

## 調理加工後のニンジン食物繊維の 栄養生理効果について\*

小林 祐子

藤女子短期大学 家政科 調理学研究室

知地 英征

藤女子大学 人間生活学部 食品機能学研究室

### ABSTRACT

The protective effects of dietary fiber prepared from raw and cooked carrots on amaranth-toxicity in rats. YŪKO KOBAYASHI (Laboratory of Cookery, Department of Home Economics, Fuji Women's College, Ishikari-chō, Hokkaidō 061-32) and HIDEYUKI CHIJI (Laboratory of Food Biochemistry, Department of Food Science and Human Nutrition, Faculty of Human Ecology, Fuji Women's College, Ishikari-chō, Hokkaidō 061-32).

The effects of dietary fiber (DF) on the growth of weanling rats fed toxic doses of amaranth (Food & C Red No.2; Am) were investigated. The DF sources were prepared from raw, fried and boiled carrots. DF in carrots after cooking showed an alleviative effect similar to that in raw carrot on the amaranth-toxicity in rats. The concurrent feeding of DF irrespective of its source ameliorated the low body weight gain in rats fed the Am diet for 2 weeks. Also, the weight of tissues and aortic plasma lipids level were measured at the end of experiment as physiological and nutritional parameters. The hypertrophy of the cecum in rats fed the Am diet was improved by feeding simultaneously DF and reached the weight of normal tissues in rats fed the basal diet without Am. The concurrent feeding of DF alleviated the atrophy of the liver in rats fed the Am diet. The plasma triglycerids level was significantly decreased in rats fed Am diet. The plasma total cholesterol level were tend to decreasing in rats fed Am and DF diets.

### 緒 言

食品に含まれる食物繊維は、調理加工によってどのように変化するかを調べるために、これまでいくつかの植物性食品について、調理加工後の食物繊維含有量や水中沈定体積の変化を調べた<sup>1,2)</sup>。また、前報<sup>3)</sup>では、生、炒め、あるいはゆでたアスパラガス食物繊維のアマランス（食用赤色2号）大量投与によるラットの成長低下を抑制する効果について調べ、いずれもアマランス大量投与による成長低下を抑制

する効果が認められた。今回は、調理加工後のニンジンの食物繊維の効果について検討した。

### 実験方法

市販のニンジンから、前報<sup>3)</sup>のアスパラガスと同様の操作でラットの飼料に添加するための食物繊維を調製した。ニンジンは「生」と「炒める」、「ゆでる」の加熱調理をしたものを用いた。

調製したニンジン食物繊維試料について、Prosky

\* 植物性食品の食物繊維に関する研究 第4報. Studies on dietary fiber of vegetables (Part IV).

ら<sup>4)</sup>の方法で水溶性食物繊維量 (SDF), 不溶性食物繊維量 (IDF) を測定し, その合計を総食物繊維量 (TDF) とした (Fig. 1).

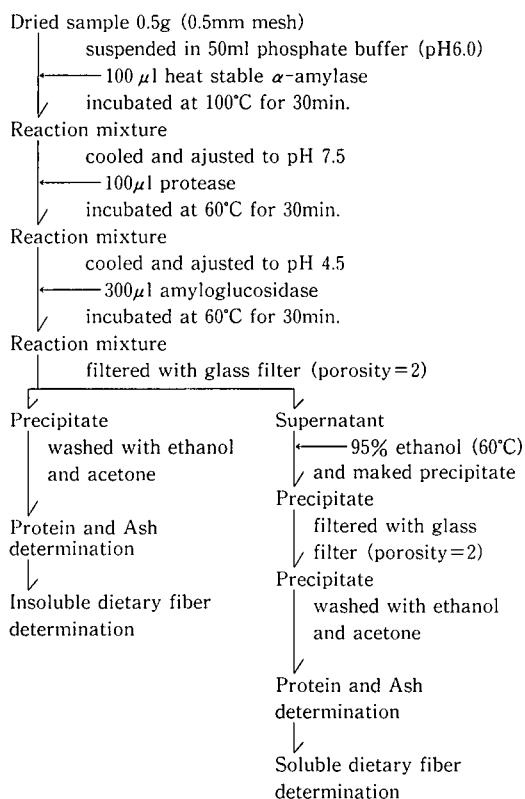


Fig. 1. Determination method of dietary fiber.

このニンジン食物繊維試料のアマランス大量投与による成長低下を抑制する効果を, ラットを用いて検討した。ラットは3週齢S D系雄ラット(45 g~55 g) 30匹を, 25%カゼイン基本飼料で6日間予備飼育した後, 5群に分け, 試験飼料で2週間飼育し, 体重, 飼料摂取量を測定した。飼育後解剖し, 腹部大動脈血を採血した後, 肝臓, 脾臓, 盲腸(内容物を含む)を摘出して重量を測定した。

採血した腹部大動脈血は, 遠心分離によって血漿を採り, 総コレステロール量, HDL-コレステロール量, トリグリセライド量を酵素法によって測定した。

25%カゼイン基本飼料は前報<sup>3)</sup>に示した通りとし, 試験飼料は, Table 1に示したように, 基本飼料にアマランスと食物繊維を添加して調製した。

また, 食物繊維の生理作用と水中沈定体積との関

連を調べるために, それぞれのニンジン食物繊維試料について水中沈定体積を測定した。測定方法は前報<sup>1)</sup>に示した。

Table 1. Composition of the experimental diets.

	Groups of diet				
	Cas (%)	Am (%)	Am+ DFC-R (%)	Am+ DFC-F (%)	Am+ DFC-B (%)
Basal diet <sup>1)</sup>	100	95	90	90	90
Amaranth		5	5	5	5
DFC-R <sup>2)</sup>			5		
DFC-F <sup>3)</sup>				5	
DFC-B <sup>4)</sup>					5

<sup>1)</sup> The basal diet contained 25% casein.<sup>3)</sup>

<sup>2)</sup> Carrot dietary fiber prepared from raw carrots.

<sup>3)</sup> Carrot dietary fiber prepared from fried carrots.

<sup>4)</sup> Carrot dietary fiber prepared from boiled carrots.

## 結果と考察

ニンジン食物繊維試料中の食物繊維量は, Table 2に示した。総食物繊維量 (TDF) は, 生は 83.2%, 炒めたものは 79.9%, ゆでたものは 74.0% となり, ニンジン食物繊維を調製する前の生のニンジンそのものの TDF が 2.5% であったことから, いずれの試料も食物繊維が濃縮されていることがわかる。不溶性食物繊維量 (IDF) と水溶性食物繊維量 (SDF) をみると, ゆでたものは IDF が減少した。ゆでるという調理操作は大量の水を用いるため, 水溶性食物繊維の減少が予測されるが, SDF は変化せず, IDF の減少がみられた。これは日本食品食物繊維成分表<sup>5)</sup>に示されている値も同様の結果となっている。この原因の一つには, 食物繊維の物理的性質の変化が考えられる。

また, ニンジン食物繊維試料の水中沈定体積は Table 2に示したが, 試料間にわずかの差がみられた。

Table 2. Dietary fiber contents and setting volume in water of carrots prepared for rat's food.

Cooking methods	TDF (%)	IDF (%)	SDF (%)	SV (ml/g)
Raw	83.2	61.4	21.8	43.0
Fried	79.9	61.4	18.5	38.0
Boiled	74.0	53.9	20.1	47.0

ラットの飼料摂取量, 飼料効率, 栄養素摂取量, 栄養素効率を Table 3 に示した。前報<sup>9)</sup> のアスパラガスの場合と同様に, 飼料摂取量, 飼料効率, 栄養素効率ともにアマランスだけを添加した群で有意に低下し, アマランス大量投与による栄養素吸収阻害が顕著に認められた。アマランスとニンジン食物繊維を添加した群では, すべての項目でアマランスだけを添加した群よりも高い値になり, 飼料摂取量, 栄養素摂取量, 栄養素効率では 25%カゼイン基本飼料群と同じレベルに改善された。また, 飼料摂取量

は食物繊維を添加した群で増加する傾向があるが, 非栄養素である食物繊維を差し引いた栄養素摂取量では, 減少する傾向が認められた。

ラットの 2 週間の体重の変化を Fig. 2 に示した。25%カゼイン基本飼料群では最終日の体重が  $208.4 \pm 3.5$  g であったのに対し, アマランスだけを添加した群では  $125.9 \pm 8.5$  g となり, 有意に低くなった。大量のアマランスを摂取したことによる栄養素の吸収阻害が, 飼料摂取量や飼料効率を低下させ, その結果体重増加が低下したことが確認され

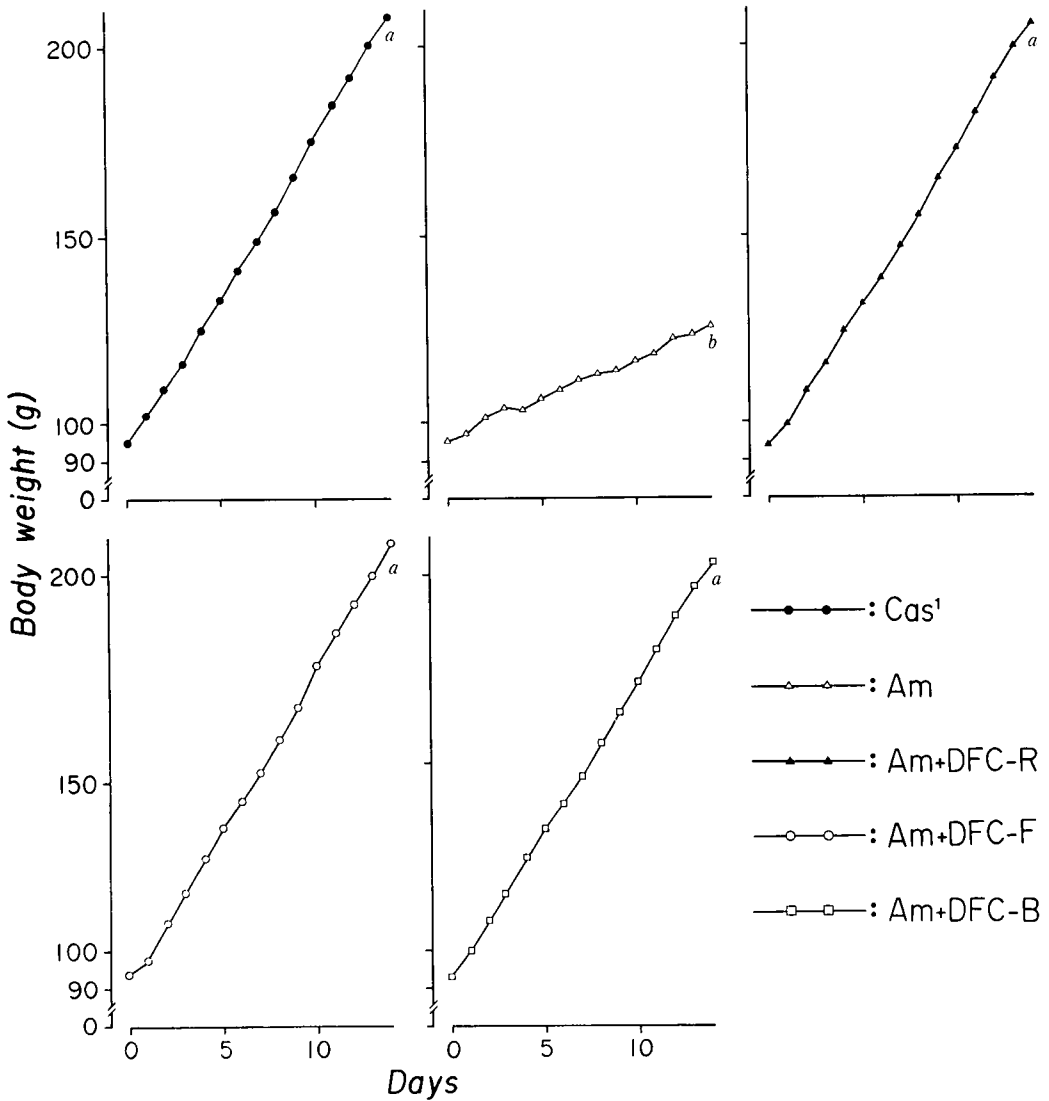


Fig. 2. Effects of dietary fiber supplement on growth of rats fed carrot dietary fiber diet containing amaranth. Each point represents the average body weight of six rats. Values not sharing a common superscript letter within a figure are significantly different ( $p < 0.05$ ).

**Table 3.** Effect of dietary fiber on food efficiency and nutrient efficiency in rats.

Groups of diet	Food intake (g)	Body weight gain (g/4 w)	Food efficiency	Nutrient intake (g)	Nutrient efficiency
Cas <sup>1</sup>	248.7±4.8 <sup>a2</sup>	114.1±2.6 <sup>a</sup>	0.46±0.01 <sup>a</sup>	248.7±4.8 <sup>a</sup>	0.46±0.01 <sup>a</sup>
Am	166.6±3.2 <sup>b</sup>	31.9±8.6 <sup>b</sup>	0.19±0.05 <sup>b</sup>	158.3±3.1 <sup>b</sup>	0.20±0.05 <sup>b</sup>
Am+DFC-R	257.2±4.6 <sup>a</sup>	112.7±3.2 <sup>a</sup>	0.44±0.01 <sup>ac</sup>	231.5±4.1 <sup>c</sup>	0.48±0.01 <sup>c</sup>
Am+DFC-F	259.2±8.1 <sup>a</sup>	114.7±7.0 <sup>a</sup>	0.44±0.02 <sup>ac</sup>	233.3±7.3 <sup>ac</sup>	0.50±0.00 <sup>ac</sup>
Am+DFC-B	254.2±8.1 <sup>a</sup>	109.6±5.6 <sup>a</sup>	0.43±0.01 <sup>c</sup>	228.8±7.2 <sup>c</sup>	0.48±0.00 <sup>ac</sup>

<sup>1</sup> See table 1.<sup>2</sup> Mean±SEM (n=6); values not sharing a common superscript letter within a column are significantly different (p<0.05).**Table 4.** Effect of dietary fiber on weight of several organs in rats (% of body weight).

Organs	Cas <sup>1</sup>	Am	Am+DFC-R	Am+DFC-F	Am+DFC-B
Liver	6.6±0.2 <sup>a2</sup>	5.2±0.1 <sup>b</sup>	6.3±0.4 <sup>ac</sup>	6.1±0.1 <sup>c</sup>	6.0±0.2 <sup>c</sup>
Spleen	0.4±0.0	0.4±0.1	0.4±0.0	0.4±0.0	0.4±0.0
Cecum containing content	0.8±0.1 <sup>a</sup>	5.2±1.3 <sup>b</sup>	1.9±0.2 <sup>c</sup>	1.9±0.1 <sup>c</sup>	2.1±0.2 <sup>c</sup>

<sup>1</sup> See table 2.<sup>2</sup> Mean±SEM (n=6); values not sharing a common superscript letter within a column are significantly different (p<0.05).

た。アマランスにニンジン食物繊維を添加した群の体重増加は25%カゼイン基本飼料群のレベルに改善され、ニンジン食物繊維を添加することによってアマランスの毒性が抑制された。ニンジン食物繊維の効果は、生、炒め、ゆでともに認められ、5%添加の場合、調理加工しても食物繊維の効果は生と同様であった。

内臓臓器の体重に対する割合は、Table 4に示した。肝臓はアマランスだけを添加した群で5.2%と、25%カゼイン基本飼料群の6.6%に比べ有意に低い値になった。アマランスにニンジン食物繊維を添加した群では、生6.3%、炒め6.1%、ゆで6.0%となり、ある程度改善された。脾臓は各群間に有意差はみられず、アマランスや成長低下の影響が現れにくい臓器であることがわかった。

消化器系の臓器はアマランス大量投与によって肥大し、その中で最も顕著に毒性が現れる臓器として盲腸があげられる。盲腸は前報<sup>3)</sup>のアスパラガス食

物繊維の実験で、ラットを4週間飼育した場合、アマランスだけを添加した群では25%カゼイン基本飼料群の8倍の値になり、異常に肥大した。本研究の2週間の飼育でも25%カゼイン基本飼料群の0.8%と比較して、アマランスだけを添加した群では、5.2%と約6.5倍の値を示し、肥大が認められた。盲腸の肥大はニンジン食物繊維を添加した群では改善されたが、生、炒め、ゆでの3群とも25%カゼイン基本飼料群とは有意差があり、約2.5倍の値を示した。

血漿中の総コレステロール (T-Chol.)、HDL-コレステロール (HDL-Chol.)、トリグリセライド (T.G.) の含有量を Table 5 に示した。T-Chol. は25%カゼイン基本飼料群では112.0±10.3 mg/dlとなり、アマランスだけを添加した群では83.1±4.6 mg/dlと、低い値を示し、栄養状態の低下が示された。ニンジン食物繊維を添加した群では、25%カゼイン基本飼料群に比べ、わずかに低い値を示したが、

**Table 5.** Aortic plasma cholesterol and triglycerides.

Diets	Total Cholesterol (mg/dl)	HDL-Cholesterol (mg/dl)	Triglycerides (mg/dl)
Cas <sup>1</sup>	112.0±10.3 <sup>a2</sup>	38.7±3.4	320.4±18.7 <sup>a</sup>
Am	83.1±4.6 <sup>b</sup>	29.6±3.9	115.7±41.0 <sup>b</sup>
Am+DFC-R	96.7±6.9 <sup>ab</sup>	39.4±4.7	273.2±39.9 <sup>a</sup>
Am+DFC-F	96.7±10.1 <sup>ab</sup>	37.7±1.2	258.9±25.9 <sup>a</sup>
Am+DFC-B	93.2±6.6 <sup>ab</sup>	34.5±3.3	316.8±38.6 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> See Table 1.<sup>2</sup> Mean±SEM (n=6); Values not sharing a common superscript letter within a column are significantly different (p<0.05).

有意な差ではなかった。一般に、食物繊維のコレステロール低下作用を調べる場合は、飼料にコレステロールを負荷し、効果を検討するが、<sup>6)</sup>本研究ではコレステロール負荷試験を行っていないため、ニンジン食物繊維の顕著なコレステロール低下作用は認められなかった。HDL-Chol.では各群間に有意差はみられなかった。しかし、T-Chol.に対する割合をみると、25%カゼイン基本飼料群では34.6%、アマランスだけを添加した群では35.6%、ニンジン食物繊維(生)添加群では40.7%、ニンジン食物繊維(炒め)添加群では39.0%、ニンジン食物繊維(ゆで)添加群では37.0%となり、ニンジンの食物繊維を添加した群で高くなる傾向がみられた。T.G.は、T-Chol.と同様に、アマランスだけを添加した群で有意に低くなり、栄養状態の低下が認められた。

ニンジン食物繊維の調理方法間の違いをみると、生、炒め、ゆでの三群間にほとんど差はみられず、水中沈定体積との関係もみられなかった。Takedaら<sup>7)</sup>はごぼう食物繊維のアマランス毒性阻止効果と水中沈定体積との間には相関関係があると報告している。しかし、同じニンジンから調製した生と炒めた、あるいはゆでたニンジンの食物繊維は、水中沈定体積にはわずかながら差があるにもかかわらず、アマランス毒性阻止効果にはほとんど差がなかったことから、食品に含まれる食物繊維の物理的な性質だけでなく、含まれている食物繊維の種類など、いろいろな要素が相互に関連して、食物繊維の栄養生理作用の発現につながっていると推察された。

## 要 約

1. ニンジン食物繊維試料の総食物繊維量は、生83.2%、炒め79.9%、ゆで74.0%であった。水中沈定体積は、生43.0 ml/g、炒め38.0 ml/g、ゆで47.0 ml/gであった。

2. アマランス大量投与に対する、生、炒め、あるいはゆでたニンジンから調製した食物繊維のラットに対する成長低下抑制効果を調べた。SD系雄ラットを5群に分け、(1)25%カゼイン基本飼料(Cas)、(2)Cas+5%アマランス(Am)、(3)Cas+Am+ニンジン食物繊維(生)、(4)Cas+Am+ニンジン食物繊維(炒め)、(5)Cas+Am+ニンジン食物繊維(ゆで)の5種類の飼料で2週間飼育し、体重増加、飼料摂取量、臓器重量、血漿中の総コレステロール、HDL-コレステロール、トリグリセライドを測定した。
3. 体重増加と飼料摂取量は、アマランスだけを添加した群で低くなり、アマランスに食物繊維を添加した群ではアマランスの影響が改善された。
4. 肝臓、脾臓、盲腸の各臓器重量の体重に対する割合を比較すると、脾臓では各飼料群間に差はなかったが、アマランスの毒性によって肝臓重量の低下、盲腸の肥大が確認された。アマランスに食物繊維を添加した群ではこの影響は改善された。
6. 血漿中の総コレステロール、トリグリセライドはアマランスだけを添加した群で低くなった。

なお、この研究の一部は、平成5年度文部省科学研究費(奨励研究(A)、No.05780025)、および平成5年度藤女子大学・藤女子短期大学特別研究助成金によって行なわれたものである。

## 謝 辞

本稿をまとめるにあたり、いろいろな御助言を頂いた藤女子大学 人間生活学部教授 山田次良博士に厚く御礼申し上げます。また、実験面での補助をして下さった同学部の羽鳥理絵さん、林千津子さん、川村麻由子さんに感謝致します。

## 文 献

- 1) 後藤祐子・知地英征：藤女子大学・藤女子短期大学紀要 (28)，II，1-5 (1990)。
- 2) 小林祐子・知地英征・近藤敬二：藤女子大学・藤女子短期大学紀要 (29)，II，5-12 (1991)。
- 3) 小林祐子・知地英征・有塚 勉：藤女子大学・藤女子短期大学紀要 (30)，II，11-15 (1992)。
- 4) Prosky, L., Asp, N. G., Schweizer, T. F., Devries, J. W., and Furda, I.: J. Assoc. Off. Anal. Chem., **71**, (5) 1017-1023 (1988)。
- 5) 科学技術庁資源調査会 編：「日本食品食物繊維成分表」，33頁 (1992)。大蔵省印刷局，東京。
- 6) 五十嵐 修：「小動物を用いる栄養実験」，細谷憲政・印南 敏・五島孜郎 編著，158頁 (1980)。第一出版株式会社，東京。
- 7) Takeda, H. and Kiriyama, S.: J. Nutr., **109**, 388-396 (1979)。