

地球化学・宇宙化学研究連絡委員会報告

日本における地球化学の研究教育体制の
確立について

平成6年6月27日

日本学術会議

地球化学・宇宙化学研究連絡委員会

この報告は、第15期日本学術会議地球化学・宇宙化学研究連絡委員会の審議結果をとりまとめて発表するものである。

- 委員長 角皆 静男（北海道大学大学院地球環境科学研究科教授）
- 幹事 石渡 良志（東京都立大学理学部教授）
野津 憲治（東京大学理学部助教授）
矢内 桂三（国立極地研究所助教授）
- 委員 諏訪 兼位（第4部会員・日本福祉大学経済学部教授）
秋元 肇（東京大学先端科学技術研究センター教授）
小嶋 稔（東京大学名誉教授）
酒井 均（山形大学理学部教授）
柴田 賢（名古屋大学理学部教授）
末野 重穂（筑波大学地球科学系教授）
増田 彰正（電気通信大学電気通信学部教授）
山中 健生（日本大学理工学部教授）

1. はじめに

平成5年度より地球化学は、文部省科学研究費補助金の分科細目表において独立した。すなわち、これまでの分科「化学」細目「分析・地球化学」から分科「地球科学」細目「地球化学」へと変わった。これは、地球科学なる学問は広義の地質科学、地球物理学、地球化学を三本柱とする学問であると認識されたためであろう。このことは、単に基礎的学問領域の分類にみられるだけでなく、地球環境や資源の問題など学際的・応用的問題を取り上げる際にも当然のこととして理解されている。また、これは世界においても同じである。例えば、地球化学の重要性は、地球環境問題の国際協同研究であるIGBP(地球圏-生物圏国際協同研究)においてもはっきりみられる。そのコアプロジェクトであるIGAC(国際大気化学研究計画)、JGOF S(地球規模海洋フラックス研究計画)、LOICZ(沿岸域における陸海相互作用研究計画)、PAGES(古環境変化研究計画)等において地球化学は、生物系の科学と物理系の科学をつなぐ要の位置にあって中心的役割を果たしている。

このように地球化学は、学問として重要なものであり、国外では多数の研究者によって押し進められ、その責務を果たしている。ところが、後述するように、日本の現状はこれと全く異なったものである。特に、大学において地球化学の講座がほとんどなく、地球化学者育成の面で危機的状況に陥っている。この結果が、最近では、研究面にも波及している。例えば、1990年のIPCC(政府間気候問題パネル)の自然環境に関する第1作業部会の報告書中に日本の地球化学の貢献はほとんどみられない。この状況を解消し、地質科学や地球物理学とバランスのとれた地球化学をつくることは、日本における地球科学全体の発展のために必須の条件である。

そこで、このような状態になってしまった原因を解析し、それを解消するための方策を提言する。

2. 日本における地球化学の危機的現状とそれを招いた原因

日本に地球化学という語が登場したのは1926年であり、大学に地球化学という名称の講座が最初に生まれたのは1950年名古屋大学理学部地球科学科においてであった。しかし、それ以後の20年間、他の大学に地球化学講座が置かれることはなかった。日本の高度経済成長時代を経て、地球物理学科や生物化学科が次々と独立していった時代である。この時日本の地球化学を支えていたのは、地学系の学科に所属する者もいたが、主に理学部化学科の無機化学や分析化学の講座に所属する者達であった。彼らは、1953年に地球化学研究会(会員数約200名)を、1963年には日本地球化学会(会員数はこの時約350名、現在984名)を創立して、日本の地球化学を国の内外に示していた。

ところが、1960年代以降、理学部の化学教室で地球化学を進めていた教授達が停年退官などで去った後、多くの場合、地球化学を専攻する研究者が後任になることはなかった。往時は博士課程を有する大学の理学部化学教室の大部分に地球化学の教授がいたが、現在は1大学を残すのみといっても過言ではない。付置研究所や研究施設の教授が大学院教育に協力しているところはあるが、教育が主たる任務ではない。その結果、理学部化学教室で、つまり、化学の基礎教育を受けたものが地球化学を研究して学位を取る例がほとんどなくなってしまった。

名古屋大学に続いて生まれたいくつかの大学の地球科学科には地球化学関連の講座名がみられるが、その多くは地圏のみを扱っており、地球化学者を養成する機関としては不十分である。また、その大学院に化学の基礎を十分に積んだ者が入る体制は整っていないのが現状である。

大学や官公庁の研究所には十分とはいえないが、ある程度の地球化学関連の研究室は置かれている。これは、地球化学の学問としての重要性は理解されているためであろう。しかし、個々にみると、状況はかなり深刻である。地球化学が関連しているはずの研究所のうち、国立極地研究所、宇宙科学研究所、北海道大学低温科学研究所、東京大学気候システム研究センターなどのように地球化学関連の研究室が最初から全くないところも多い。また、岡山大学農業生物研究所、九州大学温泉治療学研究所などのように改組等により地球化学系の研究室が消えてしまったところもある。さらに、名古屋大学大気水圏科学研究所(旧水質科学研究施設)、理化学研究所などのように他の分野が拡充されていく中で地球化学の比重が小さくなっているところもある。逆に、増えたところとしては、国立環境研究所、資源環境技術総合研究所など環境がらみの文部省関係以外の研究所にみられる程度である。

化学教室からの若手研究者の補給が途絶えたため、他分野で成長した者が研究所で初めて地球化学に直面するというケースも増えている。特に、大気化学が大気物理学を専攻した者によって行われ、地圏の地球化学が地質科学を専攻した者によって行われることが常態化されてきた。これはある程度必要なことであるが、物理化学や分析化学を十分に使いこなすことのできる地球化学者も必要である。さらに、これら関連分野から育った地球化学者の中には、外国で再教育を受けた者(成長した者)が多い。日本における教育だけで優秀な研究者を育てる体制が整っていない証拠ともいえる。

物理学教室から地球物理学が独立したようには化学教室から地球化学が独立できず、講座さえ新設されなかった理由を分析してみると次のようになる。

まず第1に、初期の学問が未分化の時代には、地球化学は無機化学や分析化学の一部として十分に通用した。そこに安住しているうちに実験室科学(基礎化学)のグループからその異質性が指摘され、後任人事決定の際に講座名どおりの学問をやれという意見が強くなり、地球化学者は去

らざるを得なかった。

第2に、本来、地球化学は地球科学の一分野である。しかし、固体系の地学が拡充改組して新しく地球科学科をつくる場合が多かったので、流体、生物、人間活動を含む地球化学が加わる余地はほとんどなかった。最初から何もないものが加わることは極めて難しいということでもある。

第3に、地球の化学的データは、それだけで貴重な貢献をする場合があったので、分析の名人芸が尊ばれることが多かった。それで、地球化学者の中には測定にこだわるあまり問題の本質を見失う者も出てきた。

第4に、最近の高度な地球化学の研究には、共同研究チームをつくり、同時に多方面から、航空機、船舶、各種の野外観測機器、さらに加速器質量分析計など大型で高価な分析機器を駆使することが必要になっている。そのため、小規模な日本の地球化学においては、学問レベル、研究者数、研究費の間で縮小再生産が起こり、世界や他分野から取り残された存在になってしまった。

なお、このような環境下にあつて日本の個々の地球化学者は、各地の様々な場(地球化学という名称ではない研究室)に散ってくすぶり続け、一挙に燃え上がる機会を待っている。名実ともに地球化学の研究室ができれば、直ちに効果を現すであろう。

3. 日本における地球化学を振興し、均衡した地球科学とするための方策

上に述べた現状と問題点から引き出される結論は、日本における地球化学を振興するためには、まずその存在さえ十分に知られていない地球化学を学術関係以外も含む各方面で認知する状況をつくり、その研究教育体制を確立することが必要ということになる。ここでは、そのための方策を提言する。

1) 日本における地球化学の一般的認知

文部省の科学研究費補助金の分科細目表ばかりでなく、関係するすべてのところで地球化学の存在を認知するよう働きかけることが、地球化学の研究教育体制の確立にとってむしろ早道であろう。具体例をいくつかあげる。

1a) 高校以下の理科教育・地学教育への地球化学の導入と教科書

高校以下の科学教育は、国民生活とのつながりを持ちながら、学問の基本に連なるもののはずである。教科書に新しい学問が取り入れ難い傾向はあるが、古い学問体系のままであったり、日本の研究体制の強弱をそのまま反映したようなものであつてはならないはずである。地球化学における物質循環などの観点は科学教育のどこかに入れるべきであろう。例えば、今年度の大学入試センター試験をみると、より基本的概論的理科Iに地球化学に通ずる出題があつて、より専門的な地学にまったくないのは、本末転倒であろう。

1b) 公務員試験の試験科目

国家公務員や地方公務員の業務の中には、環境保全等地球化学関連の事項が多々ある。地球化学の認知のためばかりでなく、地球化学を学んだ者が採用されやすくなるためにも試験科目に加える必要がある。

1c) 地球化学が関係する委員会や審議会への地球化学者の任用

文部省科学研究費補助金の審査委員ばかりでなく、地球化学者が活躍できる政府関係の委員会や審議会は幾つもある。しかし、日本学術会議会員や測地学審議会委員等、その多くには、地球物理学者や地質学者とならんで地球化学者が選ばれるようにはなっていない。これは、日本地球化学会が小さいのと化学系の地球科学が認知されていないからである。日本における学問を総合的に発展させるためには、単に既存の学会の大小だけではなく、より高所から日本の将来の学術を見据える必要があろう。

なお、文部省科学研究費審査委員候補者リストは、関連する17学協会からの推薦を受けて、本研究連絡委員会がつくっている。また、本研究連絡委員会は、日本地球化学会からの5名のほか、日本地質学会、日本鉱物学会、日本化学会などから選出された12名の委員で構成されている。

1d) 教養教育としての地球化学

社会人を含む教養教育の一環として地球化学関連の科目を大学等が開講するよう働きかける必要がある。しかし、それを行うことができる教授さえ不足しているというのが現状である。これは、研究者養成の問題とも絡むので、次節で取り上げる。

2) 大学における研究教育体制の確立

日本に地球物理学科は存在しても、今のところ地球物理学会は存在しない。これは研究体制としては、大気、海洋、地球内部など地球の各圏を異なった手段や手法を持つ者と取り組む方が効果的なのに対し、教育体制としては研究手段となる物理学や数学をきちんと教え込まなければならないためであろう。この点は地球化学においても同様である。つまり、教育体制としては化学を共通とする地球化学科が必要であり、研究体制としては地球の同じ圏を他の手段で研究する者との連携が必要である。ただ、地球化学には物質循環という地球を一つの系とする立場があり、研究体制の面でも他圏とのつながりが強い。

この研究教育体制における二面性は、大きな地球科学科が地球化学を均等に含む場合は問題にならないが、それにいたる過渡的状态においては、次の3方向から進まないとならぬと研究教育体制の確立を難しくする。

2a) 地球・宇宙化学科(専攻)の新設

地球物理学、地質科学および生物学(生態学)と密接な関係を持ち得る大学に、既存の地球化学系の研究室(化学科にあるもの含む)を拡充して地球化学科(または専攻)を新設する。ここには、講座レベルで、宇宙、惑星、大気、海洋、陸、火山、地球内部、生物圏、古環境、人間社会などの化学の研究室をおき、地球化学全般をカバーするとともに、学部における化学教育に力を入れる。

2b) 地球科学科あるいは地球惑星科学科における地球化学系の講座の新設

最近、大学院レベルでこれまでの地球物理学科と地質科学の学科が合体して大規模な地球科学科が生まれている。しかし、これまでの地球科学科と同様、ここには地球化学系の講座は少ない。当初は、少なくとも流体系地球化学と固体系地球化学の講座を各1講座は置き、徐々に増強する。そして、この大学院には学部で化学を修得した者が入れるようにする。

2c) 流体系地球科学科や生物地球科学科の新設

上記 2b) では、固体系の地球科学の色彩が強く、流体系や生物圏の地球化学が加われない場合が多い。その場合は、まず流体系の地球物理学や生態学と地球の各圏毎の学科を新設し、発展してから合体する。

3) 地球・宇宙関連の研究所における地球化学系研究室の拡充

地球が直面する諸問題を扱う研究所においては、そのすべてに地球化学関連の研究室をおくべきである。特に、前章であげたそれがまったくない研究所、研究施設においては、そのためにどのような不都合がおっこているか十分に検討すれば、この点は理解されるであろう。また、地球化学の幅は極めて広いものであり、小さな研究室でそのすべてをカバーすることは不可能である。研究機関の新設、改組にあたっては、これらの点を考慮して拡充する。

しかしながら、研究所等でも全体的にみて地球化学者の占める割合は依然として小さい。優秀な若手研究者がいないのも一因である。地球化学関連の部門の拡充ばかりでなく、研究者養成が急務である。近年、大学の付置研究所等は、教育にも関係するようになってきたが、専攻が決まった大学院生の教育に参加しているだけで、これから専攻を決める学部教育に関与できないことが大きな問題点である。

地球化学の全容をつかみ、高いレベルの研究を維持するためには、既存の研究機関の拡充だけでは限界がある。総合的な地球化学・宇宙化学研究所の新設に向けて努力することが必要である。

4) 施設設備を含む地球化学研究支援体制の整備

地球化学は、野外観測にかなりの重点をおく点で、他の実験室科学とは異なり、実験室内で高精度な数値を得るという点で他の地球科学とは多少異なる。地球化学の進展のためには、これらの特徴に合わせた整備が必要である。具体的には下記のとおりである。

4a) 大型野外観測機器の整備

最近、各種センサーによる無人観測が物理系の観測では活発に行われるようになってきたが、試料としての物質を得て処理する化学系の観測では、現場に研究者が出向くことは多くの場合避けることができない。その手段として航空機、船舶、陸上および海上観測タワー、野外実験所が化学系では特に必要である。また衛星観測も重要である。その他、野外に設置する観測機器やサンプリング機器は大規模なものとならざるを得ない。

4b) 大型の測定機器や実験装置の開発と設置

できるだけ多くの項目について、高精度なデータを多数得て、これを解析するという地球化学では、大型測定機器が決定的役割を担っている。しかも、各項目毎に多種類のものが必要である。それらは、例えば、加速器質量分析計(AMS)や二次イオン質量分析計(SIMS)などである。また、地球系で起こる諸過程を実験室で再現するためには、その装置も大規模なものとならざるを得ない。

4c) 国際協力、モニタリング、データ情報システム

これらは地球化学に特有のものではないが、地球化学にとって極めて重要である。地球科学、特に地球規模の地球科学は、他の学問分野とは多少異なった性格を有する。それは、地球システムを解明するための観測研究などにおいては、一研究者が一地方で観測研究をしても全体像がつかめない場合が多いということである。そのため、国際的に研究を組織する必要がある。また、研究としてではなくても長期間全世界が同一方法で観測し続けたデータは、後世に極めて有意義な情報を提供する。そして、それを活用するためのシステムは重要である。

4d) 高級技術者など研究支援体制

上記の業務的観測(モニタリング)のうち、地球化学が関連するものは、特に高度な技術と熟練を必要とする。いわゆるテクニシャン制度のない日本では、これを研究者が片手間に行い、精度の悪いデータを連ねる場合が多い。有資格者が分析し、その者には高給で応える制度が必要である。また、例えば、海洋観測におけるルーチン観測なども、研究者自身が行うのではなく、高級技術者が乗船して行う体制をつくる。実験室内でも研究支援体制が必要であるが、これは他の分野と同様である。

4. まとめ

前章にあげた日本における地球化学の振興に必要な「地球化学の認知とその研究教育体制の確立」の実現に向けて関係する各方面が努力されることを要請する。