

キレート滴定による濃度測定

小寺真暉 永山貴大 吉井崇人 鶴崎さくら
指導者：岩本昌子

要 旨

普段使われている水の「硬度」に関するカルシウムイオンに関心を持ち、本研究を実施するに至った。水の硬度とは水溶液中に含まれているカルシウムイオンやマグネシウムイオンの量である。そこで私たちはキレート滴定という硬度測定法を用いて、二酸化炭素を添加したときの炭酸カルシウムの水への溶解度の変化や土壌に含まれるカルシウムイオンの量を調べた。その結果、カルシウムイオン量の測定は植物の生育に適した土を簡便に見分ける指標として用いることが出来ると考えられる。

We were interested in calcium ions which can cause the hardness of water. This is why we carried out this research. The hardness of water is related to the amount of calcium ions and magnesium ions which are contained in aqueous solution. We added carbon dioxide to the water and investigated the change in solubility of calcium carbonate by chelate titration. And we measured the amount of calcium ions in the soil. As a result, we thought that the measurement of the amount of calcium ions could be used as standard to distinguish soil which is appropriate for the fast growth of plants.

キーワード：キレート滴定, カルシウムイオン濃度, 硬度, 炭酸カルシウム

1. 序論

我々は普段使われている水の「硬度」という言葉、特にカルシウムイオンの濃度測定法に興味を持った。

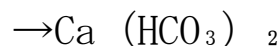
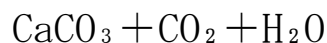
カルシウムイオンを定量する方法を調査したところ、キレート滴定という硬度測定方法があるということを知り、水中の二酸化炭素の量によって水中のカルシウムイオン濃度が変化するということや、土壌に含まれるカルシウム量と植物の生長が関係しているということを検証したいと考えた。カルシウムイオンを定量する方法を調査したところ、ICP 発光分析法、イオンクロマトグラフィー、キレート滴定など多数の方法があることが分かった。この中で特別な機器が不要でコストもあまりかからない「キレート滴定」という硬度測定方法を用いて、実験を進めることにした。

2. 研究内容

実験 1.

<目的>二酸化炭素の量による炭酸カルシウムの水への溶解度の変化をキレート滴定により調べる。

<仮説>・二酸化炭素を水に溶かしていけば、炭酸カルシウムを溶かすことができ、水中のカルシウム濃度が高くなる。水の硬度は二酸化炭素の量に比例すると仮定した。(化学反応式は次の式である。)



<薬品・器具>

EDTA, 2Na (エチレンジアミン四酢酸 2ナトリウム) ・ 5%硫化ナトリウム (Na₂S) 溶液

(試薬特級・和光純薬株式会社) ,
 BT指示薬 (エリオブラックT) ,
 NN指示薬,
 (試験研究用・株式会社同仁化学研究所) ,
 pH12緩衝液 (5% NaOH) (米山薬品工業) ,
 ビュレット , ビュレット台,
 メスフラスコ (250mL、100mL) ,
 ホールピペット (10mL) , 駒込ピペット,
 コニカルビーカー , ビーカー,
 ロート , ロート台 , 秤りょうびん,
 上皿電子天秤 , 電子分析天秤 , 薬包紙
 CO₂添加装置 (株式会社リキジャパン NEW オアシス CO₂セット)

<実験>

- ・ 試料水の作成
- ① ビーカーAとビーカーB (共に2L) を用意する。
- ② その中に精製水2Lずつを加え、更にCaCO₃を3.0g加える。
- ③ 溶液をスターラーで攪拌する。
(但し、ビーカーAにはCO₂を添加するものとする。)
- ④ 室温で攪拌を続け、30分ごとに採水する。
- ・ 実験装置は次のようなものである。



図1. 実験装置概要

<測定方法>

- ① 試料水10mLをコニカルビーカーに入れる
- ② pH12緩衝液を3mL加える。
- ③ Na₂S溶液を2mL加える。
- ④ NN指示薬を約0.1g加える。
- ⑤ 0.01M-EDTA標準溶液をビュレットに

入れ滴定を行う。赤紫色から青色に変色したところを終点とする。

- ⑥ ①~⑤を3回繰り返し、滴定平均値を求める。
 - ⑦ Ca硬度を計算し求める。
- 計算式は以下のとおりである。

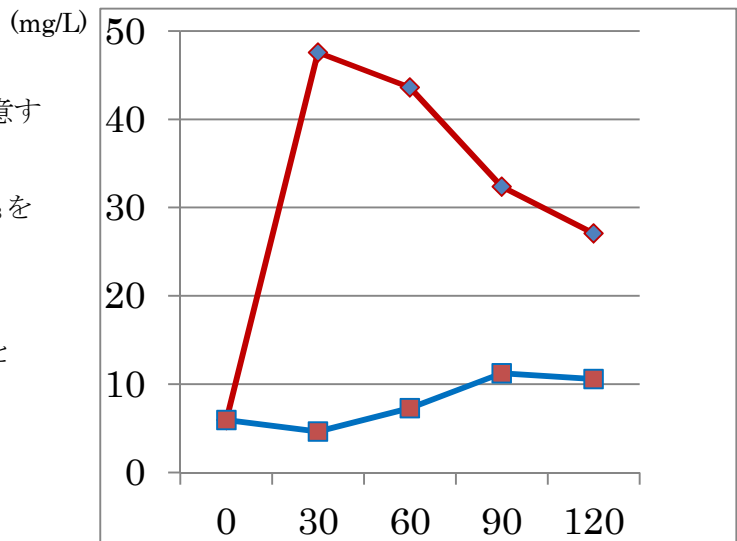
$$\text{Ca 硬度} = 0.40 \times B [\text{mL}] \times F [=0.9910] \times 100$$

B = 滴定平均

$$F = \text{力価} \left(\frac{\text{EDTA} \cdot 2\text{Na 採取量}}{\text{EDTA} \cdot 2\text{Na 必要量}} \right)$$

<結果>

・ 実験結果をグラフ1に示す。



グラフ1. Ca濃度とCO₂添加時間の関係

・ CO₂の添加によりCa濃度は増加した。

<考察>

グラフ1から、カルシウムの濃度は二酸化炭素を加えたビーカーAの値はビーカーBの値より大きくなった。

このことから、仮説のような化学反応がビーカーAにおいて起こったということがわかる。

また、ビーカーAの値が実験開始30分ごろから下がった理由を考える必要がある。

実験 2.

<目的> 土壌についてカルシウム量の測定を行い、植物との生長の関係を調べる。

<仮説> カルシウムの土壌改善効果により、土壌に含まれているカルシウム量が多いほど植物の生長を促進させるのではないかと考えた。

<薬品・器具>

漏斗，ろ紙，漏斗台，ガラス棒，薬包紙，上皿電子天秤，ビーカー，コニカルビーカー，駒込ピペット，ホールピペット（10 mL），メスフラスコ（250 mL、100 mL），ビュレット，ビュレット台，pH1.2緩衝液，NN指示薬 BT指示薬（エリオブラック T），5%硫化ナトリウム（Na₂S）溶液，EDTA，2Na，（エチレンジアミン四酢酸 2ナトリウム）

山の土（倉敷市内の山），畑の土（倉敷市連島町），バーミキュライト（市販）

<実験方法>

- ①山の土，畑の土，バーミキュライトを水に溶かす。
- ②十分にかき混ぜたそれらの水溶液をろ過する。
- ③キレート滴定を行う。

<結果>

実験結果を表 1 に示す。

土の種類	カルシウム濃度(mg/100g)
山	870
畑	710
バーミキュライト	200

表 1. 土の種類とカルシウムイオン濃度の関係

山の土，畑の土に含まれるカルシウムイオンが多い。

<考察>

植物が良く生育する山や畑の土にはカルシウムイオンが多いことが確認できた。また、水分保持のため

に育苗に用いられるバーミキュライトでは、カルシウムイオン量が少ないことが確認できた。キレート滴定法で土壌中のカルシウム濃度が簡便に測定することが確認できたので、今後サンプル数を増やしてデータを取得していきたい。

3. 結論

①本実験では二酸化炭素を添加した水への炭酸カルシウムの溶解度が大きくなることがキレート滴定により確認できた。

②植物が生育しやすい土壌では、カルシウムの濃度が高いのではないかと推測された。

③水中のカルシウム濃度を高くして植物に与えると生育に変化があるかどうか、という点は、今後の課題である。

④1，2の実験結果より私たちが調査したカルシウムイオンは様々な反応にかかわっていることがわかった。

今後は、カルシウムイオンが生活の中でどのように応用されているのか、また、その他の金属イオンにはどのような種類やはたらきがあるのかということについても調べていきたい。

【文献】

- 1) 日本分析化学会北海道支部: 水の分析. 樹化学同人, p. 187-191
- 2) http://gakuen.gifu-net.ed.jp/~contents/kou_nougyou/jikken/SubKagakukiso/index.html