

における粘膜固有層での舌扁桃検出状況は、表4のとおりである。

外側については、630ブロックのうち215ブロックで、内側については、630ブロックのうち145ブロックで舌扁桃が認められた。

1頭のうち複数の区分で舌扁桃が認められた場合、最も舌尖に近く認められた区分について表5に示した。

また、外側A～C区分からア～キ区分までに舌扁桃が認められなかった9頭について、さらに舌根部に向かって検索したところ、ク区分で3頭、ケ区分で2頭、コ区分で1頭舌扁桃が認められた。3頭についてはツ区分まで検索したが、舌扁桃は認められなかった。

内側では、A～C、ア～キ区分に舌扁桃が認められなかった20頭のうち、外側と同様に検討したところ、ク区分で1頭、コ区分で2頭、サ区分で2頭舌扁桃が認められた。15頭はC区分からツ区分までには舌扁桃は認められなかった。

表4 舌扁桃分布状況

区分	外側(%)	内側(%)
C	5(7.9)	0(0)
B	9(14.3)	2(3.2)
A	14(22.2)	3(4.8)
ア	22(34.9)	6(9.5)
イ	18(28.6)	6(9.5)
ウ	15(23.8)	13(20.6)
エ	22(34.9)	22(34.9)
オ	31(49.2)	29(46.0)
カ	35(55.6)	35(55.6)
キ	44(69.8)	29(46.0)
検査数	630	630

表5 最も舌尖部寄りに舌扁桃の認められた区分

区分	外側(%)	内側(%)
C	5(7.9)	0(0)
B	7(11.1)	2(3.2)
A	5(7.9)	2(3.2)
ア	9(14.3)	4(6.3)
イ	3(4.8)	1(1.6)
ウ	2(3.2)	7(11.1)
エ	9(14.3)	10(15.9)
オ	6(9.5)	7(11.1)
カ	3(4.8)	7(11/1)
キ	9(14.3)	3(4.8)
なし	9(14.3)	20(31.7)
計	63	63

舌扁桃は最終有郭乳頭より舌尖部で認められ、外側、内側ともに舌根部に向かって分布が多くなっていた。なお、今回の調査で2頭(乳用種49ヶ月、乳用種93ヶ月)は、外側及び内側のどの区分でも舌扁桃は認められなかった。

舌扁桃の種類別分布状況を月齢に分けてみた。

外側は表6及び図6に、内側は表7及び図7に示した。

表6 種類別・月例別分布状況(外側)

頭数	和牛		交雑		乳用種	
	20	4	11	12	16	
月齢	26~30	30以上	23~29	18~30	30以上	
C	3		1	1		
B	6			3		
A	7	1	1	5		
ア	12	1	4	5		
イ	10	3	1	3	1	
ウ	5	2	4	4		
エ	7	3	5	6	1	
オ	6	3	9	10	3	
カ	9	3	8	10	5	
キ	12	3	10	12	7	

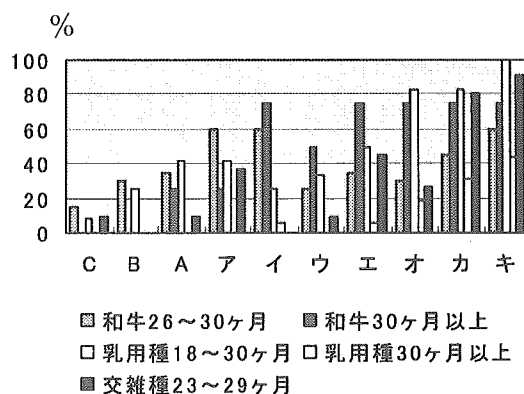


図6 種類別・月例別分布状況(外側)

表7 種類別・月例別分布状況(内側)

頭数	和牛		交雑		乳用種	
	20	4	11	12	16	
月齢	26~30	30以上	23~29	18~30	30以上	
C						
B	1			1		
A	3					
ア	6			1		
イ	7					
ウ	11		1	2		
エ	15	1	2	4	1	
オ	16	2	4	7	1	
カ	18	4	4	9	1	
キ	18	4	1	7	1	

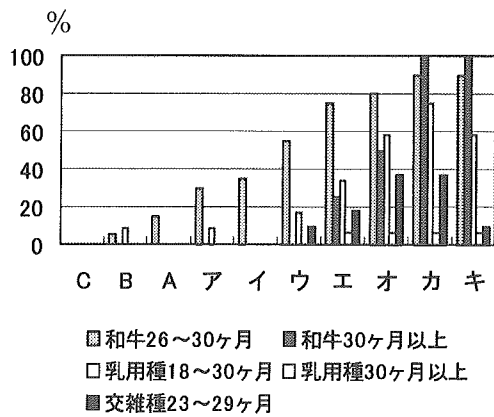


図7 種類別・月齢別分布状況(内側)

外側の最終有郭乳頭より前の舌尖部に舌扁桃が認められたのは月齢30ヶ月以下の和牛、乳用種及び交雑種であった。

内側で最終有郭乳頭より前の舌尖部に舌扁桃が認められたものは、月齢30ヶ月以下の和牛と乳用種であった。

性別の舌扁桃分布状況を月齢に分けて、表8、図8及び図9に示した。外側では、30ヶ月以下のものは去勢、牝ともにC区分に舌扁桃が認められている。30ヶ月以上のものは、最初に認められる区分が、30ヶ月以下に比べ舌根部寄りであった。これは内側においても同様であった。

20ヶ月以下の牛は今回4頭しか調査できなかったが、全て乳用の去勢牛であり、外側のB区分に2頭に舌扁桃が認められた。

表8 性別・月齢別分布状況

性別	外側				内側			
	去勢		牝		去勢		牝	
月齢	18~30	30以上	23~30	30以上	18~30	30以上	23~30	30以上
頭数	20	2	19	22	20	2	19	22
C	3		2					
B	4	1	4		2			
A	9	1	3	1	3			
ア	10	1	7	4	5		2	
イ	7	2	5	4	5		2	
ウ	5	1	6	3	7	1	5	1
エ	9	2	5	6	10	1	8	4
オ	13	2	8	8	13	2	11	4
カ	13	2	10	10	15	1	13	7
キ	17	2	13	13	12	1	13	4

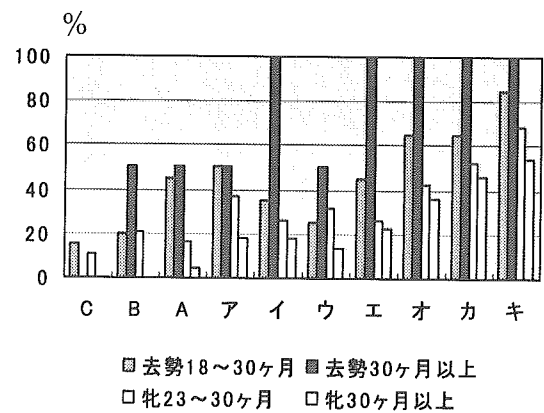


図8 性別・月齢別分布状況(外側)

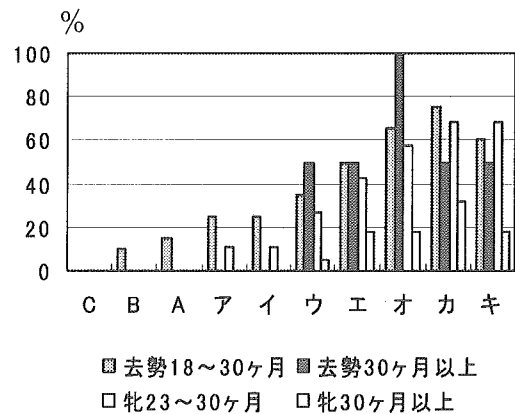


図9 性別・月齢別分布状況(内側)

イ 筋層における舌扁桃分布状況  
筋層には、舌扁桃は認められなかった。

(2) C区分より舌尖部の舌扁桃分布状況  
A~C、ア~キ区分まで調べた63頭のうち4頭について、有郭乳頭の全数が含まれるD

区分から K 区分まで調べた。4 頭には舌扁桃は認められなかった。そのうちの 1 頭については、K 区分から舌の最先端まで 5mm ごとに切り出し、外側、内側各 53 ブロック (26.5mm) を調べたが、舌扁桃は認められなかった。

## 2. 舌扁桃の除去方法の検討

5 機関で皮 (粘膜固有層) を取り除くなど食用に供するために処理した舌を買い上げて、舌扁桃の有無を調べた。

粘膜固有層が完全に除去され、筋層が露出していた 14 頭の舌については、C 区分からキ区分まで舌扁桃は認められなかったが、粘膜固有層の除去が不完全であった 1 頭の舌にはイ区分で舌扁桃が認められた。

## D. 考 察

1. 今回最終有郭乳頭を境として舌尖部方面に A～C、舌根部方面にア～キまで舌扁桃の分布状況を調べた。

舌扁桃が存在しないと思われた B、C 区分にも舌扁桃は認められた。ここに言う B、C 区分はホルマリン固定後の区分であるから、ホルマリン固定による収縮を考えると実際には最終有郭乳頭より 1 cm 以上舌尖部寄りの部位に舌扁桃は認められることになる。

2. 月齢 20 ヶ月以内の牛は B 区分に 4 頭のうち 2 頭に舌扁桃が認められ、20 ヶ月から 30 ヶ月以内の牛では、C 区分からキ区分へ認められる数が多くなり、30 ヶ月以上の牛は、最終有郭乳頭より以前には舌扁桃は認められず、イ区分に最初に認められたが、40 ヶ月以上の牛では、A～C、ア～キの調査範囲には認められなかった。このことから、舌扁桃は加齢に従い舌根部に向かって後退していくものと推察される。最終有郭乳頭より以前の C 区分から A 区分に舌扁桃が認められた和牛 4 頭の舌を舌尖部に向かってさらに舌扁桃の分布を調べたところ、いずれも舌扁桃は認められず、C 区分近辺が、舌扁桃の存在限界部位であろうと考える。

3. 舌扁桃の分布調査を外側と内側に分けて行ったところ、外側は内側に比べ舌扁桃が多い傾向にあると思えたが、外側には固有層が多く、分布は当然多くなるもので、分布状況に差が見

られるということではないと考える。

4. 今回の調査から最終有郭乳頭で切り取るとする米国農務省 (USDA) の方法<sup>4)</sup> では、舌扁桃は残存する可能性がある。しかし、粘膜固有層と筋層に分けて調査した結果、筋層にはいずれも舌扁桃は認められず、また販売に向けて処理した舌では、粘膜固有層の残存していた部位には舌扁桃は認められたが、筋層を露出した舌についてはいずれの区分からも認められていない。舌扁桃の除去にあたっては、食用としない舌根部を切り落とし、筋肉を少なくとも、有郭乳頭のない部位まで露出することが必要である。

今回調査した検体数は、統計学的に種類、性、月齢で分けるほど多くはなく、さらに例数を加えて検討していく必要がある。

## E. 結 論

舌扁桃は最終有郭乳頭より、舌尖部にも認められた。

また、舌扁桃の分布は、種類や性別より月齢に関係が深いと思われた。

舌扁桃は、食用としない舌根部を切り落とし、筋肉を少なくとも、有郭乳頭のない部位まで露出すれば除去できるものと考えられる。

## F. 参考文献

- [1] SEAC (2003) STATEMENT ON BSE RISK FROM BOVINE TONSIL AND CONSUMPTION OF OX TONSIL
- [2] 食監発第 1119003 号 (2002 年 11 月 19 日) 厚生労働省医薬局食品保健部監視安全課長通知
- [3] 事務連絡 2005 年 5 月 12 日 労働省医薬局食品保健部監視安全課長
- [4] USDA ホームページ ; [http://www.fsis.usda.gov/OFO/TSC/removal\\_of\\_tonsils.htm](http://www.fsis.usda.gov/OFO/TSC/removal_of_tonsils.htm)
- [5] Veterinary Record :Pathogenesis of experimental bovine spongiform encephalopathy

### Ⅲ. 不動物化装置に関する研究

#### A. 研究目的

牛のとさつ工程において作業者の安全確保と作業時間の短縮を目的に牛を不動物化させるピッシングは、平成 17 年 9 月末現在、国内で牛をと畜していると畜場 161 施設中 63 施設で実施されている。<sup>1)</sup>

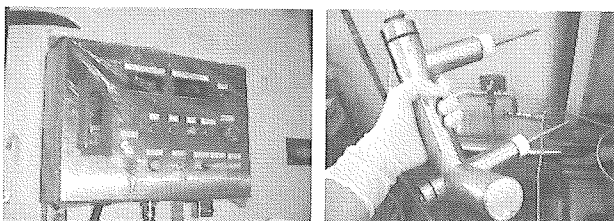
しかし、スタンニング孔からの脳・脊髄組織流出による牛と体や施設汚染の可能性、また、ピッシングワイヤーにより破壊された脳・脊髄組織が血流を介して筋肉や臓器を汚染する危険性が示唆されており、欧米諸国は既にピッシングを中止し、国内では厚生労働省が各と畜場のピッシング廃止を推進している。

そこで、ピッシングに代わる不動物化法として、すでに開発販売されている「パルス電流による不動物化装置: アドバンスフードテック株式会社製」(以下「パルサー装置」という。)を使用し、その性能の検証を行い、効果的で安全な不動物化法についての検討を行った。

#### B. 研究方法

##### 1. パルス電流による不動物化装置(パルサー装置)の概要

パルサー装置はパルス電流を発生させる制御装置とパルス電流を牛に通電させる電極からなる。制御装置は壁付けができ、電極は 1 頭毎の消毒が可能である(図 1)。



制御装置

電極

図1 パルサー装置の構成

実際のとさつ工程では、牛をスタンニングし、のど刺しによる事前放血を約 1 分間実施する。

次にピッシングを行う替わりとして延髄が位置する第 1 頸椎付近を挟むように、頸部に電極を突き刺してパルス電流を約 20 秒間通電し、不動物化を図る。

その後、頸部を更に切開して完全に放血する(図 2)。

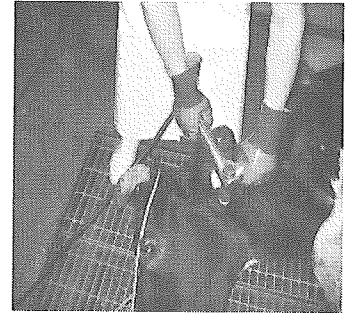
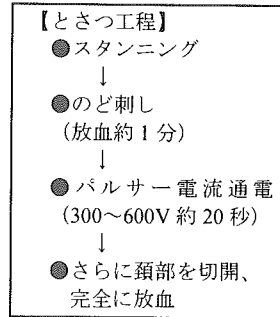


図2 パルサー装置使用時のとさつ工程

##### 2. 調査方法

Z と畜場に依頼し、平成 17 年 10 月から平成 18 年 1 月までの 4 ヶ月間、パルサー装置を設置して調査を行った。Z と畜場の牛のと畜頭数は約 20 頭/日で、そのほとんどが乳用廃用牛である。スタンニングにはエアスタンガンを使用し、解体処理の一部を処理台に寝かせて行う、ベッド式で作業する(図 3)。

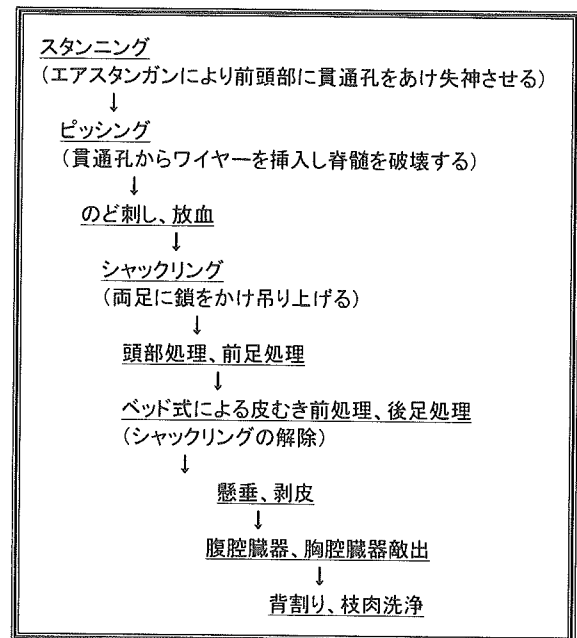


図3 Z と畜場のと畜解体処理方法

##### (1) 試験稼働調査

導入直後に試験稼働を行い、使用に関する問題点の有無を確認し、解決後、実験を開始した。

##### (2) パルサー装置に関する調査

パルサー装置使用牛 42 頭、ピッシング実施牛 100 頭について、作業状況や不動物化後の牛の動き等を調査し比較した。

##### (3) 枝肉の状態等

パルサー装置使用牛 42 頭、ピッシング実施牛 100 頭について、内臓と枝肉の放血状態およびスポット発生状況、延髄の破損状況を調査し比較した。

(4) 作業者の脳・脊髄組織汚染状況

とさつ作業における作業者の脳・脊髄組織汚染状況を把握するため、スタンニングやピッシング作業従事者の手袋 20 検体及び前掛け（胸部）20 検体について 100 cm<sup>2</sup> をふき取り、GFAP 残留量を測定した。ふき取りは 1 頭作業後、次の作業に入る洗浄前に行った。

C. 調査結果

1. 試験稼働結果

10 月 12 日から 10 月 25 日までの 10 日間試験稼働を行ったところ、不動化後に動く個体が 1 日に約 20 頭中 5 頭程度認められた。作業に支障が出る可能性があったため、パルサー装置の効果に影響が大きいとされるスタンニング方法を変更した。

具体的には、失神状態を十分に確保するため、と畜銃をエアガン（AN-10K エアスターナー：JARVIS）から火薬を使用するカウパンチャー（カウパンチャーM8000：アクレス社）へと変更した。

2. パルサー装置に関する調査

パルサー装置使用牛 42 頭は、電流 3.6±0.3A、電圧 472.8±137.1V、通電時間 24.3±9.4 秒で不動化を実施した。

放血時間については、ピッシング実施時で 119.8±39.5 秒、パルサー装置使用時は事前放血と不動化後の放血をあわせて 153.0±45.1 秒であった。

スタンニングからシャックリングまでの作業時間は、ピッシングの場合には 129.0±47.6 秒、パルサー装置使用の場合には 172.5±29.7 秒を要した。

ピッシングで不動化後に動いた牛は、6 頭（6.0%）で、パルサー装置で不動化後に動いた牛は 9 頭（21.4%）であった。

また、ピッシングで不動化後に動いた牛 6 頭は、0.5 秒から 1.5 秒の間、平均で 1.1 秒間動いており、瞬間的に足が振れるが作業には支障のない程度の動きが多かった。

パルサー装置で不動化後に動いた牛 9 頭は、0.5 秒から 30.5 秒の間、平均で 7.4 秒間動いていた（表 1）。

パルサー装置使用後に動いた牛のうち 8 頭は処理台（ベッド）に降ろした直後に後肢を垂直に伸ばし、そのまま緊張し続けるという動きを示した。残りの 1 頭は前肢が動いたのみであった。

表 1 ピッシングとパルサー装置の比較

項目	ピッシング (n=100)	パルサー (n=42)
電流(A)	—	3.6±0.3
電圧(V)	—	472.8±137.1
通電時間(sec)	—	24.3±9.4
放血時間(sec)	119.8±39.5	153.0±45.1
作業時間(sec) スタンニング～シャックリング	129.0±47.6	172.5±29.7
作業員数	3	3
スタンニング不良数	41	11
不動化後に動いた牛の頭数	6	9
不動化後動いていた秒数(平均)	0.5~1.5 (1.1)	0.5~30.5 (7.4)

試験稼働の結果からスタンニングがパルサー装置の不動化に大きく影響することが考えられたため、スタンニングと不動化の関係を調査した。

スタンニングが良好な場合は、不動化後に動いた牛が 31 頭中 4 頭（12.9%）で、スタンニングの場所が悪かった、複数回スタンニングを行った等スタンニングが不良の場合は、11 頭中 5 頭（45.5%）であった（表 2）。

表 2 パルサー装置とスタンニングの関係 (n=42)

スタンニング	頭数	不動化後に動いた頭数(%)
良	31	4 (12.9%)
不良	11	5 (45.5%)
合計	42	9 (21.4%)

### 3. 枝肉等の状態

ピッシングでのスポット発生率は、肝臓 3.0%、心臓 0%、枝肉 4.0%であった。

パルサー装置でのスポット発生率は肝臓、7.1%、心臓 4.2%、枝肉 0%であった (表 3)。

枝肉や内臓に放血不良が認められたものはピッシング、パルサー装置ともに無かった。延髄の破損はピッシングで 14 頭 (14.0%) あったが、パルサー装置では無かった (表 3)。

表3 スポット発生率

	ピッシング(n=100)	パルサー(n=42)
肝 臓	3 (3.0%)	3 (7.1%)
心 臓	0 (0%)	2 (4.8%)
枝 肉	4 (4.0%)	0 (0%)

### 4. 作業者の脳・脊髄組織汚染状況

スタンニングやピッシング作業従事者の脳・脊髄汚染状況を GFAP を用いて調査した。手袋 20 検体中で検出限界値 (3ng/100cm<sup>2</sup>)

以上を示したものは 6 検体あり、6 検体の平均値は 4.7ng/100cm<sup>2</sup>であった。

前掛け 20 検体では検出限界値以上を示したものはなかった (表 4)。

表4 作業者における脳・脊髄組織汚染状況

調査数	GFAP 残留頭数		平均値 (ng/100cm <sup>2</sup> )
	<3 ng/100cm	3 ng/100cm <sup>2</sup> ≤	
手袋 20	14	6	4.7 (n=6)
前掛け 20	20	0	-

## D. 考 察

### 1. 試験稼働結果

試験稼働で不動化後に動く牛が多く発生したことについては、取り扱い牛のほとんどが乳用廃用牛で肉用肥育牛よりも頭蓋骨の強度が高かったことに加え、使用しているエアスタンガンの威力が弱かったために、十分な失神状態が得られなかったことが原因と考えられた。

Z と畜場の変更前のエアスタンガンは頭蓋を貫通するピストンが 2 cm 程度であったが、変更後のカウパンチャーでは頭蓋を貫通する

ピストンは 5 cm となり、スタンニングは良好で失神状態も改善された。

### 2. パルサー装置に関する調査

パルサー装置は 100V の電源があれば設置に場所を取らず、消毒装置も既存の消毒層を若干変更するだけで設置が可能である。装置の使用に複雑な作業は無く、牛の体重や性別による電流、電圧調整も不要で導入は容易である。

また、電流による人体危害の発生もなく安全に使用できた。

スタンニングからシャックリングまでの作業時間は、通電時間の確保や二段階の放血を行うこと等で 1 頭につき平均 43.5 秒延長した。これにより Z と畜場の作業終了時間は 20 頭処理において、約 30 分延長された。

不動化後に動く牛の発生率はパルサー装置では 21.4%、ピッシングでは 6.0%で、パルサー装置のほうが不動化後の動きが多いという結果であった。このことから、パルサー装置による不動化は、物理的に脊髄を破壊するピッシングの不動化と比べて効果は弱いと考えられた。

パルサー装置で動いた牛のほとんどがベッドに寝かせた直後に後肢を垂直に蹴り出すような動きを示していた。作業者によれば背骨が処理台にあたった時に動く個体が多かったとのことである。この動きは伸展反射のようにも見え、中枢神経系に与える電流の影響が弱いためと思われる。

作業中に出るこの動きは、ベッド式の解体作業の場合は危険である。

しかし、放血後シャックリングしてから一度も床に下さずに作業を行う吊り下げ式であれば、脊柱に刺激が加わることもなく、後肢の動きが出て足が固定されたうえに自重がかかっていることや作業者の位置等から考えて、作業に与える影響は少ないと推察された。

実際に他のパルサー装置を使用したつり下げ式と畜場での報告例では、435 頭調査したところ不動化後に動かなかった牛の比率は和牛で 100%、交雑種で 96%、乳牛去勢牛で 94%という結果であった。<sup>3)</sup>

パルサー装置とスタンニングの関係を調査したところ、スタンニングが良好であれば不動

化後に動く牛の発生率は 12.9%であるが、スタンニングが不良の場合はその発生率は 45.5%と高くなり、不動化におけるスタンニングの重要性が確認できた。

### 3. 枝肉等の状態

枝肉等の調査結果では、パルサー装置使用の牛は枝肉、内臓ともに放血状態が良好であった。

内臓のスポット発生率はピッシングの方が低かったが、枝肉のスポット発生率はパルサー装置の方が低い結果であった。

パルサー装置には枝肉スポットの発生を抑える効果があることが伺えた。

ピッシングで 14%の牛に認められた延髄破壊はパルサー装置では認められなかった。

パルサー装置使用で延髄破壊が無くなり、破壊された組織による臓器汚染の危険性は軽減され、BSE スクリーニング検査検体として破壊した延髄を供することもなくなると思われる。

### 4. 作業者の脳・脊髄組織汚染状況

ピッシング従事者の脳・脊髄組織汚染状況を GFAP を用いて調査したところ、前掛けは全て検出限界値以下であったが、手袋では検出限界値以上を示したものが 6 検体認められた。

6 検体の平均値は 4.7ng/100cm<sup>2</sup> で高濃度の汚染ではなかったが、ピッシングにより作業者を介した二次汚染発生の可能性が危惧された。

### E. 結論

パルサー装置は導入が簡易であること、放血状態が良く、枝肉でのスポット発生率が低かったこと、脳・脊髄組織による牛の体内臓器や作業員への汚染が抑えられること等のメリットがある一方、作業時間の延長や不動化後の動きが多い等のデメリットもあった。

パルサー装置による確実な不動化のためには、牛の失神状態を十分に確保すること、熟練したのど刺しによる事前放血で通電後の一次的な血圧上昇による被害を防止すること、パルサー電流を確実に通電することが三位一体で重要である。<sup>3)</sup>

特に、強い失神状態を確保するためのスタンニングの影響が大きかった。

パルサー装置以外の電気による不動化でもピッシングと比較して不動化後に動く牛が多かったという報告があることから、電流による不動化は、ピッシングほど強烈な不動化状態を引き起こすことはない。<sup>4)</sup>

ピッシング代替法には、スタンニング後、牛が動かなくなるまで静置しておく方法や、スタンニング後ピッシングをせずにそのまま放血とシャックリングを行い解体ラインに乗せてしまう方法や電流を通して不動化する方法等がある。<sup>5)</sup>

と畜場の施設構造、作業手順、作業員数、取り扱う牛の品種や月齢等の傾向、求められる肉の品質、作業時間等の各種の条件によって、選択するピッシング代替方法は異なることが予測される。

導入に際しては、単純に不動化方法を変更するだけでなく、付随するスタンニングや放血方法等、と畜工程全般についても検討する必要がある。

### F. 健康危機情報

特になし。

### G. 参考文献

- [1] 厚生労働省通知：BSE 対策に関する調査について（食安監発第 1227001 号）平成 17 年 12 月 27 日
- [2] 甲斐 論：畜産の情報 国内編 193:4-15, 2005
- [3] 食肉処理技術向上セミナー：パルス電流による不動体化技術について（2005.11）
- [4] 片桐重之、高井泰博、桜井彰二、土屋美智代、加藤有香、澤木 巧：平成 17 年度食肉衛生技術研修会・衛生発表会資料（2006.1）
- [5] 厚生労働省：ピッシング中止モデル事例（2005.3）