

# 陰膳法による女子短大生の日常食中の微量栄養成分について

——脂肪酸とステロール組成および2、3の無機質含量——

加藤 信子・鷺見 孝子・尾木千恵美

## 緒 言

現在、国民栄養の現状を知ることでできるものは国民栄養調査である。40数年にわたる国民栄養調査の結果をみると、食習慣は短期間に変化して、国民全体の栄養状態が変わり、栄養摂取面での変化にともなうて疾病構造まで変わってきた。男性では1983年以降、女性では1985年以降、心臓疾患による死亡率が脳血管疾患による死亡率を抜いている。

脂肪の摂取量は、1983年の59g(うち動物性28g)をピークとして下がりはじめ、1985年以降は57gとなっている。しかし、総エネルギーは1975年以降減少し続けているので、エネルギー摂取量に占める脂肪エネルギーの比率は増加している<sup>1)</sup>。この事実を踏まえて、動脈硬化の予防の視点から摂取する脂肪がどのような脂肪酸の種類で構成されているかが焦点となる。

平成元年11月に脂溶性成分表が科学技術庁資源調査会から発表され概算できるようになったことは好都合である。しかし、これら成分は調理上の種々の要因により変化や減少を生ずるため正確なデータは実測しなければ把握されにくい。

前報<sup>2)</sup>は20歳女子の栄養所要量を基準にして作成した献立を調理し、これを陰膳として調理による変動の大きい、しかも健康と関わり深い微量成分を分析して報告した。今回は、今日の女子短大生の日常食一日分の食事を無作為に提供していただき、それを陰膳試料として分析しその結果、2、3の知見を得たので報告する。

## 実験方法

### 1. 試料の調製

学生が提供した一日分の食事は陰膳N・A・

T・Mとしてそれぞれを秤量、その後、蒸留水を加え、十分にホモジナイズして均質化し、前報<sup>2)</sup>同様処理してこれを試料とした。

### 2. 食塩量とNa、K、Mgの測定

陰膳中の食塩量は前報<sup>3)</sup>同様に試料の食塩濃度が0.3~0.8%の範囲になるよう希釈してホモジナイザーで均質にしたものを電磁波式ソルトメーターN-3G(発売元:家庭保健事業団)で測定した。Na、K、Mgは試料に原子吸光用1%塩酸を加えて抽出溶液を調製し<sup>4)</sup>、原子吸光で測定した。

### 3. 脂肪酸およびステロール

試料の脂質抽出は、既報<sup>5)</sup>に従ってn-ヘキサン抽出物として得た。この脂質画分をメタノール性KOHでけん化後、脂肪酸とステロールに分画し、前報<sup>2)</sup>と同じ条件でそれぞれ測定した。

## 結果および考察

### 1. 陰膳の献立

陰膳として提出した学生N・A・T・Mが摂取した一日の献立を表1に示した。

M・Aの夕食は一品あるいは主食と一品のみで終えている。食事は主食と主菜・副菜を組み合わせた食事形態、膳の整え方など膳を組むという工夫が望まれる。例えば、米飯を主食とした場合は一汁三菜をもとにして季節の素材を生かして献立を構成する。もっとも簡単な場合は、飯・一汁一菜と簡略化し、時に応じて菜の数を増すようにする。

家庭の食事は家族の心のふれあいの場であるので、和・洋・中などそれぞれ特定の形式にとられない豊かな日常食にしたい。

表1. 陰膳の献立表

	N	A	T	M
朝	ごはん	ごはん	ごはん	カレーライス
	こんにゃくの煮物	味噌汁	梅干	ポテトサラダ
	サラダ	ハムエッグ	カステラ	
	漬け物	野菜サラダ		
	果物	果物		
昼	サンドイッチ	菓子パン	ゆで卵	巻寿司(市販)
	牛乳	ヨーグルトドリンク	煮豆(大豆) ぶどう	野菜サラダ
夕	お好み焼き	ごはん	ごはん	肉じゃが
	鉄板焼	肉じゃが	煮物	
	フルーチェ		サラダ	
間食	レモンティー(缶)		バナナ	菓子パン
			ローリー	おだまき
			えびせんべい	牛乳
				アイスマルク

陰膳Mは間食として菓子パン・おだまき、という糖質を主とした食品でエネルギーを補うように摂取している。間食は幼児には必要であるが、学童期、思春期になるとその必要性が薄れてくる。約20歳になり成人期にはいる女子短大生が間食をすることは食事を不規則にする。こうした不規則で偏った食生活がもし食習慣として続いた場合、この食歴は中高年以降の健康に大きな影響を与えることになる。従って、一食毎にバランスのとれた食事をして幼児期から健康を阻害するような因子を少なくする食生活を送るようにしなければならない。

## 2. 食品群別と食品数

献立に使用された食品材料は国民栄養調査に準拠した食品群別と6つの基礎食品群別の分類に従って、食品数と延べ食品数および分量を表2に示した。

献立に使用された食品数、即ち摂取食品数は18~23食品/日に止まった。これは食生活指針で提示された「1日30食品」の60~77%という低い値であった。滑川<sup>6)</sup>らの女子短大生を対象

とした調査においては20.4食品/日であったと報告しているが同じような結果となった。前報<sup>2)</sup>の陰膳献立においては一食で22~28食品数になっていた。それは栄養所要量、食品構成案を考慮して主食・主菜を決め、主菜で不足した食品群から副菜を決めて献立を作成しているからである。一日30食品を食事に取り入れるには食品構成・6つの食品群を考慮して献立を立てる努力が必要と思われる。

陰膳N・A・T・Mの摂取食品群を見ると種実類・緑黄色野菜(カロチン600 $\mu$ g/100g以上)<sup>7)</sup>・きのこ類・海藻類などの食品が摂取されていない。野菜はビタミン、無機質、食物繊維の重要な給源である。中でも緑黄色野菜は微量であるが有用な脂溶性成分を含有している。このような緑黄色野菜類をN・Aは全く摂取していない。また、T・Mは一種類のみという貧弱な摂取であった。

野菜類は食品構成によると300g/日、そのうち緑黄色野菜は100gが望ましいとされている<sup>8)</sup>。しかし、調理による有用成分の減少を考慮すれば、これよりさらに多い摂取量を推奨したい。

表2. 食品群別、6つの基礎食品群別の摂取食品数・延べ摂取食品数および摂取量

食品群	陰膳 N			陰膳 A			陰膳 T			陰膳 M		
	摂取食品数	延べ摂取食品数	摂取量 (g)	摂取食品数	延べ摂取食品数	摂取量 (g)	摂取食品数	延べ摂取食品数	摂取量 (g)	摂取食品数	延べ摂取食品数	摂取量 (g)
穀類	3	3	171	1	2	90	1	2	170	2	3	145
いも類	2	2	50	1	1	65				1	3	190
砂糖類	1	1	0.6	1	1	2	1	1	10	2	3	15
菓子類				1	2	125	3	3	178	1	1	15
油脂類	2	4	46	2	2	10	2	2	15	1	2	43
種実類												
食品群				3	3	27	1	1	75	2	2	15
魚介類	2	2	32	1	1	5	2	2	25	3	3	35
肉類	2	2	40	2	3	33				2	2	30
卵類	1	2	100	1	1	50	1	1	50	1	1	3
乳類	1	2	295	1	1	200				1	2	400
別							1	1	10	1	2	60
緑黄色野菜							2	2	45	5	8	326
その他の野菜	6	6	180	5	5	65						
果実類	1	1	90	1	1	5	4	4	320			
きのこ類	1	1	15									
海藻類										1	1	1
合計	22	26		20	23		18	19		23	33	
基礎食品群別												
1群	3	4	140	6	7	110	4	4	150	7	7	78
2群	3	4	327	2	2	205				2	3	401
3群							1	1	10	1	2	60
4群	8	8	285	6	6	70	6	6	365	5	8	326
5群	6	6	222	4	6	282	5	6	358	7	11	370
6群	2	4	46	2	2	10	2	2	15	1	2	43

1群：魚、肉、卵；大豆 2群：牛乳、乳製品、小魚、海藻 3群：緑黄色野菜  
 4群：その他の野菜、果物 5群：米、パン、麺、いも 6群：植物油、バター

### 3. 栄養素等摂取量

陰膳N・A・T・Mの栄養素等摂取量および20歳の所要量を表3に示した。

陰膳N・A・T・Mの栄養素等摂取量は平均値において所要量を充足したのは脂質とビタミンCのみであった。特に、鉄、カルシウム、エネルギーの不足が目立つ。

個々に対所要量を見ると、すべての項目で充足した陰膳はなかった。Nはエネルギー・鉄・ビタミンAで約30%、Mはエネルギー・たんぱく質・鉄で約20%も所要量を下回った。Aはすべての項目で所要量を下回り、特にカルシウム・鉄・ビタミンA・B<sub>1</sub>・B<sub>2</sub>は21~44%の充足率に止まった。また、Tのカルシウムも25%という低い充足率を示した。

陰膳N・A・T・Mのたんぱく質(P)、脂肪(F)、炭水化物(C)のエネルギー配分比と適正配分比を図1に示した。AのPFCエネ

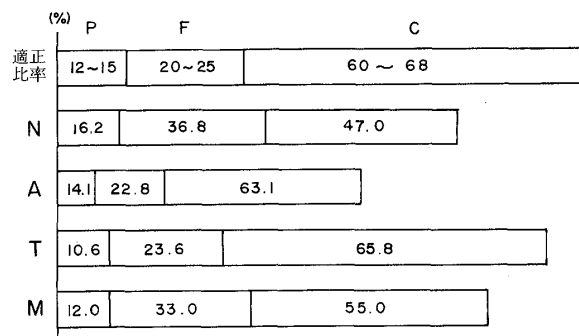


図1. 陰膳の総摂取エネルギーのPFCエネルギー配分比と所要エネルギーの適正配分比率

表3. 栄養素等摂取量

(1日当り)

	陰 膳				平 均	栄養 所要量 (20歳)	充足率 (%)	63年国民 栄養調査 成績
	N	A	T	M				
エネルギー(kcal)	1523	1162	1868	1640	1548	2000	77	2057
たんぱく質 (g)	61.6	41.1	49.4	49.3	50.4	60.0	84	79.2
脂 質 (g)	62.2	29.4	49.0	60.1	50.2	50.0	100	58.3
糖 質 (g)	179	183	307	226	224	320	70	289
カルシウム (mg)	691	142	248	626	427	600	71	524
鉄 (mg)	7.2	4.8	8.0	8.9	7.2	12.0	60	11.1
ビタミンA (IU)	1398	375	1089	3454	1579	1800	88	2596
ビタミンB <sub>1</sub> (mg)	0.96	0.31	0.71	0.83	0.70	0.80	88	1.29
ビタミンB <sub>2</sub> (mg)	1.42	0.48	0.72	1.09	0.93	1.10	85	1.32
ビタミンC (mg)	77	34	33	123	67	50	134	115
食塩相当量 (g)	8.6	4.3	16.6	8.0	9.4			12.2
カリウム (mg)	1792	813	1922	3013	1885			

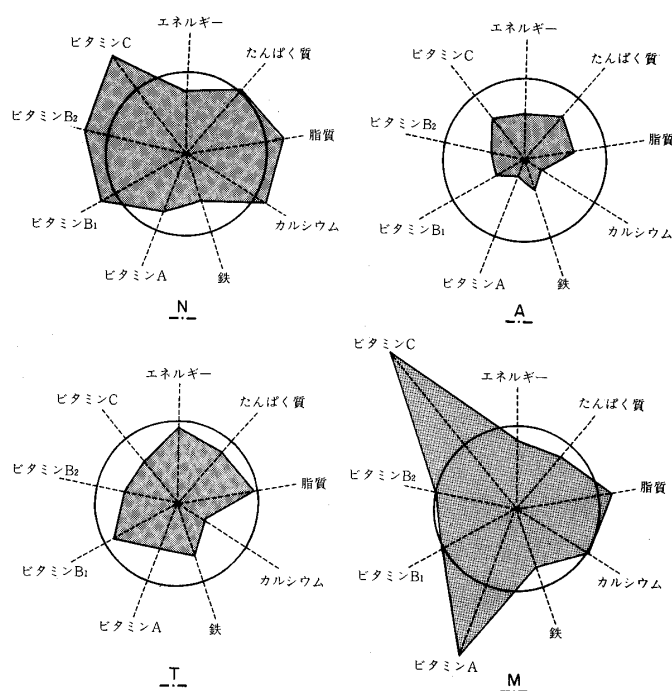


図2. 陰膳の栄養素充足率

エネルギー比は適正配分比の範囲にあったが、図2に示したAの栄養素充足率は所要量を大幅に下回った。こうした食事が日常食としてたびかさなるようであれば健康維持のうえから多くの問題を含み改善を必要とする。従って、PFCエネルギー配分比が適正範囲であるから栄養素摂取状態も良いと判断することは避けなければな

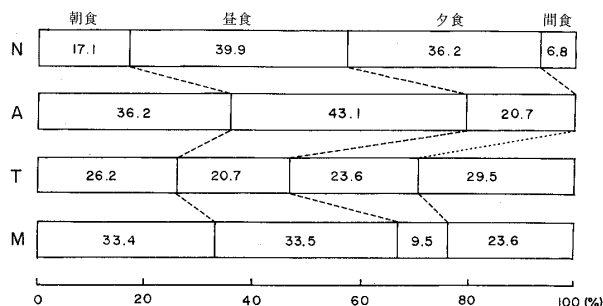


図3. 食事間摂取エネルギー比率

らない。

陰膳N・Mの総エネルギーに占める脂肪エネルギー比(図1)は36.8%、33.0%という高い数値を示し、上限の25%をはるかに上回った。この脂肪を構成する脂肪酸の種類が成人病に関わることから気になる点である。

また、N・A・Mの総エネルギーは所要エネルギーをそれぞれ24%、42%、18%下回った。これはエネルギー給源の炭水化物、中でも穀類の摂取量が少ないことによる。一般に穀類エネルギー比は50~60%とされ、250~300g/日の穀類摂取を望ましいとしている。国民栄養調査においても年々減少していることを指摘している。

次に個々の食事間エネルギー摂取比率を図3に示した。一日のエネルギー配分は四人四様であった。陰膳TとMは間食から約30%と24%の

エネルギーを補っており、これは食事替わりになるほどのエネルギー量であった。私達は生体リズムに合わせて一日三回食が定着しており、朝食25%、昼食35%、夕食40%あるいは35%、40%、25%のように食事量配分を生活時間、健康状態等の関係を考慮して立てれば間食による補充を最小にすることができ、規則正しい食習慣を形成するのに役立つと思われる。

#### 4. 陰膳中の食塩量・脂質・ナトリウム・カリウム・マグネシウム含量

表4に示すように食事量は約1000gを一日に食していた。ソルトメーターによる陰膳N・A・T・Mの食塩量はそれぞれ9.1g、7.2g、10.0g、10.1g/日と示され、食塩相当量(計算値)では8.6g、4.3g、16.6g、8.0g/日と算出されて約1~6gの違いを示した。特に、Tは測定値と計算値の間に6.6gの差を生じた。この原因は推定による梅干し50gの記入、更に、核の部分(廃棄量20%)を除去しないで計算したことによるものと思われる。測定した食塩量の食事量に対する食塩濃度は0.7~1.2%であり、味覚官能からの塩味としてはほぼ適正濃度で食していると言えよう。

脂質量は、計算値との間に差を示し、実際には計算値通りに摂取されていないことがわかった。その原因として考えられることは推定による分量記入、鍋、食器等への付着による減少、加熱による変化などが考えられる。

マグネシウム量は、300mg/日が摂取目標値であるが目標値の25~37%という低い摂取量を示し、前報<sup>2)</sup>の約30%と同じような結果となった。それはマグネシウムを有する食品群(表2)の食品摂取が少ないことによるものである。マグネシウムを多く含有する食品はオートミール、そば粉など穀類、大豆、あずき、いんげん、そらまめ、落花生など豆類で、これらを献立に取り入れて摂取するよう留意すれば充足できる。

ナトリウムとカリウムの摂取量は前報<sup>2)</sup>に述べたようにNa mEq / K mEqの比を<sup>9)10)11)</sup>0.9~1.0にするような摂取量が望ましいとされている。陰膳のこの比は、3.4、3.6、1.9、2.7

でいずれも高い値を示した。この比を小さくするには食塩摂取を抑え、カリウム含量の多い食品を食すことである。カリウムは多くの食品に含有されるが豆類、野菜類、海藻類、魚介類などに特に多い。陰膳N・A・T・Mにはこれら食品の摂取が極めて少なかった(表2)。

表4. 陰膳の食事量とその中の食塩・脂質・ナトリウム・カリウム・マグネシウムの含有量

	陰膳			
	N	A	T	M
食事量(g)	1015	925	829	1350
食塩(g)	9.1	7.2	10.0	10.1
脂質(g)	39.2	32.3	35.6	31.3
ステロール(g)	0.39	0.92	0.79	0.34
脂肪酸(g)	26.3	25.4	30.4	22.8
マグネシウム(mg)	75.2	69.8	110.3	97.5
ナトリウム(mg)	2862	2500	2333	2992
カリウム(mg)	1424	1192	2091	1889
Na/k(mEq/mEq)	3.41	3.56	1.89	2.69

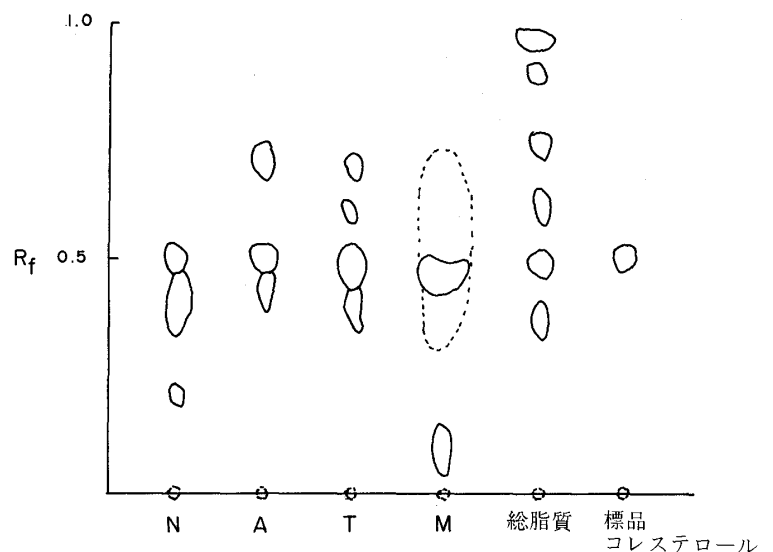


図4. 陰膳脂質の不けん化物のTLC

展開溶媒：ベンゼン：酢酸エチル(4:1)

温度：25℃

プレート：シリカゲルG60

#### 5. ステロール組成とトコフェロール

陰膳の脂質をけん化して得た不けん化物は図4に示すように3~4スポット現れ、Rf=0.5域がステロール画分であることを確認した。こ

の画分のGC分析の結果、陰膳N・A・T・M中のステロールは脂質量の1~3%占められた。その組成は表5に示されたように陰膳Nは3種、AとTは5種、Mは4種のステロールで構成された。前報<sup>2)</sup>は6~7種のステロールで構成され摂取食品数の相違によるものと考えられる。

陰膳N・A・T・Mのコレステロールはそれぞれ53.7% (209mg)、52.1% (480mg)、70.6% (558mg)、56.8% (194mg) 含有した。食事性コレステロールは約300mg/日の摂取を健康上の上限とする時<sup>12) 13)</sup>、A・Tは非常に高い摂取量となった。しかし、血中コレステロールの低下作用<sup>14) 15) 16)</sup>を有するとされるβ-シトステロールとカンペステロールをAは11.2%(103mg)と4.9%(45mg)、Tは11.3%(89mg)と4.5%(36mg)を含有し他の陰膳より高い値を示した。

表5. 陰膳のステロール組成およびトコフェロール

ステロール組織(%)	陰膳			
	N	A	T	M
コレステロール	53.7	52.1	70.6	56.8
カンペステロール	9.5	4.9	4.5	4.8
24-メチレン				
コレステロール	ND	ND	1.8	3.0
β-シトステロール	15.1	11.2	11.3	15.7
フコステロール	ND	5.4	0.8	ND
イソフコステロール	ND	2.7	ND	ND
総トコフェロール	1.0	2.2	1.7	ND
その他	20.7	21.5	9.3	19.7

トコフェロール(ビタミンE)は脂質の過酸化を防止する物質で摂取目標値は8~7 mg/日とされている。陰膳Nはα-Tocを1.0% (3.9 mg) Aはδ-Tocを2.2% (20.2mg)、Tはα-Tocとδ-Tocを0.5%(4.0mg)と1.2%(9.5mg)含有し、Mからは検出されなかった。Harris<sup>17)</sup>やHorwitt<sup>18)</sup>らによって提唱されているα-Toc mg/PUFAg=0.6~0.8の比を満たす陰膳はなく、NとTが0.45、0.48という比を示すに止まった。ビタミンEは前報<sup>2)</sup>にも述べたように加熱調理による減少が起きる。従って、生食できるビタミンE含量の多い牡蛎、卵、トマト、パセリ、浅草のりなどの食品が有用である。

## 6. 脂肪酸組成

陰膳N・A・T・Mから得た脂質の脂肪酸組成は表6に示された。脂肪酸はそれぞれ脂質の67.1%、78.6%、85.4%、72.8%占められ、15種の脂肪酸を検出した。陰膳は飽和脂肪酸(SFA)のパルミチン酸を12.4~23.3%、ステアリン酸を5.0~11.1%含有し、不飽和脂肪酸(UFA)のオレイン酸を32.8~47.0%、リノール酸を15.1~23.6%、リノレン酸を3.4~7.5%、アラキドン酸を0.4~1.2%含有した。また、EPAのエイコサペンタエン酸は陰膳Tのみに0.7%含有された。

陰膳中のSFA、MUFA、PUFAの占める割合を図5に示した。N・A・T・MのPUFA/SFA比はそれぞれ1.74、0.98、0.75、0.61を示した。栄養学的に望ましいこの比は1~2と

表6. 陰膳の脂肪酸組成

	脂肪酸組成 (%)														
	C14	C15	C16	C16:1	C16:2	C18	C18:1	C18:2	C18:3	C20	C20:2	C20:3	C20:4	C20:5	C22:1
陰膳N	0.8	0.1	12.4	1.5	0.1	5.0	47.0	23.6	7.5	0.4	0.2	0.3	0.9	ND	0.3
陰膳A	1.5	0.2	18.1	2.6	0.2	7.0	42.9	19.4	5.4	0.5	0.4	0.3	1.2	t	0.2
陰膳T	5.0	1.4	23.3	2.2	0.2	7.1	32.8	22.1	4.1	0.2	t	0.3	0.4	0.7	t
陰膳M	3.2	0.4	17.1	1.7	ND	11.1	46.7	15.1	3.4	0.2	ND	1.1	ND	ND	ND

C14 ミリスチン酸、C15 ペンタデシル酸、C16 パルミチン酸、C16:1 パルミトオレイン酸、C16:2 ヘキサデセン酸、C18 ステアリン酸、C18:1 オレイン酸、C18:2 リノール酸、C18:3 リノレン酸、C20 アラキジン酸、C20:3 ジホモγ-リノレン酸、C20:4 アラキドン酸、C20:5 エイコサペンタエン酸

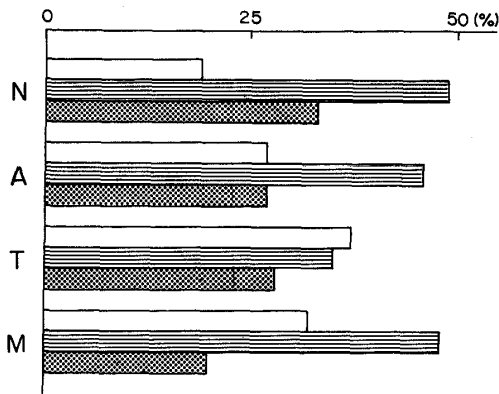


図5. 陰膳中の飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸

□ 飽和脂肪酸(SFA)  
 ▨ 一価不飽和脂肪酸(MUFA)  
 ▩ 多価不飽和脂肪酸(PUFA)

されている点からみれば陰膳NとAは望ましいと言えるが、EPAは含有されていない。EPAは血清コレステロールの低下、HDL-コレステロールの増加といった血清脂質改善作用を有している。このようなことから植物性食品、動物性食品の脂質中の不飽和脂肪酸の分布を知ることが脂質栄養を論考するうえで意義深いものと思われる。

### まとめ

毎日、食している食事は将来の健康維持、成人病予防等に大きく関わることから女子短大生の日常食を陰膳として脂肪酸組成、ステロール組成、トコフェロールおよびNa、K、Mg等について分析し、また、この献立の栄養量と食品数についても検討した。

陰膳中の食塩量は7~10g/日であった。食事記録法からの計算値は4~16g/日と算出され、実測値と大きな差を生じた。

カリウム含量は1200~2090mg/日と測定されたが記録法からの計算値では800~3000mg/日となった。これは食品の個体差、調理過程での損失などによるものと推定される。

Na mEq/K mEqは1.9~3.6という比を示した。比を小さくするにはカリウム量の多い穀類・豆類・野菜類・海藻類・いも類などを食すよう

にする。

マグネシウム含量は70~110mg/日で、摂取目標値の約1/3という低い摂取量であった。食品としてはオートミール、そば粉など穀類、豆類の大豆、あずき、いんげん、そらまめなどを食すようにする。

ステロールは脂質の1~3%占められていた。その組成は3~5種で構成された。陰膳はコレステロールを主ステロールとして200~560mg/日含有された。コレステロールの一日の摂取量は300mg以下にするのがよい。血中コレステロール低下作用のあるカンペステロール、β-シトステロールなどは植物性食品中に含有されている。

総トコフェロール量としては陰膳N・A・Tに3.9~20.2mg含有されたが生理活性を有するα-Tocは3.9mg(N)と4.0mg(T)含有された。トコフェロールは生食できる牡蛎、卵、パセリ、トマト、浅草のりなどが有用である。

脂肪酸は脂質の67~85%占められ、15種の脂肪酸が検出された。SFAは19~37%、MUFAは35~49%、PUFAは20~33%を示し、PUFA/SFAの比は0.61~1.74であった。栄養学的に望ましい比である1~2を満たしたのは陰膳Nのみであった。また、α-Toc mg/PUFA gの比はNとTが0.45、0.48を示したがHarrisやHorwittらの0.6~0.8には至らなかった。必須脂肪酸のリノール酸は15~24%、リノレン酸は3.4~7.5%、アラキドン酸は0.4~1.2%であった。EPAは陰膳Tのみに0.7% (0.2g) 存在した。

摂取食品数は18~23食品/日で、目標値の約60%であった。摂取されなかった種実類、緑黄色野菜、きのこ類、海藻類、豆類などの食品群を献立に取り入れれば食品数は増え、有用な微量栄養成分も摂取され有意と思われる。

本研究を遂行するにあたって分析機器の使用に便宜を賜りました岐阜大学の藤崎真吾、五島文韶両先生に深謝し、ご援助を賜りました神谷一三理事長、神谷みゑ子学長両先生に謝意を表します。

## 文 献

- 1) 国民栄養の現状、第一出版 (1989)
- 2) 加藤信子、尾木千恵美、渡辺周一：東海女子短期大学紀要第16号、45 (1990)
- 3) 加藤信子、後藤真子、林 峯雄、山沢和子、渡辺周一：東海女子短期大学紀要第15号、53 (1989)
- 4) 食品分析法、日本食品工業学会 P.341 (1982)
- 5) 加藤信子、有賀那加夫：岐阜大学教養部研究報告第18号、53 (1983)
- 6) 滑川孝子：第32回日本栄養改善学会講演集 P.80 (1985)
- 7) 科学技術庁資源調査会編：四訂日本食品成分表、P.24 (1983) 医歯薬出版
- 8) 公衆栄養学研究会編：公衆栄養学、P.213 同文書院 (1987)
- 9) J. B. Finean, R. Coleman, & R. H. Michell, 佐藤 了、日野幸伸共訳：生体膜と細胞活動第3版、P.74 (1987) 培風館
- 10) Michelsen, O., Makdani, D., Gill, J. L. & Frank, R. L. : Am. J. Clin. Nutr., **30**, 2033 (1977)
- 11) Meneely, G. R. & Battarbee, H. D. : Nutr. Rev **34**, 225 (1976)
- 12) 柘植治人他：食物栄養学、培風館 (1987)
- 13) 栄養の生活科学、P.44 (1990), 同文書院
- 14) Kaneda, T. : 日水誌, **29**, 1020 (1963)
- 15) Kaneda, T. : 日水誌, **31**, 1026 (1965)
- 16) Reiner, E. et al : Can. J. Biochem. Physiol **38**, 1499 (1960)
- 17) Harris, P. L. & Embree, N. D. : Am. J. Clin. Nutr., **13**, 385 (1963)
- 18) Horwitt, M. K. : Am. J. Clin. Nutr., **27**, 1182 (1974)

(家政学科 食物栄養)