

(社)北海道治山林道協会
「有珠山噴火と復旧治山対策30周年」記念講演会

平成23年5月19日(木)13時

KKRホテル札幌

I. 開 会

○司 会：本日はお集まりいただきまして、まことにありがとうございます。

ただいまより、有珠山噴火と復旧治山対策30周年記念講演会を開催いたします。

私、進行役を務めます社団法人北海道治山林道協会の佐々木でございます。どうぞよろしく願いいたします。

II. 主催者挨拶

○司 会：初めに、主催者を代表いたしまして、当協会副会長の広野よりご挨拶申し上げます。

○広 野：通常総会に先立つ講演会の開催に当たりまして、一言ご挨拶を申し上げます。

ご案内のとおり、有珠山は有史以来これまで何度も噴火をしてきています。しかしながら、有珠山の復旧治山対策、これは民有林の治山事業としては、北海道で初めて激甚災害に指定されたという経緯もございます。噴火後30年を経過いたしまして、当協会独自事業といたしまして、復旧治山対策の記録誌を今日お手元に配布してございますけれども、これを作成するだとか、記念イベントとして記念植樹などの行事を開催してきていたところでございます。

この講演会も現在公益法人が対応を求められております制度改革の中で、当協会の公益事業を拡充するという目的で企画したのもでございます。また、有珠山噴火の復旧治山対策と銘打ちまして、国土緑化推進委員会から助成金もちょうだいしているところでございます。

本日、講演をお願いいたしております北大の丸谷先生は、この有珠の記録史の編集委員長として、企画の段階から取りまとめに至るまで、大変ご指導をいただきました。また先生には公務多忙の折、この講演会のために今日横浜からお帰りを願ったということでもございまして、先生にはご無理を言ってまことに恐縮でございます。ありがとうございます。

先生の経歴につきましては、後ほど説明があろうかと思いますが、九州大学時代には桜島噴火の防災対策、現在はニュージーランドなど海外のフィールドも研究領域にされるなど、日本における砂防学、水系の防災分野における新進気鋭の担い手でございます。

今日、ここにお集まりの方々、森林の整備を通じて地域の安全・安心を支えられている市町村をはじめとするの方々でございますので、今日の講演の中で、きっと地域の防災対策を考える上での、示唆のあるお話をいただけるものと思っております。

この講演会に多くのご参加をいただいたことに感謝を申し上げて、開会のご挨拶といたします。ありがとうございました。

(拍手)

○司 会：ただいまの挨拶にありましたように、社団法人北海道治山林道協会では、公益事業の一環として、平成20年と21年の2カ年に亘り、これまでの有珠山で講じられてきた復旧治山対策の工事現場のその後の姿を調査、整備いたしまして、丸谷先生に編集委員長となつていただき、記録誌として取りまとめたところでございます。この記録誌は火山地帯における防災対策の普及啓発資料として、支部会員に配布するとともに、普及啓発パネルを作成いたしまして、道庁を初め総合振興局のロビーで巡回パネルを展示しているところでございます。

記録誌はお手元に配布しておりますし、普及啓発パネルについては、受け付け付近に展示しておりますので、後ほどごらんになっていただきたいと存じます。

それでは、北海道大学の丸谷知己教授による講演会を始めますが、先生は北海道大学を卒業後、九州大学農学部助教授などを経まして、現在、北海道大学大学院農学研究院の副研究院長の要職に就かれておられます。

水及び土砂災害の軽減、荒廃地や砂漠地の修復、地表変動などを専門分野として、グローバルな研究をされておられます。詳しくはパンフレットをごらんいただきたいと存じます。それでは、丸谷先生よろしく願いいたします。

Ⅲ. 講演

「有珠山から世界へ」～我が国の火山噴火復旧治山対策の活用～

北海道大学大学院農学研究院 教授 丸谷 知己 氏

丸谷です。

先ほど広野さんの方から新進気鋭とご紹介にあずかりましたが、私ももう59になりまして、新進気鋭とは言えない、老境に入りつつあるかなというところですよ。私が今日までやってきたお話を幾つか、今日ご紹介しようと思います。

ふだん、講義させていただくときは、相手は学生さんだとか一般の方だとか大体の層が固まっているのですが、今日はお聞きするところによると、行政の方から各市町村の方、技術者など様々な方がお見えになっているということで、なかなか焦点が絞りにくいなと考えました。

そこで、先ほど申しましたように、私が大分使い古した写真もいろいろありますが、これまでやってきた幾つかの仕事を主に写真でお見せしながら、最終的には治山とは何かと言ったようなことを少し立ち入って考えてみたいと思います。

それでは、電気を暗くさせていただきますが、一応題名は「有珠山から世界へ」なんて、ちょっと大きな題名で、気張りすぎたかなという気はいたします。有珠山というところをスタートにしまして、幾つかの荒廃地の復旧という話を、世界のほかの地域のデータも入

れながら、ご説明しようという意図でございます。

いただきました時間が40分ぐらいですので省略するところもございますが、こういう目次ですすめます。まずは有珠山の1977噴火と30年後（一昨年ですね）、それから自然回復と治山、さらに海外の事例として、ニュージーランドルアペフ火山における地表面の回復から安定空間へのお話をし、もう一度有珠山に戻ってまいりまして、有珠山の地表面回復、植林を含めた植生回復と、最後に安定空間の創造に向けて、ということで締めくくろうと考えております。

まずは、有珠山1977年噴火と30年後ということですが、有珠山の噴火後の復旧に携わった技術者の方も大勢今日見えていらっしゃると思うのですが、1977年噴火と2000年噴火というのが有珠山にはございます。私、実は1977年噴火のときは、大学卒業してすぐで、道東の方に勤務しており、有珠山の仕事にはその当時は直接携わっていませんでした。この1977年と2000年を比較しますと、1977年は山頂河口からの噴火、2000年は山麓からの噴火ですが、噴煙の高さが1977年は1万3000mでした。1万mというのは、大体ジェット気流が流れていて、そこまで噴煙が上がると、ジェット気流でアメリカに向かい、地球を一周するぐらい火山灰が周るということになります。噴煙が1万3000mまで上がったことと、これが2年2カ月続いたので、土砂量になるとかなり膨大な量で、2000年噴火に比べると相当な量が噴出したということになります。その当時の写真を沼田さんのものを幾つかお借りして、ここに掲載しておりますが、これは畑の農作物の被害ですね。火山噴火に伴う災害は後でご説明しますが、いろいろあります。溶岩流だとか火砕流とかございますが、非常にロングタームで影響するというのは、この火山灰ですね。火山灰が地面を覆って、地面の水環境が変わるということが一番大きな影響、後々まで続く影響ということになります。それから道路の状況、ほかに壮瞥川温泉では外輪山の外壁が崩壊しており、後でまた少し写真が出ると思いますが、こういったものも発生しました。

さらに、ご存知の土石流、火山灰が堆積して起こる谷の浸食、溪流浸食、山地斜面の浸食といったような、いろいろ浸食現象が発生したということです。そのほかに、浸食された土砂が集まり、下流の方に流出して泥流になったり、西山川地区あるいは壮瞥川では土石流となって氾濫するといったような、上流から下流に姿を変えながら土砂の生産流出が起きます。

先ほど佐々木さんの方からご紹介ありました報告書の中に、もっと詳しくまとめてございますが、ざっと写真で見ますと、30年後には山頂部のカルデラで火山灰に覆われたところは、このようになりに回復しております。全体に緑は回復しているが、やはり回復していない場所もあります。この回復している場所と回復してない場所があることが重要なんです。この写真（写真一）も山頂部、カルデラ斜面の植生回復状況ですが、非常にクリアに樹木が密生しているところもあれば草本のところもあるというように全体で見ればかなり回復しているということが言えます。

これは溪流内です（写真一2）。沢の中になりますますが、幾つかうっすらと見えますが、治山構造物が入っております。その効果でいまや木本が直径10cm以上の木本が密生しているという状況になっております。

さらに、これは30年前にこういうことをしていたのかと、非常に驚いたのですが、初期のころのスリットダムですね（写真一3）。最近スリットダムというのが、非常にもてはやされておりますが、一種のこれもスリットダムです。これは上から見たダムですが、すっかり荒廃していたところが、こういうふうには緑に覆われているという状況が見てとれます。30年後、全体で見ると、非常にグリーンの立派な山に戻ったということです（写真一4）。



写真一1 カルデラ斜面の植生回復状況



写真一2 溪流内の木本の自然侵入



写真一3 30年前のスリットダム



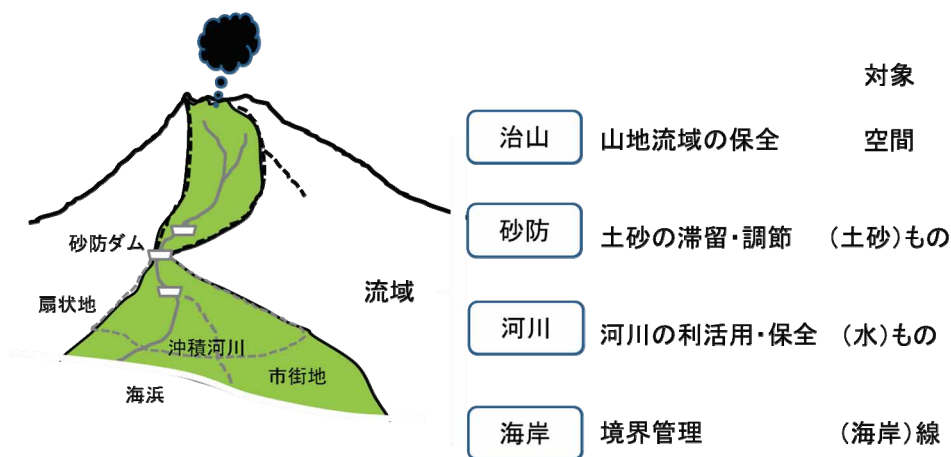
写真一4 ガリー内の植生回復

それで、そもそも治山というのは何かというお話をしたいのですが、噴火前、噴火があって、その後何かあるかというと降下堆積物、つまり火山灰あるいは火砕物が地面にべったり堆積するわけです。その後地表面の浸食、さらにはこれらの土砂が集まって土石流、土砂流の発生につながって行きます。

我々治山と砂防という言葉をよく使いますが、聞きあきたかもしれませんが、もう一回整理したいと思うのです。砂防というのは大体何をやっているかということ、山体の浸食だとか、土砂の流出を「止める」というのが目的なのです。治山というのは何をやっている

かという、砂防と似ているけれども、実は全く目的は違って、山地を噴火前に戻す、つまり復旧するという、全く違った目的を持っているのです。砂防、治山というのは。この辺、学生さんにお話すると、砂防ダムと治山ダムにしても、単にお金を出しているところが違うだけというふうな認識を持っているのです。皆さんには釈迦に説法かもしれませんが、砂防と治山は全く違うコンセプト、全く違う目的を持っているということについて少しお話しします。

ちょっと漫画を描きましたが、これは火山帯の流域をモデル的に描いたのですが、火山の頂上から流域という、いわゆる集水域です（図一1）。水を集める範囲、川が流れてきます。砂防ダムがあって、その下には扇状地が発達します。市街地から海へというふうになるわけですが、日本の国土というのは、大体この流域を黄色く塗ったところです。流域と言いますが、この流域を大体四つの部局で面倒見しています。御存じのように、一番上が主に治山、砂防、河川、最後が海岸ということ。非常に大ざっぱに言うと、治山というのは山地流域の保全です。砂防というのは土砂を止める、あるいは滞留を調節するという事です。河川というのは河川及び河川水の利活用、保全です。あと海岸というのは境界管理です。もうちょっと抽象的に言えば、砂防や河川というのは、物を扱っている、つまり土砂や水という、「物」を扱っているわけです。一方、海岸は海岸線という「線」を扱っているのに対して、治山というのは流域の「空間、面全体」を扱っている。ここに全くの砂防とか河川というのとは、また違ったコンセプト、つまり扱っているものが土砂、水という「物」ではなくて「空間」であるということですね。これが治山の特徴です。



図一1 治山・砂防・河川・海岸を含む流域の保全イメージ

何度もこの話は聞いた方がいるかもしれませんが、砂防ダムと治山ダムで一つ例をとって、違いを示してみたいと思うのです（図一2）。治山ダムというのはもともとこういう貯砂の効果、調節効果、緑でたまった上に点線で書いていますが、こういうふうに水成勾配と言って、一定の砂場で砂を積むと一定の勾配で山ができますね。あれと同じように、水の中でも自然に物理的に一定の勾配で土砂がたまるのです。この土砂が勾配の限界まで

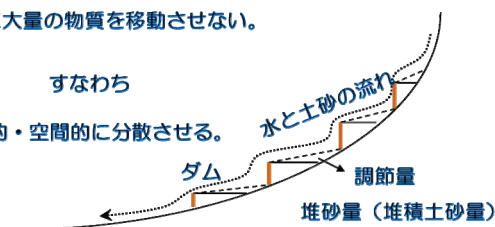
たまと洪水時には下流へふたたび流出します。それを調節量と我々は呼びますが、砂防というのは、調節量と堆砂量を含めて、たまった量でダムの評価をします。治山のダムで重要なのは、実はこの調節部分なのです。もう少し考えると、砂防というのは出てきた土砂を壁で止める、とにかく止めるんだと、ためるんだというのが目的です。が、治山というのは、1基の治山ダムでもって谷壁の安定をするんだとか、1基の治山ダムでもって土砂の流出を遅らせるんだと言う考え方は少し違う。1基のダムでやっても意味がないのです。上流部に行くときだんだん谷の勾配というのは急になりますから、幾つかのダムを連続させて配置する。連続させて配置することによって、何が生じるかと言うと、それぞれのさっき言った調節区間というのがつながっていくのです。つながっていくと、何が起こるかと言うと、川底は全部土砂で覆われてしまう。土砂で覆われる、この土砂というのは何者かと言うと、水に対するクッションみたいなものです。上から流れてきた水で河床が、どんどんどんどん掘れていけば、横の谷も崩れ落ちます。しかし、川に常にクッションという土砂を置いていくことによって、河床の低下が起こらない。河床の低下が起こらないことによって谷壁も保全される。だから谷壁の植林と河床治山ダムとがリンクするわけです。治山ダムにとって一番大事なものは、こうやってつなげていくということで、つなげて調節量を確保するということが、治山の砂防との一番違うところなのです。

自然災害を軽減するためには

一度に大量の物質を移動させない。

すなわち

時間的・空間的に分散させる。



図一 2 治山ダムによる調節効果

写真一 5 調節効果を発揮する摩擦型ダム

例えば、これ一つの例ですが、道の治山の皆さんに造っていただいた砂金沢というところの通称摩擦型ダムです（写真一 5）。これは全く変な形をしています、さっきの壁式の治山ダムから発想を変えて、ためないで、調節量の部分だけをずっとつなげていったらどうなるかと、つまり常に川の中に土砂を引っかけて置いておくという発想です。このことによって河床低下を防いで、底壁の斜面の崩壊を防ぐと、1基ではだめなので、これをずっとつないでいくことによって、河床は安定するという発想で、今、試みにこういうものを造ったりしております。このように砂防と治山というのは、基本的に考え方が全く、目的、方向が違うということをきちっと押さえておいてほしいと思います。

まとめますと、治山というのは一言で言うと、地表面の回復、有珠山なんかの場合は、降灰直後はまずは回復と、最終的には非常に大事なことは「安定空間」を創造するということが、治山の大きな目的かというふうに私は考えております。

さらに、安定空間でいろいろなことが起こりますね。火山の場合は安定空間を確保しようとするのですが、それを壊そうとする力、有珠山の場合は出ませんでした。溶岩流、火砕流、火山泥流と、主にこの三つの流れが火山では起こります。これが火山地帯を荒廃させる一番大きな原因なのです。

有珠山の場合は主にどっちかと言ったら土石流だとか、斜面浸食ですが、今からは海外の事例なのですが火山泥流、特に決壊型火山泥流について、それによる荒廃の実態を事例としてお見せしようかと思えます。

今からお見せするのはニュージーランドの事例なのですが、なぜそういうところで自然荒廃斜面の回復を見るかという、日本の場合は砂防事業でも治山事業でもそうですが、大体噴火するとすぐ対策になります。1年も置かずにすぐ対策になるわけで、いわば自然な状態で荒廃地がどういうふうに戻っていくのか、自然な状態でどういうふうに戻っていくのかというのが見えない。日本では、ほとんど見えないところはないです。日本の場合はすぐ治山事業が入る。それに対して全く自然な状況で見るために、どこで見たらいいかと考えたときに、ニュージーランドというところでは、ほとんど砂防、治山の復旧にお金は投入しません。

なので、ほとんどが自然回復ですね。人間が少ないということもありますが、自然に回復するのを待つということです。それを日本と比較してみようと思うわけです。自然に回復する安定空間と、治山事業によって創出される安定空間というのが、どれくらい違うのかということを見比べることによって、初めて治山のありがたさ、治山事業の効果というのが理解できるというふうに考えて、今から海外の事例をお見せします。

ニュージーランドルアペフ火山という、ちょうど北島の真ん中にある火山なのですが、1951年、今から約もう60年前に火口湖が決壊しました。北海道で言えば支笏湖だとか洞爺湖だとか言った火口湖です。それが決壊して下流部に大災害を起こした。ニュージーランドは人が少ないので、大したことはないですけども、150人の方がなくなりました。ニュージーランド災害史上で当時最大の死者でした。この前のクライストチャーチの地震が最大の災害になりましたが、それまではこの災害が最大の災害であったのです。ところが、ちょうどそれからおよそ50年後の2007年にまた火口湖が決壊しました。どうもこの火口湖は数十年に1回周期的に決壊しているのだということが最近わかっています。有珠山の場合は火山灰が降ったり、あと土石流ですが、ここの場合は火山泥流によって、山麓が荒廃します。その後植生が復旧してきます。そういう写真を今からお見せしたいと思えます。これは1951年に火山泥流が発生した直後、こんなふうに川とか森林地帯が氾濫して荒廃したものです。これは模式図をつくっているのですが、ここの山頂からずっと青い線に沿って両端に広がりながら、火山泥流が山麓をずっとなめていくというような状況になっている。実際の写真で見ると、このように泥流の中心から周りにずっと泥流が広がって、山麓部が荒廃するという状況です。こういうのが過去何回もおこっているのです。数十年おきぐらいに起こっているということで、なかなか数十年では植生が回復しづ

らいというところがあります。ざっと囲めば三角形の範囲が攪乱を受ける。植生が破壊される範囲というふうになります。

さてその原因ですが、火口湖の断面で見ますと、噴火によってここクレーター・リムの上に火山灰がたまるんです。この下は溶岩の岩石なのですが、噴火でたまった火山灰のところ、湖の土手みたいになって、火口湖の湖水がこれを突き破って決壊するということです。日本にもこういった火口湖が結構あるので、今後火口湖決壊型の火山災害というのも十分考えられます。これがルアペフ火山の火口湖、決壊前の火口湖。一番端っことは。場所的に言うとマルで囲んだ場所。この写真を今から見せますので、どこの写真かということがわかるように、位置を示しています。ここが火口湖、これが決壊した瞬間の写真を、私たちの海外のグループが撮ったものです。この火口のエッジのところが決壊するのです。11時21分がこの状態で、11時22分、10分後にこれちょっとぼやけていますが、何かこの辺が何もなくなっている。11時35分になると全部なくなって滝になっていますね。12時58分になると完全に湖が決壊して山がなくなっているというのが撮影されています。

火口湖から流れ去った泥流はどういうふうに広がっていったかと言うと、こういう狭いところを通るときに、ここに見えますが、これが泥流通過のビフォーアフターです。火山泥流が来る前です。これは来た後ですが、大きな礫が分布しています。まずは決壊した流れは土石流になるのです。まずは土石流の形をとって、4mぐらいの大きな石をごろごろ運んでいきます。川には狭いところ、深いところありますので、狭いところではひっかかってこういう土石流の大きな礫は置いていくということです。狭いところを抜けたら今度は流れは細かいものばかりになりますから、広がって森林だとか、植生を全部破壊していくというようなことになります。

さらに、下流に行くとうどうなるかと言うと、こういうふうに泥流が流れて、荒廃した植生のない状態になるわけです。この場所的までくるとかなり細かい物質が分布し、被害の範囲は広がるのです。先ほどニュージーランドでは、治山対策はしないと申しましたが、唯一例外があって、これは「バンド」というふうに呼ばれているのですが、日本で言う空積みですね、石だけを集めてきて積んでいるのです。コンクリートは全く使っていません。石をずっと積んで、ちょうどこの範囲のところに導流堤みたいな形をつくる治山対策です。何でここだけやったかと言うと、この導流堤地点を泥流が超えると、町の貯水池を直撃するのです。それだけは何とか避けたいということで、こういうのを造ったようです。火山泥流はこっち側を流れて、向こうの流域には行かないというような計画です。

あと、これは治山対策ではないのですが、同時に泥流が来たときには、来たぞというのを検知する振動計などがありまして、これでもって下の方に知らせて、下で防災対策も避難もするというようなシステムになっています。これは泥流の観測棟ですが、火山泥流が必ずここを通るだろうと予測される川の真ん中にこういうものを立てて、泥流を観測できるというものです。ちょっと泥流というのはどんなのかお見せします。およそ1時間でも

って6 m、一気に水位が上がります。だから気がついたときにはもう泥流にのみ込まれているというような状況です。

動画で撮れたものがあるのでお見せします。このように、全くまだ川の状態変わらないです。突然、8 mぐらいある観測棟に4 mぐらいの高さの水深の泥水が一気に流れてくるようになります。日本の火山ではどこでも発生している、あるいは発生する可能性があります。有珠山では火山泥流は起こらなかった、土石流だけです。

こんな感じで、一瞬過ぎて一瞬で去っていくということです。ただ、去っていった後には何も残らない。草、木全部やられていく。下の方では先ほど送った信号を受信しまして、自動的に道路が閉鎖されて退避するといったシステムがつくられております。さらに下に行くと、こういう看板があって逃げろと指示しています。

これが泥流の発生した後の山麓部の状態です。火山灰で有珠山みたいに火山灰が堆積してやられた荒廃の状況と少し違って、泥流の場合は泥流が走った範囲は完璧にダメージを受けますが、泥流の通過しない向こう側の森林は残っていますね。牧場も残っています。だからこういうふうにやられた場所とやられてない場所、非常にくっきり出てくるというのが一つの特徴です。上流の方に上っていくとこういうふうにはほとんど全滅状態です、山麓部はこういう状態で、泥流の走った後というのは、ほとんど生き物はいない状況になります。ここに人間立っていますけれども、これが高さ10 m近くあります。これも10 mぐらいで、その周りの植生はこういうふうには全部枯死しております。



写真一六 ニュージーランドルアペフ火山における植生の自然回復

さらに、これは何回か泥流が襲った後に、植生がどういうふうに戻って来ているのかということ調べているところです。有珠山の場合はヘリコプターで空中散布しましたが、ここの場合は全く何もしていないので、自然に種子が飛んできて植生が回復しているということです。どういうふうに戻っているかということで、まずAと書いた、これブリストルタソクという草なんですか、こういう草が団子状に、我々マウンドと言うのですが、マウンドを形成して生えるんです。どういうふうに戻ってくるかというと、一斉に地面を緑が覆っていくのではなくて、あちこちにぽつぽつとこの下の写真で見てもわかりますが、こういうマウンドをいっぱいつくって、これらがやがてくっついていって、大きくなって地面全体を覆うというプロセスが見られます。マウンドがこれはもう、1回大きくなったマウンドが崩れているところなのですが、草でできたマウンドが大きくなっ

て、成長すると木本も生えてくる。この木は恐らく非常に矮性ですが、これでも100年ぐらいたっている木です。それを我々は、定量的に出さないと仕事にならないので、どういふふうになっているかということ、まず空中写真、ライダーデータを重ねて、非常に細かく見たものなのですが、点々で見える斑点状のマウンドに着目します。植生が入ったところ、高さは40~50cmの高さをまずは考えてもらえばいい。そういう円いマウンドが点々とあるということです。見えますでしょうか。この等高線をよく見ていて欲しいのですが、次もう少し発達した場所に行きますと、発達しているということは、泥流が来てから時間がたっているということです。こちらよりもこちらの方が時間がたっていると思われまます。そうするとマウンドが大きくなっているのがわかります。全部同じ高さで撮っている写真ですので、これらを計測するとマウンドの大きさが出ますが、マウンドが確実にこちらの2枚よりも、こちらの方が大きくなっている。

時間がたつとマウンドはさらに大きくなってきている。この辺から面白いのは等高線を見ていると、それまでの等高線というのは斜面なりの等高線ですが、やがてきれいにマウンドをたどった等高線になっているのがわかりますね。つまり、この等高線は大体1m間隔に引いているのですが、逆に言うと植生が地形をつくっていくプロセスでもあるのです。こうやってマウンドがだんだんだんだん大きくなることによって、一つの地形化していくと、地面より高い部分に新たな地表面をつくっていくということになります。これはやがてくっついてきて、等高線も再びあらい等高線になってきます。

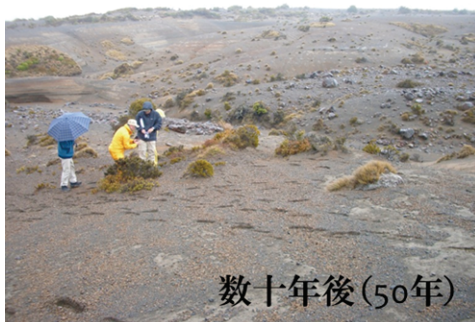
さらに、発達するとほとんどのマウンドがくっついて、我々、アイランド、島と呼んでいるのですが、大きな植生帯ができてくるのです。実はじっと見ていると、こういう火山山麓の植生というのは、こういうふうには斑状、まだら状にマウンドをつくって入ってきて、それたちがつながって最終的に地面を覆っていくというようなプロセスが各地で見えました。それらはなぜそういうことになるのかということ、少し中を探っていくと、事例ですが、マウンドのサイズと含水率に関係するようです。マウンドのサイズはだんだん大きくなっていくと、含水率がどうなるか、マウンドサイズが大体1メートルぐらいまで伸びますと、含水率が30%から50%ぐらいになります。だからマウンドの大きさに比例して、土壌水分が多くなるということがわかります。これは面白い写真なのですが、白い線は私が引いたのですが、こういうふうには点、点、点と見える、これはさっきのマウンドなのです。植生が生えているところ。何で白い線に沿って生えているのかというと、ここに集水面があるからなのです。やっぱりマウンドというのは、確かに含水率を高めるのだけれども、初めからどこでもいいからできるわけではなくて、水分のあるところ、集水面の上とか、そういう層に沿ってまずはできていくというのがわかります。

もう一つはどこにできるかと言うと、石です。日本でマルチングと言うのですが、地面にむしろをかぶせたり、石をまいたりすることによって、緑化の効果を上げるという工法がありますが、それと同じで大きな礫が一つの基点になって、そこからマウンドができていく、草本、木本が生えていくというのが多く見られる。水と石がキーポイントです。こ

これは実際それを定量的にはかると、こんなふうにマウンドは一つ集まりがあるということがわかります。マウンドが集まったところは沢です。これがさっき言った取水面なのでほぼ等高線に沿った形、こうやって必ず水とかかわりのあるところにマウンドが集まってくるということがわかりました。

ざっと今のプロセスをまとめますと、まず草の種が荒廢地に落ちると、落ちた種は植生になりますが、地表の砂が飛ばされてマウンドがどんどん壊れていくと、植生も再び壊れます。ただ、石があると石の周りに植生は定着するということがわかります。こういうふうに、石のところにひっかかって、幾つかマウンドができて、だんだんこのマウンドがくっついていって、成長して最後はこういう形でアイランドと、植生が全部くっついた森林になるということになります。大体そのときには、この場所では1mぐらいに地表面が上がったところに、新たな緑の地表空間ができるということがわかります。

今までの自然な回復状況を見ていますと、大体、泥流でやられた直後というのは、こういう状態です。10年後でこのぐらいです。まだ草しか生えてません。これが自然状態です。全く人間が何もしなければ、さらに数十年後になると、さっきお見せしたように、少しマウンドが大きくなって、1mぐらいのものがいっぱいできている。後ろの方ちょっと大きいのがある。ここは数百年たっているのです。数百年で数百年前の泥流のところはこれぐらいです。だから、人間が何もしない状態でいくと、有珠山を御存じの方はよくわかると思うのですが、全く植生の回復力というのはかなり違うということがわかります。



写真一七 ルアペフ火山におけるマウンドの発達と草本から木本への遷移

これは山麓全体を撮ったのですが、この何もないところ、これがずっと火山泥流の通り道なのです。これが2006年の火山泥流のあとです。もちろん何もない、ここに少しマウンドがくっついたような帯があります。これが1951年、50年前の泥流の通ったあとです。これは泥流ではなくて、昔、火山噴火したあとですが、うっそうとした森林になっています。これは数百年前からもうちょっと長いかもしれない。こういうふうに、自然の状態のままであると、相当な時間をかけて森林まで戻っているということがわかります。

今の話をざっとまとめますと、マウンドと石があることによって、土壤水分を確保して、それでもって自然状態に、徐々に徐々に回復していつているというのがこの地域の復旧プロセスであろうと思われま

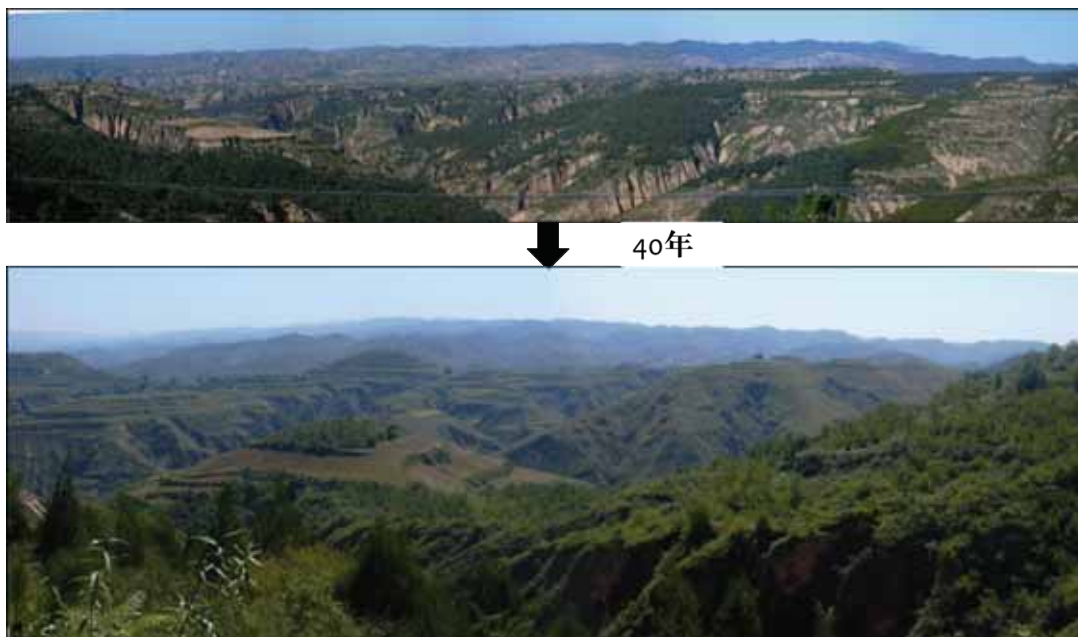
さて、水ということが一つのキーになりますので、有珠山に戻ってみて、水はどういうふうになっているのかということを見てみます（「1977有珠山噴火と治山対策」平成22年11月（社）北海道治山林道協会、p97-102参照）。水を涵養する、すなわち土壤水分を蓄えるためにはどうしたらいいかということで、有珠山でやった結果です。これは今回の治山林道協会の仕事でやった一部ですが、外輪山の周りで幾つか浸透試験によって、水がどれぐらい地面に入るかを調べますと、今の状態、森林回復後の2008年ですが、そこで土壤水分、いわゆる浸透能というのをはかります。浸透能が大きいほど地下に水が入りやすい、浸透能が小さいほど水が入らない。入らないということは、地表面の植生が回復しにくいということを意味しています。こういうふうに浸透能試験によって、どれぐらい水が入るかというのをざっと示します。ここで対象区というのは、1977に土石流あるいは灰が降って裸地化したところ。施工区というのは空中散布をして、種子をまいたところ、それから無施工区というのは何もしていないところ。この三つで、水の入り方を調べますと、何もしないところ、林地と裸地。それから施工区等の林地、施工区の草地、無施工の裸地、無施工の林地というふうに並んでいます。緑化工施工区の林地と草地、これは無施工区、こっちに比べてはるかに水の入り方がいいということがわかります。大体2倍ぐらい水が入りますね。これは自然に回復した状態ではなくて、種子散布と人間が治山をやったことによって、30年でこれぐらい水の条件になる。つまり2倍回復するということがわかります。それから対象区、77年のあと森林が残った場所、噴火後残った場所と無施工地を比べるとほとんど似ている。この縦に入った細い棒、ばらつきを示すのですが、ばらつきにおいても、水の入り方においても、ほぼ値が同じです。つまり1番と2番合わせますと、施工したところは30年で何もしなかった場所の約2倍ぐらい、植生を育むための水環境が戻っているということがわかります。戻ってないところはどうなっているかというと、これは悪い方の例ですが、これは2008年ですが、シートエロージョンでこういうふうに草の周りがどんどん掘れて、大体10cmから20cmは今でも掘れている。草が生えていないということは、毎年毎年これだけ流れていつているということを示します。

あるいは、これは先ほど外輪山と言いましたが、外輪山がガリエロージョンで崩れてい

るところで、こういうところについては幾ら緑化をしても、下の方に土砂が出てきて氾濫する。なので、治山をやって意味のあるところとやって意味のないところというのはあるのだよということです。幾らやってもだめなところはだめなので、そういうところは全く別の考えをすべきということもわかります。

最後に安定空間の創造に向けて、ではこれからどう考えていけばいいのかということですが、自然回復による安定空間、流域空間と書いていますが、大体ニュージーランドの例で言うと、50年以上から数百年で、ようやく森林というか、地表面全体が木本に覆われる状態になります。でも、先ほどの写真でお見せしたように、数百年かかる場合もある。一方、同じ火山でも有珠山で見た場合、いろんな火山の治山対策もありますが、治山ダム、種子散布でもって治山復旧をやった結果というのは、約30年で、先ほどお見せしたような状態に戻るといえるということです。

ちょっとまた飛びますが、これは中国黄土高原です。いらした方もいらっしゃるかもしれませんが、中国黄土高原では階段式の耕作地をつくったこともあって、森林伐採で斜面が随分崩れたのです。これは、黄土高原の崩れたところの写真ですが、約40年たつとどうなったかということ、こういう状態になっています。



写真一八 中国黄土高原における退耕還林製作による木本（果樹）の導入

中国では退耕還林、御存じの方もいらっしゃると思いますが、退耕、耕作をやめて林に戻すと、退耕還林政策というのがあって、これでもって土地利用を農業から林業に変えていっているのです。そのことによって、段々畑の耕作はやめて、そこを果樹園にして、果樹でもって生計を立てている。今黄土高原の上を車で走ると、あちこちに出店があって、いろ

いろ果物を売ってくれるのです。そういうふうに、農業自体の構造を変えてしまって、退耕還林にした結果、これも約40年間の一種の治山事業です。国土挙げての治山事業、約40年でこれぐらい回復した。有珠山30年ですが、ここ黄土高原は火山ではないのですが、40年かけてこれぐらい回復したということです。

最後に、治山技術とは何かということですが、自然にまかせて戻っていった安定空間と治山による安定空間、この間に先ほどお見せした2倍以上の差があるということがわかります。この差がいかにして生じたかというのを探求するのが、我々の科学者の役目で、先ほどお見せしたように、水環境だとか、石礫による草本の種子の活着とかといったことがわかってきました。では技術者は何を考えるかという、この差をいかにして短縮するかというところがポイントだと思うのです。いかにして荒廃した空間を早く回復するか。いかにしてその期間を短縮するかという技術と科学的知見を合わせることによって安定空間の確保は可能になります。しかも治山には先ほど写真でお見せしたように、回復できる場所と回復しない、あるいはしにくい場所があるので、その判別がまた重要になってくると同時に、安定空間をいかに創造するか、どこに創造するかといったところを、技術的に開発していくことも重要だということです。

結局、当たり前の話であるのですが、地表空間の安定を目指して、何年ぐらい縮められるかというのが、究極の治山技術の目的かなというふうに私は考えております。

以上です。

○司 会：ありがとうございました。

砂防と治山の目的を対比的に、また貴重なニュージーランドの自然回復の事例を挙げながら、有珠山の治山対策の効果、治山の必要性などをわかりやすく説明された講演であったというふうに思います。

ここで質問をお受けしたいと思います。所属と氏名をおっしゃってからお願いいたします。

○小 林：道庁治山課の小林と申します。よろしく申し上げます。

今回海外の事例ですとか、大変貴重な写真とかを見せていただきまして、勉強になりました。その中で、最後の方にも出ていたと思うのですが、短縮する技術ですとか、そこら辺の部分というのは、今段階では結構進んできているのか、それともまだまだ見ていく必要があるのかという現状、うちの方で治山をやっていくのですけれども、どこまでやる場所というか、回復が望める場所、望めない場所というのはわかってきているのか教えていただければと思います。

○丸 谷：私の感じているところでお話したいと思うのですが、治山技術というのは先ほど言ったように、砂防と違って空間を安定させる。安定空間をつくる技術なので、総合技術的だと思うのです。砂防の場合は土砂ためるということに究極の目的に絞るのですが、治山の場合は空間安定させるということなので、いろんな技術が入ってきて、それが組み

合わさるような世界だと思うのです。私が見ている限りでは、例えばちょっと手前味噌ですが、事例でお見せしたような土砂の流出を遅らせるような治山施設だとか、あるいはこの斜面については、斜面緑化の方法もいろいろ考えられているということで、個別の技術はそれぞれに進歩して、イノベーションしていると思うのですが、これからの課題は恐らくそれらの技術の組み合わせ方だと思うのです。いかに早く安定空間に達するかというのは、その技術の組み合わせをいかにうまくするか。川を押さえることによって斜面をいかに連動させていくかというところが問題だと思うのです。

そういう意味で、治山は空間をおさめるというのは非常に重要な原理、治山の原理、考え方だと思うので、空間をおさめるためにはどういうふうに技術を組み合わせるかというところが、今後の課題だと私は考えています。

○小 林：ありがとうございました。

○司 会：時間の都合もありますけれども、もう一方。

○松 田：空知総合振興局森林室の松田と申します。

質問の前になのですが、パワーポイントの方にもありましたが、摩擦型ダム、あと治山ダムの複断面化の關係に実施調査に当たり、日ごろからの確なご指導、調査等のご指導等についてお礼申し上げたいと思います。

質問なのですが、我々治山事業を実施しているところでも、実施前に当たり、調査に当たって土砂の滞留、流下調節機能ですか、治山ダムはそういう機能を有してありますが、そこら辺の流域、最初のパワーポイントの方にもありましたけれども、流域という部分に関して、治山等計画するに当たって、流域特性の調査といいますか、どういったことに気をつけて計画等立てる必要があるのかという部分について、ひとつ教えていただければなと思います。

○丸 谷：さっきの小林さんも松田さんも、いつもお話している若い技術者の方で、ふだんからそういう話もしていたかもしれません。今の質問はすごくいい質問で、治山だけではなくて砂防の分野でも新しい着目点がありまして、御存じのように砂防技術では、今、「量」の議論、ボリューム、つまり何立方mためて何立方m流すかという話はやるのですが、「質」の議論が全くないと言われていています。治山も全く同じだと思うのです。質の議論というのは何かと言うと、松田さんの質問は特に川について言いますと、石の粒径だと思うのです。まずは、どういう母材が来るか、ちょっと写真をお見せしましたが、ニュージーランドの事例では、狭いところに来るまで土石流がくるんですが、狭いところを通過するときには大きい石を全部置いていって、細かい土砂になるそうすると、下で泥流が氾濫するのです。質が変わることによって、いわゆる荒廃する面積だとか、荒廃したところは元に戻る速度も当然違うと思います。水の保水率が違ってくるので、つまりマテリアル、物質の性状の議論というのは、今まで全く技術の中に入っていないのです。これは恐らく斜面も同じだと思うのですが、斜面についてはデータがないので、何とも言えないのだけれども、恐らく一緒だと思う。これからは河川の方も斜面の方も溪流の方も、治山

調査においては質をどうとらえるか。一番手っ取り早いのは、まず構成している物の大きさだとか、石ころや砂の大きさ、粒径といった質をまずはかることから始めたらいというふうには考えています。

○司 会：まだ時間が若干ありますので、もう一方もしあればお受けしたいと思いますが、どなたかいらっしゃいますか。

○岡本：森林組合連合会の岡本と言います。

今日は貴重なお話ありがとうございました。先生の領域からちょっと外れるかなというふうに思うのですが、今回の東北の地震などを見ても、やっぱりハードの部門だけでは限界があるのかなと、自然を相手にしていると。それで、ハードとソフトといいましょうか、もっと社会科学的な部門と一緒にくっつけてやらないと、人命財産は守れないのかなというふうな感じを、先ほどニュージーランドのお話ありましたけれども、150人の犠牲が今まで最大だったのだということで、人口が少ないというお話ありました。そういうことで土地利用だとか、そういうことも含めて、災害を防いでいくということが、これから必要なかなというふうに思っているのですが、その辺は領域外れるかもしれませんが、先生のお考えを聞かせていただければありがたいと思います。

○丸 谷：今日の話からちょっと外れるというか、もっと大きな話なのです。今のお話はさらに重要な話だと思うのです。うちの研究室でも今ちょうど東北の震災のことを1人学生にやらせているのですが、それは何をやらせているかと言うと、海岸の堤防、河川の堤防、砂防・河川構造物ができていったのと、土地利用とがどういう関係になったのかということです。ニュースでよくやっていましたね、これより下に家をつくるべからずという石碑があったと。あの石より下にどういうふうに土地利用が進んでいったかという時間的なプロセスと、ハードができていったプロセスの関係をやらせているのです。今、私の予想としては、恐らくハードが強くなるとぐっと居住用の土地が川に迫っていったと思う。砂防の場合もよく言うのですが、砂防ダムをでかく造れば造るほど人はダムに迫るのです。だから、これ今まだ仮定的に思っているのですが、恐らくある程度、余りハードは大きくしないで、常に自然の危険性というのはどこかに少し残しておいて、人間の土地利用と折り合いの線というのがきつとどこかにあるのだと、余りハードに全部投資すると、逆にハードを超えた規模のものが来たときに、一気に全部やられるので、ある程度自然と折り合いがつけられる程度の技術でもってハード的にはやるべきだと。それ以外のところはではどうするのと言ったら、今おっしゃったようにソフト、例えば砂防分野では結構充実しているところがあるのですが、緊急避難の放送とか、あとテレビ、光ケーブル、そういうものを合わせて、あとの部分はソフトでカバーするという発想に今後は移るべきだというふうには私は考えています。今のは今日の話より非常に大きい話ですが、大事な話だと思うのです。

○司 会：よろしいですか。

ありがとうございました。それでは、これで講演会を終了いたします。