

# ミャンマー中央乾燥地における「長根苗」を用いた森林再生技術開発

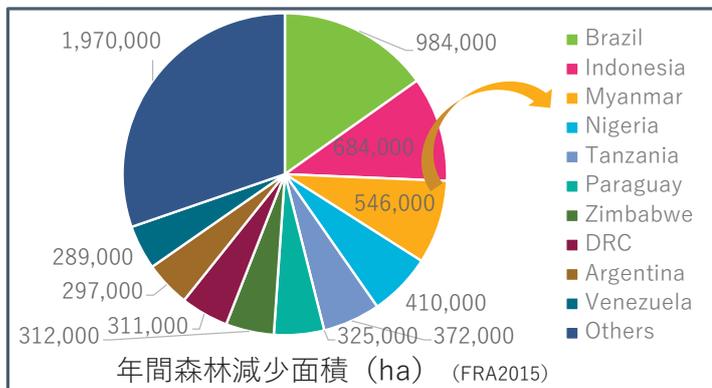
国際緑化推進センター 柴崎 一樹



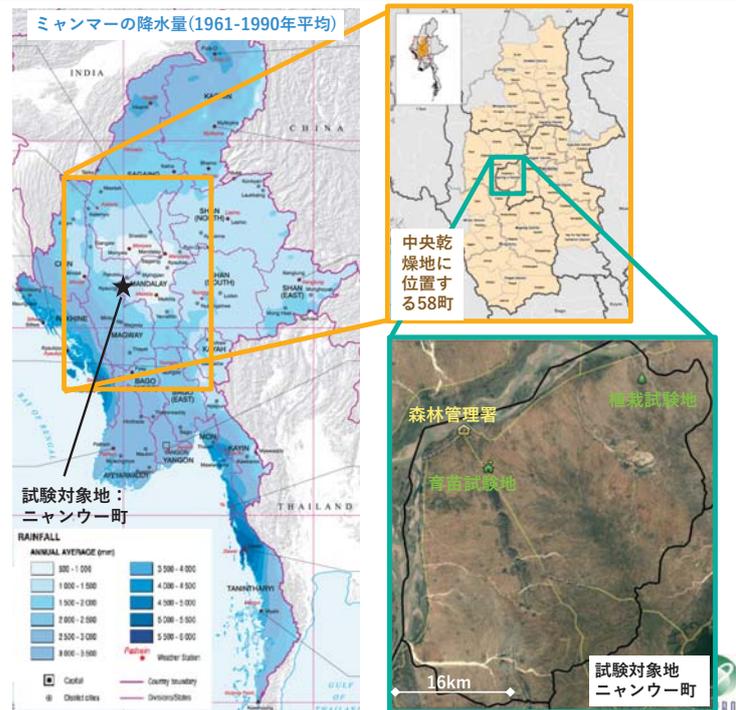
## 何故、ミャンマーなのか？

2

- 森林+その他樹林地の面積
  - 4,412万ha(日本の森林面積:2,496万ha(FRA2015))
- 森林減少面積：世界第3位 (FRA2015)
  - 中央乾燥地とマングローブで深刻



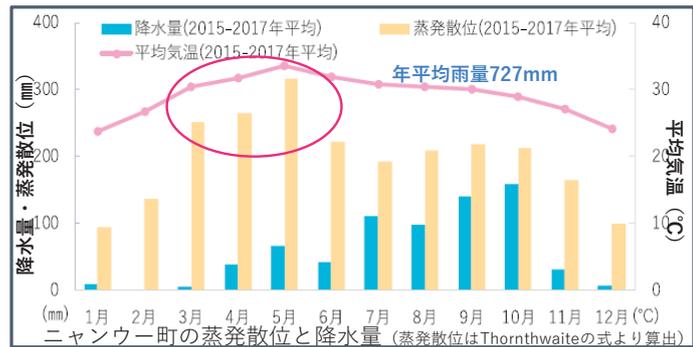
- 中央乾燥地の面積：540万ha
  - 国の政策目標
    - 2001-30年までの42万haの植林達成 (ミャンマー乾燥地緑化局, 2017)



# 試験地はミャンマー中央乾燥地

3

- ミャンマー中央乾燥地のニャンウー町
  - 乾燥度指数は0.29 (2013-2015平均)
    - 半乾燥地 (雨季は5-10月、3-5月は蒸発散位高い)
  - 元々は…タマリンドや *Shorea* 属等の木本植物が分布
  - 現在は…過放牧等から森林が荒廃地が広がり、一部、ユーカリ等の植林も行われている



↑ 試験地近くにあるタマリンドの大木 (左)



↑ 植栽試験地は放牧地



↑ 試験地近くのJIFPRO植林地

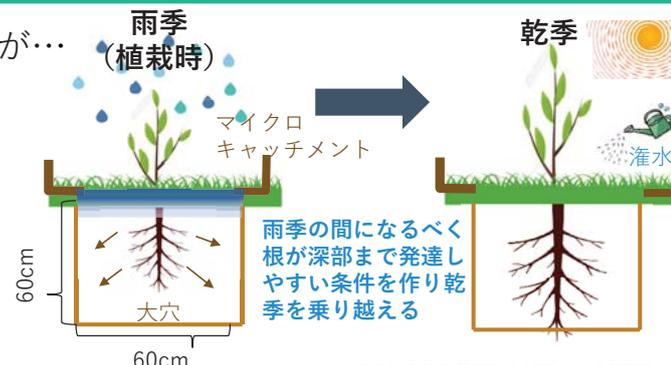


# ミャンマー中央乾燥地で従来の植林方法

4

- 20年以上前から植林は行われ、方法は確立しているが…
  - ビニルポット苗
  - 植栽時期：雨季前半 (5-6月) ← 植栽時期が短い
  - 植栽方法：60cm四方の大きな植穴 ← 労働力が必要
  - 灌水：乾季(2-4月)に40 l /本 ← 給水車が必要

コストと労力が多い → 資金援助で成り立つ植林活動



↑ 人力で60cm四方の植栽穴を掘削



↑ 植栽は雨季の前半5-6月に集中



↑ 灌水は植栽時と乾季、給水トラックが必要



# なぜ「長根苗」に着目したか？

5

- 乾燥地では深根性の樹種が多く、根の深さと活着に相関 (Léon et al., 2011; Ovalle et al., 2015; Padilla & Pugnaire 2007)
  - 予め根を深くまで発達させた状態の苗を植栽してみたらどうか (東海林と阿部、1997)
    - 地中海、カリフォルニア、UAE等の乾燥地で「長根苗」の事例あり
  - 長根苗のメリット
    - 植栽後の土壌深部への根系発達を促すことができれば…
      - 植栽時の労働投入量を軽減 (Ex: 灌水量を減らせる、大穴を掘らなくてよい)
      - 植栽可能時期を広げられる (労働投入量の平準化+気候変動への適応)
  - 長根苗の課題
    - ポットから苗を取り出しにくく、傷つけてしまうこともある
    - ポットの容積が大きいので、普通の土壌では重い
    - 深い植栽穴が掘りにくい
- ・長根苗は乾燥地でそれほど普及していないのが現状  
 ・長根苗の効果や、それが出やすい樹種や植栽時期を明らかにする



長根苗の事例



## 長根苗の改良点①\_ポットから取り出しやすくするために…

6

### □ Mスターコンテナ

- 宮崎県林業技術センターが開発
- 日本では普及してるが、海外で使用事例はない
- コンテナの材料自体は四国化工株式会社の「アプトン」と呼ばれる梱包用シート
- 主な特徴
  - 比較的安価 (約17~22円/384cm<sup>2</sup>(16×24cm))
  - 何年も使いまわし可能
  - シートなのでサイズが自由に調整可能
  - コンテナセル用の型枠を必要としない
  - 取り外し時に根を傷めない

#### Mスターコンテナの特徴

1. 容器側面の縦筋や底部の開放によりルーピング現象が防止できる
2. シートの巻き加減で直径(容積)の調整ができる
3. 個々の容器が独立しているので、苗木の配置(密度)を変えることができる
4. シートの展開により、育苗後の苗木の取り出しが簡単

※シートを格子幅の違うトレーに立てることで容積が変えられる  
 ※育苗中に根の発達を確認することもできる

↑ 宮崎県林業技術センター三樹氏資料より



好きな深さ・径の育苗容器ができる



M-StARは安く柔軟性が高いので、ビニルポット苗が主流である途上国でも普及する可能性が高い



## 長根苗の改良点②\_長根苗を軽くするために…

7

### □ 本試験での「長根苗」用の育苗培地

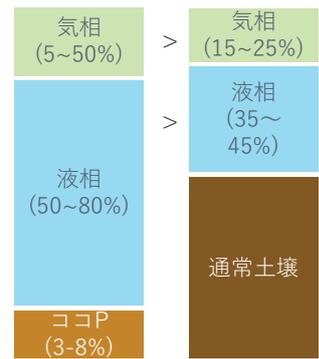
- ヤシ殻残渣のココピート（ココP）100%を使用
- 日本でも林業用コンテナ苗生産に広く使用
- ミャンマーではほとんど普及していない

### □ ココPの主な特徴

- 通気性と保水性が高い (Kiljar, 1991)
  - 灌水量が通常ポットに比べて抑えられる
- 軽い：通常ポットに使われる土壌の約10分の1
- 他の有機培地より安い
  - ミャンマーでは10円/kg（1kgは通常サイズのポット20個分程度）
- 注意点
  - 塩分が含まれている場合は要洗浄
  - 肥料分は少なく、保肥性も低い



↑日本の杉のコンテナ苗にココPが使用



注：ココPはJIFPROによる実験を、通常土壌は「土壌学の基礎、2009」を基に作成。ココPの三相分布の実験結果については昨年度森林学会で報告した。

↑ココPと土壌の三相分布の模式図 JIFPRO

## 長根苗の改良点③\_長根苗用の植栽穴を掘るために…

8

- 「長根苗」用の植栽穴は、エンジンオーガーで安く簡単に掘れることが分かった
- エンジンオーガーはミャンマーでも1万円程度で簡単に入手可能
- 植栽穴を掘る際のコストの大部分は労賃
- 数ha程度の植林であれば、その購入費を簡単に補えるほど労賃が節約できる



通常の掘る道具で掘る30cm四方の植穴は、小さいが土壌が硬く時間かかる



マニュアルオーガーによる長根苗用植穴



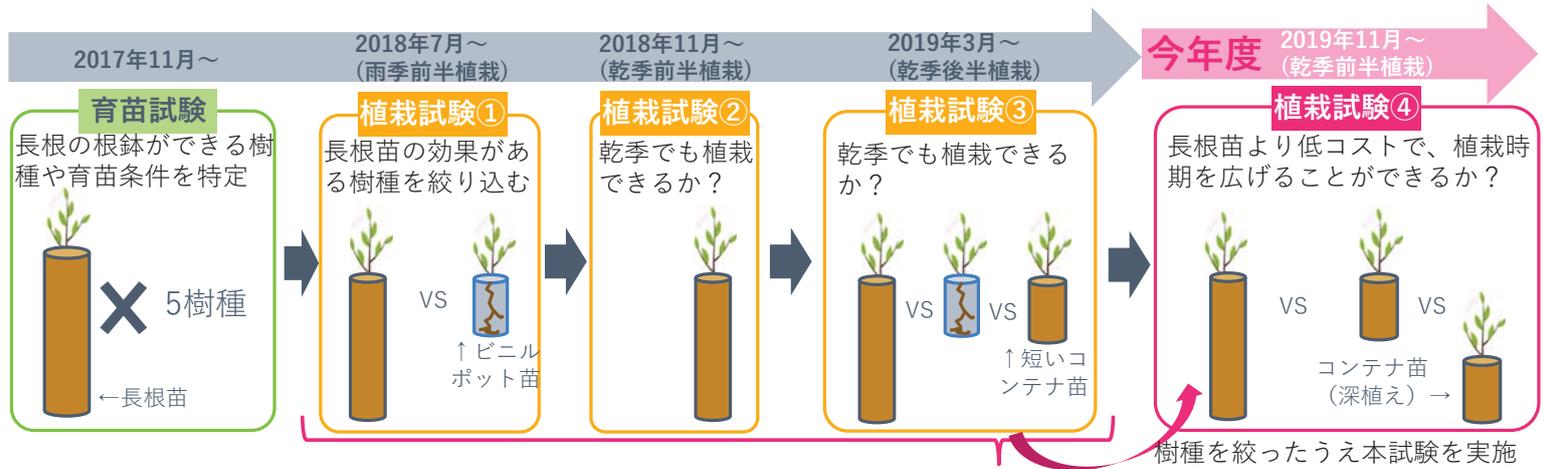
エンジンオーガーによる長根苗用植穴

各種植穴掘削方法別の労賃（実際の掘削作業時間や聞き取り等を基に推定、値に幅があるのは土壌固さによる）

	60cm四方植穴(手掘り)	30cm四方植穴(手掘り)	深さ70cmの細長い植穴(マニュアルオーガー)	深さ70cmの細長い植穴(エンジンオーガー)
2人で1日あたり掘れる穴数	10~15個	15~30個	50~100個	100~150個
1ha分(750本/ha)掘る際の労賃	35,550~71,100円	20,314~35,550円	7,110~14,220円	4,740~7,110円
その他コスト			オーガー代(調査用は高く現地オーダーメイド)	中国製エンジンオーガ代10,000円程度+ガソリン代

# 長根苗技術開発に向けた試験の進め方

□ ミャンマー乾燥地において、M-StAR長根苗を用いてその効果（が現れる樹種や植栽時期）を検証



## 育苗試験

# 長根苗の根鉢はできるのか？ 必要な育苗期間は？

- 深さ60cmのポットで根鉢ができるか？
- ミャンマー中央乾燥地で代表的造林5樹種を試験
  - ニーム：現地では建材、葉等は食用や薬用。
  - タナカ：降水量450-750mmで生育可能。現地では、幹を擦ってスキンケアに用いられ高値で取引。
  - ユーカリ：外来種。乾燥に強く成長も早い。建材用。
  - チーク：中央乾燥地の固有種。燃材用。
  - タマリンド：建材の他、果肉や種子も食用になる。

- 育苗期間は6-7か月で…
  - 根鉢が上から下までしっかり形成
    - ニーム、ユーカリ、チーク
  - 根鉢は崩れるが植栽可
    - タナカ、タマリンド



60cm



ニーム タナカ ユーカリ チーク タマリンド

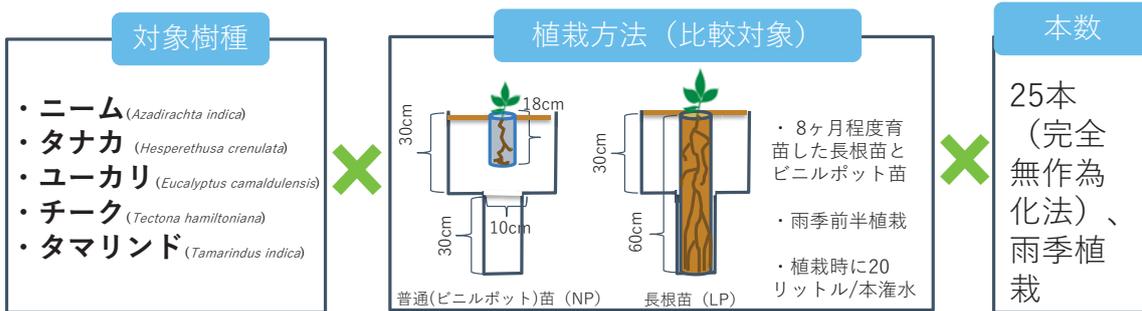


# 長根苗の効果がみられる樹種は？

## 植栽試験①のねらい

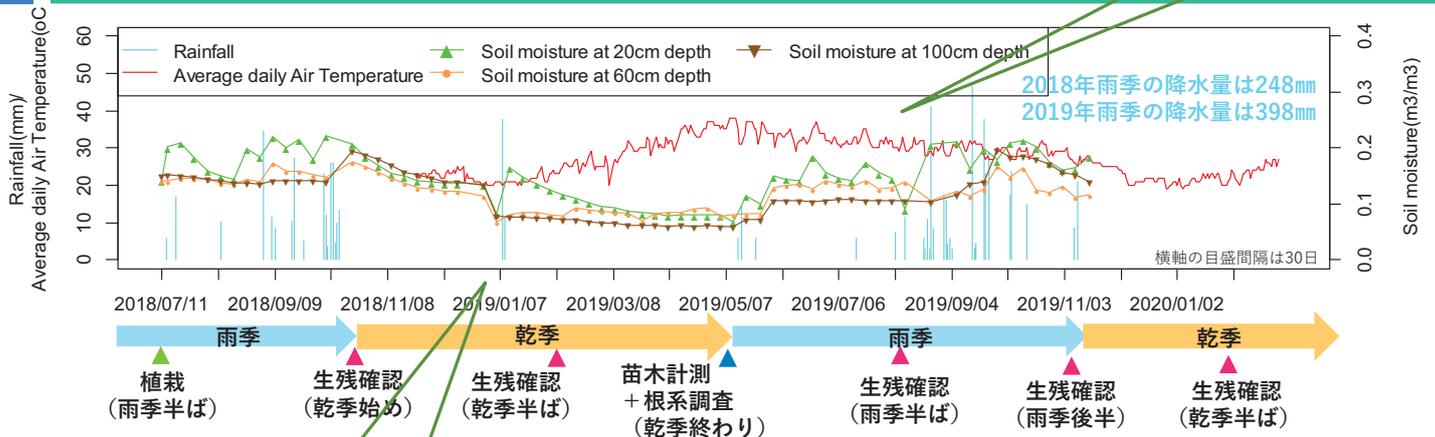
- 長根苗であれば、小さい植栽穴で、無灌水でも乾季を乗り越えるか
- 樹種により根の伸長速度や方向は様々で、その効果は異なるだろう
  - 普通苗に対し長根苗の方が深部への根伸長が促され生残率が高まる樹種を特定（雨季植栽）

## 試験方法



# 植栽地の立地条件（2020年2月まで）

乾季終盤の3~5月が気温が一番高く雨も降らないので苗木にとって一番厳しい時期と言える



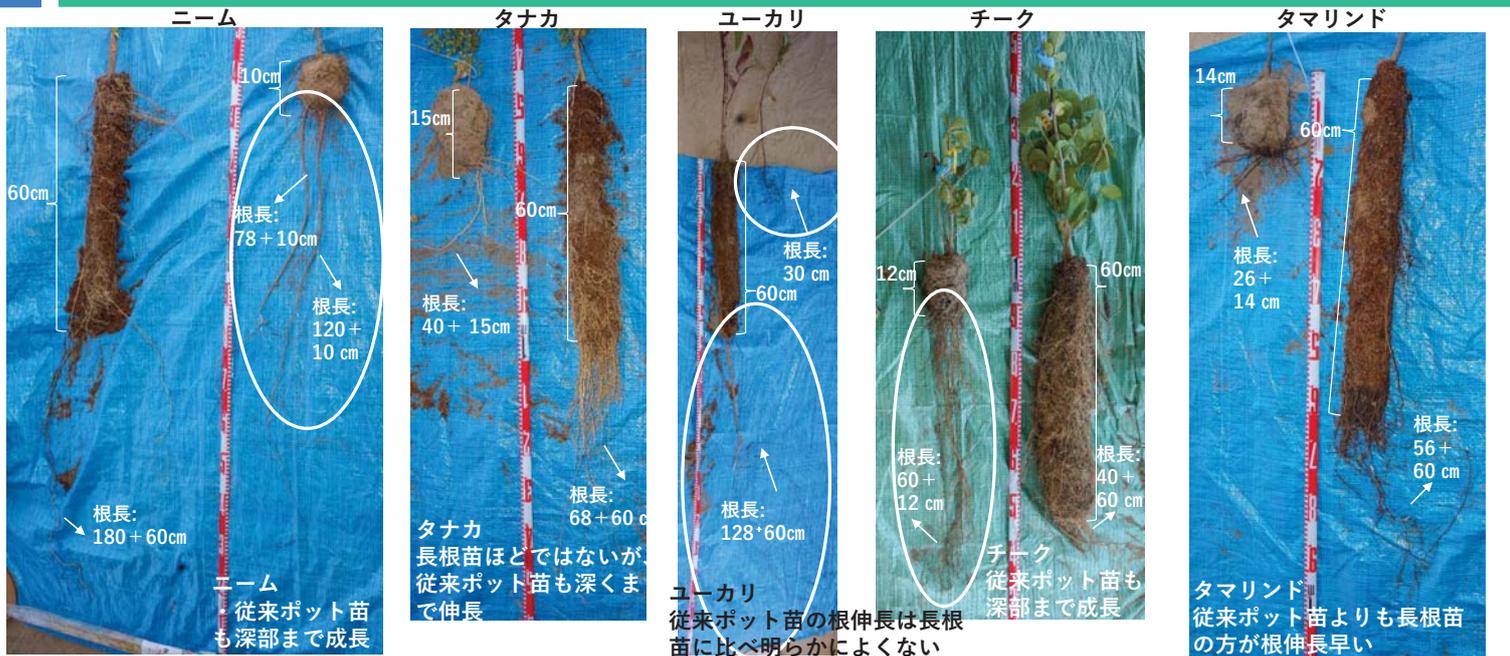
通常、乾季は降雨はないが、2019年1月に降雨があり表層土壌水分が上昇

植栽地の土壌(色)は下の3種：伸長を阻害するほどの硬度ではない



# 根系の発達状況\_植栽4か月経過時点 (n=1)

13

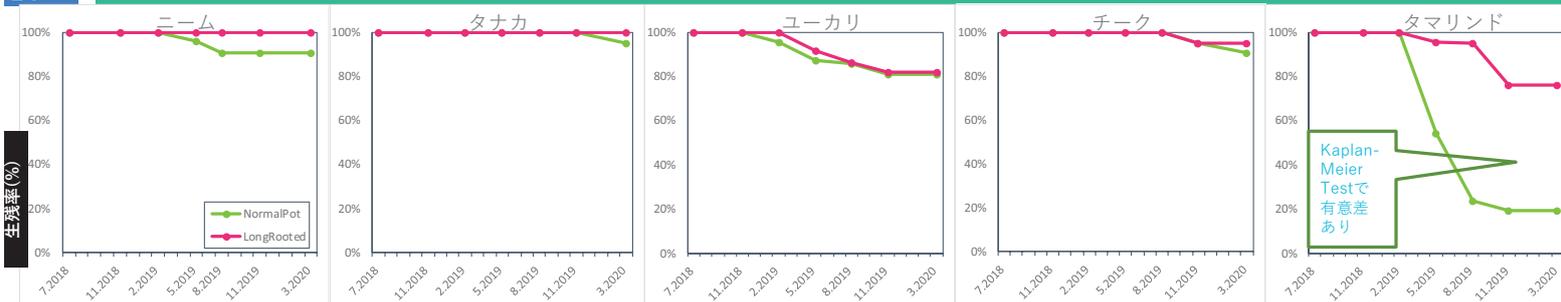


長根苗効果が出そうな（従来ポット苗の根生育が悪い）樹種は、ユーカリ、タマリンド、タナカ



# 生残率の経時変化 (植栽後19か月間まで)

14



雨季植栽or乾季途中の降雨のため、普通苗でも生残できる程度に根が発達した可能性

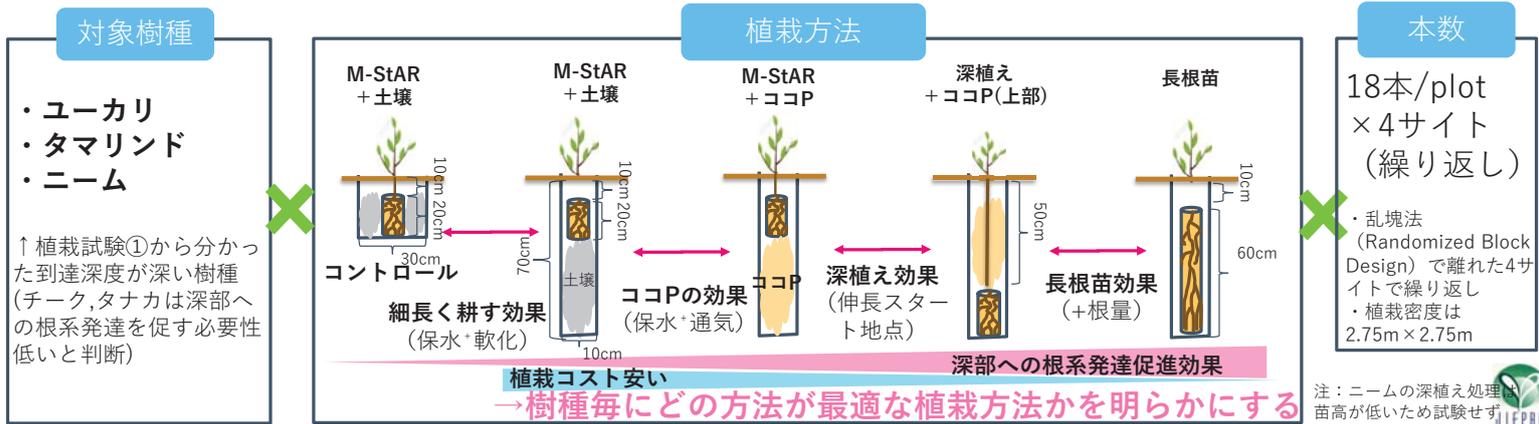


# 乾季植栽に向けた長根苗等の植栽方法の開発

## 植栽試験④の背景

- 植栽試験①から、初めの乾季時点での到達深度が深い樹種は3種で、生残苗は深さ80cm以上伸長
- 長根苗であれば乾季植栽でも生残率が高いことが、植栽試験②と③（予備試験）より分かっている
- 植え方次第で長根苗より安く造林する方法も考えられ、それも検討したうえ長根苗を普及
- 乾季前半に植えられれば、植栽可能期間が広がり、乾燥地の造林技術として有益

## 試験設計（乾季前半（2019年11月）植栽）



# 方法\_植栽後3か月経過時点での根伸長や土壌物理性の評価

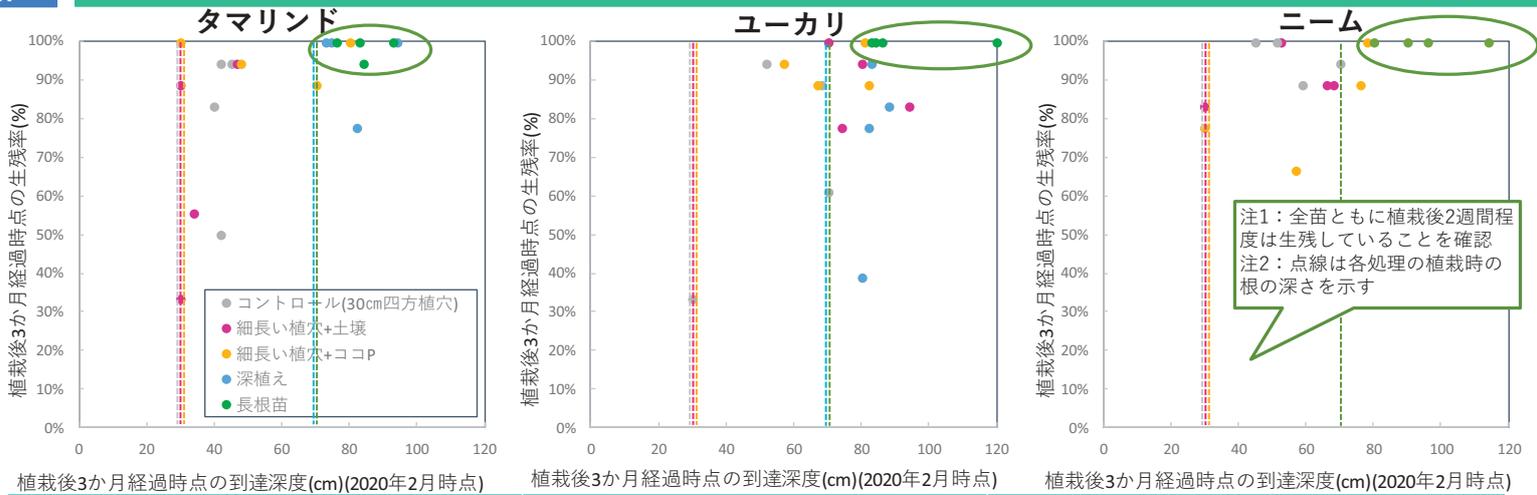
## 植栽後3か月経過時点（2月乾季途中）での根の伸長と土壌物理性を評価

- 2月乾季途中：これから3~4月にかけて気温上昇、降雨なしの厳しい時期の直前
- 根 (n=4 (1本/各樹種・処理×4サイト))
  - 到達深度(cm) →今回は到達深度と生残率の関係を次スライドに示す
  - 採取した根はポット内外、粗根（径2mm以上）と細根（径2mm未満）に分け乾燥重量測定（乾燥中）
- 土壌物理性
  - 掘り上げた苗木近くの深さ20cm、40cm、60cm、80cm、100cmの含水率と仮比重を100cc円筒で計測（乾燥中）



# 植栽後3か月経過時点(乾季途中)の生残率と根到達深度の関係

17



タマリンド	ユーカリ	ニーム
<ul style="list-style-type: none"> <li>・長根苗や深植えで根の到達深度が深く高生残率</li> <li>・その他処理でも生残率は高いサイトもあるが、根の到達深度が浅い場合、これからの生残に影響が出る可能性(乾季はまだ続く)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・長根苗は根の到達深度も深く生残率も高い</li> <li>・深植えは生残率が低く向いていない様子</li> <li>・コントロールも一部生残率が低い → 細長い植穴+土壌でも生残率up効果がある可能性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・根が到達深度に関わらずほぼ全処理で高生残率</li> <li>・長根苗は根の到達深度が深い</li> <li>・「細長い植穴+ココP」の処理が生残率が若干低い傾向で、ココPはあまり効果が出ない模様</li> </ul>

現時点では、全樹種で長根苗が根の到達深度も生残率も高い(バイオマスや土壌物理性の解析結果は次年度報告)これから気温が上がり表層土壌の水分が減るので、生残率に差が出て根の到達深度との関係が表れるかもしれない



## ミャンマーへのM-StAR苗の普及の可能性

18

	従来法 (ビニルポット苗)	通常M-StAR苗(深さ20cm)	M-StAR長根苗(深さ60cm)
育苗容器の値段	0.16円/ビニルポット	18円/コンテナ (10回再利用すれば1/10)	54円/コンテナ (10回再利用すれば1/10)
育苗人件費	7円/苗	育苗期間や灌水頻度は従来法と同じだとしても雑草取りや根切り不要→従来法より安い	
運搬費用(苗畑→植栽地)	7~10円/苗 (約500苗/トラック)	15~20円/苗 (約250苗/トラック)	20~25円/苗 (約150苗/トラック)
運搬(植栽時)	10個程度/人 (土なので重い)	24個程度/人 (ココP軽い(土の約1/8~1/3))	18個程度/人 (ココPなので重くないがかさばる)
植栽穴にかかる人件費	20~40円/穴 (60cm四方、10~20個/人・日)	3.5~5円/穴 (エンジンオーガーで深さ70cm程掘削、80~120個/人・日)	
灌水(乾季)の人件費	10~20円/穴+給水車	植え方や樹種により乾季植栽かつ無灌水でも生残するか試験中	雨季植栽でも乾季植栽でも無灌水(試験である程度は実証済み)



- ・通常M-StAR苗は、軽く安く育苗時の成長も良い → 本試験で適切な植え方が分かれば普及可能性大
- ・通常M-StARでは生残しない樹種は長根苗を推奨 ← 育苗・輸送費は高いが、従来法より安く植栽可能



# 長根苗 (=M-StAR + ココP + エンジンオーガー植穴) の普及状況

19

## □ 今年度実施済み

- 8月と3月にJICA(木村専門家)主催の研修
  - 乾燥地担当の森林局職員が参加
  - JIFPROから、長根苗の試験結果等について講義
- 森林研究所(FRI)やJICAに試験結果を適宜報告
  - FRI(部長補佐)本試験がきっかけでココP、M-StAR、長根苗を知り、その実用のため試験を実施中
  - FRIにJICAと通してM-StAR(2,000苗分)を配布



森林研究所も長根苗を試験中でそれに関する講義



JIFPROも苗畑担当者に育苗方法を講義



ミャンマー側から注文のM-StAR

## □ 来年度以降の普及活動

- 長根苗の効果がある植栽時期や樹種が分かってきた
- そこで、試験以外にも…
  - 普及に向けて実際のオペレーション(植栽、輸送)上の利点・課題を明確にするため、森林局や住民に長根苗を実際に作り、植林してもらう
  - M-StARをサンプルとして各森林局に配布
  - JIFPROのコミュニティフォレスト(CF)プロジェクトでも長根苗を試す(森林局には打診済み)



研究所も長根苗を試験中



3月に森林局本部で実施の研修参加者(乾燥地の地方森林局(県・町)のトップ約20名が参加)



# ミャンマーで「長根苗」が普及すれば、将来的には…

20

## □ 従来法

長根苗技術で将来的には…

- 現在のミャンマーが力を入れているコミュニティフォレスト(CF)のほとんどは、ドナーの資金援助によるもので、植林経費は考慮されず
- JIFPROが資金援助するCFもコストが高く、短期間で大勢の住民が一時的に動員
- 一時的な動員だと年間を通した収入は不安定+タイミングよく住民を集めにくい



## □ 低コストで幅広い時期に植栽可

- 労働力の平準化や、ある程度人数を絞り定期的に雇用することが可能
  - 更に、1年で2回植栽可能になれば、より効率的に労働力と苗畑を使える
- 実際にオペレーションしてみる必要

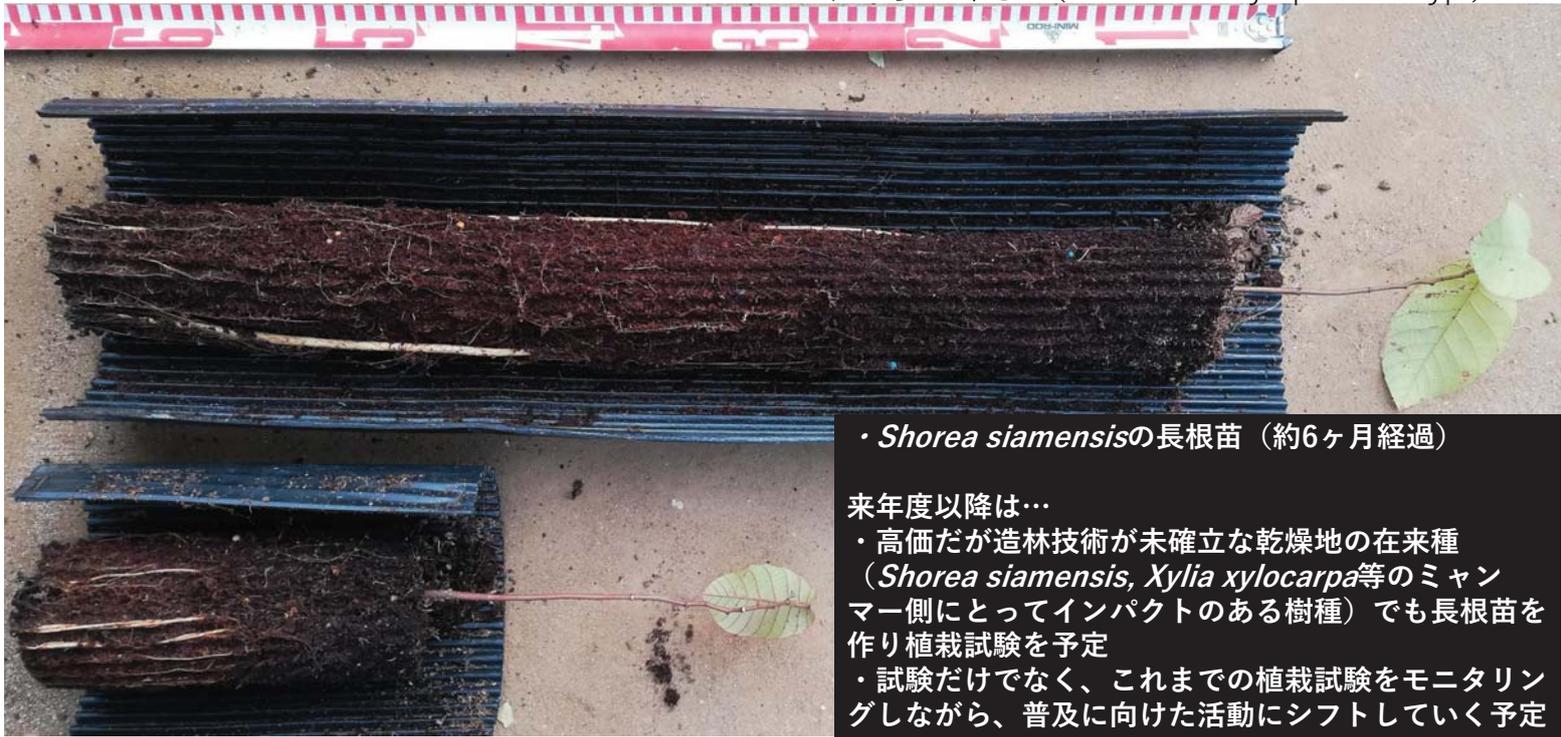
ミャンマー政府からは、無灌水では成長が悪いというコメントがあったが、乾燥地ではいかに低いハードルで(低コスト、植栽時期を選ばない等)生残率を高めるかが最重要と返答。灌水は予算や目的に合わせて行うもので、植栽木が死んだら元も子もなく、補植コストもかかる。

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Rainy season						Rainy season						
Rainy season plantng (Short M-StAR seedling)						planting						
			Nursery									
Dry season plantng (Long rooted seedling)								Nursery (You can reduce watering)			planting	



最後まで閲覧いただきありがとうございました。

JIFPRO 柴崎一樹 (kazuki@jifpro.or.jp)



・ *Shorea siamensis*の長根苗 (約6ヶ月経過)

来年度以降は…

・ 高価だが造林技術が未確立な乾燥地の在来種  
(*Shorea siamensis*, *Xylia xylocarpa*等のミャンマー側にとってインパクトのある樹種) でも長根苗を作り植栽試験を予定

・ 試験だけでなく、これまでの植栽試験をモニタリングしながら、普及に向けた活動にシフトしていく予定