



神奈川県
畜産技術センター

ISSN 2433-6882

神奈川県畜産技術センター

研究報告

第5号 (通巻100号)

Bulletin of
Kanagawa Prefectural Livestock Industry Technology Center
No.5

2025年3月

神奈川県畜産技術センター研究報告
第5号（通巻100号）

目 次

【研究報告】

直売所利用者の選択型コンジョイント分析による神奈川県産豚肉に対するブランド力の推定及び豚肉に求める特徴

引地宏二・前田高弘 ----- 1

生体内卵子吸引技術（OPU）によるホルスタイン種雌牛の胚生産の野外試験

湯本森矢・浅川祐二¹・近田邦利²・森村裕之¹・坂上信忠・秋山 清

（¹神奈川県湘南家保、²神奈川県県央家保） ----- 7

かながわ鶏の体重変化に対する非線形成長モデルの作成

折原健太郎・引地宏二 ----- 14

【所外掲載論文】 ----- 18

【学会発表】 ----- 19

ISSN 2433-6882

**Bulletin of Kanagawa Prefectural
Livestock Technology Industry Center (No.5)**

C O N T E N T S

Evaluation of the Brand Strength of Pork Produced in Kanagawa Prefecture and the Characteristics Required for Pork Using Choice type conjoint analysis of Users of Direct sales stores

Kouji HIKICHI and Takahiro MAEDA

Farm Research of Embryo Production in Holstein cows by OPU

Shinya YUMOTO, Yuji ASAKAWA, Kunitoshi KONDA, Hiroyuki MORIMURA,
Nobutada SAKAGAMI and Kiyoshi AKIYAMA

Creating Non-linear Growth Models for Body Weight of Kanagawa-dori

Kentaro ORIHARA and Kouji HIKICHI

直売所利用者の選択型コンジョイント分析による神奈川県産豚肉に対する ブランド力の推定及び豚肉に求める特徴

引地宏二・前田高弘

Evaluation of the Brand Strength of Pork Produced in Kanagawa Prefecture and the Characteristics
Required for Pork Using Choice type conjoint analysis of Users of Direct sales stores

Kouji HIKICHI and Takahiro MAEDA

県内豚肉生産者が運営する直売所の来店者を対象に、神奈川県産豚肉のブランド力の推定を選択型コンジョイント分析により検討した。厚木市内の生産者直売所来店者 120 人にアンケート調査を実施した。カナダ産を基準 0 円とした各産地の価格差は、国産 518 円、千葉県産 342 円、厚木市産 610 円であった。国内産のみで価格差を比較すると、厚木市産は、国産に対して 1.2 倍、千葉県産に対して 1.8 倍程度の価格差があり、ブランド力が高いことが推定された。また、生産者直売所の利用頻度で来店者を比較すると、単価 300 円の豚肉の選択確率は週 1 回以上が 95% で週 1 回未満の 89% より 6 ポイント高く、週 1 回以上の来店者は、豚肉の鮮度や品質をより重視し、週 1 回未満の来店者は、お惣菜のおいしさ、ホルモンが新鮮、手頃な価格帯をより重視していることが確認された。

キーワード：豚肉、生産者直売所、選択確率、選択型コンジョイント分析

肉類の家計調査（総務省 2023 年）による消費動向では、2001 年の 1 世帯当り年間購入数量は、牛肉 8.3kg、豚肉 16.6kg、鶏肉 11.8kg であり、以降は豚肉、鶏肉で増加、牛肉は横ばいから減少で推移し、2020 年には牛肉 7.2kg（2001 年対比 0.87）、豚肉 23.0kg（同 1.39）、鶏肉 18.8kg（同 1.60）となった。しかし、2021 年以降は全ての畜種の購入量が減少し、2023 年には牛肉 5.9kg（2020 年対比 0.82）、豚肉 22.0kg（同 0.96）、鶏肉 17.9kg（同 0.95）となり（図 1）、今後も国内の人口減少や高齢化による消費の落ち込みが懸念される。

このような市況のなか、神奈川県内の養豚経営は 920 万県民の大消費地の中で生産する強みを生かし、銘柄豚を生産し、農産物直売所や自社が運営する直売所等での販売に重点をおいている。しかし、県内産豚肉が消費者にとって、他県産や輸入品よりどの程度、価格差としてブランド力があるかは明確ではない。

消費者の購買意思に商品のどの要素がどれく

らい影響しているのか定量的に確かめる手法として選択型コンジョイント分析がある。選択型コンジョイント分析では、複数の要素と価格の組合せの選択肢の中から最も好ましい選択肢を選ぶことを繰り返して行い、回答結果から選択確率を導き出す。

青果物（ミニトマト、長ねぎ、ブロッコリ、玉ねぎ、キウイフルーツ）では、原産地名をブランドの一部と捉えて、選択型コンジョイント分析により各青果物について、産地間の価格差に

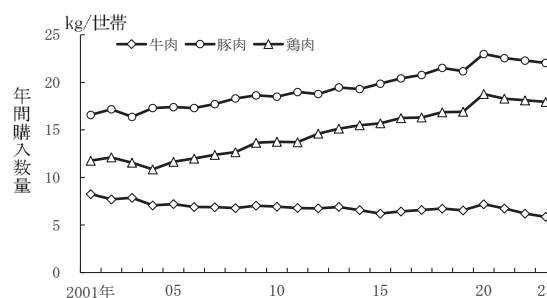


図1 肉類の年間購入数量の推移（2人以上世帯）
総務省総務局による家計調査データを基にグラフ化した。

表 1 選択型コンジョイント分析に使用した属性と水準

属 性		水 準			
産 地	4水準	厚木産	千葉産	国 産	カナダ産
価 格 ロース肉100g単価(円)	8水準	120、150、180、210、240、270、300、330			

カナダ産 180円	国産 120円	千葉県産 300円	どれも 買わない	国産 330円	厚木市産 180円	カナダ産 120円	どれも 買わない
千葉県産 300円	国産 240円	厚木市産 150円	どれも 買わない	千葉県産 150円	国産 300円	厚木市産 330円	どれも 買わない
カナダ産 210円	国産 270円	厚木市産 120円	どれも 買わない	千葉県産 270円	厚木市産 240円	国産 330円	どれも 買わない

図 2 選択型コンジョイント分析のプロファイル

よるブランド力の推定を行っている（大浦ら 2002）。また、北海道産米では産地及び栽培方法について選択型コンジョイント分析を行い、通常栽培の北海道産米と秋田県産米で選択確率を等しくするためには、北海道産を 10kg あたり 1,134 円安く販売する必要があると報告しており（佐藤ら 2001）、選択型コンジョイント分析により、産地間のブランド力を価格差として示している。

畜産物では、北海道産牛乳について GAP、HACCP、アニマルウェルフェア（以下、AW）及び北海道産の表示で、北海道在住者と東京都在住者で調査を行ったところ、最も高く評価した項目は、北海道在住者が北海道産、東京在住者が AW であることから、地場産畜産物がより高く評価されることを報告している（岡本と石田 2022）。

また、豚肉について産地（国産、米国産、デンマーク産）、エコフィード及び AW の表示で、国産 250 円/100g を基準として、各産地の評価額を推定すると、米国産 98 円/100g、デンマーク産 65 円/100g となり、国産豚肉に対する消費者の評価を価格差として示している（岩本 2017）。

そこで本研究では、地場産志向と考えられる直売所来店者を対象に、選択型コンジョイント分析による神奈川県産豚肉のブランド力の推定と直売所利用者が求める豚肉の特徴について検討した。

材料及び方法

1 調査方法

令和 4 年 11 月 29 日～30 日の 2 日間、厚木市内の生産者が運営する豚肉直売所（以下、生産者直売所）の入口横に長机、椅子、調査票を設置し、来店者を対象に豚肉に関して選択型コンジョイント分析を適用したアンケート調査を実施した。

2 調査票の設計

調査票は、性別、年代、居住地（市町村名）、豚肉の購入先、普段使用する豚肉の購入価格帯、生産者直売所の来店頻度、生産者直売所を利用する理由及び選択型コンジョイント分析に用いる「産地」、「価格」を組み合わせた仮想商品（以下、プロファイル）の選択肢を設問項目とした。

3 プロファイルの設定

選択型コンジョイント分析に用いた「産地」は生産者直売所が販売する「厚木市産（地場産）」、神奈川県に近接し、豚の算出額が国内 5 位の「千葉県産」、特定地域を明示しない「国産」、また外国産はチルド輸入されテーブルミートが多い「カナダ産」の 4 地域を選定した。「価格」はロース肉 100 g あたりの販売価格とし、輸入品から国産銘柄豚を想定して 120 円～330 円で 30 円間隔、8 水準を設定した（表 1）。

設定した「産地」4 水準と「価格」8 水準の組合せから統計ソフト JMP 9 (SAS Institute Japan (株)) を用いて、実験計画法の直交表により「どれも買わない」を含む 4 つの選択肢で 6 通りのプロファイルを作成し設問とした（図 2）。

4 分析モデル

本調査で実施した選択型コンジョイント分析は、複数の選択肢の中から 1 つを選ぶ確率を表

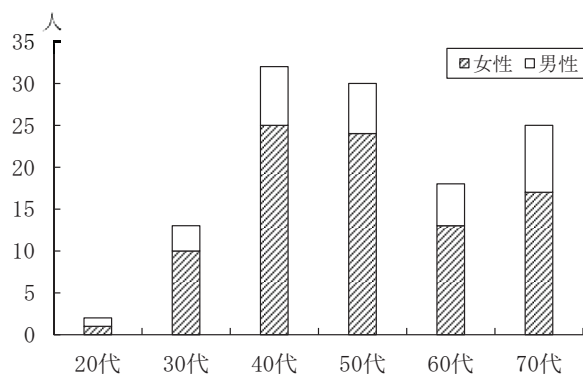


図3 回答者の年代、性別

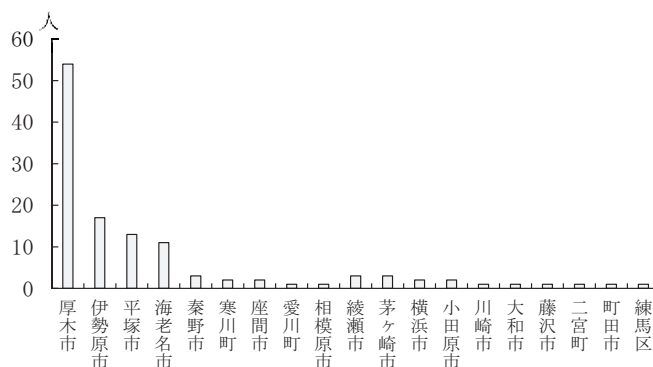


図4 回答者の居住地

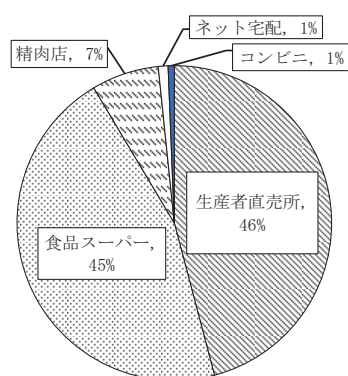


図5 豚肉の購入先割合

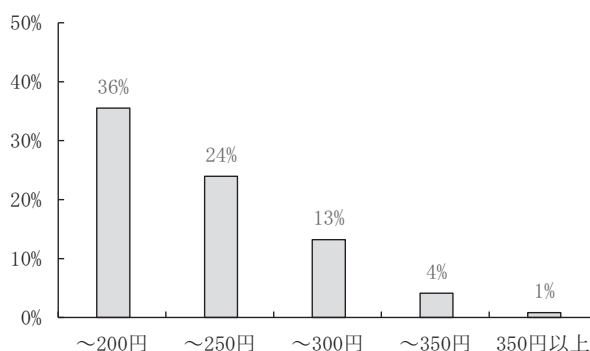


図6 普段購入する豚肉の価格帯

す条件付きロジットモデルを用い、推定には統計解析ソフト STATA15(株) ライトストーン)を使用した。

結果及び考察

1 回答者の属性、豚肉の購入先及び生産者直売所を利用する理由

回答者は20～70歳代以上の120人(女性90人、男性30人)、平均年齢は50.3歳、40代と50代で回答者の52%を占めた(図3)。居住地は市内54人(45%)、隣接する伊勢原市17人、平塚市13人、海老名市11人、秦野市3人、寒川町2人、座間市2人、愛川町1人、相模原市1人を合わせると104人(87%)であり、直売所に隣接する市町村の来店者が大半であった(図4)。これは調査を平日に実施していたことが要因と考えられた。

豚肉の購入先割合は、生産者直売所46%、食品スーパー45%で生産者直売所とスーパーで使い分けをしていた(図5)。普段購入する豚肉の購入価格帯は、100g単価200円未満は36%、

250円未満は24%、300円未満は13%であり、73%の回答者は300円未満で豚肉を購入していた(図6)。生産者直売所の来店頻度は、月に2～3回が36%で最も多く、以下週1回は30%、月1回は17%の順であった(図7)。

生産者直売所を利用する理由を3つまで選択したところ「豚肉の品質がいい」102人(85%)、「精肉の鮮度がいい」70人(58%)、「お惣菜がおいしい」51人(43%)の順に多く、「地場産豚肉を購入できる」は14人で12%であった(図8)。このことから来店者は品質のよさと鮮度の高さを求めて生産者直売所を利用していることが伺われた。

2 選択型コンジョイント分析結果

選択型コンジョイント分析は、回答者120人から4選択肢、6設問から得た2,880サンプルを用いて行った。選択型コンジョイント分析の推定結果を表2に示した。モデル全体の適応度について、疑似決定係数は0.52であった。一般的に決定係数の値が0.5以上であればモデルとして説明力があると判断され、今回はこの基準

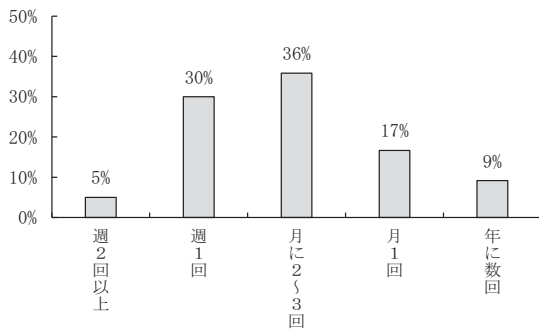


図7 生産者直売所の来店頻度

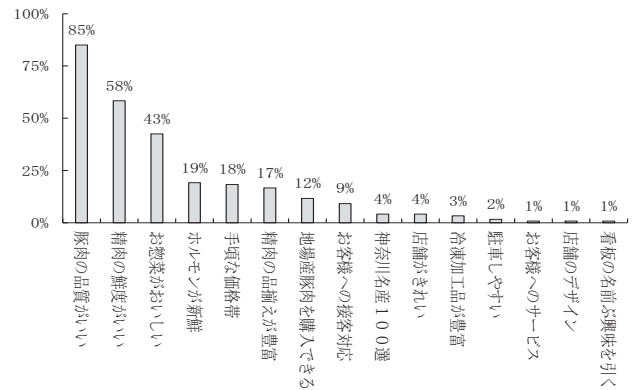


図8 生産者直売所を利用する理由

表2 選択型コンジョイント分析の推定結果

属性	係数	Z値	検定
価格	-0.01	-9.59	***
国産	4.42	6.20	***
千葉県産	2.92	4.00	***
厚木市産	5.20	7.31	***
選択肢固有定数	-0.30	-0.39	ns
サンプル数	2,880		
対数尤度	-483.79		
疑似決定係数	0.52		

***: $P < 0.01$, ns: 有意差なし

カナダ産を0とした時の各産地の係数

を満たしていた。産地（厚木市産、千葉県産、国産、カナダ産）及び価格は1%水準で有意となった。価格の係数をみると符号は負の値を示した。これは価格上昇に伴って、選択確率が低下することを意味している。また、産地については、カナダ産の係数を0としたとき、国産、千葉県産、厚木市産の係数の符号は正であることから、国内産がカナダ産より選好され、国内産の係数の大小関係から厚木市産、国産、千葉県産の順に選好されていた。このことから直売所利用者が地場産を志向するという当初の予想と一致した。

3 ブランド力の推定

各産地のブランド力を選択確率が等しくなるような産地間の価格差で推定すると、カナダ産を基準0円とした各産地の100g単価の価格差は、国産518円、千葉県産342円、厚木市産610円となった(表3)。本調査時の小売物価統計調査(総務省2023年)による輸入豚肉ロース100gの価格は158円、食品価格動向調査(大臣官房政策課食料安全保障室2024)による国産豚肉

表3 カナダ産に対する各産地の推定価格差

推定価格差	
国産	518円
千葉県産	342円
厚木市産	610円

カナダ産を基準0円とした時の各産地の価格差

ロース100gの実勢価格は271円で、その価格差は113円であり、本調査結果の国産との価格差と比べて乖離していた。これは、推定価格がアンケート調査の標本および調査票上における価格水準の設定に依存し、また、120人の回答者のうち、カナダ産を選択したのは2人であったことから、生産者直売所利用者が国産や地場産に対する志向が高かったため、選択に偏りが生じたと考えられる。

そこで、回答者の少ないカナダ産を除く国内産で比較すると、厚木市産は国産に対して1.2倍、千葉県産に対して1.8倍程度の価格差がありブランド力が高いことが推定された。

4 来店頻度と厚木市産豚肉の選択確率

厚木市産豚肉の選択確率を生産者直売所の来店頻度が週1回以上($n=74$)と週1回未満($n=42$)で比較すると、単価300円の時、週1回以上が95%、週1回未満が89%で週1回以上が6ポイント高く、来店頻度の高い消費者ほど1人の顧客が1回の購入時に支払う総額(以下、購入単

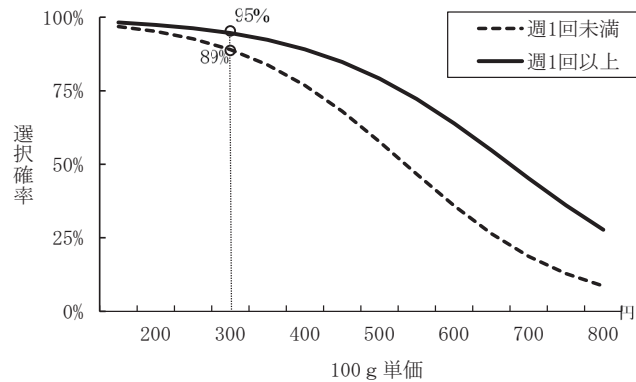


図9 来店頻度と厚木市産豚肉の選択確率

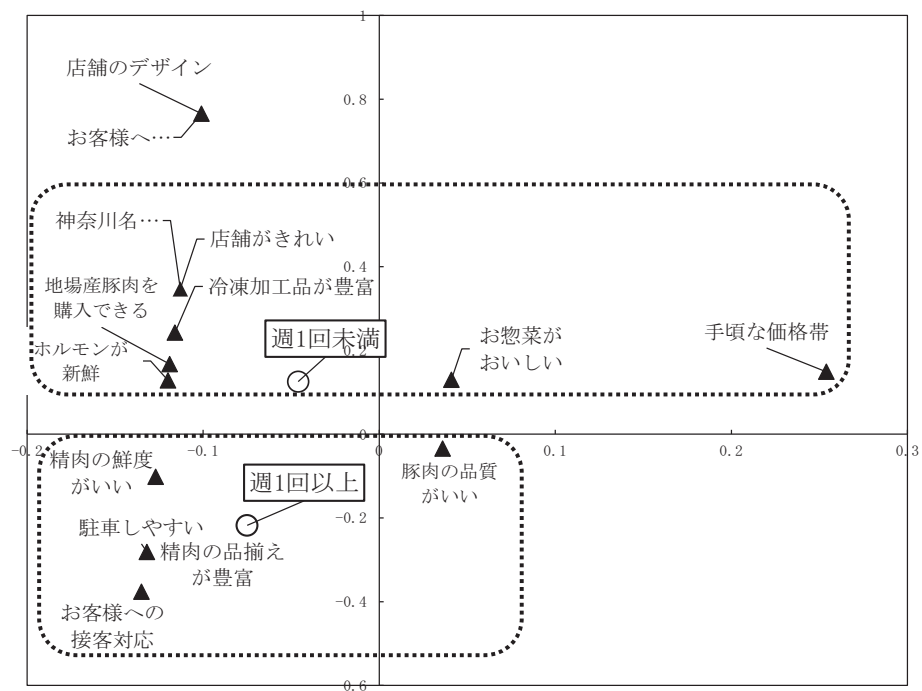


図10 来店頻度と生産者直売所を利用する理由

価)が高いことが示唆された(図9)。

5 来店頻度と生産者直売所を利用する理由

生産者直売所の来店頻度(週1回以上、週1回未満)と利用する理由をクロス集計し、コレスポネンデンス分析結果を散布図で示した。各座標点からクラスター解析を行い2群に分類した。直売所を利用する理由の上位5項目について、来店頻度との関係を見ると週1回以上の来店者は、豚肉の鮮度や品質をより重視し、週1回未満の来店者は、お惣菜のおいしさ、ホルモンが新鮮、手頃な価格帯をより重視していることが確認された(図10)。

6 結論

本調査では、選択型コンジョイント分析によ

り神奈川県産豚肉のブランド力が国産に対して1.2倍、千葉県産に対して1.8倍程度高いことを明らかにした。また生産者直売所の来店頻度が高い消費者ほど購買単価が高いことが示唆され、鮮度や品質の高い豚肉を求めていることが確認された。

一方、選択型コンジョイント分析にカナダ産を用いたが、生産者直売所利用者は国産、地場産志向が高く、ほとんど選択されなかったため、店頭で同様な調査を実施する場合は、幅広い産地の豚肉を取り扱う食品スーパー等を利用する消費者を対象に実施を検討する必要がある。

引用文献

- 岩本博幸. 2017. 倫理的消費を通じたアニマルウェルフェアおよび食品リサイクル推進の可能性. 農村研究 124, 1-10.
- 大臣官房政策課食料安全保障室. 2024. 食品価格動向調査（食肉鶏卵）
https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/anpo/kouri/k_gyuniku/attach/pdf/index-29.pdf
- 岡本美咲, 石田章. 2022. アニマルウェルフェアに対する消費者評価に関する考察. 農業市場研究 30, 4, 1-7.
- 大浦裕二, 河野恵伸, 合崎英男, 佐藤和憲. 2002. 選択型コンジョイント分析による青果物産地のブランド力の推定. 農業経営研究 40, 1, 106-111.
- 佐藤和夫, 岩本博幸, 出村克彦. 2001. 安全性に配慮した栽培方法による北海道産米の市場競争力. 農林業問題研究 142, 37-49.
- 総務省総務局. 2023. 1世帯当たり年間の品目別支出金額, 購入数量及び平均価格 食料「肉類～乳卵類」. 家計調査.
<https://www.estat.go.jp/statsearch/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200561&tstat=000000330001&cycle=7&year=20230&month=0&tclass1=000000330001&tclass2=000000330004&tclass3=000000330006&tclass4val=0>

生体内卵子吸引技術（OPU）によるホルスタイン種雌牛の 胚生産の野外試験

湯本森矢・浅川祐二¹・近田邦利²・森村裕之¹・坂上信忠・秋山 清
(¹神奈川県湘南家保、²神奈川県県央家保)

Farm Research of Embryo Production in Holstein cows by OPU

Shinya YUMOTO, Yuji ASAKAWA, Kunitoshi KONDA, Hiroyuki MORIMURA,
Nobutada SAKAGAMI and Kiyoshi AKIYAMA

酪農家で飼養されるホルスタイン種雌牛に対して、畜主の希望や供試牛の状況に応じて無処置及び FSH による 3 種類の前処理を選択して OPU を行い、卵子採取成績と胚生産成績を調査した。卵子採取成績では、合計の卵胞数は SOV 区が無処置区と比較して有意に多く、合計の卵子数や採取率は SOV 区および 10AU 区が無処置区と比較して有意に高かった。胚生産成績では、胚盤胞期胚率に前処理間で有意差は認められなかったが、胚盤胞期胚数は SOV 区が 10AU 区および無処置区と比較して有意に多かった。胚盤胞期胚の受胎率は新鮮胚が 25.2%、凍結胚が 13.5%であった。前処理を選択して OPU を行うことで多くの供試牛から胚生産が可能であったことから、OPU による胚生産が酪農家の後継牛生産において実用的に利用可能な技術であると考えられた。

キーワード：ホルスタイン種雌牛、FSH、前処理、OPU、胚生産

近年、生体内の卵巣を超音波画像診断装置で観察しながら、探触子に接続した採卵針を用いて卵巣内卵胞から卵子を経腔採卵（Ovum pick-up:OPU）し、体外受精により胚を生産する技術が開発され、新たな胚生産方法として期待されている。

OPU による胚生産のメリットのひとつとしてホルモン剤を投与せずとも胚生産が可能であることが挙げられる。また、無処理や低用量の FSH を単回投与する前処理(及川ら 2011、金田 2019)は、供卵牛や技術者に対する負担の少ない方法であるとともに、OPU 後の供卵牛の繁殖性に対する影響が少ないと考えられる。しかし、ホルスタイン種雌牛、特に泌乳牛においては、当所の過去の成績(秋山ら 2009)でも 1 頭当たりの生産胚数が少ないことから、酪農家で効率的に子牛生産を行うには適切な前処理方法の検討が必要である。

今井ら(2014)は、卵胞波調節と FSH 投与による卵胞刺激を組み合わせた卵胞発育同調(follicle growth treatment、以下、FGT)処理後に採取した卵子において、胚盤胞期胚への発生率が高まることを報告し、Matoba ら(2014)は、乾乳牛を対象と

して多排卵(superovulation、以下、SOV)処理後に採取した体内成熟卵子と性選別精液を体外受精することにより多数の性判別胚が生産できることを報告している。当所ではこれらの報告を受けて、ホルスタイン種泌乳牛に FGT 処理や SOV 処理を行った後に OPU を行い、性選別精液を体外受精することで前述の報告(今井ら 2014、Matoba ら 2014)と同等の胚生産が可能であることを報告している(秋山ら 2016)。しかし、酪農家で飼養するホルスタイン種における胚生産や胚の受胎に関する報告は少なく、生産現場での実用性に関する検討はほとんど行われていない。

そこで、OPU による胚生産の実用性を明らかにするために、県内の酪農家で飼養されるホルスタイン種雌牛を対象に、畜主の希望や供試牛の状況に応じて無処置及び FSH による 3 種類の前処理を選択して OPU を行い、胚生産と生産した胚の受胎性を調査した。

材料及び方法

1 供試牛

神奈川県内の酪農家が飼養するホルスタイン種雌牛延べ 72 頭（産次 2.6 ± 0.2 産）を供試した。なお、本研究におけるすべての動物実験は神奈川県畜産技術センター動物実験規定に基づき実施した。

2 試験期間

平成 27 年 11 月から令和 4 年 3 月まで

3 事前調査

前処理や飼養管理を検討するために、供試牛の経過、繁殖機能、健康状態等を調査した。繁殖機能は直腸検査により卵巣所見や子宮所見を調査し、健康状態は血液生化学検査により調査した。採血は尾部血管から真空採血管を用いて行い、ブドウ糖 (Glu) をヘキソキナーゼ法、尿素窒素 (BUN) をウレアーゼ法で測定した。測定は湘南家畜保健衛生所または県家畜保健衛生所に依頼した。

4 前処理

本研究では、酪農家の希望、供試牛の状況、事前調査結果から前処理を選択した（図 1）。

（1）無処置区

供試牛が未経産牛の場合に選択し、ホルモン剤による前処理を行わず発情周期の任意の時期に直径 3mm 以上の全卵胞を吸引して卵子を採取した。

（2）10AU 区

OPU 後の供試牛の早期受胎を希望する場合に選択した。発情周期の任意の時期の供試牛に腔内留置型黄体ホルモン製剤（シダー 1900；ファイザー製薬、東京、以下、CIDR）を午前 9 時に留置（0 日目）するとともに、安息香酸エストラジオール製剤（オバホルモン；アスカアニマルヘルス株式会社、東京、以下、EB）2mg を筋肉内投与し、4 日

目に卵胞刺激ホルモン製剤（アントリン R10；共立製薬、東京、以下、FSH）10AU を生理食塩水 10mL に融解して皮下投与し、6 日目に直径 3mm 以上の全卵胞を吸引して卵子を採取した。

（3）FGT 区

胚盤胞期胚を多数生産したいが発情誘起が困難な場合に選択し、今井ら（2014）の方法に従って処理を行った。すなわち、発情周期の任意の時期の午前 9 時に CIDR を留置（0 日目）するとともに EB（2mg）を筋肉内投与し、4 日目朝から FSH を漸減投与（朝夕 8 回、6、6、4、4、3、3、2、2 AU、合計 30 AU）、6 日目朝にプロスタグランジン $F_{2\alpha}$ 製剤（ダルマジン；共立製薬、東京、以下、PG、0.225 mg）を投与した。その後、8 日目午前中に CIDR を抜去して直径 3 mm 以上の全卵胞を吸引して卵子を採取した。

（4）SOV 区

体内成熟卵子を採取し多数の胚生産を目指す場合に選択し、Matoba ら（2014）の方法に従って処理を行った。すなわち、発情周期の任意の時期の 16 時に CIDR を留置（0 日目）するとともに EB（2mg）を筋肉内投与し、4 日目夕方から 8 日目の朝まで FSH を漸減投与（夕朝 8 回、6、6、4、4、3、3、2、2 AU、合計 30 AU）し、6 日目夕方に PG（0.225 mg）を投与し、7 日目朝に CIDR を抜去して発情を誘起した。8 日目朝に性腺刺激ホルモン放出ホルモン製剤（スボルネン；共立製薬、東京、以下、GnRH）を 0.2mg 投与し、9 日目午前中（GnRH 投与後 25～26 時間）に直径 3 mm 以上の全卵胞を吸引して卵子を採取した。

無処置区	0日	卵子採取					
低用量区	0日	4日	6日				
	AM 9:00	CIDR挿入 EB 2mg	FSH 10AU/10mL	CIDR除去	卵子採取		
卵胞刺激区	0日	4日	5日	6日	7日	8日	
	AM 9:00	CIDR挿入	FSH 6AU	FSH 4AU	FSH 3AU	FSH 2AU	CIDR除去
		EB 2mg			PG 0.225mg		卵子採取
	PM 4:00		FSH 6AU	FSH 4AU	FSH 3AU	FSH 2AU	
体内成熟区	0日	4日	5日	6日	7日	8日	9日
	AM 9:00		FSH 6AU	FSH 4AU	FSH 3AU	FSH 2AU	卵子採取
					CIDR除去	GnRH 0.2mg	
	PM 4:00	CIDR挿入 EB 2mg	FSH 6AU	FSH 4AU	FSH 3AU	FSH 2AU	
					PG 0.225mg		

CIDR：腔内留置型黄体ホルモン製剤
 EB：安息香酸エストラジオール製剤
 FSH：卵胞刺激ホルモン製剤
 PG：プロスタグランジン $F_{2\alpha}$ 製剤
 GnRH：性腺刺激ホルモン放出ホルモン製剤

図 1 前処理方法

5 卵胞数

OPU 実施日の卵胞数は超音波画像診断装置 (My Love One ; イザオテ、イタリア) で計数し、卵胞の直径により小卵胞 (5 mm 未満)、中卵胞 (5 mm 以上 8 mm 未満)、大卵胞 (8 mm 以上) に分類した。

6 卵子採取と成熟培養

供試牛は畜産技術センターまたは湘南家畜保健衛生所に輸送し、卵子採取は今井と田川 (2006) の方法に従って行った。すなわち、供試牛に 2% 塩酸プロカイン溶液 (ロカイン注 2%; 扶桑薬品工業、大阪) で尾椎硬膜外麻酔を施した後に、腔内に挿入したプローブで確認した卵胞を採卵針 (COVA Needle ; ミサワ医科工業、東京) で穿刺した。無処置区、10AU 区では 100 mmHg、FGT 区では 120 mmHg、SOV 区では 130 mmHg の吸引圧で 50-mL コニカルチューブに卵胞液を吸引採取した。吸引溶液は 1% 新生子ウシ血清 (newborn calf serum、以下、NBS) と 10 IU/mL ヘパリン (ヘパリンナトリウム注 ; 味の素製薬、東京) を添加したリンゲル液 (リンゲル注射液 ; 日本全薬、東京) を用いた。無処置区、10AU 区、FGT 区では、コニカルチューブに回収した卵胞液を受精卵回収用フィルター (エムコンフィルター ; 野沢組、東京) またはセルストレーナー (コーニング、米国) でろ過した後に、90 mm シャーレに移し実体顕微鏡下で検索して卵子を採取した。SOV 区では、コニカルチューブ 1 本当たり 5 個程度の卵胞から卵胞液を採取し、90 mm シャーレに移した沈さを実体顕微鏡下で検索し、膨化した卵丘細胞から 21G 注射針を用いて卵子を切り出した。

採取した卵子は、表 1 に示した形態学的評価に基づきグレード 1 ~ 6 に分類し、緊密な卵丘細胞が付着する卵子および第一極体を確認できない裸化卵子を未成熟卵子、膨化した卵丘細胞が付着する卵子と極体を確認した裸化卵子を体内成熟卵子と判定した。成熟培地は IVMD-101 (機能性ペプチド研究所、山形) を用い、未成熟卵子は 22 時間、体内成熟卵子は 3 時間の成熟培養を行った。

7 体外受精および体外培養

体外受精は Matoba ら (2014) の方法に従って行った。すなわち、凍結保存されたホルスタイン種雄牛 (34 頭) の精液を各人工授精所が推奨する温度の温水中で融解した。融解後の精液はパーコール液 (45% および 60%) に重層して遠心分離 (740×g、10 分間) し、次いで沈下部分を媒精液 (IVF-100 ; 機能性ペプチド研究所、山形) に混合して再度遠心分離 (540×g、5 分間) し、上澄みを除去後に精子濃度をトーマ式血球計算盤上で計数し、最終精子濃度が 5×10^6 /mL になるよう調整して媒精用精子ドロップを作成した。成熟培養後の卵子は媒精液で洗浄した後に媒精用精子ドロップ内に導入し、38.5°C、5%CO₂、95% 空気、湿度飽和の条件で、6 時間媒精した。媒精後の卵子はピペティングにより裸化し、発生培養液 (IVD-101 ; 機能性ペプチド研究所、山形) 中で、38.5°C、5%CO₂、5%O₂、90%N₂、湿度飽和の条件で媒精後 5 ~ 6 日目まで培養した。その後は 10μM フォルスコリン、10μM リファンピシン、0.1μM システアミン塩酸塩、ゲンタマイシン及び 5%NBS を添加した TCM199 で 7 ~ 8 日目まで培養した。媒精後 48 時間に卵割状況、7 ~ 8 日目に胚盤胞期胚への発生状況を調査した。胚盤胞期胚の品質は国際胚技術学会の評価基準 (Stringfellow と Givens 2010) に準じて評価し、コード 3 以上の胚盤胞期胚および拡張胚盤胞期胚を新鮮胚あるいは凍結胚として移植に用いた。

8 凍結保存・融解

胚の凍結保存は浜野 (1994) の方法に準じて行った。すなわち、10% グリセリン、20%NBS 添加 Hepes 緩衝 TCM199 に胚を室温で 10 分間平衡し、10% グリセリン、0.2 mol/L シュークロースおよび 20% NBS 添加 Hepes 緩衝 TCM199 に移して直ちに 0.25-mL ストローに充填した。ストロー内には胚を入れた 10% グリセリン、0.2mol/L シュークロースおよび 20% NBS 添加 Hepes 緩衝 TCM199 を挟むように 0.2 mol/L シュークロース、

表 1 卵子の評価基準

グレード	基準
1	複数の卵丘細胞層があるもの
2	G1より少ない卵丘細胞層のもの
3	裸化卵子または卵丘細胞がわずかなもの
4	卵丘細胞が膨化したもの
5	直径の小さい卵子
6	変性卵子

20%NBS 添加 Hepes 緩衝 TCM199 を充填した。胚を封入したストローは -6°C に保持したプログラムフリーザーに投入し、1 分後に植氷した。さらに、同温度で 9 分間保持した後に、 -25°C まで $0.3^{\circ}\text{C}/\text{分}$ で冷却し、 -25°C で 5 分間保持した後に液体窒素中へ投入した。融解はストローを液体窒素から取り出し、空気中で 10 秒間保持後、 30°C 温水中で氷晶が消えるまで保持して行った。

使用した試薬は、指示がない限りはシグマアルドリッチジャパン社（東京）の製品を使用した。

9 統計処理

すべてのデータは平均値 $\pm$ 標準誤差で示した。統計処理は、コンピューターソフト SPSS (SPSS 11.5J ; SPSS Inc., 東京) を用い、卵子採取成績および胚生産成績は一元配置の分散分析後に Tukey HSD で多重検定を行った。なお、卵子の採取率と

胚の発生率はあらかじめ角変換を行った後に検定を行った。卵子採取成績および胚生産成績と血液生化学成分の相関は、ピアソンの相関係数を利用した。危険率 5% 未満 ($P < 0.05$) を有意差ありとした。

結果

表 2 に前処理別の卵子採取成績を示す。OPU 時の卵胞数は大卵胞数、中卵胞数において、SOV 区が無処置区と比較して有意に多く、小卵胞数は 10AU 区が FGT 区及び SOV 区と比較して有意に多かった。合計の卵子数は SOV 区と 10AU 区が無処置区と比較して有意に多かった。グレード 4、すなわち卵丘細胞の膨化した卵子数は、SOV 区において他の前処理と比較して有意に多かった。

表 3 に前処理別の胚生産成績を示す。培養卵子

表2 前処理別の卵子採取成績

試験区		無処置区	10AU区	FGT区	SOV区
頭数		5	18	23	26
月齢		12.3 $\pm$ 0.6	60.1 $\pm$ 10.6	55.9 $\pm$ 8.4	56.2 $\pm$ 8.0
産歴		0.0 $\pm$ 0.0	3.5 $\pm$ 0.5	2.8 $\pm$ 0.4	2.2 $\pm$ 0.3
OPU時の卵胞数	合計	14.4 $\pm$ 1.6 ^a	28.1 $\pm$ 2.5 ^b	26.6 $\pm$ 3.2 ^{ab}	31.7 $\pm$ 2.2 ^b
	大卵胞数	0.6 $\pm$ 0.2 ^a	2.6 $\pm$ 1.2 ^{ab}	14.5 $\pm$ 3.4 ^{bc}	16.6 $\pm$ 2.4 ^c
	中卵胞数	1.8 $\pm$ 0.9 ^a	6.9 $\pm$ 1.3 ^{ab}	6.2 $\pm$ 1.0 ^{ab}	9.6 $\pm$ 1.7 ^b
	小卵胞数	12.0 $\pm$ 0.7 ^{ab}	18.7 $\pm$ 2.5 ^b	5.7 $\pm$ 1.2 ^a	6.1 $\pm$ 1.6 ^a
卵子数	合計	5.6 $\pm$ 0.7 ^a	14.8 $\pm$ 1.5 ^b	13.6 $\pm$ 1.6 ^{ab}	21.9 $\pm$ 1.9 ^b
	グレード1	2.0 $\pm$ 0.7	4.1 $\pm$ 0.6	5.6 $\pm$ 1.0	5.0 $\pm$ 1.4
	グレード2	1.6 $\pm$ 0.4	4.4 $\pm$ 0.9	3.5 $\pm$ 0.6	2.5 $\pm$ 0.8
	グレード3	1.4 $\pm$ 0.5	3.1 $\pm$ 0.4	2.5 $\pm$ 0.5	2.2 $\pm$ 0.7
	グレード4	0.2 $\pm$ 0.2 ^a	2.1 $\pm$ 0.9 ^a	1.0 $\pm$ 0.7 ^a	11.3 $\pm$ 1.5 ^b
	グレード5	0.0 $\pm$ 0.0	0.2 $\pm$ 0.1	0.1 $\pm$ 0.1	0.4 $\pm$ 0.2
	グレード6	0.4 $\pm$ 0.2 ^a	1.9 $\pm$ 0.5 ^b	1.1 $\pm$ 0.3 ^{ab}	0.5 $\pm$ 0.2 ^{ab}
採取率 (%)		40.3 $\pm$ 6.1 ^a	53.1 $\pm$ 4.2 ^b	54.2 $\pm$ 3.5 ^{ab}	68.9 $\pm$ 3.8 ^b

平均値 $\pm$ 標準誤差

異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

表3 前処理別の胚生産成績

試験区	単位	無処置区	10AU区	FGT区	SOV区
供試頭数	頭	5	18	23	26
培養卵子数	個	4.2 $\pm$ 0.7 ^a	12.7 $\pm$ 1.4 ^b	12.2 $\pm$ 1.4 ^{ab}	19.9 $\pm$ 1.9 ^b
卵割胚数	個	3.4 $\pm$ 1.0 ^a	9.1 $\pm$ 1.3 ^{ab}	9.5 $\pm$ 1.2 ^{ab}	14.9 $\pm$ 1.4 ^b
卵割胚率	%	72.0 $\pm$ 18.5	68.4 $\pm$ 5.7	77.4 $\pm$ 5.2	76.4 $\pm$ 3.1
胚盤胞期胚数	個	1.6 $\pm$ 0.7 ^a	2.8 $\pm$ 0.5 ^a	4.4 $\pm$ 0.7 ^{ab}	6.7 $\pm$ 1.0 ^b
胚盤胞期胚率	%	30.0 $\pm$ 12.6	21.3 $\pm$ 3.8	38.0 $\pm$ 4.3	33.8 $\pm$ 3.2
胚盤胞期胚生産頭数	頭	3	16	22	24

平均値 $\pm$ 標準誤差

異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

表4 卵子採取成績および胚生産成績と血液生化学成分の相関係数

	OPU時の 卵胞総数	大卵胞 数	総卵子 数	採取率	グレード1 卵子数	胚盤胞期 胚数	胚盤胞期 胚率	Glucose	BUN
OPU時の卵胞総数	1	0.66 **	0.76 **	-0.06	0.51 **	0.47 **	-0.04	-0.07	0.25
大卵胞数		1	0.62 **	0.16	0.57 **	0.46 **	0.10	0.03	0.18
総卵子数			1	0.54 **	0.58 **	0.69 **	0.03	-0.09	0.04
採取率				1	0.22	0.37 **	0.08	-0.22	-0.26
グレード1卵子数					1	0.34 **	0.04	0.11	0.08
胚盤胞期胚数						1	0.60 **	-0.04	-0.14
胚盤胞期胚率							1	-0.10	-0.12
Glucose								1	-0.12
BUN									1

*. 相関係数は5%水準で有意(両側)です。

**. 相関係数は1%水準で有意(両側)です。

表5 生産胚の移植成績

移植胚	移植頭数	受胎頭数	受胎率
新鮮胚	103	26	25.2%
凍結胚	37	5	13.5%
合 計	140	31	22.1%

数は10AU区とSOV区が無処置区と比較して有意に多かった。胚盤胞期胚数はSOV区が10AU区及び無処置区と比較して有意に多かった。胚盤胞期胚率は、前処理間に有意差は認められなかったが、FGT区とSOV区が高い値を示した。

表4に卵子採取成績および胚生産成績と血液生化学成分の相関係数を示す。グレード1卵子数はOPU時の卵胞総数、大卵胞数、総卵子数と有意な正の相関が認められた。胚盤胞期胚数は、OPU時の卵胞総数、大卵胞数、総卵子数、採取率、グレード1卵子数と有意な相関が認められた。卵子採取成績や胚生産成績と血液生化学成分には相関が認められなかった。

表5に生産胚の移植成績を示す。移植後の受胎率は、新鮮胚が25.2%、凍結胚が13.5%であり有意差は認められなかったが、凍結胚の受胎率が低い結果であった。

考察

本研究では、酪農家の希望や供試牛の状況に合わせて前処理を選択してOPUによる胚生産を行った。その結果、OPU実施時の卵胞数、卵子数、卵子のグレードにおいて前処理間に有意差が認められ、培養卵子数、胚盤胞期胚数も同様に有意差が認められた。

及川ら(2011)はOPU前に8AUのFSHを投与することで卵胞の直径が増加し胚生産成績が向上すること、金田(2019)は低単位のFSH投与によ

る前処理は卵胞液の吸引が容易になり卵子採取の作業効率の向上につながることを報告している。本研究の10AU区では無処置区と比較して合計の卵子数が有意に増加したが、及川ら(2011)と同様にFSH投与により卵胞の直径が増加し、超音波画像診断装置で観察できる卵胞数が増えたことによるものと考えられる。

今井ら(2014)は、FGT処理後に採取した卵子は正常卵子率が高く、体外受精後の卵割率や胚盤胞期胚率が有意に高いことを報告している。また、Matobaら(2014)は、SOV処理後に採取した体内成熟卵子を体外受精することにより多数の胚生産が可能であることを報告している。

本研究では、SOV区において中卵胞以上の卵胞数と合計の卵胞数が無処置区に比べて有意に増加し、大卵胞を中心にOPUを行うことで合計の卵子数や採取率の有意な増加につながったものと考えられる。同様にFGT区において有意ではないが卵子採取成績は高い値であった。SOV区においてはグレード4の卵子数や培養卵子数が有意に増加しており、多排卵処理により発育した排卵直前の卵胞から卵丘細胞の膨化した体内成熟卵子が採取されたことによるものと考えられた。

体外受精後の胚盤胞期胚数はSOV区が10AU区および無処置区と比較して有意に多く、FGT区においても有意ではないが同様に高い値であった。また、胚盤胞期胚率はFGT区およびSOV区が無処置区や10AU区より上位であった。これらの結

果は、今井ら (2014)、Matoba ら (2014)、秋山ら (2016) の報告と同様であり、酪農家で飼養するホルスタイン種雌牛に対してこれらの前処理を応用することで効率的な胚生産が可能ことが確認された。

卵子採取成績と胚生産成績の相関係数からは、FSH の卵胞刺激により大卵胞数が増加したことで卵子の採取率が高まり、総卵子数が増加したものと考えられた。また、FSH により発育した大卵胞からはグレード 1 卵子が多く採取され、このことが総卵子数の増加と併せて体外受精後の胚盤胞期胚数の増加につながったものと考えられた。

細川ら (2008) は、体内胚採取のための過剰排卵処理開始日の BUN および BUN とグルコースの比 (B/G 比) は正常胚数および正常胚率と相関が認められ、飼養管理の改善により採胚成績を向上できることを報告している。本研究では血液生化学成分と OPU による卵子採取成績や胚生産成績との間には相関が認められなかったが、飼養管理の改善による胚生産成績の向上については今後も検討が必要と考えられる。

本研究で生産した胚の受胎率は、同様の前処理で生産した胚による秋山ら (2016) の報告に比べて低い成績であった。本研究では個々の酪農家の希望により胚生産を実施したことから、新鮮胚移植のための受胎牛が十分に確保されなかったため、生産された胚盤胞期胚のうちコード 1 の胚を中心に凍結保存し、コード 2 以下の胚を中心に新鮮胚移植に利用した。そのことが、新鮮胚、凍結胚ともに低い受胎率につながったものと考えられた。

本研究の供試牛は、計画的な後継牛生産を目指すもののほかに、乳房炎、繁殖障害、高齢等の理由で繁殖候補から除外された牛などが含まれていた。個々の事例を見ると、FGT 区では、通常の体内胚採取で正常胚が採取できない牛、繁殖成績は良好だが 5 産全てが雄子牛であった牛、乳房炎により盲乳処置を施した牛から、それぞれ 5 個、6 個、2 個の胚盤胞期胚が生産され、新鮮胚移植により後継牛が生産された。また、SOV 区では体格得点 91 点の牛から 7 個の胚盤胞期胚が生産され、新鮮胚移植で 2 頭の後継牛が生産された。これらの事例では、複数の酪農家で受胎牛が準備され、より確実な後継牛の生産のために新鮮胚移植が積極的に取り組まれていた。全体では 72 頭の供試牛のうち 65 頭から胚盤胞期胚が生産され、畜主の希望や供試牛の状況に応じて前処理を選択して OPU を実施することで多くの事例で胚生産を実現することが可能であった。

以上のことから、OPU による胚生産は酪農家の後継牛生産に利用可能な技術であると考えられた。さらに、県内で取り組んでいる酪農家の繁殖計画作成を支援する事業 (斎藤 2017) と連携することで計画的な後継牛確保を推進することが可能と考えている。

謝辞

本研究の実施にあたり、血液生化学成分の測定は湘南家畜保健衛生所及び県家畜保健衛生所の職員諸氏、生産胚の移植は県内の獣医師または人工授精師の協力により実施したものであり深く感謝する。

引用文献

- 秋山 清, 坂上信忠, 仲澤慶紀. 2009. 経膈採卵と体外受精による牛胚の生産. 神奈川県畜産技術センター研究報告 2, 1-5.
- 秋山清, 坂上信忠, 中川浩, 瀬田剛史, 河合愛美, 長井誠, 林みち子, 的場理子, 稲葉泰志, 松田秀雄, 今井敬, 下司雅也. 2016. 多排卵処理後に採取した卵胞内卵子と性選別精液の体外受精によるウシ性判別胚の生産. 日畜会報 87, 107-113.
- 浜野晴三. 1994. 牛体外受精卵の移植. 日本胚移植学雑誌 1, 30-37.
- 細川泰子, 福成和博, 吉川恵郷, 佐藤洋一, 菊池雄. 2008. 過剰排卵処理を施した黒毛和種牛における採胚成績と給与飼料および BUN/血糖値比の関係. 日獣会誌 61, 699-704.
- 今井敬, 田川真人. 2006. OPU-IVF によるウシ胚の作出、その効率と汎用性. 日本胚移植学雑誌 28, 29-35.
- 今井敬, 大竹正樹, 相川芳雄, 松田秀雄, 山之内忠幸, 稲葉泰志, 的場理子, 杉村智史, 橋谷田豊. 2014. 卵胞波を調節した経膈採卵一体外受精による効率的な胚生産. 日本胚移植学雑誌 36, 109-114.
- 金田義之. 2019. 生産現場における OPU-IVF によるウシ胚生産と課題について. 日本胚移植学雑誌 41, 53-58.
- Matoba S, Yoshioka H, Matsuda H, Sugimura S, Aikawa Y, Ohtake M, Hashiyada Y, Seta T, Nakagawa K, Lonergan P, Imai K. 2014. Optimizing production of in vivo-matured oocytes from superstimulated Holstein cows for in vitro production of embryos using X-sorted sperm. Journal of Dairy Science 97, 743-53.

- 及川俊徳, 阿部玲佳, 板橋知子, 沼邊孝. 2011. FSH 投与量および投与開始時間の違いが OPU-IVF 成績に与える影響. 第 26 回東日本家畜受精卵移植技術研究会大会講演要旨 36-37.
- 齋藤直美. 2017. 「かながわ酪農活性化対策事業」による「適正な繁殖計画に基づく計画的な後継牛確保」の支援. 畜産技術 743, 55-57.
- Stringfellow DA, Givens MD. 2010. Manual of the Guide and General information for the Use of Embryo Transfer Technology Emphasizing Sanitary Procedures. 4th edn. International Embryo Transfer Society. International Embryo Transfer Society Inc., Champaign, IL.

かながわ鶏の体重変化に対する非線形成長モデルの作成

折原健太郎・引地宏二

Creating Non-linear Growth Models for Body Weight of Kanagawa-dori

Kentaro ORIHARA and Kouji HIKICHI

かながわ鶏の飼養管理の参考とするため、慣行法で飼養したかながわ鶏の体重データから非線形成長モデルを作成した。Logistic、Gompertz および von Bertalanffy モデルにより非線形成長モデルを作成したところ、雄雌ともに赤池情報量基準は Gompertz 成長曲線が最も小さかった。Gompertz モデルで求めた日齢別推定体重は、雄では 26 日齢は 582g、69 日齢は 2,273g、97 日齢は 3,267g、雌では 26 日齢は 520g、69 日齢は 1,773g、97 日齢は 2,375g であった。

キーワード：かながわ鶏、推定体重、非線形成長モデル

かながわ鶏は、「シャモ 833 系統」を父系、「岡崎おうはん」を母系として交配した交雑種であり、神奈川県畜産技術センターが開発した県内初の肉用鶏である。

かながわ鶏の基準は、品種では軍鶏系の雄と岡崎おうはんの雌を交配させた鶏であること、生産では神奈川県畜産技術センターで生産された卵、雛を使用し、神奈川県内で飼育されたものであること、出荷日齢では 90 日齢以上であること、飼養管理では飼養衛生管理基準を遵守していることとしている。

かながわ鶏の基準では、出荷は 90 日齢以上としているが、最近ではより長期間飼育することに

より、かながわ鶏のうまみが増すとして出荷日齢が 120 日齢を超える事例が散見される。

そこで、本研究では飼育期間が長期化した場合の発育状況を確認する目安とするため、かながわ鶏の体重変化に対する非線形成長モデルを作成した。

材料及び方法

体重データは、2016～2020 年に神奈川県畜産技術センターで実施したかながわ鶏の飼養試験のうち、中すう・大すう育成用配合飼料を給与して飼養した対照区の体重データを用いた(表 1)。

非線形成長モデルは、Logistic、Gompertz およ

表1 実施した試験データの概要

性別	試験	え付け日	開始日齢	出荷日齢	n
雄	A	2016/07/28	26	111	34
	B	2017/01/26	7	104	21
	C	2018/03/08	21	97	28
	D	2018/11/08	27	104	29
	E	2019/05/16	26	111	30
	F	2019/09/19	27	97	29
	G	2020/09/24	26	111	58
雌	B	2017/01/26	7	118	21
	C	2018/03/08	21	104	30
	D	2018/11/08	27	111	29
	E	2019/05/16	26	118	30
	F	2019/09/19	27	97	29

表2 検討した非線形成長モデル

モデル	式
Logistic	$Y_t = A(1.0 - Be^{-kt})^{-1}$
Gompertz	$Y_t = A \exp(-Be^{-kt})$
von Bertalanffy	$Y_t = A(1.0 - Be^{-kt})^3$

Y_t : t日齢の推定体重

A : 成熟値

k : 成熟速度

B : 積分定数

e : 自然対数

表3 97日齢体重の比較

性別	試験	体重 ^{1,2}
雄	A	2,985 ± 194.9 c
	B	3,558 ± 204.3 a
	C	3,206 ± 235.4 b
	D	3,324 ± 156.2 b
	E	2,834 ± 185.4 d
	F	3,323 ± 156.8 b
	G	3,276 ± 198.0 b
雌	B	2,350 ± 195.4 a
	C	2,223 ± 167.8 b
	D	2,362 ± 139.3 a
	E	1,964 ± 105.9 c
	F	2,362 ± 139.3 a
P 値	雄	<0.001
	雌	<0.001

1 平均値±標準偏差 (g)

2 性別ごとに異文字間に有意差あり

び von Bertalanffy の 3 つのモデル (表 2) で作成して、赤池情報量基準 (AIC) により当てはまりを比較した。推定体重は、最も当てはまりのよい非線形成長モデルから日齢別の推定体重を求め、推定値±2σの範囲で上限値および下限値を設定した。

統計解析は、解析ソフト R version4.1.2 (R Core Team 2021) で行った。97 日齢の体重は、性別ごとに一元配置の分散分析を実施し、 $P<0.05$ の場合は Tukey 法により多重比較を実施して $P<0.05$ の場合は有意差ありとした。非線形成長モデルは、Logistic モデルは glm 関数、Gompertz モデルは nls 関数、von Bertalanffy は FAS パッケージを使用して求め、AIC で当てはまりを比較した。

結果及び考察

2016～2020 年に実施した飼養試験では、試験ごとに出荷日齢や出荷時の体重が異なることから、

表4 各成長曲線のAICの比較

性別	モデル	成熟値 (A)	AIC
雄	Logistic	3,992	17,947
	Gompertz	4,725	17,821
	von Bertalanffy	5,354	17,856
雌	Logistic	2,758	8,503
	Gompertz	3,062	8,274
	von Bertalanffy	3,295	8,363

全ての試験に共通する 97 日齢の体重を比較した。性別ごとに一元配置の分散分析を実施したところ、有意性が認められた ($P<0.001$) ので、Tukey 法により試験間に有意性が認められなかった、雄では C、D、F、G の 4 試験、雌では B、D、F の 3 試験のデータを採用した (表 3)。非線形成長モデルに作成した体重データは、雄では 144 羽、雌では 79 羽であり、体重測定は、雄では 21～111 日齢、雌では 7～118 日齢であった。

非線形成長モデルの成熟値は、それぞれモデルでの最大値を示し、本研究では体重の最大値を示している。成熟値は、雄では 3,922～5,354g、雌では 2,758～3,295g であり、いずれも Logistic モデル、Gompertz モデル、von Bertalanffy モデルの順に大きくなった。AIC は雄雌ともに Gompertz モデルが最も小さく当てはまりがよかった。三好ら (1995) は、採卵鶏の体重変化に対する非線形成長モデルを作成し、5 つのモデルを比較したところ、Gompertz モデルがもっとも当てはまりがよか

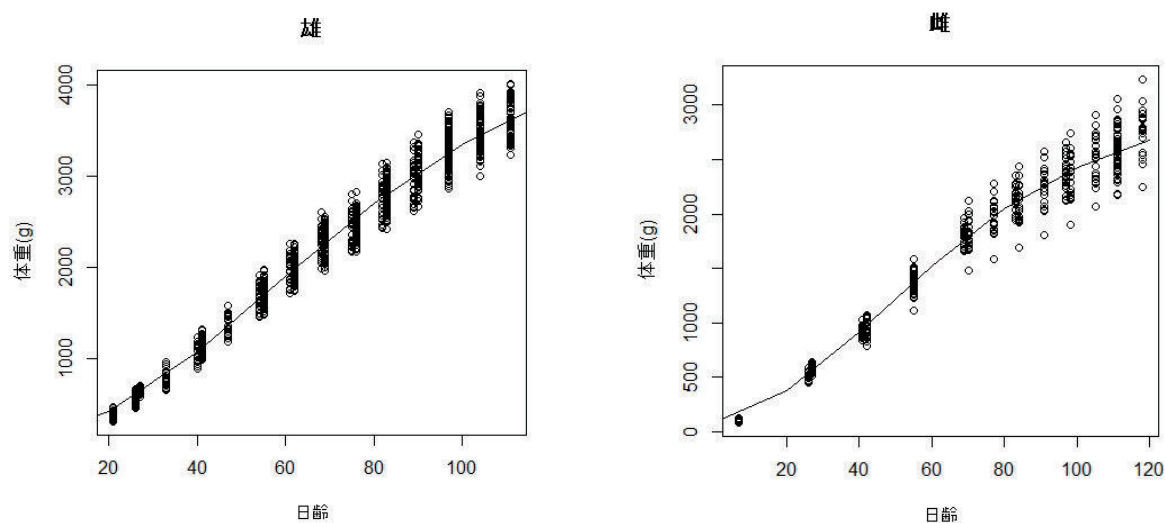


図1 Gompertzモデルによるかながわ鶏の成長曲線

表5 かながわ鶏の日齢別推定体重 (g)

日齢	雄			雌		
	推定値	範囲		推定値	範囲	
26	582	466	697	520	438	602
41	1,107	957	1,257	945	850	1,040
55	1,686	1,469	1,903	1,374	1,216	1,532
69	2,273	1,963	2,584	1,773	1,592	1,953
83	2,811	2,468	3,153	2,110	1,893	2,326
97	3,267	2,879	3,656	2,375	2,098	2,652
111	3,636	3,202	4,070	2,575	2,204	2,946

ったことを報告しており、本研究と同様な結果であった。

Gompertzモデルによるかながわ鶏の成長曲線を図1に示した。かながわ鶏の体重の推定値は、雄は26日齢では582g (466～697g)、69日齢では2,273g (1,963～2,584g)、97日齢では3,267g

(2,879～3,656g)、111日齢では3,636g (3,202～4,070g)、雌は26日齢では520g (438～602g)、69日齢では1,773g (1,592～1,953g)、97日齢では2,375g (2,098～2,652g)、111日齢では2,575g

(2,204～2,946g)であった(表5)。この推定値は、「かながわ鶏」飼養管理の手引き(2016)に示された体重の目安と比較して、雄ではほぼ同等であったが、雌ではやや小さく推定された。しかし、手引きでの体重は範囲内であり、本研究で作成した非線形成長モデルは体重の推定に十分利用できると考えられた。

作成した非線形成長モデルで120日齢以降の推

定体重を求めたところ、雄は120日齢では3,829g、130日では4,007g、140日齢では4,153g、150日齢では4,271g、雌は120日齢では2,674g、130日では2,762g、140日齢では2,831g、150日齢では2,885gであった。

以上のことから、かながわ鶏の出荷日齢が遅くなる状況において、生産者は本研究で作成した非線形成長モデルを利用して、飼養しているかながわ鶏の発育状況を確認することができると考えられた。

引用文献

三好俊三, 鈴木三義, 光本孝次. 1995. 採卵鶏の体重変化に対する非線形成長曲線モデルの適用. 日本家禽学会誌 32, 394-401.

R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL

<https://www.R-project.org/>

神奈川県畜産技術センター．「かながわ鶏」飼養
管理の手引き．2016.

【所外掲載論文】

- 1 仲澤慶紀. 2024. 豚関連技術の開発と肉牛・酪農の行政・普及業績. 畜産技術 831, 76-80.
- 2 引地宏二. 2024. 国産エンリッチドケージで飼養した 2 系統の採卵鶏の生産成績、巣箱の利用性及び爪とぎ効果. 畜産技術 834, 8-13.
- 3 秋山清, 坂上信忠, 折原健太郎, 伊藤健, 青木信義, 植竹勝治. 2024. ホルスタイン種泌乳牛の乳中コルチゾール濃度に対する乳期、産歴、飼養管理の影響. 日本畜産学会報 95(4), 333-338.

(下線 当所職員)

【学会発表】

学会名	発表年月	発表者・共同研究者	演 題 名
第120回日本養豚学会大会	2024年3月	中原祐輔（共同発表）	季節別のブタ精子の運動性の変化が体外受精後の受精率に及ぼす影響
第120回日本養豚学会大会	2024年3月	中原祐輔（共同発表）	5℃におけるブタ精液の冷却および保存方法の検討
第4回東アジア合同獣医学会	2024年9月	Kiyoshi Akiyama（共同発表）	Lactoferrin and immunoglobulin A concentrations in keratin plugs of dairy cows teat canals
日本畜産学会第132回大会	2024年9月	湯本森矢、折原健太郎（共同発表）	エコフィードを活用した肥育牛用飼料のライフサイクルアセスメントによる環境影響評価
日本畜産学会第132回大会	2024年9月	引地宏二（共同発表）	飼育面積の違いが「かながわ鶏」の骨格筋中遊離アミノ酸含量に及ぼす影響
第8回日本胚移植研究会長野大会	2024年10月	近田邦利（共同発表）	ホルスタイン種経産牛における性選別精液を利用した過剰排卵処理方法の簡易化
第8回日本胚移植研究会長野大会	2024年10月	湯本森矢（共同発表）	ヒアルロン酸溶液を溶媒とした黒毛和種の過剰排卵処理方法の検討
第122回日本養豚学会大会	2025年3月	中原祐輔、西田浩司、折原健太郎（共同発表）	分娩豚房の床面冷却と子豚用保温箱の放射熱低減を併用した授乳期母豚の暑熱対策
2025年度日本草地学会宮崎大会	2025年3月	若島亜希子、喜多浩一郎、 <u>折原健太郎</u> （共同発表）	神奈川県三浦半島地域におけるダイコンと子実トウモロコシの二毛作の栽培方法の検討

（下線は発表者）

神奈川県畜産技術センター研究報告 第5号（通巻100号）

編集委員会

編集委員

所 長

副所長

企画指導部長

企画研究課長

普及指導課長

事務局

企画研究課

坂上 信忠

内山 敦子

佐藤 剛志

折原 健太郎

仲澤 慶紀

秋山 清

吉田 良美

神奈川県畜産技術センター
研究報告 第5号（通巻100号）

発行日 令和7年3月

著作権 神奈川県畜産技術センター
発行者 神奈川県海老名市本郷3750

印刷者 （株）シーケン
神奈川県横浜市栄区飯島町1439



神奈川県

畜産技術センター

海老名市本郷 3750 〒243-0417

電話 (046) 238-4056 FAX (046) 238-8634



古紙配合率70%再生紙を使用しています