

口蹄疫の疫学

筒井俊之（農研機構 動物衛生研究所）

Tsutsui T. (2011). Epidemiology of foot-and-mouth disease

All about SWINE 39, 3-8

1 はじめに

2010年に宮崎県で発生した口蹄疫は地域の畜産に壊滅的な被害を与えた。また、今回の口蹄疫の流行は、防疫という観点からも大きな課題を残した。これらの課題の多くはこれまでも検証され、家畜伝染病予防法や関連規定、ガイドラインの改訂に反映されている。一方、口蹄疫の拡大要因の詳細な分析や密集地域での効果的なまん延防止対策の検討など、今後も検討が必要な点も残されている。いずれにしても、今回の発生で得られた教訓を口蹄疫のみならず他の家畜伝染病に対する防疫対策に生かしていくことが重要である。

本稿では、疫学的な視点から口蹄疫という疾病について解説するとともに、近年日本で発生した2回の口蹄疫について概説し、今後の対応について考察する。

2 口蹄疫について

口蹄疫はピコルナウイルス科に属する口蹄疫ウイルスを病原体とする家畜の伝染病で、国際的にも最も重要な家畜伝染病の一つである。口蹄疫ウイルスには7つの血清型（O, A, C, Asia-1, SAT-1～3）があり、それぞれ抗原性状が異なるため、ある血清型のウイルスに対するワクチンは異なる血清型のウイルスに効果を示さない。ま

た、同じ血清型であってもウイルス株間の違いにより、ワクチンが有効ではない場合もある。

牛への感染は一般的にエアロゾル（飛沫核）となったウイルスが経気道感染することによって起こると考えられている。皮膚や粘膜の擦過傷によっても感染が成立するが、そのためには大量のウイルスが必要とされている。ウイルスは、乳汁、精液、尿、糞に排泄され、子牛は乳汁中のウイルスによっても感染する。感染牛は、エアロゾルや糞中に多量のウイルスを排泄し感染源となる。ウイルスの排出は臨床症状の発現の最大4日前から起こると考えられている。ウイルスの増殖は咽頭の上皮細胞で起こり、疾病の進行に伴って全身に拡散し、多くの上皮細胞で増殖する。症状としては、一般に発熱後に舌と蹄に水疱を形成する。多くの牛で泡沫性の流涎も見られる。外傷や物理的ストレスによって症状は重くなり、ほとんどの牛でウイルス血症を起こす。潜伏期間は2日から14日であるが、感染量と感染部位によって期間が異なる。

豚は、汚染した畜産物の給与、感染動物との接触、感染動物がいた施設への搬入によって感染することが多いと考えられる。エアロゾルによる感染は牛に比べて起こりにくいが、牛や羊に比べて大量のエアロゾルを呼気中に排泄する。潜伏期間

は牛と同様にウイルス量や感染部位に影響を受けるが、一般的に2日間以上であると考えられる。感染した動物は発熱、舌と蹄の病変、ウイルス血症を起こすが、蹄の病変が最も発見しやすい。2010年の宮崎県での発生では鼻部の水疱やびらんもよく認められた。若齢豚では心筋炎を起こし急死することがある。

羊はエアロゾルに対して感受性が高く、感染するとエアロゾルとしてウイルスを排泄する。しかしながら、2001年の英国の例では直接接触による感染が多かったと言われる。感染した羊の臨床症状は、蹄と口の病変、発熱に特徴づけられるが、2001年に英国で発生した例では、25%の感染羊は症状を示さず、症状を呈した羊の20%は病変が1ヶ所のみであった。

口蹄疫の動物種による病原性の違いは、動物固有の抵抗性の違いによるが、さらに、ウイルス株によっても異なる。例えばO型のある株のウイルスは豚に親和性が高く、感染実験でも牛への病原性は弱い。実際、1997年に台湾で発生した口蹄疫の原因ウイルス(O型)は豚に親和性が非常に強く、牛には感染が認められなかった。また、病原性の弱いタイプの口蹄疫は臨床的な摘発が困難となるため、その防疫に大きな支障を来す可能性がある。2001年に英国で流行した口蹄疫では、感染拡大の大きな要因として臨床的に摘発しにくい感染羊の移動によって伝播したことがあげられている。このように、口蹄疫は宿主動物と病原ウイルス株の組み合わせによって感染時の病状が変化するため、防疫対応もこれらのことを考慮して行う必要がある。

口蹄疫ウイルスは酸、アルカリ及び熱に弱く、容易に不活化されるが、低温下の中性域 pH では

野外で長期間生存する。このため、発生地域では人、車両、器具などによる機械伝播が問題となる。英国における伝播ルートの調査結果(表1)が示すように、口蹄疫の農場間伝播のほとんどは近隣伝播(Local Spread)といわれる3km以内の狭い地域内での感染が占めている。この表では、複数の感染ルートが考えられたものを近隣伝播に分類している。また、近隣にあって直接的なコンタクトが認められなかった場合は空気(飛沫核)伝播と分類している。近隣伝播はコミュニティ内での家畜の接触感染、人、機材、道路などを介した感染、エアロゾルによる感染などが原因と考えられている。口蹄疫の発生が確認される前に近隣伝播が起こっていた場合、それらの農場からさらに二次感染が起こり、広範囲に感染が拡大することとなるため、特に家畜の密集地域では注意が必要である。また、口蹄疫では、風による長距離の伝播は起こり得ると考えられるものの、大量のウイルスが空気中に放出されること、湿度が高くウイルスの生存率が高いこと、大気が安定しウイルスが拡散しないことなどの条件を満たす必要があり、そのような気象状況は限定されると考えられている。

表1 英国における農場間の感染ルート

伝播ルート	割合
動物	4.7%
人	3.6%
車両	1.5%
空気(飛沫核)伝播	1.0%
集乳車	0.6%
その他の物	0.5%
近隣伝播	78.7%
調査中	9.3%

(Gibbens, J.C. et al., 2001 より)

以上のように、口蹄疫は、感染動物種が多いこと、動物の感染経路が複数あること、感染動物が大量にウイルスを排出すること、感受性動物は比較的少ないウイルス量で感染すること、原因ウイルスは一定の条件下で比較的安定的に野外で生存できるという特徴があり、大流行を起こすために必要な要素を備えている。

3 2000年に発生した口蹄疫

2000年3月に宮崎県において、わが国で92年ぶりとなる口蹄疫が確認された。口蹄疫の確認後、直ちに発生農家における家畜の殺処分と発生農家から半径20kmまでの移動制限と50kmまでの搬出制限措置が実施された。宮崎県では、4月初旬までに新たに2件の感染農家が摘発されたが、その後発生は認められず、5月初めにすべての移動制限が解除された。しかしながら、5月中旬に北海道の1農家でPCR陽性牛2頭が新たに確認された。発生農家での家畜の殺処分に加え、発生農家から半径10kmの範囲で移動制限地域が直ちに設定された。その後、周辺地域の抗体検査において全ての農場の陰性が確認され、6月初旬に移動制限が解除され、口蹄疫が終息した。

2000年の口蹄疫発生時に感染が確認された農場は4戸のみであり、早期に封じ込めと撲滅が行われた。分離されたウイルスを用いた感染実験では、黒毛和種には発熱、口腔内のびらん・潰瘍が見られ、抗体の上昇や鼻汁中へのウイルスの排泄も確認されたが症状は軽度であった。豚での感染実験では、発熱、四肢蹄部の水疱形成が見られ、抗体の上昇と鼻汁中のウイルスの排泄も確認された。感染実験でも明らかになったように、牛では症状が軽度で感染牛を全て臨床的に摘発すること

が困難と考えられたため、大規模な血清サーベイランスが実施された。結果的には、当時の家畜衛生試験場で53,000検体という膨大な数の抗体検査が短期間のうちに実施された。分離されたウイルスは当時アジア地域で流行していた株と近縁であり、アジア地域で流行しているウイルスが日本に侵入したものと考えられた。

4 2010年に発生した口蹄疫

10年ぶりに口蹄疫の発生が確認されたのは、2000年と同様に宮崎県であった。4月下旬に口蹄疫と確定診断された後、直ちに発生農場での家畜の殺処分と埋却、発生農場の周辺10km圏の移動制限と10～20km圏の搬出制限が実施された。しかしながら、その後発生農場数が増加し、5月初旬から中旬にかけては、一日当たりの摘発農家数が10戸を超え(図1)、当初の発生地域から他の地域にも感染が広がっていった。このため、5月下旬から移動制限下にあった約1,000戸の非発生農家を対象に緊急ワクチン接種が実施された。その後、ワクチン接種区域外で散発的な発生があったものの、発生件数は減少し、7月初旬での発生を最後に口蹄疫の発生が終息した。

2010年の口蹄疫発生では、宮崎県下での発生のみに留まったものの、感染農場数は292戸に及び、ワクチン接種後に殺処分された家畜の頭数を合わせると合計約29万頭の家畜が殺処分されるに至った。2010年に侵入した口蹄疫ウイルスについての詳細な実験結果は得られていないが、野外感染例で、流涎(牛)、水疱、びらん、跛行(豚)などの典型的な口蹄疫の症状が確認され、農場内及び農場間の感染拡大も急であった。分離ウイルスの遺伝子解析の結果、2010年に香港、ロシア、

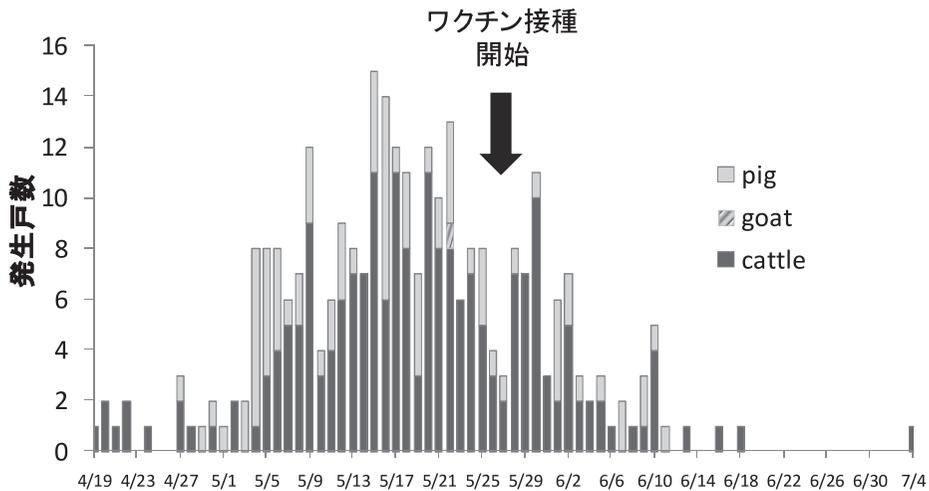


図1 2010年の口蹄疫発生時の日別摘発戸数

韓国で分離されたウイルスと98%以上の相同性を示したことから、アジア地域で流行している口蹄疫ウイルスが何らかのルートで日本に侵入したと考えられた。感染拡大要因としては、家畜飼養密度が非常に高い地域で発生したこと、牛農家が多い地域内で豚農家で発生があったこと、発生の増加に伴い感染農場での殺処分と埋却が遅れたことなどが考えられた。

5 おわりに

口蹄疫は、国がその防疫に主導的役割を担うべき家畜伝染病であり、国は効果的な防疫体制を構築することに加えて、的確な防疫戦略の確立に努めなければならない。そのためには、口蹄疫の発生や防疫に対する国際的動向、防疫や診断技術に関する最新の知見などを常に把握し、移動制限やワクチン接種などの防疫手段の運用方法を様々な角度から検討しておく必要がある。これにより、発生状況に応じて臨機応変に対策を講じることが

可能となる。

一方、発生時の対応では都道府県をはじめとする地域レベルでの取り組みが担う役割が大きい。特に発生の初期段階では、早期発見と迅速な防疫対応による封じ込めが感染の拡大を防止する上で最も重要である。したがって、疾病発生に対する監視活動や疾病発生時の危機管理対応について、都道府県の家畜保健衛生所を中心に、市町村、関係団体、畜産農家が連携して、地域ぐるみで検討しなければならない。例えば、疾病発生時の通報体制、防疫作業の応援体制、移動制限の実施方法などについては、地域ごとに確認しておく必要がある。また、防疫を担当する行政と畜産農家や畜産関係者が常日頃から信頼関係を醸成しておくことも重要である。このことにより、地域全体の衛生意識が向上し、異常時の早期通報や発生時の円滑な防疫活動の実施につながると考えられる。

2010年冬には、隣国である韓国で一度収まったと思われた口蹄疫が再燃し、広範囲に感染が拡

大した結果、全国でワクチン接種が行われる事態となった。あらゆる面での国際交流が活発化している現在においては、ある国で発生した疾病が容易に国境を越えて他国へ広がる可能性がある。したがって、疾病の侵入防止に万全を期することは当然のことながら、発生に対する危機管理体制の整備・改善は常に検討しておかなければならない。口蹄疫や鳥インフルエンザなどの家畜伝染病の防疫は、国、都道府県、市町村、畜産農家、研究機関、その他地域社会の関係者全ての連携があってはじめて有効に機能する。口蹄疫の発生で得た教訓を無駄にしないように、より良い危機管理体制構築に向けて関係者が協力することがまさに重要である。

本稿を執筆するに当たり参考にした文献

- ・ Alexandersen S, Donaldson AI.: Further studies to quantify the dose of natural aerosols of foot-and-mouth disease virus for pigs. *Epidemiol. Infect.*, 128, 313-323. 2002
- ・ Alexandersen S, et al.: Aspects of the persistence of foot-and-mouth disease virus in animals—the carrier problem. *Microbes. Infect.*, 4, 1099-1110. 2002
- ・ Brown CC, et al.: Pathogenesis of wild-type and leaderless foot-and-mouth disease virus in cattle. *J Virol* 70, 5638-5641. 1996
- ・ Donaldson AI, et al.: Infection of cattle by airborne foot-and-mouth disease virus: minimal doses with O1 and SAT 2 strains.. *Res Vet Sci* 43, 339-346. 1987
- ・ Gibbens JC, et al.: Descriptive epidemiology of the 2001 foot-and-mouth disease epidemic in Great Britain: the first five months. *Vet Rec* 149, 729-743. 2001
- ・ Grubman, M J and Baxt B: Foot-and-mouth disease. *Clin. Microbiol. Rev.* 17, 465-493. 2004.
- ・ Hughes GJ, et al.: Foot-and-mouth disease virus infection of sheep: implications for diagnosis and control. *Vet Rec* 150, 724-727. 2002
- ・ Hunag, et al.: Characteristics of foot and mouth disease virus in Taiwan. *J.Vet.Med.Sci.* 62, 677-679. 2000
- ・ Jackson T, et al: Structure and receptor binding. *Virus Res* 91, 33-46, 2003
- ・ Kitching, R. P.: Identification of foot and mouth disease virus carrier and subclinically infected animals and differentiation from vaccinated animals. *Rev. Sci. Tech.*, 21, 531-538. 2002
- ・ Kitching RP, Alexandersen S: Clinical variation in foot and mouth disease: pigs. *Rev Sci Tech* 21, 513-518. 2002
- ・ Kitching RP and Hughes G J: Clinical variation in foot and mouth disease: sheep and goats. *Rev. Sci. Tech.*, 21, 505-512. 2002
- ・ Saiz M, et al.: Foot-and-mouth disease virus: biology and prospects for disease control. *Microbes Infect* 4, 1183-1192. 2002
- ・ Sobrino F, et al.: Foot-and-mouth disease virus: a long known virus, but a current threat. *Vet Res* 32, 1-30. 2001
- ・ Sorensen JH, et al.: An integrated model to predict the atmospheric spread of foot-and-mouth disease virus. *Epidemiol Infect* 124, 577-590. 2000
- ・ Tsutsui T, Sakamoto K: Foot-and-Mouth Disease

- in Japan. In Trends in emerging viral infections of swine, ed. Morilla A et al., 183-186, Iowa state press, 2002
- ・ 筒井俊之, 早山陽子 : 2010 年に宮崎県で発生した口蹄疫について, 獣医疫学雑誌, 14(2), 148-153. 2010
 - ・ 村上洋介 : 口蹄疫ウイルスと口蹄疫の病性について, 山口獣医学雑誌, 24, 1-26. 1997