

## なまはげの地の森林の豊かさとスポンジ効果

生物資源科学部 アグリビジネス学科

1年 鍋島 晶

1年 佐藤 祐利

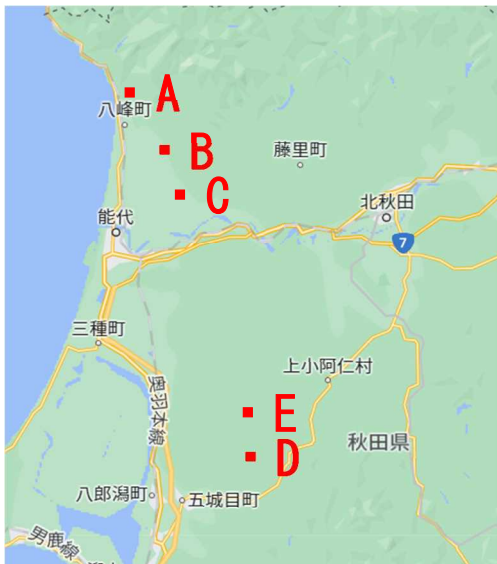
指導教員 生物資源科学部 アグリビジネス学科

教授 増本 隆夫

### (1) 背景・目的

近年日本では、秋田県のみならず全国で異常気象が増えている。その結果、主に極端現象の一つである豪雨によって土砂災害が頻発し、それによる被害が増加している。一方、森林には様々な役割があり、その一つが「緑のダム」だといわれている。この「緑のダム」はその名の通り、降った雨を貯める働きがあるといわれている。加えて、この機能を利用して洪水の発生を抑え、土砂災害を防ぐことができると考えられている。しかし現在、森林は林業の担い手不足や少子高齢化によって整備が行き届いておらず、同時に荒廃化が進んでいる。荒廃が進んだ森林では「緑のダム」効果の発現が制限され、保水力が低下し、土砂災害につながっていると考えられる。そこで、本研究では整備や管理が行き届いている森林と、荒廃が進んでいる森林で吸水性や保水力にどれだけの差があるのかを明らかにすることを目的とした。

表1. 各観測地点の特徴



地点名	場所	植生	状態
A	小入沢林道	広葉樹林 岩多め	自然林 整備なし
B	ぶなっこランド	杉林	人工林 整備あり
C	裸地	植生なし 岩多め	整備あり
D	吉沢林道	杉林	人工林 整備なし
E	房住山登山口	広葉樹林 杉林	自然林、混合林 整備なし

図 1. 調査地点の位置

### (2) 研究方法

まず、「緑のダム」効果を間接的に調べるためにシリンダーインタークレート試験による水の吸収速度、経過時間に対する変化量を調べた。調べるうえで必要となったのが荒廃した森

林と整備され管理が行き届いている森林のデータであり、それをもとに浸透量の測定と土壌採取の地点を5個設定し（図1）、対照実験を行った。実験は以下のとおりである。

#### <シリンダーインテークレート試験>

今回の実験では各地点における土の浸透速度について調査した。実験日は2日間に分けて行い、令和3年9月11日にA、B、C地点、12日にD、E地点でデータを収集した。手順は以下のとおりである。

- 1) 試験地点に45 cm径の円筒を設置。専用の打ち込み板とランマーによって円筒を地中に打ち、円筒へ満タンになるまで水を注いだ。
- 2) 注ぎ込んだ瞬間から水位の変化を30秒、あるいは60秒ごとに、円筒の中の水がなくなるまで計測（写真1）。
- 3) この作業の2、3回の繰返し。



写真1. シリンダーインテークレート試験の様子



写真2. 土サンプル採取の様子

#### <三相分布の測定実験>

- 1) シリンダーインテークレート試験と同じく、地点A～E（図1）で金属製土サンプル容器を使って土サンプルの採取。
- 2) 容器の上蓋のみを取り、採取する土に乗せた。下蓋に打ち込み機をセットして金槌での打ち込み。最後まで打ち込みと、中の土がこぼれないように容器の掘り出し、ビニールテープで容器のふたの固定（写真2）。
- 3) この手順を3回繰り返してサンプルの採取。
- 4) サンプルの乾燥、重量測定。その後測定数値を元に計算し、固相・液相・気相を算定。

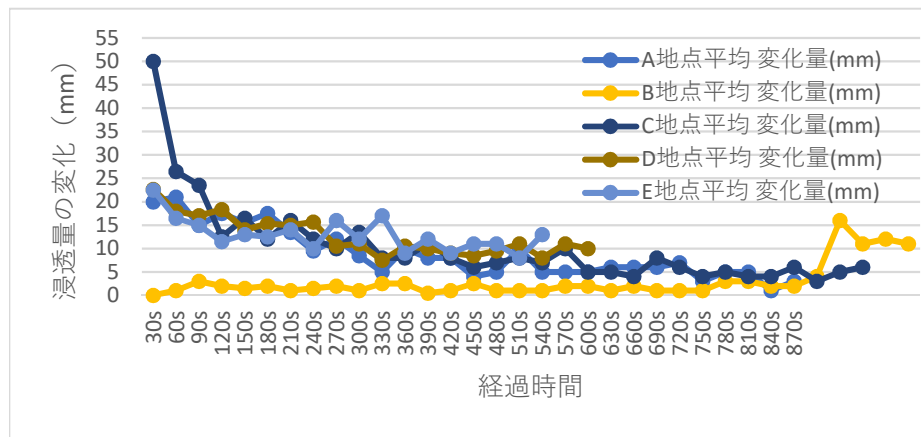
#### <粒度分布の測定実験>

- 1) 各地点の絶乾細土全量の計測、トールビーカーへの投入。ここに過酸化水素水の添加、時計皿で蓋をし、一晩放置。
- 2) その後サンプルをホットプレート上で200°C加熱しながら過酸化水素水をサンプルが褐色ないし灰色になるまで添加（有機物の分解）。その後、加熱による過酸化水素水の蒸発。
- 3) 溶液の増加と、超音波処理（15kHz、150W）。
- 4) サンプルを目の細かなふるいにかけて粗砂の回収（粗砂の定量）。ふるいにかからなかったシルトと粘土は沈定びんで受け取り。
- 5) 沈定びんで集めた濾液のpHを1M HClと1M NaOHで7から9の範囲で調整、土粒

子を分散。2時間振とうし、蒸留水を添加。振とう後に水温の計測、沈定びんの1分間激しく振とう後、2分31秒の静置。

- 6) 液面から深さ5cmのところからマイクロピペットで10秒かけて溶液を10mL採取。溶液の重さをはかったるつぼに移動。乾燥後、るつぼの重量を測定（シルトの定量）。
- 7) 粘土の定量も同様に実施。沈定びんを激しく振とう（1分間）。4時間12分静置した。その後、シルトと同様に溶液を採取るつぼに移動。
- 8) 細さの定量を実施。沈定びんを激しく振とう（1分間）。2分31秒静置した。沈定びんの底から5cmの溶液を残して吸引した。碎土水を定量した。この操作を上澄み液が透明になるまで繰り返した（7回程度）。

- 9) 前実験と同様に溶液を採取るつぼに移動し、それぞれの結果から粒度分布の定量化。



(3) 結果

浸透速度を求めるシリンダーインテークレート試験では、全体の傾向

図2. シリンダーインテークレート試験の結果

として変化量に数分単位で一定の波があることが分かった（図2）。A、D、E地点に関しては大きな差は見られなかった。一方、B地点では変化量が他の地点に比べて極端に小さいことが分かった。しかし、測定後半には変化量が急激に大きくなる点が観測された。また、C地点では前半に変化量が他と比べて大きく観測された。観測開始から2分経過時以降は、A、D、E地点と概ね同じ変化量になった。また、三相分布や粒度試験の結果は、表2、表3のようにまとめられる。

(4) 考察

A地点（広葉樹・人工・整備なし）は表3から排水性は小さいが保水性が大きいことが分かった。図2での浸透量は初期に凹凸を繰り返しながらも後期は緩やかな右肩下がりになっている。また表2からA地点（広葉樹・人工・整備なし）の固相が最も大きい38.2%であることが分かる。ただし、液相50.3%、気相11.5%と他の4地点と比べて乾いていることが分かり、保水能力としてのキャパシティは大きいことが読み取れる。B地点（杉・人工・整備あり）は表3か

表2. 三相分布実験の結果

地点	液相(%)	固相(%)	気相(%)
A	50.3	38.2	11.5
B	74.2	20.6	5.2
C	47.8	36.3	15.9
D	59.2	34.2	6.6
E	65.4	30.2	4.4

ら排水性は小さく保水力が大きいことが分かる。浸透量は測定終了直前まで横ばいである（図 2）。しかし、液相 74.2%、気相 5.2%と既に大量に保水していることが分かるが（表 2）、固相は最小の 20.6%であり保水力は大きいといえる。浸透能力を示す曲線が一定で変化している理由は既に保水されていることと、整備や管理のために土壤が重機で踏み固めたためとも考えられる。C 地点（杉伐採後の裸地・整備あり）は表 3 から排水性の極小性と保水性の小ささが窺える。図 2 の浸透量では初期の変化量が非常に大きく、その後は

表3. 粒径組成実験の結果

地点	砂 (%)	シルト (%)	粘土 (%)
A	分散が上手くいかず欠測		
	53.1	25.2	21.7
B	32.1	61.3	6.6
	27.0	59.6	13.4
C	43.6	20.2	36.2
	52.7	17.1	30.1
D	27.2	26.4	46.4
	27.5	26.7	45.9
E	分散が上手くいかず欠測		
	23.0	33.7	43.4

緩やかな右肩下がりになっている。そこでは、液相 47.8%、気相 15.9%と両者の和は他と比べても大きくはないが（保水力の大小に関与）、測定時には他 4 点と比べると最小液相、最大気相となり（表 2）、裸地特有の特徴が見えた。そこでの初期浸透量の大きな変化は、試験地にれきが多く、同時に水が試験機から漏れ出た可能性があるとも考えられる。D 地点（杉・人工・整備なし）では、極小排水性と小さい保水性を示している（表 3）。一方、図 2 の浸透量変化曲線は比較的緩やかな右肩下がりである。液相 59.2%、気相 6.6%、固相 34.2%で明らかのように（表 2）、同じ杉林でありながら整備・管理ありの B 地点（杉・人工・整備あり）よりも保水力が小さいことが分かる。E 地点（広葉樹と杉の混合林、自然）は、極小排水性と小さい保水性を示し（表 3）、図 2 の浸透量変化では凹凸を繰り返しながら右肩下がりになっている。調査時は液相 65.4%、気相 4.4%、固相 30.2%とよく湿っていたが（表 2）、全 5 地点の中で植生が似ている A 地点（自然広葉樹）よりも少し保水力が大きいことも分かる。

これら 5 地点の全ての調査・実験結果を総合的に考察して、管理の行き届いた人工杉林（B 地点）が最も保水性が高いと結論付けた。同時点に比べ、管理が行われず粗放で整備も入っていない D 地点の保水性は小さいことが判明した。しかし、自然の広葉樹林帯の A 地点と、粗放な人工杉林の D 地点との間の保水力の大小比較は難しかった。総括すれば、様々な条件を持つ全地点にはある程度のスポンジ効果（保水機能）は見られ、特にそれが高く顕著なのは、土壤に焦点を当てると管理の行き届いた人工杉林であるといえた。一方で、土壤のみの考察では、重機管理等による踏み固めなどの条件が重なると保水力が小さく見えてしまうことも判明した。一方で、白神山地に代表される自然林が本来森林のあるべき姿と考えられがちだが、地上部の樹林帯を含めた保水力を考えると、自然サイクルの中で山が荒れる期間も存在し、その管理状態によりその能力は変わりそうである。今回の試験結果からは、人工的に管理した森林のほうが保水力は大きいのではないかと考えられた。森林の保水力は、森林上部が持つ降水の遮断保水機能（蒸発も含む）と地面下の土壤が持つ保水力の両者やその割合で流域全体の保水力を考える必要があると推論した。