

リスク管理における地理空間情報の活用とその課題 — 家畜伝染病の防疫マップシステムの事例 —

松 村 啓 子

宇都宮大学教育学部紀要
第64号 第1部 別刷
平成26年（2014）3月

Problems of utilizing geospatial information in risk management:
A case of digital map for domestic animal infectious diseases control

MATSUMURA Keiko

リスク管理における地理空間情報の活用とその課題 — 家畜伝染病の防疫マップシステムの事例 —

Problems of utilizing geospatial information in risk management :
A case of digital map for domestic animal infectious diseases control

松村 啓子
MATSUMURA Keiko

1. はじめに

今日、我々の生活に有用な施設やサービスに関する位置情報は、携帯端末の地図上に表示し利用することが一般的となりつつある。また、来るべき災害に備え、居住地域の自然条件や、過去の被災状況、避難場所・避難経路に関する情報を、電子化された土地条件図や各種のハザードマップで確認することも可能である。このような我々の日常は、国の地理空間情報活用推進基本計画（2008年4月閣議決定）に記された、「誰もがいつでもどこでも必要な地理空間情報を使ったり、高度な分析に基づいた確かな情報を入手し行動できる地理空間情報高度活用社会」へと、方向付けられている。

地理空間情報とは、位置情報とそれに関連づけられた様々な事象に関する情報のことであり、地形図や主題図、衛星画像、空中写真のような空間データ、統計情報、台帳情報といった属性データが含まれる。それら地理空間情報を、都市計画、防災、環境保全、福祉などの目的に応じ収集・統合してデータベースを構築し、検索・分析・表示を行うコンピュータ上のシステムが、地理情報システム（以下GISと称する）である。

日本では1995年1月の阪神淡路大震災を契機として、地理空間情報の整備と、GISの普及が一体的に進められてきた。2011年3月の東日本大震災に際しては、国土地理院が提供した被災前後の空中写真や、被災地域の基盤地図情報が、自治体や研究機関でGISのベースマップとして利用され、被災状況の可視化や復旧復興支援に役立てられた¹⁾。

人命や財産が直接的な危機にさらされる自然災害については、被災するおそれのあるすべての人々に対して、防災や減災の手立てを講ずるための地理空間情報が等しく提供される必要がある。同様に、環境汚染、食品事故、感染症など、広範囲に健康被害や経済的被害をもたらす事象についても、関係省庁、地方自治体、研究機関等が被害の拡大防止のために地理空間情報を積極的に活用することが求められる。

本稿は、2000年以降に国内で発生している家畜伝染病に対するリスク管理を目的とした地理空間情報活用の実態を取り上げる。第2章では、家畜衛生分野におけるリスク管理の重要性と国内の状況を概観する。第3章では、2010年の口蹄疫発生時における地理空間情報の取り扱いに関する問題点を整理し、第4章で国および都道府県が運用する防疫マップシステムの整備過程と運用上の課題について考察する。

2. 家畜衛生分野におけるリスク管理

病原微生物、化学物質、感染症媒介生物などによるヒトの健康被害の分布や、その規定要因を明らかにしようとする疫学分野では、19世紀半ばより疾病や死亡に関する個票ないし集計値を用いて、さまざまな疾病地図が描かれてきた（中谷，2004；中谷，2008）。近年はGISが、疾病の空間的集積性(spatial clustering)を検出する空間疫学の研究ツールとして欠かせないものとなっている。一方、家畜の疾病を対象とする獣疫学においても、1980年代後半から1990年代にかけてのBSE（牛海綿状脳症）および口蹄疫の発生に関する時空間分析が、英語圏で行われている（Stevenson, 2003）。

疫学における空間分析は、疾病の予防対策、健康リスクの地域間格差問題の解消、家畜伝染病に対する防疫という国家的なリスク管理の観点から、重要性を増している。その理由として第一に、1990年代半ば以降、ウエストナイル熱（1999年～2001年、アメリカ合衆国）、SARS（2002～2003年・34か国）、高病原性鳥インフルエンザのヒトへの感染（2003年以降、アジア・アフリカの15か国）といった新興感染症が多発していることが挙げられる。新興感染症の多くはヒトと動物の共通感染症であり、家畜も病原体宿主となるため、「One Health」の理念のもと、公衆衛生部門と家畜衛生部門の相互連携が欠かせない。病原体を媒介する野鳥などの生息地域での監視や移動ルートの解明、病原体伝播に関する疫学調査とあわせて、海外渡航者に対する疾病発生地域の情報提供と注意喚起を行う必要がある。

第二に、ヒトに直接的な健康被害を及ぼさない動物の感染症であっても、伝播力や毒性の強い家畜伝染病では、数百万規模の患畜・疑似患畜の殺処分という直接的損失のほか、畜産物の輸出制限や国内消費の低迷という間接的損失が引き起こされる。人や食品、家畜、飼料がグローバルに移動する今日、もっとも警戒されるべきは、口蹄疫、高病原性鳥インフルエンザ、豚コレラなどの越境性動物感染症の侵入である。国内における疾病発生にそなえた効果的なサーベイランス²⁾と、防疫体制の構築には、家畜飼養や疾病発生にかかわる正確な地理空間情報の収集が前提となる。

日本の家畜衛生行政においては、家畜伝染病予防法にもとづき監視伝染病の発生状況を把握するための定期検査を、ブルセラ病、結核病、ヨーネ病（以上、牛）、馬伝染性貧血、伝達性海綿状脳症（牛、めん羊及び山羊）について義務づけ、感染家畜の摘発淘汰に努めている。また都道府県の判断で、豚コレラ、オーエスキー病、鳥インフルエンザ、ニューカッスル病、家禽サルモネラ感染症などの伝染性疾病についても抗体検査を実施している。こうして摘発された伝染性疾病の発生状況は、都道府県単位に集計され、農林水産省により毎月公表されている。

また、各都道府県は、口蹄疫や高病原性鳥インフルエンザの発生を想定した防疫演習を、年に数回実施している。これは、感染疑い例の通報から、検体採取、病性判定、移動制限区域および搬出制限区域の設定、交通規制、消毒ポイントの選定、殺処分、埋却、という一連の防疫措置の訓練を、机上または実地において実施するものである。

以上のような伝染病の発生予防・早期発見・まん延防止という家畜衛生上のリスク管理は、2010年の宮崎県における口蹄疫発生を契機として強化された。しかし、それ以前の日本では、かかるリスク管理のために地理空間情報が十分に整備・活用されてきたとは言いがたい。具体的には（1）生産者に関する情報収集が疾病サーベイランスに規定され、公表データの地域単位も荒いこと、（2）国内での疾病発生にかかわるリスク要因の地理的変動に未解明の部分が多いこと、（3）都道府県が家畜衛生業務の主たる担い手となっているため、全国レベルの統一的な家畜飼養データベ-

スが未整備で、地図化の機能を備えた意思決定支援システムも実効性の面で不十分であったこと、の3点を指摘したい。

(1)の家畜疾病サーベイランスについては、家畜伝染病予防法にもとづく定期検査において肉用牛肥育農家が対象外となり、それらの飼養情報の更新がなされないという制度的な問題がある。また農林水産省が家畜衛生週報で発表する監視伝染病発生数は都道府県単位の数値であり、市町村単位の発生数は一部の都道府県でしか公表されていない。

(2)については、2000年代まで危険性の高い監視伝染病の国内発症数が限られ、獣医疫学におけるGIS利用も進まなかったことに起因する。2000年に口蹄疫が2道県4例、2004年と2007年に高病原性鳥インフルエンザが計9例発生したが、いずれも散発的な発生で、早期に終息した。BSEの発生も2001～2009年までの36例にとどまり、OIE（国際獣疫事務局）より2013年に「無視できるリスク」というBSEステータスに認定された。獣医疫学分野では、北海道産牛のBSE感染と代用乳および配合飼料の流通状況との関連性を検討した野中ほか（2005）が、時空間分析の数少ない事例である。

(3)は本稿が対象とする家畜伝染病の防疫マップシステムに関わる問題である。

海外では1990年代より動物衛生のための意思決定支援システムが運用されている（Nguyen, V. L. et al., 2011）。それは、平時において生産から消費までの家畜個体情報を追跡可能にし、GISによって地域ごとの疾病発生リスクを予測し、重大な動物感染症の発生時には迅速かつ適切な防疫活動を支援する統合的な情報システムである（図-1）。「EpiMAN」は、1990年代初頭にニュージーランド・マッセイ大学疫学センターが、口蹄疫の制圧を目的として開発した意思決定支援システムである。またイギリス環境食料農村省が2003年に開発した「RADAR」（Rapid Analysis and Detection of Animal-Related Risks）は、疾病サーベイランスデータをはじめ、さまざまな機関の家畜衛生情報をコード化することによって共有可能にしている。

ひるがえって日本では、1990年代末より、家畜伝染病発生時に電子地図上で畜種別の家畜飼養農家の表示、移動制限区域および搬出制限区域の設定、制限区域内の農家および畜産関係施設の抽出、消毒ポイントの位置選定などを行える家畜防疫用のGISを、国や都道府県が構築し始めた（山口, 2002；鎌田・佐藤, 2002）。本稿ではこのGISを「防疫マップシステム」と呼ぶ。

2010年4月に宮崎県で発生した口蹄疫では、県畜産課および3つの家畜保健衛生所に防疫のための意思決定を支援する防疫マップシステムが導入済みであったにもかかわらず、初動防疫に活用することができず、児湯郡川南町を中心に爆発的な感染拡大が生じた。ウイルスを封じ込めるため移動制限区域内のすべての牛・豚を対象にワクチン接種と予防的殺処分が行われ、同年7月までに29万7,808頭の牛・豚および偶蹄類野生動物が犠牲となった。口蹄疫により宮崎県の畜産業および畜産関連産業に生じた被害額は、1,400億円と推計されている。

3. 2010年の口蹄疫発生時における地理空間情報の取り扱い

ここでは、2012年に行った関係機関に対する聞き取り調査をもとに、2010年の口蹄疫発生時における宮崎県の初動防疫対応について、地理空間情報の取り扱いにかかわる4つの問題点を取り上げ、それぞれを概観する。

第一の問題点は、家畜飼養情報の未整備に起因する、発生農家周辺での防疫措置の遅延である。口蹄疫の発生時に都道府県は国の「口蹄疫に関する特定家畜伝染病防疫指針」にもとづき、発生農

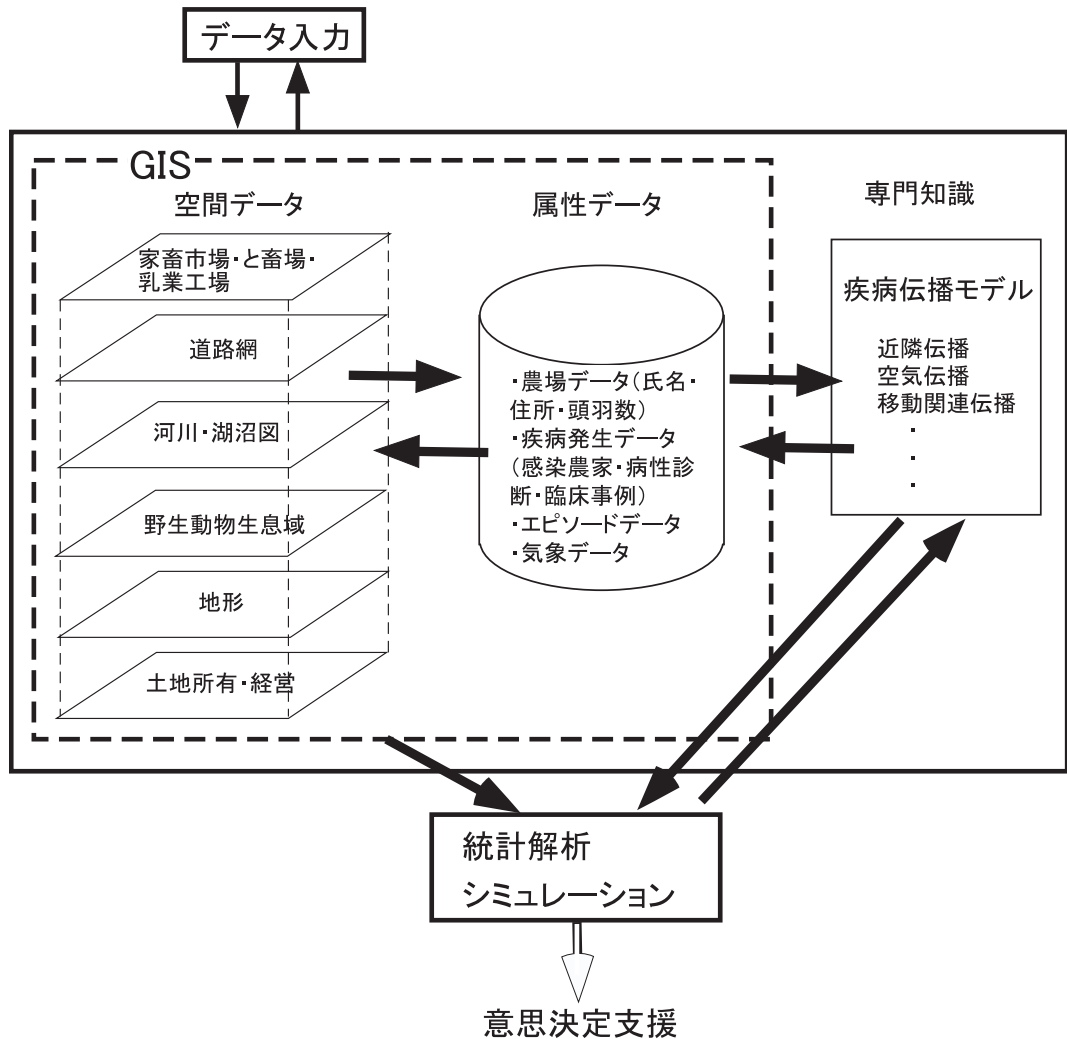


図-1 家畜衛生分野における意思決定支援システム
-EpiMANシステムの例- (Morris, R. et al, 2002より作成)

家を中心とする半径10kmの移動制限区域および半径20kmの搬出制限区域の設定を行い、制限区域内の家畜飼養農家を抽出するよう定められている。宮崎県では2010年当時、動物衛生研究所が開発した「危機管理型家畜伝染病発生地図表示システム」によってこれら作業を実施した。しかし、同システムに登録していた農家情報が2005年時点のものと古く、飼養頭数、廃業、新規参入の情報更新がなされていなかった。防疫業務にあたる家畜保健衛生所が保有する農家情報は、定期検査や病性鑑定の台帳であり、前述したように定期検査の対象外となっている肉用牛飼養農家の多くが欠落していた。また農家の系列関係は不明であり、発生農家と同様に防疫対象となる関連農家(同一経営主が所有)を確認する作業が必要であった。これらの情報精査に時間を要したため、発生農家の防疫措置と並行して行われるべき、立入検査による周辺農家のウイルス浸潤状況確認は、当初は実施されず、電話確認にとどまった。

第二の問題点は、空間データそのものの不備である。移動・搬出制限区域の範囲は県によって町

丁目・大字名（大字の一部区域の場合は小字名まで）で告示されるが、「危機管理型家畜伝染病発生地図表示システム」の空間データには町丁・字等の小地域の境界データは含まれておらず、そもそも制限区域に含まれる町丁・字の確定を担当する市町村では同システムは利用できなかった。児湯郡高鍋町および新富町では、移動・搬出制限区域の円のみが描かれた5万分の1程度の紙地図をもとに、字界を手描きしてある1万分の1町全図を参照しながら、その円の境界部分にあたる町丁名や字名、家畜飼養農家の所在をひとつひとつ確認する、時間と労力のかかる作業を行った。

また、家畜の高密度飼養地域である児湯郡川南町では同時多発的に感染が生じたため、「危機管理型家畜伝染病発生地図表示システム」で鮮明な位置情報の表示が行えず、農家周辺の防疫作業、消毒ポイントの設置、埋却地の選定においては、大縮尺の住宅地図に頼らざるを得なかった。

第三の問題点は、個人情報保護による制約である。発生農家情報は、宮崎県および農林水産省のプレスリリースで市町村と大字名が公表されるにとどまり、正確な位置情報は近隣農家にも伝えられなかった。このため、農家は自身の交友関係を頼りに電話等で情報収集を行ったが、ウイルスに曝露するリスクから日常生活の移動に著しい制約を受けた上、予防策も十分にとれなかった可能性がある。

第四の問題点は、埋却候補地の土地条件や所有関係に関する情報が、防疫マップシステムとリンクしていないことである。2010年における口蹄疫感染拡大の要因の一つとされているのが、埋却地選定にともなう疑似患畜殺処分が遅延である。埋却地を事前に確保している農家は非常に少なく、地権者との交渉が難航したり、地下水の湧出によって埋却地を変更する例が相次いだ。児湯郡都農町のように、水道課職員が埋却地選定の陣頭指揮にあたったケースもあるが、各種土木事業の地質調査や地下水調査、土地台帳情報が十分に活用されなかった。

以上に挙げた問題点に対して、国および宮崎県が取り組んだ改善策についても述べておこう。

2011年10月に公表された変更後の「口蹄疫に関する特定家畜伝染病防疫指針」には、都道府県が初動防疫に必要な情報（農場の所在地、畜種、飼養頭数、埋却地等の確保状況等）を日頃から把握し、地図情報システム等を活用した農家所在地の整理に取り組むことが明記された。また農林水産省は、同省が設置した口蹄疫対策検証委員会がその報告書の中で「国も、都道府県の把握した情報を統一的なマップとして共有するなどの工夫をすべきである。」³⁾としたことを受け、後述するように2012年10月より「家畜防疫マップシステム」を稼働させた。一方の宮崎県では、2011年7月～2012年2月にかけて牛・豚の全飼養者と鶏100羽以上飼養者、計9,787戸を巡回調査し、飼養頭数と埋却地の確保状況についての聞き取りを行った。その際にGPS端末で計測した農家および埋却地の緯度・経度を宮崎県土地改良事業団体連合会（水土里ネット）の農地地図情報と結合し、防疫マップシステムとして利用可能な「家畜防疫情報システム」を2012年に構築した。同システムは国土地理院の電子国土基本図を背景地図として利用し、2009年撮影空中写真のオルソ画像（空中写真の正射投影画像）との切り替えも可能である。また口蹄疫発生時には発生農家の位置情報について、氏名はふせるもののプレスリリースで地番までを公表することとなった。

4. 全国における防疫マップシステムの整備状況

4.1 防疫マップシステムの整備過程

2013年4月に、44都道府県（北海道、栃木県、宮崎県については、各々2012年8月、2012年2月および2013年6月、2012年3月および9月に聞き取り調査を実施）の畜産主務課の家畜衛生担当

者に対し、郵便法によるアンケート調査を実施した。調査項目は、(1) 各都府県において最初に導入した防疫マップシステム(導入年、導入経緯、独自システムの概要)、(2) 調査日現在使用している防疫マップシステム(導入・更新年、既存システムからの改善点)、(3) 家畜飼養データベース(情報収集方法、更新機会)、(4) 実効性のある防疫体制の構築に向けた課題、となっている。回収率は100%であった。

表-1 家畜伝染病の発生と防疫マップシステムの整備

	特定家畜伝染病の発生状況	防疫マップシステムの整備 (国および主な都道府県)	防疫マップ 導入県累計
1997年	3月 台湾で口蹄疫まん延 豚400万頭以上の殺処分		
1999年		栃木県家畜衛生GISの稼働	2
2000年	3~4月 宮崎県宮崎市および高岡町で口蹄疫発生(3例) 5月 北海道本別町で口蹄疫発生(1例)	茨城県防疫マップシステム稼働	8
2001年		北海道家畜防疫地図システムの稼働	12
2004年	1月 山口県阿東町で高病原性鳥インフルエンザ発生(1例) 2~3月 大分県九重町(1例)および京都府丹波町(2例)で高病原性鳥インフルエンザ発生	茨城県防疫マップシステム改良	22
2005年	6月~ 茨城県・埼玉県で低病原性鳥インフルエンザ発生 翌1月(計41例)	動物衛生研究所「危機管理型家畜伝染病発生地図表示システム」稼働	34
2006年		大分県家畜防疫マップシステム稼働 京都府防疫マップシステム(統合型GIS)稼働	37
2007年	1~2月 宮崎県日向市・清武町・新富町および岡山県高梁市で高病原性鳥インフルエンザ発生(計4例)		39
2009年	2~3月 愛知県で低病原性鳥インフルエンザ発生(7例)	長野県防疫マップシステム(統合型GIS)稼働	44
2010年	4~7月 宮崎県で292例の口蹄疫発生。殺処分頭数29万7808頭 11月 島根県安来市で高病原性鳥インフルエンザ発生(1例)		44
2011年	1~3月 千葉・愛知・三重・奈良・和歌山・大分・宮崎・鹿児島県の8県で高病原性鳥インフルエンザ発生(計23例)		45
2012年		農林水産省「家畜防疫マップシステム」稼働	47

(農林水産省(『最近の家畜衛生をめぐる情勢について』(2007年, 2008年, 2011年)およびアンケート調査より作成)

家畜飼養農家の位置情報を電子地図上で管理する試みは、都道府県単位で開始された。その契機となったのは、1997年の台湾での口蹄疫まん延である(表-1)。越境性動物感染症の国内侵入リスクが高まるなか、患畜発見と同時に迅速な防疫措置がとれるよう、市販の電子地図に家畜飼養情報をインポートし、制限円が描けるようなシステムが、複数県の家畜保健衛生所の職員によって開発された。防疫マップシステムの導入が最も早かったのは、1999年に独自システムを稼働させた栃木・島根の二県である。翌2000年に宮崎県と北海道で口蹄疫が発生すると、発生道県を含む13県で2003年までに独自の防疫マップシステムが開発された(図-2)。

さらに2004年に京都・山口・大分の3府県で高病原性鳥インフルエンザが発生したことを受

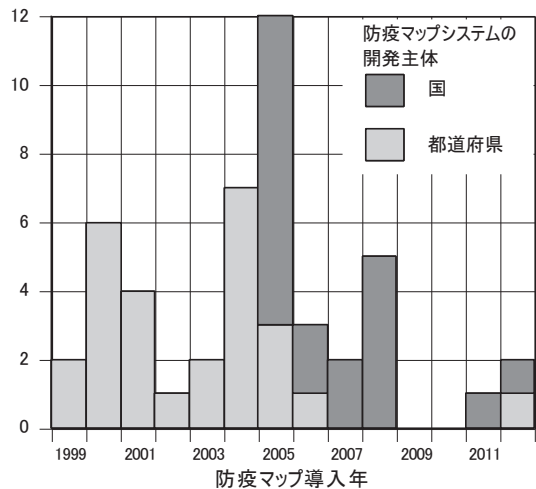


図-2 都道府県における最初の防疫マップシステムの導入年

(アンケート調査より作成)

表－２ 国が運用する防疫マップシステムの特徴

名称と稼働年	運用主体	特徴	都道府県の利用状況
危機管理型家畜伝染病発生地図表示システム (2005年)	農研機構 動物衛生研究所	<ul style="list-style-type: none"> ・スタンドアローン (「プロアトラスSV」と「Excel」のインストールによって動作) ・電子メールでのデータファイルのやり取りによって情報共有 ・当初は地図更新機能はなし 	22都府県が導入。2013年5月現在、12県が利用。
家畜防疫マップシステム (2012年)	農林水産省	<ul style="list-style-type: none"> ・クラウドコンピューティング ・背景地図は電子国土基本図 ・IDとパスワードを取得した利用者のPCで動作 ・同意を得た都道府県すべての家畜飼養情報をあらかじめ登録 ・隣接県の家畜飼養状況(畜種・規模)を閲覧可能 ・制限円内の家畜飼養頭羽数を自動集計 	2013年5月現在、32都府県が利用(うち18府県は既存システムと併用)。

(聞き取り調査およびアンケート調査より作成)

け、2005年に動物衛生研究所が家畜伝染病発生時の防疫作業を支援するための「危機管理型家畜伝染病発生地図表示システム」(以下「家畜伝染病発生地図表示システム」と称する)を開発し、希望する都道府県に無償配付した(表－2)。これらにより、2004年・2005年の両年に西日本を中心に10県が独自の防疫マップシステムを、9県が「家畜伝染病発生地図表示システム」を導入した。2010年の宮崎県における口蹄疫発生時には、94%にあたる44都道府県で防疫マップシステムの整備が完了していた。

2012年10月に稼働した農林水産省の「家畜防疫マップシステム」は、前章で述べたように、2010年の口蹄疫発生を契機とし、民間への開発委託費として1,900万円が予算計上された。開発の大きな目的は、国と都道府県、および境界を接する県同士の情報共有である。先の「家畜伝染病発生地図表示システム」では、導入県ごとに家畜飼養情報を登録し、他県からはこれを見ることができないのに対し、「家畜防疫マップシステム」ではクラウドコンピューティングにより、アクセス権限を有するユーザーは他県の家畜飼養情報を閲覧することが可能となった。したがって、発生農家を中心とする制限円が描かれれば、タイムラグなく国は必要な量の防疫資材の準備を、隣接県は消毒ポイントの設置を行うことができる。また、背景地図には電子国土基本図を使い、大縮尺ではオルソ画像を表示できるため、プリントアウトすれば発生農家など防疫措置の現場でも利用できる。2013年5月現在、同システムは32都府県に導入され、全国一斉防疫演習等に利用されている。

4.2 防疫マップシステム導入に関わる要因

都道府県による防疫マップシステム導入の意思決定には、国内における特定家畜伝染病の発生や、国主導の防疫マップシステム稼働の他にも、家畜伝染病の発生によって生じうる経済的損失や、まん延リスクの大きさが関係していることが考えられる。本稿では、防疫マップシステムの導入に作用する要因として、伝染病発生時の経済的損失に関係する「畜産部門構成比」と、伝染病まん延のリスクに関係する「家畜密度」および「獣医師1人あたり家畜管理頭数」を取り上げた。

当該県の農業における畜産の重要度を示す畜産部門構成比(%)は、畜産部門(肉用牛、乳用牛、生乳、豚、鶏卵、ブロイラー、廃鶏、その他畜産物)産出額を農業総産出額で除して求めた。

『生産農業所得統計』から得られる最新のデータは2011年であるが、2010年の口蹄疫や2011年の東日本大震災の影響を考慮し、1999年～2011年の平均値を使用する。畜産部門構成比の平均値は25.3%、最大値は鹿児島県の55.4%、最小値は和歌山県の5.8%である。

家畜密度は、一定地域内の感受性家畜の多さを表すもので、可住地面積あたりの家畜単位（頭/km²）とした。可住地面積は、2010年の各都道府県の総面積（『国勢調査報告』）に、同年の可住地面積割合（『社会生活指標』）を乗じて求めた。家畜単位とは、畜種にかかわらず家畜の総飼養頭数を算出するための換算単位で、『2010年世界農林業センサス 農林業経営体調査報告書－農業経営部門別編－第3集』に掲載されている家畜頭羽数をもとに、豚5頭、羊10頭、鶏⁴⁾100羽を成牛1頭分として換算した。家畜密度の平均値は57.8頭/km²、最大値は宮崎県の316.7頭/km²、最小値は大阪府の4.1頭/km²である。

獣医師1人あたり家畜管理頭数は、各都道府県の家畜単位を都道府県職員（農林畜産部門）である獣医師の数（農林水産省の「平成22年度獣医師の届出状況（獣医師数）」にもとづく）で除したもので、伝染病発生時の防疫に従事する家畜防疫員の負担を示している。平均値は2,072.3頭/人、最大値は宮崎県の9,149.5頭/人、最小値は大阪府の210.0頭/人である。

畜産部門別構成比および家畜密度が高く、さらに獣医師1人が管理する家畜単位が大きいほど、防疫マップシステム導入を早期に行うのではないかと仮説を立て、相関分析を行うことにした。

統計分析にあたっては、解析ソフト「エクセル統計2012」（社会情報サービス）を使用し、防疫マップシステムの導入年（西暦年）を、導入から2013年までの経過年数に読み替えた。

防疫マップシステム導入経過年数を3年ごとの5階級に区分し χ^2 適合度検定を行った結果、 $\chi^2=8.64$ となった。この値は、5%有意水準で自由度 $5-3=2$ に対応する $\chi^2=5.99$ を上回るため、正規分布とはみなされない。

次に防疫マップシステム導入経過年と上記3つのリスク要因との関係を、スピアマンの順位相関係数を用いて分析した。各々の相関係数を示した表-3によれば、3つの要因ともに正の相関を示している。このうち、畜産部門構成比および獣医師1人あたり家畜管理頭数との関係が5%水準で有意と認められたことから、これら2つのリスク要因の大きい都道府県ほど防疫マップシステムを早く導入する傾向にあるといえる。

そこで、防疫マップシステムの初回導入年を、92年ぶりとなった口蹄疫国内発生の前後の第I期（1999～2003年）、79年ぶりの高病原性鳥インフルエンザが発生し、「家畜伝染病発生地図表示システム」の整備が行われた第II期（2004～2006年）、特定家畜伝染病が相次いで発生し、「家畜防疫マップシステム」の整備が行われた第III期（2007年～2012年）に区分して考察を進める。

表-3 防疫マップシステム導入経過年とリスク要因との相関関係

	(N=47)		
	畜産部門構成比	家畜密度	獣医師1人あたり家畜管理頭数
導入経過年との相関係数	0.3272*	0.2738	0.3131*

*: P<0.05

表-4 防疫マップシステム導入時期別にみたリスク要因の平均値と分散分析の結果

	第I期 N=15	第II期 N=22	第III期 N=10	F値
畜産部門構成比 (%)	29.3 (11.5)	26.2 (13.0)	17.4 (6.7)	3.345*
家畜密度 (頭/km ²)	71.0 (70.6)	59.5 (46.4)	34.2 (25.6)	1.500
獣医師1人あたり家畜管理頭数 (頭/人)	2790.0 (2228.3)	1992.7 (1699.6)	1170.7 (809.0)	2.586

()内は標準偏差 *: P<0.05

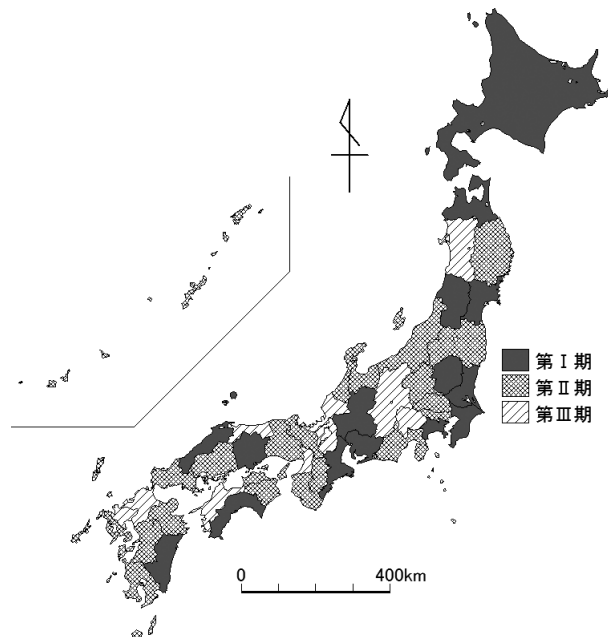


図-3 防疫マップシステム導入時期（アンケート調査より作成）
 第Ⅰ期：1999-2003年、第Ⅱ期：2004-2006年、第Ⅲ期：2007-2012年

表-4に、第Ⅰ期、第Ⅱ期、第Ⅲ期に各々該当する都道府県グループの畜産部門構成比、家畜密度、獣医師1人あたり家畜管理頭数の平均値を示した。いずれの指標も、導入のもっとも早い第Ⅰ期グループが他の2グループより高い平均値を示している。ここで、平均値に有意差があるかどうか確かめるために、3つの指標それぞれに対し、一元配置分散分析法にもとづく検定を実施した。自由度（ $3 - 1 = 2$ ， $47 - 3 = 44$ ）に対応するF値を有意水準5%（上側確率）のF分布表から読み取ると、3.209であった。畜産部門構成のF（2，44）=3.345で、3.209を上回ったため、防疫マップシステムの導入時期による差は5%水準で有意と認められた。一方、家畜密度ではF（2，44）=1.500、 $P < 0.05$ 、獣医師一人あたり家畜管理頭数ではF（2，44）=2.586、 $P < 0.05$ となったため、平均値の差は有意とならなかった。畜産部門構成比についてScheffe法による多重比較を行ったところ、5%水準で平均値の有意差が認められたのは、第Ⅰ期グループと第Ⅲ期グループの間のみであった。

図-3に、防疫マップシステム導入時期にもとづく3グループの分布を示した。第Ⅰ期グループは東海地域以東に多く分布するが、期間中の2000年に口蹄疫が発生した北海道・宮崎との近隣関係は見いだせない。図-4に示した畜産部門構成比をはじめ、リスク要因の各指標の数値が高い青森・宮城・栃木・岐阜・岡山のほか、山形・神奈川・高知といった値の低い県も同グループに含まれるため、口蹄疫発生直後に防疫マップシステムの開発が国庫補助の対象となり、導入しやすかったことも関係していると推察される。第Ⅱ期グループは、リスク要因3指標のうち2指標以上が高い値を示す岩手・群馬や九州・沖縄の諸県が含まれる。2004年の高病原性鳥インフルエンザの発生府県（京都・山口・大分）、およびその周辺の近畿・四国の諸県も同グループに多く見られる。第Ⅲ期グループは、水稻・野菜・果樹などの耕種部門の産地で、畜産部門構成比が低い県が該当する。

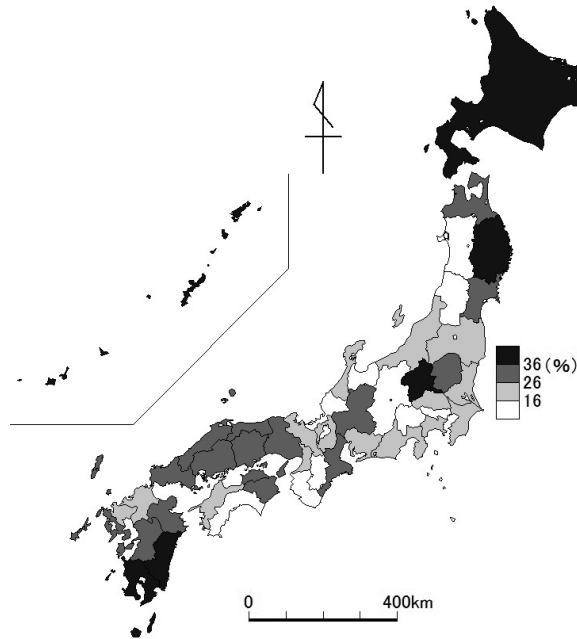


図-4 畜産部門構成比（1999-2011年平均）
（生産農業所得統計より作成）

以上のことから、都道府県単位の防疫マップシステム整備にあたっては、畜産の重要度という、家畜伝染病に対する潜在的なリスクの大きさが、独自システム開発による早期導入と有意な関連を有していたことが明らかになった。リスクが相対的に小さい県に対しても、システム開発に対する国庫補助や、国の研究機関が開発した防疫マップシステムの稼働が導入契機となり、第Ⅱ期以降の普及率向上に寄与した。

4.3 防疫マップシステムにおける地理空間情報活用の課題

1999年から13年をかけて47都道府県すべてが防疫マップシステムを導入したが、初回導入時のシステムのみを継続利用しているのは、約3分の1の14道県にとどまる（表-5）。県独自システムのみを継続利用している8県のうち、5県は現在までに1～2回のシステム更新を行っている。2012年に稼働した農林水産省の「家畜防疫マップシステム」を利用している32都府県のうち、13都府県が既存のシステム（県独自システムまたは「家畜伝染病発生地図表示システム」）から同システムに切り換え、18府県は既存システムと併用している。

表-5 都道府県が利用する防疫マップシステムの種類

		初回導入時の防疫マップシステム			合計
		A	B	C	
2013年現在の防疫マップシステム	A	8	1	—	9 (19.2%)
	B	—	5	—	5 (10.6)
	C	6	7	1	14 (29.8)
	A, B	1	—	—	1 (2.1)
	A, C	11	1	—	12 (25.5)
	B, C	1	4	—	5 (10.6)
	A, B, C	—	1	—	1 (2.1)
	合計	27 (57.5%)	19 (40.4)	1 (2.1)	47 (100.0)

A:都道府県独自の防疫マップシステム

B:危機管理型家畜伝染病発生地図表示システム

C:家畜防疫マップシステム

表中の値は都道府県の数。()内は、総計に対する構成比

(アンケート調査より作成)

このように、既存システムの高機能化や、情報共有に主眼をおいた新システムの導入は、地理空間情報の取り扱いにおける課題への対処行動と理解できる。

課題の第一は、防疫マップシステムに登録した家畜飼養情報の更新と共有についてである。家畜伝染病予防法の改正によって、家畜の所有者は2011年度より毎年最寄りの家畜保健衛生所に家畜飼養頭羽数、衛生管理区域の状況、埋却地の確保状況について報告（以下、定期報告と称する）することが義務づけられた。現在いずれの都道府県も、この定期報告にしたがって家畜飼養情報の更新を行い、加えて家畜保健衛生所職員の農家巡回指導や監視伝染病の定期検査の折にも、異動が生じた事項について情報を収集している。四半期ごとに情報更新を行う県もあり、2010年の口蹄疫発生以前と比べると、全国的に信頼性の高い家畜飼養データベースが構築されている。ただし、系列関係にある農家を同時に抽出できるような条件設定や、農家の畜種区分・飼養規模の階層区分をより細かくするなど、各都道府県の実態に応じたデータベースの改良の余地も残されている。

「家畜防疫マップシステム」には、個人情報保護に関する条例の規程により、情報提供が行えないケースを除いて、同意を得た県すべての家畜飼養情報があらかじめ登録されている。このため、アンケート調査において既存システムからの改善点を具体的に回答した21都府県中13都府県が、国との連携や隣接県との情報共有を挙げている。さらにクラウドコンピューティングのメリットとして、5県が都道府県内組織における情報の一元管理および共有を挙げた。

反面、クラウドコンピューティングではすべての入力結果（防疫演習のために登録された患畜発生農家の位置情報や制限円）を、システムにログインしている端末から制限なく閲覧できる。農林水産省だけが閲覧できるモードや、演習モードは設定されていない。そのため、現実の家畜伝染病の患畜発生時に、公表前の発生農家の位置情報が全ユーザーに知られてしまうことを問題視する意見もある。

また、関係機関すべてにわたる迅速な情報共有には、いずれの防疫マップシステムでも限界がある。「家畜防疫マップシステム」は、都道府県組織（本庁畜産主務課、家畜保健衛生所、農林振興事務所）の職員がユーザーになっており、実際の防疫業務にたずさわる市町村職員はこれを利用することはできない。県独自システムや「家畜伝染病発生地図表示システム」をスタンドアローンで利用している道県では、端末1台ごとに導入経費がかかるため、本庁および家畜保健衛生所に各1台ずつを配置するにとどめている。したがって県と市町村との情報共有は、従来どおり電話、ファクシミリ、電子メールという手段に限られている。

第二の課題は、防疫マップシステムの空間データに関するものである。3章でも述べたように、国が運用する二種類の防疫マップシステムは、いずれも町丁・大字の境域データを備えていない。現在、防疫マップシステムに町丁・字界を表示することができる県は、独自システムを構築している10府県（山形・茨城・群馬・石川・岐阜・京都・高知・福岡・大分・鹿児島）にすぎない。これ以外に、他の部局のGISで字界を抽出可能である新潟県や、「家畜伝染病発生地図表示システム」のデータベースに、大字の代表点の緯度・経度を登録し、制限円に含まれる大字の抽出を可能にした岡山県の例がある⁵⁾。

現在、町丁・大字の境域データは、独立行政法人統計センターが運用するポータルサイト「政府統計の総合窓口（e-Stat）」の「地図で見る統計（統計GIS）」から市町村単位でダウンロード可能であるほか、公益財団法人の統計情報開発センターや、複数のGIS関連の民間企業からも有償で提供されている。しかし、町丁・大字境域データを既存の防疫マップシステムにインポートし地図表

示するには、GISの専門知識が要求されるため、都道府県の家畜衛生担当者自らが行うことは必ずしも容易ではない。したがって、本来であれば、多くの都道府県が導入した農林水産省の「家畜防疫マップシステム」に町丁・大字境界データがあらかじめ内蔵され、制限円内に含まれる大字等を自動抽出できることが望ましい。

なお、空間データ整備にかかる費用も、都道府県がいかなるシステムを採用するかの判断基準となる。独自の防疫マップシステムを構築する際に、当初多くの県が市販の電子地図ソフトウェアを利用したのは、導入・更新の経費が安価であるという理由からであった。動物衛生研究所の「家畜伝染病発生地図表示システム」も市販のソフトウェアを地図表示に用いているが、最近までこの地図の更新は行われていなかった。「家畜防疫マップシステム」は電子国土基本図を背景地図に採用しているため、地図の更新費用がかからず、大縮尺でオルソ画像を表示できるメリットがある。デメリットは、オルソ画像の撮影年度が古い地域や、画像が粗く農家の敷地内の様子を確認できない地域があることである。しかしながら、単独で県域を網羅するオルソ画像を導入すると、数千万円の費用がかかる。現在23道府県が運用している県独自の防疫マップシステムのうち、オルソ画像を表示させることができるのは16道府県のものであり、うち4県分はGoogle Mapの衛星画像であった。残り12道県のうち9道県は、全庁で横断的に利用する統合型GISが整備済みの自治体であった。

また、電子国土基本図は地形図であるため、施設名称は最小限しか記載されておらず、大縮尺表示をすると白地図に近くなる。このため、家畜飼養農家や消毒ポイントの位置確認や、畜産関係施設の登録には、施設名称が記載された電子住宅地図の方が適しており、複数の防疫マップシステムを併用する理由のひとつにもなっている。

5. おわりにー防疫マップシステムの今後に向けてー

日本では1990年代末より、家畜伝染病の発生に備えたリスク管理用GISとして防疫マップシステムが整備され、2012年までに全都道府県に導入されている。農業における畜産部門構成比、および獣医師1人あたり家畜管理頭数という2つのリスク指標が大きな値を示す道県ほど、2000年代前半までに防疫マップシステムを整備する傾向が認められた。

2010年の宮崎県における口蹄疫発生に際しては、既存の防疫マップシステムが初動防疫に実効性を発揮できなかったという反省に立ち、国と都道府県、および隣り合う県同士の情報共有を強化する、農林水産省の「家畜防疫マップシステム」(2012年)も稼働した。同システムは2013年5月現在32道府県に導入されているが、制限区域の公示に必要な町丁・大字界が表示できないこと、クラウドコンピューティングにより情報が「見えすぎる」こと、背景地図である電子国土基本図の情報量が相対的に少ないことなどの問題点も有し、6割近い県がスタンドアローン、もしくはクライアントサーバー形式の既存の防疫マップシステムと併用している。

越境性動物感染症の国内侵入に対するリスク管理強化のために、国、都道府県ともに引き続き防疫マップシステムの機能向上に力を入れていくべきである。国運用のシステムについては、町丁・大字界の表示が最優先課題であろう。動物衛生研究所は、家禽以外の鳥類のリスク情報や、野鳥の飛来情報を盛り込んだ、クラウドコンピューティングによる「鳥インフルエンザ危機管理情報共有システム」を2013年度中に構築予定である。

また、都道府県も防疫マップシステムに搭載しているデータベースをさらに充実させる必要がある。現在、定期報告によって把握した家畜所有者の埋却予定地の位置情報を、防疫マップシステム

に登録している県は、わずか6県（山形・群馬・長野・福岡・大分・宮崎）にすぎず、点データとしての扱いが主体である。家畜伝染病発生に際し、埋却地の試掘や地権者に対する補償額算定に利用できるよう、各部署が管理する土地条件図、土地台帳情報、地籍図、地下水情報等、各種空間データと結合させ、埋却予定地を面データとして取り扱うことが望ましい。消毒ポイントの設置にも道路台帳情報は欠かせない。すなわち、都道府県の庁内LANにより、これらのデータをいつでも表示できる統合型GISに組み込まれることが、防疫マップシステムの完成形といえる。

現在のところ、防疫マップシステムは患畜発生後の防疫措置の意思決定支援に特化しているが、感染経路を解明するための疫学調査の基礎データとして活用できる潜在的価値も有している。Muroga et al.が2010年の口蹄疫発生農家群と非発生農家群とを比較した症例対照研究（case control study）を行ったところ、川南町においては畜舎や住居が生垣・藪等で囲まれていたことが防御要因となったという、有意な結果が得られた（Muroga et al., 2013）。また、Hayama et al.は口蹄疫の近隣伝播（local spread）が生じるリスク要因として、卓越風の継続時間と農家間の距離との相関関係を考察した（Hayama et al., 2012）。オルソ画像で確認できる家畜飼養農家周辺の生垣・防風林を面データとして取り込むことや、風向データをインポートしておくことも、空間疫学の分析に有効であるといえる。さらには、これら地理空間情報を統合・解析した研究成果が、家畜飼養農家の衛生管理指導に活かされることを、期待したい。

本研究は、平成23-25年度科学研究費補助金 基盤研究（C）「家畜伝染性疾病に対するリスク管理の地域の実態に関する研究」（代表者：松村啓子，課題番号：23520948）の研究成果の一部である。

<注>

1) 地理学分野でのGISによる研究成果として、下記のものが発表されている。

橋本雄一 2011. 基盤地図情報による被災状況の分析. 地理 56-6 : 28-34.

橋本雄一 2012. 東日本大震災の津波被害把握と北海道の津波危険度評価に関する基盤地図情報の活用. 北海道大学文学研究科紀要136 : 141-203.

橋本雄一・川村 壮 2012. 基盤地図情報による東日本大震災の被災分析. 橋本雄一編『増補版 GISと地理空間情報 ArcGIS10とダウンロードデータの活用』143-154. 古今書院.

松多信尚 2012. 東北地方太平洋沖地震による津波防災マップの作成経緯と意義. E-journal GEO, 7 : 214-224.

2) サーベイランスとは、疾病等の対策を適切に立案・実施するために、組織的に収集したデータを継続的に分析し、分析結果を還元する一連の監視活動のことである。情報収集手法の違いによって、アクティブ（能動的）サーベイランスとパッシブ（受動的）サーベイランスに大別される。家畜伝染病予防法にもとづく定期検査は前者にあたる。

3) 口蹄疫対策検証委員会 2010. 『口蹄疫対策検証委員会報告書』 p.23.

4) プロイラーについては、農林業センサスに年間出荷羽数しか記載されていないため、これを平均的な年間出荷回数5で除し、飼養羽数に換算した。

5) これ以外にも、長崎県壱岐家畜保健衛生所で、「危機管理型家畜伝染病発生地図表示システム」において地図上の字名を囲む四隅の点を登録して抽出可能とし、制限円内に4点が含まれるか

どうかで、制限区域として確定する方法も考案されている（伊勢・森田，2013）

<文献>

- 伊勢喬太・森田光太郎 2013. 家畜伝染病発生地図表示システムを活用した制限区域内地名の確定方法. 平成24年度長崎県保健衛生業績発表会集録：13.
- 鎌田晶子・佐藤 亘 2002. 山形県の開発した畜舎位置データベースの紹介と地理的情報システム整備の意義について. 獣医学雑誌 1：39-41.
- 中谷友樹 2004. GISと疾病地図. 中谷友樹・谷村 晋・二瓶直子・堀越洋一編著『保健医療のためのGIS』34-73. 古今書院.
- 中谷友樹 2008. 空間疫学と地理情報システム. 保健医療科学 57 (2)：99-116.
- 野中 卓・山本健久・橋本 亮・西口明子・山根逸郎・小林創太・筒井俊之 2005. 牛海綿状脳症の発生要因に関する地理的分析. 獣医学雑誌 9：15-20.
- 山口 修 2002. 栃木県における家畜衛生GIS（地理情報システム）の構築. 獣医畜産新報 55 (7)：575-580.
- Hayama, Y., Muroga, N., Nishida, T., Kobayashi, S. and Tsutsui, T. 2012. Risk factors for local spread of foot-and-mouth disease, 2010 epidemic in Japan : a case-control study. *Research in Veterinary Science*, 93 : 631-635.
- Morris, R., Sanson, R., Stern, M., Stevenson, M. and Wilesmith, J. 2002. Decision-support tools for foot and mouth disease control. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties*, 21 : 557-567.
- Muroga, N., Kobayashi, S., Nishida, T., Hayama, Y., Kawano, T., Yamamoto, T. and Tsutsui, T. 2013. Risk factors for the transmission of foot-and-mouth disease during the 2010 outbreak in Japan : a case-control study. *BMC Veterinary Research*, 9 : 150, 1-9.
- Nguyen, V. L., Stevenson, M. and O'Leary, B. 2011. Decision support systems in animal health. In *Efficient decision support systems –practice and challenges in biomedical related domain*. ed. C. Jao, 299-310. Rijeka : Intech.
- Stevenson, M. 2003. *The spatio-temporal epidemiology of bovine spongiform encephalopathy and foot-and-mouth disease in Great Britain*. Ph. D. thesis, Massey University.