

原著論文

京都府の1酪農場における牛白血病ウイルス対策の乳生産性、繁殖性ならびに疾病発生に及ぼす効果

北野菜奈¹⁾ 吉田 陽²⁾ 今内 覚³⁾ 高橋俊彦^{1)†}

所属機関：¹⁾ 酪農学園大学酪農学研究科、²⁾ NOSAI 京都、
³⁾ 北海道大学獣医学研究科

所在地：¹⁾ 北海道江別市文京台緑町 582 番地
²⁾ 京都府京都市中京区押小路通烏丸東入西押小路町 115 番 1
³⁾ 北海道札幌市北区北 18 条西 9 丁目

†高橋俊彦

TEL：011-388-4604

FAX：011-388-4604

E-mail：toppi@rakuno.ac.jp

[要 約]

牛白血病ウイルス (Bovine leukemia virus: BLV) は牛伝染性リンパ腫の原因ウイルスであり、国内の約 30-35% の牛が感染している。しかし、発症する感染牛は少なく、症状を示さないことから、農場によって積極的な対策に差が生じている。本研究では、BLV 感染対策に苦悩する京都の 1 酪農場において、衛生管理を主担当する NOSAI 京都と連携して BLV 感染対策の効果と BLV 感染が及ぼす乳生産性、繁殖成績ならびに疾病発生への影響を調査することによって BLV 感染が酪農経営に与える影響を明らかにすることを目的とした。調査は 2015 年から 2017 年に京都府内の 1 酪農場にて行った。本研究では吸血昆虫対策として、防虫ネットを用いて、夏季に BLV 感染状況の検査を行った。また、乳用牛群検定成績を用い乳量、乳成分および繁殖成績を調査し、乳汁中体細胞数の値を算出した。農場内の陽性率は、対策後に大きな変化はなく推移したが、対策後に 4 歳以上の陰性牛が増加したことは、牛の更新費用が低減し、経済効果が高いと思われた。牛群の乳量、乳成分、疾病発生状況、繁殖成績においても対策前後で変化はなかったが、体細胞数の項目において陽性牛と比較し、陰性牛が有意に低い値を示した。本研究では、BLV 感染率の高い農場にける吸血昆虫対策によって得られる効果を示した。陽性率の低減が十分得られる前の段階においても、BLV 陰性牛において体細胞数が低値で維持されることは、酪農家にとって BLV 対策を行う意義付けとなる可能性を示すことができた。

キーワード：牛白血病ウイルス、経済損失、水平感染対策

緒論

牛白血病ウイルス (Bovine leukemia virus: BLV) は牛伝染性リンパ腫の原因ウイルスであり、国内の約 30-35% の牛が感染している [10,

11]。BLV は感染牛の血液や体液、母乳中に含まれる BLV 感染リンパ球によって伝播する [5]。感染牛の多くは症状を示さないが、約 30% はリンパ球が恒常的に多い持続性リンパ球増多症 (persistent lymphocytosis: PL) となり、約 5% は感染から数年後に牛伝染性リンパ腫を発症する [7, 16]。

受理：2020年11月30日

BLV の感染経路は水平および垂直感染である [5]。国内の農場では水平感染が主要な感染経路と考えられており、吸血昆虫対策を実施することが感染防御に有効とされている [6, 14]。陽性牛と BLV 非感染牛（以下、陰性牛）が隣接していると吸血昆虫を介した感染リスクが高まる [4] ことから、陽性牛と陰性牛を異なる牛舎で飼養することや、同一牛舎で飼養する場合は物理的な障害物や防虫ネットで隔てる方法が感染防御に効果的と考えられる [9]。一方、垂直感染では、母牛の感染ウイルス量が多い場合に、初乳を介して子牛へ感染させることが知られているため、初乳の凍結や加温などによる BLV 不活化対策が取られている [2]。感染率の高い農場ほど、感染ウイルス量の多い個体が多くなり、産道あるいは胎盤感染の確率が高くなる [8]。そのため、感染率が高い農場ほど水平感染対策と共に垂直感染対策を行う必要がある。

陽性牛は抗ウイルス作用に関わるサイトカイン産生能や NK 細胞の細胞障害活性を主とする細胞性免疫を低下させ、日和見感染症への感受性を高めることが示唆されている [12]。しかし、酪農場では日常の乳房炎等の日和見感染症の発症が BLV 感染と関連性があるのか判断が難しく、BLV 感染による損害を実感しにくい現状がある。そのため、陽性牛の淘汰更新 [13] や陽性牛と陰性牛の分離飼育、陽性牛の分娩に伴う垂直感染防止等の積極的な対策が取りにくい。その結果、農場内の感染が蔓延化し、牛伝染性リンパ腫の発症に繋がっている。特に、BLV 陽性率の高い農場では、感染対策の効果が可視化しにくい問題を抱えている。

酪農家と共に BLV 対策を進めるためには、BLV 陽性牛が酪農経営に与える経済損失を明確に示すことが重要と考えられる。本研究では、BLV 感染対策に苦悩する京都の 1 酪農場において、衛生管理を主担当する NOSAI 京都と連携して BLV 感染対策の効果と BLV 感染が及ぼす乳生産性、繁殖成績ならびに疾病発生への影響を調査することによって BLV 感染が酪農経営に与える影響を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

(1) 供試農場

京都府の 1 酪農場で 2015 年から 2017 年まで BLV 感染状況の全頭検査を行った。BLV 検査に供用した乳用牛は、2015 年：44 頭、2016 年：65 頭、2017 年：85 頭であった。飼養形態は、育成牛、搾乳牛、乾乳牛をフリーストール、哺乳牛をカーフハッチあるいはスーパーカーフハッチであった。また搾乳牛は自家生産牛であった。

(2) 供試農場の感染対策と評価

2014 年度以前までの当該農場の BLV 対策では、初乳給与を全て初乳製剤利用、注射針や直検手袋の交換を行っていた。本研究ではそれらに加えて、2015 年度から 2017 年度にかけて吸血昆虫対策として、防虫ネット（ペルメトリン製剤）を用いた。防虫ネットの高さは 2m で、牛舎周辺の外壁の外側をすべて覆った。

2015 年 7 月、2016 年 7 月および 2017 年 8 月に、BLV 全頭検査を実施することによって BLV 陽性率の変化を調査した。BLV 対策の評価は、2016 年度および 2017 年度に前年度の感染状況と比較することによって行った。陽転率は、前年度の陰性頭数と翌年度に陽転した頭数から算出した。

(3) BLV 検出方法

BLV 感染の判定は、BLV 遺伝子検出に nested -polymerase chain reaction (PCR) 法 [15]、抗 BLV 抗体を検出する市販の酵素結合免疫吸着測定 (enzyme-linked immunosorbent assay: ELISA) キット (牛白血病エライザキット、JNC 株式会社、東京) により行った [15]。

(4) BLV 感染対策の評価方法

各年度の乳用牛群検定成績を用い、乳量や乳成分、繁殖成績を対策前の 2013 年と 2014 年度、対策後の 2015 年度と 2016 年度について評価した。また、疾病発生状況も同様の年度に NOSAI の疾病システムより調査した。

2015 年度から 2017 年度の間に当該農場で飼養され、陽転していない陰性牛と陽性牛の 305 日補正乳量および体細胞数について調査した。

体細胞数についての統計処理は Welch's t 検定を用いた。成績は平均値 ± 標準偏差で示した。

結果

吸血昆虫対策を開始した 2015 年度は、BLV 陽性頭数 27 頭、陰性頭数 17 頭、陽性率 61.4% であった。翌年の 2016 年度は陽性頭数 39 頭、陰性頭数 26 頭、陽性率は 60.0% であった。陽性率は僅かに減少したが高い値を維持した。さらに 2017 年度は陽性頭数 50 頭、陰性頭数 35 頭、陽性率は 58.8% であった。陽性率は 2016 年度と比較し、僅かに減少した。また、2016 年度検査時の陽転牛は 2 頭であり、2017 年度検査時の陽転牛は 4 頭であった（表 1）。2015 年度から 2017 年度まで、飼養頭数が増加したが、陽性率は対策後の 2016 年度、2017 年度と微減し、陽転頭数も低い値であった。

年齢別の各年度における陽性頭数と陰性頭数

を表 2 に示した。2015 年度から 2017 年度において全ての年齢で陽性牛が認められた。その一方で、陰性牛は、2015 年度：3 歳未満、2016 年度：4 歳未満、2017 年度：5 歳未満において確認されるようになり、対策後徐々に年齢が上がった。また、陰性牛は若齢牛で特に多く存在する傾向であった。

対策前後の乳性状、繁殖成績および疾病発生状況について表 3、4、5 に示した。乳量と乳成分においては、牛群の 1 日平均乳量、体細胞数、乳脂率、タンパク質、無脂固形分率および 305 日補正乳量は対策前後で大きな変化はなかった（表 3）。牛群の繁殖成績では、平均授精回数、初回授精受胎率、平均空胎日数、初産分娩月齢および分娩間隔についても大きな変化はなかった（表 4）。また、疾病別診療件数割合においても、泌乳器病、消化器病、生殖器病、運動器病等の割合は対策前後で大きな変化はなかった（表 5）。

表 1 供試牛の各年度における感染状況

年度	2015	2016	2017
供試頭数 (頭)	44	65	85
陽性	27	39	50
陰性	17	26	25
陽性率 (%)	61.4	60.0	58.8
陽転頭数 (頭)		2	4
陽転率 (%)		11.8	15.4

表 2 年齢別の各年度における陽性頭数と陰性頭数

年度	2015		2016		2017	
	陽性	陰性	陽性	陰性	陽性	陰性
年齢 (歳)						
0-1 未満	6	6	10	11	5	14
1-2 未満	8	4	6	6	13	8
2-3 未満	7	7	8	4	8	5
3-4 未満	3	0	9	5	10	2
4-5 未満	2	0	3	0	8	6
5 歳以上	1	0	3	0	6	0
合計頭数	27	17	39	26	50	35

表3 対策前後の乳量と乳成分

年度		対策前		対策後	
		2013	2014	2015	2016
1 日平均乳量	(kg)	26.7	27.1	25.4	26.8
体細胞数	(万 cell/mL)	23.5	23.5	18.5	19.2
乳脂率	(%)	3.9	4.0	4.0	4.0
蛋白質	(%)	3.3	3.3	3.3	3.3
無脂固形分率	(%)	8.7	8.7	8.8	8.8
305 日補正乳量	(kg)	10598	10101	10294	10035

表4 対策前後の繁殖成績

年度		対策前		対策後	
		2013	2014	2015	2016
平均授精回数	(回)	2.5	2.4	2.7	2.2
初回授精受胎率	(%)	34	42	38	35
平均空胎日数	(日)	185	161	213	204
初産分娩月齢	(月)	26	26	25	25
分娩間隔	(日)	451	432	460	450

表5 対策前後の疾病別診療件数割合

年度	対策前		対策後	
	2013	2014	2015	2016
(%)				
泌乳器病	13.3	25.0	14.3	17.2
消化器病	6.7	5.6	6.3	3.4
生殖器病	57.8	47.2	42.9	36.2
妊娠・分娩期	4.4	8.3	6.3	13.8
産後の疾患				
運動器病	8.9	8.3	11.1	8.6
呼吸器病	2.2	5.6	6.3	12.1
外傷不慮	0	0	3.2	0
皮膚炎	0	0	0	1.7
その他	6.7	0	9.5	6.9
合計件数 (件)	45	36	63	58

表6 2015-2016 年まで継続飼養されている牛の概要

年度		2015		2016	
		陽性	陰性	陽性	陰性
頭数	(頭)	11	4	18	6
年齢	(歳)	2.1 ± 1.0	1.8 ± 0.6	3.1 ± 1.0	2.8 ± 0.6
305 日補正乳量	(kg)	9790.7 ± 1154.8	10429.5 ± 691.5	10608.2 ± 1197.8	10865.0 ± 1397.5
体細胞数	(万 cell/mL)	19.0 ± 39.4	5.4 ± 3.5	13.1 ± 17.0 ^a	3.7 ± 1.1 ^a

※ a : 2016 年度の体細胞数において、陽性牛と比較し陰性牛が有意 ($p < 0.05$) に低い値を示した

2015 年度 (夏季) から 2016 年度 (夏季) まで、同一牧場で飼養され、陽転していない陰性牛と陽性牛の比較を表 6 に示した。305 日補正乳量の平均値は、2015 年度は陽性牛 : 9790.7 ± 1154.8kg、陰性牛 : 10429.5 ± 691.5kg であり、2016 年度は陽性牛 : 10608.2 ± 1197.8kg、陰性牛 : 10865.0 ± 1397.5kg と陰性牛で高い傾向であった。体細胞数の平均値 (万 cell/mL) は 2015 年度 : 陽性牛 19.0 ± 39.4、陰性牛 5.4 ± 3.5 であり、2016 年度 : 陽性牛 13.1 ± 17.0、陰性牛 3.7 ± 1.1 であった。305 日補正乳量、2015 年度の体細胞数において有意な差はなかったが、2016 年度の体細胞数において陽性牛と比較し陰性牛が有意 ($p < 0.05$) に低値を示した。

考察

吸血昆虫対策として、牛舎の外壁を防虫ネットにより全て囲った。対策当初の陽性率は 61.4% であり、BLV の汚染が重度であった。飼養頭数が年々増加傾向にある中、陽性率が僅かながら減少していることは吸血昆虫対策による効果であると考えられた。また、対策後に 4 歳以上の陰性牛が増加したことは、牛の更新費用の低減に貢献し、経済効果が高いと思われた。

酪農場を経営する上で、乳用牛群検定成績と疾病発生状況は重要視するものである。今回の結果からは、牛群としての乳量と乳成分成績および繁殖成績は対策前後で大きな変化はなく、疾病発生状況においても著しい変化は認められなかった。それらの項目に目に見える変化を示さないのが BLV 感染の特徴であり、酪農家にとって対策効果の実感が得られにくい原因となっていることが推察された。しかし、本研究の対策後の結果から、牛群内における陽性牛と陰性牛の乳性状を比較したところ、特に体細胞

数は対策後 2 年目において、陽性牛に比べ陰性牛が有意に低い値を示した。このことは、対策継続の重要性を示すと共に、対策効果を可視化する意味で重要な点であると考えられた。

BLV の感染は生涯持続することから、ウイルス量が多いハイリスク牛を優先的に淘汰、更新を行うことが有効である [13]。しかし、本農場では半数以上が陽性牛であったことから、淘汰更新による対策は現実的ではなかった。しかしながら、対策後において 4 歳以上の陰性牛が増加したこと、陽転頭数が多くないことから、少頭数の淘汰更新を継続することで感染状況を改善する可能性が見出せた。

本農場の BLV 対策の問題は、農場構造あるいは敷地面積の問題から陽性牛と陰性牛の隔離対策 [4, 13] をとることが困難であることと感染率が非常に高率であることから感染ウイルス量の多い牛が多く、産道・胎盤感染の確立が高くなる点にある [8, 9, 15]。本来であれば BLV 対策は、農林水産省の牛白血病に関する衛生対策ガイドラインを遵守することが望ましい。子牛、育成牛および成牛いずれの時期においても、ガイドラインに沿った対策を講じることが望ましいが、本農場のように BLV 感染率が高い農場では、環境面や金銭面の問題から困難となる部分が多く、酪農家の BLV 対策意欲の向上に繋がりにくいことが多かった。しかしながら、本研究のように対策が十分に効果を上げる前の段階においても、陰性牛において体細胞数が低値で推移されることが示されたことから、酪農家にとって BLV 対策に取り組む 1 つのきっかけになる可能性を示すことができた。

ガイドラインでは、個々の農場ごとに飼養形態及び浸潤状況が様々であること我が国の牛の流通実態等を考慮すると、多くの農場において

は短期間で清浄化対策を進めることは容易ではなく、経営状況に配慮しつつ、中長期的な視点に立って計画的に対策を講じていくことが示されている。個々の農場のみの対応では清浄化を効率的かつ効果的に進めることは困難であることから、家畜保健衛生所の職員、獣医師、家畜人工授精師、関係機関等と協力して、計画的に進める必要があるため、今後も継続的に関係機関と連携を取って衛生対策を実施し撲滅に向けていくことが望ましいと考えられた。

本研究において、BLV 感染率の高い農場における吸血昆虫対策によって得られる効果を示した。陽性率の低減が十分得られる前の段階においても、BLV 陰性牛において体細胞数が低値で維持されることは、酪農家にとって BLV 対策を行う意義付けとなる可能性を示すことができた。今後さらなる研究の積み重ねが必要ではあるが、本成果が酪農家にとって中長期的な BLV 対策に取り組む一助となることが期待された。

引用文献

- [1] DiGiacomo, R, F., Hopkins, S, G., Darlington, R, L., Evermann, J, F. 1987. Control of bovine leukosis virus in a dairy herd by a change in dehorning. *Can. J. Vet. Res.* 51: 542-544.
- [2] Kanno, T., Ishihara, R., Hatama, S., Oue, Y., Edamatsu, H., Konno, Y., Tachibana, S., Murakami K. 2014. Effect of Freezing Treatment on Colostrum to Prevent the Transmission of Bovine Leukemia Virus. *J. Vet. Med. Sci.* 76: 255-257.
- [3] 假屋喜弘. 2005. 放牧衛生: 獣医衛生学第2版. (岩田裕之, 押田敏雄, 酒井健夫, 高井伸二, 局博一, 永幡肇 編). 文永堂出版, 東京, pp 190.
- [4] Kobayashi, S., Tsutsui, T., Yamamoto, T., Hayama, Y., Muroga, N., Konishi, M., Kameyama, K., Murakami, K. 2015. The role of neighboring infected cattle in bovine leukemia virus transmission risk. *J. Vet. Med. Sci.* 77: 861-863.
- [5] 今内覚, 田島誉, 小沼操, 村田史郎, 大橋和彦. 2010. 増加傾向にある牛白血病の現状と対策～診療現場からの声に対して～. *産業動物臨床医学雑誌*. 2: 110-114.
- [6] Kohara, J., Takeuchi, M., Hirano, Y., Sakurai, Y., Takahashi T. 2018. Vector control efficacy of fly nets on preventing bovine leukemia virus transmission. *J. Vet. Med. Sci.* 80: 1524-1527.
- [7] Lewin, H, A. 1989. Disease resistance and immune response genes in cattle: strategies for their detection and evidence of their existence. *J. Dairy. Sci.* 72: 1334-1348.
- [8] Mekata, H., Sekiguchi, S., Konnai, S., Kirino, Y., Honkawa, K., Nonaka, N., Horii, Y., Norimine, J. 2015. Evaluation of the natural perinatal transmission of bovine leukaemia virus. *Vet. Rec.* 176: 254.
- [9] 目堅博久. 2015. 牛白血病ウイルスの伝播経路地域、農場における感染対策. *産業動物臨床医学雑誌*. 6: 134-140.
- [10] Murakami K, Kobayashi, S., Konishi, M., Kameyama, K., Yamamoto, T., Tsutsui, T. 2011. The recent prevalence of bovine leukemia virus (BLV) infection among Japanese cattle. *Vet. Microbiol.* 148: 84-88.
- [11] Murakami, K., Kobayashi, S., Konishi, M., Kameyama, K., Tsutsui, T. 2013. Nationwide survey of bovine leukemia virus infection among dairy and beef breeding cattle in Japan from 2009-2011. *J. Vet. Med. Sci.* 75: 1123-1126.
- [12] Ohira, K., Nakahara, A., Konnai, S., Okagawa, T., Nishimori, A., Maekawa, N., Ikebuchi, R., Kohara, J., Murata, S., Ohashi, K. 2016. Bovine leukemia virus reduces anti-viral cytokine activities and NK cytotoxicity by inducing TGF- β secretion from regulatory T cells. *Immun. Inflamm. Dis.* 4: 52-63.
- [13] Ohshima, K., Okada, K., Numakunai, S., Kayano, H., Goto, T. 1988. An eradication program without economic loss in a herd infected with bovine leukemia virus (BLV). *jpn. j. vet. Sci.* 50: 1074-1078.
- [14] Ooshiro, M., Konnai, S., Katagiri, Y., Afuso, M., Arakaki, N., Tsuha, O., Murata, S., Ohashi, K. 2013. Horizontal transmission of bovine leukemia virus from lymphocytotic cattle, and beneficial effects of insect vector control. *Vet. Rec.* 173: 527.
- [15] Sajiki, Y., Konnai, S., Nishimori, A., Okagawa, T., Maekawa, N., Goto, S., Nagano, M., Kohara, J., Kitano, N., Takahashi T., Tajima, M., Mekata, H., Horii, Y., Murata, S., Ohashi, K. 2017. Intrauterine infection with bovine leukemia virus in pregnant dam with high viral load. *J. Vet. Med. Sci.* 79: 2036-2039.
- [16] Schwartz, I., Lévyet, D. 1994. Pathobiology of bovine leukemia virus. *Vet. Res.* 25: 521-536.

Effect of bovine leukemia virus control on milk productivity, fertility, and a disease outbreak at a dairy farm in Kyoto Prefecture, Japan

Nana Kitano¹⁾, You Yoshida²⁾, Satoru Konnai³⁾, Toshihiko Takahashi^{†1)}

Affiliations: ¹⁾ Graduate School of Dairy Science, Rakuno Gakuen University

²⁾ Kyoto Agricultural Mutual Aid Association

³⁾ Graduate School of Veterinary Medicine, Hokkaido University

Addresses: ¹⁾ 582 Bunkyo-dai-Midorimachi, Ebetsu, Hokkaido 069-8501, Japan

²⁾ 115-1 Nishi-Oshikoji-cho, Karasuma-Higashiiru, Oshikoji-dori, Nakagyo-ku, Kyoto 604-0842, Japan

³⁾ Kita 18, Nishi 9, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 060-0818, Japan

[†]Correspondence to: Toshihiko Takahashi

TEL:011-388-4604

FAX:011-388-4604

E-mail:toppi@rakuno.ac.jp

[Abstract]

Bovine leukemia virus (BLV) is the causative virus of bovine infectious lymphoma and has infected ~30%–35% of the dairy cows in Japan. However, since the number of infected cows is relatively small and the infected cows have not shown any symptoms, there are differences in the positive measures taken among the affected farms. In 2015–2017, we investigated a dairy farm in Kyoto Prefecture, Japan that was using BLV infection controls in collaboration with NOSAI Kyoto, which is in charge of hygiene management. We evaluated the effects of the BLV infection controls on the farm's milk productivity, reproductive performance, and disease outbreak caused by BLV infection to clarify the effects of BLV infection on dairy farming. As a measure against blood-sucking insects, an insect repellent net was used to test the cows' BLV infection status in the summer. We determined the milk yield, milk composition, and reproductive performance by using the results of a dairy cow herd test, and the numbers of somatic cells in the milk were calculated. The infection positivity rate on the farm did not change significantly after the infection control measures, but the increase in the percentage of infection-negative cattle aged ≥ 4 years after the measures seemed to reduce the cost of renewing cattle and to have a positive economic effect. There were no changes in the milk yield, milk composition, disease outbreak status, or reproductive performance of the herd between before and after the measures. However, the infection-negative cows showed significantly lower numbers of somatic cells compared to the positive cows. Our findings revealed a beneficial effect of controlling the number of blood-sucking insects on farms with a high BLV infection rate. It may thus be advisable for dairy farmers to maintain low somatic cell numbers in their BLV-negative cows, even before a sufficient reduction in the infection positivity rate is obtained.

Keywords: bovine leukemia virus, economic loss, infection control

