

氏名	木村 靖子		
学位の種類	博 士 (学 術)		
学位記番号	博 甲 第 7583 号		
学位授与年月日	平成 27年 12月 31日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	宇宙環境における陸棲ラン藻 <i>Nostoc</i> sp. HK-01の食資源としての検討		
主査	筑波大学教授	農学博士	佐藤 誠吾
副査	筑波大学教授	博士(工学)	市川 創作
副査	筑波大学准教授	博士(農学)	吉田 滋樹
副査	筑波大学講師	博士(学術)	横谷 香織

論 文 の 要 旨

将来、長期有人宇宙活動を行うために、宇宙環境の場で安定して食料の確保を行うことが必要となる。本論文は、高乾燥・真空のほか、熱や紫外線、重粒子線(He)など、各種高い宇宙環境耐性の検証が、地上ですでに証明されている光合成微生物の陸生ラン藻 *Nostoc* sp. HK-01(以後 HK-01)の、火星を想定した有人宇宙活動における食資源としての利用の可能性を具体的に検証し考察した。火星模擬レゴリス上で HK-01 を 8 年培養・保存後、藻体の一部を取り出し、FDA (Fluorescein diacetate) を用いた蛍光染色法による生存確認および細胞培養による増殖能の確認を行った。その結果、HK-01 は、レゴリスを除いた培地で培養すると、105 日以内に白化して死滅したのに対して、レゴリス上のそれは 8 年後も生存していることを明らかにした。この結果は、HK-01 が火星環境で、長期間、大気循環を行う生物種として、十分に機能する可能性を持つ。食資源としての利用価値をさらに調べるために、HK-01 の増殖能と、食品の 3 機能を検証し評価した。HK-01 の他の陸棲ラン藻および水陸共に生息可能なラン藻種 (*Nostoc commune* HK-02, *Nostoc commune* YK-04, *Nostoc punctiforme* ATCC 29133, *Brasilonema* sp. HK-05, *Calothrix* sp. HK-06) を用いて、液体培養と固形(寒天)培地における増殖を、連続光照射および 1 日 12 時間光照射の 4 とおりの環境で調べた結果、HK-01 は、行った全ての環境で、著しく高い増殖能を示すことが分かった。連続光条件下、液体培養を行った場合、HK-01 の藻体の体積は、初期値のおよそ 7 倍に増加した。高い増殖能は食糧化に欠かせない要素である。このことから、HK-01 は、陸棲ラン藻の中でも食料として利用するのに適したラン藻

であることを明らかにした。また、本論文で、HK-01の食品の3機能が評価された。HK-01の乾燥藻体100g中の一次機能によるエネルギーは、358 kcalと本藍藻株ではじめて具体的な数値を示した。HK-01のタンパク質と脂質も、鶏卵や豚肉などの食品と比較して等しいか多く含むことを確認し、栄養的価値が極めて高いことを示した。複数の資料と情報および実際の乾燥食材の戻しによる測定から、1人1日当たりの藍藻摂取量を設定し献立を検討し、見た目にも違和感のない二次機能を満たす調理例を提案した。三次機能として、抗酸化性を調べた結果、ヒト1日の可食可能な範囲の量を摂取することで十分なラジカル消去能を有していることを明らかにした。

本論文は、HK-01の食品の栄養機能と調理例を含めた、有人宇宙活動における食資源としての有用性を初めて示した。極めて過酷な環境で、過酷環境に対して高い耐性を備えるHK-01の食料化が実現されれば、今後予想される地球規模の食糧問題に対して有効な対策ともなり得る。HK-01は、過酷環境における食資源として極めて期待できる。

審 査 の 要 旨

本論文は、高温・真空や紫外線および重粒子線など各種宇宙環境耐性を有することが明らかにされている光合成微生物陸棲ラン藻 *Nostoc sp.* HK-01が、有人宇宙活動で食資源として利用できるかの可能性について、火星模擬レゴリスを用いた長期保存後の生存および増殖能、液体と固形培地を用いた他の5種の藍藻と比較した増殖能、および食品の、生命維持に関わる一次機能、食品の嗜好性に関与する二次機能および生体調節に関わる三次機能の評価について調理例を示しながら具体的に丁寧に検証された。HK-01の乾燥藻体は、その宇宙環境耐性が高く評価され、将来の食資源として高く期待されているが、これまで食資源としての具体的評価はまだ全くされていなかった。検証されたHK-01は、火星模擬レゴリス上で、8年間生存と増殖能を維持していることを証明した。HK-01が確かめられた他の藍藻と比較して、高い増殖能を備えていることも、食資源として期待できる。HK-01の乾燥藻体100g中の一次機能によるエネルギーは、358 kcalと具体的な値を提出したことや、管理栄養士としての知識や経験を活かした調理例の提案は、HK-01が食材としての二次機能を得られることを示した。三次機能となるHK-01の抗酸化活性を示すなど、HK-01が、宇宙環境で食資源として利用できる可能性を十分に明らかにした。食品としての安全性の課題は残されたが、HK-01の食品としての利用価値を十分に示した論文である。

平成27年11月10日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（学術）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。