

シリカよりシリカな食品

化学班：高島 あいか、頓名 純子、松下 綾

1. はじめに

シリカとは SiO_2 、すなわち二酸化ケイ素のことである。シリカには結晶性と非結晶性があり、結晶性のシリカは粉塵として吸い込むことによって肺癌を引き起こす恐れがあるが、非結晶性のシリカは珪藻土や生物、植物の体内に含まれており人体には害がない。

非結晶性のシリカは血液、唾液などの体液や、毛髪、爪、血管、骨、関節などの体のあらゆる組織に存在しており、代謝を促進し肌の老化を抑えるなど、私たちの体の健康維持に非常に有用な役割を果たす。しかし、シリカはミネラル成分であり、体内で合成できる物質ではないため、体内のシリカは年齢と共に減少する。

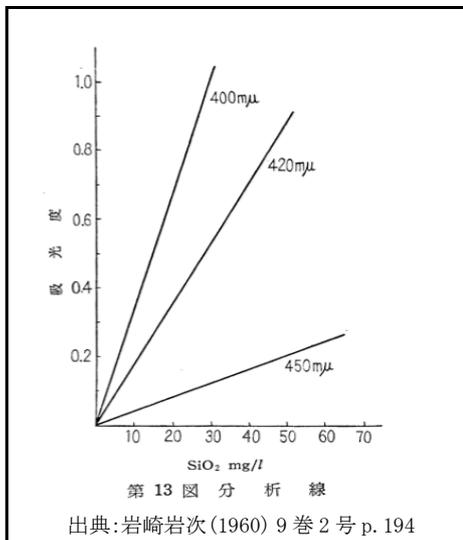
そんなシリカを外部から摂取するためには、一般的にシリカ水の飲用が効率の良い摂取方法とされている。シリカの摂取による欠点に関しては、厚生労働省によって「ケイ素は摂りすぎによる副作用がない、効果と安全性が確かな成分」と認められているため、シリカの過剰摂取による欠点はないものと考え、シリカを多く含む身の回りの食品を知り、普段の食事で積極的に取り入れることで美味しく効率的にシリカを補うことを目的としてこの研究を行った。

2. 実験方法

今回の実験ではモリブデンイエロー法を用いた。モリブデンイエロー法とは、ケイ酸イオン (SiO_4^{4-}) とモリブデン酸イオン (MoO_4^{2-}) を強酸性下に縮合し、発色させる比色分析法のことである。縮合反応は次式で示される。



生成物である縮合イオンのヘテロポリ酸 (Heteropolyacid, HPA) は、ヘテロポリ化合物という無機化合物であり、これが呈する黄色を分光光度法で測定する。



左図は、分光光度計の波長と SiO_2 の濃度の関係について調べた研究から引用したものである。この図から、溶液の吸光度はシリカの濃度に比例するということが示されているので、この関係を用いて、市販のシリカ水のシリカ含有量と吸光度の値から各食品のシリカ含有量を算出した。

[実験 I]

地中に多く含まれているというケイ素の性質から、調べる食品を根菜類、イモ類、穀物類に限定し、ジャガイモ、サツマイモ、ゴボウ、レンコン、玄米、フルーツグラノーラ(以下フルグラ)について調べた。

以下の手順で実験を進めた。

[材料]

- ・各食品
- ・12mol/L 塩酸 100mL
- ・モリブデン酸アンモニウム 10g

[器具]

- ・耐熱皿
- ・ガスバーナー
- ・電気炉
- ・試験管
- ・分光光度計
- ・超音波洗浄機

塩酸は12mol/Lのもの100mLを400mLの蒸留水と混ぜ、6mol/Lにした。

モリブデン酸アンモニウム水溶液は、10gのモリブデン酸と100mLの蒸留水を混ぜ、 8.1×10^{-4} mol/Lにした。その際、固体が溶液中に残り混ざりにくかったため超音波洗浄機を用いて10分攪拌した。

<手順1>

細かく刻んだ食品をそれぞれ耐熱皿に入れて加熱した。時間短縮のため、ガスバーナーで全体が黒くなるまで予備灰化したのちに電気炉を用いて550℃で白い灰になるまで10時間熱した。

<手順2>

灰を0.02mgはかりとって6mol/Lの塩酸20mLに溶かした。

そこにモリブデン酸アンモニウム水溶液を 8.1×10^{-4} mol/Lを20mL加えた。

<手順3>

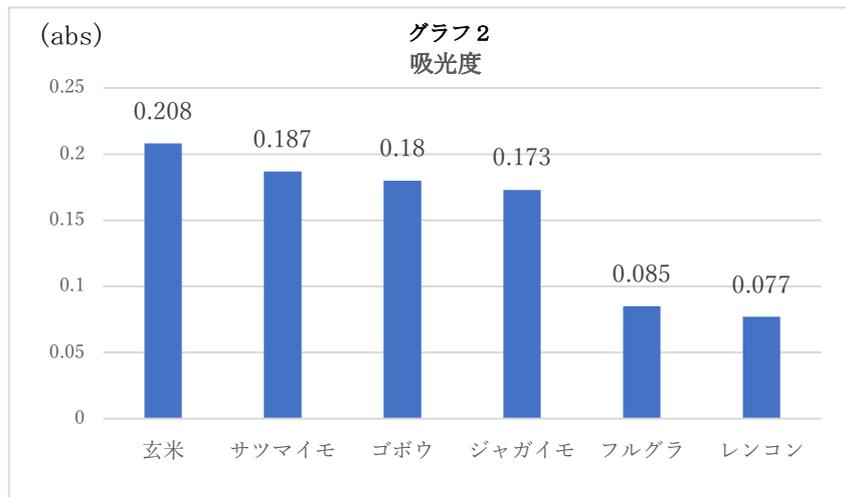
それぞれの試験管の上澄み液をとり、分光光度計を用いて430nmの波長で吸光度を測定した。

[実験 II]

市販のシリカ水の栄養成分表示から20mLあたりのシリカ水のシリカ含有量は1.94mgであるとわかっている。そこで、市販のシリカ水20mLについて<手順2><手順3>と同様に実験を行った。また、シリカの量と吸光度の関係から、[実験 II]の吸光度の値を用いて各食品の100gあたりのシリカの含有量を算出した。

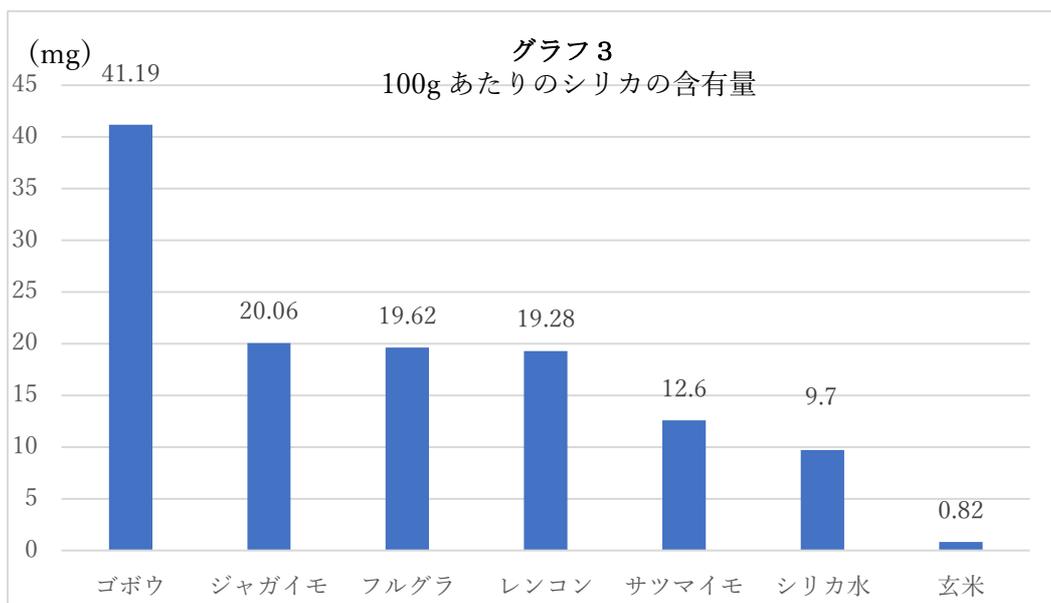
3. 結果

[実験 I]の結果



グラフ2より、吸光度が最も高かったのは玄米であることから、0.02mgの灰あたりのシリカ含有量は玄米が最も多いことがわかった。

[実験 II]の結果



グラフ3より、食品100gあたりのシリカの含有量はゴボウが最も多いことがわかった。また、市販のシリカ水の100gあたりの含有量の9.7mgを大きく上回る結果となった。

4. 考察

- ・[実験 II]の結果から、ゴボウが100gあたりで最もシリカを含有しており、シリカ水のおよそ4.5倍のシリカを含有していることがわかった。
- ・ジャガイモ、フルグラ、レンコン、サツマイモの含有量にあまり差が見られないことから、シリカの含有量はイモ類、根菜類、穀物類などの食品の分類に関係がないと考えられる。

・ジャガイモ、フルグラ、レンコンは100gあたりの含有量が特に近い値となっているが、必要な調理や食べる量などを考慮するとフルグラが三つの中では摂取しやすいと考えられる。

5. まとめ

100gあたりの価格ではゴボウの方が低価格であるので、ゴボウの方がシリカ水より安価でシリカを多く含有していることがわかる。そして、シリカ水は飲料水として手軽に飲むことができるのに対し、ゴボウを食べる場合は一般的に加熱調理や味付けなどの下準備が必要であり、また独特の味や食感に好き嫌いがある場合などはシリカ水の飲用がより効率の良い摂取方法であると考えられる。そのためケースバイケースでうまく使い分けるのが良いと考えられる。

ゴボウなどのシリカを多く含む食品を調理する場合においてシリカはあまり加熱に強い物質ではないので、煮込み料理などにしてしまうと水と一緒に蒸発してしまう恐れがある。そのため、シリカを摂取する目的で食品を調理する場合は炒める、ゆがくなどの軽い加熱や、米と一緒に炊くなどして食事に取り入れると良い。

6. 謝辞

この研究を遂行するにあたり、複雑な実験において様々な器具の使い方を丁寧に指導してくださった科学部の皆さん、また終始暖かく見守ってくださった藤村先生に深く感謝いたします。本当にありがとうございました。

7. 参考文献

- 『ヘテロポリ酸の有機合成触媒への利用』(分析化学) p. 385 1976年 大竹正之
- 『水中のシリカの光度定量』(分析化学) 9巻2号 p. 194 1960年 岩崎岩次
- 『無機吸光光度法』(触媒) 18巻6号 p. 795 1969年 後藤秀弘 柿田八千代
- 『無機質』(食品化学)p. 108 2010年 高野克己