

## 「彩の国地鶏タマシャモ」の改良

福田昌治\*・平野晃司\*・武政清夫\*・宗方 淳\*\*・中村秀夫\*\*\*

### Improvement of High Quality Chicken “Sainokuni-Jidori-Tamashamo”

Masaharu FUKUDA, Koji HIRANO, Kio TAKEMASA, Jun MUNAKATA  
and Hideo NAKAMURA

**要約** 本県のブランド地鶏「彩の国地鶏タマシャモ」は作出から30年以上が経過し、限られた集団の中で原種の近交が進んでおり、コマースシャル(CM)鶏ヒナの生産効率低下がみられるようになった。また、長い飼育期間による生産コスト高が普及の障害となっていた。そこで原種に外部導入鶏を交配することで近交化を回避するとともに、種鶏の繁殖性、CM鶏の増体、肉質の改良を行った。種鶏のヘンディ産卵率、受精率およびCM鶏の孵化率は想定した目標値を達成し、CM鶏ヒナのより安定的な生産体制を確立した。導入鶏を交配した改良原種の180日齢の平均体重は雄雌ともに従来原種に比べ有意に大きくなり、改良原種から生産したCM鶏(改良鶏)は雌において、従来鶏に比べ有意に大きくなった。肉質の改良として食味に關与するアラキドン酸代謝遺伝子による選抜を外部導入鶏について実施し、選抜群を原種改良やCM鶏生産のための交配に供したが、CM鶏の遺伝子型頻度において改良鶏と従来鶏との間に顕著な差がみられず、両群のモモ肉中のアラキドン酸含量にも顕著な差はみられなかった。一方でこれらのCM鶏は改良前の原種と比較すると優良遺伝子型の頻度が高かった。以上から、改良鶏の肉質は従来鶏と遜色なく、増体成績を考慮すると、従来鶏より短期間で出荷可能と考えられた。

「彩の国地鶏タマシャモ」は、1991年から県内の生産者にヒナを供給し、肥育用に飼育されており、現在、その肉は県内および東京都内の飲食店やホテルなどを中心に利用されている。地鶏のJAS規格(農林水産省、2015)で基準としている75日の飼育期間の2倍以上となる150日以上 of 長期間飼育することで、シャモの特徴を色濃く反映したプリプリとした歯応えや濃厚なうま味が特徴となっている。タマシャモ原種(TS)の作出は、旧埼玉県養鶏試験場(現 農業技術研究センター)において行われ、大型で肉質の優れた大シャモ、胸の厚みのある大和軍鶏、産卵性の優れたニューハンプシャーを使用した交配を重ね、1984年に完成した。肥育用のコマース

シャル(CM)鶏は、TSにロードアイランドレッド(以下、ロード)を交配し、その交配鶏(種鶏:TSR)雌にTS雄を戻し交配して生産している(表1)。TSは作出以来、今日に至るまで自家交配・系統維持しており、ロードも埼玉ロード(SR)として系統維持している。しかし、作出から30年以上が経過し、限られた集団の中で原種の近交が進んでおり、種鶏の産卵率、受精率の低下がみられるなど、CM鶏ヒナの生産効率低下が問題となった。また、CM鶏の飼育期間は150~180日間と長く、食感やうま味が増す反面、高い生産コストが普及の障害となっている。そこで、2015年度から2020年度にかけて畜産安全課の「彩の国地鶏タマシャモ」血統更新事業(以下、

\*養豚・養鶏担当 \*\*遺伝子情報活用研究担当(現 加須農林振興センター) \*\*\*元 養豚・養鶏担当

事業)に取り組み、近交を回避するとともに、繁殖性、増体の改良を行った。改良経過の一部については、前号までに報告している(中村ら, 2017, 2021, 2022)。

近年、鶏肉のうま味に長鎖脂肪酸の1種アラキドン酸が関与している可能性が示されている(Kiyohara *et al.* 2011, Takahashi *et al.* 2012)。カ丸ら(2016)は、体内でアラキドン酸がリノール酸から生合成される過程に関与する3つの酵素(エロンガーゼ5 [EL5], デルタ5 デサチュラーゼ [D5D] およびデルタ6 デサチュラーゼ [D6D])の遺伝子(アラキドン酸代謝関連酵素遺伝子)にSNP(一塩基多型)を見出し、これを利用した良食味鶏の選抜について報告している。本研究では、この技術も利用して優れた食味の担保と、さらなる向上を試みた。今回、事業終了後の2021年度に実施した検証内容も含め改良の概要を報告する。

本事業において、遺伝子マーカー解析をご指導いただいた国立研究開発法人 農業・食品産業技術総

合研究機構 畜産研究部門 家畜育種繁殖研究領域 有用遺伝子ユニット(現企画戦略本部)の高橋秀彰先生、食味官能試験を実施していただいた女子栄養大学 調理学研究室の奥嶋佐知子先生に深謝の意を表す。

## 材料および方法

### 1 原種の改良

#### (1) ロードの改良

(独)家畜改良センター岡崎牧場から、産卵性に優れたYA系統(岡崎ロードOR)を導入し、SRに交配した(中村・奥嶋 2017)。これにより産卵性が向上した反面、体格が小型化したため、SRの戻し交配を2代繰り返した(S3OR)。さらにSRおよびS3ORを遺伝子選抜し、交配したS4ORを最終型として種鶏生産用の繁殖に供した(表1)。

表1 鶏種の定義・交配方法および略号

区分	系統または交配方法(雄×雌)	略号
原種	タマシャモ原種	TS
	ロードアイランドレッド(埼玉ロード)	SR
種鶏	タマシャモ原種×埼玉ロード	TS×SR : TSR
CM鶏(従来鶏)	タマシャモ原種×種鶏(彩の国地鶏タマシャモ)	TS×TSR
導入原種	純系シャモ831系統	831
	ロードアイランドレッドYA系統(岡崎ロード)	OR
改良TS	(831×TS) × TS	8TS×TS : 8TTS
改良SR	SR × (SR × (SR × OR))	S3OR
	SR × (SR × (SR × (SR × OR))) および (SR × (SR × (SR × OR))) × SR	S4OR
改良種鶏	改良TS × 改良SR	8TTS×S4OR : 8TTSR
CM鶏(改良鶏)	改良TS × 改良種鶏	8TTS×8TTSR

## (2) TS の改良

(独) 家畜改良センター兵庫牧場から、肉質と増体に優れた純系シャモ 831 系統 (831) を導入し、TS と交配した。増体性、繁殖性を評価し、831×TS の F1 雄を TS 雌に交配した系統 (8TTS) を改良原種とした (表 1)。180 日齢の改良原種 (雄 40 羽、雌 86 羽) の平均体重について、同一条件で飼育した同一日齢の従来原種 (TS : 雄 30 羽、雌 90 羽) の成績と比較した。飼育条件は、餌付けからウインドウレス育雛鶏舎内のバタリーで群飼し、29 日齢から同鶏舎内の集団ケージで群飼した。120 日齢からはウインドウレス原種鶏舎の個別ケージで飼育した。給与飼料は、餌付けから 28 日齢までは市販幼雛用飼料 (CP 21% ME 3,000kcal/kg), 29~84 日齢は市販中雛用飼料 (CP 18% ME 2,850kcal/kg), 85 日齢以降は市販大雛用飼料 (CP 14% ME 2,750kcal/kg), 121 日齢以降は市販成鶏用飼料 (CP 15% ME 2,830kcal/kg) をそれぞれ不断給餌した。

## 2 種鶏の繁殖性の評価

2021 年に改良原種 (8TTS および S4OR) から作出した改良種鶏 (8TTSR) 群 57 羽の繁殖性 (24~44 週齢のヘンディ産卵率, 26~44 週齢の受精率, 孵化率 : 対入卵孵化率) について改良前の 2014 年に CM 鶏生産用に飼育していた種鶏 (TSR) 群 158 羽の同月齢の成績および事業開始後に設定した改良目標値 (表 2) と比較した。改良前後の種鶏群の各成績は、週ごとの成績の平均値とした。改良前後の種鶏群はウインドウレス種鶏舎の集団ケージに雌 12~15 羽に雄 1 羽で群飼し、自然交配を行った。いずれも飼料給与体系は 1 (2) と同様である。

表 2 種鶏の改良目標値

項目	目標値 (%)
ヘンディ産卵率	65
受精率	75
孵化率	70

## 3 CM 鶏の増体性の評価

改良種鶏から生産した CM 鶏 (改良鶏) の増体性を評価するため、2021 年に生産した CM 試験鶏 (従来鶏および改良鶏 : いずれも雄雌各 15 羽) について 143 日齢の平均体重を比較した。なお、この試験における従来鶏とは、TS×(TS×S4OR) である。餌付けから 28 日齢まではウインドウレス育雛鶏舎の集団ケージで群飼した。29 日齢からは、生産者と同様の平飼い飼育を行うために作成した試験用の野外簡易鶏舎 (中村ら 2021) に移動し、両群を同一区画内で 143 日齢まで混合飼育した。給与飼料は、餌付けから 28 日齢までは市販幼雛用飼料 (CP 21% ME 3,000kcal/kg), 29~84 日齢は市販中雛用飼料 (CP 18% ME 2,850kcal/kg), 85 日齢以降は市販ブロイラー肥育後期用飼料 (CP 19% ME 3,120kcal/kg) をそれぞれ不断給餌した。

## 4 肉質の改良

### (1) 遺伝子マーカーによる優良個体の選抜

食味に関係する遺伝子マーカーとしてアラキドン酸代謝関連酵素遺伝子 3 種 (*EL5*, *D5D*, *D6D*) を利用した優良個体の選抜を実施した。なお、TS は近交化が進んでいるため各遺伝子型頻度の調査のみ実施し、選抜はせず、831 を同遺伝子で選抜し、TS と交配することで改良 TS を作出することとした。ロード 2 系統 (SR, S3OR) についても各遺伝子型頻度を調査し、優良型を中心とした個体同士を選抜交配し、最終改良型 (S4OR) とした。SNP タイピングは、EDTA-2K 入り真空採血管で採血した全血を材料として、力丸ら (2016) の方法により実施した。また、2021 年に増体性評価のために野外簡易鶏舎で飼育した CM 試験鶏 (改良鶏および従来鶏 : いずれも雄雌各 15 羽) について、以下の方法により *D5D* および *D6D* の遺伝子型頻度を確認した。

全血から DNeasy Blood and Tissue Kit (キアゲン) により DNA を抽出し、10ng/μL に希釈調整したものを鋳型 DNA とした。*D5D* (G/A) 反応液組成は、鋳型 DNA 1.0μL, 10μM のフォワード/リバープライマー各 0.2μL, GoTaq Green master Mix 2× (プロメガ) 5.0μL, Nuclease Free Water 3.6μL の計 10μL とした。反応条件は、95°C 2 分の後、95°C 15 秒・63°C 30 秒・72°C 1 分を 40 反復し、

72°C 5分の最終伸長を行った。D6D (A/G) の反応液組成は、鋳型 DNA 1.0μL, 10μM のフォワード／リバースプライマー各 0.2μL, KAPA SYBR Fast qPCR Kit (カパ・バイオシステムズ) 5.0μL, React-PRO (バイオ・リジェネレーションズ) 1.0μL, Nuclease Free Water 2.6μL の計 10μL とした。反応条件は、95°C 2分の後、95°C 15秒・59°C 30秒・72°C 1分を 32 反復し、72°C 5分の最終伸長を行った。PCR 産物は Atlas ClearSight DNA Stain (バイオアトラス) を添加した 2%アガロースゲルで電気泳動し、バンドの有無によってそれぞれの遺伝子型を判定した。

外貌上は TS と大きな違いはみられなかった(図 2)。



図 2 改良原種 (8TTS) 雄 180 日齢

## (2) 改良鶏の肉質成分分析

2021 年に野外簡易鶏舎で飼育した 143 日齢の CM 試験鶏 (改良鶏および従来鶏) の雄もも肉 (皮なし) を用い、アラキドン酸およびイノシン酸の含量について測定した。解体した各区 6羽のもも肉を真空パックし-40°Cで保存、(一財) 日本食品検査に依頼した。

## 5 統計解析

改良前後の産卵率、受精率、孵化率および体重の平均値の検定は、F 検定により等分散性の検定を行い、等分散性が確認された場合は t 検定、等分散性が確認されなかった場合は Welch 検定を実施した。有意水準は 5%未満とした。これらの統計解析は、統計解析ソフト (EZR ver1.36, 自治医科大学附属さいたま医療センター) を用いて実施した。

## 成績

### 1 TS の改良

改良原種 (8TTS) の 180 日齢の平均体重は雄雌とも従来原種 (TS) より有意に大きくなった (図 1)。

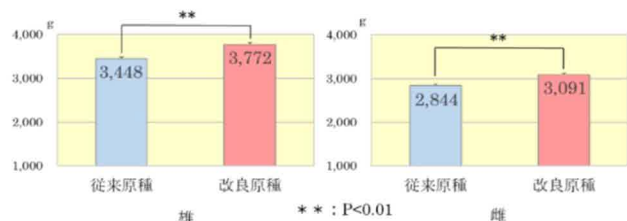


図 1 180 日齢の従来原種および改良原種の体重平均値

### 2 種鶏の繁殖性の評価

改良種鶏群のヘンディ産卵率は改良前の種鶏群の 56.9%から 72.7%に、受精率は 70.5%から 85.8%に、孵化率は 53.1%から 72.1%に有意に向上した。いずれも改良目標値 (表 2) を上回った。

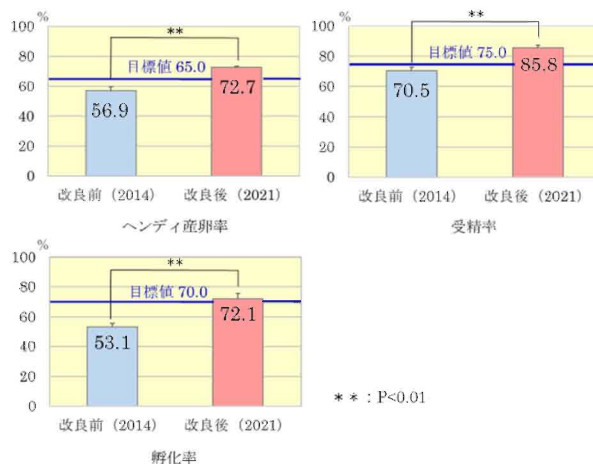


図 3 種鶏の繁殖性改良成績

### 3 改良 CM 鶏の増体性の評価

改良種鶏から生産した CM 鶏 (改良鶏) 143 日齢の平均体重は雌で従来鶏に比べ有様に大きくなったが、雄では有意差がなかった (図 4)。

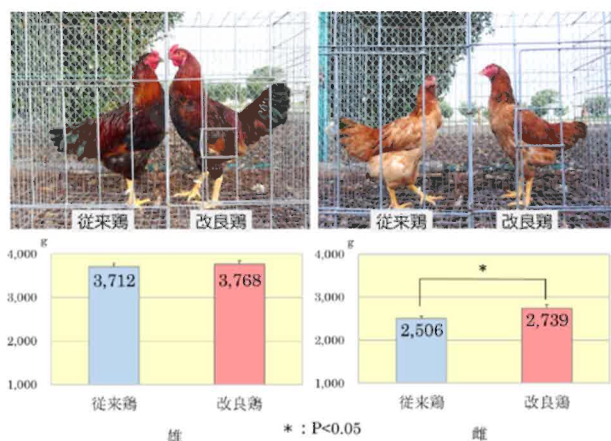


図4 CM試験鶏143日齢の改良鶏・従来鶏（上写真）および同日の体重平均値

#### 4 肉質の改良

(1) 遺伝子マーカーによる優良個体の選抜

a 選抜前のTS (2016), 831 (2017) およびロード (2017) の遺伝子型頻度

表3に各遺伝子型頻度を示した。表中、各遺伝子とも左側の遺伝子型 (*EL5*ではTアレル, *D5D*ではGアレル, *D6D*ではGアレル) が優良型とされている (力丸ら 2016)。TSの全ておよび831の大部分の検体で *EL5* は最優良型 T/T であり, TS の *D6D* は全て A/A であった。ロードの遺伝子型は多岐に渡っていた。

表3 選抜前のTS, 831およびロードにおけるアラキドン酸代謝遺伝子の遺伝子型頻度

鶏種	検査年度	性別	供試羽数	<i>EL5</i>			<i>D5D</i>			<i>D6D</i>		
				T/T	T/A	A/A	G/G	G/A	A/A	G/G	A/G	A/A
TS	2016	雄	58	1.000	0.000	0.000	0.404	0.561	0.035	0.000	0.000	1.000
		雌	150	1.000	0.000	0.000	0.530	0.373	0.097	0.000	0.000	1.000
		計	208	1.000	0.000	0.000	0.495	0.425	0.080	0.000	0.000	1.000
831	2017	雄	54	0.962	0.038	0.000	0.741	0.259	0.000	0.074	0.296	0.630
		雌	58	1.000	0.000	0.000	0.655	0.328	0.017	0.034	0.517	0.448
		計	112	0.982	0.018	0.000	0.696	0.295	0.009	0.054	0.411	0.536
ロード ※	2017	雄	67	0.448	0.478	0.075	0.269	0.627	0.104	0.164	0.403	0.433
		雌	149	0.430	0.483	0.087	0.389	0.456	0.154	0.094	0.483	0.423
		計	216	0.435	0.481	0.083	0.352	0.509	0.139	0.116	0.458	0.426

※SR・S3OR混群

b 831 選抜交配群 (2018) およびロード選抜交配群 (S4OR 2018) の遺伝子型頻度

aの結果を受けて, 最優良型の T/T-G/G-G/G を増やすため, 831 (2017) 群内で *D6D* の優良型ホモである G/G の個体の選抜交配を実施した。その結果, 交配産子 (2018 選抜群) 雄雌各 8羽における *D5D* および *D6D* の遺伝子型頻度は表4のとおりで, 同

遺伝子型の雄雌合わせた頻度が選抜前の 0.054 から選抜群では 0.563 となった。これらの系統の雄を中心に TS に交配し, 改良を行った。また, ロードは優良遺伝子型の個体を中心に選抜交配した結果, 交配産子 (2018 選抜交配群 S4OR) の遺伝子頻度は表5のとおりで, *D5D* および *D6D* の優良遺伝子型頻度が高くなった。

表4 831 選抜群における *D5D* および *D6D* の遺伝子型頻度

鶏種	検査年度	性別	供試羽数	<i>D5D</i>			<i>D6D</i>		
				G/G	G/A	A/A	G/G	A/G	A/A
831	2018	雄	8	0.625	0.375	0.000	0.500	0.500	0.000
		雌	8	0.375	0.625	0.000	0.625	0.375	0.000
		計	16	0.500	0.500	0.000	0.563	0.438	0.000

表5 ロード選抜群 (S4OR) におけるアラキドン酸代謝遺伝子の遺伝子型頻度

鶏種	検査年度	性別	供試羽数	EL5			D5D			D6D		
				T/T	T/A	A/A	G/G	G/A	A/A	G/G	A/G	A/A
S4OR	2018	雄	31	0.677	0.323	0.000	1.000	0.000	0.000	0.677	0.194	0.129
		雌	132	0.485	0.492	0.023	0.652	0.348	0.000	0.424	0.280	0.295
		計	163	0.521	0.460	0.018	0.718	0.282	0.000	0.472	0.264	0.264

c CM 試験鶏 (2021) D5D および D6D の遺伝子型頻度

2021年に野外簡易鶏舎で飼育したCM試験鶏(改

良鶏および従来鶏)におけるD5DおよびD6Dの遺伝子型頻度は表6のとおりで、改良鶏と従来鶏の遺伝子型頻度に顕著な差はみられなかった。

表6 CM 試験鶏における D5D および D6D の遺伝子型頻度

区分	検査年度	性別	供試羽数	D5D			D6D		
				G/G	G/A	A/A	G/G	A/G	A/A
改良鶏	2021	雄	15	0.933	0.067	0.000	0.000	0.400	0.600
		雌	15	0.800	0.200	0.000	0.000	0.133	0.867
		計	30	0.867	0.133	0.000	0.000	0.267	0.733
従来鶏	2021	雄	15	0.733	0.267	0.000	0.000	0.400	0.600
		雌	15	0.929	0.071	0.000	0.000	0.429	0.571
		計	30	0.831	0.169	0.000	0.000	0.414	0.586

(2) 改良鶏の肉質成分分析

2021年に野外簡易鶏舎で飼育した143日齢のCM試験鶏(改良鶏および従来鶏)の雄もも肉(皮なし)におけるアラキドン酸およびイノシン酸の含量は表7のとおりで、改良鶏と従来鶏に顕著な差はみられなかった。

表7 改良鶏・従来鶏のもも肉中含量 (mg/100g)

	改良鶏	従来鶏
アラキドン酸	110	120
イノシン酸	140	130

考察

外部導入系統を原種に交配し、種鶏の繁殖性、CM鶏の増体性、肉質の3つを主眼とした改良を行った。

種鶏の繁殖性の各項目は設定した目標値を達成し、産卵率に孵化率を乗じた試算により比較すると、CM鶏ヒナの生産性が改良前の約1.7倍に向上した

と評価することができる。

831を交配した改良原種(8TTS)の180日齢の平均体重は雄雌ともに従来原種(TS)に比べ有意に大きく、改良原種から生産したCM鶏(改良鶏)は143日齢で雌において従来鶏に比べ有意に大きくなったが、雄では有意な差は得られなかった。この理由として、共通のロード(S4OR)を種鶏の母系に使用していることや、野外簡易鶏舎の同一区画内で両群を混合飼育した結果生じた集団内の順位関係が個体の採食量に影響した可能性が考えられた。

アラキドン酸は、不飽和脂肪酸の1つで、官能評価においてアラキドン酸含有量の高い鶏肉は、うま味やコク味が強く、全体的に味が濃いと評価されることが報告されている(Kiyohara *et al.* 2011, Takahashi *et al.* 2012)。比内地鶏とブロイラーのアラキドン酸含量を比較した報告(Rikimaru・Takahashi 2010)では、比内地鶏で有意に含量が高かったことから、品種間で含量に差があることが示唆されている。そこで今回、食味の改良のためアラキドン酸代謝関連酵素遺伝子のSNP解析(カ丸ら 2016)による選抜を試みた。しかし、CM鶏の遺伝

子型頻度およびもも肉中のアラキドン酸含量ともに改良鶏と従来鶏との間に顕著な差はみられなかった。その原因として、外部導入した 831 のみ遺伝子選抜し、これに TS を 2 代交配した系統を改良原種としたため、同遺伝子による選抜交配の効果は限定的であったこと、試験に使用した改良鶏、従来鶏のいずれもその作出の過程において遺伝子選抜したロード (S4OR) を種鶏の母系として使用していることが考えられた。一方、CM 鶏の遺伝子型頻度を改良前の原種 (TS, 831, ロード) と比較すると、D5D で優良遺伝子型の G/G, D6D で A/G の頻度が高かったことから 831 およびロード選抜系の交配の効果はある程度認められると考えられた。ただし、官能評価において、同遺伝子型の優良群と不良群との間に差がみられなかったとする報告 (山下ら 2022) もあり、同遺伝子選抜によるタマシャモ肉の食味への効果については、今後慎重に評価する必要がある。ハプロタイプとしては、改良鶏、従来鶏とも T-G-A が優勢と考えられるが、力丸ら (2016) がハプロタイプともも肉の脂肪酸組成中のアラキドン酸含有率との関連を調査した報告では、T-G-A は T-G-G に次いでアラキドン酸含有率が高かった。我々が 2016~2019 年度に野外簡易鶏舎で飼育した 150~158 日齢の従来鶏雄もも肉のアラキドン酸含量は、年度により変動があるが、市販若鶏の測定値 (90mg/100g) の 1.33~1.67 倍と高かった (中村ら 2021, 2022)。各年度の改良鶏も従来鶏と顕著な差はなく、市販若鶏との差は明確であった (中村ら 2021, 2022)。また、アラキドン酸の日齢による含量の変化については、2019 年度に野外簡易鶏舎で飼育した改良鶏 150 日齢の含量は 180 日でも大きく変わらなかった (中村ら 2022)。Rikimaru *et al.* (2010) が実施したブロイラーを用いた試験においても日齢によるアラキドン酸含量の増加は認められなかった。以上から、アラキドン酸含量は遺伝的に決まり、日齢による変動はないため、飼育期間を短縮しても影響はないと考えられた。

一方、イノシン酸は、過去に我々が実施した肉質成分分析 (中村ら 2021, 2022) において従来鶏もも肉中の含量は、市販若鶏の測定値 (75mg/100g) の 1.24~1.89 倍となり、今回示した 2021 年度の試験群も過去の従来鶏の含量と同様で、両群に顕著な差はなかった。イノシン酸は加齢に伴い増加するこ

とが知られており (Chow・Jacobson 1968, Rikimaru・Takahashi 2010)、市販若鶏との飼育日数の違いによる影響も大きいと考えられた。

2019 年度に実施した官能評価 (中村ら 2022) において、改良鶏の日齢による食味の違いを検証した結果、咀嚼に関する項目で 150 日齢に比べ 180 日齢が有意に低い評価であり、日齢に伴う肉の歯応え (硬さ) が評価に現れたと考えられた。味、総合評価では両日齢の間で有意差がなかった。

以上から、改良鶏の肉質は従来鶏と遜色なく、飼育期間を短縮しても食味に影響はないと考えられ、増体成績も考慮すると、従来鶏より短期間で出荷可能と考えられた。これらを踏まえて「彩の国地鶏タマシャモ飼養管理マニュアル」(埼玉県 2022) を改訂し、公開した。

## 引用文献

- Chow I and Jacobson M (1968) : Inosine monophosphate, inosine, and hypoxanthine in meat from broilers 5, 7, and 9 weeks of age. *Poult. Sci.* 47, 604-608.
- Kiyohara R, Yamaguchi S, Rikimaru K and Takahashi H (2011) : Supplemental arachidonic acid-enriched oil improves the taste of thigh meat of Hinai-jidori chickens. *Poult. Sci.* 90, 1817-1822.
- 中村秀夫・奥嶋佐知子(2017) : 「彩の国地鶏タマシャモ」の改良 1 母系の作出に用いるロードアイランドレッドの系統がコマーシャル鶏の生産性と肉質に及ぼす影響. 埼玉農技研研報 16, 39-42.
- 中村秀夫・福田昌治・奥嶋佐知子(2021) : 「彩の国地鶏タマシャモ」の改良 2 野外鶏舎での改良鶏の飼育成績と肉質の調査(2016, 2017 年度成績). 埼玉農技研研報 20, 58-63.
- 中村秀夫・福田昌治・奥嶋佐知子(2022) : 「彩の国地鶏タマシャモ」の改良 (第 3 報) 野外鶏舎での改良鶏の飼育成績と肉質の調査 (2018, 2019 年成績). 埼玉農技研研報 21, 69-74.
- 農林水産省 (2015) : 地鶏肉の日本農林規格, 平成 27 年 8 月 21 日農林水産省告示第 2009 号. [https://www.maff.go.jp/j/jas/jas\\_kikaku/pdf/kikaku\\_jidori\\_150821.pdf](https://www.maff.go.jp/j/jas/jas_kikaku/pdf/kikaku_jidori_150821.pdf) (2015/8/21 閲覧).

Rikimaru K and Takahashi H (2010) : Evaluation of the meat from Hinai-jidori chickens and broilers : Analysis of general biochemical components, free amino acids, inosine 5'-monophosphate, and fatty acids. *J. Appl. Poult. Res.* 19, 327-333.

力丸宗弘・江川やよい・山口進・青谷大希・小松恵・高橋秀彰 (2016) : 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 4 報) アラキドン酸代謝関連酵素遺伝子のハプロタイプと鶏肉のアラキドン酸含有率との関連性. *秋田畜試研報* 31, 36-42.

埼玉県 (2022) : 彩の国地鶏タマシャモ飼養管理マニュアル. [https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/104580/tamashamo\\_manyual.pdf](https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/104580/tamashamo_manyual.pdf) (2022/7/26 閲覧).

Takahashi H, Rikimaru K, Kiyohara R and Yamaguchi S (2012) : Effect of arachidonic acid-enriched oil diet supplementation on the taste of broiler meat. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 25, 845-851.

山下薫・石川恭子・三浦成見・岡庭就祐・埴和靖俊 (2022) : 地鶏のおいしさに関連する遺伝子の解明及び次世代鶏作出技術の確立. *茨城畜セ研報* 53, 7-13.