

Bulletin of the
Akita Prefectural Livestock Experiment Station

NO.37 March 2023

秋 田 県 畜 産 試 験 場 研 究 報 告

第 37 号
令和5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37号(令和5年3月)

目 次

1 黒毛和種の産肉能力検定成績(2022年度)	関屋万里生	1～6
.....	渡部 一弥	
	今野 紗知	
	高橋ひろの	
2 飼料用イネの疎植栽培が生育、収量および生産コストに及ぼす影響(第3報)	西野 瞭	7～13
.....	石川すばる	
3 餌付け時期の異なる比内地鶏の期間発育に及ぼす暑熱の影響とその抑制対策	福田 栞	14～26
.....	力丸 宗弘	
4 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)		
ー比内地鶏の異なる日齢における発育成績ー	福田 栞	27～33
.....	鹿野 亜海	
	田澤 謙	
	力丸 宗弘	

黒毛和種の産肉能力検定成績（2022 年度）

関屋万里生・渡部一弥・今野紗知・高橋ひろの

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

華百合久（血統：松糸華×百合茂×安福久）、華福（松糸華×美国桜×百合茂）、国久桜（隆之国×勝忠平×安福久）、第7宝648（諒太郎×百合茂×安福久）の4頭の検定を実施。1日平均増体量は、国久桜の1.54 kgが最大であった。

2 現場後代検定

勝優久（勝忠平×安福久×金幸）について後代検定調査牛17頭の枝肉調査を実施。各枝肉項目の平均は、枝肉重量519.9 kg、ロース芯面積65.2 cm²、バラ厚8.4 cm、皮下脂肪厚3.0 cm、歩留基準値74.3、BMS No.9.4であり、枝肉重量およびBMS No.は歴代の検定種雄牛で最高の成績であった。

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。2022年度は、直接検定法により4頭、現場後代検定法により1頭の種雄牛候補について検定を実施した。

材料および方法

1. 直接検定

(1) 検定牛

検定牛の概要を表1に示す。これらの検定牛は、県内において脂肪交雑の育種価が上位である繁殖雌牛の雄産子の中から、産子調査により選抜された。

また、華百合久は秋田県固有の雌系統である「ふくはな5」系、華福は同じく「第7ふくしけ」系から造成された検定牛であった。

(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。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 2017 年度に実施した産肉能力検定(直接検定法)において選抜された候補種雄牛であった。

(2) 検定調査牛

当场および県内の繁殖農家などが飼育する雌牛に, 検定種雄牛の凍結精液を用いて調整

交配を行い, それらの産子を検定調査牛とした。

(3) 検定方法

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

1) 肥育期間

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

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

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	
華百合久	R3. 3. 1	松糸華	百合茂	安福久	由利本荘市
華福	R3. 5. 1	松糸華	美国桜	百合茂	大仙市
国久桜	R3. 9. 30	隆之国	勝忠平	安福久	にかほ市
第 7 宝 6 4 8	R3. 10. 3	諒太郎	百合茂	安福久	秋田市

表 2 直接検定用濃厚飼料の配合割合(重量比:%)

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

4) 検定調査項目

結果および考察

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，バラ厚，皮下脂肪厚，歩留基準値，BMS No.）の記録を使用した。

②筋間脂肪部位の脂肪酸割合

枝肉確認時に冷凍庫内で，食肉脂質測定装置（S-7040，（株）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。

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，国久桜の123.2 cmが最小，華福の127.0 cmが最大であり，いずれの検定牛も登録協会が示す黒毛和種種雄牛の発育推定値の平均を大きく上回った。

1日平均増体量は，華百合久および華福の1.18 kgが最小，国久桜の1.54 kgが最大で，増体についても十分な成績であった。

(2) 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。

国久桜については，栄養度が7と過肥であっ

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	得点
勝優久	黒原6176	H28.10.3	勝忠平	安福久	金幸	1.32	83.4

表4 現場後代検定の検定農場および検定調査牛の頭数

検定農場		検定調査牛頭数		
農場名	所在地	去勢	雌	計
秋田県畜産試験場	大仙市	2		2
秋田県農業公社	大仙市	2		2
A農場	鹿角市	1		1
B農場	鹿角市	1	1	2
C農場	秋田市	1		1
D農場	由利本荘市	2	1	3
E農場	由利本荘市		1	1
F農場	美郷町	1		1
G農場	仙北市	1	3	4
9農場	計	11	6	17

表5 直接検定成績

名号	検定期間		日齢(日)		体高(cm)		体重(kg)			1日平均 増体量(kg)	余剰飼料摂取量		粗飼料 摂取率(%)
	開始	終了	開始時	終了時	開始時	終了時	開始時	終了時	365日補正		TDN	CP	
華百合久	R3. 10. 20	R4. 2. 9	233	345	114. 0	126. 0	283. 0	415. 0	438. 6	1. 18	612	113	49
華福	R3. 12. 15	R4. 4. 6	228	340	117. 0	127. 0	282. 0	414. 0	443. 5	1. 18	585	109	47
国久桜	R4. 4. 27	R4. 8. 17	209	321	110. 0	123. 2	252. 0	424. 0	491. 8	1. 54	630	113	56
第7宝648	R4. 4. 27	R4. 8. 17	206	318	114. 0	125. 0	291. 0	461. 0	532. 4	1. 52	646	118	51

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
華百合久	6	発育, 前軀, 尻形, 腿さがり	肩後の充実, 外腿, 皮膚, やや前肢勢	84. 0
華福	6	前軀, 体深, 顔品	過大, やや均称, 肢蹄, 外腿	83. 9
国久桜	7	発育, 均称, 品位, 資質, 体の伸び	過肥, 肩後, 外腿	84. 9
第7宝648	6	体の伸び, 皮膚, 尻	過大, 均称, 体上線, 肩付	83. 2

たものの、均称、品位、資質に優れた体型であり、審査得点は4頭の中で最高の84.9点であった。

華百合久および華福については前軀の良さが美点に挙げられ、ともに父牛の松糸華の美点を受け継いだ体型であった。

2. 現場後代検定

(1) 枝肉成績

検定調査牛個々の枝肉成績、全頭平均および性別平均を表7に示す。

勝優久の後代検定は、去勢11頭、雌6頭の計17頭で終了し、平均枝肉重量が519.9 kg、ロース芯面積が65.2 cm²、バラ厚が8.4 cm、皮下脂肪厚が3.0 cm、歩留基準値が74.3、BMSNo. が9.4であった。

全体の平均枝肉重量およびBMSNo. については、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。

(2) 出荷月齢および脂肪酸割合

検定調査牛およびそれらと同時期（令和4年4月から同年10月まで）にと畜された県内産の黒毛和種肥育牛1,187頭の出荷月齢と

脂肪酸割合を表8に示す。なお、検定調査牛については、17頭のうち去勢1頭の脂肪酸が測定不能であったため、ここでは16頭でのデータとなっている。

ここでの検定調査牛のと畜月齢の平均は、去勢が27.4ヵ月、雌が27.8ヵ月、全体では27.6ヵ月で、いずれも同時期のと畜牛の平均に比べ約1ヵ月早かった。

また、検定調査牛の脂肪酸割合の平均は、去勢のMUFAが59.0%、SFAが39.7%、C18:1が53.3%で同時期と畜牛（MUFA 59.0%、SFA 39.6%、C18:1 53.5%）と同等であり、雌のMUFAが61.2%、C18:1が55.6%で同時期と畜牛（MUFA 60.2%、C18:1 54.9%）よりやや高く、SFAが37.7%で同時期と畜牛（38.4%）よりやや低い結果であった。

これらのことより、若い月齢で枝肉重量や脂肪交雑に優れた枝肉成績が得られるため、勝優久には昨今の飼料価格等の高騰に対する肥育期間短縮によるコスト低減への貢献が期待できる。

さらに、令和3年7月解析の秋田県下の脂肪酸育種価評価では、と畜月齢が早いと

表 7 現場後代検定調査牛の枝肉成績

調査牛 番号	性別	血統		枝肉重量 (kg)	ロース芯 面積(cm ²)	バラ厚 (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	歩留 基準値	BMSNo.※	格付
		母父	母母父							
1	去勢	百合茂	茂重桜	520.5	67	7.3	1.8	74.9	12	A-5
2	去勢	金幸福	百合茂	541.5	71	8.0	1.6	75.8	10	A-5
3	去勢	安平照	茂重桜	510.0	70	8.1	2.7	75.1	7	A-4
4	去勢	美国桜	福華1	525.5	77	7.8	2.3	76.0	8	A-5
5	去勢	義平福	百合茂	644.0	69	9.4	2.8	74.1	10	A-5
6	去勢	安茂晴	義平福	525.5	65	8.8	2.4	75.0	11	A-5
7	去勢	美国桜	勝忠平	558.5	83	9.2	2.2	77.4	12	A-5
8	去勢	義平福	第1花国	508.5	45	9.5	3.7	72.0	7	A-4
9	去勢	安茂勝	北国7の8	523.0	48	8.3	2.8	72.1	9	A-5
10	去勢	百合茂	安福久	545.5	61	8.6	3.1	73.5	7	A-4
11	去勢	茂重安福(岐阜)	百合茂	559.5	68	8.0	3.5	73.5	9	A-5
12	雌	隆之国	若茂勝	485.0	55	8.6	3.9	72.8	10	A-5
13	雌	平茂晴	徳茂勝	533.5	65	7.9	4.0	72.9	7	A-4
14	雌	美国桜	勝忠平	516.0	80	9.3	2.6	77.2	9	A-5
15	雌	美国桜	平茂勝	466.0	66	7.8	3.8	74.0	11	A-5
16	雌	勝早桜5	安福久	394.5	56	7.8	3.5	73.8	12	A-5
17	雌	義平福	茂糸桜	480.5	63	7.7	3.5	73.6	8	A-5
平均				542.0	65.8	8.5	2.6	74.5	9.3	A4・5率
雌6頭				479.3	64.2	8.2	3.6	74.1	9.5	
全17頭				519.9	65.2	8.4	3.0	74.3	9.4	

※ BMSNo. : Beef Marbling Standard No.

表8 勝優久の検定調査牛および同時期にと畜された肥育牛の出荷月齢と脂肪酸割合

	頭数 (頭)	と畜月齢 (ヵ月)	脂肪酸割合(%) ※1		
			MUFA	SFA	C18:1
検定調査牛 ※2	16	27.6±1.3	59.8±3.0	38.9±2.6	54.1±2.8
去勢	10	27.4±1.2	59.0±3.2	39.7±2.8	53.3±3.0
雌	6	27.8±1.4	61.2±2.2	37.7±1.7	55.6±1.9
同時期と畜牛 ※3	1,187	28.8±1.7	59.2±3.2	39.4±2.8	53.7±2.9
去勢	961	28.7±1.6	59.0±3.2	39.6±2.7	53.5±2.9
雌	226	28.8±2.0	60.2±3.0	38.4±2.6	54.9±2.7

各項目の数値は、平均値±標準偏差

※1 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。MUFAは一価不飽和脂肪酸、SFAは飽和脂肪酸、C18:1はオレイン酸。

※2 検定調査牛17頭のうち、去勢1頭が測定不能だったため、16頭での数値となっている。

※3 検定調査牛のと畜期間（令和4年4月から10月まで）に、（株）秋田県食肉流通公社でと畜された秋田県産の黒毛和種1,187頭。

MUFA および C18:1 へ負の効果があるというデータが得られているが、今回の検定結果ではと畜月齢が早かったにも関わらず、それらの平均値が同時期と畜牛と同等以上であったため、勝優久には脂肪質の改良への貢献も期待できる。

今後は、勝優久を県有種雄牛として選抜し、勝優久の早熟性と産肉能力の高さを最大限に活かすため、脂肪質にも考慮した交配の組み合わせや産子の肥育方法の検討を行いながら、県内での活用を推進すべきであると考えられる。

謝 辞

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. 2017. 和牛登録事務必携（平成29年度版）. 63-74, 174-181.

飼料用イネの疎植栽培が生育、収量および生産コストに及ぼす影響 (第3報)

西野 瞭・石川 すばる

要 約

ホールクロップサイレージ用イネの極短穂茎葉型品種を用いて、施肥量を同条件とした疎植栽培と慣行栽培の収量性の違いや、増肥による増収効果を検証するため、慣行区、疎植 N10 kg 区、疎植 N12 kg 区の3区を設定し、試験区内の反復を増やした栽培試験を行った。結果、草丈は疎植 N12 kg 区で最も高い値となっており、施肥量の増加が草丈の伸びに寄与していることが確認された。1株あたりの茎数は、慣行区と比べて各疎植区で著しく増加しており、栽培期間中の気温の高さが各疎植区の茎数が大きく増加した要因と考えられる。それに伴い、1m²あたりの茎数は慣行区と比べて疎植 N10 kg 区、疎植 N12 kg 区で有意に多い結果となった。乾物収量は、有意差は認められないものの、慣行区に比べ疎植 N10 kg 区で少ない結果となった。そのため、極短穂茎葉型品種の疎植栽培を行う場合、施肥量が同条件では疎植栽培が慣行栽培と比べて収量が低くなることが示唆された。また、疎植 N12 kg 区が慣行区に近い乾物収量だったことから、施肥量を増やすことで、慣行区と同等の収量が収穫できることが確認された。そのため、極短穂茎葉型品種において疎植栽培を行う場合は、収量を確保するため慣行栽培よりも増肥を行うことが望ましい。しかし、昨今の肥料価格高騰の状況を考慮すると、肥料価格が倍増した場合はコストが逆転する可能性も考えられるため、状況に応じて栽培条件を検討することが必要である。

緒 言

本県におけるホールクロップサイレージ（以下 WCS）用イネの作付面積は、令和4年9月15日時点で1,172 ha と全国でも有数の栽培地帯である。しかし、作付されている品種のほとんどは食用品種であることから、牛の消化率が低い籾の割合が多い。そこで、イネ WCS の専用品種として開発された、穂が小さく、茎葉割合が多い極短穂茎葉型品種に着目した。極短穂茎葉型品種は、茎葉部の消化性が良いことや、糖含量が多くサイレージ品質が良好なことなど、牛の飼料として様々なメリットがあるが、種子生産量が少なく、種子価格が高いことがデメリットとして挙げられている。この問題を解決するため、極短穂茎葉型品種を用いた疎植栽培試験を行い、生育、収量お

よび生産コストに及ぼす影響を調査してきた。

前報（西野ら 2021, 2022）までの結果から、疎植栽培は慣行栽培に比べて、草丈は同程度で、1株あたりの茎数が増加し、葉色が濃くなることが確認された。また、施肥量を窒素 14 kg/10 a とした疎植区において草丈が最も高い値となり、1株あたりの茎数の増加が大きくなることが確認された。収量は、疎植栽培では慣行栽培に比べ低くなる傾向があるが、疎植栽培で施肥量を増加させた場合、増収効果があることが確認された。

本試験では、施肥量を同条件とした疎植栽培と慣行栽培の収量性の違いや、増肥による増収効果をあらためて検証するため、ほ場内の試験区を増やし、再現性を高めた栽培試験を行った。また、前報（西野ら 2021）では疎植栽培における最大

施肥量を窒素 14kg/10 a としていたが、窒素施肥量が 14kg/10 a 以上の場合コスト低減効果が小さいことが考えられたため、本試験では疎植栽培における最大窒素施肥量を 12 kg/10 a までとした。

材料と方法

1. 試験期間

令和 4 年 5 月～令和 4 年 9 月の 5 ヶ月間とした。

2. 試験ほ場

秋田県山本郡三種町の生産者が有する水田を試験ほ場（面積：約 38 a）とした。

3. 試験区分及び施肥量

栽植密度を 15.2 株/m²、施肥量を 10 a あたり基肥 N-P-K=10 kg- 5 kg- 5 kg とした「慣行区」、栽植密度を 11.2 株/m²、施肥量を 10 a あたり基肥 N-P-K=10 kg- 5 kg- 5 kg とした「疎植 N10 kg 区」、栽植密度を 11.2 株/m²、施肥量を 10 a あたり基肥 N-P-K=12 kg- 6 kg- 6 kg とした「疎植 N12 kg 区」、の計 3 区を設定した。また、試験ほ場には堆肥を 4 t /10 a 施用し、追肥は施用しなかった。

4. 供試品種

各区とも、「つきすずか」を供試した。

5. 移植日

各区とも、令和 4 年 5 月 18 日に機械移植を行い、その後手で植え付け本数を 4 本に調整した。

6. 調査項目

各区 10 株×2 列の計 20 株の調査区を 3 反復ずつ設置し、草丈、茎数、葉色を調査した。葉色は葉緑素計（SPAD502, コニカミノルタ）を用いて SPAD 値を計測した。調査日は 7 月 5 日、7 月 15 日、7 月 25 日とした。

収量は調査日を 9 月 2 日とし、各区から無作為に 4 株×6 カ所を採取し、重量を測定して現物収量を算出した。その後 60℃、48 時間の通風乾燥により水分と乾物重量を測定して乾物収量を算出した。

7. 生産コスト

作物別技術・経営指標（2020 年版）（秋田県 2020）の水稻 10 ha 規模を参考とし、乾物収量 1 kg あたりにかかる生産コストを試算した。

8. 統計処理

得られたデータは一元配置の分散分析によって有意差の検定を行い、調査区間の検定には Tukey 法を用いた。

結 果

1. 栽培期間中の気象概要

最寄りのアメダス地点（秋田県南秋田郡大潟村）における令和 4 年 5 月から令和 4 年 9 月までの旬別平均気温、降水量を図 1 に、日照時間を図 2 に示した。

平均気温は、5 月中旬から下旬にかけて、平年より 2℃以上高くなり、6 月上旬は平年より 1.9℃低くなった。6 月下旬から 7 月上旬にかけて平均気温が平年より 3℃以上高くなり、非常に暑い日が続いた。その後は平年並かやや高い気温で推移した。

降水量は、5 月上旬から中旬にかけて平年の半分以下となった。6 月は上旬、下旬で平年の約 2 倍の降水量となり、中旬は平年の 1 割程度しか雨が降らなかった。7 月は上旬で雨が全く降らず、降水量が 0 だった。その後 7 月中旬で平年の 2 倍以上の降水量となり、8 月は上旬が平年の 4 倍以上、中旬が平年の 3 倍以上と、8 月の降水量が非常に多くなった。

日照時間は、5 月上旬で平年の 1.5 倍以上とな

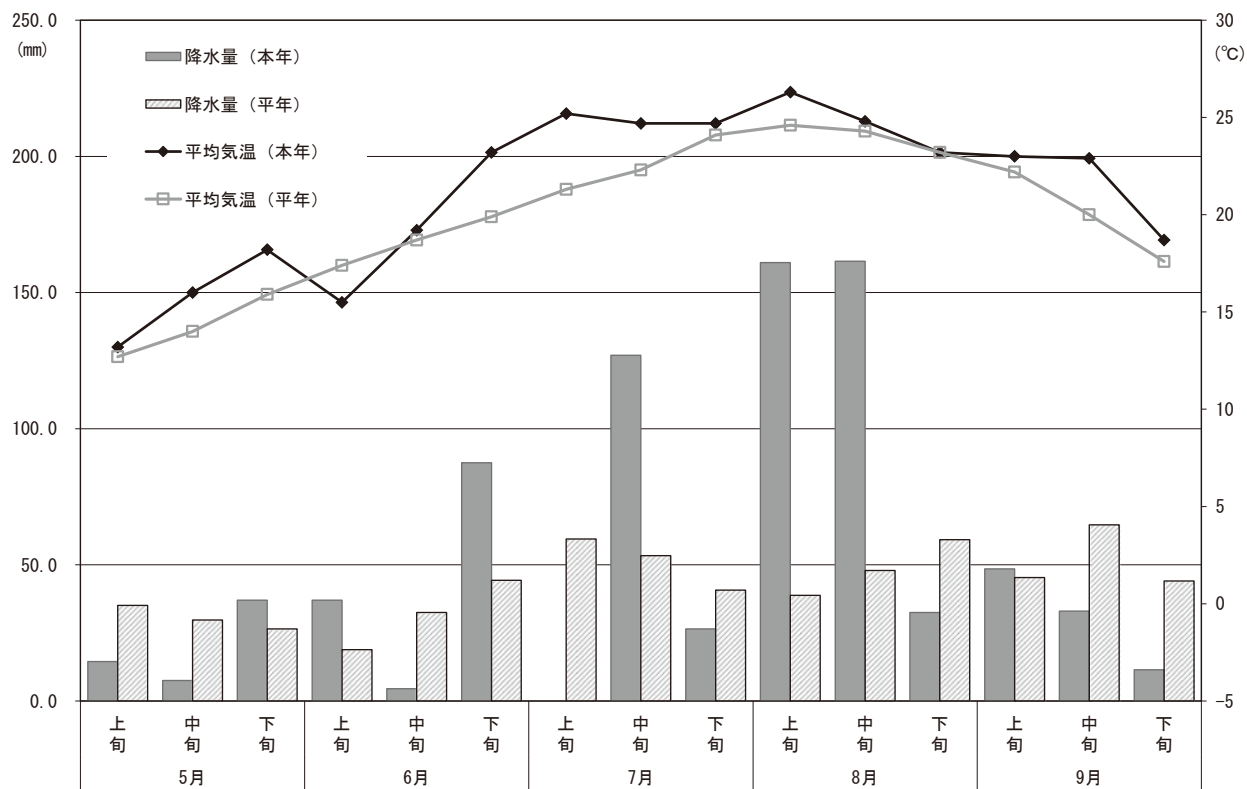


図1. 旬別平均気温と降水量（大潟村）

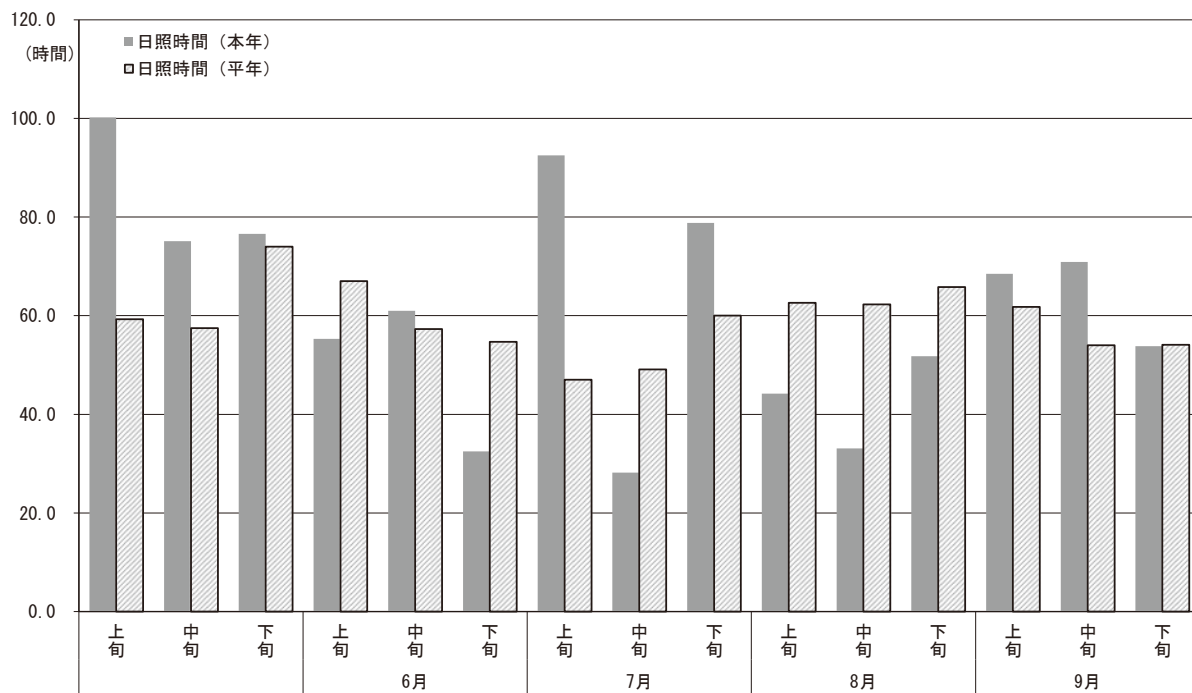


図2. 旬別日照時間（大潟村）

り、6月下旬では平年の半分程度となった。その後7月上旬で平年の約2倍となり、7月中旬では平年の半分程度の日照時間となった。8月は全体的に平年より少なく推移し、9月は平年並かやや多かった。

2. 生育、収量および生産コスト

草丈の推移を表1に示した。草丈は、7月5日では各区とも同程度の値だったが、7月15日の調査では慣行区が疎植 N10 kg 区に比べ有意に高かった。その後は各区とも同程度の値で推移したが、9月2日では有意差はないものの、疎植 N12 kg 区が最も高い値となっていた。

1株あたりの茎数の推移を表2に示した。1株あたりの茎数は、7月15日までは各区とも同程度で推移したが、7月25日では疎植 N10 kg 区、疎植 N12kg 区で茎数が大きく増加し、慣行区に比べ有意に多くなった。その後9月2日でも疎植 N10 kg 区、疎植 N12 kg 区が慣行区より有意に

多い結果となった。

1㎡あたりの茎数の推移を表3に示した。1㎡あたりの茎数は7月5日では疎植 N10 kg 区、疎植 N12 kg 区に比べて慣行区の方が有意に多く、7月15日も慣行区が疎植 N10 kg 区に比べて有意に茎数が多かった。しかし、7月25日では逆転し、疎植 N10 kg 区、疎植 N12 kg 区が慣行区と比べて有意に多くなった。その後9月2日では疎植 N12 kg 区が最も茎数が多い値となった。

葉色（SPAD 値）の推移を表4に示した。葉色は7月5日で慣行区が疎植 N10 kg 区と比べ有意に低い値となった。7月15日でも慣行区が疎植 N10 kg 区、疎植 N12 kg 区より有意に低い値となり、疎植 N12 kg 区が最も葉色が濃かった。その後7月25日も慣行区が疎植 N10 kg 区、疎植 N12 kg 区と比べて有意に低い値となった。9月2日では、有意差は認められないものの、各疎植区が慣行区よりも高い値を示した。

収量調査の結果を表5に示した。現物収量、乾

表1 草丈の推移(cm)

区画名	調査日			
	7月5日	7月15日	7月25日	9月2日
慣行区	63.7 ± 0.9	70.2 ± 0.6 a	92.5 ± 1.2	114.4 ± 1.3
疎植N10kg区	60.0 ± 1.0	63.5 ± 1.7 b	83.9 ± 2.2	113.1 ± 1.0
疎植N12kg区	63.3 ± 2.7	68.0 ± 2.4 ab	90.8 ± 4.5	119.4 ± 6.7

平均±標準偏差，n=3

a, b: 各調査日で異符号間に有意差あり (P<0.05)

表2 茎数の推移 (本/株)

区画名	調査日			
	7月5日	7月15日	7月25日	9月2日
慣行区	13.4 ± 0.7	14.7 ± 0.9	18.1 ± 1.0 b	15.1 ± 0.5 a
疎植N10kg区	12.0 ± 0.7	15.8 ± 1.3	29.6 ± 1.2 a	22.3 ± 1.0 b
疎植N12kg区	12.5 ± 0.6	17.3 ± 0.7	29.4 ± 1.0 a	23.3 ± 0.6 b

平均±標準偏差，n=3

a, b: 各調査日で異符号間に有意差あり (P<0.05)

表3 茎数の推移 (本/m²)

区画名	調査日			
	7月5日	7月15日	7月25日	9月2日
慣行区	203.5 ± 9.9 a	222.0 ± 13.1 a	274.0 ± 14.8 b	229.3 ± 7.4 b
疎植N10kg区	134.7 ± 8.3 b	177.5 ± 14.0 b	331.5 ± 13.0 a	250.4 ± 11.2 ab
疎植N12kg区	139.8 ± 7.0 b	193.6 ± 7.3 ab	329.1 ± 10.9 a	261.1 ± 6.3 a

平均±標準偏差, n=3

a, b: 各調査日で異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

表4 葉色の推移 (SPAD値)

区画名	調査日			
	7月5日	7月15日	7月25日	9月2日
慣行区	40.1 ± 0.5 b	41.0 ± 0.3 c	41.9 ± 0.6 b	33.3 ± 0.7
疎植N10kg区	41.2 ± 0.3 a	42.0 ± 0.2 b	44.1 ± 0.2 a	34.3 ± 0.4
疎植N12kg区	41.1 ± 0.2 ab	43.0 ± 0.3 a	45.0 ± 1.0 a	35.9 ± 2.0

平均±標準偏差, n=3

a, b, c: 各調査日で異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

表5 収量

区画名	出穂日	調査日	収量 (kg/10a)		水分 (%)	乾物率 (%)
			現物	乾物		
慣行区	出穂前	9月2日	3458.1	750.9	78.2	21.8
疎植N10kg区	出穂前	9月2日	3260.4	703.2	78.4	21.6
疎植N12kg区	出穂前	9月2日	3434.3	740.5	78.4	21.6

表6 生産コスト試算

区画名	乾物収量 (kg/10a)	生産コスト (円/10a)						乾物収量1kgあたりにかかる費用 (円/kg)
		総費用(労働費含む)	うち種苗費	うち肥料費	うち農薬費	うち諸材料費	うち労働費	
慣行区	751	77,071	3,960	6,913	306	11,871	14,000	102.6
疎植N10kg区	703	72,970	2,891	6,913	223	10,380	12,542	103.8
疎植N12kg区	741	74,873	2,891	8,295	223	10,780	12,662	101.1

物収量ともに各区に有意差は認められなかったが、疎植 N10 kg 区の乾物収量は、慣行区に比べ低い値となった。疎植 N12 kg 区では現物収量、乾物収量ともに慣行区と同程度の収量となった。また、水分、乾物率は各区に有意差は認められな

かった。

本試験における生産コストの試算を表6に示した。生産コストは、疎植 N12 kg 区で肥料費が増加したが、慣行区と同程度の乾物収量がとれており、種苗費などが削減されたことから、乾物収量

1 kg あたりにかかる費用は疎植 N12 kg 区が最も安くなった。疎植 N10 kg 区は、種苗費などは削減されたが、乾物収量において慣行区と比べて低い値だったため、乾物収量 1 kg あたりにかかる費用は慣行区よりも 1.2 円高くなった。

考 察

前報（西野ら 2021, 2022）までの結果から、草丈は慣行栽培と疎植栽培で同程度となることが確認された。本試験においても、生育途中で有意差が認められることがあったものの、9月2日には各区とも同等の草丈となっていた。また、有意差はないが、疎植 N12 kg 区で草丈が最も高い値となっており、前報（西野ら 2022）において施肥量を窒素 14kg/10a に増やした区で最も草丈が高くなっていたことから、施肥量の増加が草丈の伸びに寄与していることが確認された。

1 株あたりの茎数は、慣行栽培に比べ疎植栽培で増加する傾向にあることが分かっている（加藤ら 2013）。本試験でも同じ傾向にあったが、特に茎数の差が著しくなった。水稻の茎数増加速度は、平均気温が高いかつ最高気温が高い条件で向上することが分かっている（大角ら 2015）。本試験の栽培期間中は6月下旬から7月中旬にかけて平均気温、最高気温ともに平年より高くなっていた。そのため、気温の高さが本試験において各疎植区の茎数増加が著しくなった要因と考えられる。また、慣行区は栽培期間を通して茎数が少なく推移していた。慣行区は水口側に設置しており、水温が低く、分げつが促進しなかったことが推測され、このことも慣行区と各疎植区で茎数の差が著しかった要因と考えられる。

前報（西野ら 2022）の結果から、疎植栽培は慣行栽培に比べて 1 m²あたりの茎数が低くなることが確認されていた。本試験でも7月15日まで同じ傾向だったが、7月25日以降は逆転し、慣行区の 1 m²あたりの茎数が疎植 N10 kg 区、疎

植 N12 kg 区と比べて有意に少ない結果となった。これは、1 株あたりの茎数が疎植 N10 kg 区、疎植 N12 kg 区において著しく増加し、慣行区と疎植区の栽植密度の差による 1 m²あたりの茎数の差を補ったためと考えられる。

葉色は、7月25日までは各疎植区が慣行区と比べて有意に高い値で推移した。9月2日では有意差は認められなかったものの、各疎植区で慣行区よりも高い値となっていた。そのため、各疎植区で葉色が濃くなる傾向が確認され、前報（西野ら 2021, 2022）までの結果と一致していた。

乾物収量は、有意差は認められなかったが、疎植 N10 kg 区で慣行区より低い値となっていた。そのため、施肥量が同じで、イネ WCS として収穫する場合、疎植栽培は慣行栽培に比べて収量が低下することが示唆された。また、疎植 N12 kg 区では慣行区に近い収量がとれていたことから、肥料を増やすことで増収効果が見込まれ、慣行区と同程度の収量が確保されることが確認された。このことから、疎植栽培における増肥は窒素 2 kg 程度でも十分な効果があることが示唆された。

生産コストは、疎植 N12 kg 区が最も安くなったことから、窒素 2 kg 程度の増肥で収量が同等であれば、生産コストが慣行区より安くなることが明らかとなった。しかし、昨今の肥料価格高騰の状況を考慮すると、肥料価格が倍増した場合はコストが逆転する可能性も考えられる。実際に本試験の条件で肥料の単価を 2 倍にして試算した場合、疎植 N12 kg 区が慣行区よりもコストが高くなった。そのため、疎植栽培を行う場合は、肥料や種子の価格に応じて栽培条件を検討することが必要である。

以上のことから、施肥量を同じくした疎植栽培は、有意差は認められないものの、慣行栽培に比べ収量が少ない結果となった。そのため、極短穂茎葉型品種の疎植栽培を行う場合、施肥量が同条件では疎植栽培が慣行栽培と比べて収量が低くな

ることが示唆された。また、施肥量を増やすことで、慣行栽培に近い収量となり、増収効果があることが認められた。

食用品種では穂の収量は疎植栽培でも慣行栽培と同等になることが報告されているが（広島県 2006, 奈良県 2007), 前報（西野ら 2021, 2022) までの結果から、植物体全体を収穫するイネ WCS では、必ずしも慣行栽培と同等の収量が確保できるとは限らないことが明らかとなった。そのため、本試験の結果から、極短穂茎葉型品種において疎植栽培を行う場合は、収量を確保するため慣行栽培よりも増肥を行うことが望ましい。しかし、肥料価格が高くなるほど慣行栽培との生産コストの差が縮まることが考えられるため、状況に応じて栽培条件を検討することが必要である。

謝 辞

本試験にご協力いただいた生産農家に深く感謝申し上げます。

引用文献

- 秋田県農林水産部. 2020. 作目別技術・経営指標 (2020 年版), 12-14. 秋田県.
- 広島県農業改良普及センター, 広島県穀物改良協会. 2006. 疎植栽培マニュアル (改訂版), 3-8. 広島県.
- 加藤盛夫, 植田智美, 永西修, 林久喜, 丸山幸夫. 2013. 草型の異なる飼料イネ品種の疎植栽培における形態形質の変化と乾物および子実収量の評価. 日本作物学会紀事 82 (別 1), 268-269.
- 奈良県. 2007. 水稻疎植栽培マニュアル (平坦ヒノヒカリ編), 2 - 4. 奈良県農業総合センター.
- 西野瞭, 加藤真姫子, 佐藤楓. 2022. 飼料用イネの疎植栽培が生育, 収量およびコストに及ぼす影響. 秋田県畜産試験場研究報告 36, 6-12.
- 西野瞭, 佐藤楓, 鈴木人志. 2021. 飼料用イネの疎植栽培が生育, 収量およびコストに及ぼす影響. 秋田県畜産試験場研究報告 35, 12-17.
- 大角壮弘, 吉永悟志. 水稻の茎数増加に関わる生育特性の温度反応. 第 239 回日本作物学会講演会要旨集. 136.

飼餌付け時期の異なる比内地鶏の期間発育に及ぼす暑熱の影響とその抑制対策

福田 榮・力丸 宗弘

要 約

比内地鶏は季節による出荷重量のばらつきが大きく、特に7～8月出荷のロットでは重量が低下することが実需者から指摘されている。そこで本研究では、試験1として餌付け時期の異なる比内地鶏の期間発育を比較し、暑熱が比内地鶏の発育に及ぼす影響を調査した。さらに、試験2として仕上げ期におけるビタミンE (VE) の飼料添加あるいは避暑地の設置が夏季の発育低下を抑制できるか検討した。2～5月の各月にふ化、7～10月に出荷となる計4クールで比内地鶏雌を餌付けし、発育を調査した。4週齢までバタリー式育雛器、4週齢以降は寒冷紗を設置した放飼場（避暑地）付きのビニルハウスで飼育した。14週齢時に第1, 2クールでは、対照区、避暑地区、VE-2倍区、VE-9倍区を設定し、第3, 4クールでは避暑地区を除く3区に供試鶏を振り分けた。VE強化飼料は、対照区の飼料中VE濃度（40 mg/kg）を基準に、VE50%-SiO₂粉末を添加して調製した。試験1では、クール間の比較により、暑熱期に増体量が低下するとともに飼料要求率が悪化する傾向が見られた。試験2では、仕上げ期が暑熱期にあたる第1, 2クールにおいて、VE-9倍区、避暑地区で、暑熱期間の増体量が対照区と比較して有意に大きく、飼料要求率も回復する傾向が見られた。仕上げ期が暑熱期を過ぎた第3, 4クールでは試験処置による有意な影響は認められなかった。以上より、夏季の発育低下は暑熱ストレスへの応答に関連するエネルギー消費量の増加が一因であることが示唆された。さらに、適時の対策処置により、その影響を緩和し、発育低下を抑制できることが示された。

緒 言

近年の地球温暖化により、日本の年平均気温は、様々な変動を繰り返しながら有意に上昇しており、100年あたり1.19℃の割合で上昇していると報告されている（環境省他 2018）。秋田県においても年平均気温が100年あたり約1.5℃の割合で上昇しており、1990年頃から高温の年が多くなっている（気象庁 2022）。山崎ら（2006）は国内のブロイラーの産肉量に対する地球温暖化の影響を平均気温の変動から推定し、環境温度23℃と比較して27.2℃では5%、30℃では15%産肉量が低下することを示している。また、年代の経過とともに地球温暖化の産肉量への影響が大きくなることを予測し、西日本において産肉量が大幅に低

下することを示し、東北地方においても産肉量が低下する可能性を示している。

暑熱ストレスは家禽産業における最も重要な環境ストレス因子の一つであり（Lara と Rostagno 2013）、夏は秋や冬と比較して生産性が低下することが知られている（近藤ら 1983；Yalcin ら 1997）。暑熱環境下では体重や飼料摂取量が減少し、飼料要求率が悪化することがこれまで数多く報告されている（Donkoh 1989；Geraert ら 1996；Chengら 1997；Plavnik と Yahav 1998；Deeb と Cahaner 2002；Gonzalez-Esquerra と Leeson 2005）。また、飼料摂取量の減少に伴い、ビタミンA, E, Cなどの微量栄養素の摂取も影響を受ける（Lin ら 2006）。さらに、体重の重い鶏は軽い鶏よりも

暑熱ストレスに対する感受性が高く (Reece ら 1972), 出荷近くに熱死が多く発生することから, 安定した鶏肉生産を妨げる要因の一つとなっている。

秋田県の特産鶏である比内地鶏は出荷時期である約160日齢まで主にパイプハウスで飼育されているため, 暑熱の影響を受けやすく, 7～8月出荷のロットでは重量が落ちることが実需者から指摘されている。季節間の品質のばらつきは産地, 生産者によらず共通の課題となっていることから, パイプハウスでの低コストかつ導入可能な夏季の出荷重量低下抑制技術が求められている。

暑熱ストレスの影響に対処するための対策として, 環境管理 (設備, 換気, 飲水, 遮光等), 栄養管理 (代謝状況に応じた飼料設計), 飼料添加物の添加 (抗酸化剤, ビタミン, ミネラル, プロバイオティクス, プレバイオティクス, エッセンシャルオイル等), 水分補給等が多角的に検討されている (Syafwan ら 2011 ; Lara と Rostagno 2013 ; 鶏病研究会 2015)。しかし, パイプハウスはウィンドレス鶏舎や開放鶏舎と異なり, 設備の導入が困難であり, 環境管理による暑熱対策は寒冷紗の設置や冷却水の給与などに限られる。また, 栄養管理では暑熱環境下で充足率を満たすアミノ酸主体の夏季専用飼料や練り餌給餌による対策等が検討されているが, 切り替え時期や有効性, 腐敗等の問題がある。

栄養管理の手法の一つとして, ビタミンやミネラルのような栄養素の利用は暑熱ストレスの悪影響を軽減するうえで有益であることが確認されている (Lin ら 2006 ; Sahin ら 2009 ; Khan ら 2011)。ビタミンEは主要な連鎖破壊型抗酸化剤であり, フリーラジカルによって誘導される酸化的損傷から細胞および組織を保護し, 細胞の機能と増殖を促進する (Puthongsiriporn ら 2001)。Sahin ら (2002) は暑熱ストレス下で飼育されたブロイラーへ異なる濃度のビタミンEを添加

し (Gao ら 2010), 飼料摂取量, 体重, 飼料効率率が改善されることを報告している。また, Niu ら (2009) は暑熱ストレス下で飼育されたブロイラーへビタミンEを給与することによって, 生産性が維持され, 免疫機能が改善されることを確認している。さらに, ビタミンEはビタミンA, ビタミンC, セレン, プロバイオティクスなどと併用することにより, その効果が強化されることが確認されている (Sahin ら 2001 ; Basmcioglu ら 2009 ; Attia ら 2011)。しかしながら, 比内地鶏のようなパイプハウスでの飼育におけるビタミンE添加による夏季の生産性低下の抑制効果については明らかとなっていない。

そこで, 本研究では, 試験1として餌付け時期の異なる比内地鶏の期間発育を比較し, 暑熱が比内地鶏の発育に及ぼす影響を調査した。次に, 試験2として仕上げ期にビタミンEを飼料添加あるいは寒冷紗による避暑地を設置し, 夏季の出荷重量の低下を抑制する飼育管理法について検討を行った。

材料および方法

1. 供試鶏

2019年2月から5月に当場でふ化, 7～10月に出荷となる計4クールで比内地鶏雌960羽 (各クール240羽) を餌付けした。

2. 試験期間

第1クールの試験期間は2019年2月27日から7月31日までとした。第2クールの試験期間は2019年3月20日から8月21日までとした。第3クールの試験期間は2019年4月24日から9月25日までとした。第4クールの試験期間は2019年5月22日から10月23日までとした。

3. 試験区分

試験に使用したパイプハウス内温度をモニタリ

ングした結果、8月の中旬に向けて温度が急激に上昇し、その後徐々に低下したことから（図1、図2）、本研究では7月と8月を暑熱期として扱った。

暑熱対策試験は仕上げ期である14週齢から実施した。14週齢時に第1、2クールでは、対照区、避暑地区、ビタミンE-2倍区（VE-2倍区）、ビタミンE-9倍区（VE-9倍区）を設定し、第3、4クールでは避暑地区を除く3区に供試鶏を振り分けた（図3）。クール間の比較を試験1とし、暑熱が期間発育に及ぼす影響を調査した。また、各クール内の比較を試験2とし、仕上げ期の暑熱対策効果を検討した。VE強化飼料は、対照区の飼料中VE濃度（40 mg/kg）を基準に、VE50%-SiO₂粉末を添加して調製した。避暑地は単管パイプとトリカルネットで分けし、寒冷紗で日陰を作り、鶏が外へ出て暑さをしのげるようにした（図4）。14週齢までは全ての区で開放し、14週齢以降は避暑地区のみ開放し、他の区は出入り口

を封鎖した。

4. 飼養管理

餌付けから4週齢までバタリー式育雛器、4週齢以降は寒冷紗を設置した放飼場（避暑地）付きのビニルハウスで飼育した。飼料は市販の比内地鶏専用飼料を用い、不断給餌、自由飲水とした。

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した。

5. 調査項目

体重は初生時と飼料切り替えのタイミングである0、4、10、14、17、22週齢時に測定し、飼料摂取量は試験開始の14週齢から17、22週齢に測定した。体重のデータから増体量を算出し、期間あたりの飼料摂取量を増体量で割って飼料要求率を算出した。

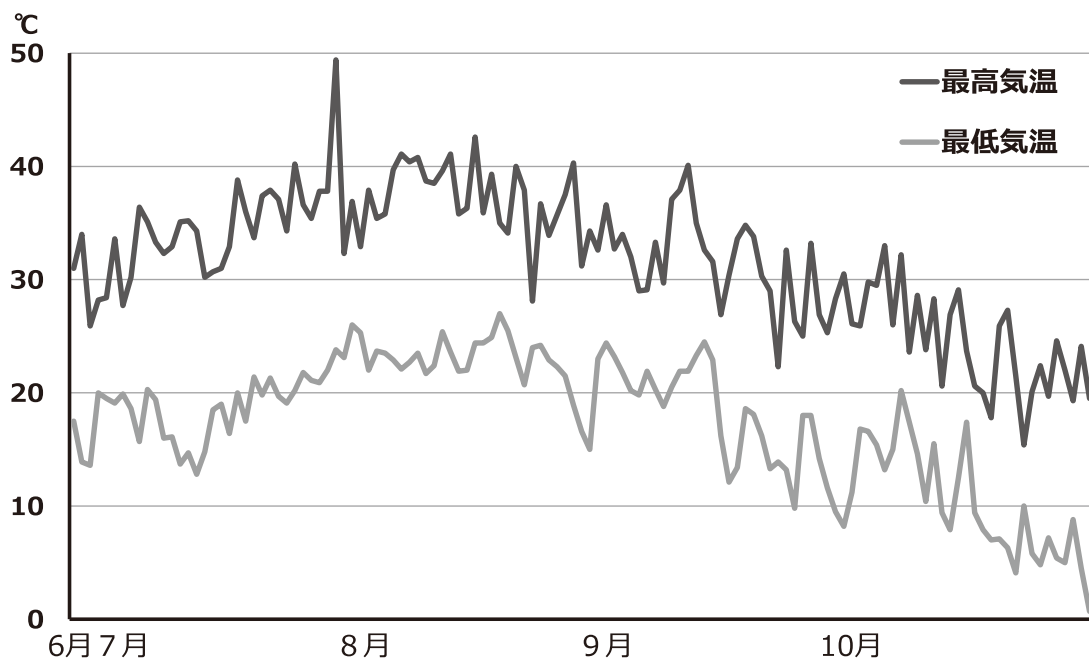


図1 ハウス内温度

6. 解体成績

22週齢に各区から6羽をランダムに抽出し、と体を解体後、正肉部位（モモ肉、ムネ肉、ササミ）、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。部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。

7. 統計処理

試験1では一元配置の分散分析およびTukeyの多重比較検定を用いた。試験2では一元配置の分散分析およびDunnettの多重比較検定を用い、対照区との対比較を行った。

結果および考察

試験1 クール間における発育比較

クール間における比内地鶏の発育比較を表1に示した。出荷時期となる22週齢体重はクール間に有意な差は認められなかったが、出荷時期が8月に当たる第2クールの体重が最も劣った。

また、暑熱期に当たるクールにおいて、飼料摂取量が低下するとともに増体重が有意に低下し、飼料要求率が悪化する傾向が確認された（表2、図5）。14週齢から17週齢では、暑熱期に当たる第2クール及び第3クールは暑熱期に当たらない第1クールと比較して飼料摂取量がそれぞれ7.2%、28.8%、増体重がそれぞれ20.7%、42.1%低下した。17週齢から22週齢では、暑熱期に当たる第1クールの飼料摂取量は暑熱期に当たらない第4クールより多かったが、第2クールは第4クールと比較して飼料摂取量が7.7%減少した。また、第1クール及び第2クールの増体重は第4クールと比較してそれぞれ33.4%、36.5%低下した。この結果は暑熱環境下で平飼いあるいはケージで飼育されたブロイラーの報告と一致していた（Donkoh 1989；Geraert ら1996；Cheng ら1997；Plavnik と Yahav 1998；Deeb と Cahaner 2002；Gonzalez-Esquerria と Leeson 2005）。

最近の報告によると、慢性的な暑熱ストレス

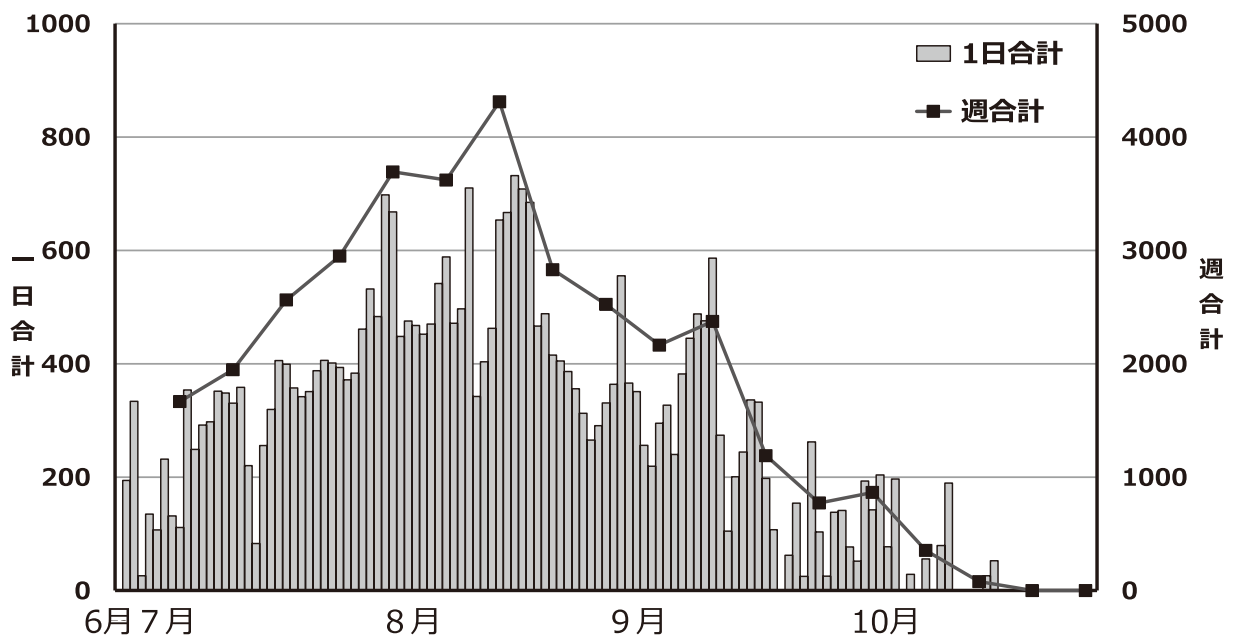


図2 暑熱（25℃以上）時間帯の累積温度（℃×時間）

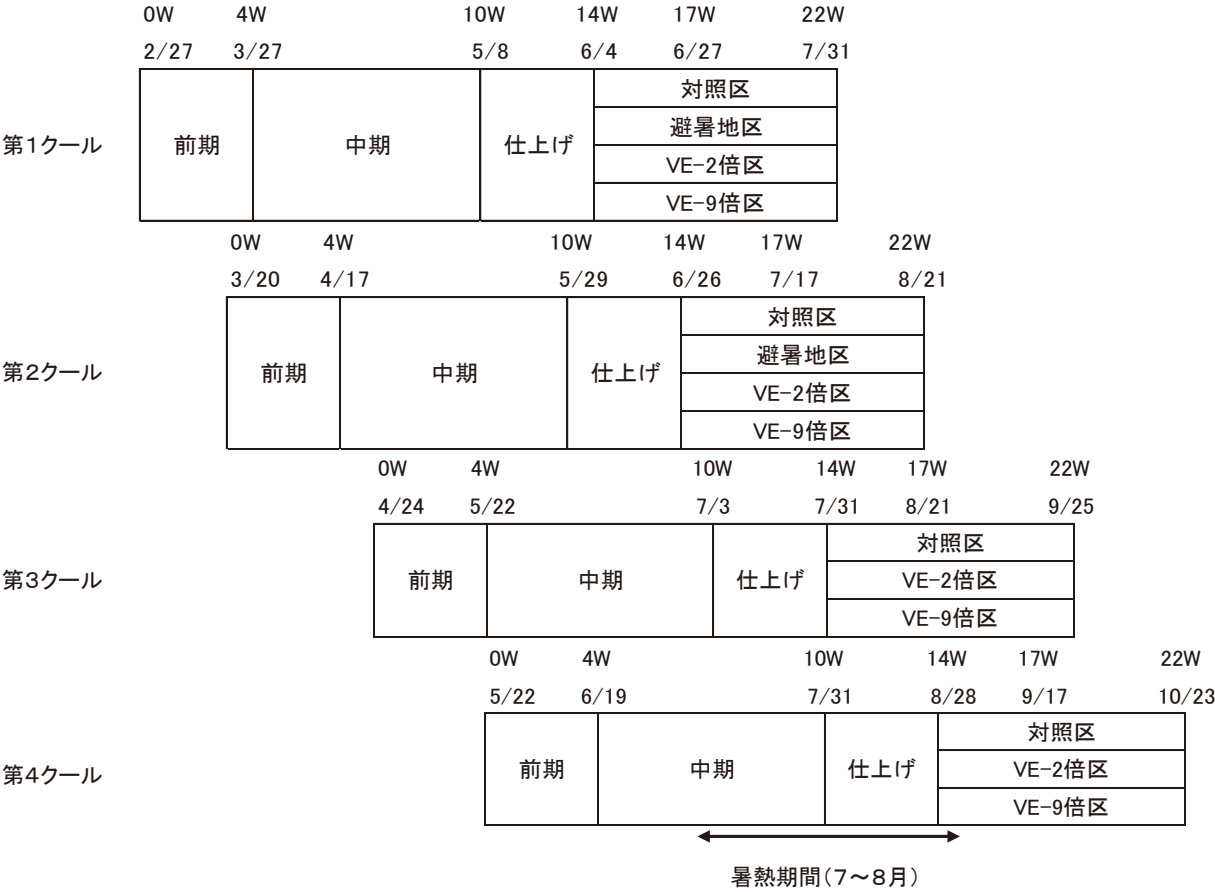


図 3 試験区分

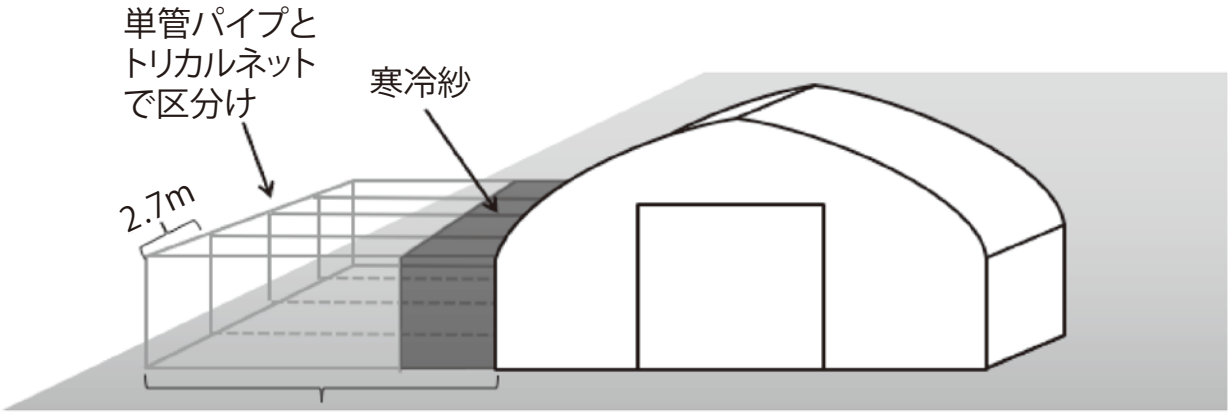


図 4 避暑地模式図（運動場＋寒冷紗）

を受けたブロイラーは35日齢では飼料摂取量が5.5%減少し、増体重が9.3%低下 (Awad ら 2020), 42日齢では飼料摂取量が8.5%減少し、増体重が9.1%低下 (Enami ら 2021) することが確認されている。また、地鶏のような発育が遅い肉用鶏では、慢性的な暑熱ストレスにより21～84日齢における飼料摂取量が4.8%減少し、増体重が11.1%低下することが確認されている (Attia ら 2011)。一方、本研究では暑熱期における比内地鶏の増体重はこれらの報告より大きく低下した。

比内地鶏とこれらの報告は飼育環境や飼育期間が異なるため、直接比較することは難しいが、パイプハウスではハウス内の温度は外気温より高く、最高気温が40℃前後に達する日も多くあったことや暑熱期における飼育期間が長いことから、パイプハウスでの飼育は暑熱の影響を大きく受けやすいことが示唆された。

暑熱ストレスは消化管上皮の損傷や機能の低下を引き起こし (Silva ら 2010 ; Sohail ら 2012 ; Song ら 2014 ; Enami ら 2021), その結果、飼

表1 クール間における比内地鶏の発育比較

体重(g)	0	4週齢	10週齢	14週齢	17週齢	22週齢
第1クール	37.5 ± 0.2 ^b	339.3 ± 2.4 ^a	1529.1 ± 8.2 ^b	2061.8 ± 11.4 ^b	2429.2 ± 29.2 ^a	2761.1 ± 30.0
第2クール	39.1 ± 0.2 ^a	340.9 ± 2.8 ^a	1593.1 ± 8.1 ^a	2104.8 ± 10.4 ^a	2373.9 ± 23.5 ^a	2691.2 ± 31.2
第3クール	38.9 ± 0.2 ^a	284.9 ± 1.6 ^c	1412.3 ± 8.1 ^c	2011.9 ± 9.7 ^c	2219.9 ± 19.8 ^b	2709.4 ± 24.6
第4クール	39.2 ± 0.2 ^a	327.7 ± 2.1 ^b	1374.0 ± 8.2 ^d	1963.2 ± 9.2 ^d	2289.8 ± 17.6 ^b	2789.3 ± 23.3
平均増体重(g)	0-4週齢	4-10週齢	10-14週齢	14-17週齢	17-22週齢	
第1クール	306.6 ± 2.3 ^a	1184.7 ± 6.8 ^b	532.7 ± 6.3 ^c	359.4 ± 14.7 ^a	332.7 ± 21.7 ^b	
第2クール	312.4 ± 2.2 ^a	1241.4 ± 7.0 ^a	511.7 ± 5.9 ^c	284.9 ± 9.7 ^c	317.3 ± 17.3 ^b	
第3クール	251.4 ± 1.3 ^b	1122.0 ± 7.4 ^c	633.7 ± 4.5 ^a	208.0 ± 6.5 ^d	489.5 ± 10.2 ^a	
第4クール	297.1 ± 1.7 ^b	1030.3 ± 10.3 ^d	596.3 ± 4.6 ^b	333.5 ± 5.6 ^b	499.5 ± 10.7 ^a	

平均値±標準誤差

^{a,b,c,d} 異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

表2 クール間における比内地鶏の飼料摂取量および飼料要求率の比較

飼料摂取量(g)	14-17週齢	17-22週齢
第1クール	2,861	4,566
第2クール	2,655	4,018
第3クール	2,036	4,099
第4クール	2,427	4,351
飼料要求率	14-17週齢	17-22週齢
第1クール	7.7	13.8
第2クール	9.9	12.7
第3クール	9.8	5.9
第4クール	7.4	8.7

※ 点線枠内は暑熱期間

表 3 クール間における比内地鶏の解体成績（％）

	と体重	もも肉	むね肉	ささみ	肝臓	心臓	筋胃	腹腔内脂肪
第1クール	94.0 ± 0.55	21.6 ± 0.53 ^{ab}	15.1 ± 0.35 ^a	3.7 ± 0.09	1.5 ± 0.08 ^b	0.4 ± 0.03	1.8 ± 0.09	3.9 ± 0.22
第2クール	93.6 ± 0.47	20.4 ± 0.20 ^b	13.5 ± 0.30 ^b	3.4 ± 0.11	1.8 ± 0.11 ^{ab}	0.5 ± 0.02	1.8 ± 0.08	4.1 ± 0.62
第3クール	93.0 ± 0.47	22.0 ± 0.30 ^a	14.8 ± 0.35 ^a	3.6 ± 0.16	1.9 ± 0.12 ^a	0.5 ± 0.03	1.9 ± 0.15	3.4 ± 0.49
第4クール	93.7 ± 0.41	22.8 ± 0.24 ^a	14.5 ± 0.23 ^{ab}	3.7 ± 0.13	1.5 ± 0.13 ^b	0.4 ± 0.02	1.8 ± 0.15	4.7 ± 0.60

平均値±標準誤差

解体成績：対と体重割合

^{a,b}異符号間に有意差あり($P < 0.05$)

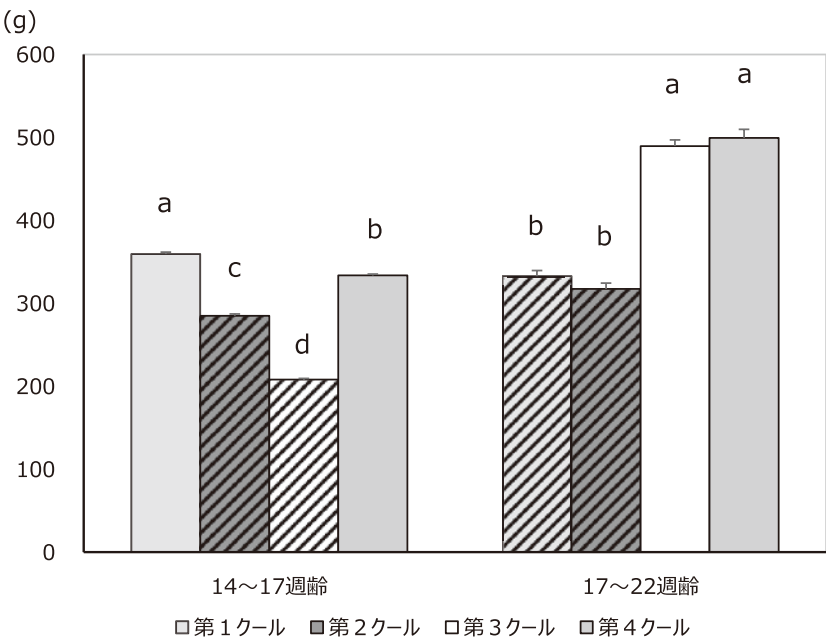


図 5 クール間における比内地鶏の平均増体重の比較

※ 斜線は暑熱期間

異符号間に有意差あり($P < 0.05$)

料摂取量が減少することで、代謝エネルギーの摂取を悪化させ、これらの要因が暑熱ストレスに暴露された家禽の生産性を悪化させる (Abu-Dieyeh 2006)。本研究においても暑熱ストレスによって消化管が影響を受け、飼料の利用性が低下することによりエネルギー不足に陥ったことが増体重低下の要因と考えられる。

解体成績については、出荷時期が8月に当たる

第2クールでは、もも肉とむね肉割合が他の区より有意に減少した（表3）。ブロイラーにおいても暑熱ストレスによって、むね肉割合が減少することが確認されている (Leenstra と Cahaner, 1992; Plavnik と Yahav 1998; Lu ら 2007; Zeferino ら 2016; Enami ら 2021)。一方、比内地鶏ではもも肉割合が有意に減少したが、ブロイラーでは暑熱ストレスによって増加するという報告もあれ

ば (Lu ら 2007 ; Enami ら 2021), 差がないという報告もある (Zeferino ら 2016). Lu ら (2007) は暑熱ストレスによってブロイラーではむね肉割合が減少し, もも肉割合は増加するが, Beijing Young chickenでは影響を受けないことから, 暑熱ストレスによる影響は品種依存的であると考察している. 本研究の結果とこれらの結果との違いは品種の違いによるものかもしれない.

試験2 クール内での仕上げ期における暑熱対策の効果

暑熱期間における比内地鶏の発育比較を表4に示した. 第1クールにおいて, 出荷時期となる22週齢体重に有意な差は認められなかったが, VE- 9 倍区, VE- 2 倍区, 避暑地区, 対照区の順となった. 暑熱期間に当たる17 ~ 22週齢時において, VE- 9 倍区と避暑地区は増体量が対照区と比較して有意に大きく, VE- 2 倍区は増体量が大きくなる傾向が認められた (図6). 避暑地区とVE- 2 倍区は対照区と比較して飼料摂取量が増加し, 全ての区において, 飼料要求率が改善された (表5). 第2クールにおいてはVE- 9 倍区, 避暑地区, VE- 2 倍区, 対照区の順となり, VE- 9 倍区は対照区より体重が有意に重くなった (表4). 暑熱期間に当たる14 ~ 22週齢においてはVE- 9 倍区と避暑地区は対照区と比較して増体量が有意に大きくなるとともに, 全ての区において, 飼料摂取量が増加し, 飼料要求率が改善された (表5, 図6). 仕上げ期が暑熱期を過ぎた第3, 4クールでは試験処置による有意な影響は認められなかった.

仕上げ期が暑熱期となる期間にビタミンEを添加あるいは避暑地を設置することにより, 暑熱期における増体重低下を抑制できることが確認された. 特にVE- 9 倍区では対照区より体重が有意に重くなった. Sahin ら (2002) は暑熱ストレス下で飼育されたブロイラーへ異なる濃度のビタミン

Eを添加することにより, 飼料摂取量, 体重, 飼料効率が改善され, 250 mg/kgのビタミンE添加が最も効果的であると報告している. また, 山口と永渕 (2014) は暑熱期にブロイラーへビタミンEを250 mg/kg添加した区が500 mg/kg添加した区より生産性が優れることを報告している. 一方, 白田ら (2001) はビタミンEの添加割合が高まるにつれて効果が高まると報告している. 本研究においても暑熱期に比内地鶏へ2 倍 (80 mg/kg) あるいは9 倍 (360 mg/kg) のビタミンEを添加することによって体重, 飼料摂取量, 飼料要求率が改善されることが確認された. しかしながら, 暑熱期における比内地鶏へのビタミンEの適正な添加量については, 今後さらに検討する必要がある. 運動場へ避暑地を設置した避暑地区では, VE- 2 倍区と同等の発育成績が得られた. 避暑地区では, 鶏が日陰で暑さをしのげることができ, エネルギー消費量を抑えることができたことが増体重低下の抑制につながったと考えられる. 避暑地は寒冷紗等で設置できることから, 比較的容易かつ低コストで暑熱による影響を抑制できる飼育管理の一つであると考えられる.

解体成績については, VE- 9 倍区が対照区と比較してむね肉割合が有意に増加し, もも肉とささみ割合が増加する傾向が確認された. VE- 2 倍区と避暑地区も対照区と比較してもも肉, むね肉, ささみ割合が増加する傾向が確認された. また, 避暑地区は対照区と比較して心臓割合が有意に減少した (表6). ブロイラーでは暑熱ストレスにより, 正肉ではむね肉割合が低下し, もも肉やささみ割合が増加すること, 内臓では肝臓割合が低下し, 心臓や砂肝割合が増加することが確認されている (Lu ら 2007, Zdanowska-Sasiadek ら, Enami ら 2021). また, 暑熱ストレス下においてビタミンEを単独で125 mg/kgあるいは250 mg/kg添加すると, むね肉割合が増加し, もも肉割合が低下する傾向が確認されている (Habibian

ら 2016). これらの報告からビタミンEには肉の重量割合を改善する効果があると考えられる. 本研究においてもビタミンEの添加量が多いほどむね肉, もも肉, ささみ割が増加する傾向を示した. しかし, ブロイラーではビタミンEを添加することによって, もも肉やささみ割合が低下するの

対し, 本研究では増加する傾向を示した. これらの反応の違いは品種の違いによるものかもしれない.

以上の結果より, 暑熱期にビタミンEの添加や避暑地を設置することにより, 暑熱の影響を緩和し, 夏季における出荷重量低下を抑制できること

表 4 暑熱期間における比内地鶏の体重比較

体重(g)	第1クール			第2クール		
	14週齢	17週齢	22週齢	14週齢	17週齢	22週齢
対照区	2060.5 ± 22.7	2427.3 ± 28.7	2761.1 ± 30.0	2104.9 ± 21.2	2373.9 ± 23.5	2691.2 ± 31.2 ^b
VE-2倍区	2060.5 ± 22.9	2439.8 ± 28.6	2803.0 ± 33.0	2105.3 ± 21.4	2377.8 ± 25.6	2706.1 ± 27.2
VE-9倍区	2060.1 ± 22.9	2413.6 ± 26.6	2823.9 ± 28.8	2104.7 ± 20.5	2409.8 ± 21.1	2773.6 ± 24.5 ^a
避暑地区	2061.7 ± 22.7	2402.2 ± 24.1	2798.2 ± 31.7	2104.2 ± 22.7	2397.1 ± 24.1	2748.0 ± 31.7
平均値±標準誤差	暑熱期間			暑熱期間		

^{ab}異符号間に有意差あり(P < 0.05)

表 5 暑熱期間における比内地鶏の飼料要求率の比較

飼料摂取量(g)	第1クール(17-22週齢)	第2クール(14-22週齢)
対照区	4,566	6,547
避暑地区	4,741	6,749
VE-2倍区	4,647	6,625
VE-9倍区	4,451	6,746
飼料要求率	第1クール(17-22週齢)	第2クール(14-22週齢)
対照区	13.8	11.4
避暑地区	12.0	10.7
VE-2倍区	12.1	10.9
VE-9倍区	10.7	10.3

表 6 暑熱期間（第2クール）における比内地鶏の解体成績（％）

	と体重	もも肉	むね肉	ささみ	肝臓	心臓	筋胃	腹腔内脂肪
対照区	93.6 ± 0.47	20.4 ± 0.20	13.5 ± 0.30 ^b	3.4 ± 0.11	1.8 ± 0.11	0.5 ± 0.02 ^a	1.8 ± 0.08	4.1 ± 0.62
避暑地区	93.8 ± 0.40	20.6 ± 0.46	14.1 ± 0.43	3.5 ± 0.16	2.2 ± 0.16	0.3 ± 0.02 ^b	1.5 ± 0.10	3.4 ± 0.33
VE-2倍区	93.8 ± 0.40	20.6 ± 0.29	14.1 ± 0.57	3.6 ± 0.10	2.0 ± 0.20	0.4 ± 0.02	1.9 ± 0.11	3.6 ± 0.43
VE-9倍区	94.4 ± 0.40	21.2 ± 0.62	15.3 ± 0.61 ^a	3.7 ± 0.27	1.8 ± 0.13	0.4 ± 0.03	1.7 ± 0.08	4.7 ± 0.79

平均値±標準誤差

解体成績: 対と体重割合

^{ab}異符号間に有意差あり(P < 0.05)

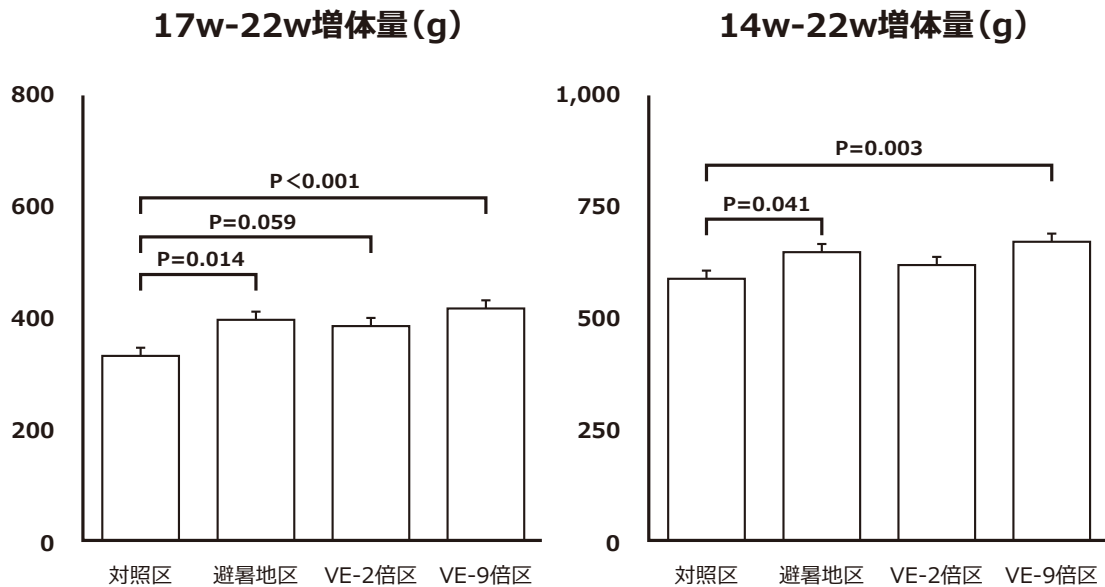


図6 暑熱期における比内地鶏の増体重の比較

が示された。ビタミンEの利用については、適切な給与量や生産現場での経済効果試算について更に検討を行う必要がある。また、避暑地の利用に伴う寄生虫病等へのリスク対策の検討も必要である。これらの検討を通して生産者における収益性の向上やブランド力の更なる向上に貢献していきたい。

引用文献

- Abu-Dieyeh ZHM. 2006. Effect of high temperature per se on growth performance of broilers. *International Journal of Poultry Science* 5: 19-21.
- Attia YA, Hassan AE, Tag El-Din and Abou-Shehema BM. 2011. Effect of ascorbic acid or increasing metabolizable energy level with or without supplementation of some essential amino acids on productive and physiological traits of slow-growing chicks exposed to chronic heat stress. *Animal Physiology and Animal Nutrition* 95: 744-755.
- Awad EA, Najaa M, Zulaikha ZA, Zulkifli I and Soleimani AF. 2020. Effects of heat stress on growth performance, selected physiological and immunological parameters, caecal microflora, and meat quality in two broiler strains. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 33: 778-787.
- Basmacioglu Malayoglu H, Ozkan O, Kocturk S, Oktay G and Ergul M. 2009. Dietary vitamin E (α -tocopheryl acetate) and organic selenium supplementation: performance and antioxidant status of broilers fed n-3 PUFA-enriched feed. *South African of Animal Science* 39: 274-285.
- Cheng TK, HAMRE ML and COON CN. 1997. Effect of environmental temperature, dietary protein, and energy levels on broiler performance. *Journal of Applied Poultry Research* 6: 1-17.
- Deeb N and Cahaner A. 2002. Genotype-by-

- environment interaction with broiler genotypes differing in growth rate. 3. Growth rate and water consumption of broiler progeny from weight-selected versus nonselected parents under normal and high ambient temperatures. *Poultry Science* 81: 293-301.
- Donkoh A. 1989. Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. *International Journal of Biometeorology* 33: 259-265.
- Emami NK, Greene ES, Kogut MH and Dridi S. 2021. Heat stress and feed restriction distinctly affect performance, carcass and meat yield, intestinal integrity, and inflammatory (chemo) cytokines in broiler chickens. *Frontiers in physiology* 12: 707757. Doi:10.3389/fphys.2021.707757.
- Gao J, Lin H, Wang XJ, Song ZG and Jiao HC. 2010. Vitamin E supplementation alleviates the oxidative stress induced by dexamethasone treatment and improves meat quality in broiler chickens. *Poultry Science* 89:318-327.
- Geraert BA, Padilha JCF and Guillaumin S. 1996. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens : growth performance, body composition and energy retention. *British Journal of Nutrition* 75: 195-204.
- Gonzalez-Esquerria R and Leeson S. 2005. Effects of acute versus chronic heat stress on broiler response to dietary protein. *Poultry Science* 84: 1562-1569.
- Habibian M, Ghazi S and Moeini MM. 2016. Effects of dietary selenium and vitamin E on growth performance, meat yield, and selenium content and lipid oxidation of breast meat of broilers reared under heat stress. *Biological Trace Element Research* 169: 142-152.
- 環境省・文部科学省・農林水産省・国土交通省・気象庁. 2018. 気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート2018. ～日本の気候変動とその影響～.
- 鶏病研究会. 2015. 採卵鶏とブロイラーの暑熱対策. 鶏病研究会報 51:1-10.
- Khan RU, Naz S, Nikousefat Z, Tufarelli V, Javdani M, Rana N and Laudadio V. Effect of vitamin E in heat-stressed poultry. 2011. *World's Poultry Science Journal* 67:469-478.
- 気象庁. 気候変動適応情報プラットフォーム. <https://adaptation-platform.nies.go.jp/index.html>. Accessed on May, 2022.
- 近藤恭・飯田孝則・石本佳之・広瀬一雄. 1983. 開放形舎におけるブロイラーの飼育密度と経済性 (第2報). 愛知県農総試研報15, 499-503.
- Lara LJ and Rostagno MH. 2013. Impact of heat stress on poultry production. *Animals* 3:356-369.
- Leenstra F and Cahaner A. 1994. Effects of low, normal, and high temperatures on slaughter yield of broilers from lines selected for high weight gain, favorable feed conversion, and high or low fat content. *Poultry Science* 71:1994-2006.
- Lin H, JIAO H.C, Buyse J and Decuyper. 2006. Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poultry Science Journal* 62:71-86.
- Lu Q, Wen J and Zhang H. 2007. Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chicken. *Poultry Science* 86:1059-1064.
- Niu ZY, Liu FZ, Yan QL and Li WC. 2009. Effects of different levels of vitamin E on growth performance and immune responses of broilers under heat stress. *Poultry Science* 88:2101-2107.
- Plavnik I and Yahav S. 1998. Effect of

- environmental temperature on broiler chickens subjected to growth restriction at an early age. *Poultry Science* 77: 870-872.
- Puthongsiriporn U, Scheideler SE, Sell JL and Beck MM. 2001. Effect of vitamin E and C supplementation on performance, in vitro lymphocyte proliferation, and antioxidant status of laying hens during heat stress. *Poultry Science* 80: 1190-1200.
- Reece FN, Deaton JW and Kubena LF. Effects of high temperature and humidity on heat prostration of broiler chickens. 1972. *Poultry Science* 51: 2021-2025.
- Sahin N, Sahin N and Kucuk O. 2001. Effects of vitamin E and vitamin A supplementation on performance, thyroid status and serum concentrations of some metabolites and minerals in broilers reared under heat stress (32°C). *Veterinary Medicina – Czech* 46: 286-292.
- Sahin K, Kucuk O, Sahin N and Gurus MF. 2002. Optimal dietary concentration of vitamin E for alleviating the effect of heat stress on performance, thyroid status, ACTH and some serum metabolite and mineral concentrations in broilers. *Veterinary Medicina – Czech* 47: 110-116.
- Sahin K, Sahin N, Kucuk O, Hayirli and Prasad AS. 2009. Role of dietary zinc in heat-stressed poultry: A review. *Poultry Science* 88: 2176-2183.
- 白田英樹・篠原啓子・笠原猛・三船和恵. 2001. ブロイラーへのVE高水準添加効果. 徳島県農林水産総合技術センター畜産研究所研究報告 1: 95-101.
- Silva VK, Torre da Silva JD, Gravena RA, Marques RH, Hada FH, Barbosa de Moraes VM. 2010. Yeast extract and prebiotic in pre-initial phase diet for broiler chickens raised under different temperatures. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39: 165-174.
- Sohail MU, Hume ME, Byrd JA, Nisbet DJ, Ijaz A, Sohail A, Shabbir MZ and Rehman H. 2012. Effect of supplementation of prebiotic mannan-oligosaccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress. *Poultry Science* 91: 2235-2240.
- Song J, Xiao K, Ke YL, Jiao LF, Hu CH, Diao QY, Shi B and Zou XT. 2014. Effect of a probiotic mixture on intestinal microflora, morphology, and barrier integrity of broilers subjected to heat stress. *Poultry Science* 93: 581-588.
- Syafwan S, Kwakkel RP and Verstegen MWA. 2011. Heat stress and feeding strategies in meat-type chickens. *World's Poultry Science Journal* 67: 653-673.
- Yalcin S, Settari P, Ozkan S and Cahaner A. 1997. Comparative valuation of three commercial broiler stocks in hot versus temperate climates. *Poultry Science* 76: 930-937.
- 山口妃鶴・永渕成樹. 2014. ブロイラーの暑熱ストレスによる損耗防止技術の確立. —ビタミンEを活用したブロイラーの暑熱対策—. 長崎県畜産試験場試験研究成績書 50: 63-68.
- 山崎信・村上斉・中島一喜・阿部啓之・杉浦俊彦・横沢正幸・栗原光規. 2006. 平均気温の変動から推定したわが国の鶏肉生産に対する地球温暖化の影響. *日本畜産学会報* 77: 231-235.

Zdanowska-Sasiadek Z, Michalczuk M, Damaziak K, Niemiec J, Polawska E, Gozdowski D and Rozanska E. 2016. Effect of vitamin E supplementation on growth performance and chicken meat quality. *European Poultry Science* 80 DOI: 10.1399/eps.2016.152.

Zeferio CP, Komiyama CM, Pelicia VC, Fascina VB, Aoyagi MM, Coutinho LL, Sartori JR and Moura ASAMT. 2016. Carcass and meat quality traits of chickens fed diets concurrently supplemented with vitamins C and E under constant heat stress. *Aminal* 10: 163-171.

比内地鶏の肉質およびおいしさの日齢変化に関する研究（第1報）

－比内地鶏の異なる日齢における発育成績－

福田栞・鹿野亜海・田澤謙・力丸宗弘

要 約

秋田県比内地鶏ブランド認証制度で定められている比内地鶏メスの出荷日齢は150日齢以上であるが、生産現場では160日齢前後の出荷が一般的である。比内地鶏の出荷日齢は経験によるところが大きく、科学的根拠に基づいた基準は明らかにされていない。そこで本研究では、比内地鶏のおいしさの要因を解明し、適正な出荷日齢の見直しを計ることを目的として、初年度は120、140、150および170日齢の異なる日齢における発育調査および解体調査を行った。体重は日齢の経過とともに大きくなり、120日齢では2181.4 g、140日齢では2489.6 g、150日齢では2639.7 g、170日齢では2771.9 gとなった。正肉重量（骨付モモ、ムネ、フリソデ、ササミ）も日齢の経過とともに増加した。正肉重量は170日齢のみが1 kgを超え、120日齢では900 g以下となった。可食内臓（肝臓、心臓、筋胃、腺胃）においては、140日齢以降重量の増加は認められなかった。卵巣は120日齢では未発達であったが、140日齢以降卵巣の発達が確認され、日齢の経過とともに卵巣重量が増加した。150日齢以降は卵を産むまで卵巣が発達した個体が確認され、170日齢ではほぼ全ての個体で確認された。腹腔内脂肪量も日齢の経過とともに増加し、150日齢と170日齢はその他の日齢より有意に重かった。歩留まりでは、正肉重量、手羽先、手羽元および可食内臓割合は日齢の経過とともに低下したのに対し、卵巣重量と腹腔内脂肪量の割合は増加した。以上の結果から産肉性や卵巣の需要等から考えると、120日齢は出荷に適さないが、その他の日齢については官能評価・理化学・組織学の観点から肉質を調査し、総合的に判断する必要がある。

緒 言

比内地鶏は秋田県を代表する特産物であり、令和2年には481千羽が生産されている。秋田県では消費者へ安心と信頼を届けることを目的として、平成20年に秋田県比内地鶏ブランド認証制度を創設し、比内地鶏の生産者、比内地鶏肉等の処理・加工に関わる事業者を認証することで比内地鶏のブランド力の維持・向上に努めている。比内地鶏ブランド認証制度において比内地鶏の飼育方法は28日齢以降、平飼いまたは放し飼い、飼育密度は1 m²当たり5羽以下、飼育期間はオスが100日齢以上、メスが150日齢以上と定められている。

オスは出荷重量・正肉単価・コスト等の面か

ら総合的に判断される出荷日齢である（力丸ら2016）が、メスは現場の経験から出荷されており、出荷日齢間の肉質などを検討して定められていない。実際の生産現場でのメスの平均出荷日齢は150日齢よりも160日齢前後が一般的であり、これは「卵を産み始めてからおいしくなる」と言う生産者の経験によるところが大きいと考えられるが、科学的な根拠には乏しい。また、平成26年度から平成28年度に実施した比内地鶏の母系原種鶏の組み合わせ試験の結果から、ロードアイランドレッド種の組み合わせがこれまでの比内地鶏の増体性能は同水準でありながら種鶏としての産卵性能が向上する「（兵庫×岡畜）×岡畜」に変更となり、種鶏の改良による性成熟の早期化が

進んだ（佐藤ら 2016, 2018）ことから、適正な出荷基準の見直しについての要望も挙げられている。さらに、生産現場における季節・産地・生産者間の要因からなる品質のばらつきは長年の課題であり、適正な出荷基準の策定は品質の安定性確保や、飼料代の高騰によるコストの見直しを計る上での基となり、比内地鶏のブランド力の維持・向上のために必要である。

そこで本研究では、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、初年度は異なる日齢の比内地鶏メスを飼育し、各日齢間の発育調査および解体調査を行った。

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。

1. 試験区分

飼育日齢が120日齢、140日齢、150日齢ならびに170日齢の計4区を設定した。なお、試験は2反復行った。

2. 試験期間および供試鶏

試験期間は令和3年3月24日～令和3年10月7日とし、比内地鶏メスの初生ひなを幼雛期（0～4週齢）は各試験区80羽、中雛期以降（4週齢～）は選抜個体を各試験区60羽ずつ供試した。解体調査時期を合わせるために、解体調査1回目（以降①）は9月、解体調査2回目（以降②）は10月になるように、令和3年3月24日、令和3年4月11日、令和3年4月19日、令和3年5月10日、令和3年5月18日、令和3年6月8日の計6回餌付けした。餌付け日順から、170日齢区①、150日齢区①、140日齢区①、120日齢区①、140日齢区②、120日齢区②とした。140日齢区①は解体調査後、残った個体を170日齢になるまで飼育し、170日齢区②とした。また、120日齢区①も同様に残った個体を150日齢になるまで飼育し、150日齢区②とした（表1）。

3. 飼養管理

餌付けから4週齢まではバタリー式育雛器で飼育し、4週齢以降はパイプハウス（1区画5.4 m×2.7 m 飼育密度 4.12羽/m²）で放し飼いとした。全期間を通して不断給餌、自由飲水とした。その他の管理は当場の慣行とした。

表1 調査区分と飼育期間

区分	飼育期間	備考
120日齢区①	R4. 5. 10～R4. 9. 7	
140日齢区①	R4. 4. 19～R4. 9. 7	
150日齢区①	R4. 4. 11～R4. 9. 9	
170日齢区①	R4. 3. 24～R4. 9. 10	
120日齢区②	R4. 6. 8～R4. 10. 6	
140日齢区②	R4. 5. 18～R4. 10. 6	
150日齢区②	R4. 5. 10～R4. 10. 7	120日齢区①を30日延長飼育
170日齢区②	R4. 4. 19～R4. 10. 7	140日齢区①を30日延長飼育

4. 調査項目

(1) 発育成績

0, 4, 10, 14, 17週齢時に全個体の体重を測定した。17週齢以降は各日齢に達する日に体重を測定した。

(2) 飼料摂取量および飼料要求率

4, 10, 14, 17週齢および適齢時にそれぞれの区の飼料摂取量を測定した。平均飼料要求率は平均日増体重および平均飼料摂取量から算出した。

(3) 解体調査

調査個体を各試験区からランダムに抽出し、解体調査1回目と2回目で各日齢区20羽ずつ供試した。と殺処理は当場の慣行法に沿って行った。放血、脱羽および冷却までの流れを10分とし、解体までの60分間を氷水で冷却した。また、お湯の温度は62度とし、1分間漬けた後に脱羽した。調査項目として、生体重（前日1晩絶食）およびと体重、骨付きモモ肉、ムネ肉、フリソデ、ササミ、手羽元、手羽先、全骨（モモ骨除く）、腹腔内脂肪の重量を測定した。可食内臓（心臓、

肝臓、腺胃、筋胃）および卵巣（輸卵管を含む）は各々、重量を測定した。また、生体重に対すると体重の割合およびと体重に対する各部位の解体割合を算出した。なお、結果は合算した。

5. 統計処理

一元配置の分散分析およびTukeyの多重比較検定を行った。統計処理にはエクセル統計ソフトウェア（株式会社 社会情報サービス、東京）を用いた。

結 果

各日齢における0, 4, 10, 14, 17週齢時の体重を表2に示した。4週齢では140日齢と170日齢に有意な差は確認されなかったが、他の日齢間で有意な差が確認された。10週齢では140日齢と170日齢および150日齢と170日齢間で有意な差となった。14週齢では120日齢と150日齢、140日齢と150日齢、120日齢と170日齢および140日齢と170日齢で有意な差となった。17週齢では有意な差は確認されなかった。適齢時の体重は120日齢では2181.4 g、140日齢では2489.6 g、150日齢では2639.7 g、170日齢では2771.9 gとなり、全ての日齢間で有意な差が確認された。

表2 各日齢における比内地鶏雌の体重（g）

項目	120日齢	140日齢	150日齢	170日齢
0w	38.4±5.1	38.8±2.3	39.1±2.6	39.6±2.5
4w	366.5±43.7 ^c	439.3±37.8 ^a	400.2±33.7 ^b	434.9±37.9 ^a
10w	1237.3±187.2 ^{ab}	1304.8±115.6 ^a	1279.7±144.2 ^a	1200.3±177.2 ^b
14w	1895.8±221.2 ^b	1903.4±151.3 ^b	1795.9±150.3 ^a	1785.8±194.9 ^a
17w	2181.4±213.4	2161.0±135.4	2198.8±142.8	2147.3±209.8
適齢時	2181.4±213.4 ^d	2489.6±181.4 ^c	2639.7±175.6 ^b	2771.9±287.7 ^a

平均±標準偏差

異符号間に有意差あり（ $P < 0.05$ ）

120日齢は17wを適齢時とする

表3 各日齢における飼料摂取量 (g/羽・日)

項目	飼料摂取量 (g/羽・日)			
	120日齢	140日齢	150日齢	170日齢
4-10w	67.4	76.8	71.7	71.8
10-14w	101.9	100.3	114.2	110.3
14w-適齢時	117.8	117.4	130.6	130.9

表4 各日齢における飼料要求率

項目	飼料要求率			
	120日齢	140日齢	150日齢	170日齢
4-10w	3.7	3.7	3.5	3.5
10-14w	4.9	5.4	5.3	4.7
14w-適齢時	6.8	7.1	9.2	10.4

各日齢の飼料摂取量および飼料要求率を表3と表4に示した。飼料摂取量は120日齢および140日齢に差はなかったが、150日齢以降摂取量が増加した。150日齢と170日齢の飼料摂取量に差はなかった。飼料要求率は日齢の経過とともに増加し、120日齢では6.8、140日齢では7.1、150日齢では9.2、170日齢では10.4となった。

各日齢における各部位の解体重量および解体割合を表5と表6に示した。モモ、ムネ、フリソデ、ササミ、手羽先および手羽元は日齢の経過とともに重量が増加した。モモ肉重量は120日齢で526.7 g、140日齢で590.7 g、150日齢で640.0 g、170日齢で671.3 gとなり、120日齢と170日齢では約145 gの差が確認された。ムネ肉重量は120日齢で241.0 g、140日齢で290.0 g、150日齢で305.1 g、170日齢で319.9 gとなり、120日齢と170日齢では約78 gの差が確認された。ササミ重量は120日齢で71.4 g、140日齢で80.9 g、150日齢で88.0 g、170日齢で90.2 gとなり、120日齢と170日齢では約19 gの差が確認された。その他、フリソデは約10 g、手羽元は約15 g、手羽先は14 gの差が確認

された。

可食内臓については、肝臓と筋胃に有意な差が確認された。肝臓は日齢の経過とともに重量が有意に増加した。一方、筋胃については150日齢以降減少し、170日齢の重量は120日齢および140日齢と比較して有意に小さくなった。心臓と腺胃に有意な差は確認されなかった。卵巣は120日齢の全ての個体で確認されず、140日齢から卵巣が発達途中の個体を確認され、卵を産むまで卵巣が発達した個体を確認されたのは150日齢以降であった。170日齢ではほぼ全ての個体で発達していた。腹腔内脂肪量は日齢の経過とともに増加したが、120日齢と140日齢および150日齢と170日齢で有意な差は確認されなかった。120日齢と170日齢を比較すると、170日齢の腹腔内脂肪量は120日齢より約2倍増加した。全骨（モモ骨除く）重量は120日齢から150日齢にかけて増加し、日齢間で有意差が確認されたが、150日齢と170日齢では有意な差は確認されなかった。

解体割合を比較すると、モモ肉重量割合は150日齢以降低下し、170日齢は他の日齢より有意に

表5 各日齢における比内鶏雌の解体重量 (g)

項目	重量 (g)			
	120日齢	140日齢	150日齢	170日齢
生体重	2112.4±127.2 ^d	2347.8±182.1 ^c	2543.3±169.4 ^b	2747.1±252.8 ^a
と体重	1957.6±120.0 ^d	2200.1±179.8 ^c	2403.9±162.7 ^b	2590.5±236.0 ^a
モモ (骨つき)	526.7±39.1 ^d	590.7±47.8 ^c	640.0±44.4 ^b	671.3±71.9 ^a
ムネ	241.0±22.8 ^c	290.0±57.6 ^b	305.1±31.3 ^{ab}	319.9±40.6 ^a
フリソデ	30.3±4.2 ^c	36.0±5.6 ^b	38.7±5.8 ^{ab}	40.8±7.5 ^a
ササミ	71.4±7.6 ^c	80.9±8.2 ^b	88.0±10.5 ^a	90.2±11.7 ^a
手羽元	83.3±7.2 ^b	93.7±8.9 ^a	96.5±8.3 ^a	98.7±10.3 ^a
手羽先	97.8±5.6 ^c	104.7±7.6 ^b	110.1±8.8 ^a	111.8±11.9 ^a
心臓	6.9±0.8	7.2±0.9	9.7±11.0	8.4±1.1
肝臓	35.6±3.0 ^c	35.6±3.0 ^b	39.9±5.3 ^b	43.3±6.2 ^a
筋胃	42.1±5.5 ^{ab}	43.7±8.3 ^a	41.3±7.3 ^{ab}	39.0±6.7 ^b
腺胃	7.3±1.1	7.1±1.1	7.2±1.3	7.4±1.0
卵巣 (輸卵管含む)	—	1.4±4.6 ^b	10.0±21.5 ^b	52.3±45.7 ^a
腹腔内脂肪	42.5±15.4 ^b	56.4±25.1 ^b	75.1±29.5 ^a	89.9±36.7 ^a
全骨 (モモ骨ぬき)	303.6±23.8 ^c	327.4±25.1 ^b	355.6±26.2 ^a	363.4±34.4 ^a

平均±標準偏差

n=40

異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

表6 各日齢における比内鶏雌の解体割合 (%)

項目	割合 (%)			
	120日齢	140日齢	150日齢	170日齢
生体重	100	100	100	100
と体重	92.7±1.3 ^c	93.7±1.5 ^b	94.5±1.1 ^a	94.3±1.0 ^a
モモ (骨つき)	26.9±0.7 ^a	26.9±0.9 ^a	26.6±1.0 ^a	25.9±1.3 ^b
ムネ	12.3±0.7 ^b	13.2±2.4 ^a	12.7±0.8 ^{ab}	12.3±0.8 ^b
フリソデ	1.5±0.2	1.6±0.2	1.6±0.2	1.6±0.2
ササミ	3.6±0.3 ^{ab}	3.7±0.3 ^a	3.7±0.3 ^a	3.5±0.3 ^b
手羽元	4.3±0.3 ^a	4.3±0.4 ^a	4.0±0.3 ^b	3.8±0.3 ^c
手羽先	5.0±0.2 ^a	4.8±0.2 ^b	4.6±0.3 ^c	4.3±0.4 ^d
心臓	0.4±0.0	0.3±0.0	0.4±0.5	0.3±0.0
肝臓	1.8±0.1 ^a	1.8±0.3 ^a	1.7±0.2 ^b	1.7±0.2 ^b
筋胃	2.2±0.3 ^a	2.0±0.4 ^a	1.7±0.3 ^b	1.5±0.2 ^c
腺胃	0.4±0.1 ^a	0.3±0.1 ^b	0.3±0.1 ^{bc}	0.3±0.0 ^c
卵巣 (輸卵管含む)	—	0.1±0.2 ^b	0.4±0.9 ^b	2.0±1.7 ^a
腹腔内脂肪	2.2±0.8 ^c	2.5±1.0 ^{bc}	3.1±1.1 ^{ab}	3.4±1.3 ^a
全骨 (モモ骨ぬき)	15.5±1.1 ^a	14.9±0.8 ^b	14.8±0.8 ^b	14.0±0.9 ^c

平均±標準偏差

n=40

異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

低下した。ムネ肉重量割合は120日齢と170日齢が140日齢より有意に低かった。ササミ重量割合は170日齢が他の日齢より有意に低かった。手羽元および手羽先は日齢の経過とともに重量割合が有意に低下した。

可食内臓では、心臓以外で有意差が確認された。肝臓は120日齢と140日齢に有意な差は確認されなかったが、150日齢と170日齢は120日齢と140日齢と比較して重量割合が有意に低下した。筋胃は120日齢と140日齢に有意な差は確認されなかったが、日齢の経過とともに重量割合が低下し、170日齢は他の日齢より有意に低かった。腺胃は120日齢が他の日齢より重量割合が有意に高かった。卵巣重量割合は170日齢が140日齢および150日齢より有意に高かった。全骨は日齢の経過とともに重量割合が低下し、170日齢は他の日齢より有意に低かった。

各日齢における正肉重量および割合を表7と表8に示した。正肉重量は日齢の経過とともに増加した。150日齢と170日齢は120日齢と140日齢よ

り有意に正肉重量が重かった。正肉重量が1 kgを超えたのは170日齢のみであった。一方、と体に対する正肉重量割合は日齢の経過とともに低下し、170日齢は他の日齢より有意に低かった。可食内臓は140日齢以降重量の増加は認められなかった。可食内臓の重量割合も日齢の経過とともに低下し、正肉重量と同様に170日齢は他の日齢より有意に低かった。

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、初年度に異なる日齢の比内地鶏メスを飼育し、各日齢間の発育調査および解体調査を行った。

発育調査の結果、比内地鶏の体重は日齢の経過とともに大きくなり、120日齢では2181.4 g、140日齢では2489.6 g、150日齢では2639.7 g、170日齢では2771.9 gとなった。佐藤ら（2018）は現行と同じ交配様式（ロード）の比内地鶏について

表7 各日齢における比内地鶏雌の正肉および可食内臓重量（g）

項目	重量（g）			
	120日齢	140日齢	150日齢	170日齢
正肉 （骨付モモ、ムネ、フリソデ、ササミ）	869.4±67.5 ^b	916.7±90.7 ^b	983.9±75.7 ^a	1032.1±114.2 ^a
可食内臓 （心臓、肝臓、筋胃、腺胃）	91.9±7.6	98.1±9.7	98.1±15.3	
平均±標準偏差 n=40 異符号間に有意差あり（ <i>P</i> < 0.05）				

表8 各日齢における比内地鶏雌の正肉および可食内臓割合（％）

項目	割合（％）			
	120日齢	140日齢	150日齢	170日齢
正肉 （骨付モモ、ムネ、フリソデ、ササミ）	44.4±1.3 ^a	41.7±2.5 ^b	40.9±1.6 ^b	39.8±1.9 ^c
可食内臓 （心臓、肝臓、筋胃、腺胃）	4.7±0.4 ^a	4.5±0.5 ^a	4.1±0.6 ^b	3.8±0.3 ^c
平均±標準偏差 n=40 異符号間に有意差あり（ <i>P</i> < 0.05）				

春生まれと冬生まれについて発育調査を行った結果、飼料によって違いはあるが、春生まれの160日齢体重は2.675 kgあるいは2.756 kgと報告している。今回の発育成績は佐藤ら（2018）の報告と比較する日齢が異なるため直接比較することはできないが、今回の成績から160日齢の体重を推測すると約2.7 kgとなり、佐藤ら（2018）の報告と同等の成績であった。飼料摂取量についても、佐藤ら（2018）の報告と同等の摂取量であった。これらの結果から、現在の比内地鶏は佐藤ら（2018）が報告した比内地鶏と同等の能力を有しており、150日齢で約2.6 kgに達することが確認された。

解体調査の結果、日齢の経過とともに正肉重量が増えたのに対して、可食内臓では個々で比較すると、日齢間で有意な差が確認されたものもあったが、心臓および腺胃は全ての日齢間で有意な差は認められなかった。また、可食内臓全体で比較すると、140日齢以降は重量の増加は確認されなかった。岩本ら（1975）は鶏において最も成長速度が早いのは内臓で、内臓および骨は早熟型器官であり、その他は晩熟型器官であると報告している。このことから、比内地鶏のメスは140日齢頃には内臓の成長がほぼ完成していると考えられる。また、手羽元および手羽先において140日齢から170日齢で差がみられなかったのも骨は早くから成長が確立されているためであると考えられる。しかし、卵巣は120日齢で未発達、140日齢では発達途中であり、これらの日齢で出荷するとなると副産物が一つなくなることとなる。一般的にキンカンと呼ばれる卵巣の需要は大きく、比内地鶏のセットとして販売するには欠かせない部位である。また産肉性からみると、上記で述べたようにモモ肉やムネ肉といった骨格筋は晩熟型器官であり、比内地鶏のメスは170日齢に至るまでに骨格筋が成長し続けていることが本研究の結果か

ら明らかとなった。正肉重量が平均1 kgを超えたのは170日齢だけであり、120日齢は平均900 gを下回る結果となった。食鳥処理および加工販売業者からの聞き取りでは、「正肉で販売するためには1 kg前後の肉量を必要とする」との回答があった。したがって平均900 gを大きく下回る120日齢は需要に適していないと考えられる。これらのことから、現在の出荷基準である150日齢よりも30日早い120日齢は産肉量および卵巣の確保が難しいため、出荷日齢に適していないと考えられる。しかし、今回は120、140、150および170日齢の発育成績および解体成績の調査のみの考察であり、各日齢間の肉質を官能評価および組織学・理化学要因から検討をしていく必要がある。そのため、今回の調査を知見とし、調査日齢の再検討を行っていく。

引用文献

- 岩本久雄・高原斉・岡本正夫. 1975. 鶏の産肉性に関する基礎的研究：VI. Barred Plymouth Rock種の孵化後における骨格筋、皮膚、内臓、骨および脂肪組織の成長について. 九州大学農学部学藝雑誌. 29(4), 151-162.
- 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.
- 力丸宗弘・高橋大希・佐藤悠紀・小松恵. 2016. 比内地鶏雄の性能調査および出荷日齢短縮の検討. 秋田県畜産試験場研究報告30, 30-37.

秋田県畜産試験場研究報告

令和5年3月20日発行

編集兼発行 秋田県畜産試験場
代表者 長谷部 毅
〒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、225部印刷して、単価は539円です。」

