

平成29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. 49 (2018)

平成30年10月

高知県工業技術センター

目 次

I 平成 29 年度高知県工業技術センター研究報告

1. 食品開発課

懸濁結晶法による凍結濃縮装置の検証

～凍結濃縮又は加熱濃縮されたカンキツ果汁の成分組成と官能特性～…………… 1

ぼん酢醤油の味分析と商品開発への応用…………… 8

2. 生産技術課

新ダイカスト法の開発…………… 13

IoT 技術の開発と応用に関する研究（第 1 報）～野生鳥獣捕獲用ワナの状態確認システムの開発～…………… 17

3. 資源環境課

高知県の鉱産資源（石灰）の活用とフッ素資源の循環利用に資するフロン分解原理の研究開発…………… 22

食品酸化劣化の迅速・精確な評価方法の確立（第 1 報）～油脂加工食品の賞味期限設定～…………… 26

食品酸化劣化の迅速・精確な評価方法の確立（第 2 報）～水産物の酸化劣化評価～…………… 31

県産植物の機能性成分活用事業（第 3 報）

～ハマアザミ (*Cirsium maritimum* Makino) の抗アレルギー作用に関する研究～…………… 37

県産植物の機能性成分活用事業（第 1 報）

～ケクロモジ (*Lindera sericea*) の健康機能性に関する研究～…………… 44

Ⅱ 平成 29 年度高知県工業技術センター業務年報

1. 総 説

1-1 沿 革	50
1-2 土地及び建物	51
1-3 組織と分掌	51
1-4 職員名簿	52
1-5 決算状況	53

2. 業務・事業の状況

3. 誌上・学会等発表

3-1 研究成果報告会	57
3-2 論文発表	58
3-3 その他の投稿	58
3-4 学会発表（ポスター発表含む）	58
3-5 その他の発表	59

4. 技術サービス

4-1 依頼試験、機器使用	61
4-2 審査員派遣	61
4-3 技能検定	64
4-4 技術指導アドバイザー派遣	65

5. 人材養成・技術研修

5-1 人材養成研修、技術講習会	66
5-2 講師派遣	67
5-3 研修生の受入	68

6. 産業財産権

7. 参考資料

7-1 主要設備	72
7-2 補助事業等	74
7-3 人事異動	75

I 平成 29 年度高知県工業技術センター研究報告

食 品 開 発 課

懸濁結晶法による凍結濃縮装置の検証 ～凍結濃縮又は加熱濃縮されたカンキツ果汁の成分組成と官能特性～

森山 洋憲 下藤 悟 松本 泰典*

Verification of a Freeze Concentration Apparatus for Suspension Crystallization Composition and Sensory Characterization of Citrus Juices Concentrated by Method of Freeze Concentration or Evaporative Concentration

Hironori MORIYAMA Satoru SHIMOFUJI Yasunori MATSUMOTO

これまでに開発してきた懸濁結晶法による凍結濃縮装置で得られた濃縮果汁と、実証的に調製された加熱濃縮果汁との比較を行うことにした。ウンシュウミカン、ブンタン、ユズの各果汁を入手し、加熱濃縮又は凍結濃縮をそれぞれ行った。原液果汁、濃縮過程の果汁、最終的に得られた濃縮果汁を採取し、主要な果汁成分である遊離糖、有機酸、総アスコルビン酸を分析することにより、濃縮過程の成分組成変化を調べた。これら主要成分の分析に加えて、味認識装置を用いて濃縮還元果汁の呈する味の特性も評価した。その結果、加熱濃縮は搾汁後の酵素失活処理の有無が成分組成の安定的な濃縮に影響するのに対し、凍結濃縮は影響しないことが分かった。また加熱濃縮は濃縮還元果汁の味が原液とは異なるのに対し、凍結濃縮はほぼ同じ味のバランスになることも明らかになった。懸濁結晶法の凍結濃縮装置は小規模の搾汁工場に適した装置であると考えた。

1. 目的

食品の濃縮方法として加熱濃縮、膜濃縮、凍結濃縮が挙げられる¹⁾。凍結濃縮は、食品成分の変化を極めて低いレベルに抑えることができることから、液体食品、医薬品などの濃縮には原理的に最も優れた方法であると考えられている²⁾。

これまで高知工科大、県内企業との連携により、懸濁結晶法による凍結濃縮装置の開発に取り組んできた³⁾。本法による凍結濃縮装置は、ブンタン果汁やユズ果汁の成分組成を安定的に濃縮できることを明らかにしてきた^{4,5)}。またショウガ汁及び液体だしの濃縮にも適用できることを報告してきた^{6,7)}。

一方、県内企業において多品種少量の濃縮果汁に対して需要が高まっている。しかしながら現時点で他に選択肢がないことから、濃縮手段として食品成分が変化する加熱濃縮法をやむを得ず採用している。したがって濃縮品の品質については妥協しているのが実状であり、付加価値を高められる濃縮法の開発が期待されている。

今回、県内企業の協力によって、実証規模の加熱濃縮品が得られたことから、凍結濃縮品との同規模での比較が可能となった。そこで数種のカンキツ果汁から加熱濃縮品を実証的に生産し、主要果汁成分

である遊離糖、有機酸、総アスコルビン酸を分析することにした。同時に同じカンキツ果汁を用いて凍結濃縮品を調製し、同様に主要成分を分析した。これら主要成分を比較するとともに、味認識装置を用いて両濃縮果汁の呈する味の特性も比較した。

2. 方法

2.1 試料

ウンシュウミカン、ブンタン、ユズの各果汁を入手し、加熱濃縮又は凍結濃縮によって濃縮果汁を調製した。

加熱濃縮は岡林農園（越知町）の煮沸回転釜（図1）を用いて行った。1回当たり20 kgの果汁を用いて3倍以上の濃縮率を目標にして濃縮した。

凍結濃縮は高知工科大学の小型濃縮装置を用いて行った。1回当たり60 kgの果汁を用いて3倍以上に凍結濃縮した。

濃縮前の各種果汁（原液）、3倍未満の濃縮過程の果汁、最終的に得られた3倍以上の濃縮果汁を採取し、それぞれ冷凍保管、解凍後、各種分析に供した。

2.2 可溶性固形分

可溶性固形分濃度（°Brix）の測定には、デジタル屈折計RX-5000i-plus（（株）アタゴ）を使用した。

*1 高知工科大学



図1 煮沸回転釜

2. 3 遊離糖

フルクトース、グルコース、スクロースの分析は次の手順で行った。試料5gに15mLのMQ水を添加し、ボルテックスミキサーによって混合後、10%水酸化ナトリウムを用いて中和した。この中和された液を30分間のソニケーション後、50mLにメスアップした。続いてポアサイズ0.45μmのフィルターでろ過し、遊離糖分析用試料とした。

HPLC 分析条件・カラム：COSMOSIL Sugar-D (4.6 mmI. D. ×250 mm) ×2、移動相：アセトニトリル/超純水 (75/25)、流速：1.0 mL/min、カラム温度：30°C、検出：RI

2. 4 有機酸

クエン酸とリンゴ酸の分析は次の手順により、ポストカラム法で分析した。試料を任意の割合で希釈し、ポアサイズ0.45μmのフィルターでろ過したものを有機酸分析用試料とした。

HPLC 分析条件・カラム：Shodex RSpak KC-LG (6.0 mmI. D. ×50 mm) + KC-811 (8.0 mmI. D. ×300 mm)

×2、移動相：3mM 過塩素酸、流速：1.0 mL/min、ポストカラム反応試薬：1/10 ST3-R (0.7 mL/min)、カラム温度：50°C、検出：430 nm

2. 5 総アスコルビン酸

次の手順により、総アスコルビン酸量を分析した。試料0.4 mLに等量の0.4%メタリン酸、1.2 mLの2%メタリン酸を添加し、ボルテックスミキサーによって混合した。この液をHPLC移動相で2倍希釈後、0.1%ホモシステイン 1mL、10%リン酸水素二ナトリウム 1mLを順次添加し、40°Cで20分間反応させた。この反応液をポアサイズ0.2μmフィルターでろ過し、総アスコルビン酸測定用試料とした。

HPLC 分析条件・カラム：COSMOSIL 2.5HILIC (2.0mmI. D. ×150mm)、移動相：アセトニトリル/100mM 酢酸アンモニウム (80/20)、流速：0.3mL/min、カラム温度：30°C、検出：254nm

2. 6 味の評価

味認識装置 TS-5000Z ((株) インテリジェントセンサーテクノロジー)を用いて試料の味を評価した。原液果汁については2倍に希釈したものを測定に供した。濃縮果汁については、原液果汁と同じ可溶性固形分濃度になるように重量比で希釈後、さらに2倍希釈したものを測定に用いた。原液果汁で得られた各種味のセンサー強度を基準にして、濃縮果汁で得られた値との差分を味強度として表示した。

3. 結果

3. 1 ウンシュウミカン

濃縮前のウンシュウミカン果汁原液の可溶性固形分濃度を調べたところ、10.39°Brixであった。次

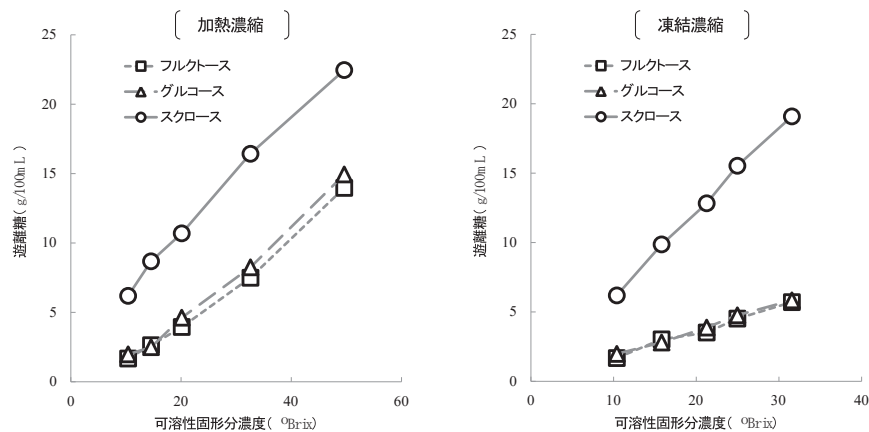


図 2-1 濃縮ウンシュウミカン果汁の可溶性固形分に対する各遊離糖濃度

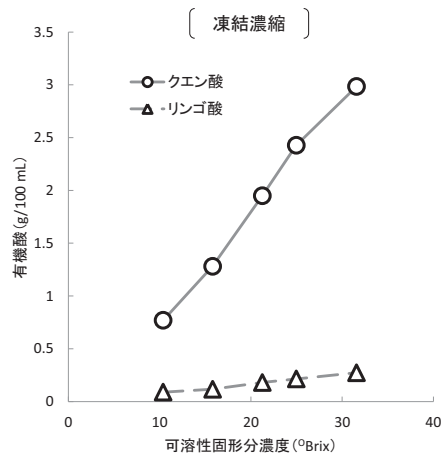
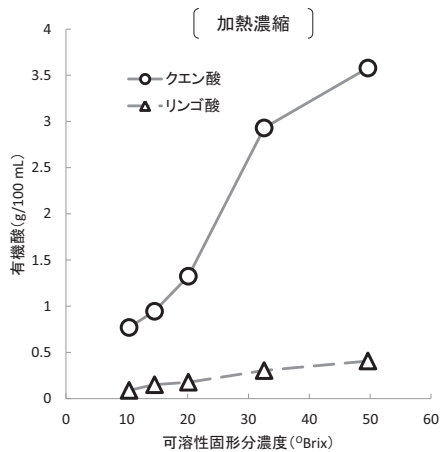


図2-2 濃縮ウンシュウミカン果汁の可溶性固形分に対する各有機酸濃度

に遊離糖濃度を調べたところ、原液はフルクトース 1.68 g/100mL、グルコース 1.98 g/100mL、スクロース 6.19 g/100mL を示した。続いて有機酸濃度を調べたところ、クエン酸 0.77 g/100mL、リンゴ酸 0.09 g/100mL であることが分かった。総アスコルビン酸濃度を測定したところ、原液は 32.6 mg/100mL の値を示した。

加熱濃縮過程で得られた果汁の濃縮率を算出したところ、可溶性固形分換算で 1.4 倍、1.9 倍、3.1 倍であった。加熱濃縮によって最終的に得られた試料は 4.8 倍の濃縮率を示した。一方、凍結濃縮過程で得られた果汁の濃縮率は 1.5 倍、2.0 倍、2.4 倍、最終的に得られた果汁の濃縮率は 3.0 倍であった。

原液及び 1.4~4.8 倍の加熱濃縮果汁の可溶性固形分に対する各遊離糖濃度をプロットした (図 2-1)。フルクトース、グルコース、スクロースの各濃度は、可溶性固形分濃度の増加に伴って直線的に増加していた。原液及び 1.5~3.0 倍の凍結濃縮果汁についてもプロットしたところ (図 2-1)、同様の傾向が観察された。

有機酸と総アスコルビン酸についても遊離糖と同様の図を作成した (図 2-2、図 2-3)。加熱及び凍結の両濃縮法ともに、ウンシュウミカンのクエン酸、リンゴ酸、総アスコルビン酸の各濃度が可溶性固形分の増加に伴って直線的に増加することが分かった。

原液、加熱濃縮果汁、凍結濃縮果汁の味を評価し、レーダーチャートにプロットした (図 2-4)。原液と凍結濃縮果汁から得られた値はレーダーチャート上で重なっており、ほぼ等しい味の強度であることが分かった。一方、加熱濃縮果汁は両試料に比べて酸味及び塩味の強度が低く、苦味及び旨味の強度が高く、異なる味のバランスを示すことが分かった。

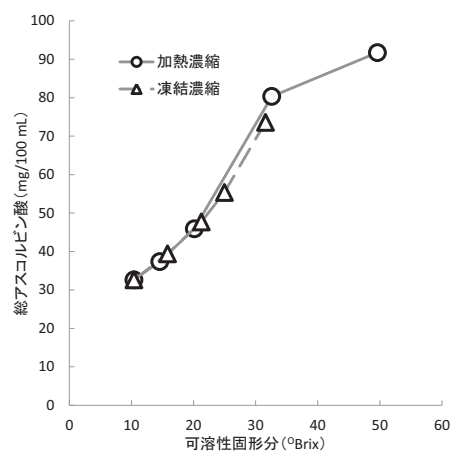


図2-3 濃縮ウンシュウミカン果汁の可溶性固形分に対する総アスコルビン酸濃度

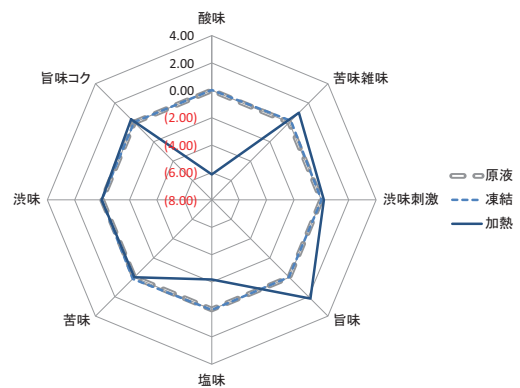


図2-4 ウンシュウミカン果汁の味の評価

3.2 ブンタン

ブンタン果汁原液の可溶性固形分濃度を調べたところ、10.61 °Brix であった。次に遊離糖濃度を調べたところ、原液はフルクトース 1.76 g/100mL、グルコース 2.23 g/100mL、スクロース 5.25 g/100mL

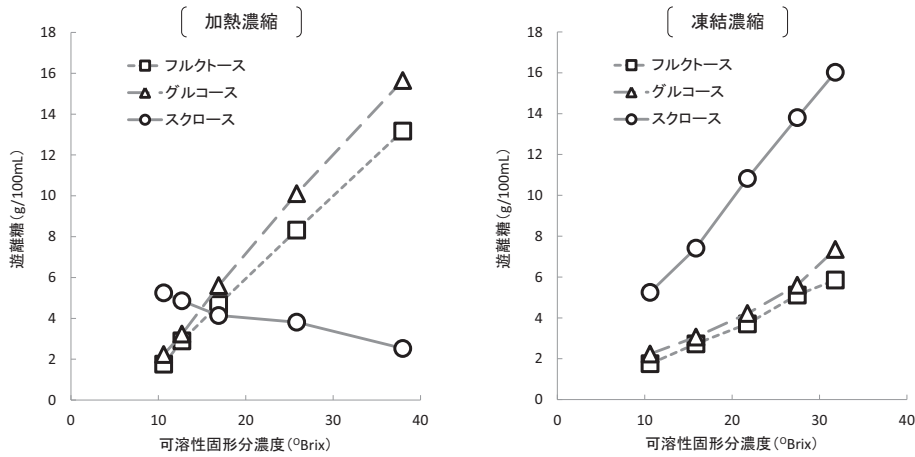


図3-1 濃縮ブタン果汁の可溶性固形分に対する各遊離糖濃度

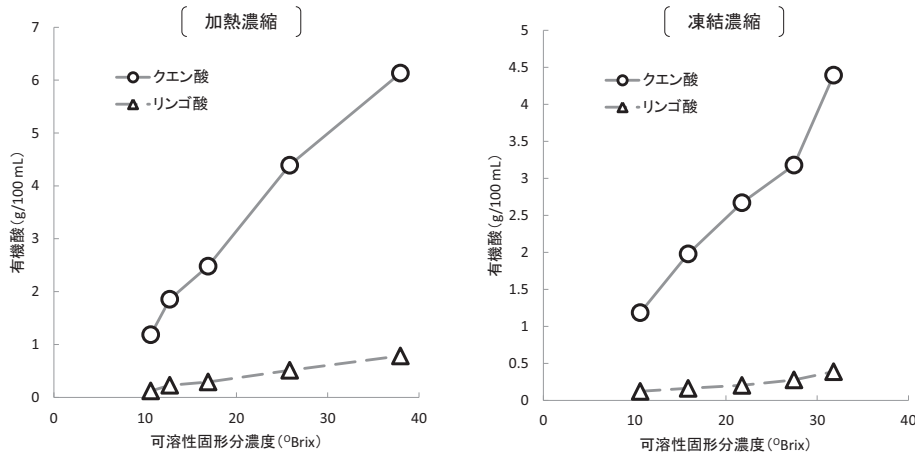


図3-2 濃縮ブタン果汁の可溶性固形分に対する各有機酸濃度

を示した。続いて有機酸濃度を調べたところ、クエン酸 1.18 g/100mL、リンゴ酸 0.12 g/100mL であることが分かった。総アスコルビン酸濃度を測定したところ、原液は 43.8 mg/100mL の値を示した。

加熱濃縮過程で得られた果汁の濃縮率を算出したところ、可溶性固形分換算で 1.2 倍、1.6 倍、2.4 倍であった。加熱濃縮によって最終的に得られた試料は 3.6 倍の濃縮率を示した。一方、凍結濃縮過程で得られた果汁の濃縮率は 1.5 倍、2.1 倍、2.6 倍、最終的に得られた果汁の濃縮率は 3.0 倍であった。

原液及び 1.2~3.6 倍の加熱濃縮果汁の可溶性固形分に対する各遊離糖濃度をプロットした (図3-1)。フルクトース、グルコースの両濃度は可溶性固形分濃度の増加に伴って直線的に増加していたのに対し、スクロース濃度は直線的に減少していた。一方、原液及び 1.5~3.0 倍の凍結濃縮果汁についてプロットしたところ (図3-1)、3種の糖濃度は可溶性固形分の増加に依存して直線的に増加していた。

有機酸と総アスコルビン酸についても遊離糖と同様のプロット図を作成した (図3-2、図3-3)。加熱

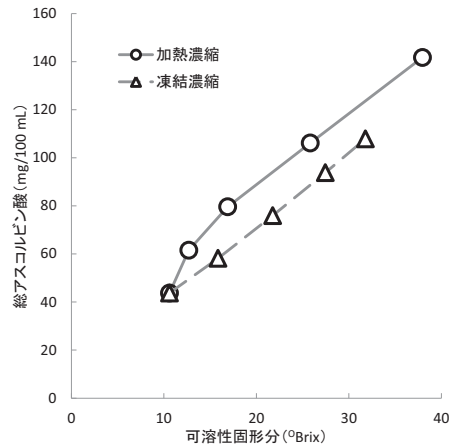


図3-3 濃縮ブタン果汁の可溶性固形分に対する総アスコルビン酸濃度

及び凍結の両濃縮法ともに、クエン酸、リンゴ酸、総アスコルビン酸の各濃度が可溶性固形分の増加に伴って増加することが分かった。

ブタン果汁の味評価結果をレーダーチャートにプロットした (図3-4)。原液と凍結濃縮果汁から得

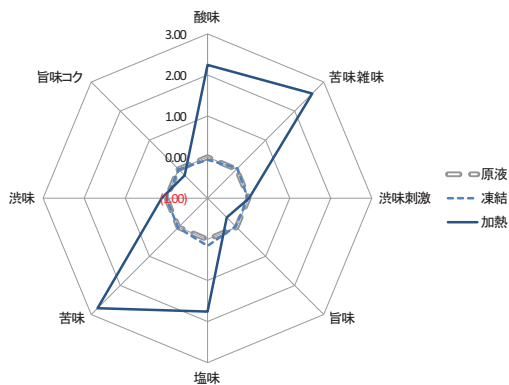


図 3-4 ブンタン果汁の味の評価

られた値はレーダーチャート上で重なっており、ほぼ等しい味の強度であることが分かった。加熱濃縮果汁は両試料に比べて旨味及び旨味ココの強度がやや低く、酸味、苦味雑味、塩味、苦味の強度が高く、異なる味のバランスを示すことが分かった。

3.3 ユズ

ユズ果汁原液の可溶性固形分濃度を調べたところ、8.73 °Brix であった。次に遊離糖濃度を調べたところ、原液はフルクトース 0.74 g/100mL、グルコース 0.84 g/100mL、スクロース 1.23 g/100mL を示した。続いて有機酸濃度を調べたところ、クエン酸 6.79 g/100mL、リンゴ酸 0.55 g/100mL であることが分かった。総アスコルビン酸濃度を測定したところ、ユズ原液は 33.8 mg/100mL の値を示した。

加熱濃縮過程で得られた果汁の濃縮率を算出したところ、可溶性固形分換算で 1.2 倍、1.6 倍、2.6 倍であった。加熱濃縮によって最終的に得られた試料は 3.6 倍の濃縮率を示した。一方、いくつかの凍結濃縮過程で得られた果汁の濃縮率は 1.5 倍、2.1

倍、2.5 倍、最終的に得られた果汁の濃縮率は 3.0 倍であった。

原液及び 1.2~3.6 倍の加熱濃縮果汁の可溶性固形分に対する各遊離糖濃度をプロットした (図 4-1)。フルクトース、グルコースの両濃度は可溶性固形分濃度の増加に伴って増加していた。スクロース濃度は可溶性固形分濃度の増加に伴って減少傾向を示し、2.6 倍以上のサンプルでは痕跡量しか検出されなかった。一方、原液及び 1.5~3.0 倍の凍結濃縮果汁についてプロットしたところ (図 4-1)、3 種の糖濃度は可溶性固形分の増加に依存して直線的に増加していた。

有機酸と総アスコルビン酸についても遊離糖と同様のプロット図を作成した (図 4-2、図 4-3)。加熱及び凍結の両濃縮法ともに、各成分の濃度が可溶性固形分の増加に伴って増加することが分かった。

ユズ果汁の味を評価し、レーダーチャートにプロットした (図 4-4)。凍結濃縮果汁から得られた味の強度を見ると、苦味については原液に比べてやや低いものの、他の味についてはほぼ等しい値が得られた。加熱濃縮果汁は原液と比べて酸味、塩味がやや低い強度であり、苦味雑味、渋味刺激、苦味、渋味、旨味ココは高い強度を示し、異なる味のバランスであることが分かった。

4. 考察

濃縮された果汁の遊離糖組成は可溶性固形分濃度の増加に従って変化した。ウンシュウミカン果汁については、加熱濃縮、凍結濃縮ともに濃縮率が高くなるのに伴って 3 種の遊離糖濃度が直線的に増加した。一方、ブンタンとユズについては加熱濃縮によってフルクトースとグルコースの両濃度が高くなる

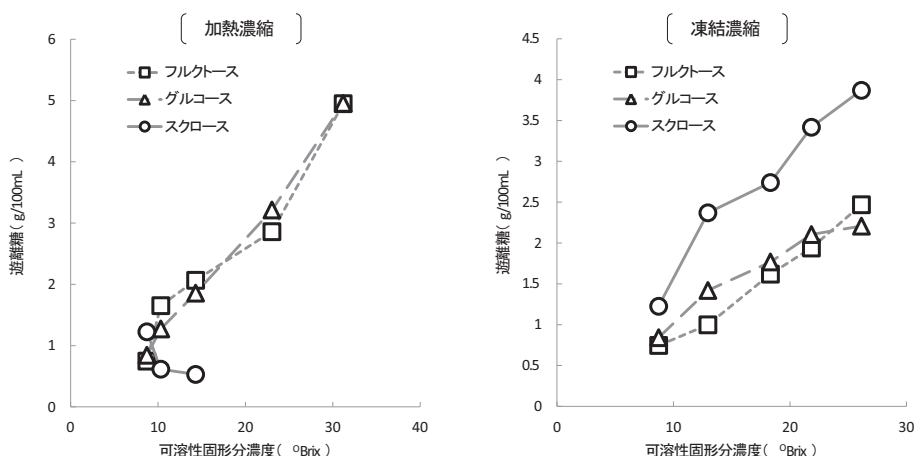


図 4-1 濃縮ユズ果汁の可溶性固形分に対する各遊離糖濃度

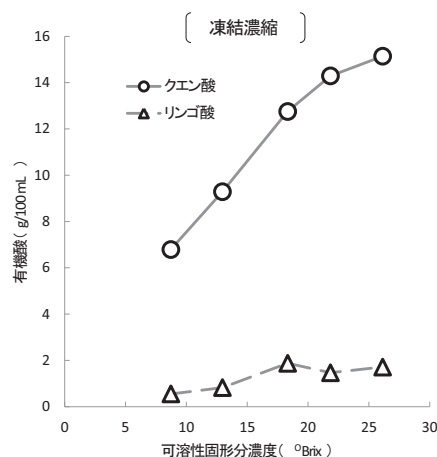
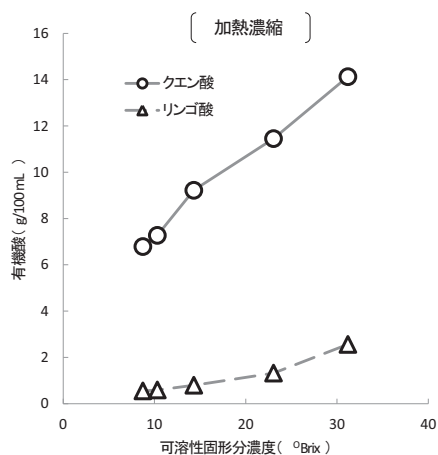


図 4-2 濃縮ユズ果汁の可溶性固形分に対する各有機酸濃度

ものの、スクロース濃度は低くなるのが明らかになった。このように果汁によって成分組成が異なった理由は、酵素の影響であると推察する。果物にはインペルターゼのような糖分解性酵素が存在しており、加熱濃縮工程で糖が加水分解される可能性がある⁸⁾。藤原ら⁹⁾は、搾汁後に酵素失活が行われないブドウ果汁中のスクロース分解について検討している。本実験で入手したウンシュウミカン果汁は搾汁後に酵素失活されたものである。一方、ブンタン果汁とユズ果汁は搾汁後にそのまま保管したものであり、酵素失活は行われていない。こうした搾汁後の処理が異なることによって、加熱濃縮過程の遊離糖組成変化に差が表れたと推察する。

遊離糖以外の成分については濃縮方法による大きな違いはなかった。いずれの果汁についても可溶性固形分濃度の増加に伴って、クエン酸、リンゴ酸、総アスコルビン酸の各濃度は高くなることが分かった。有機酸については、遊離糖のように分解を促す物質が存在しないことから、いずれの濃縮操作においても高濃度化が進行するとあらかじめ予想していた。アスコルビン酸については、加熱によって酸化及び分解が促進するため、濃縮操作の違いによって異なる結果が得られるのではないかと予想していたが、本実験では差が見られなかった。

以上の主要な成分分析の結果だけでは、濃縮方法による品質の差は限定的であるかのように見える。ところが味認識装置を用いた味の評価結果については、濃縮方法による影響が明示された。3種の凍結濃縮果汁は還元すると原液とほぼ同じ味のバランス強度を示すのに対し、加熱濃縮果汁は異なる味のバランス強度を示すことが分かった。ウンシュウミカン果汁の成分は、どちらの濃縮方法においても直線

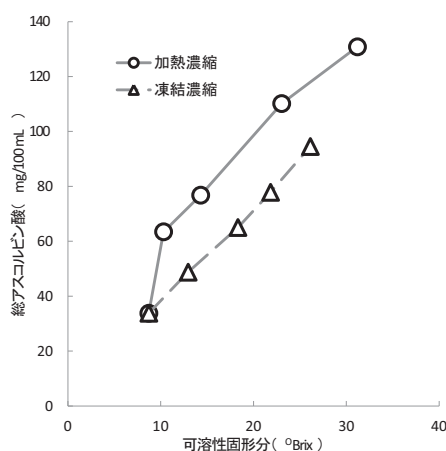


図 4-3 濃縮ユズ果汁の可溶性固形分に対する総アスコルビン酸濃度

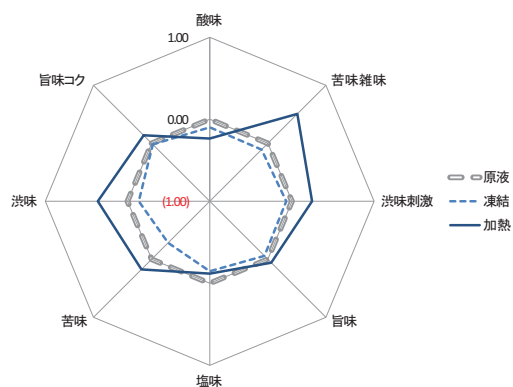


図 4-4 ユズ果汁の味の評価

的に濃度が高くなっていたことから、適切に還元すれば、原液と同じような味になると予想された。しかしながら、味認識装置の解析結果は、濃縮還元されたウンシュウミカン果汁は原液とは異なる味わいであることを示していた。加熱濃縮によって成分が変化していたブンタン及びユズについては、濃縮還

元果汁が原液とは異なる味わいであることはなおさらである。

5. まとめ

加熱濃縮は果汁の酵素失活の有無が成分組成の安定的な濃縮に影響するのに対し、凍結濃縮は影響しないことが分かった。味認識装置を用いた分析によると、加熱濃縮は濃縮還元果汁の味が原液とは異なるのに対し、凍結濃縮はほぼ同じ味のバランスになることも分かった。県内の搾汁工場だけでなく、地方の6次産業化といわれるレベルの搾汁工場では、搾汁後の酵素失活は行わず、そのまま冷凍保管しておくのが一般的である。こうした工場では、酵素失活の有無が影響せず、原液と同じ濃縮還元果汁が得られる凍結濃縮の方が加熱濃縮よりも有用であると考える。まずは県内のユズやブントンの搾汁事業者にも本事業で開発した装置の有用性を普及し、県産資源を活用した食品開発と地産外商に向けて事業化を今後進める。

6. 参考文献

- 1) 松野隆一ら：濃縮と乾燥、光琳、(1989)1-11
- 2) 松野隆一ら：濃縮と乾燥、光琳、(1989)113
- 3) 松本泰典、森山洋憲ら(高知工科大、高知県)：特許5531262(2011)
- 4) 松本泰典、森山洋憲：食科工、10、(2012) 515-521
- 5) 松本泰典、森山洋憲：果汁協会報、653、(2013) 5-16
- 6) 森山洋憲、松本泰典ら：日本食品科学工学会第59回大会講演集、札幌、(2012)132
- 7) 森山洋憲、下藤悟、松本泰典ら：日本食品科学工学会第60回大会講演集、東京都日野市、(2013)161
- 8) 小宮山美弘ら：食科工、7、(1985) 522-529
- 9) 藤原孝之ら：食科工、1、(1999) 24-28

ぽん酢醤油の味分析と商品開発への応用

下藤 悟 森山 洋憲

Taste Analysis of Ponzu and Application to Product Development

Satoru SHIMOFUJI Hironori MORIYAMA

市販されているぽん酢醤油 111 商品について味分析を行った。分析には、味認識装置 (TS-5000Z、インテリジェントセンサーテクノロジー株式会社製) 及び電子味覚システム (ASTREE、アルファ・モス・ジャパン株式会社製) を用いた。さらに、味分析に加えて簡易な理化学的分析として、水分、可溶性固形分、塩分、酸度、全窒素量 (TN)、pH、3 倍希釈後の pH (pH(x3))、導電率の測定も行った。分析データについて主成分分析した結果、ぽん酢醤油の特徴は 4 つの軸 (旨味強いー酸味強い、味わい深いー塩味控えめ、特徴的な味ー雑味少ない、濃いーあっさり) で表されることがわかった。以上の結果を基にぽん酢醤油の特徴についてマッピングし、考察を行った。商品開発、販売促進の際の根拠資料として使用するための有用な知見が得られることが示唆された。

1 まえがき

ぽん酢醤油とは、柑橘果汁に醤油を合わせ、さらにだしや糖類で味を整えたものである¹⁾。全国的に地域食材を組み合わせて開発されており、高知県では全国一位のゆず産地であることから、ゆず風味のぽん酢醤油が多く、県内 JA 等が製造販売するゆずぽん酢醤油は全国的に人気である。

県内のぽん酢醤油の市場を維持しつつ、さらに販路を拡大するためには県外商品との差別化を図る必要がある。しかしながら、県内外の商品がどういう特徴であるのか、自社の商品がその中でどういう位置づけとなっているのかといった科学的なマーケティングは行われていないのが現状である。そこでぽん酢醤油 111 商品を収集し、ぽん酢醤油の開発の動向を調べつつ、味の評価、理化学的分析により得られたデータを網羅的な統計処理を行うことで全国的な味の傾向を解析した。

味の評価には、味認識装置、電子味覚システムといったセンシング機器を用いた。これらの分析機器は、従来の一般的な化学的分析とは違って、電極のセンサーを用いることでヒトの感覚に近い数値を得ることを目的とした分析装置である。官能評価では主観的な評価になりうることを考慮しなければならなかったが、センシング機器により客観的な食品の味の評価が可能である。これまでビール、出汁、茶、さらには医薬品などの分野では感性評価機器が積極的に活用されており、報告も多数存在する²⁻⁶⁾。しかし、まだまだ報告の少ない分野も多数存在し、そう

いった分野において装置を活用するためにはデータベースの作成と機器分析のデータと成分組成、官能評価との関係性の解析が必要となってくる。

そこで、商品開発、販売促進にむけた感性評価機器の活用のための知見を得ることを目的に、ぽん酢を試料として分析を行った。

分析対象としたぽん酢醤油は全国で製造されており、高知県での商品数も多く、原料を調合するといったシンプルな製造方法かつ多くの味を含む調味料のため、総合的な分析が行いやすいと考えた。

分析には感性評価機器に加えて、簡易な物理化学的な分析を行い、併せて解析に利用した。最後に解析した結果を基にデータを可視化することで、ぽん酢の商品開発と販売促進に向けたデータ活用方法についての考察を行った。

2 実験方法

2.1 試料

市販されているぽん酢醤油 111 商品を分析に供した。収集したぽん酢醤油の概要を表 1、2 に示す。

2.2 方法

2.2.1 センシング機器による味分析

味認識装置 (TS-5000Z、インテリジェントセンサーテクノロジー株式会社製) 及び電子味覚システム (ASTREE、アルファ・モス・ジャパン株式会社製) にて測定を行った。

味認識装置はヒトの舌を模倣した人工脂質膜を有する 5 種類のセンサー (AAE、CTO、CAO、COO、AE1)

* 食品開発課

で測定を行う装置である。センサーはそれぞれAAEが旨味・旨味コク、CTOが塩味、CAOが酸味、COOが苦味・苦味雑味、AE1が渋味・渋味刺激に対応している。

電子味覚システムは7種類のセンサー(AHS、PKS、CTS、NMS、CPS、ANS、SCS)と参照電極との電位差により測定を行う装置である。センサーで測定されたデータをそのまま解析に用いた。

試料は蒸留水にて3倍希釈を行い、測定を行った。測定は各サンプル7回を行い、電極の安定した4回目以降のデータの平均値を測定値とした。

2. 2. 2 理化学的分析

商品開発の際に一般的に行われる分析項目として、簡易な理化学的分析を行った。

分析項目として、水分、可溶性固形分、塩分、酸

表1 試料としたぼん酢醤油の製造者・販売者の所在地

都道府県	数	都道府県	数
北海道	2	岡山県	2
青森県	1	広島県	1
岩手県	1	山口県	1
千葉県	10	徳島県	3
東京都	2	香川県	1
石川県	8	愛媛県	4
福井県	1	高知県	36
長野県	1	福岡県	3
岐阜県	1	佐賀県	1
静岡県	3	長崎県	1
愛知県	10	熊本県	3
京都府	2	大分県	1
大阪府	5	宮崎県	1
兵庫県	6	沖縄県	1
和歌山県	1		

表2 試料としたぼん酢醤油に使われている原材料の概要

分類	原材料名 []内は出現頻度
しょうゆ、みそ、塩	しょうゆ[59]、本醸造しょうゆ[45]、生揚醤油[1]、有機醤油[1]、つゆ[1]、米みそ[1]、麦みそ[1]、食塩[74]、海洋深層水[6]、深層水塩[2]
酢、酸味料	純米酢[2]、米酢[9]、穀物酢[4]、醸造酢[90]、橙酢[1]、レモン酢[1]、りんご酢[7]、マスカット酢[1]、紅芋酢[1]、梅酢[1]、酸味料[34]、クエン酸[1]
かんきつ	ゆず[4]、みかん[2]、レモン[1]、だいだい[1]、すだち[1]、ゆこう[1]、かんきつ果汁[18]、ゆず果汁[71]、ゆこう果汁[2]、すだち果汁[13]、レモン果汁[5]、オレンジ果汁[1]、かぼす果汁[7]、シークワサー果汁[2]、だいだい果汁[2]、デコポン果汁[1]、じゃばら果汁[1]、土佐柑子果汁[1]、濃縮レモン果汁[2]、ぶしゅかん果汁[3]、みかん果汁[1]、かんきつ繊維[1]、ゆず果皮[3]
果物	りんご[2]、パインアップル果汁[1]、りんご果汁[1]、マスカット果汁[1]、プルーンエキス[1]
野菜、香味野菜	たまねぎ[2]、たまねぎエキス[2]、にんじん[2]、大根[8]、かぶ[1]、しょうが[11]、しそ[6]、ごま[5]、梅[2]、にんにく[8]
香辛料	香辛料[4]、黒こしょう[1]、七味[1]、唐辛子[3]、ゆずこしょう[2]
糖類、甘味料	砂糖[68]、砂糖(粗糖)[1]、てんさい糖[1]、ビートオリゴ[1]、水あめ[13]、はちみつ[3]、本みりん[10]、みりん[28]、玄米甘酒[1]、糖類[37]、ぶどう糖果糖液糖[10]、甘味料[9]
風味原料	かつお節[27]、そうだ節[5]、うるめいわし節[2]、さば節[2]、炙り鮎[1]、煮干し[3]、風味原料(混合)[23]、かつお出汁[15]、かつお節エキス[31]、そうだ節出汁[2]、魚介エキス[3]、かにか出汁[1]、かにかエキス[1]、かきエキス[1]、魚醤[4]、昆布[31]、昆布出汁[15]、昆布エキス[34]、しいたけ[3]、しいたけエキス[7]、野菜エキス[1]、チキンエキス[3]、鶏ガラだし[2]、ポークエキス[1]
酒類	酒[8]、酒みりん[1]、ワイン[2]、酒精[3]、アルコール[9]
調味料、添加物、その他	酵母エキス[35]、たん白加水分解物[15]、アミノ酸液[3]、調味エキス[1]、調味料(アミノ酸等)[60]、発酵調味料[27]、醸造調味料[2]、香料[16]、カラメル色素[9]、色素[2]、増粘剤[9]、寒天[1]、キリンサイ[1]、加工でん粉[3]、増粘多糖類[1]、セルロース[1]、保存料[1]、ビタミンC[6]、ビタミンB1[3]

表3 理化学的分析の項目と方法

項目	方法
水分	減圧加熱乾燥法
可溶性固形分	ポケット糖度計 (PAL-J、株式会社アタゴ製)
塩分	ポケット塩分計 (PAL-SALT、株式会社アタゴ製)
酸度	0.1M NaOHによる滴定法
TN	ケルダール法
pH pH(x3)	COMPACT pH METER (LAQUAtwin-pH22、 株式会社堀場製作所製)
導電率	COMPACT CONDUCTIVITY METER (LAQUAtwin-EC-33、 株式会社堀場製作所製)

度、全窒素量 (TN)、pH、3 倍希釈後の pH(pH(x3))、導電率について測定を行った。分析方法は表 3 に示すとおりである。

2. 2. 3 統計解析

統計解析には R (version 3.4.3) を使用した。分析で得られたデータは標準化した後、主成分分析を行った。主成分分析の結果、得られた因子負荷量を基に各主成分軸についての考察を行い、試料についてマッピングを行った。

3 結果及び考察

3. 1 ぼん酢醤油の原材料について

試料としたぼん酢醤油に使われている原材料の概要を表 2 に示す。特にかんきつ類、だしなどの風味原料の種類が多く、地域産品を用いることで特徴づけを行っている商品が多い。

3. 2 分析結果

分析結果を表 4 に示す。理化学的分析の結果、水分 74.74%、可溶性固形分 27.77Brix%、塩分 3.98%、酸度 2.09%、TN0.53%、pH3.69、導電率 31.46mS/cm が全体の平均値であり、一般的なぼん酢醤油のイメージに近いものと考えられる。これらすべての分析値を用いて主成分分析を行った。

3. 3 主成分分析

主成分分析を行った結果を表 5 に示す。PC1 から PC5 の主成分軸について、各分析項目の因子負荷量を基にそれぞれ考察した。PC1 は AHS (酸味センサー)、酸味、pH、旨味、旨味コクの寄与が大きく、酸味及

表4 ぼん酢醤油の分析結果

	項目	mean	±	sd	max	min	
理化学的分析	水分 (%)	74.74	±	4.99	85.5	59.70	
	可溶性固形分 (Brix%)	27.77	±	5.19	42.6	13.40	
	塩分 (%)	3.98	±	0.94	6.50	1.40	
	酸度 (%)	2.09	±	0.50	3.17	0.90	
	TN (%)	0.53	±	0.16	0.90	0.08	
	pH	3.69	±	0.24	4.49	3.08	
	pH(x3)	3.95	±	0.26	4.90	3.07	
	導電率 (mS/cm)	31.46	±	5.05	44.00	14.86	
	味認識装置	酸味	2.76	±	2.71	11.47	-4.45
		苦味雑味	0.63	±	2.90	21.61	-1.33
渋味刺激		0.21	±	0.48	2.70	-0.29	
旨味		-1.18	±	1.27	1.50	-5.17	
塩味		-0.32	±	1.10	2.93	-4.27	
苦味		0.55	±	2.81	22.76	-0.81	
渋味		0.02	±	0.19	1.11	-0.31	
旨味コク		-0.43	±	0.56	2.80	-1.47	
電子味覚システム		AHS	2229	±	179	2921	1682
		PKS	712	±	69	909	577
	CTS	2623	±	59	2734	2417	
	NMS	1147	±	62	1352	1008	
	CPS	869	±	62	1032	746	
	ANS	2547	±	228	2980	1808	
	SCS	2263	±	167	2936	1759	

N=111

び旨味が主体的に関与する軸と考えられる。PC2 は塩味、導電率、CTS (塩味センサー) の寄与が大きく、また TN や酸度の寄与も大きいため、塩味に加えて、味の濃さが影響する軸と考えられる。PC3 は、苦味雑味、苦味、渋味、渋味刺激の寄与が大きい。これらの分析項目において、高い値を示す試料について官能評価を行ったところ、苦味や渋味が極端に強いという印象は見受けられず、後味が強いものや、独特の風味を呈するものといった個性的な味わいであった。センサー上は苦味や渋味であるが、他とは異なる味わいが影響する軸であると考えられる。そのため、PC3 については特徴的な味の軸として考えた。PC4 は、水分、塩分、Brix の寄与が大きく、濃度の軸と考えられる。PC5 については、固有値は 1 以上になっているが、因子負荷量が必要な項目が少ないため考慮していない。

主成分分析の結果、PC1 から PC4 までの累積寄与率は 70.6% であった。また、4 つの軸は PC1 が旨味強いー酸味強い、PC2 が味わい深いー塩味控えめ、PC3 が特徴的な味ー雑味少ない、PC4 が濃いーあっさ

表5 ぽん酢醤油分析値の主成分分析結果

	因子負荷量				
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
軸の正負	旨味強い 酸味強い	味わい深い 塩味控えめ	特徴的な味 雑味少ない	濃い あっさり	—
SCS	+				
AHS	+				
酸味	—				
pH	+				
pH(x3)	+				
旨味	+				
旨味コク	+				
PKS	+	—			
塩味		+			
導電率		+			
NMS		—			
CTS		+			—
CPS	+	+			
TN		+			
酸度		+			
ANS		+			
苦味雑味			+		
苦味			+		
渋味			+		
渋味刺激			+		
水分				—	
塩分				—	
可溶性固形分				+	
固有値	7.27	4.53	2.93	2.43	1.44
寄与率(%)	31.6	19.7	12.7	10.6	6.3
累積寄与率(%)	31.6	51.3	64.0	70.6	76.9

+ 因子負荷量 が0.50 以上

— 因子負荷量が-0.50 以下

■ はその分析項目において因子負荷量が最大のもの

りをそれぞれ示す軸であると判断した。これらの軸でぽん酢醤油の大まかな特徴を説明できると考えられる。

3.4 ぽん酢醤油マッピング

主成分分析の結果と考察を踏まえてぽん酢醤油のマッピングを行うと、図1のようになる。横軸にPC1、縦軸にPC2をとり、プロットのサイズでPC3、プロットの濃淡でPC4を表現している。マップの読み取り方の例としては図中に注釈を示した。例えば大手商品、県内、県外の有名商品を矢印で示しているが、これらの商品に近い商品（図中の点線で囲う部分）は競合が多い味のバランスであると考えられる。一方、味の特徴づけを意識している商品は、PC1やPC2の軸において、極端な位置にあるものである。そう

いった商品は消費者からはトリッキーな商品と受けとられやすい。ぽん酢醤油のなかでも旨味が強い商品はPC1の値が大きい方に位置するが、これらはぽん酢醤油というよりもタレに近い商品群（図中の実線で囲う部分）である。

こういった市販品の分析結果を基に作成したマップを利用することで、自社商品はどこに位置するのか、なぜそこに位置するのか、その位置で狙い通りなのかといったことを客観的な指標に基づいて考察することができる。客観性をもったデータを用いることで、商品開発、販売促進の際の根拠資料とすることが期待できる。

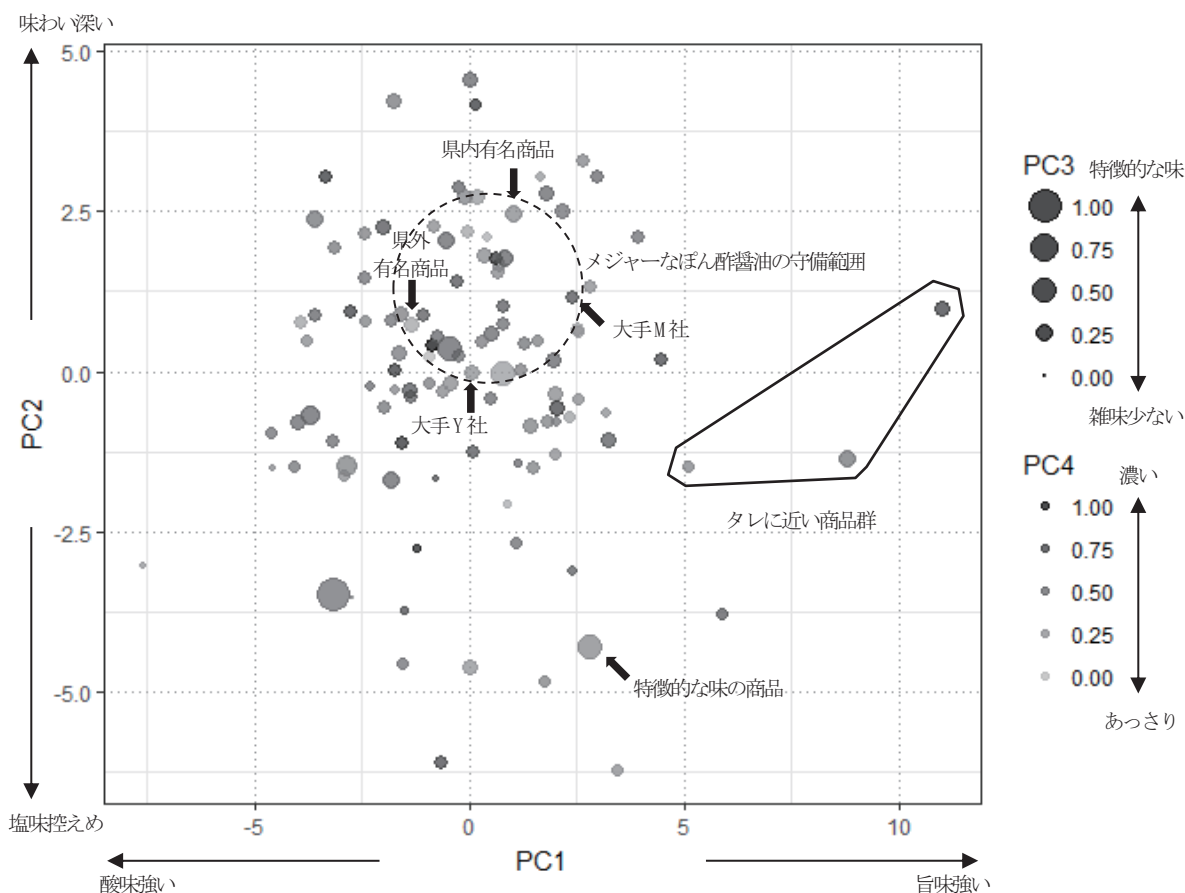


図1 主成分分析結果に基づくぼん酢醤油のマッピング

4 まとめ

今回の報告では理化学分析とセンシング機器での味分析データで解析を行った。しかし、表2に示すとおり、ぼん酢醤油には数多くの原材料が使用されており、その成分組成もかなり複雑なものとなっていることが推測される。より正確に食品の特徴を理解するためには、センシング機器のデータが食品中のどの成分と反応しているのかをより明確にするためにHPLCなどのデータと組み合わせて解析する必要がある。さらに、官能評価により実際に食べてみたデータと照らし合わせることで、どういった特徴の食品が好まれるのかといった嗜好性解析を行うことができる。

今回得られたデータと知見は研修会等を通じて県内事業者にはフィードバックを行い、商品開発や販売促進にむけた技術相談に活用していく予定である。

謝辞

試料の収集に当たりご協力いただきました、旭食品株式会社の細谷奈央氏、一般社団法人高知県地産外商公社の田所教夫氏に謝意を表します。

参考文献

- 1) 栃倉辰六郎：醤油の科学と技術、財団法人日本醸造協会、(1988)415
- 2) 池崎秀和ら：電気学会論文誌、E、センサ・マイクロマシン部門誌 118.11、(1998)506-512.
- 3) 内山裕美子ら：日本調理科学会誌、46.4、(2013)281-286.
- 4) 山田潤ら：日本調理科学会誌、44.2 (2011)122-127.
- 5) 吉田浩一：薬剤学 75.1、(2015)48-53.
- 6) 内田享弘：YAKUGAKU ZASSHI 134.3、(2014)317-323.

生 產 技 術 課

新ダイカスト法の開発

眞鍋 豊士 三谷 信夫*1 池本 義郎*1 大塚 幸男*2

Development of New Die Casting Process

Toyoshi MANABE Nobuo MITANI*1
Yoshirou IKEMOTO*1 Yukio OTSUKA*2

高知工科大学が考案し、従来ダイカスト法の問題点（高価な型、設備、品質不安定）を解決した新アルミダイカスト鋳造技術（シンクロキャスト法）をベースとして、量産化可能なダイカストマシンの構想検討を行い、コンパクト、シンプル、かつ低コストな電動サーボマシンを設計、製作した。この電動サーボマシンを使用し、従来の金型鋳造では困難な薄肉大型部品等を試作したので、その結果を報告する。

1 まえがき

地球温暖化ガスの抑制が緊急課題となっており、自動車、農業機械、電機産業等において共通する重要課題として軽量化がある。軽量化を達成するためには軽量・高強度材料への置換、高機能一体大型化、薄肉化などが必要であり、軽量材料としてアルミ、CFRP（炭素繊維強化樹脂）、高張力鋼板などがある。そこでコスト面、機能面、軽量化効果などからポテンシャルが高いアルミニウム鋳造について着目すると、軽量薄肉大型化、高機能一体化を可能とする低コストダイカスト法の開発が望まれている。

従来のアルミニウムダイカスト法においては、高速高圧で溶融アルミニウムを射出し、凝固させて鋳造品を生産するが、その湯流れが高速であるが故に空気や介在物を巻き込み、また流動中に凝固が進行し湯回り不良、更に凝固収縮により厚肉部に収縮巣が発生するという品質の問題がある。そこで近年、更なる高速化、欠陥を押しつぶすための高圧化、減圧・真空応用による巻き込み空気の低減など改良が行われているが、また逆にデメリットとしてダイカストマシンや金型が複雑で大型、高価となるという欠点がある。すなわち従来ダイカスト法では、高速高圧（油圧）が必要で、それゆえマシンや金型が高価で成形サイズにも限界があった。

そこで電動サーボの制御性・コンパクトさ・省エネなどのメリットを生かし、複数の小型電動シリンダーを最適位置に配置し、低速・低圧で射出することにより、大型薄肉ダイカストを可能にする新ダイカスト法 “SynchroCAST”（シンクロキャスト法）

を開発したので、その概要を紹介する。

2 研究開発の内容

従来ダイカスト法においては、高速化、高圧化、減圧・真空等など改良が行われているが、品質向上はまだ不十分であり、また逆にデメリットとしてダイカストマシンや金型が複雑大型、高価となるという欠点がある。図1に真空高圧ダイカストの概略を示すが、アキュムレータを備える油圧式の射出制御装置があり、通常、3から5m/s（空打ち）程度のプランジャ射出速度と50から100Mpa程度の鋳造圧力を備えており、更に大型薄肉化をめざして高速・高圧マシンが開発実用化されつつある。これらの高速・高圧化を可能にするには金型やダイカストマシンを大型化をせざるを得ないし、その品質確保のためには、射出制御、金型制御、真空制御等もますます難しくなり、コストアップにもつながっている。

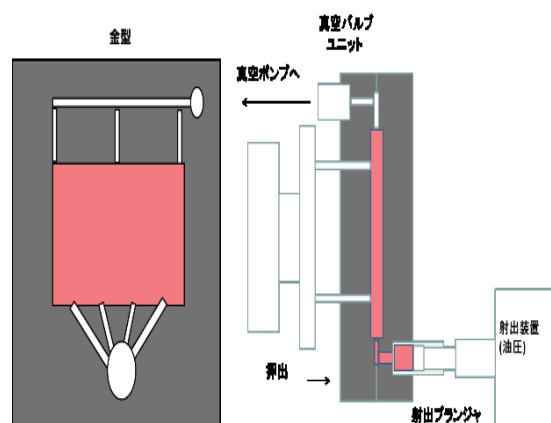


図1 従来の真空高圧ダイカストの概略図

*1 高須工業(株)

*2 元 高知工科大学

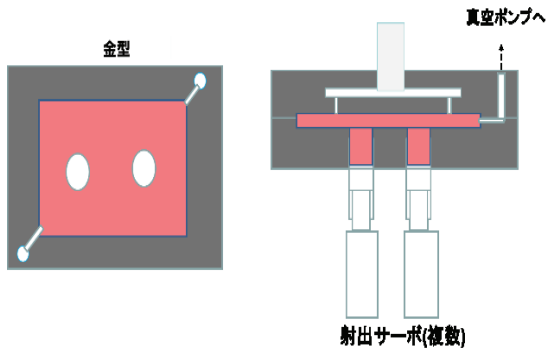


図2 新ダイカスト法 概略図

そこで、これらの問題を根本的に解決すべく、図2に示す概念図のような新ダイカスト法の開発を行った。

開発構想としては、以下の3点を目標とした。

- ①アルミニウム溶湯射出及び加圧の必要な位置に、電動サーボ射出シリンダーを配置することにより、必要な流動及び加圧距離を短くし、低速・低圧射出でも湯回り不良や引け巣不良をなくすことを狙う。
- ②電動サーボ射出シリンダーを必要な本数だけ（複数本）設置することにより、大型、薄肉品への適用開発を行い、軽量薄肉一体化アルミダイカスト品の実用化を狙う。
- ③ casting CAE を活用し、低速低圧を可能にする凝固・流れコントロール法、高真空法を開発する。

従来ダイカスト法と新ダイカスト法の casting 圧力とプランジャ速度（高速域）での位置づけを図3に示す。新ダイカスト法においては、従来ダイカスト法に比べ約1/10程度の圧力と速度を目標としている。

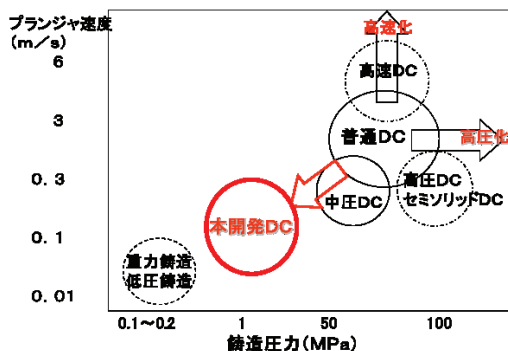


図3 従来ダイカスト法と新ダイカスト法の casting 圧力とプランジャ速度

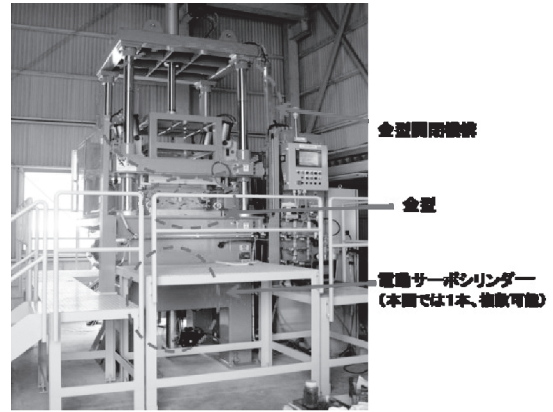


図4 開発した新ダイカストマシン

図4に、開発した新ダイカストマシン（型締め力800 kN、最大金型サイズ800×600mm）を示す。本実施例は、電動式のサーボ射出シリンダーを1から2本装着したものである。従来ダイカスト法では射出シリンダー位置はマシンにより定められており1か所からの射出のため、流動長が長くなる。また加圧すべき距離や範囲も大きくなるため、アキュムレータを持つ高速高圧の油圧制御式射出装置が必要となる。

新ダイカスト法では射出シリンダーを金型内の自由な位置に配置でき、また、その本数も自由に選択できる。従って、その溶融アルミニウム合金の流動距離や加圧すべき距離は、従来ダイカスト法と比べ非常に短くできる。一方、従来ダイカスト法の射出において、油圧式の代わりに電動サーボを採用しようとした場合、現状の電動サーボでは高速・高圧能力が全く不足していることから、特殊構造で高価・複雑な電動サーボの新たな開発が必要となる。しかし、新ダイカスト法においては、通常の電動サーボの速度、圧力での作動が可能であり、射出装置の簡略化、低コスト化、制御の容易性等のメリットがある。

3 研究開発の成果

対象部品として、軽量電気自動車のリアドアの例（図5、6）を説明する。この部品は薄肉の大型品であるが、本法では、2本の射出シリンダーを用い、図7のような方案例で、低速、低圧で製造できる。粗材重量0.8kg、材質はAl-10%Si-Mg合金を用いた。 casting 圧3MPa（射出スリーブ径φ120）、射出速度50mm/sであるため、必要型締め力は、800kN以下となり大幅に小さくでき、マシン及び金型コスト低減につながっている。



図5 製作した小型電気自動車とリアドア取り付け例

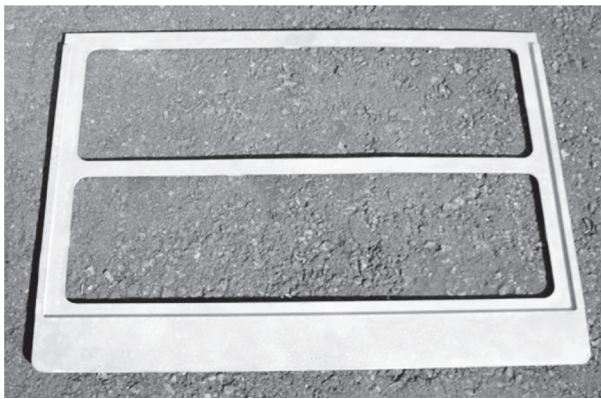


図6 リアドア粗材例 (600×450×t2.5)

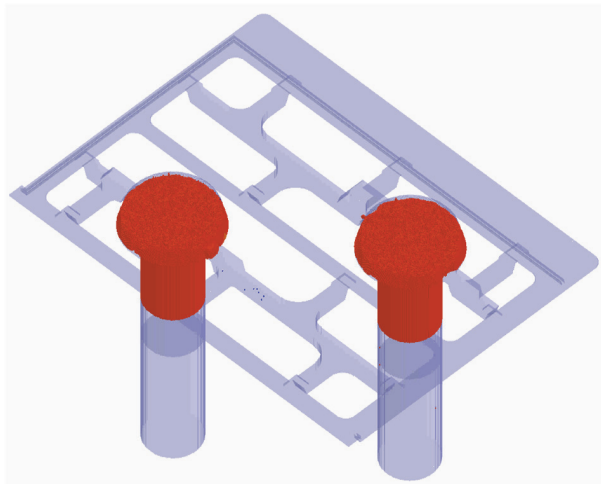


図7 リアドアの方案例 (2か所射出)

2本の射出シリンダーによる流動・加圧距離の短縮に合わせて、薄肉部品において重要な真空度については、真空ベント等を採用し、金型、射出系、及び押し出し系のシールを徹底することにより、-0Pa以下を達成している。更に、 casting CAEによる湯流れ凝固シミュレーションを活用し、溶融アルミニウ

ムの凝固制御、流動射出制御、方案最適化を行うとともに、射出スリーブ、チップ、金型の温度安定化、保温性離型剤等を採用することにより、このような低速、低圧条件での薄肉大型部品が可能となった。

電動サーボシリンダーは、油圧に比べ、省エネルギーで制御性に優れるが、前述のようにその速度や圧力に関しては、従来ダイカスト法、特に中大型ダイカスト法に採用するには能力が不足している。また、その構造上、より高い速度のものは圧力が小さく、逆により高圧力の場合は低速にならざるを得ない。最大鑄造圧と最大充填速度については、最大射出速度 200mm/s、最大加圧力 40kN 程度の電動サーボシリンダーを採用した場合、射出スリーブのサイズにより変更可能である。例えば $\phi 80 \sim \phi 120$ の射出スリーブ径を採用すると最大充填速度と最大鑄造圧力は、図8に示すようになり、その範囲内で、鑄込み重量 (射出ストローク×スリーブ断面積) を考慮して選択することができる。また、同じ射出スリーブ径で、より高加圧力可能な仕様の電動サーボシリンダー、例えば、80kNを採用した場合、最大鑄造圧力を上げることはできるが、最大射出速度は 100mm/s に低下することになる。従って、鑄造品の重量や形状に応じて、電動サーボシリンダーの種類、射出スリーブ径、ストローク、射出速度、圧力を選択する必要がある。将来的に電動サーボシリンダー技術の開発が進み、よりコンパクトで高速、高圧、高応答性のサーボシリンダーが開発されれば、本法のメリットは更に大きくなることが期待される。

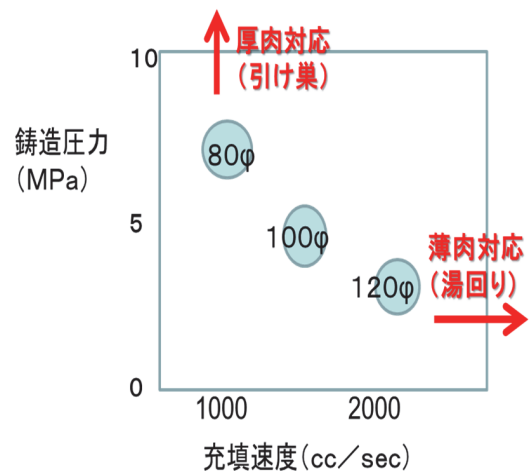


図8 射出スリーブ径と充填速度と鑄造圧力

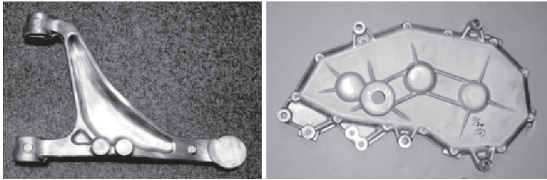


図9 乗用車用アーム(左)、農機用チェーンケース部品(右)

4 現在の実用化状況と今後の展開

前述のリアドア部品は量産品でなく、少量試作の部品である。本法のメリットを確認すべく、薄肉大型品だけでなく、各種部品の試作を行い、新ダイカスト法の技術確立、改良を進めている。図9に乗用車用のアーム(粗材重量1.7kg)、農機用のチェーンケース(粗材重量1.4kg)での試作実施例を示す。

今後の量産対応に進むステップとして、従来の重力鑄造部品を本開発法に置き換えるべく、実用化の準備中であり、実生産での実績を積む中で、将来の高機能薄肉大型ターゲット部品をリサーチし、本技術を広く展開をしていく予定である。

(H22-24年度 経産省戦略的基盤技術高度化支援事業、H25-27年度 高知県産業振興センター地域研究成果事業化支援事業、開発体制：高知工科大学、高須工業㈱、高知県工業技術センター¹⁾～⁹⁾)

参考文献

- 1) 大塚幸男、三谷信夫、池本義郎、眞鍋豊士：
型技術、2016 Vol.31 No.3 040-043
- 2) 眞鍋豊士、大塚幸男、三谷信夫：
2010 高知県工業技術センター 研究開発&
企業支援成果報告書 No.6 40-41
- 3) 眞鍋豊士、大塚幸男、三谷信夫：
2011 高知県工業技術センター 研究開発&
企業支援成果報告書 No.7 38-39
- 4) 眞鍋豊士、大塚幸男、三谷信夫：
2012 高知県工業技術センター 研究開発&
企業支援成果報告書 No.8 40-41
- 5) 眞鍋豊士、大塚幸男、三谷信夫：
2013 高知県工業技術センター 研究開発&
企業支援成果報告書 No.9 26-27
- 6) 眞鍋豊士、大塚幸男、三谷信夫：
2014 高知県工業技術センター 研究開発&
企業支援成果報告書 No.10 20-21
- 7) 眞鍋豊士、大塚幸男、三谷信夫：

2015 高知県工業技術センター 研究開発&
企業支援成果報告書 No.11 34-35

- 8) 眞鍋豊士、大塚幸男、三谷信夫：
2016 高知県工業技術センター 研究開発&
企業支援成果報告書 No.12 34-35

- 9) 眞鍋豊士、大塚幸男、三谷信夫：
2017 高知県工業技術センター 研究開発&
企業支援成果報告書 No.13 28-29

IoT 技術の開発と応用に関する研究（第 1 報）

野生鳥獣捕獲用ワナの状態確認システムの開発

島内 良章 毛利 謙作 今西 孝也 刈谷 学

Development and Application of IoT Technologies (Part 1)

Traps Confirming System for Wild Birds and Animals

Yoshiaki SHIMANOUCHI Kensaku MOHRI Koya IMANISHI Manabu KARIYA

野生鳥獣を捕獲するワナに発信機を設置し、無線通信で遠隔地からワナの状態を確認するシステムを開発した。無線通信は低消費電力で長距離伝送が可能な LPWA 方式の 920MHz 無線通信モジュールを採用した。また、広範囲に設置する発信機との通信パスを確保するために、ドローンにより中継させた。システム検証のため県内各地で通信実験を行い、適用可能なフィールドの規模について検討し、かつ、改良を重ね、現場での運用につなげている。

1 はじめに

高知県を含め、全国でニホンジカなどの野生鳥獣による農林業被害が深刻化・広域化している。狩猟者は、この被害を低減させるべく、ワナを仕掛け、捕獲活動を行っている。そのため、狩猟者には捕獲の有無に関わらず、毎日ワナを確認することが求められ、手間と時間が大きな負担となっている¹⁾。

ワナに獲物が掛かったことを IoT(Internet of Things)技術を使って狩猟者に通報するシステムは、既に存在する。しかし、既システムは電話やインターネットなどの通信サービスが提供される地域に対するもので、被害の深刻な大規模林地などは、サービス外にあることが多く、利用することができない。

そのような地域を対象に、低消費電力で長距離通信が可能である LPWA(Low Power Wide Area)方式による無線通信でワナの状態を発信し、それらを集約して、確認するシステムを開発した。

2 システム構成

システムの構成を図 1 に示す。発信機は、ワナに設置され、設定した時間間隔で野生鳥獣がワナに掛かっているかどうか(ワナの状態)を発信し続ける。また、広範囲にある複数のワナに発信機を設置する場合、尾根などが障害となり全発信機からの通信パスが確保できないので、ドローンにより上空で、データの中継を行う。そして、受信機で各ワナの状態を集約し、画面に表示する。

つまり、本システムでは、狩猟者はワナに発信機を設置し、中継機を搭載したドローンを設置地域で飛行させ、受信機でワナに掛かっていることを確認すれば、捕獲されたワナに向かうことになる。

発信機、中継機及び受信機間の通信は、低消費電力で長距離に伝送するため、LPWA 方式の 920MHz 無線通信モジュールを採用した。発信機の消費電力を抑えることで、ワナの運用期間が長くなり、電池交換などでワナに近づく必要がなくなる。

3 通信実験

本システムで採用した LPWA 方式の 920MHz 無線通信モジュールの通信状況を検証するために、発信機のみを複数箇所に設置し通信実験を行った。

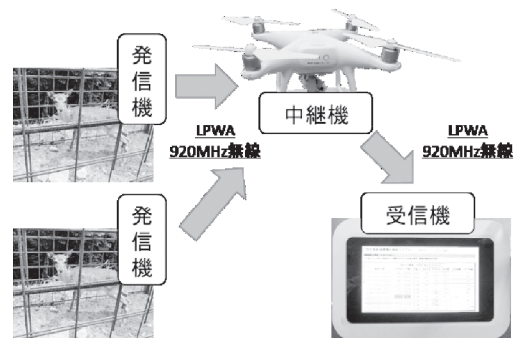


図 1 システムの構成



図 2 試作当初のシステム



図3 高知県森林技術センター実験

3. 1 通信実験のためのシステム試作

試作した当初のシステムを図2に示す。発信機と中継機は、汎用マイコンボード(Arduino)で試作した。マイコンボードで無線モジュールを制御し、32秒間隔でワナの状態を模擬したダミーのデータを発信させた。発信機の電源は、スマートフォン用モバイルバッテリーで供給した。受信機は、ボードコンピュータ(Raspberry Pi)を用いてワナの状態をデータベースに蓄積させ、ウェブブラウザで閲覧できるようにした。

3. 2 実験結果

通信実験は、高知県内の3箇所で行った。ここでは、高知県森林技術センターと高知県長岡郡本山町の集落で行った2箇所の実験結果を紹介する。

3. 2. 1 高知県森林技術センター

図3は高知県森林技術センターに発信機10台を設置した地点、ドローンの発着点及び飛行軌跡を地図上に示したものである。受信機は、ドローンの発着点に設置した。

はじめに、ドローンを直上150mでホバリング飛行させ、発信機を受信する実験を行った。図4は、システムの起動から終了まで、各発信機を受信したタイミングを時系列にプロットしたものである。縦軸の発信機は、図3と対応させている。実験開始から15分後、28分後にドローンを約3分間飛行させた。

受信機を設置した地点に近く、周辺に障害物がない発信機Iは、ドローンの飛行なしで、中継機を胸

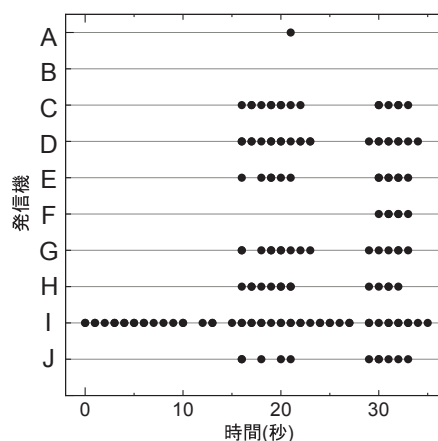


図4 直上ホバリング飛行による受信タイミング

の高さ(地上1.5m程度)に持ち上げることで受信可能であった。そして、ドローンをホバリング飛行させることで、複数の発信機を受信できたが、ドローンの飛行1回目と2回目で受信状況に違いがあった。発信機Fは1回目では受信できず、2回目で受信できた。一方で、発信機Aについては、1回目のドローンの降下中に1回のみ受信できた。ドローンの飛行状況やアンテナの方向が原因で受信状況が異なると考えられるが、2回の飛行を通して、発信機10台のうち9台を受信できた。

次に、受信できなかった発信機Bと受信回数がない発信機Aを受信するため、ドローンをそれらの発信機の方に飛行させ、受信する実験を改めて行った。これらの発信機2台に加え、一番西にある発信機Jの3台を再設置した。ドローンを発着点から直線距離で約300m飛行させた地点で、発信機2台

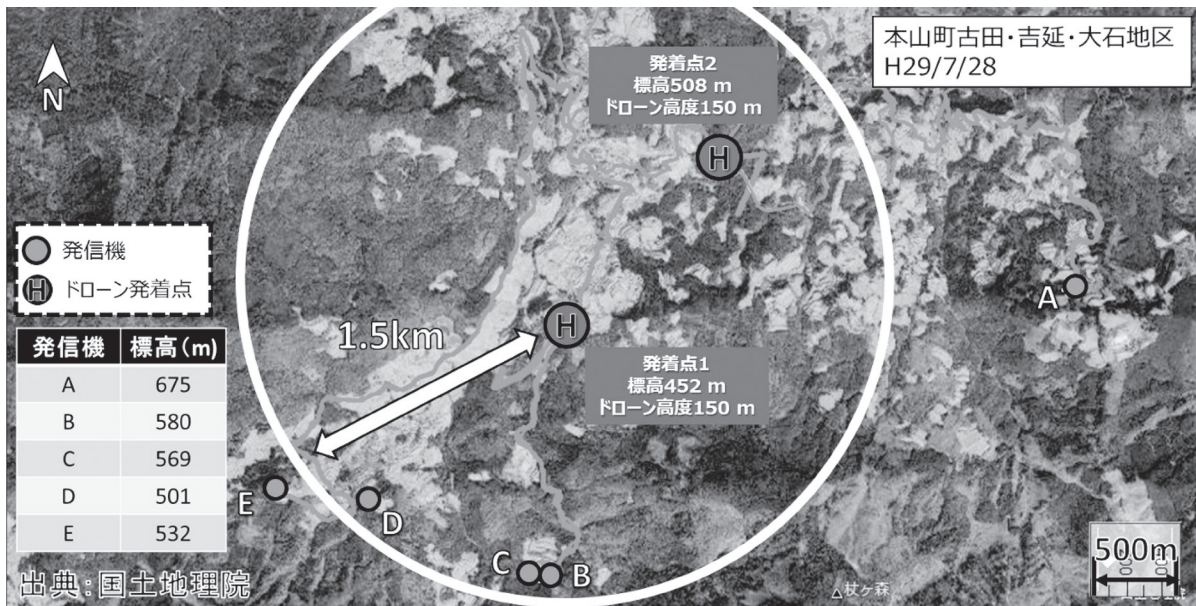


図5 高知県吾川郡本山町の集落実験

(A, B)を初めて受信できた。その地点と発信機2台の直線距離は450mであり、発着点から約750mの距離にある発信機を受信できた。その後、ドローンをさらに東方向に飛行させると、これら2台の発信機を安定的に受信できたが、西に設置した発信機Jは受信することができなかった。

高知県森林技術センターの地形では、ドローン発着点から約750m以内に発信機が設置されていれば、ドローンを飛行させ、通信可能であることを検証した。

3. 2. 2 高知県吾川郡本山町の集落

里山でのシステム運用を検証するために、高知県吾川郡本山町の古田、吉伸、大石地区の3つの地区に5台の発信機を設置した。実験の概要を図5に示す。3つの地区にワナを設置することを想定し、発信機の設置場所を選定した。受信機は発着点に設置し、受信状況を確認しながら、ドローンを飛行させた。

はじめに、発着点1からドローンを直上150mでホバリングさせ、直線距離で約1.3kmにある発信機Bを受信した。その後、ドローンを各発信機に方向に向けて飛行させたが、発信機2台(A, E)は受信できなかった。発着点1からは、概ね半径1.5km以内に設置されている3台の発信機を受信可能であった。

次に、発着点1から最も距離があり、受信できなかった発信機Aを受信するために、ドローンの発着点及び受信機を移動させて実験を行った。ドローンの垂直上昇中に、発着点2から2.4kmにある発信機

Bを受信できたが、約2kmにある目的の発信機Aは受信できなかった。その後、他の発信機の方向に向けて飛行させたが、受信することはできなかった。

本山町における集落では、ドローンの発着点から半径1.5km圏内で、飛行ルートから発信機が見通せる環境で安定的に通信可能であることが分かった。また、2km以上の距離に位置する発信機を受信したが、受信回数は少なく、ドローンの飛行状況に左右され、発信機の設置条件が変わると、受信できない可能性がある。そして、広範囲での設置は通信距離が長くなるため、発信機と中継機間だけでなく、中継機と受信機間の通信パスの確保が前提となる。

3. 2. 3 通信実験のまとめ

これまでの実験から、航空法で規定されているドローンの飛行高さ150m及び目視範囲内での飛行という条件を考慮すると、発信機はドローンの発着点から1.5km圏内に設置する必要があると考えられる。採用した通信モジュールのメーカーによると、7km以上で通信可能と公称されているが、通信距離が長くなることで、尾根などの地形が障害となったと考えられる。

4 運用実験

通信実験の結果を受けて、本システムが適用可能な地点を選定し、発信機をワナに2週間設置して運用する実験を行った。

4. 1 発信機の改良

汎用のマイコンボードは、消費電力が大きく、長期の運用ができないため、必要な部品や機能に絞って発信機を開発した。ワナの状態を検出するため、マグネットスイッチを取り付けた。電源は単3充電電池2本で供給している。ドローンに搭載した中継機との通信パスがいつ確立されるかわからないので発信間隔は、10秒に設定した。

図6は通信実験で試作した発信機と改良した発信機の消費電流の波形である。試作した発信機の消費電流は、発信時65mA、待機時26mAであり、常に一定の電流が流れている。モバイルバッテリー(容量3350mAh)で電源を供給し、連続稼働時間は41時間であった。

一方で、改良した発信機は、発信時40mA、待機時は、ほぼゼロである。消費電流を少なくすることで2本の単3充電電池で約3週間の稼働を確認した。

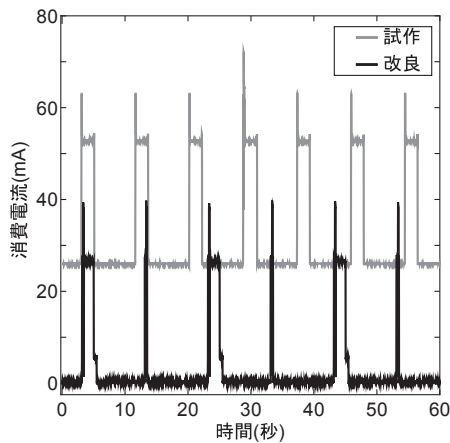


図6 発信機の消費電流

4. 2 実験概要

高知県吾川郡いの町北部にある根須木藪山国有林で、くくりワナのワイヤーに連結した発信機とテスト用の発信機9台を、林道から外れた場所に2週間設置し運用した。図7は実験場所の概要で、発信機の設置場所及びドローンの発着点を示す。

設置日に発着点1からドローンを飛行させ、半径500m圏内にある発信機9台を受信できた。ドローンを飛行させずに、車で発信機近くの林道を走行することでも全ての発信機を受信可能であった。ワナの状態確認を人による巡回で行うと、山中を1時間程度登り下りする必要があるが、ドローンの飛行や車での林道走行で、発信機のワナの状態を迅速に把握することが可能であった。

2週間後の回収日は、はじめに発信機に向かう林道途中の発着点2で、ドローンを飛行させ、半径1.3km圏内にある発信機6台(A, B, C, D, F, G)を受信した。次に、発着点1に移動し、ドローンを飛行させ、発信機Eを加えた7台を受信することができた。

受信できなかった発信機2台のうち発信機Iは、テスト用に設置したもので、回収時に電池切れを確認した。発信機のLEDを常時点灯にしていたことが電池切れの原因と考えられる。一方の発信機Hは、他の発信機と同時発信による混信が生じたと考えられる。設置時点から他の発信機と発信のタイミングにあまり時間差がなく、発信機が持つ内部時計が時間の経過により徐々にずれた可能性がある。今後、発信機の混信対策として、ワナへの設置前にあらかじめ発信のタイミングを他のものとずらしておく必要がある。

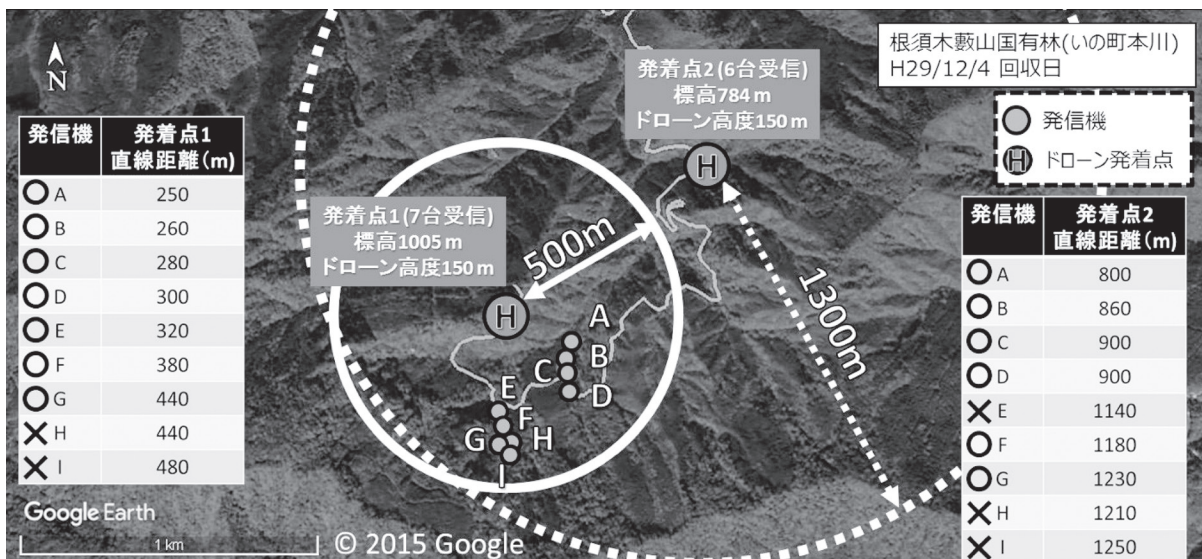


図7 根須木藪山国有林実験

5 システム改良

図8は運用実験を経て改良したシステムである。これまで、中継機を搭載したドローンの降下時に機体がふらつく時があった。そのため、中継機を必要最小限の部品に絞って改良し、180グラム減の190グラムとし、降下時に気流を乱さないようにドローンの側面に取り付けられるようにした。改良した中継機をドローンに搭載させ、飛行させたところ、以前と比べ、支障なく離着陸できるようになった。

発信機の混信対策のため、発信間隔を他のものと比較しやすいように、トリガをかけ、その時点以降のデータを表示するようにした。また、受信機の時刻合わせを手動で行う機能も追加し、インターネットが利用できなくても、時刻を合わせることができる。受信機は、操作を容易にするため、タッチパネル入力にし、内部のプログラムを変更した。



図8 改良後のシステム

6 まとめ

野生鳥獣を捕獲するワナに発信機を設置し、無線通信で遠隔地からワナの状態を確認するシステムを試作及び改良し、県内各地で実証実験を行った。

通信実験では、ドローンの中継により、発着点(受信機設置地点)から約1.5km圏内にある発信機を安定的に受信することができ、この範囲内に発信機を設置する必要がある。また、距離だけでなく通信パスが確立されることも重要であり、ドローンの飛行高度やワナの設置場所における標高を考慮の上、発信機の設置場所をあらかじめ選定することが望ましい。

人による巡回でワナの状態を確認するには、山中を登り下りする必要があるため、負担が大きい。本システムを使用することで、ドローンの飛行によりワナの状態を迅速に把握することが可能であった。

サービス対象外と予測していた国有林でも限られた地点で携帯電話の通信サービスが受けられる地点があり、今後これらの地点で複数のワナの状態を集約し、狩猟者にメールなどで通報する機能も追加予定である。

参考文献

- 1) 農林水産省生産局農業生産支援課鳥獣被害対策室：野生鳥獣被害防止マニュアル―捕獲編一、(2009)27
- 2) 島内良章、毛利謙作、今西孝也、刈谷学：平成29年度電気関係学会四国支部連合大会 講演論文集、(2017)206

資 源 環 境 課

高知県の鉱産資源（石灰）の活用とフッ素資源の循環利用に資する フロン分解原理の研究開発

矢野 雄也 堀川 晃玄 岡崎 由佳 伊吹 哲 河野 敏夫
前 尚樹^{*1} 前田 定範^{*1} 金澤 正澄^{*1} 細川 令慈^{*1} 柳澤 和道^{*2}

Research and development of Freon decomposition principle contributing to utilization of mineral resources (lime) in Kochi Prefecture and recycling of fluorine resources

Yuya Yano Kogen Horikawa Yuka Okazaki Satoru Ibuki Toshio Kono
Naoki Mae^{*1} Sadanori Maeda^{*1} Masazumi Kanazawa^{*1} Reizi Hosokawa^{*1} Kazumichi Yanagisawa^{*2}

現行より低コストのフロン分解処理を目指し、生石灰とフロンとの固気相反応による方法を開発した。その結果、本方法は処理開始温度、フロン投入流速、生石灰粒径を制御することでR32 フロンガスの分解が可能であり、従来法と比べ反応温度が低く酸性ガスの発生がないことから、省エネルギー、装置腐食低減、省スペース化、省廃棄コストにつながる事が示唆された。

1 まえがき

フロンはエアコンや冷蔵庫などの冷媒として広く利用される一方で、オゾン層の破壊や強力な温室効果ガスとしての有害性が認知されている。そのためモントリオール議定書や京都議定書、近年ではフロン排出抑制法等により排出抑制や代替促進が国際的に進められ、その取組みとしてフロンの再生利用や分解処理が行われている。フロンの分解方法としては燃焼法、プラズマ法、触媒法、過熱蒸気法などいくつかある。中でも過熱蒸気法は省スペースかつ高い分解率から経済的で安全に処理ができるメリットがあるが、発生する強酸性ガスによる装置腐食及び中和処理により発生する廃水、廃棄物の処理が課題となっている。

そこで、フロンと生石灰の固気相反応によるスラリー状廃棄物を出さない分解法を開発したので報告する。

2 実験方法

2.1 装置及び試験

分解反応管を管状炉に設置し、加熱条件下で試験を行った。分解反応管は腐食対策として配管用炭素鋼管を使用した。反応状況を目視確認する場合には石英管を使用した。

また、反応管の温度変化を確認するため、反応管の中央及び外側に熱電対を設置し、それぞれの温度

変化をデータロガーで記録した。

生石灰は130 gを量り取り、反応管中央に長さ約20 cmとなるよう充填し、充填状態が変わらないよう両端を炭化ケイ素 (SiC) 砕石で支持した。特に記載がない場合は、生石灰は入交石灰工業製の2~3.2 mm粒径品を用いた。

また、フロンはR32 単一フロンガス (CH₂F₂) を用い、流量制御にはマスフローコントローラーを使用した。

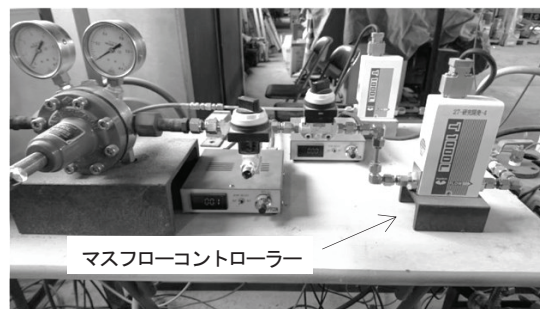
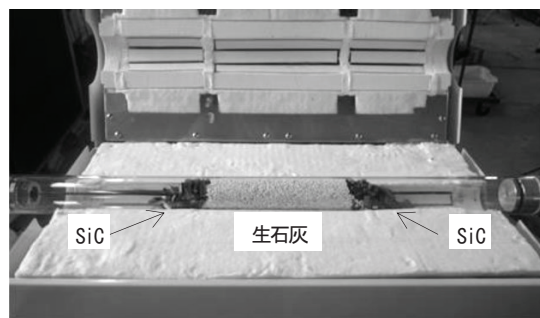


図1 装置写真

(上図: 試料充填状況、下図: ガス導入部)

*1 大旺新洋株式会社

*2 国立大学法人高知大学

試験は反応管中央の試料温度が設定温度に到達後、フロンを一定流量で投入し実施した。

2. 2 試験及び分析

排出ガスは数分毎に水上置換により捕集し、TCDガスクロマトグラフィー (Agilent Technologies 490 マイクロ GC) で測定し、フロンの分解率 (式(1)) 及び発生ガス成分を分析した。なお、フロン分解処理は 99.9%以上の分解率確保が法律で定められているため、分解率が 99.9%以上の状態を「高分解率」、この分解率を下回るまでの試験時間を「維持時間」として指標とした。

生石灰の組成変化は X 線回折装置 (パナリティカル製 X' Pert Pro) により評価した。試料はフロン投入の入口側から出口側に分けて順番にサンプリングした。各試料をアルミナ乳鉢で粉碎後、装置に設置し、Cu 管球による反射-集中法で化合物を同定し、リードベルト法で定量した。

試料に含まれる炭素量は赤外線炭素硫黄同時分析装置 (LECO 製 CS-444LS) を用いて評価した。炭素量は炭酸塩由来のものを除くため、粉碎試料を適当量分取し、塩酸溶解後、溶解残渣をガラスろ紙でろ別して乾燥した後、ろ紙ごとろつぼに設置し、鉄及びタングステン系助燃剤を添加し測定した。

$$\text{分解率} = (1 - \text{排出ガス中のフロン濃度} / \text{投入ガス中のフロン濃度}) \times 100 \quad (1)$$

2. 3 反応条件が及ぼす影響

2. 3. 1 開始温度

フロンを 0.33 L/min で投入しながら電気炉温度を 500 °C、700 °C に設定し試験を行った。試験はそれぞれフロン分解率が約 50% となった時点で終了した。

また、空試験として生石灰を充填せず 400 ~ 700 °C で 20 分毎に 100 °C 昇温させて実施した。

2. 3. 2 処理時間

電気炉を 700 °C に設定し、フロンを 0.33 L/min で投入し、フロン分解率が 99.9% を下回った時点で試験を終了した場合と、投入から 2.6 時間実施した場合とを比較した。

2. 3. 3 フロン投入流速

電気炉を 700 °C に設定し、フロンを 0.12 L/min 及び 0.66 L/min で投入し、フロン分解率が 99.9 %

を下回った時点で試験終了とした。

2. 3. 4 生石灰粒径分布

石灰石をふるいにて 1~4 mm と 3.35~4mm の 2 種類に分け、それぞれを電気炉を用いて同一条件 (800 °C、6 時間保持) で焼成し、試験に用いる生石灰とした。

これらを用いて設定温度 700 °C、フロン 0.33 L/min で試験を行った。

3 結果及び考察

3. 1 開始温度の影響

石英管を用いて反応の様子を観察すると、反応熱により赤熱しながら反応している様子が見られた。反応管中央の温度と排出ガス中フロン残留濃度との関係グラフに、フロン投入開始から 10 分毎に観察した写真を重ね合わせた (図 2)。なお、フロンは下から上に投入されている。

時間経過とともに赤熱箇所は、フロンの流れと同様に入口から出口側に向かって進んでいて、その幅は広がり、赤熱は弱まっている。赤熱箇所が反応管中央を通過する際には、700°C の設定温度に対し約 1100 °C となった。また、赤熱箇所が通過後は白い生石灰が黒く変色している。黒色物を蛍光 X 線分析 (日立ハイテクノロジーズ製 TM3030、SwiftED3000) で測定すると炭素であった。

排出ガス中には残留フロンのほかに H₂、CO、CO₂、エチレンなどの有機成分が確認された。フロンの分解率が低下していくにつれ、CO が減少し、CO₂ が増加する傾向が見られた。

500 °C で試験を行った場合、フロン分解率は最高で 99.7 % 程度であったが、700 °C では 99.9 % 以上を約 0.3 時間維持できた。また、400~700 °C における空試験ではフロンの分解は見られなかった。よって、分解反応はフロンと生石灰による固気相反応によるものと判断できる。それは 500 °C 程度から起こっているが、温度が高いほど進みやすく、規制値に対する適正温度は 500~700 °C にあるように思われる。なお、フロン分解率が約 50% 程度まで低下する試験時間は 500 °C で 0.7 時間、700 °C で 2.8 時間であった。

試験後の反応生成物の組成を表 1 に示す。フロンの流れに対し入口側ほど CaF₂ が多く、CaO が少なくなっている。

表 1 における CaF₂ と CaO を mol 換算しグラフにすると図 4 となり、生石灰と R32 との反応において、

CaF₂の生成とCaOの減少は1:1で起こると考えられる。

これらの結果から生石灰とR32との反応は反応(a)~(d)が起きていると推測される。反応初期は生石灰とR32が反応し反応(a)、(b)が起こるが、反応熱による昇温かつCOリッチな還元雰囲気によりR32自身が熱分解し一例として反応(c)、(d)のような反

応が起きると考えられる。

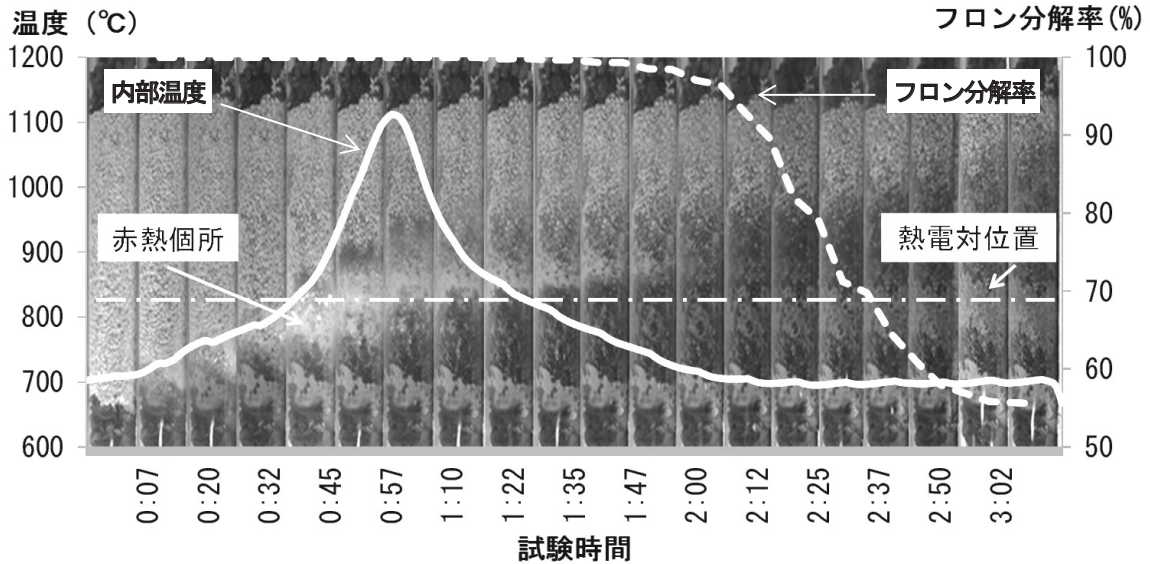
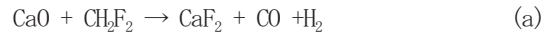


図2 反応管内部温度とフロン残留濃度及びその様子 (実線:内部温度、点線:フロン分解率)

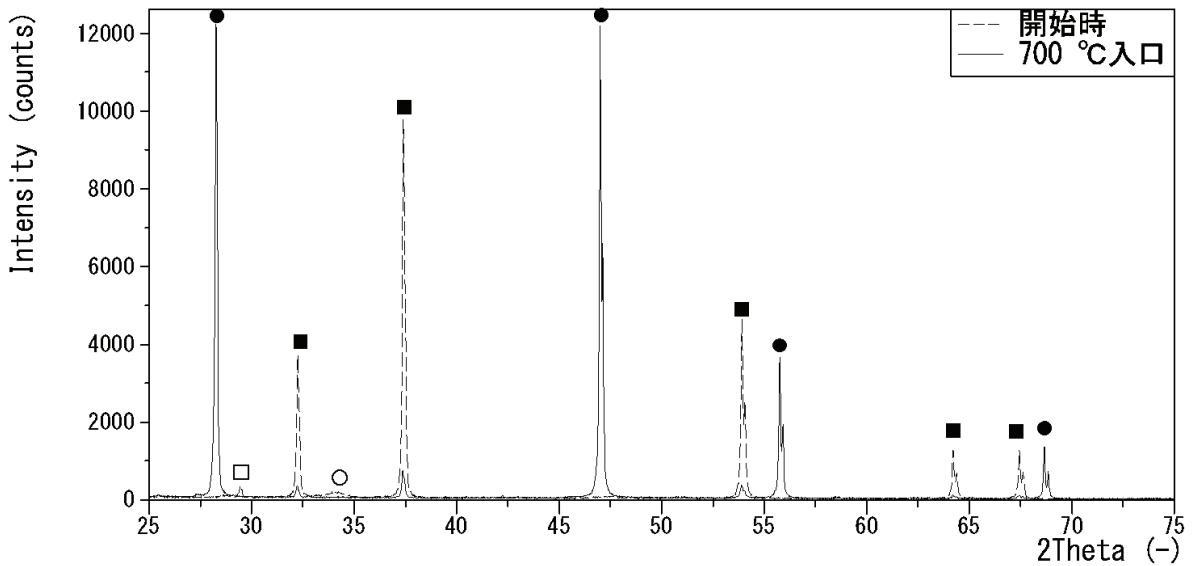


図3 X線回折による評価例

(点線: 試験開始時、実線: 700°C入口、●: CaF₂、■: CaO、○: Ca(OH)₂、□: CaCO₃)

表1 設定温度が反応生成物に及ぼす影響(単位:wt%)

設定温度		CaF ₂	CaO	Ca(OH) ₂	CaCO ₃	C
試験開始時			82	14	4	
500 °C	入口	30	58		11	1
	出口	21	68		11	
700 °C	入口	92	5			3
	出口	71	22	1	6	

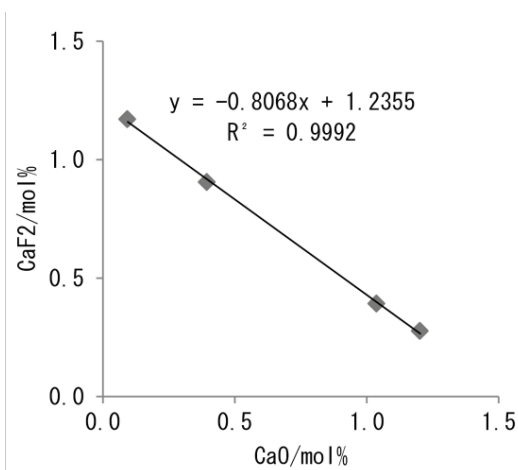


図4 CaO と CaF₂ の関係

3. 2 処理時間の影響

フロン投入からの試験時間を変えて行った試験後の反応生成物の組成を表2に示す。高分解率の維持時間は1時間であった。

また反応(a)、(b)のようにR32と生石灰が1mol同士で反応すると仮定した場合、2.6時間は充填生石灰量に対して約1当量のR32を投入した時間に当たる。

表2の結果より分解率が規制値を下回った後も、反応率は低下しながらも生石灰がほぼ消費されるまで分解反応は続いていることがわかる。

表2 処理時間と反応生成物との関係(単位:wt%)

処理時間		CaF ₂	CaO	Ca(OH) ₂	CaCO ₃	C
1時間	入口	88	11			1
	中央	20	75	1	4	
	出口		91	1	8	
2.6時間	入口	92	5			4
	中央	94	5			1
	出口	90	8		1	1

3. 3 フロン投入流速の影響

フロンの投入流速を変えて行った試験後の反応生成物の組成を表3に示す。維持時間は0.12 L/minで6.1時間、0.33 L/minで1時間、0.66 L/minで0.3時間であった。3.2.2と同様に仮定すると、こ

れらは充填生石灰に対してそれぞれ0.68、0.41、0.25当量反応したことになり、低流速で投入する程反応がよく進んでいることがわかる。

表3 投入流速が反応生成物に及ぼす影響(単位:wt%)

流速		CaF ₂	CaO	Ca(OH) ₂	CaCO ₃	C
0.12 L/min	入口	94	5			4
	中央	86	9		5	
	出口	15	59		26	
0.33 L/min	入口	88	11			1
	中央	20	75	1	4	
	出口		91	1	8	
0.66 L/min	入口	80	19			1
	中央	18	74	1	7	
	出口	2	86	1	11	

3. 4 生石灰粒径分布の影響

粒径分布と内部温度及び維持時間との関係を表4に示す。粒径が小さいものを含む場合のほうが反応熱による温度上昇が大きく、高分解率の維持時間も長かった。

また、反応後には生石灰の残留が見られなかったことから、粒の内部まで反応が進んだことがわかる。よって、粒径が小さいとフロンとの反応が進みやすくそれが温度上昇や高分解率につながったと考えられる。

表4 粒径分布と最高温度、維持時間との関係

粒径分布	最高温度(°C)	維持時間(時間)
1~4 mm	980	2.3
3.35~4 mm	800	1.8

4 まとめ

今回の開発により、生石灰との固気相反応によりフロンが分解可能であることが確認できた。本方法に考えられるメリットは次のとおりである。

- ・通常の過熱蒸気法は800~1000 °Cで反応させるが、700 °C以下の低温で処理可能となればより安全かつ省運転コスト化が可能
 - ・酸性ガスの発生がないため、装置腐食が低減し、中和処理が不要となり、省スペース化が可能
 - ・中和処理により発生する廃水、廃棄物処理が不要
- 分解には、処理開始温度、フロン投入流速、生石灰粒径の影響を受けることが判明した。今後も実用化に向けてより詳細にデータを収集し、反応メカニズムの特定やスケールアップによる実試験を行っていく予定である。

食品酸化劣化の迅速・精確な評価方法の確立（第1報） ～油脂加工食品の賞味期限設定～

遠藤 恭範

Establishment of Rapid and Accurate Evaluation Method for Food Oxidative Degradation(Part1) Setting Shelf Life Limit of Fat Processed Foods

Yasunori ENDO

食品の分析において、非常に煩雑で試験時間が長い、また、試験方法や分析者によって結果の不確かさが大きくなりやすい項目が存在する。特に油脂を用いた食品の劣化指標となる酸価 (AV) や過酸化価 (POV) は、公定法では再現性や信頼性の高いデータを得ることが難しい。そこで、油脂加工食品の酸化劣化について、化学発光 (ケミルミネッセンス: CL) を応用した評価方法で数値化を試みたところ、化学発光量と官能試験結果の間に関係が見られ、賞味期限の設定に有効であることが示唆された。

1 はじめに

食品の分析手法や規格値は食品衛生法及び日本農林規格 (JAS) 等で詳細に規定されており、酸価や過酸化価も定められているが、油脂を使った加工品は再現性のある分析結果が得られないことが多い。

実際に異臭や風味の変化に関するクレームを受けた油脂加工食品サンプルについて、公定法に準拠した分析を行うと、結果として規格範囲内の正常な値が得られ、実状と分析値の間で整合性が見受けられない。

このことは油脂の酸化開始メカニズムに原因が多い。加工食品における油脂の酸化は、内部に熱を貯蔵しているケースを除いて、一般的に空気 (酸素) に触れる食品表面から始まる。しかし、油脂分析の公定法では前処理によりサンプル全体を均一化するため、酸素に直接触れないサンプル内部も分析に供与されることになり、結果として分析値が低い傾向となってしまう。

食品の表面の油脂酸化を分析する方法として、バイアルに入れた油脂加工食品を加熱しながら固相抽出をすることで、油脂の揮発成分をガスクロマトグラフで分析するヘッドスペース法や、食品の表面に光を当てて、油脂の劣化により発生するカルボニル化合物とアミノ酸の反応により生成する蛍光物質と強度を測定する蛍光法がある。しかし、前者は同定された揮発成分と酸化した油脂との関連が明確であることと検量線の作成が必要であり、後者は油脂の酸化生成物とタンパク質が反応する環境を持つ加工食品でないと分析できない。

そこで、化学発光 (ケミルミネッセンス) 分析に

着目した。この分析方法は物質の酸化に伴う化学的変化の過程で発生する化学発光を計測し、その発光量を積算することで、物質の酸化 (劣化) 状態を定量化することができる。

酸化のプロセスは、物質が空気中の酸素により酸化を始めると、物質内部に酸素原子 (O) を2つ持つ過酸化物が生じる。この過酸化物は非常に不安定であり、2分子が反応してアルデヒド (ケトン) と水酸化物と酸素が生成する Russel 反応を引き起こしたり、すぐに近くの有機物から水素 (H) を引き抜く形で反応し安定な酸化物へと変化する。このプロセスは油脂の酸化劣化も同じであり、最初に脂質過酸化物が生成した後、酸化二次生成物であるアルデヒド体やケトン体が順次生成され最終的にカルボン酸へと変化する。

化学発光は酸化物に至るまでに生成する不安定な過酸化物から発生する。化学発光の発生メカニズムについて簡単な模式図を図1に示す。

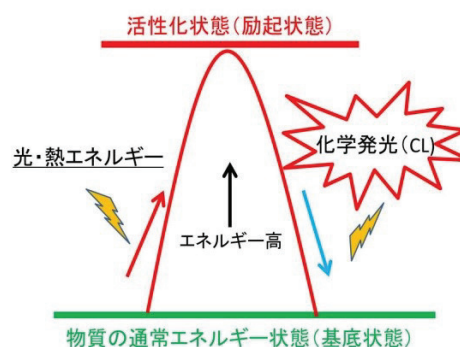


図1 化学発光の発生メカニズム

物質は原子と電子の配列で構成されていて、電子のエネルギーが最も低い状態を基底状態という。物

質が外部から熱や光などのエネルギーを受けると電子が遷移して励起状態になる。しかし、この励起状態は不安定であり、物質は元の安定した基底状態に戻ろうとして、過剰なエネルギーを光エネルギーとして放出する。これを化学発光（ケミルミネッセンス：以下CLとする）と言う。過酸化物生成は前述の励起状態と同じ状態であり、過酸化物が安定化に向かって反応する時に微弱なフォトンレベルでのCLを発生させる。

いくつかの油脂食品は過酸化物価とCLとの間に相関があると報告されており、ポテトチップスやインスタントラーメン等で観察例がある。本研究では従来の分析手法で信頼のあるデータが得られにくい油脂加工食品の酸化劣化について、CL分析を応用して数値化を試みたので、これを報告する。

2 試験

2.1 試料

試料とする油脂加工食品はビスケット類を選択した。ビスケット類は小麦粉、糖類、食用油脂及び食塩を主原料として、混合機、成型機及びビスケットオーブンを使用して製造した食品を指す。

ビスケットは直径50mm以内の大きさで、遮光フィルムで包装された市販品（以下、試料とする）を用意した。また、油脂の使用を極力抑えたビスケット（以下、ノンフライとする）も市販品で用意した。

2.2 装置及び方法

CL分析は極微弱発光検出分光システム（東北電子産業株式会社製 CLA-FS3）を使用した。システムの構成を図2、分析条件は表1に示す。



図2 極微弱発光検出分光システム

表1 CL分析条件

分析時間	20min (1200sec)
加熱温度	100°C
分析雰囲気	空気（分析室環境）
偏光フィルター	無
分析容器	ステンレス製シャーレ

ビスケットはステンレス製シャーレに1枚入れて

分析することとし、結果は縦軸にビスケット1g当たりのCL量（カウント数）、横軸に分析時間（単位：sec）としてn=2~3の平均値をグラフにした。

3 結果及び考察

3.1 油脂の使用量とCL量の関係

油脂加工食品のCL分析の有効性を確かめるため、油脂の使用量とCL量の関係を確認した。ノンフライを用意してブランクとし、この表面に市販のサラダ油を0.2g程度塗布した試料（以下、サラダ油塗布とする。）と、市販のサラダ油を塗布した後オーブントースターを用い1300Wの熱量で90秒加熱した試料（以下、サラダ油塗布90秒加熱とする。）を試作した。これらのCL量を比較したグラフを図3に示す。

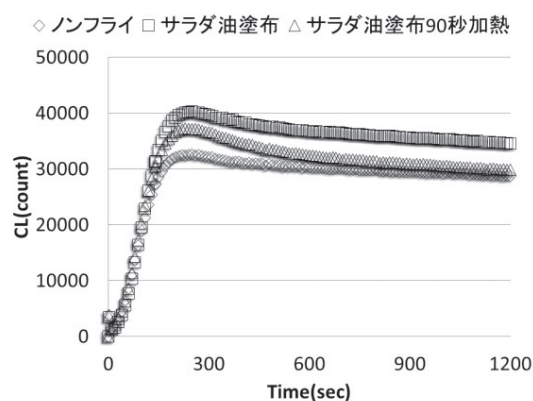


図3 油脂の使用量及び加熱の有無によるCL量比較

ノンフライサンプルと比較してサラダ油塗布サンプルはCL量が多い。これは新たに塗布したサラダ油の酸化に起因すると考えられ、油脂が多いほどCL量が多くなる傾向が確認される。

また、サラダ油塗布90秒加熱サンプルでは加熱しない試料よりもCL量は低下した。これはビスケットを加熱する（焼く）ことにより、もとよりビスケットに存在していた油脂と塗布されたサラダ油の酸化が素早く進行し、CLを発生しない酸化物に変化していると考えられる。

これらの結果より、CL分析はビスケットに存在する過酸化物量を数値化することにより、油脂の使用量を比較できるほか、CL量の増減により油脂の酸化劣化の状態が判断できると推察する。

3.2 CL分析における装置ノイズの影響

CL分析で得られる数値の精度を確認するため装置ノイズの影響を評価した。分析容器となるステンレス製シャーレを、サンプルを入れずに同条件で分

析を行い、数回使用したシャーレ（シャーレA及びB）と未使用のシャーレ（シャーレC及びD）についてCL量を比較したグラフを図4に示す。また、表2に各シャーレのCL量に関する基本統計量を示す。

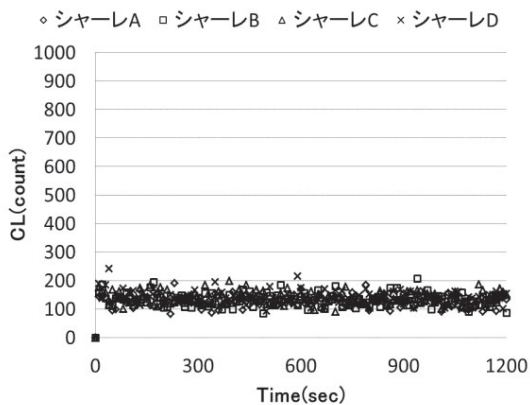


図4 シャーレのCL分析

表2 シャーレのCL量に関する基本統計量

シャーレ	平均値	標準偏差	変動係数
A	128.02	23.51	0.1836
B	132.59	25.51	0.1924
C	139.60	25.72	0.1842
D	140.57	26.10	0.1857

表2より変動係数は各シャーレそれぞれ0.183～0.193の範囲内であった。また、図3に示したノンフライサンプルのCL量平均値は実測値で約54900であることから、ノイズの割合は約0.23～0.26%と算出された。このことから、今回の油脂加工食品のCL分析は、装置のノイズの影響をほとんど受けないことを確認した。

3.3 ビスケットのCL分析

3.3.1 分析値の精度評価

製造日と賞味期限が同じである4袋から試料を2枚ずつランダムに採取して合計8枚（サンプルA～H）をCL分析を行った。結果を図5に示す。

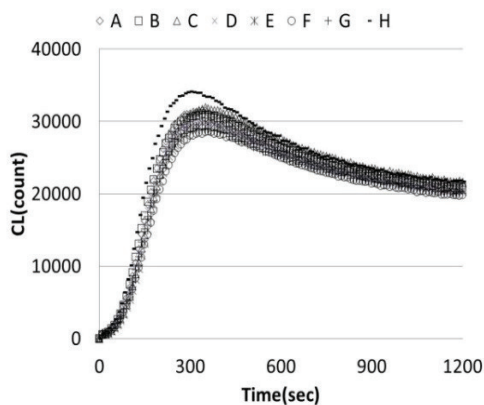


図5 試料のCL量のばらつき

表3 試料のCL量に関する基本統計量

平均値	22446
標準偏差	1097.8
変動係数	0.049

これらのCL量について基本統計量を表3に示す。8つのCL量から算出された変動係数は0.049と非常に小さい値を示し、各データ間のばらつきはほとんどないと言える。

よって、油脂加工食品のCL分析は測定サンプル数を増やさなくても、ばらつきの少ない精度の良いデータが得られることが示唆される。

3.3.2 保管期間とCL量の関係

製造日と賞味期限が同じである試料を3袋用意し、(A)すぐに分析をする試料（製造すぐ開封）、(B)24℃恒温の部屋に放置して賞味期限終了まで保管した試料（製造6か月後開封）、(C)賞味期限終了後さらに6ヶ月間恒温の部屋に保管した試料（製造12か月後開封）に分け、それぞれ袋から2枚ずつ取り出しCL分析を行った。図6にそれぞれの試料のCL量を示す。

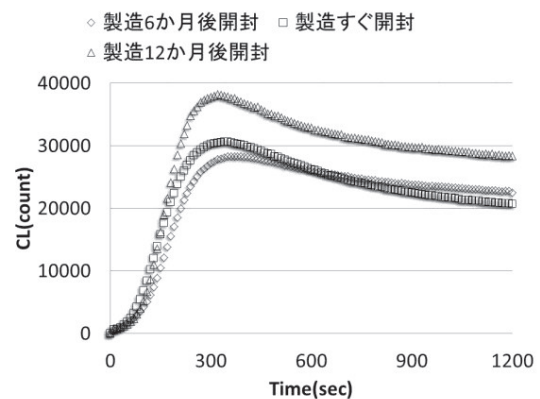


図6 製造後保管期間別のCL量

最初に現れるピークは、ビスケット内に当初から蓄積されている過酸化物質由来のCLであり、CL量はその蓄積量を表す。また、分析時間が経過するごとにCL量は減少し、徐々に安定に向かうのは、未だ酸化されていなかった物質が、分析中の熱エネルギーを受けて一定量の過酸化物質を生成し始めるためである。

図6より、(A)製造すぐ開封の試料と(B)製造6か月後開封の試料の結果を比較すると、分析開始300秒以降に現れる最初のピークの高さが、(B)製造6か月後の試料では低下することが確認された。また、(C)製造12か月後開封の試料では、製造すぐ開封の試料よりも最初のピークの高さが上昇することも確認された。

CL 分析に並行して、それぞれの試料の食味 (官能) 試験も行った。その結果を表 4 に示す。

表 4 ビスケットの保管期間と食味の関係

製造すぐ開封	喫食可
製造 6 カ月後開封	喫食可
製造 12 カ月後開封	喫食不可

製造後 6 カ月までの試料であれば通常の風味で喫食することができるが、賞味期限を大幅に超えた製造後 12 カ月の試料になると、油脂が酸化した臭いが強くなり風味が変わって喫食できなかつた。

よって、CL 分析と官能試験の間には、CL 量 30000 前後をボーダーラインとして喫食の可否が判断できる可能性が示唆された。

一般的に食用油の酸化と CL 量との間には比例関係があることが知られている¹⁾が、本研究結果では、油脂加工食品について製造後の保管期間と CL 分析の間に相関を見いだせなかつた。

しかし、試料の保管状態を考慮すると次のような仮説を立てることができる。

製造後のビスケットは全く酸化していないわけではない。極端に言えば油脂を使用した直後から酸化が始まっている。製造後すぐに開封した試料では CL 分析での最初のピークは開封時にビスケットが内包していた過酸化物を検出していると考えられる。

賞味期限となる 6 か月を経過する時には、当初存在した過酸化物は減少して酸化物へと移行し、保管している間に新たに発生した過酸化物を最初のピークとして検出するため減少すると考えられる。実際に製造後 6 カ月を経過するまでに、ビスケットが袋内の空気 (酸素) を消費して酸化し始め、試料の小袋が徐々に圧縮され真空状態となる様子を確認している。

さらに製造後 12 か月を経過すると、小袋は内部のビスケットの輪郭が分かるほど真空状態を呈するほどになる。この時ビスケットの油脂は酸化プロセスがサイクル化する自動酸化となり、酸素は自給され外部からの供給は必要ない。よって、生成した過酸化物量は製造直後よりも増え、また測定中の加熱による過酸化物の生成量も増えて CL 量が全体的に大きくなっているものと考えられる。

3. 4 クレーン品の公定法及び CL 分析

3. 4. 1 クレーン品の公定法による分析

試料と同じ種類のビスケットで異臭が発生したクレーン品 5 種類 (クレーン品 A~E) について、公定

法による酸価及び過酸化物価の分析を行った。

公定法は日本油化学会の「基準油脂分析試験法」にある油脂の劣化度評価法に基づいて行った。酸価は水酸化カリウムを用いた常法、過酸化物価は酢酸クロロホルム法に準拠した。分析サンプルは試料であるビスケットを約 5mm 四方程度に乳鉢を使って粉碎した後、有機溶媒 (石油エーテル) を使って含まれる油脂を抽出したものを使用した。各クレーン品の酸価 (以下、AV とする。) 及び過酸化物価 (以下、POV とする。) の値を表 5 に示す。

表 5 ビスケットクレーン品の AV 及び POV

クレーン品	AV	POV
A	0.6	24
B	0.9	17
C	0.9	24
D	0.5	3.6
E	0.5	3.3

油脂加工食品に関する AV 及び POV の安全基準として、菓子指導要領 (昭和 52 年環食第 248 号) より油脂を 10 重量%以上含む菓子類では①AV が 3 を超えかつ PV が 30 を超えるものであってはならない、②AV だけで 5 を超え、または PV だけで 50 を超えるものであってはならないと規定されている。表 5 の結果からクレーン品は全てこの基準範囲を満たしている規格上は適合品である。このことより、異臭という実際の現象と公定法での分析結果の間に整合性は確認できなかった。

3. 4. 2 クレーン品の CL 分析及び賞味期限の基準ライン策定

3. 4. 1 で用いた同じクレーン品について CL 分析を行った。その結果を図 7 に示す。

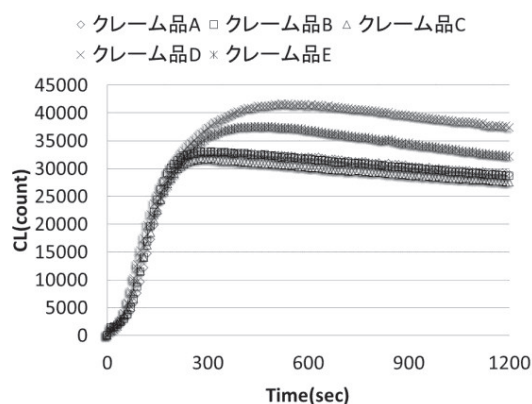


図 7 クレーン品の CL 量

クレーン品のグラフは図 6 で見られるような極大となるピークは確認されず、CL 量は適当な分析時間で最大となった後、徐々に減少する軌跡をたどる。

極大ピークが確認されないことは、サンプル内に当初から存在する過酸化物は少ないと考えられ、酸化がある程度進行している状態であると思われる。また、CL量が全体的に大きいことから、加熱によるエネルギーを得て新しく生じる過酸化物は多く、酸化されやすい物質が多く存在している状態であると考えられることから、クレーム品は全体的に酸化劣化が進んでいるものと思われる。

次に、図6及び図7で得られた分析時間内のCL量の最大値及び平均値を表6に示す。

表6 各サンプルのCL量最大値とCL量平均値

サンプル	CL量最大値	CL量平均値
製造すぐ	30620	22450
製造 6 カ月後	28360	21880
製造 12 カ月後	38150	28030
クレーム品 A	33130	28130
クレーム品 B	33160	28120
クレーム品 C	31880	26960
クレーム品 D	41750	35250
クレーム品 E	49650	31610

※サンプル1g当たり 下一桁四捨五入

クレーム品を含む喫食不可となるサンプルのCL量の最大値は31000より大きく、また、CL量の平均値は26000より大きい。これは喫食可である試料の各値と差別化できると考える。

したがって、CL分析において喫食の可不可を決める値は、測定時間内のCL量の最大値及び平均値の両方を指標に使うことで策定可能であると考えられる。

4. まとめ

油脂加工食品の酸化劣化を、公定法では酸価及び過酸化物質という指標で追跡するが、CL分析はその

原理から酸化の過程を捉えている過酸化物質をターゲットとして評価しているため、酸化劣化の経時変化を追跡することができる。

また、CL分析は公定法で行う前処理を必要とせず、サンプルの粉碎を行わないそのままの形状で機器分析するため、実際に酸化が進んでいる表面の情報を収集することができ、かつ簡易な操作で再現性の高い結果を得ることができる。

今回、異臭が発生したクレーム品について公定法で評価した場合、基準の範囲内となり実際の現象と分析結果との整合性は確認できなかったが、CL分析では、最大値及び平均値を官能試験の結果を合わせて比較することにより、喫食の可不可を区別できることが分かった。この評価方法を応用して賞味期限設定も可能である。

CLを数値化することでサンプルの酸化によるわずかな変化も捉えることができ、見た目では判断できないサンプルの比較も可能であることから、CL分析は製造後のごく初期段階からの酸化劣化を経時的に捉えることができる。食品分野におけるCL分析は、酸化劣化の進行状態を迅速かつ精確な分析で数値化＝「見える化」することができ、賞味期限設定や寿命予測などの品質管理の高度化につながるものと思われる。

参考文献

- 1) 大澤善次郎：ケミルミネッセンス、丸善株
(2003)126-130

食品酸化劣化の迅速・精確な評価方法の確立（第2報） ～水産物の酸化劣化評価～

遠藤 恭範

Establishment of Rapid and Accurate Evaluation Method for Food Oxidative Degradation(Part2) Evaluation of Oxidative Degradation of Marine Products

Yasunori ENDO

水産物の鮮度や品質に関する一般的な指標であるK値は実用的な評価基準として国際的に認められておらず、また、冷凍魚によく見られる冷凍焼け現象による品質低下とは関連しないとされている。そこで、水産物の鮮度評価や冷凍焼けの品質評価について、油脂の劣化評価の実績がある化学発光（ケミルミネッセンス：CL）分析を試み、保管温度や保管期間の違いで化学発光量の差があることを確認した。また、サンプルの化学発光量と色相変化との間に関係性が見られることを確認し、鮮度や冷凍焼けの評価に適用できることが示唆された。

1 はじめに

日本で一般的な水産物の鮮度評価に用いられるK値は生体内エネルギー物質の分解によって得られる化合物の割合から算出されるが、この化学変化と水産物の冷凍焼けとの関係は見いだされていない。そもそもK値は品質そのものを表す指標というよりも致死後の温度履歴を積算し総体的に推察する科学的な指標として使われるべきとされ、鮮度評価方法として認められているのは日本だけで、諸外国ではほとんど普及していない¹⁾。

水産物の冷凍焼け現象は、長期間の冷凍保存による脱水のため、タンパク質や魚油が変質・劣化してしまうことで起こるものであり、同様の現象として干物では魚油の多い部分に変色する油焼けがある。一般的に水産物に含まれる油脂は多価不飽和脂肪酸が多く、空気と接触すると酸化劣化を起しやすいため、この反応は-20℃のような低温域で保管する冷凍品でも同様に起こる²⁾。

また、冷凍焼けに伴う品質・鮮度低下を評価する方法として、魚油の酸価（AV）や過酸化価（POV）等々を評価している例がある。しかし、これらの方法は前処理を含め分析が煩雑であるほか、酸化した魚油は変質したタンパク質と結合していると考えられ実際に精確な値が得られているのか等の課題が残されている。

操作が簡便な機器を用いた油脂の分析方法はいくつか存在しており、化学発光分析もその一つである。化学発光分析は物質の酸化に伴う化学的変化の過程で発生する化学発光を計測し、その発光量を積算することで物質の酸化（劣化）状態を定量化できる手

法である。一般的に食用油の酸化と化学発光との間で比例関係が成立することが知られている³⁾。

このように、油脂の酸化劣化の分析において実績のある化学発光（ケミルミネッセンス：以下CLとする）分析を、K値を利用した魚の鮮度評価の代替方法及び冷凍焼け現象を引き起こす冷凍魚の魚油の酸化劣化評価に対し応用を試みた。

2 試験

2.1 試料

試料とする魚種は、しらすとサーモンを選抜した。しらすは可食部全体における脂質の割合は低いが脂質中の多価不飽和脂肪酸の割合は大きい。また、サーモンは一価及び多価の不飽和脂肪酸の割合が大きい。表1にしらす（しらす干し 微乾燥品）及びサーモン（にじます 海面養殖 皮なし 刺身）の栄養成分表を示す。

表1 栄養成分表

栄養成分	しらす	サーモン
たんぱく質	23.1	20.5
脂質	1.6	10.8
飽和脂肪酸	0.26	1.65
一価不飽和	0.10	4.67
多価不飽和	0.46	3.31

※可食部100g当たりのグラム数

出典 日本食品標準成分表(七訂)

しらすは釜揚げちりめんとして販売されているものを、また、サーモンは生食用の切り身を量販店で購入し試料とした。

2.2 装置及び方法

2. 2. 1 CL 分析

CL 分析は極微弱発光検出分光システム（東北電子産業株式会社製 CL-AFS3）を使用した。システムの構成を図1、分析条件は表2に示す。



図1 極微弱発光検出分光システム

表2 CL 分析条件

分析時間	30min (1800sec)
加熱温度	100°C
分析雰囲気	空気（分析室環境）
偏光フィルター	無
分析容器	ステンレス製シャーレ

しらすはそのままの状態、また、サーモンは元の切り身をいくつかブロックに切り分けた後、分析に使用する分を家庭用ミキサーで粉砕して、所定量をステンレス製シャーレに入れて分析した。

結果は縦軸にサンプル 10g 当たりの CL 量(カウント数)、横軸に分析時間（単位：sec）として、n=2~3 の CL 量をグラフにした。

2. 2. 2 変色評価

試料の変色を評価する装置は白色度計（日本電色工業株式会社製 PF-10）を使用した。試料は CL 分析と同様の状態で白色度計専用の粉体用セルに入れて測定した。

3. 結果及び考察

3. 1 しらすの CL 分析

3. 1. 1 保管温度の違いによる CL 量の変化

ポリエチレンフィルムを袋状に加工した後、しらすを入れて脱気包装（真空パック）した状態のものについて、ブランクとしてすぐに CL 分析を行う試料と、-20°Cの冷凍庫及び5°C及び10°Cの冷蔵庫に、それぞれ1ヶ月間、3か月間、6か月間の3水準で保管した試料について CL 分析を行った。図2に-20°C保管、図3に5°C保管、図4に10°C保管の CL 量を示す。-20°Cで保管したしらすは、1カ月経過時まで購入時の CL 量とほぼ変わらないが、3カ月経過以降では CL 量が全体的に低下している。

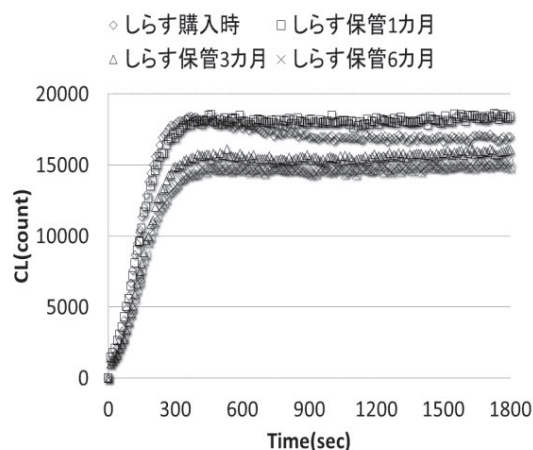


図2 -20°Cで保管したしらすの CL 量

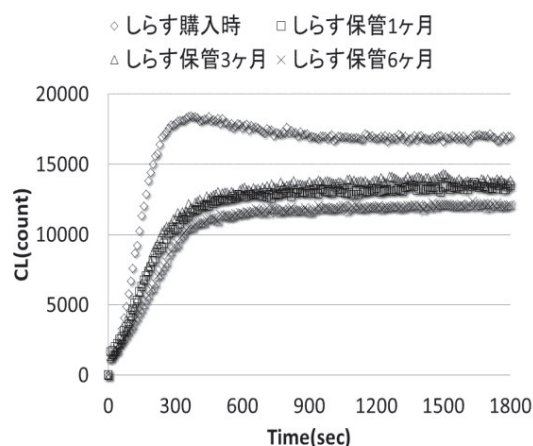


図3 5°Cで保管したしらすの CL 量

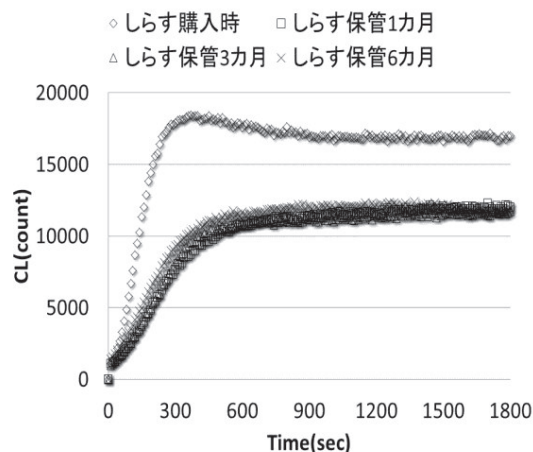


図4 10°Cで保管したしらすの CL 値

5°C及び10°Cで保管した場合、CL 量は1カ月経過時点ですでに購入時よりも低下している。

分析開始当初、サンプル内に蓄積された過酸化物質に由来して CL 量は増大する。やがて CL 量は徐々に安定するが、このことは、まだ酸化されていない物質が、分析時に与える熱エネルギーを受けて一定量の過酸化物質を生成し始めるためである。

よって、CL 量が低下することは過酸化物質が少なく

なることを意味する。すなわち、過酸化物からアルデヒド生成を経由しカルボン酸に至る反応が完結し始めていることを示し、酸化が進行したことを表していると考えられる。

3. 1. 2 保管温度別 CL 量としらすの状態

2.3.1 で行った CL 分析と並行して、分析した試料の臭いを確認した。-20℃保管の場合、1カ月経過時では臭いは特に確認されなかったが、3カ月経過以降から魚臭さが強くなってきた。しかし、5℃保管及び10℃保管では、1カ月経過時から異臭が発生して喫食は困難となり、さらに6ヶ月経過時では腐敗臭が強くなった。

次に包装から取り出す時の試料の状態について観察した。-20℃で保管したしらすは、6カ月経過時でも魚体一つ一つに分離することができ喫食も可能であったが、5℃及び10℃保管のしらすは1カ月経過時から真空により一つ一つの魚体が見分けにくくなるほど潰れており、全体がくっついて離れない状態であった。

このようなしらすの状態と図2～図4に示された CL 量を対照すると、CL 量が購入時とほぼ同じであれば鮮度低下もなく喫食ができるが、これより CL 量が大きく低下すると酸化を伴う腐敗が進行して喫食できないと判断することができる。

また、各保管温度において、購入時の CL 量を除く3水準について、分析時間内の CL 平均値を算出すると表3のとおりである。

保管温度	CL 平均値
-20℃保管	14850
5℃保管	11530
10℃保管	10040

※下一桁四捨五入

表3の結果より、保管温度が低いほど CL 平均値は大きくなる。よって、低温保管であれば加熱による過酸化物発生量が大きいことから、酸化が進まず鮮度は維持されていると考えられる。逆に、保管温度が高くなれば新たに生成する過酸化物量は減少して酸化（腐敗）が進んでいることになる。

水産物について、冷凍保管することにより鮮度が保持されることは周知の事実であるが、CL 分析は酸化という視点から物質の変化を追跡することができ水産物の保管温度の違いによる鮮度の評価に適用できることが示された。また、賞味基準の策定に応用できる可能性も見いだされた。

3. 1. 3 CL 量と変色の関係

しらすは鮮度が低下するとともに本来の色である白色から黄色へと変化することが多い。そこで、しらすの変色と CL 量との関係を検証した。

購入したしらすを3つの試料に等分し、すぐに CL 分析を行う試料と、残り2つはポリエチレンフィルムを使って脱気せずに包装し、10℃の冷蔵庫内に保管して、2日目及び7日目に開封する試料にして CL 分析を行った。図5にそのグラフを示す。

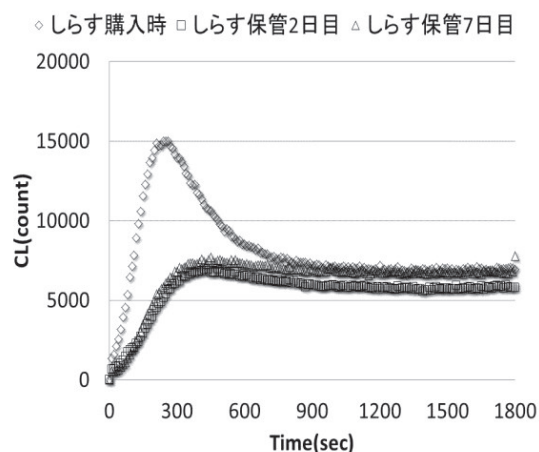


図5 10℃で保管したしらすの CL 値

図5の結果より、購入時は最初に現れる CL 量のピークが大きく、10℃で保管した場合2日目を以降そのピークは検出されない。これは当初存在していた過酸化物が冷蔵保管中に減少した、すなわち、酸化したと考えられる。

次に、それぞれの試料について、変色の度合いを L*a*b*表色系及び黄色度 (YI) で数値化した。表4にこれらの測定結果と図5に示した CL 量の平均値を示す。

表4 サンプル群の色の三属性及び黄色度

サンプル群	L*	a*	b*	YI	CL 平均値
購入時	59.28	-1.26	1.12	1.94	8180
保管2日目	60.39	-1.31	1.72	3.54	5570
保管7日目	62.92	-1.27	2.09	4.49	6360

※CL 平均値は下一桁四捨五入

表4の結果より、a*を除く全ての指標について保管日数が増えるほど数値が大きくなっている。すなわち、10℃の冷蔵環境でしらすを保管すると、徐々に明るい黄色に変色していくことが推察される。しかし、これらの変化と CL 平均値の変化と対照すると b*及び YI との間に関連性があるように見受けられるが、全体的に高い相関性は確認できなかった。

3. 1. 4 保管環境中の空気と CL 量の関係

一般的に酸化は酸素（空気）と接触する状態で起

こり、物質が置かれている環境中の酸素等による外的要因や、物質内部に含んでいる酸素等による内的要因に分けられる。そこで、しらすの鮮度低下が酸化に由来するかどうか、しらすを保管する包装内の空気の有無と CL 量の関係を確認した。

購入したしらすを5つの試料に等分し、すぐに CL 分析を行う試料と、残りの4つをポリエチレンフィルムを使って脱気包装した2つの試料と、脱気せずに包装した2つの試料に分けた後、5°Cの冷蔵庫内に保管して7日目及び28日目に CL 分析を行った。図6に脱気包装したしらすの CL 量を、また、図7に脱気せずに包装したしらすの CL 量を示す。

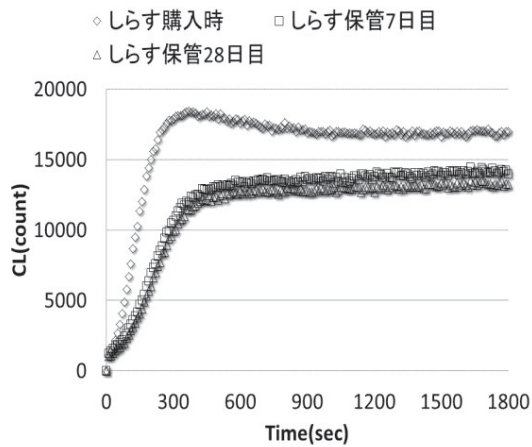


図6 5°Cで脱気包装したしらすの CL 値

図6から、脱気包装したしらすは、条件が同じである図3で示した CL 量とほぼ変わらない。購入時の CL 量は平均的に大きく、7日目以降の CL 量は当初より減少してほぼ安定している。

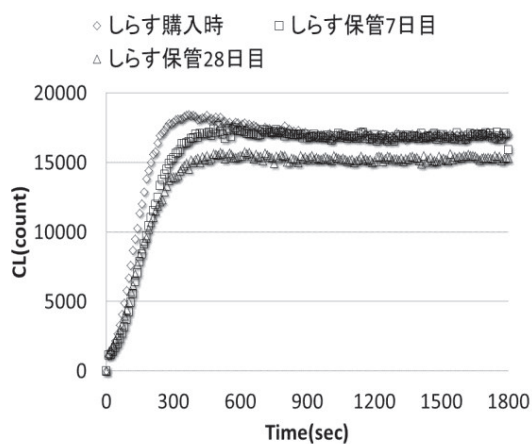


図7 5°Cで脱気せずに包装したしらすの CL 値

図7より、脱気せずに包装したしらすについて購入時と7日目の CL 平均値はほぼ同じであり、28日目になると CL 量が減少して差が見られるようになった。

図6の結果とともに考察すると、脱気しない包装

条件、つまり比較的酸素と接触する環境条件の方が保管日数が増えても、購入時の CL 量とあまり変わらないことが分かった。

これらのことから、しらすについて保管環境中の空気と CL 量の間は何らかの相関性が示唆される。水産物は栄養成分として脂質の他にタンパク質も持っているほか、干物等を除いて多くの水分を保持している。脱気包装して真空状態である場合、含有する水分や分解するタンパク質が酸素供給源として働きこれらが内的要因となって酸化劣化が進んでいる可能性も考えられ、逆に脱気していない包装の場合では、水分の蒸散を含む何らかの原因で酸化劣化のスピードが遅くなっていると推測される。

3. 2 サーモンの CL 分析

3. 2. 1 保管環境中の空気と CL 量の関係

生食用サーモンは海外の産地によって冷凍船便にて輸入されるものや、冷蔵空輸されるものもある。本研究ではサーモンの冷凍保管を念頭に入れ、保管環境中の空気(酸素)の有無による CL 量の変化を追跡した。

購入したサーモンをいくつかのブロックに切り分け、すぐに CL 分析を行う試料と、ポリエチレンフィルムを使って脱気包装した2つの試料と、脱気せずに包装した2つの試料に分けた後、-20°Cの冷凍庫内に保管し、3カ月後及び6カ月後に CL 分析を行った。図8に脱気包装したサーモンの CL 量を、また、図9に脱気せずに包装したサーモンの CL 量を示す。

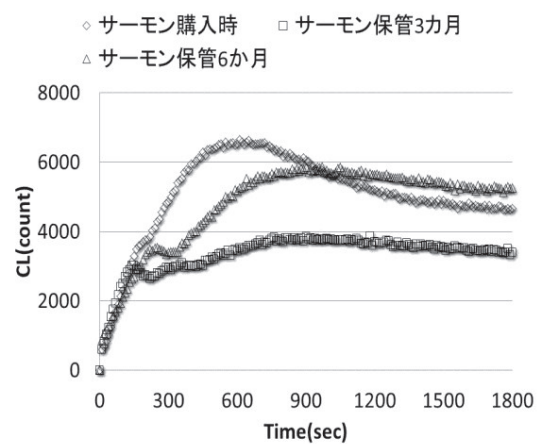


図8 -20°Cで脱気包装したサーモンの CL 値

図8の結果より、脱気包装して冷凍保管した試料では、分析時間300秒以下で最初のピークを確認したが、時間が経過するにつれ徐々にそのピークを上回る CL 量を示した。購入時のグラフは分析時間約600秒の CL 量を中心としたなだらかなピークを示し

ていて、保管した試料の波形と異なっている。

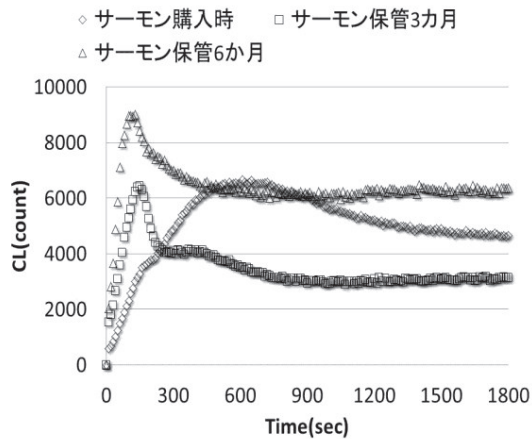


図9 -20°Cで脱気せずに包装したサーモンのCL値

図9の結果より、脱気せずに包装して冷凍保管した場合、分析時間300秒以下で最初のピークが確認され、その後CL量は低下し徐々に安定となる。図8と同様に購入時のグラフと異なる波形を示す。

図8及び図9の結果を考察すると、グラフの波形に特徴が見られる。脱気包装及び脱気していない包装の両者ともに、購入時のグラフでは見られない最初のピークが確認されるが、そのCL量は脱気せず空気と接触する環境中の方が大きく、かつ保管日数が増えるにつれ大きくなっている。

また、脱気包装では2つ目のなだらかなピークが確認され、1つ目のピークよりも大きいCL量を示しているが、脱気していない包装では2つ目のピークを確認できない。

空気に接触しない真空状態では冷凍保管中に生じる過酸化物量は少なく、加熱によるエネルギーを得て2つ目のピークを作るに相当するほどの過酸化物量が新しく生成される、すなわち、分析時には酸化劣化は進行せず鮮度は維持されていると考えられる。

逆に空気と接触している状態では、冷凍保管中に蓄積される過酸化物量が多くなり、また、その後のCL量は高く維持されていて、新しく生成される過酸化物量も多いことから、酸化劣化が進行していると考えられる。

サーモンの酸化挙動は前述のしらすとは異なり第1報で報告した油脂加工食品のそれに近い。したがって、サーモンの鮮度は脂質の酸化劣化で追跡できる可能性が示唆される。

3. 2. 2 保管環境とCL量及び変色との関係

ポリエチレンフィルムを使った袋状の包装に、新たに購入して切り分けたサーモンのブロックを入れ

た後、密封せず包装の一边を大気開放した状態を作り、-20°Cの冷凍庫内で2か月及び6か月保管した。これらのCL量を図10に示す。

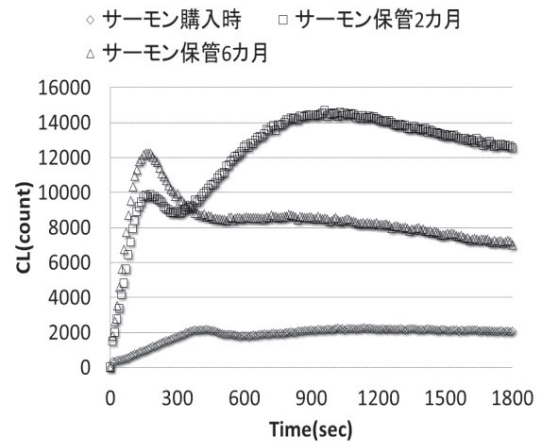


図10 -20°Cの冷凍庫内で大気開放したサーモンのCL値

大気開放した状態は常に新鮮な空気がサンプルと接触することができる状態にある。図10より、保管2か月及び6ヶ月のサーモンは、全体的に購入時のCL量を大きく上回っており、図9と似たグラフの軌跡を描いている。

次に、それぞれの試料について、変色の度合いをL*a*b*表色系及び黄色度で数値化した。これらの測定結果と図10に示した最初に確認されるピーク(第1ピーク)のCL量を表5に示す。

表5 各サンプルの色の三属性及び黄色度並びに第1ピークCL量

サンプル	L*	a*	b*	YI	第1ピークCL量
購入時	59.3	23.1	32.3	101.1	2490
保管2か月	60.8	20.6	29.2	91.0	9840
保管6ヶ月	54.6	17.2	28.8	92.2	12250

※CL平均値は下一桁四捨五入

a*及びb*について、保管日数が増えるにつれて数値は低下しており、a*では赤色から緑色へ、b*では黄色から青色へとそれぞれ徐々に変化している傾向が確認される。このことは、サーモンの特徴である鮮やかなピンク色が徐々にくすんだ濃色へ変化している、つまり冷凍焼けが進行していると考えられる。

また、第1ピークのCL量が大きくなるにつれa*及びb*の値は低下している。a*と第1ピークCL量及びb*と第1ピークCL量の相関係数はそれぞれ0.868、0.982であり、これらの項目の間には相関があると考えられることから、サーモンの冷凍焼け現象による変色は、CL分析によって測定された第1ピ

ークのCL量、すなわち、蓄積された過酸化物量により追跡が可能であると示唆される。

4. まとめ

CL分析を使って、水産物の鮮度や冷凍焼け現象の評価を行ったところ、いくつかの見解を得た。

しらすの鮮度評価では保管温度の違いとCL量の間に関係が見られた。第1報で報告した油脂加工食品ではCL量が大きいほど酸化劣化が進んでいるがしらすではCL量が低下、すなわち、酸化する物質が減少すると腐敗が進む。これはしらすの脂質の割合が小さいことも理由の一つだと思われる。

また、保管中の包装内の脱気の有無について、しらすでは空気と接触する条件の方が、鮮度が維持されるとCL分析から考えられるが、このことも一般的な油脂の酸化劣化の挙動とは逆の結果となっている。この点に関しては、脱気包装で魚体が含んでいる水分が固定され、内部でタンパク質等の加水分解を誘引することで腐敗が進むものと推察できる。そのため、適度な水分の蒸散がしらすの鮮度維持に効果的であると思われる。

なお、保管中に変色する現象に対して相関性は見られなかった。しらすの変色は脂質の酸化による焼け現象とは異なるのではないかと考えられる。

生食用サーモン切り身については、栄養成分表より脂質の割合が大きいことから、CL分析では油脂加工食品と似たようなグラフを示した。空気と接触した状態で冷凍保管期間が長くなると、蓄積される過酸化物量は増え、全体的にCL量は大きくなる。よって、サーモンは脱気包装での冷凍保管が鮮度の維持に効果的であると考えられる。

また、サーモンの変色とCL量の高い相関性が確認された。このことは冷凍焼け現象をCL分析で評

価できる可能性を示唆する。

しらすとサーモンの分析結果から、CL量の変化を基に水産物の鮮度に対する一般的な基準ラインの策定について、水産物それぞれの種によって腐敗（酸化）を示すCL量が異なることから難しいと考えられる。種別ごとに食味や色相、臭気等の他の分析結果と対照させて策定する方が望ましい。

CL分析は油脂の酸化劣化評価に実績のある分析方法であるが、今回の研究結果から、水産物の冷凍焼け現象だけでなく、一般的な鮮度評価にも応用できると考えられる。

参考文献

- 1) 木村郁夫：FFI JOURNAL、Vol. 222
No. 2(2017) 109-119
- 2) 野中順三九：油化学、第7巻 第5号
(1958) 71-76
- 3) 大澤善次郎：ケミルミネッセンス、丸善(株)
(2003) 126-130

県産植物の機能性成分活用事業（第3報）

～ハマアザミ (*Cirsium maritimum* Makino) の抗アレルギー作用に関する研究～

鈴木 大進 田中 守^{*1} 渡邊 浩幸^{*1} 岡崎 由佳
岡本 佳乃 川北 浩久^{*2} 篠原 速都^{*3}

Research for utilization of functional substance produced by prefectural plants (Part 3)

The study of anti-allergic activity about *Cirsium maritimum* Makino

Masanobu SUZUKI Mamoru TANAKA^{*1} Hiroyuki WATANABE^{*1} Yuka OKAZAKI
Yoshino OKAMOTO^{*2} Hiroyuki KAWAKITA^{*3} Hayato SHINOHARA^{*4}

抗アレルギー活性を有する素材の探索過程において見出されたハマアザミ (*Cirsium maritimum* Makino) について、活性成分の単離・同定を行うとともに、ラット細胞及びマウスを用いて抗アレルギー活性を検証した。分析の結果、ハマアザミ葉の酢酸エチル抽出物に含まれる抗アレルギー成分として cirsimaritin を同定した。ハマアザミ抽出物は動物試験において血液中の特異 IgE 量を抑制する傾向を示し、特異 IgA 量を増加させた。また、糞便中 IgA 量の増加も確認されたことから、ハマアザミ抽出物の粘膜免疫増強作用が示唆された。さらに、アレルギー反応時のラット細胞におけるカルシウムイオン濃度測定の結果、ハマアザミ抽出物の抗アレルギー活性の作用メカニズムは、細胞内へのカルシウムイオン流入の抑制によることが示唆された。

1 はじめに

現在、日本国民の約3分の1が何らかのアレルギー症状を発症しているといわれている。アレルギーは発症機構により、即時型アレルギー (I型) から遅延型アレルギー (IV型) まで分類されるが、近年特に、花粉症、気管支喘息及びアトピー性皮膚炎などに代表される即時型アレルギーの症例数が急増している。I型アレルギー反応には肥満細胞や好塩基球が関わっており、細胞表面に結合しているIgEが抗原によって活性化されることで下流へとシグナルが伝達され、ヒスタミンやタンパク質分解酵素などの細胞内顆粒内容物が放出される。この現象を脱顆粒と呼ぶ。I型アレルギーの発症を抑えるためには、この脱顆粒の抑制が重要である。これまでに、緑茶 (カテキン)¹⁾、シソエキス²⁾及び甜茶³⁾などの健康食品にアレルギー抑制成分が見いだされており、これらの機能を付与した食品を毎日摂取することによって、アレルギー症状の軽減及びアレルギー体質の改善が期待されている。

また、腸管免疫とアレルギーには強い関係性があることが近年の研究から明らかとなってきている。特に腸管の代表的なリンパ組織であるパイエル板から分泌されるIgAは、粘膜面への細菌やウイルスの付着防止、外来抗原を捕捉して体外に排出する異物排除、異種タンパク質によるアレルギー発症の予防などの作用を有しており、粘膜免疫機能において重

要な働きを担っている。このことから、IgAの分泌を促進することは、粘膜免疫機能を増強することにつながり、ひいては感染症やアレルギー疾患の予防などといった効果が期待できることから、IgA分泌促進作用を有する食品素材の開発が望まれている。

高知県工業技術センターでは、平成26年度に高知県産学官連携産業創出推進事業 (育成支援研究) として、「新しいタイプの抗アレルギー食品の開発を目指した素材探索」と題し、高知県内に自生する海藻・海浜植物を中心に抗アレルギー活性を有する素材の探索研究を行ってきた。その結果、抗アレルギー活性の指標として行ったラット好塩基球様細胞株 RBL-2H3 による脱顆粒阻害活性試験において、キク科アザミ属の多年草であるハマアザミ (*Cirsium maritimum* Makino) の抽出物に高い脱顆粒阻害活性を見出した。

ハマアザミは、温帯の海岸に広く生育する海浜植物の一種であり、日本では千葉県以南以西より九州まで分布している。主に海岸沿いの砂地や砂礫地に生育し、厚く光沢があり鋭い棘をもった特徴的な葉部を有している。本植物は別名ハマゴボウとも呼ばれ、高知県内では、伝統的に根茎や若芽をてんぷらやおひたしとして食するなど、食材としての利用が知られていることから、食経験の担保された安全な素材である。室戸地方では農産物として農協の取扱いもあることから、商業利用のための材料確保も容

易である。

本研究報告では、強い抗アレルギー活性を見出したハマアザミの抽出物について、機能性成分の単離・同定を行うとともに、マウスを用いた動物試験による抗アレルギー活性や免疫機能増強作用の検証や、細胞試験による作用メカニズムの解明を行ったため、その結果について報告する。

2 実験材料と方法

2.1 実験機器

試験に供したハマアザミの葉、茎及び花は、高知県海洋深層水研究所敷地内より採集した。植物体は50°Cで48時間乾燥を行った後、40°Cで仕上げ乾燥させて含水率8%以下としたものを保存し、適時裁断して実験に供した。

2.2 抽出物の調整と単離・構造決定

植物抽出物の調製は以下の方法で行った。乾燥植物体を細かく裁断したのち、10倍量の*n*-ヘキサンで浸漬し、1週間抽出を行った。その後抽出液と残渣をろ別した後、残渣について再度同様の工程を繰り返した。その後、ろ別された残渣を、10倍量の酢酸エチルで1週間浸漬抽出し、さらに抽出液と残渣をろ別する工程を2回繰り返した。ろ別により得られた*n*-ヘキサン抽出液及び酢酸エチル抽出液について、それぞれにおおよそ10%となるよう無水硫酸ナトリウム（和光純薬社製）を添加し、一晩静置して脱水した後、エバポレータを用いて減圧濃縮し、*n*-ヘキサン抽出物及び酢酸エチル抽出物を得た。

得られた酢酸エチル抽出物を、シリカゲルカラムクロマトグラフィー（シリカゲル：Wakosil C-200（和光純薬社製）、カラムサイズ：20mmφ×100cm）に供した。溶離液としてアセトン/ヘキサン混合液及びメタノールを用い、0%、5%-1、5%-2、10%、20%、30%、50%、100%アセトン画分及びメタノール画分の9画分を得た。得られた30%アセトン画分をHPLC（カラム：Cosmosil C-18-AR-II（10mmφ×250mm）、溶離液：80%メタノール、流量：1.2ml/min、検出波長（UV）：220nm）に供し、15.2分に現れる紫外線吸収ピークを分取して白色結晶である化合物1を得た。

*1 高知県立大学 健康栄養学部

*2 海洋深層水研究所

*3 紙産業技術センター

2.3 脱顆粒阻害活性評価

RBL-2H3細胞は、10%ウシ胎児血清（FBS：Sigma-Aldrich社製）、100U/mlのペニシリン（ナカライテスク社製）、および100μg/mlのストレプトマイシン（ナカライテスク社製）を含む、ダルベッコ改変イーグル培地（ナカライテスク社製、DMEM）中で、5%CO₂を含む加湿雰囲気下、37°Cで培養した。

培養したRBL-2H3細胞を、10%FBSを含むDMEM中に、 2.5×10^5 細胞/ウェルで、24穴プレートに播種し、37°Cで一晩培養した。次いで、細胞をPBS（ナカライテスク社製）で2回洗浄した。この細胞を、2時間50ng/mlのDNP特異的IgE（Sigma-Aldrich社製）を用いて感作した。細胞を、MT緩衝液で洗浄した後、MT緩衝液中に希釈したハマアザミ抽出物もしくは化合物1を添加した。ハマアザミ抽出物及び化合物1は、10mg/mLの濃度になるようにジメチルスルホキシド（DMSO）に溶解し、MT緩衝液中に0.5%濃度になるよう希釈して使用した。陽性対象として、5μMになるようDMSOで調製したwortmanninを、MT緩衝液中に0.5%濃度になるよう希釈して使用した。10分間のインキュベーション後、DNP-HSA（最終濃度50ng/mL、Sigma-Aldrich社製）を添加し、そして培養物を30分間インキュベートした。上清を回収し、そして細胞を、0.1%ポリエチレングリコールモノ-*p*-イソオクチルフェニルエーテル（トリトンX100、ナカライテスク社製）を含むMT緩衝液で溶解した。各上清および細胞溶解物のアリコートは37°Cで30分間、0.1Mクエン酸緩衝液（pH 4.5）中で可溶化した、1mMの

-ニトロフェニルN-アセチル-D-グルコサミド（和光純薬社製）と共にインキュベートした。酵素反応を、2Mグリシン緩衝液（pH 10.4）を添加することにより停止し、吸光度を405nmで測定した。ハマアザミ抽出試料によるRBL-2H3細胞からβ-ヘキソサミニダーゼ放出活性の割合を、式(1)を用いて計算した。なお、3回の繰り返し測定による平均値を用いて算出した。

$$\text{酵素放出活性(\%)} = \left\{ \frac{\text{細胞上清の吸収}}{\text{細胞上清の吸収} + \text{細胞溶解物の吸収}} \times 100 \right\} \quad (1)$$

2.4 動物試験

2.4.1 実験動物と飼育方法

C3H/HeJの雌マウス（日本SLC社製、体重15~20g、各群10匹、5週齢）を使用した。動物は室温24

±3°C、照明点灯 12 時間・消灯 12 時間の環境下で、試料及び水道水を自由に摂取させて飼育した。実験に使用した LHE は和光純薬より購入した。

マウスは、アレルギーを起こさない非感作グループ、LHE 感作グループ、LHE 感作+ハマアザミ抽出物投与グループの 3 群とし、それぞれのグループに 4 週間、食餌を供給した。非感作グループ及び LHE 感作グループでは表 1 に示す標準飼料を、LHE 感作+ハマアザミ抽出物投与グループではハマアザミ葉の酢酸エチル抽出物を重量あたり 1%になるよう標準飼料に添加したものを供給した。

表 1 飼料組成

成分 (重量%表示)	標準飼料
ハマアザミ抽出物	0
カゼイン	20.00
コーンスターチ	63.20
L-シスチン	0.30
コーン油	7.00
ファイバー	5.00
ミネラルミックス (AIN-93M-MIX)	3.50
ビタミンミックス (AIN-93VX)	1.00
第三ブチルヒドロキノン	0.00140

2. 4. 2 動物試験評価

抗原感作群のマウス (LHE 感作グループおよび LHE 感作+ハマアザミ抽出物投与グループ) は、14 日目および 21 日目に、LHE 5 μ g および 4mg の水酸化アルミニウムを含む 0.2ml の PBS を腹腔内投与した。非感作グループは、4mg の水酸化アルミニウムを含む 0.2ml の PBS のみを腹腔内投与した。抗体レベルを評価するために、27 日目に軽い麻酔下において、血液をマウスの眼窩静脈から得た。糞ペレットは、31 日目に採取した。次に、糞ペレットを ALPHA 2-4 Ldp1 us (クリスト社製) により乾燥した。これらのサンプルは、酵素結合免疫吸着アッセイ (ELISA) に供し、総抗体および LHE に対する特異的抗体を測定した。

LHE 特異的 IgE、IgA、IgG1、および IgG2a のレベルは、酵素結合免疫吸着アッセイ (ELISA) を用いて測定した。具体的には、ヌンク-イムノプレート (サーモサイエンティフィック社製) を、LHE を含む 0.1M 炭酸緩衝液 (pH 9.6) 100 μ l でコーティングし、4°C で一晩インキュベートした。ウェルを、0.05% Tween20 (和光純薬) を含有する PBS (PBST) で洗浄し

た後、1%BSA/PBST 溶液にて 37°C で 1 時間インキュベートした。一定程度の割合で、1%BSA を含む PBST にて希釈した各血清試料の 100 μ l 量を各ウェルに供し、混合物を 37°C にて 1 時間インキュベートした。200 μ l の PBST で各ウェルを 5 回洗浄後、HRP 結合ウサギ抗マウス IgE、IgA、IgG1、および IgG2a (サンタクルーズバイオテクノロジー社製、適宜 1%BSA を含有する PBST で希釈したもの) を各ウェルに添加し、37°C で 1 時間インキュベートした。各ウェルを 200 μ l の PBST で 5 回洗浄後、合成基質である *o*-phenylendiamine (和光純薬工業社製) 2mg を 5ml のクエン酸バッファーに加え、さらに H₂O₂ (和光純薬工業社製) を 0.006% 加えたものを、各ウェルに 100 μ l ずつ入れ、室温にて 1-5 分以内の反応後、2.5M H₂SO₄ (ナカライテスク社製) 50 μ l で反応を終了させ、そして 490nm での吸光度を xMarkTM マイクロプレートリーダー (バイオラッドラボラトリー社製) で測定した。

血清及び糞便中の総 IgE、IgA 及び IgG レベルは、ELISA キット (eBioscience 社製) を用いて定量した。糞便中総 IgA 及び LHE 特異的 IgA 測定に用いる糞ペレットの抽出物は、糞ペレット 100mg を、PBS 1ml に混合し、そして一晩 4°C でインキュベートした後、5 分間ボルテックスして得られた混合物を遠心分離 (4,000 \times g、15 分間) し、上清を回収して -30°C で保存し、前述の各測定に用いた。

2. 5 細胞内カルシウムイオン評価

脱顆粒阻害活性評価と同様に調製した RBL-2H3 細胞を、96 穴ブラックマイクロプレートに 6.0 \times 10⁴ 細胞/ウェルとなるよう播種し、37°C で一晩培養した。次いで、細胞を PBS で 2 回洗浄した。この細胞に、2 時間、50ng/ml の DNP 特異的 IgE (抗 DNP-IgE 抗体、Sigma-Aldrich 社製) を用いて感作した。その後、細胞を PBS で 2 回洗浄した後、Fluo-3AM (アセトキシメチル) とともに 1 時間反応させた。反応後、さらに PBS で 2 回洗浄し、PBS で溶解した 100 μ l の試料を添加し 10 分間反応させた。その後、MT バッファーで 0.625 μ g/ml に調整した DNP-HSA を 10 μ l 加え、ただちに蛍光・発光マイクロプレートリーダー (Thermo 社製) で、485nm、538nm の吸光度を測定した。ここで、測定にはハマアザミ葉の酢酸エチル抽出物 (1 μ g/ml、10 μ g/ml に濃度を調整)、ブランク (DNP-HSA を含まない MT バッファー)、およびコントロール (ハマアザミを含まない PBS) を使用し、試験は 4 回の繰り返し測定を行い、平均値を算出した。

3 結果と考察

3. 1 抗アレルギー成分の単離・同定

β -ヘキソサミニダーゼは、通常マスト細胞や好塩基球細胞内の顆粒球に豊富に存在する酵素であり、アレルギー反応の初期段階である脱顆粒の際にヒスタミン等と同様に細胞外へと流出する。このため、抗原による刺激後に細胞外における β -ヘキソサミニダーゼ活性を測定することにより、脱顆粒の度合いを間接的に測定することが出来る。

図1にハマアザミの葉及び花の酢酸エチル抽出物における β -ヘキソサミニダーゼ放出抑制活性を示す。ハマアザミの葉及び花の抽出物は、DMSOのみを添加したコントロールにくらべ、強い脱顆粒阻害作用を示した。特にハマアザミの葉抽出物は花抽出物よりも強い活性を示し、ポジティブコントロールとして用いた wortmannin と同程度であり、濃度別試験により算出した IC₅₀ 値（最少阻害濃度）は 18 μ g/ml であった（データ未記載）。

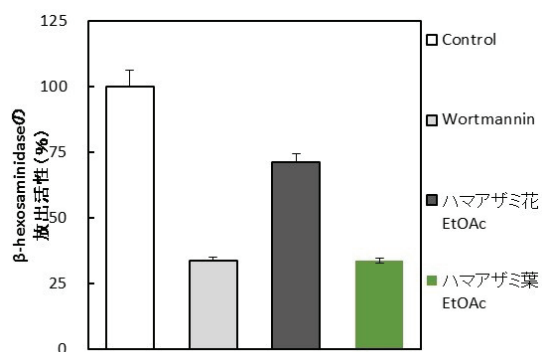


図1 ハマアザミ抽出物における β -ヘキソサミニダーゼ放出抑制活性

優れた抗アレルギー活性を有する可能性を示したハマアザミ葉の抽出物について、脱顆粒阻害活性を指標として各種クロマトグラフィーを用いて活性成分の精製を試みた。まず、ハマアザミ葉抽出物をシリカゲルカラムクロマトグラフィーに供し、0%、5%-1、5%-2、10%、20%、30%、50%、100%、メタノール画分の9画分を得た。得られた9画分について脱顆粒阻害試験を行った結果、図2に示す通り30%、50%、100%画分に強い脱顆粒阻害活性を確認した。

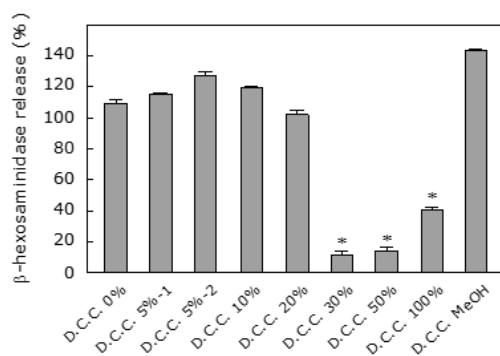


図2 分画した各画分における β -ヘキソサミニダーゼ放出抑制活性

強い活性を確認したそれぞれの各分について HPLC によるクロマトグラム解析を行った結果、すべての各分に共通するピークを確認したため、HPLC を用いて更に活性の見られた画分について精製を行い、共通するピークを単離し、化合物1を得た。化合物1について、各種機器分析を行った結果、得られた NMR データ及び質量分析データが過去に単離された cirsimaritin の文献値⁴⁾とほぼ完全に一致したため、化合物1を cirsimaritin と同定した。化合物1の NMR データを表2に、cirsimaritin の構造式を図3に示す。得られた化合物1及び市販のシルシマリチン (Sigma-Aldrich 社製) についてそれぞれ脱顆粒阻害試験を行い、IC₅₀ 値を比較したところ (データ未記載)、化合物1及び市販 cirsimaritin の IC₅₀ 値はそれぞれ 76 μ M と 65 μ M であり、ほぼ同様の値を示した。これは、ハマアザミに含まれる脱顆粒阻害成分が cirsimaritin であることを強く支持している。Cirsimaritin は、過去にもハマアザミから単離されているが、抗アレルギー活性について報告された例は今回が初めてとなる。

表2 化合物1のNMRデータ (DMSO-d₆)

Position No.	δC (ppm)	δH (ppm)
2	164.2	
3	102.8	6.85 (s, 1H)
4	182.3	
5	152.2	
6	132.0	
7	158.7	
8	91.7	6.92 (d, J = 9.0 Hz, 2H)
9	152.7	
10	105.2	
1'	121.2	
2', 6'	128.6	7.96 (d, 2H)
3', 5'	116.1	6.93 (s, 2H)
4'	161.5	
6-OMe	60.1	3.72 (s, 3H)
7-OMe	56.6	3.92 (s, 3H)

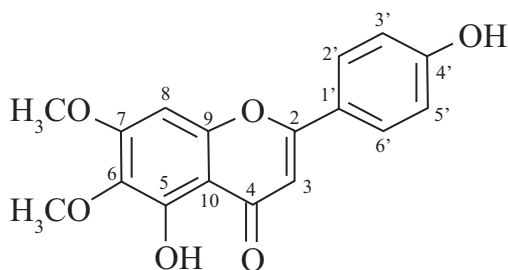


図3 cirsimaritinの構造式

3. 2 マウスを用いた動物試験による機能検証

3. 2. 1 抗アレルギー活性

ハマアザミの *in vivo* における抗アレルギー活性を確認するため、マウスに対してハマアザミ葉抽出物の食餌投与試験を行った。約4週間の間、マウスにハマアザミ抽出物を添加した標準飼料を与え、2週間目及び3週間目にアレルギー抗原を投与して人工的にアレルギー状態とし、最終的に血清中の抗原特異 IgE, IgA, IgG1, IgG2a 及び総 IgE, IgA, IgG 量を比較した。結果を図4に示す。

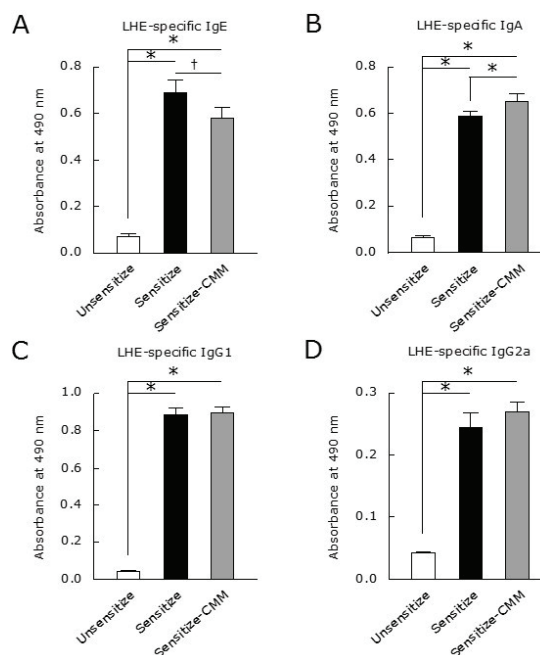


図4 マウスへのハマアザミ抽出物投与試験における抗原特異免疫グロブリン量の比較 (Unsensitize: 非感作グループ、Sensitize:LHE 感作グループ、Sensitize-CMM: LHE 感作+ハマアザミ抽出物投与グループ)

食餌投与試験の結果、ハマアザミ抽出物を与えた LHE 感作+ハマアザミ抽出物投与グループでは、アレルギー症状を起こしているグループである LHE 感作グループに比べて抗原特異 IgE の産生量が抑えられる傾向があり、また抗原特異 IgA の産生は促進されることが示唆され、また抗原特異 IgG1 及び IgG2a の産生には影響を与えないことが考えられた。IgE, IgA, IgG はいずれも免疫グロブリンの一種であり、体内に侵入してきた抗原を認識してアレルギー反応を抑制、あるいは亢進する働きを持つタンパクの一群である。IgE は体内において通常ほとんど存在しないが、特定の抗原が体内へと侵入すると血液中での濃度が大きく増加し、脱顆粒のためのシグナルとして働く。つまり、ハマアザミ抽出物は、IgE 量の増加を抑えることによって脱顆粒を阻害し、アレルギー反応を抑制する機能を有する可能性がある。IgA は粘膜免疫防御系の一つであり、体内へと侵入してきた抗原 (病原体) に結合して抗原の侵入を防ぐように働く。ハマアザミ抽出物は、血清内の IgA 量を増加させることにより粘膜免疫系を増強し、結果的に抗アレルギー活性を補強している可能性が考えられた。

また、総 IgE, IgA, IgG 量の分析結果 (図5) より、ハマアザミ投与による影響はあくまで抗原特異 IgE 及び IgA に影響を与える物であり、総 IgE, IgA には影響を与えないことが明らかとなった。

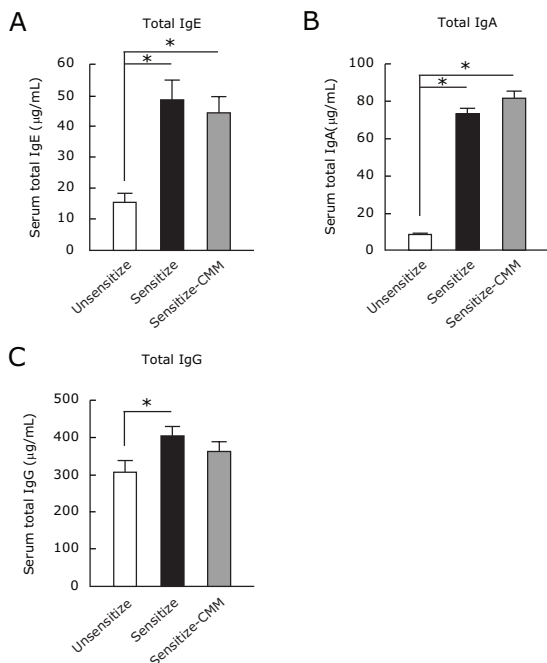


図5 マウスへのハマアザミ抽出物投与試験における総免疫グロブリン量の比較 (Unsensitize: 非感作グループ、Sensitize: LHE 感作グループ、Sensitize-CMM: LHE 感作+ハマアザミ抽出物投与グループ)

3. 2. 2 免疫機能増強作用

食餌投与試験において血液中の IgA 量の増加が見られたことから、ハマアザミ抽出物には粘膜免疫系の向上作用があることが示唆された。この結果を検証するため、糞便中の抗原特異 IgA 及び総 IgA を分析した。結果を図6に示す。結果からわかるように、ハマアザミ抽出物を投与したグループは、投与していない群に比べて顕著に糞便中特異 IgA 量が増加することが確認された。これは、腸管などの粘膜において分泌型の IgA 量が大きく増加している可能性を意味する。先にも述べたとおり、IgA は病原菌の体内への侵入を防ぐ、いわゆる一次免疫としての役割を有しており、特に腸管に多く存在していることが知られている。ハマアザミ抽出物は、腸管における IgA 量を大きく増加させることで、粘膜免疫系の増強効果を有することが示唆された。

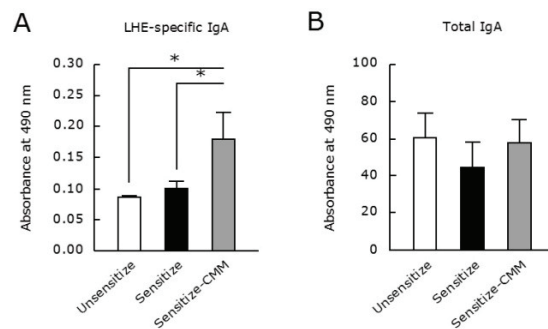


図6 マウスへのハマアザミ抽出物投与試験における抗原特異 IgA 及び総 IgA の比較 (Unsensitize: 非感作グループ、Sensitize: LHE 感作グループ、Sensitize-CMM: LHE 感作+ハマアザミ抽出物投与グループ)

3. 3 細胞試験による作用メカニズムの解明

ハマアザミ抽出物は、細胞を用いた試験系において非常に強い脱顆粒阻害活性を示したが、マウスによる食餌投与試験での特異 IgE 量の増加はそれほど顕著には見られなかった。これは、ハマアザミ抽出物のアレルギーに対する作用メカニズムが特異 IgE 量のみ由来するわけではない可能性を示唆している。アレルギー反応として引き起こされる脱顆粒は、マスト細胞等の免疫細胞に IgE が結合したのち、シグナルとして細胞内へとカルシウムイオンが流入することが引き金となって起きる現象であることが近年の研究により明らかとなってきている⁵⁾。そこで、メカニズム解明のため、アレルギー反応時における細胞内カルシウム量の測定を行った (図7)。

試験結果から、ハマアザミ抽出物を一定濃度で添加した場合には、抽出物を含まないコントロールと比較して顕著に細胞内のカルシウムイオン濃度が低下することが示された。このことから、ハマアザミの脱顆粒阻害作用は、細胞へのカルシウムイオン流入の阻害に由来していることが示唆された。

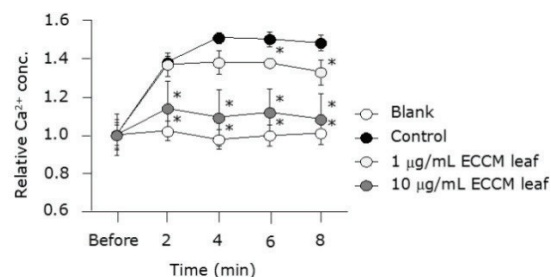


図7 アレルギー反応時における RBL-2H3 細胞内のカルシウムイオン量の比較 (blank: アレルギー反応なし、Control: ハマアザミ抽出物非投与、ECCM leaf

af : ハマアザミ葉酢酸エチル抽出物投与)

4 まとめ

キク科アザミ属の多年草であるハマアザミ (*Cirsium maritimum* Makino) の酢酸エチル抽出物について、ラット細胞を用いた脱顆粒阻害試験を指標として各種カラムクロマトグラフィーによる精製、機器分析による同定を用い、抗アレルギー成分として *cirsimaritin* を同定した。*Cirsimaritin* の脱顆粒阻害に対する IC₅₀ 値は 65 μ M であった。

また、マウスへの食餌投与試験を行った結果、ハマアザミ抽出物の摂取はアレルギー反応時において血液中特異 IgE 量を抑制させる傾向を示し、さらに血液中特異 IgA 量を増加させることが明らかとなり、免疫グロブリンを介した抗アレルギー活性を有することが示唆された。さらに、糞便中の特異 IgA 量も大きく増加させることが示され、腸管免疫機能の増強作用を有することが示唆された。

ラット細胞を用いたアレルギー反応時における細胞内カルシウムイオン濃度の測定を行った結果、ハマアザミ抽出物はアレルギー反応に先立って起こる細胞内へのカルシウムイオン濃度の上昇を抑制することにより、脱顆粒を阻害してアレルギー反応を抑制していることが示唆された。

今回の結果から、ハマアザミは強い抗アレルギー活性を有するのみでなく、粘膜免疫増強作用も示唆されるこれまでにない天然素材であるといえる。免疫増強作用は、現状ではヨーグルトなどに代表される乳酸菌・ビフィズス菌を利用した発酵食品がほぼ独占していることから、植物を使った新しい素材としての利用価値は高い。また、本植物は他県には見られない地域独特の農産物であること、食経験も担保されている安全性の高い素材であることから、機能性食品素材としての潜在性は非常に高く、今後の応用が期待される。

参考文献

- 1) 濃度茶カテキン飲料のアレルギー性鼻炎症状に及ぼす影響 (医学と薬学 59(2), 207-211, 2008)
- 2) シソエキスの TNF 産生抑制作用と抗アレルギー活性 (一般社団法人日本アレルギー学会 アレルギー 41(8), 1035, 1992-08-30)

- 3) 甜茶抽出物の抗炎症・抗アレルギー活性成分について: 食品 (社団法人日本農芸化学会 日本農藝化学會誌 69 (臨時増刊), 165, 1995-07-05)
- 4) Nakasugi T, et al.; J. Herbs, Spices, Med. Plants., **10**, 19-28 (2003)
- 5) Baba Y, et al.: Nat Immunol., **9**:81-88 (2008)

県産植物の機能性成分活用事業（第1報）

～ケクロモジ(*Lindera sericea*)の健康機能性に関する研究～

鈴木 大進 岡崎 由佳 岡本 佳乃 渡邊 浩幸^{*1} 田中 守^{*1}
金 哲史^{*2} 柏木 丈弘^{*2} 渡邊 高志^{*3} 川北 浩久^{*4} 篠原 速都^{*5}

Research for utilization of functional substance produced by prefectural plants (Part 1)

The study of health function about *Lindera sericea*

Masanobu SUZUKI Yuka OKAZAKI Hiroyuki WATANABE^{*1} Mamoru TANAKA^{*1}
Chul-sa KIM^{*2} Takehiro KASHIWAGI^{*2} Takashi WATANABE^{*3} Yoshino OKAMOTO^{*4}
Hirohisa KAWAKITA^{*5} Hayato SHINOHARA^{*6}

健康食品の開発を目的として、高知県内に自生する植物中よりクロモジ属植物ケクロモジ (*Lindera sericea*) を選抜し、メタボリックシンドロームやロコモティブシンドローム、アルコール性脂肪肝に対して予防・改善効果がある可能性を明らかにした。

1 はじめに

現在日本では、高額化する医療費を抑えるべく予防医療に注目が集まっており、疾病の発病リスクを軽減することのできる効果的かつ安全な飲食物品の開発が強く望まれている。

特に、近年、脂肪の体への影響に関する研究が進み、内臓脂肪の蓄積が肥満だけでなく、生活習慣病や高脂血症、耐糖能異常、高血圧など高い相関関係があることが示唆され、内臓脂肪を蓄積させないことで、多くの疾患を予防できると考えられている。これらの考え方に基づいた病態がメタボリックシンドロームである。厚生労働省は、中年男性では二人に一人がメタボリックシンドロームであり、約2,000万人がメタボリックシンドローム及びその予備群に該当すると見込んでおり¹⁾、メタボリックシンドロームは大きな社会問題となっているといえる。

また、日本では現在、急速な高齢化が進んでおり、ロコモティブシンドローム（運動器症候群）が大きな社会問題となっている。ロコモティブシンドロームは、骨や関節、筋肉などが加齢等の理由によって衰えることが原因となり、歩行や立ち座りといった日常の運動に障害を来している状態のことを言う²⁾。ロコモティブシンドロームは、寝たきりや要介

護の原因となるため、健康寿命が延びた現代日本においては非常に重要な問題であるといえる。筋量及び筋力の減少を防ぐには、一般的に高強度の筋力トレーニングが最も効果的とされているが、高齢者には心的ストレスや循環器への負荷を伴うことが懸念される。従って、高齢者における筋力トレーニングは、心的ストレスや循環器への負荷が小さい低強度による筋力トレーニングが提唱されている。しかし、低強度による筋力トレーニングは、筋量及び筋力を容易に増加させることが難しいため、持久力を高め筋力トレーニングを長く行うことが重要となる。

さらに、現代において飲酒は、もともと身近な嗜好品の一つであり、その過剰摂取に基づく肝疾患は重要な生活習慣病に位置付けられている。肝臓は、代謝の中心的な役割を担う生命維持に不可欠の臓器であり、飲酒等によりその機能が障害されると、疲労感、倦怠感、食欲不振、黄疸及び微熱を始めとする肝機能障害特有の諸症状が顕現することとなる。肝機能障害の状態が続くと、肝炎、肝硬変、さらには、肝臓癌などの生活習慣病（成人病）の原因ともなりかねない³⁾。従って、平素より肝機能を正常に保っておくことは、多忙な現代人が毎日を壮快に過ごすためにも、生活習慣病を予防するためにも、極めて大切なことである。

高知県工業技術センターでは平成23年度から25年度にかけて、高知県産学官連携産業創出研究推進事業により「県産植物の活用に向けた農商工連携基盤の構築と事業化モデル」を実施し、県内の未利用植物資源約300種を対象として、抗肥満や抗血糖・血

*1 高知県立大学 健康栄養学部

*2 高知大学 農林海洋科学部

*3 熊本大学 薬学部

*4 海洋深層水研究所

*5 紙産業技術センター

圧降下作用、美白効果といった機能性評価による健康食品・化粧品の素材探索研究を行ってきた⁴⁾。本事業にて見出した有用な機能性を有する植物について、平成26年度から今年度に至るまで、事業化・実用化のための応用研究を行っている。それらの研究の過程において、有用な機能性を有する可能性のある植物として、クロモジ属植物の一種であるケクロモジ (*Lindera sericea*) を選抜した。

クロモジ属植物は、日本や東南アジア等に広く分布し、100種ほどの種類が知られている。日本においては、本州、四国、九州に広く見られ、本研究のターゲットであるケクロモジは、特に四国から九州にかけて多く分布するクロモジ属植物の一種である。クロモジ属植物は、葉や根に芳香があり、島根県の隠岐諸島等で古くから煎じて飲用されているほか、その芳香を精油として利用し、シャンプーやリンス、アロマオイルなどとして製品化されている。クロモジ属植物は実生でも、萌芽更新でも、さらに、古い木の根株からも生育する再生力の強い植物であり、伐採後2~3年で再採取可能な、非常に利用しやすい植物である。

本研究では、有用な機能性を有する植物として選抜したクロモジ属植物の抽出物が、メタボリックシンドロームやロコモティブシンドローム、アルコール性脂肪肝に対する予防・改善効果を有する可能性を見出したため、その結果について報告する。

2 実験材料と方法

2.1 実験材料

試験に供したケクロモジの枝及び葉は、高知県内で山林樹木の採取・加工販売を行っている業者より調達した。枝部は50℃で48時間、葉部は50℃で6時間乾燥を行った後、40℃で仕上げ乾燥させて含水率8%以下としたものを保存し、適時裁断して実験に供した。対照実験に用いた緑茶抽出物(カメリアエキス)は、太陽化学株式会社製のサンフェノン90Sを用いた。

2.2 抽出物の調整

植物抽出物は、図1に示す方法により抽出した。室温下で80%メタノールに48~72時間浸漬後、5B濾紙を用いてろ過し、濾液を回収した。ろ過残渣に再度80%メタノールを加え、75℃で3時間加熱抽出した。再度5Bろ紙を用いてろ過し、濾液を回収した後、残渣に80%メタノールを加え、60℃で1時間超

音波抽出した。再度5Bろ紙を用いてろ過し、濾液を回収した後、これまでの濾液を全て合わせ、減圧下で濃縮した。メタノールが完全に留去されるまで濃縮した後、真空凍結乾燥処理し、植物抽出物とした。なお、食餌投与試験においては、枝及び葉のそれぞれの抽出物を7:3に重量比率で混合したものを利用した。

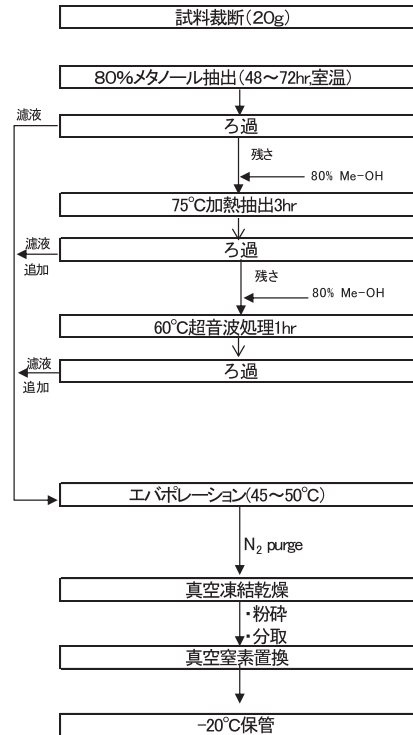


図1 植物抽出物の調整スキーム

2.3 リパーゼ阻害活性評価

方法は、Yoshikawaらの報告⁵⁾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。陽性対象のカメリアエキスについては、2.5mg/mLとなるよう溶解した。ブタ腓リパーゼ(Sigma-Aldrich社製)及びリパーゼキットS(大日本製薬社製)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15μL、酵素溶液(ブタ腓リパーゼ0.05mg/mL、125mmol/L トリス塩酸(pH 7.5))4μL、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)50μLを入れて混和した後、30℃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)5μLを加え混和後、遮光下にて30℃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。試験は3連で行い、その平均を試験結果とした。阻害率(%)は、以下の式(1)により算出した。

$$\text{阻害率}(\%) = 100 - (\text{試験区} - \text{ブランク}) / \text{コントロール} \times 100 \quad (1)$$

2. 4 動物試験

2. 4. 1 実験動物と食餌方法

C57BL/6J(自然体重増加マウス、チャールズリバー社製)の雄ラット(各群10匹、7週齢)を使用した。試験中、動物は室温24±3°C、照明点灯12時間・消灯12時間の環境下で、試料及び水道水を自由に摂取させて飼育した。

食餌条件は、メタボリックシンドローム及びロコモティブシンドロームの改善効果確認試験及びアルコール性脂肪肝の改善効果確認試験の両試験において、表1に示す組成の試料を作成し、動物に36日間にわたって抽出物を混餌で投与した。なお、アルコール性脂肪肝の改善効果確認試験においては、水道水に変えて10%のアルコールを飲水させた。

表1 飼料組成

餌料配合表 (重量%表示)	低脂肪 食	高脂肪 食	高脂肪 クロモジ 食
クロモジ抽出物	0	0	1.00
カゼイン (ミルクカゼイン)	20.00	20.00	20.00
L-シスチン	0.30	0.30	0.30
コーンスターチ	53.1986	30.1986	29.1986
シュークロース	10.00	10.00	10.00
ラード	3.50	15.00	15.00
トウモロコシ油 (ビタミンEフリー)	3.50	15.00	15.00
セルロースパウダー	5.00	5.00	5.00
AIG-93 ミネラル混合 (AIN-93M-MIX)	3.50	3.50	3.50
AIG-93 ビタミン混合 (AIN-93VX)	1.00	1.00	1.00
第三プロピルビロキノン	0.00140	0.00140	0.00140
合計	100.00000	100.00000	100.00000

2. 4. 2 動物試験評価

食餌投与試験後、エーテル麻酔下にて採血を行って屠殺した。また、血清を調製し、分析時まで-30°C

にて保存した。

血清中のトリグリセリド及びコレステロール測定により肥満改善効果を評価した。血清中のトリグリセリドは、トリグリセリドE-テストワーカーキット(和光純薬社製)を、またコレステロールについてはコレステロールE-テストワーカーキット(和光純薬社製)を用いた。

さらに、血清中のグルコース測定は、グルコースCII-テストワーカーキット(和光純薬社製)を用いて行った。

アルコール性脂肪肝の改善効果確認試験においては、血清中のGOT、GPT値をトランスアミナーゼCIIテストワーカー(和光純薬株式会社製)により測定し、また食餌投与試験終了後のマウスの肝臓右葉の切片をHE染色し、観察した。

2. 4. 3 GLUT-4及びUCP-3遺伝子発現量の測定

マウス由来骨格筋細胞(C2C12細胞)をダルベッコ改変イーグル培地DMEM(4.5g/L Glucose)で37°C、5%CO₂濃度下で培養し、90%コンフルエント状態まで培養した。培養した細胞を96穴培養プレートに1×10⁵個/mLとなるように播種し、コンフルエントになるまで培養した。その後、ダルベッコ改変イーグル培地DMEM(1.0g/L Glucose)で3日間させて文化を確認した後、クロモジ抽出物を添加した培地に交換してさらに2日間培養した。クロモジ抽出物添加培地は、ジメチルスルホキシドで10µg/mLとなるよう溶解し、培地中に0.5%となるよう添加して調製した。コントロールは、ジメチルスルホキシドのみを同様に添加した。その後、その後、細胞溶解液(CellAmp™ Direct RNA Prep Kit for RT-PCR: タカラバイオ株式会社製)を使用して細胞を懸濁し、RNAを抽出した。これよりcDNAを調整し(PrimeScript™ RT reagent Kit: タカラバイオ株式会社製)、さらにTaqManプローブ法(Probe qPCR Mix: タカラバイオ株式会社製)によりGlucose transporter-4(GLUT-4)及びUncoupling protein-3(UCP-3)の発現量を定量し、ハウスキーピング遺伝子としてβ-アクチンを用いて、β-アクチン遺伝子の発現量に対する各遺伝子の発現量の比で示した。

3 結果と考察

3. 1 メタボリックシンドロームに対する効果

図2にクロモジ抽出物のリパーゼ阻害活性試験結果を示す。リパーゼは、主に膵臓等から分泌され

る消化酵素であり、食事に含まれる脂質を加水分解することにより脂質の体内への吸収を助ける役割を持つ。そのため、本酵素の活性が阻害されると、消化管内に存在する脂質は分解されず、結果として脂質は体内に吸収されず対外へと排出される。ケクロモジ抽出物は高いリパーゼ阻害活性を示し、陽性対象であるカメリアエキスと比較して同程度の阻害活性を示したことから、ケクロモジ抽出物には体内への脂質吸収を抑制する作用があると考えられる。

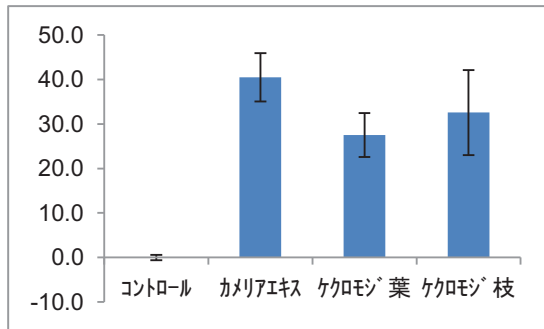


図2 ケクロモジ抽出物のリパーゼ阻害試験結果

次に、マウスへの食餌投与試験における血中のトリグリセリド及びコレステロールの結果を図3に示す。低脂肪食は、食餌中に含まれる脂質が10%以下の、いわゆるダイエット食にあたり、高脂肪食は、欧米型食事に近い値として、脂質含量を約30%に設定している。一般的に、低脂肪食群に比べて高脂肪食群では、血中トリグリセリド及びコレステロール値が高値となるが、ケクロモジ抽出物を1%添加した高脂肪クロモジ食群においては、両値ともに低脂肪食群と同程度まで顕著に減少することが認められた。血中におけるトリグリセリド（中性脂肪）やコレステロール値は、肥満の指標となるほか、動脈硬化等の生活習慣病のリスクとも相関していることから、ケクロモジ抽出物は肥満を抑制し、生活習慣病のリスクを軽減する作用があると考えられる。

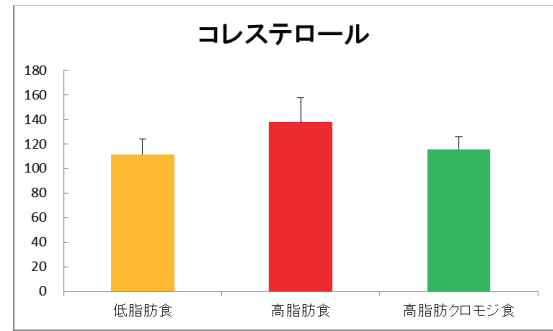
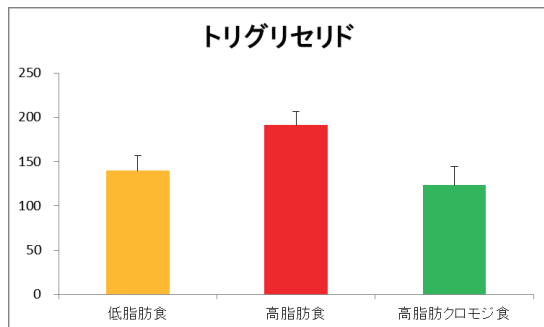


図3 食餌投与試験後の各群の血中トリグリセリド及びコレステロール値

3.2 ロコモティブシンドロームに対する効果

マウス骨格筋細胞（C2C12細胞）におけるGLUT-4遺伝子及びUCP-3遺伝子の発現量を図4に示す。分析時に抽出物を加えなかったコントロール群に比べ、クロモジの枝及び葉の抽出物を加えた群では有意に両遺伝子の発現量が増加することが明らかとなった。GLUT-4遺伝子により生産されるタンパクは、グルコースの細胞内輸送に関わるチャンネルであり、インスリン刺激や筋収縮によって細胞表面に移動し、血液中のグルコースを筋細胞へと取り込む。従って、GLUT-4が増加しているということは、筋細胞内へ取り込まれるグルコース量が増加し、ミトコンドリアでのATP生産が増加することにつながり、筋持久力の増加につながると考えられる。また、UCP-3遺伝子により生産されるタンパクは、ミトコンドリアにおける酸化的リン酸化反応において、電子伝達で得られたエネルギーがATP合成反応に共役することを阻害する効果を有する。そのため、酸化的リン酸化によるミトコンドリアでのプロトン勾配を緩和することで、本来ATP合成反応に共役されるエネルギーを熱エネルギーとして放出させる。このことから、UCP-3タンパクの増加は、過剰なエネルギーの取り込みによる肥満化を防ぐ作用があると考えられる。つまり、ケクロモジ抽出物はこれらの遺伝子発現を活性化させることで、抗肥満や持久力改善、ひいては筋肉量の増加効果を発揮していることが明らかとなった。

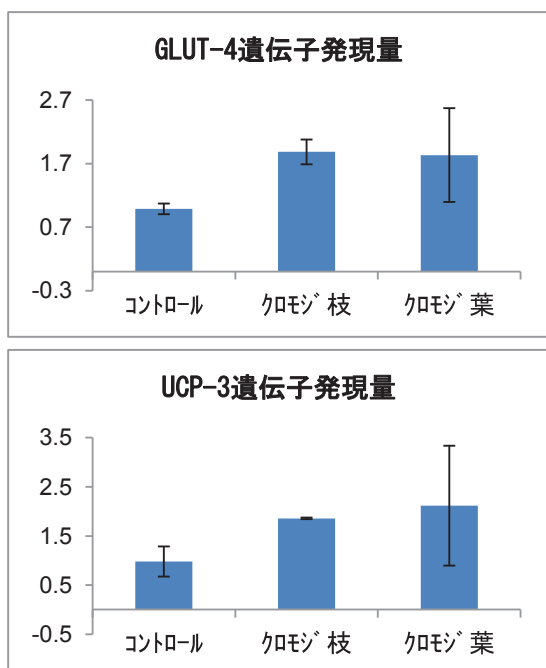


図4 GLUT-4 及びUCP-3 遺伝子発現量

また、食餌投与試験後に行ったマウス血清中のグルコース量の評価において、高脂肪食群と比較して高脂肪食ケロモジ群では血清中のグルコースが有意に減少していることが認められた(図5)。このことも、遺伝子発現解析で認められた GLUT-4 遺伝子発現量増加の結果を支持しており、筋細胞内に取り込まれるグルコース量が増加したことによるものと考えられる。

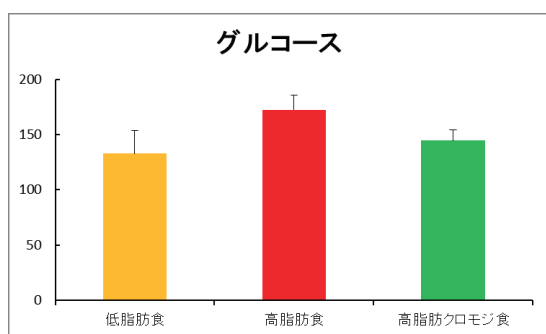


図5 GLUT-4 及びUCP-3 遺伝子発現量

3. 3 アルコール性脂肪肝に対する効果

肝機能の改善効果について分析するため、食餌投与試験と同様に高脂肪食を摂取させ、さらに10%のアルコールを飲水させる試験を行った。試験終了後のマウスの肝臓右葉の切片観察結果を図6に示す。アルコール摂取群に比べ、アルコール摂取ケロモジ食群においては、肝細胞内での空胞形成が少なく、アルコールを摂取していない対照食群とほぼ同程度にまで空胞形成が抑えられることが明らかとなった。

アルコール摂取により形成される細胞内空胞は、脂肪滴とも呼ばれており、肝臓の脂肪化が進んでいることを示している。この症状が進み、空胞が肝小葉の1/3以上を占める物を脂肪肝と呼ぶ。今回の試験結果から、ケロモジ抽出物を摂取することによって、アルコールによる脂肪肝化をある程度抑制できる可能性が示された。

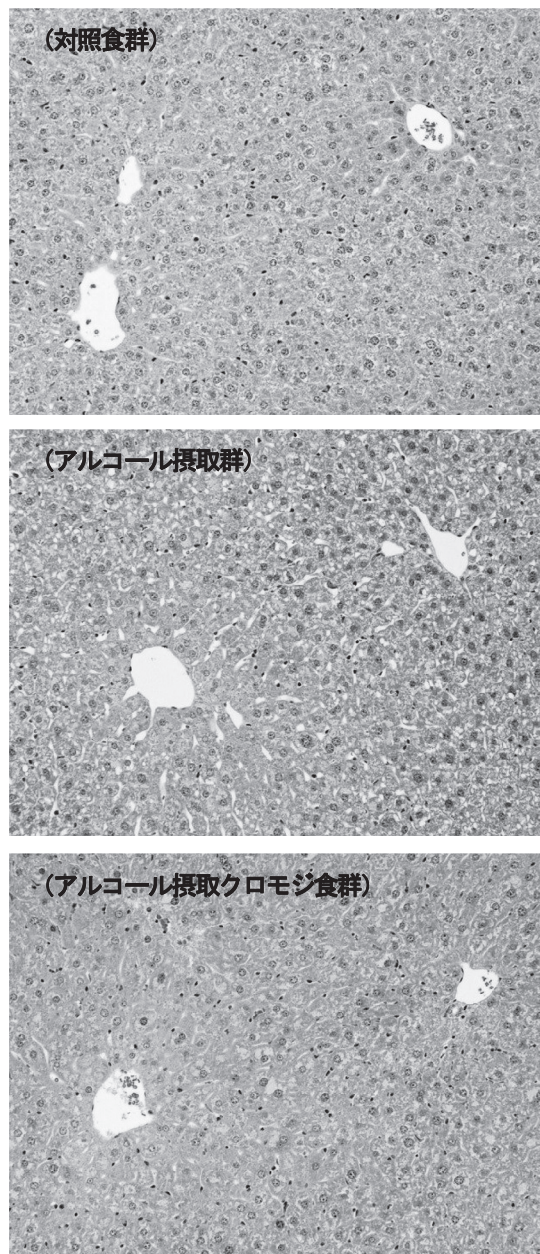


図6 アルコール飲水試験後のマウス肝臓右葉切片

また、アルコール飲水試験後のマウス血清について、肝機能の指標となる GOT (グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ), GPT (グルタミン酸ピルビン酸トランスアミナーゼ) 値の測定を行った結果、アルコール摂取群と比較してアルコール摂取ケロモジ食群では、GOT, GPT 値共に有意に減少するこ

とが認められた (図7)。これらの酵素は、通常時には主として肝臓の細胞内に存在しているが、肝細胞の破壊や炎症等に伴って血液中に移動する。このことから、血液中での両値の増加は、肝臓の機能低下の指標とされている。今回の結果からも、肝機能の維持改善にケクロモジ抽出物が有効である可能性が示された。

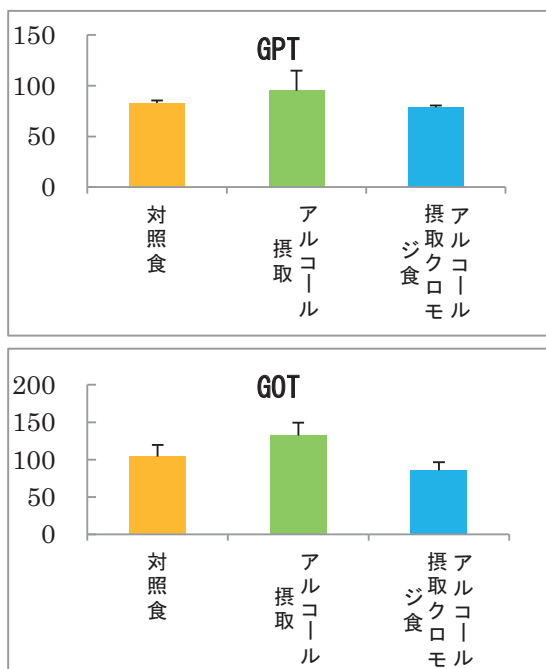


図7 アルコール飲水試験後のマウス血清における GOT, GPT 値

4 まとめ

クロモジ属植物の一種であるケクロモジ (*Lindera sericea*) の地上部 (葉、茎) の80%メタノール抽出物について、*in vitro*, *in vivo*におけるメタボリックシンドローム、ロコモティブシンドローム及びアルコール性脂肪肝への有効性の検証を行った。

その結果、メタボリックシンドロームに対する機能として *in vitro*においてはリパーゼ阻害活性、*in vivo*においては中性脂肪・コレステロール値の低下作用を見出した。また、ロコモティブシンドロームに対する機能として *in vitro*においては筋細胞でのエネルギー産生に関与する GLUT-4 遺伝子、及びエネルギーの燃焼に関与する UCP-3 遺伝子の発現を増加させる作用を見出し、*in vivo*においては血中のグルコース量を低下させる作用を見出した。アルコール性脂肪肝に対する機能としては、*in vivo*において脂肪肝化の抑制及び GOT, GPT 値の抑制作用を

見出した。

今回の結果から、ケクロモジ抽出物は、メタボリックシンドロームやロコモティブシンドローム、アルコール性脂肪肝などの多岐にわたる疾病に対して有効な機能性を有しており、生活習慣病予防剤として非常に有望な素材であるといえる。また、天然由来成分であることも鑑み、今後は機能性表示食品等への応用が期待される。

参考文献

- 1) 平成18年国民健康・栄養調査報告 (厚生労働省、<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou08/01.html>)
- 2) 日本臨床整形外科学会ホームページ (<http://www.jcoa.gr.jp/locomo/>)
- 3) わが国におけるアルコール性肝障害の実態 全国集計の成績から (日本消化器病学会雑誌、Vol. 76 (1979) No. 11 P 2178-2185)
- 4) 岡崎由佳ほか:平成25年度高知県工業技術センター研究報告, 45, (2014)38-52)
- 5) Yoshikawa : J. Nutr., 132(7); 2002) 1819-1824)

Ⅱ 平成 29 年度高知県工業技術センター業務年報

1. 総 説

1-1 沿 革

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

1-2 土地及び建物 (平成30年3月31日現在)

(1) 庁舎

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

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

(2) 本館内関係機関利用状況

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

1-3 組織と分掌 (平成30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 (9名うち兼1名) . . . 食品素材、農水産加工品、醸造食品、バイオテクノロジー技術、食品加工システム 等に関すること

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

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

1-4 職員名簿

(平成30年3月31日現在)

課名	職名	氏名	備考
	所長	森 学	H29.4.1～ 産業技術振興監
	副参事	川北 浩久	海洋深層水研究所所長
	次長	矢野 憲秀	
	技術次長	上東 治彦	
	技術次長	刈谷 学	
総務課	課長	矢野 憲秀	兼務
	チーフ	森岡 孝子	
	主幹	谷内 雅美	
研究企画課	課長	河野 敏夫	
	チーフ	竹内宏太郎	
	主任研究員	加藤 麗奈	H29.4.1～
食品開発課	課長	上東 治彦	兼務
	チーフ(食品加工担当)	森山 洋憲	
	チーフ(食材応用担当)	岡本 佳乃	
	主任研究員	近森 麻矢	
	主任研究員	阿部 祐子	
	主任研究員	竹田 匠輝	
	研究員	下藤 悟	
	研究員	秋田もなみ	
	研究員	甫木 嘉朗	
生産技術課	課長	島本 悟	
	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	
	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	
	研究員	島内 良章	H29.4.1～
資源環境課	課長	隅田 隆	
	チーフ(環境技術担当)	遠藤 恭範	
	チーフ(資源活用担当)	鶴田 望	
	主任研究員	伊吹 哲	
	主任研究員	岡崎 由佳	
	主任研究員	矢野 雄也	H29.4.1～
	研究員	堀川 晃玄	
	研究員	鈴木 大進	

1-5 決算状況

歳入(特定財源)

款	項	目	節	決算額
				平成29年度
8. 使用料及び手数料				円 23,731,474
	1. 使用料	5. 商工労働使用料	(2)工業技術センター使用料	9,625,344 9,625,344 9,625,344
	2. 手数料	4. 商工労働手数料	(2)工業試験手数料	14,106,130 14,106,130 14,106,130
14. 諸収入				19,559,810
	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	18,495,925 18,495,925 18,495,925
	8. 雑入	11. 商工労働部収入	(3)新産業推進課収入	1,063,885 1,060,124 1,060,124
合 計				43,291,284

歳 出

款	項	目	節	決算額
				平成29年度
7. 商工労働費				円 447,698,177
	1. 商工費			447,698,177
		4. 産業技術振興費		447,698,177
			(1)報酬	3,692,400
			(2)給料	141,258,503
			(3)職員手当等	65,820,589
			(4)共済費	46,025,193
			(7)賃金	3,066,280
			(8)報償費	3,630,167
			(9)旅費	8,226,023
			(11)需用費	56,503,545
			(12)役務費	1,704,409
			(13)委託料	18,514,022
			(14)使用料及び賃借料	932,619
			(15)工事請負費	17,386,920
			(18)備品購入費	79,964,866
			(19)負担金補助及び交付金	948,601
			(23)償還金利子	12,440
			(27)公課費	11,600
12. 土木費				14,426,067
	6. 建築費			14,426,067
		3. 建築費		14,426,067
			(11)需用費	14,426,067
歳 出 合 計				462,124,244

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高知県の鉱産資源（石灰）の活用とフッ素資源の循環利用に資するフロン分解原理の研究開発（H28～29、資源環境課）

(2) ものづくり産業推進事業

- ①光学ガラスレンズ用新規研磨材の開発（H26～H29、資源環境課）
- ②加熱むらを改善したマイクロ波照射口の開発（H27～H29、生産技術課）
- ③液肥循環システムのための滅菌装置の開発（H27～H29、資源環境課）
- ④防災向け耐障害性組込みシステムの開発（H28～29、生産技術課）
- ⑤シンクロキャスト法による中空鋳物の生産技術開発（H28～29、生産技術課）
- ⑥複雑な曲面に対応可能な高意匠ラミネート製品の技術開発（H28～29、資源環境課）
- ⑦極小径深孔加工用ガンドリルの開発（H28～30、生産技術課）
- ⑧県産独自技術を発展させた次世代空気清浄機の事業化（H28～30、資源環境課）
- ⑨IoT技術の開発と応用に関する研究（H28～30、生産技術課）

○食品産業振興事業

(1) 食品加工産業振興事業

- ①競争力の高い県産酒開発のための新規酵母・酒米・醸造技術に関する研究（H27～H30、食品開発課）
- ②常温流通可能な高付加価値おろしショウガの開発（H28～30、食品開発課）
- ③魚類のコラーゲンタンパク質に着目した冷凍技術の開発（H28～31、食品開発課）
- ④懸濁結晶法による凍結濃縮システムの事業化（H27～29、食品開発課）
- ⑤県内で単離した乳酸菌を用いた商品開発（H28～29、食品開発課）
- ⑥食品酸化劣化の迅速・精確な評価方法の確立（H28～29、資源環境課）
- ⑦市販品マッピングとWebサービス活用とを組み合わせた新商品開発プロセスの検討（H28～30、食品開発課）
- ⑧食品のハードル技術を利用した製品開発支援（H29～31、食品開発課）

(2) 地域アクションプラン重点支援事業

- ①県下全域アクションプラン支援
- ②未利用魚及び低利用魚を用いた水産加工品開発（H28～30、食品開発課）
- ③高度品質管理に向けた異物クレーム対応力向上支援（H28～29、食品開発課）

○成長戦略推進事業

(1) 県産植物の機能性成分活用事業

- ①健康・機能性食品の開発・事業化研究（H27～H29、資源環境課）
- ②県産植物による化粧品開発・事業化研究（H27～H29、資源環境課）
- ③機能性探索研究（H27～H29、資源環境課）

2-2 企業化支援の推進

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

企業からの依頼分析、設備使用、技術相談など、日常的な技術サービスに迅速に対応するとともに、遠方からの問い合わせに対応するため、電子メールによる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における本県の取り組むべき研究テーマや共同研究推進の手法などについて検討し、具体的な研究の頭出しや大学、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始めとする各種の支援活動を行った。

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

2-4 技術人材養成及び職員の資質向上

主に食品加工分野及び機械金属分野の企業技術者を対象に製造技術や品質管理を研修・指導するため、外部の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。

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

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

2-5 技術サービス

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

2-6 情報の収集、提供及び技術成果の普及

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

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

研究報告、研究開発&企業支援成果報告書等を発行するとともに、(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、センター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33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・学会等発表

3-1 研究成果報告会

発表題目、発表者	期 日	参加者数
工業技術センター研究&企業支援成果報告会 ○開会あいさつ 工業技術センター所長 森 学	H29.9.13	86
○食品開発課 「野菜を非加熱で殺菌する」 チーフ（食品加工担当）森山洋憲		
「製品に異物・クレームが発生したら」 主任研究員 近森麻矢		
「未利用魚および低利用魚を用いた水産加工品開発」 研究員 秋田もなみ		
「市販品マッピングを活用した商品開発」 研究員 下藤 悟		
「平成29年度 新規導入機器のご紹介」 課長 上東治彦		
○資源環境課 「ビスケット類の賞味期限評価」 チーフ（環境技術担当） 遠藤恭範		
「県産植物ケクロモジの機能性に関する研究」 研究員 鈴木 大進		
「天然素材の風合いを活かした ファブリックラミネートシート（FLS）の開発」 チーフ（資源活用担当） 鶴田 望		
「ダイレクトプリンターを用いた特殊印刷」 研究員 堀川 晃玄		
「平成29年度 新規導入機器のご紹介」 課長 隅田 隆		
○生産技術課 「マイクロ波加熱のための液中照射用アンテナの開発」 主任研究員 村井正徳		
「三次元スキャナーを活用した技術支援」 チーフ（機械加工担当） 山本 浩		
「生産技術課の技術研修のご紹介」 主任研究員 土方啓志郎		
「平成29年度 新規導入機器のご紹介」 課長 島本 悟		
○口頭発表終了あいさつ 技術次長 上東 治彦		

3-2 論文発表

テーマ・著者	掲載誌
(食品開発課) 「碁石茶に含まれる抗酸化成分の解明」 島村智子、柏木丈弘、松本結香、吉次香菜子、平岡あゆみ、山添智香子、森山洋憲、大石雅夫、宮村充彦、受田浩之	日本食品保蔵科学会誌、2017, 43(3), 103-110
“Improvement of blood lipid profiles by Goishi tea polyphenols in a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical study” Nanao Ishida, Michiro Iizuka, Koichi Kataoka, Masafumi Okazaki, Kayo Shiraishi, Yusuke Yagi, Kohei Jobu, Junko Yokota, Masao Oishi, Hironori Moriyama, Tomoko Shimamura, Yoshihisa Matsumura, Hiroyuki Ukeda, Mitsuhiko Miyamura	Int. J. of Food Sci. and Nutrition, 2017, 69(5), 598-607
(資源環境課) “ <i>Cirsium maritimum</i> Makino Inhibits the Antigen/IgE-mediated Allergic Response <i>In Vitro</i> and <i>In Vivo</i> .” Mamoru Tanaka, Masanobu Suzuki, Yuichiro Takei, Takeaki Okamoto, Hiroyuki Watanabe	Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2017, 65(38), pp. 8386-8391

3-3 その他の投稿

テーマ・著者	掲載誌
なし	なし

3-4 学会発表（ポスター発表含む）

発表題目	学会名	期日	場所
(食品開発課) “Biochemical characteristics of type I collagen of seven fish species from various habitat temperatures and its role in adaptation to temperature” Monami Akita, Yuri Nishikawa, Yohsuke Ohuchi, Yuya Shigenobu, Daisuke Ambe, Takami Morita, Kohsuke Adachi, and Katsuji Morioka	International Symposium “Fisheries Science for Future Generations”	H29.9.23	東京海洋大学
「高知県特産品の高付加価値化と地産外商への取組」 森山洋憲	日本食品保蔵科学会	H29.6.25	高知県立大学

発 表 題 目	学 会 名	期 日	場 所
「高知県産ハブ茶およびキシマメ茶の食品化学的特性」 土田美穂、中島悦子、吉金優、森山洋憲、沢村正義	日本農芸化学学会	H29. 9. 22	大阪府立大学
(生産技術課) 「LPWA 通信を用いた野生鳥獣捕獲用わなの状態把握システムの開発」 島内良章、毛利謙作、今西孝也、刈谷学	平成 29 年度電気関係学会四国支部連合大会	H29. 9. 23	愛媛大学
(資源環境課) 第 71 回日本栄養・食糧学会 全国大会 「キク科 <i>Cirsium maritimum</i> Makino は IgE 依存性アレルギー反応を抑制する」 田中守、鈴木大進、竹井悠一郎、岡本威明、渡邊浩幸	日本栄養・食糧学会 全国大会	H29. 5. 20	沖縄県宜野湾市
第 50 回日本栄養・食糧学会 中国・四国支部大会 「マトリクスメタロプロテアーゼに関する迅速評価系の構築 ―過性レポーター遺伝子アッセイ系の構築と分析―」 鈴木大進、中島芳浩	日本栄養・食糧学会 中国・四国支部	H29. 11. 12	鳥取大学農学部

3-5 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
(食品開発課) 「全国酒造指導機関合同会議」各種鑑評会へのグルコース別審査の導入と効果	上東治彦	国税庁鑑定企画官室	H29. 10. 13	東京
第 3 回四国オープンイノベーションネットワーク in 高知「食品のおいしさの数値化と嗜好性評価に関する研究」	下藤 悟	産業技術総合研究所四国センター	H30. 1. 31	高知県高知市
シーズ・研究内容紹介「過酸化水素を用いた生シラス洗浄技術開発」	竹田匠輝	高知県産学官民連携センター	H29. 6. 7	高知県高知市
(資源環境課) 平成 29 年度地域産業活性化人材育成事業成果発表会成果発表 「化粧品・機能性食品の開発を目的とする皮膚老化に関する迅速評価系の構築 ～過性レポーター遺伝子アッセイ系の構築と分析～」	鈴木大進	産業技術総合研究所 中小企業連携室	H29. 7. 13	茨城県つくば市
第 3 回四国 OIW in 四国 ポスター発表 「県産植物ケクロモジの機能性に関する研究」	鈴木大進	産業技術総合研究所 四国センター	H30. 1. 31	高知県高知市

講演会等名称及び題目	発表者	主 催	期 日	場 所
第3回四国 OIW in 四国 ポスター発表 「食品酸化劣化の迅速・精確な評価方法の 確立」	遠藤恭範	産業技術総合研 究所 四国セン ター	H30. 1. 31	高知県高 知市
シーズ・研究内容紹介「ケミルミネッセンス を利用した食品の賞味期限設定」	遠藤恭範	高知県産学官民 連携センター	H29. 6. 7	高知県高 知市
平成 29 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 研究発表会「高知県工 業技術センターにおける RoHS 分析取組紹 介」	遠藤恭範	地方独立行政法 人山口県産業技 術センター	H29. 11. 21	山口県山 口市
第3回 CNF に係る公設試研究者向けの勉強 会・「CNF の熱変色温度の測定」	堀川晃玄	京都市産業技術 研究所	H29. 12. 4～ 12. 5	静岡県富 士市
(生産技術課) 「シーズ・研究内容紹介」C A E 技術とその 応用事例	村井正徳	高知県産学官民 連携センター	H29. 6. 7	高知県高 知市

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	—	—	67	72
食品開発課	187	893	128	435
生産技術課	134	900	449	1,350
資源環境課	321	1,956	479	1,641
合計	642	3,749	1,123	3,498

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)				
第1回高知県食品衛生管理認証審査会	H29. 6. 9	高知県健康政策部食品・衛生課	刈谷 学	本町ビル
第1回ものづくり産業強化事業（設備投資促進事業（特別型））審査会	H29. 6. 19	高知県商工労働部工業振興課	〃	工業技術センター
第1回ものづくり産業強化事業（設備投資促進事業（試作・開発））審査会	H29. 6. 19	高知県商工労働部工業振興課	〃	工業技術センター
第1回高知県防災関連製品認定審査会	H29. 7. 20	高知県防災関連産業交流会(工業振興課)	〃	高知共済会館
第2回ものづくり産業強化事業（設備投資促進事業（試作・開発））審査会	H29. 7. 24	高知県商工労働部工業振興課	〃	工業技術センター
第1回高知県新事業分野開拓者認定審査会・高知県モデル発注制度認定審査会	H29. 9. 13	高知県商工労働部工業振興課	〃	高知共済会館
アイデア対決・高等専門学校ロボットコンテスト2017四国地区大会	H29. 10. 8	全国高等専門学校連合会、NHK、NHKエンタープライズ	〃	南国市立スポーツセンターメインアリーナ
第2回高知県食品衛生管理認証審査会	H29. 10. 12	高知県健康政策部食品・衛生課	〃	本町ビル

審査会等名称	期日	主催	派遣者	会場
第3回ものづくり産業強化事業 (設備投資促進事業(試作・開発))審査会	H29.10.31	高知県商工労働部 工業振興課	〃	工業技術センター
第2回ものづくり産業強化事業 (設備投資促進事業(特別型))審査会	H29.12.6	高知県商工労働部 工業振興課	〃	工業技術センター
第2回高知県防災関連製品認定 審査会	H29.12.8	高知県防災関連産業 交流会(工業振興課)	〃	高知共済会館
第3回高知県食品衛生管理認証 審査会	H29.12.20	高知県健康政策部食 品・衛生課	〃	職員能力開発 センター
第4回ものづくり産業強化事業 (設備投資促進事業(試作・開 発))審査会	H30.2.16	高知県商工労働部 工業振興課	〃	工業技術セン ター
第2回高知県新事業分野開拓者 認定審査会・高知県モデル発注 制度認定審査会	H30.2.20	高知県商工労働部 工業振興課	〃	高知共済会館
室戸海洋深層水審査会	H29.7.10	室戸市	上東治彦	安芸広域メル トセンター
(食品開発課) 全国新酒鑑評会決審	H29.5.9 ～5.10	酒類総合研究所 日本酒造組合中央会	上東治彦	酒類総合研究 所
SAKE COMPETITION 2017	H29.5.17 ～5.19	SAKE COMPETITI ON 実行委員会	上東治彦	東京都立産業 貿易センター
2017 全米日本酒鑑評会	H29.8.1 ～8.2	U.S.National Sake Appraisal	上東治彦	ハワイコンベンション ホール
平成29年度県内酒造場庫内品質 管理調査会	H29.7.26 7.27 7.28	須崎税務署 安芸税務署 高知税務署	上東治彦 甫木嘉朗	須崎税務署 安芸税務署 高知税務署
平成29年度四国清酒鑑評会	H29.10.3 10.6	高松国税局	上東治彦 甫木嘉朗	高松国税局
高知県酒審会市販酒審査会	H29.11.8	高知県酒審会	上東治彦 甫木嘉朗	サンライズホ テル
平成29年度高知県酒米品評会	H29.11.30	高知県環境農業推進 課	上東治彦	農業技術セン ター
平成29年度土佐宇宙酒審査会	H30.3.2	高知県酒造組合	上東治彦 甫木嘉朗	高知県酒造組 合

審 査 会 等 名 称	期 日	主 催	派遣者	会 場
平成 29 年度四国市販酒調査会	H30. 3. 6 ～ 3. 7	高松国税局	上東治彦	高松国税局
平成 29 酒造年度四国吟醸酒研究会	H30. 3. 19	高松国税局	甫木嘉朗	高松国税局
平成 29 酒造年度県新酒鑑評会	H30. 3. 27	高知県酒造組合	上東治彦 甫木嘉朗	高知県酒造会館
(生産技術課) 南国市技能功労者表彰審査会	H29. 10. 18	南国市	島本 悟	南国市役所
J I S 溶接技能者評価試験補助員	H29. 11. 25	一般社団法人高知県溶接協会	土方啓志郎	高知高等技術学校
〃	H30. 3. 24	〃	〃	〃

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）2級 機械加工（フライス盤）2級	H29. 7. 15	毛利謙作	高知高等技術学校
機械検査 3級	H29. 7. 22	島本 悟 山本 浩	地域職業訓練センター
機械加工（マシニングセンタ）2級 機械加工（平面研削盤）2級 機械加工（フライス盤）2級 鋳造 1、2級	H29. 7. 29 H29. 7. 30	島本 悟 山本 浩 眞鍋豊士	高知旭光精工(株) (株)トミナガ
機械加工（普通旋盤）2級	H29. 7. 30	毛利謙作	高知工業高等学校
機械加工（マシニングセンタ）1、2級 機械加工（数値制御旋盤）1級	H29. 8. 5	島本 悟 村井正徳	高知精工メッキ(株)
機械加工（採点）	H29. 8. 9	島本 悟 山本 浩 毛利謙作 村井正徳	工業技術センター
めっき 1、2級	H29. 8. 20	竹内宏太郎 矢野雄也	高知精工メッキ(株)
金属熱処理（一般熱処理）1、2、3級 （浸炭・窒化）1、2級 （高周波・炎熱処理）2級	H29. 8. 27	土方啓志郎	地域職業訓練センター
洋菓子製造 2級	H30. 1. 13	岡本佳乃	RKC 調理製菓専門学校
油圧装置調整 1、2級	H30. 1. 20	山本 浩 村井正徳	地域職業訓練センター
パン製造 1、2級	H30. 1. 21	加藤麗奈	高知情報ビジネス専門学校
工場板金（ネットパンチプレス）1、2級 工場板金（機械板金）1級	H30. 1. 21	村井正徳	(株)栄光工業
電気機器組立て（シーケンス制御作業） 1、2級	H30. 1. 28	刈谷 学	地域職業訓練センター
機械加工（普通旋盤）3級	H30. 2. 3	毛利謙作	高知工業高等学校
機械検査 1、2、3級	H30. 2. 3	島本 悟 山本 浩	地域職業訓練センター
自動販売機調整 1、2級	H30. 2. 10	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
機械、金属	本川 高男	株式会社土佐テック	H29. 5. 12
食品加工	久武 陸夫	就労支援事業所ジョブなしろ	H29. 6. 12 H29. 9. 8 H29. 10. 2 H30. 1. 12
その他	川原 浩一	宇治電化学工業株式会社	H30. 2. 9

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
(研究企画課) 第3回 四国オープンイノベーションワークショップ in 高知	H30. 1. 31	158
(食品開発課) 高知県酒造技術研修 「県内酒市販酒きき酒研修会」 「平成28酒造年度の醸造結果について」 「高松国税局鑑評会出品利き酒会及び酒造技術講習会」	H29. 4. 24 H29. 8. 25 H29. 9. 15	18 25 17
異物検査講習会（初級編）	H30. 2. 2 2. 8	13
(生産技術課) 高知県溶接技術コンクール事前体験講習 高知県溶接技術コンクール WES8103「溶接管理技術者認証基準」に基づく溶接技術者の勉強会 金属熱処理技術者研修 非接触三次元形状測定装置（三次元スキャナー）利用研修 表面粗さ測定研修 3Dプリンタ活用技術セミナー 金属材料試験研修 三次元測定装置利用研修（入門編） 3Dモデリング&造形セミナー CAEシステム関連機器利用研修（1）導入製品説明と解析事例紹介 （2）機能詳細紹介と操作体験 （Maxwell編） （3）機能詳細紹介と操作体験 （Fluent編） （4）機能詳細紹介と操作体験 （Mechanical編） IoT(モノのインターネット)組み込みマイコン研修	H29. 5. 13 H29. 5. 27 H29. 5. 31 H29. 7. 11 ～ 8. 1 H29. 7. 20 H29. 8. 31 H29. 10. 18 H29. 11. 7 ～ 11. 21 H29. 12. 1 H29. 12. 18 H30. 1. 30 H30. 2. 1 H30. 2. 8 H30. 2. 9 H30. 2. 21 3. 1	15 30 21 16 5 3 34 5 6 7 12 2 3 5 4 5

講習会名、講演題目	期 日	参加者数
(資源環境課) 基本から学ぶ実験器具の取り扱い方 信頼性を上げる測定値の統計学 ヒヤリハット事例から学ぶ安全な実験方法	H29. 7. 6	18
ガスクロマトグラフ質量分析計	H29. 9. 8	4
無機分析の基礎-原子吸光法・ICP 発光分析法・ICP 質量分析法	H29. 9. 15	3
顕微 IR を用いた微量異物の分析実践講座	H29. 9. 22	2
蛍光 X 線装置	H29. 10. 6	4
X 線回折装置	H29. 10. 11	6
電子顕微鏡	H29. 10. 20	4
燃焼-イオンクロマトグラフィ装置	H29. 10. 27	5
無機分析の応用-湿式分解処理による微量元素分析 熱分析装置	H29. 11. 10 11. 30	4 7

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) 高知大学大学院総合人間自然科学研究科 客員教授 海洋深層水科学講座 「海洋深層水機能学」	上 東 治 彦	H29. 4. 1 ~ H30. 3. 31

(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) 第 103 回清酒製造技術セミナー 「吟醸仕込みにおけるチアミンの添加効果と 高知県の取り組み」	上東治彦	H29. 4. 19	100
SAKE COMPETITION 吟醸酒勉強会 「SAKE COMPETITION 分析結果及び高知の酒造りの取り組み」	上東治彦	H29. 5. 18	200
第 81 期高知市民の大学 「高知の酒造り」-吟醸造りと土佐酒の魅力-	上東治彦	H29. 6. 9	35
平成 29 年度栃木県微生物技術交流会 (第 1 回酒造技術分科会) 「高知の酒造りへの取り組み」 -チアミンの利用、品評会への対応-	上東治彦	H29. 7. 7	110
土佐酒アドバイザー研修会 「高知の酒造りについて (高知酵母について)」	上東治彦	H29. 8. 16	20

講習会名、講演題目等	派遣者	期 日	人数
三重県酒造研修 「高知の酒造りへの取り組み」 ーチアミンの利用、品評会への対応ー	上東治彦	H29. 9. 7	60
小津高校職業領域別研修 「高知の酒造りについて（米、酵母、醸造技術）」	上東治彦	H29.10.26	23
海外ジャーナリスト招聘酒蔵ツーリズム 「高知の酒造りと土佐酒の特徴」	上東治彦 加藤麗奈 甫木嘉朗	H30. 1.25	10
高知県酒米品評会表彰式セミナー 「酒米のアルカリ崩壊性試験」	甫木嘉朗	H29.12.26	100
土佐 FBC II 座学「食品学」 「発酵化学」	森山洋憲 上東治彦	H29. 5.30 H29.11.14	25 25
土佐 FBC II 「現場実践学」 第1回 農産加工実習 第2回 酒類・発酵調味料製造管理実習 衛生・品質管理、施設・設備設計の基礎 第3回 成分分析・微生物検査 第4回 水産加工実習 第5回 企業視察研修	岡本佳乃 森山洋憲 甫木嘉朗 近森麻矢 近森麻矢 秋田もなみ 竹田匠輝 秋田もなみ 上東治彦	H29. 7.20 H29. 7.27 H29. 8. 3 H29.10.20 H30. 1.24	17
土佐 FBC II 食 Pro. 「農産加工実習」	岡本佳乃	H29. 9.14	15
(生産技術課) こども鋳物教室 (主催：高知県工業会)	眞鍋豊士	H29.11.18	40
機械加工技術者研修（金属材料の破損・不良解析） (主催：高知県中小企業団体中央会)	眞鍋豊士 土方啓志郎	H30. 1.16 ～ 2.13	6

5-3 研修生の受入

事業	所属	期 間	人数
高知大学連携協定による大学院生受け入れ	高知大学大学院 農学研究科	H29. 4. 1～H30. 3.31	2
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)	H29. 4. 1～H30. 3.31	1

6. 産業財産権

○登録

登録年月日	登録番号	発明の名称	発明者名	共同 単独 の別	備 考
平成19年 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	実施企業数1社
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20年11月21日	特許 第4218904号	ステアリングホイール に模様を転写する転写 装置	篠原 速都 山下 実 鶴田 望	共同	実施企業数1社 東海理化販売株式 会社
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 鶴田 望	共同	株式会社東海理化 クリエイト
平成24年12月21日	特許 第 5158989 号	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	酸素酸イオン収着剤、 その製造方法およびイ オン収着処理方法	篠原 速都 伊藤 毅 隅田 隆 川北 浩久 河野 敏夫 山下 実 鶴田 望 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 隅田 隆 川北 浩久 河野 敏夫 山下 実 鶴田 望 岡崎 由佳	共同	大日精化工業株式 会社 福富 元
平成26年11月28日	特許 第 5652890 号	イオン吸着材	篠原 速都 伊藤 毅 隅田 隆 川北 浩久 河野 敏夫 山下 実 鶴田 望 岡崎 由佳	単独	

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26年12月19日	特許 第 5667526 号	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
平成27年 1月 9日	特許 第 5675572 号	インモールド成型方法および当該方法で形成された樹脂成形品	篠原 速都 鶴田 望	共同	株式会社ミロク製作所、東洋機械金属株式会社
平成27年 4月10日	特許 第 5725595 号	圧密木材複合成成型品の成形方法	篠原 速都 山下 実 伊藤 毅 鶴田 望	単独	
平成26年 5月 9日	特許 第 5531262 号	凍結濃縮装置	森山 洋憲	共同	高知工科大学、株式会社泉井鐵工所
平成28年 4月 1日	特許 第 5906541 号	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
平成29年10月13日	特許 第 6221027 号	拡張現実感技術による計測器管理システム及びプログラム	今西 孝也	共同	オサシテクノス
平成29年12月 8日	特許 第 6251862 号	ACE 抑制剤（元高血圧抑制剤）	篠原 速都 川北 浩久 岡本 佳乃 岡崎 由佳	共同	高知大、高知県公立大学法人
平成29年 7月28日	特許 第 6179779 号	樹脂フィルム及びこれを用いた複合シート並びに樹脂成形部材	篠原 速都 山下 実 鶴田 望	共同	日泉化学
平成30年 2月16日	特許 第 6288825 号	複合シート及びこれを用いた樹脂成形部材	篠原 速都 山下 実 鶴田 望	共同	日泉化学
平成28年 3月18日	特許 第 5899604 号	マイクロ波を利用したバイオマス再資源化装置	村井 正徳 浜田 和秀 近森 麻矢	共同	兼松エンジニアリング

○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29年 3月 23日	特開 2017-057148	チロシナーゼ阻害剤 (元美白剤)	篠原 速都 川北 浩久 岡本 佳乃 岡崎 由佳 鈴木 大進	共同	高知大学、高知県 公立大学法人
平成29年 5月 18日	特開 2017-081594	自動充填方法	毛利 謙作 刈谷 学	単独	
平成28年 8月 8日	特開 2018-024978	コンクリート片防護シ ート	堀川 晃玄 村井 正徳 刈谷 学 河野 敏夫	共同	株式会社西宮産業
平成28年11月 4日	特開 2018-070570	クロモジ抽出物	篠原 速都 川北 浩久 岡本 佳乃 岡崎 由佳 鈴木 大進	共同	高知大学、高知県 公立大学法人
平成28年11月 21日	特開 2018-083764	ハマアザミ抽出物を含 有する免疫調節用組成 物	篠原 速都 川北 浩久 岡本 佳乃 岡崎 由佳 鈴木 大進	共同	高知大学、高知県 公立大学法人

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)			
超微粒磨砕機(マスコイター)	MIKZ A-10-10型	増幸産業(株)	S59
水分活性測定装置	HYGROSKOP DT型	ロトニック社 (クンゼ産業)	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	タハエスベック(株)	H1
くん製装置	SU-50F	大道産業(株)	H4
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
天然高分子用高速液体クロマトグラフ	PU-980 他	日本分光(株)	H9
オートクレーブ	MLS-3750	サンヨー	H10
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
紫外可視分光光度計	U-2001	(株)日立製作所	H13
デジタルマイクロスコープ	VH-8000	(株)キーエンス	H13
冷却遠心機	CENTRIFUGE GRX-220	TOMY	H14
電熱オーブン	EBSPS-222B	(株)フジサリ	H15
小型高温高压調理殺菌機	達人釜FCS-KM75	サンヨー	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	エムラ社	H21
微量香氣成分定量装置	7890A (GC)、5975C (MSD)	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
柑橘搾汁試験機	処理能力500kg/h	川島製作所	H21
パルプファイニッシャー	HC-PF SP	サンフートマシナリ	H21
クレープメーカー	RE2-33005B コントロールモテール	(株)山電	H21
果実洗浄装置	洗浄ライン：五条式	川島製作所	H21
微量成分分離分取高速システム	デルタ600システム	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
ポストカラム誘導体化HPLCシステム	ACQUITY UPLC H-Class	日本ウォーターズ(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
微粉粒磨砕機	MKCA6-2Jα	増幸産業(株)	H22
窒素分析装置	Kjeltec8400	FOSS	H24
脂肪酸分析装置	GC-2010plus	(株)島津製作所	H25
超急速凍結機	E102010	ホシザキ電気(株)	H27
ハットスペース付きカスクロマトグラフ	7890B	アシレント・テクノロジーズ(株)	H27
迅速溶媒抽出装置	ST243Soxtec	FOSS	H29
ブライン凍結機	リ・ジヨイスフリーザー RF-10L	米田工機(株)	H29
生物顕微鏡システム機器	BX53F	オリンパス(株)	H29
味認識装置	TS-5000Z	(株)インテリジエントセンサーテクノロジーズ	H29
多感覚器分析システム機器	フラッシュGCノーズ HERACLES II /HS/S	アルファ・モス・ジャパン(株)	H29
スクリーンプレス	MKSS-1特殊仕様	池田機械工業(株)	H29
(生産技術課)			
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
振動試験装置(動電型加振機)	VS-2000A-140T	IMV(株)	H9
グラインディングセンタ	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
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
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
FFTアナライザ	CF-3200J	小野測器(株)	H12
赤外線炭素硫黄同時分析装置	CS-444LS	LECO社	H13
固体発光分析装置	ARL QUANTRIS	ThermoELECTRON社	H16
金属組織検査試料作成装置		丸本ストルアス(株)	H17

名称	規格	製作所	導入年度
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	MA200、SMZ1500	(株)ニコン	H21
乾式X線透過装置	SMX-3500	(株)島津製作所	H21
CNC輪郭形状測定機	SV-C4000CNCシステム	ミットヨ	H22
万能試験機	UH-F1000KNI	(株)島津製作所	H23
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)ミットヨ	H25
マイクロビッカース硬度計	HM-220D	(株)ミットヨ	H26
小型電子顕微鏡	TM3030、SwiftED3000	(株)日立ハイテクノロジーズ	H26
ひずみ測定装置	EDX-200A、UCAM-60B	(株)共和電業	H27
超低温恒温恒湿試験器	EC-86LHHP	日立アプライアンス(株)	H27
CAE	Maxwell 3D等	ANSYS社	H29
インジエツト方式3Dプリンタ	AGLISTA-3200	(株)キーエンス	H29
(資源環境課)			
UV装置	KUV-10251-1X	東芝電気(株)	H1
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
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・シグマ	H9
イオンクロマトグラフ	DX-320	日本タニテック(株)	H10
比表面積測定装置	NOVA2000	ユアサアイエクス(株)	H10
遊星型ボールミル	P-5/4	フリッチェ社	H13
原子吸光分光光度計	SpectrAA-880Z, 220F	バリアンテクノロジーズ・シグマ・ソリミテッド	H15
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-50kN/ISD MS形	(株)島津製作所	H18
恒温恒湿槽	PL-4KPH	エスベック(株)	H19
粒度分布測定装置	SALD-2200	(株)島津製作所	H19
高周波誘導結合プラズマ光源 質量分析装置	7500CX	アシレント・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
ピートサンプルラー	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・ナノテクノロジー(株)	H24
フーリエ変換型赤外分光計	FT/IR-6600	日本分光(株)	H26
多機能性マルチモードプレートリーダー	Variaskan LUX multimode microplate reader	サーモフィッシャー サイエンティフィック(株)	H28
X線回折装置	Empyrean	スペクトリス(株)	H28
熱分析装置	TG-DTA8122高温型TG-DTA・DSC標準型8231	(株)リカク	H29
デジタルマイクロスコープ	モニター一体型VHX-6000SP1464	(株)キーエンス	H29

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
H29	設備拡充 ・熱分析装置 ・デジタルマイクロ スコープ	公設工業試験研究所の 設備拡充補助事業	20,770	13,846	資源環境課	2/3補助（公 益財団法人J KA）
	高知県の鉱産資源（石灰） を活用とフッ素資源の 循環利用に資するフロン 分解原理	高知県産学官連携産業 創出研究推進事業	1,000	984	資源環境課	受託研究（大 旺新洋(株)）
	極小深孔加工を可能にする 革新的なガンドリルマ シンとガンドリルの開発	こうち産業振興基金地 域研究成果事業化支援 事業	500	500	生産技術課	研究等助成金 、助成率10/1 0（公益財団 法人高知県産 業振興センタ ー）
	県産独自技術を発展させ た次世代空気清浄機の事 業化	〃	200	200	生産技術課	〃
	懸濁結晶法による凍結濃 縮システムの事業化	〃	1,716	1,716	食品開発課	〃
	競争力の高い吟醸「土佐 酒」の開発と販路拡大	農商工連携販路拡大等 支援事業	1,341	1,341	食品開発課	〃

7-3 人事異動

(平成 30 年 4 月 1 日付)

○転入・内部異動等

氏名	職名	旧所属
上東 治彦	醸造技術企画監・兼食品開発課長	技術次長兼食品開発課長
小松 立和	次長・兼計量検定室長	保健体育課課長補佐
中村 和徳	主任	計量検定所主任
澤部 修己	主任	計量検定所主任
野中 浩二	チーフ	監査事務局監査員
小松 俊之	チーフ	管財課チーフ
堀川 晃玄	主任研究員	研究員
鈴木 大進	主任研究員	研究員
上田 竜平	研究員	新採

○転出等

氏名	職名	新所属
森岡 孝子	チーフ	中央東林業事務所チーフ（総務担当）

平成29年度高知県工業技術センター報告第49号
平成30年10月1日 印刷発行

〒781-5101 高知市布師田3992-3

編集兼
発行所 高知県工業技術センター

Kochi Prefectural
Industrial Technology Center

印刷所 西 富 騰 写 堂

この資料は再生紙を使用しています。

