

Environment Research and Technology Development Fund

環境研究総合推進費補助金 総合研究報告書

イノシシ、ニホンジカ等の適正かつ効率的な捕獲個体の処理および完全活用

システムの開発に関する研究

(3K163003)

平成 28 年度～平成 30 年度

Study on suitable and efficiency process and/or utilization of captured wild animals
(wild boar and sika deer)

長崎県農林技術開発センター 平田 滋樹
(現所属 (国研) 農研機構 中央農業研究センター)

2019 年 5 月

目 次

I. 成果の概要	・ ・ ・ ・ ・ 1
1. はじめに（研究背景等）	
2. 研究目的	
3. 研究方法	
4. 結果及び考察	
5. 本研究により得られた主な成果	
6. 研究成果の主な発表状況	
7. 研究者略歴	
II. 成果の詳細	
II-1 捕獲個体の活用および処理の現状分析に関する研究 要旨	・ ・ ・ ・ ・ 18
1. はじめに	
2. 研究目的	
3. 研究方法	
4. 結果及び考察	
5. 本研究により得られた成果	
6. 国際共同研究等の状況	
7. 研究成果の発表状況	
8. 引用文献	
II-2 イノシシ、ニホンジカ等の適正かつ効率的な捕獲処理および完全資源化に関する研究 要旨	・ ・ ・ ・ ・ 23
1. はじめに	
2. 研究目的	
3. 研究方法	
4. 結果及び考察	
5. 本研究により得られた成果	
6. 国際共同研究等の状況	
7. 研究成果の発表状況	
8. 引用文献	

Ⅱ－３ 捕獲個体（ニホンジカ）の放置、埋設等による環境負荷に関する研究 要旨	・ ・ ・ ・ ・ 3 1
1. はじめに	
2. 研究目的	
3. 研究方法	
4. 結果及び考察	
5. 本研究により得られた成果	
6. 国際共同研究等の状況	
7. 研究成果の発表状況	
8. 引用文献	
Ⅱ－４ 捕獲個体（イノシシ）の埋設等による環境負荷および原料化における安全な前処理に関する研究 要旨	・ ・ ・ ・ ・ 4 0
1. はじめに	
2. 研究目的	
3. 研究方法	
4. 結果及び考察	
5. 本研究により得られた成果	
6. 国際共同研究等の状況	
7. 研究成果の発表状況	
8. 引用文献	
Ⅱ－５ 捕獲個体の簡易処理技術および減容化技術の確立に関する研究 要旨	・ ・ ・ ・ ・ 5 0
1. はじめに	
2. 研究目的	
3. 研究方法	
4. 結果及び考察	
5. 本研究により得られた成果	
6. 国際共同研究等の状況	
7. 研究成果の発表状況	

8. 引用文献

II-6 捕獲個体のレンダリング処理による減容、原料化および回収システムの確立に関する研究

..... 54

要旨

1. はじめに

2. 研究目的

3. 研究方法

4. 結果及び考察

5. 本研究により得られた成果

6. 国際共同研究等の状況

7. 研究成果の発表状況

8. 引用文献

II-7 捕獲個体および処理生成物の成分分析に関する研究

..... 62

要旨

1. はじめに

2. 研究目的

3. 研究方法

4. 結果及び考察

5. 本研究により得られた成果

6. 国際共同研究等の状況

7. 研究成果の発表状況

8. 引用文献

II-8 捕獲個体の再資源化（水産飼料等）に関する研究

..... 81

要旨

1. はじめに

2. 研究目的

3. 研究方法

4. 結果及び考察

5. 本研究により得られた成果

6. 国際共同研究等の状況

7. 研究成果の発表状況

8. 引用文献

III. 英文 Abstract

・ ・ ・ ・ ・ 92

I. 成果の概要

補助事業名 環境研究総合推進費補助金 循環型社会形成推進研究事業（平成 28 年度～平成 30 年度）

所管 環境省 及び 独立行政法人 環境再生保全機構

研究課題名 イノシシ、ニホンジカ等の適正かつ効率的な捕獲個体の処理および完全活用システムの開発に関する研究

3K163003 3K163003

研究代表者名 平田 滋樹（長崎県農林技術開発センター）
※ 現所属 （国研）農研機構 中央農業研究センター

国庫補助金実績額 77,520,000 円（うち平成 28 年度：24,225 千円、平成 29 年度：28,025 千円、平成 30 年度：25,270 千円）

研究期間 平成 28 年 6 月 1 日～平成 31 年 3 月 31 日

本研究のキーワード 野生動物管理、捕獲個体、処分負担、環境負荷、化製処理（レンダリング）、減容化、再資源化、飼料・肥料原料、プリオン、埋設基準

研究分担者 八代田千鶴、古澤仁美（（国研）森林研究・整備機構 森林総合研究所）
小寺祐二、平井英明（宇都宮大学）
山端直人（兵庫県立大学・兵庫県森林動物研究センター）
神田茂生、小田恭平、嶋澤光一（長崎県農林技術開発センター）
宮原治郎、宮木廉夫、若杉隆信、松倉一樹（長崎県総合水産試験場）
横田勉、川端善一郎（（公益）長崎県食品衛生協会）
木下一成、浅野陽介、迫田華絵（（株）一成）
原栄作、道上哲郎（ハラサングョウ株式会社）

1. はじめに（研究背景等）

イノシシやニホンジカ等の野生鳥獣による生態系、農林水産業、生活環境等への被害が全国的に深刻化していることを受け、平成 25 年 12 月に環境省と農林水産省により「抜本的な鳥獣捕獲強化対策」が打ち出され、その中で平成 35 年度までにイノシシとニホンジカの生息数を半減させるという国の個体数管理目標が定められた。その目標達成に向け、野生鳥獣の保護および管理並びに狩猟の適正化に関する法律（「鳥獣保護管理法」）が平成 27 年 5 月に改正され、また現在、捕獲数増加を目指して ICT を用いた捕獲機材や安全な殺処分技術の開発導入、捕獲個体を食肉利用する研究や施設の設置などの取組が日本各地で進められている。

しかしながら、捕獲個体の搬出が困難な場合や食肉処理施設がない地域、焼却施設での受入れができない地域もあることから、イノシシやニホンジカの捕獲の強化に伴い捕獲個体数が増加し、その処理負担が捕獲従事者や行政に重く押し掛かり、結果として捕獲活動が制限されるおそれがある。

また、捕獲数の増大や分布域拡大が見られるイノシシやニホンジカに対しては、今後の過疎化や高齢化などの社会構造の変化を念頭に置いて早急かつ集中的な捕獲対策を講じなければならないものの、捕獲個体の急速な増大は非効率な焼却処分や不適切な埋設処分につながる可能性が高く、焼却用燃料の消費量の増加と大気、水、土壌など周辺環境への負荷発生が懸念されることから、捕獲の推進と併せて捕獲後の回収や資源活用のシステム構築を緊急に取組む必要がある。

そのため、全国のイノシシ・ニホンジカの捕獲状況、処理状況および行政ニーズ等の現状を明らかにするとともに、捕獲個体の一時保管と回収を行うシステムや簡易施設の導入、あるいは既存施設を活用した分解等処理方法の検討、生成物の農振水産分野での再資源化など、捕獲強化のボトルネックとなり得る捕獲個体の処分負担を軽減する技術やシステムの確立が求められている。加えて、捕獲現場から捕獲個体の搬出が困難な場合も想定されるが、現状では埋設処分がもたらす周辺環境への影響が不明である上、埋設が浅ければ悪臭や他の動物の掘起し等が発生し、深ければ作業負担が増大するものの分解されにくいといった問題がある。そこで周辺環境への影響が少なく、かつ作業負担も軽微な埋設基準について科学的根拠を基に明確化することで、捕獲従事者の作業負担の軽減、野生鳥獣管理の適正化が図られるものと考えられる。

2. 研究開発目的

鳥獣保護管理法により野生鳥獣の捕獲は原則禁止されているものの、「生物の多様性の確保、生活環境の保全、農林水産業の健全な発展を図るため」に一定要件のもと、イノシシやニホンジカの捕獲行為が可能となっており、この中で捕獲した鳥獣の放置等の禁止があり「原則として持ち帰ることとし、やむを得ない場合は生態系に影響を与えないような適切な方法で埋設することにより適切に処理し、山野に放置することのないようにする」旨の規定が存在する。

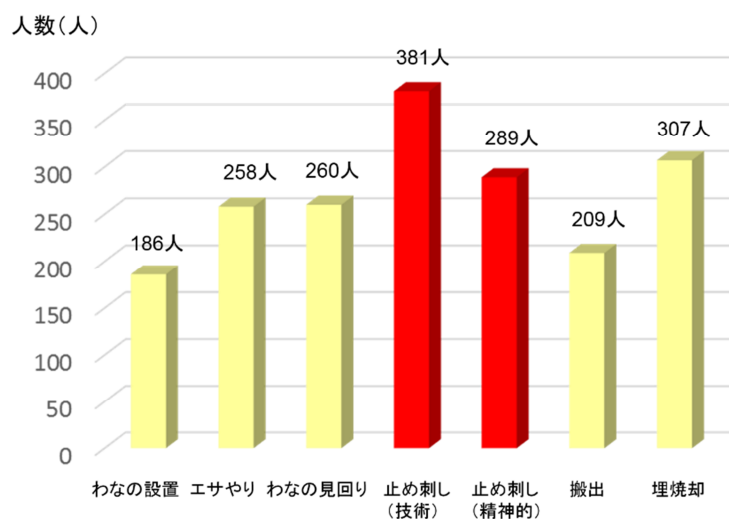
捕獲行為には様々な作業工程が存在するが、これらは作業者の負担となっている現状にある。特に捕獲の最終工程にあたる搬出や埋焼却処分は、作業者だけで完結する行為ではなく、土地所有者などの地域住民や焼却場を管理する行政などとの関係性があり、かつ処分のために作業者も行政も多大なコストを要している状況にある。

そこで本研究では、捕獲状況に応じた移送回収方法や環境負荷の少ない埋焼却方法の検討、食肉利用残渣や利用できない個体に適した分解処理や化製処理の実証、処理生成物（肉骨粉など）の成分分析と農林水産業分野での飼料や肥料の原料としての利用促進など、従来は研究や技術開発が個別的であった課題に対し、産学官が分野横断的にコンソーシアムを結成し、省力的かつ効率的なイノシシ、ニホンジカ等の処分、減容化、再資源化の一貫体系システムの開発を行い、捕獲の推進や地域資源の創出を図ることで、野生鳥獣の適正管理と里地・里山等の保全および人と自然との健全な共存関係構築に寄与することを目的とする。

(参考) 捕獲作業の工程および捕獲従事者の負担



参考図 1：捕獲における作業工程



参考図 2：捕獲作業における作業者の負担

(長崎県内の狩猟免許所持者 2,434 名へのアンケート調査結果 (有効回答数 1,311))

野生動物管理のための捕獲（個体数調整）に関しては、捕獲手法によって一部の工程は異なるものの、殺処分（止め刺し）や捕獲個体の最終処分（焼却や埋設などの適性処分）などの様々な工程が捕獲作業として鳥獣保護管理法（野生鳥獣の保護および管理並びに狩猟の適正化に関する法律）に基づき実施されており、それに付随して作業等への負担が存在している。

現在、ICT 捕獲機材や電気止め刺し器などの新技術の導入により部分的に作業負担の軽減が図られているものの、依然として埋焼却などの捕獲個体の最終処分に関する作業や行政機関の負担が大きい現状にある。

3. 研究方法

(1) 捕獲個体の活用および処理の現状分析に関する研究

47 都道府県の鳥獣保護管理業務（鳥獣被害対策業務も含む）の担当課に対して、イノシシとニホンジカの捕獲数、捕獲個体の基本データの取得、処理状況等についてアンケートおよび聞き取り調査を行った。また、行政側だけではなく作業側側の現状も把握しておく必要があるため、猟友会員等の捕獲従事者に対する試験的なアンケート調査を併せて実施し、両者の意見の比較を試みた。

(2) 捕獲個体の埋設等による環境負荷に関する研究

静岡県、徳島県の山中において、人力および重機を使用した一般的な埋設状態を反映するため、0m、0.5m、1.5m の異なる深度で捕獲個体を埋設し、センサーカメラによる動物等の誘引状況、温湿度ロガーによる埋設箇所のモニタリング、土壌間隙水やガス、土壌の採取とその中に含まれる窒素成分や炭素成分の分析等による周辺土壌への影響を調査した。

(3) 捕獲個体の減容および再資源化における安全な前処理に関する研究

安全な前処理の研究として、まずはイノシシを中心に栃木県、長野県、佐賀県、長崎県での捕獲個体約 200 個体から異常プリオン分析用に脳幹を採取し、うち 20 個体分を ELISA 法により分析した。また、簡易な加圧滅菌処理による無菌化や鉛残弾の除去方法等について実証を行った。

(4) 捕獲個体の回収システムの確立および化製処理等による減容に関する研究

市町村役場および地元猟友会と協議し、長崎県波佐見町、西海市、佐賀県有田市等に一時保管施設（ストックヤード）を設置して、そこでのイノシシ等の捕獲個体の搬入状況を調査し、効率的な回収方法について検討した。また、栃木県および三重県において食肉処理施設と連携してイノシシとニホンジカの微生物分解処理を、長崎県内においてはイノシシの化製処理を行い、減容率を算出した。なお、イノシシについては捕獲個体約 300 頭分の週齢や体重、脂肪蓄積状態などの詳細な個体計測調査を実施した。

(5) 捕獲個体の化製処理等による生成物の成分分析および再資源化に関する研究

上記の処理生成物について肥料法や飼料法に基づく成分等の分析を行い、再資源化の可否について検討した。また、生成物の保存状態（常温、冷蔵、冷凍）を変え、酸化状況等による成分変化についてモニタリング調査を実施した。加えて、肥料原料としての有効性を調べるため、育苗試験を実施、飼料原料としての有効性を実証するのに適した魚種の選択や配合率の検討を行った。

4. 結果及び考察

捕獲個体の完全活用に向けた多様な資源化について（総合的な取りまとめ）

本研究においては前述の 5 つの課題を設定し、本国におけるイノシシ、ニホンジカの捕獲個体の処理状況の現状を把握し、7 割以上の捕獲個体が山林で埋設、2 割以上が焼却によりゴミとして処分されていることを明らかとした。これらについてアクセス道がないなど、捕獲場所からどうしても搬出できない個体については、周辺環境への影響が少なく、処理負担も軽微な基準となる埋設深度を提示した。

一方で、従来は捕獲作業者が個別に運搬・処分していた捕獲個体について、集積しやすい場所や施設の検討を行い、一時保管施設（ストックヤード）を設置することで、効率的に捕獲個体が回収できることを実証した。これら集積した捕獲個体については、地域に食肉解体処理施設がある場合やペットフード加工処理施

設がある場合にはそれら施設によりジビエ肉や犬や猫用のペットフードとして資源化すると共に、資源利用が出来ない個体や資源利用できない部位については、イノシシの場合、化製処理施設で肉骨粉の生成を行うことで減容化および飼料・肥料の原料として再資源化できることを示した。これについては再資源化における重金属の濃縮のリスクが存在することを明らかにし、そのリスク軽減方法を確立した。また、生成物であるイノシシ由来の肉骨粉について、安全性と飼料・肥料原料としての効果を示し、研究過程において肥料原料としての規制が緩和されたことで、新たな資源利用としての可能性が創出された(図1)。また、食肉残渣として排出される不可食部位やペットフード加工施設がない地域においては、圧力鍋を使ったホームメイド型の減容化方法や、本研究において畜産用から野生動物用に改造した簡易型減容化施設など、地域における捕獲個体の保管と運搬に関わるコスト削減に有効な手法を実証した。

なお、現時点では化製処理生成物の肉骨粉の飼料・肥料原料としての利用がまだ規制されているニホンジカについては、図2に示すとおり、食肉に加えて、イノシシよりもニーズが圧倒的に高いとされるペットフード利用を推進しながら、利用できない個体や食肉・ペットフード残渣については、イノシシと同様に実証・開発したホームメイド型減容化方法や簡易減容化施設を導入しながら、地域における最終処分コストを軽減することで、環境負荷や作業不可の少ない適切な野生動物管理に繋がるものと期待される。

ただし、これらイノシシやニホンジカの減容化・再資源化に際しては地域の捕獲規模や既存施設の設置・運用状況が異なることから、化製処理施設や専用焼却施設などの新設は現実的ではない。車両で乗り付けられるなどのアクセス道の有無が搬出作業負担に大きく関係することから、作業負担効率だけを評価すると埋設による捕獲個体の処分が最も経済的負担が少ないものになってしまう。しかしながら、埋設処理は捕獲作業のみにその負担が押し掛かるため、捕獲数の増加の影響が個人単位に発生してしまい、捕獲強化に伴う負担増の影響を受けやすくなる。従って、ストックヤード設置により捕獲個体を効率よく集積・回収しながら、既存の解体処理施設やペットフード加工施設、化製処理施設などをフル活用して地域から出る残渣を減らし、かつ何段階かの方法で資源化を図ることが重要である。

上述の本研究成果については現在、国立環境研究所が実施した「捕獲した鳥獣の適正かつ効率的な処理・活用システムの開発(3K162012)」による成果と合わせ『有害鳥獣の捕獲後の適正処理に関するガイドブック』の作成を進め、かつ学会での共同発表などを計画しており、今後は得られた研究成果の社会実装の推進を図ることとしている。

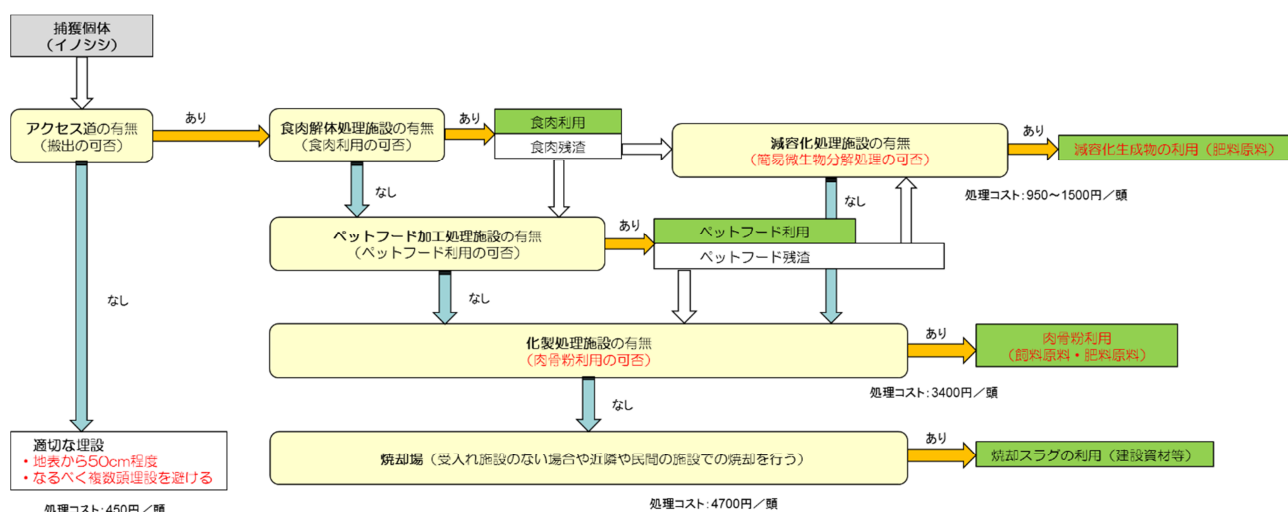


図1 捕獲個体の適正処分・活用に向けた全体のフロー（イノシシ）
（赤字部分が本研究成果で得られた新たな知見を示す）

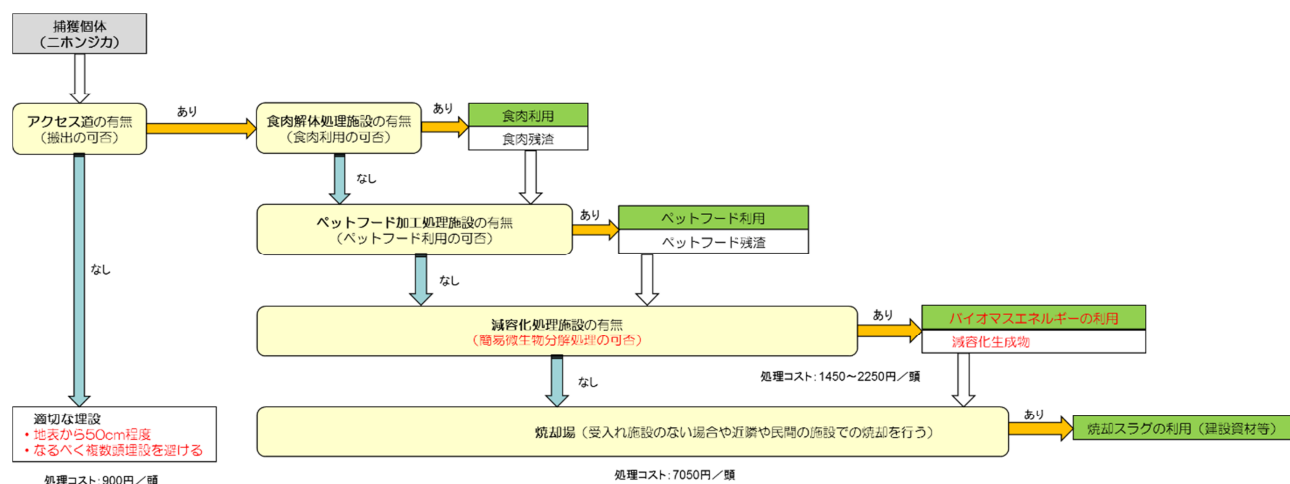


図2 捕獲個体の適正処分・活用に向けた全体のフロー（ニホンジカ）
（赤字部分が本研究成果で得られた新たな知見を示す）

（1）捕獲個体の活用および処理の現状分析に関する研究

47 都道府県の中で、捕獲個体の活用状況を把握している地域はほとんどなく、71%の地域は調査を行っていないかった。また、保護管理や利活用を進める上で必要となる年齢や体長、体重などの個体情報についても、ニホンジカの性別を除き、多くの地域で積極的な調査は実施されていない状況にあった。これについては、角により雌雄の判別が容易で、かつ鳥獣保護管理法の中でメスジカのみ捕獲数の制限が緩和されていることに起因するものと推測される。

また、捕獲個体の処分の課題については、現状では発生していないと回答した都道府県が 24%あったものの、多くの地域で既に問題が発生している状況にあった（表 1）。特に埋設においては、作業負担と埋設場所の確保の課題が多く、臭気や他の動物の掘起しや誘引を課題としている地域も少なくはなかった。一方、焼却の場合には、地域の焼却場が受入れをしていない場合が最も多く、次いで受入れ時の大きさや数などの制限が課題となっていた。そしてこれら課題は捕獲数が多い地域ほど深刻化している傾向にあった。

これらは行政側が把握・認識している課題であり、捕獲作業者は実際に野外で作業を行うため、労力負担などがさらに深刻な状況にあるが、認識としては作業側も行政側も同じ問題意識を共有していると考えられる。

いずれにしても鳥獣保護管理法上は焼却処分が最も適切な処分方法の一つであると読み取れるものの、焼却場自体が捕獲個体の受入をしていない、土日や時間外の対応ができていない、受入に大きさや頭数の制限があるなど、様々な条件が施設ごとにあるため、焼却処分よりも埋設処分に処される捕獲個体が多く、処分に関わる負担軽減と埋設する際の適正な基準の提示が必要である。

表1 都道府県における捕獲個体の処分に関わる課題

【埋設処分における各都道府県の課題】

捕獲数	課題なし	今後懸念される	課題あり（複数回答）					
			埋設場所の確保が困難	穴掘りの作業負担	共同埋設できない	匂いの苦情	動物の掘起しが発生	その他
10,001頭～	3	2	17	22	6	8	9	3
1,001頭～10,000頭	4	2	3	5	0	1	1	0
～1,000頭	2	0	1	0	0	0	1	0
計	9	4	21	27	6	9	11	3

【焼却処分における各都道府県の課題】

捕獲数	課題なし	今後懸念される	課題あり（複数回答）						
			焼却場がない	焼却場が離れている	土日や時間外の対応	処理頭数の制限	截断などの前処理が必要	処理が有償	その他
10,001頭～	5	3	21	13	7	17	18	11	2
1,001頭～10,000頭	4	1	4	2	1	2	4	2	1
～1,000頭	2	0	1	0	0	0	0	0	0
計	11	4	26	15	8	19	22	13	3

特に課題として多いものを赤字標記で示した

（2）捕獲個体の埋設等による環境負荷に関する研究

3 調査区を設けて事前調査を実施した捕獲現場での現実的な埋設穴である 0m、0.5m、1.5m の深さにニホンジカを埋設（0m は軽く土をかける程度）し、センサーカメラによって他の動物の誘引や掘起し状況を観測したところ（図 3）、0m の状態でイノシシ、キツネ、イタチ等の誘引が確認できた。人力による埋設を想定した 0.5m では動物の誘引も掘起しも発生しておらず、調査件数を増やす必要はあるものの、深く埋設せずとも他の動物への影響は回避できるものと考えられる（図 4）。

一方、土壌間隙水中の硝酸態窒素、アンモニア態窒素等による窒素成分と溶存態全有機炭素濃度を測定したところ、埋設深度に関わらず炭素濃度、窒素濃度ともに上昇することが確認できた。特に窒素態については、1.5m 深度の埋設での検出量が多く、微生物等による分解が最も進んでいる可能性が示唆された（図 5）。

また、埋設個体由来と考えられる窒素成分と炭素成分は埋設深度に関わらず深い場所に移行する傾向が確認された。特に、窒素成分では埋設深度に滞留する傾向があり、シカの高密度生息地で下層植生の衰退や土壌流亡が発生している地域では捕獲個体を埋設することで窒素を適正に循環させて植生保全を図ることも必要と思われる。ただし、捕獲個体に由来する窒素や炭素等の埋設地への移行や影響については長期的に調べる必要があることから、本研究課題終了後も継続したモニタリング調査を予定している。

※3K152007 「指定管理鳥獣の放置要件に関する研究」（代表機関：（国研）森林研究・整備機構 森林総合研究所）の研究成果とリンクさせながら実施した

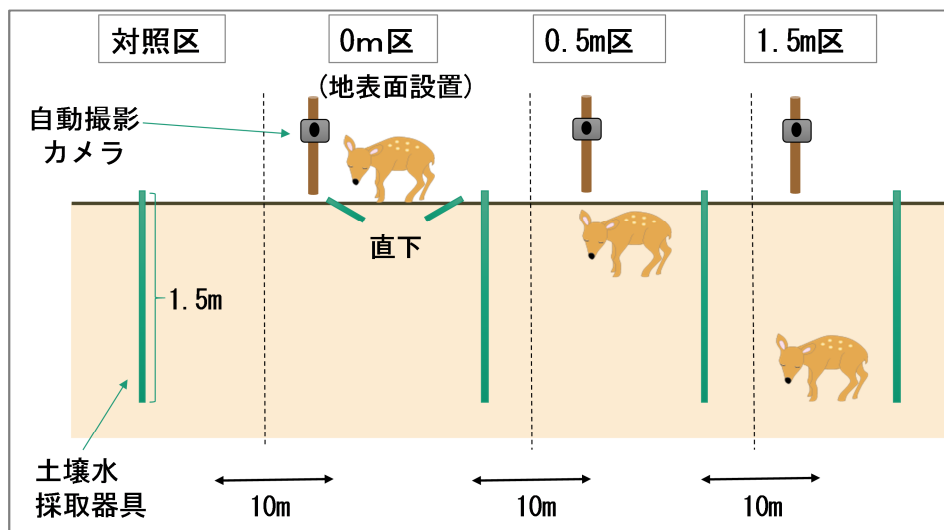


図3 試験区の概要

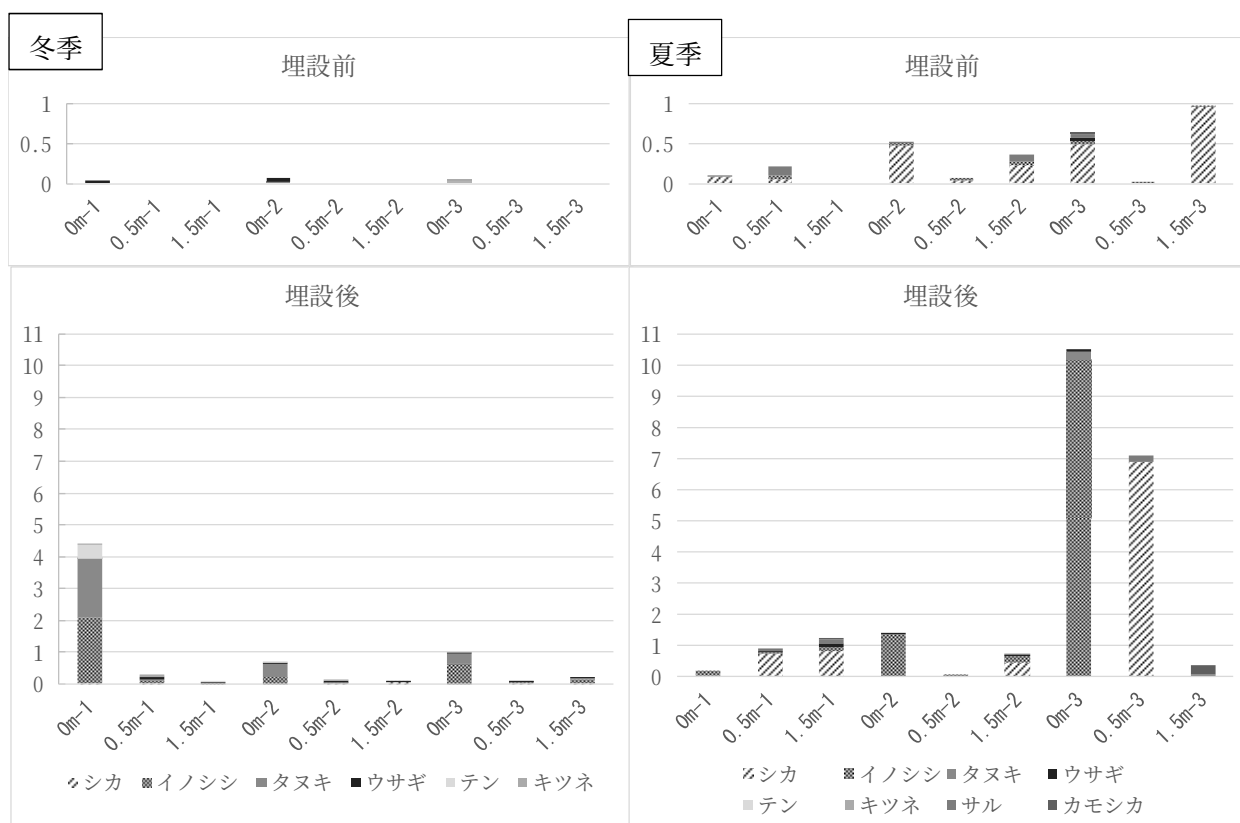


図4 埋設区における野生鳥獣毎の撮影回数（撮影枚数/日）

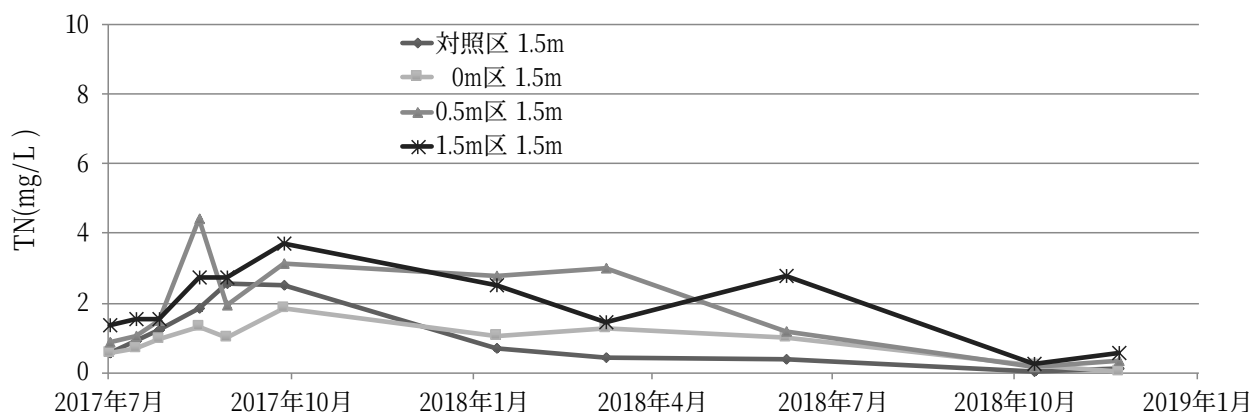


図5 夏季埋設の各処理区における 1.5m 深の土壌水の全窒素 (TN) 濃度

(3) 捕獲個体の減容および再資源化における安全な前処理に関する研究

イノシシを家畜化したブタ（生物として同種）については、プリオン症は確認されておらず、イノシシにおいても現状では異常プリオンの報告はされていない。しかしながら、イノシシについては年齢等の個体調査の件数も少なく、老齢個体も含めた異常プリオンの検出等の研究も進んでいなかったことから、脳幹を採取して ELISA 法により分析を行った。ただし、脳幹の採取においては、捕獲個体の頭骨を切開することが困難であり、また、常温で放置された個体や一旦冷凍保存した個体については脳幹の採取が困難となるため、捕獲後間もない個体を入手する体制や連絡網の構築が必要であった。350 個体から脳幹をサンプリングして分析を進めた結果、全ての個体で異常プリオンは検出されなかった（表2）。

また、圧力鍋でイノシシの食肉残渣である骨や内臓を加水後、7.5 時間加熱処理することで、無菌化および臭気を大幅に抑制できた。この処理により衛生的な安全性が確保できる上、前処理したイノシシ残渣は家庭用フードプロセッサーを用いて 1～2 分でペースト状にできるため、小規模でも容易に再資源化できることが示唆された。なお、7.5 時間の加熱は電気調理器を用いても電気代は 300 円未満しかかからず、大規模な処理施設が設置できない離島や山間部などでの処理においても十分導入が可能と考えられる。

表2 イノシシを対象とした異常プリオン調査の結果

調査地域		サンプリング期間	齢構成	n	分析結果			再分析結果		
					－	±	＋	－	±	＋
栃木県	那珂川町	平成 28～30 年度	10 週～220 週以上	409	393	14	2	16	0	0
	栃木市	平成 28～30 年度	21 週～220 週以上	37	37	0	0	0	0	0
長野県	小諸市	平成 28～29 年度	21 週～145 週	9	9	0	0	0	0	0
佐賀県	鳥栖市	平成 28	88 週～220 週以上	5	5	0	0	0	0	0
長崎県	西海市	平成 28～29 年度	108 週～126 週	23	23	0	0	0	0	0

分析結果および再分析結果の－は陰性、±は陽性（偽陽性）、＋は陽性を示す

(4) 捕獲個体の回収システムの確立および化製処理等による減容に関する研究

市町村役場やゴミ焼却施設等に冷凍ストッカーを設置して一時保管用ストックヤードとし、希望する捕獲業者は利用できるようにしたところ、年間 1,600 頭程度のイノシシが回収できた。特に波佐見町においては、ストックヤード設置当初の初年度は回収率が 9% だったものが、システム導入の周知と作業負担の軽減効果が認識されるようになったため、2 年目以降の回収率が 82% と大幅に向上した（食肉利用された個体等を除けば、ほぼ 100% に近い）。また、別の地域でも回収率は 30% から 50% となり、従来なら捕獲場所から搬出される個体のすべてが 30% 程度であることを考えると、搬出されていた個体だけではなく、埋設されていた個体までも回収されるようになったものと考えられる。

波佐見町では、捕獲された個体の全てが持ち込まれ、捕獲個体の回収率が 100% となった。捕獲個体の搬入状況を解析したところ、土日に捕獲作業が行われる傾向があったことから、回収を毎週土曜に行うことでストックヤード（容量 500L×3 基）の許容を越えることがなくなった。捕獲個体の大幅な回収率の向上については、曜日や時間帯を問わず捕獲個体を搬入できるようになったことと、地域の焼却場に持ち込む場合には 10kg 以下に裁断する要件が定められており、化製処理施設を使うことで裁断条件が緩和できたことが大きく関係したものと考えられる。

ただし、ストックヤードの形状としては、捕獲個体を搬入する業者側は天板部分が大きく開く容器の作業効率が高く、回収作業を行う側は観音開きでサイドから搬出する構造の容器の方が、作業性が高まることが分かった。今後は運搬容器を内蔵できる容器の活用など、搬入と回収の双方にとって作業効率が向上できるストックヤードの設定方法の実証が必要である。特にストックヤードの設置、管理、捕獲業者への周知方法や業者の利用方法などが地域の条件等によって異なるため、それぞれの地域に適合した規模や機材、持ち込み・回収の方法を検討する必要がある。そこで条件が異なる地域 5 か所での集積や回収方法を比較し、その内の代表的な方法 3 種類を回収システムとして体系化した（表 3）。

また、回収された個体の週齢等の分析の結果、若齢個体と高齢個体の二山に分かれていた。これは警戒心が低いとされる若齢個体が捕獲されやすい傾向があることと、若齢個体は小型のため捕獲現場からの搬出が容易で、高齢個体は大型で埋設作業が困難な個体であるためと推測される。

なお、微生物分解による減容は分解に 5 週間程度を要し、もみ殻やおがくず等の分解促進剤を添加するため半減する程度、化製処理による減容は 12 時間程度で容量、重量ともに 8 割程度であった。特に、化製処理では一連の作業の中に乾燥工程も含まれるため、大幅な減容が可能であった（図 6）。

※3K162012 「捕獲した鳥獣の適正かつ効率的な処理・活用システムの開発」（代表機関（国研）国立環境研究所）と推進会議等で相互に研究者を派遣して情報共有するなど連携して研究を実施した

表3 異なる条件地域におけるストックヤード設置と回収システムの体系

		長崎県波佐見町	長崎県西海市	佐賀県有田町
導入の背景		・広域クリーンセンター利用のため、遠距離運搬が必要 ・受け入れ時の大きさに制限あり（約 10kg 程度）	・クリーンセンターの改修に伴い、捕獲個体の受け入れができなくなった	・クリーンセンターの閉鎖により、広域施設での受け入れができなくなった
ストックヤード	設置場所	役場敷地内	化製処理場（事務所）敷地内	リサイクルセンター敷地内
	保管庫	冷凍ストッカー×3 基 （500L×3=1,500L）	冷凍ストッカー×1 基 （500L）	冷凍庫×1 基 （3,400L）
	機種	サンデン SH-F500	サンデン SH-F500	三菱電機 ERA-EP22A
	導入経費	2 基は研究費によりリース （26,400 円×2／月）	研究費によりリース （26,400 円×／月）	町の一般財源で購入 （本体のみ 約 360 万円）
	冷凍能力	-20℃～-26℃（カタログ値） 急速冷凍機能なし	-20℃～-26℃（カタログ値） 急速冷凍機能なし	-5℃～-25℃ （冷凍庫容量により異なる） 急速冷凍機能なし
回収方法		毎週土曜日午後に回収	毎日回収	週 1 回、連絡を受けて回数



図6 レンダリング処理によるイノシシ捕獲個体の生成物

（5）捕獲個体の化製処理等による生成物の成分分析および再資源化に関する研究

ストックヤードで保管、回収したイノシシ約 300 頭のうち、食肉利用等による組織等の一部欠損や疥癬症等の外部異常が確認されなかった 178 個体（総重量 2,055.3 kg、総体積 2,552L）を化製処理した生成物（肉骨粉）の成分分析を実施、同様の作業を 4 回試行した。成分分析については、肥料法・飼料法に基づく分析項目とした。

その結果、窒素量、炭素量、リン酸量など、飼料や肥料として必要な有効成分をイノシシ肉骨粉は多く含んでいる上、脂質や水分量は少なく、飼料や肥料の原料として十分効果が見込まれるものであることが分かった。また、カドミウムやヒ素、水銀などの有害物質についてもほとんど含まれていなかった。しかしながら、肉骨粉のロットによっては基準値を超える鉛が検出された。これは、自然界からの生物濃縮による鉛の蓄積（イノシシの腎臓に蓄積するとされる）か、銃猟による半矢状態の鉛残弾（銃で撃たれたにも関わらず生存し、体内に銃弾が残った状態）によるものか、止め刺しに使用した鉛弾の残留によるものであるのか、その来歴が不明であるため、捕獲したイノシシ約 100 個体を解剖し、2 個体から鉛残弾を検出した（図 7）。これらは全て捕獲時の止め刺し（殺処分）の際に使われた銃弾であり、主に頭部（頭頂部とその周辺が多い）に集中して存在していた。使用されている鉛弾および銅弾の大きさや個数は多様で、頭骨等との接触により形状も大きく変化しているものがほとんどであった。今後、更なる詳細な分析と鉛残弾の除去方法の検討が必要であったことから（金属探知機による検出方法については、鉛弾の大きさや形状により検出率が大きく異なると推定される）、止め刺しの手法の見直しや解体処理施設、化製処理施設等での受け入れ時の確認検査および金属探知機の導入などによる鉛混入リスクの軽減手法を体系化し（図 8）、鉛リスクの軽減を図った。その結果、化製処理では鉛も含めた成分が濃縮されるが、鉛除去システムの導入により鉛の出現量が国の基準内まで軽減できることが分かった（表 4）。

なお、微生物分解した生成物（堆肥様の物質）については、水稻による育苗試験を実施し、菜種魚粉等の通常の肥料と同等の育苗効果が確認された上、食味試験においてもその稚苗から優れたコメが生産される結果が得られた。

また、水産飼料原料としても、ブリ、トラフグへの給餌試験を実施し、魚種により誘引効果（嗜好性）は若干異なるものの正常な生育効果が示され、また筋肉や肝臓などの可食部位への重金属類の蓄積は見られなかったことから 10～30%の配合率での飼料原料としての効果が認められた。

現在、飼料原料として、大手水産会社との製品化に向け、協議を行っている。



図 7 捕獲個体を活用する場合の鉛混入リスクの軽減手法

①捕獲段階



- 非鉛製弾使用の検討
- 大型弾（スラッグ弾）の使用



- 電気ショック等の銃を使用しない止め刺し方法の導入

②活用段階（食肉）



- 食肉利用時の金属探知機等による検査の実施
- 肝臓などの鉛の蓄積が多い臓器の除去

③活用段階（化製処理等）



- 一時処理（裁断・ペースト化）物の金属探知機等による検査

図8 捕獲個体を活用する場合の鉛混入リスクの軽減手法

表4 イノシシ（生肉・イノシシ由来肉骨粉）に含まれる鉛量

番号*	生肉			肉骨粉	
	生肉	腎臓	肝臓	肉骨粉**	肉骨粉***
1	<1.5	<1.5	<1.5	3.49	2.7
2	<1.5	<1.5	<1.5	2.18	2.9
3	<1.5	<1.5	<1.5	3.89	3.1
4	<1.5	<1.5	<1.5	3.94	3.1
5	<1.5	<1.5	<1.5	4.23	3.5
6	<1.5	<1.5	<1.5	4.48	3.7
7	<1.5	<1.5	<1.5	5.45	4.0
8	<1.5	<1.5	<1.5	6.35	4.1
9	<1.5	<1.5	<1.5	6.52	4.3
10	<1.5	<1.5	<1.5	6.66	4.5
11	<1.5	<1.5	<1.5	7.01	4.7
12	<1.5	<1.5	<1.5	7.88	4.7
13	<1.5	<1.5	<1.5	8.83	4.8
14	<1.5	<1.5	<1.5	8.94	4.9
15	<1.5	<1.5	<1.5	9.65	5.1
16	<1.5	<1.5	<1.5	11.09	5.2
17	<1.5	<1.5	<1.5	15.71	5.4
18	<1.5	<1.5	<1.5	27.42	5.6
19	<1.5	<1.5	<1.5	32.86	6.3
20	<1.5	<1.5	<1.5	37.67	6.9
平均値	<1.5	<1.5	<1.5	10.71	4.6

* 分析のための通し番号であり、分析項目ごとのサンプルは同一個体ではない

** 鉛軽減システムの導入前（試行段階）

***鉛軽減システムの導入後（目視および簡易型金属探知機による確認・除去作業）

注）網掛け部分は国の安全基準地を越えたもの

なお、本研究の成果も一助となってイノシシ由来タンパク質の飼料、肥料原料の利用が可能となり、再資源化の道が大きく開けたが、一方でニホンジカに関しては比較的近縁であるアカシカ、オジロジカなどでプリオン症の一種である CWD（慢性消耗病、慢性消耗性疾患）が確認されているため、国内のニホンジカでの発症事例は確認されていないものの、依然、ニホンジカ由来タンパク質の飼料、肥料原料の利用には規制がかかった状態にある。ただし、高タンパク、低脂質で鉄分を多く含むシカ肉はジビエ肉だけではなくペットフードとしての人気も高く、肉や内臓や皮などの部位もペットフードとして利用されており、地域により利用率はイノシシよりもニホンジカの方が高い水準にある。

従って、既存の化製処理施設、野生動物用簡易減容化施設、ホームメイド型減容方法など、地域の捕獲の実情（捕獲数の規模や既存施設の有無、地域の投資量など）に合わせた手法を組み合わせるとともに、既存の食肉やペットフードの利用を活性化させる（残渣も再資源化できる本研究成果ともリンク）ことで、捕獲個体の活用方法の選択肢が大幅に拡大するものと考えられる。

ペットフードの利用が進まないイノシシの食肉残渣や食肉不可個体を再資源化することにより、現状の法令や制度の中で捕獲個体を最大限活用する流れ（図 9）が可能となり、また、捕獲個体の処分負担の軽減により更なる捕獲強化が見込まれる。

なお、捕獲と利活用の制限要因として残る捕獲個体の搬出負担については、平成 30 年度から「農研機構生研支援センター『生産性革命に向けた革新的技術開発事業』」を活用した「スマート捕獲・スマートジビエ技術の確立」の中で簡易捕獲個体搬出車両等の開発を行っており、将来的に捕獲個体の搬出が改善できるものと考えられる。

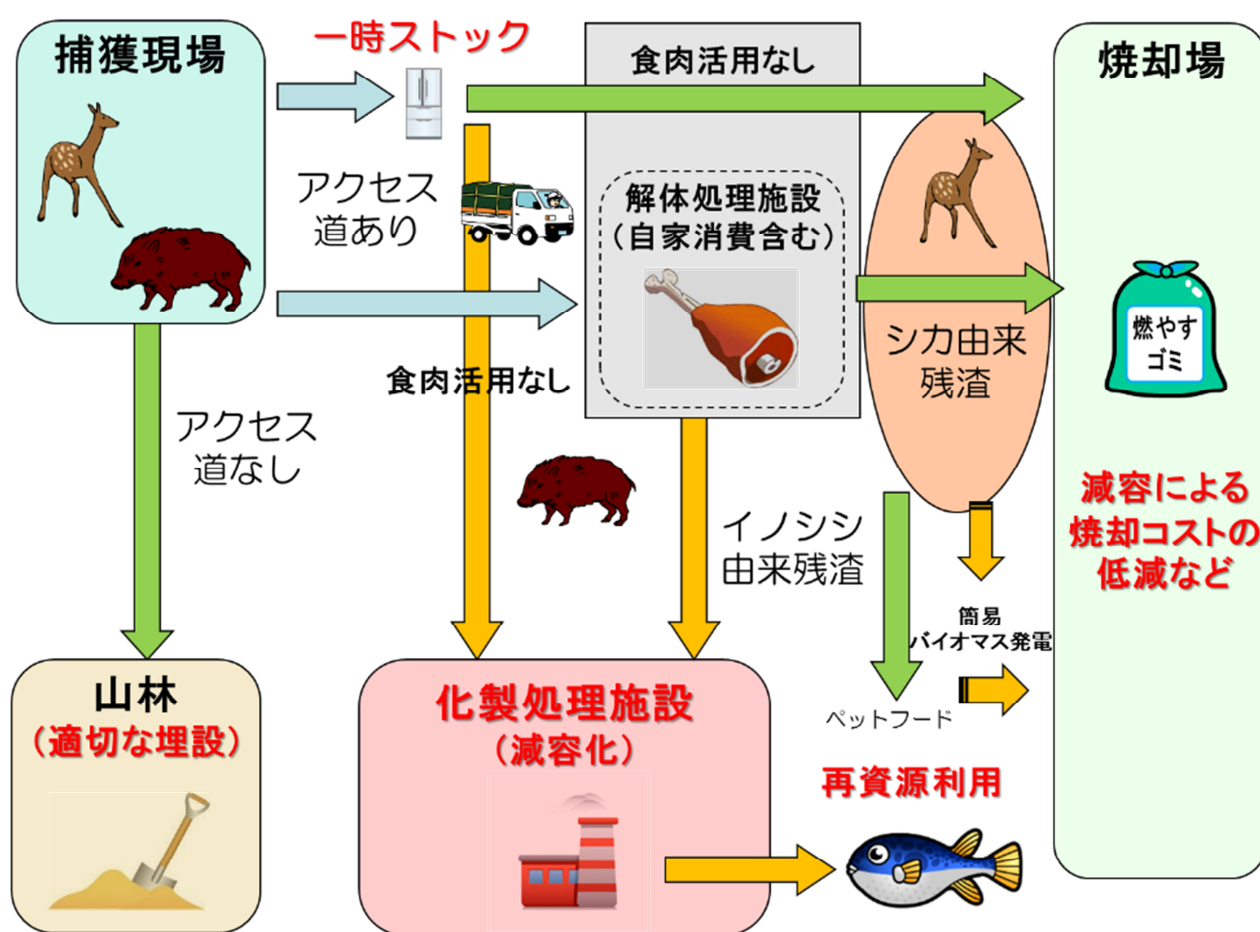


図 9 イノシシ・ニホンジカの完全活用に向けた捕獲個体利用システムの流れ

5. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

これまで実態把握が困難であったイノシシやニホンジカの捕獲個体のデータについて、都道府県だけではなく、より捕獲現場に近い市町村レベルにおいても捕獲個体の体重や性別などの個体情報や活用・処分状況などの情報データが不足、焼却施設での対応や埋設時の労力や場所の確保が捕獲強化におけるボトルネックとなっていることが明らかとなった。

また、イノシシ捕獲個体を化製処理することで捕獲個体の減容率を算出、生成物であるイノシシ由来タンパク質の成分分析により安全性を確認するとともに、飼料・肥料原料としての効果を実証し、新たな資源利用の可能性を示唆することとなった。ただし、研究実施当初、化製処理生成物であるイノシシ肉骨粉から国の飼料・肥料原料として利用する場合の基準値を超える鉛が検出された（化製処理により5倍程度濃縮されたことも原因の一つ）ことから、鉛の流入経路の解明と除去方法について検討、鉛リスクの軽減方法についてマニュアル化を行った。

(2) 環境政策への貢献

本研究の成果をもって、「捕獲個体の有効活用の拡大について」の提言を環境省および農林水産省に対して実施、途中成果も含めてデータ等の提供を随時行って来た。

<行政が既に活用した成果>

本研究成果であるイノシシの化製処理生成物の成分分析結果およびそれに関わる政策決定者向けサマリー等を参考に、「イノシシ由来たん白質の肥料原料としての利用」について平成29年12月27日付け農林水産省消費・安全局長通知により規制が解除された。

また、捕獲個体の食肉利用が全国的に推進されている中、食肉利用できない個体や食肉残渣はゴミとして処分されていたが、本研究によりそれら食肉利用不可個体や食肉利用不可部位についても新たに資源利用できる可能性が見出されたことから、平成31年度から鳥獣被害防止総合対策交付金の捕獲活動経費において「化製処理場等への持ち込み」が明記、増額措置されることとなった。

加えて、野生動物の捕獲（殺処分）を安全に行い、かつ食肉や肉骨粉などの資源利用を図る場合、鉛混入リスクを軽減するため、電気止め刺し器の導入や食肉解体処理施設等での金属探知機の導入など、都道府県や市町村での技術導入が取組まれている。

<行政が活用することが見込まれる成果>

政策決定者向けサマリーにおける2つの提言について、上述のとおり採用済みである。

また、焼却施設がない市町村や焼却施設の新設により野生動物を搬入できない地域、焼却炉の能力により捕獲個体の裁断等の作業が必要な地域において、既存の化製処理場の活用が検討されている。

（現在、野生動物管理の主体が市町村に権限移譲されており、本研究成果は市町村による活用が想定される）

※財務省、農林水産省、内閣府の視察に対応、農林水産省（鳥獣対策室、畜水産安全管理課、農産安全管理課等から情報提供の依頼があり対応

環境省 指定管理鳥獣捕獲等事業 都道府県担当者研修会および農林水産省 鳥獣被害対策基盤支援事業 利活用技術指導者育成研修など国の研修会での講演により研究成果を報告

6. 研究成果の主な発表状況

(1) 主な誌上発表

<査読付論文>

- 1) 古澤仁美、八代田千鶴、横田勉、高橋一英：日本緑化工学会誌，44(1)，131-134（2018）
「イオンメーターによる土壌水中の硝酸態窒素測定の有効性の検討」
- 2) 山端直人・飯場聡子：農業経営学会誌、(2019)（印刷中）「シカ捕獲個体利活用施設の経営収支」

<査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない。

(2) 主な口頭発表（学会等）

- 1) 平井英明、岩本一臣、小寺祐二：日本土壌肥料学会 佐賀大会（2016）
「イノシシ食肉利用残渣を活用した水稻育苗法の開発（その1）」
- 2) 平田滋樹、小寺祐二：日本哺乳類学会 つくば大会（2016）企画シンポジウム「捕獲個体の行方」、
-1 平田滋樹「農地周辺におけるイノシシ捕獲個体の行方」
-2 八代田千鶴「山林におけるニホンジカ捕獲個体の行方」
-3 山端直人「農地周辺におけるニホンジカ捕獲個体の行方」
- 3) 平田滋樹、山端直人：野生生物と社会学会 府中大会（2016）テーマセッション
「野生動物管理におけるコンプライアンスの課題」、
-1 平田滋樹「捕獲個体の最終処分に関わる法令とリスク」
-2 小寺祐二、竹田努「捕獲に関わる感染症リスクと調査におけるコンプライアンス」
- 4) 平井英明、鈴木英仁、小寺祐二：日本土壌肥料学会 仙台大会（2017）
「イノシシ食肉利用残渣を活用した水稻育苗法の開発（その2）」
- 5) 平田滋樹、山端直人、本田剛、小寺祐二、竹田努、竹内正彦、八代田千鶴：日本哺乳類学会 富山大会（2017）企画シンポジウム「人か技術か？ 鳥獣被害対策の主役」
- 6) 平井英明、牛久保拓、寺田森弥、清野穂香、高橋行継、小寺祐二：日本土壌肥料学会 神奈川大会（2018）
「イノシシ食肉利用残渣を活用した水稻育苗法の開発（その3）」
- 7) 山端直人、平田滋樹、小寺祐二：野生生物と社会学会大会 福岡大会（2018）
行政部会テーマセッション「ジビエの経営学 ～捕獲個体利活用事業の経営評価～」
- 8) H.Furussawa and C. Yayota: “ (2018) Impact of buried depths of sika deer carcass on soil water chemistry and appearance frequency of animal species at logging area in Tokushima, Japan ”, East Asian Federation of Ecological Societies International Congress.
- 9) S.Hirata: (2018) “Taiwan-Japan International Conference on the Control of Wild Mammal Damage ”, Introduction about new technology of the capture and utilization system for wild boar in Japan (台湾 農務局 招待講演)
- 10) 国民との対話：一般公開シンポジウム（完全活用コンソーシアム成果報告シンポジウム（2019））
「日本の野生動物管理と地域振興を考える」
-1 平田滋樹、宮原治郎「完全活用研究の成果報告」
-2 小寺祐二「イノシシ捕獲個体利用の安全性」
-3 古澤仁美、八代田千鶴「捕獲個体の適切な埋設方法など」

7. 研究者略歴

研究代表者：平田 滋樹

筑波大学大学院修士課程環境科学研究科修了、環境科学修士

本研究実施時は、長崎県農林技術開発センター 主任研究員

平成 31 年 4 月より（国研）農研機構 中央農業研究センター 上級研究員で現職

研究分担者

1) 八代田 千鶴

北海道大学大学院農学研究科修了、農学博士

現在、国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所主任研究員

2) 古澤 仁美

東京農業大学農学部修了、林学博士

現在、国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所室長

3) 小寺 祐二

東京農工大学大学院連合農学研究科資源・環境学専攻修了、農学博士

現在、宇都宮大学 雑草と里山の科学教育センター准教授

4) 平井 英明

京都大学大学院農学研究科博士後期課程農芸化学専攻、農学博士

現在、宇都宮大学農学部教授

5) 山端 直人

京都大学農学部修了、農学博士、三重県農業研究所主幹研究員

現在、兵庫県立大学自然・環境科学研究所教授、兵庫県森林動物研究センター主任研究員

Ⅱ－１ 捕獲個体の活用および処理の現状分析に関する研究 (捕獲個体の処理に関するアンケート調査および分析成果)

[要旨]

近年、イノシシ、ニホンジカ（以下、シカという。）等による農林業被害が深刻化しており、各地で被害軽減のための捕獲が進められているが、捕獲個体の処理が負担となり捕獲が進んでいない地域も多い。また、捕獲が強化される中で処理個体数の増加が予想されることから、捕獲個体の資源利用及び適正な処理方法の確立が求められている。

そこで各自治体が保有する平成 27 年度のデータについて、平成 28 年 12 月に 47 都道府県と 1,556 市町村の鳥獣被害対策関係の担当課へアンケート用紙を郵送し、回収した。質問事項はシカ及びイノシシに関しての捕獲実績と活用状況、埋設や焼却処理の課題や処理全般に関しての課題について調査した。

アンケートの回答では、最終処理方法としては埋設処理が主流であり、活用状況としては活用無しと自家消費という回答が多かった。また、捕獲頭数が多い地域ほど、商業的食肉利用が多い傾向が見られた。処理の課題としては、埋設処理では作業負担や場所の確保、焼却処理については施設がないこと、既存の焼却施設を利用するには断裁作業を求められることが挙げられた。

また、アンケート調査の補足として、5 件の自治体と 21 件の解体処理施設へのヒアリング調査を実施した。

これらの研究により、作業・費用コストが低い活用、処理方法については十分確立されておらず、効率的な個体処理方法と完全活用に向けた調査研究が必要とされていることが確認された。

研究の結果、同一年度における（本研究では平成 27 年度）捕獲数とその最終処理方法について全国規模の情報を収集・整理し、最終処理法の開発や評価に資する資料を作成することができた。

1. はじめに

近年、イノシシ、ニホンジカ（以下、シカという。）等による農林業被害が深刻化しており、各地で被害軽減のための捕獲が進められているが、捕獲個体の処理が負担となり捕獲が進んでいない地域も多い。また、捕獲が強化される中で処理個体数の増加が予想されることから、捕獲個体の資源利用及び適正な処理方法の確立が求められている。

このような状況の中、平成 28 年度から大学や国及び県の試験研究機関、民間企業等が参画し、環境研究総合推進費による研究「イノシシ、ニホンジカ等の適正かつ効率的な捕獲個体の処理及び完全活用システムの開発」を実施しており、捕獲個体の処理及び完全活用システムの確立に取り組んでいる。

全国的に捕獲数の統計情報は整備されているのに対し、捕獲後の処理に関する情報は不明な点が多く、捕獲個体の完全活用システムの開発に向け、システムの有効性や必要性を把握するための情報収集が求められていた。

2. 研究開発目的

本研究では、捕獲実績と活用状況、最終処理の課題を把握し、労力やコストを抑えた捕獲個体の完全活用システムの開発に向けた基礎資料とするため、全国の自治体を対象に調査を実施した。

3. 研究開発方法

(1) アンケート調査

平成 28 年 12 月に 47 都道府県と 1,556 市町村（鳥獣被害防止計画作成市町村を基本とし、イノシシ、シカの捕獲や生息情報等がある市町村を選定）へアンケート用紙を郵送し、回収した。また、平成 29 年 6 月に回

答のない自治体へ再送付した。回答の対象データ（捕獲頭数）は、各自治体が保有する平成 27 年度のデータとした。

質問事項はイノシシ及びシカに関する捕獲実績と活用状況、埋設や焼却処理の課題や処理全般についての要望について調査した。

（２）現地ヒアリング

アンケート調査の結果及び先進的な事例を勘案してヒアリング先を選定し、研究の趣旨に同意を得た自治体 5 件及び、解体処理施設 21 件について直接訪問し、イノシシ及びシカ捕獲後の処理について課題等をヒアリングした。

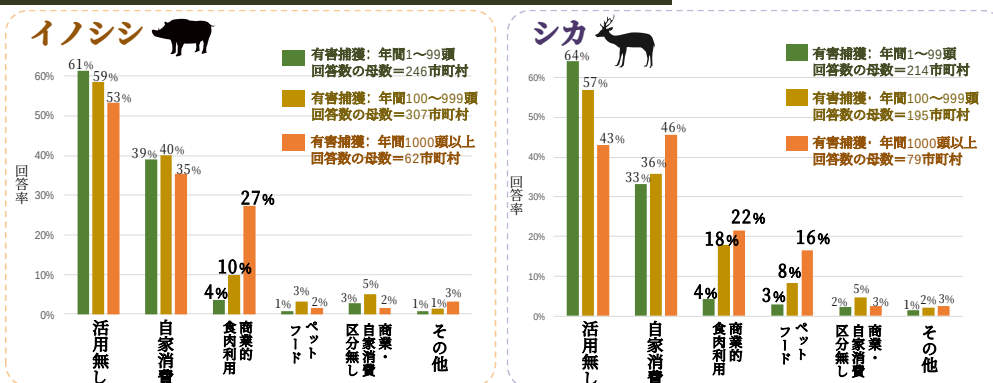
４．結果及び考察

アンケートは 47 都道府県、1,069 市町村から回答を得た（回収率：都道府県 100%、市町村 68.7%）。

アンケートの回答では、最終処理方法としては埋設処理が主流であり、活用状況としては活用無しと自家消費という回答が多かった（図Ⅱ1-1）。また、捕獲頭数が多い地域ほど、商業的食肉利用が多い傾向が見られた。処理の課題としては、埋設処理では作業負担や場所の確保、焼却処理については施設がないこと、既存の焼却施設を利用するには断裁作業を求められることが挙げられた。

作業・費用コストが低い活用、処理方法については十分確立されておらず、効率的な個体処理方法と完全活用に向けた調査研究が必要とされていることが確認された。

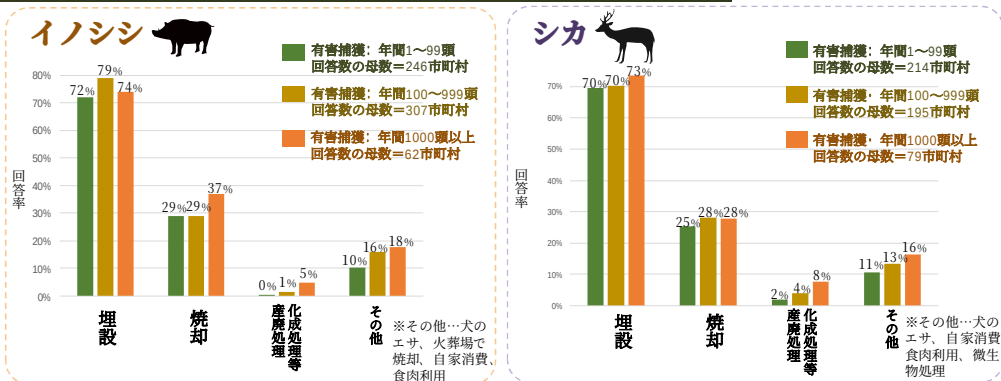
①イノシシ、シカの活用状況（複数回答）※市町村の回答



⇒活用なし、自家消費が多い

⇒捕獲頭数が多いほど、商用利用が行われている。

②イノシシ、シカの最終処理方法（複数回答）※市町村の回答



⇒埋設、焼却が多い。

図Ⅱ1-1 地方自治体における捕獲個体の最終処分の課題等アンケート結果

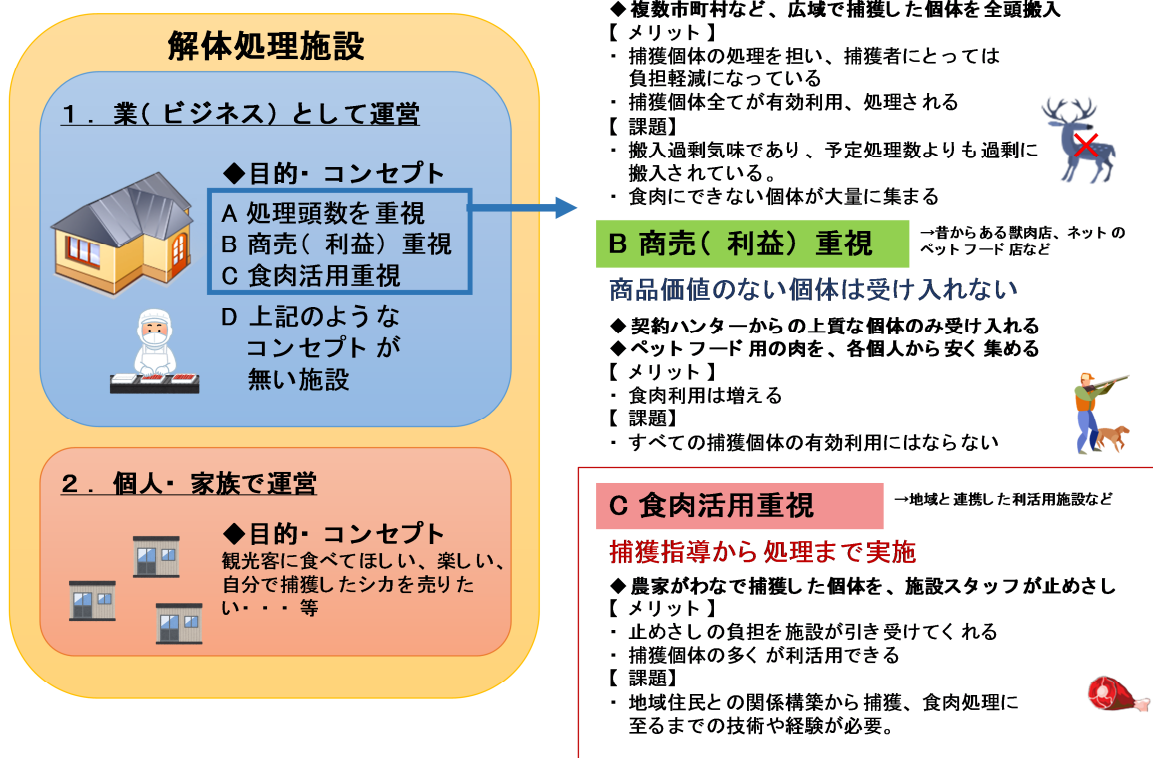
現地ヒアリングの結果、自治体においてはアンケートの回答と同様に、埋設処理の労力や埋設場所の不足が課題として挙げられた。また、捕獲個体の処理方法に関する情報不足や他部署との連携不足という現状も挙げられた。

解体処理施設へのヒアリングの結果をもとに、施設の運営タイプを3種類に分類した(図Ⅱ1-2)。A.処理頭数を重視する施設、B.商売(利益)を重視する施設、C.食肉活用を重視する施設の3つに分類し、それぞれのメリットとデメリットを整理した。Aでは年間1,000頭という規模で捕獲個体を処理できているが、食肉にできない個体も大量に集まるため、減容化処理等の最終処理手段も併せて必要になる。Bでは、商品価値のある個体は受け入れるが、そうでない個体は受け入れないため、捕獲個体全てを処理できる施設とはならない。Cは農家等が捕獲した個体を施設スタッフが止め刺しを行うため、被害防止のための捕獲に寄与するが、様々なスキルを持つ施設スタッフの人材確保が課題になる。

被害対策を目的とし、継続的に運営するためにはCが理想的であるが、人材確保が課題である。また、国や都道府県で推進するには、Aが運営しやすいと考えられる。今後は、各タイプの施設運営に役立つ作業・費用コストが低い活用、処理方法について開発、普及するとともに、Cの運営ができるように人材育成や情報発信を続けていく必要があると考えられる。

以上のように捕獲後の食肉や飼料・肥料原料等の捕獲個体の有効活用や捕獲個体の効率的な処分方法を導入しながら捕獲作業や行政の負担を軽減しなければ、高齢化・過疎化が深刻化する中で担い手を確保・育成しながら捕獲強化を図ることは困難になるものと考えられる。

解体処理施設の運営事例



図Ⅱ1-2 解体処理施設における運営タイプ別分類

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

これまで、全国的に捕獲数の統計情報は整備されていたが、捕獲後の処理に関する情報は不明な点が多かった。捕獲個体の完全活用システムの開発に向けてシステムの有効性や必要性を把握するための情報収集が求められていたことに対し、同一年度における（本研究では平成 27 年度）捕獲数とその最終処理方法について全国規模の情報を収集し、整理しただけでなく、直接処理施設に赴くことで、現地での状況を把握し情報の補強することができた。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

収集した情報は整理し、シンポジウムでのポスター発表や、アンケートを発送した都道府県及び市町村にフィードバックとして結果を送付した。これにより、これまで共有することが難しかった全国における鳥獣の捕獲状況とその最終処理状況について各都道府県及び市町村の鳥獣対策業務の担当者が把握できるようになった。拡大傾向にあるイノシシやシカの被害対策について、これまで被害のなかった地域では、今後の対策や最終処理の計画作成に資する資料として活用が見込まれる。また、すでに被害を受けている地域では他地域とのより深い情報共有のための資料として活用されることが見込まれる。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

特に記載すべき事項はない。

<論文（査読あり）>

特に記載すべき事項はない。

<査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表（学会等）

特に記載すべき事項はない。

(3) 知的財産権

特に記載すべき事項はない。

(4)「国民との科学・技術対話」の実施

- 1) 一般公開シンポジウム「日本の野生動物管理と地域振興を考える」

(主催：捕獲個体の完全活用コンソーシアム、2019年3月6日、木材会館大ホール、観客約120名)
にてポスター発表

- 2) アンケート用紙を発送した47都道府県、1,556市町村に対し、アンケート結果の概要版を郵送し、相互の情報共有や意見交換を実施した

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

Ⅱ－２ イノシシ、ニホンジカ等の適正かつ効率的な捕獲処理および完全資源化に関する研究

[要旨]

イノシシ等の捕獲個体について長崎県を中心に捕獲個体の体重や最終処分方法について調査分析を実施、幼獣や亜成獣などの小型個体を中心とした捕獲となっており、かつ食肉利用等が推進されているにも関わらず頭数ベースで85%、重量ベースでは95%がゴミとして処分されていることが明らかとなった。これらの捕獲個体の処分作業は捕獲強化を進める上で捕獲作業や地方行政機関などの地域負担となっており、特に地域に焼却施設の利用が困難な場合には、捕獲個体の回収を強化する必要性が示唆された。

捕獲個体をレンダリング処理することで減容化、再資源化が可能となったものの、試行段階で鉛の濃縮が確認されたことから捕獲個体約500頭を解剖し鉛混入の現状を分析、鉛リスクの軽減を可能とする段階的な手法を検討し、鉛濃縮を回避できるようにした。

またこれらの成果を取りまとめ、捕獲個体の食肉利用以外の多様な有効活用について政策決定者に向けて提言を実施した。

1. はじめに

イノシシやニホンジカの個体数増加、分布域拡大に伴い、全国各地で農林水産業への被害、生態系への被害等が発生している。また近年、これら動物の市街地出没等による交通事故や人身被害も発生しており、人間との軋轢回避のための捕獲強化が求められている。そこで、鳥獣保護管理法の改正により、特に被害が深刻なイノシシとニホンジカの2種について国が指定管理鳥獣に定め、指定管理鳥獣捕獲等事業などの制度を新設し捕獲強化が図られているものの、捕獲作業における捕獲個体の処分負担が作業や行政機関での新たな課題となりつつある。

本研究では全国の10%以上の捕獲数を占める長崎県を中心に捕獲個体の体重や捕獲後の処分実態を分析し、これら捕獲個体の中でも食肉利用できない個体についてその捕獲個体を集積し、レンダリング処理により肉骨粉を生成、これらの成分分析による飼料・肥料原料としての安全性や有効成分について検討した。また、研究分担者と共同で捕獲個体の減容化・再資源化の技術を確認し、更なる捕獲強化と適正な捕獲個体の処分および有効利用の拡大を目指した。

2. 研究開発目的

現在、野生動物との軋轢回避のため、全国で年間50万頭のイノシシと70万頭のニホンジカが捕獲されている。捕獲個体の処分負担の軽減と新たな地域資源の創出のため、国をあげて捕獲個体の食肉利用（ジビエ推進）が進められており、全国各地に563件の専門施設が設置され稼働（平成29年度農林水産省大臣官房統計部調査）、一定の効果を上げている。しかしながら捕獲個体の食肉利用は捕獲数全体の1割程度しかなく、食肉利用された場合であっても野生動物は歩留りが低く、多くの部分が残渣として処分されている状況にある。

このような状況に関して、本研究では捕獲個体とその利用状況について調査分析を行い、捕獲された個体が食肉利用されていない要因を明らかにする。また、食肉利用時の残渣に対しても処分負担が施設運営を圧迫する場合があることから、食肉利用以外の有効方法として、水産漁業用の飼料や園芸用の肥料の原料とするため、捕獲個体から肉骨粉を生成、その成分分析や飼養・栽培効果の検証を行った。

上記により省力的かつ効率的なイノシシ、ニホンジカ等の処分方法を確立し、その成果を以って捕獲の推進や地域資源の創出を図ることで、野生鳥獣の適正管理と里地・里山等の保全および人と自然との健全な共存関係構築に寄与することを目的とする。

3. 研究開発方法

(1) 長崎県におけるイノシシ等捕獲個体の実態把握

長崎県では年間約4万頭（国内捕獲の約10%を占めており、8年連続で全国1位の捕獲数となっている）のイノシシが捕獲されている。県内には10か所以上の解体処理施設が設置されており、ジビエ利用の推進が図られているものの、他の地域と同様に捕獲個体のほとんどが埋焼却処分されている現状にある。そこで県内で捕獲されているイノシシ等について、体重と活用および処理状況のデータを収集分析し、捕獲個体の状況と活用の状況把握を行った。

また、共同研究機関と共同で回収したイノシシ約500頭の体重や体長、性別や週齢、栄養状態などの詳細な個体情報を収集し、捕獲回収個体の傾向を明らかにした。

(2) イノシシ由来肉骨粉における鉛リスクの現状把握と回避手法の確立

本研究の試行段階においてイノシシ由来の肉骨粉から国の基準値を超える高濃度の鉛が検出された。そのため、捕獲回収したイノシシ約500頭について外見からの外傷の調査と解剖による鉛の摘出、得られた鉛銃弾および銃による止め刺しを実施した捕獲個体から収集した鉛銃弾を収集し、一般的に解体処理施設等で使用されている簡易型金属探知機による検知検査を実施した。また、ここで得られた成果に基づき、捕獲個体およびジビエ肉を含む生成物への鉛混入リスクの軽減方法について検証を行った。

4. 結果及び考察

(1) 長崎県におけるイノシシ等捕獲個体の実態把握

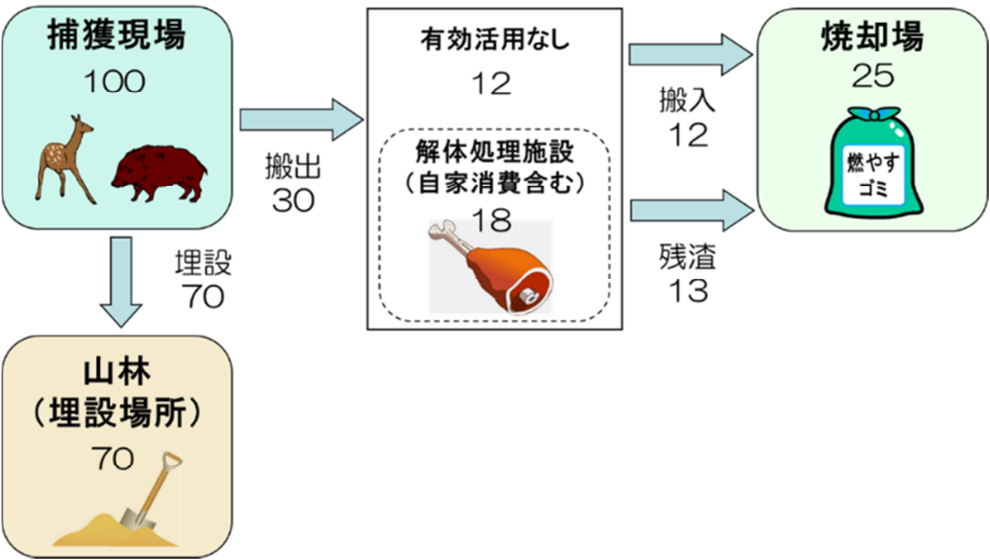
多くの都道府県および市町村では捕獲個体の性別や体長、体重、妊娠状態などの個体データを収集出来ておらず、全域的に体重等のデータを収集している都道府県は2県しかなかった。有害鳥獣捕獲の許可権限を有し、ジビエ活用にも取り組むことが多い市町村では性別や成獣・幼獣の区分データなどを収集している場合が多かったものの、処理状況までの把握は行われていなかった。

今回、長崎県で捕獲されている捕獲個体の利用と処分状況を調査したところ、ジビエ利用は決して高くはなく（図Ⅱ2-1）、70%が捕獲場所での埋設処分されており、搬出された個体であってもジビエ利用は18%（うち商業的利用は3%、非商業的利用である自家消費が15%を占めていた）で食肉残渣である非可食部位と非可食個体が25%を占めることが明らかとなった。このジビエ利用が低調な理由の一つとして、捕獲個体が小型であるため、食肉処理が困難な点が考えられる。これを裏付けるように、長崎県で捕獲されているイノシシについては比較的体重の軽い小型個体を中心とした捕獲がされており（図Ⅱ2-2）、20kg以下の個体が61.4%、40kg以下の個体では81.4%と一般的な歩留り（精肉比率）が30%程度とされるイノシシではジビエ利用が困難な個体が大半を占めていた。

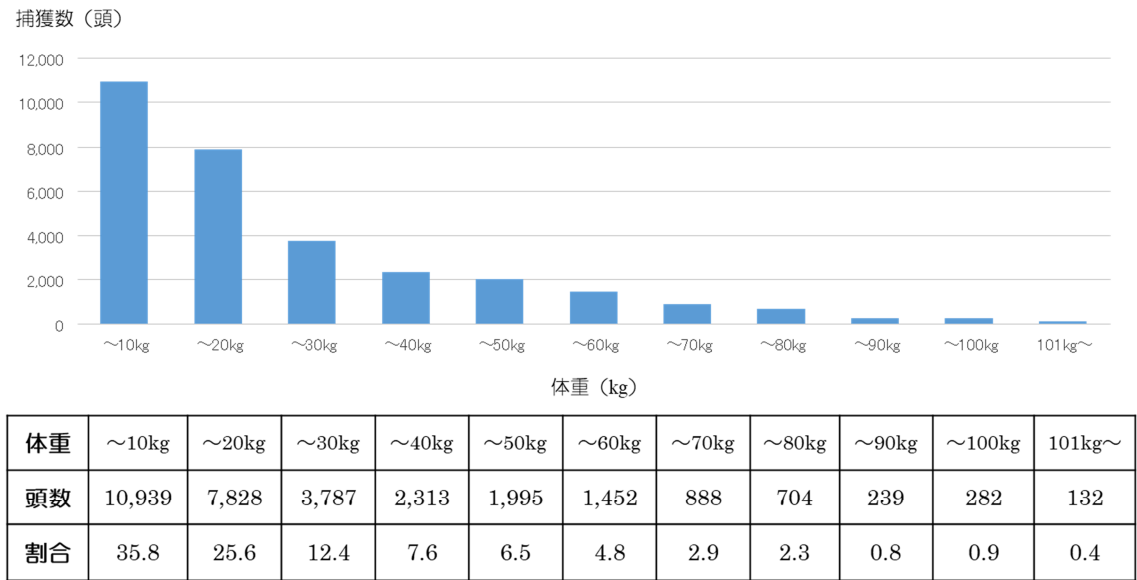
一方で、小型個体の捕獲が多いものの、捕獲個体の大部分が埋設されている現状は、小型個体であっても血縁関係のある群れを構成するイノシシでは複数頭が同時に捕獲できるため搬出が困難であること、そして、搬出負担よりも埋設負担の方が軽微であること（表Ⅱ6-2）などが推測される。今回、共同研究機関であるハラサングョウ株式会社と回収システムを構築し、県内外のイノシシを回収したところ、回収スタート時は中型個体が少なく、小型個体と大型個体を中心に回収が進んだものの、システムの周知が進み回収が円滑に実施されるにつれて中型個体も回収され、地域の捕獲傾向と一致するようになった（図Ⅱ2-3）。

なお、小型個体を中心とした捕獲については、長崎県内では96%がわなで捕獲されており、特に箱わなや囲いわなによる捕獲手法の場合、警戒心が比較的低いとされる幼獣から誘引・捕獲される傾向が要因の一つであると考えられる。

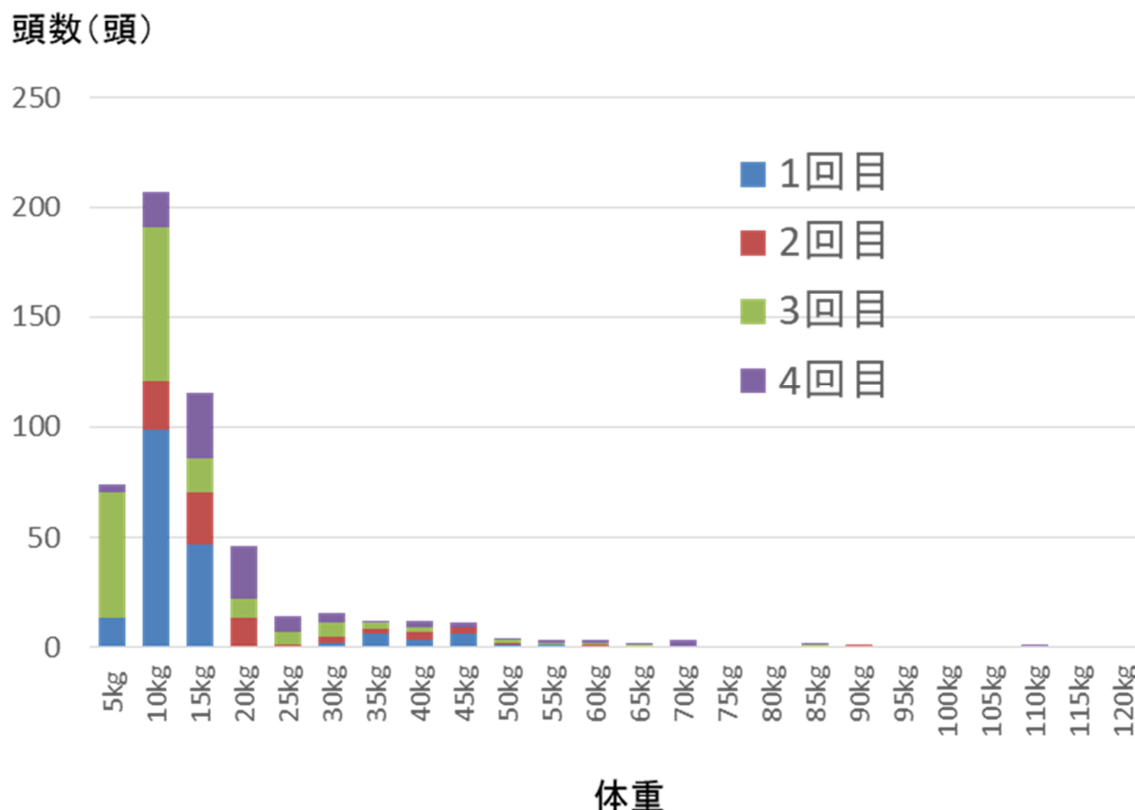
今後、捕獲による個体数調整効果を高めるとともに、ジビエ利用や飼料・肥料原料として捕獲個体を有効活用する場合、大型の成獣を捕獲するなど捕獲数だけではなく、捕獲個体の質についても留意する必要がある。



図Ⅱ2-1 長崎県における捕獲個体の利用および処分状況
(数字は重量ベースのパーセンテージを示す)



図Ⅱ2-2 長崎県における体重別イノシシ捕獲数



図II2-3 一時ストックヤード活用により回収された体重別イノシシの個体数

(2) イノシシ由来肉骨粉における鉛リスクの現状把握と回避手法の確立

試行的に実施したイノシシ由来の肉骨粉の生成および成分分析の結果、国の基準を超える高濃度の鉛が含まれることが分かった（表II2-1）。別課題のレンダリング処理による減容率の算出により、肉骨粉の成分は生体と比較して理論上は5倍程度に濃縮されると考えられるが、最も鉛含有量が多い肉骨粉ロットでは基準値の5倍を超えるサンプルが1例あり、生体時に鉛が局在的に混入している可能性が示唆された。一般的にイノシシの場合、鉛の混入は①銃弾による鉛の混入と②土壌等からの生物濃縮が考えられ、後者の場合肝臓に多く蓄積することが知られている。前者の銃弾による鉛の混入は、銃による捕獲作業において弾丸が体内に留まったまま死亡に至らずに生存する場合（「半矢」と呼ばれる状態）と止め刺しなどの殺処分時に弾丸が体内に入る場合がある。今回のレンダリングではブタのレーンと死亡牛のレーンの2種類のレンダリング処理ルートを使用した。前後のレンダリング生成物では鉛が検出されなかったことから、イノシシ由来の鉛であったものと考えられる。そこで約500頭の回収イノシシの外傷と解剖を行い、鉛銃弾の混入状況を把握するとともに鉛の除去を行った（図II2-4）。

その結果、526頭中、銃弾を体内に有する個体は3個体であり、うち2頭がスラッグ弾という大型獣を対象とした捕獲時に使用される銃弾、1頭がBB弾と呼ばれる一般的に中型獣や鳥類の捕獲時に使用される銃弾であった（表II2-2）。特にBB弾は直径4.5mm程度の小型の弾が複数、一つのシェル内に入っており、頭骨などの硬い部分に当たると容易に変形や断片化することから、発見や摘出が困難でありジビエ肉や肉骨粉等への混入リスクが高まる可能性がある上、大型獣では半矢になり捕獲時の危険性も高い。そのため、適正かつ安全な捕獲作業を実施し、かつ鉛リスクを軽減して捕獲個体の有効利用を行うためには①非鉛製弾の利用（鉛

製弾を利用する場合にはスラグなどの大型弾を使用する)や電気止め刺し器の利用を推進するとともに②食肉解体処理施設での目視および金属探知機の利用、③食肉残渣や食肉不可個体の化製処理場での検査や金属探知機の利用など、複数段階での鉛リスクの軽減が可能である(図Ⅱ2-5)。

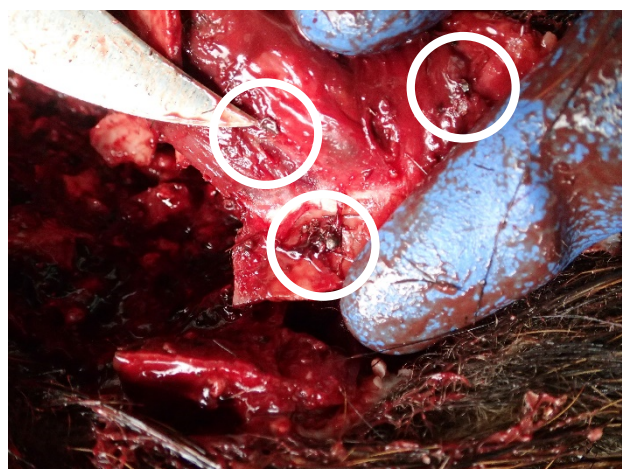
なお、本研究におけるイノシシ由来のタンパク質の飼料原料の利用や肥料原料の利用、捕獲作業や埋設作業等については多くの法令が関与しており(表Ⅱ2-3)、作業や行政は分野横断的に情報を共有したり、捕獲から処分、活用までの法的な整合性を得たりする必要がある。

表Ⅱ2-1 イノシシ由来肉骨粉の成分等の分析結果
(網掛け部分が基準値を超えるものを示す、分析は長崎県食品衛生協会が実施)

ロット番号	全N	全C	全P	たんぱく質	脂質	水分	重金属等				鉛除去処理後	
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	Cd	Pb	総As	総Hg	Pb	Pb
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
—	—	—	0.17*	18.8*	19.8*	60.1*	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	3**	7**	7**	1**	7**	7**
1	12.2	49.4	2.5	66.7	10.6	7.1	<0.1	3.49	<1	0.02	2.7	<1.5
2	11.2	46.1	2.8	67.4	10.9	7.2	<0.1	8.94	<1	0.03	6.3	<1.5
3	11.3	47.2	2.2	67.3	10.8	7.3	<0.1	6.52	<1	0.02	3.1	<1.5
4	12.3	49.3	2.6	65.8	10.7	7.5	<0.1	4.23	<1	0.02	5.2	<1.5
5	11.7	48.2	2.5	66.3	10.9	6.9	<0.1	2.18	<1	0.02	3.7	<1.5
6	12.1	48.5	2.2	64.6	10.6	7.2	<0.1	3.94	<1	0.02	2.9	<1.5
7	12.3	50.9	2.4	64.3	10.9	7.5	<0.1	8.83	<1	0.02	4.8	<1.5
8	12.0	47.7	2.2	68.8	11.0	6.7	<0.1	3.89	<1	0.02	6.9	<1.5
9	11.9	49.5	3.2	67.4	10.7	6.6	<0.1	9.65	<1	0.02	4.1	<1.5
10	12.0	48.7	2.4	68.8	11.0	7.4	<0.1	5.45	<1	0.02	3.5	<1.5
11	11.5	45.8	2.6	66.7	10.8	7.8	<0.1	7.01	<1	0.02	5.6	<1.5
12	11.7	49.4	2.5	69.5	10.9	7.4	<0.1	4.48	<1	0.02	4.7	<1.5
13	11.9	49.3	2.6	60.8	10.8	6.9	<0.1	7.88	<1	0.02	4.5	<1.5
14	11.5	46.5	2.2	69.2	10.8	7.9	<0.1	6.66	<1	0.02	4.0	<1.5
15	11.5	47.9	2.8	66.2	10.8	7.5	<0.1	27.42	<1	0.02	5.4	<1.5
16	11.6	48.8	2.7	63.8	11.0	7.7	<0.1	6.35	<1	0.02	4.9	<1.5
17	12.1	49.1	2.6	61.1	10.9	7.6	<0.1	11.09	<1	0.02	4.3	<1.5
18	11.1	45.7	2.8	61.1	10.8	7.4	<0.1	15.71	<1	0.02	5.1	<1.5
19	11.6	49.2	2.3	63.7	10.7	8.1	<0.1	32.86	<1	0.02	3.1	<1.5
20	11.9	48.6	2.2	63.5	11.1	7.4	<0.1	37.67	<1	0.02	4.7	<1.5
平均値	11.8	48.3	2.5	65.7	10.8	7.4	<0.1	10.71	<1	0.02	4.5	<1.5

* いのしし、肉、脂身付き 生(日本食品標準成分表 2015 年版(七訂))を参照

**飼料の有害物質の指導基準及び管理基準について(平成 30 年 12 月 19 日 30 消安第 4500 号)を参照



図Ⅱ2-4 イノシシ回収個体の外部検査および解剖による鉛除去
(左:ナイフの先の円内に銃痕を示す、右:ナイフおよび指先の円内に銃弾を示す)

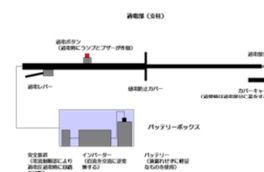
表Ⅱ2-2 イノシシ回収個体の銃痕および鉛の回収状況

	第1回(11月)	第2回(3月)	第3回(12月)	第4回(2月)
銃痕あり	2頭	2頭	2頭	0頭
鉛回収あり		1頭	2頭	—
脳幹採取あり	1頭	—	18頭	14頭
全分析個体数	178頭	74頭	175頭	99頭

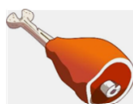
①捕獲段階



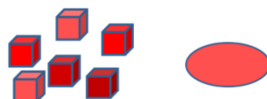
- 非鉛製弾使用の検討
- 大型弾（スラッグ弾）の使用



- 電気ショック等の銃を使用しない止め刺し方法の導入

②活用段階
（食肉）

- 食肉利用時の金属探知機等による検査の実施
- 肝臓などの鉛の蓄積が多い臓器の除去

③活用段階
（化製処理等）

- 一時処理（裁断・ペースト化）物の金属探知機等による検査

図Ⅱ2-5 捕獲個体を活用する場合の鉛混入リスクの軽減手法

表Ⅱ2-3 野生動物の捕獲および処分、活用等に関わる主な法令一覧

法令・規則（名称は正式名ではなく通称や略称、主な条項を示す）	所管省庁
鳥獣保護管理法（第11条第1項、第12条第1項第3号、第13条、第14条第3項、施行規則第7条、第8条、第10条第3項）	環境省
自然公園法（第20条第3項、第21条第3項）特別地域及び特別保護地区内での利用許可	環境省
電波法（第108条の2、第110条）わなや狩猟犬用発信器の使用制限	総務省
銃刀法（第2条、第22条、第37条、第102条）銃および止め刺しや放血に用いる狩猟ナイフ等の所持制限	警察庁
火薬取締法（第2条の3、第17条の3、第22条、第25条の1）鳥獣の捕獲等に要する銃用雷管や火薬の製造や使用の制限	経済産業省
と畜場法（第3条の1）イノシシ、ニホンジカがと畜に含まれないことを定義	農林水産省
家畜伝染病予防法（第11条、施行令第1条）家畜の定義や取扱い、処分や化製処理についても定義や規則	農林水産省
廃棄物処理法（第16条）最終処分場でない公有地などに移動させてみだりに埋め立てする行為の制限や緩和	環境省
化製処理法（第8条）化製処理場への受入や処理の適正化を定義	環境省
飼料安全法：飼料の原料、使用等の制限や登録	農林水産省
肥料取締法：肥料の原料、使用等の制限や登録	農林水産省
ペットフード安全法：ペットフードの原料、使用等の制限や登録	農林水産省

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

これまで不明であった捕獲個体の利用・処分状況の実情が明らかとなり、今後の個体数調整や有効活用の効率化が可能となった。また、野生動物の捕獲と活用を安全に実施するための止め刺しや検査方法など、鉛リスクの軽減手法が確立できた。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

本研究成果であるイノシシの化製処理生成物の成分分析結果およびそれに関わる政策決定者向けサマリー等を参考に、「イノシシ由来たん白質の肥料原料としての利用」について平成 29 年 12 月 27 日付け農林水産省消費・安全局長通知により規制が解除された。

また、野生動物の捕獲（殺処分）を安全に行い、かつ食肉や肉骨粉などの資源利用を図る上で有効な電気止め刺し器（長崎県等の開発、技術普及中）が年間 200 基程度、都道府県や市町村で導入されている。

その他、復興庁 避難 12 市町村鳥獣被害対策会議において専門家チーム委員として、住民帰還に向けた鳥獣被害対策マニュアル作成に研究成果等を提供した。

<行政が活用することが見込まれる成果>

焼却施設がない市町村や焼却施設の新設により野生動物を搬入できない地域、焼却炉の能力により捕獲個体の裁断等の作業が必要な地域において、既存の化製処理場の活用を検討されている。

（現在、野生動物管理の主体が市町村に権限移譲されており、本研究成果は市町村による活用が想定される）

また、農林水産省鳥獣被害対策基盤支援事業 利活用技術指導者育成研修「被害対策・地域振興に結びつける捕獲個体の利活用」における講演で、成果の一つである捕獲個体の利活用の現状と再資源化等について講演、さらに環境省 指定管理鳥獣捕獲等事業 都道府県担当者研修における講演で成果の一つである捕獲作業における処理負担の軽減と放置個体による動物等の誘因について講演し、人材育成に寄与した。

6. 国際共同研究等の状況

(1) 日本哺乳類学会国際交流委員会を通じて台湾農務局から招待講演に対応、本研究成果の報告を実施した。今後も日本哺乳類学会および台湾東海大学を通じて情報共有や交流を継続予定。

(2) フランス国立狩猟研究所の Eric Baubet 氏、Vajas Pablo 氏の案内のもと、フランス国内の捕獲個体の処分、活用状況の調査を実施。加えて、本研究成果を中心にプレゼンテーションを行い、相互の研究成果等の情報交換を行った。今後も両氏との相互連携を予定している。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

特に記載すべき事項はない。

<査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない。

＜その他誌上発表（査読なし）＞

特に記載すべき事項はない。

（２）口頭発表（学会等）

- 1) 平田滋樹、小寺祐二：日本哺乳類学会 つくば大会（2016）企画シンポジウム「捕獲個体の行方」、平田滋樹「農地周辺におけるイノシシ捕獲個体の行方」
- 2) 平田滋樹、山端直人：野生生物と社会学会 府中大会（2016）テーマセッション「野生動物管理におけるコンプライアンスの課題」、平田滋樹「捕獲個体の最終処分に関わる法令とリスク」
- 3) 平田滋樹、山端直人、本田剛、小寺祐二、竹田努、竹内正彦、八代田千鶴
日本哺乳類学会 富山大会（2017）企画シンポジウム「人か技術か？ 鳥獣被害対策の主役」
- 4) 山端直人、平田滋樹、小寺祐二：野生生物と社会学会大会 福岡大会（2018）
行政部会テーマセッション「ジビエの経営学 ～捕獲個体利活用事業の経営評価～」
- 5) S.Hirata: (2018) “Taiwan-Japan International Conference on the Control of Wild Mammal Damage”, Introduction about new technology of the capture and utilization system for wild boar in Japan (台湾 農務局 招待講演)

（３）知的財産権

特に記載すべき事項はない。」と必ず書くこと。

（４）「国民との科学・技術対話」の実施

- 1) 長崎県農林技術開発センター 一般公開（2016 年 11 月 19 日、参加者約 700 名）にて成果紹介
- 2) 一般公開シンポジウム「日本の野生動物管理と地域振興を考える」
（主催：捕獲個体の完全活用コンソーシアム、2019 年 3 月 6 日、木材会館大ホール、観客約 120 名）
にて講演

（５）マスコミ等への公表・報道等

- 1) NHK 特集ニュース（平成 30 年 8 月 29 日など複数回 「九州各地で進む対策 長崎では」において 10 分ほど特集紹介）

（６）その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

Ⅱ－３ 捕獲個体（ニホンジカ）の放置、埋設等による環境負荷に関する研究

[要旨]

シカ捕獲個体の地表面設置および埋設深度が、土壌水成分と周辺に生息する野生鳥獣に及ぼす影響を検討した。埋設深度を３段階（0m 区（地表面設置）、0.5m 区、1.5m 区）としシカを１頭ずつ埋設する埋設区と、シカを埋設しない対照区を設定した。埋設区には自動撮影カメラを設置し、出没する野生鳥獣の種類と撮影回数を記録した。また、各区に長さ 1.5m の集水導管を設置し、1.5m 深から定期的に土壌水を採取し成分を分析した。野生鳥獣の出没は設置直後の 0m 区で多く、特にイノシシおよびタヌキの撮影回数が顕著に増加し、地表面設置はシカ個体を採食する野生鳥獣を誘引することが示された。それ以外の埋設区では野生鳥獣による掘り起こしは確認されなかった。土壌水の全窒素濃度は 1.5m 区で半年後から顕著に増加し 2 年近く高い濃度が維持されたが、0.5m 区の全窒素濃度は測定期間中低濃度で推移した。0m 区では捕獲個体直下の全窒素濃度が一時的に増加後、急速に減少した。以上のことから、地表面設置では他の野生鳥獣の採食により速やかに消失することで土壌への影響が短期間であったが、埋設深度が深い場合は影響が長期間に及ぶとともに嫌気的な条件にあるため通常とは異なる有機物の分解過程が起きていることが示唆された。

複数頭埋設地として、冬季に短期間で複数頭埋設し埋め戻した埋設穴 A と夏季に長期間にわたり直上は開放状態で継続的に埋設した埋設穴 B で調査を行った。各埋設穴に長さ 1.5m の集水導管を設置し、季節毎に 1.5m 深から土壌水を採取し分析した。土壌水の全窒素濃度は、埋設穴 A で非常に高くその後徐々に減少した一方、埋設穴 B は測定期間を通して埋設穴 A より低かった。どちらの埋設穴でもアンモニア態窒素が大半を占めており、嫌気的な条件にあるため硝酸態窒素への変換が進まない状況であると考えられた。

以上のことから、森林内でシカ捕獲個体を埋設する場合は、数頭ずつ分散し 0.5m 程度の深度で埋設することが環境負荷の少ない埋設方法と考えられた。

1. はじめに

近年、ニホンジカ（以下、シカとする）およびイノシシなど野生鳥獣の個体数増加と生息分布域の拡大により、農林業被害だけでなく、生態系および生活環境等への被害が深刻化している。このような現状から、国は「抜本的な鳥獣捕獲強化対策」の中で、シカおよびイノシシの個体数を 2023 年までに半減させる目標を打ち出した（引用文献 1）。これを受けて、2014 年には「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」が改正され、法律の目的に従来の保護だけでなく管理が加えられた。また、シカおよびイノシシは指定管理鳥獣に指定されたことから、各地で被害軽減のための捕獲がさらに強化されている。このような施策の推進により捕獲頭数が急激に増加する一方で捕獲後の処理体制の整備は進んでいないことから、捕獲個体の非効率な焼却処分や不適切な埋設処分が増えることが懸念されている。

シカは農業被害だけでなく林業や森林生態系への影響も著しいため、森林内での捕獲も進められている。この場合は捕獲場所からの搬出が困難な地域も多いことから、捕獲個体のほとんどが現場埋設されているのが現状である。また、2014 年の法律改正時に創設された指定管理鳥獣捕獲等事業では、実施に際しての特例措置が設けられており、必要性が認められた場合は捕獲個体の放置が可能となった。しかし、捕獲個体の埋設方法や放置の要件には一定の基準はなく、周辺環境へ及ぼす影響は明らかになっていない。さらに、近年実施件数が増えている事業による捕獲の場合は、埋設作業の省力化のため重機により掘削した大規模埋設穴に複数頭を埋設することが多いが、周辺環境への影響を調査した事例はほとんどない。

2. 研究開発目的

本研究では、森林内における環境負荷の少ない捕獲個体の適正な処理方法の確立を目的として、シカ捕獲個体の地表面設置および埋設深度が土壌水成分と周辺に生息する野生鳥獣に及ぼす影響を検討した。また、複数頭埋設による周辺環境への影響を把握するために、複数頭埋設穴における土壌水の成分分析を行った。

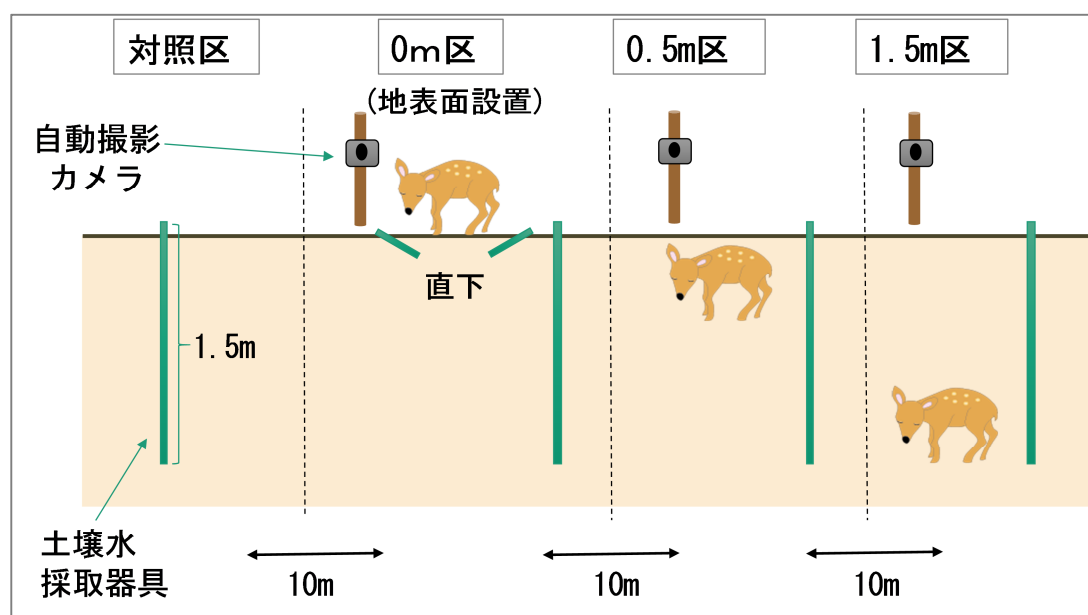
3. 研究開発方法

(1) 新規埋設試験

徳島県三好市の再造林地において、新規にシカを埋設する試験を行った。埋設深度を3段階（0m区（地表面設置）、0.5m区、1.5m区）設定しシカを1頭ずつ埋設する埋設区と、シカを埋設しない対照区の4処理区を1試験区とし、2016年から2017年の冬季および2017年の夏季にそれぞれ3試験区ずつ設定した。各処理区は10m間隔で再造林地の斜面に対して平行に設置し（図II3-1）、各試験区は再造林地の斜面に対して垂直方向にそれぞれ20m以上の間隔をあけて設置した。なお、3段階の埋設深度については、先行研究（3K152007「指定管理鳥獣の放置要件に関する研究」）にも関連する0m区、人力で埋設作業を行う際（30～50cm）の一般的な深さである0.5m区、重機を使って埋設穴を掘る場合に使われる1.5m区など、作業負担や作業時間、作業労力等に関わる経営評価等の埋設作業とそこでの捕獲個体の分解状況などについて事前調査を実施した上で代表的かつ現実的なものを選択した。

各処理区に長さ1.5mの集水導管を設置し、真空生成器等を用いて月2回から2か月に1回程度、1.5m深の土壌水を採取した（図II3-2）。土壌水を採取した期間は、冬季埋設で2017年1月から2018年11月までの1年11か月、夏季埋設では2017年7月から2018年11月までの1年4か月であった。各採取時において、採取した土壌水はメンブレンフィルター（アドバンテック社製）でろ過後、成分分析まで冷蔵で保存した。土壌水の分析項目は、全窒素、アンモニア態窒素、硝酸態窒素とした。全窒素は全有機体炭素計（島津製作所、TOC-L）で、アンモニア態窒素と硝酸態窒素はイオンクロマトグラフ（サーモフィッシャーサイエンティフィック、ICS-1000）で測定した。

あわせて、冬季は埋設開始約1か月前、夏季は埋設開始約2か月前から、各埋設区に自動撮影カメラ（Ltl Acorn社製およびハイク社製）を設置し、埋設区周辺に出没する野生鳥獣の種類と撮影回数を記録した。



図II3-1 試験区の概要

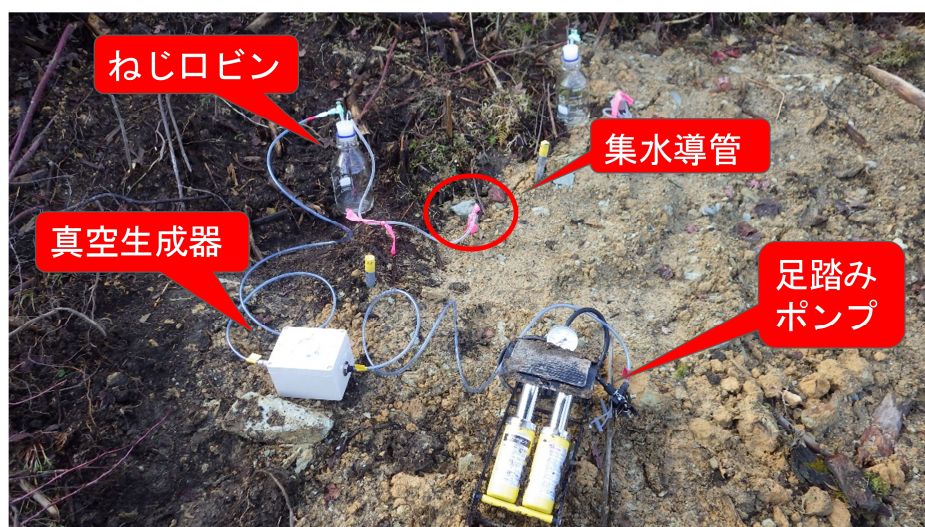


図 II 3-2 土壌水の採取方法

シカの埋設は、冬季 2016 年 12 月～2017 年 1 月、夏季 2017 年 6～9 月の間に行った。調査地の再造林地内では、苗木被害を軽減するために徳島県が主体で「シカによる森林被害緊急対策事業」を実施しており、当事業で捕獲されたシカを冬季および夏季にそれぞれ 9 頭ずつ試験に供した。

(2) 複数頭埋設地調査

静岡県富士宮市の富士山国有林において、捕獲事業によって捕獲したシカを複数頭埋設した埋設穴において調査を行った(図 II 3-3)。埋設穴の深さは約 2m 弱であり、シカを複数頭埋設した 2 カ所(埋設穴 A、埋設穴 B)を対象とした。埋設穴 A は冬季(2017 年 1～2 月)に短期間で複数頭を捕獲し埋め戻した埋設穴で、土壌水の測定を開始した 2017 年の 9 月時点で埋め戻し済みの状態であった。埋設穴 B は、夏季(2017 年 4～9 月)に長期間にわたって捕獲個体を順次埋設しており、土壌水の測定を開始した 2017 年の 9 月時点で直上は開放状態であった。この 2 カ所において長さ 1.5m の集水導管を設置し、季節毎に 1.5m 深の土壌水を採取し成分分析を行った。分析項目と分析方法は、新規埋設試験と同様である。

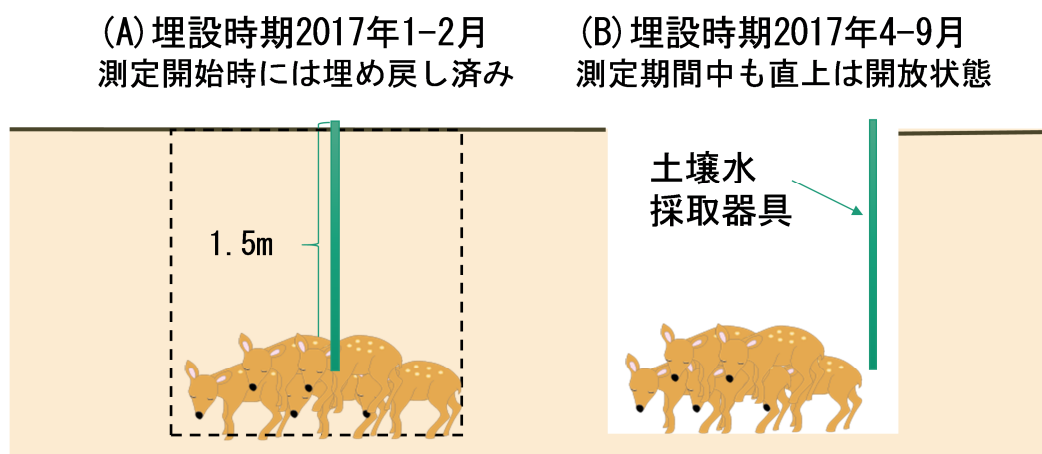


図 II 3-3 複数頭埋設地の概要

4. 結果及び考察

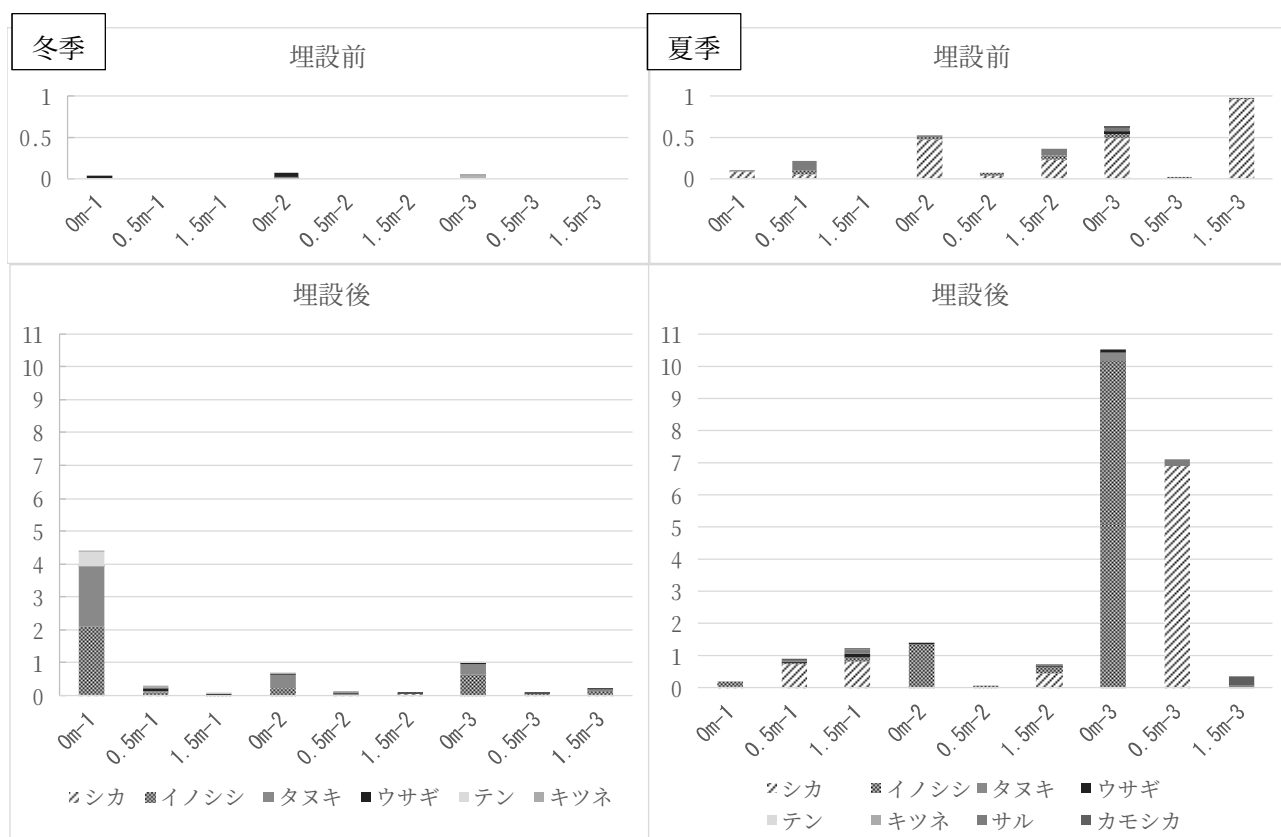
(1) 新規埋設試験

埋設したシカ捕獲個体の概要を表Ⅱ3-1 に示した。冬季は全てメス個体であったが、夏季はオス個体が 3 頭、メス個体が 6 頭であった。平均体重は夏季の個体の方が軽く、標準偏差も大きかった。これは冬季の個体が 30kg 前後でほぼ同程度であったのに対し、夏季の捕獲個体は 66kg のオス個体 1 頭の他は、15kg 前後の若い個体が多かったためと考えられた。

表Ⅱ3-1 埋設したシカ捕獲個体の概要

	捕獲個体の性別		平均体重 (kg)
	オス	メス	
冬季	0	9	31.5±5.0
夏季	3	6	28.7±16.2

埋設区周辺への野生鳥獣の出没は、設置直後の 0m 区で多く、特にイノシシおよびタヌキの撮影回数が顕著に増加した（図Ⅱ3-4）。このとき出没したイノシシおよびタヌキが、設置したシカ個体を採食している様子も撮影画像で確認されたことから、シカ個体を採食するために誘引されたと考えられた。それ以外の期間および埋設区への出没状況は、冬季では野生鳥獣の撮影回数自体が少なく一定の傾向はみられなかったが、夏季ではシカの撮影回数が埋設前と埋設後の期間を通じて高かった。これは、本調査地が再造林地であり、夏季は草本などの下層植生が繁茂していたことから、シカが餌場として再造林地を頻繁に利用していたためと考えられた。また、0.5m 区および 1.5m 区では、どちらの季節においても野生鳥獣による掘り起こしは確認されなかった。

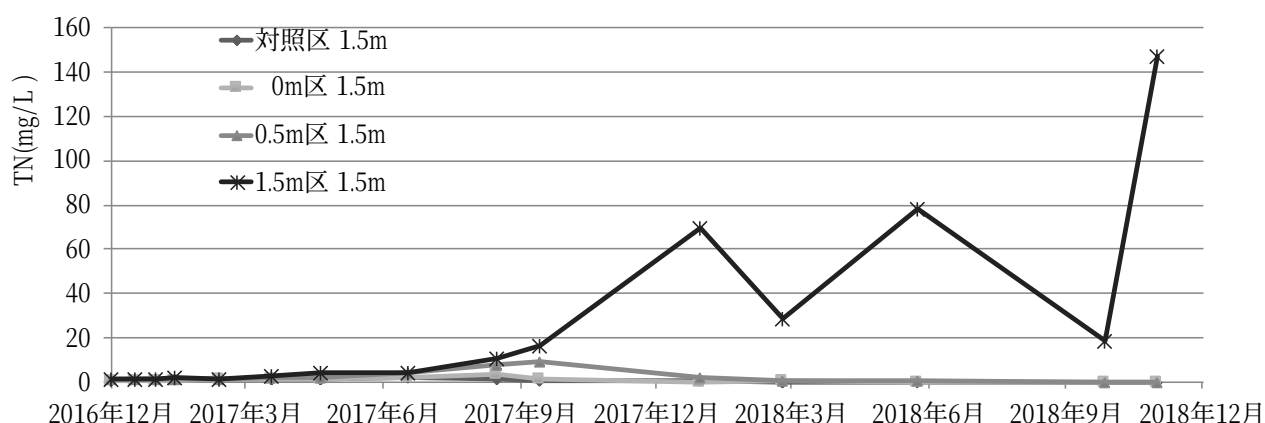


図Ⅱ3-4 埋設区における野生鳥獣毎の撮影回数（撮影枚数/日）

冬季埋設では、1.5m 区では、1.5m 深の土壤水の全窒素濃度が半年後から顕著に増加し、埋設から 2 年近く経過しても依然として高い濃度が維持された（図Ⅱ3-5）。0.5m 区では、全窒素濃度は測定期間中低濃度で推移した。一方、0m 区では捕獲個体直下の土壤水の全窒素濃度が一時的に増加した後、急速に減少した。0m 区では、設置後速やかにイノシシおよびタヌキに採食された。そのため、設置場所にはシカの捕獲個体がほとんど残らず、毛皮など残渣があるのみであったことから、埋設（地表面設置）による影響が短期間になったと考えられた（図Ⅱ3-6）。

夏季埋設では冬季埋設とは異なり、1.5m 区における 1.5m 深の土壤水の全窒素濃度の増加が認められなかった（図Ⅱ3-7）。これは、夏季埋設の方が埋設したシカ個体が小さかったこと、土壤水採取管の位置が埋設個体から距離があったなどの要因で影響が検出できなかったと考えられた。一方、0m 区では冬季埋設と同様に捕獲個体直下の土壤水の全窒素濃度が一時的に増加した後急速に減少したが（図Ⅱ3-8）、これは同様にイノシシなどによって採食され速やかに消失したためと考えられた。

土壤水の全窒素は有機態窒素と無機態窒素からなるが、冬季埋設、夏季埋設ともにほとんどの測定時に全窒素濃度と無機態窒素濃度（アンモニア態窒素濃度と硝酸態窒素濃度の合計）がほぼ一致しており、土壤水中に有機態窒素濃度はほとんどないと考えられた。冬季埋設の 1.5m 区-1.5m 深の土壤水以外の処理区および土壤深さでアンモニア態窒素濃度は検出限界以下であり、硝酸態窒素が無機態窒素のほとんどを占めた。すなわち埋設個体が分解されてアミノ酸などの有機態窒素が浸出したとしても土壤微生物の作用で速やかに無機化されてアンモニア態窒素へ、そしてアンモニア態窒素から硝酸態窒素へと硝化が進んでいると考えられた。一方、冬季埋設の 1.5m 深の土壤水についてはアンモニア、硝酸態窒素の両方が高まっていることが認められ、深い埋設では嫌気的な条件にあり、アンモニア態窒素濃度が高まると酸素不足により硝化が進まない可能性が示唆された。このことは、1.5m 深に有機物（シカ捕獲個体）を埋設したことで通常の森林土壌では生じないような有機物の分解過程が起きていることを示唆している。



図Ⅱ3-5 冬季埋設の各処理区における 1.5m 深の土壤水の全窒素（TN）濃度

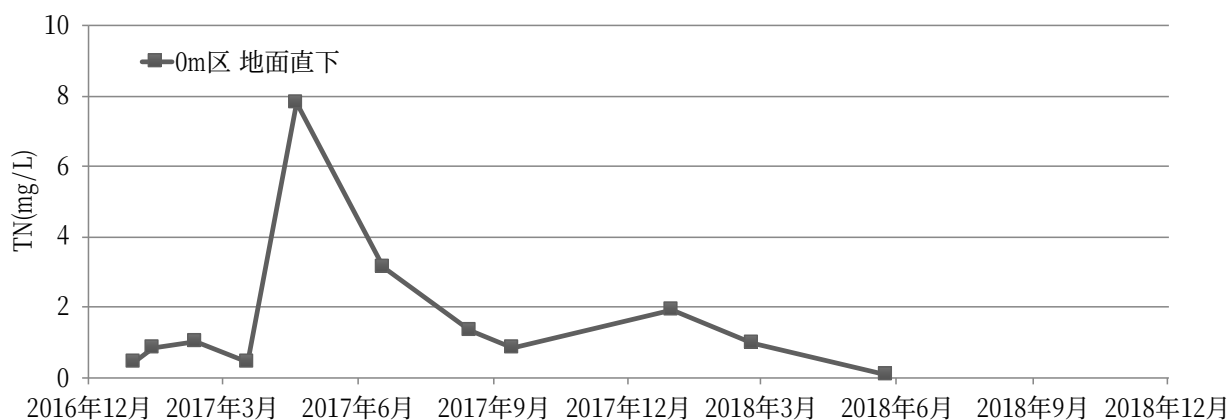


図 II 3-6 冬季埋設の 0m 区における地面直下の土壌水の全窒素 (TN) 濃度

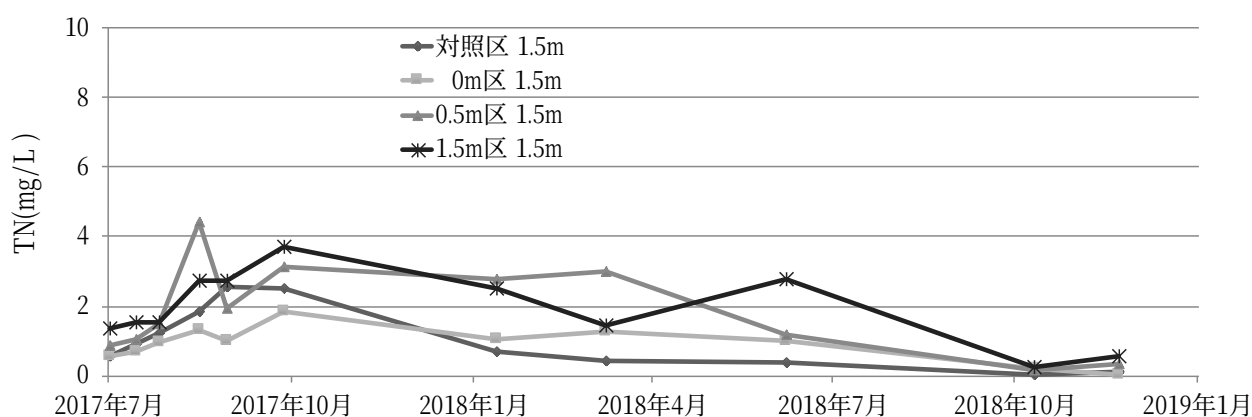


図 II 3-7 夏季埋設の各処理区における 1.5m 深の土壌水の全窒素 (TN) 濃度

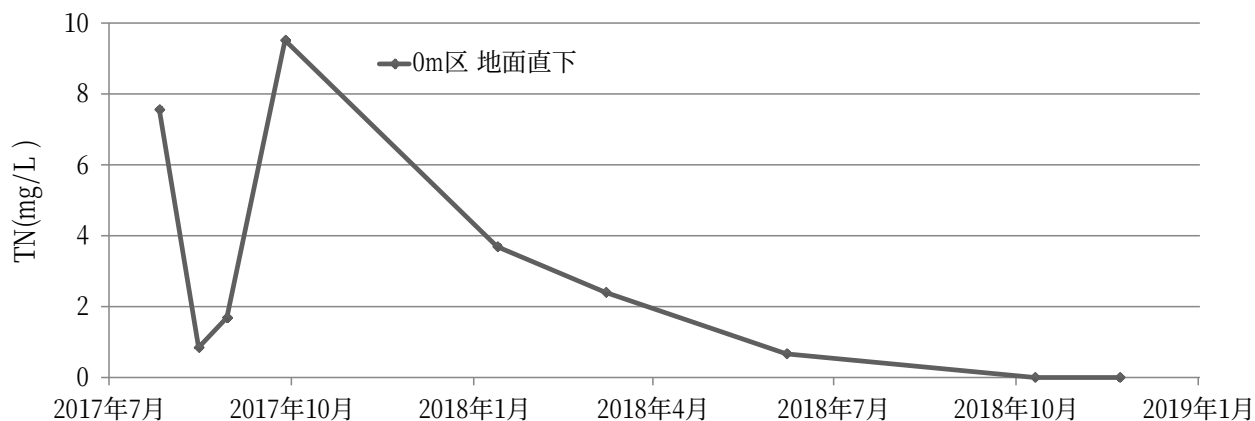


図 II 3-8 夏季埋設の 0m 区における地面直下の土壌水の全窒素 (TN) 濃度

(2) 複数頭埋設地調査

冬季に短期間で複数頭を埋設した埋設穴 A では、1.5m 深の土壌水の全窒素濃度が非常に高く、その後徐々に減少した (図 II 3-9)。一方、夏季に長期間にわたって捕獲個体を継続的に埋設し、その間は直上が開放状態であった埋設穴 B では、冬季の埋設穴 A に比べて土壌水の全窒素濃度も低かった (図 II 3-10)。どちらの埋設穴においても、1.5m 深さの土壌水の全窒素の内訳をみるとアンモニア態窒素が大半を占めており、嫌気的な条件でアンモニアから硝酸への変換が進まない状況であると考えられた。

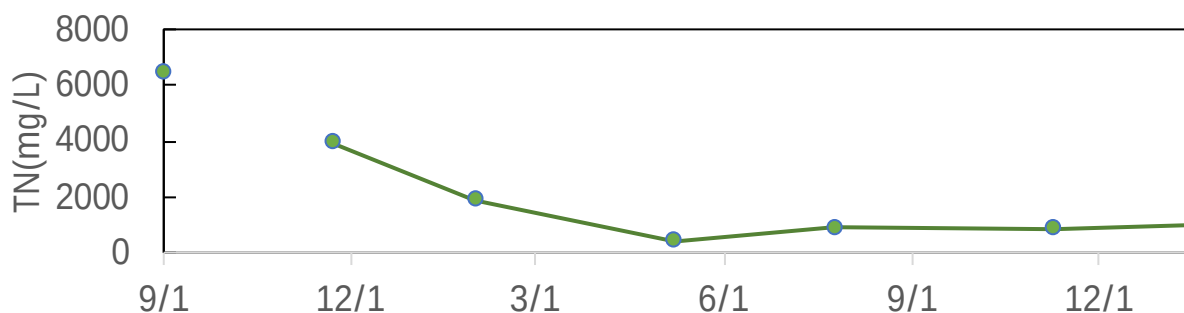


図 II 3-9 埋設穴 A における 1.5m 深の土壌水の全窒素 (TN) 濃度

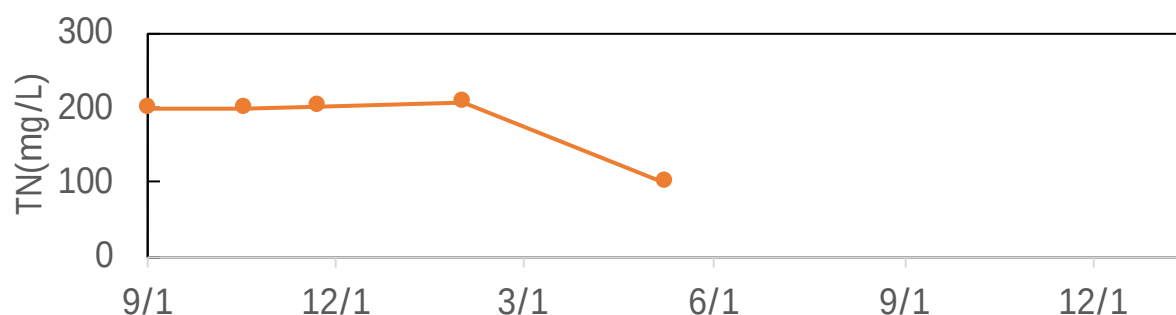


図 II 3-10 埋設穴 B における 1.5m 深の土壌水の全窒素 (TN) 濃度

(3) 環境負荷の少ない捕獲個体の埋設等処分方法

得られた結果から環境への影響が少ない捕獲個体の埋設方法を検討した。表 II 3-2 に埋設方法と環境への影響の概要を示す。複数頭埋設では土壌水の全窒素濃度が高濃度になるリスクが高まるため、数頭ずつ分散して埋設の方が望ましいと考えられた。また、深い場所への埋設はイノシシなどの野生動物を誘引しない観点からは望ましいが、土壌水の水質への影響が長期化することが示唆された。したがって、森林内で現場埋設をする場合は、本調査地において野生鳥獣による掘り起こしが起きなかった 0.5m 程度の深さに埋設することが望ましいと考えられた。ただし、本調査地ではクマは生息していないが、クマが生息している地域では 0.5m 程度では掘り起こされたという報告（引用文献 2）もあるので、クマの生息を確認した場合には掘り返しが起きない十分な深度にすることが適切と考えられた。さらに、少頭数でも複数頭でも埋設により高濃度の窒素が検出される場合がありうるため、溪流のすぐそばや地下水深度が浅い場所を避けて埋設場所を選定するのが望ましいと考えられた。

表 II 3-2 埋設方法と環境への影響の概要

埋設方法	野生鳥獣の誘引・掘り起こし・採食	土壌水の窒素濃度への影響
0m (1 頭設置)	あり	短期的
0.5m 深 (1 頭埋設)	起きない (クマでは報告あり)	顕著ではない
1.5m 深 (1 頭埋設)	起きない	長期に及ぶ
2m 深 (複数頭埋設)	起きない	高濃度になる場合がある 長期に及ぶ

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

本研究では、シカ捕獲個体の埋設による環境への影響として、周辺に生息する野生動物の誘引や掘り起こしおよび土壌水の水質への影響を検討した。近年、海外では自然生態系において動物遺体の果たす役割の重要性が認識され、土壌や生物に対する腐肉、死肉の影響が研究されているが（引用文献 3）、日本国内ではほとんど研究事例がないため、本研究で得られた成果は学術的に新規性が高いと言える。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

指定管理鳥獣捕獲等事業において、特例措置として認められている捕獲個体の放置に関する要件の策定に資するとともに、現場埋設をする場合の環境負荷の少ない適切な埋設方法として参考にされることが期待される。

6. 国際共同研究等の状況

フランス国立狩猟研究所と連携して、情報交換を行うとともに、現地における捕獲および埋設等の処分状況の現地調査を実施した。その際に国内の地形や森林状況、動物相、捕獲個体の体サイズなど、本国の状況等の報告を行った。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

- 1) 古澤仁美、八代田千鶴、横田勉、高橋一英：日本緑化工学会誌，44(1)，131-134（2018）
「イオンメーターによる土壌水中の硝酸態窒素測定の有効性の検討」

<査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表（査読なし）>

- 1) 八代田千鶴：哺乳類科学 57 巻 1 号、153-154（2017）、「山林におけるニホンジカ捕獲個体の行方」

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) 平田滋樹、小寺祐二：日本哺乳類学会 つくば大会（2016）企画シンポジウム「捕獲個体の行方」、八代田千鶴「山林におけるニホンジカ捕獲個体の行方」
- 2) 平田滋樹、山端直人、本田剛、小寺祐二、竹田努、竹内正彦、八代田千鶴
日本哺乳類学会 富山大会（2017）企画シンポジウム「人か技術か？ 鳥獣被害対策の主役」

- 3) 八代田千鶴、古澤仁美：日本哺乳類学会 富山大会（2017）
「シカ捕獲個体の埋設深度の違いが出没動物種に及ぼす影響」
- 4) 八代田千鶴、古澤仁美：野生生物と社会学会 府中大会（2017）
「シカ捕獲個体の埋設深度と季節の違いが出没動物種に及ぼす影響」
- 5) 古澤仁美、八代田千鶴、横田勉、高橋一英：第 129 回日本森林学会大会（2018）
「ニホンジカ埋却が土壌水の水質に及ぼす影響」
- 6) C. Yayota and H. Furusawa：The 8th East Asian Federation of Ecological Societies International Congress（2018）
「Impact of buried depths of sika deer carcass on soil water chemistry and appearance frequency of animal species at logging area in Tokushima, Japan」
- 7) 古澤仁美、八代田千鶴、横田勉、高橋一英：野生生物と社会 福岡大会（2018）
「シカ捕獲個体埋設の時期と深度が土壌水の特性に及ぼす影響」
- 8) 八代田千鶴、古澤仁美：野生生物と社会 福岡大会（2018）
「ニホンジカの複数頭埋設が土壌水成分に及ぼす影響」

（３）知的財産権

特に記載すべき事項はない。

（４）「国民との科学・技術対話」の実施

- 1) 平成 29 年度シカ被害対策技術交流会（主催：近畿中国森林管理局・森林総合研究所関西支所・近畿地方環境事務所、2018 年 3 月 6 日、近畿中国森林管理局大会議室、参加者約 100 名）にて講演
- 2) 一般公開シンポジウム「日本の野生動物管理と地域振興を考える」
（主催：捕獲個体の完全活用コンソーシアム、2019 年 3 月 6 日、木材会館大ホール、観客約 120 名）にて講演

（５）マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

（６）その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

- 1) 環境省・農林水産省（2013）抜本的な鳥獣捕獲強化対策。
<http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/pdf/kyouka.pdf>
- 2) 丸山哲也、稲垣亜希乃：第 23 回「野生生物と社会」学会大会講演要旨集、72（2017）
「現場放置によるシカ捕獲個体の処理」
- 3) Carter, D0, Yellowlees, D, Tibbett, M：Naturwissenschaften 94:12-24（2007）
「Cadaver decomposition in terrestrial ecosystems.」

Ⅱ－４ 捕獲個体（イノシシ）の埋設等による環境負荷および原料化における安全な前処理に関する研究 [要旨]

1. はじめに

平成 28 年度に試験が開始された段階では、イノシシの内臓は肥料取締法により、使用が認可されていなかったため、増大が予想されるイノシシ捕獲個体の焼却処理によらない資源化法とその作物生産への活用に関する研究が急務であった。また、イノシシ肉加工施設が近年各地で設立され、食肉利用の拡大が進む一方で、野生のイノシシにおけるプリオン症の感染状況は明らかにされてこなかった。そのため、その実態把握の推進は不可欠であった。

2. 研究開発目的

研究開発の第 1 の目的は、捕獲イノシシの個体から未利用部位として廃棄される内臓を活用して作物生産が可能である資源化物を作成する方法を確立すること、第 2 の目的は、そのイノシシ資源化物を作物生産に使用可能であることを示すこと、第 3 の目的は、イノシシの内臓の中でも肝臓と腎臓の重金属含有率のモニターとホームメイド型で加熱した際の食中毒菌の検査による安全性の確認、第 4 の目的は、イノシシ資源化物のペレット化と粉末化法を開発することとした。また、食肉利用されるイノシシについて、プリオン症の感染状況を把握し、捕獲個体の食肉利用についてリスク評価することも目的とした。

3. 研究開発方法

(1) イノシシ捕獲個体の資源化法について

資源化法に際して留意した点は、①大規模な施設を使用せず、個人が資源化できる、②資源化に伴う臭気による周囲への影響を極力低減する、という 2 点であった。これらの観点から、ホームメイド・密閉型のイノシシ内臓の資源化法を開発するために研究を実施した。その結果、イノシシ内臓をオートクレーブまたは IH ヒーターと圧力鍋を活用して加熱殺菌し、家庭用のスライサーを活用してペースト化し、そこに、米ぬか・もみ殻・フスマを水分調整と炭素率調製のための副資材として添加し、再びスライサーで攪拌しジップロックで密閉保管した。その後、20℃で 5 週間嫌気発酵させた（図Ⅱ4-1）。その後、105℃で乾燥・粉碎し、窒素含有率を NC アナライザーで測定し、水分率を求めた上で、水稻育苗用培土を調整するために現物で窒素 2 グラム程度を、附属農場の森林次表層土に添加し、水稻育苗用培土を調整し、水稻（品種：ゆうだい 21）の育苗試験に供試した。さらに、コマツナの幼植物試験を FAMIC の方法に則って実施した。イノシシの腎臓と肝臓に含有される重金属と家庭用調理器による加熱後の食中毒菌の分析については、長崎県衛生協会に依頼して、分析を実施した。イノシシ資源化物のペレット化については、三重県農業研究所および国立開発法人増殖研究所において、ディスクペレッターおよびミートミンサーを活用して実施し、その過程を経て、宇都宮大学において実施可能であるミートミンサーによるペレット化とその粉碎を実施した。



図Ⅱ4-1. イノシシ内臓のペースト化過程と資源化過程の概略

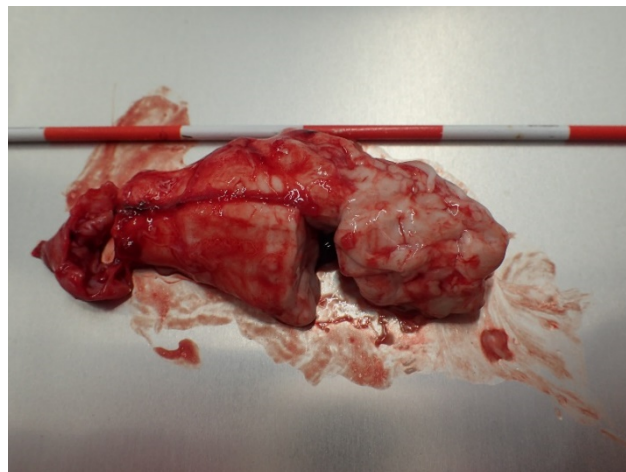
(2) イノシシにおけるプリオン症の感染状況について

平成 28 年度～平成 30 年度の期間中に捕殺されたイノシシより、脳幹を取り出した上（図Ⅱ4-2）、門部分を採取した（図Ⅱ4-3）。採取した門については、ニッピブル BSE 検査キットを用いて異常プリオンの有無を確認した。なお、初回の分析において擬陽性および陽性と判定された個体については、再検査を行い最終的な判定を行った。

平成 28 年度は栃木県、長野県、佐賀県および長崎県で、29 年度は栃木県、長野県および長崎県で、30 年度は栃木県で捕殺されたイノシシを対象に分析を実施した。



図Ⅱ4-2 イノシシの頭部より脳幹を採取する様子



図Ⅱ4-3 門部分を採取したイノシシの脳幹

4. 結果及び考察

(1) イノシシ捕獲個体の資源化法について

1) イノシシ資源化物を活用した水稻の育苗試験結果

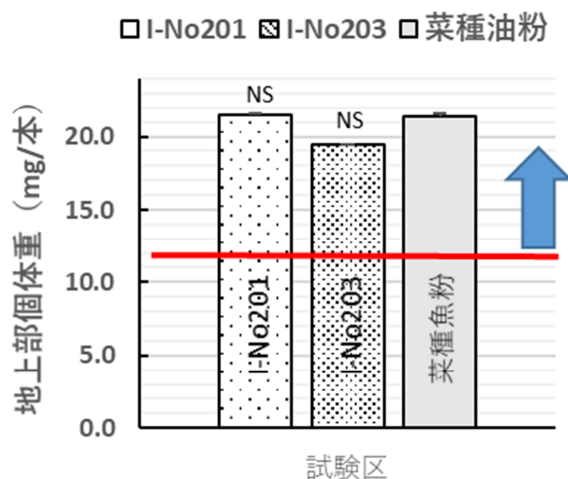
図Ⅱ4-1 に示した方法によって生産したイノシシ資源化物を活用して水稻の育苗用培土を調製し、その培土を用いて水稻苗を育成した結果を表Ⅱ4-1 に示した。

表Ⅱ4-1 イノシシ資源化物を活用した水稻育苗試験結果

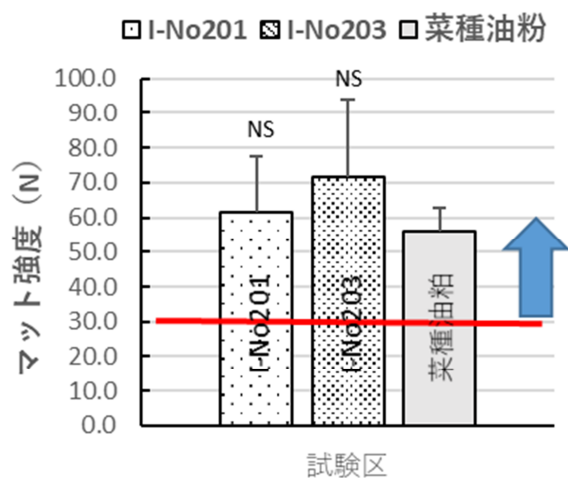
4月17日 播種	SPAD	苗丈	葉齢	第1+2葉 葉鞘高	マット 強度	生育ムラ	地上部 本数	地下部 本数	第1葉葉 鞘高	第2葉葉 鞘高	地上部 100本乾 物重	苗1本あた り地上部乾 物重	地下部(10 ×10cm)乾 物重	裏の根乾物 重(10× 10cm)	苗1本あた り地下部乾 物重	充実度	
(4週間育苗 5/15調査)		(cm)							(第3週:5/8 調査)	(cm)	(g)	(= g/本)	(g)	(g)	(= g/本)	(= g/cm)	
IN o. 201	1	19.6	16.7	4.0	6.2	64	3.5	280	246	3.8	2.4	2.23	22.3	0.961	0.190	4.68	1.33
	2	21.6	16.4	3.9	6.5	44	3.7	221	232	3.9	2.5	2.20	22.0	1.150	0.141	5.57	1.34
	3	19.6	15.0	3.8	6.2	76	3.4	201	235	3.8	2.4	2.01	20.1	1.359	0.176	6.53	1.34
IN o. 203	1	19.6	15.4	3.9	6.2	94	4.0	268	220	3.6	2.6	2.02	20.2	0.940	0.202	5.19	1.31
	2	18.6	14.2	3.8	5.7	49	2.8	199	177	3.6	2.1	1.89	18.9	0.759	0.167	5.23	1.33
	3	20.4	14.7	3.8	6.0	72	2.9	195	305	3.8	2.1	1.91	19.1	1.326	0.174	4.92	1.30
菜種油粕・ 魚粉	1	22.0	15.5	4.0	5.8	49	3.0	251	191	3.5	2.3	1.99	19.9	0.822	0.151	5.09	1.29
	2	21.6	14.5	3.9	5.7	62	3.2	256	198	3.6	2.1	2.31	23.1	0.993	0.148	5.76	1.60
	3	22.2	14.3	3.8	5.3	57	2.7	238	206	3.8	1.5	2.12	21.2	0.821	0.141	4.67	1.48
場所:附属農場ハウス																	

場所：附属農場ハウス

水稻育苗試験の結果（表Ⅱ4-1）より、機械移植用の苗として重要なデータである水稻乾物重およびマット強度を抜粋して、図Ⅱ4-4と図Ⅱ4-5に示した。



図Ⅱ4-4 イノシシ資源化物を混和した床土で育成した水稻苗の地上部個体重
 （図中の値は、播種日から起算して28日目に測定したもので、エラーバーは、標準偏差を示す。
 図中のNSは、菜種油粕・魚粉区と比較して有意差（ $p<0.05$ ）のないことを示す。）



図Ⅱ4-5 イノシシ資源化物を混和した床土で育成した水稻苗のマット強度
 （図中の値は、播種日から起算して28日目に測定したもので、エラーバーは、標準偏差を示す。
 図中のNSは、菜種油粕・魚粉区と比較して有意差（ $p<0.05$ ）のないことを示す。）

水稻苗の地上部乾物重については、12 mg/本以上、マット強度については、30 N 以上を有することが機械移植には必要であるが、イノシシ資源化物を添加して育苗した苗は、I-No.201, I-No.203 いずれの個体においても基準値を上回り、かつ、菜種油粕・魚粉を添加した苗とも有意差が認めなかった。以上の結果より、イノシシ資源化物を活用して、水稻育苗用培土を調製することが可能であることが明らかとなった。

2) イノシシ資源化物を活用したコマツナの幼植物試験結果

図Ⅱ4-1 に示した方法によって生産したイノシシ資源化物を活用して、コマツナの幼植物試験を行った。その資源化物を播種当日に混和した場合は、生育が不良になった予備実験の結果から、イノシシ資源化物を添加した後、静置期間を4週間、2週間、1週間と変化させ、かつ播種当日に混和した試験区を設定して、イノシシ資源化物を添加しない標準区を設定して、栽培試験を実施した。その結果、赤玉土に腐葉土や黒土を添加し、4週間静置することによって、標準区のコマツナよりもイノシシ資源化物を添加した試験区の生体重、乾物重および葉長の値が有意に上回ることを示した（図Ⅱ4-6 および表Ⅱ4-2～3）。



図Ⅱ4-6 イノシシ資源化物添加後の静置期間がコマツナの生育に及ぼす影響
(写真は、腐葉土を赤玉土に1:4の割合で添加した培土における試験の状態を示す)

表Ⅱ4-2 イノシシ資源化物と培土の混和・静置期間がコマツナの生育に及ぼす影響

試験区	赤玉土			黒土1:2			腐葉土1:4		
	葉長 (cm)	生体重 (g)	乾物重 (g)	葉長 (cm)	生体重 (g)	乾物重 (g)	葉長 (cm)	生体重 (g)	乾物重 (g)
4W区	6.33 a	4.33 a	0.26 a	8.61 a	7.08 a	0.45 a	8.23 a	7.88 a	0.47 a
2W区	4.99 b	2.06 b	0.13 b	8.06 ab	6.63 a	0.40 a	5.43 b	3.81 b	0.24 b
1W区	4.73 b	2.17 b	0.15 b	7.32 b	5.06 ab	0.33 a	4.30 c	2.77 b	0.17 c
0W区	4.42 b	2.61 b	0.19 b	6.01 c	4.13 b	0.30 a	4.63 c	3.15 b	0.20 bc

表Ⅱ4-3 イノシシ資源化物添加後4週間静置区(4W区)のコマツナ生育

土壌種類	試験区	葉長 (cm)	生体重 (g)	乾物重 (g)
赤玉土	4W区	6.33	4.33	0.26
	標準区	5.77	3.61	0.26
	t値	1.5 ^{ns}	1.2 ^{ns}	0.1 ^{ns}
黒土1:2	4W区	8.61	7.08	0.45
	標準区	6.96	3.82	0.28
	t値	4.1 ^{**}	4.3 [*]	4.0 [*]
腐葉土1:4	4W区	8.23	7.88	0.47
	標準区	5.81	4.87	0.29
	t値	11.5 ^{***}	6.0 ^{**}	6.5 ^{**}

***, **, *, +, はそれぞれ0.1%水準で有意, 1%水準で有意, 5%水準で有意, 10%水準で有意, nsは有意でないことを示す

表Ⅱ4-3中の同一のアルファベットは、Tukeyの多重比較により有意($p < 0.05$)ではないことを示され、土壌の種類により多少の差異はあるものの、4週間の静置によりイノシシ資源化物を添加しても負の生育影響が出ないことが確認された。なお、培土としては、黒土1:2は、赤玉土2に対して黒土を1添加することを示し、腐葉土1:4は、赤玉土4に対して腐葉土1を加えることを示す。

3) イノシシ腎臓と肝臓の食中毒菌と重金属の分析結果

家庭用調理器であるIHヒーターと圧力鍋を活用して、加熱・殺菌した後、ペースト化したイノシシの肝臓と腎臓の食中毒菌と重金属の分析については、長崎県衛生協会に依頼した。その結果を以下の表Ⅱ4-4と表Ⅱ4-5に示す。食中毒菌の分析については、1サンプルのみ行い、重金属の分析に関しては、平成28年の6月より平成29年の5月までの12か月間、毎月2個体ずつ分析を実施した。

表Ⅱ4-4 圧力鍋で加温したイノシシペーストの細菌等の分析結果

検査項目	肝臓*	腎臓*
細菌数(生菌数)	300/g以下	300/g以下
大腸菌数(数・定量)	10/g未満	10/g未満
E. coli	陰性	陰性
黄色ブドウ球菌	陰性	陰性
クロストリジウム属菌	陰性	陰性

*イノシシペースト: 17269

表Ⅱ4-5 イノシシの腎臓と肝臓に含まれる重金属の分析結果

個体番号	捕獲年	捕獲月	腎臓				肝臓			
			Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	総As (mg/kg)	総Hg (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	総As (mg/kg)	総Hg (mg/kg)
17032	2017	6月	1.4	<1.5	<1	0.20	0.2	<1.5	<1	0.10
17033	2017	6月	1.7	<1.5	<1	0.04	0.2	<1.5	<1	0.02
17068	2017	7月	0.8	<1.5	<1	0.05	0.2	<1.5	<1	0.06
17071	2017	7月	2.4	<1.5	<1	0.05	0.2	<1.5	<1	0.03
17093	2017	8月	1.2	<1.5	<1	0.09	0.2	<1.5	<1	0.05
17095	2017	8月	0.6	<1.5	<1	0.09	<0.1	<1.5	<1	0.02
17125	2017	9月	0.8	<1.5	<1	0.18	0.1	<1.5	<1	0.10
17129	2017	9月	1.1	<1.5	<1	0.12	0.2	<1.5	<1	0.07
17134	2017	10月	1.1	<1.5	<1	0.20	<0.1	<1.5	<1	0.04
17135	2017	10月	0.6	<1.5	<1	0.07	0.1	<1.5	<1	0.03
17185	2017	11月	0.3	<1.5	<1	0.06	0.2	<1.5	<1	0.04
17188	2017	11月	0.6	<1.5	<1	0.01	0.1	<1.5	<1	0.01
17208	2017	12月	1.7	<1.5	<1	0.04	0.3	<1.5	<1	0.03
17209	2017	12月	1.0	<1.5	<1	0.07	0.2	<1.5	<1	0.04
17227	2018	1月	0.7	<1.5	<1	0.06	0.2	<1.5	<1	0.05
17228	2018	1月	0.3	<1.5	<1	0.06	<0.1	<1.5	<1	0.04
17254	2018	2月	0.28	<1.5	<1	0.04	<0.1	<1.5	<1	0.04
17257	2018	2月	0.96	<1.5	<1	0.03	0.23	<1.5	<1	0.02
17286	2018	3月	0.73	<1.5	<1	0.04	0.16	<1.5	<1	0.02
17287	2018	3月	0.43	<1.5	<1	0.08	<0.1	<1.5	<1	0.06
18005	2018	4月	0.44	<1.5	<1	0.12	0.12	<1.5	<1	0.04
18009	2018	4月	0.68	<1.5	<1	0.05	<0.1	<1.5	<1	0.02
18021	2018	5月	1.85	<1.5	<1	0.03	0.19	<1.5	<1	0.03
18022	2018	5月	0.42	<1.5	<1	0.04	<0.1	<1.5	<1	0.02

Ⅱ4-4より、IHヒーターと圧力鍋を組み合わせたホームメイド型の加熱・滅菌によって食中毒菌は死滅したものと考えられた。表Ⅱ4-5のイノシシの腎臓と肝臓の重金属の分析結果より、カドミウム含有率は、腎臓の方が肝臓よりも高かったが、鉛や総ヒ素については検出限界以下であった。総水銀については、0.2 mg/kgより低かった。以上の分析結果より、イノシシペーストを資源化処理した後、作物栽培へ活用する際に、問題となる含有量ではないと考えられた。しかしながら、イノシシ内臓の重金属の含有量の基準値については、定められていないので、今後の検討課題である。

4) イノシシ資源化物のペレット化およびその粉末化について

イノシシ資源化物を社会実装するためには、ハンドリングの容易さが求められる。ハンドリングをより容易にするために、イノシシ資源化物のペレット化とそれに引き続く粉末化についての実験を実施した（図Ⅱ4-7）。



図Ⅱ4-7 イノシシ資源化物のペレット化とその粉末化試料の概要
(ペレットの水分量は上 45%、中 36%、下 24%)

5) イノシシにおけるプリオン症の感染状況について

平成 28～平成 30 年度の 3 か年で、483 個体のイノシシから門を収集し、分析を実施した。平成 28 年度は 180 個体を対象に分析を行い、それらの内 7 個体が偽陽性、1 個体が陽性と判定されたが、いずれの個体も再分析により陰性と判定された（表Ⅱ4-6）。平成 29 年度は 136 個体を対象に分析を行い、7 個体が擬陽性、1 個体が陽性と判定されたが、いずれの個体も再分析により陰性と判定された。平成 30 年度は 167 個体を対象に分析を行ったが、全ての個体が陰性であった。

表Ⅱ4-6 イノシシを対象とした異常プリオン調査の結果

調査地域		サンプリング期間	齢構成	n	分析結果			再分析結果		
					－	±	＋	－	±	＋
栃木県	那珂川町	平成 28～30 年度	10 週～220 週以上	409	393	14	2	16	0	0
	栃木市	平成 28～30 年度	21 週～220 週以上	37	37	0	0	0	0	0
長野県	小諸市	平成 28～29 年度	21 週～145 週	9	9	0	0	0	0	0
佐賀県	鳥栖市	平成 28	88 週～220 週以上	5	5	0	0	0	0	0
長崎県	西海市	平成 28～29 年度	108 週～126 週	23	23	0	0	0	0	0

分析結果および再分析結果の－は陰性、±は陽性（偽陽性）、＋は陽性を示す

5. 本研究により得られた成果

（１）科学的意義

1) イノシシ捕獲個体の資源化法について

平成 28 年度に試験が開始された段階では、イノシシの内臓は肥料取締法により、使用が認可されていなかったため、増大が予想されるイノシシ捕獲個体の焼却処理によらない資源化法とその作物生産への活用に関する研究が急務であった。そのため、研究開発の第 1 の目的は、捕獲イノシシの個体から未利用部位として廃棄される内臓を活用して作物生産が可能であるイノシシ資源化物を作成する方法を確立すること、第 2 の目的は、そのイノシシ資源化物を作物生産に使用可能であることを示すこと、第 3 の目的は、イノシシの内臓の中でも肝臓と腎臓の重金属含有率のモニターによる安全性の確認とホームメイド型で加熱した際の食中毒菌の検査により安全性の確認であった。

資源化法に際して留意した点は、①大規模な施設を使用せず、個人が資源化できる、②資源化に伴う臭気による周囲への影響を極力低減する、という 2 点であった。

これらの観点から、ホームメイド・密閉型のイノシシ内臓の資源化法を開発するために研究を実施した。その結果、イノシシ内臓をオートクレーブまたは IH ヒーターと圧力鍋を活用して加熱殺菌し、家庭用のスライサーを活用してペースト化し、そこに、米ぬか・もみ殻・フスマを水分調整と炭素率調製のための副資材として添加し、再びスライサーで攪拌しジップロックで密閉保管した。その後、20℃で 5 週間嫌気発酵させた後、窒素含有率を NC アナライザーで測定し、水分率を求めたうえで、水稻育苗用培土を調整するために現物で窒素 2 グラム程度を、附属農場の森林次表層土に添加し、水稻育苗用培土を調整し、水稻（品種：ゆうだい 21）の育苗試験に供試した。

イノシシ資源化物を活用した水稻育苗試験を、改良を重ねながら 3 年間継続し、その成果を日本土壤肥料学会佐賀大会、同仙台大会、同神奈川大会において発表した。これらの結果から調製したイノシシ資源化物に米ぬか・もみ殻を副資材として添加し、水分率や C/N 比を 13～16 の範囲内に調製することによって、有機質肥料を用いた水稻育苗法として確立されている菜種油粕・魚粉添加による有機育苗培土を用いた苗と同等の苗質やマット強度を有する水稻苗を育成できることを明らかにした。

さらに、畑作物での活用の可能性を検討するために、コマツナの幼植物試験を平成 30 年度に実施した試験の結果から、コマツナ（品種：菜々子）を用いた幼植物試験によれば、イノシシペーストに米ぬか・もみ殻を混合した副資材を添加して作成したイノシシ資源化物を、播種 4 週前に、腐葉土もしくは黒土を添加した赤玉土の培土に混和・静置すると、標準区の培土で育成したコマツナよりも、生体重、乾物重、葉長すべてにおいて、有意（ $p<0.05$ ）に高い値を示すことが明らかになった。

以上の水稻苗やコマツナの幼植物試験結果より、イノシシの内臓ペーストに副資材である米ぬか・もみ殻を添加して、水分率を調整して、5週間密閉条件で発酵させたイノシシ資源化物は、有機質資材として活用可能であることが明らかとなった。

2) イノシシにおけるプリオン症の感染状況について

本研究の実施前は、野外に生息するイノシシにおけるプリオン症の感染状況に関する情報は皆無であったが、本研究により多くの個体が陰性を示すことが明らかとなった。その結果、現在食肉利用されているイノシシから感染する懸念は低いことが明らかとなった。その一方で、プリオン症の発症確率は高くはないと考えられ、本調査の少ない試料数ではイノシシで発症するか否かの判断はできない。そのため、イノシシにおけるプリオン症の感染状況に関する調査については今後も継続する必要性が明らかとなった。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

本研究成果を始めとするこの研究課題全体の成果を含めて「イノシシ由来たん白質の肥料原料としての利用」について提言を実施、平成29年12月27日付け農林水産省消費・安全局長通知により規制が解除された。

<行政が活用することが見込まれる成果>

特に記載すべき事項はない。

6. 国際共同研究等の状況

2019年3月7～15日の期間中、フランスのニームおよびリヨン、シャトービランを訪問した。これにより、南仏地域でのイノシシ捕獲個体の処理方法や、国立狩猟研究所の野生動物管理上の役割、フランスにおけるイノシシの学術的研究の実態の他、市場におけるジビエの流通状況など情報収集を行うとともに相互の研究成果の情報交換を実施した。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

特に記載すべき事項はない。

<査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) 平井英明、岩本一臣、小寺祐二：日本土壌肥料学会 佐賀大会（2016）
「イノシシ食肉利用残渣を活用した水稻育苗法の開発（その1）」
- 2) 平田滋樹、小寺祐二、鈴木正嗣：日本哺乳類学会 2016 年度大会（2016）、企画シンポジウム
「捕獲個体の行方」
- 3) 平井英明、鈴木英仁、小寺祐二：日本土壌肥料学会 仙台大会（2017）
「イノシシ食肉利用残渣を活用した水稻育苗法の開発（その2）」

- 4) 平田滋樹、山端直人、本田剛、小寺祐二、竹田努、竹内正彦、八代田千鶴：
日本哺乳類学会 2017 年度大会（2017）、企画シンポジウム
「人か技術か？ 鳥獣被害対策の主役」
- 5) 平井英明、牛久保拓、寺田森弥、清野穂香、高橋行継、小寺祐二：日本土壌肥料学会 神奈川大会
（2018）「イノシシ食肉利用残渣を活用した水稻育苗法の開発（その 3）」
- 6) 平井英明、牛久保拓、小寺祐二：日本土壌肥料学会 関東支部新潟大会（2018）
「イノシシ資源化物を利用してコマツナ生育に利用できるか」
- 7) 山端直人、平田滋樹、小寺祐二：第 24 回「野生生物と社会」学会大会（2018）
「ジビエの経営学 ～捕獲個体利活用事業の経営評価～」

（３）知的財産権

特に記載すべき事項はない。

（４）「国民との科学・技術対話」の実施

- 1) 一般公開シンポジウム「日本の野生動物管理と地域振興を考える」
（主催：捕獲個体の完全活用コンソーシアム、2019 年 3 月 6 日、木材会館大ホール、観客約 120 名）
にて講演

（５）マスコミ等への公表・報道等

- 1) NHK 特集ニュース（平成 30 年 8 月 29 日など複数回 「九州各地で進む対策 長崎では」において
10 分ほど特集紹介）

（６）その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

Ⅱ－５ 捕獲個体の簡易処理技術および減容化技術の確立に関する研究

[要旨]

シカの高密度地帯を中心とした被害多発地域では、政策的に集中的な捕獲を進める必要がある。しかし、捕獲の担い手は高齢化、減少しており、中核的な担い手に集約する仕組みが重要となっている。一方で、捕獲が中核的な担い手に集約され、捕獲個体も担い手に集積されるシステムが構築されることで、その担い手及び施設では捕獲個体を処理する作業や経費が負担となることが懸念される。

本課題では、捕獲個体を集積し利活用施設を運営する担い手に着目し、その施設運営について捕獲個体の埋却等の処理の負担程度を分析した。さらには、それを改善するための処理施設を提案し、試験的な導入により施設経営の負担が改善されることを示した。

今後、シカの捕獲を中核的な担い手に集約する必要性が生じる地域では、本研究による実証結果を導入のモデルとして活用可能である。

また、研究を通じて野生動物処理のための減容化システムを開発し、複数の自治体に普及している。これらは研究結果を実用化した成果であり、研究結果の社会への還元としての意義も大きいと考えられる。

1. はじめに

近年、イノシシやニホンジカ等の野生動物と人の軋轢が深刻化し、その対応として「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」の改正や「指定管理鳥獣捕獲等事業」などの新制度が創設されている。一方、主に鳥獣被害対策が行われる中山間地域では過疎化や高齢化が進行しており、捕獲を中核的な担い手に集約する仕組みづくりが進められている。そのための技術として、ICT を用いた捕獲システム等が開発され、また、担い手の経営向上のために、捕獲個体の利活用も進められているところである。

しかし、捕獲が中核的な担い手に集約され、捕獲個体も担い手に集積されるシステムが構築されることで、その担い手及び施設では捕獲個体を処理する作業や経費が負担となることが懸念される。

そこで、本課題では、捕獲個体を集積し利活用施設を運営する担い手に着目し、その施設運営について捕獲個体の埋却等の処理の負担程度を分析する。さらには、それを改善するための処理施設を提案し、試験的な導入により施設経営の負担が改善されることを検証する。

2. 研究開発目的

シカが高密度化し、被害も多発する地域では集中的な加害個体捕獲と密度低下が重要とされるが、捕獲の担い手も減少する地域では捕獲を中核的な担い手に集約する仕組みづくりが必要となっている。一方で、捕獲個体も担い手に集積されるシステムが構築されることで、その担い手及び施設では捕獲個体を処理する作業や経費が負担となることが懸念される。

そこで、本課題では、捕獲個体を集積し利活用施設を運営する担い手に着目し、その施設運営について捕獲個体の埋却等の処理の負担程度を分析する。さらには、それを改善するための処理施設を提案し、試験的な導入により施設経営の負担が改善されることを検証する。

3. 研究開発方法

三重県伊賀市は従来からシカの密度が高く、その農林業被害も深刻化している地域である。市の山畑集落には地域の狩猟者が設立した捕獲個体処理施設が存在する。当施設では、箱わなや囲いわなで捕獲された、まだ生存する個体のみを自ら止め刺しし、肉資源として活用可能な個体のみを選別し引き取る形でシカを集積している。止め刺し処理後、1時間程度で施設に輸送可能な距離の集落の捕獲個体のみを対象とするため、

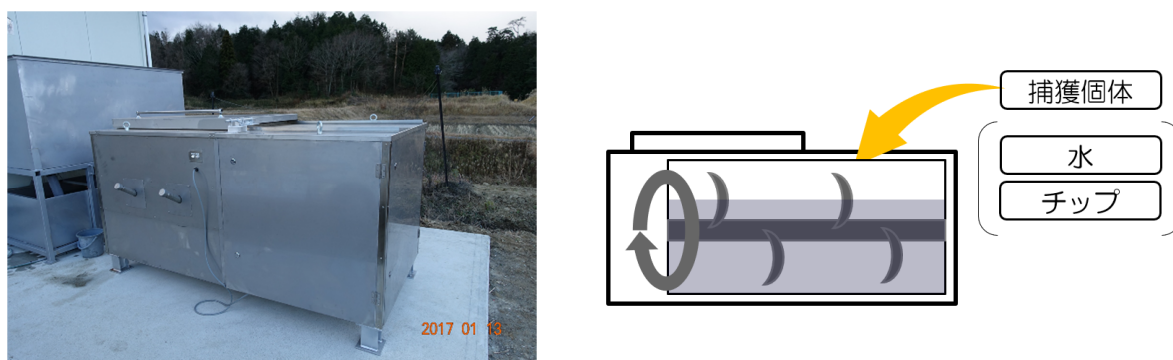
市の1/3程度の地域約200㎢を対象とし、年間約450頭のシカを処理する。当市では高密度地域の集落を中心に7基のICT捕獲檻が導入されており、それらの捕獲個体も集積することで、地域のシカ加害個体捕獲に貢献している。当課題ではこの施設に着目し、以下の社会実験的研究を行う。

- ①作業日誌、インタビュー、タイムスタディー等により捕獲個体処理施設の運営における個体処理の負担程度を分析する。
- ②施設運営の負担となっていると推測される個体や残渣等の埋却処理につき、減容化施設を導入することによる負担軽減の効果を検証するとともに、減容化施設の導入適応性を検討する。

4. 結果及び考察

埋却と焼却と試験導入した減容化装置（図Ⅱ5-1）を比較すると、埋却では作業時間は年間4,000分強であり、処理施設運営に対し個体処理の負担が大きいことが把握できた（表Ⅱ5-1）。

減容化施設を導入することで、その負担は大きく削減可能と考えられる。



図Ⅱ5-1 導入する簡易減容等の処理施設の外観と仕組

表Ⅱ5-1 処理方法による経費と労働時間の比較

	燃料費（円）	電気料金（円）	機器の稼働時間	作業時間（分）
埋却処理	—	—	40	4,260
焼却処理	542,200	72,600	250	2,500
処理装置	—	190,000	8,640	1,215（3,160※）

注1：年間4,000kgの残渣発生で試算

注2：1頭を40kgとして試算

注3：燃料の灯油はH23～H27年度までの実費から算出

注4：原価償却費、労働費を除く

注5年間142回埋設処理を実施、30分／回で試算

また、実証を通じ、シカを中心とした野生動物捕獲個体を処理するためには、肉量に対する角や骨の比率が高いことによる機械部分の強化が必要であることが判明した。

そこで、通常は養鶏業等で普及していた処理装置を、シャフト部分と羽部分を強化した野生動物用減容化装置を開発した（図Ⅱ5-2）。

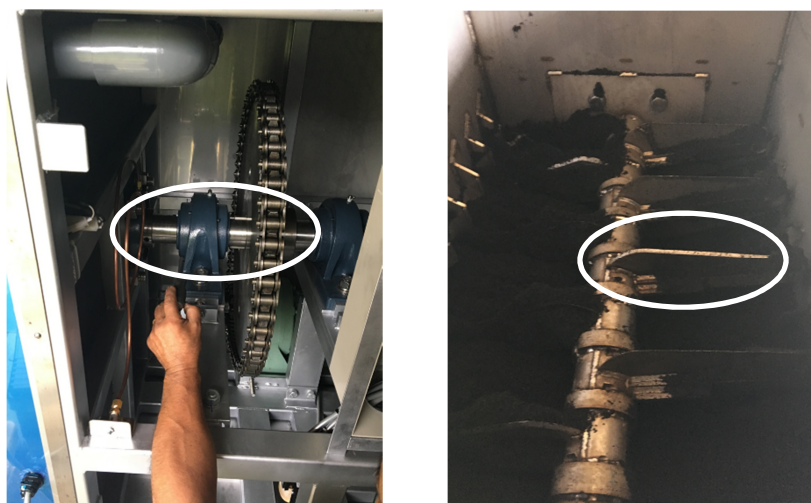


図 II 5-2 野生動物専用の簡易減容化施設の機材強化ポイント
(円内が強化部品)

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

シカの高密度地帯を中心とした被害多発地域では、政策的に集中的な捕獲を進める必要がある。しかし、捕獲の担い手は高齢化、減少しており、中核的な担い手に集約する仕組みが重要となっている。一方で、捕獲が中核的な担い手に集約され、捕獲個体も担い手に集積されるシステムが構築されることで、その担い手及び施設では捕獲個体を処理する作業や経費が負担となることが懸念される。

本課題では、捕獲個体を集積し利活用施設を運営する担い手に着目し、その施設運営について捕獲個体の埋却等の処理の負担程度を分析した。さらには、それを改善するための処理施設を提案し、試験的な導入により施設経営の負担が改善されることを示した。

今後、シカの捕獲を中核的な担い手に集約する必要性が生じる地域では、本研究による実証結果を導入のモデルとして活用可能である。

また、研究を通じて野生動物処理のための減容化システムを開発し、複数の自治体に普及している。これらは研究結果を実用化した成果であり、研究結果の社会への還元としての意義も大きいと考えられる。

(2) 環境政策への貢献

シカの高密度地帯を中心とした被害多発地域で、担い手への捕獲集約が進むことで、抜本的な鳥獣捕獲強化対策（平成 25 年、環境省、農林水産省）の推進や実現に貢献可能である。

<行政が既に活用した成果>

野生動物用減容化施設は、広島県大崎市、上島市徳島県佐那河内、岡山県 和気市、備前市、静岡県伊豆市、福島県（2 基）に導入された

<行政が活用することが見込まれる成果>

特に記載すべき事項はない。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

- 1) 山端直人・飯場聡子：農業経営学会誌、(2019)（印刷中）「シカ捕獲個体利活用施設の経営収支」

<査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) 山端直人、飯場聡子：日本農業経営学会研究大会（2017）
「野生獣処理施設（ジビエ施設）の経営的評価」
- 2) 山端直人：野生生物と社会学会 福岡大会（2018）
「利活用施設の業態による収益構造の差～2タイプの経営比較から考える～」

(3) 知的財産権

特に記載すべき事項はない。

(4) 「国民との科学・技術対話」の実施

- 1) 一般公開シンポジウム「野生動物管理の体制と資源的利用のあり方を考える」
（主催：野生動物管理全国協議会、2017年6月4日、東京大学弥生講堂一条ホール、観客約250名）
にて講演

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

Ⅱ－６ 捕獲個体のレンダリング処理による減容、原料化および回収システムの確立に関する研究

[要旨]

イノシシやニホンジカの捕獲個体を効率的に回収するため、地域の実情に合わせたストック方法を検討し、巡回回収システムを構築した。ここに集積されたイノシシはレンダリング処理により重量比・容積比で 80% に減容できることが明らかとなった。分離された油脂は施設の燃料として再利用可能であったが、生成された肉骨粉（イノシシミール）については、実証当初、鉛が高濃度で存在したため、長崎県農林技術開発センターと共同で鉛の除去方法等について研究を行い、肉骨粉への鉛の高濃縮を軽減できた。従来、捕獲個体は腐敗が進むため、化製処理生成物は酸化度が高い傾向が見られたがストックヤードで一時的に保冷保管し効率的に回収することで酸化度の低い肉骨粉を生成できることが分かった。

1. はじめに

イノシシやニホンジカによる農林業被害の軽減を図るため、国内では年間イノシシ 50 万頭、シカ 70 万頭が捕獲されているが、これら捕獲個体の大半は資源利用されることなく、焼却や埋設によりゴミとして処理されている。一方で国が定めるイノシシ、ニホンジカの半減目標を達成するため、更なる捕獲強化が全国各地で取組まれているが、捕獲数の増加に伴う捕獲個体の放置や埋設場所の不足、焼却施設の受入限度の超過などが問題となりつつある。そこで本研究では、効率的に捕獲個体を回収するためのシステムを構築し、大量に集積したイノシシ等をレンダリング処理により減容し、その生成物について再資源化可能かどうかの検討を行った。

2. 研究開発目的

従来、イノシシやニホンジカ等の捕獲個体の焼却や埋設などの最終処分は一部の事例を除き、捕獲作業者個人が捕獲作業の都度、焼却施設への搬入や捕獲場所から搬出できない場合に限り、捕獲場所での埋設処分によって捕獲個体の最終処分を全うしている。このため、最終処分については従事者の負担が非常に大きくなるばかりか、捕獲の強化によって地域にある焼却施設の処理能力を超過する事例も発生し、それに対応するための行政コストも増加の一途にある。

そこで地域の捕獲状況や最終処分状況に基づき、一次保管施設（ストックヤード）を設置して巡回回収による効率的な回収システムを確立し、また従来、ブタなどの家畜の解体残渣などを処理していた化製処理場において捕獲個体をレンダリング処理することで常温保管でき、かつ輸送コストも軽減できる肉骨粉を生成、捕獲個体の減容化を図った。また、分離された油脂と生成した肉骨粉について、成分分析や飼養・肥育試験を実施し、これまでゴミとして処分されて来た捕獲個体および解体処理残渣について再資源化を図ることで地域の捕獲強化に寄与することを目的とする。

3. 研究開発方法

（１）回収システムの確立

地域の捕獲状況、捕獲個体の利用と処分状況、捕獲作業者や行政の捕獲に対する体制、地域の焼却施設の設置運用状況を調査し、地域に適した捕獲個体の一時保管方法（ストックヤード）の設置方法を検討した。

また、そこでの捕獲個体の集積状況を分析し、そこに適した回収方法を検討、それらを体系化した。

（２）レンダリング処理による減容化および原料化の確立

化製処理場において細分化されているレンダリング処理レーンの中で、イノシシ等の処理に適した規模やレーンの選別を行い、上記回収システムにより大規模に集積したイノシシをレンダリング処理することで、

処理前後の重量や容積等を比較して減容率を算出した。また、分離された油脂の施設燃料としての利用を検討するとともに、肉骨粉の保管方法の検討も行った。

4. 結果及び考察

(1) 回収システムの確立

研究課題Ⅱ1-1の成果にもあるように、市町村により地域のイノシシ、シカの捕獲実績は異なり、またその処分方法も多様である。しかしながら、捕獲数が多い、または近年急増している地域では最終処分に多くの課題が発生しており、捕獲個体の処分負担が捕獲作業におけるボトルネックとなっていることが示唆された。

本研究では異なる捕獲実績、処分体制を取る2県4市町に一時保管施設（ストックヤード）を設置し、保管状況を把握することで地域において最も効率的な回収システムを確立し、うち3つの手法について体系化した（表Ⅱ6-1）。その結果、ストックヤードの設置場所は地域の実情に合わせながらも、公的機関の所有する場所とすることが好ましいことが分かった。これは土地取得の問題と併せて、捕獲作業者の運搬の利便性やストックヤードの管理（電気代や機材の管理だけではなく、捕獲個体の回収量の確認調整）を行う上で重要と考えられる。巡回回収については、多くの捕獲作業者が専門的従事者ではなく、生業を他に持っていることから、比較的時間的な制約の少ない土日に捕獲作業が集中していることが多く、逆に土日は役場や公設の焼却場など公的機関は業務時間外となっていることがほとんどのため、土曜日の夕方頃に回収することが効率的であることが分かった。図Ⅱ2-3のとおり、研究開始当初は比較的軽量または重量の個体が回収される傾向であったが、回収システムの普及に伴い、地域の捕獲個体が平均的に回収されるようになった。このことは、回収システムの導入当初は比較的搬出しやすい個体（軽量個体）と埋設が困難な個体（重量個体）が回収される傾向であったが、システムの導入普及により回収率が向上し、地域の捕獲個体と回収個体が同様の傾向になると推測される。

ストックヤードの機材としては保冷用冷凍ストッカーが安価（研究においてはリースで対応）で、捕獲作業者が捕獲個体をストッカーに投与する場合などの扱いが容易であったが、回収作業者が捕獲個体を搬出する場合には、上部に捕獲個体を持ち出す作業負担が大きく、観音開きの冷凍庫を利用する方が、作業性が高いことが明らかとなった。特に比較的投資規模が可能な場合には、保冷库を設置して専用の保存缶（図Ⅱ6-1）を入れ、そのまま回収車に積載する方法が捕獲作業者と回収作業者の双方にとって作業性が高いことが分かった。

このように地域の捕獲体制、土地の確保や機材の導入状況、従来の捕獲と処理状況などを勘案することでストックヤードを設置して捕獲個体を集積、効率的に回収することが可能となったものの、市町村などの公的機関の積極的な支援がない場合や地域の捕獲数が月10頭（年間100頭）程度しかない地域ではストックヤードの設置と運営が困難な事例が存在した。加えて、ほとんどの捕獲作業者が所属する地域の猟友会と市町村の間でストックヤードの設置が協議され、設置する方向で話が進んでいるものの部局間レベル（鳥獣被害対策の部局および環境整備の部局など）での調整が付かずに回収システムの導入が見送られた地域もあった。

また、地域により捕獲個体の回収に際して、回収方法やシステム運用の利用者への周知を図ることも必要である。表Ⅱ6-2のとおり、波佐見町では初年度の回収率が9.2%であったものの、回収システムの周知とその利用による作業負担の軽減効果が認識されるようになった結果、システム導入の2年目以降は回収率が80%を超えるようになった。一方で地形が複雑であったり広域であったりする地域（例として西海市）やストックヤードが郊外にあるような地域（有田町）では回収率が一定のレベルで留まる傾向が見られた。

そのため、今後、捕獲個体の処分負担が増加し、回収などの効率化を図る必要が発生する地域においては、

ストックヤードの設置場所や設置箇所数、導入する保管機材の規模などを捕獲作業者と市町村などの地方公共団体が十分協議して回収システム導入を図る必要があると考えられる。そのような協議と計画立案のもとで、焼却場や化製処理場が中核となった回収システム（図Ⅱ6-2）を導入することが地域の捕獲個体の処分を適切かつ効率的な実施に繋がるものと考えられる。

なお、現在国内の一部地域で発生している豚コレラ（CSF）に関連して、捕獲したイノシシ等を化製処理等により加熱処理することは防疫上、効果がある（野生のイノシシから豚ウイルス陽性個体が見つかったり、加熱等によりウイルスを失活させることで感染拡大のリスクが軽減できる）。一方で十分な洗浄・消毒や回収体制を敷かなければ、ブタ（養豚業）とイノシシ（野生個体）が間接的に交差する可能性が生じてしまう。このことからストックヤードの設置場所の設定や作業者の衛生管理の徹底、適切な捕獲個体の処分が必要である。

表Ⅱ6-1 異なる地域におけるストックヤード設置と回収システムの体系

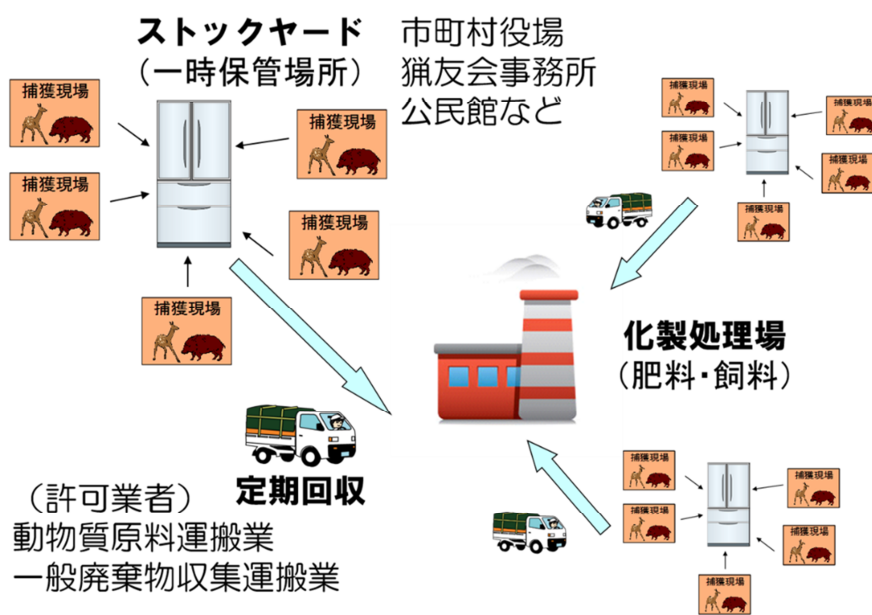
		長崎県波佐見町	長崎県西海市	佐賀県有田町
導入の背景		・広域クリーンセンター利用のため、遠距離運搬が必要 ・受け入れ時の大きさに制限あり（約 10kg 程度）	・クリーンセンターの改修に伴い、捕獲個体の受け入れができなくなった	・クリーンセンターの閉鎖により、広域施設での受け入れができなくなった
ストックヤード	設置場所	役場敷地内	化製処理場（事務所）敷地内	リサイクルセンター敷地内
	保管庫	冷凍ストッカー×3 基 （500L×3=1,500L）	冷凍ストッカー×1 基 （500L）	冷凍庫×1 基 （3,400L）
	機種	サンデン SH-F500	サンデン SH-F500	三菱電機 ERA-EP22A
	導入経費	2 基は研究費によりリース （26,400 円×2／月）	研究費によりリース （26,400 円×／月）	町の一般財源で購入 （本体のみ 約 360 万円）
	冷凍能力	-20℃～-26℃（カタログ値） 急速冷凍機能なし	-20℃～-26℃（カタログ値） 急速冷凍機能なし	-5℃～-25℃ （冷凍庫容量により異なる） 急速冷凍機能なし
回収方法		毎週土曜日午後に回収	毎日回収	週 1 回、連絡を受けて回数



図Ⅱ6-1 イノシシ回収用の保存缶

表Ⅱ6-2 各地域におけるイノシシ捕獲数と回収数の変移

		長崎県波佐見町	長崎県西海市	佐賀県有田町	年度別 計
H28.6	捕獲数	844 頭	2,596 頭	816 頭	4,256 頭
～	回収数	78 頭	1,005 頭	419 頭	1,502 頭
H29.3	回収率	9.2%	38.7%	51.3%	35.3%
H29.4	捕獲数	664 頭	2,194 頭	507 頭	3,365 頭
～	回収数	543 頭	858 頭	231 頭	1,632 頭
H30.3	回収率	81.8%	39.1%	45.6%	48.5%
H30.4	捕獲数	710 頭	2,230 頭	614 頭	3,554 頭
～	回収数	579 頭	835 頭	259 頭	1,673 頭
H31.3	回収率	81.5%	37.4%	42.2%	47.1%
地区別 計	捕獲数	2,218 頭	7,020 頭	1,937 頭	11,175 頭
	回収数	1,200 頭	2,698 頭	909 頭	4,807 頭
	回収率	54.1%	38.4%	46.9%	43.0%



図Ⅱ6-2 焼却施設や化製処理施設が中核となった捕獲個体のストックと回収システムの模式図（ハブ&スポーク形式）

（２）レンダリング処理による減容化および原料化の確立

全国には約 1,140 の焼却施設（平成 29 年度 環境総合データベース）が存在し、野生動物の捕獲個体の処分などに使われて来たが、焼却施設のない地域、焼却炉の能力等により捕獲個体の受入頭数や全頭丸ごとでは炉温が低下するなどの理由から受入制限が設けている地域、焼却施設の使用目的でそもそも野生動物の受入が出来ない地域などが存在することから、捕獲個体の 60～70%は埋設処理されている現状にあった。

一方で、と畜場から出る家畜の食肉残渣から肉骨粉などを生成する化製処理場が全国に 140 施設ほど存在するが、イノシシ等の野生動物はと畜場法の対象とならないことから化製処理施設への受入が困難な場合が

多く、またレンダリング処理の生成物である肉骨粉については、本研究の実施開始時の平成 28 年 9 月まで「イノシシ由来たん白質の飼料原料として利用」が規制解除されるまで原料化（以下、再資源化）できない状況にあった。

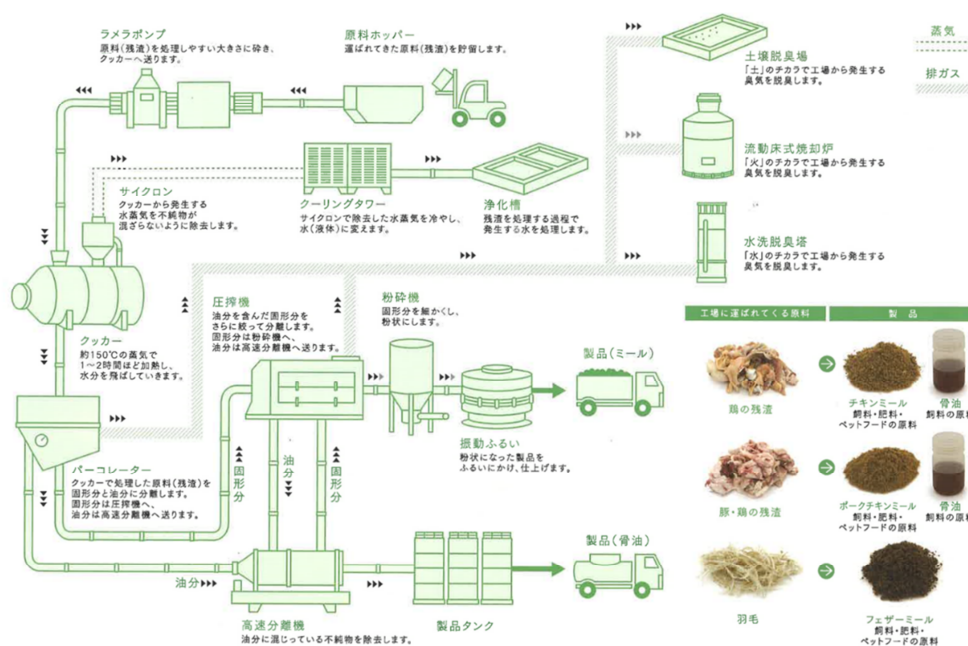
本研究では既存のレンダリング技術（図Ⅱ6-3）を活用し、上記の回収システムで集積したイノシシ 526 頭について、体重や体長、栄養状態等の詳細な個体データを収集した上（長崎県農林技術開発センターと共同実施）でレンダリング処理を行い、生成物を分別するとともに減容化率を算出した（図Ⅱ6-4）。その結果、4 回に渡るレンダリング処理において平均で重量比 16.0%、容積比 20.8%に減容されることが明らかとなった。

使用するレンダリングの作業レーンとしては、処分能力がイノシシに近い（生物種で同種である）ブタのレーンの使用が現実的であるものの、既存の機材では、1 回のレンダリング作業が 2,000 kg より少ない場合には油脂の絞り込みが十分出来なかったため、減容率が著しく低下することとなった。今後、捕獲個体をレンダリング処理施設で減容する場合には、イノシシをストックヤード等で集積するとともに、イノシシだけよりもブタと混ぜながら処理する方法が現実的と考えられる。

また、試行期間（イノシシ由来たん白質の飼料原料として利用の規制解除前）において生成した肉骨粉から高濃度の鉛が検出されたことから、長崎県農林技術開発センターとともに鉛混入の検査を実施し、鉛リスクの軽減を図ることが可能となった。

なお、レンダリングによる減容化・再資源化については、新規の施設設置や機材導入は非現実的であるものの、既存の施設を活用しながら回収システムを確立することで、行政コストは発生するものの（ただし、焼却処分コストよりも同等以下に軽減が可能）、作業者負担を大きく軽減できるものと考えられる（表Ⅱ6-3）。

特に養殖魚の飼料原料として魚粉の価格が近年高騰しているため、代替タンパク資源として大豆カスのような植物由来タンパク質の利用も図られて来たが、タンパク質の含有量などの成分組成や価格など様々な面から他の代替資源が常に求められている状況にある。現状では、運搬・回収から化製処理までのコストが 1kg あたり 170 円程度かかるが、減容化により重量が 80%減少する。そのためイノシシ由来肉骨粉が 1kg100～120 円で買い取られたとしてもネットの生産コストは 150 円程度かかる。一方、資源化しない場合は、捕獲作業者は労力の負担、地方自治体は捕獲に要する経費や焼却場のランニングコストへの上乗せなど人的、予算的な負担をしている。本研究成果のイノシシ肉骨粉の飼料・肥料原料としての再資源化は現在の状況では決して商業的に利益を生じさせることは出来ないものの、潜在的に地域が負担している人的、予算的、労力的な負担を軽減させる効果が期待できる。



図II6-3 化製処理施設におけるレンダリング工程の概要（ハラサングョウの事例）



図II6-4 レンダリング処理によるイノシシ捕獲個体の生成物

表II6-3 従来の処分システムと回収・レンダリングによる処分システムとのコスト試算

■従来の処分システム（個別対応型）

○埋設コスト	22.5円/kg	（捕獲作業員負担）
○焼却コスト	235.2円/kg	
ゴミ焼却場までの運搬	うち 捕獲作業員負担	68.5円/kg
ゴミとしての受入・処分費用	うち 行政負担	166.7円/kg

■今後の処分システム（集約一括対応型）

○埋設コスト	22.5円/kg	（捕獲作業員負担）
○化製処理コスト	169.7円/kg	
ストックヤードまでの運搬	うち 捕獲作業員負担	38.0円/kg
ストックヤードの運営	うち 行政負担	17.3円/kg
共同回収・処理費用	うち 化製処理場負担	130.0円/kg

（化製処理生成物を資源化した場合のコスト軽減）

肥料として活用：18.6円/kg、水産用飼料として活用：36.0円/kg

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

これまで実例がなかったイノシシのレンダリング処理による減容率が明らかとなった。また、減容した生成物（肉骨粉）に対して、銃弾等による鉛の混入とレンダリングによる濃縮が確認できた。これに対して、鉛リスクの軽減を行うことで、生成物への高濃度での鉛混入を軽減できる手法が確立できた。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

本研究成果を始めとするこの研究課題全体の成果を含めて「イノシシ由来たん白質の肥料原料としての利用」について提言を実施、平成 29 年 12 月 27 日付け農林水産省消費・安全局長通知により規制が解除された。

<行政が活用することが見込まれる成果>

本研究の成果に対して、多数の県、市町村からの視察や研修会の依頼があり、随時対応している。複数の県では県議会が中心となった議会視察や民間企業、地方行政機関、猟友会、農業協同組合等から構成される協議会による勉強会にも対応しており、今後、これらの地域での研究成果の活用が期待される。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

特に記載すべき事項はない。

<査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表（学会等）

特に記載すべき事項はない。

(3) 知的財産権

特に記載すべき事項はない。

(4) 「国民との科学・技術対話」の実施

九州農政局 消費者の部屋特別展示「鳥獣害対策とジビエについて（平成 28 年 1 月 18 日）」
本研究の成果を紹介説明するとともに、イノシシのレンダリング生成物等の展示説明を行った。

(5) マスコミ等への公表・報道等

- 1) NHK 特集ニュース（平成 30 年 8 月 29 日など複数回 「九州各地で進む対策 長崎では」において 10 分ほど特集紹介）

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

Ⅱ－７ 捕獲個体および処理生成物の成分分析に関する研究

[要旨]

イノシシ等の捕獲個体を微生物分解や化学的分解により減容・生成したものについて成分分析等を実施した。飼料や肥料としての有効性を検討するため、分析項目は窒素（硝酸態、亜硝酸態、全窒素量）や炭素などの元素レベルの分析とタンパク質や脂質などの有機物・無機物としての分析の双方を実施し、飼料や肥料の原料として十分な成分を含むことを確認した。

また、安全性の確認のため、重金属類の分析を行った。その結果、レンダリング生成物で国の飼料や肥料の原料としての安全基準を超える鉛が検出されたが、捕獲個体から生成物への鉛の流入を軽減する手法を導入後は基準値を超える重金属量は確認できなかった。

1. はじめに

農林業や生態系などに対して、増えすぎたイノシシやニホンジカが原因となる被害が全国各地で発生しており、国は個体数半減を目標に捕獲の強化を図っている。しかしながら捕獲した個体の処分には作業者や行政の負担が発生することから、地方自治体を中心に食肉利用などの資源化に取り組まれているが、そこから発生する残渣処分の負担が新たに生じるため、その処分コストが食肉利用を経済的に圧迫する。そこで本研究では、捕獲個体のうち、食肉利用されなかった個体などを集中的に回収し、それらを微生物分解や化製処理によって減容化、その生成物を飼料や肥料の原料として再資源化する技術確立を行った。

しかしながら、再資源化を図るためには、生成物の成分分析を行い、有効成分の含有量や重金属などの有害物質や危険物の確認や除去などを先立って把握する必要がある。そこで本課題では各共同研究機関が生成した分解物を国の安全基準等に照らし合わせ、詳細な分析を実施した。

2. 研究開発目的

農林業被害や生態系被害の軽減のため捕獲されたイノシシやニホンジカは山林から搬出される場合やその場で埋設される場合など、その処分方法は様々である。本研究では捕獲個体を微生物分解や化製処理による化学的な分解を行い、その生成物を飼料や肥料の原料として使用するシステムの構築を目指している。しかしながら、原料として再資源化を行うにあたり、その生成物に資源利用を行うための十分な機能的な成分が含まれているか、また人間や周辺環境に対して悪影響を及ぼす物質が含まれていないか、事前に成分構成を知り、安全性や有効性を検討する必要がある。そこで本課題では構成員が処理を行った生成物に対して詳細な分析を行い、資源利用のベースデータ収集を行った。

3. 研究開発方法

微生物分解や化製処理の影響を知るため、捕獲個体を未処理の状態でホモジェナイズして、その成分分析を行った。また、宇都宮大学が生成した微生物分解処理物およびハラサングョウ株式会社が生成したレンダリング処理生成物の分析を行った。加えて、飼料や肥料として加工した原料ペレットおよび長崎県総合水産試験場が行ったイノシシ由来タンパク質を投与した養殖魚の筋肉や肝臓等の成分分析を行い、捕獲個体からその生成物、生成物を与えた養殖魚への影響等を確認した。

その他、埋設時の土壌や水系への物質の移行の影響を図るため、森林総合研究所がサンプリングした土壌間隙水やガスの分析を合わせて行った。

なお、各分析項目の詳細な分析手法および試薬類の調整等については別途【参考】として記載した。

（１）イノシシ、ニホンジカの生肉分析（全個体分析）の検討

捕獲個体の微生物分解やレンダリング処理による生成物の有効成分および有害物質を評価するため、元の個体に含まれる物質全量の解明を試行した。

捕獲個体を大型の裁断機を使用して 5 cm 角程度の肉片に破碎、さらにそれをホモジェナイザーに通して分析可能なペースト状にして成分分析用のサンプルとして分析行った。

（２）イノシシ由来肉骨粉の成分分析

再資源化時の効果を検証する前提としてレンダリング生成物の有効成分および有害物質を評価するため、課題Ⅱ-6 で生成したイノシシ由来肉骨粉を各 20 サンプルずつ採取し、分析を実施（表Ⅱ7-1）、上記の生肉状態のイノシシとの比較を行った。

（３）イノシシレンダリング生成物の保管による成分変化の分析

魚粉などを養殖魚飼料として利用する際には、その原料の酸化度により魚の誘引・採餌効果が変わり、養殖魚の生育状況が大きく変化することが知られている。また、飼料原料を保管する場合、酸化の進行により発熱し、稀に発火するなどの事故が発生する事例も報告されている。そこで、レンダリング生成物であるイノシシ肉骨粉を常温、冷蔵（4℃）保管し、そこから 1 か月おきに 20 サンプルを採取してその酸化と過酸化価を計測、その平均値の変化を調べた。

表Ⅱ7-1 主な分析項目における分析手法一覧

全窒素量	炭素・窒素同時定量装置 CN コーダーによる測定
全炭素量	炭素・窒素同時定量装置 CN コーダーによる測定
全リン量	バナドモリブデン酸アンモニウム法
タンパク量（生肉）	窒素定量換算法（換算係数 6.25）
タンパク量（肉骨粉）	ケルダール法
脂質量	エーテル抽出法
水分量	乾燥減量法
カドミウム含有量	原子吸光光度法
鉛含有量	原子吸光光度法
総ヒ素量	水素化物発生－原子吸光光度法
総水銀量	加熱気化法
酸価	中和滴定法
過酸化価	ヨウ素滴定法

【参考】各分析項目における分析手法および分析要件の一覧

(1) 全炭素・全窒素（飼料・魚体）

①標準品及び試薬

- ・スルファニル酸（標準試薬）
- ・酸化タングステン（助燃用）
- ・スズボート（試料充填用）
- ・還元銅

②方法

スズボートに試料（5～15mg）を量り取り、酸化タングステンを添加して測定試料とする。同様にスルファニル酸を 5mg 程度量り取り、ファクター算出用とした。

元素分析装置内の燃焼管を 1150℃、還元管を 850℃に加熱し、試料及びスルファニル酸をセットして測定する。スルファニル酸の測定条件と試料の測定条件は異なるため注意を要する。

③装置及び測定条件

- ・元素分析装置 varioELIII
- ・燃焼管:1,150℃
- ・還元管:850℃
- ・キャリアーガス:ヘリウム
- ・燃焼ガス:酸素
- ・流量:199ml/min
- ・圧力:1.2～1.3bar
- ・精密天秤

(2) -1 全リン（魚体）

①標準品及び試薬

- ・発色試薬：メタバナジン酸アンモニウム（特級）1.12g を水 200～300ml に溶かし、硝酸（特級）250ml を加える。この液にモリブデン酸アンモニウム（特級）27.0g を水に溶かしたものを攪拌しながら加え、水で 1L とし、褐色瓶に保存する。
- ・フェノールフタレイン指示薬：1w/v%エタノール溶液。
- ・硝酸、硫酸、過塩素酸、塩酸：特級
- ・アンモニア水（1+49）、硝酸（1+9）、塩酸（1+1）：各特級試薬 1 容に対し、水 49 容、9 容及び 1 容をそれぞれ加え、混和する。
- ・リン標準溶液：市販の原子吸光分析用標準溶液を水で希釈して用いる。

②方法

試料 1～10g をケルダールフラスコに精密に量り、硝酸 10ml を加え穏やかに加熱する。激しい反応が終了したら、硝酸 10ml 及び硫酸 5ml を加え、再び加熱する。内容液が褐色～黒色になったら硝酸 2ml を加える。内容液が無色から淡黄色になったら、過塩素酸 2ml を加え、硫酸の白煙を生じるまで再び加熱する。放冷後、ケルダールフラスコの内壁を水でよく洗い込み、硫酸の白煙が生じるまで再び加熱する。放冷後、溶液を全量フラスコに洗い流した後、水で定容し（Vml）、必要に応じて水で適宜希釈して（希釈倍数：D）試験溶液とする。

試験溶液の適当量を正確に 100ml 容全量フラスコに分取し、フェノールフタレイン指示薬を数滴加え、希アンモニア水（1+49）が微紅色を呈するまで加えた後、硝酸（1+9）で中和する。水で全量を約 70ml

とし、発色試薬 20ml を加え、水で 100ml とする。混和し 30 分間放置した後、波長 410nm における吸光度を測定する。同様に操作して作成した検量線から、波長 410nm における吸光度を測定する。同様に操作して作成した検量線から、試験溶液中の濃度 ($C \mu\text{g/ml}$) を求め、試料中の含量を算出する。

③装置及び測定条件

- ・分光光度計：UV-1800（島津製作所製）
- ・測定波長：UV410nm

（２）－２ 全リン（飼料）

① 標準品及び試薬

- ・モリブデン酸アンモニウム溶液：モリブデン酸アンモニウム 27 g を適量に水に溶かす。
- ・発色試薬：バナジン酸アンモニウム 1.12g を適量の水に溶し、硝酸 250ml を加えた後、モリブデン酸アンモニウム溶液を加え、さらに水を加えて、1,000ml とし、褐色瓶に保存する。
- ・リン標準溶液：市販の原子吸光分析用標準溶液を水で希釈して用いる。

②方法

分析試料 2～10g を正確に量って、100ml のホウケイ酸ガラス製トールビーカーに入れ、穏やかに加熱して炭化させた後、550～600℃で加熱して灰化した後放冷する。残留物を少量の水で潤し、塩酸 10ml を徐々に加え、さらに水を加えて 30ml とし、時計皿で覆って 30 分間煮沸した後放冷する。これを水で 250ml の全量フラスコに移し、標線まで水を加え、ろ紙（６種）でろ過して試験溶液とする。

試料溶液の一定量（リンとして 0.5～4mg 相当量）を 100ml の全量フラスコに正確に入れフェノールフタレイン溶液 1 滴を加え、アンモニア水（1+3）を加えて中和し、硝酸（1+6）で微酸性とする。この液を適量の水で希釈し、発色試液 20ml を加え、標線まで水を加えた後 30 分間静置し波長 400～420nm 付近の吸光度を次の示差法により測定する。

採取した試料溶液中のリン量より少ないリン量のリン標準液および採取した試料溶液中のリン量より多いリン量のリン標準液各 10ml をそれぞれ 100ml の全量フラスコに正確に入れ、適量の水で希釈する。これらの液を試料溶液の場合と同様に発色させてそれぞれ第一標準液及び第二標準液とする。第一標準液を対象として、第二標準液及び試料溶液の吸光度を測定し、試料中のリン量を算出する。

③装置及び測定条件

- ・分光光度計：UV-1800（島津製作所製）
- ・測定波長：UV400～420nm
- ・電気炉
- ・ホットプレート

（３）－１ タンパク質（魚体）

①標準品及び試薬

- ・硫酸カリウム：特級、粉状のもの。
- ・硫酸銅（Ⅱ）五水和物：特級、12 メッシュ以上に粉碎したもの。
- ・濃硫酸：特級
- ・水酸化ナトリウム：特級
- ・ホウ酸：特級
- ・分解促進剤：硫酸カリウムと硫酸銅（Ⅱ）五水和物を 9:1 の質量比で混合。
- ・30w/v%水酸化ナトリウム溶液：水酸化ナトリウム 300g を水約 500ml に溶解した後、さらに水を加えて 1 L に希釈したもの。

- ・ 4%ホウ酸溶液：ホウ酸 40g を水 960ml に加温溶解し、冷却したものを使用。
- ・ 0.1mol/L 水酸化ナトリウム標準溶液：容量分析用
- ・ 0.05 mol/L 硫酸標準溶液：容量分析用
- ・ ショ糖：特級

②方法

試料の適量 1～5g (Wg) を正確に量って試験管に入れ、硫酸カリウム 9g 及び硫酸銅(Ⅱ)五水和物 1g を加え、更に硫酸 30～40ml を加えて振り混ぜる。これを徐々に加熱し、発泡が収まってからは強熱し、この液が透明になってから更に 2 時間以上加熱した後放冷する。

放冷後、自動蒸留装置に連結させる。蒸留液の留出口に 4%ホウ酸溶液 40ml を入れた三角フラスコを留出口がホウ酸溶液の液面より下にあるように装着した後、5 分間加熱蒸留する。

蒸留液を 0.05 mol/L 硫酸標準溶液で滴定する。(V1ml)。別に空試験として試料の代わりにショ糖を試料と同量採取し、前記同様に操作して分解、蒸留、次いで滴定する (V0ml)。

- ・ 計算 試料中の窒素含量 (g/100 g) = $0.0014 \times (V1 - V0) \times f / W \times 100$

f : 0.05 mol/L 硫酸標準溶液のファクター

試料中のタンパク質含量 (g/100g) = 試料中の窒素含量 (g/100g) × 窒素・タンパク質換算係数

試料が魚体の場合、タンパク質換算係数は 6.25 とする。

③装置及び測定条件

- ・ ドラフト
- ・ 自動分解装置：BUCHI k-437
- ・ 自動蒸留装置：BUCHI k-360
- ・ 自動滴定装置：Methohm 877 Tirino Plus

(3) - 2 タンパク質 (飼料)

①標準品及び試薬

- ・ 硫酸カリウム：特級、粉状のもの。
- ・ 硫酸銅 (Ⅱ) 五水和物：特級、12 メッシュ以上に粉砕したもの。
- ・ 濃硫酸：特級
- ・ 水酸化ナトリウム：特級
- ・ ホウ酸：特級
- ・ 分解促進剤：硫酸カリウムと硫酸銅 (Ⅱ) 五水和物を 9:1 の質量比で混合。
- ・ 30 w/v% 水酸化ナトリウム溶液：水酸化ナトリウム 300g を水約 500ml に溶解した後、さらに水を加えて 1L に希釈したもの。
- ・ 4%ホウ酸溶液：ホウ酸 40 g を水 960ml に加温溶解し、冷却したもの。
- ・ 0.1mol/L 水酸化ナトリウム標準溶液：容量分析用
- ・ 0.05mol/L 硫酸標準溶液：容量分析用
- ・ ショ糖：特級

②方法

試料の適量 1～5g (Wg) を正確に量って試験管に入れ、硫酸カリウム 9g 及び硫酸銅(Ⅱ)五水和物 1g を加え、更に硫酸 30～40ml を加えて振り混ぜる。これを徐々に加熱し、発泡が収まってからは強熱し、この液が透明になってから更に 2 時間以上加熱した後放冷する。放冷後、自動蒸留装置に連結させる。蒸留液の留出口に 4%ホウ酸溶液 40ml を入れた三角フラスコを留出口がホウ酸溶液の液面より下にある

ように装着した後、5 分間加熱蒸留する。

蒸留液を 0.05mol/L 硫酸標準溶液で滴定する。(V1ml)。別に空試験として試料の代わりにショ糖を試料と同量採取し、前記同様に操作して分解、蒸留、次いで滴定する (V0ml)。

・計算 試料中の窒素含量 (g/100g) = $0.0014 \times (V1 - V0) \times f / W \times 100$

f : 0.05mol/L 硫酸標準溶液のファクター

試料中のタンパク質含量 (g/100g) = 試料中の窒素含量 (g/100g) $\times$ 窒素・タンパク質換算係数

試料が飼料の場合、タンパク質換算係数は 6.25 とする。

③装置及び測定条件

- ・ドラフト
- ・自動分解装置：BUCHI k-437
- ・自動蒸留装置：BUCHI k-360
- ・自動滴定装置：Methohm 877 Tirino Plus

(4) 脂質（魚体、飼料）

①標準品及び試薬

- ・エーテル：特級
- ・硫酸ナトリウム（無水）：特級

②方法

試料を乳鉢に精密に量り (Wg)、硫酸ナトリウム（無水）を加えて脱水し、乳鉢中で粉碎して円筒ろ紙に移す。乳鉢は少量のエーテルを含ませた脱脂綿でふき取り、脱脂綿ごと円筒ろ紙に入れる。円筒ろ紙をソックスレー自動抽出装置に入れる。受器は前もって 100～105℃の電気定温乾燥器で 1～2 時間乾燥し、デシケーターに移し、1 時間放冷した後、0.1mg まで量って恒量 (W0g) を求める。

抽出終了後、受器を 105℃の電気定温乾燥器に入れ 1 時間乾燥し、デシケーターに移して放冷後秤量し、恒量 (W1g) を求める。

・計算

試料中の脂質含量 (g/100g) = $(W1 - W0) / W \times 100$

W：試料採取量 (g)

③装置及び測定条件

- ・電気定温乾燥器：温度調節範囲が 80～120℃
- ・ソックスレー自動抽出装置
- ・円筒ろ紙
- ・デシケーター

(5) 水分（魚体・飼料）

①方法

試料 2～5g を正確に量ってアルミニウム製秤量皿（あらかじめ乾燥して重さを正確に量っておいたもの）に入れ、135±2℃で 2 時間乾燥し、デシケーター中で放冷後、重さを量り、試料中の水分量を算出する。

②装置及び測定条件

- ・アルミカップまたは磁製、セラミック容器
- ・デシケーター（乾燥剤：青色シリカゲル）
- ・化学天秤
- ・恒温乾燥器

(6)－1 カドミウム（イノシシ、ニホンジカ、魚体（ブリおよびトラフグ））

①標準品及び試薬

- ・硫酸：精密分析用
- ・硝酸：精密分析用
- ・塩酸：精密分析用
- ・シュウ酸アンモニウム：試薬特級
- ・クエン酸第二アンモニウム：試薬特級
- ・硫酸アンモニウム：原子吸光分析用
- ・ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム：試薬特級
- ・アンモニア水：試薬特級
- ・メチルイソブチルケトン：原子吸光分析用
- ・プロモチモールブルー
- ・カドミウム標準液：1,000ppm（原子吸光分析用）
- ・飽和シュウ酸アンモニウム溶液：シュウ酸アンモニウム 5～6g を水 1,00ml に入れて攪拌する。
- ・クエン酸アンモニウム溶液：クエン酸第二アンモニウム 2.5g を水に溶かして 100ml とする。
- ・硫酸アンモニウム溶液：硫酸アンモニウム 40g を水に溶かして 100ml とする。
- ・10ppm カドミウム標準液：カドミウム標準液（原子吸光分析用）1,000ppm を 1. 0ml 採り 0.5N硝酸を加えて 100ml とする
- ・1ppm カドミウム標準液：10ppm カドミウム標準液を 10ml 採り 0.5N硝酸を加えて 100ml とする。

②方法

検体約 20g をケルダール分解フラスコに採る。これに水約 10ml 及び硝酸 10ml を加え放置する。次いでおだやかに加熱し、激しい反応がおさまれば、冷後、硫酸 10ml を加え、再度おだやかに加熱する。内容物が暗色になり始めたら、硝酸 2～3ml ずつを追加し、加熱を続ける。

硫酸の白煙が発生するまで過熱したときに、内容物がほとんど無色であれば、分解を完了する。冷後、水 15ml 及び飽和シュウ酸アンモニウム溶液 10ml を加えて、硫酸の白煙が発生するまで過熱する。冷後、水で 40ml に定容して、試験溶液とする。

試験溶液及び空試験溶液それぞれ 10ml を採り、それぞれにクエン酸アンモニウム溶液 2ml、プロモチモールブルー試液 2 滴を加え、溶液の色が黄色から緑色になるまでアンモニア水で中和したのち、硫酸アンモニウム溶液 2ml を加え、水を加えて 20ml とする。次いで、それぞれに DDTC 溶液 2ml を加えて混和し、数分間放置したのち、メチルイソブチルケトン 5ml を加えて激しく振り混ぜ、静置したのち、メチルイソブチルケトン層を分取し、228.8nm の測定波長において試験溶液の吸光度を測定する。

③装置及び測定条件

- ・原子吸光光度計（島津 AA7000）
- ・原子吸光光度計 カドミウム（228.8nm）中空陰極ランプ

(6)－2 カドミウム（飼料）

①標準品及び試薬

- ・塩酸：精密分析用
- ・リン酸：試薬特級
- ・ヨウ化カリウム：試薬特級
- ・4-メチル-2-ペンタノン：原子吸光分析用

- ・カドミウム標準液：1,000ppm（原子吸光分析用）
- ・10ppm カドミウム標準液：カドミウム標準液（原子吸光分析用）1,000ppm を 1.0ml 採り 0.5N硝酸を加えて 100ml とする
- ・1ppm カドミウム標準液：10ppm カドミウム標準液を 10ml 採り 0.5N硝酸を加えて 100ml とする。

②方法

試料 1～10g を正確に量って 100ml ホウケイ酸ガラス製トールビーカーに入れ穏やかに加熱して炭化させた後、500℃以下で加熱して灰化する。残留物に少量の水及び塩酸 10ml を徐々に加え、更に水を加えて 30ml とし、数分間煮沸した後放冷する。これを水で 100ml 全量フラスコに移し標線まで水を加えた後、ろ紙（6 種）でろ過し、試料溶液とする。

試料溶液の一定量をあらかじめリン酸 14ml を入れた 100ml の分液ロートに入れ、68%

ヨウ化カリウム溶液 5ml を加え、更に水を加えて 50ml とし、軽く振り混ぜた後 5 分間静置する。

4-メチル-2-ペンタノン 10ml を先の分液ロートに正確に加え、激しく振り混ぜた後静置し、4-メチル-2-ペンタノン層について原子吸光光度計によりアセチレン-空気フレーム中で波長 228.8nm の吸光度を測定する。空試験溶液について同様に吸光度を測定し、結果を補正する。

③装置及び測定条件

- ・原子吸光光度計（島津 AA7000）
- ・原子吸光光度計 カドミウム（228.8nm）中空陰極ランプ
- ・電気炉

（7）－1 鉛（イノシシ、ニホンジカ、魚体（ブリおよびトラフグ））

①標準品及び試薬

- ・硫酸：精密分析用
- ・硝酸：精密分析用
- ・塩酸：精密分析用
- ・シュウ酸アンモニウム：試薬特級
- ・クエン酸第二アンモニウム：試薬特級
- ・硫酸アンモニウム：原子吸光分析用
- ・ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム（DDTC）：試薬特級
- ・アンモニア水：試薬特級
- ・メチルイソブチルケトン：原子吸光分析用
- ・プロモチモールブルー
- ・鉛標準液：1,000ppm（原子吸光分析用）
- ・飽和シュウ酸アンモニウム溶液：シュウ酸アンモニウム 5～6g を水 100ml に入れて攪拌
- ・クエン酸アンモニウム溶液：クエン酸第二アンモニウム 2.5g を水に溶かして 100ml とする。
- ・硫酸アンモニウム溶液：硫酸アンモニウム 40g を水に溶かして 100ml とする。
- ・10ppm 鉛標準溶液：鉛標準液（原子吸光分析用）1,000ppm を 1.0ml 採り、0.5N硝酸を加えて 100ml とする。

②方法

検体約 20g をケルダール分解フラスコに採る。これに水約 10ml 及び硝酸 10ml を加え放置する。次いでおだやかに加熱し、激しい反応がおさまれば、冷後、硫酸 10ml を加え、再度おだやかに加熱する。内容物が暗色になり始めたら、硝酸 2～3ml ずつを追加し、加熱を続ける。

硫酸の白煙が発生するまで過熱したときに、内容物がほとんど無色であれば、分解を完了する。冷後、水 15ml 及び飽和シュウ酸アンモニウム溶液 10ml を加えて、硫酸の白煙が発生するまで過熱する。冷後、水で 40ml に定容して、試験溶液とする。

試験溶液及び空試験溶液それぞれ 10ml を採り、それぞれにクエン酸アンモニウム溶液 2ml、プロモチモールブルー試液 2 滴を加え、溶液の色が黄色から緑色になるまでアンモニアで中和したのち、硫酸アンモニウム溶液 2ml を加え、水を加えて 20ml とする。次いで、それぞれに DDTC 溶液 2ml を加えて混和し、数分間放置したのち、メチルイソブチルケトン 5ml を加えて激しく振り混ぜ、静置したのち、メチルイソブチルケトン層を分取し 283.3nm の測定波長において試験溶液の吸光度を測定する。

③装置及び測定条件

- ・原子吸光光度計（島津 AA7000）
- ・原子吸光光度計 鉛（283.3nm）中空陰極ランプ
- ・電気炉

（7）－2 鉛（飼料）

①標準品及び試薬

- ・塩酸：精密分析用
- ・リン酸：試薬特級
- ・ヨウ化カリウム：試薬特級
- ・4-メチル-2-ペンタノン：原子吸光分析用
- ・鉛標準液：1,000ppm（原子吸光分析用）
- ・10ppm 鉛標準溶液：鉛標準液（原子吸光分析用）1,000ppm を 1.0ml 採り、0.5N 硝酸を加えて 100ml とする。

②方法

試料 1～10g を正確に量って 100ml ホウケイ酸ガラス製トールビーカーに入れ穏やかに加熱して炭化させた後、500℃以下で加熱して灰化する。残留物に少量の水及び塩酸 10ml を徐々に加え、更に水を加えて 30ml とし、数分間煮沸した後放冷する。これを水で 100ml 全量フラスコに移し標線まで水を加えた後、ろ紙（6 種）でろ過し、試料溶液とする。

試料溶液の一定量をあらかじめリン酸 14ml を入れた 100ml の分液ロートに入れ、68%ヨウ化カリウム溶液 5ml を加え、更に水を加えて 50ml とし、軽く振り混ぜた後 5 分間静置する。

4-メチル-2-ペンタノン 10ml を先の分液ロートに正確に加え、激しく振り混ぜた後静置し、4-メチル-2-ペンタノン層について原子吸光光度計によりアセチレン-空気フレーム中で波長 283.3nm の吸光度を測定する。空試験溶液について同様に吸光度を測定し、結果を補正する。

③装置及び測定条件

- ・原子吸光光度計（島津 AA7000）
- ・原子吸光光度計 鉛（283.3nm）中空陰極ランプ
- ・電気炉

（8）－1 総ヒ素（イノシシ、ニホンジカ、魚体（ブリおよびトラフグ）、飼料）

①標準品及び試薬

- ・硫酸：精密分析用
- ・硝酸：精密分析用
- ・塩酸：ヒ素分析用

- ・テトラヒドロホウ酸ナトリウム：試薬特級
- ・水酸化ナトリウム：試薬特級
- ・ヨウ化カリウム：試薬特級
- ・L-アスコルビン酸：試薬特級
- ・ヒ素標準液：100ppm（原子吸光分析用）
- ・テトラヒドロホウ酸ナトリウム溶液：テトラヒドロホウ酸ナトリウム 10g を 1mol/L 水酸化ナトリウム 100ml に溶かし、水を加えて 1,000ml とする。
- ・1ppm ヒ素標準溶液：ヒ素標準液（原子吸光分析用）100ppm を 1.0ml 採り、10%塩酸を加えて 100ml とする。
- ・0.1ppm ヒ素標準溶液：ヒ素標準溶液 1ppm を 10ml 採り 10%塩酸を加えて 100ml とする。

②方法

検体約 20g をケルダール分解フラスコに採る。これに水約 10ml 及び硝酸 10ml を加え放置する。次いでおだやかに加熱し、激しい反応がおさまれば、冷後、硫酸 10ml を加え、再度おだやかに加熱する。内容物が暗色になり始めたら、硝酸 2～3ml ずつを追加し、加熱を続ける。

硫酸の白煙が発生するまで過熱したときに、内容物がほとんど無色であれば、分解を完了する。冷後、水 15ml および飽和シュウ酸アンモニウム溶液 10ml を加えて、硫酸の白煙が発生するまで過熱する。冷後、水で 40ml に定容して、試験溶液とする。

試験溶液及び空試験溶液をそれぞれビーカーに採り、25%クエン酸二アンモニウム溶液 1ml 及びメリルオレンジ試液数滴を加え、液の色が赤色から黄色に変わるまで 10%アンモニア水を滴加して中和する。これを 50ml のメスフラスコに移し入れ、ビーカーを少量の水で洗い、洗液をメスフラスコに合わせ、次に塩酸 10ml、20%アスコルビン酸溶液 1ml および 20%ヨウ化カリウム溶液 1ml を加え、水を加えて 50ml とし、30 分放置する。この溶液を別容器に移し、水素化物発生原子吸光光度法により試験溶液の吸光度を測定する。

③装置及び測定条件

- ・水素化物発生装置付原子吸光光度計（パーキンエルマー AAnalyst600）
- ・原子吸光光度計 ヒ素（193.7nm）ホロカソードランプ

（８）－２ 総ヒ素（飼料）

①標準品及び試薬

- ・硫酸：精密分析用
- ・硝酸：精密分析用
- ・塩酸：ヒ素分析用
- ・水素化ホウ素ナトリウム：試薬特級
- ・水酸化ナトリウム：試薬特級
- ・過塩素酸：試薬特級
- ・ヨウ化カリウム：試薬特級
- ・ヒ素標準液：100ppm（原子吸光分析用）
- ・水素化ホウ素ナトリウム溶液：水酸化ナトリウム 5g 及び水素化ホウ素ナトリウム 10g を水に溶かして 1,000ml とする。
- ・1ppm ヒ素標準溶液：ヒ素標準液（原子吸光分析用）100ppm を 1.0ml 採り、10%塩酸を加えて 100ml とする。

- ・0.1ppm ヒ素標準溶液：ヒ素標準溶液 1ppm を 10ml 採り 10%塩酸を加えて 100ml とする。

②方法

試料 2g を正確に量って 100ml のトールビーカーに入れ、硝酸 10ml 及び硫酸 5ml を加え、時計皿で覆い、一夜放置する。次にこれを砂浴上で穏やかに 30 分間加熱し、発泡が収まってからは強熱した後放冷する。更にこれに過塩素酸 5ml を加え、再び時計皿で覆い、完全に分解するまで加熱して、液量が 2ml 以下になるまで濃縮した後放冷する。残留物に塩酸（ヒ素分析用）（1+10）5ml 及び水 20ml を加え、加温して溶かした後、この液を水で 100ml 全量フラスコに移し、標線まで水を加え、ろ紙（6 種）でろ過して試料溶液とする。

試料の一定量を 100ml 全量フラスコに正確に入れ、塩酸（ヒ素分析用）10ml 及び 20%ヨウ化カリウム溶液 10ml を順次加えた後 15 分間整置する。さらに全量フラスコの標線まで水を加え、原子吸光光度測定に供する試料溶液とする。

水素化ホウ素ナトリウム溶液、塩酸（2+3）及び試料溶液を原子吸光光度計に連結した水素化ヒ素発生装置に連続的に流し、混合して反応させる。発生した水素化ヒ素をフレームで加熱した吸収セルにアルゴンで導き、波長 193.7nm の吸光度を測定する。

③装置及び測定条件

- ・水素化物発生装置付原子吸光光度計（パーキンエルマー AAnalyst600）
- ・原子吸光光度計 ヒ素（193.7nm）ホロカソードランプ

（９）総水銀（飼料・魚体（ブリおよびトラフグ））

①標準品及び試薬

- ・水銀標準液：1,000ppm（化学分析用）
- ・L-システイン：試薬特級
- ・硝酸：精密分析用
- ・L-システイン溶液（0.001w/v%）：
L-システイン 10mg を精製水に溶かし、硝酸 2ml を加え、1,000ml とする。
- ・1ppm 水銀標準液：
水銀標準液 1,000ppm を L-システイン溶液で 100 倍に薄めた溶液 10ml に硝酸 1ml L-システイン溶液を加えて 100ml としたもの。
- ・0.1ppm 水銀標準液：
1ppm 水銀標準液を 10 倍に希釈したもの。

②方法

あらかじめ、空焼きしたセラミックボードに試料 200mg を量り採り、測定試料とする。

標準液の測定モードと試料の測定モードは異なるため注意する。

③装置及び測定条件

- ・試料加熱気化・金アマルガム捕集装置マーキュリー/MA-1S
- ・水銀検出装置マーキュリー/MD-1
原子吸光光度計 波長 253.7nm で吸光度を測定し、同様に測定して作成した検量線から試料中の水銀の量を求める。
- ・電気炉

（10）酸価（飼料・魚体（ブリおよびトラフグ））

①標準品及び試薬

- ・石油エーテル 特級 関東化学
- ・エタノール 特級 関東化学
- ・ジエチルエーテル 特級 関東化学
- ・エタノール・ジエチルエーテル (1:1): エタノール 1 体積にジエチルエーテル 1 体積を混合したもの
- ・フェノールフタレイン試液
- ・0.1mol/L KOH 溶液

②方法

試料を細分し共栓三角フラスコに採り、試料が浸かる量の石油エーテルを加え、ときどき振り混ぜながら約 2 時間室温暗所に放置する。次に後継物が流出しないようにろ紙でろ過し、フラスコ中の試料に石油エーテルを前の約半分量加えて振り混ぜたのち、同じろ紙を用いてろ過する。両ろ液を合わせ、無水 NaSO₄ で脱水したのち、N₂ ガスまたは CO₂ ガスを通じながら減圧下で石油エーテルを完全に除き、残留物を次操作の試料とする。

上で得た試料油脂を中性のエタノール・ジエチルエーテル (1:1) 100ml に溶かし、これにフェノールフタレイン試液を指示薬として、30 秒間持続する淡紅色を呈するに至るまで 0.1mol/L KOH 溶液で滴定する。滴定中に混濁を生じるときは、エタノール・ジエチルエーテル (1:1) を追加してこれを避ける。

・計算：酸価(mg/g) = $f \times (a \times 5.611) / \text{試料採取量(g)}$

a: 0.1mol/L KOH 溶液の消費量(ml)

f: 0.1mol/L KOH 溶液のファクター

③装置及び測定条件

- ・25ml ビュレット
- ・100ml メスシリンダー
- ・200ml コニカルビーカー
- ・電子天秤

(11) 過酸化物価 (飼料・魚体 (ブリおよびトラフグ))

①標準品及び試薬

- ・石油エーテル 特級 関東化学
- ・デンプン溶液：可溶性デンプン 1g に水 100ml を加え、加熱して溶かしたのちろ過する。
- ・酢酸 特級 関東化学
- ・クロロホルム 特級 関東化学
- ・酢酸・クロロホルム (3:2): 酢酸 3 体積にクロロホルム 2 体積を加え混合する。
- ・エタノール・ジエチルエーテル (1:1): エタノール 1 体積にジエチルエーテル 1 体積を混合したもの
- ・無水硫酸ナトリウム 特級 関東化学
- ・ヨウ化カリウム特級 関東化学
- ・0.01mol/L Na₂S₂O₃ 溶液

②方法

試料を細分し共栓三角フラスコに採り、試料が浸かる量の石油エーテルを加え、ときどき振り混ぜながら約 2 時間室温暗所に放置する。次に後継物が流出しないようにろ紙でろ過し、フラスコ中の試料に石油エーテルを前の約半分量加えて振り混ぜたのち、同じろ紙を用いてろ過する。両ろ液を合わせ、無水 NaSO₄ で脱水したのち、N₂ ガスまたは CO₂ ガスを通じながら減圧下で石油エーテルを完全に除き、残留物を次操作の試料とする。

試料油脂 3g を共栓三角フラスコに精密に量り、酢酸・クロロホルム（3：2）25ml を加え、必要があればわずかに加温して溶かす。フラスコ内の空気を N₂ ガスで置換したのち用時調製した飽和 KI 溶液 1ml を加え、直ちに栓をして緩く振り混ぜ、暗所に 10 分間放置する。フラスコに水 30ml を加えて激しく振り混ぜたのち、デンプン溶液 1ml を指示薬として 0.01mol/L Na₂S₂O₃ 溶液で滴定する。別に空試験を行って補正する。

・計算：過酸化価(meq/g) = $f \times 10 \times (a-b) / \text{試料採取量(g)}$

a: 0.01mol/L Na₂S₂O₃ 溶液の滴定数(ml)

b: 空試験における 0.01mol/L Na₂S₂O₃ 溶液の滴定数(ml)

f: 0.01mol/L Na₂S₂O₃ 溶液のファクター

③装置及び測定条件

- ・ 25ml ビュレット
- ・ 100ml メスシリンダー
- ・ 200ml 共栓三角フラスコ
- ・ 200ml コニカルビーカー
- ・ 電子天秤

(12) アンモニア態窒素

①標準品及び試薬

- ・ フェノール結晶：試薬特級
- ・ フェノール溶液：フェノール結晶 2.5g を純水で 100ml とする。
- ・ ペンタシアノニトロシル鉄（III）酸ナトリウム二水和物：試薬特級
- ・ ペンタシアノニトロシル鉄（III）酸ナトリウム溶液：ペンタシアノニトロシル鉄（III）酸ナトリウム二水和物 0.5g を純水で 1,000ml とする
- ・ 次亜塩素酸ナトリウム溶液（有効塩素 5%以上）：富士フイルム和光純薬(株)製化学用
- ・ 水酸化ナトリウム：窒素測定用
- ・ 2.5%水酸化ナトリウム溶液：水酸化ナトリウム 25g を純水で 1,000ml とする。
- ・ アンチフォルミン溶液（使用時調製）：次亜塩素酸ナトリウム溶液 5ml に 2.5%水酸化ナトリウム溶液を 100ml 加え、純水で 200ml とする。
- ・ アンモニウムイオン標準液：1,000mg/L（化学分析用）
- ・ 10μg/ml アンモニウムイオン標準液：アンモニウムイオン標準液（1,000mg/L）1ml を全量フラスコ 100ml にとり、純水を標線まで加える。
- ・ 1μg/ml アンモニウムイオン標準液（使用時調製）：アンモニウムイオン標準液（10μg/ml）10ml を全量フラスコ 100ml にとり、純水を標線まで加える。

②方法

- ・ 試料の適量を 50ml 比色管にとり、純水を加えて 50ml とする。
- ・ フェノール溶液を 2ml 加えてよく振り混ぜる。
- ・ ペンタシアノニトロシル鉄（III）酸ナトリウム溶液を 0.5ml 加えてよく振り混ぜる。
- ・ アンチフォルミン溶液を 2ml 加えてよく振り混ぜる。
- ・ 室温で 4 時間～24 時間静置し、十分発色させる。
- ・ 波長 630nm の吸光度を測定する。
- ・ 検量線からアンモニウムイオンの量を求め、試料中のアンモニウムイオン濃度（mg/L）を算出する。

- ・次式によりアンモニア態窒素に換算する。

$$\text{アンモニア態窒素 (mg/L)} = \text{アンモニウムイオン濃度 (mg/L)} \times 0.7766$$

③検量線の作成

- ・1 μg/ml アンモニウムイオン標準液 0.05～10ml を段階的に 50ml 比色管にとり、純水を加えて 50ml とする。
- ・以降の操作を行って吸光度を測定し、アンモニウムイオンの量と吸光度との関係線を求める。

④装置及び測定条件

- ・紫外可視分光光度計 (UV-1280 (株)島津製作所製)
- ・紫外可視分光光度計 測定波長：630nm 測定セル長：10mm

(13) 硝酸態窒素

①標準品及び試薬

- ・炭酸ナトリウム：試薬特級
- ・炭酸水素ナトリウム：試薬特級
- ・溶離液：2.7mmol/L 炭酸ナトリウム-0.3mmol/L 炭酸水素ナトリウム溶液
- ・陰イオン混合標準液：イオンクロマトグラフィー用

②方法

- ・試料を孔径 0.45 μm メンブランフィルターでろ過する。
- ・イオンクロマトグラフに注入し、硝酸イオンに相当するピークを読み取る。
- ・検量線から試料中の硝酸イオン濃度 (mg/L) を算出する。
- ・次式により硝酸態窒素に換算する。

$$\text{硝酸態窒素 (mg/L)} = \text{硝酸イオン濃度 (mg/L)} \times 0.2259$$

③検量線の作成

- ・陰イオン混合標準液 (硝酸イオン 30mg/L) を全量フラスコを用いて 0.06mg/L～30mg/L の濃度範囲で 4 段階以上に希釈する。
- ・イオンクロマトグラフに注入し、硝酸イオンに相当するピークを読み取り、硝酸イオン濃度とピーク高さ又は面積との関係線を求める。

④装置及び測定条件

- ・イオンクロマトグラフ (ICS-1000 サーモフィッシャーサイエンティフィック(株)製)
- ・サプレッサ方式
- ・カラム：炭酸系溶離液用陰イオン分析カラム (IonPac AS12A/AG12A)
- ・溶離液：2.7mmol/L 炭酸ナトリウム-0.3mmol/L 炭酸水素ナトリウム溶液
- ・検出器：紫外可視吸光光度検出器 測定波長：210nm

4. 結果及び考察

(1) イノシシ、ニホンジカの生肉分析 (全個体分析) の検討

大型裁断機でイノシシ、ニホンジカを破碎し、その後、ホモジェナイザーを使用してペースト状にして成分分析を実施しようと試みたが、破碎物には骨が含まれる上、特にイノシシの場合にはブタなどと比べて厚い表皮と剛毛状の体毛が多く存在したため (図Ⅱ7-1)、ホモジェナイザーを通してペースト状までではできないことが明らかとなった。

また、液体窒素で氷結した後に粉碎する方法も試みたが、剛毛状の体毛が多く存在することで粉碎ができなかったため、捕獲個体を生肉の状態で条件を揃えてサンプリング調整し（図Ⅱ7-2）、成分分析を実施した。その際、有害物質の生物濃縮による蓄積が起こりやすい部位として、特に肝臓と腎臓を摘出し、別途重金属類の分析を実施した。

その結果、イノシシおよびニホンジカではブタ肉などと比較しても同等かそれ以上のタンパク質やリンを含んでおり、成分的には飼料等原料に十分利用できるものと考えられた。ただし、脂質に関してはレンダリング処理を行い肉骨粉とするため、原料としての影響は出ないものの、個体差が非常に大きい結果となった。これは捕獲された個体差および捕獲時期（一般的にイノシシは秋季から冬季初頭、ニホンジカでは夏季に脂肪蓄積が起こるとされる）また、生肉の状態では有害物質である重金属は検出されなかった。

酸価および過酸化価についても個体差が存在していたが、こちらは栄養状態や個体差よりも捕獲方法および殺処分から搬入までの時間やその際の温度条件の影響を受けたものと推測される。



図Ⅱ7-1 イノシシ捕獲回収個体の破碎
（破碎およびホモジェナイズを行ってペースト化する）



図Ⅱ7-2 同じ条件に合わせて採取したイノシシ生肉

表Ⅱ7-2 イノシシ生肉の成分等の分析結果

個体番号	全N	全C	全P	たんぱく質	脂質	水分	重金属等				酸価	過酸化物質
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	Cd	Pb	総As	総Hg		
	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)		
—	—	—	0.17*	18.8*	19.8*	60.1*	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	3**	7**	7**	1**	—	—
1	3.5	20.6	0.16	17.0	12.8	65.2	<0.1	<1.5	<1	<0.01	4.9	4.2
2	2.2	24.4	0.15	17.1	15.5	63.1	<0.1	<1.5	<1	0.01	3.6	4.7
3	3.2	18.8	0.19	19.4	4.7	68.5	<0.1	<1.5	<1	<0.01	3.7	1.6
4	3.5	16.5	0.18	19.8	13.3	70.2	<0.1	<1.5	<1	<0.01	4.4	3.2
5	3.6	14.4	0.19	18.6	1.7	73.0	<0.1	<1.5	<1	0.01	6.5	3.4
6	2.4	24.1	0.20	18.5	13.4	62.9	<0.1	<1.5	<1	<0.01	2.5	1.8
7	3.2	16.0	0.17	18.1	6.6	72.3	<0.1	<1.5	<1	0.01	5.9	2.7
8	3.2	12.3	0.21	20.8	1.2	76.5	<0.1	<1.5	<1	0.01	8.2	3.7
9	3.2	18.8	0.20	20.9	6.7	68.5	<0.1	<1.5	<1	0.01	4.6	2.6
10	3.8	13.5	0.22	22.9	0.7	74.1	<0.1	<1.5	<1	<0.01	11.4	6.8
11	3.2	14.4	0.18	21.4	1.5	73.6	<0.1	<1.5	<1	0.01	4.7	12.6
12	3.3	12.9	0.19	20.9	1.9	75.4	<0.1	<1.5	<1	<0.01	23.9	43.0
13	2.2	24.7	0.16	16.1	26.5	62.7	<0.1	<1.5	<1	<0.01	1.8	7.5
14	3.6	13.7	0.19	21.5	2.4	73.6	<0.1	<1.5	<1	<0.01	11.9	12.7
15	3.4	15.3	0.20	19.9	4.5	72.2	<0.1	<1.5	<1	<0.01	15.0	25.5
16	3.5	13.3	0.21	22.2	1.6	74.2	<0.1	<1.5	<1	0.01	39.7	18.6
17	3.4	12.7	0.20	20.4	1.6	75.0	<0.1	<1.5	<1	0.01	37.1	15.8
18	3.7	12.0	0.17	21.5	0.3	76.2	<0.1	<1.5	<1	0.01	19.4	18.9
19	3.2	10.7	0.20	19.4	0.5	78.3	<0.1	<1.5	<1	0.01	45.6	10.1
20	3.9	21.3	0.18	18.8	11.4	63.7	<0.1	<1.5	<1	<0.01	1.4	3.9
平均値	3.3	16.1	0.20	20.0	5.9	71.3	<0.1	<1.5	<1	<0.01	13.1	10.4

* いのしし、肉、脂身付き 生（日本食品標準成分表 2015 年版（七訂））を参照

**飼料の有害物質の指導基準及び管理基準について（平成 30 年 12 月 19 日 30 消安第 4500 号）を参照

表Ⅱ7-3 ニホンジカ生肉の成分等の分析結果

個体番号	全N	全C	全P	たんぱく質	脂質	水分	重金属等				酸価	過酸化物質
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	Cd	Pb	総As	総Hg		
	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)		
—	—	—	0.17*	22.6*	5.2*	71.4*	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	3**	7**	7**	1**	—	—
1	3.0	10.5	0.18	19.8	0.5	78.8	<0.1	<1.5	<1	<0.01	13.3	27.8
2	3.3	12.0	0.19	20.1	2.0	76.5	<0.1	<1.5	<1	<0.01	3.3	4.3
3	3.2	12.2	0.23	20.2	1.6	76.5	<0.1	<1.5	<1	<0.01	6.0	4.7
4	3.3	13.9	0.22	20.2	5.2	74.0	<0.1	<1.5	<1	<0.01	3.9	3.9
5	3.3	13.8	0.20	19.8	2.6	74.2	<0.1	<1.5	<1	<0.01	3.7	3.6
6	3.2	11.7	0.21	19.7	1.6	76.6	<0.1	<1.5	<1	<0.01	4.1	11.3
7	3.4	12.1	0.20	21.4	1.1	75.8	<0.1	<1.5	<1	<0.01	15.9	13.8
8	3.6	12.6	0.22	21.5	1.4	74.9	<0.1	<1.5	<1	<0.01	6.6	9.1
9	3.5	11.8	0.21	21.5	0.6	76.5	<0.1	<1.5	<1	<0.01	16.3	18.2
10	3.4	13.3	0.22	20.7	2.8	74.9	<0.1	<1.5	<1	<0.01	6.5	16.2
11	3.4	14.6	0.21	21.0	3.6	72.9	<0.1	<1.5	<1	<0.01	7.9	7.6
12	3.3	12.0	0.20	19.7	2.0	75.9	<0.1	<1.5	<1	<0.01	6.3	6.5
13	3.5	11.7	0.24	21.2	0.5	76.4	<0.1	<1.5	<1	<0.01	12.7	28.6
14	3.4	13.1	0.22	21.1	2.3	74.8	<0.1	<1.5	<1	<0.01	30.5	53.6
15	3.4	10.9	0.22	20.9	0.1	77.6	<0.1	<1.5	<1	<0.01	7.5	10.2
16	3.2	10.5	0.20	19	0.3	78.3	<0.1	<1.5	<1	<0.01	5.4	7.0
17	3.3	14.9	0.21	18.9	5.4	72.7	<0.1	<1.5	<1	<0.01	4.0	6.5
18	3.4	12.3	0.22	21.2	1.2	75.4	<0.1	<1.5	<1	<0.01	22.3	14.3
19	3.3	12.7	0.22	24.9	0.5	75.7	<0.1	<1.5	<1	<0.01	11.4	10.8
20	3.2	13.3	0.23	22.5	2.1	75.0	<0.1	<1.5	<1	<0.01	7.6	4.5
平均値	3.3	12.5	0.20	20.8	1.9	75.0	<0.1	<1.5	<1	<0.01	9.8	13.1

* しか、肉、赤肉 生（日本食品標準成分表 2015 年版（七訂））を参照

**飼料の有害物質の指導基準及び管理基準について（平成 30 年 12 月 19 日 30 消安第 4500 号）を参照

(2) イノシシ由来肉骨粉の成分分析

一方でレンダリング処理により生成したイノシシ由来肉骨粉の成分分析結果（表Ⅱ2-1 および表Ⅱ7-4）では、タンパク質の含有量が非常に高く、飼料・肥料原料として有望であることが分かった。また、鉛除去の結果、依然、鉛は検出されるものの基準値を超えたものはなく、一定の安全性が確認された。試験的に生成したイノシシ肉骨粉では個体調査に時間を要したため、酸化がやや進んだ傾向が示され飼料の食いつきが悪くなる可能性が懸念されたがその後のイノシシ由来肉骨粉では酸価の数値が低い状態にあった。これは回収システムが周知されて来た結果、新鮮な状態の個体が回収されるようになった可能性が考えられる。

表Ⅱ7-4 イノシシ由来肉骨粉の成分等の分析結果

ロット番号	全N	全C	全P	たんぱく質	脂質	水分	重金属等				酸価	過酸化価
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	Cd	Pb	総As	総Hg		
	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)		
—	—	—	0.17	18.8	19.8	60.1	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	3	7	7	1		
1	11.1	45.9	2.8	69.9	11.8	2.7	<0.1	2.7	<1	0.02	6.8	45
2	11.1	46.4	2.7	66.5	12.0	2.7	<0.1	6.3	<1	0.02	6.7	46
3	11.3	47.5	2.8	65.2	12.1	2.8	<0.1	3.1	<1	0.02	6.7	51
4	11.2	46.7	2.7	70.1	11.9	2.7	<0.1	5.2	<1	0.01	6.9	51
5	10.9	45.9	2.7	66.2	12.1	2.8	<0.1	3.7	<1	0.02	6.8	57
6	10.8	44.4	2.6	71.1	12.4	2.6	<0.1	2.9	<1	0.02	6.6	45
7	10.8	44.8	2.7	68.5	12.2	2.6	<0.1	4.8	<1	0.02	6.8	49
8	10.9	46.1	3.1	72.1	12.2	2.8	<0.1	6.9	<1	0.02	6.8	64
9	10.6	45.0	2.7	68.6	12.0	2.5	<0.1	4.1	<1	0.02	7.0	57
10	11.3	45.4	2.7	67.0	11.9	3.3	<0.1	3.5	<1	0.02	6.8	78
11	11.1	47.3	2.7	67.2	11.8	3.5	<0.1	5.6	<1	0.02	7.0	85
12	10.8	46.1	3.0	66.4	11.9	3.3	<0.1	4.7	<1	0.02	6.6	84
13	11.3	46.4	2.8	67.0	12.0	3.6	<0.1	4.5	<1	0.02	6.8	73
14	11.1	45.7	2.9	65.3	11.8	3.0	<0.1	4.0	<1	0.02	6.9	57
15	10.4	44.2	2.7	67.2	12.0	2.5	<0.1	5.4	<1	0.01	6.8	63
16	10.6	44.9	2.7	68.7	12.0	3.0	<0.1	4.9	<1	0.02	7.4	66
17	11.4	46.3	2.6	69.2	11.9	2.8	<0.1	4.3	<1	0.02	7.0	65
18	11.2	45.9	2.4	68.8	12.2	3.0	<0.1	5.1	<1	0.02	6.8	72
19	11.1	46.4	2.8	67.6	12.2	2.6	<0.1	3.1	<1	0.01	6.9	65
20	10.8	47.0	2.6	66.3	12.1	2.5	<0.1	4.7	<1	0.01	6.3	34
平均値	11.0	45.9	2.7	67.9	12.0	2.9	<0.1	4.6	<1	0.01	6.8	60

＊ いのしし、肉、脂身付き 生（日本食品標準成分表 2015 年版（七訂））を参照

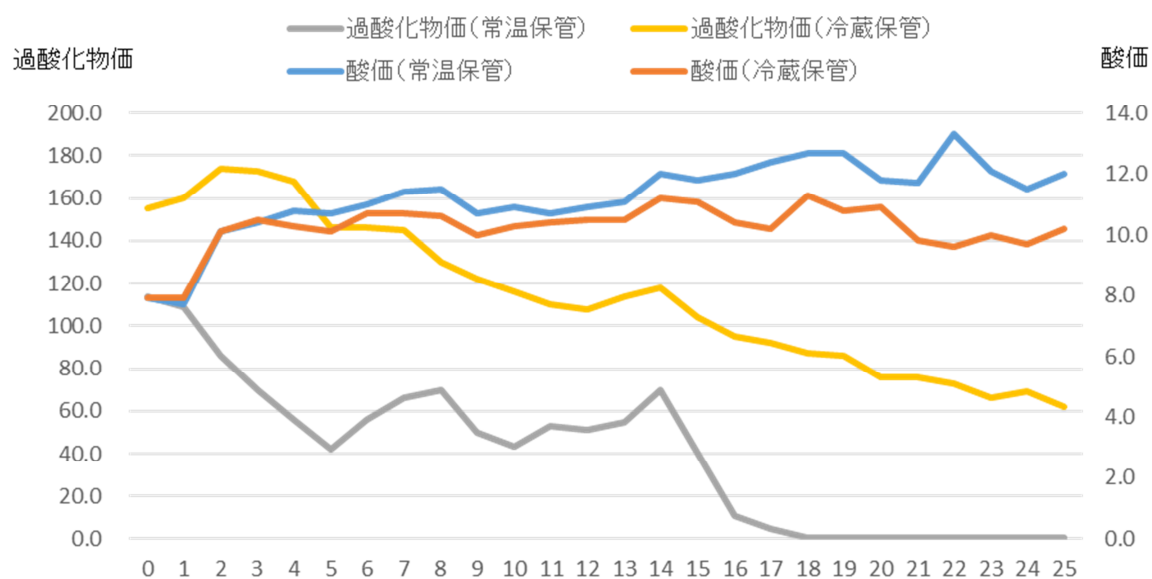
＊ ＊飼料の有害物質の指導基準及び管理基準について（平成 30 年 12 月 19 日 30 消安第 4500 号）を参照

(3) イノシシレンダリング生成物の保管による成分変化の分析

捕獲したイノシシでは捕獲時には（興奮状態や運動等による）体温が 40℃以上に上昇し、死後も低下しにくいことが知られており、捕獲個体を食肉等に利用する際には捕獲後の温度管理が重要とされている。そのため、食肉利用などの捕獲個体の資源化の際には、加熱処理後にレトルト化した加工食品の一部を除き、保管は通常、冷凍や冷蔵の状態で行われ、資源利用時には保管コストも重要な要素となっている。

今回、レンダリング処理したイノシシ由来肉骨粉の再資源化にあたり飼料原料の効果としても密接な関係にある酸価、過酸化価の経時変化（1 か月ごと）を調べたところ、酸価については常温保管、冷蔵保管ほとんど変化は見られなかった（図Ⅱ7-3）。一方で過酸化価についてはばらつきがあったものの、常温保管分では反応が進み 4 か月で半減、14 か月まで同様の状態が続いた後は油脂分の劣化指標を示さない程度に数値が落ち込むことが分かった。これは油脂の酸化反応が進みきったものと考えられる。

このことから、生成物を常温保存するためには、半年程度の短期間で消費し切る場合を除いては、他の肉骨粉と同様に抗酸化剤の添加が必要と考えられる。



図Ⅱ7-3 イノシシ由来肉骨粉の時間経過に伴う酸価および過酸化値の変化

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

これまで不明であったイノシシやレンダリング処理によるイノシシ由来肉骨粉の成分組成や有害物質である重金属類の含有状況が明らかとなり、資源利用時の効果や安全性が確認できる一助となった。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

本研究成果を始めとするこの研究課題全体の成果を含めて「イノシシ由来たん白質の肥料原料としての利用」について提言を実施、平成29年12月27日付け農林水産省消費・安全局長通知により規制が解除された。

<行政が活用することが見込まれる成果>

特に記載すべき事項はない。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

- 1) 古澤仁美、八代田千鶴、横田勉、高橋一英：日本緑化工学会誌, 44(1), 131-134 (2018)
「イオンメーターによる土壌水中の硝酸態窒素測定の有効性の検討」

<査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) 古澤仁美、八代田千鶴、横田勉、高橋一英：第 129 回日本森林学会大会（2018）
「ニホンジカ埋却が土壌水の水質に及ぼす影響」
- 2) 古澤仁美、八代田千鶴、横田勉、高橋一英：野生生物と社会 福岡大会（2018）
「シカ捕獲個体埋設の時期と深度が土壌水の特性に及ぼす影響」

(3) 知的財産権

特に記載すべき事項はない。

(4) 「国民との科学・技術対話」の実施

特に記載すべき事項はない。

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

Ⅱ－８ 捕獲個体の再資源化（水産飼料等）に関する研究

[要旨]

イノシシの捕獲個体を化成処理して得られた肉骨粉（イノシシミール）の活用を図るため、長崎県の主要養殖魚であるトラフグおよびブリを対象に、イノシシミールを配合したシングルモイストペレット（SMP）による 12 週間の飼育試験を行い、成長、生残およびイノシシミールに含まれる Pb 等の魚体への蓄積について把握した。

イノシシミールを養魚用配合飼料に 10～40%配合した結果、一定の成長を示したが、イノシシミールの配合割合が多くなると、トラフグでは日間給餌率の低下や、成長がやや劣る影響がみられ、ブリでは日間給餌率が高くなるものの、成長がやや劣り、寄生虫（ヘテラキシネ、ネオベネデニア）に対する抗病性が低くなることが示唆された。血液性状等では、寄生虫による影響がみられたものの、特に問題となる値は示さず、肝機能についても問題ないものと考えられた。イノシシミールに比較的多く含まれる鉛は、12 週間の飼育でトラフグおよびブリの筋肉や肝臓への蓄積はみられなかった。

これらのことから、イノシシミールは、他の畜産系ミールと同様、トラフグやブリの配合飼料中には、多くとも 10%までの配合割合が望ましいと考えられた。

1. はじめに

イノシシやシカ等の急激な増加により、農作物の食害や森林下層植生の消失等の被害が深刻化している。その背景には、捕獲者の高齢化等による減少により、捕獲圧が低下していることも要因である。国では、平成 25 年 12 月に抜本的な鳥獣捕獲強化対策を打ち出し、平成 35 年度までにシカおよびイノシシの生息数を半減させる目標を掲げ、各種の取組みを推進しているところである。しかし、捕獲数は着実に増加している一方で、捕獲した鳥獣の処理が大きな課題となっており、捕獲活動に支障をきたすボトルネックになっている。捕獲鳥獣を廃棄物として処理する場合には、自治体が処理責任を担う一般廃棄物に該当するが、自治体の保有する既存の処理システムとの接続には、様々な社会経済的及び技術的阻害要因が存在するものと考えられる。現状では、鳥獣保護管理法により搬出が困難な場合にやむを得ず認められている現場埋設が多くの場合行われている。

以上のような背景から、イノシシ、ニホンジカ等の適正かつ効率的な捕獲個体の処理および完全活用システムの開発が求められている。

2. 研究開発目的

本研究では、イノシシの捕獲個体を化成処理して得られた肉骨粉（イノシシミール）の活用を図るため、長崎県の主要養殖魚であるトラフグおよびブリを対象に、イノシシミールを配合したシングルモイストペレット（SMP）による 12 週間の飼育試験を行い、成長、生残およびイノシシミールに含まれる鉛などの魚体への蓄積について把握する。

3. 研究開発方法

（1）イノシシミールを配合した SMP によるトラフグ 1 才魚飼育試験

陸上 1 トン水槽へトラフグ 1 才魚（約 700g）を 15 尾ずつ収容し、平成 29 年 7 月 11 日から 10 月 2 日まで（12 週間）飼育した。SMP は、対照区がトラフグ用マッシュ：水＝3：2.9、試験区がトラフグ用マッシュ：イノシシミール：水＝2.1：0.9：2.9 で混合し、ミートチョッパーの 6mm 径で押し出し後、冷凍した。給餌は、冷凍した SMP を解凍しながら魚が摂餌できる大きさにして、週 5 日、1 日 1 回、飽食量を与えた。測定

は、開始時から終了時まで4週間毎に体長と体重の全数で行った。開始時と終了時は、各5尾ずつをサンプリングし、血液性状（Hb、Ht 値、TCHO、TG、TP、GOT、GPT、GLU、TBIL）、肝重比（肝臓重量／体重×100）を調査した。トラフグ用マッシュ、イノシシミール、作製した SMP、サンプリング個体の筋肉と肝臓について検体採取し、共同研究機関の長崎県食品衛生協会と共同で一般成分や鉛などの分析を行った。

（２）イノシシミールを配合した SMP によるブリ 0 才魚飼育試験

海面の 3m×3m×3m 角網へブリ 0 才魚（約 630g）を 20 尾ずつ収容し、平成 29 年 11 月 21 日から平成 30 年 2 月 14 日まで（12 週間）飼育した。SMP は、対照区が海産魚用マッシュ：水：魚油＝3：2.4：1、10%区が海産魚用マッシュ：イノシシミール：水：魚油＝2.7：0.3：2.4：1、30%区が海産魚用マッシュ：イノシシミール：水：魚油＝2.1：0.9：2.4：1 で混合し、ミートチョッパーの 8mm 径で押し出し後、冷凍した。なお、当初の SMP は、魚油未添加だったが、4 週目の測定で体重が減少したことからカロリー不足と判断し、5 週目以降は魚油を添加した。給餌は、冷凍した SMP を解凍しながら魚が摂餌できる大きさにして、週 5 日、1 日 1 回、飽食量を与えた。尾叉長と体重の測定は開始時から終了時まで 4 週間毎に全数で行った。開始時と終了時は、各 5 尾ずつをサンプリングし、血液性状（Hb、Ht 値、TCHO、TG、TP、GOT、GPT、GLU、TBIL）、肝重比（肝臓重量／体重×100）を調査した。トラフグ用マッシュ、イノシシミール、作製した SMP、サンプリング個体の筋肉と肝臓について検体採取し、共同研究機関の長崎県食品衛生協会と共同で一般成分や鉛などの分析を行った。

（３）イノシシミールを配合した SMP によるトラフグ 1 才魚飼育試験（反復試験）

陸上 1 トン水槽へトラフグ 1 才魚（約 410g）を 15 尾ずつ収容し、平成 30 年 6 月 18 日から 9 月 10 日まで（12 週間）飼育した。SMP は、対照区がトラフグ用マッシュ：水＝3：3、20%区がトラフグ用マッシュ：イノシシミール：水＝2.4：0.6：3、40%区がトラフグ用マッシュ：イノシシミール：水＝1.8：1.2：3 で混合し、ミートチョッパーの 6mm 径で押し出し後、冷凍した。給餌は、冷凍した SMP を解凍しながら魚が摂餌できる大きさにして、週 5 日、1 日 1 回、飽食量を与えた。体長と体重の測定は開始時から終了時まで 4 週間毎に全数で行った。開始時と終了時は、各 5 尾ずつをサンプリングし、血液性状（Hb、Ht 値、TCHO、TG、TP、GOT、GPT、GLU、TBIL）、肝重比（肝臓重量／体重×100）を調査した。トラフグ用マッシュ、イノシシミール、作製した SMP、サンプリング個体の筋肉と肝臓について検体採取し、共同研究機関の長崎県食品衛生協会と共同で一般成分や鉛などの分析を行った。

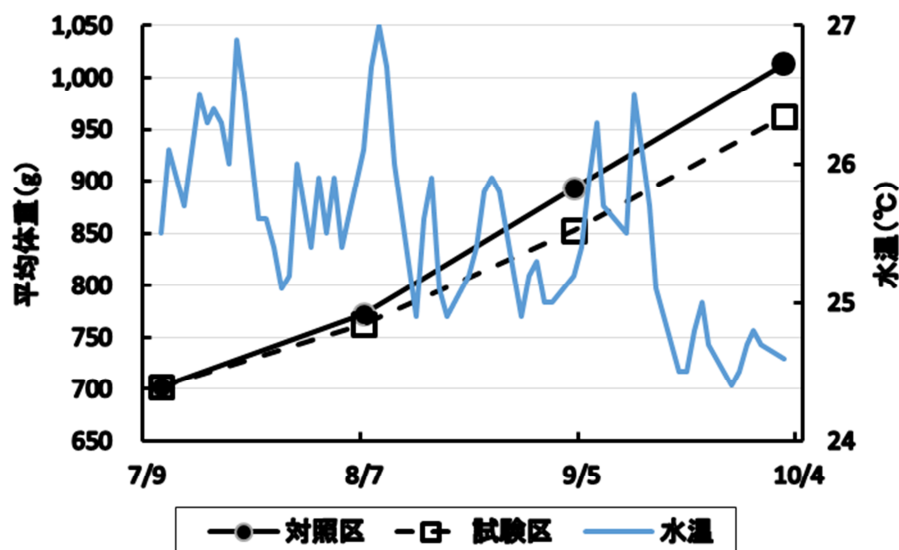
（４）イノシシミールを配合した SMP によるブリ 1 才魚飼育試験

海面の 3 m×3 m×3m 角網へブリ 1 才魚（約 940g）を 20 尾ずつ収容し、平成 30 年 6 月 25 日から 9 月 18 日まで（12 週間）飼育した。SMP は、対照区がトラフグ用マッシュ：水：魚油＝3：2：1、20%区がトラフグ用マッシュ：イノシシミール：水：魚油＝2.4：0.6：2：1、40%区がトラフグ用マッシュ：イノシシミール：水：魚油＝1.8：1.2：2：1 で混合し、ミートチョッパーの 8mm 径で押し出し後、冷凍した。給餌は、冷凍した SMP を解凍しながら魚が摂餌できる大きさにして、週 5 日、1 日 1 回、飽食量を与えた。尾叉長と体重の測定は開始時から終了時まで 4 週間毎に全数で行った。開始時と終了時は、各 5 尾ずつをサンプリングし、血液性状（Hb、Ht 値、TCHO、TG、TP、GOT、GPT、GLU、TBIL）、肝重比（肝臓重量／体重×100）を調査した。作製した SMP、サンプリング個体の筋肉と肝臓について検体採取し、共同研究機関の長崎県食品衛生協会と共同で一般成分や鉛などの分析を行った。

4. 結果及び考察

(1) イノシシミールを配合した SMP によるトラフグ1才魚飼育試験

図Ⅱ8-1に平均体重と水温の推移を、表Ⅱ8-1に通算の飼育成績を示す。水温は、24.4～27.0℃で推移した。生残率は、いずれも100%であった。平均体重は、対照区が試験区より増加したが、t検定($p<0.05$)で有意差は認められなかった。試験区の日間成長率がやや劣っているのは、日間給餌率がやや低いためであり、イノシシミールの酸化臭が摂餌に影響を与えたと考えられた。増肉係数は、試験区が若干劣っていた。



図Ⅱ8-1 平均体重と水温の推移

表Ⅱ8-1 通算の飼育成績

	対照区	試験区
日間給餌率 (%)	1.81	1.64
日間成長率 (%)	0.44	0.38
増肉係数	4.15	4.37
生残率 (%)	100	100

試験の開始時と終了時における血液性状等の分析結果を表Ⅱ8-2に示す。終了時の血液性状等は、試験区で低い項目が多く、Hb、Ht値、TGおよびTPについては、t検定($p<0.05$)で有意差が認められ、試験区が栄養的にやや劣ったと考えられた。また、肝重比は、いずれも注意を要するとされる10%未満であり、終了時のGOTおよびGPTは、開始時より低かったことから肝機能に問題はなかったと考えられた。

表Ⅱ8-2 試験の開始時と終了時における血液性状等の分析結果

血液性状等 (5尾)	体長 (mm)	体重 (g)	肥満度	肝重比 (%)	Hb (g/dL)	Ht値 (%)
開始時	267.8±2.6	652.6±21.2	33.99±1.36	7.67±1.17	7.16±0.63	24.61±2.92
終了時	対照区	316.0±6.7	1,125.2±69.4	35.71±2.82	6.69±1.10	7.14±0.80
	試験区	324.2±14.8	1,127.4±134.4	32.99±1.08	6.48±0.17	6.02±0.29

血液性状等 (2)(5尾)	TCHO (mg/dL)	TG (mg/dL)	TP (g/dL)	GOT (U/L)	GPT (U/L)	GLU (mg/dL)	TBIL (mg/dL)
開始時	179.8±36.0	115.4±24.1	4.78±0.49	95.6±69.8	85.4±56.3	50.4±28.7	0.10±0.00
終了時	対照区	161.8±26.2	125.0±17.2	4.74±0.29	34.4±27.1	36.4±14.9	48.0±4.8
	試験区	147.6±21.8	98.8±8.7	4.24±0.17	40.6±40.5	31.0±13.8	37.8±7.5

試験の開始時と終了時における筋肉、肝臓および飼料の分析結果を表Ⅱ8-3に示す。試験終了時における筋肉と肝臓の分析値では、対照区と試験区で特に差は見られず、鉛の蓄積も認められなかった。

表Ⅱ8-3 試験の開始時と終了時における筋肉、肝臓および飼料の分析結果

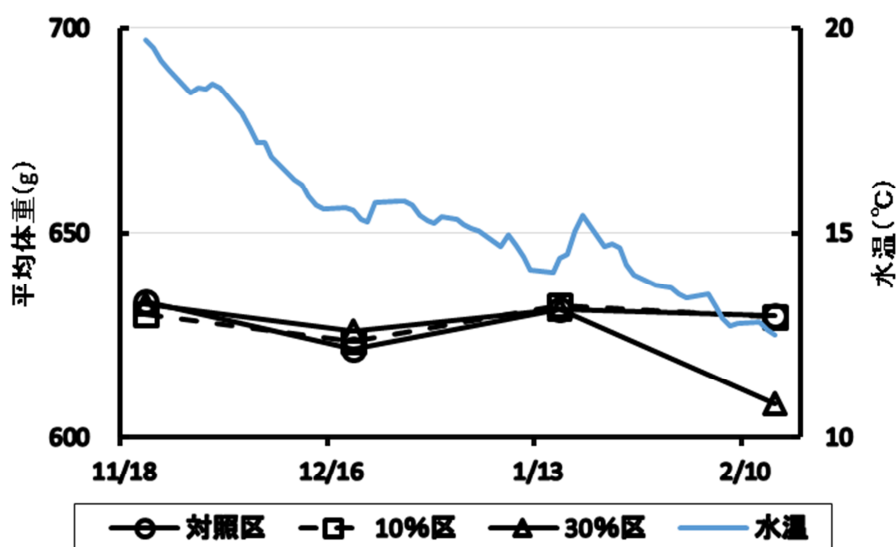
筋肉 (5尾)	全N (%)	全C (%)	全P (mg/100g)	たんぱく質 (g/100g)	脂質 (g/100g)	水分 (g/100g)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	総As (mg/kg)	総Hg (mg/kg)
開始時	2.90±0.21	8.98±0.45	227.4±6.1	18.76±0.68	0.58±0.04	80.34±0.93	<0.1	<1.5	1.10±0.07	0.04±0.00
終了時	対照区	3.01±0.07	9.38±0.25	233.2±7.9	20.06±0.51	0.42±0.04	78.98±0.53	<0.1	<1.5	2.48±0.13
	試験区	2.97±0.12	9.20±0.45	210.8±3.7	20.28±0.36	0.40±0.07	79.06±0.70	<0.1	<1.5	1.64±0.38

肝臓 (5尾)	全N (%)	全C (%)	全P (mg/100g)	たんぱく質 (g/100g)	脂質 (g/100g)	水分 (g/100g)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	総As (mg/kg)	総Hg (mg/kg)
開始時	3.31±0.58	43.42±2.85	82.8±8.8	6.80±1.59	59.86±4.13	32.56±2.83	<0.1	<1.5	1.30±0.12	0.11±0.02
終了時	対照区	2.46±0.35	46.42±2.39	97.2±11.6	6.32±1.31	59.44±4.06	32.02±3.51	<0.1	<1.5	1.30±0.12
	試験区	2.41±0.30	44.64±1.61	92.2±12.5	6.16±0.45	59.18±2.72	33.32±1.95	<0.1	<1.5	0.11±0.02

飼料	全N (%)	全C (%)	全P (mg/100g)	たんぱく質 (g/100g)	脂質 (g/100g)	水分 (g/100g)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	総As (mg/kg)	総Hg (mg/kg)	酸化	過酸化 物価
トラフグマッシュ	7.75	36.7	2,497	49.5	6.2	9.2	0.7	<1.5	3.7	0.09	54	20
イノシシミール	10.6	43.5	2,414	68.2	11.8	4.5	0.1	6.4	<1	0.02	7.2	62
対照区 (SMP)	4.01	19.8	1,264	26.3	2.9	53.7	0.4	<1.5	2.0	0.05	50	5.8
試験区 (SMP)	4.53	20.7	1,378	28.4	4.1	50.3	0.3	1.6	1.6	0.04	29	17

(2) イノシシミールを配合したSMPによるブリ0才魚飼育試験

図Ⅱ8-2に平均体重と水温の推移を、表Ⅱ8-4に通算の飼育成績を示す。水温は、12.5～19.7℃で推移した。生残率は、いずれも100%であった。平均体重は、各区とも試験開始時より4週目に減少したことからカロリー不足と判断し、5週目以降に魚油を添加したため、8週目には増加した。12週目に減少したのは、ヘテラキシネ寄生による影響と考えられた。日間給餌率は、イノシシミールの配合割合が大きいほど高くなり、ブリに対してイノシシミールは摂餌誘引効果があると考えられた。なお、日間給餌率が高い30%区の体重減少が最も大きかったことから、イノシシミールの配合割合が多いとヘテラキシネに対する抗病性が低くなる可能性が考えられた。



図II8-2 ブリ0歳魚の飼育における平均体重と水温の推移

表II8-4 通算のブリ0歳魚の飼育成績

	対照区	10%区	30%区
日間給餌率 (%)	2.89	3.10	3.25
日間成長率 (%)	-0.01	0.00	-0.05
生残率 (%)	100	100	100

試験の開始時と終了時における血液性状等の分析結果を表II8-5に示す。終了時の血液性状等は、開始時と比べ、Hb、Ht値、TCHOおよびGLUが低くなり、ヘテラキシネ寄生の影響が伺われた。終了時の試験区間の比較では、30%区と対照区のGLUについて、t検定 ($p < 0.05$) で有意差が認められた。終了時のGOTおよびGPTは、開始時より低かったことから肝機能に問題はなかったと考えられた。

表II8-5 試験の開始時と終了時における血液性状等の分析結果

血液性状等 (5尾)	尾叉長 (mm)	体重 (g)	肥満度	肝重比 (%)	Hb (g/dL)	Ht値 (%)
開始時	341.8±10.5	624.0±73.6	15.59±0.99	0.86±0.24	15.16±0.40	46.46±1.29
終了時	対照区	359.4±7.9	724.8±55.4	0.91±0.19	9.90±0.72	35.38±2.81
	10%区	359.6±10.6	740.2±50.3	0.93±0.16	10.04±3.25	35.29±10.34
	30%区	356.6±5.3	717.8±40.7	0.85±0.10	10.42±4.66	33.98±13.74

血液性状等 (5尾)	TCHO (mg/dL)	TG (mg/dL)	TP (g/dL)	GOT (U/L)	GPT (U/L)	GLU (mg/dL)	TBIL (mg/dL)
開始時	274.8±38.5	81.2±45.6	3.96±0.21	50.8±12.9	15.8±3.6	220.6±66.7	0.20±0.14
終了時	対照区	167.2±21.5	147.2±25.7	3.72±0.29	22.8±2.2	11.6±1.5	0.14±0.05
	10%区	159.0±19.7	165.4±29.9	3.72±0.40	24.0±5.0	10.4±1.7	0.16±0.05
	30%区	172.6±45.1	165.0±34.7	4.04±0.84	20.8±4.8	10.2±2.2	0.12±0.04

※ GOTは、各区1尾ずつ、採血に手間取った影響がみられ、4尾で計算。

試験の開始時と終了時における筋肉、肝臓および飼料の分析結果を表Ⅱ8-6に示す。試験終了時における筋肉と肝臓の分析値では、対照区と試験区で特に差は見られず、鉛の蓄積も認められなかった。

表Ⅱ8-6 試験の開始時と終了時における筋肉、肝臓および飼料の分析結果

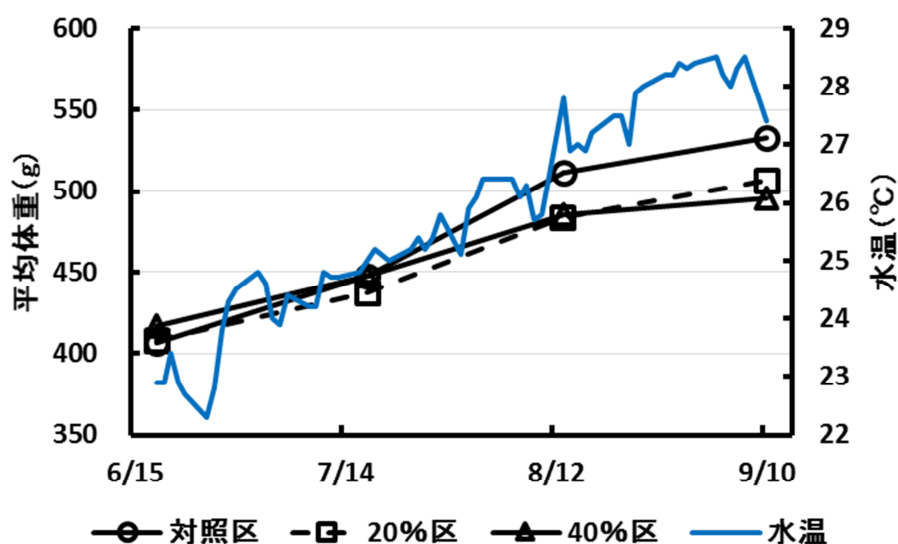
筋肉 (5尾)	全N (%)	全C (%)	全P (mg/100g)	たんぱく質 (g/100g)	脂質 (g/100g)	水分 (g/100g)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	総As (mg/kg)	総Hg (mg/kg)
開始時	3.46±0.37	12.58±1.43	259.6±37.7	22.58±1.70	1.90±1.19	74.80±2.99	<0.1	<1.5	<1	0.15±0.06
終了時	対照区	3.59±0.09	12.78±0.90	248.4±14.2	23.32±0.41	73.92±1.35	<0.1	<1.5	<1	0.16±0.08
	10%区	3.55±0.08	13.98±0.79	264.4±12.7	23.20±0.49	72.48±1.00	<0.1	<1.5	<1	0.08±0.01
	30%区	3.67±0.08	13.28±0.92	271.0±35.3	23.16±0.54	73.30±1.08	<0.1	<1.5	<1	0.21±0.01

肝臓 (5尾)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)
開始時	0.20±0.07	<1.5
終了時	対照区	0.24±0.09
	10%区	0.22±0.04
	30%区	0.28±0.04

飼料	全N (%)	全C (%)	全P (mg/100g)	たんぱく質 (g/100g)	脂質 (g/100g)	水分 (g/100g)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	総As (mg/kg)	総Hg (mg/kg)	酸化	過酸化 物 価
海産魚用マッシュ	7.23	38.6	2,071	44.2	3.9	9.3	0.5	<1.5	2.1	0.11		
イノシシミール	10.9	44.3	2,606	63.4	11.4	5.2	<0.1	5.1	<1	0.01	7.9	24.9
対照区SMP (0～4週)	3.63	18.1	964	20.7	1.6	57.4	0.3	<1.5	1	0.05		
10%区SMP (0～4週)	3.95	19.3	1,015	22.8	2.0	55.5	0.2	<1.5	<1	0.05		
30%区SMP (0～4週)	4.28	19.1	1,039	24.2	2.5	56.1	0.2	<1.5	<1	0.04		
対照区SMP (5～12週)	4.93	29.6	983	20.7	17.1	40.8	0.3	<1.5	1.1	0.06	5.2	6.9
10%区SMP (5～12週)	4.25	29.6	975	21.7	17.9	41.2	0.2	<1.5	<1	0.05	5.2	8.3
30%区SMP (5～12週)	4.46	30.9	1,038	24.3	17.6	40.4	0.2	<1.5	<1	0.04	4.7	10.3

(3) イノシシミールを配合したSMPによるトラフグ1才魚飼育試験（反復試験）

図Ⅱ8-3に平均体重と水温の推移を、表Ⅱ8-7に通算の飼育成績を示す。水温は、22.3～28.5℃で推移した。生残率は、いずれも100%であった。平均体重は、対照区が試験区より増加したが、t検定（ $p<0.05$ ）で有意差は認められなかった。日間給餌率は、平成29年度試験と同様に、イノシシミールの配合割合が多いほど低い傾向であり、イノシシミールの酸化臭が摂餌に影響を与えたと考えられた。日間成長率および増肉係数は、イノシシミールの配合割合が多いほど劣っており、トラフグ用マッシュへのイノシシミールの添加割合は20%未満が望ましいと考えられた。



図II8-3 トラフグ1歳魚の飼育における平均体重と水温の推移

表II8-7 トラフグ1歳魚の飼育における通算の飼育成績

	対照区	20%区	40%区
日間給餌率 (%)	2.14	1.99	1.96
日間成長率 (%)	0.32	0.26	0.21
増肉係数	6.71	7.78	9.52
生残率 (%)	100	100	100

試験の開始時と終了時における血液性状等の分析結果を表II8-8に示す。試験の開始時より終了時のヘテロボトリウム親虫数（鰓蓋内側の寄生数）は減少しており、Hb、Ht 値および TP が終了時に高くなった要因と考えられた。終了時の血液性状における t 検定 ($p < 0.05$) で有意差は認められなかった。肝重比は、いずれも注意を要するとされる 10%未満であり、終了時の GOT および GPT は、開始時より低かったことから肝機能に問題はなかったと考えられた。

表II8-8 試験の開始時と終了時における血液性状等の分析結果

血液性状等 (5尾)		体長 (mm)	体重 (g)	肥満度	肝重比 (%)	Hb (g/dL)	Ht値 (%)	ヘテロボツリ ウム親虫数 (個/尾)
開始時		239.6± 4.3	427.0± 27.3	31.09±2.61	7.35±1.32	5.88±1.18	24.62±4.57	11.0±12.1
終了時	対照区	274.8± 9.4	648.2±117.5	31.03±3.45	5.69±1.10	7.24±0.91	27.43±2.79	1.4±1.7
	20%区	276.0±14.7	592.0± 29.5	28.37±3.18	6.65±0.42	6.98±1.01	25.99±2.79	7.2±8.3
	40%区	258.6± 8.4	554.4± 41.5	31.60±3.54	5.97±0.48	6.78±0.59	24.48±1.68	3.2±2.8

血液性状等 (5尾)		TCHO (mg/dL)	TG (mg/dL)	TP (g/dL)	GOT (U/L)	GPT (U/L)	GLU (mg/dL)	TBIL (mg/dL)
開始時		194.4±33.2	158.6±31.6	4.32±0.41	27.0±22.6	29.8±11.3	33.8±14.5	0.10±0.00
終了時	対照区	179.0±26.7	108.6±19.4	4.78±0.20	24.6±12.2	25.6±14.4	58.6±24.8	0.10±0.00
	20%区	179.0±26.0	116.8± 8.2	4.52±0.16	16.6± 2.8	17.6± 3.0	41.8± 5.0	0.10±0.00
	40%区	160.4±43.9	109.0±16.9	4.38±0.29	25.3± 9.3	12.8± 3.1	42.0±11.9	0.10±0.00

※開始時及び終了時の40%区のGOTは、各1尾ずつ、採血に手間取った影響がみられ、4尾で計算。

試験の開始時と終了時における筋肉、肝臓および飼料の分析結果を表Ⅱ8-9に示す。試験終了時における筋肉と肝臓の分析値では、対照区と試験区で特に差は見られず、鉛の蓄積も認められなかった。

表Ⅱ8-9 トラフグ1歳魚の試験の開始時と終了時における筋肉、肝臓および飼料の分析結果

筋肉 (5尾)		全N (%)	全C (%)	全P (mg/100g)	たんぱく質 (g/100g)	脂質 (g/100g)	水分 (g/100g)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	総As (mg/kg)	総Hg (mg/kg)
開始時		2.83±0.06	9.04±0.29	206.8±10.1	19.42±0.43	0.28±0.04	79.18±0.25	<0.1	<1.5	1.96±0.24	0.13±0.01
終了時	対照区	3.11±0.12	9.57±0.36	241.0±13.0	18.84±0.87	0.22±0.08	79.22±0.71	<0.1	<1.5	1.52±0.28	0.14±0.02
	20%区	3.22±0.05	10.02±0.17	240.6± 6.3	20.36±0.60	0.30±0.00	78.66±0.30	<0.1	<1.5	1.48±0.29	0.13±0.02
	40%区	3.16±0.10	9.74±0.43	245.0± 2.1	19.02±1.60	0.28±0.08	78.60±0.47	<0.1	<1.5	1.18±0.15	0.13±0.02

※終了時の20%区及び40%区の総Asは、検出限界以下を除く4検体で計算。

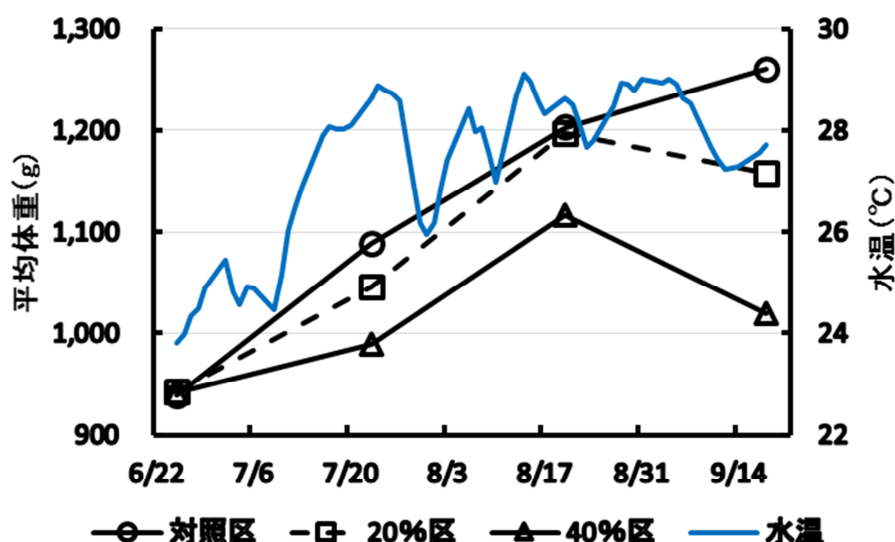
肝臓 (5尾)	全N (%)	全C (%)	全P (mg/100g)	たんぱく質 (g/100g)	脂質 (g/100g)	水分 (g/100g)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	総As (mg/kg)	総Hg (mg/kg)
開始時				6.66±1.47	52.62±3.98		<0.1	<1.5	1.76±0.26	0.36±0.08
終了時	対照区			8.00±0.79	56.90±5.27		<0.1	<1.5	1.50±0.27	0.31±0.07
	20%区			7.78±0.81	51.76±4.50		<0.1	<1.5	1.20±0.12	0.33±0.05
	40%区			7.68±0.65	51.94±2.16		<0.1	<1.5	<1	0.31±0.05

※終了時の対照区の総Asは、検出限界以下を除く4検体で計算。

飼料	全N (%)	全C (%)	全P (mg/100g)	たんぱく質 (g/100g)	脂質 (g/100g)	水分 (g/100g)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	総As (mg/kg)	総Hg (mg/kg)
トラフグマッシュ	7.56	36.9	2,402	51.1	6.4	8.7	0.4	<1.5	2.6	0.08
イノシシミール	10.7	42.8	1,981	69.1	12.2	6.6	<0.1	6.6	<1	0.03
対照区 (SMP)	4.01	19.4	1,371	26.8	3.0	52.0	0.2	<1.5	1.3	0.04
20%区 (SMP)	4.34	20.3	1,287	28.4	3.6	51.9	0.2	<1.5	1.0	0.03
40%区 (SMP)	4.35	17.8	1,182	29.1	4.2	53.1	0.1	2.2	<1	0.03

(4) イノシシミールを配合したSMPによるブリ1才魚飼育試験

図Ⅱ8-4に平均体重と水温の推移を、表Ⅱ8-10に通算の飼育成績を示す。水温は、23.8～29.1℃で推移した。生残率は、ネオベネデニア寄生によると思われるへい死がみられ、対照区が85%、20%区が90%、40%区が95%であった。平均体重は、各区とも試験開始時から8週目までは増加したが、12週目にかけて20%区および40%区は減少した。ネオベネデニアの大量寄生が確認されたため、9月12日に淡水浴を行ったところ、対照区より試験区の寄生が多かったため、このことが試験区の体重減少に繋がったと考えられた。日間給餌率は、イノシシミールの配合割合が大きいほど高くなり、平成29年度試験と同様に、ブリに対してイノシシミールは摂餌誘引効果があると考えられた。なお、日間給餌率が高い40%区の体重減少が、9週目から12週目にかけて最も大きかったことから、イノシシミールの配合割合が多いとネオベネデニアに対する抗病性が低くなる可能性が考えられた。



図Ⅱ8-4 ブリ1歳魚飼育における平均体重と水温の推移

表Ⅱ8-10 ブリ1歳魚飼育における通算の飼育成績

	対照区	20%区	40%区
日間給餌率 (%)	3.21	3.67	4.12
日間成長率 (%)	0.34	0.24	0.09
増肉係数	9.82	15.76	43.15
生残率 (%)	85.0	90.0	95.0

試験の開始時と終了時における血液性状等の分析結果を表Ⅱ8-11に示す。終了時の血液性状等は、開始時と比べ、Hb、Ht値、TCHOおよびTPが低くなり、ネオベネデニア寄生の影響が伺われた。終了時の試験区間の比較では、対照区と40%区のHb、20%区と対照区のGLUについて、t検定 ($p < 0.05$) で有意差が認められた。終了時のGOTおよびGPTは、開始時より低かったことから肝機能に問題はなかったと考えられた。

表Ⅱ8-11 ブリ1歳魚飼育試験の開始時と終了時における血液性状等の分析結果

血液性状等 (5尾)		尾叉長 (mm)	体重 (g)	肥満度	肝重比 (%)	Hb (g/dL)	Ht値 (%)
開始時		411.0±22.9	1,053.2±147.6	15.12±0.67	0.88±0.07	14.68±1.41	47.32±3.33
終了時	対照区	435.0±14.4	1,252.4±161.7	15.14±0.67	0.88±0.13	13.22±1.00	43.24±2.50
	20%区	434.6±13.9	1,255.6±108.3	15.28±0.54	0.86±0.12	12.70±1.85	43.15±5.07
	40%区	425.2± 5.6	1,107.2± 65.2	14.44±1.36	0.93±0.19	11.24±0.71	39.41±2.54

血液性状等 (5尾)		TCHO (mg/dL)	TG (mg/dL)	TP (g/dL)	GOT (U/L)	GPT (U/L)	GLU (mg/dL)	TBIL (mg/dL)
開始時		368.8±63.1	47.2± 8.0	4.32±0.47	48.0±21.7	11.8±1.6	201.8±44.4	0.20±0.12
終了時	対照区	191.6±14.4	142.2±32.7	3.76±0.15	33.6±11.9	7.8±0.8	160.6± 8.4	0.10±0.00
	20%区	186.6±17.7	152.0±38.6	3.78±0.29	24.4± 4.3	7.8±1.3	204.4±33.3	0.10±0.00
	40%区	208.4±24.9	145.4±47.3	3.96±0.30	39.0±17.4	8.8±2.7	180.8±42.0	0.10±0.00

※開始時のGOTは2尾・TBILは1尾、終了時の40%区のGOTは1尾について、採血に手間取った影響がみられ、計算から除外。

試験の開始時と終了時における筋肉、肝臓および飼料の分析結果を表Ⅱ8-12に示す。試験終了時における筋肉と肝臓の分析値では、対照区と試験区で特に差は見られず、鉛の蓄積も認められなかった。

表Ⅱ8-12 ブリ1歳魚飼育試験の開始時と終了時における筋肉、肝臓および飼料の分析結果

筋肉 (5尾)	全N (%)	全C (%)	全P (mg/100g)	たんぱく質 (g/100g)	脂質 (g/100g)	水分 (g/100g)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	総As (mg/kg)	総Hg (mg/kg)	
開始時	3.39±0.09	11.20±0.46	240.8±4.1	23.48±0.25	1.14±0.53	74.68±0.73	<0.1	<1.5	<1	0.14±0.05	
終了時	対照区	3.46±0.06	13.74±1.25	270.4±5.6	22.50±0.81	3.84±1.48	72.20±1.69	<0.1	<1.5	<1	0.17±0.05
	20%区	3.32±0.08	12.60±1.57	260.8±8.5	21.82±0.85	3.04±1.50	73.94±1.81	<0.1	<1.5	<1	0.13±0.03
	40%区	3.27±0.11	12.00±0.74	261.4±8.6	20.90±1.46	2.52±0.89	74.56±1.27	<0.1	<1.5	<1	0.16±0.04

肝臓 (5尾)		Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)
開始時		0.32±0.04	<1.5
終了時	対照区	0.34±0.05	<1.5
	20%区	0.30±0.10	<1.5
	40%区	0.34±0.11	<1.5

飼料	全N (%)	全C (%)	全P (mg/100g)	たんぱく質 (g/100g)	脂質 (g/100g)	水分 (g/100g)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	総As (mg/kg)	総Hg (mg/kg)	酸化	過酸化 物 価
トラフグマッシュ	7.56	36.9	2,402	51.1	6.4	8.7	0.4	<1.5	2.6	0.08		
イノシシミール	10.7	42.8	1,981	69.1	12.2	6.6	<0.1	6.6	<1	0.03		
対照区 (SMP)	3.97	30.1	1,352	25.7	19.6	37.2	0.2	<1.5	1.4	0.03	7.1	6.8
20%区 (SMP)	4.28	30.2	1,304	27.1	20.7	37.3	0.2	<1.5	1.1	0.03	6.0	7.7
40%区 (SMP)	4.45	31.7	1,210	29.3	21.4	36.0	0.1	2.6	<1	0.03	4.7	12.0

イノシシミールを養魚用配合飼料に10～40%配合した結果、一定の成長を示したが、イノシシミールの配合割合が多くなると、トラフグでは日間給餌率の低下や、成長がやや劣る影響がみられ、ブリでは日間給餌率が高くなるものの、成長がやや劣り、寄生虫（ヘテラキシネ、ネオベネデニア）に対する抗病性が低くなることが示唆された。血液性状等では、寄生虫による影響がみられたものの、特に問題となる値は示さず、肝機能についても問題ないものと考えられた。イノシシミールに比較的多く含まれる鉛は、12週間の飼育でトラフグおよびブリの筋肉や肝臓への蓄積はみられなかった。

これらのことから、イノシシミールは、他の畜産系ミールと同様、トラフグやブリの配合飼料中には、多くとも10%までの配合割合が望ましいと考えられた。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

イノシシミールを水産用飼料に加えて、トラフグおよびブリへ12週間の給餌試験を行い、一定の成長が認められること、イノシシミールに比較的多く含まれる鉛が筋肉や肝臓に蓄積しないことを確認した。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

イノシシ由来する肉骨粉等については、平成28年9月に飼料原料としての利用が認められ、平成29年12月には、一定の基準に適合するものに限り、肥料原料としての利用も認められることになった。

＜行政が活用することが見込まれる成果＞

イノシシミールを水産用飼料に加えて、トラフグおよびブリへ給餌し、一定の成長が認められることや、イノシシミール由来の鉛が魚の筋肉や肝臓に蓄積しないことを確認したことから、他の魚種への活用も期待できる。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

（１）誌上発表

＜論文（査読あり）＞

特に記載すべき事項はない。

＜査読付論文に準ずる成果発表＞

特に記載すべき事項はない。

＜その他誌上発表（査読なし）＞

特に記載すべき事項はない。

（２）口頭発表（学会等）

特に記載すべき事項はない。

（３）知的財産権

特に記載すべき事項はない。

（４）「国民との科学・技術対話」の実施

1) 一般公開シンポジウム「日本の野生動物管理と地域振興を考える」

（主催：捕獲個体の完全活用コンソーシアム、2019年3月6日、木材会館大ホール、観客約120名）
にて講演

（５）マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

（６）その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

III. 英文 Abstract

Study on suitable and efficient process and/or utilization of captured wild animals
(wild boar and sika deer)

Principal Investigator: Shigeki HIRATA

Institution: Nagasaki Agricultural and Forestry Technical Development
Center (Previous affiliation)
Kaitsumachi3118, Isahaya-City, Nagasaki 854-0063, JAPAN

(Incumbent from 1st of April 2019)

Central Region Agricultural Research Center, National
Agriculture and Food Research Organization,
2-1-18 Kannondai, Tsukuba-City, Ibaraki 305-8666, JAPAN
Tel: +81-29-838-8696 / Fax: +81-29-838-8696
E-mail: hirata833@affrc.go.jp

Cooperated by: Forest Research and Management Organization, Utsunomiya University,
University of Hyogo, Nagasaki Prefecture (Nagasaki Agricultural and Forestry
Technical Development Center, Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries),
Nagasaki Food Hygiene Association, Issei Co., Ltd, Harasangyou Corporation

[Abstract]

Key Words: Wildlife management, Captured animals, Disposal cost, Environmental load,
Rendering, Volume reduction, Recycling, Feed and fertilizer materials, Prion,
Burial standard

In recent years, wildlife damage arises as much as 20 billion yen annually, and the conflict between human and wildlife is getting worse. So, Japanese Government has set goals to halve the number of wild boars and sika deers over the ten years to 2023, has amended the “Wildlife Protection and Hunting management Law” and established the new schemes.

Also, making use of captured animals, 563 gibier-meat processing plants (specialized wild boar and sika deer) were constructed throughout Japan. However, the strengthening capture animals in the local communities with depopulation and aging is likely to increase the burdens on the communities and workers. Especially commercial use of gibier-meat is difficult to stabilize both in terms of production and economics. The reducing disposal cost for inedible residue parts and individuals are not suitable for gibier-meat processing plants have become a major problem.

Therefore, in this study, we analyze burdens of the workers in capturing and introduce efficient technologies about capture and utilization to save workload of wildlife management. Even

among them, for patrolling and culling, which the worker felt as a burden in capturing process, we introduced a new trap system that can remotely operate by using ICT.

Also, the number of gun-holders are decreasing, and many people felt the resistance to see bleeding, we have developed an electric shock stunner, which put animals into stunning or killing by energization time, so it can be reduce the burden of capturing and promote gibier-meat use.

In addition, many individuals are discarded for the utilization, the ratio of gibier-meat use is about 1 to 5% for commercial use, and about 9 to 13% for self-consumption. It means 82% of the captured wild boar and sika deer are dealt with as wastes, and 95% of them are treated like garbage on a weight (biomass) base.

We set up a primary storage facility (stock yard) that collects captured wild boars, and collectiing on the regular basis. The integrated wild boars are in the rendering process for meat and bone meal powder, attempting to reduce volume and recycle. As a result, it could be reduced to about 80% on a weight and volume basis, and it became ready for storage at room temperature. It was also revealed that even when meat and bone meal derived from wild boar was used as food for aquaculture fish, it could be a safe and effective feed satisfying the national standards.