

教えて センセイ

熊谷道夫先生に聞く〈琵琶湖のミステリー〉

琵琶湖は年に一度深呼吸し、
そして今もゆっくり移動しています。



熊谷道夫さん (くまがいみちお)

1951年生まれ。京都大学大学院理学研究科博士後期課程修了。京都大学理学博士。地球物理学専攻。英国サウサンプトン大学、琵琶湖研究所などを経て、現在、立命館大学総合科学技術研究機構客員教授。著書に『世界の湖沼と地球環境』(古今書院)や学術論文など多数。世界初の湖沼の自律型水中ロボット「滋探(たんたん)」を製作し、琵琶湖の環境を広く調査。NPO法人「びわ湖トラスト」の事務局長として、琵琶湖とその集水域における生物多様性の保全やJSTジュニアドクター育成塾での環境教育活動にも力を入れる。

伊賀から移動してきた琵琶湖、やがて日本海に流出する!?

琵琶湖は日本でもっとも大きな湖ですが、琵琶湖が移動していることや年に一度、深呼吸することはあまり知られていません。謎に秘められたこれらの現象とはどのようなものか……その手がかりは琵琶湖の地形や気候が大いに関係しています。まずは琵琶湖誕生について説明しましょう。

琵琶湖はとても古い湖で、ロシアのバイカル湖、東アフリカのタンガニカ湖に次ぎ、世界で3番目に古いといわれています。琵琶湖の起源は420万年前までさかのぼります。500万年前に人類の祖先が誕生しているので、猿人の時代には琵琶湖がすでにあったということです。その頃の日本列島はアジア大陸と陸続きで、最初にできた古琵琶湖(古い時代の琵琶湖)は現在の三重県伊賀あたりに存在しました。当時はワニなどが生息する亜熱帯気候で

(湖東も同方向に20.6cm移動したことが判明したのです。

また、琵琶湖は両側から押される力によって東岸と西岸の距離が年間5mm程度狭まり、沈降が進んでいます。一般に湖は土砂の流入等により、数千〜数万年で消滅しますが、断層活動によって形成された琵琶湖のような構造湖は湖底がずつと沈降しているので寿命が長いのです。バイカル湖もタンガニカ湖も構造湖です。とはいえ、このまま琵琶湖の移動が続くと300万年後には福井県を通り抜けて日本海に流出し、琵琶湖がなくなる可能性があります。長い歴史を振り返ると琵琶湖が消滅してもなら不思議はないのかもしれない。

豊かな生態系の維持に欠かせない琵琶湖の深呼吸

琵琶湖は呼吸しています。しかも冬季に1度、大きく深呼吸するのです。滋賀大学の故・岡本巖教授が「昨夜の寒波で琵琶湖が深呼吸したはず」と授業でもらした言葉がのちのちにまで語られるようになったのですが、このとき教授は琵琶湖の全循環について説明しました。つまり、琵琶湖の水が上下に大きく循環することで気体(酸素)が湖底に行き届くことを深呼吸と表現されたのです。しくみはこうです。水は冷やされると密度が大きくなり、重くなります。また温度が低いほど気体が水に溶けやすくなるため、酸素量が増えます。冬、冷たい季節風が吹くと上層の水が冷やされ、重くなるので沈んでいきます。それによって下層の水が浮上します。このような対流を繰り返すことで冷たい水が湖底に達し、酸素が供給されるのです。

これ以外にも深呼吸させる作用があります。湖岸冷却といわれる冷えた岸の水が湖底にもぐり、対流を起こさせる働きです。浅い湖岸のほうが水はよく冷えるのです。琵琶湖には東岸に適度な斜面があり、この地形が湖岸冷却に大きく貢献しています。

もうひとつは、大量の雪解け水です。滋賀県の北部は豪雪地帯で、春先になると姉川や安曇川などから冷たい雪解け水が琵琶湖へ注がれます。雪解け水は酸素を多く含んでいるので、湖底の酸素不足を直接緩和してくれるのです。このように自然のしくみがもたらすさまざまな力が組み合わさり、琵琶湖では約1か月かけて全循環が行われます。全循環は水量の半分が交換されることを意味します。琵琶湖の水量は275億トンなので、半分の137億トンが入れ替わる計算です。自然エネルギーがいかに大きいのか驚かされますね。

したが、約300万年前に地球の気温が急激に低下しました。それをきっかけに日本列島を取り囲む太平洋プレート、フィリピン海プレート、ユーラシアプレート、北米プレートのうち、フィリピン海プレートが横ずれし、そのときに琵琶湖が動き始めたと考えられます。

これに関連し、琵琶湖周辺に多くの断層が形成され、地殻変動によって沈降と隆起が繰り返されました。その結果、琵琶湖は形状を変えながら約200万年かけてゆっくりと北上したのです。100〜40万年前に比良山や比叡山が隆起し、現在の琵琶湖が形成されました。

プレート運動は現在も続いています。日本列島はユーラシアプレートの力によって東南方向に年間約2cm移動していますが、琵琶湖が相対的に北上しているという事実がわかりました。2002年から行った実験でGPSを用いて計測したところ、11年間で高島市(湖西)が東南方向に23.2cm、彦根市

琵琶湖には歴史の産物ともいえる多様な生き物の営みがあり、独自の進化を遂げた固有種が存在します。彼らの多くは氷河期からの生き残りで、冷たい水を好むため水温の低いところに生息します。たとえば琵琶湖の宝石といわれ、美味で評判のビワマスは12.3度(水深20m)あたりにおり、また、日本最大種の淡水産プラナリア・ビワオオウズムシはもともとカムチャツカ付近にいましたが、琵琶湖に取り残され、40万年もの間、湖底で生息しています。

深いところほど酸素が少ないですが、深呼吸によって酸素が供給されるのでそれを1年かけて消費するサイクルが繰り返されてきました。琵琶湖の豊かな生態系の維持に欠かせない深呼吸ですが、2019年、2020年は暖冬が続き、深呼吸が確認されない異例の事態となりました。2021年以降は8割程度の深呼吸が確認されましたが、まだまだ安心できません。

酸欠の水が積み残しになると、酸素の減少が早まり、8月には酸欠になってしまいます。その状態が12月まで続くといワオオウズムシなどの移動しにくい生物は絶滅の危機に瀕します。実際、2020年からビワオオウズムシの数が激減しています。原因は湖底の酸素不足だけでなく、水温の上昇も考えられ、どちらも地球温暖化が影響しています。この半世紀で琵琶湖の水温が2度も上がりました。

私たちは人の力でなんとか琵琶湖に冷たい水を届けようと30年近く研究し、最近では波のエネルギーを使って冬の冷たい表層水を湖底に流入させるプロジェクトを進めています。具体的には上下に水を移動させる双方向の水ポンプを浮かべせるもので、波の力だけでも結構な動力が得られます。パイパスのように一度道をつけてやると、水は自然と循環していくのですが、パイパスに頼る前に琵琶湖そのものが健康であってほしいものです。命の湖・琵琶湖を守るためにも琵琶湖で何が起きているか、関心をもっていただけたらと思います。



写真上左／1993年、琵琶湖の水質調査を目的に建造された36トンの双胴船水中ロボット「滋探」の母船として活躍し、数々の貴重な発見に貢献した。その後「びわ湖トラスト」に管理・運用が引き継がれ、子どもたちの環境学習の場として重宝されている。

写真上右／大津港から見る琵琶湖。ここはかつて3000メートル級の琵琶湖。ここはだつた地域で、琵琶湖に浮かぶ島はそのとき、山頂という。風光明媚な景色だが、地球温暖化などの影響で湖底の減少が心配されている。

写真左／熊谷さんらの共著「琵琶湖は呼吸する」(海鳴社)

