

平成25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. 45 (2014)

平成26年10月

高知県工業技術センター

目 次

I 平成 25 年度高知県工業技術センター研究報告

1. 食品開発課

チアミンの吟醸酒醸造に及ぼす影響	1
柑橘果皮由来エッセンシャルオイルの食品への応用	10
県産ユズ果汁のブランド化推進支援（第3報）	
平成 25 年産ユズ果汁の品質調査	13
高規格化乾燥処理技術確立と地産外商向け乾燥素材の研究開発（第2報）	
LC-MS による冷風乾燥ブルーベリーのアントシアニン解析	18
懸濁結晶法凍結濃縮装置を用いた液体だしの濃縮	24
干しゼンマイの製造工程における色調の変化について	25

2. 生産技術課

ホームネットワークを用いた高齢者安否確認システムの開発	
デジタルサイネージの試作について	27

3. 資源環境課

マイクロバブルの評価技術の開発	31
レアメタルのリサイクル実用化技術の開発（第2報）	
用途拡大を目指して	35
県産未利用有用植物の活用に向けた農商工医連携基盤の構築と事業化モデル（第1報）	
有用植物の生理活性スクリーニング	38
高知県固有植物の有効利用に関する研究（第2報）	
カヤ（榧）種子油中の脂肪酸濃縮法の検討	49
海洋深層水濃縮水の滅菌処理技術	53

Ⅱ 平成 25 年度高知県工業技術センター業務年報

1. 総 説

1-1 沿 革	57
1-2 土地及び建物	58
1-3 組織と分掌	58
1-4 職員名簿	59
1-5 決算状況	60

2. 業務・事業の状況

3. 誌上・口頭発表

3-1 論文発表	64
3-2 その他の投稿	64
3-3 学会発表	64
3-4 その他の発表	65

4. 技術サービス

4-1 依頼試験、機器使用	67
4-2 審査員派遣	67
4-3 技能検定	69
4-4 技術指導アドバイザー派遣	70

5. 人材養成・技術研修

5-1 人材養成研修、技術講習会	71
5-2 講師派遣	73
5-3 研修生の受入	74

6. 産業財産権

7. 参考資料

7-1 主要設備	78
7-2 補助事業等	83
7-3 人事異動	84

I 平成 25 年度高知県工業技術センター研究報告

食 品 開 発 課

チアミンの吟醸酒醸造に及ぼす影響

上東治彦 加藤麗奈 森山洋憲 甫木嘉朗* 永田信治*

伊藤伸一** 神谷昌宏***

Effect of thiamine on Ginjou-shu brewing

*Haruhiko UEHIGASHI Reina KATOH Hironori MORIYAMA Yoshiro HOKI**

Shinji NAGATA Shinichi ITO** Masahiro KAMIYA****

高精白の原料米を使用する吟醸造りではチアミン(ビタミンB₁)が不足し、発酵不良となる可能性がある。そこで吟醸酒仕込みへのチアミン添加効果を検討した結果、チアミンを原料米1トン当たり1g添加することにより発酵期間が短縮され、ピルビン酸、酸度、アミノ酸度が減少し、香気成分は増加した。さらに実地醸造においてチアミンを0.1~0.3g添加した結果、対照に比べピルビン酸が約半分に低下した。

1. 緒言

清酒製造の健全を期する目的で仕込み水等に加える乳酸等の各種酸類や塩類は、酒類の原料として取り扱わない物品として酒税法法令解釈通達に掲名されているが、平成18年3月の通達改正によりビタミン類(チアミン塩酸塩)及びビタミン類を含む酵母発酵助成剤がこれに追加された。ビタミンの中でチアミンは発酵中の清酒モロミにおいてピルビン酸→アセトアルデヒド→アルコールやピルビン酸→アセチル-CoAへの代謝の補酵素であり、不足するとアルコール生成が停滞し、ピルビン酸が高いまま推移し、結果として不快臭であるアセトアルデヒド¹⁾の生成を引き起こす。チアミンは原料米中の赤糠に多く含まれるが、精米により激減する²⁾。また、麹菌はビタミンを合成するが、その生成量の変動は大きく³⁾、若すぎる麹や麹使用量が少ない場合、更に高精白の原料米を使用する吟醸造りなどではチアミンが不足する可能性がある。チアミンについては仲田ら⁴⁾は米粉糖化ろ液仕込みにおいて香気生成促進効果を、福井ら⁵⁾はアルコール生成促進効果を、また、若井ら²⁾はピルビン酸低減効果を報告しているが、吟醸仕込みでのチアミンの効果についての報告はない。実製造での吟醸酒仕込みの際、特定の酵母や酒

造場で発酵中のピルビン酸のピークが高く、終期での消失が遅れ、モロミ日数が遅延する場合がしばしばある。そこで、高知県で使用している酵母の中でピルビン酸が残存しやすいAC-95株やCEL-24株を使用した吟醸酒醸造へのチアミン添加による発酵改善効果について検討した。更にチアミン等の各種ビタミンを配合した発酵助剤の添加効果についても併せて検討した。

2. 実験方法

2.1 チアミンの発酵に及ぼす影響

麹は吟の夢50%精白の麴力価の異なる3種類を用いた。それらの麴の消化試験⁶⁾での総合力価は強区分で782、中区分で736、弱区分で606であった。またチアミン含量は強区分で3,106 ng/g、中区分で1,590 ng/g、弱区分で1,172 ng/gであった。初添えは麴158g(白米換算132g)、水315ml、乳酸0.3ml、18℃とし、2日後に留として吟の夢50%精白540g、水630ml、7℃とし、7日間で最高品温10℃とした。チアミン添加区は初添時に原料米1トン当たりチアミン塩酸塩(甲南化工(株)製、食用用)を1g添加した(以下同様にチアミン塩酸塩での添加であるがチアミンと省略する)。酵母はAC-95株をYM培地50mlで培養後、遠心分離で回収した菌体を用いた。発酵中のサンプリングは50~100mlのもろみを採取し、10,400 G、8分間の遠心分離を行い、最終の上槽は18,800 G、20分間の遠心分離により行った。モロミ及び製成酒の一般成分は国税庁所定分析法⁷⁾に従

* 高知大学農学部

** 高松国税局

*** 大阪国税局

って分析した。ピルビン酸はデタミナーPA(協和発酵製)を用いて測定した。香気成分は吉沢らの方法⁸⁾⁹⁾に従ってヘッドスペース法により測定した。チアミンは麴20gを100 mLの蒸留水で一晩、0°Cで抽出後、以下の条件でHPLC分析を行った。カラムにCosmosil 5C18-MS-II(4.6 mm i. d. ×150 mm、ナカライテスク)を使用し、カラム温度を30°C、移動相として5 mMヘキサンスルホン酸ナトリウムを含むアセトニトリル:20 mMリン酸緩衝液(pH 2.5)=10:90(v/v)、流速1.0 mL/min、検出波長210 nmとし、検出器はフォトダイオードアレイ検出器2998(日本ウォーターズ株)を使用した。

2. 2 チアミン添加量の発酵に及ぼす影響

仕込み配合は2.1と同様とし、麴は2.1で用いた麴強区分と中区分を等量混合して使用した。チアミン添加量は原料米1トン当たり0g、0.01g、0.03g、0.1g、0.3g、1gの6区分とし、初添時に添加した。

2. 3 セルレニン耐性ホモ型変異株 CEL-24 株へのチアミン添加効果

2.2と同様の仕込み方法で、酵母はCEL-24株¹⁰⁾を用い、チアミン添加量は原料米1トン当たり1gとした。

2. 4 各種ビタミンを配合した発酵助剤の発酵に及ぼす影響

無機窒素、不活性酵母、チアミン、葉酸、ナイアシン、パントテン酸Ca等を配合した発酵助剤フェルメイドK(Lallemand社製、代理店セティ株式会社)を用いて、チアミン単独での添加効果と比較した。本発酵助剤中のチアミン含量から換算して、2.2と同量のチアミン濃度とするために原料米1トン当たり23g、78g、234g、780g、2340gの発酵助剤を初添時に添加した。仕込み配合、発酵温度は2.3と同様とした。

2. 5 発酵途中でのモロミへのチアミン添加試験

2.4に示した対照区のモロミを2本作成し、モロミ7日目にチアミンを原料米1トン当たり1gを添加し、発酵を継続させた。

2. 6 実地醸造でのチアミン添加効果

H24BYに高知県内の3酒造場の吟醸モロミの初添または留時にチアミンを原料米1トン当たり0.1~0.3g添加して醸造を行い、同酒造場のH23BYまたはH24BYの同じ米品種、精米歩合、酵母を用いた通常仕込みの

ものとモロミ日数、日本酒度、ピルビン酸濃度を比較した。

3. 結果及び考察

3. 1 チアミンの発酵に及ぼす影響

高香気性酵母AC-95株を用いた50%精白での吟醸仕込みにおいて、チアミンを原料米1トン当たり1g添加して発酵に及ぼす影響を検討した。AC-95株は製造場によってはピルビン酸のピークが高く、末期でも消失しにくい株である。また同時に麴のハゼ具合によってチアミンの生成量が増加し、ピルビン酸を低減させることが出来るのかを確認するため、麴力価とチアミン含量の異なる3種類の麴を用いた仕込みを併せて行った。モロミの最高品温は10°Cとしたが、チアミン添加区は日本酒度の切れが速いため、20日目からは徐々に品温を下げ、最終7°Cとした。対照区は上槽まで10°C一定とし、30日目に全ての試験区を上槽した。

モロミ中の成分変化と上槽後の分析結果を図1、表1に示す。チアミン無添加の対照区ではボーメとアルコールから予想される上槽時のアルコール度数が高くなったため、モロミ7日目に麴強区分で153ml、中区分で160ml、弱区分で45mlの追い水を行った。チアミン添加区では逆に予想アルコールが低かったため追い水はしなかった。チアミンの添加により日本酒度の切れが早くなり、7日目で対照より24~29低く、13日目で13~18低くなった。またアルコール生成も速く、13日目で対照より1.3~1.7%、19日目で1.1~1.7%高く推移した。ピルビン酸は対照のピークが300~350ppmであるのに対し、チアミン添加区では発酵期間中50ppm以下で推移した。また、酸度やアミノ酸度は対照の2割程度低くなった。香気成分では酢酸イソアミルがピーク時で対照の2倍ほど生成し、カプロン酸エチルも1.4倍ほど生成された。

しかし、同時に好ましくない香りである酢酸エチルが対照の1.2~1.6倍、酸臭の原因となる酢酸が1.3~1.8倍生成された。この酢酸の増加については若井ら³⁾も報告している。また、チアミン添加区ではモロミ期間中の固形分率が高くなる傾向があったが、糖化よりもアルコール発酵が先行したためと考えられる。一方、麴の強弱によるピルビン酸の生成量はチアミン含量の多い麴強区分でも中区分や弱区分と比較してピーク時に約1割ピルビン酸が下がった程度であり、麴の強弱がピルビン酸量を大きく左右することはなかった。なお、表1に示す純アルコール取得量は相当低くなっているが、発酵期間中のサンプリングによるものである。

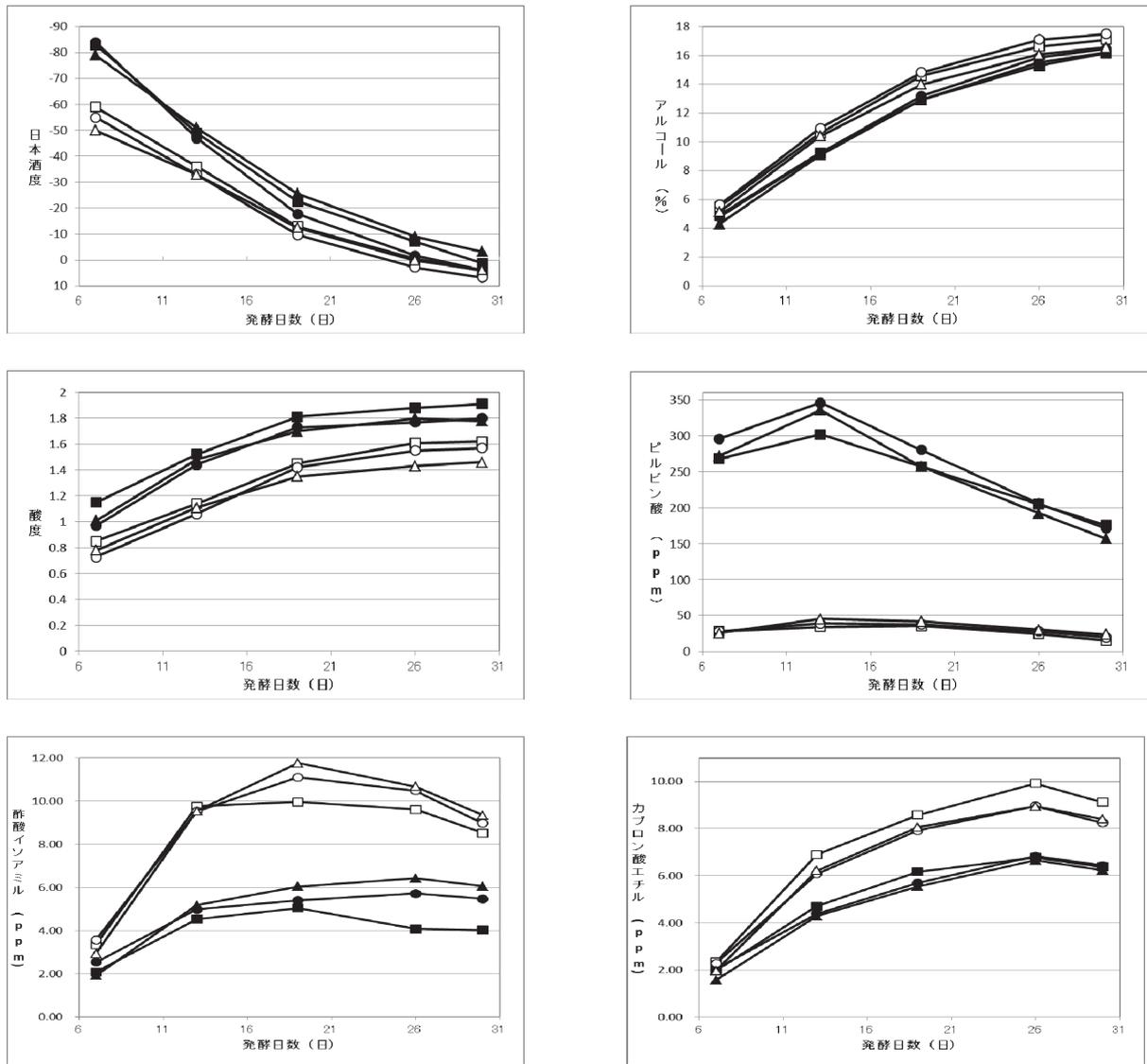


図1 麴の強弱とチアミン添加小仕込み試験

- 麴強-対照 □ 麴強-チアミン添加
- 麴中-対照 ○ 麴中-チアミン添加
- ▲ 麴弱-対照 △ 麴弱-チアミン添加

表1 麴の強弱とチアミン添加小仕込み試験の生成酒

	アルコール (%)	日本酒度	液量 (mL)	純アル収得量 (L/ton)	固形分率 (%)	酸度 (mL)	アミノ酸度 (mL)	グルコース (%)	ビルビン酸 (ppm)	死滅率 (%)	酵母数 (10 ⁹ /mL)
麴強-対照	16.17	1.2	744	179	33.5	1.91	1.32	0.63	175.9	3.3	2.11
麴強-チアミン	17.12	4.2	682	174	43.2	1.62	1.14	0.64	15.4	3.9	2.23
麴中-対照	16.47	3.9	794	195	31.8	1.8	1.28	0.56	171.6	1.4	2.21
麴中-チアミン	17.51	6.7	684	178	43.3	1.57	0.95	0.69	19.6	2.9	2.13
麴弱-対照	16.22	-3.2	626	151	40.6	1.78	1.22	0.64	157	0.8	2.28
麴弱-チアミン	16.57	3.8	648	160	46.8	1.46	0.88	0.45	23.6	3.1	2.25
	アセトアルデヒド (ppm)	酢酸エチル (ppm)	酪酸エチル (ppm)	プロパノール (ppm)	ブタノール (ppm)	酢酸イソアミル (ppm)	イソアミルアルコール (ppm)	カプロン酸エチル (ppm)	カプリル酸エチル (ppm)	カブロン酸 (ppm)	酢酸 (ppm)
麴強-対照	60.5	51.9	0.5	38.5	24.2	4.01	96.8	6.37	2.91	23.7	20.1
麴強-チアミン	52.0	85.4	0.7	29.5	34.9	8.51	139.4	9.12	3.19	32.0	26.7
麴中-対照	63.0	72.6	0.5	45.1	26.8	5.46	100.8	6.44	2.97	24.9	18.4
麴中-チアミン	54.5	95.4	0.7	30.1	35.4	8.97	139.3	8.24	3.04	33.8	33.9
麴弱-対照	49.0	76.2	0.6	41.9	31.8	6.04	110.2	6.23	2.61	23.5	18.6
麴弱-チアミン	43.4	89.2	0.7	26.3	40.8	9.34	145.1	8.41	2.71	30.7	29.0

3. 2 チアミン添加量の発酵に及ぼす影響

チアミン添加の発酵への効果は同時に好ましくない酢酸エチルや酢酸の増加ももたらした。また、3.1のチアミンの添加量では酸度やアミノ酸度の減少や、香気成分の増加など酒質が極端に変化したり、発酵が急進しやすくなるため、米質が硬い場合や麴力価が弱い場合には極端な短期モロミとなり、酒化率の低下や味の淡白化を招くことも考えられる。そこで添加するチアミン量を原料米1トン当たり0.01~1gまでの試験区を設け、チアミンの添加量の発酵に及ぼす影響を検討した。発酵温度は3.1と同様としたが、発酵終期でチアミン添加区も品温を下げず、上槽まで10℃一定とし

た。また、対照区も追い水は行わなかった。以後の実験も同様とした。

仕込み試験の結果を図2、表2に示す。0.01~0.03g/トンの添加量では対照との差異はあまりなかったが、0.1~1g/トンの間では段階的に発酵調節が可能であった。即ち、0.1g、0.3g、1g/トンとチアミン添加量が増加するに従い、日本酒度は5~8程度切れが速くなり、アルコールの生成は0.3~0.4%程度高くなり、酸度やアミノ酸度は0.05~0.1ml程度低くなり、また酢酸イソアミルやカプロン酸エチルは0.5~2ppm程度高くなった。

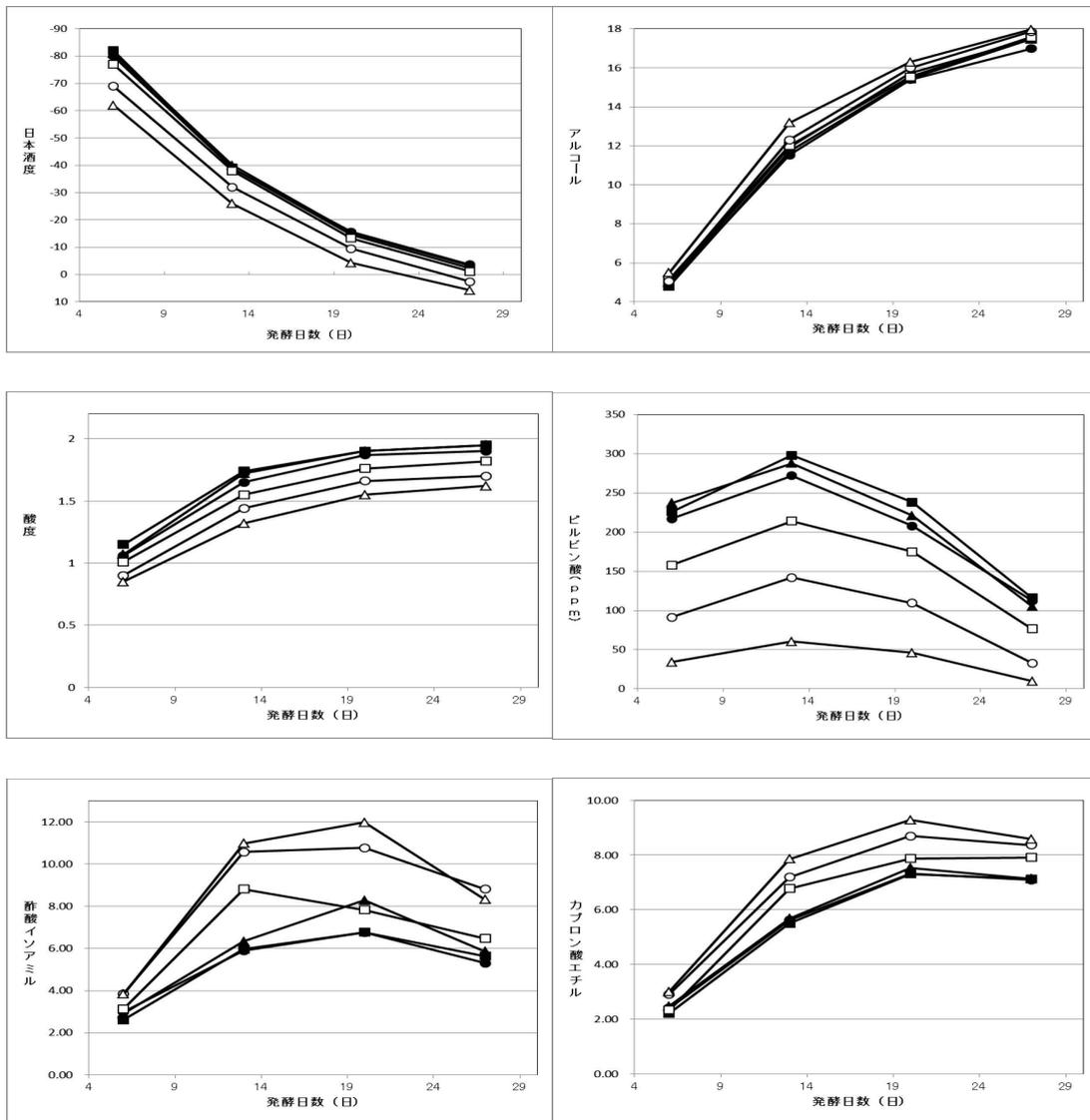


図2 チアミン添加量を変化させた小仕込み試験

- 対照
- チアミン0.01g/t
- ▲ チアミン0.03g/t
- チアミン0.1g/t
- チアミン0.3g/t
- △ チアミン1g/t

表2 チアミン添加量を変化させた小仕込み試験の生成酒

チアミン 添加量 (g/t)	アルコール (%)	日本酒度	液量	純アル 取得量 (L/ton)	固形分率 (%)	酸度 (mL)	アミノ酸度 (mL)	グルコース (%)	ピルビン酸 (ppm)	死滅率 (%)	酵母数 (10 ⁸ /mL)
対照	17.47	-2.3	815	212	36.8	1.95	1.20	0.36	115.9	3.3	2.11
0.01	16.98	-3.6	800	202	37.5	1.90	1.15	0.31	112.4	2.1	2.08
0.03	17.47	-3.2	830	216	36.1	1.95	1.20	0.39	105.2	3.9	2.23
0.1	17.57	-1.1	838	219	36.8	1.82	1.10	0.35	76.5	1.4	2.21
0.3	17.86	2.6	830	221	37.0	1.70	0.98	0.25	32.7	1.8	1.78
1	17.96	5.8	820	219	37.6	1.62	0.90	0.20	9.6	2.9	2.13

	アセト アルデヒド (ppm)	酢酸エチル (ppm)	酪酸エチル (ppm)	プロパ ノール (ppm)	ブタ ノール (ppm)	酢酸 イソアミル (ppm)	イソアミル アルコール (ppm)	カプロン酸 エチル (ppm)	カプリル酸 エチル (ppm)	カプロン酸 (ppm)	酢酸 (ppm)
対照	48.4	67.6	0.53	42.6	31.3	5.63	107.6	7.13	3.21	34.8	21.5
0.01	47.8	57.9	0.50	40.6	31.7	5.31	109.9	7.09	3.24	42.0	25.9
0.03	46.6	67.7	0.49	42.3	30.8	5.86	107.6	7.14	3.21	34.3	21.5
0.1	49.7	74.9	0.55	38.3	32.9	6.47	112.4	7.91	3.50	44.3	28.5
0.3	49.5	103.1	0.61	33.1	36.1	8.82	121.6	8.36	3.55	44.2	37.6
1	43.4	89.2	0.7	26.3	40.8	9.34	145.1	8.41	2.71	30.7	29.0

また、酢酸エチルや酢酸の生成量もチアミンの添加量を少なくすることにより段階的に抑制されていた。このように大きく酒質を変えることなく、ピルビン酸を低減させ、安定した発酵を行うためにはチアミンの添加量は0.1~0.3g/トン程度の添加量が適当と考えられる。市販清酒中のチアミン濃度は5.3~12ppb¹¹⁾、また、普通酒の発酵中のモロミ物量全体では138ppb、モロミ液中遊離は0ppb¹²⁾と報告されているが、実験1、2の結果からも吟醸酒醸造においては麴や原料米に由来するチアミン量では不足しているものと考えられる。

3.3 セルレニン耐性ホモ型変異株 CEL-24 株へのチアミン添加効果

セルレニン耐性ホモ型変異株であるCEL-24株はカプロン酸エチルをモロミで20~30ppm程生成する高香気性酵母である。この酵母は玄米酒や焼酎モロミでは十分な発酵力を示すが、吟醸酒モロミでは極端に発酵力が鈍る。また、ピルビン酸の消失も遅く、ピルビン酸が150ppm以下になるのを待って上槽するため、モロミ日数は40日を超えることもしばしばある。そこでこの酵母へのチアミン添加効果を検討した。その結果を図3、表3に示す。チアミン添加により日本酒度は20程度切れが速くなり、アルコールも1%程度高く推移し、ピルビン酸は対照のピークが340ppmであったのに対し、チアミン添加区では20ppm前後で推移した。また、カプロン酸エチルは対照区の1.34倍に当たる35ppmを生成し、非常に香りが高くなり、安定な醸造が可能となった。なお、対照区のピルビン酸は20日目以降急激に減少しているが、実地醸造ではこのような減少は起こらない。

3.4 各種ビタミンを配合した発酵助剤の発酵に及ぼす影響

発酵助剤フェルメイドKにはチアミン以外の種々のビタミン等が配合されているため、チアミン単独での添加とは異なる効果が期待され、本発酵助剤を用いた仕込み試験を行った。その結果を図4、表4に示す。チアミン単独での添加ではモロミ期間中に固形分率が高くなる傾向があったが、本発酵助剤では逆に溶解が促進され、原料米1トン当たり780g以上の添加で固形分率が低くなる傾向が見られた。また、アルコールはモロミ期間中、対照に比べ0.3~1.3%程高くなり、発酵が促進されており、純アルコール取得量も780g添加で対照より30L/トン、2,340g添加で50L/トン高くなった。日本酒度はモロミが溶けやすくなったためにチアミン単独のように切れが早くなりすぎることはなかった。ピルビン酸は発酵助剤の添加量が増えるに従って減少し、12日目モロミで対照が240ppmであるのに対し、780g添加で80ppmまで減少し、それ以上の添加ではほぼ一定であった。その他酸度やアミノ酸度はチアミン単独と同様減少する傾向があった。香気成分では酢酸イソアミルは増加する傾向があったが、カプロン酸エチルは逆に減少する傾向があった。このように本発酵助剤ではチアミン単独での添加と共通する部分もあるが、若干異なる発酵の挙動を示した。本発酵助剤ではチアミン含量が少ないため、3.2のチアミンと同量とするために最大2,340g/トンの添加を行ったが、本発酵助剤のワイン醸造での推奨使用量は果汁1,000L当たり250gである。これは清酒醸造では原料米1トン当たり600g程度に相当するが、本実験結果からもこの程度の添加量が適当と考えられる。

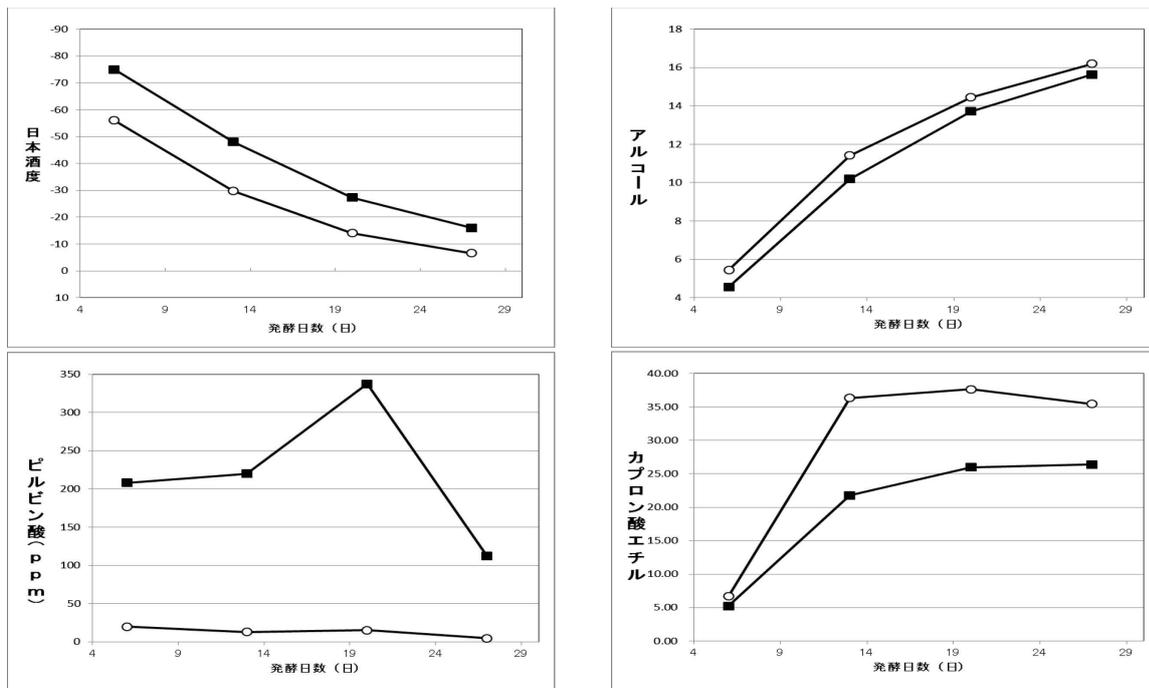


図3 CEL-24株へのチアミン添加効果

■ 対照 ○ チアミン添加

表3 CEL-24株へのチアミン添加効果小仕込み試験の生成物

	アルコール (%)	日本酒度	液量 (mL)	純アルコール取得量 (L/ton)	固形分率 (%)	酸度 (mL)	アミノ酸度 (mL)	グルコース (%)	ピルビン酸 (ppm)	死滅率 (%)	酵母数 (10 ⁸ /mL)
CEL24 対照	15.64	-16	778	181	40.0	2.24	1.21	1.48	112.0	0.8	2.28
CEL24 チアミン	16.19	-6.6	770	186	41.4	1.85	1.10	1.18	4.7	0.9	2.19
	アセトアルデヒド (ppm)	酢酸エチル (ppm)	酪酸エチル (ppm)	プロパノール (ppm)	ブタノール (ppm)	酢酸イソアミル (ppm)	イソアミルアルコール (ppm)	カプロン酸エチル (ppm)	カプリル酸エチル (ppm)	カプロン酸 (ppm)	酢酸 (ppm)
CEL24 対照	44.1	25.3	0.38	54.5	26.4	1.80	96.6	26.39	4.35	108.1	14.3
CEL24 チアミン	50.1	30.4	0.43	28.9	28.9	2.25	118.3	35.44	4.83	125.4	23.5

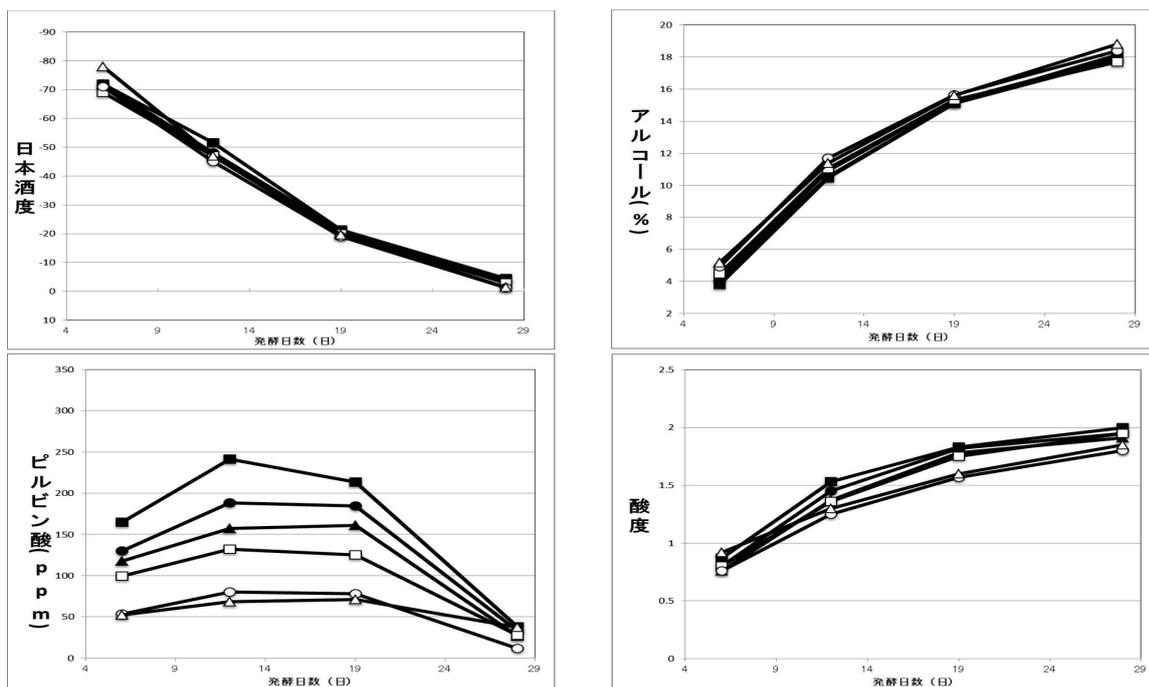


図4 発酵助剤が発酵に及ぼす効果

表4 発酵助剤を用いた小仕込み試験の生成酒

フェルメイド 添加量 (g/t)	アルコール (%)	日本酒度	液量	純アル 取得量 (L/ton)	固形分率 (%)	酸度 (mL)	アミノ酸度 (mL)	グルコース (%)	ピルビン酸 (ppm)	死滅率 (%)	酵母数 (10 ⁹ /mL)
対照	18.1	-4.5	204	56.6	2.00	1.31	0.69	38.0	6.8	1.48	18.1
23	17.8	-3.8	206	58.0	1.95	1.28	0.57	33.0	12.5	1.60	17.8
78	18.0	-2.9	214	58.5	1.91	1.20	0.51	26.4	5.8	2.03	18.0
234	17.7	-3.0	210	56.0	1.95	1.15	0.44	27.8	7.6	1.85	17.7
780	18.4	-1.3	234	53.2	1.80	0.92	0.37	11.5	8.5	1.61	18.4
2340	18.8	-1.4	253	48.2	1.85	0.95	0.35	37.2	5.9	1.89	18.8

	アセト アルデヒド (ppm)	酢酸エチル (ppm)	酪酸エチル (ppm)	プロパ ノール (ppm)	ブタ ノール (ppm)	酢酸 イソアミル (ppm)	イソアミル アルコール (ppm)	カプロン酸 エチル (ppm)	カプリル酸 エチル (ppm)	カプロン酸 (ppm)	酢酸 (ppm)
対照	66.0	43.9	0.47	40.6	26.2	3.81	98.3	9.14	3.75	46.3	30.7
23	66.6	35.1	0.42	39.2	26.2	3.17	98.4	8.83	3.82	58.9	39.4
78	59.1	37.4	0.41	38.2	27.8	3.41	101.7	7.61	3.73	36.0	30.8
234	65.2	33.7	0.39	36.1	28.6	3.40	105.2	8.37	3.81	50.9	45.6
780	54.9	41.6	0.43	27.4	33.5	4.12	119.6	7.68	3.67	43.6	38.6
2340	39.9	54.5	0.62	27.1	33.7	5.70	126.5	6.99	3.34	41.2	35.6

3.5 発酵途中でのモロミへのチアミン添加試験

発酵開始時でのチアミン添加では発酵促進やピルビン酸低減、更に香り成分増加等の効果がみられたが、モロミの発酵途中にチアミンを添加してもこれらの効果が得られるかを検討した。3.4 対照区のモロミを2本立て、片側のモロミ7日目にチアミンを原料米1トン当たり1gを添加して発酵を継続させた。モロミ経過を図5に示す。チアミン添加区では日本酒度が4程度早く切れ、アルコールも若干高めに推移した。また、

ピルビン酸は12日目に対照より80ppm程度低く、19日目には100ppm程度低くなった。その他の成分では大きな差は見られなかった。また、データは省略するが、13日目でチアミン添加試験も行ったが、ピルビン酸が対照に比べ50ppm程低く推移した他は日本酒度の切れやアルコール生成は殆ど差がなかった。発酵促進やピルビン酸の低減を促すためにはチアミン添加はモロミの出来るだけ早い時期が望ましい。

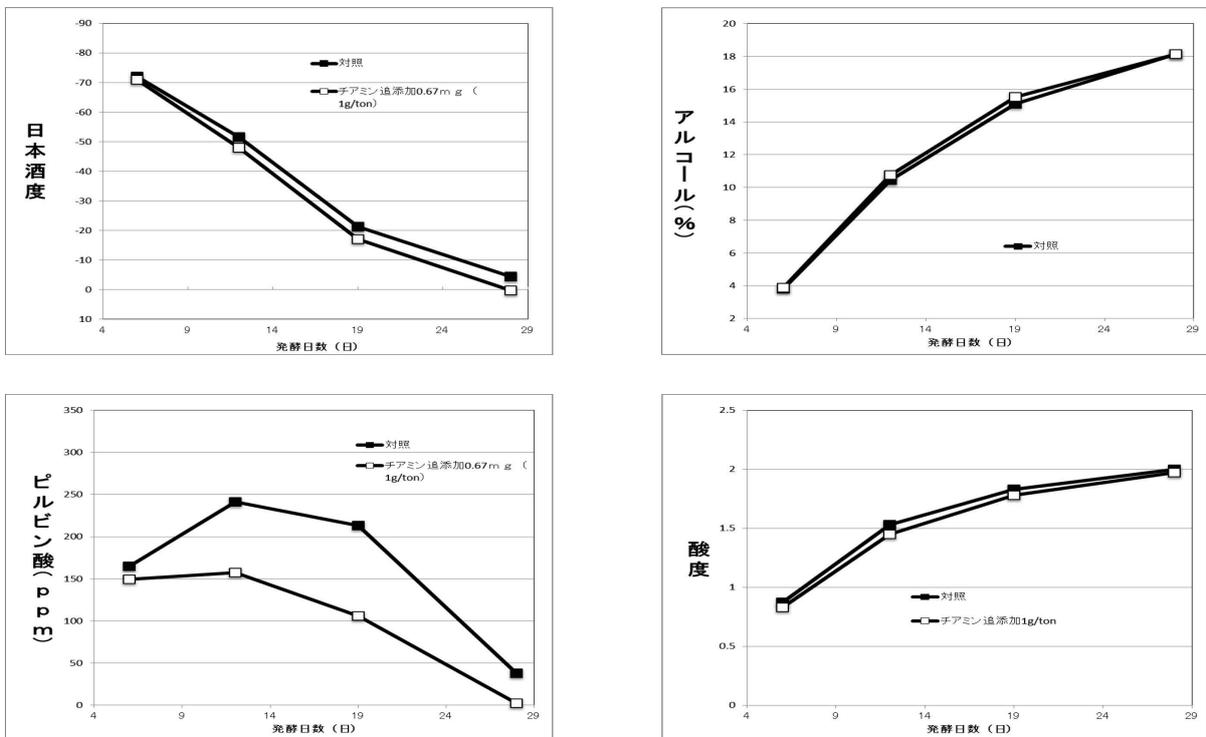


図5 発酵途中でのモロミへのチアミン添加効果

表5 実地醸造でのチアミン添加醸造結果

酒造場	酒造年度	酵母	精白歩合	サンプル数	チアミン添加量 (g/ton)	モロミ日数 (days)	日本酒度	ピルビン酸 (ppm)
A	H23	CEL-24	50	4	対照	16.5	-32	297
	H24	CEL-24	50	3	対照	17	-29	274
	H24	CEL-24	50	1	0.1	17	-24	208
	H24	CEL-24	50	1	0.2	15	-42	159
B	H23	AC-26	50	2	対照	18	-23.5	326
	H24	AC-26	50	1	0.2	14	-26	168
	H24	AC-26	50	1	0.3	12	-35	161
	H23	CEL-19:KA1	40	2	対照	19	-20	321
	H24	CEL-19:KA1	40	1	0.1	18	-21	156
	H24	CEL-19:KA1	40	1	0.2	13	-26	178
	C	H23	AC-95	50	2	対照	17.5	-21
H24		AC-95	50	2	0.2	17	-14	124

3. 6 実地醸造でのチアミン添加効果

以上の結果をもとに、H24BYに高知県内の3酒造場において精米歩合40%、50%の吟醸モロミにチアミンを添加し、その効果を検証した(表5)。なお、これらの仕込み配合は麴歩合20%程度であり、通常の吟醸仕込みであった。

A社ではCEL-24株を使用した精米歩合50%、総米1,200kgの吟醸仕込みであるが、H24BYの二本の仕込みにチアミンをそれぞれ原料1トン当たり0.1g、0.2gを添加した。同一のモロミ日数のサンプルは取得できなかったが、チアミンを添加していないH23BYの4本の仕込みとH24BYの3本の仕込みのモロミ日数平均17日目のピルビン酸が300ppm程度であったのに対し、チアミン添加仕込みでは0.1g添加でモロミ日数17日目に208ppm、0.2g添加で15日目に159ppmまで低減できた。

B社ではAC-26株を使用した精米歩合50%、総米770kgとCEL-19株とKA1株を2:1の混合で使用した精米歩合40%、総米600kgの吟醸仕込みで、チアミンをそれぞれ原料1トン当たり0.2g、0.3gと0.1g、0.2gを添加した。AC-26株はAC-95株と同様ピルビン酸が残存しやすい株である。チアミンを添加していないH23BYのAC-26株のモロミではピルビン酸が18日目に326ppmであるのに対し、チアミンを添加したH24BYのモロミでは14日目もしくは12日目に約半分の160ppm程度となった。同様にCEL-19株:KA1株2:1の仕込みにおいてもチアミンを添加していないモロミでは19日目にピルビン酸が321ppmであるのに対し、チアミンを添加したH24BYのモロミでは18日目もしくは13日

目に約半分の160ppm程度となった。なお、この上槽酒のピルビン酸はH23BYでは144ppmであったのに対し、H24BYでは86ppmまで減少していた。

C社ではAC-95株を使用した精米歩合50%、総米900kgの吟醸仕込みで、原料1トン当たりチアミンを0.2g添加したが、チアミンを添加していないH23BYのモロミでは17.5日目にピルビン酸が215ppmであるのに対し、チアミンを添加したH24BYのモロミでは17日目に約半分の124ppm程度となった。

チアミンのこの程度の添加量であれば極端な短期モロミとはならず、また、ピルビン酸も低く推移したため、アセトアルデヒドの発生を危惧することなく上槽のタイミングを決められるなど安定した醸造が可能であった。また、チアミンの添加により酢酸エチルや酢酸の生成が懸念されたが、A社のチアミン添加の上槽酒の酢酸エチルは平均18ppm、酢酸は5ppm、同様にB社のAC-26株使用酒は72ppm、9ppm、CEL-19株:KA1株使用酒では72ppm、4ppm、C社は100ppm、7ppmであり、無添加のものに比べても問題ないレベルであった。以上のように酵母の種類や酒造場によっては発酵中のピルビン酸が消失しにくい場合があるが、適度な量のチアミンを添加することによりピルビン酸の生成を抑えることができるとともに、発酵期間の短縮や酸、アミノ酸の低減、更には良好な香気エステルの増加も期待される。

4. まとめ

発酵促進効果のあるチアミンを用いた吟醸酒小仕込み試験を行い、さらに実地醸造でのチアミン添加試験

を行った結果、以下のような知見を得た。

1. ピルビン酸の残存しやすいAC-95株やCEL-24株を用いた小仕込み試験において、チアミンを原料米1トン当たり1g添加することにより発酵が促進され、ピルビン酸もピーク時で約1/7まで減少した。また、酸度やアミノ酸度は減少し、香気成分は増加した。
2. 酒質を大きく変えることなくピルビン酸を低減させるためにはチアミン添加量は0.1~0.3g/トン程度が適当であった。
3. チアミンを含む発酵助剤フェルメイドKの添加によりピルビン酸が減少するとともにアルコール収量は増加した。
4. 発酵途中でチアミンの添加はピルビン酸をある程度低減させるが、発酵を促進させるためには早い時期に添加する必要がある。
5. 実地醸造においてチアミンを0.1~0.3g添加した結果、対照に比べピルビン酸が約半分に低下した。

参考文献

- 1) 土肥和夫、宮内俊一、川本雅之：発酵工学、52、(1974)416-422
- 2) 小山：大阪市立生活科学研報告、16(2)、(1944)
- 3) 若井芳則：醸協、83(9)、(1988)579-583
- 4) 仲田富士男、浜地正昭、本馬健光：発酵工学、66(1)、(1988)17-23
- 5) 福井三郎、谷喜雄、岸部忠信：発酵工学、34、(1955)131-135
- 6) 堀江修二、土佐典照、細谷達夫：醸協、87(1)、(1992)57-61
- 7) 注解編集委員会編：第4回改正国税庁所定分析法注解、日本醸造協会(1993)
- 8) 吉沢 淑：醸協、61(6)、(1966)481
- 9) 吉沢 淑：醸協、61(7)、(1966)585
- 10) 上東治彦、中川悦子、森山洋憲、永田信治、味園春雄：醸協、94(1)、(1999)63-71
- 11) 秋山裕一：醸協、58、(1963)638
- 12) 谷喜雄、岸部忠信、福井三郎：発酵工学、36、(1955)296-301

日本醸造協会誌 109(4)、(2014)310-317 に一部掲載

柑橘果皮由来エッセンシャルオイルの食品への応用

近森麻矢 加藤麗奈 上東治彦

Application of citrus essential oil to flavor

Maya CHIKAMORI Reina KATOH Haruhiko UEHIGASHI

柑橘類の搾汁後に残る果皮には精油など有用な成分が含まれているが、実際に精油やその他の加工原料として利用される量は1割以下で、大部分が産業廃棄物として処理されている。そこで、搾汁残渣の有効利用を目的に、精油成分を主体とした天然香料の開発に取り組み、精油の抽出方法や食品への添加方法を検討した。

1. まえがき

柑橘の搾汁時に産出される果皮は、柚子では県内で年間2500トン程度あり、この果皮中に精油成分や機能性成分などの有用成分が多数含まれている。しかし、実際に精油原料や入浴剤、食品、化粧品として有効利用される量は1割以下で、多くが産業廃棄物として有償での廃棄を余儀なくされている。

一方、食品加工に使用される香料は大半が化学的に合成されている。近年は消費者の本物指向と安心・安全の観点から、自然素材から抽出した天然香料のニーズが高まっているが、現在、県内で生産されている精油は大半がアロマテラピー用に県外に移出されており、県内で食品加工に利用される量は極わずかである。

そこで、搾汁残渣の有効利用を目的として、精油の抽出方法や加工食品の香味を改善するための食品への添加方法を検討し、清涼飲料水等の試作を行った。

2. 精油の抽出

2. 1 原料果皮の採取

通常、柑橘の搾汁後に生じる残渣は果皮と内袋が一体になっている。今回の試験では、この残渣をスライサー処理により果皮と内袋に分離し、精油が多く含まれる果皮の表面部分のみを抽出原料として使用した。

2. 2 精油の抽出と評価

2. 1で採取した果皮を使用して、減圧マイクロ波加熱水蒸気蒸留法により精油の抽出を行った^{1) 2)}。

果皮の前処理(すり潰し)にはミンチャーを使用し、抽出にはマイクロ波精油抽出装置(兼松エンジニアリング(株)製)を使用した。また、抽出した精油について、官能評価及びガスクロマトグラフ質量分析計による香気成分分析を行った^{3) 4)}。

官能評価では、低温で抽出した精油は果皮そのままのフレッシュ感やグリーン感のある香りになり、高温で抽出した精油はやや甘く濃い香りになる傾向が見られた。

アロマオイルなど軽い香りを楽しむ用途では低温で抽出した精油が、食品香料などでは高温で抽出した高沸点成分の多い精油が適すと考えられる。

3. 食品への添加試験

3. 1 ブンタン果汁飲料への添加試験

3. 1. 1 ブンタン香料の調製

精油そのものは水に分散しないため、水溶性を持たせるために精油と99.5%濃度のエタノールを1:9の割合で混合しブンタン香料とした。原料精油は30℃、40℃、50℃で抽出した3種類を用いた。

3. 1. 2 精油の抽出温度の決定

ブンタン果汁10%を使用した果汁飲料に、原料精油の抽出温度が異なる3種類のブンタン香料を添加して官能評価を行った(表1)。評価点数は、評価者に5点(良)から1点(不良)までの間で点数をつけてもらい、その平均をとった。

官能評価では、抽出温度が30℃の精油よりも50℃の精油のほうが「香り高い」「文旦らしい」と感じる傾向が見られた。これはブンタンの特徴的な香気成分であるNootkatoneが高温でより抽出されやすいためと考えられる。

表1 精油の抽出温度による違い (n=4)

抽出温度	評価点数	コメント
30℃	2.5	香り薄い
40℃	3.0	香りやや薄い
50℃	3.5	香り高い、文旦らしい

3. 1. 3 ブンタン香料の添加割合の決定

図1にブンタン香料の添加割合を変えて添加した場合の官能評価の結果を示す。縦軸の評価点数は、評価者に5点(良)から1点(不良)までの間で点数をつけてもらい、その平均をとった。

ブンタン果汁飲料の量に対して、ブンタン香料中の精油分が10万分の1になるよう添加することで明らかに風味の違いが感じられるようになり、7.5万分の1を超えると、それ以上添加してもあまり違いが感じられないという結果になった。自由コメントではブンタン香料を添加した方が添加なしに比べ「香りがよい」「さわやか」「こくがある」などの意見であった。また5万分の1添加では香りが強すぎると感じた評価者もいた。

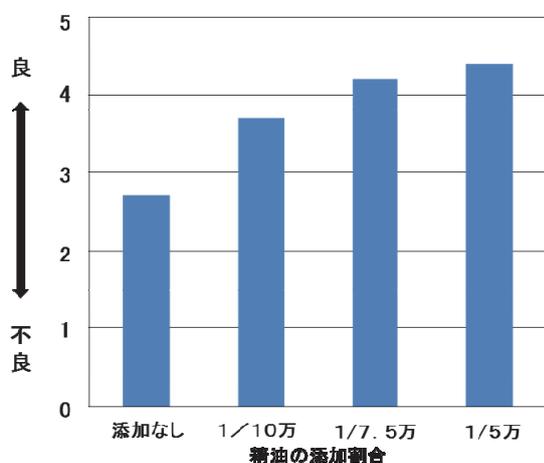


図1 ブンタン果汁飲料の官能評価 (n=10)

3. 1. 4 加熱殺菌試験

試作したブンタン果汁飲料について、加熱殺菌による品質への影響を検討するため、容器への充填後に65℃、75℃、85℃で各10分間の加熱殺菌を行い、加熱殺菌をしなかったものと比較した。

2ヶ月保管後に官能評価を行ったところ、加熱殺菌なしでは酸化臭が、加熱したものでは75℃以上で加熱臭が発生した。これらのうち65℃で殺菌したものは香りもあり、最も風味が良かったため、加熱殺菌の温度は65℃前後が最適と判断した。

3. 2 炭酸飲料の試作

7種類の柑橘(小夏、はるか、文旦、ポンカン、黄金柑、ユズ、ベルガモット)から抽出した精油を使い、炭酸飲料(サイダー)の試作と官能評価を行った。

男女18名に試飲してもらったところ、香りが特徴的なベルガモットやユズでは少量の添加でも風味が感じ

られ、香りの持続性や風味もよいと好評であった。

3. 3 フレーバーティの試作

アールグレイは柑橘の一種であるベルガモットを用いて着香したフレーバーティである。

ベルガモットの果皮から抽出した精油を原料茶葉に着香させてアールグレイ紅茶を試作した。原料茶葉には高知県産のべにふうきを用いた。原料茶葉に対する精油の添加割合を変えたものを試作し官能評価を行った結果、茶葉10gに対してベルガモット精油150μlを添加したものが最も風味が感じられ、評価が良かった(表2)。

表2 ベルガモット精油の添加割合

No.	茶葉	精油	香りの評価
①	10g	25μl	感じない
②	10g	50μl	わずかに感じられる
③	10g	100μl	口に含むと風味がある
④	10g	150μl	風味がある
⑤	10g	200μl	きつい



図2 フレーバーティ(試作品)

また表2の③と④について、ベルガモットの果皮を冷風乾燥したのち、細く刻んだものを茶葉に対して5~20%の割合で混ぜたもの(図2)も試作し、茶葉のみのものであわせて官能評価を行った。

その結果、果皮を加えた試作品は精油の添加量が100μlに減らしてもベルガモットの風味が十分に感じられ、精油の添加量が同じ場合は果皮を加えることで香りが増強され、味がまろやかになることがわかった。3か月保管後に改めて行った官能評価では果皮添加あり、なしのどちらも香りは保持されていた。

今回は一般的にフレーバーティに利用されるベルガモットを使用したが、ブンタンやユズなど他の柑橘類の精油でも同様の方法で着香が可能である。

4. 商品化

柚子果汁を使用した飲料の風味向上を目的に、柚子精油の添加方法と割合を決定するための試作を行い、A社から商品化された（図3）。



図3 ゆずフルーツソーダ

5. まとめ

柑橘搾汁残渣の有効利用例として、果皮からの精油抽出を行った。今回実施した減圧マイクロ波加熱水蒸気蒸留法では温度や加水などの条件を調整して使用目的に合わせた精油を得ることができた。

柑橘果皮等から抽出した精油を香料として添加する場合、対象の食品に対して10万分の1の添加量で香味の改善が見られ、果汁を使った食品の風味を向上させることができた。

参考文献

- 1) 村井正徳、浜田和秀、近森麻矢ほか：平成22年度高知県工業技術センター報告、No. 42：(2011)25-28
- 2) 村井正徳、浜田和秀、近森麻矢ほか：第55回香料・テルペンおよび精油科学に関する討論会講演要旨集、茨城、(2011)192-194
- 3) 近森麻矢、村井正徳、浜田和秀ほか：平成22年度高知県工業技術センター報告、No. 42：(2011)29-32
- 4) 近森麻矢、村井正徳、浜田和秀ほか：第55回香料・テルペンおよび精油科学に関する討論会講演要旨集、茨城、(2011)195-197

県産ユズ果汁のブランド化推進支援（第3報）

平成25年産ユズ果汁の品質調査

岡本佳乃 竹田匠輝 久武陸夫* 近森麻矢 下藤 悟

Establishing the Brand of Yuzu Juice produced

in Kochi Prefecture (Part 3)

Quality Investigation of Yuzu Juice produced in 2013

*Yoshino OKAMOTO Naruki TAKEDA Mutsuo HISATAKE**

Maya CHIKAMORI Satoru SHIMOFUJI

県産ユズ果汁のブランド化を図るため平成25年度も県内産ユズ果汁の品質調査を実施した。その結果、県内産冷凍果汁は県外産冷蔵果汁に比べ、酸度が低く、還元型ビタミンC含量が高かった。また、県内産果汁の全てで大腸菌群は陰性、一般細菌と真菌は最小菌数であった。一方、県外産果汁1試料では一般細菌30個/mL以上、3試料で真菌100個/mL以上が検出された。これらの県外産果汁は冷蔵流通であり、冷凍流通では一般細菌と真菌は最小菌数であった。

1. まえがき

本県のユズ生産量は全国の約50%を占め¹⁾てはいるが、県域での統一的な品質向上への取り組みや規格基準等は弱く、本県産ユズ果汁のブランド化は十分とは言えない。そこで、高知県ユズ振興対策協議会と県農業振興部と連携し、県産ユズ果汁のブランド化を図るため、県内外及び国外のユズ果汁の品質調査を過去4年間実施し報告してきた。今回は平成25年度に行った品質調査について報告する。

2. 実験方法

2.1 調査試料

平成25年度に生産されたユズ果汁を調査試料とした。県内産ユズ果汁として県内6農協、8工場から8試料を、県外産ユズ果汁として7試料（宮崎県2、徳島県2、愛媛県1、大分県1、鹿児島県1）を収集し、品質調査を実施した。なお、県内産ユズ果汁のうち1試料（No.6）は冷蔵で、それ以外の7試料（No.1～5、7）は冷凍状態で入手した。また、県外産ユズ果汁のうち2試料（No.12、15）は冷凍状態で、それ以外の5試料（No.11、13、14、16、17）は冷蔵状態で入手した。

2.2 分析項目及び方法

分析項目及び方法は次のとおりである。

2.2.1 一般物理化学的性状

- ・外観、官能評価：色、味、香りを官能評価
- ・異物検査：NO.5Aのろ紙で吸引る過後、目視検査
- ・一般細菌：標準寒天培地法
- ・真菌：ポテトデキストロース寒天培地法
- ・大腸菌群：デソキシコレート寒天培地法
- ・比重：比重計（浮ひょう型）
- ・可溶性固形分：屈折糖度計（株式会社アズワン製 APAL-1）
- ・pH：pHメーター（株式会社HORIBA製 LAQUA pH METER F-71）
- ・酸度：0.1N NaOHによる中和滴定
- ・油性浮上物：共栓シリンダーで一夜放置後、浮遊層を測定
- ・精油：蒸留法（ASTA法）
- ・還元型ビタミンC：インドフェノール法
- ・アミノ態窒素：ホルモール法
- ・果汁粒子のサイズ分別：100メッシュ（150 μ m）のフルイで篩い分けした後、通過量を重量測定
- ・苦味成分（フラボノイド）：Davis変法

2.2.2 香気成分

日本電子製ガスクロマトグラフ質量分析計 JMS-Q1000GCmk II を用いて香気成分分析を行った。

* 食品加工特別技術支援員

測定方法：ヘッドスペース法

HS 条件：

サンプル 10 μ L

サンプリングモード トラップ

吸着管 Tenax

抽出回数 1回

サンプル加熱温度 30 $^{\circ}$ C

サンプル加熱時間 40分

トランスファーライン温度 200 $^{\circ}$ C

GC インジェクション温度 220 $^{\circ}$ C

GC 条件：

カラム DB-WAX (長さ 60 μ m、内径 250 μ m、膜厚

0.25 μ m)

カラム温度 50 $^{\circ}$ C (5min) -2 $^{\circ}$ C/min-220 $^{\circ}$ C (5min)

-10 $^{\circ}$ C/min-240 $^{\circ}$ C (10min)

カラム流量 1mL/min

キャリアガス He (超高純度He)

MS 条件：

イオン化エネルギー 70eV

イオン化電流 300 μ A

イオン源温度 260 $^{\circ}$ C

表1 平成25年度県内、県外産ユズ果汁の外観、官能評価と異物検査結果

項目	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
外観、官能評価	淡黄色、色、味、香り良好	淡黄色、色、味、香り良好	淡黄色、色、味、香り良好	淡黄色、色、味、香り良好	淡黄色、色、味、香り良好	淡黄色、色、味、香り良好	淡黄色、色、味、香り良好	淡黄色、色、味、香り良好
異物検査	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし
項目	No. 11	No. 12	No. 13	No. 14	No. 16	No. 17		
外観、官能評価	淡黄色、色、味良好、風味やや異なる	淡黄色、色、味、香り良好	淡黄色、色、味、香り良好	淡黄色、色、味、香り良好	淡黄色、色、味良好、風味やや異なる	淡黄色、色、味、香り良好		
異物検査	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし		

(注) 県内産ユズ果汁：No. 1～No. 8、県外産ユズ果汁：No. 11～No. 17 (No. 15 は除外)

表2 平成25年度県内、県外産ユズ果汁の微生物検査結果

項目	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
一般細菌 (個/mL)	30 以下	30 以下	30 以下	30 以下	30 以下	30 以下	30 以下	30 以下
真菌 (個/mL)	100 以下	100 以下	100 以下	100 以下	100 以下	100 以下	100 以下	100 以下
大腸菌群 (陽性・陰性)	陰性	陰性	陰性	陰性	陰性	陰性	陰性	陰性
項目	No. 11	No. 12	No. 13	No. 14	No. 16	No. 17		
一般細菌 (個/mL)	30 以下	30 以下	30 以下	30 以下	30 以下	1.9 \times 10 ³		
真菌 (個/mL)	100 以下	100 以下	1.1 \times 10 ⁴	4.0 \times 10 ⁴	5.0 \times 10 ³	10 以下		
大腸菌群 (陽性・陰性)	陰性	陰性	陰性	陰性	陰性	陰性		

(注) 県内産ユズ果汁：No. 1～No. 8、県外産ユズ果汁：No. 11～No. 17 (No. 15 は除外)

3. 結果及び考察

3. 1 外観、官能評価、異物検査について

ユズ果汁の外観、官能評価、異物検査結果を表1に示す。

県産ユズ果汁は平成25年度産全て混濁した淡黄色を呈し、強い酸味とユズ特有の芳香を有し、色、味、香りのいずれも良好であった。

県外産ユズ果汁の味は良好であったものの、県産品に比べ油性浮上物が30%を超え、品質が異なるように

思われる試料があったため、このサンプル (No. 15) は除外した。

異物検査では、県内、県外共に黒い微粒子が数個見られたが、通常流通しているユズ果汁のレベルで問題なかった。

3. 2 微生物検査について

微生物の存在状況を表2に示す。

大腸菌群は県内、県外産のいずれも陰性で検出され

なかった。一般細菌は、県外ユズ果汁 1 試料(1.9×10^3 個/mL)を除き 30 個/mL 以下で、ほとんどの柚子果汁で最小菌数に抑えられていた。真菌は、県産ユズ果汁で 100 個/mL 以下で最小菌数に抑えられていた。県外ユズ果汁は 3 試料(1.1×10^4 、 4.0×10^4 及び 5.0×10^3 個/mL)で 100 個/mL 以上の真菌が検出された。

これらの微生物が存在した試料は冷蔵流通されてい

る県外産ユズ果汁であり、流通温度条件が微生物数には影響している。これまでの研究で、ユズ果汁は pH3.0 以下であるため、 -18°C 以下で冷凍すると細菌が死滅することを確認している²⁾。そのため、県内ユズ果汁で行われているような冷凍流通は、細菌汚染の恐れが生じない良好な方法である。

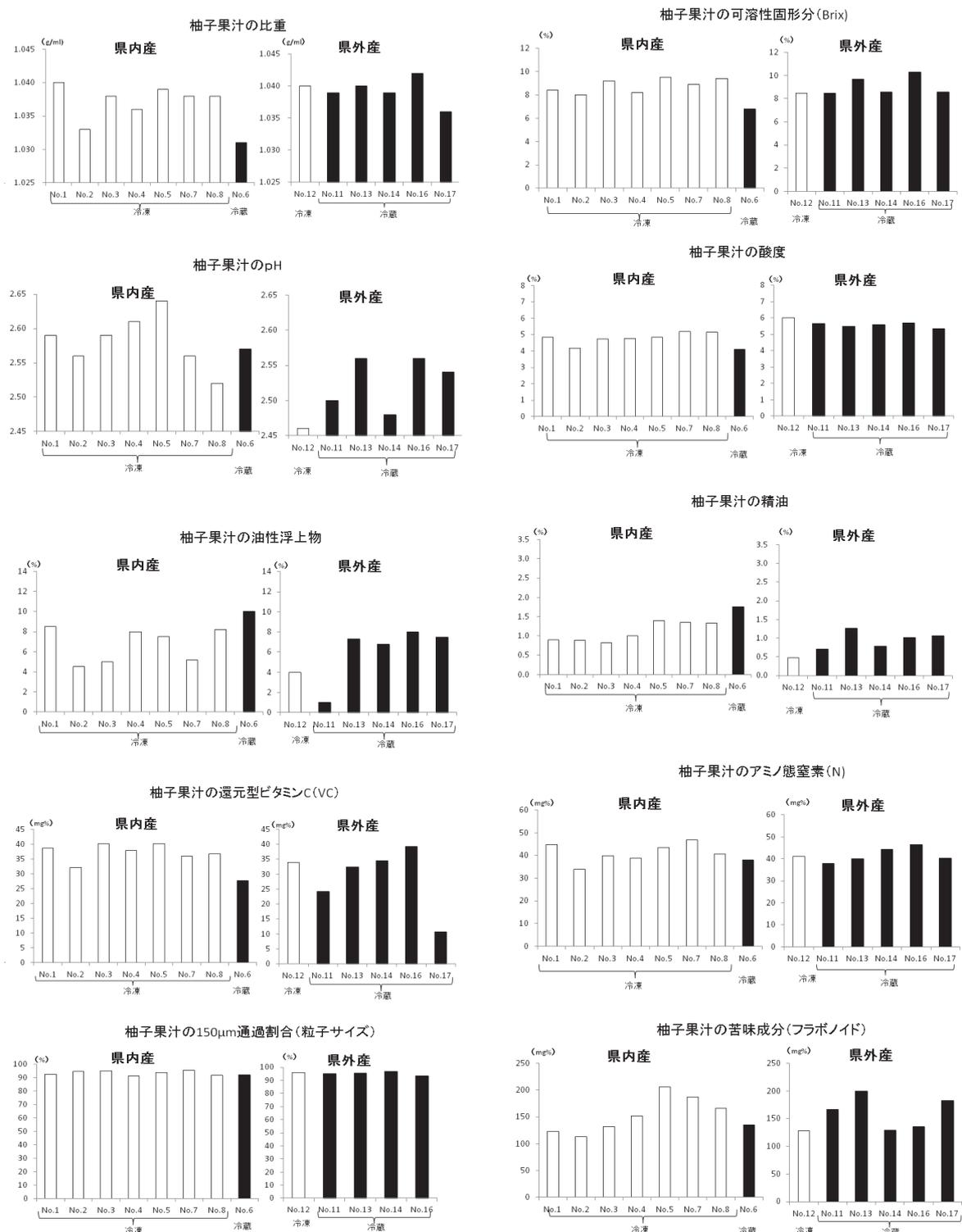


図1 平成25年度県内、県外産ユズ果汁の物理化学的性状
□：冷凍入手ユズ果汁、■：冷蔵入手ユズ果汁

3. 3 一般物理化学的性状について

一般物理化学的性状について図1に示す。県内産柚子果汁は冷凍流通、県外産柚子果汁では冷蔵流通がほとんどを占めたため、この両者で比較を行った。その結果、県内産冷凍果汁の酸度 ($4.82 \pm 0.33\%$) は県外産冷蔵果汁の酸度 ($5.55 \pm 0.33\%$) に比べて低い。酸度はユズ果汁中のクエン酸など有機酸含量を表す指標である。ユズ果汁の酸度は2010年度の調査開始より、県外産果汁に比べ低い傾向が続いている^{3,4)}。県内産果汁のユズ収穫時期は11月中旬で搾汁の最盛期であるが、県外産果汁のユズ収穫時期は不明であるため、収穫時期や気候の違いが影響している可能性もある。県内産冷凍果汁の還元型ビタミンC ($37.4 \pm 2.8\text{mg}\%$) は県外産冷蔵果汁の還元型ビタミンC ($28.2 \pm 2.8\text{mg}\%$) に比べて高かった。還元型ビタミンCは年に

よる変動が大きく、年により県内が低いこともある。

そのほかの測定項目である比重 (県内産冷凍果汁 $1.037 \pm 0.002\text{g/mL}$ 、県外産冷蔵果汁 $1.039 \pm 0.002\text{g/mL}$)、可溶性固形分 (県内産冷凍果汁 $8.8 \pm 0.6\%$ 、県外産冷蔵果汁 $9.1 \pm 0.6\%$)、pH (県内産冷凍果汁 2.58 ± 0.04 、県外産冷蔵果汁 2.53 ± 0.04)、油性浮上物 (県内産冷凍果汁 $7 \pm 2\%$ 、県外産冷蔵果汁 $6 \pm 2\%$)、精油 (県内産冷凍果汁 $1.10 \pm 0.25\%$ 、県外産冷蔵果汁 $0.97 \pm 0.25\%$)、アミノ態窒素 (県内産冷凍果汁 $41 \pm 4\text{mg}\%$ 、県外産冷蔵果汁 $42 \pm 4\text{mg}\%$)、粒子サイズ $150 \mu\text{m}$ 通過割合 (県内産冷凍果汁 $93 \pm 2\%$ 、県外産冷蔵果汁 $95 \pm 2\%$)、苦味成分フラボノイド (県内産冷凍果汁 $154 \pm 35\text{mg}\%$ 、県外産冷蔵果汁 $163 \pm 35\text{mg}\%$) については、有意な差は見られなかった。

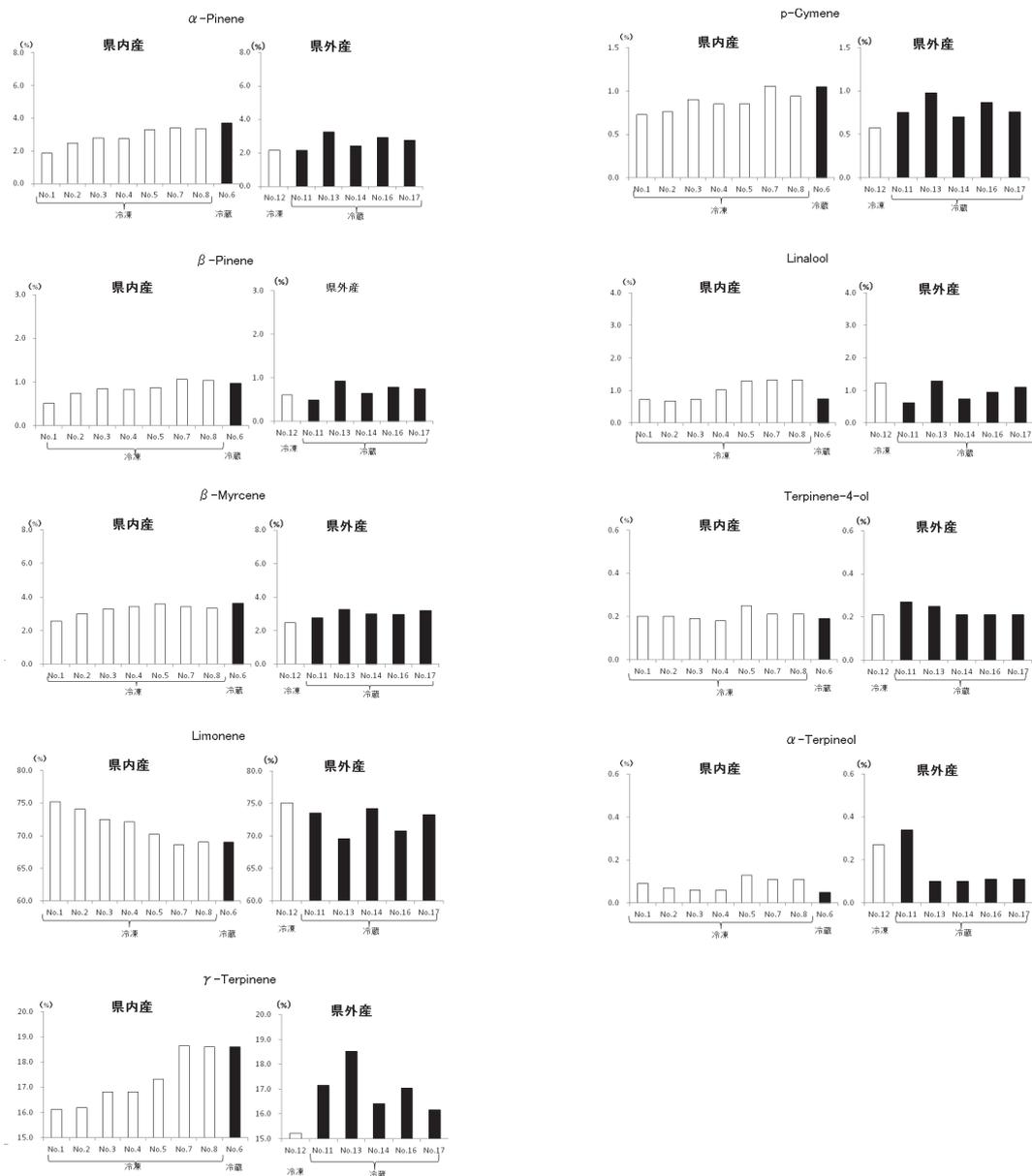


図2 平成25年度県内、県外産ユズ果汁の主要な香気成分 (面積割合)
□：冷凍入手ユズ果汁、■：冷蔵入手ユズ果汁

3. 4 香気成分について

ユズ果汁の香気成分はGC-MS法で約100成分検出されている^{5,6)}。本研究でもGC-MS法で分析、約90成分を検出した。その中で主要な9成分(α -Pinene、 β -Pinene、 β -Myrcene、Limonene、 γ -Terpinene、p-Cymene、Linalool、Terpinene-4-ol、 α -Terpineol)の全成分中に占める割合を面積値より算出したもの(各成分面積値/全成分面積値)を図2に示す。

スタチやユズ果汁を貯蔵すると α -Pinene、 β -Pineneが減少し、貯蔵臭と言われるTerpinene-4-ol、 α -Terpineolが増加すること及び長時間の加熱や高い貯蔵温度でそれらの生成が促進されることが報告されている^{5,7)}。そこで県内産冷凍果汁と県外産冷蔵果汁での比較を試みたが α -Pinene(県内産冷凍果汁 2.9 ± 0.6 、県外産冷蔵果汁 2.7 ± 0.4)、 β -Pinene(県内産冷凍果汁 0.8 ± 0.2 、県外産冷蔵果汁 0.7 ± 0.2)、 β -Myrcene(県内産冷凍果汁 3.2 ± 0.3 、県外産冷蔵果汁 3.1 ± 0.2)、Limonene(県内産冷凍果汁 72 ± 3 、県外産冷蔵果汁 72 ± 2)、 γ -Terpinene(県内産冷凍果汁 17 ± 1 、県外産冷蔵果汁 17 ± 1)、p-Cymene(県内産冷凍果汁 0.9 ± 0.1 、県外産冷蔵果汁 0.8 ± 0.1)、Linalool(県内産冷凍果汁 1.0 ± 0.3 、県外産冷蔵果汁 0.9 ± 0.3)、Terpinene-4-ol(県内産冷凍果汁 0.21 ± 0.02 、県外産冷蔵果汁 0.23 ± 0.03)、 α -Terpineol(県内産冷凍果汁 0.09 ± 0.03 、県外産冷蔵果汁 0.15 ± 0.11)について、有意な差は見られなかった。

4. まとめ

県内、県外産ユズ果汁について、官能評価、異物検査、比重、可溶性固形分(Brix)、pH、酸度、油性浮上物、精油、還元型ビタミンC、アミノ態窒素、果汁粒子サイズ、苦味成分、香気成分、微生物(一般細菌、真菌、大腸菌群)を分析、調査した。

県内産冷凍果汁と県外産冷蔵果汁との比較を行った結果、県内産冷凍果汁で県外産冷蔵果汁に比べて酸度が低く、還元型ビタミンC含量は高かった。その他の項目では差はみられなかった。

微生物検査では、流通温度の影響が見られた。平成25年度の県内産ユズ果汁はすべて冷凍流通品であり、微生物は検出されなかった。一方で、県外産ユズ果汁では冷蔵状態で入手した試料で一般生菌と真菌が検出される結果となった。また、県外産でも冷凍状態で入

手した試料では微生物は検出されなかった。

参考文献

- 1) 高知県の園芸：高知県農業振興部、平成24～26年
- 2) 岡本佳乃、杉本篤史、上東治彦：高知県工業技術センター報告、41：(2010)13-15
- 3) 久武陸夫、門田光世、竹田匠輝、近森麻矢：高知県工業技術センター報告、43：(2012)30-34
- 4) 竹田匠輝、久武陸夫、門田光世、近森麻矢、下藤悟：高知県工業技術センター報告、44：(2013)7-13
- 5) 山崎裕三、久武陸夫：高知県工業技術センター研究報告、25：(1994)133-143
- 6) 楊栄華、杉沢博、中谷洋行、田村啓敏、高木信雄：日本食品工業学会誌、39(1)：(1992)16-2
- 7) 林捷夫、武知博憲：徳島県工業技術センター研究報告、1：(1992)187-189

高規格化乾燥処理技術確立と地産外商向け乾燥素材の研究開発（第2報）

LC-MSによる冷風乾燥ブルーベリーのアントシアニン解析

森山洋憲 下藤 悟 島崎雅哉*

Study of drying technique for foods produced in Kochi Pref. (Part II)

LC-MS analysis of anthocyanins in dried blueberry by low temperature air drying

*Hironori MORIYAMA Satoru SHIMOFUJI Masaya SHIMASAKI**

冷風乾燥機を用いて乾燥されたブルーベリーに含まれているアントシアニンを解析した。アントシアニン解析には質量分析計付き高速液体クロマトグラフ (LC-MS) 装置を使用した。標準物質を使用した LC-MS 分析条件の設定後、冷風乾燥試料からアントシアニン色素を抽出し、LC-MS 装置に注入した。試料として用いたラビットアイブルーベリー (*V. Ashei Reade*) から、デルフィニジン、シアニジン、ペチュニジン、ペオニジン、マルビジンの各配糖体が 11 種類検出された。冷風乾燥後の試料は乾燥前に比べて約 1.8 倍高い値を示し、総アントシアニン量 8.11 mg/g であった。

1. 目的

ブルーベリーはツツジ科スノキ属 (*Vaccinium*) に属し、ラビットアイ (*V. Ashei Reade*)、ハイブッシュ (*V. corymbosum* L. 等)、ローブッシュ (*V. angustifolia*) の 3 種に分類される。平成 23 年産特産果樹生産動態等調査¹⁾によると、高知県におけるブルーベリーの栽培面積は 3.9 ha、収穫量は 6.1 t であり、全国 37 位の生産量である。ブルーベリーは、特に目立った県生産品ではないものの、その特徴的な色が食品開発に適していることから、大豊町等で生産増に向けた取り組みが行われている²⁾。

ブルーベリーに含まれている特徴的な紫色の色素成分はアントシアニンである (図 1)。ハイブッシュブルーベリー品種では 8~14 種類、ラビットアイブルーベリー品種では 8~11 種類のアントシアニンが検出されている³⁾。他方でブルーベリーアントシアニンはいくつかの生体調節機能を有することが知られている。例えば視力改善作用⁴⁾、抗酸化作用⁵⁾、糖尿病性網膜症に対する作用⁶⁻⁷⁾、脳の老化作用⁸⁾、動脈硬化リスク軽減効果⁹⁾が報告されている。内皮依存性血管弛緩による血圧降下作用¹⁰⁾、あるいは疲労回復作用¹¹⁾についても研究が行われている。アントシアニンは生体調節機能を示す有用な成分である一方で、安定性が低い¹²⁻¹³⁾。

県産ブルーベリーを活用した食品開発例のひとつと

して、ドライフルーツの開発が挙げられる。しかしながら乾燥工程と、ブルーベリーアントシアニンの変化との間の関連について調べた例はない。そこで本研究では、乾燥工程のブルーベリー色素への影響について基礎的知見を得ることを目的とし、冷風乾燥されたブルーベリーに含まれているアントシアニンを調べることにした。約 10 種類のアントシアニン解析には、質量分析が有効であると判断し、質量分析計を備えた高速液体クロマトグラフ (LC-MS) 装置を用いた。

2. 方法

2.1 試料

島崎商事(株) (佐川町) で生産されているラビットアイブルーベリーを試料として用いた。試料は冷凍品として入手し、乾燥試験直前まで冷凍保存した。冷蔵庫内での一晩放置によって解凍したものを乾燥試験に使用した。

2.2 試薬

標準物質として(株)常盤植物化学研究所製のデルフィニジン-3-グルコシド (Dp-3-glc)、シアニジン-3-グルコシド (Cy-3-glc)、ペチュニジン-3-グルコシド (Pt-3-glc)、ペオニジン-3-グルコシド (Peo-3-glc)、マルビジン-3-グルコシド (Mv-3-glc) の各塩化物を使用した。

2.3 乾燥

ブルーベリーの乾燥には、冷風乾燥機 (ユニマック

* 島崎商事株式会社

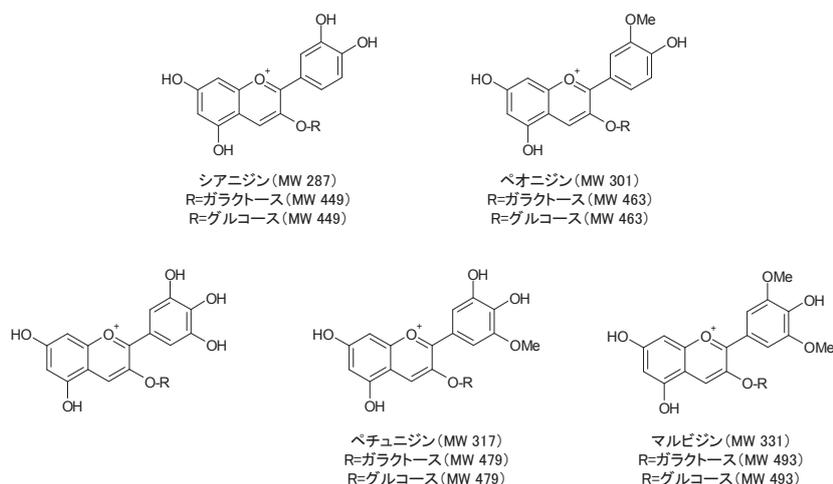


図1 ブルーベリーアントシアニンの構造式

製 DV-5P) を使用した。温度を 40°C による 1 段階の連続運転条件に設定後、オゾン灯スイッチを ON に設定した。続いて攪拌送風機の出力目盛を最大値 (200 W) に調整し、22 時間の乾燥を行った。乾燥庫内にサーモレコーダー TR-77Ui (株T&D) を設置することにより、庫内の温度と湿度の両変化をモニタリングした。

2. 4 色素抽出

ブルーベリーアントシアニンの抽出条件は、寺原らの方法¹⁴⁾を参考にして次のように行った。

ギ酸 4 mL、アセトニトリル 100 mL、Milli-Q 水 896 mL の割合で混合した液を抽出溶媒として用いた。試料 5 g に抽出溶媒 50 mL を添加し、均質化した。均質化した試料を遠沈管に移し、遠心分離 (946 × g、10 分間) 後、上清を回収した。残さには抽出溶媒 50 mL を添加し、遠心分離によって上清を回収した。同じ遠心分離操作を繰り返し、合計 3 回分の上清を得た。3 回分の上清を合一し、200 mL にメスアップしたものを色素抽出液とした。色素抽出液をポアサイズ 0.45 μm のフィルターに通過させた後、LC-MS 装置に注入した。

2. 5 LC-MS 解析

2. 5. 1 LC 部条件

装置 : Agilent 1100、カラム : Synergi 4μ MAX-RP80A φ 2.00 × 150 mm、溶媒 A : 5% ギ酸 (v/v)、溶媒 B : 5% ギ酸 (v/v) を含むアセトニトリル、グラジエント条件 : 0 分 (10%B) → 15 分 (15%B) → 25 分 (20%B) → 30 分 (50%B)、流速 : 毎分 0.2 mL、検出波長 : 520 nm、カラム温度 : 30°C、注入量 : 2 μL

2. 5. 2 MS 部条件

装置 : ABSCIEX API 2000、イオン化モード : ESI

positive、スキャンタイプ : Q1 MS (m/z 250-550)、Curtain Gas : 20 psi、Ion Source Gas1 : 50 psi、Ion Source Gas2 : 80 psi、Ion Spray Voltage : 5500、Temperature : 400°C

3. 結果と考察

3. 1 ブルーベリー乾燥

解凍したブルーベリーを冷風乾燥庫内に置き、22 時間の冷風乾燥試験を行った。乾燥試験を行った当日の室温は 19°C、湿度 80.3% であった。乾燥庫内の温度は、乾燥開始時に室温と同じく 19°C を示し、その後約 1 時間で装置設定温度である 40°C に上昇した (図 2)。また乾燥機に組み込まれている除湿機の霜取が作動するタイミングで 1~5°C 低下した。こうした低下は 2 時間間隔で発生し、乾燥開始後 6 時間まで確認された。6 時間以上経過した時間帯では温度低下が見られなかった。一方、乾燥庫内の湿度は、乾燥開始時に実験室湿度と同等の値を示した後、約 1 時間で約 15% に低下した。温度変化と同様に霜取のタイミングで湿度が上昇し、15~55% の範囲で変化した。霜取作動の影響について、6 時間以上の時間帯では温度変化が見られなかったのに対し、湿度変化は 22 時間の乾燥時間中約 2 時間間隔で確認された。

3. 2 LC-MS 分析条件設定

5 つの標準物質を 0.1 mg/mL に調製し、LC-MS 装置に注入した。波長 520 nm で検出したところ保持時間 4.07 分、5.94 分、7.21 分、10.18 分、11.81 分にピークがそれぞれ検出された (図 3)。また MS 検出器によるイオンクロマトグラム上にもほぼ同じ保持時間で 5 つのピークが検出された。これらピークについて保持時間

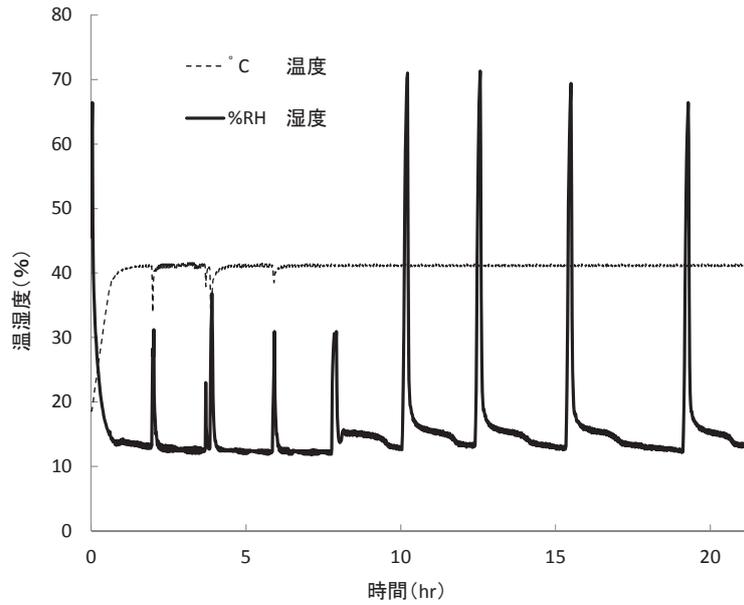


図2 ブルーベリー乾燥中の冷風乾燥庫内の温湿度変化

の短いものからアルファベットを順番に付け、ピーク A~E とした。まずピーク A の MS スペクトルを調べた (図 4)。その結果、ピーク A からは主分子イオンピークとして $m/z=465$ 、副分子イオンピークとして $m/z=303$ を検出した。前者の m/z は標準物質である Dp-3-glc の分子量に一致し、後者の値はアグリコンであるデルフィニジンの分子量に一致した。副分子イオンピークは主ピークのフラグメントとして検出されたものと予想する。したがってピーク A は Dp-3-glc である判断した。他のピークについても MS スペクトルを解析した結

果、ピーク B は 449 と 287、ピーク C は 479 と 317、ピーク D は 463 と 301、ピーク E は 493 と 331 をそれぞれ検出した。これらの解析値から、ピーク B~E は順に Cy-3-glc、Pt-3-glc、Peo-3-glc、Mv-3-glc であると判断した。また副分子イオンピークの m/z は各アントシアニンのアグリコンの分子量に一致することも確認した。

3. 2 乾燥品の色素解析

冷風乾燥されたブルーベリーから色素抽出物を調製

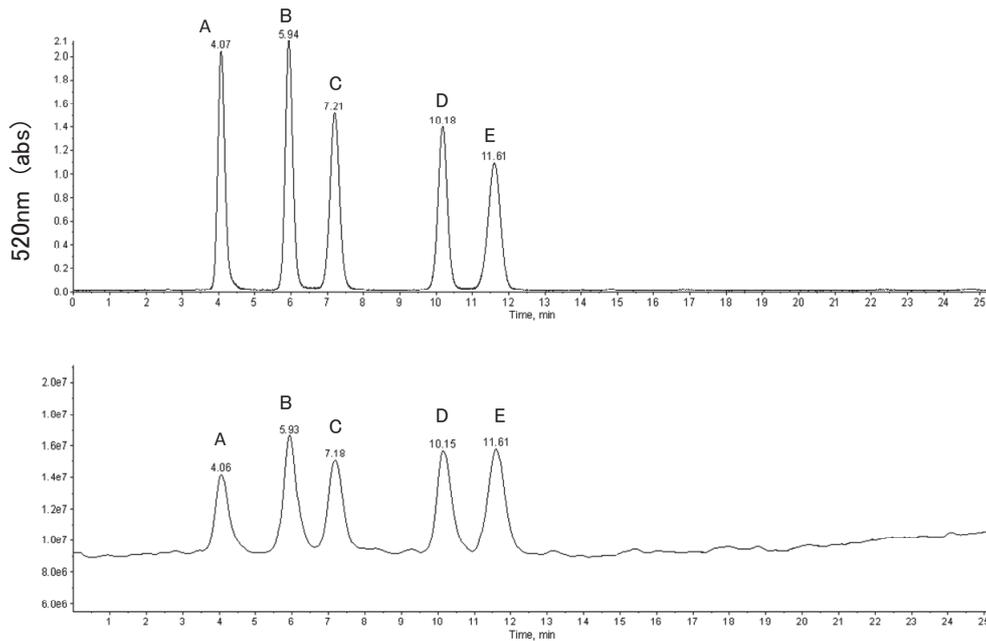


図3 標準物質の LC-MS クロマトグラム

上段：検出波長 520nm によるクロマトグラム、下段：MS 検出器によるトータルイオンクロマトグラム

し、LC-MS 装置に注入した。波長 520 nm で検出したところ、保持時間 3.67 分、4.10 分、5.13 分、6.07 分、6.28 分、7.28 分、8.79 分、10.22 分、11.76 分、13.56 分にピークが出現した (図 5)。これらピークに保持時間の短い方から順番に番号を付与し、ピーク 1~10 とした。

各ピークの MS スペクトルを調べたところ、 $m/z=463$ ~ 493 の分子イオンピークを検出した。図 3 で示した標準物質の保持時間と一致したことから、 $m/z=465$ の MS スペクトルが得られたことにより、ピーク 2 は Dp-3-glc であると推定した。ピーク 1 は、ピーク 2 よりも短い保持時間でありながら、 $m/z=465$ の分子イオンピークを示した。石川らは、ブルーベリーエキスの LC-MS 解析により、 $m/z=465$ を示す物質としてデルフィニジンのグルコース配糖体 (Dp-3-glc) とガラクトース配糖体 (Dp-3-gal) を検出し、ガラクトース配糖体の方がグルコース配糖体よりも短い保持時間で溶出されることを報告している¹⁵⁾。この報告が示す MS スペクトルの値と溶出順序から、ピーク 1 は Dp-3-gal であると予想した。

ピーク 4 と 6 についてもピーク 2 と同様に、標準物質の保持時間及び MS スペクトルの解析値を用いて考察した。その結果、ピーク 4 は Cy-3-glc、ピーク 6 は Pt-3-glc であると推定した。またピーク 3 と 5 についてはピーク 1 と同様に考察した。すなわち石井らの報告¹⁵⁾を参考にして、ピーク 3 はシアニジンのガラクトース配糖体 (Cy-3-gal)、ピーク 5 はペチュニジンのガラクトース配糖体 (Pt-3-gal) であると予想した。

ピーク 8 は標準物質である Peo-3-glc と同じ保持時間を示していた。このピークの MS スペクトルを調べたところ、 $m/z=493$ と 463 とを検出した。また前者の分子イオンピークの面積は后者のピーク面積の 10 倍であった。したがってピーク 8 は $m/z=493$ の物質と $m/z=463$ の物質とを 10:1 の割合で含むことが分かった。保持時間と分子量との一致により、ピーク 8 の副成分は Peo-3-glc であると推察した。一方、ピーク 9 については、標準物質の保持時間との比較、分子イオンピークの値 ($m/z=493$) から Mv-3-glc であると予想される。グルコース配糖体よりもガラクトース配糖体の方が短い保持時間で溶出されることから判断すると、ピーク 8 の主成分はマルビジンのガラクトース配糖体 (Mv-3-gal) であることが示唆される。ピーク 10 の保持時間は 13.55 分、分子イオンピークの $m/z=463$ であった。この値の分子量を示すブルーベリーアントシアニンの候補として、ペオニジンの配糖体 (Peo-3-gal、Peo-3-glc)、マルビジンのアラビノース配糖体 (Mv-3-ara) が挙げられる。ペオニジン配糖体の溶出位置は、先述の通りにピーク 7~8 と考えられる。石井らの報告¹⁵⁾を参照すると、マルビジンの配糖体についてはガラクトース、グルコース、アラビノースの順番で溶出していた。ペオニジン配糖体である可能性が低く、溶出順から判断した結果、ピーク 10 は Mv-3-ara と推定した。

以上のように、ブルーベリー抽出物の LC-MS クロマトグラムを解析し、各ピークの推定アントシアニンに関する情報を得た (表 1)。この情報をもとにして冷風

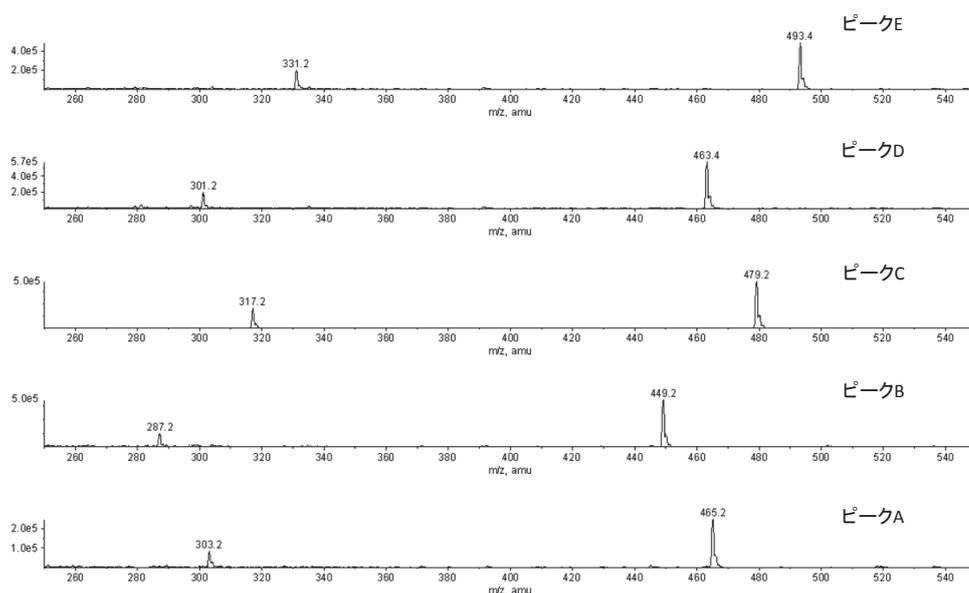


図 4 標準物質の MS スペクトル

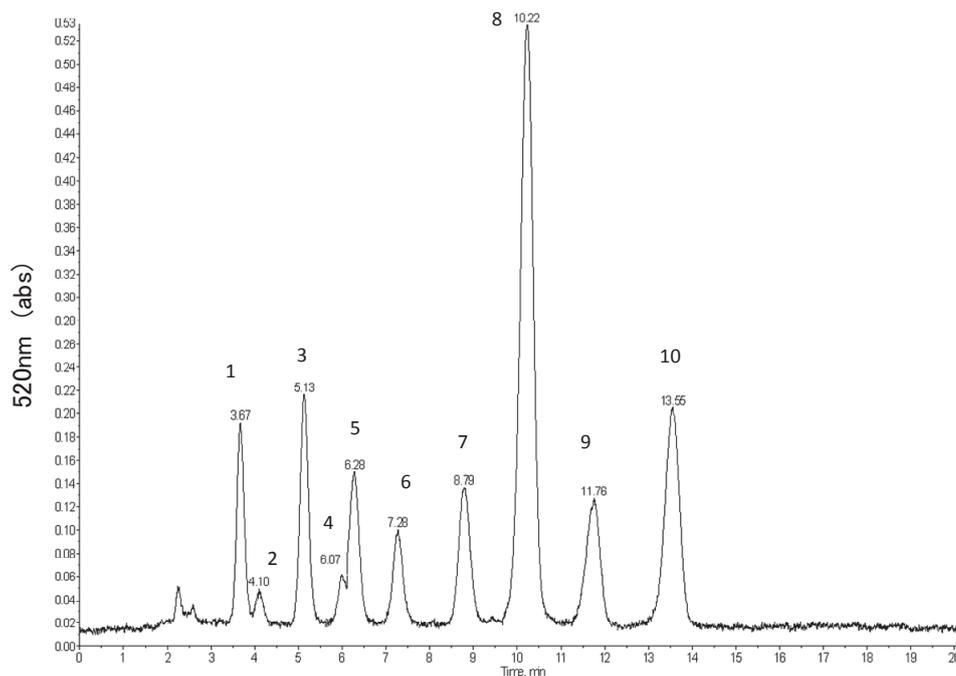


図5 ブルーベリー抽出物のクロマトグラム

乾燥ブルーベリーのアントシアニン含量を解析した(表2)。比較のために、乾燥前の試料抽出物についても同時に分析した。既知濃度の標準物質(各アントシアニンのグルコース配糖体)のピーク面積と、試料から得られたピーク面積との比を用いて、試料中のグルコース配糖体濃度を算出した。ガラクトースあるいはアラビノースの配糖体の濃度については、同じアグリコンをもつグルコース配糖体のピーク面積から算出した。ピーク8については分子イオンピークの面積割合に応じてピーク面積をMv-3-galとPeo-3-glcとに分配し、両成分濃度を決定した。

冷風乾燥前のブルーベリーは水分67.0%であった。このブルーベリーには湿重量1g当たり4.53mgのアントシアニンが含まれていた。11種類のアントシアニ

ンの中ではMv-3-galが最高値1.59mg/gを示し、組成比は35%であった。

冷風乾燥後、ブルーベリーの水分は35.0%に減少していた。この乾燥品に含まれているアントシアニン含量は8.11mg/gであり、乾燥前の値に比べて約1.8倍に増加していた。11成分の中ではMv-3-galが最も高い値(2.92mg/g)を示し、乾燥前とほぼ同じ組成比36.0%であった。

4. まとめ

冷風乾燥機を用いて乾燥されたラビットアイブルーベリー(*V. Ashei* Reade)に含まれているアントシアニンを解析した。試料からはデルフィニジン、シアニジン、ペチュニジン、ペオニジン、マルビジンの各配

表1 ブルーベリーアントシアニンのLC-MS解析結果

ピーク番号	保持時間(分)	分子イオンピーク(m/z)	推定化合物
1	3.67	465	Dp-3-gal
2	4.10	465	Dp-3-glc
3	5.13	449	Cy-3-gal
4	6.07	449	Cy-3-glc
5	6.28	479	Pt-3-gal
6	7.28	479	Pt-3-glc
7	8.79	463	Peo-3-gal
8	10.22	493, 463	Mv-3-gal, Peo-3-glc
9	11.76	493	Mv-3-glc
10	13.55	463	Mv-3-ara

Dp:デルフィニジン、Cy:シアニジン、Pt:ペチュニジン、Peo:ペオニジン、Mv:マルビジン、glc:グルコース、gal:ガラクトース、ara:アラビノース

表2 冷風乾燥前後のブルーベリーアントシアニン含量

	水分 (%)	アントシアニン(mg/g)										合計	
		Dp-3-gal	Dp-3-glc	Cy-3-gal	Cy-3-glc	Pt-3-gal	Pt-3-glc	Peo-3-gal	Mv-3-gal	Peo-3-glc	Mv-3-glc		Mv-3-ara
冷風乾燥前	67.0	0.29	0.04	0.35	0.04	0.35	0.20	0.36	1.59	0.20	0.39	0.72	4.53
冷風乾燥後	35.0	0.92	0.03	0.71	0.07	0.73	0.21	0.65	2.92	0.37	0.33	1.16	8.11

Dp:デルフィニジン、Cy:シアニジン、Pt:ペチュニジン、Peo:ペオニジン、Mv:マルビジン、glc:グルコース、gal:ガラクトース、ara:アラビノース

糖体が11種類検出された。冷風乾燥後の試料は乾燥前に比べて約1.8倍高い値を示し、総アントシアニン量は1g当たり8.11mgであった。

アントシアニンは有用な成分である一方で、加工によって不安定になりやすい物質でもある。生鮮のブルーベリーに含まれているアントシアニンをできるだけ損なうことなく加工する方法が望まれる。こうした加工方法を検討する上で、アントシアニンを定性及び定量できる手段が必要となる。本研究のLC-MS装置を用いれば、複雑なブルーベリーアントシアニンの組成を解析し、その含量を算出することが可能である。LC-MSによるアントシアニン解析の精度を高めつつ、ブルーベリーの加工条件を今後検討する。

参考文献

- 1) http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan_kazyu/
- 2) 浜田和俊, 市川昌弘, 高知大学「中山間」プロジェクト講演集No. 2 大豊ブルーベリープロジェクト検討会, (2012)
- 3) 伴琢也ら, HPLCによるブルーベリー果実及びジャム中のアントシアニンの分析, 食品保蔵科学会誌, 29(3), (2003)153-157
- 4) P. Morazzoni et al., *Vaccinium myrtillus* L. *Fitoterapia*, 67, (1996)3-29
- 5) W. Zheng et al., Oxygen radical absorbing capacity of phenols in blueberry, cranberries, chokeberries and lingonberries, *J. Agric. Food Chem.*, 51(2), (2003)502-509
- 6) A. Scharrer et al., Anthocyanosides in the treatment of retinopathis, *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*, 178(5), (1981)386-389
- 7) R. Boniface et al., Effect of anthocyanosides on human onnective tissue metabolism in the human, *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*, 209(6), (1996)368-372
- 8) R. L. Galli et al., Fruit polyphenolics and brain aging: nutritional interventions targeting age-related neuronal and behavioral deficits, *Ann.*

- 9) 浜渦康範ら, ブルーベリー果実の継続的摂取と自発運動によるラットの動脈硬化リスク軽減効果, 栄食誌, 58(5), (2005)259-266
- 10) 竹原良記, ブルーベリー抽出エキス及びアントシアニンによる内皮依存性血管弛緩と抗酸化能, 食品工業, 47(4), (2004)27-31
- 11) 平本恵一, ブルーベリーの疲労回復効果, 食品工業, 47(4), (2004)32-36
- 12) 大庭理一郎ら, アントシアニン～食品の色と健康～, 建帛社, (2000)57-102
- 13) G. Viguera et al., Colour and anthocyanin stability of red raspberry jam, *J. Sci. Food Agric.*, 78, (1998)565-573
- 14) 寺原典彦ら, 紫甘しょに含まれる主要アントシアニンの一斉定量, 食科工, 54(1), (2007)33-38
- 15) 石川ら, ブルーベリーエキスを含有する健康食品中のアントシアニンの分析, 食衛誌, 49(5), (2008)339-346

懸濁結晶法凍結濃縮装置を用いた液体だしの濃縮

森山洋憲 下藤 悟 松本泰典* 竹内悠規* 佐藤 暢*

*Concentration of the soup stock by using freeze concentration system
with method of suspension crystallization*

*Hironori MORIYAMA Satoru SHIMOFUJI Yasunori MATSUMOTO**

Yuuki TAKEUCHI Masato SATO**

我々はこれまでに懸濁結晶法による多品種少量生産に適した凍結濃縮システムの開発を検討してきた。農畜産物由来の試料（果汁、牛乳、ショウガ汁）を用いた各濃縮試験によって、本システムがこれら試料の濃縮に有効であることを確認した¹⁾。本報では上記試料に続いて、水産物由来の試料であるだし汁への凍結濃縮システムの適用性を検証することにした。

市販の業務用液体だし（ヤマキ株）を濃縮試験に供した。濃縮試験は氷粒子を発生させる製氷部と、氷粒子と濃縮液とを分離する遠心分離機を配管で接続した循環方式の実験装置にて実施した。試料が循環する配管に取り付けたインライン型 Brix 計によって濃縮経過を観察した。39.9 kg のだしを使用し、3 倍以上の濃縮物を得ることを目標にした。濃縮過程において適宜分析用試料を採取した。各分析用試料については、適宜希釈後、HPLC システムに注入し、遊離アミノ酸、有機酸、核酸類の各濃度を測定した。同時に Brix 値と液色も測定した。

濃縮前のだしは Brix 値 2.96% を示した。液体だしは製氷部内に投入され、0.1~0.3 mm の氷粒子を含むスラリー状態になった後、遠心分離機に移送され、氷粒子と濃縮液とに分離された。その結果、9.7 kg の濃縮だしを得ることができた。一方、遠心分離機から回収された氷の重量は 27.1 kg であった。濃縮後の液体だしは濃縮前サンプルの 3.1 倍の Brix 値 9.15% を示した。Brix 値の濃縮傾向と同様に、濃縮物の遊離アミノ酸、イノシン酸、乳酸の各濃度も濃縮前に比べて増加していた。また液色は濃縮前 L*80.88、a*3.77、b*57.97 から濃縮後 L*49.95、a*27.74、b*76.67 に濃色化することを確認した。

1) 第 59 回食品科学工学会大会講演要旨集, p.132 (2012)

((公社)日本食品科学工学会第 60 回記念大会、平成 25 年 8 月)

干しゼンマイの製造工程における色調の変化について

下藤 悟 久武陸夫* 竹田匠輝 森山洋憲

Change in color of royal fern during drying process

Satoru SHIMOFUJI Mutsuo HISATAKE Naruki TAKEDA Hironori MORIYAMA*

高知県大豊町は日本一の干しゼンマイ生産地（19.6 トン（H23 年））である。干しゼンマイは山間部の急傾斜地で収穫後、天日干しによって生産される。国産品は生産性が低いものの需要が高いため、高級食材として高価格で取引される（約 10,000 円/kg）。こうした干しゼンマイの品質については、経験的に赤色（飴色）の製品が良質であると判断されてきた。これは適正に加工されたゼンマイが天日干しの際に赤色を発色することに由来する。適正な加工条件として、収穫当日にゆで処理を行うこと、ゆで処理は温度と時間を厳守すること、必ず天日にさらすことなどが挙げられる。しかしながらこれら条件について明確な根拠がなく、生産者の経験に依存しているのが現状である。本研究では干しゼンマイの品質安定化と増産を目的として、製造工程におけるゼンマイの赤色発色機構の解析を試みた。

試料として、収穫直後のゼンマイ、ゆで処理直後の品、天日乾燥の際に所定の時間間隔でサンプリングした品、完成品（生鮮重量比 10%のもの）を実験に用いた。測色色差計を用いて試料の色調 $L^*a^*b^*$ 値を評価した。アントシアニン量、クロロフィル量、縮合型タンニン量を測定することにより、各試料の色素成分組成を比較した。続いて色に関与する成分について詳しく検討するために、各試料の 70%メタノール抽出液を調製し、HPLC 分析に供した。

生鮮品は a^* が負の値を示し、緑色を呈する。干しゼンマイ完成品は a^* が正の値を示し、赤褐色を呈する。色素成分組成解析により、ゼンマイの赤色化にはアントシアニン類以外の成分の関与が示唆された。クロロフィル量はゆで処理直後に著しく減少していた。これはクロロフィルが紫外線によって分解されたためであると考えられる。また、縮合型タンニン量も天日乾燥が進むとともに減少していくことがわかった。紫外線によってゼンマイに含まれるポリフェノールが酸化・重合し、赤褐色となることが干しゼンマイの色調を赤色にする要因であると示唆された。

((公社)日本食品科学工学会第 60 回記念大会、平成 25 年 8 月)

生 產 技 術 課

ホームネットワークを用いた高齢者安否確認システムの開発

デジタルサイネージの試作について

今西孝也 野中 徹* 池 龍美* 今井一雅**

Development of a Safety Confirmation System for Elderly People

Using Home Network

Trial Manufacture of Digital signage

Koya IMANISHI Toru NONAKA Tatsumi IKE* Kazumasa IMAI***

「高齢者の見守りや安否確認システム」の構築において、RaspberryPi（ラズベリーパイ）マイコンをホームサーバとして使用した。このマイコンを改良し、デジタル技術を活用してディスプレイに映像や情報を表示するデジタルサイネージを開発した。本研究報告では、開発したデジタルサイネージについて記述すると共に、平成24年度に開発・商品化したBeagleboard（ビーグルボード）を使用したものと比較した。また、実際に導入した事例も報告する。

1. はじめに

高知県は全国平均に比べ約10年先行して高齢化が進んでいる。このため、高知県が現在抱える課題は、いずれ10年後の全国の課題とみなすことができる。そこで、高齢者が安心して暮らせる環境づくりを目的に、室温、湿度、人の動き等をモニタリングし、高齢者らの安否確認を行うセンサネットワークを住宅内に「高齢者の見守りや安否確認システム」として構築した。

¹⁾このシステムでは、センサネットワークで取得されたモニタリングデータを、Beagleboardマイコンを用いて開発したホームサーバに時系列で保存した。

平成24年度には、このホームサーバを、デジタル技術を活用してディスプレイに映像や情報を表示するデジタルサイネージに改良し、商品化した。これは、マイコンを用いた低価格なデジタルサイネージとして「高知県新事業分野開発者認定制度」「高知県モデル発注制度」（高知県内企業が開発した独創的な製品や技術の優れた製品等の地産地消・地産外商を支援する制度）で認定されている。²⁾

近年、デジタルサイネージは、都市部を中心にショッピングモール、病院、駅、役所などに急速に普及し、新しい情報媒体として、世界的な市場の拡大が見込ま

れている。また、災害時の情報伝達手段として、デジタルサイネージは重要な媒体のひとつとして期待されている。

高知県でもデジタルサイネージを活用し、その表現力を活かしたコンテンツでいろいろな場所で情報提供の取り組みをはじめている。たとえば、高知県安芸広域エリアの9市町村では「高知県東部地域博覧会」を計画し、観光振興に取り組んでいる。

観光情報提供システムは、デジタルサイネージを用い観光地図、イベント、施設・店舗案内などの情報を表現力豊かに表示すると共に、設置場所の混雑状況や温湿度などの環境情報もわかりやすく表示し、これらの情報を他のデジタルサイネージに表示する機能や、インターネット電話で表示内容について問い合わせる機能なども提供する計画である。さらに、室戸ジオパークを中心とした高知県安芸広域エリアの9市町村の観光拠点、高知市内の観光拠点、都市部にある高知県の広報施設などにデジタルサイネージを設置することにより観光振興を目指している。

そこで、本研究では、平成24年度に商品化したデジタルサイネージよりさらに低原価であるRaspberryPiマイコンを使用し、使用者が簡単に表現力豊かに表示する機能を追加したものを開発した。これを、Beagleboardを使用したデジタルサイネージと比較すると共に、導入した事例を報告する。

* 有限会社 恵比寿電機

** 高知工業高等専門学校

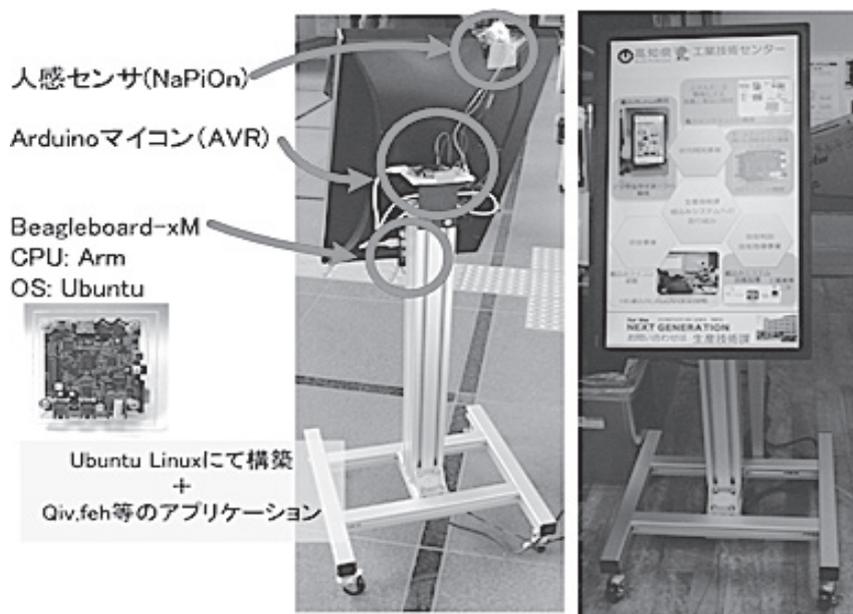


図1 Beagleboard 版デジタルサイネージ

2. 関連研究

平成24年度に、TMS320C64x グラフィックプロセッサ、512MB RAM を搭載した Beagleboard マイコンを使用し、焦電センサモジュールを接続したデジタルサイネージを開発した。このデジタルサイネージは、焦電センサにより、赤外線による人体検出を行い、人が画面の前に来たときのみ画像を表示している。基本ソフトウェアは、Ubuntu Linux を使用した。デジタルサイネージのアプリケーションプログラムは、Qiv コマンドと Shell 言語で開発した。

図1に Beagleboard 版デジタルサイネージを示す。この研究開発により、Beagleboard 版デジタルサイネージは、マイコンを用いた低価格なデジタルサイネージとして商品化された。

しかし、商品化したこのデジタルサイネージを量産するにあたり Beagleboard マイコンの入手手段を検討すると、入手が少し困難である事がわかった。そこで、今回、入手が比較的容易であり、Beagleboard マイコンより安価な RaspberryPi マイコンを用いてデジタルサイネージを開発した。開発するにあたり、Beagleboard 版に無かった機能である表示データのブラウザによる管理と表示内容、表示時間等をコンテンツごとに変更できる機能を追加した。

3. RaspberryPi 版デジタルサイネージ

RaspberryPi マイコンを用い、低コストのデジタル

サイネージを開発した。

図2に RaspberryPi 版デジタルサイネージを示す。27インチディスプレイにHDMIケーブルでRaspberryPi版デジタルサイネージを接続し、表示している。



図2 RaspberryPi 版デジタルサイネージ

3. 1 マイコン本体

使用した RaspberryPi は、CPU プロセッサコアとして ARM1176JZF-S (700MHz)、GPU に VideoCoreIV、内蔵 RAM に 512MB、I/O コントローラに Broadcom BCM2835 を搭載し、SD メモリーカードを起動及びデータ保存用のストレージにし、汎用 I/O ピンをインターフェースとした、低コストのマイコンである。³⁾

図3にRaspberryPi本体を、図4にRaspberryPi基盤の裏面を示す。

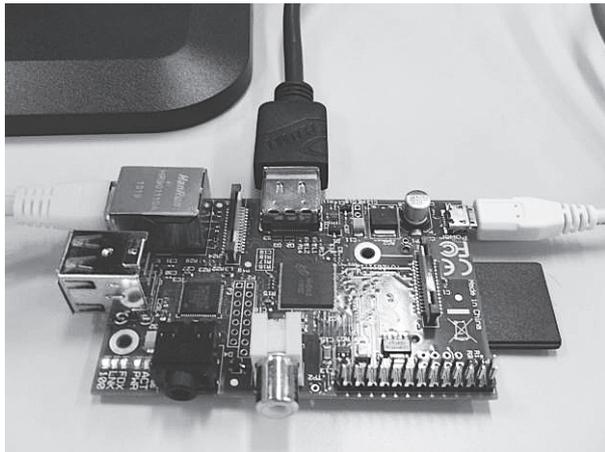


図3 RaspberryPi 本体

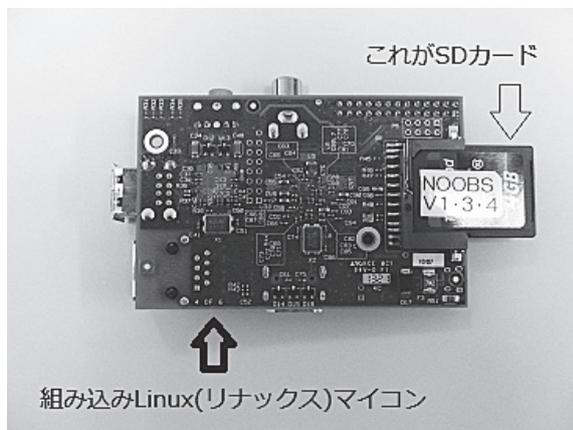


図4 RaspberryPi の裏側

3. 2 基本ソフトウェア (OS)

使用したRaspberryPiの基本ソフトウェアは、Linuxのディストリビューションの1つであるRaspbian(ラズパイアン)を使用した。

Raspbianは、インターネットよりダウンロードしたディスクイメージのファイルとして提供される。これをSDカードに書き込み、図4のとおりRaspberryPiマイコンに差込み、使用する。⁴⁾

3. 3 デジタルサイネージアプリケーション

デジタルサイネージのアプリケーションプログラムは、表示内容、表示時間等をコンテンツごとにブラウザ画面から変更できるようにScreenly(スクリーンリー)のオープンソースエディションを使用した。⁵⁾

図5にScreenlyの管理画面を示す。管理するPCから、インターネットエクスプローラなどのブラウザを用い、URLを指定し、この画面を表示し、画像、動画等の登録を表示期間と表示間隔と共に行う。

デジタルサイネージアプリケーションの開発は、Python言語を用い、Screenlyに日本語機能、ディスクキャッシュ強制書き込み機能、シャットダウン機能等を追加することにより行った。

Screenlyのライセンスは、Dual License: GPLv2 and Commercial Licenseである。

A screenshot of the Screenly management interface. The page title is "デジタルサイネージ Screenly OSE". The main heading is "スケジュール管理" (Schedule Management). Below the heading is a table with columns: "名前" (Name), "開始時間" (Start Time), "終了時間" (End Time), "編集" (Edit), and "削除" (Delete). The table contains three rows of schedule entries. The first row is highlighted with a red box and a red arrow pointing to it from the text "1画面分の設定情報" (Setting information for 1 screen).

名前	開始時間	終了時間	編集	削除
03Sig.png	11/27/2013 04:18:00 PM	12/27/2013 04:18:00 PM	[Edit]	[Delete]
evawp4_1280_960.jpg	11/28/2013 04:57:00 PM	12/28/2013 04:57:00 PM	[Edit]	[Delete]
sum	12/12/2013 11:57:00 AM	12/19/2013 11:57:00 AM	[Edit]	[Delete]

図5 Screenlyの管理画面

表1 Beagleboard 版と Raspberry Pi 版の比較表

	Beagleboard 版	Raspberry Pi 版
基本ソフトウェア	Ubuntu	Raspbian
デジタルサイネージアプリケーション	Qiv を Shell 言語で制御	Screenly OSE (Open Source edition)
データの更新	Windows ファイル共有	ブラウザで更新
開発言語	Shell 言語	Python 言語
表示内容	静止画、動画	静止画、動画、ホームページ
表示時間	固定	ブラウザで自由に設定

3. 4 Beagleboard 版デジタルサイネージとの比較

表1にBeagleboard版とRaspberry Pi版のデジタルサイネージの比較表を示す。

表1の比較表に示すとおり、基本ソフトウェアは、それぞれUbuntu（ウブント）とRaspbianを使用している。しかし、どちらの基本ソフトウェアもLinuxディストリビューションであるDebian（デビアン）から派生したものであり、利用方法は似ている。たとえば、ソフトウェアパッケージの管理は、APTと呼ばれる管理システムが両者に存在しており、ソフトウェアのインストール、アップグレード等はほとんど同じコマンドで実行する。

Raspberry Pi版では、Beagleboard版に無かった機能として、ブラウザでの表示内容の管理がある。これにより、ホームページを見るような方式で、表示内容や表示時間等を設定できるようになった。さらに、Raspberry Pi版では、インターネットから取得するホームページをデジタルサイネージの表示内容にすることが可能となった。

4. デジタルサイネージの事例

本研究で開発したデジタルサイネージをもとに商品化した事例として、高知県庁受付に設置した例を図6に示す。

5. まとめ

組み込みLinuxとRaspberry Piマイコンを利用し、ブラウザで情報を更新できるデジタルサイネージを開発した。今後、デジタルサイネージのネットワーク機能、画面操作機能等を向上させ、商品価値の向上を目指すと共に、観光振興、地域振興等への活用を検討する。また、2015年には高知県東部地域博覧会（愛称：高知家・まるごと東部博）が始まり、デジタルサイネージを利用した支援についても検討する。

引用文献

- 1) 今西孝也 野中徹 池龍美 今井一雅:平成24年度高知県工業技術センター報告, No. 44 (2013) 22-27
- 2) 平成24年度「高知県新事業分野開拓者認定制度」「高知県モデル発注制度」認定製品の公表
<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/150501/h24-model-ninteil.html>
- 3) RASPBERRY PI
<http://www.raspberrypi.org/>
- 4) Raspbian
<http://www.raspbian.org/>
- 5) Screenly Open Source Edition
<http://www.screenlyapp.com/ose.html>

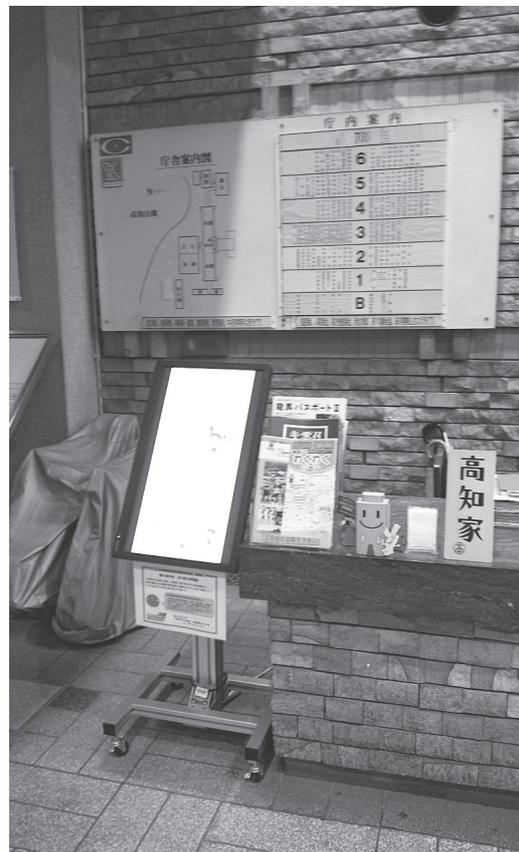


図6 高知県庁での設置例

資 源 環 境 課

マイクロバブルの評価技術の開発

河野敏夫 伊吹 哲 鈴木大進

Development of Evaluation Technique for Microbubble

Toshio KONO Satoru IBUKI Masanobu SUZUKI

マイクロバブルの発生器の開発事業において、試作品の性能比較のための評価技術の開発を行った。レーザー回折式粒度分布測定は直接的かつ簡便であるが、試験条件の変動に対する結果の変動量が少なくレスポンスが悪かった。間接的ではあるがマイクロバブルの「滞留性」に着目して発生後の消滅過程による透過率の変化に注目した結果、高いレスポンスが得られた。

1. はじめに

「マイクロバブル」をキーワードとして公開された出願特許の検索を行ったところ、1993年から2013年の21年間で1000件以上がヒットした。年ごとの件数の推移(図1)を見ると、2005年まではほぼ横ばいの件数であり、2006年以降急激に件数が増加し、2008年にピーク(138件)を迎えている。

特許の出願から公開までの時間を考慮すると、マイクロバブルに関する研究開発は2002年~2005年にかけて活発に実施されたと考えられる。

それぞれの内容について検証を行った結果、特許の内容はマイクロバブルの発生装置に関するものと、マイクロバブルの機能を活かした応用事例に関するものの二つに大別される。

前者について、初期の発生装置は、微細な孔を持つ多孔体に高圧の気体を注入して、発生する泡の粒径を小さくする手法が主流であったが、その後はポ

ンプ等によって水を加圧しながら発生器に送り込み、旋回流を生じさせて、気泡を細かく粉砕する手法が主流となっている。

後者について、マイクロバブルの応用事例は、造船メーカーによる船舶の燃費向上、医療関連機器メーカーによる超音波映像装置用の造影剤、環境プラントメーカーによる閉鎖水域等での汚染底質の処理、家電メーカーによる洗濯機の洗濯効率向上、食品プラントメーカーによるペースト作成技術、化学プラントメーカーによるオゾンマイクロバブルを用いた有機汚染排水処理技術、印刷メーカーによるプリント基板洗浄技術、自動車メーカーによる燃費向上技術及びエンジンオイルの潤滑性能向上技術、美容機器メーカーによる入浴/浴槽装置等、多岐にわたっており、昨今、身近なところでも注目されている。

高知工業高等専門学校、(株)坂本技研、高知春野農業協同組合、(株)宝照水産及び弊センターの5機関は共同で高知県産学官連携産業創出研究推進事業に「高知県の基盤産業である第一次産業を活性化させるマイクロバブルシステムの開発」の研究課題で採択され、平成23年度から平成25年度にかけて高知工業高等専門学校の基本技術¹⁾を元に、(株)坂本技研による新規製品開発を目的として研究を行った。

前述のとおり、マイクロバブルの応用範囲は拡大し、それに合わせたさまざまな種類の発生器が市販されており、新製品開発のためには既存品との性能比較が不可欠である。しかしながら、マイクロバブル発生器の評価技術は標準化されていないため、弊センターはその評価技術の開発を担当した。

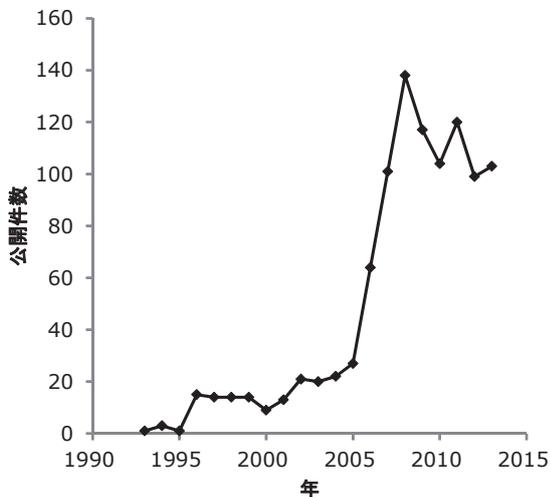


図1 マイクロバブルに関する特許出願数の推移

2. 実験方法

2.1 使用したマイクロバブル発生器について

マイクロバブルの評価技術を開発するにあたり、その発生器として現在市販されているものを使用した。市販品は水の導入口の後方から空気を導入し、水圧によって旋回流を発生させた後に水と空気を接触させる方式である。マイクロバブルの発生量及び大きさは、導入する水の水圧及び空気の量によってコントロールされる。

2.2 レーザー回折式粒度分布測定装置による粒度分布測定

粉体等の固体粒子は電子顕微鏡等による観察が可能であるが、マイクロバブルは気体のため固定化することは困難であり、水中に存在している状態で測定しなくてはならない。また、マイクロバブルは時間経過に伴い収縮、消滅して形態が変化するため、その形態を正確に測定するためには発生している状態をリアルタイムで測定することが重要となる。そこで、マイクロバブルを発生させながらレーザー回折式粒度分布測定装置のフローセルに直接導入して評価を行うこととした。

評価装置はマイクロバブル発生部と粒径計測部から構成される(図2)。マイクロバブル発生部は市販マイクロバブル発生器を取り付けた10Lの水量の水槽とマグネットポンプから構成される。この水槽からマイクロバブルを含む水を循環ポンプによってレーザー式粒度分布測定装置のフローセルに直接導入し、循環させながらマイクロバブルの粒径を計測した。装置付属のMieの散乱理論に基づいた解析を行い、溶媒(水)と粒子(空気)の絶対屈折率はそれぞれ1.33、1.00に設定した。

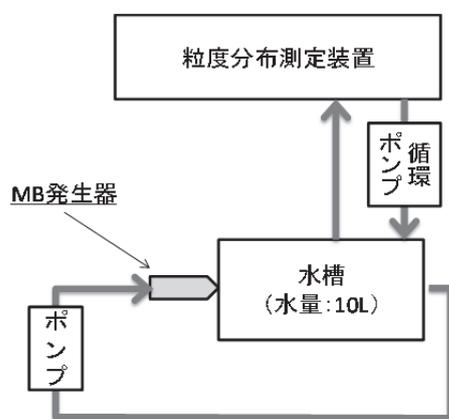


図2 粒度分布装置によるマイクロバブルの評価の模式図

2.3 透過率による滞留性の測定

マイクロバブルの特徴である高滞留性によってその性状を評価することとし、マイクロバブルによって生じた濁りの時間変化を測定した(図3)。白熱灯の光源による光を水槽内に透過させ、マイクロバブルを発生させていない清水の状態、波長400~900nmの間で透過率100%の校正を行った。次に、市販発生器を用いて一定時間マイクロバブルを発生させ、装置停止後、一定時間間隔で透過率の測定を行った。発生条件によるマイクロバブルの状態の違いを評価するために、空気流量を変化させて透過率の測定を行った。

3. 結果及び考察

3.1 レーザー回折式粒度分布測定装置によるマイクロバブルの粒径評価について

マグネットポンプの出力(圧力)は一定にし、発生器に導入する空気の流量を10~500mL/minの間で変化させて測定した結果を図4に示す。また、図4の結果から、平均気泡直径の値に注目して整理したものを図5に示す。その結果、発生器に導入する空気流量が少ないほどマイクロバブルの粒径が小さくなることが示唆された。しかしながら、変動要因として空気流量を変化させた度合いに対して、平均粒子径の変化度合いが少なく、比較試験としてはレスポンスが低い結果となった。

レーザー回折式粒度分布測定装置は、フローセルを用いてマイクロバブルを連続的にリアルタイムで測定することができるため、マイクロバブルの測定に好都合と思われた。しかし、通常の粉体粒子計測のケースでは0.1程度の信号強度が得られる(調整する)のに対して、マイクロバブルの測定では信号

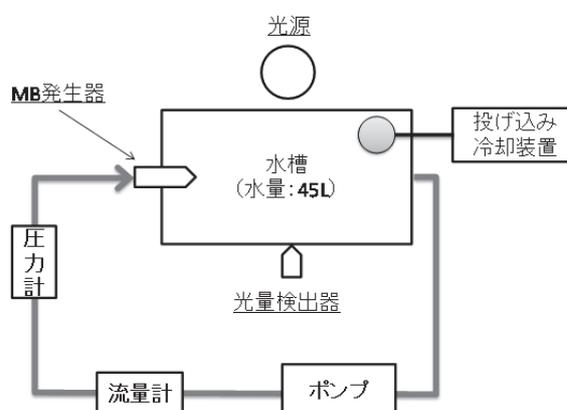


図3 光の透過率によるマイクロバブルの滞留性評価の模式図

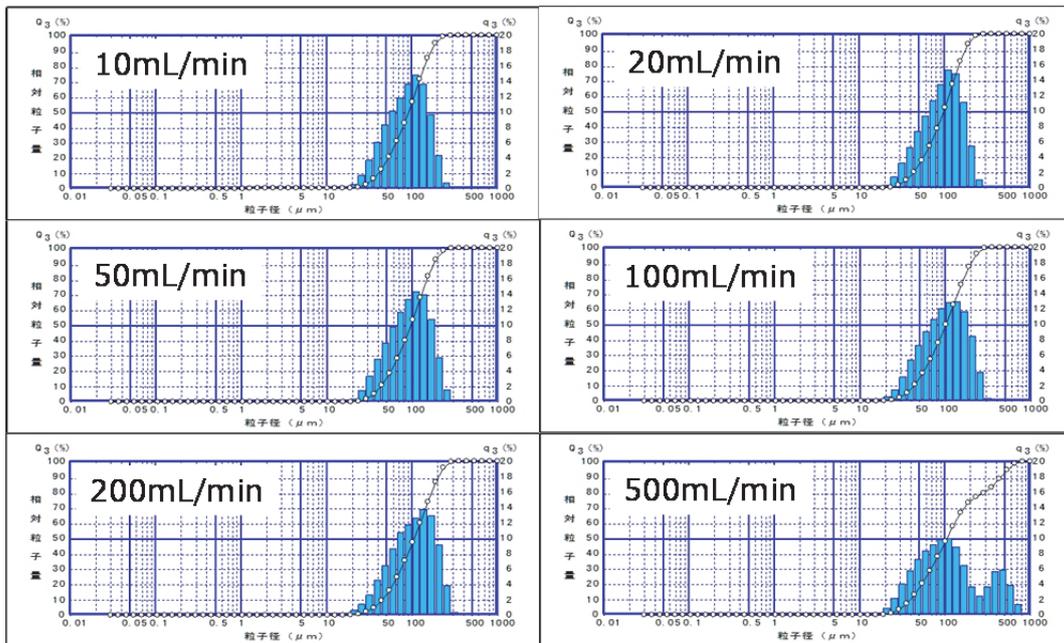


図4 空気流量によるマイクロバブルの粒度分布の変化

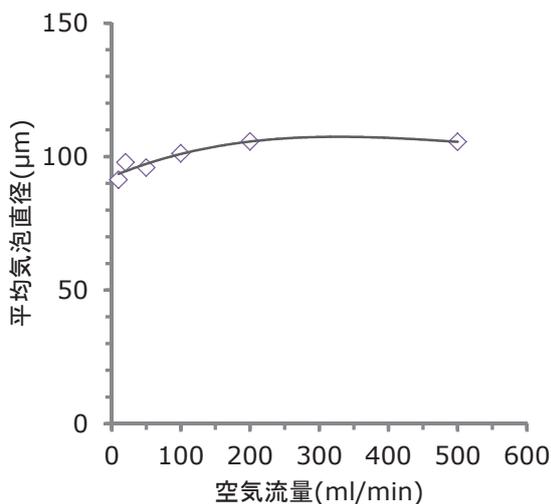


図5 空気流量とマイクロバブルの平均粒子径の関係

強度が低かった (0.02~0.03) ため、空気流量と平均粒子径の関係がうまく整理できなかつたものと考えられる。従って、レーザー回折式粒度分布測定装置でマイクロバブルを評価するためには、いかに高濃度のマイクロバブル溶液を準備できるかが重要となるが、発生能力が低い場合、評価することが困難となる。また、マイクロバブルよりも小さいナノバブルの場合、粒径が使用するレーザーの波長よりも小さくなるため、レーザー回折式粒度分布では直接的な測定が原理的に困難となる。

3.2 透過率によるマイクロバブルの粒径評価について

図6に一例として空気量10mL/minと1000mL/minで実施した透過率の変化を示す。マイクロバブルの発生を止めた直後に透過率は最低値を示し、時間経過と共に上昇し、透明な状態に近づき、また、空気量が少ない方が、初期の透過率が低くなり、より(白)濁度が高くなることが分かる。

マイクロバブルの粒径に起因する特徴的な吸収ピークの発現を期待したが、残念ながら400~900nmの間で際だった吸収ピークは検出されなかった。空気流量で透過率の変化を整理するために400~900nmの間の透過率を平均し、平均透過率として評価に用いた(図7)。その結果、空気流量が少ない方ほど平均透過率が100%に近づく(回復する)までの時間が長くなる傾向が見られ、マイクロバブルの発生によって濁度が高い状態が長期化することが分かる。

また空気流量が多い場合、平均透過率は対数関数的に上昇するが、少ない場合は直線的に上昇した。

図7において、X軸を拡大して、回復時間の初期に注目すると、空気流量と平均透過率の上昇挙動に高い相関性が見られることから、透過率の変化、即ち滞留性を評価することによってマイクロバブルの性状の違いを整理することが可能であり、比較試験として有効であることが分かった。

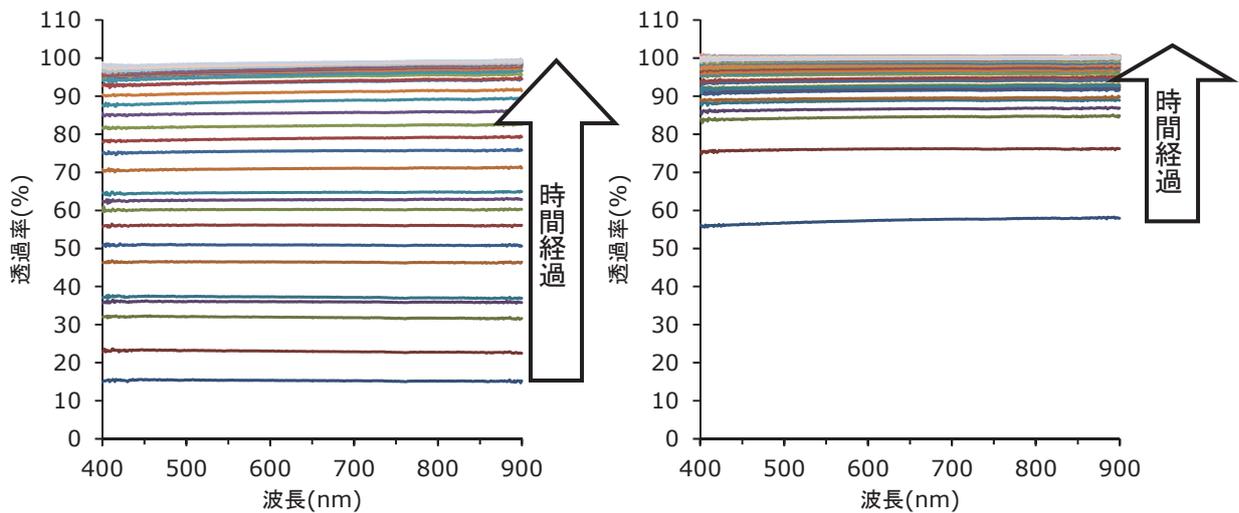


図6 透過率の時間変化 (左：空気流量 10mL/min、右：空気流量 1000mL/min)

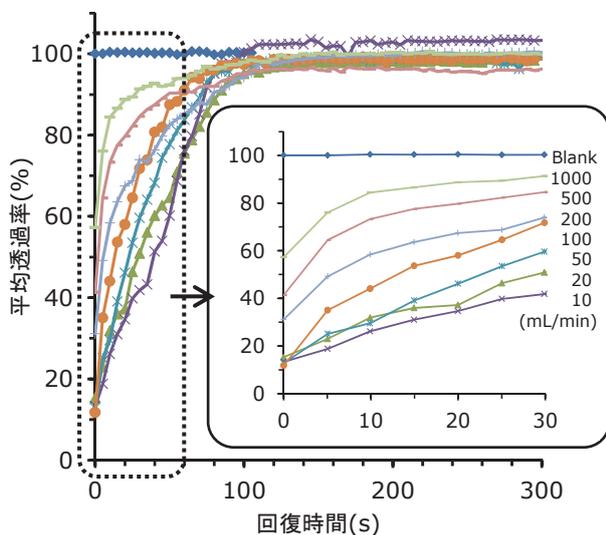


図7 平均透過率の回復時間と空気流量の関係

4. まとめ

今回二つの手法でマイクロバブルの状態評価を行った。第一にレーザー回折式粒度分布装置によるマイクロバブルの評価技術について下記のとおりであった。

- ・水中に分散する粒子の量の目安となる吸光度は、固体試料の場合、おおよそ0.1前後を目標として濃度調整を行うが、マイクロバブルの場合、そこまでの吸光度を稼ぐことができず、0.02~0.03程度の吸光度での測定となった。

- ・空気量を減少させると若干ながらマイクロバブルの粒径は小さくなる傾向が見られた。この理由はマグネットポンプによる水の旋回流の強さ(速度)が一定であれば、旋回流中に導入される空気量が少ないほど、相対的な剪断力は大きくなり、空気はより

小さく粉碎されるためと考えられる。

第二に透過率によるマイクロバブルの評価技術については下記のとおりであった。

- ・マイクロバブルの発生について、可視光領域の透過率を利用し、濁度という尺度で評価できることを確認した。

- ・マイクロバブルが支配的な領域では濁度の回復に時間を要するため、マイクロバブルの高滞留性を確認することができた。

以上の結果から、レーザー回折式粒度分布測定は、現在調査した範囲ではマイクロバブル発生器の評価技術として適しているとは言えず、一方、透過率による評価はマイクロバブルの発生状態を的確に捉えており、有効な評価技術であることが示唆された。

引用文献

1) 秦隆志 (高知工業高等専門学校) 他：特開2014-028340 (2014)

レアメタルのリサイクル実用化技術の開発（第2報）

用途拡大を目指して

矢野雄也 岡崎由佳 隅田 隆 川北浩久 福富 兀*

Recycling Technology for Rare Metals (Part 2)

Aiming to expand applications

Yuya YANO Yuka OKAZAKI Takashi SUMIDA Hirohisa KAWAKITA

*Takashi FUKUTOMI**

セルロース系廃棄物の再利用を目指し開発してきた木粉吸着材の用途拡大を目的に実験を行った。基材となるセルロースの種類と吸着性能との関係を調べたところ、針葉樹切粉と竹切粉、竹かんな屑において大きな違いは見られなかった。次に、有価・有害元素の吸着回収・除去に向けて吸着選択性の把握を行った結果、Cr(VI)、Se(VI)、Au(I, III)、Pd(II)、Pt(IV)、W(VI)、 PO_4^{3-} に選択的吸着性を持つことが分かった。また、 PO_4^{3-} 、 SO_4^{2-} の分離回収も可能であった。

1. まえがき

近年、電子機器の普及に伴い、貴金属の使用量が増大している一方、利用可能な貴金属量は有限であるため、価格の高騰下落などの問題が起きている。脱貴金属を目指し、代替品の開発及びその使用も多く行われているが需要の高まりに追いつかず、依然としてその使用量及び廃棄量が増大し続けている。貴金属含有廃棄物からの貴金属回収技術も盛んに行われているが、コストパフォーマンスの点から使用に有効なものは見当たらない。

また一方で高知県では林業をはじめ、紙産業などから多くのセルロースが廃棄されている。

我々はこれまでの廃棄セルロースの再利用に着目し、セルロースを基材とする吸着材を作製し、金めっき排液からの金回収技術を開発してきた。金の選択的吸着能及び吸着率は比較的良好であるものの、先述と同じく実用化には製造及び回収コストと回収量とのバランスの問題が残されている。よって、製造及び回収コストの削減もしくは回収量の増加が必要である。

本報ではこの問題の緩和を目指して行った調査実験について報告する。

2. 実験方法

2. 1 木粉の種類による金吸着能の差の把握

現在使用している木粉は針葉樹の切粉だが、製造コスト削減のため、他の安価なセルロース廃棄物への利用展開も検討する必要がある。今回は竹廃棄物について行った。

竹の切粉、竹のかんな屑を基材とし、これまでの製造工程¹⁾でそれぞれ吸着材を作製し、金めっき排液を用いて次のバッチ試験（以下、同様の手順をバッチ試験とする）を行い比較評価した。

金濃度を100mg/Lに調整しためっき排液50mL（pH=4.2程度）に、作製吸着材を0.02g含浸させ、常温で24時間攪拌後、金の濃度変化量を測定し、吸着率を調べた。濃度測定にはICP-AES(SII、VISTA-PRO)を用いた。使用めっき排液は県内めっき工場より採水したものを使い、吸着率は次式で定義した。

$$\text{吸着率(\%)} = [(W_a - W_b) / M] \times 100$$

W_a = バッチ試験前の溶液中金含有量(g)

W_b = バッチ試験後の溶液中金含有量(g)

M = 使用吸着材重量(g)

2. 2 金以外の吸着能の把握

製造コスト削減のためには、金以外の利用用途を拡大し、吸着剤の使用量を上げる必要がある。そのため他元素の吸着能の検討を行った。

2. 2. 1 有価、有害元素の吸着能

表1の試薬を用いて各元素濃度が5mg/Lとなるよう

* 高知県企業化支援客員研究員

混合水溶液を調整 (pH = 2.5 程度) し、この混合液 200mL 及び針葉樹切粉の吸着材 0.1g を用いてバッチ試験を実施し、経時的にサンプリング、溶液濃度測定を行った。なお元素の選定は、本国における都市鉱山中に豊富な金属元素もしくは有害元素で、陰イオン形態が存在するかどうかを主な基準としを行った。都市鉱山に関する情報は独立行政法人 物質・材料研究機構発表のもの²⁾を参考にした。

$$\text{濃度変化率 (\%)} = C_b / C_a \times 100$$

C_a = バッチ試験前の溶液中濃度 (mg/L)

C_b = バッチ試験後の溶液中濃度 (mg/L)

表 1 混合溶液作製用試薬一覧

イオン種	As (III)	As (V)	Au (I)
使用塩類	As ₂ O ₃	Na ₂ HAsO ₄	K[Au(CN) ₂]
イオン種	Au (III)	B (III)	Co (III)
使用塩類	K[AuCl ₄]	H ₃ BO ₃	K ₃ [Co(CN) ₆]
イオン種	Cr (VI)	In (III)	Mo (VI)
使用塩類	K ₂ Cr ₂ O ₇	In	Mo
イオン種	Pd (II)	Pt (IV)	Sb (V)
使用塩類	PdCl ₂	H ₂ PtCl ₆	K[Sb(OH) ₆]
イオン種	Sb (III)		Se (IV)
使用塩類	K ₂ [(SbO) ₂ C ₈ H ₄ O ₁₀] · 3H ₂ O		K ₂ SeO ₃
イオン種	Se (VI)	V (V)	W (VI)
使用塩類	Na ₂ SeO ₄	NH ₄ VO ₃	Na ₂ WO ₄

2. 2. 2 リン酸、硫酸、硝酸イオンの吸着能

リン酸、硫酸イオンが各 100mg/L、リン酸、硫酸、硝酸イオンが各 100mg/L となるよう混合水溶液をそれぞれ調整し、混合液 100mL、針葉樹切粉吸着材 0.5g を用いて常温で 24 時間のバッチ試験を行った。

3. 結果及び考察

3. 1 木粉の種類による金吸着能の差の把握

竹廃棄物を基材とし作製した吸着材のバッチ試験結果とあわせて過去の針葉樹切粉を基材とした際の結果を表 2 に示す。

過去の針葉樹切粉の結果はばらつきが大きく合成条件をより詳細に検討する必要があるものの、おおむね

竹を基材とし、その形態が違う場合でも針葉樹切粉と同様の結果が得られている。

つまり、木材の種類によりリグニン量や構造の違いはあるが、化学的成分を見れば同じ木質系セルロースであり、同じ製造工程で同様の性能品が得られることが分かった。

このことから今後、木材廃棄物以外の製紙スラッジのようなセルロース系廃棄物への応用展開の可能性も考えられる。

表 2 竹基材吸着材のバッチ試験結果

	切粉	かんな屑	(参考) 針葉樹切粉
吸着率 (%)	5.9	7.8	5~10

3. 2 金以外の吸着能の把握

3. 2. 1 有価、有害元素の吸着能

各陰イオンにおけるバッチ試験結果を図 1~3 に示す。図のとおり作製吸着材への吸着量は元素により差があり、選択性を持つことが示唆された。しかし、同時に複数のイオンの吸着が認められたことから、その選択性は不完全で、夾雑イオンの影響を受ける可能性も示唆された。

本吸着材において特に Cr (VI)、Au (I, III)、Pd (II)、Se (VI) の吸着効果が高く、条件次第では Pt (IV)、W (VI) への活用の可能性が考えられる。

3. 2. 2 リン酸、硫酸、硝酸イオンの吸着能

バッチ試験結果を表 3 に示す。

通常リン酸イオンと硫酸イオンの分離は困難だが、本吸着材では硫酸イオンは吸着するが、リン酸イオンはほぼ吸着せず溶液中に残存している。硝酸イオンの吸着も認められたが、硫酸イオンの吸着能の方が高い事が分かった。

おそらくリン酸、硫酸イオンの分離は、めっき排液中の金酸とクエン酸イオンの分離と同じ PVA 被膜の効果だろうと考えられるが、そのメカニズムはまだ解明できていない。

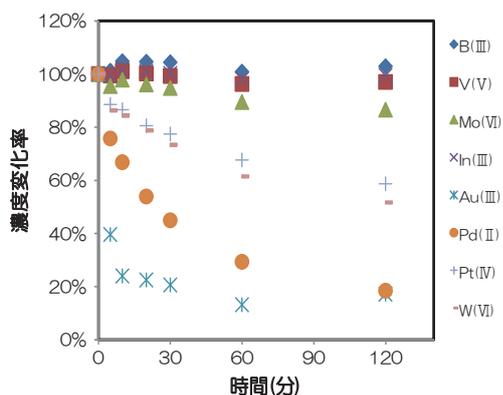


図1 選択的吸着性1

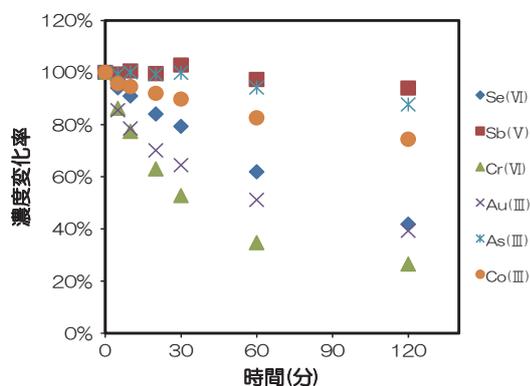


図2 選択的吸着性2

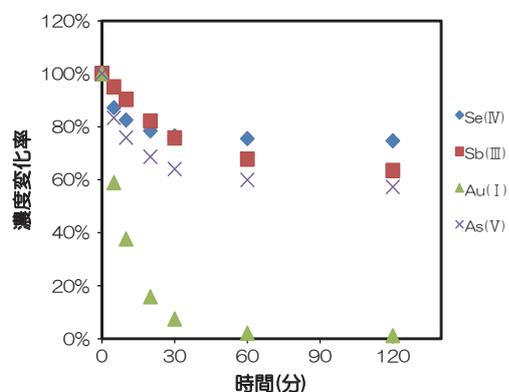


図3 選択的吸着性3

表3 リン酸、硫酸、硝酸イオンの選択的吸着性

吸着率 (%)	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
PO ₄ ³⁻ 、SO ₄ ²⁻ 混合液	<0.5	7.7	-
PO ₄ ³⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、NO ₃ ⁻ 混合液	<0.5	4.6	2.0

5. まとめ

これまで我々は針葉樹切粉を用いたセルロース基材陰イオン吸着材を開発してきた。この製造工程は竹を基材に用いても同様の効果が認められ、今後他のセルロース系廃棄物を基材に使える可能性を示した。

製造工程に検討の余地を残すものの、多方面から大量に発生するセルロース系廃棄物に活用できるとなると、廃棄コスト及び吸着材製造コストの削減につながると考えられる。

また、これまで吸着材の利用先に金めっき排液からの金回収のみを対象としてきたが、今回Cr(VI)、Se(VI)といった有害元素、Au(I, III)、Pd(II)、Pt(IV)、W(VI)、PO₄³⁻といった有価物の選択的吸着能が認められ、他用途への利用の可能性が広がった。

謝辞

本研究で行った試験では、高知精工メッキ株式会社の大村裕志氏、株式会社コスモ工房の中谷歩美氏にご協力いただきましたので謝意を表します。

参考文献

- 隅田ら：高知県工業技術センター報告、No. 44、(2013) 45-48
- 独立行政法人 物質・材料研究機構 レアメタル・レアアース特集NIMSの分析・調査と取組みの紹介 <http://www.nims.go.jp/research/elements/rare-metal/index.html>

県産未利用有用植物の活用に向けた 農商工医連携基盤の構築と事業化モデル（第1報）

有用植物の生理活性スクリーニング

岡崎由佳 川北浩久 岡本佳乃 鈴木大進 木村昭雄* 篠原速都
渡邊高志** 金 哲史*** 柏木丈拵*** 渡邊浩幸****
山崎憲輔***** 吉本未来*****

*Construction of mutual partnerships with agricultural, commercial,
industrial and medical field, with creation of the commercialization
model for exploiting the unutilized plants derived from Kochi
prefecture (Part I)*

Bioactive screening of the useful plants

*Yuka OKAZAKI Hirohisa KAWAKITA Yoshino OKAMOTO Masanobu SUZUKI
Akio KIMURA* Hayato SHINOHARA Takashi WATANABE** Chul-Sa KIM***
Takehiro KASHIWAGI**** Hiroyuki WATANABE*****
Kensuke YAMASAKI***** Miku YOSHIMOTO******

高知県内に自生する未利用有用植物約300種について、健康食品及び化粧品用機能性素材の開発を目的として、抗酸化力(2種)、ACE阻害活性、 α -グルコシダーゼ阻害活性、リパーゼ阻害活性、チロシナーゼ阻害活性、抗ウイルス活性、抗ガン活性、脂肪蓄積抑制作用について、in-vitroの方法で調べた。各試料の活性を測定し、既存の活性物質とその強さを比較することにより、その有効性を評価した。その結果、活性が強いと認められた試料が抗酸化力で21試料、ACE阻害活性で3試料、 α -グルコシダーゼ阻害活性で19試料、リパーゼ阻害活性で43試料、チロシナーゼ阻害活性で8試料、抗ウイルス活性で7試料、抗ガン活性で36試料、脂肪蓄積抑制作用で2試料であった。

1. はじめに

高知県はわが国に自生する約6千種の顕花植物のうち約半分の3,170種が存在する植物の宝庫である。植物資源学的には、その約1割が有用性を持つと考えられているものの、産業利用の面ではほとんどが未開拓である。そこで、本研究開発においては、予備的な検討をもとに有望な植物種を約300種に絞り込み、健康食品用及び化粧品用機能性素材の開発を目的として、具体的な抽出及び有効性評価を検討したので報告する。

2. 実験方法

2.1 植物抽出物の調整

採取した植物の各部位を50℃、6時間乾燥させたのち、40℃で仕上げ乾燥させたものを供試品とした。これを適当なサイズに裁断して、図1に示す方法により抽出した。すなわち、室温下に80%メタノールに72時間浸漬してから濾過し、残渣に再び80%メタノールを加え、75℃で3時間加熱抽出した。濾過し、残渣に80%メタノールを加え、60℃で1時間超音波抽出した。濾過したのち、濾液を全て併せてメタノールを減圧下留去、真空凍結乾燥することにより、植物抽出物を得た。植物リストと抽出率は、表1に示すとおりであった。

* 高知県資源利用加工特別技術支援員
** 高知工科大学地域連携機構
*** 高知大学農学部

**** 高知県立大学健康栄養学部
***** 株式会社 フタガミ

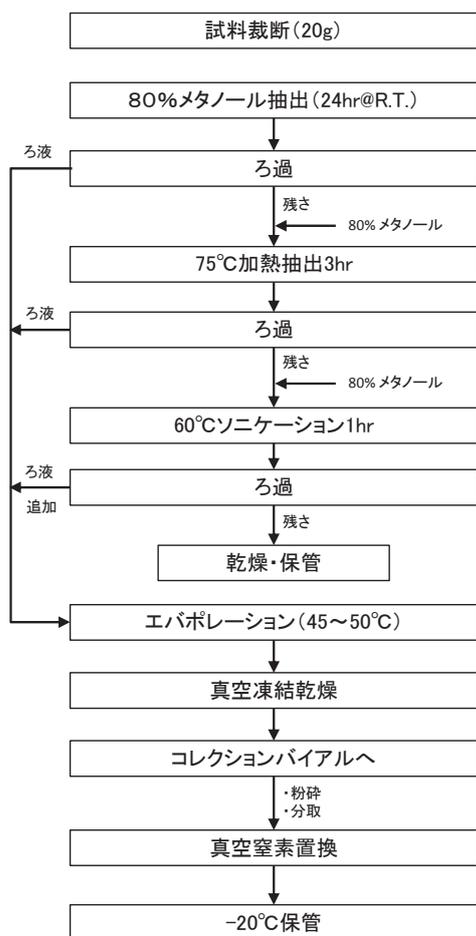


図1 抽出方法

表1

試料番号	部位	抽出率 (%)
1	L	10.3
2	L	30.5
3	L	27.6
4	S	31.0
5	L	13.4
6	F	19.1
7	L	20.5
8	L	24.2
9	L	18.5
10	L	11.5
11	L	13.6
12	F	45.7
13	L	25.4
14	L	18.6
15	F	21.1
16	S	10.1
17	L	28.7
18	F	2.5
19	L	19.3
20	L	46.4
21	S	12.4

22	F	67.3
23	L	14.6
24	S	16.6
25	L	13.7
26	穂	8.4
27	L	31.0
28	L	32.3
29	L	25.4
30	F	40.8
31	L	25.9
32	S	10.2
33	全	12.3
34	S	15.2
35	花	24.7
36	L	30.3
37	L	46.0
38	L	20.4
39	L	18.5
40	S	15.2
41	L	21.8
42	L	31.3
43	L	45.1
44	F	21.9
45	L	30.0
46	R?	22.8
47	L	14.8
48	L	18.7
49	S?	39.0
50	L	17.0
51	S	10.6
52	L	21.7
53	L	15.9
54	L	24.3
55	S	10.3
56	L	26.4
57	R	9.8
58	全	37.3
59	花	49.0
60	全	27.5
61	L茎花	17.6
62	L茎	15.9
63	全	27.4
64	花(青)	33.7
65	S	39.1
66	若葉	18.0
67	花	22.2
68	F	20.2
69	地上部	17.0
70	花,F	22.8
71	S,L	25.3
72	全	27.2
73	S,L	16.3
74	F	26.7
75	F	29.0

76	L	35.5
77	S	8.9
78	全	11.5
79	L	24.3
80	S	13.8
81	F	34.5
82	花	19.9
83	L	23.6
84	S	7.3
85	地上部	27.3
86	地上部	16.8
87	F	14.4
88	F	11.7
89	F	5.7
90	L	28.3
91	S	11.6
92	F	20.3
93	F	14.1
94	地上部	17.6
95	F	43.4
96	S,L	18.0
97	全	20.6
98	地上部	21.2
99	地上部	24.4
100	全	35.8
101	全	18.6
102	全	15.2
103	S	8.1
104	全	20.0
105	全	18.4
106	F	41.2
107	S,L	17.4
108	F	47.1
109	S,L	17.4
110	地上部	9.6
111	F	29.8
112	S,L	15.7
113	F	6.4
114	S,L	14.4
115	全	38.3
116	全	38.6
117	F	36.2
118	地上部	27.4
119	地上部	22.3

2. 2 機能性評価

2. 2. 1 抗酸化力測定

1) PAO (Potential Anti Oxidant) 抗酸化能測定法

日研ザイル(株)日本老化制御研究所製 PAO 抗酸化能測定キットを使用した。分析試料溶液は、抽出粉末 0.02g をジメチルスルホキシド(DMSO) (ナカライ、分子生物学用試薬特級) 1mL に完全溶解し、更に DMSO で 16 ~ 512 倍に段階希釈した溶液を測定に供した。標準溶液は、2mM 尿素溶液を 1~32 倍に段階希釈した溶液を測定に供した。また、抗酸化力の表記は Cu 還元力値を同時に測定した Trolox 相当量換算で表記した。

試料溶液、標準溶液、Trolox 溶液 (0.2mM) から各々 10 μ L 分取し、希釈液 390 μ L 加え、40 倍希釈溶液とした。次に、96 穴マイクロプレートに 200 μ L ずつ分注し、マイクロプレートリーダーにて 490nm の吸光度を測定した。続いて、発色試薬である Cu++試薬 50 μ L 分注し、20°C で 3 分間インキュベートさせたのち、反応停止液 50 μ L 分注し、再び 490nm の吸光度を測定した。

2) DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) ラジカル消去能測定法

分析試料溶液は、抽出粉末 0.01g をジメチルスルホキシド(DMSO) (ナカライ、分子生物学用試薬特級) 1mL に完全溶解し、試験に用いた。DPPH 混液は、400 μ M DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) エタノール溶液、200mM MES (2-morpholinoethanesulphonic acid) 緩衝液 (pH6.0)、エタノールを等量混合し作製した。標準溶液は、Trolox 溶液を (0.2mM) を適宜希釈して、検量線を作製した。

試料溶液または Trolox 溶液を 96 穴マイクロプレートに適宜分取し、5%エタノール溶液で希釈して、全量 50 μ L とした。そこに、DPPH 混液 150 μ L 分注し、室温にて 20 分間反応させ、マイクロプレートリーダーにて 520nm の吸光度を測定した。

2. 2. 2 ACE 阻害活性測定

分析試料溶液は、植物体乾燥重 1g 相当量の抽出物が、1mL に溶解した濃度 (1g 等量/mL) となるようジメチルスルホキシド(DMSO) (ナカライ、分子生物学用試薬特級) に溶解した溶液を、超純水を用いて 50mg 等量/mL に希釈、5% DMSO 水溶液を用いて 5mg 等量/mL に希釈し、これら 2 種の溶液を試験に用いた。

活性評価は Ukeda らによって開発された ACE inhibition assay kit を使用し、キットに示されたブ

トコロに従い測定した。

2. 2. 3 α -グルコシダーゼ阻害活性測定

ラット空腸由来の粗 α -グルコシダーゼ画分は、Kessler らの方法に準じて刷子縁膜分画を調整して用いた。すなわち、SD 系雄性ラット(体重約 250g)をイソフルラン麻酔下により心臓採血後に回復し、空腸部をトライツ靭帯から下方へ 20cm にわたって摘出した。切開した空腸内部を氷冷した生理食塩水で洗浄後、粘膜をスライドガラスを用いてこそぎとり、50mM マンニトール含有 2mM トリス・塩酸緩衝液(pH 7.1)を加えて、氷冷しながらホモジナイザーを用いて微細化した。これに塩化カルシウムを 10mM になるように添加し、4°C で 15 分間放置後に遠心分離(3000×g, 4°C, 15 分)を行った。得られた上清をさらに遠心分離(27,000×g, 4°C, 15 分)し、沈殿部(刷子縁膜分画)を得た。これを 0.1M マレイン酸緩衝液(pH 6.0)に懸濁し、Lowly 法でタンパク量を測定した後、試験に供するまで-20°Cで保存した。

0.1M マレイン酸緩衝液(pH 6.0) 300 μ L、ジメチルスルホキシド(DMSO) (ナカライ、分子生物学用試薬特級)に溶解した植物抽出物 10 μ L(10mg/mL)、250mM マルトース 100 μ L を混合し、これに緩衝液で希釈した粗 α -グルコシダーゼ画分 50-100 μ L を添加して 37°C で 30 分間反応後、沸騰水浴中に試験管を 2.5 分間浸漬した。対照として、植物抽出物の代わりに DMSO を 10 μ L 添加して行った。

反応後に生成したグルコース量は、グルコース CII-テストワコー(ムタローゼ・GOD 法)を使用して行った。本法において試料中のグルコースは、発色剤に含まれるムタローゼ、グルコースオキシダーゼ(GDO)、及びペルオキシダーゼ等の作用により赤色の色素を生じ、この赤色の吸光度を測定することにより試料中のグルコースを定量した。

2. 2. 4 リパーゼ阻害活性測定

方法は、Yoshikawa らの報告¹⁾に準じて行った。植物抽出物は、ジメチルスルホキシド(DMSO) (ナカライ、分子生物学用試薬特級)に溶解し、評価時の試料濃度を 10mg/mL とした。ブタ膵リパーゼ(Sigma-Aldrich)及びリパーゼキット S(大日本製薬)を使用した。測定方法は、キットの方法を一部改変し、96 穴マイクロプレートを使用して行った。すなわち、抽出物を含む試料サンプル溶液 15 μ L、酵素溶液(ブタ膵リパーゼ 0.05mg/mL、125nmol/L トリス塩酸(pH 7.5)) 4 μ L、発

色液(0.1mg/mL 5,5'-ジチオビス(2-ニトロ安息香酸)を含む緩衝液) 50 μ L を入れて混和した後、30°C で 5 分間予熱し、基質液(6.69mg/mL 三酪酸ジメチルカプロール +5.73mg/mL ドデシル硫酸ナトリウム) 5 μ L を加え混和後、遮光下にて 30°C で 30 分間加熱し、反応停止液を加えた後、マイクロプレートリーダーにて 412nm の吸光度を測定した。なお、各試料の対照には、試料溶液として DMSO を添加し、同様に操作して行った。

2. 2. 5 チロシナーゼ阻害活性測定

測定は、Hanamura らの報告²⁾に準じて行った。

分析試料溶液は、抽出粉末 0.01g をジメチルスルホキシド(DMSO) (ナカライ、分子生物学用試薬特級) 1mL に完全溶解し、試験に用いた。また、チロシナーゼにはマッシュルーム由来チロシナーゼを用いた。

96 穴マイクロプレートに 100mM リン酸ナトリウム緩衝液(pH 6.8) を 70 μ L、試料溶液を 2 μ L 分注し、更に 71.5units/mL のチロシナーゼ溶液を 30 μ L 添加し、25°C にて 5 分間、プレインキュベーションを行った。その後、10mM L-ジヒドロキシフェニルアラニン 30 μ L 添加、2 分間インキュベートし、直ちにマイクロプレートリーダーにて 475nm の吸光度を測定した。

2. 2. 6 抗ウイルス活性評価

抗ウイルス活性を持つ化合物を効率的・高密度にスクリーニングするために、タバコ培養細胞 BY2 から調整したプロトプラストを実験材料として用いた。液体培地で 3 日間培養したタバコ培養細胞 BY2 を遠心分離で回収した後、酵素液(12.5mM 酢酸ナトリウム、5mM CaCl₂、0.37M マンニトール(pH 5.8)、1.0% セルラーゼオノゾカ RS(ヤクルト本社)、0.1% ペクトリアーゼ Y-23(盛進製薬))に懸濁し、室温で 2 時間処理した。洗浄用緩衝液(12.5mM 酢酸ナトリウム、5mM CaCl₂、0.37M マンニトール(pH 5.8))で 4 回洗浄後、エレクトロポレーション用緩衝液(5mM MES、70mM KCl、0.33M マンニトール(pH 5.8)) 700 μ L に懸濁した。2 μ g のウイルス RNA をエレクトロポレーション法を用いてプロトプラストに接種し、0.3M マンニトールを含む培養細胞培地に懸濁した。その後、26°C で 20 時間培養した。この際、植物抽出成分を 0.5% 容量加えた。

プロトプラストにおけるウイルスの検出には、ELISA 法を用いた。接種 20 時間後のプロトプラストは炭酸緩衝液(Na₂CO₃ 1.5g、NaHCO₃ 2.93g/L、pH 9.6)を用いて溶解した。96 穴 ELISA プレートに 100 μ L ずつ分注し、37°C で 1 時間静置した。その後、PBST で 4 回洗浄し、

トマトモザイクウイルスに特異的に抗体(1/2000)を加え、1時間静置した。PBSTで洗浄後、anti-Rabbit IgG alkaline phosphatase conjugate (1/3000)を加え、1時間静置した。PBSTで洗浄後、10% dietanolamine pH 9.8に1mg/mLの濃度で溶解した p-nitrophenylphosphate を100 μ L ずつ加え、マイクロプレートリーダーにて405吸光度を測定した。

2. 2. 7 抗ガン活性評価

大腸がん細胞に対する植物抽出物の増殖抑制の程度を測定し、抗がん活性として評価した。

マウス大腸がん細胞(C-26)は、理化学研究所バイオリソースセンターから入手した。細胞の培養には、10%ウシ胎児血清とペニシリン・ストレプトマイシン1%を含むRPMI1640を培地として用いた。また、培養は37°C、5% CO₂条件下で行った。細胞数は、トリパンブルーで染色後、生細胞を細胞数計測装置を用いて測定した。

活性は次のように測定した。継代培養によって80%以上のコンフルエント状態になった細胞を2×10⁵cells/mLになるように調整し、調整後96穴マイクロプレートの各ウェルに100 μ L ずつ播種し、24時間培養した。培養後、各種植物抽出物を100mg/mLとなるようにジメチルスルホキシド(DMSO) (ナカライ、分子生物学用試薬特級)で溶解し、これを培地に0.3%となるように添加し、調整した試験用培地で24時間培養した。その後、各ウェルにCell Counting Kit-8を10 μ L添加し、インキュベーターで1~2時間反応させた。反応後、マイクロプレートリーダーにて450nmの吸光度を測定した。

2. 2. 8 脂肪蓄積抑制測定

Okadaらの方法³⁾に準じて行った。脂肪前駆細胞の培養及び脂肪細胞への分化誘導は以下のとおりに行った。マウス脂肪前駆細胞3T3-L1を用い、37°C、5%CO₂条件下、10%(v/v)ウシ胎児血清(FBS)100u/mL、ペニシリン(Pen)、100u/mL、ストレプトマイシン(Str)を含有するDulbecco's modified Eagle's 培地(DMEM)で2日間予備培養した後、96穴マイクロプレートに細胞を1×10⁵/ウェルの密度で同培地に播種し、2日間培養した。その後、2.5 μ mol/L デキサメタゾン、0.5mmol/L 3-イソブチルキサンチン、10 μ mol/L インシュリンを含有する上記培地で、2日間脂肪細胞への分化誘導処理を上記と同様の培養条件下で行った。誘導処理後、培地を10% FBS, Pen, Str 及び10 μ mol/L インシュリ

ンを含むDMEM培地に交換し、2日毎に培地を交換しつつ、6日間培養した。植物抽出物は、ジメチルスルホキシド(DMSO) (ナカライ、分子生物学用試薬特級)にて10 μ g/mLとし、分化誘導開始以降に、培地中に2 μ Lを添加して培養を行った。対照として、DMSOのみを添加して同様に行った。6日目に細胞内中性脂肪蓄積量を測定した。

細胞内中性脂肪量は、次に示す方法により行った。96穴マイクロプレート上の細胞をリン酸緩衝液生理食塩水(pH 7.2, PBS)で洗浄後、10%ホルマリン液で一晩固定した後、60%イソプロパノール(v/v)に溶解した0.3%オイルレッドO液に15分間浸漬して、細胞内トリグリセリドを染色した。染色後、細胞をPBSで洗浄し、100%イソプロパノールを添加してオイルレッドOを溶出させ、マイクロプレートリーダーにて490nm吸光度を測定した。対照のトリグリセリド量を100として、各抽出物トリグリセリド量を相対値で示した。

3. 結果

3. 3. 1 抗酸化力(PAO、DPPH) 評価

抗酸化物質の種類自体は数千種類にもものぼるうえ、抗酸化物質一分子あたりで無害化できる活性酸素の数も、それぞれの分子量も異なる。そこで、抗酸化物質が単位量(質量あるいは体積)あたり、どれほどの量の活性酸素を還元(無害化)できるかを測定する方法が開発され、これまでに数多くの測定法が報告されているが、どれも一長一短があることは否めない。

しかしながら、代表的な測定方法というものは現実的にいくつか存在しており、いずれも単位量(質量または体積)あたりの Trolox 相当モル数で表される。

本報では、PAO(Potential Anti Oxidant)法及び DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)法にて、87 種 119 部位について抗酸化力測定を行った。その結果、21 試料に高い抗酸化力が認められた(図 2)。

3. 3. 2 ACE 阻害活性評価

アンジオテンシン変換酵素(Angiotensin Converting Enzyme(ACE))は、血圧調節メカニズムの一つであるレニン-アンジオテンシン系においてアンジオテンシン I から昇圧作用を有するアンジオテンシン II を生成する。また同時に降圧ペプチドであるブラジキニンを分解するなど、血圧上昇に大きく関与している酵素である。

本報では ACE Kit-WST(図 3)を用いて、22 種 33 部位について、ACE 阻害活性測定を行った。その結果、4 試料に高い活性が認められた(表 2)。

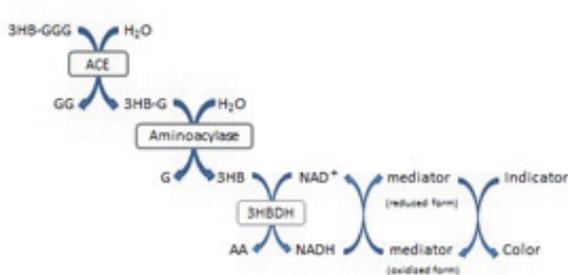


図 3 ACE Kit-WST の測定原理

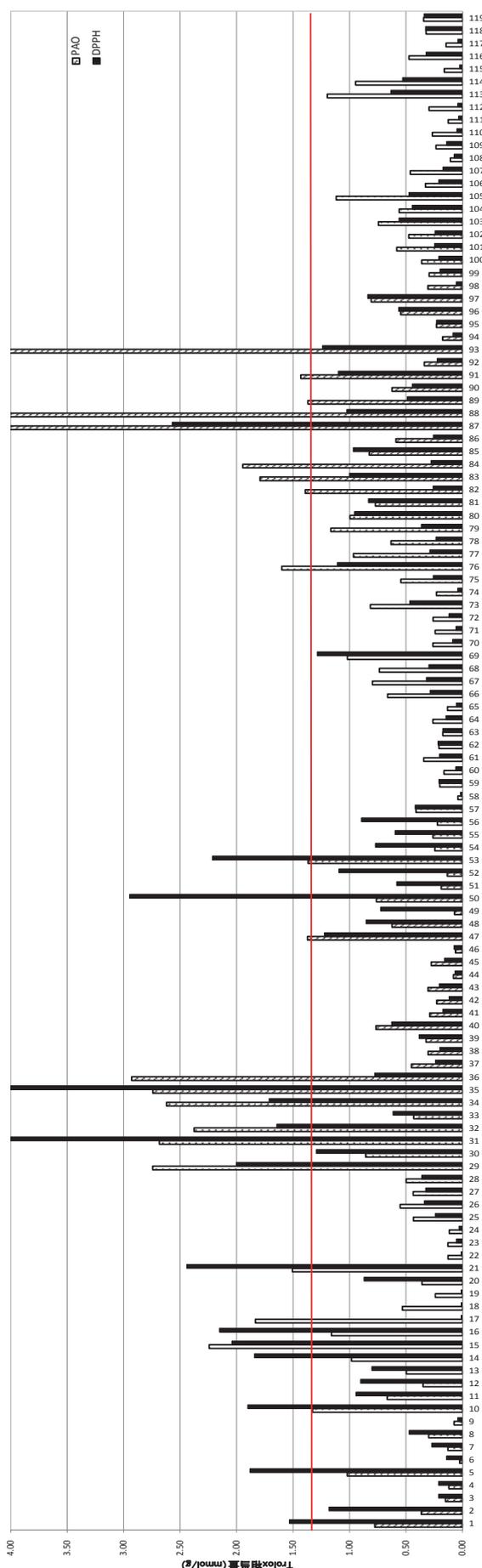


図 2 抗酸化力 (PAO, DPPH)

表2 ACE阻害活性

試料名	ACE阻害活性率(%)	
	5mg eq./mL	0.5mg eq./mL
1	45.8	16.0
2	64.5	4.4
3	65.7	9.4
4	74.9	16.6
5	11.3	7.1
6	38.0	11.4
7	40.2	12.4
8	24.7	2.0
9	34.0	0.9
10	28.3	0.9
11	17.0	1.4
	50mg eq./mL	5mg eq./mL
12	102.5	38.5
13	101.0	68.6
14	87.4	27.5
15	87.7	62.1
16	94.1	-0.1
17	95.5	56.4
19	99.2	33.9
20	100.6	38.9
21	98.1	27.2
23	94.6	30.1
24	91.7	30.9
25	100.4	67.2
27	100.8	52.6
28	99.8	67.4
29	96.2	63.9
30	95.5	44.4
31	90.4	56.2
32	97.6	8.8
33	102.6	48.9
34	102.0	41.4
35	103.0	83.9
36	100.3	89.8

3. 3. 3 α -グルコシダーゼ阻害活性評価

α -グルコシダーゼとは、糖の α -1,4-グルコシド結合を加水分解する反応を触媒する酵素をいう。ヒト腸粘膜からは5種類の α -グルコシダーゼが分離されているが、それぞれ基質特異性が異なる。

本報では、 α -グルコシダーゼの基質として、マルトースを使用して、植物抽出物の阻害活性を評価した。87種119部位について、 α -グルコシダーゼ阻害活性測定を行った結果、19試料に高い活性が認められた(図4)。

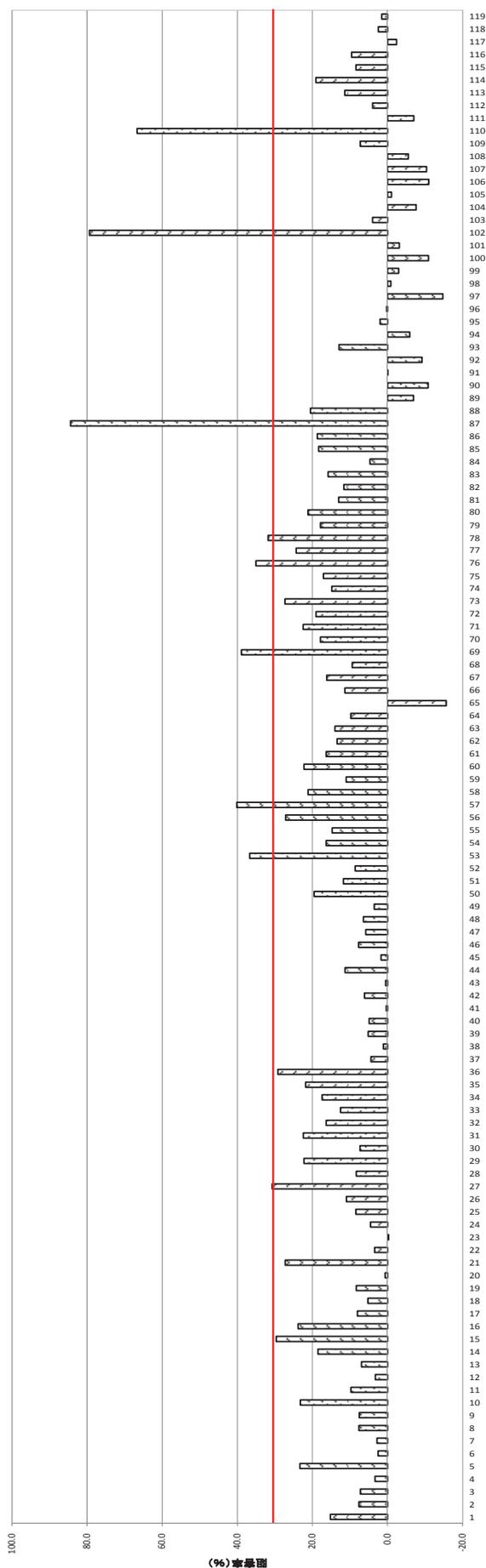


図4 α -グルコシダーゼ阻害活性

3. 3. 4 リパーゼ阻害活性評価

食事性の脂質は、成人の場合、十二指腸に分泌される胆汁中の胆汁酸により乳化され、その後小腸内の消化酵素リパーゼにより分解され、吸収される。この酵素の作用を止めることで、食事由来の脂質の吸収を抑制し、体内への脂質の蓄積量を抑えて肥満や糖尿病の予防・改善の効果を発揮することができる。

本報では、各種植物抽出物が消化酵素として小腸に分泌される膵リパーゼをどの程度阻害する可能性があるかを評価するために、リパーゼ阻害活性を測定した。87種119部位について、リパーゼ阻害活性測定を行った結果、43試料に高い活性が認められた(図5)。

3. 3. 5 チロシナーゼ阻害活性評価

メラニンとは、フェノールの類似物質が高分子化して色素となったものの総称である。一般にメラニンは、色素細胞の中で生合成される酵素チロシナーゼの働きによって、チロシンからドーパへ、ドーパからドーパキノンへと二段階の反応を経て、さらに5,6-ジヒドロキシインドフェノール等の中間体を経て、高分子を形成するものとされている。皮膚においてメラニンは、紫外線から生体を保護する役目も果たしているといわれるが、過剰生成や不均一な蓄積は、皮膚の黒化やシミの原因となる。従って、皮膚の黒化(皮膚色素沈着症)を予防、治療または改善するためには、メラニンの産生に関与するチロシナーゼの活性を阻害することが必要となる。

本報では、各種植物抽出物がメラニンの産生に関与するチロシナーゼをどの程度阻害する可能性があるかを評価するために、チロシナーゼ阻害活性を測定した。87種119部位について、チロシナーゼ阻害活性測定を行った結果、8試料に高い活性が認められた(図6)。このうち、クワ科、シソ科、アカネ科で各1種、顕著なチロシナーゼ阻害効果が見られた。最も阻害活性の強かったクワ科植物について、活性成分の特定と構造解析を実施している。

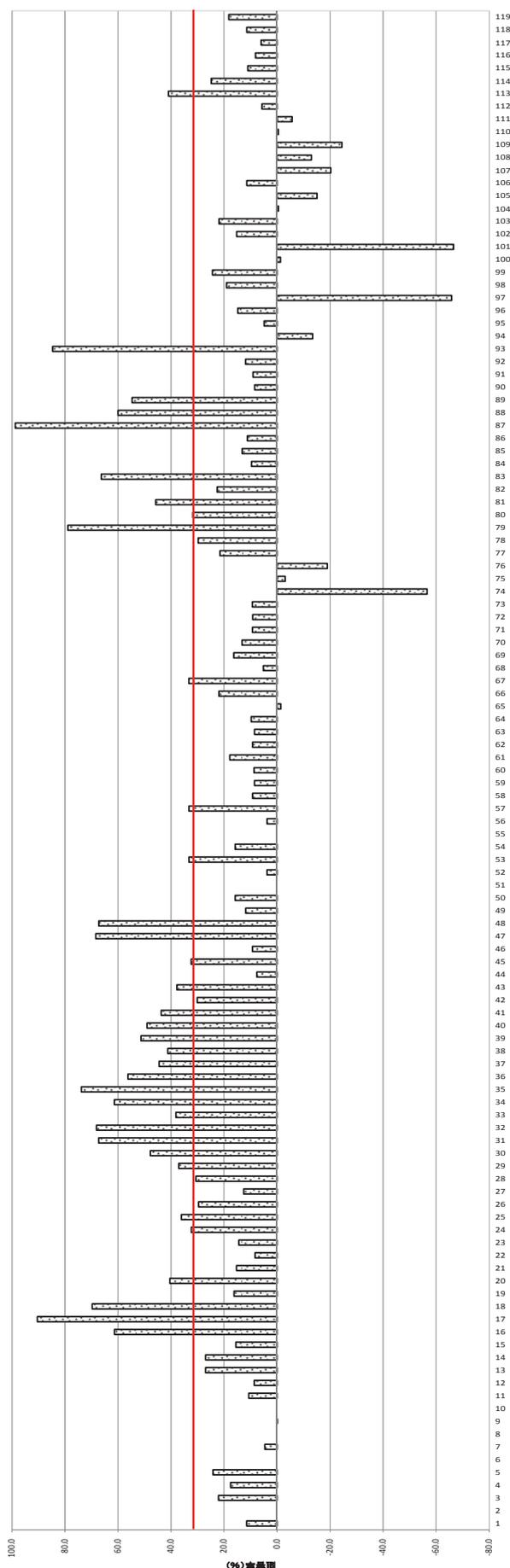


図5 リパーゼ阻害活性

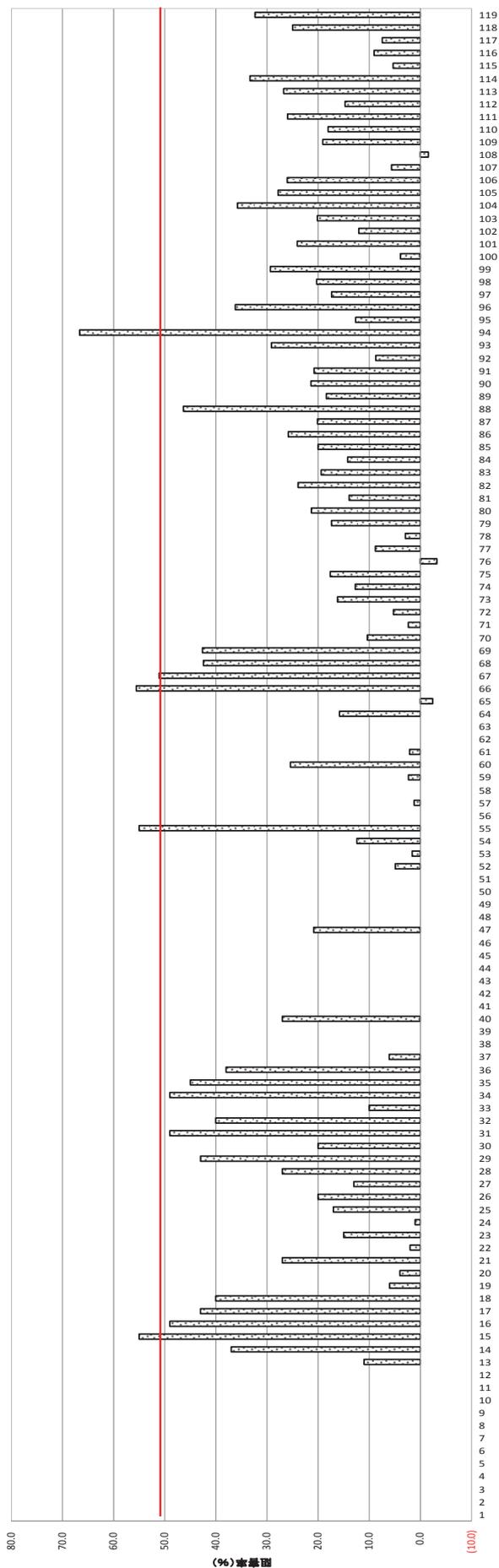


図6 チロシナーゼ阻害活性

3. 3. 6 抗ウイルス活性評価

これまでに、植物病原ウイルスに対する有効な防除方法は確立されておらず、ウイルス病害の防除方法の確立は、安定な農業生産にとって必須の課題である。ウイルスは、その増殖を寄生する生物に完全に依存しているため、ウイルスの増殖を抑制するような多くの化合物は、植物の生育も阻害する。よって、ウイルスの増殖は阻害するが、植物の生育は阻害しないウイルス増殖を特異的に阻害する化合物の探索が喫緊の課題となっている。しかし、興味深いことに、栽培作物以外の植物は、ウイルス病害に対する抵抗性を示すことがある。このことは、自生植物は抗ウイルス活性を有する未知の物質を用い、ウイルス感染から自身を防御している可能性を示唆している。

本研究では、トマト、ピーマン及びたばこなどのナス科作物に感染し、甚大な被害を全世界で引き起こしているトマトモザイクウイルス(ToMV)を用い、抗ウイルス活性を評価した。22種33部位について、抗ウイルス活性測定を行った結果、10試料に高い活性が認められた(表3)。

表3

試料番号	部位	抗ウイルス活性
1	L	—
2	L	+++
3	L	+++
4	S	++
5	L	—
6	F	+++
7	L	+
8	L	+
9	L	—
10	L	+
11	L	+
12	F	—
13	L	—
14	L	—
15	F	—
16	S	—
17	L	—
19	L	—
20	L	++
21	S	—
23	L	—
24	S	—
25	L	—
27	L	—
28	L	+++
29	L	—
30	F	—

31	L	—
32	S	—
33	全	—
34	S	—
35	花	—
36	L	—

3. 3. 7 抗がん活性評価

大腸がん細胞に対する各種植物抽出物の増殖抑制の程度を測定し、抗がん活性として評価した。87種119部位について、抗がん活性測定を行った結果、36試料に高い活性が認められた(図7)。

3. 3. 8 脂肪蓄積抑制評価

脂肪細胞のライフサイクルは、①中胚葉系多機能幹細胞が前駆脂肪細胞へ決定される過程、②前駆脂肪細胞の増殖と成熟脂肪細胞へと分化する過程、③機能を終えた脂肪細胞の死と生体から排除される過程、に分けて考えられている。そこで、各種植物抽出物の脂肪蓄積抑制作用が、前駆脂肪細胞から成熟脂肪細胞へと分化誘導された後の過程での発現機構とどう関係しているかを見いだすために、3T3-L1 脂肪細胞を使用して脂肪細胞に蓄積されたトリグリセリド(中性脂肪)量を測定して評価した。

31種47部位について、3T3-L1 脂肪細胞に対する脂肪蓄積抑制評価を行ったところ、2試料に高い活性が認められた(図8)。

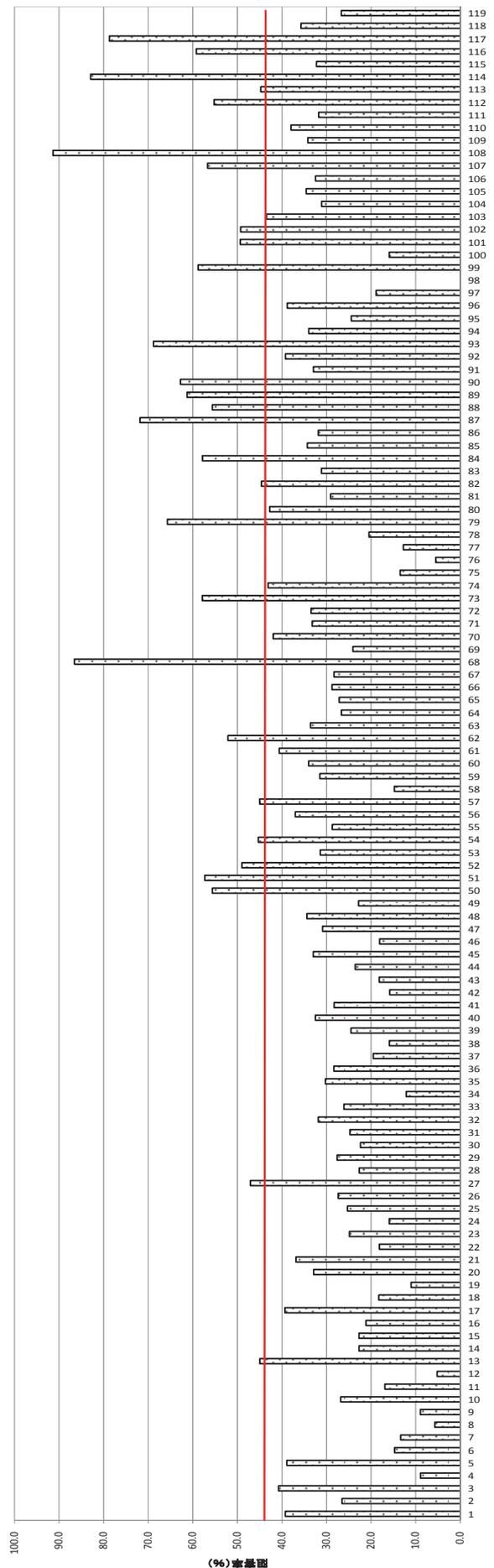


図7 抗がん活性

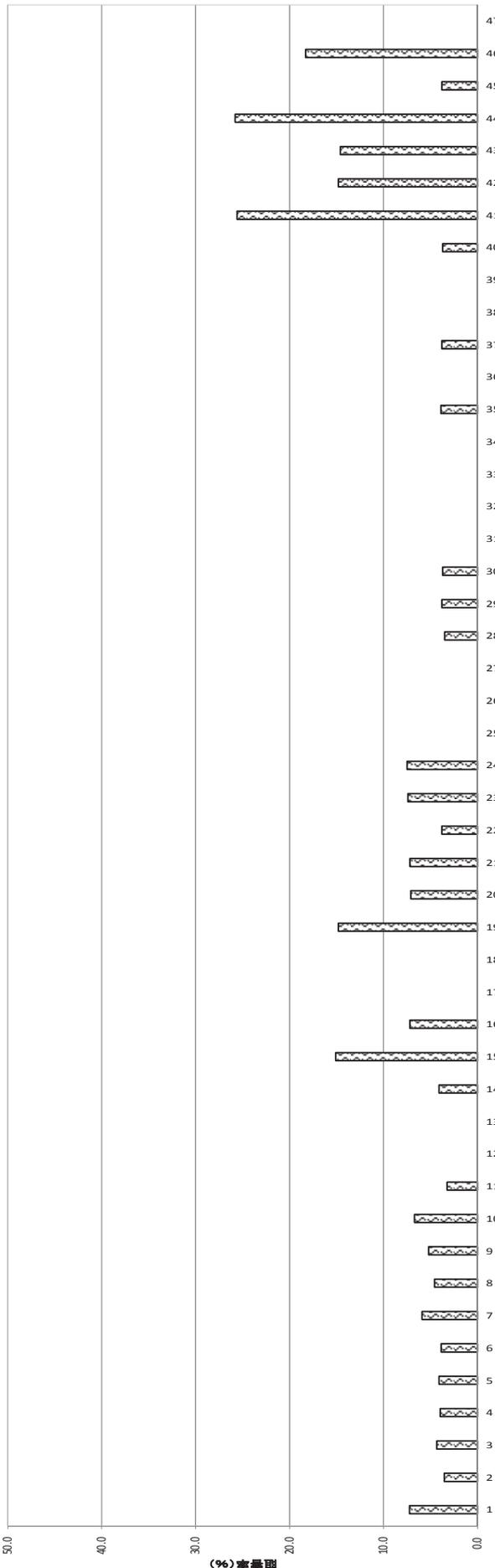


図8 脂肪蓄積抑制

4. まとめ

高知県に自生する顕花植物のうち、有望な植物種を約300種に絞り込み、健康食品用及び化粧品用機能性素材の開発を目的として、具体的な抽出及び有効性評価を検討した。

抗酸化力では21試料に、ACE阻害活性では3試料に、 α -グルコシダーゼ阻害では19試料に、リパーゼ阻害では43試料に、チロシナーゼ阻害では8試料に、抗ウイルス活性(タバコ細胞)では10試料に、抗がん活性(マウス大腸がん細胞)では36試料に、3T3-L1脂肪分解促進では2試料に高い活性が認められた。

以上のことから、抗酸化、高血圧、糖尿病、肥満等の成人病予防、色素沈着、抗ウイルス性、発がん予防等に有効と推定される多くの資源を見いだすことができた。

5. 参考文献

- 1) Yoshikawa : *J. Nutr.*, 132(7); 2002) 1819-1824
- 2) Hanamura : *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 72(12); (2008) 3211-3218
- 3) Okada: *J. Oles. Sci.*, 57(6); (2008) 345-351

高知県固有植物の有効利用に関する研究（第2報）

カヤ（榧）種子油中の脂肪酸濃縮法の検討

川北浩久 岡崎由佳 鈴木大進 吉田麻吏*

Utilization of endemic plant of Kochi Prefecture (Part 2)

Concentration of the specific components of Seed oil of Torreya Nucifera

Hirohisa KAWAKITA Yuka OKAZAKI

*Masanobu SUZUKI Mari YOSHIDA**

カヤ（榧、*Torreya Nucifera*）種子から得られる油脂中の特徴成分である C20:3 5, 11, 14-エイサトリエン酸（シアドン酸）の工業的濃縮手法を検討した。

その結果、尿素付加法及び減圧蒸留の単位操作により、いずれも40%強に濃縮することが可能であった。

また、各手法毎にシアドン酸以外の脂肪酸濃縮係数には大きな差があり、これを利用することにより、効率的な分離・濃縮が可能である事が示唆された。

1. まえがき

高知県内では全国でも希な大規模なカヤ（榧）の植林（約15万本）が行われており、筆者らはカヤ種子油の有効利用の検討を行ってきた¹⁾。

カヤ種子にはシアドン酸が10%前後含まれており脂肪代謝機能に関する様々な作用が報告されている。²⁾

本研究では、これらシアドン酸に起因する作用を強化した商品開発を行う事を前提とした工業的濃縮のための基礎試験を種々検討したので報告する。

2. 試験方法

脂肪酸の濃縮方法³⁾は、尿素付加法、減圧蒸留法、ウィンタリング（低温分別）法、分別結晶法、カラムクロマトグラフ法などが提唱されているが、コスト、安全性を考慮し、本報では前3法について検討を行った。

2. 1 試料

前報記載常法による圧搾・濾過済種子油を用いた。

種子油は、原油、加水分解物もしくはエチルエステル処理物の3種類を使用した。

2. 2 前処理方法

2. 2. 1 加水分解物

500gの原油に対し、150gKOH/2.5L-エチルアルコール溶液を加え、ウォーターバスで6時間加熱還流、エ

チルアルコールを留去後、6M塩酸を加えpH2以下に調整し、n-ヘキサンで抽出した。

抽出は2回行い、十分に水洗後、無水硫酸ナトリウムによる脱水後、濾過し、n-ヘキサンを減圧留去し、加水分解物を得た。

2. 2. 2 エチルエステル化物

先の加水分解物1kgに対し、エチルアルコール2L、濃硫酸20mlを加え、マントルヒーターで4時間、加熱還流し、n-ヘキサンで抽出した。

抽出は2回行い、十分に水洗後、無水硫酸ナトリウムによる脱水後、濾過し、n-ヘキサンを減圧留去し、エチルエステル化物を得た。

2. 3 各濃縮法と評価方法

2. 3. 1 尿素付加法

脂肪酸の不飽和度の差を利用した分別を行うべく、尿素付加法を検討した。

前処理工程で得られた加水分解物1kgに対し、メチルアルコール3.3l、尿素660gを加熱溶解し、4℃にて一晚放置後、晶析物をろ別した。ろ液はその10%を分析に供し、残部90%に、再度尿素を加熱溶解し、前述の手順同様、晶析物とろ液を得る操作を合計5回行い、各区分の分別物中の脂肪酸組成を評価した。

晶析物は等量のメチルアルコールを加え加熱溶解し、6M硫酸にてpH2以下に調整し、n-ヘキサンで抽出した。

* 高級アルコール工業株式会社

また、ろ液も 6M 硫酸にて pH 調整、以下同様に抽出を行った。

抽出は 2 回行い、十分に水洗後、無水硫酸ナトリウムによる脱水後、濾過、n-ヘキサンを減圧留去し、各画分を得た。

ろ液は目的成分濃縮物としての組成評価を行うとともに、ろ液、晶析物ともに物質収支の算出基礎とした。

2. 3. 2 減圧蒸留法

エチルエステル化物を原料としウィットマー蒸留装置にて 5hPa (≒4mmHg)、180°Cにて減圧蒸留を行い、時間経過毎に得られた残液を評価した。

2. 3. 3 ウィンターリング法

原油、加水分解物、エチルエステル化物に適宜溶媒を添加し、-5°C~-29°C大気下で 12 時間攪拌後、同条件下で自然濾過により分別した。

表1 分別条件

試料	ウィンタリング温度	使用溶剤
加水分解油	-20°C	5%含水アセトン
エチルエステル化物	-20,-25,-29°C	—

2. 3. 4 脂肪酸組成分析

ナカライテスク株式会社製脂肪酸分析キットにて常法どおり前処理を行った。すなわち、三フッ化ホウ素—メタノール法により、メチルエステル誘導体化を行い、ガスクロマトグラフ質量分析計により、測定した。

同定は標品との保持時間、マススペクトルの比較により行い、TICの面積百分率を便宜上、分析値として使用した。

GC-MS : JMS-Q1000Mk II (日本電子株式会社)

70eV-300 μA イオン源温度 260°C

コラム(共通) : Spelco-SP2500 (0.25 mm×0.2 μm×100m)

Inj: 240°C, Det: 240°C

240°C (10min)-2°C/min-240°C (15min)

標準物質 : SPELCO FAME Mix SPB-PUFA

WAKO (Cayman) 5(Z), 11(Z), 14(Z)-Eicosatrienoic acid

3. 結果及び考察

3. 1 尿素付加法

5 回繰り返し尿素付加を行った処理物の脂肪酸組成を図 1 に示す。また、その際の回収率を図 2 に示す。

本法は、脂肪酸の選択性が高く、尿素付加により、飽和脂肪酸であるパルミチン酸、ステアリン酸は容易に除去が可能であるが、分子量、構造が比較的近い不

飽和脂肪酸であるリノール酸とシアドン酸の完全な分離はできなかった。

3 回処理終了時点で、リノール酸、シアドン酸以外はほぼ除去されており、5 回処理終了時、シアドン酸濃度は 45.6%、シアドン酸/リノール酸比は 0.87 で、シアドン酸回収率は 39.2%であった。

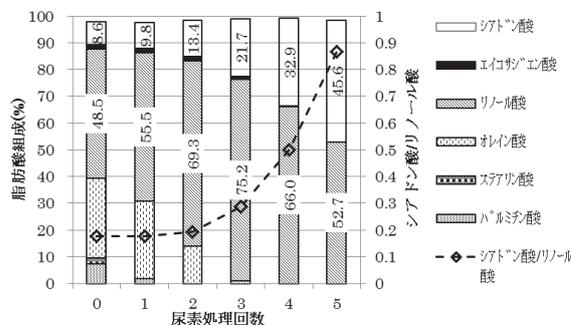


図 1 尿素処理物の脂肪酸組成

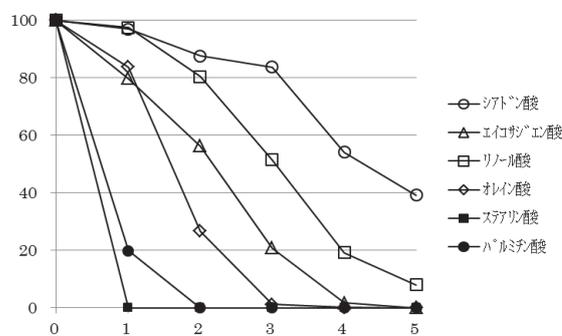


図 2 尿素処理物中各脂肪酸の回収率

3. 2 減圧蒸留法

減圧下で塔頂温度 180°C までゆるやかに加熱・保持した状態で留出させた際の残油部組成 (図 3) と回収率 (図 4) を評価した。

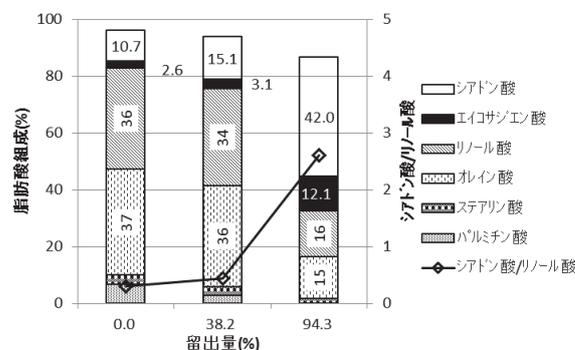


図 3 減圧蒸留時の残油組成 (4hPa, 180°C)

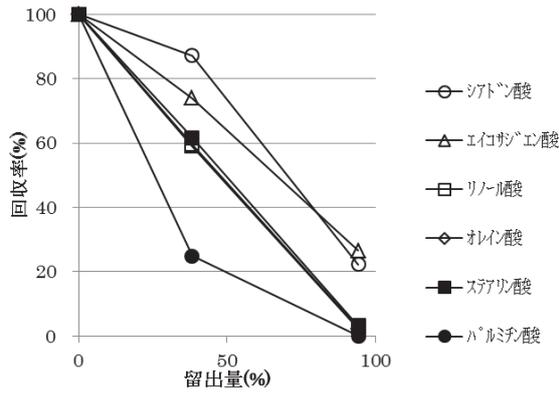


図4 減圧蒸留時の各脂肪酸成分回収率

その結果、94.3%留出時にシアドン酸濃度は42.0%に達したが、リノール酸以外の比較的分子量の高い不飽和脂肪酸が濃縮されているため、シアドン酸/リノール酸比は2.6と、高値を示した。

また、シアドン酸回収率は22.3%と、前法の約1/2に留まった。

3.3 ウィンタリング法

3.3.1 加水分解油のウィンタリング分別

加水分解油のウィンタリング分別結果を図5、回収率を図6に示す。

その結果、低希釈時のパルミチン酸、ステアリン酸の分別効果は顕著に見られたが、その他の脂肪酸を顕著に分別する事はできなかった。

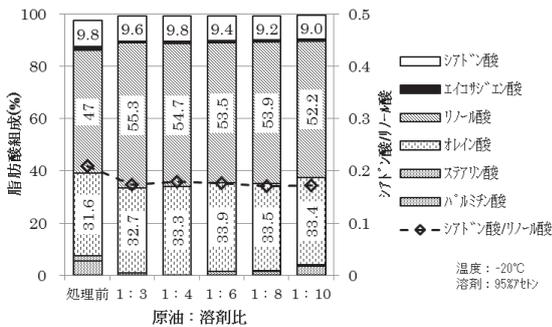


図5 加水分解物のウィンタリング分別結果

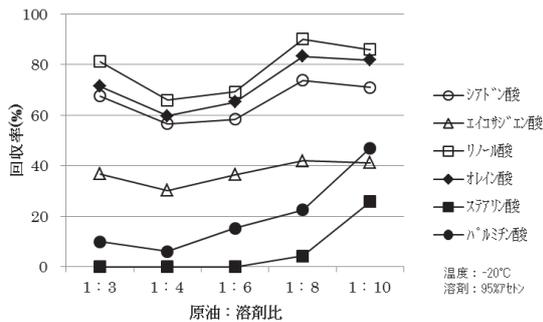


図6 ウィンタリング分別油(加水分解油)中の各脂肪酸回収率

3.3.2 エチルエステル化油のウィンタリング分別

エチルエステル化油のウィンタリング分別結果を図7、回収率を図8に示す。

図7より、この温度帯ではシアドン酸の濃縮は限界があるが、パルミチン酸、ステアリン酸の分別効果の温度依存性があり、比較的容易に分離が可能であった。

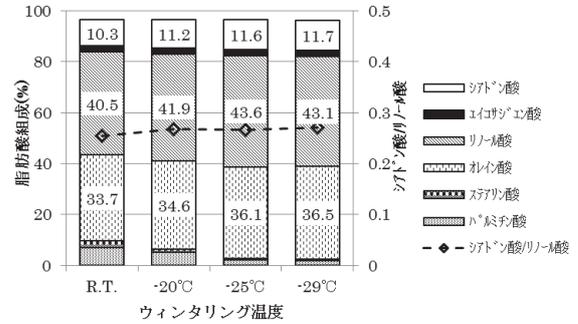


図7 エチルエステル化油のウィンタリング分別結果

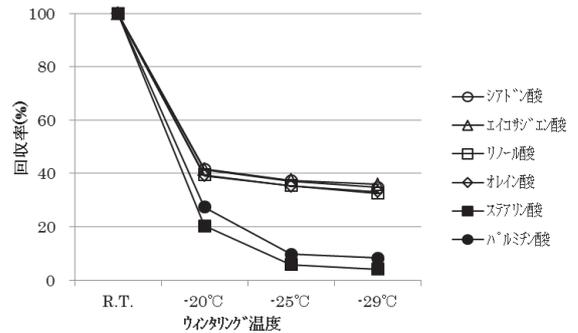


図8 ウィンタリング分別油(エチルエステル化油)中の各脂肪酸回収率

3.4 各方法の比較

3.1~3.3の各手法の結果から、最も高い分離効率を得られた各条件での脂肪酸組成から得られた処理前後の濃縮係数を表2に示す。

表2 各濃縮法による脂肪酸濃縮係数・回収率比較

方法	条件	脂肪酸濃縮係数					シアドン酸回収率(%)
		パルミチン+ステアリン	オレイン酸	リノール酸	エイコサジエン酸	シアドン酸	
尿素付加法	5回付加処理	0.0	0.0	1.1	0.0	5.3	39.2
減圧蒸留法	94.3%留去残液	0.2	0.5	0.3	7.6	4.9	22.3
ウィンタリング	-20°C, 1.37セトン	0.1	1.1	1.1	0.5	1.1	67.5
ウィンタリング	-29°C	0.2	1.2	0.9	1.6	1.4	34.7

以上の結果より、尿素付加法をベースに、リノール酸除去に減圧蒸留法を併用する事により、効率的なシアドン酸濃縮が図れるものと思われる。

また、本報では単蒸留による減圧蒸留であるが、工業的には多段蒸留を採用する事により、シアドン酸回収率の向上が図られる事は容易に推察される。

4. まとめ

カヤ種子油中のシアドン酸の濃縮単位操作を試みた。その結果、尿素付加法及び減圧蒸留法によりシアドン酸濃度をそれぞれ45.6%、42%に濃縮する事が可能であった。また、その時の回収率は、それぞれ39.2%、22.3%であった。

上記2法による濃縮過程でシアドン酸以外の脂肪酸濃縮係数には大きな差があり、これを組み合わせ利用することにより、効率的な分離・濃縮が可能である事が示唆された。

参考文献

- 1) 川北浩久:平成23年度高知県工業技術センター研究報告, 43, (2012)45-48
- 2) 渡邊浩幸:第33回日本肥満学会(京都市),2012年10月
- 3) 京都大学農学部農芸化学教室編:農芸化学実験所第2巻

海洋深層水濃縮水の滅菌処理技術

隅田 隆 矢野雄也 伊吹 哲 竹家 均*

Sterilization Processing Technique of Deep Sea Concentration Water

*Takashi SUMIDA Yuya YANO Satoru IBUKI Hitoshi TAKEYA**

海洋深層水濃縮水の滅菌処理技術として、UV ランプ及びUF（限外ろ過）膜を用いた滅菌システムを評価した。ラボスケール、実機スケールの試験からUV ランプ、UF 膜の滅菌処理の有効性を示す結果を得た。循環方式では濃縮水をストックするタンク内の衛生管理には注意を要した。濃縮水の供給に関しては、UV ランプ、UF 膜の滅菌処理後直接の提供が望ましい結果となった。

1. はじめに

室戸市の深層水利用企業においては、深層水の脱塩水は利用しているものの濃縮水は多くを廃棄しており、この濃縮水の利用が模索されている。濃縮水とは、逆浸透膜方式を用いて脱塩水を生産している際に、二次的に生産される濃縮海水を言う。現在、深層水を利用する企業は室戸市まで採水に行く必要があり、運搬コストも無視できない。濃縮水を利用する場合、品質安定性の面、輸送コストの面が優位であるならば、県中西部などさらなる深層水利用につながる。

この濃縮水に関しては、濃縮水を提供する企業の視点からすると、衛生面を考慮して菌類が認められない濃縮水を販売したいという要望がある。そこで、濃縮水の滅菌処理技術を調査し、濃縮水の提供に向けての基礎データを報告する。

2. 滅菌処理の方法とその特徴

2. 1 紫外線ランプ

紫外線による殺菌機構については、生物の細胞内には遺伝情報をつかさどる核酸(DNA または RNA)が存在し、UV が照射されると核酸はその光を吸収し、一部のピリミジン(主にチミン)がピリミジン二量体を形成するため、遺伝子からの転写制御が滞り新陳代謝に支障を来し死に至るとされる。したがって、UV で細菌自体は直ちに死ぬわけではないが、代謝能力、増殖能力が無くなった状態になる。そのため、不活化ともいわれる。また、少量のUV の場合は、細菌の種によっては可視光を強く照射されると活性を取り戻す光回復という現象も見られる。その光回復には、波長 300~500nm

の可視光によって活性化される光回復酵素による酵素的な光回復と、近紫外光により間接的に復元される非酵素的な光回復の2通りが知られている。対象菌が光回復する場合は、その回復レベルも考慮してUV 照射量などを決定する必要がある。^{1) 2)}

殺菌に用いられる光源として、殺菌作用の大きい260nm 付近(253.7nm)のUV を効率よく発光する低圧水銀ランプが一般的に広く使用されている。また、使用するガラス管は、UV を透過する必要があるため特殊ガラスや石英ガラスが用いられる。また、殺菌作用は波長が300nm 以下であれば有効であるので、最近では高圧水銀ランプやキセノンランプなども殺菌用途に使用されている。

水や溶液を対象としてUV 殺菌する場合、対象水への照射方法により外照式と内照式に大別されるが、殺菌効率の良さ、使いやすさなどから内照式が広く利用されている。装置としては、水とランプを隔離するランプジャケットの内部に光源(UV ランプ)を入れた殺菌槽と電源装置で構成される。近年、光源の高出力化や多灯方式により装置の処理能力も高くなり、殺菌槽一槽でも枯草菌芽胞に対して200m³/h で99.9%処理可能な大容量処理ができる装置もある。滅菌処理では以下の条件を考慮して設計しなければならない。

1. 処理流量
 2. 処理対象菌
 3. 処理液のUV 透過率
 4. 処理液の温度(液温により光源の出力が変化する)
 5. 処理液中の浮遊物の有無(影部は殺菌されない)
- また、UV 照射により有機物の酸化分解がおこることが

* 高知県海洋深層水研究所

	0.0001 μm (1 Å)	0.001 μm (10 Å)	0.01 μm	0.1 μm	1 μm	10 μm
分離対象	H ₂ O ₂ CO H ₂ O	Cl ⁻ OH ⁻ Na ⁺ Ca ²⁺	卵白 シヨ糖	各種ウイルス コロイドシリカ	油エマルジョン ラテックス	大腸菌 ブドウ球菌
膜分離法				精密ろ過膜(MF膜)		一般ろ過
		限外ろ過膜(UF膜)				
		ナノ膜(NF膜)			プレコート	
	逆浸透膜(RO膜)					

図1 各種膜分離法と分離対象⁴⁾

報告されており、処理液に変質がないことの確認が必要となる。³⁾

2. 2 膜処理

膜分離技術としては、その孔形の大きさより精密ろ過 (Micro Filtration、MF) 膜、限外ろ過 (Ultra Filtration、UF) 膜、ナノろ過 (Nano Filtration、NF) 膜、逆浸透 (Reverse Osmosis、RO) 膜に分類される。

MF は、主に微粒子や微生物の除去を目的として、生ビールやミネラルウォーターの除菌、醤油の除菌・清澄化に利用される。使用圧力は0.1MPa 以下とされる。UF は、酵素・タンパク質、多糖類のような高分子化合物の分離に利用され、その分画分子量は数千から数十万の範囲といわれる。従って、必要な圧力もそれほど高くなく、一般に0.1~0.3MPa 程度である。代表的な実用化例としては酵素の精製がある。NF は、RO と UF の中間領域の分離技術として10年ほど前から注目されており、分子量数百の低分子化合物を分離でき、オリゴ糖の分画等に利用されている。RO では、他のろ過法に比べて、水と溶質の膜に対する溶解性と拡散性の違いによって分離されると考えられている。用途は海水の淡水化をはじめ、各種濃縮に用いられ、数MPa 程度の圧力で濃縮できるため熱変性がなく、高品質の濃縮製品ができることが特長である。膜を用いた滅菌処理は、菌類を殺すのではなく分離させるという意味合いとなる。菌類の除去を目的とする膜の種類としては、MF あるいはUF が適合すると思われる。図1に分離対象物質と分離膜を示す。

3. 実験方法

3. 1 滅菌 UV ランプ及びUF 膜

ラボスケールでの滅菌装置では、UV ランプは環境テ

クノス製UVG6W、UF 膜はダイセン・メンブレン・システムズ製HIT-1-FUS1582 を用いた。また、実機スケールの装置として、海洋深層水研究所所有のUV ランプは日本フォトサイエンス製NPH-1/2 (900w)、UF 膜は東レ製CP20-1010 を用いた。

3. 2 ラボスケールによる滅菌試験

3. 2. 1 UV ランプ循環方式

UV ランプを使用する際の除菌能を調べた。菌の評価は一般生菌数法により実施した。ただし、標準寒天培地の作成には滅菌処理した濃縮水を用いた。

UV ランプ循環システムを図2に示す。試験に使用した濃縮水量は870ml、循環流速は7.2ml/min で試料は2時間で1巡する。サンプリング場所はUV ランプ通過後と容器内で、サンプリング時間は、スタート時、30分後、その後1時間毎に行なった。なお、濃縮水は海洋深

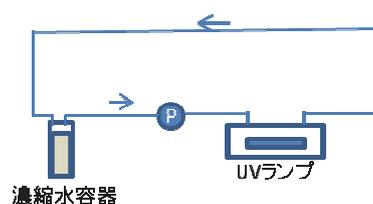


図2 UV ランプ循環システム

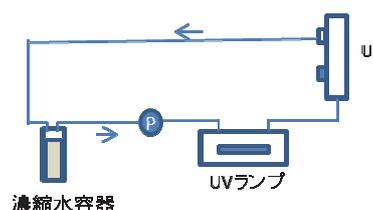


図3 UV ランプ-UF 膜循環システム

層水研究所内にて東レ逆浸透膜 SU-810 で造水し、一定期間 35°C インキュベータにて培養した疑似雑菌水としたものである。

3. 2. 2 UV ランプ-UF 膜循環方式

UV ランプ循環方式に UF 膜を加えたシステムで除菌能を調べた。試験条件は 3. 2. 1 に記述した UV ランプ循環方式と同じで、サンプリング場所は UF 膜通過後と容器内である。UV ランプ-UF 膜循環システムを図 3 に示す。

3. 3 実機スケールによる滅菌試験

UV ランプと UF 膜を組み合わせた実機スケールでの除菌能を調べた。試験に使用した濃縮水は 3m³、循環流速は 1m³/h で試料は 3 時間で 1 巡する。この濃縮水は、インキュベータで培養した疑似雑菌水を 2L ほど加えた試料である。サンプリング場所は、タンク内、UV ランプ通過後、UF 膜通過後とした。また、サンプリング時間はスタート時、1、2、4、8、24 時間で行った。循環システムは、図 3 と同様である。

4. 結果及び考察

4. 1 ラボスケールによる滅菌試験

4. 1. 1 UV ランプ循環方式

表 1 に試験結果を示す。スタート時 42000 個/mL の生菌数だったが、UV ランプ透過後は全てカウント 0 となった。また、容器内は、徐々に減少しているものの 5 時間後で 650 個/mL だった。

表 1 UV ランプ循環方式の一般生菌数

時間(h)	UV 通過後 (個/mL)	容器内 (個/mL)
0	-	42000
0.5	0	28000
1	0	30600
2	0	3200
3	0	2000
4	0	1400
5	0	650

4. 1. 2 UV ランプ-UF 膜循環方式

表 2 に UV ランプ-UF 膜循環方式の試験結果を示す。スタート時は 4300 個/mL の生菌数だったが、UV ランプ-UF 膜通過後はゼロとなった。容器内の生菌数は UV ランプ循環方式と同様減少はしているものの、7 時間後でも 70 個/mL だった。これは、タンク内は除菌処理を

しているわけでないため菌数がゼロとはならず、UV、UF 処理水での希釈効果のためと考えられた。

UV ランプ循環方式と UV ランプ-UF 膜循環方式のラボ試験結果を比較すると、処理能力は両方式でも効果に差がなかった。しかしながら、UV ランプの滅菌処理に関しては、いままでの予備試験の結果から、滅菌効果にバラツキが見られた。これは変動照射時間、照射距離、懸濁物の有無等滅菌条件によるものと考えられ、UV ランプ、UF 膜の組み合わせによる処理がより望ましいと考える。

表 2 UV ランプ-UF 膜循環方式の一般生菌数

時間(h)	UF 通過後 (個/mL)	容器内 (個/mL)
0	-	4300
0.5	0	1560
1	0	1400
2	0	400
3	0	238
4	0	136
5	0	120
6	0	125
7	0	70

4. 2 実機スケールによる滅菌試験

次に、実機スケールでの滅菌試験を実施した。試験結果を表 3 に示す。ラボ試験結果に反して UV ランプ通過後、UF 膜通過後で数個/mL の菌数がカウントされた。原因として、サンプリングのため分岐したホースを設置しており、その分岐部分やホース内のコンタミが考えられた。実用化に関しては、次亜塩素酸溶液等を用いた使用前のシステム系内の消毒が重要となると思われる。

表 3 実機スケールでの一般生菌数

時間(h)	UV 通過後 (個/mL)	UF 通過後 (個/mL)	タンク内 (個/mL)
0	-	-	730
1	5	2	740
2	2	1	210
4	1	2	48
8	0	2	80
24	0	0	12

濃縮水のタンク内の菌数は、ラボ試験同様の傾向を示し徐々に減少しているが 24 時間後で 12 個/mL の菌

数がカウントされた。循環式システムは一般的に利用されているが、濃縮水の提供においてタンクからの提供ではなく、UV、UF の処理後の濃縮水を直接提供することが望ましいことが示唆された。

5. まとめ

濃縮水の供給のため UV ランプ、UF 膜を用いた滅菌処理方法を検討した。ラボ試験において、UV ランプ、UF 膜の滅菌効果が確認できた。ラボ試験の結果を受けて実機スケールでの滅菌試験を実施した結果、UV ランプ処理、UF 膜処理後の濃縮水を供給するシステム作りが必要と考えられた。また、使用前のシステム系内の消毒処理が重要であると思われた。

参考文献

- 1) 大垣真一郎：造水技術、15(1989)33-39
- 2) 新谷英晴：防菌防黴、31(2003)385-391
- 3) 隅田隆：高知県海洋深層水研究所報、5(2002)104-107
- 4) 山代祐司、新谷卓司：生物工学会誌、1(2013)11-13

Ⅱ 平成 25 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、高知県紙業試験場と併設のまま化学、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に新築
- 20年 戦争により庶務部、化学部のみとなる
- 21年5月 職員の帰還により工芸部門復活
- 22年5月 高知県木工技術養成所を吸収し木竹部を新設、機械係を置く
- 23年4月 地下資源部門を復活し、窯業地源部となる
- 24年2月 工芸部を木竹部に吸収
- 26年1月 金属機械部設置
- 27年4月 窯業地源部が石灰部と改称
- 30年8月 庶務部を総務課に、化学、石灰、金属機械、木竹各部をそれぞれ科に改称
- 36年4月 デザイン科を新設
- 37年4月 石灰科を窯業科と改称
- 38年4月 食品科を新設
- 41年4月 技術相談室設置（高知県中小企業指導所技術係及び当時各科長が兼任）
- 45年10月 技術相談室を技術・公害相談室と改称
- 53年4月 金属機械科を金属科と機械科に分科
- 55年4月 次長制度新設
- 56年4月 木竹科を木材加工科と木材指導科に分科

平成

- 2年3月 高知市布師田3992-3（現在地）へ移転
- 2年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し、開所 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、機械科、金属科を技術第3部、木材加工科、木材指導科を技術第4部に機構改革
- 6年4月 技術次長制度を新設し、次長（事務）、技術次長の2次長制となる
- 10年4月 企業化支援センターを工業技術センター内に設置
- 11年4月 工業技術センター土佐山田分室を森林総合センター内に設置
- 13年4月 企画情報室を企画室に、技術第1部を資源環境部に、技術第2部を食品加工部に、技術第3部を生産情報部と材料技術部に、技術第4部を資源環境部と材料技術部に、それぞれ再編して改称
- 17年4月 企画室を研究企画部に、食品加工部を食品開発部に、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 食品加工研究棟竣工

1-2 土地及び建物 (平成26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 9,320.84 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・金属・電子・ 窯業・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折半葺	299.39 m ²
材料実験棟	鉄骨ALC折半葺	377.47 m ²
食品加工研究棟	鉄骨造	195.75 m ²
渡り廊下	鉄筋コンクリート2階	28.80 m ²
車庫棟	鉄骨ALC折半葺	107.21 m ²
産業廃棄物置場	鉄骨スレート	6.00 m ²
危険物倉庫	鉄筋コンクリート	10.00 m ²
木材乾燥棟	鉄骨折半葺	48.15 m ²
特殊ガス、LPG棟	鉄筋コンクリート	31.50 m ²
計量検定所	鉄筋コンクリート	462.77 m ²
企業化支援センター	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)発明協会 高知県支部	172.8 m ²
4 階	(一社)高知県工業会	37.2 m ²
5 階	高知県産業振興推進高知市地域本部 地域づくり支援課 地域支援企画員	38.3 m ²

1-3 組織と分掌 (平成26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 (3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 (7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 (9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

1-4 職員名簿

(平成26年3月31日現在)

課名	職名	氏名	備考
	所長	津嶋 貴弘	H25.4.1～
	次長	小松 信幸	
	技術次長	篠原 速都	H25.4.1～
総務課	課長	小松 信幸	兼務
	チーフ	森岡 孝子	H25.4.1～
	主幹	泉 公栄	H25.4.1～
研究企画課	課長	島本 悟	H25.4.1～
	チーフ	保科 公彦	H25.4.1～
	主任研究員	竹内宏太郎	
食品開発課	課長	上東 治彦	
	チーフ	森山 洋憲	
	チーフ	遠藤 恭範	H25.4.1～
	主任研究員	近森 麻矢	
	主任研究員	加藤 麗奈	
	主任研究員	阿部 祐子	
	研究員	竹田 匠輝	
	研究員	下藤 悟	
生産技術課	課長	刈谷 学	H25.4.1～
	チーフ(機械加工担当)	山本 浩	
	チーフ(制御技術担当)	眞鍋 豊士	H25.4.1～
	主任研究員	今西 孝也	
	主任研究員	毛利 謙作	
	主任研究員	土方啓志郎	
	主任研究員	村井 正徳	
資源環境課	課長	川北 浩久	
	チーフ(環境技術担当)	隅田 隆	
	チーフ(資源活用担当)	河野 敏夫	
	主任研究員	岡本 佳乃	H25.4.1～
	主任研究員	伊吹 哲	
	主任研究員	鶴田 望	
	主任研究員	岡崎 由佳	
	研究員	矢野 雄也	
	研究員	鈴木 大進	H25.4.1 新規採用

1-5 決算状況

歳入(特定財源)

款	項	目	節	決算額
				平成25年度
8. 使用料及び手数料				円 23,751,425
	1. 使用料	5. 商工労働使用料	(2)工業技術センター使用料	8,068,405 8,068,405 8,068,405
	2. 手数料	4. 商工労働手数料	(2)工業試験手数料	15,683,020 15,683,020 15,683,020
14. 諸収入				30,898,395
	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	30,223,979 30,223,979 30,223,979
	8. 雑入	11. 商工労働部収入	(3)新産業推進課収入	674,416 674,416 674,416
合 計				54,649,820

歳 出

款	項	目	節	決算額
				平成25年度
7. 商工労働費	1. 商工費	4. 産業技術振興費		円
				418,851,922
				418,851,922
				418,851,922
			(2)給料	135,731,103
			(3)職員手当等	65,276,408
			(4)共済費	50,332,103
			(7)賃金	7,449,385
			(8)報償費	18,855,231
			(9)旅費	6,716,559
			(11)需用費	61,073,864
			(12)役務費	1,710,312
			(13)委託料	21,541,285
			(14)使用料及び賃借料	918,652
			(15)工事請負費	7,920,150
			(18)備品購入費	40,808,250
			(19)負担金補助及び交付金	512,820
(27)公課費	5,800			
12. 土木費	6. 建築費	3. 建築費		0
				0
			(11)需用費	0
歳 出 合 計				418,851,922

2. 業務・事業の状況

2-1 研究開発及び技術支援

○ものづくり産業振興事業

(1) 産学官連携推進事業

- ①新ダイカスト法による高品質薄肉大型一体化アルミ部品の試作開発 (H22～H26、生産技術課)
- ②ホームネットワークによる高齢者安否確認システムの開発 (H23～H25、生産技術課)
- ③マイクロバブルシステムの開発 (H23～H26、資源環境課)
- ④県内未利用有用植物の活用に向けた農商工医連携基盤の構築と事業化モデル (H23～H26、資源環境課)
- ⑤サイクロン高性能化によるフィルターレス新型吸引車の開発 (H24～H25、資源環境課)

(2) ものづくり産業推進事業

- ①結晶構造制御による研削用砥粒の開発 (H22～H25、資源環境課)
- ②硬質地盤対応型切削チップの開発 (H23～H25、生産技術課)
- ③難削・難形状用ツールホルダの開発 (H23～H26、生産技術課)
- ④モーショントラックの油圧プレス装置分野への新展開 (H24～H25、生産技術課)
- ⑤レアメタルのリサイクル実用化技術の開発 (H23～H25、資源環境課)
- ⑥拡張現実感による防災計測機器の高機能化 (H25～H26、生産技術課)
- ⑦地域資源循環につながる国産柑橘加工技術の刷新 (H24～H26、生産技術課)
- ⑧光造形による消失模型を用いた大型精密鋳造法の開発 (H24～H26、生産技術課)
- ⑨分割式ロータリーフィルターの応用商品開発 (H25～H26、生産技術課)
- ⑩インサート・インモールド併用特殊金型とそれに対応した新規意匠材の開発 (H25～H27、資源環境課)
- ⑪地域木質資源と県内技術の高度利用による商品開発支援 (H25～H27、資源環境課)
- ⑫石灰業界に対する技術支援 (H25～H26、資源環境課)
- ⑬産業排水処理技術の開発 (H25～H26、資源環境課)
- ⑭海洋深層水濃縮水の保存安定性試験 (H25、資源環境課)

○食品産業振興事業

(1) 食品加工産業重点支援事業

- ①高規格化乾燥処理技術確立と地産外商向け乾燥素材の研究開発 (H23～H25、食品開発課)
- ②多品種少量生産に適した凍結濃縮装置の開発 (H22～H26、食品開発課)
- ③超高压処理による農水産加工品への利用 (H23～H25、食品開発課)
- ④問題解決型研究による農商工連携事業者支援 (H24～H26、食品開発課)
- ⑤柑橘果皮由来エッセンシャルオイルの食品への応用 (H23～H25、食品開発課)
- ⑥ヘルスコンシャスなアルコール飲料の開発 (H23～H26、食品開発課)
- ⑦県産ユズ果汁のブランド化推進支援 (H23～H27、食品開発課)
- ⑧県産素材を用いた発酵食品の開発 (H25～H27、食品開発課)
- ⑨県産ショウガを利用した嚥下機能改善補助品の開発 (H25～H27、食品開発課)
- ⑩ウコン属植物の機能性成分に着目したウコン加工技術の開発 (H25～H27、食品開発課)
- ⑪シラス加工場の効率化支援 (H25～H27、食品開発課)

(2) 地域 AP 重点支援事業費

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、国を初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、電子メールによるオンライン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の推進チームのメンバーとして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、具体的な研究の頭出しや大学、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初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、国を初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、外部の技術指導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、機械金属加工特別技術支援員及び資源利用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。

高知市の地域雇用創造推進事業（パッケージ事業）や土佐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、メールニュースを適宜発行するとともに、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・支援活動成果報告会やホームページ等を通じて普及を図った。

技術情報誌（技術情報こうち・年間3回発行）、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、(公財)高知県産業振興センターの情報誌「情報プラットフォーム」に、隔月で工技の活動内容を掲載して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。

以上、所長以下5課32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。

3. 誌上・口頭発表

3-1 論文発表

テーマ・著者	掲載誌
(技術次長) 自動車内装材等への木質系部材の展開 篠原速都	日本塑性加工学会誌 Vol. 55, No. 637, pp93-97 (2014-2)
(資源環境課) Thermoelectric properties and figure of merit of perovskite-type Ba_{1-x}LaxSnO₃ with x.0.002-0.008 Masahiro Yasukawa, Toshio Kono, Kazushige Ueda, Hiroshi Yanagi, Sung Wng Kim, Hideo Hosono	Solid State Communications, 172(2013) 49-53

3-2 その他の投稿

テーマ・著者	掲載誌
(所長) 高知県工業技術センター食品開発課における取り組みについて 津嶋貴弘	「食品の試験と研究」第48号 (2013、平成25年度版)
(食品開発課) 食品に含まれる微量な機能性成分の分析 森山洋憲、下藤悟	製品中に含まれる(超)微量成分・不純物の同定・定量ノウハウ 技術情報協会、第1版、pp. 206-210 (2014)
ショウガ粉末の6-ジングロール分析法 森山洋憲	食品中の健康機能性成分の分析法マニュアル 産技連/食品機能成分分析研究会、2013
(資源環境課) 技術シーズを活用した研究開発テーマの発掘 隅田隆、鶴田望(分担著書)	技術情報協会、第8章、第11節811-817

3-3 学会発表(ポスター発表含む)

発表題目	学会名	期日	場所
(技術次長) 高知県産竹材を用いた自動車内装材等の製品開発 篠原速都	第7回産学官民 コミュニティ全 国大会	H25. 10. 19	高知市
(食品開発課) 懸濁結晶法凍結濃縮装置を用いた液体だしの濃縮 森山洋憲、下藤悟(工技)、第十覚、泰泉寺雄三(垣内)、森澤秀次(光電設)、竹島敬志、北村達(高知高専)、竹内悠規、佐藤暢、松本泰典(高知工科大)	日本食品科学工 学会第60回大 会	H25. 8. 30	東京都日 野市

発 表 題 目	学 会 名	期 日	場 所
干しゼンマイ製造工程における色調変化について 下藤悟、久武陸夫、竹田匠輝、森山洋憲	日本食品科学工 学会第 60 回大 会	H25. 8. 30	東京都日 野市
懸濁結晶法による凍結濃縮システムの製氷部の効率性 に関する研究 竹内悠規、佐藤暢、松本泰典（高知工科大）、竹島敬 志、北村達（高知高専）、泰泉寺雄三（垣内）、森澤 秀次（光電設）、森山洋憲、下藤悟（工技）	日本設計工学会 四国支部平成 25 年度研究発表講 演会	H26. 3. 26	香美市
（生産技術課） 「マイクロ波による柑橘類からの精油抽出」 村井正徳	第 7 回産学官民 コミュニティ全 国大会	H25. 10. 19	高知市
（資源環境課） セルロースを基材とする貴金属吸着材の開発 隅田隆・矢野雄也・岡崎由佳・山下実・川北浩久・福 富元	日本分析化学学 会 第 73 回分析 化学討論会	H25. 5. 19	函館市

3 - 4 その他の発表

講演会等名称及び題目	発表者	主 催	期 日	場 所
（所長） 先輩から学ぶⅠ「職業領域別講演」 農林水産系・工業系研究技術者	津嶋貴弘	高知小津高等学 校	H25. 10. 31	高知市
（食品開発課） 食品分析フォーラム推進会議 「ショウガの 6-ジンゲロールの分析」 産業技術連携推進会議ライフサイエンス部 会・バイオテクノロジー分科研究成果・実 用化事例発表会「県産未利用有用植物の活 用に向けた農商工医連携基盤の構築と事業 化モデル」	森山洋憲 岡本佳乃	産技連/食品機能 成分分析研究会 産業技術総合研 究所 産業技術連携推 進会議	H25. 7. 24 H26. 2. 19	高松市 つくば市
（生産技術課） 地産外商を支援する食品充填機の開発 「ホームネットワークによる高齢者安否確認に 関する研究」 「エネルギーを情報化する技術と製品の 開発」	毛利謙作 今西孝也 今西孝也	地域交流ワークショ ップ実行委員会 平成 25 年度産 総研本格研究ワ ークショップ in 松 山 産業技術連携推 進会議第 11 回 組み込み研究会	H25. 5. 22 H25. 11. 12 H25. 11. 19	つくば市 松山市 東京都江 東区

講演会等名称及び題目	発表者	主 催	期 日	場 所
組込み総合技術展 2013 「電子看板」のパネルと実機展示	今西孝也	(社)組込みシステム技術協会	H25.11.20 ～11.22	横浜市
第3回 TOPPERS 活用アイデア・アプリケーション開発コンテスト 「uIP による WEB サーバの開発」 (活用アイデア部門銅賞)	今西孝也	特定非営利活動法人 TOPPERS プロジェクト	H25.11.21	横浜市
(資源環境課) 高知化学会 第26回研究会 「欧州 RoHS 規制と ISO/IEC 17025 試験所認定取得の取り組みについて」	岡崎由佳	高知化学会	H25. 8.31	高知市
平成25年度産業技術連携推進会議中国地域部会・四国地域部会合同 環境・エネルギー技術分科会 「セルロースを基材とした金吸着材の開発」	矢野雄也	産業技術総合研究所 産業技術連携推進会議	H25.11.29	岡山県

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	—	—	155	181
食品開発課	278	1,393	175	621
生産技術課	92	280	362	1,031
資源環境課	415	2,071	336	983
合計	785	3,744	1,028	2,816

4-2 審査員派遣

審査会等名称	期日	主催	派遣者	会場
(所長・技術次長)				
ものづくり中小企業・小規模事業者試作開発等支援事業 第1回高知県審査委員会	H25. 4. 17	高知県中小企業団体中央会	津嶋貴弘	中央会会議室
〃	H25. 5. 14	〃	〃	〃
第2回高知県審査委員会	〃	〃	〃	〃
第3回高知県審査委員会	H25. 8. 8	〃	〃	〃
研究会発事業化支援事業費補助金審査会 第1回	H25. 5. 27	高知県商工労働部 工業振興課	〃	工業技術センター
〃 第2回	H25. 7. 16	〃	〃	〃
〃 第3回	H25. 9. 25	〃	〃	〃
〃 第4回	H25. 11. 15	〃	〃	〃
〃 第5回	H25. 12. 6	〃	〃	〃
第1回高知県防災関連製品認定審査会	H25. 6. 27	高知県防災関連産業交流会(工業振興課)	篠原速都	高知会館
第2回 〃	H25. 12. 17	〃	津嶋貴弘	高知会館
防災関連見本市出展者選考審査委員会	H25. 7. 23	高知県商工労働部 工業振興課	〃	高知共済会館
土佐 FBCⅡ企画運営委員会選考委員会(書類審査)	H25. 8. 6	高知大学国際・地域連携センター	〃	高知大学農学部
〃(面接審査)	H25. 8. 19	〃	〃	〃
高知市実践型地域雇用創造事業受託事業者選考審査委員会	H25. 8. 22	高知市雇用創出促進協議会	〃	高知市役所たかじょう庁舎
土佐 FBCⅡ企画運営委員会選考委員会(書類審査)	H25. 10. 23	〃	〃	〃
〃(面接審査)	H25. 11. 7	〃	〃	〃

審査会等名称	期日	主催	派遣者	会場
高知県リサイクル製品等認定審査会	H25. 12. 5	高知県林業振興環境部 環境対策課	〃	高知会館
第28回高知県地場産業大賞審査委員会	H26. 1. 7	(公財)高知県産業振興センター	〃	ぢばさんセンター
第2回高知県下水汚泥有効活用検討委員会	H26. 2. 7	高知県下水汚泥有効活用検討委員会	〃	県職業能力開発センター
第13回高知エコ産業大賞審査会	H26. 2. 19	高知エコデザイン協議会	津嶋貴弘	布師田工業団地組合事務所
第1回高知県新事業分野開拓者認定制度・高知県モデル発注制度審査会	H25. 9. 5	高知県商工労働部 工業振興課	篠原速都	高知会館
第2回高知県新事業分野開拓者認定制度・高知県モデル発注制度審査会	H26. 2. 18	高知県商工労働部 工業振興課	〃	高知会館
第56回高知県発明工夫審査会	H25. 10. 24	一般財団法人高知県発明協会	〃	工業技術センター
(食品開発課)				
平成25年度全国新酒鑑評会	H25. 4. 23 ～ 4. 25	酒類総合研究所	上東治彦	酒類総合研究所
Sake competition 2013	H25. 5. 28 7. 1	長谷川酒店・日本名門酒会	上東治彦	東京プリンスホテル
平成25年度県内酒造場庫内品質管理調査会	H25. 7. 24 7. 25 7. 26	安芸税務署 高知税務署 須崎税務署	上東治彦	安芸税務署 高知税務署 須崎税務署
平成25年度四国清酒鑑評会	H25. 10. 8 ～ 10. 9	高松国税局	上東治彦 加藤麗奈	高松国税局
高知県酒審会市販酒審査会	H25. 11. 5	高知県酒審会	上東治彦 加藤麗奈	城西館
平成25年度四国市販酒調査会	H26. 3. 11 ～ 3. 12	高松国税局	〃	高松国税局
土佐宇宙酒審査会	H26. 2. 28	高知県酒造組合	加藤麗奈 上東治彦	高知県酒造会館
平成25酒造年度県新酒鑑評会	H26. 3. 19	高知県酒造組合	上東治彦 加藤麗奈	高知県酒造会館
平成25酒造年度四国吟醸酒研究会	H26. 3. 25	高松国税局	上東治彦	高松国税局
(生産技術課)				
J I S溶接技能者評価試験補助員	H25. 11. 9	(一社)高知県溶接協会	土方啓志郎	高知高等技術学校
〃	H26. 3. 1	〃	〃	〃
プロポーザル審査委員会 見本市出展業務委託	H26. 3. 26	高知県商工労働部	刈谷 学	工業技術センター

4-3 技能検定（高知県職業能力開発協会主催）

検 定 名 称	期 日	派遣者	会 場
機械加工（普通旋盤）3級、機械加工 （フライス盤）2級	H25. 6. 29	毛利謙作	高知高等技術学校
仕上げ（治工具仕上げ）1級	H25. 7. 13	山本 浩	(株)中央精機
鋳造 1、2級	H25. 7. 21	眞鍋豊士	(株)トミナガ
機械保全（機械系保全）3級	H25. 7. 27	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、3級	H25. 7. 27	毛利謙作	須崎工業高等学校
機械加工（普通旋盤）3級	H25. 7. 27	山本 浩	宿毛工業高等学校
機械加工（マシニングセンタ）1、2級	H25. 7. 27	島本 悟	高知旭光精工(株)
機械加工（平面研削盤）2級			
機械加工（普通旋盤）3級	H25. 7. 27	村井正徳	高知東工業高等学校
機械加工（数値制御旋盤）1級	H25. 7. 28	村井正徳	高知精工メッキ(株)
機械加工（普通旋盤）3級	H25. 8. 3	村井正徳	高知精工メッキ(株)
機械加工（フライス盤）3級			
機械加工（マシニングセンタ）1、2級	H25. 8. 3	島本 悟	高知精工メッキ(株)
機械加工（採点）	H25. 8. 7	島本 悟 村井正徳	工業技術センター
機械加工（採点）	H25. 8. 8	山本 浩 毛利謙作	工業技術センター
電気めっき 1、2級	H25. 8. 11	川北浩久 竹内宏太郎	高知精工メッキ(株)
機械加工（普通旋盤）2級	H25. 8. 24	山本 浩	高知工業高等学校
金属熱処理（一般熱処理）1、2級	H25. 9. 1	本川高男 土方啓志郎	地域職業訓練センター
油圧装置調整 1、2級	H26. 1. 11	山本 浩 村井正徳	地域職業訓練センター
洋菓子技能検定	H26. 1. 12	岡本佳乃	学校法人龍馬学園
機械保全（機械系保全）1、2級	H26. 1. 18	土方啓志郎	地域職業訓練センター
工場板金（機械板金）1、2級	H26. 1. 19	村井正徳	(株)栄光工業
工場板金（タレットパンチプレス）2級			
電気機器組立て（シーケンス制御作業） 2級	H26. 1. 25	刈谷 学	地域職業訓練センター
機械検査 1、2級	H26. 1. 25	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	H26. 2. 1	毛利謙作	高知工業高等学校
機械保全（電気系保全）1、2級	H26. 2. 2	刈谷 学	地域職業訓練センター

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	期日
生産管理	門田 勝一	(有)森岡製作所	H25. 9.10
		(株)SEG 南国工場	H25.10.11
機械・金属	東 秋夫	講習会「高知県溶接技術コンクール事前体験講習」	H25. 5.11
		講習会「全国溶接技術競技会事前講習」	H25. 8.31
	庄武 寿也	講習会「高知県溶接技術コンクール事前体験講習」	H25. 5.11
		講習会「全国溶接技術競技会事前講習」	H25. 8.31
	宮崎 悟	講習会「1日溶接実践講習会」	H25. 6.16
		講習会「1日溶接実践講習会」	H25.10.20
講習会「1日溶接実践講習会」		H26. 2. 9	
旗手 稔	(株)特殊製鋼所	H25. 9.24	
	(株)特殊製鋼所	H26. 3.10	
	宮岡 成光	講習会「全国溶接技術競技会事前講習」	H25. 8.31

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	期 日	参加者数
(食品開発課) 焼酎醸造技術研修	H25. 4. 16	3
	H25. 6. 20	2
	H25. 10. 4	4
	H25. 10. 29	3
第5回高知県ユズ交流会	H25. 4. 18	92
ユズ果汁分析技術指導	H25. 4. 23	3
	H25. 5. 14	
漬物実習（イタドリを用いたキムチ漬け製造の実習）	H25. 5. 28	13
濁酒製造技術研修	H25. 6. 3	7
	～ 6. 21	
衛生管理研修	H25. 6. 6	9
加工場内での衛生管理について	H25. 8. 8	7
	H26. 1. 14	4
	～ 1. 17	
品質管理研修		
企業の品質管理としての基礎的な知識と分析技術の習得	H25. 6. 10	2
	～ 6. 14	
衛生管理のための微生物検査と介護食の物性測定方法の習得	H25. 7. 1	1
	～ 7. 5	
アルコール分析と微生物検査	H25. 11. 12	1
土佐 FBCⅡ「食品学」	H25. 5. 28	30
土佐 FBCⅡ「現場実践学」	H25. 7. 25	14
第1回 農産加工実習	H25. 8. 22	
第2回 衛生・品質管理、施設・設備設計の基礎 酒類・発酵調味料製造管理実習	H25. 9. 5	
第3回 成分分析、微生物実習	H25. 11. 14	
第4回 水産加工実習	H26. 1. 9	
第5回 企業視察研修		
高知県酒造技術研究会 「県内酒造場実地研修会」	H25. 6. 13	8
	～ 6. 14	
「全国市販酒きき酒研修会」	H25. 7. 19	12
「平成24酒造年度の醸造結果について」	H25. 8. 20	20
「高松国税局鑑評会出品利き酒会」	H25. 9. 26	20
高知県の工業、特に食品産業の現状と振興策	H25. 8. 27	9
ユズ果汁の品質向上に関する研修会	H25. 10. 18	20
平成25年ユズ搾汁前の講習会	H25. 10. 29	10
さとうきび利用加工研究会 「高知産の黒糖と製造工程中の色調変化について」	H25. 11. 15	28

講習会名、講演題目	期 日	参加者数
リキュール製造技術研修	H25. 11. 25 ～11. 26 H26. 1. 30 H26. 3. 4 ～ 3. 5 H26. 3. 13 ～ 3. 14	2
栗加工品製造技術現場実習	H25. 12. 13	5
食品開発基礎講座	H26. 2. 7 ～ 2. 25	10
ユズ果汁分析技術指導	H26. 2. 25	2
異物分析セミナー「異物・クレームが発生したら」	H26. 2. 27 H26. 3. 6	5 7
食品加工研修 野菜の乾燥と販売について 加工品製造の基礎技術（賞味期限設定、加熱殺菌、保存料、包装資材）	H26. 2. 27 H26. 2. 27	9 41
（生産技術課）		
高知県溶接技術コンクール事前体験講習	H25. 5. 11	20
放射線透過試験（県立高知高等技術学校依頼）	H25. 5. 14	4
WES8103(2級)溶接管理技術者認証基準に基づく溶接技術者の勉強会 （1日限定）	H25. 5. 28	10
1日溶接実践講習（技術指導アドバイザー事業）（1）	H25. 6. 16	12
〃 〃 〃 （2）	H25. 10. 20	8
〃 〃 〃 （3）	H26. 2. 9	6
鑄造技術者研修 （主催：高知県中小企業団体中央会）	H25. 7. 3 ～ 8. 7	22
インバータ実践講習	H25. 9. 12	19
WES8103(2級)溶接管理技術者認証基準に基づく溶接技術者の勉強会	H25. 9. 26 ～10. 31	16
製造業競争力強化セミナー 不良解析コース （主催：高知市雇用創出促進協議会）		
第1回	H25. 10. 15 ～11. 12	6
第2回	H25. 11. 19 ～12. 17	6
非接触三次元形状測定装置利用研修	H25. 11. 25 ～11. 26	27
「なぜなぜ分析」活用のポイント	H26. 1. 16 1. 23	21
三次元測定装置利用研修	H26. 1. 28 ～ 1. 30	4
技術講演 溶接部欠陥と非破壊検査の相関性について	H26. 3. 3	8

講習会名、講演題目	期 日	参加者数
組み込みソフトウェア研修 ① 組み込みマイコン第1回	H26. 3. 5	6
② 組み込みLinux	H26. 3.18 ～ 3.19	5
③ 組み込みマイコン第2回	H26. 3.25	6
(資源環境課) ものづくり基盤強化のための技術人材育成講座「分析化学」 ① 基礎編 分析の基本と ICP 発光分析法・原子吸光分析法 ” X線回折装置 ガスクロマトグラフ質量分析法 電子顕微鏡 蛍光X線装置 赤外分光光度計 イオンクロマトグラフ ② 応用編 クレーム対応試験非破壊分析 クレーム対応試験湿式分析 化粧品関連講演会 「新規化粧品原料開発をとりまく環境の変化と今後の動向」	H25. 9. 6 9.13 H25. 9.20 H25. 9.27 H25.10. 4 H25.10.11 H25.10.18 H25.10.25 H25.11. 1 H25.11. 8 H25.12.26	8 5 5 8 7 6 4 4 5 25

5-2 講師派遣

(1) 大学等への派遣

大学等名称	派遣者	期 日
(技術次長) 高知大学農学部現代応用生物科学 「感性と環境をものづくりに」	篠原速都	H26. 1.31
(食品開発課) 高知大学大学院農学研究科 客員准教授 海洋深層水科学講座 「海洋深層水機能学」 高知大学農学部現代応用生物科学「高知県の酒造り」	上東治彦 上東治彦	H25. 4. 1～H26. 3.31 H25.10.25

(2) 講習会等への派遣

講習会名、講演題目等	派遣者	期 日	人数
(食品開発課) 山内宝物資料館文化講座 「清酒製造技術と高知県の酒造りについて」 九州酒造研究会 「高知県の酒造り」 高知県酒造組合酒造講和会	上東治彦 上東治彦 上東治彦 上東治彦	H25. 9. 7 H25.11. 2 H25.10.11 H25.11.27	60 40 60 15

講習会名、講演題目等	派遣者	期 日	人数
(生産技術課) 溶接実践講習①～③ (県立高知高等技術学校主催) 半自動溶接座学	土方啓志郎	H25. 6. 8 ～ 6. 22 H25. 10. 12 ～ 10. 26 H26. 2. 8 ～ 2. 15	7 7 3
(資源環境課) RoHS セミナー (日本高度紙工業株式会社主催) 高知県工業技術センターにおける試験所認定の概要について 高知県工業技術センターにおける RoHS 試験 (IEC62321) Br 分析について 高知県工業技術センターにおける RoHS 試験 (IEC62321) PbCd、T-Cr 分析について 高知県工業技術センターにおける RoHS 試験 (IEC62321) Hg 分析について 高知県工業技術センターにおける RoHS 試験認定の今後の動向について 高知県工業技術センターにおける RoHS 試験一定性試験成績書について	岡崎由佳 隅田 隆 矢野雄也 岡崎由佳 岡崎由佳 隅田 隆	H25. 6. 13	14

5-3 研修生の受入

事 業	所 属	期 間	人数
高知県工業技術センター外部研究員	高級アルコール工業(株)	H25. 4. 1～H26. 3. 31	1
〃	(株)コスモ工房	H25. 4. 1～H26. 3. 31	1
〃	高知精工(株)	H26. 1. 22～H26. 3. 31	1
高知 CST 養成プログラム受講生	教諭及び大学院生	H25. 9. 4	5
スーパーサイエンスハイスクールプログラム受講生	高知小津高校	H25. 12. 19	10
企業実習 (インターンシップ) 生	高知工科大学	H25. 8. 19～H25. 8. 30	2
〃	高知大学	H25. 8. 19～H25. 8. 30	3
〃	高知県立大学	H25. 8. 19～H25. 8. 30	4

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10年10月 9日	特許 第2837386号	海洋深層水を利用した 味噌又は清酒及びその 製造方法	森山 洋憲 上東 治彦 久武 陸夫	単独	実施企業数5社
平成19年 3月16日	特許 第3930491号	三次元成型可能な天然 木突き板及びその製造 方法	篠原 速都 鶴田 望	単独	
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 ング株式会社
平成19年10月19日	特許 第4025845号	木材の曲げ加工方法及 び木材の曲げ加工装置	関田 寿一 篠原 速都 鶴田 望	共同	株式会社ミロクテ クノウッド 金川靖
平成19年10月26日	特許 第4031789号	高濃度ミネラル液の製 造方法およびその製造 装置	浜田 和秀 隅田 隆 川北 浩久	共同	AGCエンジニアリ ング株式会社 東レ株式会社
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 実望 鶴田 望	共同	実施企業数1社 東海理化販売株式 会社
平成21年12月18日	特許 第4423496号	電子放出電極	西村 一仁 笹岡 秀紀	共同	(財)高知県産業振 興センター カシオ計算機株式 会社
平成22年 6月18日	特許 第 4528926 号	電界放出型素子の駆動 装置及びその駆動方法	西村 一仁 笹岡 秀紀	共同	(財)高知県産業振 興センター カシオ計算機株式 会社
平成23年10月14日	特許 第 4843353 号	生物防汚剤、防汚処理 方法および防汚処理物 品	浜田 和秀 篠原 速都 山下 実望 鶴田 望	共同	大日精化工業株式 会社 高知工科大学
平成23年10月14日	特許 第 4843354 号	生物防汚剤、防汚処理 方法および防汚処理物 品	浜田 和秀 篠原 速都 山下 実望 鶴田 望	共同	大日精化工業株式 会社 高知工科大学
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 ング株式会社
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 実望 鶴田 望	共同	株式会社東海理化 クリエイト
平成24年11月 9日	特許 第 5124810 号	エンドセリン-1 産生抑 制剤	野村 明 岡本 佳乃	共同	(独)産業技術総合 研究所

平成24年12月21日	特許 第 5158989 号	転写シート及び該転写シートを用いた成形品への加飾膜形成方法	篠原 速都	共同	株式会社フジコー 大日精化工業株式会社
平成25年 4月 5日	特許 第 5236568 号	酸素酸イオン吸着剤、その製造方法およびイオン吸着処理方法	篠原 速都 伊藤 毅隆 隅田 浩久 川北 敏夫 河野 実望 山下 望佳 鶴田 由佳 岡崎 由佳	共同	大日精化工業株式会社 福富 元
平成25年 4月 5日	特許 第 5236569 号	酸素酸イオン吸着剤の製造方法、酸素酸イオン吸着剤およびその使用方法	篠原 速都 伊藤 毅隆 隅田 浩久 川北 敏夫 河野 実望 山下 望佳 鶴田 由佳 岡崎 由佳	共同	大日精化工業株式会社 福富 元
平成25年 4月26日	特許 第 5252261 号	真空、乾燥・濃縮システム	村井 正徳	共同	兼松エンジニアリング株式会社
平成25年 7月19日	特許 第 5320008 号	防汚・抗菌剤、抗菌剤組成物および防汚・抗菌処理	篠原 速都 山下 実望 鶴田 望	共同	大日精化工業株式会社
平成25年 9月13日	特許 第 5362313 号	防汚・抗菌剤、抗菌剤組成物および防汚・抗菌処理	篠原 速都 山下 実望 鶴田 望	共同	大日精化工業株式会社

○公開中

公開年月日	公開番号	発明の名称	発明者名	共同 単独 の別	備 考
平成21年5月28日	特開 2009-113034	イオン吸着材、その製造方法およびその使用方法	篠原 速都 伊藤 毅隆 隅田 浩久 川北 敏夫 河野 実望 山下 望佳 鶴田 由佳 岡崎 由佳	単独	
平成23年 2月24日	特開 2011-37184	圧密木材複合成型品の成形方法	篠原 速都 山下 実望 伊藤 毅隆 鶴田 望	単独	
平成25年 1月10日	特開 2013-006280	複雑な形状のインモールド成型を行う方法、そのインモールド成型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	東洋機械金属株式会社、株式会社ミロク製作所

公開年月日	公開番号	発明の名称	発明者名	共同単独の別	備考
平成25年3月4日	特開 2013-044492	凍結濃縮装置および凍結濃縮方法	森山 洋憲	共同	株式会社泉井鐵工所、高知工科大学
平成25年 5月 2日	特開 2013-078724	酸素酸イオン収着材、該収着材の製造方法および該収着材を使用した処理原液の酸素酸イオン収着処理方法	篠原 速都 隅田 隆 川北 浩久 河野 敏夫 山下 実 鶴田 望 岡崎 由佳 竹家 均	共同	大日精化工業株式会社
平成25年 6月17日	特開 2013-119196	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	東洋機械金属株式会社、株式会社ミロク製作所
平成25年 7月 4日	特開 2013-129637	ジンゲロール含有組成物	森山 洋憲	共同	高知大学、有限会社川上食品、株式会社高南メディカル、ひまわり乳業株式会社、株式会社ソフィ、藤田竜

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)			
流動造粒機	ファインリユース®-EXRS-60	不二ハウタル(株)	S58
二波長クロマトスキャナー	CS-930	(株)島津製作所	S59
クリーンベンチ	CCV-801EC	ヤマト科学(株)	S59
超微粒磨砕機(マスコイダ®)	MIKZ A-10-10型	増幸産業(株)	S59
細胞融合装置	SSH-2	(株)島津製作所	S63
ガスクロマトグラフ	GC-15APE	(株)島津製作所	S63
製菓製パン用機械装置(混合機)	NAM-50	(株)愛工舎製作所	H1
製菓製パン用機械装置(モルダ®)	KR型	(株)鎌田機械製作所	H1
製菓製パン用機械装置 (回転式万能練り機)	CKOS451	(株)フジイ機械製作所	H1
水分活性測定装置	HYGROSKOP DT型	ロトロニック社 (クニセ産業)	H1
超低温フリーザー	BFU-500	(株)日本フリーザー	H1
恒温恒湿器(インキュベーター)	PR-1FP	タバイエススペック(株)	H1
真空凍結乾燥機	RLE-52	共和真空技術(株)	H1
ボイラー一式	GX-350S	三浦工業(株)	H1
安全キャビネット	SCV-1303EC II B	日立製作所(株)	H1
スパイラルレーター	スパイラルレーター-D型	スパイラルシステムインスツルメンツ	H2
クロマトグラフシステム	FPLCシステム	ファルマシア	H2
遠赤外線乾燥試験装置	NJZ1205	新日本無線(株)	H2
ガスクロマトグラフ	HP5890シリーズ II	ヒューレットパッカード社	H2
超低温恒温恒湿器	PSL-2F	タバイエススペック(株)	H2
恒温振とう培養機	BR-300	タイテック	H2
真空回転釜	UMF-12型	ステファン社	H4
くん製装置	SU-50F	大道産業(株)	H4
全自動発酵機	トウコンテイショナー-PR-36S	(株)ツギキカイ	H5
粉砕機一式	TAP-1WZ	東京アトマイザー製造(株)	H6
解凍機一式	SE-DEPAK500	サンテツ(株)	H6
濃縮装置一式	防爆型ロータリーエバポレーター-RE-10S-100	柴田科学器械工業(株)	H6
超急速凍結庫	ショックフリーザー-クイックリ- KQS-10	(株)共栄電熱	H6
真空乾燥機(食品用)一式	NDR-300M	新日本製鐵(株)	H6
恒温振とう培養機	BR-300	タイテック(株)	H7
粗脂肪抽出装置	ソクステックシステム2HT型	タイケーター社	H7
連続式遠心分離機	日立CR22	日立工機(株)	H7
遺伝子増幅システム一式	TP-3000	宝酒造(株)バイオ事業部	H8
精米装置	SDB2A小型醸造精米器	(株)佐竹製作所	H8
糖化蒸留装置	TM-50(糖化装置)、V-20S(蒸留装置)	(株)ケーアイ	H8
分取用高速液体クロマトグラフ	AKTA、explorer100	ファルマシアバイオテック(株)	H9
天然高分子用高速液体クロマトグラフ	DG-980-50 他	日本分光(株)	H9
ハットスペース®スキャノクロマトグラフ	HP7694、HP6890	ヒューレットパッカード社	H10
低分子量ガスマス	HP5973MSD	ヒューレットパッカード社	H10
鮮度測定器	UP980	日本分光(株)	H10
チラー装置	ファーストチラーキング® DCU-R502A0T-S	第一工業(株)	H11
LC/MS分析装置	LCQ-DUO イオントラップ型	サーモクエスト社	H12
高速液体クロマトグラフ	SCL-10A 他	(株)島津製作所	H13
遠心濃縮装置一式	VEC-310	旭テクノグラス	H13
ハットスペース®オートサンブロー	7694A(EPC仕様)	アジレントテクノロジー社	H13

名 称	規 格	製 作 所	導 入 年 度
紫外可視近赤外分光光度計 (微生物)	U-2001(微生物対応機)	(株)日立製作所	H13
紫外可視近赤外分光光度計 (強酸、強塩基)	U-2001(強酸・強塩基対応機)	(株)日立製作所	H13
デジタルマイクロスコープ	VH-P40	(株)キーエンス	H13
自動細菌同定検査装置	miniAPI	日本ビオメリュー(株)	H13
テクスチャーアナライザー	TA/XT2i	SMS社	H13
純水製造機	MILLI-Q ELIX-5	MILLIPORE	H14
マイクロレイスキャナー	SCANARRAY LITE	PACKARD	H14
冷却遠心機	CENTRIFUGE GRX-220	TOMY	H14
電熱オーブン	EBSPS-222B	(株)フジサワ	H15
オートサンフラー(高速液体クロマト用)	PU-980用AS-2051	日本分光(株)	H16
耐候試験機	ソーラーボックス1500e	コフォメテラ社	H16
小型高温高圧調理殺菌機	達人釜FCS-KM75	SANYO	H17
全自動高速アミノ酸分析計	JLC-500/V2 AminoTac	日本電子(株)	H18
機能性成分高速分析システム	ACQUITY UltraPerformanceLC	日本ウォーターズ(株)	H21
スライサー	ECD-702型フードスライサー	エムア社	H21
微量香气成分定量装置		GERSTEL社・Agilent社	H21
冷風乾燥機	乾燥野菜専用コンパクト型乾燥試験機DV-5P	(株)ユニマック	H21
食品香气成分分析用 情報処理装置		アジレント社	H21
柑橘搾汁試験機		川島博孝製	H21
温度調整ユニット		STABLE MICRO SYSTEMS社	H21
パルパーフィニッシャー クリープメーター	RE2-33005B コントロールモデル	(株)山電	H21
果実洗浄装置		川島博孝製	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(株)	H22
機能性成分高速分析システム	X-LCシステム	日本分光(株)	H22
フリーズドライ	RLE II -103	共和真空技術(株)	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(株)	H22
ポストカラム誘導体化HPLCシステム		日本ウォーターズ(株)	H22
微粉粒磨砕機	MKCA6-2Jα	増幸産業(株)	H22
分光計		日本分光(株)	H22
ミートチョッパー	MC-32	(株)なんつね	H23
卓上型エア一式包装機	KSP-01 1型	(株)ケーヨーマシナリー	H23
縦型真空包装機	1-6175-01	トスバック	H23
窒素分析装置	Kje1tec8400	FOSS	H24
脂肪酸分析装置	GC-2010plus	(株)島津製作所	H25
(生産技術課)			
型彫フライス盤	KGJ-CF型	KK牧野フライス製作所	S38
旋盤	RAMO T-37-8	大阪機工(株)	S43
ワートン 万能治具・取付け具装置		ワートンオートウィルコックス社	S44
ガセットシャー	SS5-4	(株)大一鉄工所	S57
マイクロビッカース硬度計	MVK-E	(株)明石製作所	S57
真円度測定機	RA-7	(株)ミトヨ	S61
三次元測定装置	FJ1006	(株)ミトヨ	S61
ロジックアナライザー	SL-4620	岩崎通信機(株)	S61
磁気探傷装置	NQ-50F	日本電磁測器(株)	S63
表面粗さ計	サーフェスト-501	(株)ミトヨ	S63
万能測定顕微鏡	TUM-220BH	(株)トプコン	H1
歯車試験機	CLP-35	大阪精密機械(株)	H1
真空溶解炉	FVM - 5、FBT - 30、FTH - 50 - 3VM	富士電波工業(株)	H1

名 称	規 格	製 作 所	導 入 年 度
ロール圧延機	R65	(有)坂本鉄工所	H1
鍛造用加熱炉		(有)坂本鉄工所	H1
EMI・EMC測定システム	R2542B、EMC-5000T1	(株)アドバンテスト、松賀機器(株)、(株)ノイズ研究所	H1
コンターマシン	VA-400	(株)アマダ	H2
立型マシニングセンタ	MCV-410 OKK-GMC	大阪機工(株)	H2
計装化ジャルビール計測装置	CAI AC5-EZ2	東京試験機製作所	H4
恒温恒湿試験機	SSE-47CI-A	(株)カトー	H4
走査型レーザードップラー振動計	モデルPSV-100型	ポリテック社	H6
消失模型鋳造用プラント	LFT-1	大洋鋳機(株)	H6
切削動力計	4成分動力計#9272	キスター社	H8
超音波映像装置	SDS-61000	日本クラウトクレーマー(株)	H9
油圧加振機	ZONIC油圧加振システム 1000-4型	(株)エー・アント・ディ	H9
動電型加振機	VS-2000A-140T	IMV(株)	H9
NC円テーブルセット	1軸追加仕様 RNCN-251LS	津田駒工業(株)	H9
グライディングセンタ	YBM-640V	安田工業(株)	H9
ワイヤカット放電加工機	FX-10	三菱電機(株)	H9
精密平面研削盤	SGM-63E2	(株)ナカセインテグレックス	H9
3次元計測装置	SA-G37	(株)ミトヨ	H10
ギアバランス測定装置	VIBRO TEST41	SHENCK社	H10
構造解析装置	ANSYS/Multiphysics Unigraphics Product Bunkle	ANSYS社、UGS社	H10
走査型フロー顕微鏡	JSPM-4200	(株)日本電子	H10
ギヤ加工精度試験装置	Bright Apex 1220(特殊仕様)	(株)ミトヨ	H10
円運動精度試験装置	QC10	レニショー(株)	H11
カム設計・加工支援ツール	CA-100	テクファ・ジャパン(株)	H11
ポータブルオシロスコープ	TDS3032	ソニー・テクトロニクス(株)	H11
レーザ寸法測定装置	3Z4L-S506R 他	オムロン(株) 他	H11
メモリコーダ	8841	日置電機(株)	H11
デジタルオシロスコープ	TDS784D-1M	ソニー・テクトロニクス(株)	H11
デジタル超音波探傷器	UDS-15	日本クラウトクレーマー(株)	H11
プリント基板作成装置	LPKF95S II	日本LPKF(株)	H11
歪み計測装置	DE1200(静)、RA1200(動)	NEC三栄(株)	H11
ボジションキャリブレータ	DISTAX L-IM-21B-02	(株)東京精密	H11
対話型CNC汎用旋盤	1BL-530NCi-850-52	(株)ブルーライン工業	H12
FFTアナライザ	CF-3200J	小野測器(株)	H12
電気式溶融炉	IS-DC0001	(株)石川島岩国製作所	H12
赤外線炭素硫黄同時分析装置	CS-444LS	LECO社	H13
5軸制御マシニングセンタ	GV503/5AX、MasterCam	(株)森精機製作所、(株)セネテック	H14
3次元CADシステム	SolidWorks	クボタリットテクノロジー(株)	H15
3次元デジタルシミュレーションシステム	ミトヨ・レニショーサイクロン	(株)ミトヨ	H15
鋳造シミュレーションシステム	TOPCAST	(株)トヨタシステムリサーチ	H15
固体発光分析装置	ARL QUANTRIS	ThermoELECTRON社	H16
有限要素法解析ワークステーション	A9665A3#ABJ	ヒューレットパッカード社	H16
超微粒子ビーム成膜装置	KT-AD-03-HP	カキウチテクノサービス(株)	H16
金属組織検査試料作成装置		スルアス社(丸本工業(株))	H17
ノイズイミュニティ試験装置	ESS-2000AX	(株)ノイズ研究所	H20
金属顕微鏡システム		(株)エコノ	H21
乾式X線透過装置	SMX-3500	(株)島津製作所	H21
C言語コントローラ	Q12DCCPU-V	三菱電機(株)	H21
硬度計	エコーチップ・ヒッコロ	プロテック社	H21

名 称	規 格	製 作 所	導 入 年 度
精密騒音計	NA-28CE・メモリーカード*		H21
CNC輪郭形状測定機	SV-C4000CNCシステム	ミトヨ	H22
万能試験機	UH-F1000KNI	(株)島津製作所	H23
冷熱衝撃試験機	TSA-72ES-A	エスペック(株)	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	(株)ミトヨ	H25
(資源環境課)			
耐圧試験機	C7-100、C-TK10A	東京衡機製造所(株)	S50
水銀分析装置	リガク・マキュリー/SP	日本インスツルメンツ(株)	S54
高速液体クロマトグラフ分析装置	LC-6A	(株)島津製作所、 (株)日立製作所	S59
恒温恒湿器	PR-4GM	タバ・イエス・テック(株)	S60
冷間等方圧プレス(CIP)	CL45-22-30	日機装(株)	S60
高速昇温電気炉	KSH-3	東洋科学産業(株)	S60
切断・研削盤	セラミクロンMX-833	(株)マルトー	S60
逆浸透膜実験装置	RUW-4X	日東電気工業(株)	S62
表面粗さ測定器	SE-30C	(株)小坂研究所	S62
雰囲気焼成炉	FVPHP-R-10	富士電波工業(株)	S63
乾燥機	FRET-60	富士電波工業(株)	S63
レーザー回折式粒度分布測定装置	SALDA-1100	(株)島津製作所	S63
高温炉	1700型	アドバンテック東洋(株)	H1
スプレッドラヤー	ディスク式 R-3型	(株)坂本技研	H1
全自動蛍光X線分析装置	3270E	理学電機工業(株)	H1
UV装置	KUV-10251-1X	東芝電気(株)	H1
はんだ濡れ試験装置	ソルダ・チェッカー-SAT-5000	(株)レスカ	H2
熱伝導率測定装置	QTM-D3	京都電子工業(株)	H2
フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR)	JIR-6500	日本電子(株)	H3
液体用高周波プラズマ発光 分析装置	SPS1500VR	セイコー電子工業(株)	H3
マイクロハイスコープ	KH-2200	第百通信工業(株)	H4
熱機械的分析装置(TMA)	TMA/SS 350	セイコー電子工業(株)	H5
超微小硬度計	MVK-H300	(株)アガシ	H5
絶対反射率測定装置	ASR-3145	(株)島津製作所	H5
全有機体炭素計(TOC)	TOC-5000	(株)島津製作所	H5
エネルギー分散形X線装置付き 走査型電子顕微鏡	JSM-5800LV, JED2120	日本電子(株)	H7
耐候試験機	WEL-75XS-HC-B-EcS	スカ試験機(株)	H7
システム光学顕微鏡	BX60-53MU	オリンパス(株)	H7
ダブルビーム分光光度計	U-2001	(株)日立製作所	H7
自動スクラッチ試験機	レベテスト	プロメトロンテック	H7
膜厚計	D211-D	(株)ケット科学研究所	H7
赤外線温度解析装置	サーモビュアシステムJTG-6300-KA	日本電子(株)	H8
床性能測定試験装置		高知計量(有)	H8
軟X線TV検査システム	H-100	ハイテックス	H8
元素分析計	全自動元素分析装置2400 II CHNS/O	(株)パーキンエルマー・ジャパン	H9
X線光電子分光分析装置(ESCA)	AXIS-HS	(株)島津製作所、 KRATOS	H9
イオンクロマトグラフ	DX-320	日本ダイトクス(株)	H10
比表面積測定装置	NOVA2000	エアロアオックス(株)	H10
ガスクロマトグラフ分析計	GC-17AAPtFw	(株)島津製作所	H10
成形機	NS60-9A	日精樹脂工業(株)	H10
熱分析装置	TG-DTA2000S, DSC3100S	マックサイエンス(株)	H13
遊星型ボールミル	P-5/4	フリッチェ社	H13
粉砕機(シヨークラッシャー方式)	ベストファインブレイカー	小川パンプ・リンク(株)	H13

名 称	規 格	製 作 所	導 入 年 度
混合攪拌装置	押出装置ONE-20	(株)小平製作所	H13
全自動多目的X線回折装置	X'Pert Pro	日本フィリップス(株)	H14
高周波誘導結合プラズマ発光 分光分析装置(ICP)	VISTA-PRO	セイコーインスツルメンツ(株)	H15
原子吸光分光光度計	SpectrAA-880Z, 220F	バリアンテクノロジー システムズ(株)	H15
小型ファン法測定装置	ADPAC SYSTEM(W)	(有)アドテック	H16
3次元成形機	TA-10-60-10	(株)山本鉄工所	H18
水銀分析装置	マーキュリー/SP-3D	日本インスツルメンツ(株)	H18
精密万能材料試験機	AG-50kNISD MS形	(株)島津製作所	H18
恒温恒湿槽	PL-4KPH	エス・ック(株)	H19
粒度分布測定装置	SALD-2200	(株)島津製作所	H19
万能加熱脱泡ミキサー	25AM-Qr	品川工業所	H20
高周波誘導結合プラズマイオン 質量分析装置	7500CX	アジレント・テクノロジー	H21
ガスクロマトグラフ質量分析計	JMS-Q1000GC Mk II	日本電子(株)	H21
走査電子顕微鏡	JSM-6701F	日本電子(株)	H21
小型加熱プレス	IMC-1879-S型	(株)井元製作所	H21
紫外線積算光量計	UIT-250	ウソ電機(株)	H21
ドライフィルムラミネーター	ファーストラミネーター (MA-II)	大成ラミネーター(株)	H22
汎用全面熱転写装置	2230熱転写装置	ヤマト商工(有)	H22
ピートサンプラー	TK-4100型	東京化学(株)	H23
シーケンシャル型ICP発光分光分析 装置	SPS3520UV-DD	エスアイアイ・ナテクノロジー(株)	H24

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
H25	設備拡充 ・非接触三次元形状測定装置 ・CNC三次元測定装置	公設工業試験研究所の設備拡充補助事業	36,893	24,595	生産技術課	2/3補助(財団法人JKA)
	新規加飾技術による自動車内装材の開発	A-STEP FS(シーズ顕在化)	1,300	1,300	資源環境課	委託研究(独立行政法人科学技術振興機構)
	懸濁結晶法による凍結濃縮システムの開発	戦略的基盤技術高度化支援事業(四国経済産業局)	2,498	2,498	食品開発課	受託研究(公益財団法人高知県産業振興センター)
	高知県の基盤産業である第一次産業を活性化させるマイクロバブルシステムの開発	高知県産学官連携産業創出研究推進事業	896	896	生産技術課 資源環境課	受託研究(独立行政法人国立高等専門学校機構高知工業高等専門学校)
	県産未利用有用植物の活用に向けた事業化モデルの推進と農商工医連携基盤の構築	〃	1,614	1,614	資源環境課	受託研究(公立大学法人高知工科大学)
	ショウガを利用した嚥下機能改善品の開発	〃	1,080	1,080	食品開発課	受託研究(国立大学法人高知大学)
	シンクロキャストによる軽量薄肉アルミニウム部品の生産技術開発	こうち産業振興基金 地域研究成果事業化支援事業	2,000	2,000	生産技術課	研究助成金、助成率10/10 (公益財団法人高知県産業振興センター)
	サイクロン高性能化によるフィルターレス新型吸引車の開発	〃	699	699	生産技術課 資源環境課	〃
	地域資源循環につながる国産柑橘加工技術の刷新	〃	2,500	2,500	資源環境課	〃
	酵素剥皮技術の利用を核としたカンキツ果実新商材の開発と事業化方策の策定	農林水産業・食品産業 科学技術研究推進事業 実用技術開発ステージ策定	2,420	2,420	食品開発課	委託事業(独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構)

7-3 人事異動

(平成 25 年 4 月 1 日付)

○転入・内部異動等

氏 名	職 名	旧所属
津嶋 貴弘	所長	海洋深層水研究所長
森岡 孝子	総務課チーフ	中央西林業チーフ（総務担当）
遠藤 恭範	食品開発課チーフ	紙産業技術センター製紙技術課チーフ
泉 公栄	総務課主幹	幼保支援課主幹
鈴木 大進	資源環境課研究員	新規採用

○転出等

氏 名	職 名	新所属
西内 豊	所長	(退職)
浜田 和秀	技術次長	海洋深層水研究所長
南 典明	生産技術課長	(退職)
伊興木富雄	総務課チーフ	(退職)
竹崎摩里子	総務課主幹	高知高等技術学校主幹
山下 実	資源環境課主任研究員	紙産業技術センター製紙技術課チーフ

(平成 26 年 4 月 1 日付)

○転入・内部異動等

氏 名	職 名	旧所属
橋本 雅彦	次長兼総務課長	図書館次長
堀川 晃玄	資源環境課研究員	新規採用
秋田もなみ	食品開発課研究員	新規採用

○転出等

氏 名	職 名	新所属
小松 信幸	次長兼総務課長	(退職)

平成25年度高知県工業技術センター報告第45号
平成26年10月31日 印刷発行

〒781-5101 高知市布師田3992-3

編集兼 高知県工業技術センター
発行所

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。

