

XAFSによるホウレン草中のCaの非破壊化学状態分析

阿部 仁

KEK 物構研, 総研大高エネルギー加速器科学研究科, 茨城大学大学院理工学研究科

骨粗鬆症予防の観点で、成長期における十分な骨量の獲得が重要である。Ca含有量としては、牛乳もホウレン草も同程度で、可食部 100 g 当たり 100 mg 以上を含有する。しかし、その人体吸収率は、牛乳 32.1% に対しホウレン草 5.1% と差が大きい[1]。Caの人体吸収率は、摂取する食品等に含有されるCaの化学状態に依存すると考えられる。そこで、元素選択的な非破壊化学状態分析手法であるXAFS(X-ray Absorption Fine Structure, X線吸収微細構造)を用いて、食品含有Caの化学状態分析を進めてきた(科研費挑戦的萌芽 2016.4-2019.3)。

ホウレン草中のCaについては、約30年前の論文で、ホウレン草にはシュウ酸が含まれ、Caが難溶性のシュウ酸Caになっているのだろう、と予想された[2]。しかし、この直接的な証拠は示されていない。そこで、ホウレン草中のCaの化学状態分析をXAFS測定によって行い、直接的な証拠から実態を解明したいと考えた。

PF BL-9Aで測定したXAFSスペクトルを図1に示す。実線がホウレン草のCa、破線が標準試料のシュウ酸Caのスペクトルで、特徴的な構造をa-fで示した。両者のスペクトルは良く一致し、ホウレン草のCaが確かにシュウ酸Caであることがわかった[3]。

次に、人体吸収率について検証した。シュウ酸Caは溶解度積が $\sim 2.7 \times 10^{-9}$ と難溶性であり、これを人体が吸収することは困難と考えられる。胃酸の酸性度や量等とシュウ酸Caの化学的性質、化学反応式から人体吸収率について定量的に考察した結果、約5%と見積もられた[3]。この値は、これまで報告されていたホウレン草のCaの人体吸収率と良い一致を示した。

1本のXAFSスペクトルから、それがシュウ酸Caであることを初めて直接的に明らかにし、その人体吸収率について議論できることを示した[3,4]。他の葉野菜や豆類等についても実験を進め、「XAFSによる食品科学」という新分野の開拓を目指したい。さらに、他の量子ビームも利用し、「量子ビーム食品科学(QBFS, Quantum Beam Food Science)」へ展開したいと考えている。

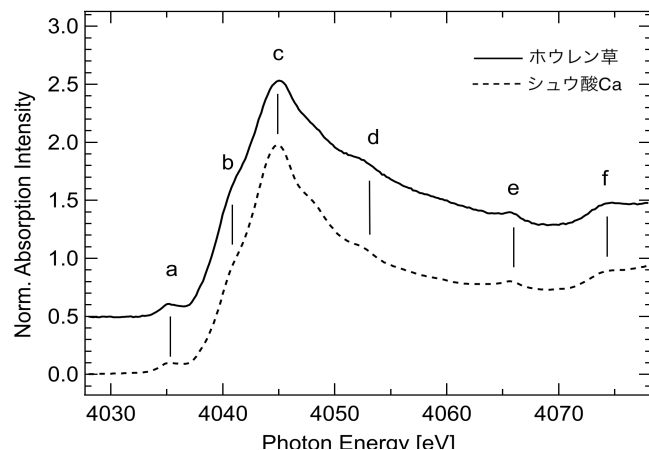


図1. ホウレン草(実線)と標準試料のシュウ酸Ca(破線)のCaのXAFSスペクトル。特徴的なスペクトル構造a-fが一致し、ホウレン草中のCaがシュウ酸Caであると同定でき

[1] C. M. Weaver and K. L. Plawecki, *Am. J. Clin. Nutr.* **59**, 1238S (1994).

[2] R. P. Heaney, C. M. Weaver, and R. R. Recker, *Am. J. Clin. Nutr.* **47**, 707 (1988).

[3] H. Abe, *Chem. Lett.* **43**, 1841 (2014).

[4] 阿部 仁, *Medical Science Digest* **43**, 9, 432-424 (2017); 阿部 仁, *BIO Clinica* **7**, 2, 137-139 (2018); 阿部 仁, *Agricultural Biotechnology* **2**, 9, 911-913 (2018).