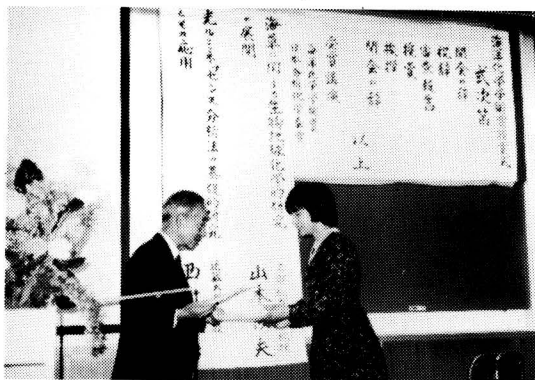


## 第一回海洋化学学術賞 (石橋賞) 受賞講演

### 海藻に関する生物地球化学的 研究の展開

山本俊夫\*



京都教育大学教授山本俊夫先生は、この度「海藻に関する生物地球化学的研究」の業績により、第一回海洋化学学術賞(石橋賞)を受賞されました。ここに、本年4月26日京都大学理学部共同大講義室にて行なわれました受賞講演の内容を再録いたします。

#### 1. はじめに

この度は、思いがけずも海洋化学研究所学術賞受賞の光栄に浴しまして、まことに恐懼感激致しております。本来ならばこの席に参上致しまして、心からの御礼と御報告を申し述べべき責務がございますが、只今国際協力事業団よりの派遣専門家として、タイ国の教員養成大学におきます理科教育援助の仕事に従事致しておりますので、甚だ恐縮でございますが本日欠席させて戴き、京都教育大学の藤田哲雄教授に代理をつとめて戴きますこととお許し下さいますようお願い申し上げます。

藤田教授は現在理科教育の主任教授でありますが、私達の海藻に関する研究の開拓期におきまして最も信頼すべき協同研究者として御協力をいただいた方であります。藤田教授を筆頭としまして、現在まで約200名に近い卒業論文生がこれに関連した課題の研究に熱心に従事して来てくれました。顧みますと、小さい私達の研究室におきまして、この仕事が細々ながら現在まで続けて来ら

れましたのは、ひとえに恩師を始め、内外の同学の先輩および同僚の諸賢ならびに関係の方々の御蔭によるものであります。本席では之等学恩のある方々のお名前の一部を挙げさせていただき、ささやかな研究の流れを御報告申し上げることを御許し願ひ度く存じます。

#### 2. 初めての研究成果

石橋雅義先生は、分析化学と海洋化学の両刀つかいをもって自認されておられましたが、正確な分析化学の遂行にもとづく成果こそが、海洋の神秘を闡明してゆく鍵をにぎるものであると言う透徹せる信念を有しておられた点が、最も偉大であられたと拝察致します。石橋先生の主宰された海洋に関する化学的研究の一環として、最初に海藻を御研究になられたのは佐原良太郎博士であり、1940年に既に第1報および第2報が日本化学雑誌に発表されております。この報文において石橋、佐原は、数種の海藻および水藻について灰分の化学百分組成を決定し、発光スペクトル分析法を適用して微量の諸元素を定性検出しておられます。

\*京都教育大学教授

また第2報では、海藻におけるハロゲンの分離・定量について、当時として先駆的な抽出比色分析法を提案されております。

このお仕事によって、海藻の無機成分はなにかとすることが始めて正確な分析によって明らかにされた訳でありまして、その分析結果は、1951年に発行された高橋武雄教授の「海藻工業」、および1953年に発行されたソ連のヴィノグラドフの“The Elementary Chemical Composition of Marine Organisms”の両著書に収録せられ、不朽の価値を留めておられます。この海藻の化学的研究の第3報として、石橋先生と私が連名で海藻中の灰分、ナトリウム、カリウムの定量分析を同じく日本化学雑誌に報告しましたのは、遙かに遅れまして1958年でございます。

このような次第で、私達の研究は全く佐原先生の御仕事の継続として出発したものでありまして、主要成分であるハロゲンも含めました海藻に関する佐原先生の全分析結果を基盤として始めて展開し得たものであります。

### 3. 頂戴した研究テーマ

私が石橋先生の許で卒業論文研究を了えましたのは1948年でございます。その題目は「ルビジウム、セシウムの塩化物の分離・精製」でありました。卒業後大日電線株式会社に奉職致しまして、ゴム、塩化ビニル等の高分子物質の分析に従事致しておりましたが、新制大学の発足に伴い、火山灰の地球化学的研究で著名な業績をあげられていた清田寿教授の助手として、1951年京都教育大学に奉職することが出来、引き続き現在に到っている次第であります。

その当時石橋研究室では、原正現同志社大学学長が、ルビジウムおよびセシウムに関する精緻な純分析化学的御研究を、極めて精力的に遂行されておられました。大学における研究に復帰しま

して、石橋先生から改めて頂戴致しましたのが、この海藻に関する研究テーマでありました。その時石橋先生が言われましたことは、①「研究と言うものは流行を追っては駄目だ。誰も他の人がやっていない仕事を、こつこつと10年、20年とやっていると、時代の方がその仕事を必要とするようになり必ず陽の当たる時が来る。独走をすれば人真似ではなく何時も先頭をゆけるのだ。」と言うことでした。

また、②「海藻と言う静的で微小なものを仲介として、無限で動的な海の神秘を探ろうとするのも伝統のある科学の一つの行き方だ。海藻が微量元素を濃縮する機構が分れば、分析化学自体に大きな貢献をし得るに違いない。海藻などの生物は或いは同位体に対しても分別能力があるかも知れない。」とも言われました。今から考えましても、石橋先生が、生のあるものの一つとして、海藻の研究に深い愛着と洞察力を有していられたことが思われるのであります。

### 4. 御指導と激励と

私が始めて研究の意図をもって、和歌山県友ヶ島の周辺に海藻試料の採取に出かけたのは、1952年の4月中旬でございます。それから1958年に最初の報文を出しますまでに、6年もかかっております。この間、佐原先生の海藻灰の完全分析結果のあとを受けて、どのように展開して行ったらこの研究を息の長い継続的なものに出来るかについて、随分暗中模索したことを覚えております。

当時分析化学は興隆期にあり、各種の機器分析法が開発され発展途上にありましたので、石橋先生は「海藻の種類はわかめなど食用出来る重要種に限定してよいから、之等の機器分析法を実際試料としての海藻に順次適用してゆけば重要な結果を得られるだろう。」と御指示下さいましたが、設備の貧弱な当時の学芸大学を研究の場としている

者にとりましては、そう言う進め方は得策ではなく、早晚研究上の行き詰まりを来たすのではなからうか。少数の種類に限定した試料を対象にしていると、あとになって、私達よりもっと研究条件に恵まれた研究者、例えば最新の超高額な分析機器を随時購入して駆使出来る研究者に一挙に追い抜かれることもあり得るのではないかと言うようなことが、案ぜられるのであります。

このような苦悩の中にありました私を何時も暖かく見守り励まして下さったのが、直接の上司であられました清田寿教授でご座居ました。「山本君、地球化学の研究と言うのはそのように机の前に座って考えこんでいても駄目だ。兎に角海藻を採取して来て、実際に面倒な分析を始めて、データが出始めると自然と道が拓けて来るものだよ。」と御指導下さいました。そして海洋化学の研究の模範として、金沢大学の山田俊三教授が、遂行されておられました浅海底の化学的研究を御推奨になり、御友人であられた山田教授が私共の大学にお見えになったとき、私のために、山田教授から直接研究の進め方についての御教示を賜る機会をお作りいただくという御恩恵に浴したのであります。

それ以後山田教授の浅海底土に関する御研究が私共の研究の模範でありました。山田教授は、日本各地の沿岸の浅海底土の化学組成地図を作製される意気込みをもって、それらの試料の含有する主成分元素の定量をおこなわれ、更に微量元素については、その一つ一つについて、正確な分析法の検討をおこなった後、それらを適用して得られました多くの試料についての分析結果を逐次報告されておられました。石橋先生からはまた、「海藻に関して、唯、特定の微量元素の分析をおこなうだけでは駄目だ。微量元素とともに、それと一貫した試料について、構成する主成分元素の含有量を明らかにすることによって始めて海藻とは

何にかと言うことが分って来るのだ。」と激励されておりました。

このようにして、山田教授が浅海底土についてやられたことを私達は海藻についておこなおう。そのためには労力を厭うことなく多くの海藻試料を採取して、主成分元素から微量元素に到るまで定量的研究を順次積み重ねておこなう。結果の報告は各元素毎に断片的なものであっても、それを継続することによって分析結果の系統化を図り、海藻における元素分布に関する全貌を、鳥瞰図的に把握できるようにし度いと言うのが研究目標となりました。

## 5. 山田博士の研究の進め方

私が海藻研究の方途について模索していました時に、今一つ大きな光明として前途に輝いてみえましたのは、当時群馬大学におられた山田博士の尾瀬ヶ原の植物群に關します生物地球化学的御研究でありました。山田博士は尾瀬ヶ原の湿原を一つの均質な生活環境とみなし、そこから無機養分を摂取している多くの植物が、それぞれの種類によってどのように各元素の含有量に相違を示しているか、また反面植物の種類に相違にもかわらず、共通因子として尾瀬ヶ原と言う生活環境をどのような形で含有元素量において示しているかを知らうとして、素晴らしい成果をあげつつありました。

“生物の種類とそれを構成する元素種との量的關係”を明らかにすると言うことは、生物化学の教科書で言えば先づ最初の方の章に出て来るべき基礎的な事項であろうと思われまふ。こう言う基礎的な事項の解明について、徹底した実験的研究の努力を傾注されようとしておられる山田博士の御研究の進め方に大きな感銘を覚えますとともに、生物地球化学と言う学問の性格について深い共感を懐くに到ったことを覚えております。

そうして私も海藻を、生物地球化学における恰好な研究対象としてとらえようと致しました。均質な生活環境である海水からの無機成分の濃縮摂取が生物の種類により、どのような異同を示すかを明らかにしよう。そのためには、先づ海藻の種類による異同を明らかにするのが、基礎的知見として生物地球化学に寄与することになろうと考えた次第であります。そのためには、先づ海藻の種類が豊富である海域を試料採取場所として選ぶ必要があり、前述しました和歌山県友ヶ島を海藻試料の採取場所と致しました。

昭和30年の前後におきましては、瀬戸内海はまだほとんど汚染されていず、特に友ヶ島の位置する紀淡海峡は黒潮と内湾水との出入口であり、海藻を始め多くの生物の種類が多いことで知られていました。“生物の種類とそれを構成する元素種の量的関係”に関する基礎的資料を提供しようとする考え方は、海藻に関連しまして私達の研究室でおこないました他の生物群、水草、海洋植物プランクトン、海洋動物プランクトンおよび海洋底生動物の研究におきましても、一貫して持ち続けて参りました。

我が国の沿岸は、その地形とそこを流れている海流の特質の関係で、限定された海域内で採集される海洋生物の種類が、諸外国とは較べものにならない程豊富であると生物学者は言っております。海洋汚染の進行さえ食い止めることが出来れば、海洋国日本は、また生物地球化学に関連したこのような主題の諸研究を展開してゆく上で絶好の地域であると言えと存じます。諸外国に先んじた研究をなしてゆくためには、このような地の利に着目しこれを利用することも大切な観点であると考えます。

## 6. 分析化学者の方々の御協力

このような研究方針に従いまして、現在まで私

達がとりあつかいました海藻は69種、245試料でありまして、それらの試料について合計44種の微量元素含有量を系統的に明らかにし順次報告して参りました。この期間におきます分析化学の進歩に対応しまして、海藻試料に適用しました分析法も、重量、比色、ポーラログラフ、蛍光光度、原子吸光、放射化分析と多岐に亘っております。

チャレンジャー号の研究探険の海水試料分析において、デイトマーが人工海水を調製して各元素の定量方法の実際試料への適用の可否を検討された故知にならしまして、森井ふじ教授および私共も人工海藻灰溶液なる検討液を考案調製致しました。これを用いまして、各元素毎に分析法の適用の可否を調べました後に、実際試料の分析をおこなって来た次第であります。

従来海藻中の微量元素の含有量に関しては、1952年に報告されたブラック (Black W. A. P.) およびミッシェル (Mitchell R. L.) の発光分光分析法の外は、勝れた研究がみられませんでしたので、上述の各種の機器分析を海藻試料に適用するに際しましては、多くの先輩および同学の分析化学者の御指導と御協力を得て参りました。特に比色分析においては森井教授、重松恒信教授ならびに桑本融博士、ポーラログラフ分析では藤永太郎教授、蛍光光度分析では西川泰治教授、原子吸光分析では重松教授、放射化分析では小山睦夫博士および名古屋工業試験所の河島逢郎主任研究官ならびに甲田善生博士の、それぞれ絶大な御援助を賜って参りました。ここに諸先生方に対しまして謹んで厚く御礼申し上げ度く存じます。

## 7. 三宅先生の包容力

只今お名前をあげさせていただきました方々は主として京都大学理学部分析化学教室の御出身の諸先輩であらせられますが、私達はまた、国の内外

を通じまして海洋化学の多くの先達同学の方々の御庇護と御指導によりまして、今日に到ったものであります。特に三宅泰雄先生と猿橋勝子博士におかれましては、私達の極めて各論的な色彩の強かった各元素毎の海藻分析の結果報告の意義を、初期の段階から御理解お認めいただきまして、三宅先生の御主宰なさいました世界的な学術誌“Records of Oceanographic works in Japan”に例外なく投稿論文の採択の御許可を賜って参りました。

およそ新しい分野を、少数派として開拓してゆこうとする研究者達にとって、自分達の未だ洗練されない素朴な研究成果の意義を洞察下され、それに発表の機会を与えて下さる大先達がおられるかどうかと言うことが、暫々決定的な重大事となる場合があると存じます。学界の一隅にあって、私達のささやかな研究が挫折することなく続けられまして、今日あるまとまった形としての評価を受けさせていただくに到りましたことは、三宅先生を中核とした日本の地球化学ないしは海洋化学学界の包容力のある学風の御蔭であると、衷心から感謝している次第であります。

## 8. 米国留学で得たもの

1960年半ばのアメリカ科学界の全盛期におきまして、私も留学の機会をねらっておりました。その時一番最初に私に対しまして勧誘の御手紙を下されたのは、米国東海岸のジョンズ・ホプキンス大学海洋学教室のカーペンター博士 (James H. Carpenter) であられました。「お前のやっている海藻の無機成分に関する研究は、地味ではあるが基礎的で系統的であり、ジョンズ・ホプキンス大学の学風に適合しているように思われる。一つ此処に来て仕事をしないか。」と言うお誘いでありました。私自身もかねてカーペンター博士やその先生のキャリット教授 (Caritt) の溶存酸素量や、

塩素量測定法などに関する海洋化学上の仕事が、極めて正確な分析化学の基礎によって常に裏付けられており、石橋先生の海洋化学と一脈相通する所のあるのを感じ、尊敬と憧憬の念を懐いておりました。

そういうこともありまして1964年夏から1965年に亘る1年間、同大学附属のチェサペーク湾研究所の研究員の資格で留学の機会を得させていただきました。

この期間私は海洋化学の中での自分の視野を広め度いと考えましたので、海藻から離れてチェサペーク湾の浅海底土および沿岸海水を対象として、主として微量クロムの存在形態別定量の研究に従事しました。

この海洋学研究室には海洋物理学に、モンゴメリー (Montgomery) およびプリチャード (Pritchard) とする二人の大教授がおられ、日本からも増沢譲太郎、大久保明、土屋瑞樹の俊秀をもって鳴る各博士が留学ないし奉職されており、自由で格調の高い学問雰囲気のみならず、自由で格調の高い学問雰囲気がみなぎっております。ある晩、海洋学教室の全教官、大学院学生の集るゼミナールにおいて日本での海藻に関する研究について話しました時、カーペンター博士は私が日本では石橋先生の弟子の一人であることを言われ、石橋先生のことを次のように紹介されました。

“Professor Ishibashi is one of the greatest pioneer of marine chemistry in the world.”

その時私は石橋先生の海洋化学が世界中の学者によって如何に高く評価されているのを知って心から嬉しく思うと共に、欧米の学者が他人の学問を評価するのは、その人がどれだけ人真似でなく独自の分野を開拓したかと言うことが中心であるということを実感し、身がひきしまる思いが致しました。

## 9. チャウ博士の友情

1ヶ年間の留学を了えまして、帰国の途次私はカーペンター博士から紹介を得まして、サンディエゴのカリフォルニア大学スクリップ研究所に、同じく著名な海洋化学者であられるチャウ博士(Chow)を訪問致しました。ここでも、私は石橋先生門下の方々の海洋化学に関する極めて高い評価を聞くことが出来ました。チャウ博士は、自分が海水中の微量元素について新しい研究を始めようとして、何時も先鞭をつけた仕事として輝いてみえて来るのは、石橋、重松、西川らの業績であると述べられておられました。

チャウ博士は中国系のアメリカ人ですが、ワシントン大学の有名なタンブソン教授(Thompson)のお弟子であられ、タンブソン教授が石橋先生や、三宅先生と極めて御親交が深かったことから、チャウ博士もまた日本の海洋化学者に対して特別な親近感を抱いて来られたようであります。私は不思議な御縁もありまして、この1965年以来チャウ博士から絶えることのない深い友情をいただいております。1983年に中国科学院と日本学術振興会の国際交流計画にもとづきまして、青島の海洋研究所、北京の環境化学研究所、貴陽の地球化学研究所を歴訪することが出来ましたのも、チャウ博士の友情による橋渡しが、中国人学者との間にかけていただいていたことが原因となっています。

最近の情報によりますと、私が貴陽の地球化学研究所でおこなった講演が引き金となって、同研究所で海洋生物に関する地球化学的研究が盛んになっていると言うことであります。学問の流れと言うものは決して無味乾燥したものではなくて、暖い血が通っているものであることを感じます。其処で矢張り大切なことは、師弟のつながりであり、研究者間の友情であると思われまます。

## 10. 海洋研究者の方々の支援

米国から帰国致しまして間もなく、私達の研究メンバーは東京大学海洋研究所の堀部純男教授の御誘いを受けまして、淡青丸のKT-66-12次航海、続いて白鳳丸KH-67-1次処女航海におきまして、私達のグループが船上でおこないました研究題目は2つございます。一つはカーペンター博士の許での研究の継続で、外洋水におけるクロムの3価および6価の存在状態別の定量であります。今一つは海藻の研究との関連で、海洋動物プランクトンを採取してそれを種類別に分別し、その元素組成を明らかにしようとするものであります。

前者は当時私の所の研究生であり、白鳳丸における最初の女性乗船科学者となられた門脇節さんによって遂行され、1974年になって、チェサペーク湾研究所におけるカーペンター博士との協同研究結果とともにまとめて報告されましたが、現在においても基準値に近い分析結果を示しております。後者の海洋プランクトンに関する研究は、本日代理をつとめられている藤田教授の学位論文につながる研究に発展したものであります。後に、人類の環境としての海洋保全の問題が注目されるに到ると共に、藤田教授のデータの重要性が認識されて来ました。

処女航海に乗船させていただいたことを機縁としまして、私達の研究グループからはKH-68-4次南十字星航海、KH-71-3次航海、KH-71-5次フェニックス航海、KH-76-1次航海と次々と海洋化学関係の遠洋航海に参加させていただき、海藻に関連した生物地球化学研究を進展させることが出来ました。これはひとえに堀部教授始め日本の海洋化学を支えている各大学の代表的な研究者の方々の、私達小グループに対する暖い御支援の御蔭によるものでありまして、これらの方々に対



しましても厚く御礼申し上げたいと存じます。

## 11. 研究の拡がり

この外、海藻に関する生物地球化学的研究の一環として私共は、ビワ湖産水草 10 種 19 試料の分析をおこない、1970 年に海藻および水草の元素含有量の比較と題する小論文を報告しております。この報文はビワ湖の汚染がそれ程問題にされなかった頃に採取した水草の元素含有量を示すものとして、一つの指針の役割を果たしていると思われまます。ビワ湖に関しましては 1973 年に報告した論文において、或る種のビワ湖プランクトン試料が異常に高いホウ素含有量を示すことを指摘致しました。

また 1976 年には、産業公害防止協会が主催された伊勢湾の海域汚濁機構の研究に参加した分担研究報告において、25 種 62 試料の海洋底生動物を中心にした多種類の海洋生物の窒素およびリンの含有量の相互比較をおこないました。従来窒素とリンの存在量は外洋の水塊ごとに変動しているが、N/P 比をとると、外洋を通じてほぼ一定（原子比として 16/1）している。この値はまた主要なタイプの海洋生物の生体中の N/P 比ともよく一致していることが通説化していますが、果たして然るべきかをこの報告において検討してみました。

植物プランクトン、動物プランクトンなど海水中に浮遊して養分を直接海水から採るもの、およびこれらのプランクトンのみを餌食としている魚類などについては、従来の通説はおおむね通用しているようであります。但し海底の泥などを常食としている海洋底生動物のいく種類かについては、それらの生体中では P がより多く含まれ、通説よりも小さい N/P 比を示すものがあることが明らかになりました。生体中における元素含有量に関して、食物連鎖を通じての循環機構が重要な

役割を果たしていることを示す一つの例証であります。

## 12. データの蓄積と整理

海洋化学研究所の現在の理事長であられる藤永教授がよく力説されておられます、「一つの学問は理論、方法論、各論より成り立ち、その各々は優劣なくその価値を評価されねばならない」と言う観点からしますと、海藻に関します私達の現在までの研究の進め方は、或る程度、方法の開発ないしはその選択に神経を使いながらも重点は各論的知識の蓄積にありました。この年月の間に徐々に蓄積した分析データの数は次第に膨大となって来ましたので、これらを如何にうまく整理して、一般に利用しやすい形で提供することが出来るかが重要問題となって参りました。

それは、私達の海藻に関する測定値は 1966 年に刊行されたボーエン (Bowen H. O. M.) の “Trace Elements in Biochemistry” に収録されて以来、海藻に関する最も信頼すべきデータとして広く内外の図書に逐次採用され、各種の研究分野において活用されていますが、紙数の関係で少数の試料に関する平均値の記載などに留まっている場合がほとんどであると言う憾みがあるからであります。

丁度このように元素分析データの整理が肝要となって来た時期に、コンピュータ技術の素晴らしい台頭があったことは、私達にとって好運でありました。海藻の元素分析データをまとめようとして数理的な解析を行っている過程において、生物圏全体を通じまして共通する元素賦存則が存在することが徐々に浮び上がって参りました。

## 13. 濃縮係数と平均滞留時間

その最初のきっかけを掴みましたのは、北野康教授の御推挙によって、創刊間もない一般雑誌の

海洋科学誌に“海洋生物の微量元素”と言う綜説の執筆をおこなっている時であります。北野教授はまた私達の海藻の研究に対しまして、最もはやい時期から注目を戴き、終始変らざる御激励を戴いております研究上の恩人の一人であらせられます。

この執筆時に得ました発想が徐々に明確化して参りまして、1972年に“The Relations between Concentration Factor in Seaweeds and Residence Time of Some Elements in Sea Water”と言う論文を前述しました“Records of Oceanographic Works in Japan”に発表いたしました。それまで濃縮係数、換言すれば海洋生物中と海水中での各元素の存在比と、海洋における各元素の平均滞留時間と言う2つの概念は、それぞれ独立した別個の概念として海洋化学ないし地球化学の分野で、その重要性が認識されて参りましたが、著者はこの論文において始めて、2つの概念に関する実験値を相互に比較することを試み、海藻に関して各種類の各試料を通じて明瞭な逆の対数的相関が存在することを指摘したのであります。

#### 14. 国際会議での提案

私達はこの海水中との元素存在比と平均滞留時間の相関傾向をさらに検討して参ります過程において、この逆相関傾向は海藻において見出されるのみではなく、他の海洋生物、さらに一般の生物、水、岩石質に関しても一般的に存在するものであると言う驚くべき事を見出しました。

この事実にもとづきまして、1978年にバルセロナで開催されました“Analytical Techniques in Environmental Chemistry”の国際会議におきまして、平均滞留時間を基準として生物圏における任意の自然物質中の元素分布に関するデータ解析をおこなうことを提案した次第であります。

#### 15. 外国の研究

丁度その頃になりまして、外国における研究者達も、この海水中との元素存在比と平均滞留時間の相関について気付き始めました。すなわち、Cherryらは動物プランクトンの糞粒の濃縮係数と平均滞留時間値との間に逆相関関係が存在することを1978年に報告し、Whitfieldは1979年に平均滞留時間が、海水と地殻との元素組成比と対数的相関を示し、各元素の電気陰性度とも函数関係を有することを見出しました。

特に、Whitfieldはその後この平均滞留時間を基準とした相関関係について精力的な検討を続け、1983年に刊行された“Trace Metals in Sea Water”なる大冊にも、山本らの研究結果をも含めて、この相関関係の確認に関する綜説を発表しております。

#### 16. 海水の元素組成による規格化

一方私達はこれら平均滞留時間を基準とした、一般的な相関関係が現われる基盤が、実はいずれの概念も海水の元素組成で規格化されているところにあると言う、さらに単純で深い一般的事実を見出しました。それは1980年の8月の下旬のことで、私は、私達が1972年の論文に報告した相関関係を最もはやく引用してくれた研究者の一人であるブリガム・ヤング大学植物学教室のスミス教授の所で客員教授として協同研究を行い、日本への帰路、前述した親友の中国人科学者チャウ博士の所でくつろいでいました。

スクリップ研究所の前に拡がっている浜辺に座して、目の前の太平洋をぼんやり眺めていると、スミス教授と一箇月あまりの間論議して来た、色んな自然物の海水に対する元素存在比が、平均滞留時間と相関を示すと言うことは、何にもむつたくしく考える必要はないのではないか、両概念の定



義からして、分母、分子の違いがあっても、いずれの概念にも海水の元素組成値がふくまれている。平均滞留時間にこだわらないでも、あらゆる自然物質の元素組成を海水の元素組成で規格化さえすれば、相互の相関係数は飛躍的に増大するのではないかと、ふと気付いたのでした。

御承知のように、ユタ州のプロボにあるブリガム・ヤング大学はモルモン教の大学であり、信者でない私も、酒、煙草は勿論コーヒーまで遠慮した規律正しい生活をして来たのでした。それが勝手知ったスクリップ海洋研究所のチャウ博士の部屋に来て、すっかり開放的でリラックスした気分になって海を眺めることによって、このような自由な発想が生まれたのではないかと思います。日本に帰って早速、コンピュータの達人である学生に頼んで計算してもらってみると案の定、海水の元素組成で規格した場合には、任意の自然物質間の元素組成間の相関係数は、規格しない元の値間の場合に比して飛躍的に増大することが明らかになりました。然かもこの増大の仕方は、最近の分析化学の進歩にもとづき、改善せられた報告値の方が、旧来の値で規格した場合よりもより勝れた上昇を示すことも明らかになりました。

これに反し他の地球化学物質の元素組成、例えばクラーク数や河川水の元素組成で規格した場合、規格しない場合より一般的に著るしく低下することも明らかになりました。但し例外的にイン石の元素組成で規格する場合のみその低下はすくなく組み合わせによっては、相関係数の上昇することもあります。しかしこの場合といえども、その相関係数は海水の元素組成で規格した場合に較べて比較にならない程低いものに過ぎません。

## 17. 今後の課題

このようにして、海水の元素組成で規格化することが、生物圏における種々の自然物質の

元素組成を比較してゆく場合に重要な意味をもっていることが明らかになりましたが、このことの重要性がどのような理由によって裏付けられているかは、未だよく分っておりません。例えば、石橋先生と重松教授は、海水と地殻の元素組成比の対数値がイオンポテンシャルに対してU字曲線を示すことを見出されましたが、地殻の元素組成は海水の元素組成で規格化されることによって、イオンポテンシャルが電気陰性度のような元素の基本的な特質と関連する数値と、函数的関係を示すと言う風にも一般化して表現出来るかとも考えられます。

## 18. 海洋化学で重要なこと

石橋先生が晩年、奈良大学の学長をなされたおった頃、私は先生にぶしつけにも、「先生は、これからの海洋化学において何が一番重要とお考えですか。」と質問申し上げたことがございました。その時先生は、いたずらっぽく笑われて、「君はどう思うかね、それは法則だよ、法則の発見が最も大切だと思うね。」と御教示戴いたことを今鮮やかに思い出すことが出来ます。

## 19. 恩師の大業績

この講演の最初の方の部分で申し上げましたように、石橋先生は正確な分析化学の遂行にもとづく海水分析の成果こそが、海洋の神秘を明らかにして行くと言う大信念をもって、海洋化学を開拓し推進されて来られました。そして、御生前中において、海水に溶存する諸元素量に3種の規則性があることを見出され、さらにそれにもとづいて海洋の年令を算出すると言う大業績をあげられたと言うことはよく知られております。

## 20. 終りに

先生がおなくなりになられてから、未だ10年

に充たない現在においてさえも言えることは、先生が生涯をかけて追求されて来た海水中の元素存在量と言うものは、先生が確信せられていたよりもさらに大きく、とてつもなく深い学術的意義を有しているに違いないということでもあります。すなわち、海水中の元素存在量はそれ自体において、立派な規則性をもっているだけでなく、地球上、もっと言えば宇宙におけるあらゆる物質中の元素存在量と密接な関係をもっておいて、それらの全体を包含する元素賦存則の解明の鍵をにぎる数値であると言うことが、今後多くの海洋化学者の努力によって明らかにされてゆくものと推察されます。

海藻と言う海水とは切っても切れぬ小生命に関する研究題目を先生から戴いて、「君は一生海藻から離れてはいけない」と教示されて、一筋の道を歩んで来ましたこの愚鈍な不肖の弟子が、先生が創立された海洋化学研究所の名を冠する学術賞を頂戴することになりまして、まことに感無量でございます。先生に導かれてここまで来ました道を今後とも、マイペースであせらずゆっくりと歩み続けていきたいと存じます。在天の石橋先生の英霊と共に斯学の諸先輩ならびに同学の諸兄姉の変わらせぬ御指導をお願いして、私の講演を終らせて戴き度いと存じます。御静聴有り難うございました。

#### 山本俊夫氏の略歴

昭和 23 年 3 月	京都大学理学部化学科卒業
昭和 23 年 4 月	大日電線株式会社入社（研究部所属）
昭和 25 年 10 月	同 上 退社（京都学芸大学に奉職のため）
昭和 26 年 1 月	京都学芸大学助手
昭和 34 年 4 月	京都学芸大学助教授
昭和 34 年 11 月	理学博士（京都大学、海藻の無機成分の研究）
自 昭和39年 8 月 至 昭和40年 4 月	文部省乙種在外研究員（米国ジョーンズ・ホプキンス大学海洋学教室にて海洋化学の研究に従事）
昭和 41 年 4 月	京都学芸大学は京都教育大学に名称変更
自 昭和41年 7 月 至 現 在	京都教育大学教授、教育学部（化学）
自 昭和53年 4 月 至 昭和57年 3 月	東京大学海洋研究所協議会委員
自 昭和61年 4 月 至 昭和62年 3 月	コロンボ計画にもとづく、タイ国の理科教育援助事業に従事