

ディビジョン番号	10
ディビジョン名	分析化学

大項目	1. 分析化学
中項目	1-15. 環境・地球化学的分析
小項目	1-15-8. 海水・湖沼分析

概要（200字以内）	
<p>湖水や海水などの自然水中におけるppb, pptレベルの微量元素の挙動が現在詳細に明らかにされつつあるが、これを可能としたのは高感度且つ高精度な分析機器の普及にあり、更に試料採取から分離濃縮、定量に至るまでの化学的な前処理法やクリーン技術の開発に負うところが大きい。一方、より多くの情報が期待できる化学種分析については、未だ殆どの元素に関して化学形を同定するまでには至っておらず、今後の分析法の進展が望まれる。</p>	<p>これまでの成果</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;">全元素分析</p> <p>主要・微量元素の定量法の確立 → 全元素の存在量、同位体比、濃度分布の把握</p> </div> <p>↓</p> <p>21世紀の課題</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">化学形態別分析</p> <p>酸化数、無機態・有機態、サイズ分画同位体比、超微量化学種の分析など → 水圏における動態、生態系との相互作用等の総合的理解へ</p> </div>
現状と最前線	
<p>近年の分析機器の高感度・高精度化を受けて、湖水や海水に適用される分析手法は大きく進展した。一連の研究の一つに、自然水中における微量元素の定量法の開発と環境影響が挙げられる。この中、海水中の鉄に関して、「海洋には必須元素である鉄が不足しているために植物プランクトンが増殖しない海域が多く存在しており、これらの海域では微量(nMレベル/1リットル当たりナノモル(10億分の1モル))の鉄を供給することで一次生産量を制御できる」というマーチンの鉄仮説が提唱されて以来、地球温暖化問題の顕著化と重なり、分析化学分野でも多くの研究が進められた。自然水中における溶存鉄は、濃度が1nM以下と微量である。検出限界値から判断すると、高感度で汎用性の高い誘導結合プラズマ質量分析法を用いて簡便に分析できる濃度であるが、実際に正確な濃度を求めるためには、目的成分を共存物質から分離する前処理法と、試料水の採取から化学処理、測定に至るまでの過程に於ける外部からの混入・汚染を極力低くするクリーン技術が求められる。これらの前処理法とクリーン技術は、多くの元素について適用可能であることから、鉄以外に亜鉛、コバルト、モリブデンなどの他の微量元素も同時に定量可能な多元素同時定量法へと発展している。</p>	

更に、1リットル当たりピコモル（1兆分の1モル）以下の超微量元素の分析も数多く報告されている。この濃度レベルは、誘導結合プラズマ質量分析装置に直接導入しても感度不足で測定できない。そこで、固相抽出法や共沈法を用いて数百リットル以上の大量の試料水から目的成分を分離濃縮する方法が開発され、プルトニウムやウラン同位体など超微量核種の測定も容易となった。一方、炭素、酸素、窒素などの化学成分に関しては、質量分析法の高感度化と高精度化によって安定同位体比に関する研究が進展した。同位体組成の情報は、環境動態や生体内での化学反応を解き明かす手がかりとして有用であり、古環境や生態学の研究分野の発展に大きく寄与している。

このように、最新の分析機器の性能を最大限に活用するためには、高度な化学処理に関する知見と技術が必要であり、その成果として開発された分析手法は、自然水中における微量成分の役割や生物に対する影響、全地球規模の物質循環などを解明する上で、大きな役割を果たしている。一方、現在の技術レベルでは、原子、イオンの全濃度を求めることは可能であるが、殆どの元素について各々の化学形や存在形態で定量するスペシエーション分析を実現するまでには至っていない。微量元素の存在形態としては、化学構造に関する情報として、酸化数や無機態・有機態、更には、サイズ別に、溶存態・コロイド態・粒子態などが挙げられる。実際の湖水、海水中では、全ての元素は、各々が得た歴史を存在形態という情報として記録している。また、元素の化学的性質は、その化学形によって大きく変化することから、環境への作用影響を正確に把握・追跡するためにはスペシエーション分析を達成することが今後の課題として重要である。

（参考文献）海と湖の化学、藤永太郎監修、京都大学学術出版会、2005年
海と環境、日本海洋学会編、講談社サイエンスフィク、2001年

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
- ・ 微量元素の無機態・有機態を区分する分画方法の確立
- ・ 湖水や海水中における化学種組成を固定して保存する化学処理法の確立
- ・ 自然水中における特定微量元素の主要化学種の化学形の同定と化学形態別分析法の開発
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
- ・ ppbレベルの微量元素に関して主要化学種に対する化学形態別分析法の開発
- ・ スペシエーション分析から得られた化学情報を解析する物質循環モデルの確立

キーワード

微量元素、スペシエーション、微量分析、物質循環、前処理法

（執筆者：上田一正、長谷川浩）