

2023 年度奨励賞を受賞して

濱 侃

(千葉大学大学院園芸学研究院)

1. はじめに

この度は、私が UAV (Unmanned Aerial Vehicle: 無人航空機) いわゆるドローンを使った研究を行っている中で直面した課題で、その解決に取り組んだ「UAV (無人航空機) を用いた NDVI (正規化差植生指数) 観測に含まれる測定誤差の要因と補正方法」に関する論文で、幸運なことに日本農業気象学会の奨励賞を受賞することができました。推薦してくださった先生方をはじめ関係するすべての方々へ感謝申し上げます。本稿では、つたない文章で恐縮ですが、この論文に関わる思い出や最近感じていることも交えながら、受賞の喜びを文章にさせていただきました。

2. 研究の概要

まずは、受賞した研究の内容を簡単に紹介します。植物の観測はリモートセンシングが最も得意とするものの一つで、植物の活性度やバイオマスなどと相関のある「植生指数」を利用することがリモートセンシングの常套手段です。常套手段というとネガティブな印象があるかもしれませんがそれだけ有用な手法であり、リモートセンシングを用いる人であればだれでも使用する手法ということです。

この植生指数で最も有名なものが NDVI (Normalized Difference Vegetation Index: 正規化差植生指数) で、植物の分光反射特性を上手く使った簡易な計算式で植生の状態を把握できます。NDVI の値は -1 から +1 の間に正規化された数値で示され、数値が大きいほど植生が多い・活性度が高いことを示します。この NDVI からバイオマスや LAI (Leaf Area Index: 葉面積指数) などの植物の量に関わるパラメータなどの推定が試みられています。

この便利な NDVI ですが、実は観測時のさまざまな状況に応じて変動してしまいます。特に、リモートセンシングでは植物から反射される光の情報を利用するため、晴れているのか、曇っているのか、さらには太陽の高さによって変化する入射光の影響を受けてしまいます (図 1)。これは屋外での観測では避けられません。一方で、ある植物の活性度に関わるデータとして使いたい場合、植物の変化以外の要因で NDVI の値が変化してしまうことは望ましくありません。そこで、私は入射光の変化に起因する NDVI の変動に着目して、経験的な方法で NDVI の変動を補正する手法を提案しました (Hama *et al.*, 2021)。特に UAV の利用を想定した手法ですが、これにより植生観測の精度向上

に貢献できると考えています。

厳密に NDVI などの植生指数を考えた場合、この植生指数の絶対値を扱うことは意味があるのか、NDVI などに真値はあるのかという議論があります。私自身も厳密に考えると NDVI の真値というもの存在しないと考えていますが、NDVI は今流行りの「見える化」などと非常に相性が良いと感じています。また、現場で植物をみていると、その状態をよく表しているなど感じており、やはり有用なデータだと日々感じています。

また、このような研究に取り組んだ背景として、UAV の普及によって、いつでも、どこでも、利用者の好きな時に観測ができるオンデマンド型のリモートセンシングが進んだことがあります。リモートセンシングというと、主に人工衛星の画像を利用したものが大半で、データの取得頻度は衛星の回帰日数に依存し、決まったタイミングで取得された画像で、なおかつ宇宙から観測しているため、放射伝達モデルを利用して大気の影響を除去した「地表面の反射率」の形に整理して使用することが多いです。また、光学センサーを使用した衛星画像は、雲が覆っている下の地表面を観測することができませんでした。これらの課題に対応できるのが、UAV などを利用した近接からのリモートセンシングの強みですが、今度は逆に観測時の条件が多様すぎてしまうことで正確な反射率への変換が難しいなど、実は従来のリモートセンシングでは考える必要のなかったことまで考慮しなければならなくなった側面があると感じています。実際は、観測に影響するすべての要因を把握することは不可能ですが、考慮できるもので影響の大きいものはせめて考慮したいと思い、この研究に取り組んだという背景があります。



図 1. NDVI を変動させる植生の変化以外の要因。

この研究をもっと使えるものにならうと、UAV で取得できる情報をより活用して、UAV で得られるデータだけで NDVI の補正ができるようにするために行ったのが、その次の年に投稿した論文 (Hama *et al.*, 2022) です。Journal of Agricultural Meteorology に投稿したこの 2 本の論文を組み合わせると、UAV で取得したデータだけで NDVI の補正をした植生観測ができるようになります。学術的には、前述のように NDVI の絶対値を議論することの意味を問われてしまいますが、実際の農業の現場での活用では重要であると感じています。

3. 計測の価値

私が現在取り組んでいる研究は、農業に関わるものに限らず、森林や海藻藻場、さらには地震断層にまで及んでいます。いずれも計測手法の部分をメインに担っています。一見すると、データ取得のためにプロジェクトの中で利用されているように見える研究の現状に対する厳しいご意見をいただくことも多いです。そのため研究者としての今後に悩むこともあります。その一方で、考えれば考えるほど計測の価値を再認識しています。

科学においてわかりやすいブレイクスルーの一つは、計測技術の進化によってできることが増えたというものだと思っています。先日、植物の根の環境応答のメカニズムに関して世界をリードしている英国ノッティンガム大学の Malcolm J. Bennett 教授の特別セミナーを聞く機会がありました。その中で特に印象的だったのが、CT スキャンのような技術で、土壌中の水を 3 次元で可視化したというものでした。土の中では、マトリックスポテンシャルによって土の粒子にまとわりつくように水が存在するという不飽和形態における土の保水メカニズムを見える化した成果です。百聞は一見に如かずと言いますが、計測して見える化することは世界的に価値のあることだと再認識しました。また、世界各地であらゆる分野で色々な技術が生まれている現在においては、他分野で使われている手法を自分の分野 (私の場合は農業や環境調査の分野) に取り入れて、それを応用できるような柔軟さを持った器用な人材も重要になってくると感じました。当然、そのような人材ばかりが増えるのはよくないことなのかもしれませんが、ある特定の対象に特化した専門性というではイマイチだけれども器用で何でもできるような人材が、これからの研究業界では必要になってくると感じました。

4. さいごに

賞を頂いた研究に関わる思い出や最近感じていることも交えながら、受賞の喜びを文章にしました。自分が大学院に進学したタイミングは、UAV の研究利用が爆発的に増加したタイミングで、私は今年で UAV を使い始めて 11 年目になります。UAV に関わる研究ができる環境があったことに加えて、論文を読んだ方からの問い合わせや反響を多く頂けるため、自身の研究成果の価値を感じやすい環境があります。このように色々な縁に恵まれながら研究が出来た有難さを感じます。

最後になりますが、今回の奨励賞の受賞は、関係する多くの人の支えによって得られた成果であり、関係者の皆様には改めて心から感謝申し上げます。今回の受賞を励みに、今後も自分

自身楽しみながら研究ができるように、より一層精進して参りたいと思います。

引用文献

- Hama A, Tanaka K, Chen B, Kondoh A, 2021: Examination of appropriate observation time and correction of vegetation index for drone-based crop monitoring. *Journal of Agricultural Meteorology* **77**, 200–209.
- Hama A, Sato M, Tsukamoto Y, Matsuoka N, 2022: Estimation of sunlight conditions through a drone-mounted solar irradiation sensor. *Journal of Agricultural Meteorology* **78**, 113–120.