

学生フォーラム

第94回 加藤正人教授インタビュー 「スマート精密林業で産業として「流れる」林業へ」

今回は、信州大学山岳科学研究所の加藤正人教授を訪問した。加藤先生は、林業を専門とし、ドローンなどによるレーザセンシングで森林を計測するシステムを開発した。2017年から長野県全体での大規模な産学官連携プロジェクトも先導し、スマート精密林業の導入によって林業を一大産業として確立することを目指している。人工知能学会内で農業分野などへの応用の動きもある中、今後の林業と人工知能領域の連携についての展望も加えて、話を聞いた。

1. リモートセンシングとの出会い

——研究を始めたきっかけは何ですか？

大学時代からずっと林学の人間です。生まれは北海道で、祖父も父も営林署（現在の森林管理署）に勤めていたので、身近に森林の整備という仕事がある環境で育ちました。営林署というのは国有林の管理をする組織で、例えばこの信州大学伊那キャンパスの辺りでは松本市などの大きな町に一つ森林管理署があり、周囲の各地区に担当官が割りふられるという仕組みで動いています。担当官は、担当する地域付近に住みながら、その地区の森林管理をします。物心ついたときには父はその事務所に勤めていたので、森を整備するという仕事があるということはずっと意識していました。父も自分の子供にそういう道を歩んでほしかったようで、家業を継ぐようなイメージで当然のように林業の道に進みました。

実は国有林の全面積のうち半分は北海道にあります。北海道の広い森は国有林か自衛隊の土地と言ってもいいほど（笑）、国有林が多い土地です。そのため、林業試験場のスタッフも多く300人ほどが所属しています。林業試験場が各町に本当に一つあるようなイメージです。

私は、修士まで宇都宮大学で学び、まずは北海道立林業試験場に就職しました。リモートセンシングという分野に出合ったのは就職してからで、林業試験場で職場の先輩に研究に誘われたのがきっかけです。そういう経緯なので、前提として林業の現場で技術を使う目的があるうえで始めました。

——当時からリモートセンシングは一般的だったのですか？

当時、リモートセンシングは新しい分野でした。もちろん工学ではリモートセンシングは研究されていましたが、林業に使おうというのは新しいことでした。

当時は人工衛星からのデータの精度は荒いものでした。一番良いといわれていたLANDSAT-5という衛星

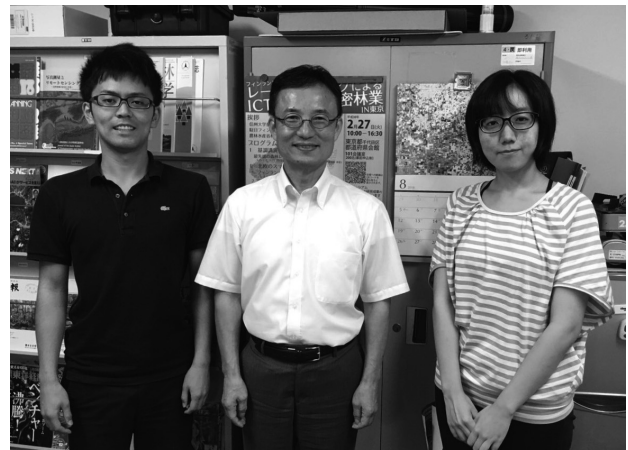


図1 伊那キャンパス加藤正人教授の研究室にて

を使っても、空間解像度が30 m四方くらいです。30 m×30 m（およそ0.09 ha）が1ピクセルだったので、森林を撮影したとすると、1ピクセルとして表示される中に大体100本の木が入っているイメージです。その100本が、スギ林かヒノキ林かアカマツ林かあるいは伐採地か、前と変化があったか、被覆分類はどうか……などを調べていました。

それが今では、50 cm×50 cmが1ピクセルになっている時代です。リモートセンシングの現状を見てみると、ここまで研究分野として大きくなり、精度も良くなるとは……と感慨深いです。時代は変わりましたね。

——その後、信州大学に移動されています。

私が信州大学に来たのは2005年です。

信州大学の講義に外部講師として呼んでいただいたのがきっかけでした。講義を終えた後1週間、木曾の赤沢ヒノキ林など素晴らしい森林に連れて行っていただいたり、蕎麦やワインなど美味しいものも食べさせていただいたり……一本釣りされたような形です。北海道には購入した家もあり、自家山林で森づくりもしたので、はじめはためらっていたのですが、「世界が変わるよ」と言われてしまって（笑）。実際に来てみて、私も家族も確かに世界が変わりました。

実を言うと北海道にいても研究はできるのですが、北海道の森林は、トドマツ、エゾマツ、カラマツの針葉樹林が中心で、樹種がそれほど多くありません。資源量は圧倒的に多いものの長野と比べたときに林業の歴史や美林が少ないという点がありました。その点では、長野は歴史的にも林業が盛んな土地で、森林の研究をするにはもってこいのフィールドです。伊勢神宮の式年遷宮では木曾の約400年の樹齢のヒノキをご神木に使うことに

決まっていたり。北海道で研究していたときは、世界が変わるだろうと思って信州大学に来ました。

2. スマート精密林業とは

——リモートセンシングを活用したのがスマート林業ということですか？

私達がやっているのは、レーザーセンシングによって得た三次元データをもとに森林を立体的に見るという研究です。航空機・ドローン・バックパックからのデータを取得し、それらを統合して森林の三次元モデルをつくります。バックパックというのは、人間がレーザーセンサを背負って地上を歩くことで調査するものです。これによって、どこにどのような木があるのかが1本1本のレベルでわかるようになります。森林の状態が1本1本の単位で精密に見られるので、私達は、「スマート林業」に「精密」を加え「スマート精密林業」と呼んでいます。——具体的には何ができるようになったのでしょうか。

おもしろいんですよ、この技術は！ 夢中になって研究しました。

レーザーセンシングによって今は人力で行われている森林の資源調査を高精度で短時間で把握できます。例えば、高さの情報と地面の情報を集めたとします。そこからできるのが、例えば森林・笹・林道を塗り分けた森林のデータです。そのモデルの任意のところを切り、画面上で1本ずつ太さや高さまで数cmの精度で確認できるようになっています。森林をCTスキャンにかけるわけです。

例えば、実際に森で木の高さを測ろうとすると、さまざまな障害物があり重労働ですが、私達はドローンを飛ばすだけで高さも調べられる技術も開発しました。三次元データから1本1本の樹冠を正確に切り分け、切り分けた樹冠の中で最も高いところを抽出することで、それぞれ木の高さがわかります。

このように繰り返すと、1本1本の木についての位置、樹冠の面積、高さ、太さ、樹種、ボリュームの情報を含む森林全体のデータが完成します。これらは数値のデータとしてExcelからも見られますし、座標はGoogle map上にプロットもできます。データは三次元のモデルなのでPC上でさまざまな角度から見たり、ある面で切って断面を見たりできるので、説明にも便利です。

この技術によって、どの木を伐るべきかという判断もできるようになりました。森林の管理には間伐作業が不可欠で、3割ほど木を間引きます。私達のシステムでは、将来的にほしい木をマークするとその木の成長を妨げる木を表示することができます。間伐で伐る木を決める作業は選木作業と呼ばれ、森林組合の熟練の人間が現場で1本1本指示していくのが普通です。しかし、このシステムならば、熟練の人がいない現場でも選木ができます。

現在、間伐には補助金が使われるため、間伐が確実に行われたかどうかを調査する検査員が入ることになっています。検査は冬に行われることが多く、検査員は雪の

中で山に入っていく必要があります。それが、私達のシステムでは、間伐作業前後のデータの差分を取ることで、間伐された木を高精度に自動抽出できるので、検査員がわざわざ冬の森林に行って検査する必要もありません。

このシステムは連携している林業機械メーカーの最新のハーベスタに搭載されました。このハーベスタは、木を掴み、伐り、枝打ちし、長さを合わせるという一連の作業を行える機械ですが、この最新の型ではさらにディスプレイを搭載し私達が開発した地図を見られるようになっています。選木結果などを含んだ地図が自分の現在地と併せて見られるので、コックピットの中から出ずに画面の指示どおりに木を伐ればよいということになります。専門的な判断をすることなく、機械ですべてできるので、屈強な人である必要も、熟練の職人である必要もありません。

さらに、ハーベスタに選木したデータが入れられるならば、ハーベスタ側から伐った木のデータを共有することも可能です。これらの三次元モデルや伐採の情報はクラウド上で共有されています。例えば、先ほど説明した最新の型のハーベスタで木を伐るとすると、ハーベスタで作業をしている間に、太さがどれくらいの材がどこで何本採れたかという情報がクラウド上に送られます。これがどういう意味をもつかというと、例えば、ハウスメーカーから「太さがこれくらいの木が数十本くらいほしい」という要望があったときにその木を伐ってくるができるということです。もちろん、ハーベスタのないところはスマートフォンでもできるようにしています。

スマート林業というのは、このような、データ解析、ナビゲーション、機械による作業までの流れを体系化したものを呼びます。

——林業のやり方が効率化するのですね。

今まで、林業は、伐って市場にもって来てもそのタイミングで需要がなくて腐らせてしまったり、必要なときに伐れなかったり、むだが多い方法を取っていました。需要がわからない状態で、自分達の都合だけで木を伐っていたわけです。森林現場とハウスメーカーを直結し、市場を通さなくていいようにしたら、むだがない、安定供給・適正価格のサプライチェーンができます。

3. 林業を「産業」にする

——スマート林業というのはそもそもどのような経緯でスタートしたのでしょうか？

林業全体として見たとき、今の日本は停滞してしまっている状況です。

しかし、実は今、日本の森林はようやく資源ができた、つまり、「伐れる」段階に入っています。戦後、生態系の知識や植林・造林の技術をもとに、日本全国に着実に森林が整備されてきました。その木がようやく育ち、今ちょうど50年生の木材が「伐れる」段階に入ったところです。実際、九州では中国向けの大きな輸出の流れが

あるなど、各地での動きもあります。

モデルとなったのは、ニュージーランド、カナダ、北欧、特にスウェーデンとフィンランドです。

カナダなどは面積が大きくていかにも森林がありそうですが、特に面白いのはニュージーランドです。ニュージーランドは日本よりも小さな面積の国ですが、木材輸出が盛んで、日本に向けての輸出も多く行っています。日本ではよく一人当たり1日に3立方メートルの生産量といわれますが、それがニュージーランドでは6~7倍です。

これはなぜかという、オートメーション化が進んでいるからです。ニュージーランドに行ったときに、現場を見せてもらったのですが、見ると屈強な男達がTシャツに短いズボンで働いている。私達の常識から考えると、山に入るときには長袖長ズボンが鉄則で、Tシャツと短いズボンというのはあり得ない姿です。ですが、実は彼らは山に入ってチェーンソーで木を倒す……ということをしなくて済みます。全員が機械に乗るので、作業員はコックピットに入ってオペレータ業しかしない。つまり、彼らは森に出ないので、Tシャツと短いズボンで大丈夫なのです。

分業もうまく行われていて、木を伐っていく人、伐った木を受け取って枝打ちをして整える人、それを4mで切りそろえる人、それを受け取って太さごとに仕分ける人、さらにトラックに積み込む人……すべての工程がスムーズな流れ作業として行われるので、非常に効率が良い。もちろん、すべての工程が機械で行われ、誰も山に出ることなく作業が進みます。

ニュージーランドは山が多い国です。そこでも機械化はできて、スムーズに木材が生産されている。日本でもできるはずですよ。

——加藤先生のスマート精密林業は、実際に「長野モデル」としてスタートしていますね。

長野モデルは産学官連携による大規模な動きです。私達が開発した技術を北信州森林組合の現場に落とし込み、スマート精密林業を行っています。

今年、内閣府の未来投資会議に初めて林業の話題が取り上げられました。林業は、7割を輸入に頼っていて、けっしてメインの産業ではありませんでした。こうして取り上げられたことで、ようやくきちんと「産業」として林業をできるという感覚です。さらに、今後の産業・教育の方向性を決める未来戦略2018にも、林業の話題が出ています。これも今年が初めてのことで、こちらでは「スマート農林水産業の実現」として、北信州森林組合の長野モデルがベストプラクティスとして紹介されています。私達が開発した技術をもとに、全国的に展開していこうという方針で議論されています。

私達の方法の強みは、ドローンと航空レーザを利用するので場所を選ばないという点です。市町村や県の単位の広い範囲の森林は航空レーザで概要をつかみ、実際に

伐採するような現場ではドローンやバックパックで森林の上下からデータを集めます。そのデータをもとに、ハーベスタでナビゲーションして、伐る。ハーベスタを使えば伐った木のデータは自動で送られますが、ハーベスタがないところではスマートフォンやタブレット端末からでも登録できます。そして、伐り終えたら再びドローンを飛ばして、伐った木を自動検知する。この一連の作業でのデータを見える化をしていけば、むだのない、スマート林業のサプライチェーンができます。私達はここを目指しています。

今後の展開のため、受け皿になる大学ベンチャーも立ち上げました。私はどうしてもすべてには対応できないので、このスマート精密林業の担い手として、企業化したという形です。私の研究室の学生の竹中悠輝君が代表の精密林業計測株式会社です。すでに石川県、岩手県、山口県などにも広がりつつあります。

——いま、日本の林業は高齢化や人手不足に苦しんでいると聞いています。実際の導入コストについて教えてください。

そもそも大学ベンチャーですし、利益を追求しようという強い意思はなく、地域貢献をしたい気持ちで立ち上げたので、できる限り希望に沿いたいとは思っています。

例えば、ひと山、つまりおよそ5haの森林があるとすると、森林調査をしようとする普通は三人で1週間かかります。それもすべての樹木を測定するのではなく、調査範囲の5%の面積でサンプル調査し、それらを平均し、その森林全体の資源量を推測する、という方法です。この手法では、おそらく人件費を含め150万円ほどかかります。これをレーザセンシングで行った場合、現地での作業は、15分程度ドローンを飛ばすのみです。このドローンからのデータを整理し、1週間ほどかけて全数調査(すべての樹木)で森林情報をお客様に提供します。この手法ならば、高精度かつ短時間で資源量調査ができ、70万円ほどです。

人が森に入るとなると、クマもいる、ハチもヒルもイノシシもいる、笹も生い茂っている……そんな中を分け入っていかなければいけません。林業は労働災害が多い仕事です。労働災害の発生率は他の職業の10倍ほどといわれています。だからこそ、林業先進国では外で作業をさせないことが徹底しているのです。スマート精密林業で、人海戦術でやるしかなかったさまざまな作業が必要なくなります。誰でも安心して森林に入り、資源内容を把握し、前後の産業としての流れを把握しつつ作業ができる環境を目指しています。

——人工知能分野との連携など、他分野との連携について教えてください。

選木や画像認識などの作業においてニューラルネットワークなどをすでに取り入れています。しかし、より効率的な方法があるのであればそちらを使いたいですし、新しい手法も次々出ています。実際にいくつか連携

の予定はあるので、さらにシェイプアップしていきたいと考えています。今は林業関係者だけのネットワークになっていますが、その範囲に収まらず、他の産業分野を入れたら効率化できるということなら、入れていくべきだと思っています。そのためにはデータベースをしっかりとつくっていくことが大切です。例えばトラックの配送コストを下げる物流の最適化や、画像解析、木材販売のタイミングなど、人工知能分野は得意ではないかと思っています。特にトラックは、仕事がある日とない日があったり、トラックが余っているような状況になることもよくあるそうで、現場からの要望も強いです。ぜひ今後お知恵を拝借したいところです。

——林業の今後についてどう考えておられますか？

私の研究の次のステップは、林業が産業としてトータルで動くことです。現場に高価な機械だけが一機あっても、産業としての流れがない限り、他の部分が遊んでしまいます。1か所だけ効率化しても、すべての部分で流れない限りうまくかみ合わないということです。日本の林業が今までこういう目線で見られたことはありませんでした。林業家は、売りに来たときに買う、良い情報は自分だけで抱える……というように、あまり情報を共有しないことが多いです。基本的に自分の山をもってその山から採れたものを売る個人事業主であるという構造上、組織立って何かをするということがあまりありません。そのような雰囲気もあり、見える化は難しいのですが、今後、例えばハウスメーカーなどから、従来とは逆向きに情報共有をしていくことが、林業の世界にとって非常に重要だと思います。さらに、林業は流通コストが高いという大きな欠点も抱えています。これも今後の課題

です。

東南アジアなど、これから林業を主要産業の一つとして伸びていけるポテンシャルがある地域は多いです。日本版の木材サプライチェーンとして、海外にも発信できるような林業にしたいです。

4. 諦めずに、コツコツ

——若手研究者・学生へのメッセージをお願いします。

研究というのは、当たるも八卦当たらぬも八卦、というか。大きくなるとは思っていなかった森林リモートセンシング分野は、コツコツ30年やってきて、現場で使われるまで大きくなりました。やはりタイミングも重要な要素としてあり、私の場合は、ドローンやレーザー技術の発達と日本の森林が伐れるタイミングに入ったということがあります。現場に使われるようになったのは、タイムスパンが長い林業分野の中で、良いタイミングを捕まえたことが一因としてあると思います。

研究は地道です。ただ、コツコツやってきたことだからやっと日が当たるようになったのだと思います。転機となったのは、レーザー計測の国際学会に参加したことでした。覚悟を決めて海外武者修行で3年間、フィンランドの研究者とコツコツ共同研究で基礎固めを行い、日本の林業にどのように応用すればよいかを考え続けました。新しいこと(アイデア)を見つけ出し、特許、論文、国際学会での発表という繰り返しがとても重要です。もちろんだめだと思ったらテーマ変更をしてもよいのですが、諦めずに基礎固めを続けてほしいです。

[只木 琴音(千葉大学), 園田 亜斗夢(東京大学)]