

# 事業名：「ミルクの国とちぎ」を活性化する研究推進プロジェクト

事業代表者 宇都宮大学農学部・教授・福井えみ子

事業推進協力者 宇都宮大学農学部・准教授・松本浩道

## (1) 事業の目的・意義

栃木県の畜産産出額は1,055億円で農業産出額の38.7%を占めている。なかでも酪農は、生乳生産量が325,903tで全国第2位、乳用牛の飼養頭数が52,800頭で2位であり、本県の代表的産業の一つである。一方で、乳用牛の受胎率は10年前に50%を割り、現在は約43%である。牛は出産後に泌乳をすることから、受胎率の低下は次世代の子牛生産だけでなく、乳生産にも直結する。すなわち、現在問題となっている受胎率の改善は、栃木県の地域振興にとって大きな課題となっている。申請者は、栃木県畜産酪農研究センターと共同で、肉用牛において有利な遺伝子型をもつ子牛（デザイナーズ仔ウシ）生産を成功させている。

そこで本研究では、昨年を引き続き受胎率に関わる4つの遺伝子を解析することで、牛の受胎率を向上のためのマーカー遺伝子探索を企図した。

## (2) 研究方法（又は事業内容）

本研究では、栃木県畜産酪農研究センターの高い経済形質を持つ黒毛和種繁殖用雌ウシ20頭および栃木県畜産公社より供与頂いた黒毛和種経産雌ウシ53頭において、排卵数に関わる *Set domain-containing 6: SETD6*、*Voltage-dependent L-type calcium channel subunit beta-2: CACNB2* 遺伝子および受胎率に関わる *Cortactin-binding protein 2 N-terminal like: CTTNBP2NL*、*Plakophilin2: PKP2* の4つの遺伝子の多型解析を行った。

*SETD6* 遺伝子は、排卵時における視床下部から下垂体へのGnRHの分泌を制御し、*CACNB2* 遺伝子は、GnRH分泌の刺激によって、下垂体から卵巣へのFSHの分泌を制御する。また、*SETD6* 遺伝子型のエクソン9上のアミノ酸360番目のSNPであるCC型を持つ個体はAA型を持つ個体と比べて過排

卵処理時の排卵数が多く、*CACNB2* 遺伝子型の非翻訳領域から613番目のAT欠損である-/-型を持つ個体はAT/AT型を持つ個体と比べて過排卵処理時の排卵数が多いことが報告されている。

*PKP2* 遺伝子の-/-型、*CTTNBP2NL* 遺伝子のG/G型を持つ個体は子宮におけるギャップ結合伝達速度が上がるため、受胎率が高くなることが報告されている。本研究では、これら経済形質に対して、有効な対立遺伝子の出現頻度を明らかにした。

表1. 高い経済形質を持つ黒毛和種20頭におけるホルモン感受性に関わる *SETD6*、*CACNB2* 遺伝子の遺伝子型分布

個体番号	SETD6遺伝子型	CACNB2遺伝子型	個体番号	SETD6遺伝子型	CACNB2遺伝子型
1	AA	AT/AT	11	AA	AT/AT
2	AC	AT/AT	12	AC	AT/AT
3	AA	AT/AT	13	AC	AT/AT
4	AC	AT/AT	14	AC	AT/-
5	AA	AT/AT	15	AA	AT/AT
6	AA	AT/AT	16	CC	AT/AT
7	AA	AT/-	17	AC	AT/AT
8	AA	AT/-	18	AC	AT/-
9	AC	AT/-	19	AA	AT/-
10	AA	AT/AT	20	AA	AT/AT

表2. 高い経済形質を持つ黒毛和種20頭における受胎率に関わる *PKP2*、*CTTNBP2NL* 遺伝子の遺伝子型分布

個体番号	PKP2遺伝子型	CTTNBP2NL遺伝子型	個体番号	PKP2遺伝子型	CTTNBP2NL遺伝子型
1	TA/TA	GA	11	-/-	GG
2	TA/TA	GA	12	-/-	GG
3	-/TA	GG	13	-/TA	GG
4	-/-	GG	14	-/TA	GG
5	-/-	AA	15	-/TA	AA
6	-/TA	GG	16	-/TA	GG
7	-/-	GG	17	TA/TA	GG
8	-/-	GG	18	TA/TA	GA
9	-/TA	GG	19	-/-	GG
10	-/TA	GG	20	-/-	GA

表3. 高い経済形質を持つ黒毛和種20頭における *SETD6*、*CACNB2*、*PKP2*、*CTTNBP2NL* 遺伝子の4つの遺伝子における多型解析結果

遺伝子	遺伝子型			対立遺伝子出現頻度	
	AA	AC	CC	A	C
<i>SETD6</i>	11	8	1	0.75	0.25
<i>CACNB2</i>	14	6	0	0.85	0.15
<i>PKP2</i>	8	8	4	0.60	0.40
<i>CTTNBP2NL</i>	14	4	2	0.80	0.20

※赤色は経済形質に対して有効な対立遺伝子を示す。  
*SETD6*、*CACNB2* → 排卵数に関わる。  
*PKP2*、*CTTNBP2NL* → 受胎率に関わる。

表1および表2の結果をまとめた表3に示すように、ホルモン処理時の胚卵数向上に有効な

SETD6 遺伝子の C 対立遺伝子 の出現頻度は 0.25、CACNB2 遺伝子の -対立遺伝子 の出現頻度は 0.15 であり、改良の余地が残されていることが明らかとなった。

受胎率向上と関連性のある PKP2 遺伝子の -対立遺伝子 の出現頻度は 0.60、CTTNBP2NL 遺伝子の G 対立遺伝子 の出現頻度は 0.80 であり、これまでの改良の結果、受胎率向上に有効な対立遺伝子が既に集積されていることが明らかとなった。

以上の結果より、栃木県畜産酪農研究センターの高い経済形質を持つ繁殖雌ウシ 20 頭では、受胎率に対する PKP2 および CTTNBP2NL 遺伝子遺伝子は、排卵数向上に関与する他の 2 つの遺伝子と比較して有効な対立遺伝子が、集積していることが明らかとなった。

表 4. 受精卵が 10 個以上得られた黒毛和種 6 頭における受胎率に関わる遺伝子の遺伝子型と受胎成績の比較

個体番号	PKP2	CTTNBP2NL	移植胚数	受胎頭数	受胎率
3	-/TA	GG	23	8	35%
4	-/-	GG	10	3	30%
6	-/TA	GG	20	5	25%
7	-/-	GG	12	3	25%
8	-/-	GG	20	10	50%

PKP2 の - 型および CTTNBP2NL の G 型を持つ 14 頭のうち 5 頭は、受精卵移植を行った結果、受胎率は 25%~50% を示した。今後、移植数を増やして検討する予定である。

表 5. 栃木県畜産公社の黒毛和種経産雌ウシ 53 頭における SETD6、CACNB2m、PKP2 および CTTNBP2NL 遺伝子の 4 つの遺伝子における多型解析結果

遺伝子	遺伝子型				対立遺伝子出現頻度	
	AA	AC	CC	A	C	
SETD6	25	24	4	0.70	0.30	
CACNB2	AT/AT	AT/-	-/-	AT	-	
	27	23	3	0.73	0.27	
PKP2	-/-	-/TA	TA/TA	-	TA	
	12	29	12	0.50	0.50	
CTTNBP2NL	GG	GA	AA	G	A	
	46	6	1	0.92	0.08	

表 5 に示すように、ホルモン処理時の胚卵数向上に有効な SETD6 遺伝子の C 対立遺伝子 の出現頻度は 0.30、CACNB2 遺伝子の -対立遺伝子 の出現頻度は 0.27 であり、改良の余地が残されていることが明らかとなった。

受胎率向上と関連性のある PKP2 遺伝子の -対立遺伝子 の出現頻度は 0.50、CTTNBP2NL 遺伝子の G

対立遺伝子 の出現頻度は 0.92 であり、これまでの改良の結果、受胎率向上に有効な CTTNBP2NL 遺伝子の G 対立遺伝子 が既に集積されていることが明らかとなった。

以上の結果より、栃木県内で使用されている黒毛和種雌ウシにおいては、CTTNBP2NL 遺伝子の有効な対立遺伝子は高い出現頻度を示したことから、PKP2 遺伝子の -対立遺伝子 の頻度を高めていくことで、さらなる受胎率の改良が可能であることが明らかとなった。

### 3. 事業の進捗状況

受胎率向上 (PKP2, CTTNBP2NL) および過剰排卵時の排卵数増加 (SETD6, CACNB2) のマーカーとなりうる 2 つの遺伝子について解析したところ、どちらも栃木県畜産酪農研究センターの高い経済形質を持つ黒毛和種においてマーカーとなることを明らかにした。

### 4. 事業の成果

栃木県畜産酪農研究センターの高い経済形質を持つ黒毛和種において、受胎率向上 (PKP2, CTTNBP2NL) のマーカーを用いることで遺伝的に移植用として適した雌ウシの選抜、および過剰排卵時の排卵数増加 (SETD6, CACNB2) のマーカーを用いることで遺伝的に卵子供給用として適した雌ウシの選抜が可能となった。

### 5. 今後の展望

これら遺伝情報を利用することで、高い経済形質を持つ黒毛和種の採卵数の増加および受胎率の向上など体外生産胚を用いた効率的なウシ生産が期待され、その結果、栃木県畜産酪農研究センターの高い経済形質を持つ牛の増産に貢献できると考えられた。