

博士学位論文審査結果要旨

平成 31年 2月 1日

研究科、専攻名 バイオ・情報メディア研究科 バイオニクス専攻

学位申請者氏名 阿部 (土井) 萌子

論文題目 スイゼンジノリ多糖体「サクラン」のヒト皮膚 保護効果に関する研究

審査結果の要旨

平成31年1月30日に東京工科大学において学位申請者 阿部 (土井) 萌子さんの学位審査公開発表会が開催され、以下の要旨に示す博士論文に関する発表と関連する質疑応答が行われた。

本研究は、スイゼンジノリ細胞外多糖体サクランの皮膚に対する効果をヒト使用試験、さらには培養細胞を用いた研究において明らかにし、その物理化学的特性を検証することにより皮膚に対する作用メカニズムと化粧品製剤への応用の可能性を議論することを目的とした。

サクランとは、2006年に金子らにより発見され、スイゼンジノリ (*Aphanothece Sacrum*) の細胞外マトリックスに含まれる多糖体である。その構成単糖は 11 種類からなり、平均分子量 $1.6 \sim 2.9 \times 10^7$ 、分子鎖長 $10 \mu\text{m}$ 以上の超高分子量のを持つ。サクランの構造については詳細には解明されていないが、その独特な構成糖により様々な特徴を有しており、機能性原料として様々な分野での応用が期待されている。

第 1 章では、サクラン製剤のスキンケア効果 (バリア機能改善効果) を検証した。アトピー性皮膚炎 (AD) 罹患歴のある健常人へのサクラン製剤を長期間適用は、皮膚の角層パラメーターの解析により角層細胞の成熟化を誘導することが確認された。この結果は、サクラン製剤の適用はより健全な角層細胞の形成を補助し角層機能の改善を実現することが確認された。

第 2 章および第 3 章では、サクランの皮膚保護作用を *in vitro* の実験系にて明らかにしたものである。

第 2 章では、サクランは未成熟な SC では表皮生細胞層まで浸透することが確認され、表皮生細胞層まで浸透し表皮細胞に対して直接的な保護作用を示す可能性が期待された。そこで、起炎物質として知られているアニオン性界面活性剤 SLS (ラウリル硫酸ナトリウム) の細胞傷害性、炎症性サイトカイン IL-1 α による細胞内酸化状態の亢進をサクランが抑制することを見出した。また、その作用はサクランが細胞膜と相互作用し細胞膜へ吸着被覆するのではなく、サクランの分子マトリックス内へ起炎物質をトラップすることにより、これらの細胞保護作用を発揮している可能性を明らかにした。

第 3 章では、サクランのトラップ効果をより実践的に検証するため、環境汚染物質の一例としてタバコの煙に対するサクラン被膜のトラップ効果とタバコの煙で引き起こされる様々な酸化ストレスへのサクランの緩和作用を評価した。その結果、サクランはタバコの煙に含まれる水溶性のアルデヒド化合物も油溶性のベンゾピレンも 100% 近くトラップすることでタバコの煙による細胞傷害性や酸化ストレスを低減することを明らかにした。

第 4 章では、サクランの物理化学的性質の検証し化粧品への応用性を明らかにすることを目的と

して実施した。サクランをポリオール類と組み合わせたときのユニークな被膜形成能と乳化能の検証を行った。サクランは保湿剤、増粘剤、被膜形成剤と乳化剤の4つの役割を果たし得る機能性素材であることを明らかにした。

本論文の結論は、サクランは皮膚表面において人工的なバリアとなる被膜を形成し、皮膚内部からの水分蒸散および環境からの色々な成分・因子の皮膚内部への侵入を抑えることで、表皮の分化を正常化することにより高いバリア機能を持つ角層形成を実現し、人工的なバリアが環境汚染物質から皮膚を保護しているものと考えられた。

本研究の結果は、スイゼンジノリ細胞外多糖体サクランのスキンケア成分としての有用性とメカニズム、天然水溶性高分子としての物理化学的特性の検証を介して、表皮バリア機能の恒常性の維持にサクランという新たな素材を用いたスキンケアの方向を示したものである。

本論文はこれまでのスキンケアにおいて重要視されている保湿機能に加えて多糖体による皮膚保護作用という方向性を明示したものであり、先行研究にはないオリジナリティーの高い研究成果を示している。学位審査公開発表会における発表および質疑に対する応答についても妥当なものであり、本審査委員会は、本論文の著者に対して博士（工学）の学位を授与するための十分な学識と能力を有しているものと認める。

審査委員 主査

東京工科大学 教授 正木 仁 