

目 次

I 試験研究

1. 育種・育林の技術開発	
1) 次世代の森林づくりに向けたヒノキ優良品種の選抜 -----	2
2) スギ推奨品種さし木苗の増産に関する研究II -----	9
2. 環境を守る森林整備	
1) 再造林に欠かせないシカ害防除技術の確立 -----	17
3. 県産材の需要拡大	
1) 内装・家具に最適な県産材乾燥技術の開発 -----	25
2) 県産スギ大径材の有効利用技術に関する研究 -----	31
3) 非住宅分野の木造化に対応する大断面製材品の強度性能評価 -----	35
4) 寸法安定性の高い高品質乾燥材生産技術の開発 -----	41

II 関連事業

1. 受託事業	
1) スギ花粉発生源地域推定事業 -----	52
2) 森林情報新技術活用推進事業 -----	54
2. 採種園・採穂園管理事業	
1) 種子発芽鑑定調査事業 -----	55
2) DNA 鑑定事業(大分県苗木増産対策事業) -----	57
3) 県営採種園・採穂園管理事業 -----	58
3. 採種園・採穂園管理事業	
1) 標本見本園ならびに構内維持管理事業 -----	59

III 研究成果の公表

1. 学会等での発表及び投稿	
1) 口頭発表 -----	62
2) 展示発表 -----	62
3) 学会誌及び専門誌への投稿 -----	62
2. 研究発表会の開催等	
1) 平成28年度 農林水産研究指導センター 林業研究部 研究発表会 -----	63
3. 刊行物等の発行	
1) 機関誌 -----	63
2) 技術指針・マニュアル -----	63

IV 研修・普及等

1. 研修会の開催	
1) 関係業者等への研修 -----	66
2) 行政職員への研修 -----	66
3) 一般県民等への研修 -----	66

2. 講師の派遣	
1) 関係団体への講義	67
2) 普及員への講義	67
3) 学生への講義	67
4) その他への講義	68
3. 視察の受け入れ	68
4. 講座の開催	
1) 大分県農林水産祭出展企画	69
2) スーパーサイエンスハイスクール支援	69
3) 日田の木と暮らしのフェア出展企画	69
V 技術指導・支援等の活動	
1. 林家等への技術指導	72
2. 研究成果の主要な現地移転	72
3. 企業支援	
1) 技術相談及び技術指導	73
2) 企業訪問	73
3) 依頼試験	73
4) 機械貸付	73
VI 予算	76
VII 職員配置	78

和 暦	西 暦
平成28年	2016年
平成29年	2017年
平成30年	2018年
平成31年	2019年
令和元年	2019年
令和2年	2020年

I 試驗研究

次世代の森林づくりに向けたヒノキ優良品種の選抜

平成 29 年度～令和元年度
森林チーム 佐藤 太一郎

1. 目的

多くの人工林が利用期を迎え、次の世代の新たな森林づくりを推進するにあたっては、材質や雄花着花性といった各特性が優れている品種を用いることが望ましい。品質管理型林業においては、性質のばらつきが少ないさし木苗による造林が期待されるが、ヒノキの苗木生産方法は未だ実生苗が主流である。

そこで本研究では、さし木発根性が優れ、成長、材質等の特性が優れたヒノキ品種の選抜を行う。

選抜は収量性・施業性に関わる形質的な特性（樹高、胸高直径、根元曲がり、幹曲がり、枝密度、枝径、枝長）及び材質特性、雄花着花性、発根特性を調査し、各特性が優れたものを選抜する。今年度は形質特性及び雄花着花性、発根特性について調査を実施した。

2. 試験方法

1) 試験調査地及び試験対象

本年度は大分県農林水産研究指導センター林業研究部天瀬試験地（日田市天瀬町桜竹、以下、天瀬試験地と記す）及び県営採種園（竹田市荻町大字柏原）にて雄花着花性調査を、九大 14 号次代検定林及び九大 19 号次代検定林にて形質特性調査を実施した（図-1、表-1）。

試験対象は天瀬試験地にて過去に 2 度行われた特性評価（23 年次¹⁾、33 年次²⁾）にて諸特性が優れているとされた精英樹に加え、少花粉として認定されている精英樹、九州育種基本区にて材積成績がよい精英樹を試験対象とした（合計 25 系統。表-2）。



図-1 調査箇所位置図

表-1 試験調査地概要

試験調査地	設定年	標高 (m)	斜面方位	傾斜 (度)	調査年度	
					形質調査	雄花着花性調査
県営採種園 (クローン)	S41	580	—	0	—	H29、H30
天瀬試験地 (クローン)	S46	400	N	10	H29	H29、H30
九大14号次代検定林 (実生)	S49	300	N~NE	10~25	H30	—
九大19号次代検定林 (実生)	S51	80	SW	0~30	H30	—
九大24号次代検定林 (実生)	S52	200	S	15~25	H29	—



写真-1 九大 14号次代検定林



写真-2 九大 19号次代検定林

表-2 試験対象精英樹一覧

選抜対象精英樹	選定理由	産地
県中津9号	・強度性能に優れ心材色が濃い(33年次選抜) ・曲がりや枝が大きい成長良好(33年次選抜)	大分県
県中津10号	・小花粉品種として認定されている。	
県竹田7号	・樹幹通直、成長良好、枝径中、枝長中の準優良クローン(23年次選抜)	
県竹田8号	・強度性能に優れ心材色が濃い(33年次選抜)	
県三重5号	・強度性能に優れ心材色が普通(33年次選抜) ・曲がりや枝が大きい成長良好(33年次選抜)	
県佐伯5号	・強度性能に優れ心材色が濃い(33年次選抜)	
県大分4号	・樹幹通直、成長良好、枝径小、枝長短の最優良クローン(23年次選抜)	
県大分7号	・曲がりや枝が大きい成長良好(33年次選抜)	
県大分5号	・曲がりや枝が大きい成長良好(33年次選抜)	
県日出4号	・強度性能に優れ心材色が濃い(33年次選抜)	
県国東18号	・樹幹通直、成長良好、枝径大、枝長の予備的優良クローン(23年次選抜)	
県山田2号	・天瀬試験地にて調査可能であり、九州育種基本区で成長良好	
県筑紫5号	・強度性能に優れ心材色が普通(33年次選抜)	
県浮羽14号	・樹幹通直、成長良好、枝径大、枝長の予備的優良クローン(23年次選抜) ・曲がりや枝が小さく成長が良好(33年次選抜)	
県甘木2号	・樹幹通直、成長良好、枝径中、枝長中の準優良クローン(23年次選抜)	佐賀県
県藤津8号	・樹幹通直、成長良好、枝径中、枝長中の準優良クローン(23年次選抜)	
県神崎1号	・樹幹通直、成長良好、枝径小、枝長短の最優良クローン(23年次選抜) ・曲がりや枝が小さく成長が良好(33年次選抜)	長崎県
県諫早3号	・樹幹通直、成長良好、枝径大、枝長の予備的優良クローン(23年次選抜) ・曲がりや枝が小さく成長が良好(33年次選抜)	
県阿蘇3号	・曲がりや枝が大きい成長良好(33年次選抜)	熊本県
県阿蘇4号	・強度性能に優れ心材色が濃い(33年次選抜)	
県阿蘇7号	・曲がりや枝が小さく成長が良好(33年次選抜)	宮崎県
県北諸県1号	・強度性能に優れ心材色が濃い(33年次選抜)	
県始良4号	・強度性能に優れ心材色が普通(33年次選抜)	鹿児島県
県始良47号	・樹幹通直、成長良好、枝径小、枝長短の最優良クローン(23年次選抜)	
県始良53号	・強度性能に優れ心材色が濃い(33年次選抜)	

※33年次選抜において強度性能が低いとされた精英樹クローンは対象外とした。

2) 調査方法

(1) 形質特性調査

林縁木、枯損状態の個体が調査対象とならないよう、方形プロットの中心より9本の調査対象木を

選定し、樹高、幹曲がり、根元曲がりについて毎木調査を行った。樹高については Vertex III 超音波測高計（スウェーデン ハグロフ社）を用い 10cm 単位、胸高直径については直径巻き尺を用い mm 単位まで計測した。なお、樹高、胸高直径については、林縁木を調査対象から除いた。その他特性については林野庁林木育種センター九州育種場「民有林における検定林の調査要領³⁾」に記載されている方法を準用し、目視判定により表-3 のとおり調査を行った。

表-3 形質特性調査方法

評価項目	評価指数				
	5	4	3	2	1
幹曲がり	(なし) 曲がりが全くな し	(小) 少し曲がりがあ るが採材には支 障なし	(中) 矢高が直径の 50%未満	(やや大) 矢高が直径未満	(大) 重曲又は矢高が 直径以上
根元曲がり	(なし) 地際からの曲が り全くなし	(小) 少し曲がりがあ るが採材に柱は 採れる	(中) 0.3m以上0.6m未 満の切り捨てる 曲がりがある	(やや大) 0.6m以上1.2m未 満切り捨てる曲 がりがある	(大) 1.2m以上切り捨 てる曲がりがあ る
枝密度	少ない	やや少ない	中	やや多い	多い
枝径	細い	やや細い	中	やや太い	太い
枝長 [*]	短い	やや短い	中	やや長い	長い

※枝長については、23年次調査方法と同様の方法で評価した。

(2) 雄花着花性評価

雄花着花性は林野庁特定母樹指定基準⁴⁾に掲載されている方法を準用し、双眼鏡を用いた陽樹冠の目視判定により 5～1 の指数区分（5：着生範囲、着生量ともに非常に少ないか、全くない、4：着生範囲が狭く、着生量が少ない、3：着生範囲、着生量ともに中程度、2：着生範囲が広く、着生量が多い、1：着生範囲が広く、着生量が非常に多い）で個別別に行った。

(3) 発根特性調査

各精英樹の発根特性を調査するため、各クローン 30 本ずつ、夏期（平成 30 年 7 月）、秋期（平成 30 年 10 月）、春期（平成 31 年 4 月予定）にさし付け、半年後の発根率を調査する。今年度は夏期にさし付けたものについて発根率を調査した。

天瀬試験地、県営採種園、林業研究部場内にて各精英樹（クローン）を採穂し一昼夜吸水させ、15 cm の穂長に整穂した。その後、IBA 液剤 0.4%（40 倍希釈）（商品名：オキシベロン液剤、バイエルクロップサイエンス(株)）に一昼夜浸け鹿沼土へ箱ざしした。

3. 結果および考察

(1) 形質特性調査

九大 14 号次代検定林、九大 19 号次代検定林、及び前年度調査した天瀬試験地、九大 24 号次代検定林樹高データを表-4 に示す。九大 14 号次代検定林及び九大 19 号次代検定林で最も樹高が高かったのは県国東 18 号であり、それぞれの平均樹高は 19.5m、21.1m と有意に高い集団（5%水準）に属していた。県国東 18 号は前年度調査した九大 24 号次代検定林において最も樹高が高く、県内での適用性は高いと思われる。

天瀬試験地にて樹高に明確な有意差は出ていないものの、県国東 18 号は同試験地内の平均樹高を上回っていた。しかし、それよりも樹高が高か



写真-3 県国東 18 号

った県北諸県1号、県浮羽14号、県始良4号は、各検定林にて有意に樹高が低い(5%水準)ものや、平均樹高を下回るものが多かった(表-4、図-2)。逆に天瀬試験地にて平均樹高を下回っていた県大分4号は、九大19号次代検定林にて有意に高い集団(5%水準)に属していた。このように、各精英樹における樹高の高低の度合いは試験地・検定林毎に異なる場合が確認され、各環境への適応性が精英樹毎に異なる可能性があり、今後の検証が必要である。

表-4 形質調査結果(樹高)

精英樹名	樹高(m)			
	天瀬試験地	九大14号次代検定林	九大19号次代検定林	九大24号次代検定林
県北諸県1号	24.6±3.00 e	—	16.6±2.43 a	—
県始良47号	24.2±0.07 e	—	—	—
県神崎1号	23.6±0.54 e	—	—	—
県藤津8号	23.1±0.21 de	—	—	—
県筑紫5号	22.7±4.14 bce	—	—	—
県浮羽14号	22.6±0.64 ce	—	17.5±2.36 a	19.1±1.39 bcd
県諫早3号	22.4±0.84 ce	—	—	—
県始良53号	22.4±0.60 ce	—	—	—
県始良4号	22.3±1.08 ce	18.2±1.10 ac	—	—
県甘木2号	21.7±0.67 bce	—	—	—
県阿蘇7号	21.7±0.31 bce	—	—	—
県阿蘇4号	21.6±0.11 ae	—	—	—
県国東18号	21.2±0.43 ae	19.5±1.86 c	21.1±2.07 b	20.2±0.93 d
県阿蘇3号	20.9±0.09 ae	—	—	—
県山田2号	19.5±0.42 ac	17.9±1.64 ab	16.4±2.40 a	19.3±1.67 cd
県大分7号	19.2±0.36 ac	—	—	19.0±1.22 ad
県大分5号	19.2±1.61 ac	—	—	18.5±2.00 bcd
県大分4号	18.9±0.33 acd	—	20.2±1.89 b	17.9±1.30 ab
県三重5号	18.6±0.71 ac	—	—	17.0±1.59 a
県竹田7号	17.8±1.63 a	—	—	—
県竹田8号	17.7±0.11 ab	—	—	—
県日出4号	17.5±0.23 a	—	19.6±2.33 b	18.1±1.35 ac
県中津9号	—	18.5±1.39 bc	—	19.1±1.18 bcd
県中津10号	—	19.4±1.02 bc	—	19.5±1.27 cd
県佐伯5号	—	16.9±1.94 a	—	19.3±1.22 cd
平均値	21.1	18.4	18.6	19.0

・記載順は天瀬試験地にて樹高が高い順。「—」は調査対象なし。
 ・平均値±標準偏差。異なるアルファベットは、各試験地内で5%水準の有意差があることを示す(R ver 3.4.3を使用。Tukeyの多重比較検定。)

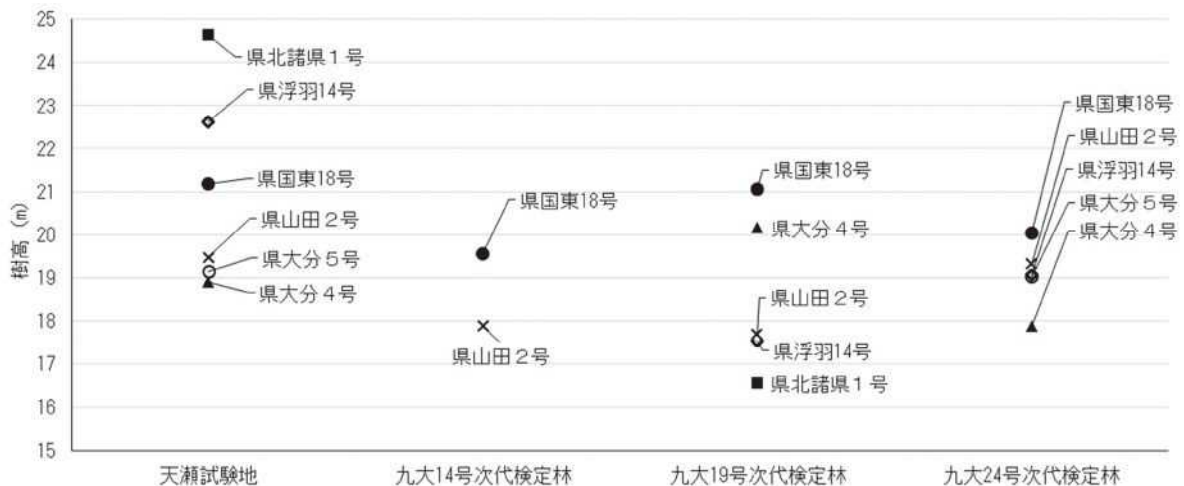


図-2 各試験地における樹高データ(一部抜粋)

九大 14 号次代検定林、九大 19 号次代検定林、及び前年度調査した天瀬試験地、九大 24 号次代検定林の形質データ（曲がり）を表-5 に示す。今年度調査した九大 14 号次代検定林の幹曲がり、根元曲がりの平均値はそれぞれ 3.52、2.82 であり、九大 19 号次代検定林の幹曲がり、根元曲がりの平均値はそれぞれ 4.00、3.12 だった。前年度調査した九大 24 号次代検定林の幹曲がり、根元曲がりの平均値はそれぞれ 3.56、2.42 であり、天瀬試験地の幹曲がり、根元曲がりの平均値はそれぞれ 4.55、3.98 であった。

天瀬試験地（クローン）と各次代検定林（実生）の平均値を比較すると、今回調査したどの次代検定林よりも、天瀬試験地の方が高い値（通直）を示した。精英樹別で比較してもほとんどの精英樹で天瀬試験地の方が幹・根元ともに通直だった。試験地毎に斜面勾配が異なるため、地形条件が影響した可能性があるが、幹曲がりにおいてもクローン試験林が通直だったことから、実生苗に比べクローン苗の方が幹の通直性がよい可能性がある。なお、幹曲がりの値は天瀬試験地、各次代検定林において県大分 4 号が最も数値が高かった。

表-5 形質調査結果（曲がり）

精英樹名	天瀬試験地		九大14号次代検定林		九大19号次代検定林		九大24号次代検定林	
	幹曲がり	根元曲がり	幹曲がり	根元曲がり	幹曲がり	根元曲がり	幹曲がり	根元曲がり
県中津 9 号	4.67	3.67	2.84	2.64	3.81	2.89	3.08	2.48
県中津10号	4.00	4.00	3.22	2.63	—	—	3.59	2.22
県竹田 7 号	4.25	4.50	—	—	—	—	—	—
県竹田 8 号	4.00	3.60	—	—	—	—	—	—
県三重 5 号	4.00	3.00	—	—	—	—	3.78	2.56
県佐伯 5 号	—	—	3.63	2.67	—	—	3.33	2.04
県大分 4 号	4.67	4.33	—	—	4.12	2.80	4.00	2.41
県大分 5 号	4.50	4.17	—	—	—	—	3.67	2.33
県大分 7 号	4.40	3.60	—	—	—	—	3.61	2.06
県日出 4 号	4.50	4.00	—	—	3.96	3.19	3.44	2.44
県国東18号	4.17	3.67	4.00	2.95	4.07	3.33	3.25	2.08
県山田 2 号	4.25	3.75	4.17	3.75	4.15	3.30	3.78	2.41
県筑紫 5 号	4.33	3.33	—	—	—	—	—	—
県浮羽14号	4.00	4.50	—	—	4.08	3.25	3.33	3.04
県甘木 2 号	3.17	3.67	—	—	—	—	—	—
県藤津 8 号	4.17	4.00	—	—	—	—	—	—
県神崎 1 号	4.00	3.43	—	—	—	—	—	—
県諫早 3 号	4.57	4.43	—	—	—	—	—	—
県阿蘇 3 号	3.86	3.43	—	—	—	—	3.78	2.78
県阿蘇 4 号	4.17	4.00	—	—	—	—	—	—
県阿蘇 7 号	4.14	3.71	—	—	—	—	—	—
県北諸県 1 号	4.14	3.71	—	—	3.81	3.07	—	—
県始良 4 号	4.50	4.17	3.78	2.83	—	—	—	—
県始良47号	4.50	4.00	—	—	—	—	—	—
県始良53号	4.50	3.75	—	—	—	—	—	—
平均値	4.55	3.98	3.52	2.82	4.00	3.12	3.56	2.42

・ 5 段階評価（曲：1 一直：5）。数字は各試験地における平均値を示す。「—」は調査対象木なし。

九大 14 号次代検定林、九大 19 号次代検定林の枝特性調査結果を表-6、表-7に示す。前年度同様、目立った枝特性を示すものは見受けられなかったが、県国東 18 号、県山田 2 号はどちらの検定林においても枝径が太い傾向が見られた。

表-6 九大 14 号次代検定林 (枝特性)

九大14号次代検定林			
精英樹名	枝密度	枝径	枝長
県中津 9 号	2.92	3.00	2.56
県中津10号	3.04	3.00	2.44
県国東18号	2.90	2.90	2.65
県佐伯 5 号	3.11	2.93	2.44
県山田 2 号	3.00	2.33	2.50
県始良 4 号	3.17	3.11	2.83

・ 5 段階評価 (多・太・長 : 1 → 少・細・短 : 5)。数字は各試験地における平均値を示す。

表-7 九大 19 号次代検定林 (枝特性)

九大19号次代検定林			
精英樹名	枝密度	枝径	枝長
県中津 9 号	2.89	2.74	2.56
県大分 4 号	2.72	2.76	2.60
県日出 4 号	2.89	2.81	2.78
県国東18号	2.85	2.48	2.33
県山田 2 号	3.28	2.67	2.44
県浮羽14号	2.96	3.00	2.46
県北諸県 1 号	3.00	2.78	2.59

・ 5 段階評価 (多・太・長 : 1 → 少・細・短 : 5)。数字は各試験地における平均値を示す。

(2) 雄花着花性調査

平成 29 年度と平成 30 年度の雄花着花性調査結果を表-8に示す。今年度の調査では、前年度同様、林縁の個体の方が着花量が多く、全体的に天瀬試験地の方が着花量が多かった。精英樹別に見ると、

表-8 雄花着花性調査

精英樹名	雄花着花性 (平成29年度)				雄花着花性 (平成30年度)			
	天瀬試験地		県営採種園 (荻町)		天瀬試験地		県営採種園 (荻町)	
	林内	林縁	林内	林縁	林内	林縁	林内	林縁
県中津 9 号	—	2.67	—	—	—	1.67	—	—
県中津10号	—	3.00	4.33	4.50	—	2.00	4.33	3.50
県竹田 7 号	3.00	3.00	4.60	4.00	2.00	2.00	3.75	4.50
県竹田 8 号	3.50	3.67	—	—	5.00	4.33	—	—
県三重 5 号	—	—	4.00	4.50	2.00	—	4.00	4.50
県佐伯 5 号	—	—	4.50	—	—	—	4.67	—
県大分 4 号	4.00	3.75	5.00	—	4.00	3.75	5.00	—
県大分 5 号	2.50	2.00	5.00	—	3.50	4.00	4.50	—
県大分 7 号	3.67	2.00	4.50	5.00	5.00	5.00	4.50	5.00
県日出 4 号	4.40	—	—	—	5.00	—	—	—
県国東18号	3.00	3.00	4.22	4.00	3.25	3.00	4.22	4.00
県山田 2 号	4.25	—	4.00	5.00	4.75	—	3.00	4.00
県筑紫 5 号	4.25	4.00	—	—	5.00	5.00	—	—
県浮羽14号	4.00	3.00	4.29	5.00	4.67	4.67	4.57	4.00
県甘木 2 号	3.00	—	4.80	—	4.33	—	4.50	—
県藤津 8 号	4.00	3.50	—	—	5.00	5.00	—	—
県神崎 1 号	3.75	4.33	—	—	3.25	2.67	—	—
県諫早 3 号	3.00	3.00	—	—	3.25	4.33	—	—
県阿蘇 3 号	3.40	3.00	5.00	3.00	4.80	5.00	4.75	4.00
県阿蘇 4 号	4.83	—	—	—	5.00	—	—	—
県阿蘇 7 号	4.25	3.00	—	—	3.50	4.33	—	—
県北諸県 1 号	4.00	3.00	—	—	4.25	3.00	—	—
県始良 4 号	4.67	—	—	—	5.00	—	—	—
県始良47号	4.00	3.67	—	—	3.00	2.00	—	—
県始良53号	3.50	—	—	—	2.75	—	—	—
平均値	3.82	3.20	4.41	4.36	4.13	3.67	4.24	4.15

・ 5 段階評価 (多 : 1 → 少 : 5)。数字は各試験地における平均値を示す。

天瀬試験地林内のみの観測になるが、県阿蘇4号、県始良4号は2か年続けて評価5に近い成績を示し、着花量が少ない傾向を示した。一方、県国東18号は各試験地において、林内・林縁ともに2か年続けて平均値を下回り、試験対象精英樹の中では着花量が多い傾向を示した。次年度も継続して自然着花状況を観察するとともに、人工着花処理による評価も加えて実施する予定である。

(3) 発根特性調査

夏期にさし付けた各精英樹の発根率を表-9に示す。一般にさし付け適期ではないといわれる夏期においても、複数の精英樹で発根が確認された。特に県大分5号では発根率70%と他のクローンに比べ高い発根率を示した。秋期にさし付けたもの、及び春期にさし付ける予定の発根率について継続して調査を行う。

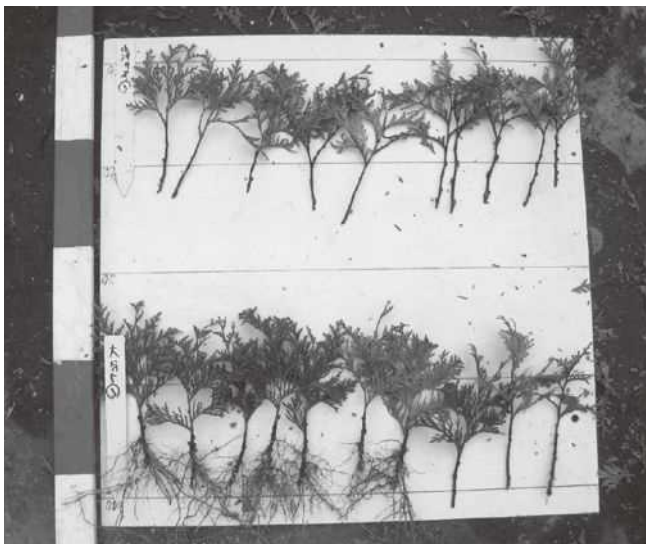


写真-4 県大分5号発根状況(写真下半分)

表-9 発根調査結果(夏ざし)

精英樹名	発根率 (%)	採穂地 (平均発根率)
県中津9号	0.0	県営採種園 (平均15.3%)
県中津10号	3.3	
県三重5号	0.0	
県佐伯5号	16.7	
県日出4号	0.0	
県大分4号	16.7	
県大分5号	70.0	
県大分7号	20.0	
県国東18号	16.7	
県山田2号	10.0	
県竹田8号	3.3	天瀬試験地 (平均10.2%)
県筑紫5号	3.3	
県藤津8号	0.0	
県阿蘇3号	16.7	
県阿蘇4号	40.0	
県阿蘇7号	13.3	
県始良4号	3.3	
県竹田7号	3.3	当部場内 (平均10.0%)
県浮羽14号	6.7	
県甘木2号	10.0	
県神崎1号	33.3	
県諫早3号	3.3	
県北諸県1号	10.0	

4. 今後の計画

当初、形質調査(特に樹高)で優秀な精英樹を絞り込み、材質調査や発根特性により選抜を行う予定であった。しかし、樹高においては、県国東18号がどの試験地でも高い傾向を示したが、試験地毎に有意に樹高が高い精英樹が変動することや、各環境への適応性が精英樹毎に異なる可能性がある中では絞り込みが難しい。よって、今後は材質調査を行うとともに継続して雄花着花性調査、発根特性調査を行い、各特性の数値を点数化し選抜を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 諫本信義：大分県林業試験場研究時報第25号, 1 (平成10年)
- 2) 津島俊治：大分県農林水産研究センター林業試験場研究報告第16号, 23 (平成18年)
- 3) 林野庁林木育種センター九州育種場, 民有林における検定林の調査要領, 2 (平成8年)
- 4) 林野庁, 特定母樹指定基準, 5-6 (平成25年)

スギ推奨品種さし木苗の増産に関する研究(Ⅱ)

平成 30 年度～令和 2 年度

森林チーム 姫野 早和

1. 目 的

大分県では森林資源の充実により主伐・再造林が増加し、苗木需要が急増している。しかしながら県内での苗木自給率は約 50%にとどまり、今後も慢性的な苗木の供給不足が懸念されている。

スギさし木苗の増産に関する技術の一つとして、通常の大サイズの穂木(以下、普通穂と記す)よりも小型の穂木(以下、ミニ穂と記す)を利用するものがある。この技術は、ミニ穂を採穂することで採穂台木 1 本あたりの採穂量を増加させ、苗木の生産量を向上させるものである。ミニ穂は翌年普通穂として採穂できるはずの穂を先取りするものであることから、ミニ穂を採穂することで普通穂は減り、ミニ穂が増加していく可能性がこれまでに示されてきた¹⁾。しかしながら、このような採穂方法を毎年繰り返すことによる影響について詳細はまだ分かっていない。

また、ミニ穂はサイズが小さい分、通常の方法では育苗に長期間を要する¹⁾。ミニ穂を用いて迅速に苗木増産を行うには普通穂と同程度の短期間(約 1 年間)での育苗手法の確立が求められる。

そこで、平成 30 年度はミニ穂の採穂量調査および密閉さしを用いたミニ穂の育苗試験を行ったので、これらの成果について報告する。

2. 試験方法

1) 採穂量調査

採穂量調査では、それぞれ同一の採穂台木に対し通常の採穂(普通穂のみ採穂)を行う場合とミニ穂の採穂を追加(普通穂とミニ穂を採穂)する場合の採穂量を比較し、さらにこれらの採穂方法を毎年繰り返すことによる採穂量の推移を求めた。この調査は平成 27 年より開始し、秋期(10 月)に 4 回(平成 27～30 年)、と春期(3 月)に 4 回(平成 28～31 年)行った。

調査方法については、採穂園の中で通常の採穂を行う試験区を対照区、通常の採穂の後にミニ穂の採穂を追加する試験区をミニ穂区とし、各試験区の台木から採穂を行った後にそれぞれの大きさの穂木の数を計測した。調査方法を図-1 に示した。今回の試験では普通穂の長さは 40cm とし、ミニ穂区は穂長別に 3 種類(ミニ穂区①～③、10cm・15cm・

採穂量調査の方法*

1. 普通穂を採穂

2. ミニ穂を採穂

3. 整枝剪定

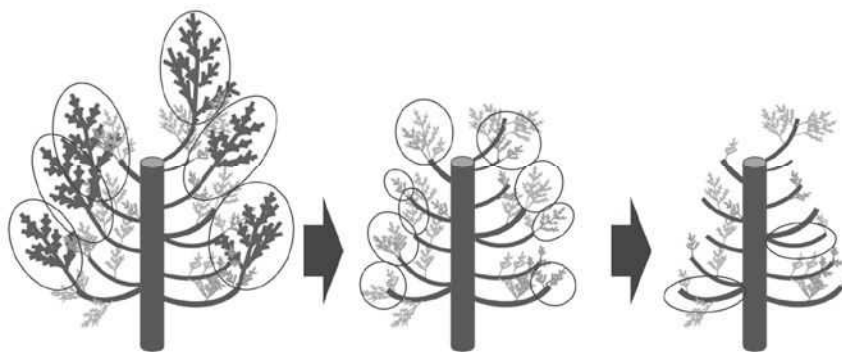


図-1 採穂量調査の方法

※対象の長さ以上の穂を採穂し、ミニ穂は採穂拠点から萌芽したもののみ採穂した。対照区では 1 と 3 のみ行った。

20cm)設定した。いずれの穂長についても穂作りの際に長さを調整することを想定し、採穂の際には5cm長く採った。調査後には整枝剪定を行った。

調査は日田市天瀬町の生産者の採穂園内のスギ3品種(シャカイン、タノアカ、ヤマグチ)を対象とした。これらの台木は毎年1.6~1.8m付近で頂端部が断幹されており、試験開始年の平成27年においては剪定はほとんど実施されていない状態であった。表-1に試験区ごとの採穂方法と供試した台木数の一覧を示した。

表-1 採穂量調査試験区概要

試験区	採穂方法	調査台木の数・品種	
		秋期	春期
ミニ穂区①	普通穂+ミニ穂(10cm)	各試験区24本 (3品種 [*] ×4本×2反復)	各試験区16本 (2品種 [*] ×4本×2反復)
ミニ穂区②	普通穂+ミニ穂(15cm)		
ミニ穂区③	普通穂+ミニ穂(20cm)		
対照区	普通穂(40cm)のみ		

※ 秋期の調査ではシャカイン、タノアカ、ヤマグチの3品種、春期の調査ではシャカイン、ヤマグチの2品種を対象とした。

2)ミニ穂の秋期密閉さし試験

密閉さしとは、さし床の周囲をビニールトンネル等で覆うさし木法であり、密閉空間内の湿度や温度を高めることで発根を促進するとされている²⁾。今回の試験では密閉さしのさし付け適期について検討を行うため、時期を分けて3度の採穂・さし付けを行い、床替え時の発根状態および最終的な山行き苗への規格到達率により評価を行うこととした。また、今回は密閉さしの効果および環境要因と発根の関係について検討するため、育苗期間中密閉さし内部の温湿度を測定した。

(1)採穂・さし付け作業

採穂は山香採穂園(大分県杵築市)で行い、シャカイン・タノアカ2品種を用いた。穂は日田市天瀬町の生産者の種苗園内に持ち帰った後、穂長を20cmと25cmに調整し、さし床にさし付けた。さし付け方法は床さしであり、さし床は露地(黒色土)の上に幅1m、高さ10cm程度の木枠を設置し、中に真砂土を敷き詰めて作った。さし付け後は十分に灌水した後農業用ビニールにより密閉し、60%寒冷紗をかけた。これらの作業を平成29年9月21日、10月6日、10月20日の計3回行い、密閉後は灌水を行わなかった。さし付け数については表-2に示した。

密閉空間内外には温湿度計(ハイグロクロン、KNラボラトリーズ)(写真-1)、密閉内外の土中の深さ5~6cm程度の位置に温度計(サーモスタッド、KNラボラトリーズ)をそれぞれ設置し(写真-1)、密閉期間中の温湿度を1時間ごとに測定した。

(2)発根調査・床替え

さし付けから約8か月後の平成30年6月半ばに発根状態の調査を行った。さし床から苗を掘り起こした後、それぞれの試験区の苗について発根状態を目視により①発根あり(多):十分に発根しているもの、②発根あり(少):発根しているが、根が少ないまたはほとんど白根のもの、③発根なし、④

枯れの4パターンに分けた。発根調査後は1週間程度仮植した後、同種苗園内の苗畑に床替えした。

表-2 時期別さし付け本数

品種	採穂・さし付け日	穂長	さし付け数(本)
シャカイン	9月21日	20cm	534
		25cm	171
	10月6日	20cm	484
		25cm	529
	10月20日	20cm	393
		25cm	553
タノアカ	9月21日	20cm	480
		25cm	171
	10月6日	20cm	691
		25cm	507
	10月20日	20cm	522
		25cm	494



写真-1 密閉空間内の温湿度計の様子

(3)苗木の規格到達率調査

さし付けから約1年2か月後の平成30年12月に床替え苗の規格到達率の調査を行った。調査では床替え苗を掘り上げて苗高と直径を測定し、①大分県の裸苗山行き規格(2号苗サイズ、直径7mm以上かつ苗高40cm以上)、②規格外a(コンテナ苗山行き規格、直径5.5mm以上かつ苗高35cm以上)、③規格外b(コンテナ苗規格未滿)、④枯死の4パターンに分け、さし付け時期別・穂長別に集計を行った。

3. 結果および考察

1)採穂量調査

平成30年度の採穂量調査の結果を表-3に、過去3年間分の調査結果と合わせた採穂量の年変動を図-2に示した。

全体の採穂量は秋期、春期どちらの調査においてもミニ穂の採穂を追加した場合(ミニ穂区)は通常の採穂を行った場合(対照区)を常に上回っていた(表-3、図-2)。全体の採穂量は秋期の2年目の結果を除いて連続して増加しており(図-2)、平成30年度時点でミニ穂区において対照区よりも1.3~4.3倍多くなっていた(表-3)。ミニ穂区の中では秋期調査のタノアカを除いて採穂対象の穂長が短いほど多くなる傾向があった(表-3)。

普通穂の量については、調査開始時(年)にはミニ穂区と対照区で差が確認されなかった¹⁾が、2年目以降の調査では秋期・春期ともにミニ穂区で対照区よりも下回る傾向が見られた。平成30年度の調査においては、ミニ穂区での普通穂の量は対照区と比較して秋期で29~67%、春期で19~59%少なく、ミニ穂区の中では採穂対象の穂長が短いほど少なくなる傾向があった(表-3)。一方、ミニ穂の採穂量は4年間の調査の中で連続した増加傾向が見られた(図-2)。ミニ穂の量は採穂対象の穂長が短くなるほど多く、平成30年度の調査ではミニ穂区①(10cm)とミニ穂区③(20cm)では1.4~2.1倍程度の差があった(表-3、図-2)。これにともない、全体の採穂量に占めるミニ穂の割合も採穂対象の穂長が短くなるほど多くなる傾向がみられた(表-3)。

ミニ穂区において全体の採穂量が対照区よりも多くなった結果については、普通穂の減少量よりもミニ穂の追加量が大きかったためである。この調査では毎年採穂・剪定を繰り返すため、年々採穂掘

表-3 平成30年度採穂量調査結果(台木1本あたりの平均採穂量)

		普通穂(本)	ミニ穂(本)	合計(本)	合計/対照区 (%)	普通穂/対照区 (%)	ミニ穂の割合 (%)	
秋期 (10月)	シャカイン	対照区 (40cm)	59.3 ± 12.8 a		59.3 ± 12.8 c			
		ミニ穂区① (10cm)	24.8 ± 7.9 c	148.3 ± 26.9 a	173.0 ± 29.5 a	292.0	41.8	85.6
		ミニ穂区② (15cm)	38.5 ± 12.3 bc	82.4 ± 25.5 b	120.9 ± 21.9 b	204.0	65.0	67.2
		ミニ穂区③ (20cm)	35.1 ± 6.6 b	75.0 ± 24.5 b	110.1 ± 29.2 b	185.9	59.3	67.2
	タノアカ	対照区 (40cm)	78.1 ± 14.2 a		78.1 ± 14.2			
		ミニ穂区① (10cm)	25.4 ± 18.2 b	77.5 ± 23.4 n.s	102.9 ± 38.8 n.s	131.7	32.5	72.1
		ミニ穂区② (15cm)	42.9 ± 19.9 b	63.0 ± 22.7 n.s	105.9 ± 36.0 n.s	135.5	54.9	61.3
		ミニ穂区③ (20cm)	50.5 ± 9.8 c	52.0 ± 14.0 n.s	102.5 ± 17.9 n.s	131.2	64.6	50.5
	ヤマグチ	対照区 (40cm)	54.9 ± 6.1 a		54.9 ± 6.1 c			
		ミニ穂区① (10cm)	35.9 ± 14.0 c	106.1 ± 30.5 a	142.0 ± 39.5 a	258.8	65.4	74.9
		ミニ穂区② (15cm)	34.8 ± 8.2 b	105.6 ± 14.8 b	140.4 ± 11.9 a	255.8	63.3	75.0
		ミニ穂区③ (20cm)	39.0 ± 15.3 b	74.3 ± 19.9 b	113.3 ± 27.2 b	206.4	71.1	65.7
春期 (3月)	シャカイン	対照区 (40cm)	58.8 ± 12.3 a		58.8 ± 12.3 c			
		ミニ穂区① (10cm)	24.0 ± 8.5 c	154.0 ± 43.6 a	178.0 ± 46.4 a	303.0	40.9	86.1
		ミニ穂区② (15cm)	29.3 ± 10.4 b	141.6 ± 26.9 a	170.9 ± 32.5 a	290.9	49.8	83.1
		ミニ穂区③ (20cm)	35.5 ± 8.5 b	99.8 ± 18.2 b	135.3 ± 19.5 b	230.2	60.4	73.6
	ヤマグチ	対照区 (40cm)	33.9 ± 8.5 a		33.9 ± 8.5 d			
		ミニ穂区① (10cm)	27.4 ± 6.7 ab	117.1 ± 35.1 a	144.5 ± 35.6 a	426.6	80.8	80.2
		ミニ穂区② (15cm)	19.6 ± 11.1 b	83.5 ± 10.7 b	103.1 ± 11.5 b	304.4	57.9	81.4
		ミニ穂区③ (20cm)	25.9 ± 10.8 ab	55.1 ± 11.1 c	81.0 ± 12.4 c	239.1	76.4	68.4

※各本数：平均値±標準偏差

異なるアルファベットは各調査時期・品種内での多重比較において5%水準で有意差があることを示す。

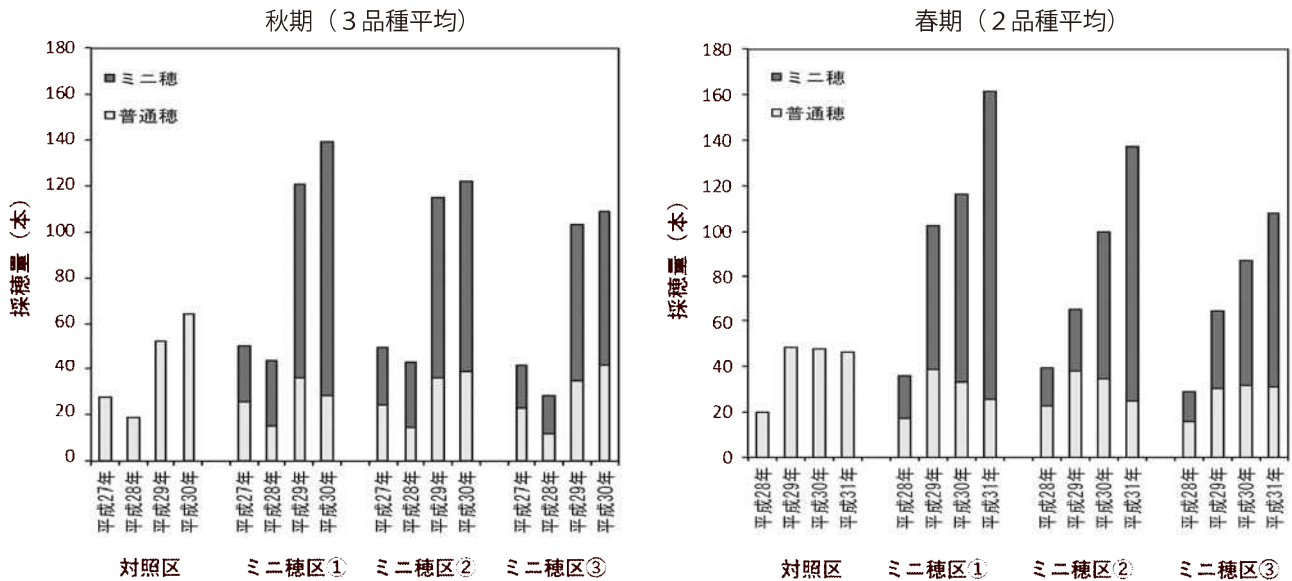


図-2 4年間の採穂量の変動

点が増えることで萌芽が多く発生し、ミニ穂の採穂量が増えたと考えられる。ミニ穂区において普通穂の量が対照区よりも少なくなった理由については、採穂せずに残しておけば翌年普通穂として採穂できるはずの穂をミニ穂として多く先取りしたことの影響によるものと考えられる。採穂対象の穂長が短いほどその傾向が強くなったことは、採穂対象の穂長が短くなるほど採穂できるミニ穂が増え、台木に残る穂が減ったことによるものと考えられる。

以上より、今後もミニ穂の採穂を繰り返すことで通常の採穂を行うよりも全体の採穂量は増加するが、その多くがミニ穂となり、普通穂のような大きな穂は減ることが予測される。また、同一の台木

からミニ穂を採穂する場合、ミニ穂のみを毎年採穂して利用する際は穂長を小さく(10cm程度)するほど多く採穂できるが、ミニ穂と一緒に普通穂も採穂する場合はなるべく長いもの(20cm程度)だけを選択して翌年のために小さな穂を残すことで毎年安定して多くの穂を採ることができると考えられる。

2)ミニ穂の秋期密閉さし試験

(1)発根調査および規格到達率調査の結果について

次に、ミニ穂の秋期密閉さし試験について、床替え時における発根調査の結果を図-3に示した。

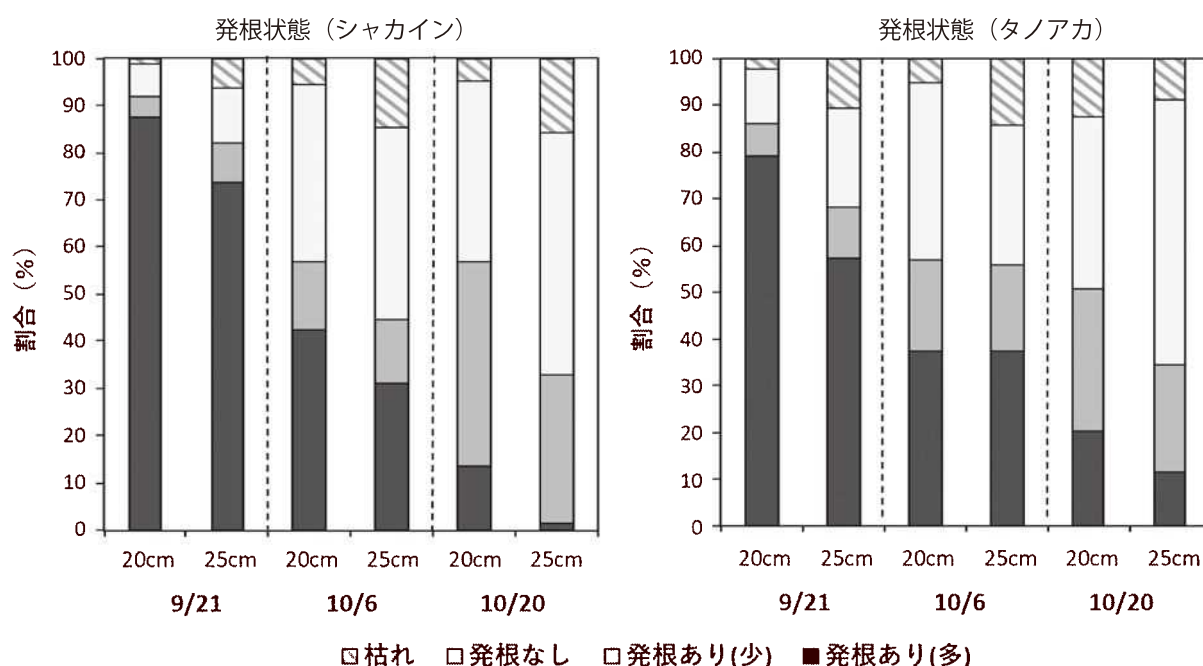


図-3 さし付け日別床替え時の発根状態

床替え時の発根状態はさし付け日が早いほど良かった。発根のあったものの割合は9月21日さし付け分においてシャカインでは20cm穂で92%、25cm穂で82%、タノアカでは20cm穂で86%、25cm穂で68%となっており、中でも根が十分に発達したものの割合が多かった。穂長の差については、全体的に20cm穂で25cm穂よりも発根状態が良い傾向があった。

次に、規格到達率調査の結果を図-4に示した。裸苗の山行き規格に到達した苗の割合は床替え時の発根状態と同様にさし付け時期が早いほど高かった。最も割合の高かった9月21日さしにおいて、山規格に到達した苗はシャカインでは20cm穂で51%、25cm穂で54%であり、タノアカでは20cm穂で50%、25cm穂で56%と、25cm穂の規格到達率がやや高く、2品種でほとんど同等の結果となった。また、裸苗での山行き苗規格には達しなかったが、コンテナ苗では規格には到達していた規格外aを山行き規格として集計すると、シャカインでは20cm穂で67%、25cm穂で62%、タノアカでは20cm穂で69%、25cm穂で63%が規格に到達しており、この割合は20cm穂の方が高くなった。

今回の試験では最も成績の良かった9月21日さしにおいても、裸苗の山行き苗の規格到達率が6割以下、コンテナ苗規格でも7割以下と8割に満たなかった。これは床替えのタイミングが遅く、成

長期間が十分に確保できなかったためであると考えられる。当初は5月上旬ごろに十分に根が発達することを想定し、同時期に床替えを行う予定だった。しかし、4月上旬に苗の発根状態を確認したところ、5月の床替えは困難な状態だったため、今回の試験では6月に床替えを行った。このため、9月下旬より早い時期にさし付けを行うことでより早期に発根させて床替え時期を早め、十分な生育期間を確保することで規格到達苗の割合を高めることができた可能性がある。

また、規格到達苗の割合について穂長に着目すると、裸苗の山行き苗規格では規格到達率が25cm穂の方が20cm穂よりも高く、コンテナ苗規格では20cm穂の方が高かった。これらの結果から、裸苗には25cm穂、コンテナ苗には20cm穂の利用可能性が高いことが示唆される。今回の結果で床替え時の発根状態が20cm穂で25cm穂よりも良くなる傾向がみられたことについては、さし穂の葉量のバランスが20cm穂で優れていたためと考えられるが、詳細については不明である。しかし穂長が短いほど発根率は高くなるという結果は既報³⁾に合致しており、先に述べたように生育期間をより長く確保することで裸苗、コンテナ苗どちらにおいても20cm穂の利用可能性がより高くなることが示唆される。

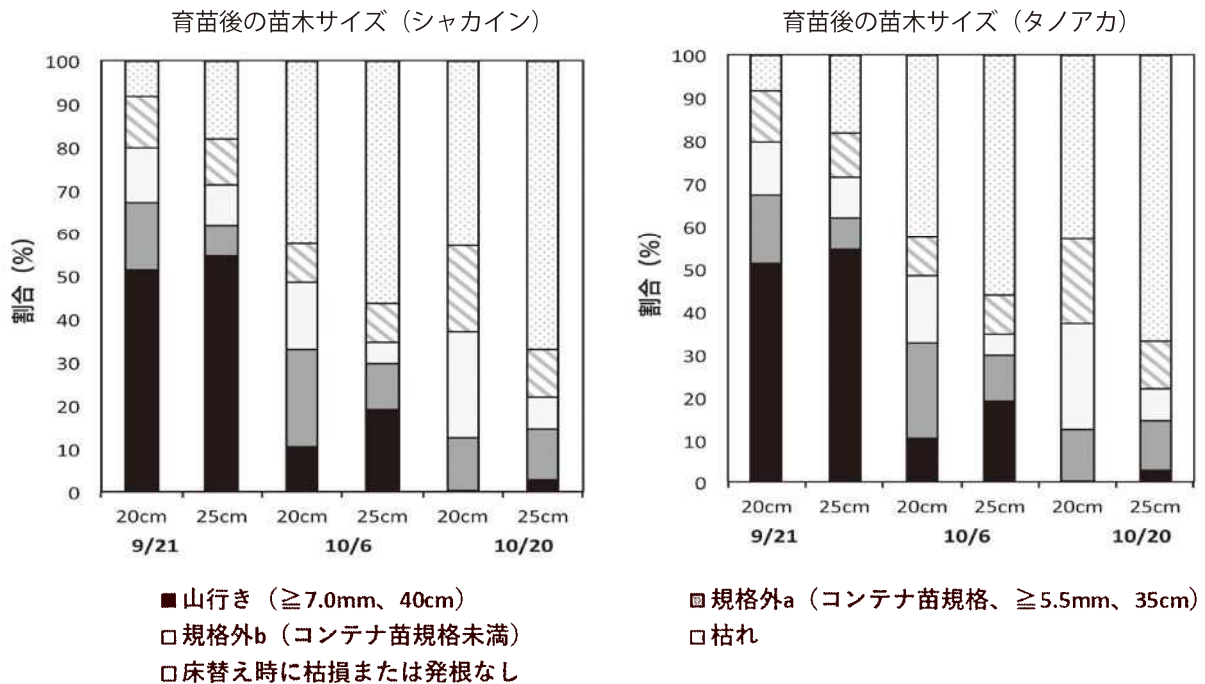


図-4 育苗後の苗木サイズ

(2)密閉空間の温湿度、土温の測定結果について

次に、密閉空間の温湿度の測定データを図-5に示した。密閉空間内の気温は外気温よりも常に上回っており、さし付け期間である秋～翌春の間、月平均で1.6～2.6℃程度高かった。しかし今回の試験でさし付けを行った平成29年の冬は冷え込みが厳しく、密閉空間内においても氷点下となることがあった。また、湿度についても密閉空間内では外気よりも常に高くなっており、さし付け期間中常に90～100%(日平均)に維持されていた。

次に、今回密閉内外で測定した土中の温度データから、一般にさし木の発根に必要とされている 15°C 以上²⁾となる際の温度を積算した結果を図-6 に示した。土中温度が 15°C を下回る期間(図中の水平移動の部分)を発根休止期間とすると、発根休止期間は密閉外の土中では 10 月末に開始し、4 月初めに終了したのに対し、密閉内では 11 月半ばに開始し、3 月下旬に終了していた。この結果から、ビニール密閉により発根可能な土中温度の期間が 20 日程度延長したことが示唆された。

さし木において、さし付け直後はさし穂の水分状態が不安定となり、蒸散を抑制するために周囲の十分な湿度が必要であるといわれている²⁾。今回の試験ではさし付け時に一度灌水を行ったのみであったが、密閉期間中は十分に湿度が維持されており、さし穂の水分バランスの維持につながったと考えられる。また、密閉による空間内の気温の上昇およびそれにとまう土中温度の上昇により、発根可能な期間が延長され、通常の露地さしよりも発根状態は向上したものと考えられた。

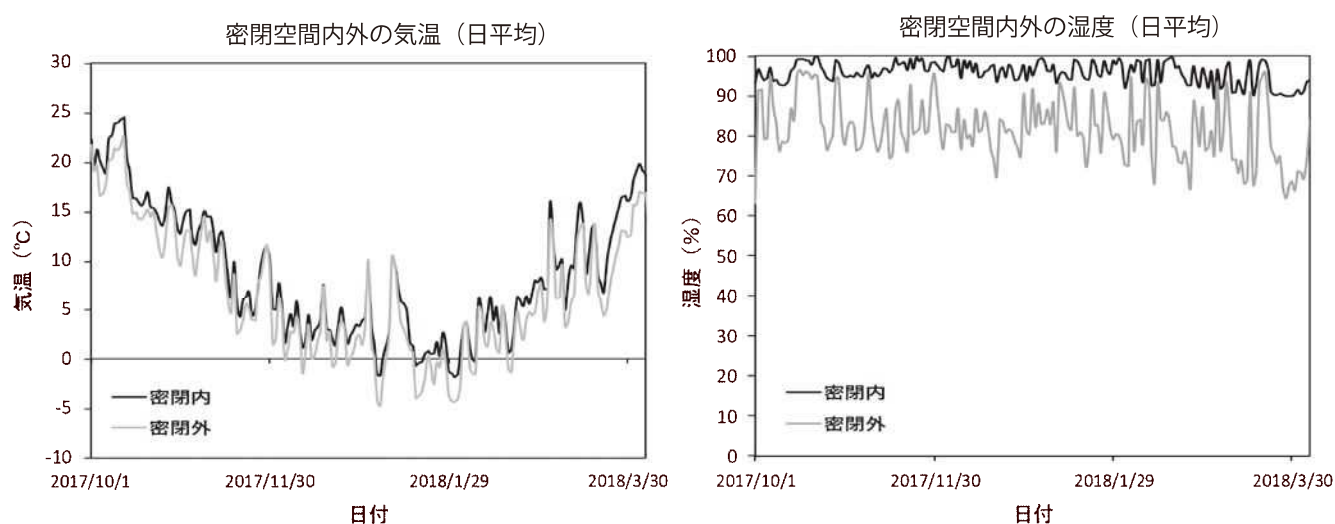


図-5 密閉空間内外の気温(左)と湿度(右)

以上の結果より、秋の密閉さしにおける適切なさし付け時期および密閉さしによる効果が示された。

(3)さし付け適期についての補足

今回の試験でさし付けを行った平成 29 年の冬は過去 10 年間の気温⁴⁾と比較してもかなり冷え込みが厳しく、さし木発根には困難な状況にあったといえる。今回の試験のように冬期に気温があまり下がらない場合は必ずしも 9 月下旬以前にさし付ける必要はないことも考えられるが、この時期のさし付けを行うことで、早期の発根およびこれに伴う床替え時期の早期化が促されることが予測される。しかしながら、さし木においては気温の上昇に伴ってさし穂の吸水量が少なくなり、30 度を超えると発根率は低下し、高温障害が出てくることが報告されており²⁾、実際には気温の下がり始める 8 月下旬以降のさし付けが現実的であると考えられる。したがって今回の結果と合わせると、8 月下旬～9 月下旬頃のさし付けが望ましいことが示唆されるが、詳細な条件については不明であるため、今後も引き続き検討したい。

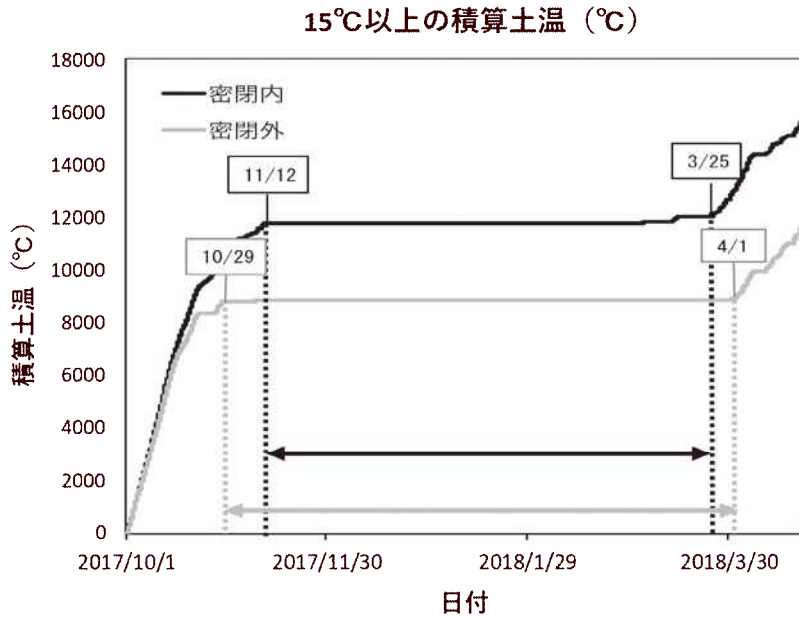


図-6 密閉内外の 15°C以上の積算土温と発根休止期間

※ 1時間ごとの測定データを 15°C以上になる場合のみ積算したため、15°Cを下回る際は水平に移動する

4. 謝辞

採穂量調査については、日高樹苗園(日田市天瀬町)の採穂園を試験地として提供していただいた。また密閉さし試験については大分県樹苗生産農業協同組合と共同で作業を行い、高村種苗園(日田市天瀬町)の敷地を試験地として提供していただいた。ここに感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 姫野早和：平成 29 年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報， 7-11(平成 30 年)
- 2) 町田英夫：さし木のすべて， 261pp(昭和 50 年)
- 3) 藤澤義武・植田守：森林遺伝育種 第 2 巻， クローン苗の養成技術-さし木-(平成 25 年)
- 4) 気象庁 HP： <https://www.jma.go.jp/jma/index.html>

再造林に欠かせないシカ害防除技術の確立 — 単木防護資材の性能評価試験 —

平成30年度～令和2年度
森林チーム 豆田 俊治

1. 目 的

平成29年度県政推進指針において、素材生産量140万 m^3 に向けた主伐への本格移行と再造林の徹底を掲げているが、植栽地のシカ被害は依然として多く発生しており、災害に強い森林づくりを推進するうえで克服すべき課題である。シカ被害対策は、造林地内への侵入を防止するシカネットの設置が有効である。しかしながら、設置後に生じた破れやたるみからシカが侵入するケースもあり、当初の張り方や設置後の管理が非常に重要である。

一方、大苗植栽でシカ被害を低減する取り組みや、コスト面から普及の進まなかったツリーシェルターなどの単木防除についても、疎植造林の普及や下刈り低減の効果が期待できるなどの点から再評価する動きがある。そこで、シカネットやツリーシェルター、大苗植栽などのシカ被害防除技術について、どのような基準で選択すればよいかを整理、検討する必要がある。

本年度は、造林地の植栽木のシカ被害を防止することを目的としたツリーシェルターなどの単木防護資材（以下、防護資材と記す）の導入の検討に必要なデータを得るために、市販されている4社12種類の防護資材を設置して設置経費や耐久性等の性能評価と植栽木の成長を比較する試験地を設定した。

2. 試験方法

1) 試験地の設定

試験地は大分県農林水産研究指導センター林業研究部の圃場に20m×30mの区域を設定した（写真-1）。植栽はスギコンテナ苗（品種名：シャカイン）を平成30年9月19日～21日の間に行った。植栽間隔は2.5m（haあたり1,600本）とした。試験地は3つの区域に分けてA：防護資材区72本、B：シカネット区12本、C：防護資材なし（対照区）12本の合計96本とした。

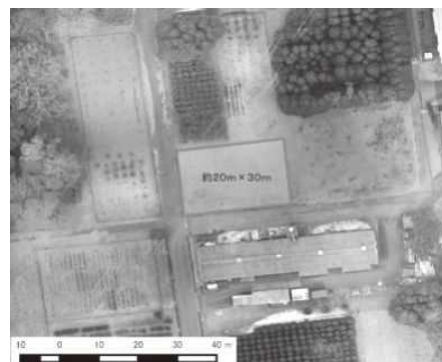


写真-1 試験場所

2) 防護資材の設置

設置した防護資材の商品名、材質、形状等を表-1に示す。設置は植栽後すぐに行った。防護資材1種類につき2本×3か所＝計6本設置した。設置作業手順は、各防護資材に添付された説明書どおりに行った。このとき設置作業時に組み立て時間と設置（杭の打ち込み、結束バンドの固定など）に要した時間を計測した。

3) 苗木の測定および自動撮影カメラの設置

植栽時に植栽木の樹高と地際径を測定した。また、試験地には自動撮影カメラを設置して接近する

シカの様子を記録した。

3. 結果および考察

1) 試験地の設定

図-1に各資材毎の配置図を示す。2本を1ブロックとし、同一種類のブロックが隣接しないように3か所ずつ配置した。写真-2に試験地の全景を示す。

2) 防護資材の設置

防護資材のタイプ別の外観を写真-3～7、設置作業状況を写真-8、また設置時間の計測結果を図-2に示す。最も時間がかかったのはハイトシェルターの1.7mタイプで、これは主に支柱を打ち込む際に時間を要したためである。また組み立てが必要なタイプは、本体を組み立ててから設置場所まで運んで設置したが、ミカンネットのような形状で組み立ての必要がない幼齡木ネットとチューブラーの設置時間が最も短くなった。

3) 苗木の測定および自動撮影カメラの設置

植栽した96本の樹高と地際径は平均でそれぞれ45.9cm、5.94mmであった。今後1年毎に測定を行い、成長量の比較を行う予定である。また設置した自動撮影カメラで撮影された画像から試験地内にシカが出現しており（写真-9、10）、防護資材の周辺でシカが活動する様子が確認された。撮影は現在も継続して実施中である。

4. 今後の計画

防護資材毎の劣化状況や植栽木の成長量や状態を比較することで防護資材の性能評価を行っていく予定である。

表-1 防護資材一覧

	商品名	メーカー名	材質	高さ (m)	本体形状	支柱
①	ハイトシェルター-Sアドバンス	ハイトカルチャ株式会社	ポリプロピレン	1.4	筒型 (φ100mm)	2本
②	ハイトシェルター-EXアドバンス	ハイトカルチャ株式会社	バイオマス プラスチック	1.4	筒型 (φ100mm)	2本
③	ハイトシェルター-BDアドバンス	ハイトカルチャ株式会社	生分解性 プラスチック	1.4	筒型 (φ100mm)	2本
④	ハイトシェルター-Sアドバンス	ハイトカルチャ株式会社	ポリプロピレン	1.7	筒型 (φ100mm)	2本
⑤	ハイトシェルター-EXアドバンス	ハイトカルチャ株式会社	バイオマス プラスチック	1.7	筒型 (φ100mm)	2本
⑥	ハイトシェルター-BDアドバンス	ハイトカルチャ株式会社	生分解性 プラスチック	1.7	筒型 (φ100mm)	2本
⑦	ヘキサチューブL	ハイトカルチャ株式会社	ポリプロピレン	1.4	正六角形 (1辺6cm)	2本
⑧	ヘキサチューブW	ハイトカルチャ株式会社	ポリプロピレン	1.4	正六角形 (1辺7.5cm)	2本
⑨	サブリガード	大一工業株式会社	ポリエチレン	1.5	ネット (幅65cm)	1本
⑩	幼齡木ネット	東工コーセン株式会社	生分解性 プラスチック	1.4	ネット (φ270mm)	1本
⑪	チューブラー	東工コーセン株式会社	ポリプロピレン	1.4	ネット (φ270mm)	1本
⑫	ツリーカバー	アキレス株式会社	生分解性 プラスチック	1.4	プラスチックシート	1本

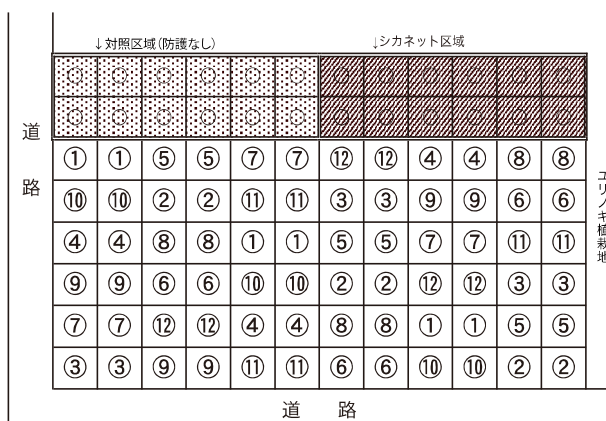


図-1 試験地の配置



写真-2 試験地全景



写真-3 ハイトシェルター



写真-4 ヘキサチューブ



写真-5 サプリガード



写真-6 幼齢木ネット



写真-7 ツリーカバー

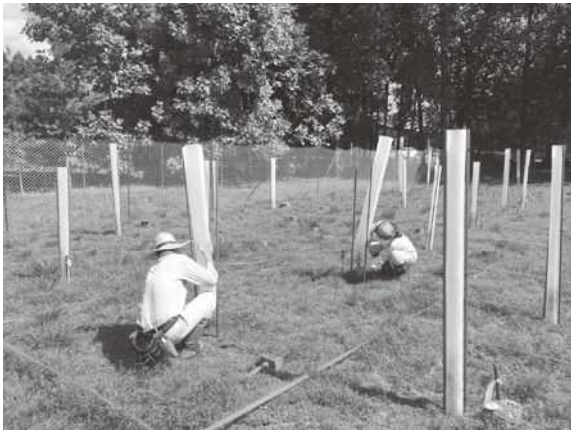


写真-8 設置作業状況

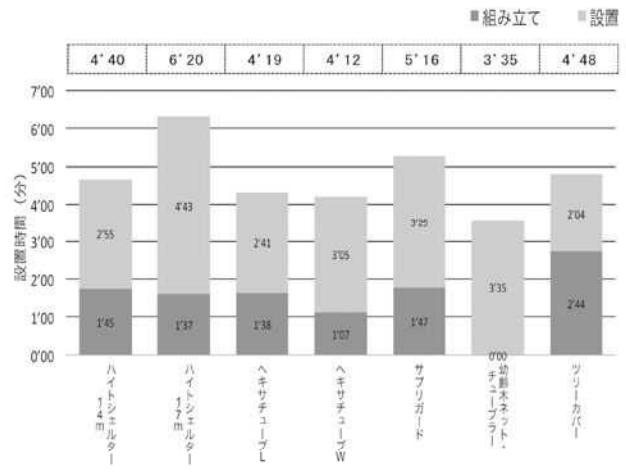


図-2 設置時間



写真-9 シカの出現状況①



写真-10 シカの出現状況②



動画再生

※QRコードから動画が見られます。

<https://www.youtube.com/watch?v=i0Kf6LtRvhk&list=PL6EWOxVoNEDqvanpuTq9TZklUeykoxxEp>

再造林に欠かせないシカ害防除技術の確立 —ドローンの活用に関する試験—

平成30年度～令和2年度
森林チーム 豆田 俊治

1. 目 的

シカ被害対策は、造林地内への侵入を防止するシカネットの設置が有効である。しかしながら、設置後に生じた破れやたるみからシカが侵入するケースもあり、当初の張り方や設置後の管理が非常に重要である。

一方、林業の成長産業化に向けた取り組みとしてICTの利活用を徹底し、施業の効率化・低コスト化を図るいわゆるスマート林業の推進が課題となっている。例えば、森林の現地調査などにドローンを用いて森林を空撮することで必要な情報を短時間で収集できる上に、すぐにデータ化が可能となりコスト削減が期待できる。

そこで、ICT技術を使ったシカネットの点検作業や被害木の早期確認を低コストで行うことを目的として、ドローンが活用できるか検討するための試験を行った。

2. 試験方法

ドローンを使用した調査方法の検討を行った。試験に使用したドローンはPhantom 4 Pro (DJI) (写真-1)、飛行アプリはDJI GO 4 (DJI)、GSPro (DJI)、Drone Deployをモニター用タブレットiPad mini 4 (Apple) にインストールして使用した。さらにPhotoscan professional V1.4 (AGIsoft) を使用して、撮影画像から三次元画像およびオルソモザイク写真 (以下、オルソ) を作成した。作成したオルソ上での距離と面積の計測はGISソフトウェア (QGIS V2.18) を使用した。



写真-1 Phantom4 Pro

1) ドローンによる樹高測定

ドローンを使用した高さ測定の精度を検証した。ドローン飛行時にモニターから樹木の頂端部を確認し、その時のドローンの高度を記録した。測定結果は、Vertex III超音波測高計 (スウェーデン ハグロフ社) で測定した結果と比較して精度を検証した。

2) 自動撮影方法の検討

シカネットの点検作業をドローンで実施することを目的として、ドローンで撮影した映像を元に三次元画像を作成する際のドローンの自動飛行アプリの最適な条件を検討した。ドローンの自動飛行ルートを①ネットに対して平行又は直交方向 (写真-2)、②ネットに対して斜め方向 (写真-3)、③カメラアングルを通常 -90° から -70° に傾ける (写真-4) の3条件で撮影を行い、生成される三次元画像を比較してどの方法がネットの確認に適しているか検討した。なおコース、カメラアングル

以外の条件は撮影高度30m、飛行速度 4 m/s、オーバーラップ率は前方90%、側面90%とした。

①ネットに平行又は直交



図-1

②ネットに斜め方向



図-2

③カメラアングル-70°



図-3

自動撮影の設定

3) ネット延長および区域面積の測定

①延長測定

林業研究部のドローン撮影画像からオルソを生成し、オルソ上で確認できるシカネットからGIS上で延長を計測した。計測結果は実測値と比較して精度を検証した。

②面積測定

シカネットを設置した再造林地をドローンで自動撮影してオルソを作成した。オルソ上でシカネットを区域の境と判断してGIS上で面積を算出した。算出結果は造林申請者が測定したGPS測量データと比較して精度を検証した。

3. 結果および考察

1) ドローンによる樹高測定

表-1に樹高測定結果を示す。最も差が大きなものでドローン計測値が9.2%大きかった。この方法では場所によっては1~2mの差は生じるものの、簡易な測定方法としては十分使用できることが分かった。

表-1 樹高測定結果

樹種	ドローン計測値 (m) (A)	VertexⅢ 計測値(m) (B)	差(%) (A/B)
スギ①	26	25.4	+2.4
スギ②	26	23.8	+9.2
スギ③	26	24.9	+4.4
スギ④	27	25.7	+5.1
メタセコイア①	29	27.0	+7.4
メタセコイア②	28	26.2	+6.9
コウヨウザン①	11	10.4	+5.8
コウヨウザン②	10	9.2	+8.7
ユリノキ①	24	24.5	-2.0
ユリノキ②	23	23.3	-1.3
ユリノキ③	28	25.8	+8.5
トウカエデ	17	17.3	-1.7

2) 自動撮影方法の検討

撮影データから作成した3パターンの三次元画像作成結果を写真-2、3、4に示す。画像中央のシカネットの部分に注目すると一部の支柱と地際部付近が確認できる程度で、3パターンで大きな違いはなく画像からネット本体の確認は困難であった。このことからネットの垂れ下がりや破れといった補修対象となる損傷を発見するには、シカネットに沿ってドローンで確認しながら撮影するなど、ネットを直接確認する必要があることが分かった。

① ネットに平行又は直交



写真-2

② ネットに斜め方向



写真-3

③ カメラアングル-70°



写真-4

三次元画像作成結果

3) ネット延長および区域面積の測定

① 延長測定

作成したオルソからA、B二か所のネットをGIS上で測定をした結果を図-4、5に示す。総延長を実測値と比較したところ、誤差はA、Bいずれも0.5%と高い精度で測定できることが分かった。



	GIS(m)	実測(m)	差(%)
①	57.362	57.0	0.6
②	16.131	16.0	0.8
③	57.137	57.0	0.2
④	16.169	16.0	1.1
総延長	146.799	146.0	0.5

図-4 ネット延長測定結果A



	GIS(m)	実測(m)	差(%)
①	48.295	48.0	0.6
②	5.530	5.4	2.4
③	18.170	18.0	0.9
④	51.542	51.5	0.1
⑤	22.519	22.5	0.1
総延長	146.056	145.4	0.5

図-5 ネット延長測定結果B

② 区域面積測定

再生林地を自動撮影して作成したオルソから面積を測定した(写真-5)。シカネットを境界と見なしてGIS上で区域面積を測定した結果、除地の面積を除いた事業地面積は1.0166haであった。写真-6は、オルソ上にGPS測量による測量データを重ねたもので、丸い点がGPS測量時の位置データを示している。GPS測量による面積は1.00haであり、オルソ測定との差は1.7%であった。

4. 今後の計画

シカネットの確認作業の省力化につながるか検討するため、造林地のシカネットをドローンで撮影して確認作業の検証を行う予定である。

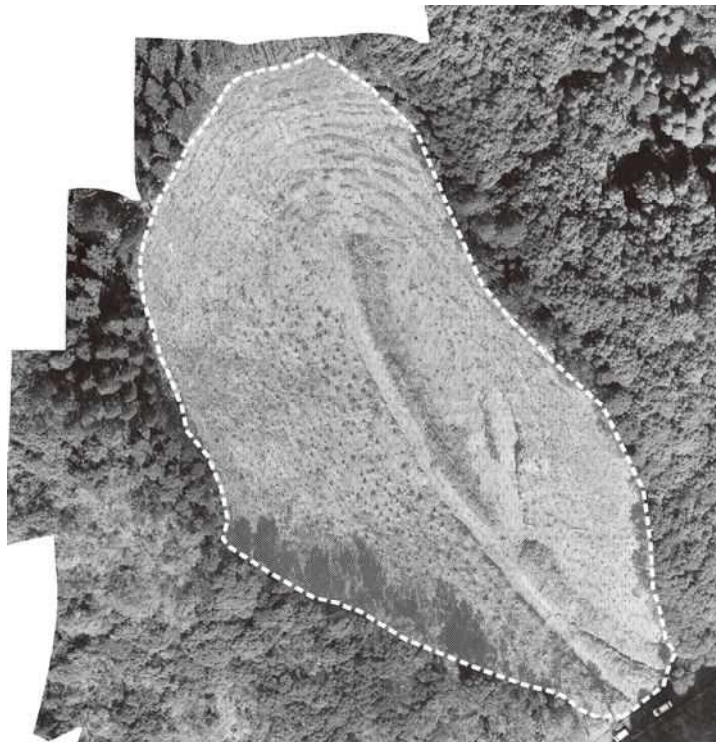


写真-5 オルソによる面積測定

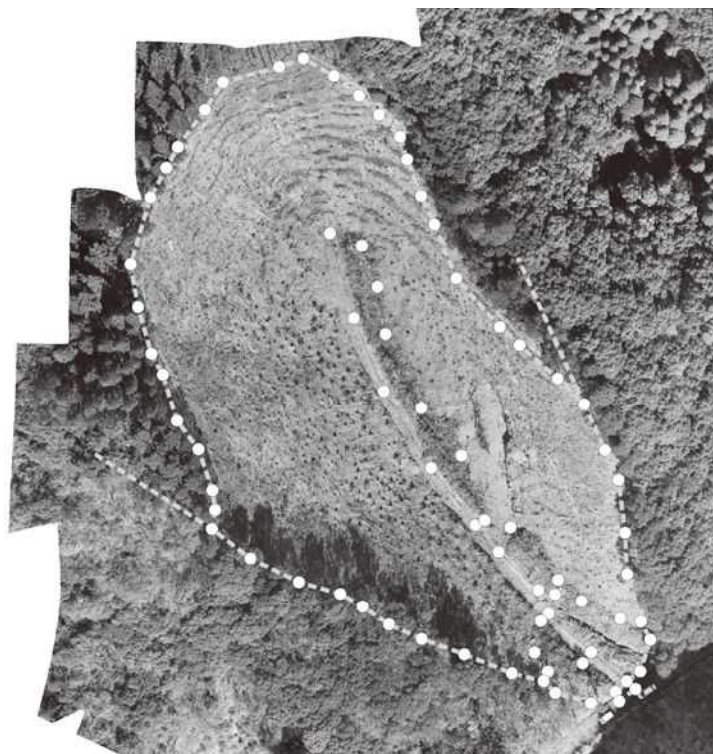


写真-6 オルソとGPS測量結果の比較