

毒性試験の結果

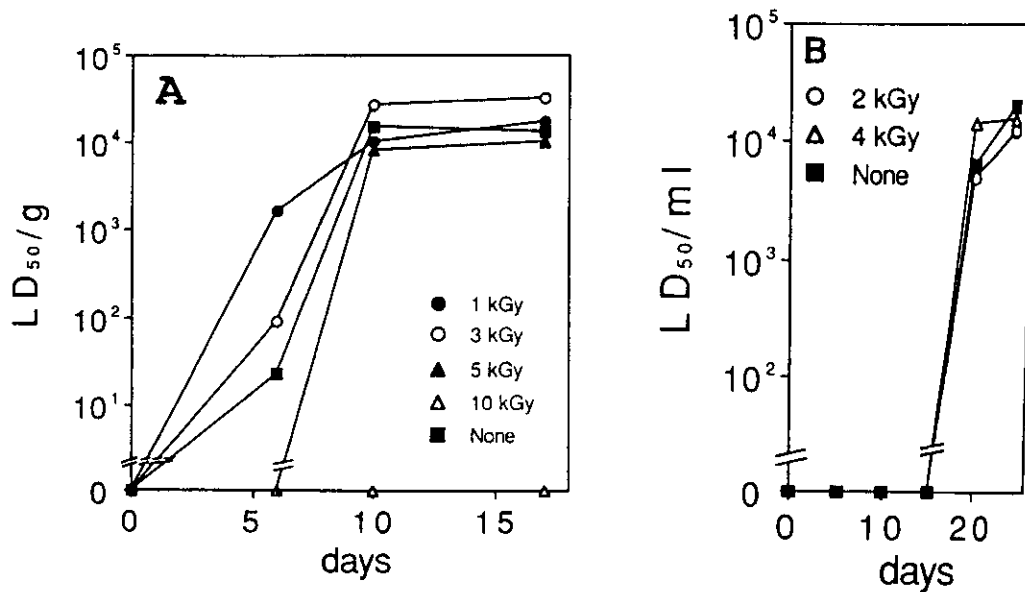
86	Varma MB et al.	1982	Non-induction of dominant lethal mutations in mice fed gamma-irradiated glucose.	International journal of radiation biology,	42:559-563.
87	Varma MB et al.	1982	Mutagenic effects of irradiated glucose in <i>Drosophila melanogaster</i> .	Food and chemical toxicology,	20:947-949.
88	Varma MB et al.	1985	Lack of mutagenicity of irradiated glucose in <i>Salmonella typhimurium</i> using host-mediated assay.	Experientia,	41:396-397.
89	Varma MB et al.	1986	Lack of clastogenic effects of irradiated glucose in somatic and germ cells of mice.	Mutation research,	169:55-59.
90	Vijayalaxmi.	1980	Sister chromatid exchanges in human peripheral blood lymphocytes grown in irradiated medium.	International journal of radiation biology,	37:581-583.
91	Zajcev AN et ar.	1975	Toxicologic and hygienic investigation of potatoes irradiated with a beam of fast electrons and gamma rays to control sprouting.	Toxicology	4 : 267-274.

4. 照射食品中の微生物学的安全性

照射によって、菌相が変化し、芽胞性の細菌群が残存し、照射によって嫌気性条件になった照射食品の中で、これらの菌が増殖する可能性が古くから指摘されている。また、アフラトキシンの生成の上昇が見られたとの報告もあり、これらについて、議論が続いている。ここでは文献を掲げるだけにとどめる。

1) ボツリヌス菌の危険性

放射線照射によって、好気性菌や非芽胞菌が選択的に殺滅されるためにボツリヌス菌が生育する、菌の交代現象として有名な事実がある。これについてFDAは1986年にその危険性をいったん認め、照射鶏肉などには包装材料に工夫を求めた(FDA, Fed. Res., 1986, 51, 13381-13382)。しかし、その後の研究により、冷凍保存すると鶏肉が腐敗臭を発する以前に菌の増殖を確認できるが、毒素は生産していないとしている。一方、ドイツの栄養化学研究所の研究によると、一定条件で照射した魚において、腐敗臭がする前にボツリヌス菌は毒素を産生するとの報告をしている(Hussain, A. M., " Comparison of toxin production by Clostridium botulinum type E in irradiated and unirradiated vacuum-packed trout(Salmo gairdneri) Archiv fur Lebensmittelhygiene, 1977, 28, 23-27)。同様の研究は大阪府立大学の阪口玄二らによって行われている。芽胞を接種した鶏肉(103 個/g)を 1, 3, 5, 10kGy 照射後 15℃で培養し、15 日間、鶏肉内に生産される毒素量を調べている。毒素量の測定は試料をマウスに投与して、そのLD50 を求め毒素量としている。培養後6日目から 0, 1, 3kGy 照射の肉から毒素産生が認められた。その生産量は経時的に増加した。その様子を図に示す。(阪口玄二、小崎俊司、ボツリヌス菌芽胞に対するガンマ線の影響、研究最終報告書、食品照射研究委員会、アイソトープ協会 1992、224-234)。



照射鶏肉中のボツリヌス菌C(A)とE(B)の毒素量と培養時間

これらの研究をふまえ、WHO はボツリヌス菌体と毒素は加熱により容易に分解するので、非加熱で食べる薫製などをのぞき安全であるとしている。

2) アフラトキシン生産性の増強

インドの研究による指摘で、照射によりアフラトキシン生産能を有するようになる株があるとしている。この実験はインド国立栄養研究所の研究者が行ったもので 2.5kGy までの放射線照射した小麦はアフラトキシンを生産しやすくなり、その生産力は線量に依存していることを報告している。(Priyadarshini, E., and Tulpule, P.G. Aflatoxin Production on Irradiated Foods”, Food and cosmetics Toxicology, 14, 293-295, 1976; Priyadarshini, E., and Tulpule, P.G. Effect of Graded Doses of Gamma Radiation on Aflatoxin Production by *Aspergillus parasiticus* in Wheat,” Food and cosmetics Toxicology, 17,

505-507, 1979.) そのほかにもフランス人の科学者は *Aspergillus flavus* のアフラトキシン B の生産能力は照射によって増強されること (Jemmali, M., Guilbot, A., "Influence de l'irradiationh des spores d'A. flavus sur la procuction d'aflatoxin B", Comptes rendus hebdomadaires des seances de l'Acaemie des Sciences (Paris), 1969, 269, Ser. D: 2271-2273.) また、アスペルギラスフラバスを放射線処理するとアフラトキシン G 1 の増加が見られたとの報告がある (Applegate, K. L., Chipley, J. R., Increased aflatoxine G1 production by *Aspergillus flavus* vis gamma irradiation", *Mycologia*, 65, 1266-1273 (1973).

これとは反対にマイトキシンの生産能力が減少したとの報告もある。(Behere, A. G., Production of aflatoxines during storage of gamma-irradiated wheat.", *J. Food Science*, 43, 1102-1103, 1978.) Frank, H. K., " Response of toxigenic and non-toxigenic strains of *Aspergillus flavus* to irradiation.", *Sabouraudia*, 9, 21-26, 1971.

5. 資料の毒性学的評価

この報告書にリストされた毒性試験資料の評価は、次に述べるような理由により、その評価が困難である。評価基準などを定めた上、生物系学識経験者による評価会議を設定して、正確に評価することが必要である。

1) 評価のために必要な事柄

照射食品では、その毒性検討対象としては、本報告書にも一部述べられているように、放射線照射による

- ① 放射化残留線量、
- ② 放射線分解物

の影響があげられる。このうち前者については、問題になる線量と至らないという認識であるが、正確に確認される必要がある。

問題は後者についてであり、これは、放射線分解物が、

(a)食品の特定成分を欠失する場合と

(b)何らかの生体障害性変性産物を生ずる場合と

があげられる。

この内、

前者については、実験をデザインする場合、もしくはその結果を評価する場合、摂取様式を考慮しなければならない。その材料の毒性影響以外の、むしろ欠失効果を見る結果となる可能性があるからである。言い換えるならば、このカテゴリーの実験では、投与物質のパラメータは、照射線量だけでなく、同一照射線量照射物の摂取量（もしくは比率）を考慮する必要がある。（事実、実験の中では、成長遅延や、死亡率の増加を観察した旨の報告が種々の照射食品で認められており、これらの結果は、そうした結果の見られなかった報告と相俟って、実験上のデザインに起因する可能性が高い。そのような影響を認めていない報告も多数認められる事実は、このことを反映しているものと推測される。）

後者の生体障害性変性産物を生ずる場合の中には、過酸化物の生成が知られており、これについては、変異原性が知られている。事実、変異原性は、種々の食品で確認されているが、他方、酸化的DNA障害には、閾値があることが知られており、これは、放射線の直接障害に閾値がないものとの認識で検討する原則と区別して考えなければならない。事実、発がん性試験では、発がん性が認められた報告は見られない。（これは、逆に大量の過酸化物生成条件下では、発がん性があっても不思議はないことからすれば奇異でさえあり、その面で、これについても実験条件の設定が原因している可能性がある。）

以上により明らかなどおり、当報告書資料では、そうした情報のベースが原資料に欠失しているかもしくは、ここに整理されていない。従って、以下は、事実に即して述べるにとどまらざるを得ない。

尚、放射線による菌交代現象は、部分殺菌の場合の生物現象であり、照射食品の目的からするならば、対象外と考えた方がよいので、ここでは、考察しない。

2) 評価のための指標

毒性評価、安全性評価は、この報告の限りでは困難である。その理由は、以下の通りである。

② 食餌法がはっきりしないこと：

a) ビタミン類の破壊が知られており、その影響と思われる障害報告が窺われる。当該物質を補助することによって改善も見られたとする報告もあるが、しかし、障害の観察されなかったとする報告の内容は、分からない。(これらがビタミン欠乏症に過ぎないかの如何もこの資料だけでは、分からない。尚、ビタミン欠乏食に対する考え方は、食習慣と行政的スタンスの問題であり、毒性評価とはなじまない。)

b) アミノ酸の分解が知られており、その影響とも思われる障害を報告するものもあり、当該物質を補助することによって改善も見られている。しかし、障害の観察されなかったとする報告での食餌内容は分からないので、評価ができない。(これについても、前項の括弧内と同様である。)

c) 過酸化障害が知られており、その影響とも思われる障害を報告するものがある。特に高線量での油脂類での過酸化は、障害を引き起こしているとも思われるが、低線量との比較などがなく、評価が困難である。(過酸化物は、変異原性があり得るが、事実、口述の通り、確認されている。これに対する発がん性試験については、後段、別項に記述した)。

d) 被検動物における栄養状態、過酸化物の蓄積もしくは分布などのデータが見られず、これも今日的な評価を困難にしている。

②食餌法の問題点：

照射食品をどのような比率で与えるかによっては、単なる欠乏食の実験になる。どれだけどんなバランスで与えるかについて予め、実験計画に考え方を取り込んで行う必要がある。(上述のとおりである)

3) 過酸化物質の変異原性

高線量では、過酸化物質を産生することが知られており、過酸化物質は、変異原性を持つ可能性がある。報告によれば変異原性を認める場合と認めない場合が観察されており、2. 1) d) に述べたようなデータを収集することを含めて、詳細な検討抜きには、評価が困難である。

4) 過酸化物質の発がん性

高線量では、過酸化物質を産生することが知られており、過酸化物質は、発がん性を惹起する可能性があるが、発がん性は、見られない。過酸化障害は、しばしば閾値を有するので、ここでの発がん性の如何については、放射線の直接障害と異なり、閾値をもって発がん性が観察されなかった可能性が仮説されるが、このことの検証のためには、酸化物に焦点を当てた、濃縮投与をしなければ NOEL ないし NOAEL は、得られず、結果として TDI も得られない。さらなる詳細な検討が必要である。

5) 結 論

結論として、本報告書をもとにして、安全性評価に関する詳細な検討は、生物系学識経験者を含む毒性専門家によるリスク評価のための検討が必要である。

Ⅲ. 研究成果に関する一覧表

【雑誌】

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻名	ページ	出版年
合田幸広、 穂山浩、 大槻崇、 藤井明美、 豊田正武	多機能カラムと HPLC を利用した食品中のアフラトキシン分析法の応用と改良	食品衛生学雑誌	42(1)	56-62	2001
Y.Naito, H.Yoshida, T.Nagata, A.Tanaka, H.Ono, N.Ohara	Dietary intake of rapeseed oil or soybean oil as the only fat nutrient in spontaneously hypertensive rats and Wistar Kyoto rats - blood pressure and pathophysiology	Toxicology	146	197-208	2000
Y.Naito, K.Kasama, H.Yoshida, N.Ohara	Thirteen-week dietary intake of rapeseed oil or soybean oil as the only dietary fat in Wistar Kyoto rats. Change in blood pressure	Food and Chemical Toxicology	38	811-816	2000
Y.Naito, C.Konishi, N.Ohara	Blood coagulation and osmolar tolerance of erythrocytes in stroke-prone spontaneously hypertensive rats given rapeseed oil or soybean oil as the only dietary fat	Toxicology Letters	116	209-215	2000
Y.Naito, C.Konishi, H.Katsumaura, N.Ohara	Increase in blood pressure with enhanced Na ⁺ , K ⁺ -ATPase activity in stroke-prone spontaneously hypertensive rats after 4-week intake of rapeseed oil as the sole dietary fat	Pharmacology and Toxicology	87	144-148	2000

【刊行物】

編集責任者	タイトル	編集	出版年	ページ
豊田正武	日本におけるトータルダイエット調査 (食品汚染物の1日摂取量) 1977～1999年度	国立医薬品 食品衛生研 究所 食品部	2000	33

IV. 研究成果の刊行物・別刷

20000703

以降 P.159-195 は雑誌/図書等に掲載された論文となりますので、
「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください。

日本におけるトータルダイエツト調査
(食品汚染物の1日摂取量)
1977～1999年度

Total diet survey in Japan
(Estimation of daily dietary intake of food contaminants)
1977～1999

(2000年10月)

国立医薬品食品衛生研究所
食品部
Division of Foods
National Institute of Health Sciences
(October, 2000)

編集責任者：豊田正武

編集者：豊田正武、佐々木久美子、松田りえ子、五十嵐敦子、浅野里佐子

国立医薬品食品衛生研究所食品部

東京都世田谷区上用賀1-18-1 〒158-8501

Fax:+81-3-3700-9348/3707-6950

Edited by Dr.Masatake Toyoda (Chief),

Dr.K.Sasaki, Dr.R.Matsuda, Mrs.A.Ikarashi, Mrs.R.Asano

Division of Foods

National Institute of Health Sciences

1-18-1, Kamiyoga, Setagaya-ku, Tokyo 158-8501

Fax:+81-3-3700-9348/3707-6950

目 次

まえがき

調査方法

1. トータルダイエツト調査の概要
2. 試料
3. 分析項目

調査結果

1. ヘキサクロロシクロヘキサンの摂取量
2. DDTの摂取量
3. ディルドリン、HCE、HCBの摂取量
4. 有機リン剤の摂取量
5. PCBの摂取量
6. 重金属等の摂取量
7. 日本人の食品汚染物の1日摂取量の1日摂取許容量（ADI）との比較及び諸外国のデータとの比較

文献

まえがき

日本におけるトータルダイエツトによる食品汚染物の摂取量調査は、1977年よりWHOによるGlobal Environmental Monitoring System (GEMS)の一環として開始された。我が国では、国立医薬品食品衛生研究所が厚生省生活衛生局のサポートを受け地方衛生研究所8～12機関と協力して行っている。すなわち、各地方機関で集めたトータルダイエツト試料について各地方機関が分析した結果を、国立医薬品食品衛生研究所がまとめる方式で行っている。

1977～1981年までの結果は、内山が¹⁾環境化学物質による魚介類汚染と安全性評価に関する報告の中で、日本人の日常食からの汚染物摂取量の表としてまとめて記載している。また1979～1986年までの結果は、斎藤が²⁾環境汚染物質摂取量推計とその評価に関する報告の中で、汚染物質摂取年次推移の表として記載している。さらに1985～1992年までの結果は、斎藤が³⁾総合食品安全辞典中の食品経由の汚染物1日摂取量調査の項で、汚染物摂取量食品群別比較表としてまとめて記載している。6種の残留農薬摂取量については、その後の分析結果について一部のデータを豊田が発表した⁴⁾。最近のデータについては、斎藤が報告³⁾した内容も含め1986～1997年までの12年間の結果を五十嵐らが報告している⁵⁾。

欧米諸国では、トータルダイエツト調査のデータをまとめ、英文又は英文付きの自国語で公表している国があり、また、Webで公表している国もあることから、日本でも調査開始より23年間のデータを初めて和文及び英文の冊子としてまとめることとした。

本トータルダイエット調査に対するこれまでの協力機関

北海道立衛生研究所、宮城県保健環境センター、新潟県保健環境科学研究所、千葉県衛生研究所、横浜市衛生研究所、山梨県衛生公害研究所、名古屋市衛生研究所、滋賀県立衛生環境センター、大阪府立公衆衛生研究所、奈良県衛生研究所、和歌山県衛生公害研究センター、島根県保健環境科学研究所、山口県環境保健研究センター、愛媛県立衛生環境研究所、高知県衛生研究所、香川県衛生研究所、福岡県保健環境研究所、沖縄県衛生環境研究所

調査方法

1. トータルダイエツト調査の概要

我が国におけるトータルダイエツト調査の概要をチャート1に示した。即ち各機関で集めた約99～180の食品を調理の必要なものは調理したうえ、14群別にまとめ各群毎に均一化し-20℃で保存し分析に供した。各種食品汚染物は、群毎に分析し、14群のデータを合計し、1日摂取量を求めた。得られたデータを、国立医薬品食品衛生研究所(NIHS)食品部でまとめる方式である。1群は米・米加工品、2群は米以外の穀類・種実類・芋類、3群は砂糖類・菓子類、4群は油脂類、5群は豆類・豆加工品、6群は果実類、7群は緑黄色野菜、8群は他の野菜・きのこ類・海草類、9群は調味料・嗜好飲料、10群は魚介類、11群は肉類・卵類、12群は乳・乳製品類、13群はその他の食品(平成2年国民栄養調査より現在の項目に変更された)、14群は飲料水(水道水)である(表1)。

2. 試料

トータルダイエツト試料は、99～180品目を厚生省の国民栄養調査による成人の食品群別摂取量表を基にして、8～12地区で地区別食品摂取量に従い市場で購入した。なお、例として日本人の1997年度における平均1日摂取量を付記した(表1)。試料は14群に分け、各食品を実際の食事形態に従い、そのままあるいは簡単に調理した後、各群毎に集めそれぞれ混合しホモジナイズしたものを分析用試料とし、-20℃で冷凍保存した。調理として、米は炊く、麺は茹でる、パンは焼く、いも及び豆腐は煮る、野菜は煮る、炒めるまたは茹でる、魚は焼くまたは煮る、貝類は煮る、肉は焼くまたは煮る等の処理を行った。調理法の概要を表2に示した。

3. 分析項目

分析した項目としては、有機塩素系農薬の α -HCH、 β -HCH、 γ -HCH、 δ -HCH、p,p'-DDT、p,p'-DDE、p,p'-DDD、o,p'-DDT、ディルドリン、ヘプタクロルエポキシド、ヘキサクロロベンゼン、有機リン系農薬のダイアジノン、フェニトロチオン(MEP)、マラチオン、重金属等の鉛、カドミウム、総水銀、総ヒ素、銅、マンガン、亜鉛、その他の汚染物のPCBである(表3)。

チャート1 日本におけるトータルダイエツト調査の方法

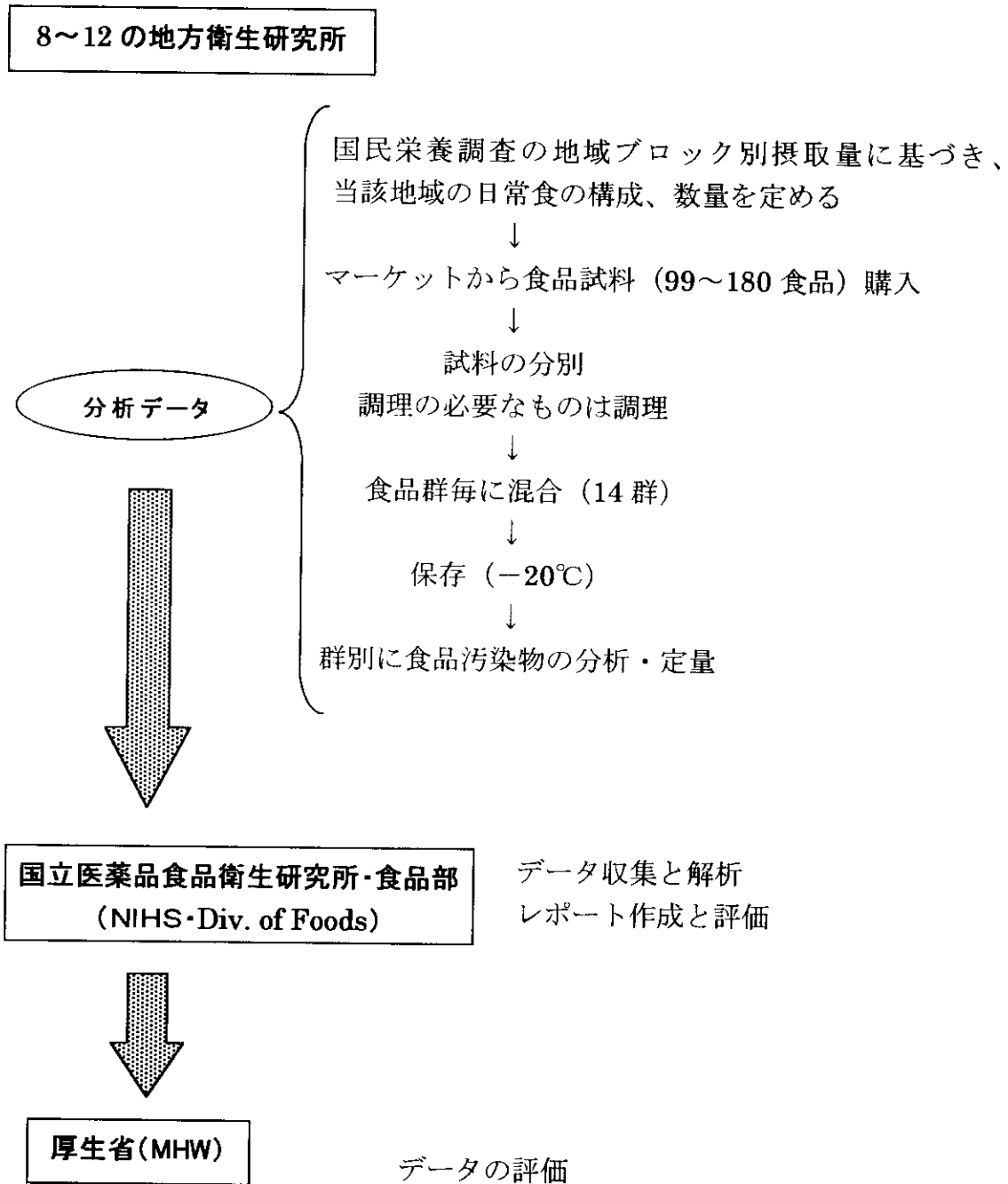


表1 トータルダイエツト調査用食品群と食品名

(g/人/日)

食品群名	食品名	(具体例)	日本人の 平均摂取量
1群 米類	米	(玄米、精白米)	161.7
	米加工品	(もち、赤飯)	3.7
2群 雑穀・芋類	大麦	(えん麦、大麦、らい麦)	0.1
	小麦粉		7.2
	パン		32.5
	菓子パン		9.3
	生めん、ゆでめん	(うどん、中華生そば)	34.3
	乾めん、マカロニ		5.0
	即席めん		3.9
	その他の穀類	(とうもろこし、あわ、きび、そば)	2.0
	種実類	(ぎんなん、くり、くるみ、ごま、アーモンド、ピーナツ)	2.0
	さつまいも		9.8
	じゃがいも		32.0
	その他のいも	(さといも、やまいも)	12.5
	いも類加工品	(こんにやく、でんぷん、マッシュポテトフレーク)	15.1
3群 砂糖・菓子	砂糖		8.6
	ジャム類	(マーマレード、いちごジャム)	1.1
	飴類		0.4
	せんべい類		2.0
	カステラ、ケーキ類		3.6
	ビスケット類		4.0
	その他の菓子類		14.1
	4群 油脂	バター	
マーガリン			1.5
植物油			9.0
動物性油脂		(牛脂、ラード)	0.2
マヨネーズ類			5.2
5群 豆・豆加工品	味噌		13.6
	豆腐		38.7
	豆腐加工品	(あぶらあげ、生あげ、がんもどき)	8.3
	大豆、その他大豆製品	(なつとう、ゆば、おから、きなこ)	8.3
	その他の豆類、加工品	(いんげん、えんどう、ささげ、ゆであずき)	2.0
6群 果実	柑橘類	(みかん、グレープフルーツ、レモン、なつみかん)	34.0
	りんご		26.5
	バナナ		8.3
	いちご		0.3
	その他の果実(かん詰を含む)	(すいか、ぶどう、なし)	49.3
	果汁	(トマトジュース、みかんジュース、りんごジュース)	12.4
7群 有色野菜類	にんじん		22.2
	ほうれん草		20.0
	ピーマン		3.8
	トマト		15.1
	その他の緑黄色野菜	(ブロッコリー、アスパラガス・グリーン、セロリー)	30.4

(g/人/日)

食品群名	食品名	(具体例)	日本人の 平均摂取量
8群 野菜・海草類	大根		40.5
	たまねぎ		27.6
	キャベツ		21.9
	きゅうり		12.1
	はくさい		24.3
	その他の野菜	(ねぎ、なす、グリーンピース)	37.1
	葉類つけもの	(高菜、野沢菜)	7.0
	たくあんその他つけもの	(なす、かぶ、きゅうり)	12.9
	きのこ類	(しいたけ、えのきたけ)	13.3
	海草類	(のり、こんぶ、ひじき、わかめ)	5.2
	9群 嗜好品	しょうゆ	(しょうゆ、タレ)
ソース類		(ウスターソース、トマトケチャップ)	4.6
食塩			1.3
その他調味料		(風味調味料、コンソメ)	11.5
日本酒		(日本酒、みりん)	15.5
ビール			63.0
洋酒その他		(洋酒、ブドウ酒、焼酎)	10.5
その他嗜好飲料		(コーラ、コーヒー、紅茶、日本茶)	61.8
10群 魚介類	さけ、ます類		3.3
	まぐろ類		7.1
	たい、かれい類		8.7
	あじ、いわし類		13.3
	その他の生魚	(ぶり、うなぎ)	10.3
	いか、たこ、かに		15.4
	貝類	(あさり、ほたて)	5.0
	魚(塩蔵)	(塩さけ)	9.7
	魚介(生干し、乾物)	(干しあじ、干しいわし)	8.4
	魚介かん詰	(まぐろ、かつお、うなぎ)	2.8
	魚介佃煮	(あさり、はぜ)	0.4
	魚介練製品	(かまぼこ、はんぺん、ちくわ)	13.4
	魚肉ハム、ソーセージ		0.4
	11群 肉・卵類	牛肉	
豚肉			26.8
鶏肉			19.9
鯨肉			0.1
その他の肉		(ひつじ肉)	0.8
ハム、ソーセージ			9.9
卵類		(鶏卵、うずら卵)	40.8
12群 乳・乳製品		牛乳	
	チーズ		2.2
	その他の乳製品	(ヨーグルト、アイスクリーム)	17.9
13群 加工食品	その他の食品	(カレールー、ハヤシルー)	5.5
14群 飲料水	水道水		600.0

表2 個別食品の調理法の例

分類	食品名	調理の方法
炊く	米	白米を水で4回洗い水を切り釜に入れ水を加えて、ガス釜で炊く
焼く	小麦粉	少量の水でこね、のばしてアルミホイルにのせ乾燥器で焼く
	じゃがいも	皮付きのまま水洗いし、アルミホイルに包んで乾燥器で焼く、その後皮をむく
	もち、塩たら、するめ、ぶり	金網にのせて焼く
	ピーマン	水洗いし葉柄、種を除いて金網で焼く
	しいたけ	水洗いし石づきを除いて金網で焼く
	鶏肉	アルミホイルの上ののせ天火で焼く
フライパン	鮭	フライパンにバターを入れてとかしのせて焼く
	牛肉(すき焼き)	フライパンに牛脂を入れ薄切りの肉を炒めたのち水を加え煮る、煮汁は捨てる
	豚肉	フライパンにラードを入れ薄切りの肉を炒める
ゆでる(煮る)	生そば、マカロニ、即席めん	水を沸騰させ、数分間茹でて湯を切る、ゆで汁は捨てる
	がんとどき、さば	水を沸騰させ、数分間煮て湯を切る、煮汁は捨てる
	鯨肉、ラム	湯にいれてゆでる、ゆで汁は捨てる
	鶏卵(固ゆで)	殻つきのまま水に入れ、沸騰後ゆでる
	にんじん、大根	皮付きのまま水洗いし乱切りにしてゆでる、ゆで汁は捨てる
	カリフラワー	外葉をのぞき水洗いし、沸騰させた水で数分ゆでて湯を切る、ゆで汁は捨てる
	ほうれんそう、春菊、はくさい	水洗いし沸騰水に入れ茹でる、水にさらして水を切る
	赤貝、あさり	水を沸騰させ、むき身を入れて煮る、ゆで汁と共に試料とする
蒸す	さつまいも	皮付きのまま水洗いし、切って蒸器に入れ、蒸す
その他	マッシュポテト	湯を加えてこねる
	果物	皮をむき、芯、種を除く、ただし、りんごは皮付きのまま、いちごはヘタを除く

表3 日本におけるトータルダイエツト調査の分析項目

有機塩素系農薬	α -HCH、 β -HCH、 γ -HCH、 δ -HCH、 p,p'-DDT、p,p'-DDE、p,p'-DDD、o,p'-DDT Dieldrin, Heptachlor epoxide, Hexachlorobenzene
有機リン系農薬	Diazinon, Fenitrothion (MEP), Malathion
重金属等	鉛、カドミウム、総水銀、総ヒ素、銅、マンガン、亜鉛
その他の汚染物	PCB