

エゾシカ肉を科学的に見てみよう

北海道大学大学院農学研究院

若松 純一

内 容

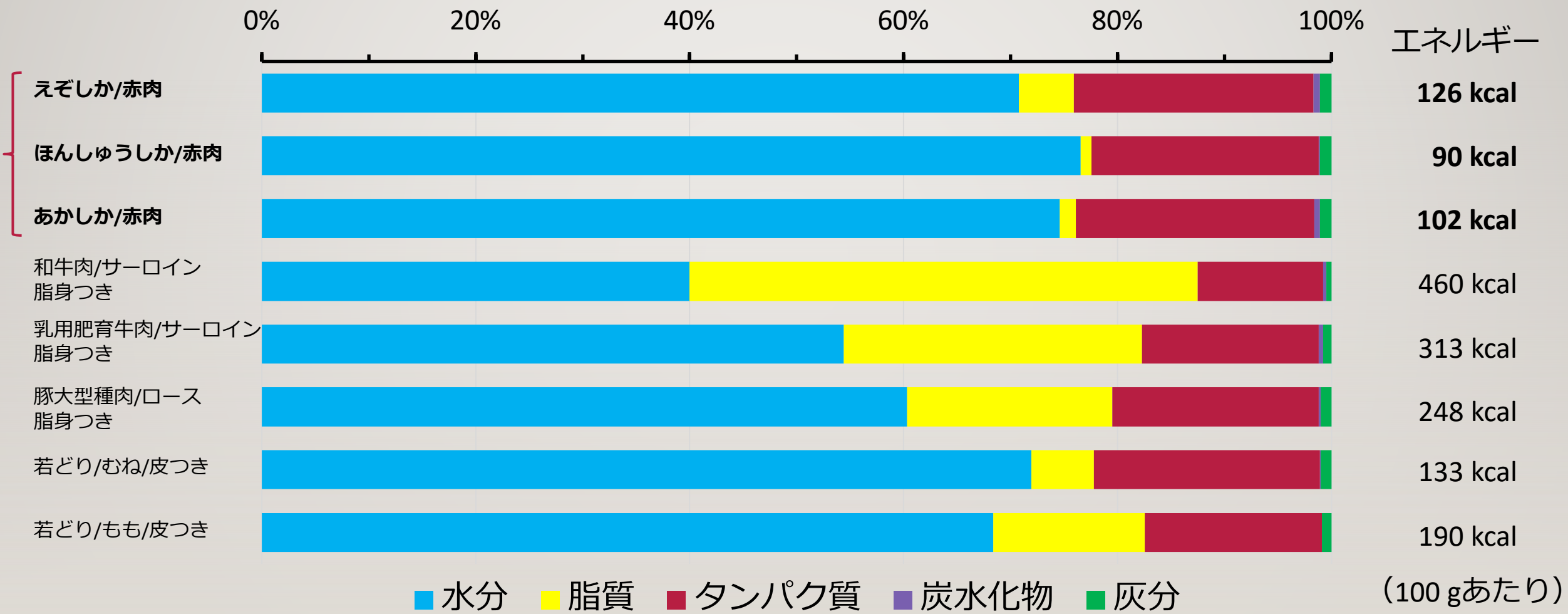
- エゾシカ肉の特性
- 捕獲法による肉質への影響
- 捕獲後の肉質改善に向けて

エゾシカ肉の特性

- 1) エゾシカ肉の栄養特性
- 2) エゾシカ肉の脂肪の特性
- 3) エゾシカ肉の色調

食肉の栄養組成（生）

日本食品標準成分表（八訂）増補2023



鹿肉の栄養特性 赤肉or脂身つき/皮つき・生 (無機成分)

日本食品標準成分表（八訂）増補2023
厚生労働省「日本人の食事摂取基準（2020年版）」

(mg/100 g)	カリウム	鉄	亜鉛	銅
えぞしか/赤肉	350	3.4	2.8	0.14
ほんしゅうじか/赤肉	370	3.3	2.3	0.15
あかしか/赤肉	350	3.1	3.1	0.18
和牛肉/サーロイン	180	0.9	2.8	0.05
乳用肥育牛肉/サーロイン	270	1.0	2.9	0.06
ぶた大型種肉/ロース	310	1.6	1.6	0.05
若どり/むね	340	0.3	0.6	0.03
若どり/もも	290	0.6	1.6	0.04
食事摂取基準 (18～29歳 上:男性、下:女性)	2500 2000	7.5 6.5-10.5	11 8	0.9 0.7

鹿肉の栄養特性 赤肉or脂身つき/皮つき・生 (ビタミン類抜粋)

日本食品標準成分表（八訂）増補2023
厚生労働省「日本人の食事摂取基準（2020年版）」

(100 g当たり)	V B ₁ (μg)	V B ₂ (mg)	ナイアシン (mg)	V B ₁₂ (μg)
えぞしか/赤肉	0.21	0.32	7.9	1.3
ほんしゅうじか/赤肉	0.17	0.30	5.5	1.7
あかしか/赤肉	0.21	0.35	8.0	0.6
和牛肉/サーロイン	0.05	0.12	3.6	1.1
乳用肥育牛肉/サーロイン	0.06	0.10	5.3	0.8
ぶた大型種肉/ロース	0.69	0.15	7.3	0.3
若どり/むね	0.09	0.10	11.0	0.2
若どり/もも	0.10	0.15	4.8	0.3
食事摂取基準	1.4	1.6	15	2.4
(18～29歳 上:男性、下:女性)	1.1	1.2	11	2.4

脂肪の融点

動物の種類		脂肪の融点	参考文献
反芻動物	ニホンジカ 皮下脂肪 内臓脂肪	41.5℃ 47.5℃	Korotkov <i>et al.</i> (2020)
	飼育ニホンジカ 皮下脂肪 筋間脂肪 大網膜脂肪 腎周囲脂肪	42.8±0.29℃ 45.5±0.50℃ 48.5±0.50℃ 47.7±0.29℃	石田ら (1991)
	羊	44～55℃	藤巻 (1976)
	牛	40～50℃	
	豚	33～46℃	
単胃動物	馬	30～43℃	
	鶏	30～32℃	

ミオグロビン（肉色素）量と肉色

畜種	ミオグロビン 量	色調
鶏	0.01-0.15%	淡赤色 ↓ 濃赤色
豚	0.05-0.15%	
羊	0.25%	
牛	0.5%	
馬	0.8%	
シロナガス クジラ	1%	
マッコウ クジラ	8%	



体重とミオグロビン含有量（エゾシカ最長筋）

鯨肉	10-80 mg/g
馬肉	8 mg/g
牛肉	5 mg/g
羊肉	2.5 mg/g
豚肉	0.5-1.5 mg/g
鶏肉	0.1-1.5 mg/g

n = 85

（未発表データ）

エゾシカ肉の特性 まとめ

- 低脂肪で**鉄分、亜鉛、銅、ビタミンB₁、B₂、B₁₂、ナイアシン**に富む
- **脂肪の融点**は45℃付近と高い
- 肉色素である**ミオグロビン含有量**は体重増加に伴い増加し、成獣では**5-15 mg/g**と豊富で、馬肉や鯨肉と同程度である

捕獲方法による肉質の影響

- 1) ストレス
- 2) pH
- 3) 残存血液（ヘモグロビン）

捕獲・とさつ手法と肉質

- ✓ 家畜において、
 - ✓ 過度なストレスや疲労は、PSEやDFD肉などの異常肉の発生原因
 - ✓ と畜工程では細心の注意が払われる
- ✓ 野生動物において、
 - ✓ 狩猟行為は過度なストレスや疲労の原因
 - ✓ 身体的損傷によって内出血を起こした場合、食肉中に残存血液

銃器捕獲

流し・定点狙撃・シャープシューティングなど

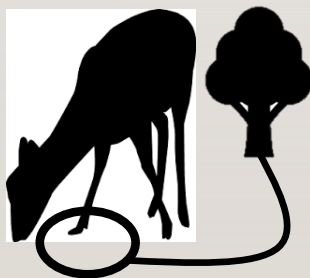
- ◎ シカに与えるストレスが少ない(山田ら, 2013; 山本ら, 2013)
- △ 銃の所持に時間的・経済的負担が多い



罠捕獲

囲い罠・括り罠など

- ◎ 生体捕獲が可能
- ◎ 括り罠は費用が安く、設置容易
- △ ストレスが多い
- △ 負傷リスクあり
(岸本, 2002; 山田ら, 2013)



一時養鹿

生体捕獲後の
一時的な飼育

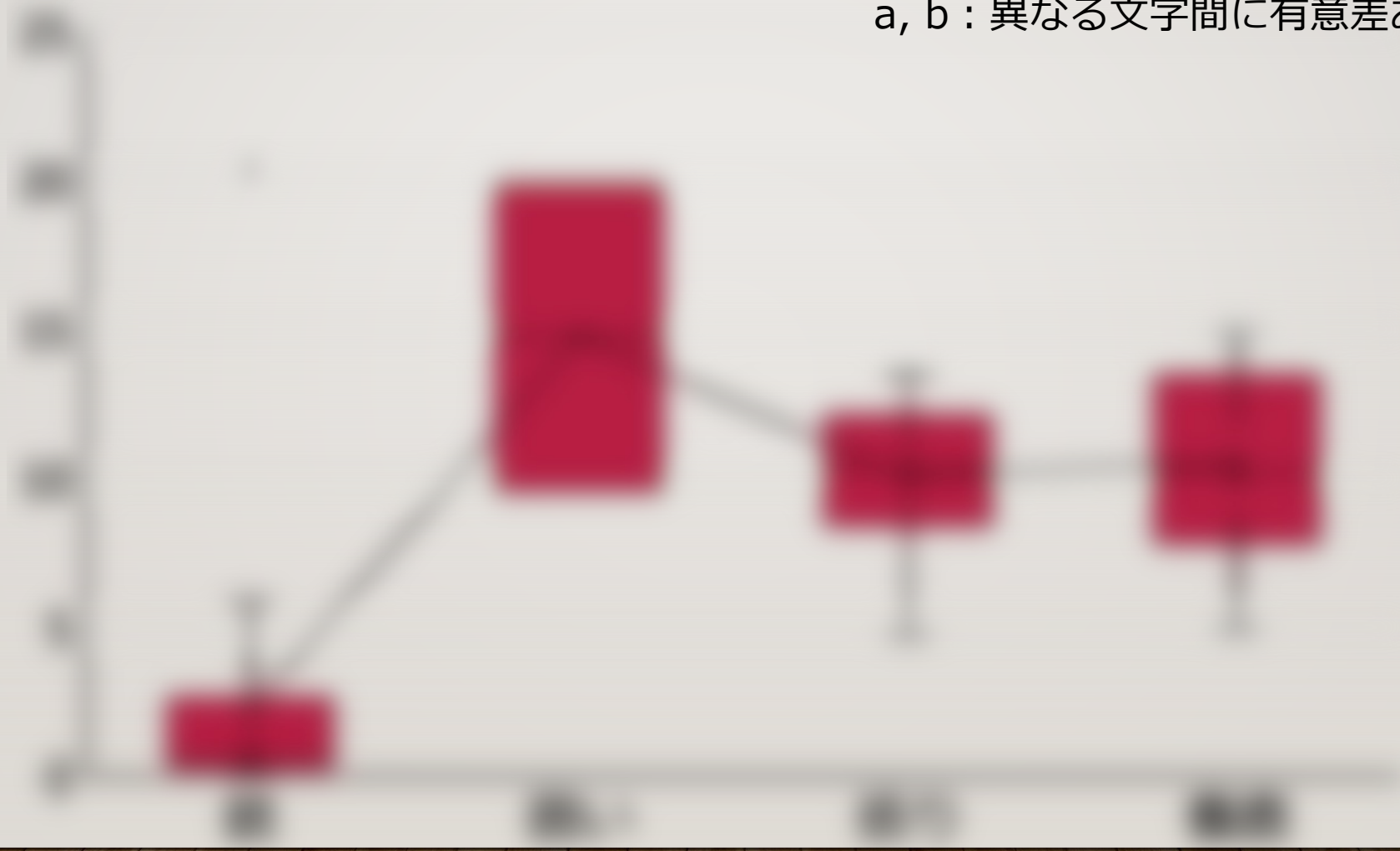
- ◎ より衛生的
- ◎ 安定供給が可能
- △ 海外では肉質悪化の報告あり
(Daszkiewicz et al., 2015)



野生エゾシカの血中コルチゾール（ストレス指標） に及ぼす捕獲方法の影響

エラーバーは標準誤差を示す（ $n = 2 \sim 21$ ）
a, b : 異なる文字間に有意差あり（ $p < 0.001$ ）

血中コルチゾール（ $\mu\text{g/dl}$ ）



(未発表データ)

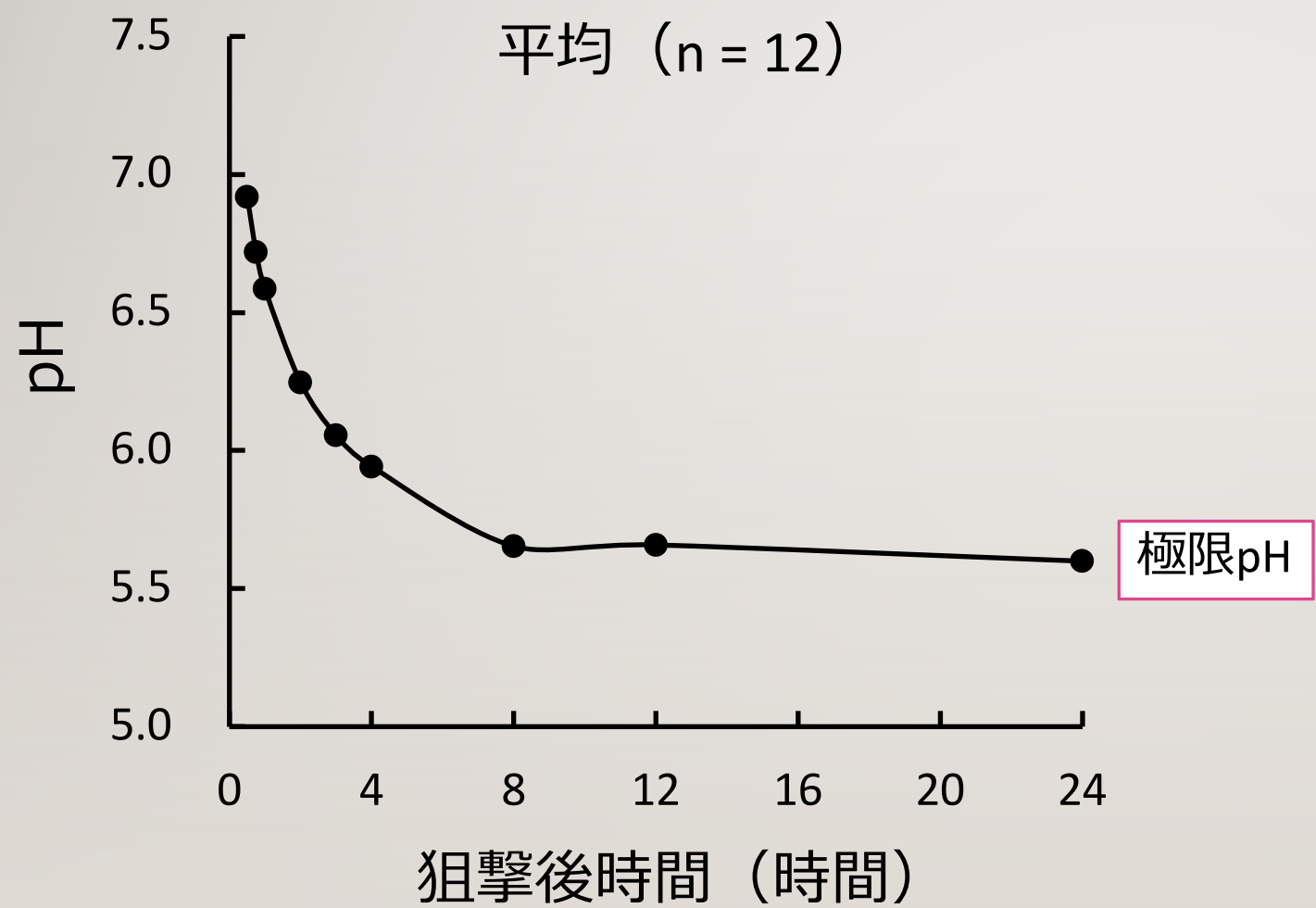
(n = 21)

(n = 2)

(n = 8)

(n = 17)

銃捕獲鹿個体枝肉のpH推移（最長筋）

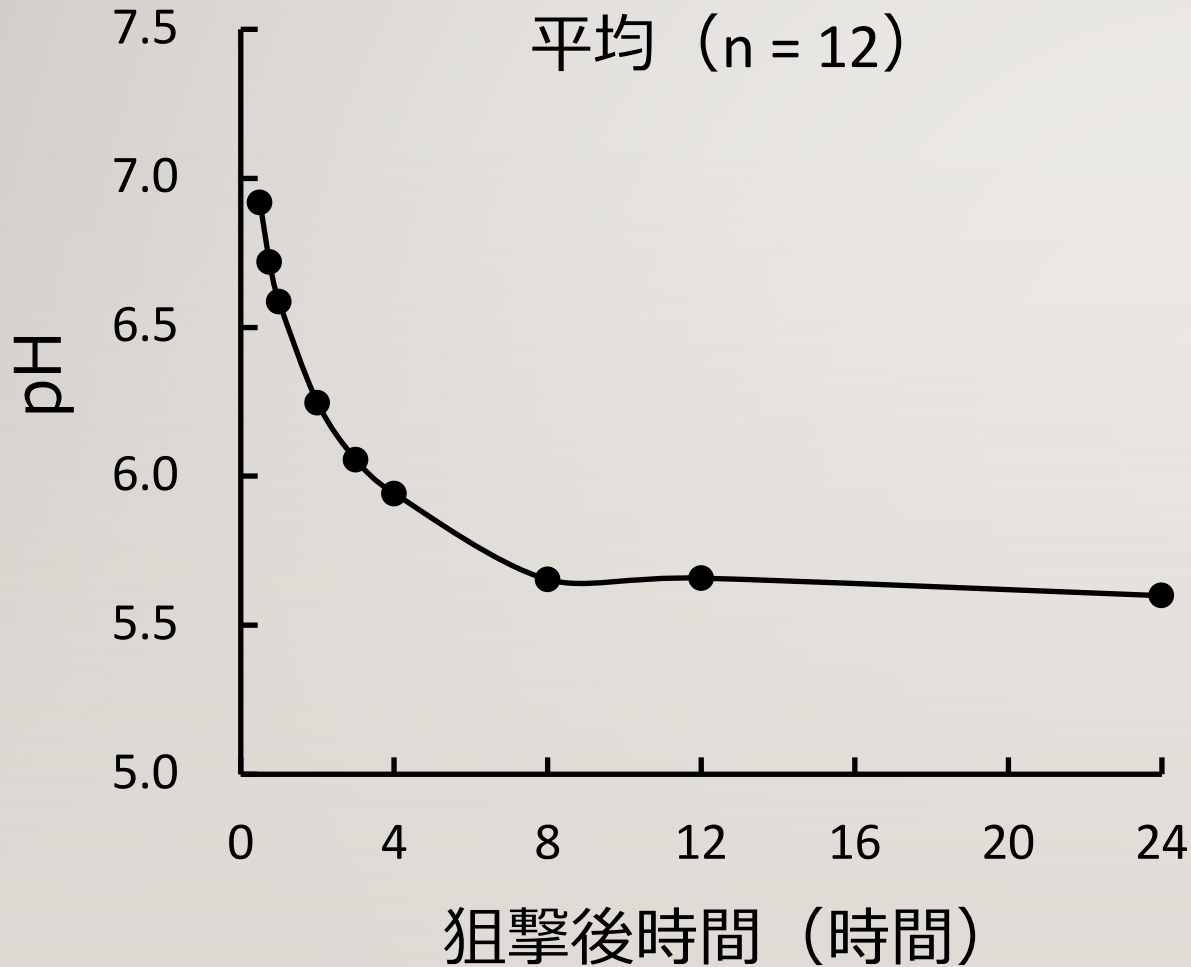


飼育ニホンジカ肉の極限pH
鎮静筋弛緩剤投与後とさつ

部位	性別	pH
肩肉	雄	5.75±0.12
	雌	5.72±0.16
ロース	雄	5.71±0.06
	雌	5.71±0.01
ヒレ	雄	5.67±0.04
	雌	5.72±0.08
腿肉	雄	5.56±0.09
	雌	5.57±0.04
バラ肉	雄	5.65±0.03
	雌	5.76±0.26
雄；去勢雄		

石田と渡辺、1998

銃捕獲鹿個体枝肉のpH推移（最長筋）



死後、骨格筋では組織の恒常性を保とうと、減少するATP濃度の維持しようとする

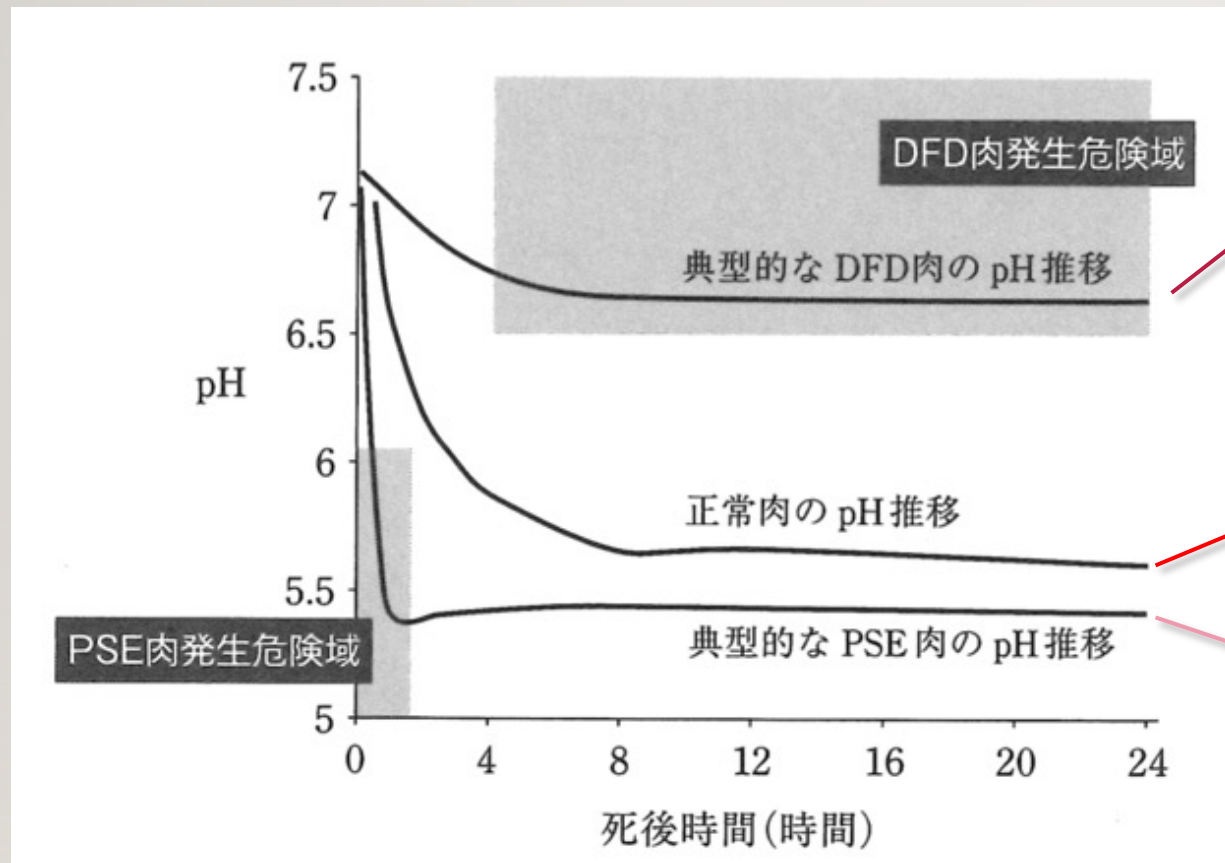
↓
筋グリコーゲンを分解してATPを産生するが、同時に乳酸等が生成されて蓄積

↓
pHが低下

↓
筋グリコーゲンが枯渇すると

↓
pH低下が停止

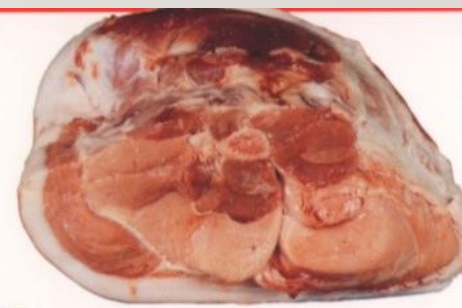
典型的なPSE肉とDFD肉における と畜後のpH推移



DFD Dark purplish red, very Firm and Dry. Firm and sticky surface, high water-holding capacity



RFN Reddish pink, Firm and Non-exudative. "IDEAL". Desirable color, firmness and water-holding capacity.



PSE Pale pinkish gray, very Soft and Exudative. Undesirable appearance and shrinks excessively.

ストレスや疲労、体温上昇が大きく関与

エゾシカ最長筋のpH_{24h}

エラーバーは標準誤差を示す (n = 2~77)
a, b : 異なる文字間に有意差あり (p < 0.01)



(n = 77)

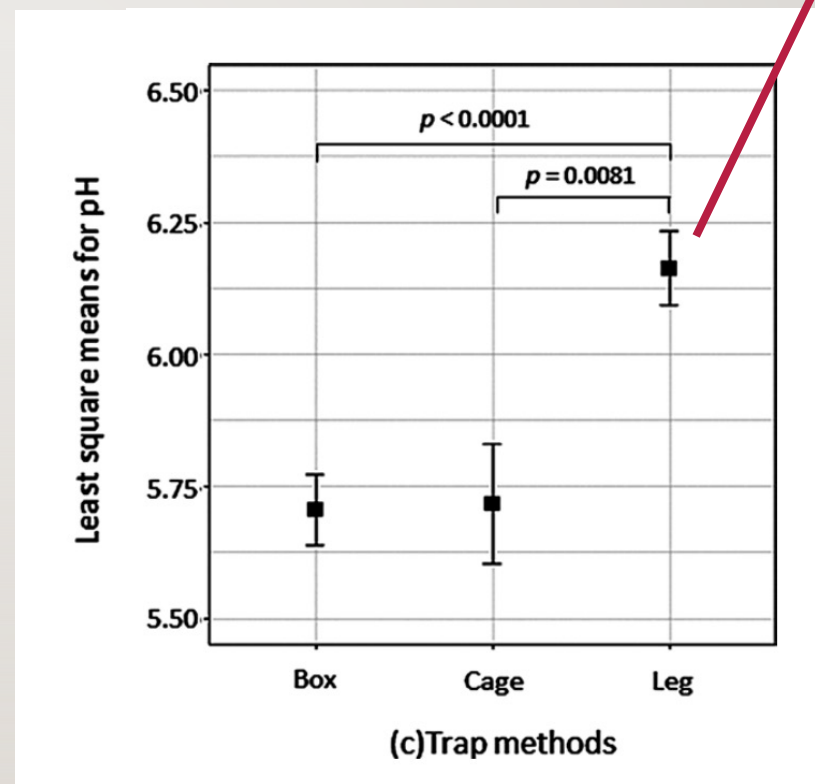
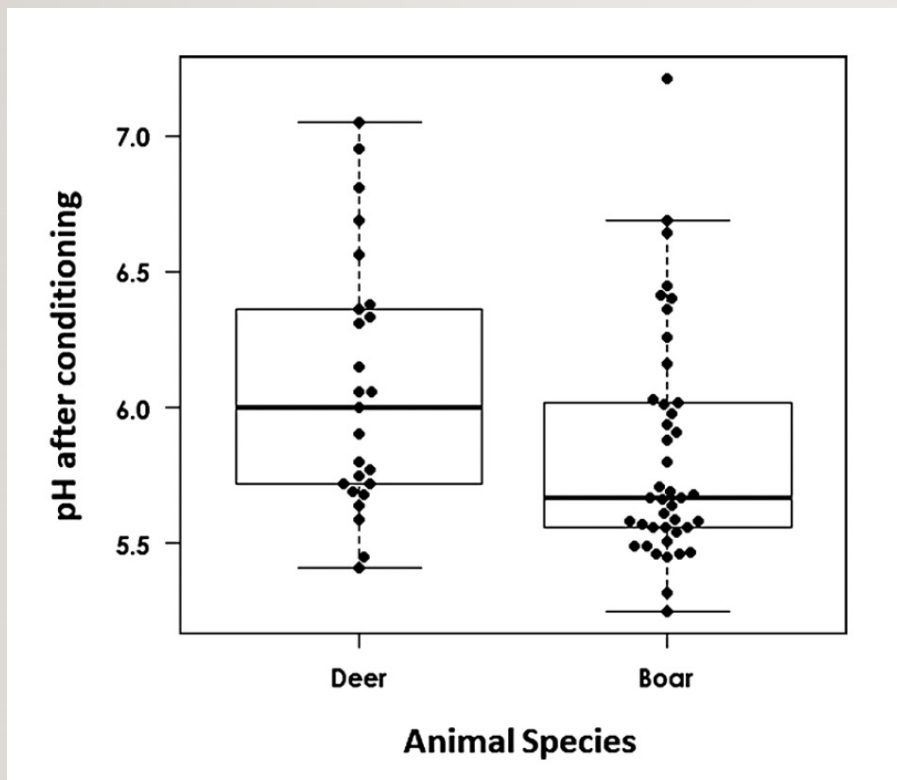
(n = 2)

(n = 10)

(n = 17)

野生ニホンジカとイノシシ肉のpHに及ぼす捕獲方法の影響

疲労による
筋グリコーゲンの消費



渡辺ら、2020

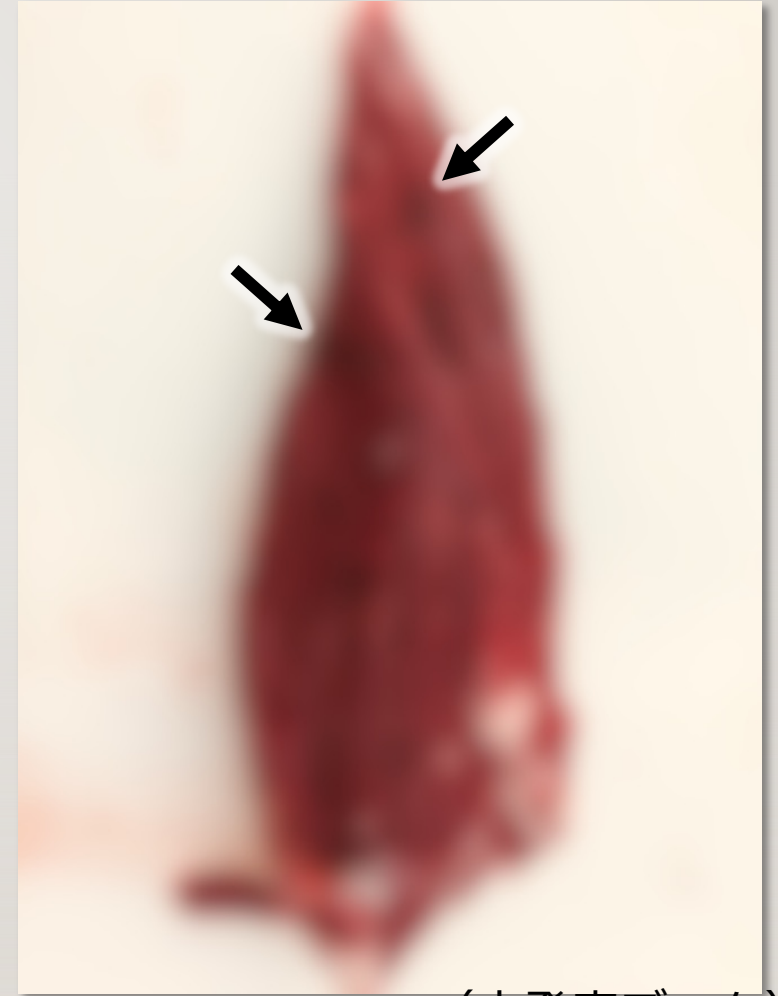
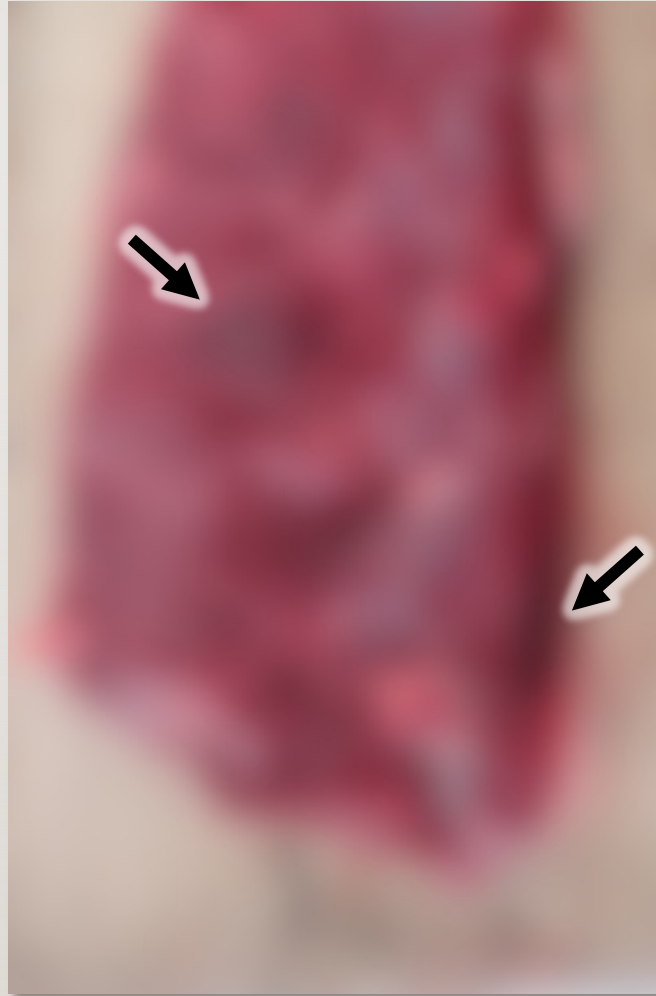
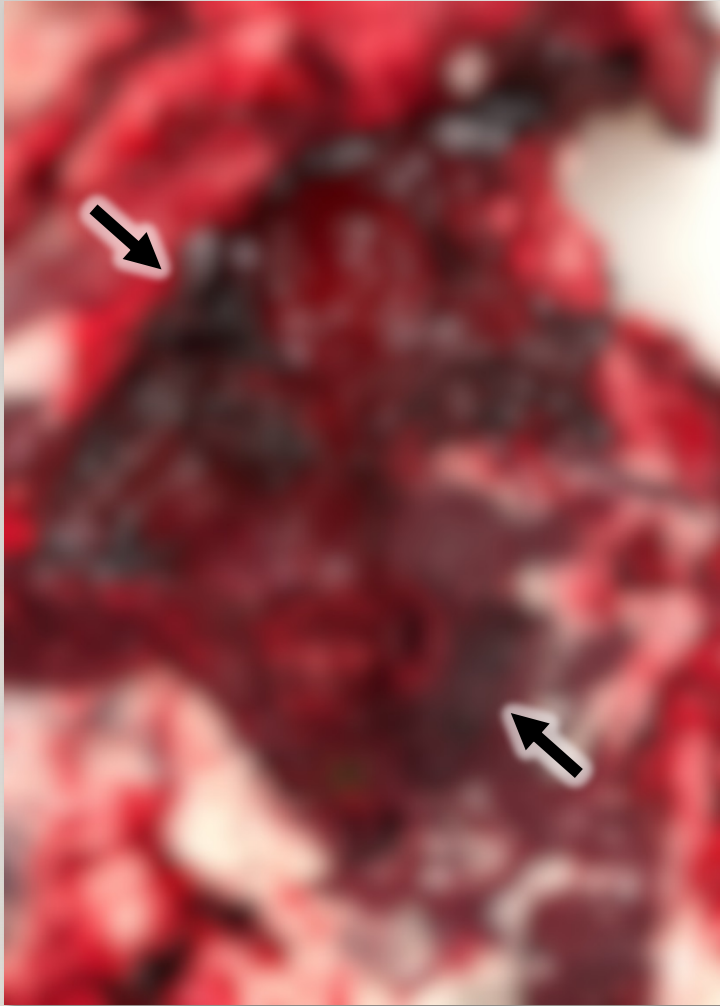
なぜ、血液（ヘモグロビン）が残っていたら 良くないのか？

- **見た目の悪化**
- **異臭の原因**（血液は老廃物の運搬役）
- 血管を通して**微生物の侵入**リスク
- ヘモグロビン・ヘムの分解産物による**黄色化**や**酸化触媒**
 - ヘモグロビンは赤血球内では安定であるが、溶血後は分解されやすい

→ 家畜では失神下で、**心臓の拍動を利用して全身の血液を除去（失血死）**



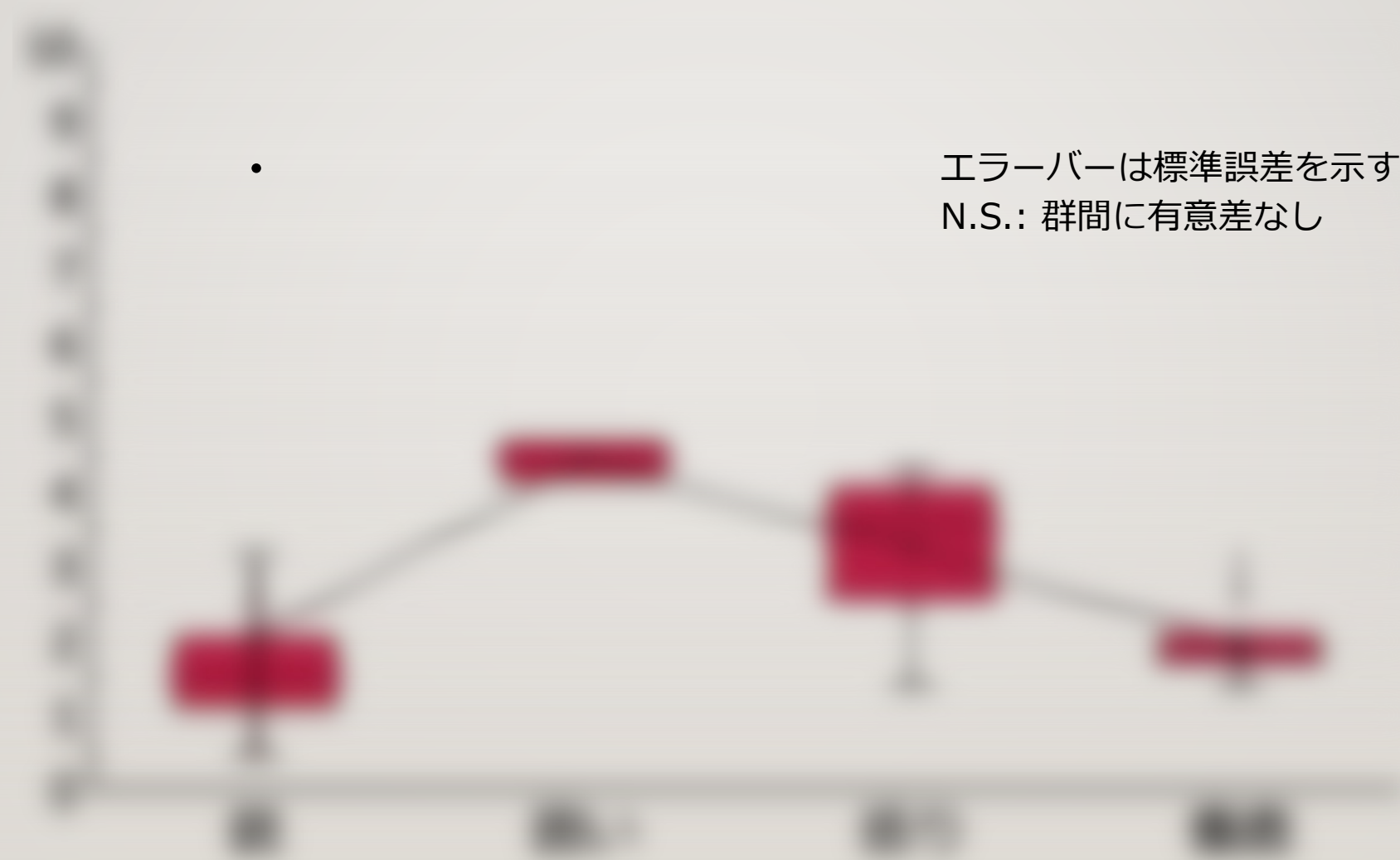
残存血液の様相



(未発表データ)

鹿最長筋の残存ヘモグロビン量

ヘモグロビン含有量 (mg/kg)



(未発表データ)

(n = 77)

(n = 2)

(n = 8)

(n = 17)

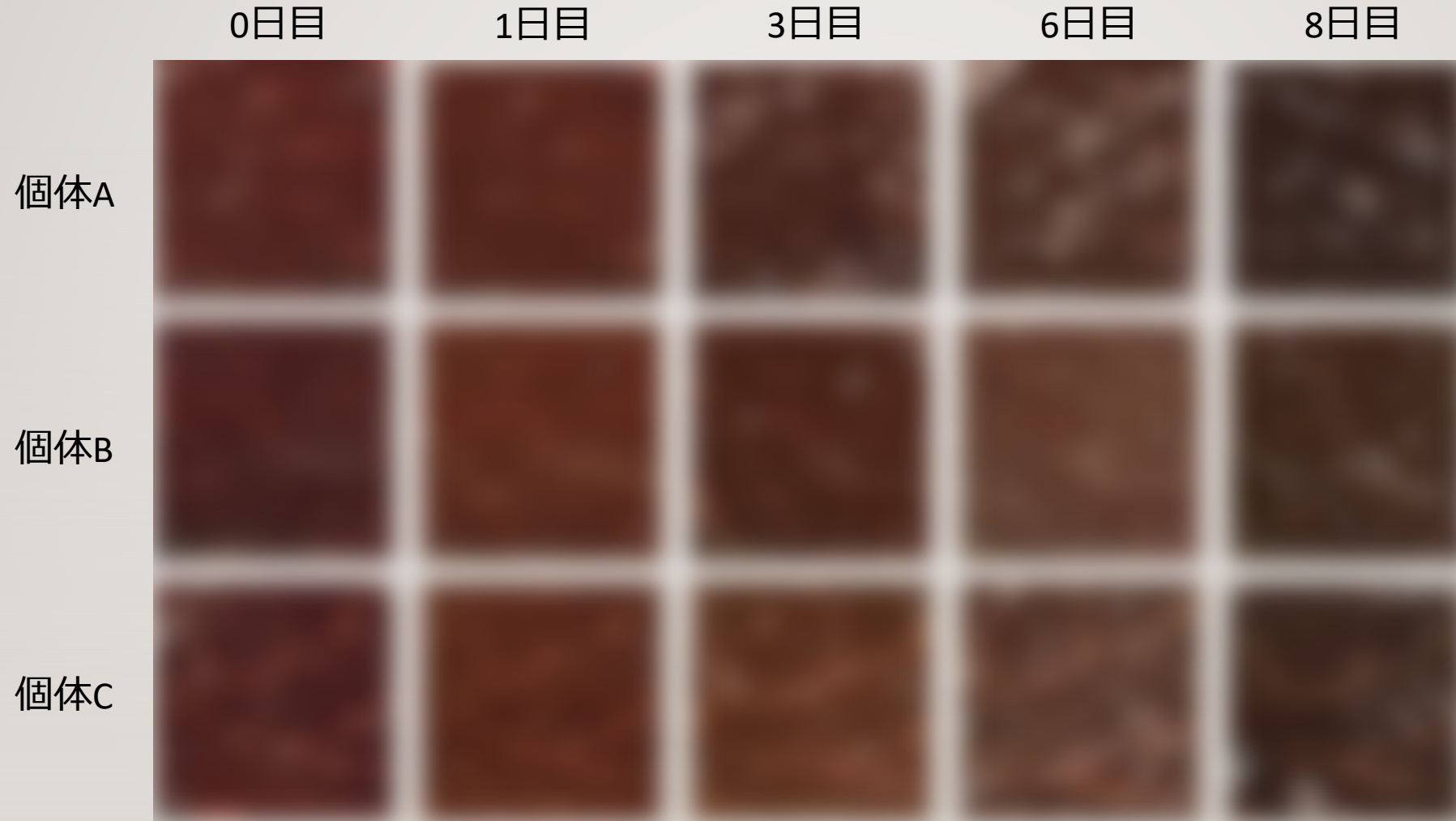
捕獲方法による肉質の影響 まとめ

- 捕獲方法によって、
 - 動物への**ストレス**の与え方が異なる
 - 肉の**pH**も変化する
 - **残存血液**にも影響する可能性がある
- しかし、捕獲方法そのものよりも、**タイミング**や**迅速さ**、**熟練度**など様々な要因が**肉質**に影響する

捕獲後の肉質改善に向けて

- 1) 貯蔵中の変色
- 2) 熟成に伴う軟化

エゾシカ最長筋における冷蔵保存中の色調変化



(未発表データ)

デオキシミオグロビン

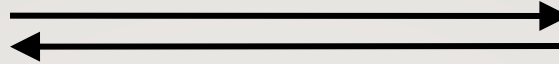
色：紫赤色

鉄電荷： 2^+

第6配位子：なし or H_2O



酸素化



脱酸素



オキシミオグロビン

色：鮮赤色

鉄電荷： 2^+

第6配位子： O_2



酸化 or

低酸素分圧

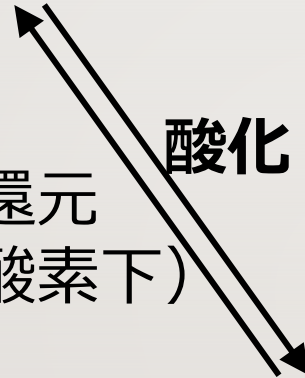


還元

酸化

還元

(無酸素下)



メトミオグロビン

色：褐色

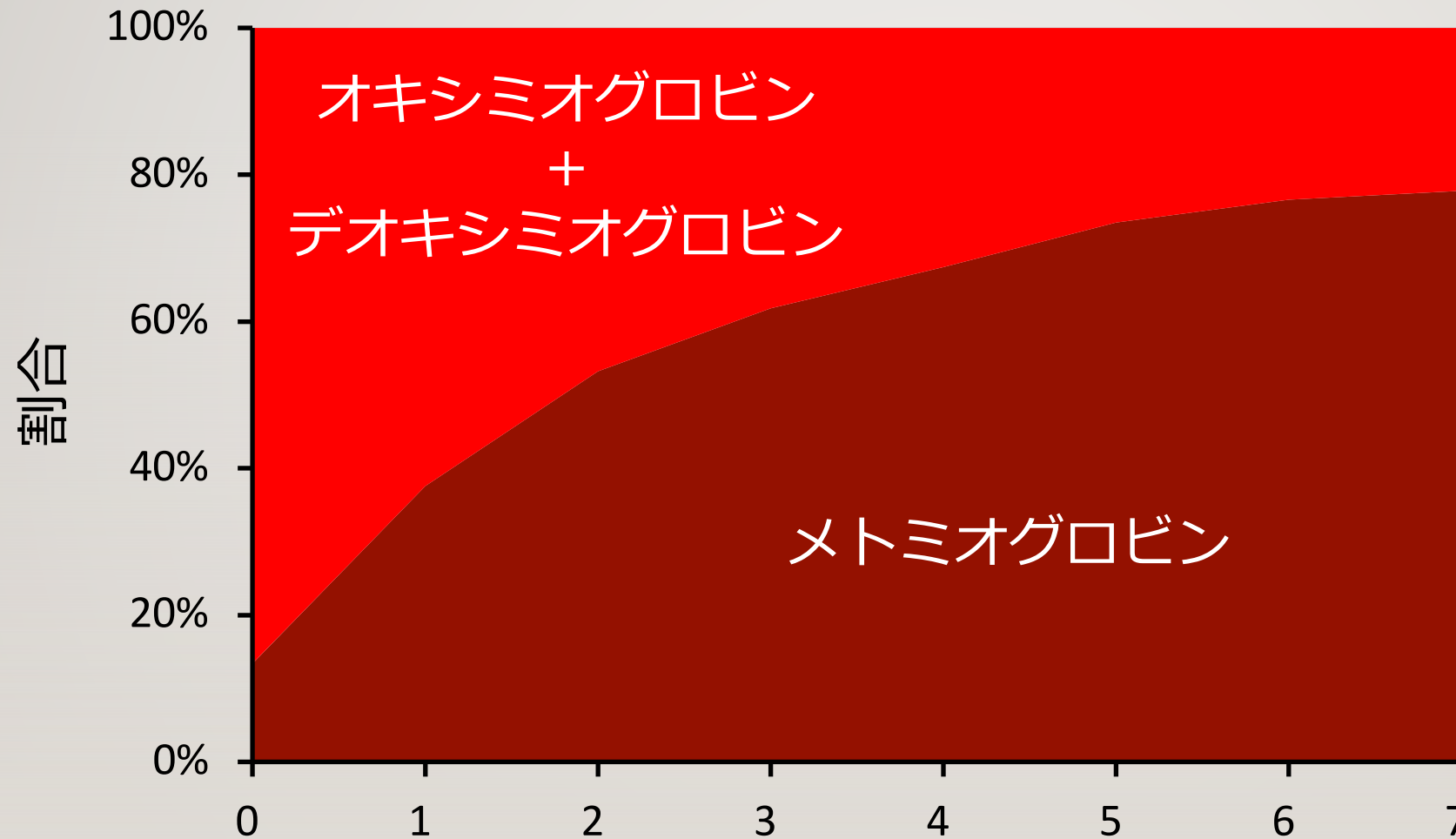
鉄電荷： 3^+

第6配位子： H_2O



貯蔵中のエゾシカ肉のミオグロビン誘導体の割合変化

2歳・最長筋 (n = 5)

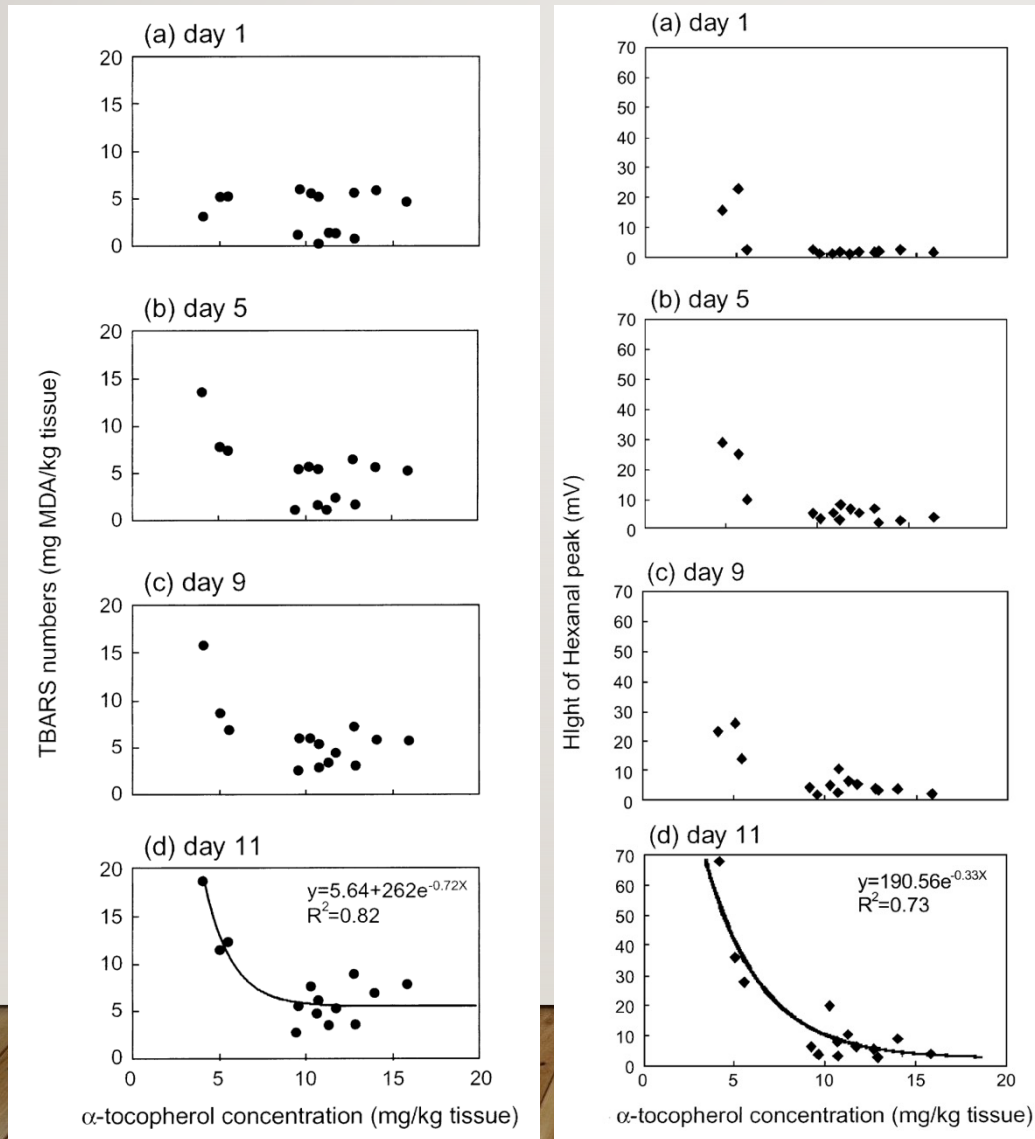


ミオグロビンが
酸化されやすい
↓
鹿肉は還元作用が弱い？

貯蔵日数

岡田と村元、2014 より作図

α -トコフェロールを給餌したニホンジカにおける 筋肉中の α -トコフェロール含量が脂質酸化に及ぼす影響



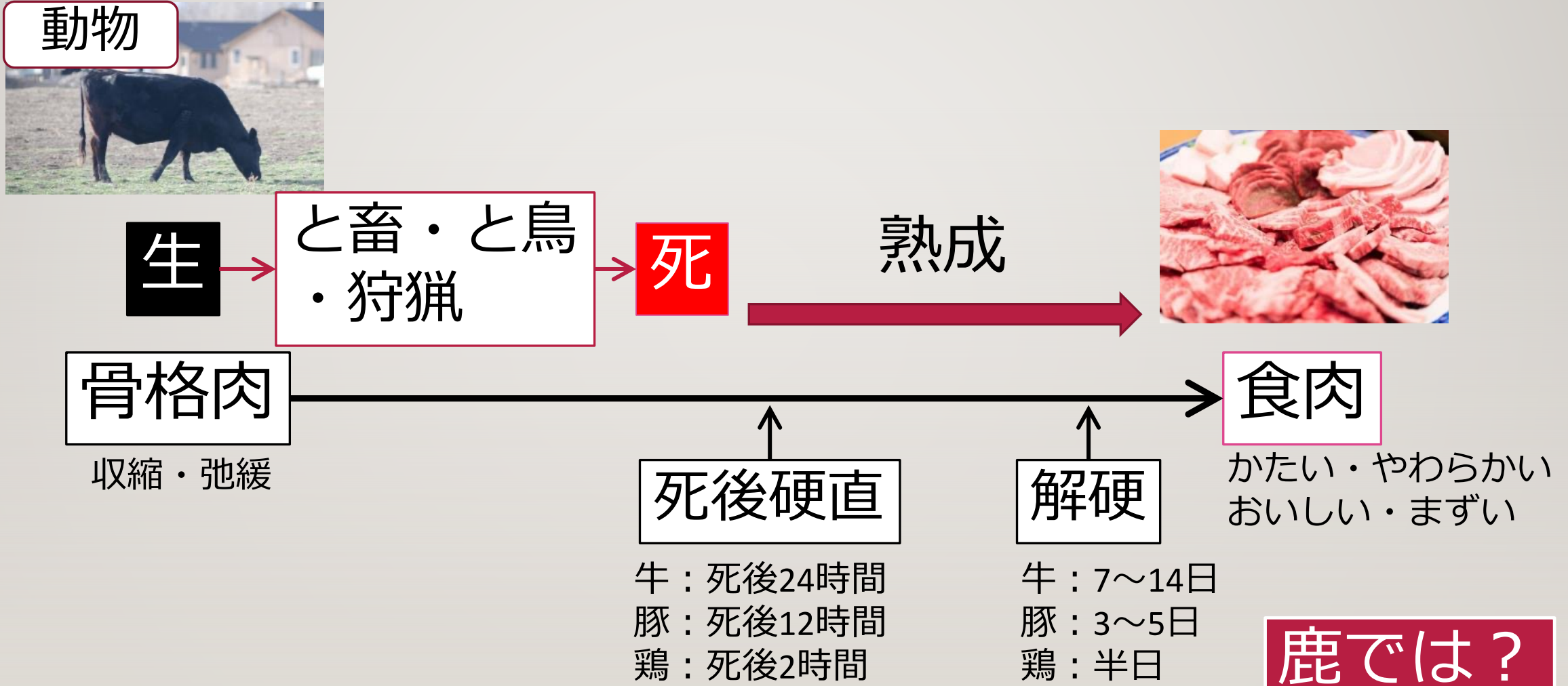
α -トコフェロール含量が10 mg/kg以上で
脂質酸化を抑制

エゾシカを含むニホンジカでは
 α -トコフェロール含量が**6-8 mg/kg** であり、
(日本食品標準成分表 (八訂) 増補2023年)
還元能力は高い状態ではない

飼料に加えて筋肉中の α -トコフェロール含量
を上げてやれば、鹿肉の変色を抑制できる!?

Okabe et al., 2002

骨格筋から食肉への変換



ニホンジカ肉の熟成完了日数

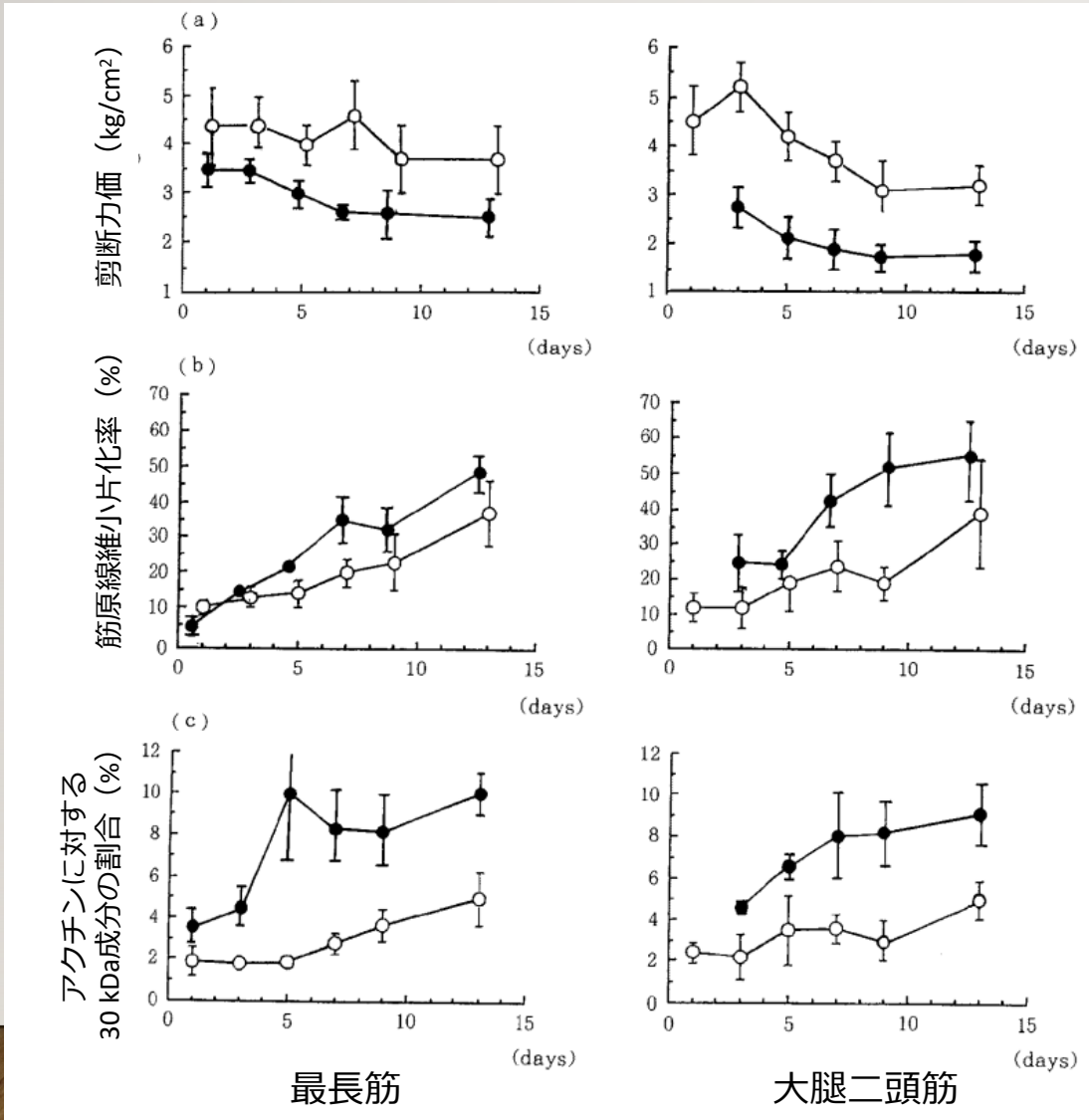


Fig. 1. Changes in (a); shear force value (SFV), (b); myofibrillar fragmentation index (MFI) and (c); the proportion of 30 kDa protein concentration for actin of venison (●) and beef (○) during storage at 3°C. Data are shown as a mean of three animals. Each value from an animal at (a) and (b) was obtained by averaging the measured value of 10 and 4 specimens, respectively.

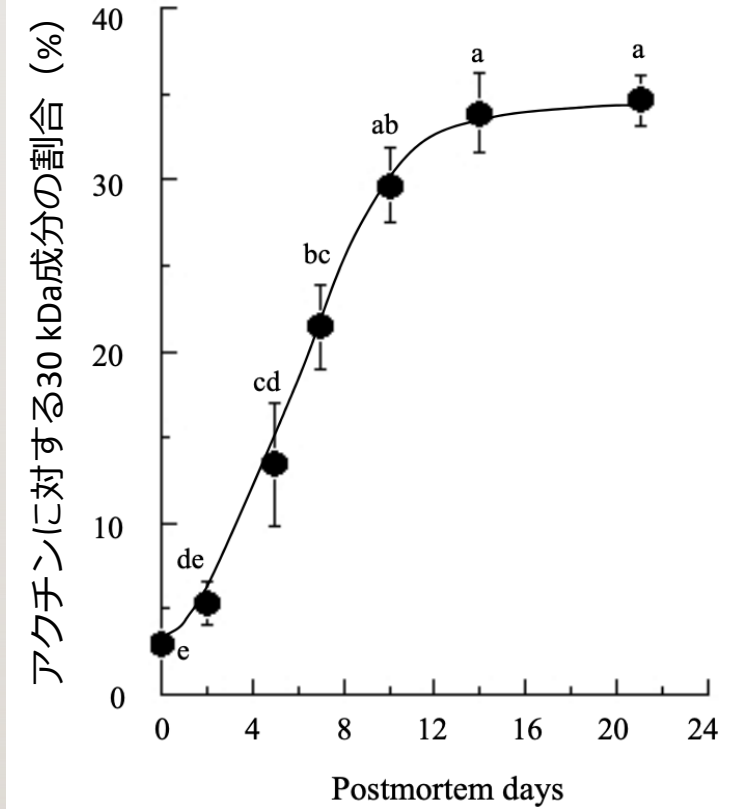
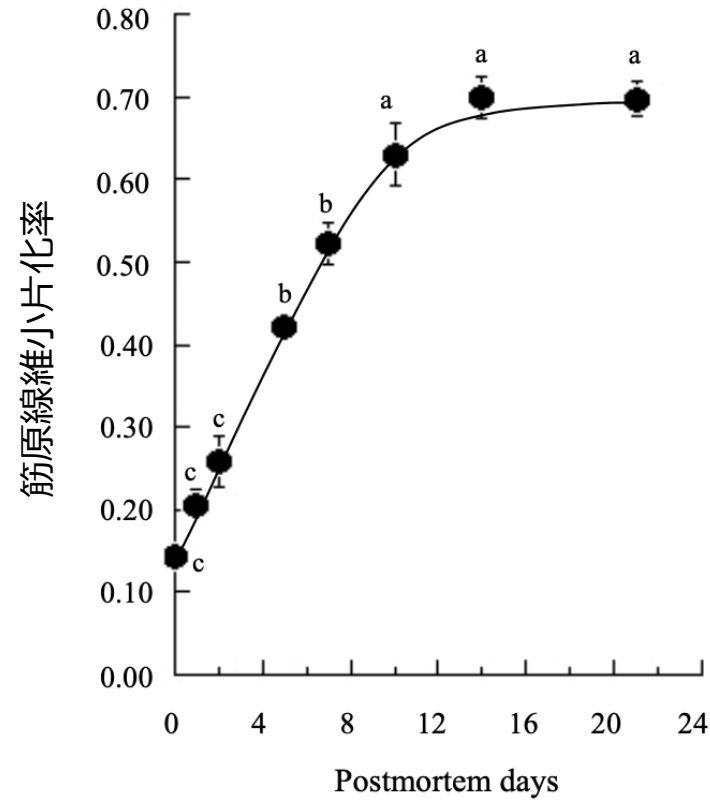
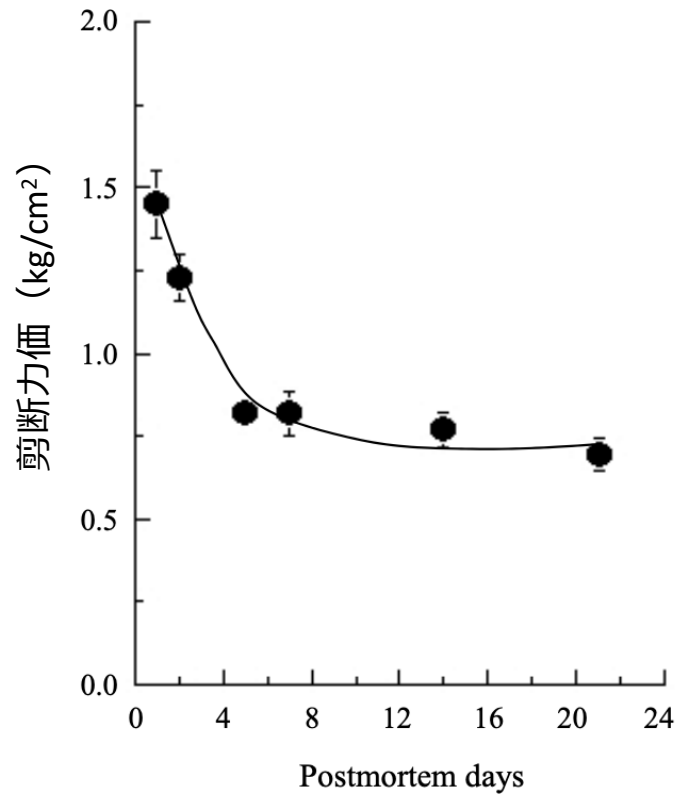
(渡辺ら、1993)

ニホンシカ (雄 推定44、32および20ヶ月齢)

鹿肉の軟化は**7日間**程度で完了

軟化に必要なエゾシカ肉の熟成期間

野生エゾシカ (n = 3)



十分なやわらかさを得るための熟成期間はとさつ後7～10日間

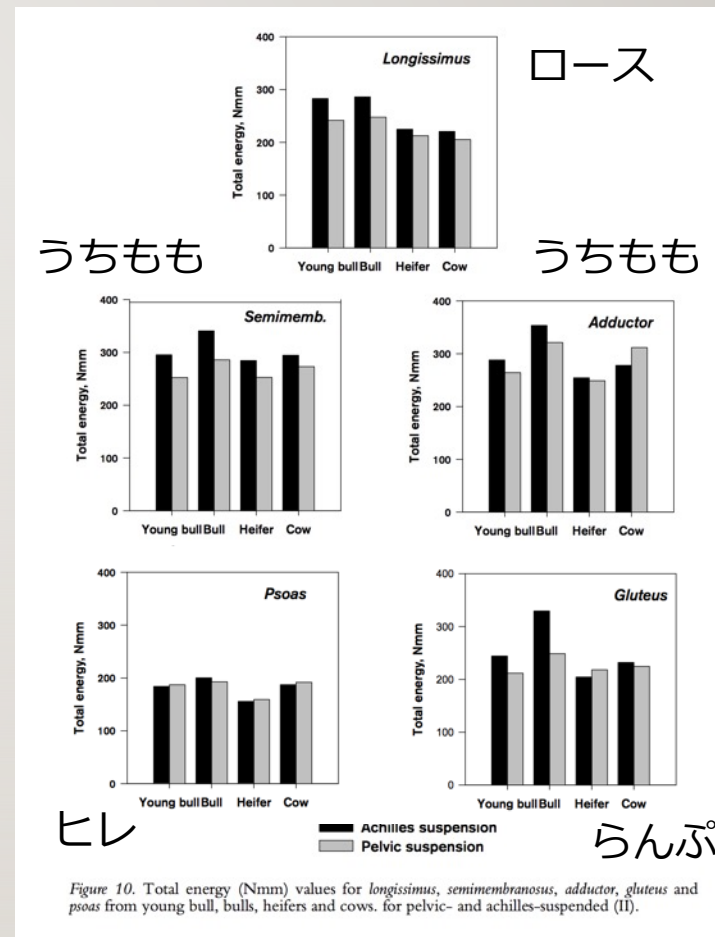
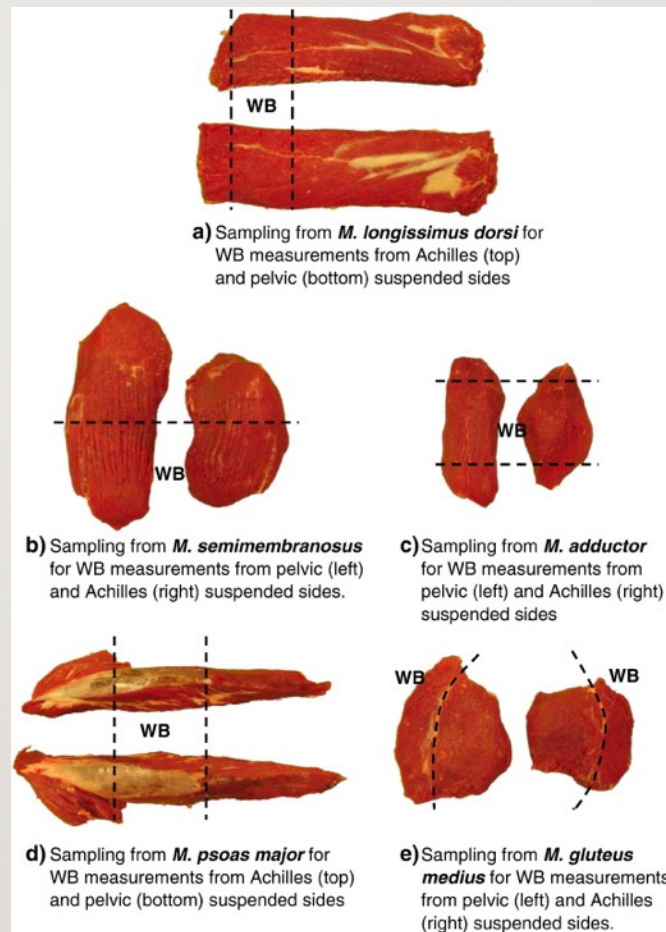
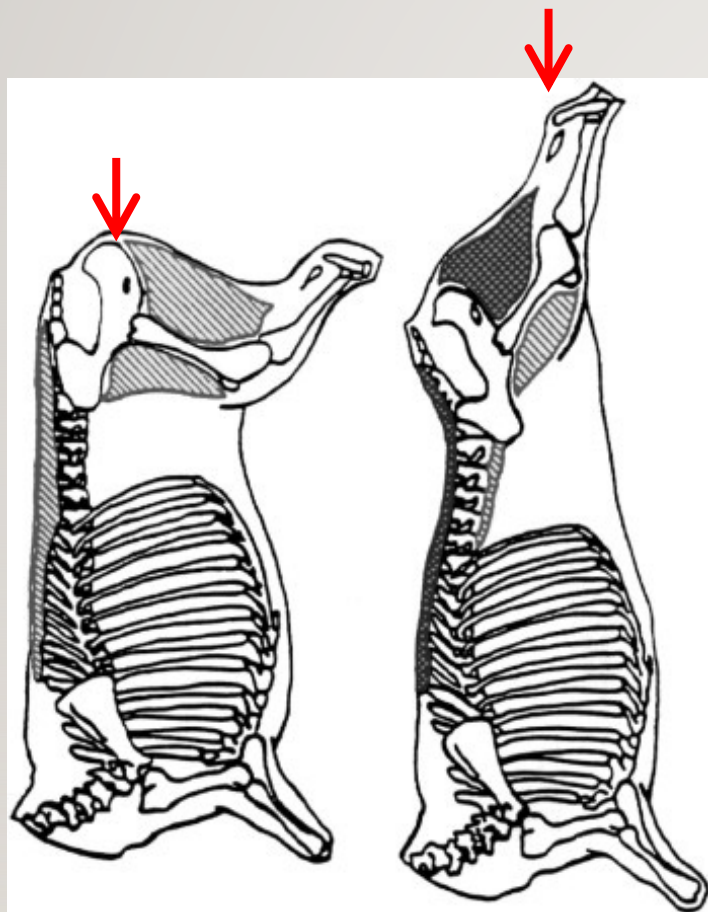
島田ら、2022

枝肉での懸吊

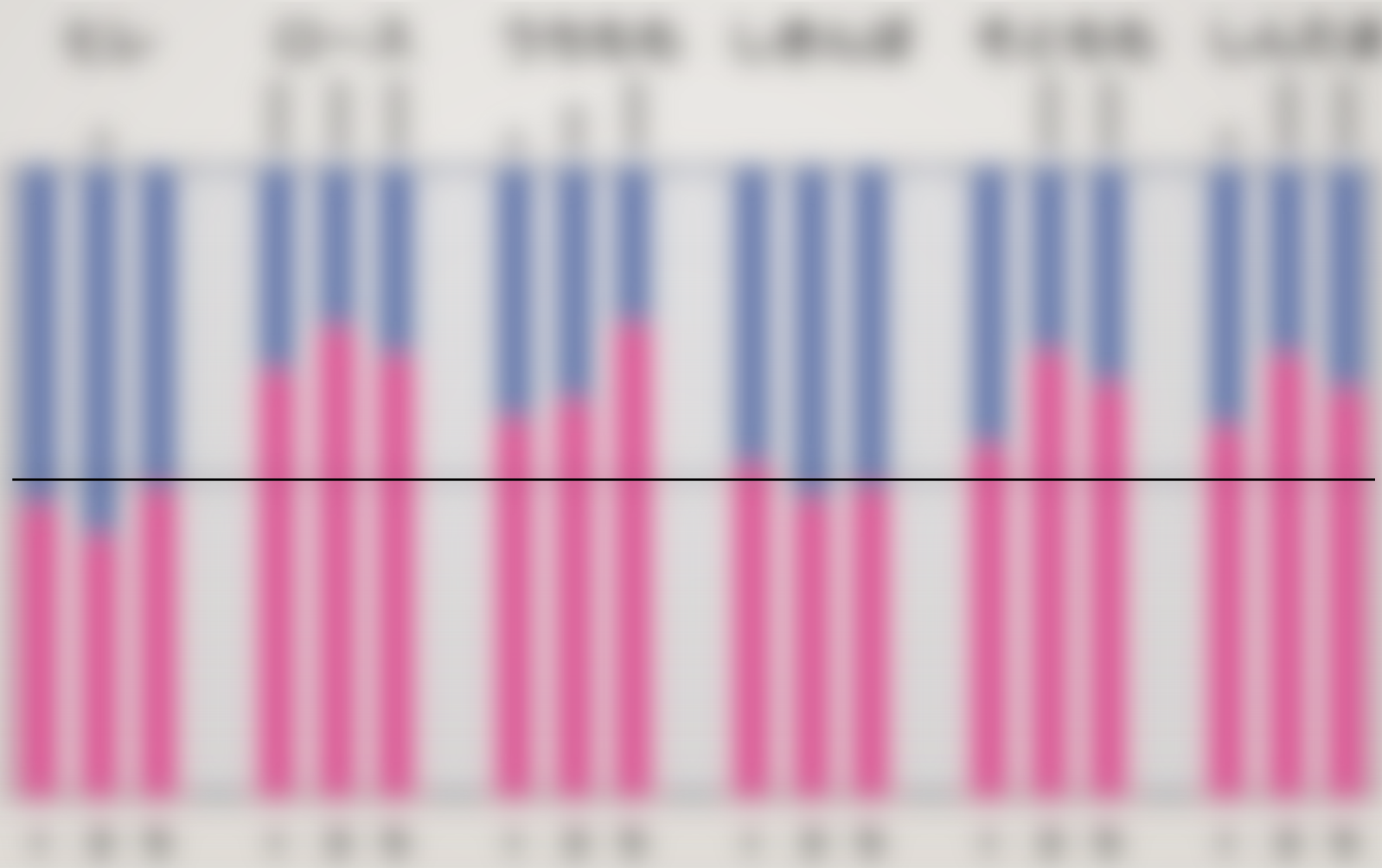
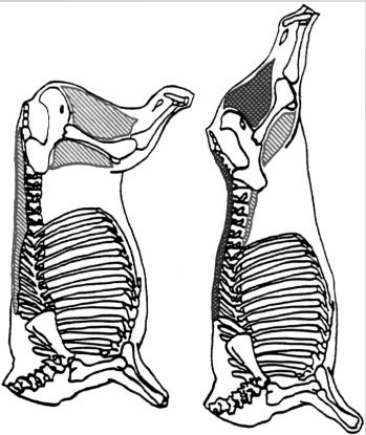
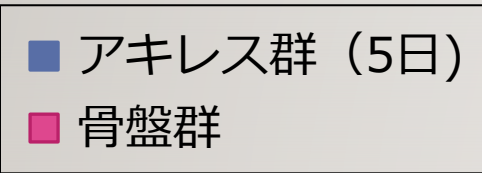
- 骨格筋は骨と骨をつなぐ
- 懸吊して熟成すると、
 - 輸送が簡単で衛生的
 - 放血促進効果
 - 死後硬直を起こしても筋肉は短縮しない
 - 軽度な筋断裂も起こる



テンドーストレッチ法



懸吊方法による「かみ切りやすい」と答えた人の割合



骨盤懸吊の日数

(未発表データ)

二項検定より比率の偏りに有意性有り n = 112~234

* : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$ *** : $p < 0.001$

サルコメア長とかたさとの関係

弛緩
↑
↓
収縮

死後硬直期

解硬期

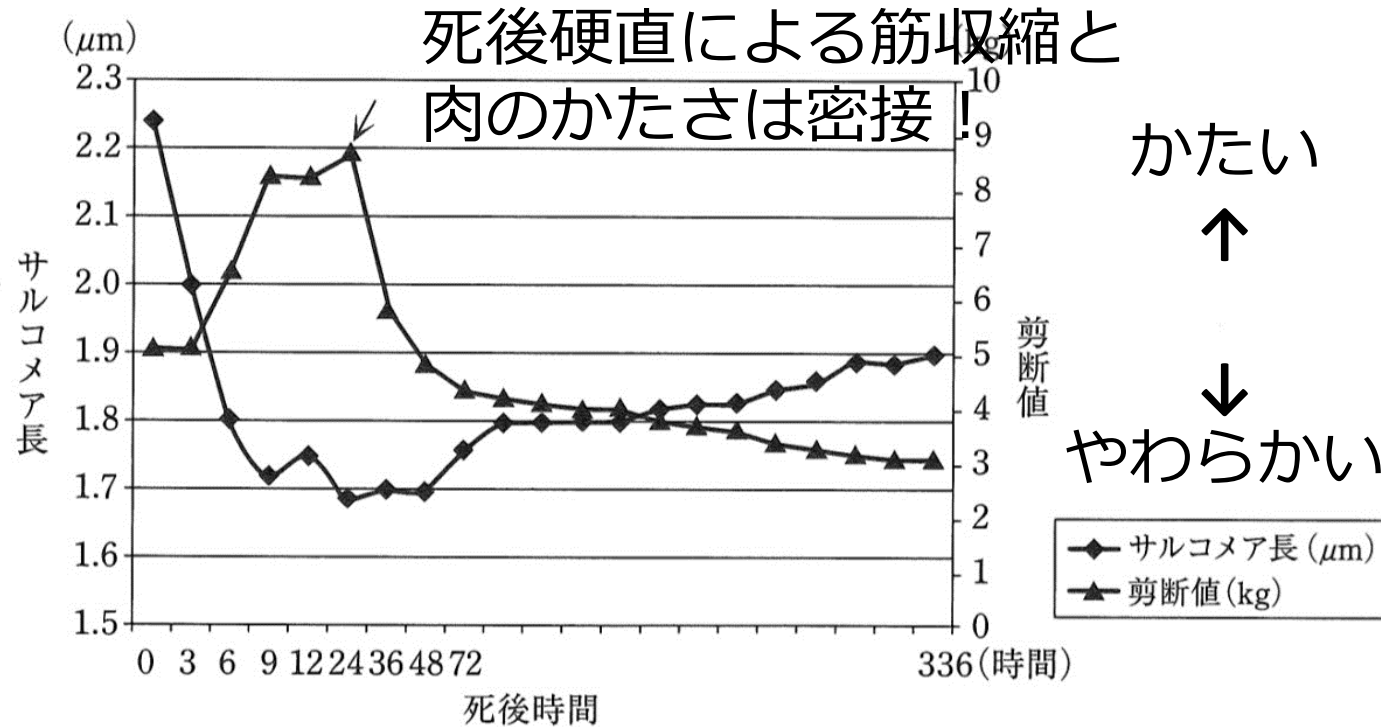


図2-3-1 羊の死後時間に伴うサルコメア長と剪断値の関係³⁾

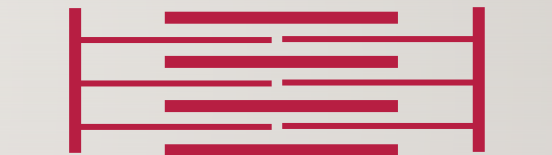
弛緩



弛緩



解硬



骨格筋と食肉は似て非なるもの

- **食肉**は**繊細**であり、様々な影響を受けて、品質は変化する
- 肉になってからではなく、**捕獲前、捕獲時、捕獲後の取り扱いを適切**に行わないと、**美味しい肉**は得ることができない！
- 死後硬直完了まではできるだけ筋肉の引っ張っておく！
- 美味しくないと刷り込まれると、消費者はリピーターとはならない
- 需要を高く維持しないと、安定的な供給&利活用は見込めない

ご清聴ありがとうございました

