

土壌物理研究会第37回シンポジウム

「乾燥・半乾燥地—現場における土と水—」

座長 古賀 潔 (岩手大学)

波多野隆介 (北海道大学)

成岡 (司会):

座長の先生方を紹介いたします。

まず、岩手大学農学部教授の古賀潔先生です。1975年より岩手大学に赴任され、そのうちバンコクにあるアジア工科大学に90年から92年に派遣されました。専門は農地工学。現在の研究テーマは「粘土の圧密機構あるいは耕作放棄水田の土壌水文」です。「新進気鋭」と言われましてももう名が売れすぎている先生ですが、今回の総合討論に座長として御願いたしました。

続きまして北海道大学農学部教授の波多野隆介先生です。土壌学研究室にいらっしゃいますが、その研究室の英語名は“Soils”だそうです。なぜSoilsか聞いたことがあるのですが、「何でもやるからSoils」だと言うことであります。現在の研究テーマは「土壌中の物質移動」という事でとくに土壌間隙の中を溶質がどのように動いていくのかということフラクタルを使って数値的に解明された優れた研究成果があります。このお二人に座長を御願いたします。どうぞよろしく御願いたします。

波多野 (北大, 座長):

よろしく御願いたします。今日のご発表と題名について「乾燥、半乾燥地の現場における土」という題で解説するわけですが、非常に大きな話があって、また盛りだくさんのテーマもあったように思います。発展した農業国で見てきた事、あるいは我国で見てきた事の様子とはずいぶん違うような印象を強く持っています。自分たちが良いと思ってきたことが必ずしも良いものであったばかりではないような、そういうお話もあったようです。それは討論の過程で明らかになっていって、確認もしていきたいと思っておりますが、まず時間が40分と短く、理者の皆さんも急いじゃべられた所もございまして、言いたくないと思われる部分、しゃべりたいと思われる部分もあると思いますので、全般に質問を言いたらなかった、聞き足りなかった部分の質問をお受けながら徐々に必要な議論を深めていきたいと思っております。

まず、一番最初に発表された今川さん(農環研)にお聞きしたいと思います。アリ塚のことで12名の方から質問票をいただいています。代表として最初に谷山さん

(農環研)から御質問をいただいでよろしいでしょうか。

谷山 (農環研):

アリ塚について私も同じような事についてを大変強い印象をいただいでいたしましたが、アリ塚のところは、一般には作物や植物の生育には良いということになっていまして、それはリン酸などの養分が非常に高いということで、これは皆さんも理解なさっていますが、養分的な問題があるのになぜ脱置換するのか不思議です。例えば、粘質のものが流れて、クラストができるものについて、そのクラストのできやすい土地での現植生というのは、だいたい地下茎なり、ストローを伸ばしていくというようなタイプで、クラストに対して抵抗性のある植物が優先種となるのが普通だと思うのです。

南雲 (北大):

アリ塚の問題に関してですが、私もガーナ、ブルキナファソ、ニジェールというふうに南北降水量の違う所をずっとみてきたのですが、基本的にアリ塚の形であるとかその裸地の広がりといったものに地域的な制限があるというふうに考えています。そのブルキナファソで、アリ塚で養分が集積していることは確認しているのですが、それ以上にクラストが形成されていることによって流されてしまうのです。基本的にブルキナファソというのは、750mmぐらい雨の多いところで、植被がある程度地表を保護しているのですが、その苗を切ることによって裸地化していくのです。さらにもう少し雨が少ないニジェールの砂丘地帯でもおなじようにアリ塚は堅いクラストが形成しますので水分状態が大きく効いて、そのクラスト状況では植被が侵入できないというふうに考えています。根や、植物の種による乾燥の適応などは詳しい実験をやっていないので分かりません。とにかくクラストのあるところでは、風に飛ばされるか、水に流されるか、植物種子がそこに定着できないか、発芽しても水分条件のために枯れてしまうか、そのどちらかだと基本的には考えています。

10数年間の間にアリ塚が問題になったということについて、過去75~92年ですから、10数年間経っているのですが、この期間は降水量が100mm減少してしまっていて、それはアリ塚の数そのものが増えたのか、アリ塚を

覆っていた植被がなくなる結果崩壊が促進されていったのか、おそらく両方が有り得ると思います。少なくともこの地域においてはそういう裸地化現象が観測されました。これがまた多くの雨が降ることによって、それがまた縮小するのかどうかは分かりません。基本的におそらくアリ塚の周囲の裸地では降水量が多くなれば、その周囲の水分環境というのが少し改善されて、縮小するであろうし、降水量が少なく周囲の水分環境が悪化すれば灌漑する。こういう縮小と拡大をくりかえすであろうというふうに考えています。

河野 (日大):

私が知っておりますのは、アリ塚ができる一つの要因として森林で葉がたくさんしげるということ、それから水分があって有機物があると、それを食源にしましてアリ塚が出来上がるという言うふう聞いております。それから谷山さん(農環研)は確か、養分に富んでいるとおっしゃったのですが、私の聞いたところでは、アリ塚のあるところでは酸が強くなってそれで植物があまり生えてこないという話を聞いておまして、私も当たっているかどうかは分かりませんが、この原因も今の裸地化にあるのではないかと考えていました。

波多野 (北大, 座長):

西田(農用地整備公団)さんが炭のことについておっしゃられたときに、アリがアルカリを嫌うということだったのですけれども、コメントをいただけます。

西田(農用地整備公団):

稲作の苗の時、それも短期にやったものですが、ある区画の中に炭をまいてみたわけです。保温効果があって非常によく育ったことは分かりました。農民は蒔いた次の日にアリが種をもっていった、という報告をしています。ところが、炭を入れたところだけはアリは持っていかなかったということがありました。それで農民はこういうことをしたいと言っていました。アリ塚に関してはニジェールの三國さんも研究していると思いますが多分アリ塚のあとは養分が豊富だということだと思います。私自身はアリ塚のまわりを植生が被覆することによってアリはどこかに消えてしまい養分や水だけが上の中に残っているのではないのかと考えていました。

波多野 (北大, 座長):

南雲さん(北大)は多分データを持っていると思いますが、今のことをまとめていただけますか。

南雲 (北大):

これまでの実験では、私の知っている限り、アリは酸性の土壌を嫌うという話があります。その一つはアリ塚には養分が蓄積されるカルシウムに富むとか、リン酸に富む、という話があります。私が調査したときは、やは

りカルシウムに富んで弱アルカリ性になっていました。従って、私も養分の集積装置という意味におけるアリ塚の役割はあると考えていますが、少なくともアリ塚が周囲にそういうクラストを形成するような状況がある間は基本的には表面流去といったことが原因で侵入できないというのが私が少なくとも思っている現地での観察の結果です。それはその土地条件によって、例えばその周りに裸地化してなくて、その周囲に植被が侵入している場合もあります。覆っている場合もありますし、その様に本当に様々なタイプのアリ塚環境というものがありまして、私がおのうちの周りを裸地化させているアリ塚に注目して紹介したわけです。

波多野 (北大, 座長):

どうもありがとうございました。大体分かったような気がするのですが、南雲さん(北大)の意見ではアリそのものが酸性を嫌うし、またアリは養分を集めています。それによって保たれているのだけれども、壊れたときにクラストができるということが裸地化の原因であるということだと理解できると思います。それで、このクラストの問題は裸地化をするということともう一つ、それはどうも農法によって人為的に作られてきているということをお田中さん(京大)は指摘になったように思われます。それについて長谷川さん(農環研)が面白い質問をいただけると思います。よろしいですか。クラストに対して農法的にできているというお話について、お願いします。

長谷川 (農環研):

田中さん(京大)に聞きたかったのは、フランスの鋤がこの国のマリではダメという話でしたが、本家のフランスではどういう評価があるのでしょうか。もう消えてしまった古い時代の土なのか、それともそこでは適応しているのか。また、アフリカとインドで見えてきて、今までは耕起するようなことが当然のように考えられてきたわけです。それはその土を軟らかくして根が十分に入るようにするとか、種を入れやすいようにするとか、肥料を混合しやすいようにするとか、そういうことで除草というのがあったと思うのですけれども、そういういろいろな耕起をすることの意義というものがあると思うのですが、アフリカ、インドを見て田中さん(京大)は耕起にはどのような目的があると考えているのでしょうか。

田中 (京大):

まず、フランスの鋤は本国ではどうかということですが、キタクナスでは別に行ったことはないですが、想像するに砂質土壌ではないと思います。おそらく土性が細かくて一時期放っておくと固くなるという普通の上で、

固くなって次の作物を作るには軟らかくほぐさなければいけないような土だと思います。そういった場合にですね、ある程度深く起こして、しかも反転すると作業効率が上がるわけです。つまり、再度耕土を砕く目的で使う鋤でありまして、おそらく今はトラクターでやっていると思うのですが、同じような考え方でされているのではないかと思います。ただですね、西アフリカで調査したチワムギ村では2mも3mもものすごい砂質土壌が堆積しておりまして、そこでは必ずしも土を砕くという操作は必要ないかと思います。逆に砂質土壌で大きく攪乱することで問題が起こるということ指摘してきたわけです。それから耕起の意義、これも答えに関係すると思いますが、ある意味で耕起することとはその上地条件にずいぶん規制されると思うんです。つまり土性が細かければ反転したり何回も何回も砕かなければならない、あるいは雨がなくて養分がある深さに落ちているとすれば反転耕起しなければならないだろうということがあります。また、同じように砂質土壌であれば、 unnecessary 所の表面だけをひっかければよいということになります。ですから、不耕起だとか、ミンワンティレージだとかいうような話がありますが、それもやはり、地域特異性みたいなものを考えてみなければならぬという印象を持っています。それからここでも耕起の意義や目的は何なのかということですが、おそらく除草になると思います。現地の農民というのは除草剤を持っておりません。ですから、耕起というのが、土を砕くよりむしろ除草に重みをおいているのではないかと考えています。

波多野（北大、座長）：

ありがとうございました。あの、よろしいですか。それで、実は大事なことで、根の生長ということですが、鈴木さん（東農大）はいらっしゃいますか。

鈴木（東農大）：

同じような主旨で昨日は農業土木学会の方の講演を見せていただきまして、そちらのような耕起栽培というだれにも関連することだと思うのですが、今回のお話でもフーリングと西インドの方の農耕では表面を薄く耕したということで、それよりも下の層の土というのは深く耕さなくても根が伸長、生長していけるだけの軟らかさを持っているのか、固くて生長が難しいのではないかと疑問を持ちました。

田中（京大）：

北西インドの砂質土壌とフーリングでは、あるいはチワムギ村の砂質土壌の三相分布でいいますとポロシティーで孔隙率がだいたい40~50%であります。それから午前中のスライドでお見せしましたが、土壌学編の写真の下の方にかなり黒っぽい孔隙が見えました。

そして、一つの孔隙の大きさがあの粗砂のサイズよりやや大きかったです。つまり、見てみたら0.2mmくらいあるいはそれ以上の大きさの孔隙がありますので根が入るには全く問題がないと思います。そしてその三相分布はだいたい少し悪化した表層を持ってました。あるいは南雲さん（北大）の話でもでたと思いますが、あの深い砂質土壌では根が2mも張っていると、そんなに数が多いのですが、広く薄く張っているというのが見られましたのでそういった問題はないと思います。

波多野（北大、座長）：

要するに、大丈夫だということで、除草のためのようだという意見でございます。で、その個々についてその人達は管理をするというために道具をつくってきたということについて河野さん（日大）から田中さん（京大）にもっとおしえてほしいということがあろうようです。

河野（日大）：

道具のことについて先ほどのフランスの鋤の話もそうですし、インドの鋤もそうですが、御説明なされて本当はインドの鋤が早くて良いおっしゃったのですが、そのインドの鋤そのものは土壌保全的なクラスタルのところを考えて発展してきた鋤なのでしょうけれども、そこだけをお聞きしたかったです。さっきの道具は深く耕すこととも関連するのですけれどもそういう展開をお願いします。

田中（京大）：

インドといっても私の見てきた範囲で言いますと、全てのインドというわけではありませんが、見た範囲で非常に土地条件と農業がマッチしているという感じがしました。それからお見せしましたが農具が非常に多様だということではらはら土壌の物理性をかなり知り尽くしているという感じがし、そのため農業の発達が一歩おこったのではないかと考えています。

河野（日大）：

もともとは中東の方から入ってきた道具なのではないのですか？

田中（京大）：

必ずしもそうではないみたいです。ただ、ケーブルというのはアフリカから中東を経由して入ってきたんじゃないのかといわれているのですが、ドライファーマーの技術が入ってきていますから、そうかなという気もするのです。実は北西インドのアラグニ山地を境に北と南の方では農具がだいぶ変わって来るのです。それから少し話が飛びますがインドも南の方のドラビダ文明とそれから北のアディアというのがありまして、おそらくそのドラビダにインド独自の農法が発達してきたのだと思います。ですから、移入されたものではなくてか

なり内在的につくりあげられたものだと考えております。

波多野 (北大, 座長):

農具の話と除草の問題にはもう少し関係があると思うのですけれども、そのクラストの耐食性について、西村さん (東大)、よろしいですか。

西村 (東大):

南雲さん (北大) に質問を出したいということで今日出席していただいたのですけれども、ひょっとしたら南雲さん (北大) でなく田中さん (京大) かもしれないのですけれども。クラストの耐食性について、できてしまったクラストが、ずっとあるのかそうじゃないのかというのが疑問です。南雲さん (北大) がブルキナファソで説明なされたときには、斜面の上の方では雨によるクラストの影響や侵食が起きて、斜面の下の方では上から流れてきた堆積上によって違うクラストができるというような話をされていたような気がするのですが、堆積でない方のクラストというのは侵食によって削れていくというこののですか。砂質のとときか、砂粒のとときかは?。どうしてそのようなことを聞きたいのかといいますと、私も結構興味があって粘性土をやっているのです。その場合、やってる者としては、できるとすぐ侵食が促進してしまうのだと思いますが、粘性土でやっているとしたら発生させるようになるのではないかと思うのですが、クラスト自体が削れてなくなったりするかどうか、特に砂質の場合について教えて下さい。

南雲 (北大):

基本的に固定砂丘地帯では少量砂粒が表層にありますので、雨が降ってきたときにはクラストが形成されています。先ほど田中さんが申しましたように除草して表面を裂くのですが、それは同時にクラストを壊す効果で積極的にやっているわけです。それでその収穫後まで雨期が終わった後にもクラストがあります。そして、ずっとあって基本的には先ほど言いましたような土壌クラストが形成されています。それは一般的には表面流去を促進するということがそれが侵食の原因になるか、表面土壌の流出の原因になるといわれているのですが、先ほど見ていただきました零点数ミリくらいのクラストは最初家畜がいますんで踏んですぐに壊してしまいます。ですから、家畜を放すということは動物の耕起という発想をもってやっている場合があります。つまり雨期が終わったときにはクラストがありますが、乾期のときには今度家畜が走りまわることによって壊れてしまいます。それで風食を助長するようになります。そして雨期が始まりますとクラストが形成されてしまうという、そういう季節的なクラストの形成と破壊が起きると考えています。先ほど

砂質土壌の厚さが結構問題だと言ったのは砂層が厚ければ多少出ていってもまた表面の厚さでカバーできるのでなんとかやっていけるのではないかと考えています。その持続性の問題というのは季節的な変化をふまえて考慮する必要があると感じていました。よろしいでしょうか。

田中 (京大):

まず、構造クラストは地形面の凸面ですることができますが、寿命は短いと思います。つまり、後部のクラブとクラストの抵抗線の関係で決まりますので一害にいつまでも残るとはいえないと思うのです。ただ、少なくとも厚く生長はしていかない、それが一つです。それから、水が流れる力に対するはく離性ですけれども、クラストができると耐はく離性が増します。そのため、表面が守られるのですが、流れていく水が必ず弱いところを探していきますので、2, 3 指摘がありましたように"リュウ"の形成にもものすごく影響を与えておりましたクラスト自体がむしろ弱いということが問題になるということです。

西村 (東大):

砂質でもはく離性は増しますか。

田中 (京大):

はい、増すと思います。それから、同じことを言おうとしてるのですけれども、さっきからそのクラストができて、それが短期にもちこすそうですね、風食に対して非常に抵抗性を発揮するのです。クラストは非常に薄いのですけれども、それが風に対するはく離性に抵抗して路面を保護する効果がありました。それから、堆積岩層に関しては何層にも各層ができますし、その砂によってなんとかクラスト自体が守られてしまうので、できるとなかなか回復しないのです。そのため、攪乱して壊したりしていたというふうに思います。

波多野 (座長, 北大):

大事な話だと思うのですけれども侵食のことでもう少しもしコメントがあれば、お願いします。

森 (島根大):

田中さん (京大) に質問をしようと思います。もともとあった在来農法をうまく活用するというのはいつのポリシーの問題でもあると思うのですが、他の地域においても砂漠化しやすい土壌や荒廃しやすい条件を持ったところ、例えば中緯度高圧帯で砂漠になりやすい条件があった、それから植民地支配を受けてしまった現時点でも発展途上国のような同じような条件が揃ったところでも、もともとあった方法でないものを他の文化圏の人が持ち込んだために似たような現象が起こってしまったという事例がいくつかありますが、もしくはそこまで挽回できないのか、その辺りが分からないので教えて下さい。

田中（京大）：

かなり、難しい内容を含んだ質問ですが、基本的に今問題で起こっているところは現在までに農耕が破たんしたところですよ。その背景というのは社会経済的なものもあるでしょうし、北から南への技術の押しつけでしょうし、もろもろのものがありますが技術論的にみると土地あるいは資源に負荷をかかえ、耐えきれずに問題が起こっているということが一つです。それから、よそに持ち込んだ時に何か問題を繰り返すのではないかという質問だと思うのですが、これはポリシーというかフィロソフィーの問題でして、どうやって立て直すかということです。例えば、僕らが机上で色々なデータをとって「これがいいだろう」と要するに事実や発見の寄せ集めで「こうすればいい」と農民に示した場合、農民は多分これを受け入れてくれないだろうと思います。私の意識では農民というのは自分らの持っている技術に対して自身と知識を持っています。彼らはそれをよく知っています。また、僕らよりも自然のことについてもよく知っています。ですから、彼らに我々が農法を示し、彼らにその農法を選んでもらうしかないだろうと思います。だから、これまで北が行ってきた援助というのは押しつけで、しかもやってきたことに対しての悪い影響や結果責任をとってこなかったにあるのではないかと思います。

波多野（北大、座長）：

その点についてもありますが、やはり技術をどういうふうにするかというのが非常に大事で、現場のことをきちんと紹介してもらおうかというのが大事だと思うんですが、そのことで溝口さん（三重大）から今のことに関連する近代的農法に対するコメントをお願いします。

溝口（三重大）：

今の問題に関しまして、田中さん（京大）のアプローチの方法というのは農民サイドにたって徹底的に底辺からどのように技術を移入していったらいいのでしょうか。また一方で農用地整備公団の方々に私のとらえ方が誤っていたらぜひとも反論していただきたいのですけれども、グループ化してその最先端の技術を使ってそこを井戸にしていきたいということで、ある意味では非常に対症的なアプローチの方法だと感じたわけです。なぜそう思ったのかといいますと、パンフレットにある砂漠化防止対策技術というところに例えば、ソーラーポンプによる揚水という形でもっていつてるわけですが、これは現地の人から見ればソーラーポンプというのは何だか分からないし超近代的なものを長い間維持管理ができるのだろうかというその辺のアプローチの仕方についてぜひとも田中さん（京大）と農用地公団の方々の考えの違いや共通点というものを議論していただければ面白いと思

います。

西田（農用地整備公団）：

パンフレットは日本人が書いたものでして、日本人が何をやろうとしているか、というふうに見えると思います。そのとおりなのですが、私も始めたときには日本人が一体何ができるのだろうかという観点や希望を持ちながら書いていたのです。そのとおりならば、例えばソーラーポンプというのは農民が本来使うということを目指して、いるわけではありません。これは言い訳ではなくてソーラーポンプシステム設計のためのデータをとるとするのが主題になっています。これに代わるものとして、写真にはのっていませんが、家畜による揚水というのを第一に考えます。ロバが滑車を引くと水が上がってくる。これは一日に10トンから20トンの能力があります。これを今度牛に変えてもっと大きく変えつつあります。アプローチの仕方は今お話ししましたように初めに私達が彼らに何をやればいいのか分からないような状態で、試行錯誤でどんなことをやっていけばいいのか、もちろん稲作もそうして農的な対策をとりますと、100頭の機関で10トン近く扱えます。しかし、これは極端に言いますと、ここにある堤防がなければできない稲作です。この堤防のお金を負担せねばなりません。農民としてこの堤防を無償でもらえなければならぬ。それで私達が今やっておりますのは、この堤防がなくてもできる稲作をやろうということです。それはどういうことかと言いますと、まず畦畔だけはつくりまして、種付けや植え付けは最初井戸水でやり、そして洪水を待つ。という古いやり方で非常にリスクを受けます。このリスクを受けないために我々はどうすればいいかといいますと、それは品種であります。そこで、世界中の氾濫地で利用するような品種を植えて実験をします。こういうふうな今のアプローチというのは、彼らが使え、彼らの社会経済レベルにあった技術の展開を主にしております。そのために社会経済調査といものを常にやっております。彼らの部族構成や衣類制度、各国における男と女の関係、それから子供、そして彼らの労働力としての地位とか、そういう社会的経済的な条件を加味して彼らをどのように動員するか。そうしますと、人的資源開発というのが当然でできます。技術を上げるためには、やはり人間をレベルアップさせなければならないということになりまして、先ほどお話ししましたが、アプローチとしては、使えそうな技術を見つけ、それが使えるように彼らを開発していく。例えば、共同組合をつくり共同作業ができるような気持ちを起こさせる。女達を開放するために、同じ生地をつくる。また、彼らの労働時間や食事の時間を半分以下にして、さらに畑に作物を

つくって現地収入をつくる過程の中で力をつけさせる、そういうシステムを今とっている。ですから、田中さん(京大)や南雲さん(北大)が言ってこられたことは大して変わっていないことを展開しているということです。□2 波多野(北大, 座長):

これは非常に重要な問題で、ただ西田さんのお話を聞いたときに基本的にクラスト生成が起こって、その農民が困っているということについて、要は何とか技術をうまく作り上げなければならないということを感じたものですから、このことについては、きちんと物を見てそこに合った物をつくる姿勢が大事だと思いました。特に今川さん(農環研)がその点について面白いデータを出されたと思うのですが、例えば、砂漠になっているところの面積が10年間で変わらないのですが、砂漠化しているところと堆積しているところのバランスがとれていて、いつも同じですよ。そうでしたよね。

今川(農環研):

的確に答えられるかどうか分かりませんが、たまたま私が解析しました中国の3つのモデル地区は30キロ×30キロの範囲でありまして、別に恣意的にとったものではないのですが、そこを解析したときたまたまそのバランスが合っていたということです。長く全体的に広げた場合には、大体砂漠化地域が5%ぐらい広がっていたわけですが、中国のような場合には、砂漠化するところ堆積するところをやはり人々が見て、自分達の農地を守るために何らかのことをやらなければならない、あるいは生活の居住空間を守るために何らかのことをやらなければならないということです。常に対策を立てているという部分と経済的な政治的な問題でそれができないということがたまたま均衡していたということです。それに関連しまして、私はアフリカのカメルーンの地域もかつて解析したことがあるのですが、1977年から1991年までの画像解析をして裸地の拡大と降水量の関係をみたわけですが、そうしたときには、アフリカのカメルーンの北部の地域というのは結構降水量に依存して、降水量が干ばつで少なくなれば植被量が減り、それに対して降水量が回復すれば植被量も回復する、といった自然条件に対応した形の反応というのが見られたわけです。中国においては、これまでそれと同じような降水量との砂漠域の関係を見ようとしたのですが、それは十分に関係ができません、それは一つには、アフリカとは違ってかなり中国の方では、常に人間の何らかの対策が講じられているといったようなことが関係しているのかなと感じた次第です。

波多野(北大, 座長):

非常に大事な問題で、まず今川さんの場合は自然条件

による調子が悪くなっていく要因を考え、その上に立ってその適正な管理をどうしたらいいかという形でもっていかました。希望的におっしゃってました放牧頭数をどういうふうに決定していったらいいかということを考えてますけれども、そのことを起用するというのは基本的には水をどれだけ上の中に貯められるかというのが議論の中にあっただと思います。

河野(日大):

農用地整備公団の方に質問ですが、実習圃場から普及という展開で一つの技術が広まっていくのでしょうか、実習圃場の役目というのはもちろん在来農方と検討しながらいろんな技術をつくるのですが、人材育成というのは実習圃場の大きな役割と考えてよろしいですか。先ほどお話ししてどうもそういうふうにとれた生活に含みましてはどうでしょうか。

農用地整備公団:

そうですね。私どもは「普及するな」とか変なことを言う組織になっておりますけれども、実際に現場をやっていますと人を作るしか物事は解決しないと思っています。それが大きな根本になっています。

河野(日大):

それが広まって、ある国の技術になっていくという期待をするのでしょうか、その行き方でよろしいのでしょうか。

農用地整備公団:

そうですね。一つ今考えていますのは、技術的なせいなのか、それとも現的資源開発のせいなのかをまとめまして、この私どもがいる村はマグ村というのですが、そのマグ村の将来計画を作り、その将来計画も一部実施を農民に預けて、そしてその中で人材育成をやるのです。そしてそれがモデルになって、波及していくだろうと思うのです。

河野(日大):

どうもありがとうございました。

波多野(北大, 座長):

他にございますか。

吉田:

クラスト形成と侵食の問題なのですが、一つはうねの問題と考えられております。田中さん(京大)の話で、かなり広い区域の耕地のまわりにうねを設けていた、そして自然によって後に渠が作られるというのが本当だという紹介がありましたけれども、そういううねを立てて、侵食を防ぐことができないのか。ということで、南雲さん(北大)の話で例えば、畦をコンターライン等高線に沿っての真ん中に畦をつけるということではできないのか、で、その場合、半乾燥地というのは年降水量とい

うのが少ないわけですが、雨期に集中する。さらに降雨強度も少なくそれも数回のところで降ってしまうということがあったのですが、今日説明していたところでは集中豪雨で降雨強度の強いものであって、それによって畦ごと流されてしまうのが怖いということにならないのか。その辺のところをお考えとか実状とかもう少しお話しできないでしょうか。

田中（京大）：

畦立てでなくて私が言ったのは、まず耕地のまわりを岩盤で覆ってしまうということで、それは例えばインドのラジャスタンなどで行われている方法で効果があったといわれています。それから、西田さんのおっしゃったコンターライン（等高線）の畦が効果あると思います。しかし、畦を立てることが土壌の攪乱を伴う場合、どうしてもどこから細物質が浮いて流れてしまう可能性があります。かろうじて砂粒と細粒物質が混ざりあって安定している系を大きく攪乱しますと、それだけ強度が弱くなってしまいます。それで雨が当たって弱いクラストができますから、強い雨が降った場合にその細粒物質がけん濁して流れてしまいます。ですから、なるべくふさがらないようにするというのが庶民レベルの農業で必要なのではないかとというのが一つと、雨の降り方ですが確かに非常に豪雨的な雨が降ります。南雲さん（北大）に代わります。

南雲（北大）：

砂丘地帯で私が考えたのは全く田中さん（京大）と同じで、基本的に農地というのは非常に広い面積を簡単な耕作だけでもって実施している初歩農業です。ここには多少水があるからとれるし、一方では全く裸地が裸地化して生育がポツンポツンという形で、そのとき小区画化これは水田において島根大の先生が言っておりますが、ああいう初歩的農業においても小区画化することによる管理意識というのが重要になってくると思います。そのためには、表土攪乱するというのはあまり良くないと思っております。草地を休閒しますと休閒部がかなりたくさん生えてくるのですが、それを次に開墾するときには小区画ずつに残しておく。こういうふうに行っていく形を踏まえてアグロフォレストリーの次につながっていくのではないかと考えています。一方ブルキナファソの方では先ほど田中さん（京大）のフィルムにありましたが、一生ずっと等高線沿いに配置してあって、それは表面流去をふさぐということなのですけれども、これは1950年頃ぐらいに土壌関係の研究者が提唱したということらしくて、それが一部に広がって、今全土に広がって効果をあげております。全土ではないですけれども、プレゼントサイクルでは効果をあげております。も

う一つのやり方としては穴植え栽培というのがありまして、これは80cm間隔おきぐらいに穴を開け、堆肥を入れてそこに八種をする。これはある意味では、その降水の地表面における再分配を流域レベルでなく畑地内における局所局所で水を有効利用するという発想で、これも私が見てる限りでは、私が紹介しましたクラストの形成された裸地において非常に優れた効果をあげておりまして、これから期待できる農業技術の一つだと考えております。

西田（農用地整備公団）：

ここで畦畔という畦立て栽培をうちの方でも実験的にやっている。農民が全く畦立て栽培をしないものでして、それは持っている農具のせいもあります。ただ、農具の問題はいろいろな大きな問題で、後で見ますが、畦立て栽培をしますと農業水分の状態がない場合と全然違って豊富になってくるわけです。そうしますと、今まで植えていた品種が適応できなくなってしまうという問題がありますので、単純に土壌保全にかかっているということは言えなく、やはりきちんとした試験をして、農民が安心できるような品種の導入と一緒にこななければならない。これが私どもがやった経験論です。それから話が飛びますが、農具の問題が一つありまして、草を切る木を切る蛮刀みたいなもので、これは軟らかい鉄のやすりで研いで使うのです。これで草を切るということができないのです。日本の鎌は直線のどこからでも根が出たところを残して上が切れるわけです。ところが、このアフリカ人が持っております蛮刀というのは、途中から切れないわけです。そのため根のところで切ってしまうわけです。そうすると、もうこれは絶対に再生しないという、こういう問題があるわけです。で、この問題を解決しようとする、村に鍛冶屋を整備しなくてはなりません。鍛冶屋が鎌を作るようにならないと鎌も鋸もないという問題になるわけです。

波多野（北大、座長）：

今のお話をもう少し聞いていたいぐらいなのですが、今までいっていた植生はつながるのだろうかというのは品種に非常に重要なことなんですけれども、もう少しコメントをしていただけないでしょうか。例をあげてお願いします。まず、私が質問します。ウォーターハーベスティングは水をためていますか。

西田（農用地整備公団）：

はい、ためています。

波多野（北大、座長）：

これを見るといつも窒息するのではないかと心配するのですが。

西田（農用地整備公団）：

これは雨の直後の写真が出てますから、非常に水が豊富で水田のように見えますが、先ほど土壌水分の年間変動をpF値で示しましたが、極端なことを言いますと表層がpF3.0以上に湿っているのですが、それ以上に下層土はpF4.2とかものすごく乾いていることがあり、非常に面白いことがあるのです。それから、ウォーターハーベスティングによって3倍も4倍も水を集めても今のところ問題になることはない。ところが先ほどお話ししましたようにミレットという主食に関しては非常に大きな問題があります。ミレットの芽は50cm前後まで伸びるのだと思いますが、pFの観測をしていきますと、50cm以深がpF3.0以上に湿る時期が7月過ぎてからですから、そこで初めて合格的な生長を知らずという晩生なのですが、晩生のせいと今までの候条件がきちんと合っていたということだと思っております。これを初めから挙げますと、小さいときにもう生長相が消えてしまいます。それが過ぎても、また水が多いと、なかなか生長が進まない。ある時期までくると、今度水を得たかのようにどんどん大きくなっていくという、生育的なものまでは私には述べられませんが、どうもそういう水分に対する反応が長年の気象条件になってきたのではないかと思います。ですから、単純に水分条件を良好にしてやってもダメだと思っております。

波多野 (北大, 座長):

要するに40%ぐらい流出させて、このぐらいうまくいってるときがちょうど良かったというふうに出る条件に現地はなっているというふうにと考えてよろしいですか。

西田 (農用地整備公団):

それはいつから土壌水分が豊になればいいのかというのは、まだ分からないのです。

波多野 (北大, 座長):

ありがとうございました。今のことについてコメントがあると思うんですが、水の移動速度の問題についてどうぞ。

京大院生:

ウォーターハーベスティングに興味がありまして、これもクラストにうまく水を集める技術なのですが、一つの問題として降雨の変動が非常に大きくてリスクが高いというのがウォーターハーベスティングの一つの問題だと思うんですが、ニジュールでは実際に適応しているものはどのようなものなのか教えていただきたいのですが、よろしく御願います。

西田 (農用地整備公団):

これは確か1メーター統計値データの受け皿に対して35m²近い面積が掘ってあります。御指摘のようにこの

ままでは壊れます。この写真では見えませんが、この上流側にもう2つぐらいのポケットをつくります。それでその30数m²の水を全部その区画の中に入れてしまうということですね。

岩間 (農環研):

今砂質土壌は非常に問題になっているわけですが、砂質土壌の中で特に細粒質の部分が分散性が非常に高いという部分に対して、田中さん(京大)、何かそれにコメントがございましたら、御願いたいと思います。それから、もう一つは砂質土壌であって、やはり何かメリットがあるのではないかと思うのですが、今半乾燥地帯の話ですが、当然塩類集積という問題もあるわけですが、それから伝統的にタイなんかでやっているところでもずっと持続的に生産が可能であるとか、それから南雲さん(北大)の話でも保水性があるというのは砂質土壌の厚さが問題であるという話がありました。その砂質土壌のメリットとデメリットを整理していただくかと思っております。

田中 (京大):

まず、細流質の問題ですけれども、例えば水にけん濁したときにバツと分散するわけではありません。ただ、砂粒質と細流質の混粒というのが弱い感じがしますので、そいつが流れたりあるいは表層のすみにたまってクラストを形成するというふうを考えております。それから砂質土のメリット、実はこれが一番しゃべりたかったのですが、僕らが土壌の肥沃度を測定するときに単位重量あたりの養分量でみる癖がついてます。そうすると、砂というのは当たり前ですがほとんど養分がないのです。ですが、それが土層が1メートルも2メートルもありますと薄い中でもトータルでは私のスライドでも見せましたけれども、トウジンメイが2メートルにも3メートルにも育つのです。そういう意味で入れ物の大きさを含めたら、砂質土壌は語弊を恐れずに言えば豊であり、しかもその土層が厚ければ厚いほど安定性が増えるのではないかというふうに見聞きしております。ですから、サステナビリティに関しましても、つまり物理的な入れ物の大きいバッファー機能が大きいという意味においては、サステナフォルダーというふうを考えております。それから、堆肥を入れることと塩類化の話ですけれども、そのように土層が厚い場合、これは地下に例えば含有層があるとかでずいぶん違ってくると思うのですが、天水に依存している限りは少なくとも塩類障害は起こらないです。それから堆肥に関して化学的なバッファー機能が非常に小さいのでいくら例えば酸性を示したとしてもかなり作土は影響を受けました。だけど、堆肥自体

も弱アルカリですけれども、堆肥の形で入れれば、これはかなり分散されるというか薄い状態で耕地に入りますので、そういった問題は起こらないのではないかと考えております。

凌木（国際農研）：

先ほどの塩類化についてお話しをおうかがいがしたいのですけれども、今日はそれを聞きたくてここに来たのですけれども、多分灌漑がないから大丈夫だと言われると結論は推測していたのですけれども、私は大きな雨が降ることによって表層にたまっている塩が洗い流されるのではないかと思うのですが、ですから灌漑雨じゃなくて、塩は逆からいうと上がってくるのですが洗い流されていないのではないかと思っているのですけれども、その辺はいかがでしょうか。キャピラリイがないのか、洗い流されて塩害が起こっていないのか、その辺を教えてください。

田中（京大）：

かなり限定的な話しになりますけれども、私の調査したところ午前中のOHPのフィルムで見ますと、下の方ほどECが低く上の方の作土層に若干倍ぐらいのECがありますが、それでも全体としてみると本当に低いような状態で、おそらくその私の調査したなかでは塩の急減はないと考えております。それから大きな雨が降ったとしても、例えば100ミリの雨が降ったとしても10センチです。間隙率50%だとしてもほとんど下までつながらず、土層が厚くてかなりポロシティーがありましたらそう簡単に塩が流れてこないのではないかと思います。ただ、それが薄かったり、下にもう少し密な細粒質の層があれば分かりませんが。いずれにしても私がみたところでは、天水農業をしている分には、あるいはもちろん洗い流して直ると思いますけれども、むしろ洗い流されることで肥沃土的農地になってしまうと思うのです。

波多野（北大、座長）：

あと、その点について井伊さんも述べられましたように、それから中に入って地下にたまる年数というのはどのぐらいでしょうか。

井伊（清水建設）：

年代の測定はクエートに関してはまだまだやられていません。それで2、3だいたい見たのですけれどもばらついていて、それでそのあとすぐ医学がついてきた状態で、これからそういった同位体を使うとかいった、トレーサーを使った地下水の研究というのができるのではないかと考えております。

波多野（北大、座長）：

ちなみにオーダーで出されていた土層の厚さはどのぐ

らいでしたか。

井伊（清水建設）：

100mとか200mぐらいのオーダーを50年とかそれ以上だと思うのですけれども、そのぐらいのオーダーですね。水田はそんな特性など持ってはおりません。

岩間（農環研）：

簡単なことなのですけれども、油が上に染み込んでそれが地下水に達するというのに対して具体的に今それをどう防ごうかという対策が考えられるのでしょうか。

井伊（清水建設）：

これは非常に難しいですね。もう汚染したら基本的には手遅れだと思うんです。だから、まず2つ方法があります。まずは先に汚染しているものを取り除くということです。それで、それについては先ほども言いましたように、まだ地雷とか不発弾といったものがあります。それから、クエートの北部では我々も立ち入りが出来ない区域になっておりまして、まだまだいつ行けるか分からないのが問題なのですけれども、まずは取り除くということです。それで取り除いたら、それをどこに置かかかんです。それで、今我々が向こうでやっているプロジェクトというのは、そういった集めた土壌を例えば燃焼させて油を溶かしてしまおうとか、それから界面活性剤いわゆる洗剤を使って洗って油を取り除いてしまおうとか、それから濃度の小さいものに関しては肥料とか木材の種皮などを与えてバクテリアによって原油を分解させる方法なんかを使って今やっている最中です。ただ、そういった方法も、処理量が非常に少なく、汚染した範囲というのはかなり広いですから、それを一度でやってしまうのは大変です。それからもう一つは、実際に場所によってはそういった油汚染というのは進んでますから、実際に水道とかを使う少し前にフィルターなどで取る方法が今現実的に何かあればいいなと思っております。だから、拡大を防ぐためには除去が良いのだけれども、それにはまだまだ時間がかかるだろう。そして汚染した地下水については、使うときに何らかの方法で除去する。それで、その辺の例えば、そういう油で汚染したとして目で見てもこれは地下水汚染だなんて分からないわけです。実際にそういう測ったときに数ppmとか、100万分の何とかといったオーダーで出てきますから、そういったものを除去する技術というものは日本は持っていると思いますから、そういった技術を持っていけばクエートなんかでは喜ばれると思います。ちなみに我々がクエートで援助しているというのは、日本は原油を中東諸国から輸入していますので、そういった経済的な言い分も非常にあります。

軽部（茨城大）：

先ほど、宮崎さん(東大)からの質問のときに不均一流で水道(みずみち)みたいなものがあるのではないかと話がありました。そうすると、御相談といったら100mか200mか知らないけれど、50年というのは1年に数mですから長いと思うのですが、そうするとその辺についてはどのように説明されるのか聞きたいのですが。

井伊(清水建設):

非常に難しいですが、例えばキューブの話しなんですけれども、原油がジワッジワッと浸透して、先ほどスライドでも見ましたように、海でできた海水層の砂が乾燥してクラスト状態というのか塩がセメントしている状態です。それでそういうところに原油がしみ込みますと、言ってみれば均一媒体として卓越媒体として扱える状態なんですけれども、それでも部分的には非常にスッと入って行って難しいです。だから、一般的にああいった砂がちょっと固まったものでも、そういった部分的に普通は60~80cmぐらいですけれども、場所によっては2~3mもいっているところがあります。ですから、数字の上でもこれだけ出ていますから不均一性の問題というのは難しいと思います。それで地下水の流れなんですけれども、これは実際は難しくトンネルで我々は水をとっていますけれども、部分的に大量に取水するときがあります、そういう時は実は硝酸イオンなどができて、数的処理の値も大きくて、そういうのは上からスッと来たような水がでることもあります。もともとは非常にゆっくりと動いていると思うのですけれども、場所によってはスッと動くこともあるわけです。だから、そういったことを含めて全体をとったとして話を今日はしてきましたけれども、実際はそういった水口に沿うといったことがあります。それから地盤の話もそうなのですが、地下水の量ということで考えた場合、あそここの水というのは言ってみれば、井戸で水を組み上げたのと同じ現象が起きているのです。そうしたときにどんどん水位が下がっていくのです。水位という考え方というのは非常に難しいですけれども、どんどん排水していくと水位がすぐ下がるということです。ですが、例えば岩石で10%の区切りがあったときに、飽和していれば10%の水がはいっているわけですけれども、排水したときに一気に10%の水が出るかということ、どうもそうではないのです。すぐに水位は下がりますが、たまり水という非常に古い時代の水が徐々に今出ています。それで我々は今、トンネル水飲み場の水を取って分析しています。それはどういう目的かと言いますと、トンネルはもう完成しているのですけれども、水位も下がっているのです。そういう状態で水を取っている意義とはどうい

ことかと言いますと、たまり水がどんどん水位が下がった後出るので古い時代の年代を示しているのです。だから水位が下がってまだ水がでていているということは、普通は上からどんどん水が供給されているから新しい水が出ているのだらうと思いますけれども、完成して2~3年経ってまあトンネルができたときから水位が下がっているわけですけれども、その水を今取って2~3年経っている非常に古い時代の水が出ているのです。それですぐ水位が下がるということは岩盤の中のまず割れ目の水が最初に出てくるのだと思います。その後でそういった岩盤の割れ目の中の水というのはヘッドという、要するに水相をもっているけれども、中の空隙の小さいコアに入っている水というのはゆっくりとしか出てこられないと思います。そういうものが今徐々に徐々に出ているのではないかと、それがそういう古い時代の新しい水で、ある程度出きってしまったら上から今度新しい水が入ってきますから、それが入ってくると地下水の若返りというのが見られるのだと思うのですけれども、今まで調べた範囲ではまだまだ古い水がでています。そういった風にちょっと答えられませんが、まず割れ目に沿った水が排水される。それでその後、徐々に小さいコアの水が出てくるのではないかと思います。それで自然の中の流れというのはどうなのかという風には思うのですけれども、それを実は今、排水だということで急激に水を動かしてみても、だけ地下水というのは別に排水でなくてトンネルを掘ったから水が出ているわけですけれども、トンネルを掘る前はそもそも非常にゆっくりと流れているのです。で、そうなっている時はどうなっているのかということ、とりえず解析などをして出しているのですけれども、どうも非常にゆっくりとした流れの場合には水口の効果が無いような結果も出ていたようです。例えばそのトリチウムの使った調査試験の結果などを使って孔隙のそういった流れを解析で求めたら、有効間隙率が岩盤の有効間隙率いわゆる間隙率と同じになります。ところが、急激な山成り場でトレーサーを伸ばしてやった実験だと先ほど言いましたように有効間隙率が小さいと出ているのですけれども、長期的にみたものでは有効間隙率と間隙率が同じ値になるような結果もでていて、それで今考察する段階なのですから、なかなかそれがはっきり分かっていない状態です。

波多野(北大、座長):

ありがとうございます。今の問題というのは今日は関係ないかも分かりませんが、実は本当に必要な問題で我々が毒を蒔いたと言われているものですから、それが農地から今どんどん出てきているのが後50年経つと出てくるという危機感をもっている人もいますので、ぜひ

これから先結果をまた別の機会でご教示したいと思います。その後、何かございますでしょうか。

今の地下水を今度改良するということに結局水の問題なのですが、今西田さんのコメントにもございましたように、普通の鉱脈で40%ぐらい流出していて、新津さんのお話では輪中を使ってずうっと低地に流れ込んでいて簡易用地を得るという話があったと思うのですが、そういう特徴的な問題要するに均一に取り扱えない問題というのは必ずあると思うのです。例えば、今川さんの一番最初の御指摘は「どこかを良くしたら、どこかが悪くなる」ということでした。「要するにそれを多項使ってその部分部分の特徴を調べていった」というのが南雲さんの話でした。「もっと大きな話していくと、どうも我が国でやってきた有機物を混ぜているいろいろなものをつくって保水効果を高めるという発展をして土壌構造を確保するというようなことは、悪くするとクラストをつくって水を入れない効果になる可能性がある」という田中さんの御指摘もありまして、大きく言ったのは日本での考え方がそのままアフリカの土壌に適用できるというわけではないのかという事柄があったわけです。それで、「その中のことをこの技術を導入するに当たってどう考えたらいいか」というその違いをどういうふうにクリアするかという問題があると思うのですが、その点についてお願いをしたいと思います。

宮崎（東大）：

何かまとめようとして苦しんでいる様子を見て発言をしたくなつたのですけれども、波多野さんのおっしゃる様などらえ方で別に問題はないのですが、今日聞かせてもらっている中で一番のつながる問題点というのは、昨日も出席なさった方も大勢いらっしゃるはずですが、不耕起であるとか、反転耕起をしない事とか、家畜を入れないで自然のままに保護するとか、そういった方法で土壌の物理性を良くするというを昨日今日とで非常によく学んだのですが、一方で我々は土壌改良、土層改良、それから塩類のことなど、そういう手を加えて技術を投入することが土壌物理性の改良であるというふうにとらえてきた自分達を否定できません。しかし、そうではないものを学びつつあるというのが我々の実態だと思います。これは技術の交代をしるという言葉なのか、あるいは今まで良いと思っていたことをストップするというふうにとらえるべきなのか、そこのところは科学技術のあり方の問題あるいは土壌物理研究会そのもののあり方も関わってくると思うのです。私の試験によればどうして不耕起の方がいいのか耕起をする在来農法の方がいいのかとか、家畜を入れないで保護すると良くなるというのはなぜなのかということをご教示をきちんと解明し

て、そこには物質移動の均一性のことも含めた移動現象がどういうふうに起きているかということをご明らかにすることによって、今までの技術ではダメだったのだということをご教示と実証しないと何のための研究会なのか分からなくなってくるという気さえてくるのです。ですから、今日お話しになった方々は御意見をもちださると思うのですが、土壌改良とか土層改良とかマニュアルに書いてあるあれは一体何なのか、これを一言ずつおっしゃって頂いて土壌物理研究会の課題を明かにしていければと思います。波多野さん、いかがでしょうか。

波多野（北大、座長）：

どうもありがとうございました。私はいけないというものは無いと思っているということをおっしゃったのです。ただ、それを当てはめる場所の事を知らないで当てはめていこうという姿勢だけ盛り上がってきているのはいけないと言ったのです。今、宮崎さんから御提案がありましたけれども、今日来ているのは土壌物理でない人ばかりですよ。むしろ、先ほど宮崎さんがおっしゃった事を我々は感じているのではないかと私も思います。最後になりましたが、これだけは言っておきたいあるいはもう一つだけ深く趣味的に聞いておきたいことがございましたら、どうぞ。

原（岩手大）：

今日は乾燥地ということで注意深く聞かせて頂いたのですけれども、自然にはこうしていくという抵抗していくというふうにも見えるんですね。それで私は例えば、「裸地が教えてくれる」という見方をあまりしたことがなくて、「どうやったら植生が増やせるのだろうか」とそちらの方でしか見たことがなかったのです。「裸地がだんだん増えてくる、そうしたら農用地の中が困るのだろうか」と思うのですけれども、そういうものがある程度の限界があるところから先はほっといてもどんどん植生が増えてくるのでしょうか。それで今日質問表に書いたのですけれども、例えば3500キロ×幅1キロの緑の防衛帯と書いてあるのですけれども、日本でいう東北地方に匹敵するぐらいの面積になるので、今草も樹木も生えていないところにどうやって植えていこうか。いったん植えてしまえば自分で勝手に生えてくるのか、それとも莫大な人為的あるいは経済的な投資を継続しない限りは実現しないのか、その辺が微妙だと思います。ですから、裸地がどんどん広まっていくのと、もし先ほどの「マイナス100ミリが20年間続いた」というのが「プラス100ミリがあと20年間続いた」になれば裸地はどんどん減っていくのとの境目のところにあるのかという、そこによって人間が振り回されるか振り回されなかったかの全く逆になっているのではないかと

と思うのですが、いかがでしょうか。

西田 (農用地整備公団) :

最初に 3500 キロの緑の防衛帯という名前は、このまま学名のからとりますとみなさんは「そんなことはできっこない」というふうにお考えになると思います。ここに書いてあります私どもとしては一つの誤報とまでいきませんですけども、将来的にはこのようなことをしていくべきだろうと思っています。それをすぐに今やるということではありません。私どものやっていることは、もっと未来で、今手をつけなければ食べられなくなってしまうところまででなくて、先ほど言いましたけれども、「人間を変えていかざるを得ない」と思っています。自然に抵抗なく変えていくには人間を変えていくしかないと考えております。それから侵食の状況について私は、ほとんどのところがもう人間がいなくなっても、侵食は進んでいくだろうと思っています。雨によってクラストが助長しますので、固定された先はどんどん流れ出しますし、そして今まで直線がかってきていた先も見えてきています。それはなぜかとみれば分かることなのです。人間が手を抵抗しない限り進んだのだらうと思っています。それからもう一つ、私どもの圃場というのは 84 ha でフェンスで囲まれております。これを毎年植生調査というのをやっておりますと、家畜も人間も入れないと、植生の種が変わってきます。そして、サバンナの植生帯に変わってきます。ところがフェンスの外側は逆で、ステップ化がどんどん進んでいきますという事実があります。それで今の降雨状況からすれば、若干平年よりも多い年が 5~6 年間続いたのかもしれない。

波多野 :

もう時間がないですから、最後でよろしいですか。事務局の成岡さんに最後までまとめていただくことにします。

成岡 :

別に最後のつもりではないのですが、たまたま今回のシンポジウムのテーマをどうしようかという検討をするグループの一員としておりましたし、やはりここまで熱の入った論議があれば何とかしなければという気持ちもありまして、ちょっと元気を出して発言しようと思っています。先ほどの西田さんのサバンナの話しですけども、先だってイスラエルに勉強させてもらいにいく機会があったのですが、向こうでも 1000 年かかって砂漠になったところで、それをどうやって保全しようか、どうやって緑に変えていこうかというグループがあったのです。しかし、砂漠化に 1000 年かかれば緑化にあと 1000 年かけないと直らないのです。彼らはそこにサバニゼーション (サバンナを少しずつ人為的に造って、それを広げていこう) という技術を編み出したわけですが、

やはり今日の「現場における土と水」というテーマは「現場に学ぶ」という事その教訓にあったのではないかという気がしています。先ほども宮崎先生 (東大) もおっしゃっていましたが、昨日「土壌物理研究会」という農業土木学会の一部会の大きな会合がございましたが、そこでもやはり似たような動きがあったということは、どうもこれから先の土壌物理というのは「こういう方向にいくべきだ」という様なその方向性が示されているのではないかと思います。私どもの研究の進展方向がそういう方になんとなくいって、それぞれの研究者の方向性がなんとなく東になって同じ方向に向いているのではないかというそんな感じが一つあるわけなのです。たまたま軟 X 線映像法という技術を使って土の中の構造を探り当てるというテクニックを身につけることができまして、土の中を覗いているわけなのですが、そうしますと何となくお医者さんの気持ちになってくるのです。というのは、やはり医学も一番最初のころは「切れば血が出る」というのは分かっているのですけれども、「なぜ血がでるのか」「その血はどこを流れているのか」というのはきっと分からなかったと思うのです。それで解剖してみても色々な調べ方をやっても分かってきた、それでもまだ分からない部分がある。それで私ども個人的な意見ではありますが、「土壌物理、土壌学をやって良かった」ということがよくあるのです。単に「土壌」を相手にするのではなくて地球規模のところまで夢を発することができるし、顕微鏡サイズのあるいは顕微鏡でも見えない理論的なスケールのものでも考えることができる非常に夢のある学問や研究分野にいるのではないかと考えているのです。やはり土の中というのは 45 億年の地球の歴史の中に非常に長い時間でつくり上げられたものであって、人間はただか 100 万年ぐらいの時間の流れで育ってきたとすれば、人間の知恵も及ばないものすごいものが土の中にあるのではないかという感じがしてならないのです。それから加藤さん (農環研) もバッファ機能の話しをされていましたが、そういうのから土というのはまだまだ分からないことが多すぎる。

今日のシンポジウムは大変な成果ではなかったのではないかと、今日の座長の古賀先生それから波多野先生にも色々ここまで引っ張っていただいたありがたさを感じています。シンポジウムの講演では現場での話だけでなく細かい事もよく分かっている方々にお考えいただいて本当に感謝しています。ありがとうございました。