

鳥取県内で捕獲されたジビエ肉の成分とその品質 (第2報)

Components and Quality of Gibier Meats of Animals Captured in Tottori Prefecture (2nd Report)

シカ肉の加工特性および冬季捕獲イノシシ肉の品質調査

Processing Properties of *Cervus Nippon Centralis* and

Nutritional Components of *Sus scrofa leucomystax* Captured in Winter

藤光洋志*・遠藤路子**・本多美恵*・加藤愛*・小谷幸敏***

Hiroshi Fujimitsu, Michiko Endo, Mie Honda, Ai Kato and Yukitoshi Kodani

*食品開発研究所 食品開発科、**米子工業高等専門学校、***食品開発研究所

鳥取県内で捕獲されたホンシュウジカ (*Cervus Nippon Centralis*)、イノシシ (*Sus scrofa leucomystax*) の肉の成分とその品質を調査した。シカ肉については、捕獲後内臓摘出までに2、4時間経過した肉で不快と感じる臭気成分の増加が確認された。低利用部位(スジ、カタ)の加熱加工法については、80℃、60分の処理、レトルト処理(121℃、4分)により摂食可能な軟化が確認された。

また冬季に捕獲されたイノシシ肉の栄養成分を分析した結果、ロース、バラ肉で高い脂質割合を示した。モモ肉はロース、バラ肉に比べ、遊離アミノ酸総量が高かった。

The components and quality of meats of Japanese deer (*Cervus. Nipponn. Centralis*) and wild boars (*Sus scrofa leucomystax*) captured in Tottori Prefecture were surveyed. An increase in odor components contributing to an unpleasant odor was confirmed in deer meat when 2 to 4 hours had passed from capture to organ removal. Thermal processing of low available meat portions (gristles, shoulders) involved treatment at 80°C for 60 minutes and retort treatment (121°C for 4 minutes) and resulted in ingestible softening of the meat.

Analysis of nutrient components of the meat of wild boars that were captured in the winter revealed high lipid content in the loins and flank meats, and higher total content of free amino acids in leg meat than in loins and flank meats.

1. はじめに

鳥獣被害の増加に伴い、害獣として捕獲、駆除されたシカやイノシシ肉(ジビエ肉)の利活用が進められている。これまでに鳥取県産のシカ肉について、一般栄養成分などを明らかにすると共に、内臓摘出が捕獲後遅くなることで不快と感じる臭気成分が増加することを報告した¹⁾。そこで本研究ではシカ肉の品質の安定化を図るために、捕獲後内臓摘出までの時間と肉質の関係についてさらに調査した。また肉質が硬いなどの理由で消費が十分になされていないシカのカタ、スジ肉の加工方法について検討を行

った。

またイノシシによる農林作物被害も大きく、イノシシの捕獲、駆除も行われている。イノシシ肉は独特な風味をもち、すき焼きや味噌鍋にする「ぼたん鍋」が有名であり、脂肪含有量が増える冬季に好んで食べられる。本研究では冬季に捕獲されたイノシシ肉の一般栄養成分、総脂肪酸組成、遊離アミノ酸含有量、健康機能性成分として知られているペプチドであるアンセリン、カルノシン量を調査した。

2. 実験方法

2.1 供試材料

鳥取県若桜町内で夏季と冬季に捕獲されたシカを用い、夏季については捕獲（屠殺脱血）後 30 分、2 時間、4 時間経過後に内臓を摘出した個体のロース肉（各 3 個体、冷凍品）、冬季は 30 分、2 時間、4 時間、6 時間経過後に内臓を摘出した個体のロース肉（各 3 個体、冷凍品）について臭気分析に供した。

またシカのカタ、スジ肉について加工法を検討するために、それぞれを加熱処理に供した。

同様に若桜町内で冬季に捕獲されたイノシシを用い、一般栄養成分、総脂肪酸組成、遊離アミノ酸含量、遊離アンセリン、遊離カルノシン含量を分析した。

2.2 肉の分析

2.2.1 シカ肉の臭気分析

臭気分析は前報¹⁾の方法に従い、DB-WAX（φ 0.32 mm × 60 m、アジレントテクノロジー）カラムを装備したガスクロマトグラフ質量分析計（GCMS-QP2010 Plus、島津製作所）を用いて測定した。

2.2.2 シカ肉の加熱加工法の検討

レトルト加熱耐性を持つナイロンポリ袋に入れ、真空包装したシカ肉を加熱加工に供した。加熱にはレトルト試験機（SRW40RA、サムソン）およびウォーターバス（BF400/FZ200、ヤマト科学）を用いた。

肉の硬さはクリープメータ（RE2-33005S、山電）による測定および、（地独）鳥取県産業技術センター食品開発研究所職員による官能評価（パネル人数：8名）により行った。

2.2.3 イノシシ肉の一般栄養成分分析

一般栄養成分は前報¹⁾の方法に従い測定した。

2.2.4 イノシシ肉の脂肪酸組成分析

脂肪酸組成は前報¹⁾の方法に従い、DB-WAX（φ 0.32 mm × 30 m、アジレントテクノロジー）カラムを装備したガスクロマトグラフ分析計（GC-2010 Plus、島津製作所）を用いて測定した。

2.2.5 イノシシ肉の遊離アミノ酸含量分析

アミノ酸分析は前報¹⁾の方法に従い測定した。

3. 結果と考察

3.1 シカ肉の臭気分析

夏季（8 月～9 月）に若桜町内で捕獲されたシカのロース肉の臭気成分を測定した結果を表 1 に示した。その結果、捕獲後 2 時間経過後に内臓摘出処理された試料において、ヘキサナール、アセトインの増加が見られた。

前報¹⁾において、シカ肉の脂肪酸組成は酸化されやすい高度不飽和脂肪酸が多く含まれていることを報告した。今回検出されたヘキサナールは脂質酸化臭の原因のひとつ²⁾であるとも言われており、捕獲後内臓摘出処理までの時間経過によって脂質が酸化された可能性もある。しかし、一方では、捕獲後 4 時間経過後に内臓摘出処理された試料でヘキサナールの顕著な増加が確認できなかった。そのため、内臓摘出時間延長と脂質酸化によるヘキサナール増加の因果関係は、弱いと思われ、解体あるいは保管中の酸化が影響している可能性が示唆された。

アセトインは微生物との因果関係が示唆されており³⁾、捕獲後内臓摘出処理までの時間経過によって微生物が増加しアセトインが生成した可能性も考えられる。しかしヘキサナールと同様に、捕獲後 4 時間経過後に内臓摘出処理された試料では増加していないことから、個体差や解体処理工程（内臓処理等）など他の要因の影響が大きいと考えられた。

同様に冬季（1 月）に捕獲された個体の調査結果を表 2 に示した。これによると、ヘキサナールが捕獲後内臓摘出までにかかった時間の経過と共に顕著に増加する傾向がみられたが、他の臭気成分についてははっきりした傾向は見られなかった。

また成分分析では捉えられていないが、捕獲後速やかに（30分）内臓摘出された試料に比べて、2時間以上経過後内臓摘出された試料の多くは腐敗のような強い異臭が感じられた。

通常、脂質酸化は気温が高い夏季の方が早いと考えられる。しかし本試験では気温の低い冬季の試料で脂質酸化による生成物と考えられるヘキサナールの顕著な増加が確認された（表2）。ヘキサナールの前駆体と考えられる多価不飽和脂肪酸の含量について、夏季と冬季で大きな差がなかった¹⁾ことから、ヘキサナールの発生要因が加工場への搬入前（解体前の試料品温の上昇等）に起因する脂質酸化のみで

表1 夏季捕獲シカの臭気成分

香気成分	捕獲後処理時間			臭いの特徴	主な原因
	30分	2時間	4時間		
アセトン	1.0	0.9	1.1	甘酸っぱい	
エタノール	1.0	0.7	1.7		
ジアセチル	1.0	1.0	0.5	バターチーズ様	微生物汚染
ヘキサナール	1.0	4.0	1.2	獣脂様	脂質酸化
アセトイン	1.0	1.8	0.9	バターチーズ様	微生物汚染

※数値は捕獲後処理時間30分のGCMSピーク面積を1とした場合の相対値

表2 冬季捕獲シカの臭気成分

香気成分	捕獲後処理時間				臭いの特徴	主な原因
	30分	2時間	4時間	6時間		
アセトン	1.0	1.8	0.9	1.8	甘酸っぱい	
エタノール	1.0	0.9	2.7	2.4		
ジアセチル	1.0	0.8	1.1	1.5	バターチーズ様	微生物汚染
ヘキサナール	1.0	46	72	240	獣脂様	脂質酸化
アセトイン	1.0	1.0	0.9	0.4	バターチーズ様	微生物汚染

※数値は捕獲後処理時間30分のGCMSピーク面積を1とした場合の相対値

であると結論づけることは困難であった。

夏季、冬季ともに捕獲後内臓処理までにかかった時間が4時間を超える個体では、肉色が緑色となっているものが見られ、その個体は腐敗臭に類似した特異臭が発生していた。一般に肉の色は酸化や微生物増殖により変化し、高温条件などに長時間放置されることにより肉色は明赤色から赤紫色、緑色に変化することが知られている⁴⁾。このことから、内臓処理までに時間を要したものは、酸化や微生物増殖が起こるリスクが著しく高まると考えられた。

以上のことから、捕獲後内臓処理は速やかに行うと共に（可能であれば30分以内が望ましい）、解体後についても保管中の劣化などに細心の注意を払う必要があることが示唆された。

3.2 シカ肉の加熱加工法の検討

肉質が硬く利用が十分なされていないカタ、スジ肉について、加熱処理により柔らかくする方法について検討を行った。

3.2.1 一口大サイズによる加工方法の検討

シカ肉の加工、調理を行う際の加熱処理方法を検討するため、一口大サイズにカットした肉を用いた。沸騰水中加熱処理（30分）、低温長時間加熱処理（70℃、24時間）、レトルト処理（121℃、30分）を行い、室温で放冷させた。その後、硬さ（破断荷重）をクリープメータにより測定（試料品温：25℃）した結果を図1に示した。

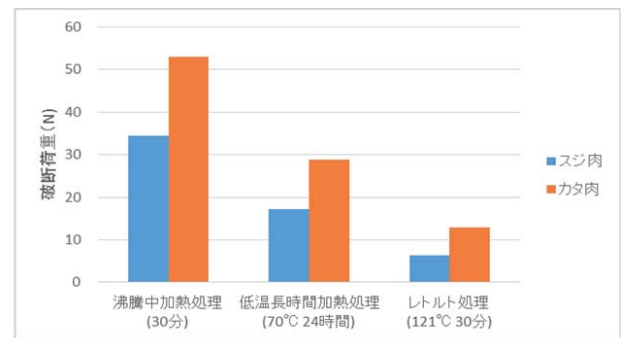


図1 シカ未利用部位（スジ、カタ肉）の加熱処理が破断荷重（硬さ）に及ぼす影響 (n=3)

その結果、低温長時間加熱処理、レトルト処理を行う事で沸騰水中加熱処理と比べて柔らかくなることが明らかとなった。特にレトルト処理では沸騰水中加熱処理に比べて破断荷重の値が1/5程度で最も柔らかくなった。

この試料について官能評価を行ったところ、カタ肉およびスジ肉ともに沸騰処理を行ったものについては4.5以上で「硬い」という評価であったが、低温長時間加熱処理およびレトルト処理を行ったものについては柔らかい（2.4～3.0）という評価であり、クリープメータ測定結果（図1）とほぼ同様の傾向を示した（表3）。

表3 加熱加工をしたシカのスジ肉、カタ肉の官能評価 (n=8)

加工方法	官能評価		
	スジ肉	カタ肉	
沸騰水中加熱	沸騰水中、30分	4.6	4.5
低温長時間加熱	70℃、24時間	3.0	2.5
レトルト処理	121℃、30分	2.6	2.4

官能評価 5:とても硬い 4:硬い 3:硬くも柔らかくもない 2:柔らかい 1:とても柔らかい

3.2.2 ブロック肉の加熱処理法の検討

業務用などで大型の肉として流通させるための加熱処理方法について検討するため、ブロックのシカのスジ肉を用いて、沸騰水中加熱処理、低温長時間加熱処理（70℃ 18時間、80℃ 60分）、レトルト処理（121℃ 4分、121℃ 30分）を行った。前試験と同様に破断荷重を測定した結果を図2に示した。

低温処理およびレトルト処理を行ったものは、沸騰水中加熱処理に比べていずれも破断荷重値は小さく、柔らかくなっており、121℃、30分加熱処理した試料は箸で簡単に崩れるほど柔らかくなった。しかし、同条件では型崩れが激しいため、形を残した加工品に使用することは難しく、例えば、シカ肉のそぼろといった形を有しない加工品に適しているのではないかと考えられた。

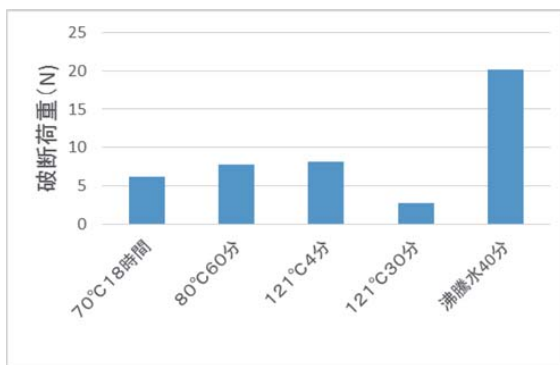


図2 各種加熱処理したシカスジブロック肉の破断荷重(硬さ) (n=3)

経済的・時間的コストを考慮すると、低温長時間加熱処理（80℃ 60分）が設定した条件の中では適当ではないかと考えられた。

3.3 イノシシ肉の成分分析

3.3.1 冬季捕獲イノシシ肉の一般栄養成分

若桜町内で冬季に捕獲されたイノシシのロース、バラ、モモ肉の成分分析結果を表4に示した。

その結果、モモ肉は日本食品標準成分表（七訂）⁵⁾に示されているイノシシ肉の栄養成分とほとんど差がなかった。その一方で、ロース及びバラ肉はモモ肉の約3倍の脂質を含んでおり、ぶたのロース及びバラ肉よりも多いという結果であった。今回、脂質が非常に多かった原因としては、試験に供したイノシシは野生であり、食べている餌の違いや個体の年齢、サイズなどにより個体差が著しい可能性もあるが、ジビエ肉については統一した規格基準がないことから、解体業者がどこまでの脂質を除去するかによっても脂質含有量が異なると考えられる。そのため、脂質含有量の正確な情報を得るためには、複数の解体業者から入手した試料を調査することが望ましいと考えられる。

表4 冬季に捕獲されたイノシシ肉の一般栄養成分 (n=3)

試料	エネルギー		水分	タンパク質	脂質	炭水化物	灰分
	kcal/100g	kJ/100g					
イノシシ							
ロース	589	2,463	29.1	7.3	61.3	1.8	0.4
バラ	596	2,492	26.3	9.3	60.5	3.5	0.5
モモ	259	1,085	59.5	18.7	20.2	0.7	0.9
イノシシ肉 ⁵⁾	268	1,121	60.1	18.8	19.8	0.5	0.8
ぶた(大型種肉)							
ロース ⁵⁾	263	1,100	60.4	19.3	19.2	0.2	0.9
バラ ⁵⁾	395	1,651	49.4	14.4	35.4	0.1	0.7
モモ ⁵⁾	183	766	68.1	20.5	10.2	0.2	1.0

5) 日本食品標準成分表 2015年版（七訂）

表5 冬季に捕獲されたイノシシ肉の脂肪酸組成 (n=3)

試料	脂肪酸総量 100gあたり脂肪酸					(n-6)/(n-3)
	飽和脂肪酸		一価不飽和脂肪酸			
	16:0	18:0	18:1 (n-9)	18:2 (n-6)	18:3 (n-3)	
	パルミチン酸	ステアリン酸	オレイン酸	リノール酸	リノレン酸	
イノシシ						
ロース	22.4	10.6	36.0	16.8	1.5	11
バラ	21.0	10.1	41.7	16.5	1.4	12
モモ	19.6	7.1	29.0	21.0	1.6	13
イノシシ肉 ⁶⁾	22.1	9.2	47.7	12.8	0.3	43
ぶた(大型種肉)						
ロース ⁶⁾	25.6	16.2	40.3	10.8	0.5	22
バラ ⁶⁾	26.0	14.5	42.1	9.1	0.5	18
モモ ⁶⁾	24.2	12.9	43.2	11.7	0.5	23

6) 日本食品標準成分表 2015年版（七訂）脂肪酸成分表編

3.3.2 冬季捕獲イノシシ肉の脂肪酸組成

冬季に若桜町内で捕獲されたイノシシ肉の脂肪酸組成を表5に示した。部位によって含有量は異なるが、冬季に捕獲されたイノシシ肉は、ぶた肉(表5)に比べて不飽和脂肪酸の含有量が多く、中でも多価不飽和脂肪酸であるリノール酸(18:2(n-6))、リノレン酸(18:3(n-3))の含有量が高い傾向が見られ、この傾向は、一般的なイノシシ肉(表5)よりも高い値であった。

畜肉に多く含まれている飽和脂肪酸を長期にわたり多量に摂取することは心血管疾患に繋がるという考えがある一方、日本人においては飽和脂肪酸の摂取と心血管疾患の因果関係がはっきりしないという報告もある⁷⁾。また多価不飽和脂肪酸にはn-6系脂肪酸と、n-3系脂肪酸があり、n-6系脂肪酸と炎症の関連が示唆される一方、n-3系脂肪酸の摂取が心血管疾患を抑えるという報告がある⁸⁾。

このようなことを背景に、n-6/n-3比は2~4が望ましい⁹⁾という報告がある。今回調査した冬季捕獲イノシシ肉は、n-6/n-3比が11~12であり、ぶた肉(22~23)や一般的なイノシシ肉(表5)(43)より低い値であり、これらの値に比べると前述の指針に近い値であった。

3.3.3 冬季捕獲イノシシ肉の遊離アミノ酸含量

冬季に捕獲したイノシシ肉の遊離アミノ酸含有量について調査した結果を表6に示した。モモ肉は、うま味成分であるグルタミン酸、甘みを示すグリシン・アラニンなどがバラ、ロース肉よりも多く含まれていた。

抗酸化作用、緩衝作用、血糖値や血圧の抑制効果を有する¹⁰⁾とされているアンセリン、カルノシンの含有量を測定し、前報のシカ肉¹⁾及び牛モモ肉、ぶたロース肉⁹⁾の値と比較した結果を表7に示した。その結果、シカロース肉と比べるとアンセリン、カルノシン含有量はともに低かったが、イノシシモモ肉に含まれているアンセリン含量は牛モモ肉の約32倍、ぶたロース肉の約3倍程度多く含まれていた。

また、イノシシモモ肉のカルノシン含有量は牛モモ肉の約1.5倍多く含まれていた。

表6 冬季に捕獲されたイノシシ肉の遊離アミノ酸含量 (n=3)

	モモ	バラ	ロース
	mg/100g		
ホスホセリン	1.0	-	0.60
タウリン	82	14	19
スレオニン	3.7	-	-
セリン	6.1	2.0	1.6
アスパラギン	7.3	-	-
グルタミン酸	67	17	19
サルコシン	-	-	2.9
グリシン	13	4.7	4.0
アラニン	37	11	11
α-アミノ酪酸	0.42	-	-
バリン	4.2	1.9	1.5
メチオニン	1.0	-	-
イソロイシン	3.7	1.3	1.6
ロイシン	6.2	2.2	2.8
チロシン	3.4	-	-
β-アラニン	1.1	-	-
フェニルアラニン	4.2	-	-
アンモニア	32	13	14
ヒスチジン	2.3	-	-
リジン	6.0	3.0	3.1
3-メチルヒスチジン	0.55	-	-
アルギニン	52	17	27
ヒドロキシプロリン	4.6	11	3.7
プロリン	0.59	0.47	4.2
合計	830	240	280

--:検出せず

表7 冬季に捕獲されたイノシシ肉のアンセリン、カルノシン含量 (n=3)

試料	アンセリン	カルノシン
	mg/100g	
イノシシ		
ロース	95	400
バラ	21	120
モモ	26	140
シカロース ¹⁾		
夏季	370	520
冬季	460	370
参考値 ⁹⁾		
牛モモ肉	3	262
豚ロース	29	899

1) 中野ら;鳥取県内で捕獲されたジビエ肉の成分とその品質(第1報)鳥取県産業技術センター研究報告,19., p.1-7 (2016).

10) 西村;食肉・食肉製品のもつ生体調節機能,日本調理科学会誌,41(4), p.221-226 (2008).

4. おわりに

- (1) 捕獲後内臓処理は速やか(可能であれば30分以内が望ましい)に行うと共に、解体後についても保管中の劣化などに細心の注意を払う必要があることが示唆された。
- (2) シカ肉の低利用部位(スジ、カタ)の肉質軟化処理として、レトルト(121°C、4分)や低温長時間加熱(80°C、60分)処理が有効であった。また経済的・時間的コストを考慮すると、低温長時間加熱処理(80°C 60分)が適当であると推察された。
- (3) 冬季捕獲イノシシ肉の一般栄養成分を調査した結果、モモ肉は一般的なイノシシ肉⁵⁾と類似した成分含有量であったが、ロース肉、バラ肉はモモ肉の約3倍の脂質を含有していた。
- (4) 冬季捕獲イノシシ肉の脂肪酸組成を調査したと結果、一般的なぶた肉、イノシシ肉⁶⁾に比べて不飽和脂肪酸の含有量が多く、中でも多価不飽和脂肪酸であるリノール酸(18:2(n-6))、リノレン酸(18:3(n-3))の含有量が高い傾向が見られた。
- (5) 今回調査した冬季捕獲イノシシ肉は、n-6/n-3比が11~12であり、ぶた肉(22~23)や一般的なイノシシ肉(43)⁶⁾に比べて低い値であり、健康的に良い印象を与える食材になる可能性があると考えられた。
- (6) 冬季捕獲イノシシ肉について、抗酸化作用、緩衝作用、血糖値や血圧の抑制効果があると言われているアンセリン、カルノシンは、いずれもシカロース肉と比べると低かったが、モモ肉に含まれているアンセリン含量は牛モモ肉の約32倍、ぶたロース肉の約3倍程度多く含まれていた。また、モモ肉のカルノシン含有量は牛モモ肉の約1.5倍多く含まれていた。

謝辞

本研究は、鳥取県受託事業「平成27年度とりジビエ利用促進総合対策事業」により行われ

た。

文献

- 1) 中野ら; 鳥取県内で捕獲されたジビエ肉の成分とその品質(第1報), 鳥取県産業技術センター研究報告, 19, p.1-7(2016).
- 2) F. Shahidi and R. B. Pegg; Hexanal as an indicator of meat flavor deterioration, J. food lipids, 1(3), p.177-186(1994).
- 3) D. Ercolini et al.; Monitoring of microbial metabolites and bacterial diversity in beef stored under different packaging conditions, Appl. Environ. Microbiol., 77(20), p. 7372-7381(2011).
- 4) 公益社団法人熊本県畜産協会, web ページ熊本県畜産広場, 衛生管理の基礎知識
<http://kumamoto.lin.gr.jp/eisei/eisei.html>
- 5) 日本食品標準成分表 2015年版(七訂), p.152-153, 160-161(2015).
- 6) 日本食品標準成分表 2015年版(七訂) 脂肪酸成分表編, p.230-231, 240-241(2015).
- 7) K. Yamagishi et al.; Dietary intake of saturated fatty acids and mortality from cardiovascular disease in Japanese: the Japan collaborative cohort study for evaluation of cancer risk (JACC) study¹⁻³, Am. J. Clin. Nutr., 92(4), p.759-765(2010).
<http://publichealth.med.hokudai.ac.jp/jacc/reports/yamagi2/index.html>
- 8) 厚生労働省 日本人の食事摂取基準(2015年版), II 各論 脂質, p.117-122
<http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10901000-Kenkoukyoku-Soumuka/0000042631.pdf>
- 9) 笠井ら; 野生エゾシカ肉の特性とその利用, New food industry, 42(7), p.1-8(2000).
- 10) 西村; 食肉・食肉製品のもつ生体調節機能, 日本調理科学会誌, 41(4), p.221-226(2008).