

GEO CONSULTANT

ANNUAL REPORT
KANSAI GEOTECHNICAL
CONSULTANTS ASSOCIATION

2008

Vol.4



関西地質調査業協会

土壌地下水汚染と地質調査

関西地質調査業協会 理事長 山岸英之

平成15年2月に制定された「土壌汚染対策法」により、地質調査業のコアー技術であるボーリングによるサンプリング技術の活用のビジネスチャンスが到来した。しかしながら、平成7年(神戸大震災)をピークとして年々縮小する地質調査業務量は現在半分以下に低下し、土壌汚染・地下水汚染調査量がその減量を補うには程遠く、従来の地質調査業務量の約7%といったところである。最近話題性の高い環境問題と地質調査の関係は「土壌汚染対策法」の制定により、にわかに発生したかに思われがちであるがそもそも地質調査は、石炭や鉱物資源の探査の一環として重要な役割を果たした歴史がある。富山県神通川で発生した“イタイタイ病”の原因調査や、岩手県松尾鉱山の硫黄を採取したヒ素を含む強酸性鉱毒水が原因で汚濁した北上川浄化の貢献に寄与した等の事例は現在も継続し、その歴史は100年を超えるものとなっている。

土壌・地下水汚染の原因には人類が生活を営む事により汚染される場合と、地球を構成する土壌又は岩石に含まれる自然由来の場合に大別される。人為的汚染は土地利用履歴調査に基づき汚染領域や汚染原因を究明する事は可能であるが、自然由来の汚染では分布域の確定や原因把握は不確定要素が多く、効果的対策の立案は困難と言わざるを得ないのが現状である。

我々関西地質調査業協会々員の80%以上が“土壌汚染対策法指定調査機関としての登録業者でもあります。

ジオ・ドクターと標榜すると共に併せてエコ・ドクターとして社会に貢献できる団体を目指す所存でありますので叱咤・激励を賜われますようお願い致します。

琵琶湖のヨシ群落(滋賀県湖北町)
滋賀県では「ヨシ群落保全条例」を制定して、琵琶湖の原風景であるヨシ原を守り、育てる取り組みを進めている。

◆ CONTENTS

特集 CLOSE-UP 関西地質 ——— 3

自然由来による土壌環境基準超過の問題

- 三田村宗樹 大阪市立大学大学院 理学研究科

技術者の目線から ——— 8

環境分析の変遷 飛躍的に進歩する技術

- 白木音信 協同組合関西地盤環境研究センター 所長代理

特集 SPECIAL-ISSUE ◎環境を考える ——— 9

1. 和歌山県の森林環境保全の取組

- 西山久雄 和歌山県 農林水産部 森林・林業局 森林整備課 森林づくり班長

2. 里山林の将来像

- 服部 保 兵庫県立大学 自然・環境科学研究所 教授および兵庫県立人と自然の博物館 研究部長

3. 地下水の胚胎と保全 主として滋賀県の特異な地下水を対象として

- 西村 進 NPO シンクタンク京都自然史研究所理事長 京都大学名誉教授

Challenging people ◎地質調査人 ——— 15

私の技術士勉強方法

- 三好博文 応用地質株式会社 関西支社ジオテクニカルセンター 地盤環境担当グループ

過去問題の徹底理解が合格につながりました

- 尾崎 夏栄 協同組合 関西地盤環境研究センター 環境技術課

REVIEW THE REPORT ◎最新技術レポート紹介 ——— 17

地球温暖化とCO₂削減

CCS を導入して地球温暖化対策

- 芦田 譲 京都大学名誉教授

異業種座談会 ——— 19

土壌汚染を考える いま地質調査業に求められる役割とは

- 嘉門雅史 京都大学大学院 地球環境学堂 学堂長
- 正保 剛 社団法人 日本鉄鋼連盟 環境・エネルギー政策委員会 土壌・水質分科会 主査
- 保賀康史 株式会社鴻池組東京本店 土木技術部(環境グループ)部長
- 白鳥寿一 DOWA エコシステム株式会社ジオテック事業部 浄化総括部長
- 足立良夫 不動産鑑定士 足立良夫事務所代表
- 大洞輝雄 関西地質調査業協会 応用地質株式会社

TOPICS ——— 28

中国四川省汶川 地震調査報告

- 沖村 孝 財団法人 建設工学研究所 常務理事 神戸大学名誉教授

Meets the Specialist ◎インタビュー ——— 31

大阪ガスの「環境」への取り組み

- 当麻 潔・篠原 祥 大阪ガス株式会社 環境部

プロジェクトK ——— 35

大阪湾フェニックス計画

「快適なまち」「緑の大地」「青い海」を未来に引き継ぐために

- 高田 博 大阪湾広域臨海環境整備センター 企画課 課長補佐

技術見学会報告 ——— 37

平成20年度技術見学会に参加して

四万十帯に見られる地形発達、山体変形

- 加藤智久 中央開発株式会社関西支社技術部技術二課

協会活動報告 ——— 38

特集

CLOSE-UP 関西地質

自然由来による 土壌環境基準超過の問題

三田村宗樹 大阪市立大学大学院 理学研究科

都市周辺では土壌汚染対策法に関わる調査が行われています。

多くの場合、汚染由来は人為か自然かが問われます。

その正確な判断には、地質学的な検証と基礎的データの蓄積が重要です。

1. はじめに

平成15年に土壌汚染対策法が施行され、その対象地域の調査が行われています。その多くは、あらかじめ明確に汚染が生じている箇所での対策調査というよりは、売買対象地域や土砂排出が生じるような開発地域での調査がほとんどのようです。このような調査の際に、明らかに自然地層とみられる箇所から、その土地利用の過程で使用していない特定元素が土壌汚染対策法の定める溶出基準を上回る溶出量が検出され、その解釈について議論となることが多々みられます。これらの評価には、当該地を含めた広い範囲に分布する自然地層中の元素バックグラウンド値を把握しておく必要があります。しかし、土壌汚染対策法に関わる調査・分析結果の評価に必要な地質体や地域の基礎的な計量結果が十分にそろっているわけではありません。すでに含有量に関わる調査結果は、産業技術総合研究所でまとめられた地球化学図がたいへん参考になるデータベースとして活用されます。将来的には広範囲に表層付近の溶出量も含めた評価の集積が必要となろうかと思われます。

ここでは、近畿地方の地質を概観し、いくつかの資料をもとにして、自然的原因で環境基準超過を生じやすい元素について紹介します。

2. 近畿地方の地質概要

自然的原因による土壌環境基準超過を評価する場合、当然のことながら、周辺の地質状況を十分に考慮する必要があります。近畿地方の地質図を図1に示します。より詳細な地質図で細かく見るとその地層・岩体の分布はたいへん複雑のように見えます。しかし、ある程度小縮尺で広域をまとめて示すと、基盤岩類とされる主に中生代以前の地層・岩体については、基本的に東西の配列をしています。四国吉野川から和歌山紀ノ川に沿って伊勢湾口付近

三田村宗樹（みたむら むねき）

大阪市立大学大学院 理学研究科 准教授

「京阪奈丘陵の大阪層群の層序と構造」、「大阪平野を中心とする第四紀層の地盤構造及び環境地質学的研究」などに従事。

昭和58年 大阪市立大学大学院理学研究科前期博士課程修了

昭和58年～昭和60年 川崎地質(株)技術職

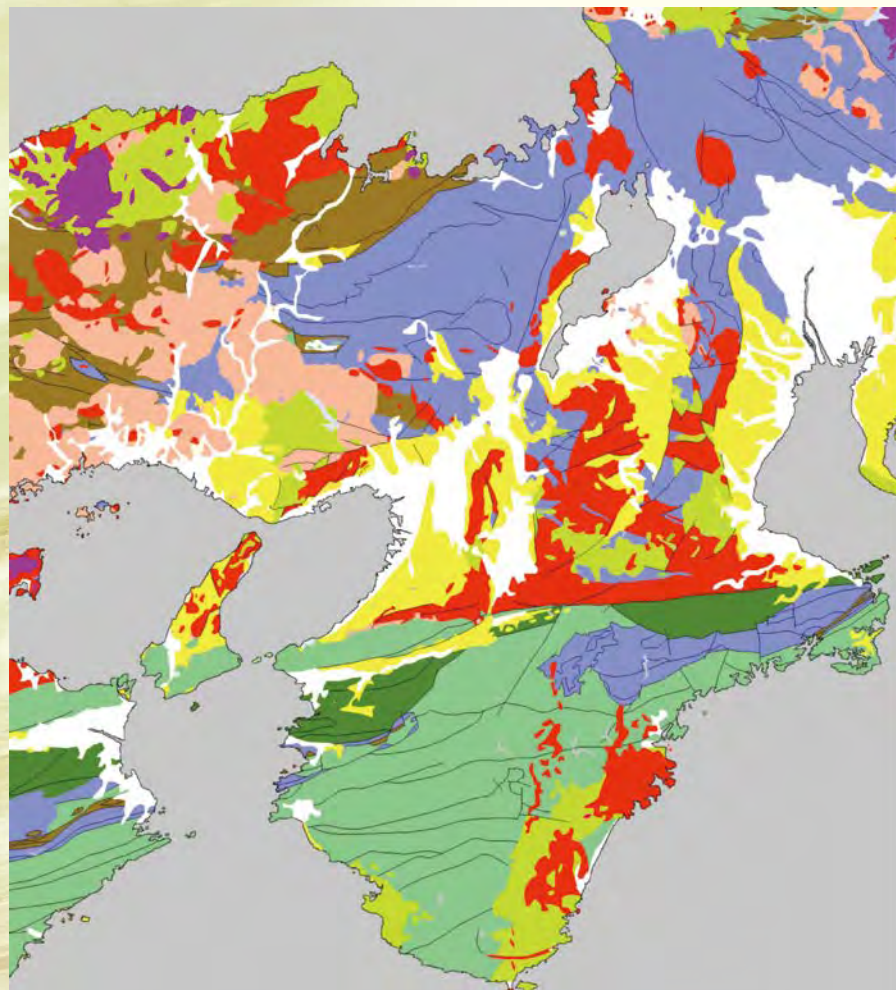
昭和60年 大阪市立大学理学部助手・講師・助教授を経て

平成19年より現職



にのび、紀伊半島の北端部分を東西に横切る中央構造線によって、まず基盤岩類の分布は南北に2区分されます。中生代以前の固結した地層群のほとんどは付加体と呼ばれるものです。これは、海洋地殻の上に堆積した遠洋から大陸沖合に至る堆積物が、海洋地殻の大陸地殻下への沈み込みと共に、大陸縁辺にはぎ取られ付加した地質体であり、海洋性の泥質岩や砂岩を主としてブロック状にチャート・石灰岩・緑色岩などを含みます。

中央構造線の北側(内帯)には、先ジュラ紀地帯群(内帯北部に主に分布)、ジュラ紀地帯群(内帯南部)が基本的に東西に配列しています。一方、その南側(外帯)にはジュラ紀地帯群(外帯北部)と白亜紀・古第三紀地帯群(外帯中部～南部)が主に分布します。つまり、内帯は、外帯に比べて主要な付加体の形成時期が古いことが判ります。この状況は、図1の地質図の凡例先ジュラ紀～白亜紀・古第三紀地帯群の地層分布に注目してもらえればその違いは明瞭です。中生代末の白亜紀から新生代前半の古第三紀に至る時代には大規模な火成活動が生じて、広域に火山岩・深成岩が形成されました。淡いピンク色で示される領域は主に火山活動で地表に噴出した凝灰岩や溶岩などからなる火山岩類から構成されます。赤色で示している領域は花崗岩類でその多くはこの時期に形成された岩体です。これらの火成岩体のほとんどは内帯側に分布している感じがうかがえます。この火成作用は、内帯の金属鉱床の多くを生み出しました。生野・明延・大谷鉱山などはその例です。内帯北部地域では、日本海形成に関わる火成作用が引き続き生じて北但層群にまつわる火山岩類や堆積層が日本海沿岸域に分布しています。同じ時期に、紀伊半島南東部では熊野層群とそれに引き続いて形成された火成岩類が分布しています。そして、第三紀末から内帯側で顕著に内陸盆地の形成が始まり、東から東海・古琵琶湖・大阪などの堆積盆地の形成されました。現在の低地部分に広く分布する半固結～未固結の堆積層がその盆地を厚く埋めて



- 沖積層
- 鮮新世 - 第四紀堆積層
- 鮮新世 - 第四紀火山岩類
- 始新世 - 中新世堆積岩類・火山岩類
- 白亜紀 - 晩新世火山岩類
- 白亜紀 - 第三紀花崗岩・深成岩類
- 白亜紀高压变成岩類 (三波川結晶片岩類)
- 白亜紀 - 古第三紀地帯群 (堆積岩類)
- ジュラ紀地帯群 (堆積岩類・变成岩類)
- 先ジュラ紀地帯群 (堆積岩類・变成岩類)

図1 近畿地方の地質図(産業技術総合研究所地質調査総合センター、2003をもとに作成)

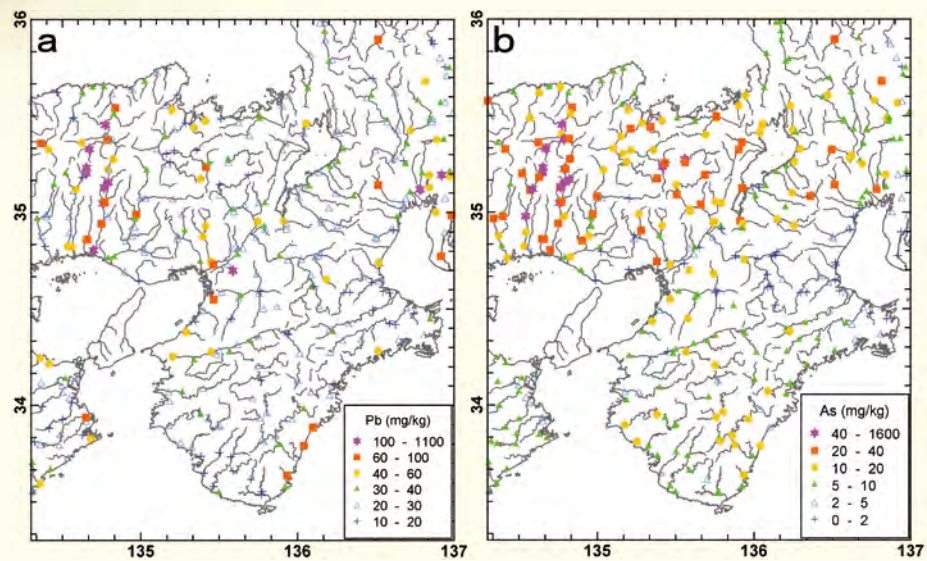


図2 近畿地方の河川堆積物の鉛・ヒ素含有量の分布(今井ほか、2004をもとに作成)
a：鉛含有量、b：ヒ素含有量

分布します。

以上のように、近畿地方の形成史を概観し、地層・岩体の分布をみると、中国・丹波・飛騨山地に至る内帯北部は古期の付加体と、それを覆ったり貫いたりする火山岩やそれに関連した堆積物が分布しています。火成作用は、周辺の古期岩体に対して熱による変成を与えるほか、その程度が低くても局所的な熱水変質が生じます。このような箇所は、重金属類などが濃集する場となります。金属鉱床だけでなく非金属鉱床もまたこのような場で形成されるので、近畿地方内帯では、外帯に比べてより多くの鉱床が存在し、これまで資源採取の対象となってきました。

3. 地球化学図にみる鉛・ヒ素の分布

産業技術総合研究所では、日本の河川堆積物を対象として、周辺地質・地域から生じる土砂中の元素含有量について、その分布図とデータベースを作成しています。この中から、鉛・ヒ素について近畿地方の地質分布と対照させてみましょう。図2 a, bにこの地球化学図に収められている近畿地方における河川堆積物の鉛・ヒ素の含有量分布を示します。

まず、鉛について見ますと、近畿地方における一般的な鉛含有量は40mg/kgまでであることが判ります。この濃度までの低い含有

量の分布は主に各河川上流から中流域でみられ、人為的な付加が生じなければ近畿地方の自然環境での平均的な範囲にあたと見られます。これに対して、河川下流域ではその含有量が高くなる傾向にあり、人為作用の付加が生じていることが判ります。大阪や名古屋などはこの傾向が顕著で、2倍以上の含有量となることが読み取れます。一方、上流域から含有量の高い分布が生じているのは市川流域・損保川上流域・大屋川流域が顕著で、全般的に60 mg/kgを上回る含有量を示します。この地域は生野・明延鉱山で知られる後期白亜紀～古第三紀の火成作用によって生じた金属鉱床が広く分布する地域に相当します。

ヒ素について見ますと、鉛とはやや違って、広域の基盤岩の分布にある程度沿う傾向が見られます。比較的低いヒ素濃度を示す地帯は、近畿地方の中部にあり、大阪から大和高原を通り三重県津市へ至る地帯です。この地帯は内帯南部にあたり、主要な基盤岩は花崗岩類であり、10mg/kgを下回る含有量が一般的なようです。これに対して内帯北部にあたる地帯は、10mg/kgを上回る傾向がみられます。前述のようにこの地域は泥質岩や砂岩を主とする先ジュラ紀～ジュラ紀の地帯群となっています。これに加えて後期白亜紀～古第三紀の火成作用によって生じた生野・明延鉱山をはじめとする金属鉱床が存在する地域では、鉛と同様にヒ素含有量は近畿地方の中で集中して含有量の高い地域となっています。丹波山地の中部でヒ素含有量は高い傾向があります。この地域は層状マンガン鉱床が多く存在する地域であり、丹波帯の堆積岩に起因するものではないかとみられます。内帯北部に比べると外帯は全般的にその含有量はやや低い傾向にあり、内帯で顕著に認められる火成作用の影響が少ないことがその理由であろうと考えられます。紀伊半島南東部の熊野層群とそれを貫く熊野酸性火成岩類の分布地域では10～20 mg/kg とやや高い値を示しています。ヒ素は、火山地域・鉱山地域で含有量が高くなる傾向が認められるほか、海成の泥質岩でも比較的一般に含有される元素とされます。近畿地方に見られるように泥質岩を含む付加体が広く分布する地域では一般的な元素であり、その含有量は20mg/kg程度までは認められるものでしょう。

鉛・ヒ素について地球化学図をもとに概観しました。鉛・ヒ素について環境省は特定有害物質の自然的原因の含有量上限値の目安として鉛140mg/kg、ヒ素39mg/kgを示しています。近畿地方では、鉱床が分布するような特異部分を除くと、一般的に環境省が示すこれらの上限値の範囲内にあると言えます。

4. 大阪平野第四紀層の有害元素の特徴

先に説明しましたように、第三紀末から内陸堆積盆地の形成が始まり、継続して沈降してきた盆地内には、土砂が運び込まれ、厚い第四紀層の堆積が生じました。近畿地方では、古琵琶湖層群・大阪層群と呼ばれ、河川成・湖沼成の堆積物から主に構成されています。大阪層群の上半部には、凡世界的気候変動の影響を受け、間氷期に海面上昇が生じた際に内陸へ広がった海域で堆積した海成粘土層が10数層挟まれます。これらの地層構成物は、周辺の隆起傾向にあった後背地から浸食・運搬されたものですから、当然のことながら基盤岩類の元素特性を反映したものとなります。これに加えて、堆積環境の影響を受けて、安定的に地層中に介在される元素が決まります。大阪平野では周辺が花崗岩類の基盤と北摂山地を構成するジュラ紀地帯群(主に丹波帯の付加体)から碎屑物が供給されています。特に砂はマサ化した花崗岩から供給されたようで、砂粒子の多くは石英・長石・黒雲母といった花崗岩構成鉱物が大半を占めます。これにチャートを主とする礫を含むのが

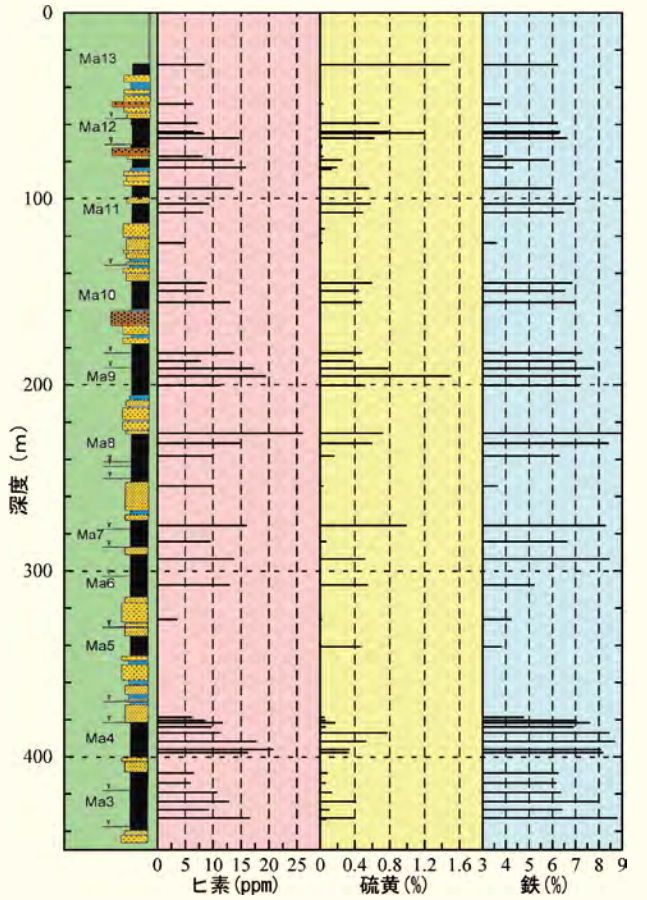


図3 南芦屋浜ボーリングコアの砒素・イオウ・鉄含有量(三田村・益田、1998)

一般的なようです。河川環境で堆積した泥質層は、氾濫原や小規模な沼沢地で形成されているため、側方にはあまり連続せず、上位の砂礫層に浸食されたり、その粒度が徐々に粗くなったりします。これに対して、大阪層群の上半部に挟まれる海成粘土層は、穏やかな海域の底泥として堆積したもので、そのような海域が広がる箇所に広く形成されました。このため、側方への連続性も良く、地質調査を行うための対比の目安とされます。大阪層群上半部には、このような海成粘土層と砂礫層が交互に挟まれます。温暖期の海域と氷河期の海退で陸域の環境が繰り返されてきたことを示しています。

図3は、このような堆積物のボーリング試料からヒ素に関わる含有量の分析を行った結果です。海成粘土層に含まれる砒素含有量は6～26mg/kgで、砂層中のものに比べると全般的に高くなる傾向を示します。また、ヒ素とイオウ・鉄の含有量の相関は、深度100m以深でよくなり、それぞれのピーク深度が一致する傾向がみられます。しかし、100mより浅い試料については、特にイオウとの相関が悪くなる傾向がみられる場合があります。海成の泥質堆積物には一般的に硫化物が多く含まれていることから、イオウ含有量はこれを示しています。砒素含有量はイオウ含有量と良い相関を持つことから、硫化鉄をはじめとする硫化物中の不純物として砒素が含まれていると解釈できます。100mより浅い深度で、その相関が悪くなることは、浅層部での酸化環境が影響し、硫化物の酸化によって、イオウが硫酸となって堆積物中での固定が

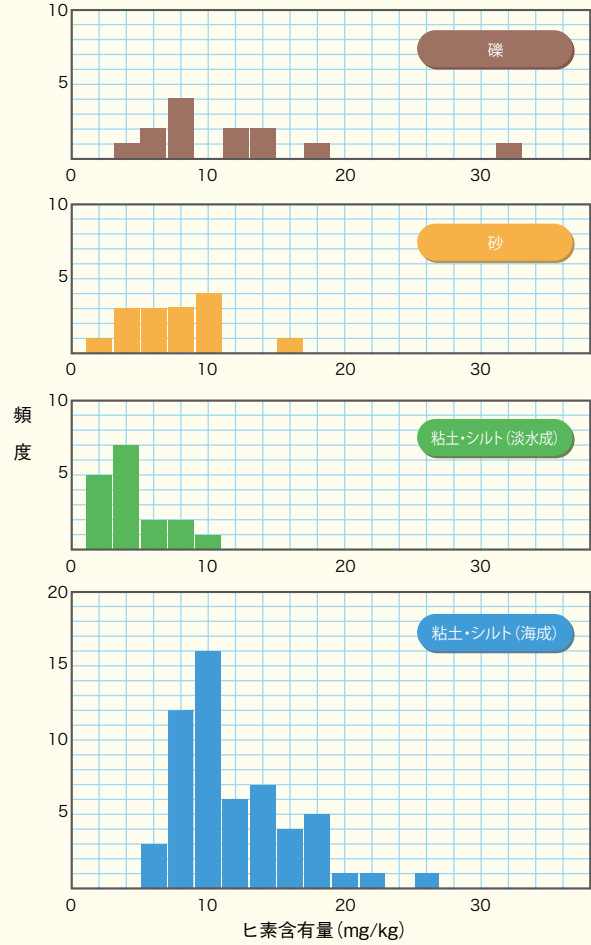


図4 大阪平野第四紀層ボーリング試料におけるヒ素含有量の岩相別ヒストグラム(三田村・益田、1998)

不安定となっているためとも見られます。

図4には第四紀層のボーリング試料の分析で得られた岩質毎のヒ素含有量の分布を示しています。全般的にはヒ素含有量は30mg/kgよりも低い値となっています。また、海成粘土層中では6～26mg/kgの範囲に分布し、その最頻値は10mg/kgあたりにあります。これは淡水成粘土層や砂層(主として10mg/kg以下)に比べて相対的に高い値となっています。海成粘土層と淡水成粘土層の砒素含有量の分布はおおむね6mg/kgが境となります。このような傾向は、堆積環境の違いが大きく反映したものといえます。図5に現在の大阪湾の底泥のヒ素含有量を示しました。やはり、現在の堆積物でも6mg/kg以上の含有量が認められます。さらに、還元環境の強い湾奥部沿岸域でヒ素含有量は高くなる傾向があります。このように、還元環境の強い堆積域では、海水中に含まれる硫酸分が還元化され堆積物中の鉄と化合して硫化物が形成されやすく、その中にヒ素が混在して固定される環境が整っているのです。

大阪平野の浅層部では、土壤汚染対策法に関わって、売買対象の土地の環境調査が行われています。この際、沖積層から、ヒ素・鉛・フッ素・ホウ素の溶出量は基準超過をおこすことがしばしばあります。この基準超過が自然的原因なのかが問われることになります。そこで、自然地層を対象として実施された分析結果をもとに、各元素の含有量・溶出量と沖積層上半部の岩相との関係をまとめたものが図6 a, bです。これは、大阪市内で行われた土壤汚染対策法に

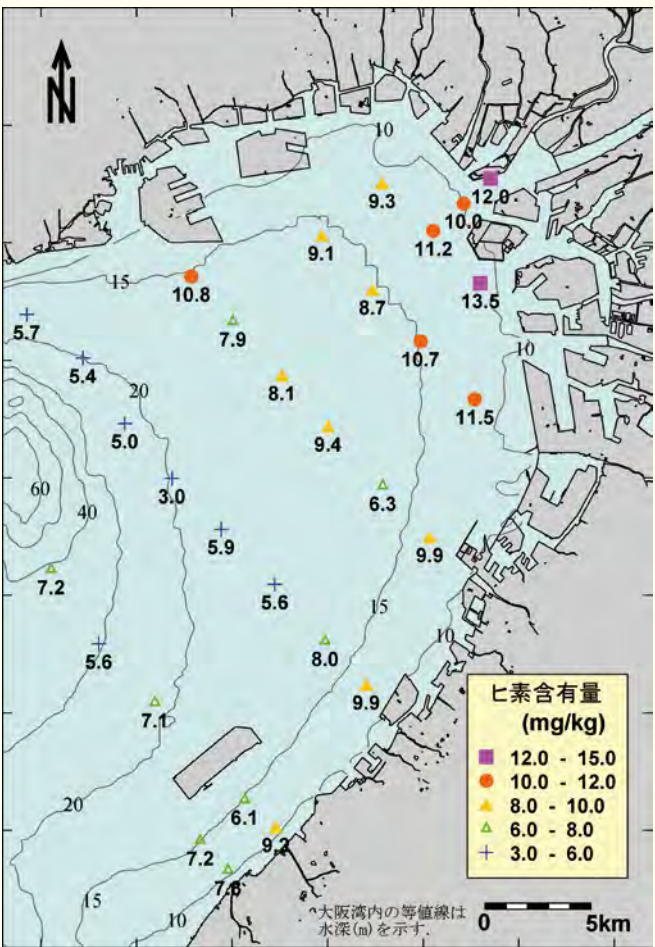


図5 大阪湾底泥のヒ素含有量の分布(KG-NET・関西圏地盤研究会、2007)

関わる6地域の深度方向調査結果で、沖積層上半部のボーリング試料を用いた61孔の分析結果をまとめたものです。沖積中部粘土層(Ma13層)の上面を基準として深度方向に溶出量と含有量の傾向を整理して示しています。

ヒ素含有量については概ね10mg/kg以下にあります。Ma13層上端部付近で一部20mg/kgを上回るものが存在します。溶出量はMa13層上端部付近を中心に溶出量が大きく40～90 μ g/Lと、特にMa13層最上部での溶出が大きくなります。ヒ素については酸化還元環境の変化によって溶出し易さが変化するため、Ma13層上端部付近での化学的環境の変化が大きく作用し、その溶出率が高くなる可能性があります。沖積層中の鉛含有量については20mg/kg以下となっていて、先に示した地球化学図の結果と大差はありません。含有量は上部砂層で相対的に低くなりますが、溶出量については、上部砂層下部で10～20 μ g/Lと大きくなる傾向が認められます。

フッ素・ホウ素については、含有量・溶出量とも岩相に依存する傾向が強くていています。いずれもMa13層で高く、上部砂層で低くなる傾向が認められます。フッ素・ホウ素ともpH8前後で溶出しやすい性質があります。ちょうど、還元的な環境が維持された海成粘土では、pHがそのあたりにあり、溶出試験でpHが高い状況であれば、容易に溶出してくるものと考えられます。ホウ素は、海水中に一般的に存在しますから、Ma13層中のホウ素は海水起源であるといえます。



白木音信（しらき おとのぶ）
協同組合関西地盤環境研究センター
所長代理

昭和47年3月 奥野製薬工業株式会社
昭和50年9月 財団法人化学品検査協会
（現：財団法人化学物質
評価研究機構）
昭和62年1月 株式会社化学品分析センター
平成15年2月 協同組合関西地盤環境研究
センター



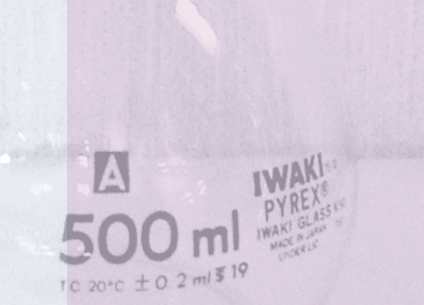
原子吸光度計



ICP 発光分析装置



高性能 ICP 発光分析装置



技術者の目線から

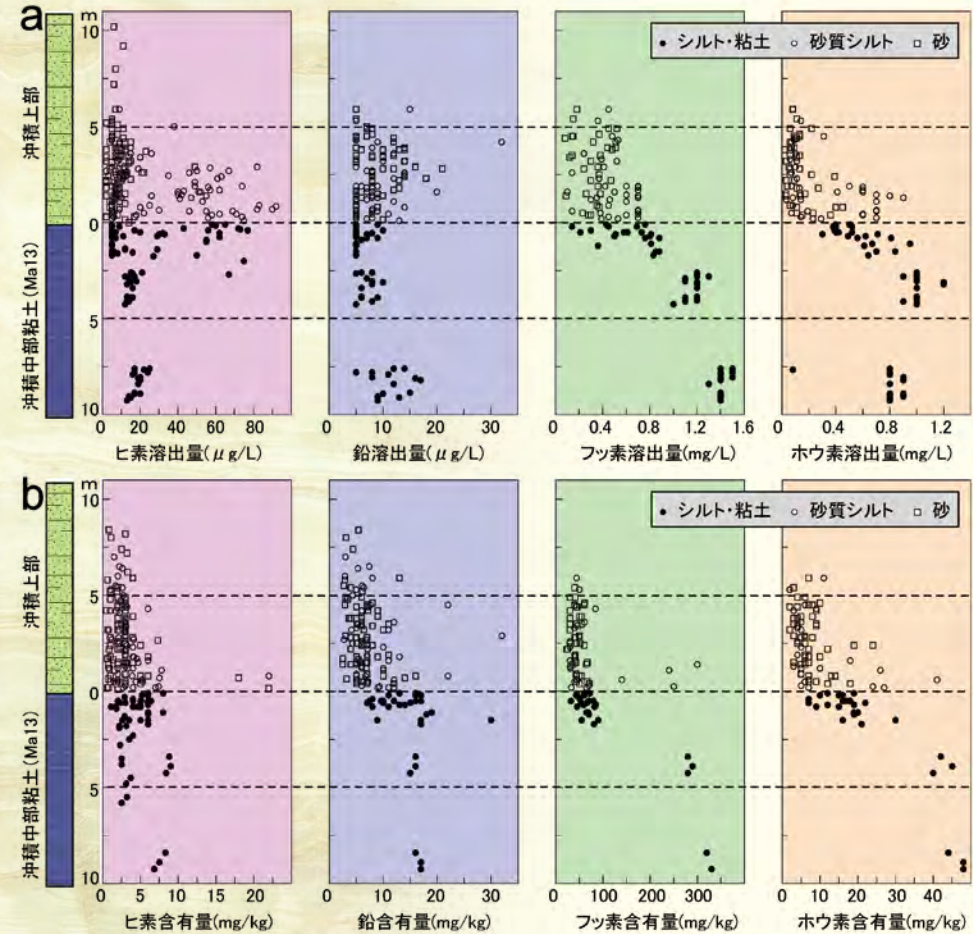
環境分析の変遷

飛躍的に進歩する技術

昭和45年に俗に言う公害国会(第64回国会)が開催され、世間一般に認識されていた「公害」という言葉が政治用語となりました。当時私は神戸市立工業高等専門学校4年で工業化学を専攻する学生でしたが、「公害」と言われるものの原因が化学工業に起因する場合が多く、大変な分野を選択してしまったのかなと考えたことを思い出します。当時の分析技術といえば原子吸光法が最新の分析機器(大阪府下に数台しかなかった)であり、分析可能な濃度も現在より1桁程度高い濃度までしか測定できなかったのを覚えています。卒業後鉛ガラスの研究室を経て環境管理部門に配属され、原子吸光光度計の設備入替について検討のため、当時最新式の原子吸光光度計を持っておられた通産省工業技術院大阪工業試験所(現在の独立行政法人産業技術総合研究所関西センター)へ1週間余り通い、新品のホローカソードランプ(原子吸光法の光源)の箱を片っ端から開封し、最高感度と検量線の直線性が得られるバーナー高さや酸濃度の影響等を検討した事も懐かしい思い出です。現在では分析方法もずいぶん進化し金属類ではICP-MS、有機成分はGC-MSなど直接原子量あるいは分子量を測定する時代となってきています。試験・検査が専門の通産省系財団法人に在籍していた当時は、かなり高価な試験機・分析機器も購入が可能でしたが、当時も分析業界というのは設備産業であり、如何に多くの資金を設備に投資できるかで、その分析業者の技術レベルが決まってしまう業界だと認識しておりました(今思えばずいぶんいい加減な認識ですが)。分析の技術力という面でもずいぶん驚かされた事件が10年前にありました。マスコミ等でずいぶん頻繁に報道されたのでほとんどの方が覚えておられると思いますが、和歌山市内での毒入りカレー事件で

す。カレーの中に少量混入していた亜ヒ酸の不純物を分析して、不純物の含有比率等から産地が同一であると特定したとの事。当時でも分析可能な濃度レベルではppt(1兆分の1)のオーダーになっておりましたが、精製分離や濃縮が可能なものに限られ、少量の試料しか得られない条件で、圧倒的な含有量の主成分がある中から極微量の不純物を検出しその不純物の比率で同一性を断定できる技術力に感動しました。「スプリング8」という名前も播磨科学公園都市にある事も知ってはいたのですが、それほど技術を保有しているとは全く知りませんでした。後日施設を見学させていただいた後、当時その分析に尽力された元科捜研の技術者の苦労話を聞いたことは技術屋としての財産だと思っています。若い頃は最新設備を導入している試験機関の方が、より技術力があるように思っていました、最新の設備を導入したある県の消費者センターが子供用の消しゴムを分析し、有害物質(カドミウム)が含まれていると公表して新聞沙汰となり、そのメーカー及び他の消しゴムメーカーから随分たくさん試験依頼を頂いたことがあります。結局は消費者センターの技術力不足で機器分析前の前処理が完全でなく、妨害物質のため意外な数値がコンピューターから出力されたものでしたが、分析者が異常値と評価できずそのまま公表してしまったものでした。最近の分析(試験)機器は不適当な前処理を行ってもコンピューターが何等かの数値を出力しますので、機器分析へ至る前の処理を誤ると本来の値とはまったく違うものになりかねません。30年以上環境関係の分析に携わってきましたが、基本的な化学・分析の知識の重要性を再認識している今日この頃です。

図6 大阪市内の土壤汚染対策法による沖積層のヒ素・鉛・フッ素・ホウ素の溶出量・含有量の分布傾向 (KG-NET・関西圏地盤研究会、2007)
a：溶出量の垂直分布、b：含有量の垂直分布
大阪市内6地域の深度方向調査61孔の分析結果をまとめた。盛土での分析結果は除いてある。溶出量は土壤汚染対策法に定める土壤溶出試験結果、含有量は底質調査法による含有量試験結果を示す。沖積粘土層上限を基準として深度調整をしている。



4元素の含有量についてはいずれの元素も環境省が示す自然的原因による上限値を超えません。これに対して、溶出量はヒ素・鉛は沖積層上半部では全般的に基準超過をきたす可能性が高いと言えます。フッ素については、沖積中部粘土層で超過する可能性が高く、ホウ素も同様に粘土層でやや超過気味となります。このように、大阪平野の沖積層ではこれらの元素の溶出量超過が生じる傾向にありますが、いずれの元素の超過率も基準値の10倍を超えることはありません。最も超過率の高いのはヒ素であって、場合によると一部10倍を超えて超過する可能性もありそうです。つまり、大阪平野の沖積層上半部では、環境省が示す自然的原因による基準超過現象の目安の範囲内であって、表層からの汚染拡散の傾向が認められないことと自然地層と分析結果との関係を検討することで判断ができると見られます。

5. おわりに

ここでは、近畿地方の地質の概観と関連する特定有害元素の一部について、それらの関係を概説しました。土壤汚染対策法に関連して行われる溶出試験の結果は、供される試料によって渗出液の化学状況が異なり、一定の化学条件での評価が難しい側面があります。このため、含有量と溶出量がうまく相関を示すわけでもなさそうです。また、溶出試験で超過傾向が認められても、周辺の河川水質や地下水水質とは異なります。産業技術総合研究所が作成された地球化学図のデータは、河川堆積物の含有量ですので、それが高い地域で、溶出量も高くなるわけではありません。今後、各地域の浅層部や地質体毎の溶出特性などについてもデータの蓄積が

望まれます。

今回示した沖積層の状況についても、まだデータ量が多いものではありませんし、大阪平野の沖積層の典型的な岩相部分について示したものです。今後、このような資料の蓄積ができれば、もう少し広域の平面的な変化も含めて、その傾向を示すことができるでしょう。しかし、このような資料は開示されることがほとんどありません。何らかの方法で、関連資料の蓄積と相互利用ができる方が必要かもしれません。以上のように、まだまだこのような資料の蓄積が必要と見られますが、現状での概観について参考になれば幸いです。

〈引用文献〉

今井 登・寺島 滋・太田充恒・御子柴(氏家)真澄・岡井貴司・立花好子・富樫茂子・松久幸敬・金井 登・上岡 晃・谷口政碩(2004)日本の地球化学図。産業技術総合研究所地質調査総合センター、209p。
KG-NET・関西圏地盤研究会 (2007) 新関西地盤 - 大阪平野および大阪地盤 -2007。450p。
三田村宗樹・益田晴恵(1998)大阪周辺のボーリングコアの砒素濃度。日本地質学会環境地質研究委員会環境地質学シンポジウム論文集, 8,85-88。
産業技術総合研究所地質調査総合センター (2003)100万分の1日本地質図第3版 CD-ROM 第2版、数値地質図 G-1。

特集

SPECIAL-ISSUE

環境を考える

和歌山県の 森林環境保全の取組



西山久雄 (にしやま ひさお)
和歌山県 農林水産部 森林・林業局 森林整備課 森林づくり班長
昭和59年4月 和歌山県入庁
治山事業、林地開発許可業務、山村振興関係業務等を担当
平成20年4月から現職

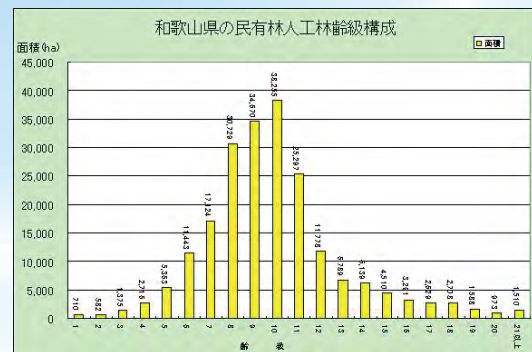
1. はじめに

和歌山県は、その大部分が紀伊山地を中心とする地域で、県土の77%を森林が占めている。これら森林は、国土の保全や水源のかん養、さらには二酸化炭素の吸収源等多様な機能を併せ持っている。現在、本県では、「和歌山県長期総合計画～未来に羽ばたく元気な和歌山～」を策定し、森林の持つさまざまな機能を保全するため「多様で健全な森林づくり」を進めている。以下、本県における森林整備の取組状況、また、県内の森林環境を保全していくため企業などの方々とともに森づくりを進めている「企業の森」事業について紹介する。

2. 本県における森林整備の取組状況

(1) 森林の現状

本県における森林の現状は、森林面積が364千ha、うち民有林が346千haとなっている。また、スギ・ヒノキ等の人工林が210千haと民有林全体の61%を占めている。また、間伐を必要とする11年生から45年生までの人工林が50%を占め、間伐適期の森林が増加している。



和歌山県の民有林人工林年齢構成

(2) 森林整備の現状

国土の保全や水源かん養など森林が持つさまざまな機能を保全し、健全な森林づくりを進めるためには、間伐の適期にある人工林の整備が重要であるとの認識のもと、これを積極的に推進してきた。具体的には、「緊急間伐5カ年対策(H12～H16)」や「間伐等推進3カ年対策(H17～H19)」を策定し、国補助事業や県単独事業により平成12年度から平成19年度までの8年間で約73千ヘクタール(計画量：69千ha)の間伐を実施してきた。「間伐」は森林の環境を保全し、健全な森林を育成するために必要な作業であり、林内を明るくし下層植生を回復させ、土壌の流亡を抑制し、豊かな森林土壌を形成することができる。また、水源かん養機能や生物の多様性など森林の持つ多様な機能の向上を図ることができる。しかしながら、長期にわたり間伐が実施されないことから、林内に陽光が入らず表土が流出するなど荒れた状態の森林が増えつつあり、手入れの行き届いていないこれらの森林を解消することが大きな課題となっている。本県では、今まで以上に「間伐」を積極的に推進する必要があると考えており、今後は、県長期総合計画に基づき年間10千ha～12千haの間伐実施を目標に整備することとしている。



間伐実績の推移



間伐が必要な森林



間伐直後の森林



整備された森林

3. 「企業の森」について

本県では、県民・企業・ボランティアなど多様な主体による森林づくりを進めている。なかでも、和歌山県と企業・団体等が連携してつくる「企業の森」事業を積極的に進めている。本事業は、県内の森林環境を保全するため、全国に先駆けて平成15年から取り組み始めているもので、企業や労働組合、NPO団体等の方々の「社会貢献・環境貢献活動」の一環として県内の森林環境保全に取り組むことを提案しているものである。

(1) 仕組み等

本事業の仕組みは図1に示すとおりで、参画企業等はこの枠組により、植栽(主に広葉樹)下草刈りなどの行動を行うものである。また、「企業の森」事業で整備された森林の二酸化炭素吸収量を算定するなど、参画企業の環境貢献活動を県が評価・認証している。現在(H20年8月末現在)森林整備に取り組んでいる企業等は38団体で、活動の対象となっている森林面積は160haである。

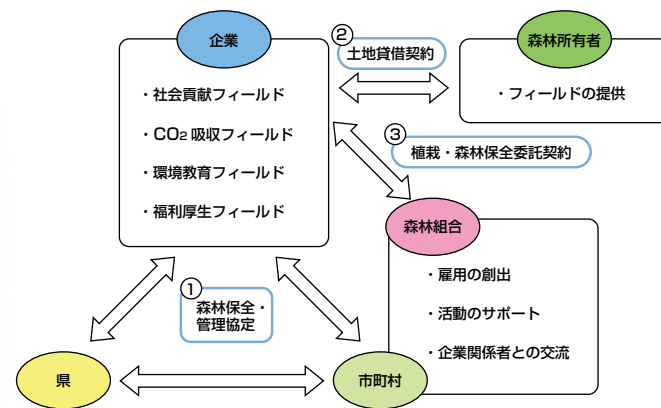


図1 「企業の森」仕組み図



「企業の森」植栽活動状況

(2) 活動地域等

活動地域は、日高・田辺地域に集中しており、流域奥地の水源地域や世界遺産に登録された「熊野古道」周辺の森林が中心となっている。また、活用方法もさまざまで「環境貢献活動」「レクリエーション活動」「山村地域との交流活動」「環境教育活動」など幅広く活用されている。

(3) 県の取組

県では、地元地域とのパイプ役や活動時のバックアップ、参画団体の活動内容を紹介(県ホームページへの掲載)するとともに、新たな企業等の参画が得られるよう、都市部でのPR活動、企業等の訪問や県情報誌「C S R WAKAYAMA」を発行するなど積極的な取組を展開している。



エコプロダクツ2007でのPR活動

エコプロダクツとは企業、政府、自治体、NPO、教育機関などが参加する「日本最大級の環境展示会」



情報誌「CSR WAKAYAMA」

4. おわりに

本県は、「紀伊山地の霊場と参詣道」が世界遺産に登録され、また、「串本沿岸海域」がラムサール条約に登録されるなど自然豊かな県であり、この素晴らしい自然を後世に引き継いでいかなければならない。そのためには、県土の7割以上を占める森林環境の保全が重要であり、今後とも、森林の持つさまざまな機能を保全するため積極的な取組を行うとともに、県民・企業・ボランティアなど多様な主体の参画による森づくりを進めたいと考えている。

特集 SPECIAL-ISSUE

環境を考える

里山林の将来像



服部 保（はっとり たもつ）
兵庫県立大学 自然・環境科学研究所 教授および兵庫県立人と自然の博物館 研究部長。
照葉樹林、里山、チガヤ群落、万葉集・枕草子・源氏物語の植生などの研究に従事。
平成4年7月より現職。

近年里山への関心が高まり、里山の保全活動も各地で進められている。しかし、里山の定義、景観、植生、利用といった基本的な点についても十分理解されていないように思われる。里山の基本的な問題とこれからの里山のあり方について解説したい。

1. 照葉原生林

人の手が加わる以前の日本の植生は照葉樹林、夏緑林、亜高山針葉樹林、高山植生の4つに大別される。東北地方の海岸部より関東、中部を経て沖縄に至る広い地域の低地帯に広がっていたのが照葉樹林である。照葉樹林はシイ、カシ、クスノキ、タブノキなどの高さが25m、胸高直径が1.5mにも達する照葉高木が優占し、ツバキ、サカキ、シキミ、ヒサカキ、センリョウ、マンリョウなどの低木類が生育する常緑広葉樹林（照葉樹林のほか熱帯雨林、硬葉樹林が含まれる）の1タイプである。現在では原生状態の照葉樹林は、ほとんど残っておらず、やや自然性の高い照葉樹林が社叢として残されているにすぎないが、照葉樹林の構成種はごく身近な街路樹、庭園植物、神事、行事などによく利用されており、縄文時代に開花した照葉樹林文化は現代にも受け継がれている。

2. 照葉原生林より里山へ

縄文時代より毎日の生活に燃料は必要であったが、人口密度も低く、焼き畑程度の農耕であったので、照葉原生林内の落枝の収集や低木類の伐採等で十分な燃料確保が可能であったと考えられる。水田稲作、定住が始まり、人口密度も高くなると近くの照葉原生林内からの採取では燃料確保が困難となる。燃料を持続的に、効率的に生産する場が必要となり、照葉原生林を伐採し、里山を育成したのであろう。水田耕作は3000年前に始まったとされているので、里山の歴史も3000年となる。ただし、里山化された所は人里の近くであり、人里から離れた奥山は中世まで照葉原生林や夏緑原生林として残されていたようである。燃料供給林として里

山を持続的、効率的に利用するためには高木の再生、林内の持続的管理、継続的利用の方法を確立する必要がある。高木の再生については萌芽更新（切り株から発生した萌芽を生育させて、幹を再生させる方法）と天然下種更新（萌芽の発生しないマツなどは少数の母樹を残して伐採し、その母樹からの種子によって再生させる方法）、林内の持続的管理としては柴刈り、継続的利用については輪伐（萌芽からの再生年数に合わせて里山をいくつかに分け、毎年1区画ずつ順番に伐採する）といった方法が長い年月を経て、確立したと考えられる。高さ10m、胸高直径0.2m程度の細い樹幹によって構成され、明るい林内を持つ里山は照葉原生林とはまったく異質である。

3. 里山から里山放置林へ

弥生時代に始まった里山の利用は、昭和30年代の燃料革命まで続いていた。燃料革命以降、里山はほとんど利用されなくなり、その放置された年数は半世紀にも及んでいる。10年から25年周期で伐採されていた里山が50年間も伐採されなければ、里山の相観、植物相、さらに動物相も大きく変化するのは当然である。特に里山の林内にある照葉樹が優占化し始め、林内は暗く、多様性の低い樹林へと遷移しつつある。我々が現在眺めているのは、もはや里山ではなく利用されなくなって「放置された里山」、「里山放置林」である。里山放置林と里山をきちんと区別することは、これからの「里山放置林」のあり方を考える上でたいへん重要である。

4. 里山放置林から環境林・文化林へ

里山が利用されなくなり、里山放置林化したのは里山のもつ生産機能が失われた結果であるが、生産機能を失ったからといって里山を放置しておいて良いのであろうか。里山には生産機能以外にCO₂の固定、防災、水源、生物多様性などの環境機能の他、学習、教育、遊び、レクリエーションといった文化機能を有しており、生産



写真1 照葉原生林（宮崎県綾町）



写真2 里山（クヌギ林、兵庫県川西市）

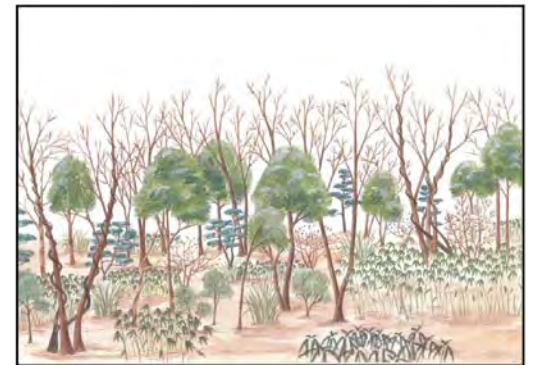
機能を失ったとしても里山の重要性は変わらない。むしろ里山の環境・文化的利用の急増からみて、里山の重要性はより高くなったといえる。したがって、里山放置林の目指すべき方向は、かつての里山を復元するのではなく、環境機能、文化機能を十分果たすことができるような樹林（環境林・文化林）への整備である。近年、「昭和30年代以前の里山」を復元の目標（現実には里山へ復元させている例はきわめて稀で、単に低木類の除伐に終わっている所が大半である）にして管理を進めている所が多いが、生産機能の回復なしに里山の復元はありえないので、この目標を達成するのは困難である。生産機能にこだわらず、里山放置林のもつ環境・文化機能を最大限に発揮できるような目標林（環境林・文化林）を設定し、それに向けての管理が望ましいのではないだろうか。

我々は里山放置林の整備目標として夏緑高林（20mにも達するような落葉広葉樹が優占し、生物多様性の高い夏緑低木・草本類を構成種とする樹林）を設定し、それに向けて、つる植物、コシダ・ウラジロ、照葉樹、ササ・タケなどの除伐などの整備を行っている。兵庫県では平成6年度より本年度までの20年間に約8000haの里山放置林の整備を、この方式に基づいて実施し、生物多様性の高い樹林が育成されている。

〈参考文献〉

山崎 寛・青木京子・服部 保・武田義明（2000）里山の植生管理による種多様性の増加。ランドスケープ研究、63（5）：481-484。
山瀬敬太郎・服部 保・三上幸三・田中 明（2005）兵庫方式による里山林の植生管理がその後の種多様性と種組成に及ぼす効果。ランドスケープ研究、68（5）：655-658。
服部 保・ほか（2007）都市山六甲山の植生管理マニュアル。兵庫県立人と自然の博物館。
服部保・南山典子（2005）北摂地域の里山林再生マニュアル。兵庫県立人と自然の博物館。

里山の現状



照葉樹・ササ・つる伐採→継続的に管理→さらに管理



図1 里山放置林の環境林・文化林としての再生

特集

SPECIAL-ISSUE

環境を考える

地下水の胚胎と保全

主として滋賀県の特異な地下水を
対象として

西村 進 (にしむら すずむ)
NPO シンクタンク京都自然史研究所理事長 大阪生まれ、平成8年
京都大学(理学部地質学鉱物学教室物理地質学講座)名誉教授
専門地球テクニクス

1. 地下水の胚胎状況

地下水の定義は研究者の間でも専門により微妙に異なる。例えば旧網野町(現京丹後市網野町)の伏流は旧河川敷の砂層部分を除き、嫌気性で金気が多く上水道源としては使えず、主に離湖の水を取水していた。しかし、この湖の下半を海水が占め上部は淡水でこれを取水していたが、渇水時に海水の混入がみられた。そこで、岩盤中の被圧裂隙水を利用することを提案し、郷村断層の浅い部分(500m以浅)に掘削し、かなりの良効な被圧地下水を得たことがある。この断層に40年ほど前に約1000m深度で浅茂川温泉を掘削していた。

一方、厚い堆積層の深い部分の地下水を掘削し工業用水として利用された時期もあるが、地盤沈下の現象を来たし、関西や関東の平野では規制されるようになった。近年、利用量が少ないので地下の温度勾配を利用して、温泉法に適應する温泉として利用されるようになった。そこで、地下水と温泉水とは区別することが出来なく、次のように分類している(図1：西村2004)。

地下水の分類：

堆積物中に胚胎する ①－1 不圧地下水、 ①－2 被圧地下水
岩盤中に胚胎する ②－1 不圧裂隙水、 ②－2 被圧裂隙水
である。

2. 滋賀県の地下水の調査

琵琶湖総合開発の完了時に湖水の利用がなされる割合が多くなったが、それでも琵琶湖周辺では自噴域が広く、一部の山間・里山地域を除き、昔から地下水が豊富で何の問題も起きなかった。内湖の埋め立てが進み、地下水や河川水の浄化機能が低下し、近年琵琶湖東岸などで湖岸の地下水に砒素汚染がとくに広がっている(図2：滋賀県、2008)。大部分は自然由来と考えざるを得ない。同様な現象は彦根港でも見られる。彦根港畔で地下12～14m

掘削して汲み出せば、停滞水が還元性で総鉄で温泉法に適應され利用されている。この場所で雑用の浄水は400m程度掘削して得られている。また、海水面より低い嫌気性の地下水では、炭質物・二酸化炭素を嫌気性のメタン生成菌がメタンに還元している。各所で水溶性メタンが掘削により得られ、特に第二次世界大戦終了後数年間は利用されていた。このメタン含有地下水は水溶性ガスの約20%の二酸化炭素を含み、炭酸泉として利用されている(西村ほか、2004)。

水溶性メタンの胚胎について、滋賀県では地下水の胚胎の仕方の調査がなされたのが1980－1981年で、私どもも湖内外で重力測定を進め、堆積盆の基盤の形態を解明した(滋賀県、1981a)。滋賀県の地下水利用状況がなんら調査されていないので始めて調査を西村が依頼され、県内の鑿泉業者の記録などを頼りにまとめたものがあるがそれ以外にまとまった調査されたことがない(滋賀県、1981b)。

西村は多年に及ぶ自然環境保全審議会や環境影響評価審査会の会長、委員をつとめ、地下水汚染などにかかわってきた。

3. 滋賀県の地下水利用

滋賀県はその中央に全体の1/6の面積を占める琵琶湖が存在し、周辺の山地との間に広大な平地が見られる。堆積物中には伏流により慣用された自由面地下水(不圧地下水)が河川周辺の沖積層に広く分布し、被圧地下水も湖東・湖南を中心として多く胚胎する。これらの地下水は広く利用されている。

工業用水については、工業化の初期にはこの豊富な地下水を利用して湖東・湖南地区を中心としてスフ・人絹などの繊維工業が盛んであった。現在では繊維業界の不況からその業種も多岐にわたり、依然として地下水への依存性は大きい。県では工業用水の利用増加を狙い中水道の建設を行ったが、地下水の汲み上げになんら規制がないので、売れず非常な赤字を出した。上水道の水源と

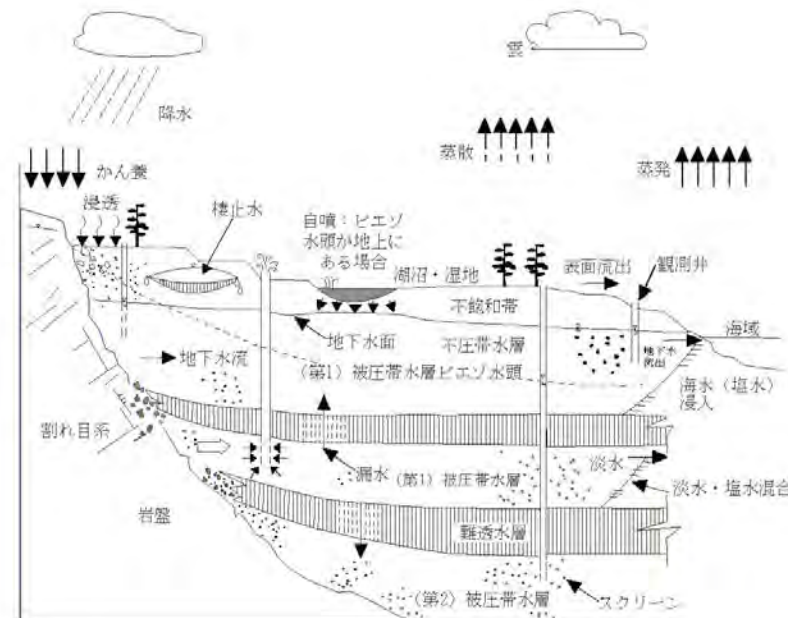


図1 堆積物中の地下水・温泉

しては、琵琶湖に面する市・町は湖水に求めているが、多くは地下水に頼っている。

農業用水としては県下約60,000haの水田に対し、農業用水の地下水利用は、琵琶湖周辺でもっとも盛んで、地下水利用実態調査によると、近畿全体の地下水利用量の約50%を滋賀県が占めている。また、水産用水としても地下水に依存している。

以上のような取水に対し、滋賀県では他の都道府県のような地盤沈下などの障害は起こっていない。今までに、旧近江町において農業用水の取水が各家庭の井戸に影響を与えたので、水資源保全に関する条例が設けられた例があるが、水道の普及でその規制もなくなり、県下で地下水利用の規制がまったくない。

堆積層の深部から汲み出す温泉も他府県に比べて少なく、取水による干渉もあり知られていない。一方、例えば石山の長石鉱山の坑内水が非常に高濃度のラドンを含み、遠く石山まで運ばれ、石山温泉として利用されたりしている。湖西の山では花崗岩の中のラドンを含む被圧裂隙水が温泉として利用されている。

水質汚染については、一部終末処理場・化学工場跡、変圧器などの政策工場跡とその周辺に見られるが、大規模なものは少ない。ただ、深い井戸の上水道の水源が汚染された例があったが、これは古い街道筋の洗濯屋や鉄工所の排水が長く不圧地下水を汚染してきたのが被圧地下水の多量の汲み上げにより下部に浸透した例があったが、県の詳細な分析の結果を検討して解決した。珍しい例として、鈴鹿山系の花崗岩に接した石灰岩に砒素の含有が多く、堆積場が汚染源であった例もある。

〈参考文献〉

地下深部の温泉の問題点、自然と環境、6、53-58. 西村進・桂郁雄・西田潤一(2004)
琵琶湖周辺の炭酸泉、温泉科学、54、55-64.
滋賀県(1981a)：滋賀県天然ガス調査研究報告書、滋賀県、234頁。
滋賀県(1981b)：地下水利用当基礎調査報告書、滋賀県、71頁。
滋賀県(2007)：環境白書、滋賀県、210頁。

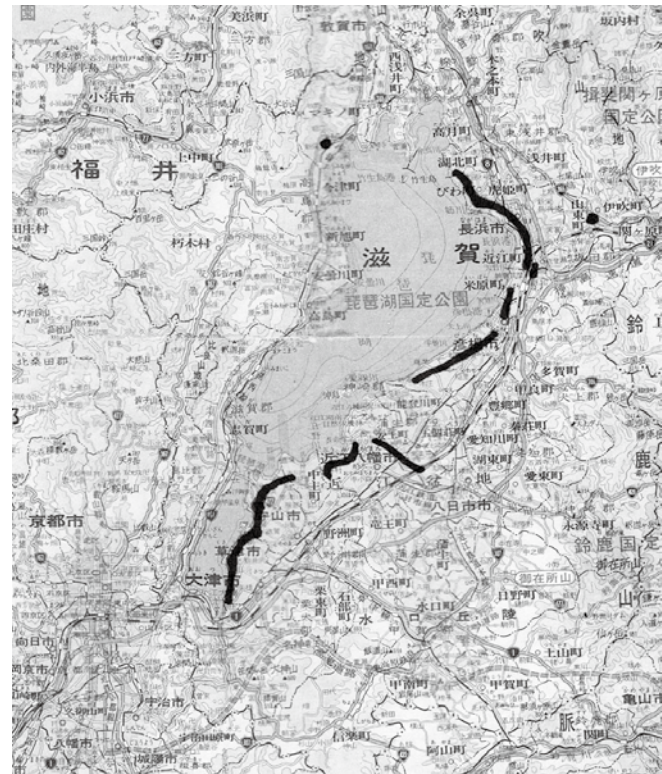


図2 滋賀県における地下水中の砒素濃度の環境基準超過地帯(滋賀県環境白書を参考にして)
●は、接触鉱床近辺の砒素を含有する地点を示す
■は、湖岸沿いの砒素を含有する地域を示す

Challenging people

プロフェッショナルへの関門をくぐり抜けた二人の合格体験記は、資格をめざして格闘中の若きチャレンジャーにとってはいい刺激と受験のためのヒントを提供してくれることでしょう。

01 技術士編

私の技術士勉強方法

平成19年度に念願の技術士(建設部門ー建設環境)を取得することができました。平成19年度より試験内容が変更になり、筆記試験時での業務経歴に関する問題が無くなりました。これも経験の乏しい私にとって合格の一助になったのかもしれませんが。今後は、若い技術者の合格が増えるような気がしました。

以下は、私の経験で恐縮ですが試験勉強の方法について述べたいと思います。

まず筆記試験についてですが、とにかく(国土交通)白書を教科書と思い勉強しました。また、関連するキーワードで模擬答案を作成しました。とはいえ、白書でさえかなりボリュームがあります。日々の業務をこなしつつ試験勉強を行う事は非常に労力が必要です。私は、常に白書を傍らに置き、昼休みや移動中に少しづつでも継続して読みました。模擬答案の作成は主に休日に集中して行いました。試験では白書の後半部分からも出題されることも多く、ふと目にした記載内容を思い出しながら答案の記述を行うことができました。白書は例年5月頃に発売になります、我が国の動向を鳥瞰する意味でも役に立ちますので、是非自費で購入することをお勧めします。

また、答案の作成ににあたっては、今更とは思いますが、定番の答案作成方法を覚えていると筆記が楽になると思います。

筆記試験では、白紙の600字詰め原稿用紙が渡され、問題に対し3枚程度でまとめる必要があります。このため、「みだし」をまず作成し、記述前に白紙の原稿に各みだしに関わる文章の配分について、おおよそのあたりをつけておくと、最後のページまで埋める助けになると思います。

文章は簡潔に、課題や解決策は箇条書きで、課題に対する解決策に漏れが無いように作成するとよいと思います。

また、筆記に慣れておくことも大事です。平成19年度より経験論文が無くなり時間的に余裕があるといわれます。しかし、個人的

三好博文 (みよし ひろふみ)

応用地質株式会社 関西支社ジオテクニカルセンター 地盤環境担当グループ
平成14年に応用地質株式会社に入社以来7年間、環境関連業務(土壌・地下水汚染、廃棄物)を担当している。



には終了の時間が迫ってくるのが早いと感じました。特に、午前中に行われる一般問題では、慣れないこともあり、時間が足りないと感じました。この原因のひとつは筆記慣れにあると思います。普段の業務ではワープロを用いて文章を作成しますが、試験は筆記ですの でなかなか大変です。事前に本番と同様の模擬答案を筆記で作成し、筆記慣れすることがよいと思います。また私見ですが、誤字や漢字が思い出せない等の筆記試験中に発生する細かな心配ごとはあまり気にする必要はないと思います。それよりも、最後の行までなんとか埋めることが重要だと思っています。

次に口頭試験についてですが、口頭試験の体験談は、インターネットの技術士試験を応援するホームページに多く掲載されています。初めて受験される方にも心強い味方になると思います。

口頭試験では、まず最初に業務経歴と経験業務について15分間程度で説明を行います。この説明の練習として、上司、同僚、家族の方を相手に模擬面接を行い、慣れておく と随分緊張がほぐれると思います。面接は、45分間と変更前と比べて長くなりましたが、最初の15分間を無事に乗り越えたと余裕が出ると思います。

技術士を取得してから、国交省関連の業務を行う機会が増え、日々の仕事にやりがいを感じています。発注者から「技術士だから大丈夫だ」といわれると未だ重圧に感じますが、その期待に応えたく日々の業務に取り組んでいます。今回の私の経験談は、定番のものばかりで恐縮ですが、これから技術士を受験する若手の技術者にとって少しでも参考になれば幸いです。

02 地質調査技士編

過去問題の徹底理解が合格につながりました

この度、地質調査技士資格検定試験で「土壌・地下水汚染部門」を受験させていただきました。私の場合、勉強を始めた時点での土質試験についての知識はかなり少なく、土質試験の勉強が検定試験への合格を左右したのではないかと思います。勉強を始めた当初は、過去の試験問題を見ても土質試験の部分はさっぱりわかりませんでした。土質試験については、参考書籍である「ボーリングポケットブック」を使って勉強していましたが、内容が非常に多く、一人で勉強したのでは重要なポイントがつかめずとても苦労していました。

そんなときに、突破口となったのが地質調査業協会主催の講習会への参加でした。講習会では、試験の各科目ごとに、パワーポイントを使ってわかりやすく説明していただきました。各科目の講師の先生それぞれが、ポイントが理解しやすいように工夫して個性的なパワーポイントを作成されていたので、講義に集中して興味深く聴くことができました。この講習会で土質試験のポイントをたたき込んでいただいたおかげで、その以降、一人で勉強していても内容のポイントが頭に入ってくるスピードが変わりました。また、講習会を受講した後は、過去問題に向かったときに、それまで意味不明だった問題がきちんと理解できている自分に気づき勉強に勢いがつきました。

そしてなんといっても、私の合格の鍵となったのは、数年分の過去問題の繰り返し演習です。講習会で教えていただいた内容と過去問題をつき合わせて勉強することでも、理解が深まり、力がついたと思います。地質調査技士資格検定試験では、出題の傾向がある

尾崎 夏栄 (おさき かえ)

協同組合 関西地盤環境研究センター 環境技術課
平成17年4月 協同組合 関西地盤環境研究センターに入社。入社以来3年間、水質および土壌に関する環境分析を担当。現在は重金属分析全般を担当している。



ことから、過去問題の繰り返し演習は欠かせないと思います。私の場合、土質試験関連の問題が得意でなかったぶん、出題割合の大きい土壌・地下水汚染関連問題で得点を確実に取得する必要がありました。土壌・地下水汚染関連問題はこの繰り返し演習のおかげで安定した得点が取得できたと思います。

また、土質試験関連の問題に対しても過去問題の徹底理解に努めました。参考書籍や講習会の資料を見ても解決できないときは、インターネットで調べて、とにかくすべての過去問題を理解するようにしました。過去問題で答えられない問題は一間もないと自信を持って言える状態にして試験に挑みました。

実は、私の所属する環境技術課では、私以外の全員がすでに地質調査技士の資格を取得していました。また、今年、当センターから地質調査技士資格検定試験を受験したのは、私ただ一人でした。そのことで、大きなプレッシャーはありましたが、そのプレッシャーをプラスの力に変えて、持続的に努力することができました。合格することで次につながる！！そう信じて勉強に励みました。このプレッシャーこそ合格の鍵だったといえるかもしれません。

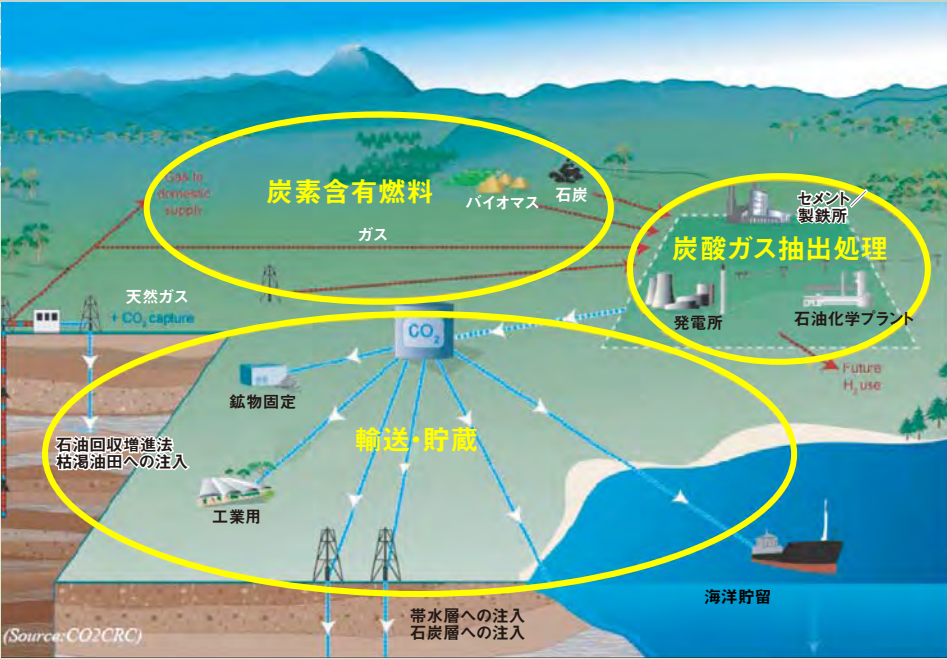
今まで、様々な試験を受験してきましたが、地質調査技士の資格は、私にとって実際の業務に一番関連している資格だと思います。地質調査技士検定試験の受験勉強をしたことによって自分が行っている業務への理解が深まり、さらに、この試験に合格したことで自信にもつながりました。この試験を受験したことは私にとって大きな意味を持っていたと感じています。今後も、日々の業務に勉強に励み、スキルアップにつなげていきたいと思っています。

REVIEW THE REPORT

最新技術レポート紹介／地球温暖化とCO₂削減

CCSによる地球温暖化対策

どのような方法で実施するかを
 判断する必要がある



CCS の概念図

1. はじめに

最近、地球温暖化が盛んに叫ばれている。確かに、現在地球の大気温は上昇している。その原因はあたかも大気中の炭酸ガス濃度の上昇に起因するかのようにいわれているが果たしてそうだろうか？ 大気温は太陽からのエネルギー、地球上の植生、海水、大気中の炭酸ガス濃度等の多くの要素が関連する複雑系システムである。複雑系システムの解には単一の解はあり得ない。太陽の活動も年々変化している、一番顕著なのは11年周期である、これは11年周期で太陽の活動が活発になり黒点が多くなり、磁気嵐により地球上で通信障害が生じる現象である。現在、太陽は活動期に入っている。その他に40年周期もあるとされている。現に人類が石炭・石油等の化石エネルギーを大量に使い出した18世紀以前にも、地球は温暖化と寒冷化を繰り返していた。このことは地球大気の温度が炭酸ガスの増加のみに左右されないことの傍証であろう。しかし、問題なのはこれほど急激な炭酸ガスの増加は地球が経験したことはなく、地球がどのような反応するか予測できないことである。

2. 京都議定書

1997年京都で開催された第3回気候変動枠組条約締約会議(地球温暖化防止京都会議；COP3)において、議決された気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書で日本は2008～2012年の平均で1990年の炭酸ガス排出量の6%、EUは8%、アメリカは7%を削減すると約束した。この条約はロシアの批准により、2005年2月16日に発効した。しかし、アメリカは批准しておらず、中国、インドはそもそもこの会議に参加していない。現実には、日本は2007年現在、炭酸ガスの排出量は減少するどころか逆に9%増加している。したがって、期限までに15%削減しなければならないことになる。そのために、日本政府はCool Earth21プロジェクト、各種研究助成、排出権取引制度の制定を行い目標達成に向けて努力をしている。その中の一つに炭酸ガス地層処分がある。

3. 炭酸ガス地層処分

排出された炭酸ガスを大気中に放出しないためには、地中か海中に処分する必要がある。その技術は、二酸化炭素回収・隔離・貯蔵(Carbon dioxide Capture and Storage；CCS)と呼ばれ、以下のものが提案されている。

- ①石油回収増進法(Enhancement of Oil Recovery)
- ②枯渇油田への注入
- ③帯水層への注入
- ④石炭層への注入
- ⑤海洋貯留
- ⑥鉱物固定

①石油回収増進法

従来から石油開発分野で石油・ガス増産の手法の一つとして用いられていたもので、高圧炭酸ガスを油・ガス層に注入するものである。しかし、この方法では注入した炭酸ガスの一部が回収された石油・ガスと共に再び地上にでてくるという問題がある。

②枯渇油田への注入

生産の終了した油・ガス田では、トラップ中に高圧で油・ガスが永年封じ込められていたわけで、シールが成立している。したがって、炭酸ガスを圧入しても外部に漏れる恐れがないと考えられる。圧入量は相当規模が予想され、平成21年度から福島県の磐城沖ガス田で国が約300億円の予算をかけて実証試験をすることになっている。

③帯水層への注入

帯水層とは砂層からなり、空隙が大きく地下水などで飽和している地層のことである。この実証試験は、(財)地球環境産業技術研究機構(RITE)が平成12年から新潟県長岡市の国際石油帝石ホールディング(株)の南長岡ガス田岩野原基地で実施している。

④石炭層への注入

石炭は活性炭の一種で、吸着作用があり、また内部の空隙中にメタンガスを含む。室内実験によると、石炭は炭質、温度、水分飽和率等により異なるが、メタンガスより2～数倍炭酸ガスの方を吸着する。平成14年度から北海道夕張炭田で行われた経産省の二酸化炭素炭層固定化技術開発の実証試験では、1日約3～10トンの炭酸ガスを吸着し、メタンガスは通常時に比べて数倍抽出することが確認された。

⑤海洋貯留

これは炭酸ガスを海中に貯留するものである。その方法には炭酸ガスを水深1,000～2,500mの海水に溶かす溶解希釈方式と、水深3,000m以上の深海底に貯留する深海底貯留隔離方式がある。しかし、海中の生物への影響の懸念がある。

⑥鉱物固定

これは珪酸塩鉱物が炭酸ガスと反応して炭酸塩岩や石灰岩等の一部になることにより、炭酸ガスを固定するものである。しかし、どの程度炭酸ガスが固定できるか明確でない。

4. おわりに

環境分野でよく言われる言葉に、Reduce、Reuse、Recycleがある。リサイクルは分散している廃棄物を集めてきて再利用するわけで、コストがかかることから、最後の手段である。炭酸ガスの削減についても、まず減らすという省エネルギーからは始めるべきである。しかし、どうしても処分しなければならないときには、エネルギー分野でエネルギーを評価する指標として用いられているEPR(Energy Profit Ratio；エネルギー利得率＝出力エネルギー／入力エネルギー)で評価し、どのような方法で実施するかを判断する必要がある。



芦田 譲 (あしだ ゆずる)
 京都大学名誉教授
 東京大学工学博士

昭和18年11月19日生(65歳)

昭和42年3月 京都大学理学部地球物理学科卒

昭和42年4月 石油資源開発(株)入社

昭和61年9月 京都大学工学部講師

昭和63年4月 同大学 工学部助教授

平成8年11月 京都大学大学院工学研究科

資源工学専攻教授

平成15年4月 同大学 同研究科

社会基盤工学専攻教授

平成18年12月 NPO 法人環境・エネルギー・

農林業ネットワーク理事長

平成19年4月 京都大学名誉教授

平成20年9月 Ypon Energy Ltd.(UK)

Chairman/Partner

物理探査学会功労賞 他多数受賞。

経産省国内石油・天然ガス基礎調査実施委員会

委員長、エネルギー・資源学会理事、日本工学ア

カデミー理事、協和協会理事 など役職多数。

地盤工学への物理探査技術の適用と事例(地盤工

学会)、地圏環境情報学(山海堂) など著書多数。

異業種座談会

土壌汚染を考える。 いま地質調査業に求められる役割とは

土壌汚染という問題に対してジオコンサルタントが果たすべき役割とは何なのか――。

環境地盤工学を専門とされる嘉門雅史先生を座長にお迎えし、
産業界、不動産業界、建設業界などからもお集まりいただき、
土壌汚染の対策の発動、土壌汚染と土地の有効利用、リスクコミュニケーション
などの観点から、ディスカッションいただきました。

平成20年9月25日新大阪チサンホテルにて

座談会出席者

座長（コーディネーター）

嘉門雅史

京都大学名誉教授
国立高松工業高等専門学校校長

正保剛

社団法人 日本鉄鋼連盟
環境・エネルギー政策委員会
土壌・水質分科会 主査

保賀康史

（株）鴻池組東京本店
土木技術部（環境グループ）部長

白鳥寿一

DOWAエコシステム（株）
ジオテック事業部 浄化総括部長

足立良夫

不動産鑑定士
足立良夫事務所代表

大洞輝雄

関西地質調査業協会
応用地質（株）

国土の有効利用にあたっては、
行政、産業界、エンドユーザー、
それぞれのステークホルダーの意識改革を
努力して進めていくことが求められる。

土壌汚染対策法の見直しにおける問題点
～自然由来と人為的な汚染をなぜ分けるのか

嘉門 土壌汚染対策法が平成15年2月2日に施行されて5年になります。その見直しが始まっていますが、まずはこの改正の取り組みについて皆さんからの率直なご意見をお願いしたいと思います。

正保 土地の有効利用にあたっては、土壌汚染に起因する「スティグマ」が一番大きなハードルになっています。私どもも、開発事業者自体も、土壌汚染によってどういう危険性があるのか、健康被害があるのか、その点がよくわかっていないというのが実情です。まわりの住民の方もわからないから、汚染があるということが悪評になってしまい、結局はすべて掘削除去すべしという話につながってしまいます。そうならないように、土壌汚染とはどういうものなのかというところをきちんと住民を含む関係者に知らしめた上で、法の枠を広げるということであればよいと思うのですが。ただ、この

一番ベーシックなところ、国民に広く知っていただくということが非常に難しいと思うのです。土壌汚染対策はそこが最大のポイントなんじゃないかと業界のなかで話をしています。

※スティグマ：土壌汚染の存在に起因する心理的な嫌悪感により発生する不動産価格の減価要因

足立 不動産取引の世界では、汚染の原因が自然的原因であろうが人為汚染であろうが、土壌汚染を事象として捉えて、それがどう取引価格に影響するかというスタンスでやっています。そうすると、自然由来だったら浄化義務がないという話からしてそもそもわからなくなります。汚染は汚染なのだから、何とか対策を取らなきゃいけないと思っています。そういうデベロッパーの気持ちの背景には、エンドユーザーの漠然とした要求があります。すなわち土壌汚染は恐いものということで、初めからスティグマはダメとかたちで取引業界や鑑定業界も進んできてしまったところが問題だと思います。自然的原因と人為的な汚染をなぜ分けるのかということからして、不動産業界では理解できていないのが現状です。

嘉門 地球上に存在する鉱物の問題と自然的原因による汚染とはつながっているのですね。地球上に元素が何%くらいあるかというのをクラーク数というのですが、酸素、水素、シリカ、アルミ、鉄など、含有量の多い元素は人間に必要な元素で、それらに対しては耐性があるから人間は生きていられるわけです。ところが、クラーク数の小さい、地表に少ない元素である重金属に対しては人間は耐性

足立 そういう説明は当初からされてこなかったですね。国交省で議論しているなかでもそういう説明は全然ありませんでした。だから同じ汚染レベルなのに、なんで自然的原因によるものは浄化の対象にならないのか、なんで放っておくのかという素朴な疑問が出て、それが定着してしまいました。そうなる前に、もうちょっとコミュニケーションをとってほしかったというのがいまの感想です。



硫ヒ鉄鉱 FeAsS

行政に自らの国土を管理する意思がないこと――
そこが最大の問題

嘉門 いまの話も含めて、土地の有効利用に関する委員会で座長をされている白鳥さん、いかがですか？

白鳥 海外では、自然的原因による汚染は最初から土壌汚染の概念から外されています。地下水汚染に関しては、人為汚染も含めて、基本的に行政が責任をもって管理しています。そこが日本と諸外国の最も大きな違いだと思いますね。日本でも地下水に対してはあ



があまりないので、摂取すると人体に必ずしもよくない影響を及ぼします。少量だと体にいい場合もあるので、いってみれば薬と毒との違いのようなものです。そういうことで人間は自然的原因による「汚染」というバックグラウンドのなかで生きており、人為的に有害物質を排出したことによって健康被害を生ずる「汚染」とは自ずから意味が違います。不動産業界の人たちは、人間の健康に何の影響もないにもかかわらず、そのものの環境レベルだけで有害か無害かを判断しがちですが、たとえば温泉などは有害物質が入ってないことにはいい温泉になりません。法律でも温泉法と土壌汚染対策法とは考え方がまったく別なのです。人間はごく自然に重金属などが含まれた土地のうえで生活しているのだから、そういうものと後から人為的に有害物質で汚染したものととは違うじゃないかという話なのです。

る程度行政も関与していますが、これは水道水にしないとか、これは使用禁止にするとかいう程度で、エリアを管理するという発想がありません。そこが一番の問題点だと思っています。もうひとつ問題なのは、たとえばヨーロッパでは土地が平坦だから、上流のほうで重金属の鉱物があっても移動はゆっくりしています。一方、日本は地形が非常に急峻です。私は産学協同プログラムで「地図環境インフォマティクス」という土地の金属含有に関する情報プラットフォームを作成し、泥の移動などを観測しているのですが、場所により川沿いに相当激しく移動しています。とくに埋め立て地などは、人為汚染のものと自然的原因によるのものが混じり合っ

て土地を形成してしまっ、ボーダーがわからなくなってしまう。では、それがみんな自然的なものによるかという、ちょっと違うだろうし、逆に全部が人為汚染かといったら、そういうことでもない。非常に

難しい問題といえます。そうなってくると、自然的原因による汚染の問題がどうかということよりも、自分の国土を管理しようという感覚がないということが実は一番の問題ではないかと思えてきます。

嘉門 地下水はヨーロッパでも、だれのものでもないのですが、地下水を飲料水に使っているから、行政が管理するわけです。大阪市域でも、環境基準を超えている地下水があります。でも、それは飲まないから環境基準を超えていても差し支えないと、大阪市の環境行政なんかでははっきりそういう考えになっています。だから人の健康に影響のないようなレベルのものについては、汚染として処理・対策をしなくていいという考え方は、すでにあるところでは実践されているのですね。

白鳥 定点観測をしていても、やっぱり人為的な汚染なのか、自然的原因によるものなのか、はっきりさせる必要があります。そうでなければ、飲んでないから何でもよしということになりかねません。そこを管理しようという意識が行政にはあまりないような気がします。

嘉門 地下水は飲まないと言い切ってしまうと、人為汚染も自然的原因によるものかも区別はできないのだから、そのまま放置というか、モニタリングだけでいいという場合も出てきますね。

正保「土壌環境施策に関するあり方懇談会」のときにもこの問題が出ましたね。この井戸水は基準値を超えていると、それは飲まないからいいというが、災害が起こったときに飲むじゃないかという意見が出ました。

嘉門 災害は一生涯続くわけではないですからね。基準値は生涯にわたって水を2リッター毎日飲み続けるという想定で考えられていますから、1週間くらい飲んだところで健康に影響を与えることにはなりません。実際に健康に影響を与えるレベルを皆さんに理解してもらわないといけない。自然的原因によるものであれ人為由来であれ、汚染レベルについていかに正しく理解してもらうか、そこをうまくコミュニケーションできれば、土壌汚染に対する国民の考え方



嘉門 雅史

（かもん まさし）
京都大学 名誉教授 国立高松工業高等専門学校校長

環境地盤工学を専門とし、土壌汚染についてのリスク評価などに取り組む。国土交通省、環境省などの多数の委員会に参画。土壌環境施策に関しては、環境省の「土壌環境施策に関するあり方懇談会」の委員として、建設リサイクルの推進については国土交通省の「社会資本整備審議会環境部会建設リサイクル推進施策検討小委員会」の委員長として取り組む。自然由来汚染の対策マニュアルづくりを提唱。環境省、経済産業省、国交省合同の委員会でも役割を果たす。平成 20 年 10 月から高松工業高等専門学校校長。

も変わってくると思いますね。

地盤基礎情報を整備し、リスク管理をした上で、土地を有効利用するという方向性が必要

白鳥 国交省の今年の目標は、そういう土壌汚染に関するマップのモデリングをしようということです。札幌市と市川市の全エリアを、ここは砒素がこれくらいある土地ですとか、ざっと塗り分けてしまうというイメージを目指して、「要調査マップ」という言い方をしています。汚染注意マップではなくて国土のマップですね。2つの市は協力的ですので、今年中にモデルは出てくるかと思います。

嘉門 仙台市も出ているそうですね。

白鳥 地図環境インフォマティクス作成に当たっては、仙台市と宮城県、それから北海道の一部に協力していただきました。とくに宮城県には相当協力いただいています。ただ、絵で描いただけだとつまらないので、モノの移動なども一応解析できるようにしています。

嘉門 モノというのは基本的には重金属ですか？有機系のものは？

白鳥 重金属ですね。有機系のものは全然入っていません。重金属のことでいえば鉱染地帯とか、変質岩地帯とか、採石場に多いですね。とくに採石場は重金属汚染の出



鉱山に見られる変質岩地帯。熱水の作用により変色している。

所の一つです。旧廃止鉱山は地下が多く、管理されていれば大したことがなく、それよりも山を切り崩して大きく露出し、風化も進む採石場のほうが泥の移動は激しいこともあることがわかりました。

嘉門 ご承知のように地球化学図で、溪流沿いの分析結果のマップでは、砒素や鉛の含有量が200mg/kgを超えているところが結構あります。

白鳥 それはいっぱいありますね。今手がけている地区でも六価クロムや砒素のバックグラウンドが高いところは多い。誤解を招かないように、どういうふうに表記するかは、いまもめているところです。

嘉門 含有量のレベルが環境基準を超えているところも結構あるので、対策の発動基準をどう考えていくかということが重要だと思います。

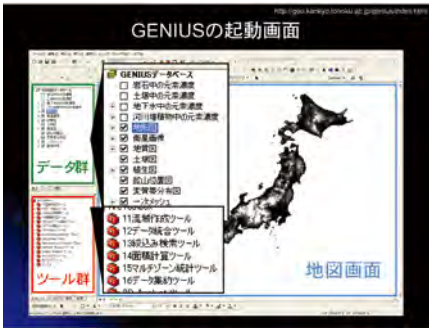
保賀 汚染が自然的原因によるものか人為的原因によるものかによって濃度レベルはかなり違うので、環境基準の数倍程度のものは何らかの手だてをすれば利用できる状態のものもあります。日本ではあまり例はないのですが、オランダでは管理をしながら使えاییという考えに立っています。そのためには、まず地盤基礎情報があってリスク管理をした上で使うという方向性であるべきだと思います。それから自然的原因か人為的原因かを調査するときには、当然、調査手法も変わってくるので、そういうことを考慮に入れてサンプリングしていくことができればいいと思いますね。

土壌汚染の対策をどの時点で発動するのかヨーロッパではその判断をジオロジストが行う

嘉門 調査の話が出ましたが、土壌汚染の調査法は人為的に工場等から漏れたものや、地表面からの汚染を調べるというのが基本で



地図環境インフォマティクス GENIUS の構成と起動画面



す。したがって従来の方法では、バックグラウンドとして有害物質を含んでいるものは、この方法で調べたからといってOKとはなりません。法で定めた調査法が自然的原因によるものかどーかの調査に適切かというそうではないんですね。また、人為的原因によるものの場合でも、自然的な影響で汚染が広がったりするということがあると判断が難しい。そこで、飲用していない地下水まで浄化する必要があるのかという問題につながってきます。だから発動基準をどこまで考えるかは、なかなか難しいと思うのですが、それについてどうでしょうか。

白鳥 環境基準を超えたら悪で、そうじゃなかったらOKというのが一般的な受け止め方になってしまっていると思います。しかし、環境基準はもともとWHOの水道水基準から来ているわけで、WHOの文章には「これはシグナルである」と書いてあります。すなわち管理するためのシグナルなので、環境基準を超えた調査結果が出たら、その原因を調査しなくてはいけないということです。そして原因を調査して自然的原因によるものであったら行政が管理していくとか、人為的原因によるものであったらその大きさによって管理できるものか、対策をしなきゃいけないのかというのを判断することになります。そういう判断を調査結果として出すのが地質業でなければいけない。諸外国では浄化工事関係でお会いする人の半分以上は、名刺交換すると「ジオロジスト」と書いてあります。そこは日本と違うところです。本当はジオロジストというのが上に立ち、環境基準を超えたときの判断をして、管理するのか、除去するのか、決めていかないといけないと思います。

嘉門 民間開発工事だけでなく、公共工事においても、汚染の存在だけでゼロリスクにしたいという判断がしばしばなされます。そうでないと住民同意が得られないからと闇雲に処理してしまい、結果的に税金の無駄遣いにつながるという事態になっています。環境基準は現在以上には厳しくならないと思いますが、緩くもなりません。だからいま、白鳥さんがおっしゃったように、ちゃんと調査をして、それがリスク上、エコロジカルに考えてどれぐらいだったら大丈夫かを評価して、影響がないということで解決するのか、対策を発動するのか、モニタリングするのかという、そこを区別するのはなかなか難しいといえます。汚染が見つかったときはモニタリングする



白鳥 寿一

（しらとり ひさかず）

DOWA エコシステム(株) ジオテック事業部 浄化総括部長

同和鉱業を源流とする DOWA エコシステム(株) で、早くから土壌汚染対策に取り組む。多数の地質調査スペシャリストを擁する部門で、土壌対策のコンサルティングサービスまで提供。また、東北大学大学院環境科学研究科教授を兼務。金属リサイクルと土壌汚染を研究。平成 19 年に産官学連携プログラムにより「地図環境インフォマティクス」を作成。現在、国交省の「土地の有効利用に関する委員会」座長を務める。

というのが常識になり、それに対策するかどうかの発動についてはもう少し柔軟に考えてもいいじゃないかと思いますね。

まず調査をしてから土地利用を考えるそのための意識づくり、ルールづくりが先決

足立 不動産を有効利用する側からいくと、まずお客様がいっっしゃいます。このエンドユーザーの「不安だ」という意識を改めてもらわない限り、取引する側はいつまでたっても「浄化してよ」と言うしかないのです。だから専門家の皆さんにお願いしたいのは、まず国民世論に対しての説明です。デベロッパーなり、我々のように土地を評価する側にとって、最後の需要者、エンドユーザーへの説明をどうしてもらえるかが最大の関心事なのです。その人たちに買ってもらって我々の業界は成り立っているわけですから、その人たちの考えを無視して、いくらこうすればいいと言われても、「それはあきまへん」と言うしかないわけです。

白鳥 もちろんそれが最終目標ですが、その前にやるべきことがあると思います。私がいま考えているのは、建築申請を下ろす前に土壌汚染がわかるようにする方向に変えていくべきだということです。事がすべて決まった後で土壌汚染がわかって、いろいろなところに無理が出てきます。コストがかかることを加味した上で開発の計画があるべきです。それで、掘削でコストが見合わないのであれば、管理していくという方向も考えなければいけない。たとえばマンションに入居する人たちを募集するとしたら、その人たちにも、ここはこういう管理をしていますという説明をちゃんとしていけることが大事だと思います。それですべてが解決するとは思いませんが。

嘉門 いまの建築基準法では、申請前に自治体の建築課にもっていても評価する能力のある人はいませんから申請が止まっています。したがって、管理する土地というような考え方を建設サイ



足立 良夫

(あだち よしお)

不動産鑑定士足立良夫事務所代表、不動産鑑定士

大阪で不動産鑑定事務所を経営。(社)日本不動産鑑定協会土壤汚染対策ワーキンググループ座長を務め、「土壤汚染に関わる不動産鑑定評価上の運用指針Ⅰ」「同 運用指針Ⅱ」を公表。国土交通省の宅地・公共用地に関する土壤汚染対策研究会に有識者として出席。著書に「地価汚染?地価に潜む土壤汚染」(環境新聞社)など。農学部出身の異色の不動産鑑定士でもある。

ドのほうでシナリオをつくって、それを環境サイドにまず了解してもらう必要があります。このレベルまでの汚染は大丈夫という基準を明確にして、申請ができる道順をつくっておかないと話にならないということになってしまいます。

白鳥 たとえば埋め立て地は「ウォーターフロント」といって盛んに開発するのですが、埋め立て地は先ほど言ったように調査すれば、かなりの確率で汚染が出てくる土地です。でも、皆さんあまりそういうことは考えないで開発が決まってから調査をすることになる。そうじゃなくて、埋め立て地はまず調査をしなければいけませんよ、調査をした結果に応じて建築計画をつくってくださいよということにしておくということですね。

足立 埋め立て地にしろ、最近公有地の売却が多いですね。そういう場合、購買に関して土壤汚染調査は落札者が勝手にやってくださいと逃げてしまっているのが現状です。そうじゃなくて売る側で調べておきましょうということになったときに、売る側は恐いんです。調べて、なにかいっぱい出てきたとなると売れない、予算が組めないという話になる。すると結局、瑕疵担保責任はなし、調査は落札側でやってくださいという条件でしか出してこない。そういうところから変えていかないといけないでしょうね。そうじゃないと、調べてから計画を立てるという筋道はつくれません。

正保 公有地はそうなんですか。私も事業者が土地を売るというときには、事前に調査してから売るのが常識ですが。

足立 民間の売買とか競争入札はそうされますが、公有地はほとんどそうなってはいません。

保賀 以前は公有地とか国有地のほうがきちっとした管理がされていました。そういうところは応急対策の段階できちっとシートが敷いてあって、行くとすぐ、「あ、この場所ですね」と分かったものです。最近は土地売却の都合などで調査が後から入ったという場合などでは、調査会社さんから説明を聞いて、即対策しなきゃいけないということになります。そうなると応急対策の段階でできるリスク管理がしてな

くて、すぐ恒久対策の施工にいかざるをえない。デューデリジェンスとか土壤汚染調査という履歴調査は非常に似通った項目を拾い出すので、その基礎情報があったら対策も比較的考えやすいのですが、そういう情報共有・意思疎通が成立たないのが現状です。したがって、後から訊くことになる。調査したらこのへんに出ましたというと、「やっぱり出ましたか、実は……」と言って資料が出てくる。だから少なくとも、以前の用途とかデューデリジェンスに関わる資料があれば、ある程度の判断はつくし、調査会社さんのほうでもそういう資料を判断しながらきちっと調査できるはずなのですが……。

※デューデリジェンス:Due Diligence。主に投資の際に、投資対象を十分に調査または審査すること。形式ではなく実質に重点をおいた、賢明な投資家として調べるべきことを調べる、というニュアンスがある。

土地をゾーニングするという発想がいま日本にも必要

嘉門 問題は、土地利用と不動産取引というときに、どの時点で調査・対策すべきかということです。土地利用がわからない段階で不動産取引がされてしまうと、対応・管理のしようがない。ヨーロッパでは国土管理という立場で対応していると、白鳥さんから話がありましたが、ヨーロッパではどのように問題を処理しているのか、そのあたりを教えてくださいませんか？

白鳥 基本的にヨーロッパの街では、真ん中に広場、王のいる場所があって、その周りにレストランや店があって、その裏にレジデンス、そして工業地帯はもっと外にあるという配置になっています。そういう都市づくりが昔からちゃんとできているのですね。ゾーニング計画があって、ここに工場は来ちゃいけないというルールがある。建築計画にあたっても対応する行政は空間プランニングというようなディビジョンであったりします。日本はビルでも何でも、どこにでも造れてしまう。これは根本的に文化の違いだからしょうがないのですが、今まで述べてきたように、土壤汚染に関しては、すべてを個々の事業者判断に任せていると管理がおよばず、最終的にはまずい結果になります。ある部分は、ヨーロッパのようにゾーニングみたいなかたちでやってかないといけないなということは感じています。



パリの伝統的市街地(手前)と超高層ビルが建ち並ぶラ・デファンス地区(写真奥)

嘉門 ゾーニングで、その土地に対してどういう扱い方をするかということを考えて、管理目標ももてるようにしようということですね。

白鳥 そうですね。土壤汚染についていえば、そこが工業地帯であつたら、よほどのことをやらないとレジデンスにしてはならないという感覚はもたないといけないでしょうね。

ジオロジストがエンドユーザーとの架け橋になる

嘉門 そういう意味では、やはり先ほどおっしゃったジオロジストと

いうか、地盤を非常によく知った人が前面に出てコントロールすべきだというふうなご提案をいただいているわけですね。

大洞 コントロールにあたって国土マネージングするためのマッピングの話がありましたね。これには膨大なオペレーション作業が必要になって、マップを順次描き換えていくことも必要になってきます。そうしたとき、オペレーションをする役割、または管理・監視するところがどこになるかという話も出てくると思います。たとえばこれらの作業に、我々の業界が入ったとしても、それを更新したものの「確からしさ」が問われます。本当にそれをオフィシャルな見解として出すときは、ひとつ抜きでた存在の組織・機関が必要だろうと思います。そういう意味で、私も地質調査業界もそういう枠組みがしっかりできた上で、そこに汗をかくことはできると思います。それともうひとつ、文化の違いにふれられていましたが、これは早急に取り組もうと思っても非常にハードルが高い問題です。リスクコミュニケーションの話も出てきましたね。コミュニケーションの相手はエンドユーザー、すなわち健康被害を直接的に受けるかもしれない人たちです。その人たちのなかにある不安材料をどうやって払拭していくのか。そのときベースにするべきものがリスク管理マップだけで十分なのかどうか。それをどういうふうにエンドユーザーに啓蒙あるいは理解を求め、共通認識の輪を広げていくのかということが課題かと思っています。そこに我々は積極的に前面に立って、エンドユーザーとの架け橋になるという役割なのかなと、話をうかがって感じました。

嘉門 土地の利用形態、有効利用の仕方といまの基本条項と密接に関わっているのを、それを含めマネジメントしなければいけません。そこに少し行政が関わる余地が出てくるかもしれないということですね。なにがなんでもゼロリスクにするという発想だけではなかなか難しいと思います。ということでリスクコミュニケーションをどうやっていくかというのはいろいろ重層的に広がりが出そうな問題ではあります。ステークホルダーと呼ばれる権利者との話があるのでなかなか難しい要素はあるのですが、それぞれのステークホルダーの意識改革を努力して進めていくということが非常に重要な方向性であるという示唆をいただいたと思います。

国土を管理していこうという今後のあり方のなかで、土壤汚染対策や管理について提案できるジオロジストの存在がいま求められている。

廃棄物処理法と土壤汚染対策法で異なる汚染が出た場合の責任の所在

嘉門 第2の課題に入らせていただきます。これまでの議論と似通ってはいるのですが、公共工事等で自然的原因の汚染にどのように対応していくかということ。たとえば掘削ズリから酸性水が発生するという問題がトンネル等の掘削工事で起こりますね。酸性水



が出ると重金属の溶出リスクが非常に高くなります。そういう自然由来の汚染土の重金属の問題、あるいは廃棄物の問題に関連して、ご意見がありましたら。

白鳥 例えば、同じような酸性水があり得る鉱山などは、鉱業法で、「外に対して影響を出さない」というところをボーダーラインに定めて管理していました。技術的にそういう管理の仕方は当然あります。ただ、根本的に大きな違いはだれが責任を持つか、やボーダーの明確性というところになります。鉱業法はそこを明確に定めていたことが通常の道路工事の土と大きく異なると思います。

嘉門 ズリを谷部に埋めて平らな土地ができるから、それが民地として売られて開発につながってしまう問題がありますね。それでしばらくたってから酸性水が出てきたときに、責任はだれなのかと問題になってきます。

白鳥 責任の所在がしっかりしてないとだれも納得できないことになります。リスクコミュニケーション上からいえば、危ないと言われたら、ああそうですねというしかないわけですが。

保賀 責任の所在は廃棄物も同じことです。廃棄物処理法では、それを発生させた人ということもいえます。一方、土壤汚染



保賀 康史

(ほが やすし)

(株)鴻池組東京本店

土木技術部(環境グループ)部長

昭和54年、(株)鴻池組に入社。浄水場新設工事やLNG基地新設工事、シールドトンネル工事などの現場勤務を経て、平成4年から土壌・地下水汚染の調査・対策や有害廃棄物問題に対応する検討や技術開発に携わる。とりわけ大阪府や和歌山県などの有害物質を高濃度を含む現場で土壤汚染対策に取り組み、ダイオキシン、PCBなどへの対応では成果を挙げている。

対策法では「土地所有者等」という書き方がされていて、それぞれの法律で責任の所在が違うのが現状です。自分が調査したときに見つけた廃棄物や汚染が、だれの責任かということをジオロジストなどが明らかにしてくれると、土地の所有者さんは判断しやすいと思いますが。

嘉門 廃棄物処理法と土壤汚染対策法とはまったく整備のレベルが違いますね。土壤汚染対策法は廃棄物処理法と比べ、流れがはっきりしないとされています。それでも廃棄物に遭遇する場合は汚染が多いので、土と廃棄物は区別して、汚染レベルに応じて処理をしろなさいというマニュアルがもうすぐ出ます。それに基づいて今後は対策してもらったらいいいと思いますが、国交省が環境省と経産省と協力して出そうとしている自然的原因による汚染土の対応マニュアルは、発動基準を少し見直していこうということと、迅速に汚染を調査する評価法もきちんと考えようということとで進めています。しかし、それだけではまだ不十分で、管理という考え方や発動基準も変えていかないといけないと思っています。公共工事に限定すれば、これは官公庁がやる工事で遭遇する自然由来汚のものなので官側が責任を負います。いまのマニュアルではそのように定めているのですが、民間の場合、それで上手くいくのかというと、そのときは土地所有者が責任を負わないといけないことになります。足立さんがおっしゃったように、たとえ自然的原因によるものでも工事のときに出くわしたら、それはリスクゼロにしようということになるのかどうか。私どもは公共工事で遭遇した自然由来汚染の対応マニュアルができることにより、民民の工事もこれに準じてやるということになれば、いまの状態よりは改善されると期待をしているのですが、。そういう期待は、不動産業界としては難しいですか？



正保 剛（しょうほ つよし）

社団法人 日本鉄鋼連盟 環境・エネルギー政策委員会
 土壤・水質分科会 主査

昭和60年、住友金属工業(株)に入社。和歌山製鉄所製鉄部にて鉄の製造技術開発、管理に携わる。その後、本社環境部門に異動。平成14年から現職。土壤汚染対策法および水質汚濁防止法などの法規制改正への業界としての対応や、業界内での土壤水質に係る事象についての対応などを会員各社と協議しながら進めている。平成19年は「土壤環境施策に関するあり方懇談会」の委員として1年間活動した。

見えない、匂わない、味がな土壤汚染。だから説得が難しい。

足立 中古車にたとえていうと、事故車はどんなに修理してもずっと事故車だという見方がありますね。不動産でもそれと同じような見方になってしまっています。汚染された土地は汚染された土地で、ずっと不安が残る。そういう見方はおかしいと言っているのですが、なかなかその発想が抜けないのが現状です。

正保 汚染された土地についてのアンケートを見たことがあるのですが、どれくらいの価格差だったら買いますか質問すると、元のきれいな土地に比べて4割くらいの値段だったら買いますという答えが多い。

足立 逆に調査して浄化にした土地のほうが、由来がはっきりしていて、クリーンだということがわかっているから高く買えるんじゃないかという意見もわずかにあるのですけれども。

白鳥 実はハザードマップはいっぱい出ているのですね。地震が起きたらどうなるとか、洪水が起きたら浸水するとか、富士山が噴火すると溶岩流が来るとか、そんなハザードマップは日本全国いっぱいあるんです。でも、それを見ても、だれも自分の土地に結びつけて考えない。それなのに土壤汚染にだけはシビアなんです、日本人はなぜか。

保賀 自分の家の下を活断層が走っていると聞いてびっくりした人でも、それで家を畳んで逃げるとは言わないですね。でも、土壤汚染と聞いた途端に10のマイナス6乗ほどのリスクの確率なのに逃げ出そうとする。活断層が下を走っているほうが、一生の間に1度くらいは地震がきそうなのだけど。

白鳥 それをいうなら洪水のほうが恐いですね。洪水だと1年に2～3回あるかもしれません。

保賀 そうですね。最近はゲリラ豪雨の来るリスクの確率のほうがぐんと高いですから。

白鳥 だからこそスティグマは頭で、理性で考えて判断しづらいのです。**大洞** 我々は地滑りなども取り扱っているのですが、そういうものは地域のネットワークを使って、そのご住民の方が説明するとか、ボランティア活動なんかも実際にやっています。地滑りなどは、物理的現象なので目に見えて分かるわけですね。危険性も地域の住民の方もある程度一定レベルで理解しているので、そういう普及活動ができるのです。最初の議論に戻るんですが、この土壤環境という目の見えない問題を、いかに知識のない方に理解していただくかという啓蒙活動がまずあって、そのうえでやっといまここで議論をされている枠組みが構築できるという気がしています。

嘉門 確かに汚染リスクは確率の問題です。ハザードマップも地震の発生確率や火山の噴火の発生確率が基本にあります。その確率のレベルが全然そろっていないのが問題なんですね。そのところの理解をどういうふうに求めていけば良いのか。これは心理的な話と文化的な話と科学的な話、要するに全体を含めた教育と感性に関わる問題です。いったいどうやって意識改革をしていけばいいのかということです。

足立 汚染された土地は、不動産の世界では、自殺案件と同じになっているんです。自殺のあったマンションの値段が下がるものと相場が決まっています。裁判なんかでもそれを認めています。自殺があったという事実を心理的不安、心理的瑕疵として認めているということと、土壤汚染のスティグマといっしょに議論されたりするわけです。土壤汚染のほうは物理的にどうにかなくせるものなのに、それを心理的嫌悪感にすげ替えている、そういう論法を持ち込んでい

るばくらも悪いとは思います。でも、土壤汚染は見えない、匂わない、味がな。だからそれをどうやって説明するかが難しいのです。いつまでたっても、マンションの中で自殺した人がいたから3割安というような判決が裁判で平気が出るのと同じベルでやってはいけないと思うんですね。あっちは御祓いしようが何しようがその事実は消えません。それに対して土壤汚染は物理的に処理できるわけですから。その違いはこうですということをいかにして開示していく仕組みをつくっていくかが重要です。土壤汚染対策法の指定区域にされたあと、解除されるのも問題です。解除して汚染していた事実が消去されるんじゃないくて、こういうふうに浄化しましたということを公表し続けたほうがいいと思いますね。

白鳥 とにかく情報公開という点が重要ですね。ぼくらは隣の土地の情報はまったく分からない状態で仕事をしなければなりません。その情報の多くは行政が持っていることも実は多い。しかし、土地の価格が下がると困るとか、住民にどう説明すればいいかわからないといった理由でなかなか情報は出てこないことが多いと感じます。行政がリスクコミュニケーションについてもっと情報を示さないと、なかなか民意は変わっていかないと思いますね。

土壤汚染対策法に基づく指定調査機関としての実力・信頼性が問われている

嘉門 先ほど、ジオロジストの役割が非常に重要だというご意見が出ました。国土のあり方、汚染のあり方をどう調べていくかというのは地質調査業の役割だし、それに対して期待するところも非常に大きいといえます。ただ、一方で土壤汚染対策法に基づく指定調査機関の実力、信頼性に対する疑義も最近出てきていますね。

足立 そのことなんですが、私が土壤汚染にまつわる不動産鑑定をテーマに本を書いたときに、とある調査機関から電話がかかってきたことがありました。調査の依頼を受けたのだが、どうやって調査したらいいかわからないと。まさか同業者に聞くわけにいかないから、あなたに教えていただけないかと。あれには唖然としましたね。

保賀 土壤汚染対策のほうをメインにやっている私たちの側からいうと、調査会社はパートナーです。そこがきちっとした情報をくれないと良い対策提案ができません。依頼者の調査目的を知った上で、どういう調査項目とデータ整理が必要なのかを、調査にかかる前に提案できる、そういう能力がほしいのです。対策についても土壤汚染対策法に10通りくらい選択肢がありますが、その中の多分こういう方法が適切でしょう、だからここはきちんと押さえて調査や分析しないといけませんね、ということを提案してもらえる調査会社さんがありがたいと思います。

足立 調査会社の方は、依頼者に対して適切な説明義務があることをもうちょっと意識してほしいと私も思いますね。

調査・評価・提案の品質を向上させていくには産官学での人材育成が重要な課題

大洞 大阪府でも指定調査機関制度がありますが、あくまで調査したその結果を出すところまでが求められている要求事項だと思います。いまおっしゃった事項は、さらに一步進んだところですね。どうしたら事業が進められるのか、きれいにできるのかという部分まで求められているということで、そうなってくると評価能力は確かに

調査会社によって格段に差がありそうな気がします。そこをすべて一定レベルに引き上げるというのが私どもに課せられた使命かなということはわかってはいるのですが、現実はどういうふう到我々の中で、人材を育成し、増やしていくのかは難しい問題です。とりわけリスクコミュニケーションなどの部分は人と人との会話、折衝ですので、経験を増やしていかないといけません。そういう意味では、確かにまだ一定レベルの品質になってないところはあるので、協会の中でこれからも啓蒙活動を続けていくと同時に、皆様方からの要求に応えていけたらと思います。

嘉門 調査にも品質的なバラツキは当然あると思うのですが、信用ならないデータが出てくるのは問題外です。あってはならないことなので、そういう点については十分配慮をしてやっていくというのは調査会社としての責務ですね。しかし、それだけじゃなく、いまさっきの議論で出ました国土を管理していこうという今後のあり方のなかで、ジオロジストの役割は非常に高いといえます。データに基づきどういう対応すべきか、どういう適切な管理方法があるのだということを、きちっと提案していくことは、今後の対策、あるいは土地取引上、非常に優良な企業ポテンシャルにつながるので、そういう意味では役割が高いと思っています。

白鳥 ジオコンサルタントというのは立場的には医者だと思います。健康診断でここの値がちょっと超えているけど、こういうふうに頑張ったら別に問題ないですよってちゃんと顧客に言えるような立場ですね。それがいまは臨床検査会社になってしまっで、それ以上のことをやらない。なんでやらないかと考えると、大きな建設会社しか仕事がとれない受注構造のなかでの下請けであったり、コンサルタントそのものが日本では位置づけが低く、フィーも低いからと思います。フィーが低いから、先ほど大洞さんがおっしゃったように経験も積めないわけです。一人で頑張らないと、とてもじゃないけどコスト的に割りが合わない。現場に若い人間を連れていって経験をさせてやりたいけれど、それもできないし、それが高じて、業界



大洞 輝雄（おおほら てるお）

関西地質調査業協会
 応用地質(株) 関西支社 地盤環境チーム チームリーダー

平成4年、応用地質(株)に入社。以来、およそ15年間にわたり土壤・地下水汚染の調査・対策に携わる。平成15年までは東京方面に、平成年以降は大阪に勤務し、地下水ならびに土壤汚染調査に携わる。平成13～14年に、全国地質調査業協会連合会の認定資格「地質調査技士(土壤地下水汚染部門)」の講師を務める。

TOPICS

中国四川省汶川
地震調査報告
沖村 孝

沖村 孝（おきむら たかし）
財団法人 建設工学研究所 常務理事
神戸大学名誉教授

地震時の斜面不安定化メカニズムの解析、自然災害危険度評価手法の開発、地震時被害分布と地盤データベース、豪雨中に発生する斜面表層崩壊の予知など。国や自治体による学議委員会や関係学会の要職多数。

昭和19年生まれ、昭和44年神戸大学院工学研究科修了、昭和44年神戸市入庁、昭和48年神戸大学工学部助手、講師、助教授を経て平成7年教授、平成8年神戸大学都市安全研究センター教授、平成19年同センター長、平成20年3月定年退職



に若い人材が入ってこない。教育現場でも就職が減るので、どんどん講座をなくし、悪循環になっていると思います。

嘉門 いまや大学では、学科名称に「地質」も「鉱物」もなくなって、「地球・惑星」とかそういう名称になっています。

白鳥 やっぱりちゃんとこの分野の必要性を認めて、人を育てて、フィーも払っていかないといけません。それを5社も6社も呼んで入札をして一番安いところで調査やらせるなんて、自分の健康が一番安い病院に任せているのと同じことです。いまは安くやってしまったほうがいい、だれかが責任をもってくれればそれでいいやという感覚が世の中にあるのです。それではいけないし、そうでない世の中であるためには、コンサルタントの立場はもっと高くないといけないと思いますね。

地域の基礎情報をもっているジオロジストが 的確な提案をできる仕組みづくりをめざして

保賀 法の技術解説書でも状況調査の部分は詳しくマニュアル的に書かれていますね。その先の詳細調査がジオロジストに本来提案してもらう部分なのですが、そこは解説書でも曖昧に書かれています。その中でよく考えて調査方法を示してくださいねとニュアンスでは書かれているのですが、それが全然分からないから画一的にしてしまう。本当はそこを調査会社が考え、「次の段階でこうしましょう」と提案しないといけないと思うのです。その地域の地盤環境と地下水を一番よくわかっている地質調査会社がそこにいて、ちゃんとした提案をしてくれるというのがあるべき姿で、その一步先に対策を考慮した調査方法の提案というのがある。少なくともそういう基礎情報をもっているのはその地域で地質調査業を営んでいる人たちであり、そことの意思疎通をうまくやっていけば、いい対策提案ができるし、リスク管理もできるということで、そうなるほうが我々「外科医」としてはうれしいということになります。

大洞 本当は内科と外科が通じてるのがいいでしょうが、エンドユーザーにレポートを上げた時点で、エンドユーザーさんが別の外科医に仕事を出してしまうことはあります。調査会社が思案した内容が、いったん途切れて

しまうという発注形態にも問題があるわけです。どこかでそのパイプがずっとつながっていつ、内科・外科医がいっしょに問題に取り組んでいける仕組みができればいいと思いますね。

嘉門 そういう仕組みは民民の取引であれば可能性は高いと思いますね。地盤のコンサルタントは、工事のコンサルタントと比べて専門性が高い。その地位をどんどん高めていくことが必要です。関西の地質の特徴と、別の地域の地質の特徴は必ずしも同じではないので、そういう意味で、地質調査業というかコンサルタントというものの重みを発注者側が理解し、そのスキルをもったそれぞれの地域の会社・個人、そういう能力のある人をどんどん養成し、こういうことの判断ができる、提案ができる人が育ってくれば、国土管理という意味で今後は明るい夢が開くと思います。そのために優秀な人がこの業界に入ってきてもらわないといけないし、高給取りにならないといけない(笑)。もう安物の発注は受けない、というくらいの気概でぜひともいい仕事をして欲しいですね。そういう意味でジオコンサルタントの責任・役割は大きいと思います。座談会を終えるにあたって、最後にぜひ言っておきたいという方がおられましたらどうぞ。

足立 ある程度の規模の取引では土壤汚染調査をするという慣習ができあがってきましたので、この機会に積極的な情報開示とどのように結び付けていくかということを考えていただきたいですね。

保賀 先日、土壤汚染対策小委員会に傍聴に行ったのですが、先ほど足立さんがおっしゃった指定区域について浄化対策をきちんとやってクリアしましたというような情報については、台帳上に何らかのかたちで残しませんかという方向で議論が進んでいました。まだ結論は出ていませんが、問題提起と意見交換はされていたので、その行方を見守っていきたいですね。

大洞 指定調査機関というのか、ジオコンサルタントというのかは別として、国土管理の一端をになう土壤汚染対策については私どもの業界が責任をもって対応していくべき問題だと思います。いろんなレベルの違いがあるよねと言われたとしても、それは時間をかけてでも対応できるようにしていきたいと思いますね。

嘉門 本日は土壤汚染という問題をどういう視点で捉えて対応していったらいいかということでいろいろご意見をいただきました。国土全体を適正に管理していくという立場でいろんな誤解等を含んだスティグマを解消し、適切な対応をとることが求められる施策ではないかというご意見でした。そのためにはジオコンサルタントの役割が非常に大きいという期待を込めてお話しいただいたのではないかとと思っています。今日はどうもありがとうございました。

1. はじめに

2008年5月12日 現地時間14時28分、中華人民共和国四川省チャン族自治州汶川県付近でマグニチュード7.9の汶川大地震が、地下19kmを震源として発生した。この大地震は内陸型地震としては最大級の地震といわれ、死者・行方不明者は、8月7日現在、約8万7千人、負傷者は約37万5千人といわれている。破壊した道路は約3万5千km、損壊したダムは約1,200基にも達する大災害となった¹⁾。

この地震に対して、わが国の土木学会、建築学会、地盤工学会、地震学会、地震工学会の5学会が協同して地震災害の復興に協力するため復旧技術支援チームを派遣した。第一次支援チームは濱田政則早稲田大学教授を

団長として、2008年5月28日から6月1日まで、中国西南交通大学の協力を得て、現地を調査するとともに、成都で復旧技術支援交流会を開催した。その後、第二次支援チームが6月20日から25日まで訪中したが、地盤工学会だけは7月1日より中国西安で国際地すべり学会が開催されるため、この国際会議の直前に第二次支援チームを、東畑郁雄東京大学教授を団長として派遣することになった。筆者は東畑団長の要請を受け、この第二次支援チームの一員として復興技術調査活動に参加した。本報告は山腹崩壊を中心として調査結果を報告する。**図1**は本調査のうち、本報で報告する地名を示したものである。

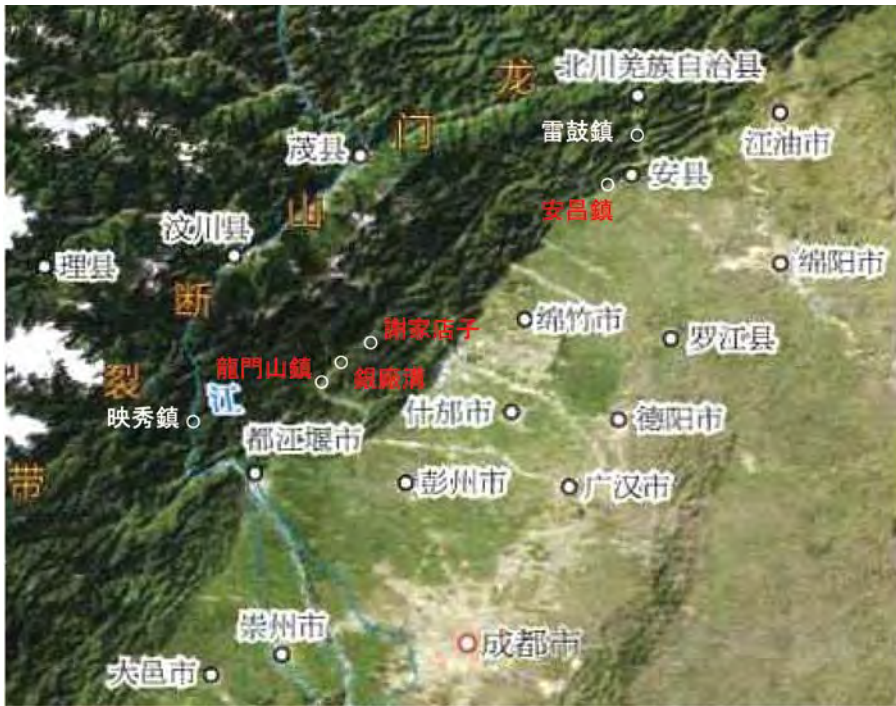


図1 調査を行った周辺地図

2. 山腹斜面崩壊

1995年の兵庫県南部地震では、六甲山系で当初747箇所²⁾の崩壊があった。その後、5月と7月の降雨により新たに938箇所³⁾の崩壊が出現した。このように、地震による山腹崩壊は、その後の降雨により崩壊が発生することが大きな特徴であるが、本報では地震直後の崩壊に焦点を当てる。まず、地震時の崩壊物は土砂ではなく、岩屑であったことである。大きさが30～50cmの岩屑が流送されることなく、崩壊地のほぼ直下に堆積していた。これは豪雨により崩壊した場合の、土砂が流送、堆積する場合に比して大きな違いである。また、崩壊は尾根型の斜面で発生していた。豪雨時の崩壊発生場所が谷型である事実³⁾に比して、特徴的である。段丘では段丘崖と段丘面の遷急線付近から崩壊していた。

このようないくつかの特徴をまとめると、兵庫県南部地震で出現した山腹斜面の崩壊地の地形的特徴は以下のようにまとめられる³⁾。

- 1) 凸型形状あるいは直線型形状の縦断形状を示す斜面で多発(遷急点付近からの崩壊)
- 2) 露頭崖からの崩壊が多い(岩屑崩壊)
- 3) 斜面の比較的上方(8合目付近)で多発(遷急線付近からの崩壊)
- 4) 降雨時の崩壊に比して、急傾斜の斜面で発生(土砂崩壊ではなく岩屑崩壊)
- 5) 過去の豪雨による崩壊場所の地形的特徴(谷型斜面多い)とは異なる傾向(尾根型斜面に多い)

以上の知見を参考にしながら、今回調査を行った汶川地震による崩壊の考察を行う(なお、大規模崩壊は3.で察する)。

写真1、2は遠景からの「安昌鎮」付近と「龍門山鎮」崩壊地の状況である。これらより崩壊は表層型の崩壊で、遷急線付近から多く発生していることがわかる。特に**写真2**



写真1 急斜面の崩壊（緩斜面は崩壊なし）：安昌鎮



写真2 彭州市龍門山鎮近くの斜面崩壊（橋梁は通行止め）

では、縦断面で見ると、山頂から急斜面、緩斜面となり、山麓では再び急斜面となっているが、崩壊はいずれも急斜面で発生していることがわかる。両方の写真とも、遷急線付近から崩壊が発生していることがわかる。これらの斜面はいずれも石灰岩や砂岩で構成されている。これらは硬岩なので、山腹斜面は一般に急斜面となるが、この急斜面の上部から崩壊が発生している。六甲山も表層にはマサ土が分布しているが、花崗岩のため硬岩部では急斜面となり、そこから崩壊していたが、この六甲での知見が中国でも再確認できた。

写真3は「龍門山鎮」付近の段丘崖の崩壊である。これも六甲山系で見られたように、



写真3 段丘崖の崩壊：彭州市龍門山鎮

段丘崖と段丘面の境界から広い幅で崩壊しており、兵庫県南部地震で得られた事実と一致していた。しかし、**写真4**で見られるように、比高の大きな斜面でも崩壊が発生していない山腹も見られた（「擂鼓鎮」の



写真4 比高が大きく未崩壊の山腹：北川県涼風

北）。この斜面は断層（安県－灌県断層）付近であるにもかかわらず崩壊が見られない。これは、地質に由来するか、あるいは傾斜が緩かったためと思われた。

3. 大規模崩壊

今回の地震では、1,000万 m³規模の斜面崩壊は26箇所、100人以上が生き埋めになった斜面崩壊は11箇所と報告されている⁴⁾。今回は調査を行うことが出来なかったが、大きな災害を出した崩壊は、北川県王家岩斜面災害では約1,600人、中学校裏の景家山斜面災害では約900人がそれぞれ亡くなっている。青川県東河口地区でも大規模崩壊が発生し堰止湖が出現したといわれている。さらにこの上流では石板溝大規模崩壊が出現し、堰止湖を形成した。この崩壊は、二番目に大きい堰止湖であり、崩壊により4つの村が全壊し、300～400人が死亡したといわれている。これらは石灰岩地域で発生した。最大の堰止湖は唐家山堰止湖で、もしこれが決壊すると下流の綿陽市が被災を受ける可能性があったため、排水路工事が行われた。

写真5、6は彭州市の「謝家店子」の岩屑なだれによる大崩壊である。この崩壊では



写真5 大規模な岩屑なだれ：彭州市謝家店子



写真6 人が小さく見える大規模な岩屑なだれ：彭州市謝家店子

60名の住民と30名の観光客が生き埋めになったが、1名は救助された。**写真5**よりわかるように、奥の山地の斜面が多数崩壊し、その土砂がボトルネックの谷を通過して一気に流出し、傾斜約20度前後で2kmにわたって堆積した。この大規模崩壊は、急斜面の基岩崩壊で、崩れたものは50～100cm大の角礫状となって堆積しており、いわゆる岩屑崩壊もしくは岩屑なだれと称されるものである。**写真6**は堆積域の写真であるが、スカイラインの二人が小さく見え、いかに大きな堆積域であるかがよくわかる。この堆積域の末端近くでは、堆積勾配が下流で緩く、その上流ではわずかに急になっている。この状況を**写真7**に示す。



写真7 堆積末端部で見られる二種類の堆積勾配

これは、二回にわたる流出があったものと推定でき、下部は細粒物質が卓越しており、上部は大きな角礫で構成されているようである。別の報告によると、崩壊源は約100万 m³であるのに対して、流出・堆積土量は約1,000万 m³と報告されている。これは、今回の崩壊で過去の地すべり堆積物を剝削したため堆積土量が大きくなったためと推定されている⁴⁾。堆積勾配に違いは、この現象を反映した可能性がある。大規模崩壊では上述したように天然ダムが形成され、堰止湖が出現するが、今回の地震では衛星写真解析により104箇所で見出された。内、34箇所が危険であると報告されている⁹⁾。

4. 崩壊堆積物上の被災

もうひとつの大規模崩壊の形態としては、大規模地すべりがある。これは崩壊したものが岩屑ではなく、礫や土砂からなるものである。このような材料の場合、堆積勾配は一般に緩く、結果的に、この堆積域は耕作地や集落用地として利用される。**写真8、9**は、1987年に調査行った時の1933年の量溪地震で形成された「較場」（岷江沿いのまちで**図1**の北方）の地すべり堆積物であるが、このように平坦に近い傾斜で堆積している。しかし、このような地盤は、崩壊堆積物であるため密度が小さく、地震時には大きな増幅を受ける可能性が大きい。今



写真8 1933年地震による地すべり堆積地：彭州市謝家店子



写真9 1933年地震による地すべり堆積：茂県量溪鎮

回の地震で、この堆積物がどのようなになったかは、大変興味があるところであるが、現在のところ、まだ現地に入れる状況ではない。**写真10**はこのような地すべり堆積物



写真10 崩壊堆積物上に建設された全壊に近い量溪鎮リゾート用の建物：彭州市銀廠溝

の上に避暑地として開発された「銀廠溝」の建物被害であるが、ほぼ全滅に近い状態で被災を受けている。この原因も、大きな増幅を受けたためと考えられる。

同様の原因と考えられる被災は、北川県「擂鼓鎮」の被災である。ここは龍門山断層帯のうち、東側の安県－灌県断層帯近くに位置しているが、ほぼ平坦な地盤上の建築物は、ほぼ全滅に近い被災を受けていた。**写真11、12**はその状況である。強震のために



写真11 二階が大きく壊れた建物：北川県擂鼓鎮



写真12 山地内の平坦面で破壊した建物：北川県擂鼓鎮

二階部分が壊滅している。今回の震源に最も近い北川県「映秀鎮」は岷江と支流の魚子溪河が合流する開けた地区に発達した街である。周りは急峻な山に囲まれているため、斜面崩壊や強震によって多くの家屋が被災を受け、人口約6,000人のうち、4,000人近くが亡くなったと聞いた。**写真13、14**は、映秀鎮の被災と周囲



写真13 全壊に近い建物と周囲の山腹崩壊



写真14 珉江と山腹の間に建てられた建物被害 北川県映秀鎮

の斜面崩壊状況を示したものである。このようにほとんどの建物が被災を受けていることが特徴的である。この原因は、震源に近かったことに加えて、二つの河川により形成された沖積地であったため、より多くの増幅を受けたためと推察された。山中に存在する平坦地の形成原因は、1) 山間谷底地：上流から流出してきた土砂が谷底を埋めて、平坦面となる、2) 段丘面：かつての堆積面が隆起し、周りが侵食されて崖となった地形、3) 地すべりや崩壊堆積地：大規模な崩壊により堆積面が平坦になった場合、等の原因が考えられる。今回の被災地では、すべての原因の平坦面が存在するが、今後の土地利用を考える際には、このように地震による被害を受けや

すい段丘や崩壊堆積物の上であることを住民が情報共有し、建物の耐震化に注意することが望まれる。

〈参考文献〉

- 1) 国家汶川地震災害後再建企画グループ：国家汶川地震震災復興再建基本計画、パブリックコメント用原稿、2008.8.12
- 2) 建設省六甲砂防工事事務所：兵庫県南部地震に伴う土石流危険渓流緊急調査、1995
- 3) 沖村孝：兵庫県南部地震と斜面災害－山腹斜面崩壊－、地すべり技術、23-2、38-44、1996
- 4) 許 強：四川大地震による地質災害の発生と分布パターンおよび大規模崩落災害の動的特徴、日本地すべり学会第47回研究発表会、2008

環境との調和と持続可能な社会への貢献に向け、マルチエネルギー事業など多彩な活動を展開。



大阪ガス株式会社
環境部 企画チーム
マネジャー

当麻 潔さん

大阪ガス株式会社
環境部 環境管理チーム
マネジャー

篠原 祥さん

総延長約 58,500km。
地球をゆうに1周する長さのガスパイプラインを敷設し、
近畿2府4県に都市ガスを供給する大阪ガス。
市民の暮らしと産業に不可欠である
重要な都市インフラを担う企業の社会的責任として、
地球環境保全の活動に取り組んでいます。
ここでは大阪ガスの環境部のおふたりに、
大阪ガスグループの「環境」への取り組みについて
お話をうかがいました。

Meets the Specialist

環境との調和と持続可能な社会への貢献を基本理念に

……環境活動について基本的な考え方を教えてください。

大阪ガスグループは、お客さま価値、株主さま価値、従業員価値、社会価値という4つの価値を増大させることを経営理念としています。そして、それらを増大させる活動がCSR活動であると位置づけています。平成

18年4月には「CSR憲章」を制作し、そのなかで「環境との調和と持続可能な社会への貢献」を宣言しています。
こうした理念を具体的に推進していくために掲げているのが「環境行動基準」です。基準Iは大阪ガスの事業活動における環境負荷軽減、これは都市ガス製造所や本社ビルも含めた事業所の環境負荷を減らしていく活動です。基準IIはお客さま先でガス機器、

システムをお使いになったときの環境負荷を軽減していこうというもの。基準IIIはが国内外の地域での環境改善に貢献していくことです。この3つの行動基準に基づいて大阪ガスおよびグループは活動しています。

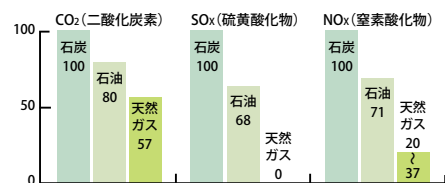
顧客先で発生するCO₂その排出量削減が最大の課題

……事業活動における環境負荷を軽減するためにどのような体制をしかれているのでしょうか？

大阪ガスでは平成9年以降、各部門で順次ISO14001の認証取得を進め、平成17年度までに7つのEMS（環境マネジメントシステム）で全社をカバーすることができました。昨年それらを一本化し、現在は全社統合したEMSを運用しています。また大阪ガスグループ全体で効率的かつ整合の取れた環境保全活動を展開していくために、すべての関係会社で今年度中にEMSを導入する計画です。

……環境活動にはさまざまな分野があると思いますが、最も傾注しているものは？

やはり地球温暖化対策です。大阪ガスは平成2年にすべての都市ガス原料を天然ガスに変えました。天然ガスは、CO₂発生量で石炭の6割弱、窒素酸化物も3割ほどで硫酸酸化物も出ません。要は化石燃料のなかで一番クリーンな燃料ということで、日本の都市ガス業界はすべて天然ガスに切り



化石燃料の燃焼生成物発生量の比較
(石炭を100とした場合)

〔出典〕
・IEA(国際エネルギー機関)
「Natural Gas Prospects to 2010」(1986年)
・「火力発電所大気影響評価技術実証調査報告書」
(エネルギー総合工学研究所1990年3月)

換えています。平成22年にほぼすべての都市ガス事業者の原料が天然ガスに変わる予定です。

……温暖化対策のなかでも重視しているのは？

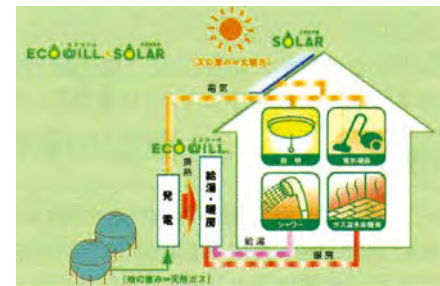
平成19年度のCO₂排出量は、大阪ガスの工場で年間約7万トン、本社ビルや事業所で約3万トンの計約10万トンです。けれども、お客さま先で排出されているCO₂は約2000万トン。2桁も違うのです。当然、工場や本社でCO₂を減らす対策を打っていますが、それより2桁も多いお客さま先でいかにCO₂排出量を減らすかが当社の大きな使命だと考えています。

省エネルギー機器・システムで、CO₂排出量抑制に貢献

……具体的にはどんな活動をなさっていますか？

クリーンな天然ガスをさらに効率よく使っていただけるよう、さまざまな機器・システムを開発しています。その代表がコージェネレーションシステムです。天然ガスを使ってガスタービン・ガスエンジンや現在開発中の燃料電池で発電し、そのとき発生する排熱を、冷暖房や給湯・蒸気などに活用します。天然ガスコージェネレーションシステムの特徴は、エネルギー効率の良さです。天然ガスの基地に投入したエネルギーを100とすれば、最終的に末端で使えるエネルギー効率は70～90%という高効率になります。大阪ガスでは、この天然ガスコージェネレーションシステムをお客さま先に導入していただくことで環境負荷の削減をめざしています。

従来は業務用・産業用が中心でしたが、数



「エコウィル」と太陽発電との組み合わせによる「W発電」

年前から小型の家庭用コージェネレーションシステム「エコウィル」を販売しています。天然ガスで発電して排熱をお風呂や台所に利用することで、総合効率85.5%を達成しています。この「エコウィル」はすでに大阪ガス管内だけで5万台以上普及しています。家族が多くて、お風呂や床暖房にたくさん熱を使うお客さまに向いているシステムといえます。

……CO₂削減効果はどれくらいありましたか？

コージェネレーションシステムや高効率の空調を入れることによって、お客さま先でどれだけCO₂を減らしたかということですが、平成19年度と平成10年度を比べると200万トンのCO₂を減らした計算になります。大阪ガスではコージェネレーションシステム以外にも、さまざまな高効率システムや機器を提供しています。変わっているのが、ガス空調システムに発電機能をつけたもの。空調しながら発電し、ビルで使用する電気の一部をそれで賄おうというシステムです。2年前から販売しています。

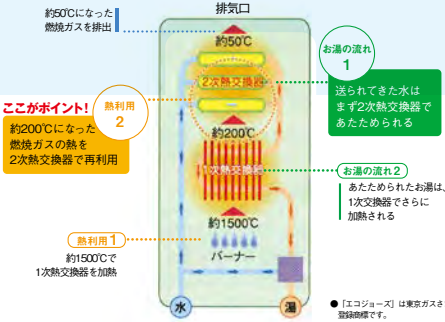
また、ご家庭の給湯器も、従来はバーナーで水をお湯に変えていましたが、まだまだ排熱を捨てていました。その排熱、200℃もあるのですが、これを再利用し、水を余熱してから沸かすことで、湯沸かしの効率を89



当麻 潔 (とうま きよし)

昭和52年、大阪ガス(株)入社。南支社で導管計画を担当後、昭和57年より総合研究所にて冷熱利用技術開発に携わる。昭和60年から関係会社である冷凍食品会社にて商品開発を担当。平成13年、(財)エネルギー総合工学研究所に外向し、経済産業省のエネルギー政策立案に参画。平成16年から環境部にて企画、温暖化対策、CSRを担当。現在に至る。

～95%という高い効率が得られるようになっています。



エコジョーズの仕組み

クリーンエネルギー燃料電池の普及にも、期待される天然ガス

……先ほど「燃料電池」という言葉が出ましたね。

実は大阪ガスでは、家庭用燃料電池を開発しています。燃料に天然ガスを使うからです。「エコウィル」の場合はガスを燃やして発電するのですが、燃料電池では燃やしません。都市ガスの成分はほとんどがメタンです。そこからH₂、水素を取り出して酸素と化学反応させて発電するのです。そのときにまた熱が出るのでその熱も使うという仕組みです。来年度の商品化をめざして、現在実証試験を行っているところです。また、マンションの屋上に水素製造装置を設置して、そこで都市ガスを水素に変えて、その水素をパイプで家庭に直接送るテストも行っています。「水素社会」が実現するかもしれない将来に備えて、水素を家庭まで直接パイプで送ることを想定しての実験です。



篠原 祥（しのはら やすし）

昭和59年、大阪ガス（株）入社。北摂支社で都市エネルギー分野の営業を担当後、平成元年、住宅・都市整備公団関西支社へ出向し都市整備、住宅開発業務に携わる。平成4年、大阪ガス（株）帰社後、技術部、近畿園部で社有地開発や地域開発推進などを担当し、平成19年より環境部にて環境管理業務を担当、平成19年には、全社の環境マネジメントシステム（ISO14001）の統合を推進。現在に至る。



実験集合住宅「NEXT21」



JHFC 大阪水素ステーション

……水素を天然ガスからつくるのは一般的な方法なのですか？

太陽光や風力など自然エネルギーで発電した電気で水分解して水素をつくる方法もありますし、まだ実用化はされていませんが、原子力の熱を使ってつくる方法など、いろいろ考えられています。そのなかで一番手っとり早くて簡単な方法が都市ガスから水素をつくる方法です。たとえば究極のクリーンカーといわれる燃料電池自動車ですが、その普及には水素燃料を供給する水素スタンドが不可欠です。

その場合、ガス導管であれば市中を走っているので、水素製造装置をスタンドに設置しておけば、そこで天然ガスから水素をつくり、クルマに供給できます。そういうインフラも、現在の都市ガスを利用すればすぐに構築できます。ですから水素社会の初期段階は、都市ガスから水素をつくる方法が早いといわれていますね。

新工法で掘削土の発生を抑制 バイオガスの有効利用も研究中

……ガス管の埋設工事などで出る土の処理などはどうなさっているのでしょうか？

ガス導管の敷設工事にあたっては、これまでに道路面の掘削面積を最小限に抑える非開削工法などを開発し、掘削土そのものの発生抑制に努めてきました。従来は上から全部掘っていたのですが、新工法では、2ヵ所だけピットを掘って、そこからモグラのように地中を掘っていきます。これはポリエチレン管を使う方法で、従来の工法に比べ、掘削土を大幅に削減することができます。それでも掘削土は出ますので、これも路盤材や改良土などに再生利用しています。その再生利用率は平成19年度で84%となっています。さらに工事現場で発生するポリエチレン管廃材は、カラーコーンや標識シートなどに再利用され、そのリサイクル率は100%となっています。

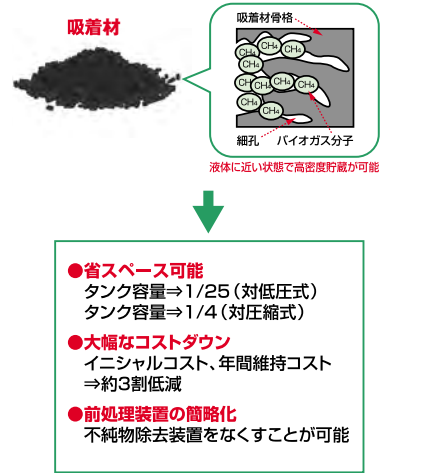
……他にも変わった環境の取り組みをされていると聞きますが？

下水処理場やゴミ焼却炉などから出るバイオマスを発酵させて、メタンガスを取り出し、それでガスエンジンを動かして電気を起こすシステムを開発しています。メタンガスは不安定なので、これを貯めるためにガスを吸着する材料も同時に開発しました。この吸着材にガスを閉じ込めることでタンクの大きさが25分の1まで小さくできます。



世界最大級のLNG（液化天然ガス）輸送船の模型。LNGを入れる四つのタンクには、公募で選ばれた小学生とアーティストのジミー大西さんの作品で、地球環境をテーマにした「さかな」「かに」「えび」「かめ」の巨大な絵が描かれています。

こうした技術を使って、バイオガスで走るゴルフカートやバイクを開発しています。



風力・天然ガスで電力事業にも挑戦 環境教育、植林事業で地域社会に貢献

……ガス会社でありながら電力事業にも取り組んでおられるとか。

大阪ガスグループでは風力発電事業にも取り組んでいます。高知県の葉山風力発電所、和歌山県の広川明神山風力発電所です。さらには大阪ガス泉北製造所に泉北天然ガス発電所を建設しています。出力110万キロワットというと原子力発電所に匹敵する規模ですが、来年から稼働する予定です。

天然ガスを使った高効率の発電所なので、そのぶん電力会社さんの石炭・石油発電所



（株）葉山風力発電所

の稼働が減って、トータルで見れば、関西圏のCO₂排出抑制に貢献できると考えています。

……地域社会への貢献活動にも積極的です

地域社会への貢献として「環境教育」に取り組んでいます。当社の社員やOBが小学校、中学校などに出向いて、環境の大切さ、省エネのヒントなどを紹介する授業を行うというものです。平成19年度は400回以上、2万人弱の生徒さんを対象に実施しました。「教育」といっても、ゲーム形式のプログラムにするなど楽しく学べる工夫をしています。たとえばラーメンセミナーでは、子どもたちの大好きなラーメンをつくらせます。どんな鍋を使うとエネルギーが少なく済むか、強火で沸かすほうが効率的なのか、といった問題を考えて、ラーメンをつくりながら勉



ラーメンセミナー

強します。食べたあとに残るゴミも、どのラーメンが少ないかとか考えます。このラーメンセミナーは大変人気があって、もともと小学校向けにつくったプログラムでしたが、いまでは中学校でも人気がある授業になっています。環境教育の良い点は、学校で学んだことを子どもさんが家に帰って親御さんに伝えてくれるところにあります。学校での教育が各家庭まで広く浸透していくという意味では効果が大きいといえます。地域貢献という点ではもうひとつ、植林事業があります。和歌山県で森を借り、そこに植林し、森林保全活動を行っています。毎年夏には従業員が下草刈りに参加していますね。同じように、オーストラリアでも植林事業を行っています。

…… お話をうかがって、大阪ガスという“ガス会社”のイメージが大きく変わりました。今日はありがとうございました。

神戸沖埋立処分場



泉大津沖埋立処分場

尼崎沖埋立処分場



大阪沖埋立処分場(建設中)



大阪湾フェニックス計画

「快適なまち」「緑の大地」「青い海」を未来に引き継ぐために



高田 博(たかた ひろし)
大阪湾広域臨海環境整備センター 企画課 課長補佐

昭和48年4月神戸市役所入庁、港湾局に配属
入庁以来、港湾計画、港湾施設の設計、建設工事の監督など
神戸港の発展とともに歩む。平成7年の阪神・淡路大震災
ではコンテナふ頭や高架道路の災害復旧事業を担当。
平成17年4月から当センターに出向。最終埋立処分場の
基本計画策定など企画課に従事。

大阪湾フェニックス計画の背景

近畿圏は、わが国でも有数の人口集中及び産業集積地域であり、これらの市民生活や企業活動に伴って排出される廃棄物の発生量は大変多くなっています。自治体等では廃棄物の減量化にいろいろ工夫をしていますが、それでも最終的に処分しなくてはならない廃棄物が残ります。しかし、近畿圏の内陸部ではすでに高密度の土地利用が進み、個々の自治体等が廃棄物の最終処分場を確保することは極めて困難な状況にあります。

一方、大阪湾圏域の各港湾においては、背後の都市の健全な発展と活動を支えるため、港湾機能及び都市機能の整備拡充を図る必要があります。埋立てによる新たな用地の確保が要請されています。

こうしたなか、長期的、安定的に広域の廃棄物を処理するといった観点から海面に最終処分場を確保し①大阪湾圏域の広域処理対象区域から発生する廃棄物を適正に処理し、生活環境の保全を図る②港湾の秩序ある整備により、港湾機能再編・拡充を図る③新たな埋立地を活用し、地域の均衡ある発展に寄与することを目的と

「を未来に引き継ぐために」

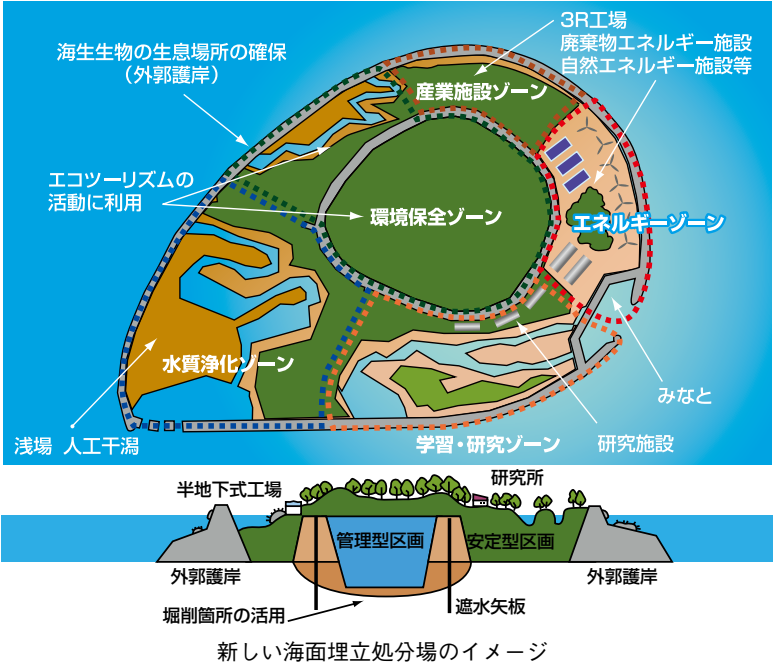
加賀外K

して「フェニックス計画」が提唱されました。名称のフェニックスとは、廃棄物が土地となって蘇り、その土地にフェニックスの繁る緑の土地になるという願いが込められています。

そして、昭和56年には、「広域臨海環境整備センター法」が制定され、57年3月には同法に基づき、近畿2府4県159市町村と4港湾管理者が出資して「大阪湾広域臨海環境整備センター」が設立されました。

大阪湾フェニックス計画の果たしてきた役割

「センター法」に基づいて広域的な地域からの廃棄物を海面埋立により処理を行うという計画は、首都圏、中部圏、近畿圏等で検討されたが、実際に実現したのは「大阪湾フェニックス計画」だけでした。大阪湾フェニックスセンターは昭和57年に設立され、府県域を越えた全国唯一のフェニックス計画に着手し、地方公共団体と港湾管理者が一体となって推進してきました。平成2年に尼崎沖埋立処分場、4年に泉大津沖埋立処分場、13年に神戸沖埋立処分場で廃棄物の受入れを開始し、平成19年度末までに約8,000万ト



廃棄物の埋立処分場及び容量

埋立処分場	位置	面積	埋立容量(単位:万m³)				
			一般 廃棄物	産業 廃棄物	陸上 残土	浚渫 土砂	計
尼崎沖 埋立処分場	尼崎西宮芦屋港 尼崎市東海岸町地先	113ha	220	290	630	460	1,600
泉大津沖 埋立処分場	堺泉北港 泉大津市夕凧町地先	203ha	390	720	1270	720	3,100
神戸沖 埋立処分場	神戸港 神戸市東灘区向洋町地先	88ha	800	400	300	0	1500
大阪沖 埋立処分場	大阪港 大阪市此花区北港緑地地先	95ha	770	350	280	0	1,400
合	計	499ha	2,180	1,760	2,480	1,180	7,600

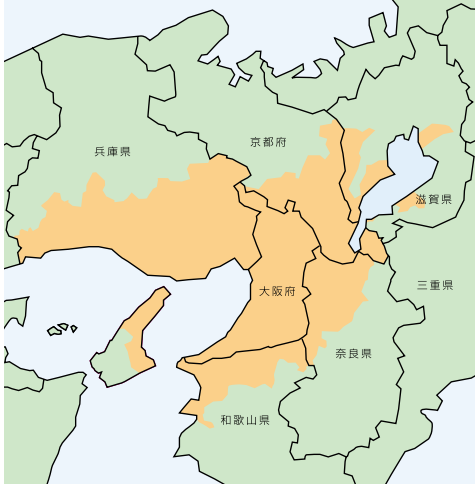
ン(4,700万 m³)にものぼる廃棄物を適正に処理してきました。平成7年1月の阪神・淡路大震災では、突然発生した膨大な住宅・建築物の解体ガレキなどの受入れを震災直後から開始し、280万トンもの処分を行い、迅速な災害復旧に大きく貢献しました。現在は、近畿2府4県の関係自治体175市町村で最終処分される一般廃棄物の多くを処分し、フェニックス処分場への依存率は平成23年度には80%に達すると予測されています。また、産業廃棄物についても25%を超えるとされています。センターは、このように廃棄物の適正な処理を通じて2府4県175市町村の地域の生活環境の保全に大きな役割を果たしてきたところです。

大阪湾フェニックス計画の今後

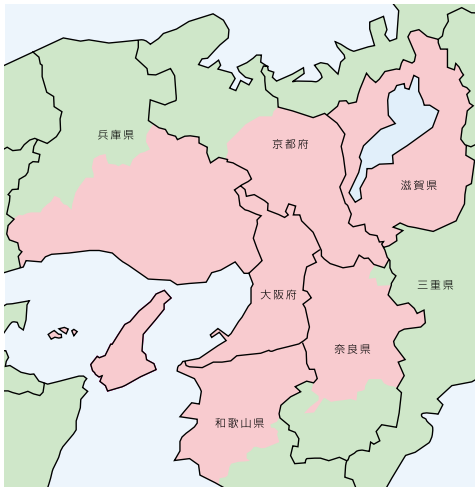
近年の廃棄物を取り巻く周辺状況は大きく変化しています。従前の大量生産、大量消費といった社会経済システムが地球規模での環境・資源問題から見直され、循環型社会の形成に向けたあらゆる取り組みが進められ、廃棄物については発生抑制、再使用、再生利用が不可欠となっています。

そうした状況のなか、今後、廃棄物の減量化等により廃棄物の最終処分量は減少傾向にあるものの、現存する最終処分場で適正処分できる残容量も減少しつつあります。

現在、当センターでは平成21年度の完成を目指して4番目の処分場「大阪沖埋立処分場」の建設を進めています。これにより、一層安定的に廃棄物の処理ができるようになります。



昭和60年12月基本計画策定時の広域処理対象区域図：
市町村数159 面積9,744km² 人口1,763万人



平成18年3月基本計画変更時の広域処理対象区域図
平成19年10月：市町村数175(昭和60年時の市町村数であらわすと252) 面積17,150km² 人口2,011万人

しかし、現在のフェニックス計画ではこの4処分場を合せても平成33年度で満杯になってしまいます。一つの処分場を造るには、計画の段階、環境アセスメント、建設工事と受入開始までには10年余りの期間を要します。内陸部での処分場の建設はますます困難となり最終処分場の残容量が減少していくなか、ますますフェニックス処分場に対する期待が大きくなっていくものと思われる。大阪湾フェニックスセンターでは、平成19年度に学識経験者による「新たな海面埋立処分場の方向性に関する懇談会」を設置し、中長期的な処分場計画の方向性や大阪湾フェニックスセンターが目指すべき方向性について提言をいただきました。今後、この提言の実現に向けみなさんと一緒に考えていきます。

おわりに

大阪湾フェニックス計画に着手以来、経済社会状況の変化により埋立てによりできた土地の利用、処分にも変化が出てきています。また、新たな海面埋立処分場を造るには多額の費用が必要となります。このため、新たな海面埋立処分場を考えるうえで建設費用負担スキームについても考慮していかなければならないと考えています。今、私たちができることは、埋立処分場をできるだけ長く使えるよう3Rなどを進展させ廃棄物を減らすなど循環型社会の形成を進めていくことが重要です。センターとしてもごみの減量化などの環境啓発を進めていくとともに、埋立処分場周辺海域の環境改善や環境創造に取り組んでいきます。

平成20年度技術見学会に参加して 四万十帯に見られる地形発達、山体変形



五條市中原。変形斜面の露頭前で



十津川上流中原地区に見られる山体地形

平成20年9月25日に開催された技術見学会「四万十帯に見られる地形発達、山体変形」に参加しました。当日朝の天気予報では午後から雨になるとの話でしたが、幸いなことに雨にも見舞われず、興味深い地形と地質を見学することができました。

見学会は奈良県の近鉄橿原神宮前駅を出発し、バスで奈良県五條市富貴から五條市中原へと、紀伊山地の奥へ向かっていきました。非常に起伏が大きく、また自然も豊かで風光明媚な土地でした。今回、講師として京都大学防災研究所の千木良雅弘先生が同行していただき、観察地点のみならず移動のバス内でも地形や地質について解説して頂きました。講堂での講義よりも講師との距離が近く、気負わずに質問ができることもこういった現地見学会の醍醐味であると思います。

見学会では、四万十帯より構成される山体が重力変形を受けている様子を見学しました。テキストである「紀伊山地を中心とした四万十帯の斜面形成と安定問題：千木良雅弘(2008)」を引用すると、四万十帯の斜面安定問題の要点として、以下の6点が挙げられます。1)四万十帯の地層には付加帯に特有の断層が密に発達しており、これらが斜面の変形や地すべりに大きく影響している。2)四万十帯には至る所に地質的時代の小起伏面が残存し、それらが解体されつつある。3)小起伏面の縁は遷急線をなしている。4)小起伏面の縁が流れ盤構造になっている場合には、斜面変形が発生して遷急線は不鮮明になる。5)斜面変形は最終的には地すべりに移行する。6)明瞭な地すべり地形を呈していない斜面変形領域が湛水池にかかる場合には注意が必要である。

午前中は五條市富貴で山地高標高部に残る小起伏面を見学しました。この地域では小起伏面の縁は明瞭な遷急線をなしており、その下方に急斜面が分布している様子を見ることができました。また実際に小起伏面上を歩き、遷急線を境として地形が急変している様子を体感することができました。午後からは五条市中原に移動し、重力変形を受けて遷急線が不鮮明になっている斜面を見学しました。変形斜面を遠望したのち、地点を移動し、変形斜面内の地層を観察しました。岩盤内に1～3m間隔で付加体に特有の小断層が形成されており、変形斜面は流れ盤構造となっている様子が見て取れました。再度テキストを引用すると、遷急線は斜面の削剥が急激に進んでいる箇所であり、その内部の岩盤の変形と不安定化が進んでいる領域でもあったと考えられます。2006年9月には九州山地の四万十帯で台風14号によって大規模な斜面崩壊が発生しましたが、これらは遷急線に沿って発生しています。今回の見学会は、四万十帯の斜面安定問題についての最新の研究成果が紹介されたものでした。私自身も斜面防災に携わる身であり、非常に有意義な見学会でした。また、見学会の最後には見学地域の名産品である高野豆腐の販売所を訪れるなど、終始、和気合々とした雰囲気の中で見学会が進行されました。最後に、素晴らしい見学会を開催して頂いたスタッフの皆様と、こちらの質問に丁寧に答えてくださった千木良先生に厚く御礼を申し上げます。

加藤智久(かとう ともしさ)

中央開発(株) 関西支社技術部技術二課
昭和55年生まれ。高校卒業までを埼玉県で過ごし、平成12年に山形大学理学部地球環境学科に入学、地質学を専攻する。平成16年に同学科を卒業、平成18年に山形大学大学院理工学研究科地球環境学科を修了し、中央開発(株)に入社。入社後すぐに関西支社に配属となり、現在に至る。専門分野は地質。



協会活動報告

■総務委員会

1. 関西地質調査業協会 創立50周年記念式典・祝賀会
平成19年10月19日／ザ・リッツカールトン大阪
出席者153名(国土交通省他来賓)50周年記念誌配付
2. 会員厚生事業(1) 平成19年度ボウリング大会
平成19年10月26日／新大阪イーグルボール
参加者81名 27チーム
3. 会員厚生事業(2) 平成20年新春互礼会
平成20年1月16日／大阪厚生年金会館
参加者60社 116名
4. 平成20年度 定時総会
平成20年5月14日／大阪厚生年金会館
出席78社

■経理委員会

1. 年度事業計画並びに役割分担
2. 各月の収支確認
3. 安全衛生週間の実施検討及び、安全・衛生ポスターの選定と配布
4. 労働安全衛生講習会の企画、実施
5. 規模別会費の見直し検討、原案作成
6. 決算(案)、予算(案)の検討

■技術委員会

1. 平成20年度地質調査技士に関する行事
・受験者講習会
平成20年6月20日・21日／天満研修センター／受講者72名
・第43回資格検定試験
平成20年7月12日／天満研修センター／受験者144名
・登録更新講習会
平成20年11月26日／大阪国際会議場／受講者328名
2. 技術講演会(近畿の斜面防災―身近の地盤を再認識する)
平成20年7月8日／大阪厚生年金会館／参加者121名
3. 技術見学会(四万十帯に見られる地形発達、山体変形)
平成20年9月25日／参加者36名
4. 大阪府の技術研修会へ講師派遣
平成20年9月16日／大阪府研修室／受講者28名
5. 大阪府下市町村の技術研修会へ講師派遣
平成20年9月19日／大阪府研修室／受講者46名
6. 兵庫県の技術講習会へ講師派遣
平成20年10月24日／兵庫県民会館／受講者50名

■関西取引適正化委員会

定例委員会

■広報委員会

1. 積算資料の配布
2. 全地連「積算全国会議」への出席
3. 国土交通省近畿地方整備局との意見交換会の開催
平成20年2月28日 於：近畿地方整備局会議室
4. 広報資料「守る知識」の配付
5. 全地連の広報冊子の配布
6. 「地質と調査」送付
7. 広報誌の作製参加と配布

■情報地盤委員会

1. 情報地盤委員会
・協会ホームページの更新
・全地連技術情報誌「地質と調査」への投稿、拡大編集委員会への参加
・『KG-NET・関西圏地盤情報協議会』への参加
・関西地区での『地質情報管理士』試験の実施・運営
2. 地盤情報データベース作成委員会
(独)産業技術総合研究所と応用地質学会関西支部と連携して、奈良盆地地盤図および滋賀県地盤図のとりまとめ作業を行っています。今後は平成20年度末までに、最終成果報告書を取りまとめ、21年度初めに報告会を開催する予定にしております。

■理事会

定例理事会

編集後記：協会広報誌“GEO CONSULTANT ANNUAL REPORT”の発刊も4号となりました。本号では、われわれジオコンサルタンの大きなテーマである「環境」を取り上げました。編集会議の第一回は6月11日であり発刊まで半年を要しました。この間、7月上旬にG8北海道洞爺湖サミットが行われ、その中では「環境・気候変動」も大きく取り上げられ、長期目標の策定と中期目標への取り組みも議論されました。その中では本号で芦田先生が紹介されている二酸化炭素回収・貯留(CCS)技術の2020年に向けた広範囲な展開も奨励されております。一方、サミットでは世界経済についても議論されておりますが、アメリカのサブプライムローン問題が、わずか数ヶ月のうちに世界的な金融危機に発展するとは予想されておらず、サミットでは全く議論されておられません。それほどこの一年間の経済環境の変化は著しく、われわれ地質調査業者の企業活動にも大きな影響を及ぼしています。平成15年の土壤汚染対策法施行以降、土壤汚染調査は急速に増加してきましたが、設備投資の大幅減により、土地取引に伴う調査も少なくなることも予測されます。その一方で座談会の中でも触れられているように、われわれ指定調査機関の実力・信頼性が問われており、本年7月には環境省から「土壤汚染対策法に基づく指定調査機関の情報開示・業務品質管理に関するガイドライン」が策定されております。実績・技術力・品質管理に関する取り組みを開示すると共に、リスクコミュニケーションや環境活動の実績も開示する方向性が示されています。われわれはジオコンサルタントとしての誇りを持ち活動しているものの、実力が追いついていない面もあるということではないでしょうか。本広報誌は、われわれ関西地質調査業協会を外部にアピールするための作成しておりますが、今後は外部から見たわれわれに対する期待・要望も掲載して参りたいと考えております。広報誌がより広く役に立つものにするべく、活動して参りたいと考えております。

広報誌編集委員会委員長 平田 啓一

〔表紙写真〕大徳寺 瑞峯院 独坐庭

室町時代の九州豊前豊後の領主でキリシタン大名として有名な大友宗麟公が大徳寺第91世徹岫宗九和尚を開祖に迎え、自らの菩提寺として建立。方丈南に広がる独坐庭は瑞峯をテーマにした蓬莱山式庭園です。蓬莱山の山岳から半島になり、大海に絶え間なく打ち寄せる荒波にもまれながらも悠々と独座している大
自然の活動を表現しています。



変化に富んだ石組みとダイナミックな砂紋で構成された全景