

土壌物理研究会第43回シンポジウム 「土壌の汚染と浄化—土壌物理学の貢献」

司会：鈴木，成岡

司会：

今日のテーマには、「土壌物理の貢献」という副題がついている、土壌物理では、土と水の研究が多く行われている。とくに、移動と測定法が多い。さらに今日のお話していただいた対象は、ふだん私たちが扱う地表から1-2mの深さの土壌ではなく、地盤にまで届くような大きなスケールである。そこで、土壌物理に対して、移動と測定法さらに大きなスケールを対象とした場合の今後の課題などについて、お話いただけたらと思う。

岡崎：

日頃感じていることで、お答えしたい。土壌の場合は、やってはいるのだけれど、きっちと情報が行き渡っていないきらいがある。土壌の分野では、土壌汚染は、古くから取り組まれてきている。しかし、地下水が汚染されているのが目立つようになって、はじめて土壌も汚染されているという形の情報が流れていると思っている。これは、土壌の理解がうまくいってない面もあるし、私たちの側からいえば、もっと上手に伝えるという伝え方にも工夫が必要と思う。土壌物理学に関してであるが、物理だけで自然現象が成りたっているわけではなく、化学、生物もふくめた幅広い、このようなシンポや学会の活動を広げていく必要があると思う。それは、生物や化学分野の人も同じように思っているので、ぜひこういう討論できる場をつくっていただくことが、土壌物理学を発展させる道ではないのかと感じている。

藤井：

今日の私の話の最後に、硝酸汚染問題のなかで汚染源とそれが現れる井戸までのルートを簡単に見わかる方法がないかと申し上げた。これが私の物理に期待する面である。土木の人たちがやっておられる時も、ルートが分かれば対策がとりやすい。物理の皆さんは物質移動について、精緻な実験をやっておられるが、実際の物質の動きを、井戸という結果からみると意外と速い。たとえば、雨のあと、畑の隣にある井戸の硝酸濃度が意外と早く上昇してくるという現象がある。とくに、大雨で地下水が極端に上昇したあと、最初、濃度が下がるが、そのあとどんどんあがってくる。意外に早く動いているんだな、その動きがどんな動きなんだらうと、興味あって、物理の人にも聞いたが、よくわからない。実際の土壌は、不

均一で物の動きも不均一である。とくに特別なルートがありそうなんだ、ということを知りたいと思っている。

藤原：

土壌物理学という分野も当然でしょうが、浄化にはいろいろな技術が複合化していて、学際、業際で、取り組んでいる。私どもは地盤工学会、土木学会というところで主に活動しているが、当然ながら我々民間企業の研究と大学の研究とでは意識に開きがある。片方では泥臭い、もうやっちゃえと言うところでやってしまう、片方では基礎的な知見を積み上げてやっている。これらが融合していかなければ、最終的には我々が住んでいる環境をよくするという科学技術の貢献はなく、要するに社会性をもたなければ、技術として花開かない。ある研究領域の貢献ということでは、環境の浄化という目標の中で、それぞれの立場と研究領域（専門）でそれぞれの研究がどういう役割を果たしていくのかということをお互いが意識してやっていくことが重要であると思っている。土壌物理という分野として貢献できるとして考えられるのは、私が今、興味を持っているのは、自然減衰（natural attenuation）という概念を導入していった場合、当然、化学的なことも、水文的なことも、物理的なことも必要である。そういうものを、総合的に評価し構築していかなないとなかなか社会に認められない。そういうところの分野も大事じゃないかと思う。もうひとつ、建設事業にたずさわっていると、自然由来の汚染というものに、よく遭遇する。ご承知のように我が国は火山国であり、造山活動も活発であり、特に東北北海道にいくと自然由来の汚染に出くわす。そういうものはだれに責任があるわけでないので、明確な浄化の基準・指針がない。現在のところ、環境省の基準に従ってやろうとはしているが、本来、土の中や、安定的な地質の中にあつたものを、人間の行為として一時期掘削し、環境を汚染させるわけである。そういうものを本来の自然のおかれている産状にもどすというところでは、自然のなかで、一体何が安定化していった化学的・物理的な雰囲気だったのかということをはっきりと明らかにしていくということにも貢献できる学問領域ではないかと思っている。

川端：

私は土木工学科出身で土壌物理の場で話させていただくのは初めて。建設会社に入り、研究所にいて、土壌物理というものを考えると、(土壌物理は)土中の物質移動を扱い、化学的、微生物、植物すべてがからんでくる分野であることから、建設会社の研究所にとってバックグラウンドとしては理想的な分野の1つなのかなと思う。そういう分野の方がうちの研究所に入りたいという人がいるとすると我々には非常に魅力的な人材に映る。土壌物理に期待する点としては、土壌物理では物質移動を質的に説明するという場面が多いが、もう1歩、土木とか地盤とかに近づいて、全体量としてどれくらいなのかというような量的な評価をしていただけると、われわれの分野とも融合できるのではないかなと思う。これは学際の話であるが、以前、うちの研究所で、学問分野の全く違う土木屋とバイオレメデーションの担当の人間が一緒になってプロジェクトを初めてやったことがある。当初はケンカみたいなことから始まった。なぜかという、お互いにどこが重要かという視点が全く違ったためである。しかし、2年3年と一緒にやっていると、なんとなく共通のターゲットを持つというか、お互いを認め合うような雰囲気が出てきた。そういう場面に遭遇して思ったのは、違った分野で、お互いどんどん話しを進めることで新しいアプローチが可能になるのではということである。あと、建設業界では、汚染土壌もそうだが、地下掘削の時の泥水からでてくる土、浚渫土、河川の低湿土など、汚れた土や、汚れていなくてもどろどろになった土をどうするのか、非常に困っている。もって行き場所がなくなっている。この土をいわゆる土壌として使うのが一番考えやすい。これは簡単なのか、ビジネスに乗せるのが難しいのか、いろいろな問題がある。そういう地下深くあるいは海深くからとってきた土を土壌として使う時にどうするかと言う問題が、これから大きなフィールドの1つになってくるのではないかなと思う。

藤縄：

土壌汚染、地下水汚染という社会から解決してほしいという重要な分野がある。純粋に学問的にみると、浄化工法あるいは応用科学のほうがはるかに、基礎科学より先行している。浄化工法にもいろんな技術があり、たとえば蒸気を注入するという浄化工法を使うと、地中では、物質移動が起こる一方で、コンデンセーションなり、揮発なりという熱的現象が起きている。では実際に、そういう現象をすべて理解したうえで応用技術が使われているかという、そうではなくて、技術の方では基礎科学に期待するところがある。応用技術の1つ1つをみて

みると、実は、基礎科学で埋めなければならないところがいっぱいある。課題の宝庫である。これほど論文の書けるところはない。基礎科学の方も応用を見た上で、そこからフィードバックした基礎科学ということ、私としてはおすすめしたい。もう1つは、できれば現場に入ることである。私も石油の汚染現場に一度かかわったことがある。教科書を見ると石油はLNAPLなので水より軽い、そうすると汚染領域は水面からその上あたりになると考えられる。ところが、揚水してみると地下水面より下から油分まじりの水がでてくる。これは教科書には載っていない。考えてみると、地下水面は固定していない。とくに揚水をすると、地下水面は大きく変動する。その上に石油が乗っていると、水面が下がると石油も下方に移動する。揚水をストップすると水面はもどる。しかし、石油の一部は飽和帯の中に残る。再度揚水すると残留したものが、そこから水に輸送されて出てくる。そこで、水面より下のところから油がでてくるという現象が生じる。こういうことは現場にでて初めてわかる。では次に研究で何をやらなければならないかという、一体どの程度、多孔体中に残留するのか、残留するメカニズムは何か、粘性係数もあるだろう、地下水流速もあるだろう、色々な要因が入ってくるだろうが、まだそのメカニズムはわかっていない。おそらく、10~20%位は残留する。石油にしてもトリクレンにしても残留する。まず現場で観察してみることが非常に重要である。もう一つ興味深かったのは、天然由来の石油は、微生物分解が活発である。たとえば、どこかのガソリンスタンドで灯油が漏れたとする。そうすると、すぐに微生物が分解を始めしてくれる。微生物は有機物を分解するときに酸素を消費する。水質を調べると溶存酸素が消費されている。溶存酸素がないところは、鉄や硝酸をつかう。メカニズムとしてはおもしろい。どういう順番で、どういうメカニズムで微生物はそういうものを選択していくのか？これは物理的側面だけではわからない。汚染現象には物理学的、化学的、微生物的側面があり、どこかで線が引けるものではない。いろんな分野の研究者の方とも交わるのも必要なことだと思う。

宮崎：

長い間討議いただいて、ありがとうございました。期待以上のものを、聞かせていただいた。みなさんに厚くお礼を申し上げます。岡崎先生の評価表でいえば、土壌物理は、かぎりなく0に近いと思う。しかし、5に向かって若手が進めてくれると確信している。