

農家食品のカルシウムに関する研究

誌名	農業技術研究所報告. H, 経営土地利用
ISSN	00774863
著者	檀原, 宏
巻/号	17号
掲載ページ	p. 137-143
発行年月	1955年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



農家食品のカルシウムに関する研究

(第6報) 井戸^{*}その他飲料水のカルシウム含量について

檀 原 宏

目 次

I 緒言	137	VI 飲料水のCa含量代表値(最頻値)	141
II 資料について	137	VII 結言	142
III 地域的分布	137	VIII 要約	142
IV 度数分布	138	IX 参考文献	142
V 対数正規型の検定	140		

I 緒 言

著者は先に千葉県の一部を調査して、農家では、1日1人当り平均2l程度の水を飲んでいることを知った。この事実を敷衍して更に種々の井戸水に関する諸子の分析データから、日本各地の井水中のCa含量平均値を求め、農民が飲料水から摂取するCaの量を推定した⁽¹⁾。しかしながら、そのとき計算に用いた分析データは数が少く、且つそれ等の数字の内容も検討していなかつたので、単なる算術平均値が果して全国に分布する井戸水のCa含量を代表しているかどうかは疑問であつた。今回は更に広範囲にデータを集め、それ等を統計学的に検討したので報告する。

II 資料について

使用した資料は日本学術振興会でまとめたもの⁽²⁾、及び鉄道技研で分析したものである⁽³⁾。前者は全国各県別に、井戸・水道及び池等の水を水質成分全般に亘つて分析したもので、その分析種目は14項目、約700に近い事例に及んでいる。又後者は機関車に供給する水で、凡そ100近くの事例が分析されている。これ等のデータからCaのみについて計算した。

これ等の資料が統計学的にみて、正しいサンプルであるか否かは、議論の余地もあろうが、他に依るべき資料がないので、この点仮りに正しいものとしておくことにする。

III 地域的分布

水のCa含量は地方により可成りの相違が予想される。そこで各県別に、それ等の値や算術平均値(以下平均値と略す)をプロットすると第1図の通りである。(資料は全県に亘つて記載されているが図には一部の県のみ止めた。)

* 第1~4報は農技研報 H. 4, (1952) 及び第5報は栄養と食糧, 6. 3 (1953)

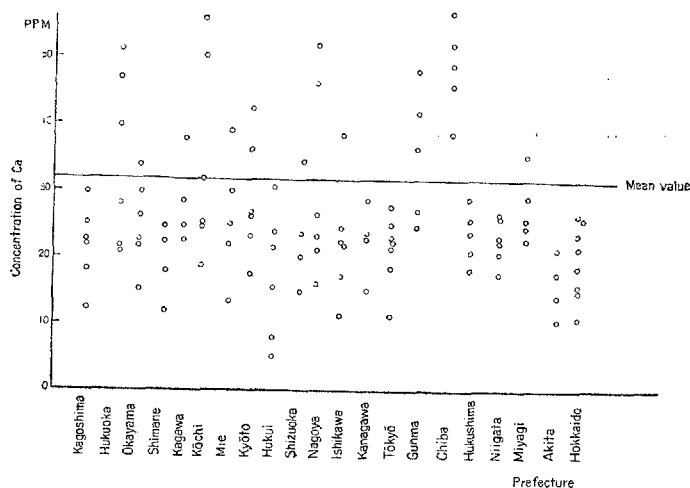


Fig. 1 Distribution on Ca-Contents of Well-water in every districts.

第1図によれば、井戸水のCa含量の平均値は32.5 ppmであるが、これは各地の値よりも高過ぎる感がある。即ち平均値の線は、各地の値の最も多く密集した処を通過せず、それよりも可成り高い処を通つてゐるようである。このことは平均値のもつ性格を考慮する必要がある。

平均値が集団の代表値となるには、各測定値が対称分布をするときに限られる。通常考えられてゐる正規分布はこの対称分布をなしている。しかしながら第1図については、最高頻度の値は平均値と一致しないように思われ、分布型は非対称型が予想される。

IV 度数分布

これ等の集団の分布構造をうかがうために、度数分布表を作り第1表を得た。(級の数は Sturge's の公式より求めた^{※※}。)⁽⁴⁾ これを更に Histogram で表わせば、第2図の通りである。

Table 1 Frequency Distribution on Ca-Contents of Water

Class	Wells	Wells for L.*	City Water	Ponds
~10 PPM	43	7	39	60
10~	91	21	47	57
20~	79	21	5	18
30~	32	16	6	12
40~	26	10	0	9
50~	13	6	0	3
60~	11	4	0	1
70~	1	5	0	1
80~	4	2	0	2
90~	0	3	0	1
100~	6	1	0	1
Total	306	96	124	165

* Wells for Locomotives

※※ Sturge's formula

$$m = 1 + \log N / \log 2$$

$$= 1 + 3.32 \log N$$

m: 級の数 N: 総員数

この場合

$$N = 306 \text{ であるから } m \approx 9$$

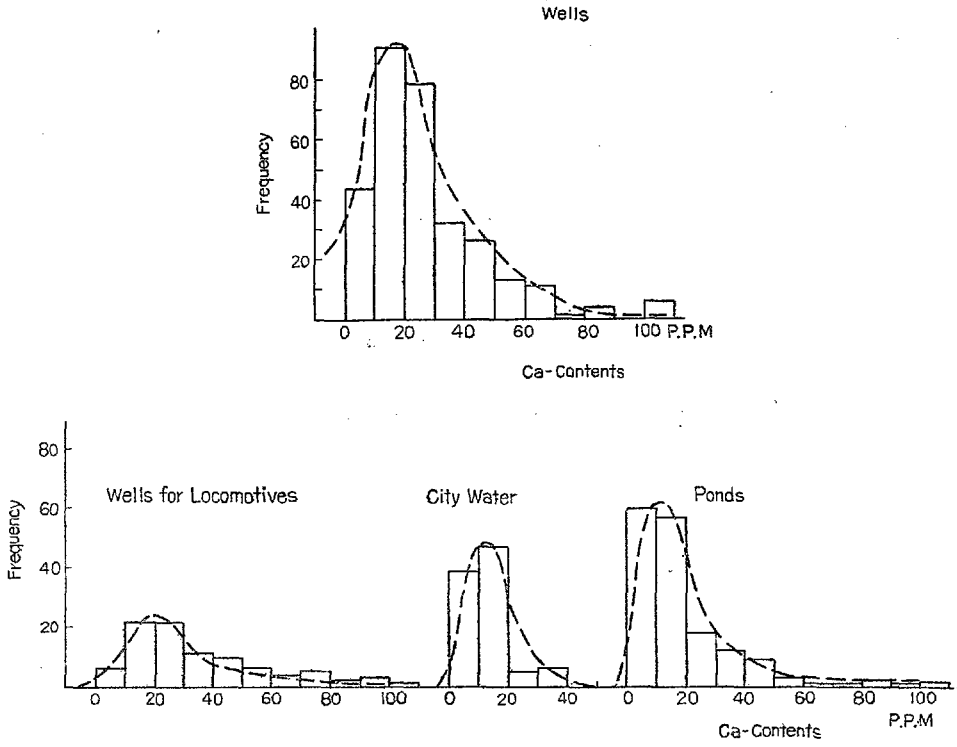


Fig. 2 Histogram on Ca-Contents of Water

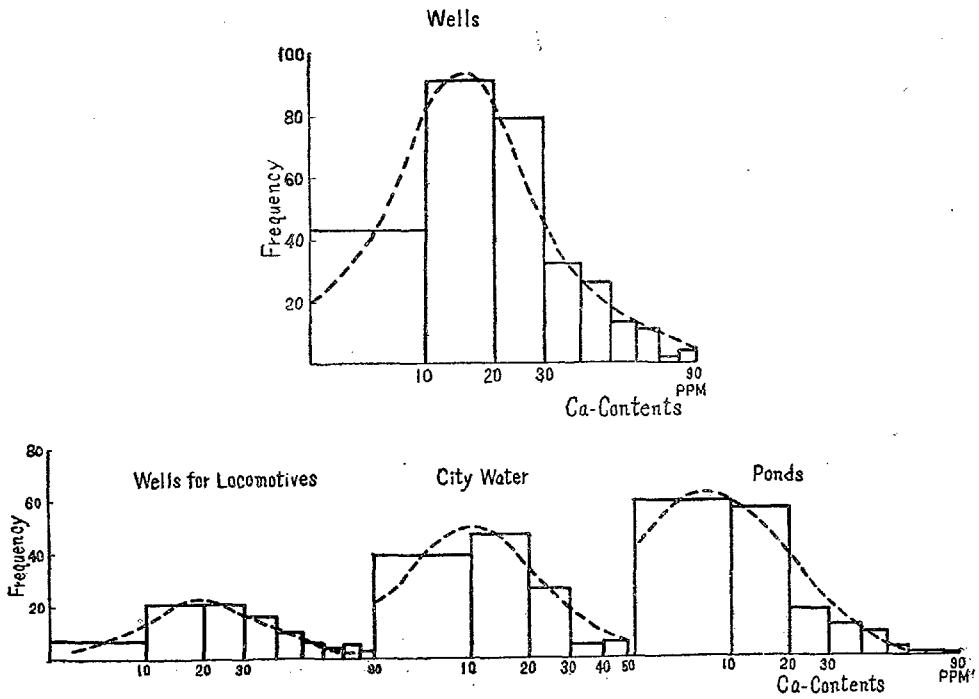


Fig. 3 Histogram on Ca-Contents (Semi-log Scale)

第 1 表及び第 2 図から、明らかに左右非対称な（正の歪をもつた）分布構造が示されている。各水質が何れも大体同様な分布型をしていることは甚だ興味深い処である。

医学の領域に於ては濃度を示すものの分布は大体この形をとるといわれ⁽⁵⁾。更に又最近 L.H.Ahrens は火成岩中の稀有元素の濃度もかような分布をすることを報告している⁽⁶⁾。水質の Ca 含量がこれに似ている所から、かような濃度を現わす分布は何か一連の共通性を暗示しているようである。

これ等は所謂対数正規分布と呼ばれ、横軸を対数目盛にすれば正規型に近似する。試みに横軸を対数目盛に変えると第 3 図の通りで、かくて左右対称（正規型）の形らしくなる。

V 対数正規型の検定

対数正規分布か否かを確かめるために、各測定値を全て対数に変換して、度数分布表、並びに分布図 (Histogram) を作った。それを第 2 表及び第 4 図に示す。

Table 2. Frequency of Ca-Contents of Water (Changed to Logarithm)

Class	Wells	Wells for L.*	City Water	Ponds
~0.50	1	1	1	5
0.50~	7	2	5	13
0.75~	33	4	33	42
1.00~	66	15	31	48
1.25~	111	35	44	33
1.50~	57	21	10	16
1.75~	24	16	0	7
2.00~	7	2	0	1
Total	306	96	124	165

* Wells for Locomotives

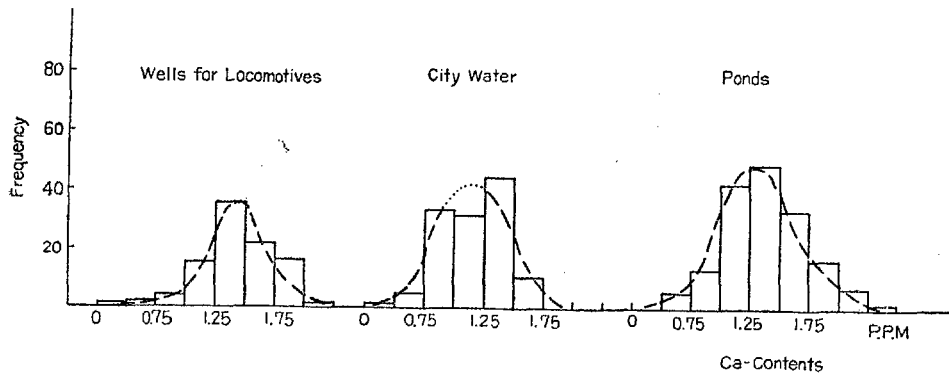
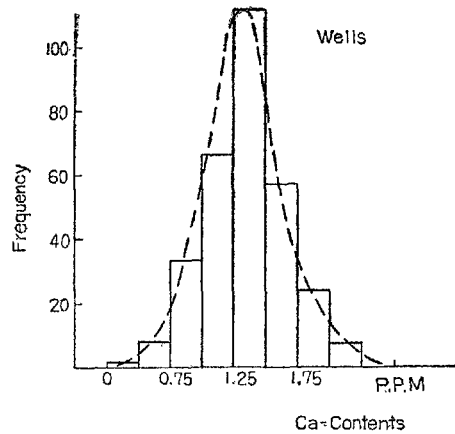


Fig. 4 Histogram on Ca-Contents of Water (Changed to Logarithm)

第 2 表、第 4 図から、かなり鮮明に正規型が予想される。そこでこれ等を確率標本とみなし、 χ^2 検定を行えば次の表の通りである。

Table 3. Test to the Normal Distribution for Ca-contents of Water (Changed to logarithm)

	Wells	Wells for L.*	City Water	Ponds
Mean m	1.35	1.44	1.16	1.15
Standard Deviation σ	0.308	0.315	0.259	0.342
z^2	4.66	3.07	10.62	3.61
$z_0^2 (0.05)$	7.82	3.22	9.21(0.01)	7.82
Judgement	non. S.	non. S.	**	non. S.

* Wells for Locomotives

** 1% level

水道水は明らかに正規型とは認められない。が井戸水及び池水等は有意ではない。したがって、一応正規型とみなし得る。尚機関車用井戸水は更に例数を増加して調べるべきであろう。

以上の計算によれば、大体に於て、水の Ca 含量は対数正規分布をするように思われる。

VI 飲料水の Ca 含量代表値 (最頻値)

対数正規分布をする集団では、平均値は最頻値と一致せず幾何平均値を用いなければならない。

$$\begin{aligned}
 M &= (F_1X_1 + F_2X_2 + \dots + F_kX_k) / F_1 + F_2 + \dots + F_k \\
 &= \sum FX / N \\
 &= \sum fx \\
 G &= F_1 + F_2 + \dots + F_k \sqrt{X_1^{F_1} X_2^{F_2} \dots X_k^{F_k}} \\
 &= \sqrt[N]{\prod X^F}
 \end{aligned}$$

X: 測定値 F: 級の員数 k: 級の数 M: 平均値 G: 幾何平均値
 或いは $X' = \log X$ とおけば

$$M = \sum fx' \quad \log G = M$$

かくてこれ等の値を計算すれば第4表が得られる。

Table 4. Arithmetical and Geometrical Mean value of Ca-contents of Water.

	Wells	Wells for L.*	Ponds
Arithmetical M.	32.5	38.3	14.9
Geometrical M.	22.4	27.7	14.0
Upper limi (5%)	24.2	32.1	15.9
Lower l.	20.8	24.0	12.5

* Wells for Locomotives

$$\begin{aligned}
 \log u_p &= u_p' & u_p' &= \bar{X}' + (u/\sqrt{N})t_{(0.05)} \\
 \log u_n &= u_n' & u_n' &= \bar{X}' - (u/\sqrt{N})t_{(0.05)}
 \end{aligned}
 \quad X' = \log X$$

$$u = [\{\sum (X - \bar{X}')^2 / N - 1\}]^{1/2}$$

u_p : Upper Limit u_n : Lower Limit

飲料水の Ca 含量を代表する値としては、従来殆んど平均値が用いられてきた。然しながら以上の結果から、平均値よりも低い値が最も多く分布していることが判つた。従つて平均値を採るよりも幾何平均値を採択することが妥当であると考えられる。

これによれば全国の井戸水の Ca 含量の代表値は 22.4 ppm である。1日1人当り 2l 飲むとすれば、約 45 mg の Ca が井戸水から摂取されているわけである。然しながらこのことについては、前報において1日に約 100 mg の Ca を摂取すると報告しておいた。以上の結論からすれば当然訂正されなければならない。即ち1日1人当り約 45 mg 程度 (41.6~48.4 mg) の摂取量では (食品からの Ca が極端に不足している地方は別として) 余り注目すべき Ca 源ではないと考えられる。

VII 結 言

全国各地の井戸、池等の水質につき Ca 含量を統計学的に考察すると、これ等は対数正規分布をしていることが認められる。そこで従来の値—平均値—はこれ等の集団を現わすに適當でなく、最頻値 (幾何平均値) を用いなければならない。いま農家では1日1人当り 2l の水を飲んでいるとすると水から摂取される Ca の量は 41.6~48.4 mg であり、1日の必要量から考えて特に注目すべきものとも思えない。

VIII 要 約

1. 農家で摂取している Ca は、飲料水による部分がかかなり多いものと思われる。そこで次の資料を中心に Ca 含量を統計学的に調べた。用いた資料は「学振5、小委報 No. 25」により、又「機関車用水分析値」を参考にした。これ等は全国的な飲料水の水質分析報告である。

2. 各水の Ca 含量の度数分布を求めると、何れも非対称型である事が認められる。試みに横軸を対数目盛に変えるとほぼ対称型となる。

3. ここで対数正規分布を予想し、数値を全て対数に変換し、度数分布を求めるとかなり正規性が現われてくる。 χ^2 試験の結果、水道水は正規型とは認められないが、他は何れも認めて差支えない。従つてこれ等の分布は対数正規型である。

4. 全国の井戸水については、算術平均値は 32.5 ppm 最頻値 (幾何平均値) は 22.4 ppm を示し、母平均値は危険率 5%で 20.8~24.2 ppm の範囲に在ることが言える。

5. 1日1人当り 2l の水を飲むとすれば 41.6~48.4 mg の Ca を水から摂取していることになるが、この程度では余り注目すべき Ca 源ではないようである。

終りに臨み、資料を提供された同研究室の相沢技官に深謝の意を表する。

IX 参 考 文 献

- (1) 相沢・檀原: 農技研報, H, No. 13 (昭 29).
- (2) 日本學術振興會: 第 5 小委員会報告, No. 25.
- (3) 鉄道技研: 全国機関車用水分析値.
- (4), (5) 中山: 統計学辞典 (昭 27).
- (6) L. H. Ahrens: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 5, 49~74 (1954).;
cf. 梅本訳: 化学の領域, 8, 12 (1954).

STUDIES ON THE CALCIUM IN RURAL FOOD-STUFFS.

(Part 6) On the Calcium Contents in Drinking
Water from Wells and Others.

By HIROSHI DANBARA

Summary

In the previous paper, it was reported that a farmer drinks per day 2 liters of water, and it was also supposed that the ingested Ca per day come from their drinking water may be amounted to 100 mg, that was calculated from the mean value of Ca-contents of well-water derived from many analytical data.

But, the mean value which was used for represent the Ca-contents of all well water, must be discussed more over, because the number of data were not sufficient to estimate the mean value and also the accuracy of the numerical value of every data remains to be discussed. In this point of view, in this paper, the statistical analysis was applied to 700 analytical data, which were collected from every district of Japan. The results was as follows:

1. Each analytical value (Ca-contents of well-water) and their mean value line was plotted in the chart of distribution. In this chart, it is appeared that the mean value line does not crossed the part of most massed points but run through more above.

2. The frequency Curve of it, apparently, is not symmetrical, but on the contrary the logarithmic number of the Ca-content can be plotted near a normal curve (symmetry). χ^2 -test was tried to this fact, and the result represents they are in non significance against normal curve. Therefore, it can be ascertained that the Ca-contents of well-water distributes in the type of "log-normal distribution". In the case of a group of numbers which distribute in "log-normal distribution", "arithmetical mean" can not be used, but "geometrical mean".

3. Mean value of Ca-contents of well-water was estimated as follows, arithmetical mean: 32.5 ppm, geometrical mean: 22.4 ppm, and lower and upper limit of it: 20.8~24.2 ppm. (5% level)

According to the geometrical mean value, a farmer, who drinks 2 liters of well-water per day, takes 416~48.6 mg of Ca from the water. Such an amount of Ca is so small, compared with the desirable Ca amount, that it seems well-water can not be regarded as a valuable source of Ca.