

—知っておきたい感染症 (12)—

牛のアルボウイルス感染症

梁瀬 徹[†] (国研農研機構・動物衛生部門 越境性家畜感染症
研究領域 疫学・昆虫媒介感染症グループ)



はじめに

アルボウイルス (arbovirus) とは、arthropod-borne virus (節足動物媒介ウイルス) から作られた混成語で、吸血性の節足動物によって脊椎動物宿主へ媒介されるウイルスの総称である。アルボウイルスは、節足動物と脊椎動物宿

主の両方で増殖が可能であることが、節足動物での増殖を伴わず機械的に伝播されるウイルス (牛伝染性リンパ腫ウイルス、ランピースキン病ウイルス等) との大きな違いである [1]。アルボウイルスは、分類学的な意味合いを持たず、節足動物による伝播が感染環に含まれる、多様なウイルス群を全て包括している。媒介種は、蚊、ヌカカ、サシチョウカ、マダニの4つのグループに属し、個々のアルボウイルスに対して媒介能を持つ種は限られている。したがって、個々のアルボウイルスの伝播が起こる時期や地域は、それぞれの媒介種の生態に強く影響される。

媒介節足動物の吸血過程は、アルボウイルスの伝播において最も大きな役割を占めている。ウイルス血症を起こしている脊椎動物宿主から吸血した節足動物の体内では、中腸細胞にウイルスがまず感染し、そこから体腔内に広がってくる。体腔内で増殖したウイルスは唾液腺に到達し、媒介節足動物が再吸血する際にだ液とともに注入され、感受性の脊椎動物宿主での感染が成立する。媒介節足動物は一度感染すると、終生、ウイルスを保持し続けると考えられている。蚊やヌカカ、サシチョウカでは、メスのみが卵巣を発達させる栄養源とするため吸血を行う。吸血と産卵は複数回繰り返されるため、その間にウイルスの取り込みと感受性動物への伝播が成立する。マダニは雌雄ともに吸血するが、多くのマダニは3宿主性で発育ステージごとに宿主を変えるため、その過程でウイルスの獲得や感受性動物への伝播が起こる

[1]。また、経卵感染により、媒介節足動物のなかで世代を超えてウイルスが維持される場合もある。

アルボウイルスの多くは、人や家畜、野生動物に対する病原性は認められていない。また、病原性を持つ場合も不顕性感染の割合が高い、あるいは、軽微な症状のみを起こす場合も多い。したがって、自然界ではさまざまなアルボウイルスの感染が、気づかれないうちに静かに拡大していると考えられる。一方、アルボウイルスのなかには、脊椎動物宿主に対して重篤な症状を引き起こすものもあり、人の健康や家畜の生産性に影響を与えることから、予防や防疫による対応が必要な場合もある。わが国では、牛のアルボウイルス感染症が継続的に発生しており、その対策に大きな労力が割かれてきた。本稿では、国内で確認されている牛のアルボウイルス感染症について概説するとともに、現状についても共有を図る。

牛の疾病に関係するアルボウイルスの分類

近年、ICTV (国際ウイルス分類委員会) によりウイルスの分類法が見直され、ウイルスの分類群の名前やウイルスの命名法の変更もあり、多少の混乱が生じている。例えば、過去には“血清群”が近縁のウイルスで構成されるグループを指す言葉として使用されていた。しかし、ウイルスゲノムの遺伝子配列の解析が進んだことにより、血清学的な分類から、遺伝学的分類へと移行し、“血清群”は分類学的には使用されなくなっている。また、生物と同様、ウイルスにも二名法 (属名+種小名) による学名が付けられ、従来のウイルス名は、更に下位に位置付けられている [2]。牛に感染するアルボウイルスについても、整理が必要と思われるため、表1に主要なウイルスについて分類学上の情報を記載した。なお、血清群名については便宜上必要な場合は、適宜、本稿でも使用することとする。

[†] 連絡責任者: 梁瀬 徹 (国研農研機構・動物衛生部門 越境性家畜感染症研究領域 昆虫媒介感染症グループ)

〒 891-0105 鹿児島市中山町 2702 ☎ 099-268-2078 FAX 099-268-3088

E-mail: yanase.tohru650@naro.go.jp

表1 国内で確認されている牛に感染する主要なアルボウイルス

科	属	種	ウイルス	
<i>Peribunyavirus</i> (ペリブニャウイルス)	<i>Orthobunyavirus</i> (オルソブニャウイルス)	<i>Orthobunyavirus akabaneense</i>	Akabane virus (アカバネウイルス)	シンプ 血清群
		<i>Orthobunyavirus ainoense</i>	Aino virus (アイノウイルス)	
		<i>Orthobunyavirus peachesterense</i>	Peaton virus (ピートンウイルス)	
		<i>Orthobunyavirus schmallenbergense</i>	Sathuperi virus (サシュペリウイルス)	
			Shamonda virus (シャモンダウイルス)	
		<i>Orthobunyavirus bataiense</i>	Batai virus (バタイウイルス)	
<i>Sedoreoviridae</i> (セドレオウイルス)	<i>Orbivirus</i> (オルビウイルス)	<i>Orbivirus caerulinguae</i>	bluetongue virus (ブルータングウイルス)	パリアム 血清群
		<i>Orbivirus ruminantium</i>	epizootic hemorrhagic disease virus (流行性出血病ウイルス)	
		<i>Orbivirus palyamense</i>	Chuzan virus (チュウザンウイルス)	
			D'Aguilar virus (ディアギュラウイルス)	
			Bunyip Creek virus (ブニップクリークウイルス)	
			Marrakai virus (マラカイウイルス)	
		<i>Orbivirus yunnanense</i>	Yunnan orbivirus (ユンナンオルビウイルス)	
		未分類	Guangxi orbivirus (クアンシーオルビウイルス)	
		未分類	Yonaguni orbivirus (ヨナグニオルビウイルス)	
		未分類	Tibet orbivirus (チベットオルビウイルス)	
<i>Rhabdoviridae</i> (ラプトウイルス)	<i>Ephemerovirus</i> (エフェメロウイルス)	<i>Ephemerovirus febris</i>	bovine ephemeral fever virus (牛流行熱ウイルス)	
<i>Flaviviridae</i> (フラビウイルス)	<i>Orthoflavivirus</i> (オルソフラビウイルス)	<i>Orthoflavivirus japonicum</i>	Japanese encephalitis virus (日本脳炎ウイルス)	

監視伝染病に指定されている牛のアルボウイルス感染症

家畜伝染病予防法では、牛を対象とした監視伝染病のなかに、9つのアルボウイルス感染症が含まれている。更に、まん延を防止するため、強力な措置を講ずる必要がある家畜伝染病として、3つの疾病（流行性脳炎、水疱性口内炎、リフトバレー熱）が指定されているが、今のところ日本脳炎ウイルスによる流行性脳炎以外の発生は報告されていない。残りの6つの疾病は、届出伝染病に指定され、国内での発生が認められている（表2）。

これらの疾病のうち、アカバネ病、アイノウイルス感染症、チュウザン病は、牛の異常産（流産、早産、死産、先天異常子の分娩）を主徴とし、家畜の生産性に大きな影響を与えてきた。また、過去には牛流行熱やイバラキ病の大規模な流行も報告されている。近年では、流行の

規模は大きくないものの、アカバネ病や牛流行熱のように、周期的な発生が認められる疾病もある（図）。ここでは、国内でみられるアルボウイルスによる監視伝染病について解説を加える。

アカバネ病：異常産（流産、早産、死産、先天異常子の分娩）及び生後感染による脳脊髄炎を主徴とする、牛、めん羊、山羊、水牛のアルボウイルス感染症である。原因ウイルスであるアカバネウイルスは、1959年、群馬県館林市赤羽地区の家畜舎で採集されたキンイロヤブカから初めて分離された[3]。当時は、アカバネウイルスと疾病との関連は確認されていなかった。1972～75年に、42,000頭の牛で異常産が発生した際に、血清疫学的な調査からアカバネウイルスが異常産の原因であることが明らかになった[4]。

表2 国内で発生する主要な牛のアルボウイルス感染症

ウイルス	疾 病	主な症状	監視伝染病	ワクチン
日本脳炎ウイルス	流行性脳炎	神経症状	法 定	
アカバネウイルス	アカバネ病（胎子感染）	流産、早産、死産 先天異常（水無脳症・関節彎曲症）	届 出	○
	（生後感染）	神経症状（麻痺、起立不能など）		—
アイノウイルス	アイノウイルス感染症	流産、早産、死産 先天異常（水無脳症・関節彎曲症・小脳形成不全）	届 出	○
チュウザンウイルス	チュウザン病	先天異常（水無脳症・小脳形成不全）	届 出	○
イバラキウイルス	イバラキ病	発熱、嚥下障害、元気消失、流涙、結膜充血、 浮腫、鼻汁漏出、泡沫性流涎	届 出	○
ブルータングウイルス	ブルータング	発熱、鼻汁漏出、顔面浮腫、嚥下障害、 舌・口唇・鼻腔・口腔粘膜の腫脹・潰瘍形成	届 出	—
牛流行熱ウイルス	牛流行熱	高熱、元気消失、起立不能、乳量低下、泌乳停止	届 出	○
ピートンウイルス		流産、先天異常	—	○
シャモンダウイルス		先天異常	—	—
サシュペリウイルス		先天異常	—	—
ディアギュラウイルス		先天異常（水無脳症・小脳形成不全）	—	—
流行性出血病ウイルス	流行性出血病*	発熱、嚥下障害、元気消失、流涙、結膜充血、 浮腫、鼻汁漏出、泡沫性流涎、死流産	—	—

* イバラキ病を除く

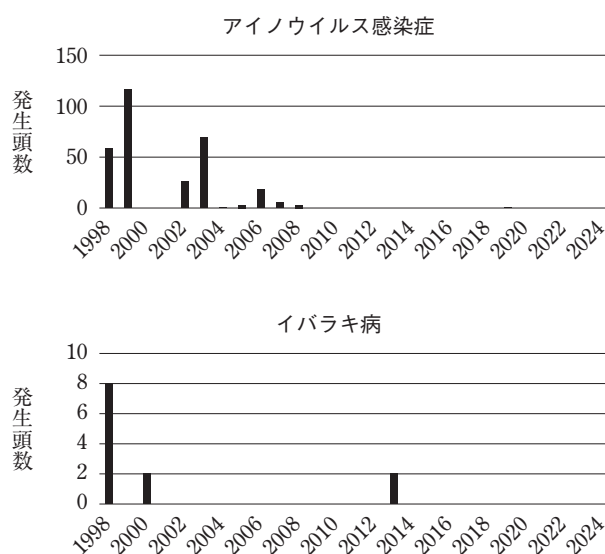
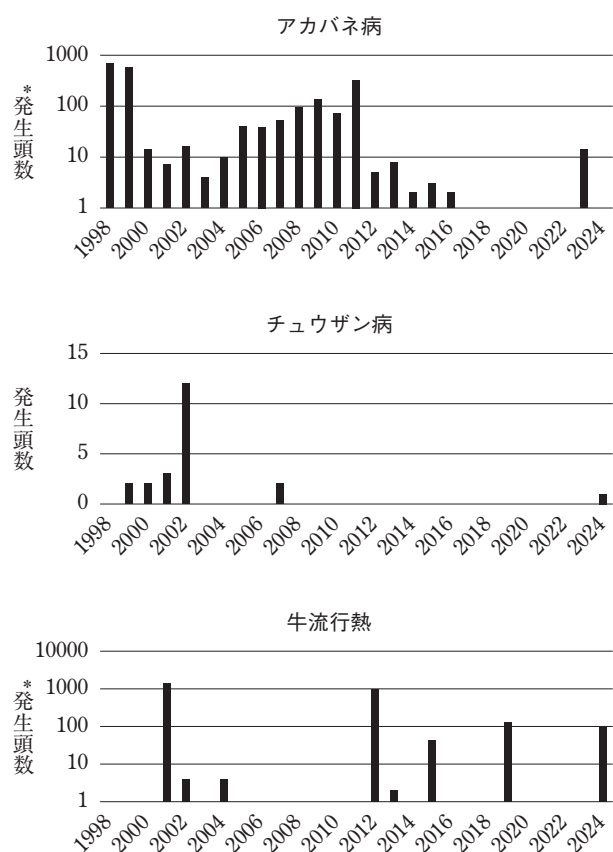


図 牛のアルボウイルス感染症の国内での発生状況

* アカバネ病と牛流行熱の縦軸は対数表示

アカバネ病による先天異常子では、四肢の拘縮や脊柱の彎曲などの体形異常（関節彎曲症）や、大脳欠損（水無脳症）が認められ、病理学的所見では、矮小筋症や脊椎腹角の神経細胞の減数・消失が観察される。アカバネ

病の発生は、夏ごろから流産が先行し、秋から翌春にかけて死産や先天異常子の分娩が起こる。アカバネウイルスの伝播は、媒介節足動物（ヌカカ）の発生量が多い、初夏から秋にかけて起こるため、感染が拡大する時期

と、病気の発生時期にはタイムラグがみられる。他のアルボウイルスによる異常産でも、同様の傾向がみられる。

1984年、鹿児島で脳炎起こした子牛から、従来の株と抗原性に違いがある Iriki 株が分離された [5]。通常、アカバネウイルスが生後に感染しても、一過性の発熱や白血球減少などの軽い症状しか示さないことから、Iriki 株は病原性が変化したアカバネウイルスの変異株とされた。また、2006年には、九州でアカバネウイルスの生後感染による脳脊髄炎が流行し、若齢牛を中心に180頭の牛が発症した [6]。更に2011年には、生後感染による脳脊髄炎が中四国を中心に流行している [7]。発症牛では、各部位の麻痺や起立不能、後弓反張、振戦などの中樞神経の障害による症状が認められている。アカバネウイルス国内分離株は、分子系統解析により genogroup I と II に分けることができるが、これまで脳脊髄炎に関与した株のほとんどは、genogroup I に含まれていることから、ウイルスのゲノム上の変異が病態を変化させたことが示唆されている [7]。

アカバネウイルスのまん延は、九州・沖縄、中四国でしばしば認められ、異常産の予防にワクチンが使用されている。一方、東北や北海道でもアカバネ病が流行したケースもあることから、全国的にアカバネ病の発生リスクがあることを認識し、予防に努める必要がある。

アイノウイルス感染症：異常産を主徴する、牛、水牛、めん羊、山羊の感染症である。病因となるアイノウイルスは、1964年に長崎県旧愛野町（現雲仙市）で採集されたコガタアカイエカより分離された [8]。1972～75年のアカバネ病の流行期に、先天異常を持つ子牛からアイノウイルスに対する抗体が検出されており、異常産との関連が指摘されていた [4]。その後、アイノウイルスは牛の流産胎子からも分離され、感染実験においても先天異常子の分娩が再現されている [9, 10]。アイノウイルス感染症でも、先天異常子では関節彎曲症や水無脳症が認められるが、アカバネ病とは異なり、小脳形成不全がみられる。

アイノウイルス感染症の発生頭数は、1996～97年に約700頭、それ以降の流行では数十頭で、発生は近畿以西で起こっている。アイノウイルスの検出は、2008年以降、九州以北では報告がなかったが、2024年には九州でおとり牛での抗体陽転や、発生が報告され、再度の流行が懸念される。

チュウザン病：1985年冬から翌春に、九州南部を中心に、大脳欠損や小脳形成不全を呈する子牛の分娩が、約2,400頭で発生した [11]。1985年には鹿児島市中山町にある家畜衛生試験場九州支場（現農研機構鹿児島研究拠点）の牛舎で飼養されていた牛の血液や、採集されたヌカカからウイルスが分離され、血清疫学的調査から原因ウイルスであることが明らかになった [12, 13]。

分離されたウイルスは、チュウザンウイルスと命名され、同ウイルスによる疾病もチュウザン病と名付けられた。後にチュウザンウイルスは、パリアムウイルス種（旧パリアム血清群）のカスパウイルス（1957年にインドで分離）と同じ血清型であることが判明した [14]。

アカバネ病などとは異なり、先天異常子では体形異常は認められず、外貌上の著変もないが、起立不能や歩行困難、自力吸乳力の欠如、四肢の回転、後弓反張などの神経症状を示す。1985～86年の流行後は、チュウザン病の発生は散発的であるが、沖縄ではおとり牛からしばしばチュウザンウイルスが分離されているため、日本周辺地域ではウイルスがまん延していると考えられる [15]。

イバラキ病：原因ウイルスは、流行性出血病ウイルス（EHDV）の血清型2の株のひとつであるイバラキウイルスである。イバラキウイルスに感染後、発症した牛では、発熱、食欲及び元気の減退、眼結膜の充血と浮腫、鼻汁漏出、泡沫性流涎、口腔粘膜の潰瘍や糜爛がみられる。嚥下障害を起こした牛は、水分飢餓による脱水症状や誤嚥性肺炎により、予後不良となる。また、嚥下障害を呈した牛では、咽頭部や食道の筋肉に変性壊死がみられる。

イバラキ病は、1959～60年に九州から関東にかけての広い範囲で流行し、43,793頭の牛が発症し、4,298頭の牛が斃死した [16]。1959年の流行時に数株のウイルスが牛の血液から分離されており、分離株を用いた感染実験により、牛での病態が再現されている。後にイバラキウイルスは、血清学的性状の解析により、EHDV血清型2であることが判明した [17]。大流行以降は、1982年及び87年に小規模な発生がみられ、2013年に鹿児島県で2頭の発症牛が報告されている [18]。イバラキウイルスは、EHDV血清型7とも血清学的に交差性を示すため、血清型7によりイバラキ病様の症状を示した牛も、発症頭数に加えられていた可能性もある [19]。

ブルータング：ブルータングウイルス（BTV）の感染による、牛、めん羊、山羊等の反芻動物の疾病であり、発熱、元気及び食欲減退、口腔内の潰瘍・糜爛形成、浮腫などを主徴とする。特に、めん羊では重篤な症状を示し致死率も高いが、牛では不顕性感染が多い。ブルータングウイルスは、長らく24の血清型に分けられていたが、近年ではそれらの血清型に分類されない非典型的な株の分離・検出が相次いでいる [20]。

国内では、初めて1994年に関東地方の農場で、めん羊での発症が確認された [21]。以降、散発的なブルータングの発生が、関東や東北南部を中心に、めん羊や牛で報告されている [22]。国内では、複数の血清型のウイルスがおとり牛やヌカカから分離されており、過去の血清サーベイランスの結果からもまん延が繰り返されて

いたと考えられるが、牛での発症の報告は限られている [23].

牛流行熱：牛流行熱ウイルスによる、牛や水牛の急性熱性疾患である。発症牛では、41～42℃の発熱や元気・食欲の減退・廃絶、四肢関節の浮腫及び疼痛による跛行、起立不能などが主徴となる。また、乳用牛では泌乳量の減少や泌乳停止がみられる。致死率は低いが発症率は高く、流行が大規模になった場合は、経済的な損失が大きい。

国内での牛流行熱の大流行は過去には度々報告されており、1948～51年の流行では、発症牛及び死亡牛が、それぞれ、77万頭、及び1万頭に及んでいる [24]。かつては、イバラキ病とともに流行性感冒として法定伝染病に指定されていた。九州以北では、1992年から長らく発生がなかったが、2015年に鹿児島県で小規模な発生があった [25]。一方、沖縄県の八重山地域では、周期的な牛流行熱の流行が認められており、発生状況や分離されたウイルスの分子系統解析から、台湾や中国等の隣接地域での流行が波及したと考えられている [25-27]。

流行性脳炎：流行性脳炎は、蚊によって媒介される複数のアルボウイルスの感染が原因となるが、これまでの国内での発生は日本脳炎ウイルスによるものである。日本脳炎は、ウイルスが感染した動物種により病態が異なり、豚では死産や精巣炎、馬では脳炎が主徴となる [28]。牛では、多くの場合、不顕性感染となるが、過去には脳炎により神経症状を起こした例が報告されている [29]。

監視伝染病以外のアルボウイルス感染症

監視伝染病以外にも、アルボウイルスが牛の疾病に関与する例が報告されている。その多くは、感染実験により病態が再現されていないことから、“関与を強く疑う”と表現される場合が多いが、症例報告の積み重ねにより、それらのウイルスの牛に対する病原性が強く示唆されるようになっている (表2)。

オルソブニヤウイルスによる疾病：アカバネウイルス及びアイノウイルス以外のシンプ血清群に分類されていたオルソブニヤウイルスのなかには、異常産との関連が疑われるウイルスが含まれる。ピートンウイルスは、オーストラリアで1974年に初めて分離されていたが、1999年、九州でのまん延が確認されて以降、散発的にピートンウイルスの関与が疑われる牛の先天異常や流産の症例が、九州・沖縄、中四国で報告されている [30, 31]。シャモンダウイルスは、1960年代にアフリカのナイジェリアで確認されていたが、長い時間を置いて、2002年に遠く離れた九州で分離された [32]。これまで、先天異常を持った子牛へのシャモンダウイルスの感染が

確認されており、2015年冬～2016年の春にかけて、九州でシャモンダウイルスが関与する小規模な異常産の流行が起こっている [33]。ピートンウイルスとシャモンダウイルスの関与が疑われる先天異常子では、体形異常に伴い、病理学的所見として、骨格筋の脂肪置換がみられるのが特徴的である。一方、アカバネ病のように脳の欠損はあまり認められていない。また、1957年にインドで分離されたサシュペリウイルスも、1999年以降、国内での牛への感染が確認されており、牛の異常産との関連も示唆されている [34]。シンプ血清群以外のオルソブニヤウイルスでは、人や牛に軽微な症状を引き起こすことが報告されているバタイウイルスが、沖縄県で飼養されていた牛から分離されている [35, 36]。

流行性出血病：イバラキウイルス以外のEHDVの株による流行性出血病は、国内では届け出対象とはなっていない。一方、WOAHでは流行性出血病はリスト疾病であり、さまざまな血清型のEHDVによる牛やシカでの発生報告が世界中からなされている [37]。国内では、EHDV血清型7による牛の嚥下障害や死産の発生が1997年にあり、特に死産は九州で1,000頭超える症例が報告されている [18, 38]。また、EHDV血清型6によるイバラキ病様疾病の発生が、2015年に兵庫県で報告されている [39]。国内では、他にEHDV血清型1, 5, 及び新規血清型と考えられる10が分離されているが、牛の疾病との関連は明らかになっていない [40, 41]。

その他のオルビウイルスによる疾病：国内では、チュウザンウイルス以外にパリアムウイルス種に含まれるディアギュラウイルス、ブニップクリークウイルス、マラカイウイルスが分離されている [42]。2001年には、九州でディアギュラウイルスがおとり牛やヌカカから分離され、同年の冬から翌年春にかけて、チュウザン病様の疾病が発生した [43]。ディアギュラウイルスは、チュウザンウイルスと血清学的交差性を有することから、当初はチュウザンウイルスの関与が疑われたが、発生地域ではチュウザンウイルスは分離・検出されていない。ディアギュラウイルスは、近畿以西では繰り返し検出されており、また、九州を中心に同ウイルスの関与を疑う異常産が散発的に発生している [42, 44]。一方、ブニップクリークウイルスとマラカイウイルスの関与が疑われる野外症例は、これまで見つかっていない。

BTVやEHDV、パリアムウイルス以外のオルビウイルスの感染も、近年、沖縄を中心に確認されるようになっている [41]。ユンナンオルビウイルスやクワンシーオルビウイルスは、共に、中国で蚊及び牛から分離されたウイルスであるが、2014～19年に八重山で行われた調査では、多数の株が牛の血液から得られている。また、分離ウイルスのなかには、新規のオルビウイルス

が含まれており、最初の分離地名から、ヨナグニオルビウイルスと名付けられた [45]。これらのウイルスの病原性は不明であるが、ペルーでは神経症状を呈した牛やめん羊、犬、ロバの脳からエンナンオルビウイルスが分離されている [46]。これら3つのオルビウイルスの牛群でのまん延度は高いと考えられるため、今後はこれらの病原性に着目した調査・研究が必要である。また、2014年に初めて報告されたチベットオルビウイルスは、その後、中国や日本で複数の血清型が分離されるとともに、牛での感染も確認されている [47-49]。チベットオルビウイルスの病原性は不明であるが、EHDVやBTVとは比較的近縁であるため、野外でのまん延状況について注視する必要がある。

媒介節足動物

日本脳炎ウイルスは、蚊によって媒介されることが示されている。一方、オルソブニヤウイルスのうち、旧シンプ血清群のウイルスやEHDV、BTV、パリアムウイルス種は、ヌカカによって媒介されと考えられている。アカバネウイルスやアイノウイルスは、当初、蚊から分離されているが、ウイルスを含む血液を十分に消化していない蚊をウイルス分離に供試した可能性もある。また、繰り返しヌカカからこれらのウイルスが分離されていることから、ヌカカが媒介節足動物であることが示唆される [50, 51]。ヌカカは多数の属に分かれるが、そのうちの *Culicoides* 属がアルボウイルスを媒介することが知られている。同属のヌカカは、体長1~3 mm程度の微小な吸血昆虫で、世界中で1,270種程度が知られている [52]。国内では、オルソブニヤウイルスやオルビウイルスが同属のウシヌカカから分離される割合が高いことから、同種が主要な媒介種であると考えられてきた [50, 51]。しかし、ウシヌカカが分布しない北日本でもアカバネ病の発生が認められることから、寒冷地にも分布する別の種類のヌカカが伝播に関与していることが示唆されている [53]。

牛流行熱ウイルスは、国外ではヌカカと蚊の両方から分離されているが、未だにそのどちらがウイルスを媒介しているかは、明確な答えは出ていない [54]。また、近年、国内で分離されたオルビウイルスは、媒介種が不明なものもあることから、野外で採集した吸血性の節足動物からのウイルス検出や、各種ウイルスと節足動物を組み合わせた感受性試験などにより、媒介種を確認していく必要がある。

媒介種を特定することにより、その生態に基づき、ウイルスの伝播時期やまん延地域等のある程度予測できると考えられる。また、発生源や休息場所等の特定や、忌避剤や殺虫剤の有効性の検証により、防除を促進することも可能である。しかしながら、家畜のアルボウイルス

感染症に関しては、費用対効果の面から媒介節足動物対策は積極的には行われていないのが現状である。今後は、国内の状況にあった媒介節足動物対策の確立も重要になると考える。

蚊やヌカカは、気流に乗って長距離を移動することが示唆されており、アルボウイルスの感染が、短期間で広範囲に拡大する主因であると考えられる [55]。日本のような島国では、まん延地域で感染した蚊やヌカカが、海を越えて運ばれることにより、牛などの感受性動物の間での感染が始まると推測される。また、九州以北では、冬の間、蚊やヌカカの活動は休止することから感染環が維持されず、一般的にアルボウイルスの常在化は困難であるため、周辺地域から供給される多様なアルボウイルスによる一過性の感染の広がりが、毎年、繰り返されていると考えられる。飛来性の媒介節足動物の侵入や環境中での拡散を防ぐことは事実上不可能であることから、アルボウイルスの感染を制御するには、発症動物への対策が重要になってくる。

予 防

家畜用のワクチンは、主要なアルボウイルス感染症に対して市販されており、発生頻度の高い地域を中心に使用されている (表2)。近年は、過去にみられたような大規模なアルボウイルス感染症の発生はないが、これはワクチン接種が一定の効果を挙げているためとも考えられる。アルボウイルス感染症に対するワクチンは、媒介節足動物の発生量が多くなり、伝播リスクが高くなる初夏前に接種することが推奨されている。

アルボウイルス感染症の発生がない年が続くと、現場の関心が低下することから、ワクチン接種を高率で維持することは困難な場合も想定される。しかしながら、日本周辺地域では各種アルボウイルスのまん延が続いており、それらのウイルスが国内に侵入する可能性を常に考慮する必要がある。特に、侵入時に当該ウイルスに対するワクチンの接種率が低い場合は、異常産などの大きな流行につながる懸念されるため、現場での啓発が重要になる。

家畜の疾病への関与が疑われるアルボウイルスのほとんどは、ワクチンが開発されていないため、予防することはできない。一方、そのようなウイルス全てに対してワクチンを開発して接種を行うことは、費用対効果の面からも現実的ではないと思われる。個々のウイルスが関与する野外症例数や、感染実験等による病原性の精査により、優先順位を決めて対応を検討することが望ましい。

監 視 体 制

国内では農林水産省の事業で、おとり牛 (前年未越夏の若齢牛) の血液を用いたアルボウイルス感染症のサー

ベイルランスを、各都道府県の家畜保健衛生所が主体になって実施している [56]。現在では、アカバネウイルスに対する抗体検査は全国を対象に、アイノウイルスとチュウザンウイルスに対する検査は近畿以西の各府県を対象に行われている。また、BTV, EHDV, シンプ血清群ウイルス、パリアムウイルス種に対する遺伝子検査も、九州・沖縄各県で実施されている。地域によって検査内容が異なるのは、これまでの発生状況やサーベイランスによる抗体陽転状況を反映した結果である。上記のサーベイランスに加えて、おとり牛や発症牛及びその同居牛、ヌカカ等からのウイルス分離も、一部の県や動物衛生研究部門で実施されており、国内に侵入・まん延するアルボウイルスの監視に貢献している。

今後の展望

近年では、アルボウイルスの検出技術や遺伝子解析の高度化により、これまで考えられてきた以上に、家畜に感染する多様なアルボウイルスが国内に侵入、または、周辺地域にまん延していることが明らかになってきた [57]。それらの多くは、目立った病原性を家畜には示さないが、変異や遺伝子再集合等により、強い病原性を獲得する可能性もある。また、地球規模での気候変動は、媒介節足動物の分布や活動時期、それらを運ぶ気流に影響を与え、結果的にアルボウイルスのまん延地域や伝播時期の拡大をもたらすことも考えられる。今後は、国内での流行地域の拡大や頻度の増加に加えて、国内新規ウイルスや変異ウイルスによる突発的な家畜疾病の発生にも警戒する必要がある。アルボウイルスは制御することが非常に困難であり、しばしば新興感染症の原因ともなることから、監視体制を強化しつつ、被害の低減を図るため、予防、防疫体制を構築していく必要がある。

引用文献

- [1] 高島郁夫, 早坂大輔, 荻和宏明: アルボウイルス感染症の疫学, 日獣会誌, 53, 793-799 (2000)
- [2] 鈴木信弘, 岩谷靖雅, 松野啓太, 西村秀一, 渡辺登喜子, 山田雅夫: ウイルス命名作業部会報告 2024: 背景, 活動内容, 役割, ウイルス, 74, 141-148 (2024)
- [3] Oya A, Okuno T, Ogata T, Kobayashi I, Matsuyama T: Akabane, a new arbovirus isolated in Japan, Jpn J Med Sci Biol, 14, 101-108 (1961)
- [4] Kurogi H, Inaba Y, Goto Y, Miura Y, Takahashi H: Serologic evidence for etiologic role of Akabane virus in epizootic abortion-arthrogryposis-hydranencephaly in cattle in Japan, 1972-1974, Arch Virol, 47, 71-83 (1975)
- [5] Miyazato S, Miura Y, Hase M, Kubo M, Goto Y, Kono Y: Encephalitis of cattle caused by Iriki isolate, a new strain belonging to Akabane virus, Nihon Juigaku Zasshi, 51, 128-136 (1989)
- [6] Kono R, Hirata M, Kaji M, Goto Y, Ikeda S, Yanase T, Kato T, Tanaka S, Tsutsui T, Imada T, Yamakawa M: Bovine epizootic encephalomyelitis caused by Akabane virus in southern Japan, BMC Vet Res, 13, 4:20 (2008)
- [7] Yanase T, Kato T, Hayama Y, Akiyama M, Itoh N, Horiuchi S, Hirashima Y, Shirafuji H, Yamakawa M, Tanaka S, Tsutsui T: Transition of Akabane virus genogroups and its association with changes in the nature of disease in Japan, Transbound Emerg Dis, 65, e434-e443 (2018)
- [8] Takahashi K, Oya A, Okazda T, Matsuo R, Kuma M: Aino virus, a new member of simbu group of arbovirus from mosquitoes in Japan, Jpn J Med Sci Biol, 21, 95-101 (1968)
- [9] Uchinuno Y, Noda Y, Ishibashi K, Nagasue S, Shirakawa H, Nagano M, Ohe R: Isolation of Aino virus from an aborted bovine fetus, J Vet Med Sci, 60, 1139-1140 (1998)
- [10] Tsuda T, Yoshida K, Ohashi S, Yanase T, Sueyoshi M, Kamimura S, Misumi K, Hamana K, Sakamoto H, Yamakawa M: Arthrogryposis, hydranencephaly and cerebellar hypoplasia syndrome in neonatal calves resulting from intrauterine infection with Aino virus, Vet Res, 35, 531-538 (2004)
- [11] Goto Y, Miura Y, Kono Y: Epidemiological survey of an epidemic of congenital abnormalities with hydranencephaly-cerebellar hypoplasia syndrome of calves occurring in 1985/86 and seroepidemiological investigations on Chuzan virus, a putative causal agent of the disease, in Japan, Jpn J Vet Sci, 50, 405-413 (1988)
- [12] Miura Y, Goto Y, Kubo M, Kono Y: Isolation of Chuzan virus: a new member of the Palyam subgroup of the genus *Orbivirus*, from cattle and *Culicoides oxystoma* in Japan, Am J Vet Res, 49, 2022-2025 (1988)
- [13] Goto Y, Miura Y, Kono Y: Serologic evidence for the etiologic role of Chuzan virus in an epizootic of congenital abnormalities with hydranencephaly-cerebellar hypoplasia syndrome of calves in Japan, Am J Vet Res, 49, 2026-2029 (1988)
- [14] Jusa ER, Inaba Y, Kadoi K, Kurogi H, Fonseca E, Shope RE: Identification of Kagoshima and Chuzan viruses of Japan as Kasba virus, an orbivirus of the Palyam serogroup, Aust Vet J, 71:57 (1994)
- [15] Kato T, Yanase T, Suzuki M, Katagiri Y, Ikemiyagi K, Takayoshi K, Shirafuji H, Ohashi S, Yoshida K, Yamakawa M, Tsuda T: Monitoring for bovine arboviruses in the most southwestern islands in Japan between 1994 and 2014, BMC Vet Res, 12, 125 (2016)
- [16] Omori T, Inaba Y, Morimoto T, Tanaka Y, Ishitani R: Ibaraki virus, an agent of epizootic disease of cattle resembling bluetongue, I. Epidemiologic, clinical and pathologic observations and experimental transmission to calves, Jpn J Microbiol, 13, 139-157 (1969)
- [17] Campbell CH, Barber TL, Jochim MM: Antigenic relationship of Ibaraki, bluetongue, and epizootic hemorrhagic disease viruses, Vet Microbiol, 3, 15-22 (1978)

- [18] Hirashima Y, Kato T, Yamakawa M, Shirafuji H, Okano R, Yanase T : Reemergence of Ibaraki disease in southern Japan in 2013, *J Vet Med Sci*, 77, 1253–1259 (2015)
- [19] Anthony SJ, Maan S, Maan N, Kgosana L, Bachanek-Bankowska K, Batten C, Darpel KE, Sutton G, Attoui H, Mertens PP : Genetic and phylogenetic analysis of the outer-coat proteins VP2 and VP5 of epizootic haemorrhagic disease virus (EHDV), comparison of genetic and serological data to characterise the EHDV serogroup, *Virus Res*, 145, 200–210 (2009)
- [20] Ries C, Sharav T, Tseren-Ochir EO, Beer M, Hoffmann B : Putative novel serotypes '33' and '35' in clinically healthy small ruminants in mongolia expand the group of atypical BTV, *Viruses*, 13, 42 (2020)
- [21] Goto Y, Yamaguchi O, Kubo M : Epidemiological observations on bluetongue in sheep and cattle in Japan, *Vet Ital*, 40, 78–82 (2004)
- [22] 岩根浄子, 深井克彦, 田島和彦 : 栃木県におけるブルータングウィルスの流行と検出遺伝子の分子系統樹解析, *日獣会誌*, 62, 451–456 (2009)
- [23] Shirafuji H, Yanase T, Kato T, Yamakawa M : Genetic and phylogenetic characterization of genome segments 2 and 6 of bluetongue virus isolates in Japan from 1985 to 2008, *J Gen Virol*, 93, 1465–1473 (2012)
- [24] Inaba Y, Bovine epizootic fever, *JARQ*, 3, 36–42 (1968)
- [25] Hirashima Y, Nojiri M, Ohtsuka Y, Kato T, Shirafuji H, Kurazono M, Imafuji T, Yanase T : Resurgence of bovine ephemeral fever in mainland Japan in 2015 after a 23-year absence, *J Vet Med Sci*, 79, 904–911 (2017)
- [26] 早山陽子, 梁瀬 徹 : 牛流行熱の疫学, *獣医疫学雑誌*, 20, 72–74 (2016)
- [27] Lee F : Bovine ephemeral fever in Asia : recent status and research gaps, *Viruses*, 11, 412 (2019)
- [28] Morita K, Nabeshima T, Buerano CC : Japanese encephalitis, *Rev Sci Tech*, 34, 441–452 (2015)
- [29] Kako N, Suzuki S, Sugie N, Kato T, Yanase T, Yamakawa M, Shirafuji H : Japanese encephalitis in a 114-month-old cow, pathological investigation of the affected cow and genetic characterization of Japanese encephalitis virus isolate, *BMC Vet Res*, 10, 63 (2014)
- [30] Matsumori Y, Aizawa M, Sakai Y, Inoue D, Kodani M, Tsuha O, Beppu A, Hirashima Y, Kono R, Ohtani A, Yanase T, Shirafuji H, Kato T, Tanaka S, Yamakawa M : Congenital abnormalities in calves associated with Peaton virus infection in Japan, *J Vet Diagn Invest*, 30, 855–861 (2018)
- [31] 廣瀬友理, 水上智秋, 宇高成美, 田中省吾, 白藤浩明 : 岡山県で2016年10月～2017年4月に発生したピートンウィルスの関与を疑う牛の流産及び体形異常子の娩出, *日獣会誌*, 73, 133–139 (2020)
- [32] Yanase T, Maeda K, Kato T, Nyuta S, Kamata H, Yamakawa M, Tsuda T : The resurgence of Shamonda virus, an African Simbu group virus of the genus *Orthobunyavirus*, in Japan, *Arch Virol*, 150, 361–369 (2005)
- [33] Hirashima Y, Kitahara S, Kato T, Shirafuji H, Tanaka S, Yanase T : Congenital malformations of calves infected with Shamonda virus, southern Japan, *Emerg Infect Dis*, 23, 993–996 (2017)
- [34] Yanase T, Kato T, Aizawa M, Shuto Y, Shirafuji H, Yamakawa M, Tsuda T : Genetic reassortment between Sathuperi and Shamonda viruses of the genus *Orthobunyavirus* in nature, implications for their genetic relationship to Schmallenberg virus, *Arch Virol*, 157, 1611–1616 (2012)
- [35] Mansfield KL, Folly AJ, Hernández-Triana LM, Sewgobind S, Johnson N : Batai orthobunyavirus, an emerging mosquito-borne virus in Europe, *Viruses*, 14, 1868 (2022)
- [36] Yanase T, Kato T, Yamakawa M, Takayoshi K, Nakamura K, Kokuba T, Tsuda T : Genetic characterization of Batai virus indicates a genomic reassortment between orthobunyaviruses in nature, *Arch Virol*, 151, 2253–2260 (2006)
- [37] Jiménez-Cabello L, Utrilla-Trigo S, Lorenzo G, Ortego J, Calvo-Pinilla E : Epizootic hemorrhagic disease virus, current knowledge and emerging perspectives, *Microorganisms*, 11, 1339 (2023)
- [38] Ohashi S, Yoshida K, Watanabe Y, Tsuda T : Identification and PCR-restriction fragment length polymorphism analysis of a variant of the Ibaraki virus from naturally infected cattle and aborted fetuses in Japan, *J Clin Microbiol*, 37, 3800–3803 (1999)
- [39] Kamomae Y, Kamomae M, Ohta Y, Nabe M, Kagawa Y, Ogura Y, Kato T, Tanaka S, Yanase T, Shirafuji H : Epizootic hemorrhagic disease virus serotype 6 infection in cattle, Japan, 2015, *Emerg Infect Dis*, 24, 902–905 (2018)
- [40] Shirafuji H, Kato T, Yamakawa M, Tanaka T, Minemori Y, Yanase T : Characterization of genome segments 2, 3 and 6 of epizootic hemorrhagic disease virus strains isolated in Japan in 1985–2013, Identification of their serotypes and geographical genetic types, *Infect Genet Evol*, 53, 38–46 (2017)
- [41] Murota K, Ishii K, Mekaru Y, Araki M, Suda Y, Shirafuji H, Kobayashi D, Isawa H, Yanase T : Isolation of *Culicoides*- and mosquito-borne orbiviruses in the southwestern islands of Japan between 2014 and 2019, *Vector Borne Zoonotic Dis*, 21, 796–808 (2021)
- [42] Shirafuji H, Kishida N, Murota K, Suda Y, Yanase T : Genetic characterization of Palyam serogroup viruses isolated in Japan from 1984 to 2018 and development of a real-time RT-PCR assay for broad detection of Palyam serogroup viruses and specific detection of Chuzan (Kasba) and D'Aguilar viruses, *Pathogens*, 13:550 (2024)
- [43] Ohashi S, Matsumori Y, Yanase T, Yamakawa M, Kato T, Tsuda T : Evidence of an antigenic shift among Palyam serogroup orbiviruses, *J Clin Microbiol*, 42, 4610–4614 (2004)
- [44] 久保田直樹, 吉良卓宏, 梁瀬 徹 : 牛異常産への関与が疑われるディアギュラウィルスの京都府における浸潤状

- 況調査, 日獣会誌, 74, 631-635 (2021)
- [45] Murota K, Suda Y, Shirafuji H, Ishii K, Katagiri Y, Suzuki M, Kobayashi D, Isawa H, Tanaka S, Yanase T : Identification and characterization of a novel orbivirus, Yonaguni orbivirus, isolated from cattle on the westernmost island of Japan, Arch Virol, 165, 2903-2908 (2020)
- [46] Attoui H, Mendez-Lopez MR, Rao S, Hurtado-Alendes A, Lizaraso-Caparo F, Mohd Jaafar F, Samuel AR, Belhouichet M, Pritchard LI, Melville L, Weir RP, Hyatt AD, Davis SS, Lunt R, Calisher CH, Tesh RB, Fujita R, Mertens PP : Peruvian horse sickness virus and Yunnan orbivirus, isolated from vertebrates and mosquitoes in Peru and Australia, Virology, 394, 298-310 (2009)
- [47] Li M, Zheng Y, Zhao G, Fu S, Wang D, Wang Z, Liang G : Tibet orbivirus, a novel orbivirus species isolated from *Anopheles maculatus* mosquitoes in Tibet, China, PLoS One, 9:e88738 (2014)
- [48] Suda Y, Murota K, Shirafuji H, Yanase T : Genomic analysis of putative novel serotypes of Tibet orbivirus isolated in Japan, Arch Virol, 166, 1151-1156 (2021)
- [49] Li Z, Li Z, Yang Z, Li L, Gao L, Xie J, Liao D, Gao X, Hu Z, Niu B, Yao P, Zeng W, Li H, Yang H : Isolation and characterization of two novel serotypes of Tibet orbivirus from *Culicoides* and sentinel cattle in Yunnan Province of China, Transbound Emerg Dis, 69, 3371-3387 (2022)
- [50] Yanase T, Kato T, Kubo T, Yoshida K, Ohashi S, Yamakawa M, Miura Y, Tsuda T : Isolation of bovine arboviruses from *Culicoides* biting midges (Diptera, Ceratopogonidae) in southern Japan, 1985-2002, J Med Entomol, 42, 63-67 (2005)
- [51] Kato T, Shirafuji H, Tanaka S, Sato M, Yamakawa M, Tsuda T, Yanase T : Bovine arboviruses in *Culicoides* biting midges and sentinel cattle in southern Japan from 2003 to 2013, Transbound Emerg Dis, 63, e160-e172 (2016)
- [52] Borkent A : The biting midges, the Ceratopogonidae (Diptera), Biology of disease vectors, Marquardt WC, eds, 2nd eds, Elsevier, 113-126, Amsterdam, Netherland (2004)
- [53] Yanase T, Hayama Y, Shirafuji H, Tsutsui T, Terada Y : Surveillance of *Culicoides* biting midges in northern Honshu, Japan, during the period of Akabane virus spread, J Vet Med Sci, 81, 1496-1503 (2019)
- [54] Walker PJ, Klement E : Epidemiology and control of bovine ephemeral fever, Vet Res, 46, 124 (2015)
- [55] Elbers AR, Koenraadt CJ, Meiswinkel R : Mosquitoes and *Culicoides* biting midges, vector range and the influence of climate change, Rev Sci Tech, 34, 123-137 (2015)
- [56] 農林水産省消費・安全局動物衛生課 : 令和5年度家畜伝染病サーベイランス年報, https://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/katiku_yobo/livestock_surveillance/attach/pdf/r5-2.pdf
- [57] Yanase T, Murota K, Hayama Y : Endemic and emerging arboviruses in domestic ruminants in East Asia, Front Vet Sci, 7, 168 (2020)