

令和5年度

高知県工業技術センター報告

THE REPORT ON WORKS OF
KOCHI PREFECTURAL INDUSTRIAL TECHNOLOGY CENTER

No. 55 (2024)

令和6年11月

高知県工業技術センター

目 次

I 令和5年度高知県工業技術センター研究報告

1. 食品開発課

土佐酒の輸出拡大に向けた市販清酒の分析、評価結果の解析	1
高知県で漁獲されたマルソウダの脂肪含量の周年変化とヒスタミン量について	5
赤シソ及びその加工品中のアントシアニン色素のLC-MSによる解析	8
もろみ発酵工程初期におけるもろみのボーメ、アルコール濃度、グルコース量を予測する	9
LAM尺度で収集した清酒の評価データを少ないサンプル数で予測する	10

2. 生産技術課

CAEによる熱カレンダー装置の解析	11
-------------------	----

3. 資源環境課

県産植物の機能性成分活用事業（第4報）

ハマアザミ (<i>Cirsium maritimum</i> Makino) の PPAR γ 及び Nrf2 活性に関する研究	15
ポリプロピレンフィルムの溶断製袋におけるシール強度とシール部物性の関係に関する研究	23
海洋性珪藻類が生産する脂質に関する研究	26

Ⅱ 令和5年度高知県工業技術センター業務年報

1. 総 説

1-1 沿 革	27
1-2 土地及び建物	28
1-3 組織と分掌	28
1-4 職員名簿	29
1-5 決算状況	30

2. 業務・事業の状況

3. 誌上・学会等発表

3-1 研究成果報告会	36
3-2 論文発表	36
3-3 学会発表（ポスター発表含む）	36

4. 技術サービス

4-1 依頼試験、機器使用	38
4-2 審査員派遣	38
4-3 技能検定	40
4-4 技術指導アドバイザー派遣	41

5. 人材養成・技術研修

5-1 人材養成研修、技術講習会	42
5-2 講師派遣	43
5-3 研修生の受入	44

6. 産業財産権

7. 参考資料

7-1 主要設備	47
7-2 補助事業等	49
7-3 人事異動	50

I 令和5年度高知県工業技術センター研究報告

食品開発課

土佐酒の輸出拡大に向けた市販清酒の分析、評価結果の解析

下藤 悟 甫木 嘉朗 土居 睦卓 加藤 麗奈 森山 洋憲 上東 治彦*

Analyses and Sensory Evaluation of Commercially Available Sake to Promote Export of Tosa sake

Satoru SHIMOFUJI Yoshiro HOKI Tomotaka DOI Reina KATO Hironori MORIYAMA Haruhiko UEHIGASHI*

県内の清酒 144 品及び県外の清酒 79 品の合計 223 品に対して化学分析と官能評価を行い、得られた結果について整理した。分析結果についてクラスター分析を行ったところ、9つのクラスターに分けることができた。また、主要な5成分の成分量に基づいて5段階に分類してパターンを作成したところ、市販品の特徴分布を確認することができた。また、評価の高い清酒は特定のクラスターに分類される傾向が見られた。県内事業者とデータを共有して土佐酒の輸出拡大に向けた清酒造りへの活用を進めていく。

1 まえがき

商品開発や販路拡大の際には他の商品との差別化が重要である。そこで本研究では市販されている清酒の分析と官能評価から得られた結果から知見を得ることを目的として、解析を行った。

2 実験方法

2.1 試料

令和4年に購入した県内酒造会社の清酒(県内酒)144品と令和5年に購入した県外酒造会社の清酒(県外酒)79品の合計223品を試料として用いた。

2.2 化学分析

分析は、清酒における一般的な品質指標(酸度、アミノ酸度、グルコース濃度(Glucose))及び香気成分(アセトアルデヒド(AA)、酢酸エチル(EtAc)、n-プロピルアルコール(nPrOH)、イソブチルアルコール(iBuOH)、酢酸イソアミル(iAmAc)、イソアミルアルコール(iAmOH)、カプロン酸エチル(EtCapr)、カプリル酸エチル(EtCapl)、酢酸(Ac)、カプロン酸(Capr))について行った。酸度、アミノ酸度は国税庁所定分析法に従って測定した。GlucoseはグルコースCII-テストワコー(和光純薬工業株式会社製)を用いて測定した。香気成分は吉沢らの方法¹⁾に従ってヘッドスペースガスクロマトグラフィー(アジレント・テクノロジー株式会社製)を用いたヘッドスペース法により測定した。

2.3 官能評価

評価はパネル8~24名で行った。評価項目は総合評価と、特徴評価として香りの強さ、甘味の強さ、酸味の強さ、辛口ー甘口、淡麗ー濃醇の五つの項目について評価を行った。総合評価については良し悪しを、香り、甘味、酸味については強弱を評価した。辛口ー甘口、淡麗ー濃醇については、中心をどちらでもない(甘くも辛くもない/淡麗でも濃醇でもない)とし両端に対応する言葉についての感覚を評価した。評価はデジタルデバイスでのLAM尺度によって行った。(図1)左端を”想像でき得る限り最も弱い(悪い/辛口/淡麗)”,右端を”想像でき得る限り最も強い(良い/甘口/濃醇)”とした0から100までのスケールバーを用いた。各パネルの評価結果はそのまま解析に供した。

2.4 統計解析方法

統計解析はMicrosoft Excel 2016及びR(version 3.53, <https://www.r-project.org/>)を用いた。

3 結果及び考察

3.1 分析結果

3.1.1 分析結果の概要

試料の特徴として、化学分析の結果を表1に示す。今回集めた試料では県内酒の方がやや酸度が高い傾向が見られたものの、県内外の試料間で大きな差は見られなかった。

* 高知県酒造組合

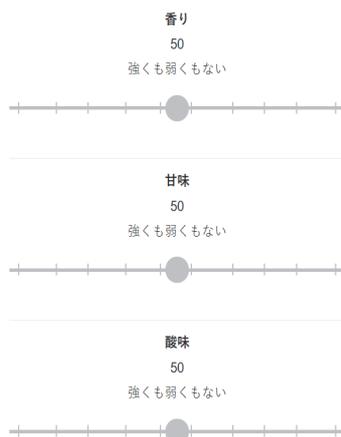


図1 デジタルデバイスを用いたLAM尺度法の例
項目の下の数値及びラベルはスライドバーを任意の位置に動かすことで変化する

表1 市販清酒の分析結果

	県内酒 n=144					県外酒 n=79				
	mean	S.D.	min	max	cv	mean	S.D.	min	max	cv
水溶性成分										
酸度	1.63 ± 0.21	1.10	2.35	0.13	1.37 ± 0.23	0.94	2.05	0.17		
アミノ酸度	0.95 ± 0.23	0.53	1.60	0.25	1.08 ± 0.34	0.50	2.45	0.32		
Glucose	1.69 ± 0.87	0.37	3.93	0.52	1.76 ± 0.73	0.56	3.39	0.42		
香気成分										
AA	24.17 ± 8.37	1.15	47.01	0.35	25.44 ± 8.37	12.61	57.43	0.33		
EtAc	67.56 ± 18.28	27.09	109.34	0.27	59.65 ± 15.11	25.63	96.43	0.25		
nPrOH	48.09 ± 11.57	23.84	78.80	0.24	58.49 ± 14.59	29.92	103.85	0.25		
iBuOH	43.36 ± 10.69	23.67	85.69	0.25	42.65 ± 9.84	19.85	78.08	0.23		
iAmAc	2.94 ± 1.54	0.36	7.70	0.52	2.53 ± 1.06	0.45	5.45	0.42		
iAmOH	122.34 ± 20.16	78.37	193.37	0.16	120.63 ± 20.27	85.58	224.27	0.17		
EtCapr	3.34 ± 2.95	0.11	12.85	0.88	2.60 ± 2.58	0.14	15.41	0.99		
EtCapl	0.70 ± 0.42	0.00	1.82	0.60	0.60 ± 0.38	0.00	1.52	0.63		
Ac	30.35 ± 41.07	0.00	205.32	1.35	24.29 ± 36.25	0.00	165.87	1.49		
Capr	19.56 ± 20.30	0.00	129.75	1.04	15.19 ± 14.22	0.00	71.92	0.94		

cv: 変動係数 = 標準偏差(S.D.) / 平均値(mean)

3. 1. 2 クラスタ分析

化学分析の結果に対して、クラスタ分析を行った結果のデンドログラムとエルボープロットを図2に示す。これらの結果を踏まえて、9つのクラスタに分類を行った。各クラスタの平均値を表2に示す。各クラスタの特徴から、市販酒の現況がうかがえる。

3. 1. 3 分析データ活用の例 パターン化

得られた分析結果の活用例を示す。主要な成分値として、酸度、アミノ酸度、Glucose、iAmAc、EtCaprの5成分について5段階に分類を行った。それぞれの成

分値について歪度を確認したところ、表3のように酸度以外では分布がゆがんでいることが確認されたため、対数変換を行ってから分類を行った。仮に各成分を5段階に分類したとしたら、5成分5段階で $5^5=3125$ 通りある。今回の試料をこの区分に基づき分類すると156パターンに分類された。また存在しない組み合わせは2969パターンあるということになる。この分類を利用すると既存品との差別化の程度を説明することができ、本データは商品開発の際に活用することを計画している。

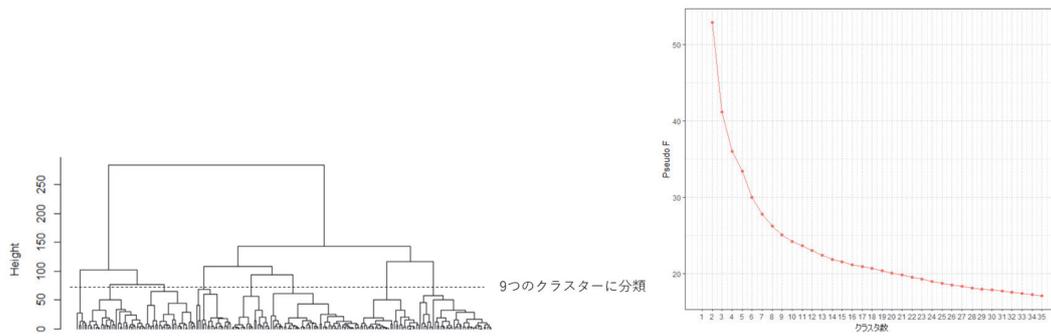


図2 クラスター分析の結果
左：デンドログラム 右：エルボープロット

表2 各クラスターの試料数と平均値(標準化された値) (n = 223)

CL	試料数	酸度	アミノ酸度	Glucose	AA	EtAc	nPrOH	iBuOH	iAmAc	iAmOH	EtCapr	EtCapI	Ac	Capr	高評価試料数
1	23	0.18	-0.59	-0.43	-0.33	1.20	-0.48	-0.04	1.56	-0.07	-0.30	-0.04	-0.41	-0.40	5
2	39	-0.52	-0.16	0.95	0.67	-0.88	-0.99	-0.89	-0.44	-0.86	1.62	1.11	0.38	1.63	8
3	52	0.36	0.16	-0.74	-0.16	0.05	0.53	1.12	-0.10	1.17	-0.57	-0.62	-0.04	-0.50	2
4	19	0.39	0.03	-0.26	0.21	-0.58	-0.29	-0.10	-0.42	-0.03	0.77	0.69	-0.71	0.16	0
5	12	0.56	2.23	0.46	0.49	-0.93	-0.43	-0.50	-0.86	-0.14	-0.60	-0.88	0.90	-0.16	0
6	13	1.17	0.43	0.90	-0.04	1.52	1.38	0.84	1.79	0.53	-0.45	-0.01	-0.65	-0.53	1
7	39	-0.21	-0.61	-0.31	-0.51	0.41	0.14	-0.17	-0.25	-0.28	-0.46	0.17	0.37	-0.40	4
8	14	-0.17	-0.28	1.39	0.18	0.18	0.72	-1.24	0.17	-1.05	0.01	-0.08	0.15	0.09	4
9	12	-1.79	0.54	-0.68	-0.21	-1.02	-0.05	-0.13	-0.97	-0.42	-0.88	-1.49	-0.66	-0.70	0

表3 分析値の歪度 (n = 223)

処理	酸度	アミノ酸度	Glucose	iAmAc	EtCapr
処理なし (分析値そのまま)	0.0	1.4	0.7	1.0	1.5
対数変換	-0.5	0.4	-0.3	-0.4	-0.3

表4 分析値の区分例 (5段階に分類)

区分	酸度	アミノ酸度	Glucose	iAmAc	EtCapr
(最小値)	0.90	0.50	0.40	0.40	0.13
1	1.20 未満	0.69 未満	0.63 未満	0.72 未満	0.33 未満
2	1.20 以上 1.50 未満	0.69 以上 0.95 未満	0.63 以上 1.00 未満	0.72 以上 1.32 未満	0.33 以上 0.87 未満
3	1.50 以上 1.80 未満	0.95 以上 1.32 未満	1.00 以上 1.58 未満	1.32 以上 2.40 未満	0.87 以上 2.29 未満
4	1.80 以上 2.10 未満	1.32 以上 1.82 未満	1.58 以上 2.51 未満	2.40 以上 4.37 未満	2.29 以上 6.03 未満
5 (最大値)	2.10 以上 2.40	1.82 以上 2.51	2.51 以上 3.98	4.37 以上 7.94	6.03 以上 15.85 まで

3.2 官能評価結果

3.2.1 評価結果の概要

試料の官能評価結果を表5に示す。県外酒の方がやや甘味が強く、甘口・濃醇な傾向が見られたが、分析結果と同じく、県内酒、県外酒で大きな差は見られなかった。ただし表6に示すように、各試料の評価結果の標準偏差を確認したところ、どの項目も標準偏差が大きい。これは今回採用した官能評価手法の課題である。本報告では平均値に基づいて解析を行うが、データ活用の際には留意が必要である。

表5 市販清酒の官能評価結果

	県内酒 n=144					県外酒 n=79				
	mean	S.D.	min	max	cv	mean	S.D.	min	max	cv
総合評価	57.6	± 13.7	21.7	74.8	4.2	59.5	± 13.0	27.1	80.6	4.6
香りの強さ	61.6	± 7.2	42.0	77.1	8.6	62.4	± 8.7	40.1	82.4	7.2
吟醸香以外の香りの強さ	54.7	± 10.1	39.3	77.7	5.4	55.1	± 11.7	31.0	83.0	4.7
甘味の強さ	54.5	± 9.9	29.2	74.6	5.5	62.0	± 11.5	37.5	89.3	5.4
酸味の強さ	58.4	± 4.4	44.8	69.0	13.1	55.2	± 7.4	37.7	70.9	7.4
辛口-甘口*1	51.1	± 9.8	29.9	74.5	5.2	59.0	± 12.2	34.1	87.0	4.8
淡麗-濃醇*2	51.3	± 7.3	33.9	69.6	7.0	58.3	± 8.8	41.3	80.9	6.6

cv: 変動係数 = 標準偏差(S.D.) / 平均値(mean)

*1 辛口-甘口は、値が低いほど辛口 / 値が高いほど甘口

*2 淡麗-濃醇は、値が低いほど淡麗 / 値が高いほど濃醇

表6 各試料の評価結果の標準偏差の統計値

	平均値	最大値
総合評価	12.7	22.9
香りの強さ	12.2	25.7
吟醸香以外の香りの強さ	14.4	25.4
甘味の強さ	11.4	20.0
酸味の強さ	12.5	22.2
辛口-甘口*1	12.2	19.5
淡麗-濃醇*2	13.2	20.8

3. 2. 2 評価データ活用の例 高評価試料の特徴について

「高評価の試料」の定義を総合評価の平均値が73以上のものとした。今回収集した試料においてこの定義に当てはまる試料は24試料あった。全体223品に対して1割程度である。これらの試料について、前述したクラスター分析の結果に当てはめてみると、特定のクラスターに高評価の試料が含まれていることが分かった(表2)。

4 まとめ

市販されている清酒223品の分析と官能評価を行った。分析結果をクラスター分析することで9つに分類することができた。また、分析データと評価データを組み合わせることで、高評価の試料の特徴を確認することができた。

高知県内の酒造会社とデータを共有し、商品開発やPRに活用できるように解析を進めていく。

参考文献

- 1) 吉沢淑：醸造協会誌、68(1)、(1973)59-61

高知県で漁獲されたマルソウダの脂肪含量の周年変化とヒスタミン量について

阿部 祐子 竹田 匠輝 秋田 もなみ*

Seasonal Variation of Lipid and Histamine Content of “MARUSODA” *Auxis rochei* Caught in Kochi Prefecture.

Yuko ABE Naruki TAKEDA Monami AKITA*

高知県に水揚げされたマルソウダの脂肪含量とヒスタミン量について調査した。その結果、脂肪含量は冬季から初夏にかけて比較的多く推移していた。また調査を行った 180 個体のうち最も高いヒスタミン濃度は 16.1mg/kg であり、危害の原因となりうる濃度の個体はいなかった。この結果より、水揚げ後一般的な鮮度管理がなされたマルソウダについてはヒスタミンの危害の可能性は低いことが示唆された。今後生食での利用機会が増えることが期待される。

1 まえがき

マルソウダはスズキ目サバ科ソウダガツオ属の魚で、高知県ではメジカと呼ばれている。曳縄漁や定置網漁で漁獲される高知県を代表する魚の一種であり、高知県での漁獲量が例年全国 1 位となっている。しかし、近年の漁獲量は減少傾向で推移し、県内での漁獲量が 2000t を割り込む年もあるなど不安定な漁獲が続いている。漁獲されたマルソウダは主に土佐清水市で製造されている宗田節の原料となっており、その生産量も全国 1 位となっているが、刺身等での生食利用となると、体長 20cm 程度の新子と呼ばれる幼魚のみで、成魚についてはほとんど食べられていない。そこで本研究ではマルソウダの生食利用も含めた活用方法を検討するための基礎的知見として高知県内で漁獲されたマルソウダの脂肪含量の周年変化について調べた。また、赤身魚による食中毒の原因の一つであるヒスタミンについても同時に測定を行い、ヒスタミンによる危害の可能性についても併せて調査を行った。

2 試料及び方法

2.1 試料

2020 年 7 月から 2023 年 6 月までの間に高知県内の定置網漁や曳縄漁で漁獲後、各漁港に水揚げされたマルソウダより毎月 5 個体、計 180 個体を冷凍保管した(2021 年 1 月及び 11 月は試料を確保できず)。各試験には冷凍庫から取り出し、冷蔵庫内にて 1 時間氷水解凍したものを用いた(図 1)。

2.2 全長と体重

各試料について解凍後に全長及び体重の測定を行った。



図 1 解凍後のマルソウダ

2.3 脂肪含量

各試料の背びれ付け根から胸びれ中心部まで下ろした線から尾側に 6cm 分の背肉をブロック状に切り取り(図 2)、皮と骨、血合い肉を除いて均質になるように細断して測定サンプルとした。ジエチルエーテルを溶媒とするソックスレー抽出法にて脂肪含量の測定を行った。

2.4 データの解析方法

全長、体重を説明変数、脂肪含量を目的変数として回帰分析を行いその評価を行った。解析には Microsoft 社 Excel2016 のデータ分析機能を用いた。

2.5 ヒスタミン濃度

脂肪測定部位と対になる腹側のブロックを切り取り(図 2)、ヒスタミンの原因となるヒスチジン含有量の多い普通肉のみを均質になるよう細断し、測定サンプルとした。ヒスタミン濃度の測定はチェックカラーヒスタミン(キッコーマンバイオケミファ(株))を用いて行った。

*高知県海洋深層水研究所

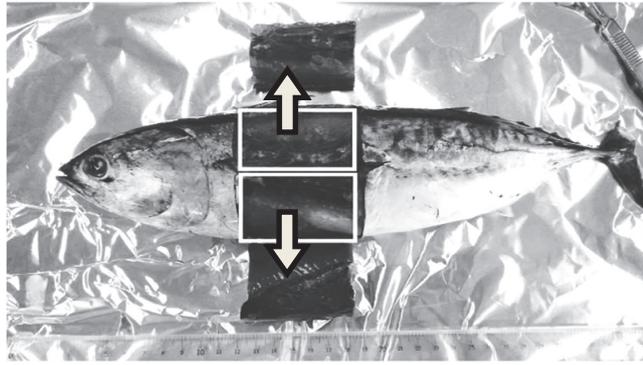


図2 上部：脂肪含量の測定部位、下部：ヒスタミン濃度測定部位

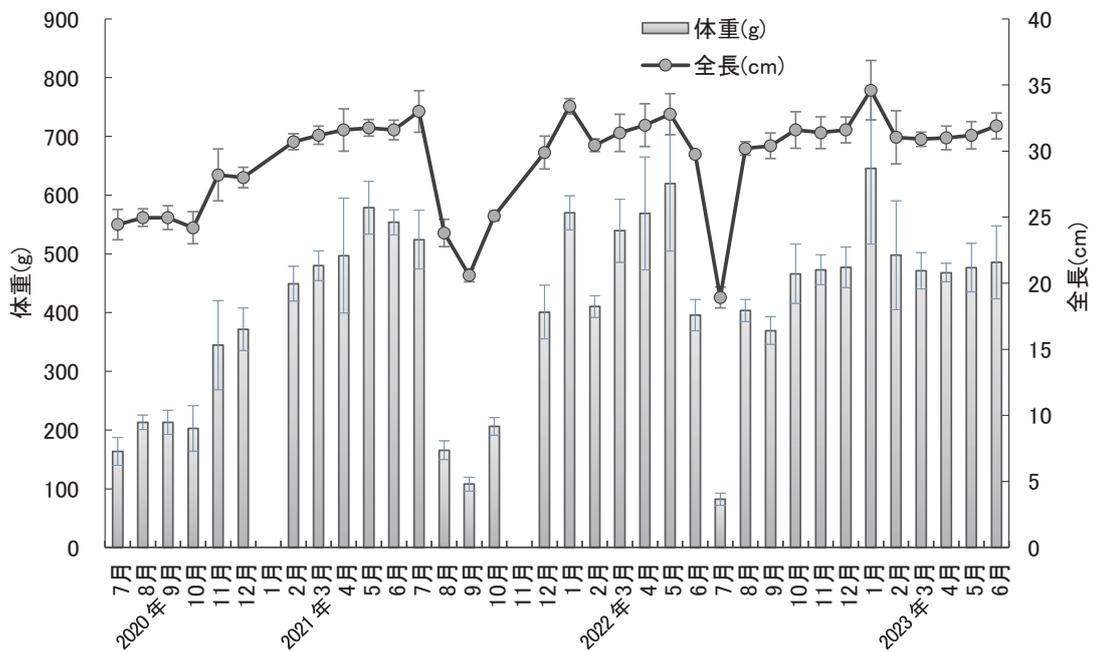


図3 マルソウダの全長及び体重の変動

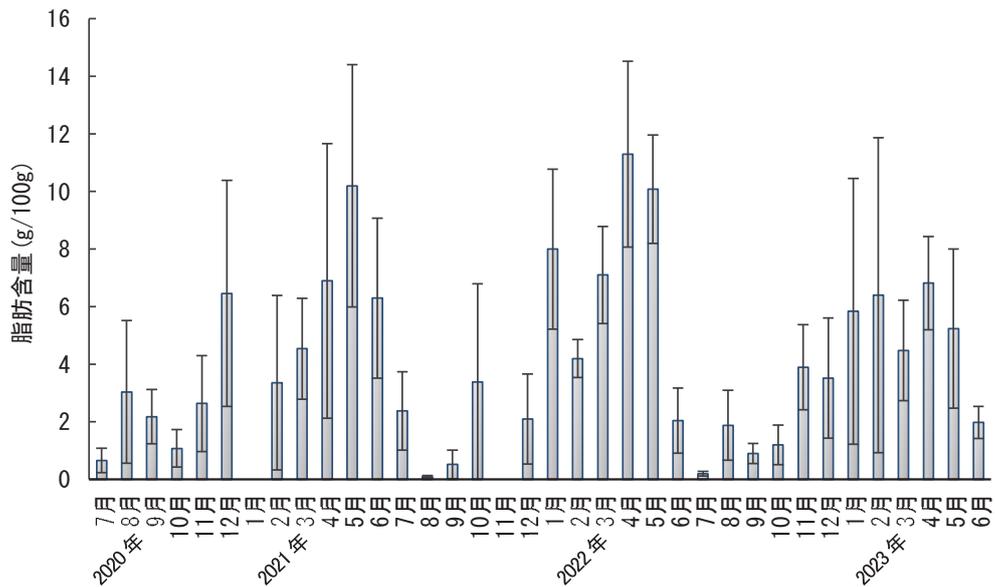


図4 マルソウダの脂肪含量の変動

3 結果及び考察

3.1 全長と体重

図3にマルソウダの全長と体重の変動を示す(平均値±標準偏差)。試験期間中で最も小さい個体は2022年7月の全長18cm、体重62gで、最も大きな個体は2023年1月の全長38.5cm、体重811gであった。試験期間を通して夏季に新子と呼ばれる小型の魚体が出現し、冬季から初夏にかけてサイズが大きくなっていく傾向が見られた。高知県沿岸に來遊するマルソウダには冬季に熱帯海域で生まれる群と夏季に日本近海で生まれる群があると推測されており、夏季に漁獲されている小型魚は半年で25cm前後まで成長した前者であると考えられた¹⁾。

3.2 脂肪含量

図4にマルソウダの脂肪含量の変動を示す(平均値±標準偏差)。冬季から初夏までの時期に脂肪含量の多い個体の出現が多くなる傾向が見られた。統計解析による回帰式では全長、体重ともに脂肪含量に対して正の相関を示したが、どちらも緩やかな相関であった。(全長： $y = 0.4959x - 10.012$ $R = 0.4510$ $p < 0.001$ 、体重： $y = 0.0153x - 1.7588$ $R = 0.5872$ $p < 0.001$)。全長や体重が同じような個体でも脂肪含量の個体差が大きい場合もあり、測定時の外観で脂肪含量を推察することは困難であった。宗田節の製造には脂肪含量の少ない個体が適しており、脂肪が多い場合には皮下の脂肪部位を削り落とすこともある。一方で生食利用する際には脂肪含量が多い方が美味である。マルソウダを利用する場合、脂肪測定装置などを用いて脂肪含量の多い個体を選抜する事で、生食での利用と加熱加工品との用途を分けた利用が可能ではないかと考えられる。

3.3 ヒスタミン濃度

全個体(180尾)中で、検査キットの定量限界値(10mg/kg)を超えた個体は6個体のみであり、最も高いヒスタミン濃度を示したものは16.1mg/kgであった。この6個体以外は定量限界値以下で、全ての個体でヒスタミン濃度は低かった。

ヒスタミンによる食中毒はアレルギー様食中毒であり、赤身魚に多く含まれるアミノ酸の一種であるヒスチジンが、ヒスタミン産生菌の働きにより脱炭酸されることでヒスタミンが生成、蓄積されることで発症する。

食中毒事例からヒスタミン濃度とその喫食量にもとづいて推定されたヒスタミン中毒を引き起こす摂取量は22~370mgであったとの報告²⁾や、その他の

国内事例での食品中のヒスタミン濃度も合わせて総合的に判断した結果、食品中のヒスタミン濃度が100~200mg/kgを超える場合にヒスタミン食中毒が誘発される可能性があると考えられている³⁾。喫食量や感受性なども個人によって違いがあるため、食中毒の発生は確実に予見できるものではないが、本試験にて測定された各個体から得られたヒスタミン量については、危害の心配のない値と考えられる。

4 まとめ

今回の調査で高知県にて漁獲されるマルソウダの季節によるサイズと脂肪含量の変動及びヒスタミン量を確認できた。漁獲量が減少する中でも冬季から初夏にかけてサイズが大きく脂肪含量の多い個体が出現する傾向は過去の調査と同様に見られた⁴⁾。

本試験に供したマルソウダは全てラウンドの状態にて漁獲後冷海水や施氷により低温に保たれた魚船にて漁港まで持ち帰るといった通常の漁業にて漁獲、水揚げされたものを対象としており、神経締めや血抜き、急速な冷却などの特別な鮮度処理は行われていない。今回の調査から、高鮮度処理を行わなくとも時期とサイズに関係なくヒスタミンの危害の可能性は低いと考えられた。今後生食での利用機会が増えることで、マルソウダの有効利用が進むことが期待される。

謝辞

本試験のマルソウダのサンプルの採集については、高知県水産試験場漁業資源課の皆様にご協力いただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 新谷淑生：日本水産学会誌、67巻(3)、(2001)429-437
- 2) 井部明広：食中毒(食品安全性セミナー①)、中央法規出版、(2001)216-227
- 3) 登田美桜 他：国立医薬品食品衛生研究所報告127、(2009)31-38
- 4) 北村有里 他：日本油化学会誌、45巻(11)、(1996)41-44

赤シソ及びその加工品中のアントシアニン色素の LC-MS による解析

森山 洋憲 下藤 悟

LC-MS analysis of perilla anthocyanin pigments from fresh purple leaves and its product

Hironori MORIYAMA Satoru SHIMOFUJI

【目的】赤シソ (*Perilla frutescens* var. *acuta*) に含まれている特徴的な赤い色素はアントシアニンであり、食品の嗜好性及び生体調節機能に関与する。赤シソの色素に着目し、嗜好性及び生体調節機能についての基礎的知見を得ることを目的として、生鮮品と加工品に含まれているアントシアニンの組成及び加工品の保存による変化について調べた。

【方法】高知県産の赤シソの生鮮品を入手し、凍結乾燥を行った。シソ乾燥物をギ酸メタノールに浸漬し、粗抽出液を得た。粗抽出液を合成吸着剤に吸着させてから溶出後、乾固によって粗色素を得た。粗色素に含まれているアントシアニンの解析には LC-MS 装置を用いた。同じ産地の赤シソを用いて製造された加工品を入手した。この赤シソ加工品を 10°C から 55°C までの範囲の温度条件下で保存した。保存前後の加工品のアントシアニンについては LC-MS 装置、液色についてはビジュアルアナライザーを用いてそれぞれ解析した。

【結果】赤シソからの粗色素を LC-MS 装置で解析したところ、マロニルシソニン、シソニン他の 7 種類のアントシアニンを推定化合物として検出した。赤シソ加工品からも同種のアントシアニンを確認できた。粗色素と加工品のアントシアニン組成を比較したところ、結合した有機酸の種類によって組成比が高くなるもの、低くなるものに区分される傾向が見られた。次に保存後の赤シソ加工品の液色を調べたところ、保存温度が高くなると L*値と a*値は高くなり、b*値は低くなることを確認した。続いて保存品の LC-MS 解析結果を見ると、保存温度に対するアントシアニン量の変化は、先述と同様に結合した有機酸の種類によって傾向が異なっていた。加工や保存における赤シソ色素の安定性はアントシアニンの構造によって傾向が異なることが示唆された。

(日本食品科学工学会第 70 回記念大会、令和 5 年 8 月)

もろみ発酵工程初期における もろみのボーメ、アルコール濃度、グルコース量を予測する

下藤 悟 甫木 嘉朗 森山 洋憲 明神 真*

Predicting the Baumé, alcohol concentration and glucose content of moromi at the beginning of the fermentation process of sake

Satoru SHIMOFUJI Yoshirou HOKI Hironori MORIYAMA Makoto MYOJIN¹

【目的】清酒醸造におけるもろみ発酵工程初期の状態はその後の発酵の進行や製成酒の歩合、品質に影響する。もしもろみ発酵工程より前の段階(添、踊)でもろみの初期状態が予測できれば、その後の発酵の進行をより早期に制御できる。そこで本研究では、もろみ発酵工程より前の段階のデータから発酵4日目のもろみのボーメ、アルコール濃度、グルコース量を精度よく予測することを目的として、説明変数や回帰分析手法を変えた場合の予測精度を比較した。

【方法】データとして、令和2~4醸造年度の仕込データ72件を用いた。データ項目は、目的変数として使用する発酵4日目のもろみのボーメ(Be)、アルコール濃度(alc)、グルコース量(glc)の3項目と、説明変数として使用する酒母・添・仲・留の掛米・こうじ米・水の重量および総米重量、酒母・仲・留の添に対する総米比率、精米歩合、洗米後の吸水率の平均値、添・仲・留の麴の分析値(真の消化性、真の糖化性、真のアミノ酸度、総合力価、 α アミラーゼ(A)・グルコアミラーゼ(G)・酸性カルボキシペプチダーゼの活性、G/A比)及び平均値、酵素剤3種の添加量、踊のBeの64項目を取得した。予測はRのcaretパッケージを用いた回帰分析で行った。解析条件は説明変数を64項目すべてを使用した場合と、目的変数との相関の高さで説明変数を絞り込んだ3パターンの合計4つを設定した。回帰分析手法として、部分最小二乗回帰、ランダムフォレスト、サポートベクターマシン、勾配ブースティングをそれぞれ用いた。72件の仕込データのうち64件で回帰モデルを作成し、残りの8件で予測精度(平均絶対誤差(MAE)と自由度調整済み決定係数($adjR^2$))の検証を行った。対照には単回帰分析の結果を用いた。

【結果】単回帰分析と予測精度の最も高かった条件と比較すると、BeはMAE: 0.59→0.32と $adjR^2$: 0.11→0.89、alcはMAE: 0.28→0.21と $adjR^2$: 0.07→0.60、glcはMAE: 1.26→0.49と $adjR^2$: 0.35→0.77であった。発酵4日目のBe、alc、glcは単回帰分析より予測精度が改善できた。さらに予測精度を向上するためには新たなデータ収集が必要と考えられる。

(日本食品科学工学会第70回記念大会、令和5年8月)

* 酔鯨酒造株式会社

LAM 尺度で収集した清酒の評価データを少ないサンプル数で予測する

下藤 悟 甫木 嘉朗 土居 睦卓 加藤 麗奈 森山 洋憲

Prediction of evaluation data of Sake collected by the LAM scale from less samples data

Satoru SHIMOFUJI Yoshirou HOKI Tomotaka DOI Reina KATOH Hironori MORIYAMA

【目的】清酒販売の課題に実際に飲酒しないと好みかどうかわからないことがある。もし分析値から好みの清酒を予測できれば、清酒販売の増加が期待できる。そこで本研究では清酒の好みについての総合評価を分析値からどの程度の精度で予測できるかを検証した。

【方法】試料は高知県内で製造された清酒 147 品を用いた。清酒の主要な水溶性成分と香気成分 13 項目を分析した。官能評価は 16 名で行い、評価項目は総合評価と 6 つの特徴評価、評価方法は 0 から 100 までの LAM 尺度とした。総合評価の予測は R の caret パッケージでの PLS 回帰分析、機械学習により行った。説明変数は特徴評価の結果また成分分析値とした。テストデータはランダムに抽出した 14 品とした。トレーニングデータは残りの 133 品とした場合と、12 品をクラスター分析に基づいて抽出した場合を設定した。予測精度は平均絶対誤差 (MAE) と自由度調整済み決定係数 (adjR2) と、総合評価を良い、悪い、どちらでもないの 3 段階評価に変換したときの正答率で検証した。

【結果】133 品のデータから 14 品を予測した際の総合評価の予測精度の平均は、説明変数に特徴評価の結果を用いた場合は MAE:8.23、adjR2:0.67、成分分析値を用いた場合は MAE:9.37、adjR2:0.60 であった。3 段階評価での予測では、133 品でモデリングした場合の正答率は平均 79.0% であった。抽出した 12 品でモデリングした場合の正答率は平均 71.4% であった。すべての商品を良いと予測した場合の正答率は平均 62.3% であったことから、クラスター分析は予測精度の向上に寄与していると考えられる。

(日本調理科学会 2023 年度大会、令和 5 年 9 月)

生産技術課

CAEによる熱カレンダー装置の解析

村井 正徳 上田 竜平 楠本 真央*1 森澤 純*2 竹家 均*2

Numerical Simulation of a Thermal Calendar Roll Process Heating System

Masanori MURAI Ryuhei UETA Mao KUSUMOTO*1

Jun MORISAWA*2 Hitoshi TAKEYA*2

製紙業界で、高い精度で厚さの制御が必要な製品に使用される熱カレンダー装置の状態を最小限の実験とCAEで予測する方法を提案する。この方法は、ロール間隔の調整機構があつて、原紙へ加える荷重が直接わからない構成の熱カレンダー装置に適用し、ロールに生じる変位の測定値から原紙へ加える荷重の反力としてロールが受ける荷重を推定する。また、各所の温度分布の測定値から、その分布を再現するモデルを作成する。これらの推定値や推定したモデルで、ロールの変形を計算し、装置の設定を変形したときの製品の仕上がり厚さの分布の傾向を数値的に求める。

1 はじめに

製紙業界では、高い精度で厚さの制御が必要な製品に熱カレンダー装置を使用している。この装置では、加熱した2本のロールで原料を加熱、加圧して製品の紙を仕上げる。平行な2本のロールで原料の紙(原紙)を加圧すると、ロールが変形して、図1のように必ず中央部が厚く仕上がる。このため、熱カレンダー装置には製品を目標の厚さ

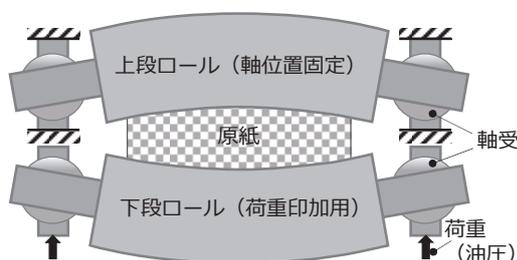


図1 ロールの変形

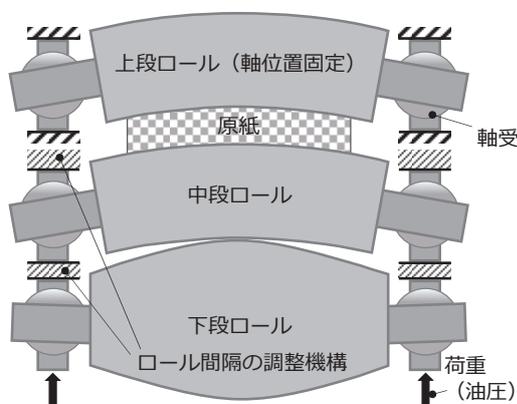


図2 熱カレンダー装置の構成例

で均一に仕上げるための仕組みがある。図2の構成例では、下段の中央部が膨らんだロールで中段ロールの変形を補正して、製品の厚さを均一にしている。また、中段ロールや下段ロールには、製品が規定の厚さになるようにロール間隔を調整する機構がある。図2のような多段ロールの装置では、製品ごとに最適な運転条件が異なるため、これを導入している企業では、実験を繰り返して運転条件を決めている。これを簡略化するため、計算機上で実験を再現することが求められているが、装置全体をモデル化することになり非現実的である。

本研究では、生産効率の向上や不良率の低下を目的とし、熱カレンダー装置を使用する際の運転条件の最適化へのCAEの活用を考える。最も単純な図2の構成の装置を例に、複雑な装置の状態をロールに生じる変位や加熱時の温度分布の測定値から推定し、設定を変えたときの傾向を単純なモデルのみで予測する方法を提案する。ここでは、適当な装置を想定し、数値解析で提案する方法の効果を示す。

2 予測の手順

図2に示した構成の装置では、ロール間隔の調整機構があるので、油圧による荷重と原紙に加える荷重の関係がわからない。CAEで装置の状態を予測するためには、抄紙中の原紙内部の状態を含む装置全体を解析対象にして荷重の配分を計算する必要がある。この方法は、計算規模が大きくなりすぎることに加えて、抄紙中の原紙内部の状態をCAEで予測する技術も確立していないため非

*1 研究企画課

*2 高知県立紙産業技術センター

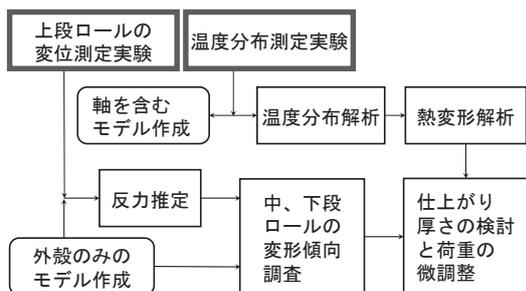


図3 熱カレンダー装置の状態を推定する手順

現実的である。一方、上段ロールの変位については文献1)の方法で測定可能である。また、温度分布については、全てのロールでの測定が可能で、測定結果の一例が文献2)にある。そこで、図3の手順でロールの変位、温度分布、製品の厚さの分布の測定結果から、装置の状態を推定する方法を提案する。この方法では、上段ロールの変位から、原紙を加圧するとき上段ロールが受ける反力を推定することで、原紙内部の状態を計算することなくロール各所の変形を予測できる。温度分布の測定実験の結果を再現する数学モデルを作成すると、熱変形が計算できるようになる。文献1)によると荷重により生じる変位と熱変形により生じる変位は足し算で評価することができることから、これらの関係を総合的に評価することで仕上がり厚さと荷重の関係の傾向を予測することができる。

3 モデルの作成

3.1 変位解析用の外殻のみのモデル

文献1)では、仕様書からロールの材料や厚さを入力していたが、これらの記載がないときがある。この場合、外観と実験値から内部構造を推定する。ここでは、有効長が単位長さ、ロール外殻の長さが単位長さの1.6倍、外径が単位長さの0.45倍、軸受間隔が単位長さの2倍で、ヒートパイプを設置するための穴を設けた形状とし、有効長と同じ

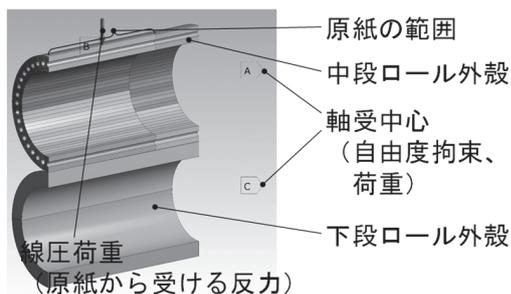


図4 中、下段ロール用の外殻のみのモデル

幅の原紙の使用を仮定する。また、実験値と解析値は一致していることは確認済みとする。

図2に示した熱カレンダー装置の構成例には、中、下段ロールの間隔を調整する機構がある。この機構は下段ロールへの荷重を微調整するために使われるのみのため無視する。

図3に示した手順中にある変形傾向調査など計算を繰り返すことが多いので、モデルはできるだけ簡略化する必要がある。変位の解析でのモデル範囲はロールの有効長を含んでいれば十分である。そこで、図4のように、対称性を考慮したロールの外殻部のみのモデルを採用した。上段ロールは中段ロールと同じ構造のため、対称性を考慮して下段ロールへの荷重が0のときの中段ロールに発生する変位の正負を反転すればよい。

3.2 温度分布、熱変形解析用のモデル

熱カレンダー装置に使用するロールは、有効長の範囲では、設定された温度で均一な分布になるように設計されている。ところが、ロールの端部や端面、軸部では、急激に温度が変化する。これが熱変形の原因になっているが、これらの特性が公開されていることはほぼないので、実験で調べる必要がある。温度分布と温度分布を考慮した変位の解析結果が、文献1)に紹介されている。また、正確な温度分布を実験から求めた例が文献2)にある。文献2)を参考にして、温度が変化したときに生じる熱変形のみを計算するモデルとして、図5のようにロール全体を解析範囲に設定したものを採用した。温度分布解析は、実験値と解析値が一致するまで、境界条件等のモデルの変更を繰り返す必要があるので、メッシュ分割を含めた簡略化が可能なモデルである。中段ロールと下段ロールが接触する場所は熱変形の小さい中央付近に限定されるため、下段ロールの熱変形の影響は無視する。

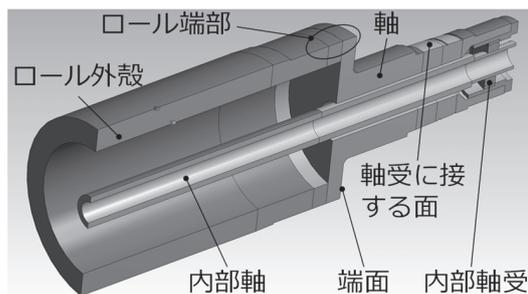


図5 上段、中段ロール用の軸を含むモデル

4 結果及び考察

上段ロールが原紙から受ける反力の分布が均一であれば、発生する変位と反力は比例関係にあり、反力の推定は容易である。反力の推定値を図4に示したモデルに入力し、上、中段ロールの原紙に接触している部分の変位を求めると図6(a)

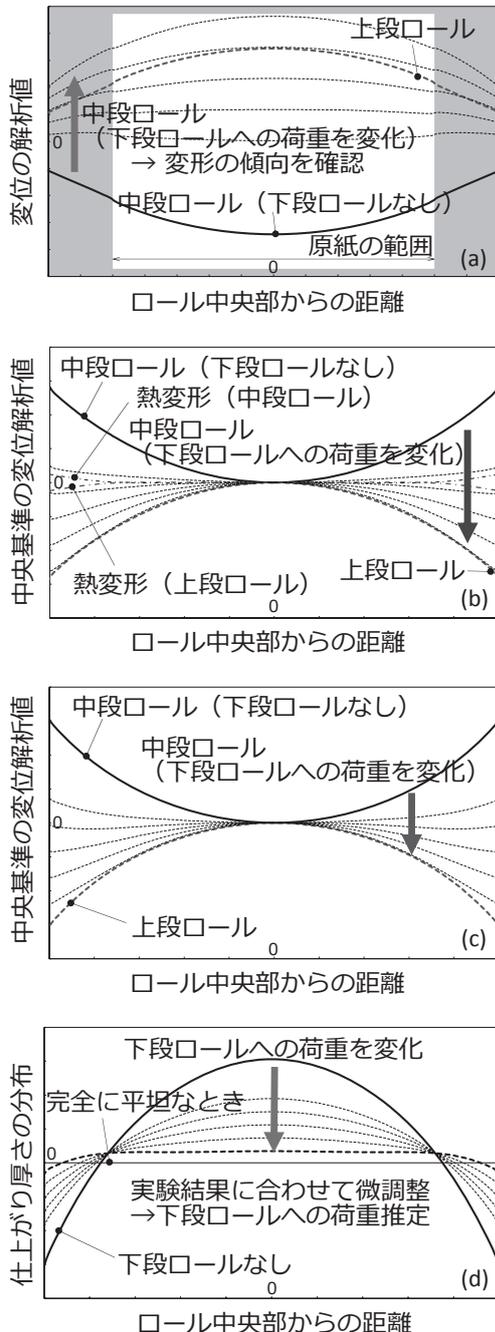


図6 下段ロールへの荷重を変化したときの解析結果 (a) 中段ロールの変形の傾向調査結果、(b) 熱変形を含む変形解析結果(原紙の範囲)、(c) 熱と荷重による変形の同時評価、(d) 仕上がり厚さの分布の解析結果

のようになる。下段ロールがなければ、図1のように中央が厚い仕上がりになることが解析結果からも明らかである。下段ロールへの荷重を大きくしていくと、図6(a)に示した上向き矢印のように中段ロールの変位が変化していく。下段ロールへの荷重を変化させると製品の仕上がり厚さも変化するため、実験で下段ロールへの荷重を調整しようとするとき、上、中段ロール間の間隔調整機構の設定変更も必要となる。この作業にはかなりの手間が予想される。

変位の表示をロールの中央部を基準にした相対値にすることで、変形の形状を表わすことができる(図6(b))。下段ロールへの荷重を変化させると上段ロールの変形形状に近づけることができる。熱変形は一点鎖線のような傾向になった。温度差によってこの値にほぼ比例する変形が予想される。ここでは、下段ロールへの荷重で生じる変形と比べて小さい熱変形としてこの値を用いる。

熱変形で生じた変位と荷重で生じた変位は足し算で評価できることから、熱変形を考慮した変形の解析結果は図6(c)のようになる。熱変形によって、図6(b)の熱変形の影響がないときと比べて、有効長の端部で上段ロールとの変形の差が大きくなる。

上、中段ロールに生じた変位の差分を取り、中央の値を0にすると、製品の仕上がり厚さの分布を評価することができる(図6(d))。完全に平坦で均一な仕上がりの場合、原紙の範囲全体で0になる。ここで取り上げた装置では、完全に平坦に調整することは困難なことがわかる。また、実際の装置で、製品の端部のみ薄い仕上がりになった場合、ここで得られた解析結果と同様の傾向になっていると考えられる。また、下段ロールへの荷重を調整して、実際の製品の仕上がり厚さの分布を再現できれば、そのときの値が荷重の推定値となる。

これまでの解析結果は、原紙を加熱、加圧して製品を仕上げる際にロールが受ける反力が原紙の幅全体にわたって均一であることが前提になっている。製品の仕上がり厚さがほぼ均一であれば、この前提条件は成立しているはずである。逆に、製品の仕上がり厚さに大きな凹凸があるときには、正確な反力の推定ができないことがある。このため、ここまでの議論には均一な製品を製造するために蓄積した運転条件のデータが必要で、

全く経験のない原紙に適用することは難しいが、これまで未知であった運転中の装置の状態の推定が可能になったと考えている。

ここでの議論は、製品の仕上がり厚さに大きな凹凸がある場合でも、反力の分布が均一な理想的な原紙を対象にした場合に相当する。これは、製品の仕上げに必要な印加荷重と温度が指定されたときの装置の特性評価が可能で、目標の厚さの分布が可能かどうかの判断ができることを示唆している。

実際の装置では、油圧によって加える荷重で、中、下段ロールを持ち上げて原紙を加圧している。上、中段間のロール間隔の調整機構は、製品の厚さを決定するだけでなく、余剰な荷重を装置のフレームへ逃がす役割もある。中、下段間のロール間隔の調整機構は、中段ロールが適切な形状に変形するように、下段ロールに加える荷重を調整する役割になっている。ここまで議論は、ロール間隔の調整機構を使用する際の内部荷重が分かるようになっていけば、反力の推定のための実験が不要になり、CAE の利用が容易になることを示唆している。

5 まとめ

下段にバックアップロールを含む三段構成の熱カレンダー装置に関してCAEを利用することで、以下のことが可能なことが示された。

ロールの変位や温度分布の測定実験の結果から、装置の状態の推定が可能になった。

抄紙に必要な荷重と温度が指定されれば、該当装置での目標厚さ分布での仕上がりの可、不可の判断が可能になった。

ロール間隔の調整機構で、内部荷重が分かるようになっていけば、熱カレンダー装置の運転条件等の決定に、CAE の利用が容易になることが示された。

参考文献

- 1) 村井正徳他：高知県工業技術センター研究報告、No. 53、(2022)15-22
- 2) 村井正徳他：高知県工業技術センター2022 研究開発&企業支援成果報告書、No. 18、(2023)30-31

資源環境課

県産植物の機能性成分活用事業（第4報）

ハマアザミ (*Cirsium maritimum* Makino) の PPAR γ 及び Nrf2 活性に関する研究

鈴木 大進 岡崎 由佳 宮田 棕*¹ 中島 芳浩*¹

Research for utilization of functional substance produced by prefectural plants (Part 4)

The study of PPAR γ and Nrf2 activity about *Cirsium maritimum* Makino

Masanobu SUZUKI Yuka OKAZAKI Ryo MIYATA Yoshihiro NAKAJIMA

高知県の地域野菜の一種であるハマアザミ (*Cirsium maritimum* Makino) について、糖尿病や肥満などに関連の深い PPAR γ や生体内の酸化ストレス応答に関係する Nrf2 といった核内転写因子への影響をレポーターアッセイにより評価し、ハマアザミのエタノール抽出物及び酢酸エチル抽出物に PPAR γ 亢進活性を、また酢酸エチル抽出物には Nrf2 亢進活性を確認した。それぞれの抽出画分に共通して含まれる cirsimaritin についてレポーターアッセイによる評価を行い、cirsimaritin に強い PPAR γ 亢進活性があることを見出した。

1 はじめに

ハマアザミ (図1) は別名ハマゴボウとも呼ばれ、西日本以西の海岸近傍に広く分布しており、高知県では根や若芽を天ぷら等にするなど、食経験が担保されている安全性の高い伝統的な地域野菜の一種である。牧野富太郎博士が分類を行った本植物は、県内でも海岸線に広く自生しており採取が容易であるほか、全国的にも珍しく農家で栽培も行われており、農協を通じて流通する一般的な素材である。このように、産業利用が即時可能な程度の流通が既に存在していることは、機能性素材原料として大きな強みであり、我々は本植物を事業化候補植物として機能性に関する研究を進めてきた。その後の研究で、マウスを用いた *in vivo* での抗アレルギー効果確認試験において、ハマアザミ抽出物は動物レベルにおいて IgE 量を抑制するなど抗アレルギー効果が得られることを実証したほか、糞中の抗原特異 IgA 量を増加させるなど、腸管免疫系にも影響を与えることが示唆された。さらに、脱顆粒阻害活性を指標として機能性成分の同定を行い、主たる脱顆粒阻害活性成分が cirsimaritin (図2) であること、また本成分はハマアザミ中では大部分が糖糖体として存在していることを明らかにした¹⁾。

一方、産業技術総合研究所 細胞機能解析研究グループ (四国センター) (以下、産総研と呼称する) では、「生体の機能を可視化し、制御する技術」の開発を行っている。その一環として、独自に開発した

生物発光レポーター群を活用して、特定遺伝子の発現量の変化をリアルタイムで計測するシステムを構築し、これにより薬効や食品機能性、毒性等の評価を迅速かつ大量に行う評価方法 (レポーターアッセイ) を開発している²⁾。



図1 ハマアザミ

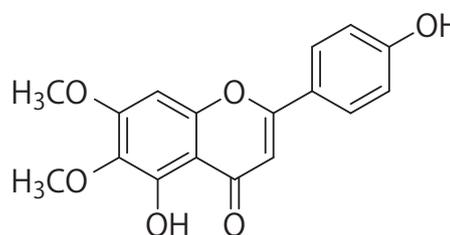


図2 Cirsimaritin

本手法は、リアルタイム発光測定を行うことによってメカニズムや実際の機能を遺伝子レベルでより詳細かつ迅速に評価することができ、さらに細胞を利用することにより多数の検体をハイスループットに評価することが可能である。これによって、抗酸

*1 産業技術総合研究所四国センター

化や抗炎症作用をはじめとして、幅広い機能性を迅速・詳細に判別することができる。

これまでに行ってきた産総研との共同研究の過程において、ハマアザミ抽出物がヒト細胞において核内転写因子 Nrf2 (NF-E2 related factor 2) や PPAR γ (Peroxisome Proliferator-activated Receptor- γ) を活性化することが発光レポーターアッセイにより示唆された。

Nrf2 は、老化やがんなど様々な病気を引き起こす原因となる酸化ストレスに応答して活性化し、細胞を保護する役割を持つ転写因子の一つである³⁾。

これまでによく知られ、広く産業利用されている β カロテンやカテキンなどの抗酸化成分の作用機序は、その多くが活性酸素種を直接的にトラップすることを前提とした化学反応的な防御応答であることが知られる⁴⁾。しかし、このような防御応答は生体内での動態が未だ不明な部分も多く、現在、医薬品としての利用はほとんど進んでいないのが現状である。一方で、ファイトケミカルやその誘導体による Nrf2 の活性化は、疾患の予防及び改善に有効であることが近年注目を集めつつあり、炎症防御における新たなターゲットとして認知されつつある。

これまでに、Nrf2 活性化によってマクロファージにおける炎症性サイトカイン遺伝子 IL-6 の発現が抑制されるなど、アレルギー性の炎症の抑制にも Nrf2 が関係していることが示唆されている⁵⁾。しかし、先行研究は好中球性アレルギー等に限定されており、花粉症等にかかわりが深いとされる好酸球や慢性アレルギーと関連が深いとされる好塩基球系での知見は少ない。

また、PPAR γ は主に脂肪細胞に分布し、細胞分化等に深く関与することが知られており、糖尿病改善薬の標的分子となるなど、生体内で重要な生理活性を担っている⁶⁾。近年の研究から、本遺伝子がマクロファージ等の炎症細胞にも同様に発現し、炎症反応の進展や免疫機構に関与していることが知られている⁷⁾。いくつかの研究報告では、PPAR γ がマスト細胞に存在し、炎症メディエータの産生遊離に対して抑制的な調節を行うことが示唆されるなど⁸⁾、こちらも近年においてはアレルギー疾患の治療ターゲットとして注目されるようになってきている。

本研究は、ハマアザミの持つ機能性をさらに詳細に解明し、抗アレルギー作用と抗酸化作用、抗炎症作用との関連を明らかにすることを目的とし、ハマアザミ抽出物の核内受容体 Nrf2 や PPAR γ への影響を

解析した。また、各受容体の活性化に関わる成分を同定したため、その結果について報告する。

2 実験材料と方法

2.1 実験材料及び使用機器

試験に供したハマアザミの葉及び茎は、高知県海洋深層水研究所敷地内より採集した。植物体は 40°C で 48 時間乾燥を行って含水率 8%以下としたものを保存し、適時裁断して実験に供した。

レポーターアッセイに用いるリアルタイム発光計測システムは、産総研設置の WSL-1565 Kronos HT (ATTO 製) を使用した。

抽出物の成分分析及び単離には LCMS-2020 システム (島津製作所製) を構造決定のための NMR データは産総研設置の NMR AVANCE NE400N 型 (Bruker 製) を用いて取得した。

2.2 レポーターアッセイ

PPAR γ 活性化の評価は、(1) CAG プロモーター下流に GAL4DNA 結合領域と PPAR γ リガンド結合領域の融合遺伝子を連結した発現ベクター、(2) GAL4 上流活性化配列、チミジンキナーゼ (TK) プロモーター、赤色発光ルシフェラーゼ遺伝子を連結したレポーターベクター、(3) TK プロモーター下流に緑色発光ルシフェラーゼ遺伝子を連結した発現ベクターを、マウス繊維芽細胞 A9 内のマウス人工染色体ベクター⁹⁾ に挿入した安定細胞株を用いた。

また Nrf2 活性化の評価は、(1) Keap1-Nrf2 経路の活性化指標となる抗酸化応答エレメント (ARE)、TK プロモーター、赤色発光ルシフェラーゼ遺伝子を連結したレポーターベクター、(2) TK プロモーター下流に緑色発光ルシフェラーゼ遺伝子を連結した発現ベクターを、ヒト肝芽腫細胞株 HepG2 細胞内のマウス人工染色体ベクターに挿入した安定細胞株を用いた。

PPAR γ 及び Nrf2 活性化は、各細胞の試験時の赤色発光強度を評価の指標とした。また、細胞生存率を緑色発光強度として同時測定し、各遺伝子の活性化に対する内部標準とした。

各細胞は、10% ウシ胎児血清 (FBS; Sigma-Aldrich 製) を含むダルベッコ改変イーグル培地 (DMEM; 富士フイルム和光純薬株式会社、以下、基本培地) で 37°C、5% CO₂加湿雰囲気下で培養した。

レポーターアッセイに用いた各細胞は、96 ウェルプレートに 3 \times 10⁵ 細胞/ウェルの密度になるよう播

種し、20～24 時間インキュベートした。その後、各試料を溶解したジメチルスルホキシド (DMSO、最終濃度 0.1%/培地) 及び発光基質 D-luciferin を含む培地で置換し、リアルタイムで 48～72 時間発光計測を行った。陰性対照として試料を含まない DMSO を用い、陽性対照として PPAR γ 活性評価では pioglitazone を最終 100nM、Nrf2 活性評価では carnosic acid を最終 20 μ M になるよう調製した DMSO を用いた。試験は 3 連で行い、その平均を試験結果とした。活性化の基準となる相対発光強度 (Fold Change) は、以下の式(1)により算出した。

Fold Change = 検体 (赤色発光強度/緑色発光強度) / 陰性対照 (赤色発光強度/緑色発光強度) 式(1)

2. 3 抽出物の調整と単離・構造決定

水抽出物は、以下の方法で調製した。乾燥植物体を細かく裁断した後、植物体に対して約 10 倍量の熱水を加え、75°C で 3 時間加熱抽出した後、5B 濾紙を用いて濾過し、濾液を回収した。濾過残渣に再度同量の熱水を加え、75°C で 3 時間加熱抽出、5B 濾紙を用い濾過した。濾液を全て合わせ、減圧下である程度まで濃縮した後、真空凍結乾燥処理し、熱水抽出物とした。

エタノール抽出物は、以下の方法で調製した。乾燥植物体を細かく裁断した後、室温下で植物体に対して約 10 倍量の 70% エタノールに 72 時間浸漬後、5B 濾紙を用いて濾過し、濾液を回収した。濾過残渣に再度同量の溶媒を加え、75°C で 3 時間加熱抽出、5B 濾紙を用い濾過した。濾液回収後、更に残渣に同量の溶媒を加え、60°C で 1 時間超音波抽出、5B 濾紙を用い濾過した。濾液を全て合わせ、減圧下で濃縮した。溶媒が完全に留去されるまで濃縮した後、真空凍結乾燥処理し、エタノール抽出物とした。

ヘキサン、酢酸エチル抽出物は、以下の方法で調製した。植物体を細かく裁断した後、約 10 倍量の *n*-ヘキサンで浸漬し、1 週間抽出を行った。抽出後、抽出液と残渣をろ別し、残渣について再度同様の工程を繰り返した。その後、ろ別された残渣を約 10 倍量の酢酸エチルで 1 週間浸漬抽出し、さらに抽出液と残渣をろ別する工程を 2 回繰り返した。得られた *n*-ヘキサン抽出液及び酢酸エチル抽出液について、それぞれに約 10% となるよう無水硫酸ナトリウム (富士フィルム和光純薬製) を添加し、一晚静置して脱水した後、エバポレータを用いて減圧濃縮し、

n-ヘキサン抽出物及び酢酸エチル抽出物を得た。

各抽出物は、HPLC (カラム: Osaka Soda CAPCELL PAK C18 UG120 (5 μ m, 4.6mm Φ × 250mm)、溶離液: (A) H₂O (0.1% TFA), (B) MeCN (0.1% TFA)、グラジエント: (A) / (B) = 90/10 (0min) - 0/100 (50min) - 0/100 (60min)、流量: 1.0mL/min、検出波長 (UV): 280nm) を用いて成分を分析した。

得られたエタノール抽出物を、シリカゲルカラムクロマトグラフィー (シリカゲル: Wakosil C-300 (富士フィルム和光純薬製)、カラムサイズ: 30mm ϕ × 100cm) に供した。溶離液としてアセトン/ヘキサン混合液及びメタノールを用い、0%, 5%, 10%, 20%, 30%, 50%, 100% アセトン画分及びメタノール画分の 8 画分を得た。得られた 30% アセトン画分を HPLC (カラム: Cosmosil C-18-AR-II (10mm ϕ × 250mm)、溶離液: 80% メタノール、流量: 1.2mL/min、検出波長 (UV): 280nm) に供し、15.2 分に現れる紫外線吸収ピークを分取して白色結晶である化合物 1 を得た。機器分析データ: ESIMS *m/z* 180; ¹H NMR (CD₃OD, 400 MHz) δ : 7.54 (1H, d, J = 15.8 Hz, H-7), 7.03 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-2), 6.95 (1H, dd, J = 8.1, 2.0 Hz, H-6), 6.76 (1H, d, J = 8.1, H-5), 6.25 (1H, d, J = 15.8 Hz, H-8); ¹³C-NMR (CD₃OD, 400 MHz) δ 168.6 (C-9), 149.6 (C-4), 147.1 (C-7), 146.8 (C-3), 127.8 (C-1), 123.0 (C-6), 116.4 (C-5), 115.2 (C-8), 115.1 (C-2)。

3 結果と考察

3. 1 ハマアザミ抽出物の PPAR γ 亢進活性

ハマアザミの各抽出物における、PPAR γ レポーターアッセイの結果を図 3～6 に示す。横軸は測定開始からのインキュベート時間を、縦軸は相対発光強度 (Fold Change) を示す。Fold Change は通常、測定開始時点での他の内在遺伝子に対する対象遺伝子の活性化の度合いを示しており、相対強度 1 を基準として数値が上昇するほど対象遺伝子が活性化していることを示す。

試料溶解濃度の高かったエタノール抽出物では最高濃度を 400 μ g/mL とし、ヘキサン抽出物では 100 μ g/mL、熱水及び酢酸エチル抽出物では 50 μ g/mL として公比 2 で希釈し、評価試験を実施した。

試験の結果、熱水抽出物及びヘキサン抽出物では、最高濃度添加時においても、顕著な活性化は確認できなかった。また、ヘキサン抽出物は、他の画分と異なり、基底活性が低下する結果となり、アンタゴ

ニスト活性を有する可能性が示唆された。

一方で、酢酸エチル抽出物及びエタノール抽出物の2画分は、実験開始5~6時間程度から濃度依存的に活性化し、その後、約10時間前後にピークを迎えた後、速やかに活性化が減衰する傾向が確認された。これはpioglitazone等の代表的なアゴニストと酷似した活性化キネティクスであり、特に溶解濃度が高く、高濃度域まで試験が可能であったエタノール抽出物では顕著な活性化が確認できた。このことから、ハマアザミには一定のPPAR γ 活性化作用があり、その関与成分は中極性程度の比較的極性の低い成分であることが示唆された。

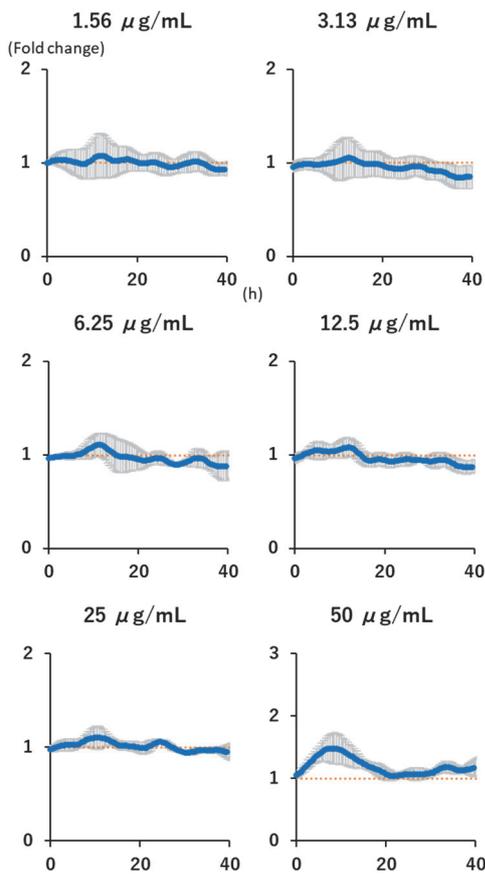


図3 熱水抽出物のPPAR γ 活性化試験結果

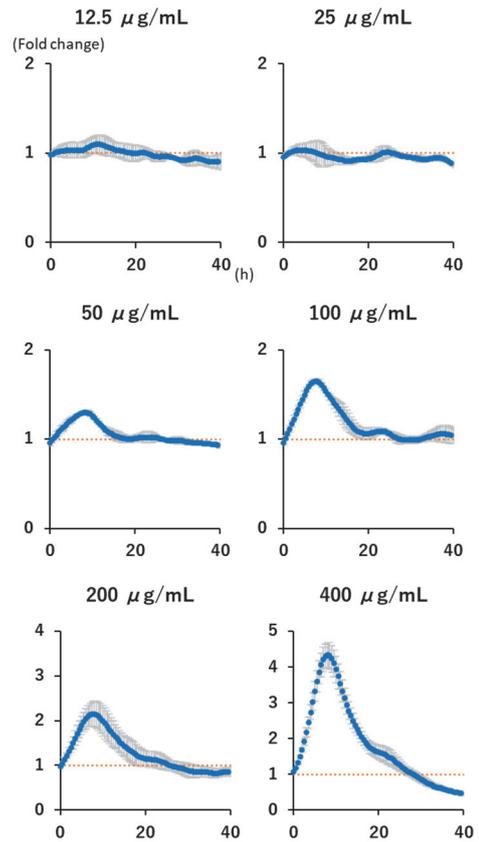


図4 エタノール抽出物のPPAR γ 活性化試験結果

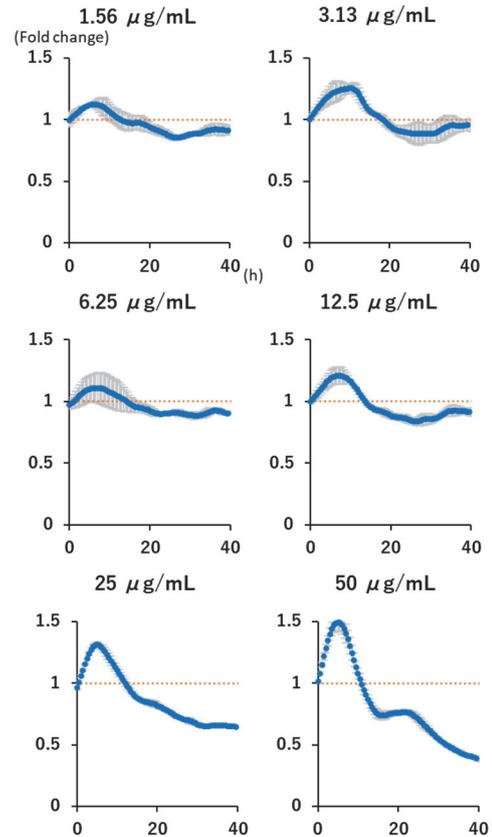


図5 酢酸エチル抽出物のPPAR γ 活性化試験結果

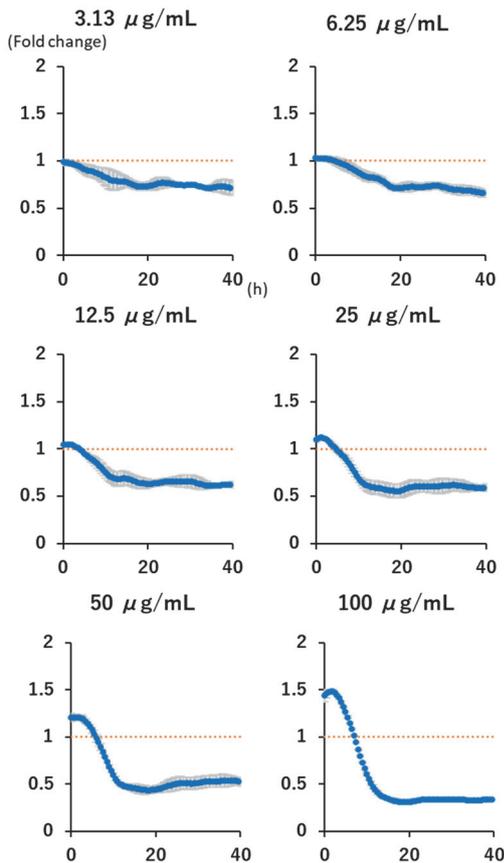


図6 ヘキサン抽出物のPPAR γ 活性化試験結果

以上の結果を踏まえ、HPLC を用いて酢酸エチル、エタノール抽出物に含まれる成分を分析した結果 (図7)、どちらの画分についても、もっとも主要なピークは、抗アレルギー成分として既に同定されている cirsimaritin 及びその配糖体である cirsimaritin と推定された。本レポーターアッセイは、標的分子の細胞内への浸透・移行が必須となる経路であるため、極性の高い配糖体がアゴニストとして働く例は多くないことを考慮し、まず cirsimaritin の PPAR γ 活性について評価を行った。

評価試験の結果 (図8)、cirsimaritin は、0.625 μ g/mL という低濃度からはっきりと濃度依存的に相対発光強度を上昇させることを確認した。これまでの研究から、cirsimaritin のハマアザミ酢酸エチル抽出物中の濃度は5~10%程度と高濃度の含有が推定されており (データ未記載)、今回の酢酸エチル抽出物の高濃度添加時と cirsimaritin の低濃度添加時の試験結果がある程度同様の活性を示していることから、ハマアザミの PPAR γ 活性の主成分は cirsimaritin である可能性が高いと考えられる。

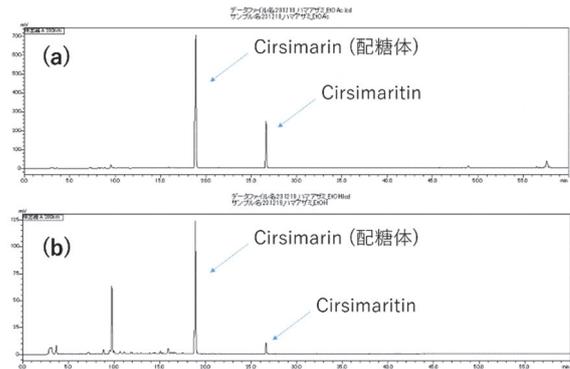


図7 各抽出物のHPLCクロマトグラム
(a) 酢酸エチル抽出物 (b) エタノール抽出物

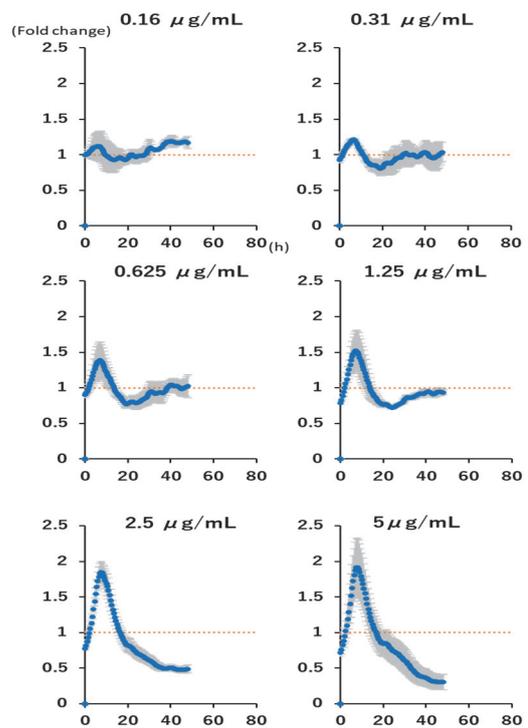


図8 CirsimaritinのPPAR γ 活性化試験結果

3.2 Caffeic acidの単離・同定

図7のエタノール抽出物のクロマトグラムから、主要成分として cirsimaritin、配糖体 cirsimaritin 以外に10分前後に未同定の紫外線吸収ピークが存在していることが確認された。本ピークについて、活性との関連を確認するため、単離して成分を同定することとした。

HPLCにより単離した化合物1のNMRデータを図9に示す。得られたデータを文献値¹⁰⁾と比較したところ、機器分析結果がほぼ完全に一致したことから、本化合物を caffeic acid と同定した (図10)。

Caffeic acid はリグニン合成における中間体の一つであり、生合成中間体としてほぼ全ての植物に含

まれるポリフェノール的一种であり、特にコーヒー等に多く含まれていることが知られている。また、caffeic acidには強い抗酸化作用があることが既に知られており、その作用機序は主として活性酸素種の不活化作用にあることが過去の研究から明らかとなっている¹⁰⁾。また、caffeic acidは、マウスを用いた試験においてヒスタミン遊離抑制効果を示すなど¹²⁾、抗アレルギー効果があることが明らかになっていることから、cirsimaritinと共にハマアザミの抗アレルギー作用に関与している可能性が高いと考えられる。

確認のために行った caffeic acid の PPAR γ 活性化評価試験の結果(図11)、最高濃度である5 μ g/mL添加時においても、caffeic acidは有意な亢進活性を示さなかったことから、本成分はハマアザミの PPAR γ 活性にほぼ寄与しないことが示唆された。

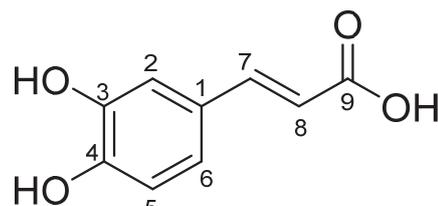


図10 Caffeic acid

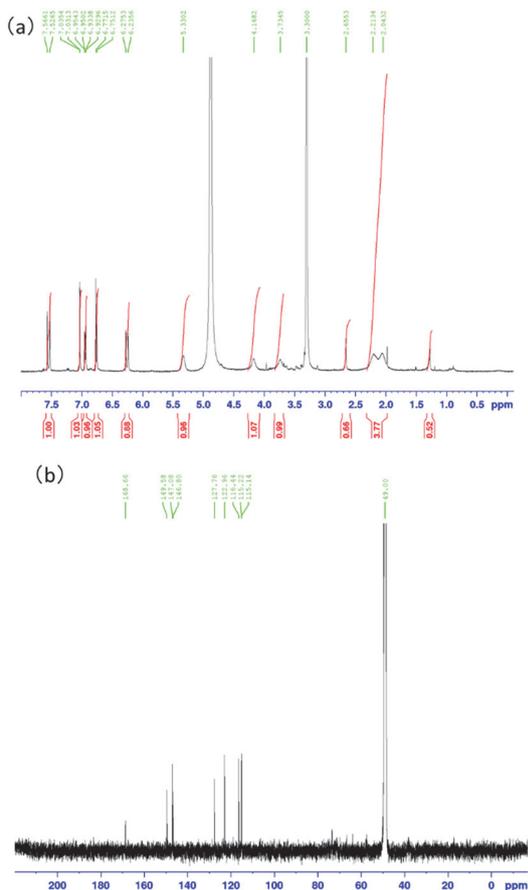


図9 化合物1のNMRデータ

(a) ¹H NMR (b) ¹³C NMR

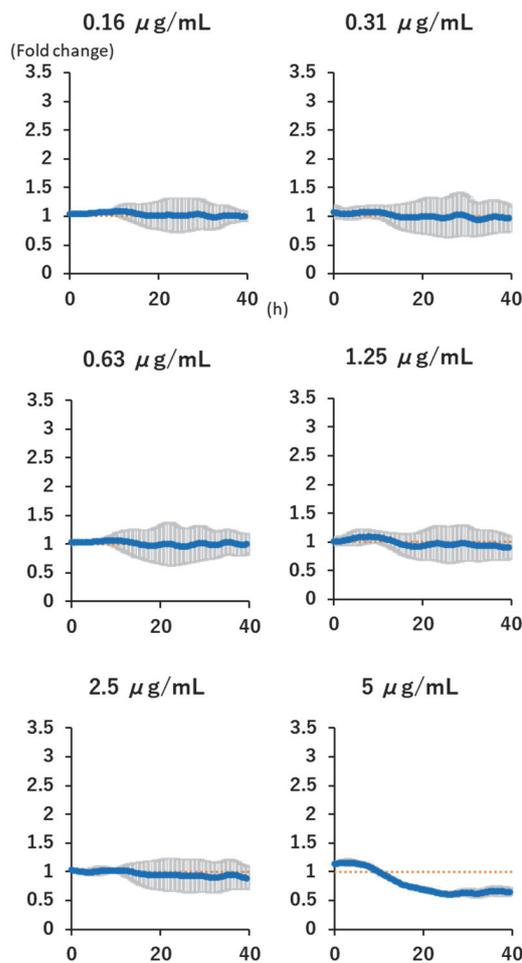


図11 Caffeic acidのPPAR 活性化試験結果

3.3 ハマアザミ抽出物のNrf2亢進活性

酢酸エチル抽出物における、Nrf2レポーターアッセイの結果を図12に示す。試料添加濃度を50 μ g/mLとし、公比2で希釈して評価試験を実施した。試験の結果、酢酸エチル抽出物は12.5 μ g/mL添加時から、かなり弱いものの10時間前後から測定終了時にかけてNrf2活性化が見られ、また濃度依存的に活性が上昇する傾向が確認できた。

通常、本試験において活性が確認できる典型的なケースでは、試験開始から約10時間前後から活性が上昇しはじめ、約20~30時間程度にはピークを

迎え、その後は下がってくることが多い。これは Nrf2/keap1 の活性化のメカニズムからも妥当であると考えられる。

今回のハマアザミ抽出物での試験では、スルフォラファンなどの典型的な Nrf2 活性化剤のケースとは異なり、試験開始 10 時間後程度から強度が上昇し始め、その後試験終了となる 72 時間後まで持続して活性化が維持された。これは、Nrf2/keap1 経路の活性化が直接的でなく、例えば弱毒性の細胞全体の代謝量増加などに由来している可能性がある。ただし、今回の試験結果では、弱いながらも早い時間から一定量の活性化が確認できていることから、何らかの Nrf2 活性化成分が含有されている可能性が示唆された。

今回の実験で、熱水抽出物には明らかな Nrf2 活性は確認できず（データ未記載）、またエタノール抽出物、ヘキササン抽出物では細胞毒性の発現により正確な測定が不可能であった。さらに、酢酸エチル抽出物中の主要成分である cirsimaritin についてもレポーターアッセイによる確認を行ったが、明らかな活性は見いだせなかった（データ未記載）。また、産総研にて行われた本研究と同様の細胞を用いたスクリーニングテストにおいて、今回新たに同定された caffeic acid は 100 μ M という高濃度で Nrf2 亢進活性を示さなかったことから、本成分のハマアザミの Nrf2 亢進活性への関与はほとんどないと考えられる。以上のことを考慮し、ハマアザミ酢酸エチル抽出物中には、未同定の Nrf2 亢進活性成分が含まれる可能性が高く、今後、成分同定を進める予定である。

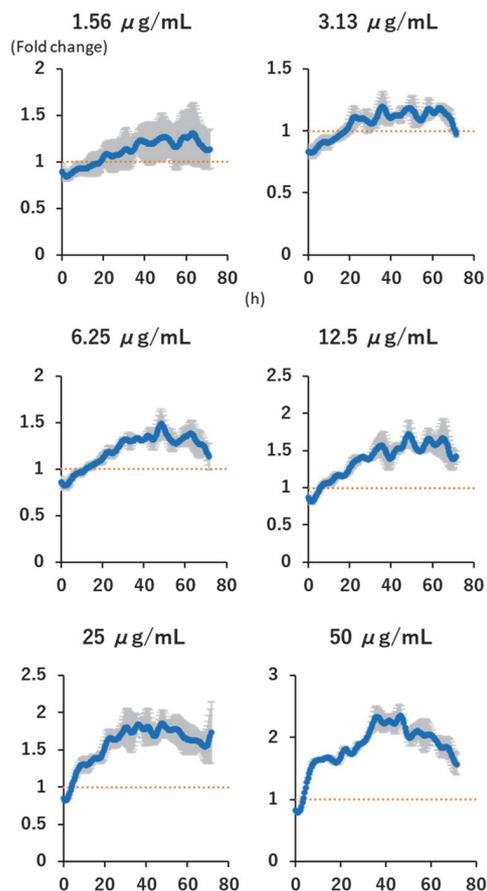


図 12 酢酸エチル抽出物の Nrf2 活性化試験結果

4 まとめ

県産のハマアザミから各種溶媒を用いて抽出した抽出物の PPAR γ 、Nrf2 亢進活性をレポーターアッセイにより評価した結果、酢酸エチル抽出物及びエタノール抽出物の2画分に強い PPAR γ 亢進活性を、酢酸エチル抽出物については弱い Nrf2 亢進活性があることが確認された。また、抽出物に含まれる主要成分の評価試験の結果、PPAR γ 活性化成分の主成分が cirsimaritin であることを確認した。

今回の結果から、ハマアザミは既知であった強い抗アレルギー活性や免疫増強作用のみでなく、糖尿病予防や抗酸化作用といった多様な機能を発揮できる可能性のある有望な天然素材であるといえる。また、本植物は他県には見られない地域独特の農産物であること、食経験があることで高い安全性が担保されている素材であることから、機能的食品素材としての可能性が非常に高いと考えられる。今後、本研究で得られた知見を *in vivo* 研究へと更に展開し、健康機能に関するエビデンスを収集することにより、高知県独自の健康機能素材としてハマアザミの活用を目指し取り組む予定である。

謝辞

本研究は、産総研主管の地域産業活性化人材育成事業の一環として、産総研四国センター細胞機能解析研究グループの諸先生方にご協力を頂き行いました。丁寧にご指導いただきました中島先生に深く感謝いたします。また、本研究の遂行にあたり、マウス人工体染色ベクター搭載 A9 細胞及び HepG2 をご供与頂きました鳥取大学名誉教授 押村光雄先生に感謝いたします。

参考文献

- 1) 高知県公立大学法人、高知県：特開 2018-083764 (2018)
- 2) 中島芳浩：細胞、52 (8)、(2020)：12-15
- 3) James W. Kaspar, Suresh K. Niture, and Anil K. Jaiswa : *Free Radic Biol Med.* 47(9), (2009)：1304-1309
- 4) 田中芳明ら：日本静脈経腸栄養学会雑誌 31 (1) (2016)：3-12
- 5) Eri H. Kobayashi, Takafumi Suzuki, Ryo Funayama, Takeshi Nagashima, Makiko Hayashi, Hiroki Sekine, Nobuyuki Tanaka, Takashi Moriguchi, Hozumi Motohashi, Keiko Nakayama & Masayuki Yamamoto : *Nature Communications*, volume 7 (2016), Article number: 11624
- 6) 原 一雄, 山内 敏正, 窪田 直人, 戸辺 一之, 山崎 力, 永井 良三, 門脇 孝 : *日薬理誌 (Folia Pharmacol. Jpn.)*, 122, (2003) 317-324
- 7) Amanda Croasdell, Parker F. Duffney, Nina Kim, Shannon H. Lacy, Patricia J. Sime, and Richard P. Phipps : *Hindawi Publishing Corporation PPAR Research Volume 2015*, Article ID 549691
- 8) L Yao, Y Gu, T Jiang, H Che : *International immunopharmacology*, Volume 108, July (2022) 108692
- 9) Masato Takiguchi, Yasuhiro Kazuki, Kei Hiramatsu, Satoshi Abe, Yuichi Iida, Shoko Takehara, Tadashi Nishida, Tetsuya Ohbayashi, Teruhiko Wakayama, Mitsuo Oshimura : *ACS Synth. Biol.*, 3, 12, (2014) 903-914
- 10) ABHISHEK SHARMA, NARESH CHANDRA : *Asian J. of Chem.* 29, 2, (2017) 267-270.
- 11) Caroline Magnani Spagnol, Renata Pires Assis, Iguatemy Lourenço Brunetti, Vera Lucia Borges Isaac, Hérica Regina Nunes Salgado, Marcos Antonio Corrêa : *Spectrochimica Acta, Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, Volume 219, 5, (2019) 358-366
- 12) Maria Alejandra HOSSEN, Toshio INOUE, Yoshifumi SHINMEI, Kazuhisa MINAMI, Yoko FUJII, and Chiaki KAMEI : *Biol. Pharm. Bull.* 29(1), (2006) 64-66

ポリプロピレンフィルムの溶断製袋における シール強度とシール部物性の関係に関する研究

堀川 晃玄 濱崎 義弘¹ 土方啓志郎² 村井正徳² 上田竜平²

Study on relationship between seal strength and properties of side-welded plastic bags made of polypropylene film

Kogen HORIKAWA Yoshihiro HAMAZAKI Keishiro HIJIKATA Masanori MURAI Ryuhei UETA

溶断製袋で製造されたポリプロピレン袋の溶着部のシール強度に影響を与える因子を調べた。シール部の引張試験によって得られるタフネス測定値の標本標準偏差は、原料フィルムの結晶化速度と負の相関があることが分かった。シール部のモルホロジーを調べるため、溶着部位の Hv 小角光散乱を測定したところ、球晶の存在を示すクローバーパターンが見られたが、球晶サイズとタフネス測定値の標本標準偏差の間には関係がなかった。

1 名称

溶断製袋とは、プラスチックフィルムの袋を製造する方法の1つである。数百度に加熱された金属の刃（熱刃）を二つ折りにして、重ねたプラスチックフィルムに押し当て、熱溶着と切断を同時に行うことで袋を作るプロセスである。単純なプロセスであるため生産速度を高速化することができ、野菜や果物の包装に用いられる袋の多くはこの方法で製造されている。溶断製袋プロセスは安価に袋を製造でき、今後さらなる生産性の向上が要求される。一方でしばしば袋の溶着部強度（シール強度）が不安定化することがあり、生産速度の向上を妨げる一因となっている。

溶断製袋プロセスにおいて、シール強度に影響を与える因子に関する研究がいくつか報告されており、Nishizaka らは熱刃温度やショット数との関係を報告している¹⁾。一方でシール強度とプラスチックの物性について研究された例は少ない。本研究では、原料フィルムの物性や溶着部位のプラスチック物性とシール強度の関係性を検討し、原料フィルムの結晶化挙動とシール強度の関係性を明らかにする。

2 実験

厚み 25 μm の防曇性を有した延伸ポリプロピレン (OPP) フィルムを用いて生産された袋から、図 1 に示すように引張り試験用の試験片（幅 5 mm、シール部を中央として長さ 100mm）を切り出した。

これを台紙に固定し、引張試験機（エー・アンド・デイ製 RTF-1310、チャック間距離 60 mm）を用いて 50 mm/min で引張り、シール部を破断させた ($\lambda=9$)。その際の荷重-変位曲線（図 2）からタフネスを算出した。

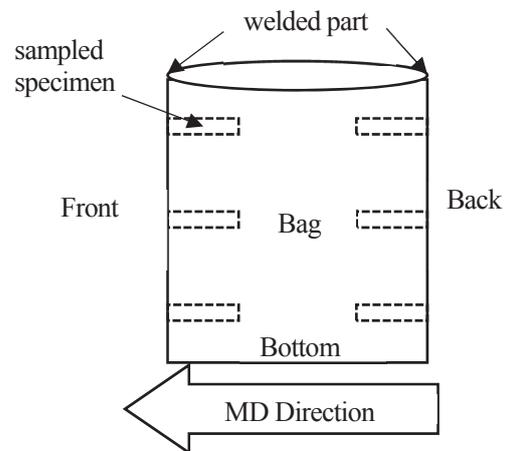


図 1 Sampling of specimens from bag for tensile test. MD: Machine direction

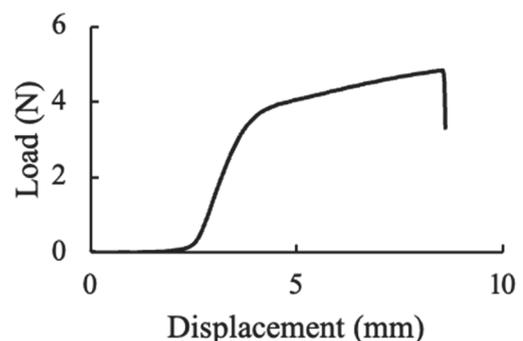


図 2 Typical load-displacement curve

*1 (株)精工

*2 生産技術課

OPP フィルムの 140°Cにおける等温結晶化挙動を差走査熱量計 (DSC) (リガク製 DSC8230) で測定した。温度プログラムは 20°C/min で 200°C に昇温し熱履歴を消去した後、60°C/min で 140°C に冷却するようにした。サンプル温度が 140°C に到達した所から結晶化発熱量が最大となるまでの時間を求め、これを半結晶化時間 $t_{1/2}$ とした (図 3)。

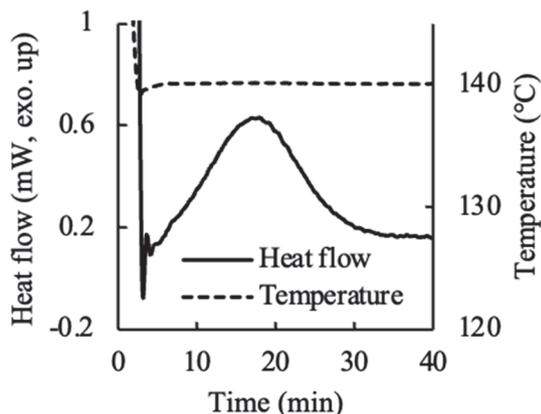


図 3 DSC thermogram of OPP film.

シール部の球晶径を測定するため、小角光散乱測定を行った。波長 520nm の緑色レーザー光源 (Thorlab 製 CPS520、出力 4.5mW) を用いて自作した小角光散乱測定装置を用いて測定した (図 4)。2 枚の偏光板は直交ニコルとしており、スクリーン上には試料の Hv 光散乱像²⁾が得られる。スクリーン-試料間距離は 891mm とした。試料は屈折率 1.485 のシリコンオイル (信越化学製 KF-53) を封入液として簡易プレパラートを作成し測定に供した。

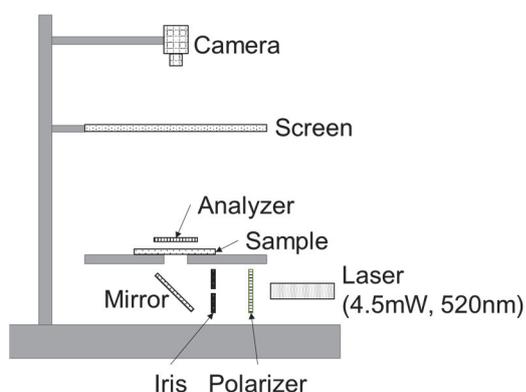


図 4 Schematic image of house-made Small-angle light scattering (SALS) apparatus.

3 結果と考察

3. 1 引張強度と結晶化挙動の関係性

図 5 にタフネスと半結晶化時間の関係を示す。タフネスの測定値の平均値は $t_{1/2}$ が最も短いサンプルのみが他のサンプルよりも大きくなっているが、サンプルのばらつきが大きく、明確な傾向が無かった。

図 6 に示したタフネスの標本標準偏差の相関では、 $t_{1/2}$ の増加に伴い減少する傾向が見られた。1 枚の袋には前側 (Front)、後側 (Back) の 2 カ所の溶着部位があるが、いずれの溶着部においても同様の傾向を示した。標本標準偏差は測定データのばらつきの程度を表す指標であり、溶着部の強度の安定性に樹脂の結晶化速度が影響を与えていることを示唆している。

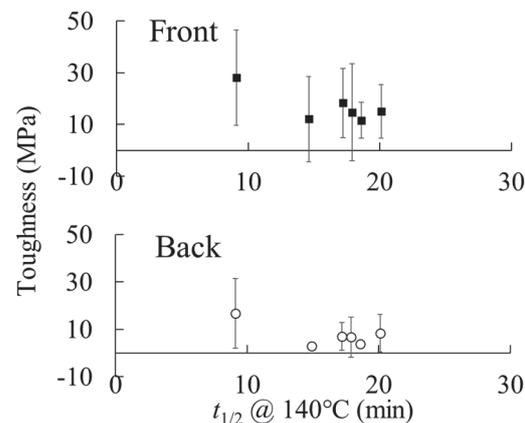


図 5 Average of toughness plotted against the half crystallization time ($t_{1/2}$) of OPP

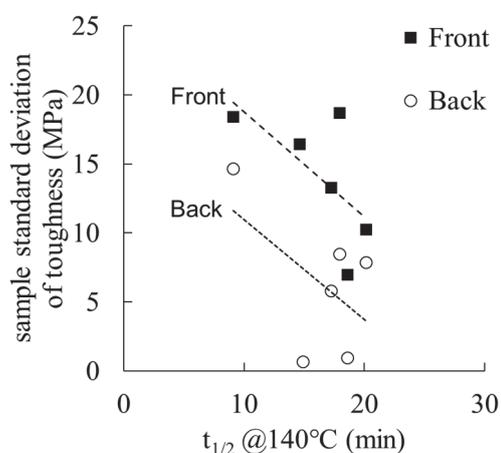


図 6 Sample standard deviation (σ) of toughness plotted against the half crystallization time ($t_{1/2}$) of OPP

表1 Toughness and Hv scattering pattern of welded part.

Sample	Toughness (MPa)		SALS Hv scattering pattern								
	Ave	Stdev.s	1	2	3	4	5	6	7	8	9
①	14.73	18.72									
②	28.11	18.41									
③	12.09	16.46									
④	18.27	13.29									
⑤	15.06	10.28									
⑥	11.57	6.98									

3. 2 小角光散乱像とタフネスの関係性

表1に前側溶着部の小角光散乱像を示す。図中には試料のタフネス測定値の平均値 (Ave) と標本標準偏差 (Stdev. s) を併記した。試料の散乱像は典型的なクローバーパターンを示し、球晶が存在していることを示している。散乱像の大きさは球晶のサイズを反映しており、大きな散乱像が観測されるほど球晶サイズは小さい³⁾。目視ではタフネスの標本標準偏差と散乱像のサイズには関係性が見られなかった。定量的に散乱像のサイズを評価することも試みたが、図中のサンプル番号③のように散乱像が不鮮明な試料も多く、定量評価はできなかった。溶着部はフィルムが融けているため表面が不均一でかつ棒状の形状であるため、表面での散乱が大きいことが散乱像を不鮮明にしていると考えている。

4 まとめ

溶断製袋で作成されたポリプロピレンフィルム製の袋を評価し、溶着部のタフネスと原料フィルムの結晶化速度の関係を調べた。タフネス測定値のばらつき指標として標本標準偏差を用い、フィルムの半結晶化時間の関係を見たところ、負の相関があり結晶化速度が遅いほどタフネスのばらつきが小さくなることを示唆した。溶着部位の球晶サイズとタフネスばらつきには明確な関係が無かった。

参考文献

- 1) Tsuyoshi Nishizaka, Takeshi Doi and Hiroyuki Shiraiwa: *J. Pac. Sci. Tech.*, 24, (2015), 357
- 2) 橋本竹治: X線・光・中性子散乱の原理と応用、講談社サイエンティフィク、(2021), 344
- 3) Ibid. at 374

海洋性珪藻類が生産する脂質に関する研究

鈴木 大進 川北 浩久 山口 晴生*
秋田 もなみ 堀田 敏弘 河野 敏夫

Research on lipids produced by marine diatoms

Masanobu SUZUKI Hirohisa KAWAKITA Haruo YAMAGUTI
Monami AKITA Toshihiro HOTTA Toshio KOUNO

1. 背景と目的

珪藻類は、淡水・海水を問わず幅広い水域に分布する単細胞性の微細藻類の一種である。本生物種は、近年ではその高い増殖能や豊富な代謝産物といった生物としての特性に関心が集まり、有用成分の抽出源としての研究や、大量に生合成される脂質を利用した餌料・バイオマスエネルギーの研究が進められている。

本研究では、既に事業化も行われている珪藻類の餌料性能に着目し、海洋深層水を利用した珪藻の大量培養の検討と生産される脂質について比較検討を行った。また脂質生産性の向上が見込まれる窒素欠乏状態での培養も検討し、培養方法が脂質含量や脂肪酸組成に与える影響を分析した。

2. 方法と結果

高知大学農林海洋科学部より提供された珪藻株（キートセロス属）である2株（呼称：2-6株、URNISN株）を培養実験に供試した。大量培養の検討実験として、両株を試験管（10mL）、三角フラスコ（300mL）、アルテミア孵化槽（30L）と海洋深層水をベースに調製したIMK培地で蛍光灯常時照射、25℃の条件下で生育が飽和するまで拡大培養し、培養途中の生育速度および培養終了時の藻体重量、脂質含量、脂質組成について分析した。培養の結果、両株ともにコンタミネーション等を起こすことなく培養が可能で、培養終了時の乾燥藻体重量は水槽あたり約1g程度であった。また脂質含量は乾燥藻体重量あたり20%程度で、脂肪酸組成はミリスチン酸やパルミチン酸を中心とする比較的脂肪鎖の短い脂肪酸が中心であった。

次に、多くの藻類で油脂蓄積を誘導する条件である窒素欠乏条件下での大量培養を検討した。2-6株を、海洋深層水をベースに窒素量を調整したf/2培地（①規定濃度条件、②規定濃度から窒素源のみ1/5に制限した条件、③ある程度生育するまで通常窒素濃度とし、藻体生育後に窒素源0に調整した同培地を添加した条件）で蛍光灯常時照射、25℃の条件下で生育が飽和するまで大量培養検討実験と同様に拡大培養し、培養途中の生育速度および培養終了時の藻体重量、脂質含量、脂質組成について分析した。培養の結果、3条件の藻体の成長に大きな差は見られず、窒素制限条件下でも2-6株は十分に生育可能であることが示唆された。また、図1に示すとおり、条件②、③で得られた藻体の脂質含量は①に比べて増加していることが確認され、本培養実験で窒素欠乏条件が成立し、また優位に脂質含量を増加させることが可能であることを確認した。

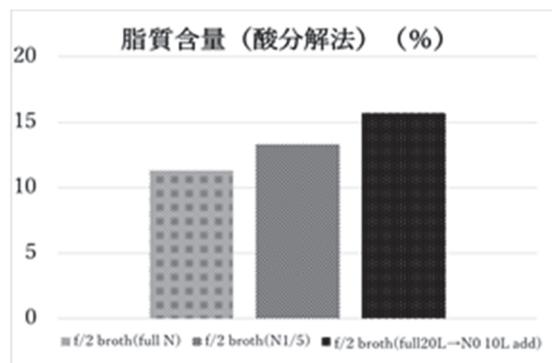


図1 培養条件の違いによる脂質含量の差
(条件①:左、②:中、③:右)

(第27回海洋深層水利用学会全国大会、令和5年10月)

* 高知大学農林海洋科学部海洋資源科学科

Ⅱ 令和5年度高知県工業技術センター業務年報

1. 総 説

1-1 沿 革

昭和16年11月	高知県商工奨励館試験場から独立し、高知県工業試験場設立、化学、醸造、地下資源、機械の4部門設置
〃 18年3月	工芸部門が商工奨励館から移管
〃 19年1月	庶務部を設置
〃 19年8月	高知市棧橋通2-11-15に新設
〃 22年5月	高知県木工技術養成所を吸収し、木竹部を新設
〃 26年1月	金属機械部を設置
〃 36年4月	デザイン科を新設
〃 38年1月	増改築工事本館竣工
〃 38年4月	食品科を新設
〃 41年4月	技術相談室を設置
平成 2年3月	高知市布師田3992-3（現所在地）へ新築移転
〃 〃 4月	高知県工業試験場を高知県工業技術センターに改称 同時に技術・公害相談室を企画情報室、化学科、窯業科を技術第1部、食品科を技術第2部、金属科、機械科を技術第3部、木材加工科、木材指導科、デザイン科を技術第4部に機構改革
〃 10年4月	高知県企業化支援センター設立
〃 11年4月	土佐山田分室設置。高知県産業構造改善支援センター設立
〃 13年4月	企画情報室を企画室に、技術第1部から技術第4部を資源環境部、食品加工部、生産情報部、材料技術部、に機構改革
〃 17年4月	企画室を研究企画部、食品加工部を食品開発部、生産情報部と材料技術部を生産技術部にそれぞれ再編して改称、土佐山田分室と高知県産業構造改善支援センターを森林技術センターに業務移管
〃 19年4月	研究企画部、食品開発部、生産技術部、資源環境部をそれぞれ課に改称
〃 23年3月	食品加工研究棟を新設
〃 30年4月	計量検定所を計量検定室として統合

1-2 土地及び建物 (令和6年3月31日現在)

(1) 庁舎

- ①位 置 高知市布師田 3992-3 (〒781-5101)
 ②敷地面積 13,757.76 m²
 ③建物面積 9,315.89 m²

名 称	構 造	面 積
本館棟	鉄筋コンクリート5階	3,833.15 m ²
技術研修棟	鉄筋コンクリート2階	777.19 m ²
機械等木材工芸棟	鉄筋コンクリート2階	2,387.46 m ²
機械金属実験棟	鉄骨ALC折板葺	299.39 m ²
木材加工実験棟	鉄骨ALC折板葺	377.47 m ²
食品加工研究棟	鉄骨平屋	195.75 m ²
渡り廊下	鉄筋コンクリート平屋	28.80 m ²
車庫棟	鉄骨ALC折板葺	107.21 m ²
産業廃棄物置場	鉄骨スレート平屋	6.00 m ²
危険物倉庫	鉄筋コンクリート平屋	10.00 m ²
物置場	鉄骨折板葺	43.20 m ²
特殊ガス、LPG棟	鉄筋コンクリート平屋	31.50 m ²
計量検定所	鉄筋コンクリート2階	462.77 m ²
技術交流実験棟	鉄筋コンクリート2階	756.00 m ²

(2) 本館内関係機関利用状況

階	室 別	面 積
4 階	(一社)高知県発明協会	211.30 m ²
4 階	(一社)高知県工業会	37.19 m ²

1-3 組織と分掌 (令和6年3月31日現在)

総務課 (3名内兼1名) 管理、運営全般に関すること

研究企画課 (4名) 試験研究、技術者養成、産学官連携、企画調整、成果普及、技術移転、企業化支援研究室 等に関すること

食品開発課 (8名) 食品素材、農水産加工品、醸造食品、バイオテクノロジー技術、食品加工システム 等に関すること

生産技術課 (8名) 電気・電子、メカトロ技術、情報技術、機械加工、金属材料、鋳造、表面改質 等に関すること

資源環境課 (8名) 化学工業技術、セラミックス、窯業、土石、環境技術、塗装技術、木材加工、プラスチック 等に関すること

計量検定室 (5名内兼1名) 計量法に定められた各種業務等に関すること

1-4 職員名簿

(令和6年3月31日現在)

課名	職名	氏名	備考
	所長	川北 浩久	
	副参事	河野 敏夫	海洋深層水研究所所長
	次長	石原 浩二	
	次長	深瀬 昭	R5.4.1～
	技術次長	島本 悟	
	技術次長(連携担当)	山本 浩	R5.4.1～
総務課	課長	石原 浩二	兼務
	チーフ	野島 慈	
	主任	横飛 里美	R5.4.1～
研究企画課	課長	山下 実	R5.4.1～
	チーフ	保科 公彦	R5.4.1～
	主任研究員	楠本 真央	
	研究員	瀧石 朋大	
食品開発課	課長	森山 洋憲	
	チーフ(食品加工担当)	近森 麻矢	
	チーフ(食材応用担当)	加藤 麗奈	
	主任研究員	阿部 祐子	
	主任研究員	竹田 匠輝	
	主任研究員	下藤 悟	
	主任研究員	甫木 嘉朗	
	研究員	土居 睦卓	
生産技術課	課長	眞鍋 豊士	
	チーフ(機械加工担当)	土方啓志郎	
	チーフ(制御技術担当)	竹内宏太郎	R5.4.1～
	主任研究員	村井 正徳	
	主任研究員	島内 良章	
	主任研究員	上田 竜平	R5.4.1～
	研究員	中澤 亮太	
	専門員	今西 孝也	再任用
資源環境課	課長	鶴田 望	R5.4.1～
	チーフ(環境技術担当)	伊吹 哲	
	チーフ(資源活用担当)	矢野 雄也	R5.4.1～
	主任研究員	岡崎 由佳	
	主任研究員	鈴木 大進	
	主任研究員	堀川 晃玄	
	主任研究員	竹吉 優樹	
	専門員	隅田 隆	再任用
計量検定室	室長	深瀬 昭	兼務
	チーフ	小松 立和	再任用
	主幹	久保 慶太	
	主幹	柏木 宏之	
	主査	中川 大輔	R5.4.1～

1-5 決算状況

歳入(特定財源)

款	項	目	節	決算額
				令和5年度
8. 使用料及び手数料				円 35,975,519
	1. 使用料	5. 商工労働使用料	(2)工業技術センター使用料	13,345,659 13,345,659 13,345,659
	2. 手数料	6. 商工労働手数料	(1)計量器検査等手数料 (3)工業試験手数料	22,629,860 22,629,860 6,446,610 16,183,250
9. 国庫支出金				10,424,700
	2. 国庫補助金	6. 商工労働費補助金	(3)工業振興費補助金	10,424,700 10,424,700 10,424,700
14. 諸収入				32,243,838
	6. 受託事業収入	1. 受託事業収入	(3)産業技術振興受託事業収入	30,849,114 30,849,114 30,849,114
	7. 雑入	12. 商工労働部収入	(3)工業振興課収入	1,394,724 1,394,724 1,394,724
合 計				78,644,057

歳 出

款	項	目	節	決算額		
				令和5年度		
7. 商工労働費	1. 商工費	3. 工業振興費		円		
				694,161,965		
			(2)給料	531,037,874		
			(3)職員手当等	296,212,143		
					(4)共済費	143,090,624
					(4)共済費	91,735,107
		4. 産業技術振興費				163,124,091
			(1)報酬			7,029,954
			(3)職員手当等			1,544,567
			(4)共済費			1,378,506
			(8)報償費			2,682,823
			(9)旅費			4,769,164
			(11)需用費			58,540,792
			(12)役務費			2,144,966
			(13)委託料			22,294,579
			(14)使用料及び賃借料			965,530
		(15)工事請負費			4,536,000	
(18)備品購入費			56,733,600			
(19)負担金補助及び交付金			483,810			
(27)公課費			19,800			
12. 土木費	6. 建築費	3. 建築費		254,100		
			(11)需用費	254,100		
歳 出 合 計				694,416,065		

2. 業務・事業の状況

2-1 研究開発及び技術支援

○食品分野研究事業

- (1) 酵母ライブラリーの拡充と醸造特性の解析
- (2) メジカの高付加価値化に向けたヒスタミン管理と新規利用方法の開発
- (3) フードテックによる有用バイオマスの研究開発
- (4) 効率的な地域食材加工品開発スキームの構築
- (5) 海外日本酒市場の多角的なニーズ分析によるソリューション支援
- (6) (新)生鮮冷凍品の高品質解凍技術の開発
- (7) (新)デジタル実装によるフードロス削減と生産性向上

○ものづくり分野研究事業

- (1) プラスチックフィルム製袋(せいたい)プロセスの生産性向上に関する研究
- (2) 自動車用ゴム製品向け CNF フィラーの開発支援
- (3) AI 技術の自動運転台車への適用
- (4) (新)AI 画像認識技術を運用した製品開発
- (5) (新)デジタル化による試作開発プロセスの効率化研究
- (6) (新)バイオコークスの利活用に関する調査研究
- (7) (新)カーボンニュートラルのための触媒開発
- (8) (新)未利用バイオマス資源の有効活用のための低コスト・高効率マイクロ波炭化技術の開発
- (9) アクションプラン支援

○公設試連携研究事業

- (1) プラスチックとバイオマス材料を用いた複合材料の成形加工技術の開発
- (2) 県産植物バイオマス資源由来の機能性製品の開発
- (3) CAE による熱カレンダープロセスの解析

○新技術普及事業

- (1) プラスチック代替素材活用研究会
- (2) (新)品質と信頼性向上のためのノイズ試験と対策技術支援

2-2 企業化支援の推進

県内業界の技術開発支援や企業化を推進するため、国を始めとする様々な方面の提案公募型事業に企業や大学とともに積極的な挑戦を行い、技術開発に関する外部ファンドの獲得に努めた。

企業からの依頼分析、設備使用、技術相談など、日常的な技術サービスに迅速に対応するとともに、遠方からの問い合わせに対応するため、電子メールによる技術相談の活用を推進した。

また、主要な既設設備・機器を企業技術者に広く開放して利用拡大を図るため、設備利用についての広報に努めるとともに、関連企業の品質管理、商取引上の証明、新製品開発のための分析試験を迅速に行いながら、企業の競争力向上を図った。

2-3 産学官の連携

高知県産業振興計画で推進する産学官連携事業における本県の取り組むべき研究テーマや共同研究推進の手法などについて検討し、具体的な研究の玉出しや大学、企業とのネットワークを構築させるコーディネートをを行った。

また、各省庁や県内外の団体等との連携を深めるため、情報交換を積極的に行うとともに、企業等との連携コーディネーター役として、四国地域イノベーション創出協議会への参画を始めとする各種の支援活動を行った。

また、県内業界の技術開発支援や企業化を推進するため、国を始めとする様々な方面の提案公募型事業に企業や大学とともに積極的な挑戦を行い、技術開発に関する外部ファンドの獲得に努めた。

2-4 技術人材養成及び職員の資質向上

主に食品加工分野及び機械金属分野の企業技術者を対象に製造技術や品質管理を研修・指導するため、外部のアドバイザーや職員が講師となって、研修・指導を行い、産業の担い手となる製造技術者の養成を図った。

また、外部から登用した食品加工特別技術支援員が、職員とともに企業等の技術レベルに応じた技術相談、巡回指導、商品開発の支援を行った。

土佐 FBC 人材創出事業等の人材育成事業を積極的に推進するとともに、研修生受け入れ事業などにより、企業技術者の育成を図り、県内企業の研究開発力向上に努めた。

職員の資質向上のため、産総研での研修や支援事業を積極的に利用し、研究者としてのスキル習得に努めた。

2-5 技術サービス

企業からの依頼分析、設備使用、技術相談など、日常的な技術サービスに迅速に対応するとともに、企業の生産現場等へ出向いて熱処理や溶接などに関する技術指導、さらに最新の技術情報や研究内容等についての講習会を実施するなど、幅広い分野に対する技術関連サービスを適時開催した。

2-6 情報の収集、提供及び技術成果の普及

新鮮な情報をタイムリーに発信するため、当センターホームページを逐次更新し、国の支援施策や様々な講演会等の情報など企業にとって有益な情報を発信した。

また、研究や支援活動によって得られた成果は、研究開発・企業支援成果報告会やホームページ等を通じて普及を図った。

研究報告、研究開発&企業支援成果報告書等を発行するとともに、センターの活動内容をホームページに「センターだより」として掲載し積極的な広報活動を行い、センターの活動内容を広く知っていただくように努めた。

また、高校生を対象に工業技術体験セミナーの開催や研究開発現場の見学会等を行い、製造業の技術開発について興味を持っていただく活動も行った。

2-7 計量検定室

1 目的

計量法に基づき、計量関係事業の登録・届出の事務や各種特定計量器の検定・検査業務等を行うことにより、適正な計量の実施を確保する。

2 業務の概要

(1) 計量関係事業の届出・登録及び指定に関する業務

計量関係の事業を行おうとするときは、事業の種別に応じて、経済産業大臣や都道府県知事への届出又は登録が義務づけられており、届出等に関する事務を行うとともに、関係事業者への指導を行った。

計量関係事業者の状況

指定製造 事業者数	届出製造 事業者数	届出修理 事業者数	販売事業者 数	特定計量証 明事業者数	計量証明 事業者数	適正計量管 理事業所数
1	9	19	173	1	14	325

(2) 特定計量器の検定及び装置検査業務

取引や証明に使用される特定計量器は、指定検定機関が実施する検定等に合格することが義務づけられており、その特定計量器に応じた検定を行った。また、特定計量器によっては検定等の有効期限が定められており、有効期限を更新するための検定や装置検査を行った。

【特定計量器】

計量器のうち取引や証明、又は一般消費者の生活の用に使用される計量器のうち、法令に基づいてその構造や器差に係る基準を定める必要があるとされたもの（タクシーメーター、質量計（非自動はかり、分銅等）、体積計（水道・ガス・燃料油メーター等）、流速計、電力量計、照度計、騒音計、濃度計など18種）

検定等実施状況

タクシーメーター装 置検査	燃料油メーター	質量計
1,168	675	24

(3) 基準器の検査業務

検定検査機関が検定や検査に使用する際の基準となる基準器（分銅など）は、有効期限が定められており、有効期限を更新するための基準器検査を行った。

検査実施状況

液体メーター用 基準タンク	基準台 手動はかり	基準分銅	実用基準分銅
3	1	258	33

(4) 計量証明事業に使用する計量器の検査業務

計量証明（第三者からの依頼に基づいて、貨物の質量や物質の濃度などの測定結果を証明するもの）に使用する特定計量器は、特定計量器ごとに検査を受けるべき期間が定められており、この期間ごとの計量器検査を行った。

検査実施状況

質量計	濃度計	騒音計	振動レベル計
5	6	7	3

(5) 特定計量器（質量計）の定期検査業務

取引や証明に使用される質量計は、2年ごとの検査が義務づけられており、県下全市町村（高知市を除く）を2分し、隔年ごとに市町村を巡回して質量計の検査を行った。

検査実施状況

検査戸数	検査器物数
1,110	3,038

(6) 計量に関する立入検査業務

不正計量を防止し、計量の安全確保を図るため、計量関係事業者の業務遂行状況や使用している特定計量器の管理状況などについて、関係事業所に立ち入って検査を行い、取り締まりや指導を行った。

立入検査実施状況（商品目量関係）

商品目量関係		燃料油メーター	指定製造事業者
検査店舗数	検査商品数	事業所数	事業所数
18	884	18	1

(7) 適正計量の普及啓発業務

適正な計量が秩序ある経済活動を維持し、安心して生活できる社会を支えていることを広く県民に理解してもらうため、消費者や計量関係団体、市町村の協力を得て、啓発ポスターの掲示や計量に関する図画の募集・表彰などの計量記念事業（計量記念日：11月1日、計量強調月間：11月）を行った。

図画応募総数
17

以上、所長以下6課室40名の体制で、商工労働部以外にも、産業振興推進部等の県庁各部や県内自治体、(一社)高知県工業会、(公財)高知県産業振興センター等の関係団体、大学等及び関係業界と連携を図りながら、県内産業界の技術支援機関として各々の業務を実施した。

発 表 題 目	学 会 名	発 表 日	場 所
LAM 尺度で収集した清酒の評価データを少ないサンプル数で予測する 下藤悟、甫木嘉朗、土居睦卓、加藤麗奈、森山洋憲	日本調理科学会 2023 年度大会	R5. 9. 9	県立広島 大学
異なる海水で培養されたスサビノリに含まれるアミノ酸量の比較 秋田もなみ、阿部祐子、竹田匠輝、堀田敏弘、岡本佳乃、河野敏夫	第 27 回 海洋 深層水利用学会 全国大会	R5. 10. 19	あいぼー と佐渡 多目的ホ ール
官能分析システムを活用して食品開発と販路拡大を進める 森山洋憲	アルファモスユ ーザーフォーラ ム	R5. 11. 26	オンライ ン
シソ加工品中のアントシアニン色素の解析 森山洋憲，下藤悟	第 9 回 四国オ ープンイノベ ーションワークシ ョップ	R6. 3. 4	レクザム ホール高 松
(資源環境課) 海洋性珪藻類が生産する脂質に関する研究 鈴木大進、川北浩久、山口晴生、秋田もなみ、堀田敏弘	第 27 回 海洋 深層水利用学会 全国大会	R5. 10. 19	あいぼー と佐渡 多目的ホ ール
ポリプロピレンフィルムの溶断製袋におけるシール強度とシール部物性の関係に関する研究 堀川晃玄、濱崎義弘、伊藤麻絵、新田晃平、比江嶋祐介	プラスチック成 形加工学会	R5. 11. 28	山形テル サ
高知県の未利用植物資源を利用したヘルスケア・ビューティケア素材の開発・事業化研究 鈴木 大進、鶴田 望、岡崎 由佳、川北 浩久	第 9 回 四国オ ープンイノベ ーションワークシ ョップ	R6. 3. 4	レクザム ホール高 松

4. 技術サービス

4-1 依頼試験、機器使用

担当課	依頼試験		機器使用	
	受付件数	項目数	受付件数	項目数
総務課	—	—	31	31
食品開発課	94	598	186	925
生産技術課	93	804	299	1,228
資源環境課	322	2,359	555	1,611
合計	509	3,761	1,071	3,795

4-2 審査員派遣

審査会等名称	派遣日	主催	派遣者	会場
(所長・技術次長) 生産性向上計画認定審査会	R5. 5. 12	高知県商工労働部工業振興課	山本 浩	書面審査
高知県原油高騰緊急対策設備投資支援事業費補助金審査会	R5. 5. 24	高知県産業振興センター	島本 悟	高知県ちばさんセンター
事業戦略等推進事業費補助金審査会（2次募集）	R5. 6. 8	高知県産業振興センター	島本 悟	高知県ちばさんセンター
第1回高知県製品等グリーン化推進事業費補助金	R5. 6. 14	高知県商工労働部工業振興課	山本 浩	高知共済会館
中小企業等外国出願支援企業選考審査委員会（1次）	R5. 7. 12	高知県発明協会	川北浩久	工業技術センター
アイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト 2023 四国地区大会	R5. 10. 22	全国高等専門学校連合会 NHK、NHK コーチングプラス	山本 浩	高知工業高等専門学校
令和5年度第1回防災製品認定審査会	R5. 8. 10	高知県防災製品関連産業交流会事務局	川北浩久	高知会館
高知県省エネルギー設備投資支援事業費補助金審査会	R5. 9. 15	高知県産業振興センター	島本 悟	高知県ちばさんセンター
生産性向上計画認定審査会	R5. 9. 15	高知県商工労働部工業振興課	山本 浩	書面審査
高知県省エネルギー設備投資支援事業費補助金審査会	R5. 10. 6	高知県産業振興センター	島本 悟	高知県ちばさんセンター
中小企業等外国出願支援企業選考審査委員会（2次）	R5. 10. 12	高知県発明協会	川北浩久	工業技術センター
第2回高知県製品等グリーン化推進事業費補助金	R5. 10. 30	高知県商工労働部工業振興課	山本 浩	高知共済会館

審査会等名称	派遣日	主催	派遣者	会場
令和5年度第38回高知県地場産業大賞審査委員会	R5.11.28	高知県産業振興センター	川北浩久	高知ちばさんセンター
令和5年度第2回防災製品認定審査会	R5.12.12	高知県防災製品関連産業交流会事務局	川北浩久	高知会館
高知県リサイクル製品等認定審査会	R6.1.25	高知県林業振興・環境部環境対策課	川北浩久	保険衛生総合庁舎
第3回高知県製品等グリーン化推進事業費補助金	R6.2.5	高知県商工労働部工業振興課	山本 浩	高知会館
生産性向上計画認定審査会	R6.3.1	高知県商工労働部工業振興課	山本 浩	書面審査
高知県新商品の生産等による新事業分野開拓者認定審査会	R6.3.5	高知県商工労働部工業振興課	島本 悟	書面審査
(食品開発課)				
高知県食品加工施設等整備促進事業費補助金	R5.5.22 R5.6.29	高知県産業振興推進部 地産地消・外商課	森山洋憲	高知会館
水産加工食品製造業技能実習評価試験	R5.7.4 R5.7.5 R5.12.5	全国水産加工業協同組合 連合会	阿部祐子	かるぼーと ソーレ
令和5年度第1回高知県ビジネスチャレンジ支援補助金審査会	R5.7.7	高知県産学官民連携課	森山洋憲	高知県立大学・高知工科大学永国寺キャンパス
令和5年度県内酒造場庫内品質管理調査会	R5.7.25 7.26 7.27	安芸税務署 須崎税務署 高知税務署	甫木嘉朗 土居睦卓	安芸税務署 須崎税務署 高知税務署
「水産練り製品製造(かまぼこ製品製造作業)」の技能検定	R5.9.5	高知県職業能力開発協会	阿部祐子	株式会社けんかま
令和5年度事業戦略策定支援会議	R5.9.19 R6.2.9	高知県産業振興推進部 地産地消・外商課	森山洋憲	高知会館 シリーズ
令和5年四国清酒鑑評会における品質評価会	R5.9.26	高松国税局	甫木嘉朗	高松国税局
「ハム・ソーセージ・ベーコン製造」の技能検定	R5.10.18	高知県職業能力開発協会	竹田匠輝	株式会社ピアサーティー
令和5事務年度全国市販酒類調査における品質評価会	R6.1.26	高松国税局	土居睦卓	高松国税局
令和5年度大豊町碁石茶審査会	R6.2.22	碁石茶新需要創造協議会	森山洋憲	大豊町役場
令和5年吟醸酒研究会における品質評価会	R6.3.14	高松国税局	甫木嘉朗	高松国税局
令和5酒造年度県新酒鑑評会	R6.3.21	高知県酒造組合	甫木嘉朗 土居睦卓	高知県酒造組合
(生産技術課)				
高知県溶接技術コンクール総合審査会	R5.6.29	高知県 高知県溶接協会 高知県工業会	土方啓志郎	工業技術センター

審査会等名称	派遣日	主催	派遣者	会場
令和5年度南国市技能功労者表彰審査会	R5.10.2	南国市	眞鍋豊士	南国市役所

4-3 技能検定（高知県職業能力開発協会主催）

検定名称	派遣日	派遣者	会場
プラスチック成形（射出成形作業）随時3級	R5.6.7	村井正徳 上田竜平	睦月電気(株)
機械加工（普通旋盤）基礎級	R5.7.11	上田竜平	高須工業(株)
機械検査3級	R5.7.15	島本 悟 山本 浩	地域職業訓練センター
機械加工（普通旋盤）3級	R5.7.15	村井正徳	高知工業高等学校
機械加工（フライス盤）3級	R5.7.15	村井正徳	高知工業高等学校
機械加工（普通旋盤）2級	R5.7.21	上田竜平	高須工業(株)
金属プレス加工（金属プレス作業）基礎級	R5.7.27 8.18	村井正徳	(株)ササオカ
機械加工（数値制御フライス盤）1級	R5.7.29	村井正徳	(株)葉山ヒューテック
機械加工（マシニングセンタ）1、2、3級	R5.8.5	島本 悟	高知精工メッキ(株)
機械加工（採点）	R5.8.10	島本 悟 山本 浩 村井正徳 上田竜平	工業技術センター
プラスチック成形（射出成形作業）基礎級	R5.8.24	村井正徳	睦月電気(株)
金属熱処理（実技試験）2、3級	R5.8.27	眞鍋豊士 土方啓志郎	地域職業訓練センター
機械加工（普通旋盤）1、2級	R5.9.2	上田竜平	高知高等技術学校
機械加工（採点）	R5.9.5	上田竜平	工業技術センター
機械加工（普通旋盤）基礎級	R5.9.27	上田竜平	高須工業(株)
機械加工（普通旋盤）随時2級	R5.10.2	上田竜平	高須工業(株)
工場板金（機械板金作業）基礎級	R5.11.29	村井正徳	(株)栄光工業
機械加工（フライス盤）基礎級	R5.12.2	山本 浩	高知旭光精工(株)
工場板金（機械板金作業）基礎級	R5.12.5	村井正徳	(株)エスイージー

検 定 名 称	派遣日	派遣者	会 場
パン製造 1、2 級	R6. 1. 14	加藤麗奈	龍馬情報ビジネス&フ ード専門学校
油圧装置調整 1、2 級	R6. 1. 20	山本 浩 村井正徳	地域職業訓練センター
電子機器組立て（電子機器組立て作業） 随時 2 級	R6. 1. 20	島内良章	(株)土佐電子
プリント配線板製造(プリント配線板設計 作業) 3 級	R6. 1. 21	島内良章	地域職業訓練センター
電子機器組立て（電子機器組立て作業） 3 級	R6. 1. 21	島内良章	地域職業訓練センター
機械加工（普通旋盤） 3 級	R6. 1. 27	村井正徳	高知工業高等学校
機械加工（普通旋盤） 3 級	R6. 1. 27	上田竜平	ポリテクカレッジ
機械検査 3 級	R6. 1. 27	島本 悟 山本 浩	地域職業訓練センター
電子機器組立て（電子機器組立て作業） 随時 2 級	R6. 1. 28	島内良章 中澤亮太	地域職業訓練センター
機械加工（採点）	R6. 1. 29	上田竜平	工業技術センター
電子機器組立て（電子機器組立て作業） 基礎級	R6. 2. 3	島内良章	(株)土佐電子
機械検査 1、2、3 級	R6. 2. 3	山本 浩	地域職業訓練センター
金属プレス加工（金属プレス作業）基礎 級	R6. 2. 27	村井正徳	(株)ササオカ
金属プレス加工（金属プレス作業）随時 2 級	R6. 3. 14	村井正徳	(株)ササオカ
工場板金（機械板金作業）随時 2 級	R6. 3. 19	村井正徳	(株)栄光工業

4-4 技術指導アドバイザー派遣

分野	アドバイザー	派遣先	派遣日
食品加工	野村 明	株式会社美阿丸、有限会社いずま海産	R5. 5. 18
		高知県酒造組合	R5. 6. 5
		カワクボ FACTORY 株式会社	R5. 6. 9
			R5. 7. 18
			R5. 11. 8

5. 人材養成・技術研修

5-1 人材養成研修、技術講習会

講習会名、講演題目	開催日	参加者数
(研究企画課) 研究開発推進セミナー 「研究費を獲得するためのノウハウ」 生産性向上セミナー	R5. 8. 24 R5. 8. 29	7 22
(食品開発課) 製造方法、品質・衛生管理 地域食材活用のための加工食品試作研修 サステナブル「HACCP」で地産外商スタート 「機能性表示」だけではないフードバリューアップ プラクティカル「栄養成分表示」&「賞味期限設定」 「おいしさの見える化」でつかむ消費者インサイト 食品包装の課題解決セミナー 商品開発の考え方と工業技術センターの活用方法 酒造技術研究会 新商品開発・新規酵母育種	R5. 4. 20 R5. 6. 15 R5. 6. 30 R5. 7. 28 R5. 8. 31 R5. 9. 29 R5. 10. 11 R5. 11. 7 R5. 8. 18 R5. 9. 12 R6. 3. 12 R5. 4-5 月 (10 日)	2 2 11 14 24 32 34 13 31 15 15 1
(生産技術課) 電磁ノイズ対策技術講習会(第1回)ノイズトラブルの実態とその対策手法 ～トラブルの原因はノイズだったのか～ IoT研修((株)垣内へのオーダーメイド研修) AIセミナー～AI活用の可能性とデータの重要性～ AI技術講習会～体験して学ぶAIの基礎～ 3Dモデリング&造形セミナー AIセミナー～最近トレンドの生成AIについて～ 電磁ノイズ対策技術講習会～イミュニティ試験・対策～ 測定・設計((株)ミットヨへのオーダーメイド研修) AI技術講習会～ノーコードのAI開発とPythonのAI開発～ 材料試験-材料試験(全2回) (高知県中小企業団体中央会 令和5年度ものづくり担い手育成事業) 材料試験-材料試験(全2回) (高知県中小企業団体中央会 令和5年度ものづくり担い手育成事業) AI技術講習会～AIによるデバイス制御～ 材料試験-金属材料非破壊検査と成分分析 (高知県中小企業団体中央会 令和5年度ものづくり担い手育成事業) 材料工学論-熱処理の基礎 AIセミナー～デジタルツインと生成AIが繋がった世界を構築する～ 電磁ノイズ対策技術講習会(第4回)プリント基板のノイズ対策設計 第1回スマートものづくり研究会セミナー 社員みんなでチャレンジする『スマートものづくり』	R5. 4. 20 R5. 5. 17 R5. 5. 24 R5. 7. 13 R5. 8. 2 R5. 9. 15 R5. 10. 31 R5. 11. 14 R5. 11. 18 R5. 11. 22 R5. 11. 29 R5. 12. 6 R5. 12. 13 R5. 12. 21 R6. 1. 10 R6. 2. 7 R6. 2. 14 R6. 2. 9 R6. 2. 15 R6. 3. 15	57 1 28 11 1 20 10 3 6 5 4 4 4 4 3 3 20 11 17
(資源環境課) 湿式分析-分析の基礎	R5. 5. 19	3

講習会名、講演題目	開催日	参加者数
湿式分析-無機分析の基礎-原子吸光法・ICP 発光分光分析法	R5. 5. 26	4
湿式分析-無機分析の応用-湿式分解処理による微量元素分析	R5. 9. 1	4
X線分析-X線回折装置	R5. 9. 15	2
X線分析-蛍光 X線分析装置	R5. 9. 29	3
顕微鏡観察/異物分析-顕微 FT-IR	R5. 10. 6	1
顕微鏡観察/異物分析-電子顕微鏡	R5. 10. 13	3
ガス成分分析	R5. 10. 27	1
プラスチック代替素材活用研究会	R5. 8. 24	2
『J-クレジット制度』の概要		
初歩からわかる「Jクレジット制度」	R5. 11. 2	27
『J-クレジット制度』の実務	R5. 12. 19	6
初級 LCA①LCAとは/インベントリ分析	R5. 12. 22	3
初級 LCA②LCA支援ソフト MiLCA	R5. 12. 22	4
初級 LCA③配分とリサイクル	R6. 1. 11	2
カーボンニュートラル社会に向けたサプライチェーン排出量算出-今、企業が取り組むべきこと-	R6. 3. 21	12

5-2 講師派遣

(1) 大学等への派遣

大学等名称	派遣者	派遣期間
愛媛大学大学院連合農学研究科	甫木嘉朗	R3. 4. 1~R6. 3. 31
金沢大学大学院自然科学研究科	堀川晃玄	R5. 4. 1~R7. 3. 31
産業技術総合研究所四国センター	鈴木大進	R5. 11. 27~R6. 2. 9

(2) 講習会等への派遣

講習会名、講演題目等	派遣者	派遣日	人数
(食品開発課)			
高知の最先端農業 IOP 入門セミナー「農産物及び加工品の風味の見える化」	下藤 悟	R5. 6. 28	190
令和 5 年度普及指導員専門技術高度化研修(6次産業化 I)	森山洋憲	R5. 6. 23	9
高知高等技術学校主催 溶接実践講習 2、半自動溶接学科	土方啓志郎	R5. 10. 13	4
搾汁作業講習会(ユズ搾汁のポイントと衛生管理について)	近森麻矢	R5. 10. 16	14
現代応用生物科学講義	甫木嘉朗	R5. 10. 20	187
高知の酒造りと商品開発について(追加)			

講習会名、講演題目等	派遣者	派遣日	人数
Alpha MOS ユーザーフォーラム 2023	森山洋憲	R5.11.28	90

5-3 研修生の受入

事業	所属	受入期間	人数
共同研究に関する学生の外部研究員としての受け入れ	高知大学	R5. 4. 3～R6. 3.29	2
	酔鯨酒造株式会社	R5. 6. 8～R6. 3.29	1
高知小津高等学校フィールドワーク	高知小津高等学校	R5.11.17	33

6. 産業財産権

○登録

登録年月日	登録番号	発明の名称	発明者名	共同単独の別	備考
平成19年 5月18日	特許 第3955923号	真空、乾燥・濃縮装置	村井正徳	共同	兼松エンジニアリング(株)
平成20年11月21日	特許 第4218904号	ステアリングホイールに模様を転写する転写装置	篠原速都 山下 実 鶴田 望	共同	実施企業数1社 (株)東海理化クリエイト
平成23年10月28日	特許 第4849578号	マイクロ波を利用した抽出装置	浜田和秀 村井正徳	共同	実施企業数1社 兼松エンジニアリング(株)
平成24年 1月13日	特許 第4899179号	ステアリングホイールに模様を転写する転写方法	篠原速都 山下 実 鶴田 望	共同	(株)東海理化クリエイト
平成26年 5月 9日	特許 第5531262号	凍結濃縮装置	森山洋憲	共同	高知工科大学
平成26年12月19日	特許 第5667526号	複雑な形状のインモールド成形を行う方法、そのインモールド成形に使用する転写シート、および当該方法で形成された樹脂成形品	篠原速都 鶴田 望	共同	(株)ミロク製作所
平成27年 1月 9日	特許 第5675572号	インモールド成形方法および当該方法で形成された樹脂成形品	篠原速都 鶴田 望	共同	(株)ミロク製作所
平成28年 3月18日	特許 第5899604号	マイクロ波を利用したバイオマス再資源化装置	村井正徳 浜田和秀 近森麻矢	共同	実施企業数1社 兼松エンジニアリング(株)
平成29年 7月28日	特許 第6179779号	樹脂フィルム及びこれを用いた突板シート並びに自動車内装部材	篠原速都 山下 実 鶴田 望	共同	日泉化学(株)
平成29年10月13日	特許 第6221027号	拡張現実感技術による計測器管理システム及びプログラム	今西孝也	共同	(株)オサシ・テクノス
平成30年 2月16日	特許 第6288825号	複合シート及びこれを用いた樹脂成形部材	篠原速都 山下 実 鶴田 望	共同	日泉化学(株)
令和 2年 4月16日	特許 第6692474号	漆喰材	河野 敏夫 矢野 雄也 堀川 晃玄	共同	実施企業数1社 田中石灰工業(株)
令和 3年 5月11日	特許 第6882730号	ハマアザミ抽出物を含む免疫調節用組成物	篠原速都 川北浩久 岡本佳乃 岡崎由佳 鈴木大進	共同	高知県公立大学法人

登録年月日	登録番号	発明の名称	発明者名	共同 単独 の別	備 考
令和 3年12月13日	特許 第 6992772 号	フロンガスの分解方法及びその装置並びに水素の製造方法、フッ化カルシウムの製造方法及び燃料電池	河野敏夫 矢野雄也	共同	実施企業数 1 社 大旺新洋(株)、国立大学法人高知大学
令和 4年 1月12日	特許 第 7007663 号	クロモジ抽出物	篠原速都 川北浩久 岡本佳乃 岡崎由佳 鈴木大進	共同	国立大学法人高知大学、高知県公立大学法人
令和 4年 6月13日	特許 第 7088493 号	中空糸膜の洗浄方法	隅田 隆 伊吹 哲 矢野雄也 鈴木大進	共同	実施企業数 1 社 (株)太陽

7. 参考資料

7-1 主要設備

名 称	規 格	製 作 所	導入 年度
(食品開発課)			
くん製装置	SU-50F	大道産業㈱	H4
精米装置	SDB-2A小型醸造精米器	㈱佐竹製作所	H8
糖化蒸留装置	TM-50(糖化装置)、V-20S(蒸留装置)	㈱ケーアイ	H8
天然高分子用高速液体クロマトグラフ	PU-980 他	日本分光㈱	H9
紫外可視近赤外分光光度計	U-2001	㈱日立製作所	H13
デジタルマイクロスコープ	VH-8000	㈱キーエンス	H13
電熱オーブン	EBSPS-222B	㈱フジサワ	H15
小型高温高圧調理殺菌機	達人釜FCS-KM75	SANYO	H17
機能性成分高速分析システム	ACQUITY UltraPerformanceLC	日本ウォーターズ㈱	H21
スライサー	ECD-702型	榎村鐵工所	H21
微量香気成分定量装置	7890A (GC) 、5975C (MSD)	GERSTEL社・Agilent社	H21
冷風乾燥機	DV-5P (乾燥野菜専用コンパクト型)	㈱ユニマック	H21
柑橘搾汁試験機	処理能力500kg/h	川島博孝	H21
バルバーフィニッシャー	HC-PP型	㈱サンフードマシナリ	H21
クリープメーター	RE2-33005B コントロールモデル	㈱山電	H21
果実洗浄装置	洗浄ライン：五条式	川島博孝	H21
微量成分分離分取高速システム	デルタ600システム	日本ウォーターズ㈱	H22
機能性成分高速分析システム	X-LCシステム	日本分光㈱	H22
ポストカラム誘導体化HPLCシステム	ACQUITY UPLC H-Class	日本ウォーターズ㈱	H22
精油成分抽出用減圧蒸留装置	EXT-V40P06	兼松エンジニアリング㈱	H22
微粉粒磨砕機	MKCA6-2Jα	増幸産業㈱	H22
フリーズドライ	RLE II-103	共和真空技術㈱	H22
窒素分析装置	Kje1tec8400	FOSS	H24
脂肪酸分析装置	GC-2010plus	㈱島津製作所	H25
超急速凍結機	283L	ホシザキ電気㈱	H27
ヘッドスペース付きガスクロマトグラフ	7890B	アジレント・テクノロジー㈱	H27
迅速溶媒抽出装置	ST243Soxtec	FOSS	H29
ブライン凍結機	RF-10L	米田工機㈱	H29
生物顕微鏡システム	BX53F	オリンパス㈱	H29
味認識装置	TS-5000Z	㈱インテリジェントセンサーテクノロジー	H29
多感覚器分析システム機器	フラッシュGCノーズHERACLES II /HS/SIほか	アルファ・モス・ジャパン㈱	H29
スクリーンプレス	MKSS-1特殊仕様	池田機械工業㈱	H29
分析天秤及び自動秤量システム	XPE205DRV	メトラー・トレド㈱	H29
スチームコンベクションオーブン	FSCWE101G	㈱フジマック	R1
粘体充填機	バズル充填機RD703	㈱ナオミ	R1
小型調理殺菌装置	RCS-40SPXTG-FAM	㈱日阪製作所	R1
嗜好機能特性評価システム	高速アミノ酸分析計LA-8080、 分光光度計UH5300	㈱日立ハイテクサイエンス	R1
自動ガス真空包装機	FVS II-500 II G	㈱古川製作所	R2
缶詰巻締め機	MVC4H	木村エンジニアリング㈱	R2
ガス置換カップシーラー	PM-500AS-G	第一バック機工業㈱	R2
超低温フリーザー	MDF-DU300H	PHC㈱	R2
高速大容量冷却遠心機	Model7000	久保田商事㈱	R2
恒温振とう培養機	BR-180LF	タイテック㈱	R2
水分活性測定器	EZ-200	フロイント産業㈱	R2
ポータブル画像解析装置	Portable PITA PH-01 A/L	㈱セイシン企業	R2
低温乾燥機	FDD-12B	㈱ネスター	R2
LC-MS システム	X500R Q-TOF LC-MSシステム	㈱エービー・サイエックス	R3
自動セルカウンター	Vi-CELLBLU	ベックマン・コールター㈱	R5
アルコール濃度計	Alcolyzer 3001 Universal システム	㈱アントンパール	R5
自動滴定装置	自動滴定システム (COM 1760SC1748 (特))	㈱HIRANUMA	R5
(生産技術課)			
グライインディングセンタ	YBM-640V	安田工業㈱	H9
ワイヤカット放電加工機	FX-10	三菱電機㈱	H9
メモリレコーダ	8841	日置電機㈱	H11

名 称	規 格	製 作 所	導 入 年 度
FFTアナライザ	CF-3200J	㈱小野測器	H12
赤外線炭素硫黄同時分析装置	CS-444LS	LECO社	H13
固体発光分析装置	ARL 3460	ThermoELECTRON社	H16
金属組織検査試料作成装置	ラボプレス3、ラボホル6、ラボフォース3ほか	㈱丸本ストルアス	H17
ノイズコミュニティ試験装置	ESS-2000AXIほか	㈱ノイズ研究所	H20
金属顕微鏡システム	ECLIPSEMA200、SMZ1500	㈱ニコン	H21
乾式X線透過装置	SMX-3500	㈱島津製作所	H21
CNC輪郭形状測定機	SV-C4000CNCシステム	㈱ミットヨ	H22
万能試験機	UH-F1000KNI	㈱島津製作所	H23
表面粗さ計	サーフテスト-501	㈱ミットヨ	H23
冷熱衝撃試験機	TSA-72ES-A	エスベック㈱	H24
非接触三次元形状測定装置	COMET L3D-8M	Steinbichler社	H25
CNC三次元測定装置	CRYSTA-ApexS 122010	㈱ミットヨ	H25
マイクロビッカース硬度計	HM-220D	㈱ミットヨ	H26
小型電子顕微鏡	TM3030、SwiftED3000	㈱日立ハイテクノロジーズ	H26
ひずみ測定装置	EDX-200A-4H、UCAM-60B-AC	㈱共和電業	H27
超低温恒温恒湿試験器	EC-86LHHP	日立アプライアンス㈱	H27
CAE	Mechanical CFD Maxwell 3Dほか	ANSYS社	H29
インクジェット方式3Dプリンタ	AGLISTA-3200	㈱キーエンス	H29
振動試験装置	FH-26K/60	エミック㈱	R1
デジタルオシロスコープ	DSOS204A	キーサイト・テクノロジー㈱	R2
可搬型X線残留応力測定装置	SmartSite RS	㈱リガク	R2
伝導EMC試験システム	ESR3ほか	㈱テクノサイエンスジャパン	R4
(資源環境課)			
熱機械的分析装置	TMASS350	セイコー電子工業㈱	H5
遊星型ホルミル	P-5/4	フジ社	H13
水銀分析装置	マーキュリー/SP-3D	日本インストルメツ㈱	H18
精密万能材料試験機	AG-50kNIS型	㈱島津製作所	H18
恒温恒湿槽	PL-4KPH	エスベック㈱	H19
粒度分布測定装置	SALD-2200	㈱島津製作所	H19
ガスクロマトグラフ質量分析計	JMS-Q1000GC Mk II	日本電子㈱	H21
走査電子顕微鏡	JSM-6701F	日本電子㈱	H21
ビートサンプラー	TK-4100型	東京化学㈱	H23
シーケンシャル型ICP発光分光分析装置	SPS3520UV-DD	エスアイ・ナテクノロジー㈱	H24
フーリエ変換型赤外分光光度計	FT/IR-6600	日本分光㈱	H26
多機能性マルチモードプレートリーダー	Variaskan LUX multimode microplate reader	サーモフィッシャーサイエンティフィック㈱	H28
X線回折装置	Empyrean	スペクトリス㈱	H28
熱分析装置	Thermo plus EV02	㈱リガク	H29
デジタルマイクロスコープ	モニター一体型VHX-6000、SP1464	㈱キーエンス	H29
バイロイターガスクロマトグラフ質量分析装置	EGA/PY-3030D、JMS-Q1500GC	日本電子㈱	H30
マイクロ波前処理装置	ETHOS EASY	マイルストーンゼネラル㈱	R1
原子吸光分光光度計	novAA800F	㈱アナリティクイエナ	R2
ICP発光分光分析装置	5800VDV、ICPOES	アジレント・テクノロジー㈱	R3
ライフサイクルアセスメントシステム	MiLCA v2	(一社)サステナブル経営推進機構	R3
蛍光X線分析装置	ZSX PrimusIV	㈱リガク	R3
衝撃試験機	IT	㈱東洋精機製作所	R3
溶融樹脂流動性測定装置	No. 120-FWP	㈱安田精機製作所	R3
多軸混練攪拌システム	ラボプラストミル3S150	㈱東洋精機製作所	R4
トリプル四重極ICP-MS	iCAP TQ(ICAPT00414)	サーモフィッシャーサイエンティフィック㈱	R5

7-2 補助事業等

年度	項目	事業名	事業費 (千円)	補助金等 (千円)	部課名	備考
R5	設備拡充 トリプル四重極ICP-MS	公設工業試験研究所の 機械設備拡充補助事業	28,490	18,993	資源環境課	2/3補助（公益財団法人JK A）
	ディーブラーニング用演 算システム	公設工業試験研究所等 における人材育成等補 助事業	894	596	生産技術課	2/3補助（公益財団法人JK A）
	土佐酒輸出振興プロジェ クト ・自動セルカウンター ・アルコール濃度計 ・自動滴定装置 ・分光光度計オートサン プラー	地方創生推進交付金事 業	19,0196	9,509	食品開発課	1/2補助
	NEDO カロリーメーター	新エネルギー等のシー ズ発掘・事業化に向け た技術開発事業	7,865	7,865	資源環境課	10/10補助

7-3 人事異動

(令和6年4月1日付)

○転入・内部異動等

氏名	新所属及び職名	旧所属
刈谷 学	所長	紙産業技術センター所長
清川 真史	次長（総括）	教育センター総務企画部長
谷脇 敦	次長・兼計量検定室長	議会事務局総務課秘書室長
山下 実	技術次長（連携担当）	研究企画課長
川北 浩久	専門企画員（研究企画担当）	所長
加藤 麗奈	研究企画課長	食品開発課チーフ （食材応用担当）
岡本 佳乃	食品開発課チーフ （食材応用担当）	海洋深層水研究所チーフ
毛利 謙作	生産技術課チーフ（制御技術担当）	工業振興課チーフ （ものづくり支援担当）
竹内 宏太郎	資源環境課チーフ（環境技術担当）	生産技術課チーフ（制御技術担当）
小森 節	総務課チーフ	生涯学習課主幹
小松 立和	計量検定室チーフ（再任用）	次長兼計量検定室長
山崎 靖夫	計量検定室主幹	医療政策課主幹

○転出等

氏名	新所属及び職名	旧所属及び職名
山本 浩	海洋深層水研究所長・兼工業技術センター副参事	技術次長（連携担当）
深瀬 昭	紙産業技術センター次長・兼紙産業技術センターチーフ（総務担当）	次長・兼計量検定室長
伊吹 哲	海洋深層水研究所チーフ	資源環境課チーフ（環境技術担当）
野島 慈	公営企業局・電気工水課チーフ （経理担当）	総務課チーフ

氏 名	新所属及び職名	旧所属及び職名
柏木 宏之	安芸土木事務所主幹	計量検定室主幹
今西 孝也	専門員（再任用）	専門員（退職）
隅田 隆	専門員（再任用）	専門員（退職）
小松 立和	専門員計量検定室チーフ（再任用）	専門員計量検定室チーフ（退職）

令和5年度高知県工業技術センター報告第55号
令和6年11月1日 印刷発行

〒781-5101 高知市布師田3992-3

編集兼
発行所 高知県工業技術センター

Kochi Prefectural
Industrial Technology Center

印刷所 西 富 膳 写 堂

この資料は再生紙を使用しています。

