

総 合 討 論

土壌物理研究会第35回シンポジウム 「土地生産性評価に土壌物理はどのように貢献するか」

座長 粕淵 辰昭 (山形大学農学部) ・松原 一實 (北海道立北見農業試験場)

〔座長〕

今日は最初に佐久間先生の方から全体的な土地生産肥沃性の評価についての報告を受け、それぞれの方に各論、しかも相互に関係がある形で発表していただいた。今回のシンポジウムをお聞きになって、特にこれまでと違って新しい評価をしていく必要や、それに関わってどんな点を考えて行ったら良いのかにポイントを当て、ご質問なりご意見をいただきたい。

〔溝口 (三重大) 〕

長谷川さんの最後の一言が気がかりでしょうがない。今回のテーマで土地生産性評価に土壌物理がどう貢献するかということだが、最近私も土壌物理に対してつまらなさを感じることもある。と言うのはアメリカのSoil Scienceの学会でも必ずと言っていいほど土壌物理の問題はモデル論、そのモデルをどういうように進めていくんだとなって、最後にはスケーリングだとか土地全体の評価につなげるんだと皆決まったように言う。この1、2年は変わっているのかも知れないが、果して土壌物理がモデル論でずっと進んでいっていいもか。伊藤さんも根の写真を示されて、マイクロモデルでは円筒系を仮定しているが色々な根があって、果してそれをモデルで近似しているのだろうかと述べられているし、長谷川さんは量的、質的なパラメータをもう一度見るのもいいのではないかとっている。私としても今までモデルで進んで来たところから、実際に根や土の表面がどうなっているかをあらゆる技術を使ってもう一度じっくり見てからモデルのあり方を考えるべきだと思う。その点に関して特に長谷川さん、伊藤さん、どの様にお考えか。

〔長谷川 (農環研) 〕

溝口さんの意見に賛成。ガードナーの最後の章に書いてある言葉を読み上げる。

"One major limitation to the application of any of the uptake models is lack of an adequate model for describing root distribution and root uptake of water. Rather than dwell on the theory, it is deemed more useful here to examine the empirical data on water uptake and use that data as a guide to the relative availability of the water in the soil

profile."

その他にもいろいろ調べたが、テイラーも同じようなことを述べている。土の中の養分や水、空気は複雑だと思う。簡単な流れではなくて障害物もあり、ものに取り込まれるということも、モデル的には項が増えていくというのが現状だと思う。その様なものを皆解決してきた結果、かえって適用性を限定してしまったことも一面ではあると思う。そしてそういうものを批判してきたものも多いんじゃないか。やはり実際のデータを取ることは大変なので、モデルに走りたくなることもあるが、このデータならば絶対自信があるというものをいくつか積み上げて、そこで検討してモデルをもう一度見直すことに次のステップがあるのかなと思う。

〔伊藤 (北農試) 〕

さっきの英語はなんと言ったのか、日本語で言ってください。

〔長谷川〕

水分吸収のモデルを適用するのに大きな限界というのは、根の分布とか、水吸収の部位のこともあるが、そういうものに対して正確に描ききれていない。だからそういう状況下で理論に頼るのではなくて、もっと大切なのは、今まで出されてきた経験的な水吸収のデータを検討していく方ではないかということ。

〔伊藤〕

そういう事でしたら賛成だ。

〔佐久間 (北大) 〕

根本問題に関わってきているようだが、これについては全然畑違いの物理屋さんから言われたことを紹介したい。「最近生物学の分野で理論的なモデルと言うものが非常にもてはやされている。それは生物学の本当の知識が伸びなやんでいるからではないか。」つまり彼が言いたいのは、理論で行けるか行けないかということも分からないのに理論で行こうとしている。それは、私は間違いだと思う。それをはっきりさせる測定データをまず持つことが必要だ。このことは先ほどのガードナーの言葉と結果的に同じ事だと思う。長谷川さんの講演の中にもあったが、事実を正確に把握することなしで、モデルだけでは本当の事が分からないと言うことが事実だと思う。

だからといって、理論的なアプローチが全く意味がないかといえば、決してそうではないと思う。そういうものを考えて、試してみることによって本当に何が必要かが分り、その時、果たして戻る決心ができるかどうかの問題なのかも知れない。

〔菊池 (中央農試) 〕

土壌物理研究のレベルによって、例えば底辺的なところをきちんと育てる必要がある。興味をわかせる研究も必要であろう。例えば農業試験場では、土壌断面の記載とか土壌統は書いているが、それにどのような意味があって肥料試験を行い、どのような肥料反応をしているかということには余り触れていない。体裁だけは書いているのだが。ステップ1としては土壌断面の物理性をきっちり、こんな土壌にこんな性質があるのだということを記載しておくことがまず必要であろう。ステップ2としては、やはりその土壌が降った雨に対し、水をどのように移動させるかということをきっちり把握しておく必要がある。皆が共通の認識として持つ必要がある。そして佐久間先生もおっしゃったようにその辺から土壌物理と言うのは理論的にどのようにアプローチして行くかが始まって来る。ステップ3としては井上さんの話にあったように作業性の場合に、例えば「粘土含量が多いから作業性が悪い」じゃなく、粘土鉱物がどのように関与しているかとか、そういうことも積極的に研究の中で取り入れて頂ければかなり納得できる。もちろんその時に土壌分類、土壌系というものがどのように関与しているか、そういったことを全体的にすることによって今回の土地生産性評価における土壌物理性のところはかなり説得力のあるものとなるだろう。そういう事になれば今日のシンポジウムにももうちょっと若い人も来ていいし、モデルの話もあって当然であるのだけれども、底辺に対して無視することは、我々の責任もあるが、そういったことも考えてもう一度元に戻る必要がある。もうちょっと基本的なことに見直しながらデータを積み重ねるといったことがこれからの土壌物理、物理だけでなく土壌分類などもそうだが、土壌物理は農業試験場あたりでは力がいってないところで、全国的な問題であろうし、来てる話題提供の人なんかは我々を引っ張って行く立場にあるはずだから、これを機会に考えてもらえれば幸いだ。

〔座長〕

先ほどのモデルと実際にこれからどのように研究を進めていくかということで、長谷川さん、伊藤さんは同じ様な意見だが、相馬さんはいかがか。

〔相馬 (北大) 〕

私なんか、ほとんど常にわからない状態で次から次へと計っている。今、菊池さんのお話にも出てきたように、

例えば穴を掘り単純に色々な層からサンプルを取り、含水量、乾燥密度、三相、飽和透水係数で保水性を調べていく。これで1mなら1mの穴のデータは揃うわけだ。でも、どうやってこれを読んだらいいのか解らない。何かをそこに持ってこなくてはいけないが、依然として曖昧に動いているのが私の実態である。ただ長谷川さん、伊藤さんが言われているような事についてもまさにその通りだと思う。例えば一つ100cm³のサンブラーで取ってきた土でとりあえずは質量を計ってポリュウムを計ることはやるわけだ。実はそこにとんでもない情報が入っている訳だが、それをただ言葉にして含水比いくらとか、飽和度いくらとか、乾燥密度いくらで終わらしているところがある。だから結局そういうことをやっていきと、私がさっき言った、例えば農業土木サイドで土層改良、それ一つをくんでいくときにいったい狙いはどこなんだ、言葉としては決まりきった工法を使うが、相手は変わるわけだから、そうすると同じ手法を使ったとしてもその関わり方、あるいは影響の及ぼし方が違って来る筈であるが、結果は乾燥密度がどうなったとか、飽和透水係数がどうなったで終わっている。100cm³のサンブラーで取ってきた土壌の中に入り込んで情報をきちんと読み取れるようにならない限り先へ動けないのではないか。それにどのようにすればいいのかということが、私にとって今興味があることだ。

〔座長〕

井上さんはいかが。

〔井上 (九州農試) 〕

モデルの話だが、例えば僕らもいくつかモデルを扱ってきたが、まず色々現象を見る。田圃の中に入って流出量、亀裂のパターン等の色々なものをとってくる。そこで起こる現象があるわけだが、もう一つ、理論に基づく現象というのがある。それとどうしても説明できない場面がでてくる事がよくあると思う。それならどこが違うのか、そういう事を説明するためにどこがおかしいんだ、例えばダルシーで仮定している部分がダルシーでないとか、色々な場面がある。そういう事を説明するためモデルで検討してみるというのも一つのステップだと思う。ただモデルのためのモデルではあるべきじゃない。

〔座長〕

実際、井上さんがかなり圃場でしつこくやってこられたのを知っているわけだが、大変なところ、ここをこれからこうした方が良くといったところはどうか。

〔井上〕

測定段階で特に突然起こるといふか、雨が降って地下水位がいつ上がってくるかとか、わりとショートタイムでおこる現象というのが田圃に張り付いてメジャーで計っ

ているだけではなかなか計れない。ある測定で日記システムも必要な、モデルから話が離れているが。ただ去年、日記システムでデータを計った訳だが、機械に任せるとするのはどうしても好きになれない。結局圃場に張り付いていることになる。当然人間が計れる範囲というのは限られているから、データの数とか時間というもので日記システムと言うものは必要だが、ただそれに任せきりというのも考えものかなと感じている。そうして現場で具体的なデータを積み重ねることが、その後のモデル化の基本になってくると思う。

〔宮崎（東大）〕

モデルの事、私も一言発言したい。私がつい最近関心を持って実験したことに、置き代わり現象、土の中にすでに存在している水と新たに浸潤してきた水がどの様に置き代わるか、あるいは混合して進んでいくのかという問題があり、そこには不動水・可動水モデルというものがある。ご存じの方も多いと思うが、土粒子に強く吸着されている少量の水は不動水で動かない、それより外側の水を可動水と呼んで、外からきた水によって動かされる、というモデルを作り、それで色々な説明ができるということが世界中大手をふって今歩いている。そこで私が実験を試みた結果、不動水があるだろうと思ってやってみた実験が、実は全部動いてしまって1%という体積含水率で置いておいたものが後からきた水によって動いてしまう。このような観察結果を見て、一方では例えば工学部の土木学会でこの問題を水文学系でやっているが、砂の場合は4、5%の含水比は不動水として扱ってモデルが組まれている。言い出した人はゲニューヒテンの言う不動水ということで固めてあり、今だにそれが世界中使われている。モデルが一人歩きしていると思った。モデルの一人歩きを許すとその学問分野は後で非常に大きなダメージを結果的に受けるのではないか。だからモデルがあるということは非常に重要だが、一人歩きをさせないようなチェック機構をその学会、あるいはその分野が持っているかどうかということが進歩の重要な指標になるのではないかと思う。

〔座長〕

何故ゲニューヒテンが言った不動水のそれがチェックできなかったのか。感想でもいいのだが。

〔宮崎〕

すごくいいモデルなのだ。分かり易いし、説得力がある。だから説得力と事実とを見違えてしまったのではないか。我々も講演とか論文で聞いたり読んでりして、説得力があるからといって信用してはいけないと考えるべきだと思う。

〔長谷川〕

モデルは、自分が畑に出て一生懸命現象を観察して、それを説明するときに使う。自分で作ったモデルを使う。だから何もなしに、こうなった、ああなったということは進歩ではないと思う。やはりモデルというのは自分で作る、信頼あるモデルを使う事が大切だ。他人のモデルを安易に呑み込むにするなどといったところ。

〔座長〕

他には。

〔広田（北農試）〕

私は土壌物理に関しては余り詳しくはないが、モデルを考えるときに細かいことや本質的なことがどれだけ捉えられているかという事も大事だと思う。例えば平均的にどれだけ大まかにあっているのかとか、時間スケールをもっと長くしたらどうなるのかといったことを考えてやらないと、最終的な土地生産性というような評価に結び付くモデルにならないのではないか。時間スケールを考えたモデルに関してどうお考えなのか。

〔座長〕

どなたに伺うか。

〔広田〕

佐久間先生に。

〔佐久間〕

基本的にモデルとは、何かのプロセスを論理的に組み立てたメカニズムによって動かしてみ、それを数値実験的に検証していくための道具だと思う。ですからここでは、プロセスが問題になり、時間のスケールをいれて考えていく、これは当然の事。もう一つは先ほど宮崎先生がおっしゃられた大きさのスケールも考えなければいけない。土地評価という視点から考えると、その時間スケールとして、私は一日よりも短いところに組み込みたくなる。で、何日というオーダーで考えていくとした方がいいのではないか。もう一つ、空間的スケールの方だが、大まかな話ができるという意味では、先ほど説明したが、ある程度の面積を持った余り大きくない流域、先ほどの表現だとLand Systemというもので考えていきたい。そうすると色々な性質の土地が含まれてくるわけだから、個々の土地において、例えば水田において水の浸透がどうなっているか、川岸の自然堤防のところではどうか、ということその辺までのところで止めておきたい。土地評価から考えて。できうるならば、その内部のミクロの話は今のマクロな観察できる現象に置き換えていただきたい。例えば根がどの様に入っている、根毛がどの様にはえて、その周りで水がどの様に動いているか。その結果が今の程度の大きさ、Land facetがその程度の大きさでもって翻訳できるような現象、例えば私が話したところでは蒸発散量とか、先ほどリモートセ

ソシングがうまく使えないかということがあったが、そういった数量化できるもので、しかもマイクロな現象をある程度まとめたようなものをそれぞれの分野で作っていないか、とうてい広い領域の数量的な土地評価というものではないかと思う。

〔座長〕

モデルの話はだいぶ聞きましたが、特に若い方で実際にフィールドでやってらっしゃる方で、こういう問題をどう考えたいのかといったような、今日の課題と結び付けて、ご意見をぜひお願いしたい。

〔竹内 (北見農試)〕

私も水の問題をやっているが、長谷川先生のご講演の中で土壌の水の供給力の問題を評価する中で、まず透水係数が大事か、それともポテンシャルの問題か、どちらに起因するのかを見極めることが大事であるとあった。今私が問題にしたいのは、いったいどちらが重要なんだと、そこをどのような目でみたらいいのか教えていただきたい。

〔長谷川〕

それも今後の研究で詰めなくてはならないところで、透水性とポテンシャルの両方考えて、ある面では透水性が卓越するかも分からない。そういう面で追求していく必要があるという指摘をしたので、自分で答えを持っているわけでないが、単純に移動モデルでやっていて限定を付けないと、ポテンシャルがいくらでも下がっていけばいいわけで、気孔が閉じようが何も関係なく、下げて行けばいいのだが、実際そういうこともない。かなり湿潤な所で大豆やとうもろこしを栽培していても、根の一部に蒸発しない様にちょっと土をくっつけてやると、そこではやはりマイナス数パールのポテンシャルを最初から持っている。そこから気孔が閉じる -1.2MPa というのはたいした幅がないとういことを考えると、ポテンシャルも大事なのかなとも思う。光合成が落ちるところのポテンシャルも割と高いようだし、そういうことからポテンシャルも大切。モデルでは移動の方からできて、その移動の係数に対するポテンシャルがこういう値ということだったが、もう一度両方考えて行かなければいけない。答にならないが、一緒に考えて下さい。

〔座長〕

他にいらっしゃいますか。

〔三木 (中央農試)〕

伊藤さんにお聞きしたい。養分吸収と根のモデルで説明できるとなっているんですけど、基本的にはモデルは一つの結果を表す過程だと思う。養分吸収は結局、根がどこまで広がって、分布していくのかということが一番大きな問題という気がする。今、とうもろこしで一生懸

命重労働やっているが、根がいったところの窒素濃度、無機態窒素濃度は必ず低くなる。土によって非常に根の張り方は違ってくる。そういったときに、佐久間先生のおっしゃられた、土地生産性とつなぎ合わせたときに、根張りなどと土壌物理性と土地生産性の評価をどの様にリンクしていくのか。少し説明して頂きたい。

〔伊藤〕

それ、私ですか。私でないでしょう。私の所では、分らないと申し上げた。あまり逃げばかりいっててもいけないと思うが。今日のシンポジウムの中に根の話がなかったのは大変に残念に思う。私は、今水田の担当なので水田のことしか今考えてないが、下層土を経て吸収される窒素がかなりあるのではないかと、ということがシミュレーションの結果でもでてくるし、一部、極わずかでですけど実験データも実は持っている。そのあたりのことも、水田の施肥なり窒素の動きを評価する上で具体的なデータとつなぎ合わせながらこれからやっていきたい。畑の話、物理性とのつながりはどなたかにやって頂きたい。

〔座長〕

畑の今の質問に答えて頂ける方は。それじゃ、成岡さん。

〔成岡 (東京農大)〕

せっかくこれだけの先生方が集まっておりますので問題提起というか、教えて頂きたいことがある。だいぶ前、編集委員長の波多野さんとのよもやま話の中で、この土壌物理研究会の中でだんだん純粹の土壌物理が萎んで来てしまった、しかし回りの方からぜひ土壌物理を使いたい、あるいは土壌物理の中との情報したいという、境界領域あるいは外のフィールドから非常に多くの要求ができてきて、それに答えるすべがないという話があった。私もそうだと考えている。土壌物理の研究者はあまり現場に出ていると笑われそうな、しっかりラボにいて、しっかり理論的な問題を突き詰めていかないと、あるいは粘土の問題もそうだが、熱力学に入り込んでやっていかないとなんか笑われそうな、そんなプレッシャーがかかっている。しかし、フィールドに出れば非常に多くの問題があって、例えばさっき井上さんが自記記録でやっている非常に不安だと、現場に張り付いていけば色々な現象が肌で感じられる。やはり我々土壌を相手にする研究者は、土壌は自然体、というのはそこからはずし、ラボに持ってきた瞬間その現場から全く離れた現象になってしまう。そうすると、例えば水田の畦道を歩いてれば、所々にガスが湧いてくる現象、すなわちメタン発生だとか硫化水素の発生が見える。フィールドをはつき歩いただけで色々な問題があるにもかかわらず、ひたすらラボに閉じ込もっていることが一体どういうことなのか。そ

れからも一つ、外のフィールドの人といかに情報交流したら良いのかということに付いて教えて頂きたい。例えば、長谷川さんは今回のご講演で、非常に健全な土壌環境について水の動きやポテンシャルについてのお話をされたけれど、純粋な要因はそれで引き出せるが、その中に塩が入り込んだらどうなのか、あるいは低平地でメタンや硫化水素が発生するような環境ではどうなのか。それに対し土壌物理はどう対処したら良いか、という問題になったらそれは難しいと、それは土壌化学の分野になるから大変だといって、我々100ccのサンプラーを使ってひたすらデータをとっているものにとってはとんでもない問題になってしまいがちだが、それももしかすると土壌物理の研究分野で切り崩すことができる問題と思う。どうお考えか。それから土壌調査するにあたって、やはりスコープを持って自分で穴を掘れば体で全部データが分かるはず。しかしそれは数字にはならない。体で覚える。それをやっている現場の、先ほど菊池さんがそういう内容のことをおっしゃったが、現場でそういう苦労していても、その情報、そういう印象が津々浦々の方に伝わっていくことができないという問題に対してもどうしたら良いのか。とにかく情報交流をいっただうしたら良いのかについて何かヒントでもいただけたら。

〔座長〕

長谷川さん。

〔長谷川〕

まず情報交流の前に、その前に言われた塩溶液の濃度が濃いか、有害ガスが発生する場合のことを質問されたが、最初に発表の時に申したように私の見方は一面的かなということはある。何故一面的かという、成岡さんが今指摘したようなことなのだが、もう一つの切り口としてやはり灌漑、排水という切り口もあったのかなという感じもする。例えばガスの場合、どれだけあるとか、濃度がこうだ、拡散係数がこうだとかいう話をしたけども、まず土地ということを見ると、まず雨が降った後、その畑に出て観察すれば、水が溜まっていけばまずいなというような評価があると思う。24時間湛水排除、そういうものも実際使われていると思うし、そういう様な切り方もあると思う。それともう一つの情報交流のことですけど、これはちょっと答えきれない。やはり自分の考えを固めて、そのフィールドで働いている他の分野の人に質問をする以外ないんじゃないか。畑でお話してもあまり出てこないような感じもする。

〔座長〕

予定されていた時間が後5分くらいになってしまって。僕の方から当てていいですか。北農試の水落さん。フィールドで非常にいい仕事をされていますので、是非。

〔水落（北農試）〕

色々基礎的なおもしろい話をうかがいまして、ありがとうございました。せっかく当てていただいたので、例によって土壌物理のファンの一人として、注文をさせて頂きたい。一つは、今持続型農業ということを盛んに皆さんおっしゃっていて、だけど実際にはものすごく圃場が荒れ果てても、それに対する自覚症状がない方に限って持続型農業とおっしゃっている。そういうことで、やはりエロージョンの問題、これが佐久間先生のお話では、開拓地が荒廃していったという場合には、かなり養分枯渇なんかが関係していたと思いますが、現在大型機械化がどんどん進む中で、よけい加速されてエロージョンの問題が出ている。ところが、エロージョンに対するトランスファクターがどの様に分布しているとか、エロディビリティのマッピングとか、そういったものが我々が入手できるような形で整備されていない。どんどん土自体が流されてしまって、持続型どころではなくなるのではないかと非常に心配になっている。だから、この問題は学際的な問題だが、土壌物理分野の方が主役というか、指導性を発揮して、ぜひ対応して頂きたい。生産性を高める面と維持する面で、是非お願いしたい。それからもう一つ、我々がフィールドでみると物理的なストレスが非常に多い圃場ばかりで、これを安い値段で改良していけば、まだまだ生産力が上がるのではないか。野良仕事している我々に知恵を授けて頂いて、一緒にやっていただければ、我々第3次緑の革命をやるんだと。第1次は、育種でメキシコとかフィリピン中心にやられた訳で、第2次はヨーロッパで非常に生産性の革命が起こった。第3次は日本でやるんだということで、現在のモニタリングとか色々な手法でもって、リミットになっているストレス要因をリアルタイムでキャッチしてそれをすぐフィードバックして、ちゃんとした管理をする、といったようなことをやっていけば、まだまだ生産力が高まるんだといったことで、是非その面では土壌物理の要因が大きくてですね、指導性を発揮して頂きたい。そういう点で、直感だが、私の感じでは極表層の5cm位の所の水、養分状態をオプティマムに保つというのが非常に大きい。それから下層の連続した粗孔隙が非常に重要ではないか。この辺の評価、連続したいい孔隙を作る手段、そういったものの開発をぜひお願いしたい。注文ばかりで済みません。

〔座長〕

どうもありがとうございました。もう時間がきていますが、岡島先生、なにか一言。

〔岡島（道都大学）〕

困りました。今、水落さんから広大なお話がออกมาして、

どのペースで私、申し上げたら良いかわからないけど、実は私、現役からかなり経ち、もっぱら挨拶要員の仕事をやっており、久しぶりに非常に知的というか、英語でいうスマートな人たちのやりとりを聞いていて、頭が気持ち良くなった。モデルの問題、色々出ていたが、私はこの研究会にこの4月に入会させて頂いたので、先ほど若い人からの話ということがあったが、そういった意味では私も若いものの一人ということでは話してみたいと思う。先ほどから、長谷川さんとのやりとりなんかでも、モデルの価値判断、色々出てたけど、私、個人的には科学的な知識は不偏的なものであるけど、同時に個人的なものであると思う。個人個人が違うように解釈している。それで、どこが違っているかをお互いに披瀝し合うような話し合いを積極的にしたらいいんじゃないかな。それからモデルの話でいえば、あれは演繹的な最もの方法なのだろうから、あって喜ぶよりも、合わなかった方を喜んでいく方がいいのかなと思う。先ほど個人的なものが科学的知見に影響しているということ、私の例から申し上げる。私、農芸化学の学生だった時、何かゼミをしなきゃいけないんで、理学部へ行ってプランターという本を見つけた。プランターという本には、ルンディゴーツという人が、根というものは呼吸して濃度勾配に逆らって硝酸を吸っている、それにはこういう仕組みがあって云々ということが書かれていた。私は農芸化学では呼吸というのは三単糖という説しか知らなかったが、根が呼吸をして物を吸うというのは大変な驚きで、それが私の未だに思っている感慨の一つだ。たまたま私こちらに来ることになってから、主要な研究テーマを土壌養分供給能というように設定した。今でも忸怩たるものがあるが、長谷川さんは、作物に対する土壌の養分供給力、養水分供給力、あるいは供給能という言葉だが、私には最初の「対する」がっていない。土壌の養水分供給能、土壌の養水分供給力というように付けてしまった。今でも困ったなと思っている。どうして困るかという、土壌というものは、養水分を要求に応じて供給する一つのパターンがあるはずで、作物の方には能力というかわり、アビリティがあるが、土の方はそれに付随というか、その制限要因にならない形について行くのではないか。そのついて行きかたをどの様にしたらいのかという感じであるから、私のつけたのはいささか雑多かな思っている。突然想い出したが、今日、今、私、大変汗かいている。この前大学に行ったら、今日ローンでジギスカンやるんで来て下さいといわれたので、久しぶりで北大のローンでジギスカンを食べるんだなと思って、今朝寒かったから下着をいっぱい着てきた。そしたら今日ここにきたら、暑くて暑くて。これは私が

老化しているという証拠で、若ければそういう憂いはなくて、応じて自分の力で対応していくわけだ。だから先ほどいったように、根の要求に応じて、あるいは根は作物ですけど、作物の要求に応じて土がどの様に供給していくかというパターンを決める場合に、根のアビリティというのが非常に問題になってくる。これは論議として沢山出ている。ところがこれが大変難しいことで、どうい様に難しいのかというと、これも私の若い二十歳代の仕事だが、根を半分にぶったぎって、水耕でものを吸わせる。半分にぶったぎったら養分が半分になるかという決してそんなことはなく、8割位はとってしまう。完全になる場合も、ものによってあるが。だから根の能力というのは、その時点で測ったとしても、上の要求に応じて変わるし、一部の根が悪ければ他の根が代用する。これが生物の最もすばらしい働きだと思っている。特に植物の場合、動物と違って根が張るということが実はそういう安全保証を含めているので、その評価が非常に難しい。従って先ほどヘテロジェネティの話が色々出てきましたけども、ああいう問題も根が色々張っているから、働いている根、働いていない根、そういうのが全部アバライズしてくるから、色々なモデルを作ってもだいたい合ってくると思う。かなりヘテロでも。その例の一つ申し上げる。私、もうだいぶ前になるが、北大の土壌で簡単なことだが、土の深さ毎に硝酸と水とを測って、容量因子として深さを1m位にして、最初にある硝酸態窒素と窒素、0,50,100,150,200だかにやる。そしてトウモロコシを育てて、トウモロコシを定期的にとって、マスとして土の硝酸態窒素を測って、無機態の窒素を測って土壌全体からどれだけの窒素がなくなったかと。それと、トウモロコシが吸った量を合わせれば、ほぼ合う。もうちょっとかっこ良くしようと思い、今度は北農試で透水係数だとか、云々だとか色々なことをやりながら硝酸をモデルで動かしていくと、これは牧草だったが、合ってくる。うんと細かくやっても合う、簡単に広くやっても合う。これはやっぱり根の能力が状態に応じて、少なければかき集めるし、よけいであれば排除する、そういう主体的な動きがあるから、ヘテロなものを全部一括しているので、どういうモデルを作ってもかなり似た形になると思っている。ちょっと暴論だが。だからといって先ほどからの伊藤さんのお話、私昼から来たんで長谷川さん、佐久間先生のお話伺ってないのでよく分からないが、ああいう話なんか大変嬉しく思っている。バーバーの場合でも、根から有機酸を出す、根から何かを出すといったら皆ぶち壊してしまう。ところが、先ほどおっしゃったようにあれはあれでいいと。色々なことがあるが、そのレベルレベルで見れることを見ながら解釈していく。

それから、おそらく伊藤さんがイメージしているモデルに対するのと、私がナイエとかなんかで、学生と一緒に読んでたイメージとはかなり違っていると思う。そういった違いなどを深めながら一方で進み、もう一方では非常にマクロに、先ほど現場を見ろとあったが、これはやっぱり同時並行的にいくべきで、どちらから入ったら良いかということではないし、ただお互いにそういう情報の違いを認めて、その中で相互矛盾を、いや矛盾というか、知識として自分の都合のいいところだけ持ってくる。色々な意味での理解の違いがあるわけで、そういうミクロのレベルとマクロなレベルの人との考えをフラックとか、私はこれが分からないんだ、pF3というのがさっぱりわかんないんだということも含めながらやっていったらおもしろいのではないかと。そういった意味で今日の課題などは、端的にいうと、土壌の構造を含め、そういう評価価値の中でどういふものに整理して、先ほど水落さんのおっしゃったレベルの場合には、どの程度の項目で評価していくとそれについて答がでるということを、やはり勇敢に出して行ったほうが私はいいと思う。分かりませんというのではなくて、今の時点ではこういうことがいえるということを大きく訴えていくことが若くていいのではないか。剩り消極的というか、先へ先へと問題を持たないで、今の時点でここまでいえるということ、皆さんに大きな声で物理はこんなに良くやっているというようにいっていただければと、そういう気持ちで聞いていた。ご理解いただけただけでしょうか。

〔座長〕

どうもありがとうございました。今日は非常に楽しいというか、いいディスカッションができたのではないかと勝手に思っている。皆様にご協力頂き、本当に今日はどうもありがとうございました。これで今日のシンポジウムの討論会を終わらせて頂く。