

【令和 4 年度 シカの一時飼養における肉質評価業務実績報告書】

徳島県シカの一時飼養における肉質評価

国立大学法人徳島大学大学院社会産業理工学部生物資源産業学域 教授 森松 文毅
同 情報センター 技術専門職員 八木 香奈枝
徳島県立農林水産総合技術支援センター畜産研究課 主任研究員 飯塚 悟
同 主任研究員 福岡 まどか
学校法人日本医科大学 日本獣医生命科学大学 応用生命学部 准教授 江草 愛

今年度の本委託事業では、これまでのジビエ利活用の取組みをさらに強化するため、昨年度から継続してきた飼料コストへの検討を含めたニホンジカの一時飼養と、夏季・冬季によるシカ肉の成分分析と品質評価（官能評価）を実施した。さらに、捕獲中のシカの行動解析と遠隔確認システムの検証を行うことで、一時飼養の実装に向けた課題を検証し、地域資源としての活用を図ることを目的に検討を行ってきた。本報告では、これらの内容について報告する。

1. 背景

農林水産省の「全国の野生鳥獣による農作物被害状況」、「主要な野生鳥獣による森林被害面積」によると、令和 3 年度の日本のシカによる農作物被害額は 60 億 9700 万円にのぼると報告されている。また、野生動物による森林被害面積は 4,886ha であり、この被害面積の約 7 割がシカによるものであるとも報告されていることから、野生シカに対しては、早急な対策が必要と考えられる。

徳島県では、これまでに捕獲したシカやイノシシを「阿波地美栄（あわジビエ）」と名付け地域資源として活用する取組みを推進しており、令和 3 年度時点では 12 のジビエ処理加工施設が運営されている。処理頭数も、シカ・イノシシ合わせて 1,600 頭を超えて、年々増加傾向にあるものの、ジビエは、牛、豚などとは違い、飼育や健康状態の管理がなされていない。そのため、生または加熱不十分な肉を食べると、E 型肝炎ウイルス、腸管出血性大腸菌、寄生虫等による食中毒のリスクを抱えている。また、狩猟の際に長く逃げ回ることによる裂傷や、獣の体温上昇による、うま味の損失など品質面での問題や、顧客ニーズに対応した安定供給に必要な個体数が狩猟期や天候によって左右され、数的な確保が難しくなったりするなどの経済的問題も抱えている。

これらを解決する方法として、徳島県と徳島大学では、令和元年度からシカの一時飼養に取り組み、徳島県産間伐材を利用した飼育舎や運搬ケージの製造ならびに一時飼養の期間や給餌飼料、シカの行動解析と肉質分析を行ってきた。一時飼養したシカ肉は、野生シカに比して衛生管理に優れ、ハラール用としても注文に応じた解体処理が出来る利点を有する。しかし、一方では飼料代等の生産経費が増加する問題も抱えている。そこで、この問題を解決するために、令和 4 年度はゆず皮や米ぬかなど地域で発生する余剰副産物の飼料適性や給餌量の検討に取り組んだので報告する。

2. 試験方法

(1) 捕獲・飼養管理方法

1) 捕獲方法

ア 2021年度：短期飼養及び長期飼養による肉質への影響

2021年5月以降、徳島県那賀郡那賀町（旧木沢村）において、くくりわなで生体捕獲した26頭（雄13頭、雌13頭）を一時飼養施設（那賀町掛盤瀬津）に搬送し、試験に供した（表1）

イ 2022年度：夏季及び冬期の飼養による肉質への影響

夏季飼養は2022年6月13日から7月15日の間、冬季飼養は2022年10月29日から2023年1月12日の間に徳島県那賀郡那賀町において、くくりわなで生体捕獲した。夏季は14頭（雄10頭、雌4頭）、冬季は15頭（雄12頭、雌3頭）を一時飼養施設に搬送し、試験に供した。（表2,3、写真1,2）



写真1 シカ生体捕獲
（くくりわな）



写真2 一時飼養施設
（那賀町掛盤）

表1 捕獲概要 (2021年度：短期及び長期飼養)

No.	捕獲場所	鳥獣保護区 等位置図 (メッシュ番号)	捕獲方法	捕獲日	性別	体重 (kg)
1	那賀町	131	くくりわな	2021/8/11	オス	27
2	那賀町	131	くくりわな	2021/10/2	オス	55
3	那賀町	131	くくりわな	2021/10/19	メス	36
4	那賀町	131	くくりわな	2021/6/10	オス	28
5	那賀町	131	くくりわな	2021/7/10	メス	32
6	那賀町	131	くくりわな	2021/5/30	メス	23
7	那賀町	131	くくりわな	2021/6/16	メス	21
8	那賀町	149	くくりわな	2021/8/7	メス	29
9	那賀町	132	くくりわな	2021/8/16	オス	27
10	那賀町	131	くくりわな	2021/6/6	メス	23
11	那賀町	132	くくりわな	2021/5/17	オス	29
12	那賀町	131	くくりわな	2021/6/8	オス	30
13	那賀町	131	くくりわな	2021/5/12	メス	18
14	那賀町	131	くくりわな	2021/5/25	メス	23
15	那賀町	132	くくりわな	2021/8/13	オス	27
16	那賀町	131	くくりわな	2021/8/13	オス	28
17	那賀町	131	くくりわな	2021/8/12	メス	32
18	那賀町	131	くくりわな	2021/12/24	オス	22
19	那賀町	131	くくりわな	2021/5/26	メス	23
20	那賀町	132	くくりわな	2021/8/12	オス	26
21	那賀町	132	くくりわな	2021/5/19	オス	26
22	那賀町	131	くくりわな	2021/5/12	オス	22
23	那賀町	131	くくりわな	2021/6/2	メス	22
24	那賀町	132	くくりわな	2021/6/3	メス	18
25	那賀町	132	くくりわな	2021/5/15	オス	27
26	那賀町	132	くくりわな	2021/7/21	メス	20

表 2 捕獲概要 (2022 年度 : 夏季飼養)

No.	捕獲場所	鳥獣保護区 等位置図 (メッシュ番号)	捕獲方法	捕獲日	性別	体重 (kg)
1	美馬市	—	くくりわな	2022/5/26	メス	32
2	美馬市	—	くくりわな	2022/5/26	メス	30
3	那賀町	132	くくりわな	2023/6/10	オス	26
4	那賀町	132	くくりわな	2023/6/22	オス	28
5	那賀町	132	くくりわな	2023/6/29	オス	20
6	那賀町	132	くくりわな	2023/7/3	オス	26
7	那賀町	132	くくりわな	2023/7/1	メス	24
8	那賀町	131	くくりわな	2023/7/3	オス	28
9	那賀町	132	くくりわな	2023/7/1	メス	20
10	那賀町	132	くくりわな	2023/6/20	メス	23
11	那賀町	132	くくりわな	2023/6/20	オス	18
12	那賀町	132	くくりわな	2023/6/11	オス	20
13	那賀町	132	くくりわな	2023/6/28	オス	28
14	那賀町	132	くくりわな	2021/6/8	メス	16
15	那賀町	132	くくりわな	2023/7/15	オス	34
16	那賀町	132	くくりわな	2023/6/13	オス	21

表 3 捕獲概要 (2022 年度 : 冬季飼養)

No.	捕獲場所	鳥獣保護区 等位置図 (メッシュ番号)	捕獲方法	捕獲日	性別	体重 (kg)
1	那賀町	132	くくりわな	2023/11/7	メス	10
2	那賀町	132	くくりわな	2023/11/17	オス	23
3	那賀町	132	くくりわな	2023/6/29	メス	12
4	那賀町	132	くくりわな	2023/12/31	オス	13
5	那賀町	132	くくりわな	2023/10/20	オス	25
6	那賀町	131	くくりわな	2023/10/29	オス	29
7	那賀町	131	くくりわな	2023/12/10	メス	26
8	那賀町	131	くくりわな	2023/1/12	オス	18
9	那賀町	132	くくりわな	2023/10/31	オス	15
10	那賀町	132	くくりわな	2023/11/9	オス	21
11	那賀町	131	くくりわな	2023/12/5	オス	14
12	那賀町	132	くくりわな	2023/12/23	オス	19
13	那賀町	131	くくりわな	2023/11/30	オス	17
14	那賀町	132	くくりわな	2023/12/31	オス	41
15	那賀町	131	くくりわな	2023/1/7	オス	33

2) 飼養管理方法

ア 2021年度：短期及び長期飼養による肉質への影響

捕獲個体は、一時飼養施設の飼育舎内で慣行飼料を給与し、馴致した後、2021年8月3日から、個体を4群に分け、個別の飼育舎（3 m×3.4 m）内で供試飼料を給与し、群飼育した。なお、8月3日以降の捕獲個体は、馴致を行わず各区の飼育舎に分けて飼養した。（図3、4）

供試飼料を、表4に示した。飼料コストの低減を図るため、代替区は、市販配合飼料の一部を地域未利用資源（乾燥おから、米ぬか、ユズ皮）に代替し、半減区は慣行区に比べ給与量を半分とした。供試飼料は1日1回給与、水は自由摂取とし、2022年2月28日まで飼養した。

摂食量の測定は、2021年8月7日から10月8日までの間、1日1回行った。摂食量は予め測定した飼料の給与量と残飼量の差として記録し、1日当たりの摂食量とした。

表6のNo.4,5,10,11,12,16,17,21,22の個体は、供試飼料で4ヶ月程度飼養した後、処理加工施設（那賀町朴野）で解体処理し、短期飼養個体として肉質分析に供した。

表6のNo.6,7,18,23,24は7ヶ月程度飼養した後、処理加工施設（同上）で解体処理し、長期飼養個体として肉質分析に供した。

また、飼養による肉質への影響調査の対照群として、表6のNo.1～3の個体は、捕獲後、速やかに処理加工施設（同上）へ搬送し、解体処理した。



写真3 飼養施設内



写真4 飼料給餌



写真5 粗飼料（スーダングラス）



写真6 濃厚飼料とゆず皮

表 4 供試飼料構成（2021 年度：短期及び長期飼養）

	原物重量：kg/頭/日			
	慣行区	代替区	慣行半減区	代替半減区
スーダングラス	1.0	1.0	0.5	0.5
配合飼料 ¹⁾	1.0	0.76	0.5	0.38
乾燥おから	-	0.1	-	0.05
米ぬか	-	0.1	-	0.05
ユズ皮	-	0.4	-	0.2
合計	2.0	2.4	1.0	1.2

¹⁾明治配合飼料：ハイミルクマッシュW

イ 2022 年度：夏季及び冬期の飼養による肉質への影響

捕獲個体は、馴致を行わず捕獲日から各区の飼育舎（6 m×3.4 m）に分けて群飼育した。供試飼料は、表 5 のとおり、慣行区と代替飼料区を設け、供試飼料は 1 日 1 回給与、水及び鉱塩は自由摂取とした。夏季飼養は 2022 年 10 月 27 日、冬季飼養は 2023 年 3 月 12 日まで飼養した。

解体処理は、飼養期間終了後、直ちに処理加工施設（那賀町朴野）で解体処理し、夏季飼養個体のうち表 7 の No3,5,8,13,15,16 は肉質分析に供した。

また、表 7 の No1～2 の個体は、美馬市木屋平の処理加工施設から購入し、肉質分析に供した。

表 5 供試飼料構成（2022 年度：夏季及び冬季飼養）

	原物重量：kg/頭/日	
	慣行区	代替区
スーダングラス	0.6	0.6
配合飼料 ¹⁾	0.6	0.4
米ぬか	-	0.15
ユズ皮	-	0.25
合計	1.2	1.4

¹⁾明治配合飼料：ハイミルクマッシュW

表6 一時飼養概要（2021年度：短期及び長期飼養）

飼料区	No.	給与試験 期間(日)	と殺日	解体時体重 (kg)	増体量 (kg)	肉質分 析検体	備考
野生	1	-	2021/8/11	27	-	A	
	2	-	2021/10/2	55	-	B	
	3	-	2021/10/19	36	-	×	受傷有
慣行区	4	125	2021/12/6	42	14	D	短期飼養
	5	125	2021/12/6	33	1	×	短期飼養,受傷有
	6	207	2022/2/26	30	7	J	長期飼養,胎児有
	7	207	2022/2/26	25.4	4.4	K	長期飼養
	8	-	-	-	-	×	12/4死亡
	9	-	-	-	-	×	12/3死亡
	代替区	10	120	2021/12/1	28	5	×
11		120	2021/12/1	28	-1	×	短期飼養,受傷有
12		120	2021/12/1	42	12	E	短期飼養
13		-	-	-	-	×	11/21死亡
14		-	-	-	-	×	11/15死亡
15		-	-	-	-	×	11/28死亡
半減区 慣行	16	117	2021/12/8	48	20	F	短期飼養
	17	118	2021/12/8	24	-8	G	短期飼養
	18	66	2022/2/28	23	1	L	短期飼養
	19	-	-	-	-	×	11/11死亡
	20	-	-	-	-	×	11/23死亡
半減区 代替	21	129	2021/12/10	37	11	H	短期飼養
	22	129	2021/12/10	33	11	I	短期飼養
	23	209	2022/2/28	29	7	M	長期飼養
	24	209	2022/2/28	28	10	N	長期飼養
	25	-	-	-	-	×	11/30死亡
	26	-	-	-	-	×	11/19死亡

表7 一時飼養概要（2022年度：夏季飼養）

飼料区	No.	給与試験 期間(日)	と殺日	解体時体重 (kg)	増体量 (kg)	肉質分 析検体	備考
野生	1	-	2022/5/26	32	-	O	
	2	-	2022/5/26	30	-	P	
慣行区	3	130	2022/10/18	34	8.0	Q	
	4	118	2022/10/18	26	-2.0		
	5	111	2022/10/18	26	6.0	R	
	6	108	2022/10/19	29	3.0		
	7	110	2022/10/19	29	5.0		
	8	110	2022/10/21	33	5.0	S	
	9	112	2022/10/21	21	1.0		
	10	123	2022/10/21	27	4.0		受傷有
	11	127	2022/10/25	21	3.0		受傷有
代替区	12	136	2022/10/25	23	3.0		受傷有
	13	119	2022/10/25	33	5.0	T	
	14	137	2022/10/27	19	3.0		
	15	104	2022/10/27	40	6.0	U	
	16	136	2022/10/27	25	4.0	V	受傷有

表8 一時飼養概要（2022年度：冬季飼養）

飼料区	No.	給与試験 期間(日)	と殺日	解体時体重 (kg)	増体量 (kg)	備考
慣行区	1	119	2023/3/6	14.1	4.1	
	2	109	2023/3/6	23.1	0.1	受傷有
	3	91	2023/3/8	16.4	4.4	
	4	67	2023/3/8	15.2	2.2	
	5	139	2023/3/8	31.2	6.2	
	6	132	2023/3/10	30.1	1.1	受傷有
	7	90	2023/3/10	28.4	2.4	受傷有
	8	59	2023/3/12	18.7	0.7	
代替区	9	122	2023/3/2	19.4	4.4	
	10	113	2023/3/2	24.6	3.6	
	11	87	2023/3/2	16.7	2.7	
	12	71	2023/3/4	22.2	3.2	
	13	94	2023/3/4	20.5	3.5	
	14	63	2023/3/4	42.9	1.9	
	15	58	2023/3/6	31.8	-1.2	

3) 解体処理方法

一時飼養したシカは、生体で処理加工施設（那賀町朴野）に搬送した。施設内で止め刺し後、内臓摘出、剥皮し、枝肉重量を測定した。枝肉は、国産ジビエ認証制度のシカ肉カットチャートに準じて、ネック、カタ、バラ、ロース、モモ、スネに分割し、重量を測定後、脂肪組織や結合組織（スジ）除去の下処理を行わず真空包装し、冷凍して分析機関へ搬送した。（写真 7、8）



写真 7 シカ枝肉



写真 8 シカ部分肉

3. 結果

(1) 飼養管理

1) 2021 年度：短期及び長期飼養による肉質への影響

一時飼養施設で管理した捕獲個体 23 頭のうち、9 頭が施設内で死亡、3 頭が受傷による壊死が確認され、肉質分析ができなかった。死亡個体は、いずれも飼養後 3 ヶ月を経過していたが、受傷が確認されるなど飼育舎内でシカ同士による闘争や摂食抑制により死亡したものと考えられる。（表 6）

摂食量を表 9 に示した。慣行区及び代替区では、残飼が 500g/頭/日程度確認されたが、慣行半減区及び代替半減区では、残飼は見られなかった。なお、残飼のうち、粗飼料と配合飼料の割合を測定していないが、主に粗飼料が残っていた。

短期飼養の肥育成績を表 10 に、長期飼養の肥育成績を表 11 にそれぞれ示した。短期飼養の増体量は、慣行半減区を除き 10kg 以上の増体が確認された一方、長期飼養での増体は

10kg 未満であった。短期飼養及び長期飼養の枝肉歩留は、野生に比べ高い割合を示したが、正肉歩留は、野生と同程度または低い割合を示した。

2) 2022 年度：夏季及び冬期の飼養による肉質への影響

夏季及び冬季の肥育成績を表 12 に示した。夏季飼養及び冬季飼養の増体量は、慣行区が代替区に比べ高い増体を示した。また、夏季飼養の増体量は冬季飼養により高い増体を示した。冬季飼養の枝肉歩留は、夏季飼養に比べ高い割合を示した。

表 9 飼料摂食量 (2021 年度：短期及び長期飼養)

	原物重量: kg/頭/日			
	慣行区	代替区	慣行半減区	代替半減区
給与量	2.0	2.4	1.0	1.2
残飼量 ¹⁾	0.5	0.5	0.0	0.0
採食量	1.5	1.9	1.0	1.1

¹⁾調査期間: 2021年8月7日～10月8日

表 10 肥育成績 (2021 年度:短期飼養)

	野生 (N=1)	慣行区 (N=1)	代替区 (N=1)	慣行半減区 (N=3)		代替半減区 (N=2)	
	平均	平均	平均	平均	標準偏差	平均	標準偏差
体重 (kg)							
捕獲時	55.0	28.0	30.0	27.3	±5.0	24.0	±2.8
解体時	55.0	42.0	42.0	31.8	±14.0	35.0	±2.8
増体量 (kg)	-	14.0	12.0	4.5	±14.2	11.0	±0
枝肉重量 (kg)	27.0	23.0	24.0	15.7	±7.4	19.3	±0.3
枝肉歩留 (%)	49.1	54.8	57.1	49.1	±7.0	55.2	±5.4
正肉重量 (kg)	24.5	18.3	20.5	12.1	±6.6	13.5	±0.9
ネック (kg)	2.5	2.0	1.4	1.3	±1.1	1.6	±0.2
カタ (kg)	3.9	2.5	3.6	1.8	±0.7	2.0	±0.2
バラ (kg)	5.5	3.2	3.5	1.8	±1.0	2.1	±0.5
ロース (kg)	3.0	2.1	2.7	1.5	±0.9	1.8	±0.2
モモ (kg)	7.0	6.1	7.2	4.3	±1.9	4.8	±0.2
スネ (kg)	2.6	2.4	2.1	1.4	±1.0	1.3	±0.1
正肉歩留 (%)	44.5	43.6	48.8	36.9	±5.3	38.8	±5.9

表 11 肥育成績 (2021 年度:長期飼養)

	野生 (N=1)	慣行区 (N=2)		代替区 (N=0)	慣行半減区 (N=0)		代替半減区 (N=2)	
	平均	平均	標準偏差	平均	平均	平均	標準偏差	
体重 (kg)								
捕獲時	55.0	22.0	±1.4	-	-	20.0	±2.8	
解体時	55.0	27.7	±3.3	-	-	28.7	±0.7	
増体量 (kg)	-	5.7	±1.8	-	-	8.7	±2.1	
枝肉重量 (kg)	27.0	16.0	±1.1	-	-	15.8	±0.3	
枝肉歩留 (%)	49.1	57.9	±2.7	-	-	54.9	±0.1	
正肉重量 (kg)	24.5	10.4	±0.6	-	-	12.2	±0.2	
ネック (kg)	2.5	0.7	±0.1	-	-	0.9	±0	
カタ (kg)	3.9	1.3	±0.5	-	-	2.1	±0.1	
バラ (kg)	5.5	1.8	±0.6	-	-	2.0	±0	
ロース (kg)	3.0	1.6	±0.1	-	-	1.7	±0.1	
モモ (kg)	7.0	4.1	±0.3	-	-	4.4	±0.1	
スネ (kg)	2.6	1.0	±0.0	-	-	1.1	±0.1	
正肉歩留 (%)	44.5	37.6	±2.4	-	-	42.3	±0.3	

表 12 肥育成績 (2022 年度:夏季及び冬季飼養)

	夏季飼養				冬季飼養			
	慣行区 (N=3)		代替区 (N=3)		慣行区 (N=3)		代替区 (N=3)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
体重 (kg)								
捕獲時	24.7	±4.2	27.7	±6.5	15.7	±8.1	17.7	±3.1
解体時	31.0	±4.4	32.7	±7.5	20.6	±9.3	21.5	±2.7
増体量 (kg)	6.3	±1.5	5.0	±1.0	4.9	±1.1	3.8	±0.5
枝肉重量 (kg)	15.7	±2.5	16.7	±4.5	11.2	±4.6	11.5	±1.8
枝肉歩留 (%)	50.5	±2.3	50.8	±2.4	54.8	±1.9	53.4	±1.7
正肉重量 (kg)	11.3	±2.2	11.5	±4.1	7.6	±3.5	8.0	±1.2
ネック (kg)	0.8	±0.3	1.1	±0.5	0.7	±0.4	0.6	±0.1
カタ (kg)	1.9	±0.1	2.0	±0.5	1.3	±0.6	1.3	±0.2
バラ (kg)	2.0	±0.6	1.7	±0.9	1.1	±0.6	1.2	±0.3
ロース (kg)	1.5	±0.5	1.4	±0.6	1.0	±0.4	1.1	±0.4
モモ (kg)	4.4	±0.8	4.5	±1.4	3.1	±1.3	3.3	±0.4
スネ (kg)	0.6	±0.2	0.7	±0.2	0.5	±0.2	0.5	±0.0
正肉歩留 (%)	36.4	±2.5	34.4	±5.6	37.1	±0.8	38.8	±0.8

(2) シカ肉質分析

1) 肉の性状及び物性試験方法及び結果 (畜産研究課)

冷凍したロース肉 (同一個体のロース右側) を 4℃ の冷蔵庫に 1 晩おいて解凍し、徳島県畜産研究課の豚肉分析法に基づき、肉色 (L*a*b*)、ヘマチン含量、保水性 (加圧)、伸展率、ならびに湯煎後の加熱損失、圧搾肉汁率及び硬さ (剪断力価、破断応力) を測定した。また、味の分析として、約 1cm 角に切り分けた肉片 100g を 2.5 倍希釈して 1 時間煮沸後、その煮汁を濾紙で濾過し、味認識装置を用いて味覚項目換算値 (4 項目) を測定した。

ロース肉の性状及び物性分析結果を表 1 3 に示した。5 試験区の検体数が少ないため統計処理は行えなかったが、各値からの傾向を示した。

肉色については、一時飼養区の方が野生区よりも明るく、赤い傾向があった。

肉質のジューシーさを表す加圧保水性は一時飼養区より野生区の方が全体で高い値を示し、加熱損失は野生区の方が低いことから、加圧した際の保水性及び加熱したときに出る肉汁は野生区の方が流出が少ないことが示唆された。また、肉の柔らかさを表す伸展率は野生区の方が値が大きいため、野生区は一時飼養区よりも保水性が高く、それにより肉が柔らかくなったことが示唆された。しかしながら、野生区では値のばらつきが大きいものもあり生息環境や年齢等の影響をより大きく受けた可能性がある。一時飼養区では各区间で大きな差は見られず、一時飼養により一定の飼養環境を保つことで肉質が安定した可能性が考えられる。一方、肉を噛んだ際の柔らかさの指標である剪断力価は一時飼養区・野生区共に各区でばらつきが大きく、加圧保水性及び伸展率の結果と必ずしも対応しておらず、肉を噛んだ際の柔らかさに関するその他の要因 (筋肉内脂肪の含有量や交雑具合、筋間結合組織割合等) が影響している可能性が考えられた。

味認識装置では、旨味、苦味雑味、塩味 (いずれも先味) 及び旨味コク (後味) の 4 項目が検出された。味認識装置の値が 1 目盛り異なると、人が味の違いを認識可能であると言われており、慣行区において、標準区は半減区より先味の苦味雑味の値が 1 以上高く、よりコクや味に複雑さを呈していることが考えられる。一方、代替区においては、標準区が 1 検体であるため、標準区と半減区の比較はできなかった。また、後味の旨味コクにおいても慣行標準区が他の一時飼養区及び野生区よりも 1 以上高い値を示しており、標準飼料の給与により先味、後味共に肉の旨味に影響していることが示唆された。

以上より、全体的に野生区の方が肉の保水性や柔らかさが一時飼養区よりも若干高い値となったが、一時飼養区、野生区共にばらつきも見られ、肉の柔らかさには捕獲時のシカ肉の筋繊維や脂肪の含有具合も影響を与える可能性がある。一方、肉の味については、標準飼料を給与したシカ肉が先味及び後味において旨味が感じられる値が高く、飼料が味の違いに影響することが示唆された。

表 1 3 ロース肉の性状および物性特性

項目	①慣行標準区(N=3)		②代替標準区(N=1)		③慣行半減区(N=3)		④代替半減区(N=4)		⑤野生区(N=4)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
肉色	肉色①(明度)	28.24 ± 2.34	32.61 ± -	31.10 ± 2.49	32.58 ± 3.24	24.69 ± 1.76				
	肉色①(緑-赤)	12.92 ± 2.19	17.58 ± -	14.97 ± 0.59	14.68 ± 0.85	9.45 ± 0.73				
	肉色①(青-黄)	5.69 ± 1.39	8.02 ± -	6.72 ± 0.84	6.74 ± 1.35	3.35 ± 0.49				
	ヘマチン	22.17 ± 15.38	0.82 ± -	10.99 ± 14.53	18.04 ± 17.35	16.42 ± 15.34				
シジューサー	加圧保水性	79.47 ± 3.44	77.45 ± -	81.30 ± 3.08	81.42 ± 7.36	88.47 ± 6.22				
	伸展率	30.77 ± 6.92	41.77 ± -	26.45 ± 1.38	27.31 ± 3.74	45.62 ± 9.67				
	加熱損失	27.29 ± 2.32	27.34 ± -	29.52 ± 0.60	28.79 ± 3.04	19.38 ± 2.08				
	圧搾肉汁	33.95 ± 3.18	35.06 ± -	33.99 ± 1.09	34.61 ± 1.11	37.17 ± 3.54				
硬さ	剪弾力価	22.21 ± 15.40	1.03 ± -	12.62 ± 11.06	17.38 ± 13.44	27.17 ± 22.97				
	破断応力(テンシプレッサー)	4.76 ± 2.45	3.60 ± -	9.07 ± 5.70	7.87 ± 2.84	9.77 ± 6.89				
	柔軟性(テンシプレッサー)	1.70 ± 0.05	1.64 ± -	1.87 ± 0.09	1.81 ± 0.07	1.68 ± 0.23				
	総仕事量(テンシプレッサー)	1.86 ± 0.54	0.78 ± -	2.63 ± 0.59	2.91 ± 1.91	4.02 ± 2.26				
	脆さ(テンシプレッサー)	1.28 ± 0.15	1.64 ± -	1.18 ± 0.03	1.35 ± 0.06	1.25 ± 0.19				
味覚	旨味(先味)	7.53 ± 0.09	7.68 ± -	7.52 ± 0.12	7.38 ± 0.17	7.51 ± 0.61				
	苦味雑味(先味)	3.63 ± 0.11	2.94 ± -	1.77 ± 1.12	3.10 ± 0.36	2.72 ± 0.42				
	塩味(先味)	-3.51 ± 2.43	-0.51 ± -	-2.49 ± 2.01	-3.35 ± 1.90	-2.58 ± 3.15				
	旨味コク(後味)	10.20 ± 6.89	0.45 ± -	4.83 ± 6.14	7.40 ± 6.86	8.37 ± 8.02				

2) 脂肪酸分析方法及び結果 (畜産研究課)

冷凍したロース肉を 4℃の冷蔵庫に 1 晩おいて解凍し、脂肪 0.1g を NaOH メタノールによるケン化、三フッ化ホウ素メタノール水溶液によるエステル化、ヘキサンへ移行を行った後、1μL をガスクロマトグラフィー(島津製作所 GC-2014)に注入し、リテンションタイムをもとに各脂肪酸の含有割合を算出した。脂肪酸はロース肉から脂肪の採取が難しく、慣行標準区 (2 検体)、代替半減区 (2 検体) 及び野生区 (1 検体) について分析した。

ロース肉の脂肪中の脂肪酸組成を表 1 4 に示した。

飽和脂肪酸であるミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸、一価不飽和脂肪酸であるパルミトレイン酸、オレイン酸及び多価不飽和脂肪酸であるリノール酸、αリノレン酸はいずれも慣行標準区、代替半減区及び野生区において値に大きな差は見られなかった。飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸及び多価不飽和脂肪酸別にみると、飽和脂肪酸は 3 区間で大きな差は見られなかったが、一価不飽和脂肪酸は野生区より一時飼養区の方に多く含まれる一方、多価不飽和脂肪酸は一時飼養区より野生区の方に多く含まれていた。食肉のにおいは、脂肪酸の構成割合により特徴づけられ、多価不飽和脂肪酸は不安定なため酸化臭の要因となる一方、一価不飽和脂肪酸の割合が高いと香りの良さに寄与する可能性があるとの報告があり、一時飼養されたシカは野生シカに比べ臭気が軽減される傾向があるかもしれない。

表 1 4 ロース肉の脂肪酸組成 (%)

項目	①慣行標準区(N=2)		③慣行半減区(N=0)		④代替半減区(N=2)		⑤野生区(N=1)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
ミリスチン酸(飽和)	2.55 ± 0.18	- ± -	2.46 ± 0.21	2.61 ± -				
パルミチン酸(飽和)	3.92 ± 0.29	- ± -	3.79 ± 0.33	4.00 ± -				
パルミトレイン酸(不飽和)	4.20 ± 0.33	- ± -	4.09 ± 0.35	4.31 ± -				
ステアリン酸(飽和)	6.28 ± 0.45	- ± -	6.06 ± 0.52	6.41 ± -				
オレイン酸(不飽和)	6.62 ± 0.48	- ± -	6.40 ± 0.55	6.76 ± -				
リノール酸(多価不飽和)	7.30 ± 0.53	- ± -	7.05 ± 0.60	7.46 ± -				
αリノレン酸(多価不飽和)	8.37 ± 0.60	- ± -	8.08 ± 0.69	8.55 ± -				
飽和脂肪酸	32.89 ± 1.33	- ± -	31.93 ± 3.75	34.74 ± -				
一価不飽和脂肪酸	32.32 ± 2.37	- ± -	24.51 ± 0.95	11.07 ± -				
多価不飽和脂肪酸	34.79 ± 3.70	- ± -	43.57 ± 2.80	54.19 ± -				

3) 栄養成分分析方法 (日本獣医生命科学大学)

冷凍にて供試された各個体のロース左側を、5 mm 径の肉挽器で 2 回細切り、均一化したものを分析検体とした。常法に従い、タンパク質、脂質、炭水化物、灰分、エネルギー、ナトリウムの含量を測定した。

表 1 5 ロース肉の栄養成分分析

	春シカ(N=2)		慣行標準(N=5)		代替標準(N=3)		慣行半減(N=1)		代替半減(N=2)		単位	備考
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	平均	標準偏差			
エネルギー	93.0	±2.8	111.0	±17.1	97.3	±12.3	99.0	126.5	±19.1	kcal/100 g	※1	
水分	76.3	±1.1	74.7	±1.6	76.3	±1.3	75.7	72.5	±1.6	g/100 g	※2	
タンパク質	22.1	±1.4	21.3	±1.7	21.2	±1.0	22.0	22.3	±0.9	g/100 g	※3	
脂質	0.5	±0.3	2.8	±2.4	1.4	±1.6	1.2	4.1	±2.5	g/100 g	※4	
炭水化物	0.0	±0.0	0.1	±0.2	0.0	±0.0	0.0	0.1	±0.1	g/100 g	※5	
灰分	1.1	±0.0	1.0	±0.1	1.1	±0.1	1.1	1.1	±0.0	g/100 g	※6	
食塩相当量	0.2	±0.1	0.2	±0.1	0.2	±0.0	0.1	0.1	±0.0	g/100 g	※7	
ナトリウム	54.0	±9.9	62.4	±6.1	66.0	±2.6	54.0	57.5	±2.1	mg/100 g	※8	

試験方法

※エネルギー = (タンパク質 + 炭水化物) × 4 + 脂質 × 9

※常圧加熱乾燥法

※窒素定量換算方

※エーテル抽出法

※炭水化物 = 100 - (水分 + タンパク質 + 脂質 + 灰分)

※食塩相当量 = ナトリウム × 2.54 / 1000

※誘導結合プラズマ (ICP) 質量分析法

4) 遊離アミノ酸分析方法 (日本獣医生命科学大学)

遊離アミノ酸の測定は、栄養成分分析で使用したサンプルを用いて分析を行った。

- (1) 分析検体 5 g に対して、4 倍量の冷却蒸留水を加え、ホモジナイズした。
- (2) 10,000 g, 4 °C で 20 分間遠心分離した。
- (3) 上清 1 ml に対し、3 %スルホサリチル酸を 1 ml 添加した。
- (4) 1 晩冷蔵庫内で静置後、10,000 g で 10 分間遠心分離し、上清を回収した。
- (5) 0.45 μm のフィルターを通して、アミノ酸分析用のサンプルとした。
- (6) 日本電子(株)全自動アミノ酸分析機 (JLC-500/V) を用いて、常法に従い、アミノ酸分析を行った。
- (7) 同一サンプルの 2 回分析の平均を求め、希釈倍率・モル濃度を換算してシカ肉 100 g あたりの遊離アミノ酸量を算出した。

表 16 ロース肉の遊離アミノ酸分析

単位(mg/ 100 g シカ肉)

	春シカ(N=2)		慣行標準 (N=5)		代替表標準(N=3)		慣行半減(N=1)		代替半減(N=2)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
タウリン	51.0 ± 4.4		53.7 ± 17.8		84.8 ± 31.6		42.8		52.9 ± 10.8	
アスパラギン酸	5.6 ± 0.1		3.7 ± 0.8		4.3 ± 0.6		3.2		3.2 ± 0.5	
スレオニン	3.8 ± 0.3		3.3 ± 1.1		3.9 ± 1.6		2.5		2.3 ± 0.3	
セリン	3.6 ± 1.0		3.8 ± 1.8		3.5 ± 2.0		2.0		1.5 ± 0.2	
アスパラギン	4.0 ± 0.8		4.0 ± 1.8		4.1 ± 2.8		3.5		2.5 ± 0.3	
グルタミン酸	7.7 ± 1.2		6.7 ± 1.8		7.1 ± 1.5		6.1		5.1 ± 1.4	
グルタミン	54.3 ± 1.8		47.3 ± 15.0		68.8 ± 15.5		41.2		20.5 ± 3.6	
グリシン	9.2 ± 2.1		11.4 ± 4.4		10.8 ± 3.2		8.4		5.0 ± 1.8	
アラニン	41.4 ± 0.5		40.3 ± 5.5		36.6 ± 1.7		37.5		30.7 ± 0.5	
シトルリン	6.6 ± 0.4		6.6 ± 1.2		6.4 ± 0.9		5.8		5.7 ± 0.5	
バリン	4.9 ± 0.6		4.6 ± 1.6		4.3 ± 1.4		4.7		4.2 ± 0.6	
システイン										
メチオニン	1.0 ± 0.6		1.4 ± 0.6		1.0 ± 0.7		1.8		1.2 ± 0.9	
イソロイシン	1.5 ± 0.3		1.5 ± 0.2		1.3 ± 0.2		1.6		1.4 ± 0.2	
ロイシン	5.4 ± 0.6		5.6 ± 1.1		5.3 ± 1.5		5.9		5.1 ± 1.0	
チロシン	2.0 ± 0.4		2.5 ± 0.5		2.4 ± 1.0		4.1		2.6 ± 0.6	
βアラニン	0.1 ± 0.3		0.7 ± 0.8		1.1 ± 0.9		1.0		0.5 ± 0.6	
フェニルアラニン	2.2 ± 0.3		2.2 ± 0.5		3.0 ± 1.3		4.4		3.1 ± 0.2	
オルニチン	1.5 ± 0.5		1.1 ± 0.7		2.2 ± 0.5		1.3		0.5 ± 0.2	
1M-ヒスチジン	0.0 ± 0.0		0.0 ± 0.0		0.0 ± 0.0		0.0		0.0 ± 0.0	
ヒスチジン	1.6 ± 0.5		2.3 ± 0.8		2.1 ± 0.9		1.6		1.4 ± 0.4	
リジン	3.1 ± 0.6		1.9 ± 1.1		2.6 ± 1.0		1.8		1.6 ± 0.3	
3M-ヒスチジン	8.4 ± 3.7		10.9 ± 6.8		15.0 ± 4.7		3.1		8.9 ± 4.2	
トリプトファン	0.0 ± 0.0		0.7 ± 1.1		0.3 ± 0.5		0.0		0.3 ± 0.7	
アンセリン	301.8 ± 8.0		333.6 ± 118.9		202.5 ± 68.1		407.5		427.7 ± 39.6	
カルノシン	343.8 ± 20.5		391.3 ± 36.0		292.9 ± 64.7		318.2		453.6 ± 27.1	
アルギニン	29.6 ± 1.1		36.3 ± 3.3		28.7 ± 6.0		32.8		39.5 ± 1.1	
プロリン	18.4 ± 5.4		25.0 ± 11.3		22.2 ± 8.5		14.2		11.9 ± 2.3	
計	912.5 ± 56.0		1002.5 ± 236.4		817.2 ± 223.7		957.0		1092.9 ± 100.2	
うま味系アミノ酸	22.5 ± 0.3		19.2 ± 5.7		26.7 ± 5.9		16.8		9.6 ± 1.8	
甘味系アミノ酸	14.5 ± 0.7		14.7 ± 2.8		13.7 ± 2.1		12.6		9.9 ± 0.7	
苦味系アミノ酸	2.9 ± 0.2		3.0 ± 0.5		2.9 ± 0.8		3.2		2.8 ± 0.2	
イミダゾールジペプチド	322.8 ± 8.0		362.4 ± 69.7		247.7 ± 19.7		362.8		440.7 ± 7.4	

5) 核酸関連物質分析方法 (日本獣医生命科学大学)

同様に、イノシン酸を主とする核酸関連物質の測定は、遊離アミノ酸分析で調製したサンプルを用いて、HPLCにて分析を行った。

HPLC 条件 :

Column : Asahipac GS 320HG (0.46 mmφ ×300 mm)

Eluent : 10 mM Sodium phosphate buff.(pH 6.0)

Flow : 1.0 ml/min

Detector : UV (260 nm)

Column temperature : 30 °C

表 17 ロース肉の核酸分析

単位：mg/100 gシカ肉

	春シカ(N=2)		慣行標準(N=5)		代替標準(N=3)		慣行半減(N=1)	代替半減(N=2)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	平均	標準偏差
IMP(イノシン酸)	92.8	± 8.0	118.8	± 26.0	97.0	± 31.6	114.3	114.3	± 21.3
HxR (イノシン)	53.8	± 0.8	45.3	± 12.6	60.5	± 10.7	54.4	63.7	± 10.7

ナトリウム (Na) 、亜鉛 (Zn)

抽出方法：

試料 10 g を 5 ml の硝酸にて湿式灰化

0.5 N 硝酸で 10 ml にメスアップして、ICP 用サンプルとした。

ICP 条件：

Spectrometer: Grating:2400 grooves/min
 Reciprocal liner dispersion:0.33nm/mm
 Slit width: entrance 20 μm exit 40 μm

Nebulizer: Glass concentric

Power: 1.2 KW

Frequency: 27.12 MHz

Plasma gas(Ar): 16 L/min

Carrier gas(Ar): 0.5 L/min

Auxiliary gas(Ar): 0.5 L/min

Observation height: 10 nm

表 18 ロース肉の微量元素分析

単位：ppm

	春シカ(N=2)		慣行標準(N=5)		代替標準(N=3)		慣行半減(N=1)	代替半減(N=2)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	平均	標準偏差
カルシウム(Ca)	4.2	± 0.4	3.2	± 0.8	3.0	± 1.0	4.2	3.9	± 0.4
銅(Cu)	0.7	± 0.2	0.5	± 0.2	0.4	± 0.1	0.7	0.6	± 0.0
鉄(Fe)	5.2	± 0.1	4.1	± 1.2	3.4	± 0.7	5.6	5.6	± 0.2
マグネシウム(Mg)	22.6	± 0.7	20.6	± 2.6	19.4	± 1.9	22.9	24.4	± 0.4
ナトリウム(Na)	117.4	± 9.3	92.9	± 16.0	82.9	± 17.3	114.6	115.2	± 8.6
亜鉛(Zn)	2.8	± 0.6	2.1	± 0.4	3.1	± 0.2	2.5	2.0	± 0.4

6) 官能評価

ア 官能評価用試料の調製方法

4℃で一晩解凍した各シカ肉（シタマ・内もも肉）をスライサーで厚さ 4mm にスライスし、縦横各 3 cm に整形した。その後 5%食塩水に 10 分間浸漬し、170℃で 5 分間予熱を行ったホットプレートで両面を 1 分 30 秒間加熱した。パネリストには各シカ肉を二枚ずつ提供した。

イ 官能評価方法

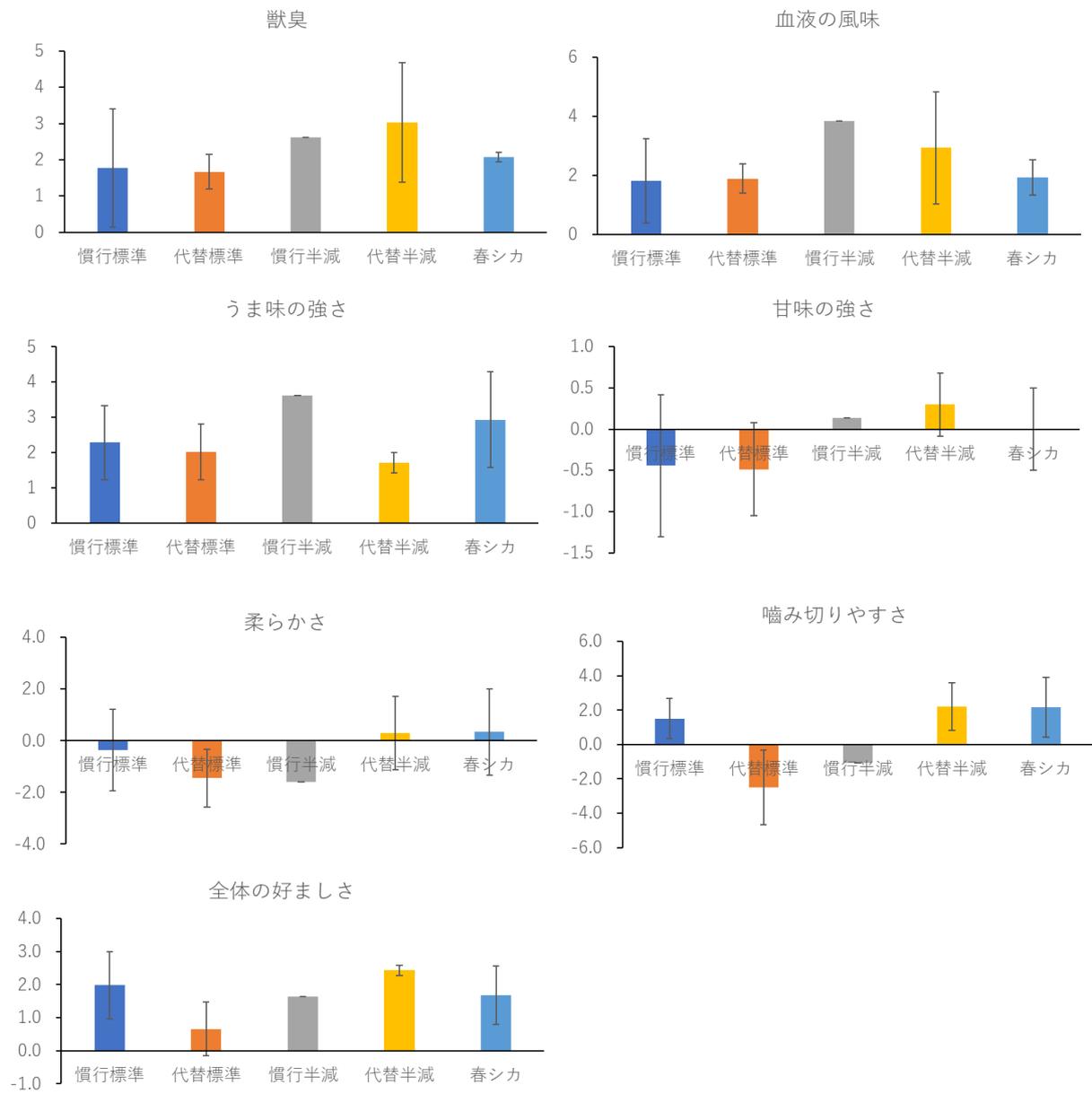
基本 5 味（うま味、塩味、苦味、酸味、甘味）について認知閾値で識別出来る人（n=10）を官能評価のパネリストとした。パネリストには事前に市販のシカ肉を食べて貰い、その特徴を現す表現を自由に書いて貰った。その中から、共通して見いだされる用語（獣臭、血液の風味、うま味、甘味、柔らかさ、噛み切りやすさ、全体の好ましさ）を官能評価用語に用いた。パネリストはシカ肉を 20 回咀嚼して、表 19 の官能評価項目に中心を 0 とした無野の片側 10 cm スケールで印を付けて貰った。

表 19 官能評価用紙

	評価項目	スケール
1	獣臭 (弱い ⇔ 強い)	0 -----
2	血液の風味 (味と香り) (弱い ⇔ 強い)	0 -----
3	うま味の強さ (弱い ⇔ 強い)	0 -----
4	甘味の強さ (弱い ⇔ 強い)	0 -----
5	柔らかさ (弱い ⇔ 強い)	0 -----
6	噛み切りやすさ (難しい ⇔ 易い)	0 -----
7	全体の好ましさ (好ましくない⇔好ましい)	0 -----

図 1 に官能評価の結果を示した。

図 1 官能評価



4. まとめ

2021年度から2022年度にかけて、約3か月間の短期飼育と、約7か月間の長期飼育を検討した。さらに、捕獲時期（飼育時期）による影響を検討するために、夏季飼育と冬季飼育について比較を行った

また、一時飼養による飼料コストの増加抑制を目的として、市販配合飼料の半減区の設定や地域の余剰副産物であるゆず皮や米ぬかを用いた代替飼料についても検討を実施した。

一時飼養施設を整備したが、捕獲順に施設導入するため、シカ同士の闘争が発生し、群飼育を実施する場合に、個体の大きさ毎に複数の飼育スペースを設定することや、他個体に被害をもたらす雄成獣は可能であれば一時飼養せず、野生区として即日処理を行った方が良いことなどが考えられた。

また、個体ごとの環境適応性に大きな違いがあり、市販飼料や代替飼料で順調に体重が増加した個体もあれば、適応できずに拒食・衰弱する個体も見られた。これに関しては、検討数が少数のため明確な一時飼育対象を決定することは出来なかったが、10日間程度の摂食状況を見ながら、非適応の個体は早めに処理を行うなどの対策が必要であることが示唆された。

実験途中での脱落個体や、動物実験と異なり管理された個体を試験に供することが出来ないという問題から、検体数が少なく統計処理による検定実施は出来ないものの、一時飼養したシカ肉は野生シカに比べて、脂肪含量が2～8倍に増加していた。しかし、遊離アミノ酸やミネラル含量では、一時飼養による影響は認められず、各区での違いも認められなかった。また、官能評価では、脂質含量の増加に伴って、柔らかさが付与されることを期待したが、むしろ噛み切りにくいと評価される区もあった。尚、この噛み切りにくさには、給与試料の違いとの相関性は認められなかった。また、好ましさ（嗜好性）においても、一時飼養と餌による特徴づけが認められない結果となった。

いずれにしても、令和元年度から4年間にわたる徳島県 農林水産部 鳥獣・ふるさと創造課および畜産研究課と徳島大学との取り組みでは、徳島県産間伐材を利用した飼育舎や運搬ケージの試作品製造により、捕獲野生シカの一時的飼養に関するハード面の提案が可能となった。

また、一時飼養の期間や給餌飼料、シカの行動解析と肉質分析の結果、一時飼養したシカ肉は、野生シカに比して衛生管理に優れ、ハラール用としても注文に応じた解体処理が出来る利点を有する。飼料代等の生産経費が増加する問題への対応を目的とした試験研究を継続した結果、一時飼養により野生肉に比べ脂肪含量の増加は認められたが、官能評価において、脂肪含量の増加に伴う嗜好性の向上等は認められなかった。

また、ゆず皮や米ぬかなど地域の副産物利用を利用した飼料を用いた一時飼養により、シカの増体が図られるなど、今後野生鹿の一時的飼養や徳島県内で養鹿の取り組みが必要となった際の貴重な知見が得られた。

以上