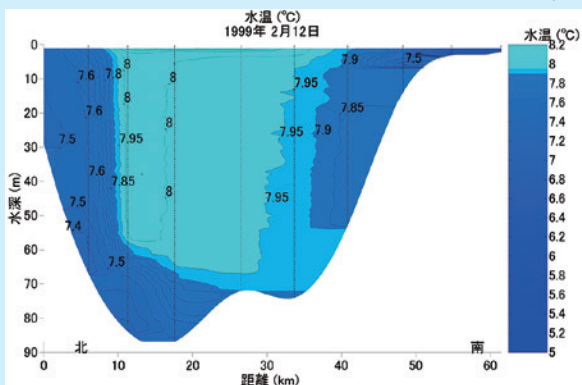


### 1. 琵琶湖の全循環とは

琵琶湖の全循環とは、真冬に湖水が鉛直方向に深湖底までよく混合することにより、水温と溶存酸素(DO)が琵琶湖全体で表水層から深水層まで一様になる物理現象です。琵琶湖の全循環は、DOをたっぷり含んだ表層の水を深湖底まで供給し、湖底にすむ生物にとっても、また、湖底付近の水質にとっても重要な意味を持っており、「琵琶湖の深呼吸」とも呼ばれています。

### 2. 全循環現象の立体像

琵琶湖では冬になると、表面付近の水は冷却によって低温・高密度となり、沈降をはじめ、湖水の沈降に伴う対流によって水温躍層(P.136「6-3」参照)は次第に深くなります。また、湖岸域の浅い水層の水も冷やされて重くなり、湖底の斜面に沿って沈み込んでいきます(図T-1)。この三次元的な水循環の規模が次第に大きくなり、北湖の第一環流も反時計回りに時計回りに変わり、水温とDOが琵琶湖



の秋の深水層のDOに強く影響します。今後も暖冬の影響で全循環が遅れることにより、深水層の低酸素化がさらに進行することが危惧されます。

図T-1 琵琶湖における水温の南北断面分布図  
湖岸域の浅い水層の水が湖底の斜面に沿って沈み込んでいます。

全体で表水層から深水層まで完全に同一になると、全循環になります。

### 3. 琵琶湖の全循環の確認

琵琶湖では、例年1~2月に全循環が起こります。琵琶湖環境科学研究センターでは、北湖今津沖中央(水深90m)の定点で水温が鉛直方向に一様になることをもって全循環を確認しています。ただし、琵琶湖全体を確認しているわけでないため「全層循環」と言っています。全層循環が確認されるときには、上記の三次元的な水の混合が起こっているものと推定されます。

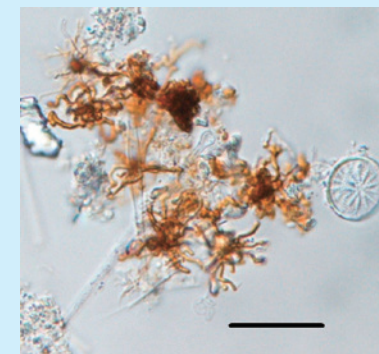
### 4. 全循環の遅れと低酸素化

地球温暖化の進行にともない、世界の湖沼で冬季の循環型に変化が見られます。鹿児島県の池田湖やドイツのコンスタンツ湖は、全循環型から部分循環型へ移行しました。

琵琶湖では、2006年度、2015年度の暖冬により全循環が3月中旬まで遅れ、それぞれの秋には北湖第一湖盆の湖底でDO 2mg/l以下の貧酸素水塊が確認されました。冬の全循環の遅れは、その次

### 1. メタロゲニウム粒子とは

琵琶湖北湖(水深約90m)では、湖底付近の溶存酸素濃度(DO)の低下に伴い2002年に初めてメタロゲニウム粒子(写真T-1)が観測されました。これ以降ほぼ毎年夏から冬にかけてDO低下時に観測されるようになりました(図T-1)。メタロゲニウム粒子は茶褐色のフィラメント構造を有した微粒子で、主成分はマンガン(Mn)です。琵琶湖だけでなく、ワシントン湖(アメリカ)やレマン湖(スイス)など世界各地の湖沼でも報告例があります。

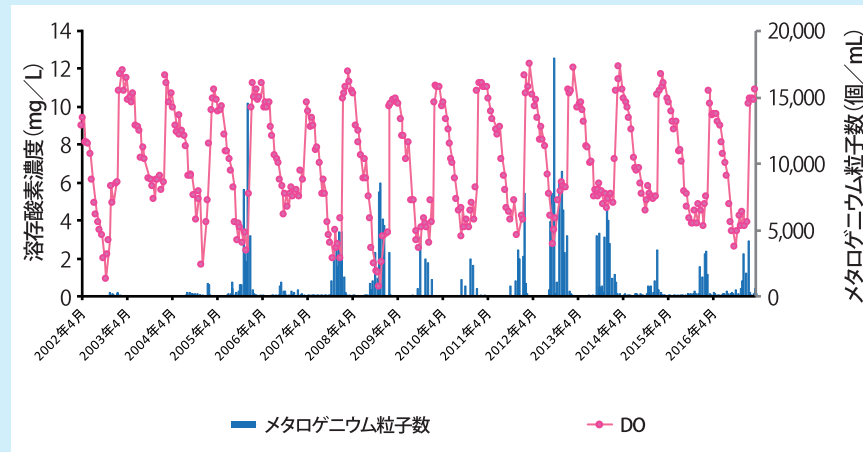


写真T-1 今津沖中央地点水深約90mから採取したメタロゲニウム粒子の光学顕微鏡写真(2016年12月5日) Bar = 20μm

### 2. メタロゲニウム粒子の働き

メタロゲニウム粒子の主成分であるMnの動きを基準にみると《還元的溶解→拡散→酸化的凝集→沈殿》を繰り返しており、メタロゲニウム粒子は《酸化的凝集→沈殿》の一端を担っています。

また、メタロゲニウム粒子は、単離菌株(*Bosea* sp.)を用いた培養試験から、①溶存酸素濃度(DO)が少し低い条件、②弱酸性、③寒天のような多糖類の存在、の3つの条件が揃った時に生成されることが明らかになっています。



図T-1 琵琶湖北湖今津沖中央地点(水深約90m)におけるメタロゲニウム粒子数と溶存酸素濃度の推移(2002年~2017年)