

# 亜熱帯島嶼森林環境の変動監視システムによる追跡調査

-気象観測露場の継続観測-

伊藤 俊輔

## 1. はじめに

沖縄島北部の森林地域は亜熱帯島嶼という特殊な環境下にあり、希少な動植物の生息域であるとともに、林業の中心地として森林施業が行われてきた。また、本地域は沖縄島の重要な水源と位置づけられており、これら森林環境、水源の水位を考察する上で基盤となる森林気象に関する諸データの蓄積および解析は非常に重要である。アメダス等の気象庁の観測基地は都市部や海岸部に設置されているため、本地域の森林気象について、実測例は少なく、継続観測した事例はほとんどない。そこで、本研究課題では2009年から国頭村西銘岳に気象観測露場を設置し、継続観測を実施している。今回は2021年における観測結果について報告する。

## 2. 方法

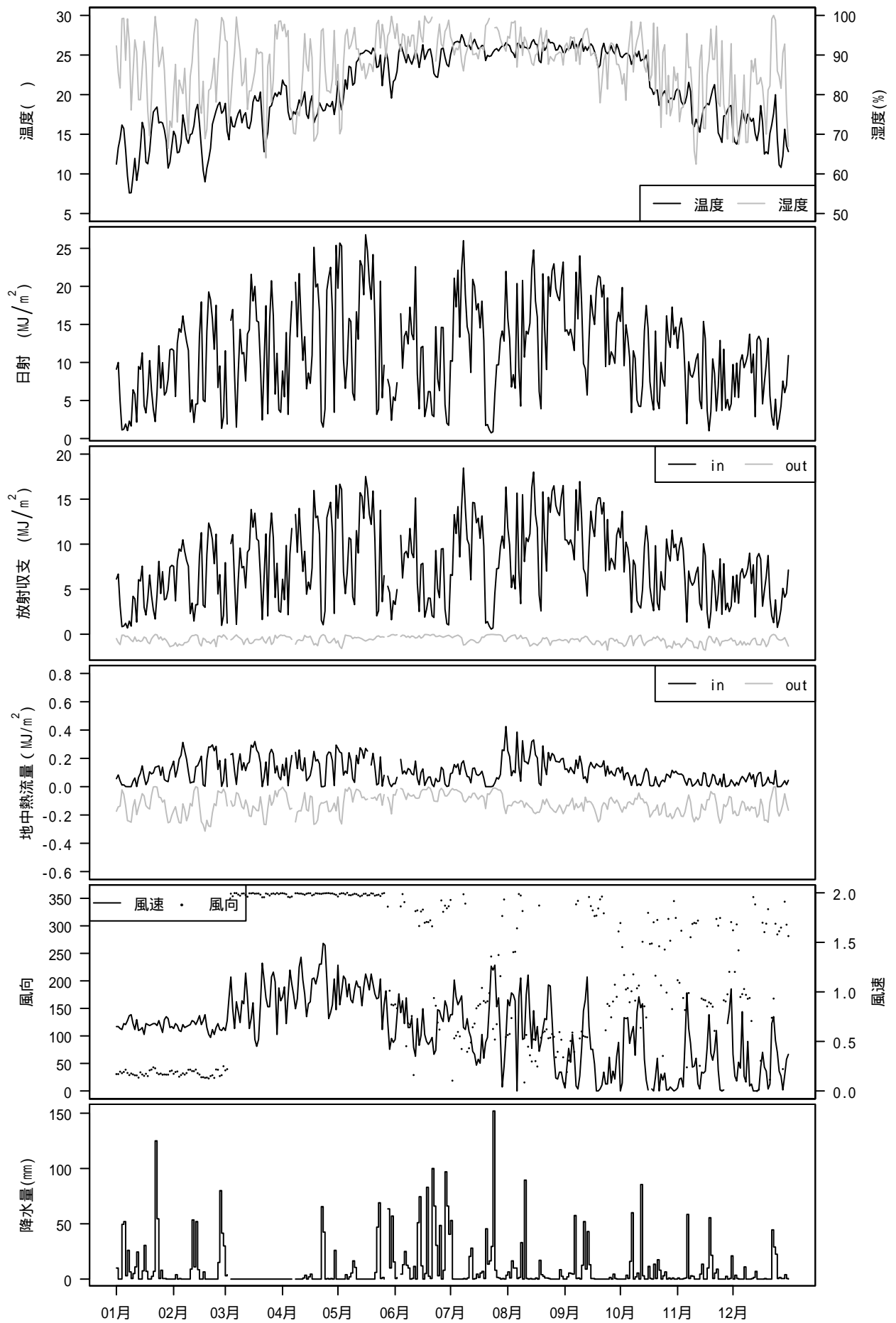
2009年に西銘岳に設置した観測露場（北緯26.810833、東経128.273055）を用いて、2021年1月から12月まで森林気象観測を行った。観測は表の機器を用いて行った。測器のデータは10分間の平均値を記録し、1日単位で集計した。ただし、雨量計データは10分間の積算値とした。

表. 観測露場に設置中の測器一覧

観測機器	メーカー/型式	運用期間	備考
温湿度計	ヴァイサラ/HMP155A	2020. 8. 13-	
放射収支計	クリマテック/CPR-Q7	運用開始不明	2020. 7. 7 ドーム交換
日射計	デルタオーム/LP PURA03	2020. 9. 3-	
風速計	メットワン/034B	2020. 8. 13-	
地中熱流板	プリード/PHF-02	2016. 9-	
転倒ます雨量計	ウイジン/U-Dot-BP-DKBN	運用開始不明	
データロガー	キャンベル/CR1000X	2021. 3. 3-	

## 3. 結果

観測結果は図に示した。放射収支、地中熱流量は日中の入射と夜間の放射に分けて図示した。



図．気象観測露場における観測結果

# 海岸防災林の効果向上技術開発に関する研究

漢那 賢作・伊藤 俊輔

## 1. はじめに

海岸防災林は、潮風害や高潮浸水等に対する災害防止機能により農地や居住地等を保全し、農林水産業の振興や生活環境の向上に重要な役割を果たしている。

特に、本県は周囲を海に囲まれ、また、地理的特性から台風や季節風による被害を受けやすい環境下にある。

このような中、本土においては特に震災後、海岸防災林の存在が見直され、防災林の災害防止機能に関し研究が盛んに行われているが、本県では、気象条件の違いや樹種が全く異なることから本土の研究例を一概に適用することが難しいため、本県の実態に即した海岸防災林の整備・改良手法が求められている。今回は、台風時の風向風速調査を行ったので報告する。

## 2. 方法

2021年台風6号の観測を中城村安里で行った(図-1)。観測は気象予報を参考に調査地に吹く風向が観測に適した範囲内となるタイミングで行い、観測期間は7月19日15時から26日15時とした。

観測に適した風向の判断基準は、海岸から防災林に対する風向の中心角度となる90度から±30度(60度～120度)の範囲内とした(図-2)。

観測機器は2次元超音波式風向風速計(ONSET社:S-WCG-M003)、データロガー(ONSET社:H21-002)を用い、風向風速計の設置地上高は汀線、陸側ともに1.7mとし、汀線1箇所(林縁の前面から3m地点)、陸側1箇所(林縁の背後24m地点:最高樹高の3h)にそれぞれ設置した(図-3)。風速のデータは10秒間隔で記録した値を1分で平均した値で示した。

## 3. 結果

観測期間中の汀線の全観測風向(16方位)と、その時の5m/s以上の風速を抽出した(図-4)。風向は0度～250度の範囲に集中し、瞬間最大風速は27m/s、平均風速は10m/sであった。次に、対象となる風向の範囲を主風向±30度に限定した60度～120度における陸側の減衰率(陸側/汀線)を示した(図-5)。その時の瞬間最大風速は24m/s、平均風速は11m/sであり、汀線に対する陸側の風速減衰率を求めた結果、平均風速では15%、瞬間最大風速では22%まで減少する結果を示した。

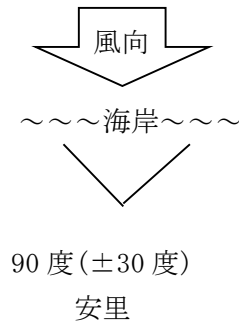


図-1 調査位置図

図-2 主風向角度

図-3 調査地の状況

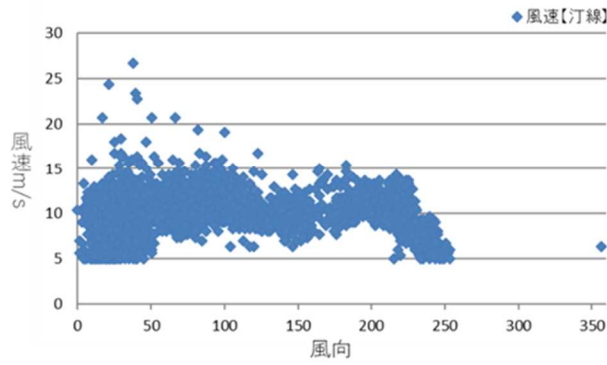


図-4 汀線の全観測風向と風速

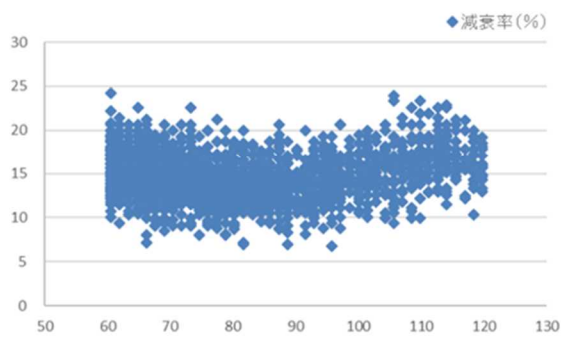


図-5 汀線の主風向の範囲 (60度～120度：±30) と陸側の風速減衰率

# 海岸防災林の効果向上技術開発に関する研究

～台風 10 号の風速実測と実測データに基づく風速シミュレーション～

伊藤 俊輔・漢那 賢作

## 1. はじめに

海岸防災林は、潮風害や高潮浸水等に対する災害防止機能により農地や住居地等を保全し、農林水産業の振興や生活環境の向上に重要な役割を果たしている。特に、本県は周囲を海に囲まれ、また、地理的特性から台風や季節風による被害を受けやすい環境下にある。

このような中、本土においては特に震災後、海岸防災林の存在が見直され、防災林の災害防止機能に関し研究が盛んに行われているが、本県では、気象条件の違いや防風林を構成する樹種が全く異なることから本土の研究例を一概に適用することが難しいため、本県の実態に即した海岸防災林の整備・改良手法が求められている。本報では、台風襲来時の風向風速調査を実施し、実測データに基づいた風速シミュレーションを行ったので報告する。

## 2. 方法

2020 年 9 月に沖縄島に接近した台風 10 号の観測を名護市字喜瀬の海岸防災林（北緯 26.535861°、東経 127.943959°）で行った。観測は台風接近前の 9 月 4 日 11 時から台風通過後の 9 月 7 日 11 時まで行った。観測機器は、2 次元超音波式風向風速計（ONSET 社：S-WCG-M003）、データロガー（ONSET 社：H21-002）を用いた。観測機器の設置場所は、汀線側 1 箇所（林縁の前面から 3m 地点）、陸側 1 箇所（林縁背後 24m 地点、最高樹高（H）の 3 倍の距離）とし、センサー部分の高さが 1.7m となるように設置した。風向風速データは 1 分間に 6 回取得した値の平均値として記録した。風速のシミュレーションは流体シミュレーションソフト Flowsqar+（Nora Scientific 社製、バージョン 2019R3.1）を用いた。図-1C のシミュレーション領域は高さ 30m、奥行き 70m、図-1D、E の領域は高さ 200m、奥行き 300m に設定した。

## 3. 結果

防風効果は、防風林に直行する角度である  $350^{\circ} \pm 30$  の風（主風向）について、汀線側主風向が観測された同時刻の陸側の風速も同時に抽出し比較した。その結果、陸側の実測風速は汀線側の 13.4%であった（図-1A）。汀線側主風向のうち 10m/s 以上の最頻値である 10.69m/s の風を観測した際の陸側の風を抽出した結果を図-1B に示した。喜瀬防災林の 3D モデルに基づいた風速シミュレーション（設定風速 10.69m/s、実測地点とシミュレーションの測定地位が一致するように設定）の結果、陸側の風速は実測値とシミュレーションが概ね一致しており（図-1B、C）、シミュレーションの有効性が示された。領域を拡大し、観測（図-1E のピンクの立方体の位置）した結果、防風林の最高樹高の 14.4H までは、50%の減風効果が確認された（図-1D、E）。なお、今回は、実測値とシミュレーションは一致したが、活用したソフトは 3D モデルの風の透過率を設定ができないため、風速が強まるにつれ実測とシミュレーションに乖離が発生する可能性がある。

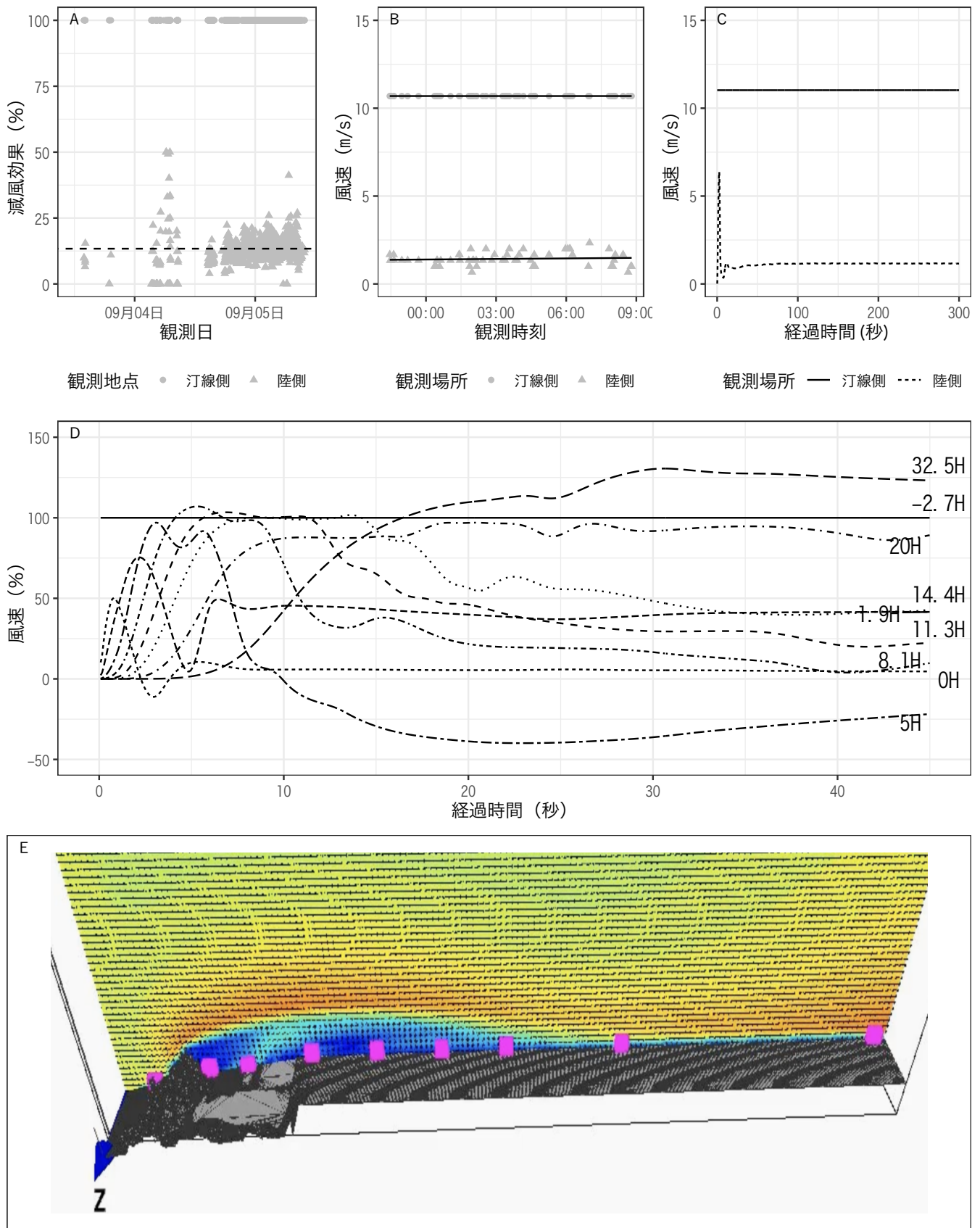


図-1 台風10号の観測結果とそれに基づくシミュレーション結果

A : 汀線側主風向で観測された風速を100とした場合の汀線側と同時に観測された陸側風速の減風効果。B : 汀線側主風向の最頻値である10.69m/sの風速を汀線側で観測された同時刻に観測された陸側の風速。C : 風速を10.69m/sに設定し、実測時と同じ位置で測定したシミュレーション結果。D : 風速を10.69m/sに設定し、モデルを防風林背後に拡大した際のシミュレーション結果(図中の数字は防風林の高さの倍数を表す)。E : Flowsuar+によるシミュレーション画面。

# 松くい虫に強いリュウキュウマツ品種の選抜

-実生苗木への連年接種-

久高 梢子

## 1. 目的

リュウキュウマツのマツ材線虫病に強い家系は、これまでに 11 家系が抵抗性候補木として選抜されているが、採種園を構成するには家系数が少なく、遺伝的多様性を確保するため追加選抜する必要がある。また、その選抜方法は、実生苗に接種試験を行って母樹を抵抗性家系として選抜する方法であったが、樹齢が高くなると接木や挿木が困難になるため、クローン検定や採種園の造成に資する苗木を生産することができず問題となっていた。一方、クロマツ等では激害地で生存した個体の実生家系に接種試験を行い、生き残った個体自体を選抜する実生家系選抜が行われており、この選抜方法は、クローン増殖が容易な若齢家系を得ることができるため、リュウキュウマツにおいても選抜が可能か検討を行った。今回は、クロマツ等の実生家系選抜方法に準じて、実生苗（同一個体）に対する連年（2020 年と 2021 年）接種の結果を報告する。

## 2. 材料と方法

供試苗木は 32 家系 984 個体で、2019 年 1 月に沖縄県森林資源研究センター（以下沖森研とする）のガラス室内で播種・育苗し、2020 年 1 月に沖森研内の圃場へ移植した。線虫接種は、2020 年 7 月 21 日（以下、2020 年接種）と 2021 年 7 月 15 日（以下、2021 年接種）に行った。2020 年接種は、苗高が 15 cm 以上の個体を接種の対象とした。また、2021 年接種は、前年接種後に生き残った個体のうち接種日まで生き残った個体を対象とした。線虫接種方法は常用されている改良剥皮法により行い、線虫接種頭数は、2020 年接種で 5,000 頭/50 $\mu$ l、2021 年接種で 10,000 頭/100 $\mu$ l とした。線虫は島原個体群（林木育種センター九州育種場から譲渡）を使用した。接種日から 20 週目に、苗木の状態を確認し、全針葉が赤褐色に変色した個体を枯死、それ以外の個体を生存とし、接種本数に対する生存個体の本数割合を生存率とした。また、生存個体のうち病徴が見られない個体を健全とし、接種本数に対する健全個体の本数割合を健全率とした。

林木育種センター品種開発実施要領「マツノザイセンチュウ抵抗性品種」（国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター）（以下実施要領）に準じて、2021 年接種の生存個体を一次検定合格個体とした。

## 3. 試験結果

各家系の連年接種の結果は表-1 のとおりである。2020 年接種の生存率は 0～31%、2021 年接種の生存率は 55.6～100%で、業務報告 No31、32 で報告された接種結果と同様、1 年目は低く 2 年目は高くなった。また、各家系の健全率は生存率と大きく変わらず、生存した個体はほとんどが健全であった。2020 年接種本数に対する一次検定合格個体の本数割合（総生存率）は各家系 0～

30.8%で、22家系74個体の一次検定合格苗を得た。また、そのうちの8家系18個体はこれまで実生苗木の連年接種による選抜が行われたことのない地域（今帰仁村及び石垣市）の家系であった。

一次検定合格個体は、今後実施要領に準じてクローン検定（二次検定）を行い、家系の抵抗性を検証する予定である。

表-1 実生家系選抜の一次検定結果

家系	選抜区分	母樹所在地	2020年接種			2021年接種			一次検定合格個体数	総生存率	
			接種本数	生存率	健全率	接種本数	平均苗高 (cm)	生存率			健全率
AI-1	強制線虫接種	名護市	33	3.0	3.0	1	28	100.0	100.0	1	3.0
AI-3	強制線虫接種	名護市	40	12.5	10.0	4	63	75.0	75.0	3	7.5
AI-16	強制線虫接種	名護市	31	12.9	12.9	4	61	100.0	100.0	4	12.9
AI-18	強制線虫接種	名護市	29	31.0	31.0	9	60	66.7	66.7	6	20.7
AI-19	強制線虫接種	名護市	47	6.4	6.4	3	41	66.7	66.7	2	4.3
AI-105	強制線虫接種	名護市	29	0.0	0.0	0					0.0
大島り-8-1	強制線虫接種	名護市	24	8.3	8.3	2	81	100.0	100.0	2	8.3
大島り-8-4	強制線虫接種	名護市	38	23.7	21.1	9	71	100.0	100.0	9	23.7
仲里り-1	強制線虫接種	名護市	23	8.7	4.3	1	37	100.0	100.0	1	4.3
仲里り-13	強制線虫接種	名護市	38	2.6	2.6	1	48	100.0	100.0	1	2.6
精2701	精英樹	名護市	39	12.8	12.8	5	53	100.0	100.0	5	12.8
精302	精英樹	名護市	26	30.8	30.8	8	77	100.0	100.0	8	30.8
精303	精英樹	名護市	31	29.0	25.8	9	41	55.6	55.6	5	16.1
* 精英樹八重山	精英樹	石垣市	37	5.4	2.7	1	65	100.0	100.0	1	2.7
No.1803	被害林分	国頭村	14	0.0	0.0	0					0.0
No.2413	被害林分	浦添市	40	0.0	0.0	0					0.0
No.2418	被害林分	浦添市	37	29.7	27.0	11	52	63.6	63.6	7	18.9
No.2419	被害林分	浦添市	34	8.8	5.9	3	53	100.0	100.0	3	8.8
宜野湾No.2	被害林分	宜野湾市	21	4.8	4.8	0					0.0
* 仲原馬場No.1	被害林分	今帰仁村	30	0.0	0.0	0					0.0
* 仲原馬場No.2	被害林分	今帰仁村	28	10.7	7.1	3	47	66.7	66.7	2	7.1
* 仲原馬場No.3	被害林分	今帰仁村	31	16.1	12.9	4	75	100.0	100.0	4	12.9
* 仲原馬場No.4	被害林分	今帰仁村	32	6.3	3.1	1	56	100.0	100.0	1	3.1
* 仲原馬場No.5	被害林分	今帰仁村	8	0.0	0.0	0					0.0
* 平久保No.1	普通母樹林	石垣市	27	0.0	0.0	0					0.0
* 平久保No.2	普通母樹林	石垣市	40	0.0	0.0	0					0.0
* 平久保No.3	普通母樹林	石垣市	40	7.5	7.5	3	96	100.0	100.0	3	7.5
* 平久保No.4	普通母樹林	石垣市	26	0.0	0.0	0					0.0
* 平久保No.5	普通母樹林	石垣市	41	7.3	4.9	2	73	100.0	100.0	2	4.9
* 平久保No.6	普通母樹林	石垣市	43	11.6	11.6	5	72	80.0	80.0	4	9.3
* 平久保No.9	普通母樹林	石垣市	27	0.0	0.0	0					0.0
* 平久保No.10	普通母樹林	石垣市	38	2.6	2.6	1	74	100.0	100.0	1	2.6
総計			984			89				74	

注1：\*はこれまで実生苗木への接種検定が行われたことのない家系。

注2：選抜区分において、強制接種とは過去に強制的に線虫接種が行われ生き残った個体、精英樹とは沖縄県が精英樹として選抜した家系、被害林分とはマツ材線虫病被害林分において生き残った個体、普通母樹林とは沖縄県が指定した普通母樹林内の個体から種子を得たことを示す。

注3：総生存率は、2020年接種次の接種本数に対する一次検定合格個体の本数割合。



# 松くい虫に強いリュウキュウマツ品種の選抜

-挿木試験及び挿木苗の活着率-

久高 梢子

## 1. 目的

リュウキュウマツのマツ材線虫病に強い家系は、これまでに 11 家系が抵抗性候補木として選抜されているが、採種園を構成するには家系数が少なく、遺伝的多様性を確保するため追加選抜する必要がある。クロマツ等のマツ材線虫抵抗性品種の開発においては、激害地で生存した個体の実生家系に接種試験を行い、生き残った個体自体を選抜する実生家系選抜が行われており、リュウキュウマツにおいても 2017 年からこの方法で 1 次検定合格個体を選抜した。次の段階では、2 次検定として当該個体のクローンに線虫接種を行うが、リュウキュウマツは接木が困難であることから、本試験では挿木によるクローン増殖の可能性について検討した。

## 2. 材料と方法

採穂台木は、2017 年から 2018 年に 2 回線虫接種して生き残った個体のうち、17 家系 17 個体（17 系統）（採穂時 6 年生）とした。採穂台木は、萌芽枝を誘導するために 2019 年に剪定を実施し、挿穂には発生した萌芽枝を用いた。2021 年 2 月 4 日に採取した挿穂を一晩流水に漬け、翌日、穂長を 10cm、着葉量は穂長の 2/3 程度に調整し、挿口は返切りして 2 倍希釈したオキシベロンに 10 秒浸漬して、細粒鹿沼土に挿し付けた。系統ごとの挿穂数は、表-1 のとおりである。その後、森林資源研究センター（以下沖森研）内のガラス室のビニルトンネル内で朝夕ミストかん水により管理した。

約 3.5 ヶ月後の 2021 年 5 月 10～17 日に挿穂を堀上げ発根調査を行い、挿穂の状況（発根の有無、挿穂の新芽・葉の枯損）を確認した。また、発根有り挿穂は根の本数を数え、根の数により発根の程度を発根グレードで表した（表-2）。調査後は直ちに沖森研内の圃場へ移植した（移植本数は表-1 の通り）。移植は 1 反復につき 17 系統をランダムに配置し、4 反復とした。移植から約 7.5 ヶ月後の 2022 年 1 月 7 日に、活着本数を確認した。

## 3. 試験結果

2021 年 5 月の挿穂の状況別本数割合は図-1 のとおりであった。挿し付本数に対する発根あり挿穂数の割合（発根率）は、系統ごとでは 9～68%で、全体では 45%だった（図-1）。また、発根はないが、挿穂の新芽や葉が緑色で生きているものが 20～91%で、全体では 46%を占めており、これらの発根の可能性について今後検討することで、さらに多くの挿木苗を得ることができると考えられる。

2021 年 5 月に移植した本数に対する 2022 年 1 月 7 日活着本数の割合（活着率）は、系統ごとでは 30～100%で、全体では 87%であった（表-1）。また、活着率と移植時の挿穂の発根の程度

との関係を検討するため、発根グレードを順位変数の説明変数とし、活着の有無を目的変数として系統を切片のみランダム効果とした一般化混合線形モデル（ロジスティック回帰）による解析を行った（図-2）。その結果、発根グレードは活着の有無に影響を及ぼしており、発根グレードが高いほど活着率が高くなる傾向が確認された。

表-1 系統ごとの挿付本数、移植本数及び活着本数

系統	2021/2/5	2021/5月	2022/1/7		
	挿し付本数	移植本数 (発根ありの本数)	活着本数	活着率%	得苗率%
AI-1	40	21	19	90.5	47.5
AI-6	40	22	19	86.4	47.5
AI-14	38	13	10	76.9	26.3
AI-16	39	11	10	90.9	25.6
AI-17	22	2	1	50.0	4.5
AI-18	40	20	18	90.0	45.0
NO.2413	40	10	3	30.0	7.5
NO.2418	40	26	23	88.5	57.5
NO.2419	39	11	11	100.0	28.2
精301	40	27	23	85.2	57.5
精303	39	14	13	92.9	33.3
仲里リ-10	40	19	18	94.7	45.0
仲里リ-13	40	12	11	91.7	27.5
仲里リ-14	36	13	11	84.6	30.6
仲里リ-15	40	26	24	92.3	60.0
仲里リ-17	39	21	18	85.7	46.2
仲里リ-30	38	25	23	92.0	60.5
総計	653	293	255	87.0	39.1

表-2 発根グレード

発根グレード	根の本数
1	1
2	2
3	3~5
4	6~10
5	11以上

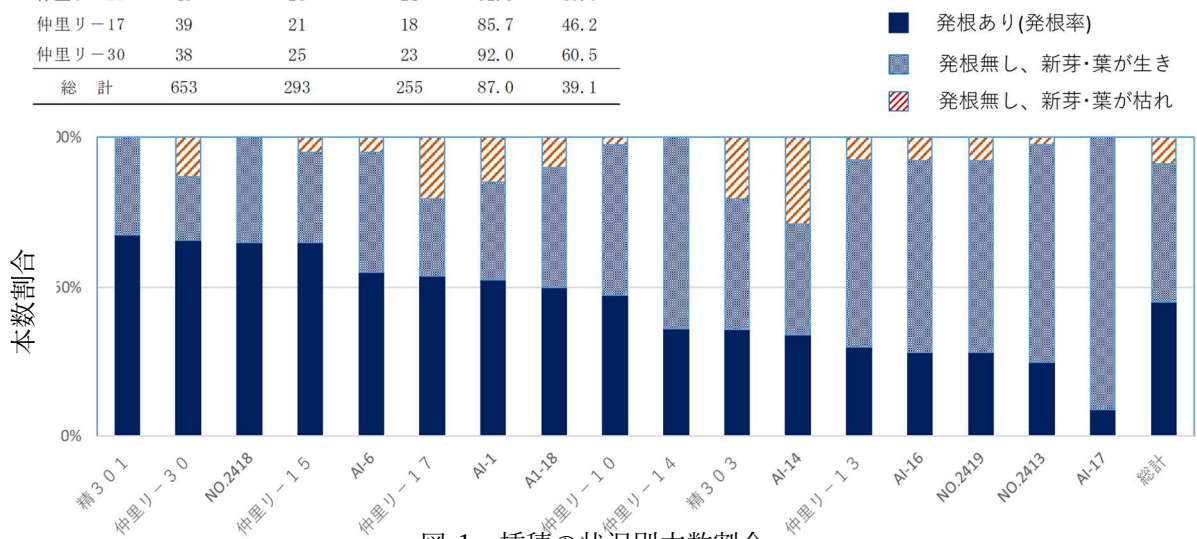


図-1 挿穂の状況別本数割合

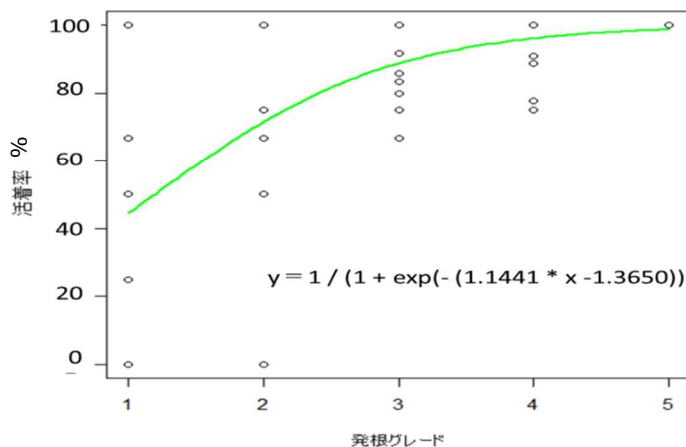


図-2 発根グレードと活着率の関係