

# 若手育成プログラム 報告書

## 陸域班 (A03-5 班)

～2013 年 7 月 17, 18 日参加～

早稲田大学創造理工学部環境資源工学科  
大河内研究室所属  
助手 緒方裕子

## 1. はじめに

7月17日～18日に、あだたらふれあいセンターを拠点として行われた陸域班の観測実習に参加した。私が参加した目的は、森林域など陸域で行われている観測手法を学ぶためである。私の所属する研究室も森林域で酸性ガス、エアロゾル、有害有機汚染物質などの観測を行っており、観測手法などで何か参考にできることがあるのではないかと考えたからである。また、当研究室のM1の学生とともに参加した。

私が参加した日は降雨の予報だったため、主に各観測地点の見学と、降雨時のプログラムである溪流水の採取を行った。以下に観測地点ごとに分けて報告する。

## 2. 7月17日観測地点の見学

7月17日は午後二本松駅に到着し、恩田研の後藤さんに案内して頂き、観測地点の見学を行った。森林移行観測タワー、土壌侵食、試験水田を見学し、あだたらふれあいセンターでろ過などを行った。

### 2.1 森林移行観測タワー

まず初めに、川俣理工の裏の森林内で行われている観測地を見学した。森林内の壮齢林と若齢林内に設置された2つの観測タワー（図2.1.1）と、その周辺で行われている観測を見学した。観測タワーにはあまり機器は設置されていなかったが、タワーの周辺では林内雨、樹幹流、落葉の採取器、雨量計など、様々な装置が数多く設置されていた（図2.1.2）。斜面にこれだけの数の装置を設置してあるのは圧巻だった。雨量計も数多く設置されており、やはり森林内では場所により林内雨の降水量が変動するため、この



図 2. 1. 1 観測タワー



図 2. 1. 2 森林内での観測機器設置の様子

ように数多くの機器を設置する必要があるのかと思った。また、雨量計や雨水採取器の固定には園芸用の台のようなものが使われており、これは自分の研究でも固定方法として参考にしたい。

森林内では、他にも土壌水や土壌の採取などが行われていた（図 2.1.3, 図 2.1.4）。本実習に参加した1つの目的として、スクレーパープレート（スクレーパープレート）の正しい使い方を学びたいということがあった。我々もスクレーパープレートを購入し、実際に使用したことがあったが、初めてだったためあまり上手く深度ごとに土壌を採取できなかった。今回は晴天時のプログラムにスクレーパープレートでの土壌採取があったが、天気の都合で実際に体験することができなかったのは誠に残念であった。しかし、図 2.1.4 で示すように、スクレーパープレートで採取した跡を実際に見ることができた。普通は土壌採取後に穴は埋めてしまうらしいが、綺麗に長方形のまま下まで同じ形の穴ができていた。上手く使いこなせば、このように綺麗に採取することができるということがわかり、この跡を見ることができただけでも参考になった。後藤さんからも説明を受けたが、やはりスクレーパープレートをうまく使いこなすにはコツがあるらしく、このように綺麗に採取するには慣れと忍耐が必要であるらしい。機会があれば、ぜひ実際にその方法を学びたい。また、土壌水の採取は私の所属する研究室でも行なっており、馴染みがあった。やはり、接続チューブが動物にかじられる被害があるらしく、フィールド観測では似たような悩みがあるものなのだった。



図 2.1.3 土壌溶液採取の様子



図 2.1.4 スクレーパープレート採取跡

観測タワーの奥には、森林域からの放射性物質の移行を観測するための区画が設置されていた（図 2.1.5）。流出口には三角堰が設置してあり、流量を測定できるようになっていた（図 2.1.6）。この区画の上には、ハイボリュームエアサンプラーも設置されていた。見学時にはまだ雨が降っておらず、水は流れていなかった。このような大規模な区画を森林内に設置するのは、資金面でも土地の面でも色々と大変だとは思いますが、斜面で森林からの表層流出を見るという観点は自分の研究にも応用してみたいと考えている。



図 2.1.5 森林域からの流出調査区画



図 2.1.6 流出口

## 2.2 土壌流出

次に、山木屋にある土壌侵食の調査地を見学した。ここでは、裸地（図 2.2.1）と耕作地（図 2.2.2）の違いによる土壌流出が調査されていた。裸地は雨などですぐに表層が固まってしまうが、実際の畑などの耕作地では表層が耕されているため、その状態は大きく異なっている。耕作地ではナスが栽培されており、実が付いているものもあった。この調査地点は今後除染を行うことが決まっており、取り壊される予定らしい。そのため、耕作地では夏に実をつけるナスを栽培していると伺った。他にも土壌侵食の調査地点がいくつかあり、耕作地でも畝が土地に対して縦にあるか横にあるかという違いを見ている場所もあるらしい。表層土壌の状態による土壌流出の違いをみるため、降雨を



図 2.2.1 土壌侵食裸地区画



図 2.2.2 土壌侵食耕作地区画

待っている状態であった。前日に雨が降ったため、流出水の出口に取り付けてある三角堰は次の雨にそなえて綺麗にしてあった（図 2.2.3）。この流出口の先には図 2.2.4 のようにタンクが接続されており、流出水を土壌粒子の粒径ごとにある程度分類して採取することが可能になっていた。



図 2.2.3 裸地からの流出口



図 2.2.4 粒径ごとに分割するタンク

裸地には、リルという地表面の水流により作られた細い溝ができていた（図 2.2.5）。表層水はリルを通して流れるようになるため、よりリルが大きく形成されていく。リルとリルの間をインターリルと言い、リルが大きくなった地形をガリという。ここでは、裸地においてどのように土壌侵食が進むのかを、図 2.2.6 に示したような小さな粒子の移動を追跡することで調査されていた。この小さな粒子にはチップが組み込まれているため、これらを大量に裸地にばら撒き、降雨などによる移動を粒子 1 個ずつ特定することが可能であった。しかし、粒子数が多く小さいため見つけるのに毎回苦労していると伺った。すべての粒子を追跡することは難しく、土に埋もれてしまう粒子もあり、時間が経つに連れて次第に見つけられる粒子数は少なくなっていくらしい。この小さい粒子を見つける作業は非常に大変だと感じた。実際に少し裸地を見ていたが、2~3 個しか見つけることはできなかった。このような地道な作業を広い範囲で行うのは大変であるが、流れを追跡してその移動経路がわかるということに興味を持った。



図 2.2.5 裸地に形成されたリル



図 2.2.6 追跡用の粒子

### 2.3 試験水田

最後に、水田における流入と流出について調査している地点を見学した（図 2.3.1）。この水田では、表土を剥いだ水田とそうでない水田での放射性セシウムと比較を行っていた。水田への流入水と流出水の両方に、図 2.3.2 のようにバーシャルフリュームを設置して流量などを測定していた。また、浮遊砂サンプラーや雨量計も設置されていた。この近辺ではほとんど耕作が行われていないため、動物による食害が多いらしく、周囲に電流の流れる網が張り巡らされていた。事故から 2 年経ち、除染も進み農業も次第に行われるようになってきたと思うが、二本松から山木屋地区の奥の方へ行くほど放置された農地が多くなり、やはりまだ線量が高い地域では復興が進んでいないことを実感した。里山など長年人の管理が行われていた地域では、人の手が入らなくなったため森林域に生息する動物の食料にまで影響を及ぼしていることを感じた。



図 2.3.1 試験水田



図 2.3.2 水田の流出口

### 2.4 あだたらふれあいセンターでの作業

各観測地点を見学後、あだたらふれあいセンターに行き、採取されていた流出水の吸引ろ過を行った（図 2.4.1）。水試料は流出時間ごとに採取されており、各試料を 1 枚のフィルターでろ過した。時間とともに流出土壌も変化し、流出最後の方は微細な粒子しか残っていなかった。写真ではあまりはっきりしないが、流出初期の試料水をろ過したフィルターには土壌も多く残っており残渣の厚みもあったが（図 2.4.2）、最後の方の水試料をろ過したフィルターにはそれまでの試料よりも細かい粒子が多く残っており残渣も薄かった（図 2.4.3）。土壌の色も黒っぽい色から茶色に変化していた。土壌量が多いとろ過に何時間もかかるらしいが、今回はあまり時間がかからずにろ過することができた。



図 2.4.1 吸引ろ過装置



図 2.4.2 流出初期のろ過後のフィルター 図 2.4.3 流出最後のろ過フィルター

その後、土壌流出調査地点での観測に使用される 3D スキャナーや研究方法などについて、まずパワーポイントを用いて紹介していただいた。その後、現場で測定している様子は見られなかったが、実際に 3D スキャナーを用いて実演していただいた(図 2.4.4)。スキャンしている時には真ん中のレンズが高速で 360° 回転しており、指定された範囲を回転しながら室内でスキャンを行ったが、かなり詳細な画像が得られた。この画像は点で表示されるためある程度のザラつきはあるが、ホワイトボードに書いてある文字がある程度判別できるくらいまで鮮明になっていたことに驚いた。この機器はかなり高価らしく、建築分野などで多く用いられているものらしい。また、的を用いて標準をあわせる過程など、実際に操作を体験させていただいた。その他にも、色々と福島で行われている観測についてお話を伺った。



図 2.4.4 3D スキャナー

### 3. 18 日降雨時の渓流水連続採取

2 日目は雨が降る予報だったため、渓流水と降雨の採取に同行した。鉄分の多い赤っぼい川の地点、川俣理工前の橋の下、元牧草地の 3 地点で渓流水の採取を行った。始めに行った地点の途中から雨が降ってきた。その後、土壌流出の観測地点に行ったが、すでに流出は終わっていたため採水時の様子は見る事ができなかった。それから、パトロール隊の方の休憩所となっている公民館で昼食を食べ、最後に小学校横にある広葉樹林観測タワーを見学した。あだたらふれあいセンターに戻り、温泉で除染してから帰宅した。

### 3.1 川での採取

初めに、川の近くに設置してある雨水採取器のボトル交換を行った。雨水を一括採取する直径 18cm の漏斗が取り付けられたボトルと、雨水分割採取器が設置してあった (図 3.1.1)。一括採取のものは Cs 測定用で、液量が必要なため一括で採取されていた。また、分割採取器は蒸発防止や太陽光の影響を避けるために、アルミのシートで囲ってあった。これは降雨を 250 ml ずつ分割採取する装置で、手作りの装置であった。分割採取された雨水は O と H の同位体測定用で、250ml ずつ分割採取することで、降り始めから 10 mm ずつ降雨を分割採取できる装置である。上部には雨量計が取り付けられてあり (図 3.1.2)、各ボトルから空気抜きのビニール袋も取り付けられてあった。また、チューブで接続された各ボトルの高さの違いで (図 3.1.3)、初めのボトルに 250 ml 溜まったら次のボトルに流れていくようになっていた。この装置は手作りのため、NaCl 溶液を用いて各ボトルの溶液濃度から誤差などを事前に確認されていた。私の所属する研究室でも雨水の採取を行なっているが、これまでは一括採取しかできていなかった。この雨水分割採取器は自作できるそうなので、ぜひ参考にさせて頂き、分割採取を行えるようにしたいと思う。各ボトルの高さなど、分割するための調整は難しいそうだが、非常に有用な装置であると思う。



図 3.1.1 雨水分割採取器



図 3.1.2 採取器の上部



図 3.1.3 採取器の分割部分

次に、渓流水の連続採取器のボトル交換を行った。この川は鉄分が多いため、全体的に赤っぽくなっていた (図 3.1.4)。また、温泉の源泉が近くにあるらしく、少し硫黄分の匂いがした。採水した川の水も色がついていた。パーシャルフリューム (図 3.1.5)、自動採水器 (図 3.1.6)、水位計 (図 3.1.7)、浮遊砂サンプラー (図 3.1.8) などが設置

されており、少し下流には流れてきた落葉などを採取するためのネットが張られていた。設置されている機器も川の水の影響で赤っぽくなっていた。パーシャルフリュームは川の水全量が通るように設置されており、横に設置してある水位計から流量を求めていた。濁度計も設置されていた。パーシャルフリュームを流れてきた渓流水を自動採水器で採取し、各ボトルに分割採取していた。この装置は時間設定などが可能で、天気予報などから雨が降る時間を想定し、降雨による増水時に採水するように設定されていた。



図 3.1.4 鉄分の多い川



図 3.1.5 パーシャルフリューム



図 3.1.6 自動渓流水採水機

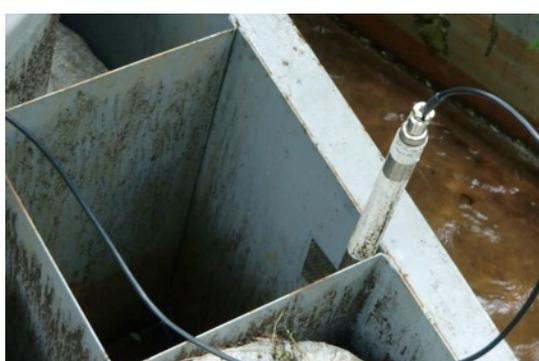


図 3.1.7 水位計



図 3.1.8 浮遊砂サンプラー

実際に採取時の様子もみることができた。時間設定をして自動で採水するようになっているが、ちょうど採水時間に当たったため、採水前（図 3.1.9）と採水後（図 3.1.10）を見ることができた。1回で4本分採水されていた。白いボトルだったが、薄く茶色っぽい色がついていた。その後、採水されたボトルを交換し、これまでのデータを抽出した。時間ごとの雨量をグラフで確認することができ、今回はきちんと増水時に採水でき

ていた。降雨量と河川水量の変動が似ており、降水により河川水がすぐに増加していることが確認できた。雨量の確認には国土交通省の雨量データが用いられていた。



図 3.1.9 採取前のボトル



図 3.1.10 採取後のボトル

また、この河川には所々に泡立った箇所があった（図 3.1.11）。これは、天然の界面活性物質による発泡だと思われる。当研究室では大気中の界面活性物質と HULIS（Humic Like Substances）を研究している学生がおり、HULIS は界面活性作用を持っている。この河川では天然のフミン物質が界面活性物質として作用していると考えられる。



図 3.1.11 河川中の発泡現象

川での採水後、近くに設置されている土壌水の採取場所に行った（図 3.1.12）。土壌水はポーラスカップを用いて、3 深度（10, 20, 30cm）を 3 点ずつ採取していた。これは、1 地点だけでは液量が十分得られないためであった。土壌水分計もあるが、今はデータロガーがついてないらしい。今回は、土壌水がたまる三角フラスコの減圧のみを行った（図 3.1.13）。



図 3.1.12 土壌水採取場所



図 3.1.12 減圧の様子

### 3.2 川俣理工手前の橋の下

次に、川俣理工前の橋の下の河川に行った（図 3.2.1）。ここでも、先ほどの地点と同様に河川水の自動採水器と降水の分割採取器、一括採取器、雨量計などが設置してあった（図 3.2.2）。雨水分割採取器は、先ほどの地点と同じくらいの液量が採取されていた。結構雨が降っていたため橋の下までは降りなかったが、川幅が広いのかパーシャルフリュームは設置されていないようだった。



図 3.2.1 橋の下の河川



図 3.2.2 河川横に設置された採水器

### 3.3 元牧草地

次に、元牧草地である地点に行った。ここでもパーシャルフリューム（図 3.3.1）、自動採水器（図 3.3.2）、浮遊砂サンプラー（図 3.3.3）などが設置されていた。この地点は、河川ではなく近くに湧き水があるらしく、草むらの中を水が流れている感じだった。採水地点に行くまでに、草むらの中をかき分けながら進んでいった。今は夏のため草が生い茂っているが、冬にはこれらが枯れて水路が見えるようになるらしい。



図 3.3.1 パーシャルフリューム



図 3.3.2 自動採水器



図 3.3.3 浮遊砂サンプラー

次に、川から土壌水採取場所に行くまでにあった地下水採水地点を見学した。この地点には3本のポールがたっており(図 3.3.4)、それぞれ深度が異なる地下水を採水できるらしい。それぞれどのような深度だったかは忘れてしまったが、ポールの下が浸透するような構造になっており、ある程度幅を持った深度の地下水を採水できるようになっていた。穴を覗くと、かすかに水がある様子がわかった。深度ごとに放射性 Cs の濃度に違いが見られるとの事だった。



図 3.3.4 地下水採取地点

次に、土壌水採取地点に行った。ここは元牧草地であるため、土壌水も硝酸成分が多いらしく、薄く色がついていた(図 3.3.5)。ここでも、3深度3地点ずつ採取されており、三角フラスコの減圧のみを行った。



図 3.3.5 採取された土壌水

### 3.4 土壌流出地点

次に、前日にも見学した土壌流出観測地点に行った。本日は雨が降っていたため流出時の採取を見学できるかと思ったが、我々が到着したときには雨が止み、流出が終わっていた。そのため採取を実際に見ることはできなかったが、前日に見学した時よりもリル、土壌表面が変化していたことを実感できた(図 3.4.1)。ナス畑からはまだ水が流れ出ていた(図 3.4.2)。また、流出口に設置してある三角堰にも前日と違って土壌や泥水が溜まっていた(図 3.4.3, 図 3.4.4)。一雨で結構多くの土壌が流出していることが実感できた。



図 3.4.1 降雨後の裸地



図 3.4.2 降雨後の耕作地



図 3.4.3 降雨前の三角堰



図 3.4.4 降雨後の三角堰

このように、様々な異なる表層土壌での流出を調べることで、土壌流出に関する係数や式を求め、評価につなげるということを教えていただいた。

### 3.5 広葉樹タワー

昼食を休憩所の公民館でとった後、小学校横にある広葉樹の観測タワーを見学した（図 3.5.1）。前日に見学した観測タワーは針葉樹であり、タワーには登らなかったが、今回は実際にタワーにも登った。観測タワーの周辺には、落葉採取用のネットや樹幹流、林内雨など、様々な採取器が設置されていた。また、林床には落ち葉の入った袋があり、分解実験のようなことも行われていた。また、小学校の運動場には表土を剥いた後の土壌なのか、ビニールで覆われた大きな山ができていた。地震が起きる前までは普通に子どもたちが通う小学校だったと思うが、現在は全く使用されておらず、廃墟のような雰囲気だった。



図 3.5.1 広葉樹観測タワー

## 4. 全体の感想

実際に福島で行われている観測地点を見学し、観測に同行させていただくことで、どのような観測が行われているのかを実感することができた。観測地点を見学することで、様々な採取器の勉強にもなった。自分の研究にも応用できる点がいくつかあったため、今後ぜひ参考にさせていただきたいと思う。また、これまで知らなかった土壌流出に関する色々なことを学ぶことができた。リルやガリという言葉も知らなかったため、非常に勉強になった。スクレーパープレートを実際に体験できなかったのは残念だった。

2日目に同行させていただいた渓流水の観測では、雨量の確認に国土交通省のデータが用いられていた。私の所属する研究室では、降雨量の確認には気象庁のデータを使っていたため、観測地点によっては国土交通省のデータも参考にしたいと思う。降水試料などで行われている同位体分析は、降ってきた雨がどのように流出していくのか、降水、地下水、河川水など全体の水を分析することで明らかにすることができる。そのため、サンプリングも総合的に、全体像がわかるような採取であったことは、見習いたいと思う。自分の研究でも、このような総合的な視点から考えることを参考にしたい。また、同位体は雨の降り始めと終わりの方では同位体の値が変化するらしく、分割採取が必要との事だった。この雨水分割採取器は、私たちの研究でもぜひ取り入れて行きたいと考えている。

2日目の昼食は、パトロールの方が休憩所として利用されている公民館で食べたが、公民館には大勢の人がいて、非常に多くの人がパトロールに従事されていることを知った。一時期、警察の見回りが減少したために盗難などの被害が増加し、最近ではまた警察の見回りが増加したという話を聞いたことがある。地震や事故の被害を受けた方にはさらなる追い打ちになり、非常に残念なことである。元の状態に戻るには非常に時間がかかると思うが、少しずつでも復興が進むことを望む。