

秋田大学教育学部  
研究紀要(自然科学)  
35, 163-174 (1985)

## 調理過程における野菜のテクスチャー およびダイエタリーファイバーの変化\*

長 沼 誠 子\*\*

(1984年9月10日受理)

### I 緒 言

テクスチャーとは“硬さ、粘性、弾力性などの食品の物理的性質”であり、外観、風味とともに食物の味を構成する重要な要素である。特に野菜の調理においては、テクスチャーの味の評価に貢献する度合いが大きいと考えられる。

野菜のテクスチャーは野菜の細胞壁と細胞間接合物質によって定まるとされている<sup>1)</sup>。細胞壁と細胞間物質にはセルロース、ヘミセルロース、リグニン、ペクチン質などがあり、これらの物質が野菜の組織を形成し、それらの調理過程における挙動が野菜のテクスチャーに影響を及ぼすものと思われる。

一方、野菜の細胞壁を構成するこれらの物質は、従来の栄養学では生体の構成成分やエネルギー源にならないなどの理由から不要な成分とされてきたが、最近、様々な生理作用をもつダイエタリーファイバー(以下、DFと略す)として注目されている。DFとは“ヒトの消化酵素で消化されない食物中の難消化性成分の総体”である。DFの栄養学的効果として、①耐糖性の改善とインシュリン分泌の節約効果、②コレステロール代謝の正常化効果、③食物性有害物質の毒性阻止効果、④大腸ガン発生率の抑制効果などが明らかにされ<sup>2)</sup>、DFが人間の健康にとって必要な食品成分であることが解明されつつある。

日常、私たちは食品に各種の調理操作を加えて食物を調製し、それを食事化し、食事をしていくことから、調理過程におけるDFの変化について検討することも必要であると思われる。

野菜のテクスチャーおよびDFに関連した研究として、これまで、野菜類のペクチン含量<sup>3)</sup>、ペクチン質の化学的性状<sup>4)5)</sup>、調理による野菜のペクチン質の変化<sup>6)7)</sup>、予備加熱による野菜の硬化現象とペクチン質との関係<sup>8)9)</sup>などの報告がみられるが、野菜の細胞壁を構成するすべてのDFの調理過程における変化や野菜のテクスチャーとDFとの関連性については未だ明らかにされていない。

本報では、調理操作として加熱処理を取り上げ、加熱処理による野菜のテクスチャーの変化および加熱処理によるペクチン量、セルロース量、ヘミセルロース量、リグニン量の変化を検討し、栄養成分であるDFが調理過程においてどのように変化するのか、また、そのDFが嗜好成分であるテクスチャーにどのような影響を及ぼすのかを明らかにしたい。

\*本研究の要旨は、1984年8月第29回日本家政学会東北・北海道支部総会で口頭発表した。

\*\*家政学研究室

## II 実験方法

### 1. 試料および加熱処理

試料は年間を通して入手しやすい根菜類とし、市販のダイコン（美濃早生，神奈川県産）、ニンジン（三寸，千葉県産）、ゴボウ（滝の川，山形県産）を用いた。それぞれの野菜を野菜重量の5倍の100°C精製水中でダイコン・ニンジンの場合0分，4分，8分，12分，16分，20分，60分，ゴボウの場合0分，8分，16分，20分，30分，40分，60分加熱処理をした。これは，予備実験の結果においてゴボウの加熱処理によるテクスチャーの変化が非常に緩慢であったためである。

### 2. テクスチャーの測定

加熱処理後60分室温放冷した試料について，テクスチュロメータ（全研，GTX-2）を用い硬さ，もろさ，剪断力を測定した。測定条件は，Platform 平皿，Clearance 2mm，Voltage 1～3V，Plunger 13mm円型（硬さ，もろさ）V型（剪断力），Chart Speed 750mm/分，Bite Speed 2回/分であった。

### 3. アルコール不溶性固形物（A I S）の調製

加熱処理をした試料にアルコール濃度が70%になるようにエチルアルコールを加えて磨砕放置後，濾過した残渣に70%エチルアルコールを加えて煮沸した。再び濾過した残渣を70%エチルアルコールで洗浄し，遊離の糖，色素などを除去した後，エチルアルコール，エチルエーテルで脱水処理をした。乾燥後，20～40メッシュに粉砕し，アルコール不溶性固形物（以後，A I Sと略す）を得，これをD F定量用の試料とした。

### 4. ペクチン質の分別抽出および定量

A I S 1.0gを秤量し，①精製水100mlを加えて室温で20時間抽出し，さらに濾過した残渣を精製水100mlで洗浄し，濾液と洗浄液を合わせて水溶性ペクチン質画分（以後，W Pと略す）とした。②①の残渣に0.4%ヘキサメタリン酸ナトリウム溶液100mlを加えて室温で3時間抽出し，濾過した残渣を精製水100mlで洗浄し，濾液と洗浄液を合わせてヘキサメタリン酸可溶性ペクチン質画分（以後，P Pと略す）とした。③さらに，②の残渣に0.05N塩酸100mlを加えて100°Cで1時間抽出し，●②と同様に濾液と洗浄液を合わせて塩酸可溶性ペクチン質画分（以後，H Pと略す）とした。各抽出画分のペクチン質をBitterらのカルバゾール硫酸法<sup>10)</sup>を用いて比色定量し，無水ガラクトuron酸として算出した。

### 5. セルロース，ヘミセルロース，リグニンの定量

セルロース，ヘミセルロース，リグニンの定量にはVan Soestのdetergent fiber法<sup>11)</sup>を一部修正して用いた。neutral detergent fiber（以後，N D Fと略す）法によりセルロース，ヘミセルロース，リグニンの合計量を，次にacid detergent fiber（以後，A D Fと略す）法によりセルロース，リグニンの合計量をそれぞれ求めた。さらにA D F中のリグニンの定量を行い，これらより算出してセルロース量，ヘミセルロース量，リグニン量を求めた。

#### 1) NDF法<sup>12)</sup>

A I S 0.5gを秤取し，中性デタージェント溶液100ml，デカリン2ml，亜硫酸ナトリウム0.5gを加え，還流冷却器を付して60分間煮沸した。煮沸後，ガラス繊維濾紙（東洋濾紙G A-200）

を敷いたグーチるつばで濾過し、残渣を熱水、アセトンで洗浄した。風乾後 105℃で乾燥して恒量を求め、次に500℃で灰化し再び恒量を求め、前後の重量差をNDF量とした。

### 2) ADF法<sup>12)</sup>

AI S 0.5gを秤取し、酸性デタージェント溶液100mlとデカリン 2mlを加え、還流冷却器を付して120分間煮沸した。煮沸後、ガラス繊維濾紙(東洋濾紙GA-200)を敷いたグーチるつばで濾過し、残渣を熱水、アセトンで洗浄し、NDFと同様の操作でADF量を求めた。

### 3) ADF-リグニン法<sup>12)</sup>

AI S 0.5gを秤取し、ADFと同様に酸性デタージェント溶液で120分間煮沸した後、ガラスフィルター(IG2)を用いて濾過し、残渣は熱水、アセトンで洗浄後、風乾した。次にガラスフィルターごとピーカーに移し、72%冷硫酸20mlをフィルター内の残渣に加えて室温で4時間放置した。さらに、ガラスフィルター内の内容物とピーカー内に落下した硫酸を完全に洗いこみ、液量を400mlとして一夜放置した。ガラス繊維濾紙(東洋濾紙GA-200)を敷いたグーチるつばで濾過し、熱水で洗浄した。以下、乾燥、灰化はNDF・ADFの場合と同様の操作を行い、リグニン量を求めた。

## III 実験結果および考察

### 1. 加熱処理によるテクスチャーの変化

加熱時間の経過に伴うテクスチャー特性値の変化を表1に示した。数値はそれぞれ測定10回の平均値である。

表1 加熱処理による野菜のテクスチャー特性値の変化

試料	加熱時間 (分)	テクスチャー特性値(T.U.)		
		硬さ	もろさ	剪断力
ダイコン	0	13.74	11.34	5.23
	4	10.85	8.98	4.35
	8	9.82	7.43	4.30
	12	1.73	1.47	0.88
	16	1.66	1.11	0.82
	20	1.63	1.02	0.76
	60	0.50	0.43	0.31
ニンジン	0	20.90	19.25	5.99
	4	15.87	15.30	5.21
	8	6.76	7.37	2.21
	12	5.68	4.20	1.52
	16	4.31	2.96	1.31
	20	2.67	2.05	0.80
	60	1.24	0.83	0.38
ゴボウ	0	23.99	20.84	10.20
	8	19.15	11.26	8.72
	16	15.95	8.80	5.35
	20	13.36	7.18	4.91
	30	10.67	6.48	3.94
	40	8.86	4.73	3.04
	60	6.65	3.82	2.57

硬さは物質の変形に要する力として求められるが、ダイコンでは加熱12分に急激な硬さの減少がみられた。またニンジンでは加熱8分から20分の間に硬さが著しく減少した。一方、ゴボウでは加熱時間の経過に伴い徐々に硬さが減少し、加熱60分においても6.65 T.U.という高い数値を示した。ゴボウは長時間加熱においても比較的硬さを保持していることが特徴としてあげられよう。全体として、加熱処理によって硬さが減少すること、すなわち野菜の変形に要する力が少なくなることが明らかにされた。

もろさは物質の破碎に必要な力であり、硬さとの関係が深いパラメータであるが、ダイコンでは加熱12分に、ニンジンでは8分から20分の間にそれぞれもろさが減少した。ゴボウでは加熱直後に急激な減少がみられ、その後は緩慢な減少がみられた。全体として、硬さと同様、加熱処理によるもろさの減少が認められた。

剪断力はV型のプランジャーで物質を剪断する際に必要な力であり、野菜の歯ざわり・歯切れに関係するパラメータである。加熱処理による数値の変化は硬さやもろさに比べ小さいが硬さと同様の傾向がみられ、全体として、加熱処理による剪断力の減少すなわち歯ざわりの変化が認められた。

以上より、加熱処理による硬さ・もろさ・剪断力の減少すなわち組織の軟化がみられた。ニンジンでは加熱8分後から、ダイコンでは加熱12分後にそれぞれ軟化現象が顕著にみられ、一方、ゴボウでは加熱時間の経過に伴い徐々に軟化し長時間の加熱においても比較的組織の固さを保持していたなど、野菜の種類によって加熱処理によるテクスチャーの変化に差異がみられた。

## 2. 加熱処理によるA I Sの収率およびA I S中のD F量の変化

A I Sの収率とA I S中のD F量を表2に示した。数値は測定3回の平均値で表したものである。

表2 加熱処理によるアルコール不溶性固形物(A I S)収率およびA I S中のダイエタリーファイバー量の変化

試 料	加熱時間 (分)	A I S収率 (%)	ダイエタリーファイバー量 (A I S中%)							
			水溶性ペクチン質 (W P)	ヘキサメタリン酸可溶性ペクチン質 (H P)	塩酸可溶性ペクチン質 (H P)	全ペクチン質	セルロース	ヘミセルロース	リグニン	全ダイエタリーファイバー
ダイコン	0	1.59	1.43	5.01	17.56	24.00	31.26	5.41	1.57	62.24
	4	1.54	2.57	9.53	11.87	23.97	31.82	2.34	1.56	59.69
	8	1.45	2.90	8.95	13.03	24.88	31.79	5.24	1.79	63.70
	12	1.38	8.64	10.70	7.28	26.62	30.14	4.42	2.17	63.35
	16	1.32	9.73	10.91	6.05	26.69	30.76	4.09	2.12	63.66
	20	1.32	8.20	12.27	7.17	27.64	30.98	2.65	2.05	61.27
	60	1.32	11.75	10.87	2.97	25.59	31.23	6.97	1.23	65.02
ニンジン	0	3.91	3.50	4.99	17.95	26.44	18.62	1.00	3.22	49.28
	4	3.64	3.13	8.46	13.57	25.16	20.91	1.37	1.13	48.57
	8	3.60	2.81	6.72	17.39	26.92	20.14	2.22	2.25	51.53
	12	3.47	4.27	7.98	11.24	23.49	20.26	3.29	1.04	48.08
	16	3.64	6.43	8.38	10.03	24.84	19.75	1.10	2.66	48.35
	20	3.33	8.53	7.60	12.40	28.53	22.97	0.87	1.50	53.87
	60	3.07	12.38	9.48	6.42	28.28	20.84	4.36	2.90	56.38
ゴボウ	0	8.94	2.31	2.09	13.04	17.44	17.71	2.70	3.36	41.21
	8	7.71	2.35	2.43	12.49	17.27	19.01	0.69	3.06	40.03
	16	7.64	3.91	3.91	11.30	19.12	19.76	2.41	3.26	44.55
	20	7.45	3.12	3.91	11.54	18.57	20.82	0.68	2.82	42.89
	30	7.14	4.09	5.99	10.04	19.62	20.48	0.53	3.88	44.51
	40	6.92	4.94	5.84	8.62	19.40	20.38	1.79	4.18	45.75
	60	7.09	5.63	6.82	8.46	20.91	20.94	1.31	3.30	46.46

ダイコンにおけるA I Sの収率は加熱前1.59%であり、加熱処理によって収率は低下し、加熱60分で1.22%であった。一方、ニンジンでは加熱前3.91%、60分加熱後3.07%、ゴボウでは加熱前8.94%、60分加熱後7.09%であった。A I Sの収率はゴボウが最も高く、次いでニンジン、ダイコンの順であり、また、いずれの野菜においても加熱時間の経過に伴い収率が低下した。この要因として、野菜中の水分含量の相異、加熱処理時における水溶性成分の加熱液中への溶出などが考えられる。

A I S中に含まれるD Fについて成分別に検討していくと、A I S中の全ペクチン量はダイコン23.97~27.64%、ニンジン23.49~28.53%、ゴボウ17.27~20.97%であり、ゴボウのA I Sを占めるペクチン質の値がやや低いという結果が得られたが、加熱処理の影響は明確ではなかった。そこで各抽出画分のペクチン質をみると、いずれの野菜においても、加熱時間の経過に伴いW Pの増加、P Pの増加、H Pの減少がみられた。加熱処理によってH PのP PあるいはW Pへの変化がおこることが明らかにされた。

A I S中のセルロース量はダイコン30.14~31.82%、ニンジン18.62~22.97%、ゴボウ17.71~20.94%であり、加熱処理による影響に一貫した傾向はみられなかった。

ヘミセルロース量はダイコン2.34~6.97%、ニンジン0.82~4.36%、ゴボウ0.53~2.70%であり、測定値から野菜の種類間や加熱処理前後の差異を明らかにすることはできなかった。

リグニン量はダイコン1.23~2.17%、ニンジン1.04~3.22%、ゴボウ2.82~4.12%であった。これより、ゴボウのA I S中にリグニンが比較的多く含まれていること、また加熱処理による影響は明確でないことが指摘されよう。

ペクチン質、セルロース、ヘミセルロース、リグニンの合計量を野菜に含まれる全D F量とすると、A I S中のD F量はダイコンが最も多く、次いでニンジン、ゴボウの順であった。A I S中の水分含量を測定した結果野菜の種類や加熱処理の有無にかかわらず約16%であったことから、野菜中に含まれる蛋白質、灰分などがA I Sの成分となり<sup>13)</sup>、それらがA I S中のD F量の多少に影響を及ぼすものと思われる。

以上より、A I Sの収率は野菜の種類によって異なること、加熱処理によってA I Sの収率が低下することが明らかにされた。一方、A I S中のD F量において、野菜の種類による差異はみられたが、加熱処理の影響は明確ではなく、ペクチン質の溶解性の変化のみが認められた。D Fの分析値はしばしば乾物中の重量として示されることもある<sup>14)</sup>が、日常、野菜は生鮮物として食されることを考慮し、以後、野菜のD F量を生鮮物中のD F量に換算し、加熱処理によるD Fの変化について考察していく。

### 3. 加熱処理による生鮮物中のD F量の変化

生鮮物中のD F量の加熱による変化を表3に示した。

全ペクチン量はゴボウが1.33~1.57%で最も多く、次いでニンジン0.84~1.04%、ダイコン0.31~0.38%の順であった。加熱時間の経過に伴って全ペクチン量がやや減少する傾向がみられた。各抽出画分のペクチン質をみると、W Pの増加、H Pの減少がみられたがP Pには一貫した傾向はみられなかった。そこで、野菜のペクチン質の加熱過程における挙動を図1・図2・図3に示した。野菜の種類にかかわらず、加熱時間の経過に伴ってH Pが分解してP PあるいはW Pに変化し、さらに水溶化したペクチン質の一部が加熱液中に溶出して全ペクチン量が減少することが認められた。このペクチン質の挙動が加熱処理による野菜のテクスチャーの変化に影響を及ぼすものと推察される。中山<sup>6)</sup>の実験結果によると、加熱によるペクチン質の変化の起りりは始める時期はダイコンの場合ニンジンに比較すると非常に遅く、ダイコンの不溶性ペ

表3 加熱処理による生鮮物中のダイエタリーファイバー量の変化

試料	加熱時間 (分)	ダイエタリーファイバー量 (生鮮物中%)							
		水溶性ペクチン質 (WP)	ヘキサノタリン酸可溶性ペクチン質 (PP)	塩酸可溶性ペクチン質(HP)	全ペクチン質	セルロース	ヘミセルロース	リグニン	全ダイエタリーファイバー
ダイコン	0	0.02	0.08	0.28	0.38	0.50	0.09	0.03	1.00
	4	0.04	0.15	0.18	0.37	0.49	0.04	0.02	0.92
	8	0.04	0.13	0.19	0.36	0.46	0.08	0.03	0.93
	12	0.12	0.15	0.10	0.37	0.42	0.06	0.03	0.88
	16	0.13	0.14	0.08	0.35	0.41	0.05	0.03	0.84
	20	0.11	0.16	0.09	0.36	0.41	0.04	0.03	0.84
	60	0.14	0.13	0.04	0.31	0.38	0.09	0.02	0.80
ニンジン	0	0.14	0.20	0.70	1.04	0.73	0.04	0.13	1.94
	4	0.11	0.31	0.49	0.91	0.76	0.05	0.04	1.76
	8	0.10	0.24	0.63	0.97	0.73	0.08	0.08	1.86
	12	0.15	0.28	0.41	0.84	0.70	0.11	0.04	1.69
	16	0.23	0.31	0.37	0.91	0.72	0.04	0.10	1.77
	20	0.28	0.25	0.41	0.94	0.76	0.03	0.05	1.78
	60	0.38	0.29	0.20	0.87	0.64	0.13	0.09	1.73
ゴボウ	0	0.21	0.19	1.17	1.57	1.58	0.24	0.30	3.69
	8	0.18	0.19	0.96	1.33	1.47	0.05	0.24	3.09
	16	0.30	0.30	0.86	1.46	1.51	0.18	0.25	3.40
	20	0.23	0.29	0.86	1.38	1.55	0.05	0.21	3.19
	30	0.29	0.39	0.72	1.40	1.46	0.04	0.28	3.18
	40	0.34	0.41	0.60	1.35	1.41	0.12	0.29	3.17
	60	0.40	0.48	0.60	1.48	1.49	0.09	0.23	3.29

クチンが分解し難いためとされているが、本実験ではそのような傾向がみられず、試料に用いた野菜の品種、産地、成熟度、鮮度などの影響もあると考えられる。ペクチン質はガラクチュロン酸を主体とする複合多糖類であり、植物の中葉や細胞壁の内部に存在して組織に適度な硬さ、弾力性、可塑性などの力学的性質を与えている<sup>13)</sup>が、野菜に存在するペクチン質の含量の変化のみならず不溶性ペクチンの水溶性などのペクチン質の溶解性の変化によってその力学的性質が変わるものと思われる。野菜を中性溶液中で加熱すると軟らかくなるのは $\beta$ -脱離(トランスエリミネーション)によってペクチンのグリコシド結合が開裂されるためである<sup>7)</sup>と報告されているが、HP、PP、WPなどの化学構造が充分解明されておらず、本実験においてもペクチン質の構造上の変化を明らかにすることはできなかった。今後の検討が必要であろう。

セルロース量は加熱処理前後にかかわらずゴボウが1.41~1.58%で最も多く、次いでニンジン0.64~0.76%、ダイコン0.38~0.50%の順であった。全体として加熱処理によりわずかながら減少する傾向が認められた。セルロースは植物細胞壁を構成する主要成分であり、水に不溶ではあるが構造的には親水性が強く吸水と同時に膨潤がおこるとされている<sup>1)</sup>。本実験においては加水・加熱によってセルロースの一部に分解が起こったものと推察される。

ヘミセルロースはペクチン質やセルロースと同様多糖類であり、細胞壁の構造維持にかかわる重要な成分であるが、ヘミセルロース量については野菜の種類による差異、加熱時間による差異を明らかにすることはできなかった。

リグニンはゴボウに0.21~0.30%含まれていたが、ニンジン、ダイコンでは微量であった。また、加熱時間の経過に伴うリグニン量の変化に一貫した傾向は認められず、加熱処理による変化は比較的少ないものと思われる。リグニンは化学的にまた酵素的にも非常に分解しにくく、天然物の中では一番抵抗性のある物質であることから、調理前の野菜に含まれるリグニンが調理後の野菜のテクスチャーに多大な影響を及ぼすものと思われる。

ペクチン質、セルロース、ヘミセルロース、リグニンを合計した全DF量は、加熱処理前後

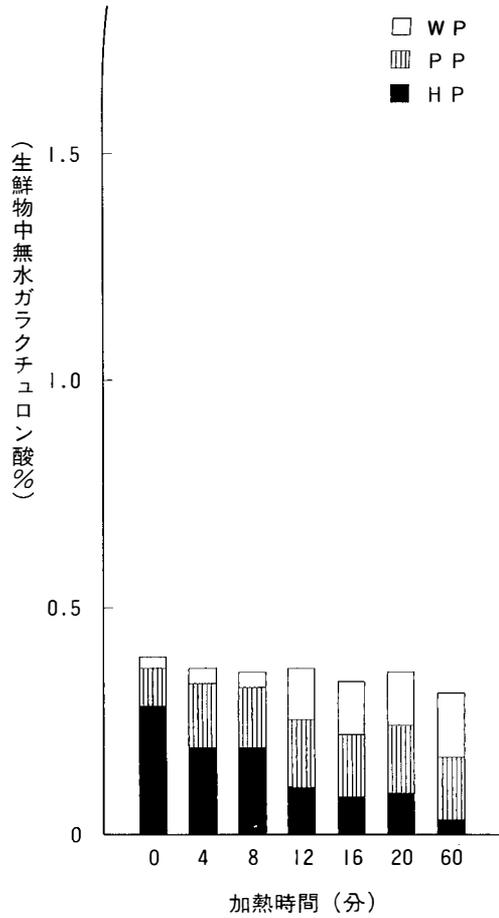


図1 ダイコンのペクチン質に及ぼす加熱処理の影響

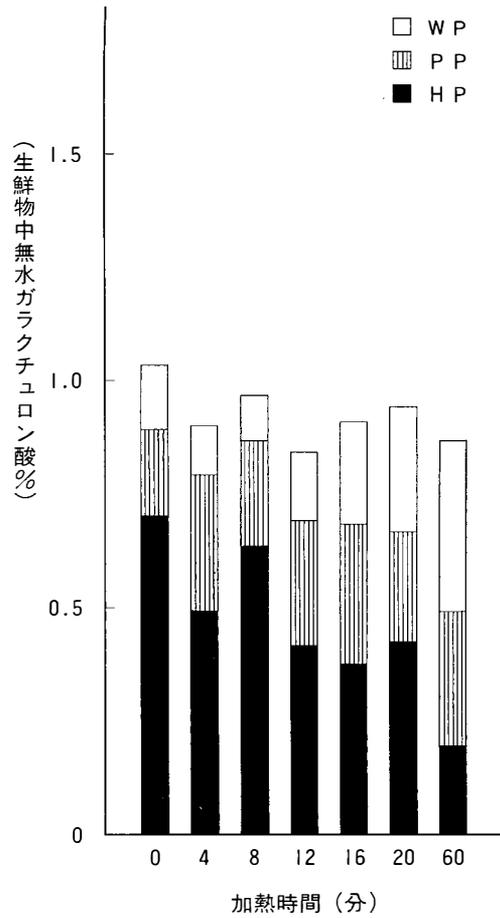


図2 ニンジンペクチン質に及ぼす加熱処理の影響

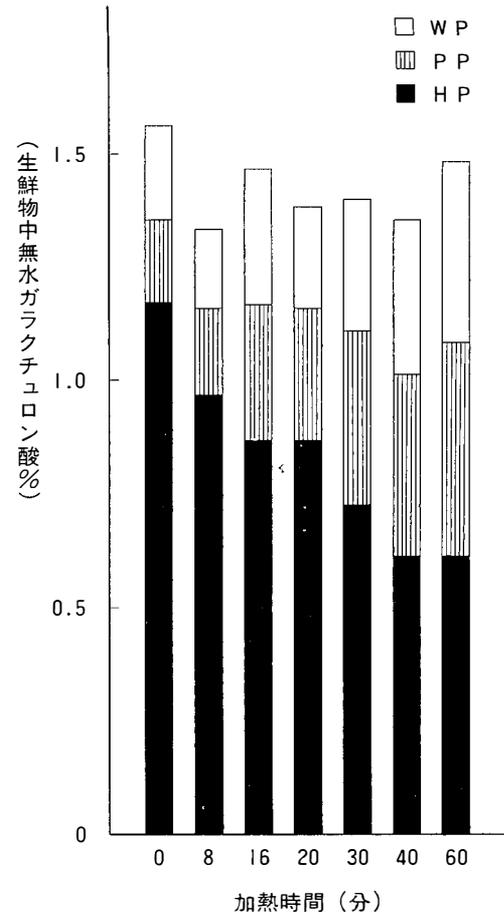


図3 ゴボウのペクチン質に及ぼす加熱処理の影響

にかかわらずゴボウが3.09~3.69%で最も多く、次いでニンジン1.69~1.94%、ダイコン0.80~1.00%の順であった。いずれの野菜においても加熱処理によって全DF量がやや減少する傾向が認められた。

これらの結果より、生鮮物中に含まれるDFの含有量は加熱処理の有無にかかわらずゴボウ・ニンジン、ダイコンの順であった。加熱処理の影響を受けたと思われる成分はペクチン質、セルロースであり、特に加熱処理によってHPが著しく減少することが明らかにされた。

さらに、DFには水溶性、不溶性にかかわらず栄養学的効果が認められている<sup>2)</sup>ことから、加熱処理後の野菜中に含まれるDF量を確認するために加熱処理後のペクチン質・セルロース・全DFの残存率を求め、表4に示した。ペクチン質ではいずれの野菜においても80%以上の残

表4 生鮮物中のダイエタリーファイバー残存率に及ぼす加熱処理の影響

試料	加熱時間 (分)	ダイエタリーファイバー残存率 (%)		
		ペクチン質	セルロース	全ダイエタリーファイバー
ダイコン	0	100.0	100.0	100.0
	4	97.4	98.0	92.0
	8	94.7	92.0	93.0
	12	97.4	84.0	88.0
	16	92.1	82.0	84.0
	20	94.7	82.0	84.0
	60	81.6	76.0	80.0
ニンジン	0	100.0	100.0	100.0
	4	87.5	104.1	90.7
	8	93.3	100.0	95.9
	12	80.8	95.9	87.1
	16	87.5	98.6	91.2
	20	90.4	104.1	91.8
	60	83.7	87.7	89.2
ゴボウ	0	100.0	100.0	100.0
	8	84.7	93.0	83.7
	16	93.0	95.6	92.1
	20	87.9	98.1	86.4
	30	89.2	92.4	86.2
	40	86.0	89.2	85.9
	60	94.3	94.3	89.2

存率であった。ダイコンの場合に長時間加熱によりセルロースの残存率がやや低下したが、ニンジン・ゴボウでは加熱処理によるDFの損失率は少なかった。全DFをみると、60分加熱処理後ダイコン80.0%、ニンジン・ゴボウ89.2%であり、野菜の種類や加熱時間の相異によって多少異なるが、全体としてDFの残存率は比較的高いことが明らかにされた。したがって、長時間加熱処理をし十分に軟化した野菜を食することによっても十分にDFを摂取し得ることが示唆されよう。

#### 4. 野菜のテクスチャー特性値と各DF量との相関性

野菜のテクスチャー特性値と各DF量との相関係数<sup>15)</sup>を求め、表5に示した。

表5 テクスチャー特性値とダイエタリーファイバー量との相関係数

ダイエタリーファイバー 構 成 要 素	テ ク ス チ ャ ー 特 性 値		
	硬 さ	も ろ さ	剪 断 力
全ダイエタリーファイバー (全DF)	0.565**	0.378	0.553**
細胞壁の構造物質	0.620**	0.436*	0.619**
全ペクチン質	0.541*	0.386	0.511*
水溶性ペクチン質 (WP)	-0.099	-0.269	-0.116
ヘキサメタリン酸可溶性 ペクチン質(PP)	-0.007	-0.116	-0.084
塩酸可溶性ペクチン質 (HP)	0.789**	0.656**	0.774**
不溶性ペクチン質 (PP+HP)	0.669**	0.529*	0.639**
セルロース	0.541*	0.365	0.557**
ヘミセルロース	0.326	0.289	0.361
リグニン	0.549**	0.458*	0.566**

\*\*危険率1%で有意

\*危険率5%で有意

今回定量したDFの全量と硬さ・剪断力との間に有意な正の相関性が認められた。DFは植物細胞壁の構造物質と非構造物質に大別することができるが<sup>12)</sup>、細胞壁の構造物質すなわち不溶性のペクチン質、セルロース、ヘミセルロース、リグニンの合計量と硬さ・剪断力との間に1%の危険率で、もろさとの間に5%の危険率でそれぞれ有意な正の相関性が認められ、細胞壁を構成するDFがテクスチャーに多大な影響を及ぼしていることが明らかにされた。そこで、個々のDFについてみると、ペクチン質ではHP量と硬さ・剪断力・もろさとの間に最も高い正の相関係数が得られた。テクスチャーとHP+PPすなわち不溶性のペクチン質との間にも高い正の相関性が認められたが、WP、PPとの間には有意な相関性は得られなかった。また、セルロース量と剪断力・硬さとの間に、リグニン量と剪断力・硬さ・もろさとの間にそれぞれ有意な正の相関性が認められたが、ヘミセルロース量とテクスチャー特性値との間には有意な相関性が得られなかった。

以上より、DF量が野菜のテクスチャーに影響を及ぼしていることが明らかになった。特に細胞壁の構造物質である不溶性のペクチン質、主としてHPの存在やセルロース・リグニンの存在が野菜に硬さなどの物理的性質を与え、それらの物質の挙動が野菜のテクスチャーの変化に影響を及ぼしているといえよう。

本実験においてDF量と野菜のテクスチャーとの関連を把握することはできたが、DFの化

学的性状とテクスチャーとの関連は明らかにされておらず、今後の課題となるであろう。また、野菜の種類によってDF量が非常に異なること、日常の調理においては本実験で取り上げた“ゆでる”などの湿式加熱調理操作以外に乾式加熱調理操作、誘電式加熱調理操作、機械的調理操作などの多様な調理操作が行われる<sup>16)</sup>ことから、各種の野菜類のDFに関する検討、各調理操作のDFに及ぼす影響の検討などを引き続き行い、DFの調理学的効果について明らかにすることが必要であろう。

#### IV 要 約

栄養成分であるDFの調理過程における変化と嗜好成分であるテクスチャーに及ぼすDFの影響を明らかにするために、加熱処理によるダイコン・ニンジン・ゴボウのテクスチャーおよびDF量の変化を求め、さらにテクスチャー特性値とDF量との相関性について検討した。その結果は次のようであった。

1) 加熱処理によって硬さ・もろさ・剪断力の減少すなわち組織の軟化が認められた。野菜の種類によって加熱処理によるテクスチャーの変化のし方が異なり、ニンジンでは加熱8分後から、ダイコンでは加熱12分後にそれぞれ急激な軟化がみられ、一方、ゴボウでは加熱時間経過に伴う緩慢な軟化がみられた。

2) 生鮮物中に含まれるDF量は加熱処理の有無にかかわらずゴボウが3.09~3.69%で最も多く、次いでニンジン1.69~1.94%、ダイコン0.80~1.00%の順であった。加熱処理によって全DF量はやや減少する傾向がみられた。60分加熱処理後のDF量の残存率はダイコン80.0%、ニンジン・ゴボウ89.2%であり、比較的高い値が得られた。

加熱処理によるHPの著しい減少、WPの増加、水溶化したペクチン質の一部溶出によるペクチン質の減少がみられ、また、セルロース量がわずかながら減少する傾向がみられた。リグニンはゴボウに比較的多く含まれていたが、加熱処理による変化は認められなかった。

3) 野菜のテクスチャー特性値とHP量・セルロース量・リグニン量との間にそれぞれ有意な正の相関性が認められ、細胞壁を構成するDFの挙動がテクスチャーに影響を及ぼしていることが明らかにされた。

#### 引 用 文 献

- 1) N. A. M. Eskin, 川村信一郎訳: 植物性食品の色素・香味・組織, 医歯薬出版, 129 (1983)
- 2) 桐山修八: 化学と生物, **18**, 95 (1980)
- 3) 川端晶子, 澤山茂: 栄養誌, **31**, 32 (1973)
- 4) 金子憲太郎, 倉沢文夫, 前田安彦: 日食工誌, **27**, 298 (1980)
- 5) 澤山茂, 内村佳子, 川端晶子: 家政誌, **35**, 242 (1984)
- 6) 中山葉子: 栄養と食糧, **20**, 194 (1967)
- 7) 後藤重芳, 河上敦子, 高祖美紀子: 家政誌, **20**, 235 (1969)
- 8) L. G. Bartolome and J. E. Hoff: *J. Agric. Food Chem.*, **20**, 266 (1972)
- 9) 新田ゆき: 家政誌, **26**, 173 (1975)
- 10) T. Bitter and H. M. Muri: *Anal. Biochem.*, **4**, 330 (1962)
- 11) P. J. Van Soest: *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **46**, 829 (1963)
- 12) 綾野雄幸: 調理科学, **15**, 16, (1982)
- 13) 川端晶子: 調理科学, **15**, 17 (1982)
- 14) 印南敏, 桐山修八: 食物繊維, 第一出版, 377 (1982)

- 15) 水野哲夫：統計の基礎と実際，光生館，152（1974）
- 16) 川端晶子，寺元芳子：調理学，地球社，185（1982）