

ISSN 1882-1855

# 研 究 報 告

No.55

沖縄県森林資源研究センター

〒905-0012 沖縄県名護市字名護4605-5

TEL.0980-52-2091

FAX.0980-53-3305

# 目 次

## 研究報告

国頭村各種施業地の固定試験地における林分構造について……………	1
生 沢 均	
沖繩本島北部広葉樹林の改良伐後の林分動態について……………	7
生 沢 均	
家系別リュウキュウマツ苗における時期別線虫接種調査……………	15
酒 井 康 子	
嵐山採種園内のリュウキュウマツ個体における開花調査……………	20
酒 井 康 子	
早生樹種の高度利用に関する研究……………	25
－樹脂含浸－	
伊 波 正 和	
樹齢の異なるカンヒザクラにおける時期別付傷試験……………	29
酒 井 康 子	

# 研 究 報 告

# 国頭村各種施業地の固定試験地における林分構造について

生沢 均

## 1. はじめに

沖縄県の森林は、民有林73,805haのうち、北部の森林は45,070haとなっている。このうち、人工林6,179ha、天然林35,457haとなっている。この人工林のうち、5,672haが育成単層林施業地で、このうち、4,185haがリュウキュウマツ、その他ではイスノキ、エゴノキ、クスノキ、イジュ、センダン等が造林されてきている。また天然林のうち、5,559haが育成天然林施業地となっている。

### (1)

しかしながら、北部森林の森林利用・開発は、高嶋（2）によると、森林施業のみならず農地開発などにより1970年代に北部森林に大きなインパクトを与えたと述べている。また、小高（3）によると、北部森林については、戦前・戦後を通じて伐採等されなかった森林はほとんどないこと報告している。

一方で、本県の民有林（73,805ha）のうち、約66%（48,902ha）が10令級以上の森林となっており、これらの森林管理については、過去に行われた森林施業が自然環境へ与えた人為インパクトの影響を明らかにし、ヤンバルクイナやノグチゲラ等の希少な動植物の生息地への影響や今後の林分の動態を見極める必要がある。

そこで、本研究は、本島北部地域の皆伐の形状・サイズの相違や各種森林施業地において、自然環境へ与える影響について、森林微気象の観測や希少動物・昆虫の生息調査を通じて明らかにするとともに、森林の動態の長期観測を実施し、北部森林の森林管理手法の開発を行うものである。

なお、本研究は、沖縄振興特別推進交付金を活用した「南西諸島の環境保全及び生物相

に配慮した森林管理手法に関する研究事業」の一環で実施しているものである。

## 2. 試験地の設定及び調査方法

図1に試験地位置図を、表1に試験地の概要を示す。調査は、森林施業地の対照として天然生林2箇所、育天施業地は施業後1年、5年、10年を、エゴノキ造林地（20年～30年生）は3箇所、イスノキ造林地（20年～30年生）は3箇所、壮齢マツ造林地（20年～30年生）を3箇所、老齢マツ造林地（40年生以上）を3箇所、皆伐後0年、5年、10年目（イジュ造林）の計21箇所設置した。そのうち、表中○印の箇所は森林の微気象、土壌水分等の観測地点である。

毎木調査は、胸高直径3cm以上の全立木について、胸高直径および樹高測定を行った。なお、樹高については調査地の1/4の面積において測定を行い、直径と樹高の関係式を調整し幹材積表から材積を算出した。

また、稚樹（樹高1.2m以上胸高直径3cm以下）の調査は、各試験地の中心部分10×10mの方形区で実施した。

微気象の観測については、風向・風速、温湿度、日射、地中温度（5、20、50cm）、土壌の乾湿状況等を実施した。

なお、森林の微気象観測については別途とりまとめを行うこととしている。



図1 試験地の位置図

表1 試験地の概況

プロット名	観測機器	記号	座標		標高	造林樹種等	斜面方位
			緯度	経度			
対照(広葉樹) 1	○	co1	N26.80986	N128.27358	297	スギ等、育天	北西
対照(広葉樹) 2		co3	N26.80642	N128.27428	362		南東
育天 1年	○	ikuten1	N26.71944	N128.26903	184		尾根
育天 5年	○	ikuten5	N26.71956	N128.26936	182		尾根
育天 10年	○	ikuten10	N26.79992	N128.26153	299		南西
エゴ造林 1		e1	N26.80867	N128.29239	250	エゴノキ	南西
エゴ造林 2	○	e2	N26.80886	N128.29361	252	エゴノキ	南東
エゴ造林 3		e3	N26.80103	N128.30464	72	エゴノキ	南東
イヌノキ造林 1		i01	N26.78167	N128.27897	210	イヌノキ	西
イヌノキ造林 2		i02	N26.78350	N128.27764	200	イヌノキ	東
イヌノキ造林 3		i03	N26.78425	N128.27814	201	イヌノキ	北西
マツ(老齢) 1		mo1	N26.81697	N128.29919	160	マツ	東
マツ(老齢) 2		mo2	N26.81628	N128.29936	162	マツ	東
マツ(老齢) 3		mo3	N26.81844	N128.30239	143	マツ	南東
マツ(老齢) 4	○	p-1	N26.84300	N128.26275	186	マツ(イヌノキ等)	北東
マツ(壮齢) 1	○	my1	N26.81939	N128.29856	193	マツ	北西
マツ(壮齢) 2		my2	N26.80981	N128.30275	140	マツ	南西
マツ(壮齢) 3		my3	N26.80267	N128.29344	259	マツ	南
皆伐0年	○	kaibatu0	N26.82039	N128.27336	190	イジュ、クスノキ等	北西
皆伐5年	○	kaibatu5-1	N26.82944	N128.30236	118	クスギ	南東
皆伐10年	○	kaibatu10	N26.82028	N128.27058	260	イジュ	東

### 3. 研究の結果及び考察

表2に各施業地の林分総括表を、写真1に各施業地の様子を示す。対照区については、昭和31年頃に林班の一部においてスギ造林も行われたようである。また、試験地付近に炭がまがあり、過去伐採された経緯のある林分で70年生以上になっていると考えられる。林分総括表から対照区(広葉樹林)では、

材積量が $500\text{m}^3$ を超える値を示し極めて高い。育天10年においても $400\text{m}^3$ を超え、マツ老齢1においても $400\text{m}^3$ を超える林分である。一方、皆伐10年は現状の林分形態はイジュ造林地で約 $110\text{m}^3$ の材積量となっている。径級分布からみるとほとんどの林分で径級の小さな部分の本数が多い分布となっている。

表2 林分総括表

プロット名	本数	平均直径	平均樹高	材積	直径階級別本数									
					<5cm	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
	(N/ha)	(cm/ha)	(m/ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(N/ha)	(N/ha)	(N/ha)	(N/ha)	(N/ha)	(N/ha)	(N/ha)	(N/ha)	(N/ha)	(N/ha)
対照(広葉樹) 1	5,275	10.5	7.4	641.5	1,975	1,700	475	275	325	150	175	150	0	50
対照(広葉樹) 2	6,150	9.5	8.2	536.7	2,375	1,825	800	400	300	275	125	50	0	0
育天1年	5,100	8.6	5.9	228.8	1,100	2,500	875	450	150	25	0	0	0	0
育天5年	4,325	9.2	5.9	229.9	1,225	1,375	1,075	475	125	50	0	0	0	0
育天10年	5,000	10.2	7.3	427.3	1,725	1,325	900	375	450	75	75	50	25	0
エゴ造林1	11,900	6.6	7.1	264.1	4,050	6,200	1,400	225	25	0	0	0	0	0
エゴ造林2	5,100	9.8	9.9	384.9	1,650	1,400	1,050	650	275	50	0	0	25	0
エゴ造林3	4,650	9.5	9.3	296.5	675	2,425	950	375	150	25	0	25	0	25
イスノキ造林1	4,025	9.2	9.5	205.1	550	2,150	925	275	100	25	0	0	0	0
イスノキ造林2	6,000	8.5	6.8	224.7	1,025	3,275	1,450	200	50	0	0	0	0	0
イスノキ造林3	6,450	7.6	7.6	196.2	1,500	3,475	1,225	250	0	0	0	0	0	0
マツ(老齢) 1	3,575	11.1	9.5	447.3	1,050	1,125	450	450	175	150	25	125	25	0
マツ(老齢) 2	3,700	9.5	9.4	266.3	1,100	1,325	600	425	100	100	50	0	0	0
マツ(老齢) 3	5,000	8.2	7.6	213.4	1,525	2,075	850	475	25	25	25	0	0	0
マツ(壮齢) 1	9,625	6.6	6.7	275.6	4,775	3,200	1,100	400	100	25	25	0	0	0
マツ(壮齢) 2	8,900	7.7	8.8	347.9	2,900	3,875	1,525	400	50	150	0	0	0	0
マツ(壮齢) 3	8,050	7.4	8.0	295.4	3,375	2,650	1,275	650	50	50	0	0	0	0
マツ(老齢) 4	2,050	12.5	9.9	287.5	625	400	350	275	125	150	100	25	0	0
皆伐10年	3,100	8.7	6.0	114.7	350	1,600	1,100	25	25	0	0	0	0	0

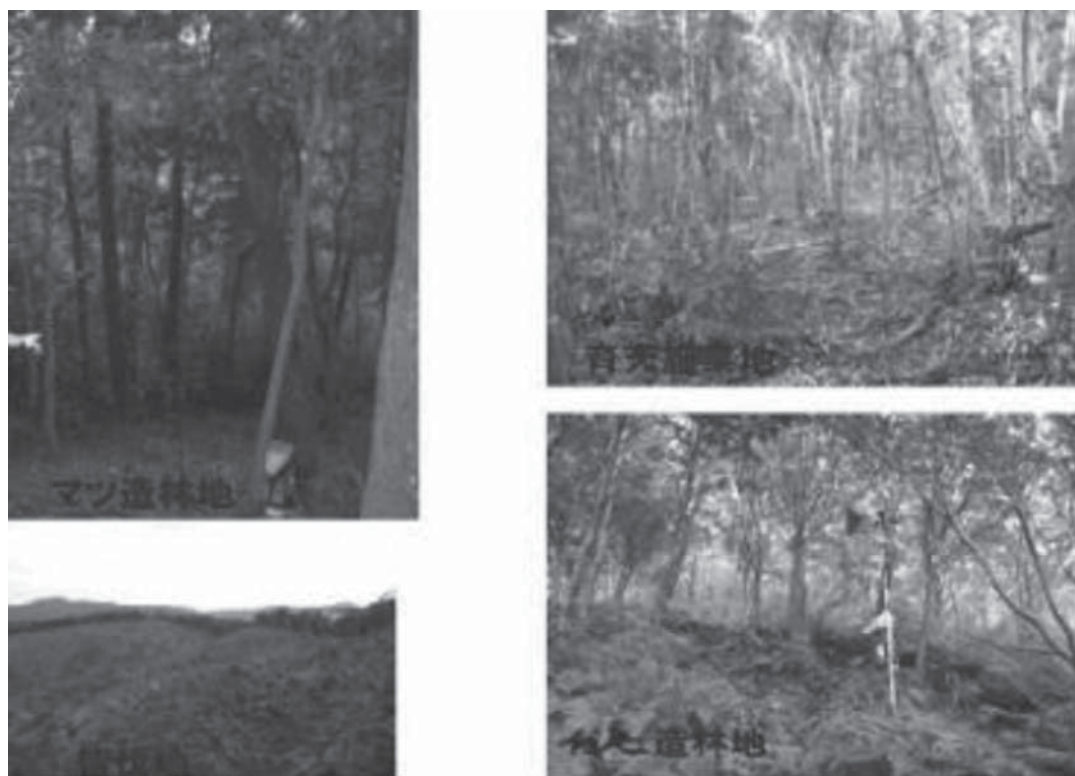


写真1 国頭施業地

図2に对照区である天然生林および育成天然林施業地の樹種構成(材積割合)を示す。对照区(天然生林)では、イタジイの構成割合が最も高く、その他多数の樹種で構成され、樹種数は38種および26種となっている(図2上段)。育成天然林施業地では施業後1年および5年ではイタジイが最も多く、それぞれ26種および21種の樹種構成であった(図2下段)。これは、有用樹種および素性の良い立木を残す施業を入れた結果、对照区と比較し少ない樹種数となったと推定される。一方、育天後10年の施業地では他の育天施業地と異なりイタジイの構成割合が非常に少ない(図2下段)。これは施業効果と言うよりも、むしろ元タフカノキやヤマモモの多く出現している特異な林分といえる。この試験地は傾斜の急な斜面に位置し、表層には礫の多いやせた土壌となっていることも関係していると考えられる。

図3は広葉樹であるイスノキおよびエゴノキを造林した施業地の樹種構成を示す。エゴノキ造林地では概ねイタジイが優占し、エゴノキの材積は約5~18%程度となっている(図3上段)。エゴノキ造林地は、県内でも比較的良好的な造林地が見られ、20年生から30年生の林分が多い。一方、イスノキ造林地ではイタジイと共にイジュの優占度が高く、イスノキの材積割合は多くても6%以下と非常に少ないものであった(図3下段)。イスノキは、最近まで多く造林されている樹種であり、これも20年生から30年生の林分に設置されている。これらの結果から、広葉樹を造林する場合、少なくともイスノキについては植栽地の選定と保育作業が重要であると考えられる。

図4は沖縄県の造林主要樹種であるリュウキュウマツを造林した施業地の樹種構成を示す。壮齢林分(20年から30年生)では、イタジイが優占し、リュウキュウマツは多くて約8%の材積しかないが、老齢林分(40年

以上)では、約21%の材積を示す施業地も見られた。リュウキュウマツ林は、本県でも最も経済価値の高い林分であるが、1980年頃から松くい虫による被害が深刻な問題となっている。図4中の調査地は被害を受けた林分であるため、それぞれの調査地ではリュウキュウマツよりもイタジイに加えて、ヒサカキ、イジュ、またはエゴノキによって占有されてしまっている。

図5に比較的造林樹種がよく育ち、樹種構成が施業目的に沿った調査地を示す。リュウキュウマツ老齢林(約40年生)では、リュウキュウマツが約3割を占め、さらにイジュが約4割の材積を占めている(図5左)。この調査地は松くい虫による被害が見られず、現在でも定期的に防除剤の空中散布が定期的に行われている。ここには平成5年にイスノキ、イヌマキも樹下植栽されたが、現在では見当たらない。一方、皆伐後イジュが植栽され10年経過した調査地を図5右に示すが、イタジイはほとんど見られず、イジュが5割以上の材積を占める。10年生のイジュ造林としては110m<sup>3</sup>と良好的な材積となっているが、これは調査地近傍を通る林道建設時の土砂を利用した場所であることが有効に働いたと考えられる。

このように各種施業地に比較して对照林(広葉樹林)では材積量が大きく、樹種が豊富であった。一方、造林樹種を植栽したとしても必ずしも造林木が優占するわけではなく、多様な樹種構成が見られた。特にエゴノキやイスノキ造林地では、目的樹種の割合をどのように増やすかが課題であり、イスノキについては30年(標準伐期)での造林は困難といえる。リュウキュウマツ林においても、中・下層は多様な樹種で構成されていた。また、今回調査されたリュウキュウマツ林のうち過去に松食い虫による被害を受けた林分は沖縄本島北部では多く見られるため、今後その林分をどのように扱うか検討を要する。

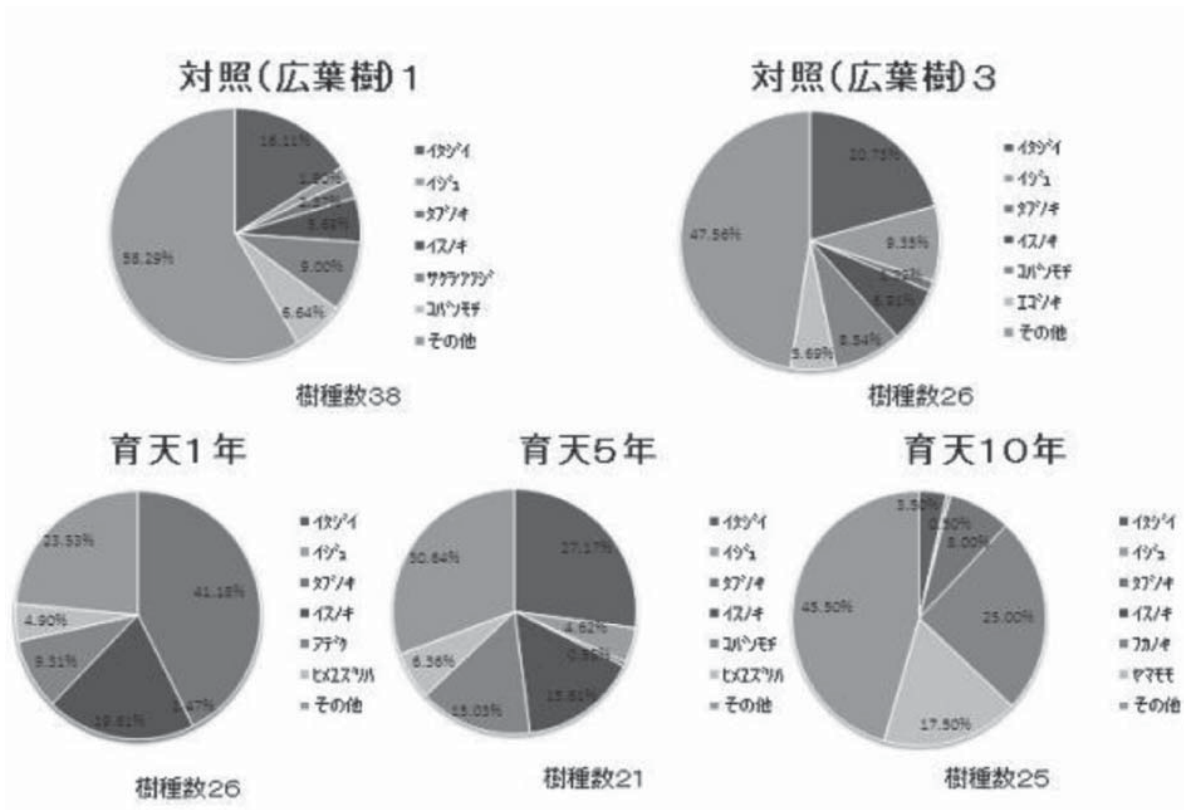


図2 対照区及び育成天然林施業地の樹種構成(材積割合)

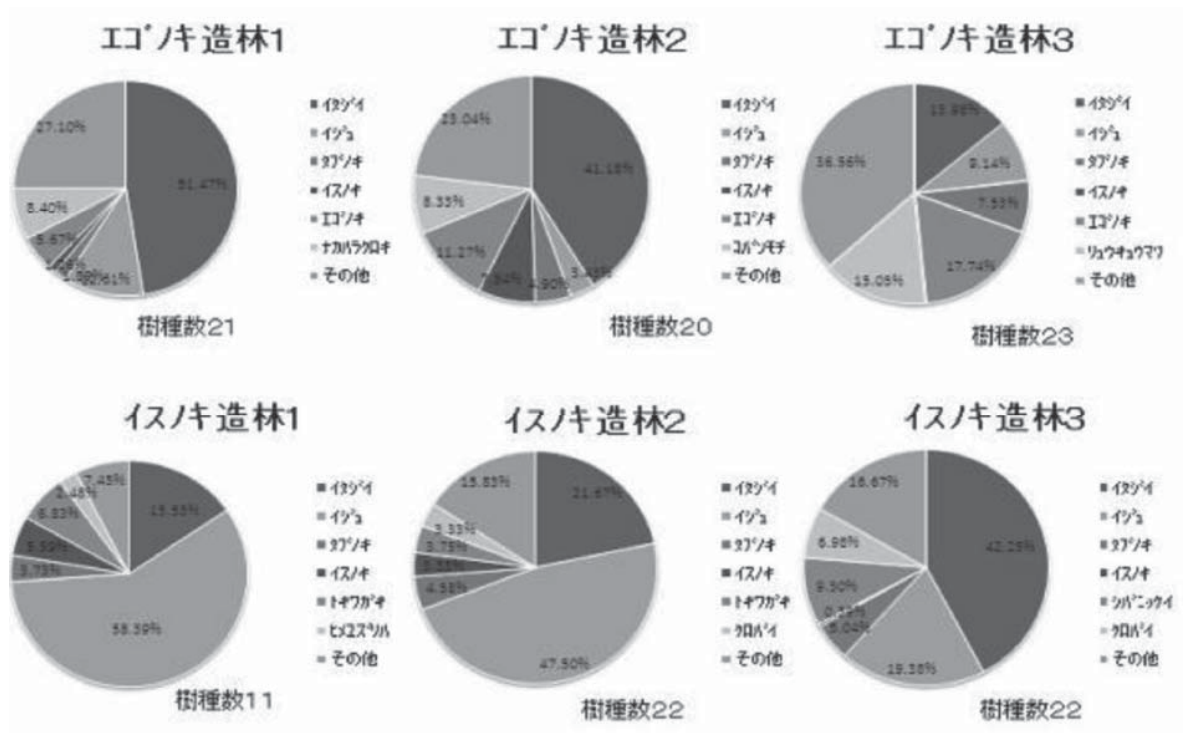


図3 広葉樹造林地の樹種構成(材積割合)



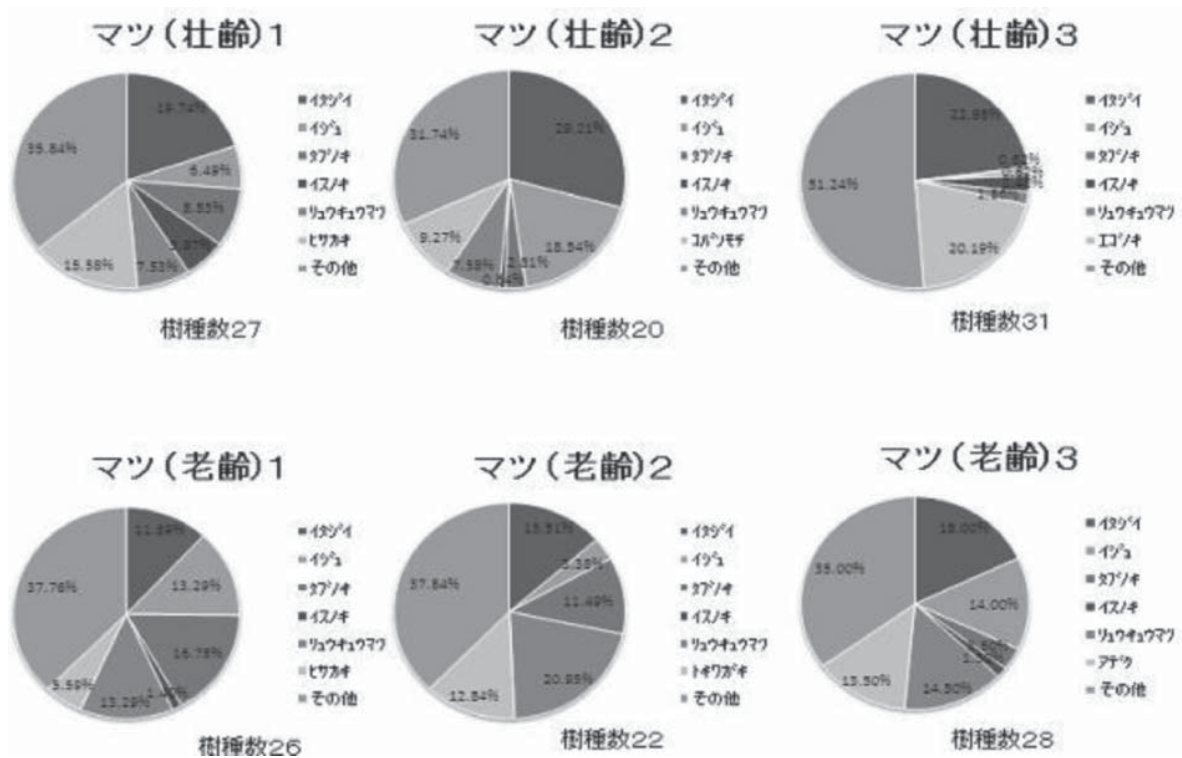


図4 リュウキュウマツ造林地の樹種構成 (材積割合)

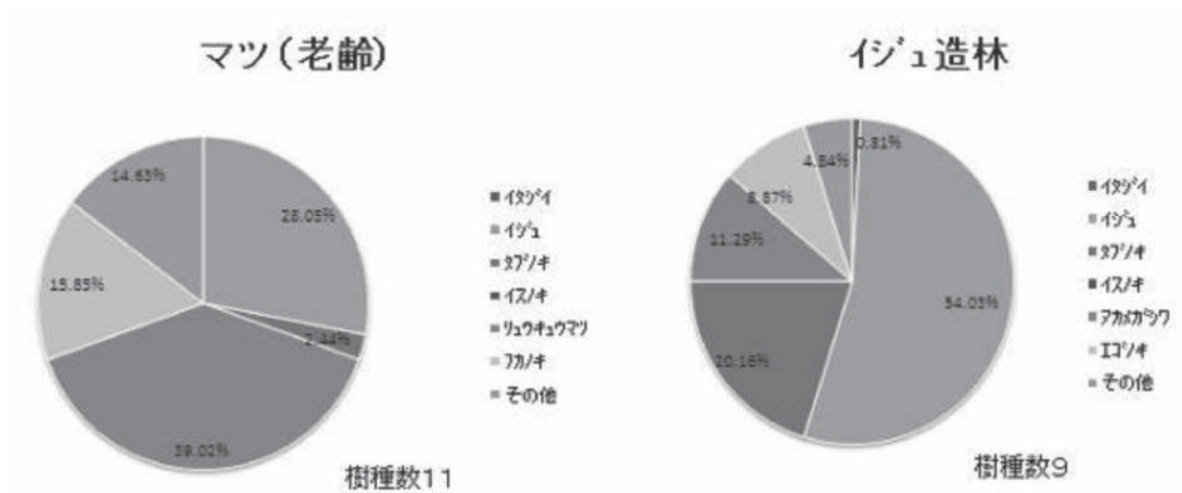


図5 造林好成績地の樹種構成 (材積割合)

引用文献

- (1) 沖縄県農林水産部森林緑地課 (2012) 沖縄の森林・林業. 農林水産部森林緑地課
- (2) 高嶋ら (2008) 空中写真から判読した沖縄島北部地域における森林利用・開発の推移. 九州森林研究61: 57-60

- (3) 小高信彦 (2009) 沖縄島北部やんばる地域の持続可能な森林利用について. 森林技術No.806:28-29

# 沖縄本島北部広葉樹林の改良伐後の林分動態について

生沢 均

## はじめに

沖縄県の広葉樹林は、イタジイが主体とした林分が多くを占めており、大部分の森林が標準伐期令（30年）を超えている。

林相は戦中・戦後の過伐とその後の手入れ不足により極度に悪化し形質不良木や小径木、利用価値の低い樹種が多くを占め、経済的価値を期待できる林分がほとんど見られない（1）。このため、沖縄県では、昭和47年以来、天然林改良事業（育成天然林施業）等の森林整備を実施してきたが、林分育成の目標や、施業後の林分が過密等、改善を要する部分が指摘されている（2）。さらに、当該地域の森林は、建築用材や木工用材、薪炭用や食用菌原木、チップ等の林産物を供給するだけではなく、ヤンバルクイナやノグチゲラ等の希少な動植物の生息地としても注目されており、世界自然遺産候補地として生態系の保全が求められている（3）。

このため、沖縄本島北部地域の森林施業については、将来にわたって森林の生態を保全していく区域と、資源の循環利用を図る区域のゾーニングとともに、資源を利用する区域であっても生態系を配慮した施業が求められている。

そこで、本研究では、本島北部に広く分布するイタジイを主体とする広葉樹林について、経済性の高い森林への誘導技術とともに、森林の生物多様性に配慮した森林管理を確立していくことを目的とし、皆伐後成立した約35年の森林に林分の改良を目的とした育天施業（除伐・間伐）と樹下植栽を行い、その後の林分の動態を調査したものである。

なお、本研究は内閣府の沖縄振興特別調整費を活用した「亜熱帯島嶼域における森林の

環境保全と資源利用に関する研究推進事業（平成20年度～22年度）」の一環として実施したものである。

## 1. 試験地

図-1、2に試験区の位置及び配置図を、表-1に試験区の処理水準及び面積を示す。

試験地は沖縄県名護市許田の東方2kmに位置する森林資源研究センター南明治山試験林140ha内の、標高約100mの林班界沿いに設定した。試験地の土壌は、弱乾性の黄色土が広く分布しているが、傾斜の上部には表層グライ系赤黄色土も分布している。

試験地の配置は、20m×20mの方形区を尾根道沿いに連続して12区設けた。なお、第12区目は、場所の関係から、10m×10mの方形区を4箇所設置して1区とした。各処理



図-1 試験地の位置図

表-1 試験区の内容

試験区	処理水準	面積 (ha)
A	無処理区	0.04
B	弱度改良伐（材積率 15% 除・間伐）	0.04
C	中度改良伐（材積率 30% 除・間伐）	0.04
D	強度改良伐（材積率 45% 除・間伐）	0.04

区の設定にあたっては、これら12区を3ブロック（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ）に分け、それぞれのブロックに4処理水準を設けた。

試験地の設定は、昭和21年頃皆伐され萌芽等により更新したイタジイを主体とした林分に対し、昭和59年（約35年生林分）に設置した。

## 2. 試験の方法

試験区は、対照区（A）、材積割合で15%の弱度改良伐区（B）、材積割合で30%の中度改良伐区（C）、および材積割合で45%の強度改良伐区（D）とした。改良伐の方法は、育成天然林整備事業の手引き（4）に基づき、沖縄県で構造材として利用可能なイジュ、タブノキ、エゴノキ、オキナワウラジロガシなどを育成目的樹種とし、それらの形質と立木配置を考慮して目標率まで伐採した。

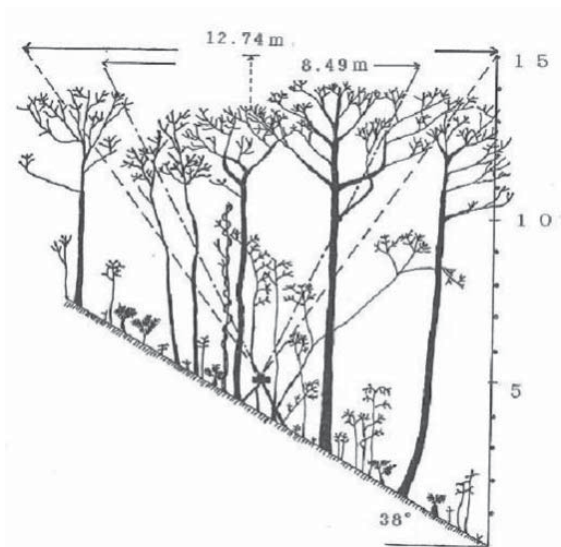


図-2 試験区の配置図

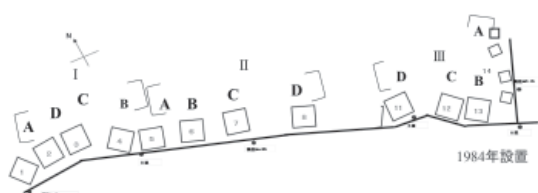


図-3 開空部の測定方法

図-3に開空部調査方法を示す。開空部の調査は各プロット中心、高さ1m位置にカメラを水平に設置し28mmレンズを用いて林冠部を撮影した。撮影した林冠部の写真は2値化し、点格子板を用いて開空率を解析した（5）。また、全ての試験区において、改良伐直後、改良伐1年目、2年目、4年目、6年目、25年目に林冠部を撮影し開空率の解析を行った。

林内への樹下植栽は、改良伐直後のA（対照区）を除く各区に、イスノキ10本、イジュ10本、イヌマキ20本を行った。また、調査は1年後と25年後に生存本数と樹高を調査した。

毎木調査は、樹高1.2m以上の稚樹を含む全立木の胸高直径を測定し、樹高は、各プロットの1/4（10×10m）の面積で計測し、直径-樹高の回帰式を求め、これを個体毎に当てはめて材積量を算定した。なお、調査は試験地設定後、5年目および25年目に行った。また、毎木調査では胸高直径3cm未満の立木を稚樹として区分した。

各試験区の混み具合の推移を検討するため、相対幹距を用いて検討を行った。

相対幹距 $S_r$ （%）は、次式で示される。

$$\text{相対幹距 } S_r (\%) = 10,000 / (H \times \sqrt{N})$$

H: 上層木の平均樹高、N: 立木本数

相対幹距は、沖縄県の「育成天然林整備事業の手引き」（4）では改良伐の伐採基準として用いている。この基準は、沖縄の樹種構成が多様な広葉樹林であっても、スギ林と同様な数値基準として活用できることが分かっている（6）。

枯死木量調査については、各プロットの1/4（10×10m）の面積において、枯死木を立木と倒木に区分し、立木については胸高直径と樹高から材積を求めた。

また、倒木量は、森林土壌インベントリ方法書（7）を参考に、腐朽度を5区分し、現地で秤量した。また、倒木の腐朽度区分ごと

表-2 林分調査結果 (3cm以上)

試験区	施業前				施業後				5年目				25年目			
	直径	樹高	立木本数	材積	直径	樹高	立木本数	材積	*)	*)	**)	*)	n.s.)	n.s.)	n.s.)	n.s.)
	(cm)	(m)	(本/ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(cm)	(m)	(本/ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	直径	樹高	立木本数	材積	直径	樹高	立木本数	材積
A	8.0	7.6	7,300	208.6	8.0	7.5	7,300	208.6	7.9	7.5	6,450	204.1	9.3	7.3	4,750	249.8
B	8.2	7.6	7,217	213.0	9.0	8.0	4,825	181.2	9.3	8.1	4,633	185.1	9.2	7.2	4,550	244.2
C	8.3	7.7	7,542	218.8	10.2	8.4	3,267	148.3	9.8	8.3	3,383	156.2	8.7	6.8	4,492	233.8
D	8.0	7.5	7,450	211.1	10.1	8.3	2,508	111.8	9.7	8.2	2,817	125.3	8.7	6.9	4,358	216.6

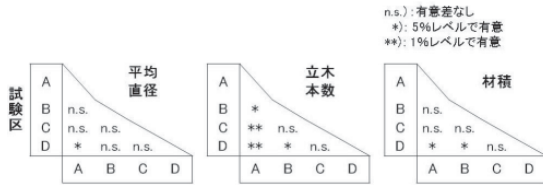


図-4 林分因子の多重比較 (5年目)

に、サンプルを持ち帰り、100℃で一週間乾燥して含水率を求め、その値を乗じて乾燥重量とした。

採材可能量の調査は、各区で胸高直径20cm以上の立木について、長さ3mで採材できるかどうかについて毎木調査を実施した。

#### 4. 結果と考察

##### (1) 林分概況の推移

表-2に林分調査結果の推移を、図-4に林分概況の分析結果を示す。平均直径は、A区では施業前8.0cmが、5年目は7.9cm、25年目は9.3cmと1.3cm増加した。B区は8.2cmが、5年目は9.3cm、25年目は9.2cmと1.0cm増加した。C区は8.3cmが、5年目は9.8cm、25年目は8.7cmと5年目と比較し、約1.0cm減少していた。D区は8.0cmが、5年目は9.7cm、25年目は8.7cmと5年目と比較し、1.0cm減少した。

haあたりの立木本数は、A区では7,300本が、5年目は850本、25年目は2,550本減少したが、B区では施業後から25年目まで大きな増減はなかった。C区は施業後、25年目で1,225本増加、D区でも1,850本増加し、伐採率が高いほど本数が増加した。

材積は、A区では208.6m<sup>3</sup>が5年目204.1m<sup>3</sup>と若干減少し、25年目では41m<sup>3</sup>増加した。また、B区では施業後25年で63m<sup>3</sup>、C区は施業後25年で86m<sup>3</sup>、D区は104m<sup>3</sup>と伐採率が高いほど増加する傾向があった。

これらのことから、A区では皆伐後60年を超える林令となっても、材積量が増大していることが明らかになった。

5年目の平均直径、平均樹高、立木本数、材積についてのTukey-Kramer法の多重比較の結果、平均直径では、A区とD区間、立木本数では、B区とC区およびD区の間を除く区間、材積ではA区とD区およびB区とD区間で有意な差が認められたが、25年目では、それぞれ有意な差は認められなかった(図-4)。

##### (2) 樹種別本数

図-5~8に各試験区の樹種別本数の推移を、図-9に稚樹(DBH3cm未満)の出現本数を示す。図中には、育成目的樹種とそれ以外の樹種を区分して示した。

各試験区の出現樹種について、過去の報告(1)と比較すると、本島北部地域広葉樹林の平均的な樹種構成と類似していた。各試験区の樹種別の立木本数では、イタジイが最も多く、ついで、コバンモチ、ヒメユズリハ、イスノキ、イジュ等が多かった。各試験区の樹種構成について、設定前と設定後の25年目と比較すると、A区ではイスノキ、ヒメユズリハ、アデクが増加し、イタジイは減少した。目的樹の本数は、ha当たり5,027本が大幅に減少し、2,153本となった。B区ではイ

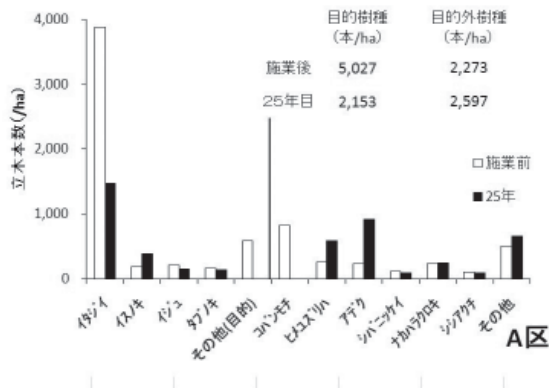


図-5 樹種別本数 (A区)

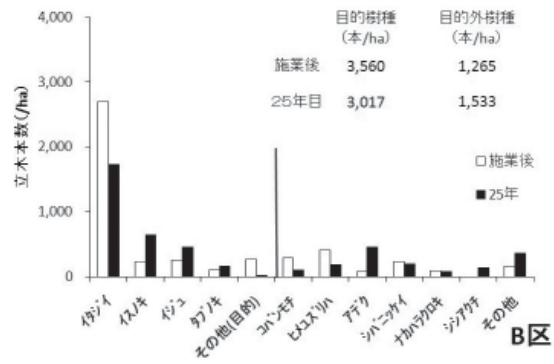


図-6 樹種別本数 (B区)

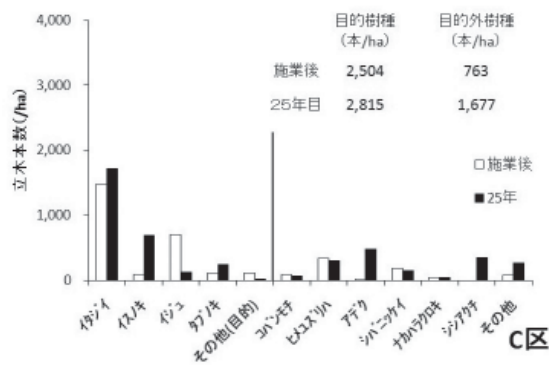


図-7 樹種別本数 (C区)

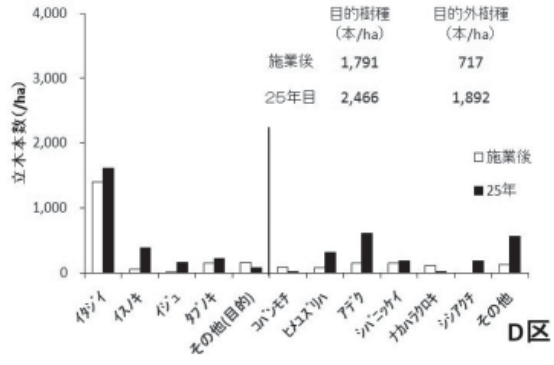


図-8 樹種別本数 (D区)

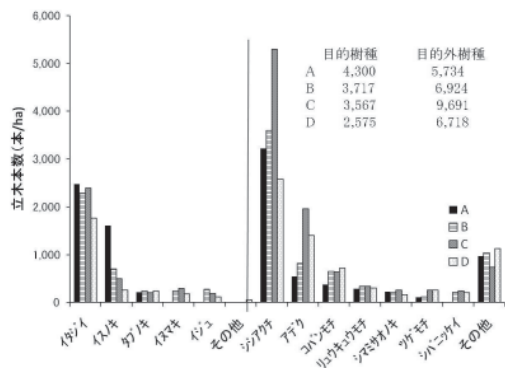


図-9 樹種別本数 (稚樹)

イスノキ、イジュが増加し、イタジイ、ヒメユズリハが減少した。目的樹種本数は、施業後3,560本が25年目では3,017本と543本減少した。

C区ではイスノキ、シシアクチが増加し、イジュが減少した。

25年目での各試験区の稚樹の出現本数は、

全ての区でイタジイとシシアクチが多い特徴が見られた(図-8)。ただし、イタジイでは実生は見られず、ほぼ萌芽によるものであった。イスノキについては、全区において本数が減少する傾向がありアデクでは増加の傾向があった。さらに、タブノキでは各処理区に関係なく同様な成立本数となっていた。イタジイについては、B区(伐採率15%)以下の伐採率では萌芽が抑制され、徐々に構成率が減少した。イスノキを除いて、育成目的となる樹種の増加は期待できるわけではなく、コバンモチやアデク等が増加する傾向が見られた(図-9)。

一方、C区(伐採率30%)以上の伐採率ではイスノキの出現本数が増加したが、イタジイもha当たり1,250本を超える本数に増加した。さらに、中層から下層を占めるシシアクチの構成が優勢となった。目的樹種について

は、施業後イスノキについては増加が期待できるが、イタジイを除いた他の目的樹種は、稚樹の出現状況からも、時間の経過による大きな増加は望めなかった（図-9）。

### (3) 林内の光環境の変化

図-10に試験区の開空率の経年変化を示す。なお、図中の値は各処理区の3プロットの平均値で示した。

開空率は、設定時ではA区：4.2%、B区：22.5%、C区：27.9%、D区：42.0%となっており、開空率の値は、処理区間に有意差があったが、4年目ではA：6.1%、B：19.6%、C：21.3%、D：24.7%となり、開空率は処理区間で有意差が見られなくなった。このことから、材積率45%の伐採強度であっても4年程度で閉鎖し、その後には再度の改良伐が必要になることが考えられる。

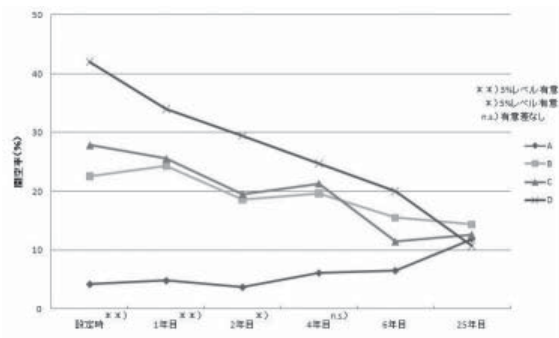


図-10 各処理区の開空率の変化

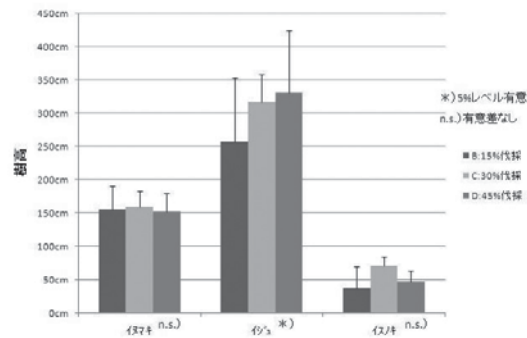


図-11 各処理別樹下植栽木の成長

### (4) 樹下植栽木の成長

図-11に各処理別に樹下植栽木の樹高を示す。表-3に樹下植栽の生存率（1年と25年目）の結果を示す。

植栽木の樹高は平均でイヌマキが約156～159cmとなり、この結果を多重比較した結果、各処理区間（伐採率の違い）の差異は見られなかった。イジュでは約257～331cmとなっており各処理区間では5%レベルで有意差が見られた。施業別ではB<C<D区となり、伐採率に影響している事が明らかとなった。

イスノキでは、約37～71cmで、植栽時の苗の樹高が30cm程度の事から全ての区でほとんど成長していない。

これらの結果から、樹下植栽木はイジュでは、ある程度期待できるが、1度の改良伐では樹下植栽木の成長はあまり期待できないと考えられる。

樹下植栽木の活着率は、1年目ではイヌマキが約77%から90%、イジュで約83%から

表-3 樹下植栽木の生存率比較

		イヌマキ		イジュ		イスノキ	
		1年目	25年目	1年目	25年目	1年目	25年目
B	I	100%	95%	90%	70%	90%	0%
	II	65%	60%	70%	40%	90%	30%
	III	65%	60%	90%	70%	90%	20%
	平均	77%	72%	83%	60%	90%	17%
C	I	95%	90%	100%	70%	100%	20%
	II	65%	75%	100%	90%	100%	20%
	III	95%	85%	100%	100%	100%	40%
	平均	85%	83%	100%	87%	100%	27%
D	I	100%	65%	90%	30%	100%	40%
	II	80%	60%	80%	40%	80%	10%
	III	90%	45%	90%	70%	100%	20%
	平均	90%	57%	87%	47%	93%	23%

100%、イスノキで約90%から100%の生存率を示した。25年目の生存率はイヌマキで約57%～83%、イジュで47%～87%、イスノキで17%～27%となり、植栽木の生存率はC≧B≧Dの順になっているが、分散分析での結果、有意差はなかった。イスノキは、全体的に生存率が低く、最も生存率の高いC区でも平均で約27%となっており、1年目の生存率と比較すると全体的に極めて低くなっている。また、分散分析の結果、各処理区には生

存率に有意差はなかった。なお、イスノキについては、平田ら（9）も同様な報告もしている。

（5） 相対幹距

図-12に相対幹距の推移を示す。各試験区の相対幹距の推移は、施業前11.4%~12.3%が、施業後20.2%、5年目では19.0%まで増加し、25年目では12.5%~13.1%に低下した。この結果から、各試験区の林分は25年目では対照区とほぼ変わらない混み具合となっているといえる。

以上の結果から、沖縄で改良伐を実施する場合の数値として15%を基準としている（4）が、伐採率15%では、大きな改善効果は期待できず、30%以上の伐採率で改善効果が大きく、45%の伐採率では目標となる相対幹距の数値を大きく超えた。しかしながら、30%および45%の伐採率であっても、25年経過すると、混み具合はA区と差がなくなる結果となった。

（6） 枯死立木及び倒木量

表-4に各処理区毎の枯死立木量と倒木量を、図-13に倒木量の多重比較を示す。環境省の報告（10）によると、育成天然林施業では立木を伐採することにより、森林内に存在する倒木・落枝などの材が一時的に増加し、その後発生が抑制され、20年間を超えても甲虫類の種数・個体数が長期間影響を受

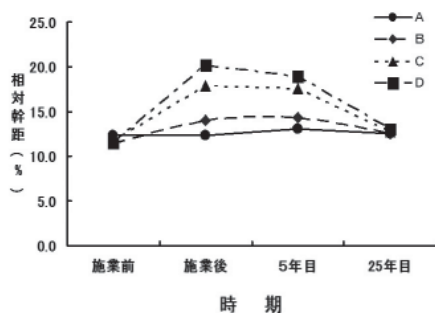


図-12 各処理区の相対幹距の推移

けることを指摘している。

25年目での調査結果では、枯死立木数については、haあたり470本~600本、枯死木材積量は11.3m<sup>3</sup>~16.8m<sup>3</sup>となり処理区間で有意な差が認められなかった。倒木量については、haあたり1.5t~5.9tとなりTukey-Kramer法の多重比較の結果、C区とD区間で有意な差が認められた。この結果から、45%の伐採率では25年経過しても倒木量は他の試験区と比較しても少なく、立木間の競合は他の処理区に比較し低いと考えられる。それ以外の低い伐採率では、枯死立木数及び倒木量は、無処理区と差がなくなっているものと考えられる。

（7） 採材可能量

表-5に各試験区の採材可能量（DBH:20cm以上、L:2m以上）について、図-14に採材可能量の多重比較を、表-6に採材可能樹種の概要を示す。

採材可能量は、A区ではha当たり25本~75本、B区は175本~325本、C区は175本~250本、D区では100本~300本となった。この結果を用いたTukey-Kramer法の多重比較の結果は、A区と他の試験区間で差が認められ、明らかに施業によって採材量が多くなった。

表-4 各処理別の枯死立木量

試験区	要因	n.s.	n.s.	*)
		枯死立木数 (本/ha)	枯死立木材積 (m <sup>3</sup> /ha)	倒木量 (t/ha)
A区(対照)		500	15.3	3.5
B区(15%伐採)		500	15.3	3.4
C区(30%伐採)		600	16.8	5.9
D区(45%伐採)		470	11.3	1.5

倒木量は乾燥重量

A				
B	n.s.			
C	n.s.	n.s.		
D	n.s.	n.s.	*)	
	A	B	C	D

図-13 倒木量の多重比較

表-5 採材可能量

試験区	ブロック	数値：ha 当たり本数			
		I	II	III	合計
A区(対照)		25	50	75	150
B区(15%伐採)		200	175	325	700
C区(30%伐採)		175	250	250	675
D区(45%伐採)		100	225	300	625

玉数は、DBH: 20cm、L: 2mを一玉とする。

表-6 採材可能樹種の概要

出現樹種	出現数 (本/ha)	採材可能数(本/ha)					採材可能樹種 構成割合(%)
		A	B	C	D	合計	
イタジイ	5,750	50	100	200	150	500	23.3
イジュ	225	50	100	25	25	200	9.3
タブノキ	150		25	75	50	150	7.0
サカサマシロ	50				50	50	2.3
イヌナギ	25				25	25	1.2
シバニッケイ	950	50	300	275	325	950	44.2
ナカハラクロキ	175		75	100		175	8.1
ヒメスリハ	75		25			25	1.2
コハシ	75		75			75	3.5
合計	7,475	150	700	675	625	2,150	100.0

A				
B	*			
C	*	n.s.		
D	*	n.s.	n.s.	
	A	B	C	D

図-14 採材可能量の多重比較

樹種ごとの採材できる出現数は、シバニッケイがha当たり950本で最も多く、次いでイタジイ、イジュの順となっていた。このうち、イタジイは出現数5,750本の内500本が利用可能であり極めて利用可能率が低かった。このことから、イタジイは構成割合としては極めて高いが、育成目的樹種としては適しないと考えられる。

また、現在は育成目的樹種でないが樹形の良いシバニッケイやナカハラクロキの利用技術の検討も必要と考える。

### まとめ

イタジイを主体とした広葉樹林に改良伐を実施後25年経過した林分構造の変化と昆虫の生息量の指標となる枯損木量と、採材可能量を検討した結果、林分構造の諸量では、既に対照区と差異がないという結果となった。

また、施業によって目的樹種の量も増加し、採材可能量も多くなる結果となったが、樹種構成からは、イタジイが萌芽によって優勢を保つことが明らかとなった。イタジイは、保残しても採材できるものはほとんどない。一方、育成目的外の樹種であるが、シバニッケイやナカハラクロキの採材可能量が多く見られた。このため、イタジイを主体とする広葉樹林の経済的な価値を向上させるためには、現在は育成目的樹となっていないが樹形の良いシバニッケイやナカハラクロキの材としての利用技術や目的樹の林内植栽や種子の播種について検討が必要と考える。

また、伐採率の違う環境での光環境の変化と、改良伐後に行った樹下植栽については、改良伐後の開空率では4年目で有意差はなくなり、25年目では全ての区で対象区とほぼ同じ開空率になる事が明らかになった。また、1度の改良伐では植栽後の生存率は高いものの、25年では生存率が大幅に低下し、樹高も成長していない事も明らかになった。

以上のことから、樹下植栽木の成長には定期的な光環境の改善を行う事が必要だと考えられ、定期的な改良伐が必要だと考えられる。

今後は、施業コストの検討や省力的な収穫方法の検討が必要である。

### 引用文献

- (1) 沖縄開発庁沖縄総合事務局(1988) イタジイを主とする広葉樹林の施業の推進に関する調査報告書:25-58.
- (2) 安里練雄ほか(1990) 日林九支研論集.43:35-36.
- (3) 環境省(2003) 第4回「世界自然遺産候補地に関する検討会」議事録:1-1~1-3
- (4) 沖縄県農林水産部(1995) 育生天然林整備事業の手引:1-17
- (5) 生沢ほか:102回日林論,567~



- 568,1991
- (6) 生沢均ほか (1995) 森林の流域管理システム推進発表集録：71-76
- (7) 独立行政法人森林総合研究所 (2008) 森林土壌インベントリ方法書改訂版：A20-23
- (8) 沖縄開発庁沖縄総合事務局 (1989) イタジイを主とする広葉樹林の施業の推進に関する調査報告書 (I)：25-58
- (9) 平田ほか：琉球大学農学部学術報告,231 ~ 236,1990
- (10) 環境省 (2008) 沖縄ヤンバルの森林の生物多様性に及ぼす人為の影響の評価とその緩和手法の開発 (平成18年度報告)：15-9 ~ 15-10

# 家系別リュウキュウマツ苗における時期別線虫接種調査

酒井 康子

## 1. はじめに

本県では、リュウキュウマツ材線虫病による被害に対する恒久的な対策として、平成15年から抵抗性個体の育種選抜を実施し、毎年、線虫接種検定を繰り返し実施してきた(1)。

平成24年度には、これまで実施した線虫接種結果から家系ごとの推定生存率を算出し、60%以上の推定生存率を示した11家系を抵抗性家系として選抜したところである(1)。

しかし、これまでの線虫接種試験では、前年同一時期に接種することが出来ず、また、変わりやすい天候や台風による影響のため、実施する時期を同一にすることができなかった。台風の襲来が多かった年には1ヶ月(6月上旬から9月上旬まで)にわたることもあった。

過去に実施した混合家系を用いた月別線虫接種試験の結果からは、5月末、6月末、7月末に実施した場合、接種時期による生存率に有意差は認められなかった(2)が、6月において生存率が低くなる傾向が認められた。

そこで、今回は同一家系の苗を供試した場合でも接種時期によって枯死時期、生存率に影響がないか検討するため、5月～9月に線虫接種検定を行った。

本報告は、九州森林研究で報告した5月～7月の接種結果に8月、9月の結果を追加して報告する(3)。

## 2. 試料および方法

供試苗は平成23年の1月～2月に播種・育苗し、平成23年4月～7月にセンター圃場へ移植、養苗した精英樹由来の実生苗13

家系2,366本を使用した(表-1、図-1)。

線虫接種には独立行政法人森林総合研究所林木育種センター九州育種場から分譲されたマツノザイセンチュウ(*Bursaphelenchus xylophylus*、島原個体群)を当センターで培養・増殖したものをを使用した。線虫の培養は、常用されている方法により行った(4)。

接種源は培養した線虫を接種前日または2日前にベールマン法で分離して調整した。接種試験までは低温(4℃)で保存して密度調整は接種当日に行った。

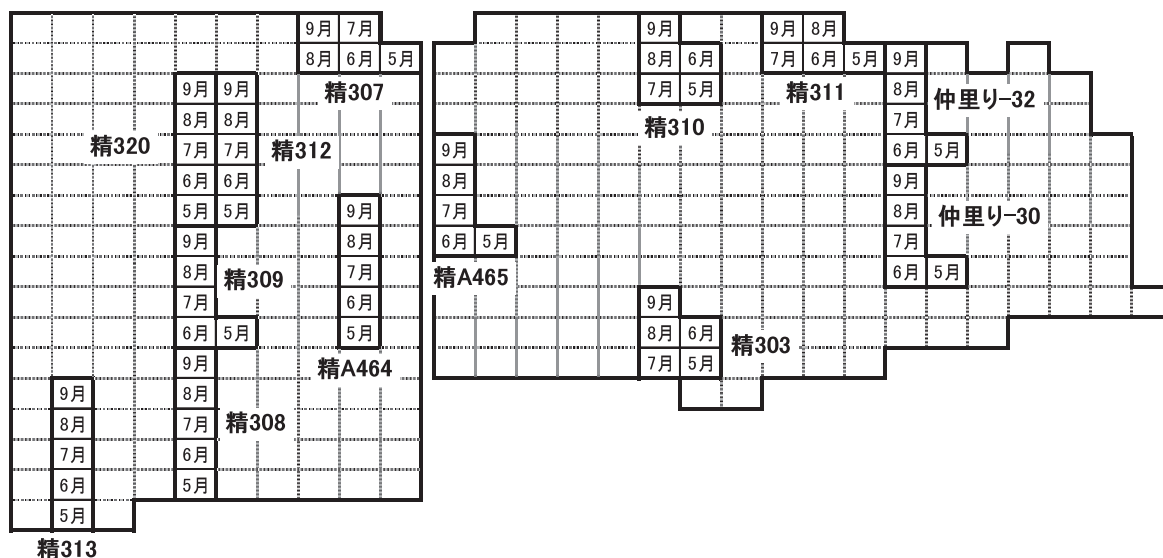
接種は平成24年5月29日、6月29日、7月31日、9月3～4日、9月28日に常用されている改良剥皮法によりピペットで50μlを(5,000頭/本)を注入した。

枯死調査では、枯死と半枯れの判断は全身的名葉の変色が認められている個体を枯死とし、部分枯れや一部葉の赤変を生じている個体は半枯れ個体として処理した。

平成25年2月1日時点における生存率について、接種月と家系を要因とした二元配置分散分析および多重比較を行った。多重比較は家系間にScheffeを、接種月間にFisherの

表-1. 接種区および家系別の供試本数

No.	家系名	5月 接種区	6月 接種区	7月 接種区	8月 接種区	9月 接種区
1	仲里リ-30	44	47	44	46	37
2	仲里リ-32	45	43	47	46	32
3	精303	41	40	36	30	24
4	精307	41	43	44	47	38
5	精308	18	20	17	15	12
6	精309	46	36	45	45	36
7	精310	43	41	39	39	31
8	精311	44	43	46	43	34
9	精312	21	28	21	23	18
10	精313	40	40	32	31	25
11	精320	38	44	41	45	36
12	精A464	42	42	41	41	33
13	精A465	27	42	35	40	32
		490	509	488	491	388



図－1. 供試苗の植栽位置図

LSDを用いて比較した。

また、得られた生存率の順位について、接種月によって差が認められか確認するため、スピアマンの順位相関係数を求めた。

線虫接種後の生存率および枯死時期に及ぼす気象の影響を検討するため、平成24年5月～平成25年2月の名護特別地域気象観測所で測定された平均気温、最高気温、最低気温及び降水量のデータを取得した（5）。

### 3. 結果

各接種区の生存率の推移を図－2に示した。5月接種区は家系によって枯死時期が異なっており、全体にだらだらと枯死木が発生していた。6月接種区と7月接種区、8月接種区、9月接種区では接種4週後から6週後にかけて急激に枯死木の発生が認められた。その傾向は8月接種区で顕著であった。

試験期間終了時の接種時期と家系別の生存率を表－2に示した。

接種区別平均生存率をみると5月接種区が29.6%、6月接種区が15.9%、7月接種区が20.9%、8月接種区が24.6%、9月接種区が37.9%であり、9月接種区＞5月接種区＞8

月接種区＞7月接種区＞6月接種区の順に生存率が高かった。

家系別の平均生存率は、仲里り－30が35.3%、仲里り－32が31.0%、精303が34.5%、精307が41.8%、精308が34.1%、精309が28.8%、精310が32.1%、精311が41.9%、精312が34.2%、精313が19.0%、精320が30.9%、精A464が14.6%、精A465が12.5%となり、精311＞精307＞仲里り－30＞精303＞精312＞精308＞精310＞仲里り－32＞精320＞精309＞精313＞精A464＞精A465の順に生存率が高かった。

表－2. 試験終了時の接種時期別生存率

	5月	6月	7月	8月	9月	平均生存率
1 仲里り-30	47.7	19.1	29.5	34.8	48.6	35.3
2 仲里り-32	44.4	14.0	29.8	32.6	34.4	31.0
3 精303	39.0	30.0	38.9	16.7	50.0	34.5
4 精307	65.9	23.3	29.5	38.3	55.3	41.8
5 精308	33.3	40.0	11.8	13.3	83.3	34.1
6 精309	28.3	19.4	26.7	24.4	47.2	28.8
7 精310	41.9	14.6	38.5	43.6	19.4	32.1
8 精311	18.2	25.6	47.8	65.1	55.9	41.9
9 精312	19.0	7.1	33.3	47.8	77.8	34.2
10 精313	22.5	12.5	21.9	19.4	20.0	19.0
11 精320	26.3	13.6	29.3	31.1	58.3	30.9
12 精A464	14.3	14.3	9.8	14.6	21.2	14.6
13 精A465	0	4.8	14.3	20.0	21.9	12.5
	29.6	15.9	20.9	24.6	37.9	30.1

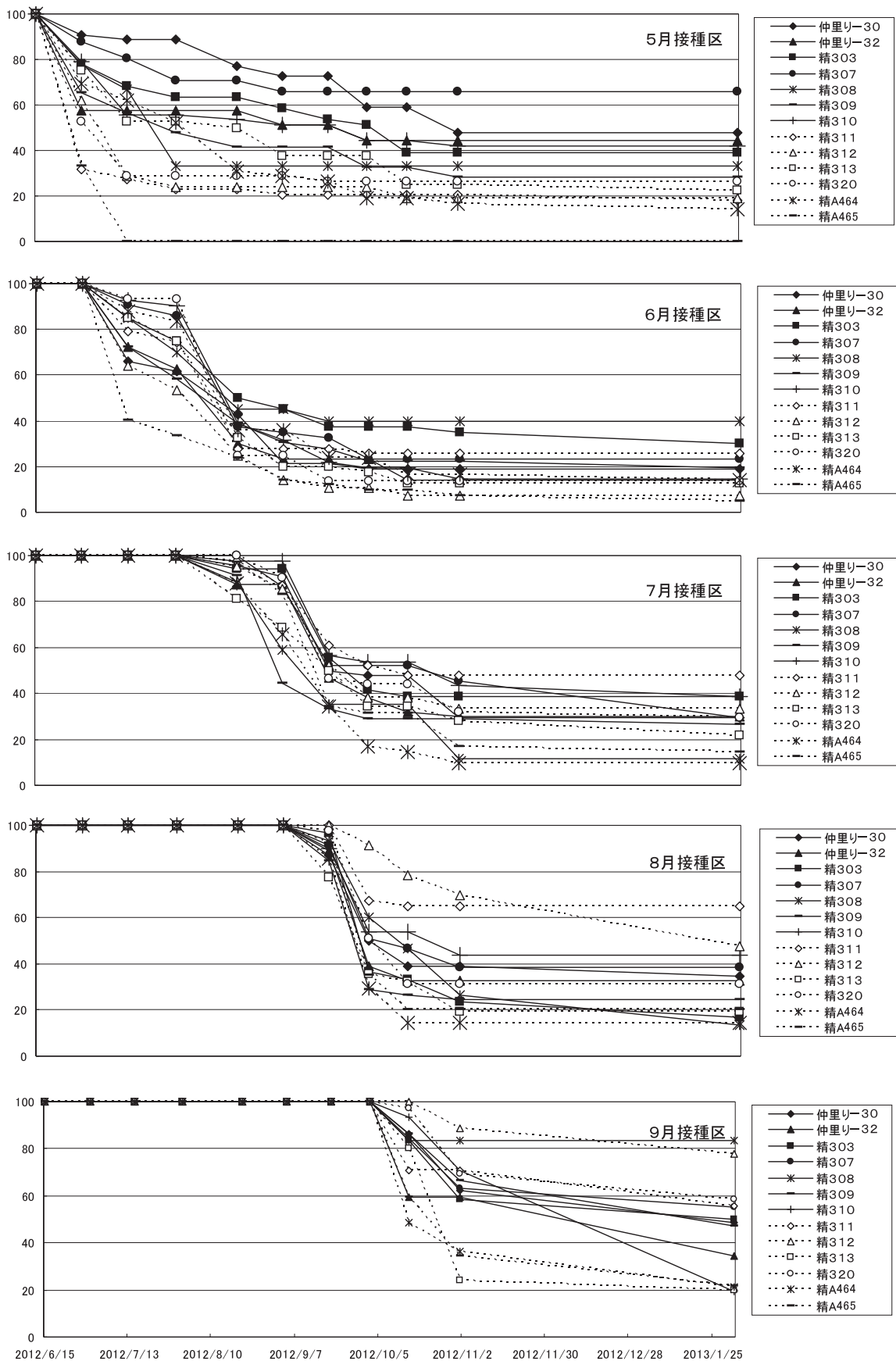


図-2. 接種時期別の生存率の推移

接種時期および家系間の差を検討するため、二元配置分散分析を行ったところ、家系間および接種時期間に1%水準で有意差が認められた(表-3)。

そこで、多重比較検定により、どの要因間に有意差が認められたかをScheffe's F testにより検定したところ、家系間では有意差が認められず、接種時期においては6月接種区v.s. 9月接種区間および7月接種区v.s. 9月接種区間において、それぞれ1%と5%で有意差が認められた(図-3)。

表-3. 分散分析表

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値	F(0.95)	F(0.99)
全変動	19333.94	64					
行間変動	5624.91	12	468.74	2.584	0.0099**	1.960	2.579
列間変動	5000.66	4	1250.16	6.891	0.0002**	2.565	3.737
誤差変動	8708.37	48	181.42				

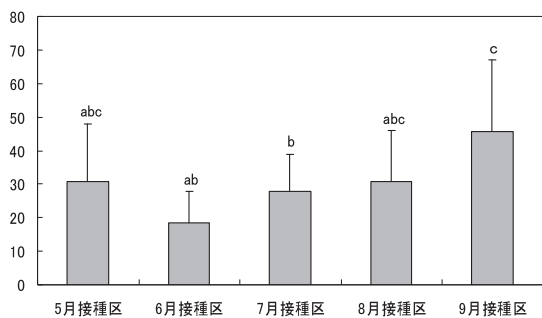


図-3. 接種時期ごとの平均生存率

スピアマンの順位相関係数を求めたところ、相関係数rsの有意点が0.56であったのに対し、5月v.s. 6月は0.45、5月v.s. 7月は0.32、5月v.s. 8月は0.19、5月v.s. 9月は0.36、6月v.s. 7月は0.24、6月v.s. 8月は-0.12、6月v.s. 9月は0.36、7月v.s. 8月は0.72、7月v.s. 9月は0.17、8月v.s. 9月は0.14となり、7月と8月間にのみ相関関係が認められ、そのほかの月間では相関関係は認められなかった。

平成24年度は、6月上旬から9月末までに7個の台風が沖縄付近を接近、通過した(図-4)。5月~6月の台風は雨が少なかったのに対し、7月~9月上旬の台風は雨量が多く、この時期の降水量は平年に比べて多くなっていた。気温はほぼ平年どおりで、6月下旬から9月上旬までの期間、ほとんどの日の日最低気温が25℃を超えていた(図-4)。

#### 4. 考察

名護市の平均気温5月から7月上旬まで23℃から28℃まで徐々に上昇する傾向があり、その後、9月上旬までは28℃程度でほとんど一定であった。そのため、6月下旬と7月下旬に接種した苗木は5月下旬、9月上

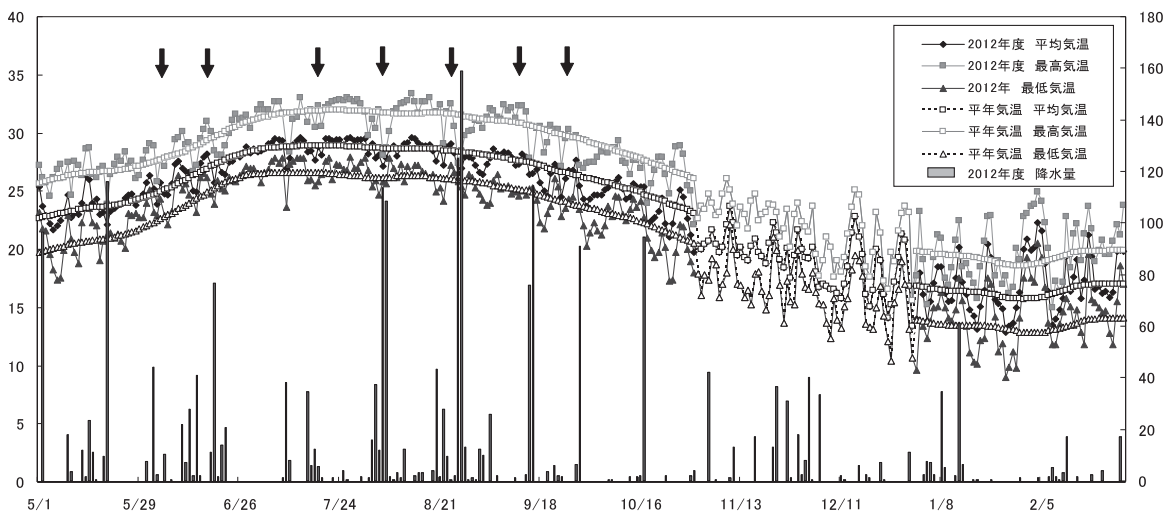


図-4. 試験期間中の名護市の気象(名護測候所観測)

\* ↓ : 台風の沖縄島への接近・通過を示す

旬と下旬に接種した苗木に比べて、接種後すぐに高温にさらされたと考えられる。また、6月下旬と9月下旬は接種時期の温度範囲は類似しているが、その後の温度変化が異なっている。このような接種後の気温が枯死木の発生パターンに影響したのかもしれない。

一方、最終生存率をみると、家系間には有意差は認められないのに対し、接種時期においては有意差が認められ、6月末に接種した場合に生存率が他より低く、9月末に接種した場合に生存率が高くなっていた。

また、各接種時期において、各家系の生存率の順位にはばらつきが、認められ、スピアマンによる順位相関係数により各接種時期による家系の生存率の順位に相関が認められたのは7月接種区と8月接種区のみであり、それ以外の接種時期には相関が認められず、それぞれの接種時期の生存率の順位は、接種時期独自のものであることが明らかになった。

また、このことから、リュウキュウマツには、家系によって接種時期による影響を受け

やすいものと受けにくいものが存在する可能性も考えられた。

人工交配家系などを用いて、各家系ごとの枯れに至る特徴と抵抗性の程度などを検討していくことにより、抵抗性の機構を解明する一助となると考えている。

## 引用文献

- (1) 酒井康子 (2012) 沖森研報53：5－9
- (2) 中平康子 (2007) 沖森業報18：17－18
- (3) 酒井康子 (2013) 九州森林研究66：84－87
- (4) 戸田忠男 (2004) 林育研報20：205－217
- (5) 気象庁 (2012) 気象庁ホームページ 気象観測データ (<http://www.data.jma.go.jp/obd.stat/etrn/>, 観測地点：沖縄県名護市2012年5月～2013年2月の日ごとの値)

# 嵐山採種園内のリュウキュウマツ個体における開花調査

酒井 康子

## 1. はじめに

本県では、リュウキュウマツ材線虫病による被害に対する恒久的な対策として、平成15年から抵抗性個体の育種選抜を実施し、毎年、線虫接種検定を繰り返し実施してきた(1)。

平成24年度には、これまで実施した線虫接種結果から家系ごとの推定生存率を算出し、60%以上の推定生存率を示した11家系を抵抗性家系として選抜したところである(1)。

しかし、これらの抵抗性については、天然交配による種子由来の苗を用いて接種検定を行っているため、年度によって生存率がばらつきが出ている(1)。

今後は、選抜した個体の抵抗性について検討し、より高い抵抗性個体を作成するため、人工交配を実施する必要がある。

今回は、人工交配を行ううえで重要な雌花、雄花の着花時期について調査した。また接木の活着率向上のため、接木適期の把握が重要

となることから、新芽の伸長時期についても調査した。

## 2. 試料および方法

定期調査の対象には、嵐山採取園内の仲里家系のうち、例年の着花量が多い仲里り-31と仲里-32とした。調査方法は平成24年12月27日から平成25年2月22日まで、毎週2回、それぞれ5本の枝を調査枝として、毎回、雄花と雌花の状態および新芽の伸長時期を調査した。

また、周辺に植栽されている仲里り-6、仲里り-17、仲里り-19において、平成25年1月28日と2月22日の2回、個体調査枝を設定せずに、その時期の代表的な枝を観察して調査を行った(不定期調査)。

## 3. 結果

各調査木で観察された時期を表-1に示

表-1. 個体ごとの開花時期および新芽の伸長状況

観察区分	家系	特徴	観察項目	12月下旬	1月上旬	1月中旬	1月下旬	2月上旬	2月中旬	2月下旬	3月上旬	3月中旬	3月下旬	
定期観察 個体	仲里り-31		雌花				膨らみをかすかに確認	人工交配適期						
			雄花				膨らみ始め	花粉採取適期						
			新芽				上部から伸長始まる							
	仲里り-32		雌花	粒をはっきりと確認				人工交配適期						
			雄花		膨らみ始め		花粉採取適期							
			新芽		上部から伸長始まる									
不定期観察 個体	仲里り-6		雌花											
			雄花							粒をはっきりと確認				
			新芽								上部から伸長始まる			
	仲里り-17 (他は赤色)	雄花が白色	雌花											
			雄花				膨らみ始める							
			新芽				上部から伸長始まる							
	仲里り-19		雌花					粒をはっきりと確認						
			雄花					はっきりと膨らんでいる。						
			新芽					伸長は進んでいる						

した。定期調査個体である仲里り-31では、1月11日に調査枝の1本に初めて雌花が確認された(写真-1)。

1月28日には、雌花、雄花ともに膨らみはじめ、新芽の伸長が開始しているのも認められた(写真-2、3)。

2月8日には、雄花の水分が少なくなってきたしており、採取適期となっていることが確認された。2月15日には雌花が赤く膨らんでおり、交配適期になっていることが確認された(写真-4)。

仲里り-32では、12月27日には雌花が明らかに膨らんでいたが、雄花はまだ固くしまっていた(写真-5)。1月11日には、新芽の伸長が開始されているのが認められた(写真-6)。

1月18日には雄花をつぶすと黄色い液が染み出し、花粉採取適期となっていることが確認された。

1月23日には雌花が赤く膨らんで交配適期となっていることが認められた(写真-7)。

不定期調査木とした仲里り-6では、調査期間中雄花と雌花の膨らみは観察されず、1月28日に新芽の伸長がわずかにみめられた(写真-8)。

仲里り-17では、1月28日時点では雌花は確認されなかったが、雄花は仲里り-31と同程度に膨らんでおり、新芽が伸長し始めているのが確認された(写真-9)。仲里り-17の雄花は白色であった。

仲里り-19では、1月28日時点では、雌花がはっきりと膨らみ(写真-10)、雄花は仲里り-31と同程度に膨らみ始めていた(写真-11)。新芽はかなり伸長していたが、仲里り-32ほどではなかった(写真-12)。

調査終了日である2月22日には、仲里り-17と仲里り-19では、雌花は交配適期を過ぎ、雄花は花粉の採取適期を過ぎていた(写真13～16)。

調査期間中、仲里り-31の調査枝No. 5が風により折損したため、平成25年1月7日からは調査枝は4本となった。

#### 4. 考 察

定期観察個体である仲里り-31と仲里32においても開花時期が1月も異なることが明らかになり、不定期で調査した3個体においても1ヶ月の差が認められた。定期観察個体と不定期観察個体の両方をあわせると、最も早く開花した仲里り-32と最も遅く開花した仲里り-6では、2ヶ月も開花に差が認められた。

もともと仲里家系は同一林分から得られた種子から苗を作出し、林木育種センター九州育種場において線虫を接種して生き残った個体を譲渡していただき、嵐山採取園に植栽したものである(2)ことから、かなり近縁な家系であると考えられていた。

しかし、そのような近縁な個体においても、個体によってかなり開花時期、新芽の伸長時期が異なることが今回の調査により示唆された。

今回開花調査を行った5本については、仲里り-32を早生個体、仲里り-31、仲里り-17、仲里り-19を中庸個体、仲里り-6を晩生個体として区分したので、人工交配時期や接木用穂木採取適期の検討に役立てたい。

#### 5. 謝 辞

本調査を実施するにあたり、独立行政法人林木育種センター九州育種場の千木良室長および松永研究員に開花調査の方法及び交配技術についてご指導いただいた。

#### 引用文献

- 1) 酒井康子(2012) 沖森研報53: 5-9



2) 照屋秀雄ら (1997) 沖縄林試業報 8 :  
48



写真-1. 雌花が膨らんできている様子  
(仲里り-31 (No. 3)、H25.1.11)



写真-2. 雌花が膨らんできている様子  
(仲里り-31 (No. 3)、H25.1.28)



写真-3. 雄花が膨らんできている様子  
(仲里り-31 (No. 2)、H25.1.28)



写真-4. 雌花が赤く膨らんできている様子  
仲里り-31 (No. 3)、H25. 2.15)



写真-5. 雌花が膨らんできている様子  
(仲里り-32 (No. 5)、H24.12.27)

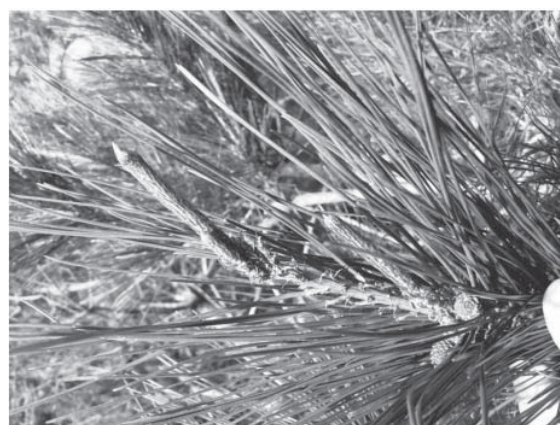


写真-6. 新芽が伸長している様子  
(仲里り-32 (No. 5)、H25. 1.11)

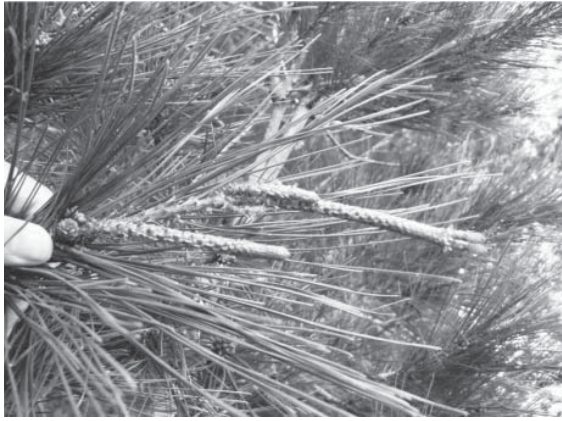


写真-7. 雌花が赤く膨らんできている様子  
(仲里り-32 (No. 5)、H25.1.23)



写真-8. 新芽が伸長している様子  
(仲里り-6、H25. 1.28)

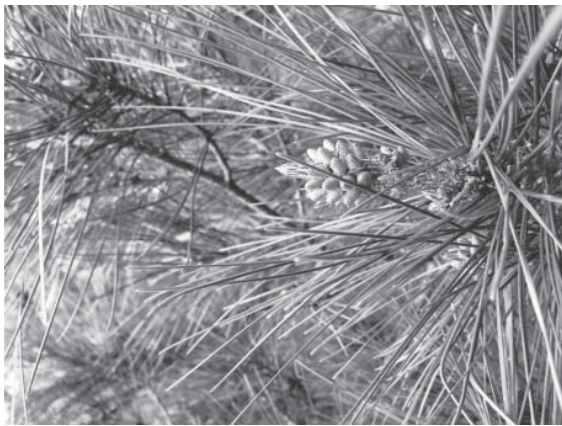


写真-9. 雄花が膨らんできている様子(白色)  
(仲里り-17、H25. 1.28)



写真-10. 雌花が膨らんでいて様子  
(仲里り-19、H25. 1.28)



写真-11. 雄花が膨らんできている様子  
(仲里り-19、H25. 1.28)



写真-12. 新芽が伸長している様子  
(仲里り-19、H25. 1.28)



写真－ 13. 雄花が交配適期を過ぎている様子  
(仲里り－ 17、H25. 2.22)



写真－ 14. 雄花が花粉採取適期を過ぎている様子  
(仲里り－ 17、H25. 2.22)



写真－ 15. 雄花が交配適期を過ぎている様子  
(仲里り－ 19、H25. 2.22)



写真－ 16. 雄花が花粉採取適期を過ぎている様子  
(仲里り－ 19、H25. 2.22)

# 早生樹種の高度利用に関する研究

## －樹脂含浸－

伊波 正和

### 1. はじめに

沖縄県産早生樹種の高度利用を図る目的で、早生樹種への樹脂含浸を検討した。特にデイゴ材は比重が0.2であり、日本一軽い材であるなどの特徴がある。早生樹種は成長が早く、比較的軽量で加工がしやすいことからその活用は多方面で期待されているが、具体的な活用事例が少ない。よって新たな活用を見つけ需要の拡大を図る必要がある。

本研究では早生樹種5樹種について、樹脂の含浸性、樹脂処理した材の寸法安定性を調べた。

### 2. 試験

#### 1) 試験樹種

タイワンハンノキ、シマナンヨウスギ、ウラジロエノキ、モルッカネム、デイゴ

#### 2) 含浸樹脂

低分子フェノール（エコアコール、九州木材工業）、ケイ酸系塗料（WSクリヤー、クリスタライザー株式会社）、1液性ウレタン（木固めエース、寿化工株式会社）、2液性ウレタン（Σ1000ウッドシーラー、斉藤株式会社）、漆（中国産生漆、中林漆店）

#### 3) 試験片作成

試験材は同一樹種から部位が同じになるよう考慮し、2方桁の30mm角長さ500mmに木取りし、その角材から半径方向30mm、接線方向30mm、繊維方向5mmの試験片を1樹種につき40個超作成した。

#### 4) 含浸性試験

含浸方法は浸漬含浸と減圧・常圧含浸の2方法で行った。

含浸性の評価は、含浸直後の試験片重量と

含浸直前の重量の差から含浸量を求めた。含浸前の試験片は気乾状態に調湿したものであることと、繰り返し試験枚数はすべて5枚とした。

低分子フェノール：4倍希釈の水溶液に①試験片が浸る状態で1分間浸漬する方法と②試験片を浸漬した状態で減圧・常圧を繰り返し試験片が沈むまで含浸する方法の2方法の浸漬を行った。

珪酸系塗料：希釈は行わず上記低分子フェノールと同様の含浸処理をした。

1液性ウレタン：希釈は行わず、溶剤型の塗料であるため減圧処理ができないので、浸漬処理のみ行った。

2液性ウレタン：メーカー指定の混合比A液：B液＝3：1で調合し、希釈は行わず浸漬による含浸処理をした。

漆：樟脳油で3倍希釈をし2分間の浸漬処理をした。

#### 5) 全乾・飽水繰り返し試験

上記含浸性試験の試験片を気乾状態に乾かしたのを全乾・飽水繰り返し試験にも用いた。フェノール処理した試験片については、室内放置2日間、40℃30分、80℃30分、130℃5分の硬化処理をした。また、樹脂含浸処理なし試験片（無処理）も加えた。

全乾は105℃で恒量になるまで乾かしたものの、飽水は水の入った容器に試験片をに沈め、加熱し85℃で2時間30分保持する。この試験片は飽水状態となり沈む。

この全乾・飽水を5回繰り返した。飽水状態から全乾にする場合、室内乾燥、40℃、80℃、105℃と段階的に温度を上げ煮沸状態を作らないようにした。5回繰り返しの1回目と2回目は不安定な変化が見られたので3回目から5回目の体積膨潤率の平均値で寸法

安定性を評価した。

体積膨潤率 (%) = ((飽水状態体積 - 全乾状態体積) / 全乾状態体積) × 100

### 3. 結果及び考察

#### 1) 含浸性

表-1に早生樹種に対する樹脂含浸量の試験結果を示す。また、図-1に漆と珪酸系塗料の含浸性、図-2に低分子フェノール、1液性ウレタンと2液性ウレタンの含浸性をそれぞれ棒グラフで示す。

図-1では、シマナンヨウスギ、モルッカネム、タイワンハンノキ、ウラジロエノキ、デイゴの順で含浸性が高い。図-2では、シマナンヨウスギ、タイワンハンノキ、モルッカネム、ウラジロエノキ、デイゴの順である。

タイワンハンノキとモルッカネムが図-1と図-2で順番が逆転することから含浸性は樹種と樹脂の両方に影響されることがわかる。どの樹脂に対しても含浸性が高いのはシマナンヨウスギであり、低いのはデイゴである。

#### 2) 全乾・飽水繰り返し試験

全乾・飽水繰り返しの3回目、4回目、5回目のそれぞれの体積膨潤率を算出し、その3回の平均値を表-2に示した。また、図-3にはタイワンハンノキの全乾・飽水繰り返し試験の全容を示した。ここでは初期(第1回目)の全乾体積を基準値として体積変化が

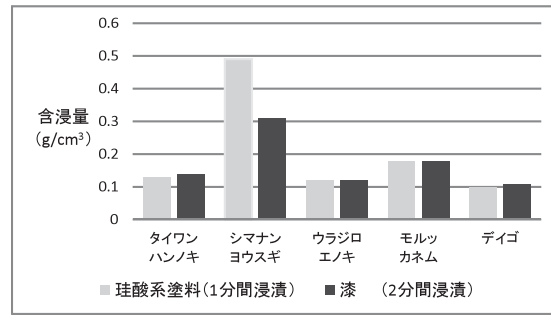


図-1 漆と珪酸塗料の含浸性

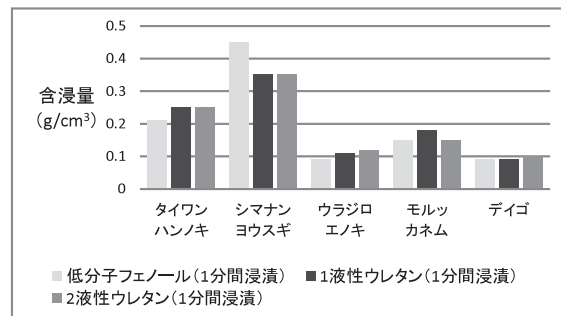


図-2 低分子フェノール、1液性ウレタン、2液性ウレタンの含浸性

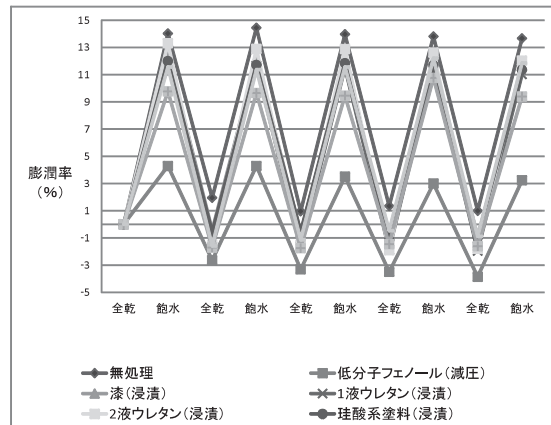


図-3 タイワンハンノキの全乾・飽水繰り返し試験

表-1 樹脂含浸性 単位 (g/cm³)

	タイワンハンノキ	シマナンヨウスギ	ウラジロエノキ	モルッカネム	デイゴ
低分子フェノール(減圧)	0.75	0.77	0.75	0.77	0.79
低分子フェノール(浸漬)	0.21	0.45	0.09	0.15	0.09
珪酸系塗料(浸漬)	0.13	0.49	0.12	0.18	0.1
珪酸系塗料(減圧)	0.67	0.8	0.61	0.75	0.51
1液性ウレタン(浸漬)	0.25	0.35	0.11	0.18	0.09
1液性ウレタン(浸漬)	0.25	0.35	0.12	0.15	0.1
漆(浸漬)	0.14	0.31	0.12	0.18	0.11

表-2 全乾・飽水繰り返し試験の体積膨率 (%)

	タイワンハンノキ	シマナンヨウスギ	ウラジロエノキ	モルッカネム	デイゴ
フェノール (減圧)	7.09	6.45	5.98	3.55	3.22
フェノール (浸漬)	11.71	9.04	10.66	6.59	6.22
珪酸系塗料 (浸漬)	12.67	11.78	10.89	6.93	5.29
珪酸系塗料 (減圧)	12.9	12.04	11.43	12.36	5.57
無処理	12.55	11.41	10.8	7.39	5.43
1液性ウレタン (浸漬)	14.48	12.81	12.04	10.42	5.99
2液性ウレタン (浸漬)	13.39	13.48	11.74	10.75	6.03
漆 (浸漬)	12.5	12.81	10.84	12.27	6.16

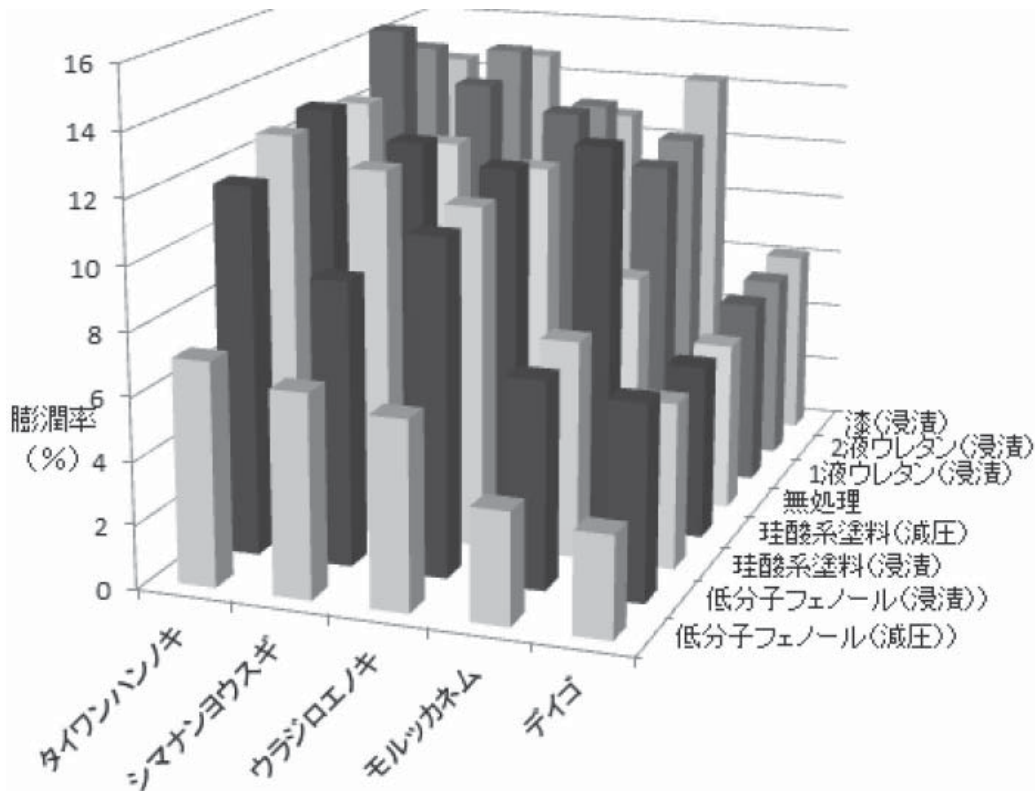


図-4 全乾・飽水繰り返し試験の体積膨潤率 (%)

わかる折れ線グラフで示した。

すべての樹種に対して低分子フェノールの減圧・常圧による含浸処理が低い膨潤率を示し寸法安定性が高いことがわかる。また、図-4に示したタイワンハンノキの全乾・飽水試験全容からも明らかに低分子フェノール含浸処理が寸法安定性が高いことがわかる。樹種ごとではデイゴが最も低い膨潤率を示し寸法安定性が高く変形の少ないことがわかる。

全乾・飽水繰り返し試験終了後の試験片の写真を樹種ごとに試験前、低分子フェノール

(減圧)、低分子フェノール (浸漬)、珪酸系塗料 (浸漬)、珪酸系塗料 (減圧)、無処理、1液性ウレタン (浸漬)、2液性ウレタン (浸漬)、漆 (浸漬) の順で並べる。

図-5～9にタイワンハンノキ、シマナンヨウスギ、ウラジロエノキ、モルッカネム、デイゴの順とする。

樹脂では低分子フェノール樹脂含浸が変形が少なく、樹種ではモルッカネムの変形が大きいことがわかる。

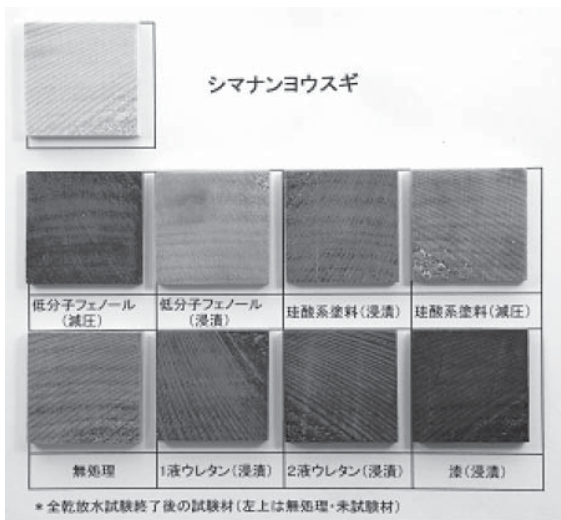


図-5 タイワンハンノキの試験終了試験片

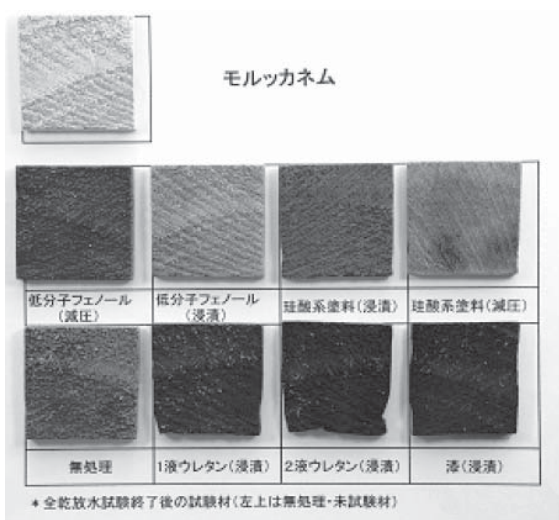


図-8 モルッカネムの試験終了試験片

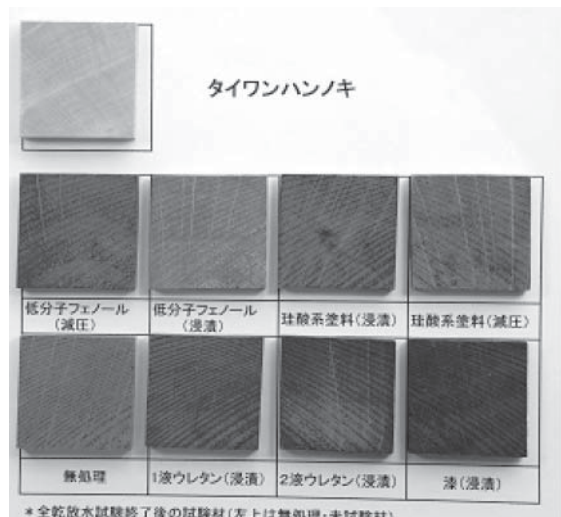


図-6 シマナンヨウスギの試験終了試験片

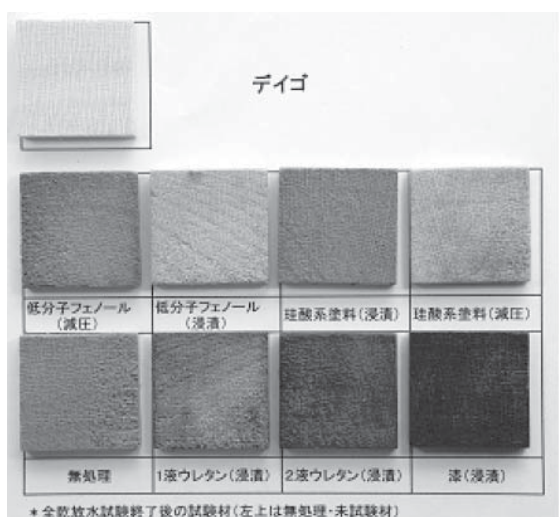


図-9 デイゴの試験終了試験片

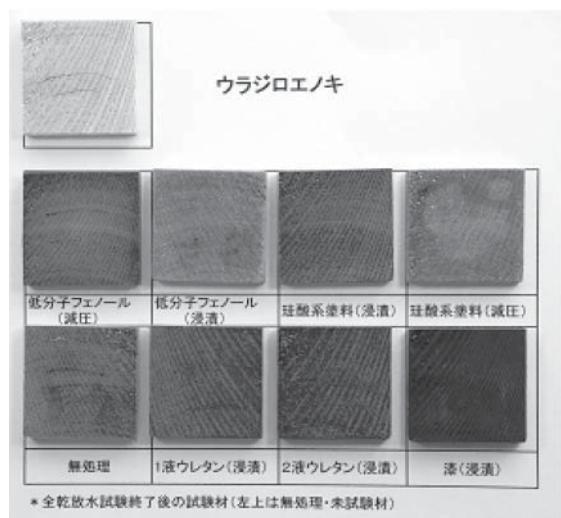


図-7 ウラジロエノキの試験終了試験片

#### 4. まとめ

- 1) 低分子フェノールの減圧・常圧含浸処理は全樹種について寸法安定性を高める効果を示した。
- 2) 本試験に供された早生樹種の中で最も樹脂含浸性の大会のはシマナンヨウスギであり、低いのはデイゴであった。
- 3) モルッカネムについては全乾・飽水繰り返し試験の際に塗料系(漆、ウレタン、珪酸系塗料)で変形が見られた。低分子フェノールには見られない。

# 樹齢の異なるカンヒザクラにおける時期別付傷試験

酒井 康子

## 1. はじめに

カンヒザクラは、沖縄県を代表する花木として、庭園や公園、街路に盛んに植栽されている。また、日本で最も早く開花する桜として知られており、県の観光資源として、冬の観光客誘致に役立っているところである。

しかし、H22年度にカンヒザクラの名所として知られている八重岳において、海洋博財団が全木調査を行ったところ、かなりの割合で腐朽が入っており、多くは植え替えが必要であることが報告されている<sup>1)</sup>。これらの多くは、台風による枝の折損や管理不足により、幹内部に腐朽が侵入したものと思われる。

このように、県内のカンヒザクラは、大木まで育つものは少ないうえ、開花が少ないことから、個体を維持するためと、十分に開花するように管理するための維持管理指針の作成が必要である。

全国的にも有名な青森県の弘前公園では、りんごの木の管理手法を用いて、サクラの剪定技術を確立しており、サクラの樹勢回復及び連年開花に役立っている。

青森県と本県では、樹種だけでなく、気候も異なることから、沖縄県に適した管理方法を検討する必要がある。

今回は、適した剪定時期を明らかにするため、異なる時期にカンヒザクラの幹に付傷して、どの時期が最も早く癒合するか、また癒合材の種類による影響について比較した。

## 2. 試料および方法

供試木には、森林資源研究センター内の20年生と40年生のカンヒザクラ各10本ずつ、

計20本を使用した。

試験期間は平成22年5月6日～平成24年11月10日までとし、付傷は平成22年5月、8月、11月、平成23年2月、5月、8月、11月に実施した。

付傷は、幹の一方の縦5箇所<sup>2)</sup>に1cm×2cmで内樹皮まで到達する傷をつけ、その内側を剥皮し、塗りむらがないように、癒合剤であるトップジン、カルスメイト、サクラの含有成分であるクマリン0.1%と0.05%溶液、対照区として蒸留水を処理した(写真-1)。

クマリン溶液と蒸留水は傷表面からすぐにこぼれてしまうため、傷の大きさに切ったろ紙を剥皮部位に貼付し、溶液等をろ紙にしみこませる形で処理した。

癒合状態は、付傷から1ヶ月後、3ヶ月後、6ヶ月後、12ヶ月後に表-1により評価した。



写真-1. 付傷処理の様子  
(上からトップジン処理、カルスメイト処理、クマリン0.1%処理、クマリン0.05%処理、蒸留水処理)

表-1. 付傷部位の癒合状況の判断基準

判定	評価基準
++++	カルスにより付傷部位が完全に癒合している
+++	カルスにより付傷部位の半分以上が癒合している
++	カルスにより付傷部位の1/3～半分が癒合している
+	カルス形成が認められる
-	カルス形成が認められない



ただし、平成22年度5月処理区では、処理後3ヶ月までの回復調査を実施しなかった。

樹齢間及び処理時期における傷の回復状況の比較には、蒸留水処理区を用いて、クラス・ワリス検定を行った。

また、処理区間における傷の回復状況の比較には、樹齢別にマンテル・ヘンツェル法により検討した。

### 3. 結果

各樹齢および処理区における処理3ヶ月後、6ヶ月後、12ヶ月後に、傷が完全に癒合した個体数を表-2～8に示した。

ただし、処理1ヶ月後は、全ての調査区においてカルス形成が認められなかったため、表からは省略した。

20年生の平成23年2月処理では、処理3ヶ月後に回復している個体が多く認められたが、その他の処理では、処理3ヶ月で回復し

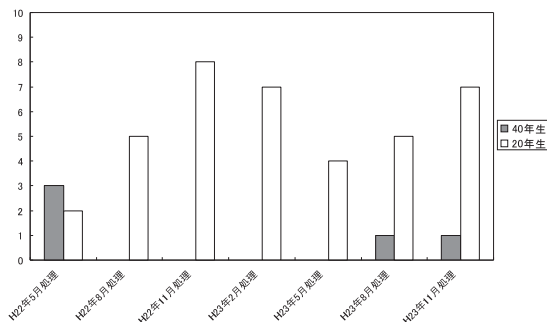


図-1. 処理6ヶ月後の処理時期別回復個体数 (蒸留水処理区)

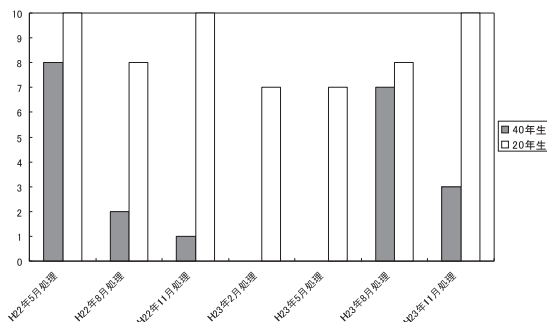


図-2. 処理12ヶ月後の処理時期別回復個体数 (蒸留水処理区)

た個体は非常に少なかった (表-2～8)。

いずれの処理区においても20年生の方が40年生よりも早く回復が始まっており、処理6ヶ月後と12ヶ月後の回復数も20年生の方が多くなっていた (表-2～8、図-1、2)。

樹齢による回復速度や回復数を比較するため、蒸留水処理区を用いて、処理時期を反復としてマンテル・ヘンツェル法により分析したところ、6ヶ月後、12ヶ月後ともに有意差が認められた (P値: 2.40E-09 (6ヶ月後)、1.91E-12 (12ヶ月後))

樹齢によって、回復速度と回復数に明らかな差が認められたことから、処理時期と処理区による比較は、樹齢ごとに行うこととした。

接種時期の検定には、蒸留水接種のデータを用い、クラスカル・ワリスによる分析したところ、20年生では12ヶ月後の回復状況には、時期による影響を受けないのに、6ヶ月後の回復状況には時期による影響を受けることが明らかになった (P値: 0.047 (6ヶ月後) 0.1547 (12ヶ月後))。40年生では6ヶ月後も12ヶ月後も時期による影響は受けることが明らかになった (P値: 0.016 (6ヶ月後)、0.0002 (12ヶ月後)、表-9、10)。

処理による影響を確認するため、各処理区と蒸留水との比較を、樹齢別に、マンテル・ヘンツェル法により分析したところ、20年生では6ヶ月後ではカルスメイト処理v.s.蒸留水とトップジン処理v.s.蒸留水に有意差が認められ、12ヶ月後ではまったく有意差がなくなっていた (表-11)。40年生では、6ヶ月後、12ヶ月後ともにほとんどの区間に有意差が認められた (表-11)。

表－ 2. 平成 22 年 5 月処理における経過時間別癒合完了個体数

樹齢	処理区	3ヶ月後	6ヶ月後	12ヶ月後
20年生	トップジン塗布		9	10
	加メ仆塗布		5	10
	クマリン0.1%		6	10
	クマリン0.05%		6	10
	蒸留水		2	10
40年生	トップジン塗布		5	10
	加メ仆塗布		5	10
	クマリン0.1%		2	9
	クマリン0.05%		1	7
	蒸留水		3	8

表－ 3. 平成 22 年 8 月処理における経過時間別癒合完了個体数

樹齢	処理区	3ヶ月後	6ヶ月後	12ヶ月後
20年生	トップジン塗布		0	8
	加メ仆塗布		2	7
	クマリン0.1%		2	6
	クマリン0.05%		4	5
	蒸留水		4	5
40年生	トップジン塗布		0	5
	加メ仆塗布		0	6
	クマリン0.1%			4
	クマリン0.05%			2
	蒸留水			2

表－ 4. 平成 22 年 11 月処理における経過時間別癒合完了個体数

樹齢	処理区	3ヶ月後	6ヶ月後	12ヶ月後
20年生	トップジン塗布		10	10
	加メ仆塗布		1	10
	クマリン0.1%		9	10
	クマリン0.05%		8	10
	蒸留水		8	10
40年生	トップジン塗布		6	6
	加メ仆塗布		4	4
	クマリン0.1%		2	3
	クマリン0.05%		2	3
	蒸留水			1

表－ 5. 平成 23 年 2 月処理における経過時間別癒合完了個体数

樹齢	処理区	3ヶ月後	6ヶ月後	12ヶ月後
20年生	トップジン塗布		10	10
	加メ仆塗布		9	10
	クマリン0.1%		4	9
	クマリン0.05%		1	8
	蒸留水		2	7
40年生	トップジン塗布		9	9
	加メ仆塗布		6	6
	クマリン0.1%		3	4
	クマリン0.05%			1
	蒸留水			1

表－ 6. 平成 23 年 5 月処理における経過時間別癒合完了個体数

樹齢	処理区	3ヶ月後	6ヶ月後	12ヶ月後
20年生	トップジン塗布		3	6
	加メ仆塗布		2	4
	クマリン0.1%		1	3
	クマリン0.05%		1	3
	蒸留水		1	4
40年生	トップジン塗布			
	加メ仆塗布			
	クマリン0.1%			3
	クマリン0.05%			
	蒸留水			

表－ 7. 平成 23 年 8 月処理における経過時間別癒合完了個体数

樹齢	処理区	3ヶ月後	6ヶ月後	12ヶ月後
20年生	トップジン塗布		3	7
	加メ仆塗布			5
	クマリン0.1%			5
	クマリン0.05%			4
	蒸留水			5
40年生	トップジン塗布			6
	加メ仆塗布			3
	クマリン0.1%			4
	クマリン0.05%			7
	蒸留水			1

表－ 8. 平成 23 年 11 月処理における経過時間別癒合完了個体数

樹齢	処理区	3ヶ月後	6ヶ月後	12ヶ月後
20年生	トップジン塗布		2	8
	加メ仆塗布		1	9
	クマリン0.1%		3	9
	クマリン0.05%		2	9
	蒸留水		2	7
40年生	トップジン塗布			7
	加メ仆塗布			2
	クマリン0.1%		1	4
	クマリン0.05%			3
	蒸留水			1

表－9. 処理6ヵ月後の処理時期ごとのクラスカル・ワリスの順位

処理時期	20年生			40年生		
	データ数	順位和	平均順位	データ数	順位和	平均順位
H22年5月処理	10	235.5	23.55	10	440	44
H22年8月処理	10	338.5	33.85	10	251	25.1
H22年11月処理	10	456	45.6	10	402	40.2
H23年2月処理	10	426.5	42.65	10	444	44.4
H23年5月処理	10	269	26.9	10	207	20.7
H23年8月処理	10	333	33.3	10	435	43.5
H23年11月処理	10	426.5	42.65	10	306	30.6

表－10. 処理12ヵ月後の処理時期ごとのクラスカル・ワリスの順位

処理時期	20年生			40年生		
	データ数	順位和	平均順位	データ数	順位和	平均順位
H22年5月処理	10	405	40.5	10	562	56.2
H22年8月処理	10	339	33.9	10	372	37.2
H22年11月処理	10	405	40.5	10	315	31.5
H23年2月処理	10	306	30.6	10	318	31.8
H23年5月処理	10	296	29.6	10	143	14.3
H23年8月処理	10	329	32.9	10	454	45.4
H23年11月処理	10	405	40.5	10	321	32.1

表－11. マンテル・ヘンツェル法による各処理区間の比較

樹齢	検討区間	6ヶ月後の治癒 個体数	12ヶ月後の治癒 個体数
20年生	加メイト v.s. 蒸留水	有意差有 5%	有意差無し
	トップジン v.s. 蒸留水	有意差有 1%	有意差無し
	ケマリン 0.05 v.s. 蒸留水	有意差無し	有意差無し
	ケマリン 0.1 v.s. 蒸留水	有意差無し	有意差無し
	加メイト v.s. トップジン	有意差無し	有意差無し
40年生	加メイト v.s. 蒸留水	有意差有 1%	有意差有 1%
	トップジン v.s. 蒸留水	有意差有 1%	有意差有 1%
	ケマリン 0.05 v.s. 蒸留水	有意差有 5%	有意差有 1%
	ケマリン 0.1 v.s. 蒸留水	有意差有 5%	有意差有 1%
	加メイト v.s. トップジン	有意差有 1%	有意差無し

#### 4. 考察

蒸留水処理を行った場合、付傷部位の回復は20年生と40年生では明らかな差が認められ、カンヒザクラの場合、樹齢により樹勢回復への影響が顕著であることが示された（図－1、2、表－11）。

また、付傷時期による影響は表－9、10により明らかであるが、年によってその適期はずれていることから、どの月が適しているかと明示することは難しい（図－1、2）。サ

クラの成長期などを観察しながら、カルス形成が活発になる時期について、気温や樹体の状況などと比較しながら、検討していく必要がある。

付傷後の処理による影響については、20年生よりも40年生において顕著であった（表－11）。しかし、20年生においても、薬剤処理をしたほうが回復が早くなることから、回復するまでの病害虫の侵入を阻止できることを考えると、樹齢によらず薬剤処理を行うほうが良いと考えられる。

薬剤の種類による影響については、蒸留水に比べると効果があることが示された。特に、トップジンとカルスメイトは20年生の6ヶ月目においても有意差が認められ、その効果が高いことが分かった（表－11）。

トップジンとカルスメイトでは、ほとんどの処理において差は見られなかったが、40年生の6ヶ月目においてトップジン処理とカルスメイト処理間に有意差が認められ、カルスメイトよりトップジンのほうが回復速度が早くなる傾向が認められた（表－2～8、表－11）。

これは、カルスメイトの場合、処理後に薬剤が固まる際に縮んで付傷部が露出する現象が何箇所かで認められ、これによる影響についても確認する必要があると考えられた。

今後は、カンヒザクラの剪定技術を含め、維持管理手法について、検討する必要がある。

#### 引用文献

- 1) 西銘 宜孝・宮里 政智・仲松 綾乃他 (2010) 八重岳のカンヒザクラの樹木活力及び内部腐朽診断に関する調査. 熱帯植物調査研究年報 (30), 7-13



写真-2. 2011年2月処理におけるの付傷部位の回復状況 (20年生 (A354))  
(左: 1ヵ月後、中: 3ヵ月後、右: 6ヶ月後)



写真-3. 2011年2月処理におけるの付傷部位の回復状況 (40年生 (A414))  
(左: 1ヵ月後、中: 3ヵ月後、右: 6ヶ月後)

No.55 研究報告

---

平成26年3月発行

編 集 沖縄県森林資源研究センター  
〒905-0012 沖縄県名護市字名護4605-5  
TEL.0980-52-2091 FAX.0980-53-3305

発 行 沖縄県森林資源研究センター  
〒905-0012 沖縄県名護市字名護4605-5  
TEL.0980-52-2091 FAX.0980-53-3305

---