

令和5年度 薪、木炭等における  
放射性セシウム濃度の実態調査

報 告 書

令和6年3月

事業実施主体：林野庁

受託者：一般財団法人九州環境管理協会



# 目 次

<b>第1章 調査の概要</b> .....	1
1.1 目的.....	1
1.2 調査名称.....	1
1.3 履行期間.....	1
1.4 調査内容.....	1
1.5 調査の流れ.....	3
1.6 検討委員会の開催 .....	4
1.6.1 検討委員名簿 .....	4
1.6.2 第1回検討委員会の開催概要.....	5
1.6.3 第2回検討委員会の開催概要.....	6
1.6.4 第3回検討委員会の開催概要.....	7
1.7 放射性 Cs の測定及び評価に係る実施方針 .....	8
1.7.1 放射性 Cs の物理減衰曲線.....	8
1.7.2 測定機器等 .....	9
<b>第2章 現地試験</b> .....	11
2.1 検体等の収集.....	11
2.1.1 薪.....	11
2.1.2 製炭原木.....	12
2.1.3 市販木炭.....	13
2.1.4 食材 .....	14
2.1.5 薪ストーブ .....	15
2.1.6 焼き台.....	17
2.1.7 ピザ窯.....	18
2.2 製炭試験.....	19
2.2.1 調査方法.....	19
2.2.2 結果及び考察.....	25
2.3 薪の燃焼試験.....	36
2.3.1 調査方法.....	36
2.3.2 結果及び考察.....	41
2.4 木炭の燃焼試験 .....	53
2.4.1 調査方法.....	53
2.4.2 結果及び考察.....	57
2.5 薪を用いた調理試験（ピザ） .....	71
2.5.1 調査方法.....	71
2.5.2 結果及び考察.....	75

2.6 木炭を用いた調理試験（肉類） .....	79
2.6.1 調査方法 .....	79
2.6.2 結果及び考察 .....	83
2.7 指標値見直しの必要性の検討 .....	87
2.7.1 現行の指標値 .....	87
2.7.2 調査方法 .....	90
2.7.3 結果及び考察 .....	95
2.8 まとめ .....	100

### 第3章 木灰の食品への加工及び調理に伴う放射性セシウムの食品への移行状況を把握するための調査計画の策定 .....

3.1 目的 .....	103
3.2 食材の選定 .....	103
3.3 食材等の収集 .....	104
3.3.1 食材 .....	104
3.3.2 木灰 .....	104
3.4 調理試験の方法 .....	105
3.4.1 わらび .....	105
3.4.2 トチの実 .....	111
3.4.3 こんにゃく .....	120
3.5 調査結果の評価方法 .....	126
3.6 まとめ .....	127

巻末資料1 調査結果の概要

巻末資料2 用語集

参考資料1 調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値の設定について

参考資料2 調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値設定に関するQ&Aについて

参考資料3 「調理加熱用の薪及び木炭の放射性セシウム測定のための検査方法」の制定について

参考資料4 調理加熱用の薪及び木炭の放射性セシウム測定のための検査方法に関するQ&Aについて

参考資料5 薪、木炭等の燃焼により生じる灰の食品の加工及び調理への利用自粛について

# 第1章 調査の概要

## 1.1 目的

東京電力福島第一原子力発電所の事故を受け、林野庁では、「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」（平成 23 年法律第 110 号）に基づき特別な管理が必要となる放射性物質濃度 8,000 Bq/kg を超えないようにするため、「調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値の設定について」（23 林政経第 231 号、平成 23 年 11 月 2 日）により、薪及び木炭の放射能濃度の当面の指標値を薪 40Bq/kg、木炭 280Bq/kg として設定し、これを超える薪及び木炭の生産、流通、使用の自粛を要請してきたところである。

事故後約 10 年が経過し、放射性物質の分布が樹皮から木部に移動しつつあることなどを踏まえ、改めて原木から製品製造過程、使用後の焼却灰までの放射性セシウム（Cs）の移動について調査を行い、本指標値の妥当性について検討を行う。

また、「薪、木炭等の燃焼により生じる灰の食品の加工及び調理への利用自粛について」（23 林政経第 301 号等、平成 24 年 2 月 10 日）により、農林水産省食料産業局、林野庁等関係各部署が連名で、平成 23 年度に福島県等 17 都県（青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県、長野県及び静岡県。以下「17 都県」という。）<sup>1</sup>で採取された原料から生産された薪等の燃焼により生じる灰の食品の加工及び調理への利用自粛の要請がなされている。木灰の食品の加工及び調理への利用は多岐にわたり、利用方法により木灰から食品への放射性物質の移行状況も異なる。このため、木灰の食品加工等への利用に伴う放射性 Cs の食品への移行状況を把握するための調査の内容・方法、調査計画を作成する。

## 1.2 調査名称

令和 5 年度 薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査

## 1.3 履行期間

令和 5 年 7 月 18 日から令和 6 年 3 月 15 日まで

## 1.4 調査内容

調査内容の概要は、表 1-1 に示すとおり

---

<sup>1</sup> 「検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方」（平成 23 年 8 月 4 日原子力災害対策本部決定）

表 1-1 調査内容の概要

実施項目	作業内容
1. 検体等収集	<p>薪について、薪ストーブ等で、一度の燃焼で一般的に使用する分量を考慮して、20 回以上の燃焼試験が行える量を収集する。これに加えて、一度の調理で一般的に使用する分量を考慮して、3 回以上の調理試験が行える量を収集した。</p> <p>木炭原木について、6 回以上の製炭試験を実施するのに必要な量を収集した。また、製炭試験で作成した木炭について、焼き台等で一度の燃焼で一般的に使用する分量を考慮して、12 回以上の燃焼試験が行える量を確保した。これに加えて、一度の調理で一般的に使用する分量を考慮して、3 回以上の調理試験が行える量を確保した。</p> <p>また、市販されている木炭（黒炭）について、焼き台等で一度の燃焼で一般的に使用する分量を考慮して、12 回以上の燃焼試験が行える量を収集した。</p>
2. 製炭試験	<p>一般的な黒炭の生産法である窯内消火法によって製炭し、原木及び木炭の放射性 Cs 濃度を測定して濃縮の比率を算出、濃縮率を推計した。製炭中の窯内温度は連続測定した。</p> <p>製炭試験は福島県、宮城県、岩手県の 3 地点で、それぞれ 2 回、計 6 回行った。</p>
3. 薪及び木炭の燃焼試験	<p>薪については薪ストーブ、木炭については焼き台で燃焼させ、燃焼前の薪及び木炭並びに燃焼後の灰の放射性 Cs 濃度を測定して濃縮の比率を算出、濃縮率を推計した。燃焼中の薪ストーブ内及び焼き台上部の温度を連続測定した。</p> <p>試験は、薪、木炭について、それぞれ 20 回行った。</p>
4. 調理試験	<p>薪を使用して調理したピザ及び木炭を使用して調理した肉類の放射性 Cs 濃度を測定し、食品への放射性 Cs の移行の比率を算出、移行率を推計した。調理中の調理窯内部及び焼き台上部の温度を連続測定した。</p> <p>試験回数は、薪、木炭について、それぞれ 3 回行った。</p>
5. 試験結果の取りまとめ	<p>上記の取りまとめを行った。</p>
6. 指標値見直しの必要性の検討	<p>調査・分析結果を踏まえ、平成 23 年度に設定した指標値の見直しの必要性について検討した。</p>
7. 木灰の利用実態の把握に向けた調査計画策定	<p>木灰の食品への加工及び調理に伴う放射性 Cs の食品への移行状況を把握するための調査の内容・方法、調査結果の評価方法等について整理・検討し、調査計画を作成した。</p>
8. 報告書の取りまとめ	<p>上記の結果を取りまとめ、報告書等を作成した。</p>
9. 検討委員会の設置運営	<p>検討委員会を 3 回開催した。</p>

## 1.5 調査の流れ

調査の実施にあたっては、検討委員会を設置し、第1回検討委員会において検体収集及び各試験の方法等の詳細について決定、第2回検討委員会及び第3回検討委員会において調査結果を報告した。

本業務の調査の流れは、図1-1に示すとおりである。

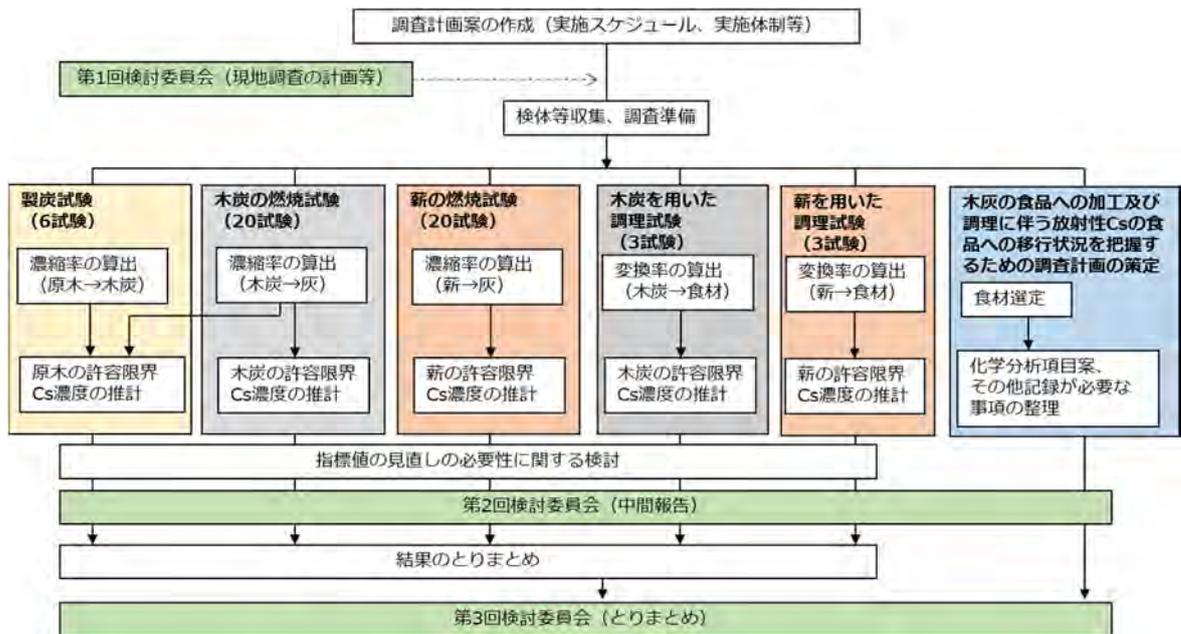


図1-1 調査の流れ

## 1.6 検討委員会の開催

### 1.6.1 検討委員名簿

調査の実施にあたり、専門的な見地から試験方法の詳細等について助言を得るために、表1-2に示す委員から構成される「令和5年度 薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査検討委員会」を設置した。

表 1-2 検討委員名簿

氏名	専門	所属
はちのへ まゆみ 八戸 真弓	食品安全	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 食品研究部門 食品流通・安全研究領域 食品安全・信頼グループ グループ長補佐
やたがい みつよし ○谷田貝 光克	木質炭化	東京大学名誉教授・秋田県立大学名誉教授
やまむら こうじ 山村 光司	統計	元国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境変動研究センター統計モデル解析ユニット長
よしだ さとし 吉田 聡	環境放射能	公益財団法人 環境科学技術研究所 特任相談役・トリチウム研究センター次長 共創センター次長

(敬称略、五十音順、○：座長)

### 1.6.2 第1回検討委員会の開催概要

- ・ 日時 令和5年8月18日（金）14:00～16:00
- ・ 場所 TKP 東京駅カンファレンスセンター カンファレンスルーム 8C  
※WEB 同時開催（Cisco Webex）
- ・ 出席者 17名
  - 【委員4名】（50音順、敬称略）  
八戸委員、（座長）谷田貝委員、山村委員、吉田委員
  - 【オブザーバー6名】  
佐島慧（岩手県農林水産部林業振興課 主任）  
金野加奈子（宮城県水産林政部林業振興課 技師）  
大塚寛子（栃木県林業木材産業課 係長）  
小椋佳（福島県農林水産部林業振興課 副主査）  
都築高志（林野庁林政部 木材利用課 木質バイオマス推進班 企画官）  
岡崎圭毅（農林水産省農林水産技術会議事務局）
  - 【林野庁3名】  
塚田直子（林政部経営課特用林産対策室 室長）  
佐藤紀世志（林政部経営課特用林産対策室 課長補佐）  
末永崇之（林政部経営課特用林産対策室 薪炭工芸特産係長）
  - 【事務局4名】  
川村秀久（一般財団法人九州環境管理協会技術部 部長）  
福田真博（一般財団法人九州環境管理協会技術部 主席研究員）  
川崎伸夫（一般財団法人九州環境管理協会技術部 主任研究員）  
田尻礼（一般財団法人九州環境管理協会技術部 研究員）
- ・ 議事
  - （1）令和4年度 薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査の概要  
令和5年度 薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査の流れ、  
調査スケジュールについて
  - （2）検体等の収集、現地試験の調査計画について
  - （3）木灰の食品への加工及び調理に伴う放射性セシウムの食品への移行状況を  
把握するための調査計画案の策定について
  - （4）その他
- ・ 議事概要  
令和4年度の調査結果概要、令和5年度における調査の実施方針及びスケジュール、木灰の食品への加工及び調理に伴う放射性Csの食品への移行状況を把握するための調査計画案策定の方向性について協議した。

### 1.6.3 第2回検討委員会の開催概要

- ・ 日時 令和5年12月15日（金）14：00～16：00
- ・ 場所 TKP 東京駅カンファレンスセンター カンファレンスルーム 8C  
※WEB 同時開催（Cisco Webex）
- ・ 出席者 15名  
【委員4名】（50音順、敬称略）  
八戸委員、（座長）谷田貝委員、山村委員、吉田委員  
【オブザーバー4名】  
佐島慧（岩手県農林水産部林業振興課 主任）  
大塚寛子（栃木県林業木材産業課 係長）  
栗野雄大（林野庁林政部木材利用課 企画官）  
岡崎圭毅（農林水産省農林水産技術会議事務局）  
【林野庁3名】  
塚田直子（林政部経営課特用林産対策室 室長）  
佐藤紀世志（林政部経営課特用林産対策室 課長補佐）  
末永崇之（林政部経営課特用林産対策室 薪炭工芸特産係長）  
【事務局4名】  
川村秀久（一般財団法人九州環境管理協会技術部 部長）  
福田真博（一般財団法人九州環境管理協会技術部 主席研究員）  
川崎伸夫（一般財団法人九州環境管理協会技術部 主任研究員）  
田尻礼（一般財団法人九州環境管理協会技術部 研究員）
- ・ 議事次第
  - （1）現地試験（製炭試験、燃焼試験、調理試験）の中間報告
  - （2）木灰の食品への加工及び調理に伴う放射性セシウムの食品への移行状況を把握するための調査計画案の策定について
  - （3）その他
- ・ 議事概要  
現地試験（製炭試験、燃焼試験、調理試験）の中間報告を行った。  
木灰の食品への加工及び調理に伴う放射性Csの食品への移行状況を把握するための調査計画案を作成し、助言を頂いた。

#### 1.6.4 第3回検討委員会の開催概要

- ・ 日時 令和6年2月13日(火) 14:00~16:10
- ・ 場所 TKP 東京駅カンファレンスセンター カンファレンスルーム 10C  
※WEB 同時開催 (Cisco Webex)
- ・ 出席者 12名  
【委員4名】(50音順、敬称略)  
八戸委員、(座長) 谷田貝委員、山村委員、吉田委員  
【オブザーバー2名】  
佐島慧(岩手県農林水産部林業振興課 主任)  
大塚寛子(栃木県林業木材産業課 係長)  
【林野庁3名】  
塚田直子(林政部経営課特用林産対策室 室長)  
佐藤紀世志(林政部経営課特用林産対策室 課長補佐)  
末永崇之(林政部経営課特用林産対策室 薪炭工芸特産係長)  
【事務局3名】  
福田真博(一般財団法人九州環境管理協会技術部 主席研究員)  
川崎伸夫(一般財団法人九州環境管理協会技術部 主任研究員)  
田尻礼(一般財団法人九州環境管理協会技術部 研究員)
- ・ 議事次第
  - (1) 現地試験(製炭試験、燃焼試験、調理試験)の結果
  - (2) 指標値の見直しの必要性の検討
  - (3) 木灰の食品への加工及び調理に伴う放射性セシウムの食品への移行状況を把握するための調査計画案の策定について
- ・ 議事概要  
燃焼前の薪及び木炭並びに燃焼後の灰の放射性Cs濃度を測定して濃縮の比率を算出、濃縮率を推計し報告した。指標値の見直しの必要性の検討を行い報告した。  
木灰の食品への加工及び調理に伴う放射性Csの食品への移行状況を把握するための調査計画案を作成し、助言を頂いた。

## 1.7 放射性 Cs の測定及び評価に係る実施方針

### 1.7.1 放射性 Cs の物理減衰曲線

放射性 Cs の物理減衰曲線を図 1-2 に示す。2011（平成 23）年 3 月 11 日時点のセシウム 134（Cs-134）及びセシウム 137（Cs-137）の存在比が 1 : 1 とした場合<sup>2</sup>、2024（令和 6）年 3 月 11 日時点（13 年経過）では、Cs-134 が 1% に、Cs-137 が 74% に物理減衰している（Cs-134 半減期 2.0652 年、Cs-137 半減期 30.08 年）<sup>3</sup>。Cs-134 と Cs-137 の存在比は 0.017 である。

Cs-134 は Cs-137 と比較して極めて少ない状況にあることを踏まえ、本調査における濃縮率等の算出等では、Cs-137 濃度を放射性 Cs 濃度として扱うこととした。

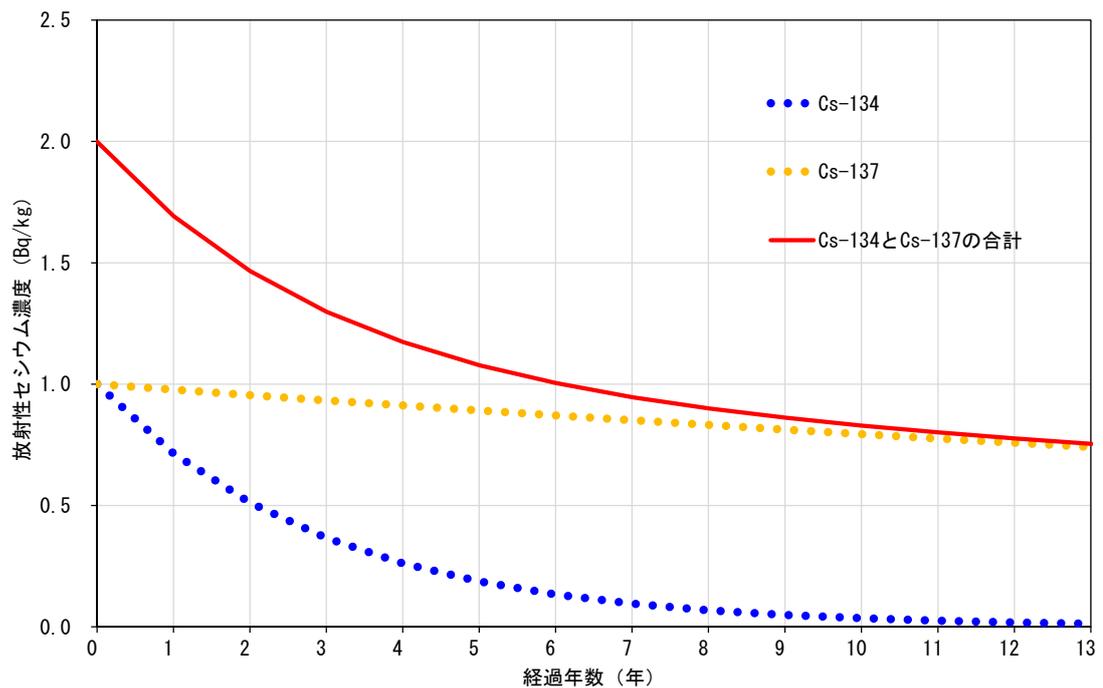


図 1-2 放射性 Cs の物理的減衰

<sup>2</sup> Ken Buesseler et al, Environ. Sci. Technol. 2011, 45, 9931-9935

<sup>3</sup> アイソトープ手帳（12 版、日本アイソトープ協会）

### 1.7.2 測定機器等

使用したゲルマニウム (Ge) 半導体検出器を表 1-3 に示す。

GEM の検出器直径は 95mm であり、2L マリネリ容器底部の窪み (φ89mm) よりも大きいので、GEM では 2L マリネリ容器をはめ込むことができない。そのため、GEM では U8 容器の測定に、GX40 では U8 容器及び 2L マリネリ容器の測定に用いた。

マリネリ容器とは、放射線計測に使用される専用容器である。底に大きな窪みがあり、Ge 半導体検出器をはめ込めるようになっている。

U8 容器とは、放射線計測等に使用され、ポリプロピレン製の容器 (約 100mL) である。

表 1-3 使用した Ge 半導体検出器

略称	メーカー	型式	検出器寸法 (直径※×長さ)	使用容器
GX40	ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ	GX-4018	76mm×56.8mm	2L マリネリ、U8
GEM	オルテック	GEM-C8065	95mm×69.4mm	U8

※検出器を覆うカバー (エンドキャップ) の厚みを含む。



参考 : 2L マリネリ容器



参考 : U8 容器

【 空 白 】

## 第2章 現地試験

### 2.1 検体等の収集

#### 2.1.1 薪

収集した薪の情報を表 2-1 に示す。

薪は、製炭試験を実施する窯の所有者が事前に採取・保管したものを収集した（図 2-1）。

表 2-1 収集した薪の情報

窯名	産地	樹種	採取時期	調達量 (kg)	含水率 (%)	使用する試験		
						製炭	燃焼	調理
A 窯	福島県北部	ナラ	令和5年9月	80	28	-	○	○
B 窯	宮城県南部	ナラ	令和5年1月	70	13	-	○	-



福島県北部



宮城県南部

図 2-1 収集した薪の保管状況

## 2.1.2 製炭原木

収集した原木の情報を表 2-2 に示す。

原木は、製炭試験を実施する窯の所有者が事前に採取・保管したものを収集した（図 2-2）。

表 2-2 収集した製炭原木

窯名	産地	樹種	採取時期	収集量	使用する試験		
					製炭	燃焼	調理
A 窯	福島県北部	ナラ	令和 5 年 9 月	約 5 トン	○	-	-
B 窯	宮城県南部	ナラ	令和 5 年 8 月	約 6 トン	○	-	-
C 窯	岩手県南部	ナラ	令和 5 年 9 月	約 13 トン	○	-	-



福島県北部



宮城県南部



岩手県南部

図 2-2 収集した製炭原木

### 2.1.3 市販木炭

収集した市販木炭の情報を表 2-3 に示す。

17 都県に含まれる岩手県から市販木炭を購入・収集した（図 2-3）。

表 2-3 収集した市販木炭

産地	樹種	種類	収集量	使用する試験		
				製炭	燃焼	調理
岩手県	ナラ	黒炭	6 kg×3 袋	-	○	-
岩手県	クヌギ	黒炭	6 kg×3 袋	-	○	-



岩手県ナラ



岩手県クヌギ

図 2-3 収集した市販木炭

#### 2.1.4 食材

調理試験用の食材として、チルドピザ、牛肉、豚肉及び鶏肉をスーパーマーケットで購入・収集した。収集した食材を表 2-4 に示す。

表 2-4 収集した食材

品目	収集量	産地等
チルドピザ	38 枚	-
牛肉 (ばら)	約 7kg	豪州産
豚肉 (ばら)	約 7kg	国産
鶏肉 (もも)	約 7kg	国産

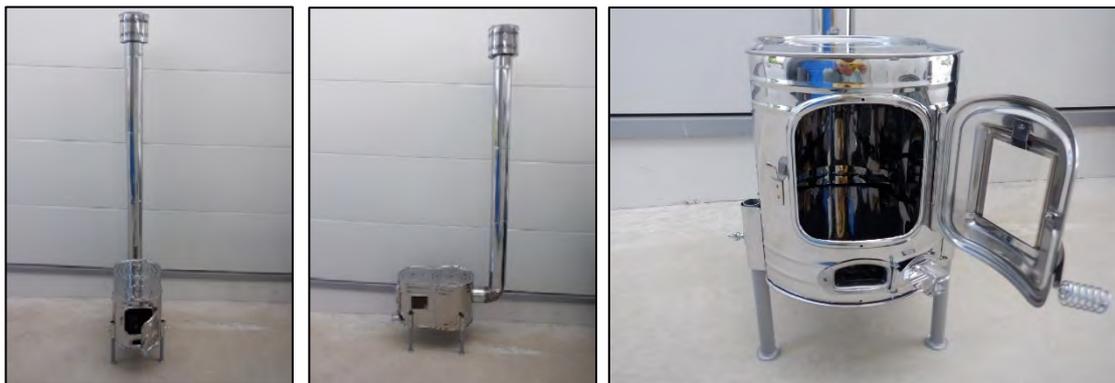
### 2.1.5 薪ストーブ

燃焼試験に用いる薪ストーブは、薪ストーブ販売業者に聴取し、販売台数の多いものの中から、燃焼室及び煙突の寸法が異なる5種類の薪ストーブを選定した。

調達した薪ストーブを図2-4及び表2-5に示す。



No. 1 丸形（キャンパルジャパン、ちびストーブⅢ）



No. 2 時計型（小）（ホンマ製作所、ストーブコンロ）



No. 3 時計型（大）（ホンマ製作所、時計1型）

図2-4 調達した薪ストーブ（1/2）



No. 4 クッキング（ホンマ製作所、クッキングストーブ）



No. 5 カマド（ホンマ製作所、カマドストーブ）

図 2-4 調達した薪ストーブ（2/2）

表 2-5 調達した薪ストーブの情報

No.	略称	メーカー、品名	型式	本体寸法	煙突寸法
1	丸型	キャンパルジャパン ちびストーブⅢ	—	W280xD400xH300mm	φ 75×H1300
2	時計型（小）	ホンマ製作所 ストーブコンロ	APS-48DX	W280xD480xH445mm	φ 100×H1500
3	時計型（大）	ホンマ製作所 時計 1 型	ASS-60	W400xD600xH345mm	φ 106×H1000
4	クッキング	ホンマ製作所 クッキングストーブ	RS-41	φ 350xH425	φ 100×H 940
5	カマド	ホンマ製作所 ストーブカマド	SKS-410	φ 410×H650	φ 120×H 830

## 2.1.6 焼き台

燃焼試験に用いる焼き台は、木炭を燃料に供する焼き台の中から、販売業者に聴取し、販売台数が多いものを4種類選定した。

調達した焼き台を図2-5及び表2-6に示す。



No. 1 BBQコンロ (コールマン、クールスパイダープロ)



No. 2 ピラミッド (ロゴス、ピラミッドtakibi XL)



No. 3 ケトル (ウェーバー オリジナルケトル)

図2-5 調達した焼き台 (1/2)



No. 4 七輪（丸形 七輪）

図 2-5 調達した焼き台（2/2）

表 2-6 調達した焼き台の情報

No.	略称	品名等	寸法	使用試験
1	BBQ コンロ	コールマン クールスパイダープロ	幅 80cm×奥行 52cm×高さ 40cm	燃焼試験 調理試験
2	ピラミッド	ロゴス ピラミッド takibi XL	幅 53.5cm×奥行 52.5cm×高さ 32cm	燃焼試験
3	ケトル	ウェーバー オリジナルケトル	内径 46cm×深さ 26cm	燃焼試験
4	七輪	丸形 七輪	内径 26cm×深さ 18.5cm	燃焼試験

### 2.1.7 ピザ窯

調理試験（ピザ）に用いるピザ窯は、薪の燃焼灰がピザに付着しやすい構造のピザ窯を調達した。ピザ窯の商品名、型式及び寸法を表 2-7 に示す。

表 2-7 調達したピザ窯

商品名	型式	寸法
メキシコ製ピザ窯チムニー	MCH060R	外径 52cm



## 2.2 製炭試験

### 2.2.1 調査方法

一般的な黒炭の製炭方法である窯内消火法で製炭した。具体的な工程は、点火、炭化、精煉（ねらし）及び冷却からなる。一般的に、原木は窯内に立てて詰め、天井部とのすき間にも横向きに材を詰める。焚き口で焚き木を燃やして窯内の温度を上げ（点火）、温度が十分に上がったら窯口を狭め、窯内への空気の流入をごく少なくする（炭化）。さらに十分時間が経った後、炭化の仕上げに窯口を開け空気を送り込み、燃焼を促進させ温度を上げた（精煉）。最後に、窯口や煙突等の穴を完全に塞ぎ、自然冷却した<sup>1</sup>。

#### (1) 調査場所

製炭試験は、福島県北部、宮城県南部及び岩手県南部で行った。

- ・ A 窯（福島県北部）
- ・ B 窯（宮城県南部）
- ・ C 窯（岩手県南部）

#### (2) 測定数

製炭試験は、3 窯でそれぞれ 2 回実施した。原木、製炭木炭及び製炭時に発生した灰の重量を測定し、それらの放射性 Cs 濃度を測定した。原木の重量については、生のまま測定し、乾物あたり濃度で評価するため含水率を測定した。製炭中の窯内温度を連続測定した。

製炭試験における各測定数を表 2-8 に示す。

表 2-8 製炭試験における各測定数

測定項目	対象	測定数	備考
重量	-	18	3 窯×2 回×3 種類 (原木、製炭木炭、灰)
原木含水率	-	18	3 窯×2 回×3 検体
窯内温度(連続)	-	6	3 窯×2 回
放射性 Cs 濃度	原木	18	3 窯×2 回×3 検体 1,000 秒：12 回 50,000 秒：6 回
	製炭木炭	18	3 窯×2 回×3 検体 1,000 秒：12 回 10,000 秒：6 回
	灰	18	3 窯×2 回×3 検体 1,000 秒：16 回 2,000 秒：2 回

<sup>1</sup> 兵道ら、燃料としての木炭の品質評価に関する考察（森林研究、76 号、45 ページ、2016 年 1 月）

### (3) 原木に含まれる放射性 Cs 濃度の測定

原木に含まれる放射性 Cs 濃度の測定に用いる試料（おが粉）は、同一の産地・採取時期、保管場所の原木を 1 ロットとし、保管場所から無作為に 10 本を抜き取り、電動ドリルで貫通させておが粉を作成し、これらを混合して試料を調製した。

この方法を 1 回の製炭試験あたり 3 回繰り返し、3 検体の測定用試料を調製した。図 2-6 に作業状況を示す。なお、相互汚染を防止するために、試料の産地を交換する際は、おが粉を受ける容器の内側を紙ウエスでふき取った。

測定用試料を 2L マリネリ容器に充填し、Ge 半導体検出器で放射性 Cs 濃度を測定した（図 2-7）。充填量は 0.7kg 程度である。C 窯のものについては、低濃度であったことから測定時間を長く設定して測定した。放射性 Cs 濃度の測定条件を表 2-9 に示す。

測定用試料から一部を採取して、温風乾燥機を用いて 105℃、24 時間の条件で乾燥させたときの減重量を測定して含水率を測定した。



図 2-6 原木の測定用試料の調製作業状況



図 2-7 Ge 半導体検出器による原木中放射性 Cs 濃度の測定

表 2-9 原木の測定条件

窯名	種類	使用機器	充填容器	測定時間[sec]
A 窯	原木	GX40	2L マリネリ容器	1,000
B 窯	原木	GX40	2L マリネリ容器	1,000
C 窯	原木	GX40	2L マリネリ容器	50,000

#### (4) 窯内温度の測定、原木の重量測定

窯内温度は、窯上部から窯内に温度計（チノー製温度センサー・アロイ X）を挿入して、温度計の先端が窯中心の上・中・下段（窯内高さが 1.2m で、底部から 0.3m、0.6m、0.9m の位置）になるように 3 本設置し、データロガーを用いて連続測定した。図 2-8 に温度計の設置状況を示す。

製炭に使用する原木の重量は、窯入れ前に計測した。窯入れの作業状況を図 2-9 に示す。



図 2-8 温度計の設置状況



図 2-9 重量測定及び窯入れの実施状況

### (5) 点火

窯内温度は、点火した時点から連続測定を開始した。



図 2-10 点火、ロガーによる連続測定

### (6) 窯出し

窯内温度が下がっていることを確認した後に窯を開口し（図 2-11）、製炭木炭及び灰を収集した。窯内の製炭木炭の重量は、縦置きされた原木と横置きした上げ木を区別して窯外に搬出し、それぞれの重量を計測した。

灰は、原木を搬出した後、塵取りで窯内の全量を回収して重量を計測した。製炭木炭の重量測定及び灰の採取状況を図 2-12 に示す。



図 2-11 開口直後の窯内状況（上：A 窯、左下：B 窯、右下：C 窯）



図 2-12 製炭木炭の重量測定、灰の採取状況

### (7) 製炭木炭の放射性 Cs 濃度の測定

温度計を設置している窯中心付近まで窯出しを行い、窯の中心付近の製炭木炭（縦置きのもの）から無作為に 10 本抜き取った。製炭木炭の中心付近について、長さ 15cm 程度を切り取り（図 2-13）、実験室に輸送した。これを全量粉碎して測定用試料とした。この方法を 3 回繰り返し、3 検体の測定用試料を調製した。

なお、C 窯の木炭については、輸送中に袋内で樹皮が殆ど剥がれていた。放射性 Cs 濃度は、木部（心材、辺材）よりも樹皮のほうが比較的高いと言われている<sup>2</sup>。原木の放射性 Cs 濃度は、樹皮付きで測定しており、もし樹皮が剥がれた状態の製炭木炭を測定すると、製炭木炭中の放射性 Cs 濃度が下がり、濃縮率を過小評価する懸念がある。よって、3 地点ともに袋内の樹皮も含めて粉碎し、これを測定用試料とした。

製炭木炭中の放射性 Cs 濃度は、測定用試料を 2L マリネリ容器に充填して、Ge 半導体検出器を用いて測定した。充填量は 0.7kg 程度である。測定状況を図 2-14 に示す。C 窯の製炭木炭の放射性 Cs 濃度は低濃度であるため測定時間を長く設定して測定した。測定条件を表 2-10 に示す。



図 2-13 製炭木炭の裁断状況、裁断後の製炭木炭

<sup>2</sup> 令和 4 年度 森林内における放射性物質実態把握調査事業報告書（令和 5 年 3 月、林野庁）



図 2-14 製炭木炭の測定状況

表 2-10 製炭木炭の測定条件

窯名	使用機器	充填容器	測定時間[sec]
A 窯	GX40	2L マリネリ容器	1,000
B 窯	GX40	2L マリネリ容器	1,000
C 窯	GX40	2L マリネリ容器	10,000

(8) 灰の放射性 Cs 濃度の測定

採取した全ての灰を混合し、一部の灰(0.5kg 程度)を抜き取って燃えがらも含めて全量粉砕し、これを測定用試料とした。これを 3 回繰り返す、3 検体調製した。

灰中の放射性 Cs 濃度は、測定用試料を U8 容器に充填し、Ge 半導体検出器で測定した。充填量は 0.04kg 程度である。測定条件を表 2-11 に、測定状況を図 2-15 に示す。

表 2-11 製炭灰の測定条件

窯名	使用機器	充填容器	測定時間[sec]
A 窯	GX40	U8 容器	1,000
B 窯	GX40, GEM	U8 容器	1,000
C 窯	GX40, GEM	U8 容器	1,000 又は 2,000

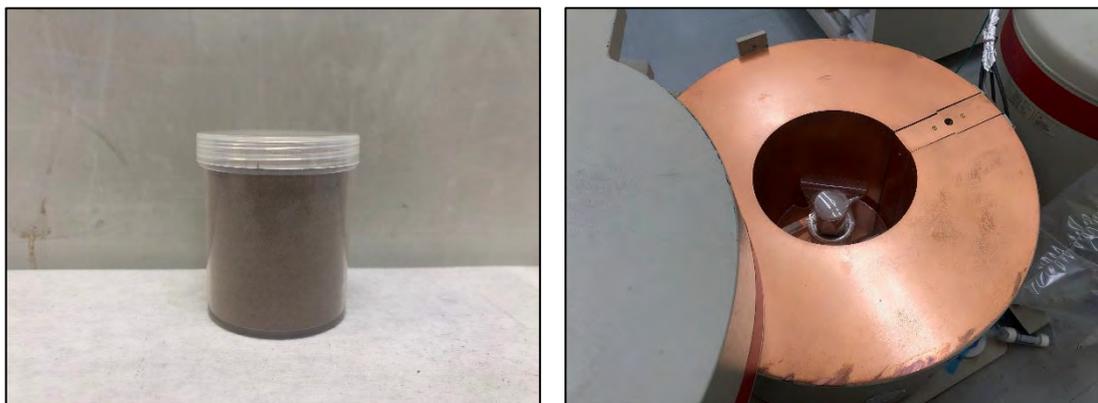


図 2-15 灰の測定状況

## 2.2.2 結果及び考察

### (1) 実施期間

製炭試験は、表 2-12 に示す A 窯（福島県北部）、B 窯（宮城県南部）及び C 窯（岩手県南部）の 3 箇所で、令和 5 年 9 月中旬から令和 5 年 12 月下旬にかけて、3 窯でそれぞれ 2 回ずつ、計 6 回を実施した。

表 2-12 製炭試験の試験期間

窯名	原木産地	回数	試験期間
A 窯	福島県北部	1 回目	令和 5 年 9 月 19 日～令和 5 年 10 月 3 日 (9/19 窯入れ・点火、9/22 炭化、9/24 精煉、9/26 冷却、10/3 窯出し)
		2 回目	令和 5 年 10 月 4 日～令和 5 年 10 月 16 日 (10/4 窯入れ、10/5 点火、10/6 炭化、10/9 精煉、10/9 冷却、10/16 窯出し)
B 窯	宮城県南部	1 回目	令和 5 年 11 月 18 日～令和 5 年 12 月 6 日予定 (11/18 窯入れ・点火、11/25 炭化、11/29 精煉、11/31 冷却、12/6 窯出し)
		2 回目	令和 5 年 12 月 7 日～令和 5 年 12 月 24 日 (12/7 窯入れ、12/8 点火、12/11 炭化、12/18 精煉、12/19 冷却、12/24 窯出し)
C 窯	岩手県南部	1 回目	令和 5 年 10 月 14 日～令和 5 年 10 月 30 日 (10/14 窯入れ、10/15 点火、10/18 炭化、10/24 精煉、10/25 冷却、10/30 窯出し)
		2 回目	令和 5 年 10 月 31 日～令和 5 年 11 月 16 日 (10/31 窯入れ、11/1 点火、11/4 炭化、11/9 精煉、11/11 冷却、11/16 窯出し)

## (2) 原木、製炭木炭の重量

原木の含水率を表 2-13 に、窯入れ及び窯出し時に計測した重量を表 2-14 に示す。窯入れ時の生状態での総重量は、A 窯が 2 トン程度で最も少なく、B 窯が 3 トン程度、C 窯が 7 トン程度で最も多かった。これは、窯の大きさを反映しており、窯の寸法は、C 窯が奥行 4.1m、幅 3.1m、高さ 1.3m であるのに対し、A 窯は奥行 2.7m、幅が 2.3m、高さ 1.3m と比較して小さい。表 2-15 に各窯の寸法を示す。参考に、窯入れ時の状況を図 2-16 に示す。

表 2-13 原木の含水率一覧

窯名	単位	A 窯		B 窯		C 窯	
		1	2	1	2	1	2
製炭試験	[回目]	1	2	1	2	1	2
原木の含水率-1	[%]	29	33	32	24	26	27
原木の含水率-2	[%]	21	32	30	33	25	31
原木の含水率-3	[%]	29	28	26	34	29	35

表 2-14 窯入れ及び窯出し時に計測した重量

窯名	単位	A 窯		B 窯		C 窯	
		1	2	1	2	1	2
製炭試験	[回目]	1	2	1	2	1	2
原木の総重量 (上木、口焚木含む)	[kg 生]	2,361	2,235	2,978	3,169	6,795	7,298
含水率	[% , 平均値 n=3]	26	31	29	30	27	31
原木の総重量	[kg 乾]	1,744	1,539	2,110	2,209	4,991	5,031
製炭木炭の総重量	[kg]	370	308	438	424	987	1,123
灰の総重量	[kg]	54	54	89	67	14	12

表 2-15 窯の寸法

窯名	奥行 (m)	幅 (m)	高さ (m)
A 窯	2.7	2.3	1.3
B 窯	3.3	2.4	1.2
C 窯	4.1	3.1	1.3



A 窯の窯入れ時の窯内状況（左：1回目、右：2回目）



B 窯の窯入れ時の窯内状況（左：1回目、右：2回目）



C 窯の窯入れ時の窯内状況（左：1回目、右：2回目）

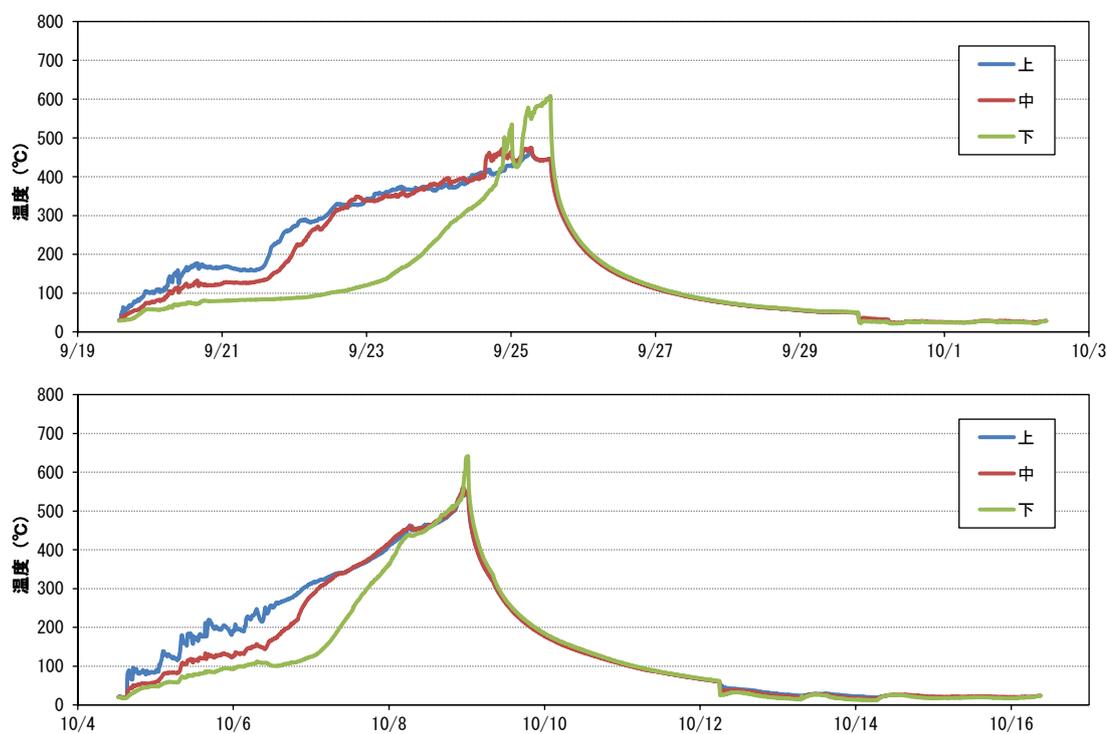
図 2-16 窯入れ時の窯内状況

### (3) 窯内温度

図 2-17 に製炭試験における窯内温度を示す。

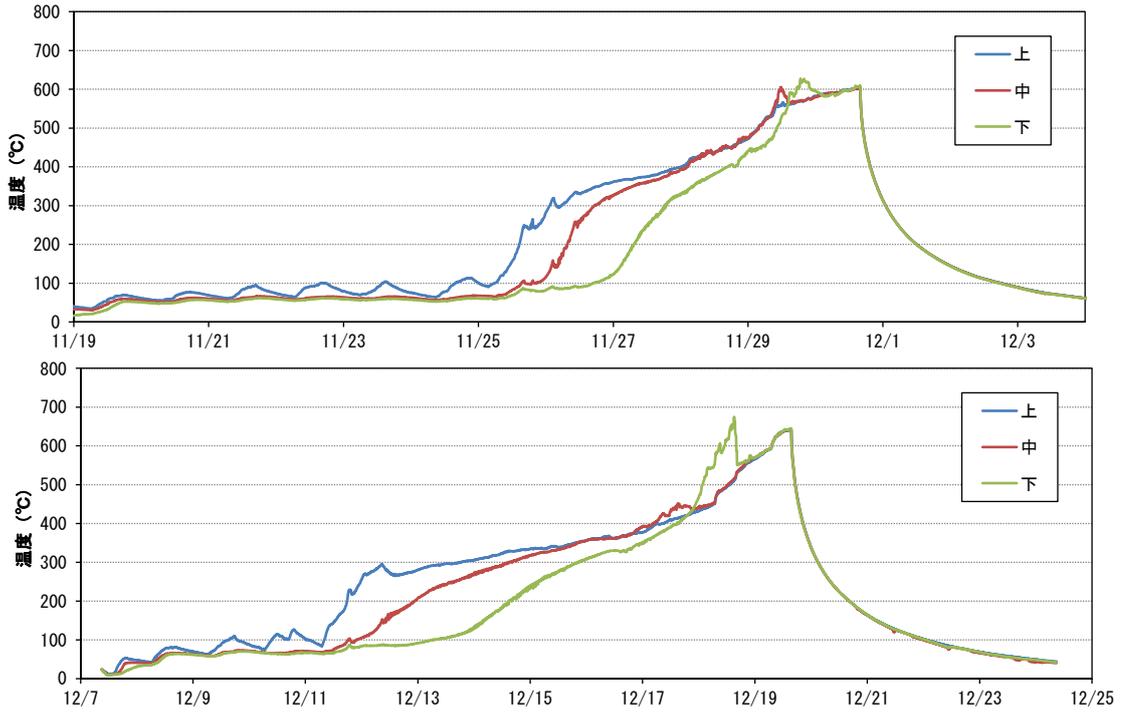
窯内温度の最高温度は、A 窯は 1 回目が 608℃、2 回目が 641℃であった。B 窯は 1 回目が 627℃、2 回目が 674℃であった。C 窯は 1 回目が 743℃、2 回目が 755℃であった。

A 窯については、点火後に温度が上昇し、炭化を開始すると上段及び中段の温度が上昇した。下段の温度上昇が緩やかであったが、精煉時に下段の温度上昇が確認された。窯内の下部においては、精煉まで温度が低い状態だったため未燃物が多く、精煉時に酸素が供給されることによって未燃物が酸化されて温度上昇したと考えられる。

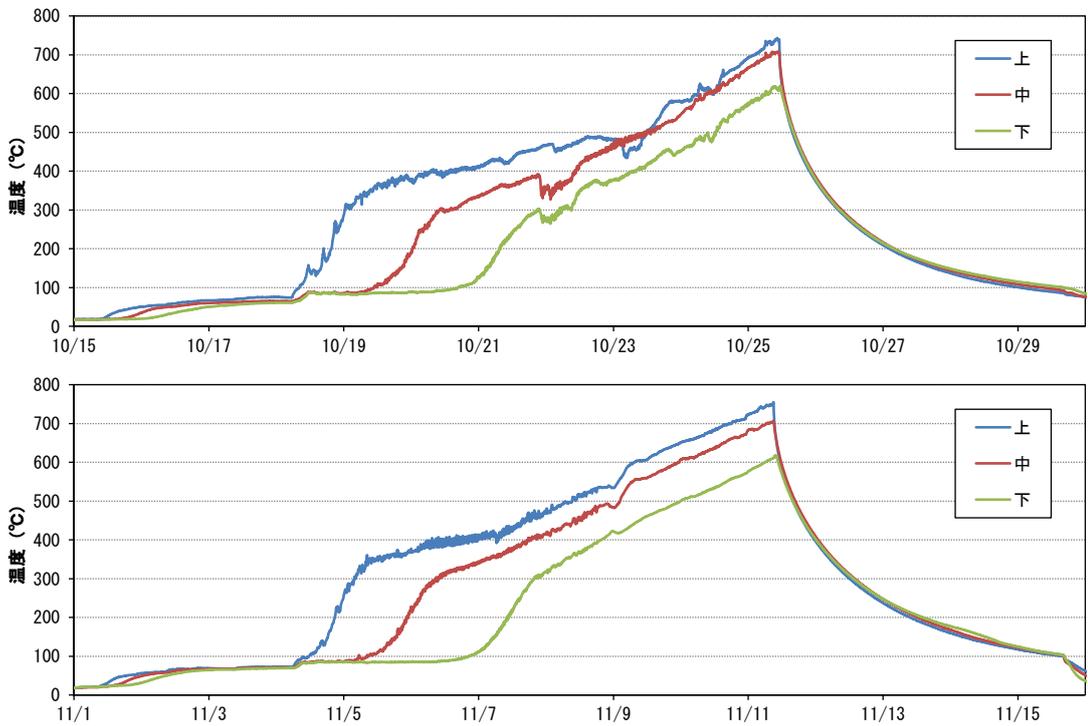


A 窯 (上 : 1 回目、下 : 2 回目)

図 2-17 窯内温度の連続測定の結果 (1/2)



B窯（上：1回目、下：2回目）



C窯（上：1回目、下：2回目）

図 2-17 窯内温度の連続測定の結果 (2/2)

#### (4) 原木、製炭木炭、灰の放射性 Cs 濃度

原木の放射性 Cs 濃度を表 2-16 に示す。A 窯が 346～463Bq/kg 乾、B 窯が 89～138Bq/kg 乾、C 窯が 3.1～7.1Bq/kg 乾であった。

製炭試験に使用した原木の産地図、空間線量マップ（2020 年 10 月 29 日付）を図 2-18 に示す。空間線量率が比較的高い 2 産地の原木の放射性 Cs 濃度が高かった。

製炭木炭の放射性 Cs 濃度を表 2-17 に示す。A 窯が 667～879 Bq/kg、B 窯が 169～217 Bq/kg、C 窯が 11.3～14.0 Bq/kg であった。

灰の放射性 Cs 濃度を表 2-18 に示す。A 窯が 4,113～5,360 Bq/kg、B 窯が 1,089～1,756 Bq/kg、C 窯が 373～567 Bq/kg であった。どの灰も特別な対策を講じることなく、一般廃棄物最終処分場での埋立処分が可能な放射性物質濃度 8,000Bq/kg を下回った。

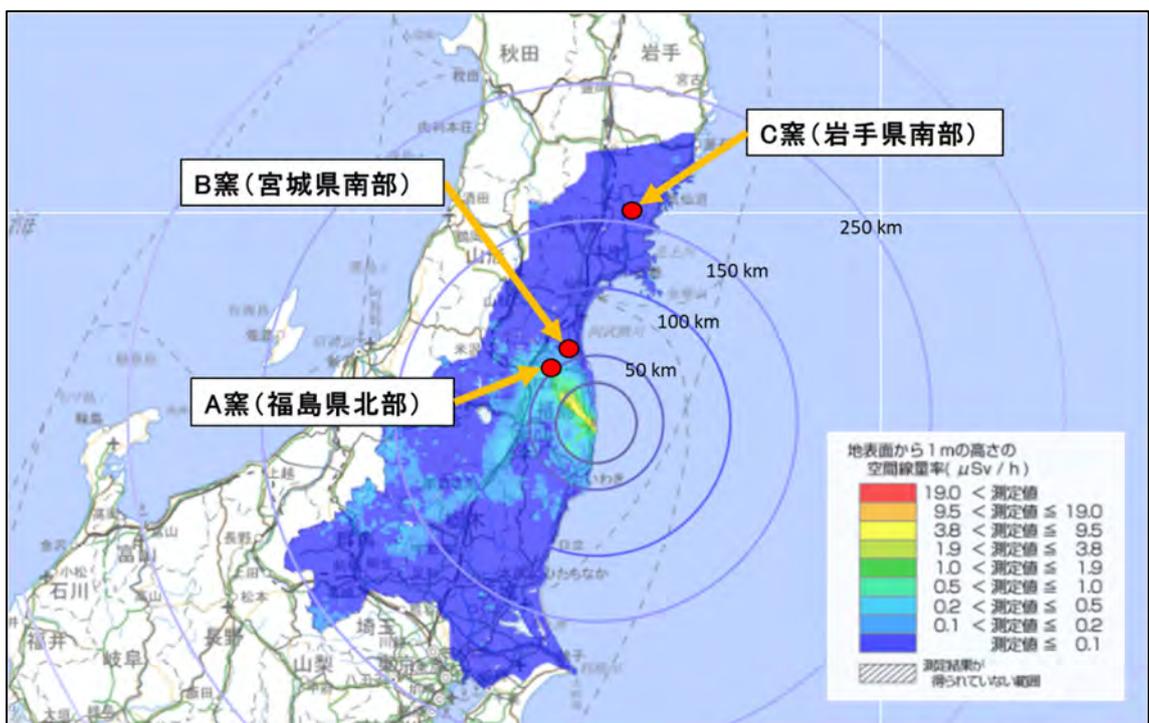


図 2-18 製炭試験に使用した原木の産地  
(参考：空間線量マップ（2020 年 10 月 29 日付）)

表 2-16 原木の放射性 Cs 濃度

窯	回数	充填量 [kg 生]	測定時間 [sec]	含水率 [%]	濃度±計数誤差 [Bq/kg 乾]	検出下限値 [Bq/kg 乾]	平均濃度 [Bq/kg 乾]
A 窯	1 回 目	0.70	1,000	29	412±9	4.1	372
		0.70	1,000	21	346±8	3.5	
		0.70	1,000	29	359±8	3.8	
	2 回 目	0.70	1,000	33	458±10	4.2	449
		0.70	1,000	32	463±10	4.2	
		0.70	1,000	28	425±9	2.9	
B 窯	1 回 目	0.70	1,000	32	112±5	2.9	126
		0.70	1,000	30	129±5	3.0	
		0.70	1,000	26	138±5	2.7	
	2 回 目	0.70	1,000	24	116±5	2.8	102
		0.70	1,000	33	89±4	2.3	
		0.70	1,000	34	102±5	2.8	
C 窯	1 回 目	0.70	50,000	26	4.5±0.1	0.2	4.5
		0.70	50,000	25	4.4±0.1	0.2	
		0.70	50,000	29	4.5±0.1	0.2	
	2 回 目	0.70	50,000	27	7.1±0.2	0.2	5.1
		0.70	50,000	31	5.2±0.2	0.2	
		0.70	50,000	35	3.1±0.1	0.2	

注) 濃度は、生あたりの濃度を測定し、含水率で乾物あたりの濃度として表示した。

原木の放射性 Cs 濃度の測定は、GX40 を用いて実施した。

表 2-17 製炭木炭の放射性 Cs 濃度

窯	回数	充填量 [kg]	測定時間 [sec]	濃度±計数誤差 [Bq/kg]	検出下限値 [Bq/kg]	平均濃度 [Bq/kg]
A 窯	1 回目	0.65	1,000	879±11	3.9	846
		0.70	1,000	852±11	3.8	
		0.72	1,000	806±10	3.6	
	2 回目	0.59	1,000	716±11	4.4	692
		0.63	1,000	693±10	4.0	
		0.61	1,000	667±10	3.2	
B 窯	1 回目	0.72	1,000	197±5	2.4	204
		0.81	1,000	217±5	2.3	
		0.81	1,000	199±5	2.5	
	2 回目	0.87	1,000	187±5	2.5	190
		0.79	1,000	215±5	2.5	
		0.86	1,000	169±4	2.1	
C 窯	1 回目	0.69	10,000	11.3±0.4	0.4	12.5
		0.75	10,000	12.2±0.4	0.4	
		0.68	10,000	14.0±0.5	0.5	
	2 回目	0.71	10,000	12.4±0.4	0.4	12.7
		0.67	10,000	12.2±0.4	0.5	
		0.73	10,000	13.5±0.4	0.5	

注) 製炭木炭の放射性 Cs 濃度の測定は、GX40 を用いて実施した。

表 2-18 製炭灰の放射性 Cs 濃度

窯	回数	充填量 [kg]	測定時間 [sec]	使用 機器	濃度±計数誤差 [Bq/kg]	検出下限値 [Bq/kg]
A 窯	1 回目	0.049	1,000	GX40	4,113±59	18
		0.051	1,000	GX40	4,456±61	19
		0.053	1,000	GX40	4,343±58	19
	2 回目	0.050	1,000	GX40	5,360±66	19
		0.046	1,000	GX40	5,249±66	20
		0.048	1,000	GX40	5,058±66	22
B 窯	1 回目	0.040	1,000	GEM	1,098±26	13
		0.042	1,000	GEM	1,221±28	14
		0.039	1,000	GEM	1,089±27	13
	2 回目	0.032	1,000	GX40	1,698±44	18
		0.033	1,000	GX40	1,756±44	20
		0.031	1,000	GX40	1,613±43	19
C 窯	1 回目	0.033	1,000	GEM	538±21	13
		0.037	1,000	GEM	507±20	16
		0.036	1,000	GEM	567±21	13
	2 回目	0.042	2,000	GX40	421±14	9
		0.043	2,000	GX40	420±14	9
		0.044	1,000	GEM	373±15	13

#### (5) 原木から製炭木炭への濃縮

表 2-19 に製炭試験の結果を示す。

原木から製炭木炭への濃縮率は、A 窯が 2.27 倍、1.54 倍、B 窯が 1.62 倍、1.86 倍、C 窯が 2.79 倍、2.48 倍であった。

原木から製炭木炭への濃縮率の幾何平均値は 2.0 倍（試験数 n=9）であった。また、幾何標準偏差は 1.27 であった（表 2-20）。

なお、幾何平均は比率や割合で変化するものに対してその平均を求めるときに使う。相乗平均と呼ぶこともあり、英語では Geometric Mean である。具体的には、n 個あるデータを全て乗算し、n 乗根して求めることができる。

幾何標準偏差は、データ群の平均値からの偏差を平均化したもので、ばらつきの程度を表す値である。計算方法は、濃縮率の対数値について標準偏差を求め、その値を真数スケールに戻す。英語では Geometric Standard Deviation である。

幾何平均と幾何標準偏差は相互に独立した変数で、幾何標準偏差を幾何平均と組み合わせて使用する場合は、「(幾何平均を幾何標準偏差で割った値) から (幾何平均を幾何標準偏差で乗算した値) までの範囲」となり、データが幾何正規分布していればその範囲に全体の約 68%が含まれている（大体の数値が収まる）ことを意味する。

表 2-19 製炭試験の結果（原木から製炭木炭への濃縮）

式	項目	単位	A 窯			B 窯			C 窯		
			R4. 12. 27 <sup>**</sup>	R5. 10. 3	R5. 10. 16	R5. 1. 24 <sup>**</sup>	R5. 12. 6	R5. 12. 24	R5. 1. 4 <sup>**</sup>	R5. 10. 30	R5. 11. 16
-	製炭窯出日	[-]	R4. 12. 27 <sup>**</sup>	R5. 10. 3	R5. 10. 16	R5. 1. 24 <sup>**</sup>	R5. 12. 6	R5. 12. 24	R5. 1. 4 <sup>**</sup>	R5. 10. 30	R5. 11. 16
[1]	原木の総重量 (上木、口焚木含む)	[kg 乾]	1,850	1,744	1,539	2,275	2,110	2,209	4,362	4,991	5,031
[2]	製炭木炭の総量	[kg 乾]	359	370	308	480	438	424	777	987	1,123
[3]	原木の平均 Cs 濃度	[Bq/kg 乾]	406	372	449	152	126	102	15	4.5	5.1
[4]	製炭木炭の平均 Cs 濃度	[Bq/kg]	622	846	692	287	204	190	41	12.5	12.7
[5] =[1]×[3]	原木 Cs 量	[kBq]	751	649	690	346	266	225	66	22	26
[6] =[2]×[4]	製炭木炭 Cs 量	[kBq]	223	313	213	138	89	81	32	12	14
[7] =[6]/[5]	木炭に残る Cs 割合	[-]	0.30	0.48	0.31	0.40	0.34	0.36	0.48	0.55	0.55
[8] =[4]/[3]	原木から製炭木炭 への濃縮率	[-]	1.53	2.27	1.54	1.89	1.62	1.86	2.70	2.79	2.48

注) 「放射性 Cs 濃度」及び「放射性 Cs 量」を、それぞれ「Cs 濃度」及び「Cs 量」と表示している。

※令和 4 年度薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査（令和 5 年 3 月、林野庁）

表 2-20 原木から製炭木炭への濃縮率の幾何平均値等

幾何平均値	幾何標準偏差	幾何標準偏差の範囲（68%区間）
2.0	1.27	1.6~2.6

## 2.3 薪の燃焼試験

### 2.3.1 調査方法

#### (1) 調査場所

B 窯の敷地内倉庫に薪ストーブを設置して調査を行った。

#### (2) 使用する薪、薪ストーブ、測定数

薪の燃焼試験では、製炭試験で使用した原木のうち、比較的濃度が高い原木の産地の薪 2 種類（福島県北部、宮城県南部）を使用した。

薪ストーブは、薪ストーブ販売業者に聴取し、販売台数の多いものの中から、燃焼室及び煙突の寸法が異なる種類の薪ストーブを 5 種類選定した（表 2-21）。

2 種類の薪について、薪ストーブを 5 種類用いて、それぞれ 2 回ずつ燃焼試験を行った。試験数は計 20 回（2 産地×5 種類×2 回=20 回）である。

本試験の各測定数を表 2-22 に示す。

表 2-21 使用した薪ストーブ

No.	略称	メーカー、品名	型式	本体寸法	煙突寸法
1	丸型	キャンパルジャパン ちびストーブⅢ	—	W280xD400xH300mm	φ 75×H1300
2	時計型（小）	ホンマ製作所 ストーブコンロ	APS-48DX	W280xD480xH445mm	φ 100×H1500
3	時計型（大）	ホンマ製作所 時計 1 型	ASS-60	W400xD600xH345mm	φ 106×H1000
4	クッキング	ホンマ製作所 クッキングストーブ	RS-41	φ 350xH425	φ 100×H 940
5	カマド	ホンマ製作所 ストーブカマド	SKS-410	φ 410×H650	φ 120×H 830

表 2-22 薪ストーブを用いた薪の燃焼試験における各測定数

項目	対象	測定数	備考
重量	—	40	燃焼前の薪 20 回 燃焼灰 20 回
薪の含水率	—	2	2 産地×1 回
ストーブ内温度	—	20	20 回
放射性 Cs 濃度	薪	2	1 産地×1 回 1,000 秒：1 回 2,000 秒：1 回
	燃焼灰	20	2 産地×5 種類×2 回 1,000 秒：20 回

### (3) 薪の放射性 Cs 濃度の測定

薪の放射性 Cs 濃度の測定用試料は、同一の産地・採取時期・保管場所の薪を 1 ロットとし、保管場所からランダムに 10 本抜き取り、電動ドリルで貫通させておが粉を作成した。それぞれの薪から採取したおが粉を混合し、これを測定用試料とした。

測定用試料を 2L マリネリ容器に充填し、Ge 半導体検出器で測定した。充填量は 0.5～0.7kg 程度であった。測定時間は、計数誤差が 5%以下になるように考慮して、福島県北部のものは 1,000 秒に、宮城県南部のものは 2,000 秒に設定して測定した。測定条件を表 2-23 に示す。

また、測定用試料の一部を採取し、温風乾燥機を用いて 105℃、24 時間の条件で乾燥させたときの減重量を測定して含水率を測定した。

表 2-23 薪の測定条件

産地	採取時期	使用機器	充填容器	測定時間[sec]
福島県北部	令和 5 年 3 月	GX40	2L マリネリ容器	1,000
宮城県南部	令和 4 年 1 月	GX40	2L マリネリ容器	2,000

#### (4) 薪の燃焼

薪ストーブに投入する前に薪の重量を計測し、ガスバーナーを用いて着火した。燃焼温度は、ストーブの煙突下部から温度計（チノー製温度センサー・アロイ X）を挿入して、着火と同時に計測を開始した。

薪ストーブによる薪の燃焼、燃焼温度の計測状況を図 2-19 に示す。薪は約 5 kg 生を燃焼させ、燃焼の終点は自然鎮火した時点とした。



丸形



時計型（小）

図 2-19 薪ストーブによる薪の燃焼、燃焼温度の計測状況 (1/2)



時計型（大）



クッキング



カマド

図 2-19 薪ストーブによる薪の燃焼、燃焼温度の計測状況 (2/2)

#### (5) 灰の放射性 Cs 濃度の測定

薪の燃焼灰は、完全に鎮火したことを確認した後、ビニール袋を薪ストーブに被せて裏返し、さらに箒でかき集めて全量を採取した。採取方法の例を図 2-20 に示す。灰の重量を計測した後、燃えがらをすり潰して灰の全量を均一に混合し、これを放射性 Cs 濃度測定用試料とした。

薪の燃焼灰中の放射性 Cs 濃度は、試料を U8 容器に充填して Ge 半導体検出器で測定した。充填量は 50～60g 程度であった。測定時間は、計数誤差が 5%以下になるように考慮して、1,000 秒に設定して測定した。測定条件を表 2-24 に示す。



図 2-20 燃焼灰の採取状況（カマド）

表 2-24 薪の燃焼灰の測定条件

産地	使用機器	充填容器	測定時間[sec]
福島県北部	GX40, GEM	U8 容器	1,000
宮城県南部	GX40, GEM	U8 容器	1,000

## 2.3.2 結果及び考察

### (1) 実施期間

薪ストーブを用いた薪の燃焼試験の実施期間、燃焼時間を表 2-25 に示す。

表 2-25 薪ストーブを用いた燃焼試験の実施期間、燃焼時間

薪ストーブ	薪の産地	燃焼開始日時	燃焼終了日時	燃焼時間
丸形	福島県北部	2023/11/30 9:30	2023/11/30 12:30	3:00
		2023/12/2 9:00	2023/12/2 12:30	3:30
	宮城県南部	2023/11/20 9:10	2023/11/20 12:20	3:10
		2023/11/22 9:00	2023/11/22 13:00	4:00
時計型 (小)	福島県北部	2023/12/1 9:15	2023/12/1 12:30	3:15
		2023/12/3 9:15	2023/12/3 12:30	3:15
	宮城県南部	2023/11/18 10:15	2023/11/18 14:30	4:15
		2023/11/22 8:57	2023/11/22 12:00	3:03
時計型 (大)	福島県北部	2023/11/30 9:30	2023/11/30 12:30	3:00
		2023/12/2 9:00	2023/12/2 12:30	3:30
	宮城県南部	2023/11/19 9:25	2023/11/19 13:30	4:05
		2023/11/21 9:00	2023/11/21 12:30	3:30
クッキング	福島県北部	2023/11/29 9:30	2023/11/29 12:30	3:00
		2023/12/1 9:30	2023/12/1 12:30	3:00
	宮城県南部	2023/11/19 9:20	2023/11/19 12:00	2:40
		2023/11/21 8:55	2023/11/21 11:55	3:00
カマド	福島県北部	2023/11/29 9:30	2023/11/29 12:30	3:00
		2023/12/3 9:04	2023/12/3 12:30	3:26
	宮城県南部	2023/11/18 10:00	2023/11/18 14:50	4:50
		2023/11/20 9:10	2023/11/20 11:50	2:40

### (2) 薪及びその燃焼灰の放射性 Cs 濃度

薪の放射性 Cs 濃度は、福島県北部産が 244 Bq/kg 乾、宮城県南部産が 109 Bq/kg 乾であった (表 2-26)。

薪の含水率は、福島県北部産が 28%、宮城県南部産が 13%であった。宮城県南部産の薪は、採取から 1 年半程度経過していたため比較的乾燥していたと思われる。

薪の燃焼灰の放射性 Cs 濃度は、福島県北部産が 11,786~16,308 Bq/kg、宮城県南部産が 4,524~6,822 Bq/kg であった (表 2-27)。

表 2-26 薪の含水率、放射性 Cs 濃度

薪の産地	充填量 [kg 生]	含水率 [%]	濃度±計数誤差 [Bq/kg]	検出下限値 [Bq/kg]
福島県北部	0.70	28	244±7	3
宮城県南部	0.50	13	109±3	2

表 2-27 薪の燃焼灰の放射性 Cs 濃度

薪ストーブ	薪の産地	充填量 [kg]	使用 機器	濃度±計数誤差 [Bq/kg]	検出下限値 [Bq/kg]
丸形	福島県北部	0.049	GX40	14,174±119	36
		0.048	GEM	15,143±102	28
	宮城県南部	0.056	GEM	5,905±60	19
		0.056	GEM	5,041±55	16
時計型 (小)	福島県北部	0.040	GEM	15,034±101	29
		0.038	GEM	15,998±103	28
	宮城県南部	0.049	GX40	5,837±80	23
		0.046	GEM	5,665±62	19
時計型 (大)	福島県北部	0.029	GEM	16,179±117	34
		0.042	GX40	14,603±122	34
	宮城県南部	0.051	GEM	5,515±60	18
		0.055	GEM	4,558±53	18
クッキング	福島県北部	0.051	GEM	11,786±86	29
		0.040	GEM	16,308±105	29
	宮城県南部	0.050	GX40	4,524±68	24
		0.059	GX40	4,776±65	19
カマド	福島県北部	0.041	GEM	15,588±100	28
		0.054	GEM	15,719±96	26
	宮城県南部	0.055	GEM	5,963±61	19
		0.059	GEM	6,822±61	18

### (3) 薪ストーブを用いた薪の燃焼試験の結果

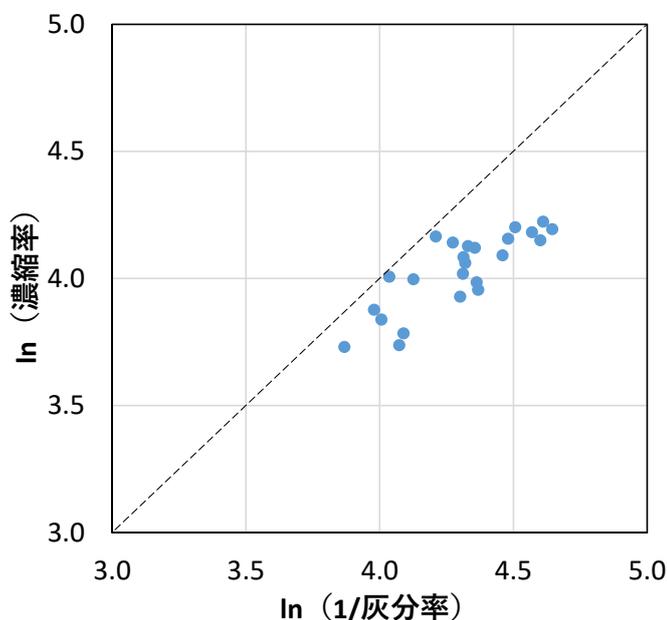
薪から灰への濃縮率の幾何平均値、幾何標準偏差の算出結果を表 2-28 に示す。令和 4 年度薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査（令和 5 年 3 月、林野庁）の結果も含めて算出すると、濃縮率の幾何平均値は 56.3 倍（試験数  $n=24$ ）で、その幾何標準偏差は 1.16 であった。濃縮率は、残留率と灰分率の逆数の積で表すことが出来る。薪を燃焼させて得られる灰の量が少ないと、濃縮率は高くなる傾向にあった（図 2-21）。

灰重量[kg]を薪の重量[kg 乾]で除して算出した灰分率は、幾何平均値が 0.014 で、その幾何標準偏差は 1.24 であった。燃焼後の灰の状況を図 2-22 に示す。

薪（又は灰）の放射性 Cs 濃度を薪（又は灰）の重量で乗じて放射性 Cs 量[Bq]を算出し、灰の放射性 Cs 量[Bq]を薪の放射性 Cs 量[Bq]で除して求めた残留率は、幾何平均値が 0.76 で、その幾何標準偏差は 1.13 であった。薪の燃焼試験の結果一覧を表 2-29 に示す。

表 2-28 薪から灰への濃縮率等の幾何平均値等

項目	幾何平均値	幾何標準偏差	幾何標準偏差の範囲 (68%区間)
濃縮率	56.3	1.16	48.5~65.5
灰分率	0.014	1.24	0.011~0.017
残留率	0.76	1.13	0.67~0.87



※破線は、薪ストーブに投入した薪の放射性 Cs を 100% 回収したときの理論的な直線に相当する。

図 2-21 薪から灰への濃縮率と灰分率の逆数のプロット図

表 2-29 薪の燃焼試験の結果（薪から灰への濃縮）

薪ストーブ	薪の産地	薪 [kg 乾]	灰 [kg]	灰分率	薪の放射性 Cs 濃度 [Bq/kg 乾]	灰の放射性 Cs 濃度 [Bq/kg]	残留率 [—]	濃縮率 [—]
Jotul <sup>3</sup> F500	福島県北部	7.8	0.079	0.010	366	23,216	0.64	63.4
		8.0	0.080	0.010	366	24,980	0.68	68.3
	宮城県南部	9.1	0.12	0.013	107	6,378	0.80	59.4
		9.1	0.12	0.013	107	5,977	0.75	55.6
丸形	福島県北部	3.7	0.049	0.013	244	14,174	0.77	58.0
		3.7	0.049	0.013	244	15,143	0.82	62.0
	宮城県南部	4.5	0.073	0.016	109	5,905	0.88	54.4
		4.4	0.080	0.018	109	5,041	0.85	46.4
時計型（小）	福島県北部	3.7	0.047	0.013	244	15,034	0.79	61.6
		3.6	0.038	0.010	244	15,998	0.68	65.5
	宮城県南部	4.5	0.057	0.013	109	5,837	0.69	53.8
		4.4	0.056	0.013	109	5,665	0.66	52.2
時計型（大）	福島県北部	3.6	0.035	0.010	244	16,179	0.64	66.3
		3.7	0.042	0.012	244	14,603	0.69	59.8
	宮城県南部	4.3	0.058	0.014	109	5,515	0.69	50.8
		4.6	0.078	0.017	109	4,558	0.71	42.0
クッキング	福島県北部	3.6	0.068	0.019	244	11,786	0.90	48.3
		3.6	0.040	0.011	244	16,308	0.74	66.8
	宮城県南部	4.4	0.091	0.021	109	4,524	0.87	41.7
		4.6	0.077	0.017	109	4,776	0.74	44.0
カマド	福島県北部	3.7	0.041	0.011	244	15,588	0.72	63.8
		3.6	0.054	0.015	244	15,719	0.96	64.4
	宮城県南部	4.8	0.085	0.018	109	5,963	0.97	54.9
		4.4	0.062	0.014	109	6,822	0.88	62.9

<sup>3</sup> 令和4年度薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査（令和5年3月、林野庁）



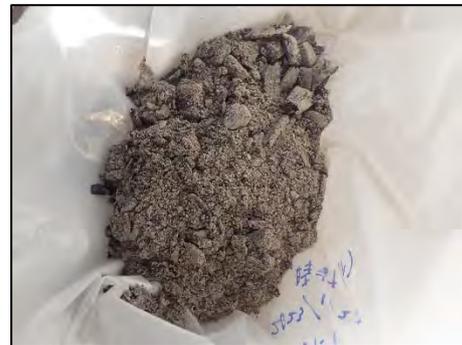
丸型 産地：福島県北部（左1回目、右2回目）



丸型 産地：宮城県南部（左1回目、右2回目）



時計型（小） 産地：福島県北部（左1回目、右2回目）



時計型（小） 産地：宮城県南部（左1回目、右2回目）

図2-22 薪ストーブによる薪の燃焼灰の状況（1/3）



時計型（大） 産地：福島県北部（左1回目、右2回目）



時計型（大） 産地：宮城県南部（左1回目、右2回目）



クッキング 産地：福島県北部（左1回目、右2回目）



クッキング 産地：宮城県南部（左1回目、右2回目）

図2-22 薪ストーブによる薪の燃焼灰の状況（2/3）

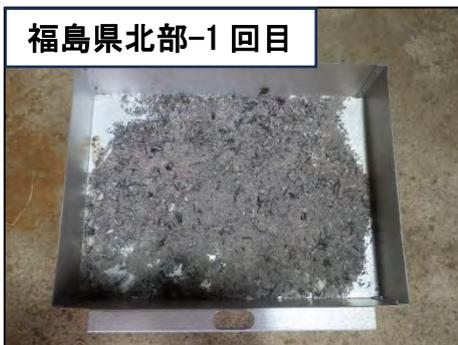


カマド 産地：福島県北部（左1回目、右2回目）



カマド 産地：宮城県南部（左1回目、右2回目）

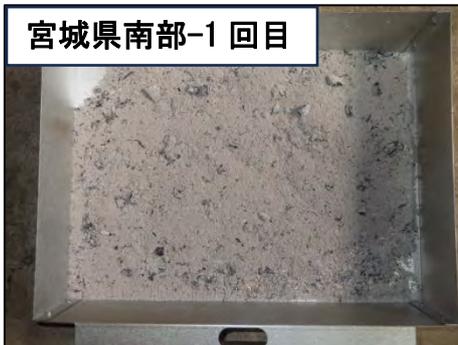
図 2-22 薪ストーブによる薪の燃焼灰の状況（3/3）



福島県北部-1回目



福島県北部-2回目



宮城県南部-1回目



宮城県南部-2回目

参考 令和4年度に実施した JotulF500 を用いた薪の燃焼試験の状況

(4) 薪ストーブ別にみた薪から灰への濃縮

濃縮率の幾何平均値 (n=4) を薪ストーブの種類別に比較すると (表 2-30、図 2-23)、それぞれの変動の範囲内にあり、今回の調査では有意な差は見られなかった。

表 2-30 薪ストーブ別にみた薪から灰への濃縮率

薪ストーブ	幾何平均値	幾何標準偏差	幾何標準偏差の範囲 (68%区間)
Jotul F500	61	1.09	56~67
丸形	55	1.13	49~62
時計型 (小)	58	1.11	52~65
時計型 (大)	54	1.22	44~66
クッキング	49	1.24	40~61
カマド	61	1.08	57~66

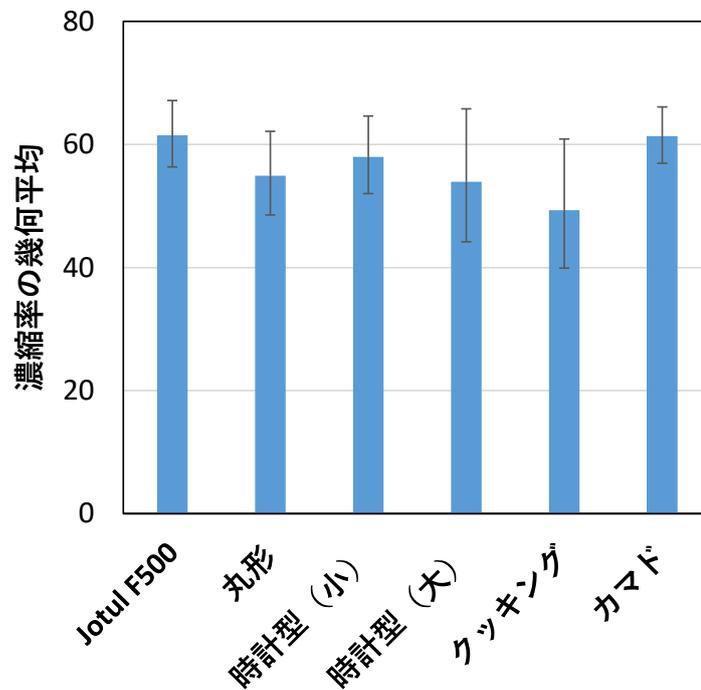


図 2-23 薪ストーブの種類別にみた薪から灰への濃縮

(5) 薪の種類（調査年度・産地・樹種）別にみた薪から灰への濃縮

濃縮率の幾何平均値を薪の種類別に比較すると、大きな差は見られなかった。（表 2-31、  
図 2-24）

表 2-31 薪の種類別にみた薪から灰への濃縮率

調査年度	産地	樹種	n 数	幾何平均値	幾何標準偏差	幾何標準偏差の範囲 (68%区間)
R4	福島県	くぬぎ	2	66	1.05	62~69
	宮城県	なら	2	57	1.05	55~60
R5	福島県	なら	10	61	1.10	56~68
	宮城県	なら	10	50	1.14	44~57

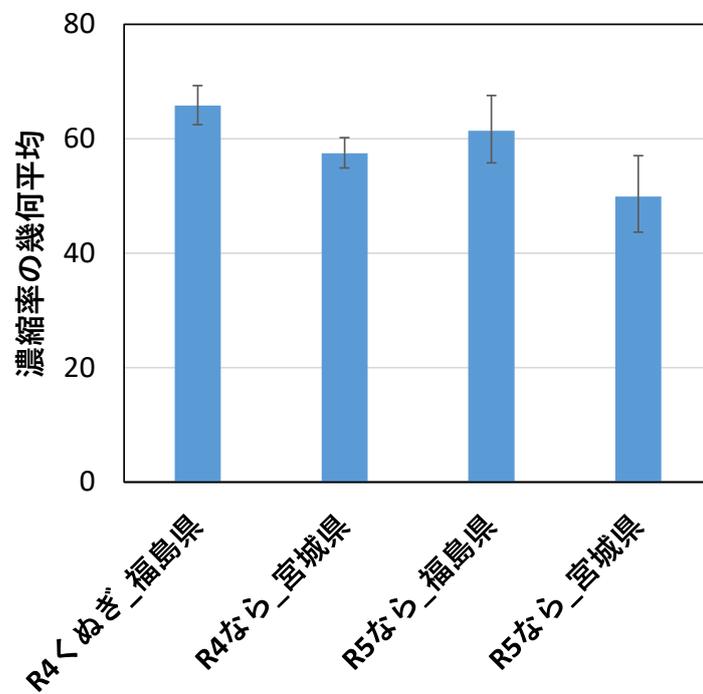
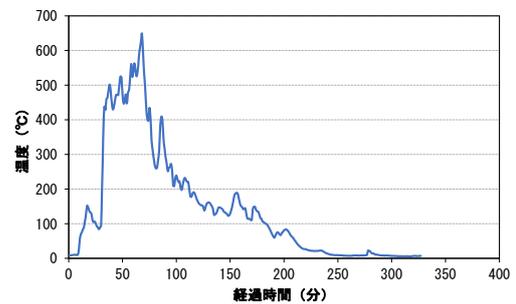
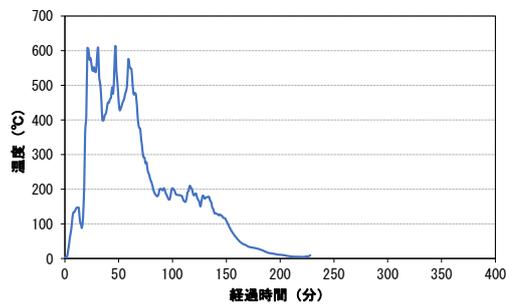


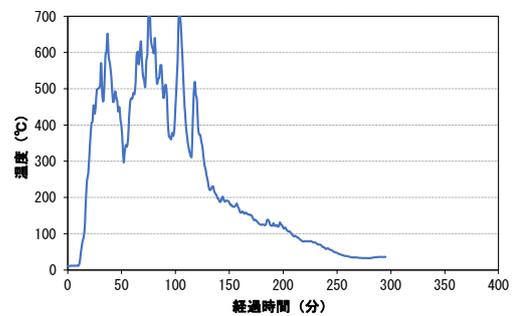
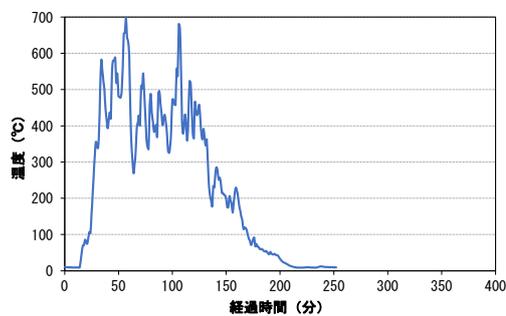
図 2-24 薪の種類別にみた薪から灰への濃縮

## (6) 薪ストーブ内の温度

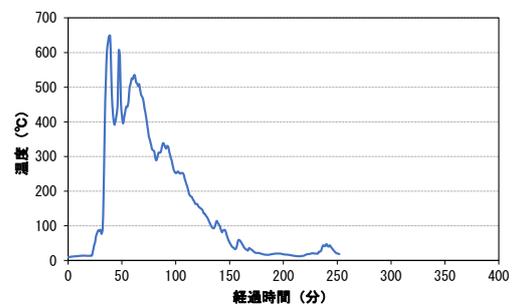
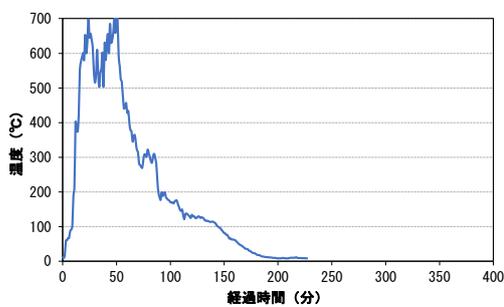
ストーブ内の温度を図 2-25 に示す。



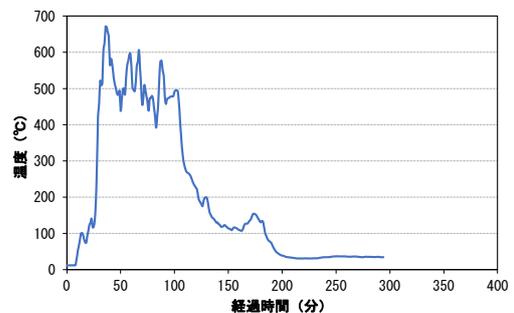
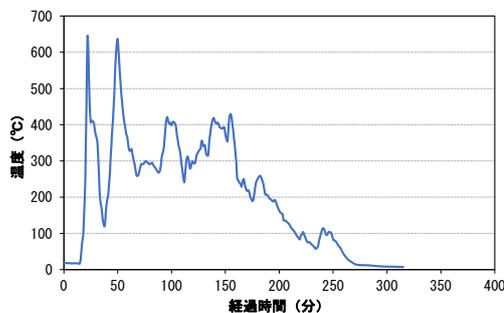
丸型 産地：福島県北部（左 1 回目、右 2 回目）



丸型 産地：宮城県南部（左 1 回目、右 2 回目）

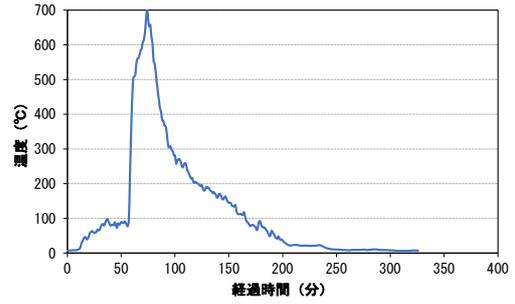
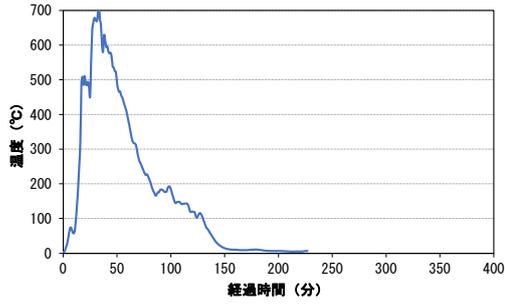


時計型（小） 産地：福島県北部（左 1 回目、右 2 回目）

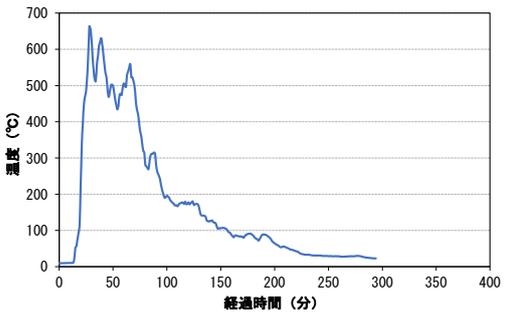
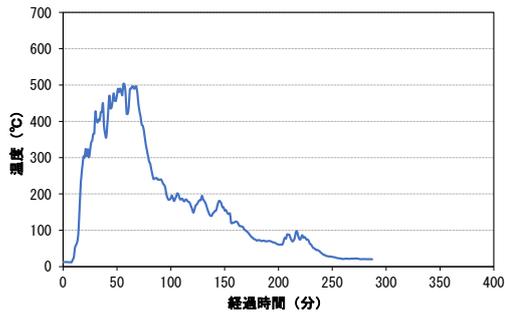


時計型（小） 産地：宮城県南部（左 1 回目、右 2 回目）

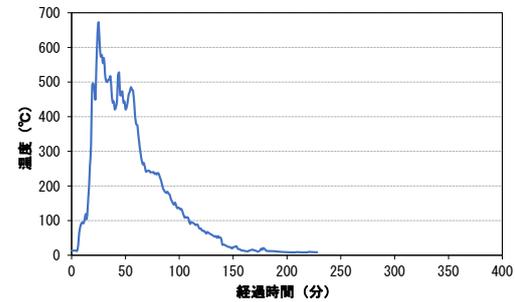
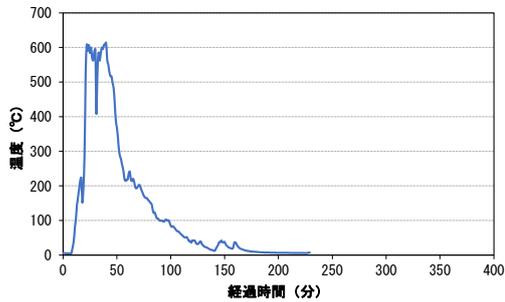
図 2-25 薪ストーブ内の温度（1/3）



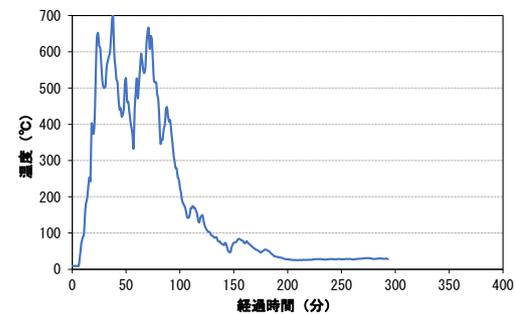
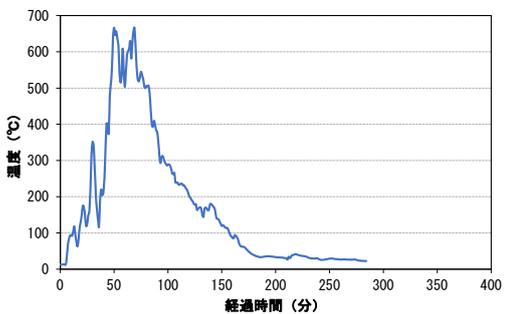
時計型（大） 産地：福島県北部（左1回目、右2回目）



時計型（大） 産地：宮城県南部（左1回目、右2回目）

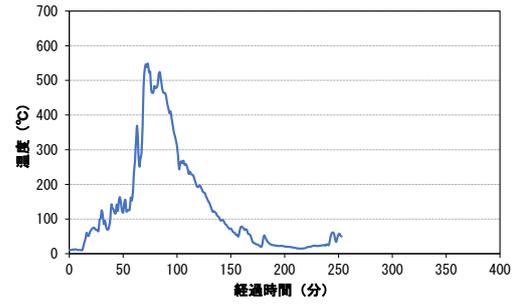
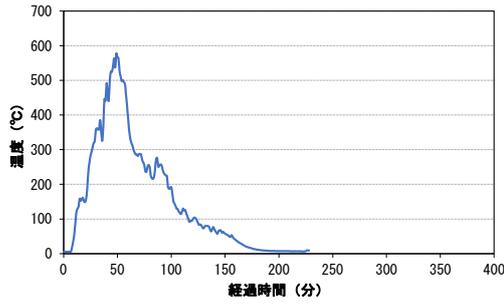


クッキング 産地：福島県北部（左1回目、右2回目）

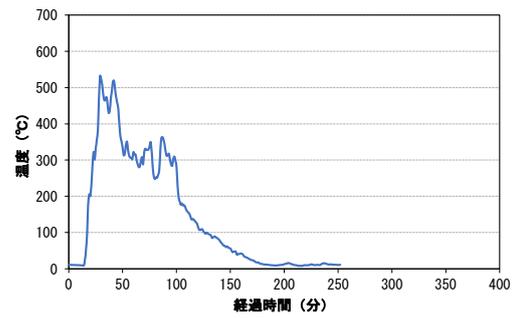
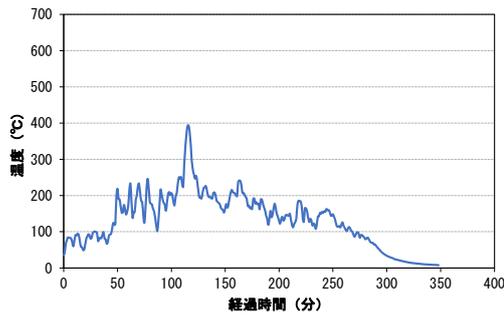


クッキング 産地：宮城県南部（左1回目、右2回目）

図 2-25 薪ストーブ内の温度(2/3)



カマド 産地：福島県北部（左 1 回目、右 2 回目）



カマド 産地：宮城県南部（左 1 回目、右 2 回目）

図 2-25 薪ストーブ内の温度(3/3)

## 2.4 木炭の燃焼試験

### 2.4.1 調査方法

#### (1) 調査場所

B 窯の敷地内倉庫に焼き台を設置して調査を行った。

#### (2) 使用する木炭、焼き台、測定数

使用した木炭を表 2-32 に、焼き台の略称、品名等及び寸法を表 2-33 に、本試験の測定数を表 2-34 に示す。

焼き台を用いた木炭の燃焼試験では、製炭試験で製炭した製炭木炭（3 産地）、市販木炭（2 産地）を使用し、4 種類の焼き台を用いてそれぞれ 1 回ずつ燃焼した。試験数は計 20 回（木炭 5 種類×焼き台 4 種類×1 回）である。

表 2-32 使用した木炭

No.	種類	樹種	産地
1	製炭木炭	なら	福島県北部（A 窯）
2		なら	宮城県南部（B 窯）
3		なら	岩手県南部（C 窯）
4	市販木炭	なら	岩手県北部
5		くぬぎ	岩手県北部

表 2-33 使用した焼き台

No.	略称	品名等	寸法
1	BBQ コンロ	コールマン クールスパイダープロ	幅 80cm×奥行 52cm×高さ 40cm
2	ピラミッド	ロゴス ピラミッド takibi XL	幅 53.5cm×奥行 52.5cm×高さ 32cm
3	ケトル	ウェーバー オリジナルケトル	内径 46cm×深さ 26cm
4	七輪	丸形 七輪	内径 26cm×深さ 18.5cm

表 2-34 焼き台を用いた木炭の燃焼試験における各測定数

項目	対象	測定数	備考
重量	-	40	木炭 20 回 灰 20 回
燃焼温度	焼き台上部	20	20 回
放射性 Cs 濃度	製炭木炭	3	製炭木炭 1 種類×3 回 <sup>4</sup> 15,000 秒 : 3 回 2 種類は製炭試験で実施済
	市販木炭	2	市販木炭 2 種類×1 回 200,000 秒 : 1 回 40,000 秒 : 1 回
	灰	20	製炭木炭の燃焼灰 12 回 1,000 秒 : 8 回 3,000 秒 : 3 回 5,000 秒 : 1 回 市販木炭の燃焼灰 8 回 3,000 秒 : 3 回 6,000 秒 : 5 回

### (3) 製炭木炭の放射性 Cs 測定

樹皮が剥がれた状態の岩手県南部（C 窯）の製炭木炭を分取して粉碎した。測定用試料を 2L マリネリ容器に充填し、Ge 半導体検出器で測定した。測定時間は、計数誤差が 5% 以下になるように考慮し、1.5 万秒に設定した。充填量は 0.7kg 程度であった。測定条件を表 2-35 に示す。

表 2-35 製炭木炭の測定条件

産地	樹種	使用機器	充填容器	測定時間[sec]
岩手県南部	なら	GX40	2L マリネリ容器	15,000

### (4) 市販木炭の放射性 Cs 濃度の測定

市販木炭について、梱包された箱から無作為に 1.5kg 程度抜き取ってこれを全量粉碎し、2L マリネリ容器に充填し、Ge 半導体検出器で測定した。測定時間は、計数誤差が 5% 以下になるように考慮して、市販木炭ならを 20 万秒に、市販木炭くぬぎを 4 万秒に設定した。充填量は 0.8kg 程度であった。測定条件を表 2-36 に示す。

<sup>4</sup> C 窯の製炭木炭の樹皮が輸送中に剥がれ、燃焼試験では樹皮が剥がれた状態で燃焼試験を行った。一方で、製炭試験で製炭した製炭木炭中の放射性 Cs 濃度は、樹皮付きのため比較的高濃度となっており、樹皮がはがれた製炭木炭を利用した燃焼試験の結果と比較することは、濃縮率の過小評価につながる可能性があることから、製炭木炭についても、ロットを変えて再度測定する必要がある。

表 2-36 市販木炭の測定条件

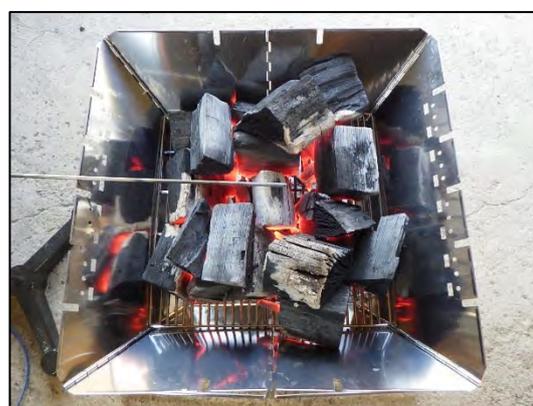
産地	樹種	使用機器	充填容器	測定時間[sec]
岩手県北部	なら	GX40	2L マリネリ容器	200,000
岩手県北部	くぬぎ	GX40	2L マリネリ容器	40,000

### (5) 木炭の燃焼

木炭の重量を計測し、焼き台に投入した。燃焼温度は、焼き台の上部に温度計（チノー製温度センサー・アロイ X）を設置し、着火と同時に計測を開始した。焼き台による木炭の燃焼状況、燃焼温度の計測状況を図 2-26 に示す。木炭は約 2kg 燃焼させ、燃焼の終点は自然鎮火した時点とした。



BBQ コンロ



ピラミッド



ケトル



七輪

図 2-26 焼き台を用いた木炭の燃焼試験の実施状況、温度の測定状況

### (6) 灰の放射性 Cs 濃度の測定

木炭の燃焼灰は、完全に鎮火したことを確認した後、袋内で焼き台を裏返し、箒でかき集める等して全量を採取し、重量を計測した後、燃えがらをすり潰して灰の全量を均一に混合し、これを放射性 Cs 測定用試料とした。木炭の燃焼灰中の放射性 Cs 濃度は、試料を U8 容

器に充填して Ge 半導体検出器で測定した。測定時間は、計数誤差が 5%以下になるように考慮して、市販木炭の燃焼灰は 3,000 秒又は 6,000 秒に、A 窯及び B 窯の製炭木炭は 1,000 秒に、C 窯の燃焼灰は 3,000 秒又は 5,000 秒に設定した。充填量は 0.025~0.084kg であった。

灰の採取状況を図 2-27 に、Ge 半導体検出器の測定条件を表 2-37 に示す。



図 2-27 木炭の燃焼灰の採取状況

表 2-37 木炭の燃焼灰の測定条件

種類	産地	樹種	充填容器	充填量[kg]	測定時間[sec]
製炭木炭の 燃焼灰	福島県北部(A 窯)	なら	U8 容器	0.065~0.079	1,000
	宮城県南部(B 窯)	なら	U8 容器	0.065~0.079	1,000
	岩手県南部(C 窯)	なら	U8 容器	0.025~0.050	3,000 又は 5,000
市販木炭の 燃焼灰	岩手県北部	なら	U8 容器	0.049~0.062	3,000 又は 6,000
	岩手県北部	くぬぎ	U8 容器	0.070~0.084	6,000

注) 燃焼灰の放射性 Cs 濃度の測定は、製炭木炭については GX40 を、市販木炭については GX40 又は GEM を用いて実施した。

## 2.4.2 結果及び考察

### (1) 実施期間

焼き台を用いた木炭の燃焼試験の実施期間を表 2-38 に示す。

表 2-38 焼き台を用いた木炭の燃焼試験の実施期間

種類	産地（樹種）	焼き台	開始時間	終了時間	燃焼時間
製炭 木炭	福島県北部 (なら, A 窯)	BBQ コンロ	2023/12/14 9:26	2023/12/14 13:03	3:37
		ピラミッド	2023/12/14 9:27	2023/12/14 14:49	5:22
		ケトル	2023/12/15 9:15	2023/12/15 13:30	4:15
		七輪	2023/12/15 9:15	2023/12/15 13:30	4:15
	宮城県南部 (なら, B 窯)	BBQ コンロ	2023/12/12 9:27	2023/12/12 13:19	3:52
		ピラミッド	2023/12/12 9:28	2023/12/12 13:11	3:43
		ケトル	2023/12/13 9:27	2023/12/13 13:42	4:15
		七輪	2023/12/13 9:23	2023/12/13 13:49	4:26
	岩手県南部 (なら, C 窯)	BBQ コンロ	2023/12/10 9:21	2023/12/10 13:48	4:27
		ピラミッド	2023/12/10 9:26	2023/12/10 13:40	4:14
		ケトル	2023/12/11 9:26	2023/12/11 14:00	4:34
		七輪	2023/12/11 9:26	2023/12/11 13:00	3:34
市販 木炭	岩手県北部 (なら)	BBQ コンロ	2023/9/4 10:18	2023/9/4 16:50	6:32
		ピラミッド	2023/9/4 10:25	2023/9/4 16:00	5:35
		ケトル	2023/9/7 9:33	2023/9/7 14:20	4:47
		七輪	2023/9/7 9:33	2023/9/7 14:35	5:02
	岩手県北部 (くぬぎ)	BBQ コンロ	2023/9/8 9:50	2023/9/8 16:00	6:10
		ピラミッド	2023/9/8 9:47	2023/9/8 15:00	5:13
		ケトル	2023/9/11 10:13	2023/9/11 15:25	5:12
		七輪	2023/9/11 10:00	2023/9/11 14:20	4:20

## (2) 製炭木炭の放射性 Cs 濃度

製炭木炭の放射性 Cs 濃度は、原則、製炭試験で測定した放射性 Cs 濃度を用いる。但し、C 窯の製炭木炭については、樹皮が剥がれた状態の木炭を分取して粉碎し、再度測定した。

製炭木炭の放射性 Cs 濃度を表 2-39 に示す。

表 2-39 製炭木炭の放射性 Cs 濃度

窯	産地	充填量 [kg]	測定時間 [sec]	濃度±計数誤差 [Bq/kg]	検出下限値 [Bq/kg]	平均濃度 [Bq/kg]
A 窯 <sup>※</sup>	福島県北部	0.65	1,000	879±11	3.9	846
		0.70	1,000	852±11	3.8	
		0.72	1,000	806±10	3.6	
B 窯 <sup>※</sup>	宮城県南部	0.72	1,000	197±5	2.4	204
		0.81	1,000	217±5	2.3	
		0.81	1,000	199±5	2.5	
C 窯	岩手県南部	0.68	15,000	6.8±0.3	0.3	7.1
		0.71	15,000	7.6±0.3	0.3	
		0.69	15,000	7.0±0.3	0.3	

※製炭試験で測定した結果

注) 放射性 Cs 濃度の測定は、GX40 を用いて実施した。

## (3) 市販木炭の放射性 Cs 濃度

市販木炭中の放射性 Cs 濃度を表 2-39 に示す。

表 2-40 市販木炭の放射性 Cs 濃度

産地	樹種	充填量 [kg]	測定時間 [sec]	濃度±計数誤差 [Bq/kg]	検出下限値 [Bq/kg]
岩手県北部	なら	0.75	200,000	4.33±0.06	0.07
岩手県北部	くぬぎ	0.90	40,000	3.42±0.11	0.14

注) 放射性 Cs 濃度の測定は、GX40 を用いて実施した。

## (4) 木炭の燃焼灰の放射性 Cs 濃度

木炭の燃焼灰の放射性 Cs 濃度を表 2-41 に示す。

表 2-41 木炭の燃焼灰の放射性 Cs 濃度

種類	樹種	産地	焼き台	充填量 [kg]	使用 機器	測定時間 [sec]	濃度±計数誤差 [Bq/kg]	検出下限値 [Bq/kg]
製炭 木炭	なら	福島県北部 (A 窯)	BBQ コンロ	0.076	GX40	1,000	12,308±94	27
			ピラミッド	0.069	GX40	1,000	21,288±129	34
			ケトル	0.079	GX40	1,000	18,805±114	29
			七輪	0.065	GX40	1,000	18,856±122	34
		宮城県南部 (B 窯)	BBQ コンロ	0.065	GX40	1,000	5,338±65	21
			ピラミッド	0.079	GX40	1,000	4,136±54	20
			ケトル	0.077	GX40	1,000	4,666±58	19
			七輪	0.075	GX40	1,000	4,634±56	19
		岩手県南部 (C 窯)	BBQ コンロ	0.042	GX40	5,000	242±8	7
			ピラミッド	0.044	GX40	3,000	235±9	8
			ケトル	0.050	GX40	3,000	223±9	8
			七輪	0.025	GX40	3,000	270±11	12
市販 木炭	なら	岩手県北部	BBQ コンロ	0.060	GX40	6,000	81±4	4
			ピラミッド	0.055	GEM	3,000	130±5	5
			ケトル	0.062	GX40	3,000	133±6	4
			七輪	0.049	GEM	3,000	161±6	5
	くぬぎ	岩手県北部	BBQ コンロ	0.084	GEM	6,000	43±2	3
			ピラミッド	0.070	GX40	6,000	58±3	4
			ケトル	0.070	GEM	6,000	47±2	3
			七輪	0.072	GX40	6,000	70±3	4

### (5) 焼き台を用いた木炭の燃焼試験の結果

木炭から灰への濃縮率の幾何平均値、幾何標準偏差の算出結果を表 2-42 に示す。令和 4 年度薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査（令和 5 年 3 月、林野庁）の結果も含めて算出すると、幾何平均値は 22 倍（試験数 n=25）であった。また、幾何標準偏差は 1.46 であった。濃縮率は、残留率と灰分率の逆数の積で表すことが出来る。木炭を燃焼させて得られる灰の量が少ないと、濃縮率は高くなる傾向にあった（図 2-28）。

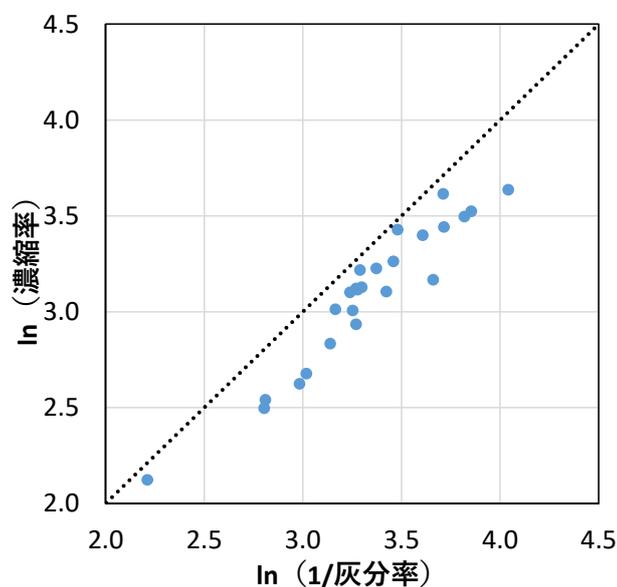
灰重量[kg]を木炭の重量[kg 乾]で除して算出した灰分率は、幾何平均値が 0.036 で、幾何標準偏差は 1.48 であった。燃焼後の灰の状況を図 2-29 に示す。

木炭（又は灰）の放射性 Cs 濃度を木炭（又は灰）の重量で乗じて放射性 Cs 量[Bq]を算出し、灰の放射性 Cs 量[Bq]を木炭の放射性 Cs 量[Bq]で除して求めた残留率については、幾何平均値が 0.79 で、幾何標準偏差は 1.12 であった。

木炭の燃焼試験の結果一覧を表 2-43 に示す。

表 2-42 木炭から灰への濃縮率等の幾何平均値等

項目	幾何平均値	幾何標準偏差	幾何標準偏差の範囲 (68%区間)
濃縮率	22	1.46	15.1~32.0
灰分率	0.036	1.48	0.024~0.053
残留率	0.79	1.12	0.70~0.88



※破線は、焼き台に投入した木炭の放射性 Cs を 100% 回収したときの理論的な直線に相当する。

図 2-28 木炭から灰への濃縮率と灰分率の逆数のプロット図

表 2-43 木炭の燃焼試験の結果（木炭から灰への濃縮）

実施年度	種類	樹種	産地	焼き台	木炭 [kg]	灰 [kg]	灰分率 [-]	木炭中の放射性 Cs 濃度 [Bq/kg]	灰中の放射性 Cs 濃度 [Bq/kg]	残留率 [-]	濃縮率 [-]
R4 <sup>5</sup>	製炭木炭	なら	福島県北部 (A 窯)	ドラム缶	6.0	0.23	0.038	622	14,014	0.85	22.5
			宮城県南部 (B 窯)		6.1	0.66	0.110	287	2,395	0.91	8.35
		くぬぎ	岩手県南部 (C 窯)		6.0	0.36	0.061	41	500	0.73	12.1
	市販木炭	なら	岩手県		6.1	0.16	0.026	11	253	0.61	23.7
			福島県		6.0	0.22	0.037	1.5	37	0.93	25.0
R5	製炭木炭	なら	福島県北部 (A 窯)	BBQ コンロ	2.0	0.098	0.049	846	12,308	0.71	14.6
				ピラミッド	2.0	0.069	0.034		21,288	0.86	25.2
				ケトル	2.0	0.079	0.039		18,805	0.87	22.2
				七輪	2.0	0.065	0.033		18,856	0.73	22.3
		宮城県南部 (B 窯)	BBQ コンロ	2.1	0.066	0.031	204	5,338	0.82	26.1	
			ピラミッド	2.1	0.080	0.039		4,136	0.78	20.2	
			ケトル	2.1	0.078	0.037		4,666	0.84	22.8	
			七輪	2.0	0.076	0.038		4,634	0.86	22.7	
	岩手県南部 (C 窯)	BBQ コンロ	2.0	0.042	0.021	7.1	242	0.72	33.9		
		ピラミッド	2.0	0.044	0.022		235	0.72	33.0		
		ケトル	2.1	0.050	0.024		223	0.76	31.2		
		七輪	2.0	0.035	0.018		270	0.67	37.9		
	市販木炭	なら	岩手県北部	BBQ コンロ	2.0	0.076	0.038	4.3	81	0.71	18.8
				ピラミッド	2.0	0.055	0.027		130	0.81	29.9
				ケトル	2.0	0.062	0.031		133	0.95	30.8
				七輪	2.0	0.050	0.024		161	0.91	37.2
くぬぎ		岩手県北部	BBQ コンロ	2.0	0.121	0.060	3.4	43	0.76	12.7	
			ピラミッド	2.0	0.089	0.043		58	0.74	17.0	
			ケトル	2.1	0.104	0.051		47	0.70	13.8	
			七輪	2.1	0.088	0.042		70	0.86	20.3	

<sup>5</sup> 令和4年度薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査（令和5年3月、林野庁）

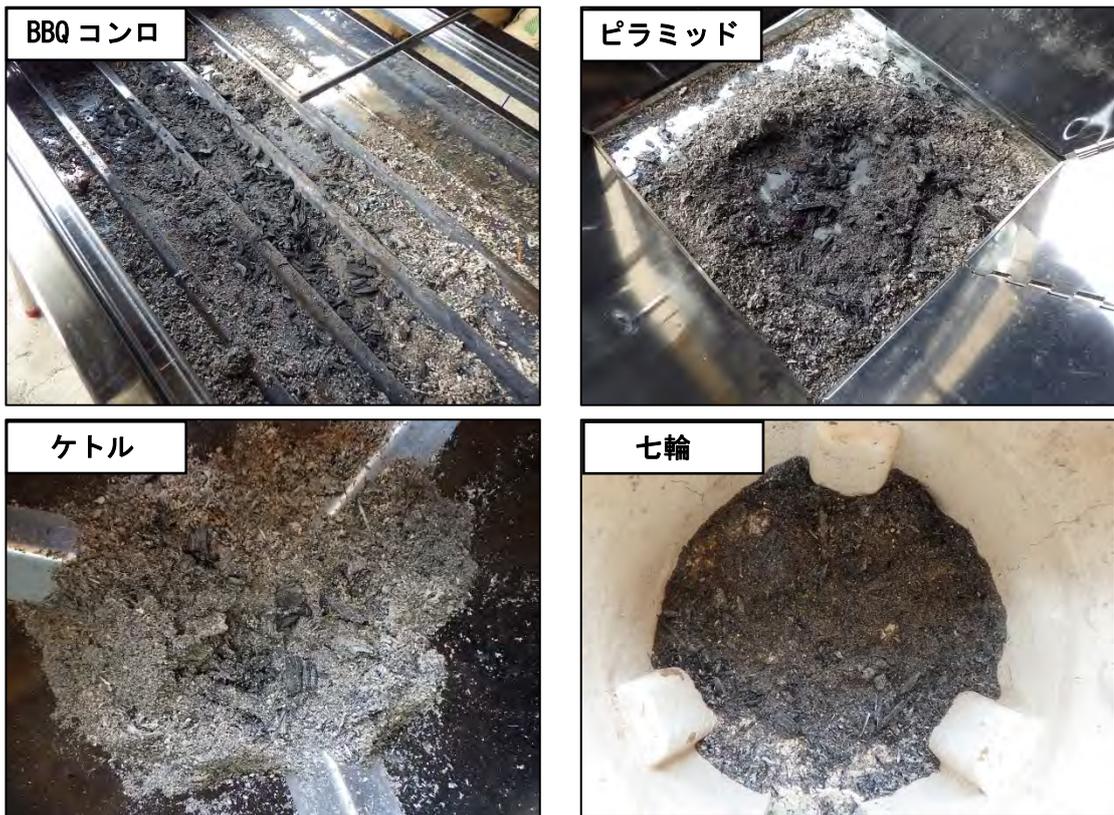


福島県北部産



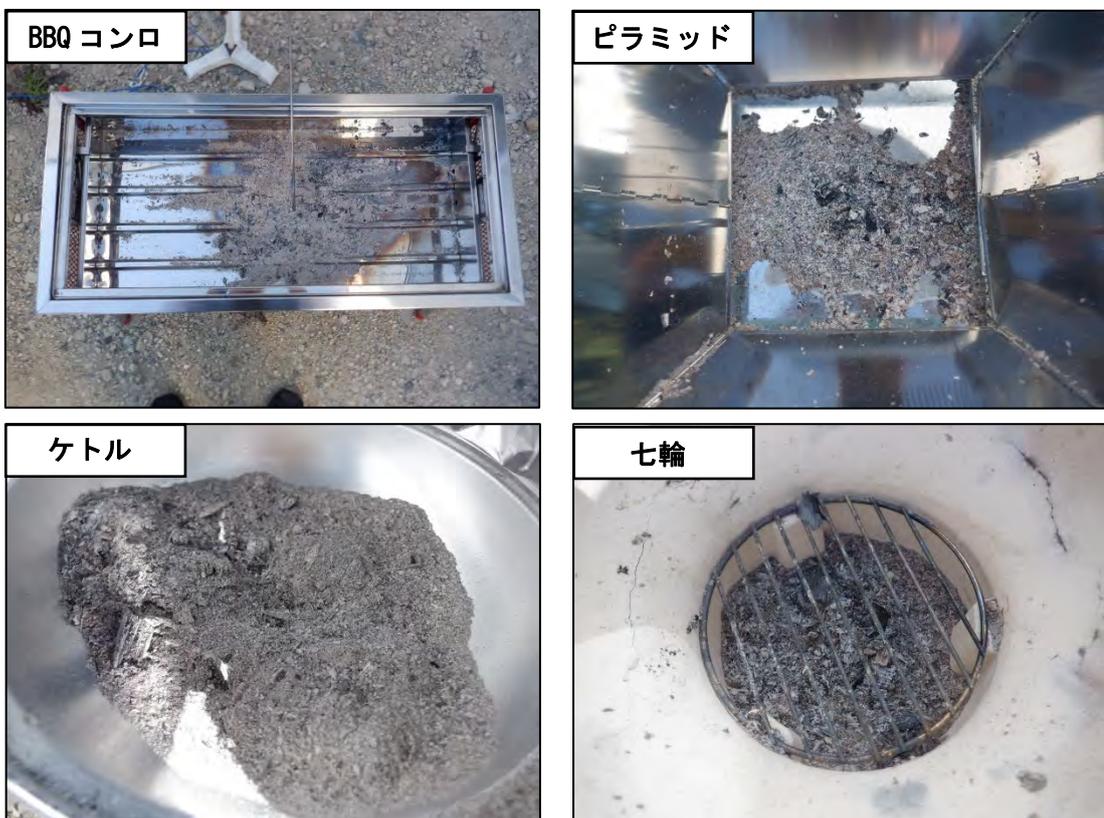
宮城県南部産

図 2-29 製炭木炭の燃焼状況・燃焼灰 (1/2)



岩手県南部産

図 2-29 製炭木炭の燃焼状況、木炭の燃焼灰 (2/2)



岩手県北部産 なら

図 2-30 市販木炭の燃焼状況・燃焼灰 (1/2)



岩手県北部産 くぬぎ

図 2-30 市販木炭の燃焼状況・燃焼灰 (2/2)



参考 令和4年度に実施したドラム缶コンロを用いた木炭の燃焼試験の状況

### (6) 焼き台別にみた木炭から灰への濃縮

濃縮率の幾何平均値を焼き台の種類別に比較すると（表 2-44、図 2-31）、それぞれの幾何標準偏差の範囲内にあり、今回の調査では有意な差は見られなかった。

なお、濃縮率の幾何平均値のみ着目すると、七輪が高い傾向にあった。

表 2-44 焼き台の種類別にみた木炭から灰への濃縮率

焼き台	試験数	幾何平均値	幾何標準偏差	幾何標準偏差の範囲（68%区間）
ドラム缶	4	16.8	1.63	10～27
BBQ	5	19.8	1.50	13～30
ピラミッド	5	24.3	1.31	19～32
ケトル	5	23.2	1.39	17～32
七輪	5	27.0	1.35	20～37

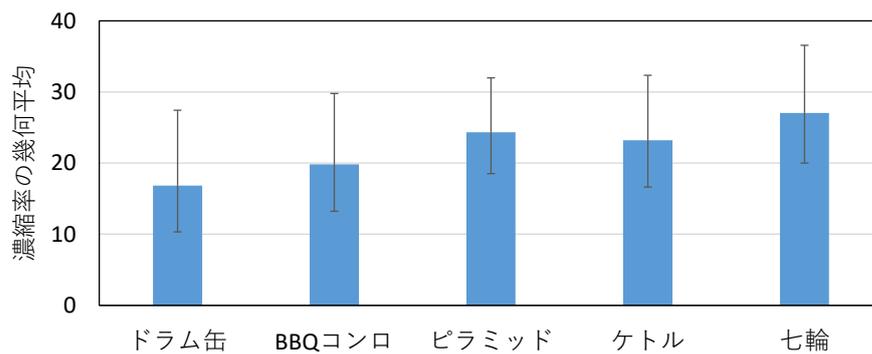


図 2-31 焼き台別にみた木炭から灰への濃縮率

### (7) 木炭の種類別にみた木炭から灰への濃縮

濃縮率の幾何平均値を薪の種類別に整理した結果を表 2-45 及び図 2-32 に示す。

木炭を炭化したときの最高温度を炭化温度といい、木炭の性質は炭化温度によって変化することが知られている。炭化温度の上昇に伴う変化には、炭化率が増加し不純物の少ない上質な木炭が作られる他、質量減少、寸法収縮、単位重量あたりの発熱量の増加、硬度の増加等があると言われている<sup>6</sup>。

炭化温度について、市販木炭は不明であるが、今年度の製炭試験における製炭木炭の炭化温度（中段、精煉による昇温時の温度は含めない。）では、C 窯（709℃）>B 窯（605℃）>A 窯（475℃）であった。炭化温度が高くなることで木炭中の炭素率が上がり、燃焼しやすくなった可能性があり、炭化温度と濃縮率に相関性がある可能性が示唆された。

表 2-45 木炭の種類別にみた木炭から灰への濃縮率

種類	産地	樹種	幾何平均値	幾何標準偏差	幾何標準偏差の範囲
市販	岩手県	なら	28.3	1.34	21~38
	岩手県	くぬぎ	15.7	1.24	13~19
製炭	福島県	なら	20.6	1.27	16~26
	宮城県	なら	22.9	1.11	21~25
	岩手県	なら	33.9	1.09	31~37

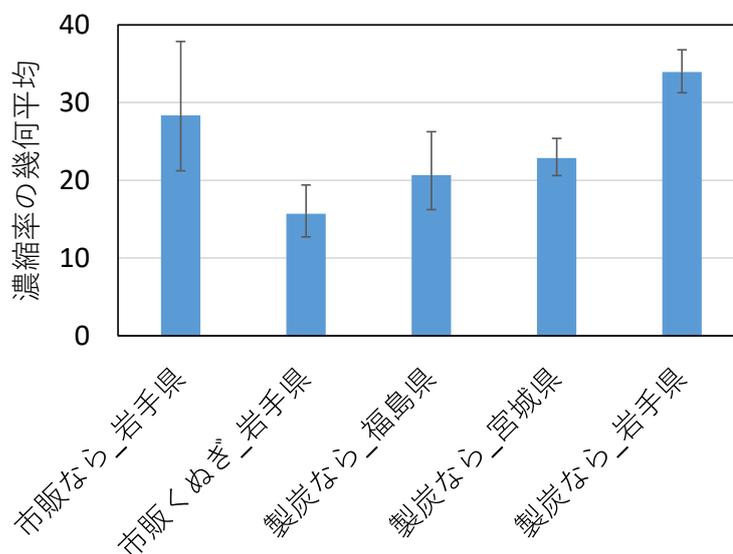
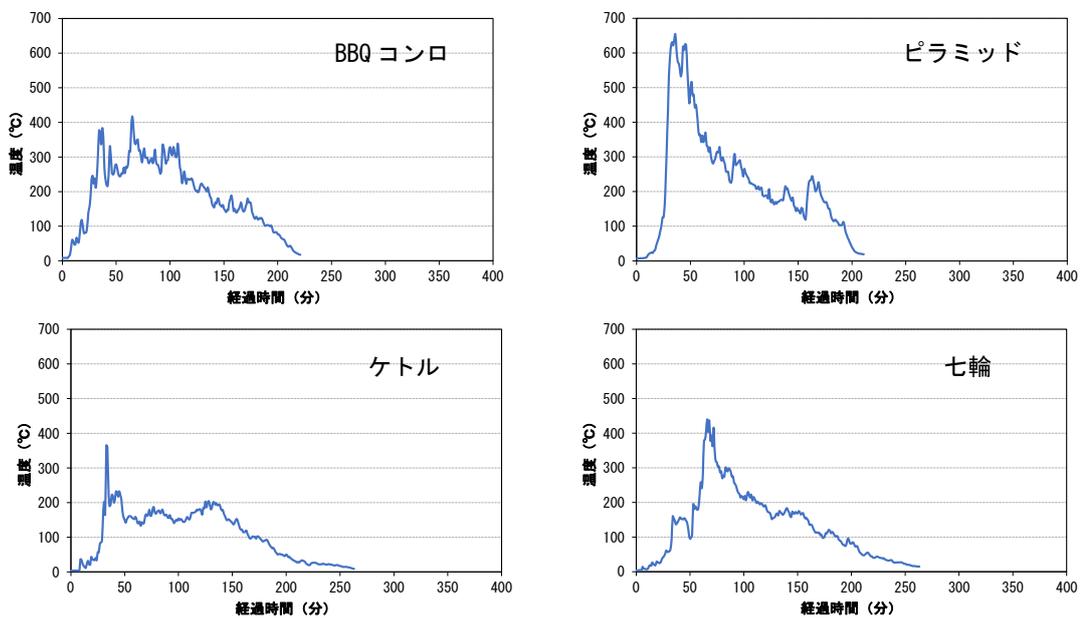


図 2-32 木炭の種類別にみた木炭から灰への濃縮率

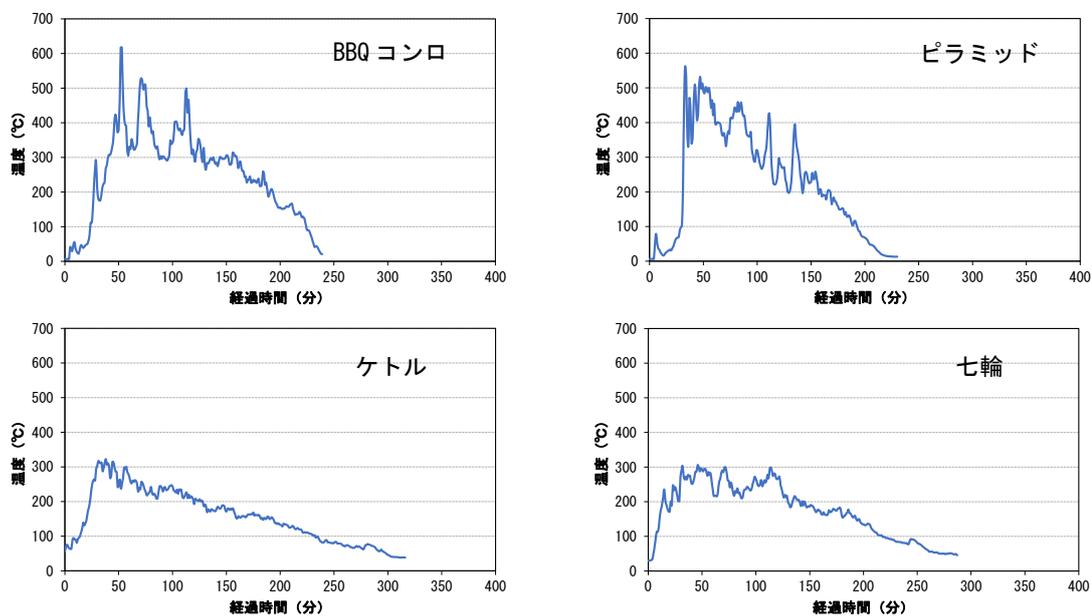
<sup>6</sup> 兵道ら、燃料としての木炭の品質評価に関する考察（森林研究、76号、45ページ、2016年1月）

### (8) 燃烧温度

焼き台上部の温度を図 2-33 に示す。

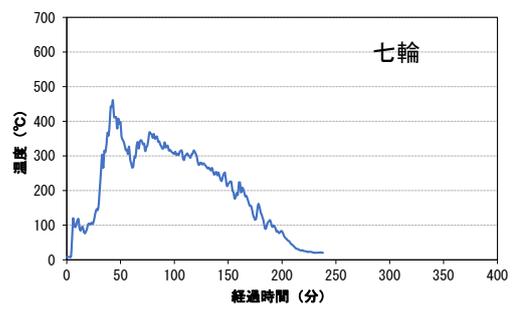
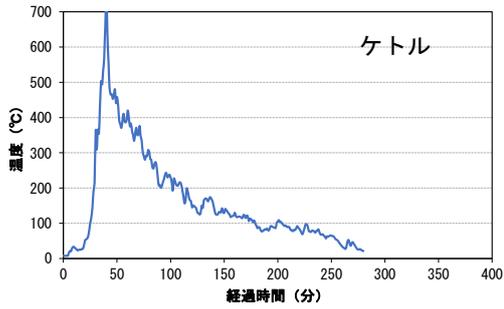
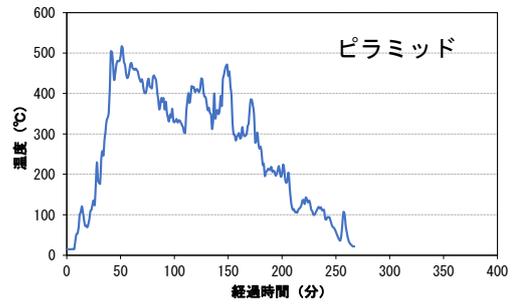
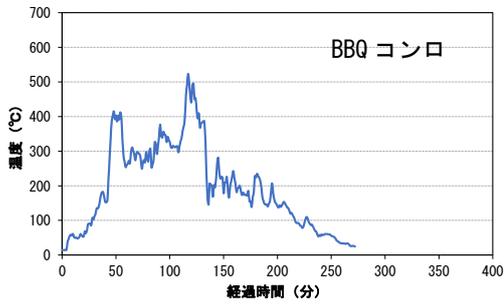


A 窯（福島県北部）の製炭木炭

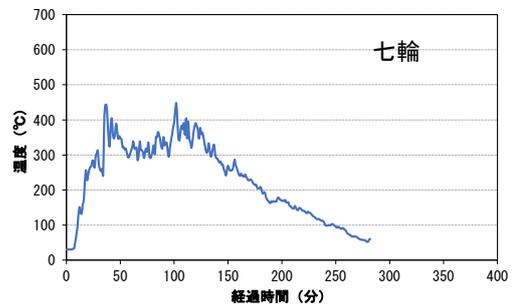
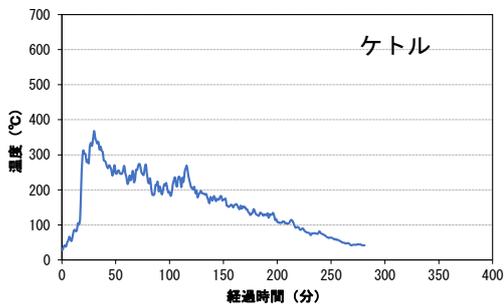
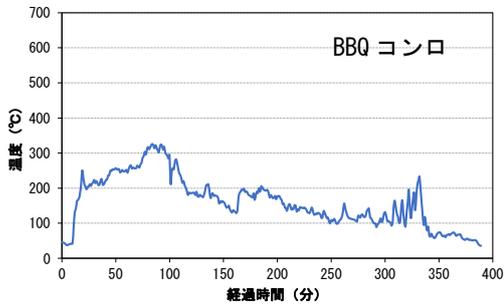


B 窯（宮城県南部）の製炭木炭

図 2-33 焼き台上部の温度 (1/3)

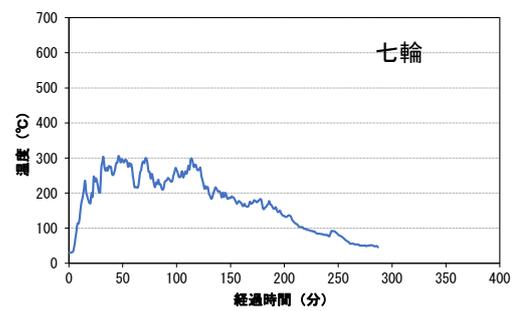
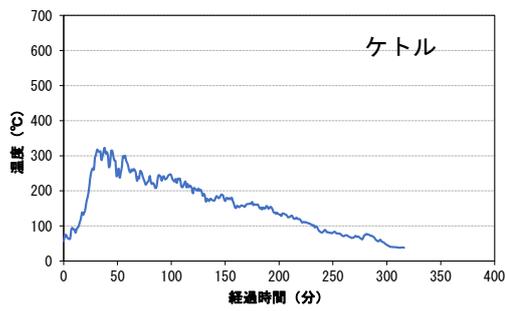
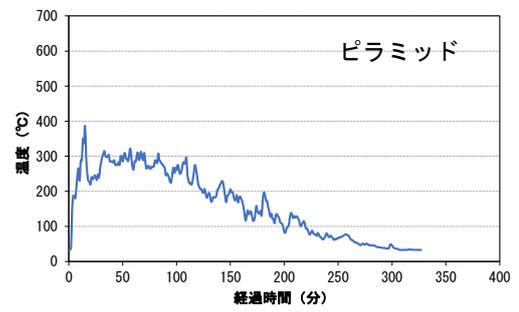
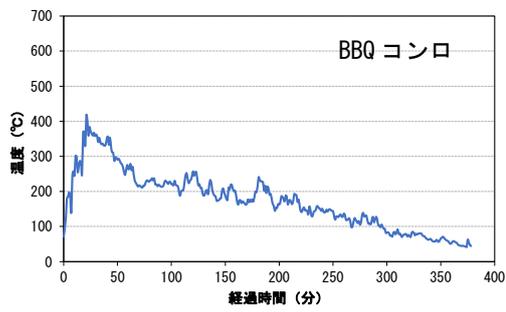


C 窯（岩手県南部）の製炭木炭



市販木炭なら（岩手県北部）

図 2-33 焼き台上部の温度 (2/3)



市販木炭くぬぎ (岩手県北部)

図 2-33 焼き台上部の温度 (3/3)

## 2.5 薪を用いた調理試験（ピザ）

### 2.5.1 調査方法

#### (1) 調査場所

B 窯の敷地内倉庫にピザ窯を設置して調査を行った。

#### (2) 測定数

本試験の測定数を表 2-46 に示す。ピザ窯を用いたピザの調理試験は、収集した薪のうち放射性 Cs 濃度が高い薪（福島県北部）を使用して、3 回調理した。（参考：表 2-26）

調達した薪がピザ窯に収まりきらなかったため薪を短く裁断した。その際に樹皮が剥がれるので、薪ストーブを用いた薪の調理試験で測定した薪とロットを分け、調理試験で使用する薪の放射性 Cs 濃度の測定は別途行った。

表 2-46 調理試験（ピザ）の測定数

項目	対象	測定数	備考
重量	-	9	薪 3 回 調理前ピザ 3 回 調理後ピザ 3 回
燃焼温度	窯内温度	3	3 回
放射性 Cs 濃度	使用する薪	1	1 産地×1 回 1,000 秒×1 回
	調理前ピザ	1	1 食材×1 回 200,000 秒×1 回
	調理後ピザ	3	1 食材×3 回 50,000 秒×3 回

#### (3) 使用機器

ピザ窯は、薪の燃焼灰がピザに付着しやすい構造のピザ窯を用いた。使用したピザ窯の商品名、型式及び寸法を表 2-47 に示す。ピザ窯の内観及び窯内の温度を測定するための温度計（チノー製温度センサー・アロイ X）を設置した位置を図 2-34 に示す。

表 2-47 使用したピザ窯

商品名	型式	寸法
メキシコ製ピザ窯チムニー	MCH060R	外径 52cm



図 2-34 ピザ窯の内観、温度計の位置

#### (4) 薪の放射性 Cs 濃度の測定

ピザ窯を用いた調理試験で使用する薪中の放射性 Cs 濃度は、薪を鉋で長さ 20cm 程度、太さ 3cm 程度に裁断し、その一部を抜き取り、その全量をガーデンシュレッダー（リョービ、GS-2010）で複数回粉碎し、2L マリネリ容器に充填して Ge 半導体検出器で測定した。粉碎に使用したガーデンシュレッダー、粉碎後の薪の状況を図 2-35 に示す。



図 2-35 粉碎に使用したガーデンシュレッダー、粉碎後の薪の状況

#### (5) 調理前ピザの放射性 Cs 濃度の測定

調理前のチルドピザ 8 枚（約 1.24kg）をアルミホイル上で 3cm～4cm 片に手で裁断して混合し、その全量を 2L マリネリ容器に充填し、Ge 半導体検出器で測定した。測定条件を表 2-48 に示す。

表 2-48 調理前ピザの測定条件

試料	使用機器	充填容器	測定時間[sec]
調理前ピザ	GX40	2L マリネリ容器	200,000

## (6) 調理方法

薪の重量を計測した後に窯内中央で薪を燃焼させ、トングを用いて燃焼した薪（炭の状態）を窯内外側によせて、空いたスペースにピザを1枚ずつ乗せて、1枚あたり2分～3分かけて、1試験あたりチルドピザを10枚調理した。ピザの重量は調理前後に測定した。窯の開口部付近の煙突部分から温度計を挿入して調理中の窯内温度を連続測定した。これを3回繰り返した。ピザの調理状況を図2-36に示す。



ガスバーナーを用いて着火（左）、炭化した薪を外側に寄せる（右）



窯の中央でピザを調理（左）、調理後のピザ（右）

図2-36 ピザ窯を用いたピザの調理状況

(7) 調理後のピザの放射性 Cs 濃度の測定

調理後のチルドピザ 10 枚をアルミホイル上で 3cm~4cm 片に手で裁断して混合し、その全量を 2L マリネリ容器に充填し、Ge 半導体検出器で測定した。測定条件を表 2-49 に示す。

表 2-49 調理後ピザの測定条件

試料	使用機器	充填容器	測定時間[sec]
調理後ピザ	GX40	2L マリネリ容器	50,000

## 2.5.2 結果及び考察

### (1) 実施期間

調理試験（ピザ）の実施期間を表 2-50 に示す。

表 2-50 調理試験（ピザ）の実施期間

回	調査日	燃焼開始	調理開始	調理終了	調理時間
1 回目	2023/12/18	9:38	10:08	10:38	0:30
2 回目	2023/12/18	11:17	11:40	12:06	0:26
3 回目	2023/12/19	9:34	9:53	10:39	0:46

### (2) 窯内温度

図 2-37 にピザ窯内温度等を示す。

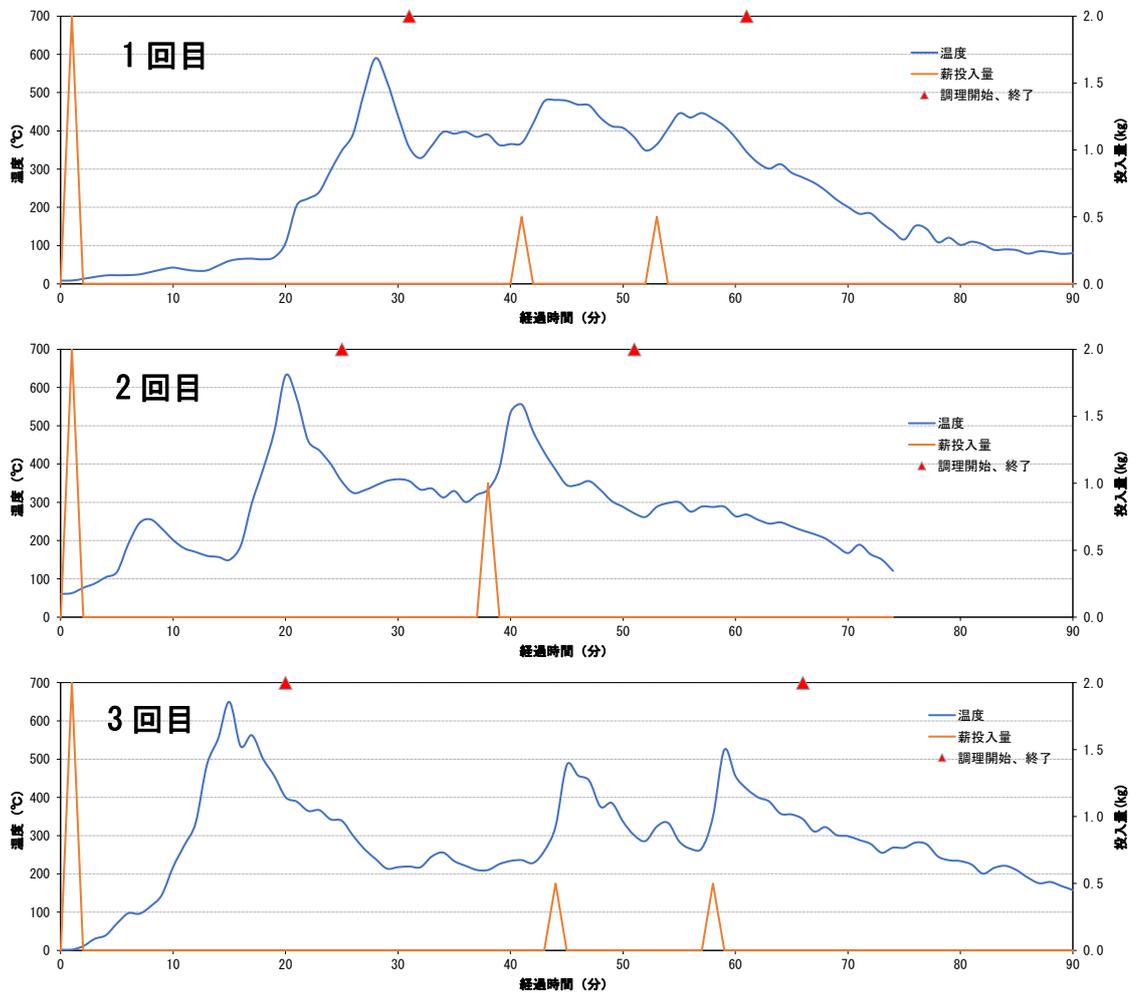


図 2-37 窯内温度と薪投入量

### (3) 調理前ピザの放射性 Cs 濃度

調理前のピザの放射性 Cs 濃度は検出下限値未満 (0.037Bq/kg 未満) であった (表 2-51)。

表 2-51 調理前ピザの放射性 Cs 濃度

種類	充填量 [kg]	測定時間 [sec]	濃度±計数誤差 [Bq/kg]	検出下限値 [Bq/kg]
調理前ピザ	1.24	200,000	検出下限値未満 (0.012±0.012)	0.037

注) 放射性 Cs 濃度の測定は、GX40 を用いて実施した。

### (4) 調理後ピザの放射性 Cs 濃度

調理後のピザの放射性 Cs 濃度は、2.34～2.91Bq/kg の範囲であった (表 2-52)。

表 2-52 調理後ピザの放射性 Cs 濃度

種類	試験数	充填量 [kg]	測定時間 [sec]	濃度±計数誤差 [Bq/kg]	検出下限値 [Bq/kg]
調理後ピザ	1 回目	1.36	50,000	2.84±0.07	0.08
	2 回目	1.37	50,000	2.34±0.06	0.08
	3 回目	1.31	50,000	2.91±0.07	0.08

注) 放射性 Cs 濃度の測定は、GX40 を用いて実施した。

### (5) 薪からピザへの放射性 Cs の移行

ピザ窯を用いたピザの調理試験の結果を表 2-54 に示す。

調理試験における移行率は、「調理後食材中の放射性 Cs 濃度」から「調理前食材中の放射性 Cs 濃度」を差し引き、その正味の濃度を「薪中の放射性 Cs 濃度」で除して求める。

「調理前食材中の放射性 Cs 濃度」が検出下限値未満 (ND) の場合、「調理後食材中の放射性 Cs 濃度」を「薪中の放射性 Cs 濃度」で除して求める。

薪からピザへの移行率の幾何平均値は、令和 4 年度薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査 (令和 5 年 3 月、林野庁) の結果も含めて算出すると 0.0068 (試験数 n=5) であった。また、幾何標準偏差は 3.01 と大きかった (表 2-53)。

移行率の幾何平均値をピザ窯別にみると、ENRO 窯焼名人が 0.0021 で、チムニーが 0.015 であり、1 オーダー異なっている。そのため、幾何標準偏差は大きくなったと推察された。チムニーピザ窯では、薪を窯中央で燃焼させており、比較的灰が付着しやすいため、調理後ピザの放射性 Cs 濃度に影響したと思われる。



令和 4 年度の調査で使用されたピザ窯 (後方で薪を燃焼させる構造で、気流と共に灰が前方に舞う。)

表 2-53 薪からピザへの移行率の幾何平均値等

項目	幾何平均値	幾何標準偏差	幾何標準偏差の範囲 (68%区間)
移行率	0.0068	3.01	0.0023～0.020

表 2-54 薪を用いた調理試験（ピザ）の結果（薪からピザへの移行）

計算	項目	単位	令和 4 年度調査※		令和 5 年度調査		
			1	2	1	2	3
-	回数	[回目]	1	2	1	2	3
-	ピザ窯	[-]	ENRO 窯焼名人		チムニー		
-	薪の使用量	[kg 乾]	1.30	1.00	2.65	2.58	2.51
-	調理前食材の重量	[kg]	1.823	1.829	1.486	1.487	1.434
-	調理後食材の重量	[kg]	1.681	1.695	1.380	1.318	1.327
[1]	薪中の放射性 Cs 濃度	[Bq/kg 乾]	277		180		
[2]	調理前食材中の放射性 Cs 濃度	[Bq/kg]	ND (0.037 未満)		ND (0.037 未満)		
[3]	調理後食材中の放射性 Cs 濃度	[Bq/kg]	0.77	0.43	2.84	2.34	2.91
[4]=([3]-[2])÷[1] 又は [4]=[3]÷[1]	移行率	[-]	0.00279	0.00155	0.0158	0.0130	0.0161

※令和 4 年度薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査（令和 5 年 3 月、林野庁）

注）調理後食材中の放射性 Cs 濃度は、R4 年度ではピザ窯が窯焼名人（株式会社 ENRO）を、R5 年度ではチムニーピザ窯を使用して、それぞれ直径 21cm のチルドピザを 1 枚あたり約 2～3 分、合計 10 枚を加熱調理したときの濃度を示す。

注）調理前食材中の放射性 Cs が検出されている場合の移行率は、「調理後食材中の放射性 Cs 濃度[3]」から「調理前食材中の放射性 Cs 濃度[2]」を差し引いて、正味の放射性 Cs 濃度を算出し、これを「薪中の放射性 Cs 濃度[1]」で除して求めた。調理前の食材中の放射性 Cs 濃度が ND の場合の移行率は、「調理後食材中の放射性 Cs 濃度[3]」を「薪中の放射性 Cs 濃度[1]」で除して求めた。

注）放射性 Cs 濃度の測定は、GX40 を用いて実施した。

## 2.6 木炭を用いた調理試験（肉類）

### 2.6.1 調査方法

#### (1) 調査場所

B 窯の敷地内倉庫に焼き台を設置して調査を行った。

#### (2) 測定数

調理試験（肉類）の測定数を表 2-55 に示す。調理試験で用いた木炭は、製炭試験で使用した原木のうち、最も濃度が高い原木の産地の木炭 1 種類（A 窯：福島県北部）を使用した。食材は、食材中の脂が木炭に落ちて炎上し、灰が舞い上がって付着しやすい肉類として、牛肉（豪州産、ばら肉）、豚肉（国産、ばら肉）及び鶏肉（国産、もも骨なし）の 3 食材を用いた。調理試験（肉類）は、これら 3 食材の加熱調理を、それぞれ 1 回行った。

なお、日本食品標準成分表（八訂）増補 2023 年において、肉類の脂質の割合は、牛肉（ばら）が 44.4%、豚肉（ばら）が 35.4%、鶏肉（もも）が 19.1%とされている。

表 2-55 調理試験（肉類）の測定数

項目	対象	測定数	備考
重量	-	9	木炭 3 回 調理前食材 3 回 調理後食材 3 回
燃焼温度	焼き台上部	3	3 食材×1 回
放射性 Cs 濃度	使用する木炭	-	製炭試験で実施 産地：福島県北部
	調理前食材	3	3 食材×1 回 200,000 秒×3 回
	調理後食材	3	3 食材×1 回 50,000 秒×3 回

### (3) 調理前の肉類の放射性 Cs 濃度

調理前の肉類は、2L マリネリ容器に約 2kg 充填し、Ge 半導体検出器で測定した。測定条件を表 2-56 に示す。

表 2-56 調理前食材の測定条件

試料	使用機器	充填容器	測定時間[sec]
調理前の牛肉	GX40	2L マリネリ容器	200,000
調理前の豚肉	GX40	2L マリネリ容器	200,000
調理前の鶏肉	GX40	2L マリネリ容器	200,000

### (4) 調理方法

肉類の調理試験で用いた焼き台は、販売業者に聴取し、販売台数が多い BBQ コンロ（コールマン、クールスパイダープロ）を用いた（図 2-38）。

木炭の重量を計測した後に焼き台に投入し、ガスバーナーで着火して木炭を赤熱させた。調理前の食材の重量を計測して調理を開始した。

1 試験あたりの肉類の使用した重量は、それぞれ約 5kg である。一度にまとめて調理できないため、牛肉は約 630g を 8 回に、豚肉は約 520g を 10 回に、鶏肉は約 560g を 9 回に分けて調理した。食用として適度な状態になるまで加熱調理し、1 試験あたりの調理時間は、牛肉が 40 分程度（5 分×8 回）、豚肉が 50 分程度（5 分×10 回）、鶏肉が 72 分程度（8 分×9 回）であった。

調理試験の実施状況を図 2-39 に示す。



図 2-38 使用した焼き台（木炭の燃焼試験で使用した BBQ コンロと同じ。）



牛肉



豚肉

図 2-39 木炭を用いた肉類の調理試験の実施状況 (1/2)



鶏肉

図 2-39 木炭を用いた肉類の調理試験の実施状況 (2/2)

(5) 調理後の肉類の放射性 Cs 濃度

調理後の肉類をアルミホイル上で混合し、2L マリネリ容器に充填し、Ge 半導体検出器で測定した。測定条件を表 2-57 に示す。

表 2-57 調理後の肉類の測定条件

試料	使用機器	充填容器	測定時間[sec]
調理後の牛肉	GX40	2L マリネリ容器	50,000
調理後の豚肉	GX40	2L マリネリ容器	50,000
調理後の鶏肉	GX40	2L マリネリ容器	50,000

## 2.6.2 結果及び考察

### (1) 実施期間

調理試験（肉類）の実施期間を表 2-58 に示す。

表 2-58 調理試験（肉類）の実施期間

食材	調査日	燃焼開始	調理開始	調理終了	調理時間
牛肉	2023/12/16	9:41	9:59	10:58	0:59
豚肉	2023/12/16	11:32	11:42	12:55	1:13
鶏肉	2023/12/17	9:41	9:53	11:28	1:35

注) 放射性 Cs 濃度の測定は、GX40 を用いて実施した。

### (2) 調理前の肉類の放射性 Cs 濃度

調理前の肉類の放射性 Cs 濃度を表 2-59 に示す。牛肉は検出下限値未満（0.029Bq/kg 未満）、豚肉が 0.045Bq/kg、鶏肉が 0.033Bq/kg であった。

これらの数値は、平成 11 年度～平成 14 年度の環境放射能水準調査（食品試料の放射能水準調査）<sup>7</sup>の結果報告書で報告されている数値と同程度（1σ 以内）であり、通常流通している食品と変わらないものであった。

表 2-59 調理前の肉類の測定条件及び測定結果

試料	充填量 [kg]	測定時間 [sec]	濃度±計数誤差 [Bq/kg]	検出下限値 [Bq/kg]
調理前の牛肉	2.0	200,000	検出下限値未満 (0.023±0.010)	0.029
調理前の豚肉	2.1	200,000	0.045±0.010	0.029
調理前の鶏肉	1.9	200,000	0.033±0.010	0.031

注) 放射性 Cs 濃度の測定は、GX40 を用いて実施した。

### 参考 11 年度～H14 年度の環境放射能水準調査（食品試料の放射能水準調査）結果

種類	牛肉	豚肉	鶏肉
n 数	81	80	81
ND	15	2	18
検出	66	78	63
平均値±標準偏差 (検出されたもので集計、Bq/kg 生)	0.042±0.027	0.114±0.064	0.038±0.021

[資料]環境放射線データベース(原子力規制庁、<https://www.kankyo-hoshano.go.jp/data/database/>)より作成

<sup>7</sup> 文部科学省の委託により実施された国内に流通している食品中の放射能レベルの把握及び食品の摂取による内部被ばく線量の推定・評価に資するデータ蓄積を目的として行われた調査。

### (3) 調理温度

調理試験（肉類）の焼き台上部の温度を図 2-40 に示す。牛肉及び豚肉の調理時の温度は、調理開始以降に上下している。この理由は、加熱調理時に脂が木炭に落ちて炎上したことによるものと考えられる。

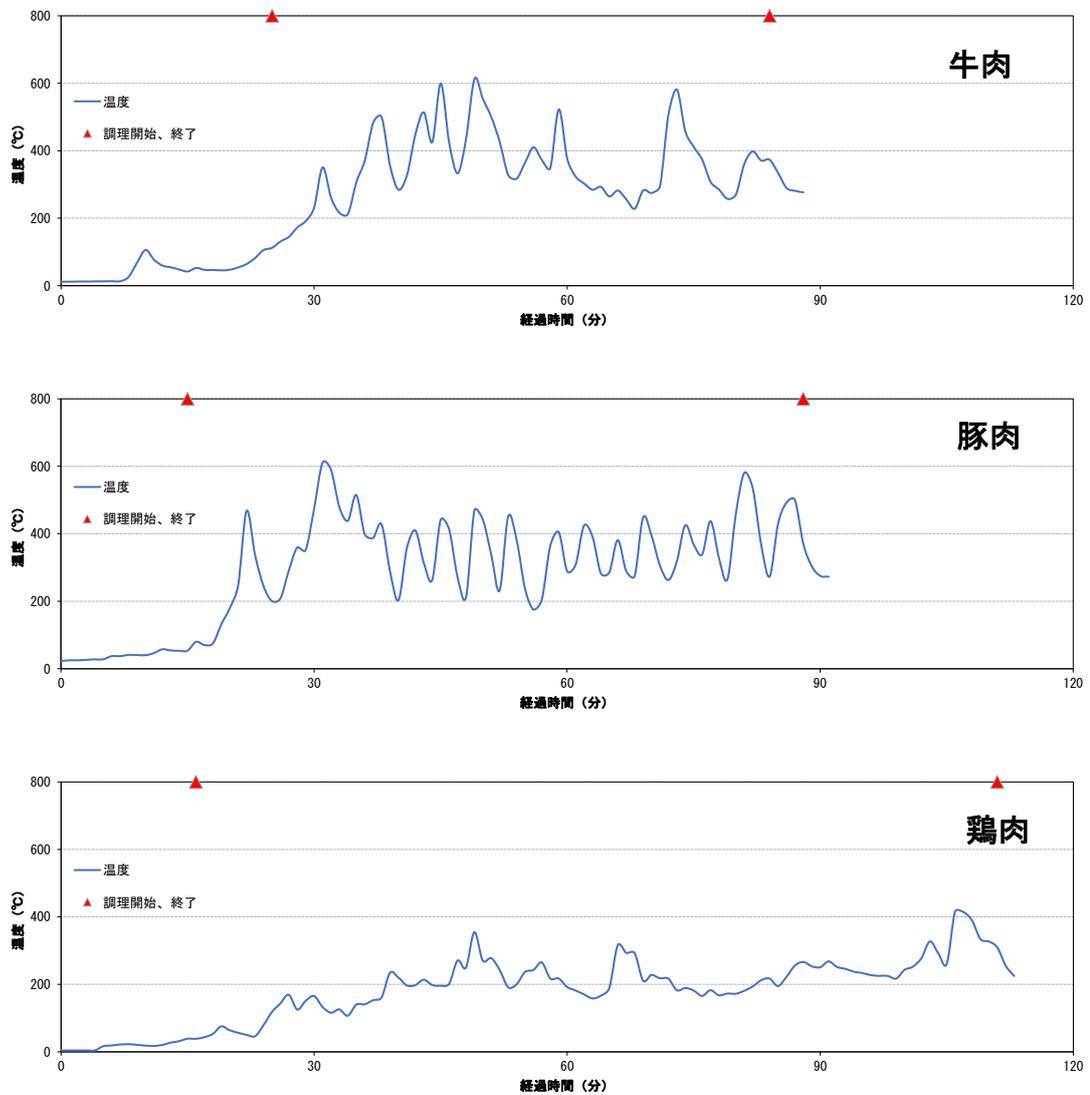


図 2-40 調理試験時の焼き台上部の温度

#### (4) 調理後の肉類の放射性 Cs 濃度

調理後の肉類の放射性 Cs 濃度を表 2-60 に示す。

表 2-60 調理後の肉類の放射性 Cs 濃度

試料	充填量 [kg]	測定時間 [sec]	濃度±計数誤差 [Bq/kg]	検出下限値 [Bq/kg]
調理後の牛肉	1.7	50,000	3.51±0.07	0.08
調理後の豚肉	1.8	50,000	1.41±0.05	0.07
調理後の鶏肉	1.9	50,000	2.77±0.06	0.07

注) 放射性 Cs 濃度の測定は、GX40 を用いて実施した。

#### (5) 木炭から肉類への放射性 Cs の移行

調理試験（肉類）の結果を表 2-62 に示す。

調理試験における移行率は、「調理後食材中の放射性 Cs 濃度」から「調理前食材中の放射性 Cs 濃度」を差し引き、その正味の濃度を「木炭中の放射性 Cs 濃度」で除して求める。

「調理前食材中の放射性 Cs 濃度」が検出下限値未満（ND）の場合、「調理後食材中の放射性 Cs 濃度」を「木炭中の放射性 Cs 濃度」で除して求める。

木炭から肉類への移行率の幾何平均値について、令和 4 年度薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査（令和 5 年 3 月、林野庁）の結果も含めて算出すると、0.0025（試験数 n=5）であった。また、幾何標準偏差は 1.80 であった（表 2-61）。

表 2-61 木炭から肉類への移行率の幾何平均値等

項目	幾何平均値	幾何標準偏差	幾何標準偏差の範囲 (68%区間)
移行率	0.0025	1.80	0.0014~0.0045

表 2-62 木炭を用いた調理試験（肉類・野菜）の結果（木炭から肉類等への移行）

計算	項目	単位	令和 4 年度調査※		令和 5 年度調査		
			牛肉	人参	牛肉	豚肉	鶏肉
-	焼き台	[-]	ドラム缶コンロ		BBQ コンロ		
-	食材	[-]	牛肉	人参	牛肉	豚肉	鶏肉
-	木炭の使用量	[kg]	2.02	2.01	2.05	2.01	2.05
-	調理前食材の重量	[kg]	5.382	3.588	5.005	5.213	5.000
-	調理後食材の重量	[kg]	3.480	2.536	2.859	3.170	3.646
-	調理時間	[min]	65	108	40	50	72
[1]	木炭中の放射性 Cs 濃度	[Bq/kg]	622		846		
[2]	調理前食材中の放射性 Cs 濃度	[Bq/kg]	ND (0.061 未満)	ND (0.083 未満)	ND (0.029 未満)	0.045	0.033
[3]	調理後食材中の放射性 Cs 濃度	[Bq/kg]	2.53	0.70	3.51	1.41	2.77
[4]=([3]-[2])÷[1] 又は [4]=[3]÷[1]	移行率	[-]	0.00407	0.00122	0.00415	0.00162	0.00324

※令和 4 年度薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査（令和 5 年 3 月、林野庁）

注）調理後食材中の放射性 Cs 濃度は、焼き台を使用し、木炭を用いて調理したときの濃度を示す。

注）調理前食材中の放射性 Cs が検出されている場合の移行率は、「調理後食材中の放射性 Cs 濃度[3]」から「調理前食材中の放射性 Cs 濃度[2]」を差し引いて、正味の放射性 Cs 濃度を算出し、これを「木炭中の放射性 Cs 濃度[1]」で除して求めた。調理前の食材中の放射性 Cs 濃度が ND の場合の移行率は、「調理後食材中の放射性 Cs 濃度[3]」を「木炭中の放射性 Cs 濃度[1]」で除して求めた。

注）放射性 Cs 濃度の測定は、GX40 を用いて実施した。

## 2.7 指標値見直しの必要性の検討

### 2.7.1 現行の指標値

東京電力福島第一原子力発電所の事故を受け、林野庁では、「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」（平成23年法律第110号）に基づき、薪・木炭の燃焼灰が特別な管理が必要となる放射性物質濃度 8,000 Bq/kg<sup>8</sup>を超えないようにするため、「調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値の設定について」（23林政経第231号、平成23年11月2日）により、薪及び木炭の放射性物質濃度の当面の指標値を薪40Bq/kg、木炭280Bq/kgと設定し、この指標値を超える薪及び木炭の生産、流通、使用の自粛を要請してきたところである<sup>9</sup>。

また、17都県から採取される原料、採取された原料から生産された薪、木炭等の燃焼によって生じた灰を、食品の加工及び調理に用いないこととされている<sup>10, 11</sup>。

薪及び木炭の放射性物質の濃度の当面の指標値は、平成23年度に調査を行い、薪・木炭等の燃焼により薪で182倍に、木炭で28倍に灰へ濃縮されるという試験結果を得て、薪が  $8,000 \div 182 = 44 \text{ Bq/kg}$ 、木炭が  $8,000 \div 28 = 288 \text{ Bq/kg}$ の限界値を推計し、安全側に丸めて設定されている。

なお、濃縮率は、燃焼前後の濃度比（図2-41）、移行率は、食品中Cs濃度と燃料中Cs濃度の比（図2-42）で表される。

---

<sup>8</sup> 平成23年3月11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施行規則（平成二十三年環境省令第三十三号）第14条

<sup>9</sup> 調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値の設定について（23林政経第231号、平成23年11月2日）等

<sup>10</sup> 次に掲げるものは対象外とされている。

(1)平成23年3月11日以前に生産され、シートをかける等風雨にあてない状態で保管されていた薪等  
(2)平成23年3月12日以降に生産された薪等であって、原料の全てが次のいずれかに該当し、シートをかける等風雨にあてない状態で保管され、かつ当該原料により生産された薪等についてもシートをかける等風雨にあてない状態で保管されていたもの

- ・平成23年3月11日以前に採取されたもの
- ・17都県以外の地域において採取されたもの

<sup>11</sup> 薪、木炭等の燃焼により生じる灰の食品の加工及び調理への利用自粛について（23林政経第301号、平成24年2月10日）等

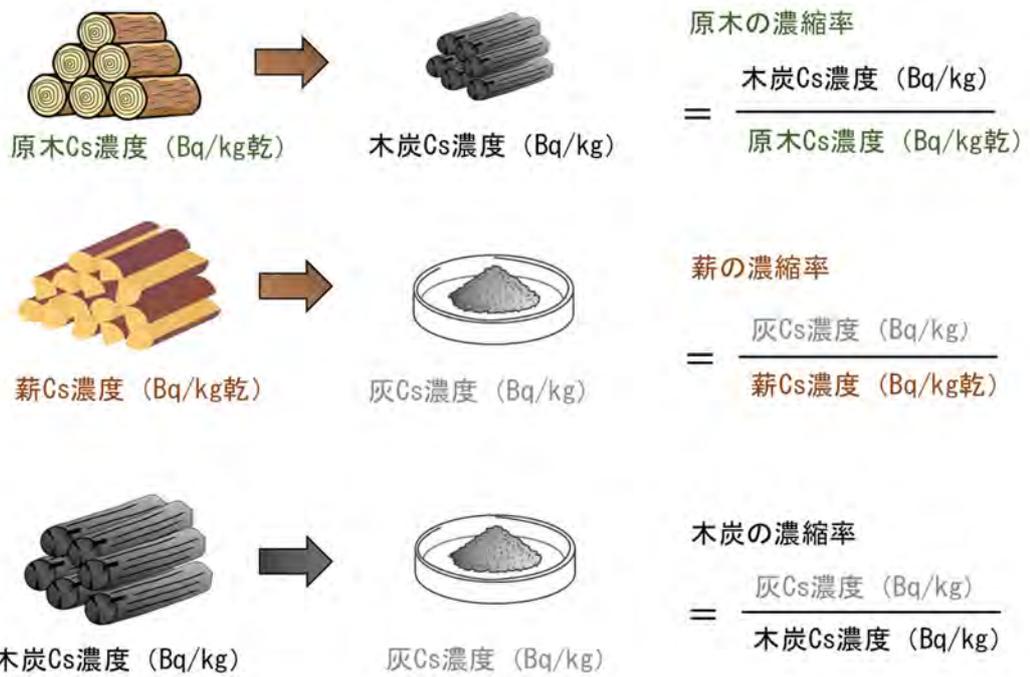


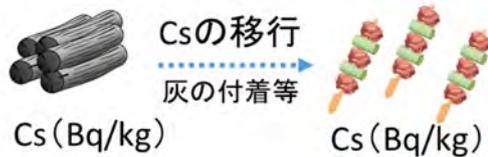
図 2-41 濃縮率



ピザ窯のイメージ



焼き台のイメージ



※調理後の食材中放射性 Cs 濃度は、調理前の食材中放射性 Cs 濃度で差し引いた正味の放射性 Cs 濃度（調理したことによる追加分の Cs 濃度）を指す。

図 2-42 移行率

### <特別な管理が必要となる放射性物質濃度 8,000 Bq/kg>

特別な管理が必要となる放射性物質濃度 8,000 Bq/kg とは、廃棄物処理の過程で放射線の影響を最も受けるとされる埋立処分を行う作業者について、処理に伴う被ばく量が年間 1mSv（ミリシーベルト）を下回り、安全に処理できると確認された基準とされている<sup>12</sup>。計算に用いられたパラメーターは、2011（平成 23）年 6 月 16 日付で原子力災害本部が発出した「放射性物質が検出された上下水処理等副次産物の当面の取り扱いに関する考え方」の（参考）に記載されている<sup>13</sup>。ここで脱水汚泥等の埋立作業における外部被ばくによる線量換算係数として、Cs-134 が 0.47、Cs-137 が 0.17  $\mu$ Sv/h per Bq/g とされている。また、当時の測定結果から Cs-134 と Cs-137 の比率は 1 : 1 として計算されている。

2011（平成 23）年 3 月 11 日から 13 年が経過し、Cs-134 が 1%に、Cs-137 が 74%に物理減衰（Cs-134 半減期 2.0652 年、Cs-137 半減期 30.08 年）<sup>14</sup>しているため、Cs-134 と Cs-137 の比率は 0.017 : 1 となる。外部被ばくによる線量換算係数は Cs-137 のほうが小さいため、8,000Bq/kg という数値は経時的に安全側に変化する<sup>15</sup>。

---

<sup>12</sup> 環境省、復興に向けた廃棄物の処理について（2017 年 6 月）

ここでいうシミュレーションとは、1 日 8 時間・年間 250 日の労働時間のうち半分の時間（1,000 時間/年）を当該廃棄物の直ぐ上で覆土せず作業するという、放射線の影響を受けやすい条件。

<sup>13</sup> 原子力災害対策本部、「放射性物質が検出された上下水処理等副次産物の当面の取扱いに関する考え方」について（2011 年 6 月）

<sup>14</sup> アイソトープ手帳（12 版、日本アイソトープ協会）

<sup>15</sup> 遠藤和人、放射性物質汚染廃棄物の最終処分の現状と今後の展開（廃棄物資源循環学会誌、30、No.1、pp.39-48、2019 年）

## 2.7.2 調査方法

### (1) 濃縮率の変動が無いと仮定した場合

現行の指標値では、濃縮率の変動はないと仮定して廃棄物の基準（8,000 Bq/kg）を濃縮率で除して推計されている。廃棄物の基準は、濃縮率と指標値の積の関係にあるので、それぞれを対数值で表すと図 2-43 のように、廃棄物の基準は濃縮率と指標値の和で表すことができる。

実際には濃縮率には変動があるため、本調査では濃縮率等の変動を考慮して推計も行った。

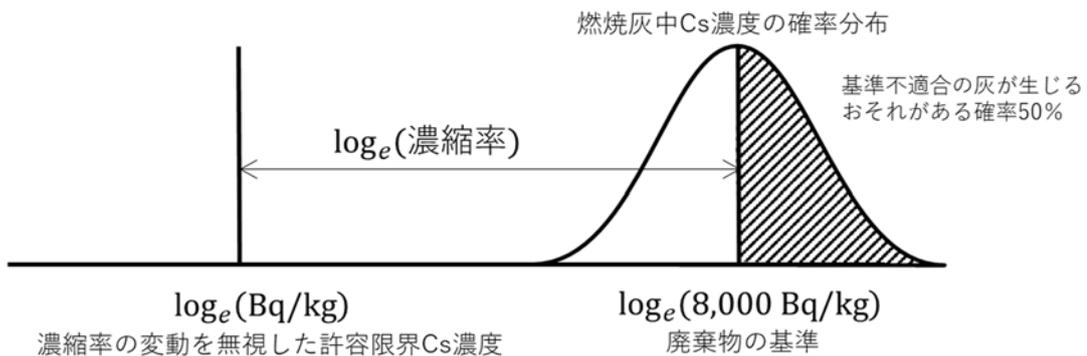


図 2-43 濃縮率の変動が無いと仮定した場合の限界値の推計方法に係る模式図

### (2) 濃縮率の変動を考慮した場合

濃縮率の対数值の変動は、正規分布に近いと予想される。その分散を  $\sigma^2$  とする。正規分布とは、左右対称の釣り鐘型の確率分布で、平均値から両側に  $1\sigma$ （標準偏差）離れた値に挟まれた区間に生じる確率は約 68% である。また、両側に  $1.64\sigma$  離れた値に挟まれた区間に生じる確率は約 90% とされており、その片側は 5% である（図 2-44）。

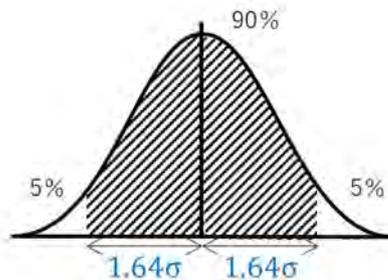


図 2-44 正規分布図（90%信頼区間）

まず、薪や木炭の燃焼灰の対数濃度の中心を  $1.64\sigma$  だけ左にずらすと、正規分布の性質から、基準不適合の灰が生じるおそれがある確率は 5% に留まる。

薪や木炭の燃焼灰の対数濃度の中心を  $1.64\sigma$  だけ左にずらすためには、濃縮率の変動を無視した指標値から  $1.64\sigma$  分だけ左にずらす必要がある。濃縮率の変動を考慮した指標値は、濃縮率の変動分だけ低くなることを意味する。濃縮率の変動を考慮した限界値の推計方法に係る模式図を図 2-45 に示す。

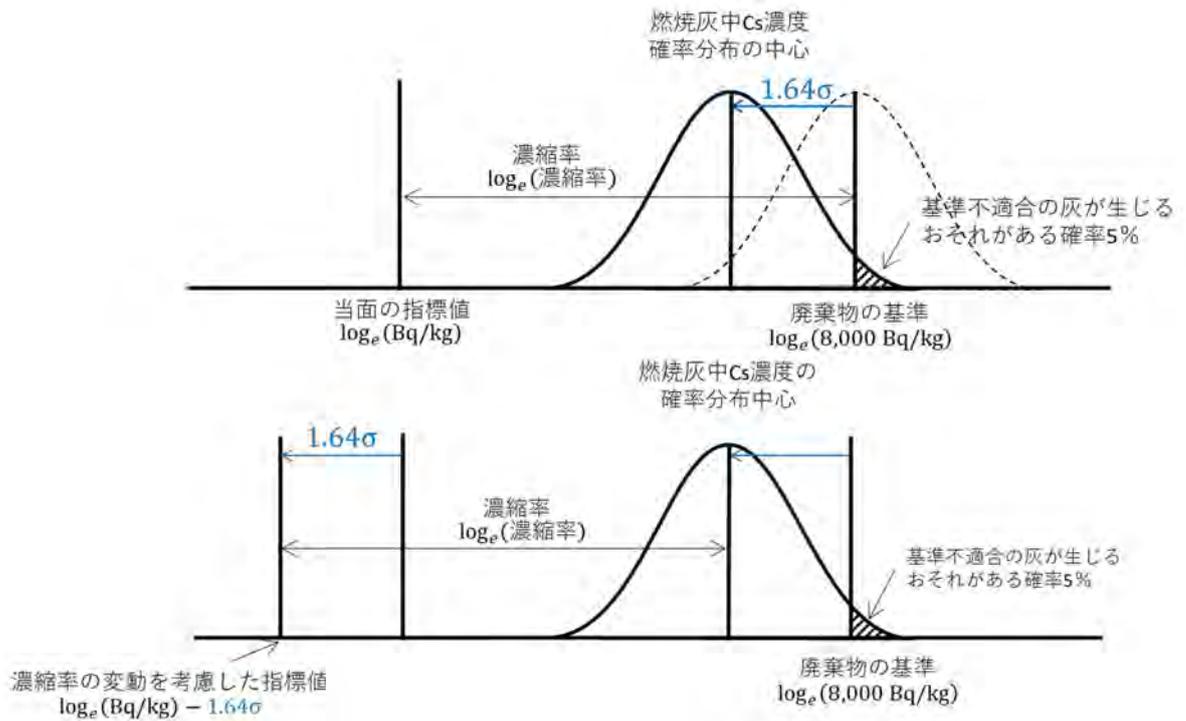


図 2-45 濃縮率の変動を考慮した場合の限界値の推計方法に係る模式図

(3) 濃縮率の変動及び推定誤差を考慮した場合（許容限界、Tolerance limits）

本調査は、あくまでも標本調査であり、推定した指標値は推定誤差（標本平均 $\bar{x}$ と母平均 $\mu$ との差、及び標本分散 $s^2$ と母分散 $\sigma^2$ の差）を含んでいる。指標値を推計するためのリスク管理として、このような推定誤差を考慮する必要がある。推定誤差を考慮して算出した値を許容限度（Tolerance limits）といい、アメリカ EPA が行う毒性限界等の計算でも使用されている<sup>16</sup>。

許容限度は、廃棄物の基準の対数値 $\log_e(8,000 \text{ Bq/kg})$ から、濃縮率の対数値 $\log_e(\text{濃縮率})$ と 95%信頼度を有する非心 t 分布の 95%分位点の値を差し引き、対数スケールを真数スケールに変換することで推計することができる。

$$\text{許容限界} = \log_e(8,000 \text{ Bq/kg}) - \log_e(\text{濃縮率}) - t(0.95, df = n - 1, \Phi^{-1}(0.95) \sqrt{n}) \frac{s}{\sqrt{n}}$$

ここで、df：自由度、n：試験数、s：標本標準偏差である。

<sup>16</sup> EPA（米国環境保護庁）. *Statistical Analysis of Groundwater Monitoring Data at RCRA Facilities: Unified Guidance*. (2009)

#### (4) 食品の基準から推計される薪・木炭の許容限界

図 2-46 に薪等から食品への放射性 Cs の移行率の変動を考慮しない場合の限界値の推計方法に係る模式図を示す。移行率の変動を考慮した場合の値や、更にパラメーターの推定誤差を考慮した場合の値（許容限界）を推計する場合は、一般食品の基準  $100 \text{ Bq/kg}^{17}$  を用いて、(1)の 2) 又は 3) の方法による。

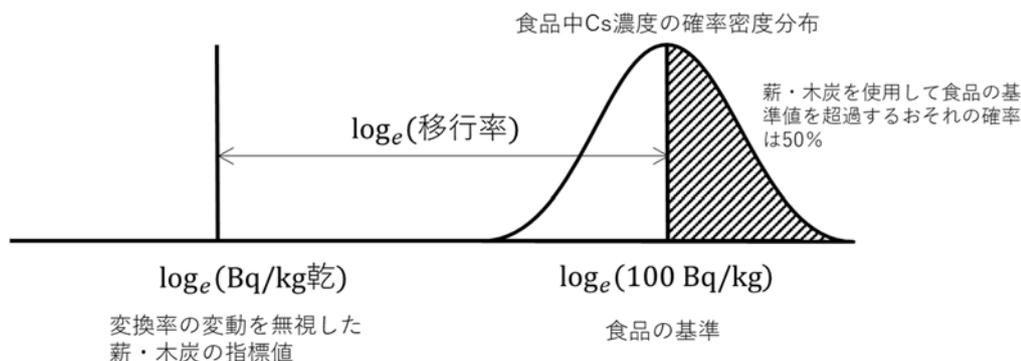


図 2-46 変換率の変動が無いと仮定した場合の限界値の推計方法に係る模式図

#### (5) 許容限界 (Tolerance limits) 等の計算方法

「濃縮率等の変動を考慮しない場合」、「濃縮率の変動を考慮する場合」及び「濃縮率の変動及び推定誤差を考慮した場合の許容限界」は、無料かつオープンソースの統計分析ソフト R (アール)<sup>18</sup>を用いて計算した。製炭木炭の許容限界等の計算では、Krishnamoorthy and Peng (2014) による MOVER 法 (the method of variance estimate recovery)<sup>19</sup>を参考にした。

使用した関数を図 2-47 に示す。入力値は、原木の許容限界等を計算する例を示している。原木から木炭、木炭から灰への濃縮率をそれぞれ入力して関数を実行すると出力値を得ることが出来る。出力値 (濃縮率の変動及び推定誤差を考慮した許容限界, UpperToLimit) は、その値以下であれば、95%以上の灰で廃棄物の基準  $\log_e(8,000)$  以下となることを 95%信頼度で保証することができることを意味する。

なお、関数に 1 つのベクトルしか入力しなかった場合は、濃縮率が 1 つのみと解釈して計算が行われる。「薪から灰への濃縮」又は「木炭から灰への濃縮」の許容限界等を計算する場合は、1 つのベクトルのみなので、この方法により計算が可能である。

<sup>17</sup> 食品、添加物等の規格基準 (昭和 34 年厚生省告示第 370 号)

<sup>18</sup> R 公式サイト <https://cran.ism.ac.jp/>, R-Studio <https://rstudio.com/>,

<sup>19</sup> Krishnamoorthy, K. & Peng, J. *Approximate one-sided tolerance limits in random effects model and in some mixed models and comparisons*. Journal of Statistical Computation and Simulation, **85**, pp1-16 (2014)

# ここでは、セメント等で固化する等の対策を講じることなく一般廃棄物最終処分場での埋立処分が可能な放射性物質の濃度 (8,000Bq/kg) や一般食品の基準値 (100Bq/kg) のことを規制上限値という。

# 薪 (又は木炭) の許容 Cs 濃度の計算について

# 燃焼灰の対数規制上限値  $\log(8000)$  から薪 (又は木炭) から灰への濃縮率 (con1) の対数値を差し引く等して、tolerance limit を真数スケールで計算する。P=0.95, alpha=0.05 の場合には、薪 (又は木炭) の Cs 濃度がこの tolerance limit 以下であれば、その燃焼灰が規制上限値 8,000Bq/kg を超える確率が 5%以下であることを保証し、その保証の信頼性の程度が 95%以上ということになる。一つのベクトル con1 を Tlmixed 関数内に入力する。

# 製炭原木の許容 Cs 濃度の計算について

# 製炭原木から黒炭への濃縮率 (con1) と木炭から灰への濃縮率 (con2) の二つの独立な変量の対数値の和を計算する。燃焼灰の対数規制上限値  $\log(8000)$  からこれを差し引く等して、tolerance limit を真数スケールで計算する。二つのベクトル con1 と con2 を Tlmixed 関数内に入力する。

# 一般食品の基準から許容 Cs 濃度を計算する場合

# 一般食品の対数規制上限値  $\log(100)$  から薪 (又は木炭) から食品中への移行率 (con1) の対数値を差し引く等して、tolerance limit を真数スケールで計算する。一つベクトル con1 を Tlmixed 関数内に入力し、final.limit=100 で計算する。

# 入力値

# con1: 薪・木炭から灰への濃縮率のベクトル, 製炭原木から木炭への濃縮率のベクトルなど

# con2: 木炭から灰への観測濃縮率のベクトルなど

# n1: con1 の仮想サンプル数 (必要サンプル数検討用オプション)

# n2: con2 の仮想サンプル数 (必要サンプル数検討用オプション)

# final.limit: 燃焼灰での規制上限値など (デフォルト値は 8000)

# alpha: 判断が間違いである確率の上限値。1-alpha は信頼度 (デフォルト値は 0.05)

# P: 灰での Cs 濃度が規制限界値以下となる割合 (デフォルト値は 0.95)

# 出力値は真数スケールになっている。

# MeanLimit: 濃縮率にバラツキがないと仮定した場合の製炭原木での許容 Cs 濃度

# UpperLimit: 濃縮率のバラツキを考慮した場合の製炭原木での許容 Cs 濃度

# UpperTolLimit: 濃縮率のバラツキを考慮し、パラメーターの推定誤差を考慮した場合の製炭原木での許容限界 (tolerance limit)

```
Tlmixed <-
function(con1=NULL, con2=NULL, n1=NULL, n2=NULL, final.limit=8000, alpha=0.05, P=0.95) {

  if(is.null(con2)){

    log.con1 <- log(con1)
    if(is.null(n1)) n1 <- length(log.con1)
    mu1 <- mean(log.con1)
    s12 <- var(log.con1)

    MeanLimit <- exp(log(final.limit)-mu1)
    UpperLimit <- exp(log(final.limit)-mu1-qnorm(P)*sqrt(s12))
    UpperTolLimit <- exp(log(final.limit) - (mu1+qt(1-alpha, df=n1-1, qnorm(P)*sqrt(n1))*sqrt(s12)/sqrt(n1)))

  } else {

    log.con1 <- log(con1)
    log.con2 <- log(con2)
    if(is.null(n1)) n1 <- length(log.con1)
    if(is.null(n2)) n2 <- length(log.con2)
```

```

mu1 <- mean(log.con1)
mu2 <- mean(log.con2)
gmu <- mu1+mu2
s12 <- var(log.con1)
s22 <- var(log.con2)
gs2 <- s12/n1 + s22/n2

MeanLimit <- exp(log(final.limit)-gmu)
UpperLimit <- exp(log(final.limit)-gmu-qnorm(P)*sqrt(s12+s22))

dfmu <- gs2^2/((s12/n1)^2/(n1-1) + (s22/n2)^2/(n2-1))
dfmu
Uv <- (s12 + s22) + sqrt(s12^2 * ((n1-1)/qchisq(p=alpha, df=n1-1)-1 )^2 + s22^2* ((n2-1)/qchisq(p=alpha, df=n2-1)-1 )^2)
UpperTolLimit <- exp(log(final.limit) - (gmu + qnorm(P)*sqrt(s12 + s22) + sqrt(qt(p=1-alpha, df=dfmu)^2 * gs2 + qnorm(P)^2 * (sqrt(s12 + s22) - sqrt(Uv))^2)))
}

c(MeanLimit=MeanLimit, UpperLimit=UpperLimit, UpperTolLimit=UpperTolLimit)

}

```

図 2-47 使用した関数（計算ソフト R）<sup>20</sup>

<sup>20</sup> 令和 5 年 02 月 05 日，山村光司氏（当検討委員会委員）作成

### 2.7.3 結果及び考察

#### (1) 薪の許容限界

薪の許容限界等を表 2-63 に示す。薪ストーブを用いた薪の燃焼試験の結果から推計した値 (n=24) は、濃縮率の変動を考慮しない場合が 142.0 Bq/kg 乾で、濃縮率の変動を考慮した場合が 110.9 Bq/kg 乾、濃縮率の変動及びパラメーターの推定誤差を考慮した許容限界が 100.4 Bq/kg と推計された。

現行の指標値(40 Bq/kg)と比較して、いずれのケースでも高かった。また、現行の指標値は濃縮率の変動を考慮していないので、「濃縮率の変動を考慮しない場合」の 142.0Bq/kg 乾と比較すると、現行の指標値よりも高い。これは、現行の指標値を決めるうえで実施した調査 (マッフル炉で燃焼<sup>21)</sup>) と今回の調査 (薪ストーブで燃焼) では燃焼条件が異なるためと考えられる。

表 2-63 薪の燃焼試験で推計した許容限界

試験数*	灰分率	残留率	濃縮率	濃縮率の変動を考慮しない場合 (Bq/kg 乾)	濃縮率の変動を考慮した場合 (Bq/kg 乾)	推定誤差も考慮した場合 (許容限界) (Bq/kg 乾)
24	0.0136	0.765	56.3	142.0	110.9	100.4

※令和 4 年度薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査 (令和 5 年 3 月、林野庁) の結果を含む。

<sup>21</sup> 1 分間あたり 6L の空気を送り込みながら 600℃を 2 時間維持して完全に燃焼。

## (2) 木炭の許容限界

木炭の許容限界等を表 2-64 に示す。焼き台を用いた木炭の燃焼試験の結果から推計した値 (n=25) は、濃縮率の変動を考慮しない場合が 364.3 Bq/kg 乾で、濃縮率の変動を考慮した場合が 195.9 Bq/kg 乾、濃縮率の変動及びパラメーターの推定誤差を考慮した許容限界が 153.5 Bq/kg と推計された。

現行の指標値は濃縮率の変動を考慮していないので、「濃縮率の変動を考慮しない場合」の 364.3Bq/kg 乾と比較すると、現行の指標値 (280 Bq/kg) よりも高い。これは、現行の指標値は比較的濃縮率が高くなる傾向の七輪のみを用いて試験を行ったのに対して、今回の調査では BBQ コンロやドラム缶コンロ等、複数種類の焼き台を用いて調査したためと思われる。実際には濃縮率には変動があり、濃縮率の変動及びパラメーターの推定誤差を考慮したほうが望ましい。推定誤差も考慮した場合の許容限界を推計した結果、現行の指標値を下回った。

表 2-64 木炭の燃焼試験で推計した許容限界

試験数*	灰分率	残留率	濃縮率	濃縮率の変動を考慮しない場合 (Bq/kg)	濃縮率の変動を考慮した場合 (Bq/kg)	推定誤差も考慮した場合 (許容限界) (Bq/kg)
25	0.0359	0.788	22.0	364.3	195.9	153.5

※令和 4 年度薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査 (令和 5 年 3 月、林野庁) の結果を含む。

### (3) 食品の基準から推計される薪の許容限界

食品の基準から推計した薪の許容限界等を表 2-65 に示す。調理試験（ピザ）の結果から推計した値（n=5）は、移行率の変動を考慮しない場合は 14,773 Bq/kg 乾、移行率の変動を考慮した場合は 2,410 Bq/kg 乾、移行率の変動及びパラメーターの推定誤差を考慮した許容限界が 143.8Bq/kg と推計された。

ピザ窯別に算出した移行率を表 2-66 に示す。チムニーピザ窯の移行率が比較的高く、約 7 倍高い。このため移行率の変動が大きくなり、「濃縮率の変動を考慮した場合」及び許容限界が小さく計算された。

表 2-65 食品の基準から推計した薪の許容限界

試験数※	移行率	移行率の変動を 考慮しない場合 (Bq/kg 乾)	移行率の変動を 考慮した場合 (Bq/kg 乾)	推定誤差も考慮した場合 (許容限界) (Bq/kg 乾)
5	0.0068	14,773	2,410	143.8

※令和 4 年度薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査（令和 5 年 3 月、林野庁）の結果を含む。

表 2-66 ピザ窯別に算出した移行率

ピザ窯	ENRO 窯焼き名人	チムニーピザ窯
試験数	2	3
移行率	0.0021	0.015

#### (4) 食品の基準から推計される木炭の許容限界

食品の基準から推計した木炭の許容限界等を表 2-67 に示す。焼き台及び木炭を用いた肉等の調理試験の結果から推計した値 (n=5) は、移行率の変動を考慮しない場合は 39,867 Bq/kg で、移行率の変動を考慮した場合は 15,094 Bq/kg、移行率の変動及び推定誤差を考慮した許容限界は、3,333Bq/kg と推計された。

焼き台を用いた燃焼試験で得られた許容限界(153.5 Bq/kg) よりも高い状況にあるため、木炭に含まれている放射性 Cs の殆どはその燃焼灰に残ると考えられる。

表 2-67 食品の基準から推計した木炭の許容限界

試験数※	移行率	移行率の変動を考慮しない場合 (Bq/kg)	移行率の変動を考慮した場合 (Bq/kg)	推定誤差も考慮した場合 (許容限界) (Bq/kg)
5	0.0025	39,867	15,094	3,333

※令和 4 年度薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査 (令和 5 年 3 月、林野庁) の結果を含む。

#### (5) 原木の許容限界

製炭試験及び木炭の燃焼試験から推計した許容限界等を表 2-68 に示す。濃縮率の変動を考慮せずに推計した値が 180.0 Bq/kg 乾、濃縮率の変動を考慮した場合が 86.4 Bq/kg 乾に、濃縮率の変動及びパラメーターの推定誤差を考慮した許容限界は 63.7 Bq/kg 乾に推計された。

表 2-68 製炭試験及び木炭の燃焼試験から推計した許容限界

原木から木炭への濃縮率 (試験数)	木炭から灰への濃縮率 (試験数)	濃縮率の変動を考慮しない場合 (Bq/kg 乾)	濃縮率の変動を考慮した場合 (Bq/kg 乾)	推定誤差も考慮した場合 (許容限界) (Bq/kg 乾)
2.0 (n=9)	22.0 (n=25)	180.0	86.4	63.7

※令和 4 年度薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査 (令和 5 年 3 月、林野庁) の結果を含む。

## 2.8 まとめ

現行の指標値は、廃棄物の基準値（8,000 Bq/kg）を濃縮率で除して算出されており、濃縮率の変動は考慮されていない。実際には濃縮率には変動があるので、本調査では濃縮率の変動等を考慮した推計を行った。

製炭試験、燃焼試験、調理試験を行い、濃縮率や移行率を求めた。具体的には、薪については薪ストーブ、木炭については焼き台を用いて燃焼させ、燃焼前の薪及び木炭、燃焼後の灰の放射性 Cs 濃度を測定して得られる灰への濃縮を調査した。また、薪を使用して調理したピザ、木炭を使用して調理した食材の放射性 Cs 濃度を測定し、食品への放射性 Cs の移行について調査した。令和 4 年度に製炭者等を対象にアンケート調査等を行ったところ、「木炭原木の段階で自主的に選別を行うのが経済的であろう。」の意見が挙げられた。これを踏まえ、一般的な黒炭の製炭方法である窯内消火法によって原木を製炭し、原木及び木炭の放射性 Cs 濃度を測定して、原木から木炭への濃縮について調査した。

調査から得られた濃縮率や移行率を用いて、廃棄物の基準値（8,000 Bq/kg）や一般食品の基準値（100 Bq/kg）を超える確率が 5%以下であることを保証し、その保証の信頼性の程度が 95%以上である許容限界等を推計した。推計結果を表 2-69 に示す。

その結果、薪・木炭の放射性 Cs は食品への移行が 0.7%以下であり、その殆どが燃焼灰に残ることが明らかになった。

指標値の取り扱いについては、本調査の結果を踏まえ、今後放射性廃棄物の取り扱いに関する検討の動向や他の品目に関する規制・自粛要請の状況、生産・流通・消費の実態等、燃焼灰の管理の可能性等を十分に考慮し、慎重に検討する必要があると考えられる。

表 2-69 本調査で推計した許容限界等

燃料等	調査	試験数	濃縮率	移行率	濃縮率の変動を 考慮しない場合	濃縮率の変動を 考慮する場合	推定誤差も考慮した 場合（許容限界）	現行の 指標値	単位
製炭原木	製炭試験	9	2.0	-	180.0	86.4	63.7	無し	Bq/kg 乾
	燃焼試験※	25	22.0	-					
薪	燃焼試験	24	56.3	-	142.0	110.9	100.4	40	
	調理試験	5	-	0.0068	14,773	2,410	143.8		
木炭	燃焼試験	25	22.0	-	364.3	195.9	153.5	280	Bq/kg
	調理試験	5	-	0.0025	39,867	15,094	3,333		

※：木炭の燃焼試験の結果を用いた。

【 空 白 】

## 第3章 木灰の食品への加工及び調理に伴う放射性セシウムの食品への移行状況を把握するための調査計画の策定

### 3.1 目的

東京電力福島第一原子力発電所の事故を受け、農林水産省食料産業局、林野庁等関係各部署が連名で、平成 23 年度に福島県等 17 都県で採取された原料から生産された薪等の燃焼により生じる灰の食品の加工及び調理への利用自粛の要請がなされている。木灰の食品の加工及び調理への利用は多岐にわたり、利用方法により木灰から食品への放射性物質の移行状況も異なる。

本調査の目的は、木灰の食品加工等への利用に伴う放射性 Cs の食品への移行状況を把握するための調査の内容・方法、調査計画を作成することである。

### 3.2 食材の選定

薪、木炭等の燃焼より生じる木灰は、山菜等のアク抜き、製麺等のかん水及び凝固剤等の食品加工・調理に利用されている。これらの利用方法は、食材を木灰又は木灰を溶かした上澄み液（灰汁）にさらす方法、木灰を溶かした上澄み液を食材に直接添加する方法の 2 種類に分けられると考えられる。

木灰又は木灰を溶かした上澄み液にさらす方法は、わらび、ゼンマイ及びトチの実等のアク抜きに利用されている。本調査では、生産量が多く全国的に食されているわらび、昨年度業務<sup>1</sup>で実施したアンケートより木灰の利用を求める声の多かったトチの実の 2 種類の食材を選定した。

また、木灰の上澄み液を直接添加する方法は、製麺でのかん水やこんにやくでの凝固剤として利用されている。このうち、生産量が多く、全国的に食されているこんにやくを選定した。

---

<sup>1</sup> 令和 4 年度薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査（令和 5 年 3 月、林野庁）

### 3.3 食材等の収集

#### 3.3.1 食材

調理試験で用いる食材は、食材の収穫時期又は販売時期に合わせて実施する必要がある。

わらびは、長期保存ができないため、購入後速やかに調理試験を実施する必要がある。収穫時期は、4月から6月までであるため、購入後の4月から7月に調理試験を実施する。

トチの実は、乾燥を行うと長期保存が可能である。収穫時期は、9月から10月であるため、購入後の10月以降に調理試験を実施する。

こんにゃくは、原料であるこんにゃく芋の収穫時期が10月から11月であるが、通年冷凍された状態で販売されているので、調理試験も通年可能である。

食材の調達方法は、道の駅等の販売所またはインターネット販売で産地が分かるものを購入する方法が考えられる。

#### 3.3.2 木灰

調理試験で用いる木灰は、17都県（青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県、長野県及び静岡県）のいずれかの地域から採取される原木、薪等を燃焼することにより発生した焼却灰を利用する。調達方法は、上記の薪等を燃焼して木灰を作成すること等が考えられる。また、調理試験では、木灰中に放射性Cs濃度が一定量以上含まれるものを利用する。

### 3.4 調理試験の方法

調理試験では、1条件につき3回の繰返し試験を実施する。ここでの繰返し試験は、木灰を分取し、灰汁の濃度の調整から、アク抜き後の放射性Csの測定までの操作を1回の試験とする。

#### 3.4.1 わらび

わらびのアク抜き作業の手順は、文献<sup>2</sup>、書籍及びweb等の情報を参考に作成し、(1)から(5)のとおりである。

##### (1) 洗浄 (水)

わらびについた土等をきれいに水で洗い流す。穂先部は脆く脱落しやすいため、優しく洗い流す。洗浄後、キッチンペーパー等を用いて水気を拭き取り、重量を記録する(図3-1)。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表3-1に示す。

表3-1 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	洗浄前、洗浄後のわらびの重量を測定する。
放射性Cs	わらびの調理前の放射性Cs濃度として、根本約1cmの固い部分を取り除いた可食部を測定する。また、測定は穂先部と茎部に分けて実施する。



図3-1 洗浄 (アク抜き前の水洗浄後)

<sup>2</sup> 畑明美ら「ワラビ中の無機成分に含有に及ぼすアク抜き処理の影響」(調理科学 Vol. 16, No. 2, 1983)

## (2) 浸漬（灰汁）

灰汁による浸漬は2種類の方法を実施する。

### 1) 方法1（木灰を振りかける方法）

洗浄したわらびをタッパー等に入れ、重量を記録した木灰をわらびに満遍なく振りかける（図3-2）。使用する木灰の量は処理熱湯量に対し2.5%と5%とする。熱湯の量は、例えばわらびの5倍量（わらび500gに対し2.5L）などの同一の条件で調理試験を実施する。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表3-2に示す。

表3-2 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	使用する木灰の重量を測定する。
放射性 Cs	木灰の放射性 Cs を測定する。
木灰中の成分	木灰中の成分について、蛍光 X 線分析（XRF）を用いて測定する。



図3-2 浸漬（木灰を振りかけたわらび）

熱湯をすべてのわらびが漬かるまで注ぎ入れ、一定時間静置する（図3-3）。浸漬時間は一晩（12時間）と二晩（36時間）の2通りとする。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表3-3に示す。

表3-3 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
pH	木灰を溶かした灰汁中の濃度を測定する。 わらびを取り除いた浸漬後の灰汁中の濃度についても測定する。
カリウム	
放射性 Cs	



図 3-3 浸漬（方法 1）

2) 方法 2（木灰の上澄みを沸騰させ浸す方法）

木灰を水に添加し、一晩静置後、白布等でろ過、上澄みを回収する。添加する木灰の量は、水の重量に対し 5%と 10%の 2 通りとする。

回収した灰汁を沸騰させ、火を止めた後、わらびを入れて一晩（12 時間）静置する（図 3-4）。

灰汁の量は、例えば、わらびの 5 倍量（わらび 500g に対し 2.5L）など同一の条件で調理試験を実施する。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表 3-4 に示す。

表 3-4 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	使用する木灰の重量を測定する。
pH	木灰を溶かした灰汁中の濃度を測定する。 わらびを取り除いた浸漬後の灰汁中の濃度についても測定する。
カリウム	
放射性 Cs	



図 3-4 浸漬（方法 2）

(3) 洗浄（アク抜き後）

灰汁に浸漬したわらびを水で洗浄する。穂先部分の脱落に注意し、付着している木灰を完全に洗い流す（図 3-5）。洗浄後、キッチンペーパー等で水気を拭き取り、重量を記録する。洗浄で使用する水の量は、例えば 5L/分の流水で 5 分間洗浄するなど同一の条件で調理試験を実施する。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表 3-5 に示す。

表 3-5 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	アク抜き後のわらびの重量を測定する。



図 3-5 洗浄（アク抜き後）

#### (4) 浸漬（水）

わらびが漬かるまで水を注ぎ入れ、一定時間静置する（図 3-6）。浸漬する水の量は、例えばわらびの 10 倍量（わらび 500g に対し 5L）など同一の条件で調理試験を実施する。浸漬時間は 1 時間と一晚（12 時間）の 2 種類とする。また、浸漬中は水の交換は実施しない。静置後、キッチンペーパー等で水気を拭き取り、重量を記録する。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表 3-6 に示す。

表 3-6 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	浸漬後のわらびの重量を測定する。



図 3-6 浸漬（水）

(5) 切断

わらびの根元約1cmの固い部分を切り、可食部と非可食部に分ける(図3-7)。わらび(可食部)の重量を記録する。アク抜きができていることを確認するため、わらびの味(えぐみ)と食感を確認する。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表3-7に示す。

表3-7 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	浸漬後のわらびの重量を測定する。
味、食感	わらびの味(えぐみ)、食感を確認する。
放射性Cs	調理後のわらび(可食部)の放射性Csを測定する。 測定は、穂先部と茎部に分けてそれぞれ実施する。



図3-7 切断

### 3.4.2 トチの実

トチの実のアク抜き作業の手順は、文献<sup>3、4</sup>及びweb等の情報を参考に作成し、(1)から(9)のとおりである。

#### (1) 浸漬（水）

トチの実に付着している土等をきれいに水で洗い流す。洗い終わったトチの実をボウルやバケツ等の容器に入れ、虫食いの実の除去と虫の駆除をするために水に2日から3日浸ける（図3-8）。なお、水に浸けた際に浮いてきたトチの実は虫に食われているため廃棄する。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表3-8に示す。

表3-8 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	洗浄前、洗浄後のトチの実の重量を測定する。



図3-8 浸漬（水）

<sup>3</sup> 松山利夫「野生堅類、とくにドングリ類のアク抜き技術とその分布」（国立民族学博物館研究報告2巻3号, 1997）

<sup>4</sup> 岩田憲二「白山麓におけるトチモチ加工工程の地域差異について」（石川県白山自然保護センター研究報告第18集, 1991）

(2) 乾燥

トチの実をざる等の容器に入れ、天日干し又は温風乾燥機等で数日から 1 カ月程度乾燥させる。トチの実の皮にしわができ、振ったら音がするまで完全に乾かす（図 3-9）。乾燥することにより長期保存が可能となる。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表 3-9 に示す。

表 3-9 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	乾燥後のトチの実の重量を測定する。



図 3-9 乾燥後

なお、水への浸漬、乾燥を行ったトチの実の入手が可能な場合は、(1) (2) の工程を省略する。

(3) 浸漬（熱湯）

トチの実を熱湯に浸け一晩（12時間）静置する（図3-10）。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表3-10に示す。

表3-10 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	浸漬後のトチの実の重量を測定する。



浸漬直後



浸漬12時間後

図3-10 浸漬（熱湯）

#### (4) 皮むき

熱湯に入れ、一晚（12 時間）おくことで表面の皮がふやけてくる。ふやけたことを確認し、ぬるま湯で温めながらトチの実の表面の固い皮をむく（図 3-11）。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表 3-11 に示す。

表 3-11 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	乾燥後のトチの実の重量を測定する。
放射性 Cs	調理前の放射性 Cs 濃度として、皮をむいた後のトチの実を測定する。



皮をむいたトチの実



皮

図 3-11 皮むき

(5) 浸漬（水さらし）

皮をむいたトチの実を流水に1週間から2週間程度さらす（図3-12）。流水にさらすことができない場合は、何度も水を交換する。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表3-12に示す。

表3-12 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	浸漬後のトチの実の重量を測定する。

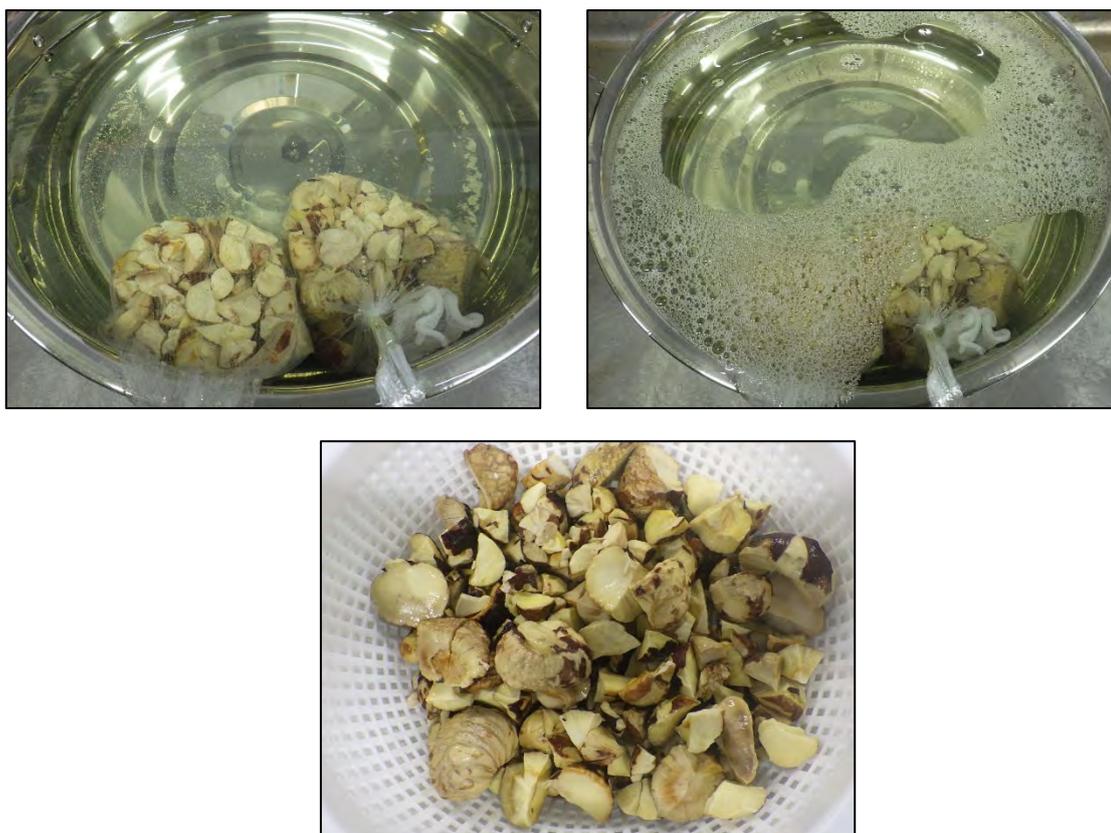


図3-12 浸漬（水さらし）

(6) 茹で

(5) で処理したトチの実を 1 時間程度茹でる (図 3-13)。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表 3-13 に示す。

表 3-13 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	浸漬後のトチの実の重量を測定する。



図 3-13 茹で

(7) 木灰との混合

(6) で処理したトチの実をざる等にあげ、水をよく切る。水を切った後、保温できる容器、例えば発泡スチロール等に入れ、トチの実と同量の木灰をまぶす。木灰を入れた後は、灰とトチの実をよくかき混ぜる（図 3-14）。

木灰との混合の工程では、調理後の放射性 Cs 濃度を確認するために、放射性 Cs 濃度の異なる 2 種類の木灰を用いて調理試験を実施し、2 条件での放射線 Cs の移行の比較を行う。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表 3-14 に示す。

表 3-14 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	混合する前のトチの実の重量を記録する。
放射性 Cs	混合に使用する木灰中の放射性 Cs 濃度を測定する。
木灰中の成分	蛍光 X 線分析装置（XRF）を用いて木灰中の成分を測定する。



図 3-14 木灰との混合後

(8) 浸漬（灰汁）

(7) で処理したトチの実に熱湯（灰の重量に対し8割程度）を入れ、よくかき混ぜた後、2日間（48時間）浸漬する（図3-15）。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表3-15に示す。

表3-15 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
pH	木灰を溶かした灰汁の濃度について測定する。 また、浸漬後（トチの実を取り除いた後）の灰汁の濃度についても測定する。 （測定用の灰汁は、遠心分離後の上澄み液を回収する。）
カリウム	
放射性Cs	
水の添加量	添加した熱湯の量を記録する。

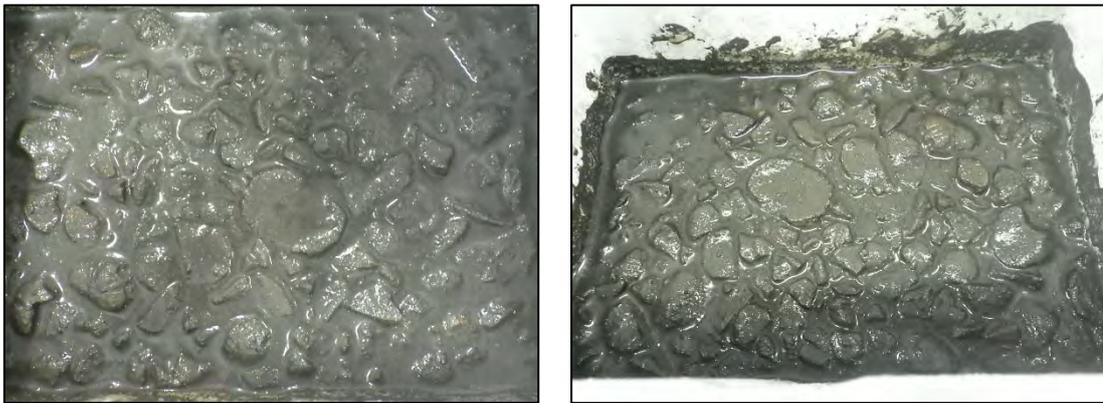


図3-15 浸漬（灰汁）

(9) 洗浄／浸漬（アク抜き後）

トチの実に付着した木灰を洗い流す（図 3-16）。木灰を洗い流す水の量は、例えば 5L/分の流水で 15 分間洗浄するなど同一の条件で調理試験を実施する。

水への浸漬時間を変えた場合の調理後の放射性 Cs 濃度を確認するために、浸漬しない場合（木灰を洗い流すのみ）と水への浸漬を一晚（12 時間）行った場合の 2 条件で比較を行う。なお、浸漬中の水の交換は実施しない。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表 3-16 に示す。

表 3-16 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	木灰を洗い流した後と浸漬後のトチの実の重量を記録する。
放射性 Cs	調理後の放射性 Cs 濃度として、洗浄後と浸漬後のトチの実を測定する。



図 3-16 アク抜き後のトチの実

### 3.4.3 こんにゃく

こんにゃくの作業手順は、文献<sup>5, 6</sup>及びweb等の情報を参考に作成し、(1)から(6)のとおりである。

#### (1) 下ごしらえ

こんにゃく芋を水洗いした後、皮をむく。その後、一口サイズに切った後、竹串が通るほど柔らかくなるまで熱湯で茹でる(図3-17)。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表3-17に示す。

表3-17 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	一口サイズに切ったこんにゃく芋の重量について記録する。
放射性Cs	調理前の放射性Cs濃度として、皮をむいたこんにゃく芋を測定する。



図3-17 下ごしらえ

<sup>5</sup> 山際あゆみら「こんにゃく加工の伝統技術凝固剤「灰汁」利用のゲル化に関わる要因」美味技術研究会誌 No. 17, 30-40, 2011

<sup>6</sup> 田畑広之進「生芋や新粉を用いたこんにゃくの製造時の加水量、凝固添加量および木灰あく汁の特性」兵庫農技研報(農業) 47, 55-58, 1999

(2) こんにゃく芋と水の混合※

こんにゃく芋に対して3倍量の水を添加し、ミキサーを用いてペースト状に練る(図3-18)。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表3-18に示す。

※：本試験では、こんにゃく芋と水を混合し、ペースト状にしたものを「のり」という。

表3-18 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	バット等に敷き詰めたペースト状のこんにゃく芋の重量について記録する。
水の添加量	こんにゃく芋に添加した水の量を記録する。

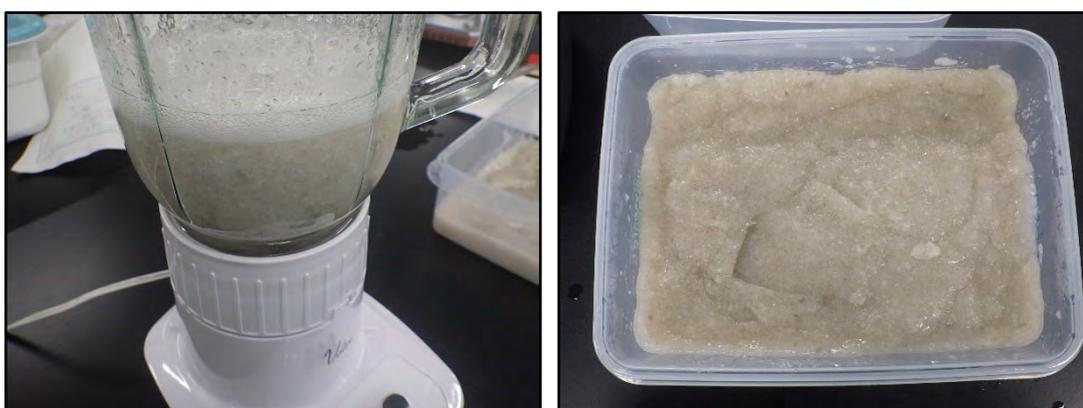


図3-18 こんにゃく芋と水の混合

### (3) 凝固剤（灰汁）の作成

木灰と同量の水を混ぜ、一晩（12 時間）静置する。静置後、白布等でろ過し上澄み（灰汁）を回収する（図 3-19）。ここでは、放射性 Cs 濃度の異なる 2 種類の木灰を用いて灰汁を調製する。灰汁を作成後、灰汁の放射性 Cs 濃度を測定する。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表 3-19 に示す。

表 3-19 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	灰汁調製に用いる木灰の重量を記録する。
放射性 Cs	木灰中の放射性 Cs 濃度を測定する。 また、木灰を水に溶かした水溶液の放射性 Cs 濃度も測定する。
pH カリウム	木灰を水に溶かした灰汁中の濃度について測定する。
木灰中の成分	蛍光 X 線分析（XRF）を用いて灰中の成分を測定する。

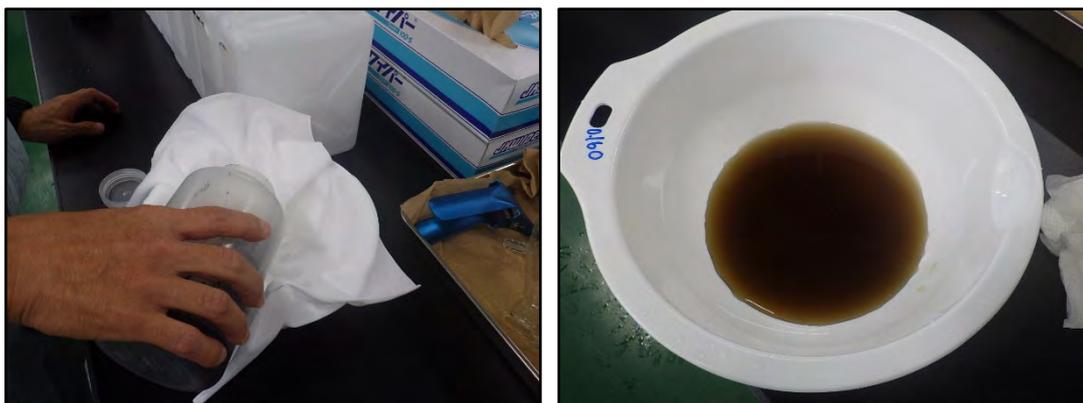


図 3-19 凝固剤（灰汁）の作成

(4) 凝固剤（灰汁）投入

(2)で処理したのりをよく混ぜる。その後、灰汁を投入し、再度、よく混ぜる（図 3-20）。(3)で灰汁のカリウム濃度に応じ、のり 100g に対し、カリウム量が 100mg 以上<sup>7</sup>になるよう灰汁を添加する。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表 3-20 に示す。

表 3-20 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
添加量	添加した灰汁の量について記録する。また、投入した灰汁の量から、放射性 Cs の絶対量を求め、灰汁と混合した後ののり中の放射性 Cs 濃度を把握する。

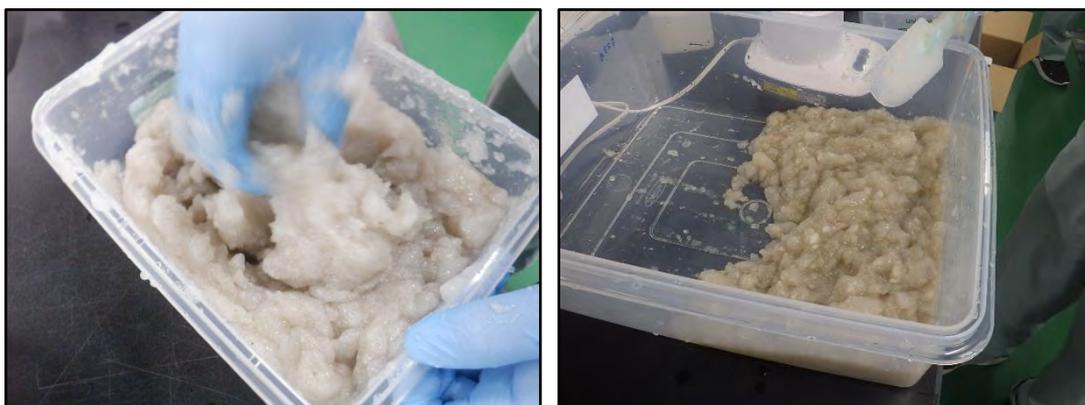


図 3-20 凝固剤（灰汁）投入

<sup>7</sup> 山際あゆみら「こんにやく加工の伝統技術凝固剤「灰汁」利用のゲル化に関わる要因」美味技術研究会誌 No. 17, 30-40 (2011)

(5) 成形・茹で

バット等に空気を抜きながら移す。生地が固まるまで放置後、形、大きさが均一になるように成形する（図 3-21）。成形後、熱湯に入れ、一定時間茹でる。ここでは、茹でる時間を 30 分と 1 時間の 2 通り実施する。実施後、こんにゃくの放射性 Cs 濃度を確認する。熱湯の量は、例えばのりの 10 倍量（のり 500g に対し 5L）など同一の条件で調理試験を実施する。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表 3-21 に示す。

表 3-21 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
形質・大きさ	成形したこんにゃくの形、寸法を記録する。



図 3-21 成形・茹で

(6) 熟成

火を止め、しばらく放置する (図 3-22)。熟成中の水の交換は実施しない。ここでは、浸漬時間を 1 時間、また長時間の条件として一晩 (12 時間) の 2 通り実施する。実施後、こんにゃくの放射性 Cs 濃度を確認する。浸漬させる水の量は、例えばのりの 10 倍量 (のり 500g に対し 5L) など同一の条件で調理試験を実施する。この工程における測定項目、記録及び測定する事項を表 3-22 に示す。

表 3-22 測定項目、記録及び測定する事項

測定項目	記録及び測定する事項
重量	熟成後のこんにゃくの重量について記録する。
放射性 Cs	熟成後のこんにゃくの放射性 Cs 濃度について測定する。
味・触感	熟成後のこんにゃくの味、食感を確認する。



図 3-22 熟成

### 3.5 調査結果の評価方法

調査結果の評価方法を以下に示す。

- 実施した調理試験のうち、通常の味・食感の試験のデータを採用する。(試験条件が極端等の理由で) 調理後の食材が原形をとどめていない等の試験結果は採用しない。
- 評価する放射性 Cs 濃度は、Cs-137 濃度とする。
- 食品ごとに移行率(「調理後の放射性 Cs 濃度」から「調理前の放射性 Cs 濃度」を差し引き、その正味の濃度を「木灰の放射性 Cs 濃度」で除して求める。)を算出し、幾何平均値及び幾何標準偏差を算出する。測定の対象となる食材の状態(調理前、調理後)を表 3-23 に示す。
- 一般食品の基準 100Bq/kg に対する許容限界を推計し、今後の対応を検討する。

表 3-23 測定の対象となる食材の状態

食材	調理前	調理後
わらび	水洗後 (p. 105 3.4.1(1))	アク抜き後 (p. 110 3.4.1(5))
トチの実	皮むき後 (p. 114 3.4.2(4))	水への浸漬後 (p. 119 3.4.2(9))
こんにゃく	下ごしらえ後 (p. 120 3.4.3(1))	熟成後 (p. 125 3.4.3(6))

### 3.6 まとめ

平成 23 年度に福島県等 17 都県で採取された原料から生産された薪等の燃焼により生じる灰の食品の加工及び調理への利用自粛の要請がなされているが、木灰の食品の加工及び調理への利用は多岐にわたり、利用方法により木灰から食品への放射性物質の移行状況も異なる。そこで木灰の食品への加工及び調理に伴う放射性 Cs の食品への移行状況を把握するための調査の内容・方法、調査結果の評価方法等について整理・検討し、調査計画を作成した。

昨年度業務で実施したアンケート調査の回答や協議内容を踏まえて、木灰を用いた食品加工及び調理を行う食材（トチの実、山菜、こんにゃく、沖縄そば等）の整理を行った。この結果から、調査対象の食材として、生産量が多く、全国的に食されているわらび及びこんにゃくと前年度業務で実施したアンケートより、食品への加工及び調理で木灰の利用を求める声が多かったトチの木の 3 種類を選定した。

選定した食材の調査計画を（1）から（3）に示す。また、各食材における試験条件において、試験数が多いことから優先順位をつけ、調理試験を実施することとした。

(1) わらび

わらびの調査計画は、表 3-24 及び表 3-25 のとおりである。

表 3-24 わらびに関する試験条件及び試験数

アク抜きの方法	木灰濃度 (木灰/水)*100	木灰への浸漬時間		水への浸漬時間		試験数
		一晚 (12 時間)	二晩 (36 時間)	1 時間	一晚 (12 時間)	
方法 1 <sup>※1</sup>	2.5%	○	—	○	—	3
	2.5%	○	—	—	○	3
	2.5%	—	○	○	—	3
	5.0%	○	—	○	—	3
方法 2 <sup>※2</sup>	5%	○	—	○	—	3
	10%	○	—	○	—	3
	10%	○	—	—	○	3
	10%	—	○	○	—	3

■ : 優先順位 高、■ : 優先順位 中

※1 : 木灰を振りかける方法

※2 : 木灰の上澄み液を沸騰させ浸す方法

表 3-25 わらびの調理試験における測定項目、媒体及び数量<sup>※3</sup>

測定項目	媒体	数量	備考
蛍光 X 線分析	木灰	1	
水素イオン(pH)	灰汁 (調理前後)	48 (24)	8(4)条件×3回 (試験数) ×2回 (調理前後)
カリウム (水質)	灰汁 (調理前後)	48 (24)	8(4)条件×3回 (試験数) ×2回 (調理前後)
放射性 Cs	木灰	1 (1)	使用する木灰
	調理前わらび	2 (2)	穂先、茎
	調理前灰汁	24 (12)	8(4)条件×3 (試験数)
	調理後わらび	48 (24)	8(4)条件×3 (試験数) ×2 (穂先、茎)
	調理後灰汁	24 (12)	8(4)条件×3 (試験数)

※3 : 優先順位を考慮せず、すべての試験を実施した場合の数量。( ) は、優先順位の高いものだけ実施した場合の数量。

(2) トチの実

トチの実の調査計画は、表 3-26 及び表 3-27 のとおりである。

表 3-26 トチの実に関する試験方法及び試験数

木灰の種類 (放射性 Cs 濃度の違い)	水への浸漬時間		試験数
	なし	一晚 (12 時間)	
木灰 1 (濃度：高)	○	—	3
	—	○	3
木灰 2 (濃度：低)	○	—	3

■：優先順位 高

表 3-27 トチの実の調理試験における測定項目、媒体及び数量※

測定項目	媒体	数量	備考
蛍光 X 線分析	木灰	2 (1)	
水素イオン (pH)	灰汁 (調理前後)	18 (12)	3(2)条件×3回 (試験数) ×2回 (調理前後)
カリウム (水質)	灰汁 (調理前後)	18 (12)	3(2)条件×3回 (試験数) ×2回 (調理前後)
放射性 Cs	木灰	2 (1)	使用する木灰
	調理前トチの実	1 (1)	
	調理前灰汁	9 (6)	3(2)条件×3回 (試験数)
	調理後トチの実	9 (6)	3(2)条件×3回 (試験数)
	調理後灰汁	9 (6)	3(2)条件×3 (試験数)

※：優先順位を考慮せず、すべての試験を実施した場合の数量。( ) は、優先順位の高いものだけ実施した場合の数量。

(3) こんにゃく

こんにゃくの調査計画は、表 3-28 及び表 3-29 のとおりである。

表 3-28 こんにゃくに関する試験方法及び試験数

木灰の種類 (放射性 Cs 濃度の違い)	ゆで時間		水への浸漬時間		試験数
	30 分	1 時間	1 時間	一晚 (12 時間)	
木灰 1 (濃度：高)	○	—	○	—	3
	○	—	—	○	3
	—	○	○	—	3
木灰 2 (濃度：低)	○	—	○	—	3

■：優先順位 高

表 3-29 こんにゃくの調理試験における測定項目、媒体及び数量※

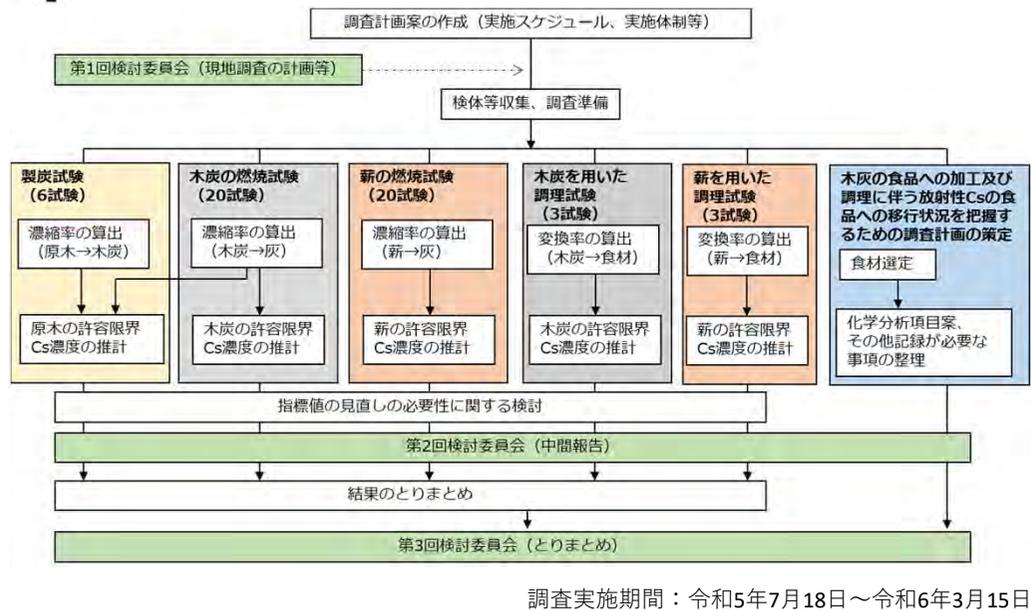
測定項目	媒体	数量	備考
蛍光 X 線分析	木灰	2 (1)	
水素イオン(pH)	灰汁 (調理前)	12 (6)	4(2)条件×3回 (試験数)
カリウム (水質)	灰汁 (調理前)	12 (6)	4(2)条件×3回 (試験数)
放射性 Cs	木灰	2 (1)	使用する木灰
	調理前こんにゃく芋	1 (1)	
	調理前灰汁	12 (6)	4(2)条件×3回 (試験数)
	調理後こんにゃく	12 (6)	4(2)条件×3回 (試験数)

※：優先順位を考慮せず、すべての試験を実施した場合の数量。( ) は、優先順位の高いものだけ実施した場合の数量。

● 目的

- 東京電力福島第一原子力発電所の事故を受け、林野庁では、薪、木炭の燃焼灰について、通称「放射性物質汚染対処特措法」（平成23年法律第110号）に基づき特別な処理が必要となる8,000 Bq/kgを超えないようにするため、平成23年度に薪、木炭の放射性Cs濃度の当面の指標値を設定し、これを超える薪、木炭の使用自粛を要請してきたところである。
- 指標設定から約10年が経過する中で、放射性物質濃度が樹皮から木部に移動しつつあること\*1などを踏まえて、改めて原木から製品製造過程、使用後の焼却灰までの放射性Csの移動について調査を行い、本指標の妥当性について検証を行う。
- 平成23年度に福島県等17都県で採取された原料から生産された薪等の燃焼により生じる灰の食品の加工及び調理への利用自粛の要請がなされている。
- 木灰の食品の加工及び調理への利用は多岐にわたり利用方法により木灰から食品への放射性Csの移行状況も異なるので、木灰の食品への加工及び調理に伴う放射性Csの食品への移行状況を把握するための調査の内容・方法、調査結果の評価方法等について整理・検討し、調査計画を作成する。

● 調査の体系



● 検体収集と現地試験の結果

- ・ 検体収集：薪及び製炭原木は、製炭試験を実施する窯の所有者が事前に採取・保管したものを収集した。
- ・ 製炭試験：製炭試験は、福島県北部、宮城県南部及び岩手県南部の3地点でそれぞれ2回行った（計6試験）。
- ・ 薪の燃焼試験：薪の燃焼試験は、2種類の薪、5種類の薪ストーブを用いてそれぞれ2回行った（計20試験）。
- ・ 薪を用いた調理試験：ピザの調理試験は、1種類のチルドピザ、1種類の薪、1種類のピザ窯を用いて3回行った（計3試験）。
- ・ 木炭の燃焼試験：木炭の燃焼試験は、5種類の木炭、4種類の焼き台を用いてそれぞれ1回行った（計20試験）。
- ・ 木炭を用いた調理試験：肉類の調理試験は、1種類の木炭、1種類の焼き台（BBQコンロ）を用いて、牛肉（バラ）・豚肉（バラ）・鶏肉（モモ）の3種類について燃焼試験をそれぞれ1回行った（計3試験）。
- ・ 測定、統計処理：Ge半導体検出器で放射性Cs濃度を測定\*2し、統計的な処理を行い許容限界（Tolerance limits、Bq/kg）を推計した。



\*1：林野庁、令和3年度森林内における放射性物質実態把握調査事業報告書。林野庁HP、2022年3月。

\*2：調理加熱用の薪及び木炭の放射性セシウム測定のための検査方法（林野庁\_23林政経第244号平成23年11月18日）

## 指標値の見直しの必要性の検討

- 本調査及び令和4年度<sup>※3</sup>に行った現地試験（製炭試験、燃焼試験、調理試験）で得られた濃縮率等から、製炭原木、薪及び木炭の許容限界を推計した。
- 現行の指標値は、廃棄物の基準値（8,000 Bq/kg）を濃縮率で除して算出されており、濃縮率の変動は考慮されていない。現行と同様に、濃縮率に変動がないとした場合の許容限界は、製炭原木が180.0 Bq/kg乾、薪が142.0 Bq/kg乾、木炭が364.3 Bq/kgと推計された。
- 実際には濃縮率には変動があるので、濃縮率の変動等を考慮した場合は、製炭原木が86.4 Bq/kg乾、薪が110.9 Bq/kg乾、木炭が195.9 Bq/kgと推計された。
- さらに推定誤差を考慮した場合には、製炭原木が63.7 Bq/kg乾、薪が100.4 Bq/kg乾、木炭が153.5 Bq/kgと推計された。
- なお、調理試験で推計した値は、燃焼試験で推計した値よりも高く、薪・木炭中に含まれている放射性セシウムの殆どは食品に移行せず、その燃焼灰に残ると考えられる。

現地試験（製炭試験、燃焼試験、調理試験）の結果から推計した許容限界（Bq/kg乾）

燃料等	製炭原木	薪		木炭	
現行指標値	無し	40		280	
調査	製炭試験	燃焼試験	調理試験	燃焼試験	調理試験
試験数 <sup>※3</sup>	製炭試験：9 燃焼試験：25 <sup>※4</sup>	24	5	25	5
濃縮率の変動を考慮しない場合	180.0	142.0	14,773	364.3	39,867
濃縮率の変動を考慮する場合	86.4	110.9	2,410	195.9	15,094
推定誤差も考慮する場合（許容限界）	63.7	100.4	143.8	153.5	3,333

※3 令和4年度薪、木炭等における放射性セシウム濃度の実態調査（令和5年3月、林野庁）

※4 木炭の燃焼試験として実施。

## 木灰の食品への加工及び調理に伴う放射性セシウムの食品への移行状況を把握するための調査計画策定

木灰を用いた食品加工及び調理を行う食材として、わらび、トチの実及びこんにやくを選定し、その調査計画を作成した。

わらびに関する調査方法及び試験数

アク抜きの方法	木灰濃度 (木灰/水) *100	木灰への浸漬時間		水への浸漬時間		試験数
		一晚 (12時間)	二晩 (36時間)	1時間	一晚 (12時間)	
方法1 (木灰を振りかける方法)	2.5%	○	—	○	—	3
	2.5%	○	—	—	○	3
	2.5%	—	○	○	—	3 (1)
	5.0%	○	—	○	—	3 (1)
方法2 (木灰の上澄を沸騰させ、浸す方法)	5%	○	—	○	—	3 (1)
	10%	○	—	○	—	3
	10%	○	—	—	○	3
	10%	—	○	○	—	3 (1)

○：優先順位 高, ●：優先順位 中

トチの実に関する調査方法及び試験数

木灰の種類 (放射性Cs濃度の違い)	水への浸漬時間		試験数
	なし <sup>※</sup>	一晚 (12時間)	
木灰1 (濃度：高)	○	—	3
	—	○	3
木灰2 (濃度：低)	○	—	3 (1)

○：優先順位 高

こんにやくに関する調査方法及び試験数

木灰の種類 (放射性Cs濃度の違い)	ゆで時間		水への浸漬時間		試験数
	30分	1時間	1時間	一晚 (12時間)	
木灰1 (濃度：高)	○	—	○	—	3
	○	—	—	○	3 (1)
	—	○	○	—	3
木灰2 (濃度：低)	○	—	○	—	3 (1)

○：優先順位 高

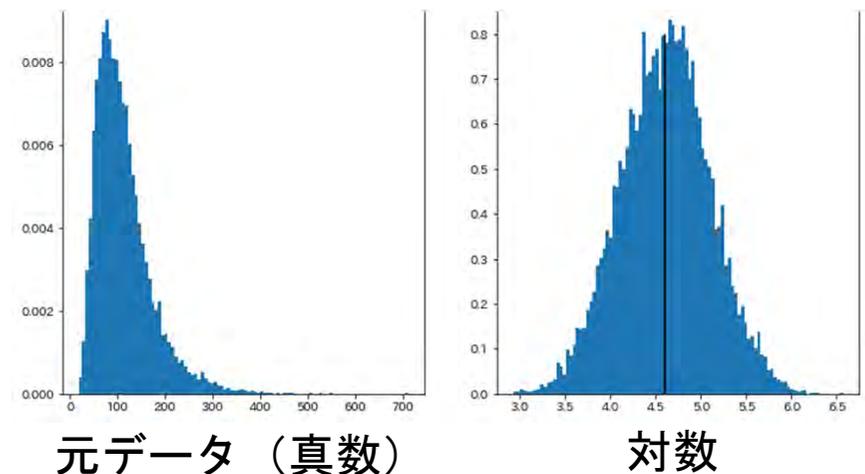
## まとめ

- 製炭試験や燃焼試験等の現地試験を行い、放射性Cs濃度を測定して濃縮率等を算出した。併せて、濃縮率の変動等を考慮した統計処理を行った場合の許容限界を推計した。
- 木灰の食品への加工及び調理に伴う放射性セシウムの食品への移行状況を把握するための調査内容・方法、調査結果の評価方法等について整理・検討し、調査計画を策定した。

## 用語：統計の関係

### 幾何平均、幾何標準偏差について

- 幾何平均は、いくつかの要因の掛け算の形で生成されているものに対して、その平均を求めるときに使う。相乗平均と呼ぶこともあり、英語ではGeometric Meanである。具体的には、 $n$ 個あるデータを全て乗算し、 $n$ 乗根して求めることができる。
- 幾何標準偏差は、データ群の平均値からの偏差を平均化したもので、ばらつきの程度を表す値である。計算方法は、濃縮率の対数値について標準偏差を求め、その値を真数スケールに戻す。英語ではGeometric Standard Deviationである。
- 幾何平均と幾何標準偏差は相互に独立した変数で、幾何標準偏差を幾何平均と組み合わせて使用する場合は、「(幾何平均を幾何標準偏差で割った値) から (幾何平均を幾何標準偏差で乗算した値) までの範囲」となり、データが対数正規分布していればその範囲に全体の約68%が含まれている（大体の数值が収まる）ことを意味する。



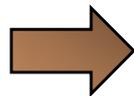
# 用語：製炭試験、燃焼試験の関係

## 濃縮率

- 燃焼前後の濃度比で表される。



原木Cs濃度 (Bq/kg乾)



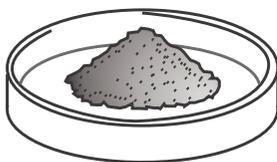
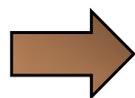
木炭Cs濃度 (Bq/kg)

原木の濃縮率

$$= \frac{\text{木炭Cs濃度 (Bq/kg)}}{\text{原木Cs濃度 (Bq/kg乾)}}$$



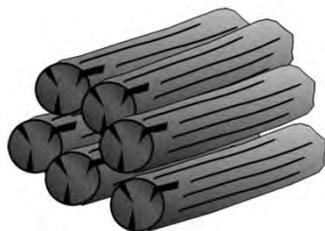
薪Cs濃度 (Bq/kg乾)



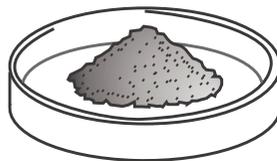
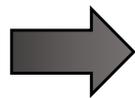
灰Cs濃度 (Bq/kg)

薪の濃縮率

$$= \frac{\text{灰Cs濃度 (Bq/kg)}}{\text{薪Cs濃度 (Bq/kg乾)}}$$



木炭Cs濃度 (Bq/kg)



灰Cs濃度 (Bq/kg)

木炭の濃縮率

$$= \frac{\text{灰Cs濃度 (Bq/kg)}}{\text{木炭Cs濃度 (Bq/kg)}}$$

## 用語：製炭試験、燃焼試験の関係

---

### 灰分率

- 回収した灰の重量[kg]を薪の重量[kg乾]で除して、灰分率を求める。

### 残留率

- 薪等のCs-137濃度を薪の重量で乗じて、薪等のCs-137量[Bq]を算出する。
- 同様に、灰のCs-137濃度を灰の重量で乗じて、灰のCs-137量[Bq]を算出する。
- 灰のCs-137量[Bq]を薪等のCs-137量で除して残留率を求める。

# 用語：調理試験の関係

## 移行率

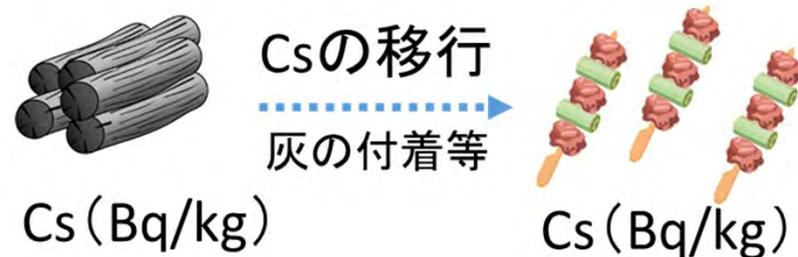
- 調理試験における移行率は、「調理後の食材中Cs-137濃度」から「調理前の食材中Cs-137濃度」を差し引き、その正味の濃度を「薪・木炭等の燃料中Cs-137濃度」で除して求める。
- 調理前の食材中Cs-137が検出下限値未満（ND）の場合、「調理後の食材中Cs-137濃度」を「薪・木炭中Cs-137濃度」で除して求める。



ピザ窯のイメージ



焼き台のイメージ



# 用語：測定の関係

## 計数誤差<sup>1)</sup>

- 放射線の放出および放射線の検出は、完全に統計的なランダム事象であるため、計数値（または計数率）も統計的な変動を受ける。
- 計数値の統計的「ゆらぎ」は、ポアソン分布に従うので、計数値（ $n$ ）に対して予測される誤差は標準偏差（ $\sigma$ ）で、 $\sigma = \sqrt{n}$ と表される。 $n$ が大きければ、同じ標準偏差 $\sigma$ をもつ正規分布で近似できる。
- 通常、測定値は、 $n \pm \sigma$ と記される。

## 検出下限値<sup>1)</sup>

- 測定試料と測定条件（測定器、測定時間等）が決められたとき、分析対象となる核種について検出できる最小量（値）で、検出器のバックグラウンドや性能、供試量、測定時間等によって変化する。
- 検出された、されない、の判定はピーク面積が計数誤差の3倍を超えているか否か、で行われるCooperの方法や、その他ISO11929の方法がある。ここではCooperの方法で算出した。

1) ゲルマニウム半導体検出器による $\gamma$ 線スペクトロメトリー（放射能測定法シリーズNo.7、令和2年9月改訂、原子力規制庁監視情報課）

23林政経第231号  
平成23年11月2日

各都道府県林産担当部長 殿

林野庁林政部経営課長  
林野庁林政部木材産業課長

### 調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値の設定について

このことについては、「きのこ生産資材用のおが粉等並びに調理加熱用の薪及び木炭の安全確保の取組について」（平成23年8月12日付け23林政経第181号林野庁林政部経営課長、木材産業課長通知）により、薪や木炭に含有する放射性物質の食品への付着の程度に係る知見を踏まえて追ってお示しすることとされていたところです。この知見を得るために実施した調査において、薪及び木炭での調理加熱により、放射性物質は食品には2%以下しか移動しませんでした。

一方、薪及び木炭の燃焼灰は放射性物質の濃度が高くなるとの知見が得られたため、今回は、薪及び木炭の燃焼灰がセメント等で固化する等の対策を講じることなく一般廃棄物最終処分場での埋立処分が可能な放射性物質の濃度8,000ベクレル/kg以下となる薪及び木炭の取扱いについて、下記1のとおり当面の指標値を設定することとしました。

つきましては、当該指標値を超える調理加熱用の薪及び木炭が生産、流通、使用されることのないよう、下記2により、薪及び木炭の生産者や流通関係者に御周知・御指導いただきますようお願いいたします。

なお、今回の指標値については当面のものであって、新たな知見の集積等により、今後値を変更することも含めて改めて設定するものであること、また、今回の当面の指標値に基づく具体的な検査方法については追ってお示しする予定であることを申し添えます。

### 記

#### 1. 調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値（放射性セシウムの濃度の最大値）

##### (1) 薪

40ベクレル/kg（乾重量）

##### (2) 木炭

280ベクレル/kg（乾重量）

## 2. 関係者に対する指導

### (1) 生産者向け指導

- ア 生産した薪又は木炭が指標値を超えていないことを確認した上で販売又は譲渡すること
- イ 薪又は木炭を販売又は譲渡する場合には、相手方に生産状況等に関する情報を適切に提供すること
- ウ 自ら生産した薪又は木炭を使用する場合には、指標値を超えていないことを確認するか、都道府県と相談すること
- エ 指標値を超えない薪及び木炭を生産するため、放射性物質の樹木への付着は葉及び幹の表面に多く、幹の内部の濃度は低いと考えられることを踏まえ、原木から樹皮を取り除くなど放射性物質の濃度の低減に努めるとともに、取り除いた樹皮の適正な処理を行うこと

### (2) 流通関係者向け指導

- ア 薪又は木炭を購入又は譲受する場合には、当該薪又は木炭の生産者・譲渡者に、指標値を超えていないことを確認すること
- イ 生産者・譲渡者から薪又は木炭の指標値を超えていないことを確認できなかった場合には、自ら確認した上で販売又は譲渡すること
- ウ 薪又は木炭を販売又は譲渡する場合には、相手方に生産状況等に関する情報を適切に提供すること

## 3. その他

「きのこ生産資材用のおが粉等並びに調理加熱用の薪及び木炭の安全確保の取組について」（平成23年8月12日付け23林政経第181号林野庁林政部経営課長、木材産業課長通知）の記の2に基づく、調理加熱用の薪及び木炭の譲渡及び利用の自粛については、上記1の当面の指標値を超えない薪及び木炭について解除できるものとする。

問い合わせ先  
林野庁経営課特用林産対策室  
特用林産指導班、特用林産企画班  
代表 03-3502-8111 (内線6086)  
ダイヤル 03-3502-8059

林野庁について

お知らせ

政策について

申請・お問い合わせ

国有林野情報

[ホーム](#) > [分野別情報](#) > [きのこ原木及び菌床用培地並びに調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値の設定について（関連通知一覧）](#) > [調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値設定に関するQ&Aについて](#)

平成23年12月22日

## 調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値設定に関するQ&Aについて

林野庁は、調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値に関するQ&Aを作成しました。

### 概要

林野庁では、お問い合わせの多い事項について、Q&Aを作成しました。

本Q&Aは、今後の状況の変化やお問い合わせの内容を反映するよう、随時更新します。

### 調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値に関するQ&A

Q1：なぜ、調理加熱用の薪及び木炭に当面の指標値をつくったのですか。

A1 東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴い、放射性物質が大気中に放出され、樹木に放射性セシウムが付着しました。これらの樹木を原料とする薪及び木炭は放射性セシウムを含有するので、調理加熱に使用すれば食品に放射性セシウムが移動する可能性があるのではないかと考え、食品の調理を念頭に実証実験を行いました。

この結果、薪及び木炭の放射性セシウムの2%以下が食品に移ったのに対して、残りの多くが燃焼灰に留まりました。

そこで、飲食店及び一般家庭において薪及び木炭により調理加熱が行われた場合に生じる灰に着目し、実証実験により得られたデータや専門家の助言を踏まえて当面の指標値を設定しました。

Q2：なぜ、調理加熱用の薪として利用できる放射性セシウム濃度を40ベクレル/kg以下、木炭として利用できる放射性セシウム濃度を280ベクレル/kg以下としたのですか。

A2 実証実験により、薪1kgを燃焼させると灰5g、木炭1kgを燃焼させると灰30gが残り、薪及び木炭に含まれていた放射性セシウムの約9割がその灰に残るとのデータが得られました。

これは、灰1kg当たりの放射性セシウムの濃度が薪1kgと比べて182倍、木炭1kgと比べて28倍となることを意味します。

このため、薪及び木炭の燃焼により生じる灰が、セメント等で固化する等の対策を講じなくても一般廃棄物最終処分場での埋立処分が可能な放射性物質の濃度である8,000Bq/kg以下となるよう、薪の指標値を40Bq/kg ( $8,000 \div 182 = 44 \div 40$ )、木炭の指標値を280Bq/kg ( $8,000 \div 28 = 286 \div 280$ ) としました。

Q3：今回の指標値が適用される範囲はどこまでですか。

A3 今回の指標値については、飲食店及び一般家庭において薪及び木炭を調理加熱に用いることを考えて、実証実験により得られたデータや専門家の助言を踏まえて設定したものです。

飲食店及び一般家庭で薪及び木炭を燃やすのは、大規模な焼却・燃焼施設の場合に比べ、規模が小さいだけでなく、燃焼温度も低いので、今回の指標値は、大規模な工業用のボイラーで薪及び木炭を燃やす場合は対象としていません。

また、木質ペレットなどの他の木質系燃料も対象としていません。

一方、薪ストーブなどの小規模な家庭用暖房器具において薪及び木炭を使用した場合の燃焼灰の放射性セシウム濃度は、調理加熱用に使用した薪及び木炭の灰の場合と同程度に高いと考えられるため、今回の指標値を適用します。

現在、野菜類等の生鮮食品は、「検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方」（平成23年8月4日原子力災害対策本部）に基づき、17都県（注）を中心に、食品の暫定規制値を基準とした食品モニタリングを実施し、安全が確認されているところです。

そこで、薪及び木炭もこの考え方を準用し、まずは17都県から採取された原料から生産されたもの及び17都県で保管されたものについて検査を実施します。

（注）17都県：青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県、長野県及び静岡県

検査結果によっては、検査対象エリアを見直す可能性があります。

Q4：事故以前に原料を収集し、放射性物質の影響を受けない倉庫等で保管していた薪や木炭も放射性セシウムの測定が必要ですか。

A4 事故以前に生産され、倉庫等で適切に保管していたものについては、原発事故による放射性物質の影響を受けていないと考えられますので、測定の必要はありません。

また、事故以前に伐採した原料を用いて、事故以後に放射性物質の影響を受けない環境で生産、保管された薪及び木炭であれば、同様に測定の必要はありません。

Q5：指標値が定められる前に販売店から購入した薪及び木炭の取扱いをどうすればいいですか。

A5 指標値が定められる前に購入した薪及び木炭については、購入された販売店や生産者に問い合わせ、検査が必要なものであるか、検査が必要であれば指標値を下回るものであるかどうか確認してください（Q4/A4参照）。

なお、販売店等から指標値を下回ることを確認できる情報が得られない場合は、都道府県にご相談ください。

Q6：指標値を超えた薪及び木炭はどうすればいいですか。

A6 指標値を超える放射性セシウムを含む薪については、薪から樹皮を取り除くなどの処理により放射性セシウム濃度が指標値を下回れば燃料用として、または、安全が確保される範囲内で他の用途に、転用してください。

なお、薪から取り除いた樹皮や他の用途に転用できないために不要となったものは、廃棄物として適切に処分されるようお願いいたします。

指標値を超えた木炭については、燃料用に使用しないでください。

安全が確保される範囲内で調湿用等に転用していただくか、用途が見いだせないものについては、廃棄物として適切に処分されるようお願いいたします。

Q7：指標値を超えた薪及び木炭と指標値を超えていない薪及び木炭とを結束や梱包して組み合わせて流通させてもいいですか。

A7 結束や梱包して組み合わせた薪及び木炭の放射性セシウムの濃度が指標値以下となる場合は、自都道府県内に限り流通させてもかまいません。

この場合、指標値を超えているロットと超えていないロットのそれぞれの放射性セシウムの濃度や重量を管理し、例に示すように、組み合わせた薪及び木炭の放射性セシウムの濃度が必ず指標値以下となるようにしてください。

また、組み合わせた薪及び木炭から分析用試料2検体を調整し、放射性セシウムの測定を行い、指標値を超えていないことを確認してください。

〔例〕

A：指標値を超えているロット

放射性セシウム濃度・・・60Bq/kg

B：指標値を超えていないロット

放射性セシウム濃度・・・ND（定量下限値4Bq/kg）

A10kgとB10kgを組み合わせると、全体の放射性セシウムの濃度は

$$\begin{aligned} & (60 \text{ (Bq/kg)} \times 10 \text{ (kg)} + 4 \text{ (Bq/kg)} \times 10 \text{ (kg)}) \div 10 \text{ (kg)} + 10 \text{ (kg)} \\ & = (600 \text{ (Bq/kg)} + 40 \text{ (Bq/kg)}) \div 20 \text{ (kg)} \\ & = 32 \text{ Bq/kg} \end{aligned}$$

となるので、流通させてもかまいません。

Q8：指標値以下の薪及び木炭を燃焼した際に生じる灰の処理はどうすればいいですか。

A8 放射性セシウム濃度が分からない燃焼灰については、庭に撒くなど土壌改良資材等として利用しないでください。

廃棄物として適切に処分されるようお願いします。

なお、灰を土壌改良資材等として使用する場合は、農林水産省で設定している「放射性セシウムを含む肥料・土壌改良資材・培土及び飼料の暫定許容値（400Bq/kg）」を下回っているか確認してください。

Q9：今後、指標値の見直しは行わないのですか。

A9 林野庁では、引き続き、薪及び木炭の燃焼に関する知見・データの収集と分析を進め、必要に応じ、今回設定した指標値の見直しを行います。

お問い合わせ先

林野庁林政部経営課専用林産対策室

代表：03-3502-8111（内線6086）  
ダイヤルイン：03-3502-8059

公式SNS



イベント情報

関連リンク集

農林水産省  
トップページへ

# 林野庁

住所：〒100-8952 東京都千代田区霞が関1-2-1  
電話：03-3502-8111（代表）[代表番号へのお電話について](#)  
法人番号：4000012080002

ご意見・お問い合わせ

アクセス・地図

[サイトマップ](#) [プライバシーポリシー](#) [リンクについて・著作権](#) [免責事項](#)

Copyright : Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

23 林政経第 244 号  
平成 23 年 11 月 18 日

各都道府県林産担当部長 殿

林野庁林政部経営課長  
林野庁林政部木材産業課長

「調理加熱用の薪及び木炭の放射性セシウム測定のための検査方法」  
の制定について

先般、「調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値の設定について」（平成 23 年 11 月 2 日付け 23 林政経第 231 号林野庁林政部経営課長、木材産業課長通知）により、調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値を定めたところです。

これに関連して、今後、薪及び木炭に含有する放射性セシウムの当面の指標値への適合性を判断するための検査が的確かつ適正に進められるよう、別添のとおり「調理加熱用の薪及び木炭の放射性セシウム測定のための検査方法」を定めましたのでお知らせいたします。

つきましては、当該検査方法により適切な検査が実施され、指標値を超える薪及び木炭が生産、流通、使用されることのないよう、薪及び木炭の生産者や流通関係者に御周知・御指導いただきますようお願いいたします。

問い合わせ先  
林野庁経営課特用林産対策室  
特用林産指導班、特用林産企画班  
代表 03-3502-8111（内線6086）  
ダイヤル 03-3502-8059

## 調理加熱用の薪及び木炭の放射性セシウム測定のための検査方法

### I. 検査対象とするもの

食品中の放射性物質に関する「検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方」（平成23年8月4日原子力災害対策本部決定）に定められた総理指示対象自治体及びその隣接自治体の17都県（青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県、長野県及び静岡県。以下「17都県」という。）から採取されるもの及び採取された原料から生産されたもの並びに17都県で保管されたもので、次に掲げるもの。

1. 薪
2. 木炭

ただし、次に掲げるものは対象外とする。

- ① 平成23年3月11日以前に生産され、シートをかける等風雨にあてない状態で保管されていたもの
- ② 原料の全てが次のいずれかに該当するものであって、シートをかける等風雨にあてない状態で保管され、かつ当該原料により生産された製品についてもシートをかける等風雨にあてない状態で保管されていたもの
  - ・ 平成23年3月11日以前に採取されたもの
  - ・ 17都県以外の地域において採取されたもの

### II. 測定する放射性セシウムの核種

セシウム134 及びセシウム137 の合計値を測定

### III. 検査の枠組

#### 1. 検査実施主体

- ① Iで検査対象となる薪及び木炭を生産する生産者
- ② Iで検査対象となる薪及び木炭を流通させる流通関係者

#### 2. 検査対象ロット及び検体の採取

##### (1) 薪

検査対象となる同一の産地・保管先（原則として市町村単位以下とし、原料も同一の産地であることが望ましい）の薪を1ロットとし、ランダムに10箇所選出。各々からおが粉を同量ずつ製造し、混合して分析用試料1検体を調製（後述するIV. A. 2. (3)を参照）する。なお、各箇所から同程度の重量の薪を採取し、全体として分析に必要な量の2倍程度の検体を調製すること。

##### (2) 木炭

検査対象となる同一の産地（（原則として市町村単位以下とし、原料も同一の産地であることが望ましい）の木炭を1ロットとし、ランダムに10箇所選出。各々から粉炭を同量ずつ製造し、混合して分析用試料1検体を調製（後述するIV. A. 2. (3)を参照）する。

## IV. 検査方法

### A. 試料の採取

#### 1. 持参する用具

##### (1) 試料の採取に必要なもの

###### (a) 薪

- ・おが粉を採取するためのチェーンソー又はのこぎり（伐採前に刃を清掃したもの）  
なお、おが粉製造機等の使用も可能
- ・薪からおが粉を採取する際に下に敷くビニールシート（試料を乗せて混合する際も使用）
- ・計量はかり（1箇所毎のおが粉の重量測定）
- ・ビニールやプラスチックの袋（試料の一時保管、採取、混合）
- ・ティッシュペーパー等（用具の拭き取り等に使用する）
- ・ゴミ袋

###### (b) 木炭

- ・木炭を粉砕し、粉炭を採取するためのハンマー等
- ・木炭から粉炭を採取する際に下に敷くビニールシート（試料を乗せて混合する際も使用）
- ・計量はかり（1箇所毎の粉炭の重量測定）
- ・ビニールやプラスチックの袋（試料の一時保管、採取、混合）
- ・ティッシュペーパー等（用具の拭き取り等に使用する）
- ・ゴミ袋

##### (2) 試料の密封に必要なもの

- ・採取対象とする試料が入る大きさの透明なビニール袋を必要数以上  
（1試料当たり2袋使用）
- ・袋の密封に用いる輪ゴムを必要数以上（1試料当たり1本使用）

##### (3) 試料の重量測定に必要なもの

- ・試料の重量測定用のはかり（試料の重量以上を測定可能なもの）
- ・はかり全体が入る大きさのビニール袋：必要数（1試料につき1袋以上）

##### (4) 記録に必要なもの

- ・野帳関係（ノート及び筆記用具）
- ・油性サインペン（黒）
- ・デジタルカメラ

##### (5) あると望ましいもの

- ・採取用具を洗浄するための水（ポリタンク1個分20L）
- ・使い捨てのゴム手袋（試料採取時に使用）
- ・マスク（試料採取者が着用）
- ・NaI シンチレーション式サーベイメータ等の放射線測定器  
（採取地の空間線量や採取試料の予備測定に使用。1年以内に校正されていること。試料の付着による汚染を防ぐため、検出部をポリエチレン袋等で包む。）

##### (6) 分析機関への発送に必要なもの（宅配便を使用する場合）

- ・宅配便の発払票（分析機関名を記入）
- ・宅配便の着払票（試料残さの回収用：予め宛先を記入）

## 2. 試料の採取方法

### (1) 試料番号の付与

- ① 採取試料には統一的な試料番号を設定し、採取時に（採取所において）付与し、包装した試料の袋又は容器に油性サインペンで大きめの文字で記載する。

<番号付与の例>

〇〇〇 - 1 - 111031 - 12:00 - 〇〇薪  
(ア) (イ) (ウ) (エ) (オ)

- (ア) 当該生産地名（生産者毎に検査する場合は生産者名）  
(イ) 連番（生産地ごとに1から順番に付与。複数日に渡り試料を採取する場合は前の番号の次から開始）  
(ウ) 採取年月日（西暦下2桁月2桁日2桁）  
(エ) 梱包を終了した時刻（24時表記）  
(オ) 試料の種類

- ② 試料番号に加え、試料の採取地の住所、試料採取を行った者の氏名を野帳に記録する。

### (2) 試料の採取記録

#### ① 空間線量の予備測定

試料採取に当たっては、可能であれば可搬型の放射線測定器を携行し、試料採取する場所のガンマ線による空間線量のレベルを記録（例えば、地上1メートル地点の空間線量）するとともに、試料の表面線量を予備測定することが望まれる。

※放射線測定器の準備ができない場合は、本手順を抜かしてよい。

<試料の予備測定>

放射線測定器の検出部を、採取した試料を密封した包装容器中央部に密着させ、指示値を読み取り記録する。

#### ② 写真撮影

デジタルカメラを用い次に掲げる写真を撮影しておくことが望ましい。写真のデータファイルは試料番号と関連付けて保存する。

- ・生産場所の全景
- ・採取前の試料の状態（保管状況がわかるもの）
- ・送付する試料（試料番号が読み取れるもの）

### (3) 試料の採取

試料の採取方法は次のとおりとするが、これと同等以上の精度が得られる採取方法がある場合は、それを採用して差し支えない。

#### (a) 薪

ビニールシートの上で、ランダムに10箇所から選定した薪を軸と直角方向に数回鋸断し、分析機関で必要とする量となるよう各々同量ずつおが粉を集め、ビニール袋に入れ十分に攪拌・混合させる。

#### (b) 木炭

ビニールシートの上で、ランダムに10箇所から選定した木炭を砕き、分析機関で必要とされる量となるよう各々同量ずつ粉炭を集め、ビニール袋に入れ十分に攪拌・混合させる。

なお、検査対象ロットの中で、放射性セシウムの濃度のばらつきが大きいとみられる場合は、ロット全体から偏りなく10箇所採取するよう特に留意すること。

#### (4) 試料の梱包

- ① ビニール袋を1袋用意し、(4)で作成した試料を全量入れる。袋が大きくふくらまないよう空気を除き、輪ゴム等で密封する。
- ② ビニール袋に、油性サインペンを用い(1)に基づき野帳に記録したものと同一の試料番号を記入する。
- ③ ②の容器をさらにビニール袋に入れ、袋が大きくふくらまないよう空気を除き、輪ゴム等で密封する。

#### (5) 試料の運搬・送付

採取した試料を分析機関に運搬・送付する場合は、自ら試料を運搬するか、宅配便で送付する。

##### ① 採取者自ら試料を運搬する場合

包装された試料（分析用試料）を段ボール箱等に入れ、分析機関に自ら責任を持って運搬する。

##### ② 宅配便で送付する場合

包装された試料（分析用試料）を段ボール箱等に梱包し、分析機関に宅配便で送付する。その際、分析機関が受け入れ時に照合可能な試料一覧を同梱する。

#### (6) 交差汚染防止のための注意事項

別の採取所等で採取した試料を汚染することがないように、以下の点に留意する。

- ① 使用した器具のうち、再使用するものは当該採取所において水で洗浄し、水気を拭き取る。
- ② 靴底についた採取所の土壌や試料を他の場所に持ち込まないように、当該採取所でよく土を落とす（必要に応じ靴底を水で洗浄する）。
- ③ 素手で試料を取り扱った場合は、石けんを使い、以下の方法で2度洗いする。
- ④ 石けんを泡立て、手首から上を優しく（ゴシゴシ強くこすらないで）水で洗い流した後、再び石けんを泡立て今度はよく水洗する。

### B. 搬送された試料の受領と一時保管

#### 1. 試料の受領

- (1) 分析機関は、搬入された試料の受領時に試料収納容器の試料番号及び破損等の有無を確認し、記録する。
- (2) 包装された試料をはかりに乗せ、重量を記録する。予め測定しておいた風袋（ポリエチレン製袋2枚、輪ゴム2個及びラベル）重量を差し引いて、採取試料の重量を求め、記録する。

注：はかりを丸ごと透明なビニール袋に入れ、はかりが直接試料に触れないようにする。

#### 2. 試料の一時保管・廃棄

##### (1) 試料の一時保管

試料は受領後速やかに分析に供することとするが、試料を一時的に保管する場合には、5℃程度で冷蔵する。その際、試料に由来する放射線が、作業者の健康及び測定機器のバックグラウンド値に影響を及ぼさないよう、試料の一時保管においては、適宜遮蔽、隔離等の措置を講ずる。

##### (2) 試料の廃棄

試料を分析した後の試料残さは、試料を採取した場所に返送するか又は分析機関において処分する。

### C. 試料の分析

#### 1. 放射性セシウムの分析法

##### (1) 分析法

###### ① 薪

- ・ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリー

###### ② 木炭

- ・ゲルマニウム半導体検出器又はシンチレーション検出器 (NaI (TI) シンチレーションスペクトロメータ等) を用いたガンマ線スペクトロメトリー

##### (2) 要求される性能

以下に示す性能を有すること。

定量下限値	① 薪 セシウム134及び137それぞれについて、4Bq/kg 以下であること。  ② 木炭 セシウム134及び137それぞれについて、30Bq/kg 以下であること。 又は セシウム134及び137の合計量について、30Bq/kg 以下であること。
真度 (校正)	適切な標準線源を用いてピーク効率校正及びエネルギー校正されていること。

##### (3) 使用する機器等

###### ① 前処理・測定に使用する用具

- ・試料を破碎するためのはさみ、カッター、ハンマー等
- ・測定用容器：マリネリ容器、ポリエチレン瓶、タッパーウェア等（測定機器に適した大きさのもので、0.1 L～2 L程度の容量のもの）
- ・ティッシュペーパー等（用具の拭き取り等に使用）
- ・ゴミ袋

###### ② 試料の重量測定に必要なもの

- ・天秤（0.2kg～3 kg 程度を0.01 kg の桁まで測定可能なもの）

###### ③ あると望ましいもの

- ・使い捨てのゴム手袋（前処理・測定時に使用）
- ・マスク（試料採取者が着用）
- ・ビニール袋（試料、測定用容器及び測定器を包むためのもの）

##### (4) 測定器

###### ① ガンマ線スペクトロメトリーにより、放射性セシウム134 及び137 の合計量を定量可能なもの。以下に例を示す。

- a) ゲルマニウム半導体検出器
- b) NaI (TI) シンチレーションスペクトロメータ

###### ② 電氣的ノイズ及びバックグラウンド放射線が測定に及ぼす影響が十分に小さい場所に測定器を設置すること。

## 2. 試料の分析

### (1) 試料の前処理

- ① 包装容器から試料を取り出し、試料中に異物がある場合は取り除き、長さ2cm以上の塊等がある場合は、飛び散らないようビニール袋の中に塊を入れるなどしてから、はさみ、カッター、ハンマー等で細かくする。
- ② 105℃で約1日乾燥させる。
- ③ 元の試料包装容器に試料全体を戻して容器の口を閉じ、振り混ぜ及び容器の上から揉む等してよく混合する。
- ④ 測定用容器の風袋重量を量る。
- ⑤ ③の試料を④に空隙を作らないように均等に詰め、測定試料とする。
- ⑥ ⑤の重量を量り、④の風袋重量を差し引いて、測定試料重量を求め、記録する。

### (2) 試料の放射性セシウム測定

#### ① 機器の使用方法の確認

いずれの機器を用いる場合にも、販売メーカー担当者や機器に習熟した専門家を講師に招くなどにより、講習を受けることが望ましい。

また、放射性セシウムの含有量が既知である試料について測定し、測定値が既知の値とよく一致することを確認しておくことが望まれる。

#### ② 機器の校正

標準線源を用い、メーカーの取扱説明書に記載された方法により機器校正（ピーク効率校正）を実施すること。

#### ③ 測定及び結果の解析

放射能測定シリーズ7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」又は放射能測定シリーズ6「NaI (TI) シンチレーションスペクトロメータ機器分析法」及び放射能測定シリーズ29「緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法」に準ずること。

注：バックグラウンド値への影響を最小限とするため、測定器は遮へい体内に設置されていることが望ましい。また、測定を行う部屋の中に存在している測定試料が常に最小限の量になるようにし、測定が終わった後の試料は速やかに別の部屋に移動させる。

### (3) 測定値の信頼性確認

定期的に次に掲げる事項について確認すること。

- ・バックグラウンドを測定し、検出下限値が高くなっていないこと。
- ・ブランクを測定し、測定器に汚染がないこと。
- ・濃度既知の試料を測定し、真度が低下していないこと。

### (4) 交差汚染防止のための留意事項

- ・測定容器の汚染を極力避けるため、試料をポリエチレン袋等に詰めてから測定容器に入れる。
- ・検出器への汚染を防止するため、試料を詰めた測定容器をポリエチレン袋等に封入する。
- ・測定に当たっては、測定機器本体の汚染防止のため、手袋をはめる、検出器をポリエチレン袋に入れて使用するなど、測定者の手指や機器の汚染防護措置をとる。
- ・測定者は、試料ごとに手袋を取り替える、あるいは手を洗うことにより、別の試料を触った手で他の試料に触れて汚染しないようにする。
- ・使用した器具等は、1試料の調製ごとによく洗浄して水分を拭き取る。
- ・素手で試料を取り扱った場合は、石けんを泡立て、手首から上を優しく（ゴシゴシ強くこすらないで）水で洗い流した後、再び石けんを泡立て今度はよく水洗する。

### 3. 分析結果

- (1) 分析用試料から1つの測定試料を作り、測定・分析する。
- (2) 有効数字は、次に掲げるとおりとする。
  - ① 薪
    - ・分析結果が10Bq/kg未満の場合は、測定値を上から1桁まで読み取る。
    - ・分析結果が10Bq/kg以上100Bq/kg未満の場合は、測定値を上から2桁まで読み取る。
    - ・分析結果が100Bq/kg以上の場合は、測定値を上から3桁まで読み取り、3桁目を四捨五入して2桁とする。
  - ② 木炭
    - ・分析結果が100Bq/kg未満の場合は、測定値を上から2桁まで読み取り、2桁目を四捨五入して1桁とする。
    - ・分析結果が100Bq/kg以上の場合は、測定値を上から3桁まで読み取り、3桁目を四捨五入して2桁とする。
- (3) 分析結果を記録する際には、測定機器名を付記しておく。
- (4) なお、本通知が定められる前に実施された検査について、試料の採取方法、検出方法が本通知にある考え方と同等以上と認められる場合には、当該分析結果に替えることができる。

### V. 分析結果による出荷・使用の可否の判断

当面の指標値以内：当該薪及び木炭を燃料用として出荷・使用できる。

当面の指標値超過：都道府県は、当該薪及び木炭を燃料用として出荷・使用しないよう指導・要請する。

### VI. 分析結果等の報告

1. 検査実施主体は、検査の結果を検査後2週間以内に別添様式により都道府県に報告する。都道府県は、林野庁にその結果（写し）を速やかに報告する。
2. 検査実施主体からの相談を受け、都道府県で検査を実施した場合、都道府県は、検査の結果を別添様式により速やかに林野庁に報告する。
3. 以後、新たに製品（原料の生産地が変更する場合等を含む）を販売・流通するに当たっては、遅くとも販売・流通を開始する2週間前までに、都道府県に報告するものとし、都道府県は、林野庁にその結果を速やかに報告する。

### VII. 本通知の見直しについて

本通知については、必要に応じて、通知の改定等を随時行う。

林野庁について	お知らせ	政策について	申請・お問い合わせ	国有林野情報
---------	------	--------	-----------	--------

[ホーム](#) > [分野別情報](#) > [きのこ原木及び菌床用培地並びに調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値の設定について](#) > 調理加熱用の薪及び木炭の放射性セシウム測定のための検査方法に関するQ&Aについて

平成23年12月9日

## 調理加熱用の薪及び木炭の放射性セシウム測定のための検査方法に関するQ&Aについて

林野庁は、調理加熱用の薪及び木炭の放射性セシウム測定のための検査方法に関するQ&Aを作成しました。

### 概要

林野庁では、お問い合わせの多い事項について、Q&Aを作成しました。

本Q&Aは、今後の状況の変化やお問い合わせの内容を反映するよう、随時更新します。

### 調理加熱用の薪及び木炭の放射性セシウム測定のための検査方法に関するQ&A

Q1：検査を実施する際の分析機関について、何か指定はありますか。

A1 検査方法で示されている分析が可能である機関であれば、特に指定はありません。

Q2：検査の対象ロットを決める際に、気を付けることはありますか。

A2 文部科学省の放射線量等分布マップ等で、同一市町村内の空間線量が同じであれば、市町村で1回の検査でかまいませんが、場所によって空間線量に違いがある場合は、市町村内でエリアを区切るか、生産者毎に検査をするようにしてください。

Q3：原料と製品の生産地が同一の市町村であれば、すべての生産者の薪及び木炭を検査しなくてもいいですか。

A3 文部科学省の放射線量等分布マップ等で、同一市町村内の空間線量が同じであれば、同一市町村内で偏りがないように試料をランダムに選出、検査していただければ、すべての生産者の薪及び木炭を検査しなくてもかまいません。

Q4：原料と製品の生産地が同一の市町村であれば、複数の生産者が生産した薪及び木炭を1ロットとして、まとめて1回の検査で行うことはできますか。

A4 原料や製品の保管場所の状況が明らかに異なる場合は、別々に検査することが望ましいですが、原料の生産地が同一の市町村であり、同様な条件で生産、保管されている薪及び木炭については、各生産者から試料を採取し、まとめて検査してもかまいません。

その場合、各生産者の試料は生産量に比例して混合してください。

Q5：分析機関に試料を乾燥させる機器がなく、105℃で約1日の乾燥ができない場合はどうしたらいいですか。

A5 乾燥機器を有する試験研究機関で別途、生試料（水分を含んだ状態）の含水率を測定していただき、放射性物質の分析機関においては生試料で放射性セシウム濃度を分析の上、絶乾状態に換算した値を検査結果の分析値としてください。

〔参考〕

含水率 (%) = (乾燥前の試料重量 - 完全乾燥後の試料重量) / (乾燥前の試料重量) × 100

報告すべき分析値(Bq/kg) = (生試料の放射性セシウム濃度分析値) / (1 - 含水率 / 100)

Q6：薪の定量下限値を4Bq/kgまで小さく取る必要がありますか。

A6 薪については、基準値（指標値）の40Bq/kg自体が相当低い値となっており、かつ比重の小さいおが粉を測定するため、定量下限を基準値の10分の1以下としたところです。

しかし、

- ・ 4Bq/kgまで測定するにはかなりの時間を要すること
- ・ 食品安全の分野では、世界的に定量下限を基準値の5分の1以下とするべきとされていること

から、分析機関において、測定値の誤差を考慮した上で指標値を下回ることが確実に判断できる場合は、10Bq/kg程度までであれば分析機関が定める定量下限値により測定を行ってもかまいません。

Q7：薪及び木炭の検査結果は、17都県や国が公表するのですか。

A7 今回の指標値は、生産者等が薪及び木炭を供給する上での目安であり、基本的には薪及び木炭の供給者が検査を行うものであるため、個別の具体的な事例は公表しません。

ただし、都道府県が管内の検査結果を取りまとめて公表したのものについては、国においても林野庁のホームページでお知らせします。

Q8：出荷や使用ができなくなった場合の損害や検査費用は東京電力による賠償の対象になりますか。

A8 平成23年8月5日に原子力損害賠償紛争審議会が策定した「東京電力株式会社福島第一、第二原子力発電所事故による原子力損害の範囲の判定等に関する中間指針」（以下「中間指針」。）において、東京電力が賠償すべき損害と認められる一定の範囲が示されています。

具体的には、政府等による農林水産物等の出荷制限指示等に係る損害について、東京電力が賠償すべき損害の項目として、

- ・ 営業損害（減収及び必要かつ合理的な範囲の追加的費用）
- ・ 就労不能等に伴う損害（勤労者の給与等の減収分及び必要かつ合理的な範囲の追加的費用）
- ・ 検査費用（財物の検査に関して負担を余儀なくされたもの）

が明記されていますので、薪及び木炭に係る損害についても、これらに該当するものが東京電力が賠償すべき損害と考えられます。

## お問合せ先

### 林野庁林政部経営課特用林産対策室

代表：03-3502-8111（内線6086）

ダイヤルイン：03-3502-8059

公式SNS



イベント情報

関連リンク集

農林水産省  
トップページへ



23食産第3241号  
23生産第5700号  
23林政経第301号  
23水漁第1794号  
平成24年2月10日

各都道府県農林水産主務部長 殿

農林水産省食料産業局食品小売サービス課長  
(食品産業政策課題検討チーム長)  
生産局農産部地域作物課長  
林野庁林政部経営課長  
林野庁林政部木材産業課長  
林野庁林政部木材利用課長  
水産庁漁政部加工流通課長

薪、木炭等の燃焼により生じる灰の食品の加工及び調理への利用自  
粛について

このことについては、「調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値の設定につ  
いて」（平成23年11月2日付け23林政経第231号林野庁林政部経営課長及び木材  
産業課長通知）等により、当面の指標値を超える薪及び木炭の生産、流通及び  
利用がなされないよう検査の実施をはじめとする各般の取組に御尽力いただ  
いているところです。

こうした中、放射性物質を含む薪を燃焼した際に生じた灰を用いて食品の加  
工を行い、当該食品から放射性セシウムが検出される事例が発生したところ  
です。

この事例では、食品の暫定規制値の超過はみられませんでした。安全な食  
品の供給を確保する観点から、下記について別添のとおり関係団体に対し通知  
したのでお知らせします。また、このことについて、貴都道府県内の関係者に  
御周知・御指導いただきますようお願いいたします。

記

## 1. 周知・指導の対象者

一般消費者、飲食店及び食品製造業者

## 2. 周知・指導の内容

3に示す薪及び木炭等（以下「薪等」という）の燃焼によって生じた灰を、食品の加工及び調理に用いないこと（製麺、アク抜き、凝固剤等）。

## 3. 対象とする薪等

食品中の放射性物質に関する「検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方」（平成23年8月4日原子力災害対策本部決定）に定められた総理指示対象自治体及びその隣接自治体の17都県（青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県、長野県及び静岡県。以下「17都県」という。）から採取される原料、採取された原料から生産された薪等及び17都県で保管された薪等。

ただし、次に掲げるものは対象外とします。

- ① 平成23年3月11日以前に生産され、シートをかける等風雨にあてない状態で保管されていた薪等
- ② 平成23年3月12日以降に生産された薪等であって、原料の全てが次のいずれかに該当し、シートをかける等風雨にあてない状態で保管され、かつ当該原料により生産された薪等についてもシートをかける等風雨にあてない状態で保管されていたもの
  - ・ 平成23年3月11日以前に採取されたもの
  - ・ 17都県以外の地域において採取されたもの

問い合わせ先

【薪、木炭、山菜に関すること】

林野庁林政部経営課特用林産対策室

特用林産指導班、特用林産企画班

代表 03-3502-8111 (内線6086)

ダイヤル 03-3502-8059

【木材製品に関すること】

林野庁林政部木材産業課

生産加工班

代表 03-3502-8111 (内線6102)

ダイヤル 03-6744-2292

【木質バイオマスに関すること】

林野庁林政部木材利用課

木質バイオマス対策班

代表 03-3502-8111 (内線6121)

ダイヤル 03-6744-2297

【食品の加工、流通に関すること】

食料産業局食品小売サービス課

外食産業室 企画調整班

代表 03-3502-8111 (内線4150)

ダイヤル 03-3502-8267

【こんにゃくに関すること】

生産局農産部地域作物課

地域作物第3班

代表 03-3502-8111 (内線4845)

ダイヤル 03-6744-2117

【水産加工品に関すること】

水産庁漁政部加工流通課

加工振興班

代表 03-3502-8111 (内線6614)

ダイヤル 03-3502-8203