

緑藻ミカヅキモ個体中での元素分布の測定 Element distribution measurement in the cell of *Closterium*

神田 航^a, 片山 真祥^b, 杉山 雅人^a
Wataru Kanda^a, Misaki Katayama^b, Masahito Sugiyama^a

^a京都大学大学院人間・環境学研究科, ^b立命館大学 SR センター
^aGraduate School of Human and environmental Studies, Kyoto University,
^bThe SR Center, Ritsumeikan University

これまでに観測された琵琶湖でのミカヅキモの大量発生と湖水表層の溶存態バリウム濃度の減少の因果関係について調査するため、バリウムを添加した培地を用いたミカヅキモの培養を行ったところ、バリウムがミカヅキモに取り込まれていることが明らかとなった。そこでミカヅキモへのバリウムの取り込みのメカニズムを詳細に検討するために放射光を利用した元素マッピング測定を行った。

In 1992, unusual increase of *Closterium* density and decrease of dissolved barium concentration were observed in the surface water of Lake Biwa. Then, some cultivation experiments of *Closterium* were carried out and the relation between these two phenomena was studied. *Closterium* in culture media with barium accumulated its element at very high enrichment factor. Thus, elemental mapping in a *Closterium* cell was examined with synchrotron radiation in order to elucidate its assimilation mechanism.

Keywords: *chlosterium*, barium, bioconcentration

背景と研究目的:

1992年6月に琵琶湖でミカヅキモが大量発生し、それと期を同じくして湖水表層の溶存態バリウム濃度が減少し、懸濁態バリウム濃度が増加することが観測された。これらの因果関係を知るために、ミカヅキモが湖水中の濃度を変動させるほどにバリウムを蓄積するのか、について検討中である。このために、ミカヅキモの培養実験を行っている。ミカヅキモの培養に、バリウムを添加した培地を用いると、ミカヅキモの末端液胞中の顆粒が肥大し、培地中のバリウム濃度が減少した。このときミカヅキモを捕集し、酸化分解後バリウム濃度を測定したところ、培地からの減少量に匹敵するバリウム量が測定された。バリウムがミカヅキモに取り込まれていることが分かった。前述の顆粒中にバリウムが濃縮されているのではないかと考えられる。このため、ミカヅキモ個体中におけるバリウムの分布(元素マッピング)を、放射光を利用して明らかにすることを目的とする。

実験:

元素マッピング測定に用いるミカヅキモはバリウムを含む培地で培養を行ったものを乾

燥させ、テープに固定し使用した。元素マッピングは立命館大学SRセンターBL-4で実施した。BL-4は二結晶分光器(分光結晶はGe(220)、Si(220)およびInSb(111))により単色化されたX線を利用したXAFS測定用ビームラインである。本研究では目的とする元素の吸収端エネルギー前後でX線を試料に入射し、それぞれの透過X線イメージを二次元検出器で観測することで元素の二次元マッピングを作成することを試みた。測定はBa LIII吸収端(5247 eV)、Fe K吸収端(7111 eV)、Ca K吸収端(4038 eV)において行った。試料中の各部位における目的元素の濃度は確定されていないため、照射時間・繰り返し露光などにより分布像が得られる条件を探索した。

結果および考察:

予測されたミカヅキモ内部におけるバリウムの分布は個体の末端と中央部で差異が見られるというものであったため、一様な分布が予測される鉄の分布とバリウムの分布を比較する実験を行った。また、鉄と同様に一様な分布を持つと考えられるカルシウムに関する測定も実施した。

Figure 1には鉄の吸収端(7111 eV)前後での試料を透過したX線像を示す。吸収端後の

透過 X 線画像は鉄による吸収があるため鉄の存在が多いところでは強度に変化が出ることが期待されるが、実験では両者に変化は見られなかった。また、吸収端前後に共通してみられる模様は対象としている試料を固定しているテープの厚みムラに由来するものだと考えられる。同様の試験を Ba、Ca の各吸収端においても行ったが吸収端前後 2 点のエネルギーでの測定では明確な分布を得られなかった。そこで分光器を掃引し複数のエネルギー点での透過画像をより統計情報を増した解析を行い、吸収端前後の透過 X 線強度の差分から元素分布を取得することを試みた。Figure 2 にバリウムの吸収端前後で差分をとった元素マップを示す。この図においてはバリウムの吸収端が現れた部位が濃い色で表現されている。この測定では試料を前述のようにテープ上に固定して行っているが、厚みは一定ではなくミカヅキモが重なった状態で存在している部位がある。Figure 2 中で分布が確認された領域はミカヅキモ存在量が多い部位だと考えられる。この領域を詳細に検討したが、目的としていた個々のミカヅキモを特定とすることは困難であった。

本研究の結果、当初目的としていたミカヅキモ個体中のバリウムの分布情報を得ることはできなかったがミカヅキモ中にバリウムが存在していることは確認された。今回用いた手法は透過法であるため、微量元素・希薄な濃度の試料に対しては敏感ではない。しかしながらマイクロメートルオーダーでの元素分布を、試料を固定した状態で入射 X 線エネルギーをスキャンすることにより取得する透過型二次元の元素分布測定は様々な試料系に適用できると考えられるため、今後は検出可能な元素濃度を決定する必要がある。また、ミカヅキモ中の元素分布については他の放射光施設を利用した測定も検討する。

(a) 吸収端前

 100 μm

(b) 吸収端後

 100 μm

Fig. 1 鉄の吸収端前後での透過 X 線像

 100 μm

Fig. 2. バリウムの元素分布