

20 遺伝子情報を利用した栃木県産和牛の効率的改良技術の開発

担当部署名：芳賀分場 肉牛飼養研究室

担当者名：○新楽和孝、野澤久夫、櫻井由美

研究期間：平成 21 年度～25 年度（完了） 予算区分：県単

1. 目的

本研究では、従来の統計的能力評価法に代わる方法として、繁殖雌牛の産肉能力・生産能力に
関与する遺伝子マーカーを利用した効率的な選抜・交配技術を確立することを目的とする。

2. 方法

(1) 遺伝子マーカーを利用した人工授精による子牛生産

ア 材料：GH、SCD 遺伝子を多型解析済みの場内繁殖雌牛及び凍結精液

イ 方法：子牛の GH 遺伝子が LV、SCD 遺伝子が AA または AV 型となるよう人工授精により
交配

ウ 調査項目：産子の GH、SCD 遺伝子の遺伝子型

(2) 遺伝子マーカーを利用した生体卵子吸引・体外授精技術（OPU-IVF）による子牛生産

ア 材料：GH、SCD 遺伝子について多型解析済みの場内長期不受胎牛及び凍結精液

イ 方法：徐放性プロジェステロン製剤（CIDR）と安息香酸エストラジオール（EB）製剤ま
たは酢酸フェルチレリン（GnRH）製剤で卵胞発育同調処置を施した後、FSH 製剤を
漸減投与し、OPU-IVF を実施

ウ 調査項目：OPU 実施時の卵胞数、IVF による胚生産成績

3. 結果の概要

(1) 繁殖雌牛と凍結精液の遺伝子解析結果（表 1）に基づいて計画的に人工授精を行い、17 頭
の繁殖雌牛が受胎、分娩した。それらの繁殖雌牛と生産された子牛の遺伝子型出現頻度を世
代間で比較したところ、GH 遺伝子については、子牛の世代で LV 型の出現頻度が減少してお
り、期待通りの結果にならなかった。一方、SCD 遺伝子については、全ての子牛が AA または
AV 型となった（表 2）。以上のことから、一方の対立遺伝子頻度の増加を図る場合は、母牛
と凍結精液の遺伝子型を明らかにして計画的に交配することが有効であると考えられた。

(2) 長期不受胎の黒毛和種繁殖雌牛 1 頭を対象に、2 回の OPU-IVF を実施した。なお、前処置
として、1 回目は CIDR と GnRH 製剤、2 回目は CIDR と EB 製剤により卵胞発育同調処置を施
し、その後 FSH 製剤 20AU を 3 日間漸減投与した。1 回目の OPU 実施時の卵胞数は大卵胞（直
径 8mm 以上）5 個、中卵胞（直径 5mm 以上 8mm 未満）9 個、小卵胞（直径 5mm 未満）6 個
の合計 20 個で、IVF では胚盤胞を作出できなかった。一方、2 回目の OPU-IVF 実施時の卵胞
数は大卵胞 15 個、中卵胞 16 個、小卵胞 7 個の合計 38 個と 1 回目より多く、IVF で 1 個の胚
盤胞を作出することができた（表 3）。以上のことから、長期不受胎牛においても、CIDR、
EB 製剤及び FSH 製剤で前処置をしてから OPU-IVF を実施することで、望む遺伝子型を有する
胚盤胞を効率的に生産できる可能性が示された。

[具体的データ]

表1 繁殖雌牛と凍結精液の遺伝子型と交配組み合わせ

繁殖雌牛の遺伝子型と頭数			交配した凍結精液の遺伝子型	
GH 遺伝子	SCD 遺伝子	頭数 (頭)	GH 遺伝子	SCD 遺伝子
LL	AV	2	VV	AV
LV	AA	2	LV	AA
		1	VV	AV
LV	AV	5	LV	AA
LV	VV	5	LV	AA
VV	AV	2	LV	AA

表2 GH、SCD 遺伝子の解析結果に基づき計画的に交配した母牛とその産子の遺伝子型

項目	GH 遺伝子 (%)			SCD 遺伝子 (%)		
	LL 型	LV 型	VV 型	AA 型	AV 型	VV 型
母牛	11.8	76.4	11.8	17.6	52.9	29.4
子牛	23.5	52.9	23.5	41.2	58.8	0.0

表3 OPU-IVF 成績

項目	1 回目	2 回目
大卵胞数 (個)	5	15
中卵胞数 (個)	9	16
小卵胞数 (個)	6	7
総卵胞数 (個)	20	38
採取卵子数 (個)	10	16
卵割数 (個)	4	4
胚盤胞数 (個)	0	1

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

GH 遺伝子多型は発育や脂肪交雑、SCD 遺伝子多型は牛肉中の不飽和脂肪酸割合に影響することが明らかになっており、父母の遺伝子解析結果に配慮した交配は、育種価が判明する以前の改良に活用でき、効率的であるが、繁殖成績、採卵成績等の形質に影響する遺伝子として知られているものは少ない。今後、これらの候補遺伝子を調査することで、繁殖成績の向上が期待できると考えられる。

21 黒毛和牛におけるミネラル代謝診断に基づく飼養管理技術の開発

担当部署名：芳賀分場 肉牛飼養研究室

担当者名：○野澤久夫、新楽和孝、櫻井由美

植竹勝治（麻布大学）

研究期間：平成21年度～25年度（完了）

予算区分：県単

1. 目的

肉用牛経営の安定を図るためには、販売価格の向上や、生産コストの低減による経営効率化を図ることが重要である。このためには、繁殖・育成・肥育の各生産過程において適切な飼料給与や疾病管理を行うことによって事故率を低減させる飼養管理技術の確立が求められている。

そこで、本研究では、牛被毛を用いたミネラル代謝検査方法を確立し、これを指標として疾病予防や発育向上・繁殖率向上を図るための高精度の飼養管理技術を開発することを目的とする。

2. 方法

- (1) 供試牛：当场繫養黒毛和種繁殖雌牛（妊娠牛）6頭（試験区3頭、対照区3頭）、生産子牛6頭（試験区3頭、対照区3頭）。
- (2) 試験期間：妊娠牛については分娩予定日1か月前から分娩後初回発情まで、生産子牛は分娩日から生後5か月齢まで。
- (3) 試験方法：妊娠牛（試験区）への給与飼料に、分娩予定日1か月前から分娩後初回発情までミネラルサプリメント（Zn、Mn、Cu）を添加し、繁殖成績及び発育成績と被毛中ミネラル濃度等の関連性を分析する。
- (4) 分析項目：繁殖雌牛の発情再帰日数、子牛の発育（体重、体高、胸囲）、繁殖雌牛及び生産子牛の被毛中ミネラル濃度（Mg、K、Ca、P、Mn、Fe、Cu、Zn、Se、Mo）及び被毛色（L^{*}、a^{*}、b^{*}）。

3. 結果の概要

繁殖雌牛の発情再帰日数及び生産子牛の発育については、試験区と対照区に差は認められなかった（表1、表2）。

ミネラルサプリメント添加による、繁殖雌牛の被毛中ミネラル濃度への影響は認められなかった（図1、図2、図3）。

子牛の被毛中ミネラル濃度については、Zn、Mn及びCuにおいて、試験区が対照区と比較して高く推移する傾向を示した（図4、図5、図6）。他の被毛中ミネラルについては、特徴的な傾向は認められなかった。

被毛色については、繁殖雌牛の分娩時におけるb^{*}で試験区と対照区に有意差が認められた（ $p < 0.05$ ）が、他の項目では試験区間の差及び特徴的な傾向は認められなかった（表3、表4）。

[具体的データ]

表1 発情再帰日数

試験区分	発情再帰日数(日)
試験区	49.3
対照区	58.3

n=3

表2 子牛発育成績

月齢	体重(kg)		体高(cm)		胸囲(cm)	
	試験区	対照区	試験区	対照区	試験区	対照区
0	33.7	31.7				
1	54.5	52.6				
2	74.3	72.1				
3	97.2	98.0				
4	123.3	128.8				
5	151.9	158.3	100.9	99.5	118.0	118.7
6	175.4	186.9	105.1	104.5	125.6	125.5

n=3

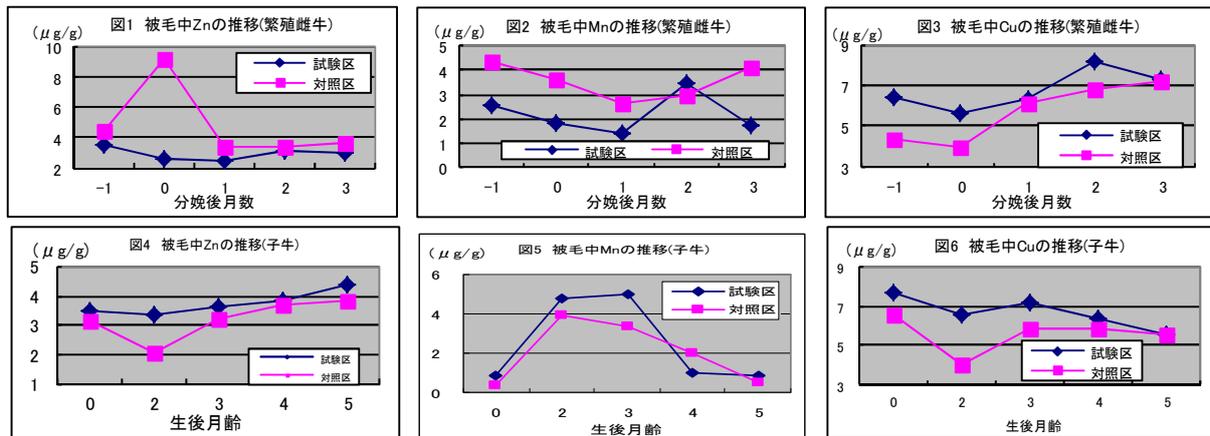


表3 被毛色の推移(繁殖雌牛)

分娩後 月数	L*		a*		b*	
	試験区	対照区	試験区	対照区	試験区	対照区
-1	21.7	21.9	6.7	9.1	19.3	20.9
0	22.1	20.9	8.1	9.0	21.6b	20.3a
1	23.1	22.0	8.0	8.4	22.1	21.1
2	21.0	20.9	8.1	8.5	20.7	20.7
3	21.5	20.5	8.0	8.3	20.8	20.7

n=3

異符号間に有意差あり (p<0.05)

表4 被毛色の推移(子牛)

生後 月齢	L*		a*		b*	
	試験区	対照区	試験区	対照区	試験区	対照区
0	23.2	23.4	5.8	7.4	19.6	20.1
2	21.5	24.9	8.3	7.2	21.3	22.2
3	18.7	18.7	8.9	10.0	20.8	20.3
4	15.5	16.0	10.4	10.1	18.6	19.0
5	16.2	18.4	9.8	9.2	19.2	20.2

n=3

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

被毛中ミネラル濃度の簡易分析手法の確立と生産現場への迅速な普及。

22 栃木県産和牛の肉質改善技術の開発

担当部署名：芳賀分場 肉牛飼養研究室

担当者名：○野澤久夫、新楽和孝、櫻井由美

研究期間：平成21年度～27年度（継続）

予算区分：県単

1. 目的

近年、消費者の多様なニーズへの対応や産地間競争の激化などにより、黒毛和種の生産現場では、脂肪交雑の向上を重要視する傾向が強まっている。このことから、肥育中期においてビタミンAをコントロールして脂肪交雑を向上させる飼養管理技術が肥育農家に普及しつつあり、微量栄養素に着目した肉質改善技術も広く知られるようになってきている。このような状況において、栃木県産和牛にさらなる付加価値を付与し、ブランド力を強化するためには、現時点での肉質性状に及ぼす要因を明らかにするとともに、新たな肉質改善技術を開発することが必要である。本研究では、栃木県産和牛における肉質性状の特徴の解明及び微量元素の一つであるカルシウムに着目した肥育技術の開発を目的とする。

(1) 栃木県産和牛の肉質性状に及ぼす要因の解明

栃木県産黒毛和種去勢牛の脂肪の質及び脂肪酸組成関与遺伝子を分析

供試牛及びサンプル：栃木県産黒毛和種去勢牛 66頭の胸最長筋、筋間脂肪及び皮下脂肪
分析項目：胸最長筋及び筋間脂肪の脂肪酸組成（ガスクロマトグラフ及び食肉脂質測定装置）、筋間脂肪及び皮下脂肪の融点、遺伝子型

(2) カルシウム制御等による高品質牛肉生産技術の開発

供試牛：栃木県畜産酪農研究センター芳賀分場産黒毛和種去勢牛（6頭）

試験区分：試験区：28ヵ月齢から32ヵ月齢まで飼料中カルシウムを制御する区

対照区：24ヵ月齢から32ヵ月齢まで飼料中カルシウムを制御する区

調査項目：発育成績、飼料摂取量及び枝肉成績等

3. 結果の概要

(1) 栃木県産黒毛和種去勢牛の脂肪の質の分析

ア ガスクロマトグラフを用いて脂肪酸組成を測定した結果、オレイン酸の割合は胸最長筋47.8%、筋間脂肪48.5%、総飽和脂肪酸は38.2%、33.6%、一価不飽和脂肪酸は53.0%、53.8%であり、胸最長筋の総飽和脂肪酸割合が有意に高い値を示した（表1）。

イ 食肉脂質測定装置を用いて、食肉市場の枝肉及び精肉店のブロック肉について筋間脂肪の脂肪酸割合を測定した結果、オレイン酸は枝肉55.7%、ブロック肉53.9%、総飽和脂肪酸は枝肉36.9%、ブロック肉36.3%、一価不飽和脂肪酸は枝肉61.2%、ブロック肉60.2%だった（表2）。ガスクロマトグラフ測定値との関連性を分析した結果、枝肉では有意な相関が認められたが、ブロック肉では相関は認められなかった（表3）。

ウ 脂肪融点は、筋間脂肪が23.5℃、皮下脂肪18.1℃だった。

エ 脂肪酸組成関与遺伝子の遺伝子型については、SCD遺伝子多型のA型保有率が89.1%、FASN遺伝子のTW型保有率が98.2%、GH遺伝子のV型保有率が76.4%だった（表4）。

(2) カルシウムに着目した高品質牛肉生産技術の開発

当センターの慣行法により10ヵ月齢から肥育を開始、全頭同一飼料、同一条件で23ヵ月齢まで肥育後、24ヵ月齢から試験区と対照区に分けて肥育を継続したところ、24ヵ月～28ヵ月齢までの1頭あたり飼料摂取量、日増体量とも試験区間に有意な差は認められなかった（表5）。日増体量の平均値は試験区の方が大きかったが、個体間のばらつきが大きいため、試験区間では差が出なかったものと推察される。

23 飼料用米を活用した黒毛和種肥育技術の確立

担当部署名：芳賀分場 肉牛飼養研究室

担当者名：○櫻井由美、野沢久夫、新楽和孝

研究期間：平成25年度～27年度（継続）

予算区分：県単

1. 目的

配合飼料価格の高騰は、穀類多給による肉用牛肥育経営において影響が大きく、安価な飼料資源の利用技術を開発することが急務である。

そこで、本研究ではトウモロコシや大豆粕の代替として、地域資源である飼料用米を用いた肥育方法を確立することで、飼料自給率向上に寄与するとともに、穀物の国際価格に左右されない安定的な生産体系を確立する。

2. 方法

(1) 供試牛：黒毛和種去勢牛7頭（試験区4頭、対照区3頭）

(2) 試験期間：14ヵ月齢～30ヵ月齢

肥育前期：14ヵ月齢～20ヵ月齢

肥育後期：21ヵ月齢～30ヵ月齢

(3) 試験区分：試験区 肥育全期間に飼料用米を給与する区

対照区 市販の肥育用配合飼料を給与する区

(4) 試験飼料

ア 試験区：対照区の市販飼料に含まれるトウモロコシ全量を飼料用米で代替し、玄米を粗挽き形態で40%混合

イ 対照区：市販配合飼料を利用

両試験区とも粗飼料には3cm程度に細切した稲ワラを用い、濃厚飼料と混合して無加水TMR形態で飽食給与した。稲ワラの混合割合は肥育前期が給与飼料全体の15%、肥育後期は8%～10%とした。

(5) 調査項目：飼料摂取量、発育状況、胃液性状、血液性状、枝肉格付

3. 結果の概要

(1) 給与した飼料は、両試験区とも飼料成分でTDNとCPが同程度になるよう設計したが、実測値では試験区のTDNが対照区に比べて6%低かった（表1）ことから、1日1頭あたり飼料摂取量（原物）は試験区10.45kg、対照区9.75kgだが、TDNに換算すると試験区6.94kg、対照区7.02kgであり、試験区間に有意な差は認められなかった（表2）。

(2) 肥育前期終了時の発育値は、体重が試験区681.7kg、対照区602.7kg、体高が試験区138cm、対照区137cm、胸囲が試験区207.7cm、対照区203.3cmで、いずれの項目においても試験区間に有意な差は認められなかった（表4、図1）。

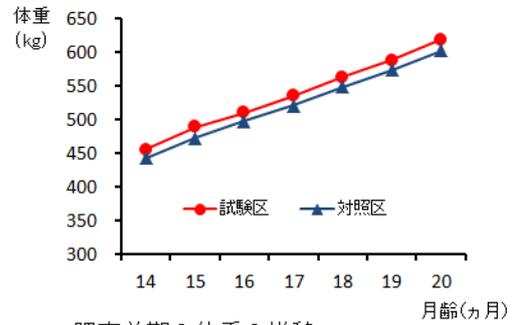
(3) 肥育前期における試験牛の日増体量は試験区0.89kg、対照区0.86kgで、試験区間に有意な差は認められなかった。

(4) 19ヵ月齢以降、試験区では尿石症が散見された。

[具体的データ]

表1 試験飼料の成分値（実測値）

項目	試験区	対照区
CP	16.7	18.5
TDN	66.1	72.0
NDF	37.6	38.6
ADF	11	13.6
Ca	0.59	0.34
P	0.69	0.71



肥育前期の体重の推移

図1 試験牛の体重の推移

表2 1日1頭あたり飼料摂取量

区分	1日1頭あたり飼料摂取量	
	原物(kg)	TDN(乾物kg)
試験区	10.49 ± 1.27	6.94 ± 0.84
対照区	9.75 ± 0.42	7.02 ± 0.30

表3 試験開始時の発育値

肥育開始時の発育値				
区分	体重 (kg)	体高 (cm)	胸囲 (cm)	月齢 (ヵ月)
試験区	444.3 ± 50.6	126.8 ± 2.4	179.0 ± 7.2	14.0
対照区	434.3 ± 34.0	127.9 ± 0.8	173.3 ± 4.2	13.6

表4 肥育前期の発育値

肥育前期終了時の発育値					
区分	体重 (kg)	体高 (cm)	胸囲 (cm)	D.G (kg)	月齢 (ヵ月)
試験区	618.7 ± 71.3	138.0 ± 1.3	207.7 ± 7.1	0.89 ± 0.15	20.4
対照区	602.7 ± 27.6	137.0 ± 1.8	203.3 ± 4.0	0.86 ± 0.06	20.1

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

飼料用米を濃厚飼料中40%利用したときの肥育成績を明らかにする。

また、飼料用米給与区では尿石症が散見されたことから、飼料用米の利用と尿石症との関係やその予防策について調査する。

24 低濃度汚染飼料摂取牛の体内放射性物質濃度の推定方法に関する研究

担当部署名：芳賀分場 肉牛飼養研究室

担当者名：○櫻井由美、新楽和孝、野澤久夫

研究期間：平成24年度～25年度（新規）

予算区分：県単

1. 目的

低濃度の放射性セシウム(Cs)を含む飼料を給与した牛について、体内の放射性 Cs 濃度の調査と、生体で筋肉中の放射性 Cs 濃度を推定する方法の開発を目的とする。

2. 方法

(1) 供試牛：経産牛6頭（黒毛和種4頭、ホルスタイン種2頭）

(2) 試験設定：放射性 Cs 濃度 100Bq/kg(水分80%換算)のイタリアンライグラスサイレージを1日1頭あたり5.4kg(乾物)、60日間給与後、30日～60日間飼い直し、と殺した。

試験区分

ア 30日区：購入乾草で30日間飼い直した後にと殺する区(黒毛和種2頭)

イ 60日区：購入乾草で60日間飼い直した後にと殺する区(黒毛和種2頭、ホルスタイン種2頭)

(3) 調査項目

ア 血液、糞、尿の放射性 Cs 濃度の推移

(ア) 採取方法

a 血液：放射性 Cs 濃度 100Bq/kg(水分80%換算)のイタリアンライグラスサイレージ給与後60日(試験開始60日後)に頸部静脈から500mlを採取(全頭)、飼い直し30日後(試験開始90日後)と60日後(試験開始120日後)にも同様に500mlを採取した。試験開始90日後、120日後のと殺時には頸部静脈から2Lの血液を採取した。

b 糞：試験開始60日間後、90日後、120日後の3回、朝の飼料給与時に直腸から2Lを採取した。

c 尿：試験開始60日間後、90日後、120日後の3回、朝一番の排尿時に2Lを採取した。

(イ) 放射性 Cs 濃度の測定：ゲルマニウム半導体(Ge)検出器(検出下限値1Bq/kg未満)。

イ 頸部筋肉の放射性 Cs 濃度

と殺時に頸部筋肉を2L採取し、Ge検出器で測定(検出下限値1Bq/kg未満)。

ウ 生体測定器による測定値と Ge 検出器による測定値の比較

携帯型 Ge 検出器を牛の頸部に密着させて10分間の測定を行い(生体モニタリング)、と殺直前の測定値と、と殺後に採取した頸部筋肉の Ge 検出器による測定値とを比較した。

3. 結果の概要

(1) 血液、糞、尿の放射性 Cs 濃度は、放射性 Cs 濃度 100Bq/kg のサイレージ給与後60日をピークとして飼い直しにより激減、血液・糞・尿とも30日間の飼い直しで検出下限値(1Bq/kg)に近づいた(図1、2、3)。

(2) 血液中の放射性 Cs 濃度は飼い直しにより、と殺時には0.1Bq/kg程度まで減少し、2頭が測定不能となったが、尿中の濃度は血液の15倍(黒毛和種)～20倍(ホルスタイン種)であり、と殺後に採取した頸部筋肉の Cs 濃度とは係数0.97の強い相関が認められた(図4、5)。尿の放射性 Cs 濃度は、尿の比重を測定して試験牛の平均値で補正して用いた。

(3) 携帯型 Ge 検出器で測定した体内放射性 Cs 濃度と、と殺後に採取した頸部筋肉のそれとの相関係数は、0.81であった(図5)。

(4) 以上のことから、スポット尿を用いることで、血液よりも精度よく牛肉中の放射性 Cs 濃度を推定できると考えられた。

[具体的データ]

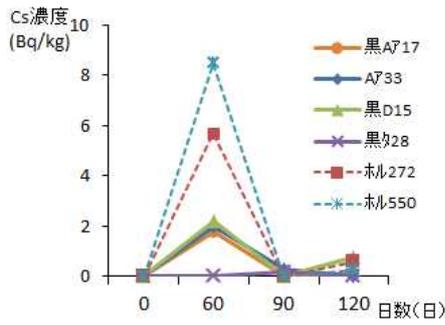


図1 血液中放射性物質濃度の推移

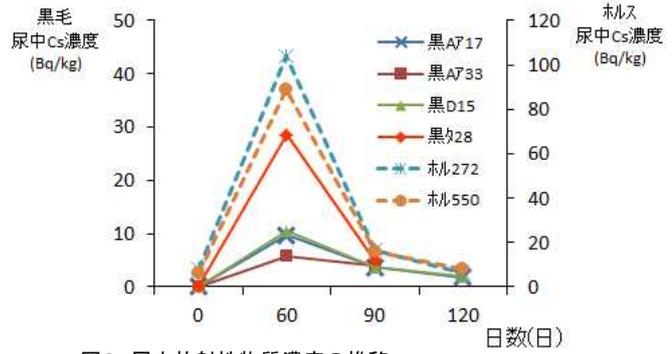


図2 尿中放射性物質濃度の推移

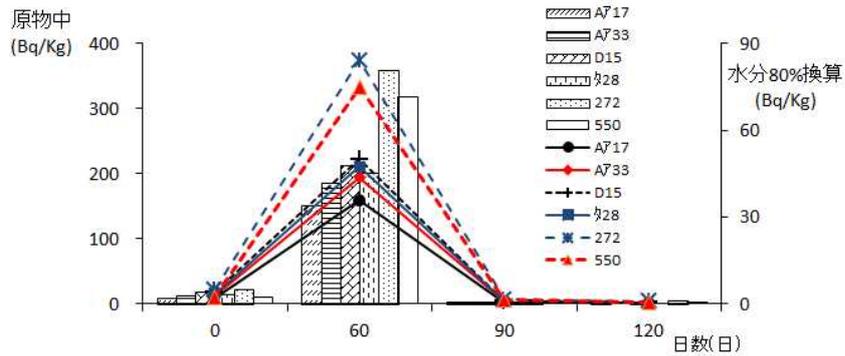


図3 糞中放射性物質濃度の推移

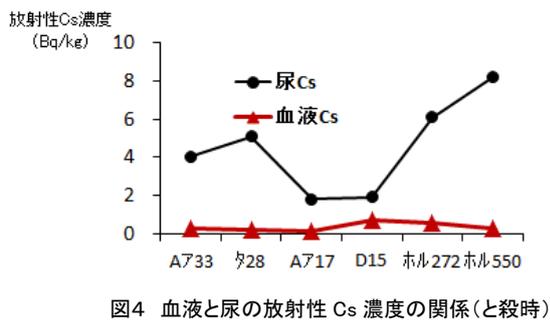


図4 血液と尿の放射性 Cs 濃度の関係(と殺時)

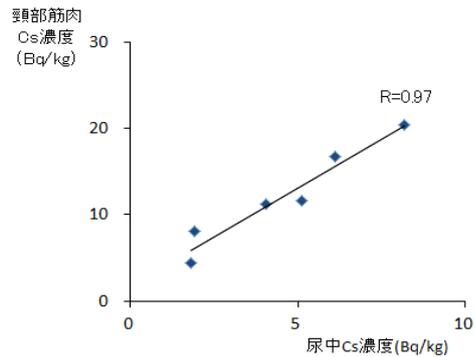


図5 頸部筋肉と尿の放射性 Cs 濃度の関係

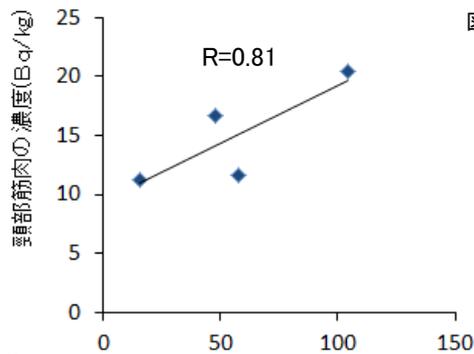


図6 と殺後の頸部筋肉と生体測定による放射性 Cs 濃度の関係
生体モニタリングによる測定値(Bq/kg)

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

尿は筋肉中の放射性 Cs 濃度との相関が高いことがわかったが、今回の調査は朝一番のスポット尿であることに注意する必要がある。