

[ 別紙 2 ]

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 羽山 裕子

モモには、果肉の成熟、軟化の特性が遺伝的に異なる幾つかのタイプが存在する。現在栽培されている品種の大部分は成熟に伴い急激に果肉が軟化する溶質タイプと呼ばれるモモであるが、軟らかいために取り扱いが難しく、収穫後の日持ち性も悪い。したがって、高品質なモモ果実を安定供給するため、果実の軟化制御技術の開発が重要な課題となっている。

モモは、クライマクテリック型果実の一つであり、成熟時には果肉が軟化し、エチレン生成量が増加するが、軟化に対するエチレンの直接的な関与は示されていない。本研究は、成熟期になっても果肉が硬く、収穫後もほとんど軟化しない硬肉タイプと呼ばれるモモを利用し、軟化に関わる遺伝子発現の面からエチレンによる果肉軟化制御機構を解明するとともに、果肉軟化制御技術の開発を目指した研究である。

### 1. ポリガラクトナーゼ (PG) およびペクチンメチルエステラーゼ (PME) 活性に及ぼすエチレンの影響

通常のコモでは軟化に伴い細胞壁に含まれるペクチンが大量に可溶化し、エンド型PG、エクソ型PG、およびPMEの活性が上昇するが、硬肉タイプのコモでは、エチレンを処理しないと、果肉は軟化せず、エンド型、エクソ型PGの活性は低いままであった。しかし、エチレンを処理すると、果肉は急激に軟化し、エンド型とエクソ型のPG活性も急増したが、PMEは変化しなかった。したがって、PG活性の増大がコモの軟化において重要な役割を果たしていると考えられた。

### 2. 細胞壁代謝関連酵素遺伝子の発現とエチレン

軟化過程のコモ果実で発現する5種類の細胞壁代謝関連酵素遺伝子、エンド型PG (*PpPG*)、エンド型1,4-グルカナーゼ (*PpEG4*)、アラビノフラノシダーゼ・キシロシダーゼ (*PpARF/XYL*) およびペクチン酸リアーゼ (*PpPL1*, *PpPL2*) の発現を溶質タイプと硬肉タイプのコモ果実で比較したところ、樹上において成熟期の前半に発現量が増加し、そのまま発現が継続する遺伝子 (*PpEG4*, *PpPL1*, *PpPL2*) と樹上では成熟後期のやや過熟な果実で発現量が急増する遺伝子 (*PpPG* と *PpARF/XYL*) に分けることができた。また、硬肉タイプのコモでは後者はほとんど発現しなかった。

### 3. 果肉軟化に関与するエクспанシン遺伝子の解析

コモの成熟果実から3種類のエクспанシン遺伝子 (*PpExp1*~*3*) を単離し、果肉軟化との関係を解析したところ、*PpExp1* および *PpExp2* は溶質、硬肉、両タイプのコモで発現

したが、*PpExp3*は溶質タイプでのみ強く発現した。このことから、モモでは、*PpExp3*が収穫後の急激な軟化に関与している可能性が示唆された。しかし、ウエスタンブロット解析を行ったところ、エクспанシンタンパク質の蓄積量は、溶質タイプと硬肉タイプで差がなかったため、軟化はエクспанシンタンパク質の蓄積のみでは進行しないと考えられた。

#### 4. エチレン処理条件が果肉軟化と軟化関連遺伝子の発現に及ぼす影響

硬肉タイプのモモにおいて、エチレン処理濃度および軟化途中のエチレン処理停止が*PpPG*、*PpARF/XYL*および*PpExp3*の発現に及ぼす影響を調査した。その結果、いずれの濃度でも果肉は軟化したが、軟化の速度は濃度が高いほど速かった。また、エチレン処理を停止すると、12~24時間後には軟化が顕著に抑制されたことから、軟化の進行にはエチレンの存在が不可欠であると考えられた。一方、*PpPG*、*PpARF/XYL*および*PpExp3*の発現量は、エチレン処理開始あるいは停止後12時間以内に、それぞれ増加、減少したことから、エチレンはこれら遺伝子の発現を制御することによって軟化を促進していると考えられた。

#### 5. 軟化抑制技術の開発と硬肉タイプの利用技術

エチレン生成阻害剤であるアミノエトキシビニルグリシンを単用処理すると、溶質タイプの果実のエチレン生成量は顕著に抑制されたが、軟化は抑制されなかった。一方、エチレン作用阻害剤の1-メチルシクロプロペンを単用処理すると、収穫後1日目のみ軟化抑制効果が認められた。両剤を併用処理すると、軟化が顕著に抑制された。また、硬肉タイプのモモを軟化させるには、2~3日間の連続したエチレン処理が必要であることを明らかにし、エチレンの発生量と発生期間を調節したエチレン発生剤を利用して硬肉モモを簡便に軟化させる方法を開発した。

以上要するに、モモ果実の成熟後期の急激な軟化には、連続的なエチレンの存在が不可欠であること、またエチレンはエンド型PG、*PpARF/XYL*および*PpExp3*の遺伝子発現を制御することによって軟化を引き起こすことを明らかにしたもので、学術上、応用上、学術上、応用上価値があると認められた。よって、審査委員一同は、本論文が博士（農学）を授与されるに相応しいと認めた。