

## 第 二 部



## 4. 与那国島で発生した牛流行熱の疫学解析

家畜衛生試験場  
銘苅裕二、石井圭子  
八重山家畜保健衛生所  
仲松耕平、荒木美穂

### 【はじめに】

牛流行熱(以下、BEF)は牛と水牛の急性感染症であり、届出伝染病に指定されている。蚊やヌカカなどの節足動物の吸血によって媒介されるアルボウイルス感染症の一つで、原因ウイルスは牛流行熱ウイルス(以下、BEFV)である。主な臨床症状として、突発的な発熱(41~42℃)、流涎、四肢の関節痛や浮腫、起立不能、乳量低下等があり、多くは1~3日後には症状が回復する(図1)。感染を予防するためには牛流行熱ワクチンの2回接種が必要である。BEFは東南アジアなどの熱帯・亜熱帯地域に常在し、ウイルスは初夏に発生する季節風によって媒介昆虫とともに日本国内へ侵入すると考えられる[1]。そのため、日本の最西端に位置する与那国島は、亜熱帯地域に属することから吸血昆虫の活動が活発であり、また、台湾に最も近接するためウイルスの伝播及び侵入リスクは非常に高いことが考えられる(図2)。

本県における発生は2019年を含めて過去に7度あり、ほとんど八重山地域に局限している。1976、1989、2001、2012年と約10年おき大流行している。また、八重山地域と同時期に台湾や中国など周辺地域での発生も確認されており、発生の関連性が強く示唆される(図3)。

今回、4年ぶりに与那国島で局限して発生を確認し、疫学解析並びに流行株の分子系統樹解析を行ったのでその概要を報告する。

### 【発生状況と農場概要】

2019年6月下旬、肉用牛繁殖農家1戸で発熱、元気消失、食欲不振、起立嫌悪といったBEF疑いの通報があった。病性鑑定を実施したところBEFと診断された。そのため、7月下旬および8月下旬に与那国島の全農場24戸、467頭に緊急ワクチン接種を実施した。しかし、その後も同様の症状を示す牛が相次いで確認され、10月上旬までに肉用牛繁殖農家18戸129頭でBEF疑いの報告があった。

**牛流行熱(Bovine Ephemeral Fever)**

牛と水牛の急性感染症(届出伝染病)

**【原因】**牛流行熱ウイルス(BEFV)  
蚊やヌカカによって媒介されるアルボウイルス

**【臨床症状】**突発的な発熱(41~42℃)、流涎、四肢の関節痛や浮腫、起立不能、乳量低下等→1~3日後には症状が回復

**【予防法】**牛流行熱ワクチン

出典: 動物衛生研究所 九州研究部誌

図1 牛流行熱について

**アルボウイルス常在地と与那国島の位置**

吸血昆虫の活動が活発  
アルボウイルス常在地に近接  
→伝播・侵入リスクが高い

図2 アルボウイルス常在地と与那国島の位置

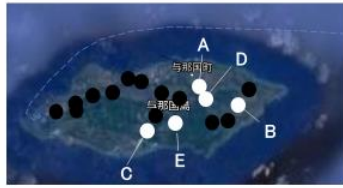
**本県におけるBEF発生状況**

発生年月	発生地	戸数 頭数	周辺地域の発生
1976年 9~10月	石垣島、西表島、小浜島、黒島、与那国島、竹富島	270戸 576頭	
1989年 5~6月	石垣島全域、西表島、小浜島	86戸 333頭	台湾
2001年 10月~ 2002年 1月	石垣島全域、西表島全域、小浜島、波照間島、黒島、多良間島、与那国島	645戸 1417頭	台湾
2004年 10月	石垣市	1戸 4頭	台湾
2012年 9月 2013年 1月	石垣市、西表島、小浜島、黒島	180戸 1011頭	中国、中東(毎年) トルコ(大流行) 台湾(サーベイ)
2015年 9月	石垣市	6戸 43頭	台湾
2019年 6~9月	与那国島	18戸 129頭	台湾

- ・ほとんどの発生が八重山諸島に局限
- ・約10年おき(1976、1989、2001、2012年)に大流行  
→牛の更新による感染抗体保有率の低下が原因
- ・同時期に周辺地域(台湾、中国など)で発生

図3 本県におけるBEF発生状況

## 2019年 与那国島のBEF発生状況



6/26 肉用牛繁殖農家1戸でBEF疑いの通報  
 7月下旬～8月下旬 全農場緊急ワクチン接種(24戸、467頭)  
 →その後も発生が相次ぐ  
 6/26～10/3 肉用牛繁殖農家18戸、129頭で発生  
 5戸(A～E)について病性鑑定を実施

図4 与那国島における発生分布

## 病性鑑定を実施した農場の概要

農家名	飼養頭数	通報日	発症個体 No.	発症日
A	母牛15頭 子牛8頭	6/26	1	6/17
			2	6/26
B	母牛15頭 子牛8頭	7/9	3	7/6
			4	7/11
D	母牛13頭 子牛4頭	7/24	5	7/23
			6	9/13
E	母牛29頭 子牛18頭	9/17	7	9/16
			8	9/16
			9	9/8
			10	8/31

ワクチン接種前に発生 ( Farms A, B, C )  
 ワクチン(2回)接種後に発生 ( Farm E )

図5 発生農場概要

## 病性鑑定結果

農家名	発症個体 No.	体温(°C)	WBC数 (×10 <sup>2</sup> /μl)	BEFV PCR		抗体検査		post採材時の Vac接種の有無	ウイルス分離
				+	<2	+	<2		
A	1	40.2	49	-	64	32	無	無	-
	2	39.7	96	+	<2	4	無	無	+
B	3	40.6	106	+	2	8	無	無	+
	4	40.6	108	+	<2	32	1回のみ(1/24)	-	-
D	5	40.0	不明	+	NT	NT	NT	無	-
	6	39.9	61	+	64	2048	2回	無	-
	7	40.0	109	+	4	512	2回	無	-
	8	39.6	108	+	32	512	2回	無	-
E	9	39.9	107	-	512	1024	1回のみ(1/24)	無	-
	10	熱なし	129	-	512	512	2回	無	-

- ・発症牛7頭から牛流行熱ウイルス特異遺伝子を検出
- ・PCR陽性個体の前後血清で抗体価の有意上昇を確認
- ・乳のみマウス脳内接種の3代目よりウイルスを分離

牛流行熱(BEF)と診断

図6 病性鑑定結果

## G遺伝子(403塩基)分子系統樹(NJ法) 遺伝子解析結果

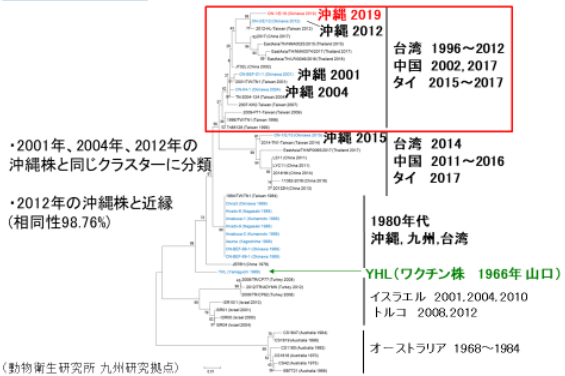


図7 遺伝子解析結果

今回、地図に示すA～Eの5戸について病性鑑定を実施した(図4)。発生農場概要は図で示すとおりである(図5)。A～Dはワクチン接種前に発生し、Eは2回のワクチン接種後にBEFの発生報告があった。

### 【病性鑑定:材料と方法】

初発農場を含め病性鑑定依頼のあった5農場(A～E)の発症牛10頭(A:2頭,B:1頭,C:1頭,D:1頭,E:5頭)から採材した EDTA 加血液、ヘパリン加血液、前後血清を用いて以下の検査を実施した。

1. BEFV 遺伝子検査: EDTA 加血液を用いて BEFV RT-PCR 法を実施した。
2. ウイルス分離: 洗浄赤血球やバフィーコートを用い、ハムスター肺由来 HmLu-1 細胞、ハムスター腎由来 BHK-21 細胞およびアフリカドリザル腎由来 Vero 細胞に接種後、34°Cで回転培養し、5代継代を行った。また、乳飲みマウス脳内接種試験を実施し、3代継代を行った。
3. 抗体検査: 前後血清を用い、BEFV に対する中和試験を実施した。

験を実施した。

4. 遺伝子解析: EDTA 加血液から抽出した RNA を用い、G 遺伝子を標的とした RT-PCR 法を実施した。その後、ダイレクトシーケンス法により部分配列を決定し、分子系統樹解析を実施した。

### 【病性鑑定結果】

1. BEFV 遺伝子検査: 7 頭(A:1 頭, B:1 頭, C:1 頭, D:1 頭, E:3 頭)より BEFV 特異遺伝子を検出した(図6)。
2. 抗体検査: 6 頭(A:1 頭, B:1 頭, C:1 頭, E:3 頭)より抗体価の有意上昇を確認した(図6)。
3. ウイルス分離: 乳のみマウス脳内接種より 2 頭(A:1 頭, B:1 頭)の血液からウイルスが分離された(図6)。
4. 遺伝子解析: G 遺伝子の部分配列 403bp について相同性検索を実施したところ、2017 年の中国株や 2015～2017 年のタイ株と近縁であった。また、2001、2004、2012 年沖繩株と同じクラスターに分類され、2012 年沖繩株と最も近縁(塩基配列相同性 98.76%)だった(図7)。

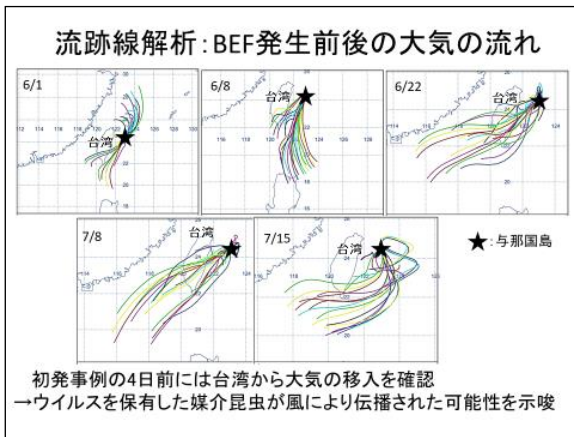


図8 流跡線解析結果

### 【流跡線解析:方法と結果】

HYSPLITを用い、発生前の6月1日から1週間または2週間毎にBEF発生前後の与那国島への大気の流れを解析した結果、初発事例の4日前(6月22日)には台湾全土から与那国島へ大気の移入を確認された(図7)。

### 【まとめと考察】

BEFは約10年おきに八重山地域で大流行しているが、抗体保有牛の更新によって抗体保有率が落ちることで起こっているものと推察される。遺伝子解析より2019年沖縄株は2012年沖縄株と近縁であった。既報では、2004年沖縄株に対してワクチンは有効であると証明されており[2]、また、2004年沖縄株と2012年沖縄株のG蛋白のアミノ酸配列がほぼ同じと報告がある[3]。G蛋白とはウイルス表面蛋白を指し、中和や感染防御に関わる主要な抗原で

ある。2004年沖縄株と2012年沖縄株の抗原がほぼ同じであることから、2012年沖縄株に対してワクチンは有効であると推察され、また、2019年沖縄株に対しても現行ワクチンは有効であると推察された。

流跡線解析より初発事例の4日前には台湾全土から与那国島へ大気の移入を確認し、BEF発生直前の大気の流れより、台湾からウイルスを保有した媒介昆虫が与那国島に飛来した可能性あると示唆された。

今回、BEFの発生後に緊急ワクチン接種を実施したが、ワクチン接種後も相次いで発生した。その理由として十分に免疫が得られる前に感染したものと推察される。母牛群の免疫を得るためには、流行前にワクチン接種を行うよう指導する必要がある。

### 【引用文献】

- [1] 早山陽子, 梁瀬徹: 獣医疫学雑誌, 20(1), 72-74(2016)
- [2] Kato T, Aizawa M, Takayoshi K, Kokuba T, Yanase T, Shirafuji H, Tsuda T, Yamakawa M, : Phylogenetic relationships of the G gene sequence of bovine ephemeral fever virus isolated in Japan, Taiwan and Australia, Vet. Microbiol, 137, 217-223(2009)
- [3] Niwa T, Shirafuji H, Ikemiyagi K, Nitta Y, Suzuki M, Kato T, Yanase T: Occurrence of bovine ephemeral development of a reverse-transcription polymerase chain reaction assay to detect bovine ephemeral fever virus gene, J Vet Med Sci, 77, 455-460(2015)

## 5. 3カ月齢の黒毛和種子牛にみられた地方病性牛白血病の1症例

家畜衛生試験場

○石井 圭子 銘苅 裕二

中央家畜保健衛生所

高木和香子 鈴木 萌美

### 【はじめに】

地方病性牛白血病 (EBL) は牛白血病ウイルス (BLV) の感染に起因し、B 細胞性の白血病やリンパ腫を主徴とする届出伝染病である。BLV は B リンパ球を標的とし、細胞の DNA に組込まれプロウイルスとして存在する。ウイルスは直腸検査・去勢・断尾等の人為的作業やアブなどの吸血昆虫の媒介で起こる水平感染や、子宮内・産道・乳汁を介して起こる垂直感染など、血液や体液によって伝播される。病態として、無症状、持続性リンパ球増多症、致死性リンパ肉腫が挙げられる。EBL は BLV 感染牛の数%程度で発症し、発症すると致死性リンパ肉腫の病態となり、と畜場で発見された場合は全廃棄される。通常 2~3 歳齢以上の成牛で発症するとされているが、近年、発症牛の若齢化がみられ生産現場で問題となっている。今回、本県において、3 カ月齢の黒毛和種子牛の EBL を確認したので、概要を報告する。

### 【農場概要、発生状況および経過】

農場は沖縄本島南部の黒毛和種繁殖農場で、計 30 頭(母牛 18、育成 4、子牛 8)を飼養していた。母牛は繋ぎ飼いで、子牛は牛房内で他の母牛と接触可能な状態で放飼され、牛白血病対策は未実施だった。

2019 年 5 月 20 日に畜主が約 3 カ月齢の子牛において後肢付け根の腫脹を発見した。5 月 23 日に活力低下、脱水、眼球やや陥没、両側の浅頸および腸骨下リンパ節のミカン大の腫脹を診療獣医師が確認し、家保へ BLV 関連検査依頼があり、その後 6 月 7 日に予後不良と判断され、病性鑑定解剖を実施した(図1)。

### 【材料と方法】

当該子牛について以下に示す検査を行った(図 2、図 3)。なお、遺伝子検査と抗体検査は BLV 浸潤状況調査として農場で飼養する母牛についても実施した。

### 農場概要、発生状況および経過

#### 【農場概要】

所在地：沖縄本島南部  
飼養形態：黒毛和種、繁殖  
飼養頭数：30頭（母牛18、育成4、子牛8）  
飼養状況：牛白血病対策は未実施  
母牛は繋ぎ、子牛は牛房内で放飼（他の母牛と接触可）



#### 【発生状況および経過】

5月20日 畜主が約3ヶ月齢子牛(2019年2月2日生)の後肢付け根が腫脹していること発見  
5月23日 活力低下、脱水、眼球やや陥没、両側の浅頸および腸骨下リンパ節のミカン大腫脹を確認  
→診療獣医師よりBLV関連検査依頼  
6月 7日 鑑定殺

図 1 農場の概要、発生状況および経過

### 病性鑑定：材料と方法

- 1.血球成分測定、塗抹検査：EDTA加血液  
全自動血球計数器、ギムザ染色による鏡検
- 2.LDH検査：血清  
①総活性値：ドライケミストリー法  
②アインザイム測定：アガロースゲル電気泳動法
- 3.剖検：定法通り
- 4.一般細菌検査：主要 6 臓器/血液寒天培地、好気培養
5. BLV抗体検査：血清/ELISA法  
※農場のBLV浸潤状況調査として、全ての母牛についても実施

図 2 病性鑑定：材料と方法(1)

6. BLV 遺伝子検査：EDTA加血液、各臓器から抽出したDNA  
①Nested-PCR (env領域)  
②リアルタイムPCR (q-PCR) (tax,LTR領域)  
③B細胞クローナリティ解析  
④遺伝子解析 (系統樹解析、env遺伝子欠損の確認)  
※農場のBLV浸潤状況調査として、全ての母牛についても実施
- 7.病理組織学的検査：主要 6 臓器、全身リンパ節  
①HE染色  
②免疫組織化学的染色 (IHC)

使用抗体	CD20	CD3	CD5
標的細胞	B細胞	T細胞	B1細胞 T細胞

図 3 病性鑑定：材料と方法(2)

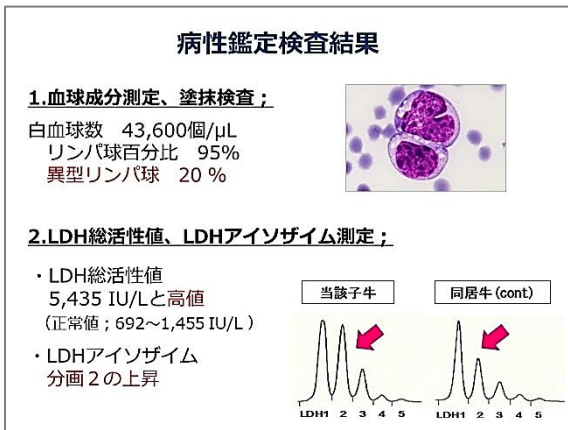


図4 当該子牛の病性鑑定検査結果(1)



図5 当該子牛の病性鑑定検査結果(2)

1. 血球成分測定、塗抹検査: 当該子牛の EDTA 加血液を用いて全自動血球計数器による血球計算とギムザ染色による鏡検を実施した。
2. LDH 検査: 当該子牛の血清を用いてドライケミストリー法による総活性値測定とアガロースゲル電気泳動法によるアイソザイム測定を実施した。
3. 剖検: 当該子牛について、定法に従って実施した。
4. 一般細菌検査: 当該子牛の6臓器(脳、心臓、肺、肝臓、脾臓、腎臓)を用いて血液寒天培地にて好気培養を実施した。
5. BLV 抗体検査: 当該子牛および母牛 18 頭(当該子牛の母牛を含む)の血清を用いて ELISA 抗体検査を実施した。
6. BLV 遺伝子検査: 当該子牛および母牛 18 頭(当該子牛の母牛を含む)の EDTA 加血液および当該子牛の臓器から抽出した DNA を用い Nested-PCR (env 領域)、リアルタイム PCR (tax, LTR 領域)、B 細胞クローナリティ解析、遺伝子解析(系統樹解析、env 遺伝子欠損の有無)を実施した。
7. 病理組織学的検査: 当該子牛の 6 臓器(前述のとおり)と全身リンパ節を用いて HE 染色、および CD3、CD5、CD20 による免疫組織化学的染色 (IHC) を実施した。

**【病性鑑定結果】**

当該子牛の病性鑑定検査結果を図4~6に示す。

1. 血球成分測定、塗抹検査: 白血球 43,600 個/ $\mu$ L と高値を示し、リンパ球百分比は95%でそのうち異型性を示すものは20%であった。

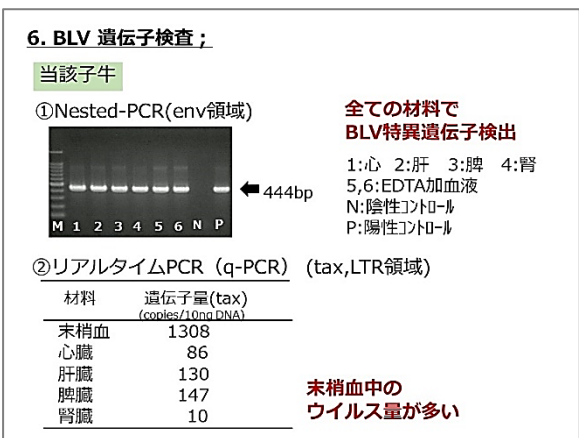


図6 当該子牛の病性鑑定検査結果(3)

2. LDH 総活性値、LDH アイソザイム測定: LDH 総活性値は 5,435 IU/L と高値を示し、LDH アイソザイム分画 2 の上昇がみられた。
3. 剖検: 全身リンパ節の腫脹と肝臓および脾臓の腫大が特徴的であった。
4. 一般細菌検査: 有意菌分離陰性であった。
5. BLV 抗体検査: 当該子牛は抗体陽性で、S/P 値 4.468 であった。また、農場で飼養される母牛 18 頭のうち 13 頭が抗体陽性であった(陽性率 72%)。
6. BLV 遺伝子検査: 当該子牛の EDTA 加血液、心臓、肝臓、脾臓、腎臓において、Nested-PCR (env 領域) にて BLV 特異遺伝子が検出された。また、リアルタイム PCR (tax 領域) を実施した結果、遺伝子量はそれぞれ 1308、86、130、147、10 copies/10ngDNA となり、とくに末梢血中のウイルス量が高値を示した。

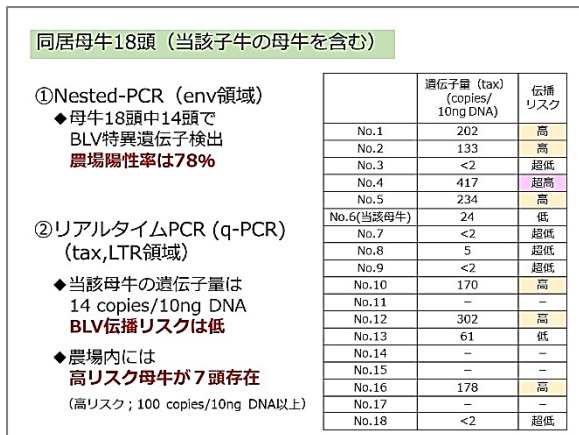


図7 母牛のBLVリアルタイムPCR結果(tax領域)

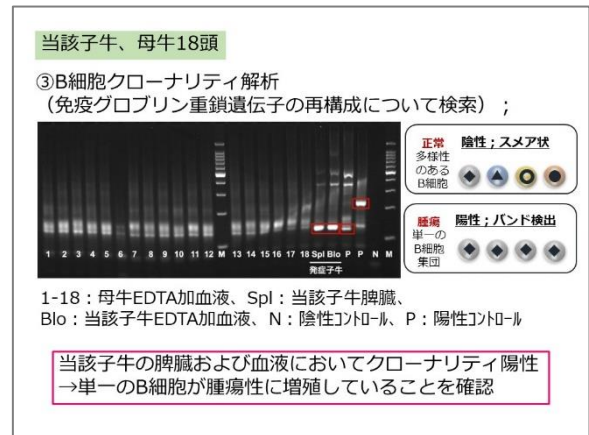


図8 B細胞クローナリティ解析結果

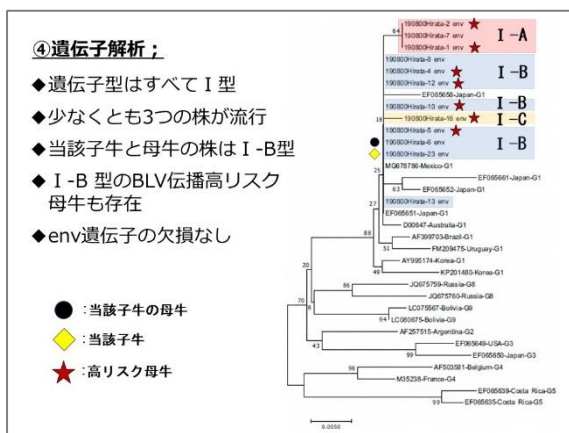


図9 BLV env領域の系統樹解析結果

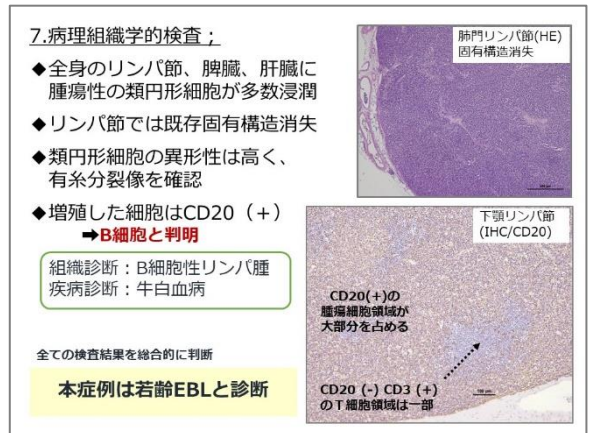


図10 病理組織学的検査結果

次に、当該子牛の母牛を含む農場で飼養される母牛のEDTA加血液について検査したところ、18頭中14頭でBLV特異遺伝子が検出され、陽性率は78%であった。当該子牛の母牛の遺伝子量は24 copies/10ng DNAで、BLV伝播リスクは低かったが、BLV伝播リスクが高いと考えられる100 copies/10ng DNA以上の母牛が農場内に7頭存在していることが判明した(図7)。続いて、当該子牛のEDTA加血液および脾臓と母牛18頭のEDTA加血液から得られたDNAを用いてB細胞クローナリティ解析を行った。本法はB細胞の免疫グロブリン重鎖遺伝子の再構成を検索することによって、体内でB細胞の腫瘍性のモノクローナルな増殖が起きているかを確認する方法である。正常の場合(未発症)は多様性のあるB細胞が存在することから画像はスマア状となるが、単一のB細胞の腫瘍性増殖が起きている場合は明瞭なバンドとして検出される。本症例では、当該

子牛の脾臓および血液においてクローナリティ陽性を示し、単一のB細胞が腫瘍性に増殖していることが確認された(図8)。また、遺伝子解析の結果、農場に浸潤していたBLVの遺伝子型はすべてI型で、少なくとも3つの株が流行していることが判明した。当該子牛と母牛の遺伝子型はI-B型で、I-B型のBLV伝播高リスク母牛も存在した(図9)。なお、env領域の遺伝子に欠損はみられなかった。

7. 病理組織学的検査: 全身のリンパ節、脾臓、肝臓に腫瘍性の類円形細胞が多数浸潤していることが確認され、リンパ節は既存の固有構造が消失していた(図10)。類円形細胞の異形性は高く、有糸分裂像もみられた。増殖した細胞はIHCにてCD20陽性でB細胞であることが判明し(図9)、組織診断はB細胞性リンパ腫、疾病診断は牛白血病とした。以上、これまでの検査結果を総合的に判断し、本症例は若齢牛のEBLと診断した。



## 【まとめと考察】

本症例は、異形性を伴う末梢血リンパ球増多症があること、LDH 総活性値および LDH 分画2の上昇があること、BLV 感染があり保有するウイルス量が高値であること、全身性のリンパ腫を呈し B 細胞のモノクローナルな増殖があることから、若齢子牛の EBL と診断した。

当該農場の BLV 陽性率は 78%で、BLV 伝播高リスク母牛が7頭存在し、それらの母牛と同居し牛房内で放飼されている当該子牛が大量のウイルスに暴露される可能性が高い状況であった。BLV 感染経路として、最初に当該母牛からの子宮内または産道感染が疑われたが、当該子牛の母牛が保有する BLV 遺伝子量は低いことから、他の BLV 伝播高リスク母牛からの乳汁感染やアブなどの吸血昆虫を介した機械的伝搬による水平感染の可能性も否定できず、感染経路の特定には至らなかった。

近年、生産現場で問題となっている EBL の発症は、一般に BLV の早期感染と宿主側の要因が関与するとされているが、若齢牛における EBL の病態や発症要因については不明な点が多い。農場への EBL 対策(吸血昆虫対策、分離飼育等)の指導を行うとともに、今後も症例を蓄積し、若齢発症に関する解析を進めることで発症要因等の解明に向けての一助とし、その対策に繋げることが重要と考えられた。

## 【謝辞】

本稿を作成するにあたり、ご協力・ご助言を賜りました宮崎大学の目堅博久先生、(国研)農研機構・動物衛生研究部門の新井鐘蔵先生に深謝します。

## 【引用文献】

- [1] 門田ら：牛 B 細胞性腫瘍の組織学的分類, Bull Natl Inst Anim Health,123, 11-22(2017)
- [2] 小西美佐子:地方病性牛白血病(EBL),日獣会誌, 68, 352-354(2015)
- [3] 今内覚：牛白血病—最近の知見と対策について—,動薬研究 71, 1-11(2015)

- [4] 高橋ら：PCR 法を用いた免疫グロブリン重鎖(IgH)のクロナリティ検出法の検討,函医誌,30(1), 70-75(2006)
- [5] Nishimori A et al. : Identification of an atypical enzootic bovine leukosis in Japan by using a novel classification of bovine leukemia based on immunophenotypic analysis, Clin Vaccine Immunol,24, e00067-17 (2017)
- [6] 萩原ら：牛白血病ウイルス感染牛におけるリンパ系腫瘍の組織学的検討,日獣会誌,67, 119-203(2014)
- [7] 前澤ら:牛白血病ウイルスのプロウイルス単クローン性組込みが証明された 21 カ月齢黒毛和種肥育牛の地方病性牛白血病,産業動物臨床医誌,6,161-164(2016)
- [8] 三浦ら:地方病性牛白血病発症マーカーとしての乳酸脱水素酵素活性の評価,産業動物臨床医誌,6,149-153(2016)
- [9] Mekata H et al. : Horizontal transmission and phylogenetic analysis of bovine leukemia virus in two districts of Miyazaki Japan, J Vet Med Sci, ,77(9),1115-1120 (2015)
- [10] Mekata H et al.: Evaluation of the natural perinatal transmission of bovine leukaemia virus, Vet Rec,176(10), 254-254 (2015)
- [11] 目堅博久：牛白血病ウイルス感染症の検査法とその特徴,産業動物臨床医誌,6,増刊号, 221-226(2016)
- [12] Mekata H et al. : Cattle with a low bovine leukemia virus proviral load are rarely an infectious source, J Vet Res, 66(3),157-163(2018)
- [13] Mekata H et al.: New hematological key for bovine leukemia virus-infected Japanese Black cattle, J Vet Med Sci, 80(2), 316-319 (2018)
- [14] 目堅ら：若齢の白血病発症牛で認められた牛白血病ウイルスの env 領域 188 アミノ酸の脱落,第 157 回日本獣医学会学術集会抄録(2014)
- [15] 若槻ら：若齢牛において地方病性牛白血病と診断した 1 例,日獣会誌,72,608-613(2019)

## 6. 琉球在来豚アグー母豚の血液生化学性状 -生産性向上を目指して

北部家畜保健衛生所  
 ○仲村 望  
 畜産研究センター  
 親泊 元治

### 【はじめに】

琉球在来豚アグー(以下、アグー)は、約 600 年前に中国から導入された豚が起源とされる沖縄固有の貴重な在来豚であり、優れた肉質を持ち県内外に高い知名度を誇っている(図 1)。

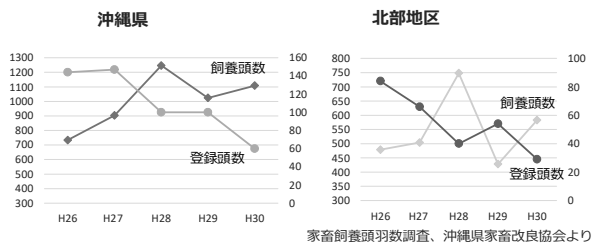
### 琉球在来豚アグーとは

- ・アグーは約600年前に中国から導入された豚が起源とされ、沖縄固有の貴重な在来豚
- ・パークシャー種によるアグーの改良後、第二次世界大戦の影響や西洋種の導入により絶滅寸前になったが、1980年代より戻し交配が行われ、戦前に近い形質に還元された
- ・アグーは、優れた肉質を持つ沖縄固有の豚として県内外にて高い知名度を誇るブランド豚

(図 1)

アグーの県内飼養頭数は平成 30 年 10 月時点 1,100 頭ほど、沖縄県家畜改良協会によるアグー登録頭数は平成 26 年度には 144 頭だったが、平成 30 年度は 60 頭と年々減少している。今後、純系アグーの頭数が減少しブランド維持が困難になることが懸念される(図 2)。

### アグー頭数の推移



#### 飼養頭数は横ばい、新規登録頭数が減少

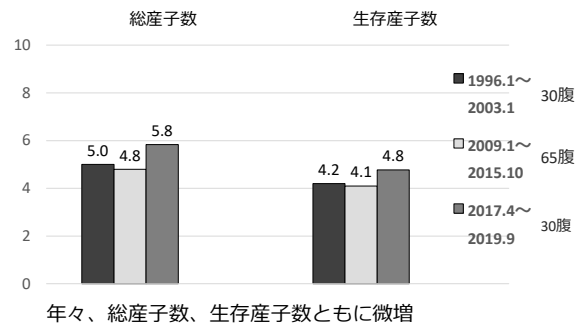
今後、飼養頭数が減少しブランド維持が困難になる可能性  
 ⇒生産性向上が求められる

(図 2)

また、アグーは一般母豚(西洋品種)に比べ体型が

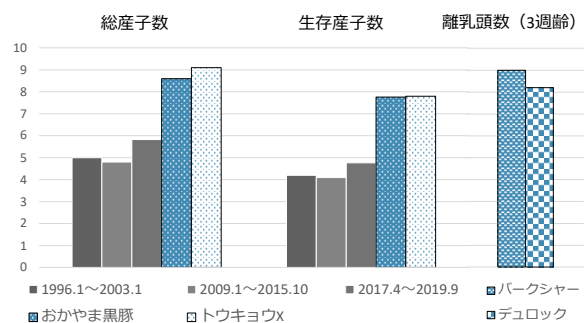
小さく繁殖性に劣っており、平均総産子数 5.8 頭、生存産子数 4.8 頭と一般母豚の半分程度であり、アグー母豚の繁殖性向上が求められる(図 3 および図 4)。

### 繁殖成績 アグー母豚 (畜産研究センター)



(図 3)

### 繁殖成績 一般豚



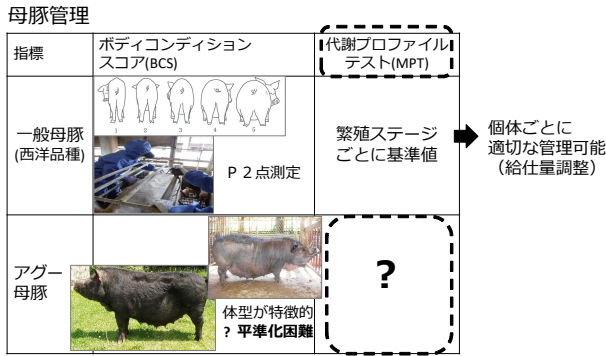
肉質重視のパークシャー(B)種、デュロック(D)種と比べアグー母豚の産子数は依然として少ない

(図 4)

【目的】一般母豚では、ボディコンディションスコア(BCS)や背脂肪厚(P2 点)測定、代謝プロファイルテスト(MPT)を実施し、栄養状態を繁殖ステージごとに最適化し繁殖成績を高めている。しかしながら、アグーは背中が湾曲、下垂した独特の体形を持ち BCS や P2 点にて平準化できない。また、アグーの血液生化学データがほとんどないことから、アグー母豚にて血液生化学検査を実施し MPT の

基準値を検討した(図5)。

## 目的 アグーのMPT基準値の検討



(図5)

【方法】平成30年2月に畜産研究センターにて採材したアグー母豚血清18検体、比較対照として一般母豚(ランドレース、大ヨークシャー、交雑種)血清17検体を用い、血液生化学検査18項目をドライケミストリー法にて実施した。統計検定は、Wilcoxon/Kruskal-Wallisの順位和検定を用いた。

## 材料・方法

材料：血清35検体(H30.2月採血 沖縄県畜産研究センター)  
アグー母豚18頭、一般母豚(L,W,交雑種)17頭

方法：ドライケミストリー法(使用機器：富士ドライケム7000)

項目：総コレステロール(T-cho)、総蛋白質(TP)、中性脂肪(TG)、グルコース(Glu)、アルブミン(Alb)、クレアチニン(Cre)、尿素窒素(BUN)、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ(GOT,AST)、γ-グルタミルトランスフェラーゼ(GGT)、アラニンアミノトランスフェラーゼ(GPT)、総ビリルビン(Tbil)、乳酸脱水素酵素(LDH)、カルシウム(Ca)、リン(IP)、マグネシウム(Mg)、ナトリウム(Na)、カリウム(K)、クロール(Cl)

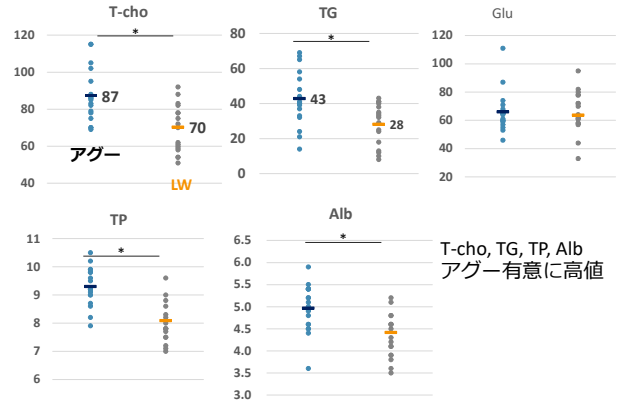
統計処理：JMP Pro(ver14.0.0) Wilcoxon/Kruskal-Wallisの順位和検定

(図6)

【結果および考察】アグー母豚はTcho、TP、TG、Alb、GOT、GGT、LDHの7項目が一般母豚より有意に高値であった。Tcho 平均値  $87.2 \pm 13.8\text{mg/dl}$ (最大値  $115\text{mg/dl}$ )、TP 平均値  $9.3 \pm 0.7\text{mg/dl}$ (最大値  $10.5\text{mg/dl}$ )と一般母豚に比べ全体的に高値であり、TGは平均値  $42.7 \pm 15.1\text{mg/dl}$ (最小値  $14\text{mg/dl}$  最大値  $69\text{mg/dl}$ )と個体差が大きかった(図7)。アグーは一般豚に比べ筋肉内脂肪が多くオレイン酸・コレステロール含量等が高いことが明らかになっているが、血中でも同様にTcho、TG量が多く、アグー独特の脂質代謝等の影響によるものと推測された。また、Tcho、

TG共に著高である母豚は繁殖障害に陥っている可能性が示唆された。

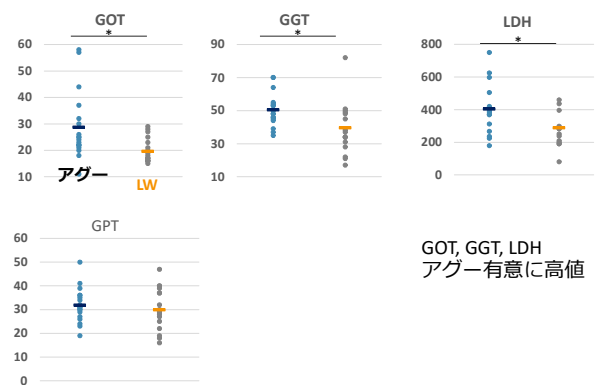
## 結果 エネルギー・蛋白質代謝



(図7)

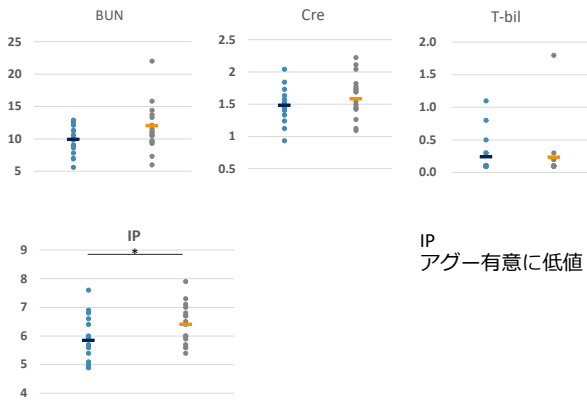
肝臓マーカーの項目については、GOT(平均  $28.7 \pm 12.4\text{mg/dl}$ )およびGGT(平均  $50.4 \pm 9.6\text{mg/dl}$ )、LDHは一般母豚と比較して有意に高値であり、脂質代謝の特性故に生理的に肝臓への負荷がかかりやすいことが示唆された(図8)。脂質代謝や肝臓マーカーの項目については、MPTとして一般母豚の数値を参考にするより、アグーの計測値と比較することが推奨される。その他の項目について、IPおよびKは一般母豚に比べてアグーは低値であった(図9および図10)。

## 結果



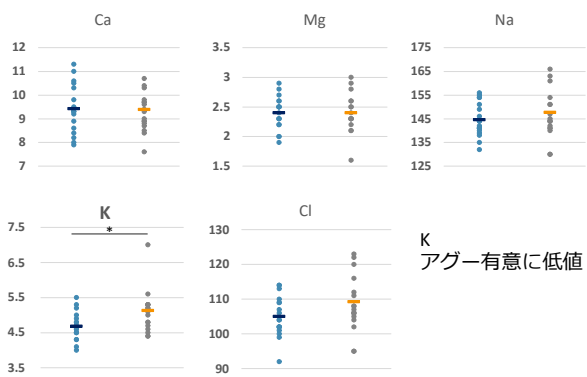
(図8)

## 結果



(図 9)

## 結果



(図 10)

今後は、アグー母豚の給与飼料成分・給餌量や繁殖成績と血液生化学性状との関連性をより詳細に明らかにし、アグー母豚の栄養状態を適切に管理することによって生産性向上へつなげていきたい(図 11)。

## まとめ

脂質・蛋白質代謝、肝機能項目については一般母豚の標準値と比較するのではなく、アグー母豚の計測範囲を参考にすることが必要であると思われた

### <今後>

給与飼料成分・給餌量や繁殖成績と血液生化学性状との相関を明らかにする

? アグー母豚に適した栄養管理を可能

? 生産性向上へ

(図11)

## 7. 山羊の消化管内線虫症における病理学的解析

家畜衛生試験場 ○奥村尚子ほか  
八重山家畜保健衛生所 荒木 美穂  
中央家畜保健衛生所 高木 和香子  
北部家畜保健衛生所 三島 章子

### 【背景と目的】

2018 年度より山羊の生産性防除要因の特定のため、積極的に山羊の病性鑑定を実施している。温暖な気候の本県では、山羊の病性鑑定を行う際、頻繁に内部寄生虫に遭遇する。2018 年4月～2019 年 12 月に、25 症例病理組織検査を実施した。消化管内線虫が関与すると診断された例は8/25 症例で全体の約 32%を占めた。8症例について発生傾向や解剖所見、組織所見をまとめた結果、共通する発生傾向や病理所見を得たので概要を報告する。

### 【山羊の消化管内線虫について】

最も一般的でめん山羊へ症状を引き起こすのは図1の3種とされる。互いに生活環がよく似ており、混合感染が多く認められる。成虫の産卵数が多く、胃粘膜で吸血を行う捻転胃虫(*Haemonchus contortus*)が最も病原性が高いとされる[1]。世界中で定期駆虫による駆虫薬への抵抗性獲得が問題視されている[1]。

### 消化管内寄生線虫 (GIN:Gastrointestinal nematode)

- 最も一般的かつめん山羊へ症状を引き起こすのは以下の3種
  - 生活環がよく似ており、混合感染がほとんど
  - **定期駆虫による、駆虫薬への抵抗性獲得が世界中で問題視**
- ①捻転胃虫(*Haemonchus contortus*)  
尖刃刀状の口器による第四胃粘膜傷害 吸血と出血
  - ②羊のオステルターグ胃虫  
(*Teladorsagia/Ostertagia circumcincta*)  
胃腺傷害による消化機能低下
  - ③毛様線虫類の *Trichostrongylus* 属(*T.vitrinus* /*T.axei*)  
胃腺傷害による消化機能低下

めん山羊の内部寄生虫防制ハンドブック 2019年より

### 図1 消化管内線虫について

消化管内線虫の生活環(図 2)は、草地で生活するステージ(虫卵～L3まで)とめん山羊体内へ寄生するステージ(L4～成虫)に分かれる。草地へ排出された糞便中の虫卵は孵化した後、糞や土壤に含まれる微生物を摂食し脱皮を行いながら成長する。感染性のあるL3幼虫は、めん山羊が採食しやすい高さまで牧草を登

り、水滴に潜む。草とともに採食されると宿主の第四胃または腸管粘膜面に寄生し、産卵する。

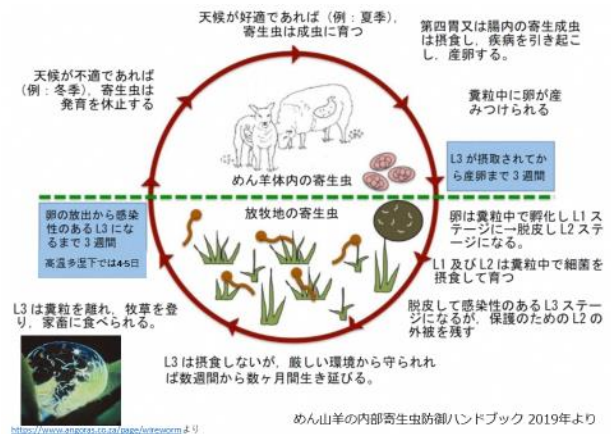


図 2 消化管内線虫症の生活環について

### 【材料と方法】

2018 年8月から2019 年 11 月の消化管内線虫症と診断された8症例について、発生月、年齢、性別、症状などの概要をまとめた。血液検査(3/8例)、細菌検査(1/8例)、糞便検査(6/8例)、病理組織学的検査(8/8例)を行った。細菌検査は、脳、心臓、肺、肝臓、脾臓、腎臓、胸水を血液寒天培地で5%炭酸ガス培養および嫌気培養、肺と胸水についてはチョコレート寒天培地で5%炭酸ガス培養した。また、肺を用いて *Mycoplasma agalactiae*、*M. mycoides* subs. *capri* および *Mycoplasma mycoides* cluster の遺伝子検査、マイコプラズマの分離培養を実施した。なお、*Mycoplasma mycoides* cluster とは *M. mycoides* subsp. *mycoides*、*M. mycoides* subsp. *capri*、*M. capricolum* subsp. *capricolum* および *M. capricolum* subsp. *capripneumoniae* を検出するプライマーである。分離培養は、BHL 寒天培地で 37℃、5%炭酸ガス下で7日間培養した。糞便検査は、直腸便を用いて、マックマスター法にてオーシスト数および虫卵数を検出した。病理組織学的検査は、脳、心臓、肺、肝臓、脾臓、腎臓、腸管、骨格筋などを、ヘマトキシリン・エオジン染色(HE染色)のほか、必要に応じて特殊染色を実施した。

**【結果】**

発生概要について、冬季(1~3月)は発生なく、子山羊と周産期雌山羊が5/8例(62.5%)を占めた。性別では、7/8例が雌(87.5%)で、斃死後の解剖が7/8例(87.5%)であった(図3)。

症例	1	2	3	4	5	6	7	8
発生年/月	2018/8	2018/12	2018/12	2019/4	2019/5	2019/6	2019/8	2019/11
年齢	2カ月	3カ月	1.7歳	2歳	3カ月	不明	2歳	2.5歳
時期	幼獣	幼獣	妊娠中	分娩後	幼獣	成獣	成獣	成獣
性	雌	雌	雌	雌	雄	雌	雌	雌
状態	斃死	斃死	斃死	斃死	斃死	瀕死鑑定殺	斃死	斃死
血液検査	NT	NT	NT	NT	NT	前日採血	死亡7日前	死亡7日前
細菌検査	NT	NT	NT	NT	+	NT	NT	NT
糞便検査	+	+	+	+	+	+	NT	NT

NT:未実施

図3 症例概要について

最も一般的な症状は、食欲不振や食欲廃絶などで、畜主が粘膜蒼白を認めた時には、ヘマトクリット値は10%以下で重度の貧血だった(症例6~8)。症状確認から死亡まで全例1カ月以内だった(図4)。

症例	1	2	3	4	5	6	7	8
時期	幼獣	幼獣	周産期	周産期	幼獣	成獣	成獣	成獣
食欲不振/廃絶	+	+	+	+			+	+
起立困難				+		+		+
粘膜蒼白				+		+	+	+
泥状便/水様便		+	+				+	+
頭頸部の浮腫						+	+	+
急死					+	+		
病日数	2	約20	約15	2	0	0	約7	約30
血液検査						前日採血	死亡7日前	死亡7日前
ヘマトクリット値	NT	NT	NT	NT	NT	9.6%	5.8%	7.5%

図4 症状概要について

解剖所見では、第四胃粘膜の水腫、出血、虫体が6/8例(75%)と高率にみられ、腸間膜リンパ節の腫大や水腫、皮下浮腫、心冠部の膠様浸潤も中等度にみられた(図6)。肺の肝変化や乳白色胸水貯留や線維素析出など、細菌性肺炎やマイコプラズマの関与を疑う所見も認められた(図5)。

症例	1	2	3	4	5	6	7	8
時期	幼獣	幼獣	周産期	周産期	幼獣	成獣	成獣	成獣
第四胃の虫体		+		+		+	+	+
第四胃粘膜水腫/出血	粘膜剥離	+	+	+		+	+	+
腸間膜Lymph/水腫	+	+			+			+
下顎~頸部皮下浮腫						+	+	+
心冠部水腫/膠様浸潤						+	+	
肺線維素析出/肝変化	+		+		+			+
その他	筋肉など出血					胸水 心囊水 シラミ	心囊水	胸水 腹水

図5 解剖所見について

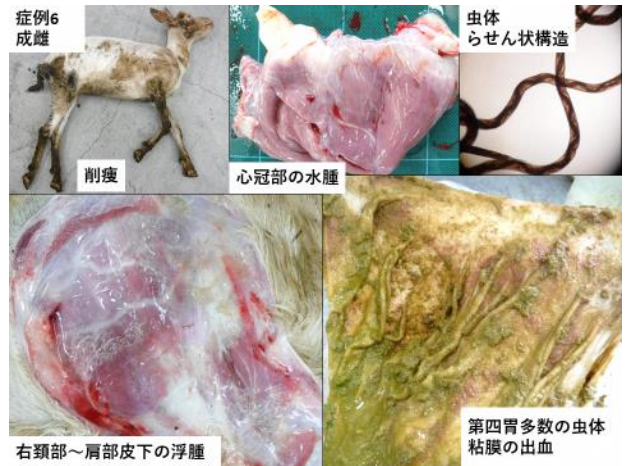


図6 症例6 解剖所見

糞便検査を症例1から6について実施した。線虫卵は1,000EPGを超えれば、重篤な寄生と解釈できる[1]。全例で線虫卵は1,000EPGを超え重篤な寄生状態であった。またほとんどの例は他の線虫やコクシジウムとの混合感染だった(図7)。

**糞便検査**

症例	1	2	3	4	5	6
線虫	数万	73,700	53,400	7,100	8,600	3,600
鞭虫				100(盲)	200	
乳頭糞線虫	4,400	2,400	400	4,100	600	
コクシジウムオーシスト	51,700			160	6,600	900

単位:EPG



線虫卵が1,000EPGを超えれば重篤な寄生状態と解釈可能  
めん山羊の内部寄生虫防衛ハンドブック 2019年より

図7 糞便検査について

病理組織検査では、第四胃において寄生線虫(図9左上)に起因する粘膜上皮の過形成や肥厚(図9右上)、粘膜水腫やリンパ管拡張、炎症細胞の浸潤が認められた。また3/8例(37.5%)では、原虫シズント構造が腸管にみられ(図9左下)、コクシジウムと判断した。解

剖所見の心冠部の水腫は、組織的にも確認された。肝臓の小葉中心性の肝細胞変性や壊死(図9右下)は、4/8例(50%)にみられた。その他、細菌性もしくはマイコプラズマ性肺炎の所見や、健康時にも時に観察される山羊の腎臓髓質への石灰沈着が認められた。

症例5は3カ月齢の幼獣で、解剖時に黄白色の胸水が多量に貯留しており、肺左前葉と胸壁が線維素で癒着していた(図10)。細菌検査を実施したところ、伝染性無乳症の起因菌である *M. agalactiae* が遺伝子検査で陽性となり、肺や胸水ほか複数臓器から、*Trueperella pyogenes* や *Staphylococcus aureus* 様菌が分離された。病理組織検査では、壊死、出血巣を伴う肺炎がみられ、壊死巣の周囲は、肺胞壁が肥厚し、線維芽細胞の増生。胸膜において線維素の析出や水腫性肥厚が認められた。肺炎と消化管内線虫症を併発し、斃死したと推察された。

症例	1	2	3	4	5	6	7	8
時期	幼獣	幼獣	周産期	周産期	幼獣	成獣	成獣	成獣
第四胃/十二指腸粘膜下や腔内の線虫				+		+	+	+
第四胃上皮過形成/粘膜肥厚							+	
第四胃粘膜水腫/リンパ管拡張	+			+				+
第四胃粘膜下炎症細胞浸潤				+		+	+	+
コクシジウム	結腸		回盲部	空腸				
心冠部水腫/リンパ管拡張							+	+
肝臓小葉中心性変性/壊死	+			+	+		+	
細菌性/マイコプラズマ性肺炎			+		+			
腎臓石灰沈着 髓質を主体			+		+	+		

図8 病理組織検査結果

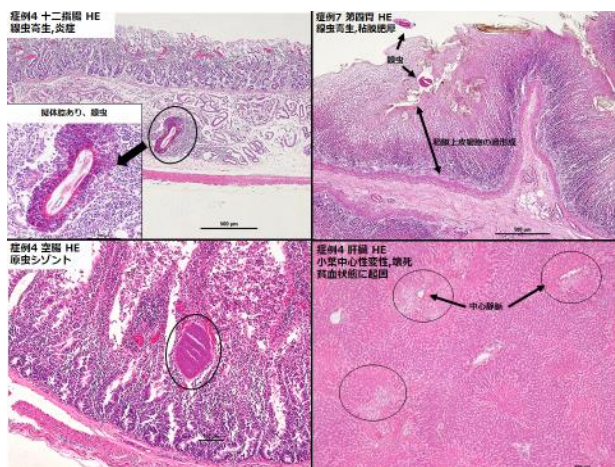


図9 HE写真



図10 症例5 解剖所見

【まとめ】

発生の傾向として、冬季に発生はみられなかった。また、母山羊からの移行抗体が消失し、生草を採食しはじめる離乳前後の幼獣や免疫力が低下する周産期の雌山羊での発生が多く、これらの時期は日々の健康観察が特に重要と考えられた。初期の症状として、食欲不振、増体不良を示し、一部症例では、軟便、水様性下痢が確認された。急性の捻転胃虫症では生前症状を示さず急死していた。病態が進行すると粘膜蒼白などの貧血、末期には低蛋白血症による皮下浮腫がみられ、初期症状確認後1カ月以内に死亡した。

解剖所見は組織所見と関連しており、第四胃への線虫寄生による炎症、粘膜肥厚、低蛋白血症による皮下浮腫、全身性的水腫、肝臓小葉中心性の肝細胞の変性、壊死が多くみられた。肝臓の病変は貧血に起因すると考えられた[2]。山羊における消化管内線虫症の病態形成機序は、第四胃へ線虫が寄生することによる機械的粘膜傷害、低蛋白血症、虫体の吸血や粘膜からの出血による貧血に起因すると考察した。また重篤に寄生されると死亡率が高い疾病であることがわかった。今後は、駆虫薬に頼る対策ばかりではなく、線虫の生態を理解した上で感染予防、線虫との共存を目指した飼養管理法を生産者と模索する必要がある。

【引用文献】

- [1] めん山羊の内部寄生虫防御ハンドブック(2019)
- [2] Edwards. E. E, Garner. B. C, et al. : Pathology of *Haemonchus contortus* in New World camelids in the southeastern United States: a retrospective review, J Vet Diagn Invest, 105-109(2016)

