

本学学生を対象とした各種微量元素の充足率調査

Insufficient Intake of Inorganic Micronutrients in Our Junior College Students

(1999年3月31日受理)

佐々木敦子 板野 道弘 森次 益三
Atsuko Sasaki Michihiro Itano Masumi Moritsugu

Key words : 亜鉛, 充足率, 未精製穀類

はじめに

前年の食事調査¹⁰⁾で、対象とした微量元素の中で、最も欠乏を起こしやすく、その欠乏状態を把握しにくい問題の元素は亜鉛であろうことが予想された。また、最近の市販弁当類の分析¹⁴⁾でも、亜鉛の充足率は58~64%と低かった。そこで、今回はその状況を明確化するために、亜鉛をターゲットとする別の観点からの食事調査を試みた。つまり、今回は亜鉛摂取の状況をほかの一般的栄養素と比較することから開始したので、今回は亜鉛の摂取が容易でない状況をもっと詳細に認識できるように、主として微量元素間で、実際の摂取量に対する推奨摂取量の比を計算し比較・検討した。

亜鉛の欠乏は味覚異常に始まり、食欲不振から成長抑制に至る諸症状^{1, 2, 3, 6, 12)}、免疫機能障害、創傷治癒の遅延や皮膚、毛髪、爪、骨格などの異常症状^{3, 6, 12)}、性的発育不全^{2, 3, 6, 12)}、精神、神経の異常^{3, 12, 17)}など、多数の症状と関係するとされている。また、亜鉛は人体内で多数の酵素の構成金属となっている^{1, 3, 6, 11, 12, 17)}ほか、その機能としては、胃潰瘍の抑制とか肝臓の再生能¹⁾、肝ガンの予防機能¹⁷⁾、コラーゲン生合成を通してのガン組織の包囲・撲滅能¹⁷⁾などとの関連も指摘されている。なお、体内での亜鉛の吸収率は、摂取量が多いほど、高齢化するほど低下し¹²⁾、さらに、高齢者については、亜鉛の摂取量と血中亜鉛濃度が、ともに低下するとする資料⁸⁾もある。したがって、体内の亜鉛を高レベルに維持し、平素から免疫力を高め、生活の質を向上させるためには、特に高齢者にあっては、食事から摂取する亜鉛量を日常的に高く維持するのが望ましいことになる。

日本人の亜鉛摂取量については、成人で8~15mg/日とする文献⁷⁾があるが、食品成分表を基礎にした計算値は実測値より高くなる^{4, 8)}といわれているし、食品成分表の数値に基づく私たちの昨年の調査結果¹⁰⁾でも、1日当たり約7 mgの亜鉛が摂取されていたに過ぎなかった。調査対象の学生たちが亜鉛欠乏であったわけではないが、たとえアメリカ合衆国の推奨摂取量であっても、

15mgZn/日という摂取量には理由があるので、これを大幅に下回る状態は好ましくないと考えられた。そこで、さらなる調査を行う必要性を認め、本研究を行った。

方 法

今回は食品の微量元素含有量¹³⁾の資料に基づき、鉄、亜鉛、銅をはじめ、クロム、マンガン、モリブデン、ニッケル、セレン、スズ、カドミウム、コバルトなど、一応人体あるいは高等動物における必須性の確立されている11種類の微量元素について、食品中の含有量からそれぞれの摂取量を計算し、亜鉛の充足率をほかの微量元素の場合と比較・検討することとした。今回は前回の調査資料(銅、亜鉛については既発表¹⁰⁾)であるが、今回採用した食品の微量元素含有量¹³⁾の資料で再計算した)を、各種微量元素の充足率の計算に使用したのはもちろんであるが、それ以外に、6件の調査資料を追加し、上記した11種の微量元素について、その充足率を亜鉛を中心に比較・検討することとした。

結果及び考察

平素の食事で、学生たちがどの程度の微量元素を摂取しているかを調査し第1表(A及びB)を作成した。調査対象者は2桁の番号で示したが、最初の数値に調査日数を、次の数値に識別番号をあてた。

第1表Aには昨年の調査表に示したカルシウム、マグネシウム、鉄、亜鉛、銅以外に、クロム、マンガン、モリブデン、セレン、コバルト、カドミウムについての調査結果を記載した。

第1表A. 学生の微量元素摂取量(1)

日付区分	Kcal	蛋白g	脂質g	糖質g	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn µg	Cu µg	Cr µg	Mn µg	Mo µg	Se µg	Co µg	Cd µg
1日目	1,379	47.0	51.2	174.9	348.6	155.2	6.4	4,154	715	82	1,430	178	64	0	7
2日目	1,613	59.8	74.1	163.9	343.7	123.5	6.8	6,356	621	85	1,470	187	111	0	0
3日目	1,739	57.9	71.7	202.2	503.0	151.6	6.5	6,640	730	90	1,785	202	85	0	0
4日目	1,559	55.2	64.7	175.2	397.5	126.4	7.7	4,849	587	73	1,430	141	95	0	0
5日目	1,649	49.5	78.2	178.0	345.6	127.6	7.2	4,888	588	131	1,445	163	109	0	0
6日目	1,762	67.8	82.9	173.2	326.1	141.1	6.4	5,999	661	85	1,496	166	156	0	0
7日目	1,482	59.0	52.7	181.0	474.4	153.4	7.7	4,523	829	77	1,474	179	145	0	2
71 7日平均	1,597	56.6	67.9	178.3	391.3	139.8	7.0	5,344	676	89	1,504	174	109	0	1
1日目	1,714	46.6	54.4	256.5	412.6	203.1	5.7	4,673	852	82	1,988	165	98	0	8
2日目	1,753	46.2	59.9	256.1	273.8	165.7	10.3	6,898	859	98	2,352	166	29	0	3
3日目	1,487	45.8	52.1	198.3	265.5	145.9	6.4	4,789	652	76	1,432	142	49	0	8
4日目	1,627	53.9	51.0	232.8	244.8	150.5	5.7	3,953	857	77	1,663	190	63	3	1
5日目	1,700	57.2	69.6	199.5	181.8	170.6	6.0	6,476	791	93	1,854	166	113	0	11
6日目	2,057	58.9	69.5	271.1	460.2	171.4	6.7	4,796	1,192	95	2,127	192	73	2	0
7日目	1,618	54.4	64.5	194.6	208.6	148.0	7.0	5,417	754	120	1,710	165	129	0	2
72 7日平均	1,708	51.9	60.1	229.8	292.5	165.0	6.8	5,286	851	91	1,875	169	79	1	5
1日目	2,023	67.5	97.9	211.2	357.1	174.6	8.3	6,280	805	108	1,770	190	139	0	6
2日目	1,995	65.9	79.0	249.2	312.4	284.9	10.5	6,081	987	104	2,483	252	136	0	20
3日目	2,412	95.5	129.0	211.1	542.2	391.7	15.1	11,337	1,693	167	3,382	281	316	8	21
4日目	2,061	73.3	82.0	254.8	462.4	200.3	9.2	7,406	776	107	1,580	183	111	1	0
5日目	2,209	68.5	122.8	198.7	404.4	252.8	10.8	12,799	1,150	102	2,626	146	134	1	7
6日目	1,910	58.5	77.1	239.8	300.1	162.5	8.6	8,495	728	87	1,681	163	120	0	1
7日目	2,133	75.5	73.7	291.6	687.4	236.5	9.4	6,024	1,080	131	1,886	269	146	1	3
73 7日平均	2,106	72.1	94.5	236.6	438.0	243.3	10.3	8,346	1,031	115	2,201	212	157	2	8

微量元素の充足率調査

日付区分	Kcal	蛋白 g	脂質 g	糖質 g	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn μg	Cu μg	Cr μg	Mn μg	Mo μg	Se μg	Co μg	Cd μg
1日目	1,649	52.6	45.0	250.0	727.7	185.2	6.0	4,741	751	92	1,703	169	110	0	2
2日目	1,465	56.9	34.1	231.8	371.9	295.7	11.1	7,206	1,201	98	2,336	186	72	0	5
3日目	2,055	63.7	69.6	289.3	948.9	234.5	7.9	6,515	1,001	91	2,321	213	116	1	0
4日目	1,796	55.6	41.7	298.6	399.8	345.2	7.9	6,914	1,246	113	3,046	237	102	14	1
5日目	1,738	62.8	58.2	234.3	653.8	215.2	7.2	6,145	1,083	98	3,101	201	108	2	0
6日目	1,795	78.2	82.6	173.1	519.2	194.3	8.9	8,031	928	106	1,835	168	130	2	2
7日目	1,716	54.9	49.8	253.6	400.6	129.9	7.4	4,574	603	87	1,234	170	69	0	1
74 7日平均	1,745	60.7	54.4	247.2	574.5	228.5	8.1	6,304	973	98	2,225	192	101	3	2
1日目	1,722	55.0	44.5	264.0	275.6	191.1	8.2	5,735	988	98	2,728	272	65	0	0
2日目	1,788	59.2	39.6	287.1	170.2	210.5	9.2	7,961	1,264	91	3,101	254	83	5	5
3日目	1,264	50.5	17.1	215.7	200.3	197.3	5.8	5,440	1,144	64	3,073	260	84	0	0
4日目	1,405	44.9	39.3	205.1	236.1	142.9	5.9	5,757	809	66	2,736	263	64	1	3
5日目	1,630	72.1	60.0	187.1	260.2	180.6	8.6	6,743	1,101	87	2,597	272	192	1	0
6日目	1,863	67.0	89.1	187.7	542.5	194.7	9.4	6,109	693	98	1,952	207	131	0	0
7日目	2,478	112.6	82.6	280.1	805.9	494.1	13.0	9,065	1,504	181	2,431	252	279	0	1
75 7日平均	1,736	65.9	53.2	232.4	355.8	230.2	8.6	6,687	1,072	98	2,660	254	128	1	1
1日目	1,530	68.8	53.0	181.2	535.1	253.8	12.4	7,152	946	104	2,545	218	91	4	0
2日目	1,665	88.5	41.3	223.3	512.0	232.0	12.6	10,450	1,166	122	2,589	257	171	0	2
3日目	1,541	76.4	21.4	253.5	386.9	264.7	9.8	10,056	1,601	124	2,596	401	119	0	15
4日目	1,628	51.7	42.7	251.3	312.1	202.1	6.5	5,226	958	89	2,436	227	51	4	5
5日目	1,573	64.3	43.2	220.0	493.1	222.0	10.0	7,087	892	102	2,985	222	104	4	5
6日目	1,583	58.8	34.1	254.6	756.9	323.6	16.3	6,546	1,170	126	3,806	232	193	18	8
7日目	1,577	73.9	32.8	234.4	496.2	232.9	11.6	7,760	1,245	96	2,885	324	194	1	0
76 7日平均	1,585	68.9	38.4	231.2	498.9	247.3	11.3	7,754	1,140	109	2,835	269	132	5	5
1日目	2,029	54.0	54.4	330.2	544.1	290.8	8.5	5,804	1,037	148	2,462	262	77	7	0
2日目	1,500	51.2	42.0	223.1	332.1	226.5	8.4	5,597	699	63	1,627	124	72	0	4
3日目	1,414	42.8	42.3	211.3	815.4	133.5	4.1	4,447	1,128	84	1,219	176	43	0	0
4日目	1,829	54.8	63.7	253.3	739.4	176.0	7.7	7,008	721	108	1,459	141	77	0	2
5日目	2,038	61.8	52.2	328.5	740.6	271.3	8.9	7,352	951	107	2,400	261	62	0	0
6日目	1,466	63.9	49.0	188.3	564.2	270.9	8.5	5,445	916	102	2,105	211	108	0	7
7日目	1,913	64.3	77.5	231.7	572.5	205.2	6.3	4,917	841	95	1,475	131	98	0	11
77 7日平均	1,741	56.1	54.4	252.3	615.5	224.9	7.5	5,796	899	101	1,821	186	77	1	3
1日目	1,646	61.7	35.0	270.1	376.6	354.6	11.3	8,478	1,441	120	3,072	235	96	10	5
2日目	2,165	57.3	89.4	271.6	365.3	235.4	8.0	5,736	1,097	78	3,233	236	56	5	4
3日目	1,617	56.3	77.3	172.0	618.9	209.6	9.4	6,525	890	109	1,812	114	62	2	11
4日目	1,558	54.1	39.0	242.4	587.6	170.8	5.7	4,787	753	83	1,818	208	72	2	1
5日目	1,785	60.4	40.7	288.6	663.9	195.8	6.3	5,487	850	94	2,059	241	76	2	1
6日目	1,358	41.7	25.3	232.4	145.0	85.4	5.3	3,757	565	84	1,541	142	53	0	0
7日目	1,541	41.2	33.0	264.7	205.0	203.7	6.8	4,881	1,124	77	2,413	178	53	2	13
78 7日平均	1,667	53.3	48.5	248.8	423.2	207.9	7.5	5,664	960	92	2,278	193	67	3	5
1日目	1,834	64.9	69.2	235.6	677.8	270.9	11.0	5,768	839	102	2,039	176	87	0	3
2日目	1,508	36.4	40.6	245.3	157.7	175.1	8.7	4,303	776	79	1,903	176	44	0	5
3日目	1,620	55.1	40.7	245.8	380.3	201.6	8.1	6,673	1,136	83	3,024	259	66	0	0
4日目	1,461	77.9	29.5	207.5	496.8	195.7	7.3	6,328	817	101	2,449	212	137	0	7
5日目	1,663	66.6	54.7	216.3	492.4	206.1	7.1	7,071	671	93	1,634	169	86	0	13
6日目	1,428	47.3	41.8	205.2	371.2	164.6	6.1	4,848	789	62	2,239	218	68	0	0
7日目	1,614	51.4	53.4	223.6	834.4	161.8	6.3	6,306	1,016	103	2,369	175	38	1	0
79 7日平均	1,589	57.1	47.1	225.6	487.2	196.6	7.8	5,900	863	89	2,237	198	75	0	4
最低値	1,264	36.4	17.1	163.9	145.0	85.4	4.1	3,757	565	62	1,219	114	29	0	0
最高値	2,478	112.6	129.0	330.2	948.9	494.1	16.3	12,799	1,693	181	3,806	401	316	18	21
8人の平均	1,719	60.3	57.6	231.4	453.0	209.3	8.3	6,342	941	98	2,182	205	103	2	4
所要量等		60	30		600	350	11	15,000	2,000	50*	2,500*	150*	50*	-	-
充足率(%)		100	↑ E %		75	60	76	42	47	196	87	137	206	-	-

所要量等(タンパク質, カルシウム, 鉄以外は米国基準)は, 山田の著書¹⁷⁾に従った。うち, *つき資料は所要量等範囲の下限であることを示す。

↑ E % で示した脂質の所要量欄(30)には, 平均摂取脂質エネルギーが総エネルギーに占める比率(%)を示した。

第1表B. 学生の微量元素摂取量(2)

日付区分	Kcal	蛋白 g	脂質 g	糖質 g	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn μ g	Cu μ g	Cr μ g	Mn μ g	Mo μ g	Ni μ g	Se μ g	Sn μ g	Co μ g	Cd μ g
1日目	1,539	60.2	48.8	205.3	583.1	178.1	6.7	7,060	877	86	2,411	217	148	80	609	0	3
2日目	1,573	56.3	47.0	228.8	477.6	198.7	7.5	6,418	913	86	2,251	194	149	101	612	1	2
3日目	1,742	48.4	59.1	251.7	650.4	195.6	5.9	4,244	734	84	1,758	186	93	98	705	0	0
31 3日平均	1,618	55.0	51.6	228.6	570.4	190.8	6.7	5,907	841	85	2,140	199	130	93	642	1	1
1日目	1,418	53.8	32.8	220.7	273.8	178.6	7.1	4,447	685	74	1,706	153	59	116	445	0	2
2日目	1,514	42.6	20.1	258.2	356.8	172.4	6.7	5,040	958	79	2,525	197	67	107	335	0	3
3日目	1,909	52.1	63.9	283.0	213.6	187.6	9.0	5,305	754	89	1,706	173	105	78	719	0	2
32 3日平均	1,614	49.5	39.0	254.0	281.4	179.5	7.6	4,931	799	81	1,979	174	77	100	500	0	2
1日目	2,047	75.4	68.3	271.6	730.8	259.8	8.8	9,803	963	119	2,232	247	112	163	658	1	9
2日目	1,864	61.2	36.1	311.0	445.4	258.9	9.7	7,846	1,145	91	3,176	291	125	117	671	1	10
3日目	1,871	62.8	64.1	252.1	639.0	175.5	7.4	7,858	718	95	3,010	206	66	79	624	0	5
33 3日平均	1,927	66.5	56.1	278.2	605.0	231.4	8.6	8,502	942	101	2,806	248	101	120	651	0	8
1日目	1,627	66.3	54.9	283.5	280.2	203.9	9.8	6,784	759	89	1,914	180	66	168	501	0	0
2日目	1,317	51.0	19.5	215.4	213.8	184.8	6.7	5,015	809	67	2,514	208	70	115	539	4	2
3日目	1,557	61.7	37.2	234.9	401.9	237.7	9.2	6,479	1,117	117	3,630	243	63	114	403	9	9
34 3日平均	1,500	59.7	37.2	244.6	298.6	208.8	8.6	6,093	895	91	2,686	210	66	132	481	4	4
1日目	2,021	74.5	61.0	283.8	625.0	276.1	11.9	8,545	2,000	154	3,136	338	146	80	738	1	0
2日目	1,927	52.0	76.4	343.7	666.1	204.6	7.7	5,761	904	106	1,991	171	130	91	567	0	9
3日目	1,359	39.8	24.7	333.7	403.0	202.7	6.6	5,104	906	80	2,354	196	117	30	486	0	8
35 3日平均	1,769	55.4	54.0	320.4	564.7	227.8	8.7	6,470	1,270	113	2,494	235	131	67	597	0	6
1日目	1,670	57.6	48.2	246.0	470.1	229.3	8.1	5,685	1,056	81	2,456	212	208	106	702	0	2
2日目	1,548	50.1	50.2	211.6	419.7	149.8	5.0	5,376	698	78	1,959	224	77	80	425	0	2
3日目	1,521	41.2	54.4	211.1	361.1	126.7	6.5	4,021	723	67	2,774	164	41	25	400	0	1
36 3日平均	1,580	49.6	50.9	222.9	417.0	168.6	6.5	5,027	825	75	2,396	200	109	71	509	0	2
1日目	1,600	48.5	41.9	253.6	533.6	227.3	7.5	5,986	1,036	101	2,279	184	83	52	562	1	5
2日目	1,905	53.7	77.6	241.2	407.3	185.8	8.2	7,015	1,001	108	2,083	177	64	56	651	1	4
21 2日平均	1,752	51.1	59.8	247.4	470.5	206.5	7.9	6,501	1,018	105	2,181	181	74	54	606	1	4
1日目	1,561	40.6	34.0	267.7	405.2	168.5	4.9	4,811	1,060	78	1,754	168	69	57	504	0	0
2日目	1,496	48.5	26.6	260.8	372.9	153.2	4.6	4,462	783	72	1,544	151	32	50	517	0	0
22 2日平均	1,529	44.6	30.3	264.2	389.0	160.8	4.8	4,636	921	75	1,649	160	51	53	510	0	0
11 1日合計 A	1,541	49.3	44.9	226.4	430.1	216.9	5.8	5,623	914	70	1,941	212	80	90	263	0	11
12 1日合計 B	1,796	47.7	67.6	240.4	292.2	177.1	7.9	5,131	791	85	1,954	159	63	38	440	0	2
13 1日合計 C	1,692	59.9	55.8	227.3	398.8	218.7	10.8	9,971	1,049	104	2,478	209	80	90	372	6	10
14 1日合計 D	1,806	43.3	75.2	234.7	287.0	126.4	5.1	5,087	723	91	1,556	152	91	29	586	0	3
12人の平均	1,677	52.6	51.9	249.1	417.1	192.8	7.4	6,157	916	90	2,188	195	88	78	513	1	4
所要量等/日		60	28		600	350	11	15,000	2,000	50*	2,500*	150*	150*	50*	-	-	-
充足率 (%)		88	† E %		70	55	67	41	46	180	88	130	58	156	-	-	-

所要量等(タンパク質, カルシウム, 鉄以外は米国基準)は, 山田の著書¹⁷⁾に従った。うち, *つき資料は所要量等範囲の下限であることを示す。

† E % で示した脂質の所要量欄(28)には, 平均摂取脂質エネルギーが総エネルギーに占める比率(%)を示した。

微量元素の充足率調査

コバルトやカドミウムでは表中の摂取量が『0』となっている場合が多いが、これは本調査の基礎資料とした『食品の微量元素含有量¹³⁾』の該当数値が『0』となっているためである。多種元素の含有量調査では分析法を画一化し、産地や購入先もある程度限定し、時間と労力を省く^{15、16)}ことはやむを得ないことである。事実、著者の一人が関係した白米のカドミウム含有率調査⁹⁾では、以前、日本国内各地の農業試験場の協力を得た結果であるが、日本の白米の平均的なカドミウム含有率は70 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ 、つまり、7 $\mu\text{gZn}/100\text{g}$ であった。それに対して、今回ここで用いる『食品の微量元素含有量¹³⁾』では『0 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 』となっているわけである。

今回の調査では多数の微量元素の多岐にわたる食品に対する、できるだけ様な条件で得られた含量が必要である。各種元素の資料を逐一問題にすると收拾がつかなくなるので、とりあえず微量元素部分は、『食品の微量元素含有量¹³⁾』の資料をそのまま用いることとした。したがって、本調査の成果は、徳島県を中心とする西日本にしか通用しないことになるかも知れないが、それはあえて問題にしないこととした。

第1表Aではマグネシウム、鉄、亜鉛、銅、クロム、マンガン、セレン、コバルト、カドミウムの9種の微量元素、同表Bでは、さらにニッケル及びスズを加えた11種の微量元素について、1日当たり摂取量を求め所要量や推奨摂取量などに対する充足率を算出し、各元素間で比較検討した。昨年の報告¹⁰⁾ではカルシウム、マグネシウム、鉄、銅などと亜鉛の充足状況を比較したが、今回は、食品にも人体にもあまり多く含まれないほかの多数の微量元素と亜鉛の間で、それぞれ充足状況が比較できたわけである。その結果、充足率のきわめて低い元素は亜鉛で、第1表A及びB、それぞれ42及び41%であり、次は銅の47及び46%であった。その次は、ニッケルの58%、マグネシウムの60及び55%、カルシウムの75及び70%、鉄の76および67%などが低い充足率を示すものとして注目された。第1表中の各数値は、昨年報告した数値¹⁰⁾と若干異なり、例えば、亜鉛の摂取量は、7.3mg/日から6.3mg/日程度へ、銅は1.01mg/日から0.93mg/日程度へと約1割低下している。ほかの栄養素でも若干変動している場合はあるが、その後の資料検討中の修正が加わったほか、新たにキノコ類や藻類のエネルギー値を取り込んだり、基礎とするコンピューター内の成分表を、徳島県内の食品分析結果を主体とする食品の微量元素含有量¹³⁾の資料に変更したので、特に、亜鉛と銅についてはやむをえないことでもある。ここで、大幅な亜鉛含量の変動に気づいたオートミールを例に上げると、日本食品無機成分表⁵⁾では2,500 $\mu\text{g}/100\text{g}$ であったが、今回使用した微量元素含有量¹³⁾では550 $\mu\text{g}/100\text{g}$ と激減していた。

なお、第1表(A及びB)の右端近くに記したスズ、コバルト、カドミウムについて、ここで特殊事情を説明しておく。まず、スズであるが、これは必須微量元素であることは確定しているが、現在、推奨摂取量の設定まで至っていないようなので、比較的たくさん摂取されているけれども、今回はコメントしづらい事情にある。コバルトでは、ビタミンB₁₂としての所要量が諸外国の例から1.5~5 $\mu\text{g}/\text{日}$ (コバルト換算で0.1~0.15 μg)とされている。食品の微量元素含有量¹³⁾に『0』以外の数値の記載が少ないので、考察の余地は少ない。必要量も少ないようで、その一方、動物性食品にはビタミンB₁₂として比較的豊富に含まれるためか、自然の状態では、ビタミンB₁₂あるい

はコバルトの欠乏は生じないとされている。カドミウムについては、必須らしいことはわかってきたが、所要量まで研究が進んでいないようである。必要量はごく微量で、空気中に存在するカドミウムだけで十分ともいわれている。いずれにしても、これら微量元素の摂取量解析には、もう少し時間を要するわけである。

調査に先立ち、学生たちには、『亜鉛は摂取しにくい元素であるので、どのようにすれば亜鉛をたくさん摂取できるか考えよう』とあらかじめ話しておいたが、誰も『かき』を食した記録を持参しなかった。一つには季節的な条件が合わなかった点もあるが、亜鉛に対する栄養素としての意識が薄く、別にそれらしい体調不良も自覚していないためでもあろう。学生たちは、『かき』を一食に取り入れれば、1日当たり推奨摂取量の数倍の亜鉛を一度に摂取できることは理解しているので、あるいは嗜好が合わなかったとも考えられる。

第1表(A及びB)から、微量元素の摂取量については、充足率からみて最も不十分と考えられるのは亜鉛であり、次いで銅、ニッケル、鉄であること、反対に、クロム、モリブデン、セレンなどは普通の日本人的食事で十分摂取されていることが明確になった。

このような低い亜鉛の摂取状況は、学生たちでの間でも話題となり、『かきの食べられない季節にどのようにして十分な亜鉛を確保するか』が議論された。最初は白米を胚芽精米に代えるなどと議論していたが、試算の結果、そのような対策では不十分であることが判明した。最終的な結論としては、『白米食を玄米食に変える』とか『普通のパンをコムギ玄穀パンに変える』とかの手段しかないであろう、というところに落ちついた。そこで、未精製の穀物を使用することを根幹とする改良献立案を作成し、第2表に示した。その結果でも、1日15mgの亜鉛摂取は無理であったが、アメリカ合衆国の女性向け基準、すなわち12mg/日の亜鉛摂取にはやっと到達できる見込みが得られた。しかし、飽食の時代に育った学生たちにとっては、全く受け入れられない献立案であったためか、進んで試作・試食しようとする学生は現れなかった。私たちが考えても、家族の同意が得られるかどうか不安を感じる内容であった。

第2表に示した献立案で明らかになったことは、学生たちの食事調査では、不足しがちだった亜鉛以外の多くの微量元素が、未精製の穀物を食品として使用したことと、食品数を増したことで改善されたことである。その結果、40%強であった亜鉛の充足率が約80%まで上昇するとともに、カルシウム、マグネシウムも含めて、無機質の所要量・推奨量は、ほぼ充足されていた。すなわち、カルシウムは135、マグネシウムは167、鉄は183、銅は90、クロムは326、マンガンは377、モリブデンは194、ニッケルは82、セレンは137%の充足率であった。なお、マンガンやクロムなどは、表に示した推奨摂取量を上回ったが、この程度では文献上は安全範囲¹²⁾であったり、米国栄養療法推奨の保健量の枠¹⁷⁾に納まっているなど、過剰摂取に至るまでには、若干余裕のあることも推察できた。なお、第2表作成の経過の中から、胚芽精米のような精製度の低い食品を主体とする献立例でも、亜鉛以外の微量元素はほぼ充足できることが判明した。

亜鉛の摂取量については、現在のところ、日本では所要量や目標摂取量として示されていない。アメリカ合衆国の成人男性に対する推奨量、15mg/日が紹介されている段階である。この15mgZn/

微量元素の充足率調査

第2表. 亜鉛をたくさん摂取できるように考えた改良献立案

食品	摂取g	Kcal	蛋白質g	糖質g	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn μg	Cu μg	Cr μg	Mn μg	Mo μg	Ni μg	Se μg	Sn μg	Co μg	Cd μg	
朝食	120	286	11.1	2.7	57.2	145.3	3.3	2,309	359	24	2,993	54	26	4	66	0	0	
玄穀食パン	200	118	6.2	6.4	9.2	204.0	0.3	574	17	10	185	14	2	8	26	0	0	
ミルクテイー																		
サラダ																		
トマト	20	3	0.1	0.0	0.0	1.8	0.1	20	11	1	28	2	0	0	0	0	0	
アスパラガス	20	4	0.4	0.0	0.7	4.2	0.1	190	64	1	28	1	0	0	0	0	0	
卵	25	41	3.1	2.8	0.2	13.8	0.5	300	10	3	5	3	0	14	35	0	0	
酢醬油	10	5	0.4	0.0	0.6	1.2	0.1	35	4	2	44	5	5	0	2	0	0	
豆食	ひじき玄米飯(その他:醬油, 清酒, 砂糖, 鶏, 塩)																	
玄米	70	246	5.2	2.1	50.3	7.0	84.0	1,190	273	13	1,400	84	10	6	0	0	0	
もち米	10	36	0.6	0.1	7.7	0.5	1.1	0.0	124	17	76	7	1	0	5	0	1	
ひじき	5	7	0.5	0.1	2.4	70.0	35.5	2.8	110	13	275	2	13	0	0	4	0	
油揚げ	10	39	1.9	0.8	0.3	30.0	13.0	0.4	130	13	2	110	2	1	43	0	0	
その他	44	44	1.8	0.2	7.0	4.3	5.6	0.7	130	9	73	9	8	3	8	0	0	
豚汁(その他:ゴボウ, 生シイタケ, サラダ油)																		
豚肉, ロース	20	42	3.9	2.6	0.1	1.0	5.8	0.2	340	6	1	0	7	0	0	0	0	
里芋	35	21	0.9	0.1	4.3	7.7	3.9	0.3	105	42	4	2	0	0	0	0	0	
大根	15	3	0.1	0.0	0.5	4.5	1.1	0.0	20	6	1	5	1	0	0	0	0	
にんじん	10	3	0.1	0.0	0.6	3.9	1.1	0.1	17	3	1	17	0	0	0	0	0	
ニン(白赤合)	10	20	1.1	0.4	2.8	10.5	3.7	0.4	81	19	66	4	6	0	20	0	0	
その他	18	18	0.5	1.1	2.1	4.5	3.8	0.1	97	35	1	50	0	0	0	0	3	
小松菜	65	14	1.7	0.1	1.9	188.5	17.6	2.0	299	33	0	137	2	1	0	0	0	
ゴマ	3	17	0.6	1.6	0.5	36.0	9.6	0.3	279	51	1	45	3	7	1	0	0	
その他	9	9	0.7	0.0	1.6	2.5	5.0	0.2	56	6	3	74	8	1	0	0	0	
玄穀食パン	120	286	11.1	2.7	57.2	145.3	3.3	2,309	359	24	2,993	54	26	4	66	0	0	
ハンバーグ(その他:パン粉, 牛乳, 卵, トマトケチャップ, ウスターソース)																		
牛豚ミンチ	70	195	12.6	15.1	0.0	5.3	12.6	1.3	1,645	111	16	12	0	7	42	0	0	
たまねぎ	35	12	0.4	0.0	2.7	5.3	3.2	0.1	46	12	2	42	1	0	0	0	0	
ジャガイモ	20	15	0.4	0.0	3.4	1.0	5.6	0.1	72	22	1	42	0	0	0	0	1	
サラダ油	5	46	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
その他	70	70	2.7	2.1	9.4	25.7	7.2	0.7	247	46	5	86	9	3	10	50	0	
ニンジンとカボチャのポタージュ(その他:スープ, バター, 小麦粉, パセリ)																		
ニンジン	75	24	0.9	0.2	4.6	29.3	8.3	0.6	128	21	5	128	2	0	0	0	0	
カボチャ	75	55	1.3	0.2	13.1	18.0	18.0	0.5	660	143	11	188	10	2	0	3	0	
生クリーム	10	21	0.2	2.0	0.4	8.5	0.8	0.0	39	6	1	0	1	0	18	0	0	
その他	94	94	1.4	6.7	6.4	13.5	3.9	0.8	97	41	4	97	6	2	35	0	0	
間食	フルーツヨーグルト(その他:ミカン, モモ, 砂糖, レモン汁)																	
パイナップル	15	9	0.1	0.0	2.3	2.6	1.8	0.0	14	6	0	180	0	0	0	0	0	
バナナ	15	13	0.2	0.0	3.4	0.6	3.6	0.0	30	17	1	24	0	0	0	0	0	
PIヨーグルト	50	30	1.6	1.5	2.5	55.0	6.0	0.1	165	7	3	5	0	2	0	0	0	
その他	30	30	0.2	0.0	7.6	4.1	3.4	0.1	21	17	2	28	0	0	0	0	0	
改良献立1日の計	1,846	73.9	56.6	255.8	811.7	585.2	20.1	11,855	1,804	163	9,430	291	123	69	416	8	5	
1日所要(推定量)	60	28	28	600	350	11	15,000	2,000	50	2,500	150	150	150	50	50	8	5	
充足率(%)	123	↑E%	135	167	183	167	183	79	90	326	377	194	82	137	—	—	—	

所要量等(蛋白, カルシウム, 鉄以外は米国基準)は, 主として山田¹⁾の著書に従った。うち, *印つき数値は所要量等範囲の下限であることを示す。
 充足率の高くなったマンガンは, 1日摂取量が推奨範囲2.5-5.0mgを越えたが, 米国栄養療法推奨量範囲²⁾の5-15mg/日を越えていない。
 クロムは, 米国推奨量範囲³⁾(0.05-0.2mg/日)内で, 問題は無い。モリブデンも米国栄養療法推奨量範囲³⁾(0.15-0.5mg/日)内であった。
 †E%で示した脂質の所要量(28)は, 献立の脂質エネルギーが, 総エネルギーの28%であることを示す。

日という数値の根拠は、1989年発表のアメリカ合衆国の栄養所要量の中に亜鉛摂取に関する推奨量として11歳以上の男性の場合には15mg/日、女性は体重が軽いという点を考慮して12mg/日の推奨値が決まった¹²⁾と紹介されていることである。成人男性の場合、糞尿や汗などへの排泄量から、亜鉛の必要量を1日2.5mgと概算し、経口吸収率を20%と仮定して、1日当たり12.5mgという数値を求め、さらに、

第3表. 諸外国の亜鉛推奨摂取量¹²⁾

旧チェコスロバキア	8mg/日
カナダ	10
旧東独	12
旧ソビエト	10~15
イタリア, 旧西独, ニュー ジーランド, 米国	15

生物学的利用効果の低い食事を摂取する際の危険率を見込んで、推奨量を1日15mgとする経過があった¹²⁾ようである。ほかの国で亜鉛の所要量が示されている例を第3表に示した。同表によれば、亜鉛の推奨摂取量には国により差があり、成人男性で8~15mg/日となっている。一般的には、先進国で、経済的に恵まれた国ほど高い亜鉛推奨摂取量を設定している傾向がうかがわれる。

ここで、日本と欧米諸国間における、国民の体位の差を考えれば、現在の若者はともかく、中年以上の身長170cm以下、体重が60Kg程度の者にとっては、第2表の12mgZn/日弱の亜鉛摂取量(充足率79%)でも、充足率82%のニッケル、同90%の銅を含めて、ほぼ十分な量が摂取できているはずである。

近年、凶悪化した青少年犯罪の急増する原因を、カルシウムの摂取不足に求める話題がある。しかし、亜鉛でも、欠乏すると精神・神経が異常になる^{3, 12, 17)}とか、いらいらした怒りっぽい子供に、亜鉛を投与したところ数時間で回復の兆しがみられた¹⁷⁾、などの説明もあるので、とりあえずは、カルシウムだけに限らず、すべての栄養成分について、過不足のないように与えるよう努力すべきではなかろうか?

現在、日本では、鉄以外の微量元素の補助栄養剤(サプリメント)は許可されていない。したがって、食事だけですべての栄養素を過不足なくとれるようにする工夫が、最優先されるべき課題となるであろう。今回の調査を端緒に、健康的な、高いレベルのQOLを維持した生活が期待できるように、事態の推移が加速されれば幸いである。それならば、ここで『主食の質を江戸の昔の庶民の状態まで戻す』とまではいわないにしても、精製度の低い食材をできるだけたくさん積極的に摂取するのも考慮すべき有力な手段であろうと思うがいかがであろう?

ま と め

本学学生の食事調査により、無機微量元素を中心とする推奨摂取量に対する摂取量の比、つまり充足率を計算し、各微量元素間で比較検討した。その結果、充足率の低い方から亜鉛、銅、ニッケルの順であり、次にカルシウム、マグネシウムの充足率も低いことが分かった。そこで、最も低い充足率を示した亜鉛について、白米や白パンを未精製の穀物主体に変更することで、充足率の向上をめざす改良献立案を作成したところ、亜鉛摂取量をそれなりに上昇させることができた。その際、同時にはほかの微量元素の充足率も高くなることが明らかになった。亜鉛摂取量はアメリカ成人男性

用の推奨値, 15mg/日, には及ばないものの, 体重差を加味すれば, ほぼ十分な量の亜鉛 (約 12mg/日) が摂取できることを確認した. また, その場合, 推奨摂取量に対して少し摂取量が多くなるマンガンやモリブデンは, いずれも, 米国栄養療法推奨保健量の枠内であり, 過剰状態が起きる閾値までには, 幾分の余裕があるように思われた.

文 献

- 1) 安部文敏・榎本秀一：やさしいからだミネラルの知識. オーム社, 1999.
- 2) 浅間郁太郎：栄養生化学療法とサプリメント. 四海書房, 1997.
- 3) 福井透：上手なビタミン・ミネラルの使い方. 丸善, 1996.
- 4) 福永峰子・梅原頼子・山田芳子・田中治夫・田村征男・宮部正樹：無機質の摂取量に関する研究 一日常食および改善食における無機質含有量一. 第52回日本栄養・食糧学会大会講演要旨集, p149, 1998.
- 5) 科学技術庁(資源調査会)：日本食品無機成分表. 1991.
- 6) 近藤和雄・渡邊早苗：専門医がやさしく教える注目の栄養素. P H P, 1998.
- 7) 厚生省(保健医療局健康増進栄養課)：第五次改訂日本人の栄養所要量, 1997.
- 8) 糸川嘉則・五島孜郎 編：生体内金属元素. 光生館, 1994.
- 9) 森次益三・小林純：生物体内における微量金属に関する研究 (第2報) 白米中のカドミウムの含有量. 農学研究, 50, 37-49, 1963.
- 10) 森次益三・横山純子・佐々木敦子・菅淑江・板野道弘・高早苗・嶋田義弘：本学学生を対象とした無機養分摂取量調査—特に亜鉛について—, 中国短期大学紀要, 29, 21-30, 1998.
- 11) 落合栄一郎：生命と金属. 共立出版, 1991.
- 12) 鈴木継美・和田攻編：ミネラル・微量元素の栄養学. 第一出版, 1994.
- 13) 鈴木泰夫・田主澄三：食品の微量元素含有量, 第一出版, 1993.
- 14) 高村仁知・近藤聡子・岡野悦子・荻野麻理・松澤一幸・山中信介・的場輝佳：市販の弁当類および総菜類におけるミネラル含量とその問題点, 日本家政学会誌, 50, 377-387, 1999.
- 15) 田主澄三・鈴木泰夫・西山敬太郎：穀類・豆類の加工による微量元素含有量の変動, 日本栄養・食糧学会誌. 45, 155-162, 1992.
- 16) 田主澄三・鈴木泰夫・西山敬太郎：日本食品中のケイ素, ニッケル, スズ含有量, 日本栄養・食糧学会誌. 46, 248-251, 1993.
- 17) 山田豊文：ビタミン・ミネラル革命. 総合法令出版, 1998.