

食品とライフサイエンス

FOOD ISSUES ON LIFE SCIENCES

No. 3

■ 特 集

食塩の摂取について

東北大学農学部 教授 木村修一

ミネラルの代謝

東京農業大学農学部 教授 五島孜郎

《 目 次 》

食塩の摂取について	木村修一	3
ミネラルの代謝	五島孜郎	14
ILSIの最近の動向		21
ILSI等活動検討委員会活動日誌		23

食塩の摂取について

講師：東北大学農学部
教授 木村修一

1. ILSI栄養専門家会議で食塩が議題に

ボストンの会議において栄養・食糧に関するひとつの切実な問題が提起された。それはブラジルのDr. Dutra de Oliveinaからの「本来、農産物はその地域の需要を満たすために生産されるべきものであるのに、輸出向けの換金農産物が優先的に生産され、そのため、栄養失調さえ発生している現状は憂慮すべきことである。原則的に農産物はまず、その地域の栄養を考慮して生産されるべきであることを何らかの形で表明したい。」という趣旨のものであった。この提案は委員会で全員一致で採択され、サマリーを作りWHOあるいはその他の機関に提出することになった。

この他に、予定されていなかった食塩の問題が議案として採択された。この問題は第1回の会議で提案されながら不採択となったものであるが、最近、食塩の問題がクローズアップされている背景から、にわかに再提案されたものと思われる。その際、英国のBritish Nutrition FoundationのDr. J. Grayによる資料が提出され、討議の結果、ILSI栄養専門家委員会のコンセンサスとしてこれを支持することになった。この会議では第1回および第2回とも、コンセンサスの得られた議題についてはサマリーを作成し、WHOその他のしかるべき公的機関に提出するように作業が進められている。これらについては後日、詳細に報告したいと思っている。本日は、これらの議題のうち、とくに食塩について解説したい。

2. 食塩摂取と高血圧

前述の英国の報告によると、英国の食塩摂取量は11.9～13.4g、米国はおよそ9～12gである。日本の最近の調査では京都で11g、東北地方で15～16gであり、日本でも摂取量はかなり低下していることが認められる。

1) 食習慣と食塩

最近の秋田県での調査報告によると、食塩摂取量とカロリー摂取量との関係は、図1のように直線で表わされる。つまり食事を大量に摂取する人は食塩も

大量に摂取していることをはっきり示している。摂取カロリーと食塩摂取量は比例すると昔から考えられていたが、これが裏付けられたわけである。最近の日本人は摂取カロリーが減少してきているので、自然に食塩摂取量も減少しているのではないかと考えていたが、まさしく、15～16%に減っていた。また、食事の質によって食塩に対する生理的要求が異なるという考え方がある。すなわち、植物性食品にはカリウムが多く含まれているので、植物性食品を多く摂取すると食塩要求が強まる可能性があるという考えである。これは、ナトリウムとカリウムのバランスを保とうとする生体の恒常性保持能からくるものと考えられる。例えば、草食動物ではナトリウムに対する選択性が強く、肉食動物ではカリウムに対する選択性が強いという事実が動物では知られている。しかし人間の場合には決定的なデータは無いものの、そのような傾向があるということは考えられている。かつての満州における調査で、日本人や満州人は冬になると食塩摂取量が2倍近くにも増えるが、ロシア人では夏と冬の食塩摂取量に差が無いという報告がある。その理由として考えられるのはロシア人は肉をかなり食べているのに対し、日本人と満州人は主に米を食べているためではないかということであった。その後、熊本大学で動物実験によって、この可能性を裏づけるような成績を示している。つまり、炭水化物を主体とした食餌の場合には食塩を添加すると基礎代謝量があがる。ところが、動物性食品を摂っているものは初めから基礎代謝量が高いので全く関係がないというのである。東北地方などでは米を主食としており、気候も寒いので、体をあたためる食塩を生理的に要求すると考えることができるのかも知れない。

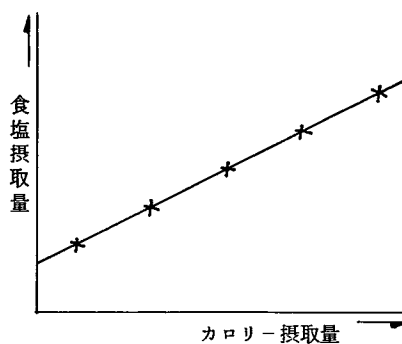


図1 食塩摂取量とカロリー摂取量との関係(秋田大学, 加美山)

ii) 疫学調査

食塩が非常にはっきりと高血圧と関係があることを最初に示したのはダールの疫学調査である。ダールは各国のデータと自分の調査成績を合わせて図2を作り、食塩が高血圧の原因であることをデータの上から強調した。そこでダールはこれを実験で証明したいと考え、ネズミに食塩を与えて血圧を測定した。

ところが、ネズミには個体差が多く、食塩に敏感に反応して血圧のあがるものと非常にレジスタントなもの（全く血圧があがらないもの）があることを発見した。そして食塩に敏感なネズミ同志をかけ合わせて血圧の上り易い系統のものを作り出し、これを用いて実験をして食塩と血圧との関係を検討している。高血圧と食塩の関係が各国で調査されるようになると、人間の場合についても議論がされるようになった。例え

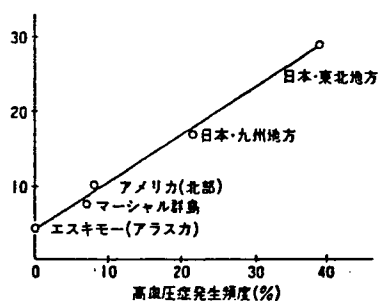


図2 食塩摂取量と高血圧症との関係(ダール)

ば、アメリカで白人と黒人の食塩摂取量はほぼ等しいのに、黒人の方が高血圧や脳卒中になり易い現象を調査した結果、黒人のナトリウム排泄が白人のそれに比較して非常に弱く、保持しようとする能力が強いのではないかという考えが示されている。暑いアフリカで汗を流してナトリウムを大量に排泄してしまうことは生命維持の上で危険なので、保持能力の強い人間がこのような自然環境の淘汰の中で選抜されたとも考えられるわけである。そして、このナトリウム排泄の能力が高血圧になり易いか、なりにくいかということと関係があると考えられているのである。その後、アメリカの調査で、食塩で血圧のあがり易い人は家族に高血圧の人がいる人に多く、家族に高血圧の人がいない場合にはこの傾向がみられないことを示す成績が得られ、遺伝的な違いというもの人間の場合にもあるのではないかと考えられるようになってきた。英国でも同じような調査結果がでていいる。最近、日本で家森先生が学生を使って、一週間は低食塩食を与え、次の一週間は20gあるいは30gの高食塩食を与えた実験を行っている。家族に高血圧の人がいる学生といない学生の二組に分けて調査し、高血圧の人がいる家族の学生は食塩を与えると血圧があがる傾向があることを報告している。こういうことから、食塩で血圧のあがる傾向の人とそうではない人がいるということが理解できるのではないだろうか。ここで、食塩についての基礎的な話をしたい。

3. 生体の必須成分としての食塩

表1に海水の組成とヒトあるいは他の動物の体液の組成を示したが、これらの組成はよく似ていることが分る。ナトリウムを100とした場合に海水とヒトを比べてみると、海水でカリウムが低く、マグネシウムが非常に高くなってい

る点を除いてよく似ている。ところが、この海水は今の海水であり、生物が発生した頃の海水はもっとヒトの組成に似ているということをマッカラムが報告している(表1, 表2)。生命が原始海圏に発生したであろうことは生命の起源の説であるが、生物が海から陸にあがるとき細胞にとってなじみ深い環境である海水を取り込んだのが体液の起源だろうという考え方がある。細胞のまわりに内部環境である海水をとりまかせ

表1 動物の血液または組織液のイオン組成(1926, マッカラム)

	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄
カブトガニ	100	5.62	4.06	11.2	187	13.4
クラゲ	100	5.18	4.13	11.4	186	13.2
ウミザリガニ	100	3.73	4.85	1.72	171	6.7
ツノザメ	100	4.61	2.71	2.46	166	—
スナザメ	100	5.75	2.98	2.76	169	—
タラ	100	9.50	3.93	1.41	150	—
タラの種類	100	4.33	3.10	1.46	138	—
カイエ	100	—	3.17	0.79	136	—
イヌ	100	6.62	2.8	0.76	139	—
ヒト	100	6.75	3.10	0.70	129	—
海水	100	3.61	3.91	12.1	181	20.9

表2 各地質時代における海水の組成(1949, ボールドウィン)

時代	Na	K	Ca	Mg
太古(地質学者の示す推定値)	100	100~250	10	0.01~0.1
原始脊椎動物海(マッカラムによる)	100	6.7	3.1	0.7
現代(ディットマーによる)	100	3.61	3.91	12.1

た状態が生物個体であるという見方である。これは実験医学の祖といわれたクロード・ベルナルの言であるが、皮膚、肺、腸が内部環境と外部環境を分けているということになる。この内部環境にあたる場所が体液であり、血球をのぞく血液も含まれる。体液や血液(血球を除く)組成が海水組成と似ている理由が理解できると思う。細胞の中と外すなわち体液とは組成が非常に違い、細胞外液(内部環境)にはナトリウムと塩素イオンが多く、細胞内液ではカリウムとリン酸イオンが多くなっている(表3)。であるからナトリウムとカリウムはどんな生物でも必ず必須の成分となっている。血液の量の調節であるとか神経の伝達あるいは栄養素の吸収など全部ナトリウムとカリウムの相互反応から起ることはよく知られている。

表4はそれぞれの組織に含まれる各成分の量であるが、ナトリウムが骨格に非常に多く含まれていることに注目すべきである。例えば体の中にはナトリウムが84gあるが、そのうち36.8gは骨の中にある。

ナトリウムの生体内における分布と代謝を図3に示した。仮に、1日15gの食塩を摂った場合、ナトリウムとしては5.98gになる。それが尿中に1日5.86g、便中に0.12g排泄されることになる。分布をみると、細胞外液に36.8gの

ナトリウムがあって、骨に 36.8g, その他の臓器に 11.5g 分布している。骨格には結合型のものと遊離型のものがあり、ナトリウムがなくなると骨の方から供給されてくるものと考えられ、骨はナトリウムの一つの貯蔵庫ではないかという考え方もされている。

子供の場合には、骨を作っていないかなければならないし、その骨格にナトリウムを蓄積していかなければならないので、単位体重あたりのナトリウムの必要量は大人に比べて多くなる。しかも骨が少い

ので、ナトリウムの欠乏が簡単に起り易いということが指摘されている。従って、子供が下痢をしたとか、汗をかいたとかいうときには水だけでなく、生理食塩水を飲ませた方が良いと言っている小児科医もいるほどである。ナトリウム欠乏が子供の“夏ばて”の一つの原因になっているのではないかというのである。

4. 動物における食塩嗜好

図4はネズミの食塩水に対する嗜好調査実験の成績を示している。食塩0%の水を20ml飲んでいただけのものが、1%の食塩水では90mlぐらい飲んでしまうが、3%になると0%の水とほぼ同じになり、6%ではほとんど飲まなくなった。そのときに神経がどのように関係しているかという、摂取を嫌う6%以上の

表3 体液の塩類濃度(1968, 吉村)

電解質		細胞外液			細胞内液
		血漿		組織間液 mEq/l (μ)	筋細胞 mEq/l (μ)
		mEq/l	mEq/l (μ)		
陽イオン	Na ⁺	142	151	144	8
	K ⁺	4	4.3	4	160
	Ca ⁺	5	5.4	2.5	2
	Mg ⁺⁺	3	3.2	1.5	35
計		154	163.9	152.0	205
陰イオン	Cl ⁻	103	109.7	114	2
	HCO ₃ ⁻	27	28.7	30	8
	HPO ₄ ²⁻	2	3.2	3.0	110
	SO ₄ ²⁻	1			10
	有機酸根	5	5.3	5.0	5
	蛋白	19	17.0		70
計		154	163.9	152.0	205

表4 各臓器の水分および塩類含量(1939, ショール)

器	官	重量 (kg)	水 (kg)	Na (g)	Cl (g)	K (g)	Ca (g)	Mg (g)	P (g)	S (g)
筋骨格	肉	28.7	21.0	19.1	13.5	109.0	1.85	6.10	58.5	60
	格	11.6	5.1	36.8	20.0	6.4	1,150.0	11.0	530	17
血液	清	2.7	2.5	9.1	10.0	0.5	0.27	0.09	0.4	-
血液	球	1.8	1.2	0.8	5.2	7.6	-	0.11	1.8	-
皮膚	膚	17.4	7.3	6.5	28.2	4.4	0.8	0.5	2.4	18
	脳	1.4	1.1	2.1	1.8	4.1	0.15	0.2	4.6	2.9
心臓	臓	0.3	0.2	0.4	0.4	0.3	0.03	0.05	-	-
肺臓	臓	1.0	0.8	2.4	2.6	1.5	0.17	0.07	1.2	-
腹部	内臓	3.8	2.6	7.0	4.5	8.3	0.49	0.54	6.0	-
総量	g	68.2	41.8	84	86	142	1,154	19	605	97
	Eq (kg)			3.7	2.4	3.6	28.9	0.8	19.5	3.0

濃度では鼓索神経が最大の反応を示し、舌神経は反応の強さが増してくる。従って、好き嫌いの行動はこれらの神経を介しているものであることが分る。また、ネズミの脳皮質味覚領を切除してしまうと5%でも3%でも飲むようになる(図5)。これによって、何%の食塩水を好むかということは脳皮質の味覚領で支配されているということが分る。

図6は、普通の水と食塩水を並べておいて、食塩水の濃度をあげていった場合、ネズミがどのような選択をするかという実験の結果である。一般には、食塩水の濃度があがるに従って、食塩水を選択する割合は減少しているが、普通のネズミに比べてSHR(SHラット)はいずれの濃度でも

食塩水を選択する割合が多く、食塩好きであることが分る。このSHラットというのは、世界的によく使われている遺伝的な高血圧ラットのことである。SHラットは岡本先生(現在近畿大学医学部)によってウィスター系ラットから血圧の高い突然変異種を交配することを繰り返して選抜され、確立されたもので、ナトリウム摂取と係わりなく、遺伝的に高血圧になる性質を持っている。この100%高血圧を起こすラットが脳卒中を起した場合には、すでに生ま

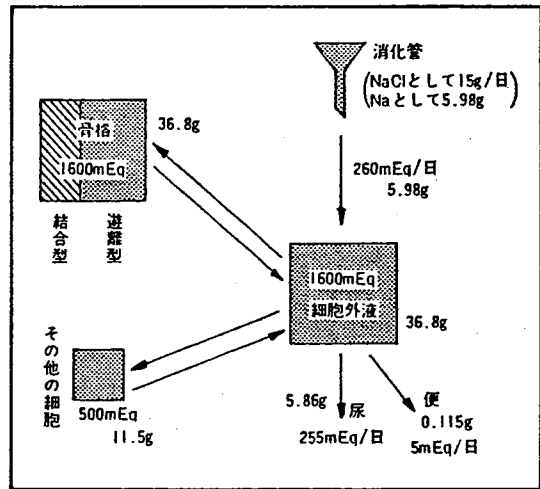


図3 正常人(体重約70 kg)の体内ナトリウム分布と代謝(1976, 森本)

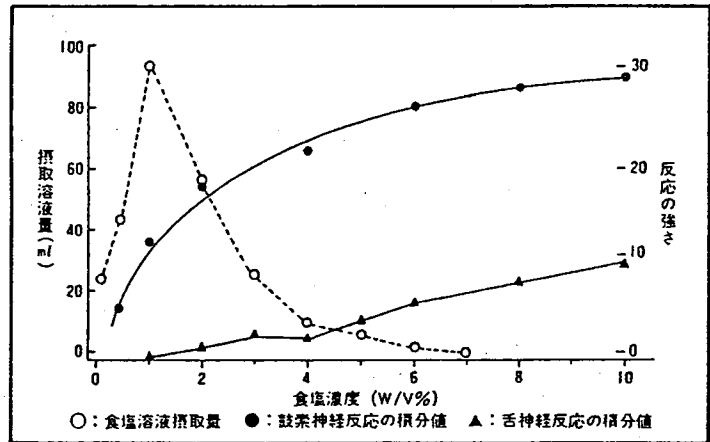


図4 各濃度食塩溶液に対する鼓索・舌神経反応の積分値と摂取量の関係(1972, 河村)

れているその子供
 を選抜してそれら
 をかけ合わせると
 という方法を何十代
 も繰り返して、
 90%以上脳卒中を
 起こすラットが育
 種的に作り出さ
 れた。このSH-

ネズミは Stroke
 of Apoplexy
 (脳卒中)の略号

SPをつけてSHR-SPと名づけられ
 た。脳卒中というものは明らかに遺伝的
 な因子が大きく関与しているというこ
 とが分ると思う。

鳥居はウィスター系、SD系およびS
 Hラットの三種を用いて、食塩に対す
 る嗜好性、摂取食塩レベルの生育や血
 圧に対する影響などを調べ、興味ある
 結果を示した。結論から先に述べると、
 ウィスター系ラットは食塩を与えても
 全然反応が無い。SD系ラットは食塩
 を与えると血圧があがる。SHラット
 は食塩を与えなくても血圧があがる。
 つまり、この三種類のラットは食塩
 に対してそれぞれ反応が異なることが
 分ったのである。ウィ

スター系ラットは離乳期から一生の間
 いずれの時期においても、かなり過剰
 の食塩を与え続けて生育が悪くても全
 く血圧上昇がみられない非応答型であ
 る(表5)。例えば、その生育段階に
 0.17モルの食塩水を3代にわたって飲
 料水として飲ませられていても、高血
 圧になることはなかった(表6)。と
 ころが、SD系ラットは食塩摂取に敏
 感に反応する型であり、食餌中への食
 塩添加

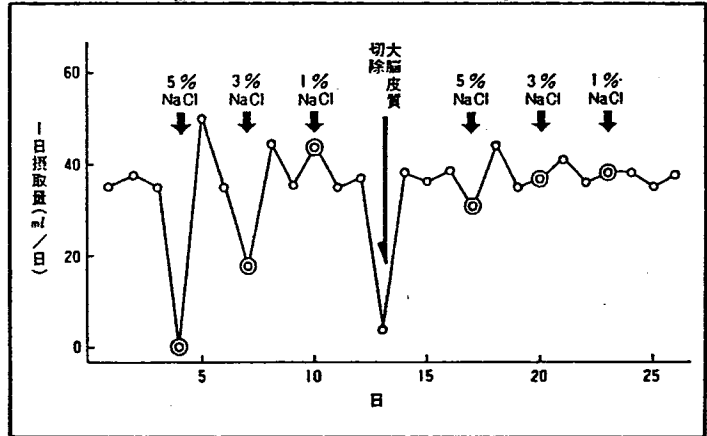


図5 大脳皮質味覚領の切除による各濃度食塩水
 摂取行動変化(1972, 河村)

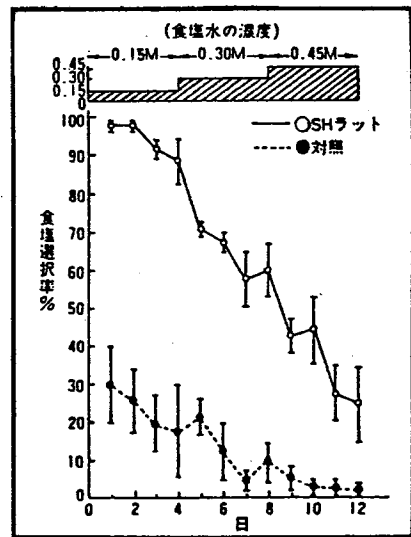


図6 食塩に対するSHラットとウ
 ィスター系ラットの好みの比
 較(1972, カタラノット)

ではもちろんのこと、生後20～30日ころに一回の食塩注射でも成熟後高血圧になることが分ってきた(図7)。従って子供のときに高食塩食を与えることは将来血圧をあげる可能性があることになる。遺伝的な背景を持っている場合には子供のときに食塩摂取量というものを重大に考えなければならぬことを示唆している。また、SHラットは食塩を好むというだけでなく、食塩を極端に制限した食餌では生育が悪くなることが分ってきた(図8)。

また、カリウムはナトリウムによる血圧上昇を抑制するという報告があるが、ネズミに食塩と同時に塩化カリウムを投与する実験を行ったところ、乳仔をかかえているSHラットの母親はその仔を満足に生育させることができないう成績が得られている。この場合、どうも味に対する遺伝的な好き嫌いのようなものがあって、SHラットは塩化カリウムが嫌いで飲まなくなり、結果的に摂食量も低下し生育が悪いものと考えられる。一方、ウイスター系ラットでは塩化カリウムの添加では全くこのような生育阻害はみられなかった(図9)。

表5 食塩過剰摂取の雄ウイスターラットの13ヶ月目での生存率、体重と血圧(1980, 鳥居)

Naを負荷した期間(エージ)	食餌中Na量(% w/w)	生存率	体重(g)	血圧(mmHg)
24日目から 13か月目まで	0.28	10/10	398±22	127±8
	2.0	10/10	374±15*1	123±10
	4.0	10/10	356±16*2	131±9
3か月目から 13か月目まで	0.28	10/10	398±22	127±8
	2.0	10/10	376±16*1	124±8
	4.0	10/10	351±21*2	128±9
7か月目から 13か月目まで	0.28	9/9	403±19	129±14
	2.0	10/10	394±24	129±9
	4.0	10/10	367±10*2	126±11

表6 ウイスター系ラットの血圧に対する3代にわたる0.17M食塩水の影響(1980, 鳥居)

代	性	血圧(mmHg)	
		蒸溜水	0.17M食塩溶液
親	♂	126 (N=1)	124 (N=1)
	♀	120 (N=1)	118 (N=1)
次代	♂	122±4 (N=4)	122±3 (N=4)
	♀	120±2 (N=4)	118±4 (N=6)
三代	♂	123±6 (N=19)	121±4 (N=29)
	♀	121±4 (N=20)	118±3 (N=29)

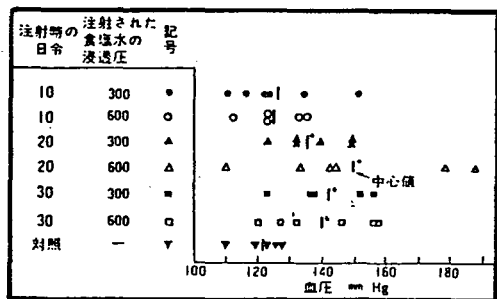


図7 成熟SDラットの血圧に及ぼす種々の日齢での食塩水の1回注射の影響(1980, 鳥居)

図10はSD系, SHラットおよびウィスター系ラットの新生仔を種類の異なる母親に里子としてあずけた場合その成熟後の血圧を調べたものである。SD系ラットの新生仔がSHラットの母親にあずけられると血圧が高くなるが, ウィスター系の新生仔ではその影響は受けていない。SHラットの新生仔はSD系母親ラットにあずけられてもやはり血圧があがる。また, 一般にオスの方が血圧が高くなる傾向があるがこれは人間の場合とよく似ている。

5. 食塩摂取と人間の健康

以上, 主として実験動物について食塩による血圧上昇が遺伝的支配を大きく受けていることを示した。人間の場合にも遺伝的なものがあるということが次第に

解明されてきてきている。現に, ILSIの会議でも食塩摂取について種々議論された。それは以下のようなコメントに集約できる。即ち, 食塩を摂ることによって敏感に血圧があがる人がいる。こういう

人は食塩をひかえなければならない。しかし, 大部分の人はそうではないのでそれ程心配することはないが, ただ子供のうちはどのような遺伝的支配下にあ

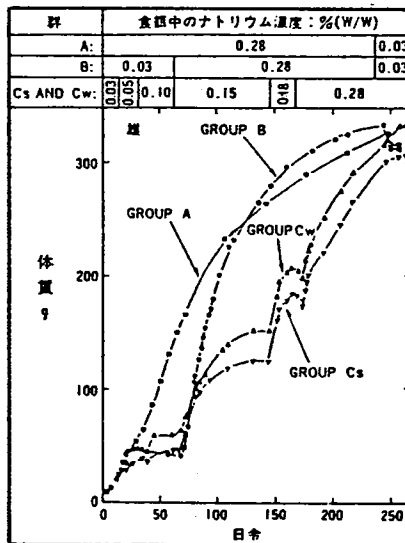


図8 食事中ナトリウム制限下での離乳SHラットの生育パターン(1980, 鳥居)
 (註) グループAは対照。グループCsはSHラットの母親に, グループCwはウィスター系ラットの母親に授乳をうけたもの。

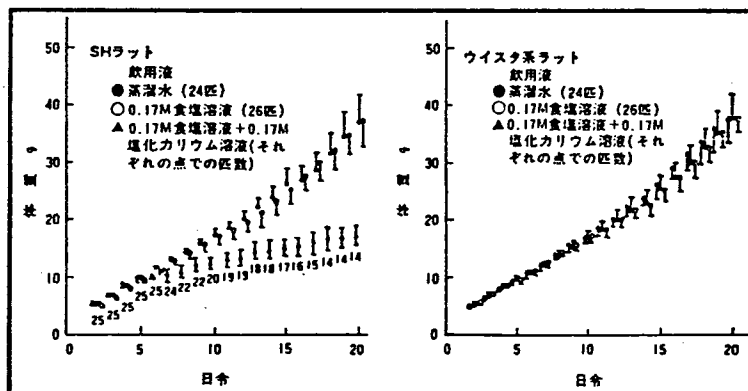


図9 SHラットとウィスター系ラットの生育に及ぼす食塩水単独投与および塩化カリウム水を同時に投与したときの影響(1980, 鳥居)

(註) それぞれの群は母親3匹からなり, 母親は仔ラットを7~10匹授乳するようにしてある。

るか分らないので食塩は控えた方が
 良い。とくに、ベビーフードについ
 ては食塩を加えないように注意すべ
 きであるとしている。また、食品工
 業における食塩の使用については多
 くの場、今のみまで良いと思いが、
 食塩で敏感に血圧が上昇する人が
 いることを考へて、減塩したものも
 作ることを要望したい。それととも
 に食塩含量を表示することもぜひ考
 慮して欲しい。高血圧と食塩摂取と
 の関係はまだまだ不明な点があるの
 で、食塩感受性の有無を判定する方
 法が早く開発されることを望んで
 いる。一般的にいえば食塩を減らす
 方向というのは好ましいと考へる。
 以上でおよそのニュアンスを伝える
 ことができたのではないかと考へる。

さて、これまでの話で高血圧、脳
 卒中は遺伝的なものであることは理
 解いただけたと思う。それでは、遺
 伝的にそのような素質のある人はあ
 きらめなければならないのか。先ほ
 どの高血圧ラット(SHR)や脳卒中
 ラット(SHR-SP)でも高蛋白食に
 すると発症が抑えられることが家森
 先生グループによって確かめられ
 つつある。私の恩師である有山先生
 は1960年頃、秋田県の高血圧多発
 地域の栄養調査をしたことがある。
 その結果、食塩摂取量は確かに多い
 が、同時に注目すべきこととして、
 蛋白質、ビタミンA、ビタミンC
 摂取が他県や他地域よりも少ないこ
 とが判明した。また、ハワイ大学の
 ヒルカーは日本食とアメリカ食をネ
 ズミに与え、血圧を比較したところ
 日本食の方が高くなることを観察し
 た。日本食には食塩の多いことが明
 白であったので、食塩を除いて与
 えてみると血圧は確かにあがらな
 かった。ところが、アメリカ食に食
 塩を加えて食べさせても血圧はあ
 がらなかったのである。この理由は
 おそらくアメリカ食には蛋白質やビ
 タミンが多いからだろうという考
 察をしている。既に述べたように、
 家森先生のところでの実験では仔
 ネズミのときから十分蛋白質を与
 えておくと、SHR-SPつまり脳卒
 中ネズミでも血圧があがらず脳卒
 中もおこらないということである。
 そしてカリウムも血圧があがるの
 をかなり抑え

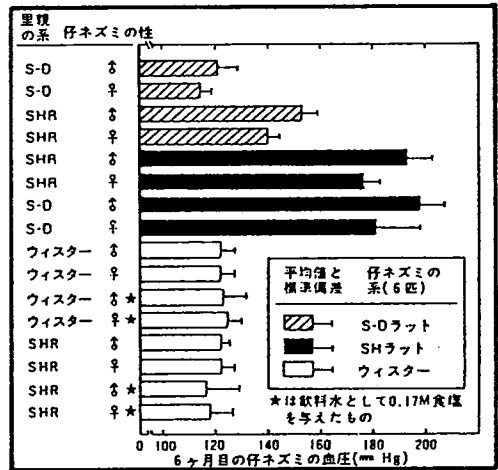


図10 S-D, SHRラット, ウィスター系ラットの血圧に対する高血圧および正常血圧の母親飼育の影響

ると報告している。ビタミンAやCあるいはEも血管壁とか赤血球の膜を強くするので、このような成分を充分とることも発症を防ぐものと推察される。このような蛋白質、ビタミンA、EあるいはCなどの栄養素が遺伝的なリスクをどれだけコントロールできるかということの解明するのが、これからの栄養学のあり方だろうと考える。こういう立場からすると、最近、減塩運動の一環として、味噌汁を飲むなという指導に対しては大きな疑問をもたざるをえない。日本人から味噌汁を抜くということは非常に危険でさえあると思う。現に、女子栄養大学の足立先生の調査によると、味噌汁0食、1食、2食、3食/1日の人をみると、食塩摂取量は味噌汁の量にある程度は比例する傾向がみられるが、0食の人では摂取の多い人と少ない人とに分極がみられる。ところが別のものさし、つまり栄養的な面からみると0食の人はビタミンAとCが最も少なく、栄養のバランスも悪くなっている。即ち、味噌汁を飲んでいる人ほど栄養的にすぐれていることが示されている。恐らく味噌汁をとらない人は野菜が少ないのであろうと考えられる。日本人にとっての味噌汁とは、どんな具でも入る不思議なものだと思う。どんな野菜でも入れられるし、豆腐、こんにゃく、きのこ、海藻、魚、時には肉でも油でも入れることが可能である。日本人の栄養素摂取に大きな役割を果たしてきているし、これからもそれが期待できると思う。現時点では、味噌汁をなくすのではなくて、より良い味噌汁にしていこうということの方が多くの日本人にとって現実的ではないだろうか考える。例えば、味噌汁には必ず緑黄色野菜と卵1個を入れるというようにである。具が多い味噌汁ほど食塩量が少ないという調査報告もあるので、脳卒中の元凶は食塩であるときめつけて、塩が悪いということで味噌汁まで悪いという短絡をせずに、もう少し食塩とはどういうものなのか、食塩は高血圧、脳卒中とどこまで係り合っているのか、それ以外にどんな因子があるのかということの充分に認識したうえで、減らすべきところは減らすという、より科学的、論理的判断をしたいものである。

本稿は、昭和57年1月20日ILSI等活動検討委員会におけるご講演の概要をとりまとめて、校閲願ったものである。

ミネラルの代謝

講師：東京農業大学

教授 五島孜郎

1. 序

ミネラルの代謝を考えると、他の栄養素例えば熱量素、またターゲット以外のミネラルとのインターアクションで考えていかなければならないことが多い。ところで、国民栄養という立場から栄養素の働きを考えていこうとするとき、基礎的研究だけではだめで、どうしても調査というものが必要になってくる。また、得られた結果については、啓蒙を通じて公表していくことが非常に重要であると考えている。昭和47年頃から再び日本に脚気が発生してきたが、ある県では保健所の栄養士を使って指導したところ、たちどころに無くなったということである。このことはやはり指導・啓蒙というものが重要であることを物語っている。また、研究については、人体試験はなかなか行いにくいのが現状である。したがって、実験動物としてはラットということになる。ところが、ラットで得られたデータを外挿して人間にあてはめてよいかというところの辺のところに問題がある。

本題に入る前に日本人の過去の栄養状態にふれてみたい。

昭和20年代：第二次世界大戦後の、混乱期であり、国民全体が空腹を経験した、いわゆる低栄養の時代である。

昭和30年～40年：生産が徐々に回復してきた時代で、食の面では、必要な栄養素が摂れるようになってきたものの、自分の好みで選択することはまだ出来なかった時代である。

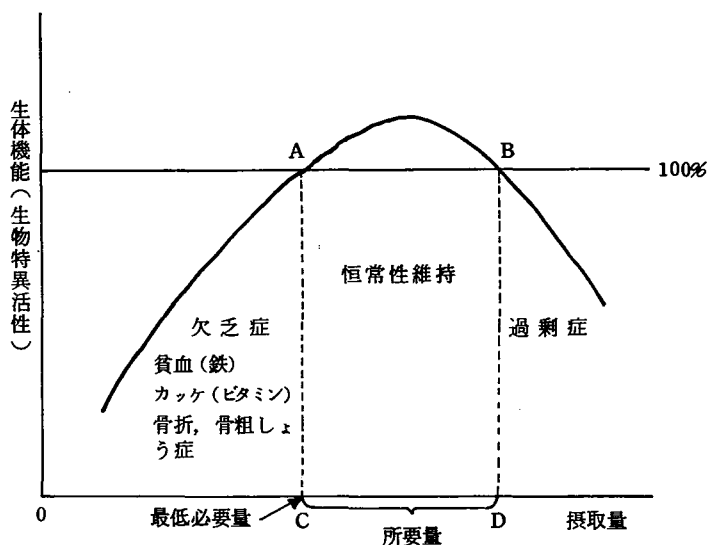
昭和40年～現在：大衆消費の時代である。すなわち自分の好きなものが自由に選択できる時代になってきた。嗜好というものが強く前面に打ち出されている時代である。

今日、栄養の面は昭和30～40年頃に戻った方が良いのではないかとされている。昭和48年のオイルショックに至るまで、何回か不況に見舞われたが、栄養の状態をみた場合、それとは裏腹に改善されながら今日まできている。

つぎに、これらの流れとの関連から疾病構造をみると、昭和26年に脳卒

中による死亡原因が一位になって今日におよんでいる。昨年までは脳卒中がずっと一位を占めていたが、癌による死亡が問題であったが、今日ではバクテリアやウィルスによる感染症での死亡は非常に減少してきて、いわゆる成人病による死亡が増えてきている。先程からふれているように、食事が十分摂れるようになってきたが、これは量的な面でのことであって、質的なことではない。加えて、本人の嗜好の多様性が前面に出てきている。そのような因子によって、いわゆる成人病の増加がみられるということが指摘されている。もう一つは、嗜好性が強くなってきているということで、偏食の問題がある。単的にいうと偏食は栄養素の不足を来たすわけで、“豊かさの中の貧困”の現代とまで言われている。

これは一つの想像図で、縦軸に生体機能、横軸に摂取量をとってある。摂取量があがってきますと生体機能もあがる関係がある。ところがある時点から生体機能が落ちてくる。そこで生体機能が100%発揮される点で



栄養摂取量と生体機能との関係を示す概念図
〔山口迪夫, 臨床栄養 45, 267(1974)〕

横軸に平行線を引く機能関係と交わる点がでてくる(A, B)。そこから垂線をおろして横軸と交わる点をC, Dとすると, ABCDで囲まれた部分が恒常性を維持できる範囲である。摂取量がC点より低いところでは生体機能が落ちてくる。これがいわゆる欠乏で、種々の栄養素が不足な、すなわち、エネルギー、タンパク質、ビタミンあるいはミネラルが不足した状態である。D点より右では過剰摂取、すなわち、タンパク質、脂肪、糖分などの摂り過ぎということで不足と同様に生体機能が落ちてくる。日本における栄養所要量の考え方は最低必要量プラスアルファという発想である。

2. 欠乏症

ミネラル関係で欠乏症に何があるかという点、第一に貧血がある。20代から40代前半の女性に貧血が多いということが国内で問題になっている。また、東南アジアにもそういう問題がある。貧血にもいろいろあり、今日問題になっているのは鉄反応性の貧血である。一般に、鉄不足による貧血という点、鉄をたくさん与えれば良いという発想が出てくるが、学問的な面からいうと、鉄をたくさん与えたからといってたくさん吸収されるものではないことがはっきりしている。鉄の吸収を良くするためには鉄の量が極端に多い必要はないが、タンパク質をある程度摂る必要がある、しかも、植物性よりは動物性タンパク質の方が良いということがある。さらに、アスコルビン酸をある程度摂った方が良いということが分っている。

ビタミンの欠乏では脚気がある。それから、今日問題になっている小児の骨折の問題がある。骨折の問題になると、今日カルシウムの不足ということが盛んに言われているが、ほんとうにカルシウムが不足しているかどうかという問題がある。その年代でカルシウムが不足しているかどうかを、どうやって判断するかという点、一応国民栄養調査の結果を信ずる他にない。また骨の形成にはリンの問題もあり、カルシウムの摂取量が低く、リンの摂取量が高いということが社会的に問題となっている。さらに、骨の形成にはタンパク質の摂取が重要であるのに、その辺のことはあまり問題にされていない。昨年、日本整形外科学会で小児の骨折に関するシンポジウムがあったが、結論的にいうと、骨折が増えているという人と、増えてはいないという人と、どちらも言えないという人がいて、結局、今のところでは解らないということであった。そこで、この種の調査については、日本ではバックに行政機関がないと非常に難しいことである。数年前に、大阪のある施設の子供についてカルシウムの出納を調べたことがある。この子供達は所要量の400mg近くを摂っており、出納としては当然プラスになっていたわけである。この子供達は栄養士によって管理されているので、このような結果が得られたことからして、もし偏食があるとすれば一般家庭の子供にあるのではないだろうか。一般家庭の子供の調査をすることは非常に難しく、かなり強い行政機関のバックアップがないとできないため今日まで実施されていない。今日、整形外科医学も、骨折の誘因として偏食を挙げている。このほか骨を使わないからという意見もある。骨は使えば使うほど強くなり、使わないでいると脆くなって、折れ易くなると言われている。その

例として、宇宙飛行士が宇宙に行く前より行ってきた後の方が尿中にカルシウムをたくさん排泄するという現象がある。ということで、身体を使わないでいると骨から尿中へカルシウムが出て行ってしまう。もう一つ、日本でもアメリカでも多いと言われている60才以後の女性にみられる骨粗しょう症がある。これは男性に比べて女性に圧倒的に多い特徴がある。女性に多いということで、理由として考えられることはホルモンバランスの変化である。ただし、骨粗しょう症の患者にカルシウムを多量投与すると、良くなるということが臨床的に確かめられているので、ホルモン原因説は確立されていない。

3. 過剰

1) タンパク質

古い文献には、質の良いタンパク質を与えるとカルシウムの吸収が良くなると言われてきた。ところが、1920年頃にシャーマン博士が低カルシウム食に肉を加えると尿中カルシウムが増えたと述べている。1970年代に入り、ウィスコンシン大学で19～25才の男子を使って、一連の人体実験を行っている。カルシウムの量を500mgとし、一定のレベルで与え、タンパク質の量を47, 95, 142gとした場合のカルシウムのバランスをみたところ、タンパク質が47gのときには体の中にカルシウムがプラスになったが、95, 142gでは体からの持出しが多くなりマイナスになった。理由は今のところ解っていないが、タンパク質の量をあげていくと、カルシウムの吸収率は高くなるが、尿中への排泄も高くなる。そこで次に、カルシウムを800mgに増やしたとき、タンパク質量47gのところはプラスで、95gではバランスはゼロ近辺になったが、142gでは依然としてマイナスであるということである。今度は、タンパク質を47, 142gとし、カルシウムを1,400mgにあげたところ、47gの方は十分なプラスであるが、142gでは依然としてマイナスであった。このことからカルシウム摂取においてはタンパク質の摂り過ぎはマイナスに作用するということが分る。日本人は平均でカルシウムを600mg近く、タンパク質を80g摂っている。現在の食生活からみて、800, 1,000mgというカルシウムはなかなか摂れそうもない。現在の栄養調査の平均値である600mgというのは上限の値ではなかろうかと考えている。一方いろいろなカルシウム剤が販売されている。そこで種々のカルシウム剤、すなわち、卵のカラ、にわたりの骨、カキガラ、食添の炭酸カルシウム、乳酸カルシウムを使って動物実験を約90日間行ったところ、骨への取り込みについてはどれもほとんど同じであった。一方、カルシウムの体内保留で

みるとわずかであるが有意差は見られている。

つぎに、日本人のリンの摂取量は米、魚、肉類などに加工食品由来のリンをプラスして1.2g近辺であろうと見られている。

ウィスコンシン大学ではさらに問題を展開して、リンとの係わりから調べている。タンパク質150g、カルシウム500mgにリンを1,000mg与えた場合、カルシウムの平衡はマイナスであった。ところが、リンを2,500mgにあげると、カルシウム平衡は相変わらずマイナスであったが、1,000mgと比較するとマイナスが $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{5}$ に減ってきているので改善されたということになる。このことはインターアクションが強くあり、一つのターゲットミネラルだけを持ち出して、いろいろ論ずるわけにはいかないということである。前述の大阪の施設で3~6才の子供20人を対象に、日常45gのタンパク質を摂っているところを30gに落して、カルシウム300~400mg(所要量)とリン500mgを与え、カルシウムの出納実験を行った結果、カルシウムの出納には変化が認められなかった。この実験の数値を使って窒素の摂取量とカルシウムの保持の相関をとり、それを外挿してみると、ウィスコンシン大学の研究結果と同様に、子供(発育期)においてもタンパク質の摂取があがってくると、カルシウムの保持がゼロに近づく傾向がみられた。

アメリカで、乳と卵と野菜を食べる宗教集団と肉をよく食べるグループの老年の人の骨の写真を比較したところ、宗教集団の方は骨が黒くきちっと撮れているのに対して肉食グループの方はうすく写り、骨からの脱カルシウムが見られた。また、コーカサスとエスキモーの若い女性を比較した場合には骨の写真に差は見られなかった。しかし、老人を比較するとエスキモーの老人の骨がうすく写っている。つまり、エスキモー人の肉食の影響であろうとされている。以上のように同じ動物性タンパク質と言っても栄養的には何か違いがあるようである。肉が問題ということで、他の動物性タンパク質と何が違うかということ、含硫アミノ酸ではなかろうかということまでできているが、まだ証明はされていない。

ii) リン

現在日本人はむしろ過剰摂取の方でまだ現象は出てきていないが、指摘されている事項としてリンの問題がある。栄養所要量の中にはリンの数値は無いが、文章でコメント的に過剰摂取の警告がなされている。では、どのくらいリンを摂ったら過剰になるのだろうか。日本の場合、加工食品由来のリンとして多く

見積ってもリンの摂取量は前述のように1,200mg前後ではないかと推定されている。このくらいの数値では、まだ過剰とは言えないと思われる。WHOの専門委員会が出しているリンとして3gぐらいまでなら良いだろうという数値があるが、文献を調べてみると、どうも3gというのは完全に過剰のレベルと思われる。なぜこう思ったかという、ちょっと古いが国内で成人男子を使った人体実験がある。このときはリンの量を第二リン酸ナトリウムで調整して、カルシウム500mgのレベルに、リンは1gと2gという量で行っている。リンが1gではカルシウムの出納は十分にプラスであるが、2gになるとマイナスになることを見い出している。1970年のアメリカでの実験ではポリリン酸ナトリウムでリンとして2gにして、血液をみているが、先ほどの日本の結果とだいたい同じ結果である。その他に、尿中にヒドロキシプロリンとサイクリックAMPが多く排泄されたと言っている。これらの物質は副甲状腺ホルモンの働きと関係があり、いい変えれば、骨と関係があると考えられている。リンとして2gをオーバーした場合には、何か障害が出るのではないだろうか。日本人は平均値で、おおよそその½であるから、だいたい良いだろうと考えられる。

4. おわりに

ミネラルと離れますが、バランスの取れた食事をしなさいということがよく言われている。しかしバランスの取れた中味とはどういうものなのかということは今日まであまり論議されていない。バランスを考えるとたとえば①一回の食事の中味のバランス、②朝、昼、晩にちゃんと食事をすること、③運動と食事と休養のバランスなどがあるが、栄養の分野からみると、一食の中に平均的に何んでも入っているということが必要であろうと思われる。

1975年に米国で、“Dietary Goal” というものが出された。この食事目標をみると、タンパク質が一日の総エネルギーの12%、脂肪が30%、炭水化物が5.8%となっている。日本はどうかというと、昭和53年頃の平均値がこの値にぴったりである。昭和55年をおおまかに計算してみると、タンパク質15%、脂肪23%、炭水化物62%であり、各栄養素の割合でみると、日本の場合、理想のところにきているといえよう。ただし、これはあくまで世帯平均でしかあり得ないということであって、実際にはどういう分布をしているかという点に問題があるのである。ところで、先述のように欠乏側には貧血、脚気があり、過剰の方には成人病、タンパク質との兼ね合い、リンの問題等があり、平均としてみればたまたま理想のところにあるというだけである。今日のテーマのミネ

ILSIの最近の動向

椎名副委員長報告

1. ILSI各委員会の現状

1) 病理学／毒性学専門家委員会

小委員会が3月に開催され、発癌物質の識別法の検討、動物モデルにおいて腫瘍発生を評価するうえでの化学的、生物学的な考察が行われた。また、腫瘍の発生に最も関係があると考えられる多くの物質について検討された。これらの特質には、化学構造、化学的・生化学的反応性、遺伝毒性と促進作用の短期試験、宿主と新生物の影響、非新生物の影響、人体の研究などが含まれる。これらのトピックについては、本年末までにモノグラフが作成される予定である。

2) 栄養専門家委員会

ILSI栄養専門家委員会の第3回会議は、4月17～19日にロンドンで開かれた。この会議で討議されたトピックスは、栄養表示、食品の栄養強化、健康食品と栄養、乳糖不耐性などであった。この会議の一環として、本専門家委員会と英国をはじめ欧州各国から集まった11の企業の代表との会合が行われ、とりわけ栄養表示に関心が寄せられたが、このトピックに関するプロジェクトを後援するかどうかは、これら企業が5月に予定している会議において検討される。

また、他の栄養や食品の安全性はもちろんのこと、これらのトピックスに関心のある米国の企業による会議も本年5月27日にニューヨーク市で開催の予定である。

3) カフェイン技術委員会

カフェイン技術委員会は、第4回国際ワーク・ショップを本年10月18～22日にアテネで開催する。この会議では、学界、産業界及び政府機関の代表の参加のもと、カフェインに関する研究の最新の知見が討論される予定である。

4) 口腔衛生技術委員会

口腔衛生技術委員会は、本年3月19日に開かれた国際歯科学会（IADR）におけるプラークのpHに関する国際シンポジウムを後援した。このシンポジウムの要旨は、Journal of Dental Researchに発表される予定である。

口腔衛生技術委員会は、本年6月25～26日に開かれる「う蝕罹患者の低減化」に関する第1回国際会議を後援する。ボストンのForsyth Dental Center

で開かれるこの会議では、先進諸国のう蝕罹患率に関する統計について討議される。この会議の内容は、Journal of Dental Research に発表される予定である。

5) 食事と高血圧症暫定技術委員会

食事と高血圧症に関する暫定技術委員会は、国立腎臓基金(National Kidney Foundation)との共催で、本年9月に、「栄養と血圧管理 — 食事要因と高血圧症の現状」と題するシンポジウムを計画している。このシンポジウムの目的はヒトの血圧管理の効果についての情報を再検討することと、保健行政における保健学専門家、生物医学の研究者、政府機関や産業界の代表の間でのコミュニケーションを促進することである。

2. ILSI関連の会議・スケジュール

5月27日 栄養/食品の安全性についての計画会議(ニューヨーク)

5月27日 栄養(食品の表示)計画会議(ロンドン)

6月24日 口腔衛生技術委員会の会議(ボストン)

6月25～26日 う蝕罹患者の低減化に関する国際会議(ボストン)

8月31日 カフェイン技術委員会の会議(フィラデルフィア)

9月13～15日 「栄養と血圧管理 — 食事要因と高血圧症の現状」に関する
シンポジウム

9月21日 色素技術委員会

9月22～23日 第2回病理組織学セミナー(呼吸系)(ハノーバー)

10月17～21日 第4回国際カフェイン・ワークショップ(アテネ)

11月16日 総会

11月17日 理事会

(以上、ILSIニュース・レターより抜粋)

3. 日本におけるILSIメンバー

日本企業で、ILSIの趣旨に賛同して、正規の会員となった企業は、本年6月末現在7社(麒麟麦酒、三栄化学工業、白鳥製菓、高砂香料、日本コカ・コーラ、ハウス食品工業、山之内製菓)で、さらに2社(味の素、キッコーマン)が、入会申込手続中である。

I L S I 等活動検討委員会活動日誌 (昭和57年3月から5月15日まで)

3月12日 WG「ミネラル」今後のすすめ方で打合せ(於 日本コカ・コーラ㈱)

3月16日 委員会(3月度)(於 食品産業センター)出席:委員長以下13名, 幹事4名。

- ・ワーキンググループの編成と今後のすすめ方について桐村幹事が説明。
- ・I L S I 等活動検討委員会と, I L S I Japan(仮称)について委員長説明。
- ・新規会員の募集について討議, 意見。
- ・東京農業大学教授五島孜郎氏の「ミネラルについて」の講演。

3月26日 WG「食添摂取量」調査方針, 資料収集方法等について討議(於 味の素㈱本社)

4月6日 WG「食塩」テーマの設定, 情報の収集整理など(於 キッコーマン㈱東京

支店)

4月9日 WG「ミネラル」資料のまとめ方と計画等について討議(於 日本コカ・コーラ㈱)

4月20日 幹事会(於 食品産業センター)5月度委員会, 会誌等について打合せ

4月23日 WG「ミネラル」東京農業大学五島教授を訪問。調査方法等について相談。

5月10日 WG「ミネラル」日本大学整形外科佐野研究室を訪問。骨折等についての調査。

5月13日 WG「食添摂取量」直接資料8報告, 間接資料3項目を定め, 次回までの調査内容, 分担を割り振りした。

5月14日 WG「食塩」収集した資料の整理について討議

《 編集後記 》

初年度の会誌発行はこの№3をもって終ることとなります。発行時点では本誌のスタイルも仲々定まらないままに思考錯誤しながら発行してしまったというのが本当のところですが、その間、委員の皆様方にご意見やら、委員長にご意見を伺って、発行していく間に何んとかスタイルが出来てきたといった感じがしますが、発行することに最大の狙いをおいて編集側の独断と偏見のもとでの編集となったこととお詫びします。

ただ、余り固まり過ぎるとマンネリ化ということにもなり兼ねないので、次年度からの編集計画をしっかりと樹てなければと考えております。

ふり返ってみると今年度は講演を中心にした記事内容となりましたが、当初のこととしてそれはそれなりにお許しを願ひ、来年度は新たにワーキンググループの活動成果が取り入れられて、会の機関誌としての姿になり得るかと思われませんが、その他にもご意見なり、資料なりがあれば、どしどし御投稿いただけたらと存じます。

(食品産業センター技術部)

食品とライフサイエンス

No. 3

昭和57年5月15日 印刷発行

I L S I 等活動検討委員会

委員長 小原哲二郎

東京都港区虎ノ門二丁目3番22号
財団法人 食品産業センター気付