

「途上国における森林再生技術」普及セミナー

令和元年度 途上国森林再生技術普及事業
森林再生技術に係る委託調査業務

ヤシ殻等を利用した海岸砂丘林造成技術開発

2020年3月

公益財団法人オイスカ 長 宏行



なぜ フィリピンで 海岸(砂丘) 林？

津波被害の軽減が目的

2013年11月8日スーパー
台風Haiyanがフィリピン
中央部を襲い甚大な被害
をもたらした。

死者行方不明者約7,000
名のうち約4500名がレイ
テ島東海岸に集中してい
た。

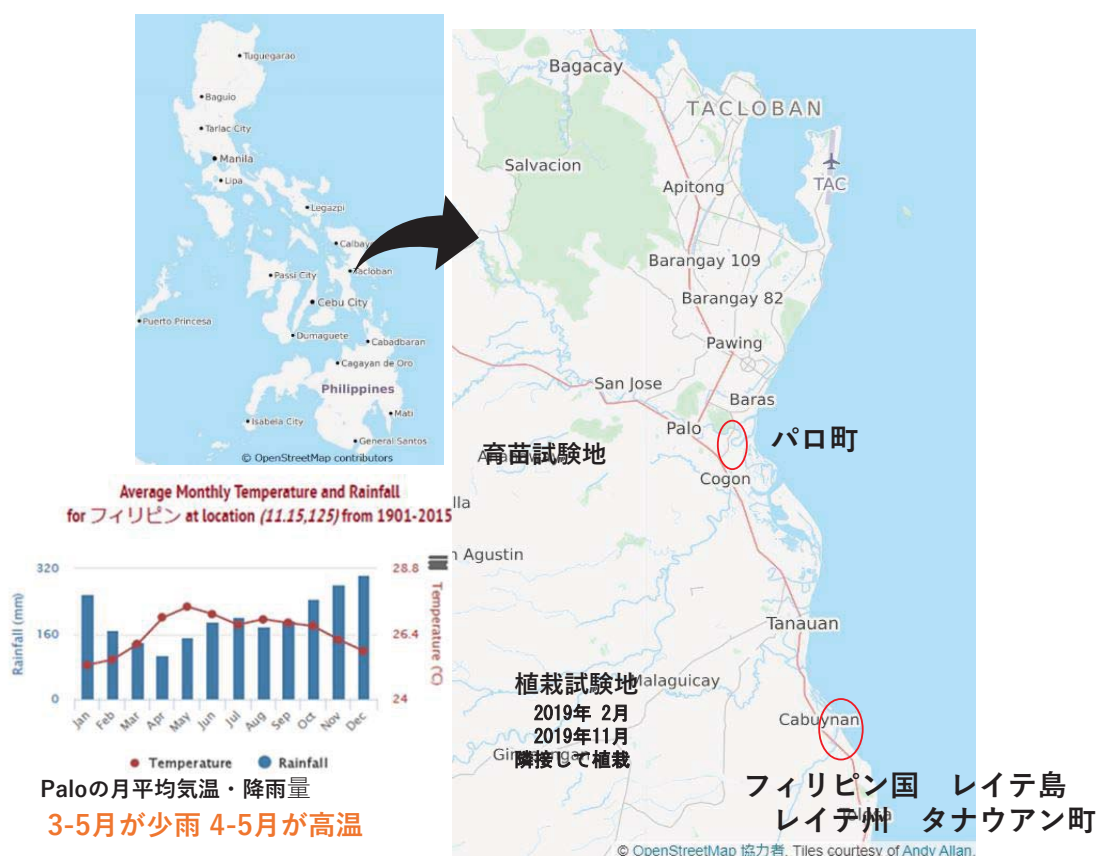


なぜ フィリピンで 海岸(砂丘)林？

日本のように高い人工堤防を築く資金がない不足している。

であるならば、緑の防波堤を！

試験対象地



試験対象地での従来の植林方法

- 育 苗：ビニルポット苗
- 植栽時期：雨季前半（7-11月）→4-5月の高温乾燥期までに活着
- 問 題 点：活着率が低い（10%～）
- **オイスカによる改善**（全体としては活着率70%に向上）
- **灌 水**：植栽時および植栽後約1か月頻繁に灌水
- **除 草**：蔓など苗木の生育を阻害する植物の除去
- **マルチ**：草マルチ（草の活着まで補修と灌水が必要）



マルチなし



草マルチ

試験対象地での 従来の植林方法で明らかになった課題

- － 維持管理に手間・コストがかかり、普及へ向けての足かせとなる。
- － 少し内陸に入ったエリアでの活着率が高いが、海岸の前面、砂丘エリアでの活着は必ずしも高いとは言えない。

「ヤシ殻を用いた海岸林植栽」試験の意義・目的

海岸砂丘林再生の必要性

- 台風の大型化による沿岸の高波・高潮被害の激甚化（2013年フィリピンを襲った台風Haiyan等）
- ココナツヤシ等単層林の脆弱性と自然に近い砂丘林の被害軽減効果の再認識（Tanaka et al. 2006）
- 自生種による海岸砂丘林再生の必要性の高まり（レイテ州主導による植林事業など） **Eco-DRR**

熱帯途上国における海岸砂丘植栽の難しさ

- ビニールポット苗による苗木の根系発達不良。→コンテナ苗の効果検証の必要性
- 砂丘土壌は有機物の集積が少なく**保水性が低い**。→植栽は雨頼み＋灌水 or 保水剤
- 地温が上昇しやすく強日射下では**地表は50℃以上**になる。→草マルチ＋灌水（労働集約的）
- 強風や高波による**飛砂**の被害を受けやすい。→草マルチ＋灌水（労働集約的）
- 草マルチは風に飛ばされやすく草が活着するまで補修と灌水など集約的な作業が必要。

ヤシ殻で砂地土壌の保水性を高め、強日射や強風を防護するマルチができれば…

- 活着率を上げ補植コスト削減、活着までの労働投入量（灌水、草マルチの補修）を低減
- 植栽可能時期を広げられる

→ヤシが容易に手に入る熱帯沿岸で普及が期待 →Eco-DRRとしても期待

なぜ マングローブでなく、 海岸(砂丘) 林？



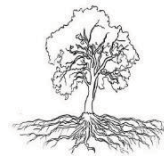
残念ながら海岸砂丘ではマングローブは育たない

2019年度植栽 樹種の選定

現地に自生し、時には波をかぶる砂浜～砂丘に生育可能な樹種：耐塩性、耐風性、耐熱（日射）性が高い 樹種3種を選んだ。



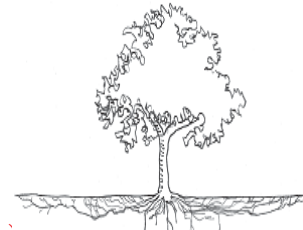
Milleria pinnata パニ（クロヨナ）



根粒菌、直根+側根



Terminalia catappa タリサイ（モモタマナ）



側根、板根



Hibiscus tiliaceus マロバゴ（オオハボウ）



比較的太い（深い）根

植栽試験で行った工夫とは？

1. ヤシ殻をマルチとして利用
2. ヤシ殻からできるココピートを培地等にご利用
⇒ともに熱帯では安価で入手可能！
3. 育苗に、Mスターコンテナとトレイを利用
⇒従来のポット欧米や日本で主流になってきた資材。比較的安価で、根が巻かずに、長く下に伸びる苗ができる。



Container



Trays



ココピート



試験全体の進め方 前年度(2018年度)

植栽試験①

□ レイテ島海岸砂丘において、ヤシ殻を用いた植栽方法の効果を検証

2018年9月～

前年度

2019年2月～
(雨季後半植栽)

育苗試験

ココナツファイバー工場の残渣からココナツピートを篩分して育苗



↑ Mスターコンテナ

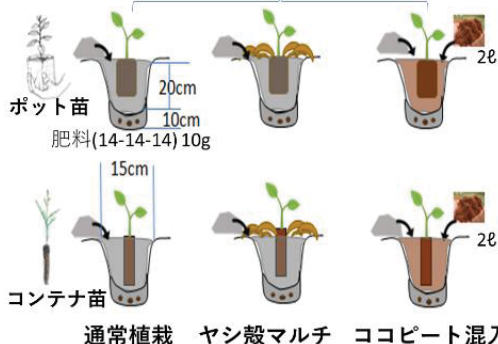
× 2樹種

モモタマナ
クロヨナ

植栽試験

苗木の活着を向上させる効果を5処理で比較

灌水0.5ℓ/苗木



- ・ポット苗
- ・**コンテナ苗**
- ・通常植栽
- ・**ヤシ殻マルチ**
- ・**ココピート混入**

赤3処理に効果あり

試験全体の進め方 本年度 (2019年度)

植栽試験②

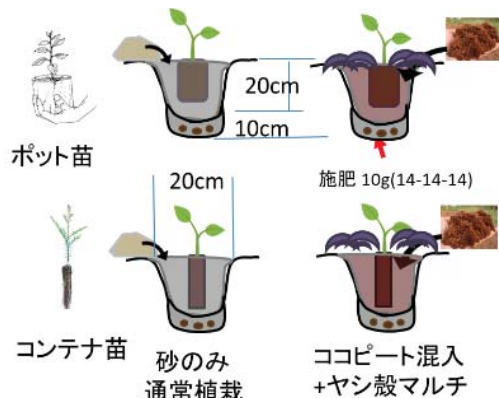
□ レイテ島海岸砂丘において、ヤシ殻を用いた植栽方法の効果を検証

今年度(2019.04-2020.03)

2019年11月～
(雨季前半植栽)

混合処理の安定した効果に実用性期待

ココピート混入+ヤシ殻マルチ組合せ効果を検証

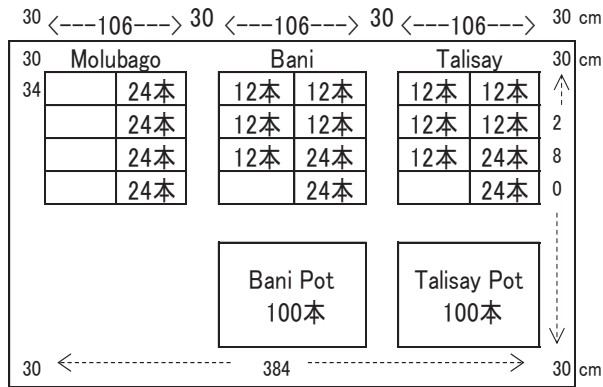


混合処理はコンテナ苗において最も高い生存率を示したが、ポット苗においても顕著な効果が見られた。

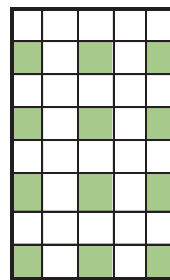
オオハマボウ挿し木苗を追加

2019年度 育苗デザイン

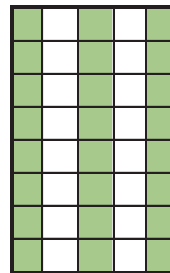
植栽試験②



40本入るトレーに
て12本育苗



40本入るトレーに
て24本育苗



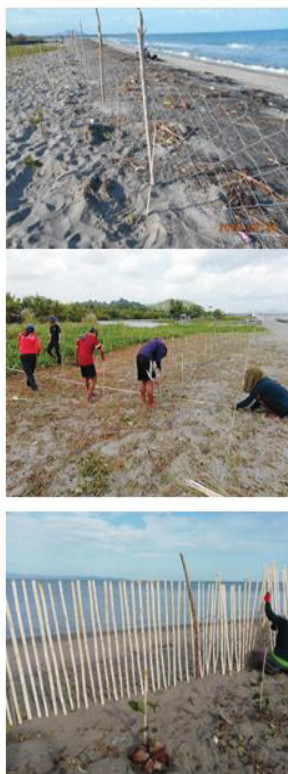
トレー 17個 台にも使う場合は17×2=34トレー

必要苗面積 : $3.85 \times 2.9 = 11\text{m}^2$

バニの育苗例（12本/トレー）

植栽試験②

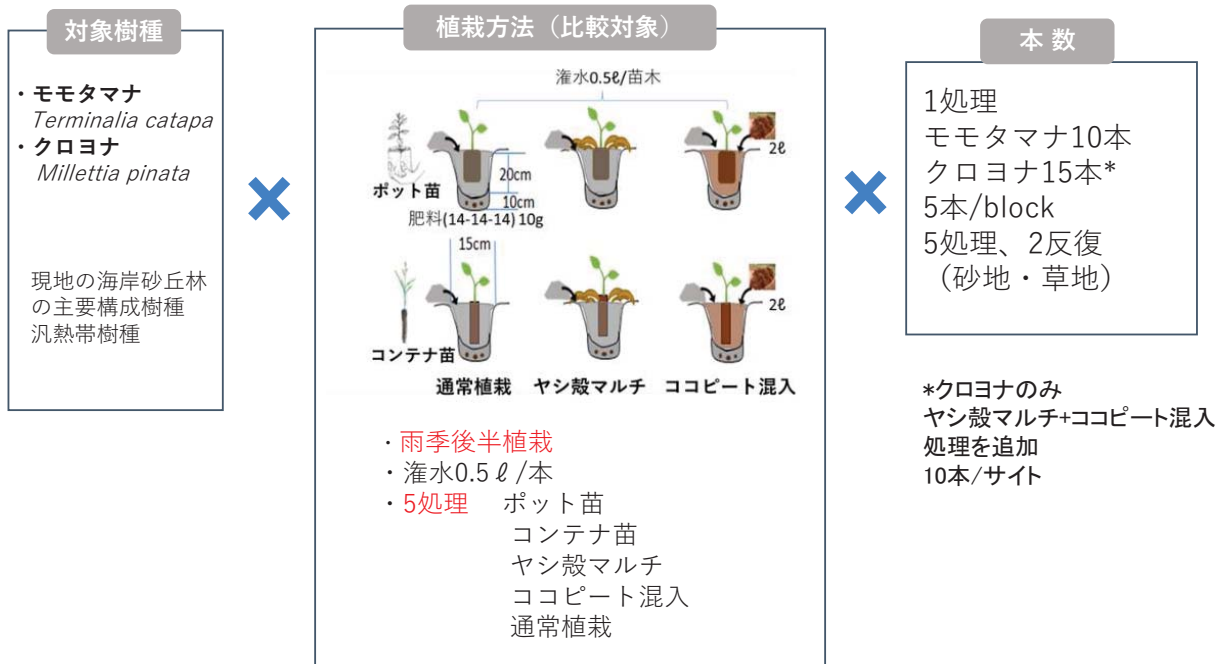
2019年度試験地の概要図



植栽試験①_2樹種 乾季に向けて植栽
試験方法_苗木の活着を向上させる効果を5処理で比較

植栽試験①

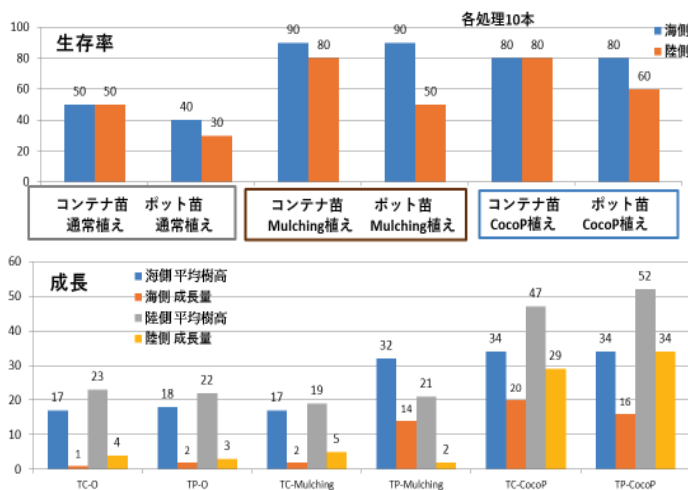
- 試験方法: コンテナ苗、ヤシ殻マルチ、ココピート混入植栽の効果を2樹種で比較



植栽試験①_2樹種 乾季に向けて植栽
生残率と成長(モモタマナ Talisay)

植栽試験①

Talisay (*Terminalia catappa*) 2019年2月22日植栽 2020年1月28日調査



樹高と成長量の値は、生残個体の平均であり、枯死個体は考慮されていない。



・有意差は見られないものの、生残率は全処理でポット苗よりコンテナ苗の方が高かった。

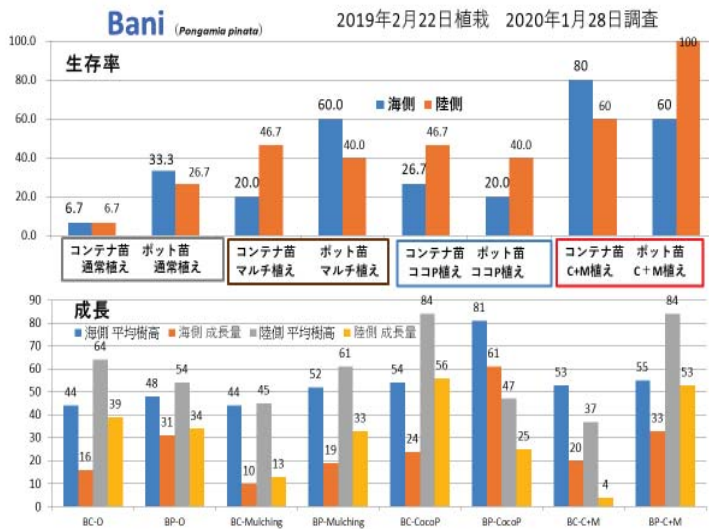
・ヤシ殻マルチ (Mulching植え) とココピート混入 (CocoP植え) 処理は、ポット苗とコンテナ苗両方の生残率を高めたが、コンテナ苗で生残率80%~90%と効果が著しく高い。

・成長については、ヤシ殻マルチはポット苗の海側砂地を除いて効果が見られなかった。

・ココピート混入植栽は、通常植栽、ヤシ殻マルチ混入に比べ有意に成長が良く、陸側草地で顕著になっている。

植栽試験①_2樹種 乾季に向けて植栽 生残率と成長(クロヨナ(ポンガミア)Bani)

植栽試験①



樹高と成長量の値は、生残個体の平均であり、枯死個体は考慮されていない。

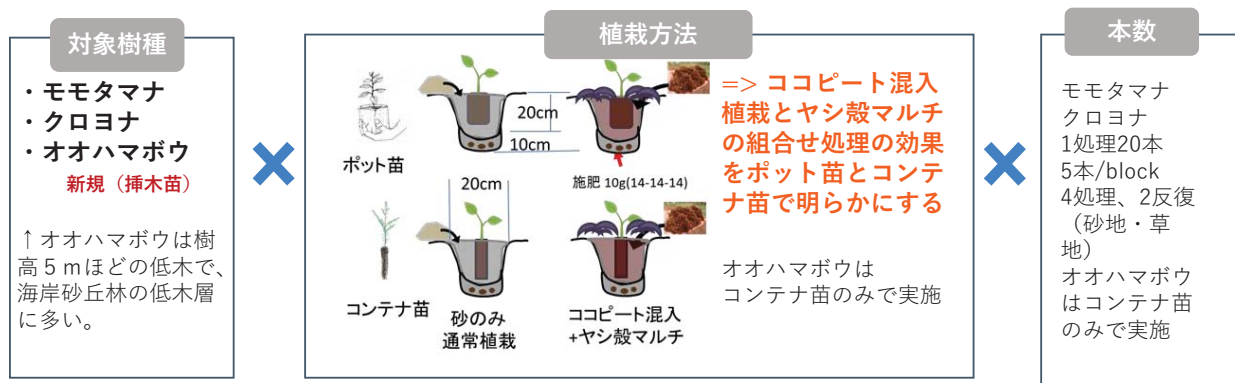
- ・通常植栽の生存率は有意差はない。
- ・ヤシ殻マルチ、ココピート混入によって両苗ともに生存率は上がる傾向がみられ、コンテナ苗で有意に高かった。
- ・本種では、処理にヤシ殻マルチ+ココピート混入(C+M)を組合わせた処理を加えており、その結果は両苗ともに高い有意な差が得られた。

- ・両苗ともにココピート混入植栽で成長量が大きくなる傾向があった(一部有意差あり)。
- ・ポット苗の方が全体的に成長が良い傾向がみられた(一部有意性あり)。その理由には、培地に土を用いているため、育苗時に多数付着した根粒菌が成長に寄与したことが考えられる。
- ・植栽位置では全処理において陸側草地で成長量が高かった。

植栽試験②_3樹種 雨季前半に植栽 ココピート混入植栽+ヤシ殻マルチ組合せ効果を検証

植栽試験②

- ・植栽試験②の背景
 - ・植栽試験①から、コンテナ苗とともに、ココピート混入植栽、ヤシ殻マルチ処理はそれぞれが苗木の生残率を高める効果が認められた
 - ・ココピート混入植栽とヤシ殻マルチを組み合わせることによりさらに安定した効果が期待される
 - ・植栽試験①では育苗の遅れから雨季後半に植栽したが、通常の雨季前半に植栽することにより年間を通した処理の効果を検証
- ・試験設計(雨季前半(2019年11月)植栽)



植栽地の立地条件 -ヤシ殻マルチの温度環境-

植栽試験②

海側砂地における温度、水分環境
-2020年1月28日の事例-

	Time	10:00	13:20	11:30	12:50
	Site	No.1		No.2	
Air	Temp.	31°C		36.8	
	Humid.	63%		53	
Soil	0cm	45°C		48.1	
Temp.	0cm *	33.6	*ヤシ殻マルチの下で測定	34.8	
	10	32.5		34.6	
Soil	10cm	35.70%	35	39	38.2
Moisture	20	49.1	46.3	38.7	38.6
	40	41.2	40.2	48.8	40.9

土壌のpHとEC

2020年1月28日調査調査

土壌深さ	pH		EC $\mu\text{s/cm}$		pH	EC
	No.1	No.2	No.1	No.2		
0cm	7.1	7.1	15	15	7.4	28
10	6.8	7.6	18	15	7.3	42
30	7.6	7.8	17	21	7.3	41
50	8	8	28	25	7.3	45

深さ50cmにおいて海水の影響を受けていると考えられるが、3樹種が生育障害を受ける値ではない。

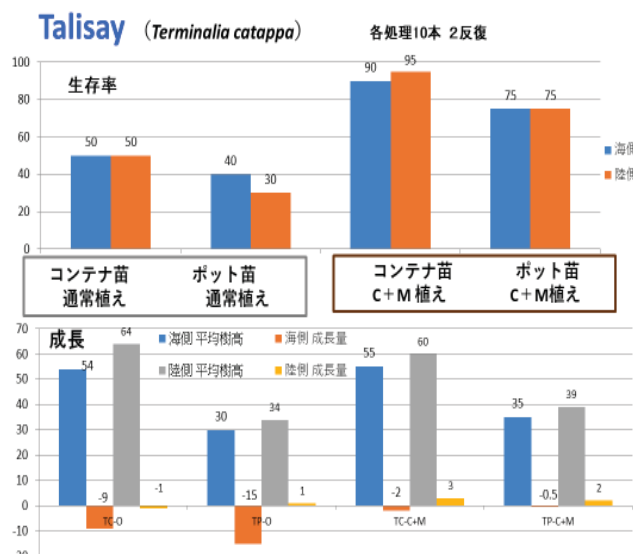


強日射下で地表温度は45°C以上になるが、ヤシ殻マルチの下では12-13°Cも低く、地中10cmの温度と変わらない温度環境である。

生残率と成長(モモタマナ Talisay)81日目

植栽試験②

2019年11月7日植栽 2020年1月28日調査



・通常植栽では、有意差は認められないものの、わずかにコンテナ苗の方が生存率が高い。

・ココピート混入+ヤシ殻マルチ組合せ (C+M)の生存率はコンテナ苗では93%、ポット苗で75%と通常植栽に比べて有意に高い生存率であった。

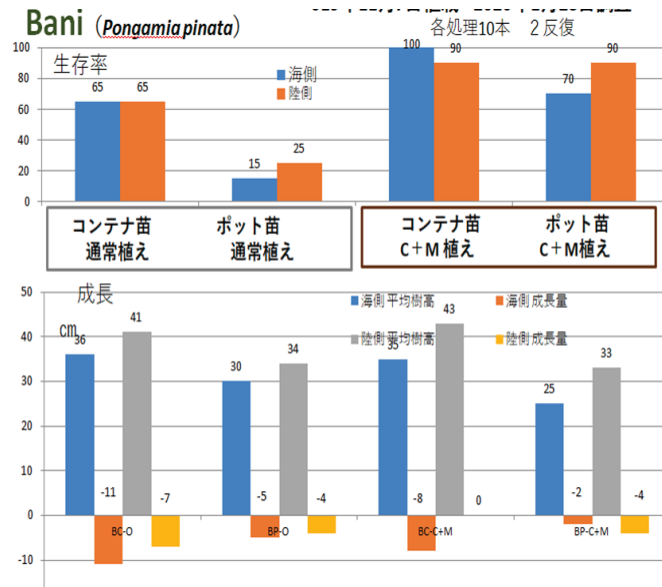
・コンテナ苗とポット苗のC+M処理では、有意差はないが、コンテナ苗の方が20%高い。海側砂地と陸側草地の生存率に差はみられなかった。

・樹高成長は多くの個体で植栽時よりマイナスを示し、葉の萎縮・枯れからプランティング・ショックまたは台風による水ストレスを受けたとみられる。

・しかし、C+M処理では成長量の低下は少ない。
・海側砂地より陸側草地で成長が良い傾向がみられる。

ココピート混入+ヤシ殻マルチは生存率を高める効果が顕著
プランティングショックも和らげる可能性

植栽試験②



・通常植栽では、コンテナ苗の方がポット苗より有意に生存率が高かった。

・前年度の試験①ではポット苗の方が生存率が高かった（有意差はなし）のは、前年度のコンテナ苗の育苗が過密だった影響も考えられる。

・C+M処理では生存率は大きく高まり、コンテナ苗では95%、ポット苗でも80%の生存率を示した。海側と陸側では差は認められなかった。

・成長はモモタマナ同様マイナス成長を示し、とくに海側でマイナスの傾向が大きい。

・モモタマナと同様に葉の萎縮・枯れが見られ、プランティング・ショックまたは台風の影響を受けたとみられる。

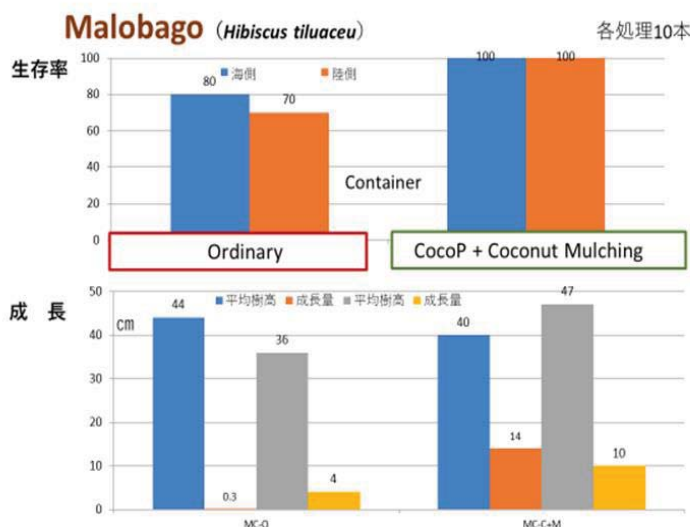
・成長量へのC+P処理の効果は、モモタマナほどではないが、わずかに低下量が少ない。

ココピート混入+ヤシ殻マルチは生存率を高める効果が顕著
プランティングショックも和らげる可能性

植栽試験②



2019年11月7日植栽 2020年1月28日調査



オオハマボウの挿し木は、ココピート培地のコンテナで発根率・得苗率が高く、土が培地のポットではほとんど得苗できなかったため、コンテナ苗のみを植栽した。

・コンテナ挿し木苗の生存率は高く、通常植栽で75%、C+M処理で100%の生存率を示した。海側砂地と陸側草地での差は無い。

・成長は、通常植栽に比べ、明らかにC+M処理で成長が良かった（5%水準で有意）。

オオハマボウはココピート培地のコンテナ挿し木が発根率が高く、
C+M処理でほぼ100%の生存率と確実な成長が期待できる。

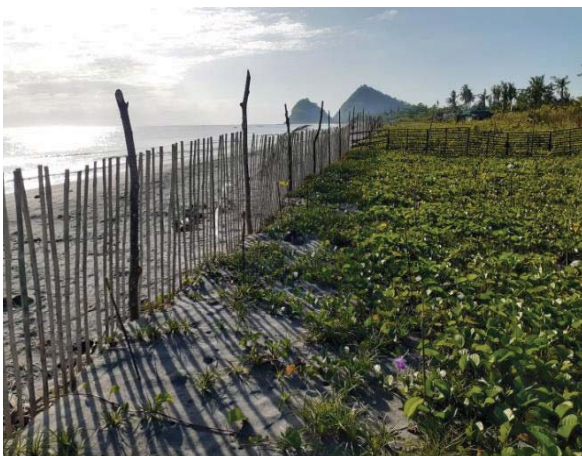
結 論

実証実験の結果、植栽の活着に貢献するのは、コンテナ苗を用いてココピート土壌混入植え、更に植えた植栽木の根元にヤシ殻でマルチングする方法で、このことで飛躍的に活着がよくなることが明らかになった。

しかも活着率が高いわりに、コストも現地政府やローカルNGO等でも実施できるレベルでの実施が可能である。加えて植栽直後に一度灌水するだけという保育の手間がほとんどかからないのも特徴だ。

その他： フェンスが植栽地にもたらす効果

2019年の12月の台風時に海岸林の浸食が起こったが、試験地は植生がフェンス際まで覆っていたことで浸食を免れた(写真21)。まさしく植生が土壌の安定化を貢献し海岸浸食防止にもつながっていることを体験をした。植栽時には簡単なフェンスを巡らすことで人の往来をなくしただけでも砂浜植生を促し地面の安定につながるので、造成時には可能な限りこのことも実行したい。



海側に広がった砂浜植生



試験地で海岸浸食がストップ

育苗・植栽コストの比較

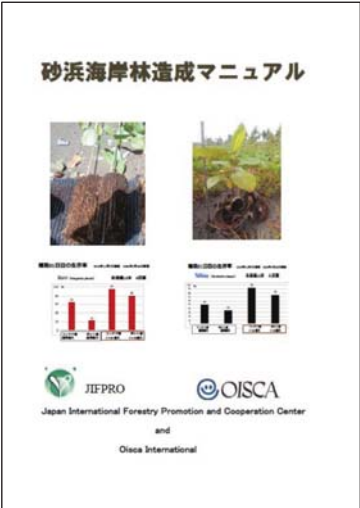
	従来の通常のポット苗	Mスターコンテナ苗+C+M
条件	両者とも、面積225㎡ 160本を植栽 播種500粒、育苗は240本で実施として計算	
育苗に係る費用	31.5円/本 ポット苗の市場単価 31.5円/本 (育苗業者への聞き取りで確認)	63.6円/本 ポット苗の市場単価 31.5円/本 《通常ポット苗経費に加えてかかる費用》 ココピート原料 2.5円/300mℓ(本) ココピート製造労賃 2.6円/300mℓ(本) ココピート製造燃料 0.4円/300mℓ(本) Mスターコンテナ+トレイ 26.6円/本当たり 但し、10回繰り返し使用すれば1/10の単価になる。
運搬に係る経費	両者ポリウムに大きな差はない。苗畑から植栽地への距離によって違うが、実証事件ではワゴン車1台2往復で済んだ。	
植栽に係る人件費	87.2円/本	128.0円/本
竹支柱	4.2円/本	4.2円/本
フェンス資材	両者共通 60.0円/本 (実験ではそれぞれ61.5m計9,600円だが、便宜上 コストは1本当たりで算出した。)	
フェンス設置労賃	両者共通 13.1円/本 (61.5m計2,100円だが、便宜上コストは1本当たりで算出した。)	
植栽作業労賃	9.9円/本	23.1円/本(通常ポット苗植栽作業の2.3倍として)
ココピート関連経費		ココピート原料 12.5円/穴(1穴1.5ℓ) ココピート製造労賃 13.0円/穴(1穴1.5ℓ) ココピート製造燃料 2.2円/穴(1穴1.5ℓ)
除草に係る人件費	6.6円/本	6.6円/本
合計	125.3円/本	198.1円/本

* C+M=ココピート土壌混入+ヤシ殻マルチ

* 灌水に係る人件費は、植栽時1回で植栽人件費に含まれることにして試算した。

* ポット苗の市場価格31.5円/本 以外の価格は、今回の実証調査でかかった経費をベースに算出した。しかし、今回の調査は、植栽本数が少なく、実験のため効率的とは言えないため各単価が高くなっていると思われる。コマーシャルベースでの生産にシフトすれば、各経費の単価は下がっていくものと思われる。

技術普及マニュアル(抜粋)



ご清聴ありがとうございました。

