

## アルボウイルスによる牛異常産の流行監視技術の開発



動物衛生研究所九州支所  
アルボウイルス研究グループ  
(代表：津田 知幸)

### 1 技術開発の背景と目的

アルボウイルスとは、蚊やヌカカなどの吸血昆虫を媒介し、人や家畜に感染するウイルスをまとめた総称であり、数多くの種類のウイルスが含まれる。牛に感染するアルボウイルスは、イバラキ病や牛流行熱、牛異常産などの病気を引き起こし、これまでも畜産経営に大きな被害を及ぼしてきた。なかでもアカバネ病やアイノウイルス感染症、チュウザン病などの牛異常産は、流産、死産、子牛の奇形などを引き起こすことから、もと牛生産の大きな阻害要因となっている。1972年から75年にかけて日本で初めて発生したアカバネ病では、当時の金額で50億円以上の被害があったと推定されている。

九州地方は国内の肉用牛飼養頭数の約4割を飼養する畜産地帯であり、繁殖雌牛飼養頭数は国内の5割にもおよぶもと牛生産基地となっているが、温暖な気候から吸血昆虫の活動が活発であり、アルボウイルスの流行が頻繁に確認されている。したがって、アルボウイルスによって引き起こされる牛の病気のなかでもとりわけ牛異常産への対策は、九州地方の家畜衛生において重要な課題の一つであった。

一方、近年のアルボウイルスによる牛異常産は、その発生頻度の増加とともに流行地域も拡大する傾向があり、1999年にはこれまで流行が見られなかった北海道においてもアカバネ病が発生した。また、わが国の牛異常産はその多くがアカバネ病によるものであったが、1995年のアイノウイルス感染症の流行以降、イバラキウイルスの関与が疑われる牛の流死産やチュウザン病の再流行など、原因ウイルスの多様化と病型の変化が見られている(表1)。こうしたアルボウイルスの流行状況の変化は媒介昆虫の活動に関係することから、近年の地球温暖化も影響していると考えられている。このように、牛異常産をはじめとするアルボウイルスによる牛の病気は、九州地方のみならず全国、あるいは地球規模の問題にもなっている。

これまでわが国ではアルボウイルスによる牛の病気の予防のためにワクチンが開発・利用されてきたが、病気の予防につながるウイルスの流行状況はよく判っていなかった。そこで、本グループでは国内で流行しているアルボウイルスを収集して遺伝子データベースを構築し、流行ウイルスの種類の特定とウイルス変異の程度を測定することによって、アルボウイルスの流行動態が判ると考えた。また、国内でウイルスを媒介する吸血昆虫の種類を突き止め、その活動時期と分布状況の調査に役立てようと考えた。さらに、ウイルス感染の迅速診断と血清検査のための開発にも取り組んだ。

表 1 日本における主なアルボウイルス病の発生

発生年	発 生 地 域	発生時期	発生頭数	症 状	原 因
1979-80 (S54-55)	北関東	秋～春	約3,800	流死産, 奇形	アカバネ病
1982 (S57)	九州	秋	32	嚥下障害	イバラキ病
1985-86 (S60-61)	東北	秋～春	約7,000	死産, AH症候群	アカバネ病
	九州	秋～春	約2,400	水無脳症・小脳形成不全 症候群 (HCH症候群)	チュウザン病
1987-88 (S62-63)	九州, 中国, 四国	秋	270	嚥下障害	イバラキ病
1988-89 (S63-H1)	九州 (沖縄)	秋 (春)	705	発熱, 呼吸促迫	牛流行熱
1995-96 (H7-8)	九州, 中国, 四国 近畿	秋～春	700以上	死産, 関節湾曲症, 水無脳症, 小脳形成不全	アイノウイルス 感染症
1997 (H9)	九州	秋	242 約1,000	嚥下障害 流死産	イバラキ病
1998-99 (H10-11)	北海道を含む全国	夏～春	1,085(確定)	流早死産, AH症候群	アカバネ病
	九州, 中国, 四国 近畿	秋～春	148(確定)	流早死産, 関節湾曲症 水無脳症, 小脳形成不全	アイノウイルス 感染症
2001(H13)	九州 (沖縄)	9-12月	1,404(639戸)	発熱, 呼吸促迫	牛流行熱
2002-03	九州, 中国, 四国	10-5月	約90	関節湾曲症、水無脳症 小脳形成不全	アイノウイルス 感染症
2004	沖縄	10月	4	発熱, 呼吸促迫	牛流行熱

## 2 技術開発の概要

本研究グループは、アルボウイルスによる牛異常産の予防対策の向上を目指して、わが国で流行しているアルボウイルスの遺伝子解析とデータベースの構築、国内でのアルボウイルスベクターの同定、アルボウイルス病の診断法の開発を行った。また、その研究過程においてこれまでわが国で報告されていなかった新たなアルボウイルスを発見、同定した。

### 1) アルボウイルスの遺伝子解析とデータベース構築

アルボウイルスの収集は全国の家畜保健衛生所と共同し、おとり牛や媒介昆虫からのウイルス分離によって行った。その結果、九州地方では、ほぼ毎年のようにアカバネウイルスの流行があり、3～10年の周期でアイノウイルス、イバラキウイルスおよびチュウザンウイルスの流行が起きていることが明らかになった。収集したウイルスは、分離地、分離年月日、分離材料、継代歴等の詳細な記録とともに凍結乾燥して保存した。同時に、収集したウイルスの抗原性解析と遺伝子解析を行ってデータベースの構築を行った。

#### (1) アカバネウイルスの解析技術

1959年のアカバネウイルスの発見以来、国内外で分離されたアカバネウイルス約170株について、抗原性解析と遺伝子解析を行った。まず、現在アカバネワクチンとして使用されている OBE-1 株に対する中和モノクローナル抗体(MAb)を作出し、ドットプロット法により中和部位の解析を行った。その結果、アカバネウイルス粒子状には7ヵ所の中和部位(中和エピトープ)があり、MAbに対する反応性から国内で流行しているアカバネウイルスは大きく5つのパターンに分けられることを明らかにした(図1)。この分析手法は流行しているアカバネウイルスがワクチンウイルスとどの程度違いがあるかを詳細に判定することが可能であり、ワクチン株の選定等ワクチンの改良に有効な方法となると考えている(図2)。

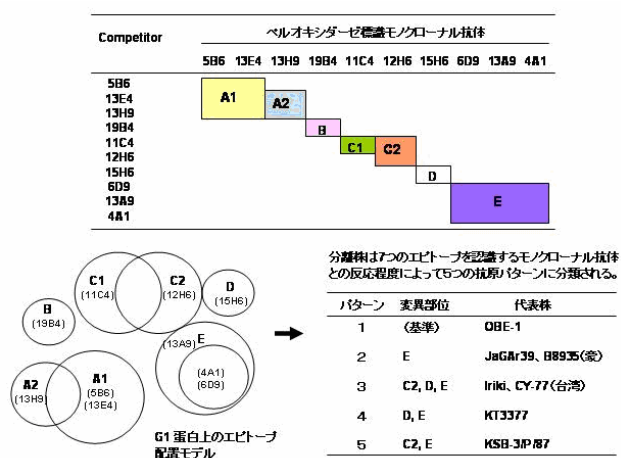


図1 アカバネウイルスの中和エピトープと抗原パターン

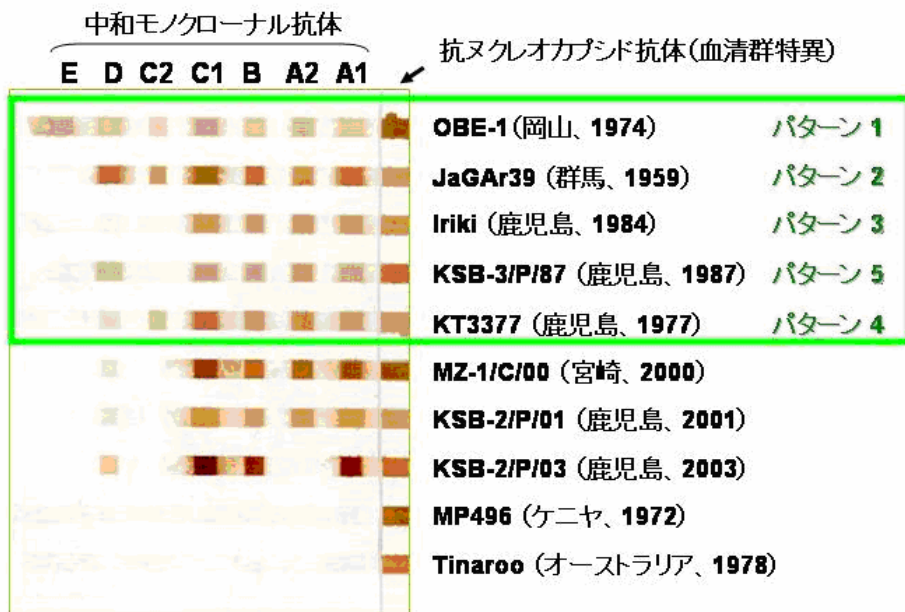


図2 ドットプロット法によるアカバネウイルスの抗原性解析

次いで、これまで分離されている 170 株のアカバネウイルスの遺伝子の一部である S RNA 遺伝子の系統樹解析を行った。その結果、日本、台湾およびイスラエルで流行しているアカバネウイルスはオーストラリアやケニアで流行したウイルスとは起源が異なっていた。しかし、日本で流行したウイルスも大きく 2 つの起源に分けられ、流行した年で少しずつ変化していた (図 3)。このことから、日本では特定のウイルスが常在化しているのではなく、アジアの熱帯、亜熱帯地方に流行しているウイルスが、毎年のように国内に侵入して、流行しているものと考えられた。

アカバネウイルスの遺伝子情報はデータベースとして公表されており、流行ウイルスがどのように変化しているのか、あるいはどこから来たのかを調べることが可能である。

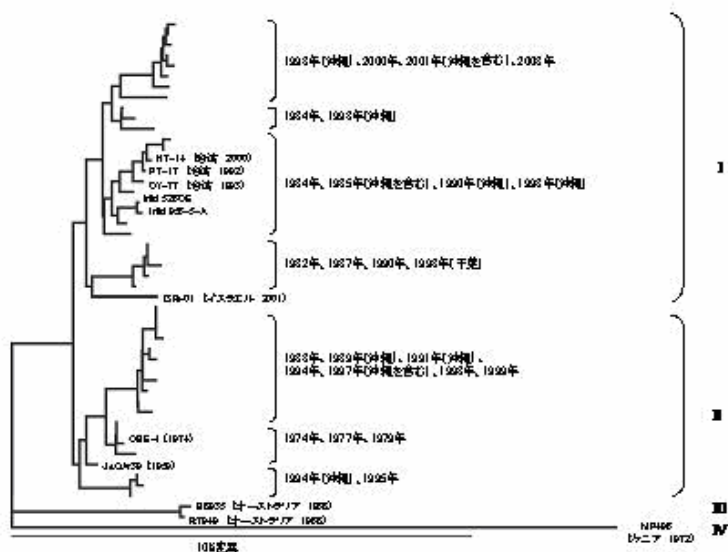


図3 アカバネウイルス S 遺伝子の分子系統樹

## (2) イバラキウイルスの解析技術

1997年に約10年ぶりに九州地方で発生したイバラキ病では、嚙下障害の症状を示してイバラキ病と診断された頭数は242頭に及んだ。しかし、イバラキウイルスの感染では症状を示さない不顕性感染牛がほとんどで、実際のウイルス感染牛はその数十倍に達したと考えられる。このウイルス流行時期には、肉用牛や乳用牛で流産や死産の発生が相次ぎ、その頭数は把握されただけでも約1,000頭に達した。家畜保健衛生所の検査では、嚙下障害を起こした牛とその同居牛のみならず、流産を起こした牛や流産胎児からもイバラキウイルスが分離されたことから、まったく異なる症状が同じイバラキウイルスによって起こったのではないかと疑われた。1982年や87年のイバラキ病の発生では嚙下障害の発生だけで、イバラキウイルスによる流産は報告されていない。そこで本研究グループでは1997年に流行したイバラキウイルスと過去に流行したイバラキウイルスの比較を行ってウイルス変異の有無と変異部位の特定を行った。

イバラキウイルスが属するオルビウイルス属のウイルスは、10本の遺伝子分節を持っている。この遺伝子分節はそれぞれウイルス蛋白質を作る遺伝情報を持っており、作られた蛋白質が組み合わさってウイルスを形成する。しかし、2つの異なるウイルスが同時に感染すると、それぞれのウイルスが持つ遺伝子を交換して新しい変異ウイルスが出来ることがある。これが遺伝子再集合と呼ばれる現象で、親ウイルスとは違ったウイルスが出来ることになる(図4)。

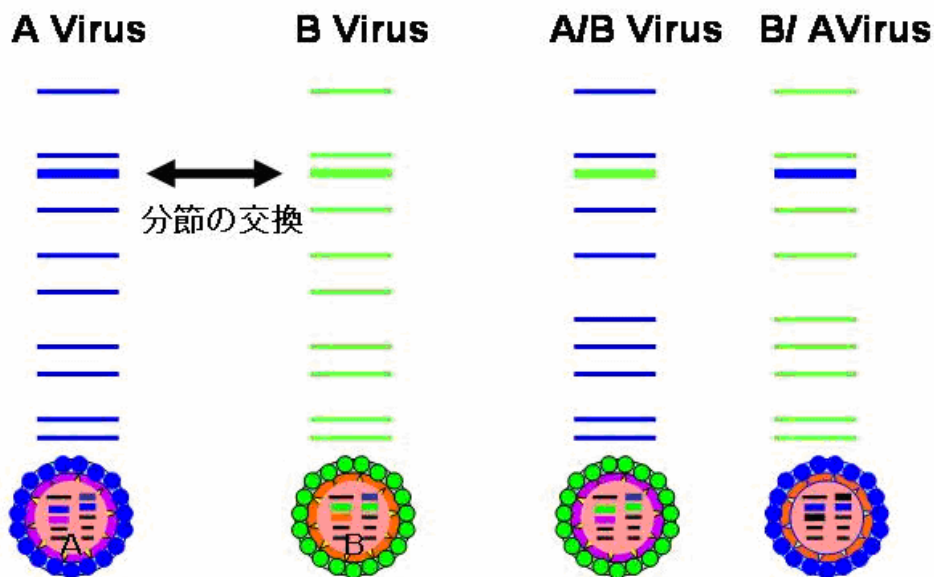


図4 ウイルスの遺伝子再集合による変異

A、B両ウイルスが持つ10本の遺伝子が、ウイルスの間で置き換わることにより新たなウイルスが生じる。

1997年に流行したイバラキウイルスは、ウイルス蛋白のVP3、VP7およびVP5の遺伝子は従来のイバラキウイルスと95%以上同じであるものの、VP2は約68%しか同じでなく、少なくともこの一つの分節で遺伝子再集合が起こっていることが明らかになった。その結果生じた変異ウイルスがこれまで知られていた嚙下障害だけでなく、流死産を起こすようになったと考えられた(図5)。

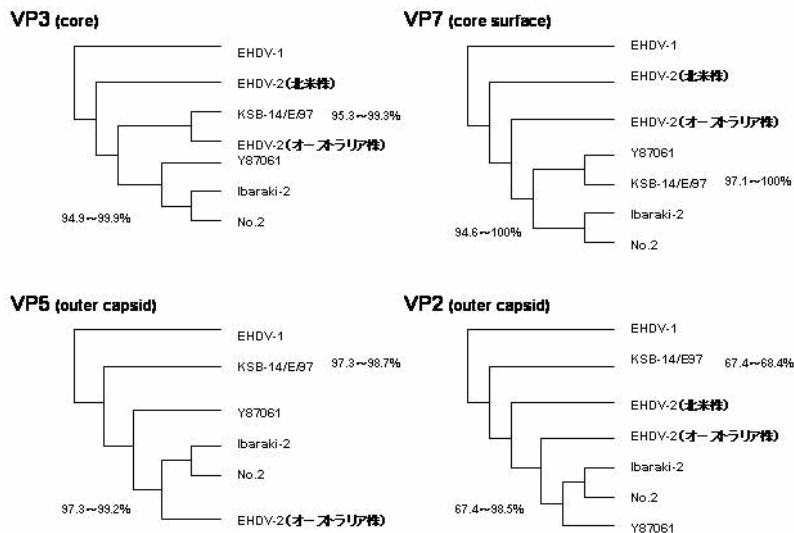


図5 イバラキウイルスと同属ウイルスの分子系統樹

### (3) チュウザンウイルスの解析技術

チュウザン病は1985年から86年にかけて九州地方で発生した牛異常産で、当時動物衛生研究所九州支所で分離されたウイルスの名を取って名付けられた。その後の発生はなかったが、2001年になって再び小規模な発生が見られた。この発生で分離されたウイルスは、血清型にずれがみられた。また、チュウザン病の発生とは関係なく、九州各県で分離されたウイルスの中に、同様の変異が認められるチュウザンウイルスが存在することも明らかになった。オルビウイルス属のチュウザンウイルスは、イバラキウイルスと同様の遺伝子再集合を起こすことから、その遺伝子解析を行った。その結果、チュウザンウイルスが属するパリアム血清群ウイルスの中では、VP7の遺伝子にはアフリカや、オーストラリアおよび日本や台湾といった地域ごとに差が認められ、異なるウイルスが分布していることが確認された。しかし、ウイルスの表面蛋白であるVP2の遺伝子は、1985年にチュウザン病を起こしたウイルスと、2001年に分離されたウイルスをはじめとする一部のウイルスでは異なったグループに分けられた。それはチュウザンウイルス(CHUV)より、むしろオーストラリアで分離されたディアギュラウイルス(DAGV)に近いことが判明した(図6)。

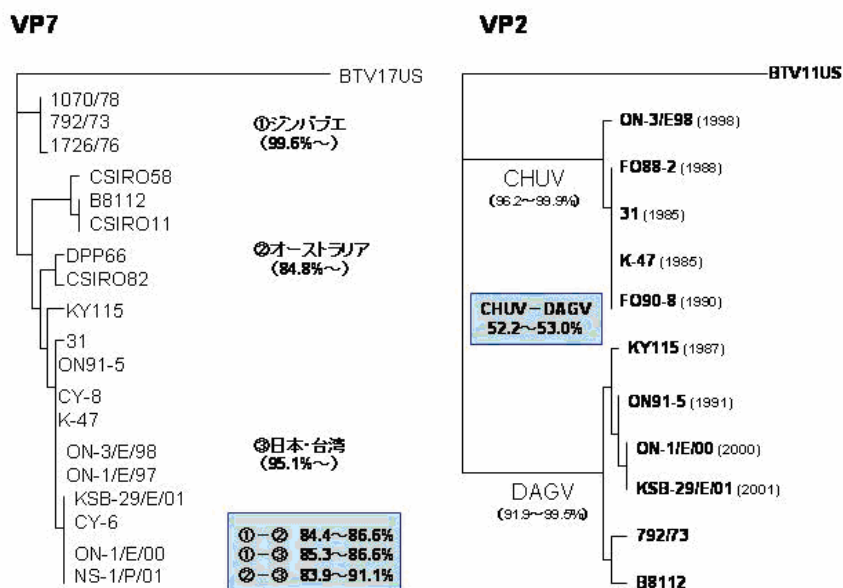


図6 チュウザンウイルスおよびパリアム血清群ウイルスの分子系統樹

本グループの研究で、日本で流行しているアカバネウイルスやイバラキウイルス、チュウザンウイルスが流行毎に変異していることが明らかになった。そして、こうした変異が病気の症状の変化やまったく新しい病気を起こすことも明らかになった。遺伝子解析の結果から、これらのウイルスは国内に常在化しているのではなく、おそらく熱帯、亜熱帯地方のウイルス常在地から媒介昆虫とともに国内に侵入していると考えられ、流行時のウイルスを採取してその分析を行うことが牛異常産の防除に不可欠と考えられた。

本研究グループでは、アカバネ、イバラキおよびチュウザンウイルス等の牛異常産を起こすウイルスを収集、保管しており、解析した遺伝子情報は全て遺伝子データベースに登録し、ウイルス遺伝子検出のプライマーも公開している。これらの公開されたデータを基に、わが国のみならず世界中の検査・研究機関で、代表的な牛のアルボウイルスの迅速検出と同定が出来るようになった。

## 2) 日本におけるアルボウイルスの媒介昆虫の特定

アルボウイルスは吸血昆虫によって媒介されるため、国内の媒介種を特定し、その活動を調べるのがウイルスの流行を予想する上で役立つ。そこで、本研究グループでは、九州支所内および協力農家において長期間にわたってヌカカを採取し、種の分類とウイルス分離を行って媒介昆虫の特定を行った。ヌカカとはハエ(双翅)目ヌカカ科(Ceratopogonidae)に属する体長1~3mmの小さな昆虫で、*Culicoides*属に含まれる種は、哺乳類や鳥類に吸血性を示し、うち数種は吸血の際に寄生虫やウイルス、原虫を媒介することが知られている(図7、8)。



図7 蚊(左)とヌカカ(右、小さい方)

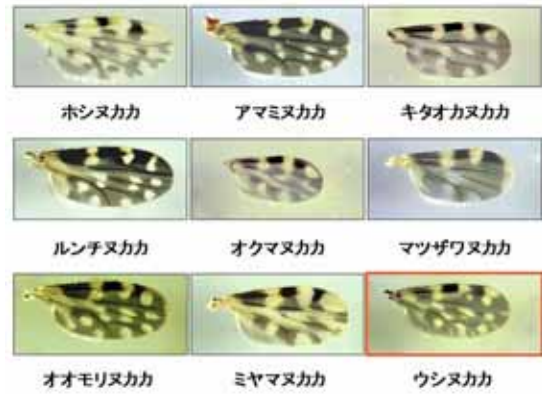


図8 *Culicodes* 属ヌカカの羽の模様

本研究グループは九州支所で 1988 年から 2004 年までの間、5 月から 11 月の毎週 2 回ヌカカを採取して、採集時期、年によるヌカカの種類と数の消長を調べた。ヌカカの雌は交尾前後に吸血を行い、家畜の糞や水たまりなどに産卵する。ここでふ化したヌカカは幼虫、蛹を経て成虫となり、繁殖を繰り返す(図 9)。ヌカカの吸血活動は産卵時期と一致することから、ヌカカの数が増える時期は吸血活動が活発であることを意味する。九州支所での調査では、ヌカカは 7 月から 10 月にかけて数が増えた。

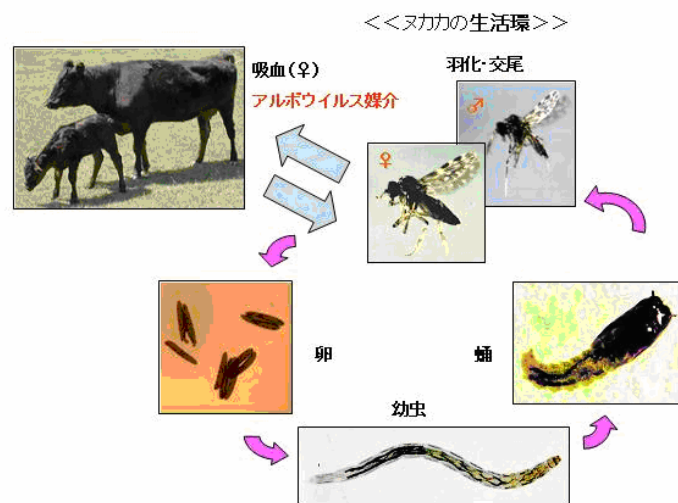


図9 ヌカカの生活環

また、1997 年頃から一晩に採取されるヌカカの数が大きく増え、そのほとんどがウシヌカカであることが判った(図 10)。また、ヌカカからウイルス分離を行った結果、アカバネ、アイノ、イバラキ、チュウザンおよびディアギュラの各ウイルスがいずれもウシヌカカから最も高率に分離され、これが日本での牛アルボウイルスの主要な媒介昆虫であることが判明した(表 2)。



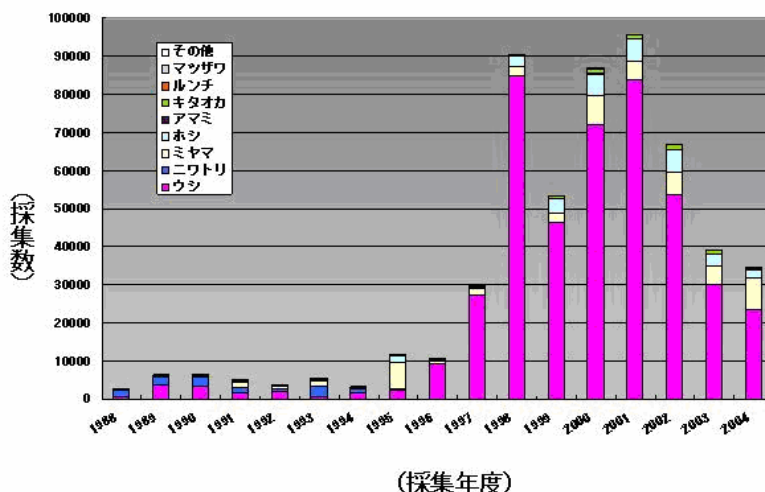


図 10 九州支所での採取ヌカカ数の年別変化

表 2 ヌカカから分離された牛のアルボウイルス

	分離株数					合計
	アカバネ	アイノ	チュウザン	ディアギュラ	イバラキ	
ルンチヌカカ					2	2
ウシヌカカ	18	8	2	16	29	73
ホシヌカカ		2			1	3
アマミヌカカ				1		1
合計	18	10	2	17	32	79

本研究グループでは、これらのデータをもとに国内各地でヌカカの採集を行っており、ヌカカの国内分布と活動時期を調べることで、地域によってより有効なワクチン接種適期を設定することが可能になると考えられる。

### 3) アルボウイルス検出および抗体測定法の開発

本研究グループではアルボウイルスの遺伝子解析で得られたデータをもとに、ウイルスに感染した牛の血液やウイルスを持ったヌカカから様々なウイルスを同時に検出できる RT-PCR 法を開発した。ウイルスに変異があることは前に述べたとおりであるが、そうした変異にも対応できるよう、それぞれのウイルス血清群でよく保存されている配列を用いて遺伝子検出用プライマーを設計した。これにより、アカバネウイルスやアイノウイルス等のシンプ血清群ウイルス (SIMV)、イバラキウイルスが属する EHD 群ウイルス (EHDV)、チュウザンウイルスが属するパリアム血清群ウイルス (PALV) およびブルータングウイルス (BTV) が一回の操作で検出できるようになった (図 11)。

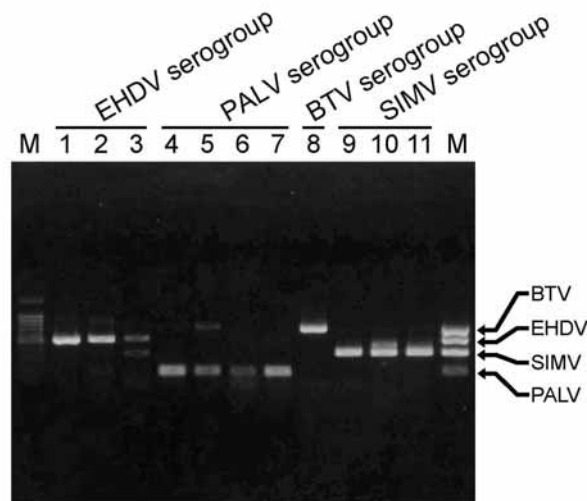


図 11 マルチプレックス RT-PCR によるアルボウイルスの検出

一方、アカバネウイルス抗体の検出にはこれまで中和試験法が用いられてきたが、この方法ではウイルスと培養細胞を準備した上で無菌操作が必要であるなどの理由からその検査は限られた施設でしか実施できなかった。そこで、本グループでは一般の検査室で実施可能な ELISA 法の開発を行った。ELISA 法は中和モノクローナル抗体を利用した競合結合法で、中和試験と同等かそれ以上の特異性と検出感度を持っており、2006 年に市販された(図 12)。

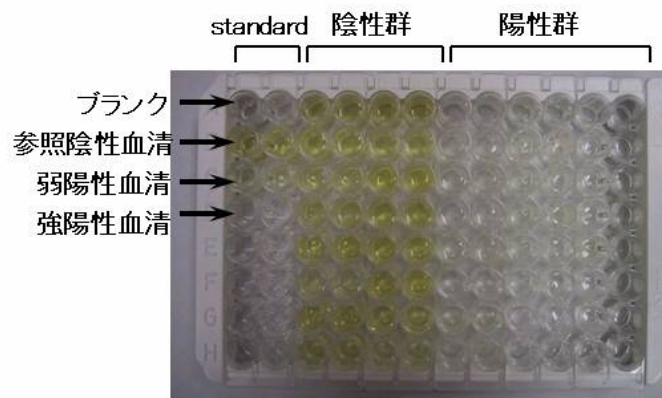


図 12 アカバネウイルス抗体検出 ELISA

本研究グループで開発した方法は、家畜保健衛生所をはじめとする検査機関で利用され、特にアカバネ ELISA キットは牛群の抗体保有状況の調査や、ワクチン接種が必要な牛の選別に利用されつつある。

#### 4) 新たなアルボウイルスの分離

本研究グループではヌカカやおとり牛からのウイルス分離および国内で分離されたアルボウイルスの収集と解析を継続的に行ってきた。その過程で1999年に長崎県と宮崎県で牛から分離されたウイルスは日本国内で確認されているアルボウイルスとは異なることが判明した。また、同時期に岡山県で分離されていたウイルスも既知のウイルスとは異なっていた。さらに2002年には鹿児島県や宮崎県で牛やヌカカからも新たなウイルスが分離された。これらのウイルスはいずれもアカバネウイルスやアイノウイルスと共通のシンプ血清群に属するウイルスであったが、S遺伝子を解析した結果、それぞれピートン、サシュペリおよびシャモンダの各ウイルスであることが明らかになった。これらのウイルスは1950～70年代にオーストラリア、アフリカ、インドなどでヌカカや牛から分離されていたが、その後は世界中でこれらのウイルスの分離や流行は報告されていなかった。

本研究グループにより明らかにされた新たなアルボウイルスの日本への侵入は、これまで継続してきたアルボウイルス調査が有効であることを示すものであり、これらのウイルスを監視対象に加えることで牛異常産の原因究明や流行状況調査の向上が期待される。

### 3 開発技術の応用と普及

アカバネ、イバラキおよびチュウザンウイルス等の牛異常産を起こすアルボウイルスの遺伝子情報は全てデータベースに登録されオンラインで公開されている。また、ウイルス遺伝子検出のプライマーも公開されており、家畜保健衛生所等の検査機関でアルボウイルスの迅速検出と同定が出来るようになっている。アカバネウイルス抗体検出キットはチッソ株式会社から市販され、感染の診断やウイルスの流行状況等の疫学調査に活用されている。

### 4 開発技術の学術的評価

アカバネ病は韓国やオーストラリア、イスラエル等でも報告されており、その脅威は米国や欧州でも注目されている。しかし、アルボウイルスに関する研究を体系的に実施している研究機関は世界的にも少なく、本研究グループのアルボウイルスに関する研究は国際的に高く評価されている。本研究グループの研究成果は、米国微生物学会の *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology* や *Journal of Clinical Microbiology* をはじめ、*Virus Research*、*Journal of Medical Entomology*、*Journal of Virological Methods*、*Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*、*Archives of Virology*、*Veterinary Research* 等の欧米の学術雑誌に数多く掲載されている。

また、国内の普及誌への原著論文や解説記事等の掲載によって、技術の普及を図っている。

## 5 開発技術の産業への貢献

アルボウイルスによる牛異常産の診断技術の向上によって、従来不明とされた疾病の原因究明が可能になり、牛異常産の発生状況が明らかになってきた。アカバネ病の発生は日本だけでなく韓国やイスラエルでも起こっているが、2000年に韓国で発生した原因不明の奇形子牛の多発や2001年のイスラエルでの盲目子牛の集団発生では、本研究グループの調査によっていずれもアカバネ病であることが明らかになった。また、2006年10月に熊本県を中心に発生した子牛の起立不能の多発でも、これにアカバネウイルスが関与したことが明らかになり、迅速な対応が可能であることが示された。

一方、講演会や普及誌での発表をとおしてワクチンの必要性についての認識も高まっており、鹿児島県においては乳用雌牛と肉用繁殖雌牛への牛異常産3種混合ワクチン接種率は毎年20%以上を保っている。また、近年アルボウイルスの流行が頻発しているにもかかわらず、牛異常産の発生頭数には急激な上昇は認められておらず、家畜保健衛生所や家畜畜産物衛生指導協会等の予防活動が成果をあげていると考えられ、産業への貢献は大きいと思われる。

## 6 技術開発に関する発表論文等

### 学術論文（原著論文）

1. Yamakawa, M., Yanase, T., Kato, T. and Tsuda, T. (2006) Chronological and geographical variations in the small RNA segment of the teratogenic Akabane virus. *Virus Res.* 121, 84-92
2. Yanase, T., Kato, T., Yamakawa, M., Takayoshi, K., Nakamura, K., Kokuba, T. and Tsuda, T. (2006) Genetic characterization of Batai virus indicates a genomic reassortment between orthobunyaviruses in nature. *Arch.Virol.* 151, 2253-2260
3. Yanase, T., Maeda, K., Nyuta, S., Kamata, H., Kato, T., Yamakawa, M. and Tsuda, T. (2005) The resurgence of Shamonda virus, an African Simbu group virus of the genus Orthobunyavirus, in Japan. *Arch.Virol.* 150, 361-369
4. Yanase, T., Kato, T., Kubo, T., Yoshida, K., Ohashi, S., Yamakawa, M., Miura, Y. and Tsuda, T. (2005) Isolation of Bovine Arboviruses from Culicoides Biting Midges (Diptera: Ceratopogonidae) in Southern Japan: 1985-2002. *J.Med.Entomol.* 42, 63-67
5. Tsuda, T., Yoshida, K., Ohashi, S., Yanase, T., Sueyoshi, M., Kamimura, S., Misumi, K., Hamana, K., Sakamoto, H. and Yamakawa, M. (2004) Arthrogyrosis, hydranencephaly and cerebellar hypoplasia syndrome in neonatal calves resulting from intrauterine infection with Aino virus. *Vet.Res.* 35, 531-538
6. Yanase, T., Fukutomi, T., Yoshida, K., Kato, T., Ohashi, S., Yamakawa, M. and Tsuda, T. (2004) The emergence in Japan of Sathuperi virus, a tropical Simbu serogroup virus of the genus Orthobunyavirus. *Arch.Virol.* 149, 1007-1013
7. Brenner, J., Tsuda, T., Yadin, H., Chai, D., Stram, Y. and Kato, T. (2004) Serological and clinical evidence of a teratogenic Simbu serogroup virus infection of cattle in Israel, 2001-2003. *Veterinaria Italiana*, 40, 119-123
8. Brenner, J., Tsuda, T., Yadin, H. and Kato, T. (2004) Serological evidence of Akabane virus infection in northern Israel in 2001. *J.Vet.Med.Sci.*, 66, 441-443
9. Ohashi, S., Matsumori, Y., Yanase, T., Yamakawa, M., Kato, T. and Tsuda, T. (2004) Evidence of an Antigenic Shift among Palyam Serogroup Orbiviruses. *J.Clin.Microbiol.* 42, 4610-4614

10. Ohashi, S., Yoshida, K., Yanase, T., Kato, T. and Tsuda, T. (2004) Simultaneous detection of bovine arboviruses using single-tube multiplex reverse transcription-polymerase chain reaction. *J.Virol.Methods* 120, 79-85
11. Tsuda, T., Yoshida, K., Yanase, T., Ohashi, S., Yamakawa, M. (2004) Competitive enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of the antibodies specific to Akabane virus. *J.Vet.Diagn.Invest.* 16, 571-576
12. Yanase, T., Yoshida, K., Ohashi, S., Kato, T. and Tsuda, T. (2003) Sequence analysis of the medium RNA segment of three Simbu serogroup viruses, Akabane, Aino, and Peaton viruses. *Virus Res.* 93, 63-69
13. Ohashi, S., Yoshida, K., Yanase, T. and Tsuda, T. (2002) Analysis of intratypic variation evident in an Ibaraki virus strain and its epizootic hemorrhagic disease virus serogroup. *J.Clin.Microbiol.* 40, 3666-3670
14. Matsumori, Y., Inai, K., Yanase, T., Ohashi, S., Kato, T., Yoshida, K. and Tsuda, T. (2002) Serological and genetical characterization of newly isolated Peaton virus in Japan. *Arch.Virol.* 147,401-410
15. Yoshida, K., Ohashi, S., Kubo, T. and Tsuda, T. (2000) Comparison of intertypic antigenicity of Aino virus isolates by dot immunobinding assay using neutralizing monoclonal antibodies. *J.Clin.Microbiol.* 38, 4211-4214
16. Ohashi, S., Yoshida, K., Watanabe, Y. and Tsuda, T. (1999) 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
17. Yoshida, K. and Tsuda, T. (1998) Rapid detection of antigenic diversity of Akabane virus isolates by dot immunobinding assay using neutralizing monoclonal antibodies. *Clin.Diagn.Lab.Immunol.* 5,192-198

#### 普及誌等

1. 津田知幸 (2006) アイノウイルス感染症 獣医感染症カラーアトラス(第2版)、文永堂出版, 428
2. 津田知幸 (2006) イバラキ病 動物の感染症(第2版)、近代出版 106
3. 津田知幸 (2006) アイノウイルス感染症 動物の感染症(第2版)、近代出版 180
4. 津田知幸 (2006) アカバネウイルス抗体検出キットの開発 畜産技術 616,13-16
5. 梁瀬 徹 (2006) 新たに国内で確認された牛のアルボウイルス 畜産技術 610,11-14
6. 津田知幸 (2006) 日本におけるアルボウイルスの監視体制と流行状況 家畜診療 53(4), 215-223
7. 津田知幸 (2006) 牛アルボウイルスの脅威と対策 酪農ジャーナル 1,40-43
8. 梁瀬 徹 (2003) ピートンウイルス 畜産技術 581,40
9. 大橋誠一 (2003) オルビウイルスの遺伝的特性とイバラキウイルス変異株の分子生物学的特性 臨床獣医 21(4),18-22
10. 梁瀬 徹 (2003) 牛異常産の流行要因～ベクターを中心として～ 臨床獣医 21(4),14-17
11. 津田知幸 (2003) 牛異常産の発生状況と防疫の進め方 臨床獣医 21(4),10-13
12. 津田知幸 (2000) 牛の異常産 アニマリタリオン 15,19-20
13. 津田知幸 (1999) アカバネ病の特徴と予防対策 デーリイマン 49(5),88-89
14. 津田知幸 (1998) 牛のイバラキ病 その特徴と対策 養牛の友 268(8),31-33
15. 津田知幸 (1998) ことしの夏,注意したいアルボウイルス病 デーリイマン 48(6),96-97
16. 津田知幸 (1998) イバラキ病と牛異常産の発生とその対策 家畜診療 45(4),251-255
17. 津田知幸 (1997) アイノウイルス感染による牛の異常産 動生協会報 30(3),3-10
18. 吉田和生 (1996) 牛異常産 - 発生経過と対策について 家畜診療 399,37-45
19. 吉田和生 (1996) アルボウイルス感染による牛異常産の対策 臨床獣医 14(8),30-35
20. 津田知幸 (1996) アカバネ、チュウザン、アイノウイルスによる牛異常産発生の相違点 臨床獣医 14(8),13-18

#### アルボウイルスによる牛異常産の流行監視技術の開発担当者一覧

代表：津田知幸

今田忠男、山川睦、梁瀬徹、加藤友子、大橋誠一、吉田和生、佐藤真澄、田中省吾  
伊藤博哉、大宅辰夫