

題目 : **Studies on lignin content and composition during development in pear fruit**

(ナシ果実における発育に伴うリグニン含量、組成に関する研究)

本研究では、ニホンナシ、チュウゴクナシ、セイヨウナシ、ナシ近縁種果実の果芯と果肉を用いて、リグニン含量の変化、組成の多様性を調査した。さらに、開花期に異なる植物ホルモン処理を行い、リグニン含量および組成の調査とメタボローム解析を行い、植物ホルモン処理による一次代謝産物の変化を調査した。

Chapter 1: General introduction (序論)

ナシ(*Pyrus*)はバラ科ナシ属に属し、重要な園芸作物の1種である。中国の南西部を起源地として世界に伝播し、現在、世界で栽培されているナシはアジアナシ(ニホンナシ、チュウゴクナシ)とセイヨウナシの2つに大きく分類される。ナシには石細胞が存在し、ナシ果実に独特のざらざらした食感を構成する要素となっている。

石細胞は、リグニン、セルロース、シリカなど成分が結晶化して細胞壁に蓄積され木化したものである。ニホンナシを含むアジアナシは食物繊維に極めて優れる果物として挙げられるが、その要因として、石細胞に存在するリグニンが大きな役割を担っている。石細胞が多いとざらざら感が強くなると考えられ、近年肉質の点から、ニホンナシの育種において、石細胞が少ない品種の育成が好まれている。一方、セイヨウナシではメルティング質でとろける食感はアジアナシの食感とは違い、その食感の差異が生じる原因として石細胞の量や質の違いによる可能性が考えられるが誰も明らかにしていない。またナシの近縁種のマルメロとカリンの果実ではナシと同じように石細胞を有するが、同じく近縁のリンゴの果肉には石細胞が存在しない。バラ科の進化の中で、なぜナシ果実が石細胞を作り出すようになったのか、植物学的観点から興味を持たれる。

Chapter 2: Analysis of fruit lignin content, composition, and linkage types in pear cultivars and related species

(ナシおよびナシ近縁種果実におけるリグニン含量、組成および結合様式の解析)

本章では、ナシおよびナシ近縁種果実を用いて、リグニン含量、組成、結合様式を調査した。ニホンナシ“ゴールド二十世紀”とセイヨウナシ“Alexandrine Douillard”の果芯と果肉のリグニン含量について経時的に調査し、生育前期に増加し、成熟に

に伴い、低下することを明らかにした。一方、リンゴ果実の果芯と果肉のリグニン含量は非常に少なく、カリンの果芯と果肉のリグニン含量は高かった。品種におけるリグニン含量、組成、結合様式の違いについては、ニホンナシ“王秋”、“豊水”、“幸水”果肉のリグニン含量が低く、非縮合性リグニン含量が高かった。また、セイヨウナシ“Alexandrine Douillard”については、果実追熟の前後において、全リグニン含量の変化は見られなかったが、果肉の非縮合性リグニン含量が低下した。ナシおよびナシ近縁種では、モノリグノールの組成は Guaiacyl-Syringyl (GS) リグニンタイプを示し、収穫期に品種間において果実 S/G 比の多様性が見られた(0.75–2.64)。“ゴールド二十世紀”果実は G-lignin-rich タイプに対して、“Alexandrine Douillard”果実は S-lignin-rich タイプであった。 β -Aryl ether (β -O-4)、phenylcoumaran (β -5)、resinol (β - β) はモノリグノール間の結合様式として検出され、ナシ果実において、 β -Aryl ether (β -O-4)が主要な結合様式として示された。

Chapter 3: Effect of exogenous GA4+7 and BA+CPPU treatments on fruit lignin and primary metabolites in Japanese pear “Gold Nijisseiki”

(外生 GA4+7 および BA+CPPU 処理がニホンナシ “ゴールド二十世紀”の果実リグニンおよび一次代謝物に及ぼす影響)

本章では、外生 GA および BA+CPPU 処理が果実形質、リグニン含量および組成、一次代謝産物含量に及ぼす影響を、ニホンナシ “ゴールド二十世紀”の果実で調査した。すべての処理区的全リグニンおよび非縮合リグニン含量は果実の初期段階に増加し、収穫に伴って減少した。果芯は果肉よりも高いリグニン含量が示した。成長早期段階における BA+CPPU 区の果芯の全リグニン含量は、GA₄₊₇ 区および対照区より高かった。収穫期に BA+CPPU 区果実の縮合性リグニンおよび非縮合性リグニン含量は GA₄₊₇ 区および対照区より高かった。外生 BA+CPPU および GA₄₊₇ 処理はリグニン含量のみに影響し、S/G 比には影響しないことが示唆された。合計 122 種成分を用いて、メタボローム解析を行った。部分最小二乗判別分析(PLS-DA)では、果芯と果肉の 2 つグループに分かれ、さらに、果芯と果肉の両方とも、BA+CPPU 区と対照区が同じクラスターを形成し、GA₄₊₇ 区は独自のクラスターを形成した。植物ホルモン処理および部位間に 40 成分の差異が見られ、そのうち、32 成分は果肉が相対的に高く、8 成分は果芯が高かった。

Chapter 4: General discussion (総括)

ナシ近縁種のカリンの縮合性リグニンおよび非縮合性リグニン含量は多かったのに対して、リンゴ“ふじ”は低かった。ナシおよびナシ近縁種のリグニン組成は Guaiacyl-Syringyl (GS)-リグニンタイプであり、収穫期の品種果実の S/G 比には大きな差異が存在していた。セイヨウナシおよび中国白梨品種は S-lignin rich や

GS-balanced lignin タイプが殆どで有ったのに対して、一方、ニホンナシ品種は G-lignin rich や GS-balanced lignin タイプが殆どであった。ナシおよびナシ近縁種の果芯と果肉のリグニン含量および組成に大きな多様性があることが本研究で最初に解明された。開花期の外生ホルモン処理において、収穫期の BA+CPPU 区の果芯および果肉のリグニン含量は GA₄₊₇ 区および対照区より高いことが示された。本研究より、開花期から収穫適期にかけて、ナシおよびナシ近縁種果実リグニン含量、組成、結合様式の多様性について新たな知見が得られた。今後、ナシおよびナシ近縁種におけるリグニン含量および組成の分子進化メカニズムを解析するための基礎が形成された。