秋田県大仙市神宮寺字海草沼谷地13-3

電話 総務企画室 0187(72)2511

飼料・家畜研究部 3814, 3871

比内地鶏研究部 3813

FAX 総務企画室 0187(72)4371

研究部 2807

印刷所 株式会社 **三森印刷**

〒014-0021

秋田県大仙市福田町12-29

電話 0187(62)0433

FAX 0187(62)0426

「この印刷物は、250部印刷して、単価は460円です。」

