九州に所在する大規模酪農場 1 農場における乳牛の分娩確率と 気象条件および月相の関連性の分析

北井成美¹・南野知也²・三栗野陽子²・堀井洋一郎^{2,3}・本川和幸²・佐々木羊介^{1,3*}

¹ 〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1, 宮崎大学農学部畜産草地科学科

² 〒877-0056 大分県日田市大字高瀬 3898, 本川牧場

³ 〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1, 宮崎大学産業動物防疫リサーチセンター

Associations of Climate Condition and Lunar Cycle with Calving Frequency in Dairy Cows on a Large Dairy Commercial Farm in Kyushu, Japan

Narumi KITAI¹, Tomoya MINAMINO², Yoko MIKURINO², Yoichiro HORII^{2,3},
Kazuyuki HONKAWA² and Yosuke SASAKI^{1,3*}

¹ Department of Animal and Grassland Sciences, Faculty of Agriculture, University of Miyazaki,

1-1 Gakuen Kibanadai-nishi, Miyazaki, Miyazaki 889-2192, Japan

² Honkawa Ranch, 3898 Oaza Takase, Hita, Oita 877-0056, Japan

³ Center for Animal Disease Control, University of Miyazaki,
1-1 Gakuen Kibanadai-nishi, Miyazaki, Miyazaki 889-2192, Japan

(Received 11 Sep, 2020/Accepted 26 Feb, 2021)

Summary

The objectives of the present study were to analyze the associations of climate conditions and lunar cycle with daily calving frequency of cows, to determine factors associated with calvings at night, and to investigate the relationship between tide level and calving frequency on a large dairy commercial farm in Kyushu, Japan. The present study was conducted on a dairy farm having approximately 2,500 Holstein cows and collected 8,485 calving data from 2013 to 2016. As a result, daily calving frequency was not associated with both climate conditions such as maximum temperature and lunar cycle. Proportion of calvings at night (7 pm to 7 am) was 46.3% and lower than that at day time. Primiparous cows had 1.11 times higher odds ratio (95% confidence interval: 1.01–1.22) for calving at night than multiparous cows. Additionally, cows that calved at night in July to September had 1.16 times higher odds ratio (95% confidence interval: 1.03–1.31) than those that calved in January to March. In primiparous cows, positive linear relationship between tide level and calving frequency was found (coefficient $\pm$ SE; 0.00086 ± 0.000362 ; $P=0.01$), but those not in multiparous cows. In summary, no associations of climate condition and lunar cycle with calving frequency were found in dairy cows, and primiparous cows and cows calved in July to September were prone to calvings at night. Additionally, a significant relationship between tide level and calving frequency was found in primiparous cows.

Keywords : calving, climate condition, dairy cows, lunar cycle, tide level

連絡先 : 佐々木羊介*

宮崎大学農学部 畜産草地科学科

〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1

Tel & Fax : 0985-58-7864

E-mail : yskssk@cc.miyazaki-u.ac.jp

要 約

本研究では、大規模酪農場で飼養されている乳牛を対象として、1日当たり分娩数と気象条件および月相の関連性を分析すること、夜間分娩に関連する要因を明らかにすること、そして潮位と分娩の関連性を明らかにすることを目的とした。九州に所在するホルスタイン種約2,500頭を飼養する大規模酪農場1農場を対象とし、2013年1月1日から2016年12月31日までの1,461日間に分娩した8,485分娩記録を収集した。1日当たり分娩数と気象条件および月相の関連性に関して、調査に用いた最高気温などの気象条件および月相は1日当たり分娩数と有意な関連性がみられなかった。夜間（19時から7時前まで）における分娩確率に関して、夜間分娩の割合は46.3%であり、昼間の時間帯よりも少なかった。夜間分娩確率は初産牛において2産以上の牛よりも高く、夜間分娩のオッズ比は1.11倍高かった（95%信頼区間：1.01-1.22）。また、1-3月分娩と比較して、7-9月分娩では夜間分娩のオッズ比が1.16倍高かった（95%信頼区間：1.03-1.31）。潮位と分娩数の関連性に関して、初産牛では、潮位が高くなるにつれて1時間当たり分娩数が有意に減った（回帰係数±標準誤差：0.00086±0.000362；P=0.01）。一方、2産以上の牛では潮位と分娩数の関連性はみられなかった。まとめとして、乳牛の分娩と気象条件および月相の関連性はみられなかったが、夜間分娩の確率は初産牛および7-9月分娩で高くなった。また、初産牛では潮位と分娩の関連性がみとめられた。キーワード：気象条件、潮位、月相、乳牛、分娩

緒 言

ウシにとって、周産期は多くの子牛の死亡が発生する時期であり、母牛の分娩状態によっては分娩介助が求められることがある⁹⁾。適切なタイミングで母牛および子牛に対する処置を行うためには、分娩の時期を予測することが有用である。特に大規模農場では一日に複数の分娩が起こることもあるため、1日当たり分娩数に寄与する要因を分析することにより、管理の効率性向上に繋がる事が期待される。ウシの分娩に関連する要因として、気温などの気象条件が報告されている^{1,13)}。また、北海道の酪農場で実施された調査では、月相がホルスタイン種の分娩数に関与していたと報告されている¹⁶⁾。黒毛和種を対象とした我々の調査では、高気温下において早産が増加したが、1日当たり分娩数は気象条件や月相と関連がないことを報告した¹¹⁾。しかし、ホルスタイン種を対象とした調査は国内ではほとんど報告されておらず、大規模酪農場を対象とした調査は実施されていない。特に、気象条件とホルスタイン種の分娩との関連性を国内で調査した研究は報告されていない。

1日当たり分娩数とともに、管理の効率性向上のためには、人手が少なくなる夜間分娩の確率に関与する要因を明らかにすることが重要である。一般的に夜間は従業員の人数が少ないため、1回の分娩介助に対する労力が日中と比べて多く必要になること、そして監視の目が行き届きにくくなることにより、分娩事故が増加する可能性がある。また、分娩に関与する他の要因として、ブタでは分娩時刻と潮の干潮満潮時刻との関連性が報告されており、豚の分娩開始時刻が満潮時刻付近で多くなることが示された¹²⁾。しかし、分娩と潮汐の関連性はウシでは報告されていない。

そこで本研究では、大規模酪農場で飼養されている乳牛を対象として、1日当たり分娩数と気象条件および月相の関連性を分析すること、夜間分娩に関連する要因を明らかにすること、そして潮位と1時間当たり分娩数の関連性を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

調査に用いたデータ

本研究は、九州に所在するホルスタイン種約2,500頭を飼養する大規模酪農場1農場を対象として実施された。本農場では、ウシはフリーバーン牛舎で飼育されており、敷料にはのこくずを使用している。搾乳ステージや産次によって群編成されており、1群当たり約80頭前後で飼養されている。交配は人工授精、自然交配および受精卵移植が行われており、自然交配はフリーバーン牛舎の中に雄牛を入れて交配させている。分娩兆候がみられた牛は分娩舎に移動して分娩に対応するようになっている。

この農場において2013年1月1日から2016年12月31日までの1,461日間を調査対象期間として、この期間に分娩した牛の個体情報と、気象条件、月相および潮位の情報を収集した。牛の個体情報は本農場が保有する独自の電子記録システムおよび分娩管理台帳から収集した。収集した項目は、牛の個体番号、産次、分娩日および分娩完了時刻（子牛の娩出完了時刻）であった。

気象条件は、本農場の最寄りの観測所における気象データを、気象庁のHPより収集した。収集した項目は各日における最高気温、最低気温および平均気温であった。また、収集した項目から、日較差および温湿度指数（THI）を算出した。THIは以下の式より算出した⁶⁾。
$$THI = 0.8 \times T + (RH/100) \times (T - 14.4) + 46.4$$
（T：平均気温、RH：相対湿度）。

月相は、国立天文台のHPより収集した月齢の情報を基に算出した。月齢は、新月からの経過時間を日単位で表したもので、つまり新月から何日経過したのかを表している。新月を0として、1日に1ずつ数が増えていき、15前後で満月、そして30に近い数字であれば次の新月に近いこと

を示す。月の周期は約 29.5 日であり、月相の分類は過去の論文¹⁶⁾を参考に、以下の 8 クラスに分類した：新月-三日月、三日月-上弦、上弦-十三夜、十三夜-満月、満月-十八夜、十八夜-下弦、下弦-二十六夜、二十六夜-新月。

調査の概要

本研究では 3 つの調査を実施した。調査 1 では 1 日当たり分娩数に関連する要因を探索した。Study unit を 1 日あたりの分娩数として、調査対象期間における 8,485 分娩記録を用いて、各日における 1 日当たり分娩数を算出した。分析には 2013 年 1 月 1 日から 2016 年 12 月 31 日までの 1461 日間の各日の分娩数を用いた。表 1 には各分娩月における 1 日当たり分娩数の平均および SEM を示した。1 日当たり分娩数は月毎によってバラつきがみられたため、1 日当たり分娩数に関連する要因を分析する際には、補正 1 日当たり分娩数（各日における 1 日当たり分娩数から各月の 1 日当たり分娩数の平均値を引いた値）を用いた¹¹⁾。同様に、初産牛および 2 産以上の牛に関しても、同様に補正 1 日当たり分娩数を分析に用いた。

調査 2 では夜間分娩に関連する要因を探索した。Study unit を分娩記録として、調査対象期間に分娩した 8,485 記録のうち、分娩誘起を実施した 81 分娩記録を除いた 8,404 分娩記録を分析に用いた。夜間分娩は、19 時から 7 時前までの間における分娩と定義した。

調査 3 では分娩時の潮位と 1 時間当たり分娩数の関連性を探索した。Study unit を毎時分娩数として、調査対象期間における 8,485 分娩記録を用いて、各時間における分娩数を算出した。分析には 35,064 記録を用いた。

統計分析

統計分析には SAS ソフトウェア Version 9.4 (SAS Institute

Inc., Cary, NC, USA) を用いた。調査 1 では、1 日当たり分娩数と気象条件および月相の関連性を分析するために、一般線形モデルを用いた。目的変数は補正 1 日当たり分娩数とし、説明変数には気象条件および月相を用いた。調査に用いた気象条件は最高気温、最低気温、平均気温、日較差および THI とし、これらは連続変数としてモデルに用いた。月相は 8 水準の質的変数（新月-三日月、三日月-上弦、上弦-十三夜、十三夜-満月、満月-十八夜、十八夜-下弦、下弦-二十六夜、二十六夜-新月）としてモデルに用いた。これらの説明変数は、要因間で関連性がみられたため（例：最高気温と最低気温、平均気温、日較差および THI の相関係数はそれぞれ 0.88, 0.96, 0.33 および 0.96）、多重共線性を避けるために、1 つずつモデルに含めて解析を行った。分析は、全ての牛を対象とした分析、初産牛を対象とした分析および 2 産以上の牛を対象とした分析、の 3 つを実施した。

調査 2 では夜間分娩と産次および分娩月の関連性を分析するために、ロジスティック回帰モデルを用いた。目的変数は夜間分娩の有無（1 or 0）とし、説明変数には産次（初産、2 産以上）および分娩月（1-3 月、4-6 月、7-9 月、10-12 月）を用いた。分娩月は、客観的な分類方法として、1 月から 3 ヶ月毎に分類した。有意に関連している項目は、オッズ比および 95% 信頼区間を算出した。

調査 3 では、1 時間当たり分娩数と潮位の関連性を分析するために、誤差構造をポアソン分布とした一般化線形モデルを用いた。目的変数は 1 時間当たり分娩数とし、説明変数には潮位を連続変数として用いた。分析は、全ての牛を対象とした分析、初産牛を対象とした分析および 2 産以上の牛を対象とした分析、の 3 つを実施した。

表 1 2013 年から 2016 年の各月における 1 日当たり分娩数の平均および SEM (N=1,461)

分娩月	N	1 日当たり分娩数		
		全ての牛	初産牛	2 産以上の牛
1 月	124	6.1±0.2	1.9±0.1	4.2±0.2
2 月	113	6.1±0.2	1.5±0.1	4.6±0.2
3 月	124	6.0±0.2	2.1±0.1	4.0±0.2
4 月	120	5.9±0.2	2.3±0.1	3.6±0.2
5 月	124	5.7±0.2	2.8±0.2	2.9±0.2
6 月	120	5.4±0.2	2.2±0.1	3.2±0.2
7 月	124	5.9±0.2	1.5±0.1	4.3±0.2
8 月	124	5.4±0.2	1.4±0.1	4.0±0.2
9 月	120	5.7±0.2	1.4±0.1	4.3±0.2
10 月	124	6.0±0.2	1.8±0.1	4.3±0.2
11 月	120	6.2±0.2	1.7±0.1	4.5±0.2
12 月	124	6.7±0.3	2.2±0.2	4.5±0.2

有意水準は $P < 0.05$ とし、 $P < 0.10$ の場合は傾向がありと判断した。

成 績

調査 1：1 日当たり分娩数に関連する要因

表 2 には気象条件と補正 1 日当たり分娩数の関連性を示した。全ての牛を対象とした解析において、調査に用いた気象条件である最高気温、最低気温、平均気温、日較差および THI は補正 1 日当たり分娩数と有意な関連性がみられなかった。同様に、初産牛および 2 産以上の牛に關しても、気象条件と補正 1 日当たり分娩数の間に有意な関連性はみられなかった。また、月相と補正 1 日当たり分娩数の関連性に関しても、全ての牛、初産牛および 2 産以上の牛において有意な関連性がみられなかった（表 3）。

調査 2：夜間分娩に関連する要因

図 1 には分娩時刻別の分娩数の相対頻度を示した。11 時から 17 時の間における分娩数の相対頻度は、1 時間当たり分娩数の平均割合よりも高かった。一方、夜間（19 時から 7 時前まで）における分娩割合は 46.3% であり、

夜間における各時刻の分娩数の相対頻度は平均よりも少ない時間帯が多かった。

表 4 には産次および分娩月毎における夜間分娩（19–7 時）確率の比較を示した。夜間分娩確率は産次と関連性がみられ（ $P < 0.05$ ）、2 産以上の牛と比較して、初産牛では夜間分娩のオッズ比が 1.11 倍高かった。同様に分娩季節

図 1 分娩時刻別の分娩数の相対頻度

表 2 気象条件と補正 1 日当たり分娩数¹の関連性

気象条件	単位	全ての牛		初産牛		2 産以上の牛	
		Coefficient ± SEM	P 値	Coefficient ± SEM	P 値	Coefficient ± SEM	P 値
最高気温	°C	0.0020 ± 0.0076	0.79	-0.0022 ± 0.0044	0.61	0.0042 ± 0.0063	0.50
最低気温	°C	0.0005 ± 0.0076	0.95	-0.0014 ± 0.0043	0.75	0.0019 ± 0.0062	0.76
平均気温	°C	0.0006 ± 0.0079	0.94	-0.0030 ± 0.0046	0.51	0.0037 ± 0.0065	0.57
日較差	°C	0.0060 ± 0.0153	0.69	-0.0033 ± 0.0078	0.71	0.0094 ± 0.0126	0.46
THI ²		0.0001 ± 0.0051	0.98	-0.0021 ± 0.0029	0.47	0.0022 ± 0.0042	0.60

¹ 補正 1 日当たり分娩数：各日における 1 日当たり分娩数から各月の 1 日当たり分娩数の平均値を引いた値

² THI：温湿度指数

表 3 月相と補正 1 日当たり分娩数¹の関連性 (Coefficient ± SEM) (N=1,461)

月相	N	補正 1 日当たり分娩数		
		全ての牛	初産牛	2 産以上の牛
新月-三日月	182	-0.1322 ± 0.2670	-0.1376 ± 0.1549	0.0055 ± 0.2202
三日月-上弦	184	0.5087 ± 0.2655	0.0443 ± 0.1540	0.4644 ± 0.2190
上弦-十三夜	178	-0.0414 ± 0.2696	-0.0028 ± 0.1564	-0.0386 ± 0.2224
十三夜-満月	185	0.2969 ± 0.2662	0.1388 ± 0.1545	0.1581 ± 0.2196
満月-十八夜	177	0.3050 ± 0.2692	0.2194 ± 0.1562	0.0856 ± 0.2220
十八夜-下弦	187	0.3259 ± 0.2659	0.3222 ± 0.1543	0.0037 ± 0.2193
下弦-二十六夜	186	-0.0676 ± 0.2662	-0.0024 ± 0.1545	-0.0652 ± 0.2196
二十六夜-新月	182	Reference	Reference	Reference
P 値		0.14	0.18	0.27

¹ 補正 1 日当たり分娩数：各日における 1 日当たり分娩数から各月の 1 日当たり分娩数の平均値を引いた値

表 4 産次および分娩月毎における夜間分娩（19–7 時）確率の比較

	N	夜間分娩確率	オッズ比	95% 信頼区間
産次				
1	2,657	47.9	1.11	1.01–1.22
≥ 2	5,747	45.6	Reference	
分娩月				
1–3 月	2,051	44.6	Reference	
4–6 月	2,063	45.3	1.01	0.90–1.15
7–9 月	2,125	48.1	1.16	1.03–1.31
10–12 月	2,165	46.9	1.09	0.97–1.23

図 2 初産および2産以上における潮位別の1時間当たり分娩数

においても夜間分娩確率と関連性がみられ ($P < 0.05$), 1–3 月分娩と比較して, 7–9 月分娩では夜間分娩のオッズ比が 1.16 倍高かった。

調査 3: 潮位と分娩に関連する要因

潮位と 1 時間当たり分娩数の関連性に関して, 全ての牛を対象とした分析では有意な傾向がみられ, 潮位が高くなるにつれて 1 時間当たり分娩数が減る傾向がみられた (回帰係数 $\pm$ 標準誤差: -0.00036 ± 0.000205 ; $P = 0.07$)。また, 初産牛および 2 産以上の牛における潮位毎の 1 時間当たり分娩数を図 2 に示した。初産牛では, 潮位が高くなるにつれて 1 時間当たり分娩数が有意に減った (回帰係数 $\pm$ 標準誤差: 0.00086 ± 0.000362 ; $P = 0.01$)。一方, 2 産以上の牛では潮位と分娩数の関連性はみられなかった。

考 察

本研究では大規模酪農場で飼養されている乳牛を対象として, 分娩の確率に関連する要因を調査した。ウシの生産現場では, 気象条件や月相, 潮位など, 気象に関連する様々な要因が分娩に関与しているという噂が散見される。本調査ではこれらの関連性を統計的に解析した結果, 気象条件

および月相と分娩の関連性はみられなかった。また, 潮位は初産牛では有意に関与していたが, 2 産以上の牛では関連性がみられなかった。生産現場では様々な噂や迷信と思われる飼養管理が未だに存在しており, これらの事項を統計的に解析し, 定量化および明確化することは, 適切な飼養管理の構築にとって有用であると考えられる。

月相と分娩の関連性に関して, 過去の研究¹⁶⁾では乳牛の分娩は新月から満月まで一様に増加し, 満月から二十六夜まで減少したと報告されていたが, 本研究では関連性がみられなかった。不一致の理由として, 農場の所在地や飼養管理の違いが考えられる。本研究は九州で実施された調査であり, 過去の研究¹⁶⁾は北海道を対象としており, 緯度が約 10 度異なっていた。また, 本研究の調査農場は大規模農場であり, ほぼ毎日分娩が起こることより, 分娩場の付近には電灯が灯っていた。ヒトの出産を対象とした月相と分娩の調査でも, 月相と分娩に関連性があるという報告^{4,5)}とないという報告^{3,8)}がある。そのため, 月相が分娩に及ぼす影響は一様ではなく, 地域および農場の環境によって変わる可能性が示唆される。

月相と同様に, 本研究では気象条件も分娩数と関連がみ

られなかった。本結果は黒毛和種を対象とした我々の過去の報告と一致した¹¹⁾。ホルスタイン種を対象とした過去の調査では、気温が高い日に早産が増加するという報告があるが^{1,3)}、1日当たり分娩数に関連する気象条件は報告されていない。このことより、気象条件が乳牛の分娩に与える影響には一貫性がない可能性が示唆された。また、本調査では指標として用いた1日当たり分娩数を用いたが、本指標は大規模農場においてのみ使用可能な指標である。小規模・中規模農場では1日当たり分娩数が0頭の日もあるため、複数農場からデータを収集する必要がある、農場間の環境の差に影響を受けやすい点を考慮する必要がある。

本研究では、11時から17時の間における分娩数の相対頻度が平均よりも高かったことより、本研究の調査農場では夜間よりも昼間の方がやや分娩が多かったことが示唆された。この結果は、肉用牛を対象とした調査において、昼間に分娩した割合が夜間よりも3-5%高かったという過去の報告と一致した^{7,15)}。しかし、どの時刻においても分娩割合は3%以上みられたことより、基本的にはウシの分娩は1日中発生していると考えられる。夜間分娩に関連する要因として、初産牛では2産以上の牛よりも夜間分娩の確率が有意に高かった。この関連性に関する生物学的機序は不明であるが、初産牛は他の産次よりも死産および難産のリスクが高いため^{9,14)}、子牛の損耗率低下のためにも、初産牛に対する分娩介助は重要である。また、季節では7-9月分娩において夜間分娩の確率が有意に高かった。本研究では条件を揃えるために夜間分娩の定義を19-7時に設定したが、実際の日没時間および日の出の時間は季節によって変動する。7-9月では日照時間が他の時期よりも長く、上述のように昼間の分娩が相対的に多いという本調査の結果や過去の報告^{7,15)}より、この時期では相対的に夜間分娩の割合が増えた可能性がある。

潮位と分娩の関連性に関して、2産以上の牛では有意な関連性はみられなかったが、初産牛では潮位が高くなるにつれて1時間当たり分娩数が有意に減った。ブタを対象とした過去の研究でも同様に、豚の分娩開始時刻が満潮時刻付近で增多することが報告されているが、その生物学的機序は不明である¹²⁾。ヒトでは、陣痛発来時の平均潮位が当該年度の平均潮位よりも高いことが報告されている¹⁰⁾。この報告では、生物学的機序は不明であるものの、潮位が高い時期は満月の時期であり、この時期における交感神経の亢進が陣痛の発来に関与している可能性があるという仮説を提唱している¹⁰⁾。

本研究の限界として、いくつかの事項が挙げられる。まず、本研究では交配日および受胎日に関するデータが収集できなかったため、妊娠期間の影響や分娩予定日との関連性を分析することができなかった。また、分娩に関与する

可能性がある給餌時間や給餌回数に関する情報に関しても、本研究ではデータを収集することができなかった。統計分析では単変量解析を実施したため、本稿の結果については、他の関連要因との調整をかけた評価が今後必要となる。さらに、本研究で分娩と関連性がみられた事項に関して、その生物学的機序は明らかにすることはできなかった。これらの点を明らかにするためには、さらなる調査が必要であると考えられる。

まとめとして、乳牛の分娩と気象条件および月相の関連性はみられなかったが、夜間分娩の確率は初産牛および7-9月分娩で高くなった。また、初産牛では潮位と分娩の関連性がみとめられた。分娩のメカニズムは十分に解明されていない点が多く、分娩と気象条件との関連性を更に明らかにするためにも、今後も様々な農場や地域において解析を実施することが必要である。

謝 辞

本研究において、データ提供にご協力頂いた生産農場の関係者各位に厚く御礼を申し上げる。

引用文献

- 1) Ammann, T. *et al.* : Effects of meteorological factors and the lunar cycle on onset of parturition in cows. *Prev. Vet. Med.*, **126**, 11-18, 2016.
- 2) Arliss, J.M., Kaplan, E.N. and Galvin, S.L. : The effect of the lunar cycle on frequency of births and birth complications. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, **192**, 1462-1464, 2005.
- 3) Dvorak, R.A. : A note on the relationship between barometric pressure and calving incidence. *Anim. Reprod. Sci.*, **1**, 3-7, 1978.
- 4) Ghiandoni, G. *et al.* : Does lunar position influence the time of delivery? A statistical analysis. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.*, **77**, 47-50, 1998.
- 5) Guillon, P. *et al.* : Births, fertility, rhythms and lunar cycle. A statistical study of 5,927,978 births. *J. Gynecol. Obstet. Hum. Reprod.*, **15**, 265-271, 1986.
- 6) Mader, T.L., Davis, M.S. and Brown-Brandl, T. : Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, **84**, 712-719, 2006.
- 7) Makarechian, M. : Factors influencing time of parturition in range beef cattle. *Can. Vet. J.*, **25**, 450-452, 1984.
- 8) Marco-Gracia, F.J. : The influence of the lunar cycle on spontaneous deliveries in historical rural environments. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.*, **236**, 22-25, 2019.
- 9) Mee, J.F. : Why do so many calves die on modern dairy farms and what can we do about calf welfare in the future?

- Animals, **3**, 1036–1057, 2013.
- 10) 境原三津夫, 菊地美帆 : 陣痛発来および前期破水と潮位の関連性. 日温気物医誌, **77**, 120–126, 2014.
 - 11) Sasaki, Y. *et al.* : Daily calving frequency and preterm calving is not associated with lunar cycle but preterm calving is associated with weather conditions in Japanese Black cows. PLoS ONE, **14**, e0220255, 2020.
 - 12) 田浦ら : 豚の分娩時刻と潮の干満. 鹿児島大農学報, **40**, 163–165, 1990.
 - 13) Troxel, T.R. and Gadberry, M.S. : Relationships of barometric pressure and environmental temperature with incidence of parturition in beef cows. J. Anim. Sci., **90**, 1583–1588, 2012.
 - 14) Uematsu, M. *et al.* : Risk factors for stillbirth and dystocia in Japanese Black cattle. Vet. J., **198**, 212–216, 2013.
 - 15) Yarney, T.A. *et al.* : Hourly distribution of time of parturition in beef cows. Can. J. Anim. Sci., **62**, 597–605, 1982.
 - 16) Yonezawa, T. *et al.* : Lunar cycle influences spontaneous delivery in cows. PLoS ONE, **11**, e0161735, 2016.