

第 51 回土壌物理学会シンポジウム総合討論

猪迫 耕二¹ (シンポジウム企画担当者)

Discussion at the 51th symposium on roles of soil physics in the earth surface processes, JSSP

Koji INOSAKO¹

1. はじめに

2009 年 10 月 24 日に明治大学生田中央校舎メディアホールで開催された「第 51 回土壌物理学会シンポジウム—地球表層プロセスにおける土壌物理学の役割—」における総合討論(座長: 森也寸志, 川本健の両氏)の様様を取りまとめたので、今後の研究活動の資料としてここに報告する。

2. 総合討論

今回、講演直後の質疑応答については時間の都合により省略された。

司会(森):

ただいまより総合討論を始めたいと思います。司会は、島根大学生物資源学部の森と埼玉大学工学部の川本です。まず、各講演者に質問票が来ておりますのでそれにお答えしていただく形で進めたいと思います。最初に大手さんへ質問です。

塩沢(東京大学):

森林生態の根群域下の溶存態窒素の濃度鉛直分布はいかほどなのでしょう。根の吸収がある根圏内では下向きに向かって低下し、根圏以下では低濃度で一定と思われるのです。降雨量の少ない米国では、根圏濃度の方が根圏以下よりずっと大きいという風になるのでしょうか。

大手:

硝酸の濃度分布ですが、溶存態窒素は森林土壌の溶液中では一番多いものです。一般的にいうと、アメリカだけでなく日本でも、おそらく表層の濃度が一番高く下に向かって薄くなると思います。ただ、森林土壌には非常に多くの経路があり、流入量と流出量の収支によって硝酸プールが決まりますから、空間的なヘテロではなく、時間的なスケールで決まると思っていた方がいい

と思います。ある時期には全然硝酸のない土があっても、違う季節に測るとたくさん硝酸があるということもあります。したがって、なかなかこういう分布が一般的とは言いづらいところです。例えば、日本などでは微生物の活性が高まってプロダクションの多い夏にプールが多くなると思われますが、実は、降雨浸透で流されていく機会も多くなります。そのような場合では薄くなるということもあり、測定する時間スケールと平均化の時間スケールによって分布のパターンというのはこうなるというのが決まると思います。

それと例えば、窒素のディポジションが非常に多く、どの深さを測っても多量の硝酸があるような場所があれば、いつも硝酸が足りない状態であるという所もあります。結論的にいうと、一般的には一番プロダクションの多い所で窒素は多くなりますが、必ずしも一番上が多く、下が少ないという関係が出るとは限りません。

大貫(森林総研):

窒素循環とか窒素流出に関して、根の働きが非常に重要だと思われませんが、吸収に寄与する根はどのくらいの深さまで分布していますか。その影響範囲は飽和帯まで達しているのでしょうか。

大手:

吸水深度がどのくらいかということに関する測定例ですと、ヒノキの人工林では 1 m から 1.5 m のところで夏場に土壌が乾燥してくるといった測定例があります。表層にはまだ水分があるときに下層で乾燥するということがあり、おそらくそこで吸水していると思われます。飽和帯に根が到達するかどうかという点については、常時飽和しているところでは酸素分圧が低くなるので根は侵入できないと思います。少なくとも毛管水帯くらいまでには普通は吸水根が止まるのではないのでしょうか。吸水根と養分の吸収根というのは機能が違うので、メジャーな分布の範囲はおそらく違うと思います。養分を吸収する細根とかは A₀ 層のすぐ下とか、30 cm 以内のところに集中しているのではないかと思います。

司会(森):

ありがとうございました。引き続き大手さんへカラム実験に関する質問がきております。

¹Tottori University, 4-101 Koyama-cho, Tottori, 680-8553 Japan. 鳥取大学農学部

キーワード: 地球表層プロセス, 森林生態系, プロセスモデル, クリ

ティカルゾーン, 炭素貯留

2010 年 2 月 12 日受稿 2010 年 2 月 16 日受理

土壌の物理性 114 号, 63-69 (2010)



Photo. 1 総合討論の様子。

石黒（岡山大学）:

カラム実験がドライでアンモニア態窒素が多いことについて、ドライでは水が流れないのではないのでしょうか。水田では、乾燥後の湛水で NO_3^- が高くなりますが、条件がどう違うのでしょうか。また、ある程度ドライでも団粒内がウェットなら NH_4^+ は硝酸になりませんか。

大手:

硝化細菌が土壤水分に対してセンシティブで、乾燥しているところではアクティブではないという一般論があり、その上でカラム実験をデザインしました。テンションライシメータ的に水を系外に吸引してライシメータ内をドライな状態に保ちました。吸引した水も合わせて分析し、バジェットをとっています。ライシメータには自然降雨も入るようになっており、雨が降った時には下から流れ出てくるようになっていきます。このようにして集めた水を分析したところ、硝酸態窒素はほとんど出てこずに、アンモニア態窒素ばかりが出てきたという実験結果でした。

もう一つの質問ですが、ご指摘のように、団粒構造内では様々なことが起こっています。例えば、不飽和土壤中でも脱窒が起こるといった話は、フィールドで測定するとわかります。脱窒というのは、ある程度嫌気状態にならないと起こらないという風を実験室的に言われますが、例えば、団粒内のマイクロサイトでは極度に還元性になることもあります。様々な状況が考えられますが、ライシメータのスケールで考えたときには何が卓越するかという観点で見たときに、アンモニア態窒素ばかりが出てきたという結果になりました。

司会（森）:

それともう一つ、窒素の循環に関することで石黒さんと鈴木さんから質問が来ています。

石黒（岡山大学）:

森林にとっては健全な窒素濃度があるのでしょうか。栄養学者の仮説で窒素摂取量が増えると、生物の生殖能力が低下すると聞きましたが、森林の場合はどのようなことがありますか。

鈴木（東京農業大学）:

成熟した森林では森林内の窒素循環の割合が増え、系外へ流出する窒素の割合が減るという件について、系外への流出は割合が減るのでしょうか、それとも量が減るのでしょうか。

大手:

健全な濃度があるかどうかは非常に難しい問題です。要するに、林分としてのプロダクション、あるいは、その成熟した維持呼吸に必要な養分がどれくらいかということだと思います。それらに必要な量が賄えてしまえば、系としてのデマンドはないわけです。したがって、超過分というのは必要なく系外に出ていくという理屈になります。しかし、話はそう単純ではありません。例えば、降水で入ってくる硝酸などの無機態窒素が本当にそのまま何にも使われずに系外に出ていくか、ということそんなことはありません。土壤微生物のアクティビティは非常にフレキシブルで、たくさん入ってきたら、たくさん使って、回転が速くなるということも見られます。たくさん入ってきて、けれどたくさん出ていっている事例でも、出てきた硝酸は入ってきたものと違う硝酸であるということもあります。これは同位体を測るとわかります。バジェットとして必要とされるよりも多くの窒素が入ってきた場合、超過したものは出ていくだろうということはこれまでも良く言われています。例えば、 $20 \text{ kgN L}^{-1} \text{ Y}^{-1}$ くらい降れば窒素飽和になりがちで、それくらいの量の渓流水に硝酸が出ていく、ということが言われていたりします。しかし、系内で起きている現象というのはそれほど単純ではなく、非常に多くの硝酸が利用されているというのが今の私の感じているところです。

司会（森）:

ただいまの窒素循環について、他に質問があればお受けします。

西村（東京大学）:

スライドでは、雨が多いときに硝酸がたくさん出てきているのですが、濃度が薄まるよりも出てくる量が増えるのでしょうか。

大手:

濃度も上がります。もっと多くのデータをとって統計的に調べる必要がありますが、おそらく、夏雨のアジア地域などでは、もともとグロースの硝化量が多く、降雨で流されていった量の残りで生態系が維持されている、というようなイメージではないかと思っています。夏雨ではない所であれば、作られた硝酸が土壤の中に比較的多く存在できるので、植物や微生物が硝酸を効率よく使える環境になっているのではないのでしょうか。気候条件でそういった違いが生じていると思われます。

西村（東京大学）:

ありがとうございました。

塩沢（東京大学）:

渓流に流出する硝酸濃度の季節性が大きく、そのメカニズムが水文的なプロセスで決まってくる。地下水位が

上昇して、それで濃度が上昇するというご説明でしたので、そうだとすると浅い地下水、根圏の中だと思うのですが、根圏内の濃度が高くて根圏より下が低いという状況がないと説明ができないのではないかと思います、鉛直分布の根圏・根圏外の濃度分布について質問しました。

大手：

おっしゃるとおりで、そのような分布のところ、典型的にそういうことになるというふうに良いと思います。溪流にでる直前のところでは土壌表面を地下水が通過します。地下水が少し高いと、より表面に近いところの土壌水をフラッシュしますので、硝酸を持ち出しやすいという様なイメージであろうと思います。普通の森林だと地下水中の硝酸濃度が低くなっていることが多いのは、根圏までの間に消費される分と地下水帯の中で脱窒される分というのがあって、一般的には、土壌層よりも地下水帯の中の方が硝酸態の濃度が低くなっているということがあって、ただ、すごくディポジションが多くて、常時飽和しているようなところでは、地下水まで硝酸濃度が高いところもあります。私が測定した松枯れが起こったところの例だと、ピークの数年間というのは地下水濃度が高くて、表層土壌の濃度の方が薄かったときもありました。

司会（森）：

大手さんありがとうございました。それでは、麓さんへの質問に移ります。

石黒（岡山大学）：

メタンが発生する条件は水稻にとって害ではないでしょうか。とくに土壌混入の場合などで糞の施用自体が水稻作に負に働くことはありませんか。

麓：

おっしゃるように、糞を鋤き込んで土壌が還元的になり過ぎると稲にとってマイナスであるという事は言われております。糞の鋤き込みには土壌窒素を供給するという大事な役目もありますので、土壌が還元的になり過ぎないように鋤き込み方法も考える必要があります。バランスが必要だということが答えだと思います。

藤原（島根大学）：

中干し回数を増やすと、メタンの発生抑制につながることはよくわかりますが、水稻には稲を収穫するという目的があって、中干しは収量の増減を左右する重要な行為であると思います。また、収量の確保とメタン発生対策との兼ね合いについて、お考えがあればお聞きできればと思います。

麓：

中干しと水稻の収量の件ですが、郡山の試験では、連続で湛水する期間を慣行の2週間から4週間まで増やす試験も行いました。その場合、連続で落水する日数が3週間までならほぼ水稻収量の低下はないのですが、4週間になると一割くらい減ったという結果になりました。従って、今回、ご紹介した水管理のシナリオは連続して落水する日数を2週間以内にするとという仮定で考えてお

ります。したがって、郡山の例からいうと、連続して落水する日数が4週間くらいになると収量にとってマイナスですが、2週間、3週間程度であれば収量をほとんど落とさずにメタンの発生量を軽減できると言えます。

司会（森）：

ありがとうございました。そのほかに、移動予測式についての質問ができています。

濱本（埼玉大学）：

発表の中にあつた土壌中のガス拡散係数予測式ですが、水田土壌を用いて得られたガス拡散係数に対する経験式と考えてよろしいでしょうか。というのは、私の経験上、一般的な水田を含む国内自然土壌で得られるガス拡散係数と比較して、予測式によるガス拡散係数は少し低いように思われますがいかがでしょうか。

麓：

土壌中の酸素の拡散係数は、遅沢さんが1987年に「土壌の物理性」に発表された日本の耕地土壌を不攪乱でサンプリングして測定した拡散係数にフィットするように決めたものです。

飯山（宇都宮大学）：

温室効果ガスの放出量の予測は実測によく合っているように見えます。ということは、土壌変数の各種のデータは十分であるということなのでしょう。また、土壌のパラメータの中でモデルの計算結果に大きく影響するような変数があれば教えていただけますか。

麓：

メタンの発生量予測に影響する土壌のパラメータとしては、透水性が一番大きいと思います。それから、土壌中の微生物、鉄還元細菌によって還元される鉄の含有率です。鉄の還元は発表で紹介しましたように、メタンの生成と競合します。一般的条件では、土壌中で有機物の分解などで発生した電子供与体のうち、メタン生成に使われるものと鉄還元に使われるものが大体同じレベルになります。したがって、土壌の透水性と並んで、鉄還元細菌によって還元される鉄の含有率も重要なパラメータです。



Photo. 2 大手信人氏と麓多門氏。

司会 (森):

わかりました。ありがとうございました。麓さんへの質問を会場から受けたいと思います。

長 (佐賀大学):

ちょっとお尋ねしたいのですが、通気係数も含めてですが、さきほど、透水係数が非常に重要なファクターだとおっしゃられたのですが、土壌水分を計算するときに蒸発散量というのはどのようにして見積もられたのでしょうか。また、これを全国的に展開していくときに、アメダスのデータで計算されていると言われたと思うのですが、蒸発散量もそういう気象データで計算されているのでしょうか。その辺を教えてください。

麓:

モデルの中では蒸発散量はソーンスウェイトの推定式で計算しています。したがって、緯度と月平均気温、被植率で決まるのですが、そういう推定式ですのももちろん気象データも蒸発散量には影響しています。気象データとして入力されるのは日最高・最低気温、降水量、日射量になります。

長 (佐賀大学):

わかりました。もう一つお尋ねしたいのですが、土壌に関する計算では、土壌のデータベースを用いてそれぞれに分けて計算していると理解してよろしいでしょうか。

麓:

北海道の例の場合ですと、現場の調査圃場で測定されたデータを使っています。北海道以外の地域でも広域的な推定をしようとしているのですが、それには、地力保全基本調査で測定した各県の土壌データから土壌群ごとに代表値を決めて、土壌群を単位としてシミュレーションを行うという方針でやっております。

長 (佐賀大学):

わかりました。どうもありがとうございました。

司会 (森):

ありがとうございました。まだまだ質問もあろうかと思いますが、ここで、司会を交代して後半の講演に関する質問に入りたいと思います。

司会 (川本):

後半部分で、まずは大成建設の山本先生に質問が来ています。

久保寺 (九州沖縄農業研究センター):

CO₂ の分離や輸送、注入などの CO₂ の地下貯留に直接要するエネルギーや貯留地の探査や管理などに要するエネルギーを得る上で化石燃料の使用は不可欠ですが、それらを差し引いてのトータルに考えた時の実質的な効率はどうなるのでしょうか。

山本:

おっしゃるとおりで、10% から 20% くらいの余分なエネルギーが使われます。効率の悪い微粉炭発電では 40% くらいのロスがあるかと思いますが。

司会 (川本):

ありがとうございました。もうひとつ質問が来ております。候補地についてたぶん国内かとは思っていますが、どのような形なのでしょうかとこのところを明治大学の学生さんからいただいておりますが、現状での政策も含めた状況を説明していただくと助かります。

山本:

国内につきましては今日お話ししたように枯渇ガス田・油田と帯水層に貯留するという 2 つの考え方がございます。しかし、帯水層の方はデータが非常に少ないという問題があります。枯渇ガス田・油田の場合は、過去にガスや油田がたまっていったという事実があり、それらの生産のためにかなりたくさんの情報が得られていますから、貯留層としての適性ですとか、得られている情報というのが格段に違います。これは推測ですが、政府の方針としては、まずは枯渇ガス田・油田などの情報量が多く、漏洩の危険性が少ない、社会的受容性 (PA) も過去にガスや油の生産をした場所ですから、比較的まわりの了解も得られやすい、そういった場所から進めていくと考えていると思います。帯水層貯留というものはいろんな意味で難しいので、今のところ、経産省も帯水層貯留を本格的にやるという状況では無いと思います。ただ、今日お示ししましたように、国内の枯渇ガス田・油田というのは貯留可能量が少ないので、大量に CO₂ を貯留しなければならないという方向に仮になった場合には、帯水層貯留も含めて考えなくてはいけなくなると思います。

司会 (川本):

どうもありがとうございました。いただいております質問は以上ですが、そのほか会場からございませぬでしょうか。ないようでしたら最後の登尾先生へのご質問に入りたいと思います。

鈴木 (東京農業大学):

critical zone と vadose zone との違いは何でしょうか。登尾:

vadose zone は地下水より上の地表面までの層を言っていると思います。critical zone は植生の上のキャノピーから風化していない母岩までの間というふうな定義だと思っています。ですから、vadose zone よりももう少し上と下に広がっていつているような空間を critical zone と呼んでいると思います。

司会 (川本):

ありがとうございます。私からの質問ですが、本日も紹介いただいたもみ殻であるとか、critical zone であるとか、そういった部分でアメリカを含めてどのような予算があるのでしょうか。現在の傾向をご存知でしたら教えていただけないでしょうか。

登尾:

詳しくはわかりませんが、少なくとも、最初は NRC が音頭を取って始めて、その後 NSF もそれに加わって予算を出していたという経緯はあるようです。現状はどうかというのはちょっとわかりかねます。他のところで



Photo. 3 山本肇氏と登尾浩助氏。

は、オーストラリアの方で bio char のプロジェクトが動いているというような情報がありました。

FAO のアジア太平洋地域のフィールドオフィサーとして働いている友人の話によると、FAO は、かなり大きな予算を割いて土壌の炭素貯留のためにコンポストを使用する研究を始めているということでした。この友人に bio char はどうだろうかと尋ねてみましたが、そういうことはタイ国内でもかなりたくさんの計画が出されていて、実際にもう始まっているということでした。その辺のことは少なくともアジア太平洋地域ではこれから進んで行くのであろうと思います。ヨーロッパのことはよくわからないのですが、おそらくヨーロッパはもっと先に進んでいる状況があるのではないのでしょうか。

森（島根大学）：

山本さんは工学的手法によって CO₂ を地中深くに埋設するといった方法をとられているのですが、ご存じのように、土壌というのは陸域最大の炭素貯蔵庫で量的にはかなり多いため、炭素貯留での貢献はすごく大きいと思っています。ところが、経産省などにこれを提案してもその意義を認めてもらえないといった実情があります。土壌による炭素貯留といったアイデアは工学的にはどうみえるのでしょうか。

山本：

浅いところの場合ですね。それが固定された場合に、その量がアカウントされた場合、それがどれくらい長期的に安定なのか、掘り返されたりしないかとかですね、そういったことをどうやって担保していくのかという疑問はあるかと思いますが、自分としてはちょっと興味があるのですが、土壌による炭素貯留量は実際にはどれくらいなのでしょう。

森（島根大学）：

大規模森林というのは CO₂ 削減効果として認められている方法なのですが、私の試算によると、計算上は大規模森林と同等くらいの改善が土壌を利用して十分できます。土壌の中の有機物を 1, 2% 改善するだけで面積が莫大ですから貢献度はすごく大きいわけです。その

ように考えて、試算して東京まで行ったんですが、理解していただけなかったといった感じだったわけです。欧米ではこのような考え方はどういった感じで受け取られているのでしょうか。

登尾：

以前に日本で開催されたシンポジウムで、Agriculture Canada の研究者が、「カナダもノーティルとかミニマムティレッジで炭素を貯留しようというのが主流になるであろう」というところを話していましたので、おそらく、農業国である北米の二カ国は農地での炭素貯留といったことにも予算を出していくのであろうと思います。そのとき、日本の研究者が「コンポストとかを使うといいんじゃないか」と質問したのですが、コンポストを作るのに経費とエネルギーがかかり、その運搬などで CO₂ を発生する、したがって、その場に残渣をそのままおいて、ミニマムティレッジやノーティルなりでそこに蓄積していくといった方法を取るというふうなことをカナダの研究者が話していました。1年くらい前のことでしょうか。司会（川本）：

わかりました。ありがとうございました。その他に会場から質問はございませんでしょうか。

長（佐賀大学）：

山本さんに質問です。CO₂ の発生場所と埋める場所のミスマッチといったことを言われてましたが、その場合、最終的にはどういう風に解決しようという風にお考えでしょうか。

山本：

何がミスマッチしているかということ、CO₂ の発生源とガス田・油田といった比較的データの信頼性の高い貯留層とがミスマッチしています。実際、日本の東京湾にしても大阪湾、伊勢湾にしても基本的に地層としては堆積盆です。つまり器としては大都市の排出減の近傍に堆積岩が存在しているということです。ただそれが本当に安全なのかどうか、あるいは、様々な影響があった場合の PA の問題とかそういったことがありますので、非常に難しいだろうと思います。先ほど申し上げた通り、今のところ、そういう場所については、どれくらい貯留できるだろうかといった基礎的な調査はしていますが、政策的には殆どタッチしていないという状況だと思っています。

現状では CO₂ の地下貯留がビジネスになっている例は非常に少ない。これには二つ理由があって、一つは費用的にあわない、先ほどおっしゃったようにエネルギーコストの分がありますし、だいたい今トンあたり 7000 円、6000 円くらいが CO₂ の分離・回収費用としてかかります。それに対して、炭素市場での価格は、高いときで 3000 円くらいですので、コスト的に合わないという問題があります。もう一つは、特に日本の場合、地震があったり、断層があったり、PA の問題もあります。

司会（川本）：

ありがとうございます。



Photo. 4 会場からの質問風景。

宮崎（東京大学）:

山本さんと登尾さんに一件ずつお尋ねしたいのですが、まず山本さんの先程の話のなかで CO₂ を地下に浸透しておいて、超臨界状態を想定して、将来予測をされておりましたが、CO₂ がだんだん動かなくなるというメカニズムがよくわからなかったのですが、何がどういう状態になって、動く状態から動かなくなる状態に移っていったのかというメカニズムを教えてくださいませんか。

山本:

ヒステリシスの効果で残留ガスが生じるというわけですが、今のご質問はなぜそういうことが起きるのかということかと思えます。一般的に言われていますのは、ガスがあるときに周りから地下水が戻ってくるとその戻ってきたときにガスの出口を水がふさいでしまいます。そうするとガスが動けなくなってしまうというメカニズムが考えられています。

宮崎（東京大学）:

溶かした状態でガス体ではないですね。

山本:

ガス体です。

宮崎（東京大学）:

ガス体ですか

山本:

はい。CO₂ ガスは地下水に溶けるのですが、周りの地下水が CO₂ 飽和状態になりますと当然それ以上は溶けません。その状態で圧入が止まりますと地下水がまた戻ってきて、そのときにガスを空隙中に留めてしまいます。

宮崎（東京大学）:

ガス体でなくなって動かなくなったのかと思っていましたが。

山本:

両方の効果があります。溶ける効果、それは溶解トラッピングと呼んでいまして、それとは別にガス体のままで残留する効果があります。

宮崎（東京大学）:

地質学的にもガス体で非常に長期的間存在するという事は自然界にはあることとして了解してよろしいのでしょうか。

山本:

例えば、天然ガスはメタンと CO₂ などを含んでいますが、深いところでは圧力と温度が高ければ、CO₂ は超臨界状態で存在しています。

宮崎（東京大学）:

わかりました。ありがとうございました。続けて登尾さんにお尋ねしたいのですが、critical zone の翻訳を最重要地帯としておられました、これは市民権を得た表現としてそのまま使ってもいいのでしょうか。

登尾:

あそこで最重要地帯として説明しているのは学部の 1 年生用に説明するためです。「そこで人間にかかわるすべての反応が起きている地帯だから、最重要地帯とも呼んでおきましょう」として訳を当てているだけで、もっと適切な日本語訳があれば皆さんの中から出てくると思います。

宮崎（東京大学）:

私は、都市の緑化などを行っている技術者相手に critical zone に関する話をしたことがあって、「限界領域」と説明しました。屋上緑化もそのゾーンに含まれているということでもよこんでいただいたんですが、幅があるから領域と呼んだ方がいいかなと思ったわけです。

登尾:

そうですね。限界領域の方が良いと思います。

溝口（東京大学）:

登尾さんのご発表で出ていた「S-1 はお高く止まっている」という言葉が非常に気になっています。翻って、日本はどうかと考えたときに、土壌物理業界は出口を見失ってきたという印象があります。あのエディター間の話でももう少し何かヒントになるような隠れた話があれば教えていただけないでしょうか。

登尾:

参考になるかどうかかわからないですけど、お高く止まっているといった人は、S-1 の人たちは他の領域とほとんど協力しようとしないうということと、すでにわかっているような現象、たとえば、Green & Ampt の法則だとか、TDR を使ったようなことだとか、そういうことを非常に掘り下げていくような研究が多い、もっとブレイクスルーになるような研究が、最近少ないのではないかとというようなことを指摘していました。確かに、私たちも 1980 年の Topp の TDR の論文が出た時は非常に驚きましたし、その後 10 年も 20 年もそれに関する研究がずっと続いてきたというのも事実だと思います。あとは van Genuchten がシンプルなフィッティングの式を出したというのも、あれもみんなが本当にありがたがった式で、イノベティブではないかもしれないけど、非常に応用性のある、先を読んだような式だったなと思いま

す。S-1 のアソシエイトエディターとして入ってくる論文をずっと見ているのですが、最近は質の低い論文が多くなっています。日本の「土壌の物理性」に出てくる論文も査読者として見させていただきませんが、日本の「土壌の物理性」に出てくる論文の方がよっぽど質が高いと思います。もちろん、SSSA のジャーナルに出てくる論文そのものはかなり良質なものが選りすぐられて出てきていますが、あれは投稿されたものの半分くらいです。そういう状況ですので、私は、今の日本の土壌物理の現状はちょっと方向性が見失われつつあるとは思いますが、まだ元気が残っていると思います。

アメリカにおいても S-1 は方向性がやっぱり見失われつつあって、他の分野と協力していこうという流れがあります。日本では、土壌物理をどうしようか、もっと他の分野と協力しないといけないねということで、今日のこのシンポジウムや地球科学の中でどういうふうに関与できるであろうかとか、ゴミ処理、汚染物質処理に関してどういう貢献ができるだろうかといったことである方向を探しているという状況だと思います。ゆっくりとはしてはもらえないとは思いますが、悪い方向では

ないと思います。数年前に、アメリカの SSSA の学会に行ったときに、日本は今 S-1 で一番頑張っているねというような言葉を何人かのアメリカやカナダの若い研究者から聞いたことがあります。それを聞いて私はとても嬉しかったです。溝口さんと出会った 15 年前のあの学会で、日本の S-1 は頑張っているねなんて言われることを想像もしていませんでした。あそこにわずか数人の日本人が行っていた時代と比べると、日本人の S-1 のグループというのは頑張っているんだなって、向こうの方からは見られているという印象がありました。ですから、若い人は就職なかなか大変ですが、S-1 でこのまま頑張ってもらいたいと思います。

司会（川本）：

どうもありがとうございました。議論は尽きないのですが、時間が過ぎておりまして、この続きは今からポスターセッションが会場が始まりますので、そこでもぜひ議論を続けてほしいと思います。では、この辺で総合討論を終了させていただきます。講師のみなさん、参加くださったみなさん本日はどうもありがとうございました。