

学 術

宮城県における牛伝染性リンパ腫の現状と、
牛伝染性リンパ腫ウイルス清浄化対策の課題

松田 敬一

宮城県農業共済組合

要 約

地方病性（成牛型）牛伝染性リンパ腫は牛伝染性リンパ腫ウイルス（Bovine leukemia virus : BLV）の感染が原因であり、牛リンパ腫のほとんどを占めている。BLVの清浄化対策を進めるには、牛毎の感染の有無、および感染度合いを把握して分離飼育や淘汰の優先順位を把握する必要がある。これらの把握には血液検査が必須となり、農家に一定の経費を強いることとなる。宮城県におけるEBLの届け出数は、平成14年の4頭から始まり令和5年では176頭と増加の一途をたどっている。家畜共済における宮城県内のEBLによる死廃頭数は、令和5年度で137頭となり、共済金評価額の合計は約1億円であった。このうち、農場でEBLと診断された牛が42頭、屠場でEBLとして検出され枝肉全部廃棄となった牛が95頭であり、屠場で検出された牛の方が多い。宮城県では以前より家畜保健衛生所等および宮城県農業共済組合が試験的にBLVの清浄化対策を行ってきた。しかし、これらの対策を実施した農場は宮城県全体の養牛農場数に比べればほんの一部でしかなく、検査費用も無料もしくは一部補助であったために継続できたものと考えられる。宮城県全体でEBLの発生を減少させるためには、BLVに感染した牛を減らす事が重要であり、県全域でのBLV清浄化対策が必要となってくる。しかし、現在までの試験的清浄化対策とは異なり、宮城県全域で実施するためには、農家負担が必須であり、補助等を含め何らかの対策を講じる必要がある。水平感染はガイドライン等に準拠した対策を実施することで防げるものの、現状では垂直感染を防ぐことはできない。そのため、垂直感染で生まれてきた子牛の行先を作ることも清浄化対策の本格実施には必須の準備と考えられる。

はじめに

牛リンパ腫は、体表や体腔内のリンパ節の腫脹や末梢血のリンパ球増加を主徴とする疾病であり、散発性牛リンパ腫と地方病性（成牛型）牛伝染性リンパ腫に分類される。散発性は子牛型、胸腺型、および皮膚型に分類されるが、その発生原因は不明である。一方、地方病性（成牛型）牛伝染性リンパ腫は牛伝染性リンパ腫ウイルス（Bovine leukemia virus : BLV）の感染が原因であり、牛リンパ腫のほとんどを占めている。

BLVは、レトロウイルス科デルタレトロウイルス

に属し、ヒトT細胞白血病ウイルス（HTLV）に近縁のウイルスである¹⁾。BLVはT細胞に腫瘍化を引き起こすHTLVとは異なり、B細胞に腫瘍化を引き起こす²⁾。BLVに感染すると、ウイルスはリンパ球の染色体にプロウイルスとして組み込まれ³⁾、抗体が産生されても体内から排除されず、生涯持続感染してBLVの感染源となる。感染牛の約70%は無症状感染（Aleukemia : AL）であるが、約30%が末梢血液中のリンパ球数が増加する持続性リンパ球増多症（Persistent lymphocytosis : PL）を呈する。感染牛の数%は数か月から数年の無症状期を経て、B細胞性のリンパ腫である地方病性牛伝染性リンパ腫

(Enzootic bovine leukemia : EBL) を発症する⁴⁾。EBLを発症すると、効果的な治療はなく予後不良となり死亡する⁵⁾。現在のところ、BLVの感染やEBLの発症を予防する効果的なワクチンは無く、EBLの発症数を減少させるためには、衛生対策の徹底により感染伝播リスクを軽減し、新たにBLVに感染する牛を減少させるしかない。

EBLの発生は増加の一途をたどっており届出伝染病に指定された平成10年では、届出件数が99頭であったが、令和5年では4,493頭となり25年で45倍以上に急増している。平成25年(2013年)に報告された、2009～2011年に実施したBLV浸潤状況に関する全国調査では、全国の平均感染率は乳用牛で約40%、および肉用牛で約28%であり⁶⁾、昭和62年(1987年)に報告された同様の全国浸潤調査(1982年実施)の結果である乳用牛4.2%、および肉用牛6%⁷⁾に比べて明らかに増加している。現在は最終の浸潤調査から13年が経過しており、BLVの浸潤状況はさらに増加している可能性が高く、早急に効果的な対策を講じることが必要と考えられる。

宮城県におけるEBLの現状

宮城県におけるEBLの届け出数は、届出伝染病に指定された平成10年から平成13年まで0頭であったが、平成14年の4頭から始まり令和2年では138頭、令和5年では176頭と増加の一途をたどっている(図1)。しかし、この届け出頭数は他県で飼育された牛が宮城県内の屠場で出荷された牛での検出数を含むこと、逆に宮城県内で飼育された牛が東京都等の他の屠場に出荷され検出された頭数を含まないことなど、宮城県内の発生頭数を正確に反映したものではない。

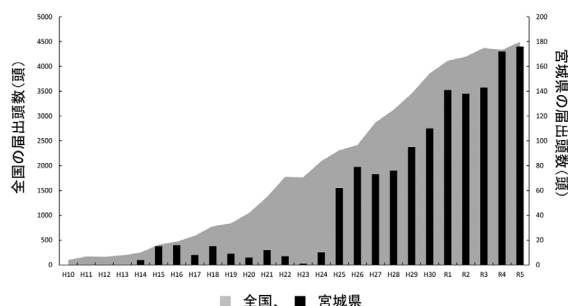


図1 全国と宮城県におけるEBL届出頭数の推移

家畜共済における宮城県内のEBLによる死廃頭数は、制度改正により正確な比較が可能となった令和2年の114頭に比べ、令和3年では141頭、令和4年で145頭と増加を続け、令和5年では137頭となり、はじめて前年度に比べて微減したものの依然として多く発生している(表1)。令和5年度における共済金評価額の合計は約1億円であり(表2)、農家および家畜共済の双方において大きな損害である。この死廃頭数は、宮城県内で家畜共済に加入している牛のみでの発生数であり、未加入牛の発生数は含まないために宮城県全体を反映したものではない。しかし、宮城県における届け出頭数および家畜共済における死廃頭数どちらのデータにおいても牛伝染性リンパ腫の発生が急増している事を示しているのには変わりない。

家畜共済のデータによる、令和5年度における発生場所ごとの頭数は、農場でEBLと診断された牛が42頭、屠場でEBLとして検出され枝肉全部廃棄となった牛が95頭であり、屠場で検出された牛の方が多い。EBLの好発月齢は36カ月齢(3歳齢)以降とされてきたが、屠場検出された牛のほとんどが30カ月齢前後であり、発症の若齢化が進んでいると考えられる。

表1 NOSAI宮城管内における年度別死廃事故(牛伝染性リンパ腫)頭数

	共済目的	死廃事故頭数	牛伝染性リンパ腫頭数	牛伝染性リンパ腫頭数 ／死廃事故頭数
令和2年度	搾乳牛	1,217	28	2.3%
	育成乳牛	280	1	0.4%
	繁殖用雌牛	493	56	11.4%
	育成・肥育牛	2,755	29	1.1%
	肉用種雌牛	1	0	0.0%
	計	4,746	114	2.4%
令和3年度	搾乳牛	1,233	37	3.0%
	育成乳牛	271	0	0.0%
	繁殖用雌牛	520	67	12.9%
	育成・肥育牛	2,808	37	1.3%
	肉用種雌牛	1	0	0.0%
	計	4,833	141	2.9%
令和4年度	搾乳牛	1,141	32	2.8%
	育成乳牛	229	1	0.4%
	繁殖用雌牛	568	81	14.3%
	育成・肥育牛	2,905	30	1.0%
	肉用種雌牛	2	1	50.0%
	計	4,845	145	3.0%
令和5年度	搾乳牛	1,127	41	3.6%
	育成乳牛	192	1	0.5%
	繁殖用雌牛	612	64	10.5%
	育成・肥育牛	2,947	31	1.1%
	肉用種雌牛	0	0	0.0%
	計	4,878	137	2.8%
合計		19,302	537	2.8%

表2 NOSAI宮城管内における令和5年度の
EBLに対する家畜共済評価額

	損害額(評価額計)	平均価格
搾乳牛	16,548,000 円	403,610 円
育成乳牛	574,000 円	574,000 円
繁殖用雌牛	4,729,7000 円	739,016 円
育成肥育牛	33,925,000 円	1,094,355 円
合計	98,344,000 円	

※ 実際の支払額は農家ごとに定めた付保割合を乗じた額

BLVの感染伝播リスクと対策

垂直感染

BLVの感染様式は、垂直感染⁸⁾ および水平感染⁹⁾ が存在する。垂直感染は胎盤感染、産道感染⁸⁾、および乳汁感染¹⁰⁾ の3種類の経路が知られている。

胎盤(子宮内)感染

Mekataら⁹⁾ は、BLV感染母牛から生まれた子牛が胎盤および産道でBLVに感染する確率は18.6%であったと報告している。胎盤および産道感染は、出生時にすでに感染しているため、子牛に対する対策は無い。しかし、胎盤感染はAL牛ではほとんど発生せず、PL牛に多く発生すること¹¹⁾、およびBLV遺伝子量が多い母牛は胎盤感染のリスクが高いこと¹²⁾ が報告されており、PL牛やBLVの高度感染牛を淘汰することにより、胎盤感染のリスクを減らすことができる。

産道感染

産道感染の原因は、分娩中の母牛からの出血であり、そのほとんどが産道出血と考えられる。産道出血は、胎児過大や未經産牛の狭い産道が原因で胎児産道不均衡になり、物理的に産道が裂傷することにより発生する。また、分娩介助が早すぎると、拡張しきっていない産道から無理やり胎児を娩出させることになり、産道裂傷を引き起こすリスクを高める。そのため、産道感染を防ぐためには、胎児が大きくなることが予想される種雄牛の授精を行わないこと、および牛のリズムに合わせて分娩を見守り、早すぎる分娩介助を行わないことが重要である。

乳汁感染

BLVは感染母牛の乳汁中に感染リンパ球として存在している。出生直後の子牛では、初乳中の母牛由来リンパ球が血液中に取り込まれるため¹³⁾、BLVの感染が成立する。そのため、出生直後より母子分離飼育を行い、母牛の乳汁を飲ませないことにより乳汁感染は防ぐことができる。しかし、BLV感染母牛の初乳にはBLVに対する移行抗体が含まれており、移行抗体がある子牛と移行抗体がない子牛では、移行抗体がある子牛の方がBLVの感染率が低いとの報告もあることから¹⁴⁾、感染母牛の初乳を与えることの感染リスクについては、今後詳細に検討する必要がある。

初乳中の抗体を失活させずにBLVを死滅させる方法として、初乳を加温¹⁵⁾、もしくは凍結処理¹⁶⁾ する方法がある。加温については、乳汁温度および加温時間が重要なので、市販されているパステライザー等を用いることが望ましい。また、凍結処理については、BLV感染予防に有効¹⁶⁾ という報告や、BLV感染を完全に防除できない¹⁷⁾ という報告があり意見が分かれている。凍結処理について最も重要なのは、初乳を完全に凍結させることであり、ペットボトル等の厚みのある容器に入れて凍結すると、家庭の冷凍庫では中心部が完全に凍結されない場合がある。そのため、ジップロック等の袋に初乳を入れ、薄く伸ばした状態で冷凍すると、家庭の冷凍庫でも完全に冷凍することができるため、BLV感染リスクを減らすことができる。

水平感染

水平感染は、人為的(医原性)感染、および吸血昆虫による感染がある⁴⁾。

人為的(医原性)感染

BLV感染牛の血液1 μl 以下でも感染が成立する¹⁸⁾ ことから、注射針の使いまわしや、除角、削蹄、および去勢などの出血を伴う医療行為に使用する器具の使いまわしは非常にリスクが高いと考えられる。また、直腸検査用のプラスチック手袋の使いまわしでBLVが感染することが報告されている¹⁹⁾。我々の調査²⁰⁾ では、農場主への聞き取りおよび感染牛の

農場内分布から、農場主が行っていた直腸検査用プラスチック手袋の使いまわしが重要な感染因子であったことが判明し、使いまわしを止めさせることで感染伝播の抑制に重要な役割を果たした。BLVは感染Bリンパ球を介して伝播するため²¹⁾、リンパ球が破壊されると感染力がなくなると考えられる。そのため、BLVの感染伝播を止めるには、除角や削蹄器具に付着した血液中の血球成分を破壊する必要がある。牛においてすべての赤血球が破壊されるNa濃度（最大抵抗値）は0.44%であり²²⁾、それ以下のNa濃度の液体ではほとんどの血球が浸透圧によって破壊される。Na濃度0%の水は血球成分を破壊するのに有効な液体である。そのため、血液が付着した器具等を水に漬けることで、BLV感染リスクを無くすることができる。しかし、細菌等の他の病原体においてはこの限りではないため、界面活性作用がありNaを含まない逆性石鹼液等を適正濃度で希釈した水に器具等を漬けるべきである。

吸血昆虫による感染

吸血昆虫による感染は、日本においてBLVの主要な感染経路と考えられている²³⁾。BLVの感染伝播に関与している吸血昆虫はアブ²⁴⁾やサシバエ²⁵⁾であり、短期的に連続した吸血行為を行わないダニは感染伝播に関与しない²⁵⁾。アブやサシバエがBLV感染牛への吸血の際に、口器に付着した感染Bリンパ球を含んだ血液が乾燥しないうちに次の牛を吸血すると、吸血された牛はBLVに感染する可能性がある。そのため、陰性牛と陽性牛の飼育する牛舎を分けることが理想であるが、牛舎が一つしかない等牛舎を分けることが出来ない場合は、陰性牛と陽性牛の間にネットを設置すること（図2）、および陰性牛と陽性牛の間を通路（図3）や空き牛房（図4）で距離を離すことで、吸血昆虫の再吸血までの時間を延長させること（再吸血までの時間稼ぎ）ができる。この時間稼ぎが、吸血昆虫の口器に付着した血液を乾燥（BLVの失活）させBLVの感染リスクを低減させることが出来るとされている²⁶⁾。我々は、試験的に幅4.8mの通路を挟んで陽性牛群と陰性牛群を飼育したところ、5年間陰性牛群の陽転は確認されなかった。吸血昆虫による感染伝播リスクという意味

では、母子同居飼育は母子間に距離を保つことが出来ないため、最もリスクの高い飼育方法である。前述した乳汁感染を防ぐという意味でも、陽性牛から生まれた子牛は、出生直後から母子分離飼育を行う必要がある。



図2 陰性牛と陽性牛の間に防虫ネットを設置



図3 陰性牛と陽性牛の間に通路を挟む



図4 陰性牛と陽性牛の間の牛房を一つ開ける

導入牛対策の重要性

牛群内でのBLV感染伝播を防ぐためには、導入牛対策が重要である。現状では、牛毎にBLV感染の有無を明示しているのは宮崎県等の一部の家畜市場を除いてほとんどないため、導入牛のBLV感染の有無は不明であることが多い。そのため、導入牛においては導入後なるべく早い時点での検査が必要である。導入牛がBLV感染牛だった場合、吸血昆虫が活動している季節には、牛群内でBLVの感染源となりえるため、検査結果が判明するまで導入牛専用の隔離牛房を設ける必要がある。物理的に距離を離す隔離ができない場合は、既存の牛との間にネットを設置するだけでも効果的である（図5）。導入牛からのBLV感染伝播を防ぐ目的として、導入牛については全頭に耳標装着型外部寄生虫忌避剤を装着するとより効果的である。

清浄化対策には前述した感染伝播リスクに対応した対策を実施する必要がある。清浄化対策を進める前提として、牛毎の感染の有無を把握する必要がある。加えて、効果的な対策を実施するためには、感染度合いを把握して淘汰の優先順位を決定する必要がある²⁰⁾。感染の有無や感染度合いの把握には血液検査が必須となり、農家に一定の経費を強いることとなる。



図5 導入牛房（既存の牛との間にネットを設置）

宮城県におけるEBLの対策

宮城県では以前より家畜保健衛生所等が試験的に複数の農場で清浄化対策を実施してきた。宮城県農業共済組合においても、平成25年よりNOSAI東北

家畜臨床研修センター活用したBLV清浄化対策を協力農場にて開始し、平成28年からは岩手大学との共同研究としてのBLV対策も実施してきた。また、令和3年からは宮城県と宮城県農業共済組合で設置した事故対策協議会でEBLを重点対策の対象疾病としてBLVの清浄化対策に取り組んできた。これらの対策の結果、複数農場でBLVの清浄化が達成され、清浄化対策の有効性が示されたが、清浄化の実現までは大規模農場で10年以上、小規模農場においても3年程度の期間が必要であった。

しかし、これらの対策を実施した農場は宮城県全体の養牛農場数に比べればほんの一部でしかなく、検査費用も無料もしくは一部補助であったために継続できたものと考えられる。

今後の課題

宮城県全体でEBLの発生を減少させるためには、BLVに感染した牛を減らす事が重要であり、県全域でのBLV清浄化対策が必要となってくる。清浄化対策には、BLV感染の有無を調べるための全頭検査、その結果に基づくBLV陽性牛と陰性牛の分離飼育、陰性牛の定期的（年1～2回）な陽転確認検査、および陽性牛の優先出荷を続ける必要があり、清浄化実現までの長期にわたる血液検査費用が必要となる。現在までの試験研究とは異なり、宮城県全域で実施するためには、農家負担が必須であり、現状の困窮した畜産農家の経済状態で新たに検査費用の捻出は難しいと考えられ、補助等を含め何らかの対策を講じる必要がある。経済的な理由等により、清浄化対策を実施できる農家と実施できない農家の不平等を作らないことにも留意しなければならない。また、水平感染はガイドライン等に準拠した対策を実施することで防げるものの、現状では垂直感染を防ぐことはできない。そのため、垂直感染で生まれてきた子牛の行先を作ることも清浄化対策の本格実施には必須の準備と考えられる。

引用文献

- 1) Sagata N, Yasunaga T, Tsuzuku-Kawamura J, Ohishi K, Ogawa Y, Ikawa Y : Complete nucleotide sequence of the genome of bovine leukemia virus: its evolutionary relationship to other retroviruses, *Proc Natl Acad Sci*, 82, 677-681 (1985)
- 2) Schwartz I, Bensaïd A, Polack B, Perrin B, Berthelemy M, Levy D : In vivo leukocyte tropism of bovine leukemia virus in sheep and cattle, *J Virol*, 68, 4589-4596 (1994)
- 3) Panei CJ, Takeshima SN, Omori T, Nunoya T, Davis WC, Ishizaki H, Matoba K, Aida Y : Estimation of bovine leukemia virus (BLV) proviral load harbored by lymphocyte subpopulations in BLV-infected cattle at the subclinical stage of enzootic bovine leucosis using BLV-CoCoMo-qPCR, *BMC Vet Res*, 9, 95 (2013)
- 4) 村上賢二, 小林創太, 筒井俊之 : 我が国の地方病性牛白血病の発生動向と対策, *日獣会誌*, 62, 499-502 (2009)
- 5) 大島寛一, 高桑一雄, 水野善夫, 吉川 堯 : 牛白血病診断便覧, 日本獣医師会, 東京. (1986)
- 6) Murakami K, Kobayashi S, Konishi M, Kameyama K, Tsutsui T : Nationwide survey of bovine leukemia virus infection among dairy and beef breeding cattle in Japan from 2010-2011, *J Vet Med Sci*, 75, 1123-1126 (2013)
- 7) 伊藤 全 : 牛白血病ウイルス抗体保有状況全国調査, 家畜衛生試験研究報告, 90, 35-60 (1987)
- 8) Mekata H, Sekiguchi S, Konnai S, Kirino Y, Horii Y, Norimine J : Horizontal transmission and phylogenetic analysis of bovine leukemia virus in two districts of Miyazaki Japan, *J Vet Med Sci*, 77, 1115-1120 (2015)
- 9) Mekata H, Sekiguchi S, Konnai S, Kirino Y, Honkawa K, Nonaka N, Horii Y, Norimine J : Evaluation of the natural perinatal transmission of bovine leukaemia virus, *Vet Rec*, 176, 254 (2015)
- 10) Dimmock CK, Chung YS, MacKenzie AR : Factors affecting the natural transmission of bovine leukaemia virus infection in Queensland dairy herds, *Aust Vet J*, 68, 230-233 (1991)
- 11) Agresti A, Ponti W, Rocchi M, Meneveri R, Marozzi A, Cavalleri D, Peri E, Poli G, Ginelli E : Use of polymerase chain reaction to diagnose bovine leukemia virus infection in calves at birth, *Am J Vet Res*, 54, 373-378 (1993)
- 12) 千葉由純, 鈴木千尋, 小笠原房恵, 村井知恵 : 牛白血病ウイルス感染母牛における子宮内感染の発生状況, *岩獣会報*, 40, 46-48 (2014)
- 13) Reber AJ, Lockwood A, Hippen AR, Hurley DJ : Colostrum induced phenotypic and trafficking changes in maternal mononuclear cell in peripheral blood leukocyte model for study of leukocyte transfer to the neonatal calf, *Vet Immunol Immunopathol* 109, 139-150 (2006)
- 14) Romero CH, Cruz GB, Rowe CA : Transmission of bovine leukemia virus in milk, *Trop Anim Health Prod*, 15, 215-218 (1983)
- 15) Baumgartener L, Olson C, Onuma M : Effect of pasteurization and heat treatment on bovine leukemia virus, *J Am Vet Med Assoc*, 169, 1189-1191 (1976)
- 16) Kanno T, Ishihara R, Hatama S, Oue Y, Edamatsu H, Konno Y, Tachibana S, Murakami K : Effect of freezing treatment on colostrum to prevent the transmission of bovine leukemia virus, *J Vet Med Sci*, 76, 225-257 (2014)
- 17) 山本祐輔, 日高健雅, 今井佳積, 尾形康弘, 吉上 渉, 間陽子, 竹嶋伸之輔, 松本有生 : BLV感染牛の凍結初乳給与による新生子牛の感染状況について, *広島県獣雑誌*, 27, 11-14 (2012)
- 18) Buxton BA, Schultz RD : Factors affecting the infectivity of lymphocytes from cattle with bovine leukosis virus, *Can J Comp Med*, 48, 365-369 (1984)
- 19) Kohara J, Konnai S, Onuma M : Experimental transmission of Bovine leukemia virus in cattle via rectal palpation, *Jpn J Vet Res*, 54, 25-30 (2006)
- 20) 松田敬一, 佐藤真由美, 大橋さやか, 遠藤祥子, 村松良永, 小井田有美, 鈴木一教 : 臨床現場での牛白血病清浄化対策と問題点, *産業動物臨床医誌*, 7, 153-162 (2018)
- 21) Aida Y, Murakami H, Takahashi M, Takeshima S : Mechanisms of pathogenesis induced by bovine leukemia virus as a model for human T-cell leukemia virus, *Front Microbiol*, 4, 328 (2013)
- 22) 高橋 貢 : 血液検査法, 家畜の臨床検査, (高橋 貢, 板垣 博 編), 70-71, 医歯薬出版, 東京 (1973)
- 23) Kobayashi S, Tsutsui T, Yamamoto T, Hayama Y, Kameyama K, Konishi M, Murakami K : Risk factors associated with within-herd transmission of bovine leukemia virus on dairy farms in Japan, *BMC Vet Res*, 6, 1 (2010)
- 24) Ohshima K, Okada K, Numakunai S, Yoneyama Y, Sato S, Takahashi K : Evidence on horizontal transmission of bovine leukemia virus due to blood-sucking tabanid flies, *Nihon Juigaku Zasshi*, 43, 79-81 (1981)
- 25) Buxton BA, Hinkle NC, Schultz RD : Role of insects in the transmission of bovine leukosis virus: potential for transmission by stable flies, horn flies, and tabanids, *Am J Vet Res*, 46, 123-126 (1985)
- 26) 消費・安全局動物衛生課 : 牛白血病に関する衛生対策ガイドライン, 農林水産省, 東京 (2015)