幼若稲乾燥粉末の摂取が血清成分と便通改善に与える影響

熊谷武久[§], 伊藤 彰, 瀬野公子, 渡辺紀之

亀田製菓株式会社 お米科学研究室

Influence on Serum Element and Defecation Improvement by Administration of Young Rice Plant Dry Powder

Takehisa Kumagai[§], Akira Ito, Kimiko Seno and Toshiyuki Watanabe

Kameda Seika Co., Ltd. 1-3-5, Motomachi, Kameda-machi, Nakakanbara-gun, Niigata 950-0192

We manufactured dried young rice plant powder (YR) and analyzed the chemical composition and pesticide. The effect of administration of YR on clinical laboratory data was studied. YR contained 56% dietary fiber and 11% minerals and no pesticide. Three sticks of YR (1.75 g/stick) were administered to ten healthy adult every day for 12 weeks. No adverse effects to glucose metabolism, renal function, hepatic function and an electrolyte and no adverse events, such as induction of diarrhea or other serious problems were observed in the clinical laboratory data. To study the safety of excess intake of YR, six sticks were administered to six healthy adult. There were no adverse events too. Two or/and three sticks YR were given to 19 subjects for two weeks. The subjects filled out a questionnaire about the defecation frequency and fecal characteristics. In 10 subjects whose defecations was four or less than four days a week, the defecation frequency was increased significantly by two sticks of YR administration. The defecation frequency and quantity were increased significantly and improvement of fecal shape was observed by three sticks of YR administration. In 9 subjects whose defecations was more than four days a week, the defecation frequency and fecal characteristics didn't changed. There were no change on the number of fecal *Bifidobacterium*, total microflora, lecithinase positive *Clostridium* and pH. These results show that the intake of 5.3 g YR containing 3 g of dietary fiber improves the defecation frequency and the fecal characteristics. There was no adverse events by YR intake.

(Received Jun. 19, 2003 ; Accepted Nov. 19, 2003)

近年、食の多様化により既存の野菜だけではなく、今まで日本では食用に用いられていなかった植物や食用ではあるが成熟前に収穫した芽物野菜（スプラウト）、さらに食用植物でも食経験が少ない葉や茎の部分を食べするいわゆる青汁などが市場に出てきている。これらの新しい食品が上市されている背景としておいしさだけではなく、従来の食品よりも特定の栄養成分が豊富であることやその素材を加工することにより摂取しやすくなるなどの利便性を高めていることが挙げられる。

青汁は緑色の野菜や野菜ではない植物の葉を破碎したものであり、そのまま殺菌した冷蔵品や冷凍品または乾燥・粉末化したものが開発され市場に定着している。青汁の原料にはケール、大麦若葉、桑の葉および明日葉などが材料として用いられており、その栄養成分や機能性の検討がされている。大麦若葉粉末にフラボン類が含まれ、抗酸化活性は荻原ら¹⁾により報告されている。桑の葉には1-デオキ

シノジリマイシンが含まれ、食後血糖値の上昇抑制作用²⁾を示すことが知られている。

日本では米は約900万t/年生産されているが、減反により作付面積が減少している。このような現状で稲を用いた青汁を開発し上市することは、休耕田の有効利用につながると考えられる。稲は青汁として新規素材であり、上市したならば、消費者の選択の幅が広がり市場の活性化につながると考えられる。しかしながら、稲の実であるいわゆる米の食経験は長いですが、葉および茎の部分では食経験が明確ではない³⁾。稲の葉および茎の部分を食品として流通させるためには、素材そのものの安全性の検証や製造工程および品質管理の確立が必要である。また青汁を乾燥・粉末化することで、軽量化、個食分包装が容易となることや冷凍または冷蔵流通が必要なくなることなどの利点が生じ、流通の幅が広がると考えられる。さらに稲の青汁やその成分の機能性研究が進めば、商品の付加価値が一層上がると考えられる。

本報告では、幼若稲の葉および茎を用いた青汁乾燥粉末

〒950-0192 新潟県中蒲原郡亀田町元町 1-3-5

[§] 連絡先 (Corresponding author), t_kumagai@kameda.co.jp

の製造工程の確立後、稲粉末の化学成分の分析、摂取における血液一般生化学検査および腹部症状の調査を行うとともに、便秘傾向者の摂取による便秘および便性の改善効果を検討した。

実験方法

1. 試料

稲は2002年度産、新潟県魚沼地方のコシヒカリを用いた。製造工程は図に示した。田植え後約6週間、約60cm生育したものの葉および茎を刈り取り、洗浄、裁断、ブランピング（蒸し、70℃、80秒）、乾燥、チップ化、殺菌（140℃、4秒）したものを100 meshの篩を95%以上通過するように製粉した。稲の栽培において農薬は使用しなかった。製造工程における稲および稲粉末の菌数は標準寒天培地を用いて測定した。

2. 稲粉末の成分測定

成分の測定は食品衛生検査指針⁴⁾に基づき分析した（引用文献があるものを除く）。たんぱく質はケルダール法（N：窒素換算係数は6.25を用いた）、脂質は酸分解法、灰分は直接灰化法、食物繊維はプロスキー法、水分は減圧乾燥法、糖質は100から水分、たんぱく質、脂質、灰分および食物繊維の値を差し引いた。無機塩類はホットプレートで予備灰化後、電気炉を用い500℃で灰化して測定試料とした。ナトリウム、カリウム、マグネシウム、亜鉛、鉄およびカドミウムは原子吸光光度法、鉄はO-フェナントロリン吸光光度法、カルシウムはICP発光分析法、リンはバナドモリブデン酸吸光光度法、ケイ素は重量法を用いて二酸化ケイ素量として求めてからケイ素に換算した⁵⁾、水銀は還元気化原子吸光光度法、 α および β -カロテン、サイアミン、リボフラビン、総アスコルビン酸はHPLC法で行った。オリザノールはHPLC法で行った。ODS系カラムを用い、移動相をメタノール：クロロホルム：テトラヒドロフラン＝18：1：1として波長315nmで測定した。標準物質は γ -オリザノールを用いた。ポリフェノールはSwainの方法を一部改良した方法⁶⁾を用い、抽出方法として70%エタノールで還流抽出を2回行い、その液を合わせて測定試料とした。オリゴ糖様物質は特定保健用食品検査マニュアル⁷⁾に準じ、HPLC法で行った。

3. 農薬分析

稲に用いられる農薬の主成分を分析した⁸⁾⁹⁾。括弧内は検出限界を示す（単位ppm）。プロベナゾール（0.01）、イソプロチオラン（0.05）、フェニトロチオン（0.01）、シメトリン（0.01）、メフェナセツト（0.05）、フサライド（0.05）およびプレチラクロール（0.05）はGLC法で、チオベンカルブ（0.01）はGC-MS法で分析をした。分析は（財）新潟県環境衛生研究所に依頼した。

4. マウスを用いた急性経口毒性試験

4週齢のICR系マウスを日本エスエルシー（株）より購

入し、約1週間の予備飼育を行い、一般状態に異常の無いことを確認した後、試験に使用した。マウスは室温23±2℃、照明時間12時間/日に設定した。試験群および対照群ともに雌雄各10匹を用いた。投与前に約4時間、絶食させ、体重を測定後、試験群に稲粉末5g/20mL/体重kgとなるように胃ゾンデを用いて強制単回投与した。観察期間は14日とし、投与日は頻回、翌日からは1日1回の観察を行った。投与後7および14日に体重を測定し、t-検定により有意水準5%で群間比較をした。観察期間終了後にすべてのラットを剖検した。試験は（財）日本食品分析センターに依頼した。

5. 血液検査および腹部症状の調査

試験1：被験者は生活のリズムが一定であり健康である10名（男女各5名、平均年齢36.9±4.1才）を選抜した。本試験はヘルシンキ宣言の精神に則り、また社内倫理規定に従い、被験者に研究の趣旨および試験内容を十分に説明し同意の得られた被験者で行った。稲粉末1.75g/包を約150mLの水に懸濁させ、3包（1日あたり5.25g）摂取させた。摂取時間は限定しなかった。摂取期間は12週間とし、摂取前、摂取6週後、摂取12週後に採血を行い、検査値を比較した。検査項目は一般生化学的検査（総たんぱく質、アルブミン）、肝機能（GOT、GTP、 γ -GTP、ALP、LDH）、腎機能（尿酸、尿素窒素、クレアチニン）、脂質代謝（総コレステロール、HDL-コレステロール、LDL-コレステロール、中性脂肪）、糖代謝（血糖）、電解質（ナトリウム、クロール、カルシウム、血清鉄）、血液学的検査（白血球数、赤血球数、ヘモグロビン、ヘマトクリット、血小板）とした。採血は医師立会いの下、看護師が行い、分析は（社）新潟県労働衛生医学協会に依頼した。腹部症状の調査はアンケート方式で行い下痢、腹痛、その他の症状を日々記入させた。

試験2：被験者6名（男 平均年齢45.5±2.6才）を前述と同様に選抜し、稲粉末1.75g/包を6包（1日あたり10.5g）前述と同様に摂取させた。摂取期間は2週間とし、腹部症状の調査をアンケート方式で行い下痢、腹痛およびその他の症状を日々記入させた。

6. 便秘および便性の改善のための摂取試験

(1) 被験者および試験スケジュール

排便に悩みのあるヒトの調査を行い、同意の得られた被験者に対して試験を行った。被験者19名（男2名、女17名、平均年齢38.3±8.5才）に対して、稲粉末1.75g/包を2包（1日あたり3.5g）前述と同様に摂取させた。試験期間は摂取前期、2包摂取期、休止期を各2週間とした。便は各期間の終わり4日間に採取させた。さらに1週間あたりの排便日数が4日以下を便秘傾向者として、その10名のみ稲粉末3包を休止期の後に2週間摂取させた。試験期間中は、他の発酵乳、納豆などの生菌食品、食物繊維およびオリゴ糖強化食品の摂取、下剤、生菌剤および抗生物質の

服用を控えさせた以外は、特に食事制限を行わなかった。

(2) アンケート調査

アンケート用紙は大津ら¹⁰⁾の調査表に準じて作成し、被験者にアンケート方式で排便回数、量および便性状を排便の都度、記入させた。調査項目は、排便回数、量、形状、色、爽快感、かたさ、腹部の自覚症状、体調および薬剤使用状況とし、形状および色は見本図を配布した。排便量はピンポン玉（直径 4 cm、体積 33.5 cm³）相当量を目測により測定させた。形状はカチカチ状、バナナ状、半練り状、泥状、水状の 5 種類に、色はカラーガイド第 16 版（大日本インキ化学工業）記載 647、311、308、321、241 に相当する黒茶色から黄土色までの 5 色に分類した。爽快感、かたさは日常との比較で評価させた。爽快感は不快感がある、おおむねスッキリした、スッキリしたの 3 段階に、かたさはとてもかたい、かたい、普通、軟らかい、とても軟らかいの 5 段階に分類した。腹部の自覚症状はお腹がゴロゴロした、お腹が張った、おならが頻発した、腹痛があったの 4 項目について記入させた。

(3) 糞便菌叢の変化の観察および pH の測定

できるだけ全量の便をポリ袋に採取させ、脱酸素剤（アネロパックケンキ®：三菱ガス化学）とともに酸素非透過のプラスチックケースに入れ低温で維持し、12 時間以内に糞便菌叢の変化を観察した。便を提出できなかった 1 名の被験者を除く 18 名を被験者とした。

糞便菌叢の変化は光岡¹¹⁾の方法に準じて観察した。即ち酸素フリーの二酸化炭素ガス気流下で便を均一にし、便 2 g を 18 mL の嫌気性希釈液 A に懸濁した。この 10⁻¹ 希釈溶液を 10 倍希釈により 10⁻⁸ まで段階希釈をして塗布試料とした。総嫌気性菌数、*Bifidobacterium* 数測定のために BL 培地（日水製薬）、EG 培地（日水製薬）を用い、レシチナーゼ陽性 *Clostridium* 数測定のためカナマイシン含有 CW 培地（日水製薬）を用いた。嫌気培養は 37°C、48 時間行い、培養後のコロニー形態、グラム染色性、菌形態により *Bifidobacterium* の同定を行った。菌数は便 1 g あたりの常用対数に換算し、さらに総嫌気性菌数あたりの *Bifidobacterium* 占有率を求めた。pH は便 2 g を蒸留水 18 mL で希釈、懸濁した液について測定した。

7. 統計処理法

血液検査では稲粉末摂取により基準外値を示した被験者が増加した場合、Wilcoxon 符号付順位検定により解析した。便通および便性状改善試験では各期間の排便日数、排便回数および排便量は 1 週間あたりの平均値±標準偏差を算出し、総嫌気性菌数、*Bifidobacterium* 数、*Bifidobacterium* 占有率および pH は平均値±標準偏差を算出し、各期間の差は Wilcoxon 符号付順位検定により解析した。便性状は各期間における適正状態、即ち形状は「バナナ状+半練り状」、色は「黄土色（241）+赤茶色（321）」、爽快感は「スッキリした」、かたさは「とても軟らかい+軟らかい」

図 稲粉末の製造工程

の 2 週間の出現率を算出し、 χ^2 検定により解析した。危険率 5% 以下を有意とした。統計解析ソフトは 4Steps エクセル統計（星雲社）を用いた。

実験結果

1. 稲粉末の菌数、化学成分および残留農薬

用いた稲の刈り取り後の水分は 80.0%，菌数は 1.4×10^6 cfu/g であった。菌数が多いことから乾燥および殺菌を行った。緑色の退色を抑えるために刈り取り後、速やかにブランチング（蒸し）および乾燥を行った。ブランチングおよび乾燥をすることにより、菌数は 9.0×10^2 cfu/g に減少し、さらに 140°C、4 秒の殺菌を行うことで 10^2 cfu/g 以下まで低下した。

表 1 に稲粉末の化学成分を示した。乾燥・殺菌後の稲粉末の水分は約 1% であった。稲粉末中には食物繊維、糖質および灰分が多く含まれ、食物繊維は 50% 以上、糖質は 20% 以上、灰分は 10% であった。玄米と同様に機能性成分であるオリザノールやポリフェノールを含むことが確認された。玄米にはほとんど含まれない β -カロテンやビタミン C を含み、 α -カロテン、カドミウム、水銀およびオリゴ糖様物質は検出されなかった。栽培には農薬を使用しなかったが、他の圃場からの混入や以前使用した農薬の影響が懸念されたので測定を行った。8 項目全ての農薬成分は検出されなかった。

2. マウスを用いた急性経口毒性試験

マウスは雌雄とも観察期間中に死亡例は認められなかった。一般状態は雌雄とも観察期間中に異常は認められなかった。体重は投与後 7 および 14 日の体重では雌雄とも対照群と比較して有意な差は認められなかった。観察期

間終了時の剖検では、雌雄すべてに異常は認められなかった。

3. 血液検査および腹部症状の調査

試験1における血液検査の結果を表2に示した。血液検査では試験期間を通じて、すべての項目において被験者10名の平均値は基準値内であり、大きな変化は認められなかった。基準値外を示した被験者が存在したが、その人数は稲粉末を摂取することで増加する傾向は見られなかった。摂取12週で基準値外人数が2人に増えた総たんぱく質と摂取6週で2人に増えたアルブミンをWilcoxon符号付順位検定により解析を行った結果、有意な変化が見られず、増加量もわずかなため特に問題とはしなかった。

腹部症状の変化は摂取期間中に試験1において下痢と腹痛が各2名、試験2において腹痛が1名見られたが、一過性であり、試験を中止するほどでは無く、症状はすぐに改善された。

4. 便通および便性の改善のための摂取試験

表3に1週間あたりの排便回数、排便回数および排便量の変化を示した。全員がすべての期間にわたってアンケートを提出した。摂取前期間の排便回数が4日/週以下（以後便秘傾向者）と4日/週より多い（以後正常者）に分けて統計解析した。

表1 殺菌稲粉末の化学成分

測定項目	100 g 当たり
エネルギー	147 kcal
水分	0.8 g
たんぱく質	7.2 g
脂質	3.6 g
糖質	21.4 g
食物繊維	56.1 g
灰分	10.9 g
ナトリウム	6.9 mg
カリウム	2.1 g
カルシウム	201 mg
マグネシウム	133 mg
リン	297 mg
鉄	34.8 mg
亜鉛	2.3 mg
マンガン	42.3 mg
ケイ素	2.5 g
α -カロテン	—
β -カロテン	10.7 mg
サイアミン	0.53 mg
リボフラビン	0.8 mg
アスコルビン酸	25 mg
葉酸	0.43 mg
オリザノール	1.4 mg
ポリフェノール	870 mg
カドミウム	—
水銀	—

—：検出されず

便秘傾向者において、排便回数は摂取前が 3.3 ± 0.9 日/週であり、2包摂取することで若干値が高くなり摂取を休止すると摂取前の値に戻った。3包摂取することで 4.5 ± 1.2 日/週に増加し、摂取前期間、2包摂取期間および休止期間に対して有意な差を示した（それぞれ $p < 0.05$, $p < 0.05$, $p < 0.01$ ）。排便回数は摂取前が 3.9 ± 0.8 回/週であり、2包摂取することで 4.9 ± 1.1 回/週に増加し、摂取前期間および休止期間に対して有意な差を示した（両者とも $p < 0.05$ ）。3包摂取することで 5.7 ± 1.9 回/週とさらに増加し、摂取前期間および休止期間に対して有意な差を示した（両者とも $p < 0.05$ ）。排便量は摂取前が 10.0 ± 5.8 個/週であり、2包摂取することで若干値が高くなり摂取を休止すると摂取前の値に戻った。3包摂取することで 14.6 ± 7.0 個/週に増加し、摂取前期間および休止期間に対して有意な差を示した（両者とも $p < 0.05$ ）。よって便秘傾向者では2包摂取では明確な便通の改善効果が見られなかったが、3包摂取することで改善効果が観察された。正常者において、排便回数、排便回数および排便量とも2包摂取することで若干値が増加したが、有意な差は認められなかった。

便の性状の変化を表4に示した。便秘傾向者において、形状の適正状態の出現率が3包摂取期間で増加し、休止期間に対して有意な差（ $p < 0.05$ ）が見られた。色、爽快感、かたさは試験期間を通して大きな変化は見られなかった。正常者において、すべての便性状で適正状態の増減の傾向および有意な差は見られなかった。便秘傾向者と正常者を比較すると形状と爽快感で適正状態の出現率に大きな差があった。色とかたさも正常者の方が適正状態の出現率がやや高い傾向であった。

糞便菌叢およびpHは便秘傾向者（10名）と正常者（便を提出できなかった1名を除く8名）で大きな差は認められなかった。摂取前の*Bifidobacterium* 占有率は便秘傾向者で $18.0 \pm 17.6\%$ であり正常者の $19.4 \pm 15.1\%$ と比べて大きな差が無かった。また稲粉末摂取による糞便菌叢の変化は無く、総嫌気性菌数は各群ともに 10.3 ± 0.4 cfu/g $\sim 10.5 \pm 0.3$ cfu/g、*Bifidobacterium* 数は 9.3 ± 0.9 cfu/g $\sim 9.6 \pm 0.7$ cfu/g、*Clostridium* (L+) 数は 3.8 ± 1.3 cfu/g $\sim 5.3 \pm 1.7$ cfu/gの範囲であり有意な差は見られなかった。*Bifidobacterium* 占有率は $18.0 \pm 17.6\% \sim 22.0 \pm 13.8\%$ 、*Clostridium* (L+) の出現数は便秘傾向者で2~4名、正常者で4~6名であり大きな変化は認められなかった。pHも各期間を通してほぼ一定であり $6.6 \pm 0.6 \sim 7.1 \pm 0.4$ の範囲であった。全被験者において、稲粉末摂取による腹部の異常な症状は見られなかった。

考 察

米は日本人が永年食しているが、食の多様化が進み米の生産が減少している。休耕田を利用しいわゆる青田刈りの稲を用いて青汁を製造することは有用であると考え、刈

表 2 稲粉末摂取による血液検査値の変化

区分	検査項目		摂取前		摂取 6 週後		摂取 12 週後		基準値
				基準外数		基準外数		基準外数	
一般生化学的検査	総たんぱく質	g/dL	7.4± 0.3		7.2± 0.3		7.5± 0.5	2	6.3～8.2
	アルブミン	g/dL	4.5± 0.2		4.6± 0.2	2	4.6± 0.2	1	3.8～4.8
肝機能	GOT	IU/L	21.6± 9.5	1	22.3± 9.1	1	21.7± 9.4	1	8～37
	GPT	IU/L	25.3±24.6	1	23.8±16.6	1	23.4± 19.4	1	4～43
腎機能	γ-GTP	IU/L	47.9±40.8	4	41.4±33.2	3	45.5± 31.8	3	14～58
	ALP	K・AU	5.1± 1.2		5.2± 1.5		5.3± 1.5		3.0～10.5
	LDH	IU/L	344.8±58.3		322.0±51.3		343.9± 55.3		150～480
	尿酸	mg/dL	5.5± 1.6	2	5.3± 1.4	2	5.2± 1.5	2	～7
	尿素窒素	mg/dL	13.3± 4.3		13.9± 4.2		12.3± 3.0		7～22
脂質代謝	クレアチニン	mg/dL	0.7± 0.2		0.8± 0.2		0.7± 0.2		0.5～1.3
	T-C	mg/dL	198.8±31.0	2	189.5±34.6	2	203.7± 34.4	3	130～219
	HDL-C	mg/dL	58.6± 9.4		54.0±10.0		57.1± 9.9		40～88
	LDL-C	mg/dL	120.1±28.7	2	110.1±26.7	2	122.8± 27.0	3	～139
糖代謝	中性脂肪	mg/dL	126.6±84.8	2	148.5±98.8	3	142.5±101.8	3	35～175
	血糖	mg/dL	94.3±14.5	1	94.4± 8.1		92.3± 11.8	1	55～109
電解質	ナトリウム	mEq/L	140.9± 1.9		139.9± 1.5		140.2± 2.0		135～155
	クロール	mEq/L	101.4± 1.3		102.0± 1.7		101.8± 1.9		98～107
	カルシウム	mg/dL	9.4± 0.3		9.1± 0.3		9.0± 0.2		8.4～10.2
	血清鉄	μg/dL	122.2±34.2		107.5±28.9		99.1± 35.5	1	60～170
血液学的検査	白血球数	10 ² /μL	71.0±24.6	2	59.3±16.4		63.3± 15.4	1	30～89
	赤血球数	10 ⁴ /μL	476.9±40.3		477.6±42.5		480.9± 40.6		400～540
	ヘモグロビン	g/dL	14.8± 1.4		15.2± 1.4		15.1± 1.3		13.0～17.8
	ヘマトクリット	%	44.6± 3.5		44.7± 3.6		45.1± 3.3		40.0～52.0
	血小板数	10 ⁴ /μL	27.5± 4.8	1	26.4± 4.5		27.9± 6.1	1	15.0～35.0

被験者数 10 名 (男 5 名, 女 5 名)

平均値±標準偏差

基準値は男性の値

表 3 稲粉末摂取による排便日数, 排便回数, 排便量の変化

	摂取前期間	2 包摂取期間	休止期間	3 包摂取期間
便秘傾向者 (n=10)				
排便日数 (日/週)	3.3±0.9 ¹⁾	3.7±1.0	3.2±0.8	4.5±1.2 ^{abc}
排便回数 (回/週)	3.9±0.8	4.9±1.1 ^{ad}	3.8±1.0	5.7±1.9 ^{ad}
排便量 (個/週) ²⁾	10.0±5.8	12.4±5.2	10.9±4.7	14.6±7.0 ^{ad}
正常者 (n=9)				
排便日数 (日/週)	5.9±0.8	6.1±1.0	5.5±1.1	
排便回数 (回/週)	6.9±1.5	7.4±1.6	6.8±2.1	
排便量 (個/週)	24.1±6.8	25.4±6.1	22.8±8.7	

¹⁾、平均値±標準偏差;²⁾、ピンポン玉相当の個数;^a、摂取前期間に対して $p < 0.05$ で有意差あり;^b、2 包摂取期間に対して $p < 0.05$ で有意差あり;^c、休止期間に対して $p < 0.01$ で有意差あり;^d、休止期間に対して $p < 0.05$ で有意差あり。

表 4 稲粉末摂取による便性状の変化

	適正状態 ¹⁾ の出現率			
	摂取前期間	2 包摂取期間	休止期間	3 包摂取期間
便秘傾向者 (n=10)				
形状	48.1	48.9	44.0	60.2 ^a
色	16.9	25.0	24	17.9
爽快感	6.5	20.2	14.1	14.9
かたさ	15.6	24.4	23	28.3
正常者 (n=9)				
形状	75.5	88.5	83.5	
色	32.7	25.0	33.9	
爽快感	39.8	41.7	28.9	
かたさ	22.4	31.3	16.5	

¹⁾ 適正状態の定義

形状	半練り状+バナナ状
色	32I+24I (赤茶色+黄土色)
爽快感	スッキリした
かたさ	やわらかい+とてもやわらかい

^a、休止期間に対して $p < 0.05$ で有意差あり。

り取り直後の稲は水分、菌数とも高く、そのまま粉碎して流通した場合、冷凍流通でも品質上の問題が懸念される。本研究は幼若稲の葉および茎を粉末青汁としての製品化を試み、その化学成分分析、摂取による血液一般生化学検査および腹部症状の調査を行い、便秘傾向者の便通改善効果を観察することを目的とした。

殺菌後の稲粉末の菌数はほとんど無く、常温流通ができる食品として品質が維持できた。1年間、25℃で遮光保存後の稲粉末の色は冷蔵庫保存したものよりやや退色した。光による退色の速度は速く、緑色を維持するためには遮光保存が必要であった(社内データ)。稲粉末の栄養成分は食物繊維が最も多く56%であった。刈り取り後いわゆる生の稲に換算しても10%以上含み、五訂食品成分表の「野菜類の生」の中には10%以上食物繊維を含む野菜は無く、稲地上部乾燥粉末は食物繊維を非常に多く含む食品であると言える。約40種類の野菜類中のポリフェノール量は津志田ら⁶⁾により報告され、多いもので約200mg/100gであった。刈り取り後の水分を考慮して、換算すると生の稲の葉および茎中のポリフェノール量は175mg/100gとなり、ポリフェノールが多い食品と示唆される。オリザノールは米糠や米胚芽より抽出した油に1.5~2.9%含有され有用成分として知られている¹²⁾。稲粉末中には1.4mg/100gとわずかながら含まれていた。

米は経験的、科学的に安全性が確認されているが、稲の葉および茎の食経験は明確でないので確認試験を行った。マウスを用い急性経口毒性試験をOECD Guidelines for the Testing of Chemicals 401 (1981) に準じて行った。本ガイドラインでは5000mg/kgの用量で死亡例が認められた場合はLD50を求める詳細な試験が必要であると指示

しているが、本試験ではこの用量で異常および死亡例は認められなかった。従って、稲粉末のマウスへの単回経口投与によるLD50値は、雌雄とも5000mg/kg以上であると示唆される。さらに稲粉末から農薬が検出されなかったことを確認してから、ヒトを用いた摂取試験を行った。ヒトによる稲粉末摂取により血液検査値および下痢や腹痛などの腹部症状の大きな変化は見られなかった。

稲粉末は食物繊維を多く含むので、摂取による便通、便性の改善効果の確認を行った。厚生省(当時)の「国民栄養の現状」(平成3年度)¹³⁾では、排便が2日に1回以下を便秘気味と表現している。よって本試験では4日/週以下の被験者(便秘傾向者)とそれ以上の被験者(正常者)に分けて統計解析を行った。便秘傾向者では2包摂取することにより排便回数の有意な増加がみられ、3包摂取することによって排便日数、回数、量の有意な増加および形状は適正状態の出現率の有意な増加が見られ、便通および便性が改善された。稲粉末には不溶性の食物繊維が多く、不溶性ヘミセルロースやセルロースを主成分とすると考えられる。食物繊維を摂取することによる便性の改善の報告は多数あり、特定保健用食品に用いられている食物繊維素材が多数ある。便通改善効果は難消化性デキストリン¹⁴⁾では食物繊維として2.9g、グァーガム分解物ガラクトマンナン¹⁵⁾で5g、サイリウム種皮¹⁶⁾で4g、寒天¹⁷⁾では食物繊維として1.6gを摂取することで効果を示している。稲粉末2包では食物繊維として約2g、3包では約3g摂取したことになる。よって稲粉末では食物繊維量として約3gから効果を示すと考えられる。また、日本人の食物繊維の平均摂取量は男性で14.7g、女性で14.5gであり¹⁸⁾、摂取目安量の20~25g¹⁹⁾より下まわっている。このような現状では、食

物繊維を多く含む食品の開発やそのような食品を摂取することは有用であると考ええる。稲粉末摂取による *Bifidobacterium* 数の増加は見られず、さらに稲粉末には難消化性オリゴ糖様の物質が存在しないことより、*Bifidobacterium* の増殖効果は無く、*Clostridium* (L+) 数および検出率も変化が無いことより摂取による糞便菌叢への悪影響もないと示唆される。

以上のことから稲粉末の摂取による有害事象は見られず、食物繊維が豊富なことより、便秘傾向者が摂取することで便通および便性の改善が期待できると推察した。

要 約

稲粉末の食品として以下の検討を行った。

- (1) 稲粉末を食品として流通できる製造条件を確立した。
- (2) 稲粉末の化学成分を分析し、食物繊維、糖質、灰分およびポリフェノールが多いことを確認した。
- (3) 稲粉末摂取による血液検査、腹部症状および糞便菌叢に大きな変化は無く有害事象は見られなかった。
- (4) 食物繊維として約 3g 含む稲粉末を便秘傾向者に摂取させ、排便日数、排便回数および排便量の増加を確認し、便通が改善されたと推察した。

この研究の一部は平成 14 年度国産物利用食品産業技術開発支援事業の補助を得て行ったものである。

文 献

- 1) 荻原義秀, 荻原秀昭, 上山英夫, 大麦若葉青汁粉末の生理機能物質, 食科工, **48**, 712-725 (2001).
- 2) 陳福君, 中島 昇, 木村郁子, 木村正康, 桑葉及び桑白皮エキスによるストレプトゾトシン糖尿病マウスの血糖下降効果と作用機序, 薬学雑誌, **115** (6), 476-482 (1995).
- 3) 吉田豊記, 「雑兵物語他」, (教育社, 東京), pp. 72 (1980).

- 4) 三田政吉, 食品成分, 「食品衛生検査指針」, (日本食品衛生協会, 東京), pp. 18-73 (1994).
 - 5) 柴田雄二, 木村健次郎, 分析化学, 「無機化学全書Ⅻ-2 ケイ素」, (丸善, 東京), pp. 81-83 (1986).
 - 6) 津志田藤二郎, 鈴木雅博, 黒木証吉, 各種野菜類の抗酸化性の評価および数種の抗酸化性成分の同定, 食科工, **41**, 611-618 (1994).
 - 7) 日本健康・栄養食品協会, オリゴ糖の試験方法, 「特定保健用食品検査マニュアル」, (日本健康・栄養食品協会, 東京).
 - 8) 荘村多加志, 「最新農薬の残留分析法」, (中央法規出版, 東京), pp. 279-689 (1995).
 - 9) 三田政吉, 残留農薬, 「食品衛生検査指針」, (日本食品衛生協会, 東京), pp. 88-149 (1994).
 - 10) 大津俊広, 飯野久和, 折居直樹, ヨーグルト摂取が女子学生の排便回数および便性に及ぼす影響, 医薬と薬学, **35**, 1053-1060 (1996).
 - 11) 光岡知足, 「腸内細菌の世界」, (叢文社, 東京), pp. 43-92 (1980).
 - 12) 岡田忠司, 山口直彦, オリザノールの抗酸化性と薬理作用, 油化学, **33**, 305-310 (1983).
 - 13) 厚生省保健医薬局健康増進栄養課, 「平成 3 年版国民栄養の現状」, (第一出版, 東京), pp. 52 (1991).
 - 14) 里内美津子, 若林 茂, 大熊一裕, 藤原啓子, 松岡 瑛, 難消化性デキストリンがヒトの便通に及ぼす影響, 栄養学雑誌, **51**, 31-37 (1993).
 - 15) 岡崎英規, 西宗高弘, 千賀 貴, グァーガム分解物配合ゼリー飲料による排便状況の改善について, 健康・栄養食品研究, **2** (3), 1-8 (1999).
 - 16) 中川靖枝, 森 貴芳, 佐藤 学, 辻 啓介, 便秘傾向者の日本人女性に対するサイリウム粉末飲料の摂取による便性の影響, 健康・栄養食品研究, **2** (2), 35-42 (1999).
 - 17) 明尾一美, 宮下博紀, 滝ちづる, 小島正明, 江田節子, 寒天摂取による女子学生の排便状況の改善効果, 健康・栄養食品研究, **4** (2), 27-36 (2001).
 - 18) 健康・栄養情報研究会, 「国民栄養の現状 平成 13 年厚生労働省国民栄養調査結果」, (第一出版, 東京), pp. 177 (2003).
 - 19) 健康・栄養情報研究会, 「第六次改定 日本人の栄養所要量」, (第一出版, 東京), pp. 41-43 (1999).
- (平成 15 年 6 月 19 日受付, 平成 15 年 11 月 19 日受理)