

〔仮訳〕

米国の牛海綿状脳症（BSE）感染率推計についての  
専門家検討に対する動植物検疫局（APHIS）の対応

2006年7月20日

## 要約

米国の BSE 感染率推計と題する文書は米国農務省動植物検疫局獣医サービスの全国調査ユニットが準備し、2006 年 4 月 27 日に完成したものである。この文書の目的は、2006 年 3 月 17 日時点の米国 BSE 感染率を 1999 年から 2006 年に収集した調査データをもとに推計することにあつた。文書には重要な科学情報が含まれていたために、行政管理予算局（Office of Management and Budget、OMB）のガイドラインに従って専門家検討の対象となった。専門家検討に対する本対応は、検討を行なった専門家（レビューアー）のコメントに対して動植物検疫局（APHIS）が賛成および反対意見を表明したものであり、同時に APHIS として実施する対策と、その対策が専門家の検討にある主要関心事項や勧告を満たすものになっていると APHIS が信ずる理由を述べたものである。米国農務省の依頼を受けて、RTI インターナショナル（RTI）が専門家検討を行なった。RTI は 3 人のレビューアーに検討を依頼し、RTI はその結果を報告書にまとめた。

レビューアーは次の事項について意見が一致している。

- レビューアーは全員、米国の BSE 推計感染率が成牛 100 万頭につき 1 頭に満たないという分析結果に合意した。
- レビューアーは全員、BSE サーベイランスモデル（BSurvE）および Bayesian 出生コホート（BBC）モデルが、統計的および疫学的に健全なものであると考えている。
- レビューアーは全員、APHIS が重要事項を適切に考慮し、モデルが適正な変数を用いていると見られるということに合意している。
- それぞれのレビューアーはモデル改善の提案をしているが、そのような変更を行なっても推計感染率には影響がないということで全員が合意している。

RTI ではレビューアーの以下のような要請はさらに分析をする必要があると考えている。

1. 標本とした集団が全体を代表するものであるかをさらに検討すること。
2. 感度分析では年齢分布の効果を調べること。
3. EU の調査データを考慮して、感染した家畜の治癒可能性についてさらに調査をすること。
4. 潜伏期間と感染時の年齢に関する不確実性をさらに考慮すべきこと。

上記の 4 点は RTI によってさらに検討すべき事項であると確認されたことから、専門家検討に対する本対応ではこれらの 4 点に焦点を絞っている。それに加えてレビューアーの 1 人は、文書で用いられている用語法に関しての提言を強調している。変更の提言の中には、レビューアーの専門領域（統計）によって異なる学術用語や、疫学の分野で一般的に使わ

れている専門用語を反映しているものがあることから、変更は疫学的な分析において適正であると見られるものに限って行なった。RTIは「BBCモデルにおいて、米国の事例の相対的減少率を得るために、英国のデータを用いるのでは正確ではないのではないかと何人かのレビューアーが議論しているが、現在の APHIS の仮定を用いることに強い反対意見を述べてはいない」と報告している。レビューアー1は「同時に、前に注意したように、BBCモデルの結果はBSurvEの結果の基本と大きく異なるものではなく、米国農務省の結論はこの仮定に関して影響を受けるものではないことを示唆している」と述べている。レビューアー2は「これは合理的な仮定である」と述べている。APHISは、ここで用いられている仮定が将来検討するに値するものであることを認めるとともに、分析の結論がこの仮定に左右されるものではないというレビューアーの見解に同意するものである。したがって分析には変更を加えていない。

## RTIが指摘した個別問題への対応

### 1. 代表性

#### 標本の代表制に対するレビューアーのコメント

米国農務省は、標本の代表性とそれが分析の結論に影響したかについて、もっときちんとした考慮をする必要があると考える。報告書の11ページで、BSurvEは標本から独立したものでなければならぬと述べているが、標本が「無作為」に抽出されたとは述べておらず、標本が参照している個体群を「代表」するべきであることを強調している。

このレビューアーはさらに問題を次のように明らかにしている。

この問題に関して何が「代表性」の正しい定義なり解釈であろうか。私は再度標本抽出をしたときにほぼ同じ結果になることであると考え。本件では、通年行なわれる調査計画において標本抽出は同じように効果があるという固有の仮定があるので、標本抽出が再度行われれば、研究のある部分からほかの部分に主に標本抽出をする部分を動かし、基本的に同じ結果をもたらすことにもなるのである。

APHISのレビューアーへの対応では、標本集団の時間的および地理的代表性についても考慮している。

#### 時間的代表性

過去および将来の米国のBSE感染率について思いをめぐらすのは興味のあることであるが、この分析の目的は2006年3月17日現在のBSE感染率の推計をすることである。7年連続

で集められたデータはこの推計のために用いられた。そのデータは、1990年代初期から2005年を通じた、長期間にわたる期間に生まれた（曝された）動物のものである。

図1に示すように、採取した標本数は2004年から2006年には最も多く、この期間中に採取された家畜の生まれた年は、1994年から2003年に最も集中している（つまり動物の年齢は3歳から11歳となる）。生まれた年にBSEに感染するケースが一番多いので、これらの生まれ年は米国の成牛の約80%がBSEに曝されたことを意味する。2004年以前に大規模な調査が行なわれていれば、1980年代および1990年代初期に生まれた動物を集中して標本とすることができたことは疑いないが、そのような標本は2006年3月17日現在の米国の家畜数の中では非常にわずかな部分を占めるにすぎない。

**図1** 図の右側の棒は7年間に採取した標本数を示す。折れ線（左側）は標本とした家畜の生まれた年（すなわち曝された年）毎の分析地点数（無作為標本と同等）（ウィルスマス2004年）を示す。採取した標本から得た情報は、給餌禁止の直前直後に一番多くなっていることに注意。この時期以降に感染が多くなる可能性は低い（コーエン2001年、2003年）。

2004年から2006年にかけて標本数は多くなったものの、1993年以降の標本採取方針は、臨床的に疑わしいもの、つまりBSEに感染している可能性の高い動物の試験であった。このような動物がこれまで世界動物保健機構（OIE）の調査の「対象」として望ましいものと考えられており、現在の指針においても好ましい標本タイプとなっている。下の図2ではBSurvEの調査地点を採取した標本数と比較している。調査を拡大した時期には標本数が増えているが、標本の地点数は2004年より前の方が多くなっている。これは集められた臨床的に疑わしい動物数が多いことによる。このことは標本調査が、毎年同じでなくとも、データを収集した7年間にわたり相当数となり代表するものとなっていることを示唆している。

**図2** 2004年にBSEの標本数は大幅に増加したが、それから得られた情報はそれに比例して増えたわけではない。これは米国の調査が1992年以降、最も情報価値の高い標本に焦点を合わせているからである。標本全体の大多数およびの調査地点の相当の割合が、2004年から2006年のもので占められているが、1999年から2003年の間のものも良く集められていることに注意。

分析における地理的階層化の影響

感染の分析に使われた標本は、全米代表基準に合致する標本採取所から来たもので、その家畜は成牛として数えられなくなり標本として採取できるようになったものである。標本採取所には各種の形態があり全米各地で多くの家畜から標本を集めているが、調査対象の家畜の中に含まれる動物の各個体は、いくつかの標本採取所によってほぼ同じ確率で選ばれる可能性がある。

### **1. 農場**

標本は資格を持った獣医、連邦政府または州の職員（動物健康技術員を含む）、もしくは獣医サービス局が認定した死亡家畜引取業者によって採取されたものであった。いずれの場所にありどのような生産タイプに属していても、母集団の定義に合致しているすべての動物は試験の対象となりえた。

### **2. 畜産試験所**

検死または補助的診断のために、BSE 試験に関係しない試験所を含め畜産試験所に届けられた、家畜や取り出されて間もない脳幹のすべては、試験所の職員によって標本が採取された。翌日には届く夜間郵便や宅配便が普及したことにより、試験所は米国のほぼ全域にわたり、かつ動物のあらゆる生産タイプについて対応している。

### **3. 公共保健試験所**

狂牛病の恐れがある家畜、および狂牛病の試験結果が陰性であった家畜から採取された標本が、試験所の職員によって BSE 試験のために提出された。これがデータ源になっている標本はすべて臨床的に BSE の疑いがあるものと分類される可能性があり、したがって調査において高い価値がある。狂牛病と思われる臨床的な症状を見せている動物はすべて、地域や生産タイプにかかわらず、試験のために届けなければならなかった。

### **4. 屠殺業者（食品安全検査局）**

屠殺前の検査で疑わしい家畜は、食品安全検査局（FSIS）の職員または指定され屠殺所と切り離された標本採取施設によって標本が採取された。採取された動物は他の地域に移送された動物を含め、どの州からも来る可能性があり、この標本源には地域または生産タイプによる偏りはない。

### **5. 死亡獣畜取扱場**

この標本源には、屠殺の分類に含まれない死亡した動物が含まれる。この標本になるものは処理場から引き取りに行ける距離にあるものに限定されるが、それ以

外の点では生産タイプまたは地理的に偏ったものではない。処理場が引き取りにいけない地域では、その他の標本採集所によって標本採取が行なわれた可能性が高い。

BSE 調査データは、全米の家畜生産地域を網羅した、非常に大きく対象を定めやすい標本を使っている。しかしながら統計的な限界があると言っても必ずしも、調査データが地理的またはその他の点で誤った配分になっているということにはならない。単に運用上の理由から、統計調査に組み込まれている偏り防止手段が結果に欠けたということを示しているだけである。

しかしこの分析の多くを依拠している BSurvE モデルは標本採取が独立していることのみを求めているのに対して、その著者は、標本は地理的にバランスをとることを示唆しているのである（ウィルスミス他、2004 年）。ウィルスミス他の論文からの次の引用は、これらの統計上の限界を克服する BSurvE の設計を要約したものである。

「4 つの調査領域の標本は、現行の牛の集団の中の小集団から採られたもので、年齢分布、産業分野、BSE 感染および確認の効率の点からすると、現行の牛の集団の中で偏った標本となっている。偏りの性質と度合いは、4 つの調査領域および各国で異なっている。言い換えると、死亡したり屠殺場に送られた家畜は、無作為の標本で農場に残っている家畜を代表ものするとは考えられないのである。従ってこのデータを BSE の感染率を推計するのにそのまま使用することはできない。さらに、BSE の潜伏期間が長くまちまちであること、現行の試験では動物が潜伏期間の末期にならないと病気の存在を検出できないことによって、状況は複雑なものになっている。・・・

・・・それ故、現在の家畜の中での実用的な BSE 感染率を推計するためには、このような込み入った事情をすべて勘案したアプローチをすることと、まだ農場にいる動物の BSE 水準を見積もる調査データに立ち返ることが必要となる。なぜならばこの国の BSE の将来の傾向を決めるのは、これら農場にいる動物であるからである。」

観察したことと、地理的に均衡の取れた標本を集めるという意図とは、明らかに独立していることからすれば、米国の調査努力は BSurvE モデルの適正な適用基準に合致している。

それぞれの階層の当初の標本の大きさは、目標とする集団の動物の数が当該地域の牛の数に固定的に比例しているという前提に立っている。それはさらに、ある地域で飼育される

牛の%はその地域で生まれる子牛の比率と比例しているという仮定に立っている。これは動物が来た所と考えるのに最も関係のある場所は、家畜が感染した可能性のある所で、すなわち生まれた場所か最初の1年を過ごした所であるからである。

この結果からは、各地域の計画された標本数と実際の標本数とに違いがあることを示唆しているが、そのような結果は誤解を生じやすい。良く理解されないことがしばしばある要因として、動物がその一生の間に各州を移動する程度というものがある。屠殺された牛からバックタグの情報が得られる2つの州（ジョージアおよびアイダホ）において、屠殺された成牛の数が原産地の州（すなわちバックタグが付けられた州）と比較された。これらの家畜の25%から33%が原産地の州で屠殺されていた。残りの動物はほとんどが50州すべてから来ていたのである（APHIS 獣医サービス疫学動物安全センター聞き取り）。従ってデータを地理的に階層化された標本として取り扱うことが可能であるが、階層間の独立性という仮定を正当化するのは難しいのである。

家畜が生産の諸段階で州や地域の間をしばしば移動すること、よくある転売、タグの付け替え、ドライロット給餌、他州の屠殺場への選別再出荷などにより、家畜の出生場所を簡単に同定することができなくなっている可能性がある。従って試験をした動物のすべてについて、地域の見積もりと集めたサンプルとが対応していることを示すのは困難なのである。しかし家畜の管理と移動に関する疫学的な総体としての理解によれば、サンプルは地域的に偏ったものにはなっていないことが示唆される。これはサンプル源が、すべてリスクの高い家畜のセクターからの情報をとらえるように設計されていたからである。

標本採取が生まれた地域に比例しているということを受け入れると、疑問が生じてくる。標本採取努力の階層化を無視することによって、推計の変更はどのような影響を受けるかという疑問である。次の微分式は、もとの階層を無視することが推定値の転換にほとんど影響を与えないことを示す。 $n$ の動物の標本が、全米各地で飼育されている牛の密度をもとにして最初6つのサブグループに階層化されていたと仮定する。この状況では各階層の

標本の大きさは  $\frac{n_h}{n} = \frac{N_h}{N}$  となるよう比例配分によって決定され、 $N_h$ と $N$ とはそれぞれ各地の動物の数と動物の総数である。比率を推計するときにはそれぞれの階層での牛の頭数の

分散は  $S_h^2 = P_h(1-P_h)$  であり、従って各階層の頭数の標本偏差は  $V(\hat{P}_h) = \frac{S_h^2}{n_h}$  となる。

重要な前提は、それぞれの地域の感染率が等しいことである。入手できるデータに基づくと、地域によって感染率に大きな違いがあると信ずる理由はない。6つの地域（最後に飼育された地域）から採取したデータについて、各地の値を比較する場合には15組の比較が

必要になる ( $c = \frac{6 \times (5)}{2} = 15$ )。全体としてのタイプ I 誤差 (偽陽性) の率を 0.05 に抑えるため、比較の上でのタイプ I の誤差率 (CER) を  $CER = 0.0034$  に設定してある (シダック、1967 年)。

$$CER = 1 - (1 - 0.05)^{1/c}$$

これに関係するベータ分布の信頼区間が重なっているために (図 3)、多重比較試験からは、感染率が地域によって統計的に異なることを経験的に基礎づけることはできなかった。

**図 3 米国 6 地域の BSE 感染率調査の不確実性に関する多重比較。** グラフからは、感染に関する 99.3% の信頼水準が 6 つの地域ですべて重なっていることから、地域によって感染率に違いがあることを統計的に証明することはできないという結論を支持していることが読み取れる。NC=北部セントラル、NE=北部東、NW=北部西、SC=南部セントラル、SE=南部東、SW=南部西。

各地域で感染率が等しいと仮定すると、6 つの階層ですべて  $P_h = P$  および  $S_h^2 = S_w^2$  となる。この仮定に基づけば、比例的な配分による階層別標本推定値の偏差は次の通りとなる。

論証をまとめれば、残っているものからはすべての場合に  $S_h^2 \cong S_w^2$  であること示している。

これは当然のことである。なぜならば偏差は観察値と牛の総頭数の平均値との距離の自乗の平均になっているからである。それぞれの階層で平均値が同じで反応がバイナリーであれば、差が出ることはあり得ない。これを示すために、偏差を一般的に用いられる階層間および階層内の自乗公式の和を使って分解することを考える。これによって以下が与えられる。

この応用は  $(N-1) \cong (N-H)$  となることから、上で用いられた仮定からすると

$S^2 \cong S_h^2 = S_w^2$  となる。したがって階層化された標本の推定値の偏差は、これを応用した単純無作為標本の偏差とほとんど同じものとなる。

OIE の陸上動物コードに付属する BSE 調査 (3.8.4.2) では、各国は「標本はその国、地域または区画内の家畜を代表するものでなければならず、生産タイプや地理的な位置および文化的にユニークな農業慣行が及ぼす可能性といった、個体群の要因を考えたものでなければならない」と要請されている。感染の分析で引用されている APHIS の感染分析および分析要約文書は、地理的および生産タイプの代表性について考察を加え、感染に影響を及ぼす文化的にユニークな要因があるという証拠を見いだすことはできなかった。OIE コードでは「標本採取地点の数は、表 1 に定められた目標地点数を得るために最大で連続 7 年間にわたって蓄積することもできる」とも示している。OIE コードは、調査の特色として暫定的な代表性を示唆するものではなく、最大で 7 年間にわたって集めることを求めているのである。

このレビューアーは「代表性」の意味に自信がないことを示し、彼の暫定的な見解を提示していることから、APHIS としては上記の文章に示される彼のコメントに対応することとし、暫定的な代表性は国際的な調査ガイドラインで求められるか示唆されているものではないと信ずることとする。したがって分析文書のテキストに対してはどのような変更も加えていない。

## 2. 年齢分布

### 家畜の年齢に関するレビューアーのコメント

「私は、調査に使われた牛の年齢に関するいくつかの問題に関心を持っていた。第 1 は「拡大調査報告書」に注意されているように、年齢データは既に 1999 年から 2003 年の間に標本を採取した動物から無条件に集められており、米国農務省は実際の年齢分布が拡大調査期間に採取された標本の年齢分布で代表されているとみなしていたことである。私は調査が始まった時期と終わりの時期とでは標本採取の方針が非常に異なっていることから、さらに証明が必要であると考えます。

第 2 に、1 歳の時の増加率を 17 歳まで適用して、調査対象になった牛の年齢を推定できるとかほぼ正確な近似値が得られると仮定してはならないと考える。

「拡大調査報告書」の表 1 を見ると、この期間に集められた標本のほぼ半数は死亡獣畜取扱場で得られたものになっている。この死亡獣畜取扱場は死亡という以

外に何の兆候の記録もない家畜を集めていると考えられ、従って廃棄家畜の範疇に当てはまるであろう。年齢に重きを置いた調査地点の選定について検討すると、どの調査においても5歳の牛が一番多くなっている。拡大調査を行った時期には家畜の正確な年齢が求められたと考えられるが、家畜の年齢がほぼ5歳になった後では、外観からはっきりしている身体的な特徴だけを用いてその正確な年齢を得ることは基本的に不可能であるので、このデータには偏りがあると思われる。年齢を推定するのに最も用いられる方法は歯の状態を調べることである。8本の永久門歯が生え、それが擦り減っている（通常5歳から始まると考えられる）場合には、歯が抜けたり擦り減るまでは、家畜の年齢を正確に推定するのは非常に難しくなる。抜けたり擦り減っていれば、かなりの年齢に達していると考えるのが相当である。そのようなことから、調査データは年齢グループでまとめる方が、1歳毎に報告することに意味があると考えられるよりは、妥当なものとなったと考える。米国農務省はこの分類誤りの可能性に関して、どのような影響があるかを考えることを提言する。」

#### 家畜の年齢に関するレビューアーのコメントに対する APHIS の対応

各年齢で記録することに関しては、レビューアーは我々の米国 BSE 拡大調査要約と題する文書（APHIS、2006年）の中にある年齢決定方法の記述を誤解しているように思われる。実年齢を記録することは2004年6月1日から2004年10月24日までの短期間に行なわれたにすぎない。2004年6月1日以前と2004年10月24日以降では年齢は年数または月数で連続して記録されていた。

年齢がわからないとか「5歳またはそれ以上」または「成牛 - 年齢不詳」と一律に記録されている場合に、年齢は推定されている。1999年から2003年にかけて採取された標本については、その特定年度において採取された標本について記録された年齢の分布に関してのみ年齢は推定された。たとえば2001年に採取された標本の年齢が不明なものは、2001年度に採取された標本の年齢分布に基づいて推定される。拡大調査の期間に集められた標本については、不明の年齢は拡大調査期間の採取標本の年齢分布に応じて年齢が推定される。2004年度に集められた標本については、それが拡大調査の前と拡大調査期間中にまたがるものであり、2004年5月31日までに集められた標本の推定については2004年5月31日までに集められた標本に基づき、2004年6月1日以降のものについては拡大調査の全期間のものに基づいている。

レビューアーの家畜の年齢に関する2番目の関心は、5歳以上の家畜について歯の状態から正確に年齢を推定することができないということについてであり、それが5歳以上の家

畜の年齢の分類を誤ることにつながるというものである。我々は、これが分析結果に影響するかもしれないという点でレビューアーに合意し、最終文書の感度分析でこの問題を論ずる1節を設けてある。5歳を過ぎると歯の状態の変化による家畜の年齢決定が次第に不正確になることから、調査データにある家畜の年齢が正確に記録されていない可能性がある。5歳以上の家畜の報告された年齢を、調査をした牛のうちで5歳以上のものの実際の分布と同じように再配分をすると、5歳から17歳にわたって標本はより均一な分布となった。しかしこれは感染率の推定にほとんど影響していない(表1)。

**表1** BSurvE 感染 B モデルと BBC モデルについて、5歳以上の家畜の報告された年齢を、実際の成牛の年齢分布にしたがって再配分した結果。その結果は平均となり90%の信頼区間を示している。

### 3. 感染した家畜の処理の可能性

#### 感染した家畜の処理の可能性についてのレビューアーのコメント

米国に限定したデータ(感染していない家畜と感染している家畜の定数  $d_{j,t}$  と  $c_{j,t}$ )がないことから、BSurvE モデル本来の値が使われた。BSurvE モデルでの処理の可能性についての当初の推計はやや問題がある。まず BSurvE モデル(ウィルスミス他 2005 年、ウィルスミス他 2004 年)についての文書や指示の中で、推計に関する明瞭な説明や理由付けがなされておらず、単に英国または EU のデータが使われているのである。理論的には生後 24 カ月から 30 カ月以上の家畜の大多数は EU 諸国で試験されている。2004 年に行なわれた BSE 試験での、健康なものの屠殺、廃棄処理、緊急屠殺、および臨床的に疑わしいものの比率は、それぞれおよそ 88%、10%、0.7%、および 0.03%であった(EC、2005 年)。BSurvE ではそれぞれについて 89%、7%、4%、および 0.09%を示唆している。BSurvE の推計はこのケースで妥当であると見られる。

2004 年に EU で行なわれた BSE の調査での比率は、健康なものの屠殺、廃棄処理、緊急屠殺、および臨床的に疑わしいものがそれぞれおよそ 29%、49%、23%、および 18%であった[照会をしたところレビューアーはこれらの数字を、およそ 29%、49%、2%、および 20%に修正した]。しかし BSurvE モデルの本来の値は、およそ 17%、10%、10%、および 64%の BSE の事例がそれぞれの調査対象グループから見つかるということを示唆している(変数ワークシートの表9参照)。

これは何かが間違っているように思われる。BSE が実際に発見されたほぼ全数の調査での区分の方が、BSurvE モデルよりも、処理の可能性についての推定値として適しているように見える。これだけの違いが感染率の推計に大きな影響を与えないのはいささか驚くことである。時間が不足しているために、処理定数の変更が米国での感染率推計にどれだけの影響を与えるのかを決定することはできない。報告書の著者たちの今後の研究を待ちたい。EU での BSE 試験データを徹底的に分析することも有益であろう。

### 処理の可能性についてのレビューアーのコメントに対する APHIS の対応

このレビューアーが引用する EU の数値は母集団から除外される感染した家畜の総数を示すもので、それに対して BSURVE の数値は臨床的な症状を見せる感染した家畜のみを示すものである。この違いは、EU が臨床的な疑いを限定的に定義することとあいまって、EU のデータを BSURVE の数値として直接用いることをできなくしている。2004 年の EU のデータが、調査対象グループの処理定数として BSURVE の著者の推計より多少でも適当であるかは、議論の余地があるところである。そのデータは専門家の意見とイギリスおよび EU で入手できるデータに基づいているのである。しかし、感染した家畜の処理定数を現在の EU のデータに依存するというのは、BSURVE の著者の推計値を用いることに対する有用な選択肢であるという点で、我々はレビューアーに同意する。レビューアーの指摘はさらに考慮に値するものであることから、最終文書の感度分析において考察してある。

$C_{j,t}$  についての BSURVE の値（健康、廃棄処理、屠殺を余儀なくされたもの、臨床的に疑わしいものについて、それぞれ 5%、10%、10%、および 75%）はイギリスおよび EU のデータを組み合わせて得たもので、合わせて専門家の意見を考慮してある（D・プラットリーとの直接のやりとり、2006 年）。2004 年 EU データ（英国の結果を除外）に基づくと、健全な牛の屠殺、廃棄処分、余儀ない屠殺、および臨床的に疑わしいものの集団はそれぞれ 29%、49%、2%、および 20% となり、この数値が健全なもの、廃棄処分、余儀ない屠殺、および臨床的に疑わしいものの集団について先に述べた 5%、10%、10%、および 75% のところで  $C_{j,t}$  に用いられた。この選択肢のシナリオに従うと、臨床的に疑わしい集団の感染牛の処理の割合が大幅に減ることになるが、結果として感染率の推計はわずかに増加するだけである（表 2）。

**表 2 レビューアー 2 の示唆による 2004 年 EU データを用いた BSURVE 感染率 B モデルおよび BBC モデルの結果。結果は平均値が信頼区間 90% で提示されている。**

#### 4. 潜伏期間に関する不確実性

##### 潜伏期間に関する不確実性についてのレビューアーのコメント

感染の年齢分布および潜伏期間の分布を含めて、未だ明らかになっておらず分析されていない不確実性がいくつかある。感染する年齢が異なるという仮定を用いたり、潜伏期間の分布を変えることによって感染率の推計に影響があるかもしれない。

##### 潜伏期間の不確実性についてのレビューアーのコメントへの APHIS の対応

感染する年齢が異なるという仮定を用いたり潜伏期間の分布が異なれば、感染率の推計に変化が出てくるかもしれない点については我々も同意する。しかし感染時の年齢について感度分析でさらに考慮すべきであるという提案には賛成しない。家畜が BSE に感染しやすいのは 1 歳未満でその後指数的に減少するという BSurvE の仮定を支持する科学文献は多数あるのである（コーエン他、2001 年、2003 年。ド・コエイヤー、1999 年。ウールハウス、1997 年）。さらにハーバード・タスケギー研究では、年を取った動物を感染させるためには 1 歳未満の家畜よりも多くを投与しなければならないということが示唆されており、特に感染の被害が少ない国では年を取った家畜が感染することは少なくしている。

潜伏期間の分布の効果は既に感度分析で  $C_i$  パラメーターの記述のところで言及されている。 $C_i$  は感染した牛が集団から処理される年齢である。家畜はその 1 年目に感染すると考えられていることから、 $C_i$  が増加するという事は潜伏期間が長くなることと同じである。以下の文章は専門家による検討文書からの引用であるが、潜伏期間の問題について述べている。

$C_i$  の感度係数からは、BSurvE で推測された BSE 感染率は潜伏期間の平均が 1% 増加するとおよそ 3.3% 増加することが示唆される。感染した家畜がその集団から取り除かれる平均年齢（潜伏期間）が増加すると、一般的に標本の地点値が減少し、それに対応して感染率が高くなることを裏付ける調査情報が生ずる。それに対して標準偏差が 1% 増加すると、分布の幅が大きくなり感染率はほぼ 1% 減少する結果となる。このようなインプットに対する感度係数は低く、これらを変えても感染率が非常に大きく変わる結果とはならない。

この変数は科学文献による強い裏付けがあり、既に感度分析で検討されており、APHIS はこのコメントについて特に対応しなかった。