

## 講演要旨(第138回)\*

### 特集 環境科学における地質学の果たす役割

#### 「環境科学における地質学の果たす役割」に ついての特集に当たって

松野 久也

最近、地質調査所における環境科学に関連する研究業務の比重は、非常に大きくなって来ている。本研究発表会におけるこの特集は、先般の「資源問題と地質調査所」についての特集と並んで、地質調査所の基本問題に触れる大きな特集である。

本日、これから行われる各講演およびそれに続く討論が、1980年代すなわち筑波移転後、地質調査所がこのような社会的要請に対して、どのように対処して行くべきかを模索する第一歩となれば幸いである。

私の経験から、環境問題を考える場合、いろいろ難しい問題がある。例えば“自然あるいは野性的であることこそ良であり、いかなる自然の改変も悪である”という傾向があることは否定できない。これには社会心理学的な問題が含まれている。しかしながら、人間がこれまで生活して来たという事実は肯定されなければならない。また急激にその生活の仕方を変更することは不可能でもある。

後で触れるが、予知・予測、とくに前者は防災の第一歩である。これが間違ると大きな社会問題となり、却ってそこから生じる問題の方が災害による被害をはるかに超えるという懸念もある。

さらに、環境問題は規模・内容において極めて著しい変化がある。例えば、個人の住宅の地盤の問題から、地域開発に関するもの、さらには海洋汚染のような地球規模で考えなければならないものまである。したがって、統一的に取扱うことは不可能である。

環境科学における最大の関心事は、人間活動の拡大・強化の結果、帰結するところは何であるかということである。そして、それに対してより良い条件を作り出す努力を必要とすることである。私は、このような認識の上に立って環境科学について考えて行きたいと考えている。

環境科学とは何か？ 一口にいえば“人間活動と自然環境との間の相互作用”を研究対象とする科学分野である。

\* 昭和54年2月9日日本所において開催の研究発表会。

る。人類が生物圏の一員として、自然の系に依存して受け身で生活している間は、別に問題はなかった。ところが、科学技術の目覚ましい進歩による人間社会のシステムの巨大化は、自然の系における物質およびエネルギー循環のバランスを急激に変化させることになった。この人間活動による自然の系の破壊が公害であり、両者の間のひずみが災害となってあらわれるのである。人間社会のシステム自体においても、その変化が急激であればあるだけに、そのサブシステム間のひずみが増大しそこに種々の災害が生じる。さらに、人間社会の工学システムも巨大化・複雑化するに従って、災害に対する弱点が増大することになる。

第二次世界大戦後の技術革新に伴う社会経済の発展は、1960年代に入ると絶頂に達し、人類の未来はばら色に輝いているかのようであった。わが国では、1960年に所得倍増計画が策定され、続いて1962年には全国総合開発計画が発足し、開発の波は全国土に及んだのである。これに伴って、その後半には社会経済の急速な拡大に伴うひずみが色々な形であらわれて来た。これは、わが国だけでなく世界の工業先進国における共通の問題でもあり、そのまま放置すると人類の生存にさえかかわる問題であるという声が高まって来た。

1965年に発足した「国際生物学計画」は、そのあらわれの1つであり、1968年12月の国連総会において1972年に国際環境会議を開催することが決議され、1972年には有名なローマクラブの提言があり、1970年代は環境科学の時代となったのである。

わが国では、全国総合開発計画がこのような観点から見直され、1969年から新全国総合開発計画が発足することになった。一方、科学技術政策の面でも、大きな転換が行われるようになった。すなわち、内閣総理大臣の諮問(第5号)「1970年代における総合的科学技术政策の基本について」に対する科学技术会議の答申(1971年)では、“1960年代において、科学技術は社会・経済の発展に極めて大きな役割を果たしたが、経済の効率化に中心が置かれ、また負の影響に対する対応が充分でなかったために、都市問題、公害問題など社会的ひずみをもたらす一因となっている。1970年代においては、科学技術の及ぼす負の影響を反省し、人間尊重の立場に立って

科学技術を展開する必要があり、このため科学技術を好ましい方向へ誘導あるいは転換し得るよう、科学技術の主効果や負の影響を事前に予測し、評価することも重要となっている”としている。そして“人間活動の影響力の増大に対して、自然ないし地球は有限であるという考え方を重視”しなければならないことを強く主張している。

自然科学の一分野としての地質学は、“地球（の表層部）の組成、構造、諸過程ならびにその歴史を研究対象”とする。地質学が環境科学としての役割を果たすためには、これらと人間活動とのかかわり合いが重要な研究対象でなければならない。そこで、人間活動の拡大・強化に伴って、

1) 地球（の表層部）の組成、構造ならびにその諸過程がどのように変化するか？

2) 資源の採取・利用に伴って、(i)その供給能力がどのように変化するか？さらに、(ii)その結果自然環境がどのように変化するか？（iは資源問題として対処されるものであり、iiは1に含まれる）。

3) 巨大化・複雑化する人間社会の工学システムの災害に対する弱点の増大に対してどう対処するか？が、当面の関心事であるということになる。これらの変化等の内容、規模は社会経済の発展あるいは社会構造の変化に伴って変化することはいうまでもないことである。以上の中で、とくに3)に対する対策としての予知・予測—とくに予知技術の開発が、1980年代における大きな課題の一つとなるであろう。

(環境地質部)

## 環境科学としての地震

衣笠 善博

環境問題は、自然システムと人間生活のシステムの間の相互作用としてとらえられる。公害問題のような“いわゆる環境問題”は、人間生活システムの拡大にともない、人間が自然のシステムに作用し、さらに時にはそれを破壊する事により、逆に自然の側から人間側に反作用が及んだ場合に発生する。

地震は人間側が自然側に働きかけをしなくても、自然システムの一要素として発生し、人間生活にインパクトを与える。この点において、地震の問題は“いわゆる環境問題”と同一に扱う事はできない。いいかえるなら、地震は自然の側から一方的に押し寄せて来る現象である。一方、人間システムそのものの拡大・複雑化にとも

ない地震の発生は地震災害を引き起し、人間生活をおびやかす。また、人間システムの拡大は自然システムの領域に深く入り込んで来ているため、入り込んだぶんだけ、自然システム内の出来ごと、すなわち地震の発生は、人間システムに大きな影響を及ぼす。この点において、今日の地震災害は“いわゆる環境問題”と似た性格をおびてきている。

地震災害の軽減には、1)人間システムが自然システムへ割り込む事を少なくする、2)人間システムそのものを縮小・単純化することによってなされようが、これらの軽減策は生活レベルの低下を要求し、現実的ではない。

別の軽減策としては、3)人間システムの強化、4)人間システム—自然システムのインターフェイスの強化がある。これらの軽減策は今までにさまざまな形で取りあげられ、実行されて来ている。しかし一方、その実行を上まわる速度で震災の芽が作られている事も事実である。

5)震災軽減策としての地震予知は消極的な対策ではあるが、効果が期待される。しかし、今日の地震予知のレベルは低く、実用的かつ汎用的な震災軽減策と言えるまでには至っていない。

このような現状では、どれ一つとして単独で十分な震災軽減策はなく、3)~5)の組み合わせが当面の対策となる。これらの対策が十分な効果を発揮するためには、地質学が専門家の間だけの学問ではなく、あらゆる階層の人々の間に浸透していかなければならない。

(環境地質部)

## 火山の噴火活動と環境

曾屋 龍典

およそ1億の人間が住む日本列島には、200以上の第四紀火山が存在する。それらの火山が、噴火を始めれば、その火山の周辺では噴出物によって直接に、または二次的に噴火前の環境が破壊される。火山の噴出物は、その噴火様式に対応して、降下火砕堆積物、火砕流堆積物、溶岩および泥流堆積物に大別される。堆積（噴火）様式は、マグマの化学組成と物理条件によって異なる。一般に、珪長質マグマは粘性が高く、マグマ中の水蒸気圧が高い場合には、広域に降灰をもたらし、火砕流の発生する機会が多い。苦鉄質マグマの場合には、マグマの粘性が低く、比較的少量の火砕物質の噴出と溶岩流の流出が普通である。したがって、個々の火山において、噴出物の地質学的性質、規模、分布、層序、活動のパターン等を明らかにし、噴出物の化学組成等岩石学的性質を解明することは、火山の実体の把握のため基礎的な研究

である。同時に、これらの研究は、火山噴火の予知および災害予測にとって不可欠の情報となろう。

それらの例として、1977-78年有珠火山の噴火と噴出物の岩石学的研究および約6000年前の広域降下火砕堆積物（鬼界カルデラ噴出物）について述べた。

(環境地質部)

## 豪雨災害による危険の予測と地質学

黒田 和男

自然現象にもとづく災害には、すべて誘因と素因がある。たとえ素因があっても、誘因がなければ災害は発生しない。また誘因があっても、災害を発生させるような素因がそこになければ、別種の災害は発生するかも知れないが、本質的な災害は発生しない。豪雨災害の場合、誘因は集中豪雨であり、素因は地形・地質・土性・林相などである。

豪雨災害の特長は、地震や噴火と違って、誘因が予知出来る（少なくとも現段階では）という事である。したがって、災害の予知はもっぱら気象学の分野で行われており、災害の予測が、地形・地質・林学その他の分野で、研究課題となっている。

次に、集中豪雨による災害は、斜面が崩壊することにより、落下して来た土塊・岩塊に直撃される場合と、落下した土石が、ひとつの流れ（土石流・泥流など）となって傾斜地を移動していく間に、その流れに吞まれてしまう場合の2つに分けられる。したがって、危険を予測する際には、2つに分けて考えた方がよい。

集中豪雨による斜面崩壊の発生は、岩盤中の空隙に降水が侵入し、ここに局所的な間隙水圧の上昇が起こり、この間隙水圧の上昇部分が、さらに連続する降水の侵入によって異状に高まった際に安定が破られることに起因する。この事実は理論的に考えられていたが、実際の現場でも観測の事例が示されるようになって来た。したがって、通常は地下水位が低いような条件を作りやすい岩盤に、長期間の連続降雨による注水があって孔隙が水に充たされた後に、集中豪雨によって、水頭が急激に上昇した場合斜面崩壊が発生しやすい条件になる。

このように崩壊の発生機構にもとづいた場合、斜面崩壊が発生しやすい条件は、風化帯の発達状況と岩盤内の孔隙の分布状態にもとづく。とくに斜面の上部に孔隙に富む岩体、斜面の下部にちみっで水を含みにくい岩体が存在し、しかも節理系の発達、斜面に対して受け盤状になっている箇所は、ふつうの降雨状態では安定してい

ても、集中豪雨のような異状現象に遭遇すると、大規模な崩壊が発生する可能性をもっている。

しかし、斜面の崩壊現象が、どの程度の累計雨量や雨量強度に達した時に発生するかは、個々の斜面の自然条件によって異なる。

土石流災害の予測は、扇状地や崖錐の発達経過から考えることが出来る。ただ、土地が人工によって改変されている場合、自然の働きかけは、改変した部分を復元するような方向をもっている点に注目する必要がある。

集中豪雨による斜面崩壊の危険を予測するには、保全対象の種類によって異なる方法がある。いずれの場合にも、岩盤が集中豪雨時にどの程度間隙水圧を伝える能力をもっているか、それが斜面の安全率にどのように作用していくかを、シミュレーション等で評価する必要がある。この場合、既存の地質構成を記号化あるいは数値化する必要があり、この点が今後の研究課題であろう。

いくつかの事例を総合してみると、山頂や山腹斜面に亀裂が発生している場合、斜面が崩壊する危険性が大きい。この時の災害の範囲の予測は、保全対象が明確であれば、雨量強度や累計雨量を予想する（誘因の予知）ことによって可能である。災害が発生する可能性の範囲内にある対象物は、ここで防災対策を立てることが出来る。

(環境地質部)

## 地すべりと環境地学

木野 義人

### 地すべり研究の位置づけ

環境科学を定義づけるクライテリアとして環境資源・インパクト・影響および対策の4項目が挙げられる。ここに環境資源とは生命の維持や安全・快適性などを支えるもので、中でも土地地盤・水・大気および太陽エネルギーは基本的な4大因子である。またこれらの環境資源に影響を与えるインパクトには、自然的営力と人為的作用とがある。すなわち環境資源に対してインパクトが加わった場合、どのような影響が現われるかを究明し、その対策を講ずるまでの、将来予測を含む一貫した過程を背景として、環境科学の諸分野が成立していると見られる。

したがって、土地地盤や水などを対象とする地学（地質学）においても、上記の過程を背景とする分野を環境地学（地質学）と呼ぶことができる。地すべり・崩壊に関する研究は斜面という土地地盤に対して自然的営力な

いし人為的作用が加わった場合の変化と危険性を問い、またその対策に資することを目的とする以上、それはまさに環境科学そのものであり、これを地学(地質学)サイドから行う場合、それは環境地学(地質学)の中に位置づけられる。

#### 地すべり研究の現状と問題点

現在行われている地すべり、崩壊の研究には、大別して発生機構の解明、予測および対策の過程がある。発生機構の解明は、居住地・耕作地・森林資源地帯としての斜面に対して、自然的営力としての降雨や時に地震、人為的作用としての斜面形状の改变(切取・盛土・集排水・伐採など)が加わった場合の斜面変動の実態とその原因を究明するものである。そのためには、ブロックの移動、雨量および地下水の変化など変動の状態や変動量を各種の方法・機器によって把握し、各種変動量相互の関係を求めようとする。またインパクトすなわち誘因として同一条件が作用しても、その反応は個々の斜面の有する固有の性質すなわち素因によって異なるので、植生・地形・地質などに関する諸条件と地すべり、崩壊発生との関係を究明する必要がある。これらのうち地質的要因に関する研究は最も立遅れているものの一つで、基盤岩の構成、岩相、各種構造などに加えて、表層堆積物に関する精査や鉱物学的研究が行われる余地は充分あろう。

予測については、諸観測結果に基づく変動量相互関係の比較考察を繰返すことによって、短期的予知の精度は漸進することが予想されるが、予めあらゆる斜面ごとの危険度を判定し、その予測を行うまでには未だかなり困難な問題が山積していると思われる。最近では統計確率手法による定量的な危険度判定が試みられつつあるが、いわば結果論であるから、実用化までには多くの実地検証と試行錯誤を必要とするであろう。地質学の立場からは、過去の経験に基づいて、危険度が大きいと見られる岩層構成と水文地質構造の特徴が断片的には知られているが、その普遍化にはさらに多くの経験と組織的な研究に俟たねばならない。

#### 地質学の果たす役割

「結晶片岩地帯地すべりの発生機構に関する研究(科学技術庁総合研究、試験地は徳島県の三波川帯)」において、地質調査所が担当した項目は、「すべり面形成に関する地質鉱物学的研究」<sup>1)</sup>であった。

まず基盤である結晶片岩と表層二次堆積物について、岩層構成・岩相・分布・諸構造等を調査し、この地域の結晶片岩類が全体として三波川帯における緑色片岩相に

属するものの、地すべり地が黒色片岩分布地域に集中して帯状分布をなすこと、地すべり地塊が表層二次堆積物であること、および試験地の基盤(黒色片岩を主とする地層)が斜面に対して逆層すなわち受け盤構造を呈していることなどを確認した。この際、このような現実的問題解決の研究においては、実用に堪える高精度の地質図の作成が重要な基礎となった。

次に表層二次堆積物は上・下部の岩屑堆積物に区分され、両者の間に灰白色粘土層が挟在し、これが現在の地すべり面を形成していること、および上部岩屑堆積物が後背斜面からの崩壊物質によって構成される崖錐性堆積物で、かつ風化が進行しているのに対し、下部岩屑堆積物は相対的に新鮮で、かつ段丘礫層に似て水流の影響を受けた形跡を示していることが指摘された。

一方鉱物学的研究によって、黒色片岩、緑色片岩等の母岩について、風化に伴って鉱物組成が一定の変化系列を示すこと、および二次堆積物においても、供給源の種類に対応して同様の鉱物組成変化が見られることなどが明らかにされ、これに基づき、上記の灰白色粘土が黒色片岩中に挟在する緑泥石片岩起源のものであり、かつ化学的風化によるものではなく、上・下両岩屑堆積物間の不連続面に沿って発生した滑動に伴って、機械的な圧砕を受けた結果として粘土化したものであることを解明した。

また、下部岩屑堆積物直下の基盤岩(黒色片岩)も比較的新鮮であることがわかり、地すべり粘土の風化生成説と併せて、従来の見解に再検討の余地があることを示した。これらの結果から、岩屑堆積物は層序的に区分され得ること、したがってすべり面は、基盤に対する不整合面を含めて複数の不連続面に沿う剪断によって形成され得ることが考えられた。

なお、基盤表層部が比較的新鮮であることは、下部岩屑堆積物の堆積の場が水流の影響を受けつつある谷底面であることを裏づけるものであり、段丘形成の場と関連することも示唆された。(環境地質部)

#### 都市地域の地盤地質図

宇野 沢 昭

わが国の都市の大部分が立地する洪積台地および沖積低地は、生産・消費活動の場であり、社会的集積が最も著しく、今後におけるその増大がさらに期待されるところでもある。これらの地域については、その開発工事に伴って得られた地質ボーリングデータは実にぼう大なものがある。しかしながら、開発に起因する地域的な地盤災

1) 担当者: 木野義人・黒田和夫・金原啓司・藤井紀之・牧本 博・服部 仁・安藤 武・石井武政・永井 茂

害対策および地震によるそれらの予測のための総括された地質情報は必ずしも充分とは言えない。このような現状から演者は、これら地域の総括的な地盤地質図の作成について、その調査手法、表示法、実用上必要な精度などの検討を行ってきた。ここにこれまでの検討の結果について報告することにする。

**都市地盤地質図の作成における第四紀地質学の役割：**わが国の総人口の約80%が集中する丘陵、洪積台地および沖積低地の地質・地盤調査は、関東地震後、復興局によって行われた東京・横浜の下町低地における調査をはじめとして、1950年代末から1970年代には、日本経済の高度成長に伴って都市化地域の再開発および新都市地域の開発のための地盤調査が多く行われた。第四紀学とくにその地質学の分野は、これらの開発工事のための調査から得られたデータならびに情報によって大きな発展をとげるにいたった。一方、従来工学的観点ないし手法だけによって実施されてきた構造物の基礎地盤調査も、第四紀学的な観点ならびに手法を併せて総合的に行う必要があることが認識されるようになった。例えば洪積層と沖積層とでは、その地質学的経過時間や堆積環境あるいは生成条件によって、物理的・力学的性質に基本的な差異があること、地震時に生ずる地盤液化現象が沖積層の砂質土盤で多く発生すること、また地層収縮現象の現われである地盤沈下が沖積低地で多く発生していることなどはその例である。

このように、地層の物理的・力学的性質は、基本的にはその形成時代の新旧、堆積環境および生成条件などによって決定されているとみてよく、そこに第四紀地質学の果さなければならない大きな役割があると考えられる。

**調査手法：**都市地盤地質図は、地域開発計画、地域的な地盤災害対策などのための基礎資料（少なくとも第1次計画立案あるいは工費の第1次見積りに役立つ）となるものでなければならない。第四紀水成堆積物の分布する丘陵、洪積台地および沖積低地における地質調査では、ボーリング調査が主要な手段である。とくに後者においてはこれが不可欠である。すなわち、既存ボーリングデータの収集・検討による層序区分、岩相区分、地質構造および分布の把握を基本とするが、この場合位置の精度が重要な問題となる（後述）。既存ボーリングデータによる層序区分および岩相区分は、丘陵地あるいは台地では露頭調査からの成果を基にある程度可能であるが、沖積低地の場合には、最小限の層序ボーリングを実施する必要がある。さらに地盤構造上重要であるにもかかわらず既存ボーリングデータが少ない部分では、それを把握するためのボーリング調査（簡易ボーリングを含む）が不

可欠である。

以上のほか、人工改変地、例えば盛土、埋立地などの把握も重要な問題である。

**表示法とその精度：**演者の考えている地盤地質図は一種の第四紀地質図であり、本質的には一般の第四紀地質図と同様適切に塗色された平面図および断面図を基本とするが、前述したように位置の精度とくに垂直位置の精度が重要である。このために、平面図として1:25,000地形図を用い、断面図としては、水平:垂直が1:10程度の図が適当であると考えられる。ボーリング孔口位置、地層境界等の垂直位置を求めるためには、縮尺5,000分の1の国土基本図（等高線間隔2.5m）を作業図あるいは野稿図として用いる必要がある。もしこのような地形図が入手出来ないときには、最寄りの標高基準点からの簡易水準測量によって求める点の高度を決定しなければならない。丘陵地および台地では、その全域にわたって実用上満足でき、かつ均一な精度の地質情報（例えば構造物支持層の分布）を確保するためには、通常の場合1km<sup>2</sup>当たり2本程度のボーリングデータがあれば充分である。しかしながら沖積低地では、その堆積盆の古地理的背景からみて沖積層基底の起伏や内部構造がきわめて複雑であり、それを把握するためには地下地質条件に見合う適切なボーリング本数とデータが必要である。したがって実用上均一な精度を確保するためには既存ボーリングデータの充分な収集・検討と、それらを補う調査ボーリングが不可欠である。

任意の地点あるいは地域における特定の地層境界の深度またはその層厚は、地層境界面の等高線図（2mないし5m間隔）から容易に求めることができる。これまでの成果から、丘陵、台地におけるその深度は1~2mの誤差の範囲である。また沖積低地では、これら等高線図を介して、その地下における岩相変化を立体的にとらえるため、一定の深度間隔で水平地質断面図の作成も可能である。（環境地質部）

### 休廃止鉱山による環境汚染にどう対処するか

——水文地質学・鉱床学の視点から——

坂巻幸雄・黒田和男・永井 茂・  
菅野敏夫・望月常一

環境地球科学が扱う分野のなかでも、噴火・地震・豪雨災害などは、大自然の営力が主役になった現象である。それに対して休廃止鉱山問題の場合は、人間の生産活動の結果ひきおこされた地学現象である点が本質的に

大きく異なっている。またそれは、一般の製造工業がひきおこす公害問題ともちがった側面をもつ。鉱山は「引越す」わけにはいかないし、また、休・廃業すれば周辺環境に対する影響がなくなるどころか、現実には、その後の慢性的・永続的な負荷の発生をどう制御するかが、最大の問題になっているのである。演者らが昭和49~52年度にわたって、従事した環境庁特別研究「休廃止鉱山における坑水の抑制と処理技術」も、まさにこの問題に焦点をしばったもので、うち、地質調査所の分担としては坑水の発生・流下の機構について、水文地質学・鉱床学の視点にたつて事例研究をおこなった。対象は主として鉱脈型の銅・鉛・亜鉛鉱床で、地域特性と入坑条件から東北日本グリーンタフ地域……秋田県宝倉・大谷(おおや)鉱山

西南日本内帯・基盤古生層地域……山口県金ヶ峠(かながとう)鉱山

同・酸性噴出岩地域……兵庫県多田鉱山をそれぞれ選定した。

鉱山終掘後一定の時間を経たあとの山体内の地下水面の形は、採掘跡や坑道の影響を受けた状態で安定するが、開坑前からみれば地下空間に見合う分だけ低下しており、地表にはそれに対応した涸渇圏ができる。この模様は巨視的に、岩盤内透水係数を一定とおいてダルシーの法則を適用することにより、有限要素法によるコンピュータ解析で描きだすことができる。地表調査では1区画内に湧水点が原則として1個であるような「小流域」に全域を分割し、湧水時比流量を測定する。岩質の差や人為的影響を考慮してもなおこの値が過少であるような小流域は、そこが、地下空間に天水が浸みこむ直接の源になっている疑いが濃い。

地表水水質と、湧出点での坑水の水質とをくらべると、予想される岩盤内の地下水水路の地質環境について有力な情報が得られる。普通、坑水の分析というとpHと指定された重金属成分だけに限っておこなわれるが、水地球化学的な特徴を強調するためには一般溶存成分の分析が欠かせない。これによって、たとえば、グリーンタフ地域の粘土化変質帯を通過した地下水の水質的な特質は $Mg^{2+}$ 、 $SO_4^{2-}$ のきわだった付加であるのに対し、古生層分布地域での組成は $Ca^{2+}$ 、 $HCO_3^-$ が特徴的である一などの事実がわかる。野外での水比抵抗値の測定は、分析の前に、溶存イオンの総量を、近似的にはあるが簡単につかめるので、非常に有用である。

これらの指標を通してみると、当然ながら一口に坑内湧水といっても各種の水量・水質のものがある。一般的に、鉱体外縁へ向けての探鉱坑道・試錐孔の湧水は大水

量・低重金属濃度であるのに、鉱体内・変質帯を通った水はその逆で、しかもこれによる重金属の排出量は大きい。しかし前者の場合でも、坑道内を流れてくる間に鉱化帯や残鉱のなかを通過することによって、たちまち水質は劣化する。

現在の坑水対策は坑口近くでの坑道閉塞による坑水の全量遮断や空気遮断法のような工学的手法が常用され、それなりに有効な場合があるが、その際でも、清澄な坑内湧水を汚染源から保護して別途排出し、処理は少量の高濃度水に限ったほうがより有利であろう。この目的のためには坑内地質図、水系-水質図を整備し、各水源について処理区分をきめ細かに定めてゆく作業が要る。地表からの浸透防止、関連する廃石捨場からの重金属流出防止の技術開発の問題とあわせて、このような仕事には地質家の発想と知識・技術が十分活用できるはずである。「下流側技術」の充実なくしては、もはや有効な資源開発が望めなくなったいま、その意味で、工学的分野との接点であるこの種の課題にも、われわれの側からもっと積極的な問題提起と貢献をしてゆくべきだと痛感する。

(鉱床部・環境地質部・同・同・技術部)

## 堆積学からみた底質汚染

大嶋 和雄

「田子の浦のプルプヘドロ」や「水俣の水銀ヘドロ」として、底質汚染が重大な社会問題となって久しい。しかしこの問題に対して、土木工学的な対応策はとられてきたが、科学的な対応は、所管とする研究機関が無いという事で、研究者の個人的な研究以外に見るべきものは無い。

PCBやカドミウムなどによる土壌汚染については、土壌学や作物学の観点から、土壌の生物体に対する影響および生態学的研究が行われ、その汚染土壌に対する農業土木事業も行われている。それに対して、底質汚染については、科学的な定義もされないヘドロという名称があるだけで、その実態調査をする方法も確立していなかった。

演者は、公害特研「汚染底質の調査技術の研究」途上において昭和49年12月18日に発生した、三菱石油水島製油所の重油流出事故に遭遇し、その重油の漂跡路と沈積による二次汚染域を、堆積学的手法によって、究明することに成功した。その手法とは、海域に搬入された浮遊懸濁物質と流出重油とは、堆積学的な挙動を同じくするという事を利用するものである。現世浮遊懸濁物の厚層堆積域は、二次汚染域に該当するという法則性がすでに

予想されていたが、今回の研究成果は、まさに現場の調査研究において、この堆積学的手法が汚染物質の挙動予測をはじめとする一連の対策の指針として有効であることが証明された。

この瀬戸内海の汚染底質調査研究結果は、昭和47年に、播磨灘において大発生した赤潮によるハマチの大量へい死に関する訴訟の原因究明のための参考資料としてとりあげられている。さらに、環境庁の「閉鎖性水域汚染に関する研究検討会」においても、資料として活用されている。

以上のように、研究者側から働きかけた事はないのに、その研究成果が社会的、行政的に注目され、利用されている事実を見る時、国立研究機関で行うべき研究テーマについて考えさせられた。

演者はこの底質汚染の研究に携わるまで、社会的ニーズに対応するテーマとして、北海道支所において軟弱地盤層の調査を行っていた。その成果は、時おり、地盤地質コンサルタントに情報提供をする地域地質研究の枠をこえるものではなかった。しかし、実際に行っていた研究内容は、石狩平野や石狩湾における軟弱堆積物の堆積機構とその堆積史を究明するといった、汚染底質の研究内容と、ほとんど同じものである。

すなわち、汚染底質研究の機会が与えられることによって、個人的な研究が特別研究に発展したものである。そして、この特研を行う中で、海湾形成のバックボーンになる海峡形成史という、第四紀学の第一級の問題を解くことができた。

このように研究を進展させることができた背景には、研究発展の初生的な種(テーマ)は、研究組織にあるのではなく、個人の資質にあるという事を理解した、当時の研究企画室の思想は特記すべきものである。

研究管理者が、個人の研究テーマを、展望あるプロジェクトテーマに発展させるということは、担当研究者の研究能力とその研究内容を理解した上で、その研究テーマをして、行政官を納得させるにたる予算要求書に作り上げるのに援助することである。個々の研究者が、科学技術会議の答申書や、各省庁の研究白書についての知識を持ち合わせているとは期待できない。そこで、研究管理者群は、常に、所内の研究者のテーマとその内容を把握し、地球科学的な体系づけを行い、社会および行政的ニーズに対応する研究テーマに、翻訳を試みるものが肝要であろう。限られた研究予算の配分をすることだけが、研究企画ではない。先導的な研究テーマの開発こそが、研究企画の最重要課題であろう。(海洋地質部)