

XAFSを利用した化学種測定による琵琶湖産シジミの生育履歴の解析

竹本邦子¹, 吉村真史², 馬場大哉³, 太田俊明²

¹関西医科大学, ²立命館大学SRセンター, ³東レテクノ株式会社

背景・経緯

漁獲量が激減している琵琶湖固有のセタシジミ（図1）の復活に向け、シジミの健康状態と最適な生育環境を科学的に理解することが求められている。孵化したセタシジミの幼生は浮遊期間がなく、直ぐに着底し仔貝となり、漁獲対象となる殻長18 mmまで成長するには3年以上を要する。本研究では、貝殻に含まれる特定の元素の存在状態や分布状態から、貝殻に記録されている生育履歴を読み出すことを目指す。

貝殻は、本体（炭酸カルシウムと複合タンパク質）とキチン質の殻皮から成り、個体が成育した環境の情報が記録されやすい特異な器官とされている。さらに漁業者は、生育状態を判断する経験的な指標の一つとして「貝殻の色」を用いている。図2に様々な色の琵琶湖産シジミを示す。明るいべっ甲色（これ以降、黄色とする）の貝殻のシジミは経験的に成育状態が良く味も良いとされ、黒色の貝殻のシジミは成育状態は良くないとされている。

今回、Feに着目し、黄色と黒色の貝殻についてFeのK吸収端のXAFSと蛍光強度の二次元マッピングを行い、色との相関を調べた。

結果

実験は図3のような試料と検出器の配置で、蛍光X線収量法で行った。図4に、貝殻の中央部で測定した黒タイプと黄色タイプのFeのK吸収端のXAFSスペクトルを示す。黒色タイプの強度は黄色タイプに比べ数倍以上高かったが、スペクトルに大きな違いはなくFeは酸化鉄(III)と推定される。

図5に貝殻の縁から殻頂方向に、成長線に垂直にFeの蛍光強度についてラインスキャンした結果と強度が大きく変化する8地点で測定したXAFSスペクトルを示す。図3と同様に、酸化鉄(III)と推定できる。また、各点のスペクトルには大きな違いはない。

二枚貝は、卵内成分から成る幼生殻に、摂餌を開始した成貝殻が同心円上に蓄積されて、年輪のような構造をしている。殻頂と縁のスペクトルに大きな違いがないことから、酸化鉄の生成に基盤となる殻の影響は小さいと考えられる。貝殻は湾曲しているので、場所による蛍光の強度は単純にFeの含有量の違いに反映することはない。貝殻の主成分であるCaとFeの分布を比較することで、Feの分布を検討した。

図6に、殻頂を中心として、6 mm×20 mmの幅で計測したCaとFeの蛍光強度マッピングの結果を示す。成長線の凹凸や輪肋（成長線よりも大きな畝）によりCaの蛍光が検出できていないところはあるが、スキャン範囲内全体でCaが検出されている。このことから、測定面と検出器は十分に蛍光を検出できる位置関係にあるといえる。Feは貝殻全面に存在するのではなく、主に成長線に沿って分布している。黒色の線とFeの分布は概ね一致するが、色とFeの明確な相関関係を確認することはできなかった。

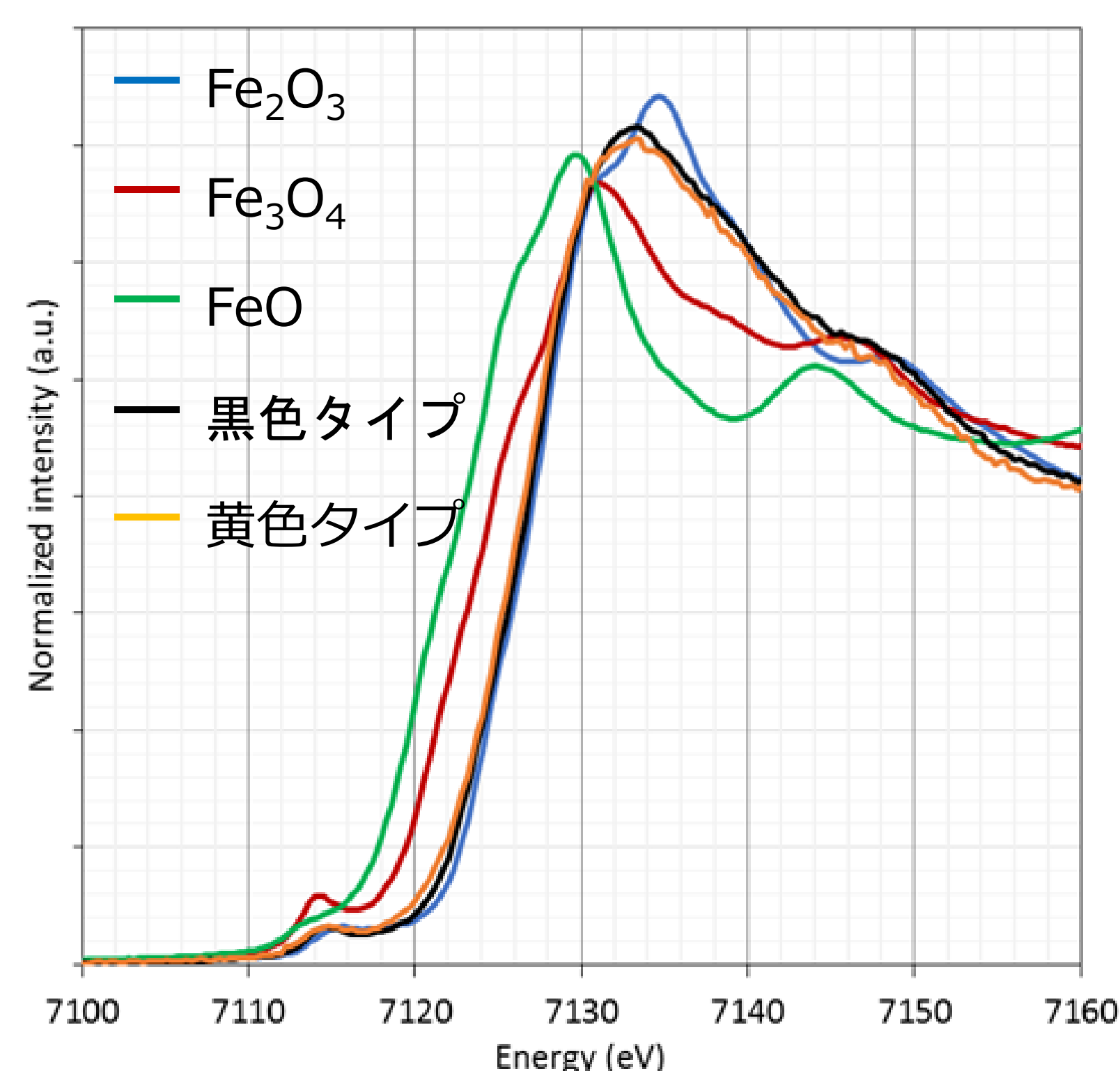


図4 黄色と黒色タイプの貝殻のFeのK吸収端のXAFSスペクトル。

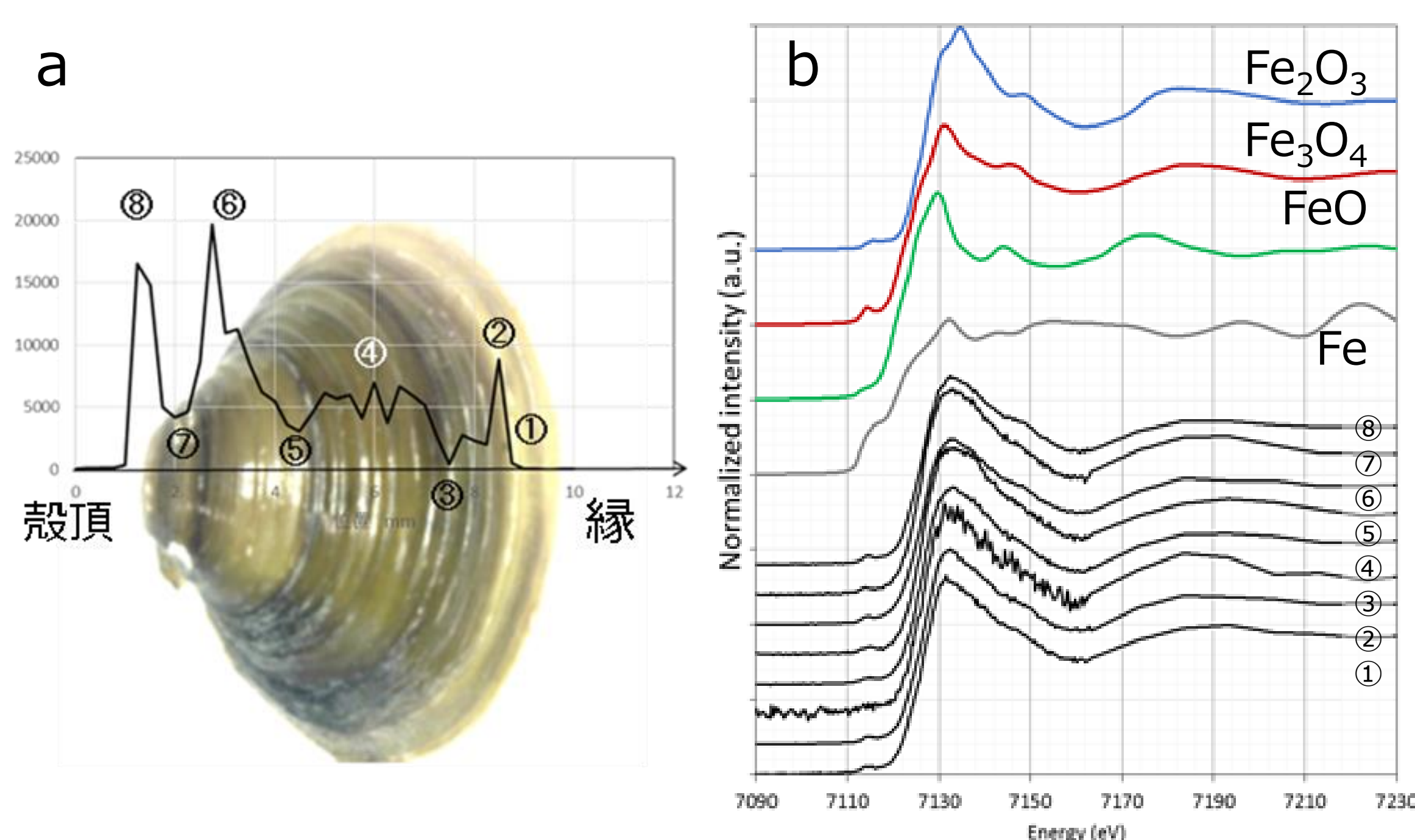


図5 縞タイプの貝殻表面のFeのラインスキャン(a)とFeのK吸収端のXAFSスペクトル(b)

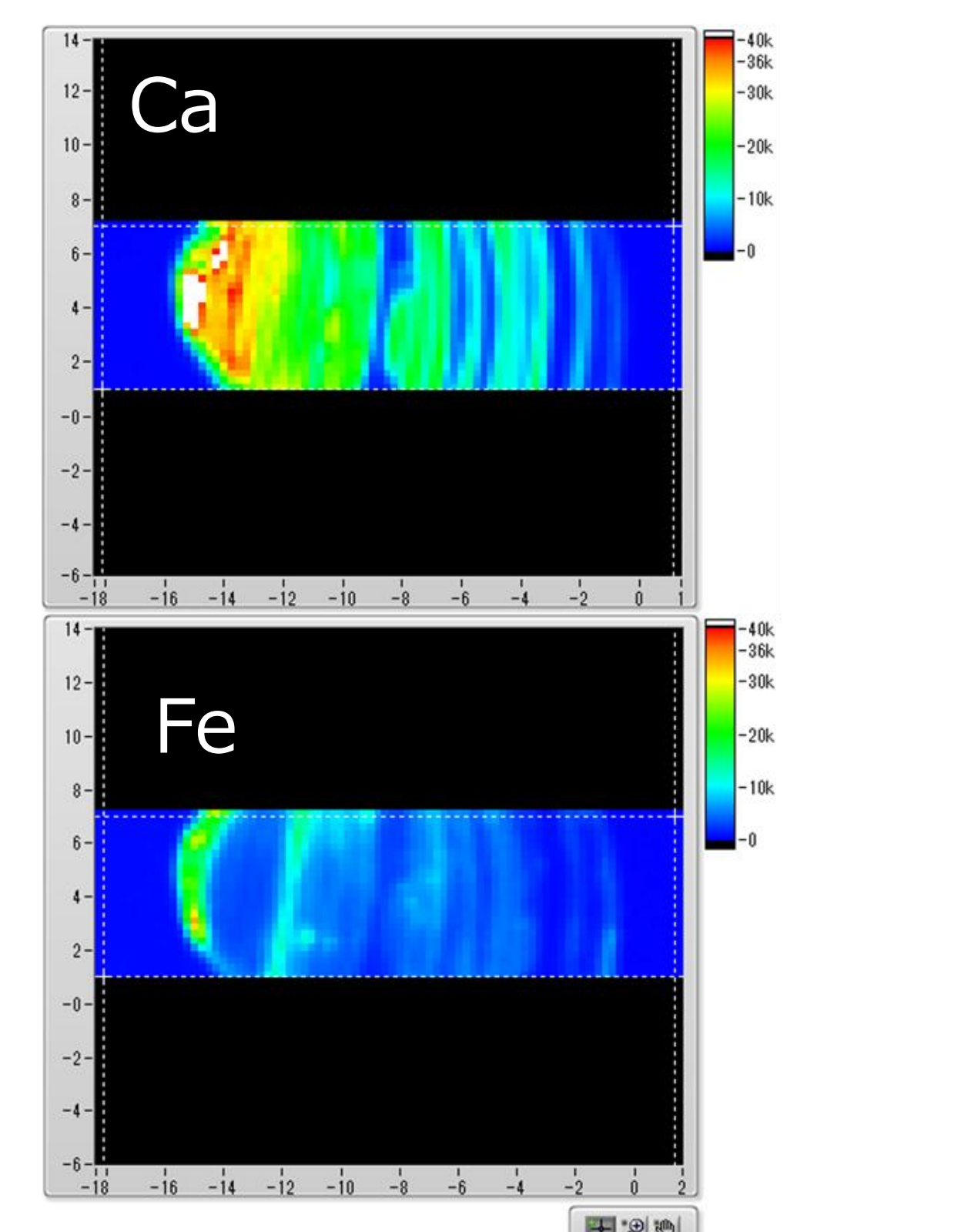


図6 縞タイプの貝殻表面のCaとFeの蛍光強度マッピング。

期待される効果・社会的インパクト

セタシジミの漁獲量は、1950年代の5,000トン台から1960年代に入り急速に減少し始め、2007年には52トンとなっている（図1）。滋賀県では、稚貝の生産、漁場への放流を行っているが、漁獲量の顕著な増大はない。琵琶湖固有のセタシジミの復活は、食糧資源の確保としてだけではなく、環境保全のシンボルとして滋賀県全体の希望でもある。

これまでシジミの健康状態や生育環境の予測は、漁業関係者の伝承やフィールド調査の結果から経験的に行われてきた。我々が目指している生の貝殻を用いた分析法のような、セタシジミの健康状態や生育環境を、非破壊で、短時間に把握する方法の開発は非常に重要である。XAFSを生体試料や環境試料に適応するためには、高い光量と高いエネルギー分解能が必要であり、シンクロトロン光でしか行うことができない。

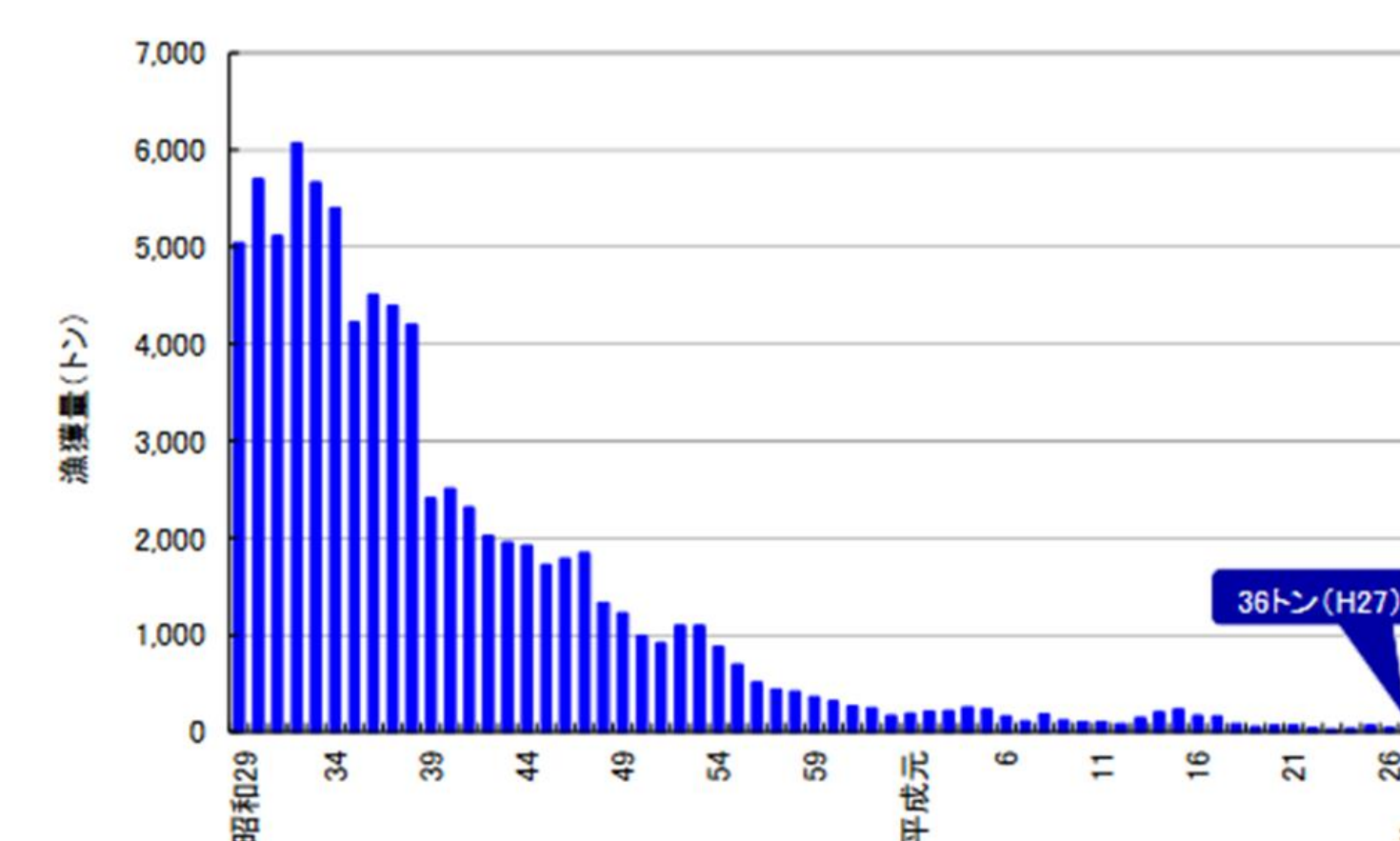


図1セタシジミの漁獲量の推移。

琵琶湖の保全及び再生の状況並びに政府が琵琶湖の保全及び再生に関して講じた施策に関する資料：
http://www.env.go.jp/water/kosyou/biwako/01_saiseijiyokyo_h29.pdf

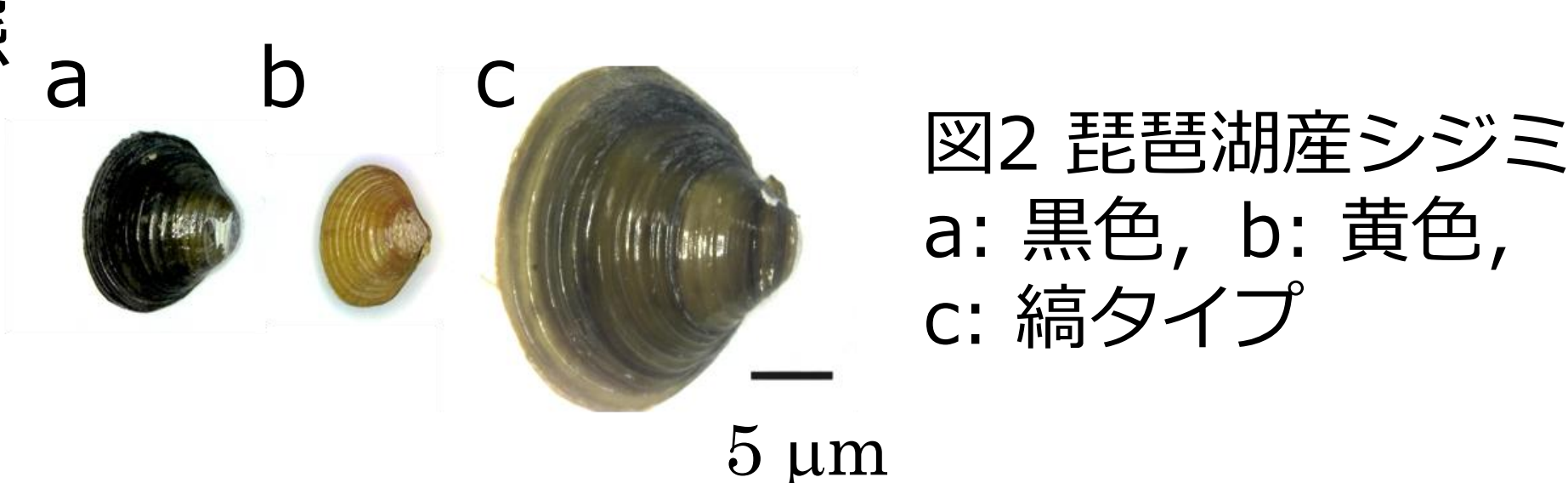


図2 琵琶湖産シジミ
a: 黒色, b: 黄色,
c: 縞タイプ



図3 試料と検出器の配置