

研究課題の概要

研究課題名	BSEのリスク評価とサーベイランスの効果的手法の研究:北海道の場合
主任研究者	門平 睦代
所属機関	帯広畜産大学
研究成果の概要	北海道におけるBSE発生に関するリスク要因を探り、総合的なリスク評価を行うと共に、効果的なサーベイランス手法を提案した。1996年コホートではBSE発生の集積性が東部地域に観察され、有意差のあったリスク要因は、各市町村における酪農家密度であった。この要因だけではBSE発生を説明できない地域が存在した。国内増幅率は管理措置により変化し、1996年以前は7.2と一番高いが、1996年の肉骨粉(MBM)使用禁止通知以降は5.77~0.77まで減少し、2001年10月の完全使用禁止後は0.06と推定された。陽性牛が1頭も発生しない確率は、2010年で69%、2015年で90%であった。以上の結果より、1)BSE発生を説明できない地域で2001年10月以前に生まれた牛だけを健康牛検査対象とし、2)第三者機関による飼料中のMBMと食肉に付着する脳脊髄組織の有無をモニタリングするという、管理措置の評価も含めたサーベイランス手法が効果的であると考えられる。

食品安全委員会 の本研究課題に 対する事後評価・ 総合コメント	目標を達成した。多方面から総合的に評価した研究であり、BSE対策にあたり有用な情報が提供された。しかし、研究目的の一つである地域的要因が解明されていないなど食品健康影響評価に活用するためには課題が残されている。
--	--

研究成果報告書（研究要旨）

研 究 課 題 名	BSEのリスク評価とサーベイランスの効果的手法の研究： 北海道の場合
主 任 研 究 者 名	所属： 国立大学法人 帯広畜産大学 氏名： 門平睦代 （研究課題番号：0603）

○研究要旨

北海道における BSE 発生に関連するリスク要因と危険度を推定し、BSE 発生の総合的なリスク評価を行うと共に、効果的なサーベイランス手法を開発することが研究の目的である。

リスク要因とその危険度を推定するために、英国や欧州の BSE リスク評価手法として使われた地理情報システム（GIS）を応用した。1 頭でも発生のあった北海道内の市町村を BSE 陽性、その他を BSE 陰性と区分し、空間時間スキャン統計手法やロジステック重回帰分析を用いて、BSE 発生に関連するリスク要因を探索した。この要因には、札幌、小樽、苫小牧、帯広、釧路、北見の 6 箇所を飼料製造市町村とし、線形計画を用いて推定した牛用飼料の流通量も含めた。

1996 年コホートの集積性が、酪農家密度が道内で一番高い東部地域に観察された。BSE 発生リスク要因としては、酪農家密度が BSE 発生市町村と有意に関連していた。一方、重回帰分析の残渣を地図化したところ、酪農家密度だけでは発生理由が説明できないリスクの高い地域が 2 支庁あり、この 2 地域に焦点を合わせたサーベイランスを実施することが BSE コントロールにとって有効であると考えられる。2007 年 1 月～2008 年 12 月末までに報告された 3 例は、これらの地域で誕生した牛であった。

感染していてもサーベイランスでは見つからない牛もいるため、海外より輸入された生体牛と肉骨粉（MBM）に関するデータにもとづき侵入リスクを、そして、国内での増幅リスク（具体的には増幅率 R_0 、この数値が 1 以下であれば伝播しない）を量的に推定し、発生予測数とサーベイランス報告数を比較した。管理措置により増幅率は変化し、1996 年以前は 7.2 と一番高いが、1996 年の MBM 使用禁止通知以降は 5.77～0.77 まで減少し、2001 年の完全使用禁止後は 0.06 と推定された。陽性牛が 1 頭も発生しない確率は、2010 年で 69%、2015 年で 90%であった。

清浄化を目的とした効果的なサーベイランスを実施するためには、リスク量に合わせてサンプル採取を計画することが重要である。と畜場における健康牛検査において、暴露量が多かった地域で誕生した年齢 7 歳以上の牛だけを対象とすると、テスト数は現在実施している全頭検査数の 5 分の一となる。費用が減少するだけでなく、確実に陽性牛を摘出することを可能とさせる。さらに、ELISA 診断キットも精度が高く値段が安いというだけでなく、テスト時間が短い、手順が簡便という点においても評価することが必要である。新たな方法として、第三者機関による飼料中の MBM と食肉に付着する脳脊髄組織の有無の検査により管理措置効果をモニタリングする仕組みを提案した。

北海道では国内曝露（リサイクル）が起ったと考えられることから、清浄化にむけての取り組みを北海道内で継続的に行うべきである。現状のサーベイランス方法と量的リスク評価に続き、2001 年 10 月以降の政府による飼料工場立ち入り・飼料検査及びレンダリング工場立ち入り検査等のデータを精査し、北海道における BSE リスク低減措置は十分機能しているかどうかを確認することにより、国内における BSE 清浄化レベルの実証が可能となる。

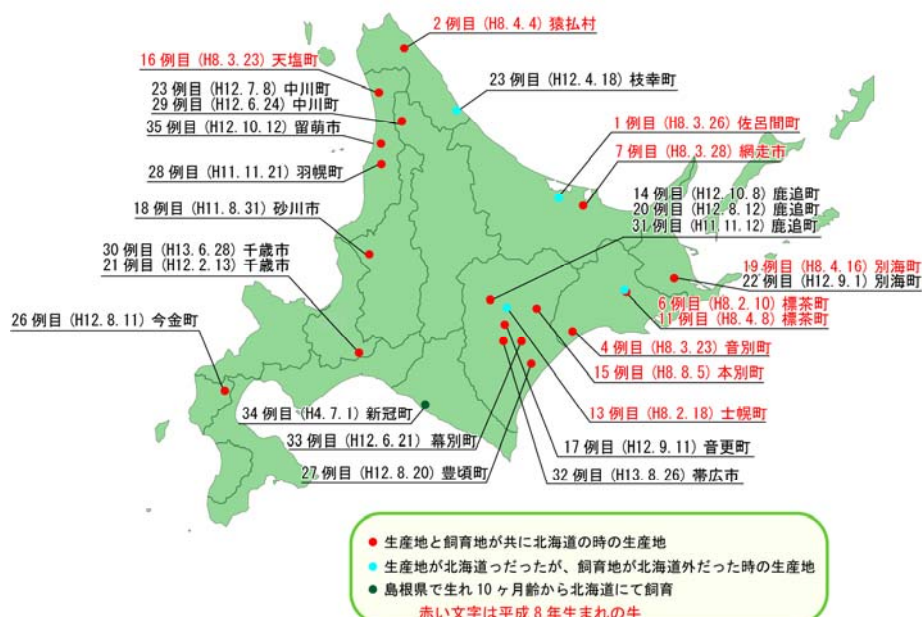
研究成果報告書（本体）

研 究 課 題 名	BSEのリスク評価とサーベイランスの効果的手法の研究： 北海道の場合（研究機関：平成18年度～平成20年度）
主 任 研 究 者 名	所属： 国立大学法人 帯広畜産大学 氏名： 門平睦代 （研究課題番号：0603）

1. 研究の概要

本研究の目的は、北海道における BSE 伝播に関連する要因の危険度を推定し、BSE 発生リスクを総合的に評価するとともに、BSE 発生リスクに資する効果的なサーベイランス手法を開発することである。

SRM 除去と飼料への肉骨粉(MBM)混入防止策の徹底、および効率的なサーベイランス方法の研究が、BSE 感染の輪を断ち切り、BSE のリスク低減を実現するための最重要課題である。BSE 発生件数が全国の約 8 割（31 頭中 24 頭、平成 18 年 12 月末時点）を占める北海道において、飼料・食肉流通や飼育形態など北海道の特徴を組み込んだモデルにもとづき、北海道畜産の特徴を考慮したリスク評価を行い、今後の BSE 清浄化政策と道内での効果的なサーベイランス方法を提案することの意義は大きい（下図は 34 例目までの症例分布図）。

北海道で生産あるいは飼育された経歴をもつ
BSE 陽性牛の生産地、飼育地および生年月日

本研究は、「経済分析」、「リスク評価」、そして、「サーベイランス」の3つのテーマより成り立つ。「経済分析」では、リスク要因のひとつである飼料流通経路とその流通量を推定し、BSE 検査を 20 ヶ月以上に引き上げた場合の牛肉消費低下に関する考察をおこなった。「リスク評価」では、地理情報学システム (GIS) を分析手法の基盤とし、その他のリスク要因も含めて、BSE 発生と関連する要因を探索した。その後、侵入リスクと国内安定性の2つのリスクを量的に推定し、管理措置の時系列的変化を考慮しながら、国内での増幅率を計算した。さらに、リスク分析という枠組みで BSE のリスクを考える場合の、関係者間のかかわりをリスクコミュニケーション会場でのアンケート調査結果を参考として考察した。「サーベイランス」では、現状の BSE サーベイランスの評価の手法について議論し、今後、取り組むべき新サーベイランス方法を提案した。また、この方法に導入される簡易テストの有効性についても調査し、管理措置の評価を含めた、清浄化へ向けた最終段階で実施すべき実証分析について議論する。研究担当者名と目次は、以下の通りである。

I	経済分析(金山:分担)	
I-1	北海道における乳牛用飼料流通量の推定	5
I-2	全頭検査と消費行動:BSE 検査を 20 ヶ月以上に引き上げた場合の牛肉消費低下に関する考察	7
II	リスク評価(門平:主任)	15
II-1	2001 年 9 月から 2006 年 12 月までに確定診断された北海道における BSE 症例に関連するリスク要因の研究	16
II-2	北海道における量的 BSE リスク評価	27
II-3	日本における vCJD 発生リスクの推定(姜:分担)	39
II-4	BSE リスク分析におけるリスクコミュニケーションの役割 リスク評価結果を政策に反映するために	45
III	サーベイランス(門平:主任)	56
III-1	BSE サーベイランスの評価	56
III-2	リスク量にもとづくサンプリング方法	66
III-3	効果的サーベイランス方法	67
IV	新サーベイランス方法で必要とされる簡易テストの有効性試験<分析法の確認>	
IV-1	簡易飼料汚染検査方法 (FeedChek MBM) の有効性試験(高橋:分担)	69
IV-2	脳脊髄組織検出キットの有効性試験(関川:分担)	73
IV-3	迅速で簡易な検査方法 (ストリップテスト) の有効性試験(今井:分担)	76
V	「清浄化を証明するための調査」の提案	79

2. 研究の成果

(1) 研究の成果と概要

I 経済分析（金山紀久：分担）

I-1 北海道における乳牛用飼料流通量の推定

北海道の市町村の酪農における平成 16 年 2 月現在の雌牛総頭数（平成 15 年度の「畜産統計」）、北海道の平成 15 年の配合飼料工場の乳用牛用の出荷量、そして、飼料工場が立地する 6 地域（札幌、小樽、苫小牧、帯広、釧路、北見）から北海道各市町村の距離（＊国道及び主な道道を通過して、目的地まで最短時間で行ける道順を選択。参照：北の道ナビ（<http://northern-road.jp/navi/time/>）を推定した。線形計画法の目的関数は、工場から出荷される市町村までの距離と出荷される重量の総和で、各市町村の乳牛の必要量が満たされること、工場の出荷量が最大を超えないこと、競争構造を反映させるため、市町村の一つの地域からの出荷量が 9 割までとするように制約条件を与え、飼料流通量を推定し、GIS を使い作図した（図 1～3）。この結果は次の章「リスク評価」のリスク要因として使用された。

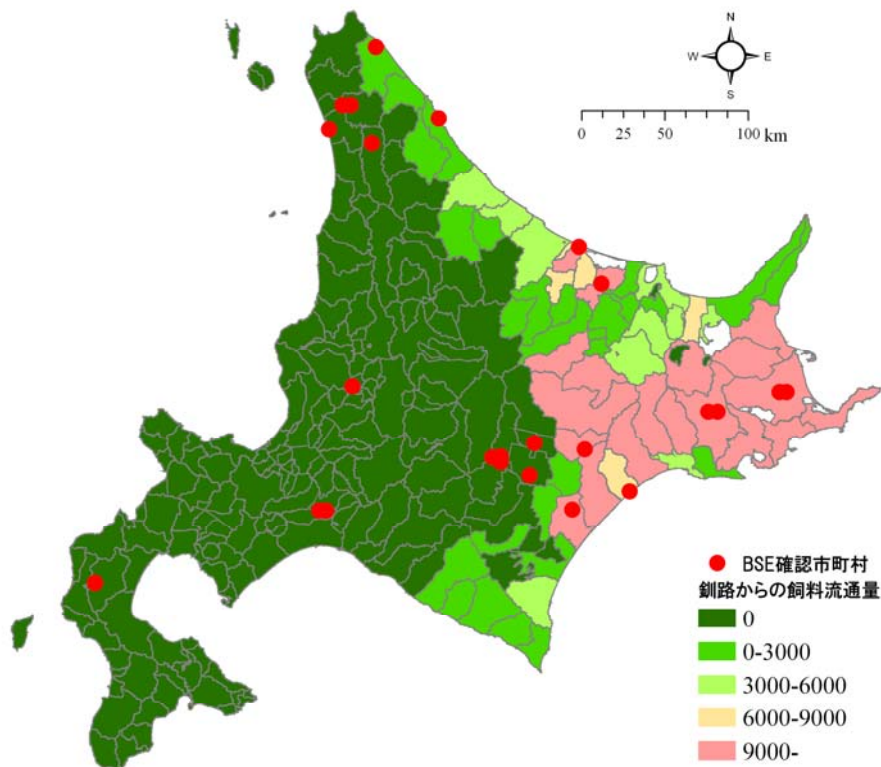


図 1. 釧路からの飼料流通量

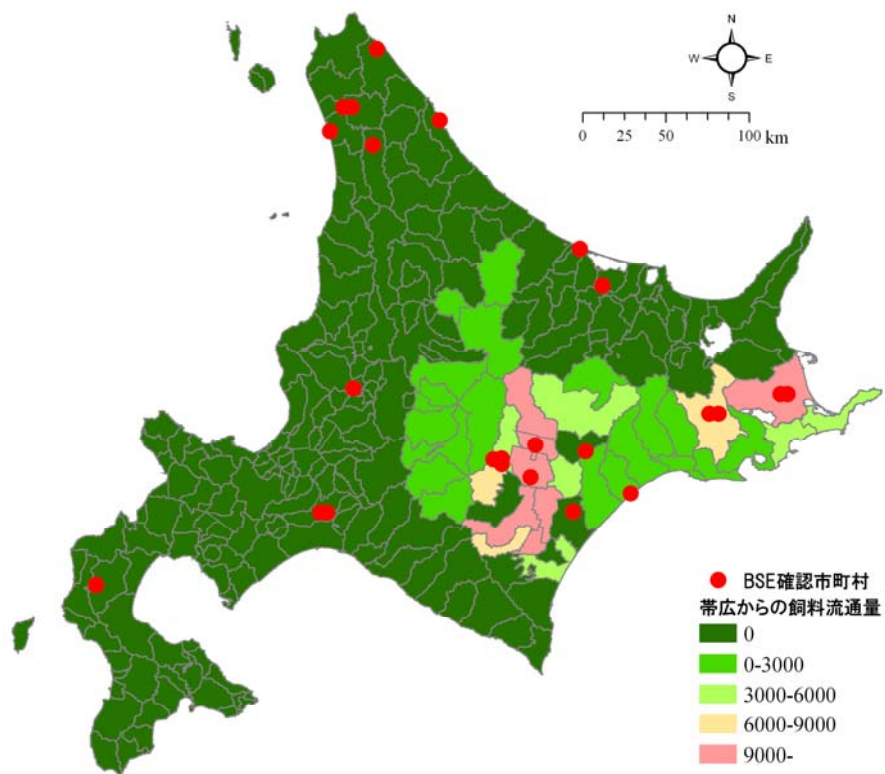


図2. 帯広からの飼料流通量

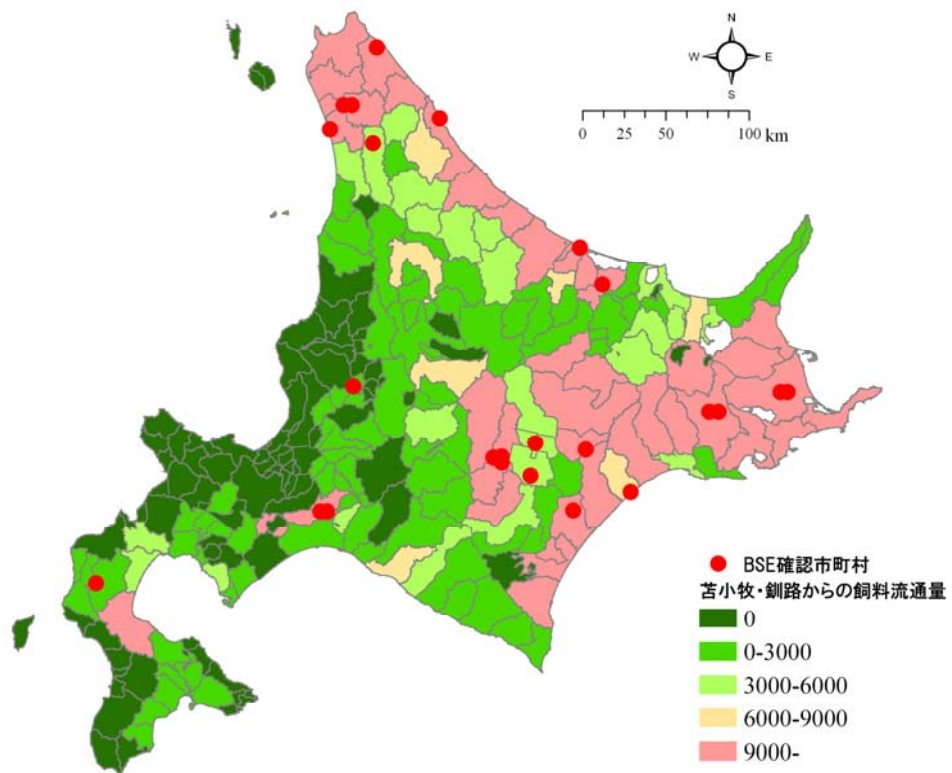


図3. 苫小牧・釧路からの飼料流通量

I-2 全頭検査と消費行動：BSE 検査を 20 ヶ月以上に引き上げた場合の牛肉消費低下に関する考察

1. はじめに

平成 20 年 8 月以降、BSE の自主検査に対する国の助成は打ち切りとなったが、北海道における自主的な BSE 検査は継続されている。その理由は、①道内の多くの消費者や生産者から全頭検査の要請があったこと、②平成 19 年 10 月に北海道が実施した意見交換会やアンケート調査においても検査を継続すべしとの意見が多数を占めたことなどから、北海道としては不安感がいまだ根強く、消費者の理解が十分に得られていない状況では、引き続き全頭検査が必要であると判断したためである。

BSE 検査の費用が無視できるのであれば、わずかなリスクを回避するための検査の継続は問題ない。しかし、当然のことながら BSE 検査には費用がかかる。また、BSE の発生確率は低く、BSE に罹患した牛を食することによって新型のヤコブ病に罹患する確率は非常に低い。このような低リスクに対して、BSE 検査を実施する根拠はどこにあるのだろうか？北海道は、消費者の理解が十分に得られていないことをひとつの理由にしているが、このことは、BSE 検査を止めることによる消費者の牛肉消費の低下を問題視したためと解釈しなおすことが可能であろう。つまり、BSE 検査を止めることによる生産者と消費者の経済的ロスと、BSE 検査費用との関係で、この問題に対して、消費者の BSE に対する認識から生じる消費行動から検討を加えるのが本研究の課題である。

2. 北海道における BSE 検査予算

BSE 検査頭数の推移を表 1 に示した。検査頭数は全国では 120 万頭台、北海道ではおよそ 20 万頭台で推移している。全国の検査頭数は、自主検査に対する国の助成がなくなることから減少が見込まれるが、北海道については、引き続き自主的な全頭検査の継続を表明していることから、検査頭数はこれまでと同程度の頭数となるものと想定される。この全頭検査から BSE が確認された頭数はわずかで、その確率は 0.002%以下である。全国に比べて北海道のほうが確認確率は高い傾向にあるが、それでもかなり低い水準といえる。

表 1 BSE 検査頭数（牛）の推移

		(単位:頭)					
		平成14年	平成15年	平成16年	平成17年	平成18年	平成19年
BSE検査頭数							
全国		1,253,811	1,252,630	1,265,620	1,232,252	1,218,285	1,228,256
北海道		183,050	197,511	203,787	202,536	201,477	204,234
BSE確認頭数							
全国		4	3	3	5	3	0
北海道		2	0	1	4	2	1
BSE確認確率							
全国		0.000319	0.000239	0.000237	0.000406	0.000246	0.0
北海道		0.001093	0.0	0.000491	0.001975	0.000993	0.000490

BSE 検査には当然費用がかかるが、北海道における BSE 検査にかかる経費（予算）の推移を示したのが表 2 である。

表 2 北海道における BSE 検査にかかる費用（予算）の推移

	(単位:千円)					
	平成14年	平成15年	平成16年	平成17年	平成18年	平成19年
検査機器	2,296	13,992	12,470	12,846	11,815	12,629
検査消耗品	780,100	558,585	561,168	449,545	347,764	231,833
その他	98,121	19,271	20,573	18,621	16,281	15,896
合計	880,517	591,848	594,211	481,012	375,860	260,358
うち国庫補助	625,550	398,800	429,056	362,977	264,399	154,364

注) 経費は、北海道と函館市、旭川市の合計である。

資料) 北海道、函館市、旭川市の資料より。

検査費用の合計は減少傾向にあり、平成 14 年度では 1 頭あたり検査費用が 4,800 円程度であったが、平成 19 年度では 1,300 円と大幅に減少している。これは検査消耗品の費用が大きく低下していることによっている。この 1 頭あたりの検査費用の水準と 1 頭あたりの枝肉価格の水準とを比較することによって 1 頭あたりの検査費用の負担を考えると、乳用種去勢牛の枝肉価格がおよそ 32 万円程度と想定するならば、枝肉価格に対する検査費用は 0.4%程度で、それ程高い水準ではないといえる。消費者が安心を得るための経費として考えるならば、この検査費用はそれ程高い水準ではないと判断されるが、国から補助が打ち切られる平成 21 年度以降、2 億 6 千万円程度の税金を投入する経済効果がどの程度なのか、検討を加える必要があろう。

3. 国内における BSE 発生消費への影響

北海道において BSE の全頭検査を継続する理由は、すでに述べたとおり、①道内の多くの消費者や生産者から全頭検査の要請があったこと、②平成 19 年 10 月に北海道が実施した意見交換会やアンケート調査においても検査を継続すべしとの意見が多数を占めたことなどから、北海道としては不安感がいまだ根強く、消費者の理解が十分に得られていない状況では、引き続き全頭検査が必要であると判断したためである。

直接的には、BSE 検査により vCJD に罹患するリスクを低下させることであるが、BSE と確認される確率がかなり低く、また、特定危険部位の焼却処分などの対応により、vCJD に罹患する確率は低く、リスク水準から判断するならば検査継続によるリスクの低下に対する便益はそれほど高くはないと判断される。一方、不安感がいまだ根強く、消費者の理解が十分に得られていない状況で検査を中止する場合、消費者の牛肉消費の減退が懸念される。平成 13 年に BSE 罹患牛が国内で発見されたときに、牛肉消費が大きく落ち込む経験をしたが、その当時の消費減退ではないにしても、現状では、検査中止

による牛肉消費の減退は起こるものと考えられる。ここでは、牛肉に関する消費者アンケートの結果と牛肉の需要曲線の計測結果を用いて、検査中止による牛肉の消費減退の影響を計測する。

(1) 消費者アンケート

アンケートは平成 20 年 1 月に WEB アンケートで実施された。アンケート総数は 824 件、内男性が 34.6%、女性が 65.4%である。調査対象者は東京都に在住者が 50.0%、札幌市に在住する者が 50.0%である。わが国の中心都市と地方の中心都市のひとつとして両都市を選択した。

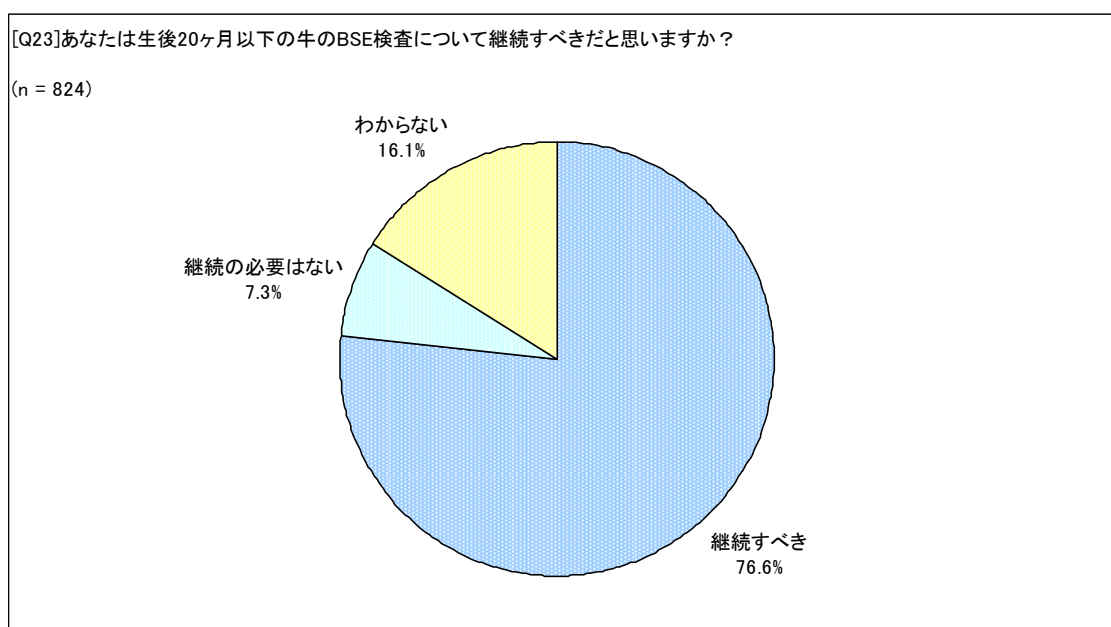


図 1 生後 20 ヶ月以下の牛の BSE 検査の継続について

生後 20 ヶ月以下の牛の BSE 検査について継続すべきかどうかの質問では、「継続すべき」と答えた回答者は約 77%、「継続の必要はない」が約 7%で、継続を望む消費者が多いことがわかる（図 1）。

その理由としては、「全頭検査を継続すると安心できるから」が 77%と最も割合が高く、「外圧に屈して止めるのはおかしいから」（43%）、「BSE の感染経路が解明されていないから」（41%）、「検査牛と未検査牛の両方が出回ると混乱するから」（37%）、「国内の BSE 対策は万全ではないから」（31%）などの理由が回答者の 3 割を超えていた（図 2）。全頭検査が、消費者の安心感に強く作用していることがわかる。したがって、全頭検査を中止することによって少なからぬ牛肉消費の減少が起こる懸念は否定できない。

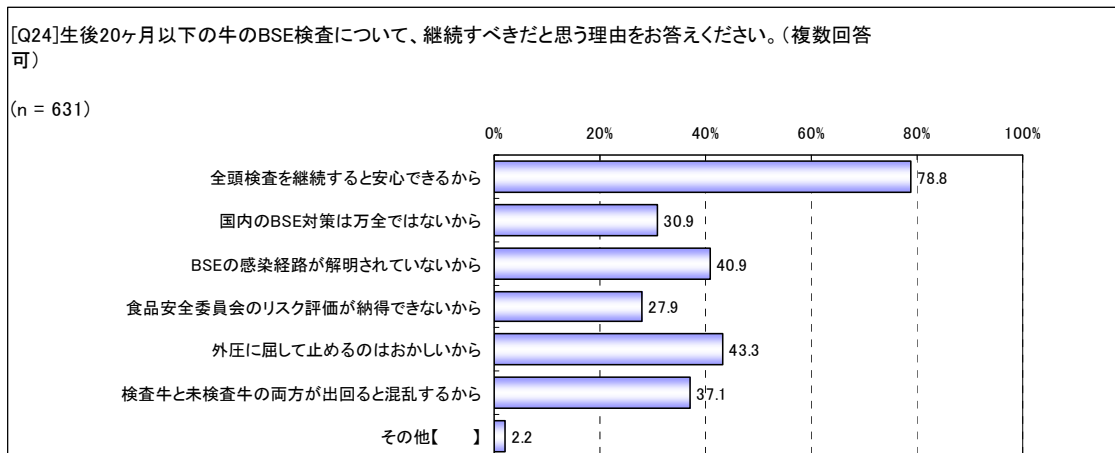


図2 生後20ヶ月以下の牛のBSE検査の継続すべき理由

BSE全頭検査の経費負担について、だれが負担すべきかという質問に対しては、「今までどおり国の税金で」が70%で最も割合が高かった(図2)。その他では、「牛肉生産の関係者」(27%)、「牛肉の購入者」(20%)、「実施する各地方自治体で」(15%)が続いている。多くの回答者が、国の負担で全頭検査を行うことを支持しているが、少ない割合であるが、牛肉生産者や牛肉購入者、地方自治体による負担を支持している回答者がいることも注目すべきであろう。

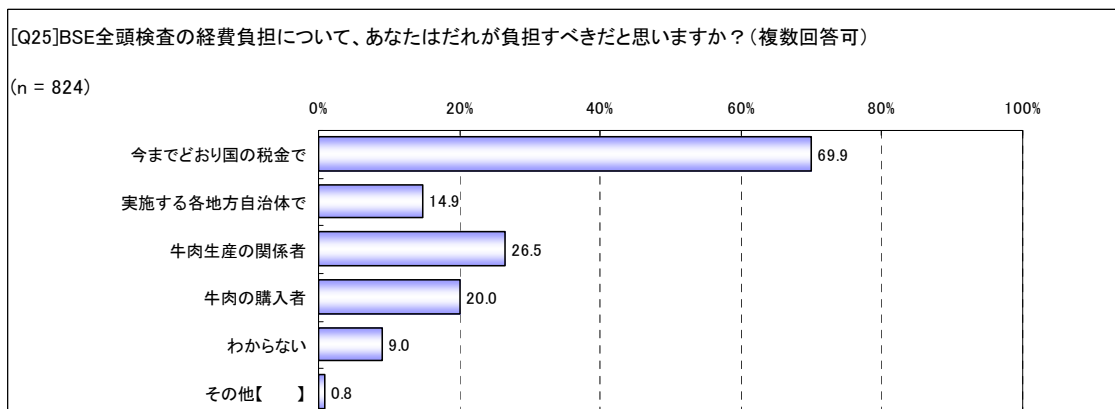


図3 BSE全頭検査の経費負担

BSE対策の変化によって、牛肉の今後の購入についてどのように対応するかについての質問については、「これまでどおりの購入を続ける」が45%と最も多かった(図4)。一方、「減らす」と答えた回答者は17%で、「わからない」は33%であった。「増やす」と答えた回答者も2%程度いた。70%程度の回答者が全頭検査を継続すべきと答えていたが、全頭検査の変更によってもこれらの回答者のうち一部は「これまでどおりの購入を続ける」可能性が高いことがわかる。しかしながら、「わからない」と答えた回

答者の動向によって消費の減退水準は変わるものの、全頭検査の中止によって牛肉の消費が減少することはかなりの程度、避けられないものと考えられる。

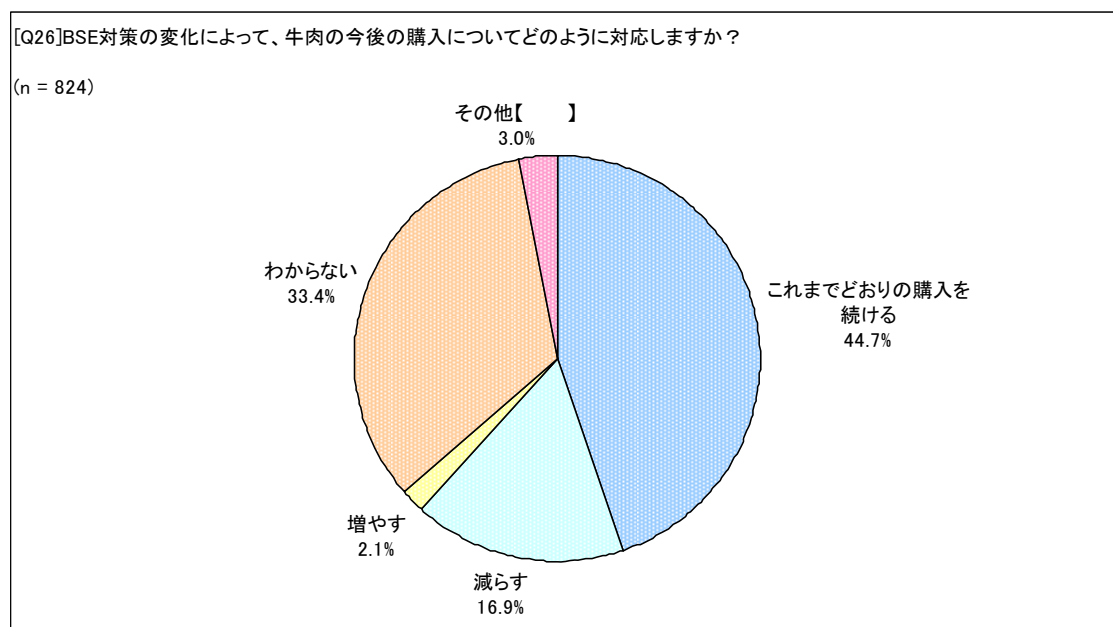


図4 BSE 対策の変化に対する今後の牛肉購入の対応

なお、北海道も「と畜場における BSE 検査に係るアンケート調査」を平成 20 年 10 月に、会場におけるアンケートと WEB によるアンケートの二つの方法によって実施している。「今後も 20 ヶ月齢以下の牛の BSE 検査を継続する必要があると思いますか」の質問に対する回答は、会場アンケートの結果では、「必要である」が 55. %、「どちらかといえば必要である」が 23%で、この二つの回答を併せると 78%で、われわれのアンケートの結果とほぼ同程度の割合となっている。また WEB による同様の質問に対する結果では、「必要である」が 35. %、「どちらかといえば必要である」が 19%で、この二つの回答を併せると 54%となり、継続が必要であると考えている割合がわれわれのアンケートの結果より低くなっている。

(2) 牛肉の需要構造と BSE の影響

BSE の検査を中止することによる牛肉需要への影響を把握するために、牛肉の需要曲線を計測する。牛肉需要曲線のモデルは次に示す線形の単純なモデルを設定した。

$$Q = a - bP + cY - dD_1 - eD_2 \quad (1)$$

ただし、Q は牛肉の一人当たりの家計消費量（全国）、P は牛肉の家計消費における平均実質価格、Y は一人り当たり実質家計消費支出、D1 は平成 13、14 年の国内で BSE が確認されたことによる BSE ショックによる牛肉の需要減退を説明するダミー変数、D2 は BSE ショックによる需要減退からの回復期（平成 15 年）を説明するダミー変数である。

牛肉の消費量及び価格、家計消費支出のデータについては『家計調査年報』より、また実質化に使用したデフレーターは消費者物価指数総合で『消費者物価指数年報』から得た。計測期間は平成 8 年から平成 18 年までの 11 年間で、年データを使用したことからサンプル数は 11 である。なお、時系列解析であることから「見せかけの回帰」の問題が想定されるが、データ数が少ないことから単位根検定による検定は行わず、古典的な回帰手法によって需要曲線を計測した。計測結果を表 3 に示した。

表 3 牛肉需要曲線の計測結果

説明変数	パラメータ	t-値
定数項	-9309.769	-1.923
実質価格	-18.442	-6.741
実質消費支出	179.764	3.813
ダミー1	-580.147	-4.464
ダミー2	-108.227	-0.653
自由度修正済み決定係数	0.914	
ダービンワトソン比	1.930	

自由度調整済み決定係数は 0.914 でモデルの説明力は高く、ダービンワトソン比は 1.930 で誤差の系列相関は認められなかった。計測されたパラメータでは、需要回復期の需要水準の特徴を説明するダミー 2 がゼロと有意な差が認められなかったが、実質価格、実質消費支出、ダミー 1 の 3 つの変数のパラメータは P 値が 1 % 以下の水準で有意な差が認められた。

計測結果から、この期間における牛肉需要の価格弾力性と消費支出弾力性を計測期間の平均価格と平均消費量及び平均消費支出を用いて計算すると、それぞれ 1.855 と 6.331 とかなり高い値が計測された。この水準についてはさらに検討を要する。また、BSE の国内での罹患が確認された後の消費の減退は明確に確認され、平均で一人当たり 580 グラムの減少であった。需要減少からの回復については、ダミー 2 のパラメータは有意ではなかったものの、100 グラム程度の減少に留まり、3 年目にはかなり牛肉の需要が回復したことが推測できる。

牛肉需要の回復は、時間による消費者の BSE に対する意識の低下も想定されるが、全頭検査など、政府の対応も重要な要因であったと考えられる。したがって、全頭検査の中止は、少なからず牛肉消費の減少への影響が懸念されるわけである。牛肉の需要曲線

の BSE 発生前後の状況を図示したのが図 5 である。

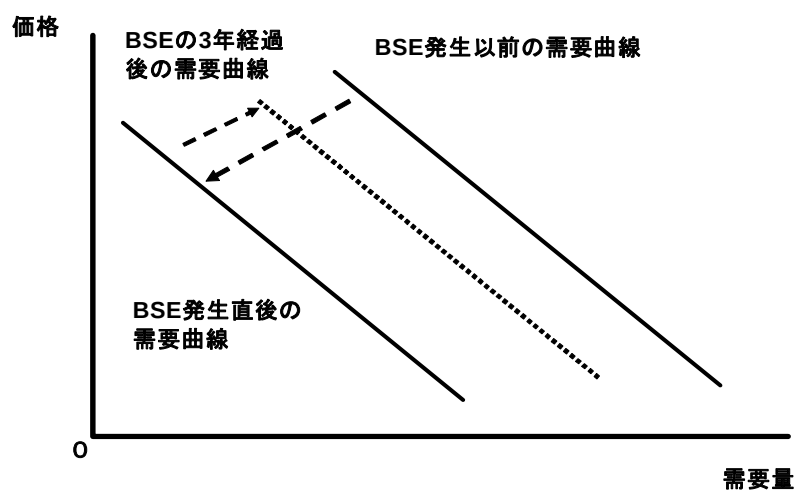


図 5 牛肉の需要曲線の BSE 発生前後の状況

4. 北海道における肉牛生産への影響

BSE 検査の中止による経済的影響を計測する。モデルを図示したのが図 6 である。

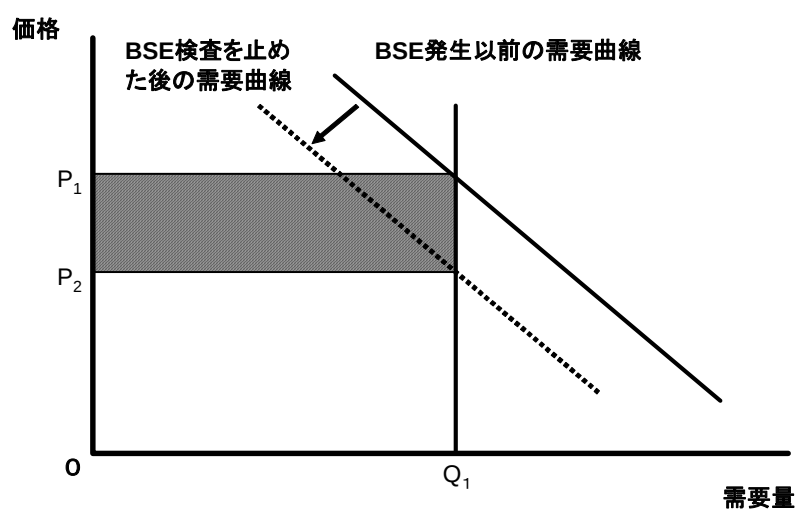


図 6 BSE 検査中止による経済的影響

牛肉の生産は短期には供給調整が困難なことから、短期では Q_1 で垂直の供給曲線が引ける。一方、牛肉の需要曲線は、BSE 検査の中止によって需要が減退することによって左方向にシフトする。この結果、牛肉の価格は検査を継続する場合では P_1 であったものが P_2 に低下することになる。したがって、牛肉の供給者は、斜線の四角の面積分だけ売上を減少させることになる。消費者への影響は、極短期的には供給曲線が垂直なことより影響はみられないことになるが、中長期的には牛肉の供給の減少により、消費者余剰の減少をもたらすことになる。

ここで、BSE 検査の中止によって、どの程度の供給者の売上の減少をもたらすのか、家計消費から導出された需要曲線を枝肉市場の需要曲線に置き換えて計算を試みることにする。この仮定は非常に大胆なものであるが、BSE 発生時の食肉卸売市場は少なからぬ混乱状態にあったため、適切な需要曲線を計測できなかったため、このような大胆な仮定に基づいてシミュレーションを行うこととした。北海道の肉牛に占める乳用種の割合は 90%を超えることから、乳用種を想定する。乳用種去勢の東京食肉卸売市場における枝肉卸売価格は B3 で平成 16 年から 20 年までで 900 円/kg から 975 円/kg の範囲にある、この 5 年間の単純平均を取ると約 910 円/kg である。

北海道の乳用種の枝肉生産量は、平成 16 年から 20 年の平均で約 75,000 トンであった。ここで、枝肉市場において北海道の枝肉供給量と価格が 75,000 トンと 910 円/kg であったと考え、そこから BSE 検査の中止によって価格が減少することを考える。この減少幅をダミー 1、ダミー 2 のパラメータの計測結果を用いて算出する。(1) 式の計測結果を用いて、ダミー 1 とダミー 2 が家計消費の価格水準の何パーセントの下落幅になるかをデータの平均の水準で求めると、ダミー 1 は約 12.7%、ダミー 2 は約 2.4% であった。この下落幅を用いて枝肉価格の下落幅を求めると、ダミー 1 に対しては 116 円/kg、ダミー 2 に対しては 22 円であった。検査中止による消費への影響はダミー 1 の水準になることはないことから、回復期のダミー 2 の水準と、アンケートの結果を考慮してダミー 2 の水準の半分の水準を想定して枝肉供給者のロスを計算した。その結果は、16 億 6 千万円と 8 億 3 千万円であった。

5. まとめ

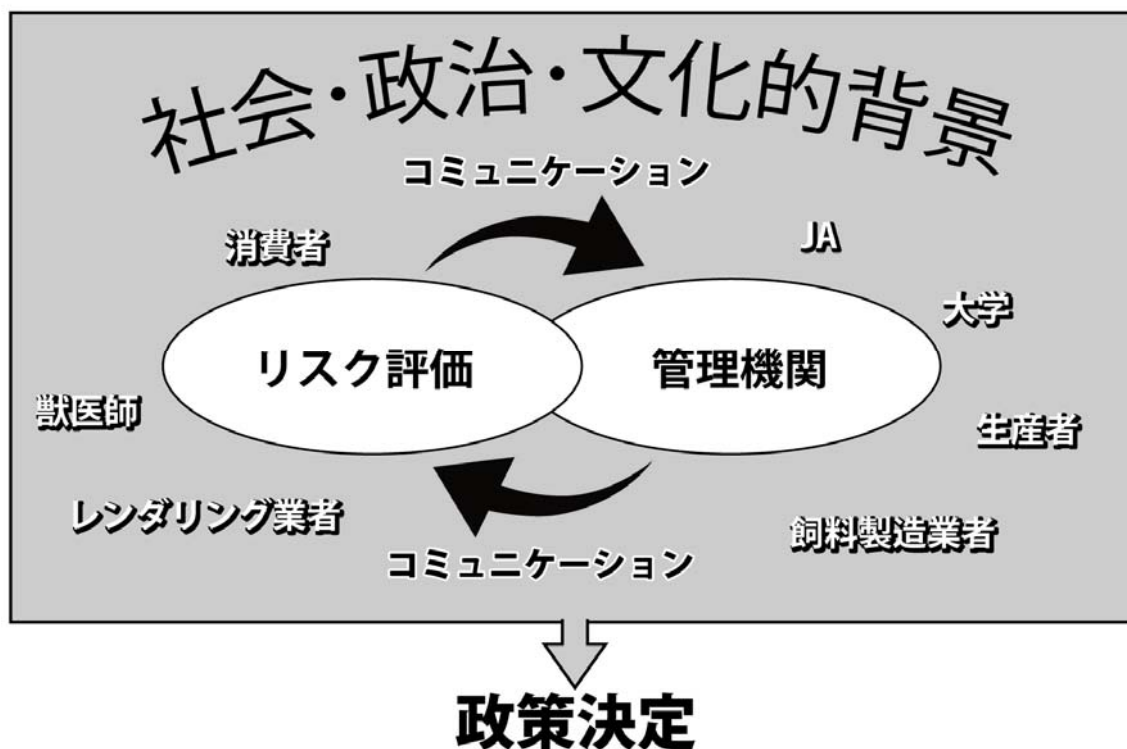
ここでは、北海道の BSE 検査の継続に対する費用便益分析を試みた。BSE 検査のコストは年々低下してきており、平成 19 年度には予算規模で 2 億 6 千万円程度であった。一方、BSE 検査の継続を中止することによる牛肉消費の減少は、アンケート結果からみると避けられない状況にあることが確認された。この消費の減退がどの程度の牛肉供給者のロスになるのかを計算したところ 8 億円程度となった。したがって、検査の継続による費用便益分析では、現在の消費者の状況を考慮すると、BSE 検査の継続が支持される結果となった。ただし、このコストを誰が負担すべきであるかは議論のあるところである。

Ⅱ リスク評価 (門平睦代：主任、姜 興起：分担)

地理情報学システム（GIS）を分析手法の基盤に、BSE 発生と関連するリスク要因を探索した（Ⅱ-1）。その後、侵入リスクと国内安定性の2つのリスクを量的に推定し、管理措置方法の時系列的変化を考慮しながら、国内での増幅率を計算した（Ⅱ-2）。また、牛からヒトへの感染リスク推定手法として、クロイツフェルトヤコブ病（vCJD）発生リスクを例に、統計学的モデルを提案した（Ⅱ-3）。

一方、Ⅰの経済便益分析結果とも関連するが、リスク評価により全頭検査の必要がないことが科学的に証明されても、消費者が納得しなければ管理方法を変更することは難しい（下図参照）。そこで、リスク分析という枠組みの中で、BSE のリスクを考える場合の関係者間のかかわりを、リスクコミュニケーション会場でのアンケート調査結果などを参考に考察した（Ⅱ-4）。

BSE リスク分析図



II-1

2001 年 9 月から 2006 年 12 月までに確定診断された北海道における BSE 症例に関連するリスク要因の研究 (The Veterinary Record, 163:709-713, 2008)

要約

2001 年 9 月に最初の BSE 陽性牛が発見された後、政府は死亡牛と健康牛を対象としたサーベイランスを開始した。2001 年 10 月から 2006 年 12 月の間に、約 600 万頭の牛が検査され、31 頭が陽性牛として診断された。この研究では、北海道で生れたか、陽性牛として発見された 24 頭を対象とし、地図情報学手法、空間-時間スキャン統計学、そして、ロジステック回帰分析を使い、BSE 発生に関連するリスク要因に関する分析を行った。厚生労働省のホームページから BSE 陽性牛に関する情報を入手し、1996 年と 1999-2001 年の、2 つの誕生コホートに注目した。記述的空間分析では、1996 年の誕生コホートは東部の酪農家密度が高い地域に、一方、1999 年-2001 年誕生コホートは北海道全域（東部と西部で同数）に分布していた。以上の結果から、1996 年のコホートは外部から導入された家畜飼料に由来するが、1999 年から 2001 年までは、1996 年に誕生した感染牛による汚染物質のリサイクルにより、全道にわたり BSE 感染が起こったと推定した。

1. はじめに

1997 年 4 月、伝染性海綿状脳症 (TSE) を家畜伝染病予防法の対象としたので、BSE も法定伝染病となる (Anon 1997)。2001 年 4 月から OIE の要請を受けて検査頭数を増やした (MAFF 2001, OIE 2001)。その結果として 2001 年 9 月 10 日、千葉県で最初の BSE 陽性牛が発見された (Kimura and others 2002)。この結果を受けて、農林水産省では肉骨粉 (MBM) の家畜への使用を完全に禁止し、アクティブサーベイランスを開始した (MAFF 2001, Anonymous 2002, MAFF 2002a)。と場に送られた健康牛は、次に述べる検査法を用いて検査された ((1) Platelia BSE (Bio-Rad Laboratories, California, USA), (2) Enfer TSE v. 2.0 (Enfer Scientific Limited, Kildare, Ireland), or (3) FRELISA BSE (Fujirebio, Japan)。2004 年 4 月から 24 ヶ月以上の死亡牛検査も追加された。

2001 年 10 月から 2006 年 12 月の間に、約 600 万頭の牛が検査され、31 頭が陽性牛として診断された。2002 年 9 月の疫学調査によると、英国からの生体牛の輸入 (1982 年と 1987 年) とイタリアからの 1990 年以前に輸入された MBM が、国内に最初に BSE が侵入

した経路として示唆された(MAFF 2003, Yamanouchi and Yoshikawa 2007)。最初の 7 例の分析によると、感染牛が出た農家では MBM を直接与えていなかったという事実から、MBM の直接の摂取が原因ではないと推測した。感染牛を出した農家では、豚と鶏用の飼料を製造する工場で同時期に作られた牛用の餌を購入していたので、欧州のケースと類似した説明ではあるが、牛用飼料が製造中、ベルトコンベアに残った、あるいは、配送中のトラック内での MBM による交差汚染とも考えられる(Doherr and others 2002, Abrial and others 2005, Stevenson and others 2005)。

2006 年 12 月 31 日までに診断された BSE 症例の内、北海道で生れたか、飼育されていた 24 例を対象に、空間時間的分析結果を報告する。研究の目的は、まず、BSE 発生に関連する空間時間的なリスク要因を求め、次に、BSE 感染牛を効率的に見つけ出すことができ、BSE 撲滅のためにも有効な戦略を提供することである。

2. 材料と方法

2006 年の 12 月 31 日までに 31 症例が発見されたが、その内、24 頭は北海道で生れたか、飼育されていた牛である。個体の詳細に関する情報は、厚生労働省のホームページから入手した(MHLW 2006)。これらの情報とは、誕生した市町村名、誕生日、確定診断された年月日、発見された時点での健康状態(ダウンナー、健康なと畜牛、死亡牛)である(OIE 2001)。

日本は 47 の都道府県から成り立つが、北海道は一番面積が大きい。それぞれの都道府県は、市町村などの行政区分に細分される(図 1)。北海道には、219 の市町村があるが、その面積は、9 ～1408 km² と多様である。この研究における分析単位は市町村ではあるが、以後、“市ユニット”と呼ぶ。もし、1 例でも BSE として確定診断された牛がいる“市ユニット”は、BSE 陽性、残りは BSE 陰性と名づけることにする。この研究の目的は、BSE 陽性市ユニットとなったリスクがどの要因と関連しているかを見つけることである。BSE リスクと関連している要因として、市ユニットにおける酪農家、肉牛農家および豚飼育農家数の密度と飼育頭数、および、主要家畜飼料製造会社の配合飼料の流通量があげられる。なぜ、家畜の飼育頭数をリスク要因として考慮したかというところ、英国(Stevenson and others 2000, Wilesmith and others 2000)、ドイツ(Pottgiesser and others 2006)、フランス(Morignat and others 2002, Ducrot and others 2003) などの BSE 発生国で関連性が報告されているからである。

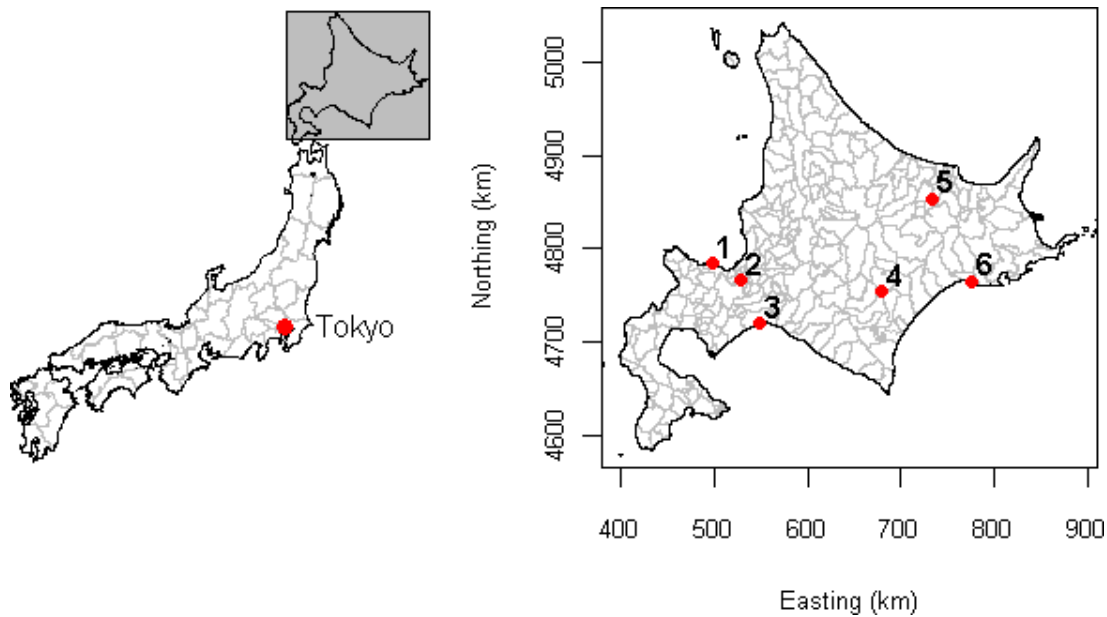


図 1. 日本国内における北海道の位置と北海道の牛用飼料生産工場が存在する 6 都市の名称（1 小樽、2 札幌、3 苫小牧、4 帯広、5 北見、6 釧路）

2 種類のデータを使い、牛用飼料の流通量を推定した（金山担当、5～6 ページ参照）。ひとつは、乳牛の飼育頭数 (MAFF 2007) で、もうひとつが 2003 年度に販売された牛用配合飼料の、14 の飼料会社の総計である。これらの会社は、札幌、小樽、苫小牧、帯広、釧路と北見の、6 つの都市にまとめられた（図 1）。線形計画を用い、各市町村で販売された飼料の量を推定した。前提条件として、1) 牛用飼料は酪農家に販売される、2) 製造工場に近い市町村に最初に飼料が流通する、3) 流通総量は乳牛総数を養えるだけの十分な量がある（一頭あたり 1 年間で 1260kg 消費するとして計算）、とした。

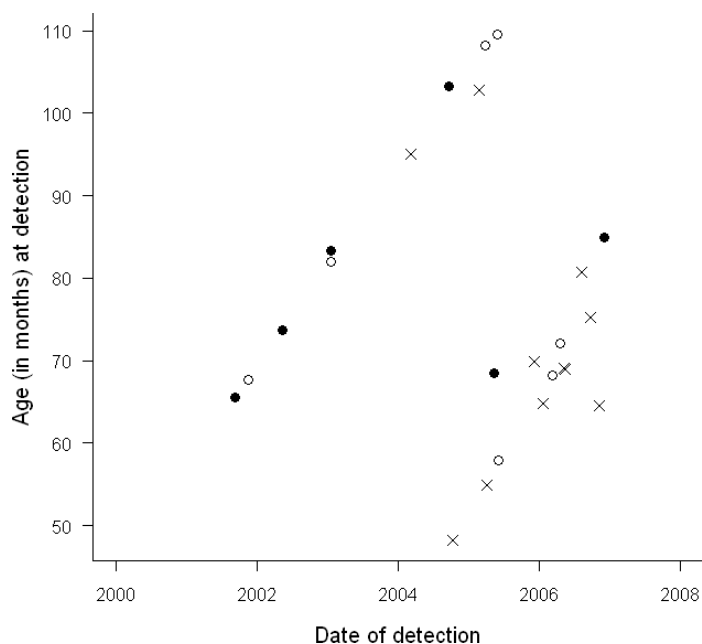
2000 年度の農業センサスの結果 (MAFF 2002b) にもとづき、カーネル平滑化処理を行い、酪農家の空間分布を密度図 (酪農家数/km²) として表した。これらの分析は、251 × 287 のグリッドセルを用い、R 統計学 (R Development Core Team 2006) に記載してある方法 (Baddeley and Turner 2005) を使い実施した。カーネル機能のひとつであるバンド巾は 15km とし、ノーマル最適方法 (Bowman and Azzalini 1997) を使用した。BSE 陽性牛が少なくとも 1 頭発見された 24 の市町村の位置は、この密度図の上に示された。

BSE 発生 of 空間時間的集積性 (Knox 1989) については、スキャン統計学を使用した (Kulldorff 1997)。市町村レベルでのリスク要因を量的に測るため、ロジステック回帰分析手法を使った。従属変数は、市町村ごとの BSE 発生数 (0, 1、あるいは 2 以上か) である。独立変数 (調査対象となるリスク要因) は、市町村レベルでの酪農家、肉牛農

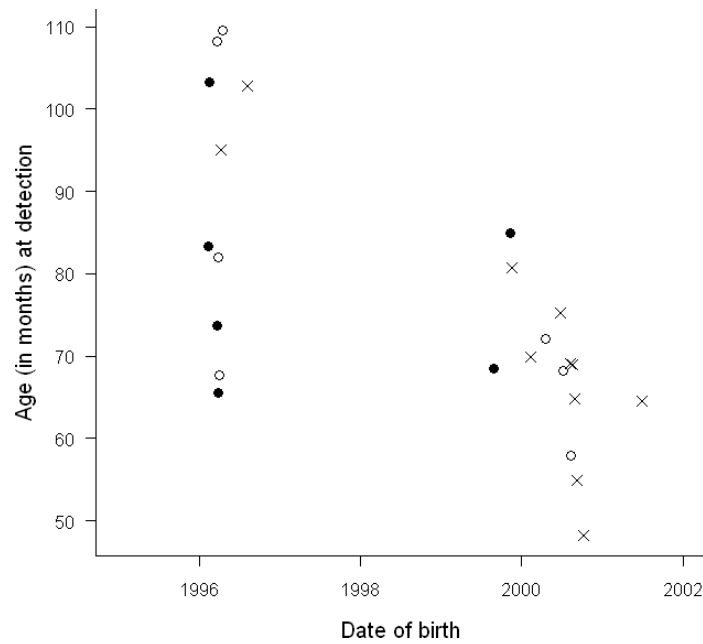
家、そして養豚家の数と 6 箇所の製造地から配達される牛用飼料の流通量（トン）であった。要因を選択するために、後ろ向きステップワイズ方法を導入し、ROC カーブの結果を考慮し、最終モデルを選択した。ロジステック回帰分析で得られた残渣はバリオグラムとして描かれた。北海道全体がプラスとマイナスの残渣として表現された。プラスの地域は、選択されたリスク要因だけでは説明できない、つまり、他にも BSE 発生と関連する要因があるということが考えられる。

3. 結果

2001 年 9 月から 2006 年 12 月までの間に 24 例の BSE が診断された。平均飼育頭数は 74 万頭 (2000 年度農業センサス, MAFF 2002b) であるので、年間の平均発生リスクは、10 万頭あたり 3.2 例 (95% 信頼区間 2.2 - 4.8) であった。BSE 診断時の牛の年齢 (Y 軸、月齢) と X 軸には、(a) 確定診断日、および (b) 誕生日との関係を表す散布図を描いた (図 2)。



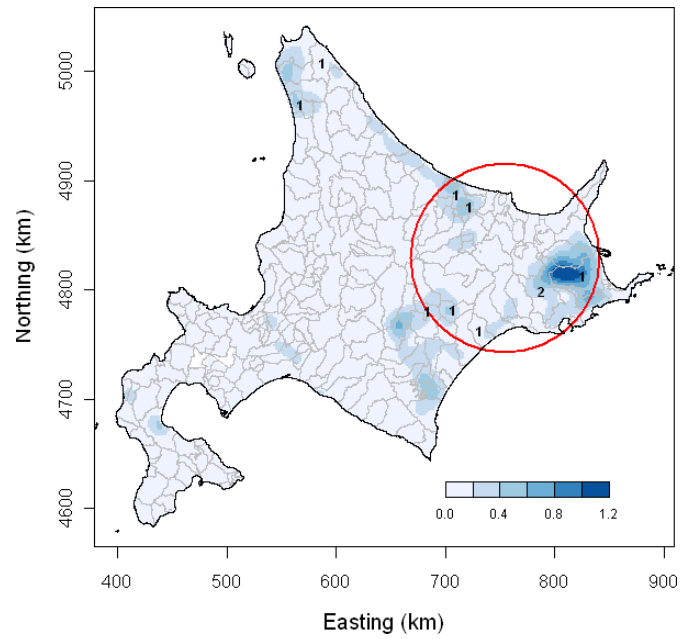
(a)



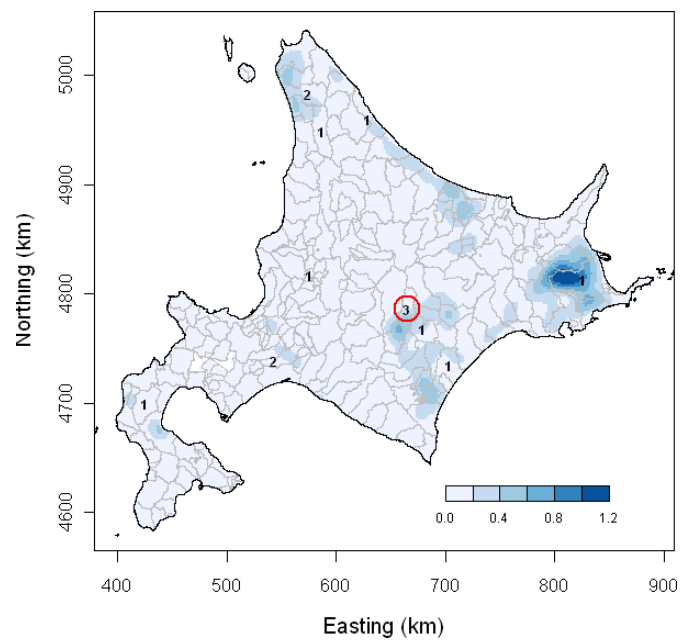
(b)

図 2. BSE 診断時の牛の年齢（月齢）と(a)確定診断日、および(b)誕生日との関係を表す散布図（○健康牛、●ダウナー牛、×死亡牛）

酪農家の分布は道内均一ではなく、東部、南東部と北部地域の密度が高い（図 3）。1996 年コホートでは、東部に 8 頭、北部に 2 頭分布し、集積性に有意差が見つかった地域は東部で、集積枠の半径は 87km、症例発生率は 13 ($P = 0.01$) であった（図 3 a）。1999 年から 2001 年のコホート 14 頭は、道内全域に分布し、3 症例が発見された市町村での集積性が一番高く（図 3 b）、症例発生率は 329 ($P < 0.01$) であった。



(a) 1996 cohort



(b) 1999 - 2001 cohort

図3. 酪農家の密度と(a)1996年誕生コホートおよび(b)1999 - 2001年誕生コホートの位置関係。赤線で囲まれた部分は、空間統計学的な集積性が観察された地域を表す。数字は、市町村におけるBSE陽性牛の数。

飼料流通量は BSE 発生とは関連がなかったが、酪農家密度は“BSE 陽性市町村”という従属変数と有意に関連していた（表 1）。具体的に表すと、ある市町村で 25 軒酪農家数が増えることにより、その市町村に BSE が発生する確率が 1.52 倍（95%信頼区間は 1.26-1.83）に増大するということを意味する。ROC カーブによれば、このモデルは、BSE 陽性と陰性の市町村を 87%の高率で確実に分類できるので、信頼度が高いと考えてよいだろう。

表 1. ロジステック回帰分析による回帰係数と標準誤差

Variable	Coefficient	SE	Wald z	P	OR (95% CI)
切片:					
0 1	-3.4149	0.4091	-8.35	< 0.01	
1 2	-5.1255	0.6690	-7.66	< 0.01	
酪農家数 ^a	0.4204	0.0942	4.46	< 0.01	1.52 (1.26, 1.83) ^b

^a 市町村の酪農家数

^b ある市町村で 25 軒酪農家数が増えることにより、その市町村に BSE が発生する確率が 1.52 倍（95%信頼区間は 1.26-1.83）増大する

SE: 標準誤差、OR: オッズ比、CI: 95%信頼区間

説明できなかった BSE 発生リスクを図式化すると図 4 のようになる。十勝支庁（図 4 の‘A’）と宗谷-留萌支庁（図 4 の‘B’）が一番大きな部分を占める。

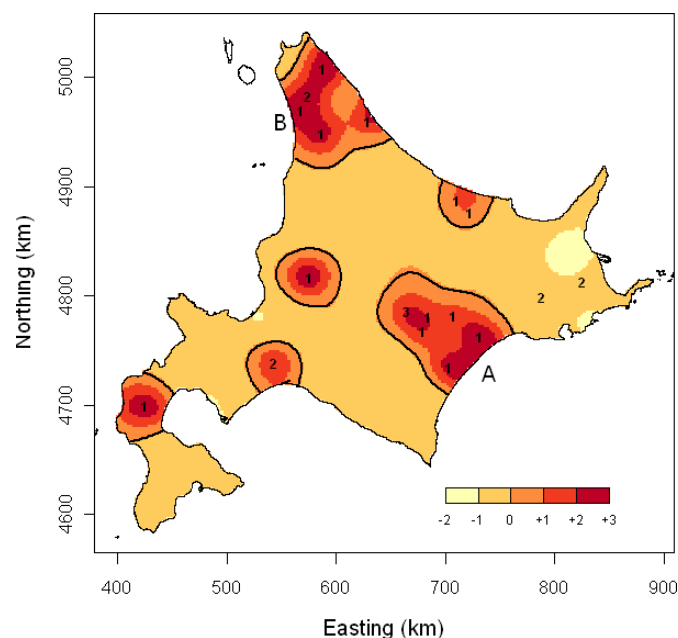


図 4. 表 1 に表したロジステック回帰分析の残渣 ($\times 10^9$) を空間的に表した図。実線内は残渣がゼロ以上（プラスの残渣）を意味する。数値は市町村における BSE 症例数。

4. 考察

2001 年 9 月より北海道には BSE 症例が発見されてはいるが（図 2a）、1996 年と 1999-2001 年の、2 つの誕生コホートだけが感染していた（図 2b）。確定診断された動物の情報が正しく、1996 年以前には BSE 感染牛がいなかったと仮定すると、図 2a に示した 1996 年の誕生コホートの集積性は、汚染された MBM か、豚か鶏用の飼料から交差汚染された飼料を摂取した期間が大変短かったという仮説の正しさを裏づけしている。2001 年からのアクティブサーベイランスが徹底していたということを考えると、もし BSE が存在すれば 1996 年の誕生コホート同じように 1997 年と 1998 年の誕生コホートにも BSE 感染牛を見つけ出すことは可能であったろうから、1997 年と 1998 年のコホートは暴露を受けていなかったと推定できる。以上のことから、1996 年のコホートは北海道で最初に感染した動物で、これらの動物がフードチェーンに入り込む前に数年間時間が経過したと考えられる。1996 年のコホートが 3 歳から 5 歳となり感染性がピークに達し（つまり、1999 年から 2001 年にかけて）レンダリングされ、これが原因となり 2 回目の感染コホートを生み出した。2 つの誕生コホートには発見された時の年齢においてかなりの差があるが、1999 年以降に生れた動物間で疾病が確立するまでに十分な時間が経過していないとすれば、これは、分析に使われたデータの問題であると考えられる。年齢分布はそれゆえ切り詰められているが、と殺される時までに時間が経過し年齢が高くなれば、もっと多くの症例が見つかるであろう。

表 1 に示したロジステック回帰分析モデル分析結果により、酪農家密度と BSE リスクの関係が記述空間分析で明らかになった（図 3）。酪農家密度が比較的高い地域で 1996 年コホートの大部分（8/10）が生れているが（図 3a）、1999 年から 2001 年生まれは、道内全域に分布している（図 3b）。東部地域で酪農家密度が高い地域に 1996 年生れの BSE 陽性牛の集積性が空間一時間スキャン統計でも確認された。前述した 2 つのコホートについての説明と、BSE 陽性例の分布も類似している。1996 年の、東部に誕生したコホートへの突然の、かなり効果的な暴露が、図 3a に示したような空間時間集積性を産んだ。このコホートのうち、臨床症状が出ていない感染牛が 1999 年から 2001 年の間にレンダリングされ、2 回目の波としてフードチェーンに原因物質が混ざりこみ、道内全体へ分散された（図 3b）と推測できる。

なぜ、飼料流通量が BSE 発生と関連していないかという点において、少なくとも 3 つの理由が考えられる。最初に、14 の工場を 6 つの都市に集約したことがあげられる。2 つ目に、市町村への流通量を推定するためにいくつかの前提条件を設定し、近くの都市に多くの飼料が流れるなど納得のいくものではあるが、詳細にわたるデータがないので、空間分析をするうえで間違っている可能性もある。3 番目は、たぶん、一番重要で

あると考えるが、ひとつ以上の生産都市が汚染飼料配分に関わったという仮説である。誕生コホート別に分析することも考えたが、24 症例という少ないサンプルでは実施することができなかった。

ロジステック回帰分析で得られた残渣における空間的自己相関の存在を見つけることはできなかった。1つの都市では3症例、4つの都市で2つの症例が記録されているので、その可能性はある。陽性牛が生まれた農家の正確な位置がわかれば、再計算することも可能であろう。もし空間的自己相関性の存在の実証が可能であれば、サーベイランス計画を立てる上で重要な情報となる。つまり、ある飼料会社が BSE 陽性農家とその隣人にも同じ飼料を配達しているので、ある農家で BSE が診断されれば、隣の農家でも BSE が見つかる確率が高まるということである。

この分析結果より（図4）、統計モデルだけでは説明できない部分、とくに十勝と宗谷一留萌の2つの地域は、従来の管理措置に関連するサーベイランスだけではなく、追加調査を加えるなどして、サーベイランスを集中して行うことが重要であることが示唆された。

参考文献

- ABRIAL, D., CALAVAS, D., JARRIGE, N. & DUCROT, C. (2005) Poultry, pig and the risk of BSE following the feed ban in France - A spatial analysis. *Veterinary Research* 36, 615 - 628
- ANDERSON, R., DONNELLY, C., FERGUSON, N., WOOLHOUSE, M., WATT, C., UDY, H., MAWHINNEY, S., DUNSTAN, S., SOUTHWOOD, T., WILESMITH, J., RYAN, J., HOINVILLE, L., HILLERTON, J., AUSTIN, A. & WELLS, G. (1996) Transmission dynamics and epidemiology of BSE in British cattle. *Nature* 382, 779 - 788
- ANONYMOUS. (1997) Law on Domestic Animal Infectious Disease Control. Japanese Government Printer, Tokyo, Japan.
- ANONYMOUS. (2002) Law on Special Measures Against Bovine Spongiform Encephalopathy – Law No. 70 of 14 June 2002. Japanese Government Printer, Tokyo, Japan.
- BADDELEY, A. & TURNER, R. (2005) Spatstat: an R package for analyzing spatial point patterns. *Journal of Statistical Software* 12, 1 - 42
- BOWMAN, A., & AZZALINI, A. (1997) Applied Smoothing Techniques for Data Analysis: The Kernel Approach with S-Plus Illustrations. London, Oxford University Press. pp 31-32
- DOHERR, M., HETT, A., RÜFENACHT, J., ZURBRIGGEN, A. & HEIM, D. (2002) Geographical clustering of cases of bovine spongiform encephalopathy (BSE) born in Switzerland after the feed ban. *Veterinary Record* 151, 467 - 472

DUCROT, C., ROY, P., MORIGNAT, E., BARON, T., & CALAVAS, D. (2003) How the surveillance system may bias the results of analytical epidemiological studies on BSE: prevalence among dairy versus beef suckler cattle breeds in France. *Veterinary Research* 34, 185-192

HARRELL, F. (2001) *Regression Modeling Strategies with Applications to Linear Models, Logistic Regression, and Survival Analysis*. New York, Springer Verlag. pp 331-343

KIMURA, K., HARITANI, M., KUBO, M., HAYASAKA, S., & IKEDA, S. (2002) Histopathological and immunohistochemical evaluation of the first case of BSE in Japan. *Veterinary Record* 151, 328-330

KNOX, E. (1989) Detection of clusters. In *Methodology of Enquiries into Disease Clustering*. Ed P. Elliott. London, London School of Hygiene. pp 17-20

KULLDORFF, M. (1997) A spatial scan statistic. *Communications in Statistics: Theory and Methods* 26, 1481-1496

MINISTRY OF AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES (MAFF). (2001) *Manual for the Surveillance of Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE)*. MAFF, Tokyo. No. 13-Seichiku-3956, 18 October (in Japanese), 22 pp.

MINISTRY OF AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES (MAFF). (2002a) – Result of BSE surveillance, 57th Ed. [in Japanese], MAFF press release, 27 December. MAFF, Tokyo, 3 pp.

MINISTRY OF AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES (MAFF). (2002b) *Census of Agriculture and Forestry (Designated Statistical Survey)*. Tokyo, Japan. <http://www.stat.go.jp/english/index/official/205.htm#4>. Accessed September 1, 2007

MINISTRY OF AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES (MAFF). (2003) *BSE Technical Committee. Investigation into infection sources and infection routes of bovine spongiform encephalopathy (BSE). Report on Results of Epidemiological Analysis by the BSE Epidemiological Study Group*. MAFF, Tokyo.

MINISTRY OF AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES (MAFF). (2007) *Livestock Statistics*, MAFF, Tokyo. <http://www.maff.go.jp/www/info/bunrui/bun02.html#nen10>. Accessed September 1, 2007

MINISTRY OF HEALTH, LABOR AND WELFARE (MHLW). (2006) *Confirmed BSE cases in Japan*, Tokyo (in Japanese). <http://www.mhlw.go.jp/topics/0103/tp0308-1.html#21q1>. Accessed September 1, 2007

MORIGNAT, E., DUCROT, C., ROY, P., BARON, T., VINARD, J., BIACABE, A., MADEC, J., BENCSIK, A., DEBEER, S., ELIAZSEWICZ, M., & CALAVAS, D. (2002) Targeted surveillance to assess of BSE in high risk populations in western France and the associated risk factors. *Veterinary Record* 151, 73-77

OFFICE INTERNATIONAL DES EPIZOOTIES (OIE). (2001) *International Terrestrial Animal Health Code 2006 edition*, Appendix 3.8.4, OIE, Paris.

POTTGIESSER, C., OVELHEY, A., ZILLER, M., KRAMER, M., SELHORST, T., & CONRATHS, F. (2006) Potential risk factors associated with Bovine Spongiform Encephalopathy in Cattle from Schleswig-Holstein, Germany. *Journal of Veterinary Medicine. B, Infectious Diseases and*

Veterinary Public Health 53, 306-311

R DEVELOPMENT CORE TEAM. (2006) R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing.

STEVENSON, M., WILESMITH, J., RYAN, J., MORRIS, R., LOCKHART, J., LIN, D., & JACKSON, R. (2000) Temporal aspects of the bovine spongiform encephalopathy epidemic in Great Britain: Individual animal-associated risk factors for disease. *Veterinary Record* 147, 349-354

STEVENSON, M., MORRIS, R., LAWSON, A., WILESMITH, J., RYAN, J. & JACKSON, R. (2005) Area-level risks for BSE in British cattle before and after the July 1988 meat and bone meal feed ban. *Preventive Veterinary Medicine* 69, 129-144

WILESMITH, J. (1996) Recent observations on the epidemiology of bovine spongiform encephalopathy. In *Bovine spongiform encephalopathy: The BSE dilemma*. Ed C. GIBBS. New York, Springer-Verlag. pp 45 - 55

WILESMITH, J., RYAN, J. & HUESTON, W. (1992) Bovine spongiform encephalopathy: Case control studies of calf feeding practices and meat and bone meal inclusion in proprietary concentrates. *Research in Veterinary Science* 52, 325 - 331

WILESMITH, J., RYAN, J., STEVENSON, M., MORRIS, R., PFEIFFER, D., LIN, D., JACKSON, R., & SANSON, R. (2000) Temporal aspects of the bovine spongiform encephalopathy epidemic in Great Britain: Holding-associated risk factors for disease. *Veterinary Record* 147, 319-325

YAMANOUCHI, K., & YOSHIKAWA, Y. (2007) Bovine spongiform encephalopathy (BSE) safety measures in Japan. *Journal of Veterinary Medical Science* 69, 1-6

Ⅱ-2 北海道における量的 BSE リスク評価 (Risk Analysis 投稿予定、未完稿)

1. はじめに

BSE は 1986 年英国で最初に報告された、牛の神経退行性の致死性疾患である (Wells et al., 1987)。2008 年 12 月 31 日までに、英国で 19 万頭、ヨーロッパ大陸で 5,000 頭、欧州以外では、56 頭 (内訳は、日本 ($n = 35$), カナダ ($n = 16$), アメリカ ($n = 2$), オーマン ($n = 1$) そしてフォークランド島 ($n = 2$)) が報告されている。日本で最初に報告された症例は、2001 年 9 月 10 日に確定診断された千葉県の 5 歳の乳牛で、と畜場で横臥し歩行困難な状態であった (Kimura et al., 2002)。2008 年 12 月 31 日までは、全国で 35 症例が報告されているが、そのうち 27 頭が北海道で生まれた牛である。

BSE が発生している国では、BSE 管理措置として汚染国からの生体牛の輸入禁止、感染牛を見つけ出すためのアクティブサーベイランス、SRM 除去、MBM 給与禁止が施行されている。2001 年 9 月に 1 頭目が見つかるまでの管理措置としては、1996 年の汚染国からの生体牛の輸入禁止と MBM の反すう動物への使用禁止通知だけがであった

(Sugiura et al., 2008)。最初の症例が見つかった後、2001 年 10 月以降は、すべての MBM の家畜用飼料への使用と MBM の輸入も禁止された (MAFF 2001, MAFF 2002a, Sugiura et al., 2008)。また、BSE サーベイランスも強化され、2008 年 12 月までには約 900 万頭の牛 (健康牛と死亡牛) が検査されている。

英国以外の国々における BSE リスクは侵入リスクと国内安定性という 2 種類のリスクの相互作用と考えられている (Hogasen and de Koeijer, 2007)。侵入リスクとは、BSE 症例が発見された国から BSE に感染した物質 (生体牛か飼料) を輸入することから発生する。国内安定性とは、疾病伝播の可能性を減少させる生産管理機能を意味する。今まで、日本の BSE 問題において、これら両方のリスクを総合的に量的に評価した論文は発表されていない。杉浦 (2003) は、侵入リスクだけについて推定し、1996 年から 1998 年にかけて輸入された MBM が感染源であると報告した。山本ら (2008) は、1996 年に生まれた牛が、2001 年以前に感染した第 2 コホートの感染源になったと推察したが、これは門平ら (2008) の北海道の 2006 年末までに発見された 24 例を対象に分析した論文と同様の結論であった。そして、杉浦ら (2008) は 1980 年代に輸入された生体牛のデータを使い侵入リスクを推定したところ、1996 年の MBM 使用禁止通達は、国内における感染の広まりを阻止する効果が大きかったと結論している。

この論文では、有病率が低いからゼロの国における BSE の年齢別発生率を推定するためのモデル (Hogasen and de Koeijer, 2007) を応用し、北海道のデータを使った分析結果を報告する。侵入リスクと国内安定性に関する詳細なデータを入力することで、感染が起こった時期、臨床症状が発症するであろう予定時期を推定できる。サーベイランス

結果にもとづく観察されたデータを使ったモデルとの比較は、国内増幅に影響するであろう要因評価を可能とさせる。具体的には、管理措置の効果の評価である。さらに、モデルは予測も可能とさせるので、サーベイランスにおいて焦点を合わせるべきリスクが一番高い誕生コホートを見つけ出し、BSE がいつ北海道で清浄化できるのかという推定も可能とさせる (Willeberg 2006)。

2. 材料と方法

モデルの構造

de Koeijer (2003) と Hogasen と de Koeijer (2007) により構築された数学モデルにもとづき、ケース・コホートモデルを構築した。これは決定論的、非連続性の時間軸を使ったモデルで、1 年間という時間を基礎に、商業的に使われている表計算ソフトであるエクセルを使い、推定値の計算をする (Microsoft Excel 2002, Microsoft Corporation 1985 - 2001, Redmond, WA, USA)。このモデルは、次の前提条件に基づき設計されている。(1) 輸入された生体牛か MBM、あるいは両方により感染が国内に侵入した；(2) 国内でリサイクルされた MBM により感染が広まった；そして、(3) 牛は、国内で生産されたか、輸入された MBM により誕生年に BSE に感染した。

このモデルでは、ある年に牛が BSE として診断された数を次の 3 つの種類に分類する：(1) 輸入された不顕性感染牛；(2) 汚染されている輸入 MBM により感染した国産の牛；そして (3) 国内で生産された MBM により感染した国産の牛、である。輸入された生体牛による感染期待値は、輸出国の誕生コホートの有病率、輸入頭数、輸入された牛の生存年数により計算される。輸入された MBM に由来する感染期待値は、年間輸入量 (トン)、BSE 感染リスクに対応する MBM1 トンあたりの生体牛換算数として表した。リサイクルによる感染期待値とは、ある年の基礎増幅率 $R_0(t)$ 、つまり、BSE に感染した牛 1 頭をリサイクルしたことにより何頭の牛が BSE に感染するかを推定した値である。

侵入リスク

感染の最初の源、あるいは、侵入リスクは、1982 年から 2003 年にかけて輸入された生体牛か哺乳類由来の MBM である (表 1)。輸入生体牛に関するデータは、農林水産省動物検疫年報から入手した。Schreuder ら (1997) および年報によると、日本に輸入された時点での生体牛の年齢は、1 歳であったと推定した。1982 年から 1988 年にかけて 33 頭の牛が英国、1993 年には 15 頭がドイツ、そして、1990 年から 2003 年にかけて約 5300 頭がアメリカより輸入された。

表 1 . BSE 汚染国から日本に輸入された BSE リスクとコホート推定有病率 (1980-2004)

国名	輸入年	コホート 有病率 ^a	頭数	MBM リスク (トン)	生体牛 換算数
英国	1982	2,490	5	-	
	1987	47,593	9	-	
	1988	53,867	19	-	
ドイツ	1993	19.9	15	-	
USA-カナダ	1990-2003	-	5,500	-	
デンマーク	1999	0.5	-	218	2,180
	2000	1.14	-	24,613	246,130
イタリア	1993	<0.01	-	20	1,000
	1996	<0.01	-	105	5,250
	1997	0.04	-	60	3,000
	1998	0.08	-	5229	261,450
	1999	3.08	-	19,349	967,450
	2000	13.34	-	27,961	1,398,050
フランス	1997	0.54	-	3	30
オランダ	1993	<0.01	-	4	40
	1996	<0.01	-	8	80
	1997	1.00	-	4	40
	1999	1.01	-	20	200
スウェーデン	1996	<0.01	-	2	20

^a 100 万頭あたりの BSE 発生数として表した

MBM は、1993 から 2000 年にかけて豚と鶏用の飼料として日本に輸入されたが、同じ製造ラインで牛用の飼料も製造されたので、交差汚染が起こり、牛用飼料が BSE 病原体に汚染されたと考えられる (Yamamoto et al., 2006)。全体としては、77,612 トンの MBM が輸入された。内訳としては、イタリアから 52,724 トン、デンマークから 24,847 トン、残りはフランス、オランダとスウェーデンである (Sugiura et al., 2003)。1997 年から 2008 年の家畜センサスによれば、130 万頭の乳牛のうち、51%にあたる 86 万頭が北海道で飼育されている。この数値より考えられる前提条件として、輸入された MBM による感染性の半分が北海道の牛を暴露したと考えて、モデルを構築した。

輸出した国の誕生年別 BSE 有病率を推定した後、輸入された生体牛と MBM の感染性を計算した。これらの推定値は入手できる最良のデータである (表 1)。Hogasen and de Koeijer (2007)と同様に、肉牛と乳牛の区別はしなかったので、輸入した牛に関連するリスク量を大目に見積もることになるかもしれない。なぜなら、欧州の経験から乳牛の有病率が一番高いからである (Wilesmith et al., 2000; Ducrot et al., 2003)。英国に関する推定値には 1987 年から 1996 年に報告されたコホート別の累積発生率を使った (Schreuder et al., 1997)。感染した牛の 10% だけしか陽性牛として報告されていないので (Donnelly et al., 2002)、Schreuder らは発生リスクを 10 倍にした。

BSE 陽性牛発生予測数と年齢

BSE に感染した牛が何歳から発病するのかその分布を表すデータは、日本国で生まれたか ($s_{\text{native}}(a)$) 輸入された ($s_{\text{import}}(a)$) 牛の、両方の生存データを組み合わせて作り上げた。これは、英国の牛の生存パターンに基づき修正した英国の誕生コホートの、実際の発病頭数から推定された発病年齢 $f(a)$ として推定されている (de Koeijer et al., 2002)。Hogasen and de Koeijer (2007)にも記載してあるように、11 歳以上の牛には、全体の 1% 以下の症例しか見つかっていないので、最高齢を 11 歳とした (図 1)。

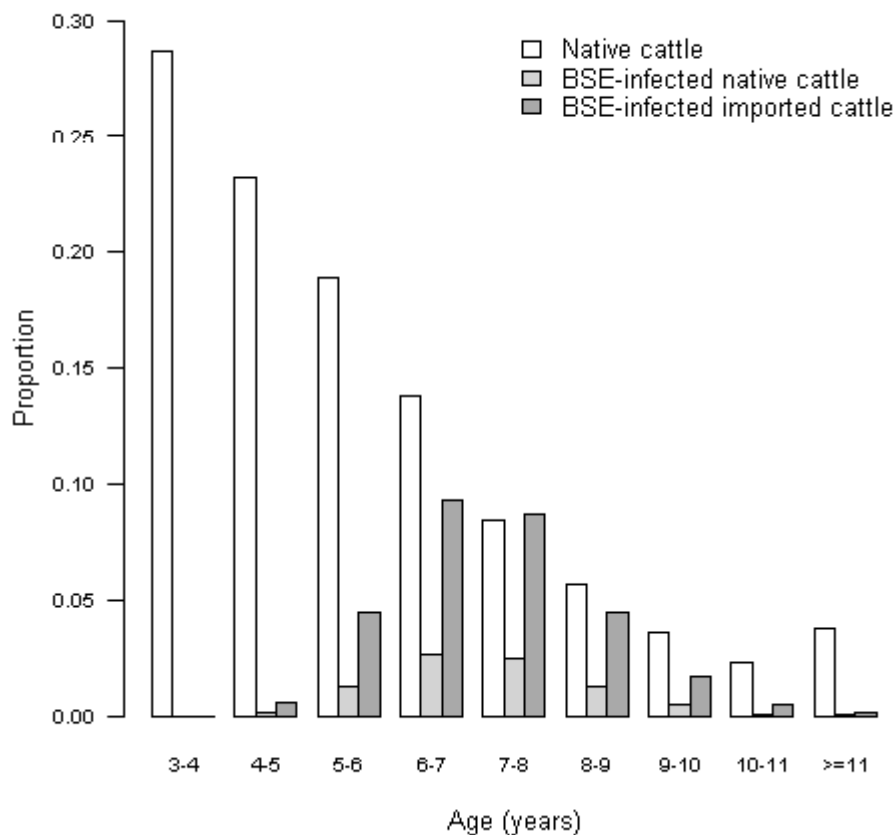


図 1. 日本の乳牛（白）の年齢による生存割合、および、輸入牛（濃灰色）と国産 BSE 感染牛（薄い灰色）が BSE を発症する割合（％）

日本の牛の年齢分布 $s_{\text{native}}(a)$ は、個体識別番号データベースを統括している家畜改良センターのホームページより入手した。日本における個体識別番号登録システムは、2003 年 7 月にその試行が決まり、2003 年 12 月より生産分野、そして、2004 年 12 月より流通分野で運用されている。2003 年 12 月以降に生まれた牛の誕生、移動などに関しては、信頼できる情報の把握が可能となった。年齢 a までの生存割合は、2008 年 12 月 31 日に生存している a 歳の牛の頭数を、2008 年に生まれた子牛の頭数で割ることで求めた。11 歳以上の牛はひとつのグループにまとめられた。輸入牛は輸入後（4 歳前）最初の 2 年間でと殺されることはない、つまり、輸入後の生存率は日本で生まれた牛と同じであるという前提条件にもとづき牛の年齢分布 $s_{\text{import}}(a)$ を推定した。

表 2：国内の BSE 伝播に関する国内安定化指標の推定値（1980 年—2010 年）

年	R_0	k_1	k_2	c_1	c_2	理由など
1980-1995	7.20	0.1	0.1	0.85	0.925	レンダリング方法不完全
1996	5.77	0.1	0.08	0.85	0.925	MBM 使用禁止勧告のみ
1997	4.34	0.1	0.06	0.85	0.925	MBM 使用禁止勧告のみ
1998	2.91	0.1	0.04	0.85	0.925	MBM 使用禁止勧告のみ
1999	2.20	0.1	0.03	0.85	0.925	MBM 使用禁止勧告のみ
2000	1.48	0.1	0.02	0.85	0.925	MBM 使用禁止勧告のみ
2001	0.77	0.1	0.01	0.85	0.925	MBM 完全使用禁止
2002-2015	0.06	0.1	0.0001	0.05	0.525	MBM 完全使用禁止

国内での増幅

BSE 発生予測数は、その年ごとの増幅率 R_0 を乗じて、翌年の国内生まれの症例発生予測数とした。増幅率 R_0 は、de Koeijer ら（2004）の計算方法を使い、毎年変化する管理措置にもとづき推定された。わが国における年間 R_0 推定値と主要な安定性要因を表 2 に記載した。感染源の一部分は、臨床症状を現さなかった牛 (c_1)、あるいは、臨床症状を示した牛 (c_2) からレンダリング過程に侵入した可能性がある。これは、BSE サーベイランス、死亡牛そして輸入された生体牛などの報告義務のある情報をもとに推定した。レンダリング後に感染が不活化されなかったであろう量 (k_1) については、レンダリング企業や不活化実験などのデータにもとづき推定された。MBM が牛に与えられていた割合 (k_2) については、諸外国の状況や次に記載する国内の管理措置を考慮して筆者らが推定した。1996 年 4 月以前は、レンダリングや飼料としての MBM の利用についての条例は存在せず、SRM や MBM は、すべて 110° C/1 気圧/60 分で処理されていた。1996 年 4 月から 2001 年 9 月の期間は、SRM がまだ副産物として再利用されていたが、MBM は牛には与えないほうがよいという通知が生産者へ通知されていた。2001 年 10 月より、SRM は焼却処分され、MBM を家畜に与えることが完全に禁止された (MAFF 2001, 2002a)。

感度分析

モデルに投入された情報に関連している不確実性の効果は、現実的な範囲で値を変化させ、基礎シナリオとの推定量を比較することで評価された。英国とイタリアの有病率（基礎シナリオの数値を 2 倍するか 2 で割る）、1 トンの MBM の生体牛換算数（10、5、1 と導入）、そして、増幅率（2 倍するか 2 で割る）を変化させることで、2010 年における発生予測数と発生がゼロとなる確率、および、1980 年から 2015 年までの期間における最大値発生数を推定した。

3. 結果

図2に年ごとのBSE発生予測数を描いた。このモデルでは、2005年に発生がピーク（6.81頭）を迎える。その後、リスクは減少し、2010年には、0.37頭（100万頭あたり1.13頭数）となる。BSE発生が、期待値0.37と同じ頻度で起こり、ポアソン分布をすると仮定すると、2010年に発生数がゼロとなる確率は、69%である。2015年は0.10頭数の発生が予測できるが、ゼロとなる確率は90%である。

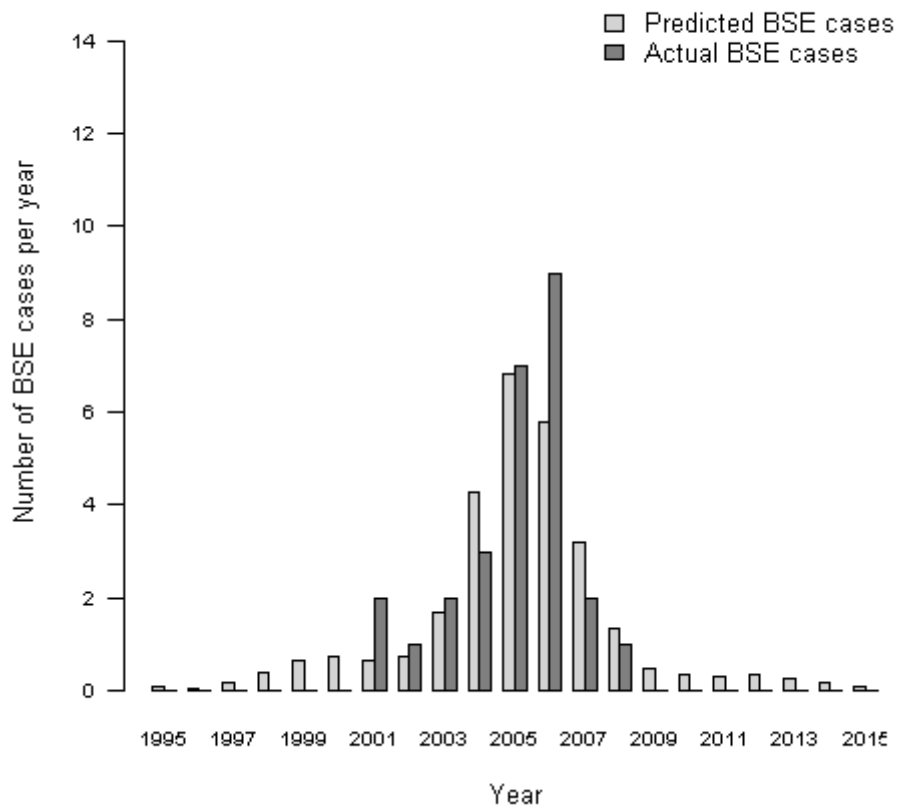


図2. 1995年から2015年までの予測値（薄い灰色）と実際に観察された（濃い灰色）BSE発生数

症例の年齢分布

2010 年には、11 歳以上の牛が一番多く BSE 陽性牛と診断されると予測できる (BSE 全症例数の 36%)。そして、この年齢群には 100 万頭あたり 11 頭陽性牛が見つかるであろう (図 3)。2010 年から 2012 年においては、7 歳以下の症例数の割合は 48% ; 2013 年から 2015 年までは、これが 22% に減少する。

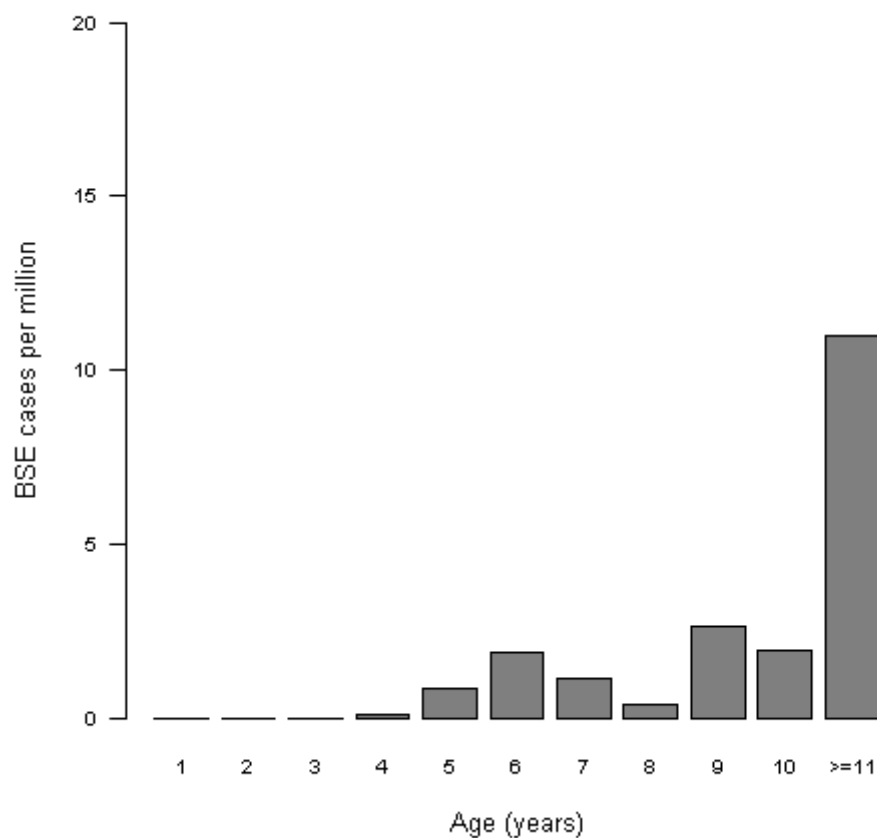


図 3. 年齢コホート別の 2010 年における日本での BSE 発生予測頭数 (100 万頭当りの症例数として表現)

異なる原因物質が生み出す BSE リスク

生体牛か MBM の輸入（侵入リスク）と国内でのリサイクリング（国内暴露）の 2 つタイプの、年間の相対的リスクを図 4 に示した。2005 年の BSE 症例の 84% が 1993 年から 2000 年に輸入された MBM に寄与すると考えられる。また、感染牛がフードチェーンに入り込み、国内暴露を生じ、2010 年に発見されるであろう症例の 67% の原因となると推定できる。1993 年から 2000 年にかけてイタリアから輸入された 52,724 トンの MBM が 2005 年の年間リスクでは最大のものとなった。

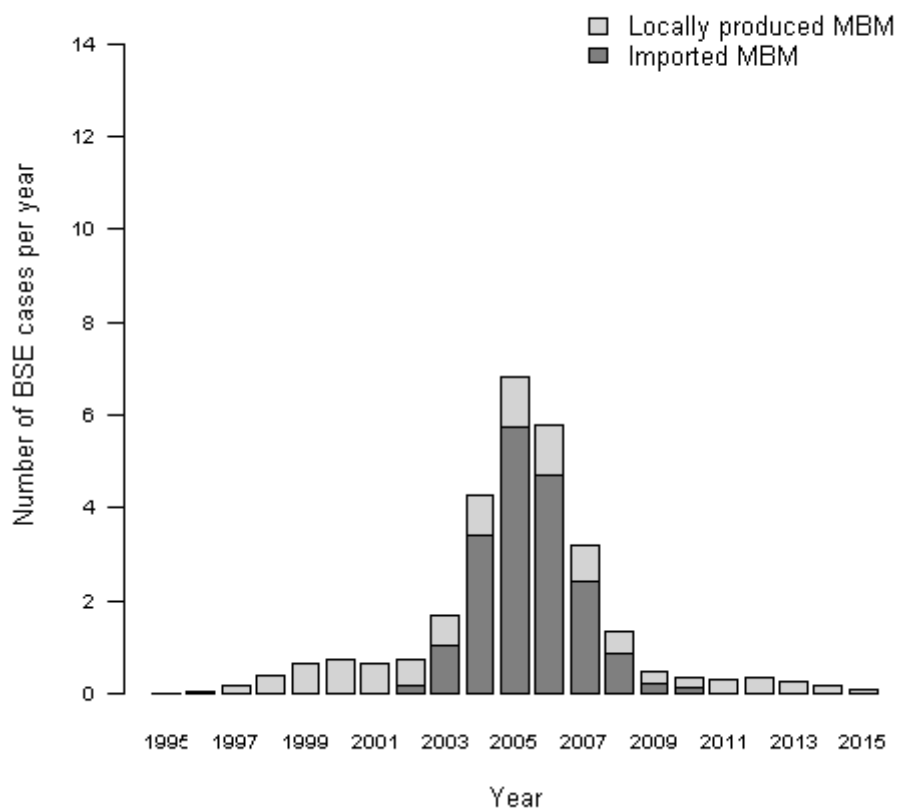


図 4. 1995 年から 2015 年における原因別による BSE 症例予測数
（国内で生産された MBM（薄い灰色）；輸入された MBM（濃い灰色））

感度分析

感度分析の結果を表3にまとめた。2010年に予測される発生数は増幅率 R_0 の変化によりもっとも影響を受け、増幅率が2倍となるとリスクは2.7倍増える。増幅率の増加により年毎のBSE症例数が増えるということは、2010年に症例がゼロであるという確率を36%引き下げる。イタリアの有病率を変化させることは、2010年のBSEリスクに対して同様の効果がある。輸入されたMBMと生体牛間の換算数を減少させることは、リスクにはあまり影響しない。

表3 感度分析結果

要因		2010年のリスク		2010年の症例ゼロの確率		最大リスク (1980-2015)	
		症例数 (C)	差 (%)	ポワソン (0 C)	差 (%)	最大症例数	差 (%)
基準値	× 1	0.37	0	69%	0	6.81	0
イタリアの有病率	× 2	0.63	+70	53%	-16%	12.51	+5.70
	× 0.5	0.24	-35	79%	10%	3.95	-2.86
Eq	× 0.5	0.24	-35	79%	10%	3.94	-2.87
	× 0.1	0.13	-65	88%	19%	1.64	-5.17
R_0	× 2	1.01	+173	36%	-33%	10.12	+3.31
	× 0.5	0.21	-43	81%	12%	6.01	-0.80

4. 考察 (未完)

80年代後半に英国から輸入した生体牛、デンマークとイタリアから1993年～2000年にかけて輸入したMBMの、3つが感染源と考えられる。輸出国の有病率と汚染されたMBM総量が日本での感染の始まりに大きく関与する。英国で最も有病率が高かったのが1988年で(100頭あたり2.3から5.3頭)、輸入された33頭のうち、19頭が1988年に生まれている(Schreuder et al., 1997)。Yamamotoら(2008)とKadohiraら(2008)は、1996年生まれのコホートが2番目のコホートを生み出したと説明しているが、1996年以前も、BSEは北海道内で低い有病率で持続的に感染が継続されていたという仮説も否定できない。われわれの方法では、これらの輸入された生体牛が少なくとも1頭はBSE陽性牛であるという前提条件により、1995年より2000年の間に、非常に低い有病率(100万頭あたり0.2症例以下)で感染が始まったと推定した。つまり、2001年10月までは、アクティブサーベイランスが始まらなかったため、感染牛を見逃していたということも考えられるからである。

しかし、なぜ、リサイクリングは北海道だけで起こったのだろうか。上記の仮説が正しければ、国内のほかの場所でも感染が継続されていた可能性がある。北海道とそれ以外の都道府県との大きな違いは酪農家の密度であるし、Kadohiraら(2008)が唯一、市町村あたりの密度がBSE発生と関連していることを報告している。現段階では、完全な因果関係を説明できないが、BSE発生と関連していると考えられているMBMの総使用量、家畜用飼料の流通量とその分布は、酪農家の密度により直接、影響を受ける。あるレベルの閾値を越えると伝播が継続されるという仮説、つまり、増幅率とも関係があるが、北海道以外の場所では、増幅率を1以上とする必要条件が満たされなかったと推察できる。

5年以上増幅率が低い国々(言い換えれば、BSEコントロールがきちんと実施されている)では、有病率は6-8歳の牛で一番高いであろう。つまり、暴露量が発見年齢に影響するので、感染量が多ければ多いほど、発見年齢が短くなるからである。このような

理由から、日本国内で臨床的に発見される BSE 症例の発病年齢は、欧州諸国で構築された数学モデルに使用されていたものより高いと考えた (Hogasen and de Koeijer 2007)。

陽性牛が発見される可能性のある誕生コホートを見つけ出し、このコホートがいつ臨床症状を出すのかを予測するためには、われわれが提案したモデルは有効である。2006 年以降毎年、BSE 発生件数は急激に減少する。100 万頭に 1 頭と発生数は非常に低い。2015 年まで陽性牛が見つかる可能性は存在する。よって、サーベイランスの継続、とくに、残り少ない感染牛を効率的に発見する方法へ焦点を絞っていく必要がある。北海道の場合は、家畜分布、年齢など詳細のデータ入手が可能であるので、リスク量別によるサーベイランス設計が可能である。さらに、Kadohira ら (2008) が地理情報学システムを使って分析した空間的 BSE 発生に関する情報を活用することで、効果的なサーベイランス方法が提案できる。

参考文献

- de Koeijer, A.A., Schreuder, B., Bouma, A. (2002). Factors that influence the age distribution of BSE cases: potentials for age targeting in surveillance, *Livestock Production Science* 76, 223-233.
- de Koeijer, A., Heesterbeek, H., Schreuder, B., Oberthür, R., Wilesmith, J., van Roermund, H. & de Jong, M. (2004). Quantifying BSE control by calculating the basic reproduction ratio R_0 for the infection among cattle, *Journal of Mathematical Biology*, 48, 1-22.
- Hogasen, H.R. & de Koeijer, A. A. (2007). Quantitative Risk Assessment for Bovine Spongiform Encephalopathy in Low- or Zero-Prevalence Countries: The Example of Norway, *Risk Analysis*, 27, 1105-1117.
- Kadohira, M., Stevenson, M.A., Kanayama, T. & Morris, R.S. (2008). Epidemiology of bovine spongiform encephalopathy in cattle in Hokkaido, Japan, between September 2001 and December 2006, *Veterinary Record*, 163, 709-713.
- MAFF (2001) Manual for the Surveillance of Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE). Tokyo, Japanese Government Printer (In Japanese)
- MAFF (2002a) Result of BSE surveillance. MAFF press release. December 27, 2002. Tokyo, Japanese Government Printer
- Schwermer, H., de Koeijer, A., Brülisauer, F. & Heim, D. (2007). Comparison of the Historic Recycling Risk for BSE in Three European Countries by Calculating the Basic Reproduction Ratio R_0 , *Risk Analysis*, 27, 1169-1178.
- Sugiura, K. (2004). Risk of introduction of BSE into Japan by the historical importation of cattle from the United Kingdom and Germany, *Preventive Veterinary Medicine*, 64, 191-200.
- Sugiura, K., Ito, K., Yokoyama, R. Kumagai, S. & Onodera, T. (2003). A model to assess the risk of the introduction into Japan of the bovine spongiform encephalopathy agent through imported animals, meat and meat-and-bone meal, *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties*, 22, 777-794.
- Sugiura, K., Murray, N., Tsutsui, T. & Kasuga, F. (2008). Simulating the BSE epidemic and multiplication factor in dairy herds in Japan, *Preventive Veterinary Medicine*, 84, 61-71.
- Yamamoto, T., Tsutsui, T., Nishiguchi, A. & Kobayashi, S. (2008). Simulation-based estimation of BSE infection in Japan, *Preventive Veterinary Medicine*, 84, 135-151.
- Yoshikawa, Y. (2008). Epidemiological study on BSE outbreak in Japan, *Journal of Veterinary Medical Science*, 70, 325-336.
- Wells, G., Scott, A., Johnson, C., Gunning, R., Hancock, R., Jeffrey, M., Dawson, M., Bradley, R., 1987. A novel progressive spongiform encephalopathy in cattle. *Veterinary Record*, 121, 419-420.
- Willeberg, P., 2006. From Venn to now – science and application. In: Proceedings of the 11th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics, Cairns Convention Centre, Cairns, Australia.

II - 3 日本における vCJD 発生リスクの推定

姜 興起 (帯広畜産大学)

2009. 3. 10

1 はじめに

牛海綿状脳症 (BSE) のリスクは大きく分けると人への感染リスクと動物への感染リスクの二つに分類できる。ここでは、牛肉の消費者にとって最も関心の高い人への感染リスクについて考える。人への感染リスクを考える場合、BSE の病原体による人の変異型クロイツフェルト・ヤコブ病 (vCJD) 発生リスクを推定することが重要な課題であるが、vCJD は致死性の病気であるため、病原体の摂取とその発生に関する人の量-反応関係や人と動物の感受性の違いに関する直接的な実験データを得ることが困難と思われる。そこで本研究では、まず統計的手法を用いて BSE 報告数と vCJD 死亡者数との関係に関する統計モデルを構築する。そして英国の時系列データでパラメータを推定し、最適なモデルを決める。最後に、得られたモデルを用いて日本の vCJD 発生リスクの推定を試みる。

2 モデル

ある国について BSE 発生報告数と vCJD による死亡者数に関する時系列データがある場合、これらの変数間の関係に関する統計モデルを考える。ここで、 t 年目の BSE 発生報告数と vCJD による死亡者数をそれぞれ x_t と y_t で表し、それらの関係を次のモデルで表現する。

$$y_t = c(\alpha_0 x_{t-s} + \alpha_1 x_{t-(s+1)} + \cdots + \alpha_n x_{t-(s+n)}) + \epsilon_t \quad (1)$$

ただし、 c と $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$ はパラメータ、 ϵ_t は確率的に変動する誤差項である。(1) 式のモデルでは、 c は BSE の人への vCJD 感染が生じる平均的傾向を表し、 $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$ はそれぞれ $s, s+1, \dots, s+n$ 年前の BSE 発生報告者数の t 年目の vCJD による死亡者数への影響を表す。つまり、ここで BSE 報告者数が先に出され、vCJD による死亡者数がそれとタイム・ラグをもって出てきて、このタイム・ラグは s から $s+n$ の間に確率的に分布

することを想定し、 $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$ はこのタイム・ラグ分布の確率を表している。また、 ϵ_t は平均ゼロ、分散 σ^2 の正規分布にしたがうと仮定する。

さらに、 $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$ については次の制約をおく。

$$\alpha_i \geq 0 \quad (i = 0, 1, \dots, n), \quad \alpha_0 + \alpha_1 + \dots + \alpha_n = 1 \quad (2)$$

このように、各パラメータを推定出来れば、(1) 式のモデルにより毎年の BSE 報告数 x_t を用いて vCJD による死亡者数 y_t を予測することができる。

3 パラメーターの推定

(1) 式において $s, n, c, \alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$ および σ^2 は推定すべきパラメータである。見掛け上、(1) 式は線形回帰式の形となっているが、 $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$ に (2) 式の制約があるため、その推定に最小二乗法が使えない。それに加えて n が大きいとき、推定すべきパラメータ数もそれに比例して大きくなるため、これらのパラメータを同時に推定することが困難となる。そこで、次のように段階分けてこれらのパラメータを推定することを考える。

まず、 $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$ については二項分布の分布関数を用いてそれらの値を決める。ここで、 $W \sim B(n, p)$ のような二項分布にしたがう確率変数 W を想定して、次式で各 α_i の値を計算する。

$$\alpha_i = \Pr\{W = i\} \quad (i = 0, 1, \dots, n) \quad (3)$$

つまり、 α_i を $B(n, p)$ という二項分布にしたがう確率変数 W が i という値をとる確率で決める。しかしながら、 p はパラメータとして新たに登場するから、 p を考える必要も生じる。

次に、 c の推定は最小二乗法で行う。(1) 式において、 s, n と p が与えられたとき、前述方法で決めた $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$ の値を用いれば (1) 式右辺の括弧で挟まれる量 $\alpha_0 x_{t-s} + \alpha_1 x_{t-(s+1)} + \dots + \alpha_n x_{t-(s+n)}$ が計算可能となるため、(1) 式が c を回帰係数とする回帰式となる。したがって、 c が σ^2 とともに最小二乗法で推定される。

最後に、 s, n と p を最尤法で数値的に推定する。

4 結果と考察

最近 20 余年間の英国における BSE 発生報告数 (図 1) と vCJD のデータ (図 2) を用いてパラメータの推定を行った結果は次の通りである。

$s = 0, n = 15, p = 0.45, c = 0.000905$ 。また、 $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_{15}$ の結果は図 3 に示す。

ここで、モデルの信頼性を確認するため、得られたモデルを用いて英国の vCJD 発生リスク（死亡者数）を予測した。図 4 に示すように、予測値は発生報告数のデータの動向に非常に似ている。

次に、日本の BSE 発生報告数（図 5）を用いてその vCJD 発生リスク（可能な死亡者数）を推定する。まず、 c の値は人口数に関係するであろうという考えに基づいて、人口数に比例するようにその値を調整する。ここで便宜的に 1991 年の人口数を使用する。このときの日本と英国のおおよそな人口数はそれぞれ 124（百万人）と 58（百万人）であり、日本は英国の 2.14 倍となる。したがって、日本の vCJD 発生リスクを予測するとき、 $c = 2.14 \times 0.000905 = 0.001937$ を使用する。このように得られた日本の vCJD 発生リスクの予測値は図 6 に示す。

この結果から次のことが読み取れる、最近の 5、6 年の間平均して毎年 0.001 人の程度で vCJD 発生が可能である。また趨勢として vCJD 発生リスクが非常に低いながらも、当分の間続いていく可能性もある。

上の結果は英国の統計データで構築したモデルを修正して日本に適用したものであり、国情の違いにより各国の BSE 発生報告数と vCJD 発生との関係は必ずしも同じでない。また、これらの結果は SRM の除去などの BSE 対策の効果も考慮していない。これらの各国 BSE 対策の違いで予測結果を修正する必要があると思われるが、いまの段階ではこれらを今後の課題として残すしかできない。

これらの課題を残しながらも本研究のような統計モデルによる vCJD 発生リスク定量分析の事例がこれまで報告されていないので、理論と応用の両面にわたって非常に意義のあるものと言えよう。

参考文献

- [1] 中川正法：“変異型 CJD と BSE”，松仁会医学誌，Vol43(2)，pp.113-121，2004.
- [2] 動物衛生研究所のホームページ：“世界の飼養牛における BSE 発生報告数”，
<http://niah.naro.sffrc.go.jp/disease/bse/count.html>.
- [3] 動物衛生研究所のホームページ：“英国におけるクロイツフェルト・ヤコブ病統計”，
http://niah.naro.sffrc.go.jp/disease/bse/cjd_uk2.html.

図1 英国のBSE発生報告数の時系列データ

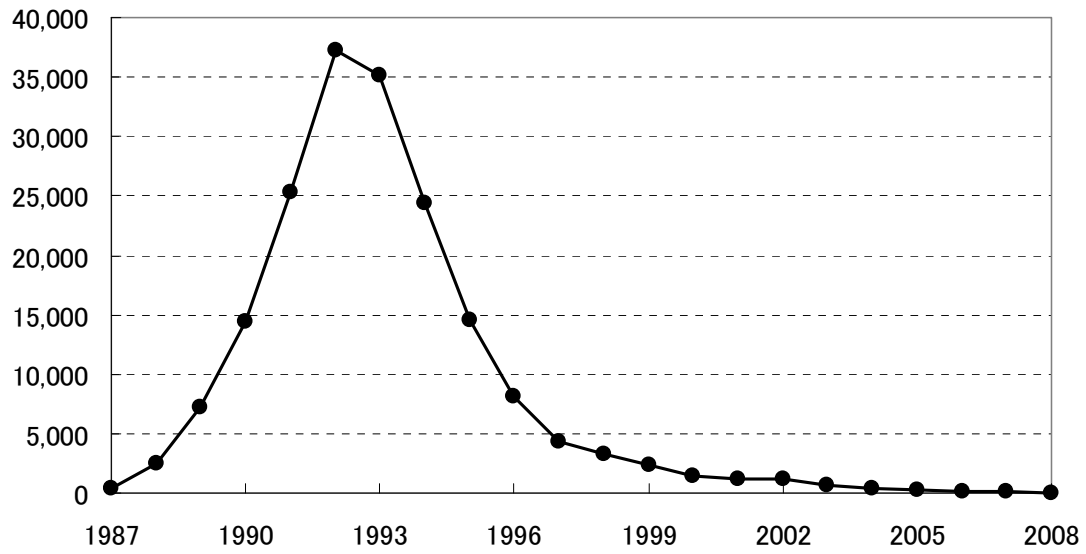


図2 英国のvCJD死亡者数

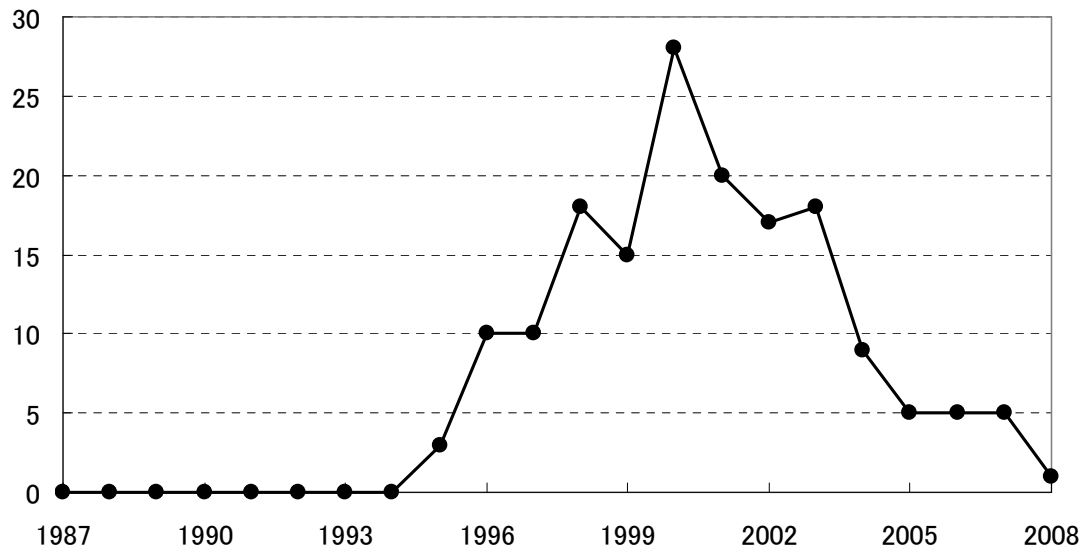


図3 Alphaの各タイム・ラグにおける数値

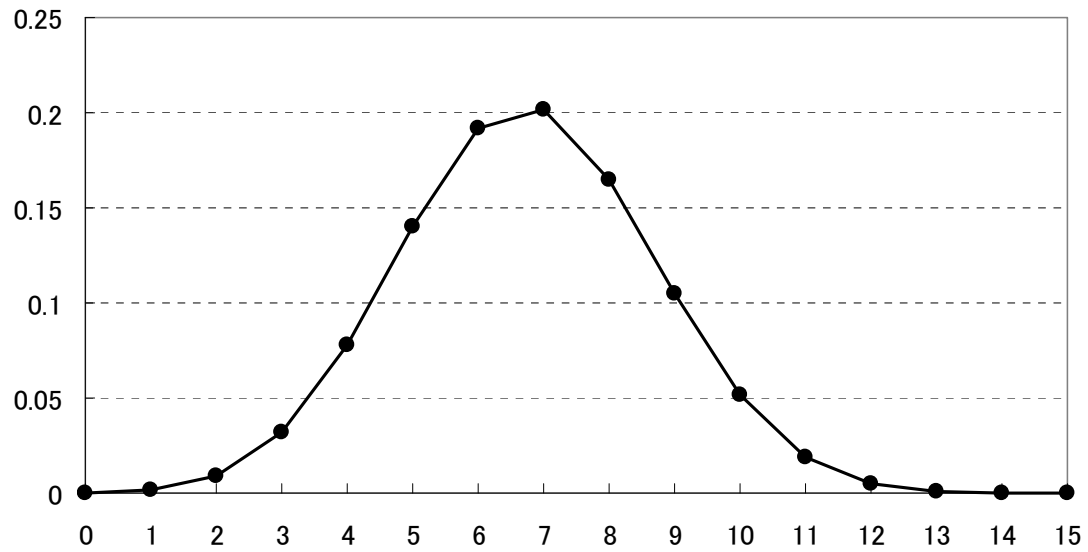


図4 英国のvCJD死亡者数の予測値と発生報告数

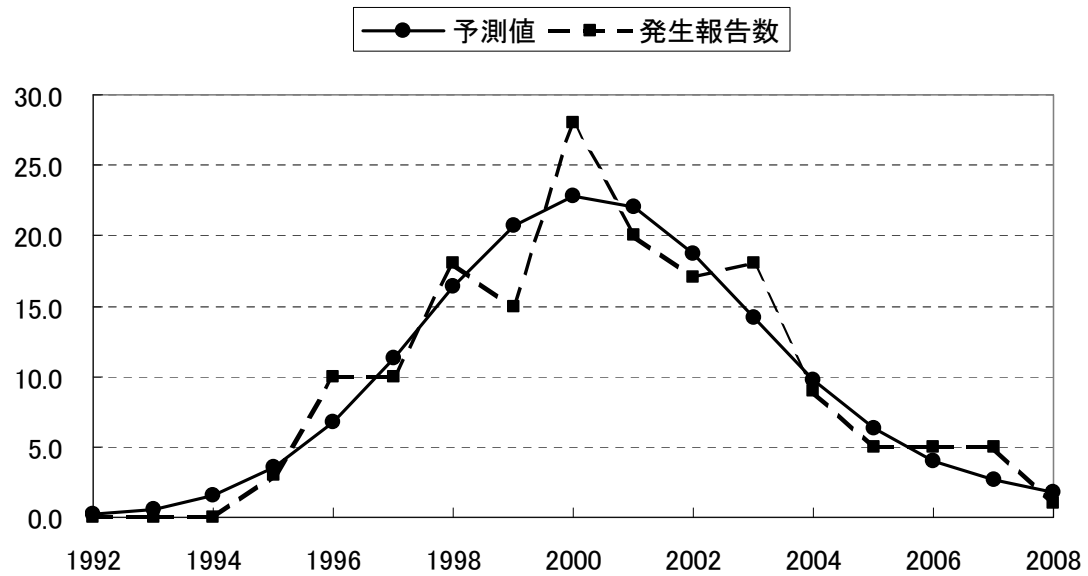


図5 日本のBSE発生報告数の時系列データ

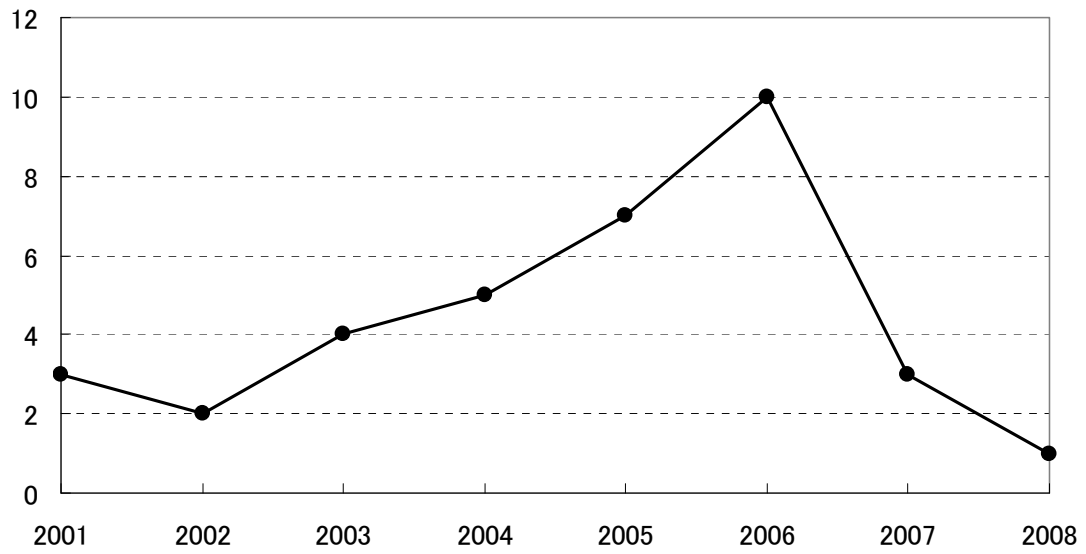
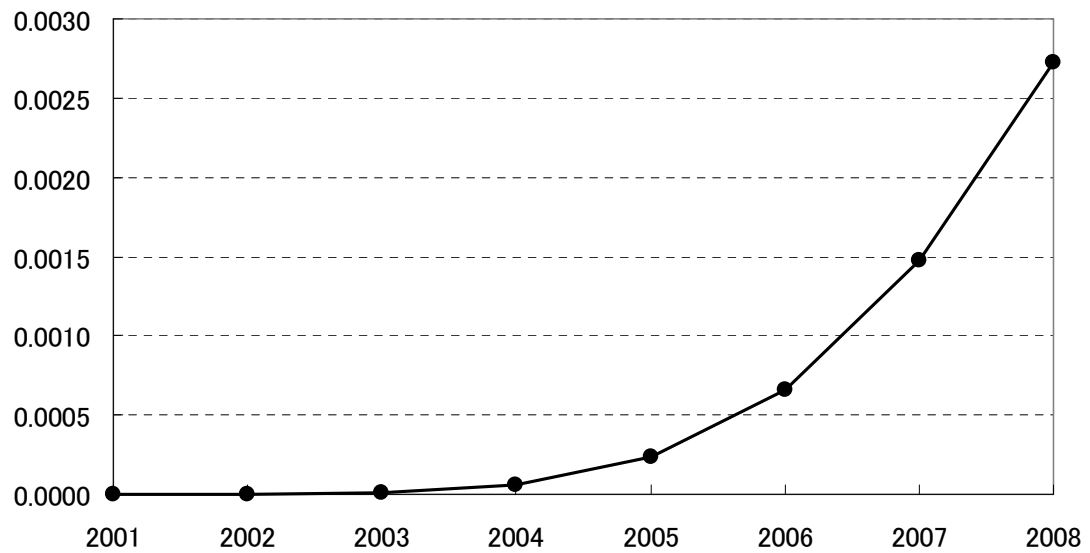


図6 日本のvCJD発生リスクの予測(縦軸の単位は1人)



Ⅱ-4 BSEリスク分析におけるリスクコミュニケーションの役割

ーリスク評価結果を政策に反映するためにー

門平睦代（帯広畜産大学）、小林志歩（フリージャーナリスト）

はじめに

食の安全に関する報道や情報は巷にあふれ、食品メーカーの消費期限改ざんや偽装など食品業界の信頼を損なうニュースが相次いで世間を騒がせている。「食の安全がどのように担保されるのか」「何を食べさせられているのか」など、漠然と不安を感じている人々も多いであろう。この理由のひとつとして、「食の安全」に関する政府の動きについて一般市民はよく知らないということが考えられる。

BSE発生と行政の対応への反省から設置された内閣府食品安全委員会では、食の安全性に対する政策づくりに際して重要な取り組みとして、「消費者、食品関連事業者、メディアなど関係者相互間の情報、意見を多方面に交換し、施策に国民の意見を反映していくリスクコミュニケーション」を挙げている（食品安全委員会 2004）。同委員会には、このリスクコミュニケーション（以下リスコミとする）を改善していくための専門調査会が組織され、平成 15 年 9 月からリスク専門家や食品業界、メディアを代表する委員によって議論が重ねられるとともに、各地で意見交換会が開催されるようになった。平成 18 年 6 月までにこのような意見交換会は全国各地で 229 回を数え、参加者はのべ 3 万 7 千名にのぼり、BSE関係だけでも 131 回開催された（食品安全委員会 2006）。また、地方自治体もリスコミを重視している。例えば、農業が盛んな北海道では、「食の安全・安心条例」を定め、「消費者、生産者が食の安全、安心について相互理解と知識を深め、参加しやすく自由に意見を述べられる仕組みを進めるとともに、その機会を増やす」としてリスコミの効果的な実施を施策のポイントに挙げている。

食品安全委員会は、1) 関係者はそれぞれ食品の安全性に関する情報を「迅速に、必要な内容をすべて、わかりやすく、正確に」共有するとともに、各プロセスの透明性を確保し、「逃げるな、隠すな、嘘つくな」を原則とすることが重要であり、2) 食品のリスクとその低減措置についてすべての関係者のあいだで話し合っ て共通理解を得るように努力し、それぞれの責務、役割に応じて参加し貢献することの 2 点を指針としている。具体的に実行すべきこととして、①リスコミを支援する専門家の養成や訓練、②消費者ほか関係者の質問に答える窓口の設置、③行政各部門の連携、④問題の指摘や対案の立案への関係者の参画、⑤情報や意見の交換の強化やメディアとの協力の促進、⑥食品のリスクに関する基礎的な問題を関係者が議論する場の設定、が提案されている。

このように、国や自治体レベルでリスコミがようやく活用され始めたが、一般市民に情報が浸透していない現状は否めない。北海道が平成 20 年 11 月に実施した BSE 全頭検査に関するアンケートでは「全頭検査がないと安心できない」「発生原因が不明」ということを理由に、5 割を超える人が全頭検査の継続が必要と回答し、道は消費者不安に配慮して全頭検査を 21 年度も継続する方針を固め、予算案に検査費 5 千万円を計上した。（北海道新聞 2009）。国のリスク評価が自治体の政策に反映されない状況は北海道のみならず、平成 20 年の時点では、36 道県が自主検査費用を予算案に計上したという（毎日新聞 2008）。つまり、リスク評価やリスコミの取り組みが政策に生かされていない現状が現在まで続いている。リスコミ専門調査会でも以前から、「今まで実施した意見交換会で得られたものを今後の効果的なリスコミ手法の提案につなげるために、意見交換会の実質的な取組の内容と成果、教訓について十分に吟味していく必要がある」と実効性を高める工夫が必要であることが指摘されてきた。

本稿の目的は、平成 19 年に開催された B S E 意見交換会での参加者の意見などを素材とし、食の安全をめぐるリスクの取り組みの内容を具体的に検討することを通じて、リスク評価結果をリスク管理側の政策に反映させるためになにが必要なのか、また、その解決につながる新たなリスク評価手法の開発など、問題点を探ることである。

材料と方法

下記に詳しく述べるが、19 年度に実施されたリスク（全国と北海道）と、一定時間内での情報入手量について著者らが実験的に試みた事例を本論文の材料として用いた。

事例 1. 平成 19 年 4 月 23 日から 27 日にかけて、食品安全委員会が東京、大阪など 4 都市で開いた、専門家と消費者の意見交換会「食品に関するリスクコミュニケーション～我が国に輸入される牛肉等に係る食品健康影響評価の実施について～」で出された意見。今回取り上げる意見交換会の内容は、主催者によるまとめ（概要：A4 用紙に 1 枚）がホームページ上に公開されている（食品安全委員会 2007）。今回、4 ヶ所での意見交換会で出された意見（アンケートを含む）の改訂前の整理表を入手し、K J 法によるまとめを試みた。整理された意見は 189 件あり、うち 79 件がアンケートに記入されたものである。1 件の中に複数の異なる事項に関する意見が述べられているものが多く、個別の意見ごとにカードを作成すると 255 枚になった。本稿では、外部の視点を生かして、主催者側のまとめに取り上げられることのなかった主題以外の事柄に関する参加者の発言や意見に焦点をあて、できる限り、意見を出した参加者の言わんとするところを汲むことを目指した。

事例 2. 平成 19 年 11 月に北海道内 4 ヶ所で開かれた道主催の「牛海綿状脳症（B S E）検査についての意見交換会」での質疑応答や参加者の意見、および道庁が公表したアンケート調査結果を用いた（北海道庁 2008）。著者らは、そのひとつである帯広会場に参加した。

事例 3. 事例 1 の意見を集約したものから、「不安」をキーワードに、下記①から⑤の 5 つの質問を設定し、公的な情報源から答えを探すことにした。食品安全総合情報システム（食品安全委員会）と厚生労働省のホームページでの検索を実施し、リスクに関わる質問①～③については、食品安全委員会の「食の安全ダイヤル」に電話での問い合わせを行った。

①スーパーや肉屋の店頭に並んでいる外国産の牛肉のリスクがどれほどのものなのか

②諸外国では、日本と同様の安全措置が確立されていないのではないか

③米国産の牛肉が、メキシコなど第 3 国を経由して輸入されるのではないのか

④表示義務のない加工食品に使用された肉の安全性についてはどう考えればいいのか。

⑤全頭検査縮小の根拠は何か、そもそもリスクが小さいということであれば、今まで全頭検査が行われて来たのはなぜなのか。

結果と考察

1. 事例 1

分析結果を図1に表した。輸入牛肉への不安を反映した意見は34件と最も多く、スーパーや肉屋の店頭で並んでいる外国産牛肉のリスクがどれほどのものなのか、との問いに集約できる。諸外国では、日本と同様の安全措置が確立されていないのではないか、特に外国の屠殺施設の状況や法令遵守の実態についての懸念が述べられ、これは主題である自ら評価を歓迎する根拠となっている。米国産牛肉については、政府が輸入再開に踏み切った直後に、危険部位が混入する、という重大な違反が発覚したことから、不信感が根強いことがわかる。中には、「意見交換そのものが政治的圧力では」と疑う人、米国産の牛肉が、メキシコなど第3国を通じて輸入されるのではないかと不安も出された。また、近年法令違反が報告されている中国産については、多くの食品の原料供給国となっていることもあり、安全性に不安を感じている人が多い。他の国より優先して、リスクの評価を行って欲しい、との意見があった。身近な問題であることを反映して、「家族が購入した加工食品の塩生牛タン（冷凍）が中国産で不安を感じた」と具体的な事例も挙がっている。そうした実態についての専門家の説明をリスコミに求めて、参加している人がいることがわかる。また、加工食品に原産地表示義務がないために、外食などで知らず知らずのうちに口に入っている事実が不安、とした人も多くいた。表示義務のない加工食品に使用された肉の安全性についてはどう考えればいいのか、という不安である。食品業界による度重なる産地偽装や法令違反が国内外を問わず、連日ニュースとして伝えられる中、「事実を知らされていないのでは」という消費者の疑念を反映したものといえる。今回の主題に沿って、国別にリスクや安全性についての評価が公表されても、加工食品として産地が不明のまま消費されるのであれば、評価の実効性が低くなってしまうという意見は的を射たものと言える。確かな情報を得た上で自らが選択したい、という意見も複数出された。消費者が安全性を判断する信頼できる「物差し」を求めているのがわかる。

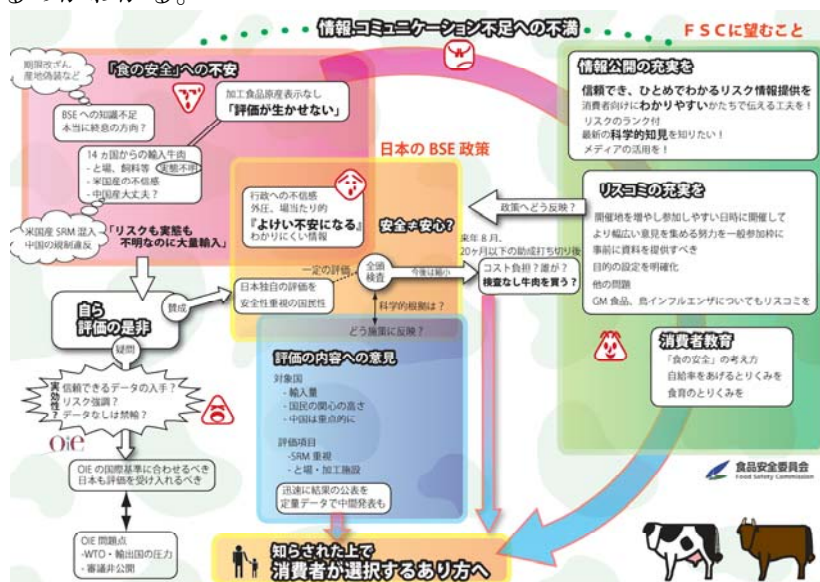


図1 平成19年4月実施の意見交換会「食品に関するリスクコミュニケーション〜わが国に輸入される牛肉等に係る食品健康影響評価の実施について」で得られた意見の図解

事例1の意見交換会で参加者から出された意見の中に、「参加者に主旨が理解されていない」という発言があった。ある参加者は、意見交換会の目的を「生産者に配慮しつつ、消費者に定量データを提供すること」と述べているが、参加者の立場によって「こういう会であって欲しい」と望む意見交換会のあり方は異なる。「評価を実施するかどうかでなく、評価実施後の結果のリスクと誤解していた」、「評価を行うことの是非を国民に問うことは理解しにくい」との意見もあった。会議の主題そのものに関連して、最も多かったのは、わかりやすいかたちでのリスク情報を求める声（36 枚）だった。リスクの目標として掲げられたように、リスクに関する情報を共有した上でそれぞれの立場で参加・貢献する、というあり方の前提となる情報の受け渡しが不十分、と感じている人が多いことがわかる。意見交換会の会場での資料提供のあり方についても改善すべき点が指摘された。主題の「輸入牛肉の安全性についての評価の実施」について、評価の是非をめぐる発言・意見では、賛成の声が大多数であったが、評価の実効性を疑問視する意見も少数あった。また、個別の発言を紹介するかたちで、評価のすすめかたに関する意見 10 件、評価項目についての意見 10 件、評価の優先順位に関する意見 5 件を紹介し、「その他の事柄」として、国際基準に関する意見 3 件、リスク推進に関する意見 4 件、その他 6 件が付記されていた。さらに、個人名を挙げての批判は伏せ字にするなどの修正を加えた上で 91 の意見がウェブ上に公開されている。意見を逐一並べて見渡してみると、会が主題として掲げている評価の是非を述べる以外の意見が数多く寄せられていることに気付く

議論の前提となる基本的な事柄についての質問も出ている。BSE について「よく知らないから不安」とし、人体へのリスクがどれほどのものなのかを知りたい、という意見も出された。一般的に食の安全に関心が高い人が参加すると思われる意見交換会の出席者から、こうした意見が出ることを見れば、一般の消費者のあいだで、BSE についての知見が広く共有されていないことが推測される。北海道内では 36 例目の BSE が報告されたが、メディアに大きく取り上げることはもはやなくなった。「BSE 問題は収束しつつあるのか」との質問も出たが、メディアが話題に取り上げるかどうかや報道量が、問題の深刻さについての人々の判断を左右するという指摘もある（合崎ら 2006; Mazur 1981）。

上記に関連して、国内の BSE 対策をめぐる意見は 13 件あった。対策の中心となってきた全頭検査について「安全性重視の国民性に沿った対策」として評価する意見が 5 件ある一方で、「科学的でない」「過剰で税金の無駄遣い」との批判も 8 件あった。政府は、生後 20 ヶ月以下の牛を対象に、都道府県が自主的に行う BSE 検査に対する全額補助を平成 20 年 7 月末で打ち切るとしていたが、その根拠は何か、そもそもリスクが小さいということであれば、今まで全頭検査が行われて来たのはなぜなのか、という説明が少ないことも、不信感につながっているようだ。こうした行政や施策への意見がどのように伝えられ、汲み取られるのかということも重要だ。つまり、意見交換会で出された反応を投げ返されたボールとすれば、それをどう受け止め、次の意見交換会で参加者にどのように投げ返すかということを議論すべきなのである。その意味において、まずは最初に、意見交換会の内容がその後どのようにまとめられ、専門調査会で報告され、政策に反映されるかを参加者各位にとって見えやすいしくみで伝えることが望ましい。

ある参加者は「検査は安心のためで、安全性の確保とは別問題」とする食品安全委員会の見解について、厚生労働省、農水省などリスク管理を行う行政との整合性がない、と疑問を呈した。こうした意見は、リスク評価のあり方の改善も促すものと言える。現在の科学による知見が不完全であることを認めず、専門家の見解をもって評価に足ると

するのではなく、リスク評価の段階から、様々な現場を含めた関係者からの意見を求めて参加型の協働作業としてリスク評価を行う方向性も考えられる。つまり、異なる立場からの多様な意見が存在する中、それを政策に反映すべく要約する作業は、専門家や行政のみに任されるのではなく、消費者、生産者、流通業界、リスク専門家など異なる立場の代表者が、円卓で集中的に議論し、政策提言の形にまとめて専門調査会や政策決定の場に伝えるべきである。

2. 事例2

交換会で出された意見などを表1と図2として集約した。100人が参加した帯広会場では、ホルスタインを肥育する生産関係者から「テーブルミートとして、輸入牛と競合している『国産若牛』4万5千頭の販売に影響するし、『安心』を求める消費者意識を考えると不安」との意見が出された。「道は国に対して検査助成継続を強く求めるべき」と強い調子で訴える人もいた。消費者団体の代表は「安全安心のために検査はぜひとも継続を」と求め、別の消費者は「研究者の間にも意見の相違もあるのだから、今の検査水準を保つべき」、「外圧を受けて検査が縮小したのでは」と行政への不信感をにじませた。「リスクコミが早急過ぎるのでは」と疑問を呈する声もあった。約1時間にわたり、それぞれの疑問点や意見・立場が述べられたが、行政の主権によることも作用して、発言者の多くは、自らの見解や主張を単に行政側に伝える機会ととらえているようにも見えた。個々の発言に対して議論が深まることはなく、主催者側は意見を受け止めるだけに終始した。

食品安全委員会の招きで講演したことのあるカナダ・ビクトリア大のコンラッド・G. ブルンク博士は、リスクコミは「食品の安全性について確かな判断をするのに必要な情報提供を行うことが本来の役割」としている。しかし、帯広での意見交換会を例に取れば、参加者100人のうち、生産者、流通関係者などが多く見受けられ、パネリストなど主催者に招かれた消費者団体関係者を除く一般の消費者はたった4人だった。実際に日々家庭の食卓に上る食品を選ぶ機会の多い主婦層の姿はほとんど見られなかった。新聞などメディア各社は来場していたが、後日掲載された記事の扱いは小さく、具体的な内容は伝えられていなかった。

主催者は、「牛肉のBSEリスクは飼料規制や特定危険部位除去で非常に小さくなっている」、「全頭検査にも限界があり、20月齢以下は検査しても意味がない」との科学的な知見を、食の安全について関心を持ち、食品を選ぶ立場にある一般市民が不在のまま、伝えたという実績だけを作った。せっかく様々な意見を持つ市民が一同に会して意見交換や議論の機会を設定しながら、適切な進行がなくては税金と時間の大きな無駄遣いになってしまう。第三者の立場で会場の議論をまとめる仲介役として、行政、民間を問わずリスクコミを担える人材の育成が急がれる。新しい科学的知見や、対策によって変化するリスクの現状について市民に幅広く伝えるためには、より参加しやすい会場設定の工夫も必要だろう。例えば、食の安全に関心の高い主婦（夫）らが関心を持つような料理教室や講演会などのイベント会場で意見交換会を行ってみる、消費者団体の会合に出向くなどの方法も考えられる。また、テレビの情報番組とのタイアップや、フリーペーパーなど身近な地域のメディアを活用するなど効果的だろう。

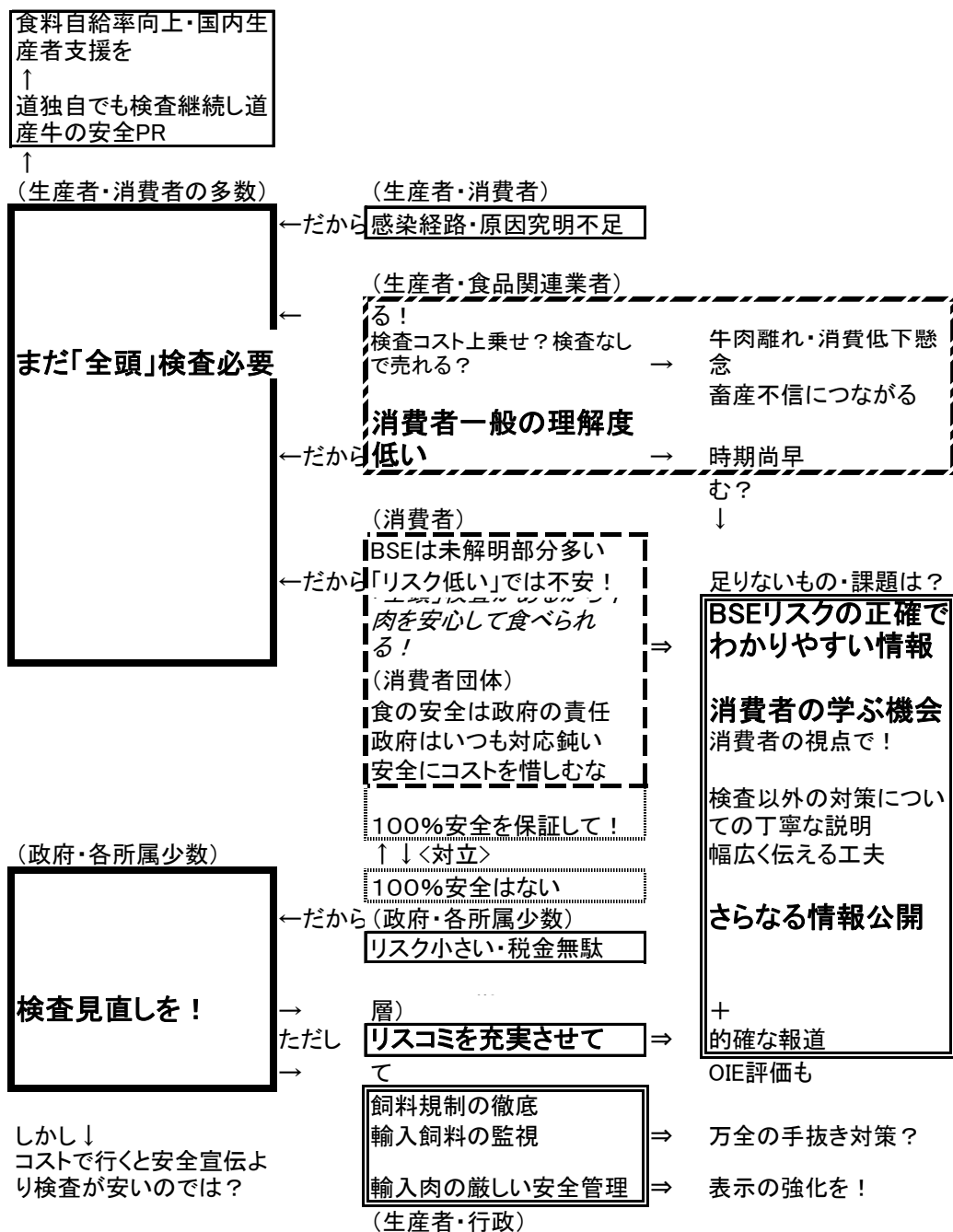


図2 北海道意見交換会で出された意見

北海道ホームページ

<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/tss/rakuchiku/bse/bse-ikennkoukann.htm>

表 1. 北海道の意見交換会アンケート

「今後の BSE 検査対応の検討にあたり行政に望むこと」に寄せられた主な意見まとめ

	全頭検査(20 か月齢以下)	理由・検査見直しの時期など	要望	感情
生産者	継続すべき	食の安全・安心確保は行政(国)の責任	検査費用は税金でまかなう	BSEは国の失政が原因
		原因究明が不十分	本気で原因究明を	
		未解明の点多い	生体で検査できる研究を	外圧によらない判断を
		20か月の線引き、科学的根拠不明		
		道産牛肉の安全をアピールするチャンスに	道独自で費用負担もあり	
		ホルスタインから消費者が離れる		
		消費者にとって、検査は分かりやすさがある		リスコミの結果を反映して
		21年度の3か年で終了しては		
		OIEの清浄国となるまで		一般消費者にBSEへの懸念 はあるのか？
		消費者が理解するまで	消費者に対する食の教育を	
消費者	継続すべき	BSEリスクが完全になくなるまで	輸入飼料の安全確保徹底を	
			一般消費者の意見把握を	
			輸入牛肉の安全管理徹底を	リスコミを評価
		止めてもいい	肉骨粉の曝露がないなら	
				途中で検査打ち切りは不安増大
		国際基準で検査を		
		税金を使うべき;コストより安全重視を	食糧自給の問題も重視して	被害問題の二の舞は困る
		原因究明のために		
		SRMを完全に除去できると言い切れるまで		資料わかりにくい
		100%安全になるまで検査を	原因を公表して	
食品関連 事業者	継続すべき	不安が大きい	わかりやすい情報を	感情論は要らない
			一般向けの情報提供を	
		止めるべき	リスクが小さい	加工品の表示を
			マスコミを通じた情報発信を	
		BSEの発生が完全になくなるまで		外圧による決定明らか 民間が混乱しない結論を
		消費者が理解するまで最低4-5年;段階的な 措置を	BSEに限らず消費者教育の充 実を	
		道内ホルスタインの消費低下心配	意見交換会を増やして結論を 導くべき	
行政	継続すべき	検査は食肉の安全検査ではないことを周知する	マスコミを通じ、安全性のPRを より正確な報道必要	
			情報公開の充実を	
		廃止すれば風評被害が起こる	国内生産者支援を	
		道産ブランドPRのためにも2年程度は	検査費用の生産者負担もあり	
		3-5年は継続し、データで理解してもらう		
		リスクの周知で不安が減れば、全国一斉に検 査見直しを		
		OIE清浄国になるまで		リスコミを改善すべき
		安全宣伝をするより、検査のほうが安い		
		消費者の理解がまだ		
		止めるべき	20か月齢以下は税金の無駄	
その他	継続すべき		積極的な情報公開を	
			飼料の安全確保重要	
		疑わしきは罰するが食品衛生の基本		偽装問題もあり不安
		まだ発症の推移を見守る時期		
		消費者の理解が得られるまでは		
		止めるべき	税金の無駄	
		安心ではなく、安全対策に集中を;リスク小	消費者・マスコミへのリスコミを	
		止めてもいいが	原因究明と消費者が納得でき る丁寧な説明を	輸入国の都合優先は問題
		どのよう消費者に的確に伝える？		
		検査済・無による影響を懸念		
		飼料規制(輸入飼料監視)等の万全を期す		

消費者の理解がすすんでいないこと、情報が伝わっていないことを問題視した意見。

3. 事例3

ホームページ等の検索や印刷にかかる時間はそれぞれ1時間とした。印刷物やウェブ等を通じた公的な情報提供もリスコミの重要な部分であるが、消費者として不安を感じて対処すべきもの、不安を感じていたけれど根拠のないものを見分ける手がかりとなる情報が示されているかどうか、検索して見つけた情報を表2にまとめた。

食品安全総合情報システム（食品安全委員会）は、ひとつひとつの情報を取り出すのに時間がかかるが、メディア関係者や市民団体、学生など情報検索に時間をかけられる人なら、求める情報を得ることができる。食品安全委員会の検索システムの対象が一部の関心を持つ層との想定なら、ニーズは満たしていると言える。ただし、リスク評価機関としての、政治的配慮のない科学的知見を求めて、こちらに来ている消費者にとっては不親切な面もある。検索や調査に慣れていない一般市民にとっては、「場違いないところに迷い込んだ」という感じを受け、結局多くの人が情報を活用しやすい状態にはなっていない。

食品安全委員会によるメールマガジンでの情報提供や、各専門調査会会合の議事録公開など、現在進行形の議論が公開されていることは大いに評価できる。今回、利用した食品安全委員会の「食の安全ダイヤル」は、予想以上に対応もきめ細かく、わかりやすく説明してもらえた。また、関連の情報がどこで得られるかについても積極的に情報提供する姿勢で対応してもらえ、消費者の疑問や知りたい気持ちに答え、消費者が情報を得て自ら判断するあり方に寄与するものと思われる。情報を一般向けにわかりやすく伝える役割を、リスク評価機関がどこまで、またどのようなかたちで担うのがのぞましいのかについても見極める必要がある。

表2 1時間（調査時間）で得られた牛肉の安全性に関する情報（電話とホームページを使用）

	食品安全委員会（太字は食の安全ダイアルを使い電話で入手した情報）	厚生労働省・農林水産省
店頭 の 外国 産 牛 肉	・「牛肉を食べても安全」（Q&A・2006年3月更新）＊根拠はSRMの除去・焼却、発生国からの輸入禁止。肉骨粉の使用禁止などごく基本的な内容。 ・BSE問題は、食品の安全・安心に関する問題の中で、最も国民の関心が高く、社会的影響の大きい問題のひとつである。一方、BSEは科学的に解明されていない部分も多い疾病であることも事実である。このような多面性、不確実性の多いBSE問題に対しては、リスク管理機関は、国民の健康保護が最も重要との認識のもと、国民とのリスクコミュニケーションを十分に行った上で、BSE対策の決定を行うことが望まれる。（平成16年9月） ・検査にも限界があり、100%安全とは言い切れないが、SRMが除去された肉についてのリスクはある試算によると1億人に0.1人など非常に小さい。意見交換会等での流通業者の発言によると、輸入に際して加工状況や衛生面などを確認した上で申請すること。リスク管理機関が水際検査などによってリスクを最小限にする取り組み	・BSE検査に加え、加工時に脊柱を外していることから従来から安全性が確保されている。 ・2001年（平成13年）10月、と畜場における特定危険部位の除去、焼却を法令上義務化。牛の月齢の確認ができなかったこと、国内でBSE感染牛が見つかり不安が生じたことで全頭検査を全国一斉に開始し、スクリーニング検査（平成16年に月齢21ヶ月以上の牛を検査対象とする法改正） ・1996年以降、高発生国の英国からは牛肉等（内臓とその加工品含む）の輸入自粛指導 ・2001年2月15日以降、EU諸国等からの牛肉、牛臓器とそれらを原料とする食肉製品の輸入禁止措置（以上 厚生労働省ホームページ）
外国 の 安 全 措 置	・EU、米、カナダとの比較表あり（上記Q&A「日本のBSE政策」の回答部分。情報古いまま） ・米・カナダでは施設の確認等が行われたが、その他の国については現在は情報はない。関心が高い問題であることから、食品安全委員会でも意見交換会での意見を踏まえ、今後米国・カナダ以外の輸入国について自主的なリスク評価を行うことになった。現地大使館などの協力を得ながらすすめる。参考にOIEのランク付けを送付する。輸入許可や検査の詳細は農水省・厚労省の管轄。	
全 頭 検 査 縮 小	・リスク評価要請を受けプリオン専門調査会で議論し、評価結果として、年齢引き上げに関わるリスクの差が非常に低いレベルの増加にとどまるとしたこと（モニター意見への回答） ・リスク管理機関の管轄だが、当初から全頭検査は期限付きの措置で、期限切れに伴い縮小されたと聞いている	
第 3 国 経 由	米国におけるBSEの発生に関しては発生直後から情報収集、分析に努め、プリオン専門調査会において米国におけるBSE対策の国際専門家調査団の団長から調査報告書の説明を受けるなど議論を深めてきた。日米BSE協議によって設置されたワーキンググループに米国産牛肉の輸出入に係る技術的・専門的事項についての協議にオブザーバー参加	「外国で生まれ、国内で飼育された牛については、国内における飼養機関が外国（2カ国以上の外国において飼養された場合には、それぞれの国における飼養機関）より長い家畜を国内でと地区して生産されたものの原産地は「国産」となる。原産地の異なるものを混合した場合はそれぞれの原産地を表示する必要がある」（モニター質問への農水省コメント）
加 工 食 品	【関連】輸入実績資料あり（14カ国から牛肉・内臓類を輸入）（プリオン調査会会合資料）	「加工食品については平成16年9月に、原料の品質が製品の品質に大きな影響を与えるものとして、生鮮食品に近い20食品群を原料原産地表示の対象とした（平成18年10月に完全義務化）。 「調味した食肉（味付けカルビなど）」「合挽き肉」「成形肉（サイコロステーキ）」などの牛肉加工食品も対象」なお、加工度の高い加工品（例えば、ハンバーグやレトルトビーフカレー）については、その製造過程、原産地の異なる部分肉が混合して使用される場合があり、原産地把握が困難であるものも含め、産地に関する表示を義務付けることは困難であると考える」「平成17年3月に閣議決定された『食料・農業・農村基本計画』に基づき、17年7月に「外食における原産地表示に関するガイドライン」を策定し、自主的に取り組むための指針を示し、普及に努めている」（モニター意見への農水省コメント）

おわりに

異なる立場の関係者による議論の前段として、意見交換会の目的・主旨はもちろん、主催者がリスコミを通じて何を指すのかも含めて、開催が決まって参加を呼びかける段階から当日までにしっかりと共有することが必要であろう。とはいえ、主題から外れた意見を排除するような雰囲気は、リスコミが目指す参加者相互による情報交換や提案の妨げになりかねない面もあると思われる。当日の会場では、限られた時間内に参加者の多くが期待する情報のやりとりがなされるよう、進行役によって適切なファシリテートが行われることが、参加者の満足度、それによってその後の参画を左右する。

意見交換会において、主催者に対し、今後のリスコミのあり方について改善を促す具体的な意見や提案が出されていることは、リスコミが今後発展する可能性を感じさせる。参加しやすい日程設定や開催地を増やして欲しい、事前広報や、資料の事前送付など積極的な提案からは、意見交換への参加意欲・期待がうかがえる。またパネリストや参加者の選考について、会場や当日の進行など運営面について、事務局への注文や提案も出されていた。こうした提案を見れば、意見交換会そのものを現在の行政主導から、関係者の代表がより企画に参画するかたちに移行することも考えられる。少なくとも、上記のような主催者への改善提案が、次回以降の開催にできる限り反映されることに期待したい。そうした主催者側の姿勢が伝わることで、行政やリスコミの取り組みへの信頼につながると考える。現状では、「少人数の参加では、実績として不十分」というような、行政による実績づくりに利用されるのでは、との疑念も表明されている。主催者は、会場で出た意見が後日どのように政策決定の場で活用され、政策に反映されるのかを明確に示す必要がある。

「水と安全はただ」と言われた日本に住む多くの人にとって、リスクとは何か、また、リスクをだれが負うのか、ということはさほど認識されて来なかった。しかし、食の生産・流通現場での偽装や汚染に対し、行政のチェック機能がまったく機能しなかった現実が次々明らかになる中、「行政の然るべきチェックがなされているはず」「大手が売っていて皆が食べているのだから大丈夫」との認識が通用しなくなり、以前はピンと来なかった食のリスクは急速に身近なものとなった。

行政側が「安全・安心」を強調するあり方から、「リスクや不確実性も含めた情報提供」に移行しようとするなかで、リスク評価機関に求められる役割は大きい。リスク管理機関である行政に選ばれた専門家の限られた議論を評価として政策の根拠に据えるのでは、リスク評価・リスコミともに形骸化する恐れがある。今後は、リスク評価の過程から、多くの関係者が参画することによって透明性を高め、行政主導によるものという消費者側の不信感を払拭すると同時に、評価結果そのものをわかりやすいものにすることが必要であろう。そして、このような試みが消費者も含めた一般から議論や意見が確実に政策に反映されるという流れが担保されて、初めて、リスコミが本来の機能を発揮し、市民が行政と共に担う参加型の社会づくりが前進する。

立場の異なる市民の意見を政策に反映させるには、その場限りの意見交換会でなく、継続的に議論を重ねる中で、市民が理解を深められるような取り組みも重要である。その観点から、遺伝子組み換え食品について、平成 18 年度に道が NGO などと協力して開いた「GMコンセンサス会議」（北海道庁 2006）のように、市民の代表がその場限りでない議論を積み重ね、政策提言を行うというプロセスは有効と思われる。また、道内外の研究者が中心となって進める「遺伝子組換え作物対話フォーラム」（吉田 2008）のような科学的知見と市民、行政をつなぐ実践にも、現在のリスク評価手法を改善するヒントが多く含まれている。

引用文献

合崎英男、澤田学、佐藤和夫、吉川肇子（2006）、生産情報公表牛肉およびBSE検査済み外国産牛肉の消費者評価－選択実験による接近－、農業情報研究、15：293 - 306

北海道庁（2006）、GMコンセンサス会議、
<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/shs/shokuan/gm-consensus.htm>（平成21年3月現在）

北海道庁（2008）、牛海綿状脳症（BSE）検査についての意見交換会、
<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/NR/rdonlyres/7D99C24B-E999-4683-8D7E-77C4701E55B3/0/gaiyoukekka.pdf>（平成21年3月現在）

北海道新聞（2009）、道、全頭検査を継続 BSEで単独事業 消費者不安に配慮、北海道新聞 2009年2月7日朝刊

毎日新聞（2008）、本紙全国調査 36道県が検査継続、毎日新聞 2008年3月2日、東京朝刊

Mazur, A. (1981), The dynamics of technical controversy, Communications Press, Washington, D.C.

食品安全委員会（2004）、『食の安全に関するリスクコミュニケーションの現状と課題』、
http://www.fsc.go.jp/iinkai/riskcom_genjou.pdf（平成21年3月現在）

食品安全委員会（2006）、『食の安全に関するリスクコミュニケーションの改善に向けて』、
http://www.fsc.go.jp/senmon/risk/riskcom_kaizen.pdf（平成21年3月現在）

食品安全委員会（2007）、食品に関するリスクコミュニケーション～我が国に輸入される牛肉等に係る食品健康影響評価の実施について～、
http://www.fsc.go.jp/koukan/risk1904importbeef/risk1904_ankeito_kekka.pdf
（平成21年3月現在）

吉田省子（2008）、「遺伝子組換え作物対話フォーラムプロジェクト」って何ですか？
科学技術コミュニケーション 3：161 - 168

Ⅲ サーベイランス —効果的なサーベイランス方法の開発— (門平睦代：主任)

この章では、まず、BSE および家畜疾病サーベイランス方法の評価方法に関する一事例（Ⅲ-1）を紹介し、これまでのリスク評価研究成果を考慮した、リスクにもとづくサンプリング方法（Ⅲ-2）および効果的な新サーベイランス方法（Ⅲ-3）について提案する。

Ⅲ-1 BSE サーベイランスの評価

一定の評価手法は確立されているが、ひとつの方法で評価されるべきではない。つまり、ある国における家畜疾病サーベイランスとは、国策にあった独特なスタイルを持っているべきであるからである。しかしながら、BSE のように世界的な問題である疾病に関しては、世界基準に適合した部分もサーベイランスの構成要素に含まれるべきであろう。

OIE terrestrial Code によるサーベイランスのゴールとは、①自国内に BSE が存在するかどうか確認する、②OIE による公的“BSE ステータス”審査のための情報を提供する、③コントロール方法が効果的であるかを評価するためのモニターである。また、サーベイランスの目的は、①もし BSE が存在するならば有病率はどれほどか、②もし BSE が数年存在したのであれば、有病率は下降しているのか、上昇しているのか、③空間的にはどのように分布しているのか、BSE フリーの地域（ゾーン）はあるのか、④BSE 陽性牛の年齢分布は変化しているのかである（Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 25(3):937-950, 2006）。

サーベイランス計画基準（USDA, 2006）には、フィールドで症例を発見・報告すること、また、BSE 検査を担当する獣医師からも情報を聴取することが重要であると記述されている。このことを踏まえて次に報告する「ワークショップ開催」となった。国内で実施されている BSE サーベイランスを評価するためには、まず、サーベイランスの目的が何なのかを明確にする必要がある。参加者からも出されていたように、ゴールをしっかり決めて、どのような戦略で進めていくのか、リスク管理機関が徹底した情報公開に務めることが重要である。清浄国につながるゴールを明確にし、それを消費者にきちんと説明し、全頭検査からリスクの高い集団のみの検査へ移行していく必要性が、今回のワークショップにおいて、参加者である現場で働く獣医師から提案された。

ワークショップの獣疫学研究への応用 －BSE サーベイランス評価を事例として

門平睦代（帯広畜産大学）、堀北哲也（千葉 NOSAI）

はじめに

ワークショップとは直訳では「仕事場」を意味するが、頭だけでなく、体や心を使い、参加者が主体的に参加・体験する学びの場である（中野、2001）。学会などで使われるワークショップという名称は「研究集会」を意味することが多い。しかし、本来のワークショップは、講師が参加者に向かって一方的に話をするのではなく、参加者がお互いに話し聴き啓発しあう学びの場である。海外では、ワークショップや参加型調査手法（プロジェクト PLA 編、2002）を使いながら、コミュニティー主導型公衆衛生研究など、住人の意見や観察記録に重きを置いた疫学研究が実践されている（Leung et al, 2004）。つまり、ワークショップは疫学研究のための情報収集方法のひとつと位置づけられる。

本稿で紹介するワークショップの事例は、BSE サーベイランス評価に関連する情報収集のために実施された。BSE サーベイランスは、リスク分析を構成するリスク評価やリスクコミュニケーションとも密接に関係するので、消費者だけではなく生産者や獣医関係者など、それぞれの立場からの意見の聴取と、すべての関係者間での情報共有が必須となる（Lynn, 2007）。さらに、サーベイランス基準マニュアル（USDA, 2006）によれば、検査に関わる獣医師の意見やアイデアも尊重すべきとの記述もある。

本稿では、BSE サーベイランス実施体制の一員である現場獣医師から、現場での問題点や改善方法に関する意見やアイデアを入手することを目的として実施したワークショップを紹介する。具体的には、ワークショップの実施内容、およびワークショップの成果である現場での問題や解決策を報告し、ワークショップの疫学研究への応用の意義について考察する。

方法

このワークショップは 2008 年 12 月 13 日、東京にて実施した。参加者は、BSE サーベイランスに直接（食肉衛生検査所と家畜保健所）、あるいは間接的（大動物家畜診療）に関わる獣医師 14 名である。表 1 にワークショップの内容と時間配分を示した。冒頭でワークショップ参加者の四原則、グランドルール、会の目的および流れを参加者に説明した（表 2）。今回のワークショップでは、まず「対話」についての人間関係トレーニングを行った。その後、BSE サーベイランス、とくに全頭検査に関する問題点等の意見を収集し、その解決策について話し合った。

表1 ワークショップの内容とその時間配分表

開始時刻	終了時刻	実 施 時 間 (分)	ワークショップ内容
10:00	10:10	10	準備（会場整備、受付、資料配布など）
10:10	10:20	10	趣旨説明（目的、1日の流れ、ワークショップの4原則、Kiss-18 アンケート①など）
10:20	12:50	150	人間関係トレーニング（対話について）
12:50	13:10	20	昼食
13:10	13:20	10	BSE 全頭検査に関する現状認識（アンケート表による）
13:20	13:35	15	ミニ講習会1（日本のBSE サーベイランスとリスク評価の結果）
13:35	14:00	25	ディベート（BSE 全頭検査は是が非か、賛成派と反対派の2班にわかれ論点整理）
14:00	14:45	45	日本のBSE サーベイランスの問題点に関するブレインストーミングとKJ法によるまとめ（3班）
14:45	15:00	15	休憩（他の班の結果を見る）
15:00	15:15	15	ミニ講習会2（世界のBSE サーベイランス）
15:15	15:55	40	日本のBSE サーベイランスはどうあるべきか、その解決方法を探るためのブレインストーミングとKJ法によるまとめ（3班）
15:55	16:15	20	結果発表（図解した模造紙を使う）
16:15	16:30	15	Kiss-18 アンケート②とふりかえり
16:30	17:00	30	ワールドカフェ、BSE スライドショー（千葉の事例）、終了の言葉

表2 開催時に参加者に説明したワークショップ運営のための留意点

ワークショップ参加者の四原則	1. 楽しんで下さい 2. たくさん話して下さい 3. よく聴いて下さい 4. パスもOK
グラドルール	1. ハッキリと大きな声でできるだけ短く話す 2. わからないことがあったら、すぐに質問する 3. 人の話は最後まで聴く 4. 自分とは違う考え方も尊重する
今日の目的	1. 対話によるチーム変革を体験する 2. BSE サーベイランスに関する現場の声を出しあう 3. BSE サーベイランスの効果的な方法を探求する
今日の流れ	1. 人間関係トレーニング（ダイアログ＝対話） 2. BSE サーベイランスについてのあれこれ 1) 知識の整理 2) 問題の整理 3) 明日に向かって走れ 3. ふりかえり

1) 人間関係トレーニング

話題が BSE という特殊な内容であり、かつ参加者同士が初対面なので、自由に意見交換や対話をする雰囲気および関係性をつくるために、人間関係トレーニングを行った。このトレーニングは、班分けされた参加者にある課題が与えられ、その課題を班で話し合って解決していくというものである。このトレーニングを通じて発言情報の交換だけの「会話」ではなく、発言の後ろにある発言者の思いの交換も目的とした「対話」について学んだ。このワークショップ開始時（前）とワークショップ終了時（後）の参加者の人間関係に関する変化を図るために、18 項目の尺度（Kikuchi's Scale of Social Skills 18 items: KiSS-18）について「いつもそうだ」～「いつもそうでない」の 5 件法で配点し、前後の平均値を t-検定を使い比較した（菊池、2007）。

2) BSE 全頭検査の是非に関するディベート

まず、北海道庁がホームページ上で実施した全頭検査に関するアンケート調査票を参加者に配布し、それを読んでもらうことで全頭検査に関する現状について理解を深めた。その後、参加者を無作為に全頭検査賛成派と反対派の 2 つのグループに分け、各グループで全頭検査の賛否理由についてブレインストーミングと KJ 法を用いて整理した。その後、両グループの討論の形を取って、賛成および反対の理由や情報の整理を行った。なおブレインストーミングとは、アイデアを数多く出し合う方法、KJ 法とは数多くのアイデアを整理する方法（川喜多、1979）である。



写真：班に分かれての KJ 法による問題点の整理と結果発表風景

3) ミニ講習会、BSE 全頭検査の問題点とその解決策、ワールドカフェ

参加者の理解を深めるために、1 回 15 分程度のミニ講習会を 2 回、ワークショップの途中で実

施した。問題点を整理する前に、2005 年に実施されたわが国の BSE リスク評価結果を、そして、解決策を考える前に、スイスなど海外における BSE コントロールとサーベイランス戦略について情報が提供された。

参加者を 3 つの班に分け、班ごとに「BSE サーベイランス全頭検査の問題点は何か」について話し合った。まず、ブレインストーミングにより問題点を列挙し、それらの問題点を KJ 法によっていくつかの問題グループに集約し、班ごとに発表した（写真）。さらに、これらの問題グループのうち、各班でそれぞれひとつの問題グループを選択し、それについての解決策を考えた。解決策もブレインストーミングと KJ 法を用いて整理し、班ごとに発表した。

BSE 全頭検査に対する各人の考えをさらに深く意見交換するためにワールドカフェを実施した。ワールドカフェとは、班の代表者 1 人のみに残り他の者は他の班を訪れその班が書いたものを見て、感想をのべたり加筆したりする手法をいう。一定時間が経過後、また他の班を訪れて同じことを繰り返すプログラムである。このプログラムによって、他の班の意見を知り、他の参加者の意見とより深い意見交換が出来る（株式会社ヒューマンバリュー、2007）。

4) ふりかえり

ふりかえりとは、ワークショップの最後に実施し、ワークショップを通じて何を感じ、何を思ったかを意見交換する時間であり、ワークショップでは極めて重要な位置を占める（中野、2001）。終盤でふりかえりを実施し、あわせてアンケートによって参加者の考えも入手した。

結果

1) 人間関係トレーニング

KiSS-18 分析の結果、「攻撃に代わるスキル」（菊池、2007）が有意に向上していた（ $P=0.042$ ）。

2) BSE 全頭検査の是非に関するディベート

全頭検査に賛成する意見としては、消費者が求めているから、新たな知見が出てくる可能性があるからなどの意見に加えて、と場での年齢確認が難しいなど現場で仕事をしている人間でなければわからない意見があった（図 1）。同様に、全頭検査に反対する意見としても、リスクが小さいから、税金の無駄だからという消費者からもよく出される一般的な意見に加えて、検出限界がある、無駄な労力を関係者に強いているなどの、現場で働く専門家としての意見も得られた（図 2）。

全頭検査賛成

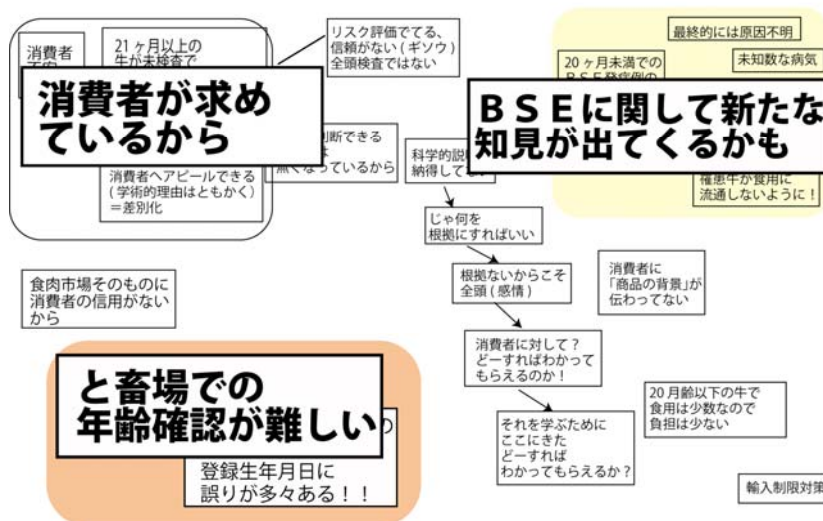


図1：全頭検査賛成理由

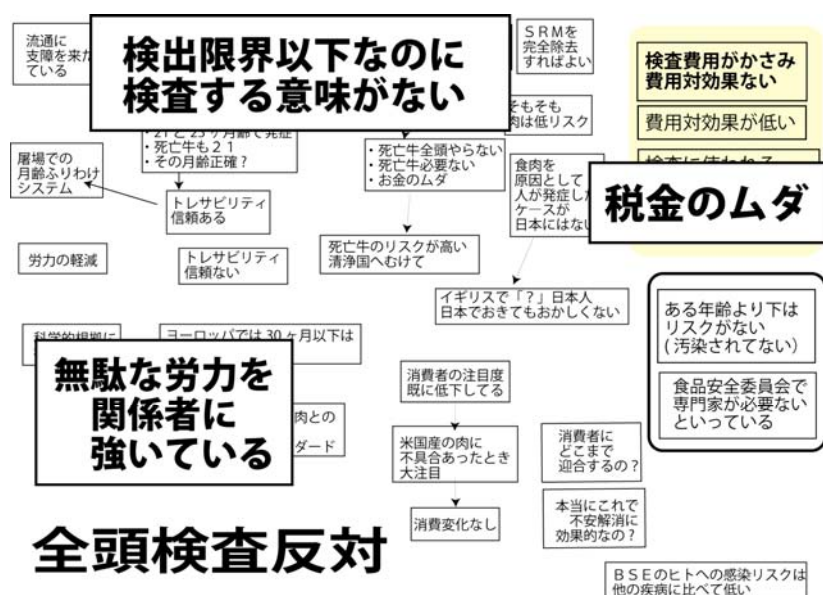


図2：全頭検査反対理由

3) BSE 全頭検査の問題点とその解決策

KJ法により模造紙上に問題点を整理した(図3)。三つの班から出された意見をまとめると、総計10種類の問題グループに分類できる。例えば、生産現場(例：トレイサビリティシステム上の問題)、消費者(例：対話ができている、ゼロリスクを求めている)などのステークホルダー別(消費者などの関係者)と、負担増(例：検査の効率化、職員に不満が蓄積している)などの問題別によるグループ化である。

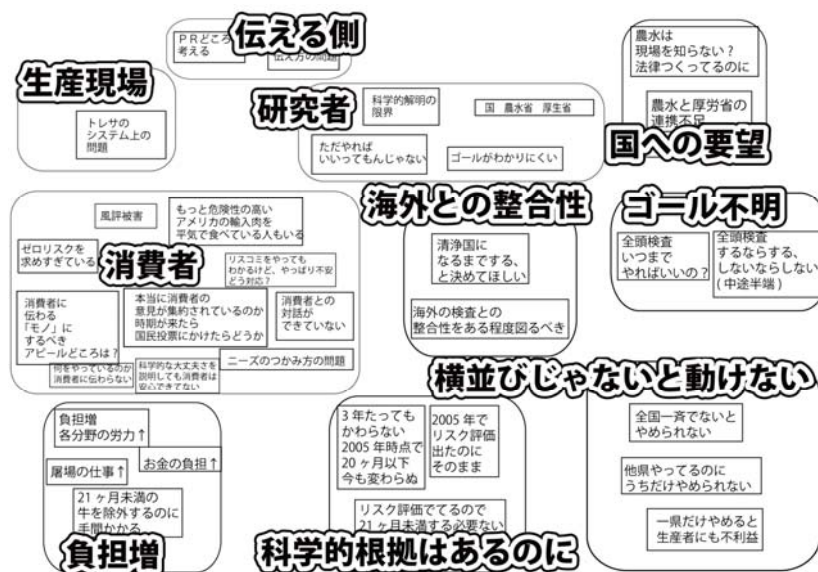


図3：3つの班から出された全頭検査の問題点とそのグループ化

上記の問題グループのうち、ゴール不明、消費者、および、負担増が選択され、班ごとに解決策について話し合った。「サーベイランスのゴールと清浄化までのロードマップ」、「消費を落とさず無駄をいかにやめるか」、そして、「消費者に納得してもらい全頭検査をやめるには」というテーマで解決策が提案された。

4) ふりかえり

ふりかえりおよびアンケートによって、「ここで情報を得られたのはとても良い機会になった。BSEについてここまで人と話したこともなかった」、「他人の意見、考えの根拠に耳を傾ける大切さが実感できた。性差・年齢など様々な要因が判断の根底にあることに気づいた。対話と会話の違いを知ることで今後うまく話し合いを発展させられる気がした」、「人が集まり意見を述べあうと様々な意見が出て1つにまとめるのは難しい。職場等では上の人間の意見が最終的な意見となることが多いが、他の意見をしっかり聞き、自分の意見をしっかり述べ、納得した上でまとめていくことが重要。自分も含め他の人が、周りの意見を聞き、自分の意見を変えていく過程を見るのが楽しかった」などの意見を得た。

考察

本稿では、ワークショップの疫学研究への応用事例を紹介した。参加者数は14名と多くはなかったが、九州、四国、関西や関東地域など広い地域を代表していた。よって、このワークショップで出された意見や提案は、一部の地域の問題に偏ることなく、サーベイランスに関わる人々の意見を反映していると考えられる。

対話に関する人間関係トレーニングを受けた効果によって、「攻撃に代わるスキル」が向上し

ていた。つまり、相手のことを受け入れながら、自分の意見も主張もしていくという態度である。具体的には、「気まずいことがあった相手と上手に和解できる」という対処方法が少しでも学べたということであろうか（菊池、2007）。また、終了後の感想から、参加者が相手を受け入れようと努力した姿勢がうかがえた。

関係者から意見を聴いて、サーベイランスの質を向上させることの意義は大きい。そのためには、関係者を対象としたワークショップが情報収集方法として役に立つ。疫学研究の事例としては、獣医分野では、Gunn ら（2008）が、生産者にはワークショップに類似するフォーカスグループ会議、獣医師には郵便を使いアンケート調査、また、関係する企業には電話でインタビューをして、バイオセキュリティ改善のために関係者が新しい仕組みを容認するかどうかを判断するための基礎情報を収集している。ワークショップによりコミュニティーの主体性を高め、それが衛生知識の普及を育んだという事例もある（Leung et al, 2004）。途上国の事例には、ワークショップと参加型農村調査方法を組み合わせた横断的な家畜疾病調査（Catley et al, 2002a; 2002b; ;2005）や、発生を報告するシステムに農民や住民を積極的に取り込んだトリインフルエンザ・サーベイランス事業がある（ILRI, 2008）。

ワークショップ開催前には、実施計画をできるだけ詳細に作ることが重要である。ワークショップで実施するプログラムを具体的に記述した本などをもとに、目的にあったプログラムを選抜し、時間配分を考えながら全体のプログラムを作っていく。詳細な事前計画をつくっても実際に始めると当初の意図した方向とは違う進行になることも多々あるが、その際は場の流れにまかせる。しかし、場をホールドすることは絶えず念頭に置いて進行する。場をホールドするとは、会場が盛り上がり過ぎて発言が多く出ても、決して雑談にならず、話題が二転三転せず、会場のあちらこちらで話しが始まってしまうこともなく、全体をひとつにまとめつつ、会の流れを維持することをいう。さらに、その日のゴールを忘れないようにし、場の流れに乗りつつも、ゴールを見据えた進行を心がける。またミニ講習会は主催者側が伝えたいことを伝える方法としては有効に機能した。知識の移転も行いつつ、参加者の意見を聴取し参加者自身が主体的に考える方法としてワークショップは優れていると考える。

今回のワークショップでは、現場の獣医師でしかわからない、「と場における年齢確認の難しさ」「検出限界」「検査にかかる実際の時間や労力の無駄」などが述べられた。従来のリスクコミュニケーションの方法では、アンケートを使って意見を聴くだけというものが多く、この場合、参加者相互のやり取りなどの両方向での情報交換がない。一方ワークショップでは、意見交換や対話など参加者が互いに学び合い理解しあうというプロセスがある。よって、リスクコミュニケーションをワークショップ形式で実施した場合は、ワークショップ終了後、参加者が各自の意見を認め合いながら最終的な合意に到達でき、その後の活動がゴールを目指して推進できるようになるという点で大きな違いが生ずる。また、ワークショップでは、問題点を改善する方法も生み出せるという長所がある。問題をそのまま放置するのではなく、関係者で解決策を見つけ出すという主体的な発想を促すという点でワークショップは優れている。

サーベイランス計画基準 (USDA, 2006) には、フィールドで症例を発見・報告すること、また、BSE 検査を担当する獣医師からも情報を聴取することが重要であると記述されている。このことを踏まえて今回のワークショップ開催となった。国内で実施されている BSE サーベイランスを評価するためには、まず、サーベイランスの目的が何なのかを明確にする必要がある。参加者からも出されていたように、ゴールをしっかりと決めて、どのような戦略で進めていくのか、リスク管理機関が徹底した情報公開に務めることが重要である。清浄国につながるゴールを明確にし、それを消費者にきちんと説明し、全頭検査からリスクの高い集団のみの検査へ移行していく必要性が、今回のワークショップにおいて、参加者である現場で働く獣医師から提案された。

Zwaneberg と Millstone (2005) によれば、BSE の悲劇は、時代背景（社会）と科学が混ざりこんだことから始まり、科学に偏った情報をたよりに、公衆の意見を聴かず、間違った政策を提案したという失敗例であるという。不完全な知識しかないことを認めず、情報を一箇所で所有し、多くの関係者の関与を許さなかったことが、公衆の反発の原因となった。「公衆が注目する科学」にしていくためには、できるだけ科学的であり、かつ、民主的でもある方法を用いることが推奨されている。たとえば、村上 (2005) は、安全と安心の乖離を予防するためには、様々な分野の関係者からの意見を求めることが重要であると述べている。社会における意思決定において、科学的合理性だけが材料になるわけではなく、参加型技術評価など協働作業によるリスク評価が、最終的には安全と安心をひとつのものとすると考えられる。

本稿では、BSE サーベイランス実施体制の一員である現場獣医師から、現場での問題点や改善方法に関する意見やアイデアを入手することを目的として実施したワークショップを紹介した。具体的には、その実施方法、プログラム内容とワークショップの成果である現場での問題や解決策を報告した。疫学の最終目的は、公衆・家畜衛生の現場での問題の発見と解決策の提案である。ワークショップが多くの場面で活用されるようになれば、疫学研究は「現場での問題解決」を効果的に遂行させる有効な手段となる。

引用文献

Catley, A. et al. : Participatory analysis of seasonal incidences of disease of cattle, disease vectors and rainfall in southern Sudan. *Prev. Vet. Med.*, 53(4), 275-284, 2002a.

Catley, A. et al. : Participatory investigations of bovine trypanosomiasis in Tana River District, Kenya. *Med. And Vet. Entomology*, 16, 55-66, 2002b.

Catley, A. : The use of participatory appraisal by veterinarians in Africa. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 19(3), 702-714, 2005.

Gunn, G. J. et al.: Measuring and comparing constraints to improved biosecurity amongst GB farmers, veterinarians and the auxiliary industries. Prev. Vet. Med., 84, 310-323, 2008.

ILRI: Operational Research in Indonesia for More effective Control of Highly Pathogenic Avian Influenza, Draft Research Plan, Period covered September 2007 - August 2008 (unpublished document).

株式会社ヒューマンバリュー、<http://www.humanvalue.co.jp/> (2009年3月現在)、2007.

川喜多二郎：発想法-創造性開発のために、中央公論者、東京、1979.

菊池章夫 編著者：社会的スキルを測る：KiSS-18 ハンドブック、川島書店、東京、2007.

Leung, M. W., Yen, I. H. and Minkler, M.: Community-based participatory research: a promising approach for increasing epidemiology's relevance in the 21st century. Int. J. of Epidemiology, 33, 499-506, 2004.

Lynn, T. et al.: An evaluation of scrapie surveillance in the United States. Prev. Vet. Med., 81, 70-79, 2007.

村上陽一郎：安全と安心の科学, 199-202, 集英社, 東京, 2005.

中野民夫：ワークショップ-新しい学びと創造の場-, 岩波書店、東京、2001.

プロジェクト PLA 編：続入門社会開発-PLA：住民主体の学習と行動による開発、国際開発ジャーナル社、東京、2002.

USDA: Surveillance and Data Standards for USDA/APHIS/Veterinary Services, available at :http://www.aphis.usda.gov/vs/nahss/docs/surveillance_Standards_v1.0.pdf 2006 (accessed June 2008).

Van Zwaneberg, P. and Millstone, E.: BSE: risk, science, and governance, Oxford University Press, Oxford, 2005.

Ⅲ-2 リスク量にもとづくサンプリング方法

サーベイランス計画を立てる際の重要項目のひとつが、サンプリング計画である。具体的には、どの場所から、何歳の家畜を、何頭サンプルすればよいか、サンプル数も含めて、詳しい計画をたてることである。第1章のリスク評価結果より、北海道内でサーベイランスを強化すべき地域が推定された（第1章、22ページ、図4のバリオグラム）。また、量的リスク評価研究においても、規制が徹底していなかった2004年以前に生まれた牛に焦点を合わせてサーベイランスを行うべきであるという提案もした。つまり、リスク要因として、地域（要因1）と年齢（要因2）を考慮すれば、リスク量にもとづくサンプリング方法が設計できる。さらに、日本ではサーベイランスは2ストリーム（要因3：死亡と健康牛）であるので、この第3の要因も取り込んで、リスク量にもとづく、8つのサンプリング方法（シナリオ）を考案した。下記の表中のAからDのシナリオは、リスクの高い地域（＝BSE発生数が多いが、伝播に関連する要因が明確に説明できていない地域；リスクの暴露量が多かった地域とも言い換えられる）における年齢別の検査頭数、EからHは全域での年齢別の検査頭数であるが、死亡牛検査は継続するという条件で、リスクの高低に関わらず検査頭数に含めた。この研究期間内では、経済的分析が実施できなかったのも、「効率的」という意味は、サンプル数の相対的比較（つまり、サンプル数が少ないほうが、時間がかからず、経済的にも安価）として表現した。

表 リスク要因1～3にもとづく、サンプリング方法に関する8つのシナリオ（A～H）

地域（上記の図4）	臨床症状（ストリーム）	検査対象の年齢	検査数（北海道、2008年度）＊	シナリオ別の検査頭数（相対比率：Dの最小数を分母とし比率を計算）
リスクが高い地域	死亡	≧2歳	13790	常に検査対象とする
	健康	全頭	81694	A. 116168(2.4)＊＊
		>2歳	43985	B. 78459(1.6)＊＊
		>3歳	32571	C. 67045(1.4)＊＊
		>7歳	13290	D. 47764（最小数、1）＊＊
北海道全域	死亡	≧2歳	34474	常に検査対象とする
	健康	全頭	238708	E. 検査数と同じ（5.0）
		>2歳	144436	F. 同上（3.0）
		>3歳	115902	G. 同上（2.4）
		>7歳	67699	H. 同上（1.4）

＊家畜改良センターより入手；＊＊ A～D：リスクの高い地域での検査頭数＋全域での死亡頭数

検査頭数が一番少なくなるシナリオは、リスクの高い地域で、MBM完全使用禁止となった2001年10月以前に生れた7歳以上の牛を対象とする、シナリオDである（黄色、47764＝34474＋13290）。このシナリオが、経済的には一番効率の高い方法である。シナリオDの検査数を分母として、他のシナリオによる総検査頭数との比率を計算し、カッコ内に記載した。現状の検査体制（全頭検査）は、シナリオEであり、検査頭数は約5倍である。よって、費用についても5倍の支出となっている。この段階で7歳以上の牛の検査だけでよいかという議論は、まだ、日本国内ではなされていない。しかし、諸外国では、暴露リスクが少ない動物を検査対象外とし、検査対象年齢を徐々に上げている傾向にある。

また、上記のリスク別による検査を実施するためには、個体識別番号（トレーサビリティ）の正確さが鍵となる。次に、この仕組みが現在、機能しているかどうか、疾病で淘汰された家畜の個体識別番号を対象に追跡調査を行った（約100頭）。北海道全域をくまなく調査したわけではないが、この結果によると、北海道内における個体識別番号のシステムは機能していると考えられる。

Ⅲ-3 効果的サーベイランス方法

獣医師によるサーベイランス評価（Ⅲ-1）、および、リスク量にもとづくサンプリング方法（Ⅲ-2）について述べた。以上の内容も含めた、効果的サーベイランス方法（下記の図）を提案したい。この方法では、管理措置の効果をモニタリングする仕組みと、これまでのサーベイランスの仕組みを融合させ、清浄化へ向けての体制を構築することが目的である。

Ⅲ-1 およびⅢ-2 の結果から、サーベイランスに従事する現場の獣医師でしかわからない「と場における年齢確認の難しさ」、「検出限界」、「検査にかかる実際の時間や労力の無駄」などの問題点、そして、リスク量にもとづくさまざまなシナリオによるサンプル数が、サーベイランスの効果に影響することがわかった。以上のことより、2005年に食品安全委員会が実施したリスク評価の結果をふまえた「検査頭数の縮小」から実行していくことが、効果的なサーベイランス実現の第一歩であるとする。北海道では個体識別番号の仕組みも機能しているので、現場の職員のアイデアを取り入れながら、と場での家畜の仕分けが確実に実施できれば、現状のサーベイランスをより効果的、効率的な方法へと改善できるであろう。

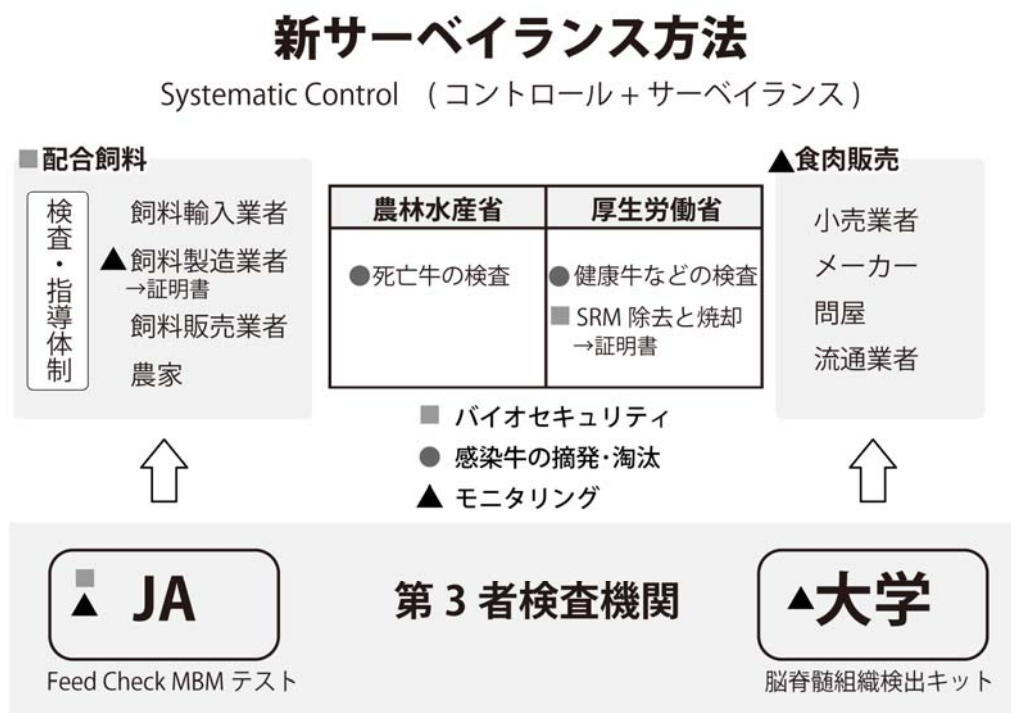


図 新サーベイランス方法：従来のサーベイランスに、販売されている食肉と配合飼料の検査を第三者機関が実施する仕組みを追加。

ここまでは、疫学や経済学など、量的な概念での効果について述べてきた。次に、消費者の信頼度を増すなど質的な効果についても議論したい。従来のサーベイランスに追加すべき事項として提案する管理措置のモニタリングは、牛のウイルス性下痢症のサーベイランスで応用され、家畜疾病

コントロールの最終段階である「清浄化」を実現する方法として有効であることが実証されている。北海道における効果的サーベイランス方法の開発という課題への回答というだけではなく、BSE 清浄化へ向けての国全体の取り組みとしても提案する。

具体的には、第三者検査機関として大学と JA を指定し、大学は、市販されている食肉に付着している SRM である脳脊髄組織を、JA では飼料中の MBM 検査を、ともに、第Ⅳ章で述べる簡易テストを使い実施する。通常の、国や都道府県などが担当している検査だけではなく、農家へ販売されている飼料を JA が自発的に検査することで、飼料の安全性を国民へ知らせ、信頼性を高めることが可能となる。食肉についても同様な効果が期待できるであろう。

最後の章で述べるように、過去のデータを厳密に調査していく方法も清浄化を証明する手段であるが、現在・未来の時系列も視野に入れながら、サーベイランスだけではなく、管理措置の効果を測るための総合的なモニタリングを継続していくことにより、本当の「食の安全・安心」を達成することができると思う。

IV 新サーベイランス方法に有効な簡易テストの有効性試験<分析法の確認>

IV-1 簡易飼料汚染検査方法 (FeedChek MBM) の有効性試験

(高橋潤一：分担)

はじめに

牛海綿状脳症 (BSE) は 1987 年以降英国で発現した疾病で、この疾病の蔓延は BSE あるいはスクレピーに感染した反芻家畜の屠体のリサイクル処理過程で感染性プリオン (PrP^{Sc}) に汚染した肉及び肉骨粉を牛に給与したことが原因であると思われる。肉骨粉 (MBM) はタンパク質、カルシウム及びビタミンに富んだ、栄養学的に極めて効果の高い飼料原料であり、賦存量が大量にあること、低コストのリサイクル製品であることからしばしば家畜飼料のサプリメントとして利用されてきた経緯がある。英国に端を発する BSE は PrP^{Sc} に汚染された MBM の輸入国へ拡大する結果となり、MBM のような牛の組織の混入した飼料あるいは肥料の利用が禁止された。

MBM 中の PrP^{Sc} の濃度は極めて低いため、その検知には高感度のアッセイ法の開発が必要であることは論を待たないが、第一義的に BSE の原因と考えられる流通飼料中の MBM 汚染を防ぐことが重要課題である。わが国において牛以外の家畜向け飼料には肉骨粉 (豚・鶏由来成分に限る) の使用は認められているが、2001 年 10 月より肉骨粉 (牛由来) を含有する家畜飼料・肥料の製造・販売が法律で禁止された (飼料安全法)。しかし、MBM 流通の禁止以降も BSE の発症が報告され、製造・流通・保管段階で肉骨粉が混入した事例、また不適切な使用により牛に給与された事例が報じられている。したがって、流通飼料の MBM 汚染の迅速かつ簡便な方法の確立が必要である。FeedChek (米国 SDI 社製) は酪農現場で、飼料中に肉骨粉があるか否かを迅速に判定できる簡便な調査法である。

本調査は FeedChek を使用して、北海道内で使用されている飼料の肉骨粉混入の判定を明らかにする目的で有効性試験を行うと共に、FeedChek 法の判定精度の検定試験を実施した。また FeedChek 法の判定試験について酪農家に公開し、BSE サーベイランス手法に追加すべき新テスト手法として有効であるかどうかを判断するための材料として、聞き取り調査を行った。

方法と材料

1. FeedChek 法による乳牛用飼料の肉骨粉混入判定試験

本調査は、現在北海道内で一般酪農家に供給されている主な乳牛配合飼料を無作為に採取し肉骨粉汚染の有無を FeedChek 法により定性的検査することを目的とした。

1) サンプル検体の収集

以下の道内 4 地区 (十勝、釧路、根室、網走・紋別) において牛用飼料を採取した。

2) 分析方法

試料の分析は FeedChek TM for MBM キット (Strategic Diagnostics Inc 製、米国) を使用した。

試験手順は以下の通りである。

- ① Extraction Buffer を 30ml カップに入れる、
- ② 試料を付属のスプーンで 1 杯 (約 3g) 加える
- ③ 試料を砕きながらよく攪拌する
- ④ Test Strip の先端を浸し 10 分間置く

⑤ Test Strip を取り出す。5 分後結果を見る。

2. 感応試験

感応検査には陰性と判定された配合飼料に北海道中札内のレンダリング工場で製造された肉骨粉を加え実施した。乳由来のたんぱく質への反応を確認するために、市販脱脂粉乳（タンパク質含量約 6%）を使用した。また、飼料に肉骨粉を混入し検出の精度を確認した。飼料中に均一に混入されるように、飼料をミルで 1mm メッシュのふるいを通るまで粉砕した後に肉骨粉を混ぜ、さらにブレンダーで十分に攪拌した後、FeedChek にて検出できるかを調査した。

写真 1 には粉砕した検体飼料を示した。

写真 2 にはブレンダーを用い、さらに微粉末にした飼料を示す。

写真 3 には FeedChek の判定結果を示す。



写真 1. 粉砕した飼料



写真 2. ブレンダー



写真 3：判定結果

上より

陰性

陽性

陽性（1.0%以上）

3. 現場での聞き取り調査

釧路管内の酪農家に出向き現場で肉骨粉を混入した飼料と混入していない飼料を用い FeedChek 法を実施し、聞き取り調査を実施した（写真 4）。



写真 4 聞き取り調査

釧路市阿寒町や川西農協管内の酪農家に集まっていただき、実際に FeedChek 法にて肉骨粉試験を見てもらい意見、感想を聴取した。

結果

どのサンプルからも肉骨粉は検出できなかった。感応試験の結果では、敏感度は、55%と低い、特異度は 100%であった。また、脱脂粉乳ではバンドの出現は無かった。重量比 0.15%添加で一番目のバンドが、重量比 1.0%添加で二番目のバンドが出現した。

表 1. 感応試験結果

肉骨粉混入率 (%)	試験数	結果		
		陰性	陽性	陽性 (1.0%以上)
0.00	2	2		
0.09	5	3	2	
0.10	25	5	20	
0.11	10	1	9	
0.12	10	0	10	
1.00	2		1	1
Total	54	11	42	1

表 1 に示すように、混入率 0.10%で 80%、混入率 0.11%で 90%の精度で肉骨粉の混入を判定できた。100g の飼料に対し肉骨粉 0.1g をブレンダーで攪拌し試料全体に満遍なく肉骨粉が混ざるように調整しているが、1 試験に使う試料は 3g と少量であり肉骨粉が偏在している可能性もある。

FeedChek 法にて肉骨粉試験試験方法のデモンストレーションでは、全工程で 15 分間と短く、またバッファーにさじで飼料入れ砕くだけと特別な技術も必要としないので負担になる作業ではない、肉骨粉が混入していた際のバンドの出方が薄く判別にはある程度熟練を要するのではないかと、他の作業の合間に試験して長い時間入れた場合はどうなるかなどの意見が出された。さらに、さまざまな分野での偽装表示が発覚しており、こういった試験をやることは良い、自分の使用している飼料が安全なものだとい

う安心感は得られる、個々の酪農家が単独でやるかといえば考えてしまうという意見や、JA や道が地域ごとに取りまとめてやるのであれば PR 効果や飼料メーカーに対してのアピールになる、農場に配達されてから調べるのではなく、ホクレンなどの生産工場から各農家から配達される時に飼料はチェックされるべきであるというアイデアも出された。具体的には、新しいロットができるたびに、工場から農協へサンプル（1 リットルくらい）を提出し、陽性コントロールも必要であろうから、大学で一括してテストをすることがよい、キットの値段が高いが（これは人件費も含めて）農協中央会などから資金援助を受けるなどの提案もあった。また、陽性とか擬陽性のサンプルは、北海道庁の試験機関にて再検査するなどの仕組みを構築しておくといよいなどの意見が出された。

まとめ（有効性）

BSE 発生予防の観点から、BSE の原因要因と考えられる PrPSc に汚染した肉骨粉の配合飼料中への混入の有無を迅速に簡易に判定することが、第一義的に重要な課題である。本調査で用いた FeedChek 法はこの点で、迅速で簡便な方法であり、本調査結果から、スクリーニングの意味では実際の酪農現場（JA か大学でテストは実施）で導入可能な方法であろう。よって、第三者機関として家畜飼料のモニタリングには、有効な方法だと考える。しかし、BSE 発症に至らしめる PrPSc 濃度は微量であることから、確定検査には本試験とさらに次の段階での高精度な検査方法を組み合わせた方法が、合理的で有効な方法であろう。

IV-2 脳脊髄組織検出キットの有効性試験

(関川三男：分担)

現状のサーベイランスでは、と殺された、あるいは、死亡した牛のサンプルを検査し BSE 陽性牛の有病率を推定している。感染牛の排除という意義もあるが、感染牛の内、2 割ほどしか検査で見つけることができない（30 ヶ月齢の若い牛では、検査で確認できるプリオンの蓄積量が少ないため）。よって、SRM の除去や洗浄が徹底的に行われているかをモニタリングすることで、ヒトへのリスクを定量化し、リスク低減の効果を推定することが可能となる。そこで、販売されている食肉に付着する脳脊髄組織の有無を、洗浄試験にも活用してきた ELISA キットを使い検査した。同時に、トレイサビリティの正確さについても調査した。帯広市内で販売されている牛肉、62 サンプルを購入した（表 1）。

脳脊髄組織検出キット：中枢神経組織の定性・定量は、脳・脊髄に特異的に存在し、他の組織にはほとんど存在しないグリア線維細胞酸性タンパク質を指標とする酵素免疫測定法（ELISA）によった（HRP 標識抗 GFAP 抗体，RIDASCREEN Risk Material，r-biopharm）。市販の食肉および食肉製品への脳組織混入の有無を調査するために、大腦を凍結乾燥した粉末でその有効性を分析した。その結果、検出限界は湿重量比（換算値）0.025%で、敏感度は 92%、特異度は 100%であった。挽肉と脊髄材料では検出限界に違いがあった。サンプル数を増やし検出精度の検定を継続する。このキットは特定危険部位の完全な除去を行うための枝肉の洗浄テストの有効性を調査するスクリーニング方法として使用されており、市販されている食肉に付着する脳脊髄組織の有無を検査することが可能である。テスト方法は簡易であるが、消費者だけでは検査することは不可能である。よって、器具、機材のある大学において、ある程度の経験をもつ研究補助者を雇用することで、消費者参加型のモニタリングが可能となる。また、洗浄試験の結果、乳酸の使用が有効であるとの結果も得た（論文 2 編）。

個体認識番号入りのファイルにある集計では、便宜上、出生、生育 1、生育 2、と畜、解体、販売という順番にした。表記を統一するために、生育が 1 箇所だけの個体では、生育 1 および育成 2 を同一地名で表した（表 2）。地域を識別するために、地域が属する支庁名、および、北海道外では県名とした。不明となっているのは、所属する支庁が不明だが北海道ということが分かっているサンプルであり、北海道と表記した。集計した結果から、個体認識番号を有していた検体 35 検体のうち、道内で出生している個体（22 検体）の大部分が、生育 2 までに十勝支庁内へ移動し、と畜解体（20 検体）されて、帯広市内で販売されていた（表 2）。帯広市内で販売されている食肉の 6 割は、十勝支庁内で生れ、7 割が生育と殺され、販売されていることが判明した。さらに、検体のラベル表示についても個体認識番号から分かる情報と差異がなく、トレイサビリティが機能し、情報が適正に記録されていることを確認した（表 2）。

このキットの有効性であるが、敏感度も特異度も高いので、サーベイランスの一環に組み込む価値はあると考える。スーパーや小売店で定期的にサンプルを採取し、それを大学のホームページに掲載するなど、一般の消費者に情報を開示することも、「食の安全」「BSE 清浄化」へ向けたサーベイランス体制に関しての信頼性を高める上で役に立つであろう。

表1 サンプルとして購入した食肉、生体時の品種・個体識別番号と検査結果

番号	商品名	個体識別番号	加工年月日	加工元	Abs.	Positive level
1	十勝産牛肩ロース切り落とし	0200690179	08.12.4	A店	0.096	0.164
2	十勝産牛ロースうすぎり	0538604039	08.12.3	A店	0.09	0.164
3	十勝産牛ばらしゃぶしゃぶ用	0281807978	08.12.2	A店	0.126	0.164
4	十勝牛カルビ焼	0200752679	08.12.3	A店	0.108	0.164
5	十勝牛ヒレステーキ	0232110706	08.12.2	A店	0.094	0.164
6	十勝産牛すじ煮込み用	なし	08.12.4	A店	0.133	0.164
7	黒毛和牛小間切れ	1220844177	20.12.3	B店	0.093	0.164
8	国産牛切り落とし(モモ)	0281707315	20.12.4	B店	0.112	0.164
9	国産牛スネ	0236410161	20.12.4	B店	0.096	0.164
10	黒毛和牛サーロインステーキ用	1118284061	08.12.4	C店	0.135	0.164
11	牛モモステーキ用	0827465822	20.12.4	D店	0.144	0.164
12	牛カタうすぎり	0827465884	20.12.3	D店	0.096	0.164
13	牛カタロース	0827605778	20.12.4	D店	0.09	0.164
14	国産牛肉ばらカルビ焼用	1215531600	08.12.6(消費期限)	E店	0.083	0.164
15	国産牛肉ロースステーキ用	1241329714	08.12.6(消費期限)	E店	0.09	0.164
16	国産牛肉ばらしゃぶしゃぶ用	1241252579	08.12.6(消費期限)	E店	0.089	0.164
17	牛モモ焼肉用	0827501223	20.12.3	D店	0.112	0.164
18	国産牛ロースうす切り	0202322542	20.12.4	B店	0.12	0.164
19	牛ロースステーキ(N産)	なし	20.12.3	B店	0.112	0.164
20	黒毛和牛モモステーキ用	0202533504	20.12.3	B店	0.095	0.164
21	十勝産若牛ももしゃぶしゃぶ用	0122010024	08.12.3	C店	0.099	0.262
22	黒毛和牛ももしゃぶしゃぶ用	1220955958	08.12.3	C店	0.124	0.262
23	黒毛和牛肩ロースすきやき用	1118312429	08.12.4	C店	0.126	0.262
24	十勝牛でつった!ビーフハンバーグ	なし	08.12.7(消費期限)	A店	0.127	0.262
25	十勝牛でつった!ビーフハンバーグ	なし	08.12.7(消費期限)	A店	0.159	0.262
26	牛すじ(A産)	なし	20.12.4	C店	0.12	0.262
27	生ラム肩バラ焼肉用(A産)	なし	08.12.4	D店	0.158	0.262
28	牛モモブロック(A産)	なし	20.12.4	C店	0.145	0.262
29	国産牛肉かたスライス	1240956348	08.12.7(消費期限)	E店	0.175	0.262
30	国産牛肉カレー・シチュー用	0830162343	08.12.5(消費期限)	E店	0.146	0.262
31	牛サーロインステーキ用(A産)	なし	08.12.3	C店	0.16	0.262
32	十勝産若牛スネシチュー用	0365105624	08.12.4	C店	0.154	0.262
33	牛挽肉(国産)	なし	08.12.4	C店	0.163	0.262
34	国産牛ミンチ	なし	08.12.5	F店	0.162	0.262
35	国産牛ミンチ	なし	08.12.5	F店	0.152	0.262
36	国産牛肉(切り落とし)	0232109984	20.12.5	G店	0.172	0.262
37	牛肉ステーキ(A産)	なし	20.12.5	G店	0.191	0.262
38	国産牛肉サーロインステーキ用	1236895934	20.12.5	G店	0.168	0.262
39	牛サーロインステーキ用(A産)	1077639315	20.12.5	H店	0.136	0.262
40	オーストラリア産輸入牛モモブロック	なし	20.12.5	H店	0.156	0.262
41	U産輸入牛肩ロースジャンボステーキ	なし	20.12.5	H店	0.109	0.184
42	牛肉切り落とし(バラ)(A産)	なし	20.12.8	I店	0.117	0.184
43	牛サガリ焼肉(内臓肉)(A産)	なし	20.12.8	I店	0.116	0.184
44	国産牛肩ロースしゃぶしゃぶ用(交雑牛)	1205450508	20.12.7	I店	0.098	0.184
45	国産和牛小間切れ	なし	20.12.8	I店	0.124	0.184
46	国産和牛バラカルビ焼肉用	1230561729	20.12.8	I店	0.109	0.184
47	国産和牛バラカルビ焼肉用	1230561729	20.12.6	I店	0.133	0.184
48	道内産十勝和牛手切焼肉用(モモ)	1218375294	08.12.10(消費期限)	J店	0.132	0.184
49	国産牛サーロインステーキ	0158202325	08.12.10(消費期限)	J店	0.127	0.184
50	国産牛スネ煮込み用	なし	08.12.11(消費期限)	J店	0.12	0.184
51	道内産十勝和牛サーロインステーキ	1218375294	08.12.10(消費期限)	J店	0.122	0.184
52	あべどり	なし	10.08.06(賞味期限)	K店	0.143	0.184
53	若どりモモ肉角切り(B産)	なし	20.12.10	D店	0.17	0.184
54	牛すじ(煮込み用)(H産)	なし	20.12.10	D店	0.152	0.184
55	牛すじ(煮込み用)(A産)	なし	20.12.10	D店	0.146	0.184
56	若どりモモ肉(H産)	なし	20.12.10	D店	0.145	0.184
57	生ラムスライス(A産)	なし	20.12.10	D店	0.184	0.184
58	牛サガリ焼肉用(H産)	なし	20.12.10	D店	0.112	0.184
59	牛バラうすぎり	0827570274	20.12.9	D店	0.127	0.184
60	牛ロースうすぎり	0827515725	20.12.12	D店	0.09	0.184
61	牛モモ(シャブシャブ用)(A産)	なし	20.12.10	D店	0.177	0.184
62	牛モモステーキ用(A産)	なし	20.12.10	D店	0.162	0.184

表2 サンプルとして購入した食肉と生体時の生産地、飼育、および、と殺された地域名

	都道府県	支庁	例数
出生	北海道	十勝支庁	7
	北海道	根室支庁	3
	北海道	日高支庁	2
	北海道	網走支庁	2
	北海道	上川支庁	1
	北海道	釧路支庁	1
	北海道	不明	6
	岩手県		3
	宮城県		2
	岡山県		2
	オーストラリア		6
小計			35
生育1	北海道	十勝支庁	15
	北海道	上川支庁	4
	北海道	日高支庁	1
	北海道	網走支庁	1
	北海道	不明	3
	宮崎県		6
	宮城県		2
	栃木県		2
	岩手県		1
小計			35
生育2	北海道	十勝支庁	20
	北海道	網走支庁	2
	北海道	胆振支庁	1
	北海道	日高支庁	1
	北海道	不明	1
	宮崎県		6
	宮城県		2
	岩手県		2
小計			35
と畜	北海道	十勝支庁	20
	北海道	胆振支庁	3
	北海道	網走支庁	2
	宮崎県		6
	宮城県		2
	栃木県		2
小計			35
販売	北海道	十勝支庁	35
検査	北海道	十勝支庁	35

IV-3 迅速で簡易な検査方法（ストリップテスト）の有効性試験 （今井邦俊：分担）

はじめに

牛海綿状脳症(BSE)は1987年に初めて英国で発生した疾病で、この疾病の原因や発生源は明確に証明されていないが、BSEあるいはスクレピーを発症した反芻家畜の屠体のリサイクル処理過程で感染性プリオン(PrP^{Sc})に汚染した肉及び肉骨粉を牛に給与したことが原因であると考えられている。特に、特定危険部位と呼ばれる中枢神経、回腸遠位部、扁桃、眼に多くのPrP^{Sc}が蓄積される。牛におけるこの疾病が問題視されたのは、若年層に発生した変異型クロイツフェルト・ヤコブ病(vCJD)との関連が指摘されたことによる。人もPrP^{Sc}に汚染した肉製品の摂取により発症すると考えられている(1, 2)。

我が国の初めてのBSE牛の確認例は、2001年9月に千葉県において認められた。それ以降、我が国では全ての食肉用牛のELISAによるBSEスクリーニング検査が行われてきた。検査頭数は全国では120万頭台、北海道ではおよそ20万頭台で推移している。平成20年8月以降、BSEの自主検査に対する国の助成は打ち切りとなったが、北海道では自主的なBSE検査が継続されている。

我が国で使用されているBSEスクリーニング検査は、全てELISA法である。ELISA法は、感度が高く、多数の検体を検査することが可能である。一方、非特異的反応が出やすいこと、反応手順が比較的煩雑であること、結果を得るまでに比較的時間がかかるなどの欠点を有している。

今回、我々は、既存のELISA法に比較し、反応手順が少なく、反応時間が短いことからEUにおいて広く使用されているスイスPrionics社のCheck PrioSTRIPを入手し、現在我が国で使用されているELISA法（富士レビオ社のフレライザBSE、BioRad社のテセーBSEのBSE検査キット）との性能を比較した。

材料と方法

1. BSE検査キット

スイスPrionics社のCheck PrioSTRIP（日本未承認）、富士レビオ社のフレライザBSE、BioRad社のテセーBSEの3キットを用いた。反応は、夫々のキットの使用説明書に従って行った。各キットの結果がでるまでの時間、反応ステップの回数、検出感度、特異性などを比較した。

2. BSE陽性牛脳乳剤

スイスのBSEリファレンスラボ(NeuroCenter, National Reference Laboratory for Transmissible Spongiform Encephalopathies in Animals)から、3検体(A, B, C)のBSE陽性牛脳乳剤(50%、但し、脳延髄門部位を含んでいない)を購入した。乳剤作製には純水が使用されている。EUのEuropean Food Safety Authorityが新たに申請されたBSE検査キットを、既存のキットとの比較において評価する場合は、牛脳乳剤の作製に純水を用いることになっているので、これに準じて牛脳乳剤が作製された。

3. BSE陰性牛脳

2004年～2007年にかけて、帯広畜産大学において病性鑑定された牛の脳延髄門部位を用いた。北海道十勝支庁管内82頭、石狩支庁管内3頭、釧路支庁管内1頭、根室支庁管内1頭の合計87頭（ホルスタイン86頭、黒毛和種1頭）、牛の年齢は、一頭を除

き 2～11 歳齢の範囲にあった。

結果とまとめ

各検査キットの特異性は、帯広畜産大学において病性鑑定に供された病牛から採材された 87 頭の牛脳延髄門部位を用いて検討した。その結果、フレライザ BSE 及び Check PrioSTRIP とともに全例陰性を示した。尚、BioRad 社のテセーBSE については、門部位が延髄両側にしかないために、検討出来なかった。

BSE 陽性牛脳乳剤 (A, B, C) を 50 倍から 2 倍階段希釈し、フレライザ BSE、Check PrioSTRIP およびテセーBSE の検出感度の検討を行ったところ、テセーBSE は、全サンプルで陰性を示した (表 1)。

表 1. BSE 陽性牛脳乳剤を用いた各検査キットの検出感度の比較-1

BSE 乳剤	50～200 倍希釈 BSE 乳剤における BSE プリオン検出 (希釈倍率)		
	フレライザ BSE	Check PrioSTRIP,	テセーBSE
A	＋ (1/50)	＋ (1/50)	－ (<1/50)
B	＋ (1/100)	＋ (1/50)	－ (<1/50)
C	－ (<1/50)	－ (<1/50)	－ (<1/50)

フレライザ BSE は、サンプル A, B の 1/50、1/100 倍希釈サンプルでそれぞれ陽性を示したが、サンプル C は陰性であった。同様に Check PrioSTRIP でもサンプル A, B で 1/50 倍希釈サンプルで陽性を示したが、サンプル C は陰性であった。

次に、陰性を示したサンプルについて、未希釈、1/10、1/20、1/30、1/40 倍希釈を行って検出感度を検討した (表 2)。

表 2. BSE 陽性牛脳乳剤を用いた各検査キットの検出感度の比較-2

BSE 乳剤	未希釈～40 倍希釈 BSE 乳剤における BSE プリオン検出 (希釈倍率)		
	フレライザ BSE	Check PrioSTRIP,	テセーBSE
A	未試験	未試験	＋ (1/10)
B	未試験	未試験	＋ (1/10)
C	＋ (1/30)	＋ (1/10)	＋ (1/1)

1/50 倍希釈の全てのサンプルで陰性を示したテセーBSE は、サンプル A, B では、1/10 倍希釈、サンプル C では、未希釈サンプルでのみ陽性を示した。一方、フレライザ BSE と Check PrioSTRIP において、1/50 倍希釈サンプルで陰性であったサンプル C は、フレライザ BSE は、1/30 倍希釈サンプルで陽性を示した。一方、Check PrioSTRIP は、1/10 倍希釈サンプルで陽性を示した。これらの結果から、今回使用した検査キットは、すべての BSE 陽性牛脳乳剤について陽性結果を示したが、検出感度に違いが認められた。

また、フレライザ BSE 及び Check PrioSTRIP について、スクレイピー陽性マウス脳 (2 サンプル) を用いて検出感度を検討した。フレライザ BSE では、両脳サンプルとも 1/800 希釈サンプルにおいて陽性を示した。Check PrioSTRIP では、それぞれ 1/400、1/200 希釈で陽性を示した。

次に、各キットの所要時間を説明書に記載されている反応時間や操作時間のみに

から計算した。その結果、Check PrioSTRIP 1.6 時間、フレライザ BSE 2.3 時間、テセーBSE 3.16 時間の順番で検査時間は短かった。また、各キットの操作方法（試薬添加、遠心、保温、洗浄など）においてどのくらいのステップがあるか調べたところ（試薬の調整は含まず）、採材から結果判定まで、おおよそ Check PrioSTRIP で 13 ステップ、フレライザ BSE で 22 ステップ、テセーBSE では 27 ステップであった。BSE 陽性牛脳 の 3 サンプルを用いて実際の検査時間を測定したところ、Check PrioSTRIP でおよそ 2.1 時間、フレライザ BSE で 3 時間、テセーBSE では 3.2 時間であった。

以上の結果から、テセーBSE は、検査キットの中で検出感度が最も低かった。一方、Check PrioSTRIP に比べてフレライザ BSE がやや検出感度が良かったが、Check PrioSTRIP は、判定までの時間が短く操作手順が簡便であった。また、検出器での検出に加えて、裸眼での結果判定も可能であった（写真 1）。よって、効率的なサーベイランス方法を計画する場合、検出感度やキットの値段だけではなく、検査手順の簡易さや判定までに要する時間にも配慮することを忘れてはならない。



写真 1 Check PrioSTRIP の結果
F:陽性コントロール、他の検体は陰性。

引用文献

1. Understanding the BSE threat. World Health Organization, 2002.
2. P. Brown, R. G. Will, R. Bradley, D. M. Asher, and L. Detwiler. Bovine Spongiform Encephalopathy and Variant Creutzfeldt-Jakob Disease: Background, Evolution, and Current Concerns, Emerging Infectious Diseases Journal, 7, 6-16, 2001

V 「清浄化を証明するための調査」の提案

清浄化を証明するためのステップとして、最終段階としては、これまでの工場訪問時の立ち入り検査、および飼料検査結果についての詳細な分析が必要であり、日本におけるレンダリングと牛用飼料製造システムを評価する必要性がある。

日本では2001年10月からBSEサーベイランスが始まった。2005年以降、BSEの発生が減少傾向にあり、2001年10月の完全飼料規制後6ヶ月以降に生まれた牛ではBSE陽性例は1頭も発見されていない。全頭検査を行っているので、発見できる症例はほとんどが見つけられている。しかし、感染していても、潜伏期にいる牛は診断テストの結果が陰性となるし、疫学モデルでも8割の感染動物がスクリーニングテストではみつけれないことを証明している。

症例数が減少しているということは、管理措置である飼料規制が効果的に機能していることを意味している。飼料コントロールプログラムが施行され、飼料サンプルテストの結果より交差汚染は起こっていないことがわかる。しかしながら、2002年など初期の段階では規制が徹底していないために起こる問題があったと想像できる。製造工場の位置、飼料生産量など、現在、飼料製品をどれだけ丁寧にチェックしているのかはわからないので、国内における牛用飼料規制プログラムがどの程度機能しているか、正確に評価することは難しい。

2, 3年前、疫学モデルが開発されBSE発生予測がなされた。まだ数年先は陽性牛が発見されると報告しているが、2010年代にはいれば、BSEは自然に消滅すると予測している。これらのモデルは、飼料規制が2001年の10月に施行されてから100%機能しているという前提条件に則って構築されている。しかし、この前提条件が正確でない場合は、将来のBSE症例発生予測に間違いがあるということになる。

最悪のシナリオでは、完全飼料規制後に生れた牛に陽性牛が発生する可能性を探ることである。管理措置が機能しているかどうかを評価することにより、発生数の減少が本当に清浄化につながるのかどうか判定するための正確な情報が入手でき、この結果、予測の信頼性が高まる。つまり、サーベイランス結果にだけ頼っていると、潜伏期が長いBSEでは、問題点があっても早期の解決にはつながらない。よって、レンダリングと家畜飼料製造システムの厳密な外部評価が、清浄化へ向けての最終段階でのチェックポイントとなる。

具体的には、ほとんどのBSE症例は北海道で生まれているので、分析は北海道に限定し、最初に政府関係者、飼料製造関係者、レンダリング関係者を一同に介した会議をもち、どのように評価していくかを議論する。その後、今後の取り組みに関する詳細について計画をたてる必要がある。

(2) 本研究を基に発表した論文と掲載された雑誌名のリスト (PDF として CD に添付)

Kadohira, M., Stevenson, M.A., Kanayama, T. & Morris, R.S. (2008). Epidemiology of bovine spongiform encephalopathy in cattle in Hokkaido, Japan, between September 2001 and December 2006, *Veterinary Record*, 163, 709-713.

B.C. Jayawardana et al, Study on presence/absence of central nervous tissues as BSE specified risk material in processed and raw meat products in Japan, *Food Control*, 20, 187-190, 2009

(関川チーム、本研究関連論文)

B.C. Jayawardana et al, Removing of central nervous tissues from dressed carcasses: Washing with a low concentration of lactic acid in spaying cabinet, *Food Control*, 20, 386-390 (2009)

(関川チーム、本研究関連論文)

テレビ放映：10月17日のセミナーの様子は、NHK 総合テレビ 10月17日の十勝地方のニュース (18:45~18:58) の放送枠で放映された。

(3) 特許及び特許出願の数と概要

なし

(4) その他 (各種賞、プレスリリース、開発ソフト・データベースの構築等)

なし

3. 今後の問題点等

(1) 研究計画に記載した課題をすべて完了できたわけではない。新たな情報の入手や研究進行に付随して明確になってきた事実にもとづき研究内容を変更することにより、総合的なリスク評価を実施することができたことは大きな成果であった。

しかしながら、本研究成果の一部については、既に学会論文として公表したところであるが、今後、他の結果についても学術論文として取りまとめる必要がある。

(2) 飼料工場やレンダリング過程において、管理規制がきちんと守られているかを、2001年10月以降のデータを使いながら詳細を確認することが、リスク管理体制の確実な見直しとなり、清浄化へつながる唯一の方法である。この点について、スイスの専門家らと十分な議論ができたことは幸いであった。私ひとりの力では実施できない課題であるので、大学関係者や政府機関などに働きかけを行っている。

(3) コロラド州立大学での意見交換でも、リスク評価だけではBSEのような社会問題をともなった家畜疾病問題を解決できないので、リスク分析という広い視点から問題点を整理することが重要とのコメントをいただいた。今後の健康影響評価研究において、リスク評価とリスクコミュニケーションを分離するのではなく、リスク分析という大枠の中でその相互関係も測りながら、問題解決に取り組む姿勢が重要と考える。