

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)

Components and Quality of Gibier Meats of Animals Captured in Tottori Prefecture (1st Report)

ホンシュウジカ肉の成分とその品質

Nutritional Properties and Quality of the Meat of *Cervus Nipponn Centralis*

中野 陽*・本多美恵**・羽田野聡美**・梅林志浩***・矢野原泰士****・小谷幸敏*****

Hiroshi Nakano, Mie Honda, Satomi Hatano, Yukihiro Umebayashi, Taishi Yanohara and Yukitoshi Kodani

*企画・連携推進部 企画室、**食品開発研究所 食品開発科、***食品開発研究所 バイオ技術科、

****食品開発研究所 アグリ食品科、*****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 Nipponn Centralis*) の肉の成分とその品質を調査した。シカ肉は牛・豚と比較して脂質含有量が極めて少なく、脂肪酸組成では、多価不飽和脂肪酸含有率が高いことが分かった。また、アンセリン、カルノシン、L-カルニチンが比較的多く含まれているという特徴を有していた。シカ肉の品質については、捕獲後内臓摘出まで4時間経過した個体のロース肉は、ジアセチルが多く検出され、ワナで捕獲された個体は、肉の加圧保水性が低下し、pHが高く品質的に劣る傾向が見られた。

The components and quality of meat of Japanese deer (*Cervus. Nipponn. Centralis*) captured in Tottori Prefecture were surveyed. Analysis of the fatty acid composition revealed that the polyvalent unsaturated fatty acid content in these meats was high. They were also characterized and found to contain anserine, carnosine, and L- carnitine in relatively high amounts. Concerning the deer meat quality, diacetyl was abundantly detected in the loins of animals when 4 hours had passed from capture to organ removal. Moreover, the pressurized water holding property of the meat was reduced, pH was high, and the quality tended to be inferior for meats of animals that were caught in a trap.

1 はじめに

近年、シカやイノシシの農林業被害が増加しており、鳥取県などの捕獲支援等により、県内シカは3,000頭、イノシシは4,700頭を超える個体が1年間に捕獲されている¹⁾。これまで捕獲されてきたシカやイノシシについては、そのほとんどが廃棄や自家利用されるに留まってきたが、最近、一部の地域で獣肉(ジビエ)を地域資源として活用しようという活動が始まっている。鳥取県のジビエの成分含有量や品質等について、ほとんどデータがないことから、ジビエを有効利用するには、これらジビエの特徴等を把握する必要がある。さ

らに、現在、利用されている部位はロースがほとんどであるが、他の部位の有効利用も望まれている。ロース以外の部位肉の特徴が分かれば、食用資源の有効利用につながるだけでなく、枝肉単位での流通も行われるようになり、ジビエの解体処理を行っている狩猟者の部分肉分別作業の負担軽減につながると思われる。

また、ジビエは健康食材としても知られているが、鳥取県内のジビエの健康機能性成分に関する調査はされておらず、健康食材としてのアピールポイントを行政、消費者より求められている。

そこで、本報では鳥取県内で捕獲されたホンシ
ュウジカの肉の成分分析およびその品質を調査
したのでその結果を報告する。

2. 実験方法

2.1 供試材料

2.1.1 成分分析

平成 25 年 12 月、平成 26 年 8 月、12 月および
平成 27 年 2 月に鳥取県若桜町内で捕獲されたシ
カの肉を用いた。このうち、冬季と夏季の成分比
較はロース肉を用いた。

また、冬季および夏季にワナで捕獲された推定
年齢 3 歳の雌、各 1 頭の肉について、部位別の成
分調査に供した。

2.1.2 臭気分析

低利用が見込まれている個体や部位の現状を
把握するために、屠殺後速やかに内臓を摘出した
個体と、内臓摘出までに 4 時間経過した個体のロ
ース肉を用いた。

2.1.3 捕獲方法別肉質調査

捕獲方法（銃、ワナ）の異なるカタ肉について
捕獲方法別肉質調査を行った。

2.2 肉の成分分析

2.2.1 シカ肉の一般栄養成分および鉄含有量の 調査

シカ肉の一般成分分析（水分、脂質、灰分、タ
ンパク質、炭水化物、エネルギー）および鉄の定
量は以下の方法で行った。

- ・水分：常圧加熱乾燥法（135℃, 2 時間）
- ・脂質：ソックスレー・エーテル抽出法
- ・灰分：直接灰化法（550℃）
- ・タンパク質：セミマイクロゲルダール法
- ・炭水化物：差し引き法
- ・エネルギー：エネルギー換算計数（脂質：9.41
kcal/g、タンパク質：4.22 kcal/g

炭水化物：4.11 kcal/g) を乗じて
換算した。

- ・鉄分：直接灰化法で得られた灰分を塩酸に加
熱溶解し、原子吸光分光光度計（（株）
島津製作所 AA-6650F）で測定した。

2.2.2 シカ肉の脂肪酸組成

クロロホルム-メタノール混合液（2:1(v/v)）で
抽出したシカロース肉の脂肪を、水酸化カリウム
メタノール溶液で加水分解し、三フッ化ホウ素メ
タノール錯体でメチルエステル化した後、ガスク
ロマトグラフ質量分析装置（（株）島津製作所
GCMS-QP2010 Plus）により分析した。

2.2.3 アンセリン、カルノシンの定量

過塩素酸抽出液（5%）を全自動アミノ酸分析計
JLC500/V2（日本電子（株））を用いて分別定量し
た。

2.2.4 L-カルニチンおよびアセチルカルニチンの 定量

吉村ら²⁾が報告している高速液体クロマトグラ
フィー質量分析計（LC-MS/MS）を用いた手法
に準じて行った。分析は、ハイブリッド型液体ク
ロマトグラフ質量分析計（日本ウォーターズ（株）
ACQUITY UPLC H-CLASS Xevo® G2-S Q-TOF）を
用いた。

2.3 肉の臭気分析

- （1）固相マイクロ抽出法による揮発性成分の捕集
シカ肉サンプル（0.5 g）をスクリュウキャップ
付きバイアル瓶（10 mL）に採取し、50℃で 5 分
間加温した。次に、DVB/CAR/PDMS を吸着材と
した SPME ファイバー（シグマアルドリッチジャ
パン）によりヘッドスペース中の揮発性成分を
50℃で 15 分間採集した。
- （2）GC/MS 分析
捕集した揮発性成分をガスクロマトグラフ質

量分析装置（GC/MS-QP2010 Plus（（株）島津製作所）により分離定量した。カラムは DB-WAX カラム（60 m × 0.32 mm i.d. 膜厚 0.5 μm, アジレントテクノロジー（株））を用いた。カラム温度は 35 °C から 240 °C まで 10 °C/min で昇温した後、240 °C で 10 分間保持し、キャリアガスにはヘリウムガスを用いた。注入口温度 200 °C, イオン化電圧 70 eV (EI), イオン源温度 200 °C にて分析を行った。ガスクロマトグラフで分離された成分の同定は、Selection Ion Monitoring (SIM) 分析によって得られた質量スペクトルとの比較及びライブラリーリサーチシステム（NIST Mass Spectra Data Base）による検索により行った。

2.4 捕獲方法別肉質調査

猟銃で捕獲された個体とワナ猟での捕獲された個体のカタ肉の加圧保水性と pH を測定した。加圧保水性は定法³⁾に従い測定した。pH の測定には接触式 pH メーター（ラコムテスター pH Spear）を用いた。

3. 結果と考察

3.1 肉の成分分析

3.1.1 シカ肉の一般栄養成分および鉄含有量の調査

鳥取県若桜町内で捕獲されたシカのロース肉について、一般栄養成分および鉄含有量を調査した（表 1）。その結果、シカ肉は牛・豚といった他の畜肉⁴⁾と比較して、タンパク質等の栄養成分に差は見られないものの、全般的に脂質含有量がきわめて少なく、水分が多い傾向が見られた。また、鳥取県産及び兵庫県産⁵⁾のシカ肉は輸入シカ肉⁶⁾よりもさらに脂質含有量が少ない傾向が見られた。この理由としては、輸入シカ肉は、餌を十分与えられて飼育されたものであり、鳥取県や兵庫県のシカ肉は、餌が潤沢に得られる環境にはない野生の個体であることが、影響したのではないかと考えられる。季節的な変動については、一般にシカの旬は夏季であるといわれていることから、脂質含有量は夏季の方が高いのではないかと考えられたが、今回の調査では、季節による差はみられなかった。

鉄含有量については、シカ肉は他の畜肉と比較して全般的に多い傾向があるが、冬季試料は夏季試料や兵庫県、輸入肉より多い傾向が見られた。今回分析した冬季試料の中には、鉄含有量が 100 g

表 1 鳥取県産シカロース肉の一般栄養成分および鉄含有量

試料	水分	脂質	灰分	タンパク質	炭水化物	エネルギー		鉄
	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	kcal/100g	kJ/100g	mg/100g
夏季(n=6)	75.6	0.8	1.1	21.5	1.1	103	430	3.2
冬季(n=4)	77.1	1.0	1.1	20.1	0.8	97	405	4.0
兵庫県産シカ肉(オス) ^(a)	77.8	0.4	1.1	20.6	0.0	87	362	3.2
兵庫県産シカ肉(メス) ^(a)	77.7	0.9	1.1	20.0	0.3	89	374	3.3
シカ肉 ^(b)	74.6	1.5	1.1	22.3	0.5	110	460	3.1
和牛 ^(c)	55.9	25.8	0.8	17.1	0.4	317	1,326	2.0
輸入牛 ^(d)	72.1	4.4	1.0	22.0	0.5	136	569	2.2
豚大型種 ^(e)	70.3	5.6	1.1	22.7	0.3	150	628	0.7
豚中型種 ^(f)	71.2	4.6	1.1	22.9	0.2	141	590	0.6

(a) 平成22年12月に兵庫県丹波地域で捕獲されたシカ⁵⁾

(b) あかしか 輸入冷凍品 赤肉 生⁶⁾

(c) サローイン 赤肉 生⁴⁾

(d) サローイン 赤肉 生⁴⁾

(e) 赤肉 生⁴⁾

(f) 赤肉 生⁴⁾

表2 鳥取県産シカロース・モモ・バラ肉の一般栄養成分および鉄含有量(n=2)

季節	部位	水分	脂質	灰分	タンパク質	炭水化物	エネルギー		鉄分
		g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	kcal/100g	kJ/100g	mg/100g
夏	ロース	76.6	0.9	1.1	21.8	0.0	101	422	3.7
	モモ	77.3	0.8	1.1	20.6	0.2	96	400	4.2
	バラ	79.0	1.6	0.9	18.6	0.0	93	390	2.9
冬	ロース	78.9	1.2	1.0	18.7	0.2	91	381	3.5
	モモ	77.7	0.7	1.1	19.6	0.9	93	391	4.0
	バラ	79.7	1.1	0.9	17.3	0.9	87	365	2.8

あたり 5.4 mg 含まれているものがあり、その個体を加熱して試食したところ、非常に生臭く感じられたことから、鉄含有量が高いものは品質が劣る可能性があることが分かった。試料の捕獲方法の情報がないので推測ではあるが、夏季のシカはワナ、檻により捕獲（生け捕り）されることから、血抜きが比較的容易であるが、冬季は銃による捕獲（捕殺）が多くなるため、血抜きが不十分な個体が多く、結果として鉄含有量が高い肉が多くなっているのではないかとと思われる。今後、捕獲方法の情報に基づいた成分分析を行い、検証したいと考えている。

夏季および冬季にワナで捕獲された推定年齢 3 歳の雌、各 1 頭の肉について、部位別の一般栄養成分および鉄含有量を調査した結果を表 2 に示した。部位別による一般成分に大きな差はみられないが、モモ肉については年間を通して脂質含有量が低い傾向がみられた。

3.1.2 シカ肉の脂肪酸組成

シカ肉の脂肪酸の構成比について、結果を表 3 に示した。飽和脂肪酸 (S) に対する多価不飽和脂肪酸 (P) (エイコサペンタエン酸 (EPA)、ドコサヘキサエン酸 (DHA) など) の比 (P/S 比) が、牛肉が 0.04~0.07、豚肉が 0.22~0.27⁷⁾ であるのに対してシカ肉は夏季試料が 0.77、冬季試料が 0.67 と比較的高かった。

しかしながら、不飽和脂肪酸は酸化しやすく、脂質酸化が不快臭の原因という報告⁸⁾もあるためシカ肉の品質安定化のためには酸化防止対策が必要であることが示唆された。

また、n-6/n-3 比 (n-6 系脂肪酸対 n-3 系脂肪酸

比) をまとめたものを表 3 に示した。

多価不飽和脂肪酸の中でも、n-6 系脂肪酸の過剰摂取はアレルギーなどの炎症の危険性があるといわれている。一方、n-3 系脂肪酸は血中の中性脂肪を減少させたり、動脈硬化を抑制したりすることが知られている。そのため、成人病予防の脂質栄養指針では n-6/n-3 比は 1~4 が望ましいとされている⁷⁾。牛肉の値が 23~71、豚肉の値が 18~46 に対して⁷⁾、シカ肉の値は夏季試料が 4.2、冬季が 7.1 と牛肉・豚肉と比較して大幅に低い傾向が見られた。

これらの結果より、シカ肉は牛肉や豚肉と比較して低脂肪であり、脂肪酸組成においても健康的に好ましい印象を与える食材であると思われた。

表3 シカロース肉脂肪酸の P/S 比および n-6/n-3 比

試料	P/S比 ^(a)	n-6/n-3比 ^(b)
夏季(n=2)	0.77	4.2
冬季(n=3)	0.67	7.1
牛肉 ⁷⁾	0.04~0.07	23~71
豚肉 ⁷⁾	0.22~0.27	18~46

(a) 多価不飽和脂肪酸含量/飽和脂肪酸含量

(b) n-6系多価不飽和脂肪酸含量/n-3系多価不飽和脂肪酸含量

3.1.3 アンセリン、カルノシンの定量

西村ら⁹⁾によると、アンセリン、カルノシンは抗酸化作用、緩衝作用、血糖値や血圧の抑制効果を有すると言われている。シカ肉のアンセリン、カルノシン含有量を分析した結果を表 4 に示し

表4 シカ肉のアンセリン、カルノシン含有量

試料	アンセリン (mg/100g)	カルノシン (mg/100g)	アンセリン+カルノシン (mg/100g)
夏季(n=5)	365	518	883
冬季(n=3)	455	374	829
牛モモ肉 ⁹⁾	3	262	265
豚ロース ⁹⁾	29	899	928

た。アンセリンの含有量は牛モモ肉、豚ロース肉と比較して多いことが分かった。また、カルノシン含有量は牛肉より多いことが分かった。

3.1.4 L-カルニチンおよびアセチルカルニチンの定量

L-カルニチンとアセチルカルニチンの分析を行った結果を表5に示した。

L-カルニチンは脂質の代謝に必須の成分であり、アセチルカルニチンは血液脳関門を通過し、脳機能向上が期待されることが報告されている¹⁰⁾。

L-カルニチン、アセチルカルニチンとも吉村らの報告²⁾よりやや多い結果となった。また、シカ肉中のL-カルニチンは牛肉や豚肉よりも多いことがわかった¹¹⁾。

以上の結果より、鳥取県産シカ肉はL-カルニチン摂取源として利用できる可能性が有ると考えられ、脂質含量の少なさと併せて、消費者にとってヘルシーな肉として特徴づけができると考えられる。

表5 シカロース肉中のL-カルニチンおよびアセチルカルニチンの含有量^{a)}

試料	含有量	
	L-カルニチン (μ g)	アセチルカルニチン (μ g)
鳥取産 (n=4)	78.5	28.8
文献値 (n=4) ²⁾	66.9	21.8
牛肉 (ロイン) ^{b)}	64.6	n.t.
豚肉 (カタ) ^{b)}	21.1	n.t.

a) LC/MS/MSによる分析

b) 酵素法による分析¹¹⁾

n.t. not tested

3.2 肉の臭気分析

捕獲後速やかに内臓を摘出した個体（速処理肉）と内臓摘出まで4時間経過した個体（遅処理肉）のロース肉を入手し、その違いを調査したところ、遅処理肉には酸敗臭が感じられた。ガスクロマトグラフ質量分析計により揮発性成分を分析した結果、微生物の代謝化合物の一つであるジアセチル（2,3-ブタンジオン）が検出された（図

1）。ジアセチルはバター様の臭気であることから、これが遅処理肉の酸敗臭の直接の原因ではない可能性もあるが、いずれにしても微生物代謝成分が肉から検出されたことは、他の内臓発酵（腐敗）由来の成分も検出される可能性がある。

捕獲してから解体まで迅速に行う必要があるという狩猟者の言葉が揮発成分測定結果からも裏付けられたことから、肉の品質のためには、捕獲してから解体までに長時間をかけることは避けるべきであると思われる。有害鳥獣の補助金給付のための確認作業に長時間を要していることがシカ肉の品質低下の一因となっている可能性もあり、駆除確認の手順の見直しが必要ではないかと思われた。

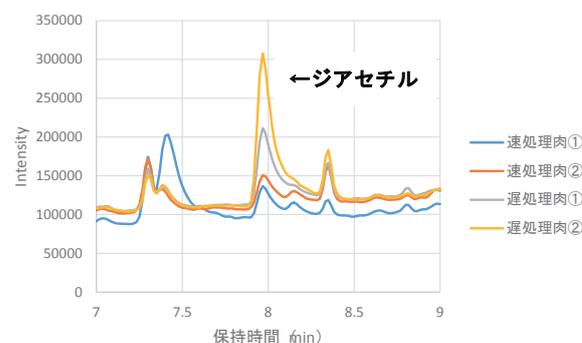


図1 速処理肉と遅処理肉の臭気成分の違い (GC/MS クロマトグラム)

3.3 捕獲方法別肉質調査

関係者への聞き取りの結果、低利用が見込まれている部位の利用を向上するためにはその品質を低下させる原因を把握することが重要であることが分かった。捕獲時のストレスによって肉の品質が低下することが考えられたので、ワナで捕獲された個体と銃で捕獲された個体のカタ肉の加圧保水性とpHを測定した。

ワナで捕獲された個体については、前脚がワナにかかった個体の部位別の肉の品質を調査した。その結果、ワナで捕獲された個体と銃で捕獲された個体を比較すると、ワナで捕獲された個体の方が比較的肉の表面にベタつきがあり、保水性（加圧保水性）が低いことが分かった（表6）。加圧

保水性は数値が高い方が保水性の高い肉であり、ジューシーさがあることを意味することから、ワナでの捕獲は銃に比べて肉質が劣ることが判明した。また、ワナで捕獲された個体については、ワナにかかった脚側の保水性の方が低く、ワナの捕獲は肉質への影響が大きいことが分かった。

表6 捕獲方法別シカカタ肉の加圧保水性

捕獲方法	加圧保水性 (%)
銃	80.8
ワナ ⁽¹⁾	78.6
ワナ ⁽²⁾	69.4

(1) ワナにかかった脚と反対側の部位

(2) ワナにかかった脚とつながっている部位

次に pH の測定結果を表7に示した。銃で捕獲された個体が 6.0 であったのに対して、ワナで捕獲された個体の pH は、6.6 と高い数値であった。通常の畜肉では pH が 6 を超えている肉は異常肉として流通しないことが知られていること^{1,2)} から、狩猟で捕獲したシカ肉は pH の面から、やや課題があることが明らかになった。肉の pH は、肉中のグリコーゲンが嫌氣的に分解されて乳酸に分解されることによって低下するが、屠殺前のストレス（疲労）によりグリコーゲンが消費されてしまい、屠殺後に pH を下げる乳酸が少なくなってしまうことが原因ではないかと思われる。このことから、ワナよりもストレスの少ない銃での捕獲のほうが、肉の pH が低く、好ましいことが分かったが、夏季は猟銃が使用できないため、肉質のためには、檻やワナ等でのストレスの低減方法を開発する必要があると思われた。

表7 捕獲方法別シカカタ肉の pH

捕獲方法	pH
銃	6.0
ワナ	6.6
文献値 ¹²⁾	5.7±0.2

4. おわりに

- (1) 鳥取県若桜町内で捕獲されたシカのロース肉について、一般栄養成分を調査した結果、シカ肉は牛や豚と比較して脂質含有量が極めて少ないことが分かった。脂質含有量が少ないので消費者にはヘルシーな肉であるとの印象を与えることができるのではないかと思われた。
- (2) 部位別では、年間を通してモモ肉の脂質含有量が少なかった。
- (3) 鉄含有量は、他の畜肉と比較して多い傾向にあり、特に冬季試料は夏季試料や文献値と比較して多いことが分かった。試料の捕獲方法の情報がないので推測ではあるが、夏季のシカの捕獲はワナ、檻によるため、血抜きを十分に行うことができるが、冬季は銃による捕獲が多くなるため、血抜きが不十分になる個体が増えている可能性もある。
- (4) シカ肉の脂肪酸組成では、P/S 比が、牛肉や豚肉と比較して比較的高く、n-6/n-3 比では、牛肉や豚肉と比較して大幅に低いことが分かり、健康的な食材としての印象を与えることが出来るのではないかと思われた。
- (5) 一方で、不飽和脂肪酸が多いシカ肉は酸化されやすいという側面を有しているため、脂質酸化防止対策が必要になることが示唆された。
- (6) 抗酸化作用、緩衝作用、血糖値や血圧の抑制効果を有すると言われていたアンセリン、カルノシンを調査した結果、アンセリン含有量は牛モモ肉、豚ロース肉と比較して多く、カルノシン含有量は牛肉より多いことが分かった。
- (7) シカロース肉の L-カルニチンとアセチルカルニチンの測定したところ、L-カルニチンは牛肉や豚肉と比較して多いことがわか

った。

(8) 低利用が見込まれている個体や部位の肉質調査を行ったところ、捕獲後内臓摘出まで4時間経過した個体のロース肉は、ジアセチルが多く検出された。また、ワナで捕獲された個体は、肉の加圧保水性が低下し、pHが高い傾向が見られた。さらに、比較的捕獲時のストレスが少ないと思われる銃で捕獲された個体の方がワナで捕獲された個体に比べて、肉の加圧保水性が高く、pHはやや低いことが分かった。

p.137(2004).

1 2) 石田ら; 日本畜産学会報, 67(6), p.567(1996).

謝 辞

本研究は、鳥取県受託事業「平成26年度とっとりジビエ利用促進総合対策事業」により行われたものであることをここに明記します。

文 献

- 1) 平成24年度鳥獣統計情報（環境省ホームページ）。
- 2) 吉村ら; 日本食品科学工学会誌, 59(12), p.637-642(2012).
- 3) 家畜改良センター技術マニュアル 21 食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル, 独立行政法人家畜改良センター, p.15-16(2010).
- 4) 五訂増補 日本食品標準成分表, p.178-192(2005).
- 5) 吉村ら; 日本栄養・食糧学会誌, 66(2), p.95-99(2013).
- 6) 五訂増補 日本食品標準成分表, p.188(2005).
- 7) 笠井ら; ニューフードインダストリー, 42(7), p.1-8(2000).
- 8) 渡辺ら; 日本畜産学会報, 69(5), p.489-492(1997).
- 9) 西村; 日本調理学会誌, 41(4), p.221(2008).
- 10) Barhwal, K. et al.; Neuroscience, 161, p.501-514 (2009).
- 11) Demarquoy, J. et al.; Food Chemistry, 86,