

氏名(国籍)	きむ 金	じょ 柱	そん 成	(韓国)
学位の種類	博士(農学)			
学位記番号	博甲第4020号			
学位授与年月日	平成18年3月24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	蔬菜中のグルタチオン含量及び生合成と環境要因の影響			
主査	筑波大学教授	農学博士	白井健二	
副査	筑波大学教授	農学博士	弦間洋	
副査	筑波大学教授(連携大学院)	農学博士	藤原伸介	
副査	筑波大学助教授	農学博士	小林勝一郎	

### 論文の内容の要旨

利用度の高い食品から生体調節機能を向上させる機能性成分が高いものを探索するため、抗酸化活性や異物代謝機能を有するグルタチオンに焦点を当て、グルタチオン含量を広くに40種類以上の植物の幼植物体、野菜可食部及び加工食品で調べた。幼植物体ではマメ科がホモグルタチオンを含めて相対的に高い値でイネ科およびアブラナ科も比較的高い値を示し、グルタチオン含量の科、種、品種間差が明らかになった。市販野菜では、幼植物体より可食部(花または種子)の方がグルタチオン含量の高いものがあり、部位による差が認められた。一方、これらの加工食品にはほとんど含まれず、加工、貯蔵中にグルタチオンが失われる可能性が示された。

以上の結果から、摂取頻度も考慮してグルタチオン含量の高いもの(ハクサイとホウレンソウ)と低いもの(レタス)を選択して試験を行った。生育量の多い栽培土壌条件(黒土、川砂、完熟堆肥の組み合わせ)でグルタチオン含量はハクサイとレタスでは土壌条件に依ったが、ホウレンソウは依らなかつた。各植物は、2葉期より4葉期の方が、若い葉ほどグルタチオンおよびアスコルビン酸含量の増加が明らかとなった。

植物でのグルタチオン生合成に関する詳しい情報を得るため、グルタチオン構成アミノ酸のグルタミン酸(Glu)システイン(Cys)およびグリシン(Gly)を水耕液に添加してハクサイとレタスの生育量、グルタチオン含量、関連酵素活性およびアミノ酸含量等の変化を調べた。アミノ酸添加により植物の生長が促進され、グルタチオンや $\gamma$ -グルタミルシステイン( $\gamma$ -EC)含量が増加した。葉部のグルタチオン濃度の増加にはGlu + Cys + Glyの処理がもっとも効果的であった。Cysが中心的な役割をしていると推定され、Cys処理によりグルタチオン濃度がハクサイの葉で2倍、根で7倍に、レタスの葉で3倍、根で26倍に増加し非常に効果的であった。グルタチオン生合成関連酵素では、両植物ともにアミノ酸処理により $\gamma$ -EC合成酵素およびグルタチオン合成酵素活性が増加したが、 $\gamma$ -ECの蓄積量から見ると両植物間の活性の差が示唆された。Glu + CysやGlu + Cys + Gly添加によりハクサイでは必須アミノ酸や総遊離アミノ酸量が減少したが、レタスでは増加した。両植物でアンモニア含量が茎葉部より根部で多く、アンモニアの減少に伴うグルタミンの増加が見られた。元来グルタチオン含量の低いレタスでGlu + Cys + Glyの添加により、グルタチオ

ン含量の他必須アミノ酸や総アミノ酸が2倍増加し、特に根ではタンパク質も2倍増加することは興味深い。

環境要因によるグルタチオン含量の増加およびストレスの効果と生理学的なメカニズムの理解のために、水耕栽培で2葉期まで育てたハクサイとレタスの幼植物を用いて塩処理をした。両植物ともに低濃度(50mM) NaCl 処理による生育促進、クロロフィル含量のハクサイでの減少とレタスでの増加、ハクサイでの脂質過酸化の指標のマロンジアルデヒドや過酸化水素の増加等が確認された。グルタチオン含量はハクサイで6日目に、レタスで3日目に増加したが、アスコルビン酸含量はハクサイの葉で減少、根で増加、レタスでは酸化型アスコルビン酸が非常に増加するなど、両植物間での違いが認められた。また、各植物体内のNa<sup>+</sup>の蓄積に伴うK<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>およびMg<sup>2+</sup>の減少、ポリアミンのスペルミン蓄積が見られた。

以上より、ハクサイやレタス等の野菜において、適切な栽培条件と生育段階を選び、また低濃度 NaCl 処理するなどにより生育促進およびグルタチオンやアスコルビン酸含量の増加、生育増加による栽培期間の短縮が期待され、栄養的な価値が高まるものと考えられる。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

近年、健康との関連で機能性食品や補助食品への関心が高まっている。本研究では、研究例や利用の多い抗酸化物質について新たに多様な機能を持つグルタチオンに焦点を当て、広汎に各種野菜や食品中のグルタチオン含量を調べた。また、チオール化合物のモノクロロピマン誘導体化による HPLC 測定法を検討し、利用度の高いハクサイ、レタスあるいはホウレンソウについて、栽培条件の検討、グルタチオン構成3アミノ酸や硫酸アンモニウムの添加によるグルタチオン含量の増加、生合成酵素活性の変化等の解析を行った。さらに、環境要因の影響として、塩ストレスのグルタチオン含量増加への効果を認めるとともに、ハクサイ、レタスの塩ストレス応答についての生理学的知見を得た。

本論文は、野菜を中心に食品の機能性ととも植物の生育促進あるいは環境耐性の両面からグルタチオンの機能を解析しており、独創的であるとともに、植物の機能に関する基礎および応用面からの寄与も期待され、高く評価される。

よって、著者は博士(農学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。