

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 中井 正晃

食品の生体調節機能が生活習慣病のリスク軽減につながることから、大きな関心が寄せられている。そのなかでポリフェノールの機能に関する研究成果は目覚ましいが、構造との関連性を論じた研究はまだ不十分と言わざるを得ない。本論文では、長年に亘って食用とされ、産業的にも重要なゴマ、ウーロン茶、海藻という互いに異質の食資源に由来するポリフェノールを対象に、その構造と機能の関係についての研究をまとめたものである。

第1章では、ゴマに含まれるリグナン化合物であるセサミンの抗酸化活性メカニズムを解明した成果が述べられている。すなわち、セサミンは肝臓の酵素によって構造中のメチレンジオキシフェニル基がカテコール基に変換された化合物(2種)、さらにフェノール性水酸基の一部がメチル化を受けた化合物(2種)といった計4種類の代謝物に変換されることを明らかにした。In vitroでの抗酸化活性を測定した結果、分子内にカテコール基を有するセサミン代謝物は強力な抗酸化活性を示した。このセサミン代謝物(カテコール体)の優れた抗酸化作用に着目し、新しい食品素材を創製することは非常に有用であると考え、これらの代謝物を工業的に生産する方法の確立を目指した。その結果、超臨界水を用いた分解反応を行えば、セサミンから1ステップでカテコール体が見出されることを見出した。

第2章では、ウーロン茶の抗肥満作用メカニズムを解明すべく、54種類のポリフェノールのリパーゼ阻害活性に対する構造活性相関を検討した。その結果、分子内のガロイル基の存在やポリフェノールの重合化が活性増強に必要であることを突き止めた。また、半発酵という特徴的な製造方法によって生じるウーロン茶重合ポリフェノール(Oolong Tea Polymerized Polyphenols; OTPP)に着目し、その一斉分析法を確立するとともに、強いリパーゼ阻害活性を示すことを見出している。また、胸管リンパ管瘻ラットを用いた研究により、OTPPは代表的な茶カテキンであるエピガロカテキンガレートよりも強く脂肪吸収を抑制することを明らかにした。更には、OTPP強化ウーロン茶は、健常人における高脂肪食負荷後の血清中性脂肪の上昇を有意に抑えることを示した。

第3章では、25種類の海藻抽出物のラジカル消去活性を検討した結果、ホンダワラ科の褐藻類であるオオバモク(*Sargassum ringgoldianum*)に他の海藻よりも際立って多くのフロロタンニンが含まれ、 O_2^- に対する強力な消去作用を有することを見出した。MALDI-TOF MS分析により、このフロロタンニンは、ヘキサヒドロキシフェニルエーテルであるビフハロールの3量体($C_{36}H_{26}O_{21}$; m/z 794)から8量体($C_{96}H_{66}O_{56}$; m/z 2114)までの混合物であり、更に O_2^- 消去活性を評価した結果、 $IC_{50}=1.0 \mu g/ml$ となり、オオバモクの抗酸化作用における活性本体であることが示唆された。また、フロロタンニンに対して、超臨界水分解反応を行ったところ、1,2,3,7,9-ペンタヒドロキシジベンゾフランと1,3,7,9-テトラヒドロキシジベンゾフランの2種類の化合物に分解されることが判明した。これらの O_2^- 消去活

性を測定した結果、カテキンと同程度の活性を示すことが判明し、超臨界水分解技術を用いれば、抗酸化活性を保持したままフロロタンニンを低分子化することができ、新たな食品素材が創製できる可能性を示した。

以上要するに本論文は、ゴマとウーロン茶のそれぞれが示す既知の生理活性については、その作用メカニズムがポリフェノールに起因することを証明しており、それぞれの食材由来のポリフェノールを強化した食品の生活習慣病リスク軽減効果の具体的なエビデンスを付与するものである。また、産業上の未利用素材であるフロロタンニンについては、まだ研究が途上段階であるものの、ラジカル消去作用において高いポテンシャルを持つことを明らかにしている。更には、ポリフェノールの構造と生理活性のみならず、産業への応用展開を見据え、‘超臨界水’という未だ食品産業では実用化がなされていない技術に着目し、超臨界水中でのポリフェノールの構造変化に関する研究に着手し、食品加工プロセスにおいて超臨界水技術の適応を検討する価値について考察しており、学術上、応用上貢献するところが少なくない。よって、審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。