

ドローン及びデジタルカメラを活用した 林道法面植被率の簡易測定マニュアル



2026年6月

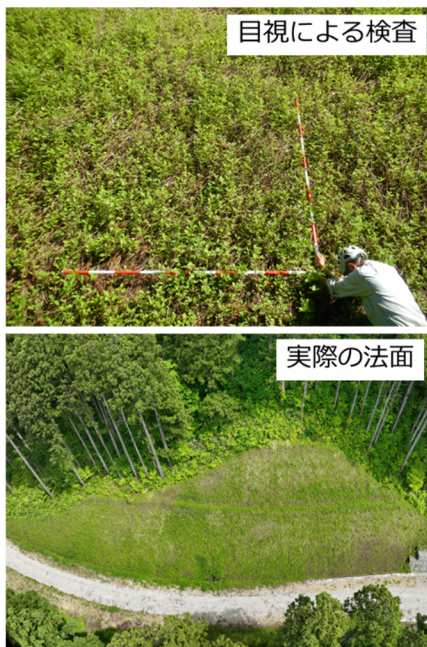
富山県農林水産総合技術センター森林研究所

1. はじめに：なぜドローンやデジタルカメラを使うのか

林道を長期に安全に使い続けるには、法面の植生を適切に管理することが必要です。また、従来の植被判定の評価方法は、主に目視での検査が行われてきました。しかし、以下の課題があります。

- ・【安全面】長大斜面の場合、上部に近づくことが難しい
- ・【局所性】法面の一部のみの検査になるため、局所的な評価となる。また、上部へのアクセスが困難なため、上部の異常を見逃すリスクがある
- ・【客観性】担当者の経験や主観による判定によって差が生じる

ドローンやデジタルカメラを用いることで、以下のようなことが期待されます。



課題	ドローンやデジタルカメラの活用
安全性 <ul style="list-style-type: none">・ 上部への接近困難・ 崩落等の場合アクセスが困難	安全性 <ul style="list-style-type: none">・ 高所部分の判定が可能・ 危険箇所へのアクセスが可能（ドローン）
局所性 <ul style="list-style-type: none">・ 法面の一部の検査・ 法面全体への反映は困難	局所性 <ul style="list-style-type: none">・ 法面の広範囲で撮影可能・ 上部の植生や、崩落など異常の確認も可能（ドローン）
客観性 <ul style="list-style-type: none">・ 担当者の経験差・ 主観による測定差	客観性 <ul style="list-style-type: none">・ 画像ソフトの利用により半定量的な評価が可能

本マニュアルでは、空撮用ドローンやデジタルカメラ、フリーの画像解析ソフトを用いることで、簡易に植被率を求める方法となります。従来の 2m 枠を用いた目視の方法よりも、広範囲で評価ができ、また画像解析ソフトを用いることにより、客観的な数値評価が可能となります。

■本マニュアルの使い方

本マニュアルは、以下の流れで構成されています。

2 撮影計画（いつ撮るか） → 3 現場作業（どうやって撮るか） → 4 画像解析（どのように数値化するか） → 5 評価・活用

2. 撮影計画：撮影時期の選定

本手法では、ドローンやデジタルカメラで撮影した画像を、画像解析ソフト「ImageJ」を用いて解析し、緑成分を抽出することで植被率を算出します。そのため、植物が緑色を呈している時期に撮影することが前提となります。撮影時期の選択によって、植被率の算出精度に影響します。

撮影時期	推奨度	理由・留意点
6～8月	◎ 推奨	植生が最も旺盛。緑成分の抽出精度が最も高い。植被率の算出に最適な時期。通常の見査時期。
9月	○ 可	概ね植生は維持されているが、一部の草本に枯れ始めが見られる場合がある。
10月以降	△ 要検討	紅葉・草本の枯れにより、植生が裸地と区別できず植被率が著しく低下する。 見査として使用する場合、現場での確認が必要。

■ 夏季撮影の留意点

夏季（6～8月）でも、画像解析に影響するため以下の点に注意が必要です。ただし、全体に占める割合が低ければ問題ありません。

- ・ 花が開花している場合：花卉がしきい値外となり、植生部分として抽出されません
- ・ ササの葉枯れ：初夏に新しい葉が出てくるときに、以前の葉が茶色くなる（ふち枯れ）ものがあります。ササが多い法面では、枯れた部分が抽出から外れる場合があります
- ・ 強い影がある場合：光条件が均一でないと二値化の精度が下がります。なるべく曇天か均一な光条件の日が望ましいです



3. 現場作業：撮影手順

ここでは、ドローン及びデジタルカメラでの撮影のポイントを示しています。ドローン飛行にあたっては、航空法などの関係法令を遵守してください。

■ ドローンの撮影フロー

STEP 1 現地到着・安全確認

- ・ ドローンの飛行範囲内に人がいないことを確認。ドローン撮影中の立て看板を設置
- ・ 周辺の樹木・電線等の障害物を確認
- ・ プロポ・バッテリー・メモ리카ードの状態を確認

STEP 2 ドローン起動・位置取り

- ・ 安全な場所でドローンを起動
- ・ 法面全体が1画面に収まる高度まで上昇させる

STEP 3 カメラアングル調整・撮影

- ・ ジンバルを調整し、カメラが法面の斜面に正対するように角度を合わせる
- ・ モニターで法面全体が画面内に収まっていることを確認
- ・ 必要に応じて角度・高度を微調整しながら数枚撮影する

STEP 4 確認・着陸・撤収

- ・ 撮影画像をモニターで確認（ピント・範囲・明るさ）
- ・ 問題なければドローンを着陸させ、電源を切る
- ・ 機材を収納して撤収

撮影後、以下の点を現場で確認してください。問題があれば再撮影します。

- ・ 法面の上端から下端まで、全体が1画面に収まっているか
- ・ ピントが合っており、植生の葉・茎が識別できる程度の解像度があるか
- ・ 極端な露出オーバー・アンダーがなく、均一な明るさか
- ・ カメラが大きく傾いておらず、斜面に正対した角度で撮れているか

■ デジタルカメラの撮影フロー

STEP 1 代表地点の選出

- デジタルカメラでは、法面を1枚で納めることができないため、法面全体を代表する撮影場所を選びます。法面を数地点から撮影して、後から代表とする画像を選ぶと確実です。

注) 全体を撮影できない法面の場合、植生の偏った場所で撮影すると、法面の評価が偏ってしまいます。



STEP 2 撮影

- 道路の反対側まで下がり、法尻が画面下端に入るようにして、水平方向に撮影を行う

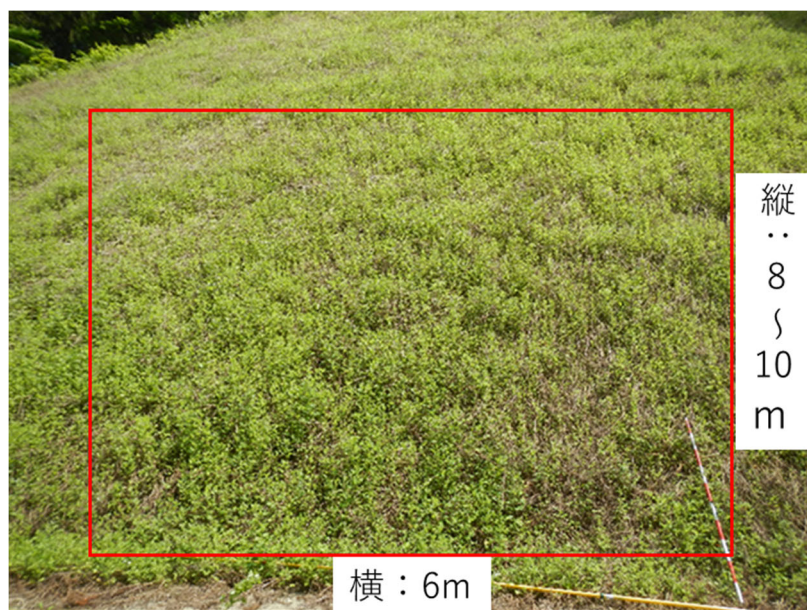
例) 法尻より5m離れた場所から、約150cmの高さから撮影した場合

撮影機材：Nikon COOLPIX AW100

画像モード：16M (画像サイズ：4608 x 3456 ピクセル)

横約6m、縦8-10mほどの枠で評価が可能。デジタルカメラでは下から見上げる形になるため、上部ほど1ピクセルあたりの実面積が小さくなり、仰角による歪み(圧縮効果)が

生じます。そのため、画面上部まで含めて解析すると誤差が大きくなるため、解析範囲を限定することが望ましいです。



4. 画像解析：ImageJ を用いた植被率の算出

フリーの画像解析ソフト「ImageJ」を用いて、撮影した画像から植被率を算出します。ImageJ は NIH（アメリカ国立衛生研究所）が開発したオープンソースの画像ソフトであり、生物分野や農業分野などで広く利用されている信頼性の高いソフトです。

■ 画像解析のための前準備

画像解析を行うため、以下のサイトより、ImageJ のダウンロードと、画像変換のためのプラグイン（Color Space Converter）をダウンロードしてください。

ImageJ : <https://imagej.net/ij/download.html> （無料・登録不要）

Color Space Converter（プラグイン） : <https://imagej.net/ij/plugins/color-space-converter.html>

動作環境 : Windows / Mac / Linux


Color Space Converter はサイトの「Color Space Converter.jar」をクリックすると、ダウンロードされます。ダウンロードした「Color Space Converter.jar」は ImageJ フォルダ > plugins > jars フォルダに保存してください。

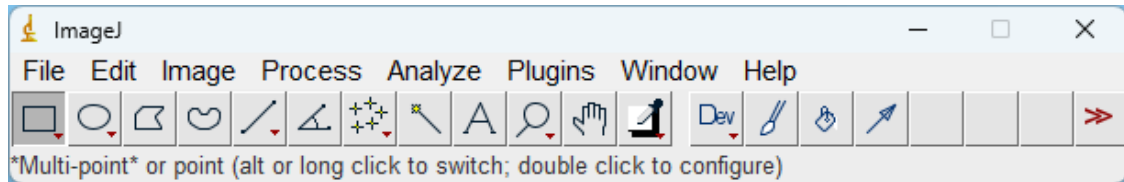


注) フォルダ名はダウンロードするバージョンにより異なります。

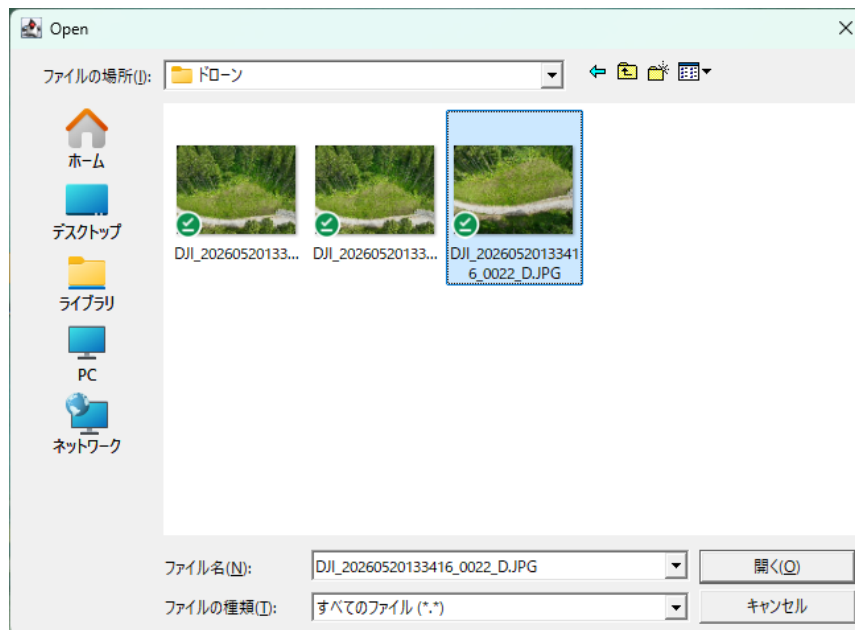
■ ImageJによる解析手順

STEP 1 画像を開く

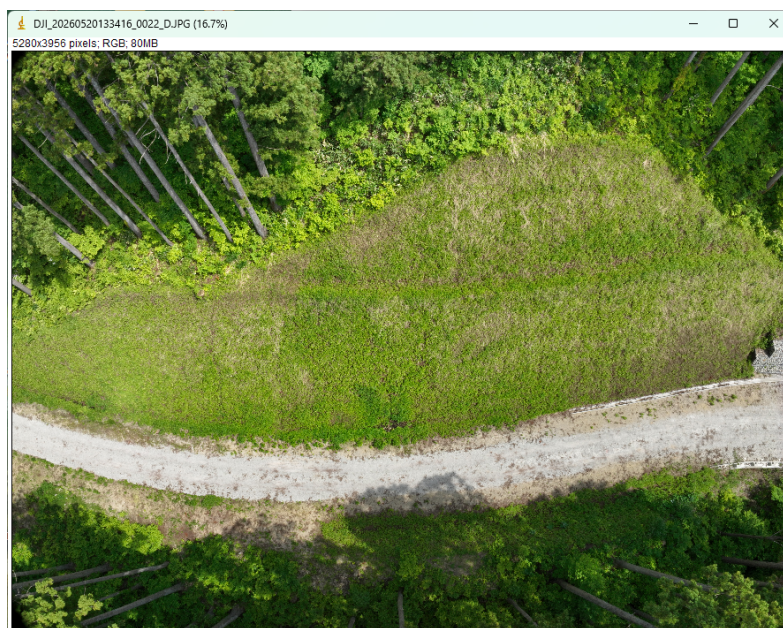
ImageJ  ImageJ.exe を起動すると、ツールバーが並んだ画面が開きます。



[File] → [Open...] で画像を選択します。

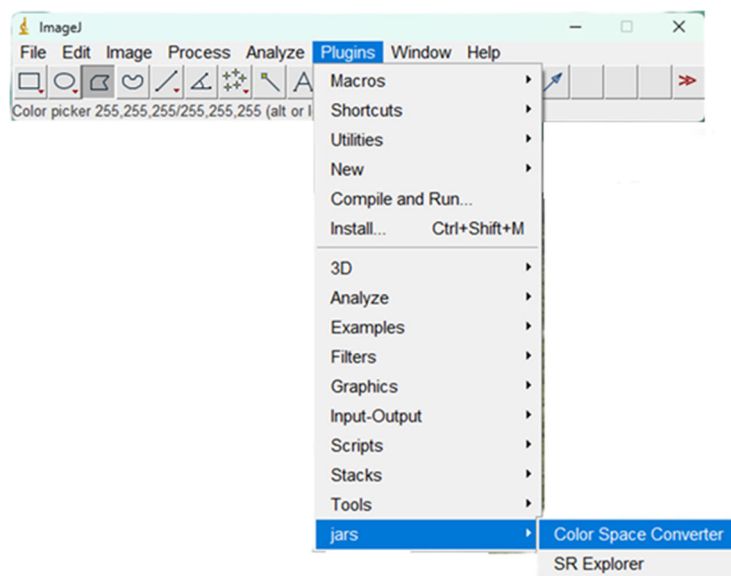


「開く」をクリックすると、選択した画像が表示されます。

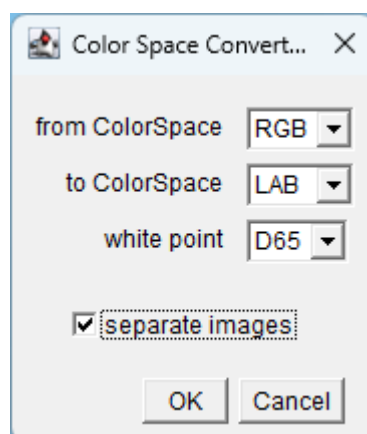


STEP 2 RGB → Lab 値への変換

[Plugins] → [jars] → [Color Space Converter] を選択する。

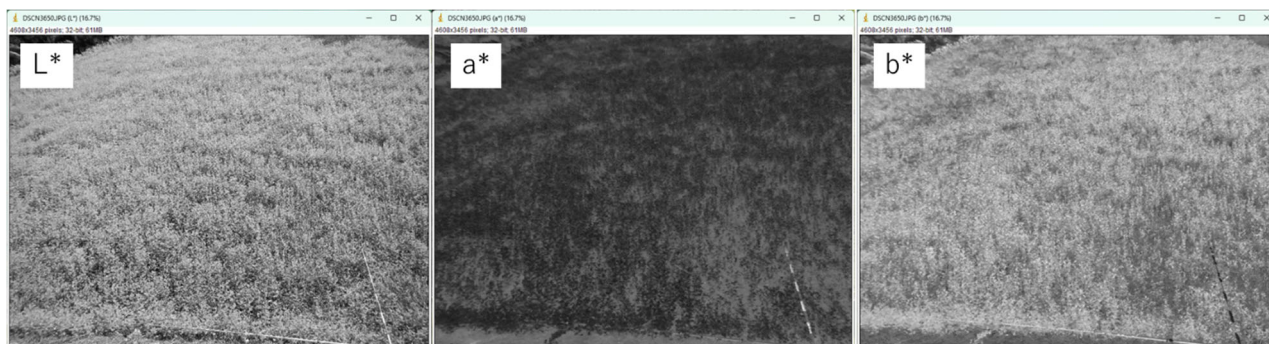


すると、Color Space Converter の設定画面が開かれます。「to ColorSpace」に「LAB」、「separate images」にチェックをつけて、[OK]をクリックします。



すると、L*画像、a*画像、b*画像の3枚の画像が生成されます。

このうち、解析に使用するのはa*画像のみなので、L*画像とb*画像は[x]を押して消します。



※Lab 値とは？

通常、撮影された写真画像を RGB 画像と呼びます。これは R：赤、G：緑、B：青の3原色の濃淡であらわされた画像だからです。植生の緑（葉の色）をより反映させて検出しやすくするために RGB 値を Lab 値に変換処理をします。変換すると L*、a*、b*という3つの画像が作成されます。このうち a*画像は「赤-緑成分」を示し、植物の葉を含む緑色部分を安定して抽出できます。農業分野等でも広く利用されている手法です。各成分の説明は以下の通りです。

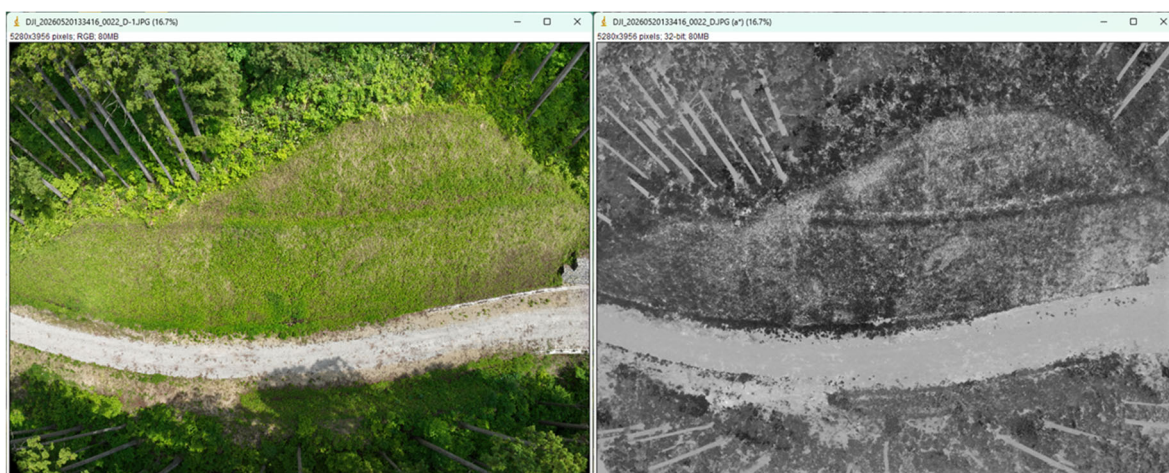
L*画像：明度（明るさ）を示す → 今回は使用しない


a*画像：赤-緑成分を示す → **今回はこれを使用。植生の識別に有効です**

b*画像：黄-青成分を示す → 今回は使用しない

STEP 3 解析範囲の設定

元画像と a*画像を見比べながら作業を行うので、画像を並べてください。

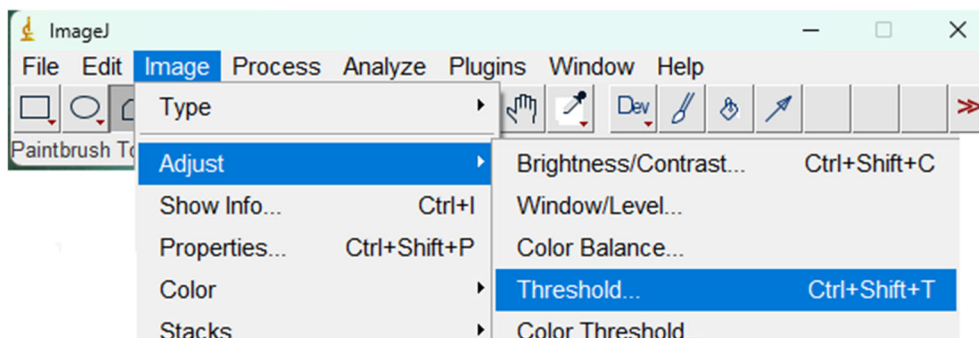


ツールバーの  [Polygon selection] を選択し、a*画像に解析する範囲を線で囲みます。

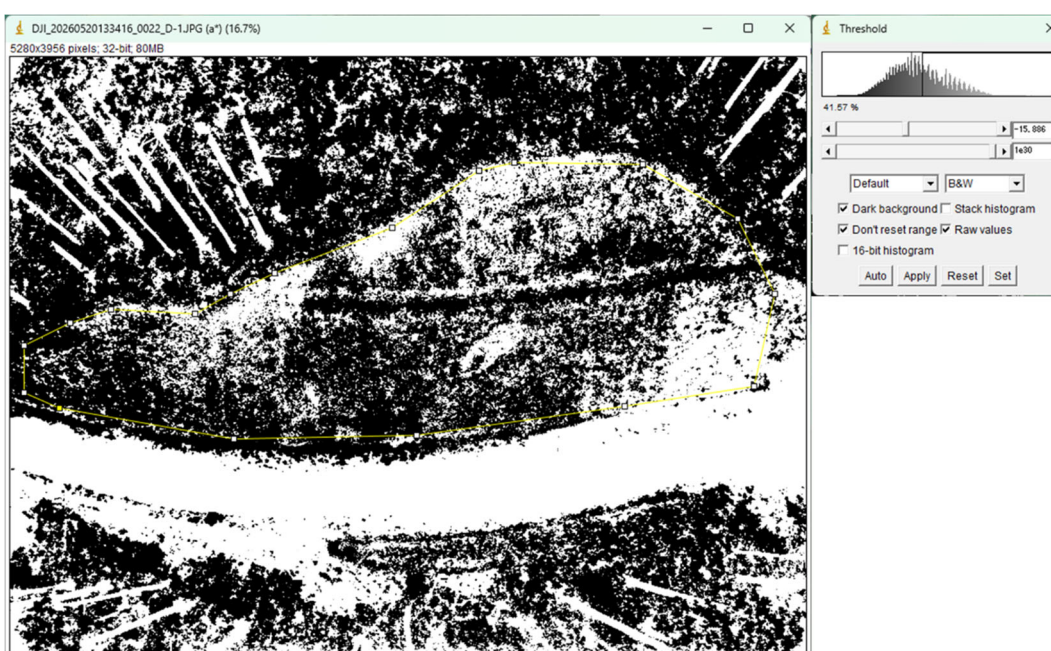


STEP 4 二値化処理

[Image] → [Adjust] → [Threshold] をクリックします。

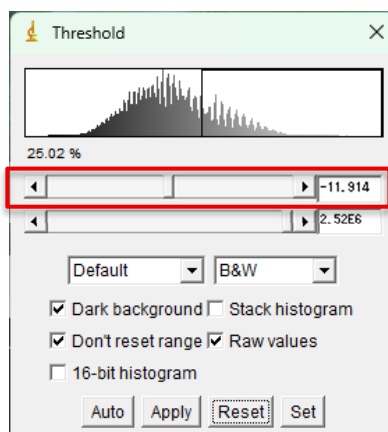


すると、a*画像が白と黒の二値化処理がされ、二値化の条件画面が出ます。黒くなっている部分が緑の濃いところになります。



ImageJ がオートで作成したしきい値の場合、必ずしも緑が反映されていないため、元画像と比較して最適なしきい値を設定する必要があります。これは、撮影状況によって光の反射率が異なっているからです。

元画像と比較して、バー（赤枠の部分）を動かして最適なしきい値を探ります。



二値化の精度はしきい値設定で決まります。以下の点に注意して調整してください。

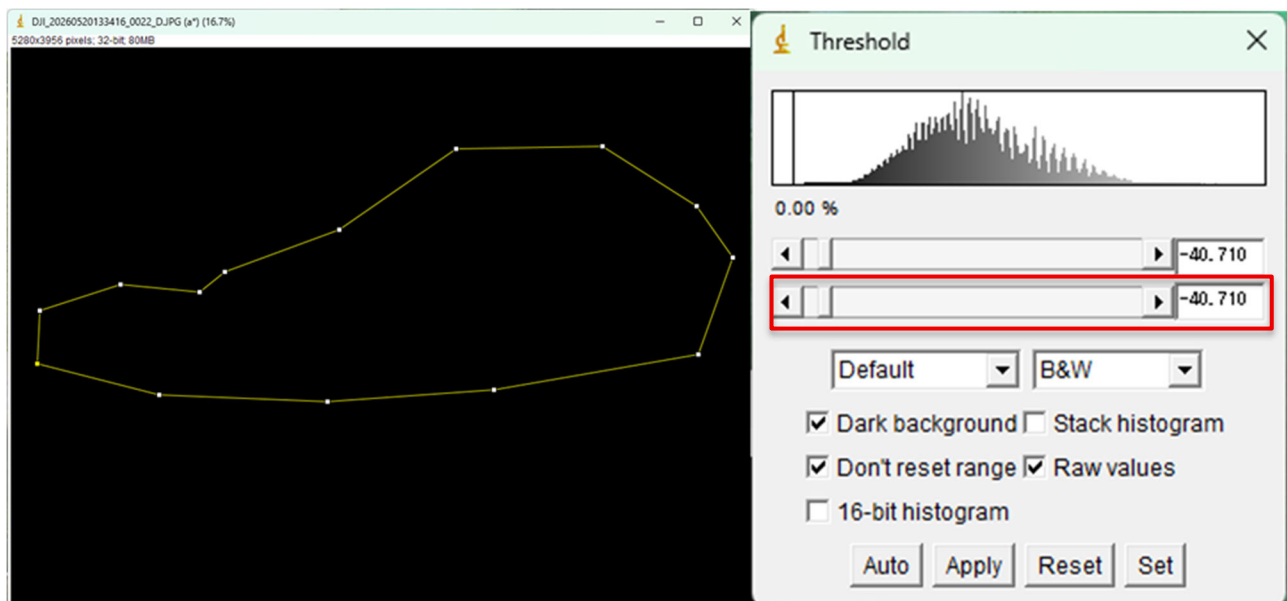
- ・元のカラー画像と並べて見比べながら調整する（目視との対応を確認）
- ・土壌や道路などが黒くなっていないかを確認する
- ・同一法面でも撮影日・天気・時刻が異なれば光条件が変わるため、画像ごとにしきい値を再設定する



注) Threshold のバーを操作しているとき、突然以下のような状態になる場合があります。
その場合は、「Auto」を押すと初期位置に戻ります。

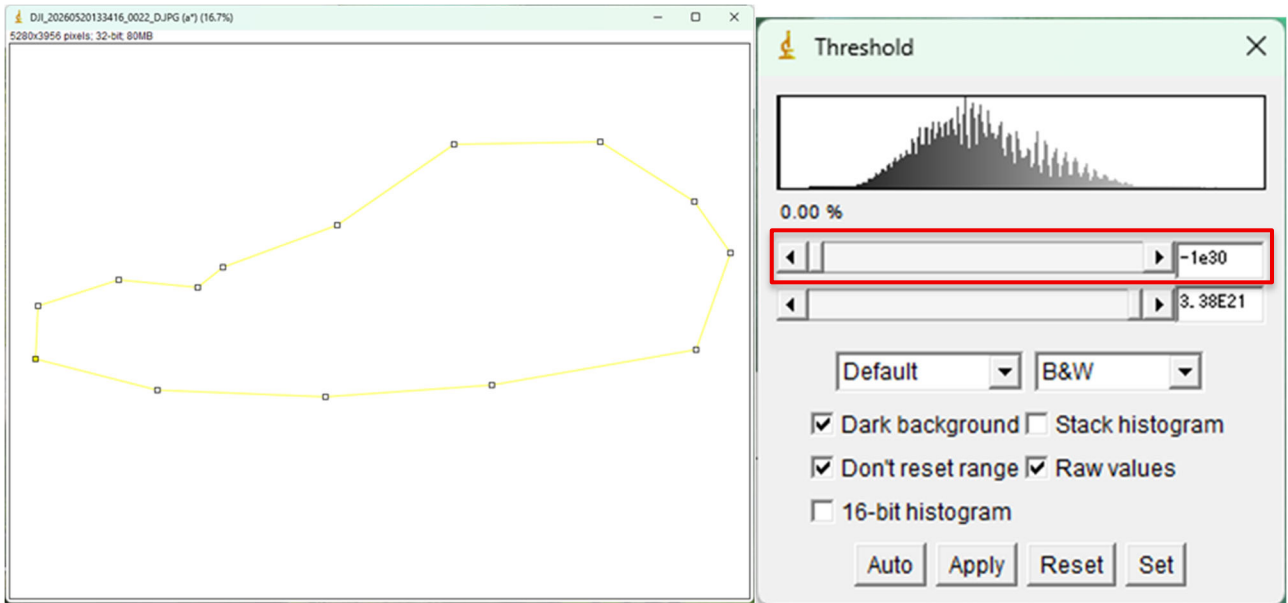
○画面が真っ暗になる

下記の場合、下のバーが同じ位置に来てしまい、画面が真っ暗（黒くする）になっています。



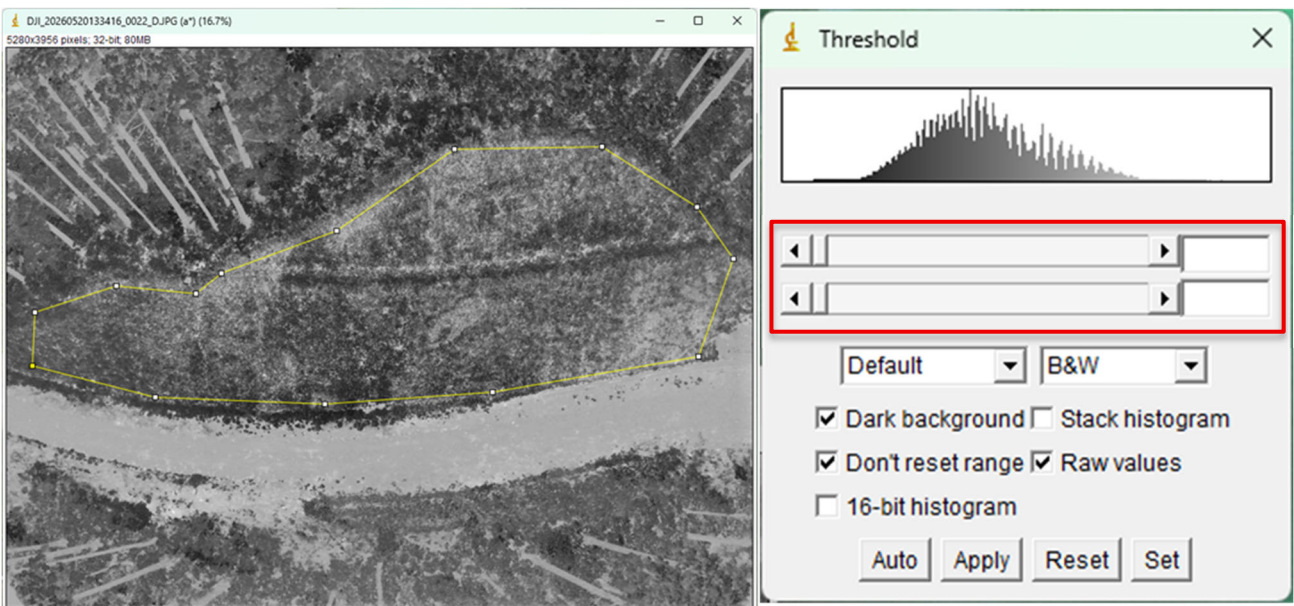
○画面が真っ白になる

この場合、上のバーが一番左まで来てしまい白くなっています。



○二値化する前の状態の画面になる

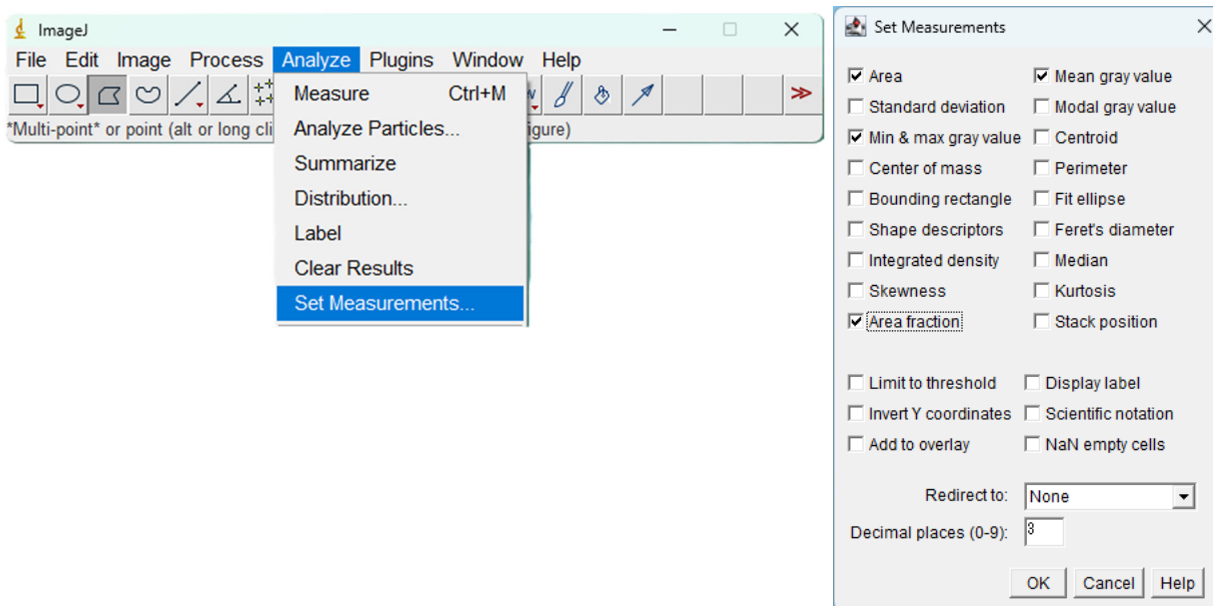
バーが二つとも一番左まで来てしまい、二値化作業前までの状態に戻っている



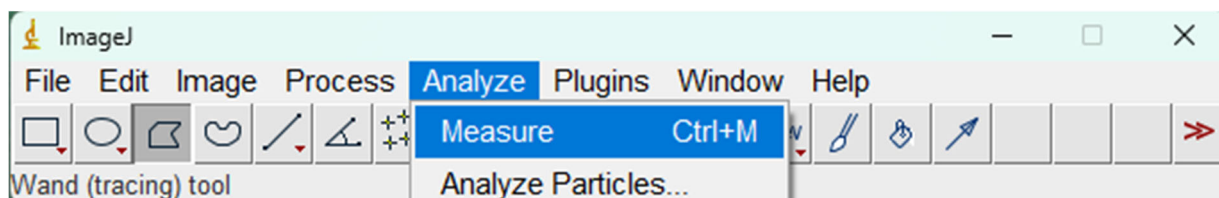
STEP 5 ピクセル計測・算出

[Analyze] → [Set Measurements] を選択。

[Area fraction]にチェックをつけて、[OK]をクリック。このチェックをすることで、対象エリアの植被率の割合が表示できるようになります。（一度設定すれば、以降はこの作業は不要です）



次に[Analyze] → [Measure]を選択します。



すると、[Results]のウィンドウが表示されます。

本マニュアルの手順（背景を白、緑成分を黒として二値化）では、%Area の値が「白の割合（非植生）」を出力しているため、以下の式で植被率を算出します。

$$\text{植被率 (\%)} = 100 - \%Area$$

The screenshot shows the Results window in ImageJ. The window title is 'Results'. The menu bar includes 'File', 'Edit', 'Font', and 'Results'. The table below shows the following data:

	Area	Mean	Min	Max	%Area
1	5916321	-16.954	-39.314	13.896	24.720

※今回の結果画面の例では、「 $100 - 24.720 = 75.280$ 」となり、この法面の植被率は75%と計算されます。

(注意：二値化の反転状態によっては%Areaがそのまま緑の割合になることがあるため、必ず元画像と見比べて白黒のどちらが緑成分かを確認してください)

算出した植被率は以下の項目とともに記録します。

- ・ 撮影日
- ・ 対象林道名・法面名（地点番号）
- ・ 植被率（%）
- ・ 特記事項（花の開花・ササの枯れ・影の状況等）
- ・ 撮影画像のファイル名（画像と数値が対応するよう管理）

5. 評価と安全管理への活用

■ 検査への適応

ドローンとデジタルカメラの比較では、およそ±10%程度の誤差内で活用が可能と考えられます。傾向として、デジタルカメラの方が植被率が高くなる傾向にあります。これは、地上から斜面を見上げることで、①植物の背丈によってその後ろにある裸地が隠されること、②斜面上部に行くほど画像が圧縮され、見かけ上の緑の割合が高くなること、が要因です。そのため、デジタルカメラを用いる場合は、あまり上部の方まで解析範囲に加えないよう注意してください。

■ 経年変化の管理

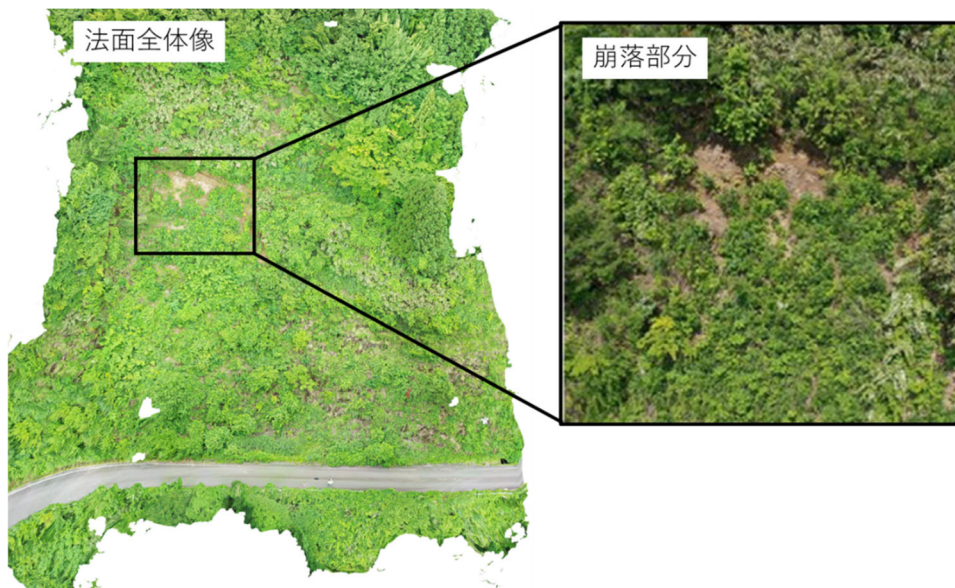
算出された植被率は、維持管理台帳等に記録し、経年変化の客観的な指標として活用することができます。活用の際は以下の点について留意してください。

- ・ 同一時期（例：毎年7月）に撮影することで、年次間の比較が可能となります
- ・ 経年変化を数値で追跡することで、緑化工の効果を定量的に検証できます
- ・ 植被率が低下傾向を示す場合は、原因調査・補修を検討に活用してください

■ 法面上部の異常検知

ドローンで撮影した画像は、植被率の算出に加えて、以下の面で安全管理にも活用できます。

- ・ 地上からは視認困難な法面上部の亀裂や小規模崩落の兆候を発見できる可能性があります
- ・ 崩落しかかった土砂・剥離した植生などの異常を記録として残すことができます
- ・ 定期的な撮影を続けることで、異常の進行状況を経年的に追跡できます



6. チェックリスト

作業時に本シートを活用してください。ドローンに対応した項目は（ド）、デジタルカメラに対応した項目は（デ）、両方に対応している場合はなし。

作業区分	確認項目	✓
撮影準備	撮影時期は夏季（6～8月）で、著しい枯れ・紅葉のない時期か	<input type="checkbox"/>
撮影準備（ド）	ドローンのバッテリー残量・プロポとの接続を事前に確認したか	<input type="checkbox"/>
現場撮影（ド）	ドローンを法面全体が1画面に収まる高度まで上昇させたか	<input type="checkbox"/>
現場撮影（ド）	カメラアングルを斜面に対して垂直（正対）に調整したか	<input type="checkbox"/>
現場撮影（デ）	代表地点の撮影を行ったか	<input type="checkbox"/>
画像解析	画像を Lab 値に変換し、a*画像を解析対象として抽出したか	<input type="checkbox"/>
画像解析	元画像と照合しながら適切なしきい値で二値化したか	<input type="checkbox"/>
記録・管理	植被率の数値を管理台帳に記録したか	<input type="checkbox"/>
記録・管理	画像に法面上部の異常（亀裂・崩落兆候）が見られた場合、別途記録したか	<input type="checkbox"/>

記録シート

撮影日	年 月 日	天候	
担当者名		使用機体	
林道名		法面名	
植被率（%）		画像名	
特記事項			
総合評価	<input type="checkbox"/> 良好（可） <input type="checkbox"/> 判定保留 <input type="checkbox"/> 不可 <input type="checkbox"/> 要現地確認		

**ドローン及びデジタルカメラを活用した
林道法面植被率の簡易測定マニュアル**

富山県農林水産総合技術センター森林研究所
〒930-1362 富山県中新川郡立山町吉峰 3

TEL 076-483-1511 FAX 076-483-1512

<https://taffrc.pref.toyama.jp/nsgc/shinrin/>

担当 田和佑脩 yusuke.tawa@pref.toyama.lg.jp