

地域特性に対応した 森林作業システム研究会 成果報告書

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会

「地域特性に対応した森林作業システム研究会」

2019年3月

はじめに

「地域特性に対応した森林作業システム研究会」は、「機械化森林施業研究会（平成 17～19 年）」、「低コスト森林作業研究会（平成 20～22 年）」、「森林作業システム・路網研究会（平成 23～25 年）」の後を受け、平成 26 年に設置しました。

当研究会では、各地の地形、気象などの地域特性に対応した路網整備手法や路網を活用した森林作業システムに関する参加機関の研究成果や取組について互いに検討・評価し、これらに関する研究を推進することを目的としました。当初予定期間の 3 年間の活動の中では、各地で関心が高まっている「コンテナ苗を活用した一貫作業システムなどの低コスト再造林」に関する研究についても検討が進められ、平成 26 年度から平成 27 年度には、研究会に参加している多くの機関が参加した「コンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の実証研究」（農林水産省・革新的技術緊急展開事業）を実施するなど、多くの成果を上げてきました。しかし、当研究会が対象としている森林作業システムは、森林路網、林業機械をはじめとする数多くの要素を取り扱っていることに加え、各地の地域特性は多種多様であるため、活動を 2 年間延長し、引き続き、地形、気候などの地域特性に対応した森林作業システムに関する研究を推進するため、参加機関の研究成果や取組の検討・評価などの活動を継続してきました。本報告書では、この 5 年間の研究会で調査・事例報告された事例をまとめました。これから地域特性に対応した森林作業システムを検討する際の資料として頂ければ幸いです。

最後に、5 年間で会長をお引き受け頂いた岐阜県森林研究所、静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター、新潟県森林研究所、長野県林業総合センターの 4 県の関係者各位に感謝申し上げますとともに、参画機関の皆様には日本林業の振興に向けて、今後ともご支援賜りますようお願い申し上げます。

地域特性に対応した森林作業システム研究会 幹事

森林総合研究所 中澤昌彦、宗岡寛子

岐阜県森林研究所 臼田寿生

長野県林業総合センター 高野毅

【参画機関】

森林総合研究所

岐阜県森林研究所

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

新潟県森林研究所

長野県林業総合センター

山梨県森林総合研究所

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

愛知県森林・林業技術センター

東京都農林総合研究センター

千葉県農林総合研究センター

内容

全体研究計画書(当初3年)	3
第1回研究会 平成26年度(岐阜県)	5
調査・事例紹介	10
① 東京都農林総合研究センター	10
② 新潟県森林研究所	13
③ 富山県森林研究所	16
④ 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター	18
⑤ 森林総合研究所	21
⑥ 森林総合研究所	23
⑦ 山梨県森林総合研究所	26
提案・要望事項	28
① 新潟県森林研究所	28
② 静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター	28
③ 岐阜県森林研究所	29
④ 幹事	29
開催報告	30
第2回研究会 平成27年度(静岡県)	31
調査・事例紹介	35
① 東京都農林総合研究センター	35
② 新潟県森林研究所	39
③ 富山県森林研究所	42
④ 山梨県森林総合研究所	45
⑤ 長野県林業総合センター	46
⑥ 森林総合研究所	47
⑦ 森林総合研究所	49
提案・要望事項	51
① 東京都農林総合研究センター	51
② 山梨県森林総合研究所	51
③ 森林総合研究所	52
④ 森林総合研究所	52
開催報告	54
第3回研究会 平成28年度(新潟県)	55
調査・事例紹介	59
① 森林総合研究所	59
② 富山県農林水産総合技術センター	61
③ 長野県林業総合センター	63
④ 岐阜県森林研究所	67

⑤ 静岡県森林・林業研究センター	70
⑥ 岡山県農林水産総合センター森林研究所	73
⑦ 山梨県森林総合研究所	73
⑧ 新潟県森林研究所	74
提案・要望事項	76
① 長野県林業総合センター	76
② 森林総合研究所	77
③ 森林総合研究所	77
開催報告	78
全体研究計画書(継続 2 年)	79
第 4 回研究会 平成 29 年度 (長野県)	81
調査・事例紹介	85
① 森林総合研究所	85
② 新潟県森林研究所	91
③ 富山県農林水産総合技術センター森林研究所	94
④ 岐阜県森林研究所	96
⑤ 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター	100
提案・要望事項	102
① 山梨県森林総合研究所	102
② 長野県林業総合センター	102
③ 森林総合研究所	103
開催報告	104
第 5 回研究会 平成 30 年度 (岐阜県)	105
調査・事例紹介	109
① 森林総合研究所	109
② 新潟県森林研究所	116
③ 山梨県森林総合研究所	117
④ 長野県林業総合センター	118
⑤ 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター	120
提案・要望事項について	123
① 長野県林業総合センター	123
② 静岡県森林・林業研究センター	123
開催報告	124

全体研究計画書（当初３年）

（別紙）

様式 1

平成 25 年 10 月 日

関東・中部林試連

研 究 会 計 画 書

1 研究会の名称：地域特性に対応した森林作業システム研究会

2 提案機関・提案責任者（所属・氏名）：岐阜県森林研究所・臼田寿生
初年度開催機関事務局担当者（所属・氏名）：岐阜県森林研究所・臼田寿生
幹 事（所属・氏名）：岐阜県森林研究所・臼田寿生
独立行政法人森林総合研究所・中澤昌彦

3 目 的：

平成 21 年度に農林水産省から「森林・林業再生プラン」が公表され、4 年が経過しようとしているが、この間、各地域では、丈夫で簡易な森林作業道をはじめとする森林路網の充実化や先進的な林業機械の導入などによる作業システムの効率化・低コスト化が進められてきた。しかし、地形や気象条件などの地域特性に対応した丈夫で簡易な路網整備の基準が確立されていないことなどから路網の整備は十分な状況には至っていない。また、近年、路網整備が困難な急傾斜地に対応するために、タワーヤード等による架線系作業システムへの関心が高まっているが、架線集材に適した作業方法や路網の条件などの知見が不足していることから、これらに関する研究へのニーズが高まっている。

そこで、本研究会では地形、気象などの地域特性に対応した路網整備手法や路網を活用した森林作業システムに関する参加機関の研究成果や取組について互いに検討・評価し、これらに関する研究を推進することを目的とする。なお、最終年度には研究会の成果をとりまとめた報告書を発行する。

4 設置期間：平成 26－28 年度（3 年間）

5 実施方法：

- ・ 原則として、年 1 回、1 泊 2 日での開催を予定している。
- ・ 開催場所は参加都県での持ち回りとし、岐阜県、静岡県等での開催を予定している。
- ・ 地形や森林路網整備状況などの地域特性に対応した森林作業システムに関する検討会を実施し、それらに関する調査事例などの情報交換や協議を行う。

6 参加予定機関：

独立行政法人森林総合研究所、岐阜県森林研究所、公益財団法人東京都農林水産振興財団 東京都農林総合研究センター、新潟県森林研究所、富山県農林水産総合技術センター森林研究所、山梨県森林総合研究所、長野県林業総合センター、静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

7 想定される外部資金：なし

8 その他：なし

第 1 回研究会 平成 26 年度（岐阜県）

平成 2 6 年度

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
地域特性に対応した森林作業システム研究会

平成 2 6 年 8 月 2 8 日（木）～平成 2 6 年 8 月 2 9 日（金）

岐阜県森林研究所

日程

8月28日(木) 現地検討会(山口市神崎地内)

- 12:45 集合・受付(JR岐阜駅 1F中央北口 総合案内板前)
- 12:45~14:00 現地検討会会場へ移動(レンタカー等)
(13:45頃) ※途中、車で来られる方と山口市役所美山支所(山口市谷合1358-1)で
待ち合わせ
- 14:00~14:15 開会挨拶(岐阜県森林研究所所長)、事務局連絡
出席者自己紹介
- 14:15~15:45 現地検討会(タワーヤードによる皆伐事業地)
- 15:45~17:15 移動(レンタカー等)
- 18:00~20:00 情報交換会

8月29日(金) 研究会(河鹿荘:美濃市)

- 8:30 配付資料説明、座長選出
- 8:40~11:10 研究会討議

議題(1) 調査・事例紹介

- | | |
|---|-----------|
| ① 東京都農林総合研究センター
「オートチョーカー専用ワイヤーの改良」 | 8:40~8:50 |
| ② 新潟県森林研究所
「新潟県における搬出間伐の生産性調査」 | 8:50~9:00 |
| ③ 富山県森林研究所
「作業道作設における工期調査について」 | 9:00~9:10 |
| ④ 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター
「未利用間伐材の搬出とチップ化」 | 9:10~9:20 |
| ⑤ 森林総合研究所
「森林作業道の作設工法と耐荷重性との関係」 | 9:20~9:30 |
| ⑥ 森林総合研究所
「林道排水施設が処理する水量の実態調査」 | 9:30~9:40 |

休憩	9:40~9:50
----	-----------

議題(2) 提案・要望事項について

- | | |
|---|-------------|
| ① 新潟県森林研究所
「根曲り部分の効率的な搬出方法について」 | 9:50~10:05 |
| ② 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター
「素材生産の事例調査等における行政機関との連携について」 | 10:05~10:20 |
| ③ 岐阜県森林研究所
「簡易貫入試験による路体支持力の調査について」 | 10:20~10:35 |

議題（３）路網に関するデータベースの構築について 10:35～10:50
岐阜県森林研究所

議題（４）次期開催地について 10:50～11:00

その他 11:00～11:10

11:10 閉会

11:10～12:00 J R 岐阜駅へ移動（レンタカー等）

12:00 J R 岐阜駅 解散

※上記の日程は、諸般の事情により、変更する可能性があります。

< 注意事項 >

1. 28日間とも昼食の用意はありませんので、各自でご対応願います。
2. 情報交換会は、18時より行います。
3. 29日の朝食は午前7時30分からとなります。

平成26年度 関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
地域特性に対応した森林作業システム研究会

参 加 者

機 関 名	部 署	役 職	氏 名
公益財団法人 東京都農林水産振興財団 東京都農林総合研究センター	緑化森林科	科長補佐 (主任研究員)	中村 健一
		研究員	吉岡 さんご
新潟県森林研究所	森林・林業技術課	主任研究員	小柳 正彦
		主任研究員	宮嶋 大介
富山県農林水産総合技術センター 森林研究所	森林環境課	副主幹研究員	図子 光太郎
山梨県森林総合研究所	経営機械科	研究員	大地 純平
長野県林業総合センター	指導部	主査	高橋 太郎
	育林部	研究員	戸田堅一郎
静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター	森林育成課	研究員	野末 尚希
高知県立森林技術センター	森林経営課	チーフ	山崎 敏彦
森林総合研究所	研究管理科	科長	松本 寛喜
	研究管理科	研修係長	日口 邦洋
	森林路網研究室	領域長	陣川 雅樹
		主任研究員	鈴木 秀典
		主任研究員	山口 智
		研究員	宗岡 寛子
	収穫システム研究室	室長	上村 巧
		主任研究員	吉田 智佳史
		主任研究員	佐々木 達也
		主任研究員	中澤 昌彦
	安全技術研究室	研究員	猪俣 雄太
岐阜県森林研究所		所長	天野 善一
	森林環境部	部長研究員	古川 邦明
	森林資源部	専門研究員	臼田 寿生
		主任研究員	和多田 友宏

現地検討会 案内図

タワーヤードによる皆伐事業地（山口市神崎）



調査・事例紹介

① 東京都農林総合研究センター

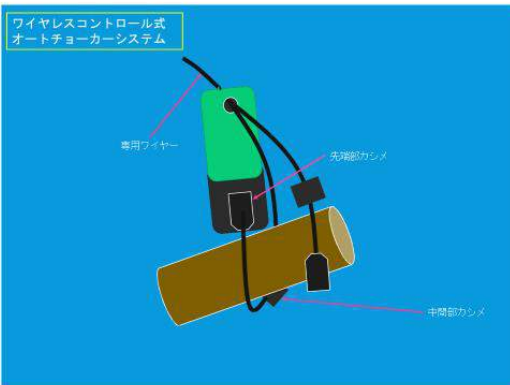
調査・事例名	オートチョーカー専用ワイヤーの改良
内 容	花粉発生源対策事業の集材作業において、ワイヤレスコントロール式チョーカーシステム（以下、オートチョーカー）を導入したところ、実搬器走行中に荷掛けした材が落下する事例が発生しました。搬器走行中の荷掛けした材が、地面に擦れた衝撃で落下してしまいました。 現場作業員の方との対話から、衝撃によりチョーカーからカシメが落下することと、荷掛けワイヤーと材の接着が悪いことが原因と考えられました。これらの原因を解決するために行った、オートチョーカー専用ワイヤーの改良について報告します。
発 表 方 法	パワーポイント

オートチョーカー専用ワイヤーの改良

東京都農林総合研究センター
吉岡さんご

背 景

・東京都の花粉症発生源対策事業（主伐）の集材作業現場において、ワイヤレスコントロール式チョーカーシステム（オートチョーカー）を導入した。



実搬器の走行状況

・現場は、主索を高く張ることができず、荷掛けした材が地面に擦っている状態で実搬器は走行している。

・地面に擦っている状態の材が、尾根部において地面から衝撃を受ける状況である。



問題①

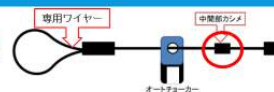
・材を掛けているワイヤーの締まりが緩んで、材が滑り落ちた。

前提条件

・当初、導入したワイヤーは、従来使用していたワイヤーより柔軟性がなかった。

・実搬器の走行中、最も力がかかる先端部カシメ部分でワイヤーが切断される場合があり、そのさいオートチョーカーが落ちないよう、中間部にもカシメがついている。

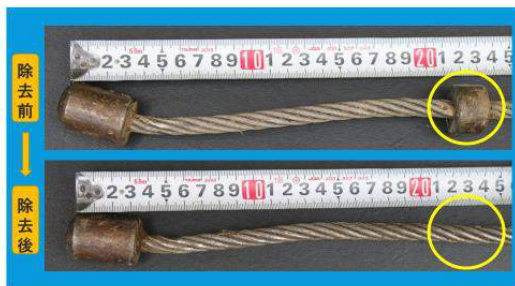
原因と改良①



・地面との連続的な接触による振動により、ワイヤーが緩んだと考えられる。

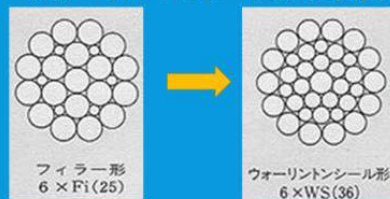
→ 中間部カシメを取り除き、また、より柔軟性に富んだワイヤーに変更することにより、材との密着性を向上させた。

中間部カシメの除去



ワイヤーの変更

・フィラー形から、ウォーリントンシール形に変更



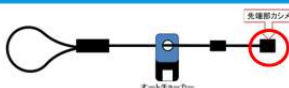
問題②

・尾根部に衝突した衝撃により、オートチョーカーから先端部カシメが外れ、荷掛けした材が落下した。

前提条件

・土場で材を降ろすさい、先端部カシメがオートチョーカーから円滑に外れるように、カシメの下部は面取りされている。

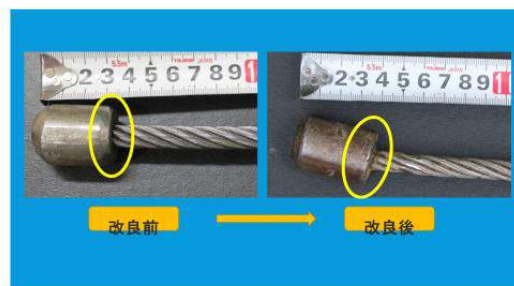
原因と改良②



・地面との衝撃により、先端部カシメがオートチョーカーから外れたと考えられる。

→ 面取りしていないカシメに改良し、オートチョーカーから外れにくくした。

先端部カシメの改良



改良した先端部カシメをオートチョーカーに取り付けた状態



結果

・これらの改良により、
実搬器走行中に材が滑落したり、
オートチョーカーから先端部カシメが
はずれることは、ほとんどなくなった。

まとめ①

・ 中間カシメを取り外した改良については、ワイヤーロープの廃棄基準を遵守し、切断前にワイヤーを取り替えることで対応する。

まとめ②

・ 先端部カシメを面取りしないことにより、土場でオートチョーカーから外れにくくなるリスクを負ったが、今回の現場では、材が落下しないことを優先した。

② 新潟県森林研究所

調査・事例名	新潟県における搬出間伐の生産性調査
内 容	新潟県の搬出間伐の生産性は全国平均よりも低くなっている。これには様々な原因が考えられるが、積雪による成立本数の減少や根曲りの影響も大きいと考えられる。 そこで調査地の立木形状等を把握した上で、生産性について調査を行ったので報告する。
発表方法	パワーポイント

新潟県における 搬出間伐労働生産性調査

新潟県森林研究所
小柳 正彦
平成26年8月29日

研究の背景

- 新潟県の搬出間伐の生産性は2.9m³/人日で全国平均に達していない。
- 高性能林業機械の導入が遅れている。
- 雪の影響により残存本数が少ないことや形質不良木が多く利用可能量が少ない。

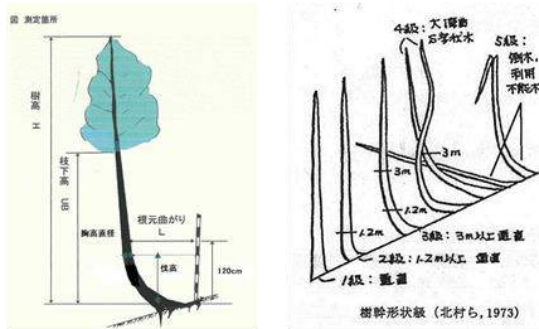
研究の目的

- 本県の搬出間伐の生産性を把握する。
(資源の質と量を調べて、労働生産性を把握する)
- 高性能林業機械を利用したシステムの検証。
- 積雪地の特性にあった作業方法の検証。

調査項目

- 資源量、資源状況調査
平面図・位置図作成、毎木調査(樹高、胸高直径、根曲り、伐高、樹幹形状)
- 労働生産性調査
出材量、作業日報

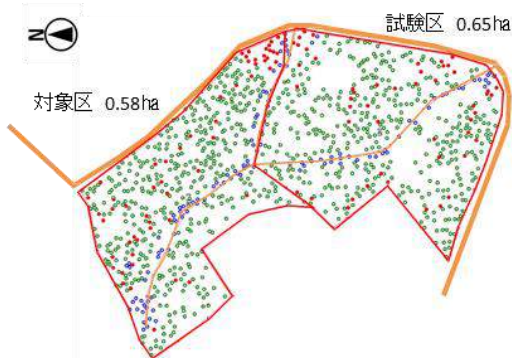
多雪地に発生する根曲り幹曲り



調査箇所



調査箇所



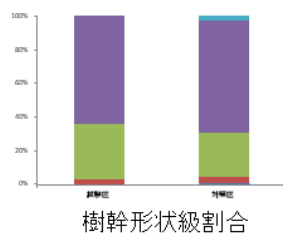
調査地の状況



試験区・対照区の毎木調査結果

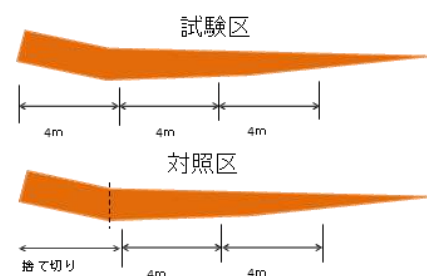
調査林分の概況

	試験区	対照区
面積 (ha)	0.65	0.58
立木密度 (本/ha)	763	922
間伐率 (%)	19	21
平均直径 (cm)	29.3	27.5
平均樹高 (m)	19.9	17.7
林分材積 (m ³ /ha)	495	306
平均幹材積 (m ³)	0.65	0.53
収量比率	0.68	0.73
平均形状比	67.9	64.4
平均根曲り (cm)	44.4	59.2



試験区と対照区の造材作業

チェーンソー伐倒→グラップル木寄せ→プロセッサ造材→フォワーダ集材



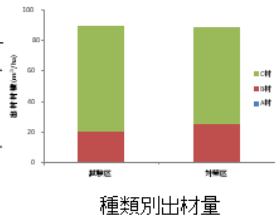
作業状況



間伐材積と出材材積

間伐材積と出材材積

		試験区	対照区
間伐材積	(m ³ /ha)	98.2	120.3
出材材積	(m ³ /ha)	89.2	89.1
搬出率	(%)	91	74



各区の労働生産性

		試験区	対照区
出材材積	(m ³)	58.0	51.7
伐倒本数	(本)	101	116
労働生産性	(m ³ /人日)	6.0	5.3

各作業の生産性

		試験区	対照区
出材材積	(m ³)	58.0	51.7
伐倒本数	(本)	101	116
伐倒材積	(m ³)	63.8	69.8
伐倒作業	(m ³ /時)	2.8	3.2
木寄せ作業	(m ³ /時)	6.8	12.9
造材作業	(m ³ /時)	3.9	3.0
集材作業	(m ³ /時)	11.6	7.4
はい積み作業	(m ³ /時)	8.3	6.1

まとめ

- 樹幹形状級が3級、4級主体の林分ではB材、C材しか生産できなかった。
- 当現場ではすて切りしない方が労働生産性が高くなった。
- 隣接地でも資源状況が異なり、作業方法を変えたことによる効果は確認できなかった。

③ 富山県森林研究所

調査・事例名	作業道作設における功程調査について
内 容	本県で主流となっている0.45クラスのバックホウを用いた作業道作設について功程調査を実施した。調査結果をもとに、純土工作業と伐根処理について標準功程を作成したので報告する。
発 表 方 法	パワーポイント



作業道作設における功程調査

富山県森林研究所 関子光太郎



研究の背景

富山県の作業道は0.45クラスのバックホウによる作設が一般的である。このクラスの機械を用いた作業道作設の功程について公表されている資料は少ない。

- ・ 作業道作設能率とコストに影響を与える要因 平林ら(2009)
- ・ 作業道作設時における伐根処理時間の分析 村井ら(2013)



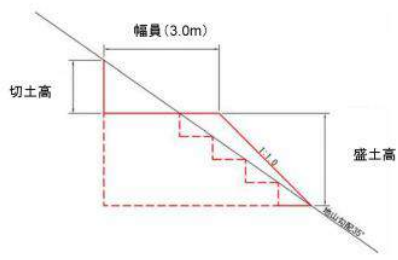
調査地および方法

- ・ 調査地
富山県内14路線
- ・ 使用機械
ショベル系掘削機械(バケット容量0.45m³)
バックホウおよびザウルスロボ
- ・ 調査方法
ビデオを用いた時間観測。
10mを1区間単位。

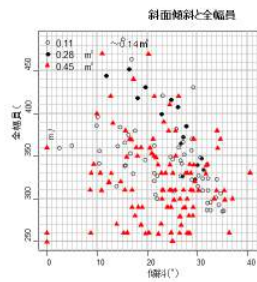




作業道の構造

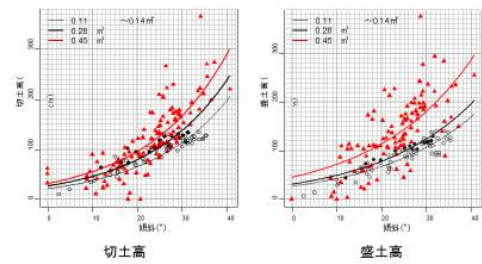


幅員と斜面傾斜

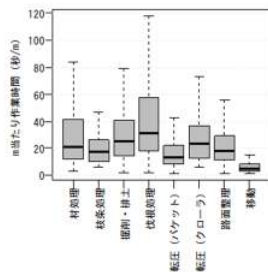


平林ら(2009)との比較

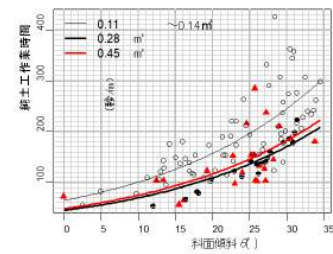
切土高と斜面傾斜



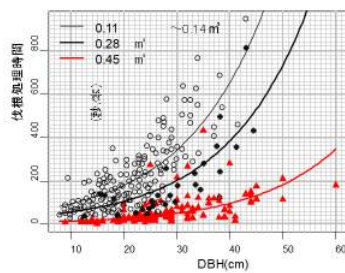
要素作業時間の比較



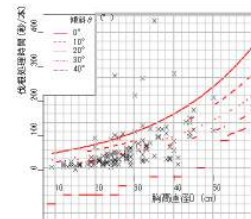
純土工作業の能率



伐根作業の能率



伐根処理時間推定モデル



	Estimate	Std. Error	P(> t)
(Intercept)	3.498	0.309	<0.001
DBH	0.040	0.006	<0.001
Slope	-0.026	0.009	<0.01

まとめ

- 掘削機械が大型化すると、切土や盛土などの路体構造が大きくなる傾向が認められた。
- 純土工作業の作業能率について、0.28クラスと0.45クラスとの間では違いは認められなかった。
- 伐根処理について、0.45クラスを使用した場合、0.28クラスなどに比べて処理時間が大幅に縮減された。
- 1本当たりの伐根処理時間には斜面傾斜の影響が認められた。

④ 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

調査・事例名	未利用間伐材の搬出とチップ化
内 容	低林齢林における保育間伐は健全な森林を育成する上で必要であるが、捨切り間伐を実施すると森林所有者の費用負担が発生するため、間伐実施が躊躇されがちである。今後、保育間伐を適切に進めるためには、所有者の費用負担が極力少ない方法を検討する必要がある。 今回、その試みとして、低林齢林において間伐木の全木搬出を行い、製紙用チップ及び燃料用チップ材として販売する場合のコストを調査したので、その結果と課題を報告する。
発 表 方 法	パワーポイント

未利用間伐材の 搬出とチップ化

静岡県農林技術研究所
森林・林業研究センター
野末尚希

背景

低林齢林(～30年生) → 静岡県内森林面積の5.5%
引佐地域の7.8%
今後の皆伐・再造林により増加

(現状)
保育間伐が適切に実施されない
(森林所有者の費用負担が発生するため)



(懸念)

- ・下層植生減少による森林環境の荒廃
- ・主林木価値の低化
- ・将来的な施業(利用間伐、主伐)での生産性低下

背景

バイオマス利用

再生可能エネルギーの固定価格買取制度(H24.7開始)



木質バイオマスエネルギーの利用に注目が集まる
(発電施設の建設計画増加)



低林齢林から生産される小径木にも需要先が現れる

目的

低林齢林の整備

捨切り間伐が一般的だが...

- 全木搬出した場合のhaあたり出材量は?
- 伐採から運搬するまでにかかるコストは?
- 間伐補助金とチップ販売収入を考慮した採算は?



所有者負担の少ない(ない)保育間伐実施方法の検討

調査地概要



所在地: 浜松市北区引佐町渋川
面積: 0.11ha
樹種: スギ・ヒノキ
林齢: 15年生
その他: 林道から50m範囲

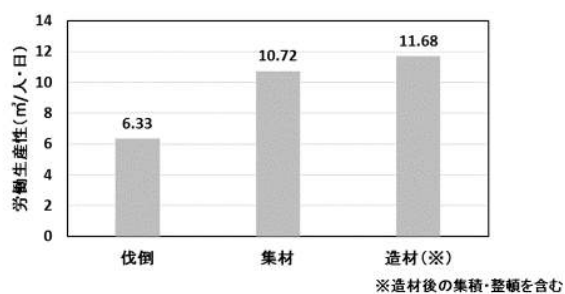
調査方法

伐採(定性間伐: 30%弱)
↓
集材(ユニック車)
↓
造材(末口直径10cm以上を幹部とした)
枝葉処理(チェーンソーで細断)
↓
積込(幹: 7t車、枝葉3t車)
↓
運搬(市内チップ工場へ)
↓
チップ化(幹: 製紙チップ、枝葉: 燃料チップ)



コストを調査
収支計算(利用間伐補助金算定)

各工程の労働生産性



コスト計算

未利用間伐材搬出実験結果

項目	数量1 (人/日)	単価 (円/人/日)	数量2 (台数)	単価2 (円/日)	費用 (円)	計算式
伐倒	1人日	17,900			17,900	$=17,900 \times 1$
木寄・造材	4.5人日	17,900	7t車 × 1.5日	12,100	98,700	$=17,900 \times 4.5$ $+ 12,100 \times 1.5$
枝葉処理	3人日	17,900	3t車 × 1.5日	5,270	61,605	$=17,900 \times 3$ $+ 5,270 \times 1.5$
積込・運搬			3t車 × 2回 7t車 × 1回	9,050 12,335	30,435	$=9,050 \times 2$ $+ 12,335$
合計	8.5人日				208,640	

※単価は「平成25年度県営林事業設計単価表」、建設機械等損料表より適用

搬出量	9.30 t	(幹: 6.34t、枝葉2.96t)	搬出単価	22,434 円/m³	(≒22,500円/m³)
(haあたり)	84.54 m³/ha	(1t=1m³とする)	生産性	1.09 m³/人日	

結果

$$22,500\text{円/m}^3 \text{ (搬出単価)} >> 5,000\text{円/m}^3 \text{ (チップ価格)} + 5,000\text{円/m}^3 \text{ (間伐補助金)}$$

※静岡県内取引価格

間伐補助金を考慮しても大幅な赤字

コスト計算

未利用間伐材搬出実験結果

項目	数量1 (人/日)	単価 (円/人/日)	数量2 (台数)	単価2 (円/日)	費用 (円)	計算式
伐倒	1人日	17,900			17,900	$=17,900 \times 1$
木寄・造材	4.5人日	17,900	7t車 × 1.5日	12,100	98,700	$=17,900 \times 4.5$ $+ 12,100 \times 1.5$
枝葉処理	3人日	17,900	3t車 × 1.5日	5,270	61,605	$=17,900 \times 3$ $+ 5,270 \times 1.5$
積込・運搬			3t車 × 2回 7t車 × 1回	9,050 12,335	30,435	$=9,050 \times 2$ $+ 12,335$
合計	8.5人日				208,640	

※単価は「平成25年度県営林事業設計単価表」、建設機械等損料表より適用

搬出量	9.30 t	(幹: 6.34t、枝葉2.96t)	搬出単価	22,434 円/m³	(≒22,500円/m³)
(haあたり)	84.54 m³/ha	(1t=1m³とする)	生産性	1.09 m³/人日	

結果

$$\boxed{22,500\text{円}/\text{m}^3 \text{ (搬出単価)}} >> \boxed{5,000\text{円}/\text{m}^3 \text{ (チップ価格)}} \times \boxed{5,000\text{円}/\text{m}^3 \text{ (間伐補助金)}}$$

※静岡県内取引価格

間伐補助金を考慮しても大幅な赤字



コスト削減のための改善(案)

- ・枝葉の搬出をやめ、幹部のみ搬出
- ・木寄せ作業をユニック車からグラブプルへ変更

改善案により試算

未利用間伐材搬出方法変更(試算)

項目	数量1 (人工)	単価 (円/人日)	数量2 (台数)	単価2 (円/日)	費用 (円)	計算式
伐倒	1人日	17,900			17,900	$=17,900 \times 1$
木寄せ・造材	4.5人日	17,900	ミニグラブプル × 1台	7,980	92,520	$=17,900 \times 4.5$ $+ 7,980 \times 1.5$
積込・運搬			7t車 × 1回	12,335	12,335	$=12,335 \times 2$
合計	5.5人日				122,755	

搬出量	7.91 t	(立木幹材積表より)	搬出単価	15,519 円/m ³	($\approx 15,600\text{円}/\text{m}^3$)
(haあたり)	71.90 m ³ /ha	(1t=1 m ³ とする)	生産性	1.43 m ³ /人日	

考察

$$\boxed{15,600\text{円}/\text{m}^3 \text{ (搬出単価)}} > 10,900\text{円}/\text{m}^3 = \boxed{5,000\text{円}/\text{m}^3 \text{ (チップ価格)}} \times \boxed{5,800\text{円}/\text{m}^3 \text{ (間伐補助金)}}$$

※静岡県内取引価格

現時点での試算ではまだ赤字だが・・・

- ・他県では7,000円/m³で取引される事例もあり(今後の取引価格上昇に期待)
- ・作業システムのさらなる改善
- ・枝葉処理の効率化(現地でチップ化)



所有者負担少なく(なく)実施できる可能性

まとめ

- ・15年生の森林から、70m³/ha以上の間伐材搬出可能
- ・(チップ材販売)+(間伐補助金)により、低林齢林の保育間伐を所有者負担が少ない(ない)形で行える可能性が示唆された。
- ・ただし、今後のチップ価格の上昇や、作業システムの改善等が必要

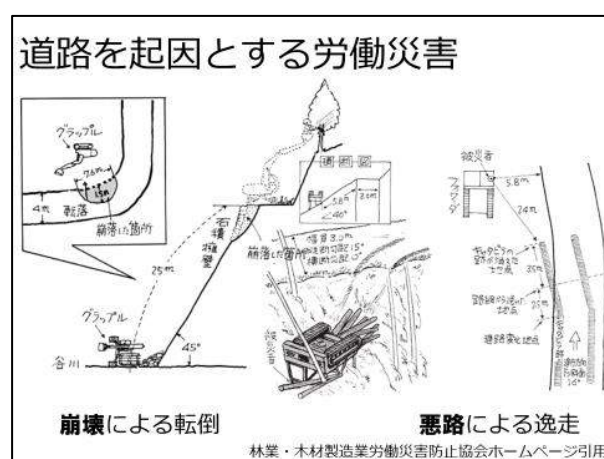
今後の課題

- ・作業システム
- ・枝葉処理(チップ化)

さらなるコストダウンの検討

⑤ 森林総合研究所

調査・事例名	森林作業道の作設工法と耐荷重性との関係
内 容	繰り返り走行すると路体の耐荷重性がどのように変化するかを明らかにするために、繰り返り走行試験を行い、森林作業道の許容支持力（どのぐらいの荷重がその路体に乗っても安全かを示す指標）とコーン指数（路面表面の柔らかさを示し、車両の走行可能性の判断に用いる指標）を算出した。本発表では、走行回数と耐荷重性との関係を報告する。
発表方法	パワーポイント(資料配付 A4×1枚)



目的

森林作業道の崩壊による労働災害を減らすために、
車両走行によって、
森林作業道が許容できる荷重と走行性は
どのように変化するかを明らかにする

走行試験を行い、支持力とコーン指数を計測

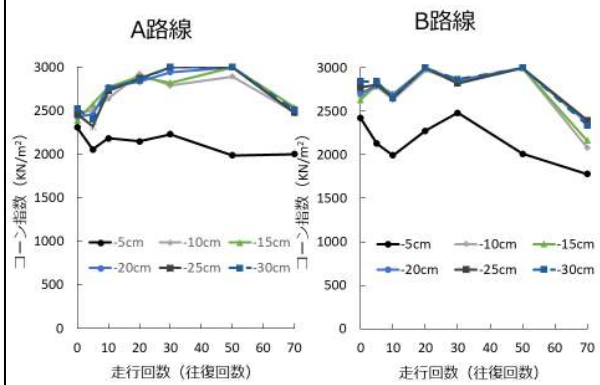


計測項目と計測回数

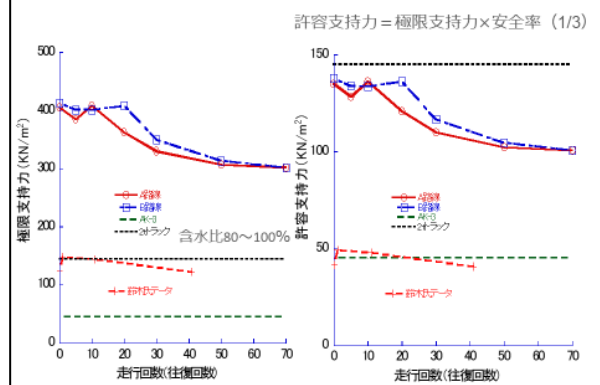
作業道の強度	土の状態
極限支持力	乾燥密度
CBR値	含水比
コーン指数	
走行前	轍×3回×3点
5往復	轍×3回×3点
10往復	轍×3回×3点
20往復	轍×3回×3点
30往復	轍×3回×3点
50往復	轍×3回×3点
70往復	轍×3回×3点



コーン支持力と走行回数



極限支持力と許容支持力



まとめ

- 短期間の走行による走行性の低下は5cmまで
- 短期間の走行は作業道の強度の低下を招く
- 低含水比状態では作設者の技能差はない

支持力を増加させるには、

含水比をいかに下げるか

今後

- 作設方法の違い
 - 技術者の技能の違い
 - 土質の違い
- 走行性や耐荷重性にどのような影響を与えているか

調査地を探しています
フォワーダやトラックが何往復もする現場

⑥ 森林総合研究所

調査・事例名	林道排水施設が処理する水量の実態調査
内 容	溝渠（暗渠・開渠）や横断排水溝等の林道排水施設が処理すべき水量は、集水面積等に基づいて推定され、それに応じて排水施設の設計・配置が行われている。しかし実際には、たとえ集水面積が同程度であっても個々の場所によって水量のばらつきが大きいと考えられる。従って、実際の水量に対して排水施設の設計が過大であったり、逆に実際の水量が設計よりも多く処理しきれない場合があったりすると考えられるが、その実態は明らかになっていない。本調査では、降雨時の溝渠、横断排水溝内の最大水位を多点的に測定し、どのような場所で水量が多く、どのような場所では少ないのか、実態を明らかにすることを試みている。これが明らかとなれば、より実態に応じた無駄のない排水施設の設計・配置につながると考えられる。
発 表 方 法	パワーポイント、その他（資料配付 A4×1枚）

関東・中部ブロック会議 話題提供
林道排水施設が処理する水量の実態調査

森林総合研究所 宗岡寛子

様々な排水施設

沢の横断に用いる排水施設



路面排水に用いる排水施設



低コストかつ丈夫な道の必要性

「低コストかつ壊れにくい道」と言われるが・・・

「低コスト」
排水施設はなるべく
少なく、簡易に
×過大、過剰



「壊れにくい」
必要な所には
十分に配置
×過小、不足

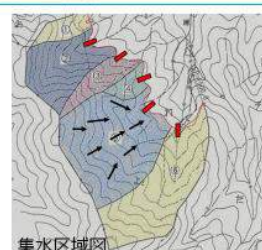
必要な場所には不足なく設けつつ、
過大、過剰な配置はしない

集水面積と排水施設の設計

沢の横断に用いる排水施設の場合



どの沢にどんな規格の排水施設を設置するか？
集水面積をもとに流入する水量を
予測して設計



流量のばらつき

群馬県内林道
集水面積：26ha
暗渠直径：1100mm
設置勾配：20度



茨城県内林道
集水面積：3ha
暗渠直径：1000mm
設置勾配：12度



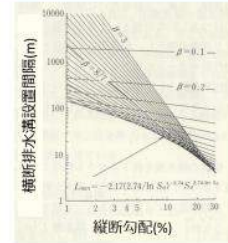
路面排水施設の配置

路面排水に用いる排水施設の場合



どこにどんな間隔で排水施設を設置するか？

一般的に、縦断勾配に応じた間隔で配置する



引用：森林土木学（小林ら2002）

路面流量のばらつき



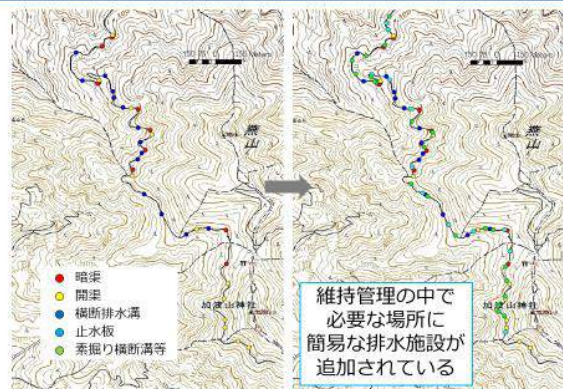
切土法面からの湧水等により、流量が特に多くなる場所では排水施設の重点的な配置が必要。

路面流量のばらつきに応じた排水施設配置



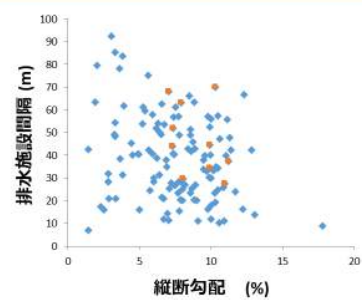
長年維持・管理されている林道では、湧水等の発生場所などに必要に応じて素掘り横断溝等を追加している例もある。

路面流量の実態に応じた排水施設配置

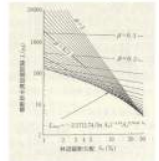


維持管理の中で
必要場所に
簡易な排水施設が
追加されている

縦断勾配と排水施設間隔



一般的に、縦断勾配に応じた間隔で配置する



- ・ 上限は縦断勾配が大きくなると短くなる傾向。
- ・ 一方で、縦断勾配が小さくても、排水施設が密に設置されている区間もある。

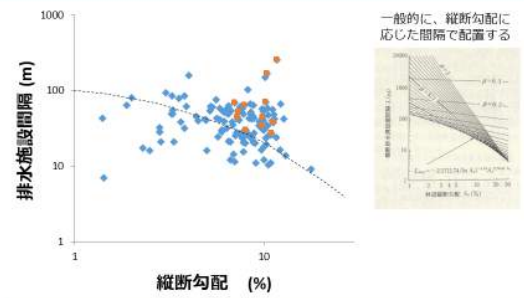
今後の課題

沢の横断部の暗渠、開渠の降雨時最大水位調査、データ蓄積

路面流量の実態に応じた排水施設配置事例の集積

上記の結果と**地形的な因子**との関係解明
「どのような場所で」水が多く出るのか？

縦断勾配と排水施設間隔



- ・ 上限は縦断勾配が大きくなると短くなる傾向。
- ・ 一方で、縦断勾配が小さくても、排水施設が密に設置されている区間もある。

調査方法

降雨時の暗渠の最大水位の測定



暗渠内に残る水面の跡（ライン状に付着した土砂や有機物）から、降雨中最大水位時の流量を求める。

⑦ 山梨県森林総合研究所

調査・事例名	林業用トラクタの動力を利用した集材機の開発																
内 容	○開発の経緯・目的 山梨県中西部にある甲斐市に本社を置く(有)藤原造林では、現場条件により集材機を用いた架線集材作業を行うことがある。しかし、所有する集材機の老朽化による故障の頻発、交換部品の確保の難しさ等の問題が深刻化する中、集材作業そのものを断念したり、コスト高となることを承知の上で森林作業道を開設したりすることにより、結果として集材機の稼働率が低下し、経営上も大きな影響が出ていた。 また、集材機は需要の減少に加えて排ガス規制の強化によりエンジンの供給が難しくなったことから、生産台数が激減している状況にある。しかしながら、急峻な地形が多い山梨県では今後も集材機による架線集材は必要不可欠であることから、今回同社では林業用トラクタの油圧動力を利用した集材機を開発することとした。																
	○導入した機械の内容																
	<table><tr><td colspan="2">【集材機】</td><td colspan="2">【トラクタ】</td></tr><tr><td>形式名</td><td>SK40-3A</td><td>形式名</td><td>A93ハイテック</td></tr><tr><td>メーカー名</td><td>(株)釜原鉄工所</td><td>メーカー名</td><td>バルトラ(フィンランド)</td></tr><tr><td></td><td></td><td>エンジン出力</td><td>74kw</td></tr></table>	【集材機】		【トラクタ】		形式名	SK40-3A	形式名	A93ハイテック	メーカー名	(株)釜原鉄工所	メーカー名	バルトラ(フィンランド)			エンジン出力	74kw
	【集材機】		【トラクタ】														
	形式名	SK40-3A	形式名	A93ハイテック													
メーカー名	(株)釜原鉄工所	メーカー名	バルトラ(フィンランド)														
		エンジン出力	74kw														
○取組の成果と今後の課題 今回の取組により架線集材を安定的に実施していくための一つの形を示すことができた。しかしながら、導入した機械を用いて行うことができる作業は、あくまで従来からあるエンドレスタイラー方式等による架線集材のみであり、それだけで労働生産性や採算性が大きく改善されるわけではない。ただ、今回の取組では集材機を積載できる牽引式トレーラー(グラップル付き)を併せて導入し、また集材機には自立用のアウトリガーを装着した。これにより集材機の移動・架設作業が簡略化され、作業効率の改善につながることを期待される。 なお、今後導入機械の普及を図るためには、価格に見合った使用方法・作業システムの提案が不可欠である。そのためには稼働率を高め使用実績を積み重ねていくしかない。また研修会の開催などを通して広く紹介していく必要がある。																	

また、今回の取組ではトラクタのエンジン動力を利用したが、一定規格以上の油圧機械であれば代替が可能と考えられる。既存の油圧ショベル等を改造して使用する場合は集材機のための購入で作業が可能になると見込まれ、その場合コストも低く抑えられることからよりいっそうの普及が期待できる。



【集材機のトレーラーへの積載状況】



発表方法

その他(資料配付 A4×2枚)

提案・要望事項

① 新潟県森林研究所

提案・要望事項	丸太の曲がりを自動判別する技術について
内 容	径が大きく不定型な根曲り部分を効率的に運搬する方法（現地チップ化など）について、情報があれば提供願いたい。
理 由	新潟県のスギ人工林は積雪の影響により根曲がりの割合が大きくなっている。ペレットや発電用燃料として根曲がり部分が期待されているが、長さが不ぞろいで曲がっているため収集・運搬に手間がかかり利用されていない。末木や枝条については減容化による運搬の効率化が報告されているが、根曲り部について効率的な方法があれば参考にしたい。

② 静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター

提案・要望事項	素材生産の事例調査等における行政機関との連携について
内 容	当センターでは平成25年度より、県内素材生産現場において導入されている作業システム、路網密度、生産性の実態把握や各要素の関係分析等を行うため、行政機関の調査とは別に、独自にアンケート調査を実施している。 同様の取組や、行政と連携した調査を行っている事例があれば参考としたいので、情報提供をお願いしたい。
理 由	今素材生産に関係する調査では、林野庁が実施している「素材生産費等調査」や、各都県行政がそれぞれの必要から独自に実施している調査がある。 こうしたデータの蓄積は貴重な情報であるが、研究目的で使用する場合、必要な項目がない場合（例えば、路網密度と作業システム、生産性の関係を把握したいと考えても、路網に関する記入を求めているなど）、調査対象者が限定的な場合などがあり十分活用できないことが多いため、独自のアンケート調査が必要と考えている。 一方、調査にあたる現場の職員や回答する事業者からは、類似した複数の調査にその都度応じるのは負担であるため、ひとつの調査にまとめて行うなど実施方法の改善を求められている。 このことから、行政機関と連携したより効率的な情報収集の方法がないか検討するため、アンケート調査等について、情報提供をお願いしたい。

③ 岐阜県森林研究所

提案・要望事項	簡易貫入試験による路体支持力の調査について
内 容	森林作業道における路体の支持力（盛土の締め固め度など）を確認する手法として、近年、簡易動的コーン貫入試験による調査が実施され、その有効性が明らかになりつつある。しかし、路体支持力のデータには土質や施工条件などの様々な因子が影響を与えることから、多様な条件下における調査データが必要となるため、調査手法を統一し、できるだけ多くの機関が連携しながら調査を進める必要がある。
理 由	岐阜県では、昨年度から簡易貫入試験による調査を進めているが、まだまだ調査データが少なく、多くの機関と連携しながら調査データの充実化を図りたい。

④ 幹事

提案・要望項目	路網データベースの構築について
内 容	これまでに引き続き、路網データベース構築のため、各県からのデータ提供をお願いしたい。収集するデータは概ねこれまでと同じだが、過去の施業時に開設した作業道を再度活用して施業を行った事例があれば、その旨を付記して提供いただきたい。
理 由	前研究会から平成28年度までに各県から約50件の路網データを提出いただき、路網整備による平均集材距離の短縮と労働生産性、コストとの関係について分析が行われている。この路網データベースをさらに充実させていきたい。 また、継続的な使用を想定した路網整備が進められてきたが、実際に修繕や改良を加えながら路網を繰り返し活用していく様を時系列的に把握した例は少ない。そこで、そのような事例があれば積極的にデータベースの中に取り込みたいと考えている。

開催報告

地域特性に対応した森林作業システム研究会

岐阜県森林研究所

- 1 日 時：平成26年8月28日（木）～29日（金）
- 2 場 所：【現地検討会】タワーヤード等を活用した皆伐事業地（岐阜県山県市）
【会議・宿泊】河鹿荘（岐阜県美濃市）
- 3 出席者：森林総合研究所、東京都、新潟県、富山県、山梨県、長野県、静岡県、石川県、高知県、岐阜県（13機関、26名）

4 会 議

（1）あいさつ

研究会会長 岐阜県森林研究所長 天野善一

（2）調査・事例紹介

東京都：オートチョーカー専用ワイヤーの改良

新潟県：新潟県における搬出間伐の生産性調査

富山県：作業道作設における功程調査について

山梨県：林業用トラクタの動力を利用した集材機の開発

静岡県：未利用間伐材の搬出とチップ化

森林総研：森林作業道の作設工法と耐荷重性との関係

森林総研：林道排水施設が処理する水量の実態調査

（3）提案・要望事項

新潟県：根曲り部分の効率的な搬出方法について

静岡県：素材生産の事例調査等における行政機関との連携について

岐阜県：簡易貫入試験による路体支持力の調査について

（4）路網に関するデータベースの構築について

前年度までの研究会で実施してきた路網データベースの構築について、当研究会でも引き続き実施していくこととした。

（5）次期開催地について

次期開催地は静岡県に決定した。

5 現地検討会

岐阜県山県市において、株式会社カネキ木材がタワーヤード等を活用して皆伐作業を行っている現場を見学し、地形等の地域特性に対応した森林作業システムについての意見交換を行った。



【現地検討会：岐阜県山県市】

タワーヤード等を活用した皆伐事業地

第2回研究会 平成27年度（静岡県）

平成27年度

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
地域特性に対応した森林作業システム研究会

平成27年8月31日（月）～平成27年9月1日（火）

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

日程

8月31日（月） 会議（静岡県浜松市浜北区根堅 静岡県立森林公園「森の家」）

＜鉄道でお越しの方＞

12:30 集合（遠州鉄道「西鹿島」駅前）

12:30～13:00 会議会場へ移動・受付け（静岡県公用車）

＜自動車でお越しの方＞

12:45 集合（静岡県立森林公園「森の家」）

12:45～13:00 受付け

13:00～13:15 開会挨拶（静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター長）、
出席者自己紹介、座長選出

13:15～16:50 研究会討議

議題（１）調査・事例紹介

① 東京都農林総合研究センター 13:15～13:30
「オートチョーカー専用ワイヤーの改良」

② 新潟県森林研究所 13:30～13:45
「C材搬出量の増加を目指した伐採・造材方法の検討」

③ 富山県森林研究所 13:45～14:00
「木質バイオマス発電用燃材の生産量および生産性に関する調査」

休憩 14:00～14:15

④ 山梨県森林総合研究所 14:15～14:30
「3 t 4WD 高床グラップル付車（東海大阪 R） 情報提供」

⑤ 長野県林業総合センター 14:30～14:45
『「未利用木材生産システム検証事業」について』

⑥ 森林総合研究所 14:45～15:00
「植栽作業中に腰部にかかる負荷」

⑦ 森林総合研究所 15:00～15:15
「横断溝間隔と将来の路面補修の必要性について」

休憩 15:15～15:30

議題（２）提案・要望事項について

① 東京都農林総合研究センター 15:30～15:45
「土場に集積された林地残材の有効利用事例」

② 山梨県森林総合研究所 15:45～16:00

「各種林業機械を用いた既存作業の効率と工程に関する調査」

③ 森林総合研究所

「路網に関するデータベースの構築について」

16:00～16:15

④ 森林総合研究所

「大径長尺材および広葉樹搬出に関する情報提供願い」

16:15～16:30

議題（３）次期開催地について

16:30～16:35

その他

16:35～16:40

16:40～16:50 事務局連絡

16:50 閉会

18:00～20:00 情報交換会

9月1日（火） 現地検討会（掛川市丹間地内）

8:30 静岡県立森林公園「森の家」出発

8:30～9:00 会場へ移動（静岡県公用車、レンタカー）

9:00～9:30 途中集合地点 現地検討会講師紹介ほか

講師：掛川市森林組合 業務統括部長 尾崎友昭 氏

9:30～9:50 移動

9:50～10:50 現地検討会（ウッドライナーを用いた皆伐施業地）

10:50～11:10 J R 掛川駅へ移動 鉄道利用者解散

11:10～11:50 「森の家」へ移動 解散

※上記の日程は、諸般の事情により、変更する可能性があります。

< 注意事項 >

1. 2日間とも昼食の用意はありませんので、各自でご対応願います。
2. 情報交換会は、18時より行います。
3. 29日の朝食は午前7時30分からとなります。

平成27年度 関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
地域特性に対応した森林作業システム研究会

参 加 者

機 関 名	部 署	役 職	氏 名
公益財団法人 東京都農林水産振興財団 東京都農林総合研究センター	緑化森林科	主任研究員	中村 健一
新潟県森林研究所	森林・林業技術課	主任研究員	伊藤 幸介
		主任研究員	宮嶋 大介
富山県農林水産総合技術センター 森林研究所	森林環境課	副主幹研究員	図子 光太郎
山梨県森林総合研究所	経営機械科	研究員	大地 純平
長野県林業総合センター	指導部	指導部長	宮崎 隆幸
	指導部	担当係長	間島 達哉
岐阜県森林研究所	森林環境部	部長研究員	古川 邦明
千葉県農林総合研究センター	森林研究所	研究員	成沢 知広
愛知県森林・林業技術センター	技術開発部	主査	石丸 賢二
		技師	中島 寛文
森林総合研究所	林業工学研究領域	領域長	陣川 雅樹
	収穫システム研究室	室長	上村 巧
		主任研究員	中澤 昌彦
	森林路網研究室	室長	鈴木 秀典
		研究員	宗岡 寛子
	安全技術研究室	研究員	猪俣 雄太
静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター	木材林産科	センター長	青島 正明
		科長	池田 潔彦
		上席研究員	渡井 純
		上席研究員	山口 亮
		主任研究員	星川 健史
		研究員	野末 尚希

調査・事例紹介

① 東京都農林総合研究センター

調査・事例名	オートチョーカー専用ワイヤーの改良
内 容	花粉発生源対策事業の集材作業において、ワイヤレスコントロール式チョーカーシステム（以下、オートチョーカー）を導入したところ、実搬器走行中に荷掛けした材が落下する事例が発生した。 この現場は、主索の途中に尾根があり、そこに荷掛けした材が地面に触れた。そのさい、材の上下が逆になるため、荷掛け位置が梢端部に移動し、オートチョーカー専用ワイヤーが緩むのが原因だと考えられる。この原因を解決するため、オートチョーカー専用ワイヤーを改良したので報告する。
発 表 方 法	パワーポイント

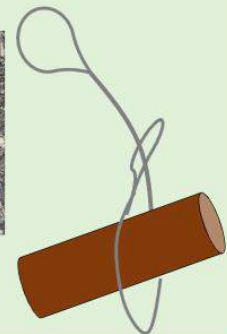
オートチョーカー専用ワイヤーの改良

（公財）東京都農林水産振興財団
東京都農林総合研究センター
緑化森林科 中村 健一

スリングワイヤーロープ



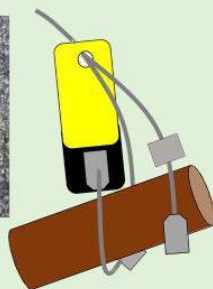
スリングワイヤーロープ
（以下、スリングロープ）



ワイヤレスコントロール式オートチョーカーシステム

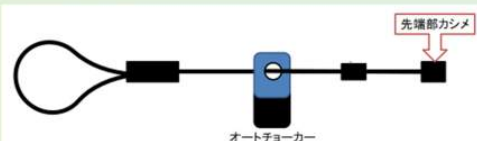


ワイヤレスコントロール式
チョーカーワイヤーロープ
（以下、オートチョーカー）



【改良のきっかけ】

主索の途中に尾根がある調査地で、尾根を越えるときに先端部カシメがオートチョーカーから外れる事例が発生した。



【最初に考えられた原因】

尾根を越える際、地面や材どおしの衝撃が加わると、材をかけているワイヤーの締まりが緩む。



この時、先端部カシメがオートチョーカーから外れる。

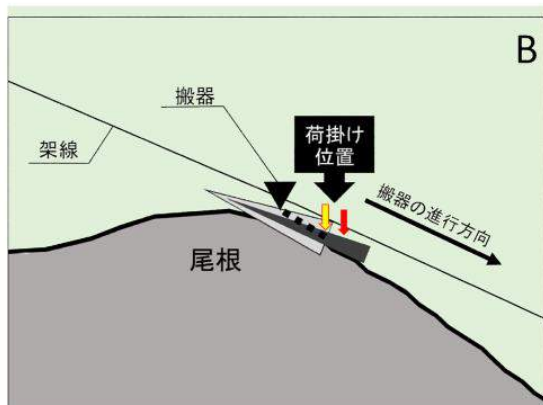
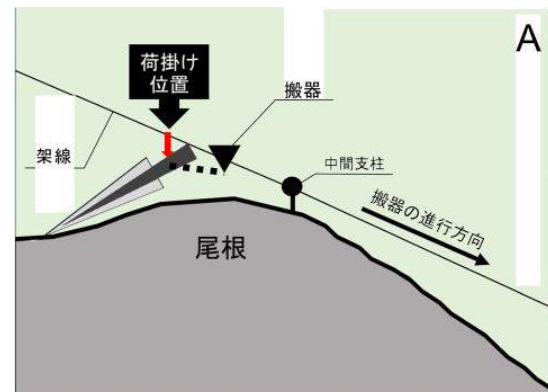
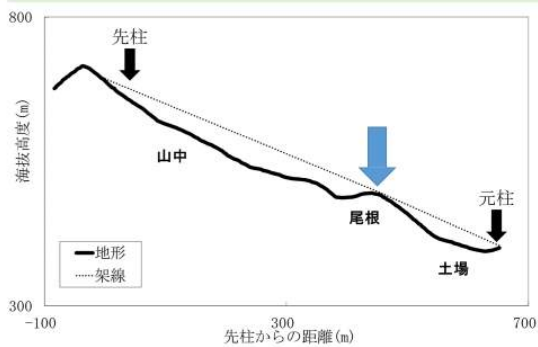
【再考し、新たに考えられた原因】

尾根を越える際、荷掛けした材の上下が逆になり、材をかけているワイヤーの締まりが緩む。



この時、地面や材どおしの衝撃が加わると、先端部カシメがオートチョーカーから外れる。

調査地の側面図



【原因と改良①】



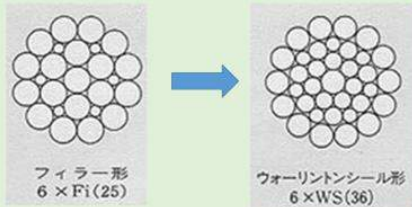
当初、導入したワイヤーは、従来使用していたワイヤーより柔軟性がなかった。



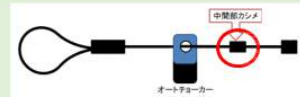
柔軟性に富んだワイヤーに変更することにより、材との密着性を向上させた。

ワイヤーの変更

フィラー形から、ウォーリントンシール形に変更



【原因と改良②】

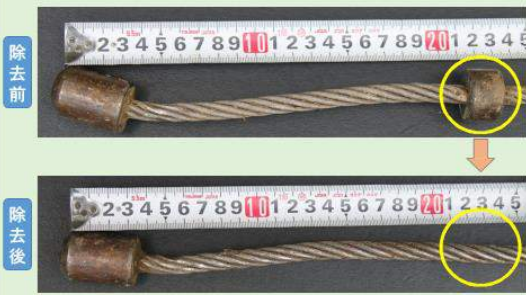


実搬器の走行中、最も力がかかる先端部カシメ部分でワイヤーが切断される場合があり、その際オートチョーカーが落ちないように、中間部にもカシメがついている。

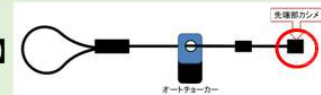


中間部カシメを取り除くことにより、材とワイヤーの密着性を向上させた。

中間部カシメの除去



【原因と改良③】



土場で材を降ろすさい、先端部カシメがオートチョーカーから円滑に外れるように、カシメの下部は面取りされている。



面取りしていないカシメに戻し、オートチョーカーから外れにくくした。

先端部カシメの加工



【結果】

改良部位	改良前	→	改良後
ワイヤーの種類	6 x Fi (25)		6 x WS (36)
中間部カシメ	設置		除去
先端部カシメ	加工する		加工しない

この改良により、実搬器走行中に材が滑落したり、オートチョーカーから先端部カシメが外れることは、ほとんどなくなった。

【留意点 ①】

中間カシメを取り外したことについては、ワイヤーロープの廃棄基準を遵守し、切断前にワイヤーを取り替えることで対応する。

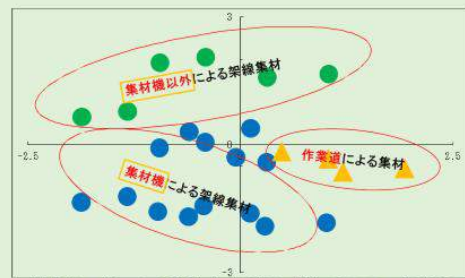
【留意点 ②】

先端部カシメを面取りしないことにより、土場でオートチャージャーから外れにくくなるリスクを負ったが、今回の現場では、安全性を重視して、実搬器走行中に先端部カシメが外れないことを優先した。

架線集材と車両集材の両面から、条件別に集材方法を検討

- 89件の集材データについて、契約図書や報告書から集材方法を調査した。
- 集材方法を3つの区分に仕分けた。
 - A: 集材機
 - B: スイングヤード、自走式搬器、グラブプル等
 - C: 路網(車両集材)
- 集材方法の区分と集材方法の選択に関わる因子(林道等からの距離、集材面積、傾斜30°以上の割合)の組み合わせの特性を数量化Ⅱ類で分析した。

数量化Ⅱ類による解析結果



数量化Ⅱ類による集材方法選択に関わる因子の解析図

3つの現場条件から、集材方法を簡易に判別できる「集材方法選択の基準表」を構築した。

林道等からの位置		林道等に直結している				林道等に直結していない			
傾斜30°以上の割合(%)		0-24	25-49	50-74	75-100	0-24	25-49	50-74	75-100
面積(ma)	1.0未満	B	B	B	B	A	A	B	B
	1.0以上5.0未満	C	A	A	A	A	A	A	A
	5.0以上	C	C	C	A	A	A	A	A

② 新潟県森林研究所

調査・事例名	C材搬出量の増加を目指した伐採・造材方法の検討
内 容	新潟県内でもバイオマス発電の計画があり、林内からのC材の効率的な搬出が求められている。その手法の1つとして、地際伐採を行った上で、根元部分を2mのC材に採材し雪国特有の根元部分を効率的に使うことが提案されている。 そこでこの方法を用いた場合の生産性の調査をおこない、有効性を検証したので報告する。
発表方法	パワーポイント

C材搬出量の増加を目指した 伐採・造材方法の検討

新潟県森林研究所
宮嶋大介

調査の背景と目的

- ・新潟県内でもバイオマス発電の計画あり
- ・C材(バイオマス材)の需要の高まり
- ・林業経営の安定化 (特に根曲がり材が多い多雪地帯)

↓

より効率的な林内からC材の搬出方法の検討



C材の搬出システム

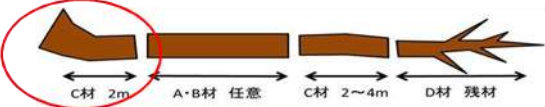
○ 作業システム

```

    graph LR
      A[『伐倒』  
チェーンソー] --> B[『木寄せ』  
グラブブル]
      B --> C[『造材』  
プロセッサ  
(ハーベスター)]
      C --> D[『集材』  
フォワーダ]
  
```

地際伐採

○ 造材方法



利用率の向上
生産性の向上 を目指す

➡ 現地実証試験

調査地の設定

B・C材の割合が高い林分
新潟県阿賀町の県行造林「水沢団地」で3箇所実施



※A・B材の割合が高い林分でも実施
(2林分、2試験区)

試験区と対照区の伐採・造材方法

試験区



- ・地際伐採
- ・根元の2m採材(C材)

対照区

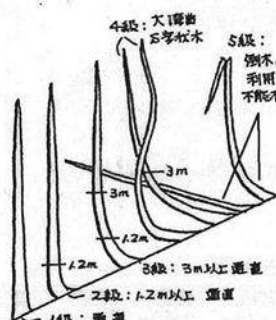


- ・通常伐採
- ・根曲がり部分の切り捨て
- ・通常森林組合が行っている方法で実施

調査項目

- 1 資源量、資源状況調査
 - ・毎木調査(樹高、胸高径、根曲がり、**形状**)
 - ・位置図作成
- 2 労働生産性調査
 - ・検知表と作業日報から算出
 - ・試験地と対照地別に算出し比較
- 3 コストの試算
 - ・試験地と対照地で比較

形状評価



樹幹形状級 (北村ら, 1973)

- 1級: 通直
- 2級: 1.2m以上通直
- 3級: 3m以上通直
- 4級: S字 等
- 5級: 幹折れ 等

調査地の概況



結果 両区の資源状況(間伐対照木)

	試験区	対照区
伐採本数 (本)	96	96
平均直径 (cm)	27.4	26.8
平均樹高 (m)	16.5	16.3
間伐材積 (m³)	46.38	44.18
haあたり間伐材積	103.1	86.6
平均幹材積 (m³)	0.47	0.45
平均根曲り (cm)	52.5	49.7



S字曲がり多い

- ・伐採木の形質に両区で大きな違いはない
- ・S字曲がりなどの形質の悪い木が多い
- ・クマ剥ぎ被害もあり

結果 両区の生産性

	試験区		対照区	
	時間 (h)	生産性 (m³/人日)	時間 (h)	生産性 (m³/人日)
伐採	8.5	31.0	11.0	17.2
木寄せ・造材	18.5	14.2	9.5	19.9
搬出	36.0	39.3	25.5	37.4

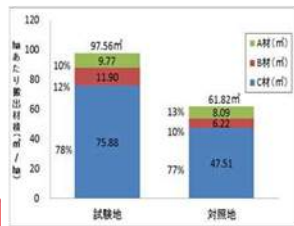
生産性はほぼ同じ

	試験区	対照区
搬出材積 (m³)	43.9	31.5
haあたり搬出材積 (m³/ha)	97.56	61.82
搬出コスト (円/m³)	7078	6776
平均売り払い単価 (円/m³)	4835	4874
利用率 (%)	94.66	71.36
フォワーダの平均運材距離 (m)	103	96

試験区は
搬出コスト
売り払い単価
利用率
増加
ほぼ同じ
向上

結果 両区の収益(円/ha)の試算の差

	試験区	対照区
収入		
販売収入	471,718	301,301
造林補助	543,450	408,190
計	1,015,168	709,491
支出		
人件費	176,000	104,364
機械費	203,797	110,000
運搬費	182,083	115,794
直接経費計	561,880	330,158
諸経費	84,282	49,524
機械運搬費	40,000	40,000
合計	686,162	419,681
収支	329,006	289,810
差額	39,196	



・収益上やや試験区が有利

・A,B,C材の割合に変化なし
(対照区も一番玉がC材の割合が多かった)

まとめ

試験区では

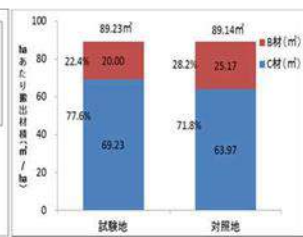
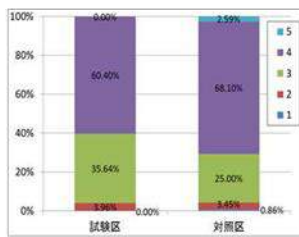
- ・B、C材主体の林分でC材を搬出してもほとんど生産性は変わらなかった
- ・材の利用率が向上し、搬出材積(m³/ha)は向上
- ・収益もやや向上



1つの施業地から最大の利益を目指す場合において是有利

	試験区	対照区
伐採本数 (本)	101	116
平均直径 (cm)	29.6	28.7
平均樹高 (m)	19.5	18.7
間伐材積 (m³)	63.8	63.8
ha当り間伐材積 (m³/ha)	98.2	120.3
平均幹材積 (m³)	0.63	0.60
平均根曲り (cm)	47.2	69.0

	試験区	対照区
搬出材積 (m³)	58.0	51.7
haあたり搬出材積 (m³/ha)	89.23	89.14
搬出コスト (円/m³)	7899	8478
平均売り払い (円/m³)	4,762	5,062
利用率 (%)	90.91	74.07
フォワーダの平均運材距離 (m)	45.0	75.0



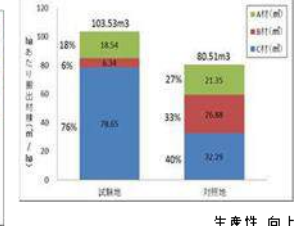
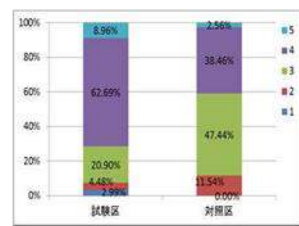
試験区		対照区		
時間 (h)	生産性 (m³/人日)	時間 (h)	生産性 (m³/人日)	
伐採	22.5	15.5	22.0	14.1
木寄せ・造材	22.5	15.5	21.0	14.8
搬出	14.5*	24.0	13.0*	23.9
計	59.5	5.8	56.0	5.5

* 路網条件が異なるため、時間値補正した

試験区		対照区	
収入	販売収入	424,893	451,223
	造林補助	496,780	496,780
	計	921,673	948,003
	人件費	201,385	216,207
支出	機械費	218,028	240,536
	運搬費	166,692	170,414
	直接経費 計	586,105	627,156
	諸経費	87,916	94,073
	機械運搬費	40,000	40,000
	合 計	714,021	761,230
収 入	207,652	186,773	

	試験区	対照区
伐採本数 (本)	67	78
平均直径 (cm)	28.0	32.3
平均樹高 (m)	16.2	15.9
間伐材積 (m³)	34.92	49.52
ha当り間伐材積 (m³/ha)	97.0	123.8
平均幹材積 (m³)	0.51	0.62
平均根曲り (cm)	52.5	36.4

	試験区	対照区
搬出材積 (m³)	37.27	32.2
haあたり搬出材積 (m³/ha)	103.53	80.50
搬出コスト (円/m³)	6272	9191
平均売り払い (円/m³)	4952	6782
利用率 (%)	106.73	65.02
フォワーダの平均運材距離 (m)	82	84



生産性 向上
利用率 向上

試験区		対照区		
時間 (h)	生産性 (m³/人日)	時間 (h)	生産性 (m³/人日)	
伐採	7.0	31.9	9.5	203
木寄せ・造材	3.0	74.5	9.0	215
搬出	120	186	120	161
計	220	102	305	63

試験区		対照区	
収入			
販売収入	502,345	546,779	
造林補助	543,450	496,780	
計	1,045,795	1,043,559	
支出			
人件費	171,111	223,667	
機械費	150,894	203,233	
運搬費	134,274	173,036	
直接経費計	516,284	599,935	
諸経費	77,458	89,990	
機械運搬費	40,000	40,000	
合計	633,742	729,925	
収支	412,053	313,634	
差額	98,319		

③ 富山県森林研究所

調査・事例名	木質バイオマス発電用燃材の生産量および生産性に関する調査
内 容	富山県では、平成27年度より木質バイオマス発電所が稼働を開始した。これに供給される燃材には、一般用材として不適な短尺材、曲がり材、折損材、枝条などの未利用材があてられるが、未利用材の発生量や生産および搬出にかかるコストに関する知見は不足している。そこで、素材生産工程における未利用材の発生量やチップ用材の生産量および生産性に関する調査を行ったので報告する。
発 表 方 法	パワーポイント



木質バイオマス発電用燃材の 生産量および生産性に関する調査

富山県農林水産総合技術センター森林研究所
図子光太郎



目的

バイオマス発電所の稼働に伴い、発電用燃材の供給量を増やすことが課題となっている。

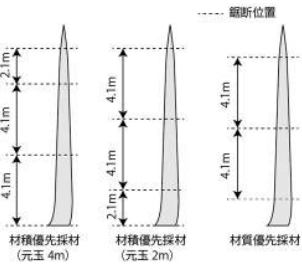



採材方法によって、燃材向け低質材の生産量や生産効率がどの程度変化するかを明らかにする。



採材方法

- 材質優先**
できるだけ通直な丸太を採るよう、曲がり部を取り除いて採材
- 材積優先**
曲がりを考慮せず、丸太収量が最大になるよう採材



----- 断断位置

材質優先採材 (元玉 4m)
材積優先採材 (元玉 2m)
材質優先採材



丸太の生産量調査

【測定項目】

- 丸太
末口・元口直径、材長、矢高、品質等級
- 端材
末口・元口直径、材長
- 梢端材
元口直径、材長

A材：製材用
B材：合板用
C材：木材チップ用

【丸太品質等級基準】

品質等級	分類基準		
	先道率	材長	末口径
AH材 (末口径30cm未満)	0.25 cm/m以下	4m以上	8cm以上
AH材 (末口径30cm以上)	0.5 cm/m以下	4m以上	30cm以上
BH材	0.25 ~ 1.25 cm/m	2m以上	15cm以上
C材	—	2m以上	8cm以上

長さ6m100cm以下
長さ6m15cm以下
—

造材工程調査



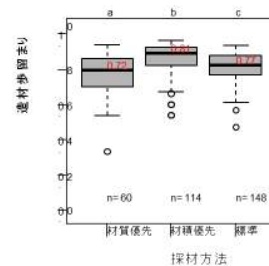
【作業時間解析】

要素作業

- 移動
- 鋸断
- 材送り
- チェンソー玉切り
- チェンソー枝払い
- 採材検討



利用率の比較



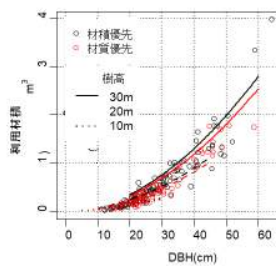
アルファベットの違いは平均値の有意差を表す。

採材方法と利用材積



一般化線形モデルによる解析

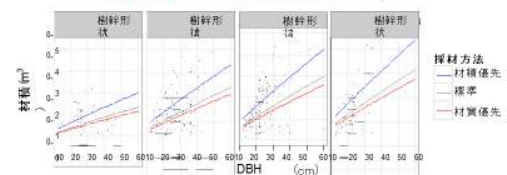
	推定値	p
切片	-9.942	<0.001
LogDBH(cm)	1.867	<0.001
Log樹高(m)	0.949	<0.001
材積優先	0.067	0.012



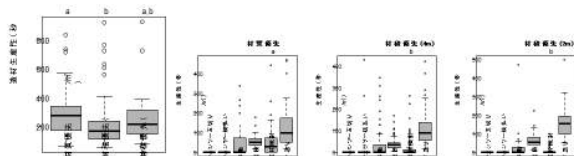
採材方法と低質材発生量



	推定値	標準誤差	t値	p
切片	-4.700	0.198	-23.741	<0.001
logDBH	0.885	0.066	13.455	<0.001
logHeight	-0.287	0.076	-3.753	<0.001
Sw樹幹形状3級	0.470	0.043	11.042	<0.001
Sw樹幹形状2級	0.648	0.049	13.251	<0.001
Sw樹幹形状4-5級	0.754	0.055	13.715	<0.001
採材方法(材積優先)	0.496	0.050	9.917	<0.001
採材方法(標準)	0.138	0.045	3.082	0.002



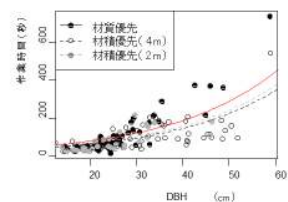
造材生産性の比較



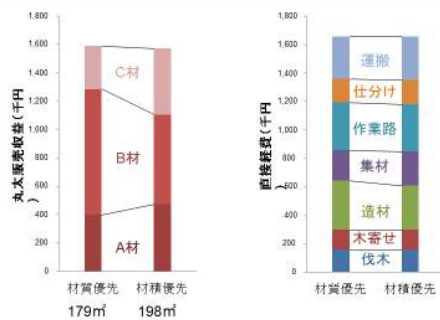
造材時間の標準工程



	推定値	p
切片	2.732	<0.001
DBH(cm)	0.043	<0.001
樹高(m)	0.031	0.003
材積優先(4m)	-0.252	0.002
材質優先(2m)	-0.176	0.093



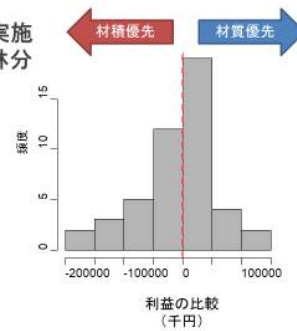
素材生産収支の試算



素材生産収支の試算



搬出間伐実施
47林分



まとめ



- 材積優先採材を行うことで、標準的な採材法に比べ燃材向け低質材の生産量を43%程度増やすことができる。
- 材積優先採材を行うことで、材質優先採材に比べ作業時間を16%程度短縮できる。
- 材積優先採材を行うことにより、素材生産における収支が大幅に悪化することはない。

④ 山梨県森林総合研究所

調査・事例名	3 t 4WD 高床グラップル付車（東海大阪 R） 情報提供
内 容	・平成24年に「先進的林業機械緊急実証・普及事業」に「グラップル付き 2 t トラック」を弦間林業、(株)アクティオが申請。山梨県はこれをサポートしたが、採択はされなかった。 ・平成26年、奈良県が当初予算において、狭軌道路網でも作業できるグラップル付き小型トラックの開発を事業化し、上記予算に関する記事が平成26年4月29日付け日刊木材新聞に掲載され、記事を読んだ柘植が同県に事業の詳細を確認 ・柘植（当研究所林業普及指導員）から（株）アクティオに同事業の情報を提供し、グループ企業の大阪東海レンタルが事業を受託し、機械を開発 ・平成27年度、奈良県に納入。実証試験として、林地未利用材の回収効率および既存搬出機械との比較を行うとのこと。
発 表 方 法	（資料配付 A 4 × 2枚）

⑤ 長野県林業総合センター

調査・事例名	「未利用木材生産システム検証事業」について
内 容	長野県内において、これまであまり利用の進んでいないアカマツ材、広葉樹材、マツ枯れ被害材・林地残材を利用するために、安全で、効率的で、汎用性のある作業システムを林業事業体から募り、実施内容を検証しました。
発 表 方 法	配布資料冊子(予定)

未利用木材生産システムの検証

長野県林業総合センター指導部 間島 達哉

はじめに

長野県は、充実した森林資源を活かして森林県から林業県への発展を目指しており、素材生産量を平成32年度に現在の約2倍の75万 m^3 にするとしています。本年4月には信州F-powerプロジェクトの大規模製材工場が稼働し県内の木材需要が増大、中でもアカマツ材と広葉樹材の生産技術の開発が求められています。

そこで、平成25・26年度にこれまで利用の少なかった森林資源を製材やバイオマス発電に活用し、健全な森林の維持管理と地域の活性化を図るために、安全で、効率的な、汎用性のある木材生産システムを林業事業体から募り、実地検証しました(表-1)。

表-1 検証したシステム

実施年度	対象林分	システム	実施年度	対象林分	システム
25	アカマツ被害林	車両系、高密度路網	26	アカマツ林	車両系、高密度路網
	広葉樹林	架線系(本架線)		広葉樹林	架線系(クレーン)
	林地残材チップ化	列状間伐、林内破砕		被害材のバイオマス発電利用	土場集約破砕

検証の結果

今回は、アカマツの2事例について報告します。

1) 技術上の課題

- ・他の樹種より伐倒の難易度が高く、効率が悪く危険
- ・幹の曲りや太枝により造材作業のプロセッサ等による機械化が困難

2) 提案システムのポイント

- ・高密度路網とハーベスタ等による直取り
- ・被害木等ハーベスタ伐倒が困難な立木は、ウインチ等でチェーンソー伐倒者を補助

3) 実施の結果(表-2)

成果・ハーベスタ直取により伐倒、木寄せ作業の効率性と安全性が向上

- ・ウインチ等との連携でチェーンソー作業者の安全性が向上
- ・ストローク式ハーベスタはアカマツの伐採・造材に適用が可能

課題・アカマツをハーベスタで取り扱う場合、

- 初期設定(キャリブレーション)に長時間が必要
- 材に表面剥離を発生させる
- ・連携作業では人と機械の近接にとくに注意が必要

表-2 システムの概要と生産性

対象林分	施業区分	平均勾配	システム主要機械	路網密度(m/ha)	システム生産性	
					生産性($\text{m}^3/\text{時間}$)	労働生産性($\text{m}^3/\text{人} \cdot \text{日}$)
アカマツ被害林	更新伐	28度	チェーンソー、クレーン、フォーク	224	1.60	9.60
アカマツ林	間伐	25度	ハーベスタ(ストローク式)、フォーク	319	2.22	13.30

今後の課題

1) トータルコストの最適化

高密度路網配置により安全性、効率性は向上しましたが、路網開設の経費が上昇するため経費と効果の最適バランスを見極めてゆく必要があります。

2) 森林の価値を高める技術の普及

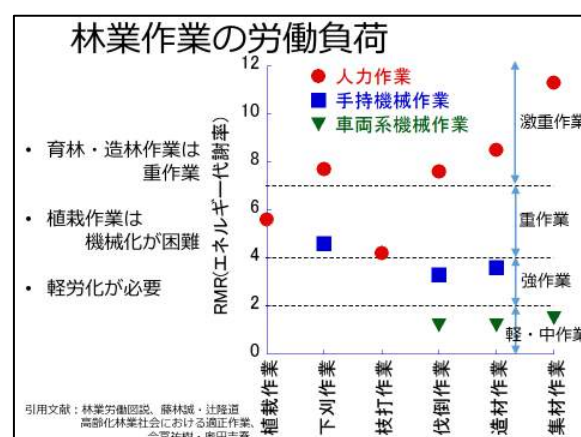
立木の価格は、その採材と販売先で大きく変わります。販売先を見据えた採材と仕分けにより有利な販売につながる可能性はありますが、採材と仕分けに係る効率は低下するため、この点の改善が課題です。

⑥ 森林総合研究所

調査・事例名	植栽作業中に腰部にかかる負荷
内 容	人力作業である植栽作業には屈んだ状態で作業することもある。そのときに腰部にかかる負荷がどの程度であるかは明らかになっていない。植栽作業の軽労化を行うためには、植栽作業中に腰部にかかる負荷を把握する必要がある。そこで、ケーブルレスモーションセンサを用いて、植栽作業中の腰部の曲がり角度を計測し、そこから椎間板にかかる負荷（椎間板モーメント）の推定を試みることで、腰部にかかる負荷を算出した。本発表では、植栽道具によって椎間板モーメントがどのように変化するかについて報告する。
発表方法	パワーポイント（資料配布 A4×2枚）

森林総合研究所の研究紹介
ー 植栽作業中に腰部にかかる負担ー

林業工学研究領域
安全技術研究室 猪俣 雄太



植栽作業の軽労化のために 開発された道具

唐クワ スピード デュブル ブランディングチューブ

どの道具がどこで有用か？

これまでの有用性の評価方法

- 作業能率
 - 開発した道具の作業能率は唐クワと遜色ない
- 労働負荷
 - RMR：心臓にかかる負荷
 - 関節モーメント：局所的にかかる負荷

関節モーメントの算出



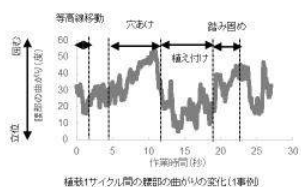
1. 関節の角度から各部位の重心を推定
2. 各部位の重心と質量から関節モーメントを算出

各部位の長さや質量は統計データを引用

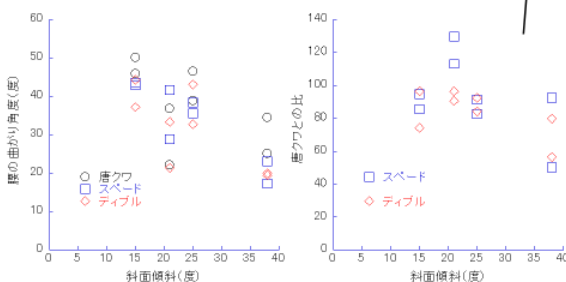
計測方法と分析方法

分析方法

- 矢状面の角度
- 各部位の質量と重心の位置からモーメントを算出



斜面傾斜と腰の曲がり角度との関係



まとめ

- 斜面傾斜15度ではどの道具も適していない
- 腰の曲がり・椎間板モーメント
緩傾斜地 > 急傾斜地
唐クワ > スベード・ディブル
- 唐クワとの比較
腰の曲がり：スベードは70~120%
ディブルは70~90%
椎間板モーメント：スベードは85~95%
ディブルは70~90%

目的

植栽作業は人力作業であり、労働負荷が高い

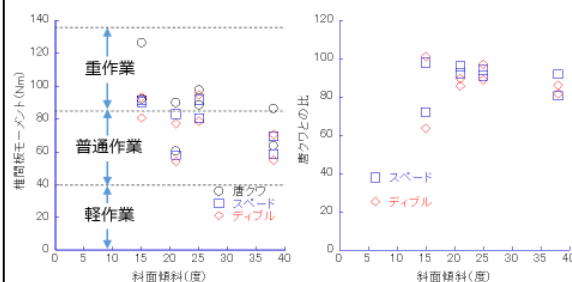
椎間板モーメントの負荷の小さい植栽道具の開発

- 現状の把握
→各植栽道具の関節モーメントの計測
→斜面傾斜や地面の硬さとの関係解明
- 植栽作業の軽労化に向けた改良点を提案する

調査地

	宮崎県 日向	長野県 天能	茨城県 森林総研
被験者	2名	2名	2名
斜面傾斜	38度、15度	25度	21度
唐クワ (コンテナ苗)	○	○	○
スベード	○	○	○
ディブル	○	○	○

斜面傾斜と椎間板モーメントとの関係

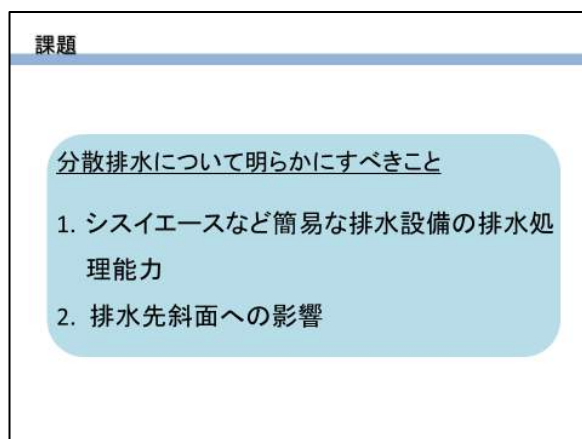
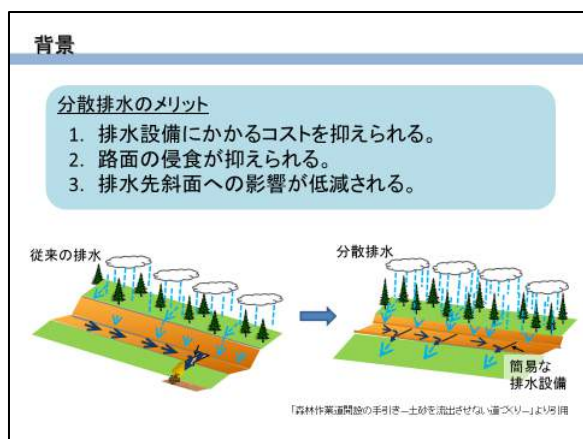
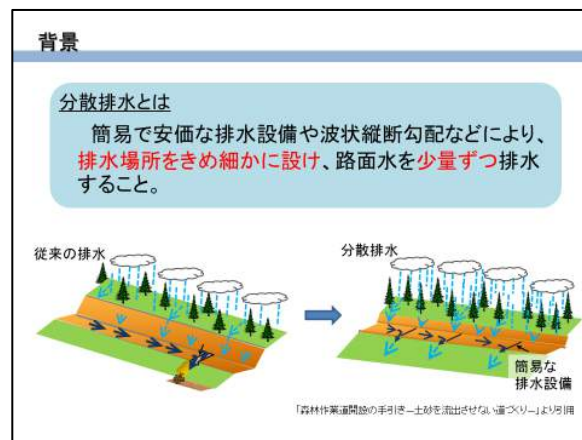


今後

- データ数を増やす
- 要素作業分析
- 他の局所的負荷の評価

⑦ 森林総合研究所

調査・事例名	横断溝間隔と将来の路面補修の必要性について
内 容	林業の基盤として林内路網の整備が進められているが、将来の維持管理・補修の負担について予測が十分に行われているとは言えない。特に、構造物を省略するなどして開設費を抑制する場合、林道の耐久性が低下し、将来の維持管理・補修の負担が増加することが懸念される。開設から将来の維持管理・補修の負担までを総合的に考えて最適な設計を行う必要がある。 本研究では、上記の観点から横断溝の配置間隔を検討した。開設時に横断溝を密に配置するほど、横断溝の設置にかかる費用は増加するが、将来の補修の負担は軽減されると考えられる。本研究では、開設から将来の補修までを総合的に考えて最適な横断溝間隔を検討した。
発表方法	パワーポイント（資料配付 A4×1枚）



課題

1. 簡易な排水設備の排水処理能力



路面水がシスイエースを越流した例

排水処理容量は横断溝より小さい。
メンテナンス不足による機能低下も。

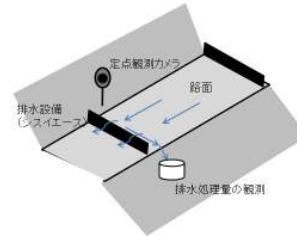


- 簡易な排水設備の処理能力は？
- 適切な設置間隔は？
- 必要なメンテナンスは？

課題

1. 簡易な排水設備の排水処理能力

シスイエースの排水処理能力を観測する実験を予定



課題

2. 排水先斜面への影響



林道からの排水による林地斜面侵食の例

課題

2. 排水先斜面への影響

排水先斜面への影響の大きさを決める要因

- ◆ どれだけの量の水を、どのように流すか
 - 排水量(集水面積、雨量による)
 - 排水流路、流速
- ◆ 排水先斜面の条件
 - 傾斜
 - 土質
 - 盛土か地山か
 - 流末対策の有無

課題

2. 排水先斜面への影響



課題

2. 排水先斜面への影響

波状縦断勾配による排水の場合



波状縦断勾配の凹部周辺の様子

- 集水面積が小さく排水量が少ない
 - 薄く広がってゆっくりと排水
- ↓
- 排水先への影響低減

課題

2. 排水先斜面への影響

排水先斜面への影響の大きさを決める要因

- ◆ どれだけの量の水を、どのように流すか
 - 集水面積、雨量
 - 排水流路、流速
- ◆ 排水先斜面の条件
 - 傾斜
 - 土質
 - 盛土か地山か
 - 流末対策の有無

提案・要望事項

① 東京都農林総合研究センター

提案・要望項目	土場に集積された林地残材の有効利用事例
内 容	東京都では、行政主導の事業（森林循環促進事業）により、年間50～80haの主伐を行っている。同事業では、地形が急峻である等の理由から、架線系（主に集材機）による全木集材→プロセッサ造材というシステムを採用することが多い。その際、土場で発生した枝条などの残材処理に苦慮している。 については、各県において林地残材の処理や有効利用の取り組み事例があれば、情報提供をお願いしたい。
理 由	東京都において林地残材の処理には、 ① 他県のチップ工場へ販売 ② 森林所有者の同意を得て道際に集積 ③ 架線を利用して林地へ戻す 等の対応を取っているが、①は相手方との契約数量が限られ一部の利用にとどまる、②は同意を得られるケースが少ない、③は最も多く行われている手法であるが、手間がかかる上に経費が嵩む、といった問題があり、いずれも根本的な解決には至っていない。

② 山梨県森林総合研究所

提案・要望項目	各種林業機械を用いた既存作業の効率と工程に関する調査
内 容	地拵え、路網開設などこれまであまり機械化（林業機械）が進んでいなかった部分、作業工程における機械利用率などについての現状の調査、情報交換。
理 由	これまで、人力や一般的な建設機械を流用して行ってきた作業工程に、グラップルやハーベスタなどの林業用機械が導入され、効率化が進んでいる。これについて、どの程度工程に変化があるのか、効率化が行われているのか事例を集めたい。

③ 森林総合研究所

提案・要望事項	路網に関するデータベースの構築について
内 容	前研究会、昨年度に引き続き、路網に関するデータベースの構築のために、各担当者にデータ収集をお願いしたい。昨年度岐阜県から提案があったように、簡易動的コーン貫入試験を実施されていれば、その結果も付記して欲しい。また、森林総研からの新たな提案として、排水施設等の配置や維持管理の状況等も付記して欲しい。
理 由	関東中部圏内において、各地で森林作業道などの路網が開設されている。しかし、コスト低減などのプラス効果だけでなく、土砂流出・崩壊などの問題も指摘され始めている。開設後数年を経過した作業路の事例も多くなってきており、様々な事例を調査できる状況になってきたと考えられる。そこで、各都県の機械作業システムと森林路網の事例を評価し、より優れた森林作業システムについて検討することを目的として、森林作業道などの路網（配置、施工方法、路体支持力等）と、路網を用いた作業システムに関するデータベースを構築したい。

④ 森林総合研究所

提案・要望事項	大径長尺材および広葉樹搬出に関する情報提供願い
内 容	人工林大径長尺材および広葉樹材の伐採搬出に関する共同研究または作業現場の紹介等情報提供をお願いしたい。
理 由	今年度から新しく森林総研交付金プロジェクトとして、「大径・長尺材に対応した新たな生産技術の開発」と「木質バイオマス発電事業の安定的な拡大手法の開発」を開始することとなった。「大径・長尺材に対応した新たな生産技術の開発」では、直径50cm長さ8mの材の伐出を想定して伐木から造材、集材までの現地調査を実施したい。「木質バイオマス発電事業の安定的な拡大手法の開発」では、広葉樹バイオマスの低コスト供給システムの開発を目標として、伐出および破碎、輸送までの現地調査を実施したい。

森林総研からの要望事項 大径長尺材および広葉樹搬出 に関する情報提供願い

(国研)森林総合研究所
林業工学研究領域
中澤 昌彦

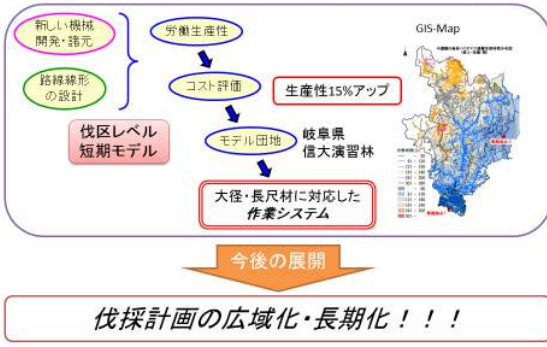
総研交付金プロ「木質バイオマス発電事業の安定的な拡大手法の開発」 小課題(3) 広葉樹バイオマスの低コスト供給システムの開発

- 達成目標
- 広葉樹バイオマスの収穫作業の生産性とコストの解明
 - バイオマス供給を目的とした広葉樹材のチップ加工作業の生産性とコストの解明
 - 広葉樹バイオマスの低コスト供給システムの開発



小課題3) 大径・長尺材搬出に対応した作業システムの適応評価

(3-1) 大径・長尺材搬出に対応した作業システムの適応評価



農林水産業におけるロボット技術開発実証事業(研究開発) 「原木品質判定機能付きハーベスタと情報共有システムの開発」

(国研)森林総合研究所、広島県立総合技術研究所、(株)南星機械

ロボット革命実現会議: 重点的に取り組むべき分野

原木の品質判定ロボット

原木の品質(重量、含水率、ヤング率等)を自動判定するセンサー技術及びハーベスタアタッチメント等による品質判定・造材を行うロボット技術

ヤング係数区分、直材自動判定、情報共有システムを有する
ハーベスタアタッチメントを開発する課題を提案



総研交プロ「木質バイオマス発電事業の安定的な拡大手法の開発」

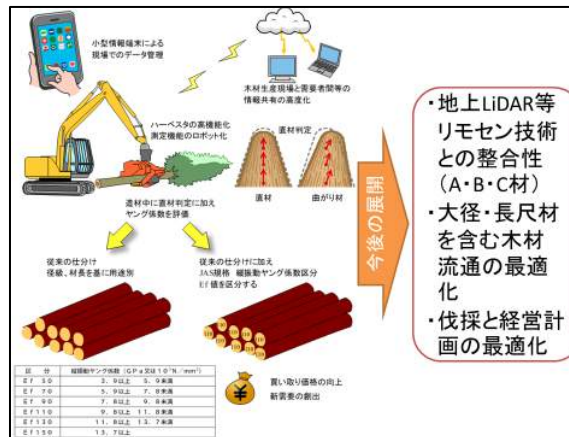


総研交プロ「大径・長尺材に対応した新たな生産技術の開発」



人工林大径長尺材および広葉樹材の伐採搬出に関する共同研究または作業現場の紹介等情報提供のお願い

- 「大径・長尺材に対応した新たな生産技術の開発」では、直径50cm長さ8mの材の伐出を想定して伐木から造材、集材までの現地調査を実施したい。
- 「木質バイオマス発電事業の安定的な拡大手法の開発」では、広葉樹バイオマスの低コスト供給システムの開発を目標として、伐出および破碎、輸送までの現地調査を実施したい。



開催報告

地域特性に対応した森林作業システム研究会

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

- 1 日 時 平成27年8月31日（月）～9月1日（火）
- 2 場 所 （1）会議 静岡県浜松市浜北区根堅 静岡県立森林公園「森の家」
（2）現地検討会 静岡県掛川市丹間 掛川市森林組合ほか
- 3 出席者 森林総合研究所、東京都、新潟県、富山県、山梨県、長野県、岐阜県、千葉県、愛知県、静岡県（10機関、23名）
- 4 会 議
 - （1）あいさつ
研究会会長 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター長 青島正明
 - （2）調査・事例紹介
 - ア 東京都 オートチャーカー専用ワイヤーの改良
 - イ 新潟県 C材搬出量の増加を目指した伐採・造材方法の検討
 - ウ 富山県 木質バイオマス発電用燃材の生産量および生産性に関する調査
 - エ 山梨県 3 t 4 WD 高床グラブ付車（東海大阪 R）情報提供
 - オ 長野県 「未利用木材生産システム検証事業」について
 - カ 森林総研 植栽作業中に腰部にかかる負荷
 - キ 森林総研 横断溝間隔と将来の路面補修の必要性について
 - （3）提案・要望事項
 - ア 東京都 土場集積された林地残材の有効利用事例
 - イ 山梨県 各種林業機械を用いた既存作業の効率と工程に関する調査
 - ウ 森林総研 路網に関するデータベースの構築について
 - エ 森林総研 大径長尺材および広葉樹搬出に関する情報提供願い
 - （4）次回開催地について
次回開催地は新潟県に決定した。
- 5 現地検討会
 - （1）掛川市森林組合（静岡県掛川市丹間）において、当組合の経営理念、人材育成、長期の視点に立ち行っている森林施業内容等に関する講義
 - （2）同組合の原木集積土場における仕分け作業、直送体制についての見学
※当初予定していた皆伐作業現場の見学は雨天のため中止



会議の様子



現地検討会の様子

第3回研究会 平成28年度（新潟県）

平成28年度

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
地域特性に対応した森林作業システム研究会

平成28年9月7日（水）～平成28年9月8日（木）

新潟県森林研究所

平成28年度 関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
地域特性に対応した森林作業システム研究会

参 加 者

機 関 名	部 署	役 職	氏 名
富山県農林水産総合技術センター 森林研究所	森林環境課	森林資源課長	図子 光太郎
山梨県森林総合研究所	経営機械科	研究員	大地 純平
	研修・普及科	普及指導員	小峰 正之
長野県林業総合センター	指導部	指導部長	宮崎 隆幸
		担当係長	間島 達哉
		担当係長	高野 毅
岐阜県森林研究所	森林資源部	専門研究員	臼田 寿生
静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター	木材林産科	研究員	平山 賢次
岡山県農林水産総合センター森林研究所	林業研究室	研究員	片桐 智之
森林総合研究所	林業工学研究領域	領域長	陣川 雅樹
	収穫システム研究室	室長	上村 巧
		主任研究員	佐々木 達也
		主任研究員	中澤 昌彦
	森林路網研究室	室長	鈴木 秀典
		主任研究員	山口 智
		研究員	宗岡 寛子
	省力化技術研究室	研究員	猪俣 雄太
新潟県農林水産部林政課	経営指導係	主任	本間 拓也
新潟県森林研究所	森林・林業技術課	所長	高橋 喬
		課長	本間 広之
		専門研究員	武田 宏
		専門研究員	塚原 雅美
		主任研究員	宮嶋 大介

日 程

9月7日（水） 会議（新潟県村上市瀬波温泉 2-10-2 大観荘 せなみの湯）

<鉄道でお越しの方>

12：30 集合（JR 村上駅前）

12：30～12：45 会議会場 兼 宿泊施設へ移動（新潟県公用車、レンタカー 等）

<自動車でお越しの方>

12：45 集合（大観荘 せなみの湯）

12：45～13：15 受付

13：15～13：30 開会挨拶（新潟県森林研究所長）

出席者自己紹介、座長選出

13：30～17：20 研究会討議

議題（１）調査・事例紹介

- | | |
|-------------------------------------|-------------|
| ① 森林総合研究所 | 13:30～13:40 |
| 「森林総合研究所第4期中長期計画の概要」 | |
| ② 富山県農林水産総合技術センター森林研究所 | 13:40～13:50 |
| 「造材工程においては発生する端材の発生量および収集作業の工期について」 | |
| ③ 長野県林業総合センター | 13:50～14:10 |
| 「大型チェーンソーの有効性について」 | |
| 「ワイヤーロープの継ぎ加工について」 | |
| ④ 岐阜県森林研究所 | 14:10～14:20 |
| 「土構造の森林路網における崩壊発生の特徴について」 | |
| ⑤ 静岡県森林・林業研究センター | 14:20～14:30 |
| 「夏季伐採の実態調査」 | |

休憩 14:30～14:40

- | | |
|------------------------------------|-------------|
| ⑥ 岡山県農林水産総合センター森林研究所 | 14:40～14:50 |
| 「岡山県における欧州製タワーヤーダによる皆伐作業について」 | |
| ⑦ 山梨県森林総合研究所 | 14:50～15:00 |
| 「一貫システム導入に向けた段階的試験研究 ヒノキコンテナ苗植栽試験」 | |
| ⑧ 新潟県森林研究所 | 15:00～15:10 |
| 「多雪地におけるコンテナ苗植栽工期調査と活着率について」 | |

議題（２）研究成果のとりまとめについて 15:10～15:40

休憩 15:40～15:50

議題（３）提案・要望事項について

- | | |
|------------------------|-------------|
| ① 長野県林業総合センター | 15:50～16:10 |
| 「高性能林業機械を利用した皆伐歩掛について」 | |
| 「市町村発注事業への支援について」 | |
| ② 森林総合研究所 | 16:10～16:30 |
| 「路網調査票について」 | |
| 「林業機械化推進研修・研究協議会の概要」 | |

<u>議題（４）新規研究会について</u>	16:30～17:15
-----------------------	-------------

その他

17:15～17:20 事務局連絡
17:20 閉会
18:00～20:00 情報交換会

９月８日（木） 現地検討会（村上市内）

8:30 大観荘 せなみの湯 出発
8:30～9:00 移動（新潟県公用車、レンタカー）
9:00～10:00 現地検討会①
 講師：有限会社 丸実 本間郁郎 氏
10:00～10:30 移動
10:30～11:00 現地検討会②
 コンテナ苗植栽試験地
11:00～11:30 移動
11:30 J R 村上駅 解散 （J R 特急いなほ 8 号・新潟行き 村上発 12:09）

- * 上記の日程は、諸般の事情により、変更する可能性があります。
- * 2 日間とも昼食の用意はありませんので、各自ご対応願います。

調査・事例紹介

① 森林総合研究所

調査・事例名	森林総合研究所第4期中長期計画の概要
内 容	森林総合研究所では、新しく平成 28 年度より第 4 期中長期計画が開始されましたので、その概要および林業工学研究領域の組織体制と主な課題について紹介します。
発 表 方 法	パワーポイント

森林総合研究所における研究の動向

林業工学研究領域

陣川 雅樹

森林総合研究所 第4期中長期計画

第4期中長期計画における重点課題と戦略課題

ア 森林の多面的機能の高度発揮に向けた森林管理技術の開発

(ア) 森林生態系を活用した治山技術の高度化と防災・減災技術の開発
(イ) 気候変動の影響評価技術の高度化と適応・緩和技術の開発
(ウ) 生物多様性の保全等に配慮した森林管理技術の開発

イ 国産材の安定供給に向けた持続的・林業システムの開発

(ア) 持続的かつ効率的な森林施業及び林業生産技術の開発
(イ) 多様な森林資源の活用に対応した木材供給システムの開発

ウ 木材及び木質資源の利用技術の開発

(ア) 資源状況及びニーズに対応した木材の利用技術の開発及び高度化
(イ) 未利用木質資源の有効活用への変換及び利用技術の開発

エ 森林生物の利用技術の高度化と林木育種による多様な品種開発及び育種基盤技術の強化

(ア) 生物機能の解明による森林資源の新たな有効活用技術の高度化
(イ) 多様な優良品種等の開発と育種基盤技術の強化

林業工学研究領域の課題一覧

重点課題イ 国産材の安定供給に向けた持続的・林業システムの開発

戦略課題イア 持続的かつ効率的な森林施業及び林業生産技術の開発

基幹課題イアa 地域特性と多様な生産目標に対応した森林施業技術の開発

基幹課題イAb 効率的な森林管理技術及び先導的な林業生産システムの開発

戦略課題イイ 多様な森林資源の活用に対応した木材供給システムの開発

基幹課題イイa 持続的・林業経営と合理的、効率的流通・加工体制の構築に向けた社会的・政策的対策の提示

基幹課題イイb 地域特性に応じた木質エネルギー等の効率的利用システムの提示

林業工学研究領域の組織体制と主な課題

■ 林業工学研究領域（14名）

■ 領域長（1）
陣川 雅樹

◆ チーム長（1）
田中 良明（森林作業担当）

● 収穫システム研究室（4）
上村 巧（室長）
吉田智佳史
佐々木達也
中澤 昌彦

● 森林路網研究室（3）
鈴木 秀典（室長）
山口 智
宗岡 寛子

● 機械技術研究室（3）
毛綱 昌弘（室長）
山口 浩和
有水 賢吾

● 省力化技術研究室（2）
伊藤 崇之（室長）
猪俣 雄太

林業工学研究領域の組織体制と主な課題

主な研究課題

1. 大径・長尺材に対応した新たな生産技術の開発
2. ロボット・ICT技術を活用した開発
 - ・無人走行フォワーダ
 - ・苗木植栽ロボット
 - ・原木品質判定機能付きハーベスタ
 - ・林業用アシストスーツ
3. 一貫作業システム
4. バイオマスの収集・運搬システムの開発
5. その他

1. 大径・長尺材に対応した新たな生産技術の開発



2. ロボット・ICT技術を活用した開発

● 無人走行フォワーダ
(主査: 毛綱昌弘)
参画機関: 森林総研、魚谷鉄工、舞鶴計器、丹波市森林組合、兵庫県

自動走行制御方式の考案
荷下ろし作業の自動化
誘導センサ+画像処理

● 苗木植栽ロボット
(副査: 山田 健)
参画機関: 福島県、森林総研、モリトウ、ティンバーテック、玉川エンジニアリング、アイザック

自動植付機
GPSと小形ヘリ(UAV)

2. ロボット・ICT技術を活用した開発

● 原木品質判定機能付きハーベスタ
(主査: 上村 巧)
参画機関: 森林総研、広島県、南星機械、小松製作所、坂本電機製作所

ハーベスタの伐倒・造材機能
ヤング係数判定装置
直材の自動判定
情報高度利用システム

● 林業用アシストスーツ
(主査: 伊藤崇之)
参画機関: 森林総研、住友林業、アクティブリンク、奈良先端科学技術大

アシストスーツ
モーションセンサによる各部位の労働負担解析
3次元動作シミュレータと筋骨格モデルによる評価

4. バイオマスの収集・運搬システムの開発

バイオマス対応型フォワーダ

(株) 諸岡

破砕機能付きプロセッサ

南星機械

木質バイオマス有効活用モデル

バイオマス収集・運搬システム

基幹課題Ia 効率的な森林管理手法及び先導的な林業生産システムの開発



② 富山県農林水産総合技術センター

調査・事例名	造材工程において発生する端材の発生量および収集作業の工期について
内 容	造材工程で発生する端材の発電用燃材としての利用可能性を検討するため、その発生量とフォワーダによる収集運搬作業の工期について調査を行った。 端材の発生量は採材方法および対象木の直径、樹高、幹の曲がりなどによって大きく変動した。 造材ポイントにおいて発生する端材をプロセッサで集積するため、造材作業において1本当たり平均24秒程度のかかり増しとなった。また、フォワーダ搭載のグラップルクレーンによる端材の積込み・荷下ろし作業の平均生産性は$2.22\text{m}^3/\text{時}$となった。同じ機種を用いた丸太の積込み・荷下ろし作業の平均生産性は$10.82\text{m}^3/\text{時}$であったことから、端材の積込み・荷下ろしの生産性は丸太におけるその20%程度であった。
発表方法	パワーポイント



造材工程において発生する端材の発生量 および収集作業の工期について

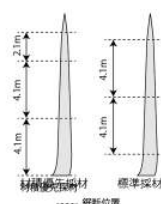
地域に対応した森林作業システム研究会
2016/09/07
富山県森林研究所 関子光太郎



はじめに

富山県では、積雪による根元曲がりのため、曲がりを有する部位が端材として林内に多量に残置される。

これまでの研究で、端材発生量は**採材の仕方によって大きく変動する**ことが明らかになっている。





研究の目的

フォワーダを用いた端材収集の生産性を明らかにし、収益性からみた端材収集の実現性について検討する。





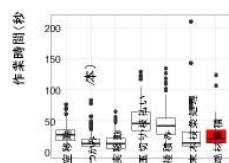

方法

- ・ 造材工程における端材の集積工程調査
- ・ フォワーダ運搬における端材の積載量調査
- ・ グラップル付きフォワーダによる積込み、積み卸し工程調査
- ・ 端材発生量、造材工程端材集積時間、集材工程端材収集時間の推定モデルの作成
- ・ 経営収支シミュレーションによる端材収集の実現性の検討

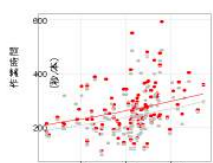




造材工程の生産性

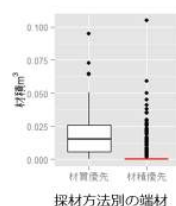


造材工程の要素作業別
作業時間の比較

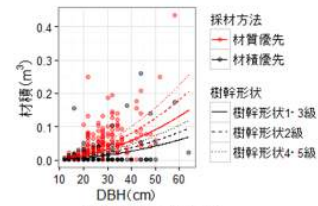


端材集積を含む造材作業
時間推定モデル

採材方法と利用材積

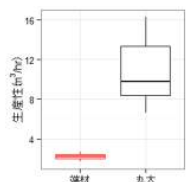


採材方法別の端材
発生量の比較

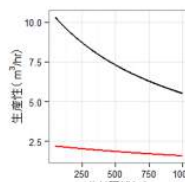


端材発生量推定モデル

採材方法と作業時間



丸太と端材の積み込み・荷降ろし
の生産性の比較



丸太と端材の集材生産性の比較
(最大積載量3500kg)

平均積載量

最大積載量3500kgフォワード 1980kg (2.2m)
最大積載量4800kgフォワード 2660kg (3.3m)

素材生産収支の試算条件

- 標準採材 端材収集無し
- 標準採材 端材収集有り
- 材積優先採材 端材収集無し
(間伐による素材生産とする。)

収益

素材販売

- A材 (用材向け) : 12,000円
- B材 (合板向け) : 11,000円
- C材 (燃材向け) : 4,800円

間伐補助金

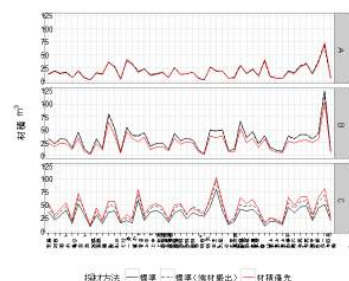
経費

- 直接経費
- 間接経費



● 試算の対象となる林分
● A材・B材・C材の販売先

素材生産量



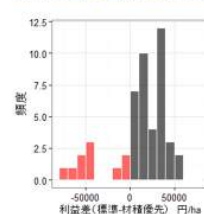
端材搬出
C材生産量
平均23%増加

材積優先採材
C材生産量
平均39%増加
B材生産量
平均23%減少

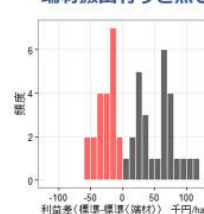
採材方法 標準 標準(端材搬出) 材積優先

利益比較

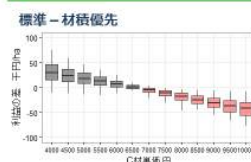
標準採材と材積優先採材



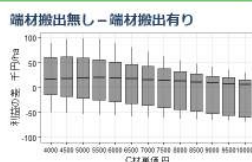
標準採材 端材搬出有りと無し



c材価格に伴う収支の変化



標準採材によって発生した端材を搬出することは、C材単価が大幅に上昇したとしても、**経済的に見合わない**。
材積優先採材はC材単価が7,000円/mを超えると**有利**になる。



まとめ

- 端材を搬出することによって燃材生産量を20%程度増やすことができる。
- フォワードによる端材収集の生産性は著しく低く、丸太集材の3割以下である。
- 燃材の買い取り価格が用材並みに上昇したとしても、フォワードによる端材収集は収益の増加に寄与しない。

③ 長野県林業総合センター

調査・事例名	① 大型チェーンソーの有効性について ② ワイヤロープの継ぎ加工について
内 容	① 大径木伐採に際して大型チェーンソーが有効か検証調査をしたので中間報告をします。 ② ワイヤロープの継ぎ加工で、初心者と熟練者の差が出るか検証調査したので報告します。
発 表 方 法	(資料配付 A4×1枚×2題)

大型チェーンソーの有効性について



平成28年9月7日

長野県林業総合センター
指導部 高野毅

背景

拡大造林期に植栽した木の資源充実
→ 皆伐による更新施業が今後増える

課題

現在の作業システムによる皆伐の労働生産性:
これまで使われている歩掛とは乖離している可能性がある

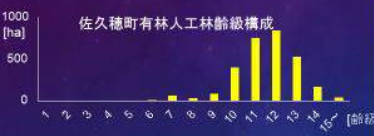
→ 皆伐時の労働生産性の調査・検証

… 更新施業の取り組みが進んでいる佐久地域で調査を実施

皆伐時の工期調査

調査箇所: 佐久穂町大字八郡字八ヶ岳下

町有林の齢級構成の平準化に向けて
更新施業に取り組み始めた



佐久穂町有林人工林齢級構成

造林事業の更新伐
(モザイク林誘導型)を活用
佐久地方事務所と一緒に調査を実施



南佐久郡佐久穂町大字八郡字八ヶ岳下



A労務班
4.70ha
DBH 34cm
単木材積 1.04m³

B労務班
7.53ha
DBH 36cm
単木材積 1.22m³

Google Earth Pro

功程調査の手法

・作業日報(0.5人工単位記載)中の作業種分類を集計

工事記録簿		業務名 ○○		箇所名 △△		P作業員			Q作業員		
日	天気	開始時間	終了時間	日数		午前	午後	日数	午前	午後	
1	晴れ	8:00	17:00	1.0		伐採	伐採	1.0	伐採	伐採	
2	曇り	8:00	17:00	1.0		プロセッサ	プロセッサ	1.0	フォワーダ	フォワーダ	
3											
4											

労働生産性



伐倒作業の工夫点 : 大径木伐採にあわせ、大排気量チェーンソーを購入

現場の声

従来機種 (59cc、3.5kW(4.8PS))
→ 購入機種 (76.5cc、4.4kW(6.0PS))

大排気量のチェーンソーは、3倍くらい効率が良い!

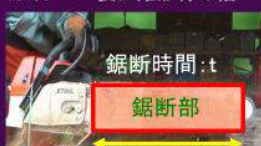
次の課題

大径木伐採時には
大排気量チェーンソーが必要?

試験方法

- チェーンソー排気量別 (20~60ccクラス)
 - ガイドバー利用率別
 - 矩形材 (幅24cm,30cm,36cm,45cm)
 - ▲ 自重での切断
- 鋸断時間
どう変わるか?

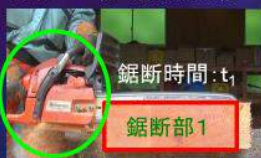
ガイドバー長>矩形材の幅



鋸断時間: t (s)

ガイドバー利用率:
ガイドバーの長さの何%で
鋸断しているか

ガイドバー長<矩形材の幅



鋸断時間: $t_1 + \text{移動時間} + t_2$ (s)



ガイドバー利用率: 100%

鋸断部2

調査チェーンソー

機種	排気量	排気量比率	ガイドバー長	主な対象木
A	66.7cc	100%	46cm	大径木
B	54.2cc	81%	49cm	中~大径木
C	48.7cc	73%	45cm	中径木
D	45.0cc	67%	42cm	中径木
E	39.6cc	59%	42cm	小~中径木
F	26.9cc	40%	31cm	小径木



N型目立て機

※目立てはN型目立て機を使い、同一人が実施
※大排気量の定義はないが、今回の調査では
60cc以上を大排気量とした

矩形材

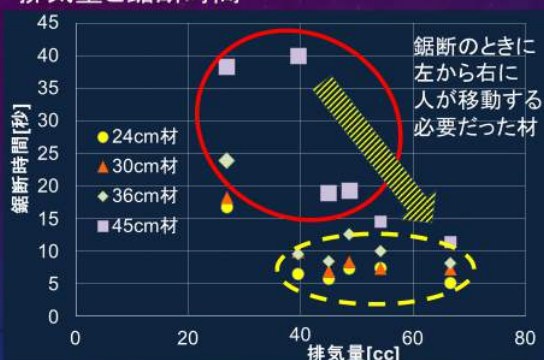
木材部で曲げ強度試験をした後に残った損傷のない
信州型SKB(カラマツ)(含水率13~21%)



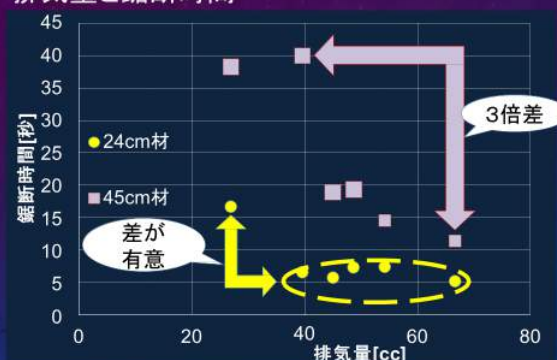
調査状況



排気量と鋸断時間



排気量と鋸断時間



ガイドバー利用率と鋸断時間



考察

○中径木の伐採：排気量の差による
伐採時間の差はあまりない

◎大径木の伐採：排気量 → 大
⇒ 伐採時間 → 短

特に、ガイドバーの長さが径に届かない場合、その差は顕著

3倍効率が良かった!!!

◎ガイドバー利用率 → 大
⇒ 鋸断時間 → 長

今後の課題

△皆伐時の労働生産性の調査・検証

△大排気量チェーンソー：重い！
⇒ 労働生産性と疲労との
兼ね合いの検証

ご清聴ありがとうございました

アイスプライス加工の強度について ～正しい加工と安全作業の普及に向けて～

長野県林業総合センター 間島 達哉

ワイヤーロープの使用にあたっては、用途に応じた加工が不可欠であり、加工の巧拙により強度や安全性が大きく左右されると言われています。また、現場では熟練技能者の減少や規定から外れた加工をされたロープの使用も散見され、安全作業に不安があります。

そこで、熟練者と初心者により加工されたワイヤーロープについて、仕上がり形状、伸び、破断強度について比較しました。

ワイヤー加工研修の状況



林業では、現場で手工具のみでワイヤーの加工をする技能が求められる



初心者によくみられる加工例
素線の一体化が不十分



組合せに失敗し、途中で断念した例

熟練者により正しく加工されたワイヤー(巻き差し)



比較・検証
熟練者v.s初心者



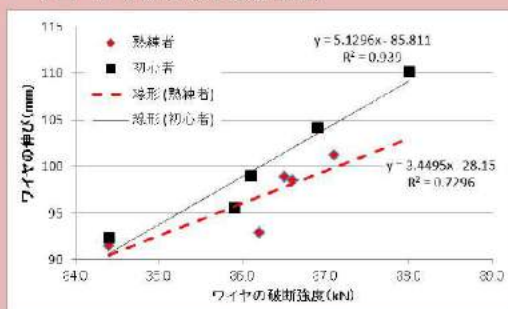
初心者により加工されたワイヤー
編み込み部が長く緩い



規定から外れた加工をされた例（変形割差し）

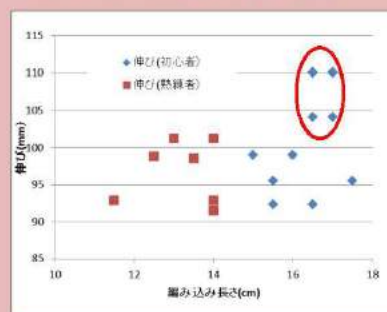
- ・試験法 両端アイを試験機に取付、回転を規制し破断まで牽引
破断までのワイヤーロープの伸びと荷重を連続的に測定
- ・供試体 使用ロープ：6×24, 9mm, 0/0, 鋼A種, 破断荷重39.9kN
長さ3m, 両端7イ加工, 丸差し3回、半差し2回
熟練者5本、初心者5本
- ・試験機 「エントレスワイヤーロープ 疲労試験機」EW-7-600（ほか
高知県立森林技術センター保有）

ワイヤーロープの伸びと破断強度



ワイヤーの伸びが長いときに破断強度が大きい傾向が見られた

ワイヤーロープの伸びと編み込み長さ



初心者の場合、ばらつきが大きく、編み込み長さが長いときに伸びが大きくなるケースが目立った

- ・全ての供試体で期待される値(31.9kN・原素破断強度の80%以上)を満足しました。
- ・初心者による加工は、編み込み部が長く緩い傾向があり、ワイヤーの伸びはこの部分から生じていると考えられます。荷重の増加につれて編み込み部が伸びながら馴染んでゆき、偶然に大きな荷重に耐えたと考えられます。しかし、この伸びが大きいことは継ぎ加工が抜けることにつながるため、正しい加工を行い、伸びが少なくなるようにすることが大切です。
- ・今後は、実使用で想定される衝撃荷重や曲げを繰り返し加えた際の特性を評価し、正しい加工の必要性の検証を進めます。

協力：高知県森林技術センター 森林経営課チーフ 山崎 敏彦氏

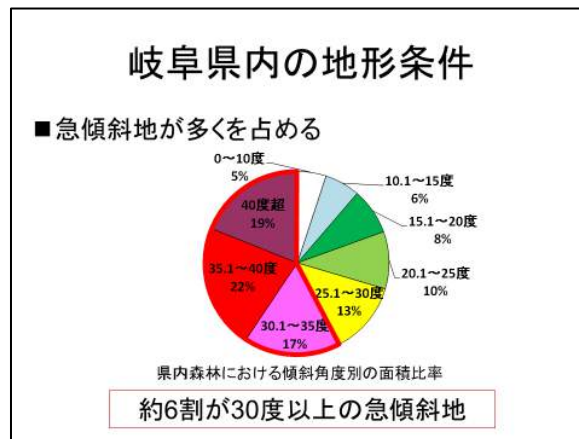
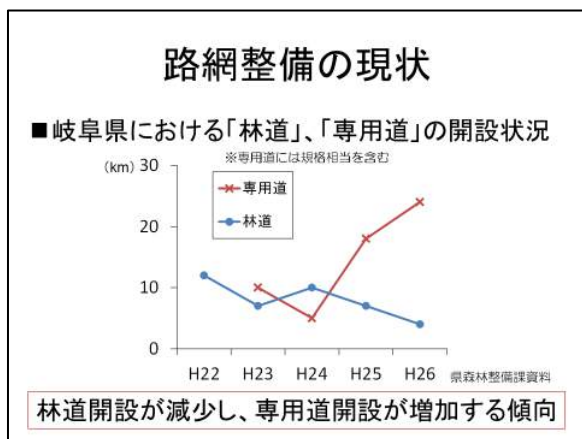
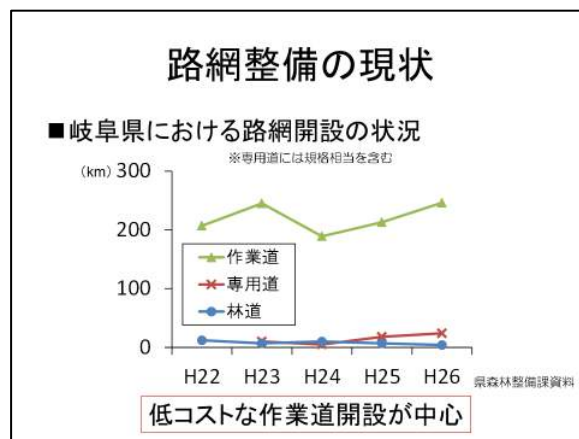
④ 岐阜県森林研究所

調査・事例名	土構造の森林路網における崩壊発生箇所の特徴について
内 容	土構造を基本とする林業専用道および森林作業道は、低コストで作設できる反面、作設場所や方法を誤ると崩壊が発生しやすくなります。そこで、崩壊を発生させないための注意点を明らかにするため、県内の路網における崩壊発生箇所の主な特徴を整理しましたので報告します。
発 表 方 法	パワーポイント

「地域特性に対応した森林作業システム研究会」(新潟県)2016.9.7

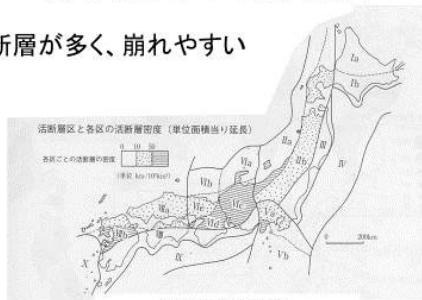
**土構造の森林路網における
崩壊発生の特徴について**

岐阜県森林研究所 臼田 寿生



岐阜県内の地形条件

■断層が多く、崩れやすい



引用文献「森林土木と地形・地質」牧野道幸

丈夫な道をつくるためには・・・

■岐阜県内の森林は急傾斜地や断層が多く、崩れやすい

このような条件下において、
丈夫な路網を開設するためには・・・



崩壊が発生しやすい条件を明らかにし、崩れにくい丈夫な路網開設手法の普及が必要

調査方法

■既設路網の崩壊箇所調査

- ✓ 既設路網を踏査し、車両の通行に支障がある崩壊箇所を調査票および地図に記録
- 【調査項目】
崩壊発生原因、道路の構造(法高、幅員等)、斜面勾配など
- ✓ 調査票の項目から崩壊発生箇所の特徴を把握

今回の発表では、主に県内の林業専用道(規格相当を含む)の調査結果を紹介

調査結果

■崩壊箇所調査の内訳(専用道)

- 【開設年度】
平成22～26年度
- 【調査地域】()は路線数
岐阜(4)、西濃(1)、中濃(1)、東濃(2)、飛騨(9)
(計17路線)
- 【調査箇所数】
44箇所

調査結果

■崩壊発生箇所の特徴

- ✓ 崩壊危険地に開設
断層、地質境界、地すべり等
 - ✓ 切土のり面の高さが高い
 - ✓ 盛土法尻のすり付き不良
立木掛け、ボサ掛け
 - ✓ 路面排水の集中
- 30度以上の急傾斜地が多い

崩壊発生箇所の特徴

■崩壊危険地に開設

断層、0次谷、地質境界、地すべり等



断層、0次谷を通過した箇所が発生した崩壊の例

崩壊発生箇所の特徴

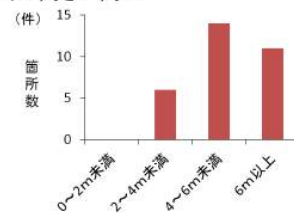
■切土のり面の高さが高い



切土のり面が高いい箇所での崩壊の発生

崩壊発生箇所の特徴

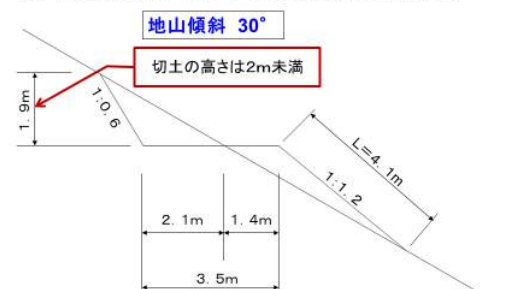
■切土のり面の高さが高い



切土の崩壊発生箇所における切土のり面の高さ

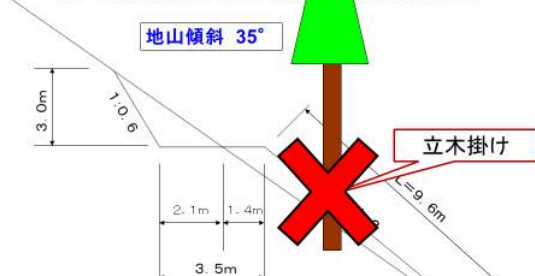
切土高が高い箇所での崩壊が発生
(2m以上の箇所でも多発)

地山傾斜角度と切土の高さ(林業専用道)



30度超の急傾斜地では切土高が2m以上となり、崩壊が発生しやすくなる

地山傾斜角度と盛土施工(林業専用道)

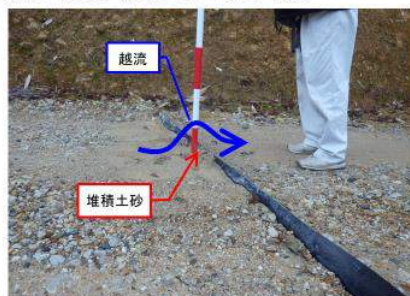


土構造だけでは開設困難

0.45m3クラスのバックホウでは擦り付け位置まで届かない

崩壊発生箇所の特徴

■ 路面排水の集中(維持管理不足の例)



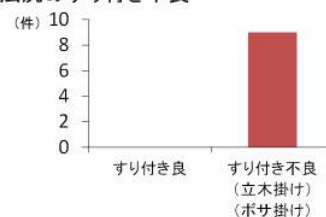
丈夫な道をつくるための注意点

■ 崩壊が発生しやすい箇所への対応策

- ✓ 崩壊危険地に開設
 - ⇒ 崩壊危険地を回避した路線計画
- ✓ 切土のり面の高さが高い
- ✓ 盛土法尻のすり付き不良
 - ⇒ 急傾斜地を回避した路線計画
(適正な幅員で開設)
- ✓ 路面排水の集中
 - ⇒ 分散排水の確保(施工～維持管理)と
崩壊危険地への排水の回避

崩壊発生箇所の特徴

■ 盛土法尻のすり付き不良



盛土の崩壊発生箇所の盛土施工状況

盛土のすり付きが不良な箇所で崩壊

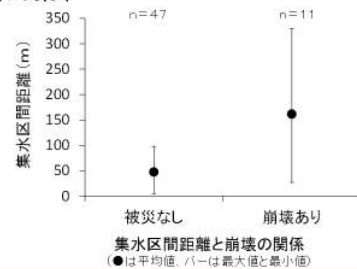
崩壊発生箇所の特徴

■ 路面排水の集中(維持管理不足の例)



崩壊発生箇所の特徴

■ 路面排水の集中



被災なしの平均集水区間は約50m

謝辞

本研究は、農林水産省・食品産業科学技術研究推進事業(農林水産省)「安全な路網計画のための崩壊危険地ピンポイント抽出技術」(平成26～28年度)により実施しました。

⑤ 静岡県森林・林業研究センター

調査・事例名	夏季伐採の実態調査
内 容	木材生産の平準化は、木材の需要先への安定供給に加え、林業事業体の従業員の安定雇用や高性能林業機械の稼働率向上等につながるため、重要性が高い。 しかし、夏季に伐採することは「残存木に傷が付きやすい」等の理由により躊躇されるため、他の時期に比べて夏季の木材生産量は低く留まっている。 このため、今回県内で夏季伐採を実施している事業体の協力のもと、伐採現場の実態(残存木の被害率、傷の位置)を調査したので報告する。
発表方法	パワーポイント

木材生産平準化に向けた 夏季伐採の実態調査

静岡県農林技術研究所
森林・林業研究センター
木材林産科 平山賢次

背景

夏季の間伐の必要性

静岡県の林業の課題

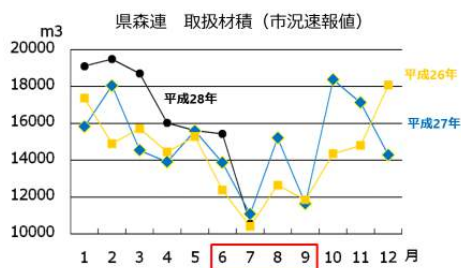
- ・年間を通した木材需要への対応
- ・年間を通した従業員の安定雇用
- ・年間の高価な機械の稼働率アップ

木材生産の平準化が必要



背景

夏場の素材生産量が低い



目的

夏季伐採の悪いイメージの払拭

夏季伐採が避けられる理由

- 森林所有者
- ・残存木に傷が付きやすいと考えている
 - ・丸太に虫が入りやすい
- 素材生産者
- ・気温が高く、労働負荷が大きい
 - ・雨天が多く、作業危険度が高まる

目的

悪いイメージの払拭

調査

調査内容

- ・夏季と冬季における残存木の被害の実態
- ・夏季と冬季における作業時間の実態
- ・夏季伐採時における現場作業の工夫（聞き取り）

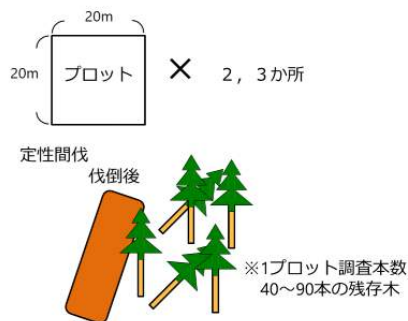
調査地

残存木被害の実態調査地

	調査日	所在地	林小班	樹種	林齢	胸高直径	樹高	幹材積
夏1	H27.7.8	富士宮市 粟倉	148い68	スギ	69年生	30cm	25m	0.855 m3
夏2	H27.7.13	浜松市天竜区 春野町堀之内	29は13	ヒノキ	34年生	24cm	23m	0.507 m3
夏3	H27.8.5	藤枝市 瀬戸ノ谷	29い51	スギ	45年生	28cm	22m	0.692 m3
冬4	H28.1.6	富士宮市 山宮	131ろ43	スギ	54年生	32cm	21m	0.776 m3
冬5	H28.1.13	浜松市天竜区 春野町宮川	41と4	ヒノキ	83年生	30cm	25m	0.816 m3

調査方法

残存木被害の実態調査地



調査方法

残存木の傷について（評価）

傷の位置

高さ5m以下について調査

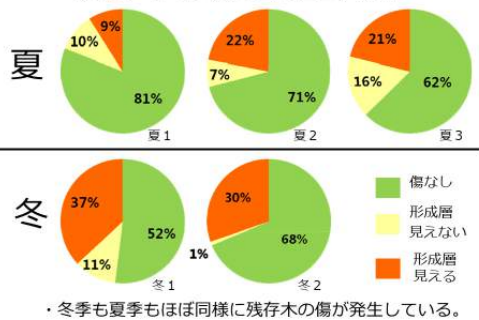
傷の種類

- ① 傷なし
- ② 形成層が見えない傷あり
- ③ 形成層が見える傷あり



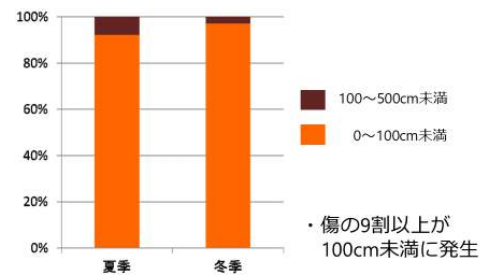
結果

残存木の傷の発生状況



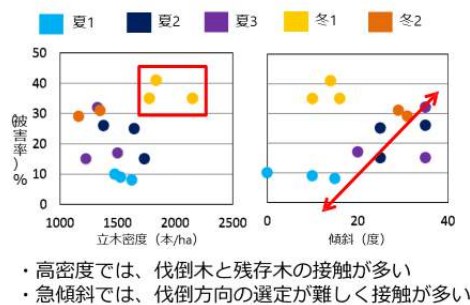
結果

傷の付く高さ



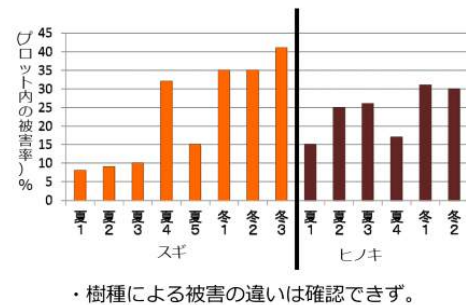
結果

被害率と立木密度・傾斜



結果

樹種による被害率



結果

夏季の作業時間調査結果

	平均気温 (℃)	現場滞在時間 (分) (作業開始～終了)	休憩時間 (分)	実労働時間 (分)
夏季(6～8月)				
全体	31	482	100	382
伐倒	—	—	—	374
高性能林業機械運転	—	—	—	407
冬季(1～2月)				
全体	5	489	88	401
伐倒	—	—	—	390
高性能林業機械運転	—	—	—	409

- ・現場滞在時間は、同程度
- ・休憩時間は、夏季が10分程度長い
- ・高性能林業機械の作業時間は、同程度

結果

夏季伐採の経営への利点

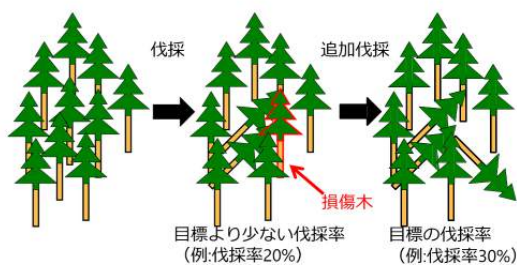
条件	生産性	機械価格	稼働日数		コスト結果 (円/m3)	
			夏無	夏有	夏無	夏有
チェーンソー	3m3/時	202千円	120	150	2,346	2,341
グラブ	14m3/時	10,500千円	100	130	2,621	2,371
プロセッサ	10m3/時	15,000千円	100	130	4,972	4,544
フォワーダ	4m3/時	12,000千円	86	116	4,402	4,139
計					14,341	13,395

82,302円/ha ← 差 946円/m3
(※県内間伐平均的生産量87m3/ha利用)

稼働日数：平成25年度林業機械保有状況調査（林業振興課調べ）
県内の稼働日数は、全国的にも低い
全国平均は、プロセッサ180日、フォワーダ140日
計算方法：機械化のマネジメントを参照

聞き取り

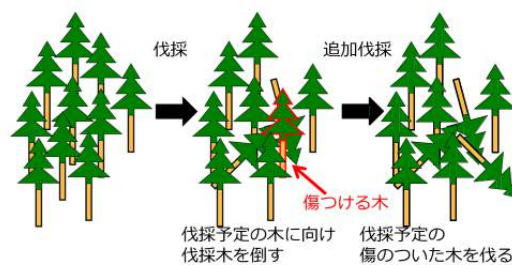
夏季伐採時の工夫①



- ・伐採率の調整を実施しながら伐採する方法

聞き取り

夏季伐採時の工夫②



- ・傷つける木を決めて伐採する方法

聞き取り

夏季伐採時の工夫③

穿孔虫の侵入に対する工夫

- ・現場からの直送を進める

森林所有者への理解促進に向けた工夫

- ・きれいな林内を確認してもらう

①提案時、過去の施業地

②実施後、完成した林内

まとめ

今回の調査結果まとめ

- ・冬季も夏季もほぼ同様に残存木の傷が発生している。
- ・残存木の傷の9割以上は、高さ100cm未満で発生している。
- ・高密度や急傾斜では、残存木の傷の発生率が高くなる可能性がある。
- ・夏季と冬季で作業時間に大きな違いはない。

メリット

年間を通した需要に対応
年間を通した林業経営（雇用）
年間の機械稼働日数のアップ → コスト削減

デメリット

- ・所有者
傷が付きやすいと言われている → 冬場と同程度
丸太に虫が入りやすい
- ・事業者
労働負荷が大きい → 工夫で労働時間確保
雨天が多い

不安緩和要素

夏季伐採の促進

⑥ 岡山県農林水産総合センター森林研究所

調査・事例名	岡山県における欧州製タワーヤーダによる皆伐作業について
内 容	岡山県では、高密度路網と車両系システムを組合せた作業システムが主流となっており、急傾斜地でも車両系システムで搬出作業を行っている。そのような状況の中、県内において初めて欧州製タワーヤーダによる皆伐作業が行われ生産性調査を行ったので報告する。
発 表 方 法	パワーポイント

⑦ 山梨県森林総合研究所

調査・事例名	一貫作業システム導入に向けた段階的試験研究 ヒノキコンテナ苗植栽試験（平成29年度より実施予定）
内 容	目的） ヒノキコンテナ苗を利用した一貫作業システムの構築には、ヒノキコンテナ苗の特徴を考慮し、植栽地各地での活着条件を知る必要があるが、本県ではヒノキコンテナ苗を植栽した事例がないため、実際にヒノキコンテナ苗を植栽し、活着条件およびその成長について調査を行う。 方法） ①ヒノキコンテナ苗植栽試験 県内各管内の中傾斜地（15～30°）に20m×20mの小プロット4つを1セットとした大プロットをそれぞれ配置し、春夏秋の各時期に小プロット毎80本（2000本/ha）のヒノキコンテナ苗を植栽する。また、ヒノキ通常裸苗との比較対照として小プロットの一つを春植え、秋植えに分けてヒノキ裸苗を植栽する。植栽は、コンテナ苗用の植え付け器具を用いて行う。 ②活着率調査 各地域のプロットにおけるコンテナ苗活着状況を確認するため、下草刈り払い時期に合わせて活着状況調査を実施する。試験中、枯損が発生した場合も補植はせず、そのままの状態で継続調査を行う。 ③生長調査 植栽前のヒノキコンテナ苗について、樹高、根元直径、等を記録し、植栽後半年～1年のペースで生長状況を確認し、比較を行う。
発 表 方 法	当日配布、および口頭

⑧ 新潟県森林研究所

調査・事例名	多雪地におけるコンテナ苗植栽功程調査と活着率について
内 容	新潟県内の緩傾斜地(10°程度)においてにコンテナ苗の植栽の試験を行ったので、その功程調査と一冬越えた後の活着率や雪害による幹折れの状況を報告する。
発表方法	パワーポイント



背景と目的

主伐・再造林の低コスト化の必要性

↓

コンテナ苗を活用した一貫作業システム

コンテナ苗の活用のために

- ・ **植栽効率**から目標生産価格の決定
- ・ **活着率**と**積雪**による**影響**の把握

植栽調査の箇所

場所: 関川村
年月: 2014年12月
(植栽功程調査からは除外)

場所: 湯沢町 (国有林)
年月: 2015年6月, 11月
(春と秋2回)

場所: 村上市
年月: 2015年6月

* いずれも機械地植え済み

- ・ 植栽本数は全箇所ですべて**90本ずつ**
- ・ 傾斜はいずれも10°程度の**緩傾斜**
- ・ 裸苗との**植栽効率**と**活着率**を比較調査

植栽方法 と 植栽苗の状況

○ 植栽方法

裸 苗 : 唐 鋤

コンテナ苗 : ディンプル

○ 植栽時の苗の形状

植栽箇所	苗の種類	苗の規格	平均苗高 (H) (cm)	平均根元径 (D) (mm)	形状比 (H/D)	1本あたりの平均重量 (g)
関川秋植え	コンテナ苗	2年生	41.5	4.9	84.7	116
	裸 苗	3年生5号	32.8	7.8	42.1	155
湯沢春植え	コンテナ苗	3年生	48.5	6.1	79.5	160
	裸 苗	3年生3号	54.9	11.2	49.0	190
湯沢秋植え	コンテナ苗	3年生	56.5	7.7	73.4	167
	裸 苗	3年生3号	58.9	9.9	59.5	234
村上春植え	コンテナ苗	3年生	53.7	7.1	76.0	157
	裸 苗	3年生4号	40.6	9.8	41.6	131

コンテナ苗の植栽時間の調査結果

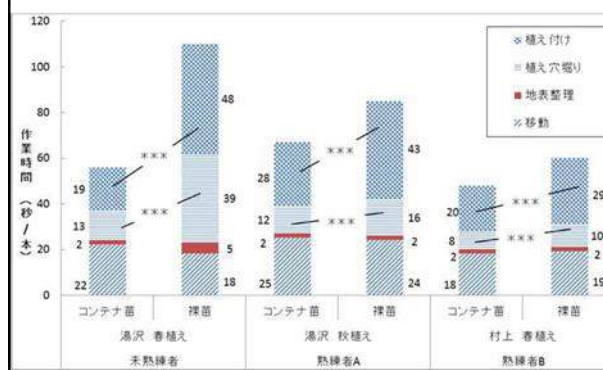
植栽者		平均植栽時間(秒/本)		平均植栽本数(本/人日)		植栽効率 (裸苗/コンテナ苗)
		コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗	
湯沢春植え	未熟練者	56±12.27	110±26.02	385	196	1.96
湯沢秋植え	熟練者A	67±19.78	85±19.49	322	254	1.27
村上春植え	熟練者B	48±11.24	60±11.05	450	360	1.25

(平均値±標準偏差)

- ・熟練者で **1.25倍** 未熟練者で **2倍** 早く植栽できる

- ・労働負荷も確実にコンテナ苗の方が軽い

コンテナ苗の植栽時間の調査結果



*** は有意差あり(p<0.001)

コンテナ苗による低コスト化試算

	人工数(人日/ha)*1		植栽人件費(円)*2 (人工数×15,500円)		差額/植栽 本数	コンテナ苗目標販売価格(円)*3
	コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗		
湯沢 春植え	5.19	10.2	80,445	158,100	77,655	38.8
湯沢 秋植え	6.21	7.87	96,255	121,985	25,730	12.9
村上 春植え	4.44	5.56	68,820	86,180	17,360	8.7

* 1 2,000 本/ha 植栽の場合
* 2 普通作業員(15,500 円/人)で試算
* 3 裸苗は180 円/本 (3年生 4号苗)

コンテナ苗は
190~220 円/本 程度で生産出来ないと
低コスト化につながらない

活着率等の調査結果

植栽箇所	植栽日	最終調査日	総数(本)		枯死(本)		活着率(%)		獣害(本)		雪折れ・梢端折れ(本)	
			コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗
湯沢秋植え	平成26年2月上旬	平成26年4月	90	90	7	0	92.2%	100.0%	16	9	2	4
湯沢春植え	平成27年9月下旬	平成28年4月	89	90	1	0	98.9%	100.0%	0	0	1	7
湯沢秋植え	平成27年1月上旬	平成28年4月	90	90	0	0	100.0%	100.0%	1	0	2	3
村上春植え	平成27年9月上旬	平成28年4月	89	90	0	1	100.0%	98.9%	1	0	0	12
1調査地あたりの平均			895	900	2	03	97.8%	99.7%	45	225	125	65

- ・**活着率** : どちらも良好で大きな差はない
- ・**獣害** : 傾向が判断できない
- ・**積雪の影響(幹折れ・梢端折れ)**
: ややコンテナ苗の方が良い傾向

積雪の影響



裸苗: 雪で折れる(枯死はしてない) コンテナ苗: 大きく曲がるが折れない

- ・裸苗が幹折れで折れる割合が多かった
⇒ コンテナ苗の方が柔らかいため?
- ・当初想定した**根株の抜け**は見られなかった
⇒ 緩傾斜のためか?

まとめと今後

- ・緩傾斜では、活着率等の面においては、コンテナ苗の利用に問題はない
- ・**価格の設定**が問題

今後の調査

- ・初期成長量等の調査
- ・急傾斜地での活着率等の調査

提案・要望事項

① 長野県林業総合センター

提案・要望項目	① 高性能林業機械を用いた皆伐歩掛について ② 市町村発注事業への支援について
内 容	① 各県で行われている皆伐に伴う歩掛について教えてほしい ② 市町村有林整備に際しての、発注設計書の作成指導の仕方を教えてほしい
理 由	① 本県でも皆伐再造林への動きは進んでいるものの、現行のシステムに適合した標準的な皆伐歩掛がないため、皆伐に取り組みづらい状況である。このため、各県の皆伐歩掛を参考にして、本県の歩掛を現行システムに適合するように見直したい。 ② 市町村有林整備の発注設計書は、造林事業の標準単価に面積を掛けて算出する等、歩掛を考慮していないものが見受けられる。このため、各県市町村でどのような設計書を作成しており、県としてどのような作成指導をしているか知りたい。

② 森林総合研究所

提案・要望項目	路網調査票について
内 容	既設路網の状況調査のための調査票を作成したので、各県でこのような調査を行う際には、この調査票によって共通データを収集していただきたい。また、調査地の紹介など情報提供をお願いしたい。
理 由	長期間利用できる耐久性の高い作業道が提唱され、今後は、既設の作業道を再利用して間伐などの作業を行う事例が増えてくるものと思われる。しかし、既設道の利用にあたってどのような問題があるのか、再利用のための補修費がどの程度かかるのかといったデータはない。そこで、既設道を再び利用するための支障要因について、その頻度や原因などを把握し、既設道再利用についての課題を明らかにしたい。 調査にあたっては、共通の調査票を使用することでなるべく多くのデータを取得、解析できるようにしたい。

③ 森林総合研究所

提案・要望項目	林業機械化推進研修・研究協議会の概要
内 容	平成 17 年に発足した関東森林管理局、森林総合研究所、森林技術総合研修所(林業機械化センター)の 3 者で構成される林業機械化推進研修・研究協議会の概要を紹介し、本研究会との連携を模索したい。
理 由	林業機械化推進研修・研究協議会において、本研究会に参加している各都県から研究シーズを拾い上げたい。また試験結果を各都県で実証・普及したい。 一方、本研究会に参画している各都県・森林総研の機械担当の人員や予算は縮小傾向にあると感じられる。沼田の林業機械化センターには指導官や機械、フィールド等研究資源が十分にそろっている。ここで共同研究を実施し、得られた結果を各都県にフィードバックするような流れを構築できれば、本研究会の活性化につながると思う。

開催報告

地域特性に対応した森林作業システム研究会

新潟県森林研究所

- 1 日 時：平成28年9月7日（水）～8日（木）
- 2 場 所：（1）会 議 新潟県村上市「大観荘」会議室
（2）現地検討会 新潟県村上市内
- 3 出席者：森林総合研究所、富山県、山梨県、長野県、岐阜県、静岡県、岡山県、新潟県
（8機関、23名）
- 4 会 議（9月7日）
 - （1）あいさつ
研究会会長 新潟県森林研究所長 高橋 喬
 - （2）調査事例報告
森林総研 森林総合研究所第4期中長期計画の概要
富山県 造材工程において発生する端材の発生量および収集作業の工期について
長野県 大型チェーンソーの有効性について
長野県 ワイヤロープの継ぎ加工について
岐阜県 土構造の森林路網における崩壊発生の特徴について
静岡県 夏季伐採の実態調査
岡山県 岡山県における欧州製タワーヤーダによる皆伐作業について
山梨県 一貫システム導入に向けた段階的試験研究 ヒノキコンテナ苗植栽試験
新潟県 多雪地におけるコンテナ苗植栽工期調査と活着率について
 - （3）提案・要望について
長野県 高性能林業機械を利用した皆伐歩掛について
長野県 市町村発注事業への支援について
森林総研 路網調査票について
森林総研 林業機械化推進研修・研究協議会の概要
 - （4）研究会の成果のとりまとめについて
途中段階での集計結果が示され、引き続きデータを収集することとした。
 - （5）次期研究会について
3年間の本研究会を2年延長し、平成30年度までの5年間に変更することとなった。また、平成29年度は長野県での開催となった。
- 5 現地検討会（9月8日）
 - （1）ロングリーチハーベスタを活用した間伐事業地
高密度路網でロングリーチハーベスタを利用した間伐地の視察を行い、作業道の配置や作業システム等の工夫している点の説明を受けた。
 - （2）コンテナ苗植栽試験地
スギ実生コンテナ苗の植栽試験地を視察した。



現地検討会

全体研究計画書(継続2年)

(別紙)

様式1

平成28年 月 日

関東・中部林試連

研究会計画書(変更)

- 1 研究会の名称：地域特性に対応した森林作業システム研究会
- 2 提案機関・提案責任者（所属・氏名）：岐阜県森林研究所・臼田寿生
平成29年度開催機関事務局担当者（所属・氏名）：長野県林業総合センター・高野毅
幹事（所属・氏名）：長野県林業総合センター・高野毅
岐阜県森林研究所・臼田寿生
国立研究開発法人森林総合研究所・中澤昌彦
国立研究開発法人森林総合研究所・宗岡寛子
- 3 目的：
平成26年度に立ち上げた「地域特性に対応した森林作業システム研究会」では、平成28年度までの3年間にわたり、各地の地形、気候などの地域特性に対応した路網整備手法や路網を活用した森林作業システムに関する研究を推進することを目的として、参加機関の研究成果や取組について互いに検討・評価を行ってきた。これまでの活動では、近年、各地で関心が高まっている「コンテナ苗を活用した一貫作業システムなどの低コスト再造林」に関する研究を中心に活発な検討が進められ、平成26年度から平成27年度には、研究会に参加している多くの機関が参加した「コンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の実証研究」（農林水産省・革新的技術緊急展開事業）を実施するなど、多くの成果を上げてきた。しかし、当研究会が対象としている森林作業システムは、森林路網、林業機械をはじめとする数多くの要素を取り扱っていることに加え、各地の地域特性は多種多様であるため、これまでの3年間では十分な検討ができていないのが実情である。
このため、当研究会の活動を2年間延長し、引き続き、地形、気候などの地域特性に対応した森林作業システムに関する研究を推進するため、参加機関の研究成果や取組の検討・評価などの活動を継続していくこととする。なお、最終年度には研究会の成果をとりまとめた報告書を発行する。
- 4 設置期間：平成26－28年度（3年間）を平成26－30年度（5年間）に変更
- 5 実施方法：
 - ・ 原則として、年1回、1泊2日での開催を予定している。

- ・ 開催場所は参加機関での持ち回りとし、長野県、岐阜県等での開催を予定している。
- ・ 地形や森林路網整備状況などの地域特性に対応した森林作業システムに関する検討会を実施し、それらに関する調査事例などの情報交換や協議を行う。

6 参加予定機関：

国立研究開発法人森林総合研究所、新潟県森林研究所、富山県農林水産総合技術センター森林研究所、長野県林業総合センター、山梨県森林総合研究所、静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター、愛知県森林・林業技術センター、岐阜県森林研究所

7 想定される外部資金：農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業など

8 そ の 他：なし

第4回研究会 平成29年度（長野県）

平成29年度

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会

地域特性に対応した森林作業システム研究会

平成29年8月28日（月）～8月29日（火）

長野県林業総合センター

平成 29 年度 関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
地域特性に対応した森林作業システム研究会

参 加 者

機 関 名	部 署	役 職	氏 名
新潟県森林研究所	森林・林業技術課	主任研究員	伊藤 幸介
富山県農林水産総合技術センター 森林研究所	森林資源課	森林資源課長	図子 光太郎
山梨県森林総合研究所	資源利用科	研究員	大地 純平
岐阜県森林研究所	森林資源部	専門研究員	臼田 寿生
		主任研究員	和多田 友宏
静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター	木材林産科	主任研究員	平山 賢次
森林総合研究所	林業工学研究領域	領域長	陣川 雅樹
	収穫システム研究室	室長	上村 巧
		主任研究員	中澤 昌彦
		研究員	瀧 誠志郎
	森林路網研究室	室長	鈴木 秀典
		主任研究員	山口 智
長野県林業総合センター		所長	宮 宣敏
	育林部	主任研究員	戸田 堅一郎
	指導部	部長	松原 秀幸
		担当係長	百瀬 浩行
		担当係長	高野 毅

日 程

8月28日(月) 会議(長野県長野市中条日下野 5286 やきもち家)

<鉄道でお越しの方>

集合(JR 長野駅 新幹線改札前)

12:00

会議会場兼宿泊施設へ移動(宿泊施設マイクロバス)

12:00~12:45

<自動車でお越しの方>

集合(やきもち家)

12:45

受付

12:45~13:15

開会挨拶(長野県林業総合センター所長)

13:15~13:30

出席者自己紹介、座長選出

研究会討議

13:30~17:20

議題(1) 調査・事例紹介

① 森林総合研究所

13:30~14:00

「UAVとマルチスペクトルカメラの活用」

「森林3次元計測システム(OWL)による毎木調査事例」

「竹製横断排水溝の試作及び使用されるモウソウチクの耐久性」

② 新潟県森林研究所

14:00~14:10

「多雪地におけるコンテナ苗植栽調査について」

③ 富山県農林水産総合技術センター森林研究所

14:10~14:20

「一般化線形混合モデルを用いた造材工程における

オペレータの習熟度の影響評価」

④ 岐阜県森林研究所

14:20~14:30

「山地災害リスクを考慮した森林ゾーニングに関する取り組み」

休憩

14:30~14:40

⑤ 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

14:40~14:50

「スイングヤードでの苗木運搬」

議題(2) 研究会のあり方について

14:50~16:15

休憩

16:15~16:25

議題（３）提案・要望事項について

- | | |
|--|-------------|
| ① 山梨県森林総合研究所
「山梨県県有林を使った各種功程調査協力について」 | 16:25～16:35 |
| ② 長野県林業総合センター
「グラップル補助伐倒について」 | 16:35～16:45 |
| ③ 森林総合研究所
「路網データベースの構築について」 | 16:45～16:55 |

その他

- | | |
|-----------|-------------|
| 現地検討会について | 16:55～17:15 |
| 事務局連絡 | 17:15～17:20 |
| 閉会 | 17:20 |
| 情報交換会 | 18:00～20:00 |

8月29日（火） 現地検討会（長野市中条地籍）

- | | |
|---|-------------|
| やきもち家 出発 | 8:30 |
| 移動（各機関車、長野県公用車、宿泊場所マイクロバス） | 8:30～ 8:40 |
| 現地検討会① C S 立体図で計画した作業道作設現場 | 8:40～ 9:40 |
| 移動 | 9:40～10:00 |
| 現地検討会② 特殊伐採事例地 | 10:00～11:00 |
| 解散 | 11:00 |
| （ＪＲ長野駅へ移動）（宿泊場所マイクロバス） | 11:00～11:45 |
| （解散） | 11:45 |
| （新幹線 金沢行き はくたか 12:09 発 東京行き はくたか 12:24 発） | |

※ 上記の日程は、諸般の事情により、変更する場合があります。

※ 2日間とも昼食の用意はありませんので、各自でご対応をお願いします。

調査・事例紹介

① 森林総合研究所

調査・事例名	UAV とマルチスペクトルカメラの活用
内 容	植栽後の下刈作業では、下層植生の状況が下刈作業の生産性やコストに大きく影響する。特に、下層植生状況（面積や活性状況）は一つの植栽エリアの中でも様ではない。植栽エリアにおいて下層植生量の多い・少ないといった部分的特徴、すなわち植栽木が被圧を受け下刈の緊急性が高い箇所を事前に把握することができれば、計画的な下刈作業の実施により育林作業の省力化に繋がる。しかしながら、現状では下刈作業前に下層植生の状況を簡便に把握する手法は確立されていない。 そこで本事例では、UAV（3DR SOLO）とマルチスペクトルカメラ（Parrot Sequoia）による皆伐・再造林現場における下層植生状況の把握を試みた。下層植生状況を把握する際には、植物の活性量を示す指標の一つである正規化植生指数（NDVI：Normalized Difference Vegetation Index）を活用した。
発表方法	パワーポイント（Mac）

UAVと マルチスペクトルカメラの活用事例

～見えない光で森林を見る～

－皆伐・再造林後の下層植生状況の把握－

国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所 林業工学研究領域
収穫システム研究室 瀧 誠志郎

使用したUAVとマルチスペクトルカメラ

- UAV：3DR SOLO（3D Robotics社製）
- マルチスペクトルカメラ：Parrot Sequoia（MicaSense社製）

可視領域（赤＋緑＋RGB）＋ Red edge ＋ 近赤外（正規化植生指数（NDVI）の算出）

Sequoiaカメラ 日光センサー

可視領域個別波長&不可視領域波長
下層植生状況を把握する手法として着目

正規化植生指数とは？

正規化植生指数：NDVI（Normalized Difference Vegetation Index）
＝植生の有無・活性度を表す標準化された指数（相対バイオマス）

※NIR＝近赤外波長

$$\frac{NIR - R}{NIR + R}$$

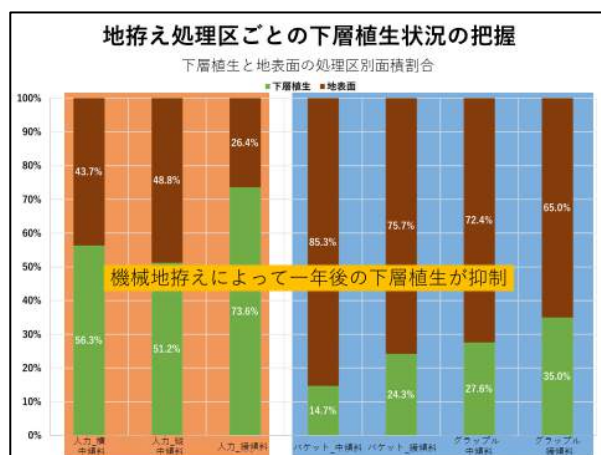
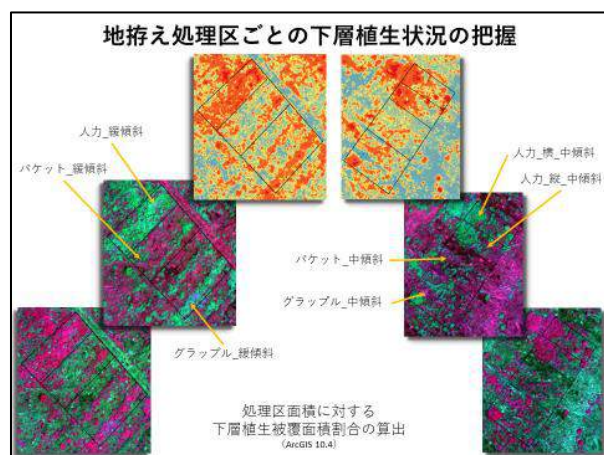
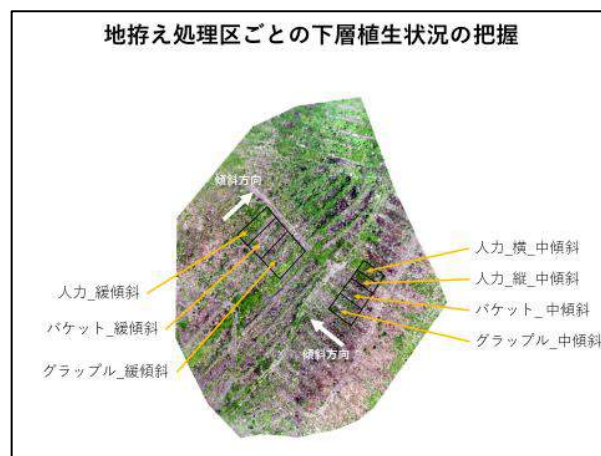
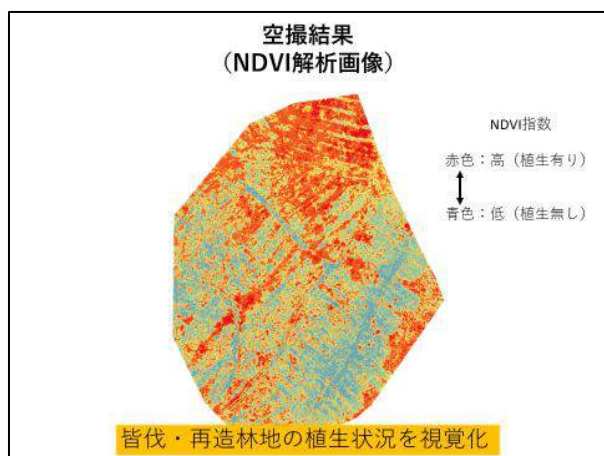
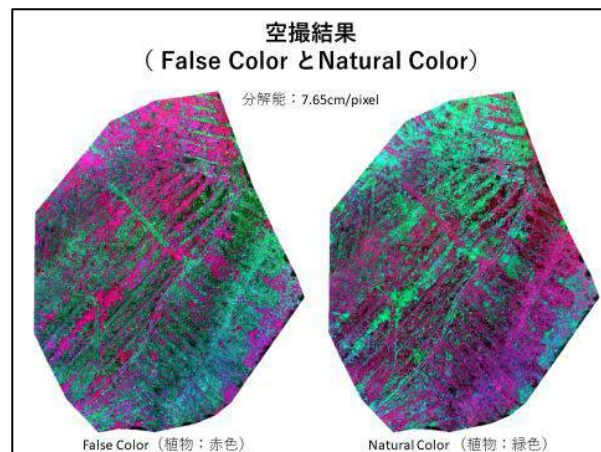
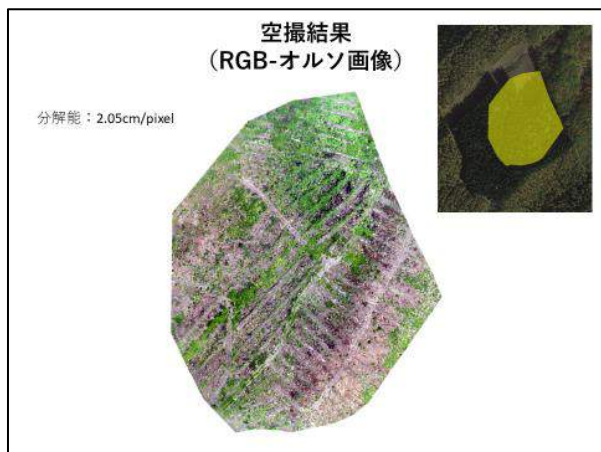
Dead Leaf Stressed Leaf Healthy Leaf

調査地

- ・長野県霊仙寺山国有林
- ・スギ人工林
- ・平成28年度に皆伐後再造林
- ・平成29年7月に空撮調査

皆伐エリア
空撮・解析エリア

飛行高度：約65m
速度：3m/s



調査・事例名	森林3次元計測システム（OWL）による毎木調査事例
内 容	毎木調査の簡便化を目的に、森林3次元計測システム（OWL）による測量を実施した。またこの精度検証のため、一般的なレーザー測距儀による測量も実施した。 これらを比較検討した毎木調査事例を報告する。
発表方法	パワーポイント、PC持参

森林3次元計測システム （OWL）による毎木調査事例

国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所 林業工学研究領域
収穫システム研究室
中澤 昌彦

OWL（アウル）とは？

森林3次元計測システム

- 共同開発：(株)アドイン研究所、筑波大学知能ロボット研究室、(研)森林総合研究所、(株)森林再生システム
- 赤外線レーザー
- 検出距離：30m
- 稼働時間：6時間（気温25℃）
- 小型軽量：W66×H285×D149mm、3.7kg
- Shapeファイル出力対応
- 専用ソフトウェアOWLManager で材積等算出

ソフトウェア仕様

機能	備考
胸高直径	手計測との誤差は2cm 以内（修正機能付き）。
樹高	平均樹高で誤差は1m 程度（修正機能付き）。
曲がり	根本50cm から6m の高さの最大矢高で表現。
立木位置	2次元立木位置図として表現。直径の違いも表現可能。
立木本数	指定エリア内の総本数、ha あたりの本数を算出。
材積	総材積、間伐材積などを算出。
直径分布	直径階ごとの本数。間伐の目安に利用。
立木3Dマップ	林内の状態把握に。
GPS	計測地点及びそれらの平均値を算出。
ユーザによる情報付加	
樹種	初期値の設定後、立木毎に個別に変更可。
間伐木	立木毎に指定可。
立木のステータス	立木毎に境界木、枯損木、病虫害を指定可。

ハードウェア仕様

項目	仕様	備考
計測点／秒	43,200 点	1 計測地点あたり約200 万点
レーザー到達距離	30m	
レーザー走査範囲	鉛直から±135°	
推奨計測地点間隔	7～10m	
本体寸法	66×285×149mm	W×H×D 一脚取付時最長1970mm
重量	3.7kg	バッテリー、一脚含む
連続稼働時間	4～6 時間	

調査地

- 長野県霊仙寺山国有林
- カラマツ、広葉樹
- 伐採造林一貫作業現場
- 4.69ha、3595本(766本/ha)

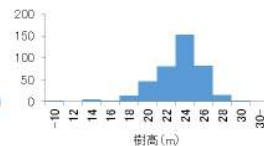
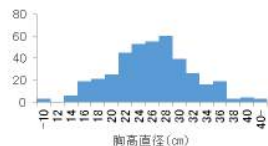


毎木調査結果

調査地面積: 0.78ha

樹種	本数 (本)	DBH (cm)	H (m)	V (m ³)	枝下高 (m)
カラマツ	397	25.0	22.9	0.625	14.6
広葉樹	81	11.0	11.1	0.066	3.1

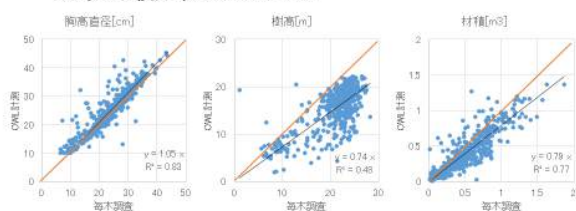
カラマツのみ



OWL計測結果

樹種	本数 (本)	DBH (cm)	H (m)	V (m ³)	枝下高 (m)
カラマツ	413	25.6	16.2	0.460	14.2
広葉樹	51	15.2	7.8	0.071	

- カラマツ検知率 397/402 = 99%



まとめ

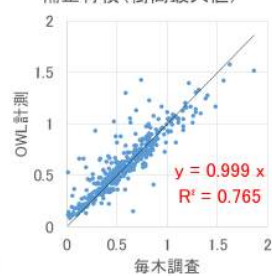
OWLの精度について

- 位置 ○
 - 胸高直径 ○
 - 樹高 ×
 - 枝下高 ○
 - 材積 △
 - 矢高 ?
- 補正方法の検討
- OWLは見えている部分で評価
 - 樹高最大値を林分の樹高

↓
精度の向上!?

UAVやLiDARによる補正を検討

補正材積(樹高最大値)



調査・事例名	竹製横断排水溝の試作及び使用されるモウソウチクの耐朽性
内 容	林道や作業道において降雨や湧水などによって発生する路面流の排水を目的とした素掘り横断溝は、車両通行時に通行車両において衝撃を受けやすく、轍により機能低下の恐れもあることから、モウソウチクを割って束ねてはめ込んだものを試作した。 竹製横断排水溝については排水能力があることを定性的に明らかにしたが、モウソウチクも生物材料であることから腐朽が起こることは必然である。そこで、土木用材料として使うにあたってのモウソウチクの腐朽について調査を行ったので報告する。
発 表 方 法	パワーポイント

竹製横断排水溝の試作及び使用 されるモウソウチクの耐朽性

(研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所
山口智

背景

- ・森林管理のために林道や作業道などを開設
→雨水や湧水などによる路面洗掘
→車両通行への支障や路肩崩れなどの原因に
- ・対策＝こまめな排水
→林道や作業道などの横断方向に溝を掘削して路面を流下する水を谷側に排出するという方法がある。しかし、溝に蓋をしないと・・・
→段差が発生するため車両の通行に支障がある
→土工だけで行った場合には溝による排水機能が車両通行時にできる轍によって低下する恐れ
- ・そこで、近年、管理の不備による無造作な増殖が発生しているモウソウチク (*Phyllostachys heterocycla f. pubescens*) を割竹にして束にしたものをはめ込むことで通行の容易さと轍による影響を抑える手法を試行した。

試した形状 (1)



竹のそのまま針金で束ねて溝にはめ込み
→軽自動車でも通過した際に割れが生じること (左下)
→隙間が少ない (断伐材丸太によるものであっても)
↓
割って束ねる方式に変更

試した形状 (2)



長さ1mの割竹を束ねて、断面が扁平になりながらほぼ一直線になるように並べて敷設したが、車両通行時に跳ね上がって散乱する事故に。

試した形状 (3)



短い割竹を芯にして一部区間にだけ入れて他を長い割竹 (2m) で包むように。
→芯がない部分を車両が通行して破損した。
→すべての部位で同様に詰まったものを作ることに。

試した形状 (4-1)



芯の部分に数本の部分を割ったり割らなかったりの状態で入れたため、端々とも車両通行上問題なかった。
※断面に対して上部がある程度出たほうがいい。

試した形状 (4-2)



製作時に割れなかったため、節を抜いて穴をあけたもの。6か月後には上部が割れていた。



板を中にして部材で挟んだもの。定性的にはもっとも土砂擁定能力が高いとみられたが、土砂の動きを計測するための坑が虫害にあったため欠測となった。

そもそも計算してみると・・・

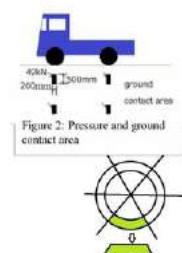
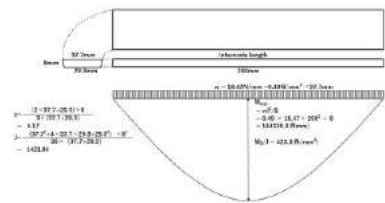


Figure 2: Pressure and ground contact area

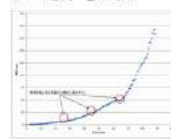


付随して行った調査 (1 : 強度試験)

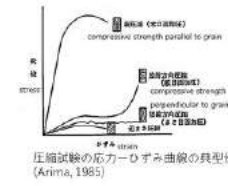
- ・試作施工時に帯鉄が切れた (トラックでパンク恐れあり) →力が加かって膨らんで切れたか?
- むしろ緩んだ (封の不具合で外れたのもあった)
- 踏まれた際に折れ目がついてそこで金属疲労で切れた可能性
- 100kN以上でもStress-Strainグラフが右上に伸びた (亀裂は入っていたが力は受けられていた)



付随して行った調査 (1 : 強度試験) の追加考察



前掲の1 : 強度試験の応力-ひずみグラフの一例 (山口ら、2011)



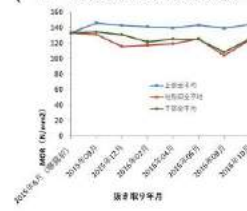
- ・100kN以上でもSSグラフが右上に伸びた (亀裂は入っていたが力は受けられていた)
- 横圧縮によるものとみられた。

付随して行った調査 (2 : 曝露腐朽試験) (1)

- ・どれくらいで腐る?腐ったら強度はどうなる?→腐朽試験
 - 割竹を杭として屋外曝露試験 (全乾質量、曲げ強度)
 - 設置を想定した割竹の束による屋外曝露試験 (曲げ強度)
- ・土に触れると腐朽が早まる
 - 竹杭試験開始後1年での全乾質量低下率: 上部5%、地際部15%、下部17%
 - 竹杭試験開始後1年でのMOR低下率: 土部より地際部と下部が大きい。

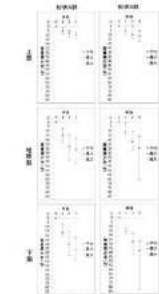


付随して行った調査 (2 : 曝露腐朽試験) (2)



1年分の強度変化 (山口ら、2017)

割竹1枚の曲げだけでは足りない (腐朽したらなおさら)



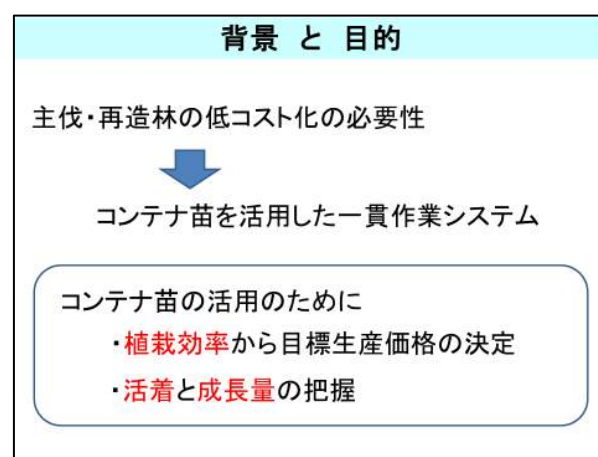
3年分の質量変化 (山口ら、2015)

今後行いたい調査

- ・通水試験
- ・流入能力試験 (以上、早期から予定に入れており、処理能力を調べたかったが、水の供給方法の検討で止まっている)
- ・歩掛り、コスト調査

② 新潟県森林研究所

調査・事例名	多雪地におけるコンテナ苗植栽調査について
内 容	多雪地におけるスギコンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の開発のため、新潟県では、異なる条件地や方法でのコンテナ苗植栽について検討しており、これまで県内の緩～急傾斜地（10°～35°）で植栽試験を実施してきたので、その植栽工期や活着、生育状況について報告する。
発 表 方 法	パワーポイント



植栽方法 と 植栽苗の状況

○ 植栽方法
裸 苗：唐鋤
コンテナ苗：ディブル

○ 植栽時の苗の形状

調査区	苗の種類	苗の規格	平均苗高 (H) (cm)	平均根元径 (D) (mm)	形状比 (H/D)
関川秋植え区	コンテナ苗	2年生	42.0	4.9	83.7
	裸 苗	3年生5号	32.8	7.8	43.2
湯沢春植え区	コンテナ苗	3年生	48.5	6.1	80.0
	裸 苗	3年生3号	54.9	11.3	49.0
湯沢秋植え区	コンテナ苗	3年生	56.5	7.7	73.4
	裸 苗	3年生3号	58.9	9.9	59.5
村上春植え区	コンテナ苗	3年生	53.7	7.1	76.4
	裸 苗	3年生4号	40.6	9.7	42.2

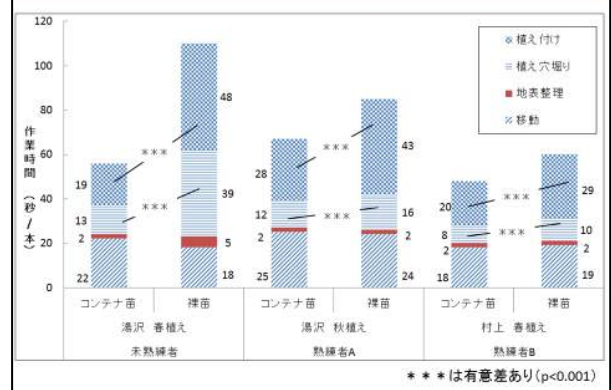
植栽時間の調査結果（3箇所）

植栽者		平均植栽時間(秒/本)		平均植栽本数(本/人日)		植栽効率 (裸苗/コンテナ苗)
		コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗	
湯沢春植え	未熟練者	56±12.27	110±26.02	385	196	1.96
湯沢秋植え	熟練者A	67±19.78	85±19.49	322	254	1.27
村上春植え	熟練者B	48±11.24	60±11.05	450	360	1.25

(平均値±標準偏差)

- ・熟練者で **1.25倍**，未熟練者で **2倍** コンテナ苗が早く植栽できる
- ・労働負荷も確実にコンテナ苗の方が軽い

植栽時間の調査結果（3箇所）



活着調査結果（4箇所）

調査区	植栽日	最終調査日	総数(本)		枯死(本)		活着率(%)	
			コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗
関川秋植え	H26年12月	H28年10月	87	89	10	8	88.5%	91.0%
湯沢春植え	H27年6月	H28年4月	89	89	1	0	98.9%	100.0%
湯沢秋植え	H27年11月	H28年4月	90	90	0	0	100.0%	100.0%
村上春植え	H27年6月	H28年10月	90	90	0	1	100.0%	98.9%
計			356	358	11	9	96.8%	97.5%

* 下刈り時の誤伐は集計から除外

活着率：両者に大きな差はなかった

雪害調査結果（4箇所）

調査区	植栽日	最終調査日	生存個体数		幹・梢端折れ本数	
			コンテナ苗	裸苗	コンテナ苗	裸苗
関川秋植え	H26年12月	H28年10月	77	81	2	4
湯沢春植え	H27年6月	H28年4月	88	90	1	7
湯沢秋植え	H27年11月	H28年4月	90	90	2	3
村上春植え	H27年6月	H28年10月	90	89	0	12
計			345	350	5	26

- ・裸苗は積雪で**幹折れ**している割合が多かった
- ・当初想定した**根株の抜け**は見られなかった

積雪の影響（H28,4月 村上市）



積雪による幹折れ

大きく曲がるが折れない

積雪の影響（H28,10月 村上市）



幹折れしても枯死せずにそのまま成長

曲がり方が回復し、ほぼ通直に成長

成長量調査（2成長期）

* いずれも機械地締り済み



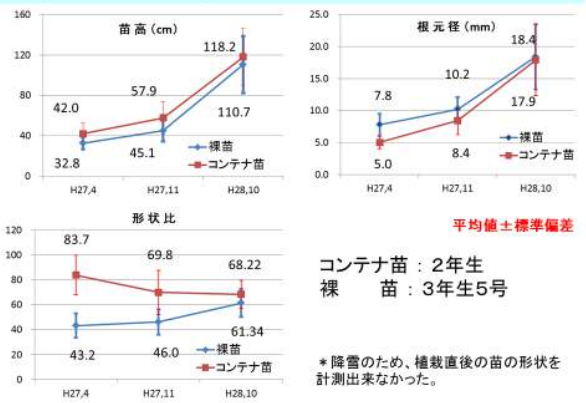
関川村
最深積雪：1.0～1.5m
植栽年月：H26年12月

湯沢町(国有林)
最深積雪：3.0～3.5m
植栽年月：H27年6月、11月

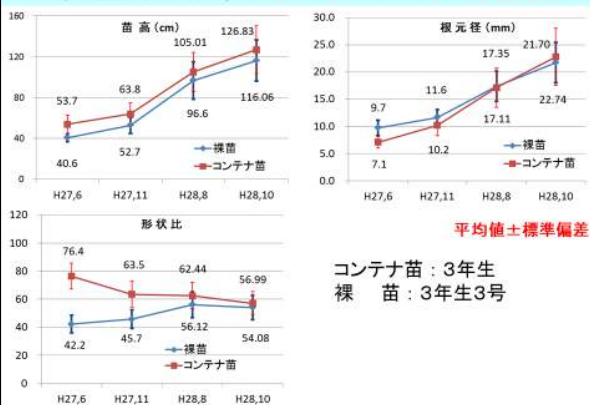
村上市
最深積雪：1.5～2.0m
植栽年月：H27年6月
H28年6月、10月、
H29年6月

- ・年1～2回、**苗高**と**根元径**を計測
- ・**関川村**、**村上市**について報告

成長量調査結果(関川村 H26年12月植栽)



成長量調査結果(村上市 H27年6月植栽)



成長量調査結果（2箇所）

- 苗高**
両者に違いはほとんどない
- 根元径**
コンテナ苗の方が大きい
- 形状比**
植栽時における差が縮まった



まとめと今後の調査

- ・活着率等の面においては、**緩傾斜**でのコンテナ苗の利用に問題はない
- ・コンテナ苗の初期成長は裸苗と比べ著しく良いわけではない。

今後の調査

- ・中～急傾斜地における**植栽工期**、**活着率等**の調査
- ・植栽地の**成長量等**の継続調査

③ 富山県農林水産総合技術センター森林研究所

調査・事例名	一般化線形混合モデルを用いた造材工程におけるオペレータの習熟度の影響評価
内 容	機械作業における工程調査を実施する場合、オペレータの習熟度が作業時間などに大きく影響する。標準工程を作成する場合、このようなオペレータの違いによる影響を排することがのぞまれる。様々な作業条件において多くのオペレータを用いることができれば、こうした影響を解消できるが、現実的には困難な場合が多い。そこで、造材作業の標準工程の作成に一般化線形混合モデルを用い、オペレータの違いによって生じる影響をランダム効果として与えることによって、こうした影響の解消を試みるとともにオペレータの習熟度の数値化を試みたので報告する。
発表方法	パワーポイント



一般化線形混合モデルを用いた 造材工程におけるオペレータの 習熟度の影響評価

富山県農林水産総合技術センター森林研究所
図子光太郎





はじめに

作業時間分析において各種工程の作業時間を観測すると、作業員やオペレータの技量や習熟度によって作業時間が大きく変動する。こうしたデータセットから作業時間などを推定する数理モデルを作成した場合、モデルの信頼性や合理性に問題が生ずる。

調査の対象となる作業員やオペレータの数を大きくすれば、こうした問題は解消できるが現実的には難しい。

また、経営管理などの観点から作業員やオペレータの技量や習熟度を定量的に評価する必要性が生じる。





本研究の目的

オペレータの習熟度や技量に大きな違いが見込まれるデータセットにおいて、**一般化線形混合モデル（GLMM）を用いる**ことにより、信頼性の高い合理的な造材時間推定式を作成する。





造材時間調査

ビデオカメラを用いた時間観測手法

造材機械：ハーベスタ KESLA 25SH
伐採種別：皆伐

オペレータの機械操作経験年数

オペレータ	経験年数
A	5年以上
B	3年
C	1年
D	1週間





造材時間推定式の作成

$$T_b = \exp(\beta_1 + \beta_2 D + \beta_3 H + r_o)$$

T_b : 造材時間 (秒/本)

D : 胸高直径 (cm)

H : 樹高 (m)

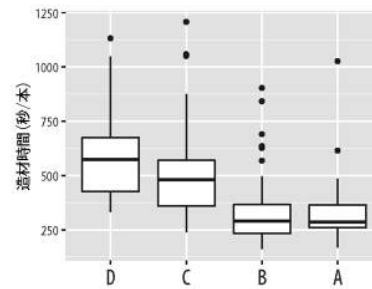
ランダム効果

r_o : オペレータ

一般化線形混合モデル (GLMM)

定量化されていない「数量」や「因子」のパラメータを正規分布で表し、ランダム効果として統計モデルに組み込む手法

造材時間の比較



オペレータ別の造材時間の比較

造材時間の解析結果

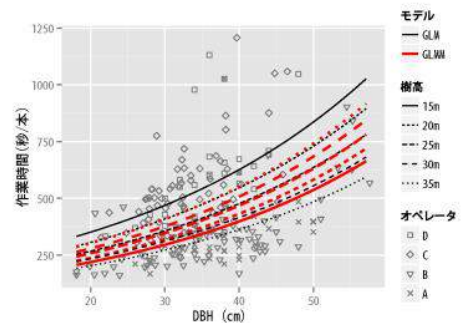
一般化線形混合モデル (GLMM)

	Estimate	SE	t value	p
固定効果				
切片	4.551	0.286	15.935	<0.001
胸高直径	0.030	0.004	6.908	<0.001
樹高	0.016	0.011	1.406	0.160
ランダム効果	std.Dev.			
オペレータ	46.67			

一般化線形モデル (GLM)

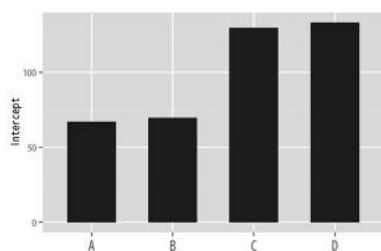
	Estimate	SE	t value	p
切片	5.693	0.213	26.768	<0.001
胸高直径	0.029	0.005	5.278	<0.001
樹高	-0.027	0.012	-2.204	0.029

造材サイクルタイム



胸高直径および樹高と造材時間との関係

オペレータ習熟度の比較



造材時間推定モデルにおけるオペレータ別の切片の比較

まとめ

オペレータの習熟度や技量に大きな違いが見込まれるデータセットにおいて、GLMMを用いて造材時間推定式の作成を試みた。

- 胸高直径や樹高と造材時間との間に合理的な関係性を有する信頼性の高いモデルを作成することができた。
- オペレータ毎の造材時間推定式の切片を用いることにより、オペレータの技量や習熟度を定量的に評価することができた。

④ 岐阜県森林研究所

調査・事例名	山地災害リスクを考慮した森林ゾーニングに関する取り組み
内 容	今後、皆伐再造林や路網整備を進めていくうえでは、山地災害リスクが高い場所を見極め、地形条件に適した木材生産を進めていく必要がある。岐阜県では、昨年度から行政と研究機関が連携し、山地災害リスクを考慮した森林ゾーニングの取り組みを実施しているため、その概要を紹介する。
発表方法	パワーポイント

2017.8.28 地域特性に対応した森林作業システム研究会（長野県）

**山地災害リスクを考慮した
森林ゾーニング**
～岐阜県郡上市の事例～

岐阜県森林研究所

岐阜県郡上市

- 人口約4万人
- 土地面積103千haのうち約9割が森林
- 林務行政は林務課が担当
- 林務の専門職を採用
- 「郡上市森林づくり推進会議」を設置し、市の森林づくりの方向性を検討



郡上市森林ゾーニング検討会議設置の経緯

郡上市森林ゾーニング検討会議（H28～）

- 市が市内のプランナー等（9名）の協力を得て、森林の区分と整備方針（ゾーニング）の（案）を策定
- 県普及員と森林研究所研究員が助言指導

【第1回】	6/2	ゾーニングの基本的考え方と必要な地図情報の確認
【第2回】	7/5	路網整備の際に考慮すべき危険地形に関する情報
【第3回】	8/1	モデル地域におけるゾーニング（案）の検討
【第4回】	9/2	ゾーニング方針（暫定版）の確定
【第5回】	10/11	ゾーニング方針（暫定版）の現地検討
【第6回】	11/24	ゾーニング方針（案）の確定

郡上市森林ゾーニング検討会議設置の経緯

森林の状況

- 土地面積103千haのうち約9割が森林
- 森林面積92千haのうち、人工林は51千haでその大半は戦後の拡大造林により植栽されたスギ・ヒノキ林であり、その多くが10齢級以上で主伐期を迎えている

表3-1-1-1 土地面積 (ha)

総面積	森林						その他
	森林	民有林	人工林	天然林	その他	国有林	
103,079	92,424	89,949	50,587	36,538	2,824	2,270	10,655

郡上市森林ゾーニング検討会議設置の経緯 木材需要の状況

- 平成27年9月に市内で大型製材工場(中国木材)が稼働し、県内で稼働中の合板工場(セイホク)や木質バイオマス発電所と併せて、安定的な木材需要の増加が見込まれる



郡上市森林ゾーニング検討会議設置の経緯 皆伐増加への対応

- 皆伐施策ガイドラインの作成(郡上市のホームページで公開中)



郡上市皆伐施策ガイドライン

森林の伐採にあたって

森林は、自然環境の恵みとして、生活環境の恵みとして、国土の保全と発展の恵みとして、後世に継承されるべきものである。そのために、伐採の計画・実施に当たっては、森林の健全な維持・増進を図り、森林の恵みを最大限に活用し、森林の恵みを次世代に継承していくことが求められる。

森林所有者の管理へ

森林所有者は、森林の管理・利用の責任を負う。森林の管理・利用は、森林の健全な維持・増進を図り、森林の恵みを最大限に活用し、森林の恵みを次世代に継承していくことが求められる。

伐採事業者の管理へ

伐採事業者は、伐採の計画・実施に当たっては、森林の健全な維持・増進を図り、森林の恵みを最大限に活用し、森林の恵みを次世代に継承していくことが求められる。

伐採制限の確認と手続き

伐採制限の確認と手続きは、森林の健全な維持・増進を図り、森林の恵みを最大限に活用し、森林の恵みを次世代に継承していくことが求められる。

伐採後の計画作成

伐採後の計画作成は、森林の健全な維持・増進を図り、森林の恵みを最大限に活用し、森林の恵みを次世代に継承していくことが求められる。

皆伐を控える森林

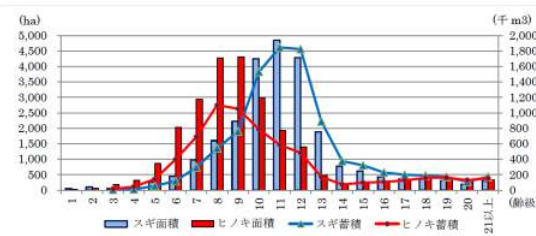
皆伐を控える森林は、森林の健全な維持・増進を図り、森林の恵みを最大限に活用し、森林の恵みを次世代に継承していくことが求められる。

伐採時の注意事項

1. 大規模な皆伐は避ける
2. 人工林の伐採は慎重に
3. 伐採区域を明確にする
4. 伐採後の管理・利用を計画する
5. 伐採後の管理・利用を計画する
6. 伐採後の管理・利用を計画する
7. 伐採後の管理・利用を計画する
8. 伐採後の管理・利用を計画する
9. 伐採後の管理・利用を計画する
10. 伐採後の管理・利用を計画する

郡上市森林ゾーニング検討会議設置の経緯 人工林の林齢構成

- これらの木材需要に応えつつ、年齢構成の平準化による持続可能な木材生産を進めていくためには、間伐を適切に進めるとともに、主伐後確実に再造林して循環利用を図っていくことが必要となる



郡上市森林ゾーニング検討会議設置の経緯 森林ゾーニングの必要性

以上の課題を円滑に進めるためには、木材生産を推進する「木材生産林」と森林の環境保全機能を重視した「環境保全林」のどちらへ導くのかを森林の将来像を見据えたうえで検討し、かつ、森林の区分ごとに適した森林の整備を進めていく必要がある

- 木材生産林**
 - ・間伐を適切に進めるとともに主伐も行いつつ資源の循環利用を図り、作業道の開設や森林施業において災害リスクの回避が可能な森林で、かつ、路網からの距離が近いことや団地としてのまとまりがあるなど効率性が配慮され、持続可能な林業経営が可能な森林。
- 環境保全林**
 - ・公益的機能の発揮のため特に配慮が必要な森林又は路網からの距離が遠く採算が見えないなど、木材生産に適していない森林。

木材生産に適した森林の条件

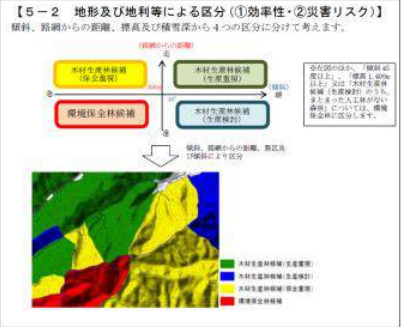
- 作業道の開設や森林施業において災害リスクの回避が可能な森林
- かつ、路網からの距離が近いことや団地としてのまとまりがあるなど効率性が配慮され、持続可能な林業経営が可能な森林

○木材生産林の検討に当たって配慮すべき事項

①効率性	②災害リスク	③自然環境の保護	④市民生活への影響
(例) ・路網からの距離	(例) ・危険地形(急傾斜地・崩壊危険地など)	(例) ・自然環境保全地域 ・飲料水の水源域周辺 ・自然公園	(例) ・飲料水の水源域周辺

郡上市のゾーニング手順

- 準林班(小群)単位(概ね5ha)で下記の区分を決定



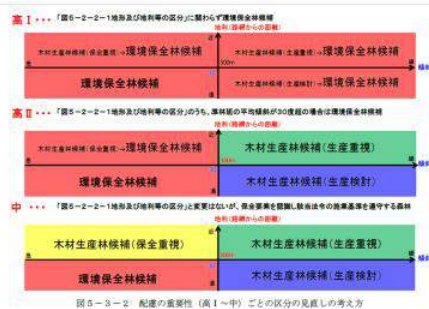
郡上市のゾーニング手順

- 保全要素(各種法規制など)の考慮

法令制限による森林施業の規制「無」	環境保全の配慮	法令制限による森林施業の規制「有」
1. 山形県森林法(林野庁長官認可) 2. 山形県森林法(林野庁長官認可) 3. 山形県森林法(林野庁長官認可) 4. 山形県森林法(林野庁長官認可) 5. 山形県森林法(林野庁長官認可) 6. 山形県森林法(林野庁長官認可) 7. 山形県森林法(林野庁長官認可) 8. 山形県森林法(林野庁長官認可) 9. 山形県森林法(林野庁長官認可) 10. 山形県森林法(林野庁長官認可)	高 I 高 II 中	1. 保安林(森林法) 2. 保安林(森林法) 3. 保安林(森林法) 4. 保安林(森林法) 5. 保安林(森林法) 6. 保安林(森林法) 7. 保安林(森林法) 8. 保安林(森林法) 9. 保安林(森林法) 10. 保安林(森林法)

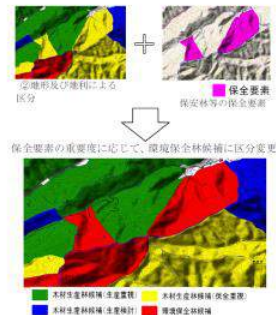
郡上市のゾーニング手順

- 保全要素（各種法規制など）の考慮



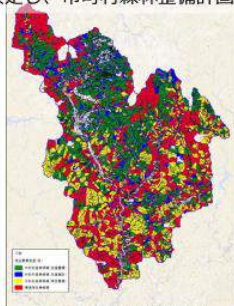
郡上市のゾーニング手順

- 保全要素（各種法規制など）の考慮



郡上市のゾーニング区分(案)

最終的な区分は森林所有者の意向や災害リスクへの配慮などを考慮して決定し、市町村森林整備計画へ掲載



郡上市森林ゾーニング検討会議の成果(H28)

- 郡上市の森林ゾーニングに関する基本方針の作成
 (郡上市のホームページで公開中)



今年度の取り組み

災害リスクを考慮した森林経営計画策定に向けた仕組みづくり

- 経営計画策定時に災害リスクを検討

項目	内容	評価
1. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
2. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
3. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
4. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
5. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
6. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
7. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
8. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
9. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
10. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○

チェックリストによる災害リスクの評価

項目	内容	評価
1. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
2. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
3. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
4. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
5. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
6. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
7. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
8. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
9. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○
10. 経営計画策定時に災害リスクを検討	経営計画策定時に災害リスクを検討	○

⑤ 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

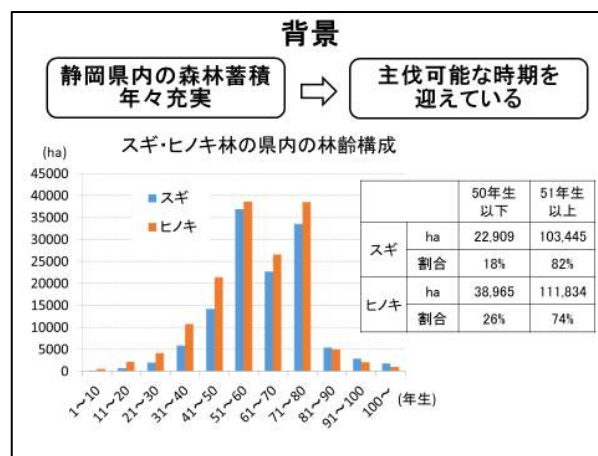
調査・事例名	スイングヤーダでの苗木運搬
内 容	県内の調査地で、簡易架線機械であるスイングヤーダを利用して苗木を運搬した際の作業効率を調査したため紹介する。
発表方法	パワーポイント

平成29年8月28日 作業システム研究会

スイングヤーダを利用した苗木運搬



静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター
木材林産科 平山賢次



背景

- 主伐の時期を迎えているが、間伐主体の作業のため、皆伐の事例が少ない。

↓

目的

効率的な皆伐作業システムを検証するため、皆伐の作業システムの生産性データを蓄積する。

平成27年度から花粉発生源対策事業で、県内で皆伐が実施されることとなった。本事業を活用し、県内の皆伐の事例を収集した。

スイングヤーダの苗木運搬は、この調査の一部として実施

調査様式

○現場基礎データ

面積 ha

樹種 スギ:ヒノキ:その他= : :

立木密度 本/ha

胸高直径 cm

樹高 m

傾斜 度

既設作業道延長 m

○使用した林業機械について

主な使用機械の型式

	ベースマシン	アタッチメント	備考
グラブ			
プロセッサ			
スイングヤーダ			

○最終的な実績について

生産量	m ³
作業道開設	m
植栽本数	本

調査様式

7月 1日 天気 晴れ 総産量 チェーンソー 4リットル

伐倒・防通搬送、給送まで、行った作業内容をすべて書いてください。
受給の架設・撤去や、作業道開設、それらの事前調査、搬入後の道路補修作業なども含め、今回調査地に関係する作業すべてを書いてください。

バックホフ 20リットル
スイングヤーダ 20リットル
プロセッサ 1リットル

燃料補給を行った場合は、おおよその量を記入してください。

名前	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	備考
A	伐倒					ハーベスタで造材							
B	グラブで仕分け												午後は他の調査へ行った
C	集材機で木寄せ					クローラで集積							
D						ウインチ付グラブで木寄せ							午時から来て6と交代した
E													

皆伐作業方法

車両系作業システム



簡易架線系作業システム



架線系作業システム



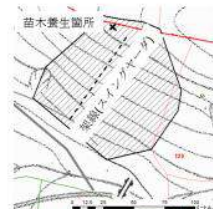
簡易架線系作業システムの事例

各調査地の概要				各調査地の労働生産性(m ³ /人・日)			
調査地4	調査地5	調査地6		調査地4	調査地5	調査地6	
林齢	55	67	75.102	伐倒	23.33	13.55	27.89
立木密度(本/ha)	975	950	1,100	木寄せ・集材	3.00	7.03	12.40
胸高直径(cm)	30	30	32	造材	8.54	14.92	23.00
樹高(m)	16	25	23	仕分け	-	-	-
幹材種(m ³)	0.91	0.86	0.86	現場内運材	21.88	-	-
平均幹径(直径)	37	27	28	システム全体	1.86	3.55	6.25
面積(ha)	1.07	0.85	0.9	(道・架設等除く)			
作業道(m)	新設100	既設120	既設80	その他	作業道開設等	-	-
生産量(m ³)	350	393	427	システム全体	1.79	3.55	6.25
利用割合				(道・架設等含む)			
生産量/(密度×幹材種)	0.86	0.57	0.5	伐倒	チェーンソー	スイングヤーダ	
				集材	チェーンソー	プロセッサ	プロセッサ
				造材	プロセッサ	プロセッサ	プロセッサ
				仕分け	グラブ	-	グラブ
				運材	トラック	-	-

簡易架線系作業システムでは、システム全体で、労働生産性6m³/人が確認された。ばらつきが大きいので、さらに調査が必要

スイングヤーダによる苗木運搬

苗木運搬	実施年度	平成28年度
使用機械	スイングヤーダ	
運搬距離	120m	
平均傾斜	37度	
本数	120本	
架線運搬	時間	7分32秒
	作業人数	5人
	運搬効率	191本/人・時
	本数	50本
人力運搬	時間	17分26秒
	作業人数	1人
	運搬効率	172本/人・時



提案・要望事項

① 山梨県森林総合研究所

提案・要望項目	山梨県県有林を使った各種功程調査協力について
内 容	山梨県県有林（実施事業）を利用した各種功程調査の実施、情報共有。（各県それぞれにおいて必要としていることが違うと思われるので、その意見摺合せと合致する内容に関する調査協力） 山梨県においては、調査地を必要に応じて山梨県県有林が事業の中から確保します（8頁参照）。
理 由	平成29年度3月に林野庁計画課から「造林、保育及び間伐事業標準工程表」で機械を用いた地拵え・間伐、獣害防除に関する標準功程が示されたが、傾斜等を考慮した補正值は記載されていない。 県有林としては諸条件を踏まえた上での補正值を決定したいということで、その資料となる現地での功程調査の協力依頼があった。

② 長野県林業総合センター

提案・要望項目	グラップル補助伐倒安全指針の必要性について
内 容	チェーンソーによる伐倒時の、グラップルで押しながら伐倒する方法に対して、安全指針等の作成が必要と思われる。
理 由	最近、伐倒方向を確実にするために、グラップルで押しながら伐倒する方法を用いる現場が散見される。労働安全衛生規則上は、伐倒木等により「危険を生ずるおそれのある」箇所には労働者に立ち入らせてはならないとなっているが、手順、立ち位置等を明確にすることが必要と思われる。

③ 森林総合研究所

提案・要望項目	路網データベースの構築について
内 容	これまでに引き続き、路網データベース構築のため、各県からのデータ提供をお願いしたい。収集するデータは概ねこれまでと同じだが、過去の施業時に開設した作業道を再度活用して施業を行った事例があれば、その旨を付記して提供いただきたい。
理 由	前研究会から平成28年度までに各県から約50件の路網データを提出いただき、路網整備による平均集材距離の短縮と労働生産性、コストとの関係について分析が行われている。この路網データベースをさらに充実させていきたい。 また、継続的な使用を想定した路網整備が進められてきたが、実際に修繕や改良を加えながら路網を繰り返し活用していく様子を時系列的に把握した例は少ない。そこで、そのような事例があれば積極的にデータベースの中に取り込みたいと考えている。

開催報告

地域特性に対応した森林作業システム研究会

長野県林業総合センター

- 1 日 時 平成 29 年 8 月 28 日（月）～ 8 月 29 日（火）
- 2 場 所 (1)会議 長野県長野市中条 やきもち家
(2)現地検討会 長野県長野市中条地籍
- 3 出席者 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所、新潟県、富山県、山梨県、岐阜県、静岡県、長野県（7 機関、17 名）
- 4 会 議
 - (1) あいさつ 長野県林業総合センター所長 宮宣敏
 - (2) 調査・事例紹介
 - ア 森林総研 UAV とマルチスペクトルカメラの活用
 - イ 森林総研森林 3 次元計測システム（OWL）による毎木調査事例
 - ウ 森林総研竹製横断排水溝の試作及び使用されるモウソウチクの耐久性
 - エ 新潟県 多雪地におけるコンテナ苗植栽調査について
 - オ 富山県 一般化線形混合モデルを用いた造材工程におけるオペレータの習熟度の影響評価
 - カ 岐阜県 山地災害リスクを考慮した森林ゾーニングに関する取り組み
 - キ 静岡県 スイングヤードでの苗木運搬
 - (3) 研究会のあり方について
 - ①専門部会に戻さず研究会のままとする②8 月上旬までに開催するよう努める③必要が生じた場合はブロック会議に要望事項を提出する④全機関が、また各機関の研究・指導部門が出席できるような取り組みを行っていく、の 4 点の意見が出された。
 - (4) 提案・要望事項について
 - ア 山梨県 山梨県県有林を使った各種功程調査協力について
 - イ 長野県 グラップル補助伐倒について
 - ウ 森林総研路網データベースの構築について
- 5 現地検討会
 - (1) CS 立体図を活用して作業道線形を計画した現場において、CS 立体図と現地の地形・地質の照合を行いながら、質疑、検討を行った。
 - (2) 地元林業事業体で試験的に取り組んでいる、道路沿い林分からのラフテレンクレーンを用いた全木吊り搬出現場を視察し、質疑、検討を行った。



写真1 CS 立体図活用作業道線形視察



写真2 クレーン吊り搬出視察

第 5 回研究会 平成 30 年度（岐阜県）

平成 3 0 年度

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会

地域特性に対応した森林作業システム研究会

平成 30 年 6 月 26 日（火）～6 月 27 日（水）

岐阜県森林研究所

平成 30 年度 関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
地域特性に対応した森林作業システム研究会

参 加 者

機 関 名	部 署	役 職	氏 名
新潟県森林研究所	きのこ・特産課	課長	涌井 克彦
富山県農林水産総合技術センター 森林研究所	森林資源課	森林資源課長	図子 光太郎 (26 日のみ)
山梨県森林総合研究所	資源利用科	研究員	大地 純平
長野県林業総合センター	指導部	担当係長兼林業専門技術員	高野 毅
静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター	木材林産科	上席研究員	佐々木 重樹
		主任研究員	平山 賢次
森林総合研究所	林業工学研究領域	領域長	毛綱 昌弘
	林業工学研究領域	チーム長	上村 巧
	収穫システム研究室	室長	中澤 昌彦
		主任研究員	瀧 誠志郎
	森林路網研究室	主任研究員	山口 智
	地域連携戦略室	室長	山田 毅 (27 日のみ)
岐阜県森林研究所	森林資源部	所長	古川 邦明
		部長研究員兼部長	水谷 和人 (26 日のみ)
		専門研究員	臼田 寿生
		主任研究員	和多田 友宏

日 程

6月26日(火) 現地検討会(高山市一之宮町)

<鉄道でお越しの方>

集合(JR 高山駅 西口 ロータリー) 13:30
現地検討会会場へ移動(岐阜県公用車) 13:30～14:00

<自動車でお越しの方>

集合(道の駅 モンデウス飛騨位山 駐車場) 14:00
：岐阜県高山市一之宮町 7846 番地 1)
現地検討会 欧州型(屋根型)の路網開設地 14:00～16:30

【講師】

飛騨市森林組合 中谷 和司 氏

宿泊施設へ移動 16:30～17:00

情報交換会 18:00～20:00

6月27日(水) 会議(飛騨総合庁舎 厚生棟2階 厚生2会議室: 岐阜県高山市上岡本町 7-468)

宿から会場へ移動 8:30～9:00

研究会討議 9:00～12:00

議題(1) 調査・事例紹介

① 森林総合研究所 9:00～9:30

「林業工学研究領域の概要」

「大径・長尺材に対応した新たな生産技術の開発」

「～やまんば伝説の里～信州中条の森林再生事業」

② 新潟県森林研究所 9:30～9:40

「多雪地の緩傾斜地におけるスギコンテナ苗の植栽工期と活着」

③ 山梨県森林総合研究所 9:40～9:50

「やまなし次世代林業推進事業(H30年実施開始事業)について」

④ 長野県林業総合センター 9:50～10:00

「自走式搬器の新旧機種間の作業工期の差」

⑤ 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター 「ウインチ及びジグザグ滑車を利用した集材功程」	10:00～10:10
休憩	10:10～10:20
<u>議題（２）提案・要望事項について</u>	
① 長野県林業総合センター 「森林環境譲与税導入に伴う市町村発注事業への指導について」	10:20～10:30
② 静岡県森林・林業研究センター 「林業作業員の日報調査方法について」	10:30～10:40
<u>議題（３）研究会報告書のとりまとめについて</u>	10:40～11:20
<u>議題（４）次期研究会について</u>	11:20～12:00
閉会	12:00
（ＪＲ高山駅へ移動）（岐阜県公用車）	12:00～12:15
（解散）	12:15

※ 上記の日程は、諸般の事情により、変更する場合があります。

※ ２日間とも昼食の用意はありませんので、各自でご対応をお願いします。

調査・事例紹介

① 森林総合研究所

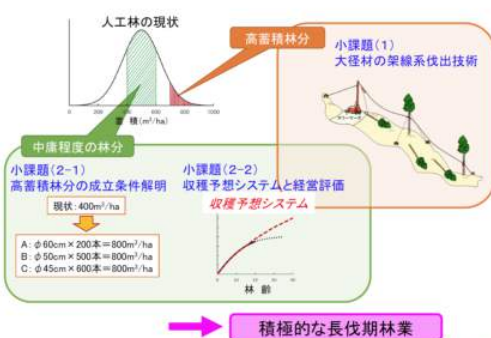
調査・事例名	林業工学研究領域の概要
内 容	平成 30 年度になって、林業工学研究領域の研究体制が変わり、今年度から新しい事業も開始するので、これらについて情報提供を行う。
発表方法	パワーポイント

林業工学研究領域の研究課題

領域職員の参画研究課題

		H28	H29	H30	H31	H32
委託プロ	山地災害リスクを低減する技術の開発	○	○	○	○	○
生産性革新	スマート調査・スマート加工技術の確立			○	○	○
革新（地域プロ）	優良苗の安定供給と下刈り省力化による一貫作業システム体系の開発	○	○	○		
実施課題	効率的な木材生産技術及び先進的な林業生産システムの開発	○	○	○	○	○
福島イノベーション	苗木植栽ロボットの開発・実証	○	○	○		
革新（地域プロ）	無人走行フォワードによる集材作業の自動化に関する実証研究	○	○	○		
革新（先端プロ）	選林作業の負担軽減のための林業用アシストスーツの研究開発	○	○	○	○	○
革新（先端プロ）	ICT技術やロボット技術を活用した高度木材生産機械の開発	○	○	○	○	○
交付金プロ	積極的長伐期林業を目指す大径材利用技術の開発			○	○	○
森林林業振興助成	地上型レーザーキャッチャーによる効率的な収穫調査と集材生産現場への活用方法の提案		○	○		
交付金プロ	資源と需要のマッチングによる北海道人工林資源の保護・有効利用方策の提案		○	○	○	○
実施課題	効率的な木質バイオマスエネルギー利用システムの提示	○	○	○	○	○
革新（経営プロ）	資材の安定供給による構造用集成材の低コスト化技術の開発				○	○
交付金プロ	土木分野における木材の利用技術の高度化				○	○
S I P	地域のリグニン資源が先導するバイオマス利用システムの技術革新	○	○	○		

積極的長伐期林業を目指した大径材利用技術の開発



(1) 大径材の架線系伐出技術の確立



原材料の安定供給による構造用集成材の低コスト化技術の開発

【現状】 構造用集成材の製造に際しては国際競争力の強化が急務
【課題】 大断面集成材の生産コストが高い
 【その原因】・原料の供給が不安定
 ・工場での生産性が低い

【研究項目】

1. 全木・全幹集材方式による原木の安定供給システムの開発
2. ラミナの効率的生産技術の開発
3. 大断面集成材の開発・性能評価
4. 普及支援業務

達成目標 トータルで製造コストを5%削減
アウトカム 国産材の競争力強化 林業の成長産業化

・森林総研・(公大)秋田県立大学
 ・(株)諸岡・岡山県森林研究所

・森林総研・岡山県森林研究所
 ・静岡県農林技術研究所

・森林総研
 ・日本集成材工業協同組合

・秋田県農林水産部
 ・日本集成材工業協同組合

全木・全幹集材方式による原木の安定供給システムの開発

■ **全木・全幹集材のためのクランプスキッドの開発**

- ✓ ゴムクローラ型クランプスキッドの開発
- ✓ 全木材の牽引性能・安定性の評価
- ✓ リモコン機能による安全性・効率性の向上

■ **全木・全幹集材による安定供給システムの構築**

- ✓ 開発機を用いた全木集材システムの生産性評価
- ✓ 全木・全幹集材システムに適した路網・土場の解明
- ✓ GISを用いたモデル地域の安定供給シミュレーション

土木分野における木材の利用技術の高度化

新用途開発による需要拡大を目指す研究
 土木分野における新たな用途を開発することによる、利用拡大を図る。
課題1 質の高い木材の供給を確保するための技術の開発
課題2 質の高い木材の供給を確保するための技術の開発

・民間企業、都道府県の関係者に導入し、普及を図る。

・民間企業、都道府県の関係者に導入し、普及を図る。

・民間企業、都道府県の関係者に導入し、普及を図る。

・民間企業、都道府県の関係者に導入し、普及を図る。

森林資源由来の材料を活用した路網作設方法の開発

高性能林業機械の導入に伴い
 路体補強・路面保全の必要性が増加し、
 現在、鉄・コンクリートが一部使用されている

そこで以下の研究を実施
 性能が担保された木質材料による路体補強
 容易に置換可能なタケを用いた路面保護

研究期間短縮のため、沖縄で試験を実施

作業性↑
 品質の安定性↑
 耐久性↑
 トータルコスト↓

既存の路盤工
 (丸太や鉄板を使用)

タケを使った橋脚排水溝

品質が明確な木質材料による路盤工
 (イメージ)

建設工事における合板板利用例
 (H26、建設現場より)

スマート捕獲・スマートジビエ技術の確立

参考機関

長崎県農林技術開発センター(代表機関)
 (株)RFJ
 鳥羽商船
 宇都宮大学
 岩手大学
 甲子園大学
 (株)ニッポンジーン
 (株)ファスマック
 農研機構畜産草地研究所
 静岡県
 (株)スカイシーカー
 兵庫県立大学
 西日本農研
 森林総研関西支所
 森林総研

スマート運搬技術

捕獲現場 **処理施設**

見回りの自動化
 エサやりの自動化
 鳥類の追払いの検討
 (自動追尾など)

アクセス困難な場所での捕獲推進
 捕獲地の検出(アプリデータとの連携)

捕獲個体の積極的な搬出
 捕獲現場からの搬出・処理施設への搬入のスピード化
 (捕獲作業の負担軽減・捕獲個体の利用率増加)

電動運搬車+簡易ウィンチ
 (わな運搬・捕獲個体運搬)

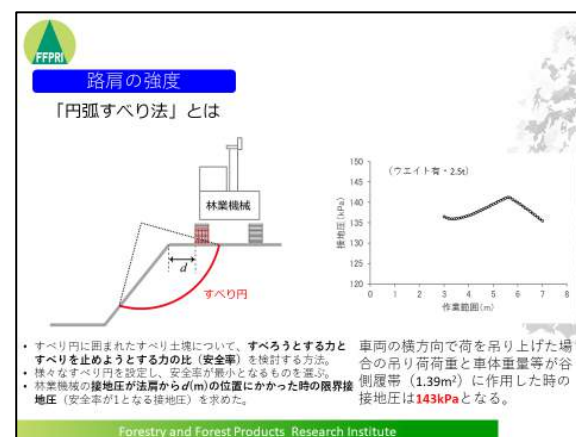
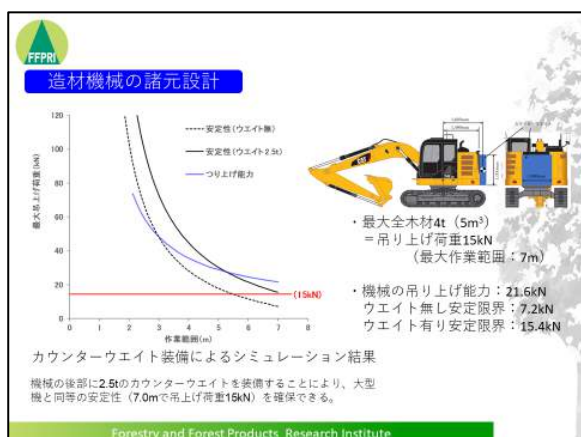
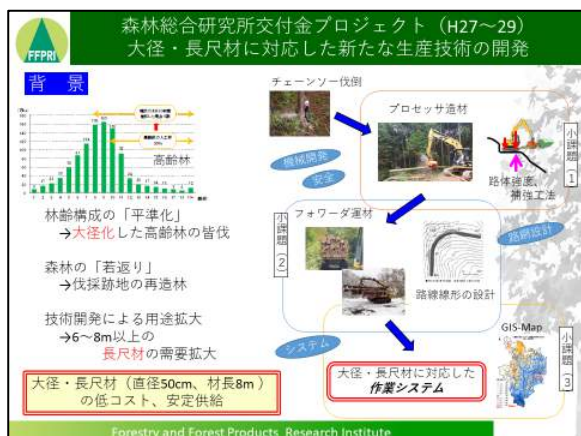
アシストスーツ
 (わな設置・捕獲個体運搬)

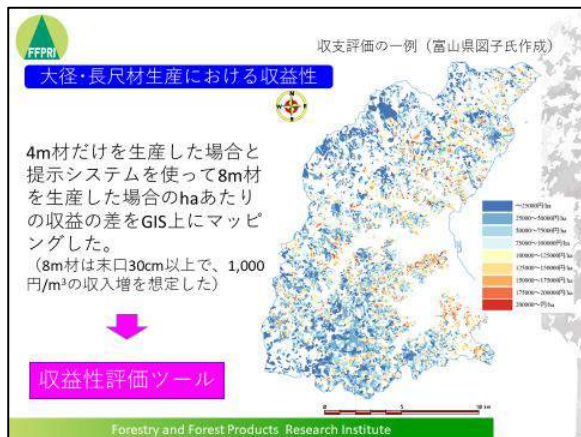
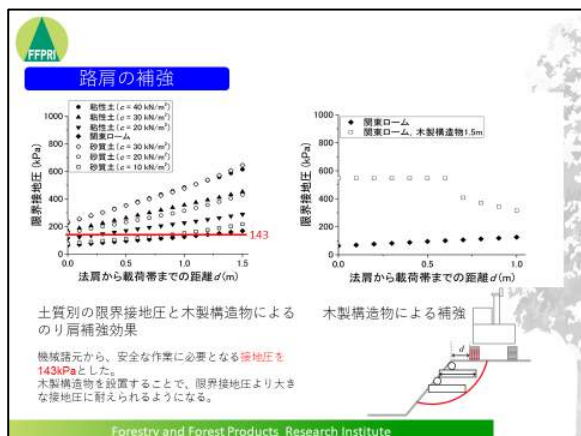
担当課題

福島インバージョンコースト環境に基づく先導的森林ロボット開発事業

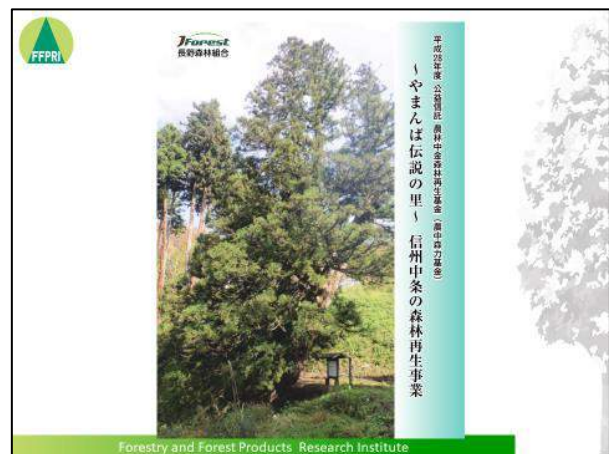
福島県森林研究センター・森林総合研究所(代表機関)
 (株)RFJ
 (株)ニッポンジーン
 (株)ファスマック
 農研機構畜産草地研究所
 静岡県
 (株)スカイシーカー
 兵庫県立大学
 西日本農研
 森林総研関西支所
 森林総研

調査・事例名	大径・長尺材に対応した新たな生産技術の開発
内 容	平成 27 年度から平成 29 年度までの 3 か年実施した、森林総合研究所交付金プロジェクト「大径・長尺材に対応した新たな生産技術の開発」が終了したので、この成果を報告する。大径（胸高直径 50cm）・長尺材（材長 8m）に対応するための、安全な伐木技術、造材機械と集材機械に求められる諸元、これらを運用するための路体条件（路体強度、路線線形等）を検討することにより、高効率かつ安全な伐採搬出作業システムを開発し、生産性やコスト、収益性を評価した。なお、本事業には富山県森林研究所に協力をいただいた。
発 表 方 法	パワーポイント





調査・事例名	～やまんばん伝説の里～信州中条の森林再生事業
内 容	長野県長野森林組合が受託した農中森力(もりぢから)基金「～やまんばん伝説の里～信州中条の森林再生事業」に研究協力し、森林ゾーニング手法、UAVおよびTLSを用いた森林資源把握技術、大型クレーンを使用した特殊伐採の作業システムの生産性等を解明したので報告する。なお、本事業は長野県林業総合センターとともに実施した。
発 表 方 法	パワーポイント



ゴンドラによる高所荷掛作業

移動式クレーンによる高所作業
ゴンドラの安全基準

- 原則は労働者を吊上げることはできないが、やむを得ない場合やより安全な場合に限り、安全な専用の搭乗設備を用いれば可能

安全な専用の搭乗設備

- ワイヤーロープ等により吊り下げられるもの
- 安全係数以上のつり鋼索またはつり鋼線（10以上）、つり鎖またはつり鋼帯（5以上）
- 高さ90 cm以上の手すり、全周に中さんおよびはば木
- 安全帯その他の命綱



Forestry and Forest Products Research Institute

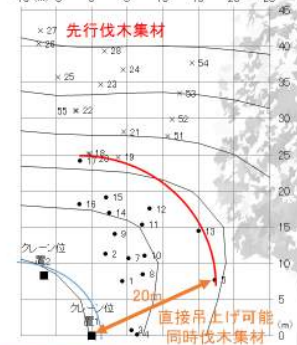
集材可能範囲

クレーンから20m以内

- ゴンドラを利用した直接吊上げが可能
- ←同時伐木集材

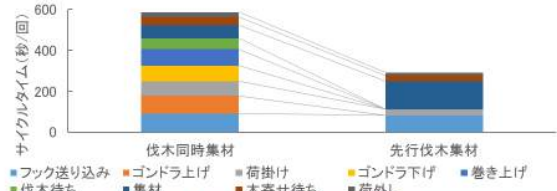
クレーンから20m以遠

- フェンスに掛からないよう方向に注意して先行伐木
- ←先行伐木集材
- 横引き、斜め引きは禁止
- 最大で40m？（20m+樹高）



Forestry and Forest Products Research Institute

作業内容と生産性



	サイクル回	作業時間秒	生産量m³	生産性m³/時	m³/日	m³/人日
伐木同時	16	9,362	9.2	3.5	21.3	4.3
先行伐木	8	2,325	4.0	6.2	37.4	7.5
総計	24	11,687	13.3	4.1	24.5	6.1

→クレーン架設・撤去、材・枝条整理を含むと20m³/日

Forestry and Forest Products Research Institute

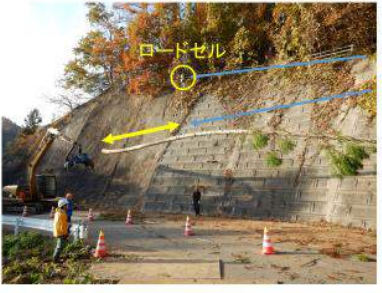
間伐前 **間伐後**



間伐により立木密度が減少し
林床まで確認できる

Forestry and Forest Products Research Institute

安全に吊上げるために



計測項目

- 全木質量
- 重心高さ
- 荷掛け高さ
- 生枝下高
- 樹高
- 胸高直径

Forestry and Forest Products Research Institute

立木ごとの樹高・生枝下高・重心高さ・荷掛け位置



Forestry and Forest Products Research Institute

安全なクレーン集材について

1. 大型クレーンが作業可能な広さ
2. 安全基準を満たしたゴンドラの利用
3. ゴンドラ利用による直接吊上げは20m以内
4. 樹高の45～50%以上の高さに荷掛ける
5. ゴンドラが上空にあるときは、伐倒手はクレーンと反対側に十分に距離を取る
6. 材を引っ張り上げる反対側から伐木する
7. 荷の横引き、斜めづりはしない

Forestry and Forest Products Research Institute

固定翼UAVを活用した新設作業道の判読と評価

カメラ搭載機
様々なカメラが搭載可能

DEM情報を使った
三次元フライトプラン

Forestry and Forest Products Research Institute

【離陸】

離陸着地点
空撮エリア
直線距離 約1.2km

Google Earth

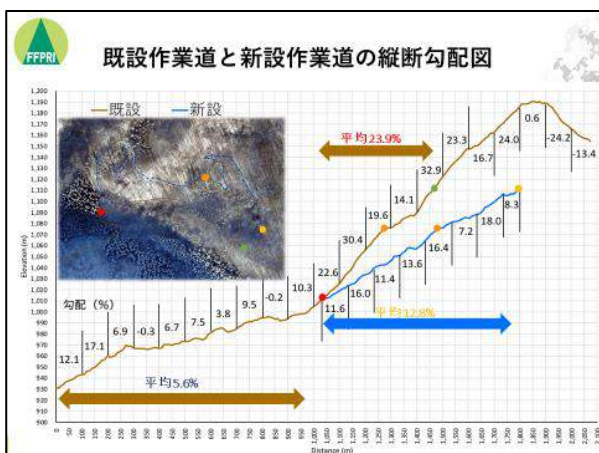
【着陸】

Forestry and Forest Products Research Institute

新設作業道

既設作業道 (GPSログ)

Forestry and Forest Products Research Institute



② 新潟県森林研究所

調査・事例名	多雪地の緩傾斜地におけるスギコンテナ苗の植栽工期と活着
内 容	新潟県内の多雪地の緩傾斜地においてスギコンテナ苗と裸苗を植栽。その結果、植栽効率はコンテナ植栽の方が裸苗植栽より有意に高く、熟練作業員では1.25倍程度の早さで植栽できた。 一方、活着・植栽後の雪害・獣害等の被害はコンテナ苗も裸苗も大きく変わらなかった。 したがって、緩傾斜地においては、積雪地でもコンテナ苗を適用できる可能性が認められた。
発 表 方 法	資料配付 A4×2枚

宮嶋大介・小柳正彦（2017）多雪地の緩傾斜地におけるスギコンテナ苗の植栽工期と活着．新潟県森林研究所研究報告、No. 57：31～36.

31 多雪地の緩傾斜地におけるスギコンテナ苗の植栽工期と活着 宮嶋 大介¹⁾・小柳 正彦²⁾ 要旨（新潟県内の多雪地の緩傾斜地（傾斜10度程度）においてスギコンテナ苗と裸苗を植栽した。その結果、植栽効率は、コンテナ苗植栽の方が熟練作業員より有意に高く、熟練作業員では1.25倍程度の早さで植栽できた。一方、活着・植栽後の雪害・獣害等の被害は、コンテナ苗も裸苗も大きく変わらなかった。したがって、緩傾斜地においては、積雪地でもコンテナ苗を適用できる可能性が認められた。） キーワード：スギコンテナ苗、植栽工期、活着、多雪地、緩傾斜 Ⅰ はじめに 戦後から昭和10年代の拡大造林期に全国的に多くのスギやヒノキなどが植栽され、その多くが現在伐期に達している。新潟県内においても、スギを中心に植栽され、現在その蓄積は55,965千m³であり、そのうちの標準伐期齢を達した10齢級以上は44,032千m³に達している（新潟県 2016）。 近年、全国的に再生可能なエネルギーとしてのバイオマス利用や温暖化対策として森林資源の積極的な利用が期待されている。また、持続可能な林業経営のため林齢構成の平準化を図ることが必要である。このため、主伐・再造林を行い、森林資源を利用及び森林を更新させることが求められている。 しかし、スギ丸太価格がピークの昭和55年に比べ1/3以下に落ち込むなど林業を取り巻く環境は厳しく、再造林がでないことから主伐を繰える、もしくは再造林を行わないなどの問題が発生している。このため、適切な森林資源の循環利用を推進するために主伐及び再造林のコストを削減する「低コスト再造林」の技術が求められている。 近年、その手法の一つとして「コンテナ苗」を活用した「一貫作業システム」が注目されている。この手法は主伐と再造林を一体化することでコストを削減させること及び低労力かつ植栽の手間の削減が少ない「コンテナ苗」を使用することで、コストの低減を図る方法である（今宮 2011、森林総研 2013、田川ら 2013）。 しかし、コンテナ苗は雪の少ない地域で使われた事例が多い。このため、新潟県のような雪の多い多雪地で、雪が少ない地域での事例を適用することができるとは断言する必要がある。 そこで、本研究ではまず比較的雪害を受けにくいと思われる緩傾斜地において、コンテナ苗を植栽し、その植栽工期を裸苗と比較することで、コンテナ苗植栽によるコスト削減効果を試算した。そして、コンテナ苗の活着や雪害等を裸苗と比較し、多雪地への適用の可能性を検討した。 Ⅱ 調査方法 1 植栽工期調査 調査は、新潟県新潟市東区の国有林と村上市の民有林の2林分、計3調査区でおこなった。植栽年月日、植栽密度など諸条件を表1にまとめて示す。なお、最終伐期は新潟県林地調査（新潟県治山課 1976、新潟県治山課 1978）から読み取った。調査地では、隣接する同一林分で「春植え」と「秋植え」（以下、湯沢春植え区、湯沢秋植え区）、村上市では「春植え」（以下、村上春植え区）の合計2林分3調査区を設置した。「湯沢秋植え区」と「村上春植え区」は、地元の森林組合等の植栽作業に熟練した現場作業員（以下、湯沢秋植え区は豊崎晋一、村上春植え区は豊崎晋二）が植栽をおこなった。「湯	
--	--

1) 新潟県森林研究所（〒958-0264 村上市豊後路2249-5）
2) 現所属：新潟県森林生産部林画課（〒950-8550 新潟市中央区霞光4-1）
(S015445)E13E 提供 2016年11月17日発注

調査・事例名	「やまなし次世代林業推進事業（H30 年実施開始事業）」について
内 容	平成30年度より県有林課が主体として実施する「やまなし次世代林業推進事業」について紹介する。 ①一貫作業システムの実証、功程の調査 ②ICT機器を用いた各種作業の効率化
発 表 方 法	パワーポイント

山梨県森林総合研究所
資源利用科
大地純平

伐採→集材→搬出→地拵え→植栽
 ↓
 全木集材
 ↓
 簡素化or省略
 コンテナ苗
 (カラムツ)

ドローン(運搬、計測)、地上レーザ計測、、、

名称	CWL	SDWalker
画像		
スペック	システム構成: 組込ボード・Linux 動作環境: 200mm (直径 15cm) 動作時間: 約 100min (連続動作) 動作範囲: 約 100m (連続動作) 動作時間: 約 100min (連続動作) 動作範囲: 約 100m (連続動作)	システム構成: 組込ボード・Linux 動作環境: 200mm (直径 15cm) 動作時間: 約 100min (連続動作) 動作範囲: 約 100m (連続動作)
概要・メーカー	株式会社アドテックシステム	株式会社 waco
価格(税別)	約 100万円	約 100万円
特徴	高機能・高信頼性・高セキュリティ	高機能・高信頼性・高セキュリティ
備考	高機能・高信頼性・高セキュリティ 高機能・高信頼性・高セキュリティ 高機能・高信頼性・高セキュリティ 高機能・高信頼性・高セキュリティ	高機能・高信頼性・高セキュリティ 高機能・高信頼性・高セキュリティ 高機能・高信頼性・高セキュリティ 高機能・高信頼性・高セキュリティ



地上計測技術

- ・地上レーザー計測、高精度GPSの導入
- ・森林調査の効率化、高精度データの取得

ドローン活用

- ・被災地、到達困難地での迅速な現状把握
- ・ドローンを基にした中計測 (数〜数十ha)

森林GIS

- ・森林データの集積、編集、管理
- ・調査管理データの提供、フィードバック

タブレットの活用

- ・多彩な機能を用いたデータ・タミナル
- ・ナビ、簡易計測、データ収集、撮影、他

中央機能

- ・職員の負担軽減
- ・安全性の確保
- ・データの高精細化
- ・WLBの改善

データの流れ

- 地上計測** (レーザー計測機、GPS) → **高精度データ** (地上レーザー計測機、GPS) → **森林GIS**
- ドローン計測** (ドローン) → **高精度データ** (ドローン) → **森林GIS**
- 森林GIS** → **データ提供、フィードバック** (タブレット) → **森林GIS**
- 森林GIS** → **データ提供、フィードバック** (タブレット) → **森林GIS**

④ 長野県林業総合センター

調査・事例名	自走式搬器の新旧機種間の作業工程の差
内 容	従来から自走式搬器により集材作業を行っている作業班の現場で、 新型機による集材作業が行われたことから、工程調査を実施し、その 差を検証したので、ご報告します。
発 表 方 法	パワーポイント

自走式搬器の新旧機種間の 作業工程の差

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
地域特性に対応した森林作業システム研究会

平成30年6月27日

長野県林業総合センター
指導部 高野毅

背景

- ・架線系集材が必要な林地がある
- ・本格架線は架設撤去に多大な労力を要する
 - 簡易架線(タワーヤード、自走式搬器)
- ※自走式搬器は搬器走行速度が遅かった・・・
 - 搬器走行速度を改善した機種の開発
- ・同一林分、同一作業員が
従来の機種(旧機種)、新型の機種(新機種)
を用いて集材作業
 - 新旧機種間での工程の差を調査

工程調査内容

ラジキャリー主要機種諸元一覧

機種	諸元	出力 (kW)	自重 (kg)	搬送能力 (kg)	最高速度 (m/min)
BCR-04SP(D)		5.5	350	400	95
BCR-08SP(D)		6.25	440	800	80
BCR-10SP(D)		8.5	375	1,000	125
BCR-130A		7.3	500	1,300	140
BCR-15SP(D)		14.7	850	1,500	120
BCR-130B		14	640	1,350	200

BCR-10SP(D) : 旧機種
BCR-130B : 新機種

工程調査内容

調査箇所: 松川町片桐地籍
ヒノキ・サワラ混交林
林齢: 44年生
地形平均傾斜 5°
施業者: 飯伊森林組合
(普段、旧機種使用)

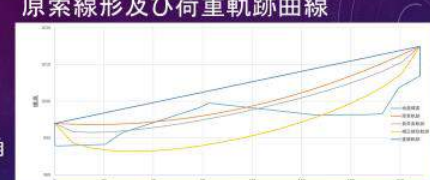


項目	機種	旧機種	新機種
調査日		H29.9.13	H29.8.31
調査サイクル		31	60
平均運材積		0.24m³/回	0.29m³/回

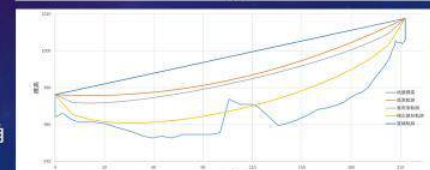
工程調査結果

原索線形及び荷重軌跡曲線

旧機種
水平距離
220m
支間傾斜角
5.4°



新機種
水平距離
213m
支間傾斜角
5.5°



工程調査結果

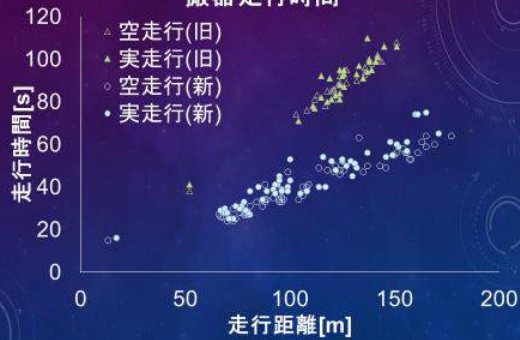
各作業固定時間

■ 旧機種 ■ 新機種

作業	旧機種	新機種
索上げ	~6	~5
空走行	~1	~1
索下げ	~8	~1
荷掛け	~11	~16
荷上げ	~8	~9
空走行	~1	~1
荷下げ	~5	~5
荷外し	~21	~21

功程調査結果

搬器走行時間



功程調査結果

索引込・横取時間

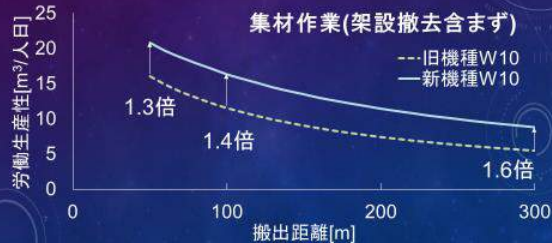


労働生産性のシュミレーション

1サイクルタイム L:平均搬出距離 W:平均横取距離

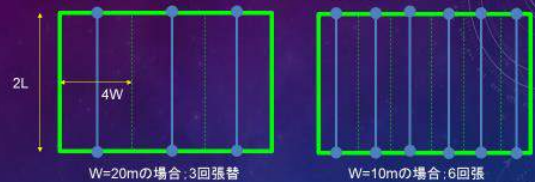
旧機種: $T=1.37L+2.97W+76.96$ 作業員:2名、6時間/日

新機種: $T=0.73L+2.31W+75.60$ 搬出材積:0.26m³/回



労働生産性のシュミレーション

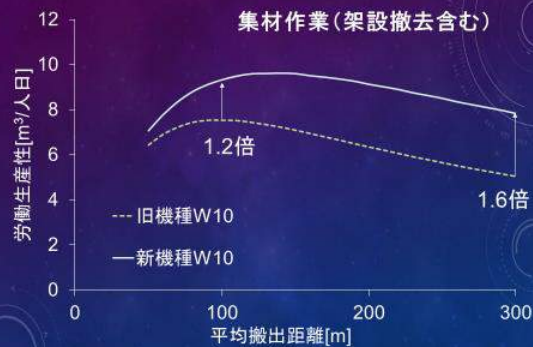
幅240mの矩形林地モデル



想定:45年生ヒノキ林分、950本/ha、地位2、単木材積0.43m³、
間伐率33%、利用率60%(単木利用材積0.26m³)
作業員2名、実労働時間6時間、運搬材積0.26m³/回
架設撤去人工3人日/200m、20mにつき1%人工増減

労働生産性のシュミレーション

集材作業(架設撤去含む)



考察

- ☆新機種は搬器走行速度が速い
- ★引込・横取時間は新旧機種間に差が見られない
 - 支間距離が比較的大きく、横取距離が比較的小さい張替多用型で新旧機種間での労働生産性に差が出やすいと推察
- ☆労働生産性は、旧機種の概ね1.2倍以上
 - 条件次第では買い替えのメリット有

ご清聴ありがとうございました

⑤ 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

調査・事例名	ウインチ及びジグザグ滑車を利用した集材工程
内 容	静岡県内の国有林の列状間伐実施地で、グラップルのウインチ集材とジグザグ滑車を利用したスイングヤーダ集材を比較検討したため、内容を紹介する。
発 表 方 法	パワーポイント

平成30年6月27日 地域特性に対応した作業システム研究会

生産性の向上のために

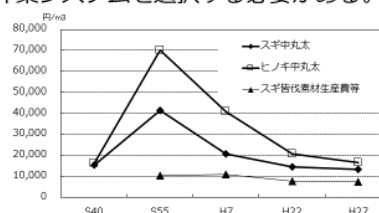
グラップルのウインチ集材と
ジグザグ滑車を利用したスイングヤーダ集材



静岡県森林・林業研究センター 平山賢次

背景

- ・県内の森林資源は利用する時期を迎えている。
- ・木材価格が下落しているため、利用が進みにくい。
- ・安定した林業経営・所有者への還元には、低コストで丸太を生産する必要がある。
- ・低コストで丸太を生産するためには、現場条件に応じた作業システムを選択する必要がある。



調査地概要

浜松市北区三ヶ日町
上尾奈国有林19と1林班
面積：3.02ha
樹種：ヒノキ
林齢：40年生
平均胸高直径：20cm
平均樹高：15m
伐採方法：列状間伐（2伐5残）
伐採率：30%



紹介する集材方法の事例

・作業道に材を並べる集材方法

作業道に材を並べるメリット

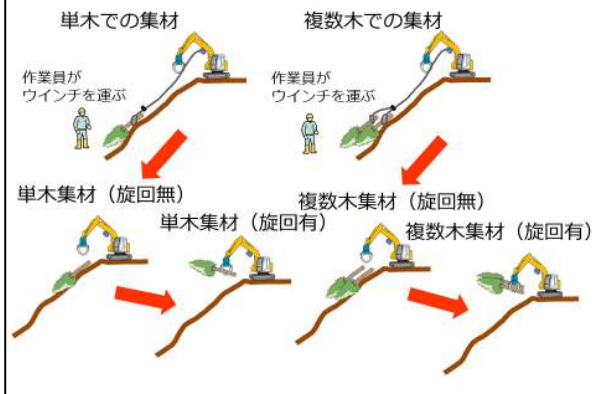
①材を斜面に並べた際の材の滑落防止※急傾斜



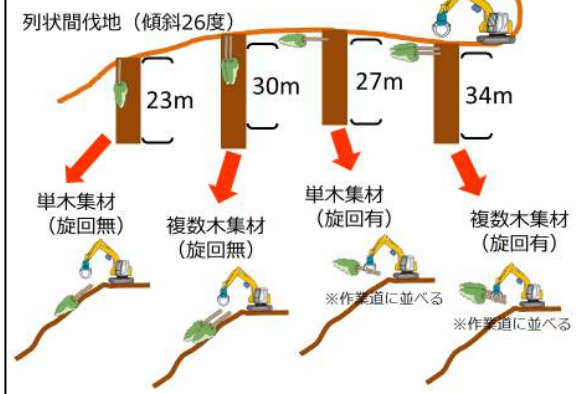
②プロセッサの待ち時間の短縮



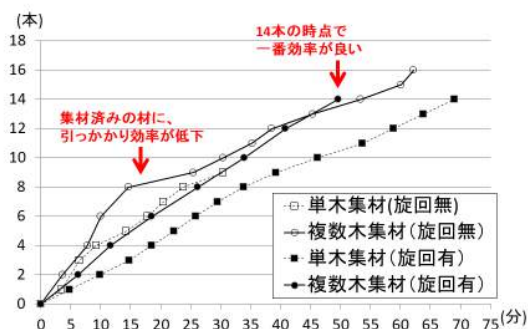
作業方法：グラップルのウインチ集材



作業方法：グラップルのウインチ集材



作業方法：グラップルのウインチ集材



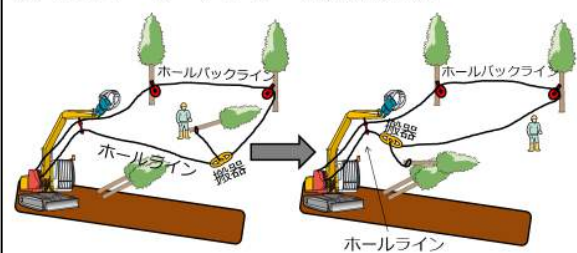
作業方法：グラップルのウインチ集材

今回の試験の結果

- ・ウインチの性能を考慮し、**複数木で集材**での集材を行うと効率が良い。
- ・集材木の**方向転換をしない場合は**、引っかかりを考慮し、1ライン上で**10本程度**がよい。
- ・**本数が多くなる場合は**、引っかかりを考慮し、**集材木を移動**すると効率が落ちない。

作業方法：ジグザグ滑車を利用した集材

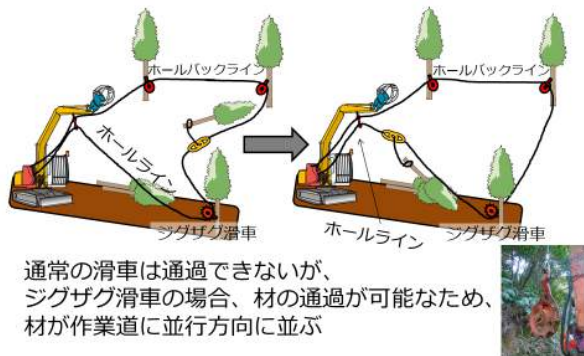
スイングヤード ハイリッド方式搬出法



材が集材(斜面)方向に並ぶ
 搬器が移動するため、
 ウインチ集材と違い作業員の移動が不要

作業方法：ジグザグ滑車を利用した集材

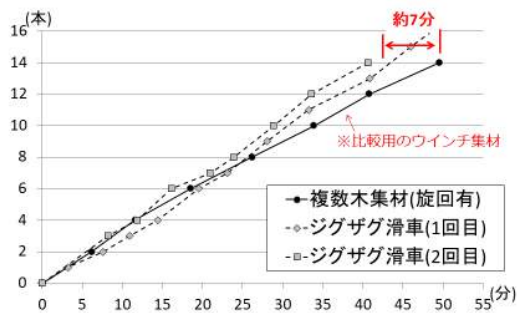
スイングヤーダ ジグザグ滑車を利用したハイリード方式搬出法



作業方法：ジグザグ滑車を利用した集材



作業方法：ジグザグ滑車を利用した集材



作業方法：ジグザグ滑車を利用した集材

今回の試験の結果

- ・ジグザグ滑車を利用したスイングヤーダ集材が14本の時点で平均7分効率的であった。
 - ・しかし、スイングヤーダ集材は設置に約30分時間を要する。
 - ・集材距離が長く本数が多くなるほど、効率が良くなると考えられる。
- (主伐で高効率が期待される)**

おわりに

- ・森林・林業研究センターでは、間伐作業も含め、日報のデータ収集を行っています。
- ・協力可能な事業体は、是非日報のデータ提供をお願いします。
- ・協力いただける場合は、労働生産性の分析をセンターで行い、分析結果を情報提供します。

提案・要望事項について

① 長野県林業総合センター

提案・要望項目	森林環境譲与税導入に伴う市町村発注事業への指導について
内 容	森林環境譲与税導入に伴う市町村発注事業設計書への作成指導方針・状況の情報提供をいただきたい。
理 由	森林環境譲与税導入に伴い、市町村発注作業が増加することが予想されるが、市町村単独で発注設計書を作成するのは難しいと思われる。その際、どのように設計書作成を指導していき、またどのようなシステムを使っていくか等の方針・現在の状況をお聞きたい。

② 静岡県森林・林業研究センター

提案・要望項目	林業作業員の日報調査方法について
内 容	・各機関の日報調査の状況を教えてください。 - 提出方法（紙・Excelデータ・アプリ入力など） - 様式（事業体が記載する内容） ・収集効率や事業体の負担を軽減できる方法があれば助言をいただきたい。
理 由	静岡県では、労働生産性を調査する際に、日報調査を行っているが、常日頃日報を作成していない事業体も多く、負担が大きいことから断られるケースがある。 静岡県では、主伐再造林を重点事項として、本年度より取り組むこととなり継続的な調査が必要となった。このため、収集効率と事業体の負担を軽減するための助言をいただきたい。 現在、日報アプリの活用（既存アプリの利用、新規開発）を含め検討している。

開催報告

地域特性に対応した森林作業システム研究会

岐阜県森林研究所

- 1 日 時：平成30年6月26日（火）～27日（水）
- 2 場 所：会議 飛騨総合庁舎 厚生2会議室（高山市）
現地検討会 欧州型（屋根型）の路網開設地（高山市一之宮町）
- 3 出席者：森林総合研究所、新潟県、富山県、山梨県、長野県、静岡県、岐阜県
（7機関、16名）

4 会 議

（1）あいさつ

研究会会長 岐阜県森林研究所長 古川邦明

（2）調査・事例紹介

森林総研：林業工学研究領域の概要

森林総研：大径・長尺材に対応した新たな生産技術の開発

森林総研：～やまなば伝説の里～信州中条の森林再生事業

新潟県：多雪地の緩傾斜地におけるスギコンテナ苗の植栽工期と活着

山梨県：「やまなし次世代林業推進事業（H30年実施開始事業）」について

長野県：自走式搬器の新旧機種間の作業工期の差

静岡県：ウインチ及びジグザグ滑車を利用した集材工期

（3）提案・要望事項

長野県：森林環境譲与税導入に伴う市町村発注事業への指導について

静岡県：林業作業員の日報調査方法について

（4）次期研究会について

森林作業の最適化に関する研究成果や取組について、互いに検討・評価することを目的とした新たな研究会を立ち上げる方向で合意した。なお、次年度以降の幹事は森林総研、長野県、岐阜県が担当し、平成31年度は山梨県で開催することとなった。

5 現地検討会

高山市において、たかやま林業・建設業協同組合が欧州型（屋根型）の路網を作設した現場を見学し、地形等の地域特性に対応した森林作業システムについての意見交換を行った。



【現地検討会：岐阜県高山市】
欧州型（屋根型）路網作設事業地

地域特性に対応した森林作業システム研究会
成果報告書
2019 年 3 月 発行

発行：関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
「地域特性に対応した森林作業システム研究会」
編集：森林総合研究所 中澤昌彦
岐阜県森林研究所 臼田寿生
長野県林業総合センター 高野毅

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会事務局
国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所 企画部研究管理科地域連携戦略室

〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1
電話 029-829-8121
関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/kanchu/index.html>