

## キハダ心材を活用した燻製用チップ及び燻製食品の検討

立本 行江<sup>\*1)</sup>, 西原 正和<sup>\*2)</sup>

## Consideration of Smoking Chips and Smoked Foods using

*Phellodendron amurense* Heart WoodTATSUMOTO Yukie<sup>\*1)</sup>, NISHIHARA Masakazu<sup>\*2)</sup>

奈良県の地域資源を利用した新たな燻製食品の開発を目的として、県産キハダ伐採木から燻製用チップを作成し、加工特性、揮発成分、香気特性について分析、評価を行った。また、作成した燻製用チップを用いた燻製食品の保存性について確認したところ、燻製により一般細菌数の増加が抑えられ、食品の保存性が向上することが示された。

## 1. 緒言

キハダ (*Phellodendron amurense* Ruprecht) の内皮を乾燥させたものはオウバクとよび、漢方薬をはじめとする胃腸薬原料として使用されている。キハダは伐採後、オウバク以外の部分は廃棄されることから、当センターでは可食部である葉や実を利用するために、栄養成分、機能性成分の分析を進めているところである。

今回、廃棄の多い部位である心材を食に活用する手法として燻製用チップを検討した。燻煙により風味を付与し、保存性を向上させる手法が、新商品開発や付加価値向上のための技術として注目されている。燻製食品は、燻煙温度と時間、燻製材の樹種、対象食品原料の水分等の違いにより風味や保存性が大きく変化する。しかしこれらの科学的知見は少なく、経験則によるものが大きい。

本研究では、奈良県産の薬用木による付加価値の高い燻製製品の開発を目的として、キハダ伐採木から燻製用チップを作成し、加工特性、揮発成分、香気特性について分析、評価を行った。また、作成した燻製用チップを用いた燻製食品の風味や保存性について確認した。

## 2. 実験方法

## 2.1 試料 キハダ心材燻製用チップへの加工

2015年～2022年に奈良県内伐採地で採取した直径7.5～14.0 cm、長さ27.0～113.0 cmのキハダ心材（試料No. 1～No. 6）を、採取後2023年1月まで、屋根のある通気の良い倉庫で天然乾燥した。乾燥した心材を、奈良県森林技術センター所有チップパー（キョーリツ ウッドチップパー KCM125DXBP）で粉碎し、4～10 mm 程度に

選別し、キハダ心材チップとした。

樹種による比較用の試料は、市販のサクラ燻製用チップ、2021年採取の奈良県産スギチップとした。

試料概要は表1のとおり。

表1 試料概要

No.	試料名	採取地	採取年 ※購入年	直径(cm)	長さ(cm)
1	キハダ心材	奈良市	2022	8.8	66.0
2	キハダ心材	奈良市	2021	8.9	79.0
3	キハダ心材	奈良市	2020	9.2	95.5
4	キハダ心材	奈良市	2018	7.5	113.0
5	キハダ心材	宇陀市	2021	11.0	75.5
6	キハダ心材	御所市	2015	14.0	27.0
7	キハダ心材	山添村	2022	8.6	86.0
8	市販サクラ燻製チップ		※2023	-	-
9	スギチップ	奈良県	2021	-	-

## 2.2 含水率

試料を製材の日本農林規格<sup>1)</sup>の全乾法で乾燥し、含水率を求めた。

## 2.3 燻製の揮発成分分析

ガスクロマトグラフィー質量分析装置（以下、GC-MSと記載）により、燻製に用いた際の揮発成分を分析した。

分析試料は、各チップ10 gで、蒸留水（以下、水と記載）及び市販オリーブ油（以下、油と記載）50 mLを燻製器（外径260 mm×高さ295 mm）で120°C、30分間燻製した燻製水と燻製油を使用した。

分析試料3 mLに、内部標準液として2 mg/mL シクロヘキサノールを50 µL添加したものを匂い袋に精秤の上、窒素を充てんし、60分程度静置後、加熱脱着捕集管（ジーエルサイエンス社 OPTIC 用充填剤 TENAX TA 60/80 以下、TENAXと記載）に吸着した。GC-MSを用い、TENAXガス中の成分について定性分析した。

\*1) メディカル技術支援科（当時：バイオ・食品グループ）、\*2) 奈良県薬事研究センター

分析条件は表2のとおり。

得られた Total Ion Chromatogram についてリテンションタイム及び MS スペクトルの比較により NIST 11 により同定を行った。

燻製成分の評価対象は先行研究<sup>2,3)</sup>を参考に、酢酸(刺激的な酸臭味)と、フルフラール(カラメル臭, こげ臭), ベンズアルデヒド(杏仁に代表される甘い香り), グアイアコール(燻香), 4-メチルグアイアコール(燻香), フェノール(薬品香)とした。なお燻製成分の評価は, 各評価対象成分の標準物質 100 ppm のピーク面積との相対値を比較することにより行った。

表 2 揮発成分分析条件

装置	株式会社島津製作所製 GC-MSQP2010Ultra AOC-5000Phs
カラム	DB-WAX (0.25 mm×30 m 膜厚0.25 µm)
カラム流量	Helium 1.21 mL/min
注入口温度	200 °C
注入モード	スプリット (スプリット比 10:1)
注入量	1 mL
昇温条件	40 °C(2分)→6 °C/分→220 °C(13分)
イオン化法	EI
イオン源温度	200 °C
インターフェース温度	250 °C
イオン化電圧	70eV
スキャン質量範囲	30-500 m/z
スキャン速度	1666

## 2.4 燻製の香り特性評価

### 2.4.1 類似度, 臭気寄与

「2.3 燻製の揮発成分分析」に用いた燻製水及び燻製油 200 µL を匂い袋に入れ, 窒素ガスを充填し, 60分程度静置後, におい識別装置(島津製作所(株) FF-2020)で測定した。

におい識別装置は, 9つの基準臭(硫化水素, 硫黄系, アンモニア, アミン系, 有機酸系, アルデヒド系, エステル系, 芳香族系, 炭化水素系)に対する香りの類似性を類似度, 香りの強さを臭気寄与として表示することから, これらを実験指標として用いた。

### 2.4.2 燻製処理時間による燻香変化

燻製時間による燻香の影響を検討するため, 乾燥期間が1年以上経過している試料 No.2 30 g を用い, 水並びに油 50 mL を, 燻製器で 120°C, 各時間(0.5 時間, 1 時間, 3 時間, 5 時間)燻製し, におい識別装置(島津製作所(株) FF-2020)で測定した。

## 2.5 燻製による保存性への影響

キハダ心材チップによる燻製が燻製対象の水分活性及び保存性に及ぼす影響を確認するため, 燻製直後と 100 日経過後の保存試験を行った。市販のウインナーおよびチーズを用い, 試料 No.2 10 g で 30 分間燻製処理

したものを燻製試料とした。比較用の試料は燻製なしと, 市販のサクラチップを用い同様に燻製処理したものとした。

保存試験は, 水分活性及び一般細菌数を指標とし, 試料を密封袋に入れ 5°C で 100 日間保存して行った。水分活性は高精度温・湿度測定器(DT2/1-001V ロトロニック社製)にて測定した。

## 2.6 ベルペリンの定量

キハダに含まれる薬用成分の影響を確認するため, 加工した燻製用チップ等及び, 燻製水に含有するベルペリンの測定を奈良県薬事研究センターで行った。分析方法は既報のとおり<sup>4)</sup>。試料は, 表1の No.1~No.11 (No.7を除く)および, 「2.3 燻製の揮発成分分析」に用いた燻製水とした。

## 2.7 キハダ心材チップ燻製製品の検討

市販加工品を用いてキハダ心材チップにより 30 分の燻製を行い, 試作した燻製製品を「奈良県産業振興総合センターにおける人を対象とする研究倫理審査規程」に従い(申請番号:産総セ R5-07)センター職員 5 名により官能評価を行った。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 キハダ心材燻製用チップへの加工

キハダ心材の材質は木目が美しく, やや黄みを帯び, 比較的軽く堅質であった。直径 7.5~14.0 cm の範囲の心材は, チッパーによる燻製用チップへの加工が可能であった。また使用した心材は, いずれも年輪幅が密であり, 乾湿に伴う寸法変化による亀裂が見られたが(図1), 燻製用チップの大きさに粉碎すると, チップとしての外観には影響なく, 製品化が可能であることが判明した(図2)。また, 県内植林地のキハダの農薬基準超過は確認されていないことは, 既報<sup>5,6)</sup>で報告されている。



図 1 心材外観



図 2 キハダ心材チップ

### 3.2 含水率

含水率の結果を表3に示す。

製材の日本農林規格(JAS)の含水率規格は 15%<sup>1)</sup>であり, 食品でカビが増殖するのは, 水分活性が 0.80, 水分率にして 15%以上といわれている。<sup>7)</sup>

試料 No. 1~No. 4 は, 奈良市の同一植林地帯で伐採採取されたキハダである。天然乾燥した期間は 1~5 年と異なるが, 含水率は 12.1~12.2% とほぼ同じであった。試料 No. 5 と No. 6 は採取地点も乾燥年月も異なるが, 含水率は 11.3% と 12.2% で大きな差はなく同程度の値を示した。

伐採後のキハダ心材を, 屋根のある通気の良い場所で 1 年以上の乾燥を行うと, カビが増殖しない含水率となりチップとしての活用が可能な結果となった。

試料 No. 7 は, 伐採場所で内皮を剥皮後, 1 年以上野外に放置されていた心材になる。外部は黒くカビが発生していた。チップ加工のため破碎したところ, 表面厚さ約 1 mm 程度にカビが生えており, 内部は他の心材と同様のやや黄みを帯びた乾燥状態であった。

表 3 含水率結果

No.	試料名	採取年 ※購入年	含水率 %
1	キハダ心材	2022	12.2
2	キハダ心材	2021	12.1
3	キハダ心材	2020	12.1
4	キハダ心材	2018	12.1
5	キハダ心材	2021	11.3
6	キハダ心材	2015	12.2
7	キハダ心材	2022	10.6
8	市販サクラ燻製チップ	※2023	8.9
9	スギチップ	2021	14.1

### 3.3 燻製の揮発成分分析

キハダ心材チップの揮発成分の同定を行った。

水及び油に対する, キハダ心材チップ (試料 No. 2) と市販サクラ燻製チップ (試料 No. 8) の揮発成分のクロマトグラムを図 3~6 に示す。

燻製の揮発成分は, アルデヒド類, エステル類, フェノール類等で構成されており<sup>8)</sup>, クロマトグラムのピーク面積と, 各標準品 100 ppm の面積値に対する各成分の面積値を比較した結果 (表 4, 5) から, キハダ心材の燻製揮発成分の主成分は, フルフラールと酢酸であると推定した。

さらにフルフラールと酢酸の面積比 (ピーク総面積に対する割合) を比較したグラフ図 7, 8 から, 水をキハダ心材チップで燻製すると, 市販サクラ燻製チップと比較して, 酢酸は 1.1~2.4 倍, フルフラールは 0.7~1.7 倍の含有を示した。

一方, 油をキハダ心材チップで燻製すると, 酢酸は 0.3~1.0 倍, フルフラールは 0.4~1.5 倍の含有を示し, サクラ市販燻製チップより低い傾向が見られた。

以上より, キハダ心材チップの水に対する燻製臭は, 市販サクラ燻製チップよりやや強くなるが, 油に対し

ては市販サクラ燻製チップより弱くなると推定される。

### 3.4 燻製の香り特性評価

#### 3.4.1 臭気寄与, 類似度

キハダ心材チップ, 市販サクラ燻製チップ, スギチップの臭気寄与を図 9, 類似度を図 10 に示す。

臭気寄与は基準臭に対するにおいの強さを指数表記 (%) にした値になる。臭気寄与については, 水では樹種による差は見られないが, 油ではキハダ心材チップは, 市販サクラ燻製チップは有しない硫化水素を 6.3% 示し, 有機酸系は市販サクラ燻製チップより低い寄与となった。

類似度については, キハダ心材チップと市販サクラ燻製チップは, 水ではほぼ同程度の類似度を示し, 油では水では示さなかった硫化水素, アンモニアにおいても近い値を示した。

燻香の臭気寄与, 類似度は水より油に対して広い臭気領域に高い値を示す傾向が見られた。また, 油では硫化水素やアンモニアでスギチップと強さが異なることが確認できた。これは, スギは針葉樹, キハダ, サクラは広葉樹であることから, 樹種の違いによるものと推測される。

また, 表面にカビが生えたキハダ心材チップ (試料 No. 7) は, 類似度 (図 11) の結果より, 全体的な臭気が非常に強く, カビのないキハダと類似度が全く異なることから, 表面を削ってカビ部分を落としても, 燻香をつけるための燻製チップとして製品化することは困難であると考えられる。

#### 3.4.2 燻製処理時間による燻香変化

燻製時間と臭気指数を図 12 に示す。

臭気指数とは, 臭気濃度を対数表記したもので, においの強さを人の感覚量に近い尺度にしたものである<sup>9)</sup>。

水では 1 時間程度で臭気指数の増加がほぼ一定になった。一方, 油では 1 時間までは増加したが, それ以降減少傾向を示した。

この結果から 1 時間までの燻製で十分な燻香を付与することができると考えられる。

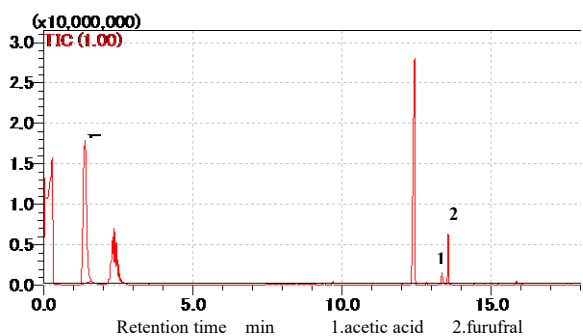


図 3 キハダ心材チップ燻製水

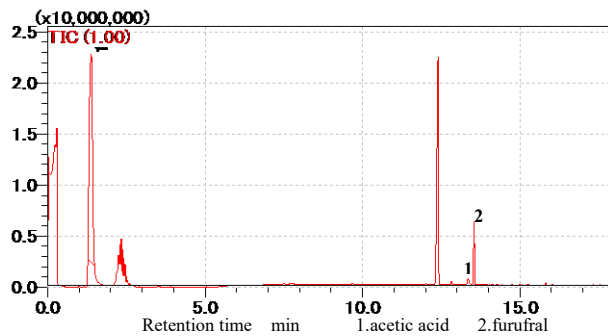


図 4 市販サクラ燻製チップ燻製水

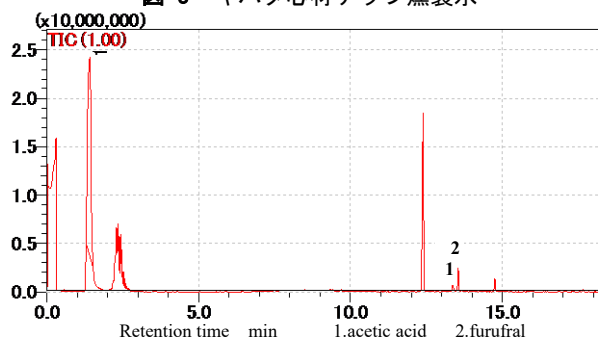


図 5 キハダ心材チップ燻製油

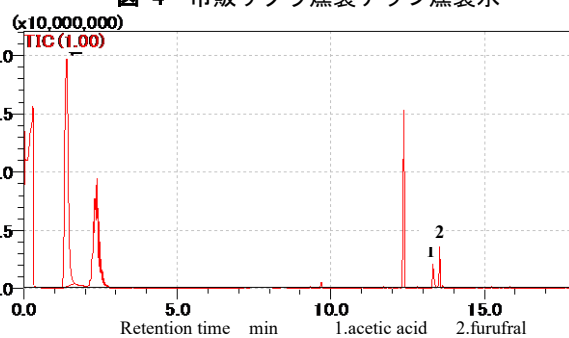


図 6 市販サクラ燻製チップ燻製油

表 4 燻製水揮発成分面積比

No.	燻製水	酢酸	フルフラール	ベンズアルデヒド	グアイアコール	+メチルグアイアコール	フェノール
1	キハダ心材	1.17	0.88	0.02	-	0.10	0.27
2	キハダ心材	1.21	1.08	0.01	-	0.18	0.06
3	キハダ心材	0.76	1.03	0.02	-	0.13	0.06
4	キハダ心材	0.81	0.98	0.13	0.31	0.24	-
5	キハダ心材	0.70	1.04	0.02	0.17	0.13	0.04
6	キハダ心材	0.62	1.36	0.03	0.25	0.24	0.05
7	キハダ心材	0.37	0.62	0.03	0.13	0.14	0.02
8	市販サクラチップ	0.48	1.03	0.03	0.37	0.14	0.66
9	スギチップ	0.30	0.48	0.03	0.05	1.16	0.45

表 5 燻製油 揮発成分面積比

No.	燻製油	酢酸	フルフラール	ベンズアルデヒド	グアイアコール	+メチルグアイアコール	フェノール
1	キハダ心材	0.61	0.30	0.02	0.03	-	-
2	キハダ心材	0.47	0.44	0.41	0.04	-	-
3	キハダ心材	1.32	0.55	0.34	0.05	-	0.03
4	キハダ心材	0.55	0.70	0.03	0.07	0.20	0.03
5	キハダ心材	1.04	0.83	0.03	0.06	-	-
6	キハダ心材	0.66	0.70	0.03	0.08	-	0.02
7	キハダ心材	0.44	0.36	0.02	0.03	-	0.03
8	市販サクラチップ	1.42	0.65	0.03	0.03	-	0.02
9	スギチップ	0.25	0.37	0.03	0.32	0.17	0.11

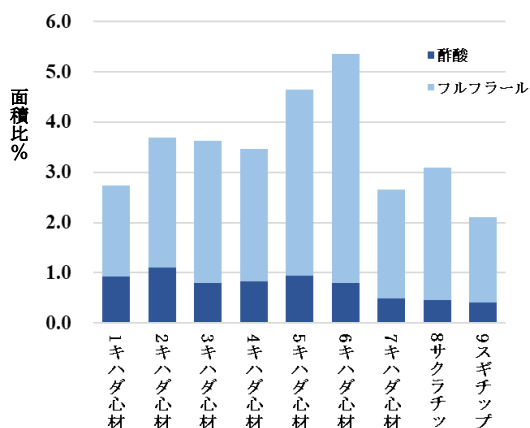


図 7 燻製水の酢酸とフルフラールの面積比

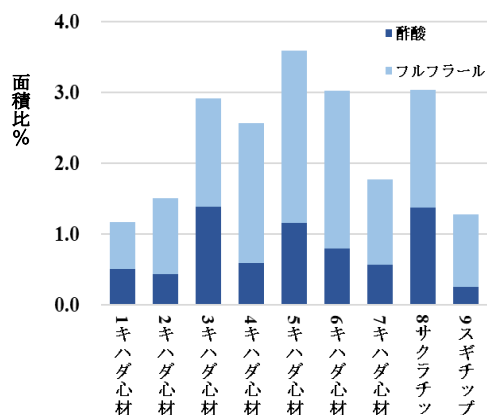


図 8 燻製油の酢酸とフルフラールの面積比

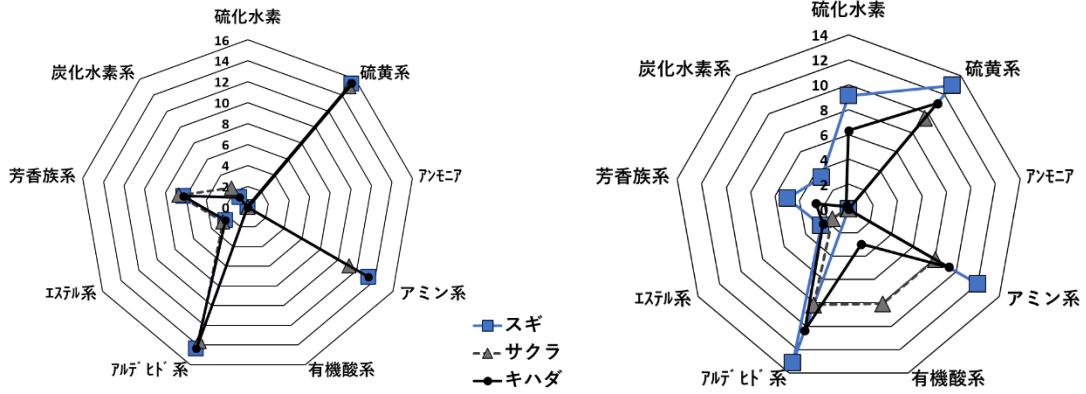


図 9 基準臭に対する臭気寄与 (%) ((左) 水 (右) 油)

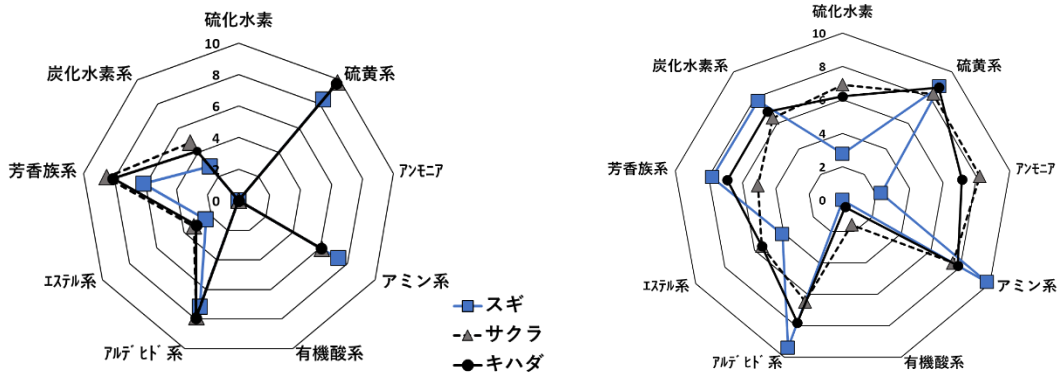


図 10 基準臭に対する類似度 (%) ((左) 水 (右) 油)

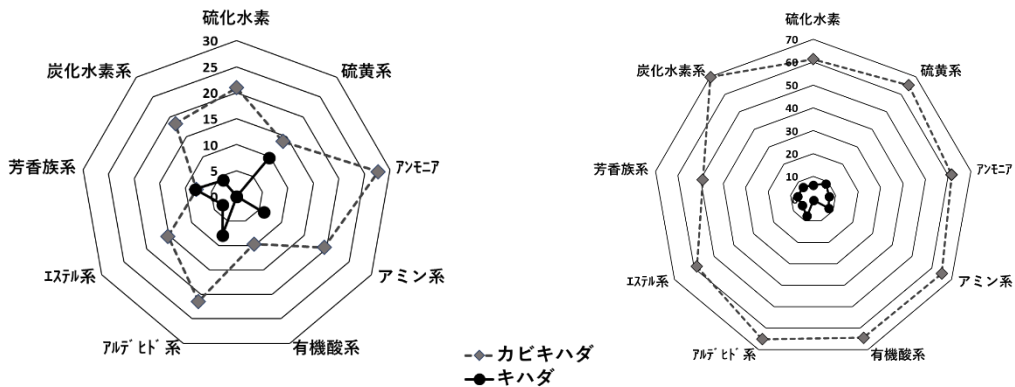


図 11 カビキハダチップの基準臭に対する類似度 (%) ((左) 水 (右) 油)

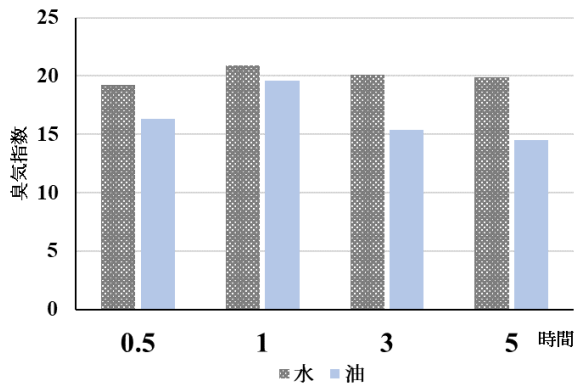


図 12 燻製時間と臭気数

### 3.5 燻製による保存性への影響

燻製試料の水分活性と一般細菌数の結果を表 6 に示す。

水分活性は、キハダ心材チップと市販サクラ燻製チップとも保存前後で大きな変動はなかった。

一般細菌数は、両チップとも燻製直後及び 100 日間で大きく増加することはない。

燻製していないチーズ、ウインナーは同条件での保存で一般細菌数が増加していることから、キハダ心材チップの燻製により、食品の保存性が向上することが示された。

表 6 水分活性及び一般細菌数

水分活性	チーズ			ウインナー		
	燻製なし	キハダチップ燻製	サクラチップ燻製	燻製なし	キハダチップ燻製	サクラチップ燻製
保存前	95.5	95.2	94.6	96.5	96.8	96
保存後	95.8	95.2	95.5	96.6	95.7	95.6

一般細菌数 CFU/mL	チーズ			ウインナー		
	燻製なし	キハダチップ燻製	サクラチップ燻製	燻製なし	キハダチップ燻製	サクラチップ燻製
保存前	1×10 <sup>2</sup>	3×10 <sup>1</sup>	2×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>1</sup>	3×10 <sup>2</sup>	7×10 <sup>2</sup>
保存後	5×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>1</sup>	2×10 <sup>2</sup>	3×10 <sup>2</sup>	2×10 <sup>1</sup>	5×10 <sup>2</sup>

3.6 ベルベリン含量

各試料のベルベリン測定結果を表7に示す。

日本薬局方「オウバク」の含量規格は 1.2%以上である。キハダ心材チップ No. 1~No. 6 は薄く黄味がかっているが、ベルベリン含量は 0.065%以下であり含量は低い値を示した。

また、今回の試料で作成した燻製水の測定結果は、すべて検出下限値以下となりベルベリンは検出されなかった。

以上の結果より、キハダ心材チップの燻製による食品へのベルベリンの影響はないと考えられる。

表 7 ベルベリン測定結果

No.	1	2	3	4	5	6
ベルベリン含量(%) 乾燥物換算後	0.016	0.039	0.065	0.045	0.008	0.015

3.7 キハダ心材チップ燻製製品の検討

キハダ心材チップを有効に生かせるよう県内製造が可能な加工品を用いて燻製を行い、センター職員5名で試食調査を行った。

ナッツ、ウインナー、チーズ、ハム（豚、鳥）、ウズラの卵、ロールパン、ししゃも、たくあんなど 11 品目について調査し、市販サクラ燻製チップで燻製したものと比較して、遜色ない色あい、香り、風味の評価を得た。キハダ心材チップの燻香が馴染むものはナッツ類、ハム、ウインナーなどの豚肉加工品に集中し、シカやイノシシなどのジビエの加工にも使用できると考えられた。この結果をもとに新たな奈良県産地域素材製品の開発を進めていきたいと考える。

4. 結言

本研究での主な結果は次のとおりである。

- 1) 伐採後のキハダ心材を屋根のある通気の良い場所で1年以上の天然乾燥を行うと、カビが増殖しない含水率となり、燻製チップとしての活用が可能となる。

- 2) キハダ心材チップの水に対する燻製臭は、市販サクラ燻製チップよりやや強くなるが、油に対しては市販サクラ燻製チップよりやや弱くなると推定される。
- 3) キハダ心材チップ燻製の燻香の臭気寄与、類似度は、水より油に対して広い臭気領域に高い値を示す傾向が見られ、1 時間までの燻製で十分な燻香を付与することができると考えられる。
- 4) キハダ心材チップの燻製により一般細菌数等の増加が抑えられ、食品の保存性が向上することが示された。
- 5) キハダ心材チップの燻製による食品へのベルベリンの影響はないと考えられる。

参考文献

- 1) 製材の日本農林規格：平成 19 年 8 月 20 日農林水産省告示第 1083 号
- 2) 対馬里美 城祥子,果樹剪定枝を活用した燻製用チップ及び燻製商品の開発, 山形県工業技術センター報告, 50, p.80-82, 2018
- 3) 前田拓哉, ウメ剪定枝を用いた燻製チップの規格化と加工法の開発, 令和2年度地域産業活性化促進事業, 和歌山県工業技術センター
- 4) 上村静香, 西原正和, 大住優子, 塩田裕徳, オウバク末中のベルベリンとアルカロイド類の同時定量法について, 薬学雑誌, 139(11), p.1471-1478, 2019
- 5) 米田正樹, 樋上絢, 立本行江, キハダの果実および葉の農薬分析法の妥当性評価および残留農薬実態調査, 日本食品化学学会誌, 27, p.1-9, 2020
- 6) 南浦茉奈, 米田正樹, 上床知佐奈, 竹田依加, 立本行江, キハダの成熟果実および葉の残留農薬分析法の妥当性評価調査および残留農薬実態調査 (2020 年度), 奈良県保健研究センター年報, 55, p.56-64, 2020
- 7) 河端俊治, 春田三佐夫, 細貝祐太郎, 実務食品衛生, 142-143, 1992, 中央法規出版株式会社
- 8) 笠原賀代子, 西堀幸吉 : Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries
- 9) 喜多純一, におい識別装置「FF-2020」を用いた医薬品の測定例, YAKUGAKU ZASSHI 134(3), p.339-347, 2014