

ドローンによる砂防林管理のスマート化の実現に向けた検証

史 中超 研究室

1761085 宮澤麻記

1761089 森圭吾

1761106 和田齋

1. 研究背景・目的

現在、日本は国土面積の約7割が森林という森林大国である。森林には都市部におけるヒートアイランド現象の緩和するための快適環境形成機能や環境保全機能等多面的な機能を有しており、森林の維持管理は国土を守るうえで重要である。現在、森林管理はリモートセンシング技術が注目され、山間部では運用が開始されている。例として、ドローン・航空レーザ計測・GISによる情報の共有化や作業の効率化が現場レベルで行われている。

しかし、海岸域での運用は発展途上であり、これからの進歩は期待できる。本研究では、海岸林の一種である砂防林を取り上げ検証する。砂防林管理の問題は以下の3点が挙げられる。

マツ材線虫病（マツ枯れ）への対応
保育管理による健全性の確保
針広混合林化への対応

図1 砂防林管理の問題点

現在、上記の図1の管理方法は目視で行われており、時間や労力がかかってしまう。故に、小型で操縦しやすく利便性が高いドローンを活用することがスマート化につながると考えられる。スマート化とは、地理情報空間とICT（情報通信技術）を活用することで林業や農業等様々な産業を促進することである。本研究では、前述した背景を踏まえ、海岸砂防林管理の省力化、効率化というスマート化が可能かどうかを検証する。

2. 研究対象地域と現状

現在、神奈川県藤沢土木事務所が管理している湘南海岸砂防林ではドローンが使われてい

ないので研究対象地とした。また、全長11.4kmと長く、目視よりもドローンによる空撮が有効だと考えられる。図2は区域分けした対象地である。

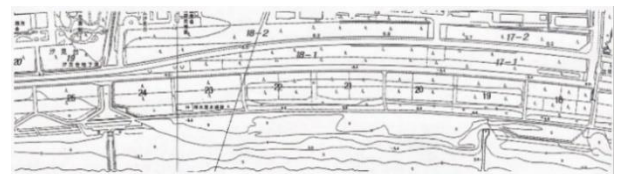


図2 湘南海岸砂防林地図

今回は、制限に含まれない機体として200g未満の機体を使用するため、飛行空域の制限はない[1]。

3. スマート化の実現に向けた検証

本研究では、砂防林管理の省力化、効率化というスマート化の実現に向け、図3のように4つの項目にわけて検証をする。

①	マツ枯れ早期発見に向けた検証
②	緑被率の算出
③	成長阻害防止に向けた検証
④	大型ドローンの活用について

図3 検証項目

3.1 マツ枯れ早期発見に向けた検証

撮影した画像を図4に示す段階に分けて画像処理し、マツ枯れの抽出を行う。

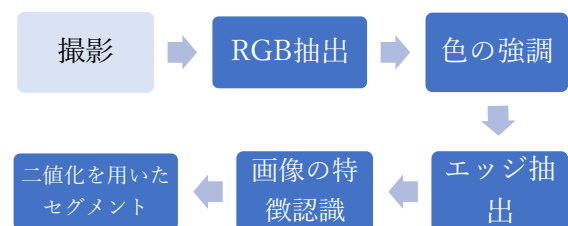


図4 画像処理の流れ

3.1.1 撮影

選定した対象地においてドローンによる撮影を行った。撮影にはDJI社のMavic Miniという機体を使用した。仕様は図5の通りである[2]。

重量	199g
対角寸法	245mm
最大上昇速度	2m/s
最大下降速度	1.8m/s
最大速度	28.8m/s
限界高度(海拔)	3000m
最大飛行時間	約18分
動作環境温度	0°C~40°C

図5 ドローンの仕様

3.1.2 RGBチャンネル抽出

撮影した画像からマツ枯れを抽出するためにRGBチャンネル分解を行う。図6のオリジナル画像をRGBのチャンネルごとに分解したものを図7~9に示す。

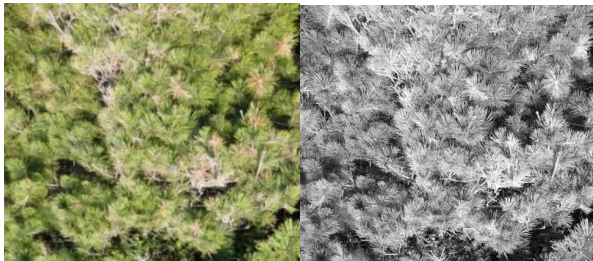


図6 オリジナルの画像



図7 Rチャンネル

図8 Gチャンネル

図9 Bチャンネル

3.1.3 色の強調

RGBチャンネルに分解した画像に色の強調処理を行う。マツ枯れの赤茶色を強調するため、R・Bチャンネルの重みを強くし、Gチャンネルの重みを軽くした。処理後の画像を判別しやすくするためにグレースケールで表示したのが図10の画像である。

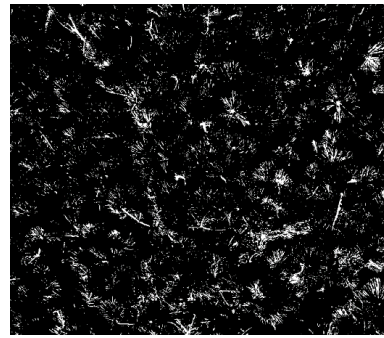


図10 色の強調処理を行った画像

3.1.4 エッジ抽出

エッジ抽出処理を行うと視覚的には分かりづらくなるが、データの余計な情報が減少する。この処理を行ったとき、図11のように健康な葉の部分は目立たなくなり、マツ枯れの輪郭が抽出される。

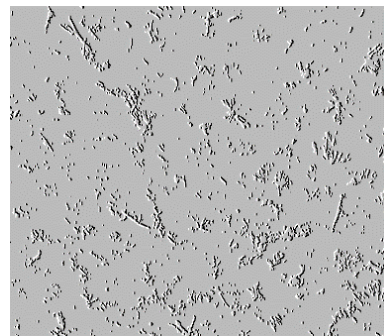


図11 エッジ抽出をした画像

3.1.5 二値化を用いたセグメント

さらにわかりやすくするために、二値化処理を行う。グレースケールの画像を白黒の二色にし、数値的にも視覚的にもマツ枯れを判別しやすくする。図12に示すように、一部ノイズが抽出されてしまうが、マツ枯れが多く抽出されていることがわかる。

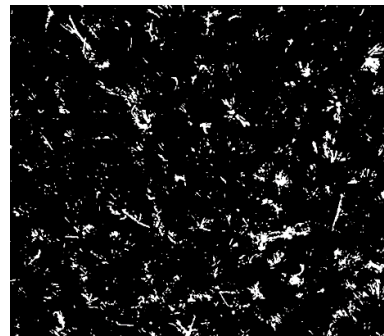


図12 二値化処理をした画像

3.1.6 撮影方法による解析結果の違い

今回、遠距離と近距離で撮影を行い、それぞれ画像解析を行った。図13の遠距離撮影画像

ではノイズが多く入りマツ枯れを判別しづらいが、図14の近距離撮影画像ではマツ枯れをはっきり判別できた。

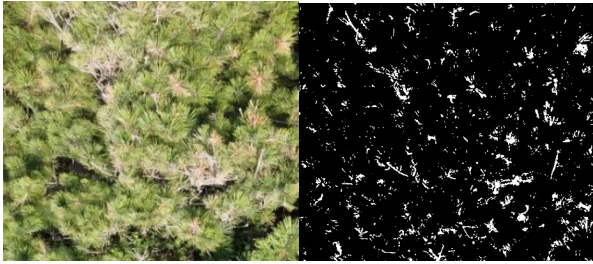


図13 遠距離撮影画像の解析前後



図14 近距離撮影画像の解析前後

3.2 緑被率の算出

本検証で使用したドローンは、赤外線カメラを搭載していないため正確な緑被率は出すことができない。そのため、マツの緑色を可能な範囲で抽出して図15の白と黒のピクセル数から緑被率の算出を行う。緑のピクセル数を全ピクセル数で割り、それを100倍したものを緑被率とする。結果、93.4%になった。

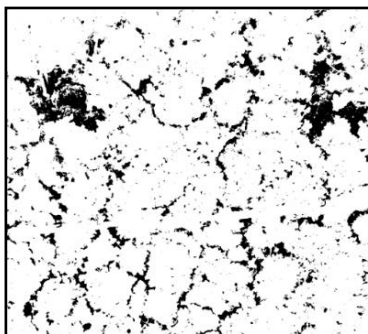


図15 緑被率の抽出を行った画像

3.3 成長阻害防止に向けた検証

湘南海岸砂防林は、砂や塩害などの影響を強く受けるためマツだけでなく広葉樹林も植生されている。これは、飛砂を防ぐための役割と単一樹木より多様な樹種の林の方が塩害に強いためである。現在の管理方法は目視で行われてい

る。作業をさらに効率的に、時間の短縮を目的として、内部で小型ドローンを飛行させた時どのような効果があるのかを検証した。砂防林内部の一部の場所では、今回使用した機体では入ることが出来ないうらい生い茂っているところもあった。しかし、多くの場所では成長阻害を確認できる撮影が行えた。

図16では、広葉樹が全体的に成長していることがわかる。赤丸の所のように、マツの周りに成長すると広葉マツの成長が止まる恐れがある。この状態では、砂防林としての役割が果たせなくなってしまう。



図16 広葉樹林が過度に成長したものの

ドローンをを用いるとマツの成長を阻害している樹木の部分や範囲がひと目で確認することができる。図17は図16上から見たものである。上空から見ることによって、目視よりもマツと広葉樹の重なりがはっきりと確認することができた。



図17 図16を上から見た図

3.4 大型ドローンの活用について

本研究では、検証を行う際に199gと小型のドローンを使用した。小型ドローンは、小回りが利き狭く入り組んだ土地で飛ばすことが可能であるが、飛行時間が短いという欠点がある。大型ドローンは、小回りは利きにくいがバッテ

リーの持ちがよく高高度においても機体が安定するという利点があると考えられる。本検証では、大型ドローンは飛ばすことができなかったが、有用性があることが示されている。

4. 結論と提案

4.1 マツ枯れの早期発見について

近距離撮影した画像は、解析でマツ枯れを抽出することができている。しかし、遠距離撮影した画像はノイズが多く入りマツ枯れのみを抽出することは難しい。実用の際は、区画ごとに分けて近距離撮影・画像処理を行うとマツ枯れを抽出することができる。

また、撮影で使用した小型ドローンは手軽で扱いやすいが風の影響を受けやすく安定した撮影は難しい。バッテリーも少ないため長時間撮影は難しいとわかった。以上のことから、大型ドローンを用いて近距離撮影することでマツ枯れの早期発見に向けたスマート化は実現が可能である。

4.2 緑被率算出について

本検証で使用したドローンのカメラは、赤外線カメラを搭載していないため、正確な緑被率は出せないが、マツの緑色を可能な範囲で抽出し算出を行った。ドローンを用いた緑被率の算出は、目視に比べて客観的な数値として出せるので、砂防林管理において有用であると考えられる。しかし、より正確な緑被率を算出するためにはやはり赤外線カメラを搭載したドローンを使用することを提案する。

4.3 マツの成長阻害防止について

砂防林の内部では複雑になっているので、広域操作より狭域操作はより難しく、業務の実用化するためには練習が必要である。その他にも内部でドローンを用いることで、ハチや鳥の巣などの危険が伴う場所の発見にも有効活用できる。操縦技術が必要だが、今回使用した小型ドローンで内部調査を十分に行うことができた。本検証を踏まえ、小型ドローンを用いた効率化や時間短縮というスマート化は可能である。

4.4 大型ドローンの活用について

小型ドローンは、小回りが利き狭く入り組ん

だ場所で飛ばすことが可能であるが、飛行時間が短いという欠点がみられる。大型ドローンは、小型ドローンに対し飛行時間が長く、機敏性はないが安定した飛行が可能という利点がある。また、貨物運搬や物件投下にも利用することができる。物件投下とは、ドローン用語で飛行中のドローンから物を投下する行為である。固形物に限らず液体も物件とみなされるので、農薬散布も物件投下にあたる。

藤沢土木事務所の担当者から砂防林管理での物件投下についての要望があった。具体的には、農薬散布や台風で海水をかぶった砂防林への水の散布である。法律を遵守し、物件投下の操縦訓練、申請等を行えばドローンの利用は可能である。大型ドローンの方が安定して撮影でき、物件投下も行えることから大型ドローンの導入もスマート化の一部として提案する[3]。

5. まとめ

研究背景・目的で述べたようにリモートセンシング技術は年々需要が増し、技術も発展している。しかしながら、海岸砂防林では前述のような技術は採用されている数が少なく管理も目視で行われている。本研究は、ドローンによる海岸砂防林管理のスマート化の実現に向け4つの検証を行った。ドローンは、近年商業用の利用が急増しており、管理利用のための準備環境は整ってきている。入り組んだ区域での操作の難しさや使用場面における機種を使い分け、天候に左右されやすいことなど改善点があるものの、将来性は高く発展は大いに見込める。

6. 参考文献

[1] 梅津勘一, “海岸林講座第 1 回: 日本の海岸林の成り立ちと推移—庄内海岸林を中心に—”, 樹木医学の基礎講座

https://www.jstage.jst.go.jp/article/treeforesthealth/20/2/20_104/_pdf

[2] スペック MAVIC MINI

<https://www.dji.com/jp/mavic-mini/specs>

[3] ドローン用語辞典 物件投下

<http://drone-words.com/drop/>