

実生コンテナ苗を用いた一貫作業システム による低コスト造林技術の実証試験



**関東森林管理局
茨城森林管理署
森林技術・支援センター
国立研究開発法人森林総合研究所**

コンテナ苗を活用した低コスト造林の普及に向けて

実証された
メリット

植栽可能な期間が長い

秋季でも問題なく生育

植栽効率が高い

コンテナ >> 普通苗

検証を
進めるべき
事項

初期成長

箇所によりコンテナ苗
の優位性にばらつき有

植栽方法の選択

地形条件(傾斜・土壌等)
に応じた植栽器具・運搬
方式の検討が重要

食害

ウサギによる食害を
受けやすい可能性有

今後の
取組方向

一貫作業システム

伐採と植栽の一括発注
=地拵コストの削減

植栽箇所の拡大と
情報収集・分析・発信

ex. 普通苗との生育状況等比較
地形条件と植栽効率の関係
育苗技術の情報共有 等

獣害対策

植栽地への
忌避剤散布等

一貫作業システム等の推進によるコンテナ苗の需要拡大、
育苗段階の技術向上と低コスト化をめざし、
低コスト造林の普及をめざす

国

県

生産
者等

課題への取組・背景等

森林・林業再生に向けた貢献

我が国の森林・林業の再生に向けて、国有林の組織、技術力、資源を活用し、民有林と連携した施業の実施、森林・林業技術者の育成等を通じた民有林の経営に対する支援等に積極的に取組。

低コスト化等に向けた技術開発・モデルの普及

- ・民有林への普及も念頭に、実用段階に到達した先駆的な技術等について事業レベルでの試行の実施
- ・地域ごとの地形条件や資源状況の違いに応じた低コストで効率的な作業システムの提案・検証や普及



コンテナ苗とその植付(関東局森林技術・支援センター)

現状と問題点

・木材の価格が低下したまま推移し、厳しい経営状況が続いている。木材価格の上昇は期待できないことから、林業経営の収支の改善を図る技術開発が課題である。

素材生産は高密度路網と高性能林業機械を組み合わせた作業システムにより、低コスト化の技術開発が進んでいる。一方、造林においては低コスト化の技術開発が遅れている現状にある。

持続的な林業経営を可能にするとともに自給率を向上させるには、造林コストの低コスト化が必要不可欠である。

開発目的

・造林は伐採・搬出が修了し、時をおいた後に地拵え、適期に植栽を実施。伐採・搬出が終了するとそこで使用していた機械は他の現場へ移動、素材生産で使用した機械が使用できないという状況である。

林業機械を活用し伐採・地拵え・植栽を連携して同時実行する一貫作業システムによる低コスト造林技術の実証試験が、挿し木スギ林業地である九州で実施されている。

関東においても、九州と条件の異なる低コスト造林技術を開発するとともに実証試験地は研修等の場とし、低コスト造林技術を普及することを目的とする。

「一貫作業システム」とは

先行伐倒・皆伐

チェーンソー等

(従来と同じ)

木寄・集材

グラップル

(※1地拵え)

造材

プロセッサ等

搬出

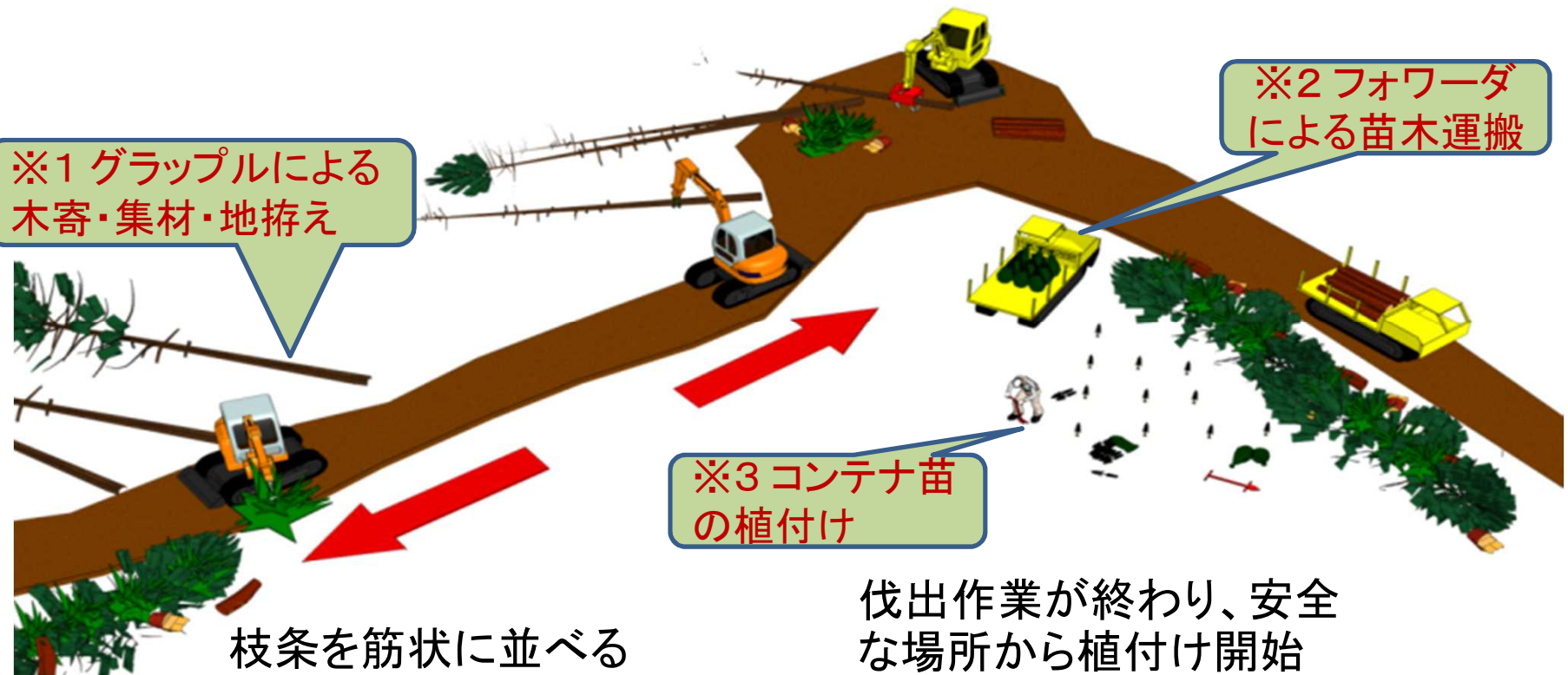
フォワーダ

(※2苗木運搬)

植栽

人力植付け

(※3コンテナ苗)



従来の地拵や植付の作業方法を抜本的に見直し、車両系林業機械を活用して伐採・搬出～地拵～植付を連携して同時に行い、造林コストの低減を図るもの

一貫作業システムの例（デモンストレーション）



木寄せ・集材に使用したグラップルをそのまま地拵に使用することや、搬出に使用したフォワーダを苗木の運搬に利用することで、従来の地拵・植付コストを低減させることができる



コンテナ苗を用いた一貫作業システムによる 低コスト造林技術の実証試験

九州での実証ポイント

1. グラップルなど車両系機械による集材等作業中に地拵えが行え、効率的である。
2. フォワーダにより材を運搬した帰りに苗を植付け箇所まで運べることから、人力に比べ労力が軽減される。
3. コンテナ苗を使用することで、植付け時期を選ばずにいつでも活着が良い。
4. 普通苗に比べ植付けの作業効率向上。



- ・大幅な作業効率の向上
- ・省力化が可能

一貫作業システムによる作業工程

4~9人工/ha

従来作業による作業工程

27人工/ha



(独)森林総合研究所「低コスト再造林の実用化に向けた研究成果集」より

実生コンテナ苗を活用した

関東地方における事業レベルでの実証試験を実施
(試験期間:平成25~27年度(3カ年))

【森林総合研究所・関東森林管理局・茨城森林管理署共同試験】

実証試験の相違点

	関東	九州
コンテナ苗	実生	挿し木
傾斜	急傾斜地	緩傾斜

コンテナ苗及び一貫作業システム実証試験目標

- 1. コンテナ苗の成長分析と植付け条件の解明**
コンテナ苗の活着と成長、造林地の草本木との競合の分析からコンテナ苗における効率的植付条件を明らかにする。
- 2. コンテナ苗の効率的育苗技術の開発**
 - (1) 移植苗と直接播種苗との育苗比較と植付け後の成長比較
 - (2) リブ型とスリット型での育苗比較と植付け後の成長比較上記の調査を実行し、コンテナ苗の最適な育苗技術を明らかにする。
- 3. 一貫作業システムの工程の解明とコスト評価**
一貫作業システムの作業工程を明らかにすると共にコストを評価する。



最終目標

マニュアルを作成し、その技術指導・普及

コンテナ苗を用いた一貫作業システム実証試験地概要

試験地概要

場所：茨城県城里町
錫高野

面積：約2ha/年

標高：約150m

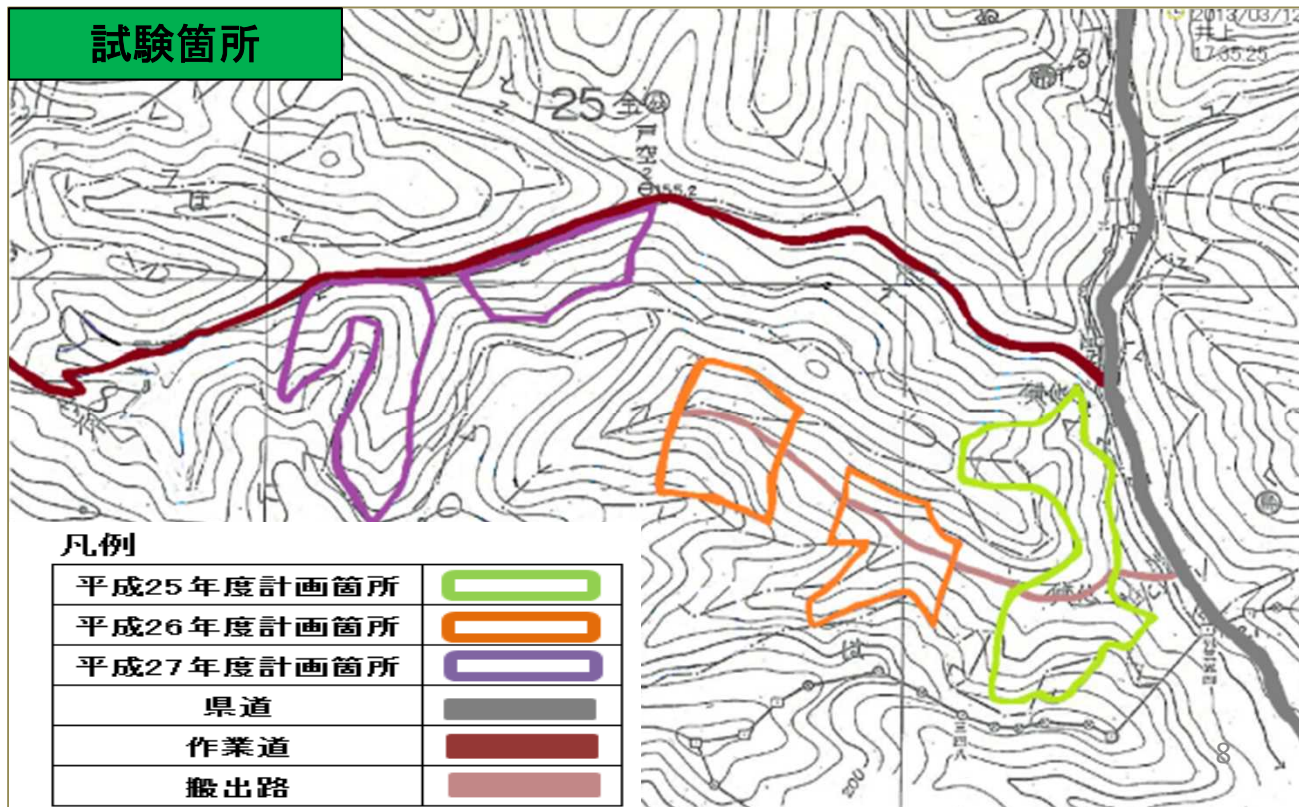
傾斜：約32°

斜面方向：北
(成長量調査プロット箇所)

試験箇所資材量等

実施計画年度	面積 (h a)	樹種	材積 (m3)	林令
平成25年度	2.16	スギ	369	65年生
		ヒノキ	598	
		計	994	
平成26年度	1.86	スギ	1,040	66年生
		ヒノキ	71	
		計	1,111	
平成27年度	1.89	スギ	790	67年生
		ヒノキ	227	
		計	1,017	

試験箇所



関東局管内



功程調査結果

(森林総合研究所)

調査の概要

平成25年度

- グラップル地拵え(0.5m³)
- 人力地拵え(2箇所)

平成26年度

- グラップル(0.5m³) (急斜面)
- " (緩斜面)
- ロングリーチグラップル (急斜面)
- 人力

平成27年度

- ロングリーチグラップル (急斜面、レーキあり)
- ロングリーチグラップル (急斜面、レーキなし)

ヘッド到達距離 6.5m



0.5m³グラップル

ヘッド到達距離 11.5m



ロングリーチグラップル



レーキ

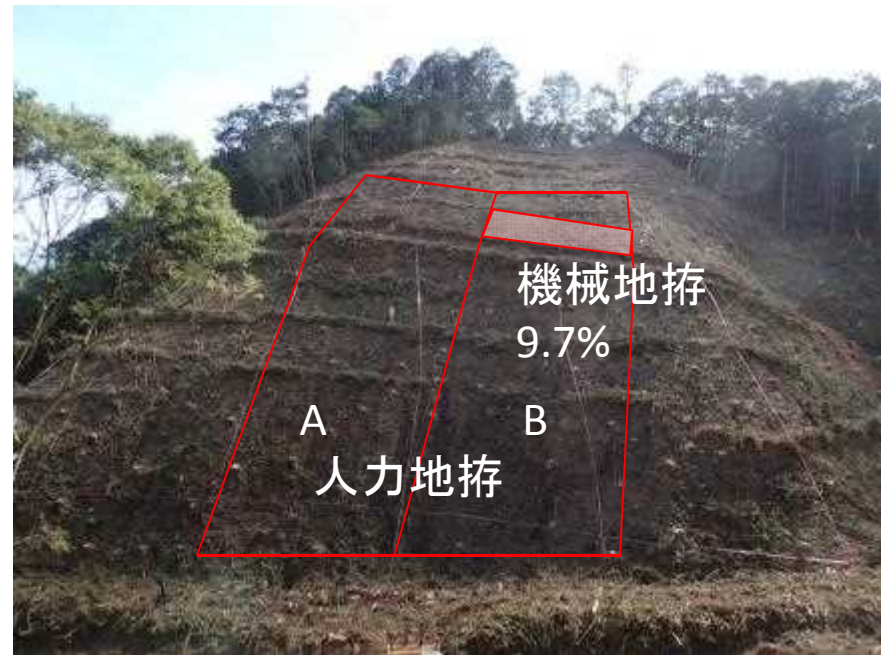
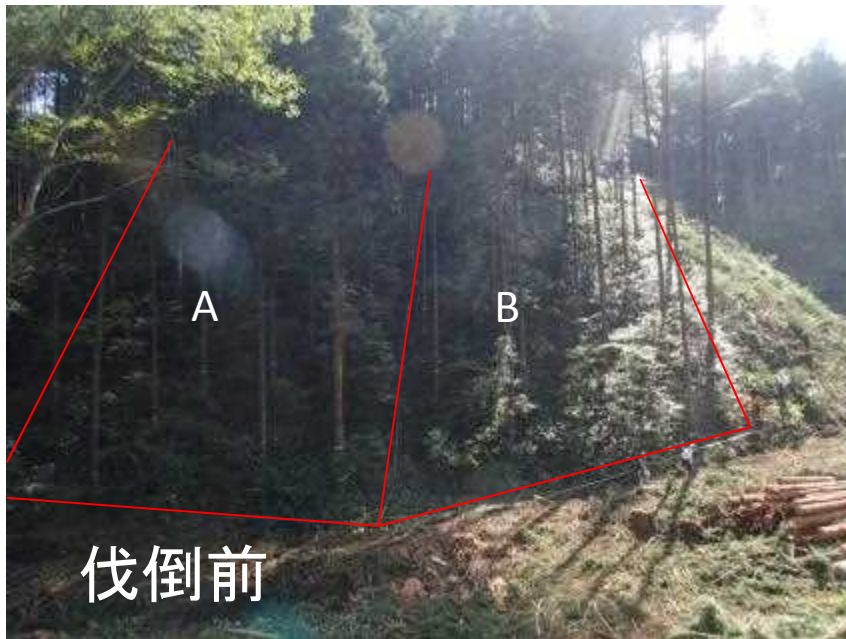
H25年度： 人力地拵えと機械地拵え

H26年度： 急斜面・緩斜面、ロングリーチグラップルの効率

H27年度： ロングリーチグラップルでのレーキ使用の効果

について調査、比較。

調査の概要～25年度



0.5m³グラップル

機械地拵え部分 傾斜28度
人力地拵え部分 傾斜35度

機械でできない箇所は人力で地拵えを行う。



機械地拵えの面積の割合は極わずか(9.7%)

調査の概要～26年度

急斜面



面積・人力 807 m² (85.8%)
 傾斜・人力 40度
 面積・機械 134 m² (14.2%)
 傾斜・機械 37度
 使用機械 0.5m³グラップル

緩斜面



面積・人力 87 m² (14.8%)
 傾斜・人力 30度
 面積・機械 503 m² (85.2%)
 傾斜・機械 22度
 使用機械 0.5m³グラップル

急斜面



面積・機械 444 m² (83.0%)
 傾斜・機械 28度
 使用機械 ロングリーチグラップル
 面積・残り 91 m² (17.0%)



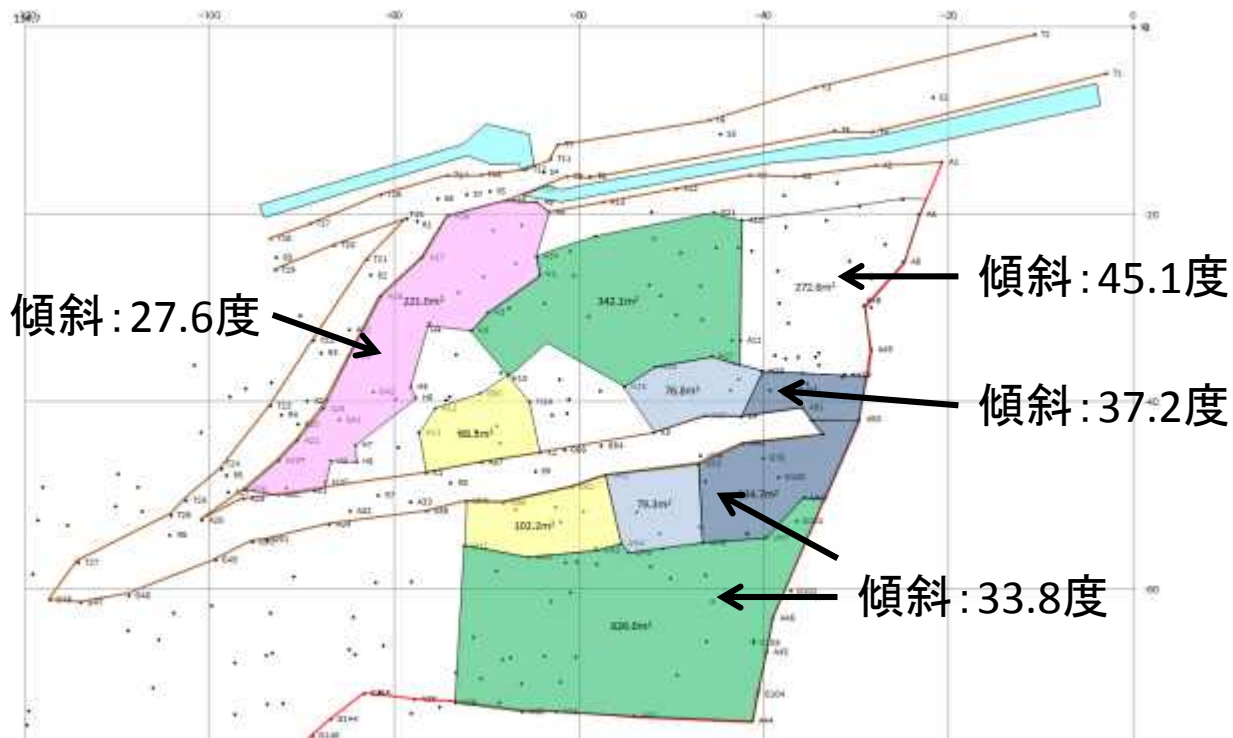
機械でできない箇所は
 人力で地拵えを行う。

↓

緩斜面とロングリーチグラップルでは機械地拵え面積の割合が大きい。



調査の概要～27年度



急斜面・ロングリーチ

- レーキ使用・枝条多い
- レーキ使用・枝条少ない
- レーキ使用しない
- 人力



レーキ



レーキ使用



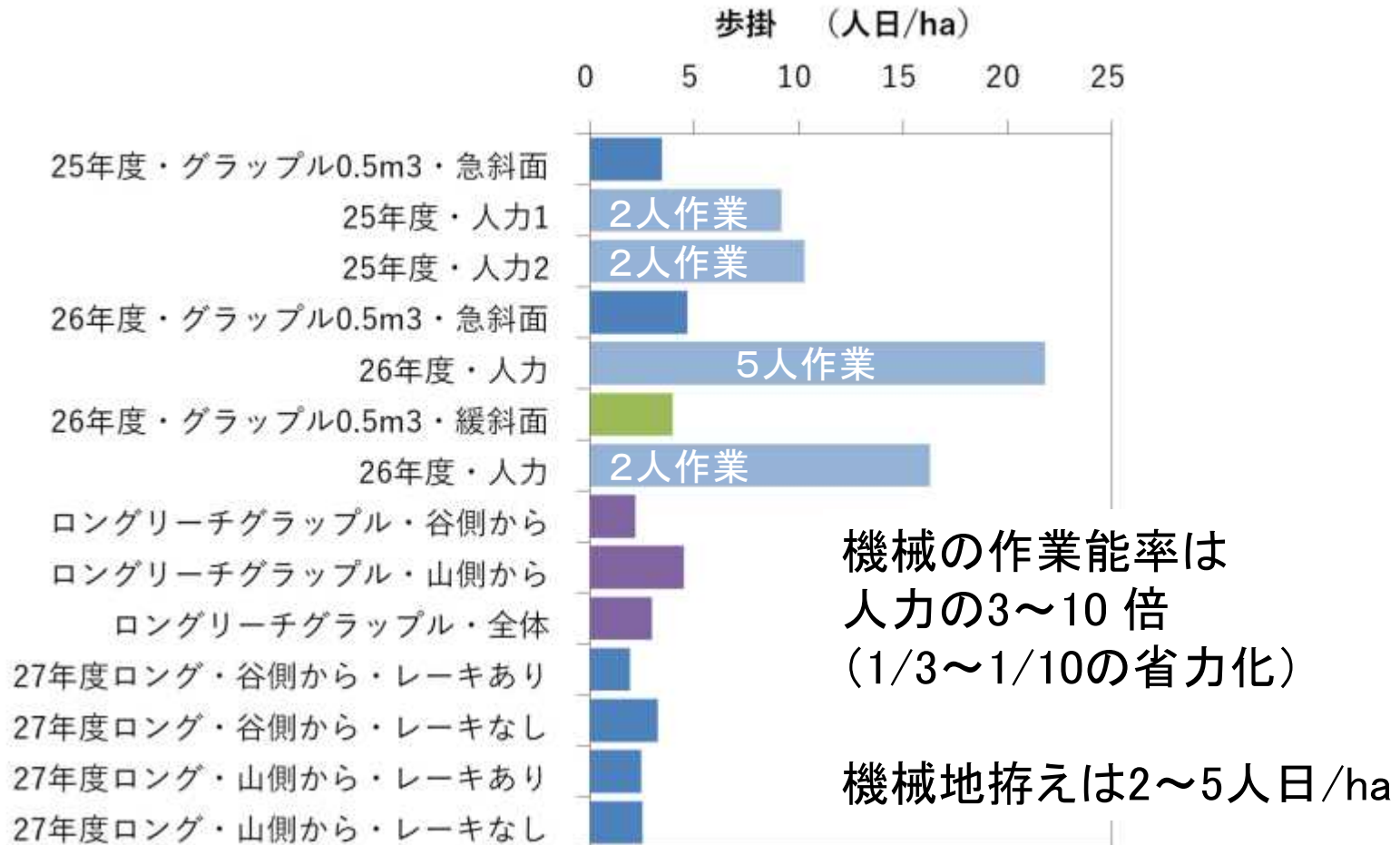
レーキ使用しない

調査の概要

平成27年度・地拵え後



結果 ～ 作業能率



1時間に10分の休憩をするものとして計算

結果 ～ コスト

	コスト (千円/ha)	機械面積 割合 (%)	併用時 コスト (千円/ha)	人力との コスト差 (千円/ha)
25年度 急斜面・0.5m ³	117	9.7	138	2
急斜面・人力	141	90.3		
26年度 急斜面・0.5m ³	159	14.2	310	25
急斜面・人力	335	85.8		
急斜面・ロングリーチ	152	83.0	183	152
26年度 緩斜面・0.5m ³	135	85.2	152	98
緩斜面・人力	250	14.8		
27年度 急斜面・ロングリーチ・レーキ	97	—	—	—
急斜面・ロングリーチ	166	—	—	—

- 人力・機械併用 < 人力地拵え
- 緩斜面 < 急斜面、 ロングリーチ < 0.5m³グラップル
(機械地拵えの面積割合が影響)
- レーキ使用 < レーキ使用しない

まとめ

- 機械の作業能率は、人力の3～10 倍
(1/3～1/10の省力化)
- 機械地拵え可能な面積割合が大きい場所では地拵えコスト低減可能
- レーキ使用による地拵えの効率化、地拵えコスト低減は効果あり

実生スギコンテナ苗成長解析結果

(森林総合研究所)

はじめに

林業の低コスト化 …伐・植一貫作業システムの採用

- ・高性能林業機械の導入
- ・常時稼働の必要性

伐採・造林作業の通年平準化



コンテナ苗導入で解決可能？

九州なら、スギの通年植栽OK

(山川ほか2014)

北関東域では？？？

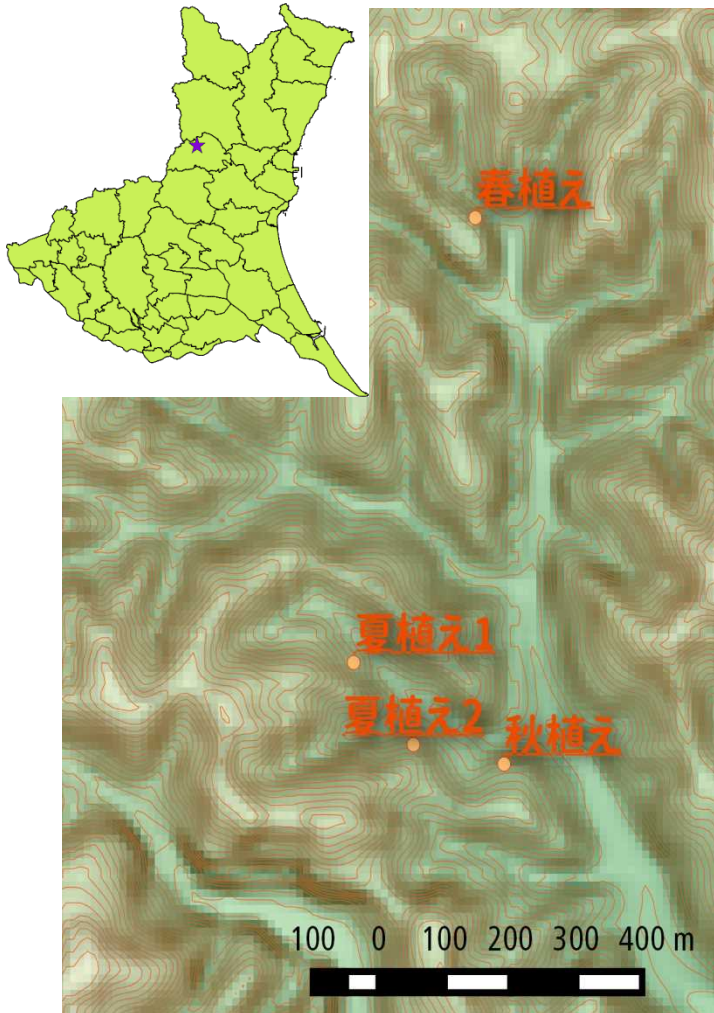
目的

**北関東域における、スギ実生コンテナ苗の
植栽可能時期を検討する**

試験地

梅香沢国有林25ろ・か林班
(茨城県東茨城郡城里町)

北向き斜面 4カ所
斜度：35~30°

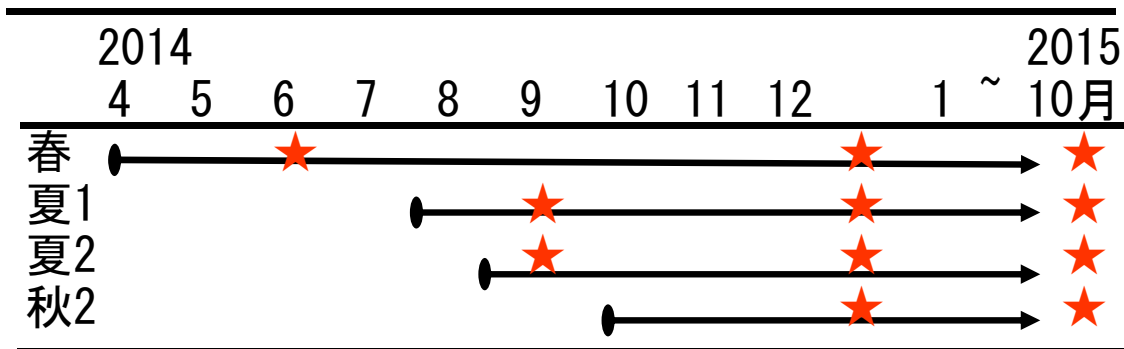


植栽スケジュール

裸苗、コンテナ苗（リブ・スリット）を同時植栽

植栽時期	斜面	スリット	リブ	普通	反復
秋植え1 (13年10月)	上・下	○	○	○	6
春植え (14年4月)	中	○	○	○	6
夏植え1 (14年7月)	上・下	●	○	○	5
夏植え2 (14年8月)	上・下	○	○	○	4
秋植え2 (14年9月)	上・下	○	○	○	6

●：移植、直接播種の2タイプ



★の時期に活着・サイズ調査



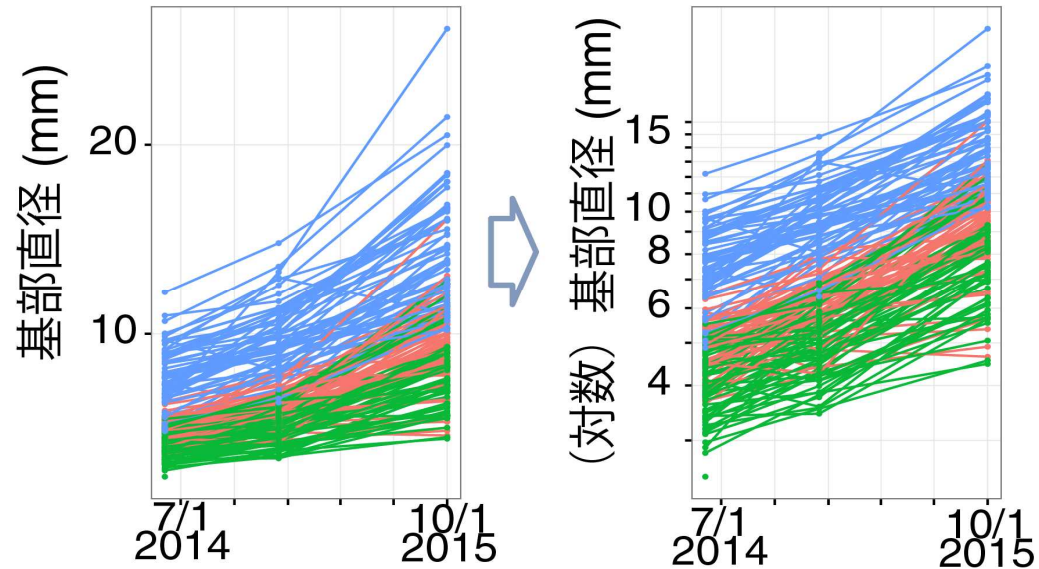
解析方法

活着

2015年9月時点の生存率

⇒ 対数線型モデル

コンテナ vs 普通
斜面上部 vs 下部



成長

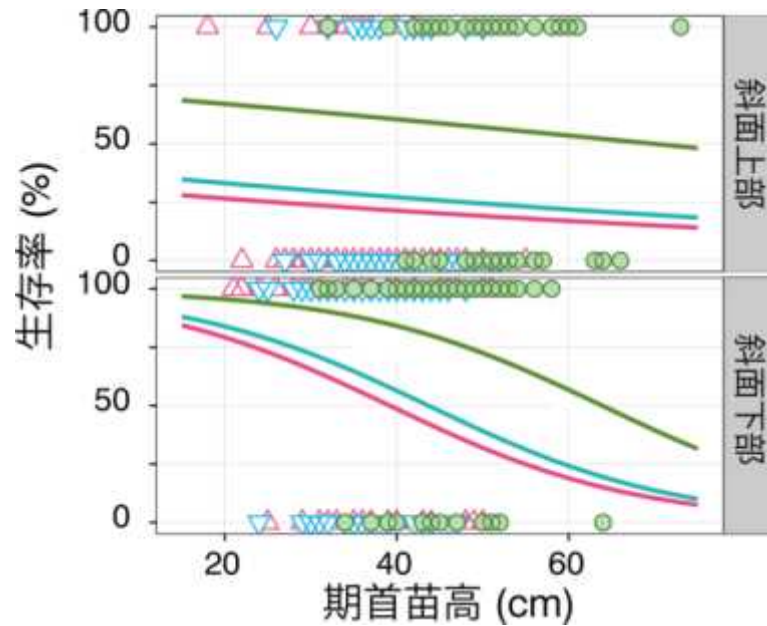
樹高・基部直径の時間変化

⇒ 一般化線型モデル 誤差：対数正規分布

傾き（成長速度（成長率））を比較 コンテナ vs 普通

栽培方法・個体の影響は、変量効果として考慮

秋植 1 の活着状況

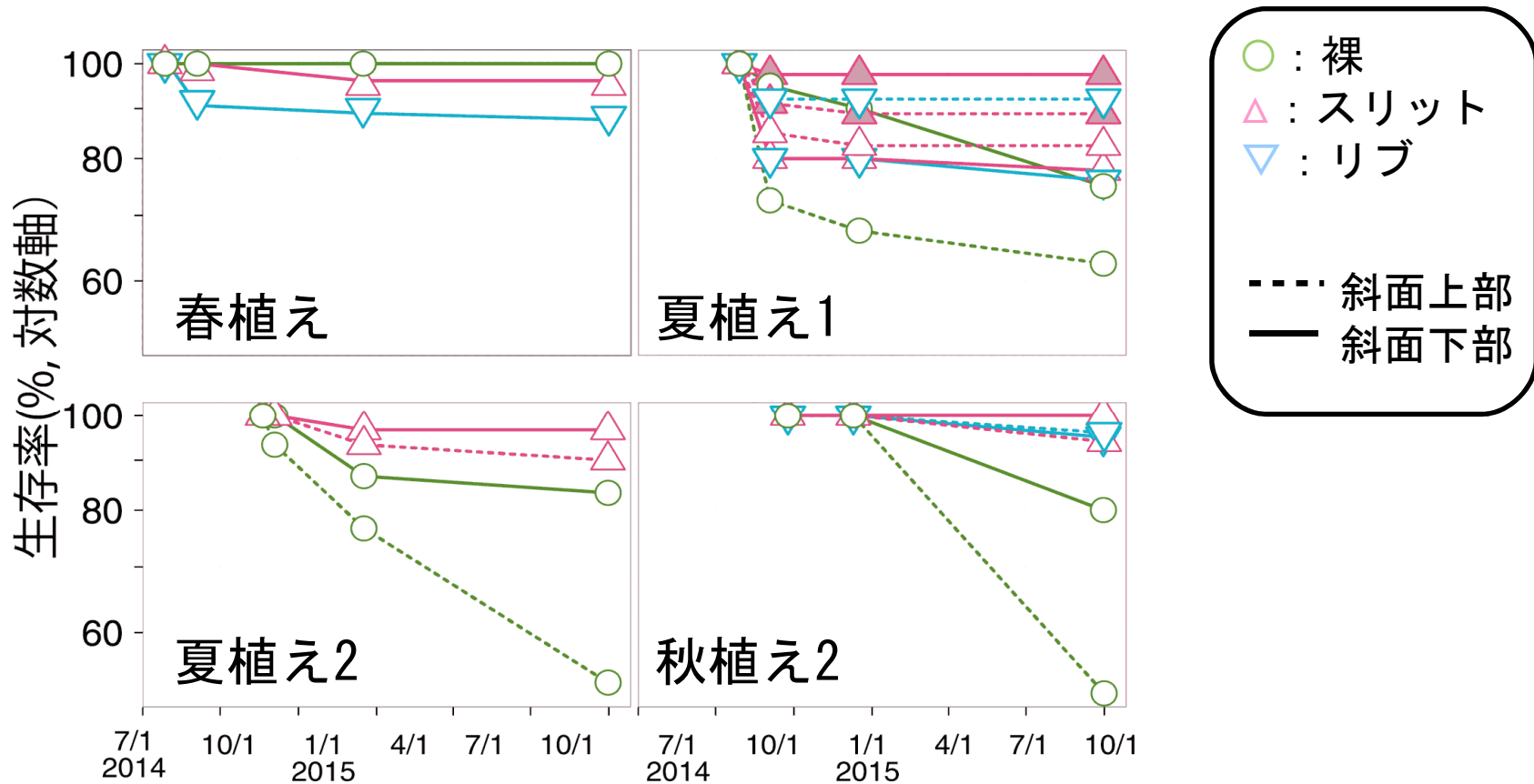


- : 裸
- △ : スリット
- ▽ : リブ

寒風害によりコンテナ苗枯損（特に斜面上部）

※ 他の2013年秋植栽試験地でも被害確認
（茨城県内2カ所、静岡1カ所）

時期別植栽後の生存率

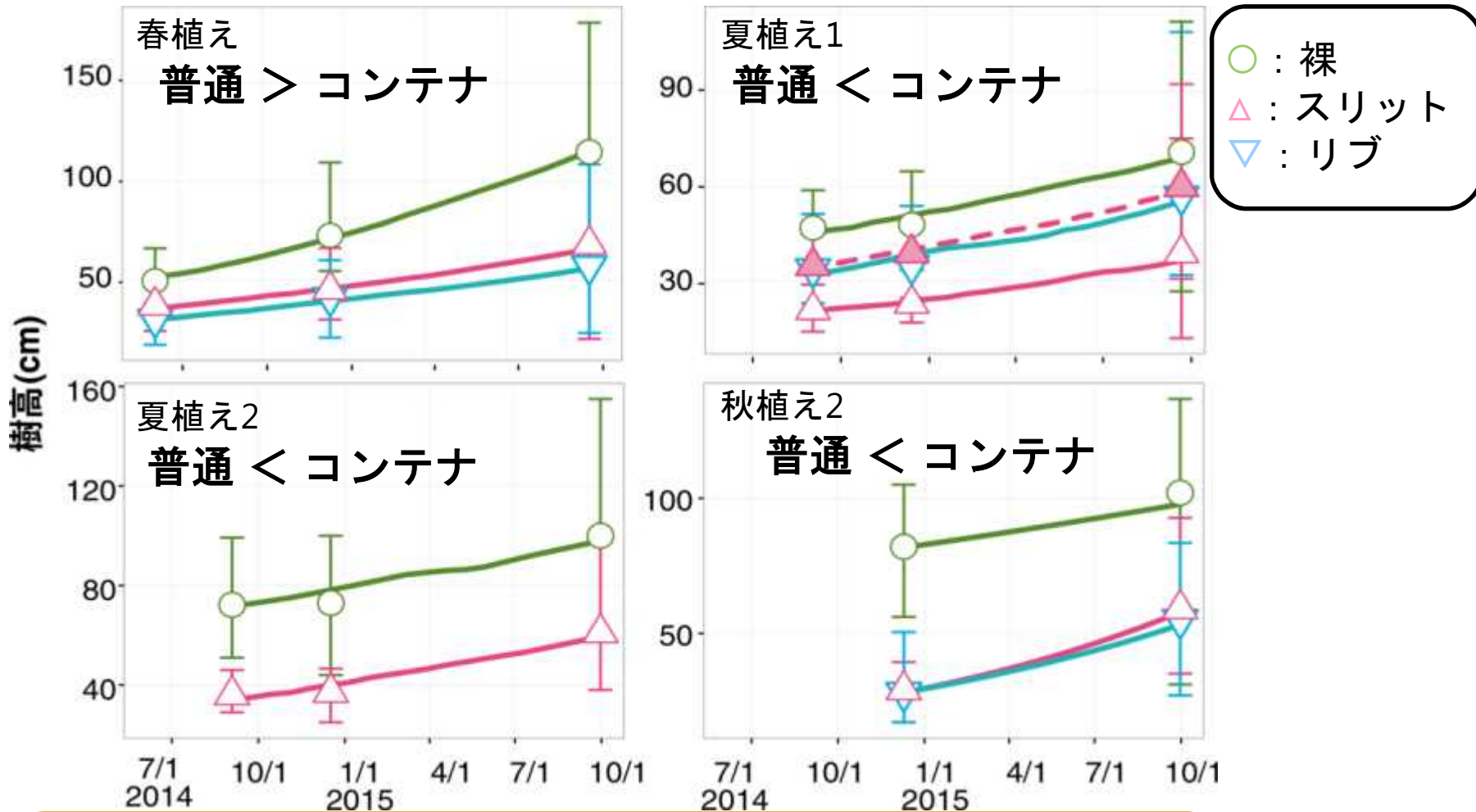


生存率： 春植え以外、コンテナ苗 ≧ 普通苗

斜面上部で生存率低

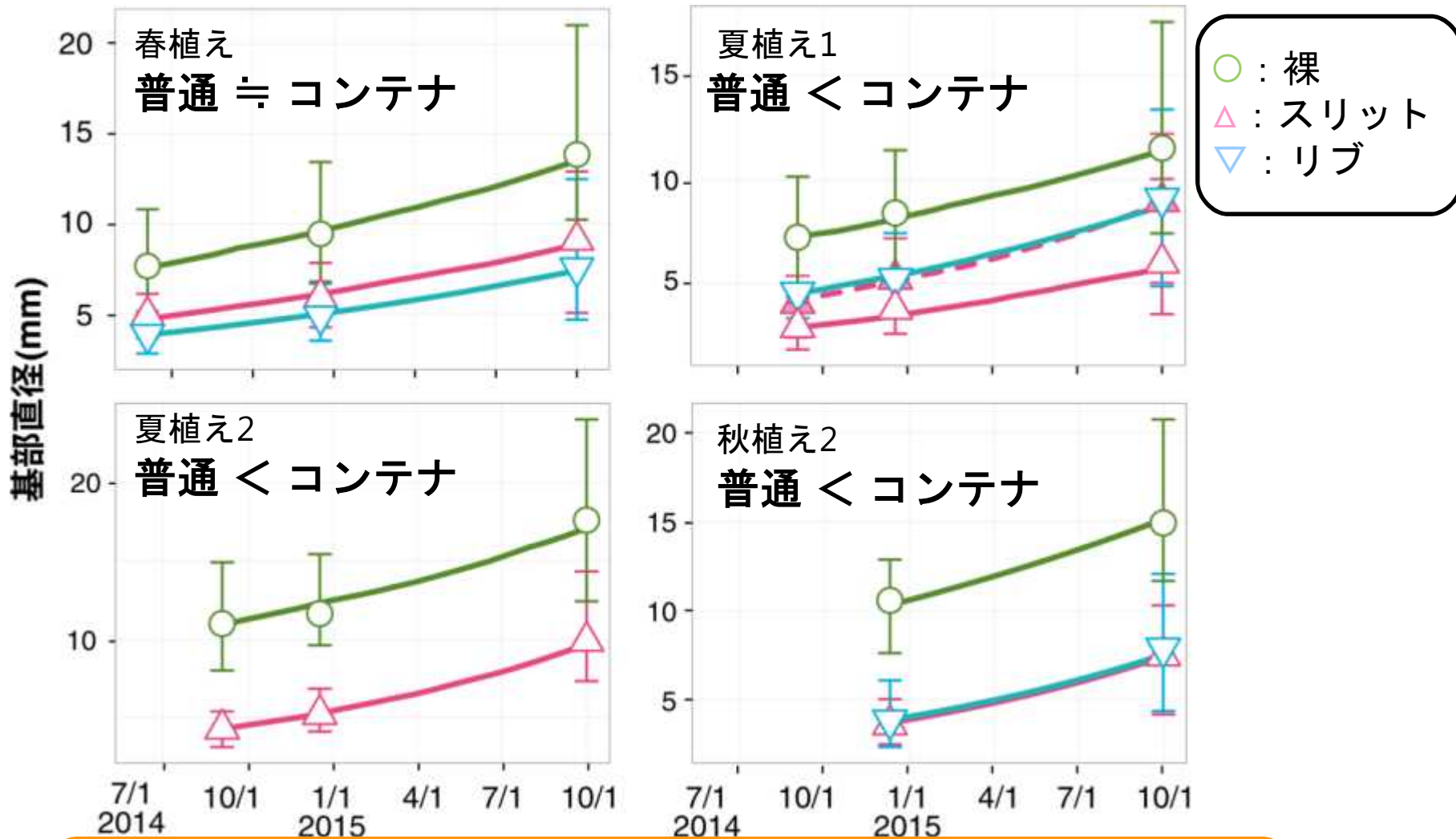
夏植え：植栽直後に死亡率高

季節別植栽後の樹高成長



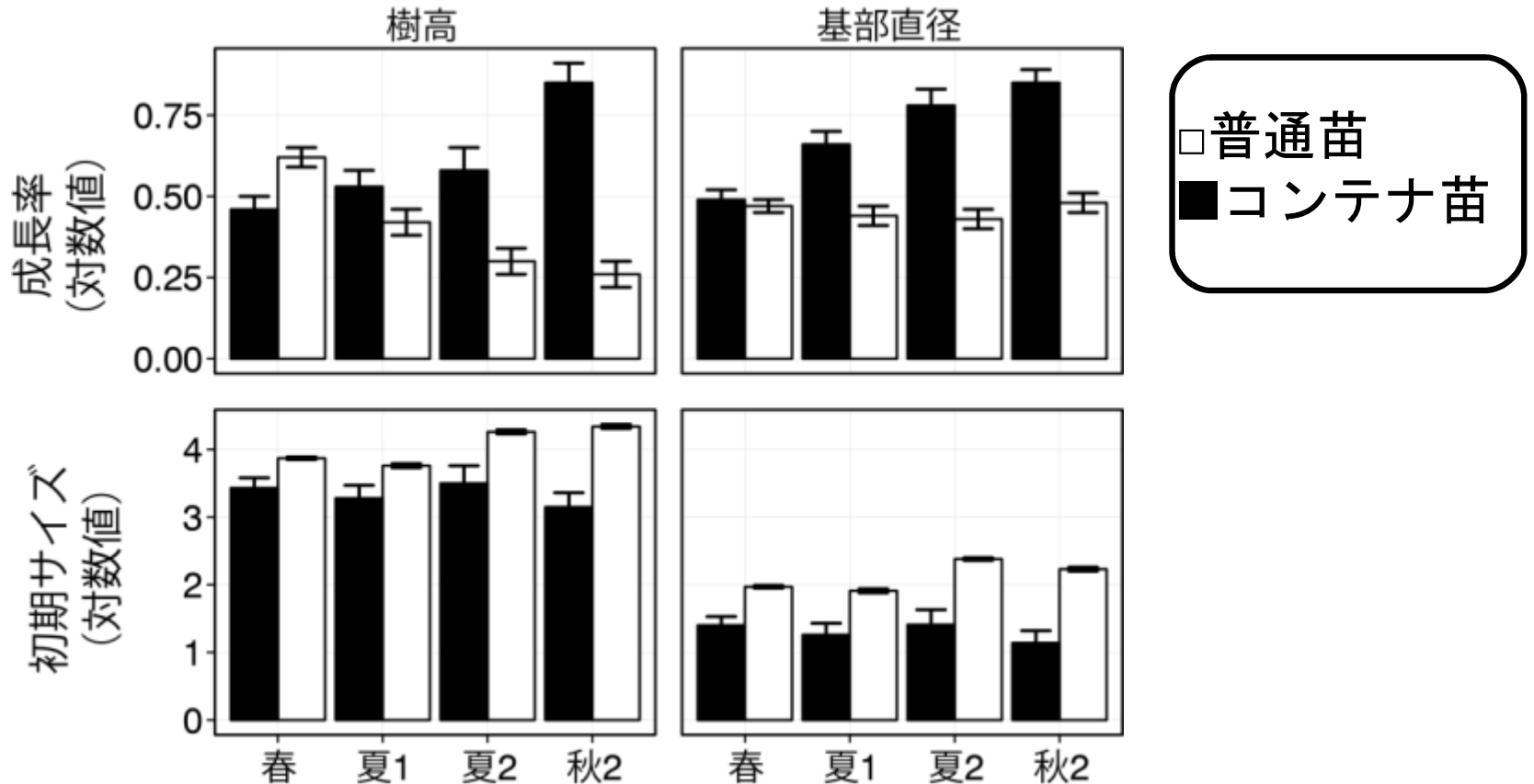
春以外、わずかにコンテナ有利

季節別植栽後の肥大成長



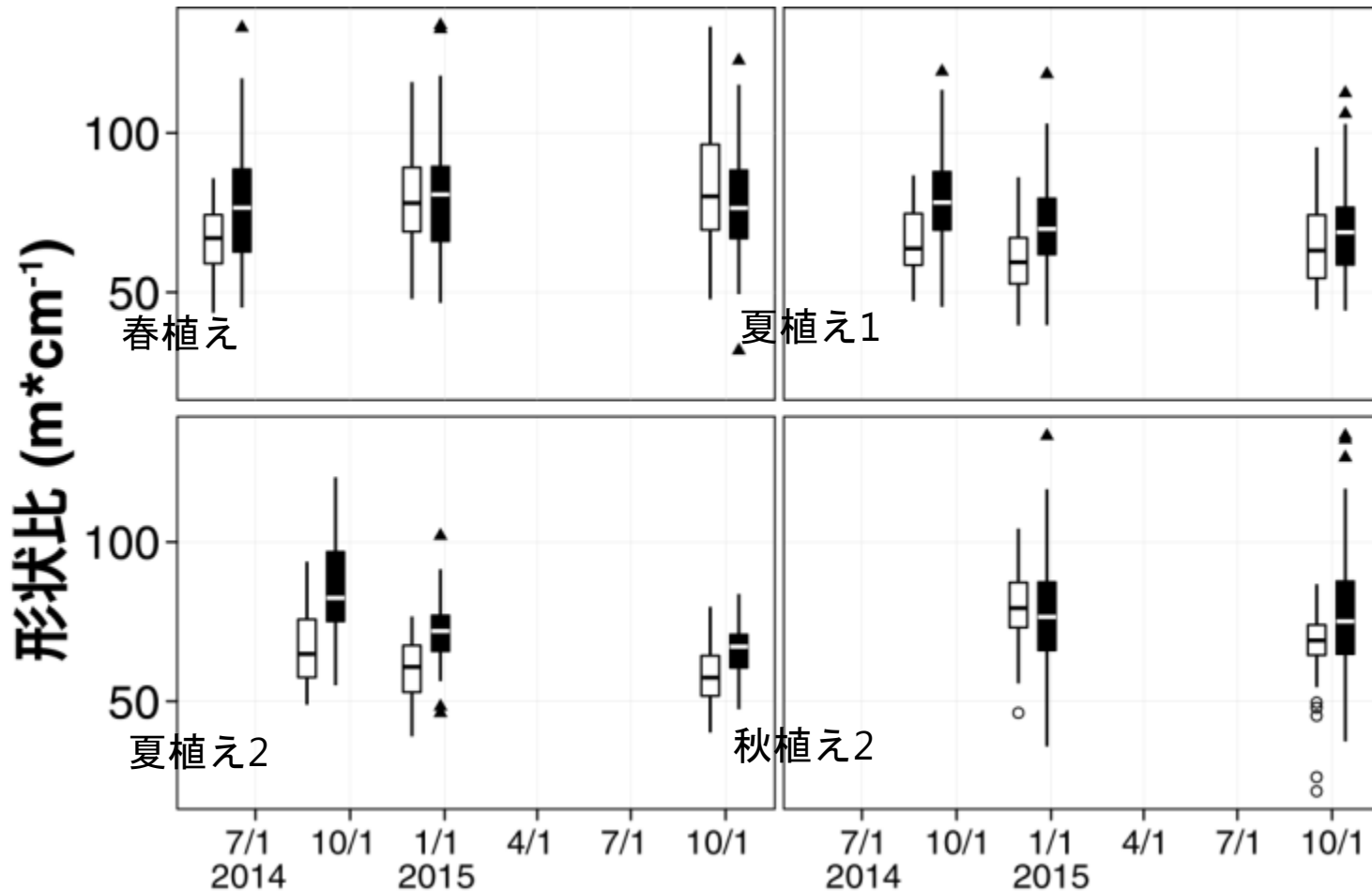
樹高成長と同様の傾向 (春以外、コンテナ有利)

季節別植栽間でのパラメータ比較



普通苗：春以降、成長低下（樹高） or 維持（直径）
コンテナ苗：春以降、成長上昇（樹高・直径）

季節別植栽後の形状比の変化



大きな差は無いが、70前後に収束傾向

まとめ

コンテナ苗

活着... 夏植栽では、普通苗より好成績

成長... 成長速度（成長率）で、普通苗を上回る場合あり



普通苗の劣化の影響？

（ただし絶対サイズ：普通苗 > コンテナ苗）

コンテナ苗の植栽可能時期は広いかも

北関東域でも

とはいえ... 秋植え：気象害のリスクあり

夏植え：労働不適期（猛暑・高湿度）

全体まとめ

(関東森林管理局、森林総合研究所)

北関東地方の急傾斜地においても、木を伐る際等に使った林業機械の機械力を地拵えや植付作業に使い、地拵え及び植付け作業を省力化・効率化することが実証された。

ただし、施業地の面積、傾斜などの地形的要因、路網整備、使用可能な機械システムなどの作業的要因は、地域によって大きく異なる。各地域の特性に応じて「一貫作業システム」のコンセプトを活かした最適な「再造林作業システム」採用する必要がある。

また、コンテナ苗成長量等の解析については、引き続き調査等を行う必要である。

最後に、今後の森林経営において、造林作業の低コスト化は、民有林、国有林に共通する課題であり、解決に向けて、国有林が率先して取り組む必要があると考える。

参考資料等
(森林技術・支援センター)

H 2 7 ロングリーチグラップル&レーキの威力発揮



H27コンテナ苗（生産者から現地まで）



仮置き（山元土場）



現地までトラック運搬



生産者（茨城県林業種
苗共同組合）



スリット（120cc）



リブ（300cc）

H27秋植栽のコンテナ苗は、写真のとおり根鉢がしっかりとしている。

多少、乱暴に扱っても根鉢が壊れることない。

よって、苗の小運搬及び植栽工程にも有効である。

（H27. 9. 16撮影）

H27 コンテナ苗植栽工期調査（全面積）

4-1

コンテナ苗の植栽は「簡単で工期は良い」という結果が、各種研究報告書等で報告されている。その調査結果等は、「コンテナ苗を10本又は20本等植えるのに何分何秒、更には1本植えるのに何秒」などを根拠に実労働時間(345分)から積算して、600~800本程度(本/人)の報告である？

当該試験地(最終年度)において、植栽工期調査(日報等)を行った結果は別紙とおりであった。なお、作業員(請負事業体)は、常日頃から造林事業(植栽含む)に携わっているベテランの方々である。ただし、今回初めてコンテナ苗を取り扱った作業員である。



急傾斜地では移動も...

現地は平均35度を
超える急傾斜である。
根鉢がしっかりしている
ので植栽時には苗木
袋を使用。また、使い
慣れている唐鍬、尺棒
を使用した。
なお、2,000本/ha植栽。
(H27. 9. 16撮影)



苗間はそれぞれ工夫して



H27コンテナ苗植栽工期調査（全面積）

4-2

平成27年9月16日

作業者 (6人)	8時					9時					10時					11時					12時					13時					14時					15時					16時					17時					主作業時間(分)		植栽本数 (コンテナ苗)	備考				
	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	○植付	△小運搬								
A													△	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	270	20	950	※取扱説明書 苗木袋使用 書袋使用 スリット移植苗 850本(A区) スリット移植苗 900本(B区)
B													△	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	270	20								
C													△	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	290	30								
D													△	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	260	30								
E													△	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	290	30								
F													△	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	270	20								
※「-」は休憩時間・休憩時間、「空白」は準備後始末及び余裕時間等である。なお、植栽工期は345分/日で積算。																	1,590	150	植栽工期 (本/日)	206																																						

平成27年9月18日

作業者 (4人)	8時					9時					10時					11時					12時					13時					14時					15時					16時					17時					主作業時間(分)		植栽本数 (コンテナ苗)	備考				
	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	○植付	△小運搬								
A																									△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	220	20	260	※天候不順 苗木袋使用 書袋使用 リブ移植苗 260本(C区)
B																			△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	220	20								
C																			△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	220	20								
D																			△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	220	20								
※「-」は休憩時間・休憩時間、「空白」は準備後始末及び余裕時間等である。なお、植栽工期は345分/日で積算。																	880	80	植栽工期 (本/日)	102																																						

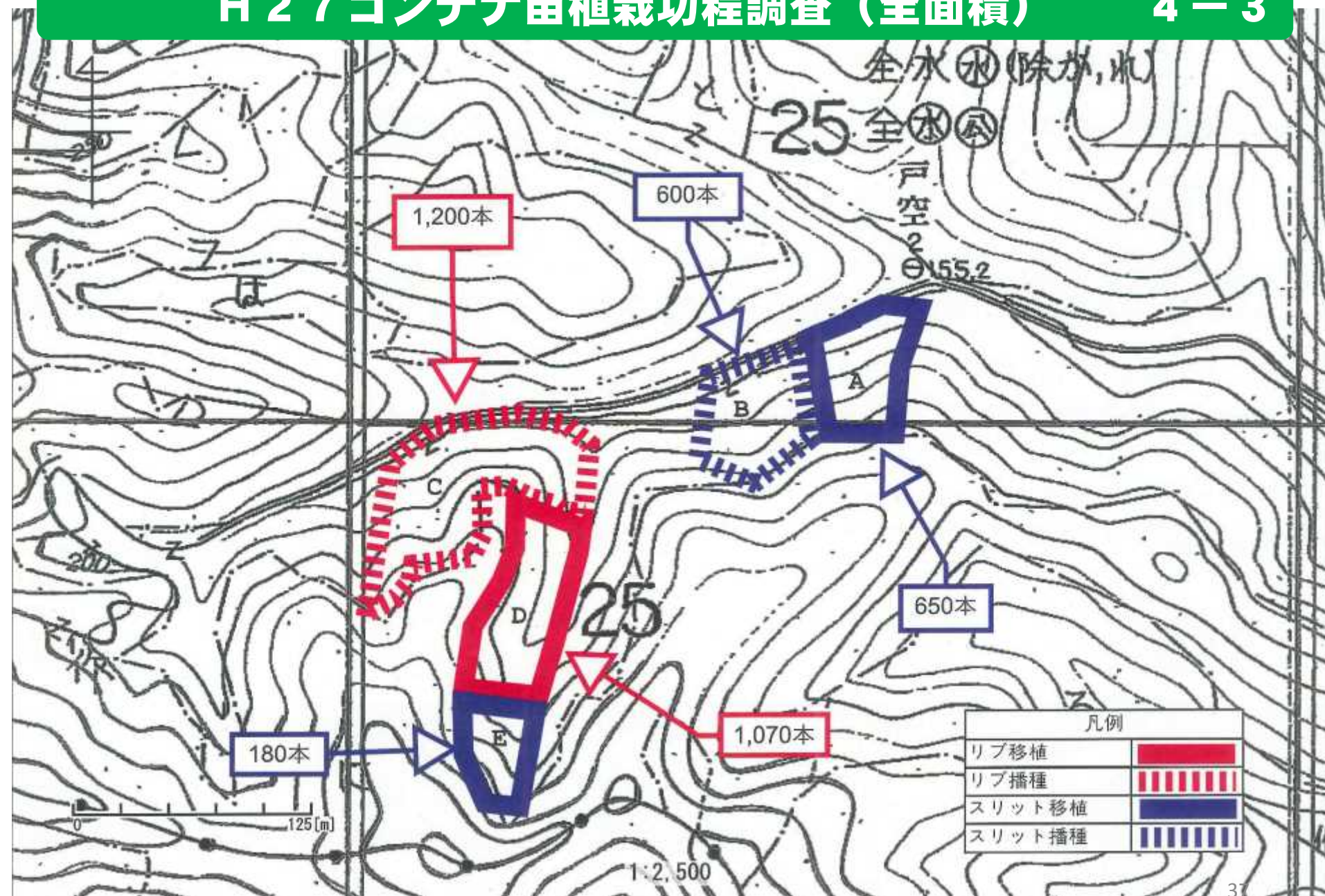
平成27年9月19日

作業者 (4人)	8時					9時					10時					11時					12時					13時					14時					15時					16時					17時					主作業時間(分)		植栽本数 (コンテナ苗)	備考				
	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	○植付	△小運搬								
A							○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	370	0	1,340	苗木袋使用 書袋使用 スリット移植苗 900本(B区) リブ移植苗 840本(C区) リブ移植苗 100本(D区)
B							○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	370	0								
C							○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	370	0								
D							○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	370	0								
E							○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	370	0								
※「-」は休憩時間・休憩時間、「空白」は準備後始末及び余裕時間等である。なお、植栽工期は345分/日で積算。																	1,850	0	植栽工期 (本/日)	250																																						

平成27年9月21日

作業者 (6人)	8時					9時					10時					11時					12時					13時					14時					15時					16時					17時					主作業時間(分)		植栽本数 (コンテナ苗)	備考
	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	○植付	△小運搬				
A							○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	340	0	1,150	※最終日 苗木袋使用 書袋使用 スリット移植苗 880本(E区) リブ移植苗 970本(D区)		
B							○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	340	0				
C							○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	340	0				
D							○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	340	0				
E							○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	340	0				
F							○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	340	0				
※「-」は休憩時間・休憩時間、「空白」は準備後始末及び余裕時間等である。なお、植栽工期は345分/日で積算。																	2,040	0	植栽工期 (本/日)	194																																		

全体	6,360	230	3,700	植栽工期(本/日) 36.201
----	-------	-----	-------	---------------------





H 2 5 秋植栽（コンテナ苗）箇所（植栽後2年経過）



斜面（造林地）の中腹以下（写真右）は成長が良く、4年目以降の下刈り省力が可能。一部ではあるが土壌の良い箇所（写真左）では2年で樹高が3メートル超えもある。（H27. 9. 30撮影）