

持続可能な森林造成支援システムの構築事業

-令和7年度植栽試験区の土壤理化学性-

伊藤 俊輔、久高 梢子、井口 朝道、漢那 賢作

1. はじめに

本事業の対象とする東村慶佐次地内の県営林には、民間に貸し付けられ耕作された後に放棄され、県へ返還された耕作放棄地等造成未利用地がある。返還された土地では、造林事業が実施されているが、一部で植栽木の生育不良や活着不良が発生している。本事業では生育・活着不良の原因を解明し改善手法を提示することを目的に開始された。本報告で、2026年2月植栽試験を予定している区域の土壤特性を把握するために2024年に実施した土壤調査の結果について報告する。

2. 方法

土壤調査は東村慶佐次の北緯 26.625968、東経 128.112456 付近の 0.25ha の区域で実施した。試料の採取地点は、周囲の植生や地形を勘察し 8 地点から採取した。測定・調査項目は、炭素・窒素含有量、塩化物イオン量、pH、飽和透水係数、土壤の軟らか度を測定した。土壤試料は、0 層直下を基準に深さ 0、10、30cm とし、100ml 円筒あるいは 25ml 遠沈管に採取した。炭素・窒素含有量は風乾土 1000 mg を秤量し、有機元素測定装置 (vario Max cube エレメンター社製) で測定した。塩化物イオン量は、風乾土 2 g に 0.01M NaOH 水溶液 100ml を加え 120rpm で 1 時間振とう後、2ml のマスキング剤を加え、ろ過後に塩素イオン計 (CL-10Z 笠原理化工業製) で測定した。pH は風乾土 2g にイオン交換水を 5ml 加えかく拌後、pH 計 (F-74 堀場製作所製) で測定した。飽和透水係数は、デジタル透水性試験機 (DIK-4026 大起理化工業製) で測定した。

3. 結果

土壤の炭素・窒素量は 0cm が最も多く、10cm、30cm と試料採取深度が深くなるにつれ減少し、CN 比についても同様に、試料採取深度が深くなるにつれ値が小さくなった (図-1)。塩化物イオン量は、0cm が最も少なく、10cm、30cm と試料採取深度が深くなるにつれ増加する傾向にあった (図-2 左)。土壤 pH は、0cm では 4.4~4.8、30cm では 4.5~4.9 と試料採取深度が深くなるにつれ高くなった (図-2 中央)。飽和透水係数は、中央値で見ると 0cm が最も透水性が良く深くなるにつれ透水性が悪くなったが、0cm と 10cm では測定値の範囲が大部分で重なっていた (図-2 右)。

周囲の地形から作業道跡と判別された地点 2、5、6 の土壤硬度は、表層付近から軟らか度 1.5 を下回り堅密であった。一方で、地点 1、3、4、7 の土壤硬度は、表層から 25cm 付近までは軟らか度 1.5 以上 4.0 の範囲に収まっていた。地点 8 については、緩斜面の下の部分にあたり、集水地形となっていたことなどから、表層から 15cm 付近までは軟らか度 4.0 を超え膨軟な土壤であった (図-3)。

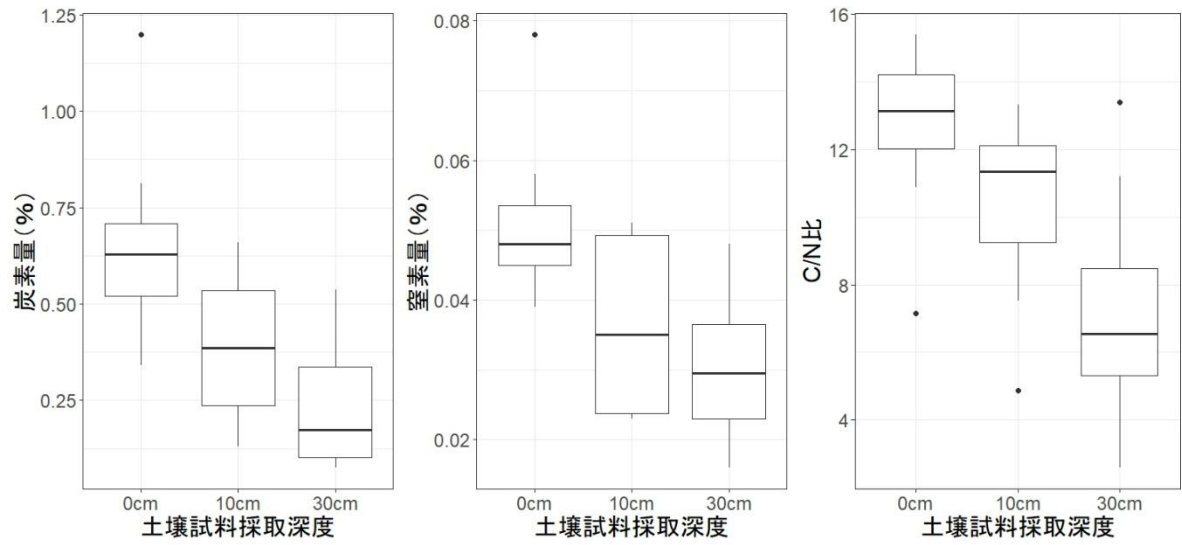


図-1 採取深度別の土壌中の炭素量（左）、窒素量（中央）とCN比（右）

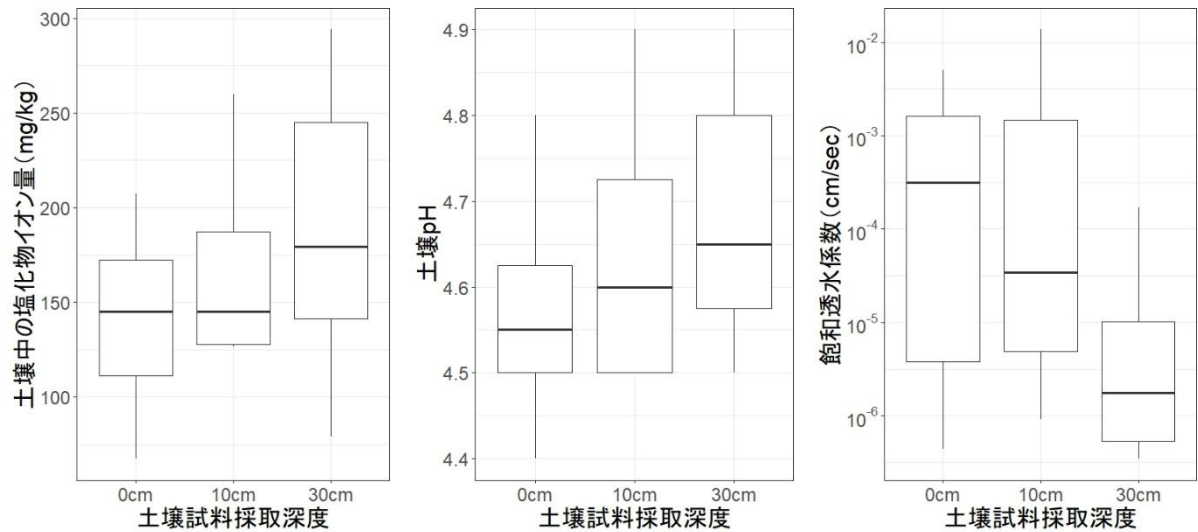


図-2 採取深度別の土壌 1 kg 中の塩化物イオン量(左)、土壌 pH(中央)と飽和透水係数(右)

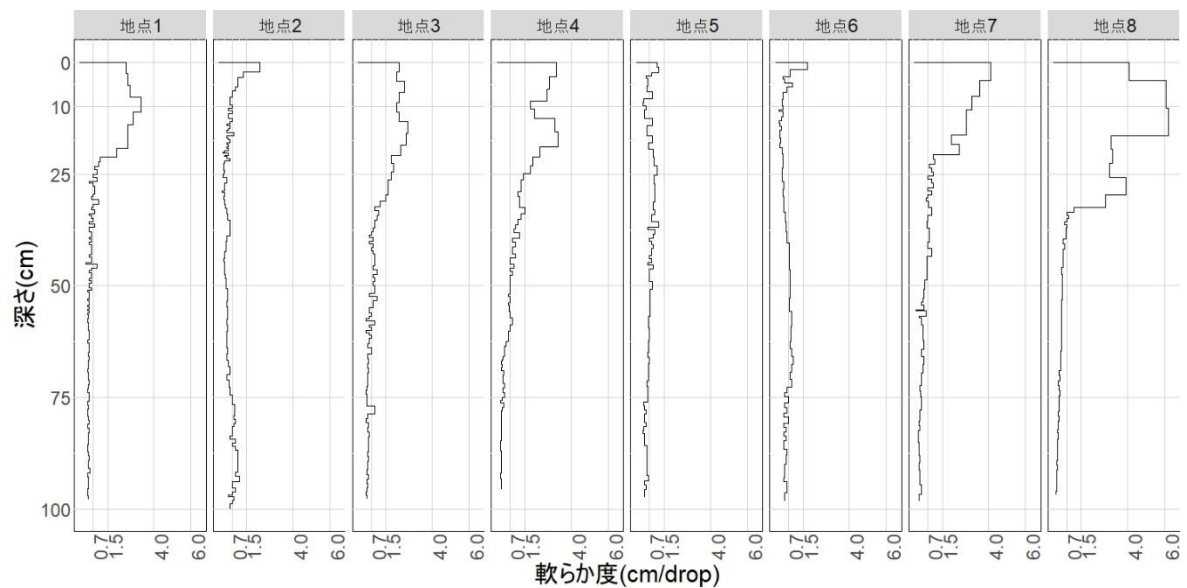


図-3 各地点の土壌軟らか度

スマート林業の実証に向けた研究

—衛星画像を用いた機械学習法（非線形サポートベクターマシン）による広葉樹林、松林の分類—

合田 雅浩・井口 朝道

1. 目的

SDGs のターゲットの 1 つである持続可能な森林管理を推進するためには、現在の森林資源の正確な情報を取得し、実効性の高い施業計画を策定することが重要である。森林の情報は、森林簿において管理されることとなっているが、特に樹種や資源量については、一部に現実との乖離があることが課題となっている。森林面積は非常に広大であり、また路網も限られているため、現地調査において全てを確認することは、莫大なコストと労力を要することから実質的に不可能である。そこで、ドローンや GIS 等を活用して、広範囲の森林を対象に、効率的に森林資源の情報を把握する技術が求められており、今後、そのようなスマート林業を推進していくためには、他県と植生の異なる本県における精度検証など実証に向けたデータの蓄積が必要である。

本年度は、衛星画像を用いた機械学習法（サポートベクターマシン）による広葉樹林、松林等の分類を試みたので報告する。

2. 材料と方法

画像分類は、教師あり学習によるピクセルベース分類とし、Python3.12 により、パッケージ「scikit-learn」を用いて、サポートベクターマシンを使った非線形判別により解析を行った。解析に使用した画像、分類区分、トレーニングデータ及び精度検証用データについては、令和 4 年度に報告したランダムフォレストによる分類と同様であり、以下のとおりである。

解析に使用した画像は、森林管理課から提供を受けた、2019 年 4～5 月にかけて国頭村奥、楚洲周辺における、worldView-2 衛星で観測された高解像度衛星画像（パンクロマティック）である（縦×横：3,000×4,000m、解像度 50 cm、大気補正処理済）（図-1）。

分類は、①人工物（民家、道路、構造物など）、②広葉樹林、③農地、④松林の 4 区分とし、トレーニングデータとして、画像から任意に①100、②300、③200、④500 点の計 1,100 点を選び、衛星画像の RGB 値を抽出した。精度検証には、同衛星画像からトレーニングデータとして使用していない範囲（縦×横：750×1,000m）において、ランダムにサンプリングしたテストデータ 100 点を用いた（図-2）。ここで、精度検証については、同衛星画像を目視（研究員 3 名の多数決）で判読した土地区分を真値とし、予測された土地区分との比較により評価した。また、元画像（解像度 50 cm）を 1/16 に圧縮した画像（解像度 2.0m）を使用して、トレーニングデータおよびテストデータの RGB 値を抽出した場合の画像分類についても同様な手法を用いて実施した。

3. 試験結果

テストデータ 100 点における元画像を用いた場合の分類結果を表-1、圧縮画像を用いた場合の結果を表-2 に示す。予測の正解率については、元画像と圧縮画像のどちらの場合も 79% (79/100) であり、いずれも 8 割程度とある程度高い精度で予測ができることが示され、解像度を 2.0m に圧縮した場合でも予測精度は減少しないことが示唆された。

サポートベクターマシンによる予測モデルを用いて、圧縮した衛星画像から土地区分の予測分類図を作成した (図-3)。(ごま塩ノイズを除去するため 3×3 マスの範囲で最頻値を予測値として採用)



枠は図-2 の範囲を示す

図-1 使用した衛星画像 (3,000×4,000m)

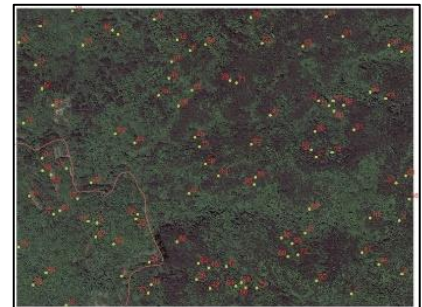


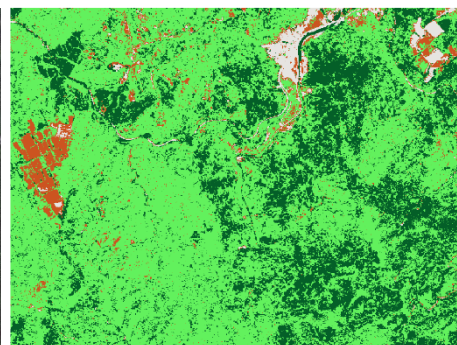
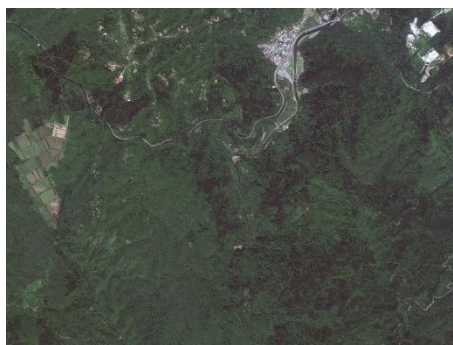
図-2 精度検証に用いたテストデータ

表-1 元画像の場合の分類結果

	サポートベクターマシン予測モデル(解像度0.5m)				
	人工物	広葉樹林	農地	松林	小計
人工物			1		1
目視判読 (真値)	広葉樹林	39	5	8	52
農地			1		1
松林		7		39	46
小計	0	46	7	47	100

表-2 圧縮画像の場合の分類結果

	サポートベクターマシン予測モデル(解像度2.0m)				
	人工物	広葉樹林	農地	松林	小計
人工物			1		1
目視判読 (真値)	広葉樹林	40	3	9	52
農地			1		1
松林		8		38	46
小計	0	48	5	47	100



人工物
 広葉樹林
 農地
 松林

図-3 サポートベクターマシン予測モデルによる土地区分分類図 (左: 衛星画像、右: 予測分類図)

スマート林業の実証に向けた研究

-UAV 撮影画像を用いた機械学習法（ランダムフォレスト）による枯れ松検出の精度検証-

合田 雅浩・井口 朝道

1. 目的

SDGs のターゲットの 1 つである持続可能な森林管理を推進するためには、現在の森林資源の正確な情報を取得し、実効性の高い施業計画を策定することが重要である。森林面積は非常に広大であり、また路網も限られているため、現地調査において全てを確認することは、莫大なコストと労力を要することから実質的に不可能である。そこで、UAV や航空レーザ等の新たな技術を活用して、広範囲の森林を対象に、効率的に森林資源の情報を把握する技術が求められており、今後、そのようなスマート林業を推進していくためには、他県と植生の異なる本県における精度検証など実証に向けたデータの蓄積が必要である。

本報では、UAV 撮影画像を用いた機械学習法による枯れ松検出の精度検証を行ったので報告する。

2. 材料と方法

試験地は、恩納村安富祖の県民の森内のリュウキュウマツ・広葉樹混交林に設置した（図-1）。UAV として Mavic3 (DJI 社) を用いて、地上に誤差 cm 級の GCP6 点を設置し、航空標識で上空から識別できるようにした上で 2024 年 9 月 30 日の 11 時頃に撮影を行った。撮影条件は次のとおり（飛行高度：120m、オーバーラップ率：F90%, S80%、地上解像度：3cm/pix）とし、自動飛行アプリ DJI Fly (DJI 社) により撮影した。オルソ画像は、画像処理ソフト Pix4Dmapper (Pix4D 社) を用いて、全 6 点の GCP を使用し作成した。こうして作成したオルソ画像（3cm 解像度）を 50cm 解像度に圧縮した。

画像分類については、教師あり学習によるピクセルベース分類とし、R ver4. 4. 1 により、パッケージ「caret」を用いて、ランダムフォレストにより解析を行った。分類は、①枯れ松、②その他の 2 区分とし、トレーニングデータとして、画像から任意に①200 点、②800 点の計 1, 000 点を選び、オルソ画像の RGB 値を抽出した。また、ランダムフォレストによる予測モデルにより土地区分の予測分類図を作成した。予測分類図における枯れ松予測の精度を高めるため、5×5 マスの土地区分の最頻値を用いてごま塩ノイズをフィルタリングした。

精度検証には、同オルソ画像から①枯れ松のトレーニングデータとして使用していない範囲（縦×横：200×300m、図-1）において、Precision (TP/TP+FP)、Recall (TP/TP+FN) により行った。
*用語説明 TP: True Positive (枯れ松があると予測し、実際に枯れ松がある場合)、FP: False Positive (枯れ松があると予測したが、実際には枯れ松はない場合)、FN: False Negative (枯れ松はないと予測したが、実際には枯れ松がある場合)

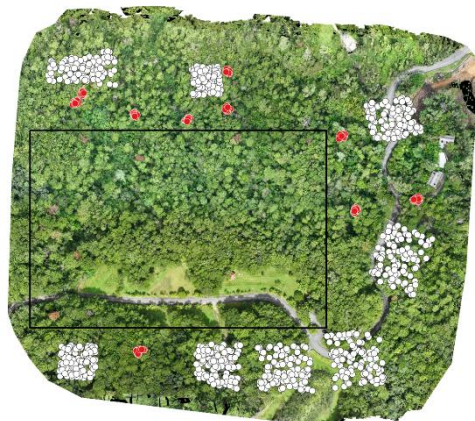
また、枯れ松の面積について、上記の方法で予測した面積（以下、「予測面積」）と手作業により算出した面積（以下、「正解面積」）の比較を行うとともに、2024 年 7 月に同区域で撮影し

た UAV 撮影画像を用いて作成した松林区域図を用い、精度検証区域内の松林における枯れ松の面積割合を算出した。なお、松林区域図は令和 4 年度業務報と同様の方法で作成した。

3. 試験結果

ランダムフォレストにより枯れ松の単木検出を試みた結果を図-2、表-1 に示す。Precision は 56% (10/18) となり空振りが発生する結果となった。空振りの内訳は、重複 (1 個体が分割され、複数個体として検出) が 3 件、不在が 5 件 (屋根 2 件、裸地 2 件、草地 1 件) だった (図-3)。一方で、Recall は 100% (10/10) となり、見逃しは発生しない結果となった。F1 スコア (Precision と Recall の加重平均。1 に近いほど精度が高い。) は 0.71 となった。

枯れ松の面積については、ランダムフォレスト予測モデルによる枯れ松の予測面積が 360m² であったのに対し、正解面積が 471m² であり、予測面積は正解面積と比べて過小となった。これは、枯れ松予測の UAV 撮影時点で枯れの進行度合いに個体差があり、針葉がまだ赤変していない箇所や、すでに落葉して枝や幹が目立つ箇所が枯れ松以外として予測されたためだと考えられる (図-4)。また、精度検証区域内の松林における枯れ松の面積割合は、予測面積が 1.22%、正解面積が 1.60% となった。

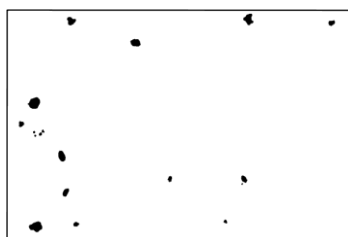


凡例
 ● 枯れ松テストデータ (n=200)
 ○ その他テストデータ (n=800)
 □ 精度検証範囲

図-1 試験地の UAV 撮影画像

表-1 ランダムフォレストによる枯れ松単木検出の結果

		ランダムフォレスト予測モデル		
		検出	不検出	計
実況	存在	10	0	10
	重複	3	-	
	不在	5	-	
計		18		



凡例
 ■ 枯れ松
 □ その他

図-2 ランダムフォレスト予測分類図



図-3 空振りの例 (左:重複、右:不在、赤枠は枯れ松と予測された範囲を示す)



図-4 枯れ松予測の例 (左:一部赤変、中央:全部赤変、右:一部落葉、赤枠は枯れ松と予測された範囲を示す)

スマート林業の実証に向けた研究

-UAV 撮影画像を用いたリュウキュウマツ林の樹木検出の精度検証-

合田 雅浩・井口 朝道

1. 目的

SDGs のターゲットの 1 つである持続可能な森林管理を推進するためには、現在の森林資源の正確な情報を取得し、実効性の高い施業計画を策定することが重要である。そこで、UAV や航空レーザー等の新たな技術を活用して、広範囲の森林を対象に、効率的に森林資源の情報を把握する技術が求められており、今後、そのようなスマート林業を推進していくためには、他県と植生の異なる本県における精度検証など実証に向けたデータの蓄積が必要である。

本報では、UAV 撮影画像から作成した DSM を用いたリュウキュウマツ林の樹木の検出精度について検証したので報告する。

2. 材料と方法

試験地は、恩納村安富祖の県民の森内のリュウキュウマツ林に設置した (図-1)。UAV として Mavic3 (DJI 社) を用いて、地上に誤差 cm 級の GCP6 点を設置し、航空標識で上空から識別できるようにした上で 2024 年 7 月 8 日の 11 時頃に撮影を行った。撮影条件は次のとおり (飛行高度: 120m、オーバーラップ率: F90%, S80%、地上解像度: 3cm/pix) とし、自動飛行アプリ DJI Fly (DJI 社) により撮影した。DSM は、画像処理ソフト Pix4Dmapper (Pix4D 社) を用いて、全 6 点の GCP を使用し作成した。DSM (10cm 解像度) から DEM (50cm 解像度、国土交通省国土地理院の管理する航空レーザー測量成果を使用) を差し引くことで DCHM (デジタル樹冠高モデル) を作成した (図-2)。

画像上での樹木検出は、局所最大値法とし、統計ソフト R の Package である LidaRtRee (ver. 4.0.5) の tree detection 関数を用いて行った。この際、元画像として、①DCHM を用いる場合と、②DSM から尾根谷度に変換したモデルを使用する 2 つの手法を用いて試みた。

現地の毎木調査は 8 月 16 日と 9 月 4 日に行い、樹種、樹木位置、被圧の状況 (上層木、下層木) について確認し、樹木検出の精度検証は上空から樹冠が確認できる上層木のみを対象にした。

樹木検出の精度評価は、Precision (TP/TP+FP)、Recall (TP/TP+FN) により行った。

*用語説明 TP: True Positive (樹木があると予測し、実際に樹木がある場合)、FP: False Positive (樹木があると予測したが、実際には樹木はない場合)、FN: False Negative (樹木はないと予測したが、実際には樹木がある場合)



図-1 試験地

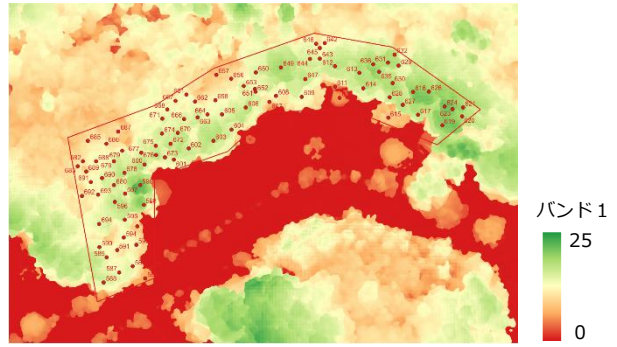


図-2 試験地の DCHM と樹木位置

3. 試験結果

試験地の林分 (3059m²) では、上層木としてはリュウキュウマツと広葉樹が、それぞれ 74 本、18 本 (イジュ、イタジイ等) で計 92 本 (約 300 本/ha) が確認された。

DCHM および尾根谷度から樹木検出を試みた結果を表-1、図-3 に示す。DCHM では Precision は 89% (34/38) となり、1 個体の樹木を複数個体に誤認識したことで空振りが発生する結果となった。Recall については、37% (34/92) となり、複数個体の樹木を 1 個体と認識したために見逃しが多くなる傾向がみられた。一方で、尾根谷度では、Precision は 74% (43/58)、Recall は 46% (46/92) となり、DCHM と比較して空振りは増加したが見逃しは改善した。F1 スコア (Precision と Recall の加重平均。1 に近いほど精度が高い。) は DCHM と尾根谷度でそれぞれ 0.52、0.57 となった。

表-1 使用画像毎の樹木検出の結果

		DCHMによる検出 (予測)			尾根谷度による検出 (予測)			
		検出	不検出	92	検出	不検出	92	
実況	存在	34	58	92	存在	43	49	92
	不在	4	-		不在	15	-	
		38			58			

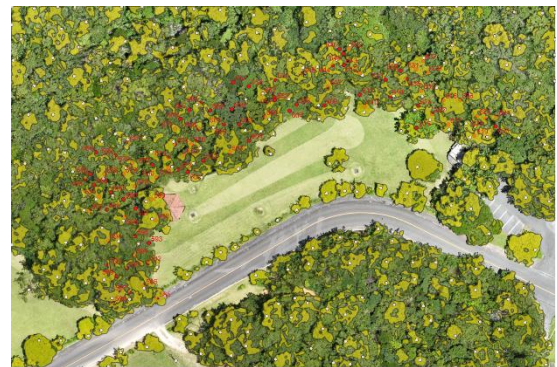


図-3 使用画像毎の樹木検出 (全樹種) の結果 (左: DCHM、右: 尾根谷度)

沖縄島におけるデイゴカタビロコバチの環境影響調査（2024年度）

大石 毅

1. はじめに

森林資源研究センターではデイゴヒメコバチ（以下、ヒメコバチ）に寄生・捕食するデイゴカタビロコバチ（以下、カタビロ）を天敵として2014年にハワイから導入し、2017年10月に宮古島市の下地島にて野外放飼試験を開始した。その後、野外放飼を行っていない沖縄島の糸満市内のデイゴから2020年4月にカタビロの発生が確認され、さらに久米島、多良間島、石垣島および竹富島でも分布していることが確認された。これまでのところ、カタビロは原産国である南アフリカや導入元であるハワイにおいてヒメコバチ以外の昆虫への寄生やデイゴ属以外からの植物から採集された報告はない。導入天敵とはいえ、外来性の昆虫であるカタビロについて本県における環境への影響について警戒する必要がある。そのため、カタビロの環境への影響および対応を検討するため、2020年より環境影響評価の指標のひとつとして、ヒメコバチやデイゴ属以外への寄生について調査を実施しているところである。今回は2024年度の調査結果について報告する。

2. 材料と方法

調査対象として植物の種類および採集部位は大石・東江（2021）と安田（2019）のカタビロの同族種の被寄生昆虫が寄生する可能性がある植物リストを参考に実施した。調査期間は2024年9月から2025年2月にかけて、任意の時期に実施した。調査は沖縄島（架橋等により接続している島を含む）について実施した。採集した植物は採集地点ごとに採集部位（果実、葉、茎）を袋に入れ、採集した日付、場所、植物名、個数、重さを記録した。採集した植物は温度25℃、日長条件を明期：暗期＝14：10で2～3ヶ月間保管し、それらの植物から羽化した成虫をすべて回収した。回収した成虫は99.5%エチルアルコールに浸漬保存し、形態的特徴によりカタビロとその他の虫に区別し、個体数を記録した。

3. 試験結果

沖縄島における2024年度の調査結果を表に示した。果実については、ショウガ科1種、ブドウ科1種、マンサク科1種、クワ科8種およびナス科1種から5科12種の190本から3,299.3g、2,903個を採集した。また、葉・茎および気根についてはクワ科2種、ウリ科2種およびナス科1種の3科5種の55本から521.1gを採集した。それらの植物のうち45本からその他の虫が7,166頭採集されたが、カタビロは確認されなかった。

表. 沖縄島における環境影響評価 2024年度

植物名		採集部位	採集重量(g)	採集個数	虫が採集された木の本数		調査本数	
科名	和名				カタビロ	その他の虫(虫数)		
ショウガ科	アオノクマタケラン	果実	154.4	242	0	0 (0)	13	
ブドウ科	ノブドウ	果実	34.8	223	0	1 (6)	6	
マンサク科	イスノキ	果実	51.8	77	0	0 (0)	2	
クワ科	ホソバムクイヌビワ	果実	86.4	371	0	1 (75)	16	
	アカメイヌビワ	果実	123.7	55	0	0 (0)	6	
	イヌビワ	果実	555.7	372	0	5 (612)	45	
	ガジュマル	果実	141.3	292	0	5 (2,948)	14	
	オオイタビ	果実	1133.9	121	0	0 (0)	22	
	オオバインビワ	果実	487.1	148	0	6 (1,360)	23	
	アコウ	果実	165.6	236	0	5 (1,728)	13	
	ハマインビワ	果実	315.7	557	0	6 (244)	24	
	ナス科	テリミノイヌホオズキ	果実	48.9	209	0	1 (5)	6
			小計	3299.3	2,903	0	30 (6,978)	190
クワ科	ガジュマル	気根	130.8		0	1 (3)	22	
	アコウ	気根	8.5		0	0 (0)	1	
ウリ科	ヘチマ	葉	13.9		0	0 (0)	2	
	ケカラスウリ	葉・莖	358.9		0	13 (176)	28	
ナス科	テリミノイヌホオズキ	葉	9.0		0	1 (9)	2	
		小計	521.1		0	15 (188)	55	
		合計	3,820.4	2,903	0	45 (7,166)	245	

アカギヒメヨコバイに対する樹幹注入剤の残効期間

大石 毅

1. はじめに

2019年6月に沖縄島南部の街路樹等のアカギにアカギヒメヨコバイ（以下ヨコバイ）の発生が国内において初めて確認された。本害虫に吸汁された葉は黄化または褐変し、症状がひどいものは落葉する。現在、防除薬剤のひとつとして樹幹注入剤アセフェート97.0%が用いられている。本薬剤の残効期間は2か月程度と考えられているが、残効期間に詳しいデータは少ない。そこで今回は、本薬剤の処理時期の違いが防除効果や残効期間に与える影響について検討した。

2. 方 法

野外における防除効果試験は名護市の北部合同庁舎の敷地内のアカギを対象とした。試験区は、処理時期の異なる9月、10月および11月にアセフェート97.0%を所定量(1個/10cm)処理した対象木を各3本、無処理区として薬剤を処理しない木を3本設定した(表1)。なお、薬剤の処理量および木に関する基礎情報については表1に示した。各薬剤の樹幹注入は、各2024年9~11月の各25日に行った。調査は11月処理区の処理日から1~2週間おきに各木から4複葉採集し、寄生している幼虫の個体数を調査した。

リーフディスク法を用い残効期間について調査した。調査は2025年1月20日、2月17日、3月3日、3月31日に実施した。所定の調査日に各対象木から3複葉採取し、各複葉からヨコバイの寄生していない葉を一枚選び、その葉をハサミで4×4cmに成形し試験に用いた。プラスチック製の円柱状の飼育容器(直径×高さ=90mm×70mm)内に湿らせた濾紙を敷き、その上に成形した葉を1枚とヨコバイの2~5齢幼虫を10頭入れ、幼虫の逃亡を防止するため蓋をした。葉と幼虫を入れた飼育容器は温度25℃、日長条件を明期:暗期=14:10に設定したインキュベーターに静置し、3日後に生存幼虫数を数えた。なお、試験に供試したヨコバイの幼虫は森林資源研究センターの敷地内のアカギに寄生したヨコバイを試験の前日または当日に採集したものをを用いた。

3. 結 果

野外における防除効果試験結果について表2に示した。9月処理区および10月処理区ではそれぞれ薬剤処理後61~189日、31~157日に生存幼虫は観察されなかった。11月処理区については薬剤処理後21日、28日、42日に生存幼虫は観察されたが、その数は0.6頭/複葉以下であり、薬剤処理後の7~126日の生存幼虫数は無処理区に比較して低い値で推移した。

リーフディスク法を用いた調査について表3に示した。9月処理区では薬剤処理後117日において生存幼虫は7.2頭/葉であった。159日以降は8.9~9.8頭/葉で無処理区と同程度に推移した。10月処理区では薬剤処理後87日において生存幼虫が0.5頭/葉であった。その後徐々に生存幼虫数は増加し、98~157日では4.6~6.2頭/葉で推移した。11月処理区では薬剤処理

後 84 日と 112 日に生存幼虫は確認できたがその値は 0.4 頭/葉以下であり、126 日においても生存幼虫が 1.6 頭/葉であった。

野外の防除効果試験においてはいずれの処理時期についても調査期間中の生存幼虫数は極めて低い値で推移したが、リーフディスク法を用いた調査では 9 月処理区は薬剤処理後 117 日では幼虫に対する殺虫効果は低く、10 月処理区では薬剤処理後 129 日以降では殺虫効果はほぼ半減し、11 月処理区では薬剤処理 112 日でも高い殺虫効果を維持することが明らかとなった。

いずれの薬剤処理区においても薬剤処理後およそ 100 日以降に殺虫効果が低下しているのにも関わらず、野外の防除効果試験においては長期間わたって生存幼虫数が観察されないのは薬剤の幼虫殺虫効果以外の要因が影響している可能性があると思われる。

表1. 調査対象木に関する基本情報

試験区	樹No.	薬剤処理数	地際の周囲長(cm)	胸高直径(cm)	樹高(cm)
9月処理区	1	11	105.8	26.2	538
	2	11	102.6	29.2	428
	3	13	114.2	32.2	330
10月処理区	1	13	126.9	33.4	502
	2	10	93.9	27.0	438
	3	11	99.9	27.7	381
11月処理区	1	11	112.1	32.5	424
	2	11	111.0	34.5	380
	3	9	85.0	22.8	330
無処理区	1	— (注)	—	16.3	403
	2	—	—	27.4	349
	3	—	—	37.2	361

注) 薬剤処理なし

表2. 野外における防除効果試験

試験区	調査月日	11月25日	12月2日	12月9日	12月16日	12月23日	12月30日	1月6日	1月20日	2月3日	2月17日	3月3日	3月17日	3月31日
9月	処理後の経過日数	61	68	75	82	89	96	103	117	131	145	159	173	187
	平均値±SD ^(注)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10月	処理後の経過日数	31	38	45	52	59	66	73	87	101	115	129	143	157
	平均値±SD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11月	処理後の経過日数	0	7	14	21	28	35	42	56	70	84	98	112	126
	平均値±SD	1.5±2.7	0.0	0.0	0.6±2.0	0.1±0.3	0.0	0.1±0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
無処理区	平均値±SD	4.4±9.3	5.3±9.9	10.1±24.4	2.8±4.7	5.5±8.4	11.1±17.3	3.2±3.9	3.8±5.2	2.3±2.9	2.3±3.1	1.6±2.8	1.4±3.1	0.3±0.6

注) 数値は1枚葉当たりの生存虫数

表3. リーフディスク法による残効期間の調査

	調査月日	1月20日	2月17日	3月3日	3月17日	3月31日
9月	処理後の経過日数	117	145	159	173	187
	平均値±SD ^(注)	7.2±3.6	5.0±4.0	9.2±1.6	9.8±0.4	8.9±3.0
10月	処理後の経過日数	87	115	129	143	157
	平均値±SD	0.5±1.0	1.1±1.4	4.6±4.1	5.7±4.4	6.2±4.6
11月	処理後の経過日数	56	84	98	112	126
	平均値±SD	0.0	0.1±0.3	0.00	0.4±1.3	1.6±2.9
無処理区平均値±SD		9.7±0.7	10.0±0.0	9.6±1.0	10.0±0.0	9.8±0.7

注) 数値は1葉(4×4cm)当たりの生存虫数

県産有用樹の乾燥特性の把握及び人工乾燥スケジュールの確立

-リュウキュウマツ急速乾燥試験-

井口 朝道・合田 雅浩

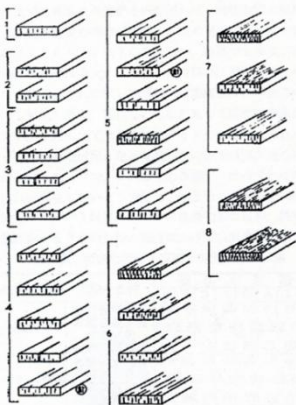
1. 目的

リュウキュウマツは本県唯一のマツ科マツ属の常緑高木で、トカラ列島から先島諸島に分布する南西諸島の固有種である。沖縄全島に広く分布し、松並木の美しい枝ぶりは沖縄を象徴する景観を作り出し、経済的価値も高いことから1967年に県木に指定されている。リュウキュウマツは本県の針葉樹の蓄積の大部分を占め、また一般に針葉樹は広葉樹と比較し乾燥が容易であることから県産木材の利用の面で重要な樹種である。そのため、当センターではリュウキュウマツの乾燥試験を1986年以降実施してきたが、試験体寸法等の方法が近年他の広葉樹で行っている試験のものとは異なっているため、正確な比較ができない状況にある。

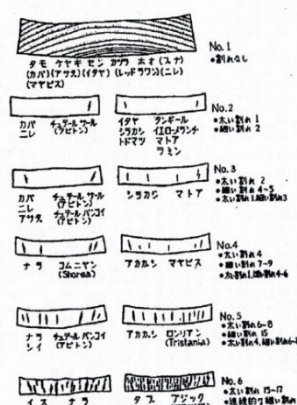
そこで、改めて乾燥特性の把握および乾燥スケジュールの確立に向け、本研究を実施したので報告する。本報では、リュウキュウマツの人工乾燥の適合性を評価するとともに人工乾燥のスケジュール条件を検討するため、無欠点小試験体を用いた急速乾燥試験の結果について報告する。

2. 材料と方法

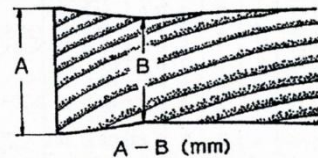
試験には2024年3月上旬に国頭村で伐採され、同月の下旬に企業組合キンモク（金武町）に搬入された7本の丸太（No.1~7）を供試した。2024年4月9日に材厚40mmで製材し、15日までに寸法を20（厚）×100（幅）×200（長）mmとした正板目無欠点小試験体の製作を行った。詳細な試験方法については、令和3年度の業務報告に記載の通りであり、試験体に発生する初期割れ、全乾状態に至った時点での断面の糸巻状変形、内部割れを観察・計測し、図-1（寺澤、2004）に従い損傷の段階を分類した。なお、各丸太から2枚ずつ試験体を製作し、2回に分けて試験を行った後、評価は損傷の種類毎に最も損傷の段階が大きいものを採用した。



第3図 乾燥初期にあられる割れの段階
◎は針葉樹の意味、段階の分類は割れの最も甚だしい時の状態で行う



第4図 内部割れの段階
No. 1で()をしてあるものは材質にて、No. 2~No. 3の割れの生ずる樹種



第5図 断面の糸巻状の変形の測定方法
かどの一番厚いAと1~2cm入ったところで一番薄くなっているBとの差

厚さの差 A-B(mm)	損傷の段階			
	1	2	3	4
0~0.3	0.3~0.5	0.5~0.8	0.8~0.2	
5	6	7	8	
	1.2~1.8	1.8~2.5	2.5~3.5	3.5以上

図-1 初期割れ（左）、内部割れ（中央）、断面の糸巻状変形（右）の損傷の分類

この各損傷の段階から、人工乾燥スケジュール条件（初期乾球温度、初期乾湿球温度差、終末乾球温度）を作成する際は、表-1（寺澤、2004）のとおりとし、損傷の種類毎に選択された各乾燥条件の中から最も緩やかな条件となる値を採用した。さらに、既往の文献値を参考にして、乾球温度が45~60℃となる、より緩やかな条件についても作成した。

決定した乾燥条件をもとに、初期乾球温度は含水率35%まで一定とし、そこから含水率15%時に終末温度になるように、また乾湿球温度差については、初期含水率の2/3まで一定とし、そこから最終の温度差が15℃になるように調整し、乾燥経過中の含水率に応じた人工乾燥スケジュールを作成した。

表-1 損傷の種類と段階による乾燥条件

損傷の種類	乾燥条件	損傷の段階							
		1	2	3	4	5	6	7	8
初期割れ	初期温度	70	65	60	55	53	50	47	45
	初期温度差	6.5	5.5	4.3	3.6	3.0	2.3	2.0	1.8
	終末温度	95	90	85	83	82	81	80	79
断面の糸巻状変形	初期温度	70	66	58	54	50	49	48	47
	初期温度差	6.5	6.0	4.7	4.0	3.6	3.3	2.8	2.5
	終末温度	95	88	83	80	77	75	73	70
内部割れ	初期温度	70	55	50	49	48	45		
	初期温度差	6.5	4.5	3.8	3.3	3.0	2.5		
	終末温度	95	83	77	73	71	70		

3. 試験結果

試験によって確認された各損傷の程度を評価することで得られた乾燥条件を表-2に、また既往の文献値を参考にし、より緩やかになるよう設定した乾燥条件を表-3に示す。さらに、それぞれの乾燥条件における乾燥スケジュールを作成した（図-2）。

表-2 損傷の種類毎の評価から求めた乾燥条件

損傷の種類	評価値	乾燥条件 (単位: °C)		
		初期温度	初期温度差	終末温度
初期割れ	6	50	2.3	81
断面変形	3	58	4.7	83
内部割れ	1	70	6.5	95
総合評価		50	2.3	81

表-3 文献値を考慮したより緩やかな乾燥条件

乾燥条件 (単位: °C)		
初期温度	初期温度差	終末温度
45	2.3	60

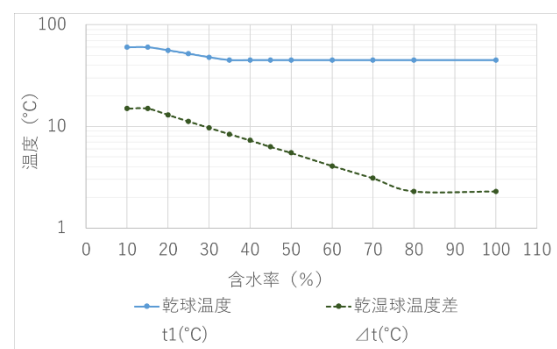
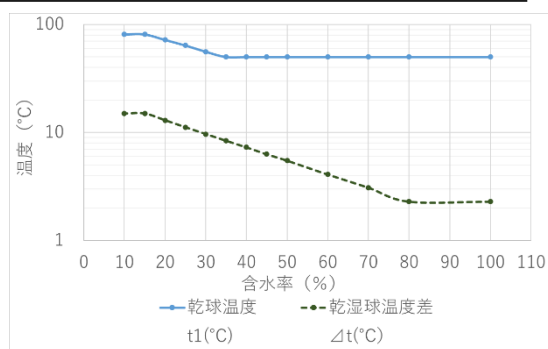


図-2 乾燥スケジュール（左は表-2、右は表-3に対応したスケジュール）