

口蹄疫ウイルスと疾病

村 上 洋 介

(家畜衛生試験場海外病研究部診断研究室：〒187-0022 小平市上水元町6-20-1)

Murakami, Y. (1997). Foot and mouth disease : Virus and disease. *Proc. Jpn. Vet. Soc.* 32 :1-6

はじめに

口蹄疫は、ピコルナウイルス科アフトウイルス属に分類される口蹄疫ウイルスの感染によって起こる急性熱性伝染病である。このウイルスは、きわめて伝染力が強く、牛、水牛、豚、めん羊、山羊などの主要家畜をはじめ、野生動物を含むほとんどの偶蹄類動物に感染する。発病動物には、口、蹄及び乳房周辺の皮膚あるいは粘膜に水疱が形成されるため、この疾病名で呼ばれる。

口蹄疫による死亡率は幼畜は高率であるが、成畜では一般に低い。しかし、ウイルス伝染力の異常なまでの激しさと、発病後に生じる発育障害、運動障害及び泌乳障害などによって患畜は産業動物としての価値を失うために、直接的な経済被害はきわめて大きいものとなる。さらに一度発生すると、国あるいは地域ごとに厳しい生畜と畜産物の移動制限が課せられるため、畜産物の国際流通にも影響が大きく、間接的に生じる社会経済的な被害は甚大なものとなる。

口蹄疫ウイルスには、相互にワクチンが全く効かないO, A, C, Asial, SAT1, SAT2及びSAT3の7種類のタイプ(血清型)がある。さらに同一タイプ内にも、部分的にしかワクチン効果が期待できず、従来はサブタイプ(亜型)と呼ばれていた多数の免疫型が存在する。しかも、ウイルス抗原は変異を起こしやすく、ワクチンのみでは本病の根絶は困難である。さらに、感染耐過したワクチン接種個体(主に反芻動物)が長期間持続感染するキャリア化の問題もあって、現在ほとんどの先進国は、本病に対して移動制限と殺処分方式により防疫を図り常在化を防ぐことを基本方針にしている。

口蹄疫の発生に関する記載は古く、すでに16世紀半ばには欧州で報告がある。その後は世界的に発生がみられており、これまでに長年発生のない国は、日本、韓国、オーストラリア、ニュージーランド、アメリカ、カナダ、スウェーデン、ノルウェー及びフィンランドのほか数カ国程度にとどまる。度重なる発生で甚大な被害を受けた経験を持つ欧米の畜産国では、本病の重要性を一般国民も充分に理解しているほどである。一方日本では、今世紀初頭に発生があったが、島国とい

う地理的な条件にも恵まれて、幸いにその後は発生を経験していない。しかしながら、わが国は現在世界最大級の畜産物輸入国であり、一方では依然相当数の飼養家畜を保有する畜産国でもあることから、口蹄疫など国際重要伝染病の発生動向に無関心ではいられない情勢になっている。

口蹄疫の疫学

(1) 最近の発生

最近の口蹄疫ウイルスの流行地域を表1に示した。1992年～1996年の間で各タイプの発生件数の比率をみると、Oタイプが最も多く全体の半数を占めており(49%)、以下、A(25%)、Asial(10%)、C(6.5%)、SAT2(5.8%)、SAT1及びSAT3(1.7%)タイプの順となる。従来からO、A及びCタイプはヨーロッパ型、SAT1～3タイプはアフリカ型、及びAsialタイプはアジア型と通称されてきたように、各タイプの発生分布には現在も地域的な特徴がみられる。また、OとAタイプは世界的な発生がみられているが、従来のサブタイプでみると地域的に著しい抗原の差異がある。このうち、今回台湾で流行したウイルスはOタイプで、最近、香港、フィリピンおよびロシアで流行したOタイプと遺伝学的に近縁で、さらに豚に親和性が高い(感染しやすい)という特徴がみられている。こうした特定のウイルス株がある動物種に親和性が高いという傾向は従来もみられているが、フィリピンでは豚に親和性が高いという台湾と同じ性状を示すウイルス株が、豚以外

表1. 口蹄疫ウイルスのタイプとその地理的分布

タイプ	地理的分布
O	ヨーロッパ, 中東, アフリカ, アジア, 南アメリカ
A	ヨーロッパ, 中東, アフリカ, アジア, 南アメリカ
C	南アメリカ, アジア, アフリカ
SAT1	アフリカ
SAT2	アフリカ
SAT3	アフリカ
Asial	中東, アジア

(O.I.E. Bulletinより, 1992～1996年)

にも水牛や牛に感染した事例がある。また、抗原変異に伴って宿主域が変化拡大することもあり得る。したがって、口蹄疫ウイルスは、通常は牛、豚、めん山羊、水牛などほとんどの偶蹄類家畜に感染すると考えるのが一般的である。

(2) 宿主とウイルス伝播

口蹄疫ウイルスの宿主域は広く、60種類以上の動物種が感染する。宿主の大半は偶蹄類である。家畜では牛が最も感受性が高く、ついで豚、羊、山羊の順に感受性は低下する。しかし、最近のアジア地域のOタイプのように、豚に高い親和性を示す流行株も存在し、ウイルス株によっては宿主親和性が異なる場合がある。イボイノシシ、ヤブイノシシなど豚属の野生動物も感染し発病する。

口蹄疫ウイルスの主要な感染源は潜伏期あるいは発病期の感染動物である。口蹄疫ウイルスに感染した動物は、発病後のみならず、発病前の潜伏期にもウイルスを排出するため感染源になる。その期間は、豚では病変形成の2～10日（平均5日）前から、牛では同じく病変形成の2～5日（平均2.7日）前からウイルスを排出する。とくに、豚の潜伏期は長く（平均約10日）、その間のウイルス排泄量も多い。豚のウイルス排泄量は、ウイルス株によって異なるが、一般に牛などの反芻獣に比較して100倍～2,000倍多く、高濃度のウイルスをエアロゾルの状態で気道から排泄するといわれる。反対に、牛や羊は口蹄疫ウイルスに感染しやすく、これもウイルス株によって異なるが、最少感染ウイルス量は10～25TCID₅₀であるのに対して、豚の感染にはこれより多量のウイルスが必要とされる。このため、口蹄疫ウイルスの疫学において、牛をdetector（検出動物）、豚をamplifier（増幅動物）とする考え方もある。また、キャリア化した反芻獣が汚染源になったと思われる事例も多い。牛、羊、山羊、水牛、シカなどの反芻獣では、回復後またはワクチン接種後の感染で、ウイルスが咽喉頭部位や食道に長期間持続感染する。牛ではキャリア状態が感染後2.5年間持続した例があるが、こうしたキャリア化は豚では起こらないものと考えられている。

また、発病動物の口や蹄に形成される水疱、乳汁にも大量のウイルスが含まれる。さらに糞尿にもウイルスは排出される。こうした感染動物から排出されたウイルスは畜舎や農場内の汚染濃度を高め、空気伝播や直接あるいは

は間接的な接触伝播を起こす。犬、猫、鶏、ネズミ、野鳥などの非感受性動物による機械的な伝播や、汚染された飼育器具、機材、飼料、人、車両などを介した間接的な接触伝播もみられている。さらに、地域の汚染濃度が高まると口蹄疫ウイルスは風によって伝播することもある。イギリスなどのヨーロッパでの事例をみると、高湿度、短日照時間、低気温などの気象条件が揃うと、ウイルスは陸上でも数10kmの距離を風で伝播したとの記録がある。しかし、こうした長距離に及ぶ空気伝播は、北ヨーロッパとは気候条件が異なる熱帯地域や亜熱帯地域では起こらないとする見方が一般的である。

清浄国における口蹄疫の初発生の原因をみると、汚染肉、畜産物によるものが最も多く（66%：全体の平均値）、次いで感染家畜、空気（風）伝播、汚染器物や人の順となっている（表2）。また、口蹄疫の国際的な伝播でも、その原因には、感染生畜、汚染畜産物及び乾草や藁などの汚染農産物のほか、船舶や航空機の汚染厨芥あるいは汚染国への渡航者などがあげられている。このように、汚染畜産物は口蹄疫の国際伝播の重要な原因になっている。一般に口蹄疫ウイルスに感染した動物はウイルス血症を起こすため、皮膚、臓器、筋肉、血液、リンパ節、骨など死体のすべてが感染源になり得る。感染豚ではウイルスは咽喉頭、肺及び水疱病変部位に多く含まれるほか、リンパ節、骨髓、筋肉にも存在する。これら組織内のウイルスは臨床症状がみられる前から証明される。筋肉内のウイルスは、屠殺後死後硬直の開始に伴い乳酸が蓄積するため不活化される。牛や豚では死後硬直の始まりから通常48時間以内に筋肉内のpHは5.5～6.0になりウイルスの不活化が起こる。しかし、乳酸の生成によるウイルスの不活化は豚では牛ほど明確ではない。これに対して、大量のウイルスを含むリンパ節、骨髓、あるいは筋肉内でも大きな血管に残存する血べいなどでは、

表2. 過去における口蹄疫の発生原因（1870～1993年）

感染源	発生頻度 (%)	
	1870年～1968年*	1969年～1993年**
汚染肉・畜産物・厨芥	71	23
空気（風）伝播・渡り鳥	24	9
家畜の輸入・移動	2	36
汚染器具・人	3	4
ワクチン	1	25
野生動物	<1	3

期間中の発生件数：*n=558, **n=69 (USDA, 1994)

屠殺後も乳酸の影響を受けず、ウイルスは不活化されないまま長期間生存する。筋肉を屠殺後直ちに冷凍した場合にも乳酸の生成が停止しウイルスはその期間生存することになる。近年国際市場の要請を受けて、実験的に感染させた豚から一般製品と同様に調理した加工豚肉中の口蹄疫ウイルスの残存期間が検討されている。非加熱の骨付きハム類(塩漬乾燥調理)では、ウイルスは調理後最高182日間生存することが実験的に明らかにされている。さらに、同様の調理方法によるベーコン、ハム脂肪及び付属骨髄には、それぞれ190日、183日及び89日間ウイルスが生存する。このような汚染畜産物や厨芥を介して口蹄疫が国際伝播した事例は多数報告されているが、逆に言えば、汚染畜産物や厨芥あるいは汚染農産物を直接家畜に摂取させないように、細心の配慮を払うことが本病の発生防止にきわめて重要と言えよう。

口蹄疫の症状

豚の潜伏期間は平均で約10日であるが、感染したウイルスの量によって潜伏期間に長短がみられる。臨床症状では、最初に発熱(40.5℃以上)、食欲不振およ

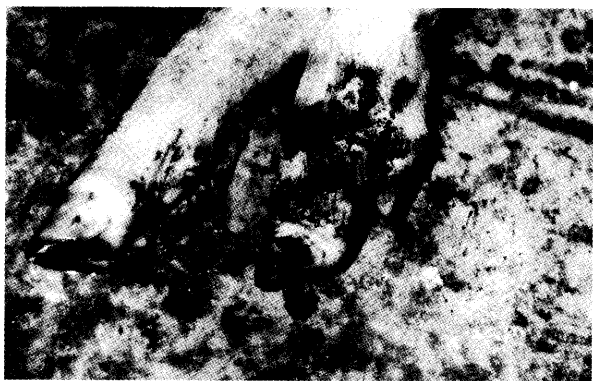


写真1. 豚の蹄冠部の水疱 水疱が開放し出血する



写真2. 豚の蹄冠部の水疱
水疱の開放、診断材料には水疱上皮を採取する

び嗜眠がみられる。さらに、鼻鏡や鼻腔の皮膚粘膜、舌、口唇、歯齦、咽頭、口蓋などの粘膜と蹄部に水疱が出現する。水疱の大きさは様々であるが、台湾の症例では鼻鏡にピンポン玉大の水疱がみられている。また、豚では蹄部、とくに蹄冠部、趾間、副蹄の水疱形成が顕著である(写真1および2)。このため跛行や歩行を嫌うなどの症状で初めて異常に気付くことが多い(写真3)。また、起立を嫌い犬座姿勢をとる。母豚には乳房や乳頭にも水疱がみられる。水疱は初期には小さいが次第に拡大し透明感のある多量の水疱液を満たす。その後水疱は、6～24時間で自壊し、び爛、痂皮形成を経て、細菌の2次感染がなければ7～14日の経過で回復する。しかし、蹄部の水疱形成が重度に及ぶと、出血を伴って蹄冠が脱落することも多い。台湾の事例では落蹄が多数みられ、そのための疼痛から跛行、歩行困難、起立不能などを起こしている。また、舌や口腔粘膜の水疱も重症例では採食、採水障害

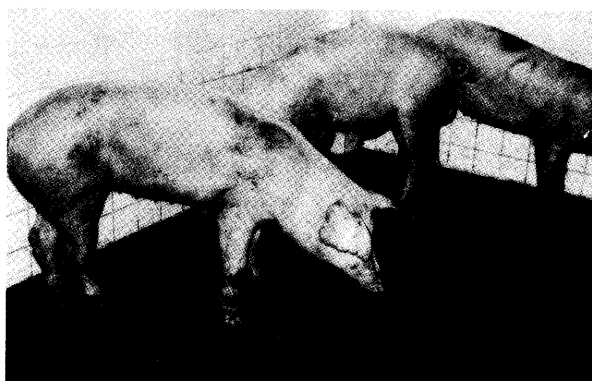


写真3. 歩行障害を起こした発病豚

を起こし、こうした運動障害は、豚の体重減少、脱水、衰弱などを招いて生産性は著しく低下する。また、事例は少ないが妊娠豚は流産することがある。清浄国などで免疫を全く持たない場合、感染率は100%に近い。成豚の致死率は通常5%未満であるが、幼若豚が心筋炎を起こすと(虎斑心)50%以上に及ぶ。

牛の潜伏期は平均約6日と豚より短い。しかし、牛でも潜伏期間は感染ウイルス量によって長短がみられる。潜伏期において通常、発熱、流涎、跛行などの症状が現れる。しかし、乳牛では発病前から泌乳量が著しく減少するので、最初は乳量の減少で異常に気付くことが多い。水疱は、舌、歯齦、口腔粘膜、鼻孔粘膜、蹄冠部、乳房、乳頭などにみられる。蹄部の水疱は細菌の2次感染を受けやすく、趾間腐爛と間違えやすい。こうした水疱も短期間の内に上皮が剥離し、潰瘍やび

爛に移行する。幼牛は心筋炎により高い死亡率を示すが、一般の牛の死亡率は低い。しかし、乳牛、肉牛のいずれも運動障害と採食困難に陥り、生産性の著しい低下から廃用になるものも多い。めん山羊の潜伏期間は平均約9日で、水疱病変が牛と同じ部位に形成される。しかし、めん山羊の症状は牛に比べて明瞭ではない。

口蹄疫の診断

口蹄疫とよく似た伝染病として、豚では豚水疱病、水疱性口炎、水疱疹及び豚痘などのウイルス病がある。また、牛では、牛伝染性鼻気管炎、牛ウイルス性下痢・粘膜病、ブルータンク、趾間腐爛などの類似疾病も一見口蹄疫と臨床的には似ているので注意する必要がある。なお、豚水疱病や水疱性口炎は口蹄疫と同様にわが国には発生がなく、いずれも最終的には実験室内検査を行うことになる。また、口蹄疫を疑う疾病が発生した場合には、水疱病変の分布や形状などの臨床観察のほかに、本病が最も伝染しやすい疾病であることを念頭において、同居家畜や農場内への伝播状況等の疫学状況を把握し、総合的に判断する必要がある。また、患者は病変形成の前からウイルスを排泄するので、発生農場からの家畜などの出荷先も正確に把握する必要がある。口蹄疫の伝播は速く対応が遅れると被害が広域に及ぶので、効果的な防疫対策をとるには、疾病の摘発から診断までを迅速かつ的確に実施する必要がある。なお、わが国における口蹄疫の診断は、「海外悪性伝染病防疫要領」(昭和50年農水省畜産局長通達、同51年一部改正)などの関連法規に基づいて実施される。病性鑑定材料の採材と運搬方法も、この要領に細かく記載されている。また、口蹄疫の実験室内診断は、わが国では農林水産省家畜衛生試験場海外病研究部(東京都小平市)の高度封じ込め施設内で安全に実施するように定められている。

口蹄疫を疑う疾病が発生したときには、最寄りの家畜保健衛生所あるいは役場等に通報する。また、報告を受けたこれらの機関は速やかに農林水産省に通報する。病性鑑定材料の採取と運搬に先立っては農林水産省と協議する。病性鑑定材料には、可能な限り新鮮な水疱上皮を採取することが重要である。口蹄疫の診断材料は、同一農場内であれば家畜個体ごとに区分して採取する必要はなく、複数の個体から新鮮な水疱上皮を対象にプールして採取してもかまわない。上皮が破裂していない場合には水疱液も診断材料として利用で

きる。注射器等で別途内容液を採取する。水疱上皮は合計1g以上が必要で、家畜保健衛生所の病性鑑定施設に準備されている保存液に浮遊させる。口蹄疫ウイルスはpHの変動に弱く、酸性や塩基性条件下では容易に不活化されてウイルス分離やタイプの決定が困難になるので、保存液のpHが7.2~7.6の間であることを確認し、これを厳守する。保存液には、滅菌した1/25Mリン酸緩衝液に等量のグリセリン液を混ぜたものを使用する。幼獣等の死亡例が出た場合には、心筋、リンパ節、主要臓器などを病性鑑定材料に使用できるが、汚染の拡大防止には細心の注意を払う必要がある。採材のために剖検を要する場合には、焼却や集中的な消毒が可能な病性鑑定施設等で実施すべきである。病性鑑定材料を保存液を満たした容器に入れ、密栓したのち、表面を4%炭酸ソーダ液等で消毒する。破損や水漏れのないように2重包装して、凍結させないように冷蔵保存して運搬する。運搬は、上記の「海外悪性伝染病防疫要領」に従い連絡員が持参するが、航空便等最も迅速な方法を用いる。現在、口蹄疫の実験室内診断には、国際獣疫事務局(OIE)の診断基準に定められている抗原検出法、ウイルス分離法、PCR法および抗体検出法などの方法を用いる。抗原検出法には、同時にタイピングが可能な間接ELISAサンドイッチ法や補体結合反応が、また抗体検出法には、液層競合ELISAサンドイッチ法や中和試験が使用されている。わが国では、ウイルスの取扱いが禁止されているので中和試験は実施できない。

口蹄疫の防疫

口蹄疫清浄国であるわが国で本病が発生した場合には、「家畜伝染病予防法」並びに「海外悪性伝染病防疫要領」などの関連法規に基づき、移動制限と殺処分方式を基本とする防疫措置がとられる。病性決定までの措置や決定後の措置などもこの防疫要領に定められている。

それによると、患者および疑似患者はすべて殺処分と埋却あるいは焼却される。疑似患者には、患者と同居する感受性動物の全てと、口蹄疫の伝播において発生農場と関係のある飼養施設の感受性動物全てを対象にしている。口蹄疫の伝播はきわめて早いので、発生した場合に最も重要なことは、可能な限り早期に発見して、発生農場の家畜を移動禁止とし、病性が決定したら早急に殺処分することである。汚染飼料、畜舎及び汚染の可能性のある全ての機材も消毒または焼却す

る。発生時に防疫資材として使用する消毒液には、安価で大量に調達できる確実な消毒液が望ましく、2%苛性ソーダや4%炭酸ソーダ（いずれも工業用で可）などが適している。一方、蔓延防止のために発生地を中心とした段階的な移動制限措置がとられる。患者と疑似患者の所在する発生地では、応急的な防疫措置が完了するまでに、48時間を越えない範囲で通行遮断が実施出来ることになっている。また、発生地から半径20Km以内を汚染地とし、最終発生例の措置後3週間までの範囲で牛や豚など感受性家畜の移動を禁止、家畜市場やと場を閉鎖する。さらに、発生地から半径50Km以内を警戒地域とし、初発後3週間以内の範囲で牛、豚、めん山羊などの感受性家畜の域外への移動を禁止する。こうした蔓延防止措置はきわめて重要であるが、その実施に当たっては正確な追跡調査の結果に基づいて実施する必要がある。

ワクチン接種は、殺処分方式による防疫が困難で、ワクチンが必要であると国が判断した場合に実施することができる。このため、わが国では不測の事態に備えてワクチンが備蓄されている。しかし、口蹄疫のワクチンは不活化ワクチンであり、その効果は、例えば豚では豚コレラワクチンの様に優れたものではない。また、ワクチン製造に用いているウイルスの抗原性が、流行株と全く一致することは少なく、著しく異なる場合には効果がないか、あっても弱いので感染を阻止できないという問題や、ワクチンによる免疫成立までに日数を要するなどの問題がある。このため、ほとんどの先進国では、口蹄疫の発生があった場合にも迅速な殺処分を防疫の柱とし、ワクチンの使用は次善の策として、発生が多く殺処分のみでは防疫が間に合わない場合にのみ、一時的に地域を限定して蔓延を防止する、いわゆる「周辺ワクチネーション」を実施することになっている。この方法は、清浄国に復帰するまでの期間を短縮し、またその経過を容易にするためでもある。さらに、ワクチンを接種した動物は、ウイルスの感染を隠すため（このためワクチンを使用した国は完全な口蹄疫清浄国とはみなされない）、接種動物は移動を禁止して発生が終息した時点で淘汰する方法がとられる。このため、防疫のためにワクチンを使用した場合には、OIEは清浄化への復帰条件として血清学的なサーベイランスでウイルス活性の不在を証明することを義務付けている。こうした事態に備えて欧州連合などでは全畜の個体識別制度を導入している。

以上のように、清浄国で発生時の緊急防疫のために

使用するワクチンは、OIEが定めている清浄国への復帰条件を見据えて使用されるべきもので、その意味から清浄化のための「戦略ワクチン」と呼ばれており、口蹄疫常在国で毎年数回接種して発生を予防するために使用する「予防ワクチン」とは、その性格が全く異なっている。また、最近では「戦略ワクチン」のひとつとして、高度精製不活化抗原を液体窒素で凍結保存し、緊急使用時に適切なアジュバントを加えて製品化する、いわゆる「ワクチンバンク」が世界的に普及しつつある。現在稼働しているワクチンバンクには、国際バンク（イギリスを中心に7カ国）、欧州バンク（欧州連合域内国）、北米バンク（カナダ、アメリカおよびメキシコ）およびロシアバンク（ロシアとその他旧東欧圏）などがあり、それぞれ地域的に共通の防疫構想を持つ、主として清浄国で維持されている。

またわが国では、海外から国内への侵入に対しても、関連法規に基づいて厳重な検疫体制が敷かれている。現在、わが国では、ほかの口蹄疫清浄国と同様に、輸入相手国の口蹄疫の汚染度に応じて、汚染が想定される農・畜産物に輸入禁止、輸入制限、条件輸入などの段階的措置が課せられている。

おわりに

現在、国連、FAOやOIEなどの国際機関が中心になって、口蹄疫の防疫活動が世界各地域で展開されている。とくに、OIEは、畜産物の国際流通における本病の重要性から、口蹄疫をはじめとする重要な家畜伝染病に関する衛生規則（国際家畜衛生コード）を定めており、国際協調と規制緩和を目標に発足した世界貿易機関(WTO)のSPS協定が発効してからは、この規則は畜産物の国際流通に大きな意味を持つようになっている。この規則のうち口蹄疫に関しては、国や地域単位にあてはめられる口蹄疫清浄度区分とその基準、境界措置および清浄化への条件などが詳細に規定されており、その規定に従って畜産物の輸出入が行われている。万一、清浄国で口蹄疫が発生した際にも、再び清浄国に復帰するまでには、ワクチン接種や殺処分方式の有無、サーベイランスの実施など、採用した防疫手法によって異なる様々な条件を厳守する義務が課せられる。このように、口蹄疫は世界の畜産業にとって、輸出国、輸入国のいずれの立場でも、最も重要な家畜伝染病と位置付けられている。このため、農産物の流通を著しく制約する口蹄疫に対しては、汚染地域では周辺国との協力で広域の清浄化計画が進行中であると

ともに、清浄地域では周辺国あるいは経済圏単位で共通の防疫対策がとられている。わが国にとっても、ワクチンを使用しない完全な口蹄疫清浄国の立場を保つことが、国内畜産業の安定の前提条件になっている。このように、口蹄疫等の国際重要伝染病をめぐる国際情勢は、「WTO-SPS原則」の導入以来一変してきており、各国は重要伝染病の防疫体制の見直しを行うとともに、危険度分析に必要な疫学研究あるいは診断技術の高度化などの研究を推進強化してきている。

参考文献

- Callis, J. (1994). Vaccine banks: present status and future development. p7-11. 62nd General Session of OIE, Paris.
- Doel, T. R (1996). Natural and vaccine-induced immunity to foot-and-mouth disease: the prospects for improved vaccines. O. I. E. Bull. 15(3):883-912
- Donaldson, A. I. and Doel, T. R. (1992). Foot-and-mouth disease: the risk for Great Britain. Vet. Rec. 131:114-120
- Donaldson, A. I. et al. (1996). Foot-and-mouth disease. OIE Manual of standards for diagnostic tests and vaccines, 3rd ed., OIE, Paris, France
- Dunn, C. S. and Donaldson, A. I. (1997). Natural adaption to pigs of a Taiwanese isolate of foot-and-mouth disease virus. Vet. Rec. 141:174-175.
- Farez, S. and Morley R. S. (1997). Potential animal health hazards of pork and pork products. Rev. Sci. Tech. O.I.E. 16(1):65-78.
- House, J. A. and House, C. A.(1992). Vesicular diseases. p387-398, Disease of swine 7th ed., Leman et al., Wolfe Publishing Ltd., England
- Kitching, R. P. et al. (1988). Rapid correlation between field isolates and vaccine strains of foot-and-mouth disease virus. Trop. Vaccine, 6:403-408
- Kitching, R. P. and Ferris, N.P.(1996). Review of the foot-and-mouth disease situation in the world, 1995: Epidemiological situation. FMD Newsletter 1(4):1-4
- 熊谷哲夫 (1989). ピコルナウイルス科 5. アフトウイルス属. p689-696, 新編獣医微生物学, 梁川ほか編, 養賢堂, 東京
- Masara, M. O. et al. (1995). Effect of low-temperature long-time thermal processing of beef-cuts on the survival of foot-and-mouth disease virus. J. Food Protect. 58:165-169
- Mebus, C. A. et al. (1993). Survival of foot-and-mouth disease, African swine fever, and hog cholera viruses in spanish serrano cured hams and Iberian cured hams, shoulders and loins. Food Microbiol. 10:133-143
- Thomson, G. R.(1996). The role of carrier animals in the transmission of foot-and-mouth disease. Report in O.I.E. 64th general session, p1-18
- 徳井忠史 (1987). 口蹄疫, p283-295, 豚病学 第3版, 近代出版, 東京
- Foot-and-mouth disease: sources of outbreaks and hazard categorization of modes of virus transmission. (1994). USDA. Center for epidemiology and animal health, Colorado, USA.
- International animal health code, mammals, birds and bees. (1996). updates 1993-1996, p57-70
- 口蹄疫防疫の理論と実践 (英国における口蹄疫防疫の反省), (1968), 農林省畜産局刊行
- 英国における口蹄疫防疫, 第1部, (1969), 英国口蹄疫調査委員会報告, 農林省畜産局衛生課訳, 農林弘済会刊行, 東京
- 英国における口蹄疫防疫, 第2部, (1970), 英国口蹄疫調査委員会報告, 農林省畜産局衛生課訳, 農林弘済会刊行, 東京

(写真提供: 農林水産省動物検疫所 衛藤真理子氏)