

氏名	宮 下 忠 芳		
学位 (専攻分野の名称)	博 士 (生物産業学)		
学位記番号	乙 第 937 号		
学位授与の日付	平成 30 年 3 月 17 日		
学位論文題目	生物資源の食品および化粧品への利活用とそれに関わる評価法に関する研究		
論文審査委員	主査 教 授・博士 (農芸化学)	渡 部 俊 弘	
	教 授・博士 (獣医学)	丹 羽 光 一	
	教 授・博士 (生物産業学)	相 根 義 昌	
	教 授・博士 (環境共生学)	南 和 広	
	教 授・農 学 博 士	高 野 克 己	

論文内容の要旨

ヒトは、有史以来、天然の動植物や農水畜産物、微生物などの生物資源を利活用しながら生活をしている。原始時代は、生命活動を営むために必要不可欠なエネルギー源や生体構成成分の補給のための栄養分としての利用が主であったと考えられる。しかし、文明の発展とともに、生物資源の利活用の目的は、多岐にわたり、現在では、ヒトの嗜好性や健康の維持促進を目的とした利用法など多様化している。生物やこれらが作り出す有機物などの生物資源には、ヒトの生活向上に関わる機能性を有するものが数多く存在する。これらを利活用した製品、すなわち、高血圧や糖尿病等の生活習慣病の予防など、ヒトの内臓機能を維持・改善する機能を利用した「機能性食品」、肌や毛髪的美しさを保持・改善する機能を利用した「化粧品」、香り等の作用によりリラックス効果やストレス解消機能などを有した「トイレットアリー製品」が、日々開発されている。

本研究では、食品としての動植物資源がヒトの血管機能に与える影響を評価する手法を新規に構築した。また、化粧品としての動植物資源の安全性試験および抗炎症性の評価を実施した。さらに、視覚や言葉のイメージから「香り」を創るための新規技法を開発し、化粧品やトイレットアリー製品への応用を可能とした。

1 植物資源カムカムの血管内皮機能に及ぼす影響の評価手法

カムカムは、南米ペルーのアマゾン川支流に自生する植物で、果実中に豊富なビタミンCを含み、主に果汁を利用した飲料原料となっている。一方、果皮を含む果実の約 40%が残渣として処理されている。本研究では、カムカム加工後の残渣が血管内皮機能に与える効果を明らかにするため、新規に確立した食事制限プロトコルを併用した血流依存性血管拡張反応試験を用いた評価を行った。その結果、カムカム果皮抽出物をヒトへ単回投与すると、安静時の血圧および上腕動脈径に影響を及ぼさないことが確認された。しかし、血流を増大さ

せたときの上腕動脈径の拡張率が、カムカム果皮抽出物非投与時の $9.4\pm 2.0\%$ から、カムカム果皮抽出物投与時の $11.8\pm 2.7\%$ へと有意に上昇した。以上のことから、カムカム果皮抽出物がヒトの血管内皮機能を向上させる働きを有することが初めて示された。

2 動物資源エミューオイルの血管内皮機能に及ぼす影響の評価手法

オーストラリア原産のエミューの皮下脂肪から得られるエミューオイルは、食用として利用が可能である。本研究では、前章でも用いた食事制限プロトコルを併用した血流依存性血管拡張反応試験による評価法を用い、食用エミューオイルの血管内皮機能への影響を調べた。その結果、被験者へエミューオイルを単回投与したとき、安静時の血圧および安静時の上腕動脈径に有意な変化は認められなかった。しかし、血流を増大させたときの上腕動脈径の拡張率は、エミューオイル非投与時の $9.6\pm 1.6\%$ からエミューオイル投与時の $11.8\pm 1.1\%$ へと有意に上昇した。この結果は、エミューオイルが性別や安静時の動脈径にかかわらず、血流増大時に動脈径を拡張させる機能、すなわち血管内皮機能を向上させる機能を持つことを示している。

3 植物資源カムカムの化粧品素材としての安全性評価

本章では、カムカム果皮抽出物の化粧品への利用可能性を評価するため、成人男女 20 名を対象に 24 時間閉塞ヒトパッチテストによる安全性評価を実施した。カムカム果皮抽出物を 1.0% になるように注射用蒸留水で希釈し、被験者の背中に 24 時間貼付した。カムカム果皮抽出物の除去 1 時間後および 24 時間後に皮膚反応を観察し、安全性を判定した。その結果、カムカム果皮抽出物の皮膚刺激指数は、0.0 であり、その皮膚への安全性が確認された。

4 動物資源エミューオイルの化粧品素材としての機能性および安全性評価

本章では、エミューオイルの化粧品としての機能性（抗炎症作用）と安全性を評価した。抗炎症作用の評価には、マウス由来マクロファージ株化細胞 RAW 264.7 を用いた。RAW 264.7 を、エミューオイル存在下あるいは非存在下で培養し、リポポリサッカリド (LPS) で刺激して炎症反応を誘発した後、RAW 264.7 の貪食能および一酸化窒素 (NO)、誘導型 NO 合成酵素 (iNOS) と tumour necrosis factor- α (TNF- α) の産生量を測定した。その結果、エミューオイルは、LPS 刺激による NO、iNOS および TNF- α の産生の増加を有意に抑制したが、貪食能には影響を及ぼさなかった。これらの結果は、エミューオイルがマクロファージの貪食作用による炎症部位の異物除去には影響せず、細胞が産生する炎症性物質の増加を抑制することで、皮膚の炎症や老化を防ぐ機能を有することを示唆した。さらに、ヒトの皮膚にエミューオイルの安全性をパッチテストによって評価した。その結果、エミューオイルの皮膚刺激指数は、0.0 であり、皮膚への安全性が確認された。

5 官能評価におけるイメージ展開技法の開発

食品、化粧品の開発においては、消費者の感性を考慮に入れることが必要であるという概念が確立されつつある。しかし、消費者が五感で感じている主観的な感性は非常にあいまいなものであり、それを定量化することは、大変困難である。本研究では、写真や風景、言語など、視覚や聴覚から得られる「香り」とは異なる情報を反映し、香料を作り出す手法を構築した。すなわち、あるイメージコンセプトをアナロジー用語、イメージ用語、官能用語、さらに専門用語へと4次展開まで行なう手法で、香りの表現方法へと展開した。さらに、本研究では、官能用語を専門用語に展開するために従来の調香師の固有技術に頼る方法ではなく、イメージが一般的な用語でどのように表現されるかを被験者のアンケートに基づいて調査した。その結果、一般者のイメージした香りが専門家へと伝達され、両者のイメージが一致していることが、検証調査により裏付けられた。

本研究では、生物資源の血管機能への影響の簡便かつ効率的な評価法を確立した。今まで食品の血管機能への影響は、動物試験や細胞試験を基礎とした評価に限られており、ヒトへの影響を直接評価する方法はごく限られていた。しかし、今回、著者らが確立した独自の食事制限プロトコルを併用した血流依存性血管拡張反応試験は、食品がヒトの血管機能に与える影響を直接評価する事を可能にしたことから、今後、様々な食品への応用が期待される。また、本研究では、オーストラリアの原住民により、経験的に傷薬などに使用されていたエミューオイルの抗炎症作用のメカニズムを細胞化学的に解明し、化粧品素材や食品素材としての利用価値を高めたとともに、細胞試験による抗炎症作用評価法を確立することに成功した。一方、著者は、食品化粧品開発において重要な役割を果たす「官能評価法」において、等価変換理論を基に新たに開発した関連言語の展開法を用いたイメージ展開技法を確立した。これにより、商品のイメージを統一化し、開発者間での意思の疎通、宣伝・起用モデル・ネーミング等における企画側から消費者まで1つのコンセプトを客観的に共有することを可能にした。

審査報告概要

本論文は、生物資源を機能性食品や化粧品として利活用するための評価法について、ヒトを対象として3つの視点で検証したものである。第一に、新規に食事制限プロトコルを導入した Flow-mediated vasodilation (血流依存性血管拡張) 測定法により、動物資源であるエミューオイルと植物資源であるカムカム果皮抽出物が血管機能を向上させることを見出した。第二に、生物資源を化粧品として利用する際の安全性評価法として、ヒトを対象としたパッ

チテストを実施し，エミューオイル及びカムカム果皮抽出物の安全性を実証した。第三に，食品や化粧品の香りや使用感など，定量化が困難なヒトの感性を，新たに開発したイメージ展開によって客観的な評価法を確立した。本論文は，科学的な根拠のもとに製品を作ることの重要性を，官能評価を含めた3つの科学的な評価法を用いて検証した。本論文で得られた成果は生物産業学にとって非常に重要な知見であり，審査員一同は博士（生物産業学）の学位を授与する価値があると判断した。