

氏 名	田 代 操 たしろ みさお
学位の種類	農 学 博 士
学位記番号	論 農 博 第 880 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 11 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	STUDIES ON CEREAL PROTEINS IN FOOD AND NUTRITIONAL CHEMISTRY (穀実蛋白質に関する食品化学的並びに栄養化学的研究)

論文調査委員 (主 査) 教 授 千 葉 英 雄 教 授 岩 井 和 夫 教 授 森 田 雄 平

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は穀実蛋白質の有効利用の立場から、現在ほとんど食用として利用されていない雑穀類の粟と黍および米糠の蛋白質に関して、それらの諸性質と栄養価を明らかにするとともに、蛋白質の消化利用に際して障害となる反栄養因子のトリプシン・インヒビターの共存の様相などについての成果をまとめたものである。粟と黍の蛋白質の性状を究明するために、蛋白質区分を溶解度差によって分別抽出し、各種蛋白質を分類、解析した結果、これらの雑穀蛋白質は諸種の可溶性蛋白質（半量以下）と複合化した不溶性蛋白質より構成されていることが判明した。可溶性蛋白質の大半がプロラミンであること、その特徴として粟のプロラミンは二種のサブユニットが割合を異にした数種の会合体を構成して存在すること、黍のプロラミンはたゞ一種のサブユニットが会合量を異にして数種の会合体を構成していることなどを蛋白化学的に明確にした。不溶性蛋白質をも含めての全体像についてはアミノ酸組成、動物試験の結果よりみて必ずしも優良食品蛋白資源とは考え難いが、リジン、スレオニン等の制限アミノ酸の添加によって栄養価が著しく改善されることを明らかにした。幸にしてこれらの雑穀蛋白質中にはトリプシン・インヒビターが存在しないため、これら雑穀蛋白質より濃縮蛋白質を作製する立場を有利にしていると述べている。一方米糠蛋白質を分析した結果、アルブミン、グロブリン、プロラミン、グルテリン等の可溶性蛋白質と、脂質等と結合した不溶性複合蛋白質とから組成されていることが判明した。アミノ酸分析値より判断される蛋白質全体像の栄養価は高いのであるが、可溶性蛋白質区分に二種のトリプシン・インヒビターが存在し、このため動物試験を行った場合生育抑制結果が顕著に現われることが判明した。このインヒビターを精製し、大部分が等電点 pI 8.2 のものであり、分子量 14,500（残基数 129）のモノマーの形態ならびにダイマーで存在することも明白にしたが、他起源のトリプシン・インヒビターと比し、特色ある性質を持つことを解明した。すなわち(1)ウシトリプシンに対し、トリプシン：インヒビター＝2：1および1：1の複合体の形を取り得ること（普通のものは1：1の形態のみ）、(2)他のセリン型プロテアーゼをも広く阻害すること、(3)耐熱性が高く、(4)キモトリプシン、ペプシン等に対する抵抗性も極めて高いこと、(5)これ

らの原因が多数のジスルフィド結合架橋がその分子内に存在することによることを解析し得た。これらの事実を米糠を蛋白質資源あるいは飼料として利用する場合に困った問題を投げかけることになるが、オートクレープ処理等によってこの阻害活性が激減することを見つけている。

論文審査の結果の要旨

主食としての米および小麦の蛋白質に関する研究は古くより行われており、特に米のグルテリン、グロブリン、小麦のグルテニン、プロラミンに関しては活発な研究が進められてきている。しかしほかの穀実蛋白質についての研究は少なく、特に粟、黍などの雑穀蛋白質の研究には見るべき成果に乏しいのである。これらの雑穀蛋白質の含量は比較的高く、有効利用を考える上で、また将来の人口増加に対処する優秀な救荒食品としても十分な研究が準備されていなければならない。一方米穀の搗精時に副生する米糠も量的に多く、食用油脂給源以外の活用法として米糠蛋白質の利用法を開発しなければならない。本研究では低利用あるいは未利用資源としての粟、黍ならびに米糠の蛋白質群について、食品化学的にこれらの蛋白質の内容を明白にし、ついで栄養化学的見地よりの解析を展開整理したものである。

粟、黍の蛋白質を水、塩類、エタノール、希酸、希アルカリ液にて可溶化し、それ以外の難溶性の構造蛋白質を不溶性蛋白質として分類した。両雑穀蛋白質の特徴として、可溶性蛋白質の半分以上がプロラミンで占められていること、粟のプロラミンは21,000と12,000の二種のサブユニットが種々の割合で会合した分子種として存在すること、これに反し黍のプロラミンは20,000のたゞ一種のサブユニットがオリゴマーとなって会合数の異なる分子種として存在することを見出した。これら会合体はいずれも少数のジスルフィド結合によって形成されていることを明白にした。両雑穀蛋白質中には問題となる反栄養因子トリプシン・インヒビターなどは含まれていないが、アミノ酸分析ならびに動物試験の結果よりみて栄養価の優れた蛋白質ではないことが判明した。しかしながらリジン、スレオニン等の制限必須アミノ酸を添加することによって、優良な食品蛋白質となり得ることが判明した結果、有効利用法としてアミノ酸の補強された蛋白濃縮物の作製を提案している。

一方米糠蛋白質に関する研究において、米糠蛋白質の大部分が可溶性蛋白質として存在する都合のよさがある反面、アルブミン画分に強力なトリプシン・インヒビターが共存する不都合さを解明した。米糠蛋白質全体像が与えるアミノ酸組成は優秀であるが、この反栄養因子の共存のため、摂食時に著しく蛋白質の消化を損うことを *in vivo*, *in vitro* の実験で明白にし、この対策法を樹立する目的でこのトリプシン・インヒビターの諸性質を解明した。この阻害性蛋白質は二種（等電点 pI 8.2 と 6.5 のもの）存在するが、pI 8.2 のものが主体でしかも強力であることを明らかにした。このものは分子量14,500（残基数129）の基本単位のモノマーとして存在するが、時にはダイマーとしても存在する。このインヒビターとトリプシンとの複合体形成比は2:1のものの方が1:1複合体より容易に形成されること、トリプシン以外のセリン型プロテアーゼをも阻害し得ること、耐熱性が高いこと（80℃、30分間処理でも失活しない）、広い範囲の pH 領域（pH 1~11）でも極めて安定であること、キモトリプシン、ペプシン等に対して抵抗性が高いことなどを究明し得た。これらの高抵抗性の原因は、比較的小さな分子構造の中に8個のジスルフィド架橋構造が用意されていることであって、他起源のトリプシン・インヒビターとは多くの点で相違して

いることを明白にした。これらの諸性質は米糠蛋白質を有効利用する上において、またそのまま飼料として使用する場合において極めて不都合なことである。この対策法の開発としてオートクレープ処理などが有効であることを見出している。

以上の研究成果は今後多数の蛋白資源を検索する上においても、有効な解析の方法論の基準を示したものとしても評価され得るし、これまで不明であった粟・黍、米糠の蛋白質の諸性質を詳細に解明した点において、食品化学、栄養化学に貢献するところが大きい。

よって、本論文は農学博士の学位論文として価値あるものと認める。