葉 菜 類 の 食 品 化 学 的 研 究 (第1報)

Food Chemical Studies on Leaf Vegetables (Part 1)

つるなの無機成分について On Mineral Elements of Tsuruna

(昭和39年2月3日受理)

田 代 豊 雄 稲 荷 晟 子
(Toyoo Tashiro) (Seiko Inari)

Calcium, phosphorus, and iron content in Tsuruna (a vegetable) were determined. Calcium and phosphorus content were high in May and June, when calcium was above 90mg% and phosphorus was approximately 60mg%. Iron was approximately 3mg% regardless of sampling time.

The solubility of calcium, phosphorus and iron contained in Tsuruna was investigated by soaking and boiling in water. Also, the cooking losses of those minerals were investigated by boiling and soaking Tsuruna in water to get rid of the harshness. Moreover, the Tsuruna prepared as above was soaked in 0.5% HCl (HCl concentration in gastric juice) at 37°C (bodily temperature) for two hours (staying time of food taken in the stomach) and the amounts of calcium, phosphorus and iron dissolved were determined to estimate the utilization of those minerals by the body.

The greater part of the calcium of Tsuruna was insoluble, and the cooking loss and the amount of calcium dissolved in HCl were small. The greater part of the phosphorus and iron of Tsuruna was soluble. Their cooking losses were so large that the amounts of those minerals dissolved in HCl were small.

Tsuruna was also compared with spinach and Kyôna in regard to the matter described above.

緒 言

葉菜類の無機成分に関する研究は、従来から数多く行なわれ、報告されているが、つるな(はまちざ) (*Tetragonia expansa*, Murr) の無機成分に関する報告¹⁾は極めて少ない。

つるなは葉菜として、4月頃から11月頃までの長期間に渡って、その軟らかい部分が食用に供されるが、またこれは栄養的な価値のほか、胃腸の強壮に効果があるとして、地方によっては、これを好んで食している。なおつるなはやせ地にもよく育ち、極めて容易に栽培することができる。

そこで筆者らは、このような特徴のあるつるなについて、可食部の各部位のカルシウム(Ca)、リン(P)、鉄(Fe)の含量およびその时期的な変化を調べた。また、つるなの水浸漬処理および煮沸処理によるCa、P、Feの溶解性、調理の処理による溶出損失量および塩酸(0.5%)に対する溶解度を、ほかの葉菜類と比較し検討した。

実 験 方 法

1. 試 料

つるなは腐植質を基肥として3月上旬に播種した。4月に新芽を出す、5月以降9月までの間に適宜頂部を摘みとり、試料とした。その間ときどき腐植質を施肥した。つるなの採取は晴天の午後1時から3時の間に行なった。

つるなの可食部とは、第1図の如く、伸長した植物体の頂部の軟葉、4、5枚程度を含む部分をいい、芽部とはその可食部の先端部の小葉の部分で、茎部とは可食部の芽部および軟葉を除いた部分である。

ほうれん草および京菜は農家生産の新鮮物を用いた。

2. 水浸漬処理および煮沸処理の方法

試料50~60gを蒸留水600~700mlに50分間浸漬し、その後試料を洗滌し、洗液は水浸液と合わせ、続いて試料は別の蒸留水に11時間浸漬した。その後初回の水浸漬の場合と同様に処理し、次いで試料を別の蒸留水に浸漬しこれを加温沸騰させ、和やかに4時間沸騰を続けた。

第1図 つるなの可食部

試料を引き上げ洗滌し、洗液は煮沸液に合わせた。これらの水浸液、煮沸液および試料残物を Ca, P, Fe の定量に供した。

3. 調理的处理および塩酸溶液浸漬処理の方法

ここで言う調理的处理とは葉菜類の料理によく行なわれる「おひたし」の作り方に従った処理方法のことで、ゆでる、水ざらし（あくぬき）の操作である。

食品中の Ca, P などは、体内における吸収利用率がその pH によって左右されると考えられているので、葉菜類を調理的处理後に、胃液と同じ 0.5% の塩酸溶液に 37°C (体温) にて 2 時間（食物の胃中滞留時間）浸漬し、溶出する Ca, P, Fe を定量し、その結果からそれらの体内利用率を推定した。

この場合には、試料 40~50 g を 500~600 ml の沸騰している湯の中に入れ、食べる程度の軟らかさにゆでた。約 5 分かかる。その後洗滌し洗液は煮沸液と合わせた。次いでゆでた試料を蒸留水に浸漬し、あくぬきの意味で 50 分間放置した。その後試料を洗滌し、洗液は浸漬液に合わせた。さらにこの試料を細かくきざみ、塩酸 (0.5%) に 37°C にて 2 時間浸漬した。その後引き上げ水にて洗滌し、洗液は浸漬液に合わせた。これら煮沸液、水浸液、塩酸浸漬液および試料残物を無機質の定量に供した。

4. Ca, P, Fe の定量

水分蒸発後灰化し、常法により塩酸で溶解後、一定量 (100 ml) にし、供試液とした。Ca は過マンガン酸カリ容量法²⁾により定量し、磷はモリブデン青比色法²⁾により、鉄はオルソ・フェナンスロリン比色法³⁾により日立製 EPU-2 A 型分光光度計を用いて定量した。

実験結果および考察

1. つるなの Ca, P, Fe の含量

つるなの芽、葉、茎の各部位および可食部の水分、灰

分、Ca, P, Fe の含量を第 1 表に、またこれら成分の可食部における時期的な含量変化を第 2 表に示した。

第 1 表 つるなの各部位の Ca, P, Fe の含量

部位	成分 試料 採取日	水分 %		灰分 %	Ca mg%		P mg%		Fe mg%	
		5 月	7 月		5 月	7 月	5 月	7 月	5 月	7 月
		23 日	23 日		23 日	23 日	23 日	23 日	23 日	23 日
芽		88.4	90.8	1.2	98	74	75	54	1.9	2.3
軟葉		90.4	92.9	2.3	103	72	69	25	3.1	2.9
硬葉		—	93.6	1.8	—	94	—	14	—	4.1
茎		92.6	92.7	2.0	96	—	42	21	1.3	1.9
可食部		90.5	92.3	1.8	96	89	57	37	2.7	2.6

第 2 表 つるなの可食部における Ca, P, Fe の含量の時期的変化

試料 採取日	5 月 23 日	6 月 23 日	7 月 23 日	8 月 31 日	9 月 29 日
成分					
水分 %	90.5	90.3	92.3	91.8	90.9
灰分 %	1.8	—	1.8	1.7	1.7
Ca mg%	96	105	89	84	69
P mg%	57	61	37	26	23
Fe mg%	2.7	3.4	2.6	—	3.5

つる那可食部全体の水分含量は 91~92% で、総理府資源調査会決定の改訂日本食品標準成分表（以後は標準成分表と記す）の値、93.8% よりいくぶん少ない。部位別では芽に比較的少ない。

つるなの灰分は時期的な変化はほとんどない。このことから、後記の Ca, P, Fe の含量の考察にあたって、前記栽培方法において、施肥面におけるこれら無機質の不足はないものと考えてよいと思う。

なお、灰分は葉部、茎部に 2% 前後含まれ、芽部にはずっと少ない。

Ca 含量はいずれの部位においても大きな相異はないが、軟葉よりも硬葉に比較的が多い。生長の最も旺盛な 5, 6 月頃には、可食部に 90 mg% 以上も含まれているが、その後生長が緩慢になるにつれ、減少する傾向があり、9 月に入ると 60~70 mg% になる。Ca 含量は標準成分表の 48 mg% より相当に多い。

P は芽に多く、葉では硬葉よりも軟葉に多い。可食部には、5, 6 月に約 60 mg% 含まれ、7 月中旬以降の生長緩慢期に入ると急激に減少の一途をたどり、8 月以降には 30 mg% 足らずになる。標準成分表の値 77 mg% に較べはるかに少ない。

つるなの Fe は緑葉部に多く、茎部に少ない。Fe は Ca, P の場合と異なり、時期的な変化が少なく、可食部に約

栄 養 と 食 糧

第3表 つるな、ほうれん草、京菜の水浸漬処理および煮沸処理による Ca, P, Fe の溶出量
(試料採取日 つるな 9月中旬, ほうれん草 12月上旬, 京菜 2月上旬)

試料	処 理 方 法	Ca mg%	Ca総量に対する %	P mg%	P総量に対する %	Fe mg%	Fe総量に対する %
つるな	50分水浸液	2	4	1	2	0.8	24
	11時間水浸液	2	3	3	11	0.8	24
	4時間煮沸液	7	12	17	57	1.4	41
	残 渣 (試料残物)	48	81	9	30	0.4	11
	合 計	59	100	30	100	3.4	100
ほうれん草	50分水浸液	5	5	1	2	1.2	35
	11時間水浸液	2	2	12	23	0.1	3
	4時間煮沸液	5	5	22	45	1.0	31
	残 渣 (試料残物)	85	88	15	30	1.0	31
	合 計	97	100	50	100	3.3	100
京菜	50分水浸液	8	7	1	2	0.9	29
	11時間水浸液	13	12	5	13	0.3	9
	4時間煮沸液	43	38	20	50	0.6	19
	残 渣 (試料残物)	48	43	14	35	1.3	43
	合 計	112	100	40	100	3.1	100

第4表 つるな、ほうれん草、京菜の調理的処理による Ca, P, Fe の溶出損失量および塩酸浸漬処理による溶出量
(試料採取日 つるな 9月中旬, ほうれん草 11月下旬, 京菜 1月下旬)

試料	処 理 方 法	Ca mg%	Ca総量に対する %	P mg%	P総量に対する %	Fe mg%	Fe総量に対する %
つるな	ゆ で た 液	3	6	10	35	1.4	43
	水 ざ ら し 液	2	3	2	8	0.8	24
	塩酸浸漬液	8	14	2	8	0.5	15
	残 渣 (試料残物)	45	77	13	49	0.6	18
	合 計	58	100	27	100	3.3	100
ほうれん草	ゆ で た 液	8	9	12	22	1.6	43
	水 ざ ら し 液	3	3	7	11	0.7	20
	塩酸浸漬液	11	12	16	29	0.5	15
	残 渣 (試料残物)	71	76	19	35	0.9	23
	合 計	93	100	54	100	3.7	100
京菜	ゆ で た 液	21	17	7	20	1.4	43
	水 ざ ら し 液	13	10	3	10	0.4	13
	塩酸浸漬液	53	43	5	15	0.8	25
	残 渣 (試料残物)	36	30	19	55	0.6	19
	合 計	123	100	34	100	3.2	100

3 mg%含まれ、標準成分表の値と一致している。

2. つるな、ほうれん草および京菜の Ca, P, Fe の溶解性

つるな、ほうれん草および京菜の水浸漬処理および煮沸処理による Ca, P, Fe の溶出量を第3表に示し、また調理的処理による Ca, P, Fe の溶出損失量および塩酸(0.5%)浸漬処理による溶出量を第4表に示した。

つるな、ほうれん草の Ca の溶解性は低く、長時間の水浸漬にても、つるなで7% (4 mg%), ほうれん草で7% (7 mg%) の溶出量である。また煮沸処理によっても、その量はつるなで12% (7 mg%), ほうれん草で5% (5 mg%) で少ない。しかし京菜の場合には水浸漬によるCaの溶出量は比較的に多く、19% (21mg%)でまた煮沸処理によって38% (43mg%) の多量の溶出がある。

つるなおよびほうれん草と京菜とのこのような Ca の溶出量の相異は, Ca の各種型態とそれらの量との相関関係の相異および長時間の冷水浸漬中の自家酵素による影響の相異が原因しているのであろう。さらには京菜の細胞, 組織の柔軟性にも起因するのであろう。

調理的処理による Ca の溶出損失量はつるなおよびほうれん草では極く少量で, また塩酸処理による溶出量も少なく, つるなで 14% (8 mg%), ほうれん草で 12% (11 mg%) で, 残渣にそれぞれ 77% (45 mg%), 76% (71 mg%) の Ca が残る。両者の Ca の消化管における吸収利用率は非常に低いと推定される。もちろん消化管においては, 機械的消化作用や消化酵素などの影響も考えられるが, しかしその程度は僅少であらう。

京菜の Ca は調理的処理により 27% (30 mg%) も失われるが, 塩酸処理によっても 43% (53 mg%) が溶出し, その利用率は高いと推定される。なお, 京菜ではあくが少ないので, 水ぎらしの操作をばければ利用率は 50% (60 mg%) を越すであらう。Ca の利用価値からすれば, 京菜はつるなおよびほうれん草に較べてはるかに優秀である。

これら葉菜類の P はいずれも短時間の冷水浸漬では極く僅かしか溶出しないが, 長時間の冷浸ではその溶出量が多少増加する。しかし調理的処理のゆでこぼしによってつるなで 35% (9 mg%), ほうれん草で 22% (12 mg%), 京菜で 20% (7 mg%) の P が失われる。これら葉菜類の P は加熱によって溶出しやすい。なお長時間の冷水浸漬後の煮沸処理では, つるなで 57% (17 mg%), ほうれん草で 45% (22 mg%), 京菜で 50% (20 mg%) の P の多量の溶出がある。これは長時間の煮沸によるのみならず冷水浸漬中の自家酵素の作用の影響にもよるのであろう。

調理的処理 (ゆでる, 水ぎらし) により, つるなで 42% (11 mg%), ほうれん草で 36% (20 mg%), 京菜で 30% (10 mg%) の P を失う。P は調理的損失が大である。また調理的処理につづく塩酸浸漬による溶出量は, つるなで 9% (2 mg%), ほうれん草で 29% (16 mg%), 京菜で 15% (5 mg%) (京菜の場合水ぎらしをばければ 25%, 8 mg%) で, その量は少ない。葉菜類の P の利用率は一般に低いと推定される。

食品中の Ca と P の摂取量の比率が従来から問題になっているが, Ca の吸収利用率はあくの強いつるなやほうれん草などでは低いが, 京菜では相当に高く, 43% (53 mg%) も利用されるであらう。しかし P では一般に調理的損失および残渣への残留量が多く, 利用率が低い。

(例えば京菜で利用率 15%, 5 mg%, ゆでこぼしや水ぎらしをしない料理での利用率 45%, 15 mg%) ので, 葉菜類に関しては, この両無機質のアンバランスの点に

ついては心配ないと思われる。

これら葉菜類の Fe は可溶性のものが多く, 冷水浸漬によっても, 煮沸によっても多量に溶出し, つるなの場合に最も多く, 次いでほうれん草, 京菜の順である。それ故調理的処理による Fe の損失量は多く, つるなで 68% (2.2 mg%), ほうれん草で 63% (2.3 mg%), 京菜で 55% (1.8 mg%) である。調理的処理による溶出損失量が多いため, その後の塩酸による溶出量は少なく, つるなおよびほうれん草ではそれぞれ 15% (0.5 mg%), 京菜で 23% (0.8 mg%) で, 体内で利用され得る Fe の量は少ないと推定される。しかし京菜でゆでこぼし或いは水ぎらしをしない料理では, 鉄の摂取量が非常に多くなり, 利用量が増す (しかし鉄の吸収利用率はその人の生理的要求に大きく左右されると言われている)。

要 約

1. つるなの芽, 葉, 茎の各部位の Ca, P, Fe の含量および可食部におけるこれら成分の時期的な含量変化を調べた。Ca は部位別に大きな相異はなく, 可食部に 5, 6 月頃には 90 mg% 以上も含まれ, 9 月以降には 60~70 mg% に減少する。P は芽部に多く, 可食部に 5, 6 月頃に約 60 mg% 含まれ, 8 月以降には 30 mg% 以下になる。Fe は茎部に少ない。可食部に 3 mg% 前後含まれ時期的な変化は少ない。

2. つるな, ほうれん草および京菜中の Ca, P, Fe について, 水浸漬および煮沸による溶出量, ゆでこぼしおよび水ぎらしの調理的処理による溶出損失量および摂取後の利用率を推定するため, 調理的処理後の塩酸 (0.5% 胃液の塩酸濃度) 浸漬による溶出量を測定した。

つるなおよびほうれん草の Ca は溶解性低く, 調理的損失も少ないが, 塩酸処理の溶出量も少なく, 体内での利用率は非常に低いと推定される。しかし京菜の Ca は比較的溶解性のものが多く, 調理的損失も多いが, 塩酸による溶出量が多く, その利用率は高いと推定される。

これら葉菜類の P は調理的損失多く, 塩酸処理による溶出量が少ないので, 葉菜類の P の利用率は一般に低いと推定される。

これら葉菜類の Fe は可溶性のものが多く, 調理的損失が大きい。そのため塩酸による溶出量少なく, 体内利用率の低いことが推定される。

文 献

- 1) 平尾子之吉: 日本植物成分総覧, 第 2 巻, 151 (1954), 植物成分総覧刊行会
- 2) 永原太郎: 食品分析 (分析化学講座 3-C), 38, 44 (1956), 共立出版
- 3) Sandell E. B.: Colorimetric Determination of Traces of Metals, 375 (1950), (Interscience Publishers, Inc.)

(愛媛大学教育学部食品化学教室)