

(原著論文)

東京都多摩地域における集材作業の現状と効率化

中村健一^{*}・新井一司・小野仁士・荒川純彦^a・吉岡さんご^b

東京都農林総合研究センター

^a 現 東京都森林事務所

^b 現 東京都小笠原支庁

摘 要

東京都は、2006 年から花粉発生源対策として、多摩地域でスギ林の主伐事業を開始した。この事業の効率的な推進のために、主伐事業における集材作業の実態を調査し、その問題点の解決策を考案する。主伐は、すべてが架線集材で行なわれており、多くの場合は集材機を使用していた。架線集材における作業工程別所要時間は、作業現場によって異なり、作業現場の環境条件や作業方法（集材機械の種類等）によるところが大きいと考えられた。また、この作業工程における荷外しの効率化を目指した先進工具（ワイヤレスコントロール式オートチョーカーワイヤーロープ）の導入により、荷外し時間が短縮できるだけでなく、作業の安全性も向上できることが明らかになった。ただし、この先進工具は、東京都の作業現場の環境条件によっては、先進工具の専用ワイヤーの改良が必要である。

キーワード：多摩地域、主伐作業、架線集材、効率化、ワイヤレスコントロール式オートチョーカーワイヤーロープ

東京都農林総合研究センター研究報告 11: 1-10, 2016

2015 年 9 月 30 日受付, 2015 年 12 月 10 日受理

緒 言

東京都の多摩地域における民有林の森林面積は約 51,700 ha であり、そのうち約 60%はスギ・ヒノキの人工林が占めている（東京産業労働局, 2015）。これらスギ・ヒノキの人工林は、これまでの拡大造林施策の中で植栽されてきたものである。しかし、長期にわたる木材価格の低迷により伐採が滞り、現在、その多くは伐期を迎えた森林となっている。このようななか、東京都は、スギ花粉症発生源対策の柱として、2006 年度から東京都多摩地域において、スギ林の本格的な伐採事業（以下、主伐事業）に取り組んでいる。

本研究では、この主伐事業の推進を目標として、主伐事業の実態調査から、環境条件に適した効率的な集材方法を検討し、また、事業の中で最も費用のかかる集材作業の効率化の試みとして先進工具の導入を図り、その効果を検証する。

調査地および方法

1. 多摩地域における集材作業の実態

東京の山間地には、全国と比較しても急傾斜地が多く、また、小規模な森林所有者が多いことから、森林作業道の導入が難しい地域が多い。そのため、主伐事業では、従来の架線集材（ロープを空中に張り、集材作業に用い

*著者連絡先 中村健一
E-mail kenichi-nakamuara@tdfaff.com

る機械によって材を集める方法）による搬出が、ほとんどであると推測される。しかし、その実態は不明なため、多摩地域の集材作業のうち、2006年度～2010年度までに契約された主伐事業地48件（表1、図1）について、現場写真や事業者からの聞き取りにより集材作業に用いる機械（以下、集材機械）の種類、集材機械ごとの事業面積、集材材積、ならびに集材距離（平均集材距離ならびに最大集材距離）を調査した。また、2012年9月27日から2013年3月11日の間に、集材機を使用した主伐事業地3カ所、および自走式搬器（集材機械の搬器に動力を搭載して、自走できるようにした搬器）を使用した主伐事業地2カ所（表2）について、ビデオ撮影機を用いて各地点1日ずつ、土場から山中へ行き土場まで戻る作業状況を撮影した。その一連の作業を1サイクルとして、8つの功程に分け（図2）、各功程の所要時間を解析した。

表1 調査した多摩地域における主伐事業調査地の概要

市町村	件数	事業面積 (ha)	材積 (m ³)
あきる野市	7	28.35	10,304
青梅市	20	55.26	20,856
奥多摩町	2	7.50	4,130
日の出町	5	9.49	3,159
檜原村	8	49.10	21,211
八王子市	6	25.17	7,394
合計	48	174.87	67,054

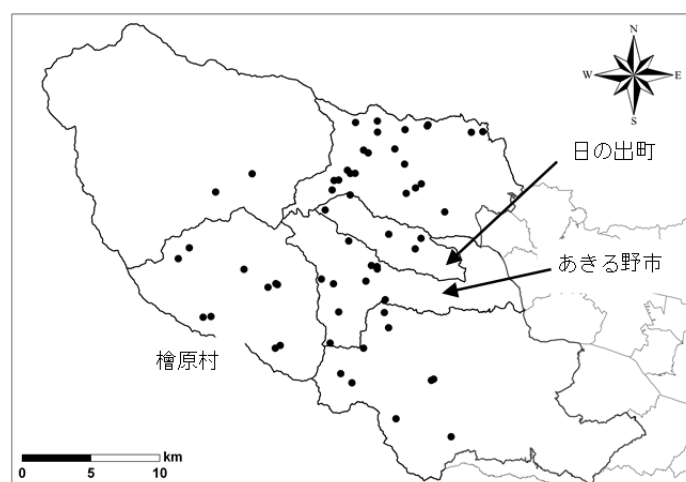
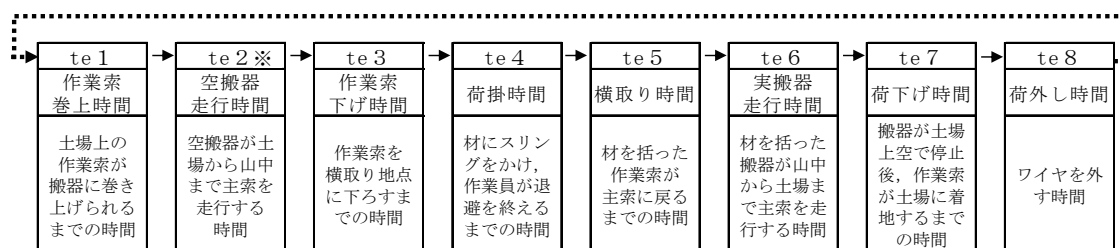


図1 調査した多摩地域における主伐事業地

表2 集材功程調査地の概要と調査地別集材機械

調査地	所在地	事業面積 (ha)	集材機械	架線長 (m)	集材距離 (m)
1	八王子市上川町	2.77	集材機	309	263
2	檜原村南郷	17.07	集材機	800	207
3	青梅市御岳	14.55	集材機	365	297
4	奥多摩町氷川	0.45	自走式搬器	102	74
5	あきる野市高尾	1.26	自走式搬器	75	65



※ 材を括っていない状態の搬器

図2 架線集材1サイクルにおける功程作業の流れ

2. 先進工具の導入による架線集材作業の効率化

架線集材作業の効率化を図るため、荷掛けロープに、従来のダブルスリングワイヤーロープ（以下、Sロープ）（図3）に代えて、遠隔操作により荷外しが可能となる先進工具である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、Wロープ）（図4）を導入した。調査は、事業面積が大きく架線長の長い集材機および事業面積が小さく架線長の短いスイングヤーダ（建設用ベスマシンに集材用ウィンチを搭載し、旋回可能なブーム

を装備した集材機械）を使用した主伐事業地3ヵ所（表3）について、2014年6月16日、11月5日および19日に、各地点1日ずつ、ビデオ撮影機を用いてWロープおよびSロープを使用した集材作業状況を撮影し、1サイクルのうちの荷外し工程の所要時間を解析して、1サイクルあたりのWロープとSロープ使用の所要時間を比較した。青梅市御岳の調査地では、搬出材積も測定し比較した。また、WロープおよびSロープ使用にそれぞれ必要な作業員の人数も比較した。

表3 先進工具導入による効率化を調査した主伐事業地の概要と調査地別集材機械

調査地	所在地	事業面積 (ha)	集材機械	架線長 (m)	集材距離 (m)
1	青梅市御岳	4.21	集材機	676	381
2	あきる野市引田A	0.73	スイングヤーダ	67	45～50
3	あきる野市引田B	0.21	スイングヤーダ	66	33～60

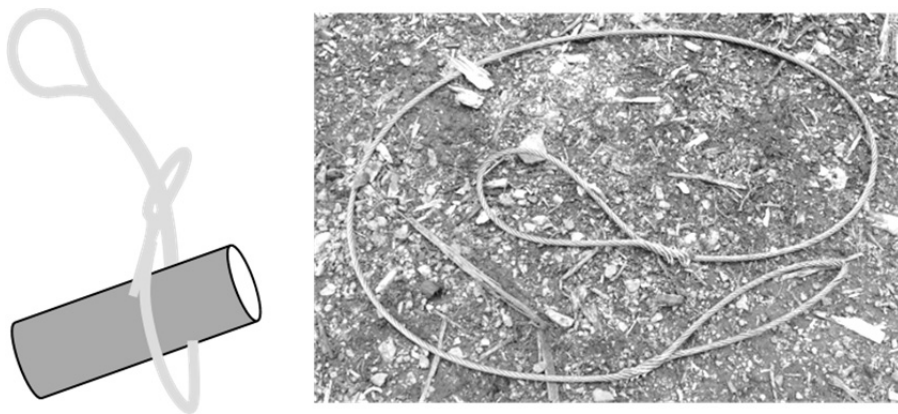


図3 ダブルスリングワイヤーロープ（Sロープ）

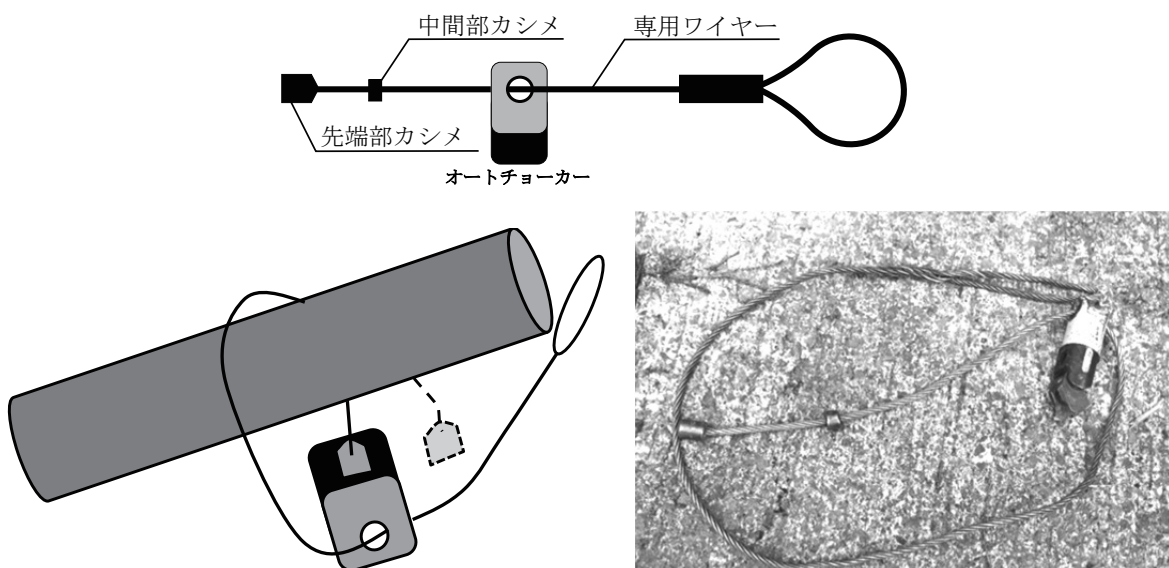


図4 ワイヤレスコントロール式チョーカーワイヤーロープ（Wロープ）

3. 先進工具の改良

2013 年 10 月 22 日に、主伐事業地において、W ロープを使用した集材を行ったところ、実搬器（材木を吊った状態の機器）の走行中に荷掛けした材が落下する事例が発生した。事例は、先行伐倒の後、全木集材による集材と土場での造材が同時に進められていた東京都青梅市のスギ・ヒノキ混交林の伐採搬出現場で発生した。そこで、落下の原因を推定し、これらトラブルを解消すべく、W ロープの専用ワイヤーに改良を加え、その効果を検証した。

結果および考察

1. 多摩地域における集材作業の実態

調査現場 48 ヲ所を作業に用いた機械で区分した結果、集材機のみを用いた現場が 41 件（全体の 85%）、単独または集材機との併用でスイングヤーダを用いた現場が 7 件（同 15%）であった（表 4）。タワーヤーダ（建設用ベスマシンにタワーを搭載し、タワーを先柱とした集材機械）や自走式搬器等、他の集材機械を用いた現場、森林作業道を作設した現場はなかった。集材機のみを使用した現場と、スイングヤーダを使用した現場における事業面積および集材距離の違いを調べたところ、事業面積の大きい現場では集材機、事業面積が小さく集材距離が短い現場では、スイングヤーダまたは集材機とスイングヤーダの組み合わせなど、集材機械を使い分けている傾向が見られた（図 5）。これは、スイングヤーダは架設が

容易な反面、集材機に比べ搬出能力や集材速度が低いという特性のため、事業面積が大きい現場や集材距離の長い現場では作業効率が低くなることに起因していると考えられる。また、スイングヤーダを使用した現場の観察では、いずれの現場も既設道路に隣接していた（データ未掲載）ことが、スイングヤーダを使用した一因と考えられる。主伐事業地における集材作業で集材機が多用されていた理由として、事業地の多くが大規模で集材距離が長いといった、集材機による集材作業に適した条件であったと思われる。

集材機および自走式搬器毎の集材作業工程別所要時間調査の結果、その特徴として、集材機は 1 サイクルに要する時間（以下、サイクルタイム）が長く、自走式搬器はサイクルタイムが短かった（図 6）。また、同じ集材機を使用した調査地においても、実搬器走行時間（te6）に差がみられ、特に調査地 2 では、所要時間が短かった。調査地 2 では、主索を高く索張りしていた（データ未掲載）ことから、荷掛けした材が地面に擦れず、材と地面との摩擦による搬器の走行速度が低下しなかったことに起因すると推測される。さらに、自走式搬器を使用した調査地では、調査地 5 は調査地 4 と比較して、横取り時間（te5）が短かった。調査地 5 では、山中において造材されていたので、横取りに手間がかからなかった（データ未掲載）ことが、横取り時間の短縮につながったと考えられる。以上のように、1 サイクルのなかで時間を要する工程が、調査地により異なっていた。

表 4 主伐事業地における集材機械別環境条件の概要

集材機械	件数	事業面積 (ha)	平均材積 (m ³)	平均集材 距離 (m)	最大集材 距離 (m)
集材機	41	4.02	1,423	169	680
集材機＋スイングヤーダ	3	2.32	1,089	134	200
スイングヤーダ	4	0.90	307	90	120

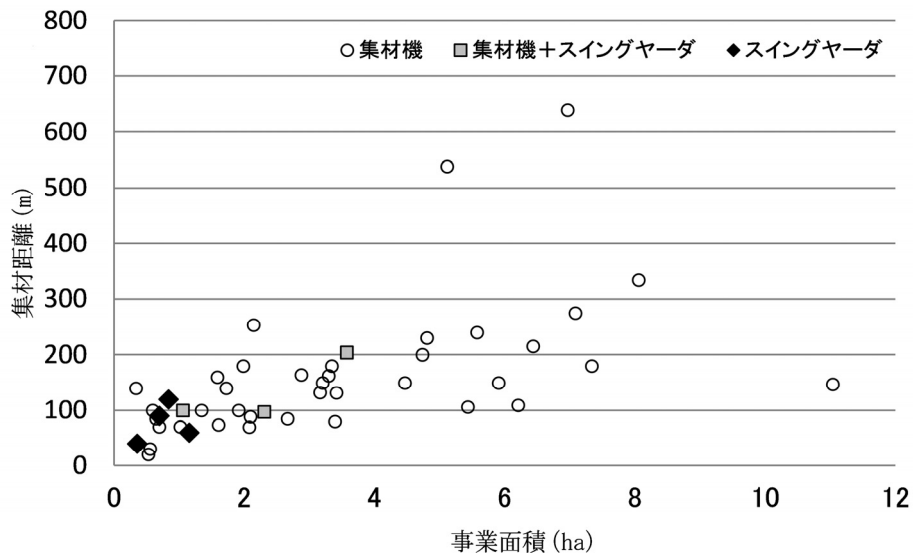


図5 集材機械別の事業面積と集材距離との関係

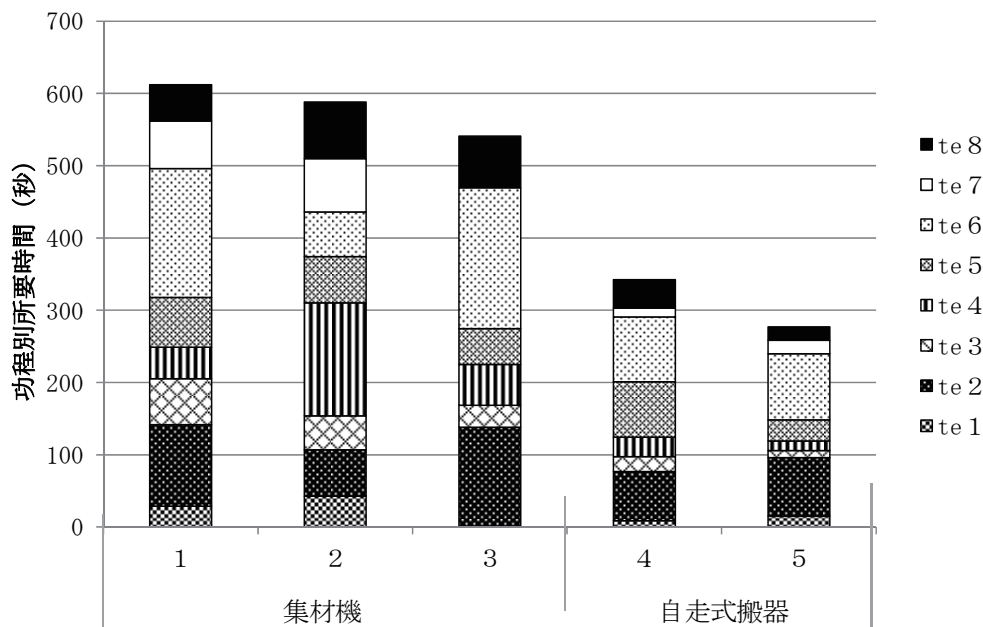


図6 集材機械毎の集材作業工程別所要時間

※ 1～5：調査地を示す（表2），te1～8：工程別所要時間を示す（図2）

2. 先進工具の導入による架線集材作業の効率化

3 調査地における荷外し工程の所要時間は、WロープがSロープより平均で29秒短かった（表5）。また、全工程の所要時間は、WロープがSロープより1分12秒短く、有意差（paired t 検定で1%水準）が認められた。なお、両ロープにおける1サイクルの搬出材積量には差はなかった（表6）。このように、1サイクルあたりの作業時間はWロープを使用することで約20%削減されることが明らかになった。この結果を1日の作業時間を6時間として換算すると、Wロープは74回でSロープは59回となり、WロープはSロープと比較して、1日15サイ

クル多く集材することができる計算となる。WロープおよびSロープ使用に必要な人員については、Wロープ使用では、集材機運転手がワイヤレスコントローラーにより荷外しを行えたため、荷外し手が不要となった。その結果、Sロープでは、多くは荷掛け手、荷外し手、集材機運転手ならびにプロセッサ運転手の4名が必要であったが、Wロープでは、荷掛け手、集材機運転手ならびにプロセッサ運転手の3名となり、この場合、人員が1名減らすことができることが明らかになった。Wロープの使用では、集材作業の中でも危険の高い荷外し手が不要となり、安全性の向上に役立つ。

表5 荷外し工程および集材全工程所要時間の調査地別比較

(分:秒) / 回

調査地	所在地	集材回数 (回)		荷外し所要時間		全工程所要時間	
		Wロープ	Sロープ	Wロープ	Sロープ	Wロープ	Sロープ
1	青梅市御岳	12	10	0:10	0:53	8:30	9:29
2	あきる野市引田A	27	27	0:05	0:25	2:27	3:48
3	あきる野市引田B	7	7	0:05	0:26	3:38	4:56
平 均		-	-	0:06	0:35	4:52	6:04
paired t-test		-		ns		※	

注) ※は1%水準で有意差あり。 nsは有意差なし。

表6 青梅市御岳調査地における使用ロープ別の搬出材積量比較

調査地	所在地	集材回数 (回)		搬出材積量 (m ³ /回)	
		Wロープ	Sロープ	Wロープ	Sロープ
1	青梅市御岳	16	11	1.11	1.03

3. 先進工具の改良

荷掛けした材が落下する事例が発生した現場は、中間支柱を設けて尾根越えとした状況であった(図7)。そのため、尾根付近の架線高が低く、集材時に材が地面に擦れる箇所がみられた。

尾根越えの下げ荷集材の場合、材を括った搬器が山中から土場まで主索を走行するさい、搬器は進行方向に対して、常に荷掛け位置に先行する形で移動している(図8A)。しかし、尾根を越えた直後には、運搬木の根元が一時的に荷掛け位置より低くなり、運搬木の頭が下がり、荷掛け位置が搬器に先行することがあった(図8B)。その後、荷掛け位置が再び木の根元の太い方へ移動した(図8C)。

既存のWロープには、最も力のかかる先端部カシメと専用ワイヤーの接合点で専用ワイヤーが切断した場合にオートチョーカーの紛失・破損を防ぐ中間部カシメが付属している。また、一番力のかかる先端カシメとワイヤーが外れないよう硬いワイヤーを用いている。加えて、既存の先端部カシメは、リモコン操作でスムーズに荷外しができるように、面取りが施されている。

この尾根越えの一連の動きのさい、Wロープは、中間部カシメにより専用ワイヤーと材との接触部分が少なく、専用ワイヤーが硬いため、専用ワイヤーが締まりにくく緩んだままの状態が続くことが考えられた。この緩んだ状態のときに、材が地面に擦れる衝撃が加わると面取りされている先端部カシメがオートチョーカーから外れ、荷掛けした材が落下すると想定された。

そこで、材とWロープの締まりを良くするため、専用ワイヤーと材の間に隙間をつくる原因となる中間部カシ

メを除去した(図9)。また、硬心が入ったフィラー型ワイヤー(6×Fi(25))から、柔軟性の高いウォーリントンシール型ワイヤー(6×WS(36))に取り替えた。また、荷掛けした材の落下を防ぐために、先端部カシメの面取り加工を加えなかった(図10)など、Wロープを改良(表7)したことで、落下する事例はなくなった。

なお、中間カシメを取り外し、柔軟性の高いウォーリントンシール型ワイヤーに取り替えるには、ワイヤーロープの廃棄基準を遵守し、切断前に専用ワイヤーを取り替える必要がある。また、先端部カシメを面取りしないことで、土場でオートチョーカーから外れにくくなるが、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はずれないことを優先したことにも留意する必要がある。

以上より、結論として、東京都多摩地域における集材作業は架線集材が中心であり、集材機が多く使われているが、事業地の環境条件(事業面積、集材距離など)や集材方法(全木集材、全幹集材)により、1サイクルのなかで時間を要する工程が異なり、マニュアル的に効率化の手法を提案するのは難しい。また、他県でもその効率性や安全性が注目され、使用事例(山崎ら、2011、岐阜県山林協会、2013)が増えつつあるWロープは高価であるため、減価償却費も検討した上で導入することが望ましい。

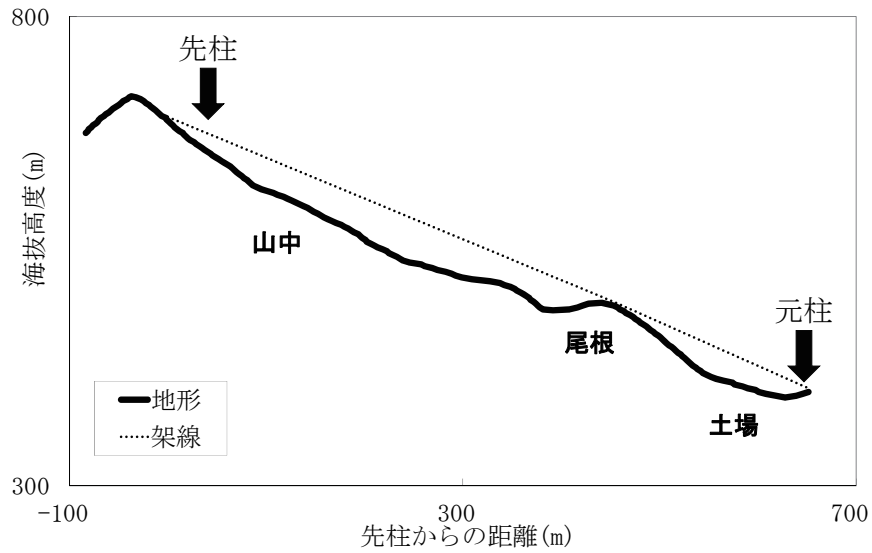


図7 荷掛けした材が落下する事例が発生した主伐事業地の側面図

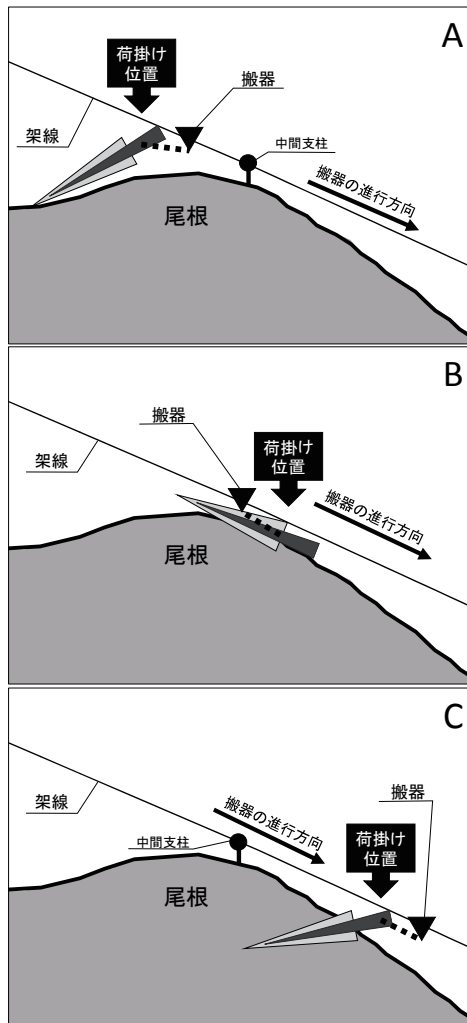


図8 荷掛けした材の尾根越えの様子

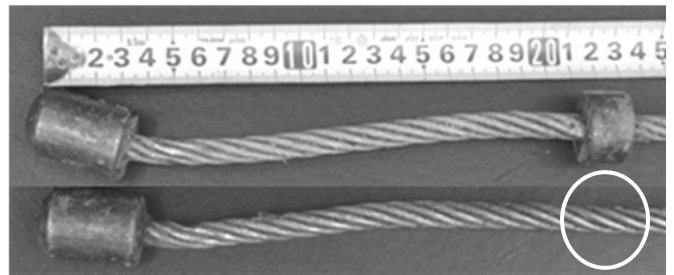


図9 中間部カシメ（下：除去後）

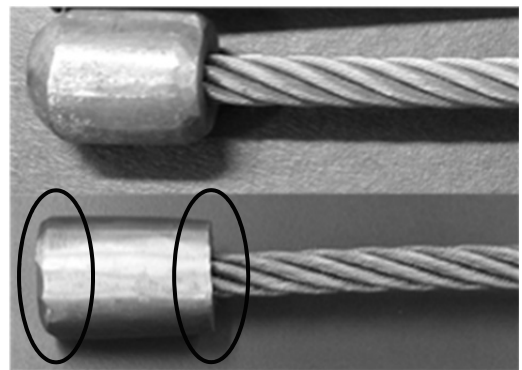


図10 先端部カシメ（下：加工なし）

表 7 Wロープの改良点一覧

改良部位	改良前	改良後	改良のメリット	改良のデメリット
中間部カシメ	有	無	材とワイヤーの接着が良くなる	ワイヤーが切断した場合、本体が落下する
専用ワイヤー	フィラー型	ウオーリントンシール型	材とワイヤーの接着が良くなる	ワイヤーが磨耗した場合、ワイヤーと先端部カシメが取れやすくなる
先端部カシメ	面取り加工あり	面取り加工なし	実搬器走行中、本体から先端部カシメが外れにくくなる	荷はずしの際、本体と先端部カシメが外れない場合がある

謝 辞

本研究の調査にあたり、調査地を提供していただいた公益財団法人東京都農林水産振興財団花粉対策室の方々、功程調査にご協力いただいた東京都森林組合の方々に、厚く御礼申し上げます。

引用文献

公益財団法人岐阜県山林協会 (2013) 岐阜県の森林・林業. 712. pp.14-15
 東京都産業労働局 (2015) 東京の森林・林業. 平成 26 年版. pp.2
 山崎敏彦・徳久 潔・宮田弘明 (2011) 森林・林業再生プラン実践事業. 高知県立森林技センター平成 22 年度研究成果報告書. pp.3-4

The current situation and streamlining of logging at Tama area-west Tokyo

Kenichi Nakamura^{1,*}, Kazushi Arai¹, Hitoshi Ono¹, Sumihiko Arakawa², Sango Yoshioka³

¹ Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center

² Tokyo Metropolitan Tokyo Forestry Office

³ Tokyo Metropolitan Ogasawara Island branch Office

Abstract

Tokyo Metropolitan Government has been started final-cutting project of *Cryptomeria japonica* forest in order to reduce pollen allergy since 2006. For smooth progress of the project, we suggest countermeasure for the problems concerning to logging by collecting data at the project field site. In every cases, logged tree was collected by cable logging, and they used logging machine in many cases. The time costed for each operation varied with local landform and logging method such as form of machine. It revealed that not only the time for remove wire can be shortened but the safety of the operator can be ensured by introduce “advanced device” developed for effective wire removing. However, this device need improvement depend on the landform of the field site.

Keywords : Tama area , final-cutting , cable logging , streamlining , advanced device

Received 30 August 2015, Accepted 10 December 2015

Bulletin of Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center, 11:1-10 , 2016

*Corresponding author : kenichi-nakamura@tdfaff.com