

|||| 丸本卓哉報告 ||||

環境修復技術と東アジアの試み

土壤微生物の生態を活用した環境修復技術

丸本：開発や自然災害に基づく環境破壊によって、切土や盛土などが裸地のまま放置されている間に、集中豪雨や台風が発生すると、表土が流出し、川や海を汚染してさらに環境破壊を生じると共に、人命に関わる大きな二次災害を引き起こします。地球環境は汚染が急速に進み、オゾン層の破壊や炭酸ガス濃度の上昇など、人類の生存を脅かすレベルにまで達しようとしています。大気中のCO₂を固定してO₂を最も放出しているのは海と森林ですが、世界中で海洋汚染と森林破壊が進行しています。東アジアにおいても同様に環境破壊が進行しており、一刻も早い対策が求められています。そのためには、まず森林の再生が必要不可欠ですが、森林の再生には何十年という永年月を必要とします。表土が流失した場合は、さらに永年月がかかります。土壌は、植物や生物の営みの結果として生成されるため「土は生きて」おり、表土1mmができるには、50年近くを要するといわれています。地球と人類の生存には、表土の流失を防止しながら森林を一日も早く再生しなければなりません。それには生物、なかでも共生微生物の生態系を活用することが重要です。

今回は、土壤微生物の環境修復における重要性とその役割、および共生微生物の生態系を活用した環境修復に関する事例を紹介します。今までの先生方は東アジアの環境と開発の問題を社会学的にいろいろな面から解明されてこられました。私は農学部なのでその方面のことは分かりませんので、私の研究を通してやってきた環境修復に関することとお話したいと思います。

物質循環と環境汚染

環境が汚染するという場合には、水や大気や土が汚染されるわけです。原因は化学物質だけでなく、いろんな原因がありますが、まず基本的には物質循環が滞ると汚染すると考えていただければいいと思います。つまり、ある場所に物質が溜まりすぎると汚染が起こる、その物質が毒でなくても汚染は起こるということです。その物質の循環を最も担っているのは微生物です。我々が現在直面している炭酸ガス濃度上昇の問題で、炭酸ガスを最もたくさん吸収して酸素を放出しているのは海です。海が汚染してしまうと人類は生存できないといっても過言ではありません。その次は森林です。これらの場所で炭酸ガスを吸収して酸素を放出するという営みを植物や微生物がやってくれているわけですが、これが滞ってしまうと我々生物は地球上で生きていくことができなくなってしまうということになります。

環境破壊と土壌流失

海や川が汚染するのは、化学物質だけではありません。土壌が流失して川や海に入っていくと、汚染が生じます。中国の上空を飛びますと黄河下流域の海は黄色で、陸地と見違えるほどの土壌汚染が進んでいました。これは揚子江の下流でも同じ状況でした。また、アメリカ大陸でも、表土の年間流失量は日本の国土表面積に匹敵するといわれており、土がなくなるということは地球環境にとって、大変な一大事です。表土1mmができるのに50年近くも要するといわれています。土というのは粘土とか、シルトとか、岩石の粉砕物が集まっているだけではなく、そこに生物の営みがあって初めて土壌ができるのです。ですから、そこに生物が住めないようなところでは土壌はできないということであり、我々の食糧資源を生産している土壌というのは、まさしく我々の命の源です。

農業生態系と環境

開発やいろいろな自然災害により、表土が流出する環境破壊が起こっていますが、農業というものも基本的には環境を破壊していると考えてよいと思います。環境破壊のまずスタートは農業でしたが、農業生態系を少なくとも循環させている間は最終的な環境破壊までいかないのが重要です。要するに、農業生態系をうまく循環させていくことが、食糧増産と環境保全に非常に重要であるということです。20世紀に化学肥料工業が飛躍的に増大し、近代科学農業技術によって、単位面積当たりの収量も飛躍的に伸びました。また、農薬もたくさん使ったために、環境汚染や破壊が著しく起きました。農業分野においてもこの問題を解決しなければならないことになりました。そこで、LISA(Low Input Sustainable Agriculture)といいますが、できるだけ化学肥料や農薬を投入する量を減らしながら農業生態系を循環させていこうという運動が世界的に起こっています。先進国では十数年前から取り組んでいますが、日本もかなり改善がなされてきています。

ところで、生物というのは土壌中にどれくらいいるのかというと、小匙一杯の土、約1gに10億から100億の微生物がいます。一反(10a)の畑に約700kg相当量の微生物がいます。そのなかのカビ(糸状菌)の菌糸をつなぐと、一反当たりの糸状菌は月と地球を80回程度往復する距離になるといわれています。これは、目に見えない微生物が集合体になると、大変な量になり、大きな作業をすることを示しています。大事な食糧生産といえども、化学肥料や農薬をどんどん投入して微生物が住めない土壌にすると、これは死んだ土壌になり、物質循環が滞ってしまいます。そうするとレーチェル・カーソン女史が述べた有害物質の食物連鎖が起き、まわりめぐって我々の口に入るという現象が起こることになります。

土壌侵食防止と緑化

私どもは、人類の宝である土壌をできるだけ失わないようにすることが至上命題だと思います。開発や自然災害によって裸地になると、土壌侵食がどんどん起こります。それをいかに植物で被覆して土壌侵食を防止するかが重要ですが、こういう問題解決には砂防ダムを造るなどの土木工学的な手法が主に用いられてきました。ところが、景観や自然環境、また生態系の回復などを考えると、できるだけ在来の植物を使って表土を被覆し、元の樹林に戻すということが非常に重要です。しかし、何の植生もないところに微生物が入り込み、藻類や草や灌木が生え、樹林化するまで約500年という長い時間がかかります。現状のままで、500年待つとすれば、地球は環境破壊で滅びてしまうことになりかねず、できるだけ早急に土壌侵食を止めなければならないというのが我々の考え方です。そのためには、いろんな分野の専門家が協力してこれを早急に実施する時期にきています。もう“地球環境修復待たなし”です。

土壌侵食防止と緑化のスピードアップをはかるためにキンコンキンという共生微生物を使う環境修復技術について紹介します。微生物が植物と共生するという生態系を利用すると、非常に強い植物ができます。自分は植物から炭水化物、つまりエネルギーをもらう代わりに植物には養分や水分を供給するという共生微生物です。このキンコンキンの生態を活用してできるだけスムーズに緑化と環境修復をする新しい技術です。今まで我が国でキンコンキンを現場の緑化で使ったというのはなかったのですが、我々の研究グループが雲仙普賢岳の火砕流跡地の緑化、沖縄の赤土流出防止、台湾南部の泥岩地帯の緑化現場などで実施しました。それぞれの現地は、いっさい植生がなかったところですが、施工地は5年間にわたって植生が順調に進んでいます。雲仙普賢岳が1995年に噴火を休止して4年目から5年目にかかっています。共生微生物を組み込んだ緑化資材をヘリコプターから散布したのですが、種子より発芽したオオバヤシャブシという木が4年目

で3 m以上になっていました。それから、沖縄の米軍が射撃訓練をしている伊芸岳という山がありますが、射撃のためにほとんど表土がなくなってしまった急斜面です。ここも、微生物を組み込んだスラリーをヘリコプターで散布したところ、2か月でほぼ40cm近い草が山の斜面に生えていました。沖縄は雨が土砂降りすると、急斜面では種子や幼植物が流されてしまうことが多いのですが、図のようにキンコンキンと共生した根がしっかり地中深く張ってくれると、ほとんど土壌が流れないということです。

東アジアにおける農学部の研究活動

ところで、名畑先生の方から農学部の東アジアにおける研究活動の一端をご紹介していただきたいとのことで、2, 3 紹介します。まず韓国です

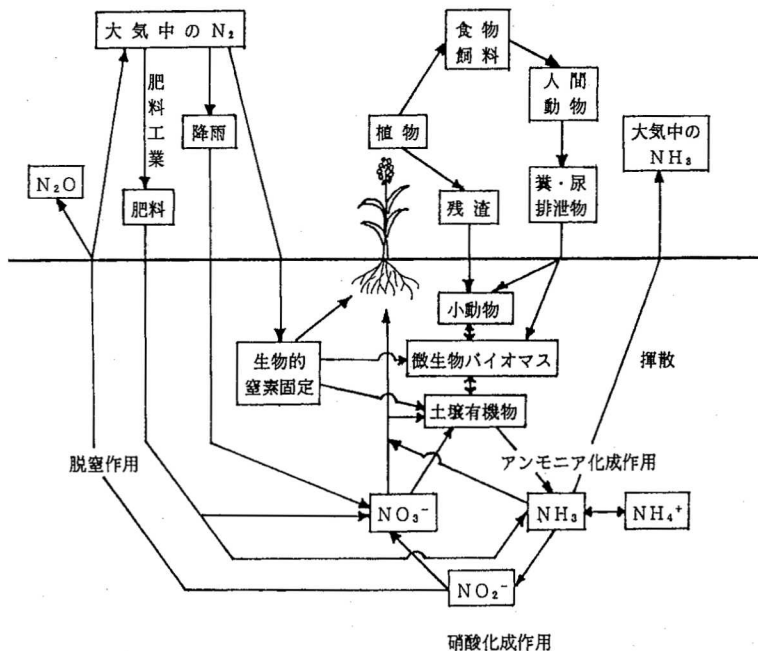


図1. 土壌と大気をめぐる窒素循環

が、韓国は植林活動を国をあげて実施してきたため、現在ははげ山はほとんどありません。ところが、植生がまだ初期段階であり、一日も早く本来の樹林にするためには、共生微生物の活用が必要だろうということで、現

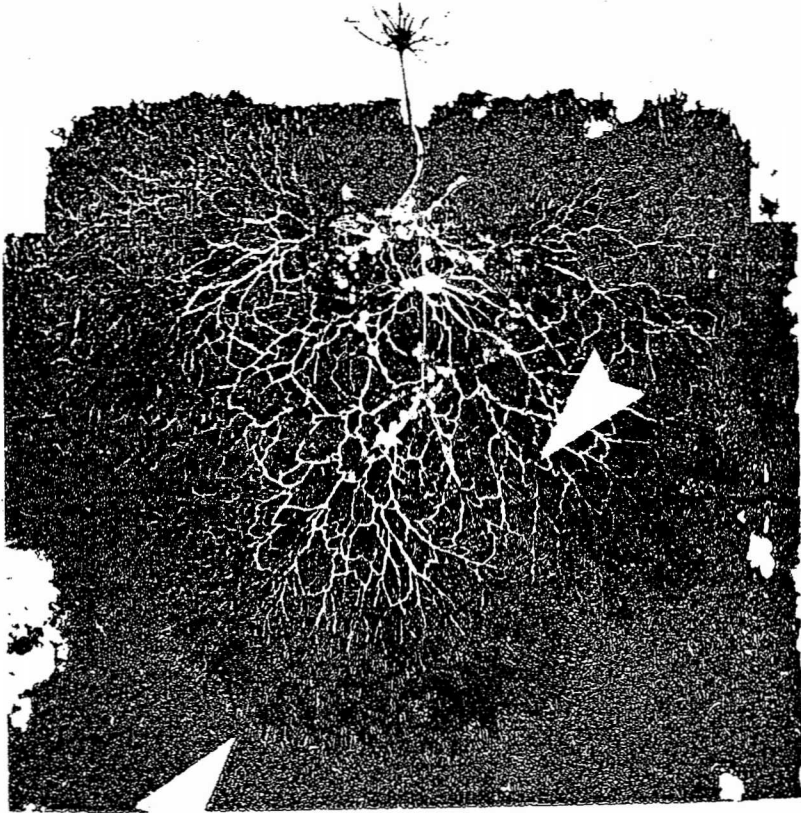


図2. クロマツ根へのキンコンキン共生状況

↑土壌中、黄色っぽい部分が木の根、白っぽい部分が菌根(エクトマイコライザ)。研究者たちの測定では、根、菌根それぞれの長さのトータルを比較すると根1に対し菌根100,000の比になるという。木を土から抜くと菌根は土の中に残ってしまうのでこのガラス内サンプルのように菌根を観察することはむずかしい。

在江原大学校林学部との共同研究を昨年より始めました。中国では、北京師範大学と共同で内モンゴルの緑化に協力しています。また、タイのカセサート大学とは、共同研究に関する協定を結び、高温耐性菌を利用した研

究交流を進めています。さらに、畜産や治水の先生方も中国やモンゴルその他の国々に出かけて行き、幅広い研究活動をしておられます。農学部は実学的な研究が多く、経済学部の先生方とは研究手法がかなり違いますが、今後の環境問題、あるいは開発問題というのは技術的なものだけではなく、社会学や自然科学の先生方が一緒になって、これらの問題を解決していかねばならないと思います。つまり、学際的な国境を越えた地球規模での協力が本当に必要です。

最後に、日本は技術的には先進国ですが、公害を体験した先進国です。いろんな意味で隣国や世界の開発と環境に関わる問題を解決するのに貢献することが大切です。なかでも、土壌の流失問題は地球規模で生じますが、土壌は人類の財産であり、これを流失することは宝をどぶに捨てることではないかと思います。ありがとうございました。

名畑：どうもありがとうございました。植物の生態系を取り戻すこと自体が環境の保全だというお話で、その点でいろいろと自然科学の分野でやるべき事がいっぱいあって、そしてまた日本が東アジアの他の国々と協力して出来る事がいっぱいあるし、しなければならぬというお話でした。

最後に、久保田さんに地方行政、地方自治体の立場から公害に対する環境保全の方策についてどう考えたらいいのかという実際の体験をもとにお話をして頂きたいと思います。