

農林水産省委託事業

「令和6年度牛の消化管内発酵由来メタン 削減飼料に関する調査委託事業」

R 6 肥育牛メタン調査コンソーシアム

（国研）農研機構、（株）ニチレイフレッシュ、学校法人 龍谷大学、
栃木県畜産酪農研究センター、愛媛県農林水産研究所畜産研究
センター、宮崎県畜産試験場

①脂肪酸カルシウム長期給与による肉用牛の飼養成績および消化管からのメタン発生量削減効果の調査

（国研）農研機構畜産研究部門、株式会社ニチレイフレッシュ、栃木県畜産酪農研究センター、愛媛県農林水産研究所畜産研究センター、宮崎県畜産試験場



調査方法

供試牛；

栃木県；黒毛和種去勢牛（肥育前期）対照区4頭、試験区4頭

宮崎県；黒毛和種去勢牛（肥育後期）対照区4頭、試験区4頭

愛媛県；黒毛和種雌牛（肥育後期）対照区4頭、試験区4頭

試験期間；

4ヵ月間。肥育後期牛（愛媛県と宮崎県）は試験終了時(26ヵ月齢)にと畜。

試験区の不飽和脂肪酸カルシウム給与量；

去勢牛（肥育前期）；配合飼料給与量の4%量

去勢牛（肥育後期）；配合飼料給与量の4%量

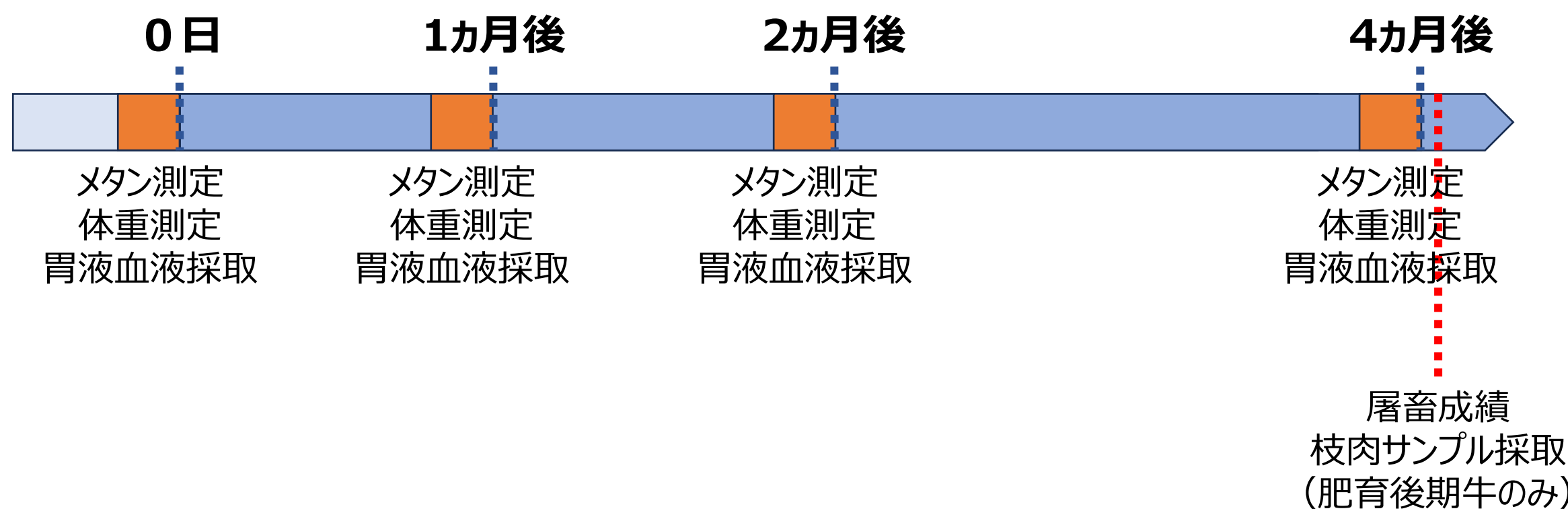
雌牛（肥育後期）；配合飼料給与量の2%量

給与飼料；

- ・粗飼料；稲ワラあるいはイネ科乾草

- ・配合飼料；試験区は不飽和脂肪酸カルシウムを混合

調査スケジュール



調査方法

現地測定・サンプリング項目；

残飼量； 毎日

呼気中メタン・二酸化炭素濃度；

試験開始直前に1回、試験期間中に3回測定。

※ガス吸引口を飼槽に設置し、牛が飼槽を訪問したときのメタンおよび二酸化炭素濃度を測定。各測定期には5日間連続で測定を実施。

反すう胃液・血液； 計4回（ガス採取に合わせて測定）

体重； 計4回（ガス採取に合わせて測定）

枝肉重量・格付け；試験終了時、肥育後期牛のみ。

評価項目；

乾物摂取量、飼料成分、メタン排出量、増体速度、反すう胃液中揮発性脂肪酸組成、血中代謝産物

肉質評価項目；

得られた牛肉サンプル16点（2場所×4頭×2区）については以下の項目で肉質分析を実施。

- ・理化学分析; 水分、粗たん白質、粗脂肪、pH、剪断力価、ドリップロス、加熱損失（ドリップ率）、色調（脂肪部）、色調（赤肉部）、TBA値、脂肪の融点
- ・脂肪酸分析
- ・官能評価

メタン排出量の評価方法

①ウシの飼槽で呼気を含むガスを採取し、メタンと二酸化炭素濃度を測定する。

②バックグラウンドの影響を除いた牛ごとのメタン/二酸化炭素濃度比を算出する。

③以下の式から1日のメタン排出量を算出する。



メタン排出量 (L/day) = メタン/二酸化炭素濃度比 $\times$ (HP / 4.9) $\times$ RQ

ここで,

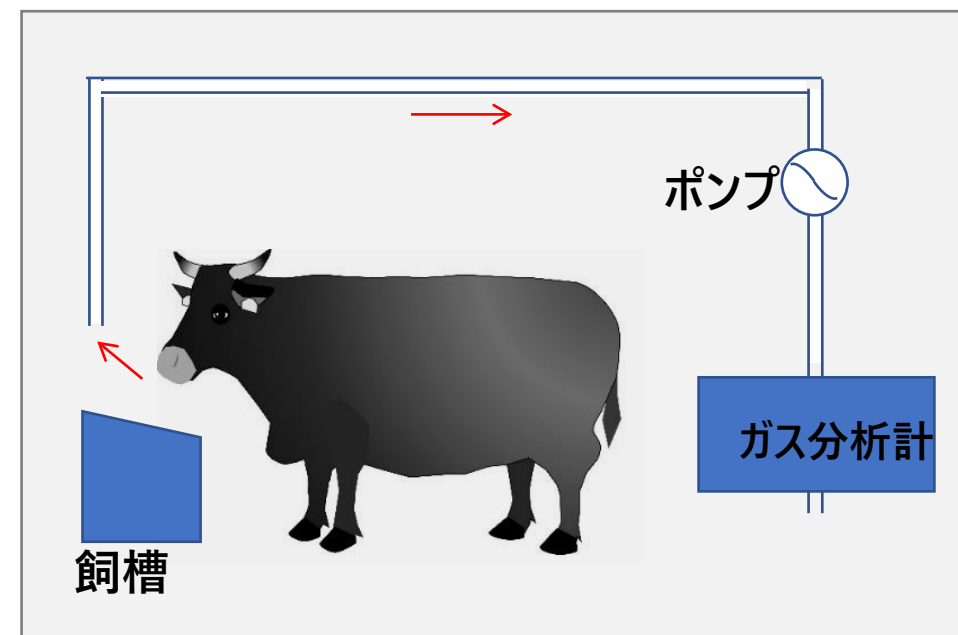
$RQ = 1.074 - 0.003283 \times \text{粗飼料比率}\% + 0.6478 \times \text{MEI} / \text{体重}^{0.75}$

$HP = [(\text{MEI} - \text{体重}^{0.75} \times \text{ME}_{\text{em}}) \times 0.48 + \text{体重}^{0.75} \times \text{ME}_{\text{em}}] \times 1000$

$MEI = \text{TDN} \times \text{DMI} \times 3.62$

ME_{em}; 0.1124 (去勢牛), 0.1108 (雌牛)

HP, 熱発生量(kcal/日); 体重(kg); MEI, 代謝エネルギー摂取量(Mcal/日); ME_{em}, 維持に必要な代謝エネルギー (Mcal/体重^{0.75} kg); TDN, 可消化養分総量 (%乾物当り); DMI, 乾物摂取量 (kg/日) Oikawa et al. (2023)



体重、飼料摂取量およびメタン排出量

試験区と対照区の差 (試験区平均値-対照区平均値)		
去勢前期, 4%	日増体量, kg/日	0.0
	試験期間中の乾物摂取量, kg	2.3
	CH ₄ 排出量, L/日	-1.2
	CH ₄ /乾物摂取量, L/kg	-0.2
	CH ₄ /増体量, L/kg	-0.6
去勢後期, 4%	日増体量, kg/日	-0.1
	試験期間中の乾物摂取量, kg	-99*
	CH ₄ 排出量, L/日	-7.2
	CH ₄ /乾物摂取量, L/kg	5.0*
	CH ₄ /増体量, L/kg	35.2
雌後期, 2%	日増体量, kg/日	0.0
	試験期間中の乾物摂取量, kg	56.6
	CH ₄ 排出量, L/日	-15.4
	CH ₄ /乾物摂取量, L/kg	-2.3
	CH ₄ /増体量, L/kg	-36.6

*試験区と対照区間に有意差あり(P<0.05)
 去勢後期では試験区の方が乾物摂取量が低く、CH₄/乾物摂取量が高くなった。

反すう胃内短鎖脂肪酸組成

試験区と対照区の差 (試験区平均値-対照区平均値)		
去勢雄前期, 4%	酢酸, mol%	-3.0
	プロピオン酸, mol%	1.8
	酪酸, mol%	0.3
	(酢酸+酪酸)/プロピオン酸比	-0.3
去勢雄後期, 4%	酢酸, mol%	3.4
	プロピオン酸, mol%	-6.2
	酪酸, mol%	2.5
	(酢酸+酪酸)/プロピオン酸比	0.7
雌後期, 2%	酢酸, mol%	0.8
	プロピオン酸, mol%	-1.3
	酪酸, mol%	0.3
	(酢酸+酪酸)/プロピオン酸比	0.1

全ての項目で対照区、試験区の間には有意な差は認められなかった。

血液成分分析および枝肉成績

血液成分分析		試験区と対照区の差（試験区平均値－対照区平均値）		
		去勢前期, 4%	去勢後期, 4%	雌後期, 2%
TP	g/dl	0.3	-0.1	0.1
BUN	mg/dl	-2.4*	-1.0	-2.2
CRE	mg/dl	-0.1	0.1	0.0
T-CHO	mg/dl	13.8	38.7	5.9
TG	mg/dl	5.3	1.9	1.3
NEFA	mEq/l	0.0	0.0	0.0
リン脂質(PL)	mg/dl	20.9	47.3	0.2
Na	mEq/l	0.8	0.2	-1.3*
K	mEq/l	0.0	-0.1	-0.3
CL	mEq/l	-0.4	-0.1	-2.1*
Ca	mg/dl	0.1	0.3*	0.2
P	mg/dl	0.5	0.0	-0.6
Mg	mg/dl	-0.1	-0.1	-0.3
ALP	U/l	-37.8*	17.8	-11.3
AST(GOT)	U/l	1.9	-10.3	-7.7
ALT(GPT)	U/l	-2.0	-4.5*	0.8
LD(LDH)	U/l	176.1	-266.2*	-287.3*
γ-GT	U/l	3.7	1.8	-19.3*
CK(CPK)	U/l	-88.0	-54.6	-15.8
血糖	mg/dl	1.8	1.8	-1.3
A/G		-0.2	0.2	0.0
ALB	g/dl	0.0	0.2	0.0
3-ヒドロキシ酪酸	μmol/l	-34.6	16.8	33.8

*試験区と対照区の間有意差あり(P<0.05)

いくつかの項目で有意な差が認められた。

枝肉成績	試験区と対照区の差（試験区平均値－対照区平均値）	
	去勢後期, 4%	雌後期, 2%
枝肉重量, kg	-8.9	30.3
ロース面積, cm ²	0.0	11.8*
バラの厚さ, cm	-0.3	0.6
皮下脂肪, cm	-0.4	-0.3
歩留基準値	0.3	1.9
BMS	0.5	1.5
等級(脂肪交雑)	0.3	0.3
BCS	0.5	-0.3
光沢	0.0	0.3
等級(色沢)	0.0	0.3
締まり	0.3	0.3
きめ	0.3	0.3
等級(締まり及びきめ)	0.3	0.3
BFS	0.0	0.0
光沢と質	0.0	0.0

*試験区と対照区の間有意差あり(P<0.05)

雌牛では試験区のロース芯面積が大きかった。

分析型官能評価結果

（対照区を「0点」としたときの試験区の各項目の強さを-複数の官能検査員によって3から+3の7段階で評価した。）			
	脂肪酸Ca 4.0%給与のサンプルにおける 試験区と対照区の差	脂肪酸Ca 2.0%給与のサンプルにおける 試験区と対照区の差	全サンプルにおける 試験区と対照区の差
軟らかさ	0から1の範囲	0から1の範囲	0から1の範囲
多汁性	0から1の範囲	0から1の範囲	0から1の範囲
甘味	0から1の範囲	0から1の範囲	0から1の範囲
うま味	0から1の範囲	0から1の範囲	0から1の範囲
こく味	0から1の範囲	0から1の範囲	0から1の範囲
脂肪の口溶け	0から-1の範囲	0から1の範囲	0
脂肪の甘味の強さ	0から1の範囲	0から1の範囲	0から1の範囲
脂肪の味の強さ(こく)	0から1の範囲	0から1の範囲	0から1の範囲
牛肉の好ましい香り	0から1の範囲	0から1の範囲	0から1の範囲
総合評価	0から1の範囲	0から1の範囲	0から1の範囲

不飽和脂肪酸Caの長期給与により、食味に負の影響は見られず、向上がみとめられた。

牛肉の理化学分析および脂肪酸分析結果

理化学分析項目	試験区と対照区の差 (試験区平均値-対照区平均値)	脂肪酸分析項目	試験区と対照区の差 (試験区平均値-対照区平均値)
水分,%	-1.4	ミリスチン酸 (C14:0)	0.088
粗タンパク質,%	-0.71	ミリストレイン酸 (C14:1 (n-9))	0.10
粗脂肪,%	2.0	ペンタデカン酸 (C15:0)	0.025
pH	0	パルミチン酸 (C16:0)	0.95
せん断力価,kg/cm2	-0.20	パルミトレイン酸 (C16:1 (n-7))	0.31
ドリップロス, %	0.06	ヘプタデカン酸 (C17:0)	-0.025
加熱損失,%	-0.98	ステアリン酸 (C18:0)	-0.38
色調 (脂肪) L*	2.9	オレイン酸 (C18:1 (n-9))	-1.1
色調 (脂肪) a*	-2.6	リノール酸 (C18:2 (n-6))	0.075
色調 (脂肪) b*	-2.8	α-リノレン酸 (C18:3 (n-3))	0
色調 L*	0.94	アラキジン酸 (C20:0)	0
色調 a*	-0.09	シス-11-エイコセン酸 (C20:1 (n-9))	-0.13
色調 b*	-0.06		
TBA, mg/kg	0.24		
脂肪融点,°C	2.7		

- 脂肪色の色調のうち、b*で試験区が低い傾向を示した。
- 牛肉の脂肪酸のうちシス-11-エイコセン酸で、試験区で低い傾向を示した。

※ 脂肪色のb*値は黄色度の指標であり、一般的に食肉評価としては脂肪色は黄色度が少ないことが推奨される。

10

黒毛和種に4か月間、不飽和脂肪酸カルシウムを給与した場合、

- メタン排出量、増体量、胃液血液性状には大きな影響を与えなかった。

黒毛和種の出荷前の4か月間、不飽和脂肪酸カルシウムを給与した場合、

- 枝肉成績については雌牛でロース芯面積が大きくなった。
- 理化学性状および脂肪酸組成には大きな影響を与えなかった。
- 一方で官能評価は対照区と比較して優れた項目がみられ、食味の向上が示唆された。
- 牛肉の品質や食味は消費・流通上、非常に重要とみなされており、
不飽和脂肪酸Caを普及するうえで、大きなメリットになると思われる。

②脂肪酸カルシウムの 国内利用状況調査

淡路和則（龍谷大学）



課題と方法

【課題】

肉用牛飼養における脂肪酸カルシウムの利用の実態を把握する
どのような経営で、どのように、どれだけの量が給与されているか

【方法】

- ①関係機関でのヒアリング → 概況把握
- ②現地調査 → 利用経営の存在、利用量、利用目的の把握
 - ・アンケート
 - ・個別ヒアリング

関係機関のヒアリングからの全体概要把握

- 使用例はかなり少ない
- 酪農は気象条件が主要因のひとつであったが、
- 肉用牛においては品種別にみる必要がある

		脂肪酸カルシウム の使用	調査地域の選定 宮崎県 北海道十勝
繁殖	和牛	○	
	ホル		
	F1		
子牛	和牛	○	
	ホル		
	F1		
肥育	和牛		
	ホル	○	
	F1		

北海道十勝：H町、K町

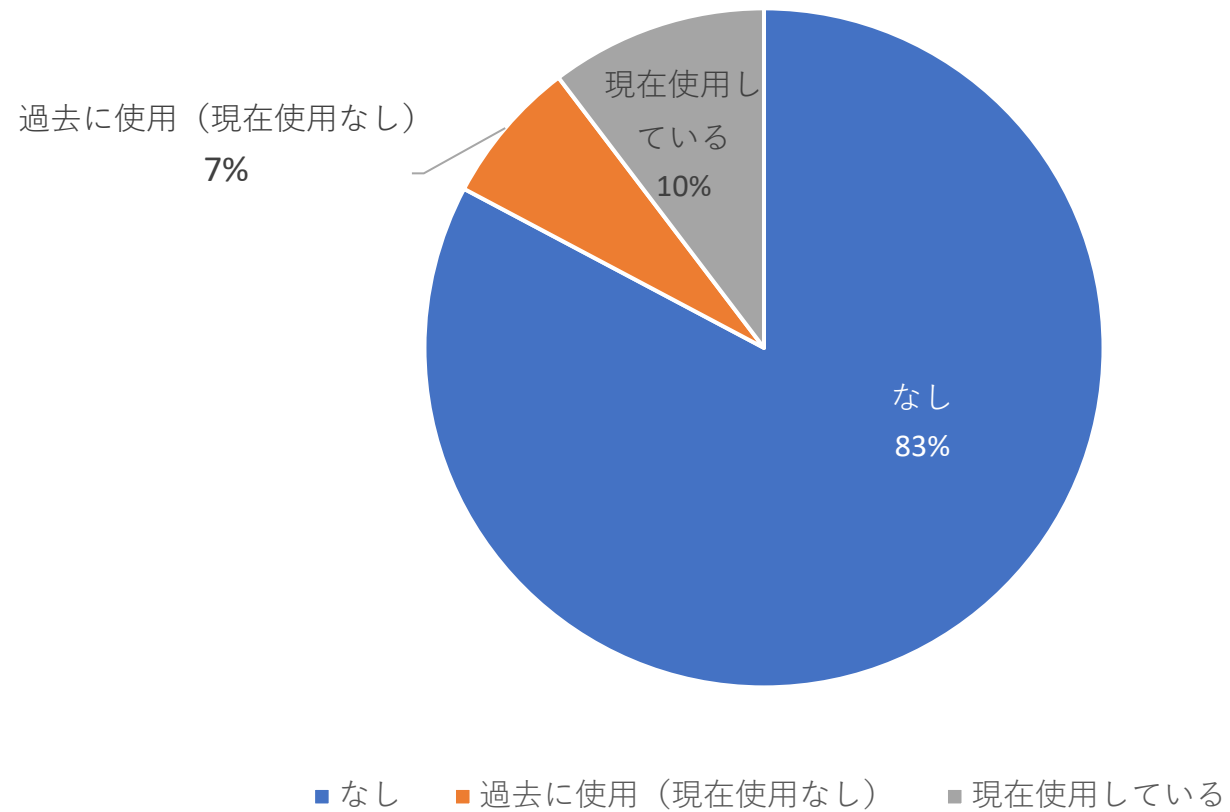


H 町

アンケート調査

- 対象：畜産経営のうち町内**28戸**の肉用牛飼養経営に絞り込み
全戸に質問票を配布、直接回収
- 回収率：**100%**
- 質問項目：
 - 牛の飼養概要
 - 脂肪酸カルシウムの使用歴
 - 使用歴あり → 使用目的、使用量、使用方法
 - 使用歴なし → 使用の意向
(一定程度の効果が得られるとして)

脂肪酸カルシウムの使用



脂肪酸カルシウム使用の実態

過去に使用

	回答数	対象牛
配合飼料に混合されている	0	
自家で添加する	1	ホルスタイン 肥育牛 (和牛育?)

現在使用している

	回答数	対象牛
配合飼料に混合されている	0	
自家で添加する	3	ホルスタイン 肥育牛 和牛繁殖牛

畜種別にみた脂肪酸カルシウムの使用

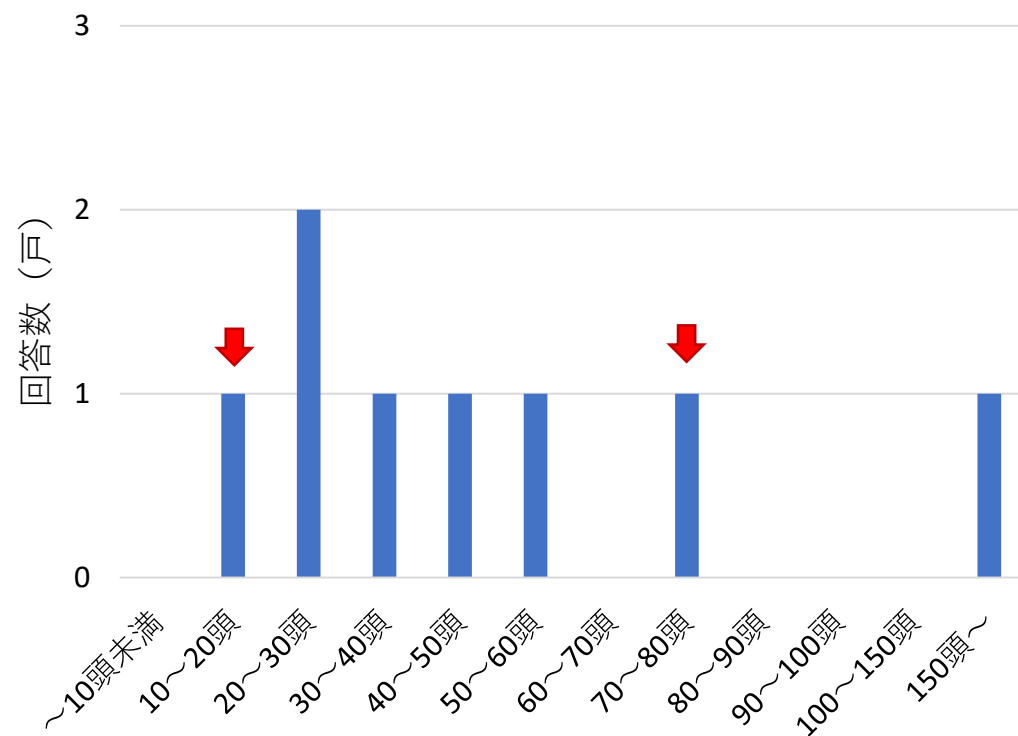
区分	畜種	飼養戸数	脂肪酸カルシウム利用		現在使用	過去も含め 使用経験あり
			現在使用している	過去に使用歴 (現在は不使用)	戸数割合	戸数割合
繁殖	和牛	8	2		25%	25%
	ホルスタイン	0				
	F1	3				
子牛	和牛	10				
	ホルスタイン	5				
	F1	5				
肥育	和牛	8				
	ホルスタイン	12	1	1	8%	17%
	F1	17				

脂肪酸カルシウム使用経験のある経営

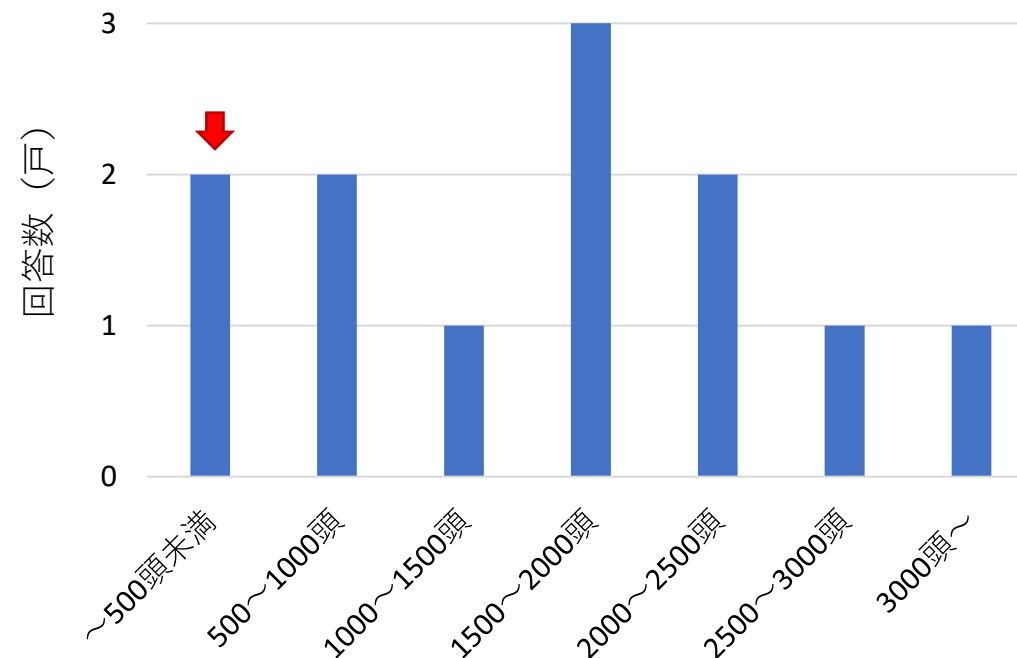
脂肪酸カルシウム	農家番号	対象牛		頭数	使用対象	添加方法	目的	
現在使用	4	肥育	和牛	120				
			ホルスタイン	410	○	自分で添加	発育・増体	
			F1	70				
	9	繁殖	和牛	10	○	自分で添加	繁殖成績	エネルギー供給
		子牛	和牛	6				
	13	繁殖	和牛	80	○	自分で添加	エネルギー供給	
		子牛	和牛	50				
過去使用	15	肥育	ホルスタイン	2,488	○	自分で添加	肉質改善	
			F1	850				

肉用牛飼養経営の頭数規模

和牛繁殖牛頭数階層



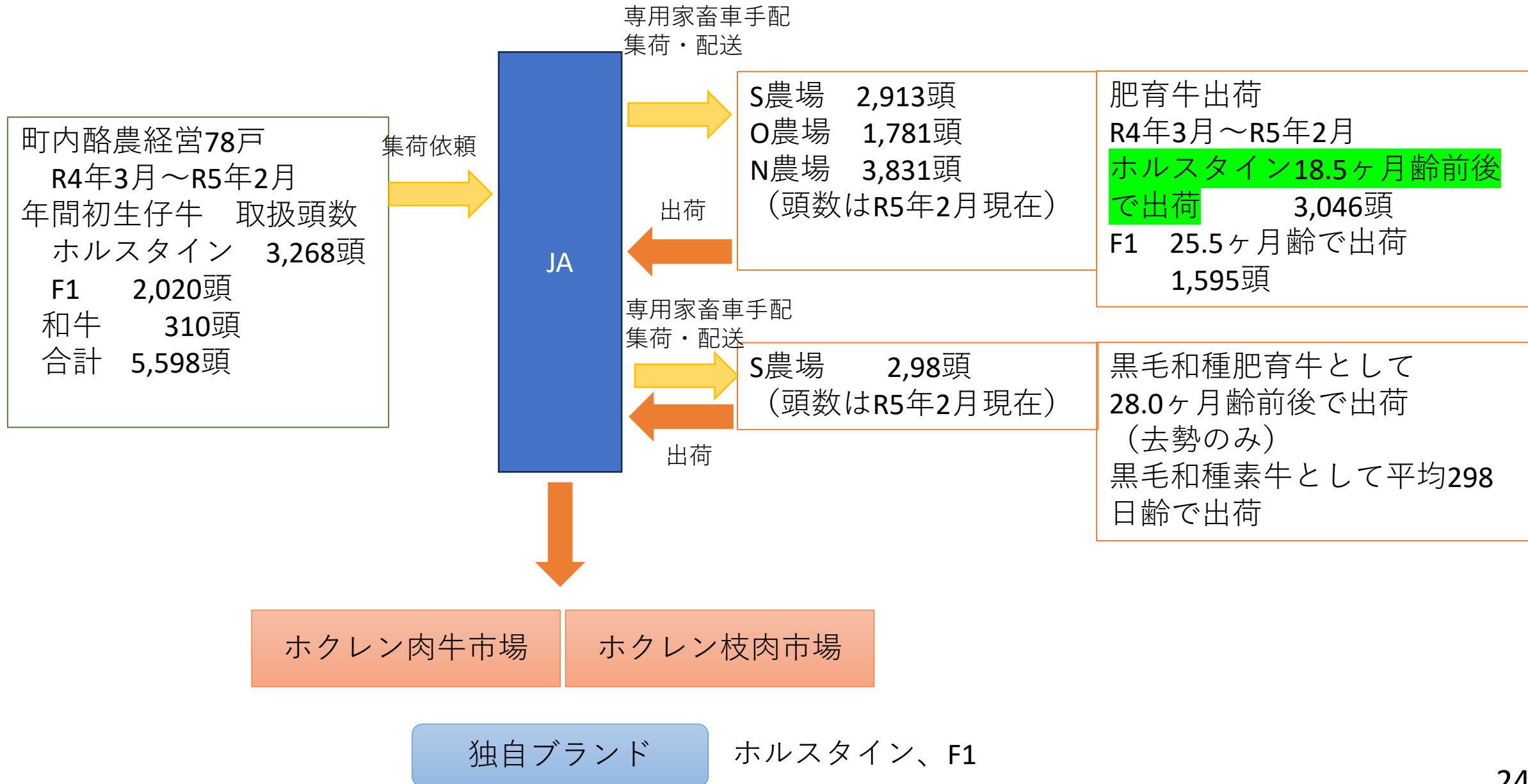
ホル肥育頭数規模階層



K町

農協の肉牛事業システム

K町の肉牛事業



脂肪酸カルシウムの添加

- 対象：ホルスタイン去勢肥育 （F1,和牛には添加なし）
- 使用銘柄：ライスファット
- 使用ステージ：肥育後期
- 添加割合：1.25%
- 使用目的：
 - ①脂肪の質の向上 早期出荷の影響もあって肉が硬めだった
 - ②カロリーを補う→発育促進
- 使用のきっかけ：10年ほど前 ホルスタイン去勢ブランドの販売強化

配合飼料への添加の背景

- 国内市場での牛肉の差別化



- 肉質の向上 とくに脂肪の質



- オレイン酸に注目、一価不飽和脂肪酸（MUFA）



- 飼料原料として米ぬかの需要が増大



- 購買力： ホルスタイン < 和牛



脂肪酸カルシウム剤
（ライスファット脂肪酸Ca）



米ぬか

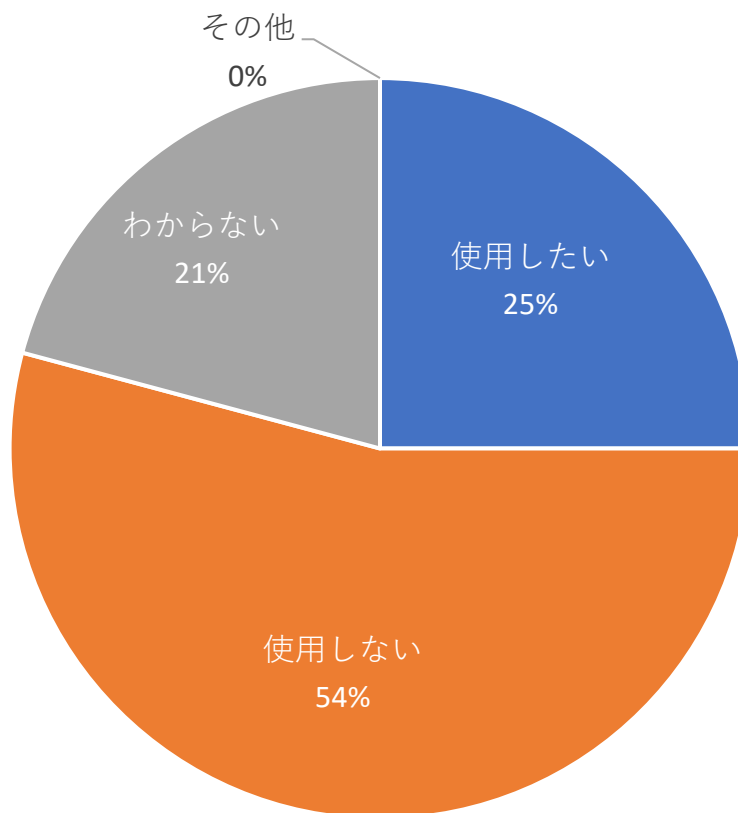
K町の飼料給与体系

ステージ		育成	肥育前期	肥育中期	肥育後期
月齢		3～6	7～11	12～14	15～19
飼料 給与 割合 (%)	前期配合飼料	67	75		
	後期配合飼料			88	91
	デントコーン	20	15	2	
	チモシー	13	10	4	
	麦稈			6	9

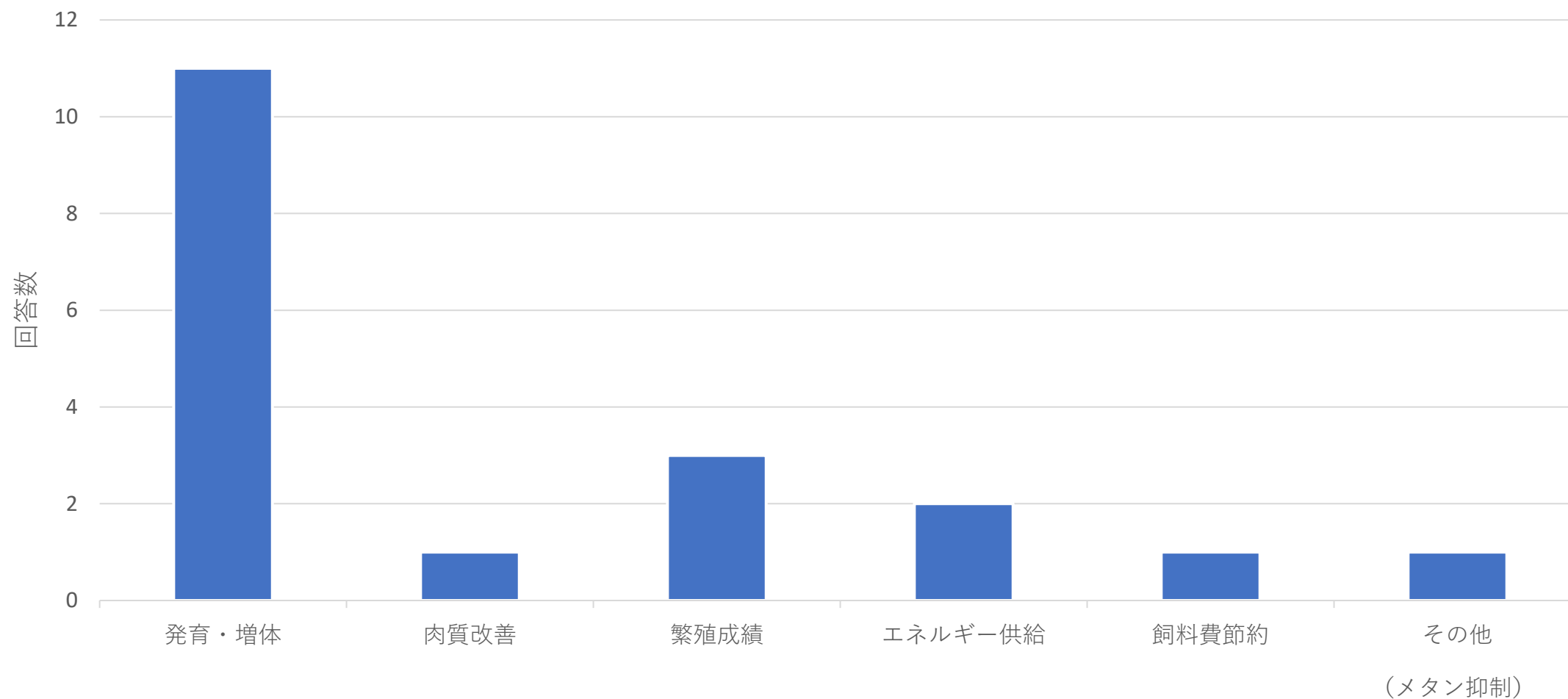
脂肪酸カルシウム
1頭1日 140 g ～150g

脂肪酸カルシウム未利用経営の 使用意向

「一定程度効果が見込めるとしたら」



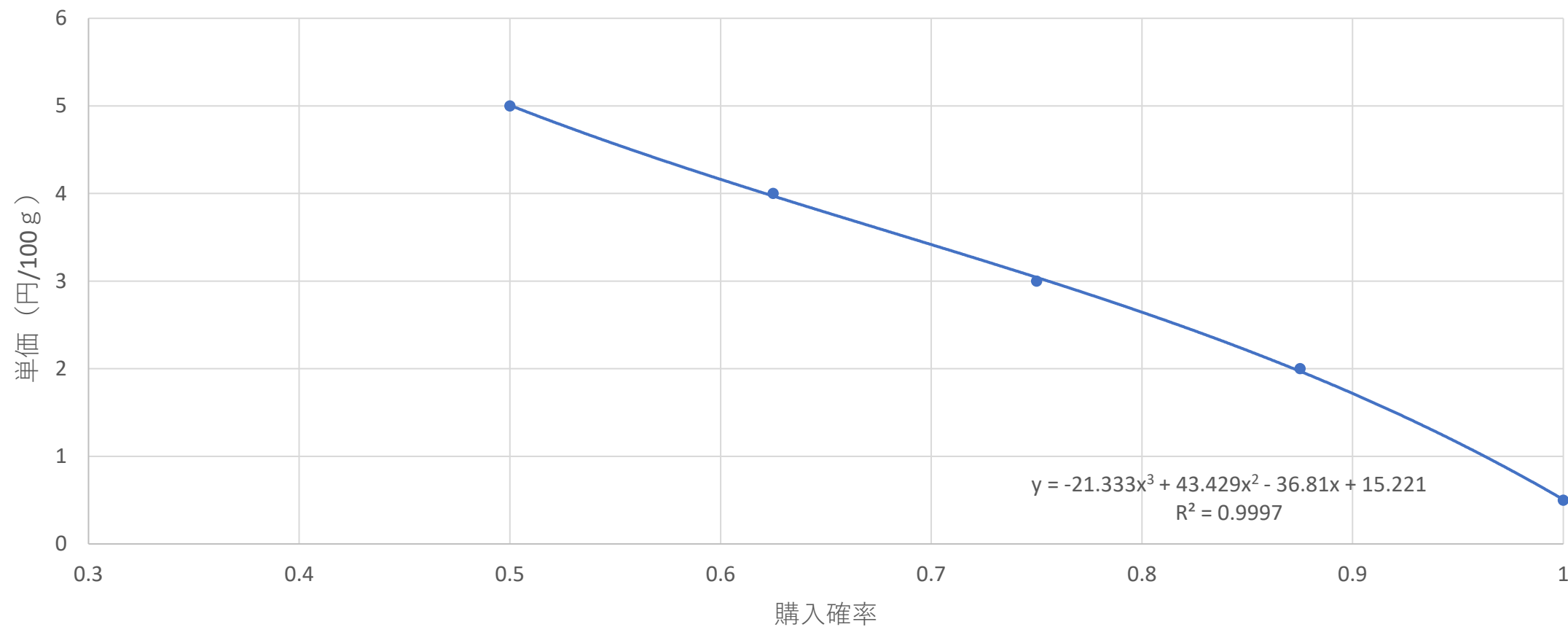
脂肪酸カルシウム使用意向の目的



現在未使用で使用意向あり

農家番号	繁殖			子牛			肥育			使用の目的					
	和牛	ホルスタイン	F1	和牛	ホルスタイン	F1	和牛	ホルスタイン	F1	発育・増体	肉質改善	繁殖向上	エネルギー供給	飼料費節約	その他
1	0	0	0	0	1100	430	0	3300	1630	○			○		メタン抑制
3	0	0	0	0	0	0	0	1050	0	○					
8	29	0	3	12	0	0	0	0	0	○		○	○		
10	55	0	15	50	0	0	0	0	0	○		○			
17	0	0	0	0	0	0	50	0	200	○					
22	177	0	0	200	200	0	30	0	30	○					

脂肪酸カルシウムの受容価格





脂肪酸カルシウムの受容価格

(系統分)

飼料銘柄	対象牛	脂肪酸カルシウム 添加割合	添加目的
銘柄J	繁殖用母牛	2.5%	1) 高エネルギー供給 ・妊娠中や繁殖期の高エネルギー要求を補う 2) 繁殖成績の向上 ・卵胞発育の促進、受胎率の向上 ・繁殖成績を安定させ出産間隔の短縮に寄与
銘柄E	育成用若齢牛	1.2%	1) 成長促進 ・高エネルギー供給で効率的な体高のアップ ・初期成長のバランスを整え、将来の生産性向上につなげる 2) エネルギー補充 ・ルーメンへの悪影響を与えず小腸で効率的にエネルギー供給

子牛育成用飼料をめぐる動き

- 育成期の成長促進、とくに体高の向上を目的として脂肪酸カルシウムを添加していた「銘柄E」



- 脂肪酸カルシウムを添加するようになって、関西で枝肉のサシが入らなくなった、ロース芯が小さいとのクレーム
- 原因は脂肪酸カルシウムの添加量が過剰との認識（科学的検証ではない）

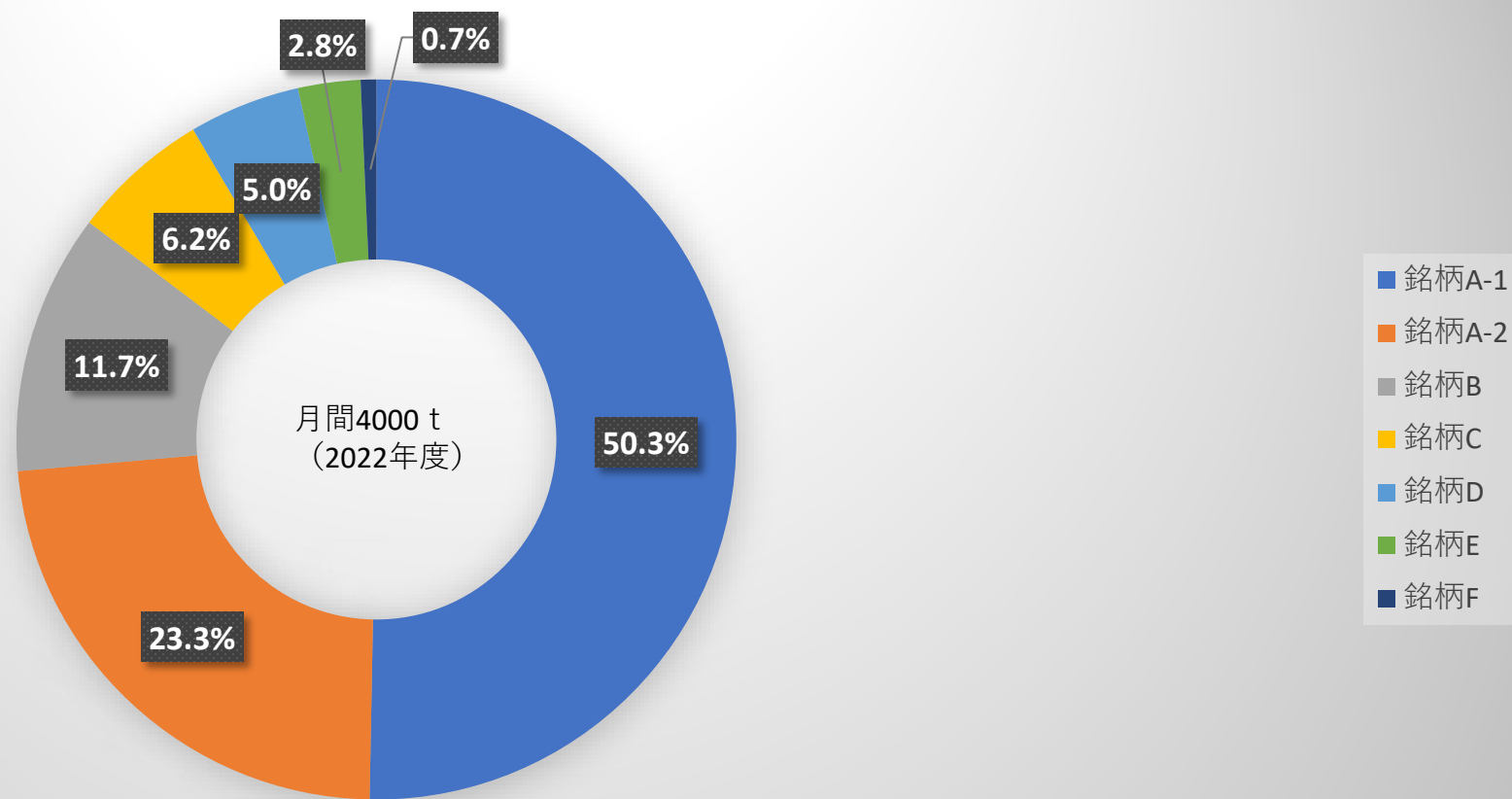


- 脂肪酸カルシウムの添加を控える動きが広がる

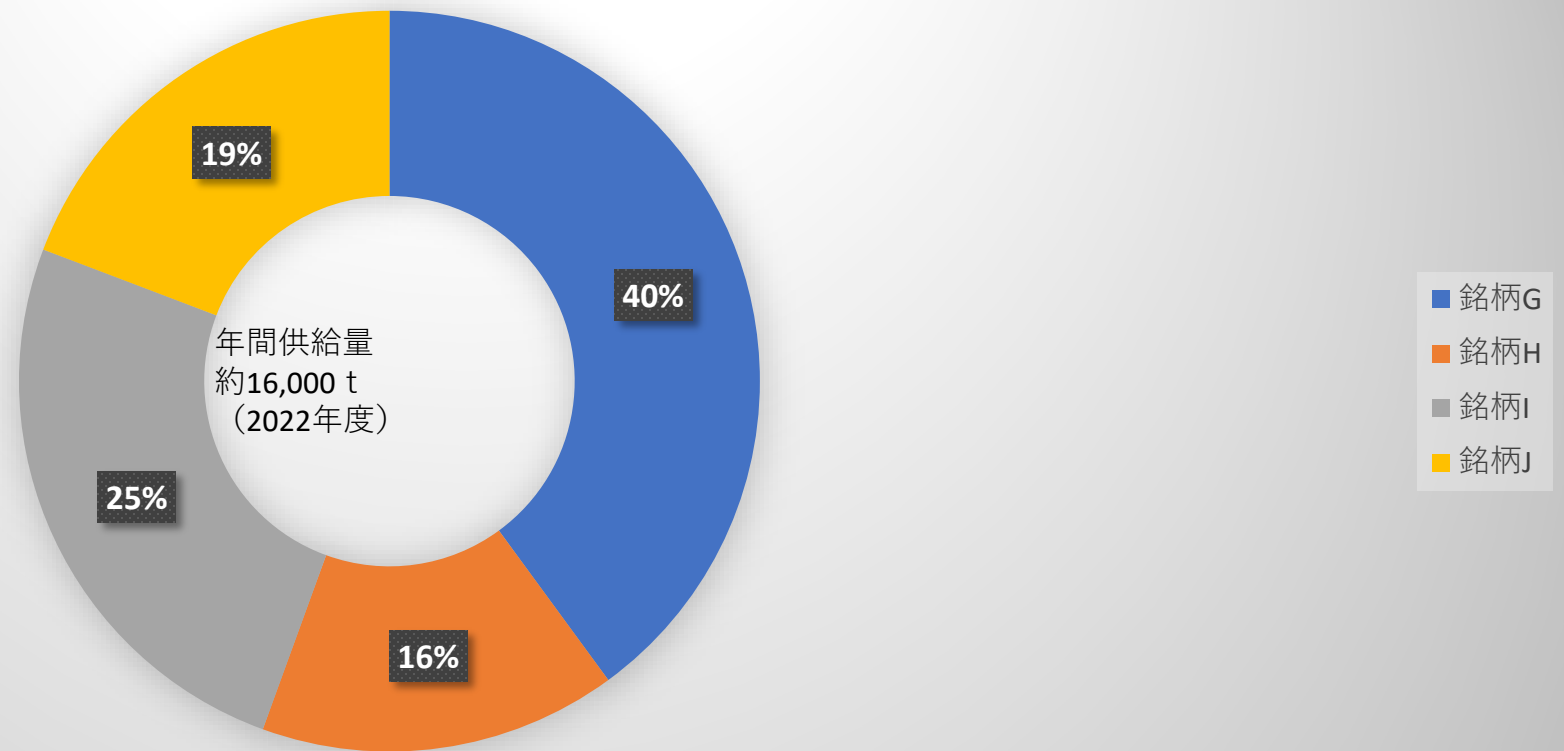


- 脂肪酸カルシウムを含まない新たな飼料を販売

育成用配合飼料の供給割合（2022年度）



繁殖用配合飼料の供給割合（2022年度）



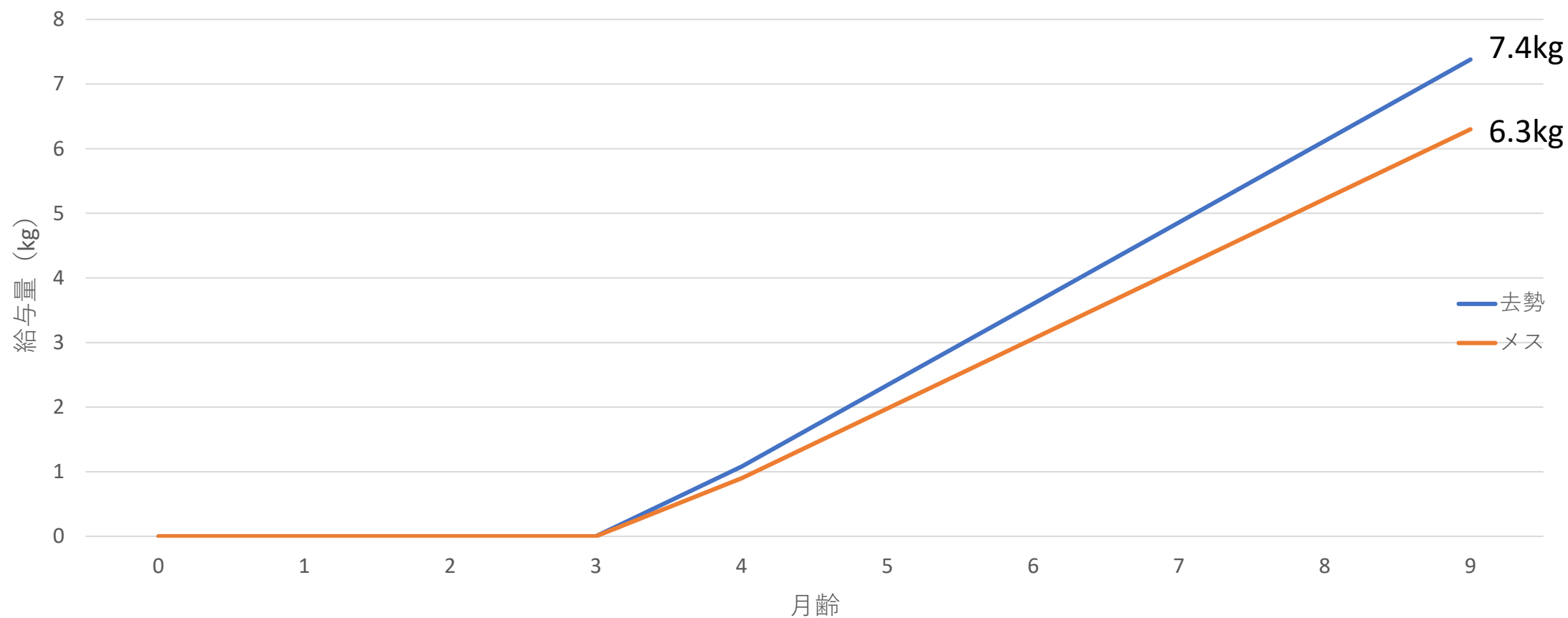
銘柄Jの供給量は年間約3040 t → 脂肪酸カルシウム76 t /年

子牛育成給与体系

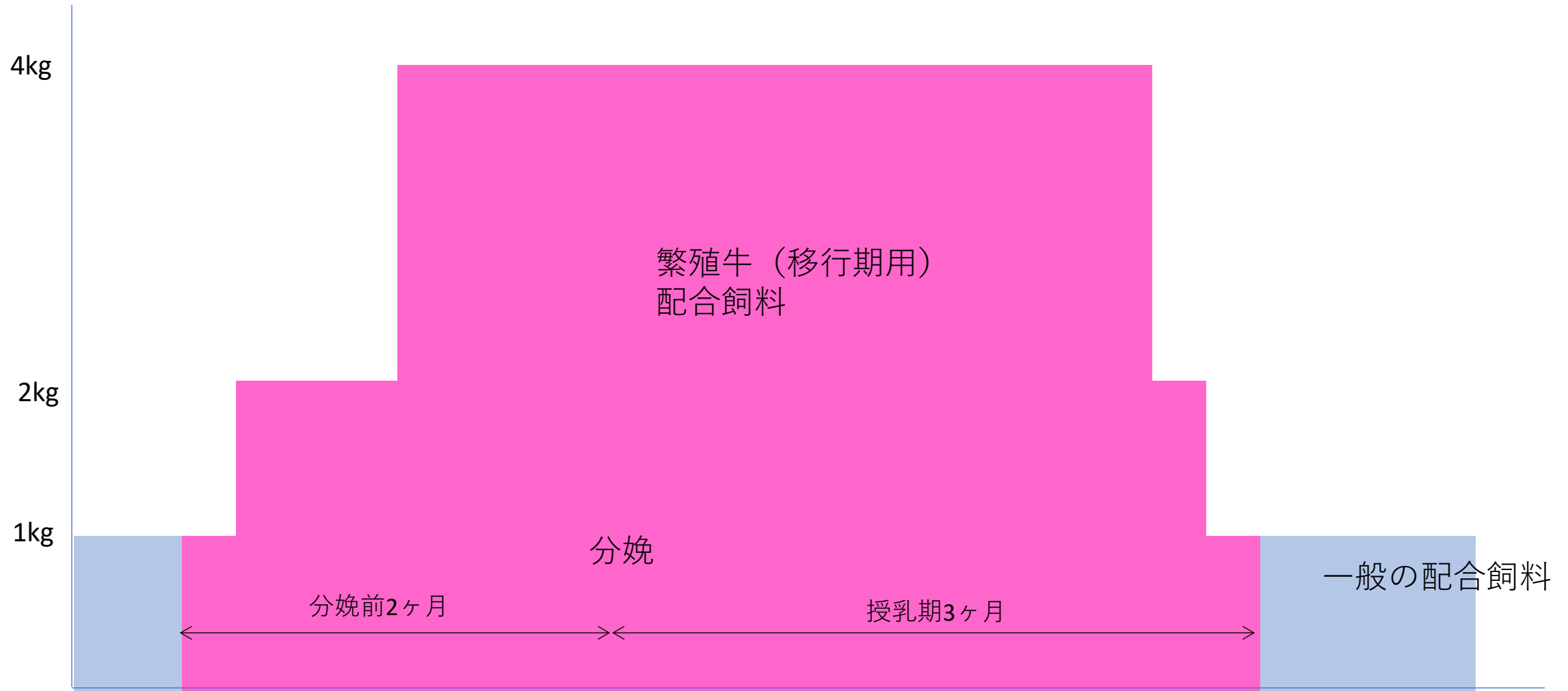
(kg/日・頭)

	月齢	生時	1	2	3	4	5	6	7	8	9
去勢	体重 (kg)	32	55	80	105	135	165	195	225	255	275
	子牛餌付け	3日齢より	0.5	1.0	2.5						
	配合飼料 (銘柄E)					3.0	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	乾草等		一握り 程度	徐々に 増量		1.0	1.5	2.5	3.5	4.0	4.0以上
メス	体重 (kg)	28	50	75	100	125	150	180	210	240	260
	子牛餌付け	3日齢より		1.0	2.0						
	配合飼料 (銘柄E)					2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	乾草等		一握り 程度	徐々に 増量		1.0	1.5	2.0	3.0	3.5	3.5以上

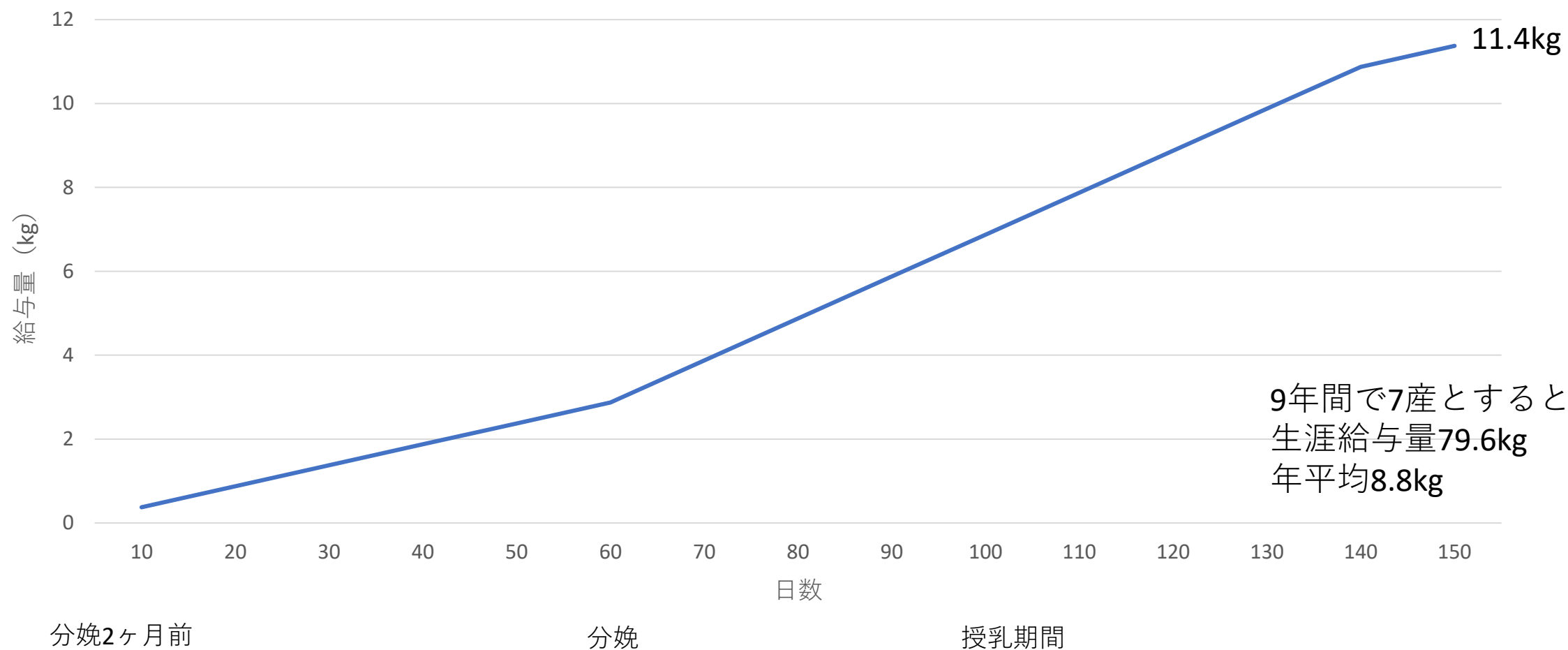
脂肪酸カルシウムの累積給与量 和牛子牛



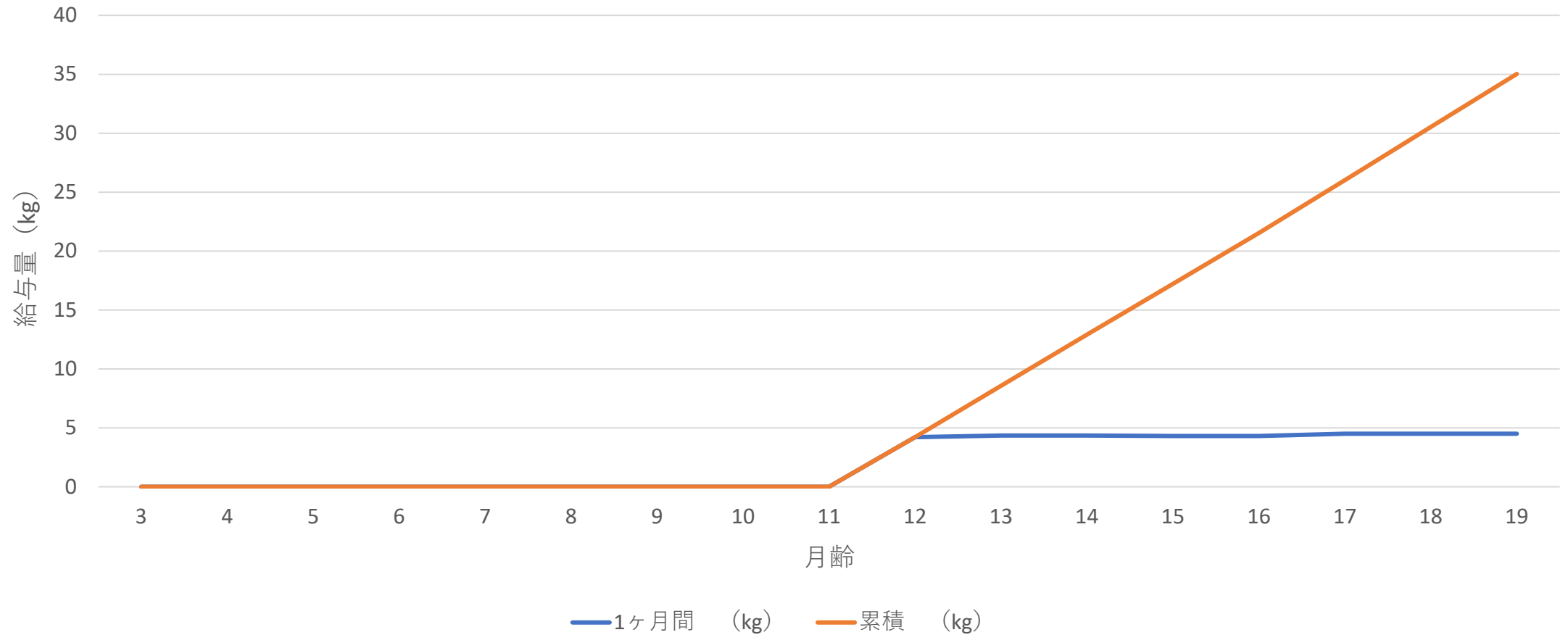
繁殖用配合飼料の給与



脂肪酸カルシウムの累積給与量 黒毛和種繁殖牛



脂肪酸カルシウムの給与累積量 ホルスタイン肥育



年間3000頭出荷→105トンの脂肪酸カルシウムの消費量

脂肪酸カルシウム給与量総括表

(kg)

		1頭当たり	1産当たり	給与月数（月）	月間1頭当たり
子牛（黒毛和種）	去勢	7.4		6	1.2
	メス	6.3		6	1.1
肥育牛（ホルスタイン）		35		8	4.4
繁殖牛（黒毛和種）	9年7産	79.8	11.4	5	2.3

脂肪酸カルシウム使用の拡大について

- 品種、ステージ別にみていく必要
- 効果の大きさ
ホルスタインの肥育 > 和牛繁殖 > 育成
- 関心の高さは一定程度ある
和牛繁殖、ホルスタイン肥育を中心に