

# 口蹄疫ワクチネーションの経済効果に関する研究

—スリランカの事例—

細野ひろみ\* 耕野拓一\* 伊藤繁\* 仙北谷康\* 金山紀久\* H.M.Somarathna\*\*  
(\*帯広畜産大学 \*\*University of Peradeniya)

A Study on the Economic Effects of the Vaccination of Foot and Mouth Disease in Sri Lanka (Hiromi Hosono, Hiroichi Kono, Shigeru Ito, Yasushi Senbokuya, Toshihisa Kanayama, H.M.Somarathna)

## 1. はじめに

アジアの開発途上国においては、所得の向上に伴い畜産物への需要は増加傾向が認められるが、一方で畜産物の生産効率は低く、品種改良や飼養技術の拡充、疾病のコントロールを通じた生産性向上が課題となっている。スリランカにおいても近年の動物性食品に対する需要の高まりに応えるため、畜産物生産段階については人工授精による品種改良、飼料生産の強化や配合飼料の導入、飼養施設の近代化、技術訓練や普及事業による人的資源開発、重要疾病のワクチネーションプログラムなど生産性向上を目的とした多様な計画が実施されている。しかし、財政問題や貧困問題などの経済的要因に加え、行政組織・産業組織の構造問題、民族問題や宗教問題などの社会的・歴史的要因により効率的に計画が実施されているとはいいがたい。効率的に事業を推進するためには、実施による費用と効果を定量的に分析し、期待される効果についての情報を適宜関係者に提供していく必要がある。特に、口蹄疫など家畜伝染病の流行は、影響が広範囲にわたり、輸出はもとより移動禁止等の措置も講じられることから、適切な対策を施すことによる社会経済的效果は大きい(註1)。

本稿では、スリランカの牛(水牛を含む)を中心に、口蹄疫発生による経済的損失とワクチネーションプログラムの強化による経済効果を比較することにより、途上国における家畜疾病対策とその経済分析の可能性について考察を述べることを目的とする(註2)。以下、第2節では、近年の口蹄疫発生状況とワクチネーションの実施動向について述べる。第3節では、家畜の飼養管理レベルの比較的高い、南西部にあたるウェットゾーンを対象に、口蹄疫対策を強化した場合を仮定して費用便益分析を行う。最後に、まとめを行なうとともに計画実施に向けた問題点について言及し、今後の課題について触れる。

## 2. 口蹄疫流行とワクチネーション

### 1) 口蹄疫の概要と診断、対応措置

口蹄疫は、ピコルナウイルス科のアフトウイルスによる伝染病で、7タイプに大別されるが、スリランカではタイプOのみが確認されている。偶蹄類に感染する疾病で、伝染力が極めて強いこと、泌乳量が激減すること、子牛では死亡率が高い(約20%)ことなどから経済的被害が大きく、OIE(Office International des Epizooties)の重要伝染病リストAに分類されている。伝染の経路は、罹患動物との直接接触、飼料や水、車両などを通じた間接接触、空気感染などであり、同一群内に発生した場合は全頭感染の可能性が極めて高い。また、人を含めた偶蹄類以外の動物は、キャリアーとなり群間の感染をもたらす要因となっている。

スリランカでは、農家からの診察の要望により獣医師が診察し、口蹄疫の疑いを認めた場合には県レベルのDAHP(Department of Animal Production and Health)に報告されるとともにVRI(Veterinary Research Institute)で診断の確定がなされ、発生が確認された地域での家畜の移動禁止、と畜の禁止、乳の販売禁止などOIEの基準に準拠した措置がDAHPにより適宜講じられる。また、発生農場及び畜場の周囲にはリングワクチネーションが施されることになっている。しかし、ワクチン供給量と費用や労働力の問題から、完全なリングワクチネーションの実施は難しく、感染経路となる可能性の高い主要道路や河川の周辺及び生産性の高い農家に優先的にワクチン接種が行われている。このような免疫化の不徹底が感染を拡大し、大規模な流行が引き起こされていると考えられる。

その他流行の拡大に影響を与える要因として、①感染の発覚の不完全性、②動物の移動に関する監視の不完全性があげられる。スリランカでは農家の依頼により診察が行われるが、診察には費用がかかること、疾病が発覚した場合に、乳肉の出荷が制限されるため、農家は感染を隠匿するインセンティブを持つ。このため感染が発覚しないあるいは発覚が遅れることにより伝染が進み被害が甚大になることが①の問題である。感染発覚後に関わる②については、監視の不備が直接の要因であるが、背景には貧困問題と畜産物流通の構造問題が関わっている。搾乳牛を飼養する農家では、小規模な経営（2～5頭飼養）であっても乳と子牛や廃用牛の販売による生計の維持が可能であり、他の労働による所得は少ない。したがって、口蹄疫の発生による集乳の禁止は収入源を失うこととなり、農家は家畜を担保とした借入れあるいは家畜の販売によって現金を調達する。口蹄疫発生地域であっても未感染牛や、感染していても未発症であれば通常より低価格で流通業者に買い取られ、流通業者は家畜を未発生地域へ輸送し、と畜場へ販売する。未発生地域のと畜場においても、受入れ牛の出身地域が問われることはなく、口蹄疫検査は行われていない。と畜場には未発生地域の農家や卸売業者の出入りがあり、人や販売される枝肉を通して未発生地域に感染が拡大することになる。このように、口蹄疫に対する知識の不足と貧困問題を背景に、家畜の取引と輸送に関する監視の不徹底が長距離輸送と販売を可能にし、口蹄疫の流行を拡大させている。

2) 口蹄疫の発生とワクチネーション

第1表は、1993～2002年の口蹄疫の発生状況とワクチネーションの実施状況を示したものである。口蹄疫は、出血性敗血症（Haemorrhagic Septicaemia）、黒脚病（Black Quarter）と共に重点的にコントロールを行う牛の疾病としてあげられており、92年以降は予防目的のワクチネーションが計画的に実施されている。口蹄疫発生国において予防目的で免疫化を実施する場合、全頭数の7～8割に免疫化を施し続けることにより発病確率はゼロに近づく[3]。しかし、94年～96年のワクチネーション目標数を見ると飼養頭数の10%以下であり、発病の予防を目的とした数とはいえない。また、当初は国内で生産されたワクチンが使われていたが、生産効率の問題から口蹄疫ワクチンの生産は94年に停止され、95年以降はインド、英国、フランスで生産されたワクチンが利用されることとなった。しかし、国内生産から輸入への切り替えは円滑に行われず、95年、96年と供給量・免疫化実施数が減少している。これらの失政は97年の全国規模の口蹄疫流行をもたらした。大流行を受けて97年には予防目的ではなく、被害の拡大防止目的でワクチネーションが行われ、実施数は目標数を上回っている。そして97年の事態を受けて98年には目標数が55万ドーズとなるが、実際には財政上の問題から約23万ドーズの免疫化に留まっている。なお、99年以降の免疫化実施数のデータは得られていないが、過去の状況から供給数の7～8割程度が利用されたと予想される。

97年以降の口蹄疫発生状況を第1図に示す。発生件数は近年減少傾向にあることが認められるが、これは地域内での被害拡大防止を目的としたリングワクチネーション等の対策が有効に機能していることを示している。一方、発生地域数をみると毎年ほぼ全県で発生が確認されており、予防目的のワクチネーションの実施や動物や畜産物の移動禁止が充分に行われていないことを示唆する（註3）。

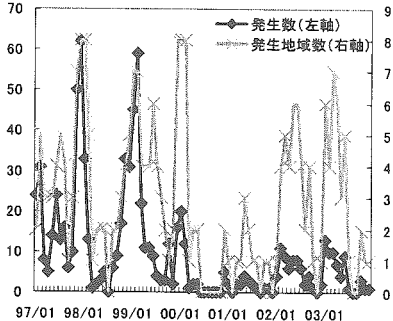
4. ワクチネーションの費用便益分析

以下では、Western 県、Central 県、Uva 県、Sabaragamuwa 県、Southern 県を対象とし、口蹄疫がもたらす経済的損失およびワクチネーションの強化により期待される便益について分析を行う（註4）。

第1表 口蹄疫発生状況とワクチネーション実施状況

年	口蹄疫発生状況			ワクチネーション実施状況	
	州数	感染数	死亡数	供給数	実施数
1993	4	184		326,400	163,339
1994	4				178,255
1995		51			115,126
1996	2			161,000	171,450
1997	6	23,125	579	615,100	551,396
1998	7	2,402	33	287,000	232,979
1999	8	10,526	64	304,000	
2000	8	1,749	205	474,100	
2001	3	3,627	94	378,759	
2002	6	2,836	89	478,950	

資料：DAPH



第1図 97年以降の口蹄疫発生状況  
資料：OIE

第2表 ワクチネーションの実施費用

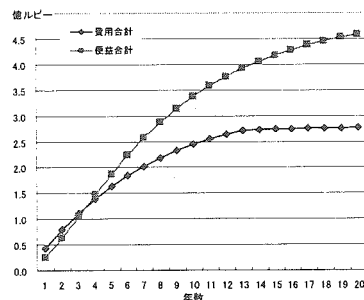
District名	ワクチネーション費用; 啓蒙活動費	監視費用
colombo	1,149,120	60,000
gampaha	2,761,920	96,000
kalutara	2,923,200	60,000
kandy	3,402,000	168,000
matale	3,155,040	96,000
nuwara eliya	3,099,600	108,000
galle	2,056,320	60,000
matara	2,187,360	36,000
hambantota	6,849,360	48,000
badulla	4,349,520	144,000
monaragala	5,080,320	144,000
ratnapura	2,520,000	84,000
kegalle	1,995,840	96,000

資料: DAPH より筆者作成.

註: District 名は分析対象地域の全ての District である.

プログラム実施の費用を, District ごとに第2表に示す. ワクチンの費用 (Rs.19/dose), ワクチネーション実施に必要な人件費 (Rs.2/dose), ウイルスが発生した場合に家畜の移動禁止を監視するための人件費 (3 人/獣医区), 口蹄疫の病性・病理および家畜の取り扱い等に関する啓蒙普及活動費 (1 回/月・獣医区) が含まれる. 従来スリランカでは, 予防目的のワクチネーションは年1度であったが, 過去の清浄化達成国の事例から総飼養頭数の8割に年3回, 13年間実施することとした.

便益に関しては, プログラムの実施により口蹄疫流行の発生件数, 発生地域数, 発生期間の減少が期待される. 本稿では以下に示す2点をプログラム実施の効果と考えることにする. 前述のように口蹄疫が発生した場合には, と畜, 集乳は3週間禁止されるが, 口蹄疫の発生件数等が減少することにより, これら経済活動が停止する期間の短縮が期待される. この, と畜及び集乳の禁止期間の減少にともなう被害額の減少を1点目の便益と考える. 1日あたりの乳量及びと畜頭数は, 2001年の統計局のデータにもとづく. 乳価は, Central 県キャンディ周辺及びヌワラエリヤ周辺での農家及び乳業メーカーへの聞き取り調査の結果から, 牛乳についてはRs.15/l, 水牛乳についてはRs.20/lを採用した. また, と畜用の牛については, 生体重を200kg, 歩留率40%, 価格Rs.160/kgとした. 2点目は, 口蹄疫発生件数の減少に伴うリングワクチネーション実施回数の削減による費用の減少である. Central 県テルデニア獣医区の実例では, 過去の口蹄疫発生時に獣医師の望むリングワクチネーションの対象となる家畜頭数は, 獣医区全体の約28%であった. 従って分析では, 過去7年間の県レベルの発生確率をもとにプログラム開始後の獣医区あたりの発生確率を算出し, (獣医区あたりの発生確率) × (獣医区あたりの家畜頭数) × 28%を年間必要なリングワクチネーション費用とすることとした. そして, 現在のリングワクチネーション費用とプログラム開始後のリングワクチネーション費用との差を, 便益とする. 以上の方法で推計された費用と便益を用いて, 口蹄疫ワクチネーションの費用便益分析を行った結果を, 第2図に示す. なお, 割引率は政府系金融機関の平均的貸出利子率である15%を採用している.



第2図 ワクチネーションに伴う費用と便益

また, 分析にあたって以下の仮定をおいた. 1点目は, ウイルスのタイプに関するもので, 現在確認されているOタイプ以外の発生はないと仮定し, 変異は現在使用しているワクチンの効果が期待される範囲におさまると考えることにした. 2点目は, 野生動物との接触による発生は起こらないとした. この仮定は分析対象をウェットゾーンに絞ることにより現実的となる. また, ワクチネーションは全家畜の80%に実施し, ワクチネーションの実施により発生確率は前年比70%に減少すると仮定した(註5).

以上の仮定のもとでは, 長期的には便益が費用を上回り, 費用対効果は約2に収束することが示された. ワクチン接種が継続されている4年目の時点で便益が費用を上回っている. この時点では現在の発生確率の24%にまで口蹄疫の発生が抑制されている. 一般に, 80%の家畜に予防的ワクチネーションを実施した場合, 家畜移動の制限が厳守されれば, 口蹄疫の発生確率は今回の仮定以上に低下すると予想され, その場合の便益はこれを上回るといえる.

## 5. おわりに

本稿では, 家畜疾病の経済ロスと疾病コントロールの効果について, スリランカを事例に費用便益分析を行った. 畜産物需要拡大に伴う家畜飼養密度の増加は, 口蹄疫のような伝播力の強いウイルスによる疾病被害を増大させると予想されるが, 現在行われている断続的なワクチネーションでは発生率低下の効果は見込まれず, 大流行を引き起こす可能性を残している. 予防目的のワクチネーションは短期的

にはコストが増大するが、費用便益分析の結果から、疾病の発生率低下による便益はコストを上回ることが示された。ただし、推計結果によれば短期的には費用が便益を上回る。そして、ワクチネーションプログラムの実施に伴う費用は、年額 Rs.5 千万にのぼり、現在の予算の約 10 倍に相当する。現在スリランカでは、家畜のワクチネーションに伴う費用は国家予算でまかなわれており、農家は負担していないが、便益は農家に帰着することを考慮すれば農家の負担についても検討していく必要があるだろう。

また、今回の分析は中部以南のみを対象とした分析であり、また、牛と水牛のみを対象家畜として扱っていることから限定的なものであると言わざるをえない。特に、伝染力の強い口蹄疫の場合に、地域的な実施では期待される効果も予想通りとはならない可能性が大きい。第 2 節で述べたように、口蹄疫の発生が確認された際にも動物や畜産物の移動は非公式に行われており、ワクチネーションプログラムは監視の強化と並行して実施する必要がある。分析対象地域では、小規模な経営が中心であることから酪農家や獣医師による飼養頭数の把握も精度が高いと予想される。また、交通網や電力、上下水道の整備率もドライゾーンと比較して高い。このため計画的なワクチネーションの実施も比較的容易であろう。一方、口蹄疫がエンデミックとなっているドライゾーンでは、粗放的な酪農が営まれており、飼養頭数等に関するデータの信頼性も低い。さらに、民族紛争を背景にインフラの整備が遅れていることから、輸送コストを含めたワクチネーションコストは既知の値を上回ることが予想される。これらを考慮すれば、一律のシナリオを適用した分析では不十分であろう。地域による飼養形態の違いや、予算や宗教問題・貧困問題など疾病コントロールを行う上での制約を考慮した全国レベルでの評価が待たれる。

(註 1) スリランカは口蹄疫の常在国であり、口蹄疫対策は清浄国のそれとは目的や手法が異なる。清浄化のためには、ワクチン接種は認められていないため、感染家畜およびワクチン接種家畜の殺処分が必要となる。しかし、スリランカでは口蹄疫が発生することによる増体重や乳量の減少など生産性の低下、家畜の移動・と畜・搾乳の禁止等による農家の所得機会の停滞が直面する問題であること、口蹄疫に感染しても死亡率は低く回復すること、財政上の問題から殺処分に対する十分な補償は不可能であることにより、殺処分に対する農家の理解は得がたい。したがって現段階ではワクチネーションの拡充により発病を抑えることが有効である。なお、感染による死亡率が高いリンダーペストについては殺処分に対する農家の理解が得られており、殺処分が実施されてきたことから、口蹄疫をワクチネーションでコントロールすることの背景としては宗教的・民族的な側面の影響よりも経済的な理由が大きいといえよう。以上は DAPH およびスリランカの獣医師への聞き取りに基づく。

(註 2) 乳製品の需要は紅茶文化を背景に他のアジア諸国と比較して高く、生乳換算量で年間約 50kg/人 に達するが、牛と水牛をあわせた国内生産量は、12.6t/人 (2001 年) であり、多くを輸入に頼っている。生産性向上に向けた取り組みの強化は、農家レベルの経営改善のみならず国際収支に与える影響も大きい。なお、文化的・宗教的要因から畜肉の需要量は少なく、豚肉や羊肉はほとんど摂取されていない。

(註 3) 北部や東部ではウイルスが常在化しており、VRI によれば、抗体をもった家畜や野生動物との接触が口蹄疫の流行に影響しているとの指摘もある。この点は今後調査を深める必要がある。

(註 4) 北東部に位置するドライゾーンに相当する Northern 県、North Western 県、North Central 県、Eastern 県は、粗放的な酪農経営が営まれており、飼養形態がウェットゾーンとは大きく異なること、野生動物との接触のコントロールが難しい地域であること、データの正確性に問題があることから今回の分析からは除外した。なおスリランカは以上の 9 つの県からなっている。

(註 5) 妊娠初期および生後間もない家畜ではワクチネーションに伴うリスクが大きいため、全ての家畜にワクチン接種を施すことはできない。ワクチンの損耗や接種していない家畜が罹患する危険率を考慮して、プログラム開始による口蹄疫発生の回避は万全ではないと仮定した。なお、タイの口蹄疫ワクチネーションプログラムに関する研究 (Perry 他) によれば、ある村落の 70% の家畜に口蹄疫ワクチンを毎年接種することで、13 年後にはその地域の口蹄疫発生率はほぼゼロに減少している。

#### 引用文献

- [1] Sri Lanka : livestock Sector Development Action Plan, FAO Project TCP/SRL/0169 (A) : Final Report, June 2003.
- [2] Administration Report, Department of Animal Production and health, 1993-2001.
- [3] B.D. Perry, W. Kalpravidh, P.G. Coleman, H.S. Horst, J.J. McDermott, T.F. Randolph, and L.J. Gleeson, "The Economic Impact of Foot and Mouth Disease and Its Control in South-East Asia: A Preliminary Assessment with Special Reference to Thailand." *Review of Science Technology*, Office International des Epizooties, 1999, 18(2), pp.478-497.