食 品 の ア ミ ノ 酸 組 成 に つ い て

Amino Acid Composition of Japanese Foods

(昭和 41 年 12 月 19 日 受 理)

田 村 真 八 郎 劔 持 久 仁 子
(Sinpatirô Tamura) (Kuniko Kenmochi)

鈴 木 忠 直 麻 生 田 明 子
(Tadanao Suzuki) (Haruko Asouda)

Amino acid compositions determined by ion exchange chromatography were reported on 49 foods commonly consumed in Japan. They include cereals and pulses and their products 11, fishes and shellfishes 16, meats, milk and egg 8, and fruits and vegetables 14. Samples were acid-hydrolyzed with 6N hydrochloric acid at 110°C for 24 hours. Amino acid compositions of the hydrolyzates were determined by the automatic method with a Beckman Spinco amino acid analyzer except methionine, cystine and tryptophan. Methionine and cystine were determined with the performic acid oxidation method, and tryptophan was estimated with the microbiological method or the colorimetric method using dimethylaminobenzaldehyde.

Amino acid compositions of the 49 foods are summarized in tables in terms of mg of each amino acid per g of nitrogen.

Comparison of the amino acid composition between animal foods and plant foods showed that nutritionally important amino acids such as lysine, methionine and threonine were generally more abundant in animal foods than in plant foods, but some plant foods were rich in individual essential amino acid. Amino acid compositions of plant foods seemed to show greater variation than those of animal foods. Some plant foods contained a large amount of glutamic acid or aspartic acid, and the presence of such large amount of single amino acid lowers another amino acid contents of plant foods when expressed in terms of mg per g of nitrogen. Among animal foods, there is no important difference of amino acid composition between fishes and meats except histidine. Data obtained indicate that fishes and meats are equally good animal protein sources from the standpoint of the human nutrition.

わが国において日常用いられる食品のアミノ酸組成を明確にし、「日本食品アミノ酸組成表」を作成するための分析の一部を分担実施した結果について報告する。

実 験

〔試 料〕

前記の目的のために 49 点の食品試料につきアミノ酸分析をおこなった。49点の内訳は、A. 穀類、豆類およびその加工品11点、B. 魚介類16点、C. 畜産物など8点、D. 果物、そ菜、いも類 14 点である。

試料の一般的処理法は、可食部のみにつき、穀類、豆類は粉碎したものを用い、その他の試料は大体凍結乾燥後粉碎したものを用いた。分析試料とケルダール法で測定した窒素含量を第1表に示した。

〔分析方法〕

アミノ酸の分析方法は以下のものである。粉碎試料を均一にしその適当量 (20mg~100mg) を秤量して加水分解用ガラス管に入れ、試料に対し100倍量の6N塩酸を加え、氷水で冷却後真空ポンプを用いて脱気封管し、110°Cの加水分解炉中に24時間において試料中のタンパク質をアミノ酸に加水分解したのち開管し、ロータリーエバポレーターを用いて50°C以下で塩酸を除き、pH 2.2のクエン酸緩衝液に溶解しその適量をベックマン・アミノ酸分析計を用いて分析した。分析法の詳細は文献1と同様であるが、酸性および中性アミノ酸の分析には50cmのカラムを用いた。またシスチン、メチオニンの分析は過ギ酸酸化法^{2) 3)}によっておこなった。なお上記の方法で測定した場合のチロシンの分析値は、炭水化物を多く含む試料の場合には加水分解中の破壊による損失がいちじるしく、真の含量よりかなり低い数値しか得られ

第 1 表 分 析 試 料

A. 穀類・豆類・その加工品				C. 畜 産 物 等			
試 料 名	品 種 など	処 理 法	窒素含量 %	試 料 名	品 種 など	処 理 法	窒素含量 %
オートミール	日 食 製	粉 砕	2.10	豚 肉		凍結乾燥	13.13
押し麦 (大麦)	関取埼玉1号 歩留 51%	"	1.17	くじら肉	冷 凍 赤 肉	"	13.38
" (はだか麦)	赤神力 歩留 58%	"	1.10	けい卵		"	11.4
食パン	学童給食用	風乾・粉碎	2.42	卵 白		"	12.9
"	市販品内部*	"	2.33	卵 黄		"	4.89
"	" 皮部*	"	2.30	牛 乳	市 乳	"	4.91
コーンフレーク	ケログ製	粉 砕	1.22	脱脂粉乳	学童給食用	"	5.24
らっかせい		粉碎脱脂	8.63	人 乳		"	1.59
あずき	北海道産	粉 砕	3.39				
凍とうふ		"	9.44				
しょう油	キッコーマン製 濃い口	そのまま	1.46				
B. 魚 介 類				D. 果実・そ菜・いも類			
かれい		凍結乾燥	13.3	いちご	ダ ナ ー	凍結乾燥	1.33
ひらめ		"	14.2	なし	二 十 世 紀	"	0.248
た い	ま だ い	"	13.8	りんご	国 光	"	0.239
あじ		"	9.48	びわ		"	0.503
さば		"	9.64	いちじく		"	0.766
かつお		"	10.9	かき	ふ ゆ う	"	0.529
ぶり		"	11.8	バナナ	台 湾 産	"	0.815
ます		"	14.4	トマト		"	1.66
にじま		"	12.3	かぼちゃ		"	1.15
さざえ		"	11.9	にんじん		"	2.08
あわび		"	8.05	ほうれんそう		"	5.03
はまぐり		"	8.37	マッシュルーム		"	5.06
いか	こ う い か	"	11.3	さつまいも		"	0.76
たこ	ま だ こ	"	11.8	じゃがいも		"	1.37
えび	く る ま え び	"	12.2				
かに	け が に	"	13.7				

* 重量比 内部7 皮部3

ないことがわかってるので、これらの食品の数値は () に入れて示した。トリプトファンの分析は国立栄養研究所が分担したので、同研究所で水酸化バリウム加水分解後微生物定量法あるいは DAB 法により測定した田村盈之輔部長、松野信郎技官、中津昌子技官、西原綾子技官の分析データ¹⁾を引用させていただいた。

結 果

アミノ酸分析の結果を窒素 1 g あたりの各アミノ酸の mg 数として第 2, 3, 4, 5 表に食品群別に分けて示した。

考 察

(1) 動物性食品と植物性食品との相違

動物性食品と植物性食品とを重要な必須アミノ酸、リジン、スレオニン、メチオニンについて比較してみると一般的にはどのアミノ酸でも動物性食品の方が高い傾向がある。しかし植物性食品の中にも個別には、あずきにおけるリジン、かき (柿) におけるスレオニン、オートミールにおけるメチオニンなど動物性食品に匹敵するものもみられる。

植物性食品ではグルタミン酸 (例えば食パン、トマト) あるいはアスパラギン酸 (例えばなし) の割合が高くなっているために、その他の種類のアミノ酸が全部相対的に低くなる傾向がみとめられる場合が多い。

全般的にみると植物性食品では動物性食品よりもアミ

栄 養 と 食 糧

第 2 表 穀 類 ・ 豆 類 ・ お よ び そ の

	オートミール Oatmeal	お し 麦 Milled and Pressed Barley		食 パ ン White bread	食パン(内部) Cram
		お お 麦 Barley	は だ か 麦 Naked Barley		
Lysine	202	179	179	132	127
Histidine	128	104	107	122	123
Arginine	308	197	188	172	173
Aspartic acid	582	288	292	265	280
Threonine	217	188	192	162	159
Serine	269	219	233	272	263
Glutamic acid	1,317	1,521	1,456	2,190	2,146
Proline	342	731	747	675	690
Glycine	319	209	218	200	198
Alanine	312	213	208	172	173
Valine	327	270	243	258	254
Isoleucine	242	202	188	219	219
Leucine	476	410	501	371	408
Tyrosine	(193)	(114)	(120)	(104)	(123)
Phenylalanine	355	317	292	265	274
Cystine	157	150	148	115	111
Methionine	114	98	98	72	74
Tryptophan*	71	73	71	67	—

* 本文参照

第 3 表 魚 介 類 の ア ミ

	かれい Flatfish	ひらめ Flounder	た い い Red sea-bream	あ じ Jack mackerel	さ ば Mackerel	かつお Skipjack	ぶ り Yellow tail
Lysine	622	617	600	549	445	497	541
Histidine	146	159	175	222	269	532	502
Arginine	394	386	373	321	335	320	351
Aspartic acid	687	657	665	580	511	522	573
Threonine	289	286	294	258	245	249	259
Serine	270	256	240	216	222	204	221
Glutamic acid	1,080	1,043	972	875	762	772	821
Proline	194	190	229	187	235	179	200
Glycine	276	246	323	261	325	270	276
Alanine	379	348	397	344	352	333	339
Valine	345	351	350	314	304	310	312
Isoleucine	309	308	310	279	311	268	281
Leucine	519	506	524	452	450	437	449
Tyrosine	222	213	197	183	180	177	183
Phenylalanine	243	223	276	215	237	208	217
Cystine	39	28	65	70	47	51	51
Methionine	130	122	166	168	118	140	126
Tryptophan*	75	91	80	84	94	80	86

* 本文参照

第 20 卷 第 1 号

加工品のアミノ酸組成 (mg/Ng)

食パン(皮部) Crust	コーンフレーク Cornflakes	らっかせい Peanuts	あずき "Azuki" beans	凍とうふ "Kori-Tofu"	しょうゆ "Shōyu"
64	43	221	496	361	416
115	165	148	209	149	82
137	106	765	428	294	128
278	346	656	670	767	462
156	208	144	221	227	206
256	311	276	317	300	253
2, 234	1, 443	1, 180	1, 148	1, 241	1, 139
621	742	216	286	293	335
195	188	334	243	248	233
171	546	227	266	250	352
253	298	244	319	294	275
220	227	210	253	303	252
411	957	373	495	501	392
(114)	(112)	(163)	(171)	(194)	(26)
274	330	290	347	311	215
103	134	77	67	71	49
67	119	52	86	70	49
—	37	66	—	—	—

ノ 酸 組 成 (mg/Ng)

ま す Pink salmon	にじます Rainbow trout	さざえ Top shell	あわび Abalone	はまぐり Clam	い か Squid	た こ Octopus	え び Tiger prawn	か に Crab
493	509	334	216	468	564	463	412	473
169	194	80	81	141	131	148	100	138
366	382	582	468	461	544	509	618	616
545	583	578	524	658	662	618	600	577
270	264	238	235	293	283	242	221	250
242	242	246	289	280	262	269	221	242
745	771	882	759	933	1, 031	869	933	822
268	229	291	303	240	314	156	231	255
381	366	601	538	315	298	338	516	428
363	358	364	349	394	368	320	309	345
290	305	225	210	290	285	280	248	271
247	263	208	186	277	296	293	245	262
413	452	388	351	455	534	472	433	430
178	180	151	177	208	179	185	143	188
245	267	174	175	259	257	210	228	244
90	47	59	51	88	69	64	67	68
180	134	117	117	133	173	128	143	140
77	71	60	49	73	77	72	66	65

栄 養 と 食 糧

第4表 畜産物等のアミノ酸組成 (mg/Ng)

	豚 肉 Pork	くじら肉 Whale meat	けい 卵 Whole egg	卵 白 White	卵 黄 Yolk	牛 乳 Cow's milk	脱脂粉乳 Skimmilk powder	人 乳 Human milk
Lysine	582	574	438	420	462	475	488	440
Histidine	261	259	138	149	149	141	170	154
Arginine	375	376	347	348	409	151	180	234
Aspartic acid	597	479	654	634	578	535	496	563
Threonine	281	264	290	290	311	270	264	285
Serine	216	239	449	390	479	341	330	268
Glutamic acid	917	954	793	866	795	1,378	1,338	1,128
Proline	237	264	216	243	256	569	614	589
Glycine	279	252	202	226	188	121	116	147
Alanine	369	371	352	371	324	211	200	254
Valine	339	314	408	433	356	422	400	386
Isoleucine	316	302	333	319	318	324	315	326
Leucine	534	559	535	531	534	602	583	619
Tyrosine	219	235	242	182	266	(197)	(247)	(429)**
Phenylalanine	261	264	316	376	268	280	281	231
Cystine	73	78	168	188	115	48	52	105
Methionine	171	116	206	232	134	151	147	110
Tryptophan*	90	87	99	105	96	92	—	102

* 本文参照 ** グルコサミンと推定されるピークが重なっている。

第5表 果 実 ・ そ 菜 ・ い も 類 の

	いちご Strawberry	な し Japanese pear	りんご Apple	び わ Loquat	いちじく Fig	か き Japanese persimmon
Lysine	254	171	365	328	250	320
Histidine	122	66	120	125	88	127
Arginine	270	76	170	197	144	364
Aspartic acid	1,412	2,812	1,285	1,009	1,470	515
Threonine	193	162	233	212	204	382
Serine	236	314	265	239	309	215
Glutamic acid	923	542	695	797	604	1,139
Proline	197	143	216	234	411	186
Glycine	245	154	242	240	212	208
Alanine	315	274	278	321	378	217
Valine	182	247	247	255	236	289
Isoleucine	142	181	224	201	191	281
Leucine	317	249	394	351	272	395
Tyrosine	(108)	(68)	(38)	(160)	(90)	(149)
Phenylalanine	182	152	157	200	152	286
Cystine	54	54	84	86	102	138
Methionine	11	64	49	31	52	61
Tryptophan*	72	51	58	73	53	108

* 本文参照

ノ酸組成の変動が大きいように考えられる。例えばアスパラギン酸の場合、動物性食品では最低くじら肉の 479 から最高かれいの 687 までの幅しかないのに対し、植物性食品では最低食パンの 265 から最高なしの 2812 まで約 10 倍にわたる大きな幅を持っている。またグルタミン酸の場合でも、動物性食品では最低が鶏卵の 793, 最高が牛乳の 1378 で約 2 倍の開きしかないが、植物性食品では最低がマッシュルームの 444, 最高がトマトの 3006 で約 7 倍の開きがある。

(2) 動物性食品のアミノ酸組成

肉と魚とのアミノ酸組成の間にはヒスチジン以外にはほとんど差がないと考えられる。魚類の間ではヒスチジンにかなりの差があり、白身の魚（ひらめ、かれい）では 146, 159 と低く、赤身の魚（ぶり、かつお）では 502, 532 と高く、その他の魚は中間の値を示している。また魚類の中でますとにじますの 2 種のみがグリシンがアラニンよりも多くなっているのは興味を持たれる。

魚類とその他の水産動物類（貝・いかにえびなど）のアミノ酸組成の間には多少の相違が認められる。すなわちその他の水産動物類の方が一般的にアルギニンが多くバリンが少ないように考えられる。えびとかにのアミノ酸組成はアルギニンとグリシンが多くよく似ているがヒスチジン含量は異なっている。いかとたこにもロイシンと

アルギニンが多くよく似ているが、この場合にはプロリン含量が異なりいかの方が約 2 倍の含量を示している。分析をおこなった貝類 3 点の間では巻き貝（さざえ、あわび）は二枚貝（はまぐり）よりもグリシンが多く、ヒスチジン、フェニルアラニンが少ないような結果を示している。

鶏卵についてはヒスチジン、スレオニン、プロリン、イソロイシン、ロイシンは卵白と卵黄とで差がないが、シスチン、メチオニン、フェニルアラニンなどはかなり大きな差が認められる。全般的にはセリンが多いのが特徴と考えられる。乳（牛乳、人乳）は他の動物性食品と比較するとプロリンが多くグリシンが低いことが特徴となっている。なお人乳の場合にはチロシンの溶出位置付近に溶出されるグルコサミンと推定されるピークが観察された。

(3) 植物性食品のアミノ酸組成

個別のアミノ酸について考察すると、リジンは今回測定した植物性食品中ではあずきが最高で 496 であり、これは牛乳、鶏卵よりも高く、動物性食品に匹敵する数値である。ヒスチジンはバナナが 419 であり植物性食品の中ではこれだけがとびぬけて高い数値を示した。アルギニンはらっかせいが 765 でこれは今回測定した植物性動物性全食品の中で最高である。

アミノ酸組成 (mg/Ng)

バナナ Banana	トマト Tomato	かぼちゃ Pumpkin	にんじん Carrot	ほうれんそう Spinach	マッシュルーム Common mushroom	さつまいも Sweet potato	じゃがいも Potato
234	188	236	191	317	277	256	328
419	86	98	81	123	84	117	114
210	83	450	324	317	371	220	332
796	770	638	768	618	280	1,125	823
159	121	130	151	220	174	314	239
203	125	273	164	206	170	311	218
1,019	3,006	1,147	1,437	1,005	444	868	1,126
186	100	162	145	226	315	213	238
199	114	166	138	257	158	264	216
224	143	176	241	276	294	363	251
170	87	230	188	239	163	375	358
110	81	204	127	176	137	251	237
290	158	322	200	375	226	396	387
(72)	(86)	(166)	(82)	(130)	(88)	(128)	(94)
144	152	202	127	237	134	263	205
42	8	50	30	27	33	76	59
36	31	71	38	34	29	67	70
72	31	—	53	84	64	79	91

植物性食品の大部分ではスレオニン含量はセリン含量より低い、かき、ほうれんそう、じゃがいも、さつまいもの4食品では逆にスレオニンがセリンよりも多く、この点からだけいえば動物性食品に似ている。プロリンはオートミールを除く穀類およびパンで高い。アラニンおよびロイシンはコーンフレークが高くその特徴となっている。

コーンフレークのリジン含量はいちじるしく低い、これは製造時の加熱工程中にこわれるものと考えられ、食パンのいわゆる皮の部分が内部の白色部分の半分のリジン含量を示すことも同じ原因によるものと考えられる。

含硫アミノ酸ではオートミールとコーンフレークが比較的高い数値を示すが、植物性食品では一般にシスチンがメチオニンよりも高く、動物性食品とは逆になっている。

要 約

日本人が日常食用としている食品49点のアミノ酸組成の測定結果を食品群別に表示し、若干の考察を加えた。

終わりにあたり試料の入手および調製にご配慮いただいた、農林省食糧研究所の木村進技官、宮崎基嘉技官、またご指導いただいた科学技術庁資源調査会アミノ酸小委員会委員長・国立栄養研究所・田村盈之輔部長に感謝いたします。

文 献

- 1) 田村真八郎, 劍持久仁子: 農化, **37**, 278 (1963)
- 2) E. Schram, S. Moore, E. J. Bigwood: *Biochem. J.*, **57**, 33 (1954)
- 3) S. Moore: *J. Biol. Chem.*, **238**, 235 (1963)
- 4) 田村真八郎, 劍持久仁子: 農化, **37**, 611 (1963)
- 5) 田村盈之輔, 松野信郎, 中津昌子, 西原綾子: 栄養研究所年報(昭和40年度)投稿中

(農林省食糧研究所)

マ ス ク メ ロ ン の カ ロ チ ノ イ ド

マスクメロンのカロチノイドを向流分配法により分別し、それをマグネシアカラムを用いたクロマトグラフィーで分離、同定した。メロン可食部の全カロチノイド量は β カロチンとして kg 当たり 20.2mg であった。カロチノイドの構成は圧倒的に β カロチンが多く、 ζ カロチンがこれに次ぎ、フィトエン、フィトフルエン、 α カロチン、ルテイン、ジアキサンチン、ヴィオラキサンチン、ルテオキサンチンが少量あった。果実が成熟して

果肉がオレンジ色になるにつれ、カロチノイドは大量に増加するがこれは主として β カロチンがある。 ζ カロチンもかなり増加する。その他にカロチノイドは緑葉、未成熟果の微量構成物として存在するがこれも成熟につれいくらか増加するようである。(表2)

The Carotenoids of Muskmelons.

by Cuyt, A. L.:

J. Food Sci., **31**, 759~761 (1966)

(劍持)