東京都内飲料水のカルシウム含量(その3)

Calcium Contents of Drinking Water in Tokyo-To (3)

カルシウム源としての検討 Drinking Water as Calcium Source

(昭和38年5月2日 受理)

関 博 磨
(Hiromaro Seki)

The chief calcium sources of Japanese are pulses, vegetables and fishes. The Ca intake from daily diet of Japanese is about 400mg per day person, which is lower than its allowance (600mg). Generally speaking, the Ca intake from milk or dairy products are very poor compared with that by European or American.

The author has carried out his study in order to calculate Ca intake of citizens from the daily drinking water, then 977 samples of well water in Tokyo-To were collected as samples of this investigation. Their contents of Ca and Mg were determined by Chelatometry. The results are as follows:

1. The Ca contents of well water were 1~117 p.p.m. and those of Mg were 1~70 p.p.m.
2. The Ca contents of tap water samples originated from the River Tama were 14 p.p.m., and those originated from the River Edo were 20 p.p.m.

The Ca intake of citizens in Tokyo is about 60mg per day, provided that they take about 3000ml of water in a day.

飲料水から摂取されるCa量を推定するため、昭和35年7月より37年10月までの間に、東京都内の飲料水(井戸水)977例についてCa、Mg量を測定し、その一部をすでに報告¹⁾²⁾したが、今回さらに追補し今までの成績を総括して統計的处理を試みたので報告する。

実験方法

前記977例の井戸水は東京都内を貫流する江戸川、荒川、多摩川の3河川を基にして4ブロックに分けて採集した。すなわち、

- ① 江戸川と荒川放水路に、挟まれた地区について、33例。
- ② 荒川と多摩川のほぼ中間に線を引き、この線と荒川に挟まれた地区を荒川地区として215例。
- ③ ②の中間線より南西の地区を多摩川地区とし、便宜上三多摩に接する区内の砧上浄水場(世田谷区)より東の地区を多摩川第1地区として243例。
- ④ 三多摩地区の多摩川、秋川、浅川の地区を多摩川第2地区として486例。

前報と同じく当研究所において飲料水として適すると判定した井水、および現地採水した井水についてキレー

ト滴定法によってCa、Mgを分別定量し、統計的处理を行なった。

結果と考案

① 江戸川地区(33例)。

Caは1~117p.p.m.、Mgは1~70p.p.m.の広い中で分布し、分布状況、およびその相関関係はバラバラで統計的处理は行なえなかったが、他の地区と比較した場合概して水の質は悪く、かつ混濁し、汙過して飲用している状態である。綾瀬川、中川、荒川に挟まれた地区において、Ca含量50p.p.m.以上のものが6例認められ、江戸川と中川放水路に挟まれた海岸まで約7kmの地点においてCa含量117p.p.m.という井水があった。Mg含量については11p.p.m.以上のものが33例中11例あった。MgはNa、Clとともに海水の主成分で、酸化還元を受けず多量に含まれているので、Mgの多量の存在は海水侵入の疑いを起こさせるので³⁾、この地区の地形、Mg含量の高いことから海水の影響が大であると考えられる。

③ 荒川地区(215例)。

Caは7~55p.p.m.、Mgは1~25p.p.m.のりで分布している(第1表-(イ)、(ウ))。統計处理の結果、信頼度99.7

%で $M \pm 3S$ の範囲外のもの3例を棄却した。Ca が50 p.p.m. 以上のもの3例を棄却。相関関係から考えてCaの棄却範囲にある3例のCaと対をなす $Mg=9, 13, 25$ p.p.m. の3例も棄却した。CaとMgの相関関係は第2表に示す通りで Ca 14p.p.m., Mg 7 p.p.m. の組合せの12例が最頻数を示す。Mg/Caは0.8 当量比で、相関係数は $r=0.38$ 。

③ 多摩川第1地区 (243例)。

Caは2~50p.p.m., Mgは1~31p.p.m. の中で分布している。②の場合と同じ方法で、相関関係および統計処理の結果7例を棄却した。Ca 44p.p.m. 以上のものが6例, Mg 19p.p.m. 以上のものが2例(第3表-(イ), (ロ))あった。Ca, Mgの相関関係は、第4表に示す通りで、

第1表-(イ) 荒川地区井水 Ca 度数分布表

階級	新宿	文京	北	豊島	中野	板橋	練馬	清瀬	計(度数)
p.p.m.									
7~9						1			1
9~11			1		1		3	1	6
11~13				2	2		4		9
13~15	1	1			3	8	16	2	31
15~17	4		1	6	2	5	7		25
17~19	2	1	1	3	3	9	4		23
19~21		1	1	1	2	9	4		18
21~23		1	1	3	2	6	7		20
23~25	1	2	1	5	2	5			16
25~27	1	2	3	2	1	3	1	1	14
27~29		1	1	2	1	2			8
29~31	2	1	1		1	4			9
31~33						2			2
33~35	2		2	1	1	1			7
35~37	1				1	2			4
37~39	1	1		1		2	1		6
39~41		1				1			2
41~43									
43~45	1			1		2			4
45~47		1				4			5
47~49	2								2
49~51						1			1
計(度数)	18	14	13	27	20	66	53	4	N=215

第1表-(ロ) Mg 度数分布表

階級	新宿	文京	北	豊島	中野	板橋	練馬	清瀬	計(度数)
p.p.m.									
0~2	2	1	1	2		2	1		9
2~4			5	2		15	8		30
4~6	4	1	1	3	4	17	13	3	46
6~8	5	1		4	7	14	23	1	55
8~10	2	4	2	6	3	7	6		30
10~12	3	4	3	4	3	8	2		27
12~14	1	3		5	1	2			12
14~16			1	1	1				3
16~18	1				1				2
18~20									
20~22									
22~24									
24~26						1			1
計(度数)	18	14	13	27	20	66	53	4	N=215

Ca 16p.p.m., Mg 5p.p.m. の組合せが12例で最頻数を示す。Mg/Caは0.5当量比で、相関係数は $r=0.38$ 。

第2表 荒川地区井水 Ca, Mg 相関表

Mg p.p.m.	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~12	12~14	14~16	16~18	計(度数)
Ca p.p.m.										
7~9				1						1
9~11			3	3						6
11~13		2	1	4	2					9
13~15		7	9	12		3				31
15~17	3	3	7	8	3		1			25
17~19	4	4	7	2	4	1	1			23
19~21		6	5	2	2	2		1		18
21~23	2	2	3	7	3	2	1			20
23~25		2	3	1	5	2	2			16
25~27		1	1	6	2	2	1		1	14
27~29		1	1	1	1	2	1	1		8
29~31			1	4	2	1	1			9
31~33					2	2				2
33~35		1	1		1	3	1			7
35~37			1	2		1				4
37~39			2	1		3				6
39~41			1		1					2
41~43										
43~45		1		1		1	1			4
45~47					3	1	1			5
47~49						1			1	2
計(度数)	9	30	46	55	29	27	11	3	2	N=212

第3表-(イ) 多摩川第1地区井水 Ca 度数分布表

階級	港	品川	目黒	大田	新宿	中野	渋谷	世田谷	杉並	練馬	計(度数)
p.p.m.											
1~3	1										1
3~5		1								1	2
5~7									1		1
7~9	1							1			2
9~11							1	1	5	1	8
11~13	1				1	1	2	4	3	9	21
13~15			3	3				7	10	3	26
15~17	2	2	2		1		3	8	13	4	35
17~19	2	1	2	3			3	13	9	1	34
19~21			6				1	8	6		21
21~23				2		2	2	4	7		17
23~25	2	2	1		1	1	6				13
25~27	1	2	1	1	1	1	5	4			16
27~29			1				1	2	4		8
29~31	1	3	1					6	2		13
31~33	1	4						1	1	1	8
33~35	1			1				1			3
35~37								1			1
37~39								1			1
39~41			1								1
41~43	2		1				1		1		5
43~45								1			1
45~47									1		1
47~49	1									1	2
49~51			1		1						2
計(度数)	5	21	19	15	3	7	15	70	67	21	N=243

栄 養 と 食 糧

第3表-(ロ) Mg 度数分布表

階 級	港品川	目黒	大田	新宿	中野	渋谷	世田谷	杉並	練馬	計 (度数)
p.p.m.										
0~2	2	1					1	1	1	6
2~4	1	1			1	1	11	8	4	28
4~6	4	3			3	4	22	10	11	57
6~8	1	4	6	5	1	2	4	15	20	63
8~10	1	5	7	1	1	2	11	15		43
10~12	1	2	1		1	2	4	5		16
12~14	2	2	2	1		1	3	3		14
14~16		3	2				1	5		11
16~18						1				3
18~20							1			1
30~32							1			1
計 (度数)	5	21	19	15	3	7	15	70	67	214

④ 多摩川第2地区 (486例)。

この地区は郊外部で多摩川、秋川、浅川などが貫流している。Caは4~52p.p.m., Mgは1~17p.p.m.の巾で分布している (第5表, 6表)。②, ③と同様な方法で11例を棄却した。棄却したうちCaが34p.p.m.以上のものが9例, Mgは13p.p.m.以上のものが3例あった。Caに比してMgの分布巾は他の地区よりは狭い。CaとMgの相関関係 (第7表)は Ca 16p.p.m., Mg 5p.p.m.の組合せが35例で最頻数を示す。Mg/Caは0.5当量比で③の地区と一致していた。相関係数は $r=0.40$ 。

母集団推計の参考として昭和37年12月21日午後2時頃西多摩郡五日市町小和田橋下で採水した秋川の水を分析

第4表 多摩川第1地区井水Ca, Mg 相関表

Mg r.p.m.	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~12	12~14	14~16	16~18	計 (度数)
Ca p.p.m.										
1~3	1									1
3~5	2									2
5~7		1								1
7~9		3	1							2
9~11		1	2	1	1				1	8
11~13		4	6	9	2					21
13~15	1	3	6	11	4	1				26
15~17		4	12	10	8	1				35
17~19	1	5	9	10	7	2				34
19~21		1	5	6	4	2	1			21
21~23			5	3	2	3	3	1		17
23~25		2	4	1	3		1	1	1	13
25~27		3	1	4	3	2	1	1	1	16
27~29				1	1	2	2	3		8
29~31	1		1	2	5	2	1	2		13
31~33		1	2	1	1		3			8
33~35				1			2			3
35~37				1						1
37~39										
39~41			1							1
41~43			1	1	1	1	1			5
計 (度数)	6	28	56	62	42	16	13	10	3	263

したところ, Ca 13.52p.p.m., Mg 1.49p.p.m.あった混濁はなく清澄。同日2時半頃, 秋川と多摩川の合流点より多摩川へ寄った多摩橋下で採水した多摩川の水は, Ca 22.40p.p.m., Mg 1.20p.p.m.で相当の濁りを帯びていた。この上流の羽村には水道水の取り入れ口があり, また石灰岩の採石場もある。この多摩川の給水による

第5表 多摩川第2地区井水 Ca 度数分布表

階 級	国立 立川	府中	国分寺 小金井	調布 狛江	田無	保谷	小平	久留米 清瀬	東村山	大和 その他	日野昭 稲城	青島 その他	梅町	田三鷹	武蔵野	八王子	計 (度数)
p. p. m.																	
3～5													1			1	2
5～7									1				1				3
7～9								2					1			1	6
9～11					1	3	3	7	2				1			5	27
11～13	1	2	1	10	5	5	3	5	7				1				48
13～15	3	1	8	2	6	14	12	7	8	2	2	2	1		5	3	79
15～17	7	2	6	5	4	7	4		7	1	3	1	1		11	4	83
17～19	6	10	7	6	1	4	4		3	2	7	2	2	17	3	2	82
19～21	3	7	1	4		1		1		4	1	3	2	21	3	1	48
21～23	2	4	3	5	1							1	1	13	5	4	37
23～25	3	3	5	2					1		1	1	3	14	1	3	26
25～27	3	2	1	1						1		1	4	3	1	2	18
27～29	3	2		2	1			1		2		1	2	1	1	1	15
29～31				1					1								2
31～33														1			1
33～35		1										1					3
35～37													1				
37～39												1					1
39～41											1						1
41～43										1							2
43～45														1			
45～47		1															1
47～49																	
49～51																	
51～53													1				1
計 (度数)	31	35	32	28	24	34	26	23	30	15	19	14	26	8	79	35	27 N=486

第6表 多摩川第2地区井水 Mg 度数分布表

階級	国立 立川	府中	国分 小金井	寺 井	調布 江	田無	保谷	小平	久留 清	米 瀬	東村山	大 その他	和 稲城	日 野	昭 城	島 その他	青 その他	梅 町	田	三鷹	武蔵野	八王子	計 (度数)
p.p.m.																							
0～2	4		2		3	1	7	7	5	2	4	1	14		2		2	2	3				53
2～4	14	13	12	10	10	14	14	6	9	4	4	7	2		3	13	3	18	5	15			159
4～6	4	12	9	7	9	13	4	8	13	3	3	2		2	2	3	31	15	7				157
6～8	6	6	7	8	1	4		2	1	2	2	2		2	6	2	18	11	2				78
8～10	3	3	1	3	1	1	1		2						1		8	2					29
10～12		1	1		1												1						7
12～14												1				1							1
14～16																							1
16～18												1											1
18～20																							1
計 (度数)	31	35	32	28	24	34	26	23	30	15	19	14	26	8	79	35	27	N=486					

第7表 多摩川第2地区井水の Ca, Mg 相関表

Mg p.p.m.	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~12	計 (度数)
p.p.m.							
3~5	2						2
5~7	2	1					3
7~9	3	2	1				6
9~11	5	13	7	2			27
11~13	7	22	18	1			48
13~15	13	32	26	7	1		79
15~17	6	26	35	13	1	1	82
17~19	6	29	29	12	3	2	81
19~21	5	14	12	10	7		48
21~23	1	3	14	15	4		37
23~25	1	7	5	8	4	1	26
25~27		5	5	4	4		18
27~29	1	3	4	3	2	2	15
29~31		1		1			2
31~33					1		1
計 (度数)	52	158	156	76	27	6	N=475

水道水のCa含量は14p.p.m., Mg 1.2p.p.m.。これより下流の砧上浄水場給水のCa含量は22p.p.m., Mg 4.8 p.p.m.であった。これらのことからCa量には差があるがMg量は大差がないことから考えて Mg をベースとし③と④の地区の母集団の差の検定を行なった。第8表から

$$\frac{7.32 - 4.52}{\sqrt{(0.22)^2 + (0.10)^2}} = 11.7$$

で明らかに有意の差を認めた。③の地区の Ca, Mg 含量の高いのは海水、工場廃水などによる汚染でないかと考えられる。

日本人は欧米人の如く牛乳、ブドウ酒などの飲料からCaを補給することは少なく、給源の主なもの、米、魚である。久保²⁾はCaに関する限り、水は忘れてはならない栄養源であると述べているが、栄養調査の際の水のCa量は計上されていないので筆者の研究室では、このような場合はつとめて調理用水を分析計上している。久保は1日の水摂取量を3lとして計算した場合90~150mgのCaが水からとられるとしている。筆者の得た計算値では最高351mg摂取されるのが1例あった(1日3lとして)。三多摩の郊外部では $(17.21 \pm 4.82)\text{mg} \times 3 =$

第8表 各地区平均値

	荒川地区		多摩川第1地区		多摩川第2地区	
	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg
総数 N	212		236		475	
平均値 M	22.27	7.05	19.83	7.32	17.21	4.52
標準偏差 S	± 8.90	± 3.32	± 7.30	± 3.38	± 4.82	± 2.20
標準誤差 Sm	± 0.61	± 0.23	± 0.48	± 0.22	± 0.22	± 0.10
相関係数 r	r=0.38		r=0.38		r=0.40	

単位=p.p.m.

$51.63 \pm 14.46\text{mg}$, 市街部では $(19.83 \pm 7.30)\text{mg} \times 3 = 59.49 \pm 21.90\text{mg}$ および $(22.27 \pm 8.90)\text{mg} \times 3 = 66.81 \pm 26.70\text{mg}$ のCaが井水から、水道水では $14 \times 3 = 42\text{mg}$, $20 \times 3 = 60\text{mg}$ のCaが摂取されることになる。CaとMgの関係はいずれの地区も相関係数は $r \approx 0.4$ でほぼ一致するが、その相関関係についてはなんともいえない。

Caの1日所要量を600mgとすれば以上のDataから考えて、水によって摂取される量も無視できない。したがって1日当りのCa摂取量を計算によって算出する場合には考慮すべき必要がある。

結 語

従来水の中のCa量は無視され、栄養調査の際に計上されなかった飲料水、調理用水のCa量を推定しようとして東京都内の水道水、井水のCa量を測定し、それが無視し得ない量であることを認めた。

文 献

- 1) 関 博磨: 本誌, 13, 391 (1961)
- 2) 関 博磨, 新井養老: 本誌, 14, 394 (1962)
- 3) 半谷高久: 水質調査法, 79 (1960) (丸善)
- 4) 久保彰治: 本誌, 9, 223 (1957)

(東京都立衛生研究所)