

福島県における放射性セシウムを含む捕獲イノシシ
の適正処理に関する技術資料

平成30年10月

福島県環境創造センター

国立研究開発法人 国立環境研究所

目 次

1. 福島県における放射性セシウムを含む捕獲イノシシの処理の実態と課題.....	1
2. 適正処理の基本的な考え方.....	4
1) 捕獲イノシシの処理における法的位置づけの理解.....	4
2) 生活環境保全対策として留意すべき項目.....	5
3) 市町村等の地域の状況に応じた適切な処理方法の適用.....	5
3. 生活環境保全対策.....	7
1) 臭気対策	7
2) 放射性セシウム対策.....	8
3) 鉛対策	8
4) 感染症対策	9
4. 切断した個体の既存焼却炉への受け入れ.....	10
1) 処理の概略	10
2) 生活環境保全対策.....	10
3) 解体	11
4) 既存焼却炉での焼却.....	11
5. 生物処理・減容化処理した残さの既存焼却炉又は埋立処分場への受け入れ.....	12
1) 処理の概略	12
2) 生活環境保全対策.....	12
3) 処理方法	16
4) 既存焼却炉又は既存埋立処分場での処理.....	16
6. 専用焼却炉設置による処理.....	18
1) 処理の概略	18
2) 生活環境保全対策.....	18
3) 焼却	19
7. 捕獲現場等での埋設処理.....	20
8. 関連する参考資料.....	21

1. 福島県における放射性セシウムを含む捕獲イノシシの処理の実態と課題

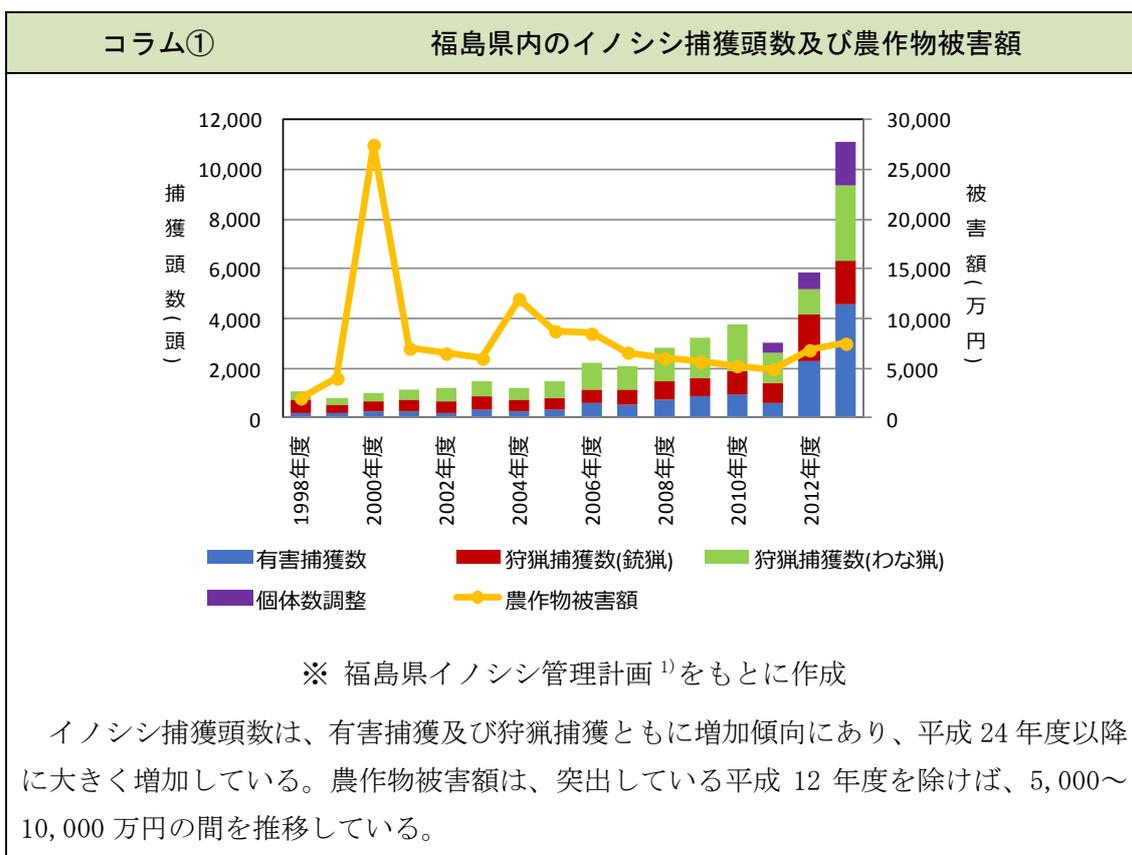
全国的にイノシシやシカなどの有害鳥獣による農業被害が急増しており、効率・効果的な捕獲対策や捕獲した有害鳥獣の適切な処理方法の確立が急務である。捕獲した有害鳥獣の有効利用のためジビエといった食品化など様々な工夫がされているが、現状の主な処理方法は捕獲現場での埋設処理や既存焼却炉での焼却処理である。捕獲者による現場埋設については、高齢化が進む捕獲者には体力的に厳しい状況であるとともに、埋設地の不足等からより困難性を伴っている。また、焼却処理においても焼却炉に受け入れる際に個体の切断が必要である場合がほとんどで、捕獲者が切断作業を行うことにも相当の困難性を伴っている。

一方、平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災およびそれに伴う原子力発電所の事故によって、福島県を中心に放射性セシウムを含んでいる捕獲イノシシの処理が問題になっている。これまで食用に供されたイノシシは、含まれる放射性セシウムの濃度が食用の基準を超えていることから、当面の間は食用として捕獲・出荷することができない。また、農業被害対策として捕獲駆除されたイノシシの処理においても、放射性セシウムを含む個体の処理に対する地域住民の不安感が存在することから、捕獲イノシシの円滑な処理が課題となっている。

現在、県内で捕獲したイノシシはそれぞれの市町村等において処理を行っており、その処理方法はほとんどが捕獲現場での埋設処理であり、一部を既存の焼却炉で処理している状況である。既存の焼却炉での処理においては、周辺住民の感情に配慮するため、捕獲イノシシの荷姿が見えないよう袋に入れて搬入する、住民の直接搬入時間の終了後に焼却する等の工夫を行い、処理を行っている。また、捕獲イノシシを解体せずにそのまま処理しているのは少数で、ほとんどの市町村等においては焼却の前処理として捕獲者に解体等をお願いし処理を行っている。一方で、住民等との調整により、既存の焼却炉での焼却処理ではなく、専用焼却炉や微生物作用を利用した専用生物処理設備等を、補助金を利用して整備する動きも出てきている。

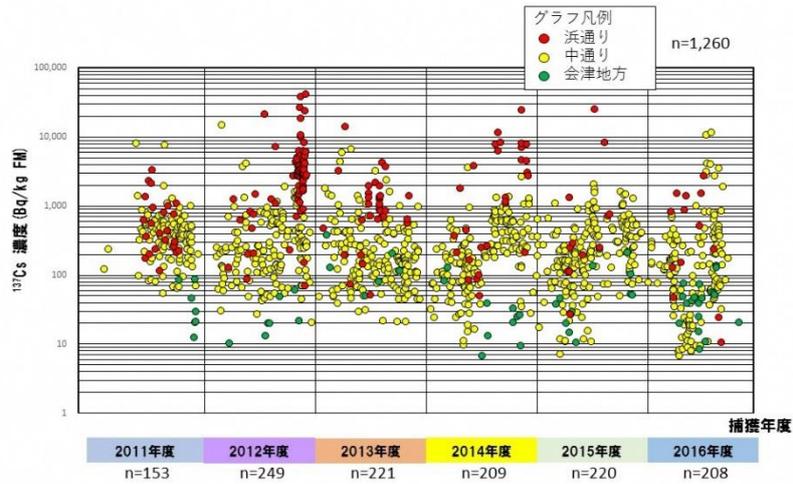
福島県では、イノシシの積極的な管理を進めることにより、イノシシ個体群の安定的な存続を図りつつ農業被害を低減することを目的として「福島県イノシシ管理計画」（平成 27 年 5 月 29 日～平成 32 年 3 月 31 日）を策定し¹⁾、イノシシ管理計画期間である平成 31 年度までに 49,000 頭（平成 26 年度の推計生息数）から安定生息数である 5,200 頭まで減少させるには、毎年 17,000 頭～18,000 頭の捕獲が必要となると推計している。さらに、「福島県指定管理鳥獣捕獲等事業実施計画（イノシシ）」（平成 30 年 4 月 1 日～平成 31 年 3 月 31 日）を定め²⁾、指定管理鳥獣捕獲事業にて県内全域での捕獲目標数を 7,000 頭と定め、個体数管理を進めている。

このように、管理計画に基づいてイノシシの捕獲数目標を達成していくうえで、今後さらに増加が見込まれる捕獲イノシシの適正処理が大きな課題である。また福島県では捕獲イノシシが放射性セシウムを含んでいる点が大きな課題であり、その点に配慮された技術的対応が必要である。そこで本資料では、放射性セシウムを含む捕獲イノシシの適正処理方法について、新たに検討されている減容化処理法なども含めた主要な処理方法ごとに、放射性セシウム対策、臭気や感染症などの衛生対策を含む生活環境保全対策などについて技術的な留意点を取りまとめた。



コラム②

福島県で捕獲されたイノシシの筋肉中 ^{137}Cs 濃度の時系列変化



※ 基本的に避難指示区域外で捕獲されたイノシシのデータを示す

福島県による調査データに基づいた環境創造センターの研究³⁾において、福島県内で捕獲されたイノシシの放射性セシウム濃度の地域分布や経年変化がまとめられている。放射性セシウム濃度は概ね低下傾向であるが、地方別に区分しても大きな幅があることから、地域差や個体差を考慮する必要があり、今後も長期的に推移を注視する必要がある。

2. 適正処理の基本的な考え方

1) 捕獲イノシシの処理における法的位置づけの理解

捕獲されたイノシシの処理に係り、法的には「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（以下、「廃棄物処理法」という。）、「飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律」（以下、「飼料安全法」という。）及び「肥料取締法」、「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」（以下、「鳥獣保護管理法」という。）、「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法」（以下、「放射性物質汚染対処特措法」という。）が関係しており、以下ではそれぞれの観点から整理する。

捕獲されたイノシシは、捕獲者が捕獲現場から持ち出して廃棄する場合は廃棄物処理法に基づく「一般廃棄物」として市町村の責任で処理される。一方、食肉等として事業者が利活用のために加工した際に生じる残さについては、「産業廃棄物」として事業者の責任で処理しなければならない。捕獲イノシシを廃棄物処理法に基づいて処理する際には、法の管理下で生活環境保全上支障を生じないように適正に処理しなければならない。

適正処理の方法の主なものは焼却処理や埋立処分であるが、資源化を目的とした方法も含まれる。すなわち、飼料安全法及び肥料取締法において、イノシシ由来の肉骨粉等は豚と同様に、豚・鳥・魚の飼料あるいは肥料として利用できると規定されており、化製場（レンダリング工場）において受け入れたイノシシを原料の一部としてレンダリング処理により肉骨粉等に加工し、飼料あるいは肥料の製造が行われるケースがある。ただし、現在の福島県においては、原子力災害対策特別措置法に基づく出荷制限がかかっており、出荷制限が解除されるまで飼料化及び肥料化はできない。なお、イノシシの堆肥化処理等による肥料化は現在法的に認められていない。

鳥獣保護管理法においては、適切な処理が困難な場合又は生態系に影響を及ぼすおそれが軽微である場合を除き、捕獲場所に捕獲物等を放置してはならないとされている。鳥獣保護管理法に基づき定められた「鳥獣の保護及び管理を図るための事業を実施するための基本的な指針」（以下、「鳥獣基本指針」という。）においては、捕獲物等は原則として持ち帰ることとし、やむを得ない場合に限り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とされている⁴⁾。したがって、捕獲者自身による捕獲物等の現場埋設は、鳥獣基本指針に従って行われる限りにおいては、廃棄物処理法で禁止している不法投棄には当たらない。しかし、捕獲物等の埋設により、生活環境の保全上支障が生じ、または生ずるおそれがあると認められる場合は、廃棄物処理法に規定する措置命令の対象となることに留意が必要である。また、市町村によっては捕獲事業の一環として共同埋設場所を提供しているケースもあるが、生活環境の保全上支障が生じないように適切に管理されているのであれば、鳥獣基本指針の範疇内での埋設行為であると解釈できる。なお、都道府県等が捕獲等をする指定管理鳥獣捕獲等事業においては、生態系に重大な影響を及ぼすおそれがなく、かつ、指

定管理鳥獣捕獲等事業の実施に当たって特に必要があると認められる場合については、鳥獣保護管理法における鳥獣の放置等の禁止は適用されない。

2) 生活環境保全対策として留意すべき項目

廃棄物処理法に基づいて適正処理を行う場合に、生活環境保全対策上の環境負荷として留意すべき項目には、処理時の臭気物質の発生や捕獲者が使用した銃弾に由来する鉛等の有害物質が挙げられる。臭気に関しては、イノシシ個体中のたんぱく質等が好気性・嫌気性分解する際に、悪臭が発生し、周辺環境や作業環境に影響を与える可能性がある。また、鉛等を含む銃弾が個体に残存している場合に、他の多量の廃棄物と一緒に処理するケースでは影響が生じることは考えにくい。例えばイノシシを飼料あるいは肥料の原料としてレンダリング処理する際には、体内に残存する銃弾は、捕獲者または獣肉処理事業者が確実に除去した上でレンダリング工場に運搬するなどの管理措置が必要である。

一方、福島第一原発の事故に伴う放射性物質による汚染対処の観点からは、イノシシに含まれている放射性物質（放射性セシウム）への地域住民の不安に配慮した対応が求められる。焼却処理や埋立処分時の放射性セシウムの挙動は、多くの調査研究により明らかにされており⁵⁾、放射性物質汚染対処特別措置法における技術基準やガイドラインに⁶⁾則って安全な処理が実施されてきた。膨大な環境モニタリングのデータに基づいて、周辺環境に影響を及ぼさないことも検証されている⁷⁾。また、捕獲イノシシの個体を他の多量の廃棄物と一緒に処理する場合は、捕獲イノシシに含まれる放射性セシウムによる影響は小さい。自治体等は地域住民に対して処理の安全性をわかりやすく説明する等、住民の理解の醸成を図ることの必要性を考慮する必要がある。

その他、野生のイノシシが保有する病原体などによる作業員の感染症対策などにも一定の配慮が必要である。

3) 市町村等の地域の状況に応じた適切な処理方法の適用

今後増加する捕獲イノシシを適正に処理する上では、市町村や県が地域の状況を踏まえて適切な処理方法を検討し、処理を行う市町村や事業者、又は捕獲者との調整のうえ処理を進めることが重要である。

捕獲イノシシの処理には、おおよそ以下の処理方法が考えられ、地域における捕獲数量や捕獲イノシシを受け入れ可能な既存施設の施設条件、新たに処理施設を整備する場合の立地場所や予算確保、捕獲者や関係事業者との協力、地域住民の理解の状況などを総合的に勘案して、適切な処理方法を選択することが望まれる。

以下、概略を記載し、詳細については4.～7.で述べる。

① 切断した個体の既存焼却炉への受け入れ

捕獲したイノシシを自治体等が保有する既存の焼却炉で受け入れる場合は、完全に燃

焼されずに燃え残った状態で排出されないように、適切な大きさに切断したのちに焼却炉で受け入れることが一般的である。しかし、これまで協力を得てきた捕獲者の切断作業の負担は非常に大きい。そこで、自治体側で冷凍保管庫を設置し、個体のまま受け入れ冷凍保管し、冷凍した個体を焼却施設に併設されている粗大ごみ用の破砕機（ギロチンと呼ばれる可燃性粗大ごみの切断設備等）で小片に切断して焼却処理することが有効である。適切な切断設備が既設されていれば、新たな投資は冷凍保管庫のみであり、コスト的にも有利な方法と言える（詳細は4. 参照）。

② 生物処理・減容化処理した残さ物の既存焼却炉又は既存埋立処分場への受け入れ

生物処理は、家畜のふん尿、木質チップ等から作成する菌床にイノシシを投入し、微生物作用を利用して好気性分解させて減容化を行うものである。ハウス等の施設内に菌床を設置して重機で攪拌する方式と、専用の発酵装置による方式が確立されている。菌床は、各地域で調達できる材料で安価に作成できるが、専門の事業者から提供を受ける場合は一定の費用を見込む必要がある。なお、処理過程で回収した骨等の残さや使用済み菌床については、焼却処理又は埋立処分を行う必要がある（詳細は5. 参照）。

③ 専用焼却炉設置による処理

一般的な専用焼却炉は、1日3頭程度の捕獲したイノシシ（成獣）を焼却することが可能な規模を有し、一定量ごとのバッチ処理である。イノシシの捕獲数は一定でなく、搬入された量が処理能力を超えることも想定されるため、イノシシを保管する冷凍保管庫の併設が望ましい。専用焼却炉を設置するにあたり、福島県東日本大震災農業生産対策交付金等を利用することができるが、導入コスト・維持管理コスト等が高くなる可能性がある（詳細は6. 参照）。

④ 捕獲現場等での埋設処理

前述のとおり、捕獲したイノシシを収集・運搬することが困難で、かつ、生態系に及ぼす影響が軽微な場合について、現場にて埋設処理を行うことができる。しかしながら、鉛弾で銃殺した捕獲イノシシについて十分な深さに埋設を行わなかった場合、他の鳥獣がそのイノシシの肉を捕食し、鉛を体内に蓄えてしまい鉛中毒を起こす等、生態系や環境に影響を及ぼす可能性があるため、十分注意して埋設を行う。また、共同埋設場所等へ運搬する場合には、体液の流出等について留意が必要である（詳細は7. 参照）。

3. 生活環境保全対策

捕獲イノシシを処理するにあたり、切断した個体の既存焼却炉への受け入れ、生物処理・減容化処理した残さ物の既存焼却炉又は既存埋立処分場への受け入れ、専用焼却炉設置による処理、捕獲現場等での埋設処理、の4つの処理方法が考えられる。それぞれに、運搬や保管等を含めた各工程での臭気対策、放射性セシウム対策、鉛対策、感染症対策等の生活環境保全対策が必要である。

生活環境保全対策として各工程で考慮すべきものを下表にまとめた。

		臭気対策	放射性セシウム対策	鉛対策	感染症対策	
解体		○			○	
運搬		○			○	
一次保管（冷凍保管庫）		○			○	
焼却	専用焼却炉	○	○	○	○	
	既存焼却炉	○	○		○	
		切断	○			○
		破碎	○			○
生物処理	残さ焼却型	○	○		○	
	残さ埋立型	○	○		○	
埋立		○	○		○	

1) 臭気対策

イノシシを捕獲した際は、当日中に処理を行うことが望ましいが、それが不可能な場合は、臭気対策の観点からイノシシを1体ずつビニール袋に包み、運搬、保管等を行う必要がある。また、腐敗による臭気発生への対処のために、ビニール袋で包んだ後に冷凍保存を行う等の対応が望ましい。なお、冷凍保管を行わずに処理するまでに数日かかる場合は、腐敗時に発生するガスによる腹部の破裂を防ぐため、ビニール袋に包む前に必ず腹部に穴を開ける。

臭気対策として特に留意が必要な工程は、生物処理の際のアンモニアを中心とした臭気の発生への対処である。イノシシ個体中のたんぱく質等が微生物作用により分解する際に、窒素化合物（アンモニアやアミン類など）、硫黄化合物（硫化水素やメチルメルカプタン、硫化メチルなど）、脂肪酸（酪酸類や吉草酸類など）が発生し、周辺環境や作業環境に影響を生じさせる可能性がある。生物処理を継続して行っていく間に、アンモニア性窒素が蓄積し、pHも上昇することから、アルカリ性側で発生しやすいアンモニアが高濃度で揮散する。分解熱により菌床が高温になり、臭気成分はさらに揮散しやすくなり、菌床の切り返しの際などに多量の臭気が発生する。比較的密閉された屋内で処理する場合は、作業環境の改善のために十分な換気や保護具が必要である。また、福島県では悪臭防止法その他、福島県悪臭防止対策指針による規制があり、全域に規制がかかっていることから、規制基準を満足できな

い可能性がある場合は、脱臭装置の設置が必要である。

2) 放射性セシウム対策

放射性セシウムはイノシシ個体の各部位に存在するが、特に筋肉中に相対的に高い濃度で含まれている。含まれている放射性セシウム濃度は、年々低減傾向にあるが、生息地の汚染状況によって相当程度のばらつきと幅をもっている³⁾。ただし、空間線量が高い地域で捕獲された放射性セシウムを高濃度に含むイノシシであっても、それを扱う作業員（例えば運搬時）がイノシシ個体そのものから受ける被ばくは、極めて小さいものである。ただし、放射性セシウムが 10,000Bq/kg を超えるイノシシを廃棄物処理施設で受け入れる場合は、電離則が適用されるので注意を要する。なお、高線量地域である避難指示区域から離れた地域については、特段の対応は不要である。

放射性セシウムを含む捕獲イノシシの焼却処理については、国の基準に基づいて高度な排ガス処理が施されており、被ばくリスクの観点からは放射性セシウムの排出は無視できる。すなわち、放射性セシウムは排ガスの冷却中に塩素等の元素と結合して固体の化合物になり、バグフィルターと呼ばれるばいじんの捕集フィルターで高効率に除去される⁵⁾。この点は、福島県内の対策地域内に設置されている仮設焼却炉を含む多くの施設で膨大なモニタリングデータが取得され、安全性が確認されている⁷⁾。ましてや、一般廃棄物の焼却施設で混焼する場合には、多量の可燃ごみ中での捕獲イノシシの混入量は微々たるものであり、イノシシそのものによる放射性セシウムの増加分の影響は小さい。

生物処理の場合には、菌床への放射性セシウムの蓄積について留意が必要である。菌床に投入されたイノシシは好気性分解により減容化され、それに伴い菌床に放射性セシウムが残存、蓄積していくことになることから、分解残さや菌床の一部を取り出し、新規に菌床の材料を追加することで蓄積を抑え、指定廃棄物の基準の 8,000Bq/kg 以下になるように管理することが可能である³⁾（コラム⑦を参照）。なお、減容化後のイノシシの残さの処理については、環境省による「捕獲したイノシシの軟化処理実証試験」（以下、「環境省実証試験」という。）において、焼却処理を実施した際の放射性物質濃度測定が行われており、検出下限値未満であることが確認されている。

むしろ留意が必要なのは、捕獲イノシシのみを焼却処理する専用焼却炉で発生する焼却残さの問題である。焼却後に炉内に残る主灰や排ガスから捕集除去された飛灰（ばいじん）は、放射性セシウムが濃縮され、8,000Bq/kg を超える高濃度になるケースも考えられる。8,000Bq/kg 超の焼却残さは、放射性物質汚染対処特措法における指定廃棄物として適切に保管しなければならない。さらに、10,000Bq/kg を超える場合は、作業安全の観点から電離放射線障害防止規則（電離則）が適用されることから留意が必要である。

3) 鉛対策

イノシシを捕獲する際に、鉛弾によって止め刺しを行った場合は、処理を行う場合にも生活環境保全の観点から適切な対応が少なからず必要である。

焼却処理の際には、他の多量の可燃性廃棄物と一緒に処理するケースでは影響は小さいが（コラム③を参照）、捕獲イノシシのみを処理する専用焼却炉では、焼却残さ中の鉛の残存に留意が必要である。特に、鉛は高温燃焼下で融解して排ガスに移行しやすく、冷却されて凝固した鉛化合物を含むばいじんはバグフィルターで飛灰として捕集除去される。

コラム③ 一般廃棄物焼却施設でのイノシシ混焼による鉛挙動の試算	
【試算条件】	【試算結果】
<ul style="list-style-type: none"> ・ 焼却施設能力：100 t/日 ・ イノシシ1頭を焼却（重量は無視） ・ 1頭に含まれる鉛弾：30 g ・ 飛灰発生量：2 t、主灰発生量：8 t ・ 鉛分配率^{※1} 飛灰：30%、主灰：70% 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 飛灰中の鉛含有量：4.5 mg/kg ・ 主灰中の鉛含有量：2.6 mg/kg
<p>先行研究^{※2}では、鉛含有量1,700 mg/kgの飛灰（キレート未処理）を用いて公定法（液固比10）に基づき溶出試験を行っており、鉛溶出濃度は35 mg/Lであった。これを溶出率（溶出濃度×10÷含有量）に換算すると約0.2であり、上記の飛灰の試算結果に適用すると、鉛溶出濃度は0.09 mg/Lになり埋立判定基準を下回ることになる。ただし、これはあくまで試算であり、鉛分配率は焼却対象物の組成や焼却炉の形式など、溶出率は塩素含有量^{※3}などの影響を受けることについて、注意が必要である。</p>	
<p>※1 香倉ら(2010)焼却・熔融実処理プロセスにおける希少金属等54元素の分配と変動 ※2 香倉ら(2005)キレート処理した一般廃棄物焼却飛灰からの鉛の再溶出挙動に関する研究 ※3 小口ら(2012)キレート処理一般廃棄物焼却飛灰からの重金属溶出状況とその要因の検討</p>	

4) 感染症対策

捕獲したイノシシを扱う作業者は、感染症の観点からの留意が必要である⁸⁾。

イノシシ由来の人畜感染症は数種確認されているが、生肉の喫食や血と接触しないかぎり、直接感染することはない。しかし、ダニや蚊を媒介とした感染例もあることから、イノシシに直接接しないように、作業を行う際にはマスク・ゴム手袋を基本として、長袖・長ズボン・長靴の装備が必須である。また、うがい・手洗いを励行し、健康状態の異常を感じた場合は、速やかに医療機関に相談・受診する。

イノシシを冷凍保管する場合についても、冷凍保管ではダニ・ノミは完全には死滅しないことから、冷凍庫への搬入前に殺虫剤を散布する、または、イノシシを1体ずつビニール袋で包む等、対策が必要である。

4. 切断した個体の既存焼却炉への受け入れ

1) 処理の概略

自治体等が保有する既存の焼却炉で焼却する際には、捕獲イノシシが燃え残った状態で排出されないようにするため、適切な大きさに切断された状態で受け入れている場合が多い。この切断作業は一般的に捕獲者をお願いしているが、作業者の負担は非常に大きい。焼却施設に併設されている粗大ゴミ用の破砕機がイノシシを切断するために利用可能であれば、自治体側で冷凍保管庫を設置し、個体のまま受け入れ、冷凍保管により冷凍した個体を破砕機で小片に切断し、焼却処理することが有効である。冷凍することによって、衛生的かつ容易に切断できる。

コラム④ 粗大ゴミ用破砕機による捕獲イノシシの切断		
		
a) 冷凍保管したイノシシ	b) ギロチン式切断機	c) ごみピットへ投入
<p>実際の事例（試験段階）の写真である。a)捕獲イノシシをビニール袋に包んで冷凍保管庫に保管し、b)可燃性粗大ゴミ用のギロチン式切断機で切断し、c)切断後ごみピットへ投入される、という流れで処理される。</p>		

2) 生活環境保全対策

基本的には3.生活環境保全対策のとおりであるが、留意点を以下に記述する。

① 臭気対策

臭気防止の観点から、運搬時にはビニール袋に収納する。なお、焼却施設の切断・破砕機を用いる場合の切断前の冷凍保管は、臭気対策面でも効果がある。

② 放射性セシウム対策

多量の可燃ゴミとの混焼により、特段の問題は生じない。

③ 鉛対策

既存焼却炉でイノシシの焼却を行う際には、混焼するため、イノシシが含有している鉛の、主灰および飛灰の鉛濃度への寄与率は著しく低くなる。そのため、主灰および飛灰においては、特に問題となることはなく、通常どおりの処理を行うことが可能であ

る。

④ 感染症対策

焼却施設の切断・破砕機を用いる場合は、腐敗防止や切断時の血液・体液の滴り防止、機器への付着防止等の衛生的観点から、切断前に冷凍保管することが必要である。なお、焼却施設の切断・破砕機を用いず、捕獲者へ切断作業を頼む場合には、体液の飛散防止のため、ビニール袋に収納する。

3) 解体

既存焼却炉では、「部位ごとに解体する」、「20センチ程度に解体し土のう袋に詰める」等、施設ごとに捕獲イノシシの受け入れ基準が設定されている場合が多いことから、搬入予定の既存焼却炉の受け入れ基準を確認し、基準に合致するように解体を行う必要がある。

但し、冷凍保管庫でイノシシを保管し、冷凍したイノシシを焼却施設に設置された切断機等で解体する方法を採用することにより、捕獲者による切断は不要となる。切断機はギロチン式や低速二軸破砕機等の、可燃性粗大ごみ用の前処理設備が利用可能である。切断前に十分冷凍することによって、血液や体液の滴り等がなく、衛生的かつ容易に切断が可能である。

4) 既存焼却炉での焼却

体液等の飛散を防ぐため、ピットに投入後、速やかに焼却炉に投入する。炉形式により焼却時間に差はあるが、頭蓋や大腿骨等の大きな骨については燃え残りが発生しやすいため、切断時の大きさや焼却時間に関して留意が必要である。

5. 生物処理・減容化処理した残さの既存焼却炉又は埋立処分場への受け入れ

1) 処理の概略

生物処理は、微生物の力を用いて有機物を分解し、減容化あるいは軟化するための処理方式であり、好気性分解と嫌気性分解があるが、本技術資料では好気性分解を取り上げる。好気性分解とは、家畜のふん尿、木質チップ等から作成する菌床にイノシシを投入し、微生物作用により減容化を行うものである。菌床は、各地域で調達できる材料を使って安価に作成できるが、専門の事業者から提供を受ける場合は一定の費用を見込む必要がある。順調に処理が進めば、2週間程度で半分程度まで減容(減量)し、スコップ等で形状を崩すことが可能になる。さらに時間をかければ、4週間程度で個体が確認できない状態まで分解し、残存する骨も脆くなる。残さや菌床をどの時点でどの程度取り出し新しい菌床と交換するか等の運転条件は、残さの取り出しの負担や放射性セシウムの濃縮の進行との関係で決める。残さや使用済み菌床は、焼却処理又は最終処分を行う。

コラム⑤

生物処理・減容化処理による捕獲イノシシの処理



a) 菌床へ投入



b) 処理開始2週間後



c) 処理開始4週間後

実際の事例(環境省実証試験)の写真である。a)捕獲イノシシを菌床に投入し、b)処理開始2週間およびc)4週間が経過した際の状態である。なお、重量を測定するためにイノシシをネットに包んでいるが、実際は菌床へ直に埋設する。

2) 生活環境保全対策

基本的には3.生活環境保全対策のとおりであるが、留意点を以下に記述する。

① 臭気対策

好気性分解が順調に進んでいる場合は比較的悪臭は発生しにくいだが、多量の処理対象物を投入した場合や空気の供給が不足し嫌気性雰囲気となった場合は激しい臭気が発生する可能性がある。また、臭気が建屋にこもる可能性があり、作業環境の悪化が懸念され

ることから、作業環境測定を実施する必要がある。臭気対策として十分な換気を行うとともに、ゴーグルや活性炭入りマスクの着用が必要である。

また、規制基準を満足できない可能性がある場合は、臭気を含む排気の脱臭対策が必要である。十分なスペースが確保できる場合は、不要なバーク材等を用いた生物脱臭法により比較的安価に脱臭対策が可能である。

実際の施設での攪拌作業中において、捕獲イノシシの生物処理に用いた菌床から、アンモニアや硫黄化合物、低級脂肪酸等の臭気物質の揮散が確認されており、その臭気強度は3程度であったことから、労働環境衛生面を考慮した換気等の対策が求められる。施設外部では低濃度であったが、個体を継続投入する場合は臭気発生量が増大する可能性がある。

コラム⑥		生物処理施設の臭気測定結果（攪拌作業中）							
試験項目 (単位 ppm)	施設 1				施設 2				
	施設内部		施設外部		施設内部		施設外部		
	測定値	※	測定値	※	測定値	※	測定値	※	
アンモニア	2.8	3	0.03	0	7.8	3.5	0.04	0	
メチルメルカプタン	<0.0001	-	<0.0001	-	0.0004	1	0.0001	1	
硫化水素	0.0023	2.5	<0.0001	-	<0.0001	-	<0.0001	-	
硫化メチル	0.0002	1	0.0002	1	0.0008	1	0.0003	1	
二硫化メチル	<0.0001	-	<0.0001	-	0.0001	0	0.0003	1	
アセトアルデヒド	0.003	1	<0.002	-	0.004	1	<0.002	-	
イソブチルアルデヒド	<0.002	-	<0.002	-	0.007	1	<0.002	-	
プロピオン酸	0.0008	0	<0.0001	-	0.0075	1	<0.0001	-	
ノルマル酪酸	0.0006	2	<0.0001	-	0.009	3.5	<0.0001	-	
ノルマル吉草酸	<0.0001	-	<0.0001	-	0.0005	2	<0.0001	-	
イソ吉草酸	<0.0001	-	<0.0001	-	0.0028	2.5	<0.0001	-	

※ 測定値から推定した6段階臭気強度表示法による臭気強度

国立環境研究所等の研究³⁾において、環境省実証試験の生物処理施設での臭気測定が行われている。測定は捕獲イノシシの投入から2週間後に行われた。低級脂肪酸等の閾値が低い臭気物質については、アンモニアより濃度が低くても注意が必要である。なお、これは攪拌作業中の結果であり、静置状態で臭気を感じることはほとんどなかった。

② 放射性セシウム対策

菌床に関しては、イノシシが好気性分解の進行に伴い分解され菌床に放射性セシウム

が移行することにより、菌床全体の放射性セシウム濃度が上昇する可能性がある。これは定期的に菌床を交換することにより、極度な濃度上昇を防ぐことができる。なお、使用済み菌床については、焼却処理又は最終処分を行う必要がある。また、生物処理を開始する前から処分先を確保する必要がある。イノシシの放射性セシウム濃度が高いことを想定して、電離則に基づく事故由来廃棄物等取扱施設の構造要件を満たす施設で処理を行うか、そうでない場合は捕獲したイノシシの放射性セシウム濃度を測定し、高いことが想定される場合は別途処理（切断して焼却処理等）することが望ましい。電離則上の対象となる放射性セシウム濃度は 10,000Bq/kg 超であり、表面線量で大まかにスクリーニングする方法については現在検討中である。使用済み菌床についてはさらに 8,000Bq/kg 超になると指定廃棄物として取り扱いが必要になる可能性がある。以上の点から施設の維持管理において、放射性物質汚染対処特措法及び電離則に基づき、敷地境界における空間線量率測定（七日に一回以上）及び空気中の放射性物質濃度測定（月一回以上）等の定期的な測定が必要となる。

国立環境研究所等の研究³⁾において、環境省実証試験のイノシシ生物処理過程において、菌床への放射性セシウムの蓄積が確認されている。また、繰り返しのイノシシ投入に伴う長期的な菌床への放射性セシウムの蓄積について推定しており、イノシシ投入量の調整や菌床の入れ替え等を含む入口側での制御による管理が提案されている（コラム⑦参照）。また、投入されるイノシシの放射性セシウム濃度を全個体対象に測定することは難しいため、菌床の放射性セシウム濃度を適宜測定することで管理していく方法が妥当である。今後、線量測定等によるスクリーニング方法の開発が求められる。

③ 鉛対策

イノシシを捕獲する際に、鉛弾によって止め刺しを行うことがある。鉛弾は好気性分解したイノシシから自然に排出された場合には菌床へ、そうでなければ体内に残存する。最終的に焼却処理等を行う場合に他の十分な量の廃棄物と混合して処理すれば、特に問題になることはない。

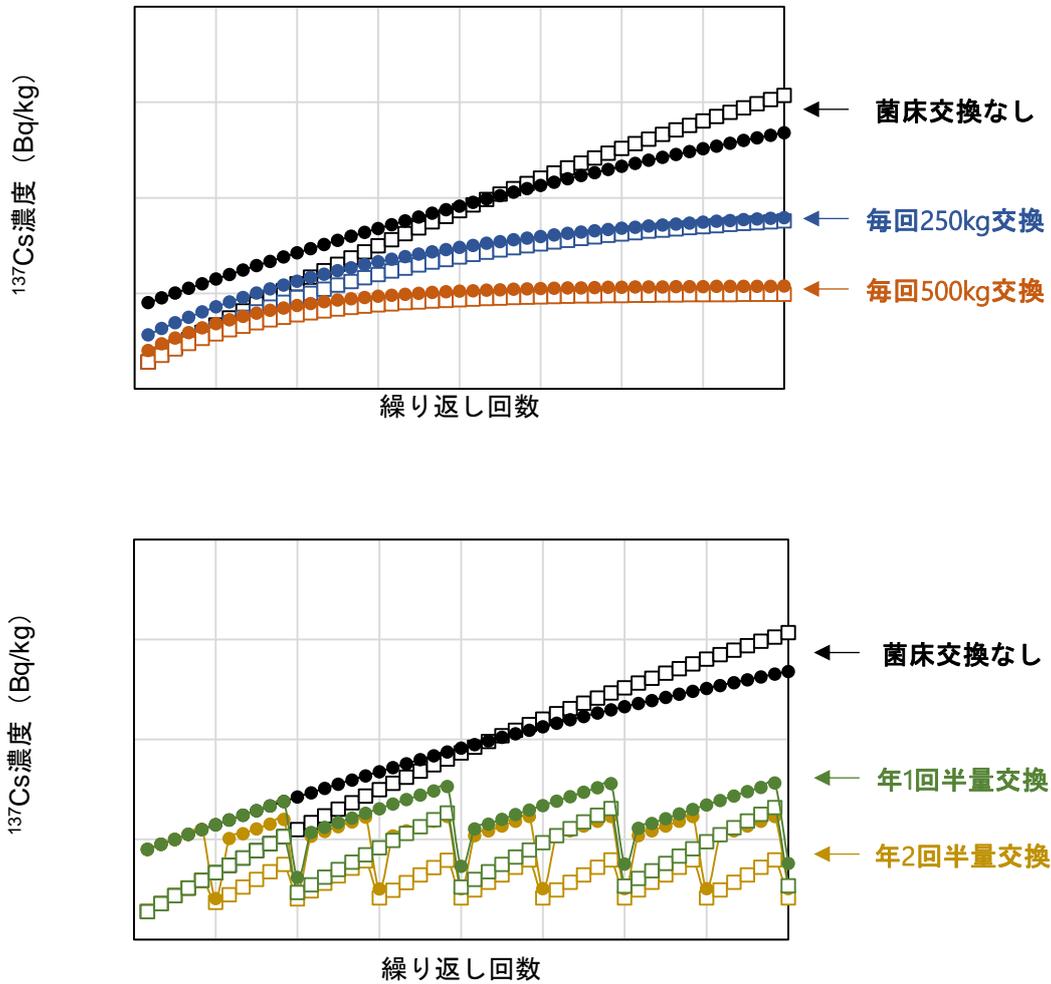
④ 感染症対策

生肉の喫食や血と接触しないかぎり、直接感染することはないが、捕獲イノシシが他の死骸と比較して著しく瘦削している場合等には、病気である可能性があるため生物処理は行わず、一般廃棄物として焼却を行う等の配慮が必要である。また、下表に感染症の種類と死滅条件等をまとめたので、好気性分解を行う上での参考にされたい。

感染症	疾患種類	死滅条件
E型肝炎ウイルス	ウイルス性疾患	75℃で1分間以上加熱
肝てつ	寄生虫性疾患	75℃で1時間以上加熱
カンピロバクター	細菌性疾患	65℃で30秒以上加熱

コラム⑦

生物処理における菌床中の放射性セシウム蓄積挙動



□：菌床中放射性セシウム濃度、●：後段移行分の放射性セシウム濃度

(計算条件) イノシシ投入量 250 kg (50 kg×5 個体)、菌床量 8,750 kg、イノシシの放射性セシウム濃度 2,000 Bq/kg、菌床の放射性セシウム濃度 100 Bq/kg、1 バッチ 1 ヶ月、肉分解率 50%

国立環境研究所等の研究³⁾を参考に、放射性セシウムを含む捕獲イノシシを菌床に繰り返し投入した場合の、長期的な菌床への放射性セシウムの蓄積について推定した。毎回少量の菌床を、あるいは 6~12 バッチ (年 1~2 回) ごとに半量の菌床を交換することで、菌床及び後段プロセス (焼却または埋立処分) 移行分の放射性セシウムの蓄積を抑えることができる。菌床の交換量や交換頻度は、捕獲イノシシの放射性セシウム濃度や投入量、投入頻度、あるいは菌床交換の作業効率を考慮して設定することが望ましい。

3) 処理方法

生物処理には、北海道枝幸町で行われているように動物死体を野積みした菌床に埋設し重機により攪拌する方法と有害鳥獣専用の生物処理装置を用いる方法がある。

① 野積み式による生物処理法

コンクリート構造のヤード上に野積みした菌床にイノシシを埋設し、1週間に1度程度ホイールローダ等の重機で攪拌することにより空気の供給を行い、好気性分解を促進させる。菌床の素材は、家畜ふん尿と好気性分解に適した水分に調整するための木質チップ、おがくず等であり、近隣で調達できるもので菌床を製作することが出来る。材料の構成比は、混合後の水分が55～65%になるように調整する。枝幸町の事例⁹⁾では重量比で牛ふん50%、木質チップなどの水分調整剤が50%程度であるが、素材によって水分がまちまちであるので留意が必要である。

1バッチのイノシシ1頭に対する菌床の量は、環境省実証試験では1.0～1.5t/頭であり、十分な減容化が確認され、静置状態での悪臭発生はほとんど確認されなかった。そのため、1バッチで菌床の全量を処分するのであれば、1頭当たりの菌床の量はより少量の菌床で対応が可能と考えられる。しかし、繰り返し投入による複数バッチで処理を進める場合、アンモニア等の蓄積による悪臭発生や放射性セシウムの蓄積を考慮し、菌床の量を設定する必要がある。

イノシシを投入する際には、好気性分解途中のガスによる腹部の破裂を防ぐため、菌床上で大型の鎌や先端の尖った棒で腹部を裂く処理を行う。埋設後2週間程度すると組織が柔らかくなり、容易に切断することが可能となる。また、さらに長期間埋設すると肉は分解され、難分解性の骨等のみが残る。2週間程度で取り出して焼却処理すれば、長期間好気性分解させるより多量のイノシシを処理することができる利点があるが、取り出しのための作業負担が生じる。

② 機械式による生物処理法

民間企業により、業務用の生ごみ処理機のような構造をした、有害鳥獣専用の好気性分解装置が開発されている。これは、金属製の発酵槽の中に菌床とイノシシを入れ、電動パドルで攪拌し、分解を促進するものである。また、好気性分解温度を保つためヒータにより保温する装置が付いている。

専用の好気性分解装置の導入は、機械を覆う建屋等を含めた建設費や、電気代・菌床等の更新費等のランニングコストに留意する必要がある。また、有害鳥獣の搬入量調整のため、冷凍保管庫設置の検討も必要である。

4) 既存焼却炉又は既存埋立処分場での処理

① 既存焼却炉での焼却

生物処理後には肉片が容易に切断できる状況となり、裁断処理が不要で未燃分が発生する恐れが大幅に軽減される、という点でメリットがある。ただし、実際の焼却処理にあたっては、イノシシの大きさや外気温による生物処理の必要期間への影響等に留意し、分解状況を適宜確認するとともに、既存焼却炉へ搬出する際には、適切な裁断・袋詰めを実施する必要がある。

焼却炉で焼却する際は、焼却炉側の設備構成等により、イノシシ残さを詰める袋の大きさや形状等に配慮する必要がある。

② 既存埋立処分場への埋立

最終処分場に処分する場合は、悪臭や最終処分場の延命化の面から、分解が進んだ状態で処分することが望ましい。長期間に渡り生物処理を行うと、骨と毛のみとなる。作業に支障がなければ骨、毛等を完全に取り除く必要はなく、表面に出た骨だけを取り除き、一般廃棄物として最終処分場で適正処分する。

6. 専用焼却炉設置による処理

1) 処理の概略

1日3頭程度の捕獲したイノシシ（成獣）を専用焼却炉で一定量ごとにバッチ処理する。イノシシの捕獲数は一定ではないため、捕獲イノシシを保管する冷凍保管庫の併設が望ましい。また、イノシシの個体差や季節による体形、脂肪量の変化に伴い焼却時間が変化するため、体重等による焼却時間の変化等に留意する必要がある。

コラム⑧		専用焼却炉による捕獲イノシシの処理	
			
a) 冷凍保管庫で保管	b) 投入台へ設置	c) 炉内に投入	
			
d) 焼却	e) 焼却後		

実際の事例の写真である。a)捕獲イノシシをビニール袋に包んで冷凍保管庫で保管し、b)専用焼却炉投入台に設置後、c)炉内に投入し、d)焼却を行う。e)焼却後に投入台に残された焼却残渣を回収する。

2) 生活環境保全対策

基本的には3.生活環境保全対策のとおりであるが、留意点を以下に記述する。

① 臭気対策

捕獲イノシシを冷凍保管庫にて保管した場合は、特に問題は生じない。しかし、冷凍保管庫を併設していない場合は、搬入してから焼却を行うまで時間が空き、腐敗することのないよう、特に気温が高くなる夏場においては、搬入量の調整等が必要である。

② 放射性セシウム対策

捕獲イノシシが含有する放射性セシウムについて、専用焼却炉でのイノシシ焼却を行った場合は、単純にイノシシが含有している放射性セシウムが焼却残渣に含まれて出てくる。主灰は一般廃棄物として処理できる可能性が高いが、飛灰は8,000Bq/kg 超の指定廃棄物となる可能性が高い。そのため、定期的に放射性物質濃度を測る等の留意が必要である。

③ 鉛対策

専用焼却炉の場合には、鉛弾で止め刺しを行ったイノシシが含有する鉛は、主灰および飛灰への鉛濃度へ大きく寄与する。特に飛灰において鉛濃度が高くなる可能性が高いため、留意が必要である。

④ 感染症対策

イノシシを冷凍保管する場合においても、イノシシを1体ずつビニール袋で包む等、対策が必要である。

3) 焼却

野生のイノシシは個体差（体長100～170センチ）や季節による体形、脂肪量の変化が大きいため、焼却時間も変化する。専用焼却炉にバーナーの向きを自動制御する焼却設備がない場合には、体重や季節による焼却時間等の変化を記録しておき、今後の焼却目安として用いるとよい。

7. 捕獲現場等での埋設処理

鳥獣保護管理法においては、適切な処理が困難な場合又は生態系に影響を及ぼすおそれ
が軽微である場合を除き、捕獲現場に捕獲物等を放置することは禁止されており、鳥獣基本
指針においては、やむを得ない場合に限り、生態系に影響を与えないような適切な方法で埋
設処理を行うことが認められている⁴⁾。しかしながら、鉛弾で銃殺した捕獲イノシシについ
て十分な深さに埋設を行わなかった場合、他の鳥獣がそのイノシシを捕食し、鉛を体内に蓄
えてしまい鉛中毒を起こす等、生態系や環境に影響を及ぼす可能性があるため、十分注意し
て埋設を行う。また、埋設作業の負担軽減等のために市町村が共同埋設場所を提供している
ケースもあるが、共同埋設場所に運搬する場合には、体液の流出等について留意が必要であ
る。また、共同埋設場所の運用にあたっては、生活環境保全上の十分な配慮が必要である。

なお、捕獲物等の埋設により、生活環境保全上支障が生じ、あるいは生ずるおそれがある
と認められる場合は、廃棄物処理法に規定する措置命令の対象となる可能性がある。捕獲イ
ノシシを埋設する場合には生活環境に影響を与えないように十分に配慮する必要がある。

8. 関連する参考資料

- 1) 福島県, 平成 27 年 5 月, 福島県イノシシ管理計画,
https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/life/347010_844264_misc.pdf
- 2) 福島県, 平成 30 年 4 月, 福島県指定管理鳥獣捕獲等事業実施計画 (イノシシ) ,
https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/life/347010_844290_misc.pdf
- 3) 国立環境研究所, 北海道大学, 福島県環境創造センター, 平成 30 年 5 月, 環境研究総合推進費補助金総合研究報告書 捕獲鳥獣の適正かつ効率的な処理システムの構築に関する研究(3K162012) ,
https://www.erca.go.jp/suishinhi/seika/pdf/seika_5_04/3K162012.pdf
- 4) 環境省, 平成 27 年 5 月, 鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律の一部を改正する法律の施行に伴う留意事項について, <https://www.env.go.jp/hourei/11/000640.html>
- 5) 国立環境研究所, 平成 26 年 4 月, 放射性物質の挙動からみた適正な廃棄物処理処分 (技術資料 第四版) , http://www.nies.go.jp/shinsai/techrepo_r4_140414_all.pdf
- 6) 環境省, 平成 25 年 3 月, 廃棄物関係ガイドライン,
http://shiteihaiki.env.go.jp/radiological_contaminated_waste/guidelines/
- 7) 環境省, 放射性物質汚染廃棄物処理情報サイト, <http://shiteihaiki.env.go.jp/>
- 8) 農林水産省, 平成 28 年 3 月, 野生鳥獣被害防止マニュアル～捕獲鳥獣の食肉等利活用 (処理) の手法～, http://www.issei-eco.com/images/rikatsu_manual.pdf
- 9) 枝幸町, 平成 25 年 5 月, エゾシカなど有害鳥獣の枝幸式発酵減量法マニュアル,
http://www.esashi.jp/common/img/content/content_20170601_131704.pdf