

れ式のチップー機が手配できれば、一次破碎の必要がなく、長いまま材料を投入することができ、その分コストが改善できると思われる。

(2) 検証パターン B

検証パターン B は道有林内の山土場に未利用材を集積し、現場で木くず化したものを中間土場に搬出、一時堆積し、後日出荷先に木くずを出荷する工程である。

当初は山土場で生産した木くずを直接出荷する方法も考えられたが、出荷先の受け入れ体制の関係から、この方法で実施した。

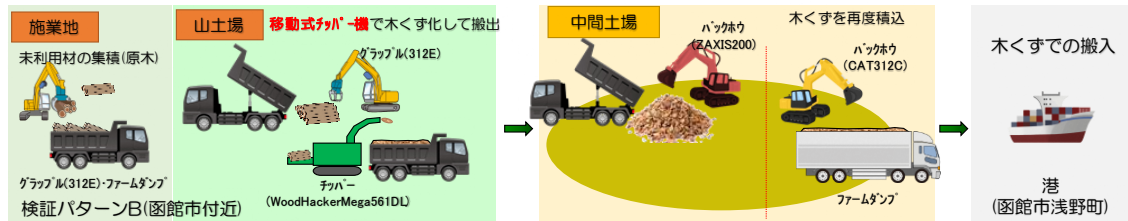


図 3.6 検証パターン B の工程フロー

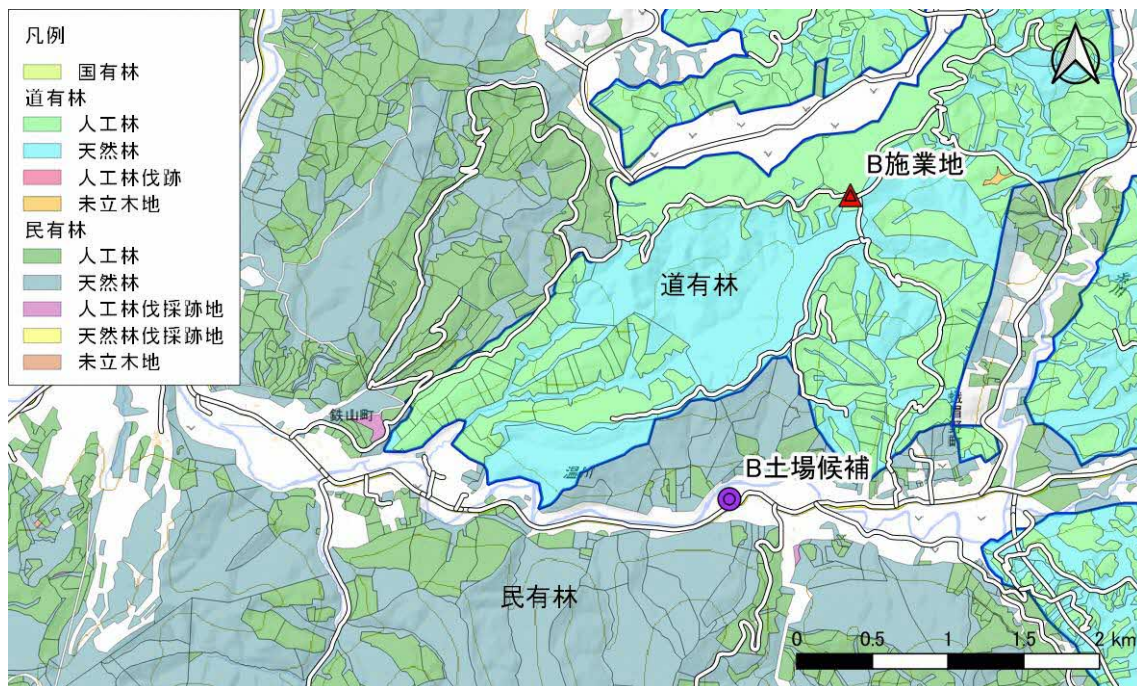


図 3.7 B 施業地及び中間土場位置図 (函館市蛾眉野町付近：道有林)

① 施業地

(A) 対象林分

施業地は函館市蛾眉野町にある道有林の 87 林班 52 小班 (トドマツ人工林) である。この小班では、2 年前に風倒被害が発生し、被害木処理に伴う伐採が行われて、周辺の林道脇 3 か所程度に桎積されている。



写真 3.19 風倒被害伐採跡（渡島東部道有林 87 林班 52 小班）

(B) 未利用材の形状・状態

現地に椶積された未利用材はC材が9割を占めており、残りの1割は追上材（タンコロ）であった。平均的な大きさは長さ2.2m、直径25cmであった。椶積された未利用材の水分を計測したところ32.9%（w. b.）であった。



写真 3.20 施業地周辺の路傍に分布する未利用材

(C) 未利用材の山土場集積と木くず燃料生産・搬出

今回の検証では、3か所に分散している未利用材を山土場に集積する作業をa社の事業に協力するf社が担当した。

分散している未利用材を、山土場内で木くず化するために、チップパー機の乗り入れが可能で、なおかつ中間土場までの距離が最も近い箇所に山土場を設定した。この山土場にグラップル2台（CAT312E）とファームダンプ（10t車、30^m積載可）を使用して集積を行い、2日半で約640^m（原木）を集積し椶積した。

未利用材を集積した山土場に一定量の集積が完了した段階で、移動式チッパー機（緑産 WoodHackerMega561DL）を搬入し、グラップル1台（CAT312E）とファームダンプ3台（いずれも10t車だが30 m³と38 m³積載可能）で木くず化したものを中間土場へ搬出した。ファームダンプへの木くず燃料積み込みは、チッパー機から直接投入され、約15分で満載となった。1車当り6回ほど施業地と中間土場を往復した。施業地から中間土場までは片道約30分程度であった。



写真 3.21 分散する未利用材を山土場に集積（グラ 312E、ダンプ 30 m³積載可能）



写真 3.22 山土場脇に桎積された未利用材



写真 3.23 グラップル（312E）でチップー機に未利用材を投入



写真 3.24 生産した木くず燃料をファームダンプ（30 m³積載可能）に直接投入

(D) 施業地内作業における確認事項

施業地における作業において、確認された事項について、以下に示した。

- ◇林道脇の山土場での作業のため、道路を壊さないように配慮
- ◇通過する林道にファームダンプの迂回路がないため、効率の良いダンプ作業を実施
- ◇作業効率等を考慮して、チップー機やファームダンプの配置を検討したうえで、未利用材を極積
- ◇ファームダンプ出発後の合間の時間を活用して未利用材を整理

② 施業地から中間土場

施業地から中間土場までの工程は8.7kmであり、林道5.2km、市道0.2km、道道3.3kmである。林道の幅員は3m程度あり、舗装はなく砂利路面で安定している。



写真 3.25 B 施業地を通過する林道状況

③ 中間土場

(A) 管理状況

検証パターンBの中間土場は、a社の事業に協力するd社の土場である。

中間土場は道道に面したところに整備されており、周囲には民家が少ない。周囲は森林に覆われており、道道側から視認できない。土場の広さは約2,600㎡あり、細長い敷地となっている。全面的に舗装はされておらず、雨等により一部水たまりになる箇所や車両通過跡がぬかる状況であった。



写真 3.26 整備済みの中間土場



写真 3.27 中間土場内は舗装等をしていない

(B) 木くず燃料の荷下ろし

中間土場に搬入した木くず燃料は、敷地内の一番奥にファームダンプのダンプアップで荷下ろしした後に、ファームダンプのドライバーがバックホウ（日立 ZAXIS200）を操作し、木くず燃料を積み上げた。山土場から中間土場への荷下ろしでは、事前に収集した未利用材の他に、隣接地からの未利用材も併せて集荷し、木くず化したことから原木 474 m³（1,185 m³層積）を搬入した。



写真 3.28 木くず燃料の荷下ろし



写真 3.29 バックホウ (ZAXIS200) で木くず燃料を積み上げる

(C) 中間土場内作業における確認事項

中間土場における作業において、確認された事項について、以下に示した。
◇今回使用した中間土場は形状が細長であったため、スペースに制限あり
◇車両通行に伴い土場内がぬかるむため、木くず燃料への泥付着に注意が必要
◇場合によっては、中間土場に一次堆積をしなければ経費削減が可能

④ 中間土場からの出荷

(A) 木くず燃料積み込み

山積みにした木くずは出荷時に使用するファームダンプ 4 台 (11t 車、52 m³積載可能) に、バックホウ (CAT312C) のバケット (0.45 m³) を用いて積み込んだ。積み込みの際には、バックホウの土台を高くし、ファームダンプの荷台にバックホウのアームが届くようにして作業を行った。ファームダンプが満載になるには約 120 回投入で約 50 分であった。



写真 3.30 バックホウ (312C) を用いてファームダンプ (52 m³積載可能) に積込

(B) 出荷先の状況

中間土場から出荷先 (函館市浅野町) までは片道約 21.3km あり、約 1 時間かけて木くず燃料を輸送した。木くず燃料の輸送は 4 回/日である。

出荷先では、トラックスケールにて搬入した木くず重量を計測し、数量把握を実施していた。計量が終了したら、保管ヤードに木くずを荷下ろしした。使用するファームダンプにもよるが、今回使用したものは荷台の側面が開き、プッシャーで押し出す方式であり、荷台に積んだ木くずは全て荷下ろしするのに約 30 分かかった。



写真 3.31 出荷先に出発するファームダンプ

⑤ 検証実施後のヒアリング結果

(A) 協力事業者のコメント

検証パターン B において、今回の検証事業に協力いただいた事業者 f 社の作業員に検証に伴うヒアリングを実施した。ヒアリング結果は以下のとおりである。

- ◇風倒木処理の木材であり、2 年程度経過していたため材が柔らかめ
- ◇施業地の山土場に移動式チップパー機を搬入し作業を進めるため、山土場も最も広い場所に設定
- ◇林道内は迂回路がないことから道をなるべく壊さないようにすることや、ダンプを効率よく稼働させることを念頭に置いた
- ◇木くず燃料をファームダンプへ積み込む際にバックホウを使用した。バケツが小さいために時間を要した
- ◇バックホウで木くず燃料を崩しながら積み込みを行うため、ファームダンプがない時間帯に次の積み込みの準備が欠かせない

(B) 検証に伴う見解

今回の実証では、施業地周辺に分散集積された未利用材を 1 か所の山土場に集積・積積し、山土場内で木くず燃料を生産、中間土場で木くず燃料を一時保管し、出荷する工程とした。

本来であれば、山土場で生産した木くず燃料を出荷先に直送するのが効率的と思われるが、出荷先の受入体制の関係から、木くず燃料を中間土場に一時保管することになった。施業地周辺の林道は、ヘアピンカーブや縦断勾配での高低差がある箇所などが多く、大型のファームダンプ（出荷先に使用した 50 m³積載可能なサイズ）が乗り入れることが難しいため、小型のファームダンプ（30 m³積載可能なサイズ）で中間土場に荷下ろした。ここで出荷先まで直送すると、荷台に積載できる容量が少ないために、往復する回数が多くなってしまう可能性がある。中間土場に一時保管して、大型のファームダンプで出荷する方法は全体的なコストの低減に結び付いている。

また、未利用材の集荷搬出作業に熟練している事業者が実施したこともあり、木くず生産に関しても、作業工程の分割化や効率化が図られていた。

(3) 検証パターン C

検証パターン C は一般民有林（社有林）の間伐施業地から未利用材を搬出し、中間土場にて木くず化、その後出荷先に木くずを出荷する工程である。

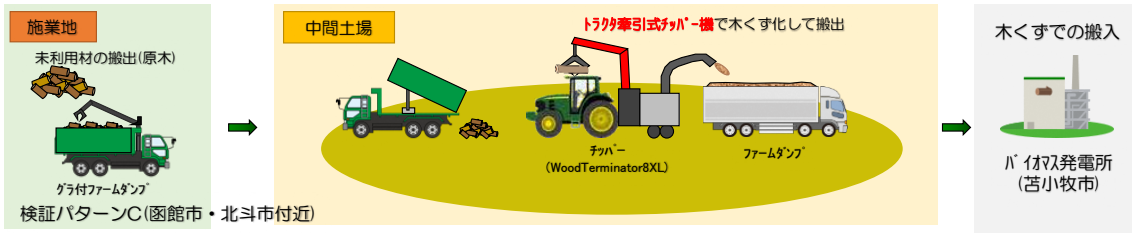


図 3.8 検証パターンCの工程フロー



図 3.9 C 作業地位置図 (函館市鶴野町付近：一般民有林)

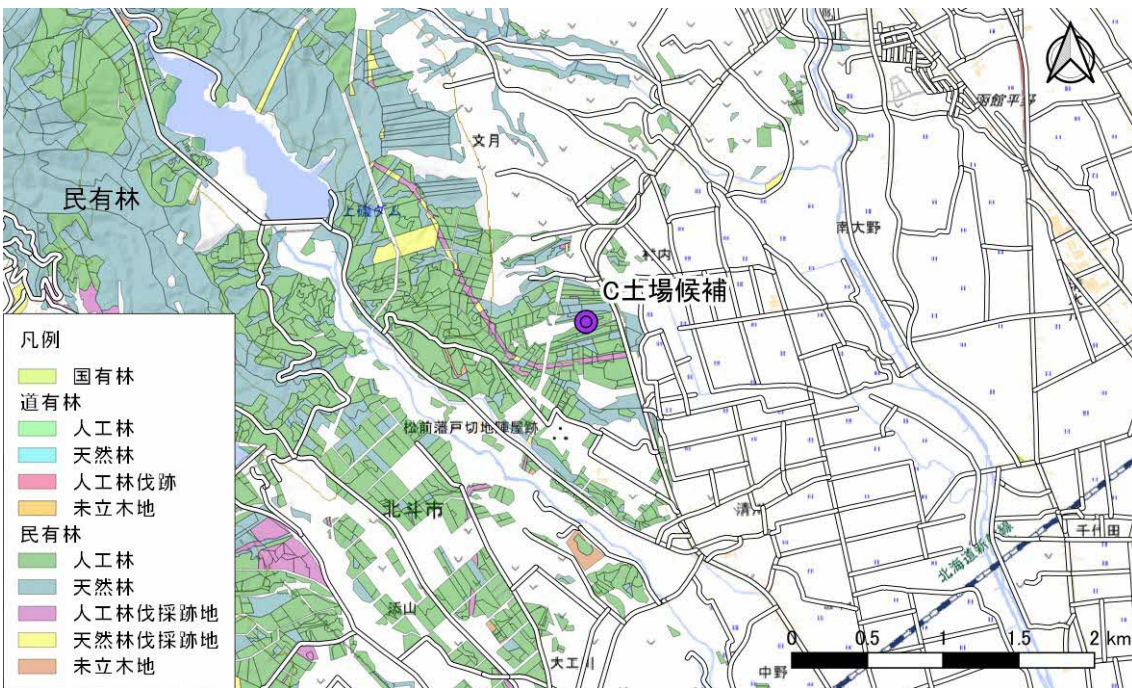


図 3.10 C 中間土場位置図 (北斗市野崎付近)

① 施業地

(A) 対象林分

施業地は函館市鶴野町にある一般民有林の 60 林班 123 小班（スギ人工林）である。この小班では、今年度定性間伐を実施し、伐採を行った g 社協力の元、未利用材を林道脇に集積した。



写真 3.32 定性間伐実施林分（一般民有林 60 林班 123 小班）

(B) 未利用材の形状・状態

集積した未利用材は C 材が 7 割を占めており、残りの 2 割は追上材（タンコロ）、1 割は枝条であった。平均的な大きさは長さ 1.0m、直径 20cm であった。極積された未利用材の水分を計測したところ伐採直後だったこともあり 70.3% (w. b.) であった。



写真 3.33 現地で発生した未利用材

(C) 未利用材の搬出

今回の検証では、集積した未利用材を中間土場に搬出する作業を e 社が担当した。未利用材の搬出には、グラップルが搭載されたファームダンプ（8t 車、30 m³ 積載可能）で実施した。集積した未利用材は材同士が絡まり、9.9 m³ 積み込むのに約 1 時間を要した。施業地から中間土場までは約 33.8km であり、片道約 1 時間 20 分程度であった。



写真 3.34 林道脇に野積みされた未利用材



写真 3.35 ファームダンプ（30 m³積載可能）搭載のグラップルで積込

(D) 施業地内作業における確認事項

- 施業地における作業において、確認された事項について、以下に示した。
- ◆未利用材の集積野積みが乱雑で、ファームダンプの積み込みに時間を要した
- ◆未利用材のサイズ分けとグラップル操作の熟練度が増すと効率化に結び付く可能性がある

◇ グラップル搭載のファームダンプで未利用材を積み込んだため、1人のオペレーターで作業が可能

② 施業地から中間土場

施業地から中間土場までの工程は 33.8km であり、林道 0.7km、市道 3.7km、道道 14.5km、国道 14.9km である。林道の幅員は 3m 程度あり、舗装がなく路面は安定している。



写真 3.36 C 施業地を通過する林道状況

③ 中間土場

(A) 管理状況

検証パターン C の中間土場は、e 社の既存事業で準備した土場である。

中間土場は市道から離れた場所に整備されており、周囲には民家が少ない。周囲は森林に覆われており、市道側から視認できない。土場の広さは約 12,830 m² である。堆積場は舗装等がなく、木くずが敷いている状況であった。



写真 3.37 整備済みの中間土場（写っている木材は他事業で使用するもの）



写真 3.38 中間土場に搬入した未利用材

(B) 木くず燃料生産

中間土場にトラクタ牽引式チッパー機（MusMaxWoodTerminator8XL）を事前に準備し、搬入した未利用材をチッパー機の脇にまとめてダンプアップで荷下ろしした。

木くず化するには、チッパー機に搭載しているグラップルで材を投入した。生産した木くず燃料の水分を計測したところ 59.9%（w. b.）であった。



写真 3.39 未利用材の荷下ろし



写真 3.40 荷下ろし後の未利用材



写真 3.41 トラクタ牽引式チップパー機



写真 3.42 チッパー機に搭載のグラップルで材を投入

(C) 中間土場内作業における確認事項

中間土場における作業において、確認された事項について、以下に示した。

◇ 検証パターン A とは異なり、荷下ろし場に移動式チッパー機が移動して、木くず燃料を生産するため、未利用材の小運搬がなくなり、低コスト生産が実現

◇ チッパー機への材料投入についても、オペレータの熟練度が増すと効率化が図られる

④ 中間土場からの出荷

(A) 木くず燃料積み込み

今回の検証では、チッパー機から直接ファームダンプ（11t 車、51 m³積載可能）の荷台に木くず燃料を投入した。ファームダンプが満載になるには1時間10分程度要した。



写真 3.43 ファームダンプに直接投入



写真 3.44 満載となった荷台

(B) 出荷先の状況

中間土場から出荷先（苫小牧市晴海町）までは片道約 245km あり、約 4.5 時間かけて木くず燃料を輸送した。出荷先との協定の関係から、木くず燃料の輸送は 1 回/日（週に 2～3 回）であった。現状では道央圏への出荷となっているが、100km 圏内で需要先ができれば、輸送時間がより短縮されることから、輸送回数は増える。現在計画が進んでいる北斗市（中間土場から約 18.6km）への出荷となれば、4～5 回/日の輸送が可能である。

出荷先では、トラックスケールにて搬入した木くず重量を計測し、数量把握を実施していた。計量が終了したら、保管ヤードに木くずを荷下ろしした。



写真 3.45 出荷先に出発するファームダンプ

⑤ 検証実施後のヒアリング結果

(A) 協力事業者のコメント

検証パターンCにおいて、今回の検証事業に協力いただいた事業者e社の作業員に検証に伴うヒアリングを実施した。ヒアリング結果は以下のとおりである。

- ◇ 施業地に野積みしてある未利用材の長さが短く煩雑になっていたため、ファームダンプに搭載のグラップルで掴むのに時間を要した
- ◇ 北斗市内の発電事業が始まるまでは、定期的に道央圏の発電所側へ木くず燃料を出荷している
- ◇ 林道や未利用材の発生量に応じて、移動式チップパー機で直接現地に向かい、木くず生産する場合もある

(B) 検証に伴う見解

今回の実証では、施業地に集積された未利用材をグラップル搭載のファームダンプを使用し運搬し、中間土場内では移動式チップパー機に搭載されたグラップルを用いて、直接ファームダンプへ生産した木くず燃料を投入する作業工程となった。他の検証パターンに比べて、使用した重機が最も少ないものとなり、また、自走できる機種であったため、機械の回送費がかからず、低コスト化に結び付いていた。

しかし、未利用材の集荷時や木くず燃料生産時に作業工程で時間を要しており、オペレータの熟練度が増すことでより低コスト化に結び付くと思われる。また、協力事業者からの意見では、近郊の発電事業への燃料材供給がまだ始まっていないこともあり、長距離輸送にて出荷している状況となっている。近郊の発電事業への供給が開始されると、そちらにシフトするようなので、出荷回数等が増加するため、より効率的な未利用材の利用が期待できる。