

成長に伴う茶葉中のフッ素濃度変化

(環境計測学) 小野 将嗣

1. はじめに

アルミニウムは本来植物にとって有毒である。しかし、茶葉はこのアルミニウムを高濃度に蓄積する。本研究室ではこれまでに PIXE(Particle Induced X-Ray Emission)法を用いて茶葉のアルミニウム濃度及び分布測定に取り組んできた。その結果、成熟した茶葉中のアルミニウムは表皮に局在していることが分かった。このアルミニウムは茶葉中で他の元素と化合物を形成することで無毒化されているといわれている。化合物を形成している元素にはフッ素、マンガン、ケイ素の可能性が指摘されている。アルミニウムと同様にマンガンとケイ素の分布測定を行なったところ、マンガンはアルミニウムとの相関は見られず、ケイ素はアルミニウムと高い相関が見られた[1]。一方、フッ素の特性 X 線はエネルギーが低く通常の X 線検出器では測定が難しいため、核反応より生じるガンマ線を測定する PIGE(Particle Induced Gamma-Ray Emission)法を用いて分布測定を行なった。その結果、フッ素は成熟した茶葉の表皮に局在しアルミニウムと高い相関があることが分かった[2]。そこで茶葉の成長段階でのフッ素とアルミニウムの相関について調べることを試みた。アルミニウムの生育期間ごとの濃度[1]はすでに測定されているため、フッ素についても同様に生育期間ごとの濃度測定を行い比較をすることにした。

2. 実験

測定に用いた試料は「アサヒ」という品種の茶葉で、生育 1、1.5、2、3、4、5、6、12、15 ヶ月の茶葉を使用した。茶葉のフッ素濃度を測定するため、採取した茶葉を凍結乾燥し磨り潰した後、 $100\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$ のふるいにかけてパウダー状にした。測定中のチャージアップを防ぐため質量比で 20%のカーボンパウダーを加えた。フッ素の検量線を作成するため生育 12 ヶ月の茶葉パウダーに 0、500、1000、2000、3000 ppm となる量のフッ素標準液を加え、白熱電球で熱しながら攪拌し乾燥させた。乾燥後、ペレット作成器で押し固めペレット状にした。完成したペレットのサイズは直径 5 mm、厚さ 1 mm である。測定は京都大学放射実験室の 2 MV タンデム型加速器を用いて行なった。実験は入射粒子 3.4 MeV プロトン、ビーム径 3 mm ϕ 、ビーム電流量 9 nA、積分電荷量 20 μC 、測定時間約 40 分、検出は Ge 検出器で行った。

3. 結果

図 1 に測定した検量線を示す。この検量線から生育 12 ヶ月の成熟した茶葉のフッ素濃度

264±11 ppm を算出した。一般的な植物のフッ素濃度は数 ppm[3]であるので茶葉は高濃度にフッ素を蓄積していることが分かった。

図2に生育期間ごとのフッ素濃度変化を示す。魚森[1]の修士論文ではアルミニウム濃度は2～5ヶ月間で濃度変化がほぼ起こらず、1～2ヶ月間、5～6ヶ月間

で2回の急激な濃度上昇が起こることが示されている。それに対し、図から分かるようにフッ素濃度は生育6ヶ月までは生育期間にほぼ比例した濃度上昇が見られる。以上のように生育6ヶ月までの茶葉における

アルミニウムとフッ素には増加パターンに違いがあることが分かった。増加パターンの違いから、生育6ヶ月までの成長段階でのアルミニウムとフッ素の相関は低いと考えられる。

生育6ヶ月以降のみを見ると、フッ素の濃度はほぼ変化していないことが確認できた。同様にアルミニウムの濃度も生育6ヶ月以降は変化しないことが確認できている。一般に茶葉は生育6ヶ月頃に成長を終え、休眠状態となる。これを考慮すると生育6ヶ月以降の茶葉の生理活動にアルミニウムとフッ素は関与していないことが推測できる。生育6ヶ月以降の成長を終えた茶葉中ではアルミニウムとフッ素は不必要なものとなり、茶葉の表皮に局在されていることが考えられる。

[参考文献]

- [1]魚森駿也「茶葉の成長に伴う元素濃度及び分布変化のμ-PIXE測定」京都府立大学修士論文(2013)
- [2]吉田泰介「PIGE法を用いた茶葉のフッ素濃度及び分布の測定」京都府立大学卒業論文(2014)
- [3]山田秀和「ツバキ科植物のフッ素吸収に関する生物地球化学的研究(1980)

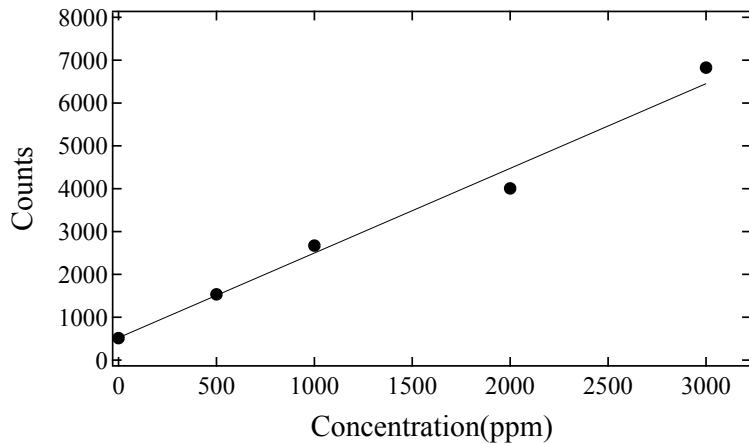


図1. フッ素の検量線

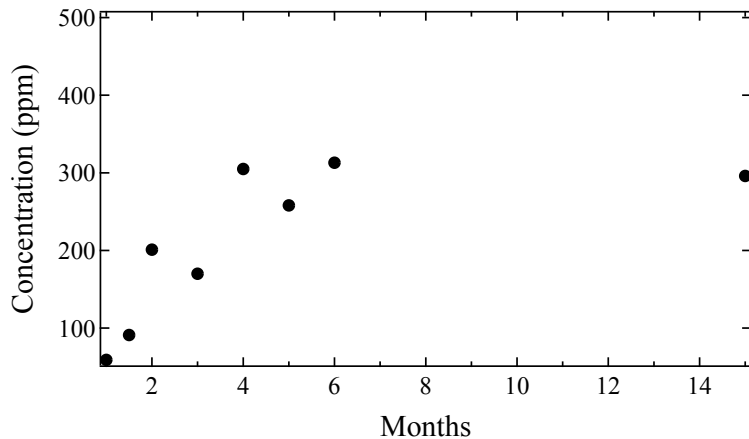


図2. 生育期間ごとのフッ素濃度変化