

[7]

氏 名 (本籍)	竹山 恵美子 (神奈川県)		
学 位	博士 (学術)		
学位記号番号	博乙第31号		
学位授与年月日	平成14年3月8日		
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当		
論 文 題 目	加熱による食物繊維の食品化学的变化		
論文審査委員	(主査)	教 授	谷村 顕雄
		教 授	小此木 成夫
		教 授	木村 修一
		教 授	島田 淳子
	実践女子大学	教 授	西島 基弘

論 文 要 旨

当初おからの有効利用に関する研究で粗繊維や食物繊維の定量を行なっていたが、同じ大豆でも加熱方法によっては食物繊維の性状や定量値に影響することを認めた。また1980年代当時にはすでに食物繊維の生理作用に関する動物実験等も種々行なわれていたが、試料として用いる食物繊維も調製方法によっては生理作用に大きく影響を及ぼすのではないかと考えられた。そこで食物繊維定量における再現性の向上を検討するとともに、食物繊維の生理作用をより正確に把握する上で、加熱が食物繊維に与える物理化学的影響を知ることは重要と考え、本研究に取り組んだ。

まず大豆およびその加熱加工品の食物繊維定量を行い、定量上の問題点や加熱と定量値の関係を明らかにするとともに、Prosky法における酵素やガラスフィルターの問題等について検討することから始めた。以降大豆以外の食品についても分野を広げ、食品の加熱が食物繊維の物理化学的性質に及ぼす影響について定量値および糖構成と分子量の変化、分解性、金属吸着能の点から検討を行った。

実験方法は食物繊維定量には Detergent fiber 法、Prosky 法、Prosky 変法、Southgate 法、糖構成には DEAE セルロースによるイオン交換クロマトグラフィー、ゲルろ過法、高速液体クロマトグラフィー等、消化性には Sugawara らの方法、金属吸着能にはエリオクロムシアニン R 吸光光度法、クロムアズロール S 吸光光度法、1、10フェナントロリン法、EDTA 滴定法を用いた。その他熱分析、IR 分析、走査型電顕による分析を行った。

その結果次のようなことを明らかにすることができた。まずはじめに食品の加熱による定量値への影響について Detergent fiber 法、Prosky 法、Southgate 法を用いて検討し、大豆を乾熱処理すると水溶性区分にタンパク質が結合し食物繊維として定量されることを認めた。次に、鶴の子大豆を用いて食物繊維定量値の比較を行ったところ、Prosky 原法と変法では TDF (総食物繊維) 値に有意差は認められなかったが、同じ番号でもメーカーの異

なるガラスフィルターを用いると定量値が大きく変動することを明らかにした。また Southgate 法では非セルロース多糖類のヘキソース定量では検量線にガラクトースを用いると Prosky 法およびその変法の TDF 値とほぼ等しい値が得られ再現性が上昇することを明らかにした。

次に脱皮大豆の加熱による多糖構造への影響をイオン交換クロマトグラフィー、ゲル濾過法によって生大豆と加熱（乾熱、電子レンジ加熱、蒸煮）大豆の IDF（水不溶性食物繊維）、SDF（水溶性食物繊維）量の比較検討を行った結果、生大豆に比べ加熱大豆では IDF が減少し、SDF が増加することを認めた。SDF は蒸煮、乾熱、電子レンジ加熱の順で高い値を示したがこれは IDF の低分子化によるものであることを明らかにした。さらに、生大豆に比べて乾熱大豆 SDF における中性多糖および酸性多糖が増加することを認めた。

さらに日常用いる野菜類を中心とした14種の食品における食物繊維の収量および多糖構成、分解性、金属吸着能に及ぼす加熱の影響について検討した。その結果、根菜類をはじめ多くの野菜とヒジキで加熱により IDF が減少し、SDF が増加する傾向を認めた。一方オクラ、モロヘイヤ、セロリでは電子レンジ加熱で SDF の減少と IDF の増加が、きのこ類では加熱による IDF の増加が認められ、このことから試料の特異性と加熱による影響を明らかにした。

SDF 区分のうち粘性のあるアロエ、モロヘイヤ、オクラ、および粘性を持たないセロリについて、特に糖構成および分子量を測定したところ、アロエ SDF 区分には中性糖が多く含まれること、また加熱すると酸性糖が増加する傾向を認めた。それに対してもともと SDF 区分に酸性糖を多く含むモロヘイヤおよびオクラでは、加熱によりさらに酸性糖が増加することを認めた。

さらにこれらの SDF 区分の分子量は蒸煮で著しく減少したがレンジ加熱では生に近く、蒸煮程には低分子化しないことを認めた。

IR 分析では、SDF、IDF 画分ともに加熱により官能基が影響を受けることを確認した。またアロエ、オクラ、モロヘイヤ SDF 等電子レンジ加熱で Al 吸着能が増加したものでは遊離型の-COOH の吸収が増加または非加熱と同様の高さを示すことが認められた。この傾向はセロリには認められなかった。

次に食物繊維画分の人工消化液による分解について検討したところ、唾液・胃液・膵液・腸液による連続分解を行うと、生および加熱大豆 IDF、SDF には明らかな分解性が確認された。また IDF より SDF の方が、また生大豆に比べて電子レンジ加熱、乾熱、蒸煮大豆の方で分解率は高かった。

最後に食品の加熱が食物繊維の機能性におよぼす影響を金属吸着能の点から検討した。その結果 IDF では主として鉄イオンが、SDF では Al イオンが特に吸着しやすいことを認めた。また粘性を有するアロエ、オクラ、モロヘイヤの SDF では電子レンジ加熱により Al 吸着量が増加することを明らかにした。

以上、定量方法の検討においては大豆のように水分が少なく高タンパク質のものは加熱によって多糖とタンパク質が強固に結びつき食物繊維として定量されることを明らかにし、

その後の定量方法の改正に寄与することができた。また、Proscky 法に用いるガラスフィルターについては提案者である Proscky からも関心を寄せられ、その後のフィルターの目孔の改善につながり定量値の再現性を大きく上昇させる点で寄与し得たと思う。食物繊維画分の分解性については、食品に添加した食物繊維のエネルギー評価に、また金属吸着能においては各食物繊維ごとに加熱で機能性が影響を受けること、また食物繊維の金属吸着量は金属の種類によっても異なること等を明らかにすることができた。これらの新しい知見はますます発展する加工食品の分野においても、大きな貢献をなすものと考えている。

審査報告要旨

(背景)

食物繊維の摂取は古くから漠然と健康に良いといわれてきたが、純粋な形で食物から取り出すことが難しいこともあり、生体に対する効果を証明する報告は多くはない。

最近ようやく、この食物繊維が大腸がんの発生の防止、血中コレステロール値の低下、あるいは子供の成長に大きな影響を及ぼす口咬力の強化などに有効であるなどの研究が見られるようになってきた。

食品化学あるいは分析化学の立場から見れば、純粋に近い状態で試料が得られないことは、研究を進める上で大きな障害となる。このため食物繊維に関する食品化学的研究は多くは報告されていない。本論文提出者は1980年ころより食物繊維の定量分析法の開発に取り組み、得られた結果を大豆、野菜類などの多数の食品に応用し、多くの興味ある新知見を得ている。

(研究概要)

1. 従来至難とされていた食品、加熱食品などに含まれる食物繊維の定量法を確立した
2. 数多くの食品に含まれる食物繊維の量、および3種の加熱条件によるその変動を明らかにした
3. 加熱による食物繊維中の酸性糖の増加、水溶性食物繊維の低分子化を証明した
4. 加熱食品から分画された食物繊維が、人工消化液により分解を受けることを明らかにし、その生成物につき検討を行った
5. 食物繊維に対するアルミニウムの吸着能につき検討し、加熱処理により漸次減少の傾向にあることを証明した

以上、定量法の検討においては、大豆のように水分が少なく高蛋白質のものは、加熱により多糖と蛋白質とが強固に結合し、その結果食物繊維として定量されることを明らかにし、新しく酵素処理を加える定量法を考案した。このことはその後の定量法（五訂）の改正にも大きく寄与している。

また、Proscky 法に用いるガラスフィルターの規格に関しては、本人の提案が採用され、以後の定量値の再現性を大きく高めたことは注目に値する。

また、食物繊維の分解性については、食品に添加した食物繊維のエネルギー評価に、ま

た金属吸着能においては食物繊維ごとに加熱により影響を受けること、また食物繊維の金属吸着量は金属の種類によって異なることなどを明らかにしている。

本研究は従来食品の分野で難問として放置されていた感のある食物繊維の定量分析、構成糖、多くの野菜類などの食品に含まれる食物繊維を3種の方法で加熱した場合の成分比較など数多くの独創的な立案から貴重な結果を得ているものである。

よって審査員一同は、本論文を博士(学術)の学位論文として十分な価値があるものと認めた。