

九州の森と林業

No.141 2022.9

電源の無い山奥でも使える 時間別降雨採取装置の開発

山地防災研究グループ 壁谷 直記

はじめに

このタイトルにあるヘンテコな機械（写真1）の名前を読んで興味を持つ人がいれば、それはよほどの変わり者と言わざるを得ないでしょう。そして、この機械を作った私は、そんな変わり者の一人なのかもしれません。

真っ暗な山奥の雨の中で、ひたすら時計を見つめて、時間が来たら、バケツに溜まった水をポリ瓶に移し、空のバケツを再びセットし、次の時間まで待機する。このような作業を経験したことがある人は、おそらくそれほど多くはないでしょう。しかし、これは降雨

中の水質や安定同位体比の時間変化を調べることで、雨を降らせている水蒸気がどこから来て、どのように雨を降らせて来たのかという履歴情報を知るための重要なサンプリングなのです。このような作業は、地味で大変な上に、空振りも多いので肉体的にも精神的にもとても辛いです。そして、このような作業をしている時に浮かんだ「これを機械がやってくれたらどんなに楽できるだろう」という思いが、この機械を開発したきっかけです。なお、「きかい」という言葉は、意外と古い言葉で、古代中国の戦国時代には、すでに武器や農器具などの示す言葉として使われていました。このうち「機」はからくりを意味する一方で、「械」は「桎梏（かせ）」と呼ばれ、罪人などをとどめておくために罪人の手足にはめて自由を奪う木製の刑具を意味します²⁾。つまり機械とは、特定の仕事や作業を、そこにとどめた自分とは別の人に代わりにさせる、という意味合いがあるようです。そのため、今回の私の機械の開発動機は、まさに、「機械」本来の意味にピッタリと合っていたと言えるでしょう。

写真1 時間別降雨採取装置¹⁾

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 九州支所

Kyushu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute

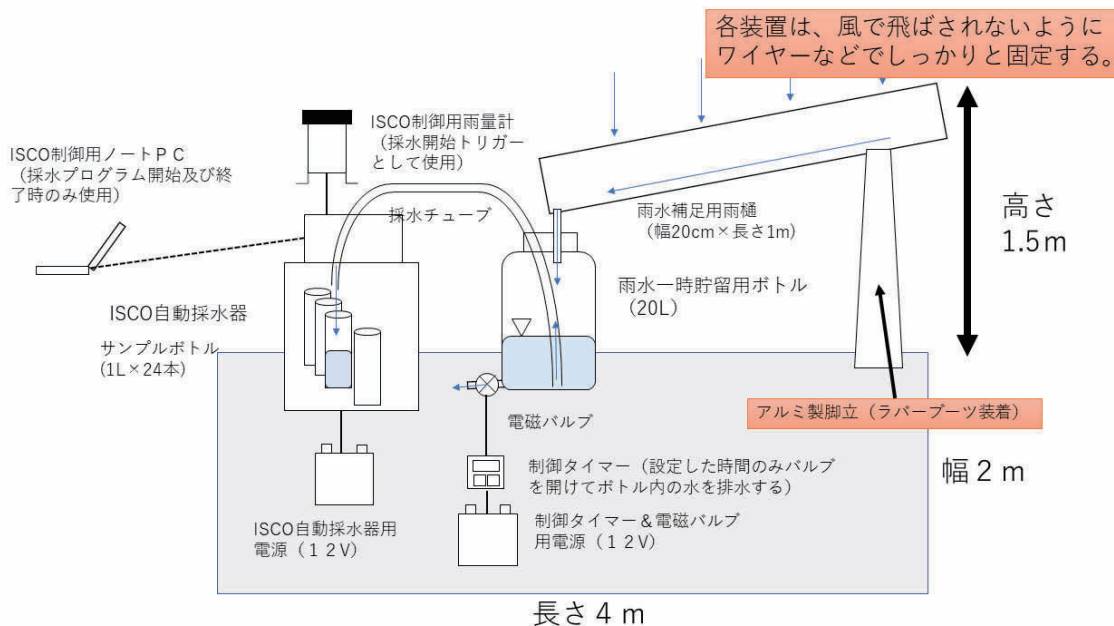


図1 時間別降雨採取装置の模式図¹⁾改変

機械の仕組み

この機械の模式図を図1に示します。採水部には、山間部の河川水の採取などで安定した運用実績のある米国 Teledyne 社の ISCO6700 シリーズ（以下、ISCO と省略）を用いました。森林内での使用を想定して、受水部を樹冠通過雨観測に用いられる樋を利用しました。これにより通常のロートなどで集水するよりも、広い受水面積を確保し、サンプルの空間代表性を高める工夫をしています。樋で集水した雨水は、大型の排水コックのついた雨水一時貯留用ボトル（20 L）に貯留されます。雨水一時貯留用ボトルの排水コックには、電磁バルブを取り付けました。この電磁バルブと制御タイマーにより雨水一時貯留用ボトルの貯留と排水のタイミングをコントロールします。ISCO は雨水一時貯留用ボトルに溜まった水を設定した時間間隔で採取し、本体の中にある24本のサンプルボトル（1 L）に順次注いでいきます。

なお、この機械を作るに当たって、まず過去に同じような機械を作った事例が無いか調べました。その結果、一つの文献³⁾を見つけました。その機械は、排水制御に使用する制御タイマーの動作に商用電源（AC100V）を必要としていたため、今回は、これを電源のない場所で動作できるように改良を加えました。

この機械を使って、森林総合研究所九州支所構内（熊本県熊本市中央区黒髪）においてテストランを実施しました（図2）。降雨中、雨の水素安定同位体比（ $\delta^2\text{H}$ ）および酸素安定同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ ）は、大きく変化しました。降雨中の降水安定同位体比の変化において、降雨の初期には重い安定同位体（ ^2H 、 ^{18}O ）を多く含む水蒸気からなる雨滴が地上に降下します。降雨後半には水蒸気中の重い同位体の存在割合が低下していきます。このため、雨の安定同位体比が経過時間とともに徐々に低くなっていくと考えられました。

雨水の軽い安定同位体（H、O）を含む水分子に対する重たい安定同位体（ ^2H 、 ^{18}O ）を含む水分子の存在比（つまり安定同位体比）は、いわば、水分子の一つ一つに見えないラベルが付けられているようなものです。例えば、スーパーで売っている牛肉には〇〇産というラベルが貼ってあり、だれでも、そのお肉がどこで生産され、どの業者が販売したなどの履歴情報を知ることができます。水の安定同位体比のラベルは、自然が付けたラベルなので、ここまではっきりとは、わからないのですが、得られた情報を詳しく調べることで、どこの海で発生した水蒸気が、どのような経路をたどって、どのくらいの雨を降らせながら、この山までやってきた来たのか？という雨の履歴情報が得られます。

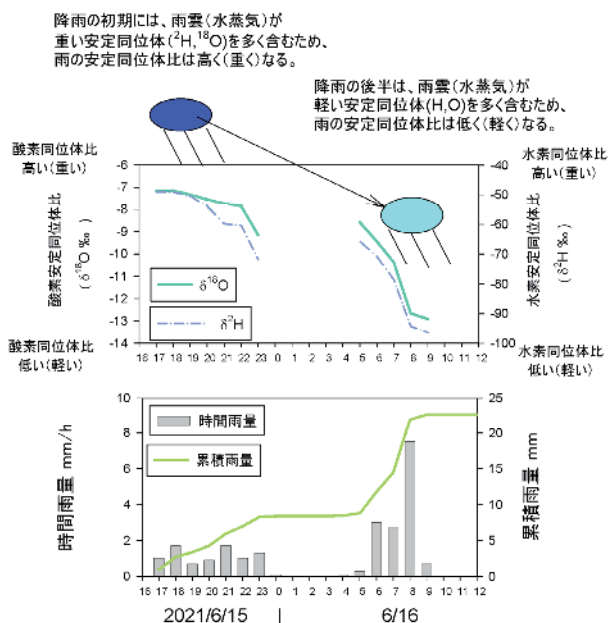


図2 時間別降雨採取装置により採水した降水安定同位体比の時間変化¹⁾ 改変

今後の予定

今回実施したテストランの結果、降雨中の降水安定同位体比は大きく変動することが明らかになりました。本研究で開発した時間別降雨採取装置は、12Vカーバッテリー2個で動作が可能であり、商用電源の確保が難しい山地小流域でも稼働させることができます。この機械を用いて、山地森林地域での降水安定同位体比の時間変動に関する情報が得られることが期待されます。

雨の安定同位体比を調べることで水蒸気起源に関する情報が得られます⁴⁾。従来の降水安定同位体比観測は、週～月単位にボトルに貯留された雨水を分析していました。これでは、降雨中の水蒸気起源に関する情報を十分に得ることができませんでした。この機械を用いることで、1時間単位解像度という高い時間解像度で降水安定同位体比を調べることが可能になります。このような高時間解像度の降水安定同位体比データは、線状降水帯をはじめとする豪雨などを形成する雨雲への水蒸気の供給メカニズムをより詳しく理解することに役立つと考えられます。

熊本では、10年前の2012年7月九州北部豪雨により阿蘇地方および白川流域に豪雨・洪水災害が発生しました。最近でも2年



写真2 熊本大学理学部と共同で開始した高時間解像度降水同位体比観測の様子(2022年5月)

前の2020年7月に人吉・球磨川流域において豪雨災害が発生しました。

今回開発した技術を利用して、熊本大学大学院先端科学研究部(理学系)地球環境科学 一柳錦平准教授との共同で、従来よりも時間解像度の高い降水安定同位体比観測を開始しました(写真2)。地域の大学と連携した観測を行い、プロジェクトの成果を大学に技術供与することで、より良い成果が得られることが期待されます。

謝辞

本研究は、環境省地球環境一括計上「気候変動への適応に向けた森林の水循環機能の高度発揮のための観測網・予測手法の構築」の一環として行いました。ISCOの採水プログラムの編集方法に関しては、日科器バイオス田辺雅博氏にご助言いただきました。

参考文献

- 1) 壁谷直記ほか(2022)自動採水器を用いた時間別降雨採取装置の開発. 九州森林研究75:85-87.
- 2) 宮城谷昌光(2000)青雲はるかに(上)(文庫版). 集英社, 456p.
- 3) 井川怜欧ほか(2009)降水の高時間分解能自動サンプリングのための装置開発. 日本水文学会誌 38:111-116.
- 4) 芳村圭ほか(2009)気象学における水安定同位体比の利用. 気象研究ノート 220. 日本気象協会, 128p.

令和3(2021)年の九州地域の森林病虫獣害発生状況

チーム長（生物多様性担当）
森林微生物管理研究グループ長
森林動物研究グループ長

佐山 勝彦
秋庭 満輝
安田 雅俊

令和3(2021)年の九州地域（九州7県と沖縄県）の森林病虫獣害発生状況を報告します。この報告は、九州地区林業試験研究機関連絡協議会保護専門部会、および著者らに寄せられた情報などを集約したものです。

なお、各県からの情報は、私信として引用を明記すべきところですが、紙面の都合上割愛させていただきました。九州地域は外来生物が侵入する頻度が高く、病虫獣害の被害拡大を阻止するためにも、今後も引き続き関係各位の情報収集・提供へのご協力をお願いします。本報告に先立ち、情報をお寄せいただいた関係各位にお礼申し上げます。

虫害：2021年に九州地域で確認された主な虫害を表1に示します。2020年に続き表にあげられたのは、サカキブチヒメヨコバイ、アカギヒメヨコバイ（これまでの「ヨコバイの一種（*Coloana arcuata*）」に命名された和名）、ケブカトラカミキリ、タイワンハムシ、カシノナガキクイムシ、キオビエダシヤク、ホウオウボククチバ、デイゴヒメバチでした。

サカキブチヒメヨコバイの吸汁によってサカキの葉に白点が生じる被害は、前年に続き佐賀県、熊本県、鹿児島県で発生しています。本種を対象とした農薬が登録されていますが、今後の被害拡大に注意が必要です。

カシノナガキクイムシによるナラ・カシ類の穿孔被害（ナラ枯れ）は、前年に続き福岡県や熊本県で確認されていますが、佐賀県や長崎県では大きな被害はみられませんでした。しかし、今後も被害の拡大が懸念されます。



写真1 キオビエダシヤクの成虫
（前翅長約35mm）

イヌマキの葉を食害するキオビエダシヤク（写真1）が、宮崎県のほか、鹿児島県と沖縄県で発生しました。

鹿児島県の鹿児島市や姶良市などでは、街路樹のクスノキでクスベニヒラタカスミカメ（写真2）による吸汁被害が初めて確認されました。本種は中国原産の外来種で、幼虫や成虫がクスノキの葉から吸汁します。吸汁された葉は褐色の斑模様になり、被害が大きい場合には落葉しますが、枯死に至ることはないようです。国内では2015年頃に大阪府や兵庫県で初めて確認されて以降、近畿・中国地方や関東地方、四国地方へと分布が広がっています。九州地方では、2018年に大分県の大分市と別府市で、2019年に熊本県の熊本市と玉名市で確認されています。今後、九州地方の各地に分布が広がる可能性があります。

以上の虫害のほかに、長崎県諫早市では、フウノギギンバネスガが街路樹のモミジバフウ（アメリカフウ）で発生しました。大分県では、クロツマキシヤチホコによるクスノギの葉の食害が確認されました。本種の幼虫は集団で葉を食害し、枝を丸坊主にしてしまいます。マツカレハが宮崎県の海岸林で大発生したほか、鹿児島県でもクロマツで局所的に大発生しました。宮崎県の造林木では、ケヤキがクワカミキリに、イチイガシがコウモリガにそれぞれ被害を受けています。鹿児島県の姶良市と志布志市では、サカグチクチブトゾウムシの成虫によるサカキの葉の食害が確認されました。

沖縄県では、前年に続き県内全域で、幼虫がデイゴの葉と実を食害するベニモンノメイガと



写真2 クスベニヒラタカスミカメの成虫
（体長6～7mm）

表1 令和3(2021)年に九州地域で確認された主な虫害

害虫名	発生地	樹種	環境
【カメムシ目】			
アカギヒメヨコバイ (<i>Coloana arcuata</i>)	沖縄県(沖縄島)	アカギ	街路樹
サカキブチヒメヨコバイ	佐賀県基山町・熊本県菊池市	サカキ	植栽木
クスベニヒラタカスミカメ	*鹿児島県鹿児島市・姶良市	クスノキ	街路樹
【コウチュウ目】			
ケブカトラカミキリ	鹿児島県	イヌマキ	植栽木
クワカミキリ	宮崎県	ケヤキ	造林木
タイワンハムシ	沖縄県(沖縄島北部)	ハンノキ	天然林
サカグチクチブトゾウムシ	*鹿児島県姶良市・志布志市	サカキ	植栽木
カシノナガキクイムシ	福岡県糸島市・福岡市・*筑紫野市・*大牟田市・*川崎町・熊本県熊本市・天草市・阿蘇市・宇土市・八代市・人吉市	マテバシイ、ツブラジイ(コジイ)、スダジイ、コナラ	天然林 植栽木
【チョウ目】			
コウモリガ	宮崎県	イチイガシ	造林木
フウノキギンバナスガ	長崎県諫早市	モミジバフウ (アメリカフウ)	街路樹
キオビエダシャク	宮崎県、鹿児島県、沖縄県(沖縄島)	イヌマキ	植栽木
マツカレハ	宮崎県、鹿児島県	クロマツ	海岸林 植栽木
クロツマキシヤチホコ	*大分県	クヌギ	不明
イチジクヒトリモドキ	*沖縄県	ガジュマル イヌビワ	街路樹
ハウオウボククチバ	沖縄県(沖縄島)	ハウオウボク	街路樹
【ハチ目】			
デイゴヒメバチ	沖縄県	デイゴ	街路樹

*被害が初めて確認された発生地

幼虫がデイゴの茎に食入するオオエグリノメイガが、年中発生しています。また、アカギの葉から吸汁するアカギヒメヨコバイが、沖縄島のほぼ全域で発生しています。イチジクヒトリモドキが、街路樹のガジュマルや道路沿いのイヌビワで局地的に発生していることが確認されました。

病害：マツ材線虫病は九州地域で恒常的に発生していますが、これまで被害が確認されていなかった沖縄県久米島で初めて発生が確認されました。ブナ科樹木萎凋病(通称「ナラ枯れ」、虫害の項を参照)は前年度までに九州北部まで被害が拡大しましたが、2021年度は被害量が減少しました。

庭木などの病害として、サカキとサザンカの輪紋葉枯病が宮崎県と鹿児島県で発生しました。また、クロマツ褐斑葉枯病が福岡県、熊本県、宮崎県、鹿児島県で確認されました。本病は海外からの侵入病害と考えられており、

日本では1996年に島根県で初めて発見されました。秋頃から針葉に斑点を形成し、翌年春～夏に針葉が褐変します。マツ材線虫病と異なり木全体が枯れることは稀ですが、旧葉が変色して見苦しくなるため、庭木などでは注意が必要な病害です。

獣害：ニホンジカとニホンノウサギによる植林木への被害が出ており、ニホンノウサギによる被害は、長崎県、熊本県、宮崎県の再造林地、鹿児島県のコウヨウザン植栽地とスギ造林地で確認されています。主伐・再造林面積が増加していることから、両種に対する防除は今後も重要です。

農林業被害や森林生態系への被害が懸念され、特定外来生物に指定されているクリハラリス(別名タイワンリス)の2021年度における捕獲数は、熊本県宇土半島(宇土市、宇城市)では3頭まで減少し、地域根絶が間近になっています。

きのこシリーズ (27)

ニオウシメジ (*Macrocybe gigantea*)

初夏になると、あるきのこがメディアを賑やかにします。その名もニオウ(仁王)シメジ。

とある場所で発生した株の重量は50kgほどもあったそうです。九州支所のある立田山でも、7月になり暑い日が続いた後に雨が降ると、地上にその姿を現します。今年発生した立田山産は、50本以上のきのこを作る大株で、株直径は約1.2m、高さ60cmほどもあり、500mlのペットボトルを置いたところではビクとしません(写真1上)。



写真1 立田山のニオウシメジ(2022年7月15日撮影)

ニオウシメジは腐生菌といって、地中に埋まった木材などを分解して栄養源にして発生します。発生環境はさまざまで、公園や畑、ウッドチップなどから報告されています。こうした特性を活かし、木粉培地などで栽培も行われています。大味に見えて優秀な食用菌で、シャキシャキとした歯応えと滑らかな舌触りで、しっかりした旨味もある美味しいきのこなのです。

日本で知られるようになったのはおよそ50年近く前、熊本県松橋町での発見からです。現在では、北関東まで確認されています。本種は、インドなど熱帯地域で広く分布する熱帯性のきのことして知られていました。日本に定着したのは、温暖化が原因ではないかと考えられています。

それにしても、他のきのこに類を見ないこの巨大さの秘密は何でしょうか? 昨年、本種のゲノム情報が公開されました。大振りな姿にも関わらず、ゲノムサイズはシイタケとほぼ同じ約4100万塩基で、推定された遺伝子数も、近縁のきのこに比べて少ないことが明らかにされました。しかし、植物の細胞壁成分であるペクチンの分解に関与する遺伝子構成に特徴があり、いくつかの遺伝子では、過剰に発現することがわかりました。他にもこのような異常な遺伝子発現を示す腐生菌のきのこがあります。“世界最大の生物”として有名なオニナラタケという樹木病原菌です。ニオウシメジやオニナラタケは、木材からエネルギーを急速に獲得する遺伝的な変異が他のきのこよりも大きかったため、巨大化したのかもしれません。

森林微生物管理研究グループ
木下 晃彦

地域連携推進室から

令和4年度九州地域公開講演会の開催について

テーマ:「熊本の生物多様性を守るモン」

開催日: 令和4年11月12日(土) 13:30~

場所: くまもと県民交流館パレア

入場料: 無料

森林総研チャンネル(YouTube)でも配信予定

注) 新型コロナウイルス感染症の拡大状況により中止になる場合があります。

九州の森と林業 No. 141

令和4年9月1日

国立研究開発法人 森林研究・整備機構

森林総合研究所九州支所

熊本県熊本市中央区黒髪4丁目11番16号

〒860-0862 Tel 096(343)3168(代)

Fax 096(344)5054

ホームページ

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/kys/>



この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。