

CPD、がんばりましょう

(一社)日本森林技術協会 管理・普及部 吉田 功

新年度です。それぞれの職場で、それぞれの職域で、皆さんなりの自己研さんを改めて考える絶好の機会ではないでしょうか。「そうなのけど漠として」という向きには、一つの道しるべとして「森林分野CPD」を紹介します。一步を踏み出すことが大事だと思います。

森林・自然環境技術者教育会、通称JA FEEさんは、森林分野CPDを制度として運営しています。論より証拠、まずはホームページを閲覧してみましょう。会員でなくとも閲覧できるページが用意されています。<http://www.jafee.or.jp/>

開いたトップページの左側、項目欄中ほどにある「森林分野CPD」をクリックしてみましょう。開いたら今度はページの右側にある項目欄中ほどの「◎現在公開されているCPDプログラム」をクリックして下さい。皆さんの最寄りあるいは関心のある催しを知ることができます。この案内は逐次更新されているので、頻繁に訪ねてみることをお勧めします。

もしも皆さんがJA FEEに関心を持ち入会方法を知りたい場合には、トップページに戻り、「役員・加盟学協会」ボタンをクリックし、少し下のほうに向けてスクロールして下さい。そこに掲載されているいずれかの加盟学協会の会員になっていれば、それらの学協会を通してJA FEE会員になることが可能です。可能と申しましたのは若干の審査・手続きがあるためですが、業務経験のある方であればあまり心配しなくとも大丈夫のようです。

さて、自己研さんを積むことは、日々の仕事ではしらず知らずのうちに実践していることだと思います。「工夫」と言い換えられるかもしれません。冊子「森林技術」では、水野雅夫さんやお仲間がその連載で工夫の足跡を吐露されています。ザ・CPDだと思います。

ちなみに、私たちの業界関係で比較的早い時期から制度運営を始めていたのは測量や造園分野でした。『日林協デジタル図書館』で検索すると、当時や最近の関連記事がヒットするはずですので、一読されてはいかがでしょうか。

森香る初夏

(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 森林研究部門
森林防災研究領域 気象研究室 主任研究員 深山 貴文

薫風という言葉がありますが、空気の温もりと共に、森の中には様々な香りが漂い始めます。熱帯植物の温室の中のような香りのイソプレン、レモンのような柑橘系の香りのリモネン、松ヤニのように針葉樹らしい香りの α -ピネン等、様々な香りが森の中にあります。これらの森の香りはフィトンチッドとも総称され、古くから森林浴を通じて多くの人々に親しまれています。

近年、この森の香りは地球環境にも大きく関わる重要な物質としても注目されつつあります。森の香りの多くは酸化されやすい物質で、日中の大気中だと短いものは数十分以内に酸化物となります。これらの酸化物は微粒子となり、その一部が雲の凝結核として雲を増やし、雨を降らせ、地球温暖化に対しては日傘のような冷却効果をもたらすと考えられています。また、これらの森の香り起源の微粒子は太陽の光を散乱させ、森の下の方の樹冠にも散乱した光を多く当てるようにすることで、森は自らの光合成量(CO₂吸収量)も高めているのではないかと考えられています。森の香りは、私達の体だけでなく地球の健康も支える重要な物質という観点から、様々な研究が進められているところです。

花と同様、森の葉にも強い香りのあるもの、あまり無いものがあります。針葉樹の多くは針葉の内部に樹脂の通り道があり、ここに貯まった香り成分が気孔を通じて放出されるため、針葉樹らしい香りを放出します。一般に針葉の香りの放出量は、気温の上昇に伴って指数関数的に増加することから、盛夏(7~8月)がそのピークとなります。しかし、北海道から沖縄県までの全国6ヶ所の森林内タワーで概ね毎月行っている森の香りの定期観測の結果によると、そのうち3ヶ所の森林ではなぜか4~5月にも香り成分の濃度が上昇しており、現在、この原因究明を進めています。

あるアカマツ林では、4月の地表面に強い香りの放出源が点在したことが確認されています。また、カラマツ林の落葉層からも初夏に強い香りが放出されていたことが報告されています。春や初夏の森の中には、針葉以外にも地表、樹幹、生殖器官(花)等、一時的に森の香りを高めている強い放出源が存在している可能性が考えられます。森の香りの放出源の探索は、森の香りの年間放出量を高精度に推定する上で重要な研究テーマとなっています。

機動性を活かしたドローンの森林・林業現場への活用

国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所
北海道支所 北方林管理研究グループ 古家直行

はじめに

皆さんの周りでもドローンの導入が進み、利活用に向けた検討を進められていると思います。ドローン空撮には、機動性や空撮画像処理による詳細な三次元情報の抽出に特徴があり、風雨による飛行機会の制限はありますが、災害などでの迅速な現場状況の把握に活かされています。

ドローン利活用の可能性

ドローンからの低高度撮影は、地上 100m からの撮影でも数 cm 程度の地上解像度を可能とします。皆伐跡地の空撮では、面積はもちろん地形まで詳細に把握でき、事前の作業計画の立案に有効です。これまでのように「現場を知る人が図面を見て現場を想像して計画し、その上で実際の現場を見ながら判断し作業する」のではなく、「現場を事前に忠実に再現した上で効率的な作業を計画し、現場では集中して作業に取り組むこと」を可能とします。精度良く作成された空撮画像は、リアルタイムの高精度な位置情報把握システムと連動することで、空撮画像とそこから取り出した情報・計画・現場作業を連動させることができます。このことは、将来的には、作業の機械化・自動化を進めることにもつながると考えられます。

また、空撮画像は、ある瞬間の森林・現場を記録するという記録性も持ち、作業後の撮影は作業の評価のみならず、長期間の森林・樹木との対話が必要である森林・林業の現場でのきめ細かな施業を実現するためにも有効です。

広域・定期撮影の空中写真と迅速・詳細撮影のドローン空撮を両輪として

ドローン空撮画像で活用されている解析技術は、もともと航空機で撮影された空中写真の解析から発展した技術です。このため、当たり前ですが、これまでに撮影・蓄積されてきた空中写真の活用にも有効です。長期間にわたって国土・森林の変遷を記録してきた空中写真は大変貴重なデータであり、近年空中写真での撮影の頻度が全国的に下がっているようですが、今後も定期的な撮影の確保が望まれます。空中写真の広域・定期撮影とドローン空撮の迅速・詳細撮影というそれぞれの良さを活かし補い合いながら、持続的な森林管理を進めていきたいものです。

木材の生理的リラックス効果：香り・手触り・足触りから

森林総合研究所 構造利用研究領域 池井晴美

木材は、古くから住宅や家具等の材料として用いられ、その香りや手触り、足触り等は、人に快適感をもたらすことが経験的に知られています。近年、木材が及ぼす生理的影響に関して、科学的データの蓄積が進みつつあります。本稿では、木材の香り、手触り、そして足触りが人にもたらす生理的リラックス効果について、最新の研究成果を紹介します。

本研究においては、無自覚下に生じる生理応答（脳活動・自律神経活動）を指標として用いました。脳活動においては、近赤外分光法を用いて前頭前野（前額部）の活動状態を計測しました。自律神経活動については、心拍変動性を用い、リラックス時に高まる副交感神経活動とストレス時・覚醒時に高まる交感神経活動を計測しました。

まず、日本の代表的な樹木であるヒノキの葉の香りが人に及ぼす影響を検証しました。温湿度および照度を一定にした人工気候室において、20代女子大学生（13名）にヒノキの枝葉から抽出した精油の香りを90秒間嗅いでもらいました。その結果、ヒノキの葉の香りは、前頭前野活動を鎮静化させ、副交感神経活動を亢進させるという生理的リラックス効果をもたらすことがわかりました。次に、無塗装ホワイトオーク材を手のひらで触ったときのリラックス効果について、大理石、タイル、およびステンレスといった他の建築素材と比べることによって調べました。香りの実験と同じように、人工気候室において、20代女子大学生（18名）に、90秒間、目を閉じた状態で触ってもらいました。その結果、ホワイトオーク材の手触りは、他素材と比べて、前頭前野活動を鎮静化させ、副交感神経活動を亢進させるという生理的リラックス効果をもたらすことがわかりました。

さらに、無塗装ヒノキ材を足の裏で触ったときのリラックス効果について、大理石と比べることによって調べました。香り、手触り実験と同じように、人工気候室において、20代女子大学生（21名）に、90秒間、目を閉じた状態で触ってもらいました。その結果、ヒノキ材の足触りは、大理石と比べて、前頭前野活動を鎮静化させ、副交感神経活動を亢進させ、さらに交感神経活動も抑制させることがわかりました。つまり、ヒノキ材の足触りは生理的リラックス効果をもたらすことがわかりました。以上のように、木材の香り、手触り、ならびに足触りが人にもたらす生理的影響を調べた結果、いずれの場合も脳前頭前野活動が鎮静化し、副交感神経活動が亢進することがわかりました。これによって、これまで経験的に知られてきた木材の嗅覚刺激や触覚刺激によるリラックス効果が、客観的な科学的データによって明らかにされました。今後、木材が人にもたらす様々な生理的效果に関してデータの蓄積が進み、経験的な良さのみならず、科学的根拠に基づいた木材の利活用が促進されることによって、ストレス社会に生きる現代人の「生活の質」向上に寄与することが期待されます。詳細は「森林と林業」2018年4月号をご参照ください。

信州にスイスのフォレスター再び

近自然森づくり研究会 熊田洋子

私たち近自然森づくり研究会は有志による任意団体で、スイスで行われている林業の考え方を学び、日本に紹介する活動を続けています。スイスのフォレスターは、森林管理のエキスパートとして主に市町村に雇われる職業であり国家資格。縁あってフォレスター歴20年のロルフ・シュトリッカー氏（以下「ロルフ」）に出会い、その高度な技術と課題解決能力に惚れ込んだ私たちは、2010年以降、毎年彼の日本招聘を継続してきました。

針広混交の施業林として名高い荒山山林（長野県大町市）にロルフを招聘し、選木などのワークショップを開催したのは7年前の2011年。またあの美しい森を訪れたいというロルフの想い、以降の施業と森の変化をロルフと議論したいという荒山林業関係者の想いが一致し、多くの方々のご協力の下、今年6月、当地で2回目のワークショップ（以下、「WS」）が実現しました。

ロルフが私たちに語ることは、いつもいくつかの原則に基づいています。その一部を挙げてみます。

- ・ 大切なことは観察。森に来たら、まず森の現在を見て、次に過去、そして未来を推測する。これが観察。
- ・ 「人の望む方向」（どんな森にしたいか）と「森の進む方向」（何もしないと森はどうなるか）を考える。二つの方向が合っているなら、何もなくてよい。合っていないのなら、どうすればよいか一番自然に近い方法から考える。自然がしてくれることは自然に任せてコストをかけない。

このように、自然に近づくほど投入コストが減り、だから林業と環境の両立は可能であるとする考え方を、近自然森づくり（Naturnahe Waldbau）と呼んでいます。今回のWS参加者は、研究会の会員と会員の紹介の方で30名。先代の弟子で荒山林業の当代を今も支える香山由人氏が日々の現場の疑問をロルフに問いながら、また二人が参加者の質問に答えながらの対話方式で正味6時間。その一部を紹介します。

- (1) 台風の被害を受けた混交林の現場：しかし、発生した風倒木は一部のみ、しかも自然が間伐してくれたような倒木分布の状況から、やはり多様な森は災害に強いという評価。
- (2) 天然更新して17年めの林分：今やっておくとよい「若木の手入れ」について。それはいつ、どのように、そしてコストをかけずに行うのか、という議論。
- (3) 7年前の選木WSの現場：太く育てようと設定した木にキツツキが穴をあけていた！こんな時どう判断する？という話。
- (4) 恒続林施業について：択伐後の天然更新をもっと促進するには？ 収穫が手入れになる森（択伐による収穫の他にはほとんど何もなくてよい森）ってどんな森？……。

まずは観察。そして、何かをするのか、しないのか？ どの方法で？ いつやるの？ どう修正する？ となると、さらに観察が大事ということを現場で実感し、参加者の理解もより深まったように感じています。具体的な話を聞きたいと参加くださった方に、このようなWSを実施できたことをうれしく思います。「森のことは森で考える。」これもロルフがよく口にする言葉ですが、このような森での学びの機会をまた設けていきたいと思います。私たちの活動については当研究会のWEBサイトにて紹介しています。

<https://www.kinshizenforestry.com/>

また、近自然森づくりについてもっと詳しく知りたい！という方には、次の書籍をお薦めしています。浜田久美子著「スイス林業と日本の森林～近自然森づくり～」、築地書館

マツタケ近縁種の人工栽培に成功！

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所
研究ディレクター（生物機能研究担当） 山中 高史

マツタケ（松茸）と言えば、秋の季節を感じさせるキノコです。マツタケの収穫量は1940年代前半には12,000トンありました。しかし近年では数十トンにまで激減しています。それに伴って、国産マツタケの価格は上昇して高級な食材となり、なかなか口にすることができなくなっています。昨年は、マツタケは不作で、価格は通常の数倍にまで跳ね上がっていたことがニュースで報じられ、1キロあたり10万円にもなったようです。マツタケが最近採れなくなった原因の一つとしては、マツ林が十分に管理されずにマツタケとマツとの菌根共生が損なわれてきたことが考えられます。マツタケは共生するマツの根から栄養分を得て生育しキノコを作ります。そのためマツタケの生育には、マツの生育が良好であることが重要です。昔、燃料に薪などを用いていたころは、薪を得るための落ち葉掻きや雑木が伐採されていました。これによりマツ林の生育に適した環境が維持されていました。しかし、昭和30年代以降、化石燃料への転換によって、マツ林は十分に管理されないままになりました。また、マツ材線虫病によりマツ林は、壊滅的な被害を受けており、これらがマツタケの生産量（収穫量）の激減につながっています。そのようなことから、マツタケの人工栽培技術の開発は、新たな市場を生むものとして、様々な研究がこれまで実施されてきました。しかし、これまで科学的に検証された成功例はありません。

マツタケは、アカマツなど針葉樹の林に生えますが、その仲間には、ナラ、シイ、カシなどのブナ科の広葉樹林に生えるものもあります。バカマツタケは、そのような広葉樹林に発生するマツタケの近縁種です。バカマツタケは、マツタケよりもやや小ぶりですが、マツタケと同じような香りがし、食味も同じような食用キノコです。国立研究開発法人森林研究・整備機構は、平成27年度から農林水産省農林水産技術会議の委託プロジェクト「高級菌根性きのこ栽培技術の開発」を、5大学および8公設地方試験研究機関と実施し、マツタケやトリュフなどの菌根性食用キノコの人工栽培技術の開発に取り組んでいます。その分担研究機関である奈良県森林技術センターでは、バカマツタケの人工栽培技術の開発に取り組んできました。その結果、全国で初めて、人工的に林内でバカマツタケ菌を増殖させキノコを発生させることに成功しました。これについては、今後、遺伝情報に基づき、発生したキノコが接種した菌と同一であることを検証していきます。それを踏まえ栽培技術を確立して、「きのこ生産者」に技術を普及していきたいと考えています。また、この方法がマツタケにも応用できるかについても研究を進めていきたいと考えています。これらによって、秋の味覚の王様マツタケを安定的に広く消費者の食卓に届けたいと思います。

人が訪れる森林づくりを目指して

GREEN TOPIA FOREST (千葉県山武市新泉 262) 八角公二

「杉の木を育てることは、50年、同じことの繰り返しですよ。山へ入って下草を刈って、枝をとって、間伐をして、それを順次やって50年が来るんです。その結果としていい木が出来ているわけです。ほかにはないですよ。」

これは昭和63年、父が山林の肥培管理部門で農林水産大臣賞を頂いた直後に、NHK ラジオ「人生読本」の取材を受け、語った言葉である。

それから30年たった今年、父は、白寿を迎えた。元気である。

しかし、父が年を重ねている間にも、林業を取り巻く環境は大きく変化し、木材価格の低迷による施業放棄や、サンプスギ特有の溝ぐされ病などにより、森林の荒廃は予想以上に進んでいる。

私が、父から施業を任されたのは3年前、62歳の時である。木材市場での価格より、バイオマス発電用の買い取り価格の方が高いという状況であった。

「なんてたって、サンプスギの良さは、赤みがかった色とつやですね。だから昔からサンプスギは建具材として重用されていたんです。なんともいわれませんが、この色とつやは。」

父がほれ込み手間をかけて育て上げた木は、製材すれば色つやの良い四方無節の柱になる。なんとしても火力で燃すわけにはいかない。そんな思いから、昨年SGEC森林認証を取得した。面積は小さくとも、3代にわたりサンプスギの育林にかかわり、造り上げてきた森林は、認証取得に値すると思っている。

千葉県において、個人での認証は初めてである。

しかしながら、森林認証取得がすぐに販売利益につながるわけではない。引き合いはあったものの、千葉県には認証材を製材できる工場がなく、この話は断ち切れてしまった。

父の育てたサンプスギの価値を理解してもらい、販売に結び付けることは、大きな課題である。

昨年、鹿児島大学での森林研修を受講し、大型機械の導入や、ICT関連機器の活用などのほかに、森林整備に関する法令等についても学ぶ機会を得た。

個人での森林整備には限界があり、補助金を得て山林整備をするには、地域の山林を集約し森林経営計画を作ることや、集約の方法などについて学んだ。

しかし、私の所有林は三つの林班にまたがっているために、森林経営計画作成に当たっては、より多くの協力者が必要である。小規模森林所有者が多いこの地域では、30ヘクタールであっても、まとめるのは大変難しい。そんな中、来年4月から、新たな森林経営管理システムとして「森林経営管理法」が施行されることになり、市町村は管理できない

所有者から預かった森林を、意欲と能力のある森林経営者に繋ぎ、林業経営の集積・集約化を進めることになった。

山林の集約と森林経営計画作成に弾みがつくが、合わせて、管理の受け入れ先となる事業体の設立についても検討が必要だと思っている。

また、集約化に伴う大型機械の導入は、山林を痛め、列状間伐が行われれば、多くの風倒木の被害が見込まれる。施業規模が小さいこの地域では慎重に導入を考えないと、すぐに森林が失われてしまう。

サンブスギの発祥地であるここ山武市は、首都圏にあり成田空港にも近く、また、九十九里浜など、観光地域としては恵まれた位置にある。

そこに広がる豊かな森林資源は、建築材料を得るものというより、森林セラピー、里山トレッキング、エコツーリズムなど、森林の持つ多面的な面を活かした観光資源として活用していくことにより、経済循環が生まれ、地域づくりにつながると思う。

森林経営管理法施行により、今後の森林整備にあたって、主体となって管理していく方向にある市町村には、その地域にある森林資源をどのように活用していくのかを見据えた運用をしてほしいところである。

「人が訪れる森林」を目指すのであれば列状間伐のような施業ではなく、父の言うような、「木と対話しながらの施業」になるのだろうか。この地域で林業を営んでいくには、それもまた良いかとも思う。

林業での UAV（ドローン）によるレーザー測定の活用可能性

広島県立総合技術研究所林業技術センター 山場淳史

2018年7月の西日本豪雨では、これまでにない広域的な土砂災害が発生しました。広島大学の調査によると、広島県南部だけでも斜面崩落が5,000カ所以上で発生したとされています（2018年7月17日付け中国新聞）。

実は、こうした被災現場での状況把握と復旧準備を最短化するために、人命救助が終わった7月23日ごろから、国からの業務委託を受けた民間企業がドローンによるレーザー測量を始めていました。

（2018年9月20日付け BUILT :

<http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/spv/1809/20/news030.html>）

このように国の事業として位置づけられ、民間の計測サービスも展開されつつあるドローンによるレーザー測定は、林業の領域でどのような活用の可能性があるのでしょうか。ここでは、私たちの研究事例（山場ら、2018）も紹介させていただきながら、現場でのニーズに対して、求められている精度や既存の計測手法との棲み分け・連携の観点を中心に考察してみたいと思います。

ドローンによるレーザー測定に関する現場（森林組合や素材生産業者を想定）のニーズとして私たちが把握しているのは主に（1）詳細な地形情報による路網計画と、（2）効率的な森林資源調査です。

まず（1）詳細な地形情報による路網計画については、10年くらい前であれば10メートルメッシュ標高データ（DEM）を国土院基盤地図情報から入手してGIS上で利用する（山場、2012）のが通常の方式でした。ところが最近では、国や自治体で航空レーザー測定によるDEMの公開・共有が増え、森林域でも5メートル以下の高精度なDEMを使えるところが出てくる時代になったのはご存じの方も多と思います。

しかしながら、有人の航空レーザーの場合は、林冠の状況により地上に到達する点数が少なくなることや、データの更新が容易でなく費用も莫大にかかるという限界もあります。また森林作業道の場合は、事前のGIS上での線形計画の現地再現性を高めて事務所と現地とを往復する時間コストを低減するためには、より細かな地形の把握が必要です。

こうしたニーズに応えるのがドローンによるレーザー測定と言えます。実際に私たちの研究事例では、スギ人工林約6ヘクタールをドローンによる約10分の計測により、地上のレーザー計測（TLS）とほとんど変わらない精度の地形図（1メートルコンター）を得ることができました。

また（2）効率的な森林資源調査について、まずは本数密度と樹高が知りたいという声が多いのですが、そのためには立木の位置を把握する必要があります。衛星や航空機による高解像度空撮画像でも把握は可能ですが、ドローンによるレーザー測定であれば、林冠

表層の高さ (DSM) をもとに画像解析によって樹頂点を抽出し、その地点における (1) の DEM との差分から立木の高さを求めることができ、一度に立木密度と樹高が把握できます。ただし、そのための DSM の解像度は高すぎても低すぎてもいけなくて、私たちの研究事例ではもともとの解像度 (25 センチメートル) を 50 センチメートルに落として解析した結果が最も現実の林分に近い結果となりました。

このようにドローンによるレーザー測定の利点ばかり強調してきましたが、当然ながら計測コストや解析手法の複雑さなどの課題もあり、全ての現場で必要とされるものでは現時点ではないのも確かです。また最近手軽に利用できるようになったドローン空撮画像による SfM (Structure from Motion : 視点の異なる複数枚の画像を用いて対象を 3 次元化する手法) やバックパック型 TLS (Terrestrial Laser Scanning : 地上型レーザー計測) など関連する技術も日進月歩です。何より重要なのは、さまざまなニーズに応えるための実証試験を各地で実施し、共有し、連携することにより、実際の現場で「使える！」技術として位置づけていただくことだと私たちは考えています。

<引用文献>

山場淳史 (2012) 路網計画策定ツールの実用化を目指して. 森林技術 No.845, 20-24

山場淳史・渡辺 豊・二谷 卓・佐野俊和 (2018) 3次元レーザーキャナを搭載したドローンを用いたレーザー計測による森林地形と樹高の抽出および TLS との比較. 森林利用学会誌 No.33(3), 169-174

竹シュラによる竹林資源化の可能性

元高知大学自然科学系農学部門 後藤純一

郊外や山村では、裏山に竹林が広がり、古くは里山の人々の暮らしを支えていました。しかし、タケノコも掘り出されなくなり、竹林が全山を覆うほどに広がっている景色が、各地で見られます。

その後、竹林を資源として今一度利用しようとする試みが各地で取り組まれてきました。その中で指摘されてきた課題は、竹資源の安定的な確保と竹の収穫コストの削減です。そもそも、竹林は、集落から続く畑や果樹園を取り囲むように分布していることが多く、複雑な土地利用と土地所有の真ただ中にあります。歩道はあっても、共同で利用できる道路は少なく、車両を使って公道まで搬出することはなかなか難しい状況にあります。

一方、竹の重量は 20kg~50 kg程度と、木材に比べて軽く人力だけでも扱えるものです。竹の搬出は、木材搬出の機械化とは異なる発想が必要かもしれません。利用できる機械は、小型運材車とチェーンソーといったところでしょうか。かつて愛媛県の久万地方で小型運材車が普及したのは、幅員 2m 未満の作業道であれば土地所有の複雑な林地でも路線を配置できたからだろうかあったことがあります。竹を公道まで運び出すには、まず、これらの道までどのように竹を集めるかということが課題となります。

竹の搬出を考える上で、竹をどのように利用するのかは重要な条件です。つまり、竹材として利用するなら稈の状態、形状を問わず破砕して利用するならチップの状態でもよいということになります。前者の場合には、空洞部のある竹の稈は密度が低く嵩高く、コスト面で不利となります。また、伐倒した竹には多くの枝葉が付いており、稈の状態にするには梢端を落として林内に残していくことになります。後者の場合には、チップ化した後にトラックに積載して運搬することになり、稈よりも密度が高まります。チップに枝葉を含んでもよいのであれば、竹を枝葉ごとチップパーに投入することで、梢端部や枝葉も林地に残さずに収穫できます。

次に、林内から竹をどのように集材するかを考えてみることにします。斜面上方から下方に運び出すならば、枝葉を落とした竹を並べてその上を滑り落として集めることができます。古くは、人力と自然の力だけで木材を伐り出していた時代に、山岳地では修羅が活用されていました。これを竹の搬出に利用する方法が竹シュラです。一方、斜面下方から上方に運び出すには、竹といえども人力では不可能です。小型運材車のウインチで十分ですが、何らかの動力が必要となります。香川県内の里山では、ため池整備のためでしょうか、尾根筋に作業道が整備されていることもあり、上げ荷集材の現場も多く見られました。そのような現場で調査した時には、繊維ロープで主索を架設し、引戻し索のないフォーリングブロック式の索張りで小型運材車のウインチを用いて上げ荷で集材しました。

そもそも、モウソウチクの摩擦係数は、地面上を滑らせる場合には0.5~0.7程度ですが、竹の節と節との間を稈が滑る場合には、約0.25であり、傾斜14度以上で滑ります。一方、竹を縦に置いて竹に沿って節と節が擦れあいながら滑る場合には、0.3~0.4とやや高くなり、傾斜度17~22度で滑ります。この角度を大きく上回る傾斜では、勢いがつきすぎて、コントロールが難しくなります。

竹林を一斉に皆伐してまとめて収穫する場合には、安価に竹を収穫できますが、その時だけのものです。竹林の持続的な利用は、親竹の世代交代によって役目を終えた竹を間引いて収穫することで、可能となります。竹の収穫は定性間伐のようにこまめな配慮が求められる作業です。竹林の斜面に竹シュラを整備して、道路の不足を補えば、資源として再利用できるようになるかもしれません。しかし、人力での作業が中心となりますので、作業の担い手を誰に委ねるかが、経済的にも社会的にも重要な課題となりそうです。

<引用文献>

後藤純一（2012）傾斜を活用した竹の搬出技術とその計画．現代林業2012.3、38-41

粒子法による流木の動きの再現と流木災害対策の検討

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林防災研究領域 鈴木拓郎

近年、極端豪雨による流木災害が注目されています。例えば、平成 29 年 7 月に発生した九州北部豪雨では、記録的な豪雨により多くの斜面崩壊が発生し、斜面に生育していた立木が土石流と共に流れ下り、下流に甚大な被害をもたらしました。このような災害を防止・軽減するためには、発生した流木を下流に流出させないことが重要であり、治山ダムなどの整備が必要になります。九州北部豪雨においても、治山ダムや残った立木によって流木が捕捉され、被害が軽減された箇所もありました。しかし、流木の流下・捕捉メカニズムは十分に明らかにはなっていません。そこで、粒子法と呼ばれるコンピューターシミュレーション技術により、流木の動きを再現する方法の開発に取り組んでいます。

粒子法とは、流体を粒子の集合体として表現し、一つ一つの粒子の運動方程式を解くことで流体の動きを計算する方法です。この方法を土石流に応用し、さらに粒子を直線上に連結することで流木の動きを再現する方法を開発しました。

治山ダムの流木捕捉過程を対象として開発方法の検証を行いました。治山ダムには透過型と呼ばれる方式があります。柱状あるいは格子状の鋼製構造物を配置することにより、土砂・流木を水と分離して捕捉する方式です。このような透過型ダムによる流木混じり土石流の捕捉過程に関する水路実験について、開発方法による再現を試みたところ、流木同士あるいは流木と構造物の間に十分な摩擦力を作用させないと、実験結果が再現できないことがわかりました。計算上の摩擦力を小さくすると、流木捕捉率が小さくなり、施設の効果は過小評価することになりました。

粒子法のように流木の形状を直接的に表現可能な計算技術は、近年になって確立されたものです。従来は、流木の流下メカニズムや施設による捕捉効果を検討する際には、水理模型実験が幅広く行われていました。しかし、これらの実験で用いられてきた流木模型の形状は円柱状のものがほとんどでした。実際の流木の形状はどうでしょうか？たしかに、流木は流下とともに枝葉が失われて円柱状に近い形状になる場合もありますが、節があったり、枝の根元が残っていたりと、完全な円柱状ではありません。つまり、作用する摩擦力は円柱状の場合と大きく異なると考えられます。そこで、円柱状の木材と実際の枝を用いて流木の流下実験を行ったところ、両者の流れ方が異なることがわかりました。実際の枝の方が土砂に巻き込まれやすく、土砂とともに堆積しやすいのです。開発した計算方法を用いて再現を試みたところ、同じように摩擦力を大きく設定した方が土砂とともに流木が堆積しやすい結果となりました。つまり、流木の流下・捕捉過程を再現するためには摩擦力の評価が非常に重要なのです。

前述のように、流木は流下とともに枝葉を失ったり、樹皮が剥がれたり形状とともに

摩擦力が変化すると考えられます。したがって、発生域、流下域、堆積域のそれぞれの領域に合わせた対策を検討することが必要です。”摩擦力”をキーポイントとして、開発した計算方法を用いて検討を進めていきたいと思えます。