平成30年度 無人化林業システム研究会 事業実施報告書

- 無人化全自動伐採集材・造林保育機械システム設計に関する調査・研究 -

令和元年6月

森林科学研究所

無人化林業研究会の30年度事業実施に当たってご協力頂いた皆様への謝辞

無人化林業研究会は、林業生産に係る労働災害の発生が、全産業に対して依然として 高率である状況を憂い、人から機械へ作業を転換することで、尊い命を失うことのない よう研究活動を続けて参りました。

平成30年度は、研究会の酒井委員の助言を受けて、近年、成長産業としてめざましい発展を遂げているニュージーランドでの調査を行い、貴重な知見を得ることができました。本報告書は、その知見の一部ではありますが、日本林業の発展の一助となることを祈念し、取りまとめたものです。

調査を実施するに当たっては、国内外の皆様に様々な場面で多くのご協力を頂きました。わが国とニュージーランドでの技術開発の状況を比較するため、本年 1 月 31 日から 2月 1日にかけて機械開発の実証試験をしていた和歌山県で事前調査を実施しました。 その後 3 月 16 日から 24 日の日程でニュージーランドでの本調査を実施しました。

事前調査では、大変お忙しい中ご案内いただいた株式会社山長商店社長の榎本様、和歌山県庁の皆様他の皆様にお世話になりました。また、本調査を実施したニュージーランドでは、お忙しい中、TPF社の西川様他の皆様、PAN PAC社のTim Sandall様、奥田様他多くの皆様、林業機械の開発メーカー社長クリス様他の皆様、研究機関のFOREST GROWERS RESEARCHのプログラムマネージャーの Keith Raymond様にご説明、ご案内を頂きました。貴重な時間を割いていただいたことを感謝申し上げます。とりわけ、ニュージーランド在住の松木様には事前、事後の調査をお願いしただけでなく、現地調査の期間中も私共に同行するとともに懇切丁寧な説明を頂き、調査団一同がニュージーランド林業の現状を率直に理解することができたことが印象的でした。

最後に、本調査を実施するに当たっては、(公社)国土緑化推進機構から貴重な助成を いただいたことをご報告申し上げます。

令和元年6月吉日

無人化林業研究会座長 山田壽夫

無人化林業研究会平成 30 年度事業報告書

目 次

無人化材	林業研究会 NZ 等林業調査報告書
(技術	開発の状況を比較検討するため和歌山県で行った事前調査を含む。)
資料1	第 2 回研究会議事録要旨 · · · · · · · · 49
資料 2	平成 30 年度の事業経過
資料3	ニュージランド林業現地調査
資料 4	NZ における森林利用に関する法制度と施業計画 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
参考1	松木氏に依頼した事前調査報告書(2019.02.26) … 75
参考 2	松木氏から提出された追加報告書(2019.05.08) 89

無人化林業研究会 NZ 等林業調查報告書

(わが国と NZ の林業機械の技術開発方向を比較検討するため 和歌山県(技術開発の試験地等)で行った事前調査を含む。)

調査実施期間及び実施者

NZ 調査 平成 31 年 3 月 16 日~3 月 24 日

会 長 山田壽夫 木構造振興(株)代表取締役

委 員 津元賴光 森林科学研究所長

事務局 小原文悟 森林科学研究所研究員

和歌山県調査 平成 31 年 1 月 31 日~2 月 1 日

会 長 山田壽夫 木構造振興(株)代表取締役 事務局 小原文悟 森林科学研究所研究員

NZの森林・林業の概要

区分		ニュージーランド	日本	スウェーデン	備考
森林資源	万 ha	1,000	2,500	2,800	
森林率	%	39	68	68	
森林蓄積	億 m³	40	50	30	
年間成長量	m³/ha	18	2.9	3.3	
人工林面積	万 ha	209	1,027	1,340	
素材生産量	万 m³	2,600	2,000	7,200	
造林	万 ha	3.9	2.4	17.2	
木材価格	円	8,000~10,000	10,000~12,000	8,500	*
立木価格	円	3,500	3,000	7,000	*
素材生産費	円	3,000~4,800	7,000~9,000	1,500~2,000	*
伐期	年生	25~30	50~60	60~100	*

出典: FAO による世界の森林資源調査 2015

※は、現地調査等を基に調査実施者の山田が推計。

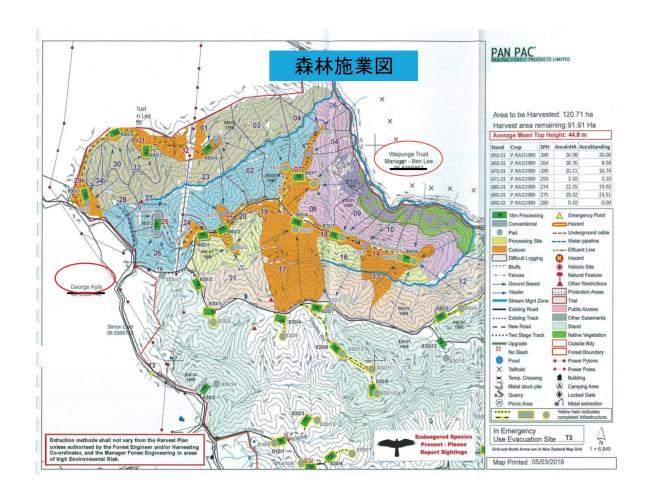
I NZ 林業の現状

1 伐採計画と林道・作業道の配置

- ・伐採計画と林道・作業道の配置の事例として(PAN PAC FOREST PRODUCTS LTD 以下「PANPAC 社」という。)をみた。
- ・伐採の配置計画は、まず計画の前段階で架線系集材か 車両系集材かを決めて、林道の配置を決める。机上では 5年程度前から計画し、現地での議論を経て、少なくと も1年前には、大型トレーラーの入る林道の建設にか かっている。
- ・概ね、傾斜 20 度位以上を架線系で、残りは車両系で収 穫する。今年は架線 6 割車両 4 割である。
- ・林道は、最大 18%の登り設計で、最大勾配で登り、尾根筋に林道をつけるようにし、通常上げ荷集材をしていた。
- ・火山灰が海に堆積し、隆起した火山灰性の粘土地帯だが、締固め特性のよい堆積岩を路盤材に用いて 50t 積みトレーラーが安全に走行できる林道を建設していた。







本図は現場責任者が作成した森林施業図である。図に記載された内容は、請負者に作業区域、 林道(Existing Road)、作業道(Existing Track)の開設位置、作業方法や集材機を設置する 位置・番号(Pad)、架線の先柱の位置・番号(Tailhold)、土場(Processing Site)及び 18m 採材を行う土場の位置・番号、危険個所、保護すべき場所、河川として保全すべき区域、トレ ール経路の位置、希少野生動植物目撃時の報告義務等である。

さらに、障害発生時の対応のため、施業責任者及び土木責任者の氏名と連絡先が明示されていいる。

林小班名と土場番号は、トレーラー運転手が荷積みのため、移動先となる重要な情報である。

2 伐採の現状と採算性

- (1) TASMAN PINE FORESTS LTD (以下「TPF 社」という。)
- ・経済林 27,000 ha を、27 年生で毎年 1,000 ha の伐採と植栽が基本である。植栽樹種はラジアータパインで成長は良く、30 年生で $600\sim650$ m³/ ha の林となっている。
- ・生産性は、場所の悪いところでも $150\sim200t/8$ 時間(6 人、先山 1 人土場 4 人先行伐倒 1 人) であり、通常は $200\sim300t/$ 日(250t/日(7 人、チェーンソーマン 1 人重機 4 人タワーヤーダ 1 人 クルーボス 1 人)である。このシステムはタワーヤーダに DC Equipment 社のファルコンという

キャリッジ (1.7t) で集材していた。主索は 26mm のワイヤーで 6t の荷重に耐えるのでキャレッジ重量との差 $3\sim 4t$ 吊り上げが可能である。(丸太 1t は $0.97m^3$ で換算)

・伐倒は、急傾斜なところは人で伐倒するところもあるが、基本はテザーシステム(Tether System: ハーベスタをエクスカベータとチェーンとワイヤーで連結し、急傾斜地でのハーベスタの安全な移動を確保するシステム)で伐倒している。



写真は、南島 Nelson 近郊の TPF 社のタワーヤーダでの集材現場である。地形はオーストラリアプレートに太平洋プレートが沈み込む際に押し上げられて形成された山岳地形で、作業現場の地質は変成岩の蛇紋岩である。

現場で使用されていたキャリッジ $\begin{tabular}{l} DC Equipment 社のファルコン (1.7t) と \\ & & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ \end{tabular}$





(2) PANPAC 社

- ・経済林 3 万 ha を 30 年で、毎年 1,000ha の伐採と植栽が基本である。ラジアータパインは 800 本/ha の植栽で、枝打ち林分 270 本、通常は 300 本で $600\sim800$ t/ha の収穫で、 $26\sim30$ m 3 の年間成長量である。
- ・生産性の目標は、スイングヤーダ+ケーブルグラップルで $250\sim300t/$ 日(5 人スイングヤーダ 1 人エクスカベータ 1 人グラップル 1 人ハーベスタ 1 人クルーボス 1 人)である。
- ・機械伐倒システム (TPF 社でテザーシステムといっていたものと同じである。) は、ハーベスタ (36t) に 10m ほどのチェーン 2 本で、その先は 28mm のワイヤーで、エクスカベータ (30t) のウインチ連結されており、一人作業で(ハーベスタ運転者がエクスカベータのワイヤー巻き取りを Wi-Fi 通信で操作する。) で行う。エクスカベータは、斜面の状況や作業内容に応じてアシストが必要な時は、ハーベスタの荷重の 2~3 割を支える。
- ・収穫コストは、車両系 $25\sim30$ NZ ドル($2,000\sim2,400$ 円/t)架線系 $30\sim40$ NZ ドル($2,400\sim3,200$ 円/t)である。



スイングヤーダ



オートチョーカー付きロージンググラップ



ロージンググラップルのカメラレンズの清 掃作業



スイングヤーダ のキャビン内。モ ニター、キャビン 前方の窓からは、 ロージンググラ ップルがみえる。





テザーシステム

- ・上の左の写真がハーベスタで、右の写真がエクスカベータである。両者は鎖とワイヤーで結ばれ、ハーベスタオペレータが、エクスカベータのワイヤー巻取りを Wi-Fi で操作している。
- ・ハーベスタにはリフティング装置が装備されており、キャビンは水平に保たれていた。作業現場の最急こう配は40度を超える。
- ・機械サイズは、両者とも 30t クラスである。

TRACTION LINE (TPF 社ではテザーシステム) での作業

- ・ハーベスタの作業は、上から下に移動するが、横移動は転倒の危険があるためしない。
- ・伐採木は、アームの旋回範囲にあるものを伐採し、伐採木は集材の利便性を考慮した方向に並べていた。
- ・伐採可能範囲での作業を終了すると、ハーベスタは、斜面上部に戻り、伐採終了した範囲の隣接地を、上から下に移動し、伐採作業を行っていた。

(3) 伐採現場のまとめ

現場では、架線と車両を組合せて荷掛手を配置しないオートチョーカーを使った作業をしていた。この作業を効率的に進めるため、

- ①先柱の位置をこまめに移動させることでの横取り作業範囲を抑制
- ②先柱に伐根や中古のブルドーザーを使うなど現場の条件に相応した工夫
- ③ハーベスタを使った傾斜地の伐倒での伐採木を斜面に平行に並べる作業を加えることで、Wi-Fi 画像を使ったロージンググラップル作業とオートチョーカーによる荷外しによる作業の円滑化
- ④架線の張替えが困難な現場でのスキッダによる線下での伐採木集積

など、作業機械の組み合わせ作業全体の効率化、かつ林地の踏み荒らしが最小限となるよう作業を進めていた。

このように、作業に前後があることを意識し、前の作業者が次の作業者の作業が安全かつ効率 的となるよう配慮することが重要とのことである。



矢印が木寄せ方向を 示している。こまめに 架線を張り替えるこ とで、横取り作業を避 けている。





ブルドーザーの排土板を加工して、先柱(Tailhold)として使用していた。伐根に排土板を引っ掛けて移動止めにしていた。他の現場でも同様な方法を行っているのをみた。



伐採跡地と残存林分の境に作業道がみえる。 この作業道は、先柱としてブルドーザーの移動に使用した道である。

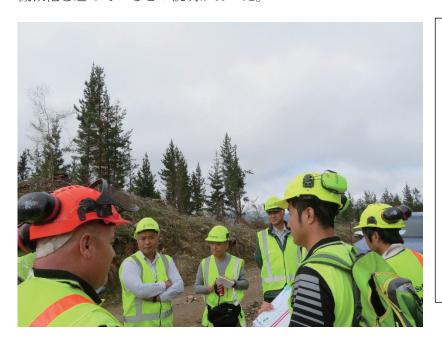


この現場では、スッキダを使用して、伐採木を線下に斜面に対して平行に並べ、ロージンググラップルが木材をつかみやすいよう事前作業をしていた。この結果、横取り作業は必要ないので、索張りはスカイラインとエンドレスラインのみ。このような準備もあり、集材のサイクルタイムは1分から1分30秒程度だった。

⑤安全対策

生産現場は注意標識が適切に配置され、作業箇所に入る場合には、引率責任者が氏名等を記入し、その後、ミーティング方式で、現場責任者から、現場責任者の指示には必ず従うこと、まとまって動き単独行動をしないことなどの説明を 5 分程度受けた。これは TPF 社、PAN PAC 社共に同じで各現場で徹底されていた。

また、パンパック社では労働災害を軽減するため、人力伐倒を極力少なくして機械のよる伐倒を進めており、独自にリスクアセスメントの担当者が評価して、リスクを取り除くための無人化機械化を進めているとの説明があった。



この現場の責任者から、当 該現場のリスク、単独行動 の禁止等を徹底するミーティングが行われた。

現場責任者には、現場に入る者の氏名及び数を記録する義務が負わされていた。 新たな現場に移動する度に同様のミーティングと氏名 及び数の記録が繰り返された。

(4) 林業機械開発の現状

・Electrical&Machinery Service LTD (以下「EMS 社」という。) からの聞き取りである。

訪問した EMS 社屋 Rotorua 市内



・ウインチアシストシステムの伐採方法である(TPF 社のあるネルソンではテザーシステムと呼ばれていたもの)は、TRACTION LINE という商品名で、私(EMS 社社長)が考えて今売り出し中である(別の報告によると、テザーシステムは 90 年代 TPF 社のコントラクターである Ross Wood 社が EMS 社と共同で始めたシステムで、別のコントラクターが作業機械にウインチを取り付けるシステムを考案して今の形に発展しているという。)。



エクスカベータヘドラ ム装置を架装する作業 を行っていた。



ハーベスタ等を牽引 するワイヤーの巻取 り装置は、エクスカベ ータのエンジンハウ ス後部に架装されて いる。

資料: EMS 社ホームページ

- ・この TRACTION LINE は 1 年半くらい研究・リサーチして、5 年前から売り出し、現在まで 100 台出荷している。中古の機械にウインチアシストを取り付けると約 33 万 NZ ドル(2,600 万円)、新品のエクスカベータに取り付けると $40\sim70$ 万 NZ ドル(3,200 \sim 5,600 万円)である。
- ・TRACTION LINE は最大 500m 収穫でき、土壌条件のもよるが傾斜 $40\sim50$ 度でもハーベスタ は下って行って伐倒作業が可能である。
- ・このほか HAWKEYE という商品名でスカイキャリッジを 15 年前に 1 台出荷したが、この 5 年間で 40 台出荷している。このキャリッジには、カメラ 3 台が付いており、重さ 1.4t、ヘッドアームは 1.7m まで開く。この類似の商品は、ネルソンの DC Equipment 社ファルコンという商品名のものと米国にも 1 社あるが、このシステムも自分が最初に作ったものである。



エクスカベータ本体のフレームをかさ上げし、伐根によって 走行が妨げられないように加工していた。

AWKEYE



資料: EMS 社ホームページ (emsnewzealand.co.nz/hawkeye/)

HAWKEYE の開発作業を 行っている若手技術者



・今後の機械開発の方向としては、動力は変わらないが、カメラや Wi-Fi でのアシスト、電気制御関係が進化しており、ウインドウズベースのソフトウェアの開発により非常に進歩してきている。日本向けの小さい機械は作っていないが、小さくするにはサイズ、重量などのスペックを決めデータをつぶしていくのに時間がかかると思う。

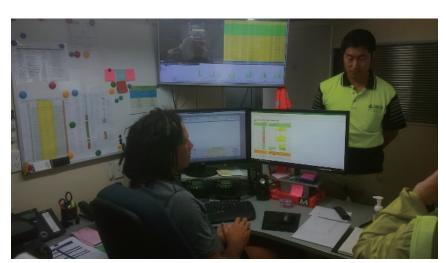
※EMS 社のホームページによると、1995 年に設立された林業の伐採・収穫用の機械の設計・製造会社である。製品はTRACTION LINE というウインチアシストシステム、HARBESTLINE というエクスカベータのアームにタワーとウインチを取り付けた多目的なケーブルロギング製品、HAWKEYE という架線系の集材用キャレッジである。

※DC Equipment LTD のホームページによると、2006年に林業機械の修理工場として設立され、その後林業機械のグラップルキャリッジの開発をはじめ、遠隔操作ファルコンというキャリッジを NZ とチリで販売している。現在はファルコンウインチアシスト(エクスカベータにウインチを取り付けたもの)とファルコンクロー(架線系の集材用キャレッジ)が主な製品であり、急傾斜地での伐採・収穫用の林業機械を設計・製造している。

3 運送システム

(1) TPF 社

- ・丸太 45 万 t (0.97 m³/t 換算 44 万 m³) を生産している。
- ・採材は、3.9m(含む伸び寸 10cm) 5.9m から 14m(杭木生産の GOLD PINE 社のスキャナー 用丸太)の長尺まである。
- ・TPF 社が生産する丸太の運送と配送業務を受注している Waimia Contract Carriers LTD での 聞き取りによると、TPF 社の伐倒班 10 班と 6 工場+港の 7 の輸送と出荷先をコントロールする システムを請け負っている。
- ・トレーラー運賃として $30\sim120$ km が $10\sim18$ NZ ドル($800\sim1440$ 円)/t にコントロール代として $1\sim1.5$ NZ ドル($80\sim120$ 円)/t で請け負っている。



Waimia Contract Carriers LTD のコントロールルーム

表示の内容

上部ディスプレイ

衛星写真上に各現場、配送先別のトレーラーの運行軌跡、荷下ろし、荷積み、待機等の作業 状況を表示(トレーラーのタブレットからインターネット通信が可能になった時点でリアル タイムで情報が送られてくる。)

下部ディスプレイ(左)

各丸太生産現場から生産した規格、用途別の丸太の生産状況(現場責任者から無線で入電し、管理者が入力)。特に作業土場での丸太の滞貨状況の情報も把握(トレーラーの配車の優先順位を判断するために必要な情報)

下部ディスプレイ (右)

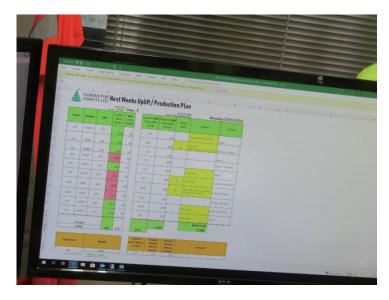
週間の出荷先別の丸太の規格、材種の指示表示(計画量と実行済み量の表示)



上部ディスプレイを輸出「港湾」画像へ切り替えた。赤い線はトレーラーの軌跡で、黄色い点でトレーラーが荷下ろし作業を行っていた。



上部ディスプレイを丸太生産の現場画像に切り替えた。赤い線はトレーラーの移動の軌跡で、黄色い点「土場」でトレーラーの荷積み作業を行っていた。



下部ディスプレイ(右)調査を 行った週の製材工場、杭生産工 場、チップ工場、輸出用港湾等 仕向け先別に注文のあった規 格・数量と配送済み数量を表示 している。管理者は、丸太生産 の現場からの報告をもとに、ト レーラー運転手に配送先を指示 していた。



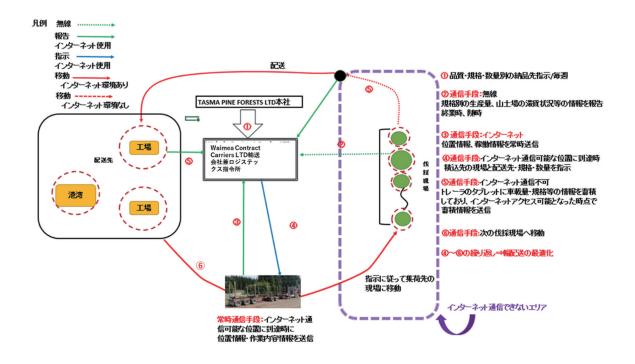
トレーラーがけん引する台車は、トレーラーの荷台に載荷して山土場に入る。台車は木 材積込用のフォークローダ (30t) でトレーラーの荷台から降ろし、丸太の荷積を行う。 このような方法をとるのは、車両に対する課税は車両の走行距離に応じて課税される ためと聞いた。

・このコントロールは、NZではインターネットにつながらない伐採現場も多いが、トレーラーにはサムソンのタブレットが積んであり、GPS情報と位置、積載した丸太の質・量など情報が入力されている。それらの情報は、インターネットに接続しているジオフェンスというチェックポイントを通過すると、そのデータが自動的にホストコンピュータへ送られる仕組みである。インターネット通信ができない場所でも、無線により土場の滞貨状況、材種別の数量倒のデータの交換は随時行っている。

・具体的なコントロールは、山土場の品質別・材長別の生産量の状況の情報(各現場から終業時に無線で報告される。)、トレーラーの走行位置の情報、工場や港湾などの荷卸し現場からはインターネットを通じてリアルタイムで送られてくる位置、作業内容の情報、その他無線、電話などで随時報告される情報に加え、トレーラーの終業場所に移動する残時間、運転手の住居地(どの現場に向かわせるのがよいか)などの情報に基づき、稼働時間が残っている者に対しては、次に荷積みする林小班と山土場番号と配送先を、終業間近な者に対しては翌日の荷積みする林小班と山土場番号と配送先を指示する方法で行われている。

これにより、土場作業の確保、積込みや荷卸し作業の円滑化、輸配送に加え、港湾や工場等での荷さばきといった山から配送先までを視野に入れた全体の効率化が図られるよう努力している。

下の図は、TASMAN PINE FORESTS LTD が Waimea Contract Carriers LTD に委託しているトレーラー輸送・配送コントロールシステムの概要である。



(2) PANPAC 社

- ・トレーラーは 46t(片側 8 輪)からあり、 $50t\sim58t$ (片側 9 輪)までが山林用で $32\sim33t$ 積載可能である。パルプを港まで運ぶ専用のものは 63t 車である。
- ・採材は PANPAC 社の製材工場に隣接した現場では 18m で山元土場から輸送し(通常の長材は 40ft=12m)、輸出や他の製材工場へは山元で 4~6m の短幹材にして配送している。
- ・採材の判断は最大の価値になるように(例:枝打ち材 190NZ ドル(15,200 円)、非枝打ち材 130NZ ドル(10,400 円)、パルプ材 50NZ ドル(4,000 円)/t)、それぞれの市場に合ったグレードに採材することが一番重要である。
- ・18m に採材された丸太を伐採現場にある大型のホイールローダ(30t)を使って 32t 積のトレーラーに 10 分未満で満車にしていた。さらに丸太 32t 積みの 50t トレーラーに 1 本 4t とかなり太い丸太($18m \times 47cm \times 47cm \times 47cm \times 3.98$ m³)が 8 本で搬送されているのを現認した。
- ・ネットと GPS によって、トレーラーの運材経路と荷積みの内容・量を 24 時間チェックされている。例えばあるトレーラーは昨日 $600 \mathrm{km}$ 走り、13 時間のうち実走していたのが 11 時間で、平均 $54 \mathrm{km}$ 走行したことがわかるという。



単幹材の運搬

積載量はトレーラーの積載量計で確認している。

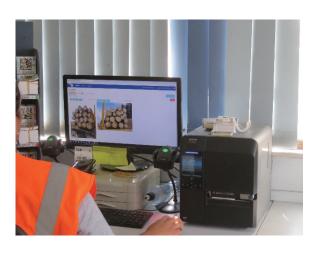


18m 材 (60ft) の運搬 (通常の長材は 12m (40ft)

トレーラーとけん引する台車を接続して積載していた。

(3) タウランガ港(丸太輸出港)

- ・NZ 北島の北東部にあるタウランガ(Tauranga)港は、NZ の丸太輸出 2,000 万 m^3 のうち約 4 割 $700\sim800$ 万 m^3 をこの港から輸出している最大の輸出拠点である。365 日 24 時間稼働しており、搬入は鉄道が半分、トレーラー半分である。長さ $12\mathrm{m}$ までの丸太を 4 万 t の船に 2.5 日で積み込む。
- ・トレーラー入荷の丸太は、以前は人手で検尺していたが、今はスキャナーで処理するシステムに変えている。トレーラーに積んだ丸太情報(山土場でカメラでスキャンしたもの)が、事前に港の事務所に届くので、それに基づき QR コード(日付、所有者、品質、数量などの情報)を作成し、トレーラーが事務所のゲートを通過する際に貼付していた。





山土場でカメラでスキャンした情報が届 く。 スキャンしたデータによりゲート横の事務所 内で QR コードを印刷して丸太に貼付してい た。

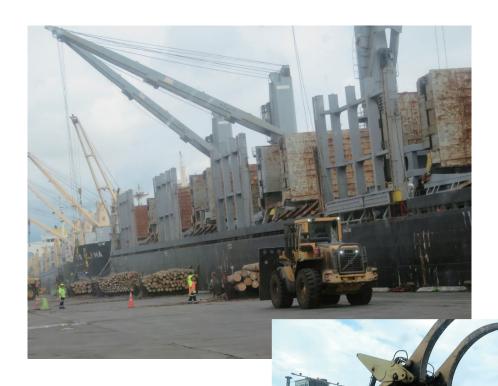
事務所ゲート

ゲートでは輸出数量を確認し、あらかじめ用意した QR コードを貼付していた。

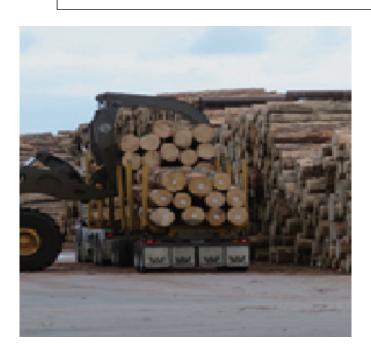




事務所内には、スキャナーの読みとりの注意点が表示されていた。



巨大なローダーとクレーンを使い4万トン積載する船に2.5日で荷積みしている。



丸太の小口には QR コードが貼付されている。

(4) トレーラーの車輪

・トレーラーは前輪と中の 2輪の計 6輪で駆動しているが、中の 2輪計 4輪は山道での駆動力を得るため空気圧を下げ接地面積と増加させ、公道では適正な空気圧に戻してる。この操作は運転席で行えるう。



トレーラーの駆動輪タイヤの空気圧は、車軸を通じて調整する仕組みである。

4 造林の現状

(1) TPF 社

- ・植栽は伐採跡地にヘリコプターで除草剤(FSC で許可されているもの)の散布後行う。 苗木は外注で 1 本 50 円程度、実生苗で発芽率 90%以上、10 月に種をまき育苗 8 ヶ月で $6\sim7$ 月に $30\sim40$ cm の高さの苗を植える。
- ・植付けは人手で行い 1 日 1 人 1,000 本/ha 植える人もいるが、平均 800 本である。植栽本数 2.4m 間隔の 833 本/ha である(別の報告によると、その後 550 本(形質優良木 $350\sim400$ 本、その保護のための残存木 100 本)へ間伐するのが最大の価値と判断しているという。)。

TRF 社の苗畑 手 の サ イ ズ (20cm)で生長 の早さをみて 欲しいい。



(2) PANPAC 社

- ・苗木の質は良くなってきているので、従来の 1,500 本/ha 植えから 800 本に減らせた、クローン苗 (挿し木苗) は今 4 割だがクローン苗が増やせればもっと植栽本数は減らすことが可能だと考える。
- ・植栽林分の 6 割程度は $5\sim10$ 年間に高さ $5.5\sim6.5$ m まで $2\sim3$ 回に分けて枝打ちをしている。

(3) 更新作業の軽減方策



伐採後の更新作業は、FSC が認めている除草剤を散布し、その翌年植栽する。ラジアータパインの前生樹は抜き取り、系統を確認した苗木のみを植栽・育成する方針だった。

Ⅱ NZ 木材加工業の状況

1 PNPAC 社の製材工場

(1) 製材工場の流れ

- ・工場に隣接する現場の山元土場では 18m に採材して製材工場まで輸送し、そこでスキャナーにかけて最適解を求め採材している(遠隔地の現場からは $4\sim6m$ の短幹材で輸送)。
- ・製材加工機は 20 年前の米国製のラインである。平均径 45cm $(30\sim70 {\rm cm})$ の丸太が投入され、最初は曲がりを判断するスキャナーに、次に丸太からとる製材品を決定するスキャナーにかけて大割機へ進む。
- ・芯材は未乾燥材で梱包用として国内の製材工場へ出荷し、辺材は乾燥材 (Kiln Dried 材) にして輸出している。



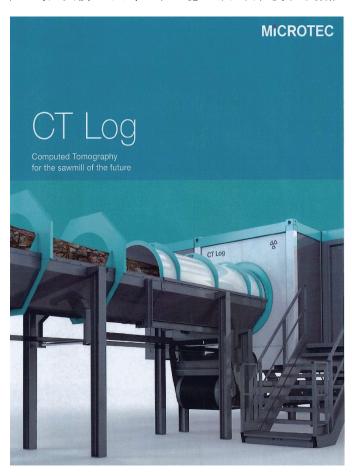
製材工場内の製材用スキャナーシステム

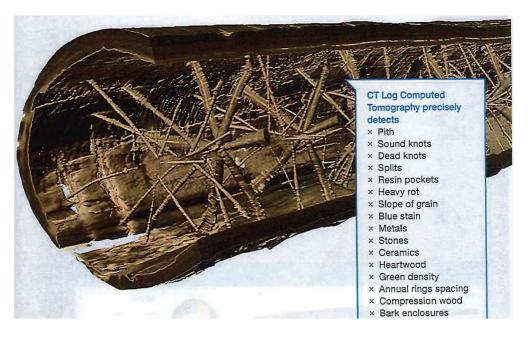
(2) 18m 丸太の採材システム

- ・このシステムは PANPAC 社の担当部長の手作りで、丸太を $1\,\mathrm{cm}$ ごとに $360\,\mathrm{g}$ スキャンし、直径、反り曲がり、長さを計測し、 $18\mathrm{m}$ 丸太を $1\,\mathrm{分間}$ で最適な採材をコンピュータが判断している。 次に大型の丸鋸を持つ切断機に丸太を移動させて、先ほどのコンピュータの判断に従って採材している。材面の節はオペレータが目視でチェックしている。
- ・この装置は 1 日 2 回それぞれ 1 時間の休憩をはさんで 22 時間稼働しており、山元での採材・仕分けの 35 人分の省力化につながったと考えられている。



18m 材スキャナーシステム。 採材マシンと連動 ・このスキャナー装置は 2020 年には新タイプにすることを検討しており、イタリア製の丸太内 部までもスキャンできるタイプの導入も検討俎上にある。この CT スキャンはドイツ 1 台米国 2 台の導入実績があり、1 台 6 億 5 千万円程度する機械だ。





2 GOLD PINE 社の杭丸太等の加工工場

- (1) 杭丸太等の加工の流れ
- ・長さ 3.6m~14m の丸太を購入し、それを工場で採材し杭等をつくっている。
- ・3.6m の農業用の支柱は太い丸太を四つ割りにして、その形状のまま杭に仕上げることで生産効率を上げている。海中や土中の杭、農業用ハウス等の柱、電柱など $6\sim12\mathrm{m}$ の製品を作っている。
- ・30 m^3 の釜で $2\sim10$ 時間蒸気で蒸し、1 週間養生し薬を入れやすくして CCA を注入しており、製品は 50 年保証している。
- ・工場は 10 時間 $\times 2$ シフトで稼働しており、製品は NZ 全国の 22 の直営店で小売りしている。 (2) 長尺丸太の採材システム
- ・2 台のスキャナーで上と横から丸太の外形をスキャンし、注文などを考慮した最適採材解をコンピュータで求めて採材している。そのためなるべく長い丸太の購入を希望している。





社長が独自に開発した、X断面、Y断面スキャナーを用いて、最適採材をしていた。企業秘密なので写真は撮影させてもらえなかった。

牧場仕向けの杭。四つ割り材を加工



様々なサイズの豊富な在庫が杭商売のカギだとのこと。



製品出荷作業



直営店での販売(Nelson)



Ⅲ 研究開発の取組み

以下は、Forest Growers Research (以下「FGR」という。) のプロジェクトマネージャーから の聞き取り等をもとに取りまとめたものである。



研究所での説明

1 急傾斜地での林業生産システムの確立への組織的取組み

(1) 研究組織の変遷

- ・~1999 年までは研究所は、Log Industry Research Organization (LIRO) だった。
- ・2007年 Future Forest Research(FFR)を結成し、現在 Forest Growers Research(FGR)に 名称を変更し活動中である。
- (2) FGR の目的と研究資金
- ・NZ 林業の機械化は 10 年前から安全性の向上と林業コスト上昇の抑制の必要性から始まっている。
- ・FGR は、NZ には森林所有者の所有規模によって大小二つの団体があるが、その大規模所有者の団体である Forest Owners Association (FOA) の研究開発部門である。林業会社や製材工場などがお金を出し合って、研究組織を立ち上げ取り組むことになった。
- ・FOA ともう一つの森林所有者の団体である Farm Forestry Association (FFA) は、Commodity Levies Act 1990 (一般生産品徴税法) に基づく森林からの伐採量に対する新規徴税制度の新税の受け皿として Forest Growers Levy Trust Inc. (FGLT) を 2013 年 3 月に法人団体として設立した。
- ・徴税制度は Commodity Levies Act 1990 及び Harvested Wood Products Levy Order 2013 (森林収穫物徴税令) により森林所有者から収穫量 1t 当たり 27NZ ドル(約 20 円)が 2014 年 1 月から徴収されている。

- ・2019 年の予算は 879 万 NZ ドルであり、トン当たり 27 セントで収穫量 3,300 万 m^3 と一致する。
- ・FGR のこの研究プロジェクトには、2014 年以降徴税収入年間約 $6\sim7$ 億円の半分 3 億円強が充てられ、研究が加速しており、2025 年までの今後 7 年間に 2,900 万 NZ ドル(約 24 億円)が投入されることになっている。

2 研究開発の推移

- (1) 林業システム自動化 (future Automation)
- ・10 年前 2 つのメーカーEMS 社と DC Equipment 社の取組みから始まった。具体的には、エクスカベータにウインチを乗せ、そのウインチでハーベスタの重量を支えて傾斜地での機械伐採や、架線かの作業のリスクを除去するためのグラップルキャリッジの製造等である。
- ・2012 年最初のハーベスタをケーブルアシストしたもの(Tether System テザーシステム)はほかの会社がはじめたが、今は NZ に 4 社で、EMS 社が TRACTION LINE100 台、DC Equipment 社が 70 台、ログ社 30 台、アルパイン社(南アフリカ)が 15 台である。

(2) 研究開発の経緯

- ・最初は米国やオーストリアの林業機械から学んだ。この背景には急傾斜地での収穫システムの 開発の必要性があった。
- ・遠隔操作(Why teleoperate?)は、安全性の向上、快適性の向上、労働環境の改善による労働者の定着向上、半自動化作業などの追加的機能のためのプラットフォームの提供、将来的には運転席の撤去(より小さく軽く安価な機械の作成)である。

3 NZ 林業での機械化等の推移

- (1) 2013 年からの機械化の進展
- ・2013年の架線系集材地での伐採の機械化(Mech Process-Yarder)が 30%、車両系集材地での 伐倒の機械化(Mech fell-Ground-based)が 40%台、採材の機械化(Mech Process-Ground-based) が 60%台だったのが、いずれも 2017年には 90%前後へ進んだ。
- ・一方で架線系集材地での伐倒の機械化(Mech Fell-Yarder)は 2013 年には数%だったのが上昇はしているものの、2017 年には未だに 30%台である。
- (2) 重大災害の減少
- ・重大災害等の労働災害の発生件数は 2012 年 168 件から 2018 年 60 件へと 6 割と減少した。生産量ベースでの発生率は 2012 年 6.1 件/百万 m³から 2018 年 1.6 件へと 7 割減少している。
- (3) 収穫コストの増大と機械化・自動化の必要性
- ・架線系集材のコストは 2009 年 32 NZ ドル/t から 2017 年 40NZ ドルを超え、車両系集材のコストも 22 NZ ドルから 27 NZ ドルと上昇しているため、引き続き効率性の向上のための収穫自動化システムの開発が必要である。
- ・NZ の伐採作業での労働者は 3,500 人から 4,000 人へと増加しているが、今後労働力不足から 林業の産業としての成長が阻害されると見込まれ、この点からも林業作業システムの自動化が必

要となっている。

(4) 今後の課題

- ・林業の部分的な機械化は進んできたが、短幹にするための土場での作業や林地残材の処理の機械化がまだ残っているとともに、運材のための積込みの自動化が必要である。
- ・新たな収穫システムでは地面を歩かない、丸太を手で触れないことを目標にロボット化された 丸太選別土場で、丸太の等級別選別とトレーラー積込みの自動化を進める。丸太のタグ付け機能 をプロセッサやフェラーバンチャーなどに付加することで無人化し、トンベースでの体積売りを 可能にすることを考えている。林地残材についてもトンベースでの売買計測が可能と考えている。



新しい収穫システムは「地面を歩かない、丸太を手で触れないことが目標」です。

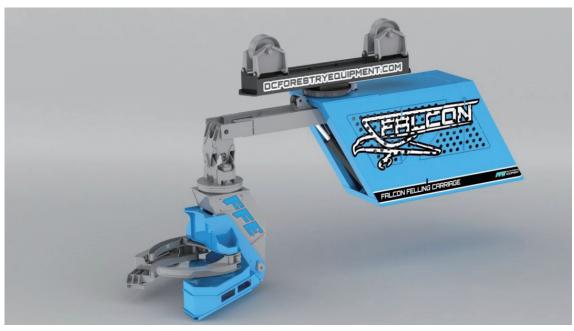
- ・Automatic quick coupler エクスカベータのヘッドを別のヘッドに替えるなど、一台の機械で 複数のヘッドに変えることで無人化を図ることや仕事の効率を上げることに取組中である。
- ・Smart-yarder Grapple&hauler control system スマート・ヤーダー、グラップル、運材機の制御システムを考えている。架線系の集材において、半自動グラップルとタワーヤーダでの制御システムを備えた Smart-Yarder の開発を目指している。
- ・車両系集材においては、自動的に丸太にタグ付けし手作業による検尺と重量測定システムをなくして、1本ごとの丸太 ID システムを検討中である。
- ・Lang capacity log loading grapple 選別なしでトレーラーへの積込みを 10 分(30t トレーラー)で完了する大型グラップル装置の開発を考えている。
- ・Automated tag readers 丸太選別土場での自動丸太タグ読み取り機(欧州で試験中のもの)で、

リアルタイム在庫管理を目指す。

・Economic benefits from Programme 項目別のコスト削減を評価し、小さいスケールのオペレーションでもコスト削減に取組み競争力をつけていき、例えば小規模のハーベストでも 10NZ ドル/ m^3 コストを落とすと、NZ の場合 1.65 百万 m^3 も追加で生産できることになる。 10%のコストを下げれば再造林も進むことになる。

※別の報告によると DC Equipment 社ではファルコン搬器にフェリングヘッド(伐倒機)を取り付けた機械を開発中(すでに試作機がある。)であるという。





資料: Equipment 社ホームページ

IV PANPAC 社担当部長等の談話

- ・伐期は30年を伸ばすことはない。現状でも27年程度だが最大の価値を目指して、より短くなると考えている。
- ・NZでは林業への投資は羨望の的であり、無節材は品質価値があるので枝打ち林分をもう少し増やすかもしれない。
- ・NZ のラジアータパインは国内市場が小さいので海外市場が重要だが、輸出の 7割(約1,600万m³)が中国向けというのはリスクが大きすぎると考えている。
- ・使える針葉樹資源は世界的に少ないので、ラジアータパインの価値は確実に上がっており、今 後も上昇すると考えている。
- ・ラジアータパインの競争相手は、南米 (チリ、ウルグアイ、ベネズエラ) 北米 (サザンイエロウパイン、ダグラスファー) そしてロシアであると考える。

区分	チリ	ウルグ	ベネズ	米国	カナダ	ロシア	NZ	日本
□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □		アイ	エラ					
森林面積 万 ha	1,774	185	4,668	31,010	34,707	81,493	1,015	2,496
森林率 %	24	11	53	34	38	50	39	68
人工林 万 ha	304	106	56	2,636	1,578	1,984	209	1,027
年間造林面積	7.5	_	0.4	290.0	40.1	101.9	3.9	2.4
人工造林 万 ha	7.5	_	0.4	43.5	40.1	17.1	3.9	2.4
成長量 m³/ha		(針)24				1.3	15	2.9
森林蓄積 億 m³	33	1.3		407	437	815	40	47
木材生産量万 m³	5,515	1,185	710	32,443	14,986	19,700	2,605	1,957
	2011	2011	2010					

出典: FAO による世界森林資源調査 2015 より

Vまとめ

- 1 伐採・収穫作業の機械化・合理化
- (1) 我が国の素材生産システムの合理化で、世界的な生産量一日一人 50 m³を目指すシステムの構築を目指すべきである。緩傾斜地での車両系のシステムはもとより、急傾斜地での架線系システムでも、そのシステムをつくる工夫が必要である。それも、計画的に、困難だと思われる事項を組織的につぶしていくことが重要なポイントになる。
- (2) 事前に行った和歌山での調査で確認したが、現在林野庁がイワフジなどと作っている電気回生式の自動伐採システムを追及するとともに既存の素材生産システムの合理化についても、車両系も架線系も政策的にも産学官が協力して、組織的に取り組むことが重要である。
- (3)傾斜地での伐採作業の自動化・機械化は無理とあきらめているのでないか。重大災害の多発す

る伐採作業に、急傾斜地でも機械化に取り組んでいる NZ のテザーシステムの導入を行うべきではないか。

- (4) 伐採現場では、架線と車両を組合せて荷掛手を配置しないオートチョーカーを使った作業で 先柱に伐根や中古のブルドーザーを使うなど現場の条件に相応した工夫をし、横取り範囲を抑制 したり、ハーベスタを使った作業では、斜面に伐採木を平行に並べ、オートチョーカーでの作業 の効率化や、架線の張り替えが困難な現場ではスキッダが線下に伐採木を寄せる補助作業をして いたが、我が国でもこのような作業機械の組合せで作業全体の効率化や林地の踏み荒らしを最小 限とするよう誘導していく必要があるのではないか。
- (5) 我が国の先柱は本当にブルドーザーにできないのか。リフチングラインを回してセットする 今の架線集材システムは本当に合理的なのか。NZ の架線途中でブルドーザーを使った三角集材 などさらなる生産性向上の工夫が必要でないか。
- (6) 集材の合理的システムの定着のための ICT データ (地形データ、立木データなど) を使って、 集荷システムの最善モデルがセットできるようなソフトを AI を使って作るべきである (すでに 取り組んでいるとの情報もある。)。
- (7) 伐採・収穫作業区域内の Wi-Fi 環境をつくることが重要だ。現に和歌山での事前調査では、プロセッサのオペレータが、集材機を Wi-Fi 通信を通じてコントロールしていた。降雨や立木などでも作業機械、作業員同士が安定してコントロールすることが可能な Wi-Fi システムを構築していく必要でないか。

2 素材加工・流通での機械化・合理化

- (1) 丸太の運材において、山間地域の多くはインターネット通信ができる環境がないとあきらめていないか。NZ ではジオフェンスというインターネット上のチェックポイントと無線で車両がコントロールされている。山間部でもインターネット通信が可能となる地点で情報通信を行うなど我が国でもやれる工夫をすべきではないか。
- (2) 数多くの現場を視察したが、材長・品質別の整理はしていたが、美しく見せる山元巻き立て作業などはしていない。山土場での車両への丸太の積込み作業も合理化をすべきである。我が国での常識となっている車両搭載のグラップルは本当に合理的なのか検証する必要がある。
- (3) NZ では伐採の合理化を追求した結果、山土場での丸太の長尺化、加工工場横の平地土場でのスキャナーによる AI 主導の採材へ変化しており、我が国でも検討の必要がある。長尺になれば、丸太を掴む回数が減って合理化するのかなど検証してみることが重要である。
- (4) 我が国の人手で尺をあてて末口二乗する丸太の検尺は、木質バイオマスの活用や集成材、合板での利用の増加の中で、本当に最善なのか。山元作業の簡素化と取引の安定を図ってくため、素材の JAS に重量を追加し、丸太の取引を体積から重量に誘導する必要があるのではないか。
- (5) 製材工場など加工システムの関係で合理化は十分なのか、もっと合理化を進めて、生産コストを引き下げることの検証が必要でないか。

3 林業での合理化

- (1) 我が国での林業投資が本当に儲からないとあきらめていないか。我が国の通常の造林地の選択は ha 当たり 8 m^3 以上のところだが、年間 $20m^3$ 成長する林分はよく見かける。植林の合理化は本当にコンテナ苗が一番なのか、エリートツリー等精英樹などのスギ、ヒノキを 800 本植えて、30 年で 600 m^3 /ha の収穫は本当に我が国では無理なのか。
- (2) 植栽本数は少なくなったというが、ha 当たり 1500 本 ~ 2000 本が林業投資として本当に妥当なのか。
- (3) 下刈に除草剤をあきらめてよいのか。我が国の除草剤の散布がヘリコプターのエンジンのジェット化によって薬剤に混入されている小石が吸引されたため中止になったとすれば、ドローンの活用を検討すべきでないか。

4 全体

我が国の木材生産・流通の世界的な競争力をつけるためには、森林所有者、素材生産・流通業界、木材加工業界、プレカット・住宅業界など相互に利益が相反するそれぞれの分野のトップランナーによるプラットフォームをつくって、全体的な合理化の議論と取組みを促していくことが重要でないか。

和歌山調査 20190131~0201 調査者 2 名

- ·木構造振興株式会社代表取締役社長 山田壽夫

1月31日

現地案内者

株式会社山長商店

和歌山県農林水産部 森林・林業局

近畿中国森林管理局 和歌山森林管理署

第1現場

(株) 山長林業株式会社 林産現場

現地案内者

- (株) 山長林業株式会社 現場総括責任者
- ・エンドレスタイラー (無線) 2人作業
- ・荷掛手(1人)、人力荷外し+プロセッサ(1人)
- ・集材機運転手は、プロセッサオペレータも兼ねており、荷外しも行っている。
- ・先山の荷掛け手と 2 人で 24 ㎡/日を搬出しており、今は一人当たり 12 ㎡生産しているが、普通は 3 人で行っており、 1 人当たり 8 ㎡となる。
- ・架線張るのに、昔は7人×7日=49人・日かかっていたが、7人×4日 28人・日で索張りしている。ホールバックライン 3人・日で山全体に張って置き、索張りのスタンプを外す作業は、1スタンプ 3分程度で済むので、効率的に集荷している。





第2現場

(株) 山長林業株式会社 林産現場

現地案内者

- (株) 山長林業株式会社 取締役林業部長
- ・主索 300m のエンドレスタイラー (無線改良型) で、山の地形の関係で、主索が土場に直角に 張れずに、架線下で外した丸太をグラップルで移動させプロセッサで土場作業を行っている。
- ・新しく作った集材機は無人で操作でき、グラップルを操作している運転手が集材機のリモコンも操作し荷外しを行っており、先山で荷掛け作業している人と二人で全体をコントロールしている。操作はさきに動かしたほうが優先使用権を持ち、自動的に片方だけの操作になる仕組みとなっている。
- ・この作業は、24 m/日・2 人で第一現場と同じ能力であるが、これは楽に 1 H 24 m生産できるうえに、ベテランでなくとも新規就労者でもすぐ使いこなせる。







第3現場

(株) 井硲林産 林産現場

現地案内者

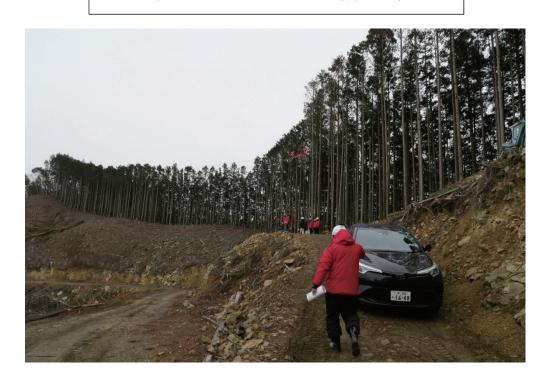
(株)井硲林産株式会社

イワフジ工業株式会社

上道キカイ株式会社

- ・和歌山県における架線集材の低コスト化・省力化技術研究会は平成24年9月に設立し、集材作業の自動化に取組み、油圧集材機を2名で半自動運転できるシステムを開発した(第2現場でみた油圧集材機)。そこに無線で動くロージンググラップルを組み合わせることを取組中である。
- ・この現場は、その回生充電式ロージンググラップルと油圧式集材機(エンドレスタイラー)に よる架線集材システムである。
- ・新しい油圧集材機(4千万円以上)は、オール油圧でドラム同士が張力を検知して同調するシステムで操作器具を離せば止まる自動ブレーキとなっている。操作部は、すべて電気制御で将来の無線操作への対応を考えて作っている。例えば、スカイライン上の停止位置を記憶し、その区間を登録したら自動走行する仕組みを考えている。
- ・一回の集荷では3t位の丸太になるが、元を地挽すると6tぐらいまでは可能と考えている。
- ・このロージンググラップルにはカメラがセットされており、その映像を見ながらオペレータが 区域外から丸太を集荷できること考えている。AIの画像認識で集荷できるシステムの開発に向け て進めている。
- ・ドローンによる予備線架設、苗木運搬デモンストレーション

回生充電式ロージンググラップル稼働試験状況

















ドローンによる苗木運搬試験。

少し強い雨 (5~10mm/ha 程度) になったところ 2.5GHZ 帯の Wi-Fi 通信に障害が出た。









第4現場

(株) 山長林業株式会社 田熊貯木場

・原木仕分け作業の状況



2月1日

第5現場

前田商行株式会社林産現場

現地案内者

前田商行株式会社

- ・オーストリアのコンラッド社の搬器:ウッドライナー(上げ荷)、リフトライナー(下げ荷)の作業を視察した。
- ・当日はトッラク搭載のタワーヤーダとウッドライナーによる2人での架線集材作業を確認した。
- ・プロセッサオペレータリモコン操作(1人)と荷掛スリングロープ作業による荷掛手のリモコン操作(1人)の 2人作業で、荷外しは自動で行われていた。
- ・当日の生産量は38 m³/日・2人との実績との報告があった。
- ・バイオマスについても、最近は 7,500 円/トンで近くのバイオマス発電施設着価格で出荷している。





車載型タワーヤーダ とコンラート社ウッ ドライナーでの集材 作業





トラックの荷台の上 でプロセッサが枝葉 を切り落としてい た。トラックは、その ままバイオマス発電 所に直行する。





第6現場

山長商店

- ・製材工場
- ・プレカット工場
- ・CAD 作業

現地案内者

株式会社山長商店

株式会社山長商店





第7現場

田辺市立新庄小学校

・木造の小学校になって、子供たちの怪我や風邪などの病気の減少がみられるとともに、具体的な数字の裏付けがあるのではないが学力が向上したと実感している。







無人化林業システム研究会 第2回研究会議事録(要旨)

- 1 開催日時・場所・出席者
- (1) 平成 31 年 6 月 4 日 15:00~17:30
- (2) 日本治山治水協会大会議室
- (3) 次の各委員7名、林野庁からオブザーバー参加1名及び 事務局1名計9名

山田壽夫 研究会会長、木構造振興(株)代表取締役

沖 修司 (公社) 国土緑化推進機構専務理事

酒井秀夫 (一社)日本木質バイオマスエネルギー協会会長

島田泰助 (一社) 林業機械化協会会長

津元賴光 森林科学研究所所長

辻 潔 株式会社日本林業調査会代表取締役

寺岡行雄 鹿児島大学農学部教授

オブザーバー参加

大川幸樹 林野庁技術開発推進室長

事務局

小原文悟森林科学研究所研究員

- 1 委員名簿
- 230年度事業計画
- 3 事業実施経過
- 4 概要
- 5 森林利用の法制度と施業計画
- 6 現地調査から

参考資料

- 1 松木氏事前レポート 2019.02.26
- 2 松木氏追加レポート 2019.05.08

2 議事等

(1) 事業採択以降の調査実施経過

山田会長からの開会挨拶に続き、事務局から31年度事業採択後から第2回会合までの間に行った事項について実施経過を報告した(資料1)。

(2) 第2回研究会議事・議論

事務局: 津元森林科学研究委員、小原、山田社長の順でニュージーランド現地調査の報告をさせて頂きます。では津元委員お願いします。

津元委員:ニュージーランドでの現地調査の概要を説明(資料 2)

寺岡委員:現場に入るときに必ずミーティングをするとのことだが、どんな事項を打ち合わせるのですか。

津元委員:集団で行動することであるとか、指示に従うこと、危険な場所に近寄るなど当たり前のことをきちんとすることです。

山田会長:現場に何人入っているかなどメモをとって確認していました。

津元委員:現場に入って 3~4 分必ずミーティングをしていました。

寺岡委員:会社が違っても同じなのですか。ニュージーランドの林業はどこも同じなのでしょうか。

津元委員:会社が違っても全く同じでした。

山田会長: 労基法が厳しくて、安全確認が徹底しています。

事務局:タウランガ港での荷役作業の調査も行ったが、構内移動の際も同様にミーティングと指示が行われました。

沖委員:会社の社員も同じですか。

山田会長:社員全員同じです。

事務局:因みに私が集団から5m離れて切り土のり面の土を確認に行ったら、大変厳しく注意されました。

沖委員: 社員の人に権限を与えているのですか。何に基づいて行われているのですか。

山田会長:安全についてのレポートをもらってきています。会社の中で、安全確保をどのようにするかの責任者がいます。

沖委員:普通の人が山に入れないのですか。

事務局:伐採区域の表示がされており、どのような扱いがされているか、次の私の説明で理解して頂けると思います。

事務局:事務局の小原からニュージーランドにおける森林利用の法制度と施業計画を説明(資料3)

山田会長:現地調査からを説明(資料4)

酒井委員:現代林業で報告されていますが(吉田美佳: I C T による透明情報共有と次世代型サプライチェーン構築の最前線. 現代林業 **625 号**: 28-43. 2018)、トラックの配車を AI 化している。

山田会長:ニュージーランドに行って感じたのは、山のデータを目視でやってることでした。日本ではレーザーデータで取得できる。この地形情報と立木のデータ、架線系のデータを重ね合わせれば一気に生産性を上げることができるのではないかと感じました。

酒井委員: PAD(集材機を設置する場所)では採材などの作業はしないです。伐採木はトラックに積み込む場所に移動させて採材作業をする。集材作業と採材作業が2段式になって分けられており、それで安全確保を図っています。さらに採材作業場で18mで採材してそのまま輸送するか、短幹に採材するかを判断します。ニュージーランドが競争相手として恐れているのはチリで、チリの方が生産性はいいようです。

山田会長: 研究機関で聞いた話ですが、DC Equipment 社 (ニュージランドの 林業機械開発メーカー) は、テザーシステムというエクスカベータとハーベスタ をクサリとワーヤーで結んだシステムをチリに数十台納めており、チリはすご いといっていました。人工林の面積もニュージーランドよりチリが多くあります。

酒井委員: チリでは1日1,000 m を出す現場もあるという話をききました。

山田会長: うまくいけば1日1,000 ㎡を出す現場もあるでしょう。日本で5㎡だったところが、高性能林業機械が入って10㎡になったといわれます。でも、それでは高性能林業機械ではないですね。機械導入とあわせ高生産性を上げていく仕組み作りをしていかなければなりません。そしてそこにICTをどう絡めていくのかを考えなければならないと思います。

津元委員:木材を出していくためには路網を考えなければなりません。

調査した現地では、粘性の火山灰土でしたが尾根を登る道をつくっていました。 架線集材の現場では尾根の取っ付きに土場とタワーヤーダを配置 PAD を設置し ています。作業ポイントも決まっています。60t トレーラーが入れる道をきちん とつくっています。その道を利用して、素材が次々と輸送されている。日本で考 えたときに、そのような設計ができている現場がいくつあるのか疑問です。基本 の設計が本当にできているのかわからないところがあると感じました。

山田会長:日本の場合林道の規格は簡単には変えられません。日本の林道は10t車を入れると決めたのだから、10t車でできることを考えるべきだと思います。車載の積み込み用のグラップルを外せば8mまで積み込めます。グラップル装置と強化フレームを外せば3㎡積み込み量を増やせます。なるべく長尺で運び、製材工場で材木の状態に応じた最適採材をする仕組みをつくっていくべきです。

これからは 3m、4m だけでなく 2×4 のスタッドなどの採材をする必要がでてきます。長尺で工場土場へ下ろすことができれば、一般製材にだけでなく、2×4 にも、合板にも対応した採材ができます。北海道の経験ですが、山土場で 12m に採材して工場へ下ろしました。そのとき関係者がいやがったのは、土場で端材がでるからでした。でも今、端材はバイオマスに仕向けられます。もう一点、数量の計測は体積計測から重量計測に向かうべきだと思います。道は 10t 車でいいと思います。

津元委員: 数千 ha の規模の団地では、路網の全体計画を描いて、少なくとも 40t 積みのトレーラーが入れる林道を作ったりすべきだと思います。 既存の林道がある程度整備されている場合は 10t 積みのトラックで対応していけばよい。 しかし、40t 輸送を徹底的に追求していく団地があってもよいのではないかと思います。

山田会長:国有林で取り組んでいい。

津元委員:団地にまとまっていることと、成長がよいという前提ですが。

寺岡委員: 林道は生活道をかねてきたので集落を縫うように配置されています。 これからは林業用の道で、名前はなんでもよいですが、尾根に林道をつけるとい うことを意識していくことが大切だと思います。

事務局:冒頭現場責任者から単独行動を厳しく注意されたことをお話ししました。実は事業地は海生の火山灰粘土で覆われていて、少しの雨でぬかるむとんでもない現場でした。そのことを確認にいったのが単独行動だったんですが、そんな土質条件でも路盤材は現場で採取しているもので、粒度組成からみて締め固め特性が極めてよい材料を使用していました。総重量 50t のトレーラーが安全に通行できる道づくりができている。現地で使えるものを使う工夫していたのには驚きました。

酒井委員: 鹿児島のシラスのような土質で、石は貴重品だからよく考えて使用していますね。

山田会長: 九州の H 会が再造林のために 1 ㎡ 10 円を基金に出していますが、そうではなくニュージーランドのように素材生産の生産性を高めるために、10 円を使えばよいのではないかと考えます。ニュージーランドは徴税した財源で機械開発を行い、生産性を高めていました。生産性を高めなければ 10 円を森林所有者に返しても何も進まない。日本だって生産量は 3,000 万㎡だから、10 円で 3 億円になります。この財源と国費をシステムや機械開発に注ぎ込んで、例えば 5 年でこれだけ生産性を上げていくという目標をたてる。そんな仕組みを作っていくというのをわれわれは忘れていたのではないかと反省しました。「山に返す」「山に返す」といいますが、山に返っていないのが現実です。その山に返す工夫をニュージランドはしているとつくづく感じました。

山田会長:時間も迫っているので、最後に委員から一言お願いしたい。

大川オブザーバー: ありがとうございました。大変勉強になりました。気持ちが前向きになりました。こういう話をもっともっといろいろなところで広がり、現場の方々にも情報が届き、現場の方々から工夫の提案があればいい。そういうやりとりができれば進んでいく。われわれもそういう場を作っていきたいと思っています。

寺岡委員:ありがとうございました。大変興味のあるところを聞けました。今後この方向で行けばよいのではないかと思っています。カナダではフォレストリー4.0に取り組んでいる。その中に25というキーワードがあって、25百万という数字が上がってくる。2030年までに25百万㎡は無人で伐るという目標や、これはBCC州だけですが、そういう目標を掲げて、例えば12mを○年までに進めていくといった目標を描いていくことが大事なんだろうと考えます。ニュージーランドの中小企業でできて、日本でできないことはないと思います。是非がんばって欲しいと感じました。

辻委員: 山田会長の話にありましたが、現場にいくと利害があったり、自分たちのこれまでの仕事のこだわり感があったりして、進んでいません。ここまでダイナミックな転換というのは難しいところがあるとは思いますが、大きな視点と時代認識があれば到着できるのではないかと感じました。本当に今の時代に何をしなければいけないかということをまた、教えて頂ければと思いました。

島田委員:大変おもしろいプレゼンテーションを聞かせていただいた。今回の議論で興味深いのは、日本の山の実情を考えると、ニュージーランドと同じようにはならないが、8m 採材のシステムの可能性があるという点です。ヨーロッパから機械を導入した際、日本の実情に合わないため使えなくて消えてしまったという現実があった。ニュージーランドはずいぶん工夫している。ブルドーザーを使ったアンカーという発想は興味深かった。日本みたいな地形、作業規模の条件の中でも、工夫すればできる可能性があると思う。日本は日本の特質があるので、日本仕様にどうやってアレンジしていくかという点を忘れないようにしていかなければならないと思う。

国有林野法の審議が終わったようだし、本来国有林で 10t 車入れたらこれだけ 生産性が上がりましたというのは、最初にやるべきものだと改めて感じた。大変 おもしろい研究報告でした。林業機械化協会としても参考になります。

酒井委員: 林業の基本は替わらないと思うが、あれだけ材質の悪いラジアタパインで、しかも人口 500 万人で 3,000 万㎡生産している。あんな柔らかい木で相手にされないはずなのが、重要な輸出品として売り込んでいるという意気込みがある。

昔の木挽(こび) き税ですか 1t 出せば 10 円もらうという仕組みがありました

が、スウェーデンも同じような仕組みがあります。業界が集めたお金と同額を政府が補助する。業界は一生懸命出材してお金を集めると、政府は自助努力を認めて補助金を交付してくれる。それを財源にして技術開発に取り組む。

今スウェーデンがやっているのは、輸送コストの改善です。大型のトラックが走れる道 60t が走れる路網をつくって、カーナビを使って最短距離で輸送する。 日本でいえば 10t 車が走れる道、20t トレーラーが走れる道を作っていけば、輸送ルートも効率的にみつけられるようになる。

大型車もあるが、私は 10t 車は燃費がいいと思っている。日本では 10t 車を使い、その代わり 100km も 200km も運ぶのではなく、近傍の工場へ 10t で運べればそこそこ使えるのではないかと思っています。日本には日本の林業をしていかなければならない。

大雨降って土砂が流れたという報告があったが、ニュージーランドも完璧な林 業をやっているわけではないところもある。

日本の林業を考え直す時に他の国に学ぶことになりますが、スウェーデンでは、 生産性を向上させる。労働災害をなくす。省力化で、重労働でなくて、機械を使って生産をしていく。木に触らない、地面を歩かないというのがハーベスタ導入ですが、現在目指しているのは機械に触らない。遠隔操作だという方向です。パネルをみてキーボードで機械を操作する。これから通信技術革命が起こるので、リアルタイムで現場の状況が立体的にみえる時代になっていく。それぐらい技術革新が進んでいるんです。

沖委員: デザーシステム自体は 3 年前に説明を受けていて、報告にあったように事故が起こらなくなった。絶対死亡事故は起こさないという発想で考えられたシステムだった。今日、北海道で稼働していますね。

山田会長:紋別で稼働試験しています。

沖委員: S 林業に出向していた I さんがニュージーランドで学んできたことが、 やっとできたのかなと思います。よかった。これからテザーなどが動いていくと いう点についてはずいぶん議論した。日本の資源が充実してきていて、これから 森を作り替える作業に合わせて、今の森林に合わせた作業から一旦リセットし て、新しいシステムを日本が変えていけば効率性が上がっていく。

どういう先を見通すか、道をどうしていくかといった点は考えていく必要はありますが。

現在の人工林は、山のてっぺんまで植えていますが、これからは現場の状況を把握した上で山づくりをしていかなければならない。

昔の人たちが一生懸命植えてきたのはいいのですが、いろいろな人たちと話していると江戸時代からの林業の延長で作業を機械化してきたのではないかという疑問がでてきた。これまでの常識にとらわれないでチャレンジしていくこと

が重要です。

これからは、業界をどう巻き込んでいくかということと、改革を条件のよいところでやっていく。 創意工夫をやりやすいところからやっていくことを考えることが重要だと思います。

山田会長: 単に開発された機械を使うのではなく、現場に相応した工夫をしていくことが必要なのだと思う。これまでは単に機械化するだけで、工夫をしてこなかったと痛切に感じている。一方で ICT の勉強会をやっていて、いろいろ意見が出ますが、森林所有者、素材生産。流通業界、木材加工業界、プレカット・住宅業界など相互に利益が相反する方々は、全体の生産性向上について全く話がかみ合わない。全体の仕組みで生産性を上げるのではなく、依然として旧来の取引の改善それなりに取り組んでいるが、合理化の成果が上がっていないのが日本の林業の現状であると思います。もっと現場での工夫を全体のシステムでの生産性の向上に取り組んでいく必要があります。

沖委員:現場の理解と研究会に参加している人たちと、林野庁が思っていることが乖離している。

山田会長: 九州森林管理局の時代に道づくりをやってきましたが、あのとき現場の人たちから馬鹿かげているとさんざんいわれました。S さんがいみじくもいいましたが「O 君と H 君が現場に飛び込み、現場の人たちに抱きつくまでやってなかったら、道づくりや事業実施の方法や作業方法、合理的な仕組み作りへ仕事全体を変えていくことにおれは「うん」といわなかった。現場からがんがん突き上げられた。でも熱意と行動があったから変えていくことを受け止めた。」その結果九州森林管理局の仕事の仕方や作業方法だけでなく民有林での素材生産や流通の仕組みが大きく変わった。日本の林業では「現場の創意工夫でやれることが一杯ある」というのが本日の結論の一つでないか。ここで議論は一旦終結したいと思います。

平成30年度の事業経過

1 事業承認

平成30年8月17日付け: 承認

公益社団法人国土緑化推進機構から平成30年度「緑と水の森林ファンド」中央事業の助成決 定通知受領

2 第1回会合

平成30年:10月書面会議

- ② 委員交代に関するお知らせ
- ②NZでの現地調査に向け、NZ在住の松木氏に依頼する「委託事業を実施する先方に照会する事項(案)」に関する意見聴取

3 委託先への NZ 調査事業計画書の送付

平成 30 年 11 月: NZ における調査実施の前提となる調査を希望する事項等を取りまとめた 要綱を委託先に送付

4 住友林業、王子製紙への協力依頼

平成30年12月

調査の対象となるNZ法人の本社へ調査実施に関する協力を依頼

5 委託契約の締結

平成 30 年 12 月

委託先の松木氏と森林科学研究所長と事前調査、準備及び通訳等の業務を委託する契約を締結

6 事前報告書

平成31年2月

委託先から事前報告書が提出され、研究会の委員に意見照会を行い、法令、作業現場等に関す る追加質問と質問を踏まえた報告書が提出

7 現地調査

平成31年3月:3月16日~24日の旅程で、現地調査を実施

- ①作業現場 計9か所
- ②林道開設現場、路盤材採取場、タイヤ圧力調整 計3か所
- ③製材加工・杭加工工場 計3か所
- ④杭販売所 1か所
- ⑤木材輸配送コントロールセンター 計2か所
- ⑥機械開発メーカー 1か所
- ⑦研究所 1か所
- ⑧輸出港 1か所
- ⑨試験林 1か所

8 第2回会合

令和元年6月4日

9 報告会

研究所主催 1

林野庁職員 2(予定を含む。)

その他 多数

雜誌掲載等 予定 以上

「無人化林業システム研究会」におけるニュージーランド林業現地調査

・無人化全自動伐採集荷、造林保育機械システム設計に関する調査・研究(事務局:森林科学研究所)として ニュージーランド林業現地調査を実施、調査期間:2019(平成31)年3月16日(土)~24日(日)

調査員:委員のうち山田壽夫(木構振興(株)代表取締役)、小原文悟(森林科学研究所研究員)、

津元賴光(森林科学研究所長)、案内 PINO&CO(ニュージーランド林業コンサル:在住25年)松木法生氏

※森林科学研究所:日本治山治水協会及び日本林道協会の業務を補完するため平成10年に協会内に設置され WEBサイトを通じた図書の発行や森林林業に関する研究会の開催など実施

森林科学研究所において平成29年7月1日に「無人化林業システム研究会」 を立ち上げ(委員会は林野庁技術開発推進室長にオブザーバ参加頂いた)

- o平成29年8月8日 第1回調査検討委員会
- o平成29年11月9日、12月6日 有識者ヒアリング
- ○平成30年1月26日 日本林業再生研究会(協会内研究会)での議論
- ○平成30年6月1日 第2回調査検討委員会

第2回調査検討委員会等において、ニュージーランドの架線作業の無人化 等の話題が提供され、我が国の林業の効率化

に役立つことを整理していくことが重要とされた。

このことから、平成30年度の活動として現地調査を実施。

委員(平成29年7月1日発足時)

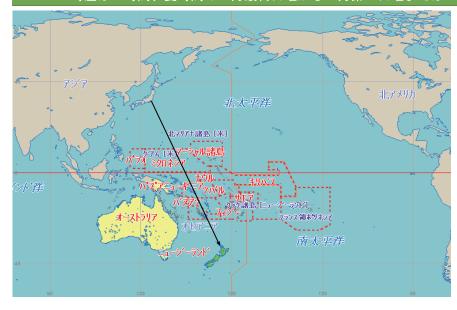
梶谷辰哉 (国土緑化推進機構専務理事) 酒井秀夫 (日本木質バイオマスエネルギー協会会長)

島田泰助 (林業機械化協会会長) 寺岡行雄 (鹿児島大学教授) 山田壽夫 (森林科学研究所長) 辻潔 (日本林業調査会代表取締役)

小原文悟 (森林科学研究所研究員) 津元賴光 (日本林道協会専務理事)

※平成30年10月、梶谷辰也氏から沖修司氏に 交替、森林科学研究所長は山田壽夫氏から津 元賴光氏に交替

・ーランド:南太平洋のオセアニアのポリネシアに位置するイギリス連邦加盟国。 成田からニュージーランド(オークランド)まで約9000km、10時間半のフライト 時差は3時間、夏時間の9月最終日曜から4月第1日曜までは4時間 早い(東にある



ポリネシア系民族が 渡来と推定。 9世紀頃

1642年

1769年

1791年

1840年

(「ニュージーランド入門」から抜粋)



首都:ウェリントン(緯度:南緯41度)

最大都市:オークランド(南緯37度)

〈東京北緯36度、青森北緯40度、札幌北緯43度〉

面積: 27万534km2(日本の約4分の3)

人口:4,947,100人(2019年)

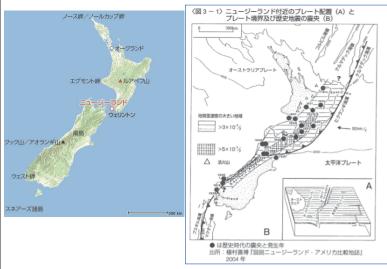
2010年は434.5万人、2005年は412.6万人 総人口の3分の4が北島 オークランドに約3分の1の150万人

クライストチャーチ40万人(南島最大の町) 今回訪問した ネルソンは67000人、 ネーピア63000人、ロトルア59000人

人口は増加傾向、2.14%の増加率 うち移民増加1.54%、自然増加0.6%

民族構成:多様な民族 欧州系 74%、 マリオ系 アジア系12% 太平洋島嶼系

火山と地震の国:ニュージーランドは太平洋南西端の孤立した位置、ニュージーランドはオーストラリアとともに移動したのち、 やがて分離、<u>6000万年前以降は海底下</u>にあった。



(「ニュージーランドを知るための63章」から抜粋)

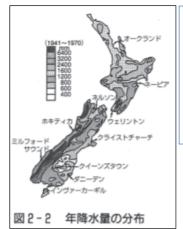
約3000万年前から太平洋プレートとオーストラリアプ レートの境界付近で地殻変動が生じ、両プレート がぶつかりあう境界域となったニュージーランド でカイコウラ<u>造山運動が始まり、現在の北島と</u> 南島となる島の原形が隆起して海面から姿 <u>をあらわした</u>。約1000万年前のことである。

(「ニュージーランドを知るための63章」から抜粋)

ニュージーランドの自然は日本とよく似ていると いわれる。北島の中央部を貫くタウポ火山帯 <u>をはじめ火山が多く分布し、厚い火山灰</u>は 火山から遠く離れた地域にも広がり、火山 灰台地、軽石台地は北島に広がってい る。・・・・火山が多いのは、ニュージーランドの北 島が沈み込むプレート境界に近いことに由来し ている。

・・・・火山ばかりでなく地震の多発地帯であ ることを意味している。・・・・<u>南島は、ニュー</u> <u>ジーランド最大の活断層</u>でプレート境界そのもの であるアルパイン断層によって貫かれている。

(「ニュージーランド入門」から抜粋)



降水量:600 - 1600mm程度であり、降水量が最大なのは南島西海岸で、 同島東海岸及びカンタベリー平原や、中央部のオタゴ盆地といった内陸 部では最も少ない(640mm程度)。<u>都市</u>で見ると、クライストチャーチ の年間降水量が640mm未満と最も少なく、オークランドに程近いハミル トンはその倍以上の1325mmとなっている。これよりも遥かに湿潤な地 | 域は、年間降水量が5000 - 8000mmもある南島南海岸のフィヨルドラン ド地域である。※今回現場視察した**南島ネルソン・北島ネーピアともに** <u>年間雨量は約1000mm</u>とのことでした。

なお、2014年データでは、ニュージーランド1732mm、日本1668mm

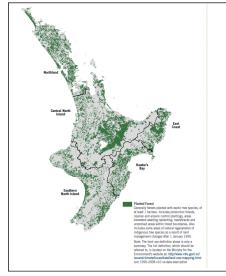
oニュージーランドの森林は、かつてマオリのみが居住していたころは、 国土の70%であったが、3-ロッパ人が入植し、開拓が進められ、 30%の800万haまで減少。

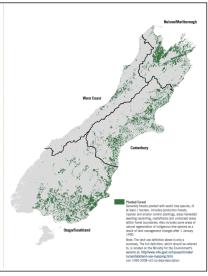
01984年から始まったニュージーランドの財政・経済改革の中で88年からあらゆる公社の民営化による売却が行われた。国有林の民営化は、1987年に林業公社・保全局・林業省の3部門分割と、1990年からの国有林のアセットセール(伐採権の売却)の2段階で実施された。その結果、森林は630万haの天然林を保護・保全すると同時に、人工林についてはままり、イストロールの公共も開えている。 いる。日本の企業も購入している。 (原木出材量2011年以降大幅 に増加し2014年には初めて<mark>3000万m³</mark>に達した。2018年3月期では 3300万m³を超えており、2018年12月末期では**3600万m³という報告**

(「ニュージーランド入門」から抜粋)



人工林171万ha、9割がラジアータ・パイン、その他はダグラスファー、ユーカリ等。 人工林の96%の163万haは民間企業の所有。 人工林面積の55%を数で1%に満たない10,000ha以上を持つ約50社で所有。







地すべり危険地帯 茶色=危険、赤=非常に危険

人工林で地すべりの危険のあ る場所も多い

図1:NZの人工林分布(緑)

ニュージーランド林 業調査全行程 期間3/16~3/24

(3/16-17)成田→オークランド (3/17)オークランド→ネルソン (2/18/10)

(3/18-19)

ネルソン:タスマンパイン社(現場等)

(3/19)ネルソン→(ウェリントン)→ネルソン (3/20-21)

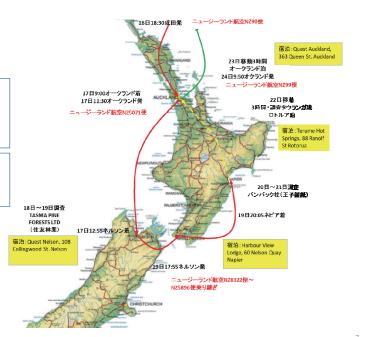
ネーピア: PAN PAC社 (現場等)

(3/21)ネルソン→ロトルア (3/22)

ロトルア:機械メーカー、研究所

タウランガ:木材輸出港

(3/23)ロトルア→オークランド (3/24)オークランド→成田



3/17 南島 NELSON市郊外の地形と土地利用の状況



8

ラジアータパイン(植林等)







(今回調査での聞き取り)

○国が指定された育種苗を使用

oかつては1500本/haも、今は833本 2.4間隔、これは育種の成果

(別の報告ではその後550本(形質優良木350~400本その保護のための残存木100本)へ間伐するのが最大の価値と判断)

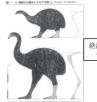
- ○コンテナ苗は使わずスペード等で植 栽
- o一人1日平均800本植栽
- ○10月に種まき育苗8ヶ月、6~7月に 植栽:高さ30~40cm
- 1本50円程度、発芽率は90%以上
- ○天然更新したものは抜き取る
- o植栽は伐採跡地にヘリコプターで除草剤(FSCで許可されたもの)を散布した後に行う。
- o伐採は30年前、27年くらい、短縮の 方向(長くしても価値は増さない) o植栽林分の6割程度は5~10年に高さ 5.5~6.5mで2~3回に分けて枝打ち をしている(PANPAC社)

oニュージーランドの森には、 **猛獣はおろかへビ・ネズミもいない**。元は家畜の 山羊やホッサムという有 袋類はいるが、ハンター 等が個体数調整し被害は ない。

oマオリ族が住み着く前 の最大の哺乳類はコーモ リのみ。鳥類は飛ぶ必要 もなく飛べない鳥(モア、 キーウィなど)がいる。



キーウィ



絶滅した モア

<u>ロトルアの試験林</u>・119年前に国によって多くの外国樹種が植えられた。北米産のものも多く植えられたがその中で、ラジアータパインを広く取り入れることに100年前に決断した。その時に植えられたレッドウッドの試験林で今は、レクレーション(憩い)の場になっている。





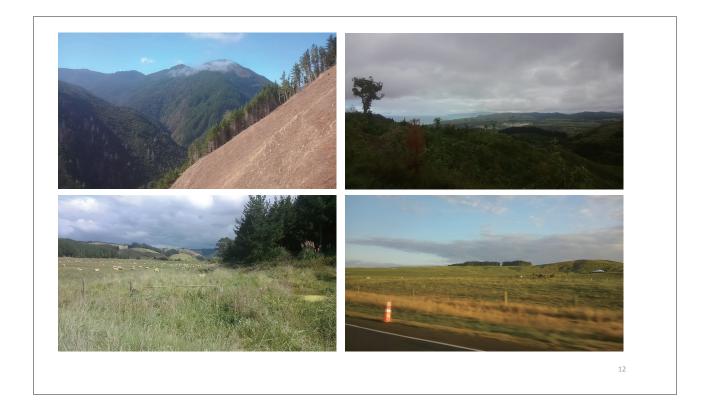






10





NZにおける森林利用に関する法制度と施業計画(その1)

1 今回の現地調査に先立ち

NZ在住の林産業・木材コンサルタントの松木法生氏に、事前調査レポートの作成、調査計画の調整及び調査全体のコーディネートを依頼した。ここでは、松木レポートに基づき、

- ①NZにおける森林利用の法規制を概観し、さらに2018年に施行された人工林施業に関する規制を理解する。
- ②次に現場での合理化・環境に配慮した施業管理・機械作業等の取組をみる。
- ③その上で、NZならではの徴税制度の概要をみる。

- 2 先ほど、NZ島嶼の成り立ちについて説明があった。
- ①北島は海面下へ沈下した影響を除けば、火山地形で北海道と類似した地形・地質構造であり、
- ②南島はプレートの沈みこみにより海域から押し上げられて陸地に付加した堆積岩地帯と沈みこみに伴い生じた火山で形作られている。

この地形・地質は、本州と類似した地形・地質構造である。次の法規制の後に説明する施業地の例は、北島の事業地で、海成の「火山灰堆積物で形成された隆起した丘陵山地」で、土質は火山灰質の粘土土質である。

NZにおける森林利用に関する法規制

• Forests Act 1949 その内容の多くは(旧) 林業省の行政上の行使力に関する

ところである。また、特に天然林の管理について詳しい。今 では原則として禁止されている天然林の伐採や出材・加工

は、この法規制に基づくところが大きい。

•Forest & Rural Fires 森林地域や郊外地域での山火事を防ぐための法規制

1977

• Forestry Rights 土地所有とは別に、リースやライセンス契約などを含む森

Registration Act 1983 林所有の権利に関する法規制

■ Crown Forest 国有人工林の民営化を機に、先住民であるマオリが元来 Assets Act 1989 所有する(と主張する)権利を法制化したもの

• Resource 林業に限らずあらゆる土地利用に対して、その土地環境の

Management Act 持続性への影響を規制したもの

 1991
 松木氏に依頼した事前調査レポートから引用

2018に施行された、National Environmental Standards for Plantation Forestry

OForests Act 1949などは制定が古く、国有人工林の民営化が大きく進み産業構造が劇的に変化する以前のものであったことから、現代の人工林経営やその所有形態に則した新しい規制の必要性が叫ばれてきた。特にこれまでは、人工林の管理運営が環境面に与える影響を包括した規制はほぼ無いに等しいのが実情であった。

○2018年に新しく施行されたのが、National Environmental Standards for Plantation Forestry (以下、NES-PF) である。これまでも地方行政レベルで何らかの規制は存在したが、国レベルでそれらを統一したNES-PFは、上述Resource Management Act 1991の下で、人工林のマネジメントが環境に与える影響をより細かく管理し、かつ様々な森林作業の効率を向上させることを目的としている。

松木氏に依頼した事前調査レポートから引用

特に以下の8つの活動について、環境に大きな影響を与え得るものとして扱っている。 ①新規造林 ②枝打ち・間伐 ③基礎土工事 ④河川横断 ⑤掘り起こし ⑥収穫 ⑦機械 による地ならし ⑧再造林

たとえば地すべりの危険性に対しては危険度を階級分けする手法を、生物多様性に対しては不要・有害樹種拡散のリスク管理や魚類の河川産卵地域確保の手法などを提示している。 NES-PFのリスク評価ツール例

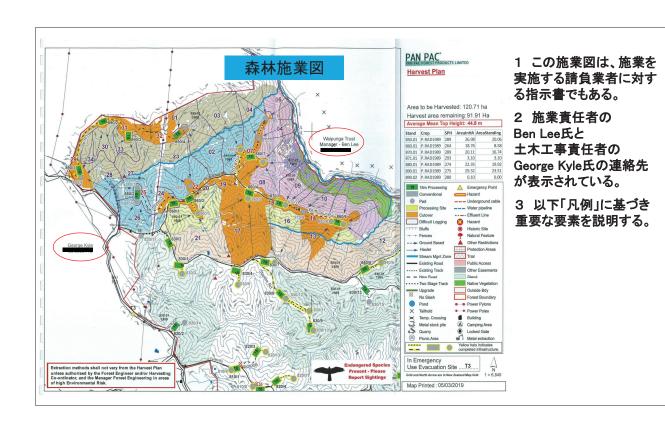
松木氏に依頼した事前調査レポートから引用

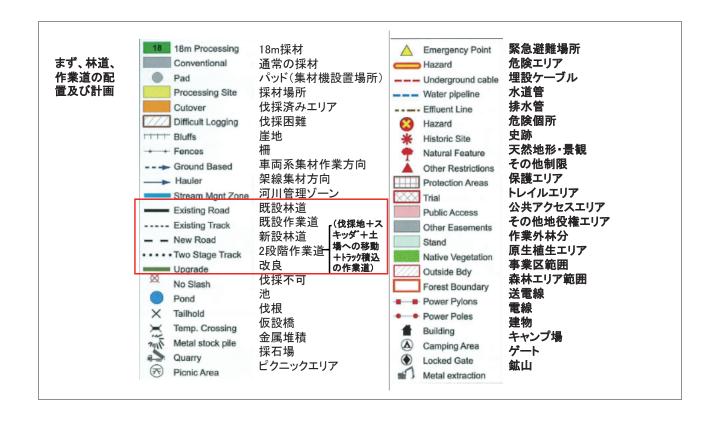
NZにおける森林利用に関する法制度と施業計画(その2)

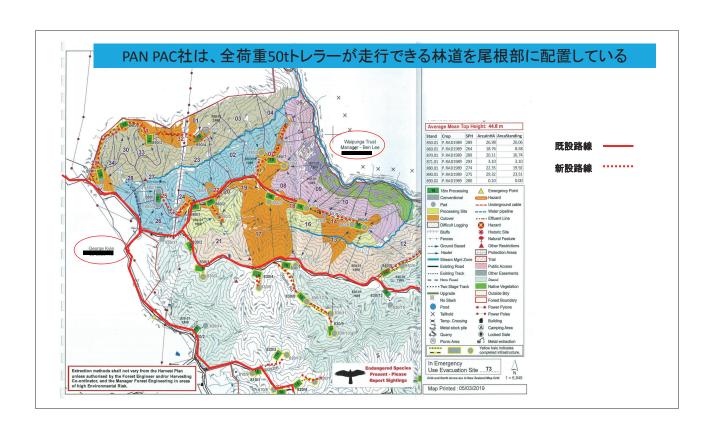
これからご覧いただく施業図は、北島ネピアにあるPan Pac社のTANGO林班の現に事業が実施されている場所のものである。 〇当該事業地は、ネピア郊外にあるPan Pac社工場に隣接した場所に位置し、公道を経由しないで林道だけで伐採木を直接工場土場へ搬入でき、その立地に相応した工夫がなされている場所である。

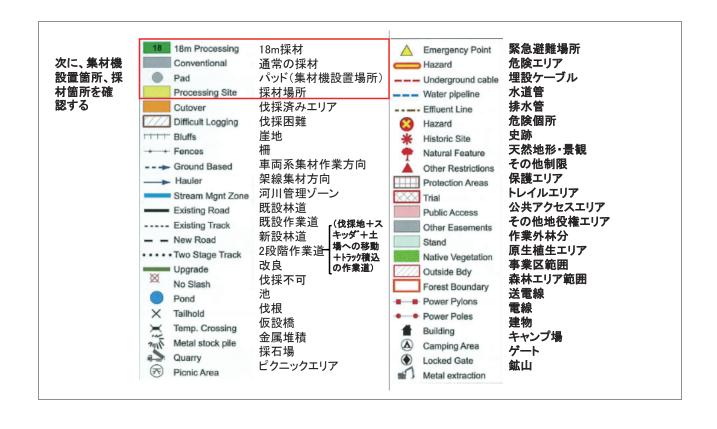
〇森林施業の効率化を図る一方、安全確保や環境負荷の軽減 といった社会的要請に対する配慮が施業図に現れている。

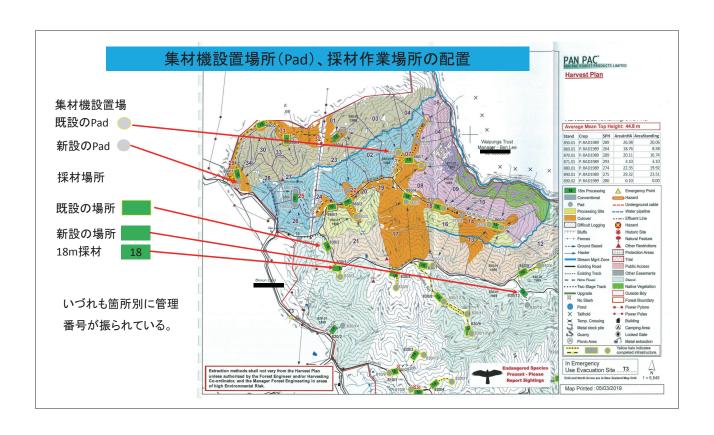
次のテーマは、NZの皆さんが、利用と保全の両立どんな方法で実現しようとしているかを知ることである。そして、それを知ることは、日本林業を進化させていく一つのヒントになるに違いない。

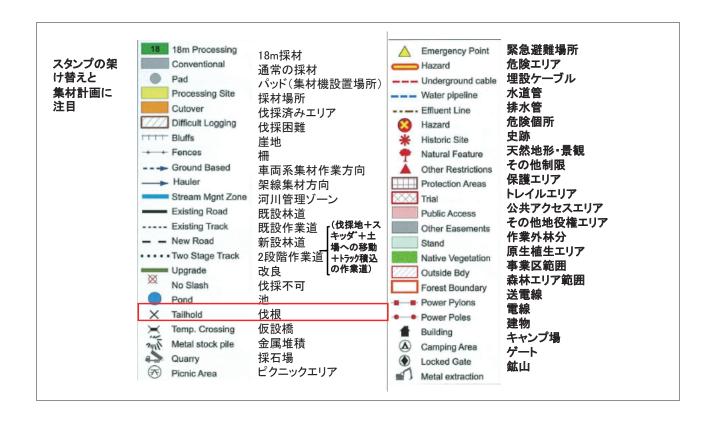


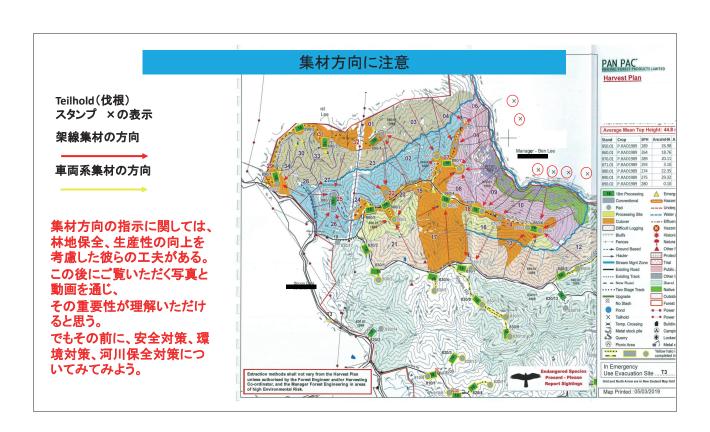


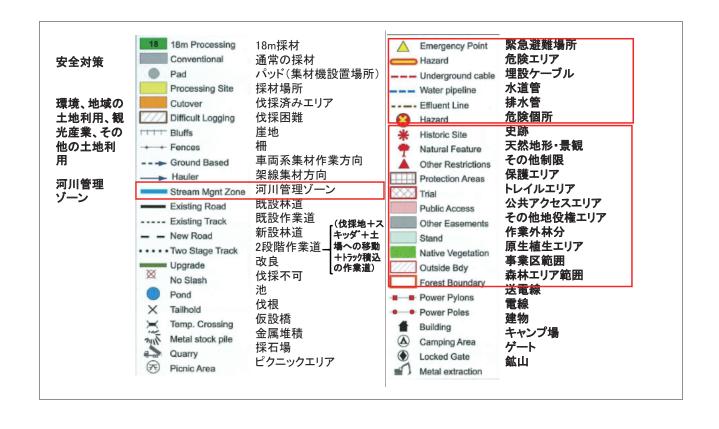


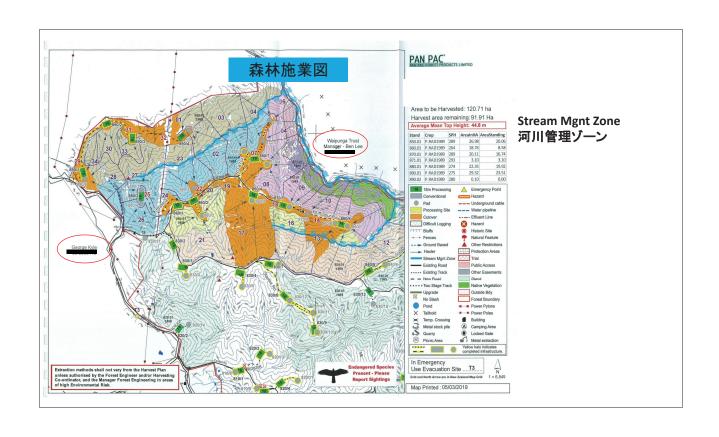


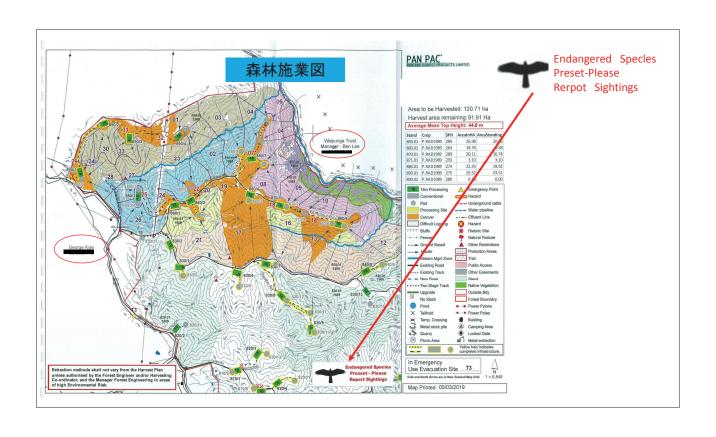












NZにおける森林利用に関する法制度と施業計画(その3)

1 背景

- Commodity levies Act 1990(一般生産品徴税法)を森林生産物に適用するため、New Zealand Forest Owners Association(大規模所有者協会)と New Zealand Forest Farm Forestry Association(小規模所有者協会)は、 Forest Growers Levy Inc.(FGLT:森林生産者課税信託株式会社)を2013.3 に設立した。
- FGLTの目的は、NZの人工林林業の国内外での発展のため、徴税及び税収を公平に各種研究開発分野へ配分すること。

2 徴税制度

- Commodity levies Act 1990及びHarvested Wood Product Levy Order 2013(森林収穫物徴税令)に基づき、森林所有者から収穫量1t当たり27cNZ\$(1NZ\$=80円:20円)とし、2014.1から施行された。
- 最初の6年間は、30cNZ\$/tを超えないこととされ、現在も27cNZ\$/tのまま。
- ・使途、予算枠組みは毎年再協議され、承認を受けなければならない。

松木氏追加レポートから引用

- 3 Work Plan 2013-2019(設立の6年計画)
- 他の競合する土地利用に対する、人工林施業の継続的利益向上
- NZ Forestry Science and Innovetion Plan (森林サイエンス・イノベーション計画)に基づく調査
- NZ woodブランド向上のための活動(Christchurch再建のための木材利用を含む。)
- 森林所有者間のコミュニケーション、情報共有の活性化
- 森林管理経営におけるリスクやコストを抑えるための制度や規範の策 定及び関連する活動

◎FGLTの概要、年次報告及びその他の情報はホームページを参照

(http://www.fglt.org.nz/)

松木氏追加レポートから引用

2019.1~12月期ワークプログラムと予算

ワークプログラムの分野(2019)		予算NZ\$	日本円換算 (1NZ\$=80円)百万円
Research,Science & Technology	調査・研究開発	5,737,500	459
Health & Safety	健康•安全	849,000	68
Forest Biosecurity/Surveillance	植物検疫	792,500	63
Marketing & Promotion	販売促進	768,000	61
Training & Careers	人材育成・キャリア	270,000	22
Environment	環境	151,500	12
SME Committee	中小企業委員会	90,280	7
transportation	物流	70,000	6
Fire	山火事	60,000	5
TOTAL		8,788,780	703

松木氏追加レポートから引用

2019.02.26 ver.02

事前調査報告書 松木 法生

1 森林所有に関する情報

1-1 森林所有者が組織する団体の有無

NZの森林所有者団体には次のふたつがある。

- New Zealand Forest Owners Association (FOA)
- New Zealand Farm Forestry Association (FFA)

ともに有料会員制で、首都 Wellington に本部を持つ全国機関。FOA が大手企業を含み、主に大規模森林所有者で構成されるのに対し、FFA のメンバーのほとんどは小規模の林業経営者である。

FOA は他の主要業界関連団体との横のつながりも強く、(大規模)所有者の代弁者として NZ 林業を代表する立場。FFA は各地域に支部を持ち、主に意欲あり積極的に林業経営に関わる個人林家の間でのネットワーキングや知識共有の場と言える。

1-2 人工林所有構成

NZの人工林総面積171万haのうち、所有形態別の構成は表1のとおり(2017年現在)。民間企業による所有が96%と、1980年代末に始まった人工林の民営化はほぼ完遂したと言える。

表 1:1	IZ の人工林所有形態	(所有者別)

	面積(ha)	割合
民間企業	1,631,534	95.6%
地方政府	43,267	2.5%
中央政府	13,688	0.8%
国営企業	9,378	0.6%
登録公社	8,563	0.5%

ご質問を受け補足

- 所有形態(民有・公有)を問わず、原則として NZ の人工林、これすなわち「生産林」と言える。その原則の中で、民有林であっても一部、環境保全・地すべり防止などの理由で施業に規制のかかる区域は存在する(法規制については後述)。
- 「中央政府」所有林は、そのほとんどが元来がマオリ族(先住民)所有 とする土地で、国との間にリース契約などを結んでいるもの。
- 「国営企業」所有林や「登録公社」所有林には、極めて一部の元国営林の残りやジョイントベンチャー林、公的資本が入った研究所が所有する 見本林・研究林などが含まれる。

また、NZ の人工林総面積 171 万 ha のうち、面積階級別の面積と所有者数は表 2 のとおり(2017 年現在。小規模の所有者数は筆者の推定を含む)。NZ の人工林面積の 55%が、数でいうと 1%に満たない 10,000 ha 以上を持つ約 50 社で所有されている。

	面積(ha)	面積 割合	所有者数	所有者数 割合
10,000 ha +	942,406	55.2%	50	0.3%
1,000~9,999 ha	242,694	14.2%	119	0.8%
500~999 ha	53,277	3.1%	80	0.5%
100~499 ha	131,226	7.7%	677	4.5%
40~99 ha	56,756	3.3%	915	6.1%
< 40 ha	280,070	16.4%	13,159	87.7%

表 2: NZ の人工林所有形態(面積階級別)

1-3 林業生産に参加する動機

林業生産に参加する動機は、端的には「収益を上げる」に尽きると思われるが、副次的な理由は企業か個人かによって異なる。以下、考えられるものを幾つか挙げる。

企業の場合:

- ビジネスとして収益を上げる。その最大化。
- 多角経営の中でのリスクヘッジ。
- 社会的責任。

個人の場合:

- 個人として収益を上げる(例えば老後や次世代への蓄え)。その最大化。
- 樹木・林業に対する趣味・興味・愛情。
- ライフスタイル。

ともに収益の最大化が一番の動機であるから、そのためには売り上げを伸ば し、コストを下げる努力が必要である。前者に関しては市況・価格の見極めが 肝要、後者は施業の集約化などがそれに当たろう。

2 ニュージーランドの素材生産システムの全体像

2-1 大まかな割合

NZ には素材生産システムとして(1)車両系(2)架線系(3)ヘリコプタ利用、が挙げられるが、(3)は僻地での極めて稀なケースに限られるため、ここでの論考は(1)と(2)に絞る。

該当する統計資料の類は無いものの、近年の NZ の素材生産の 50~60%が車両系により、40~50%は架線系によると推定できる(量ベース。面積ベースでは割合がおおよそ逆転)。傾向としては、徐々にではあるが架線系の割合が増加中である。その主な理由として、次にまとめる。

- 全国的に見て、徐々に、より傾斜のある土地での素材生産の割合が増えている。
- 環境面(特に土壌への影響)での配慮から、業界の流れとして近年は特に架線系を推す風潮がある。
- 架線系のテクノロジーも進化してきて生産性が改善し、車両系に比べて 以前ほどコスト面でマイナスではなくなってきた(依然として車両系よ りは高いが)。

2-2 それぞれの代表的なモデルと実施地域

車両系・架線系は原則として作業地の傾斜によって使い分けられるため、NZ の各地域にあっても、比較的平坦な場所では車両系が、急傾斜地では架線系での集材が多く見られる。

したがって「代表的なモデル」地域というものは特に存在しないが、例えば 北島中央部の広大な植林地が広がる Central North Island 地域は車両系システ ムの割合が高いと推察できるし、今回訪問する北島東部の Hawke's Bay 地域や 南島北部の Nelson 地域は、傾斜地の割合も比較的多いことから、架線系のシ ステムも広く併用されていると考えられる。

図1はNZの人工林分布、図2はそのうち地すべり危険地帯のゾーニング。

図1:NZの人工林分布(緑)

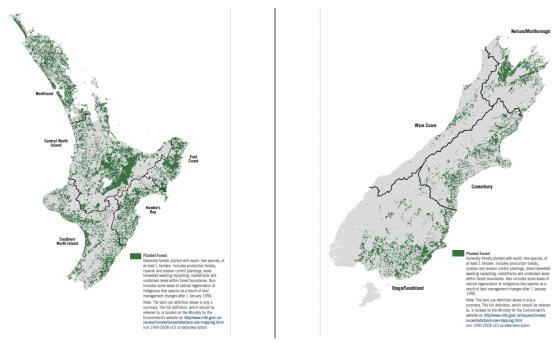
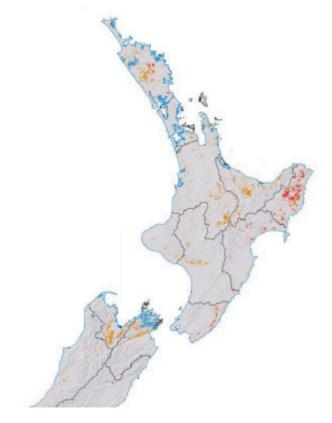


図 2: NZ 人工林分布上、地すべり危険地帯 (茶色=危険、赤=非常に危険)



3 素材生産事業のやや詳細な情報

3-1 素材生産システムの選択

3-1-1 作業仕組みの選択

「車両系システムか、架線系システムか」を選択する最も重要な基準は、伐 採現場の地形(傾斜)である。繰り返しになるが、平坦地では車両系が、急傾 斜地では架線系システムが用いられる。

一般に、傾斜 15%まではほぼ例外なく車両系が選択される。傾斜 $15\%\sim25\%$ の現場では、車両系も架線系も使われる。筆者は「車両系は 22%まで。」と聞いた経験が複数回ある。「25%が目安。」とも良く言われる。ある近年の調査では、傾斜 25%以上の現場では、その 9 割で架線系が選択されたとあった。

地形(傾斜)以外で作業仕組みの選択に影響を与え得る因子としては、次のようなものが挙げられる。

- 林相
- 現場の規模
- 土質、足元のコンディション、気象条件
- 環境保全(特に土壌に対し)の必要性
- 立地条件と使用ワイヤの長さ
- 伐採業者の得手不得手や機械保持状況
- 近隣現場と集約する場合の最適化
- ・コスト

3-1-2 作業仕組みのタイプ (車両系)

車両系現場(平坦地)での伐採作業については今日、その80%以上でフェラーバンチャやハーベスタなどの高性能機械が利用されている(10年前は50%程度)。

平坦地での集材には、スキッダ(ホイール型・クロール型)、トラクタ、フォワーダが広く使われる。特にスキッダは、車両系のほとんどの現場で用いられている(写真 1)。一般的な指標として、ホイール型スキッダは傾斜 20%程度まで、クロール型スキッダーが傾斜 30%程度まで、ホイール型トラクタはそれ以上の傾斜での使用にも耐え得る。

写真1:スキッダ(グラップル付・ホイール型)



3-1-3 作業仕組みのタイプ (架線系)

架線系現場(傾斜地)での伐採作業については今日、その35%程度でいわゆる機械化が進行している(10年前は1%程度)。近年は、急傾斜地でも使用可能な車両系高性能伐採機械の利用が増えてきている(写真2)。これらは架線集材との組み合わせで使われる。目的は生産性と安全性の向上である。

傾斜地での集材は、タワー・ヤーダ使用が 57% (傾向 N)、スイング・ヤーダ 36% (傾向 N)、エクスカベータ・ヤーダ 7% (傾向 N)。

2018 年現在、策張仕組みの内訳は、ヤーダによるメカニカル・グラップル使用が約 38%、shotgun or slackline によるモーター式キャレジが 18%、かつて主流の North-bend(フォーリング・ブロック式)が 16%、モーター式クラップルが 14%、Scab-skyline/high-lead が 10%。

特にこの5年ほどで、従来のマニュアル型からグラップル利用への移行が一気に加速した。写真3のようなモーター付グラップル搬器の使用が順調に伸びており、架線下での安全性確保や生産性向上に貢献している。

写真2:傾斜地でのハーベスタ利用



写真3:カメラ内臓のモーター付グラップル搬器



3-2 インターネット環境

3-2-1 インターネット環境

NZ のインターネット環境 (携帯電話ネットワーク) は、人口が都市部に集中していることからも、全国的に決して進んでいるとはいえない。例えば北島中央部で林業・林産業の中心でもある Rotorua は、NZ では中規模サイズの町ではあるが (人口 72,500)、市街地から離れて 10 分も車を走らせれば圏外となることは珍しくない。

森林地帯でワイヤレス・インターネット通信が実務上問題なく使える状況というのは、近い将来では実現しないであろう。したがって既存・近未来のサービスとしては、衛生回線経由となる。

3-2-2 素材生産における活用

NZにおける素材生産現場でのインターネット活用はいまだ導入期である。 今後の実用化の可能性については、隔地での林業作業に適したコストパフォーマンスの高い移動型コミュニケーション・テクノロジーやサテライト・インターネット・ソリューションの商品化と同時進行で拡がっていくものと考えられる。

実用化された技術の例として、STICKS Harvester Woodflow Management (STICKS) が挙げられる。STICKS は StanForD 規格を使ったクラウド・ベースのオンライン・ツールで、地域全体や組織全体での StanForD と互換性のある複数のオペレーションからの、リアルタイム・データの集計・加工・解析などを可能にする。

図 3: STICKS 活用のイメージ

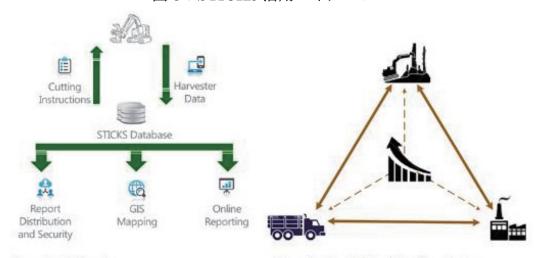


Figure 1 - IT Structure

Figure 2 - One Solution Woodflow System

3-3 採材

3-3-1 採材地点

造材は伐採現場隣接地の山土場で行われるケースが圧倒的に多い。複数の林区から全幹のまま一箇所に持ち寄られる大規模の「中間土場」は、NZでも数が限られる。

したがって山土場と中間土場での作業割合の概数でいうと、NZ 全体の収穫量の 90%以上は、伐採現場付近の山土場にて短幹まで造材され出材されている。 土場で造材された丸太は、丸太市場などは介さず、そこから直で国内工場や輸 出港まで配送される。

NZ の労働安全基準によると、土場では以下が必ず確保されることと指導されている。

- 運ばれてきた幹が安全に下ろせること。
- 各作業班ごとに安全に作業できるエリアが確保されていること。
- 現場の出材規模に合った丸太積みエリアが確保されていること。
- 休憩場所が設置されていること。
- 道具管理や燃料保管のためのエリアが確保されていること。
- 駐車スペースが確保されていること。
- 運材トラックが方向転換できるエリアが確保されていること。
- ヤーダなどが安全に設置できること。

3-3-2 地点を決定する最大の要因と考えられる要素(車両系)

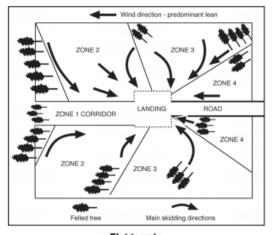
主なものは次のとおり。

- 労働安全基準
- 地形 (作業性・確保できる面積)
- 伐出量・規模
- 伐出の方向・順序
- 使用機械(サイズ・キャパシティ)
- 路網の配置・路網との距離
- 廃棄物管理

表 3 に傾斜度別に見る典型的な車両系土場のレイアウトを示す。

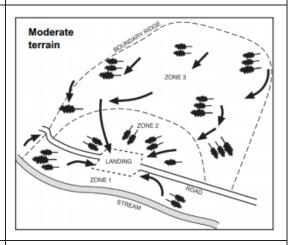
表 3: 典型的な車両系土場レイアウト(傾斜度別)

平坦な地形の場合、主に立木傾き方向 と伐採区画の形状が作業のパターンを 決定する。

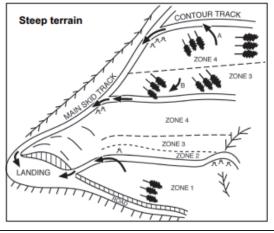


Flat terrain

やや傾斜のついた地形の場合、立木傾き方向の重要度が増す。また、作業道計画の必要性も増す。



傾斜地の場合、さらに標高線にそった 林道設置の必要性が増す。

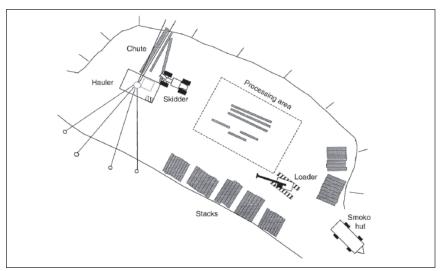


3-3-2 地点を決定する最大の要因と考えられる要素(架線系) 主なものは次のとおり。

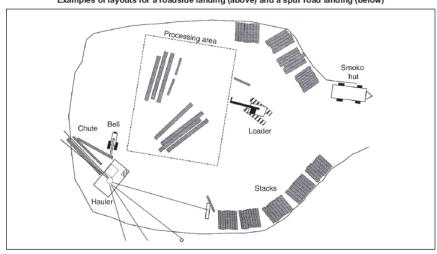
- 労働安全基準
- 地形(作業性・確保できる面積)
- 伐出量·規模
- 伐出の方向・順序
- 使用機械(サイズ・索張りの長さやたわみなど)
- 路網の配置・路網との距離
- 廃棄物管理

図4にふたつの典型的な架線系土場のレイアウトを示す。上図は道路脇のケース、下図は尾根沿いのケース。

図4:典型的な架線系土場レイアウト(上は道路脇、下は尾根沿)



Examples of layouts for a roadside landing (above) and a spur road landing (below)



4 森林利用に関する法規制(ご質問を受け追加)

4-1 基本的な法規制

従来からある、NZ 林業に直接関わる基本的な法規制としては以下がある。 その特徴を表4にまとめる。

- Forests Act 1949 (Forest Amendment Act 1993 にて一部変更)
- Forest & Rural Fires 1977
- Forestry Rights Registration Act 1983
- Crown Forest Assets Act 1989
- Resource Management Act 1991

表 4: 従来からの法規制とその特徴

Forests Act 1949	その内容の多くは(旧)林業省の行政上の行使力に関するところ
Polests fiet 1343	
	である。また、特に天然林の管理について詳しい。今では原則と
	して禁止されている天然林の伐採や出材・加工は、この法規制に
	基づくところが大きい。
Forest & Rural Fires 1977	森林地域や郊外地域での山火事を防ぐための法規制。
Forestry Rights	土地所有とは別に、リースやライセンス契約などを含む森林所有
Registration Act 1983	の権利に関する法規制。
Crown Forest Assets Act	国有人工林の民営化を機に、先住民であるマオリが元来所有する
1989	(と主張する) 権利を法制化したもの。
Resource Management Act	林業に限らずあらゆる土地利用に対して、その土地環境の持続性
1991	への影響を規制したもの。

4-2 National Environmental Standards for Plantation Forestry

上述の Forests Act 1949 などは制定が古く、国有人工林の民営化が大きく進み産業構造が劇的に変化する以前のものであったことから、現代の人工林経営やその所有形態に則した新しい規制の必要性が叫ばれてきた。特にこれまでは、人工林の管理運営が環境面に与える影響を包括した規制はほぼ無いに等しいのが実情であった。

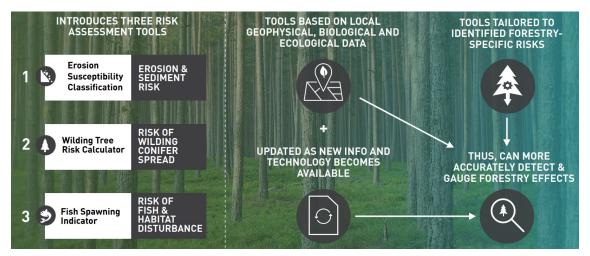
その結果 2018 年に新しく施行されたのが、National Environmental Standards for Plantation Forestry (以下、NES-PF) である。これまでも地方行政レベルで何らかの規制は存在したが、国レベルでそれらを統一したという意味で、過去に無かった大きな一歩といえる。

NES-PF は上述 Resource Management Act 1991 の下で、人工林のマネジメントが環境に与える影響をより細かく管理し、かつ様々な森林作業の効率を向上させることを目的としている。特に以下の8つの活動について、環境に大きな影響を与え得るものとして扱っている。

- 新規造林
- 枝打ち・間伐
- 基礎土工事
- 河川横断
- 掘り起こし
- 収穫
- 機械による地ならし
- 再造林

たとえば地すべりの危険性に対しては危険度を階級分けする手法を、生物多様性に対しては不要・有害樹種拡散のリスク管理や魚類の河川産卵地域確保の手法などを提示している。

図 5: NES-PF のリスク評価ツール例



2019.05.08 ver.01

追加調查報告書

松木 法生

1 森林伐採量に対する徴税制度

1-1 背景

大小の森林所有者団体である New Zealand Forest Owners Association と New Zealand Farm Forestry Association は、Commodity Levies Act 1990 (一般生産品徴税法) に則った森林からの伐採量に対する徴税制度の新設を検討するに当たり、そのための独立した業界代表組織が必要だと認識した。その結果、首都 Wellington に Forest Growers Levy Trust Inc. (FGLT) が設立された。

FGLT は森林からの伐採量に対する新規徴税制度を管理する業界代表組織で、2013年3月に法人団体として設立された。FGLT 設立の目的は NZ の人工林林業が国内外でさらに発展を遂げることであり、業務はそのために徴税し、徴税額を公正に各種研究開発分野へ配分することである。

理事は7名で、公正さを保つため、1,000ha 以上の森林所有者からの投票で4名、1,000ha 未満の森林所有者からの投票で2名、理事推薦による1名で構成される。

1-2 徴税制度

徴税制度は Commodity Levies Act 1990 (一般生産品徴税法) および Harvested Wood Products Levy Order 2013 (森林収穫物徴税令) に則り、森林所有者より収穫量1トンあたり27ニュージーランド・セントが徴収される。 徴税は2014年1月より開始した。

徴税額については制度設立時、(1) 徴税額は毎年再協議されること (2) 2019年12月までの最初の6年間は30セントを超えないこと、が確認された。 実際のところ、徴税額は2014年1月の施行以来、1トンあたり27セントで変わっていない。

また、具体的な使用用途 (Plantation Forestry Work Programme) とその 予算組みも、毎年再協議され承認を受けなければならない。

1-3 ワーク・プログラム

徴税額の使用用途・目的の大筋は、設立時の「6 年計画 (Work Plan 2013-2019)」にて以下のように定められた。

- 他の競合する土地利用に対する、人工林林業の継続的利益向上。
- 「森林サイエンス・イノベーション計画(NZ Forestry Science and Innovation Plan)」に基づく調査。
- 「NZ Wood」ブランド向上のための活動 (Christchurch 再建のための 木材利用も含む)。
- 森林所有者間のコミュニケーションや情報共有の活性化。
- 森林管理経営におけるリスクやコストを抑えるための制度や規範の策定、 および関連する活動。

上記原則に基づき、先述のとおり具体的なワーク・プログラムと予算組みは毎年協議され承認を受ける。2019年1~12月期のワーク・プログラムとその予算額を下表にまとめた。

プログラムの分野 (2019)		予算NZ\$
Research, Science and Technology	調查·研究開発	5,737,500
Health & Safety	健康•安全	849,000
Forest Biosecurity/Surveillance	植物検疫	792,500
Marketing & Promotion	販売促進	768,000
Training & Careers	人材育成・キャリア	270,000
Environment	環境	151,500
SME Committee	中小企業委員会	90,280
Transportation	物流	70,000
Fire	山火事	60,000
TOTAL		8,788,780

1-4 私見含む備考

- 上記予算総額を 27 セントで割ると 3,300 万トンとなり、現在の収穫量 とほぼ一致する。
- 「6年計画(Work Plan 2013-2019)」は今年末で終了するため、新たな計画が発表されるであろうが、多くの研究は複数年の継続案件であり、大筋においてはここまでの活動が踏襲されるものと思われる。
- 徴税額は毎年の再検討事項だが、ここまでも 27 セントで変わっておら

- ず、伐採量の大幅な増減も考えにくいことから、大きく変わることは無かろう。
- 業界全体の公益のための徴税という認識は浸透しており、伐採量に対する一律の課税は分かりやすいため、森林所有者の反応は比較的穏やかであったと記憶する。
- その背景には、不況であれば反発もあろうが、現状は丸太輸出需要に裏打ちされた丸太価格の好調があるので、27セントは「それほど大きな額ではない」という感覚がある。

お知らせ

森林科学研究所が公表した資料は、下記のアドレスで閲覧できます。

https://shinrinkagaku.jp/

平成 30 年度無人化林業システム研究会報告書 令和元年 6 月 28 日 森林科学研究所 〒100-0014 東京都千代田区永田町 2-4-3 永田町ビル 4 階 Tel 03-3581-2288

Fax 03-3581-1410