

牛のと畜・解体技術の改善について

令和３年３月

輸出用食肉処理技術等マニュアル作成委員会編

発行：（公財）日本食肉生産技術開発センター

目次

1. はじめに	2
2. 対米輸出要綱に基づく牛の取扱い及びと畜処理	2
1) 対米輸出要綱	2
2) 対米輸出施設と血斑の発生	3
3. 血斑発生の要因	5
1) 毛細血管破裂の機序	5
2) 血斑の発生率に影響する要因	6
3) 血斑発生原因とメカニズム仮説	7
4. 血斑発生と生体要因	8
1) 遺伝	11
2) 飼養管理	12
3) ストレス	13
4) その他	15
5. 適切なと畜方法と血斑発生の低減のための取組	16
1) と畜・解体作業の工程	16
2) 積み降ろしからけい留施設、スタニング保定施設への誘導	16
3) 適切なスタニング	19
4) 適切なステッキング	21
5) と畜工程における血斑発生と対策	23
6) と畜工程の改善事例	24
7) まとめ	27

1. はじめに

米国へ牛肉を輸出すると畜場及び食肉処理施設は、「アメリカ合衆国向け輸出食肉の取扱要綱」（以下「対米輸出要綱」という。）に基づき、とさつ・解体等を行う必要がある。対米輸出要綱では、と畜時に牛を吊り下げた状態でステッキングすること（以下「懸垂方式」という。）が求められており、これに伴って米国向け輸出牛肉の認定食肉処理施設（以下「対米輸出施設」という。）では従来の横臥方式より血斑発生が増加した。血斑発生は特にわが国の食肉流通では大きな問題である。そのため、令和元年度～2年度において、JRA（日本中央競馬会）の助成を受け、「輸出用食肉処理技術等マニュアル作成委員会」（委員長：入江正和（独）家畜改良センター理事長）を設置し、改善方策の検討を行った。本報告は、血斑発生の低減が図られることを期待し、「牛のと畜・解体技術の改善マニュアル」として取りまとめたものである。

2. 対米輸出要綱に基づく牛の取扱い及びと畜処理

1) 対米輸出要綱

対米輸出食肉取扱要綱の規定（図表1）では、とさつ・解体施設について、と室にはドライ・ランディングゾーンを設置することとされ、その広さは2.2m×2.5m以上とし、放血区域には他の牛体等への汚染防止の設備が備えられていること、などの要件が課されている。また、放血に当たっては血液が飛散して他の牛体、内臓等を汚染しないような衛生的処理を行うこととされている。

さらに人道的な牛の取扱い及びとさつについて、と室へ牛を追い込む際、牛に与える刺激、苦痛等を最小限なものにすること、スタンナー（とさつ銃）を用いる際には1回の打撃で無意識状態にし、以後放血作業まで無意識の状態を保持させることなどが定められている。対米輸出施設には、こうした対米輸出要綱を遵守することが求められている。

図表 1. 対米輸出食肉取扱要綱の規定（抜粋）

- 第2 施設、設備等の構造及び材質基準
- 2 とさつ及び解体をする施設
- (2) 個別事項
- ア と室には、とさつベン、ドライ・ランディングゾーン、放血区域、解体区域（頭部処理場所、前後肢切離場所、剥皮場所、内臓摘出場所、背割り場所）、検査区域（頭部、内臓及び枝肉検査場所）及び枝肉洗浄区域が設けられていること。
- (ア) ドライ・ランディングゾーンは、2.2m×2.5m以上の広さを有し、牛の脱走防止のための設備を有していること。なお、とさつベンから落下した牛体を可動式の台で受け、牛体を吊り上げる際に、当該台が放血区域外に移動し、放血時の血液で汚染されない構造とした設備を設ける場合、牛体を受ける台を2.2m×2.5m以上の広さとする。
- (イ) 放血区域には、適当な広さで、他のと畜等への汚染防止のための設備が備えられていること。
- (ウ) 放血区域には、と畜体が床に接触しないよう4.9m以上の高さの放血用レールが備えられていること。

図表 1. 対米輸出食肉取扱要綱の規定(抜粋)(続き)

衛生管理基準

第2 衛生的なとさつ、解体、分割等

- 1 牛の生体取扱施設並びにとさつ及び解体をする施設における設備の維持管理及び衛生保持については、次のとおり行うこと。
 - (6) 放血に当たっては、血液が飛散して他のと体、内臓等を汚染しないように衛生的な処理を行うこと。
 - (7) とさつ及び放血は、施設整備の規模に応じた数、速度で行い、放血区域に牛が密集しないようにすること。

第4 人道的な牛の取り扱いおよびとさつ

- 1 けい留所、導入路等は、牛に危害を与えないように必要に応じて修理補強を行い、その維持管理に努めること。
- 2 けい留中の牛には給水し、24時間以上係留する場合は給餌を行うこと。
- 3 とさつペン室へ牛を追い込む際の牛に与える刺激、苦痛等は最小限なものであること。
- 4 スタンナーによりとさつ処理を行う際には、1回の打撃で牛を無意識の状態にし、以後放血作業まで無意識の状態を保持させること
- 5 スタンナーの整備を定期的に行い、その性能を保持すること。
- 6 スタンナーには安全装置を設けるとともに、使用に当たっては検査員、作業員に危害を与えないように取り扱うこと。
- 7 非人道的な処理として、検査員に指摘された場合は、その指示に従い処理方法を改善すること。

2) 対米輸出施設と血斑の発生

対米輸出施設ではその他の食肉処理施設と比べて血斑の発生率が増加していることが問題視されている。血斑(図表2)はシミやスポット、また多発性筋出血ともいい、筋肉のカット面にみられる斑状の出血痕をいう。英語では echymosis、blood splash、blood spotting といわれる。血痕は黒く凝固するため、肉に生じたシミのように観察される。血斑は放血が不十分で血液が残ったものではなく、主に高血圧(体全体のみでなく部分的なものを含む)による毛細血管の破裂が原因と考えられており、適切にと畜・放血された場合であっても発生することがある。

図表 2. 血斑の説明

- ・血斑とは、筋肉のカット面にみられる斑状の出血痕をいう。
- ・血斑は毛細血管の高血圧による破裂が原因と考えられている。



枝肉カット面の血斑



ロース・バラ部位の血斑



ロースの血斑

血斑の発生はわが国だけでなく、欧米諸国においても問題視されている。しかし、欧米では食卓には焼いた塊の肉が並ぶだけで、わが国のように明るい照明の食卓に薄い精肉が並ぶことはなく、血斑は精肉の見栄えを重視するわが国で特に重要な問題であるといえよう。

枝肉格付において血斑は枝肉等級には影響しないが、瑕疵の一つとして扱われ、「ア」の朱印が等級表示と並んでスタンプされる。通常、取引価格が下がるので、農家にも経済的影響を与え、流通上でも問題となる。また格付時に外見上検出されなかった場合には流通業者や飲食店に経済的被害を与えることもあるため、商業上の様々なトラブルのもととなる。

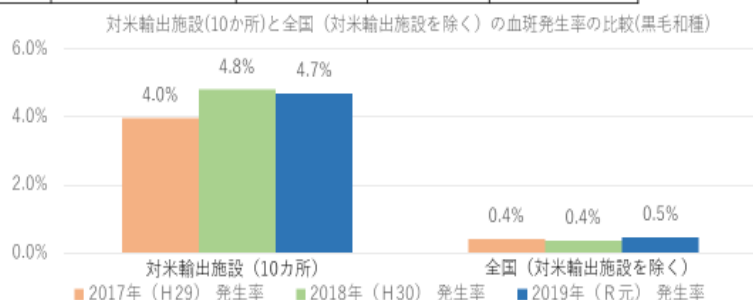
図表 3 は、(公社)日本食肉格付協会のデータによって対米輸出施設(10 か所)とそれ以外の施設における血斑発生率を比較したものである。2017 年～2019 年の黒毛和種牛のデータにおいて、対米輸出施設での血斑発生率は 4.0～4.8%であったが、それ以外の施設では 0.4～0.5%であり、対米輸出施設での血斑発生率が明らかに高かった。

図表 4 は、対米輸出処理施設ごとの黒毛和種における血斑発生率の違いをみたものである。血斑発生率には処理場間に大きな違いが認められる。遺伝的な違い等の生体による血斑発生要因があるにせよ、これらのデータは各処理場においてと畜処理工程は同様であるものの、と畜処理の具体的方法(牛へのストレス、スタニング(気絶)～ステッキング(喉刺し)の時間など。詳細は後述)に違いがあり、そのことが血斑発生率を大きく変化させていることをうかがわせる。

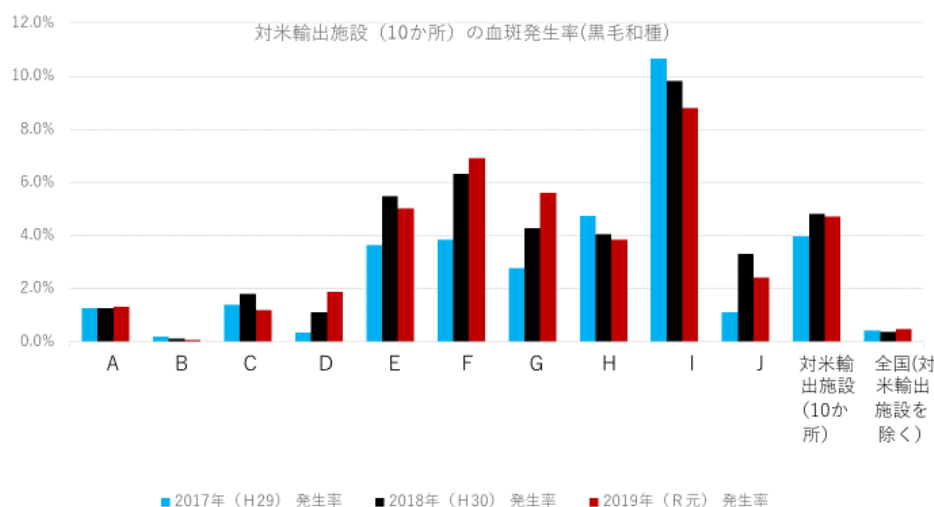
図表 3 対米輸出施設（10 か所）と全国（対米輸出施設を除く）の血斑発生率の比較（黒毛和種、2017～2019 年）

① 2017～2019年の対米輸出施設（10カ所）の血斑発生率は4%台で推移。 ② 一方、全国（対米輸出施設を除く）での発生率は0.4%～0.5%で推移しており、対米輸出施設（10カ所）での発生率が高い。				
		2017年	2018年	2019年
黒毛和種	対米輸出施設（10カ所）	4.0%	4.8%	4.7%
	全国(対米輸出施設を除く)	0.4%	0.4%	0.5%

注：対米輸出施設は10ヶ所の平均である。（岩手、群馬、飛騨、七城、都農、高崎、末吉、有明、知覧、阿久根）
（公社）日本食肉格付協会のデータをもとに算定した。



図表 4 対米輸出処理施設ごとの黒毛和種における血斑発生率の違い



3. 血斑発生の要因

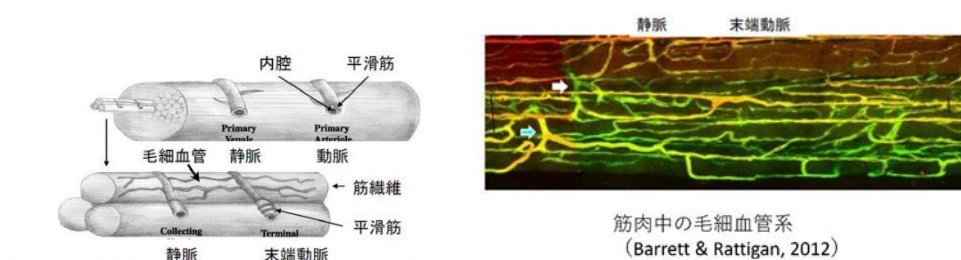
1) 毛細血管破裂の機序

前述したように血斑は、毛細血管の高血圧による破裂が原因と考えられている。毛細血管は動脈と静脈の間をつなぐ平滑筋を欠く網目状の非常に細い血管である（図表 5）。筋繊維という肉眼で見えないほどの小さい部分にも細かく分布している。その役割としては、組織や細胞の隅々まで酸素と栄養素を届けることと、二酸化炭素と老廃物を回収することにある。毛細血管の壁はとても薄く、日常のちょっとした物理的衝撃でも、しばしば破損する。特に、人でも家畜でも日常動作と違う衝撃（動作）によって破れやすい。生体では、打ち身

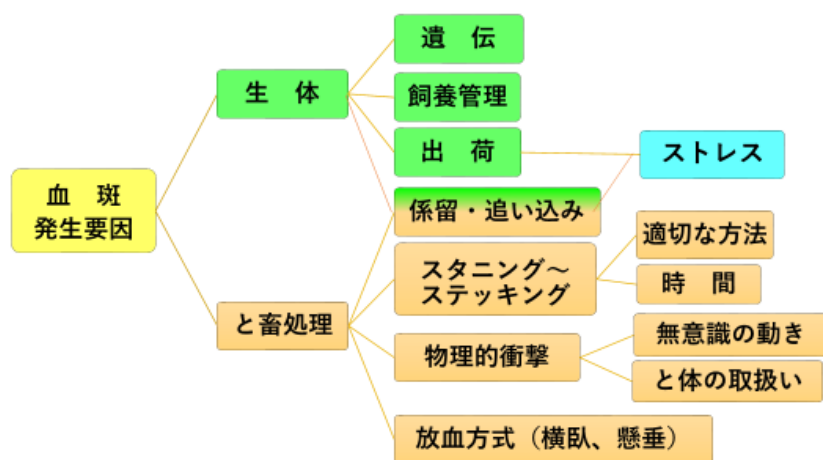
などの例のように、その後、修復されるが、と畜直前のものと体では当然修復されず、流出した血液が血斑となる。

と畜直前～スタニング～放血までの、血圧が高まった状態では特に破れやすい状態が続いていると考えられ、また、放血前の懸垂やひどい痙攣（筋収縮をひきおこしている）などの非日常の衝撃（作用）も血管破損をひきおこしやすいと考えられる。さらに基礎として、生体での生理学的な理由（動脈硬化やビタミン不足、ミネラルアンバランスなど）により血管系がもろいことも原因の一つになっていると考えられている。

図表 5 筋肉微細構造における毛細血管の分布



図表 6 血斑の発生要因



2) 血斑の発生率に影響する要因

血斑の発生要因は大別すると、生体とと畜処理の要因がある（図表 6）。ただし、実際の血斑の発生には、生体とと畜処理の個々の要因が血斑を発生させるというケースだけでなく、むしろ両要因が複合的に影響しているケースが多いと考えられる。

生体では遺伝的要因（品種：乳牛＞交雑種＞和牛の発生順、性：去勢＞雌など）があり、血管を脆弱化させる飼養管理にも気を付けなければならない。同じと畜場においても、血斑発生率には農家によって大きな違いがあり、これは生体要因が関与しているためである。

農家での出荷から、車載、と畜場での降ろし作業、けい留の際には、追い込みや異なる群

れ編成、過密、車の振動、温度、光、騒音、匂い、微生物など様々なストレスを受けることになるが、これらによる血圧上昇によって、あるいは打撲や闘争・逃走による身体的損傷によって血斑が生じる。過度の電気ムチなどによる筋肉の強い収縮も毛細血管損傷の原因となる。

と畜処理では、スタニング～ステッキングの時間、それら各方法の失敗などが血斑発生に影響する。さらにステッキング前の生体に対する物理的な衝撃（手荒い扱い、損傷、屈曲など）も血斑発生の原因となると考えられる。また、スタニング直後の意識によらないひどい痙攣なども、弱った毛細血管に対し筋収縮が物理的な衝撃を与えることになる。放血方式も血斑発生に影響すると考えられ、懸垂方式の吊り下げられた状態では、頭部や前軀に重力の影響でうっ血を生じ、毛細血管は特に背部の弱った部分で破裂しやすいと考えられる。

3) 血斑発生原因とメカニズム仮説

血斑発生原因とメカニズムについては、一部仮説となるが、以下に考察する。ストレス、血管の脆弱性等のスタニング以前の要因は、血斑を引き起こすとても重要な要因と考えられる。同一食肉処理場においても農家によって血斑の発生率に大きな差があるが、その原因としては飼育方法や遺伝による血管の脆弱化が根本にあることは容易に想像がつく。飼育現場における長期のストレスは発育の遅延を起こすだけであるが、出荷からけい留、スタニングに至る、と畜前の短期のストレスはそれらストレスの積み重ねによって、あるいは単一の強いストレスによって全身の血圧を高める主要原因になり得る。

なおスタニングに関しては瞬時であり、血圧をあげるといった強いストレス反応（内分泌や神経系の反応）をひき起こす要因になるとは考えにくく、むしろ失神させることで心理的ストレスから解放させ、ステッキングに伴うストレス－血圧上昇反応を回避させる手段である。ただし、スタニングにより心理的ストレスが解放されたとしても、既に関係ホルモンは体内を循環しており、高血圧がただちに解除されるわけではない。そのため、まず血斑を抑制するためには、基本として血管の脆弱性を起こさない飼育方法と出荷からスタニングに至る期間にできる限りストレスを与えないことが重要である。

と畜直前～スタニング～放血までの、血圧が高まった状態では特に毛細血管が破れやすい状態が続いていると考えられる。スタニングまでに高まった血圧は放血時まである程度高いまま維持されると考えられ、その間における生体の扱い（物理的衝撃）や懸垂（頭部や前軀への重力によるうっ血）、意識に依らないひどい痙攣など、生体では通常起こり得ない非日常の衝撃（作用）も部分的血圧の上昇によって毛細血管破損－血斑を引き起こす原因になると考えられる。

つまり、今回の懸垂方式で横臥方式に比べ血斑が増加したのは、スタニングで無意識、無感覚になっても心臓は動いて高血圧の状態が持続されており、その状態で吊り下げられれば、重力やそれによる内臓の変形によって上半身筋肉部の毛細血管（特に日頃重力の影響の少ない家畜の背側）に大きな負担（部分的な血圧上昇や物理的圧力）がかかり、毛細血管の

脆弱化部あるいは強い物理的衝撃を受けた毛細血管部が破裂するのではないかと考えられる（仮説）。そのため、できるだけ迅速にステッキングを行えば、放血によって血圧を低下させることができるため、血斑の発生が抑えられることになる。そのことは、スタニングからステッキングの時間が血斑の発生に大きく影響している（長引けば発生が増える）という確実な知見からも裏付けられ、実際にはスタニングからステッキングの時間をできるだけ短くすることが血斑対策としてとても重要である。

つまり、と畜処理において血斑を減少させるためには、適切なスタニングとその後の迅速な放血処理も重要である。適切なスタニングは血斑発生の抑制だけでなく、動物に苦しみを与えないというアニマルウェルフェアの観点からも重要である。不十分なスタニングで意識がある、またはステッキングまでに意識が戻る場合には、動物にストレスを感じさせ、さらに血圧を上昇させる原因となる。

ステッキングは迅速に血圧を下げる方法であり、心臓に近い動脈をすばやく切断し、速いスピードで十分に放血させることが大切である。逆に、血管を探すのに手間取ったり、頸部動脈のみの切断では良い放血法とはいえず、血斑を増加させる原因にもなる。もし仮にステッキング後に意識が回復するようなことがあっても速やかな放血が行われていれば、血圧が高まることはなく、意識は消失していくはずである。ただし、死までの意識回復は、アニマルウェルフェア上好ましくない。

一方、適切なスタニングやステッキングをおこなっても血斑は発生することがある。スタニングを完全にするために例えば二度打ちすること等（1回のスタニングで気絶していない場合を除く）は却って血斑を増加させる可能性がある。このことは牛の意識とは関係なく、気絶した放血前の動物に対し必要以上に物理的な衝撃（落下させる、無理な姿勢にねじれるなどを含む）を与えると血斑発生につながることを示唆する。

4. 血斑発生と生体要因

図表7に生体における血斑の発生原因（仮説を含む）を示した。要因としては、①遺伝、②飼養管理、③ストレスが挙げられる。遺伝的な要因は、血斑を引き起こしやすいという、持って生まれた因子である。図表8にはそれら詳細と文献を一覧にして示した。

図表 7 生体における血斑の発生原因（仮説を含む）

1. 遺伝

- ・ホルスタイン種＞交雑種＞和牛の順で、発生率が高い。
（体表周囲の毛細血管は、全身の激しい筋収縮時に血液が流れ込むことによって筋肉の毛細血管への負担を軽減する。黒毛和種ではホルスタイン種より発達している。）
- ・父系の遺伝要因が関与。
- ・去勢＞雌で発生率が高い。（性ホルモンの影響）
（血中レプチン値の上昇によって筋肉の脂肪細胞数が増加し、膨張する毛細血管の負荷を軽減する。レプチン値は雌では去勢よりも高く、黒毛和種ではホルスタイン種よりも高い。）

2. 飼養管理

- ・油脂、米ぬか等の多給により高コレステロール血症が生じ、動脈硬化をきたし血圧を上昇させる原因となる。⇒脂肪含量の高い飼料の制限
- ・ビタミン A 欠乏、ビタミン B6、ビタミン C は脂肪細胞数を増加させ、逆にビタミン D は増加を抑制する。ビタミン K も血斑発生に関与 ⇒適正なビタミンの給与
- ・ビタミン E は末梢血管を拡張し、血液循環をよくする作用があり、A 制限で不足しやすい。
- ・ミネラルバランス不良は血圧を上昇させる。ナトリウムは上昇を亢進し、カリウム、マグネシウム、カルシウムは抑制に働く。 ⇒適度なミネラルバランス

3. 出荷積み込み時のストレス

- ・手荒い扱い、特に電気ショッカーの使用、見知らぬ動物との混載、滑る床、絶水・絶食、暑さ、寒さ、音、光などの輸送条件はストレスを与え、時には内出血の原因にもなる。
- ・できるだけ穏やかに誘導し、車両の積載部は区切りを入れ、床が滑りやすくないようにし、周囲を囲って温度、風、光をできるだけ制御できるようにする。また絶食はと畜時までの 24 時間以内とし、給水は必ず行う。（係留時からと畜までも同様）

図表 8 生体（出荷前）の要因が枝肉と食肉品質に及ぼす影響

生体（出荷前）	枝肉および食肉の品質への影響	参考文献
遺 伝 品種・系統	交雑種では和牛よりも発生率が高い 発生率の高い父方系統がある 血斑発生の遺伝率は 0.41	石塚ら（未発表）、岡本ら（2005） 小林ら（2020） 揖斐ら（2005）
性 別	去勢では雌よりも発生率が高い	池田ら（2006）、石田ら（2013）
飼養管理	月齢、体重、季節および等級には有意な影響なし	石塚ら（未発表）、小林ら（2020）
農 場 栄 養	発生率の高い農場がある	小林ら（2020）、石塚ら
	高血圧・高コレステロール血症は動脈硬化の原因に	Ivanovic <i>et al.</i> (2015)、Pessina <i>et al.</i> (1992)
	内皮細胞の障害によって、血管の拡張性が損なわれ、また、血管狭窄・閉塞を引き起こす	田中ら（2016）
	ビタミン A 制御法では、血液の流動性に関与するビタミン E の欠乏が起こりやすい	Irie <i>et al.</i> (2006)
	血圧上昇が関与している	Shaw <i>et al.</i> (1971)
	冠動脈硬化症は自然発生的に見られる	Biasato <i>et al.</i> (2018)
	肥育に伴い血中レプチン値は上昇。雌では去勢牛より高く、黒毛和種ではホルスタイン種よりも高い。血中レプチン値は脂肪細胞数増加に関与する。脂肪細胞は、黒毛和種ではホルスタイン種よりも多く、径が小さい。	Tokuda <i>et al.</i> (2001)
	血中コレステロール値と脂肪交雑との間には正の相関がある。脂肪交雑を生じる飼養がコレステロール値を上昇させる。	矢野（2004）
	ビタミン A 欠乏により脂肪交雑は向上する。 ホルスタイン種ではビタミン A 栄養状態と脂肪交雑とに明瞭な関係はない。 ホルスタイン種では脂肪細胞が増加しにくい。	岡（1991）、矢野（1994） 甫立（1995） May <i>et al.</i> (1994)
	ビタミン C は脂肪細胞を分化させ脂肪交雑を高める。 ビタミン B6 は脂肪細胞を分化させる。 ビタミン D 濃度上昇により脂肪細胞分化は抑制。 和牛（肉）ではビタミン A とともにビタミン E 含量が低い。（ビタミン E は末梢血行を促す） ビタミン K 不足が子羊の血斑発生させる可能性。	松下ら（2002）、大橋ら（2000） Kawada <i>et al.</i> (1990)、Torii <i>et al.</i> (1995) Irie <i>et al.</i> (2006) Gregory（2005）
積み込み・輸送	ナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウムの不適切な摂取は血圧を上昇させる。	Yang <i>et al.</i> (2011)、Kass <i>et al.</i> (2012)
	手荒い扱い、特に電気ムチの使用、見知らぬ動物との混載、滑る床、絶水・絶食、暑さ、寒さ、音、光など。	Correa <i>et al.</i> (2010)

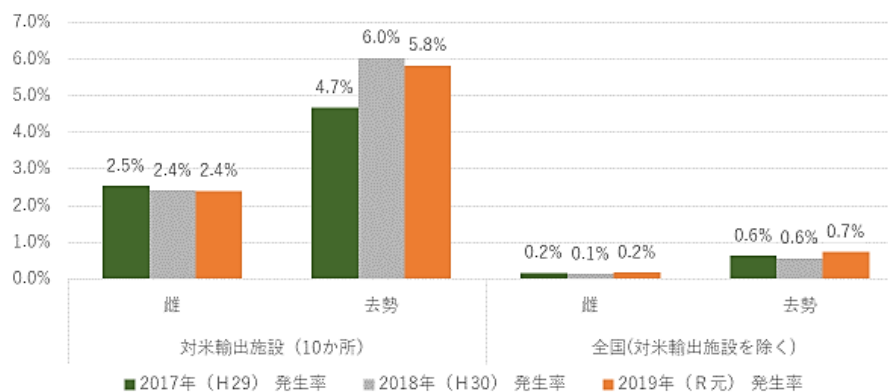
1) 遺伝

(1) 品種

血斑発生率は品種により明らかに違いがあり、ホルスタイン種は交雑種よりも、交雑種牛は黒毛和種よりも血斑発生率が高い。以下に原因仮説を考察する。血斑は高血圧による毛細血管の破裂が原因と考えられているが、毛細血管の発達には品種による差がある。すなわち黒毛和種ではホルスタイン種に比べて全身の汗腺が発達しており、汗腺はその構造上、毛細血管を伴っている。体表周囲によく発達した毛細血管は、と畜時の全身の激しい筋収縮時に血液が流れ込んで筋肉の毛細血管への負担を軽減している可能性がある。

また、肥育に伴い血中レプチン値が上昇することが知られている。雌は去勢よりも値が高く、黒毛和種はホルスタイン種よりも値が高い。血中レプチン値は脂肪細胞の増加に関与することや、脂肪細胞も黒毛和種はホルスタイン種よりも多く、径の小さいことが分かっている。すなわち、黒毛和種ではホルスタイン種に比べると、径の小さな脂肪細胞が数多く存在し、それらが血管をとり囲んでいると考えられる。このことは、黒毛和種では毛細血管が脂肪細胞で周囲をきめ細かく保護されていることを意味し、血圧上昇時にも、血管の破損や血管細胞間の血液漏出を防ぐのに役立っていることが推察される。さらに和牛における系統の影響がいくつか報告されており、今後検討する必要があるものの、黒毛和種において血斑発生に対する系統の影響はありそうである。

図表 9 黒毛和種における雌と去勢別の血斑発生率



(2) 性

図表 9 に黒毛和種における雌と去勢別の血斑発生率を示した。対米輸出施設において雌の血斑発生率は 2.4～2.5% で、去勢は 4.7～6.0% と高くなっていたし、その他の施設においても雌に比べて去勢の血斑発生率が高くなっていた。

去勢牛で雌牛に比べて血斑発生率が高い理由としては、性ホルモンの違いが考えられる。人ではエストロジェンの影響によって、女性は男性に比べて血圧の低いことが分かっている。さらに、脳卒中患者、なかでも脳梗塞患者について、75 歳までの年齢層では女性

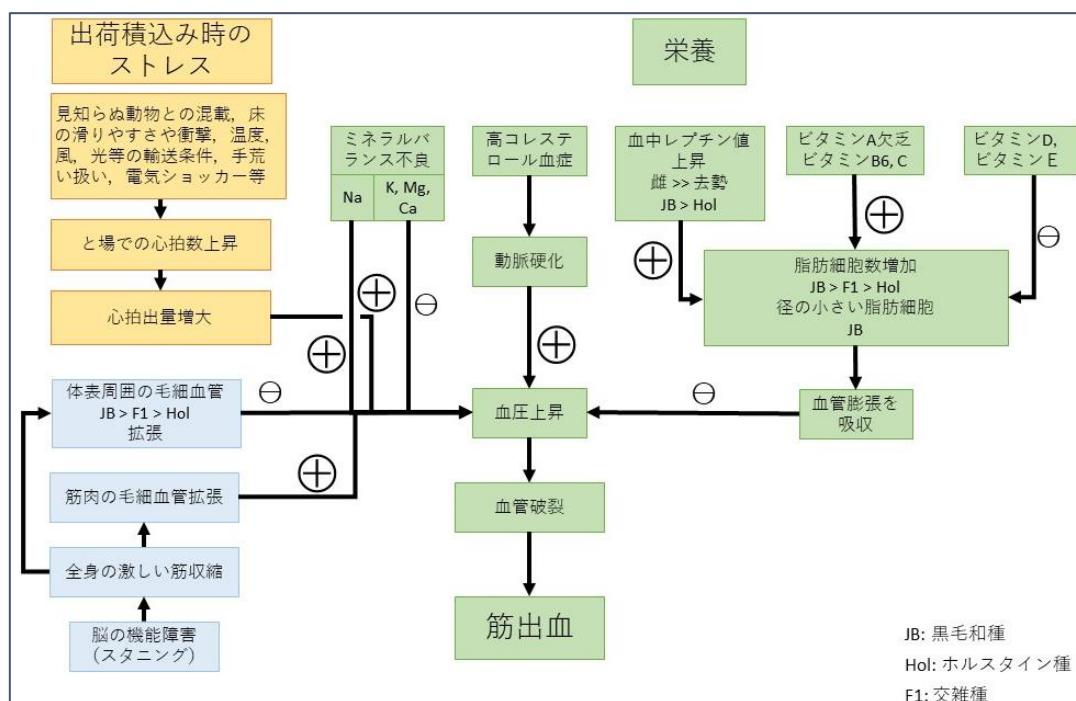
の方が男性よりも少ないことも知られている。このように血管疾病の発生には性差があり、牛の血管の問題である血斑発生においても、性ホルモンの影響が考えられる。

2) 飼養管理

同一処理場においても農家によって血斑発生率には大きな差異が見られる。同一と場、同一品種においても血斑の発生率は農家により差があり、たとえば黒毛和種(去勢)において、少ない農家では 0.7%、多い農場では 3.2%であり、4 倍以上の開きがある（石塚と入江）。小林と森田の調査でも同一処理場において高い農場では 15%、低い農場では 1.32%となっている。また共に血斑発生が起こった農家のみを対象としているので、実際には血斑発生がほとんどみられない農家もある。農場の差異は農場ごとの栄養管理やストレス管理などに起因していると考えられ、とても大きな要因である。

血斑発生に関連する生体要因及びそのメカニズムの仮説、特に栄養との関係を図表 10 に示した。栄養管理のひとつの原因として、血管を損傷し血斑発生をもたらすものとして高コレステロール血症がある。高コレステロール血症は、血管内壁に脂質が貯まり動脈硬化をもたらすことによって血圧を上昇させ、血管を破損させる原因となる。血中コレステロール値と脂肪交雑との間には正の相関がある。つまり、脂肪交雑を増やす飼養管理はコレステロール値を上昇させることにつながる。高コレステロール血症は家畜においても油脂や米ぬか等の多給によって生じることから、脂肪含量の高い飼料を制限することが対策として挙げられるが、具体的な給与方法は今後の課題である。

図表 10 血斑発生に関連する生体要因とメカニズム（仮説）



脂肪交雑を向上させるためにビタミンAを欠乏させる方法は広く利用されている。一方、ホルスタイン種ではビタミンAを制限給与しても脂肪細胞が増加しにくいなど、ビタミンAの栄養状態と脂肪交雑との間には明瞭な関係は認められていない。しかし、黒毛和種牛の肉を分析すると、ビタミンAとともにビタミンE含量が低い。ビタミンEは末梢血行を促す作用を持つが、ビタミンA制限によって不足しやすくなる。ビタミンB6とビタミンCとは、脂肪細胞を分化させることによって脂肪交雑を高めるが、逆に、ビタミンDは脂肪細胞への分化を抑制することが分かっている。ビタミンK不足も血斑発生に関係するといわれる。これらのことから、牛の肥育期においても適正なビタミン給与が重要であると思われる。

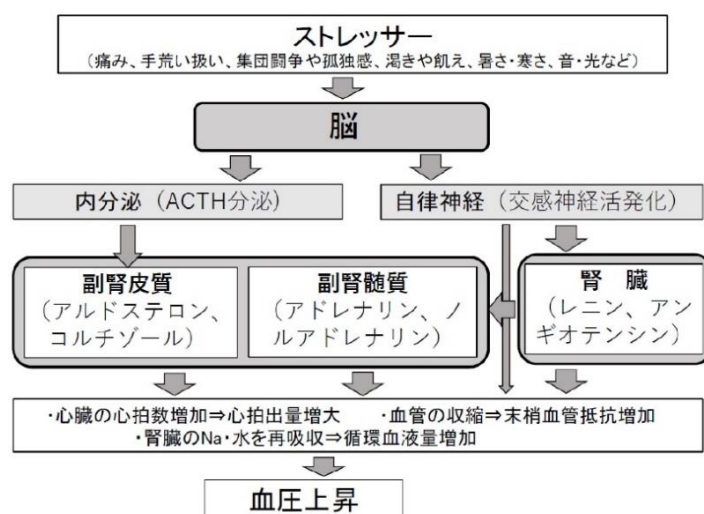
ミネラルでは、飼料中のナトリウムは血圧上昇を亢進し、カリウム、マグネシウム、カルシウムは抑制に働く。血斑の原因は高血圧による毛細血管の破裂であるので、ミネラルバランスを適度に維持して血圧上昇のリスクを減らすことも日常の給餌では重要である。

以上のように、飼料成分は血斑発生に影響する要因であるといえる。

3) ストレス

ストレスは高血圧を引き起こし、ひいては血斑発生率にも影響を与える。ストレスの原因となる要因のことをストレスラーという。ストレスというと、心理的あるいは社会的要因（ストレスラー）のみを考えがちだが、ストレスラーには様々な種類がある。精神的なもの以外にも、温度、光、音、過労、睡眠不足などの物理的ストレスラー、アルコール、排気ガス、臭気、食品有毒物などの化学的ストレスラー、細菌、カビ、花粉などの生物学的ストレスラーがある。これらストレスラーは人も家畜も類似しており、しかもストレスラーの種類にかかわらず、生体に対しては同じような反応—ストレス反応を引き起こす（図表 11）。

図表 11 ストレスラーによる体の反応と血圧上昇



ストレス反応自体は、これら刺激に対処しようとする体の反応のことで、決して悪いものではなく、むしろ必要なものである。例えば、動物が危険を感じた場合、気分を緊張させ、心拍数や血圧を増大させ、これらストレス反応によって闘争か逃走の行動に備えることができる。運動もストレスの一つであり、その例で分かるように、運動をしないと体は衰えるが、適度な運動は体を鍛えるし、また過度な運動は体にダメージを与える。心理的なストレスも似ており、緊張の種類や頻度、程度、慣れによって精神的な感じ方は変化し、適度なストレスは良い刺激となるが、過度な緊張感の付与はダメージとなる。実際、人に対して感じる牛のストレスは飼育環境によって異なり、一般的に屋内飼育牛よりも放牧牛でストレスを感じやすい（別の言い方をすると、放牧牛はより臆病である）。

ストレス反応は、人でも家畜でもメカニズムは共通しており、内分泌系と自立神経系で制御されている。脳が刺激を受けると脳下垂体前葉から ACTH（副腎皮質刺激ホルモン）が血中に出され、副腎に達すると、副腎皮質からアルドステロン、コルチゾール等のステロイドホルモンが血中に放出される。コルチゾールはストレスホルモンといわれ、ストレスに応じて家畜でも人でも血中等で変動がみられる。一方、脳からの刺激は自律神経（交感神経）と腎臓（レニンを産生し、血管収縮に関するアンギオテンシンの代謝に関与）を通じて副腎髄質を刺激し、アドレナリン、ノルアドレナリンを血中に分泌させる。それらホルモンは、心拍数を増大させることなどで、血圧を上昇させる。

副腎皮質はホルモンによって刺激されるため、交感神経－副腎髄質系よりも応答が遅い。これらホルモンはスタニング後も心臓が動き続けているため血液と共に循環し、体に影響し続けていると思われる。少なくとも興奮を促す交感神経は急に活性化するが、リラックスさせる副交感神経は穏やかにしか働かない。つまり動物を急に興奮させるのは容易であるが、穏やかにするには時間がかかり容易ではないということを頭に入れておく必要がある。

人は脳が発達しており、不安、怒り、悲しみ、劣等感、嫉妬などの心理的ストレスや職場、家庭、生活上の変化など社会的ストレスを強く感じる。一方、牛では程度は異なるものの、類似したストレスが存在する。不安、興奮などの心理的ストレスは当然のこととして、社会的動物であるため群れ（収容ロット）内における自分の地位は重要で闘争・逃走の種になるし、車載やけい留時に群れの編成が変わる場合やグループから離され孤立された場合、さらに過密になる場合には大きなストレスを感じることになる。

さらに人に追い立てられたり、見知らぬ場所に連れていかれたり、車載時の車の騒音や振動、変化する環境－暑さ、寒さ、換気、風、光、匂い、さらには喉の渇き、空腹、微生物など様々なストレスが存在するので、できるだけストレスを緩和するように配慮する。絶食では、多少の空腹はストレス耐性を高めるといわれているが、それ以上になると過度なストレスとなり、ダメージとなる。絶食開始から 24 時間以上の間隔が空かないようにするのが望ましく、対米輸出要綱でも 24 時間以上のけい留では給餌することが定められている（なお、EU 向けの輸出の場合は 12 時間以上けい留する場合は給餌が必要）。

喉の渇きは常にストレス要因となるので、適宜、飲水させることとする。なお、枝肉断面

からドリップが出るようなしまりの悪い肉に対して、飲水制限をすればよいという誤った考えを聞く。飲水制限は効果がないばかりか、逆効果となる。つまりストレスによって肉のしまりをより悪化させる可能性がある。

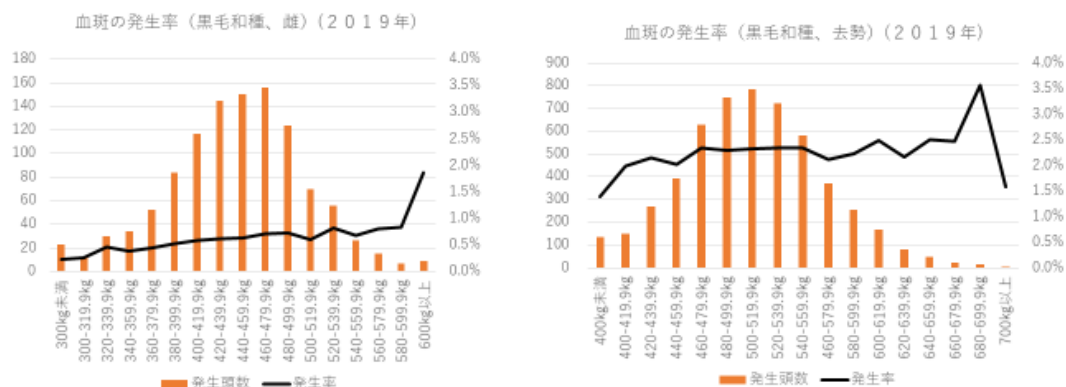
環境のいいけい留所などでうまくリラックスさせ、スタニング時までできるだけ興奮させないようにすることは、アニマルウェルフェアや作業者の安全にとって重要なだけでなく、血斑や異常肉発生の抑制にとっても大切である。スタニングの際には血圧と心拍数は増大することが知られているし、と畜前のストレスは、上で説明したスタニング後まで影響する可能性がある。

と畜前のストレスとしては、手荒い扱い、特に電気ムチの使用、見知らぬ動物との混載や過密な積載とけい留、滑る床、絶水・絶食、暑さ、寒さ、換気、音、光などの輸送条件はストレスを与え、時には打撲によって内出血の原因にもなる。積み込み時の各種ストレスは血圧を上昇させるし、動物を不安にさせたり、興奮させやすくしたりして、と畜時の血圧にも影響すると考えられる。血斑発生を抑制するためには、できるだけ穏やかに誘導し、車両の積載部には区切りを入れ、床が滑らないようにし、周囲を囲って温度、風、光をできるだけ制御できるようにする。手荒な運転を避け、揺れに対しては体をよりかかるとのできる間仕切りが有効である。群で仕切るときには慣れたグループで過密にならないように、かつ牛が休むことができる空間を確保する。運搬に時間がかかる場合には給水や給餌を行い、運転手や同乗者は家畜の扱いに習熟することが好ましい。

4) その他

枝肉重量と血斑発生率の関係（黒毛和種）を、（公社）日本食肉格付協会のデータで調べたところ（図表 12）、枝肉重量にかかわらず血斑発生率は横ばいであり、去勢、雌とも枝肉重量と血斑発生率には顕著な関係はみられなかった。つまり、体の大小がと畜処理に影響し、血斑発生率を高めているわけではないことがわかる。

図表 12 枝肉重量と血斑発生率の関係（黒毛和種）（（公社）日本食肉格付協会）

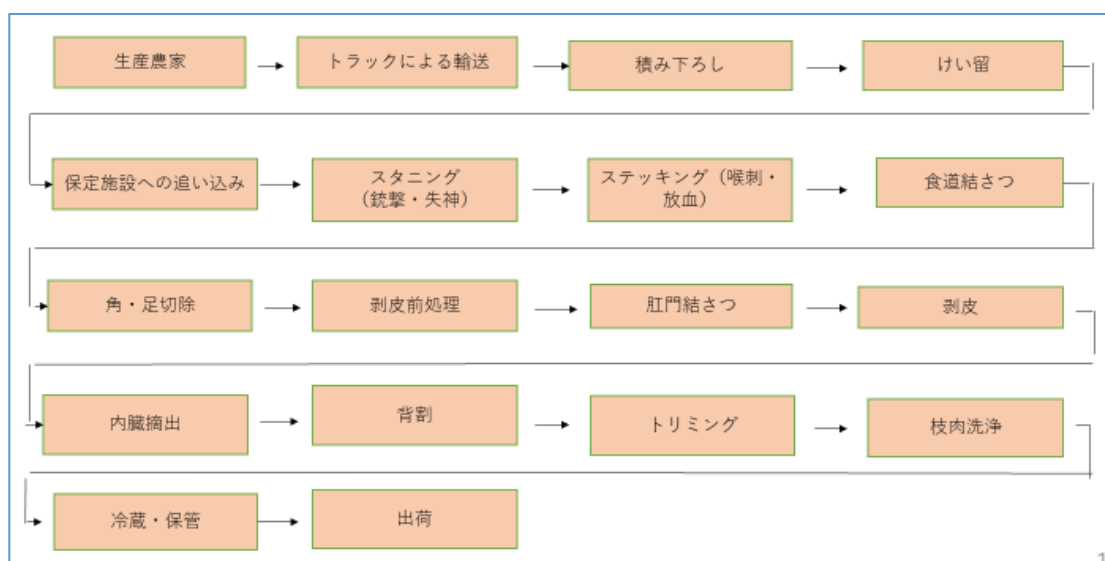


5. 適切なと畜方法と血斑発生の低減のための取組

1) と畜・解体作業の工程

牛のと畜・解体の作業工程は図表 13 のとおりである。トラックでと畜場へ搬送された牛は、車から積み降ろされた後、けい留施設へ誘導され、生体検査、生体洗浄後、保定施設に行き、スタニング後、ステッキングにより、放血される。なお、スタニングは気絶させることを意味し、わが国では牛はスタンナーによる打額のみであるが、国際的には豚のように牛でも電気スタニングも BSE 対策の観点から検討されている国もある。

図表 13 牛のと畜・解体作業工程



2) 積み降ろしから、けい留施設、スタニング施設への誘導

(1) 家畜の取扱い（アニマルウェルフェア）

牛は車から積み降ろされた後、けい留所に誘導され、生体検査、生体洗浄等を受け、追込み施設から保定施設へ誘導される。この生体の取扱い工程では牛がストレスを受けるため、血斑発生の防止やアニマルウェルフェアの観点から重要である。

対米輸出要綱では「人道的な牛の取り扱い及びとさつ」の中で、①けい留所、導入路等は、牛に危害を与えないよう必要に応じて修理補強を行い、その維持管理に努めること、②けい留中の牛には給水し、24 時間以上けい留する場合には給餌を行うこと、③と室へ牛を追い込む際の牛に与える刺激、苦痛等は最少限なものであること、などが定められている。これが確実に実施されているかを具体的に検証するため、「対米等輸出食肉認定施設における検査等について」（平成 23 年 3 月 30 日付け厚生労働省医薬食品局食品安全部食品監視安全課長通知）において、悪天候下での獣畜の取扱いや、車両からの生体の積み降ろし、給水・給餌けい留所での取り扱いなどが細かく規定されている(図表 14)。

図表 14 対米輸出施設における牛の人道的な取り扱いに対する検証項目

厚生労働省食品監視安全課長通知（平成23年3月30日付け食安監発0330第4号）に基づき、指名検査員は次の項目に注意して検証するよう指示。	
悪天候下での獣畜の取り扱い	・ 著しい高温、低温等の悪天候下に獣畜が暴露されることがないように対策を講じているか？
車両からの生体の積み降ろし	・ 積み降ろすための車両、スロープなどの施設の環境が獣畜に危害を与えるものでないか？ ・ 獣畜を車両から積み降ろす際、作業従事者は獣畜を必要以上に興奮させないように道具を取り扱っているか？
給水及び給餌	・ けい留中の獣畜に常に給水しているか？ ・ 獣畜を24時間以上けい留する場合は、給餌しているか？
けい留および生体検査	・ けい留および生体検査する環境は、獣畜に危害を与えるものでないか？ ・ 獣畜を移動させる場合は、作業従事者は獣畜を必要以上に興奮させないように道具を取り扱っているか？
障害を有する獣畜の取り扱い	・ 歩行困難牛等の障害を有する獣畜を人道的に取り扱っているか？
転落及び落下	・ 床等の施設の環境は獣畜が転倒や落下をしないような構造であるか？
効果的なスタンピング	・ 1回の打撃で確実に獣畜を無意識の状態にしているか？ ・ 効果的にスタンピングするため、獣畜は適切に保定されているか？
放血までの無意識の状態の確保	・ 獣畜は放血までに、また放血中も無意識の状態を保持しているか？

10

（２）積み降ろし時の注意事項

牛は搬送車から積み降ろされ、けい留施設に搬入される。この時、牛にできるだけストレスを与えないため、次の点に注意する。①牛を搬送車中で長時間待機させず、速やかに積み降ろす、②積み降ろしに当たっては、急勾配とならないようにし、転落防止のための用具を付けること、③積み降ろしは１頭ごとに行い、牛の歩調に合わせてストレスがかからないように積み下ろすこと、④動かない牛を強引に搬入しないこと、⑤牛の誘導には電気ムチの使用は避けること（対 EU 向け輸出要綱で規定。ただし、移動し難い成牛のみ使用して差し支えないが、一秒以内とし、繰り返し使用しないこと）、⑥隣同士の牛が角突きしないように、一定の間隔をもってつなぎとめること、⑦放牧牛や興奮している牛は、他の牛と切り離し、周囲の牛に影響を与えないようにすること。

（３）けい留中の注意事項

けい留施設は、輸送中に発生したストレスや興奮状態を和らげ、落ち着いて安定した精神状態を取り戻し、とさつ前の生体洗浄や衛生上の検査を行うための重要な施設である。牛に対してストレスの少ない衛生的な居住環境を与えることが重要である。

けい留施設の居住環境条件について、対米輸出要綱では、①床は不浸透性、耐蝕性材料を用い、排水に容易な適当な勾配をつけ、すき間がなく、清掃が容易な構造であること、②飲用適の水を十分に、かつ衛生的に供給できる設備を適切に配置すること、③洗浄、消毒用に83℃以上の温湯を供給できること（洗浄時に約60℃を保持）、④牛の数に応じた広さを有し、生後１年以上の牛では１頭ごとにけい留できる区画が設けられていること、⑤生体検査のため、明るさは110ルクス以上とすること、等が定められている。さらにけい留中の牛の取り扱いについては、⑥給水し、24時間以上けい留する場合には給餌することになっている。

上述した要綱の条件以外に、さらに考慮するなら、⑦床は、非光沢とし、滑らず、蹄を傷めない構造にすること、⑧換気施設を設け、温度管理、結露防止対策等を講じること（冬は隙間風や漏水対策などで防寒対策を行い、夏はファンや噴霧などで防暑対策を講じるとよい）、⑨牛がケガしないよう通路や柵等に突起物がないこと、⑩臭気除去を行い、洗浄を徹

底し、特に床の糞便はこまめに清掃すること、⑪照明は明るすぎないようにし、常時点灯は避けること、等の条件を満たすことが推奨される。さらに、必要に応じて給餌施設を設けることとなる。なお、けい留施設の具体例は、**図表 15** に示した。

(4) スタニング保定施設への追い込みの注意事項

追い込み及び誘導施設においては、けい留施設で落ち着きを取り戻した牛を安定した精神状態でスタンング施設まで誘導する。追い込みに当たって過度なストレスを与えると、血斑発生に結びつくことから、できるだけストレスを与えないような施設環境と牛の取り扱いをする。

追い込み施設の設置にあたっては、①牛の目の高さを上回る壁を設置すること、②牛が滑りにくいような通路にすること、③通路には、牛がケガをしないように、突起物をなくし、牛が頭を挟んだり、足を踏み外したりするすき間をなくすこと、④通路には鋭角な曲がりや極力無くすこと、⑤牛が逆行しない構造にすること、が望ましい。

また牛の取扱いについては、①追い込みに当たって、牛間の間隔を設け、自然体で追い込みむこと、②追い込み時に棒で叩いたりせず、電気ムチは原則、使用しない。なお、牛の嫌がるものとして、明るい日差しや極端にまぶしい照明、暗闇、光の反射、障害物、突然の騒音や動き、滑りやすい床などが知られている。これらがあると牛が通路を安心して移動しなくなるので、施設の設計に当たっては、これら牛の嫌がるものを避けることが望ましい。

図表 15 けい留施設の具体的事例



3) 適切なスタニング

(1) スタニングの役割

スタニングの役割は、スタンナーによる打額（または電気刺激）によって、瞬時に無意識・無感覚にして、とさつ時の苦痛を避けることにあり、重要な工程である。打額の場所が適切でなかったり、衝撃力が不足したりしている場合には、途中で意識が回復しアニマルウェルフェア上の問題が生じる。さらに、牛が痛みを感じているようだと血圧が上がり、またもがいて血斑やムレ肉発生の原因にもなる。

スタニングが適切に行われて無意識・無感覚の状態にあるかどうかは、呼吸がない、まばたきしない、鼻や耳をつまんでも反応がないこと等で判断できる（詳細は後述）。作業員はステッキング時までこれらの失神状態が継続しているかを確認する必要がある。

(2) 適正な打額位置と角度

適切な打額位置は、両眼とそれぞれの反対側の角の基部の中心点を結んだ想像上の交点から半径 2cm 以内である（図表 16）。また打額角度が頭蓋骨に対し垂直でない場合には、撃芯が横滑りし、脳への衝撃や貫通力が減少するため、不十分な失神となる恐れがある。そのため、打額に当たっては頭蓋骨に対し、スタンナーを垂直に当てる必要がある。

図表 16 適切な打額の位置と角度



(3) スタンナーの種類と火薬量

スタンナーには種類がいくつかある（図表 17）。まず、頭蓋骨へ撃芯が貫通する貫通式と、頭部へ衝撃を与えるだけの非貫通式がある。わが国では、一部の国への牛肉輸出を除き、通常、貫通式が使用される。次に、動力の種類によって火薬式と圧縮空気（エア）式がある。火薬式には引金発射式と接触発射式があるが、エア式は引金発射式のみとなっている。

スタンナーによって適切なスタニングを行うためには、適正な頭部位置で、頭蓋骨に対して垂直に打額することが必要である。そのため、スタニング時に牛の頭を上に向けた状態で固定する。特に、エア式スタンナーは火薬式スタンナーに比べて重く動作性に劣るため、頭を確実に保定する必要がある。スタニングでは1回の打額で確実に失神させるのがよく、そのためには牛個別の状態（体重など）に応じた打額強度が必要である。火薬式スタンナーでは、メーカーが牛の体重別に火薬量（カートリッジの色で提示）を参考として定めている（図表 17）。エア式では体重などに応じて圧縮空気圧を調整する。

図表 17 様々な方式のスタンナー（上）と体重に応じた火薬量（下）

								
貫通式・引き金発射式			貫通式・接触発射式			圧縮空気式		
スタンナー の種類 牛の体重	22口径			25口径				
	キュツシュ スペシャル	キュツシュ スペシャル	キュツシュス カウバンチャー	キュツシュ スペシャル	キュツシュ スペシャル	キュツシュス カウバンチャー		
500kg以下	緑	緑	緑	青	青	青		
600kg以下	赤	赤	赤	黄色	黄色	黄色		
800kg以下	—	黒	—	—	黒	黒		
800kg以上	—	—	—	—	緑	緑		

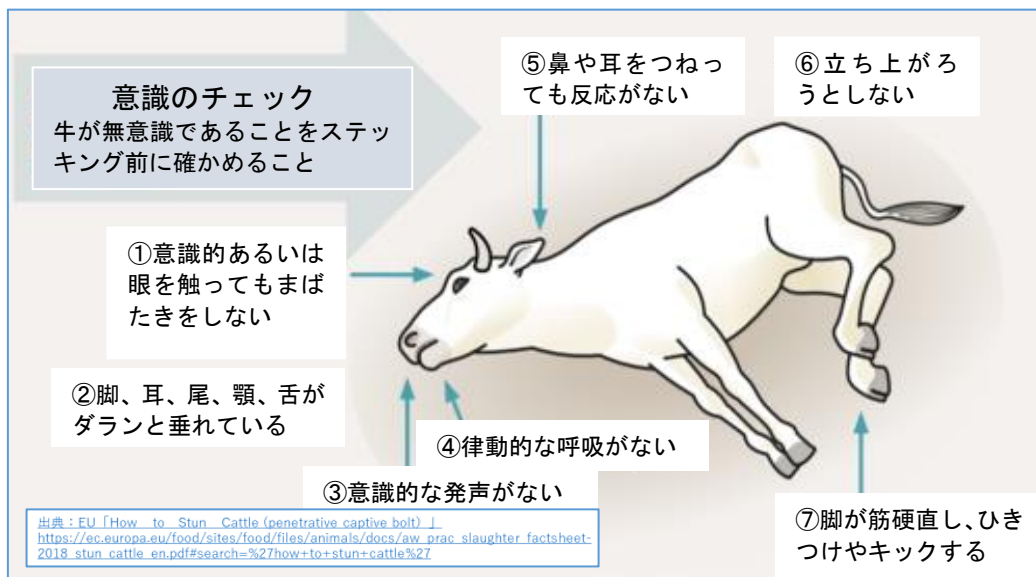
（４）スタニング成功のチェック

スタニングが成功したかどうか、すなわち牛が無意識・無感覚の失神状態にあるかどうかの判定は、血斑の発生の視点だけでなく、アニマルウェルフェアの観点からも極めて重要である。スタニングの成功と失敗時における牛の徴候を図表 18 に示した。すなわち、①眼を触ってもまばたきをしない、②足、耳、尾、あご、舌がダランと垂れている、③意識的な発声がない、④律動的な呼吸がない、⑤鼻や耳をつねっても反応がない、⑥立ち上がろうとしない、⑦脚が筋硬直し、ひきつけやキックすること、をチェック項目に挙げている。なお EU では、スタニング成功のチェック項目をわかりやすく図で示している（図表 19）。

図表 18 スタニングの成功と失敗の徴候

成功した場合の徴候	失敗した場合の徴候
①即時に崩れ落ちるように倒れる ②眼を触ってもまばたきしない ③足、耳、尾、あご、舌がだらんと垂れている ④律動的な呼吸がない ⑤鼻や耳をつまんでも反応しない ⑥発声がない ⑦筋肉が硬くなった後、足が引き付けやキックをする	①即時に倒れず、頭を持ち上げようとしたり、立ち上がろうとする ②まばたきする ③耳などが立っている ④律動的な呼吸がある ⑤鼻や耳をつまむと反応する ⑥発声する ⑦足を動かす

図表 19 スタニングのチェック項目



4) 適切なステッキング

(1) ステッキングの役割

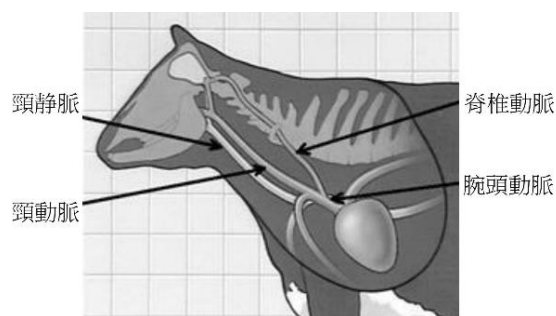
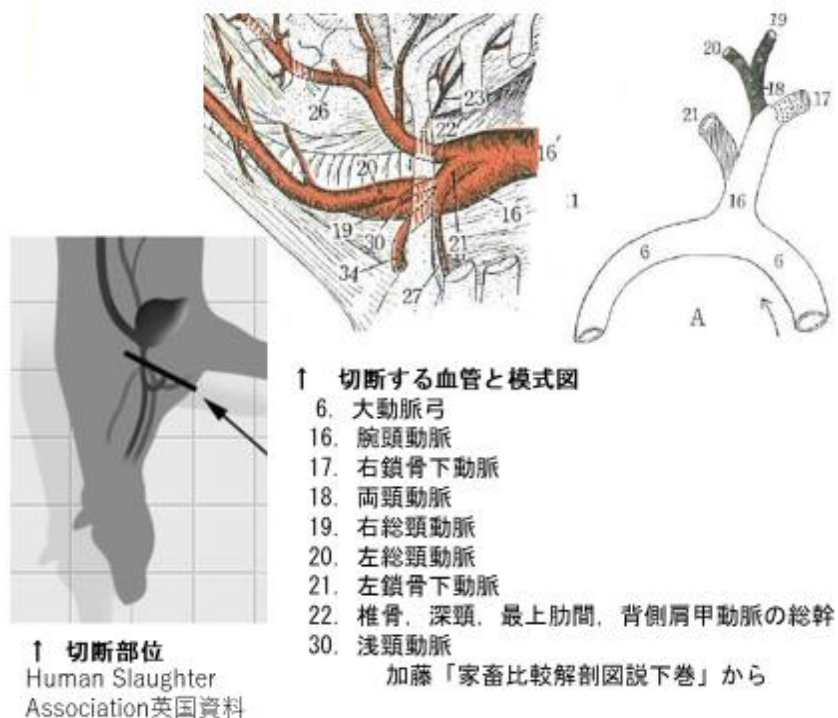
スタニングは基本的に気絶させる処理であり、時間がたてば回復すると考えた方がよい。貫通式であっても大脳皮質の損傷だけではなかなか死に至らない。ただし脳幹部を損傷している場合には、通常、時間が経てば死に至る。しかし即死のケースを除いてそれでは時間がかかりすぎるため、ステッキングの第一の目的は、心臓から脳へ酸素を含んだ新鮮な血液を移送する血管などを切断することで短時間に脳死させることにある。第二の目的は、ステッキングにより十分に放血させ、食肉の外観と安全性（残血による微生物増殖）を確保することにある。

(2) 適正なステッキングの方法

ステッキングは、放血により血圧を下げ、速やかな死へ導くため、できる限り大きな動脈（腕頭動脈や左右鎖骨下動脈、両頸動脈、左右総頸動脈で、その時、静脈の同時切断も可）を、スタニング後、迅速に（遅くても1分以内に）切断し、十分な放血量（速度）を確保する（図表 20）。

ステッキングの方法は、ナイフの刃を上に向け胸骨から喉元に向け切開し、ナイフを気管に沿って入れ、心臓から脳に新鮮な血液を送る血管の基部である腕頭動脈などを切断する（静脈も同時に切断してよい）。牛では特に脊椎動脈からも脳に血液が送られているので、喉部の頸動脈の切断だけでは適正なステッキングとはいえず、これらが分岐する前（より心臓に近い）の大きな血管である腕頭動脈の切断が望ましい。ステッキングで重要なことは、スタニング後に迅速に切断し、スピーディかつ十分な放血を行うことである。なお一旦破れた毛細血管からは血液が回収されないため、放血によって、それ以前に生じた血斑は防止できないと考えられるが、放血速度が遅い場合には、さらに血斑が生じる可能性がある。

図表 20 ステッキングの方法



牛の脳への血管
(英国HumaneSlaughterAssosiation資料より)
<https://www.hsa.org.uk/bleeding/bleeding-1>



腕頭動脈の位置とナイフを入れる位置

また放血が不十分であると、大中小の血管に残血する恐れがある。それらは取り除かないと見栄えが悪くなるだけでなく、微生物増殖の原因にもなる。十分な放血をさせるためには頭部を下にした懸垂式で放血する。

(3) 失神と放血の時間と注意点

適切なスタニングによる牛の失神持続状態は、あるデータによれば 60～90 秒程度、適正なステッキングによる放血での死亡時間は 30～40 秒程度とされる。したがって EU では、スタニングからステッキングまでの時間をアニマルウェルフェアの観点から 60 秒以内に行うよう指導されている。さらにその時間は血斑発生の重要な要因となり、短いほど良い。

ステッキングは、速やかな失血死と十分な放血が重要であり、あるデータによれば、適切なステッキングによる牛の全血液中の放血割合は、15～20 秒で約 50%、25～30 秒で約 70 %とされる。牛では心臓から脳への太い血管があり、頭部に近いステッキングでは脳への血液を遮断できない。したがって心臓に近い大きな腕頭動脈などを切断し、十分な放血（量と速度）を確保することが重要である。

5) と畜工程における血斑発生と対策

(1) と畜工程と血斑発生要因

血斑発生原因は十分に解明されていないが、「生体」と「と畜処理」に分けることもできる（ただし、多くは複合的要因が原因と考えられている）。このうち、スタニング以降の原因と対策については次のとおりである。

スタニングは意識をなくす方法であり、失神によって動物はその後の痛みを感じるものがなくなり、アニマルウェルフェアにとって、作業者の安全性にとっても有効である。また、スタニングなしにステッキングする方法と比較した研究では、スタニングをしないと放血効率が低下すると報告されている。

スタニングが失敗すると血斑発生のリスクが高まることになる。ただし、スタニングが適切に行われていたとしても血斑は発生することがある。例えば二度打ちすること等（1回のスタニングで気絶していない場合を除く）や必要以上の衝撃を与える過度なスタニングは、却って血斑発生を増加させる可能性がある。

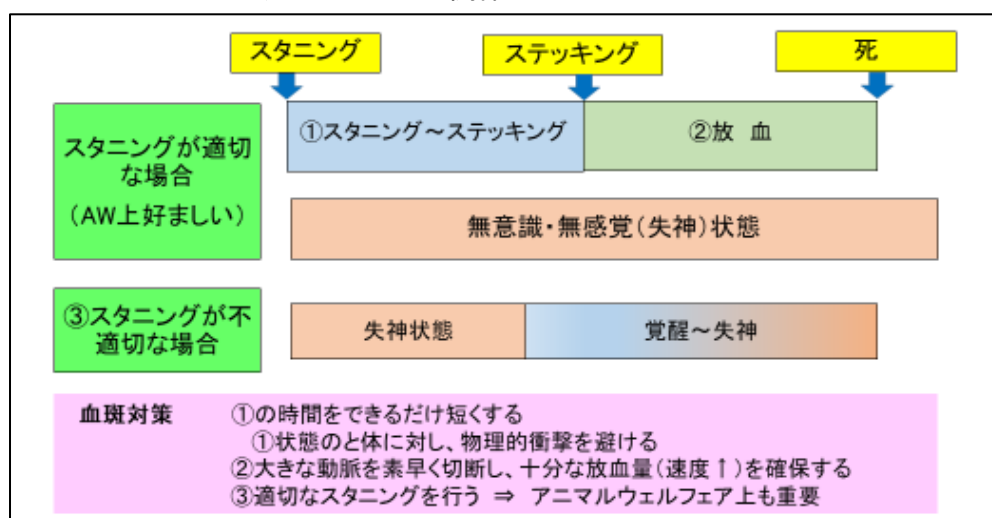
スタニング～ステッキングまでの時間は血斑発生の大きな要因として知られており、できる限り時間を短縮することが血斑発生抑制につながる。ステッキングは高血圧から解放し、血斑のリスクを下げる手段になる。スタニング直後はまだ心臓が動いており、スピード感ある十分な放血が早く安楽死に至らしめるし、血斑対策としても望ましい。ステッキングは心臓近くの大きな動脈（腕頭動脈など）を素早く切断し、速やかな放血を行うようにする。

ストレス反応は気絶によって抑えられるが、放血までは高血圧の状態が続いていると考えられる。その時、懸垂による重力の影響や、と体への衝撃、意識によらないひどい痙攣などの反射反応など、通常の生体では起きない物理的刺激も血斑の原因になると考えられる。

(2) と畜時の血斑発生とアニマルウェルフェア

図表 21 にスタニング以降、ステッキング～死までの過程と、血斑発生とアニマルウェルフェアの関係図を示した。スタニングが適切な場合、通常、ステッキングから死に至るまで無意識・無感覚状態が続く。これはアニマルウェルフェア上も好ましい。一方、スタニングが不適切で、ステッキング時に覚醒状態となった場合、動物が痛みを感じることであり、アニマルウェルフェア上問題となる。この場合、もがきによって物理的衝撃を受けたり、血圧が上昇したりして、血斑を発生させることがある。一度目のスタニングで動物の反応によって気絶していないと気づいた場合には追加のスタニング処理が必要である。

図表 21 スタニング～ステッキング～死に至るまでの血斑発生と
アニマルウェルフェアの関係



血斑発生を抑制するためには①スタニング～ステッキング間の時間をできるだけ短くする必要があります。さらにスタニング～ステッキング間の生体は高血圧状態が持続している恐れがあり、物理的衝撃をさけることが大切である。物理的衝撃とは、二度打ちや生体を落下させる、ぶつけるなどの衝撃、体の無理な屈曲などがある。ステッキングはスタニング後できるだけ迅速に、心臓付近の大きな動脈を迅速に切断し、十分な放血量（放血速度）を確保する。放血が始まれば血圧が低下するので、血斑発生リスクは低減される。

6) と畜工程の改善事例

(1) 放血方式の違いによる所要時間と血斑発生

2つの放血方式の所要時間を比較したところ、横臥方式の場合にはスタニング後、放血開始までの時間は約 14.4 秒程度であるのに対し、懸垂方式の場合(4 事例)には 39.5 秒～64.9 秒もかかっていた(図表 22)。

図表 22 懸垂方式と横臥方式の所要時間(平均秒数)の比較

	懸垂放血方式				横臥放血方式の事例
	A 場	B 場	C 場	D 場	
スタニング後吊り上げまでの時間	39.23	37.22	31.21	31.15	-
スタニング後吊り上げ開始までの時間	-	-	21.44	18.18	-
開始から吊り上げ完了までの時間	-	-	9.77	12.97	-
吊り上げ後放血開始までの時間	25.7	19.27	8.3	12.26	-
合 計	64.93	56.49	39.51	43.41	14.39
参 考 (最少秒数～最大秒数)	47.75 ～ 112.8	45.12 ～ 117.65	31.85 ～ 56.03	34.37 ～ 144.97	12 ～ 18

(注) 懸垂放血方式は平成31年度現地調査、横臥放血方式は令和2年度聞き取り調査による。

図表 23 横臥方式の作業工程



横臥方式（図表 23）では短時間にスタニングからステッキングを行えるが、懸垂方式（米国条件）の場合には、スタニング後、と畜受台に排出された牛体を吊り上げ、放血区域へ移動し放血するため、時間がかかることになる。このスタニング～ステッキングの時間の長さが血斑発生の大きな原因の一つとなる。

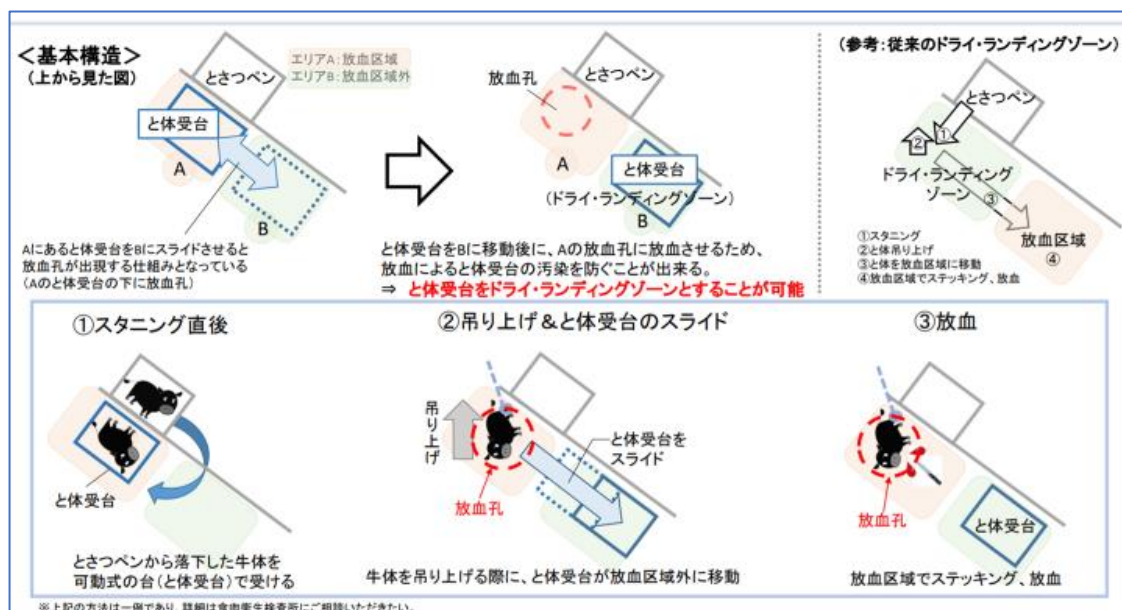
（２）ドライ・ランディングゾーンの改善事例

懸垂方式の場合、と畜受台に排出された牛体の後片肢をシャクルチェーンに巻きつけ、ランディングマシンで吊り上げた後、懸垂レールで放血区域に移動させる工程が必要となる。そのため、①後片肢をシャクルチェーンに巻きつける時間、②ランディングマシンで吊り上げる時間、③懸垂レールで放血区域へ移動する時間が必要となり、横臥方式に比べると放血開始までに時間がかかる。と畜受台の改良と吊り上げ移動方法の改良を行い、スタニングからステッキングまでの時間短縮に取り組んでいる事例を以下に紹介する。

① と畜受台の改善事例①

時間短縮のため、「可動式と体受台方式」①に改良した例を図表 24 に示す。従来の懸垂方式では失神した牛体を吊り上げ、放血区域へ移動させてから、放血していた。本方式ではと畜受台に排出された牛体は、後肢を吊り上げられると同時に、と畜受台が別の場所へ移動する。すると、吊り上げた場所での放血が可能となってそのままステッキングができる。移動時間が大幅に短縮できることから、従来の懸垂方法に比べスタニングからステッキングまでの時間短縮が可能となる。

図表 24 可動式と体受台方式①（上図はシステムの説明、下図は実際の装置）



(2) と体受台改良事例②

図表 25 は可動式と畜受台方式②で、と畜受台が移動するのは事例①と同じであるが、さらに受台部分の形状を工夫し、動くように改良したものである。事例②では、牛体が排出される前に、とさつペンに接する受台側が持ち上がり、J字部で牛体を仰向けに受け、側面から後肢をシャックルチェーンに巻きつけ、吊り上げる。この方式だと牛の無意識下のケリによる作業員のケガのリスクを減らすことができる。

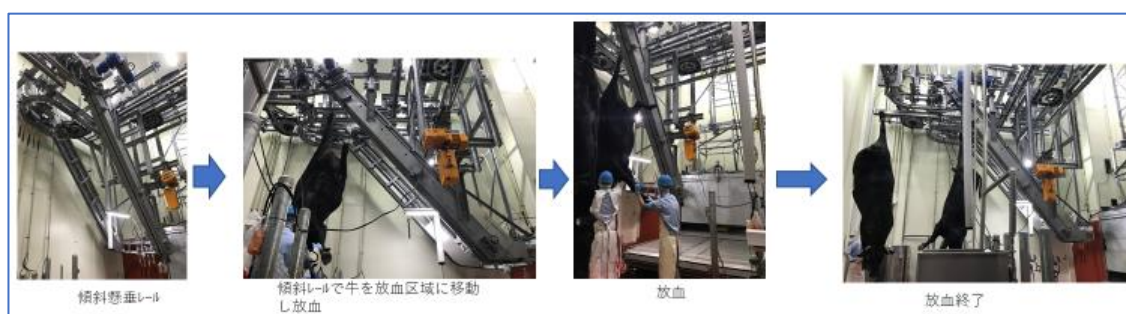
図表 25 可動式と体受台方式（②）におけると体受台の改良



（３）吊り上げ方式の改良事例（インクライン方式）

図表 26 は、失神した牛体牛を吊り上げ、放血区域に移動させる方式であるが、本事例ではと体受台と放血区域の間に傾斜（インクライン）の懸垂レールを設け、高速での搬送を可能にしている。これにより、スタニングからステッキングまでの時間を短縮している。

図表 26 インクライン方式（傾斜移動方式）



7) まとめ

と畜工程では、まず、けい留と追い込み時にできるだけストレスを与えないことが血斑発生にとって、作業者の安全やアニマルウェルフェアにとっても大切である。特に無理な追い込み、暑さ、寒さ、絶水や絶食、湿度、音、光、床面、見知らぬ家畜との接触、過密、病原菌などがストレスとなり、血圧を上昇させたり、体調に悪影響を与えたりして、血斑発生の原因となる。丁寧な誘導を心がけ、飲水施設を有するけい留場所で、群れにする場合には馴染みの牛同士にし、過密にせず、清潔かつ快適な環境下でリラックスさせることが理想である。ステッキング場所までの無理のない誘導と保定を行い、スタニング直前まで興奮させないことが大切である。

次に、適切なスタニングやステッキングを行う。そのためには、瞬時の気絶状態に陥るようなスタニング（打額位置や角度、体重などに応じた適切な銃の種類と適切な火薬量の選択）を心がけ、確実に失神させる。スタニング～ステッキング処理時間は血斑発生に大きな影響を及ぼすので、できる限り処理時間の短縮をはかる。ステッキングでは、心臓部に近い大きな血管（腕頭動脈など）の切断を迅速に行い、十分な放血量（速度）を確保する。さらにスタニング後、ステッキング前までの牛体は物理的衝撃（手荒い扱いや体の無理な屈曲など）を避ける。上述した事項をきちんとおさえ、さらに生産者にも対策をアドバイスしていけば、血斑の発生率を低く抑えることが可能となるだろう。

そのためには、対米輸出施設毎に異なる設備・実情等を踏まえた取組や工夫が必要不可欠である。今後、本マニュアルを参考に、関係者が連携して、血斑発生の低減に向けて積極的に取り組んでいていただきたい。

輸出用食肉処理技術等マニュアル作成委員会 メンバー

氏 名	所属団体名	役 職
入江 正和	独立行政法人家畜改良センター	理事長
森田 幸雄	麻布大学獣医学科	教授
小森 博昭	元公益財団法人名古屋食肉公社	元理事長
白岩 利恵子	一般社団法人岩手県獣医師会	理事
芳野 陽一郎	公益社団法人日本食肉格付協会	専務理事
大谷 新太郎	独立行政法人家畜改良センター兵庫牧場	調査役
佐々木 羊介	国立大学法人宮崎大学農学部	准教授
中村 剛志	株式会社北海道畜産公社	業務部長
牧野 良一	株式会社いわちく	常務取締役
戸澤 学	株式会社群馬県食肉卸売市場	業務部長
永瀬 正幸	J A 飛騨ミート飛騨食肉センター	業務部長
坂井 利行	京都食肉市場株式会社	取締役
池田 政隆	姫路畜産荷受株式会社	代表取締役
廣瀬 広宣	株式会社大分県畜産公社	食肉製造部長
清田 瑞穂	株式会社熊本畜産流通センター	代表取締役専務
荒瀬 浩恵	株式会社ミヤチク	常務取締役兼食肉事業本部長
坂元 秀明	株式会社ナンチク	次長兼牛業務課長
川添 浩幸	株式会社 JA 食肉かごしま南薩工場	工場長
馬場 俊行	株式会社阿久根食肉流通センター	品質管理部長
日高 広文	サンキョーミート株式会社	有明ビーフプラント工場長

事務局

氏 名	所属団体名	役 職
関川 和孝	公益財団法人日本食肉生産技術開発センター	理事長
木下 良智		専務理事
細見 隆夫		顧問
薄井 久雄		業務部長
大島 照明		業務部
山口 知代		業務部