

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	YUDIANTI Rike
論文題目	Studies on Properties of Cellulosic Hydrogels in <i>Salvia</i> Nutlets (サルビア種子由来のセルロースを含む水和ゲルの性質)		
(論文内容の要旨)			
シソ科、サルビア属の植物の種子から得られる水和ゲルには食物繊維や薬用として利用されているものがある。しかし、その化学的な性質には不明な点が多い。そこで本研究では、45種のサルビアの種子をとりあげ、形態学的特徴と水和ゲルの形成能力について分析するとともに、水和ゲルが一種のセルロース・ヘミセルロース複合体であることを見出し、その代表的な3種 (<i>Salvia. miltiorriza</i>、<i>Salvia sclarea</i>及び<i>Salvia viridis</i>) の水和ゲルについてヘミセルロース部分の化学構造の解明とレオロジー特性との関係を解析し、今後の関連セルロースを含む水和ゲルの性質の解明の方策を示すことを目指した。得られた成果は次のようにまとめられる。 1) 45種の種子中39種が水和ゲルを生じ、その程度は種により大きな差があること、種子表層の外果皮のみが水和ゲルの発生源となっていること、外果皮の厚さが水和ゲルの含量と正の相関があることを見出した。また、種子は外皮層の下層に存在する厚壁細胞群が垂直方向に蜜に配列したグループと中央部に配列の乱れが認められる2つのグループ (合計4グループ) が存在していることを示した。さらに、水和ゲルにはセルロースの他キシランを主成分として含むものが多いことをも明らかにした。 2) セルロース含量の異なる3種 (<i>S. miltiorriza</i>、18.7%; <i>S. sclarea</i>、25.6% ; <i>S. viridis</i>、36.2%) のサルビアの種子を選択して水和ゲルを調製し、酸性ヘミセルロースを分離後還元してその化学構造をオリゴ糖の配列を含めて解析した結果、いずれも高置換β-(1,4)-キシランであり、その2位で結合したウロン酸の頻度がそれぞれキシロース2.1残基、1.7残基及び1.4残基に1置換と異なることを明らかにした。また、4-O-メチルグルクロン酸のみならずグルクロン酸が存在していることをも示した。 3) 水和ゲルのレオロジー特性を解析した結果、セルロース含量が高い程高い粘性を示すこと、ヘミセルロース中のウロン酸に起因する静電反発がゲルの形成に中心的な役割を果たしていることを明らかにした。また、水素結合やカルシウムを含む二価の金属を介した架橋構造もゲルの形成に関与していることを示した。 4) 高濃度の尿素 (0.5-3.0M) や食塩 (1.0-5.0M) の添加によりゲル状が消失することから多糖鎖の周囲の水の環境がゲル状と深く関与していることを明らかにした。また、水和ゲルの膨潤に及ぼす添加物やpHの影響を可視化分析する方法を開発し、セルロース含量の最も高い<i>S. viridis</i> 由来の水和ゲルについてその有効性を証明した。 5) 水和ゲルの粘度の温度依存性を分析した結果、90℃までの加熱では温度の上昇に伴い粘度が低下したことから、サルビアの水和ゲルは親水ゲルであることがわかった。また、120℃以上の加熱によりゲル状は徐々に消失し、160℃、5分間のマイクロ波加熱によりキシランが優先的にセルロース・ヘミセルロース複合体から分離して可溶化し、セルロースに富む物質が不溶化することを明らかにした。 以上の結果から、サルビアの種子から得られるセルロースを含む水和ゲルの化学的性質と物性に関わる構造的要因を明らかにすることができた。			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

植物の種子由来のセルロースを含む水和ゲルは食物繊維や化粧品等として利用されている。シソ科の植物にはこのような種子を生産するものがいくつか知られており、サルビア属の植物はその代表的なグループである。利用の観点から、水和ゲルを形成する能力のある種子の特徴、水和ゲルの化学構造及び物性の解明が課題となっている。本論文は、サルビアの種子の表層構造を分析して水和ゲルの形成部位を特定するとともに水和ゲルの化学構造を明らかにすることで、水和ゲルのレオロジー的物性に関わる構造的要因を明らかにしたものである。評価される点は以下のとおりである。

1. サルビアの種子水和ゲルの起源は種子表面に存在する1層の外果皮にあり、外果皮の厚さと水和ゲルの含量間には正の相関があることを示した。また、外皮層の特徴から種子を4つのグループに分類できることを見出した。
2. サルビアの種子水和ゲルは一種のセルロース・ヘミセルロースであり、ヘミセルロースの主成分は酸性の β -(1,4)-キシランであることを明らかにした。また、この酸性キシランは還元後部分加水分解し生成したオリゴ糖の構造を解析することにより、4-O-メチルグルクロン酸のみならずグルクロン酸を置換基として有し、その置換度はこれまで見出されたキシランにはみられない程高く、3種のサルビア (*Salvia miltiorriza*、*Salvia sclarea*と*Salviaviridis*) ではキシロース2.1残基、1.7残基及び1.4残基に1置換と多様であることを見出した。また、ウロン酸の含量はセルロースの含量と逆の傾向を有することを示した。
3. サルビアの種子水和ゲルがゲル状を示す原因として、酸性のキシランがセルロースとの会合に重要であること、ウロン酸間の静電反発がゲルの形成に中心的な役割を果たしていることを明らかにした。また、カルシウムを含む2価の金属とウロン酸のカルボキシルによるエッグボックス的な架橋構造や水素結合もゲルの形成に関与していることを示した。
4. サルビアの種子水和ゲルがゲル状を示すその他の要因として多糖鎖の周囲の水の環境の重要性を指摘した。また、水和ゲルの膨潤に及ぼす添加物やpHの影響を可視化分析する新規な方法を開発し、本方法がセルロースを含む水和ゲルの膨潤プロセスの研究に有用であることを示した。
5. サルビアの種子水和ゲルの粘度に対する温度の影響を解析した結果から、水和ゲルは親水性のゲルであり、熱には比較的不安定で、セルロースは160℃で5分間のマイクロ波加熱により不溶化することを示した。

以上のように、本論文は、サルビア種子から得られるセルロースを含む水和ゲルについて、種子表層から形成される機構及びセルロースと共存するヘミセルロースの新規な化学構造を解明し、諸物性との関わりを明らかにしたものであり、森林生化学、熱帯農業、生物資源学の発展に寄与するところが多い。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成22年2月25日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注)Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降