

3 松葉成分が持つ抗酸化作用の分析

静岡県立静岡農業高等学校 食品科学部

1 研究の動機

三保の松原では、景観を保つため多くの松葉が定期的に伐採されるため廃棄松葉が多く出る。文献を探ると、仙人の食べ物であったとされていることや戦時中に松葉を使用し手当をしていた医師がいたなどの報告をみることができる。日本においては、あまり栄養源として注目されていないが大きな可能性を秘めた植物であると感じた。松葉の可能性を探り、活用していくことで廃棄物を使った新たな機能性食品の開発を期待することができる。植物の本来持っているが引き出されていない成分の研究を行うことで、日頃の学習の実践的な活動につながり、廃棄物を使って、機能性食品を作り出し販売する新たな6次産業を学び、新たな産業を考え社会の中で活用する学習を行う。

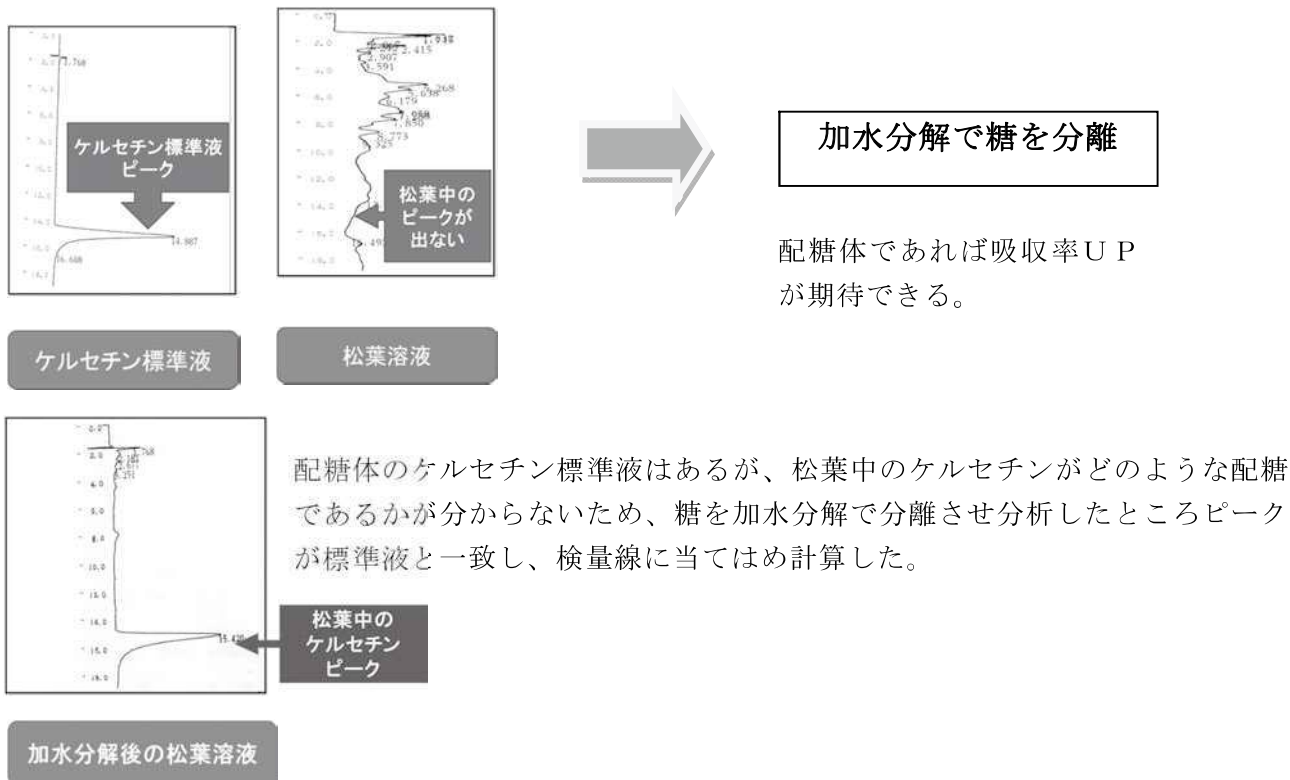
2 松葉の成分から機能性に成りうる成分を見つけ定量分析

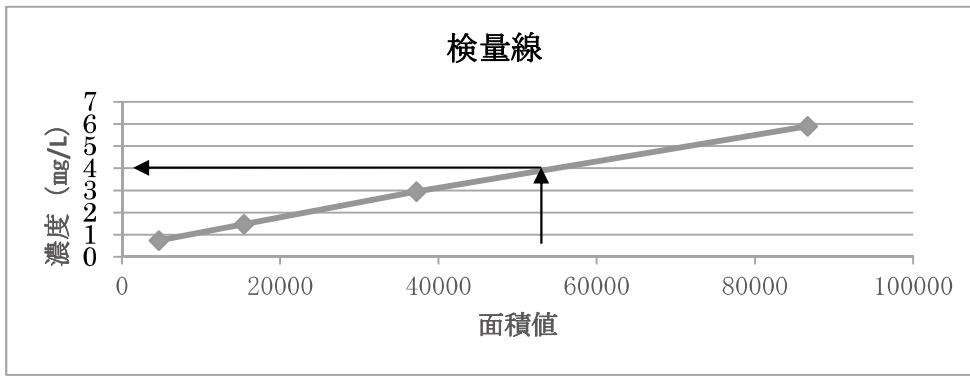
松葉成分を調べたところ、ケルセチンというフラボノイドが含まれていることがわかった。ケルセチンはルチンの仲間であり、血管を強くする効果や抗がん作用、生活習慣病予防など様々な効果がある。その中でも、注目したい効能が抗酸化作用とアレルギー症状緩和効果である。ストレス社会・アレルギー社会と言われている現代で、抗酸化作用は、ストレスの軽減、生活習慣病予防など様々な効果を発揮することができる。そこで、ケルセチンに焦点をあて含有量を液体クロマトグラフィーで分析した。

実験方法

HPLCを使用したケルセチン定量法

松葉に含まれるケルセチンが配糖体であったためケルセチン標準液とピークが一致しなかった。





グラフ1

定量分析

- ①試料溶液をHPLCに注入
- ②ケルセチン標準溶液のピークと一致する時間のピーク面積値を算出する
- ③検量線に当てはめ面積値から濃度 (mg/l) を割り出す
- ④割り出された濃度と試料秤量値から松葉100g中のケルセチン量 (mg) を算出 (表 2)

結果 表 2

試料	面積値(2回測定の平均値)	濃度(mg/L)	試料秤量値(g)	100g中濃度(mg)
生	12234	1.276	2	15.94
乾燥	55201.5	3.970	2	49.62

100 g 当たり約50mgのケルセチンが含まれていることが確認された。この数値は、大量のケルセチンが含まれていることを意味する。また、実験の中から松葉中のケルセチンは配糖体であり、通常のケルセチンの120%の吸収率であることがわかった。

松葉100g中のケルセチン量 = 49.62mg
 ケルセチンが多く含まれている食品例
 例 りんご100g中のケルセチン量 = 6mg
 レタス100g中のケルセチン量 = 4mg

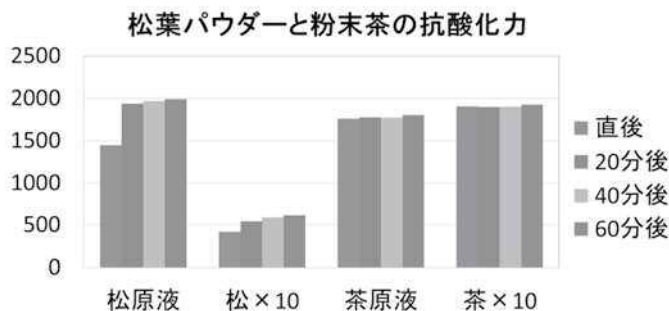
約8倍

松葉中のケルセチン量の定量法は確立されていないので難しかったが、ケルセチン標準液とピークが一致しているため信用のできるデータである。

3 松葉の抗酸化力分析

「DPPH 法を使用した松葉が持つ抗酸化力の分析」

松葉が持つ抗酸化力を非常に強い抗酸化力を持つ茶と比較し松葉の抗酸化能の分析を行った。



結果

抗酸化力の比較	
松葉	茶
1 9 3 7 A B S	> 1 7 7 6 A B S

非常に強い抗酸化力を示す茶カテキンを含む茶より、ケルセチンを含む松葉のほうが抗酸化力が強いことが検証できた。(茶や松葉の抗酸化作用は上記に示した以外の栄養素からも発揮される)

4 松葉の添加法の確立

松葉には、確かに3次機能的な効能が期待できると確認できたので添加法を考えた。化粧品への添加を考えたが、既に化粧品にはケルセチンが添加されていることを知った。そこで、食品への添加を考えた。

添加法の候補

①栄養素を抽出添加 ②栄養素を抽出後スプレードライ法で固形化し添加 ③松葉をそのまま添加。①、②を実行した際に食物繊維が豊富にあることが認められたため食物繊維の効能も考え、③の松葉をそのまま添加する方法に決定した。

問題点 ①松葉特有の臭いがある

②食物繊維が豊富にあるため喉越しが非常に悪い

③松葉特有の苦みがある

問題点を解決するため松葉をパウダー状にすることを考えた。



様々な方法を試し、松葉を洗浄・細断し、45度25分で低温乾燥、90度40分で高温乾燥させた後、製粉機で細断することで、パウダー状にすることができた。パウダー状にしたことでのケルセチンの減少率を定量分析し算出した。(P 2の表2)

生松葉(水分考慮) → 53.0mg

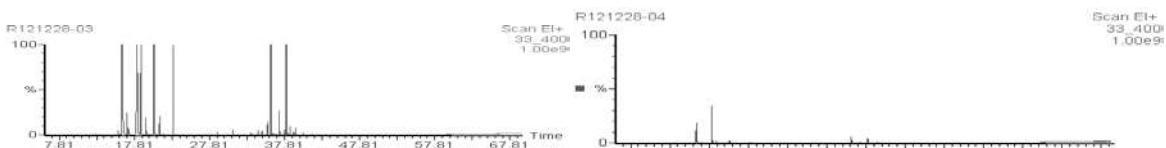
松葉パウダー → 49.6mg

算出結果のようにケルセチンの減少はほとんど認められなかった。

次に松葉特有の臭気の減少を官能試験で感じたので、ガスクロマトグラフィー質量分析器で臭気定量分析を行った。

下ピークグラフ1は、生松葉の臭気のピークを示したものであり、 α ピネンや β ピネンなど木などの代表的な臭気が多く定量でき、その強さもほとんどがグラフを突き抜けている。松葉の臭気の強さを窺うことができる。

下ピークグラフ2は、松葉パウダーの臭気のピークを示したものであり、臭気的大幅な減少を認めることができる。元々森林などの心地よい臭気も存在していたので、臭気が非常に弱くなったことで心地よい臭気となった。



ピークグラフ1

ピークグラフ2

以上の結果から松葉パウダーにすることによって松葉特有の臭気(問題点①)を改善することができた。食物繊維による喉越しの悪さ(問題点②)を改善することができた。

5 添加食品の選定・添加

添加食品を決める際の条件として以下の事を考えた

- ・毎日無理なく食べることができる(機能的食品は薬ではないので毎日摂取することで効果を出す)
- ・毎日食べることにより他の病気を引き起こさない(お菓子やケーキは毎日食べては、糖分の取りすぎで生活習慣病になってしまう。美味しいからやみんな好きだからの理由だけで選定することは安易である)。

その結果、毎日の主食になりうるパンへの添加を考えた。

松葉パンは強力粉、砂糖、バター、塩、ぬるま湯、イーストを使い、製粉した松葉はパン生地に

練りこみ焼き上げた。しかし、松葉特有の苦味を感じたため、試行錯誤の末、小豆を使って味を調整することにした。パンは松葉添加量が強力粉に対し 1.6%、3.2%、4.8%として、官能試験を行ったところ、

1.6%・・・抹茶のような味と小豆がマッチしていてとても美味しい

3.2%・・・松葉の風味を感じ、苦味はなく美味しい

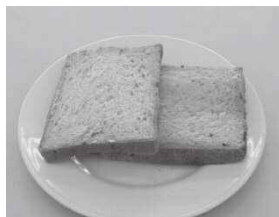
4.8%・・・小豆で味をカバーしているが松葉の苦味を感じる

という結果になり、松葉独特の味を抑えることができた。

松葉パウダーをただ添加するだけでは松葉の苦味が強いため小豆を加えることで小豆が松葉の苦みを消す役割として働き大変美味しいパンを作り出すことができたことで松葉特有の苦み（問題点③）を改善することができた。また、地元清水のパン屋シュクールとの共同開発により、さらに 2 種類の松葉添加パンを開発した。



松葉小倉食パン



松葉雑穀食パン



松葉大納言

6 松葉茶の製作

もっと松葉を効率よく摂取する方法を模索し、毎日飲む人が無理なく多く摂取できる松葉茶の製作に取り掛かった。松葉だけでなく、茶葉との組み合わせにより、「静岡のお茶と三保松原の松葉」と話題性のある商品となることを考えた。

<官能試験>

茶葉に対して 松葉 20%添加→ほとんど松葉の味は感じない

松葉 30%添加→松葉の味がかすかにする

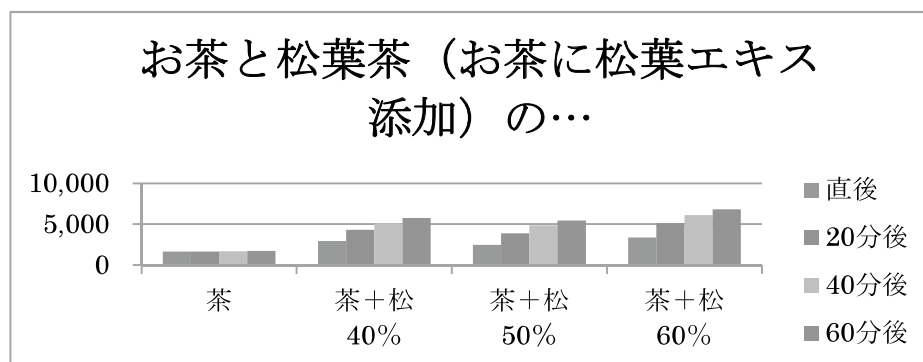
松葉 40%添加→後味に松葉の苦みを感じる

松葉 50%添加→松葉の味やにおいを感じるがお茶のほうが勝っていて美味しい

松葉が多すぎると松葉独特の味が出てきてしまうため好みが分かれてしまう。誰でも美味しく、なるべく多くの松葉を摂取できるようにするために茶葉と松葉パウダーの割合を 1 : 1 にすることが妥当であると考えた。また、茶葉中の栄養素との相乗効果も考えた。

7 抗酸化作用の相乗効果実験

茶葉に含まれる茶カテキンとケルセチンが抗酸化作用の相乗効果を発揮するのではないかという仮説を立てお茶の中に松葉を添加し DPPH 法での抗酸化作用比較実験を行った。



茶葉のみで煮だす

茶葉で煮だした後、松葉をエタノールで抽出しながらお茶に添加

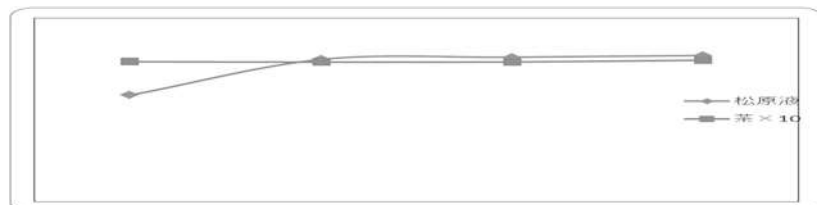
(%は、茶葉に対しての割合) 抗酸化比較グラフ 4

結果

お茶+松葉は茶葉に対して松葉を 60%にしたものは、茶のみの抗酸化力と比較すると 3.97 倍の抗酸化力を示した。このことから、茶と松葉の抗酸化力相乗効果を検証することができた。

茶1717ABS
松葉茶(松葉60%).....6820ABS 3.97 倍

また、松葉の抗酸化作用におもしろい結果がでた。



直後 20分後 40分後 60分後

時間経過による抗酸化力の効果グラフ 5

茶葉液と松葉液の抗酸化作用の時間経過による抗酸化力の効果を分析したところ、グラフ 5 の茶葉は、すぐに抗酸化力の効果を示すが、**松葉は、時間と共に効果が高まる**。これは、**運動直前に飲めば、運動量が高まり活性酸素が増えたときに最大効果を示すことが出来るのではないかと仮説を立てることができる**。

8 松葉茶を作るにあたっての課題と解決

松葉茶の製造・販売に対して次の課題が生じた。

- ①松葉の回収方法 ②松葉の洗浄方法 ③松葉の大量粉末化 ④松葉茶の大量製造
- ⑤松葉茶の販売方法 ⑥松葉茶売り上げの用途方法 等

この課題の解決のため静岡農業高校生が三保地域向上協議会を立ち上げ、三保地域に新たな産業システムを作り出すことを考えた。この協議会のため、三保地区自治会長、三保地区生涯学習会館長、NPO法人代表、大学関係者、食品開発会社社長に呼びかけ次の協議・提案した。

三保地域向上協議会の結果産業システム作成のため、次のことが明確化された。

- ①松葉の回収方法 → 地元NPO法人で回収
- ②松葉の洗浄方法 → 地元大学の所有する海洋水族館で使用している海洋深層水で洗浄する
- ③松葉茶製造 → 食品開発会社で生産
- ④松葉茶販売方法 → 販売元をNPO法人とし、販路拡大を静岡農業高校生が行う
- ⑤売り上げの用途 → 売り上げの15%をNPO法人が管理し

「三保松原の環境保全」「三保地域の活性化」に役立てる。

- ⑥松葉研究・パッケージデザインは静岡農業高校生が行う

9 新産業システムを使つての松葉茶試験販売

三保の松原の一角で松葉茶の試飲・試験販売を行った。115袋売ることができた。パッケージデザインを静岡農業高校生が担当した。また、当日は、観光客に向けて松葉の有用性がわかる広告をつくり説明も行った。

10 今後の課題

- 1 お茶との相乗効果を検証したので松葉茶の作成・商品化を進めていく
- 2 抗菌作用の相乗効果の検証
- 3 アレルギー症状緩和の検証
- 4 地域名産物の開発
- 5 新産業システムの強化