



TAFS

伝染性海綿状脳症と食の安全に関する国際フォーラム
スイス非営利財団法人

(2009年2月)

と殺の手順とと体の BSE 汚染リスクに関する TAFS¹ポジションペーパー

本文書は、現在（もしくは近年）、牛のと殺に際して用いられている方法、またその後にと体を解体処理する際に用いられている方法に、特に焦点を当てています。また、本文書では、牛製品の消費による消費者の BSE 病原体に曝露するリスクが、食肉処理によって増大する可能性について、ならびに、リスクを除去・低減するために導入された作業手順の変更について検討しています。

本文書は、主にヨーロッパにおける作業手順について述べていますが、他の地域で関連する作業手順によって生じているリスクを検討する場合にも、利用可能です。

本文書は BSE に関する潜在的なリスクを扱っていますが、いずれの国においても、リスクの評価と予防的措置の実施には、バランスよく取り組む必要があります。予防措置の実施にかかる費用は莫大で、と畜場とその関連産業に深刻な混乱を来す可能性があります。したがって、どの程度の対応策を導入するかは、当該国の消費者に対する現実のリスクや、導入された対応策によるリスク低減の度合いを考慮して決めるべきです。

本文書は各方法が抱える倫理問題には触れていません。本文書では、牛の BSE 関連の問題のみを取り扱っています。

食用として、牛のと殺はどのように行われますか？

- 宗教的など殺方法で禁じられていない限り、ほとんどの場合、と殺に先立って牛を気絶させています。その後、気絶した牛を放血させ、放血により死に至ります。

¹ TAFS は科学者、食品産業の専門家、動物用医薬品規制当局者、疫学者、診断医、食品製造業者、および消費者の団体によって作られた国際的プラットフォームです。伝染性海綿状脳症に関して食の安全への信頼を維持できるように、人々に信頼できる情報を広めるための通信網を確立し、維持することを目的としています。

どのように牛を気絶させるのですか？

- ▶ 近年はボルトを発射するスタンガンが使用されています。ボルトは頭蓋を通過して脳内に達し、これで牛は意識を失います。この貫通式スタニングの後に、ピッシングが行われると畜場もあります。ピッシングとは、頭蓋に開けた穴からピッシングワイヤーを脊柱管に通す作業です。主に放血作業者の安全を確保する目的で実施されています（もしくは過去に実施されていました）。前肢を制御する脊髄反射を破壊し、反射運動で脚が跳ねないようにすることで安全を確保していました。多くの作業が機械化されている大規模な畜場では、スタニングー放血工程に時間がかからないため、ピッシングはあまり必要ありません。手作業が多くこの工程に時間のかかる小規模な畜場では、未だピッシングが必要な場合もあります。ピッシングは実際、ヨーロッパでは禁止されています。
- ▶ このピッシング方法の変法がかつて何カ国かで用いられていました。変法では、ピッシングワイヤーに替え、ボルトと頭蓋の穴を通して空気注入が行われました。この方法でも効果的に牛を気絶させることができましたが、現在EUでは違法です。
- ▶ 衝撃スタニング法と呼ばれる代替スタニング法は、頭蓋の外部に衝撃を与え、頭蓋を貫通させない方法です。
- ▶ 電撃スタニング法を用いると畜場もあります。ただし、この方法は牛を感電死させることがあります。

なぜスタニング法は消費者の BSE 感染リスクを増大させるのですか？

- ▶ ピッシングの有無にかかわらず、貫通式スタニングにより脳組織が血流に混入するという証拠が研究で示されています。そのようなリスクは何年も前に、スタニングボルトまたはピッシングワイヤーを人工的に細菌で汚染させた試験で証明されていましたが、近年の研究で、スタニング直後に何頭かの牛でわずかな脳組織が血流に存在することが明確に証明されました^(2-5,8,9,10,12,21,24)。
- ▶ スタニングボルトを通して空気注入する方法は、感染リスクを著しく増大させる可能性があります。ときに、肉眼で見える大きさの脳組織の小片が、血流に乗り心臓を通過してその先の組織（たいていは肺、ときに肝臓）に詰まっていたことが確認されています^(14,15,20,27)。
- ▶ これらのことから、スタニング法が BSE 感染牛に使用された場合、感染体が血流に入る恐れがあると言えます。と体の他の部分への汚染の拡がり、この方法では証明されていません。脳組織の極めて小さな片を除き、ほとんどの断片は上述のとおり肺などの臓器に詰まって止まると推測されます。
- ▶ また、貫通式スタニングでは、ピッシングワイヤーや頭部の切断後に頭蓋の穴から漏出する脳組織に、頭部の肉（そしてまさに作業にも）が曝露する可能性があります。
- ▶ 頭部の肉を除去する専用の施設（脱骨場）に頭部を輸送する場合、複数の頭部が接触していると、汚染リスクは増大する可能性があります。脳を浸す脳脊髄液に BSE 症例で感染性があつたとはこれまでに示されていませんが、

頭部の切断後にこの脳脊髄液が漏出し、二次汚染が起こる可能性が理論的にはあります。

リスクを呈するのはスタニング工程だけですか？

- ▶ 違います。ほとんどのと畜場では、取り扱いを容易にし、従来の枝肉を小売店および加工業者に供給するために、と体を半分に切り分けるのが通例です。また、この作業は、食用に適することを保証するためにと体の全体を検査するためにも必要になります。と体の二分割は、通常、脊柱に沿って鋸で半分に切り分けて行われます。このとき、たいてい、脊髄も切断します。牛が **BSE** に感染している場合、脊髄は脳と同様に感染性があると考えなければなりません^(7,11,13,16,17,19,21,22)。
- ▶ したがって、ある程度の量の脊髄組織が脊柱の切断面に沿って広がることは、避けられません。また、と体の表面にもある程度の量の汚染源が撒かれているでしょう。この方面の研究が進められているところです^(6,11,18,25,28)。

と体のどの部位が自然感染しますか？

- ▶ 自然感染牛のどの組織が感染しているかは、牛の月齢と、と殺が臨床徴候発現のどのくらい前であったかに大きく左右されます。英国のデータでは、たいていの **BSE** 感染牛は **BSE** のために 4~6 歳（平均 60 ヶ月齢）で死亡していますが、もっと長く生存する場合もあります⁽²⁹⁾。
- ▶ 2 歳以下の若い牛では、感染はほぼ確実に、下部小腸に限定されます。
- ▶ 仮に 2 ヶ月後 **BSE** により死亡する 4 歳齢の牛であれば、感染体は脳、脊髄、周辺の神経組織、及び腸で検出されると推測されます。また仮に、これが 4 年後死亡する 4 歳齢の牛である場合であれば、感染体はやはり腸のみで検出されるかもしれません。現在のどの検出方法でも、臨床徴候が発現する大幅な前では脳組織の感染体を検出できないことが示されています。実際、現在の推測では、脳は、臨床徴候が現れる 3~6 ヶ月、場合によっては 12 ヶ月前にようやく、感染体が確認できる（迅速検査法で検出可能）のかもしれないと考えられています^(1,13)。
- ▶ 実験的に感染させた牛では、微量の感染体が別の組織で検出されています。すなわち、臨床徴候が発現する頃に骨髄、潜伏期間の初期には扁桃で検出されています。とは言え、他の組織に、現在の方法では検出できないレベルの微量の感染体が存在する可能性はあります。
- ▶ 自然感染もしくは実験的に感染した牛の体では感染体の分布に関しては長きに渡って、特定危険部位（**SRM**）について **TAFS** の別のポジションペーパーにて議論されています。

これらは食用にされていますか？

- ▶ **BSE** 感染牛が確認された多くの国で、何種類かの組織は、人と動物の食物連鎖から除かれています。英国では当初、羊の研究を研究から推定してこれらの組織を指定していました。近年の牛における **BSE** 研究では、措置はやはり適切であり、除外組織が牛で本当に除外すべき範囲以上に設定されている可

能性が示唆されています。特定危険部位（Specified Risk Materials, SRM）と言われるこれらの組織は、と体から除去され処分されます。

- ▶ 英国、ポルトガルなどのその時点で BSE 汚染の高リスク国と判定された国々では、次の組織が SRM のリストに含まれていました：腸、脾臓、扁桃、胸腺、脳、脊髄、頭蓋（英国では舌を除く頭部全体）。
- ▶ また、EU では、と殺時に 12 または 30 ヶ月齢以上の牛の脊柱も SRM でした。どちらの月齢かは各国の BSE ステータスによります。2008 年には月齢制限が 30 ヶ月以上に上がりました。これは EU における BSE 流行の下降を考慮した EFSA の事前のアドバイスによるものでした⁽¹³⁾。
- ▶ 他の低リスクの国々では、SRM リストに含まれる組織は少なくなり、またこれらの組織は通常、貿易や公衆衛生を管理する国際規制もしくは各国の規制（欧州連合、国際獣疫事務局）で使用・取引などが禁止されています。
- ▶ SRM の定義は国によって異なり、また時とともに、新しい科学的結果によってリストへの追加や削除が正当化されることから、個別のポジションペーパーについてはヨーロッパの現状をまとめ TAFS のウェブサイトに掲載します。

と殺・解体の結果として、と体のどの部位が汚染されている可能性がありますか？

- ▶ 上述した自然感染組織に関するの情報から、と殺時の月齢がと殺・解体工程における汚染リスクの程度に影響することが分かります。
- ▶ 脳と脊髄は最も大きなリスクを呈しますが、それは感染している場合のみで、且つほぼ確実に臨床徴候が発現する数ヶ月以内のケースに限られます。
- ▶ 残念ながら、どの生体感染牛に関しても、いつ BSE 症状が出て死亡するかを、牛がまだ生きていた間に正確に判定する方法はありません。生体牛に対する十分な検査法はないのです。
- ▶ しかしながら、通常のと殺年齢をリスク指標として考えることもできます。BSE による牛の死亡年齢は、前後することもあります。ほとんどの感染牛で 4~6 歳です。もし徴候が明らかになる 1 年以内に脳に感染すると仮定すると、年齢の高い牛でリスクがもっとも高いことは明らかです。そうした牛がサーベイランスプログラムに入っていれば、もしくは公衆衛生目的で検査を受ければ、陽性を示す可能性はより高いでしょう⁽¹⁾。ただし、勿論これは、まず BSE が存在するかどうかによります。
- ▶ このように、24 ヶ月齢以下でと殺した牛が重大な汚染リスクを呈する可能性は低いと考えられます。これらの牛の脳をと殺時に検査した場合、いずれも陰性となるでしょう。
- ▶ 感染牛のと体でもっとも汚染を受けやすい部分は、頭部の肉と脊柱切断面です。脊柱が現在しばしば SRM として扱われるのは、骨に関連した固有のリスクではなく、このためです。さらに、脊髄が感染していると、脊柱のすぐ外側に位置する自律神経節（後根神経節）もまた感染性を有する可能性があります。このため、脊柱の処分は二重の防御になります⁽¹³⁾。

こうしたリスクを減少・消滅させるために、どのような対策が取られていますか？
(23,25)

- 理想的な解決策はと殺牛の中に BSE 感染牛が絶対にいないようにすることですが、それを証明することは極めて困難です。
- 英国で 1996 年から 2006 年まで行われていたように（決定には多くの理由がありましたが、特に脊柱混入はそのひとつでした）、食用肉を若い牛のみから選別することは一つの選択肢と言えます。
- 有効な飼料規制（反芻動物由来蛋白質を原料又は材料とする飼料等の給与禁止措置）の導入後に出生した牛を食用肉とすることにより、感染牛のリスクは減少するはずですが、禁止措置が有効に実施されていることを示す証拠が不可欠です。
- と殺・スタニング・解体の方法を変えようとする試みもいくつかなされていますが、解体工程でダメージを受けない従来の枝肉の形で肉を取引するとなると、解決法を見つけるのは困難になっています。
- EU ではピッシングワイヤーの使用は禁止されています。
- 圧縮空気スタンガンで空気を頭蓋内へ注入する処置を行う国々では、塞栓のリスクを減少させるために、空気圧が下げられました。
- と畜場は新しい方法を試す中で信用を深め、何カ所かでは非貫通式スタニング法に切り替わりつつあります。これらの方法では脳塞栓を起こすリスクが未だありますが、この方面の研究は現在も進められています。
- 別のと体分割方法も試されています。英国の 30 ヶ月法（Over thirty months scheme, OTMS: 30 ヶ月齢以上の牛の全頭殺処分）に該当し肉を食用にできない牛で、と体を 2 つに分割する際に、脊髄を切断しないように正中線を外して分割することができました。ただし、この方法ではまだ、脊柱による支持を失った半分のと体の取り扱いが非常に困難という問題がありました。また、食肉衛生規則では通常、と体が食用に適することを証明するための食肉検査に、脊髄の露出を要求していることを認識しておくべきです。
- 円形状の鋸を脊柱に沿って動かす方法により、骨の中核にある脊髄を除去しようとする試みもありました。理論的にはこの方法では脊髄は露出しませんが、作業ラインの速さやと体の様々な大きさに適用させることは困難でした。時折多少の脊髄組織は露出しました。この方法でもまた、脊髄の可視を防げませんでした。
- 異なる方法として、二枚刃を使用し、脊椎の両側の横突起を体軸に沿い下方へ切断するものがありますが、分割されたと体は硬い骨がなく取り扱いは困難です。この方法もまた、脊髄の可視を防げませんでした。
- と体を半分に分割する前に脊柱管から脊髄を吸引する方法も、何カ国かで用いられていますが、常に成功するわけではありません。脊柱の湾曲や、脊髄を覆う丈夫な組織（硬膜）が、脊髄の完全な除去を困難にしています。
- ここに挙げた方法のいくつかは、脊柱に沿った最も価値の高い肉の塊に損傷を与える可能性があるため、食肉産業界から大きな反対圧力を受けることが考えられます。
- その後のリスクを管理するための追加的予防策としては、ナイフなど専用機器を特定の機能にのみ使用すること、例えば、脊髄の除去に使用したナイフを肉には使用しないことが挙げられます。こうした機器の扱い方は断頭時に

実用性の高い方法です。一つのナイフを肉の切断に使用し、別のナイフを脊髓に使用します。こうした機器の扱いを実施するには、慎重な訓練と監督が必要です。

と殺・解体工程が安全になるように食肉産業の工程の改変等できないのですか

- ▶ 理論的にはできるはずですが、リスク削減のための代替策（SRM、脊柱除去）とともに、産業界の抵抗が、と殺・解体の代替方法の研究にとって大きな障害となってきました

たとえば細菌汚染の低減を求めるといような別の要因による、新たな動機がなければ、時が経ちリスクが低減するにつれ、工程改変や開発のような意欲は低くなるでしょう。

引用文献および関連資料

1. Arnold, M. A., Ryan, J.B.M., Konold, T., Simmons, M.M., Spencer, Y.I., Wear, A., Chaplin, M., Stack, M., Czub, S., Mueller, R., Webb, P.R., Davis, A., Spiropoulos, J., Holdaway, J., Hawkins, S.A.C., Austin, A.R. & Wells, G.A.H. (2007). Estimating the temporal relationship between PrP^{Sc} detection and incubation period in experimental bovine spongiform encephalopathy of cattle. *J. Gen. Virol.* **88**:3198-3208.
2. Anil, M. H. & Harbour, D. A. (2001) Current stunning and slaughter methods in cattle and sheep - potential for carcass contamination with central nervous tissue and microorganisms. *Fleischwirtschaft*, **81**, N11, 123-124.
3. Anil, M.H., Love, S., Helps, C.R. & Harbour, D.A. (2002) Potential for carcass contamination with brain tissue following stunning and slaughter in cattle and sheep. *Food-Control*. **13**, N6-7, 431-436.
4. Anil, M.H., Love, S., Helps, C.R., McKinstry, J.L., Brown, S.N., Philips, A., Williams, S., Shand, A., Bakirel, T. & Harbour, D. (2001) Jugular venous emboli of brain tissue induced in sheep by the use of captive bolt guns. *Vet. Rec.* **148**, N20, 619-620.
5. Anil, M.H., Love, S., Williams, S., Shand, A., McKinstry, J.L., Helps, C.R., Waterman Pearson, A., Seghatchian, J. & Harbour, D.A. (1999) Potential contamination of beef carcasses with brain tissue at slaughter. *Vet. Rec.* **145**, N16, 460-462.
6. Bowling, M.B.; Belk, K.E.; Nightingale, K.K.; Goodridge, L.D.; Scanga, J.A.; Sofos, J. N.; Tatum, J. D. & Smith, G. C. (2007). Central nervous system tissue in meat products: an evaluation of risk, prevention strategies, and testing procedures. *Adv. Food Nutr. Res.* **53**:39-64.
7. Bowling, M.B.; Yemm, R.S.; Belk, K.E.; Sofos, J.N.; Smith, G.C. & Scanga, J.A. (2008). An evaluation of central nervous system cross-contamination due to carcass splitting in commercial beef-packing plants. *J Food. Prot.* **71**:83-92.
8. Coore, R.R., Barr, F.J., McKinstry, J.L. & Anil, M.H.(2004). Neural embolism and cerebral venous drainage at stunning and slaughter. *Vet. Rec.* **155**:86-87.

9. Coore, R.R., Love, S., Helps, C.R. & Anil M.H. (2004). Frequency of brain tissue embolism associated with captive bolt gun stunning of sheep. *Foodborne Pathogens and Disease*. **1**: 291-294.
10. Coore, R.R., Love, S., McKinstry J.L., Weaver H.R., Phillips, A., Hillman, T., Hiles, M.J., Shand, A., Helps C. R. & Anil, M.H. (2004). Dissemination of brain emboli following captive bolt stunning of sheep: Capacity for entry into the systemic arterial circulation. *J. Food Prot.* **67**:1050-1052 .
11. Daly, D. J.; Prendergast, D. M. & Sheridan, J. J. (2002). Spread of brain and spinal cord material during beef slaughter. The National Food Centre, Dublin, Ireland. 23pp.
12. EFSA. (2004). Opinion of the Scientific Panel on Biohazards on BSE risk from dissemination of brain particles in blood and carcass following stunning. *The EFSA Journal.*; **123**:1-4.

http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/Scientific_Opinion/finalbiohaz_stunningopinion1.pdf?ssbinary=true

13. EFSA (2007). Opinion of the Scientific Panel on Biohazards on a request from the European Commission on the infectivity in SRM derived from cattle at different age groups estimated by back calculation modelling. The EFSA Journal. **476**: 1-47. http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/Scientific_Opinion/biohaz_op_ej476_srm_en.pdf?ssbinary=true
14. Garland, T, Bauer, N. & Bailey, M.Jr. (1996). Brain emboli in the lungs of cattle after stunning (letter). Lancet. **348**: 610.
15. Garland, Tam. (1996). Brain emboli in the lungs of cattle (reply to K C Taylor). Lancet. **348**: 749.
16. Helps, C.R., Fisher, A.V., Harbour, D.A., O'Neill, D.H. & Knight, A.C. (2004). Transfer of spinal cord material to subsequent bovine carcasses at splitting. J. of Food Prot. **67**:1921-1926.
17. Helps, C.R., Hindell, P., Hillman, T.J., Fisher, A.V., Anil, H., Knight, A.C., Whyte, R.T., O'Niell, D.H., Knowles, T.G., and Harbour, D. A. (2002). Contamination of beef carcasses by spinal cord tissue during splitting. Food-Control. **13**, N6-7, 417-423.
18. Lucker, E., Hardt, M. & Groschup, M.H. (2002). Detection of CNS and PrP^{Sc} in meat products. Berliner Und Munchener Tierarztliche. **115**:111-117.
19. Lucker, E., Schlottermuller, B. & Martin, A. (2002). Studies on contamination of beef with tissues of the central nervous system (CNS) as pertaining to slaughtering technology and human BSE – exposure risk. Berliner-Und-Munchener-Tierärztliche-Wochenschrift. **115**:118-121.
20. Munro R. (1997). Neural tissue embolism in cattle. Veterinary Record. **140**, N20, 536.
21. Prendergast, D.M., Sheridan, J.J., Daly, D.J., McDowell, D.A. & Blair, I.S. (2003). Dissemination of central nervous system tissue from the brain and spinal cord of cattle after captive bolt stunning and carcass splitting. Meat Science. **65**:1201-1209.
22. Prendergast, D.M., Sheridan, J.J., Daly, D.J., McDowell, D.A. & Blair, I.S. (2004) Dissemination of central nervous system tissue during the slaughter of cattle in three Irish abattoirs. Veterinary Record. **154**, 21-24.
23. Røtterud, O.J., Helps, C.R., Hillman, T.J., Fisher, A.V., Harbour, D., Anil, H. & Nesbakken, T. (2006). Hot boning of intact carcasses: A procedure to avoid central nervous system self - contamination in beef and beef products. J. Food Prot. **69**: 405-411.
24. Schmidt, G.R., Hossner K.L., Yemm R.S. & Gould D.H. (1999). Potential for Disruption of Central Nervous System Tissue in Beef Cattle by Different Tyopes of Captive Bolt Stunners. J. Food Prot. **62**: 390-393.
25. Schutt-Abraham, I. Measures preventing BSE-contamination during the slaughter of cattle. (2002). Berl Munch Tierarztl Wochenschr. **115**:125-130.
26. TAFS (2009) – Position paper on Specified Risk Materials. (http://tafsforum.org/position_papers/TAFS_POSITION_PAPER_SPECIFIED%20RISK%20MATERIALS_2009.pdf)
27. Taylor, K.C. (1996). Brain emboli in the lungs of cattle. Lancet. **348**: 749.

28. Troeger K. (2004). Overview of current and alternative slaughter practices. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 8:275-281.
29. Wilesmith, J.W. (1998). *Manual on Bovine Spongiform Encephalopathy*. FAO. Rome.