2008/06/30　　DWb 18111122　藤原　弘道

実験 H （飲料水中の Ca と Mg の原子吸光）

共同実験者：藤田悠介，古川絢深

1. 諸言

1.1. 目的

飲料水中の Ca と Mg 含有量は水の硬度を決める因子の一つであり，これら両元素の濃度を正確に測定し，硬度を求め，考察する。

1.2. 飲料水の種類

今回使用した試料溶液の種類について記す。

① 試料番号 6,7 ミナクア （市販品，メーカー:コカ･コーラ）

表 1.1 ミナクアの産地ごとのイオン成分と硬度

試料溶液	産地	Na /mg 100ml^{-1}	Ca /mg 100ml^{-1}	Mg /mg 100ml^{-1}	K /mg 100ml^{-1}	硬度 /ppm
ミナクア	山梨県[1.1.]	0.17	0.67	0.27	0.11	27.9
	鳥取県[2.1.]	1.09	0.72	0.57	0.48	41.5

② 試料番号 8,9 豊川市（水道水）
- ･区域:愛知県豊川市
- ･浄水器:無
- ･貯留槽:無

③ 試料番号 10,11 岐阜市（水道水）
- ･区域:岐阜県岐阜市
- ･浄水器:無
- ･貯留槽:無

2. 操作

2.1. 標準溶液と試料溶液の調製

① 表 2.1に従い，10mL メスフラスコにメスピペットを用いて中間濃度標準溶液（IMS: Ca 20.0 μg/g; Mg 3.99 μg/g），2% La 溶液，測定試料をそれぞれ加えたのち，イオン交換水にて 10 mL とし，溶液番号 1～11 を作成した。

表 2.1 測定用の標準溶液と試料溶液の調製

種類	標準溶液					試料溶液					
銘柄						ミナクア		豊川市		岐阜市	
試料番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IMS/ml	0.00	1.25	2.50	3.75	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
試料/mL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.50	2.50
2%La /mL	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	0.00	2.50	0.00	2.50	0.00

2.2. 検量線の作成と試料溶液の測定

① Ca 定量用にλ＝422.7 nm とし，空気－アセチレン炎中で 3 回ずつ吸光信号を測定した。

② λ＝285.2 nm とし，①と同様に Mg の吸光信号を測定した。

③ 3 回測定を行った標準溶液の測定値の平均を元に検量線－図 1 及び 2 を作成した。

3. 結果

3.1. 検量線

作成した検量線は，後部に記した。

3.3. 試料溶液の測定結果

3.1. の最小二乗法によって求められた一次式，

Ca: y = 0.0697 x + 0.251

Mg: y = 0.211 x + 0.0548

から，切片を 0 に補正した式によって，濃度（測定値）C_m を求め，表 3.1 に示した。これは，La 溶液中に含まれる Ca や Mg 濃度を補正するためである。

また，今回，希釈倍率 ε により元の飲料水中のモル濃度 C_a が異なるため，

$$C_a = \varepsilon C_m$$

として算出した。

表 3 試料溶液の測定結果

番号	試料	ピーク/cm		濃度(測定値)/μM		濃度(分析値)/μM	
		Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg
6	ミナクア	11.81	8.18	169.3	38.69	338.7	77.39
7	(2 倍希釈)	2.22	7.27	31.79	34.39	63.58	68.78
8	豊川市	19.44	-	278.7	-	557.5	-
9	(2 倍希釈)	7.10	-	101.85	-	203.70	-
10	岐阜市	4.30	3.01	61.66	14.22	246.63	56.90
11	(4 倍希釈)	2.14	2.69	30.64	12.74	122.57	50.96

1)ピーク高さが高すぎたため，測定することができなかった。

表 3.2 試料溶液の硬度

番号	試料	硬度/ppm
6	ミナクア	41.6
8	豊川市	-
10	岐阜市	30.4

4. 考察

4.1. La を加えた理由

フレーム炉内で目的元素が共存成分と反応して，難解離性の塩や酸化物を生成するために，原子化効率が変化し，吸光感度に影響を与える。これらの化学干渉を防ぐため，目的元素に優先して干渉化学種と結合する干渉防止剤を添加する[3.1.]。Ca を定量する場合は La，Mg では Ca や La を試料溶液中に多量に共存させることにより化学干渉を抑制することができる[4.1.]。

表 3.1 より，試料溶液の La 添加時のピーク高さに比較して，無添加時のピーク高さは減少していることが分かる。したがって，今回用いた試料溶液中に化学干渉を引き起こす成分が共存していると分かる。

La 無添加時は正確な元素ピークを示していないので，以下では La 添加時のデータについて考察していくこととする。

4.2. 硬度について

La 添加時の試料溶液の硬度を表 3.2 に示した。豊川市は，ピークが最大値を振り切り測定不可能であった。

4.2.1. 岐阜市

テキストより，岐阜市の水道水硬度は 30 ppm であるため，軟水であると分かる。表 3.1 より，Ca 濃度(分析値)が豊川市と比較して半分以下であるため，岐阜市の方が豊川市よりも消毒の度合いが低いと考えられる。

4.2.2. ミナクア

表 3.2 より，ミナクアの硬度は 41.6 ppm と算出された。文献値は，表 1.1 の硬度より，山梨では 27.9 ppm，鳥取では 41.5 ppm である。これから，産地は硬度が非常に近い鳥取県であるとわかる。また，50 ppm 以下であるので，軟水である。

コカ・コーラ社の飲料水ミナクアは，山梨・白州（硬度 27.9 ppm）の他に，一部地域には富山・砺波（硬度 28.8 ppm），富山・立山（硬度 48.1），鳥取・大山（硬度 41.5 ppm）で採水されたものが届く場合がある[5.1.]。表 1.1 には，これらのうち，含有金属成分が調べられたもののみ掲載している。

4.3. ミナクア中の元素の比較

分析値と，文献値の比較を行う。

表 4.1 元素濃度の比較

試料溶液		濃度(分析値)/mg 100mL^{-1}	
		Ca	Mg
ミナクア	分析値	1.36	0.19
	文献値	0.72	0.57
	相対誤差/%	+89	−67

表 4.1 から分かるように，分析値と文献値はあまり近い値をとっていないことが分かる。しかし，ミナクアは天然水を使用しているので，成分は採水時の環境の影響により変化したことや[6.1.]，妨害成分が非常に多く La 添加量が不十分で合ったと考えられる。

5. 参考文献

[1.] ミネラルウォーター大全

[1.1.] http://homepage3.nifty.com/o-key/diet/mineralwater.html

[2.] ミネラルウォーター成分表一覧

[1.2.] http://blog.goo.ne.jp/sss244/m/200702

[3.] 機器分析入門

第三版, 1996, 日本分析化学会九州支部

[3.1.] p 99

[4.] 分析化学実験

第一版, 1999, 東京化学同人

[4.1.] p 202

[5.] ASKUL CORPORATION

[5.1.] http://www.askul.co.jp/p/125140/

[6.] お問い合せ ｜ 商品Ｑ＆Ａ(その他飲料)

[6.1.] http://www.asahiinryo.co.jp/customer/q_and_a/others.html

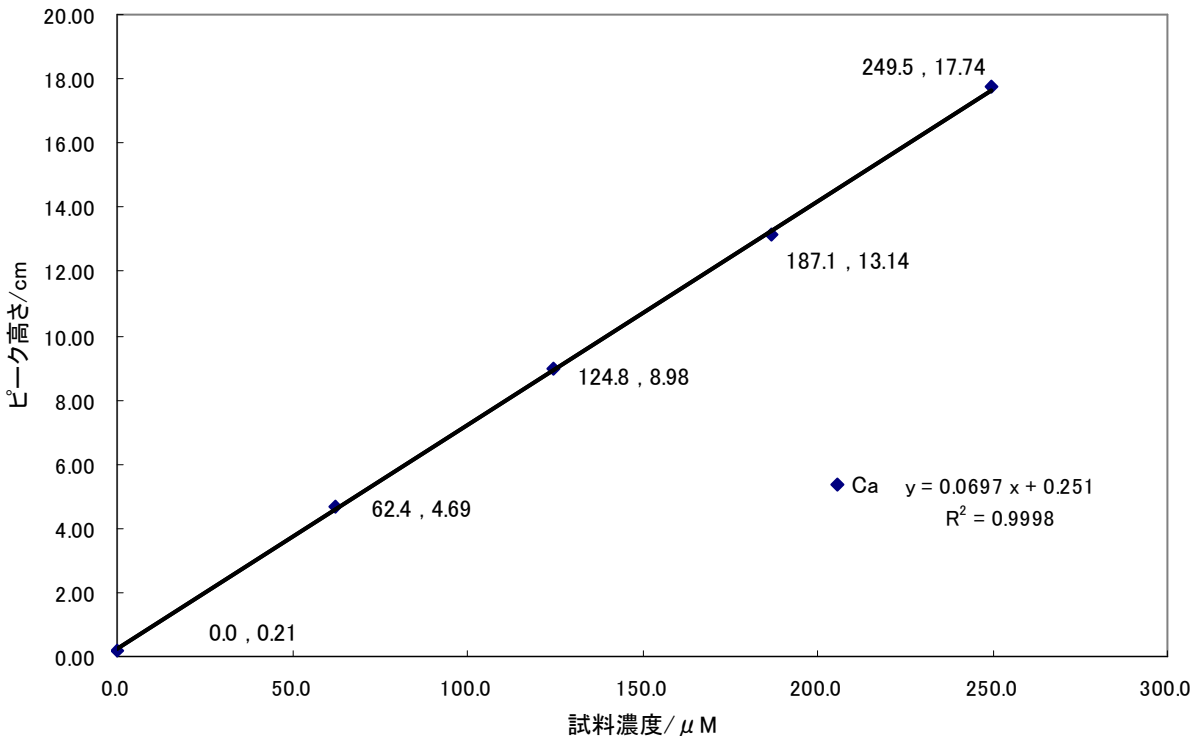

図1　Caのピーク高さと試料濃度の関係

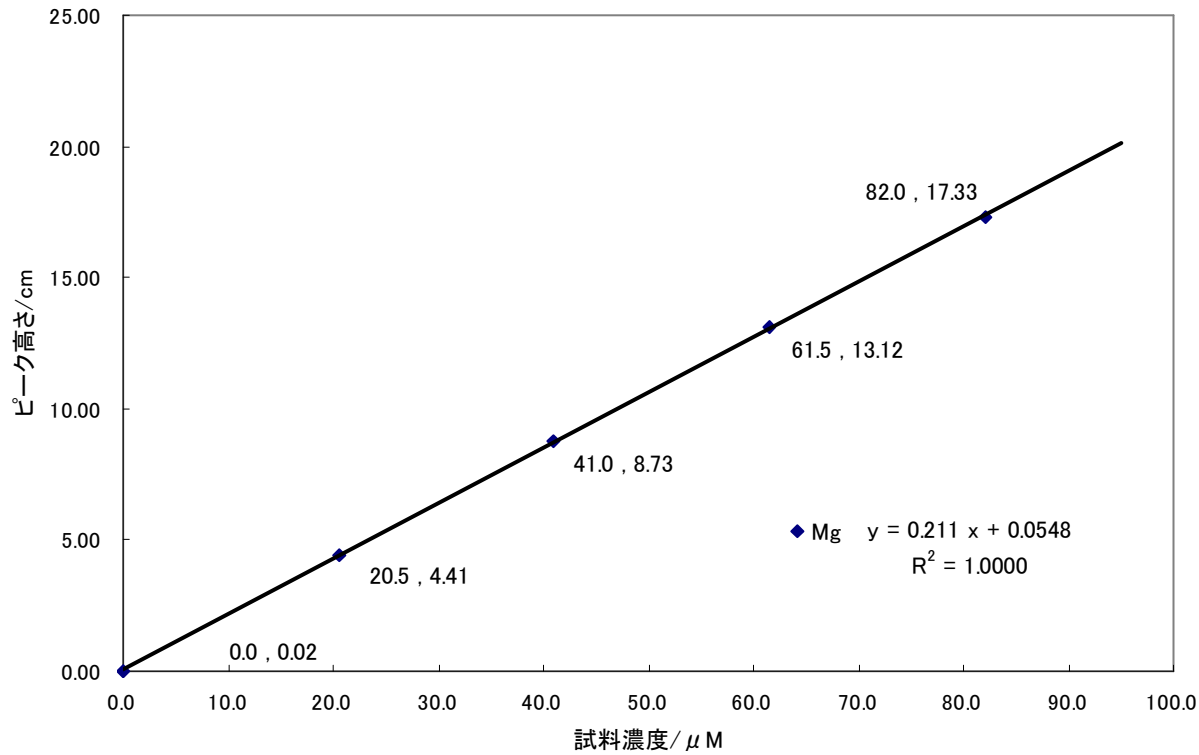

図2　Mgのピーク高さと試料濃度の関係