

氏 名：中山 久之

学位の種類：博士（栄養学）

学位記番号：博甲第5号

学位授与年月日：平成27年3月16日

学位授与の要件：学位規程第3条第3項該当

論文題目：‘Studies on the development and function of fermented tea product obtained by the tea-rolling processing of third crop green tea (Camellia sinensis) leaves and unripe Satsuma mandarin (Citrus unshiu) fruits’

「緑茶三番茶葉とウンシュウミカン未熟果を混合揉捻した発酵茶の開発と機能性に関する研究」

論文審査委員：主査 教授 森田 茂樹

副査 准教授 駿河 和仁

副査 准教授 富永 美穂子

## 緑茶三番茶葉とウンシュウミカン未熟果を混合揉捻した発酵茶の開発と機能性に関する研究

**‘Studies on the development and function of fermented tea product obtained by the tea-rolling processing of third crop green tea (Camellia sinensis) leaves and unripe Satsuma mandarin (Citrus unshiu) fruits’**

長崎県立大学大学院人間健康科学研究科栄養科学専攻

中山 久之

夏収穫の三番茶葉は下級茶葉として取り扱われ、生産調整のために刈り捨てられるなど有効利用されていない。良質の果実を収穫するために摘果されるミカン未熟果は、機能性成分のヘスペリジンを高濃度に含むものの、ほとんどが廃棄されている。これら資源を活用し、美味しく機能性の高い食品を開発することは、農業振興に有効な方策であることから、三番茶葉とミカン未熟果を混合揉捻した新たな発酵茶を製造する技術開発に取り組んだ。

### ミカン発酵茶の製造とヘスペリジンの溶解性向上メカニズムの追究

ヘスペリジンは、難溶性であるため、吸収されにくく生体利用率が低い。しかし、三番茶葉とミカン未熟果を3:1の割合で混合し、20分間揉捻して製造した発酵茶（ミカン発酵茶）に含まれるヘスペリジンの溶解性は、未熟果単独のヘスペリジンと比較し、5倍程度向上した。ヘスペリジンの溶解性向上メカニズムとして、<sup>1</sup>H-NMR スペクトルによる測定から、カテキンや紅茶ポリフェノールなどの水溶性ポリフェノール類が、ヘスペリジンと疎水会合することによって、ヘスペリジン同士の結晶化を切り崩すことが一部要因として考えられた。

### ミカン発酵茶の有する香味特性の解明

ミカン発酵茶の有する香味特性を解明するために、同じ三番茶葉から製造した紅茶と比較した。GC-MS 分析により、ミカン発酵茶には、カンキツ系の香りに関与する d-リモネンが紅茶よりも 1.6 倍程度多く検出され、茶葉の発酵に由来するリナロールが紅茶と同程度含まれていた。味認識装置による分析において、ミカン発酵茶の渋味推定値は、紅茶よりも 50%程度低値を示し、官能検査においても、本発酵茶の渋味は弱く、嗜好性は高かった。また、未熟果に由来する酸味を有しており、ミカン発酵茶は、従来の紅茶と異なる優れた香味特性を有することが示された。

### ミカン発酵茶の効率的製造方法の検討

ミカン発酵茶の製造を改良するために、最も長い時間を必要とする茶葉の萎凋と手間を要する未熟果のスライスの方法について検討した。一般の紅茶製造において 24 時間程度要する茶葉の萎凋を、製茶機械の粗揉機を用いて、三番茶葉に 75°C の熱風を当て攪拌することで、20 分で完結させることを可能にした。また、飲料の製造に用いるサイレントカッターでスライスした未熟果と萎凋した茶葉を混合揉捻することで、主要香気成分量が 4 から 6 倍増加することを見出した。その結果、品質の高いミカン発酵茶を、短時間で製造することを可能とした。

### ミカン発酵茶の摂取がラット脂質代謝に及ぼす影響

ミカン発酵茶には、可溶性ヘスペリジン、カテキン類および紅茶ポリフェノール類などの機能性成分が含まれることから、ミカン発酵茶の摂取がラット脂質代謝に及ぼす影響を追究した。まず、ミカン発酵茶の食餌組成や摂取期間の違いが、脂質代謝にどのように影響するかを試験した。AIN-93G 組成を基本食に、ミカン発酵茶葉熱水抽出物の凍結乾燥粉末を 0.75%レベルで添加した食餌を 4 週間ラットに摂取させると、体重増加の抑制、血清および肝臓トリグリセリド濃度が効果的に低下することが観察された。また、2 週間の短期摂取でも、血清トリグリセリド濃度低下効果が発揮される可能性があることが示された。次に、摂取期間を 4 週間として、ミカン発酵茶が脂質濃度に及ぼす影響を未熟果および同じ三番茶葉から製造した緑茶と比較した。摂食量に差がないにも関わらず、ミカン発酵茶は、未熟果や緑茶よりも強い肝臓トリグリセリド濃度低下作用が観察された。ミカン発酵茶の食餌への添加量を 0.50 および 0.75%とすると、肝臓トリグリセリド濃度は、添加量に依存して低下した。また、ミカン発酵茶の添加量依存的に、肝臓での脂肪酸合成酵素活性も低い傾向を示した。さらに、ミカン発酵茶は、緑茶と同程度の腓リパーゼ阻害活性を示した。ミカン発酵茶摂取による肝臓トリグリセリド濃度低下効果は、肝臓での脂肪酸合成の抑制および小腸における脂肪吸収の阻害（遅延）によって一部発揮されると推察された。また、肝臓コレステロール濃度も、ミカン発酵茶の添加量に依存して顕著に低下した。肝臓脂質濃度低下効果は、本発酵茶に含まれるヘスペリジン、カテキン類および紅茶ポリフェノール類が複合的に作用することで、惹起されると考えられる。

本研究は、三番茶葉とミカン未熟果を有効活用して、香味の優れる発酵茶の製造法を確立したもので、発酵茶に含まれるヘスペリジンの溶解性が高まり、未熟果や緑茶よりも強い肝臓トリグリセリド濃度低下作用を有することが明らかになった。廃棄される地域資源を素材に、既存の製茶機械で美味しく機能性の高い発酵茶を製造することで、茶およびミカン生産者の加工に対する意識の醸成や所得の向上に繋がり、さらに、ミカン発酵茶が広く普及し、国民の健康増進の一助になることを願うものである。