



# 海洋化学の発展を願って

廣瀬 勝己\*

環境科学（海洋化学、大気化学等）の研究に携わってきて、その方法論には明確な哲学はないように感じている。逆に、何でもありの世界であるといえるかもしれない。元々は、物理とか化学等で基礎訓練を受けた研究者が環境科学に入り込み、それぞれの分野の経験的方法論を地球上で起こる現象の解釈に応用した。環境科学で育った第二世代以降は、当然のことながら元の基礎科学の哲学を受け継がなかった。典型的なものでは化学スペシエーションを例に挙げることができるが、「マクロの現象にも、分子の世界の影響が及んでいる」という考え方が前提であった。環境科学では環境独自の「科学」があり、ミクロの現象には余り関心がない。無論、環境試料を取り扱う研究者には、分子・原子の世界を言及する研究者は存在するが、それが一般にはなっていない。環境科学の世界ではむやみやたらと観測量間の相関をとる試みが行われている。それで、あり得る仮説を提出して終了する。実際には、何でも見かけ上相関があれば、ある種の関係があると素朴に考えることは正しくない。分子論的な素過程等の内的関係を無視した経験的關係はあり得ないと考えるべきではないか。逆に、内的関係（因果関係）が存在すると想像するから相関をとるのである。結果として相関が良い場合、その内的関係がマクロにも実現しているという可能性が増加する。海洋化学でも、「マクロの現象にも、分子の世界の影響が及んでいる」あるいは「マクロの現象は、ミクロの過程の重ね合わせで説明できる」という方法論

（スペシエーション）を常に意識することが重要ではないか。さらに言えば、「ミクロの世界で見られたことが、マクロの世界で表出している可能性はないのか」を考える必要がある。

海洋化学のもう一つの性格は観測研究に属し、得られた観測データは基本的に観測場・観測時間に固有な値であり重要な研究遺産である点である。GEOTRACESはそのような観点に基づく国際研究計画と理解している。観測データはデータベースとして世界に公開され今後の研究に供される。従って、常に何を観測しているか、その依って立つ原理にまで立ち戻り懐疑的に吟味しその意味を明らかにしていかなければならない。海洋化学では、元素、分子の海洋での濃度レベルや分布に着目する。分布のパターンを分類し、それを生み出す機構を考える。前述のように、観測値は場所・時間に固有の値で、精度にもよるが二度と同じ値は観測されない。常に、変化をしており、その変化を見つけ出しその変化を生み出す原因を解明するのが主な研究課題になる。現代は人新世とも呼ばれ、人類活動の増大が地球環境を大きく変えている。人類起源の放射性物質の場合、1945年以前には海洋には存在しなかった。福島第一原発事故の結果、 $^{137}\text{Cs}$ が北太平洋に放出されたが、その濃度変化や広がりが事故後10年後も十分の精度で追跡されている。事故で放出された $^{137}\text{Cs}$ は放射能単位では、凡そ15 PBq（1 PBq =  $10^{15}$  Bq）であるが、 $^{137}\text{Cs}$ の重量からみれば僅か5 kgに満たない。海洋化学では、主要元素から微量栄養

\*元気象研究所

塩・微量金属などを取り扱う。人新世になり劇的な放出量の増加が起こっている二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) のように、海水中の主要元素に入るものにも高精度分析により増加が観測されるに至った元素がある。当然、nM (=10<sup>-9</sup> M) 程度の濃度の元素やさらに低濃度の pM (=10<sup>-12</sup> M) の元素については、相対的に少量の放出量でも、海水中の濃度に影響を及ぼしそれが検出される可能性がある。ただし、海水中の元素濃度は、海洋への導入量のみにより規定されている訳ではないことに注意を払う必要がある。大気中の CO<sub>2</sub> の海洋による吸収による一つの化学的帰結として海水の酸性化が観測されている。海水の酸性化は海洋の化学環境に変化が起こっていることを示唆している。海洋で

濃度レベルを恒常化する機構も考慮する必要があるが、pH の変化は程度の差はあれ海水中に存在している元素の化学形の割合に影響を与え、さらに全体の濃度変化を引き起こす可能性がある。この様な視点にたてば、海水中の多くの微量金属元素濃度が時間的にも空間的にも変動していることを前提にした観測的研究が必要となる。時系列を追跡できる測点の維持と多元素分析や化学形の研究は今後重要となろう。近年、質量分析計の発展により極低濃度の元素の濃度レベルばかりでなく多くの元素の同位体が測定可能になり、新しい海洋化学の展開の可能性が増大している。この分野の今後の発展と共に、得られたデータが比較可能な共有財として残ることを期待したい。