

総説

乳牛における分娩前後の栄養代謝状態が 分娩後の繁殖機能回復と産子の体質に及ぼす影響

川島千帆

帯広畜産大学 畜産フィールド科学センター

〒080-8555 帯広市稲田町西2線11番地

電話 & FAX：0155-49-5653

E-mail：kawasima@obihiro.ac.jp

連絡担当者：川島千帆（kawasima@obihiro.ac.jp）

【要約】

乳牛の乳量が増加した一方で、繁殖成績は低下しており、その要因の一つに分娩後の過度な負のエネルギーバランス（NEB）が挙げられる。分娩後の卵胞発育において、その後の排卵の有無による形態的な違いは認められないが、NEBの程度によりインスリン様成長因子-Iやインスリン分泌が異なり、それらが生殖ホルモン分泌に影響を与え、排卵の有無を左右している。一方、子宮修復においては、子宮内膜炎等に罹患していない牛においても、腔への膿の排出が一旦止まる場合や排出が長期的に続く場合があり、それぞれルーメン内の窒素利用効率や肝機能障害および炎症が関連していると考えられる。また、妊娠末期には胎子や乳腺へ優先的に糖を分配させるようインスリン抵抗性（IR）を持つようになる。IRが強い場合や分娩後も長期的に継続する場合は、分娩後の生産性を低下させるだけでなく、子牛の出生時体重やエネルギー状態ならびに肝機能にも影響を与える可能性も示唆されている。このような乳牛の分娩前後の栄養代謝状態への理解やそれらと分娩後の繁殖機能回復との関連性、ならびに産子への影響を把握し、その状況に合った対処方法を見極め、適切に実施することが乳牛の繁殖成績改善や良い後継牛の確保にとって重要である。

キーワード：子牛、乳牛、代謝状態、周産期、繁殖

【はじめに】

乳牛の乳量増加の一方で、繁殖成績の低下が問題となっている。この要因の1つは分娩後の過度な負のエネルギーバランス（NEB）である[4]。これまでにNEBの程度と分娩後の卵巣機能回復[4, 21]や子宮修復[33]との関係が報告されており、それらはその後の受胎に直結する[2, 9, 28]。さらに多くの乳牛は、妊娠末期に糖を胎子や乳腺へ優先的に分配させるようインスリン抵抗性（IR）を持つようになるが、

IRが強い場合や長期に続く場合は分娩後の生産性を低下させる[13, 20]。したがって、乳牛の分娩前後のエネルギーおよび栄養代謝状態は分娩後の繁殖機能回復や産子の栄養代謝状態に密接に関わっており、これらの関連性を知ることが問題解決の第一歩となる。

【分娩後の卵巣機能回復と 分娩前後の栄養代謝状態】

分娩後の卵巣動態の模式図とその時のカラードップラー超音波画像診断装置による卵巣の画像を図1に示した。多くの牛では分娩後約5日目から卵胞波が出現し主席卵胞が選抜される

受理：2017年4月20日

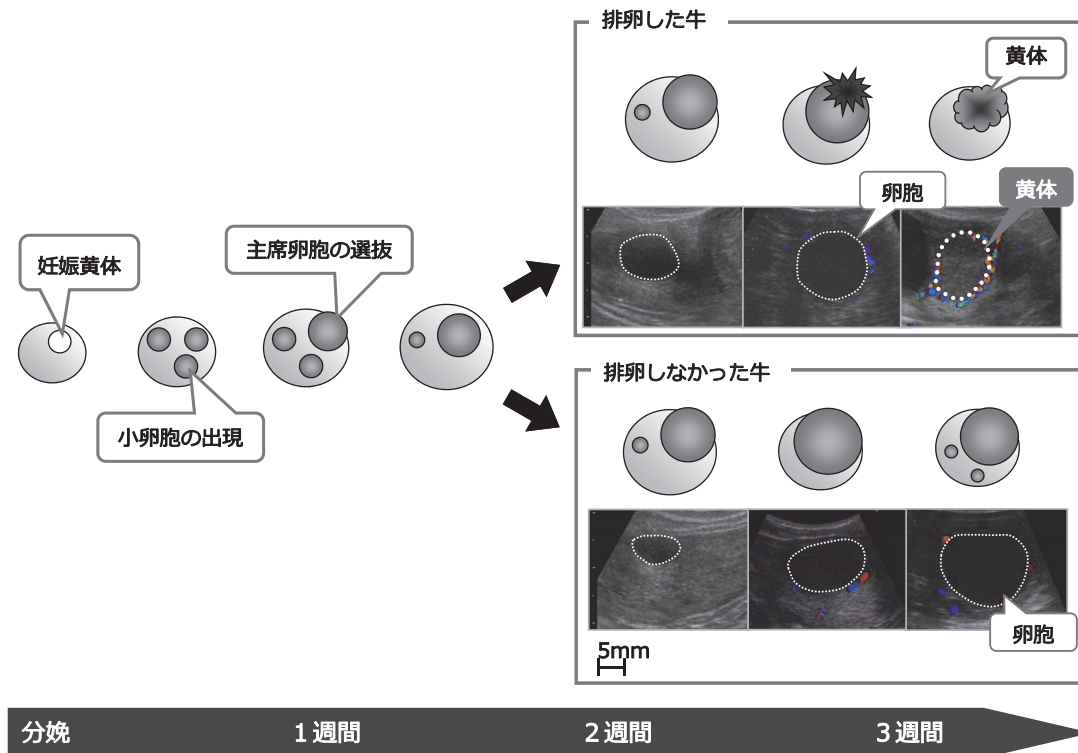


図1. 分娩後早期の初回排卵の模式図とカラードップラー超音波画像診断装置で観察した分娩後の卵巣の様子 (Kawashima et al. (2007)改訂)

[26, 27]。およそ半数の牛で主席卵胞は分娩後約3週間以内に排卵するが、残りの牛は排卵せずに閉鎖または嚢腫化する [9, 19, 22]。これらの卵胞は排卵の有無に関わらず血液が供給され発育し、形態的な違いはない [17]。一方ホルモン動態において、FSH の分泌に差はないが [3, 17]、LH やエストラジオール (E2) は排卵しない牛で低く、これらの分泌を刺激もしくは相互作用のあるインスリン様成長因子 - I (IGF-1) やインスリンの血中濃度も低い [4, 6]。これらのホルモン動態を時系列で整理したものが図2である。卵胞発育期に高濃度の IGF-1 に曝されることで、卵胞での細胞増殖や E2 分泌が促進され [5, 32]、血中 E2 濃度が高まることでインスリン分泌を促し、高まったインスリンによりさらに E2 分泌が促進されて卵胞が成熟し排卵に至る [17]。したがって、この時期に血中 IGF-1 濃度が高い状態、つまりエネルギー状態が良好であることが分娩後の最初の主席卵胞の排卵につながると考えられる。では、どの時期のエネルギー状態がこの排卵を引き起こすのか。de Feu らは分娩後 12 週間にわたり

高エネルギー飼料を給与したが、卵巣機能回復には影響しないことを示した [10]。一方、Cavestany らは乾乳期に高エネルギー飼料を給与し、分娩後の初回排卵が早まったことを示した [8]。さらに乾乳前期からのエネルギーバランスや血中代謝ホルモン濃度の調査では、排卵した牛の方が分娩前からエネルギー状態が良好であることが示された [7]。これらの研究から、分娩後の卵巣機能回復を早めるには、乾乳期のエネルギー状態を良好に保つことが重要であるといえる。

一方で、分娩後の子宮修復が遅い牛で黄体遺残が確認されることや [31]、卵胞吸引により長期無排卵にすると子宮修復が早まること [14] が報告されている。逆を言えば、分娩後の卵巣機能回復が早い牛は子宮修復が遅れる可能性があるといえるが、分娩前後の栄養代謝状態と分娩後の早期初回排卵を検討した研究において子宮修復も同時に評価している例はほとんどない。しかし、間接的な評価ではあるが子宮内膜炎等の炎症で上昇するハプトグロビン (Hp) [11, 15] の血中濃度は、分娩後の長期無排卵と

関連があることが報告されている [12]。また、筆者の調査でも分娩後最初の卵泡波の主席卵泡が排卵しない牛は排卵する牛より血中 Hp 濃度が高く推移していた (図 3)。本調査の対象牛は臨床的な子宮疾患を伴っていないため、高い血中 Hp 濃度が何に由来しているのかは不明であり、また血中 Hp 濃度と無排卵との関連性も不明である。そのため、詳細な子宮修復の評価や炎症性因子と卵巣機能との関連性の研究が今後必要になると思われる。

【分娩後の子宮修復と 分娩後の栄養代謝状態】

多くの乳牛において、分娩後の子宮は細菌汚染されているが、子宮収縮に伴い排泄され、分娩後 45-50 日目頃に完全に修復するといわれている [30]。この修復過程が正常に進まない場合、子宮内膜炎を発症する可能性が高くなる。一方で、健康な牛でも子宮修復過程にはいくつかパターンがあり、それぞれで分娩後の栄養代謝状

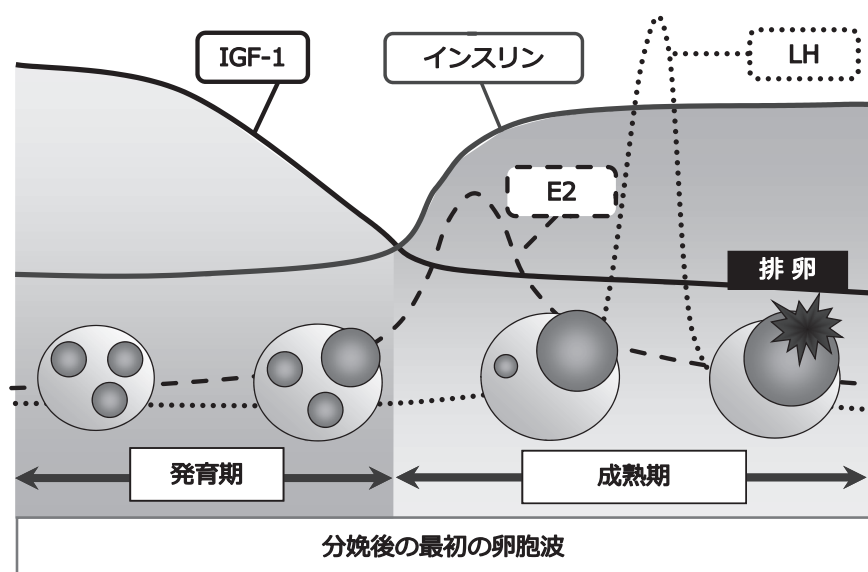


図2. 分娩後最初の主席卵泡排卵までの卵巣の様子とホルモン動態の模式図 (Kawashima et al. (2007) 改訂)

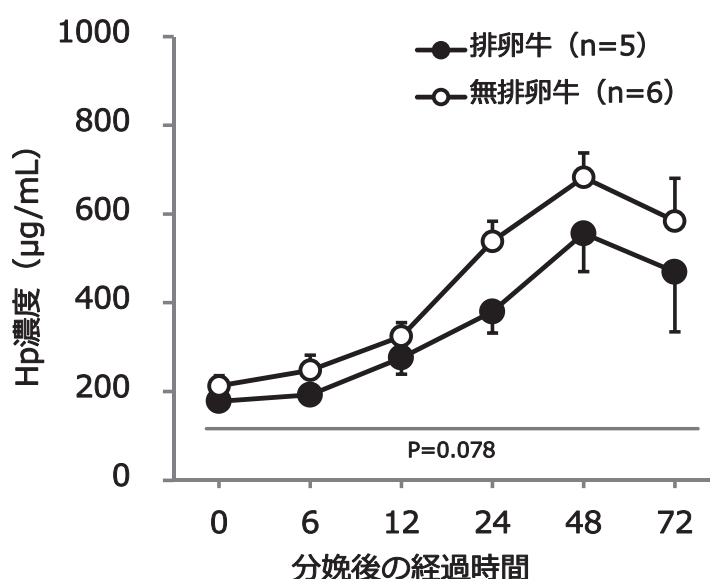


図3. 分娩後最初の主席卵泡の排卵の有無における血中 Hp 濃度動態

態が異なることが確認された。つまり、分娩後の栄養代謝状態が子宮修復の違いを生む要因であると考えられる。この調査では分娩後2～6週目に週1回、メトリチェックデバイスを用いて、腔内貯留粘液をSheldonらの報告を参考に1～5の5段階に分類した（1；透明または半透明の粘液、2；白濁した膿が斑点状に混入した粘液、3；白濁した膿の混入が50%未満、4；白濁した膿の混入が50%以上、5；スコア4に悪臭を伴う粘液）[29]。そして、このスコアの変動により次の4パターンに分類した。Ⅰ型；5週目と6週目に続けてスコア1を示した牛、Ⅱ型；一旦スコア1を示したが6週目に再度スコア2以上になった牛、Ⅲ型；6週目に初めてスコア1を示した牛、Ⅳ型；6週目までスコア2以上を示した牛。Ⅰ型が順調に修復したと考えられるため、Ⅰ型とその他の修復パターンで分娩状況や血液性状、卵巢機能回復について比較した。分娩難易度と乳量はⅠ型とそれ以外で差はなかったが、Ⅱ～Ⅳ型は周産期疾病の発症頭数が多い傾向、また分娩後の卵巢機能回復も遅れる傾向にあった（表1）。血液性状から判断した栄養代謝状態においては、Ⅰ型に比べてⅡ型はルーメン内の分解性タンパク質と非繊維性炭水化物のバランスを示す血中尿素態窒素濃度が高く、Ⅲ型とⅣ型は主に肝臓からの逸脱酵素である血中GGT活性値が高く、肝機能低下や炎症が起こると低値を示す血中アルブミン濃度が低かった。つまりⅡ型のように一旦腔への膿の排泄が止まるような牛では、ルーメンでの

分解性タンパク質の利用効率が悪く、ⅢやⅣ型のように腔への膿の排泄が長く続くような牛では、肝機能障害や炎症が起きていることが考えられる。さらにプロスタグランジンF2 α の代謝物である血中PGFM濃度を比べると、Ⅰ型に比べてⅡ型は高い傾向、ⅢとⅣ型では低い傾向もしくは有意に低かった（図4）。過去の研究では、分娩前から分娩後にかけて血中PGFM濃度が低い、つまり子宮からのPGF2 α が不十分な場合は胎盤停滞につながり、子宮内膜炎の牛では細菌から放出されるエンドトキシンの刺激により分娩後の血中PGFM濃度が長期間高く維持されることが報告されている[24]。したがって、一旦腔への膿の排泄が止まるような牛では細菌感染が起きており、腔への膿の排泄が長く続くような牛では分娩時に子宮から十分なPGF2 α が分泌されなかった可能性が考えられる。このPGF2 α 分泌と栄養代謝状態との関連性は不明だが、この関係が明らかになることで飼養管理の改善により子宮の早期修復が可能になると考えている。

【妊娠末期のインスリン抵抗性と子牛の関係】

牛を含む多くの哺乳動物では妊娠末期にIRを持つようになるが、乳牛では他の哺乳動物に比べ乳量の多さが過度なIRを引き起こし、NEBの期間を長引かせる可能性がある指摘されており[25]、また過度なIRは母牛の代謝障害や分娩後の生産性に悪影響を及ぼすことが知られている[13, 20]。一方、母体の栄養状

表1. 各子宮修復パターンの牛における分娩状況、乳量および卵巢機能回復

	Ⅰ型	Ⅱ型	Ⅲ型	Ⅳ型
産次	4.0	3.6	4.4	3.7
分娩難易度	1.1	1.0	1.0	2.0
出生子牛の体重	50kg	46kg *	47kg	38kg *
周産期疾病発症率	17% (4/23)	50% † (5/10)	60% † (3/5)	67% † (2/3)
分娩後6週目までの平均日乳量	43.2kg	43.8kg	42.6kg	38.6kg
1ヶ月以内の卵巢機能回復率	78% (18/23)	40% † (4/10)	80% (3/5)	0% (0/3)
初回卵巢周期の異常率	17% (4/23)	20% (2/10)	60% * (3/5)	33% (1/3)

* ; P<0.05、† ; P<0.1 (vs. Ⅰ型)

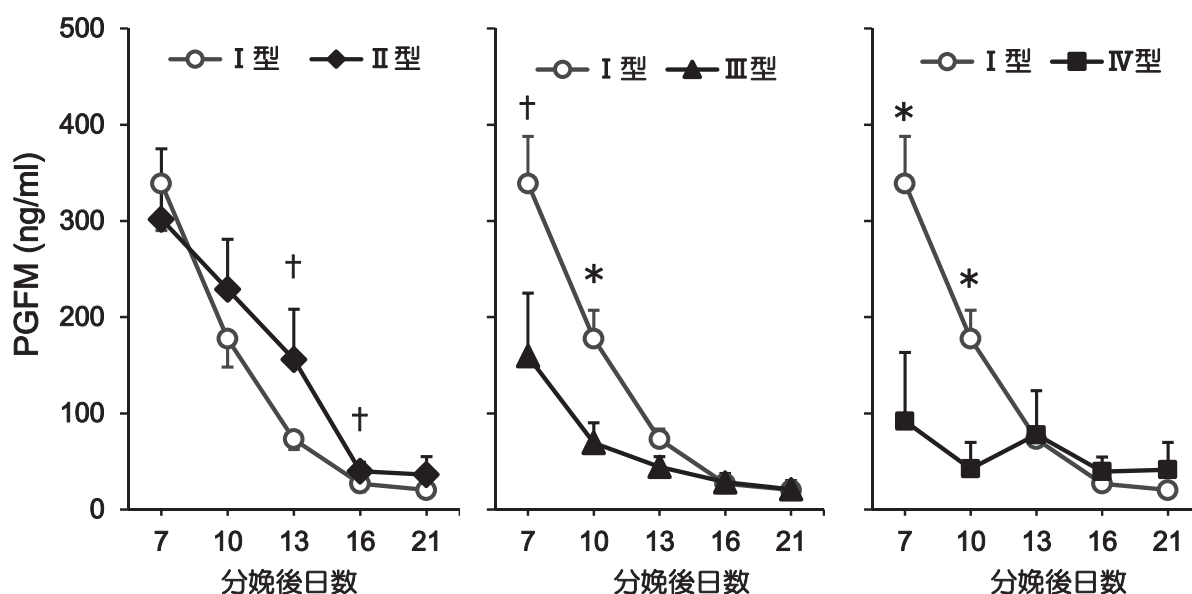


図4. メトリチェックスコアの変動による子宮修復パターンの中PGFM濃度の動態

I 型；n=23、II 型；n=10、III 型；n=5、IV 型；n=6

*；P<0.05、†；P<0.1 (I 型 vs. II、III、IV 型)

態が胎子へ及ぼす影響について、ヒトでは妊娠中の低栄養状態はその子の将来の成人病の罹患率を上昇させること [1]、ラットでは妊娠中の低蛋白給餌が産子の生殖能力や血管機能の低下を引き起こすこと [16]、そして肉牛では妊娠中期の低蛋白給餌が出生後の筋肉量に影響すること [23] が報告されているが、乳牛における研究報告は非常に少ない。そこで、分娩予定3週間前に簡易的なインスリン感受性試験（通常投与量の1/5である体重当たり0.05IU/kgのインスリン投与と投与前および投与後30、45、60分の採血）を行い、IRと産子の出生時体重および血液性状との関係について検討した

[18]。本研究ではインスリン投与後の血中グルコース濃度が最低値に到達した時間が早い牛（インスリンに対し反応の良い牛）をIRが弱い牛、遅い牛（反応の悪い牛）をIRが強いとした。その結果、IRが強い牛の産子は、IRが弱い牛の産子よりも血中インスリン濃度は高かったが、グルコース濃度は同程度であり、体重とIGF-1濃度は低く（表2）、IRの強さが産子の低体重や栄養代謝状態に影響することが示唆された。しかしこのIRの評価方法では汎用性がないため、現在はヒトで用いられる指標を用いて子牛の栄養代謝状態との関連性を調査している。IR指標はHOMA-R、RQUICKIおよ

表2. IRの異なる母牛の産子における出生直後の体重と血中代謝ホルモンおよびグルコース濃度

	IR弱い牛の子牛 (n = 28)		IR強い牛の子牛 (n = 6)		有意差
出生時体重 (kg)	47.2	± 0.9	42.1	± 1.7	P<0.05
成長ホルモン (ng/ml)	13.6	± 1.3	15.2	± 4.8	ns
IGF-1 (ng/ml)	121.5	± 6.3	69.8	± 5.6	P<0.001
インスリン (ng/ml)	0.3	± 0.0	0.7	± 0.2	P<0.05
グルコース (mg/dl)	77.4	± 5.2	72.1	± 14.8	ns

び血糖値の減少量の合計 (AUC) とした。HOMA-R は “空腹時インスリン (U/ml) × 空腹時血糖 (mmol/l) / 405” により、RQUICKI は “1/ [log (空腹時血糖 mg/dl) + log (空腹時インスリン μU/ml) + log (空腹時遊離脂肪酸 mmol/l)]” により算出される。しかし牛には基本的に空腹状態がないため、給餌前とインスリン投与後の血糖値最低時の各濃度により算出した。また、出生時体重と血液性状に加えて、一部の子牛では 8-10 日齢に採取した肝臓と筋肉組織から代謝ホルモン関連因子の遺伝子発現量を測定し、各 IR の指標との相関解析を行った。その結果、AUC は産子の血中グルコース濃度 (0.41, $P = 0.08$) と、給餌前の HOMA-R (-0.66, $P < 0.01$) と RQ (0.64, $P < 0.01$) は体重と、血糖値最低時の HOMA-R (肝臓 IGF-1 mRNA ; 0.91, $P = 0.09$)、RQUICKI (GOT ; -0.44, $P = 0.07$) は肝機能の指標との間にそれぞれ相関があった。以上より、乳牛において IR は産子の体重やエネルギー状態、肝機能に影響を及ぼす可能性が示され、乳牛においても妊娠期の栄養代謝状態が子の体質に影響を与えることが示唆された。

【まとめ】

このように、乳牛において分娩前後のエネルギーおよび栄養代謝状態がその後の繁殖機能回復や産子の栄養代謝状態に影響を及ぼすことは明らかである。また本稿では触れていないが、他にも繁殖機能に関わる要因は数多くある。乳牛の繁殖成績を改善・向上させるための万能な方法なく、その牛にとって何か問題なのかを見極め、様々な情報を基に都度対処法を見出し、獣医師もしくは農家自身が適切に実施することが重要であると筆者は考える。今回触れた研究の多くは現在も継続中であるため、今後さらに現場に役立つ信頼性のある情報を提供できるよう努めていきたい。

【参考文献】

- [1] Barker, D. J. 1999. Fetal origins of cardiovascular disease. *Annals of medicine* 31 Suppl. 1: 3-6.
- [2] Barlund, C. S., Carruthers, T. D., Waldner, C. L. and Palmer, C. W. 2008. A comparison of diagnostic techniques for postpartum endometritis in dairy cattle. *Theriogenology* 69: 714-723.
- [3] Beam, S. W. and Butler, W. R. 1998. Energy balance, metabolic hormones, and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid. *J. Dairy Sci.* 81: 121-131.
- [4] Beam, S. W. and Butler, W. R. 1999. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *J. Reprod. Fertil. Suppl* 54: 411-424.
- [5] Butler, S. T., Pelton, S. H. and Butler, W. R. 2004. Insulin increases 17 beta-estradiol production by the dominant follicle of the first postpartum follicle wave in dairy cows. *Reproduction* 127: 537-545.
- [6] Butler, W. R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61: 449-457.
- [7] Castro, N., Kawashima, C., van Dorland, H. A., Morel, I., Miyamoto, A. and Bruckmaier, R. M. 2012. Metabolic and energy status during the dry period is crucial for the resumption of ovarian activity postpartum in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95: 5804-5812.
- [8] Cavestany, D., Kulcsar, M., Crespi, D., Chilliard, Y., La Manna, A., Balogh, O., Keresztes, M., Delavaud, C., Huszenicza, G. and Meikle, A. 2009a. Effect of prepartum energetic supplementation on productive and reproductive characteristics, and metabolic and hormonal profiles in dairy cows under grazing conditions. *Reprod. Domest. Anim.* 44: 663-671.
- [9] Darwash, A. O., Lamming, G. E. and Woolliams, J. A. 1997. The phenotypic association between the interval to post-partum ovulation and traditional measures of fertility in dairy cattle. *Anim. Sci.* 65: 9-16.
- [10] de Feu, M. A., Evans, A. C., Lonergan, P. and Butler, S. T. 2009. The effect of dry period duration and dietary energy density on milk production, bioenergetic status, and postpartum ovarian function in Holstein-Friesian dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92: 6011-6022.
- [11] Dubuc, J., Duffield, T. F., Leslie, K. E., Walton, J. S. and LeBlanc, S. J. 2010. Risk factors for postpartum uterine diseases in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93: 5764-5771.
- [12] Dubuc, J., Duffield, T. F., Leslie, K. E., Walton, J. S. and LeBlanc, S. J. 2012. Risk factors and effects of postpartum anovulation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95: 1845-1854.
- [13] Hayirli, A. 2006. The role of exogenous insulin in the complex of hepatic lipidosis and ketosis associated with insulin resistance phenomenon in postpartum dairy cattle. *Vet. Res. Commun.* 30: 749-774.

- [14] Heppelmann, M., Brommeling, A., Weinert, M., Piechotta, M., Wrenzycki, C. and Bollwein, H. 2013. Effect of postpartum suppression of ovulation on uterine involution in dairy cows. *Theriogenology* 80: 519-525.
- [15] Huzzey, J. M., Duffield, T. F., LeBlanc, S. J., Veira, D. M., Weary, D. M. and von Keyserlingk, M. A. 2009. Short communication: Haptoglobin as an early indicator of metritis. *J. Dairy Sci.* 92: 621-625.
- [16] Itoh, S., Brawley, L., Wheeler, T., Anthony, F. W., Poston, L. and Hanson, M. A. 2002. Vasodilation to vascular endothelial growth factor in the uterine artery of the pregnant rat is blunted by low dietary protein intake. *Pediatric research* 51: 485-491.
- [17] Kawashima, C., Fukihara, S., Maeda, M., Kaneko, E., Amaya Montoya, C., Matsui, M., Shimizu, T., Matsunaga, N., Kida, K., Miyake, Y.-I., Schams, D. and Miyamoto, A. 2007. Relationship between metabolic hormones and ovulation of dominant follicle during the first follicular wave postpartum in high-producing dairy cows. *Reproduction* 133: 155-163.
- [18] Kawashima, C., Munakata, M., Shimizu, T., Miyamoto, A., Kida, K. and Matsui, M. 2016. Relationship between the degree of insulin resistance during late gestation and postpartum performance in dairy cows and factors that affect growth and metabolic status of their calves. *J. Vet. Med. Sci.* 78: 739-745.
- [19] Lamming, G. E. and Bulman, D. C. 1976. The use of milk progesterone radioimmunoassay in the diagnosis and treatment of subfertility in dairy cows. *Br. Vet. J.* 132: 507-517.
- [20] Lee, H. H., Kida, K., Miura, R., Inokuma, H., Miyamoto, A., Kawashima, C., Haneda, S., Miyake, Y. and Matsui, M. 2012. Slow recovery of blood glucose in the insulin tolerance test during the prepartum transition period negatively impacts the nutritional status and reproductive performance postpartum of dairy cows. *J. Vet. Med. Sci.* 74: 457-464.
- [21] Lucy, M. C. 2001. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *J. Dairy Sci.* 84: 1277-1293.
- [22] Lucy, M. C., Staples, C. R., Thatcher, W. W., Erickson, P. S., Cleale, R. M., Firkins, J. L., Clark, J. H., Murphy, M. R. and Brodie, B. O. 1992. Influence of diet composition, dry matter intake, milk production and fertility in dairy cows. *Anim. Prod.* 54: 323-331.
- [23] Micke, G. C., Sullivan, T. M., McMillen, I. C., Gentili, S. and Perry, V. E. 2011. Protein intake during gestation affects postnatal bovine skeletal muscle growth and relative expression of IGF1, IGF1R, IGF2 and IGF2R. *Mol. Cell. Endocrinol.* 332: 234-241.
- [24] Mishra, D. P. and Prakash, B. S. 2005. Validation of a 13,14-dihydro-15-keto-PGF (2 α) enzymeimmunoassay and its application for reproductive health monitoring in postpartum buffaloes. *Anim. Reprod. Sci.* 90: 85-94.
- [25] Reist, M., Erdin, D. K., von Euw, D., Tschumperlin, K. M., Leuenberger, H., Hammon, H. M., Morel, C., Philipona, C., Zbinden, Y., Kunzi, N. and Blum, J. W. 2003. Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows. *Theriogenology* 59: 1707-1723.
- [26] Savio, J. D., Boland, M. P., Hynes, N. and Roche, J. F. 1990a. Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. *J. Reprod. Fertil.* 88: 569-579.
- [27] Savio, J. D., Boland, M. P. and Roche, J. F. 1990b. Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in post-partum dairy cows. *J. Reprod. Fertil.* 88: 581-591.
- [28] Senatore, E. M., Butler, W. R. and Oltenacu, P. A. 1996. Relationship between energy balance and postpartum ovarian activity and fertility in first lactation dairy cows. *Anim. Sci.* 62: 17-23.
- [29] Sheldon, I. M., Lewis, G. S., LeBlanc, S. and Gilbert, R. O. 2006. Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology* 65: 1516-1530.
- [30] Sheldon, I. M., Williams, E. J., Miller, A. N., Nash, D. M. and Herath, S. 2008. Uterine diseases in cattle after parturition. *Vet. J.* 176: 115-121.
- [31] Smith, M. C. and Wallace, J. M. 1998. Influence of early post partum ovulation on the re-establishment of pregnancy in multiparous and primiparous dairy cattle. *Reprod. Fertil. Dev.* 10: 207-216.
- [32] Spicer, L. J., Alpizar, E. and Echternkamp, S. E. 1993. Effects of insulin, insulin-like growth factor I, and gonadotropins on bovine granulosa cell proliferation, progesterone production, estradiol production, and (or) insulin-like growth factor I production in vitro. *J. Anim. Sci.* 71: 1232-1241.
- [33] Wathes, D. C., Cheng, Z., Chowdhury, W., Fenwick, M. A., Fitzpatrick, R., Morris, D. G., Patton, J. and Murphy, J. J. 2009. Negative energy balance alters global gene expression and immune responses in the uterus of postpartum dairy cows. *Physiol. Genomics.* 39: 1-13.

Effect of peripartum metabolic status in dairy cows on the recovery of reproductive function after parturition and the growth and metabolic status of their calves

Chiho Kawashima

Field Center of Animal Science and Agriculture,
Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine
Address: Nishi 2-11, Inada-cho, Obihiro, Hokkaido 080-8555, Japan
Tel & Fax: +81-155-49-5653
E-mail: kawasima@obihiro.ac.jp
Corresponding author: Chiho Kawashima (kawasima@obihiro.ac.jp)

[Abstract]

During recent decades, milk production per cow has increased drastically; however, reproductive performance of high-producing dairy cows has been declining. One of the factors responsible for this low reproductive performance is negative energy balance (NEB). Severe NEB affects fertility in dairy cows. For ovulation during the first follicular wave postpartum, IGF-1 is an important factor in the development of the dominant follicle and subsequent increased insulin level and E2 peak, which ensure follicle maturation and ovulation. In postpartum uterine involution, cows with delayed recovery of uterus after parturition have lower efficiency of nitrogen in the rumen or hepatic dysfunction. In addition, female mammals including dairy cows usually have insulin resistance (IR), because of the increase of energy requirements during the peripartum period for fetal growth and lactation. However, severe IR induces some metabolic disorders and lower performance after parturition, as well as lower growth, metabolic status and hepatic function of their calf. Therefore, in order to improve reproductive performance of dairy cows and get calves with healthy and good metabolic condition, the first step is to understand the nutritional status in the peripartum dairy cow.

Keywords: Calf, Dairy cow, Metabolic status, Peripartum period, Reproduction