

K I Y O T A式木寄せシステム

目次

1. はじめに
2. Kシステムの原理
3. Kシステムの特徴
4. システムのイメージ
5. スムーズな操業のために
6. 丸太集材か全幹集材か
7. 鎖の効用
8. ハーフパイプの効用
9. 立ち木の伐採と引き出し作業
10. 大規模集材か小規模集材か
11. Kシステムは森に優しい「筋状間伐」
12. 設置作業が簡単
13. 作業道の節約
14. スイングヤーダーとの比較
15. Kシステムの特長
16. 手軽で能率よく利益が出せる？

N P O法人 K－B E T S

2 0 1 0年3月

記 清田憲正

KIYOTA 木寄せシステムのはなし

1. はじめに

K-BETS の中での主要な研究会の一つ「林業支援搬出システム研究会」の活動の中から生まれてきた、間伐材搬出を容易にする方法として、林業関係者の皆様に広くご提案したいシステムの一つを紹介します。

名なしでは困るので、とりあえず最初の発案者の名前をつけて「KIYOTA 木寄せシステム」と呼びます。

山歩きをしていると突然急斜面が現れますが、そんな時鎖のお世話になった経験はありませんか。

少し重いが握ったときの安心感、握り締める手のひらに馴染む鎖の丸い形状。

鎖はアクセサリを初め私達の生活の中で実に様々な働きをしてくれています。

工業分野でも荷役、運搬分野を中心に活躍しています。

「KIYOTA 木寄せシステム」は鎖を使って林業の難題、「木寄せ」（集材）を解決したいという発想から生まれました。

日本の山林は急峻で複雑な地形をしています。

その山は日本の国土の 2/3 を占め、肥沃な大地と年間を通じた豊富な降雨に恵まれ、世界でも指折りの森林率を誇っています。しかし、日本の森林、特に人工林は今危機的な状況にあります。

戦後、木材が不足した時に政府の後押しもあり、当時の林業関係者が必死になって植林された木が 50 年～60 年の歳月を経てちょうど収穫の時期にきています。

しかし、不幸なことに海外からの安い建築材料が手に入るようになり、日本林業は競争力を失った。

森林を守ってきた林業家の数も著しく減少し高齢化が進んでいます。

地球環境が危ないと言われ、世はエコブームになっていますが、地球温暖化の元凶といわれている炭酸ガスを吸収し固定してくれるはずの森林も手入れが行き届かず成長力が急速に衰えてきています。

政府も補助金を出して、間伐を奨励していますがその多くは切り捨て間伐になっています。

切り捨て間伐では、残された木は勢いを取り戻すが切り捨てられた木は腐って炭酸ガスを放出します。

大雨になると木は沢になだれ込みやがてはダムに入り込んで水力発電所がその処分に大変困っています。

橋げたに引っ掛かると橋の流失の原因にもなります。

山に入ってみると切り捨てられた間伐材が累々と横たわっている光景が、あちこちで見られるようになりました。

これらの間伐材を可能な限り回収して、燃料などに使えば、石油や電力に頼っているエネルギー需要を少しでも軽減できるのではないかと我々山の素人が、ああでもないこうでもないといって机上で考え出したのがこの「K 木寄せシステム」です。

これから読者の皆様に理解して頂けるよう少し詳しく説明します。

実務に詳しい皆様からのご意見やご要望をお寄せ頂き、さらに改善を進め実用化にこぎつけたいと存じます。読者の皆様のご協力をお願い致します。

2. K 木寄せシステムの原理

登山道の鎖はなぜロープでなく鎖なのでしょう。

ロープでは泥が付いたり、ぬれたりすると滑りやすくなり握っても力が伝わりにくくなります。

鎖は、リンクごとにくびれがあり手で握ったときに滑りにくく、力が伝わりやすいのではないかと思います。

また鎖は鉄をリング状に丸めて、リングがお互いに繋ぎ合わさった形で一本の線状になっています。

リングはお互い繋ぎあっていますが、その間の空間は空いています。

この空間に間伐材を縛ったロープを引っ掛ければ鎖と木は一体になります。

鎖を手繰り寄せれば木も手繰り寄せることが出来ます。

山では鎖にしがみついて登山者が手の筋肉を使って自分の体を引き上げます。

鎖を地面にたらし、鎖の長さ方向に複数の木をくくりつけ、手繰り寄せれば木はずるずると「連続的に」引き寄せることが出来ます。

鎖の大きなループをつくり、鎖のループを一方向に駆動してやれば、鎖に繋がれた木は次々と手繰り寄せることが出来ます。

これが、K木寄せシステムの原理です。

3. K木寄せシステムの特長

- (1) 能率が良い
- (2) 長距離の引き寄せが可能
- (3) 設置が簡単
- (4) 設備が安い
- (5) 動力費が安い
- (6) 安全性が高い

と良いことづくめです。

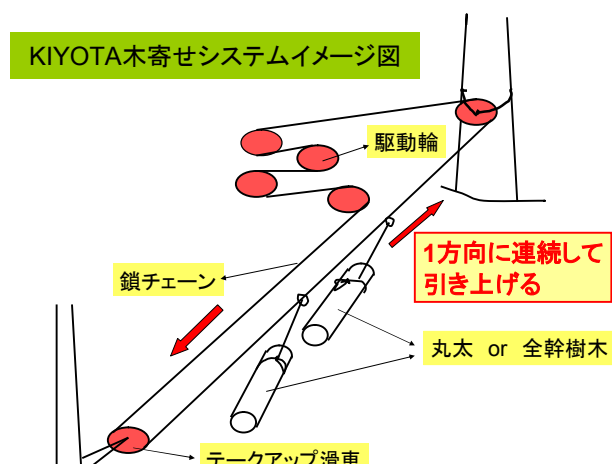
今、林業に携わる多くの人々が求めていることがすべて網羅されています。

本当でしょうか！？

4. システムのイメージ

ご理解を進めて頂くために、先ずシステムのイメージについてご説明いたします。
右図にイメージ図を示します。

山の高い場所と低い場所に立つ木の根元に滑車（チェーンホイール）を取り付けます。
この滑車に鎖を通して鎖のループを作ります。
ループの中に幾つかの滑車を設け、その内の一つを駆動ギアとします。
駆動ギアを駆動すればループは回転します。
上りの鎖に木を繋がれば木は鎖に引っ張られて上まで移動します。
下りの鎖に繋がれば下まで移動します。



駆動ギアを含む部分を、小型トラックなどに載せれば狭い山道でも簡単に移動出来ます。
鎖のループに鎖を「入れ子」してやれば、ループの長さをどんどん伸ばすことが出来ます。
山の下側のテークアップ滑車を引き下ろして新しい木に取り付ければ、延長作業終了です。
木の引き上げ作業の進展に合わせて延長を繰り返せば山のはるか下の方からも木を引き出すことが出来ます。
鎖の引き上げスピードは、非常にゆっくりで構いません。
安全を確保するため、木を鎖に取り付、取り外す時は鎖を止めます。
取り付けたら、鎖を駆動し、次の木の取り付け準備をします。終わったら再び木を鎖に繋がめます。
こうして次から次に木を鎖に繋いでいきます。
山の上側では、到着した木を鎖から取り外し重機を使って木を付近に積み上げます。
このように、Kシステムは「芋づる式」に木を引き寄せることが出来るため作業能率が上がります。
ゆっくりと駆動すればよいので、駆動馬力を低く抑えることが出来ます。

芋づる式の引き上げ作業でどの位の距離を輸送できるでしょうか。

簡単な計算をしてみましょう。

引き上げる木のモデルとして平均直径15cm、長さ12m、比重を0.95とすると重さは200kgになります。

山の斜度を15°とし、この斜面上でこの木を引き上げるとします。

木と地面の間の摩擦係数を0.5と仮定すると必要な引張り力は、

$$200 \times \cos 15^\circ \times 0.5 + 200 \times \sin 15^\circ = 150 \text{ kg}$$

になります。

鎖の長さを仮に200mとし、20m毎に木を繋ぐとすると10本の木を引っ張ることになりますから、必要な引張り力は 1,500kg になります。

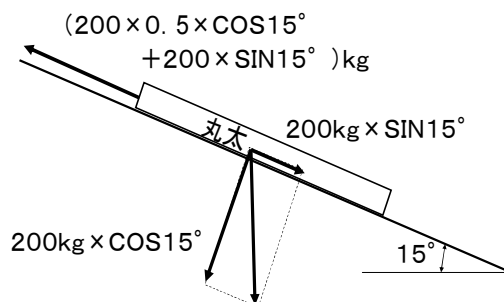
鎖の重さは2トン用に使われているランクのもので、 2 kg/m 程度ですから200mの往復でその総重量は800kgになります。

鎖自身の重さに対する摩擦力は摩擦係数をやはり0.5として400kgになります。

木と鎖を引っ張るために必要な力は合計

1,900kgですから、2トン用チェーンなら未だ若干余裕があります。

(注) 摩擦係数は工夫で下げることが出来ます。



200mくらいの距離まで運搬が可能ということです。

200mと言えば平均的ゴルファーでドライバーの飛距離にあたり、ゴルフボールが肉眼でなんとか見える程度の距離です。

トラックのいる作業道から沢までの距離が200m程度であれば、このやり方で十分使い物になります。

駆動装置は登坂能力の高い4WDトラック(4トン車、又は2トン車)に搭載します。

鎖や滑車その他少し重いものを載せたいので、クレーン付きのトラックが便利だと思います。

鎖の駆動にはチェンブロックなどの駆動ギアを使います。

チェンブロックの駆動軸にオイルモーターを取り付けて油圧で駆動します。

駆動装置の動力としてはトラックのエンジンを使います。

クレーン付きのトラックなら油圧装置を備えていますので、必要な油圧コントロールユニットを付加してコントロールされた油を駆動装置に供給します。

木を鎖に取り付、取り外し時は鎖の動きを止めます。

この処理時間を短く出来れば作業性が向上します。

登山をする方はご存知ですが「カラビナ」という道具があります。

カラビナにワイヤーロープを繋ぎ、ワイヤーロープの他方先端に輪を作っておき、輪の中にワイヤーを通しておけば、簡単に木を縛り付けることが出来ます。

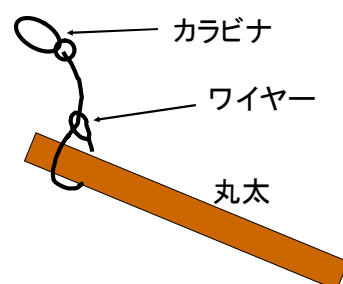
引き上げたい木の幹にこのワイヤーの輪を掛けて縛りスタンバイしておきます。

鎖を止めて鎖の空間に「カラビナ」を取り付けます。

「カラビナ」はワンタッチで取り付け完了しますから、アツという間に作業は終了します。

取外すときはこの逆ですから、両方合わせても停止時間は気にならないほどになります。

あとは放って置けばワイヤーのたるみが取れ、ずるずると引き上げられ、いつの間にか木は目的地に到着します。

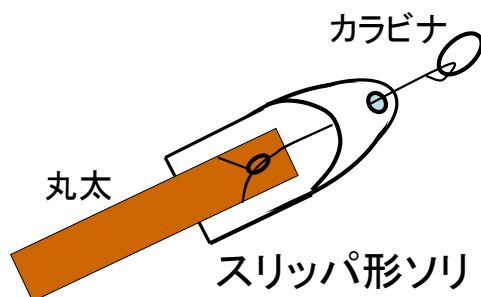


5. スムーズな操業のために

(1) スリッパ形のソリ

木の先端はチェーンソーで切りますから円筒形です。

ここにワイヤーを掛けて斜面を引きずると、先端部分が土を削りながら進むので土の抵抗分だけ力が必要で
すし、切り株や小岩に引っ掛かりやすくなります。



抵抗を減らし、引っ掛かりを防止する目的で、木の先端にスリッパ形のソリを噛ませます。

スリッパの先端をボートの舳のように（あるいは弾丸のように）丸めておけば、引っ掛かる確率はほとんど無くなります。

スリッパがあることで地面との摩擦係数も小さくなります。

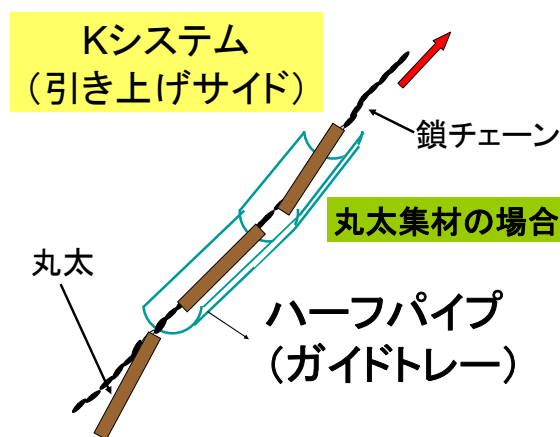
(2) ハーフパイプ（ガイドトレイ）

大きな窪地や小川があるような状況では、木が窪地などにのめりこんで先端が刺さり込んで動かなくなることが予想されます。

そんな場合にはハーフパイプを使います。

今、バンクーバーで冬季オリンピックが行われています。

ハーフパイプ競技では話題の国母選手が8位入賞を果たしました。あのハーフパイプです。このアイデアはオーストリア大使館から頂きました。



日本と同じように急峻な山地を持つオーストリアでは、FRPなどで作った半径20cm、長さ5m程度のハーフパイプを特製の金具で繋いで斜面に敷設し、上流から丸太を投入すればハーフパイプの中を丸太が流れ落ちて下流に搬送できるというすばらしい方法を編み出しました。

山の長老によると、日本でも昔は「木修羅」といって、丸太を使った長いハーフパイプを組み、同じようにして木を搬送することが行われていたようです。

この場合は丸太で組みますから大きなハーフパイプになりますし、構築するのに大変な労力を必要としますが、FRPなどの樹脂で造れば軽いので人間の手で運べますし、繋いだハーフパイプを軽作業車や、ボートウィンチ（後出）で引きずって行って必要力所に置けば簡単に設置できます。

FRPハーフパイプは、切り株や小岩を避けてうねうねと曲がってくれるので大変便利です。

オーストリアでは盛んに使われているようです。

私達の場合は、このハーフパイプの中に鎖を入れて木を鎖に繋いだ状態で搬送します。

こうすれば、窪地やちょっとした小川も難なく乗り越えることが出来ます。

また、地面と木との摩擦係数も小さく出来ます。

ハーフパイプの中を上流から流し込む方法は、急斜面ではスピードが出過ぎて危険ですが、鎖に繋いでいれば安全ですし、上り下りともに適用できます。

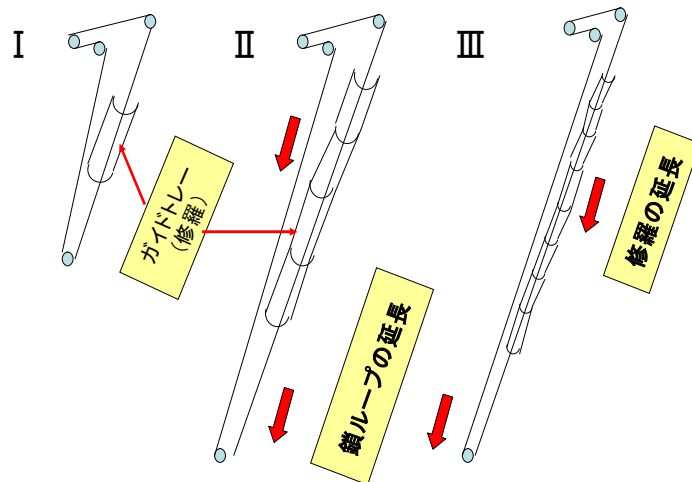
次にKシステムでハーフパイプを使った場合の作業進展状況についてご説明致します。

図のように作業進展とともに一定の長さの鎖を入れ子し、鎖のループが長くなるに従い、ハーフパイプ（ガイドトレイ）も繋いで延長します。

ハーフパイプは必要な場所に部分的に設けることも可能です。

ハーフパイプは、動かないようにハーフパイプについている金具にワイヤーを掛けて木などに繋ぎ、固定することが出来ます。

作業進展に伴うトレイと鎖の延長 (切り株・障害物を避けて設置)



6. 丸太集材か全幹集材か

伐採した木を丸太にして集材するのか、全幹（枝葉つき）で集材するのかは山の状況や、経済性によって判断しなければなりません。

伐採してすぐに枝払いをして幹だけ残して集材するには、チェーンソーで枝払いする必要があります。

さらに幹を適当な長さに玉切りし、集材することもあるでしょう。

これらの場合林地での枝払い、玉切りなど作業量が大きくなり人件費が掛かります。

一方、全幹で集材できれば、作業道付近にプロセッサを配置して、枝払い、玉切りを機械で処理できるので、大幅な作業性向上が期待できます。

また、林地に残す残材を減らすことが出来るので、回収できる材積が大きくなります。

しかし木を林の中から引出すときに、枝が他の木に引掛かりやすく、作業性が低下する可能性が高くなります。

プロセッサは機械の価格が高いので、余分な償却費が掛かりますが、全体として能率が上がれば有利になります。

どの方式を選択するかは、現場管理者の判断に委ねることになるでしょう。

少し話題から脱線しますが「葉枯らし」という言葉をご存知ですか。

これも山の長老からお聞きしたおはなしですが、木の家を作るとき「葉枯らし」した材を使うと狂いの来ない家が出来そうです。

「葉枯らし」とは伐採した木を葉が枯れるまで林地に2～3ヶ月置いておくと、葉が木に残った水分を吸い出して水分30%程度まで乾燥が進むとともに、木は僅かだが成長するというのです。

伐採直後の木は未だ生きていて、残った葉が炭酸同化作用を続けるという事でしょうか。

ハーフパイプで全幹集材が出来るか

ハーフパイプ方式を使う時でも全幹集材が出来るでしょうか。

この場合、少し工夫が必要です。

木の幹の先端から5～6mくらいのところにサポートソリを嚙ませ、木をソリにくくりつけます。

サポートソリは帆掛け舟のイメージです。

下図のように木を下から支えて木の梢部分にある枝や葉を浮かせて、ハーフパイプの中から出し、運搬中の損傷を防ごうとするものです。

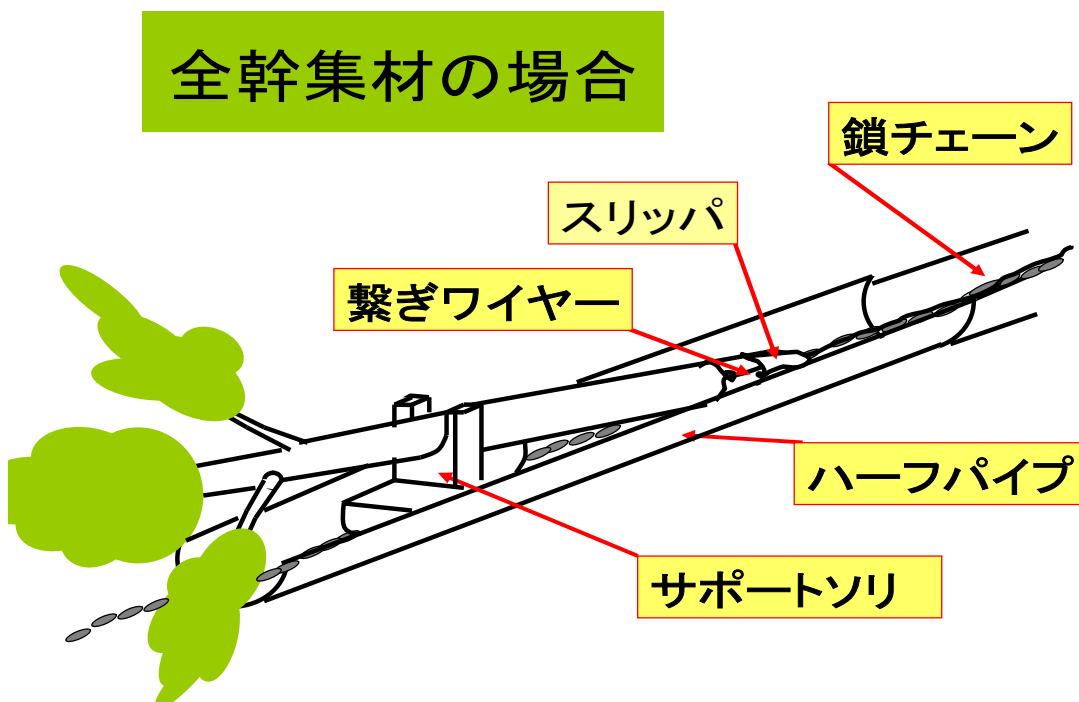
まず、ソリを横倒しにして木の幹に差し込み、テコの原理で簡単に木を浮かせてソリを木の下にすべりこませるようにして、ソリの上に木を乗せます。

その後、先端部にスリッパを履かせワイヤーで緊縛してスタンバイします。

ハーフパイプとソリの形状を工夫して、木とソリが転倒しにくいようにする必要があります。

枝や葉には水分が多く残っており、しなやかなので少し持ち上げてやればハーフパイプにこすれても枝が折れ、葉が引きちぎられる可能性は低くなります。

この状態を作った後、カラビナで木を鎖に繋がれば、ハーフパイプの中に木を導入し、搬送することが出来ます。



7. 鎖の効用

鎖は重いというイメージがあります。

確かに重いことは人が行う作業では短所であると思います。

しかし可能な限りその欠点を操作器具によって作業するようにすれば短所を補えます。

短所を克服できると長所が目立ってきます。

ここでK-システムに対しての鎖の長所について纏めてみます。

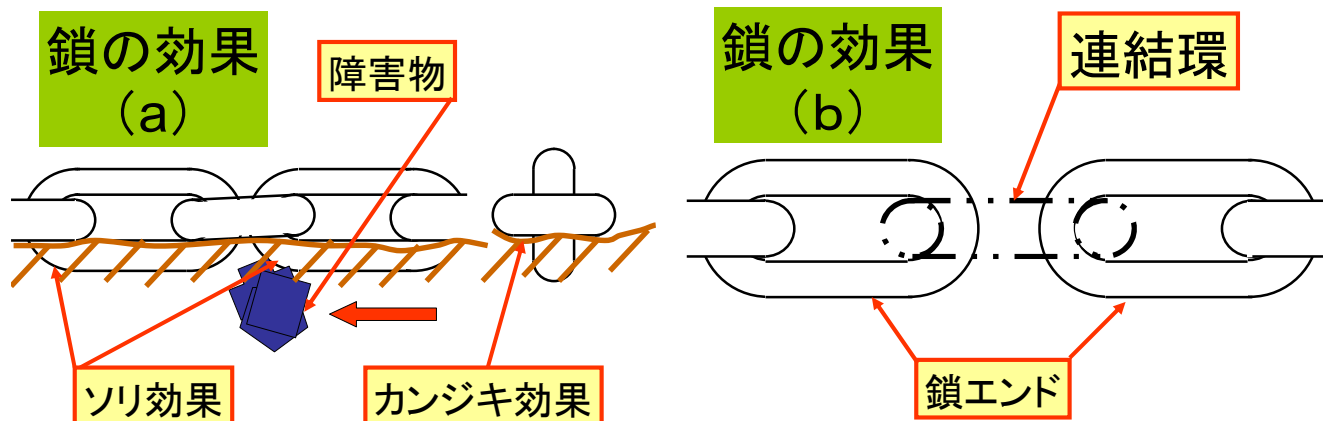
a) 鎖の形状を良く見てみると図のようにひとつおきに水平方向と垂直方向に鉄の輪が繋がっています。

鎖の輪は長円形ですから何か障害物に当たると円形の部分がするりと障害物を乗り越えてくれます。ソリの役割です。

水平部分は地面の土に対して「カンジキ」の役割を果たして、地面にもぐりこむのを抑えてくれます。

つまり障害物に対しても、地面に対してもソフトに接してくれているのです。
また、地面との摩擦係数を低く抑えてくれます。

- b) 鎖のループを伸ばすのに適切な「連結環」を使えばワンタッチで鎖を入れ子してループの長さをワンタッチで延長することが出来ます。

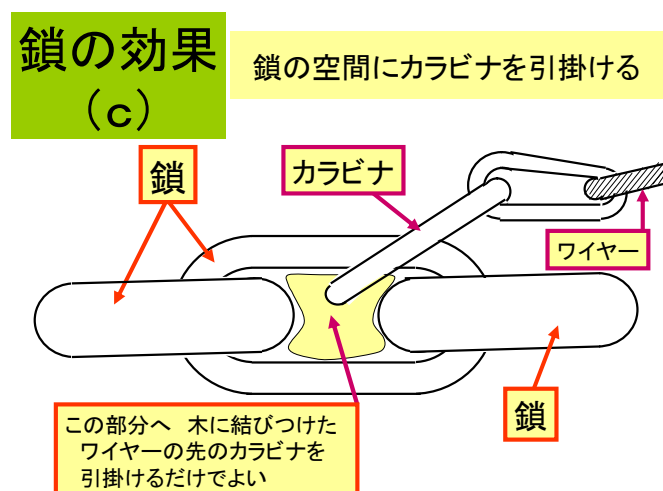


- c) 鎖のリンクには木などを引っ掛けるための空間があり、ワンタッチで木を鎖に繋ぐのに非常に便利です。

- d) ハーフパイプを使う場合、鎖は重いので木の重量と合わせて、ハーフパイプがうねうねと曲がっている場合、上下にうねっている場合でも、鎖がハーフパイプからはずれようとする力が働いた時に鎖を引き戻す力(復元力)が作用します。

そのため鎖のループが外れ難いといえます。

重いという短所が、外れ難いという長所に代わっています。



- e) 鎖は太い鉄棒を長円形に曲げて棒の端部を溶接して輪を作り、焼き入れ処理をして強度を強くしています。従って非常に丈夫で磨耗にも強い素材です。
ワイヤーのようにキンクしたり、素線切れを起こしたりして突然破断する危険は低いと考えられる。普段の観察をきちんとしてメンテナンスを行っていれば不測の事故を起こすことはありません。
安全性が高いといってよいでしょう。

8. ハーフパイプの効用

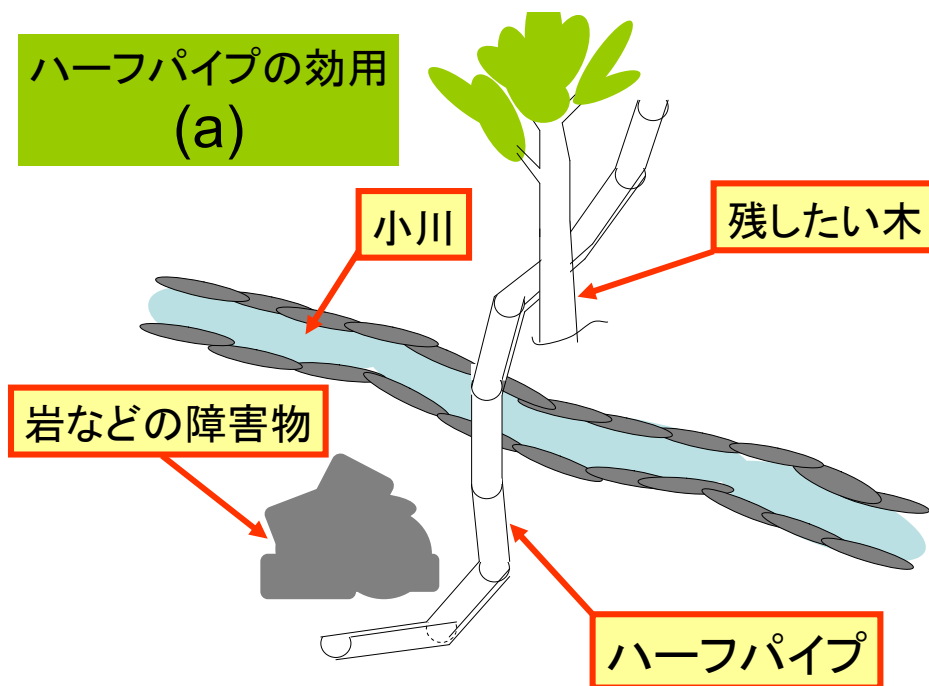
Kシステムにおいては、ハーフパイプを用いることにより多くの利点が得られます。
その利点について纏めてみました。

(a) 立ち木を傷つけない

ハーフパイプを数本繋いで、ボートウィンチなどで林内を引きずって移動します。
そのとき立ち木の根元を通過しますが、ハーフパイプは軽くて表面が平滑なので、幹の表面を傷つける心配は殆どありません。
木寄せ作業では、ハーフパイプの中を通して木を運びますから、立ち木を傷つけることはありません。

(b) 木寄せ経路のパターンを自由に設計できる

鎖だけですと山の斜面に対して最大傾斜線に木寄せ経路を取らなければなりません。
鎖に木を繋いだ状態では斜面に対して斜めに経路を取ると、木と鎖が重いので谷側に撓み込んで立ち木や切り株にぶつかったりして、作業性が落ちることが予想されます。
ハーフパイプを使えば、木と鎖を包み込んでしまうので谷側に撓み込むことはありません。
ハーフパイプと鎖の組み合わせにより、残したい木や岩、小川など障害物を避けて木寄せ経路を自由に選択できるようになります。

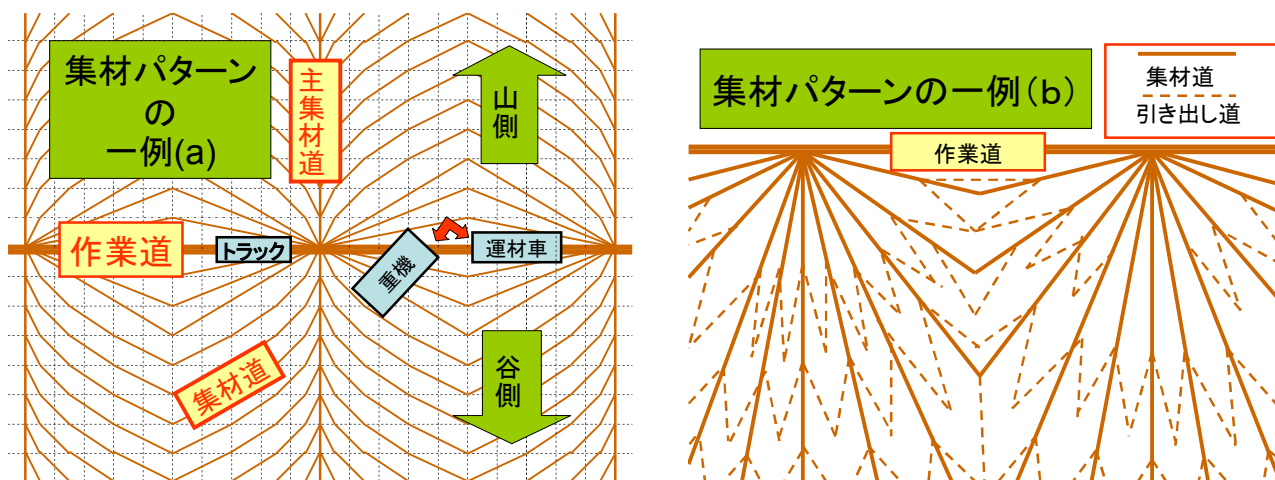


下図に二つの木寄せ経路のパターンを描いてみました。

パターン (a) の場合は主木寄せ経路は最大傾斜線を通りますが、支線はカーブした経路を取り、その後、斜めの直線経路を取っています。

パターン (b) の場合はカーブが無く、全て直線です。

(b 図中の点線部はハーフパイプ経路ではなく林中でボートウィンチなどを使って、木を引きずり出す経路を示します)



この他、山の形や現場の状況に合わせて木寄せパターンを設計することにより、複雑な形をした日本の山にフィットした木寄せ作業が出来ると思います。

(c) ハーフパイプの使用で駆動馬力を大幅に引き下げることが出来る

先にも述べたことですが、木と地面との摩擦係数より、木とハーフパイプの摩擦係数はかなり小さくになると予想されますので、木を引き上げるのに必要な駆動馬力が小さくなります。

(d) ハーフパイプは軽くて扱いやすく、補修も簡単に出来、丈夫で長持ちです。

(e) ハーフパイプ同士を専用の金具で簡単に接続出来ます。

9. 立ち木の伐採と引き出し作業

立ち木の伐採にはいろいろな方法がありますが、K-システムではチェーンソーにより伐採するものとします。

また、伐採した木を林内から引き出す作業はボートウィンチなど小型ウィンチを用いることとします。今後もっと手軽で便利な道具はないか研究、検討を進めますが、当面はこの方法で話を進めます。

チェーンソーによる立ち木の伐採は最も基本的な作業ですが、決して簡単なものではないようです。伐倒する方向を決めて、木の幹に受け口、追い口の切り込みを入れるのですが、予定通りの方向に倒すには、一定の経験が必要なのだそうです。

間違えれば、思いもかけない方向に倒れて大怪我の元になったり、他の木に倒れ掛って「掛り木」となり作業能率を大きく損なうことになります。

次に倒れた木を林内から木寄せ経路まで引き出す必要があります。

木をワイヤーで縛り、小型ウィンチを使って引き出します。

(a) ボートウィンチ

下図にボートウィンチの図を示します。

このボートウィンチは狭い林内で、木を運搬するのに非常に便利な道具だと思います。

ボートを木に結び付けてウィンチを廻せば木を簡単に引き寄せることができます。

ウィンチのワイヤーを伸ばして進みたい方の木に縛りつけウィンチを廻せば、ボートは舳の効果で立ち木の間を縫うようにして、縛り付けた立ち木の方にスムーズ移動します。

ボート形ウィンチ (林内作業に活躍)

45度の坂道を登る・降りる



坂道の2トントラックを軽々と引き寄せる

主な作業

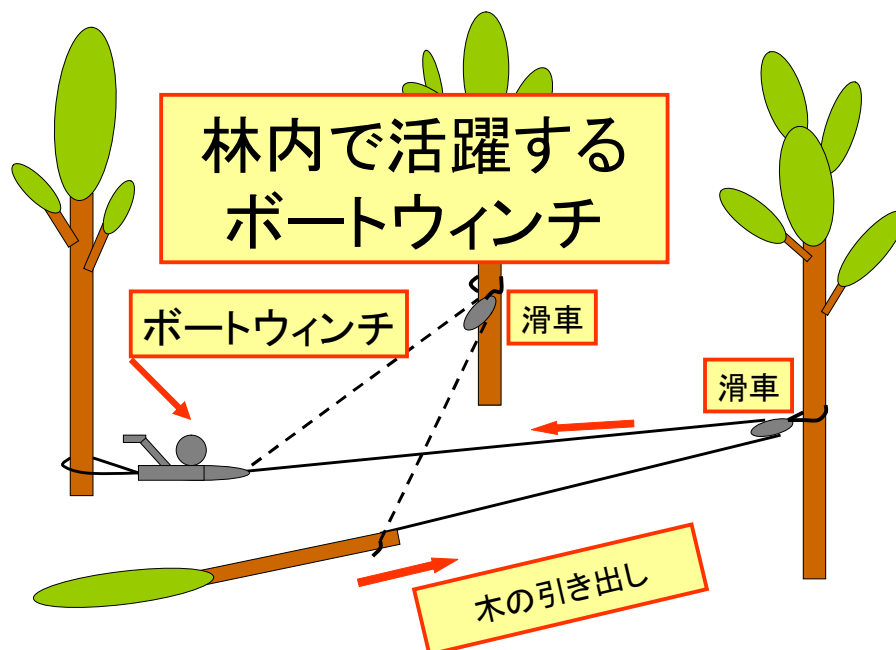
1. 掛かり木の引き倒し
2. 林内での木寄せ作業
3. 障害物の除去
4. 作業用道具・機器の運搬
5. トレーの牽引

この写真にあるボートウィンチは30年前にヨーロッパから輸入されたものですが、いまだに現役で活躍しています。

驚いたことに、購入した時のワイヤーを一度も取り替えたことが無く、今も使っているそうです。

伐倒した木を集材したい方向の立ち木に滑車を取り付け、滑車にワイヤーを通し、ワイヤーの先に木を縛りつけウィンチを廻せば、木を引きずり出すことができます。

滑車を幾つかの場所に取り付けておくことにより、ワイヤーを架け替えるだけで自由に引き出す方向を選ぶことができます。



(b) 集材場所と集材方法

Kシステムを採用することで集材方法が劇的に変化します。

機能的にKシステムを活用する方法を提案します。

チェンソーで伐採した木を集める場所を「集材スポット」と呼ぶことにします。

狭い林内で長い木を引きずる作業は、立ち木の密度が高いところではとりわけ困難な作業です。

林内を見渡して、作業のやりやすい場所を決め、そこを集材スポットと決めます。

そのとき、そのあたりで特に残したい木があれば、集材スポットはその木の生えている場所を外します。

集材スポットは10m×4m程度の面積が必要でしょうか。

その周囲数mの範囲の木を伐採し、集材スポット(以下スポット)までボートウィンチを縦横に使って引きずり出し、並べておきます。

各所に出来たスポットをめがけて鎖とハーフパイプを敷設します。

あとは木寄せ作業を待つだけです。

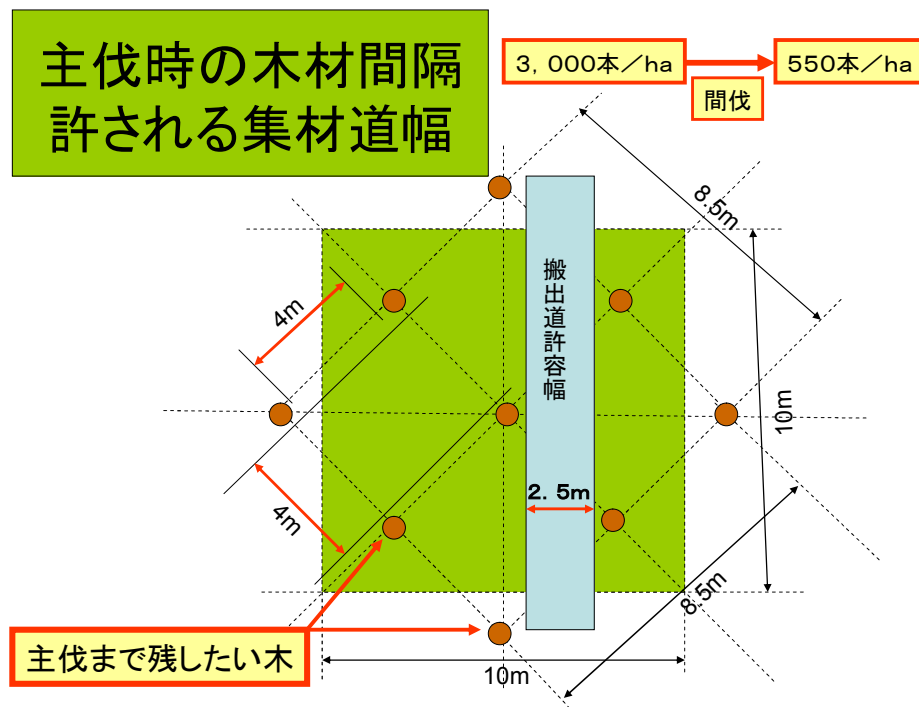
いうまでもなく林業は長い歳月をかけて木を育てあげ、最終的に建築用の角材などを収穫するのが主な目的です。

ひ弱な苗木を風による倒木や雪の重みに耐え易いように、また真っ直ぐな木に育てるため密植します。植樹方法は地方によって違いが大きいようですが、平均的な方法ではhaあたり3,000本程度の木を植えます。

戦後、木材不足を受けて、当時の政府は1本植えるといくらという奨励金を支給したので、当時の山主さんたちの中には、haあたり6,000～10,000本も植えたという極端なケースもあったようです。

間伐を繰り返し、目的の木を伐採する時にはhaあたり500～600本程度が残され、最後に主伐といって目的の伐採を行います。

従って、間伐の目的は最終的にha当たり 500～600 本残すようにすればよい訳です。
この最終的な状態を絵にしてみました。



8. 5m四方の面積に対して、基でいうところの正目、つまり9本の木が残ることになります。
10m四方では5. 5本の木が残っている計算になります。

この時、木と木の間の最小距離は約4mになります。

植樹するときは植えやすいことから、等高線に沿って植えていくようですから、図のようにきちんとなっていないでしょうが、3,000本からに550本を選別して間伐するわけですから、間伐する木を選ぶのは相当に自由度があると思います。

図の場合最大傾斜線に沿った搬出道を作る場合約2.5mの許容幅があります。ハーフパイプの直径を0.4mとすると幅方向で約2mの余裕になります。

ハーフパイプは5m毎の繋ぎ目で角度が付けられますから、残したい木を決めておけば、殆ど自由に搬出経路を決めても大丈夫ということになります

この図をイメージして頂ければスポットを造る時、集材経路の取り方を決めるのにそれ程困難を感じないで実行できる筈です。

(c) 集材スポット

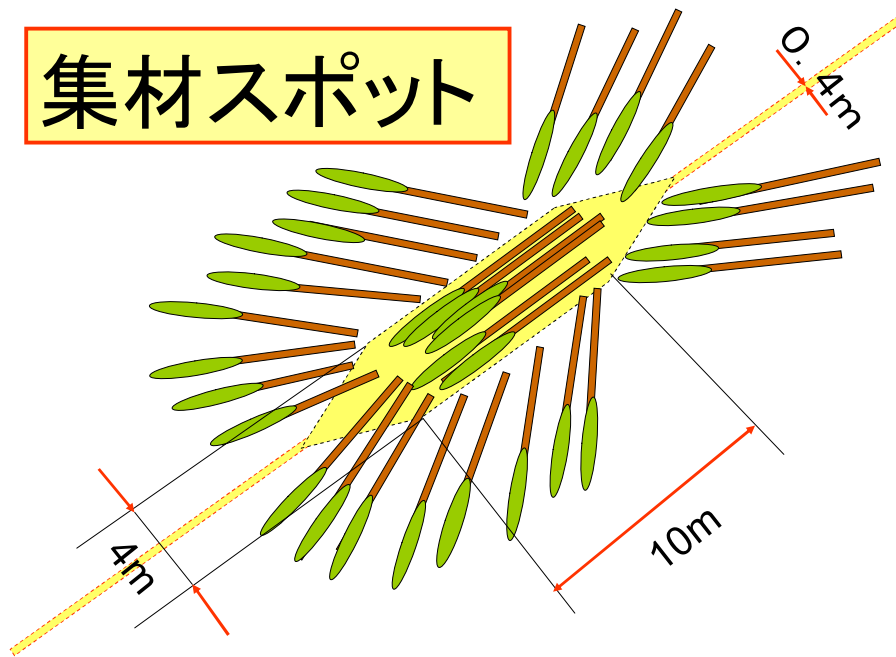
Kシステムで間伐を行うとき、以上のことを考慮に入れて間伐作業を行うこととします。

木を伐採後、近くの場所まで木を引きずり、集める場所を「集材スポット」と呼ぶことにします。

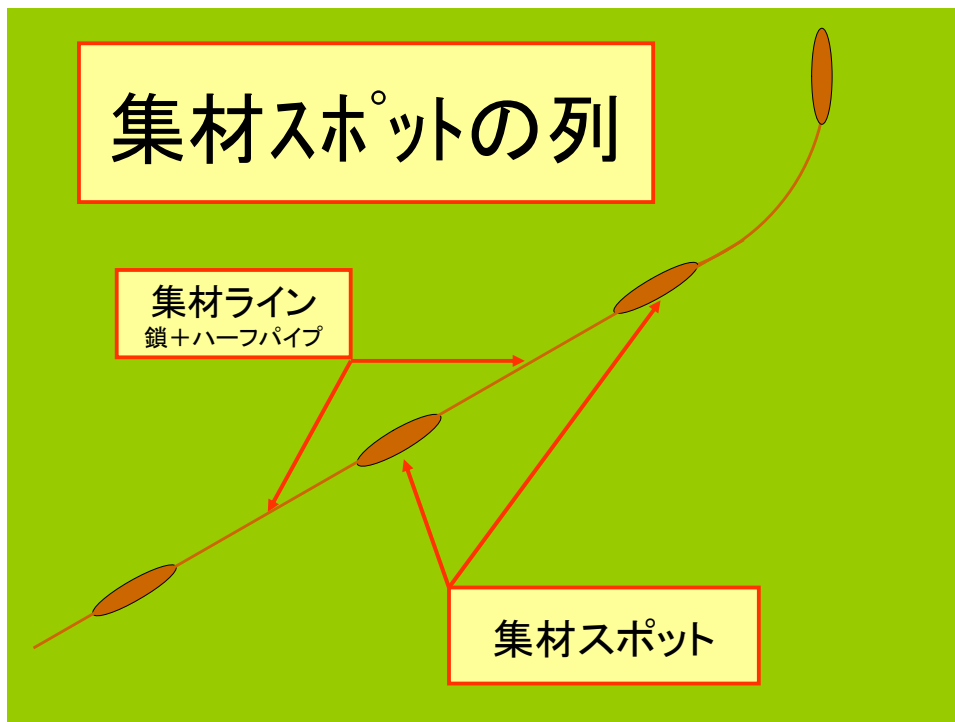
集材スポットは鎖の通過場所に沿った位置を選びます。

図に示すように予定される鎖の通過場所に幅4m長さ約10m程度の場所を決め、その場所に生えている木を伐採します。

その場所の中に、どうしても残したい木があれば、その木を外した場所を選定します。



集材スポットにあらかじめ集材した後、鎖とハーフパイプを集材スポットに向けて敷設し、木寄せ作業を行う方法も可能である。
集材のための人員が不足する場合（少人数編成の場合）に有効な方法となる。



この方法を取れば間伐後、森の中に点々と集材スポットが残るだけで、列状間伐とは大分違う様子になります。
間伐道の間を強風が吹いて、木がなぎ倒されるなどのトラブルを防ぐことが出来ると思います。

10. 大規模集材か小規模集材か

大規模、小規模に拘わらず適応できます。

最小限2人のチーム編成から大人数のチーム編成まで能率的な作業が出来ます。

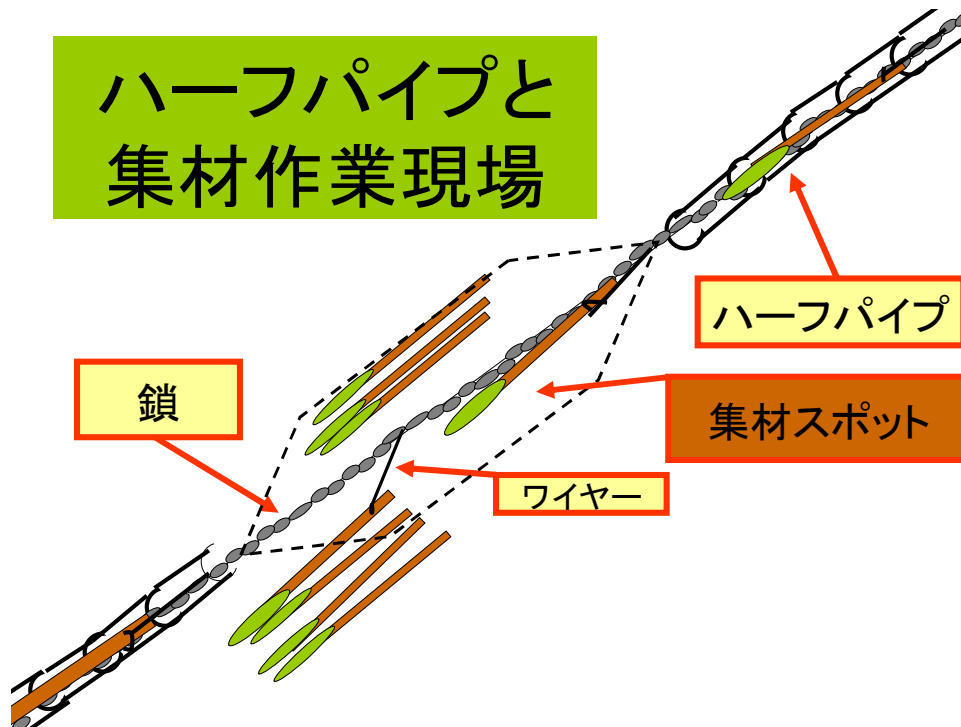
2人の場合は事前に間伐を行い、集材スポットに木を集めておきます。

準備が出来たら鎖とハーフパイプを敷設し、作業道上に一人、集材スポットに一人を配置し、腰に付けた操作ボタンを使って鎖を運転停止し木寄せを行います。

大規模に行う場合は、作業道上に重機（グラブプルまたはプロセッサー）を配置します。

複数の集材スポットでハーフパイプの間を空けて、それぞれ木を鎖に繋ぐための要員をおきます。

その他の作業者は木を伐採しながら集材スポットへ木を集める作業をします。



ハーフパイプとハーフパイプの間を空けて、木を鎖に繋ぐ作業場所を複数確保し、複数の人が同時に作業できるようにしてやれば、全体のバランスが取れて能率が向上します。

11. Kシステムは森に優しい「筋状間伐」

Kシステムは鎖とハーフパイプを使い、木を搬出するシステムですから、列状間伐や重機を使った間伐方法に比べて森を傷めることが極めて少ない間伐方法です。

鎖を使いますので鎖の通る部分は木の搬出に必要な面積の木を切る必要があります。

つまり、木一本を縦に通すための道はどうしても必要です。

Kシステムも列状間伐の一種だとは思いますが、重機を使わず非常に細い面積で間伐出来るので敢えて「筋状間伐」と命名しました。

間伐後、森を見ても木を引き出した跡さえ殆ど分からないレベルであると思います。

12. 設置作業が簡単

トラックが現地に到着したところから設置作業が始まります。

トラック上の駆動装置から繰り出した鎖のループを地上に下ろし、木を引上げる位置の山の上部にある頑丈

そうな木を選び滑車を取り付けます。

山の傾斜と作業道との関係で、場合により鎖が作業道の路肩を傷めることが予想されます。

そのような場合には、図のように副木丸太を使って滑車を上下に備え、路肩を守ることが出来ます。

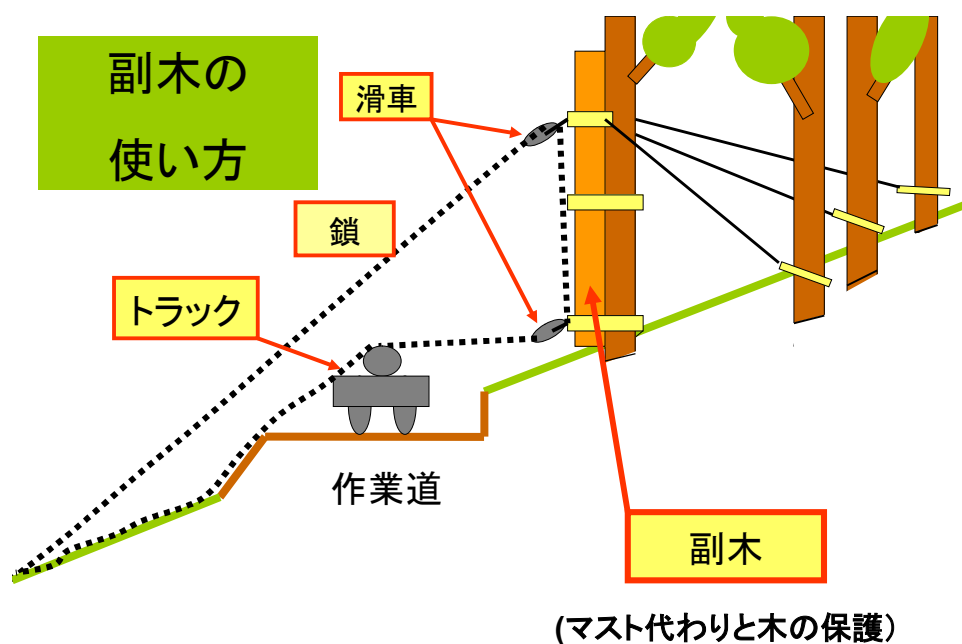
副木の上部にワイヤーを取り付けておいてさらに上部の木の根元に緊縛すれば、鎖を掛ける木の保護にもなります。

タワーヤードと同じメリットが得られます。

トラックが動かないように、トラックの数箇所にワイヤーを取り付け、ワイヤーの先を、適当な近くの木の下に緊縛し、レバブロックなどを使ってトラックを固定します。

これで作業は完了します。

慣れてくれば、おそらく20～30分ほどで準備作業が終わります。



13. 作業道の節約 「疎密度路網」の実現と傾斜地の救済

木寄せの作業距離が伸びるということは、必要な作業道が少なくて済むということです。

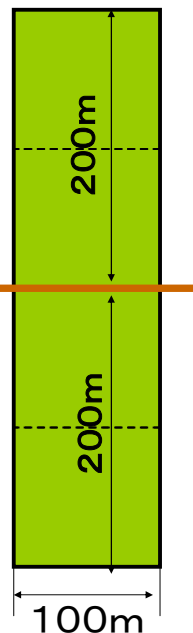
現在、機械化林業を進める上で前提となっている高密度路網を作らなくても済む可能性が出て来ます。

作業道の必要長さ

作業道

4haに対して
必要な作業道は
100mのみですから

$$100\text{m} / 4\text{ha} = 25\text{m} / \text{ha}$$

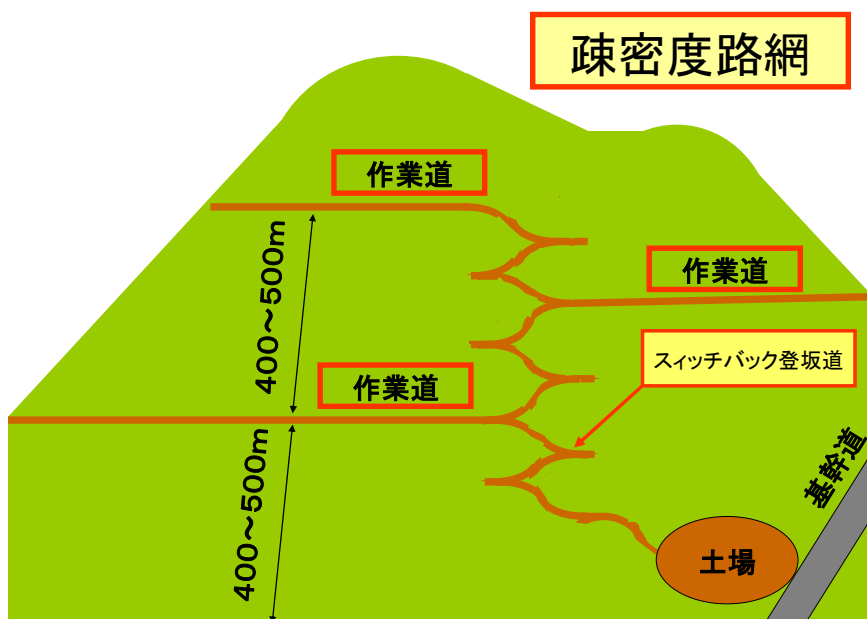


次の図は、Kシステムで想定する作業道の開設定定図です。

基幹道からの取り付け道路と登坂道を開設する必要性は、高密度路網と同じですが、作業道については、1 / 4程度に減少出来ます。

作業道開設には大きな労力と費用が掛かりますので、メリットは大きいものになります。

疎密度路網



最近、K社ではスイッチバック式のフォワーダを開発し、売り出しています。

スイッチバック式で運行できれば、Kシステムとの併用で今まで手の出せなかった急傾斜地での伐採・回収も可能性が出て来ます。

長尺の木材搬出も安全にできます。

14. スィングヤーダとの比較

木寄せ作業に威力を発揮する高性能林業機械として普及しつつあるスィングヤーダとの比較をしてみます。

スィングヤーダは作業場所に生えている木との間にワイヤーを張り、キャリアの往復運動で木寄せを行います。

Kシステムとの違いを一表に纏めてみました。

スィングヤーダとの比較

	スィングヤーダ	Kシステム
木寄せ距離	50m程度	200m～250m
キャリア運動	往復式	一方向
人の動き	キャリアが来てから 作業開始	事前に準備可能
作業時間ロス	大きい	小さい
作業能率	低い	高い
必要路網	高密度路網	低密度路網
間伐方法	列状間伐	筋状間伐

上記のほか、集めた間伐材をフォワーダで運ぶ距離も高密度路網を戻らなければならない為、運搬距離もスィングヤーダの場合は長くなります。

高密度路網は、100～120m/ha程度とされていますが、Kシステムでは、25m/ha程度です。

また、スィングヤーダの操作には熟練作業が必要になりますが、Kシステムでは高度な熟練技術は必要ありません。

15. Kシステムの特長

冒頭、Kシステムの長所について述べましたが、ここで改めて纏めてみますと次の表のようになります。

Kシステムの特長

	安い 機械が安い 他	早い 500～600本/日可	安全・優しい ゆっくり搬送・択伐可
1	鎖ウインチ車 500万円程度	準備作業 20～30分	運転速度 50m/分程度
2	ポートウインチ 100万円程度	鎖入れ子作業 1～2分/回	自分で運転停止 手元スイッチ
3	ハーフパイプ 2万円/5m程度	ハーフパイプ接続作業 3～5分程度/本	木を傷つけない ハーフパイプ使用
4	スリッパ形そり 5千円/個程度	木を鎖に繋ぐ作業 10秒/本程度	森を荒らさない 重機が入らない
5	作業道造成 500円/ha程度	木を鎖から外す作業 10秒/本程度	間伐後の森 風倒木、雪害防止可

つまり、今まで経済的に成り立たないため、「切り捨て間伐」に甘んじてきたわけですが、Kシステムの活用により間伐材でも利益を出せる可能性が出てきます。

16. 手軽で能率よく利益が出せる??

Kシステムによってどの程度の経済利益が得られるものか一つの事例を基に試算してみます。

経済計算例 前提条件 (ha当たり費用 基幹道付近の土場渡し価格)

	伐採・引出し	木寄せ作業	プロセッサ・ フォワーダ 運転	合計
延べ人員	10.9人	2.7人	2.7人	16.3人
機械設備	800万円	500万円	4,500万円	5,800万円
燃料費	11,000円	7,000円	25,000円	43,000円
作業道費				50,000円
登坂道費				20,000円

人件費	2万円/日	上記のほか	管理費 2人分プラス
機械設備償却費	5年(150日/年)償却		
作業道開設費	作業道	25m/ha × 2,000円/m	
	登坂・取り付け道路	1km × 2,000円/100ha	
間伐材平均材積	平均直径 15cm	長さ 12m	材積 0.212m3/本
搬出本数	2本/分 × 60分/時間 × 5時間/日		= 600本/日

h a 当たり3, 000本の木が生えている山林を3回に亘って間伐を行い、最終的に550本の木を残すこととしました。

つまり、一回あたりの間伐本数は、817本/h a です。

一本あたりの平均材積を0. 212m³ (15cmΦ×12mL) として

細かい計算過程は省略しますが、直接費は、基幹道路付近の土場渡しで

3, 200円/m³

程度となりました。

間接費・経費 800万円/年を計上し、山主さんへ立ち木代 10万円/h aをお支払いしたとしても
4, 200円/m³ 程度で収まります。

木材市場の 丸太 価格は 11, 000~12, 000円/m³ 程度です。

搬出費用が下がるので、大きな利益が期待できます。

また、木材として利用できない端材部分を、燃料として評価するとどうなるでしょうか。

木質燃料の代表的な材料である、「木質ペレット」は外国産の最も安いもので 20, 000円/トン
国産の上質物で、40, 000円/トン 位です。

m³換算では 水分15%での比重を0. 68とすると

13, 600~27, 200円/m³ になります。

ペレットへの加工代を含めても十分に利益が出せる筈です。

ペレットへ加工しないで、チップのまま直接燃料として活用できる方法があれば、さらに経済的利益は大きくなります。

今まで採算が取れず、進まなかった間伐材の利用を促進し、「切捨て間伐」を止めることが出来ます。

森に捨てられていた間伐材が、地域の燃料として有効利用できれば、その分、地下エネルギーの消費を節約
できることになり、地球環境の改善に大きく貢献出来ます。

また何よりも、日本中の里山の保全や、地域経済の振興にお役立ち出来ます。

Kシステムはそんな可能性を秘めた方法であると信じます。

(完)