

『栄養・食糧学研究、最近の動向』
「高コレステロール血症の改善、虚血性心疾患および糖尿病の予防の
ための食物繊維の適正摂取量」

齋藤 衛 郎^{*}、¹、高橋 敦 彦²、武 林 亨³

Adequate Intake of Dietary Fiber for Amelioration
of Hypercholesterolemia and Prevention
of Ischemic Heart Disease and Diabetes Mellitus

Morio Saito,^{*}¹ Atsuhiko Takahashi,² and Toru Takebayashi,³

*連絡・別刷請求先 (Corresponding author)

¹国立健康・栄養研究所、食品科学部 (162-8636 東京都新宿区戸山 1-23-1)

Division of Food Science, National Institute of Health and Nutrition

1-23-1, Toyama, Shinjuku-ku, Tokyo 162-8636, Japan

²日本大学医学部、第二内科 (101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-7-3)

Second Department of Internal Medicine, Nihon University School of Medicine

1-7-3, Kanda Surugadai, Chiyoda-ku, Tokyo 101-0062, Japan

³慶応義塾大学医学部、衛生学講座、公衆衛生学教室 (160-8582 東京都新宿区信濃町 35)

Department of Preventive Medicine and Public Health, School of Medicine, Keio University

35, Shinanomachi, Shinjuku-ku, Tokyo 160-8582, Japan

J Jpn Soc Nutr Food Sci 53 : 87-94 (2000)

The intake of dietary fiber necessary for amelioration of hypercholesterolemia and prevention of ischemic heart disease and diabetes mellitus was tentatively assessed by searching articles from databases on the Internet such as Medline, Chemical Abstracts, etc. The values obtained were much higher than those in the Recommended Dietary Allowances for the Japanese, Sixth Revision, in which 20-25 g/day (10 g/1,000kcal) is set as the adequate dietary intake level for adults. In view of the average intake of dietary fiber among Japanese people, which is assumed to be about 16 g/day, efforts should be made to attain at least the recommended level. In addition, as the amelioration and prevention of the above disorders are accomplished by water-soluble dietary fibers, the intakes of this type of fiber, as well as total dietary fiber, should be increased.

Key Words dietary fiber, adequate intake, hypercholesterolemia, ischemic heart disease, diabetes mellitus,

1 . はじめに

食物繊維 (Dietary Fiber) は、一般に体内で利用されず、栄養素の利用効率を阻害する物質として位置づけられてきた。しかし、1970年代からその生理効果が明らかとなるにつれ、大腸癌、高脂血症および動脈硬化性疾患、糖尿病さらには高血圧などの生活習慣病の予防因子として注目されるようになった。

食物繊維は、五訂日本食品標準成分表 (新規食品編) で「ヒトの消化酵素で消化されない食品中の難消化性成分の総体」と定義され、植物性だけでなく、動物性食品由来の物質も含まれる。大部分は炭水化物であるが、リグニンのように一部非炭水化物も含まれる。食物繊維は、大腸において腸内細菌による発酵を受け、その代謝物が体内で利用されることが次第に明らかとなってきている。従って、そのエネルギー換算係数の設定が必要だが、現時点では設定するのに十分な証拠がなく、利用不可能な炭水化物として扱われている。

食物繊維は、その種類、物理化学的な性質の違いで生理作用は大きく異なる。不溶性食物繊維は、セルロース、ヘミセルロース (大部分)、リグニン、キチン、海藻多糖類の一部 (アルギン酸) に代表され、水溶性食物繊維は、ペクチン (大部分)、グルコマンナン (大部分)、グアーガム、海藻多糖類の一部 (アルギン酸ナトリウム、アガロース、アガロペクチン) に代表される。日本人が摂取する食物繊維の大部分はこれらで占められる。これら食物繊維を定量する方法がいくつかあるが、酵素・重量法の一つプロスキー法がその簡便さゆえに国際的な公定法として採用されている。科学技術庁の食物繊維の定量は、プロスキー法を一部改変したプロスキー変法で行われた。ここで紹介する論文もほとんどがプロスキー法ないしその変法が用いられている。

第六次改定の栄養所要量では、新規の概念として食事摂取基準 (Dietary Reference Intakes) の考え方が導入され、原則として平均必要量 (Estimated Average Requirement) を基に栄養所要量 (Recommended Dietary Allowances) が決められた。ただし平均必要量 (EAR) を算定するのに十分な科学的知見が得られない場合は、適正摂取量 (Adequate Intake) を求め、栄養所要量としている。食物繊維は、栄養素としての必要量は決められないので、適正な糞便重量の維持、生活習慣病の予防等の観点から適正摂取量 (AI) を求め、さらに許容上限摂取量 (Tolerable Upper Intake Level) を考慮して食事摂取基準とするのが成り立つ。しかし現時点では、国際間で食物繊維の定義、測定方法といった基本的な事項が統一されていないこと、ヒトにおける具体的な食物繊維の摂取量と健康との関連研究が依然として少ないことなどの問題点があることから、性別、年齢別、身体活動別の個別階層について所要量を策定するには至らず、第五次改定と同様に現在の知見に基づき目標摂取量を策定す

るにとどまった。すなわち、食物繊維の目標摂取量は、成人で総量として1日当たり20-25g。幼児や学童、高齢者についても1日当たり10g/1,000 kcalを目安にすれば適当とされている。なお、米国食品医薬品局(FDA)は、いち早く1987年に米国民の食物繊維摂取量として20?35g/日を推奨している。

著者らは、「第六次改定、日本人の栄養所要量」策定のための文献解析小委員会(委員長、田中平三東京医科歯科大学教授)のメンバーとして作業に加わる機会を得た。本委員会の作業は内外の文献をMedline、Chemical Abstracts、FSTA、医学中央雑誌、JOIS日本語をデータベースとして検索し、エネルギーや各栄養素等の所要量あるいは必要量に関する文献検索システムを構築することを目的とした。今回の作業では、キーワードによる一次スクリーニングとこれにより得られた文献をタイトルにより二次スクリーニングにかけたAbstract付の文献をCD-ROM化し、各小委員会に提供するところまでで時間切れとなり、策定のために十分な文献データを提供するところまでにはいかなかった。しかし、この小委員会の作業の中で、次の第七次の栄養所要量の策定に際して各委員会が効率的に策定作業を進めるための文献検索システム構築のモデル作りを試みた。詳細は、平成10年度厚生省健康科学総合研究事業、「生活習慣病予防のための栄養素、非栄養成分等の最適摂取量に関する多施設共同研究」報告書に記載されているので興味のある方は参照されたい。こうした一連の作業の一環として、“生活習慣病の予防のための食物繊維の適正摂取量の検討”を例に取り検討を行った。ここでは、標題に記した内容の概要を紹介することで、今後の策定作業までの流れの概要を理解していただけるとともに、食物繊維摂取と高コレステロール血症の改善、虚血性心疾患および糖尿病の予防に関する現状での問題点が浮き彫りとなり、このことが、今後読者が問題意識を持つきっかけになれば幸いと考えている。

2. 高コレステロール血症の改善と食物繊維の適正摂取量

第六次改定の栄養所要量では、第五次改定の時と同様に食物繊維の目標摂取量は、成人で総量として1日当たり20-25g。幼児や学童、高齢者についても1日当たり10g/1,000 kcalを目安にすれば適当とされた。これは、基本的に糞便重量と大腸癌予防の観点から決められている。即ち、1日1回の便通がある糞便重量は150-200gであり、それに必要な食物繊維の量が1日最低20gを根拠としている。後者の予防に関しても同様な考え方であり、所要量決定の時点での日本人の食物繊維の摂取量が16g程度であり20g未満であることから、上記の目標摂取量が決められた。

しかし前述の如く、第五次と第六次の改定を通して、糞便重量、大腸癌予防、食物繊維摂取状況の現状と推移、以外は所要量には反映されておらず、食物繊維の質も同様である。糞便重量と大腸癌の予防に作用する食物繊維は、基本的に小麦ふすまに含まれるような不溶性の食物繊維の関与が大きいと考えられ、脂質代謝の改善作用はない。血清の総及びLDLコレステロールの低下作用を有する食物繊維は水溶性、高粘性のグアーガムやペクチンなどの食物繊維であり、水溶性でも低粘性のアカシアガムのようなものは効果がない。

従って、コレステロール代謝改善作用のある水溶性、高粘性の食物繊維の摂取量ないし食事への添加量が1日にどの程度かを高コレステロール血症改善の観点から軽度ないし中等度の高コレステロールレベル(280mg/dl、7.24mmol/l未満を原則とする)を有する被験者で行った実験的研究(クリニカルトライアル)の文献をMedlineから検索して決めることとした。

dietary fiber[MESH] AND hyperlipidemia[MESH] AND human[MESH]をキーワードとして検索し、ヒットした中からタイトルによるスクリーニング、さらにアブストラクトによるスクリーニングを経て約200件の論文が検討対象の論文としてふるいにかけられてきた。これらの論文の精査の過程では、高脂質血症の患者やI D D M、N I D D Mの患者は、食物繊維に対する血清脂質のレスポンスが健常人ないし潜在性の高コレステロール血症者とは大きく異なるので、これらの患者を被験者としている論文は生活習慣病予防の観点から検討の対象から除外した。また、アメリカ心臓病協会(AHA)の高脂質血症改善のための食事指針でステップ2食を基本食とするような高度に高脂質血症の被験者を用いているトライアルも対象より除外した。ただし、高度に高脂質血症ではなくとも特殊な目的のためにステップ2食を用いる場合には、考慮の対象に加えた。例えば、低脂肪、低コレステロール食に対する食物繊維の効果を見るときなどである。

検討対象となった約200件の論文の結果を整理することで全体像が見えてくる。ここでは低年齢の被験者での結果も含めて参考になる文献をいくつか引用しておく¹⁾⁻⁷⁾。ここで対象とした軽度ないし中等度の高コレステロール血症者では、通常、食物繊維の摂取で得られる総コレステロールの低下効果は、水溶性の食物繊維の量を増加させても15%程度まで、通常は10%程度までのようであり、総コレステロールよりもLDLコレステロールのほうが低下しやすく、トリグリセリドレベルには影響しない。また、HDLコレステロールレベルにも影響しない。HDLコレステロールレベルが低下するとする論文もあるが、この場合には、LDLコレステロールも低下するので、LDLとHDLコレステロールの比率は変化しない。従って、高トリグリセリド血症、低HDLコレステロール血症には影響しないと考えられる。数%程度の血清総コレステロールレベルの低下は、個人にとってはそれ程大きな変化ではないとも考えられるが、血清総コレステロールレベルの1%の低下は、心臓病による死亡率を2%まで低下させるとする米国での報告^{8、9)}があることを考慮すると認識を新たにせざるを得ない。

ところで、検討対象とした論文の中で、Ripsin et al.¹⁾による総説では、オート麦繊維製品の総コレステロール低下効果を報告している20の研究結果のメタアナリシスが試みられ、その結果は水溶性の食物繊維の摂取量に関して一つの示唆を与える内容であった。彼らの結論は、1日当たり約3gのオート麦繊維製品由来の水溶性の食物繊維を食事に補足して摂取することで、総コレステロールの濃度を0.13-0.16mM(5から6mg/dl)低下させる事が可能であり、摂取開始時点の総コレステロールレベルが高い被験者(5.9mM、

229mg/dl)では、その低下効果はさらに大きくなるとしている。この総説でメタアナリシスの検討対象にした報告は、大半がAHAのステップ1食を基本食として食物繊維の補足効果を検討している。そこで、AHAステップ1食中の食物繊維含量を上記でスクリーニングした報告の中から調べてみると^{10) 14)}、水溶性の食物繊維の含量は、5.5-6.5g/dayであり、1日あたり約6gとなる。不溶性の食物繊維の含量は、11-14g/dayであった。従って、水溶性と不溶性の食物繊維の含量比は約1:2となる。そこで、Ripsin et al.¹⁾の結果と考え合わせると、水溶性食物繊維約9g/day(8.5? 9.5g/day)が軽度ないし中等度の高コレステロール血症者で有意に総コレステロールレベルとLDLコレステロールレベルの改善効果が得られる摂取量と考えられる。水溶性の食物繊維には多種類あり、検討対象とした論文の中でも種々の水溶性食物繊維が用いられていて、それらの低下効果は一様ではない。しかし、この9gの値をスクリーニングで選択した多数の論文の結果と比較してみても、低粘性、低分子量のアカシアガムのような低下効果のない種類を除いては、妥当な量と考えられた。ただし、食物繊維の総量だけしかデータを示していない外国人、ほとんど先進国、で実施された多くの論文に関しては、水溶性と不溶性の食物繊維の比率をほぼ1:2と考えて比較を行った。これよりも少ない水溶性食物繊維の総摂取量で低下効果が得られている報告は、例外的に数報あるだけであった。

ところで、日本人の食物繊維の摂取量について第六次改定の栄養所要量に記載されているようにいくつかの報告があるが、池上ら¹⁵⁾によると、現在1日あたり約16gとされ、水溶性と不溶性の比率は、同氏の論文中での引用文献とも考え合わせて総合的に判断すると、約1:4と考えられる。同氏¹⁵⁾の論文中では、アメリカではトータルは約14g/day、水溶性と不溶性の比率は平均値の比較で約1:1、上記のAHAステップ1食では約1:2であり、いずれをとっても日本人とはだいぶ異なる。現状の日本人の摂取量16gに1:4をあてはめてみると、3.2gと12.8gとなり、栄養所要量での目標摂取量20-25g/dayにあてはめてみても、水溶性と不溶性の食物繊維の量は4-5gと16-20gである。従って、水溶性の食物繊維を9gとするには、現在の目標摂取量をさらに倍にする必要がある。これは食物繊維の摂取量が年々減少している状況¹⁵⁾を考えると、食事からこの量を摂取するのは現実には不可能である。従って、目標摂取量ないしそれよりもやや多目の摂取量の範囲内できかに水溶性の食物繊維の摂取量を増やすかが重要となってくる。ただし、ここで示した、9g/dayの量は、軽度ないし中等度の高コレステロール血症者で改善効果を得るための量であるが、こうした被験者にほぼ匹敵する潜在性の高コレステロール血症者が増加している状況を考えると、示唆に富む値ではないだろうか。境界領域の総コレステロールレベル(5.69mM、220mg/dl)を持つ健常者ないしそのレベル以下の健常者では、高コレステロール血症者と比べて水溶性食物繊維による低下のレスポンスは低いので、血清のコレステロールレベルを増加させないで正常範囲に維持する摂取量はどの位かといった、また違った視点からの検索も必要となろう。

水溶性食物繊維によるコレステロール低下のメカニズムは^{16, 17)}、1)胆汁酸排泄の促進；高粘性によるトラップ（吸着）とコレスチラミンのような化学結合によるもの、2)リポ蛋白質代謝の変化、おそらく、LDLリセプター数の増加、LDLの異化促進、3)大腸で食物繊維の発酵で生成した短鎖脂肪酸、アセテート、プロピオネート、ブチレート、による肝臓でのコレステロール合成の阻害やリポタンパク質の分泌抑制、4)インスリン分泌の減少等が考えられている。こうしたメカニズムを考えると、健常者でも、血清のコレステロールレベルを増加させないためには、高コレステロール血症者で改善効果のみられる摂取量に近い量の水溶性食物繊維の摂取が必要なのではないだろうか。

水溶性の食物繊維は、果物、野菜、豆類、こんにゃく、海藻等のいわゆる伝統的な日本型の食物に多く含まれている。Terasawa et al.¹⁸⁾は、日本の老人ホームの食事にこんにゃく精粉 3g/day (1g x 3回)の補足で血清総コレステロールが有意に低下することを観察している。日本には、こんにゃくや海藻類のように水溶性の食物繊維に富む独特の食べ物が数多くある。従って、こうした食べ物を積極的に日常の食事に取り入れる事で水溶性の食物繊維の摂取量を増やすことが可能と思われる。

3 . 虚血性心疾患の予防と食物繊維の適正摂取量

生活習慣病の中の虚血性心疾患の予防の観点からみた食物繊維の適正摂取量を探ることを目的として、虚血性心疾患と食物繊維摂取量との関連に関する国内外の文献を前述と同様にして検索を行い、重要と考えられるものを観察研究と実験的研究に分類し、レビューした。

3? 1) 観察研究

観察疫学研究のうち、前向きコホート研究が幾つかある。50? 79歳の男女 859人を12年間追跡した研究では¹⁹⁾、摂取熱量で補正後の虚血性心疾患死亡群の食物繊維摂取量は少なく（男性 14.3 対 12.2 g/日；女性 12.3 対 10.1 g/日）、食物繊維摂取 16g/日未満の群と比較した 16g/日以上群の虚血性心疾患死亡の相対危険率は、男性 0.33、女性 0.37であり、男女ともに有意な虚血性心疾患抑制効果がみられた。The Alpha-Tocopherol Beta-Carotene Cancer Prevention Studyに参加した 50? 69歳の喫煙男性 21,930人を6.1年間追跡調査した研究では²⁰⁾、重大冠事故、冠動脈性心疾患死亡あるいは両者と食物繊維摂取とは負の相関がみられ、特に冠疾患死亡との関係が強かった。5グループ（5分率）に分けた食物繊維摂取量最上位の群（median、34.8g/日）と最下位群（median、16.1g/日）の冠動脈死の相対危険率は 0.69であり、水溶性食物繊維は不溶性食物繊維よりも冠動脈死の減少により強く関与していた。心臓血管疾患および糖尿病のない 40? 75歳の米国人男性 43,757人を6年間追跡した調査では²¹⁾、年齢調整後の食物繊維摂取の最も少ない群（median、12.4g/日）に対する最も多い群（median、28.9g/日）の全ての心筋梗塞発症の相対危険度は 0.59であり、逆相関は致死的心筋梗塞で強くみられた。10gの食物繊維の増量は全ての心筋梗塞の相対危険度の 0.81に値した。摂取食物繊維のうち穀類からの食物繊維

維が全ての心筋梗塞の相対危険度の減少に最も強く関連していた。

これらの研究から、高レベルの食物繊維の摂取は虚血性心疾患死亡の抑制効果があること、食物繊維に富んだ食品の摂取は、他の危険因子とは独立して喫煙習慣のある中年男性の冠動脈疾患の危険性、特に冠動脈死を減少させること、そして、食物繊維摂取と心筋梗塞との間に負の相関関係が示唆された。従って、食物繊維の摂取を増やすことは、脂質とは独立して冠動脈疾患予防のために重要であることを示唆している。ただし、はっきりとした効果の観察されなかった研究²²⁾もある。

3? 2) 実験的研究

これは、The Cholesterol Lowering Atherosclerosis Study でプラセボ群に対して行われた食事介入からの結果をまとめたものである²³⁾。40-59歳のaorto-coronary bypass手術を受けた非喫煙例に、食事介入として、(1)脂質;熱量の30%未満、P/S比1.0以上、(2)fatty fish(200-400g)を週に少なくとも2回、(3)cereal fiberを1日18g以上を行ったが、食物繊維は結果に影響を及ぼさなかった。

臨床的に食事中的食物繊維の摂取量を正確に把握することは困難である。米国での食物繊維摂取量は平均10-18g/日程度²⁴⁾と推定されており、これは日本の数値¹⁵⁾に近似している。食物繊維の摂取が虚血性心疾患の発症を抑制、あるいは虚血性心疾患死亡を減少させる機序のひとつとして、主として水溶性食物繊維によるLDLコレステロール減少作用があげられ、このメカニズムは既に記載した^{16、17)}。具体的には、10-20g/日の水溶性食物繊維の摂取はLDLコレステロールを20%程度減少する効果があるとの報告²⁴⁾もある。

今回の文献レビューは、全て欧米の文献であり、現在の欧米と日本の疾病構造の相違はあるものの、食物繊維摂取量が多いほど虚血性心疾患の発症とそれによる死亡を減少させていることが明らかとなった。コホート研究からの数値であり、背景因子、年齢層、性別なども偏りがあり適正摂取量として定めるにはやや乱暴ではあるが、食物繊維として16g/日以上¹⁹⁾、28.9g/日(median)²¹⁾、34.8g/d(median)²⁰⁾という数値が得られた。この数値は、現在の日本人の食物繊維摂取量からみればかなり多い値である。しかし、水溶性食物繊維を大量に摂取している群に危惧されるべき重大な副作用が認められたという報告はみられなかった。ただし、大量の不溶性食物繊維の摂取はミネラルことに鉄、亜鉛の吸収を妨げる可能性が指摘されており²⁴⁾注意が必要である。現在までのところ虚血性心疾患予防の面から適正摂取量の明確な数値設定のためのEvidenceは充分であるとはいえない。日本人での今後の研究成果が待たれる。

4 . 糖尿病の予防と食物繊維の適正摂取量

生活習慣病の中で、増加が懸念されている非インスリン依存性糖尿病(N I D D M)と食物繊維摂取量との関連に関する国内外の文献を前述と同様にして検索し、糖尿病予防の観点からみた食物繊維の適正摂取量を探ることを目的とした。検索した文献のうち、重要と考えられるものを観察研究、実験的研究、総説の3種類に分類し、レビューした。なお、

インスリン依存性糖尿病 (I D D M) については、ここでは触れなかった。

4? 1) 観察研究

食物繊維長期間摂取と糖尿病発症リスクに関する、観察疫学研究のうち、食物繊維摂取量のある程度客観的に評価し、かつ健康者からの N I D D M 発症リスクを検討した前向きコホート研究は次の 2 つである。男性を対象とした研究は、40? 75 歳の健康なアメリカ人男性保健職従事者 42,759 人を対象に総食物繊維摂取量、穀類繊維摂取量と N I D D M 発症 (N D D G の基準による) との関連を 6 年間追跡した Health Professionals Follow-up Study で²⁵⁾、穀類繊維のもっとも少ない群 (median 2.5 g/day) と比較して、5.0 g/day 群から発症リスクが低下 (R R = 0.95) し、10.2 g/day 群では、有意なリスク低下 (R R = 0.70) であったという。ただし、総食物繊維摂取量、果物および野菜由来の食物繊維摂取量との関連は明らかではなかった。この結果、glycemic load が高く、穀類繊維の少ない食事は、N I D D M 発症のリスクとなるので、あまり精製していない穀類の摂取がベターであることを示している。一方、女性を対象とした研究は、40? 65 歳の健康なアメリカ人看護婦 (女性) 65,173 人を対象に 6 年間追跡した Nurses ' Health Study²⁶⁾ で、総食物繊維摂取量、穀類繊維摂取量ともに、N I D D M の発症 (WHO の基準による) のリスク低下と関連があった。総食物繊維 17.0 g/day (median) あるいは穀類繊維 3.7 g/day (median) 群から N I D D M 発症リスクは低下 (R R = 0.90 および 0.85、もっとも少ない群の摂取量は、総繊維 11.8 g、穀類繊維 2.0 g) し、総繊維 24.1 g/day あるいは穀類繊維 7.5 g/day 群では、有意なリスクの低下であった (R R = 0.78 および 0.72) という。ここでも高 glycemic load・低穀類繊維摂取が N I D D M 発症のリスクとなることを示しており、あまり精製していない穀類の摂取がベターである。また、総食物繊維、穀類繊維それぞれが、独立に N I D D M のリスクを低下させるとしている。これらの結果は、食物繊維摂取の重要性と同時に、摂取する炭水化物の質についても注意する必要性を示している。

その他の疫学デザインによるデータでは、およそ 20-30 g/day の食物繊維摂取群は、空腹時血糖値 (追跡研究)²⁷⁾ やインスリン感受性 (生態学的研究)²⁸⁾ を改善させるとの結果がある一方、食物繊維摂取と N I D D M や血糖値との間には関連がないとする報告もある (時間断面的および生態学的研究)^{29) 30)}。

4? 2) 実験的研究

健康な集団において、食物繊維の補足が耐糖能に及ぼす影響を検討した実験的研究が糖尿病患者の食事研究の一部として数多く報告されている。多くは、randomized cross-over design で行われている。

Jenkins et al.³¹⁾ は、20? 40 歳の健康な男女ボランティアに、5 種類の食物繊維 (14.5 g のグアーガム、ペクチン、トラガントガムあるいはメチルセルロースと 41.5 g の小麦フスマ) または食物繊維 12g 相当量のコレステラミンを加えた食事を与え (食事内

容から 50g のブドウ糖負荷試験に相当)、血糖値と血清インスリンレベルの経時変化を調べた。その結果、いずれの繊維も血糖およびインスリンの上昇抑制に寄与したが、中でもグアーガム、すなわち高粘性の水溶性食物繊維がブドウ糖負荷による血糖値およびインスリンの上昇をコントロールするのにもっとも効果的であったとしている。ただし、グアーガムを加水分解して粘性を低下させると上昇抑制効果はなくなった。このように、炭水化物等の摂取による血糖値上昇のコントロールに高粘性、水溶性の食物繊維の摂取が有効であるとの報告は多くみられるが、食物繊維の種類(グアーガム、ペクチンなど)や量(主として 10? 25g)も様々である³²⁾⁻⁴¹⁾。

肥満や軽度の高コレステロール血症のある者を対象とした研究でも、食物繊維(主として水溶性)の添加(10? 25g)は食後の血糖値上昇をコントロールするのに有効である^{42)? 45)}とする報告がある一方で、体重減少プログラム中に実施した 20g/day の modified guar gum (低粘性)を用いた randomized, double-blind, placebo-controlled trial では、食後の血糖値上昇に何ら影響しなかったとの報告⁴⁶⁾もある。また、不溶性の食物繊維(小麦フスマなど)の添加も、同様の血糖コントロール効果をもたらすとの報告もある^{33)、47)}。

非インスリン依存性糖尿病(NIDDM)は、一般的に、耐糖能異常(IGT)と呼ばれる病態(高インスリン血症やインスリン抵抗性)を経て発症に至る。食事因子は、治療において重要な要素であると同時に、その発症にも関与していると考えられているが、未だに controversial な部分も少なくない⁴⁸⁾⁻⁵⁴⁾(これらの文献はいずれも総説である)。エネルギーバランス、肥満、炭水化物、食物繊維、脂肪などの摂取と NIDDM 発症との関係が検討されているが、一般的に、高炭水化物食品は、同時に食物繊維を多く含むことが多いため、食物繊維単独の効果を評価するのは難しいとされてきた⁴⁹⁾。

しかし、以上述べたように、アメリカで実施されたコホート研究では、食物繊維、特に穀類繊維摂取量の増加が NIDDM 発症のリスクを低下させるとの結果が観察されている。他の研究では、両者の関連がないとする報告もあるが、いずれも疫学研究としての妥当性、精度は十分ではない。今後、十分に信頼性の高いデザインで実施された複数の疫学研究の結果によって、最終的な結論が得られるものと期待される。ところで、現在のデータから、NIDDM 発症を予防するための日本人の適正な食物繊維摂取量を推定することは困難も伴うが、少なくとも総食物繊維摂取量として 1 日 20 g を越えることを目標とすることは推奨されよう。また、繊維の種類も重要であり、水溶性繊維がリスク低下に主に関与していると考えられる。一般に西洋化された食事には高繊維・低 glyceic index 食品は少ない⁵³⁾とされており、注意が必要である。

5 . おわりに

今回、「第六次改定、日本人の栄養所要量」策定のための文献解析小委員会の作業として文献検索システム構築のモデル作りを試みた。この作業の一環として、“高コレステロール血症の改善、虚血性心疾患および糖尿病の予防のための食物繊維の適正摂取量の検討”

を例に取り検討を行った。

ここで得られた数値は、現在の目標摂取量よりかなり多い値である。食物繊維の摂取量が年々減少している状況¹⁵⁾を考えると、食事からこの量を摂取するのは現実には困難と思われる。従って、目標摂取量ないしそれよりもやや多目の摂取量となるように食事を工夫すると共に、その範囲内でいかに水溶性の食物繊維の摂取量を増やすかを考えなければいけない。ここでの結果は、食物繊維を独立因子として考えたときの効果と考えられるが、食物繊維以外にもこれら生活習慣病を予防する要因は多く、多岐に渡るので、食事全体のバランスの中で食物繊維をとらえてゆく必要がある。また、今回の文献検索では、大半が欧米人の結果であり、日本人のデータは多くない。食事パターンの異なる日本人での今後の研究成果が待たれる。

本調査を行うにあたって、文献検索にご協力いただいた、国立健康・栄養研究所の吉池信男、東京医科歯科大学の横山徹爾、斎藤京子の各氏にこの場をかりて深謝の意を表したい。

文 献

- 1) Ripsin C M, Keenan J M, Jacobs D R, Jr, Elmer P J, Welch R R, Van Horn L, Liu K, Turnbull WH, Thye FW, Kestin M, Hegsted M, Davidson DM, Davidson MH, Dugan LD, Demark-Wahnefried W, Beling S (1992) Oat products and lipid lowering. A meta-analysis. *J Am Med Assoc* **267**, 3317-3325
- 2) Haskell WL, Spiller GA, Jensen CD, Ellis BK, Gates JE (1992) Role of water-soluble dietary fiber in the management of elevated plasma cholesterol in healthy subjects. *Am J Cardiol* **69**: 433-439.
- 3) Hopewell R, Yeater R, Ullrich I (1993) Soluble fiber: effect on carbohydrate and lipid metabolism. *Prog Food Nutr Sci* **17**: 159-182.
- 4) Roberts DC, Truswell AS, Beneck A, Dewar HM, Farmakalidis E (1994) The cholesterol-lowering effect of a breakfast cereal containing psyllium fibre. *Med J Aust* **161**: 660-664.
- 5) Williams CL, Bollella M, Spark A, Puder D (1995) Soluble fiber enhances the hypocholesterolemic effect of the step I diet in childhood. *J Am Coll Nutr* **14**: 251-257.
- 6) Kwiterovich PO, Jr (1995) The role of fiber in the treatment of hypercholesterolemia in children and adolescents. *Pediatrics* **96**: 1005-1009.
- 7) Jensen CD, Haskell W, Whittam JH (1997) Long-term effects of water-soluble dietary fiber in the management of hypercholesterolemia in healthy men and women. *Am J Cardiol* **79**: 34-37.

- 8) Lipid Research Clinics Program. (1984) The lipid research clinics coronary primary prevention trial results, I: reduction in incidence of coronary heart disease. *J Am Med Assoc* **251**: 351-364.
- 9) Lipid Research Clinics Program. (1984) The lipid research clinics coronary primary prevention trial results, II: the relationship of reduction in incidence of coronary heart disease to cholesterol lowering. *J Am Med Assoc* **251**: 365-374.
- 10) Davidson MH, Dugan LD, Stocki J, Dicklin MR, Maki KC, Coletta F, Cotter R, McLeod M, Hoersten K (1998) A low-viscosity soluble-fiber fruit juice supplement fails to lower cholesterol in hypercholesterolemic men and women. *J Nutr* **128**: 1927-1932.
- 11) Davidson MH, Maki KC, Kong JC, Dugan LD, Torri SA., Hall HA., Drennan KB, Anderson SM, Fulgoni VL, Saldanha LG, Olson BH (1998) Long-term effects of consuming foods containing psyllium seed husk on serum lipids in subjects with hypercholesterolemia. *Am J Clin Nutr* **67**: 367-376.
- 12) Hunninghake DB, Miller VT, LaRosa JC, Kinosian B, Brown V, Howard WJ, DiSerio FJ, O'Connor RR (1994) Hypocholesterolemic effects of a dietary fiber supplement. *Am J Clin Nutr* **59**: 1050-1054.
- 13) Anderson JW, Garrity TF, Wood CL, Whitis SE, Smith BM, Oeltgen PR (1992) Prospective, randomized, controlled comparison of the effects of low-fat and low-fat plus high-fiber diets on serum lipid concentrations. *Am J Clin Nutr* **56**: 887-894.
- 14) Anderson JW, Riddell-Mason S, Gustafson NJ, Smith SF, Mackey M. (1992) Cholesterol-lowering effects of psyllium-enriched cereal as an adjunct to a prudent diet in the treatment of mild to moderate hypercholesterolemia. *Am J Clin Nutr* **56**: 93-98 .
- 15) 池上幸江 (1997) 日本人の食物繊維摂取量の変遷. *日本食物繊維研究会誌*, 1: 3-12.
- 16) Koval GM (1992) Dietary oat fiber sources and blood lipids. *J Am Med Assoc* **268**: 985-986.
- 17) Stone NJ (1990) Diet, lipids, and coronary heart disease. *Endocrinol Metab Clin North Am.* **19**:321-344.
- 18) Terasawa F, Tsuji K, Tsuji E, Oshima S, Suzuki S, Seki, M (1979) The effects of konjac flour on the blood lipids in the elderly subjects. *Jap J Nutr* **37**: 23-28.
- 19) Khaw KT, Barrett-Connor E (1987) Dietary fiber and reduced ischemic heart disease mortality rates in men and women: a 12-year prospective study. *Am J Epidemiol* **126**:1093-1102.

- 20) Pietinen P, Rimm EB, Korhonen P, Hartman AM, Willett WC, Albanes D, Virtamo J (1996) Intake of dietary fiber and risk of coronary heart disease in a cohort of Finnish men. The Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cancer Prevention Study. *Circulation* **94**: 2720-2727.
- 21) Rimm EB, Ascherio A, Giovannucci E, Spiegelman D, Stampfer MJ, Willett WC (1996) Vegetable, fruit and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men. *J Am Med Assoc* **275**: 447-451.
- 22) Fehily AM, Yarnell JW, Sweetnam PM, Elwood PC (1993) Diet and incident ischaemic heart disease: the Caerphilly Study. *Br J Nutr* **69**: 303-314.
- 23) Beilin LJ (1992) Strategies and difficulties in dietary intervention in myocardial infarction patients. *Clin Exp Hypertens* **14**: 213-221.
- 24) Brown WV (1990) Dietary recommendations to prevent coronary heart disease. *Ann N Y Acad Sci* **598**: 376-388.
- 25) Salmeron J, Ascherio A, Rimm EB, Colditz GA, Spiegelman D, Jenkins DJ, et al. (1997) Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care* **20**: 545-550.
- 26) Salmeron J, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, Wing AL, Willett WC (1997) Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *J Am Med Assoc* **277**: 472-477.
- 27) Hallfrisch J, Tobin JD, Muller DC, Andres R (1988) Fiber intake, age, and other coronary risk factors in men of the Baltimore Longitudinal Study (1959-1975). *J Gerontol* **43**:M64-68.
- 28) Bhatnagar D (1988) Glucose tolerance in north Indians taking a high fibre diet. *Eur J Clin Nutr* **42**: 1023-1027.
- 29) Marshall JA, Weiss NS, Hamman RF (1993) The role of dietary fiber in the etiology of non-insulin-dependent diabetes mellitus. The San Luis Valley Diabetes Study. *Ann Epidemiol* **3**: 18-26.
- 30) Sevak L, McKeigue PM, Marmot MG (1994) Relationship of hyperinsulinemia to dietary intake in south Asian and European men. *Am J Clin Nutr* **59**: 1069-1074.
- 31) Jenkins DJ, Wolever TM, Leeds AR, Gassull MA, Haisman P, Dilawari J, et al. (1978) Dietary fibres, fibre analogues, and glucose tolerance: importance of viscosity. *Br Med J* **1**: 1392-1394.
- 32) Jenkins DJ, Leeds AR, Gassull MA, Cochet B, Alberti GM (1977) Decrease in postprandial insulin and glucose concentrations by guar and pectin. *Ann Intern*

Med **86**: 20-23.

- 33) Anderson JW, Chen WJ (1979) Plant fiber. Carbohydrate and lipid metabolism. *Am J Clin Nutr* **32**: 346-363.
- 34) Albrink MJ, Newman T, Davidson PC (1979) Effect of high- and low-fiber diets on plasma lipids and insulin. *Am J Clin Nutr* **32**: 1486-1491.
- 35) Simpson RW, McDonald J, Wahlqvist M, Balazs N, Dunlop M (1981) Effect of naturally occurring dietary fibre in Western foods on blood glucose. *Aust N Z J Med* **11**: 484-487.
- 36) Ellis PR, Kamalanathan T, Dawoud FM, Strange RN, Coultate TP (1988) Evaluation of guar biscuits for use in the management of diabetes: tests of physiological effects and palatability in non-diabetic volunteers. *Eur J Clin Nutr* **42**: 425-435.
- 37) Gabbe SG, Cohen AW, Herman GO, Schwartz S (1982) Effect of dietary fiber on the oral glucose tolerance test in pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* **143**:514-517.
- 38) Goulder TJ, Alberti KG, Jenkins DA (1978) Effect of added fiber on the glucose and metabolic response to a mixed meal in normal and diabetic subjects. *Diabetes Care* **1**: 351-355.
- 39) Levitt NS, Vinik AI, Sive AA, Child PT, Jackson WP (1980) The effect of dietary fiber on glucose and hormone responses to a mixed meal in normal subjects and in diabetic subjects with and without autonomic neuropathy. *Diabetes Care* **3**: 515-519.
- 40) Jarjis HA, Blackburn NA, Redfern JS, Read NW (1984) The effect of ispaghula (Fybogel and Metamucil) and guar gum on glucose tolerance in man. *Br J Nutr* **51**: 371-378.
- 41) Schrezenmeir J, Tato F, Tato S, Kustner E, Krause U, Hommel G, et al. (1989) Comparison of glycemic response and insulin requirements after mixed meals of equal carbohydrate content in healthy, type-1, and type-2 diabetic man [see comments]. *Klin Wochenschr* **67**: 985-994.
- 42) Anderson JW, O'Neal DS, Riddell-Mason S, Floore TL, Dillon DW, Oeltgen PR (1995) Postprandial serum glucose, insulin, and lipoprotein responses to high- and low-fiber diets. *Metabolism* **44**: 848-854.
- 43) Hallfrisch J, Scholfield DJ, Behall KM (1995) Diets containing soluble oat extracts improve glucose and insulin responses of moderately hypercholesterolemic men and women. *Am J Clin Nutr* **61**: 379-384.
- 44) Hanai H, Ikuma M, Sato Y, Iida T, Hosoda Y, Matsushita I, et al. (1997)

- Long-term effects of water-soluble corn bran hemicellulose on glucose tolerance in obese and non-obese patients: improved insulin sensitivity and glucose metabolism in obese subjects. *Biosci Biotechnol Biochem* **61**: 1358-1361.
- 45) Kanter Y, Eitan N, Brook G, Barzilai D. (1980) Improved glucose tolerance and insulin response in obese and diabetic patients on a fiber-enriched diet. *Isr J Med Sci* **16**: 1-6.
- 46) Heini AF, Lara-Castro C, Schneider H, Kirk KA, Considine RV, Weinsier RL (1998) Effect of hydrolyzed guar fiber on fasting and postprandial satiety and satiety hormones: A double-blind, placebo-controlled trial during controlled weight loss. *Int J Obes* **22**: 906-909.
- 47) Bosello O, Ostuzzi R, Armellini F, Micciolo R, Scuro LA (1980) Glucose tolerance and blood lipids in bran-fed patients with impaired glucose tolerance. *Diabetes Care* **3**: 46-49.
- 48) Anderson JW, Gustafson NJ, Bryant CA, Tietzen-Clark J (1987) Dietary fiber and diabetes: a comprehensive review and practical application. *J Am Diet Assoc* **87**: 1189-1197.
- 49) Virtanen SM, Aro A Dietary factors in the aetiology of diabetes. *Ann Med* (1994) **26**: 469-478.
- 50) Hockaday TD (1990) Fibre in the management of diabetes. 1. Natural fibre useful as part of total dietary prescription [see comments]. *Br Med J* **300**: 1334-1336.
- 51) Anderson JW (1985) Physiological and metabolic effects of dietary fiber. *Fed Proc* **44**: 2902-2906.
- 52) Hopewell R, Yeater R, Ullrich I (1993) Soluble fiber: effect on carbohydrate and lipid metabolism. *Prog Food Nutr Sci* **17**: 159-182.
- 53) Jenkins DJ, Jenkins AL (1995) Nutrition principles and diabetes. A role for "lente carbohydrate"? *Diabetes Care* **18**: 1491-1498.
- 54) Bornet FR, Billaux MS, Messing B (1997) Glycaemic index concept and metabolic diseases. *Int J Biol Macromol* **21**: 207-219.