HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---|---|
| Title | 電動チェーンソーによる伐木造材作業の装置並びに作業システムの開発に関する研究 |
| Author(s) | 小島, 幸治 |
| Citation | 北海道大學農學部 演習林研究報告, 42(4), 865-887 |
| Issue Date | 1985-10 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/21157 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 42(4)_P865-887.pdf |




Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

# 電動チェーンソーによる伐木造材作業の装置並びに作業システムの開発に関する研究*

小島幸治**

# Development of Equipments and a Work System for the Logging by Means of an Electric Chain Saw*

By

Kohji KOJIMA**

目　次

1. 緒　言 …… 865
2. 昭和55年度に行った研究 …… 866
2.1 開発の方針 …… 866
2.2 装置開発の経過 …… 867
2.3 開発した装置の性能の確認 …… 870
2.3.1 開発した電動チェーンソーの鋸断性能の確認 …… 870
2.3.2 開発した発電機付き小型集材車の性能の確認 …… 871
2.3.3 開発した装置による「丸太切り出し」作業の実施 …… 874
3. 昭和56年度に行った研究 …… 876
3.1 装置開発進展の経過 …… 876
3.2 開発した装置の性能の確認 …… 878
3.2.1 新たに開発した電動チェーンソーの鋸断性能の確認 …… 878
3.2.2 改良した発電機付き小型集材車の性能の確認 …… 879
3.2.3 開発・改良した装置による「丸太切り出し」作業の実施 …… 882
4. 結　言 …… 885
引用文献 …… 886
Summary …… 886

## 1. 緒　言

チェーンソー使用者に振動障害を惹き起こす恐れの極めて少ない機械化伐木造材作業の一方法として，電動チェーンソーを用いる方法が考えられる[2,3]。しかしこの方法が実際の業務に

* 1984年6月30日受理　Received June 30, 1984.

** 北海道大学農学部演習林
Experiment Forests, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

本格的に採用された例を，筆者は寡聞にして知らない。この種の例が見当たらない原因は，この方法を採用することの実用性を示している資料がほとんど存在しないからであろうと思われる。

筆者は，この種の一資料を林業の実務家に提供したいと考え，電動チェーンソーによる伐木造材作業を行うための装置とそれを取り入れた作業システムの開発を試み，そのシステムを用いた実用規模の伐木造材作業を実施して，作業の内容を観察し，分析した。以下にその成果を報告する。

この研究を実施するに際して，本学雨竜地方演習林の方々の絶大な御協力を戴いた。記して深謝の意を表する。

なおこの研究は，昭和55年度と56年度に文部省から科学研究費補助金の交付を受けて実施したものである。

## 2.　昭和55年度に行った研究

### 2.1　開発の方針

伐木造材に使用するに適した電動チェーンソーの具備すべき条件のうち，重量と刃渡りに関するものとして，筆者は次のことを考えた。

a．重量が，1ピストン，2サイクルガソリンエンジン付き1人用手持ち式チェーンソー(以下において「普通のエンジンチェーンソー」と呼ぶ) と同等以下であること。

b．ソーチェーンのガイドバーの長さが，ほぼ50 cmであること。

上記のaの項に関して具体的数字を掲げれば，北海道の伐木造材事業において天然林伐採のために広く用いられている普通のエンジンチェーンソーの重量を考慮して，上限を11 kgと定めた。この値は，伐木造材作業中におけるチェーンソー使用者の生理的負担に関する文献[1]の中で，手持ち式チェーンソーの望ましい重量の上限として掲げられている値と同じである。

またbの項に掲げた値は，北海道の天然林伐採において屢々遭遇する大径木の，伐倒，枝払い，玉切りのいずれの作業をも，1種類のチェーンソーによって，甚だしい低能率作業に陥ることなく実行し得ることを考慮して定めた値である。チェーンソーによる鋸断の場合，廻し切りを行えば，ガイドバーの長さの2倍近くの径を持つ切り口を作ることができるから，長さほぼ50 cmのガイドバーを有するチェーンソーを使うならば，北海道の天然林における大径木の伐倒と玉切りの場合でも，チェーンソーが小さ過ぎると感じられることは極めて稀にしか起こらないであろう。

作業システムとして筆者は次のものを考えた。すなわち，森林内を自由に走行し得る小型集材車に発電機を装着し，それを電源として電動チェーンソーを駆動する。その電動チェーンソーを用いて伐木を行い，伐倒された樹木を伐倒地点において定尺丸太に造材し，それを小型集材車で牽引して山元土場へ集材する。これらの一連の作業を，作業員3名または4名で編成

されている一つの共同作業組織が行う。作業を進めるに当たっては，伐木造材だけを連続して行うことを避け，伐木造材と集材とを交互に行う。以上のような作業システムを考えた。このシステムを採用すれば，1日間におけるチェーンソーの使用時間は自然に，法律に基づいて許容されている最大限度である2時間よりも短かくなるであろうと予測した。

開発された装置の価格はその装置が実用に供され易いか否かを左右する重要な因子の一つであるので，実用に耐える性能を発揮する装置を，できる限り安く試作するように留意した。

電動チェーンソーの価格に関しては，発電機および関連装置の価格と合わせて，普通のエンジンチェーンソーと同等以下であることを理想とし，高くともその2倍程度以下，現在の価格で40万円程度以下に納めることを当面の目標とした。

小型集材車の価格に関しては，小規模素材生産業者の大方の意向を推測して，300万円程度以下に納めることを目標とした。

### 2.2　装置開発の経過

このような観点から，市販されている電動チェーンソーを材料とし，それに改良を施すことによって目的に適う電動チェーンソーを開発しようと考え，各種の電動チェーンソーの諸元をカタログに基づいて検討した結果，3機種を，改良の対象となる機種の候補として選定した。それらの諸元は表-1に示されている。

3機種の中で，電動機の出力が大きいという点においては200ボルト電源用チェーンソー

表—1　改造のために選定された電動チェーンソーの諸元

**Table 1.**　Basic specifications of electric chain saws selected for remodeling

| 機種 Make and type | | SDK A-303C | SDK A-404C | 神鋼 Shinko T-502 SC-1 |
|---|---|---|---|---|
| ガイドバーの長さ (cm) Length of guide bar | | 50 | | |
| 電源 Electric power source | 周波数 (Hz) Frequency | 50/60 | | |
| | 相 Phase | 単相 Single-phase | | |
| | 電圧 (V) Voltage | 100 | 200 | |
| 全負荷電流 (A) Full-load current | | 15 | 12 | |
| 全負荷出力 (W) Full-load output | | 1,000 | 1,600 | |
| 無負荷チェーン速度 (m/s) No-load chain speed | | 7.5 | | |
| 本体重量 (kg) (ガイドバーとコードを含まない) Weight of base machine (without guide bar and cord) | | 7 | 9 | 7.8 |

の方が100ボルト電源用チェーンソーよりも優れている。しかし，200ボルト単相交流の専用発電機は市販されていない。200ボルト電源用チェーンソーを野外で使用するための最も簡単と思われる方法は，三相交流発電機を使うことである。一方，自動車のバッテリー充電用発電機からインバータを用いて100ボルトの単相交流電流を取り出す方法が，近年相当に普及してきた。自動車用の発電機を一般に市販されている5kVA程度の三相交流発電機と比べてみると，前者の重量はインバータと合わせて24～30kgで，後者の4～5割程度であり，前者の価格はインバータを含めて17万円内外で，後者の7～8割程度である。これらの事から考えて，自動車用の発電機とインバータを用いて100ボルト電源用の電動チェーンソーを充分に駆動できるか否かを，まず試してみることにした。

これより先，昭和52年度にSDK A-303C型チェーンソーを使用して試みに伐木造材を行った際，同チェーンソーで枝払いを行うと，鋸断に伴って振幅の大きい強い振動力がチェーンソーのハンドルから伐木作業員の手に伝わることが判明した。現在の普通のエンジンチェーンソーを使う場合にはそのような現象は起こらない。この違いの原因は，A-303C型チェーンソーの切削時のチェーン速度が，普通のエンジンチェーンソーのそれの約3分の1に過ぎないことであると思われた。

そこで，昭和55年度には，SDK A-303C型チェーンソーを材料とし，それを改造することによって，ソーチェーン速度の高い電動チェーンソーを開発することにした。

改造の要点は次のとおりである。

SDK A-303C型チェーンソーのソーチェーン駆動スプロケットと電動機の回転軸との間には，歯車式の2段減速装置が組み込まれていて，前者は後者の6分の1の速度で回るようになっている。筆者はこの減速装置を改造して，ソーチェーンの無負荷時の速度を2～3倍に増大しようと考え，比較的簡単にその目的を達成できる方法として，減速歯車を取り外し，その代りにスプロケットとローラチェーンをその位置に取り付けて，チェーンによる1段減速装置に改造する方法を採用した。改造の結果，ソーチェーン駆動用スプロケットの減速比は，改造以前のものの2.79分の1となった。したがって，ソーチェーンの無負荷時の速度は，もとの値の2.79倍，すなわち毎秒20.9mに近い値になった。

次にこの電動チェーンソーの駆動用電流を発生させるために，日立製作所製のLT 150-5B 304型自動車用充電発電機を購入し，これを小型集材車に取り付けて，その集材車のエンジンで駆動するようにし，またKDインバータMPS 202S型を集材車に取り付けて，発電機の発生する直流電流を100ボルトの単相交流に変換することにした。

次に小型集材車開発の材料として，市販されているクローラ式乗用運搬車のうちから，次の諸条件を最も良く満たすものを選定した。

a) 発電機およびウィンチを比較的簡単に装着できるもの

b) 平均接地圧の極めて低いもの

c）最低地上高が極めて高いもの

d）ゴム履帯を装着しているもの

e）すぐれた緩衝効果を発揮する走行装置を備えているもの

以上のうち，a)は小型集材車の製作費をなるべく少なくするための条件であり，b)と c)とは，冬山素材生産作業の場合，深い新雪の上で自由に動き回ることができるものを選ぶための条件である。d)は，雪上作業の場合に履帯に対する雪の付着凍結を防止し，夏山作業の場合に，集材車の履帯によって林木の根を傷つける恐れを少なくするために掲げた条件であり，e)は，車体の振動によって運転者の心身に不調を生じることを極力避けるために掲げた条件である。

これらの諸条件について検討した結果，サンワ車輌株式会社製のクロールマン 1500-S 型運搬車（長接地長型）を選定した。この車両の諸元は表-2 のとおりである。

この車両に，前記の自動車用発電機と北海機工株式会社製の集材用ウィンチを取り付け，この車両を走行させるために搭載されているエンジンで駆動されるようにした。またこの車両の荷箱を撤去し，その位置に丸太積載台を取り付けた。この積載台は中央に垂直回転軸を有するものであって，積載台の後側に，長さ幅ともに約 1.2 m の厚い鋼板が蝶番状に連結されている。この鋼板は，ウィンチで集材車の後方から引き寄せられた丸太の頭部が滑らかに積載台の上に引き上げられるのに役立つことを予想して取り付けられたものである。

表—2　サンワ　クロールマン 1500-S 型運搬車（長接地長型）の諸元

**Table 2.** Specifications of the power cart SANWA CRAWLMAN type 1500S (long crawler version)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 乗車定員 | Seating capacity | | 1 |
| 最大積載量 | Maximum pay load | (kg) | 500 |
| 空車重量 | Unladen vehiche weight | (kg) | 810 |
| 全長 | Overall length | (mm) | 2,830 |
| 全幅 | Overall width | (mm) | 1,550 |
| 全高 | Overall height | (mm) | 1,520 |
| 荷台床地上高 | Height of body floor | (mm) | 560 |
| 登坂能力（積載時） | Gradability (fully laden) | (°) | 30 |
| クローラ幅 | Width of crawler | (mm) | 330 |
| 接地長 | Length of track on ground | (mm) | 1,380 |
| 接地圧（積載時） | Ground pressure (fully laden) | ($kg/cm^2$) | 0.14 |
| 走行速度 | Travel speed | (km/hr) | |
| 前進 | Forward | | |
| 第1速 | First speed | | 2.38 |
| 第2速 | Second speed | | 4.96 |
| 第3速 | Third speed | | 9.80 |
| 後進 | Reverse | | 2.43 |
| エンジン最大出力 | Maximum output of engine | (PS) | 11～12.5 |

小型集材車のエンジンとして，市販されている定格出力15馬力内外のディーゼルエンジンの中から，運転中の振動のなるべく弱いものを探し，3気筒の水冷式竪型ディーゼルエンジン (15馬力) を選定した。

### 2.3 開発した装置の性能の確認

#### 2.3.1 開発した電動チェーンソーの鋸断性能の確認

前述の方法で開発した電動チェーンソーが，普通のエンジンチェーンソーおよび改造以前の原形の電動チェーンソーに対してどの程度の鋸断能率を示すか，また，ソーチェーンの速度を高くしたことが枝払いの際のチェーンソーの振動を軽減する効果を生じたか否かを確認するために，3種類のチェーンソーを用いて，昭和56年1月7日と8日に，北海道大学雨竜地方演習林製材工場において鋸断試験を行った。すなわち，普通のエンジンチェーンソーの一例として，ハスクバーナ (Husqvarna) 480 CD 型チェーンソー (エンジンの排気量は77 cc) を選び，それと，SDK A-303C 型チェーンソーおよびその型のチェーンソーを前述のとおり改造したものとを用いて，樹幹と枝とを円盤状に鋸断し，その状況を観測した。これらの3種類の供試チェーンソーを，いま述べた順序にしたがってそれぞれ1号機，2号機，3号機と略称することにする。観測の際，どのチェーンソーにも同一メーカー製の同型のチゼル型ソーチェーンを取り付け，熟練した伐木作業員が十分にその目立てを行った。電動チェーンソーの電源には商用電源を使用した。鋸断能率測定の結果は，表-3に示されている。

表—3 鋸断能率 (I)

**Table 3.** Sawing efficiency (I) ($cm^2/s$)

| チェーンソー Chain saw / 鋸断対象 Object for cutting | ハスクバーナ Husqvarna 480 CD (1号機) (No. 1) | SDK A-303C (2号機) (No. 2) | SDK A-303C 改造型 remodeled (3号機) (No. 3) |
|---|---|---|---|
| エゾイタヤの丸太 Log of Ezoitaya maple 径 (dia.) 34～45 cm | 59.34 (1.00) | 7.087 (0.12) | 6.724 (0.11) |
| トドマツの丸太 Log of Todomatsu fir 径 (dia.) 39～45 cm | 97.26 (1.00) | 12.82 (0.13) | 13.02 (0.13) |
| トドマツの太い枝 Thick branch of Todomatsu fir 径 (dia.) 10～14 cm | 127.0 (1.00) | 6.290 (0.05) | 13.66 (0.11) |
| トドマツの細い枝 Slender branch of Todomatsu fir 径 (dia.) 5～6 cm | 51.24 (1.00) | 5.314 (0.10) | 15.84 (0.31) |

注：5個の測定値の平均値
括弧内の数値は，ハスクバーナ480CD型チェーンソーの鋸断能率に対する比率を示す。

Notes: Average of five measurements.
The values in parentheses show ratios to the sawing efficiency of Husqvarna type 480CD chain saw.

なお，供試チェーンソーの運転開始時の実測重量は次のとおりであった。

| | | |
|---|---|---|
| ハスクバーナ 480CD 型 | (1 号機) | 10.6 kg |
| SDK A-303C 型 | (2 号機) | 10.4 kg |
| SDK A-303C 改造型 | (3 号機) | 9.6 kg |

表-3 によって，3 号機の鋸断能率を 2 号機のものと比較してみると，エゾイタヤとトドマツの丸太の場合には鋸断能率にほとんど差が無いように思われるが，トドマツの枝，特に細い枝の場合には，3 号機の鋸断能率の方が高い。この判断は，鋸断能率の平均値の差の有意性検定の結果に基づくものである。このような差の生じた原因は，3 号機のソーチェーンの鋸断時の速度が 2 号機のものよりも高いことであろうと思われる。

1 号機でトドマツの枝を鋸断した場合の所要時間の測定値は 1 秒以下であった。この研究における鋸断時間の測定は，普通のストップウォッチを使い，測定者が鋸断の進行状況を肉眼で観察しながらストップウォッチを手で操作することによって行われたので，測定時間が前述の程度の長さである場合には，測定の誤差率がかなり大きいのではないかと考えられる。それゆえに，1 号機の鋸断能率を他の供試チェーンソーの鋸断能率と比較する際に，トドマツの枝を鋸断した場合の値は参考とするに留めることにする。

3 号機によって枝を切断した場合，チェーンソー使用者の手に感じられた振動は，2 号機による場合に比べて著しく弱かった。

次に，3 号機の鋸断能率平均値を 1 号機のものと比較してみる。両者の間には有意の差がある。丸太の場合，前者は後者の 7 分の 1 以下であり，枝の場合，前者は後者の 3 分の 1 以下である。すなわち，同じ量の鋸断作業を行う場合に，3 号機は 1 号機よりも甚だしく多くの時間を必要とすることになる。これらの事に基づいて筆者は，鋸断時にチェーンソー使用者の手に伝わる振動の弱さの点で 3 号機は 1 号機より優れているとしても，鋸断能率の点で，3 号機は実用性に乏しいと判断した。

### 2.3.2　開発した発電機付き小型集材車の性能の確認

昭和 56 年 2 月 5 日に，供試集材車に取り付けた発電機とインバータによって電動チェーンソー 3 号機を駆動し，表-3 に示された測定の場合と同じトドマツ丸太を使って鋸断能率を測った結果，10.89 $cm^2/s$ という値を得た。これは，表-3 の中に示されている 3 号機の鋸断能率，13.02 $cm^2/s$（商用電源で駆動した場合のもの）の 84% に当る。チェーンソー駆動中におけるインバータの出力電圧は，チェーンソーが空転している時には 150 ボルト内外であり，ソーチェーンの切削抵抗がやや大きくなると 90 ボルト内外に下がる。切削抵抗がさらに大きくなると，電圧は一層低下し，ソーチェーンの速度が極めて遅くなるか，あるいはソーチェーンが停止してしまう。普通のエンジンチェーンソーを使い馴れた人にとって 3 号機は，原動機の回転力が弱過ぎるという点で，極めて使いにくいチェーンソーであるように見受けられた。

発電機を供試機よりも一層強力なものに変更すれば，チェーンソー 3 号機は商用電源で駆

動される場合と同等の能率を発揮し得る，と考えられる。しかし，たとえそうなったとしても3号機の鋸断能率が同重量の普通のエンジンチェーンソーの鋸断能率に比べて極めて低いことには変りがないので，インバータに入力を与える発電機を強化して3号機の鋸断能率を向上させるという方法を試してみることを断念し，昭和56年度の研究においては，市販の200ボルト電源用電動チェーンソーを材料として新たに電動チェーンソーを開発し，それを三相交流発電機によって駆動することにしようと考えた。

次に，供試集材車の走行性能について述べる。

試作当初の車両総重量は，体重55 kgのオペレータが搭乗し，荷が積まれていない状態において1,382 kgであった。クローラの幅は330 mm，接地長は1,380 mmであるから，全接地面積は9,108 $cm^2$，平均接地圧は0.152 $kg/cm^2$となる。

昭和56年1月上旬に北海道大学雨竜地方演習林において行った走行速度の観測結果は，次のとおりである。

踏み固められた水平な雪道の上における最大走行速度は，前進第1速2.61 km/hr，第2速5.28 km/hr，第3速9.68 km/hr，後進2.65 km/hrであった。

昭和56年2月4日に，前記と同じ地域の，深さ約94 cmの自然積雪に覆われた水平地において，供試機に長さ50 mの直線コースを走行させた。その場合，ゴム長靴を履いた体重約



**写真—1**　開発された発電機付き小型集材車が深さ約94 cmの水平な自然積雪の上で走行している状況

**Photo 1.**　The developed baby logging vehicle with a generator running on the deep (ab. 94 cm), level and soft snows.

60 kg の筆者の足の沈下量は，約 40 cm であった。供試機は，前進第 1 速では約 29 cm 沈下した状態で 2.64 km/hr で順調に完走した。写真-1 はこの時の状況を示している。前進第 2 速では約 30 cm 沈下した状態で，5.11 km/hr で順調に完走した。前進第 3 速では，エンジンの回転力が不足で走行することができなかった。後進では，進行に伴って車体が進行方向に対して次第に前上がりになり，約 8 m 進んだ地点で，クローラが空回りして走行不能に陥った。

その直後，上記の場所に隣接した場所において，車体の後端に重錘を載せ，連続後進が可能であるか否かを確かめながらその重量を次第に増加させて走行を試みた結果，積載重量が 320 kg になった場合，2.5 km/hr で長さ 50 m のコースを完走することができた。

供試集材車それ自体が一度通過した水平な積雪面の轍においては，供試集材車は前後進いずれの場合においても極めて順調に走行することができた。

また前述と同じ日に，同地域の自然積雪に覆われた傾斜地において，供試集材車の登坂限界角を測定した。その場合，傾斜の状態が，斜面の下方では緩く，上に行くにしたがって次第に急になっている場所を選定し，エンジンの回転速度をできる限り低く保ち，最大傾斜方向に沿って登坂させた。その結果，前進では 15.5°～19°，平均 17.5° という値が得られた。写真-2 はこの時の状況を示している。後進では，1～2 m 走行する間に車体が進行方向に対して甚しく前上がりになり，ほぼ水平な積雪面の上であるにも拘らずクローラが空回りして，走行不能に陥った。



**写真—2**　開発された発電機付き小型集材車が自然積雪の上で登坂している状況

**Photo 2.**　The developed baby logging vehicle with a generator climbing the slope on the deep soft snows.

引き続いて供試集材車の重心がクローラの接地面の後端から接地長の何%前寄りの位置にあるかを測定した結果，75% 前寄りの位置にあることが判明した。この測定は次のようにして行われた。すなわち，コンクリートの床の上に鋼の丸棒を水平に横たえ，その上に厚い木の板を鋼丸棒と直角の向きに，ほぼ水平に2枚平行して載せる。板と板との間隔は供試集材車の左右のクローラの間隔に合わせ，板が水平に停止するように釣合いをとる。次に供試集材車を，その板の上に平行に載るように極めて遅く走行させ，集材車の重心が鋼丸棒の真上附近にあると思われた時に集材車を停止させ，手で車体の一端を上下に揺動させる。その時の抵抗の強さが，車体が前下がりになる場合と前上がりになる場合において等しいと感じられるまで，供試集材車の位置を前後にわずかずつ移動させ，板を水平状態に手で保持する。この時の鋼丸棒の中心の真上に供試集材車の重心がある。このように考えて前後方向の重心位置を測定した。

その後，供試集材車の重心を接地面の後端から接地長の50% 前寄りの位置に近づけることによって，供試集材車の登坂性能がどのように変化するかを知るために，車体の後端に150 kgのカウンタウエイトを仮に取り付け，重心位置を前回と同じ方法で測定した結果，59% という値を得た。その状態の供試集材車を使い，昭和56年3月3日に，北海道大学雨竜地方演習林の深さ約160 cmの積雪に覆われた水平地において長距離の後進を試みた結果，車体後端にさらに66 kgの荷重を加え，エンジンの回転速度を定格回転速度より相当に低くした場合に、50 mの直線コースを1.38 km/hrで完走することができた。この集材車に，同日，同地域の傾斜地において登坂させた結果，後進の場合には，車体後端に約70 kgの荷重を加え，エンジンの回転速度を極めて低くした場合に，4°～5°，平均4.5°の斜面を登ることができた。しかしこの荷重の状態の場合，前進の時の登坂限界角は10°～11.5°，平均11°で，カウンタウエイトを取り付ける前よりも6.5°減少した。

### 2.3.3　開発した装置による「丸太切り出し」作業の実施

前述のとおり開発した電動チェーンソーと発電機付き小型集材車を用い，予め立案してあった作業システムによって，昭和56年3月4日から7日までの4日間に，北海道大学雨竜地方演習林第319林班の緩傾斜地において，「丸太切り出し」作業を実行し，それを対象として，その作業システムの実用化の可能性を探るための予備的な作業観測を行った。

一つの共同作業組織を構成する作業員の人数は3名であり，各作業員の担当する主要な任務は次のようであった。

第一の作業員：　電動チェーンソーによる伐木および定尺造材
　　集材車への丸太の積おろし
第二の作業員：　集材車の運転，発電機およびウィンチの操作
第三の作業員：　伐倒予定木の根元の除雪，すなわち「根掘り」
　　チョーカラインの丸太への取付け

集材車への丸太の積おろし
第一の作業員の補助

以上は作業分担の基本形であって，実際に作業が進行する過程においては，作業を安全にかつ能率的に進めるという観点から，必要に応じて分担内容を適宜変更する場合がしばしば生じた。仕事の忙しさの程度については，3名の間に大きな差は認められなかった。また各人の作業中の待ち時間はほとんど無く，かつ全員が無理のない速さで仕事を進めることができた。

観測対象となった「丸太切り出し」作業における伐倒木9本の樹種別内訳は，トドマツ2本，ダケカンバ1本，ヤチダモ6本であり，それらから製作された丸太の数は26本，丸太の材積は合計7.546 $m^3$であった。また，集材回数は10回，毎回の集材距離は160～197 m，平均176.6 mであった。

観測対象となった「丸太切り出し」作業の中の最初の仕事として，自然積雪を供試集材車で踏み付けることによって，土場と伐倒地域とを結ぶ集材路幹線の作設が行われた。その際，集材車が深い積雪上を前進するに伴って，雪が車体の下面に凍り付いて次第にその厚さを増大し，50 m余り前進した時には車体下面の左右のクローラの間の空間をまったく塞いでしまった。そのため，集材車は車体の前端で接地面より上の積雪全体を前方に押しながら走行するようになり，その抵抗によってクローラに滑りが生じ，やがて前進不能に陥った。車体の下面に凍り付いた雪の大部分をショベルなどで取り除くには4～6分程度の時間を要した。雪を完全に取り除かなければ，次の雪踏みを始めた後すぐ雪が凍り付いて急速にその厚さを増し，走行再開後，走行距離が50 mになる可成り前の地点で，集材車は走行不能に陥った。しかし雪の完全除去には甚だしく長い時間を要するので，それを行うことは実際上極めて困難であった。開発された集材車が深い自然積雪の上を走行する場合に積雪が車体下面に凍り付かないようにすることができれば，その集材車の深い自然積雪の上における作業能率が相当に向上するであろうと筆者は考えた。

観測対象となった作業の行われた林地は，深い自然積雪に覆われ，地表の傾斜は，斜距離2 mを単位とした場合，0°～15°程度であった。供試集材車の林内走行状況を観察し，車体後端にカウンタウエイトを取り付ける前と後とについて比較した結果，カウンタウエイトを取り付ける前の走行状況の方が作業の進捗に有利であるように思われた。これは，作業の進捗に対して，カウンタウエイトの取付けによって後進登坂性能が高められたことが有利に作用する度合いよりも，それによって前進登坂性能が低下したことが不利に作用する度合いの方が大きかったために生じた結果である。したがって，供試集材車の深い自然積雪の上における走行性能の改善については，車体の方向転換に支障のない程度の後進性能が保たれている限り，後進登坂性能を高めることよりも前進登坂性能を高めることの方が，実際の作業を行う場合に大きな効果を発揮するであろう。このように考究した結果，昭和56年度の研究を行う場合には，前述した昭和55年度の研究結果を参考にして，供試集材車の重心を，クローラの接地面の後端か

表—4 「丸太切り出し」作業における実働時間及びチェーンソー使用正味時間 (I)

**Table 4.** Actual working time and net time employed in using a chain saw in the integrated felling, log-making and skidding work (I)

| 年 月 日 Date | 昭和56年 (1981) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 3月5日 March 5 | 3月6日 March 6 | 3月7日 March 7 | 合 計 Total |
| 実働時間 (A) Actual working time | 3時間54分 hr. m. | 4時間48分 hr. m. | 2時間22分 hr. m. | 11時間04分 hr. m. |
| チェーンソー使用正味時間* (B) Net time employed in using a chain saw | 46分13秒 m. s. | 28分41秒 m. s. | 30分46秒 m. s. | 1時間45分40秒 hr. m. s. |
| (B)/(A) | 0.198 | 0.100 | 0.217 | 0.159 |

* 作業員がチェーンソーの原動機を回転させながらチェーンソーを把持している時間
Time in which a worker is holding a chain saw with the motor running.

ら接地長の70～75%前寄りの位置に置こうと考えた。

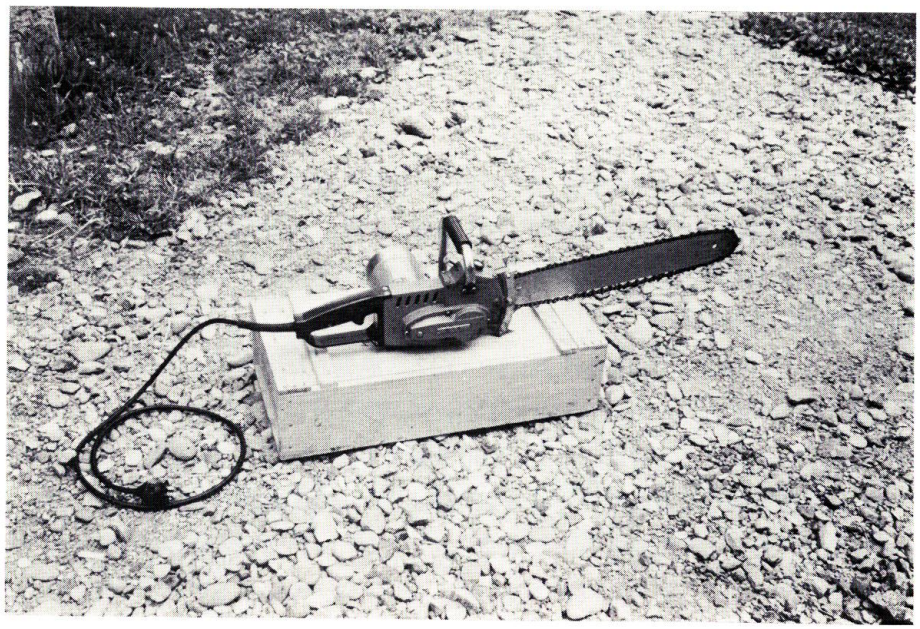
昭和56年3月5日から3日間，毎日の実働時間と，その中におけるチェーンソー使用正味時間（作業員がチェーンソーの原動機を回転させながらチェーンソーを把持している時間）とを計測した結果は，表-4のとおりである。

表-4に示されている毎日の実働時間は，天候や測定準備のための時間の関係上，一般の素材生産事業の場合におけるものよりも少し短い。筆者は，供試集材車および作業システムを採用する作業においては1日間の実働時間が7時間程度の場合であっても，伐木と造材だけを集中的に実施することがないように留意して作業を行う限り，実働時間に対するチェーンソー使用正味時間の割合は，表-4におけるよりも著しく大きくなることはないと考え，その判断に基づいて，1日間の実働時間が7時間程度である場合でも，チェーンソー使用正味時間は2時間を越えないであろうと推定した。

## 3. 昭和56年度に行った研究

### 3.1 装置開発進展の経過

昭和55年度に行った研究の結果に基づき，電動チェーンソーの開発をさらに進めた。前述の観点から，表-1に示した3種類の電動チェーンソーの中から200ボルトの電源を使うもの1種類を選び，それを材料とし，それを改造することによって，ソーチェーン速度の高いチェーンソーを開発することにした。表-1に示した候補機のうち200ボルトの電源を使うもの2種類の減速装置の構造を比較検討した結果，SDK A-404C型の方が改造しやすいことが判明したので，同機に対して改造を施した。SDK A-404C型の減速装置の構造はA-303C型のものとまったく同じであるので，昭和55年度に行った後者の改造とまったく同じ内容の改造を前者に施し，ソーチェーンの無負荷時の速度を原機のそれの2.79倍の値，すなわち20.9 m/sとした。写真-3は，以上のようにして開発した電動チェーンソーの形状を示している。



**写真—3**　開発された電動チェーンソー

**Photo 3.**　The developed electric chain saw.




**写真—4**　改良された発電機付き小型集材車

**Photo 4.**　The improved baby logging vehicle with a generator.

また，神鋼 T-502 SC-1 型が，表-1 に示した要目の点で SDK A-404C 型とほぼ同じであることに着目し，鋸断能率の点でもほぼ同じであろうと考え，A-404C 型の改造の効果を判断するための参考資料を得ることを目的として，T-502 SC-1 型をも鋸断試験の対象とすることにした。

200 ボルト単相交流電源用電動チェーンソーを森林内で使用する場合の電源として，SDK G-5 型三相交流発電機を選び，これを昭和55年度に開発した小型集材車に取り付けて，その集材車のエンジンで駆動するようにした。この発電機の発電容量は 5.1 kVA，重量は附帯部品を含めて約 60 kg である。

前述のように，昭和55年度の研究においては，開発した小型集材車が深い自然積雪の上を長い距離に亘って走行した際に，車体の下面に雪が凍り付いて，走行不能に陥る場合があった。この難点を取り除くとともに，山腹の斜面を横切るような状態の緩勾配の集材路を作設する場合に作業を容易にするのに役立つことを予想して，小型集材車の前部に，アングルドーザの排土板を軽量化したような構造の排雪装置（以下において排雪板と呼ぶ）を取り付けた。また排雪板の取付けによって集材車の車体の重心位置が前に寄り過ぎるのを防ぐために，車体後方のフレームの空間を利用して，カウンタウエイトを取り付けた。写真-4 は，以上のように改良した発電機付き小形集材車の形状を示している。

### 3.2 開発した装置の性能の確認

#### 3.2.1 新たに開発した電動チェーンソーの鋸断性能の確認

前述のようにして開発したチェーンソーの鋸断性能の程度を確認するために，次の 4 種類のチェーンソーを用いて，昭和57年2月5日に北海道大学雨竜地方演習林製材工場において，鋸断試験を行った。その内容は次のとおりである。

普通のエンジンチェーンソーの一例として，昭和55年度の研究に用いたものと同じハスクバーナ 480CD 型チェーンソーを供試機の一つとし，昭和56年度に開発した電動チェーンソーの材料となった SDK A-404C 型チェーンソーとほぼ同じ鋸断能率を示すチェーンソーとして，神鋼 T-502 SC-1 型チェーンソーをも供試機の一つとした。また昭和55年度と56年度の開発成果を比較するために，昭和55年度に開発した SDK A-303C 改造型チェーンソーを供試機の一つとした。

これら3種類のチェーンソーと昭和56年度に開発した SDK A-404C 改造型チェーンソーとを用いて，丸太を樹心に直角に円盤状に鋸断し，その状況を観測した。その際，すべての供試チェーンソーに同一メーカー製の同型のセミチゼル型ソーチェーンを取り付け（ゲージの関係上，昭和55年度に合わせてチゼル型のものを使うことができなかった），電動チェーンソーの電源には商用電源を使用した。以上の 4 種類の供試チェーンソーを，昭和55年度の研究における略称を踏襲して，上に述べた順にそれぞれ，1号機，4号機，3号機，および5号機と略称することにする。

供試チェーンソーの運転開始時の実測重量は次のとおりである。

| | | |
|---|---|---|
| ハスクバーナ 480CD 型 | (1 号機) | 10.6 kg |
| SDK A-303C 改造型 | (3 号機) | 9.5 kg |
| 神鋼 T-502 SC-1 型 | (4 号機) | 10.2 kg |
| SDK A-404C 改造型 | (5 号機) | 10.0 kg |

鋸断能率測定の結果は表-5 に示されている。

表—5 鋸 断 能 率 (II)

**Table 5.** Sawing efficiency (II) ($cm^2/s$)

| チェーンソー Chain saw / 鋸断対象 Object for cutting | ハスクバーナ Husqvarna 480CD (1 号機) (No. 1) | SDK A-303C 改造型 remodeled (3 号機) (No. 3) | 神鋼 Shinko T-502 SC-1 (4 号機) (No. 4) | SDK A-404C 改造型 remodeled (5 号機) (No. 5) |
|---|---|---|---|---|
| エゾイタヤの丸太 Log of Ezoitaya maple 径 (dia.) 32~39 cm | 48.98 (1.00) | 7.720 (0.16) | 24.60 (0.50) | 46.86 (0.96) |
| トドマツの丸太 Log of Todomatsu fir 径 (dia.) 34~38 cm | 89.86 (1.00) | 15.62 (0.17) | 52.32 (0.58) | 89.02 (0.99) |

注: 5 個の測定値の平均値
括弧内の数値は，ハスクバーナ 480CD 型チェーンソーの鋸断能率に対する比率を示す。

Notes: Average of five measurements.
The values in parentheses show ratios to the sawing efficiency of Husqvarna type 480CD chain saw.

表-5 によって，4 号機の丸太鋸断能率を 3 号機のものと比較してみると，エゾイタヤ丸太の場合 3.19 倍，トドマツ丸太の場合 3.35 倍であり，また 5 号機の丸太鋸断能率を 4 号機のものと比較してみると，それぞれ 1.90 倍，1.70 倍である。比較に使用した各平均値の間には有意の差がある。このような差の生じた主要な原因は，3 号機と 4 号機の場合には，100 ボルト電源用チェーンソーと 200 ボルト電源用チェーンソーの電動機の出力の差であり，4 号機と 5 号機の場合には，改造によって生じたソーチェーンの速度の差であると思われる。

5 号機の鋸断能率は 1 号機のものよりわずかに低いかまたはほとんど同じであり，5 号機は実用上十分な鋸断能率を発揮したと言ってよいであろう。また 4 号機を使ってトドマツの枝払いを行った際，鋸断に伴ってチェーンソーが激しく上下あるいは前後に振動し，使用者の手に強い振動が伝わったが，5 号機を使った場合には，鋸断に伴って使用者の手に感じられた振動は極めて微弱であった。

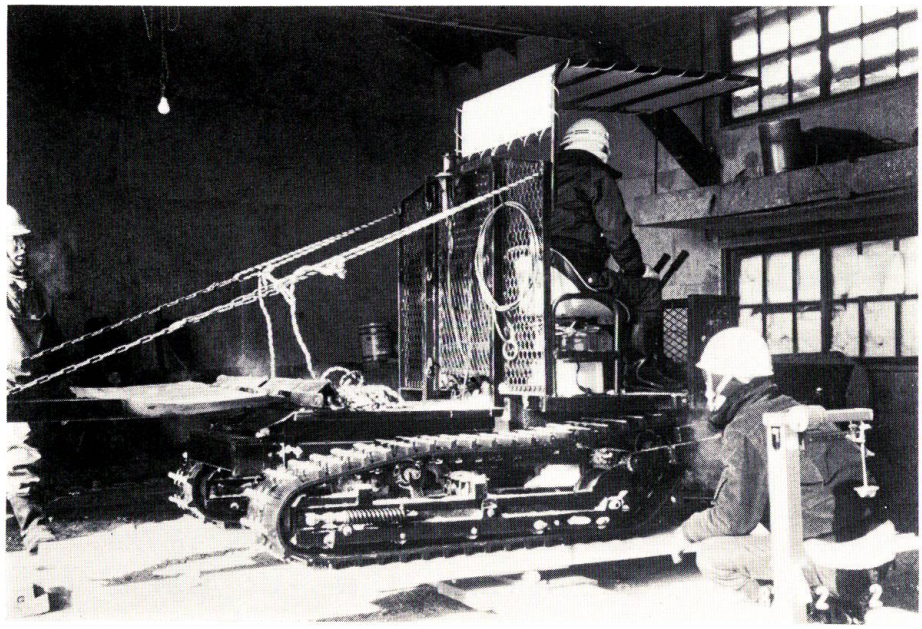
### 3.2.2 改良した発電機付き小型集材車の性能の確認

供試集材車に装着した発電機によって電動チェーンソー 5 号機を駆動し，それを使って伐木造材を行い，発電機の出力電圧の変化を観測した結果は次のようである。チェーンソーの空転時に電圧が 220 ボルト内外になるように，集材車のエンジンの回転速度を定めた場合，鋸断中の電圧は通常 200 ボルト内外であり，ソーチェーンの鋸断抵抗が極めて大きいためにソーチ

ェーンの速度が甚だしく低下した場合には180ボルト程度であった。

次に，改良した供試集材車の走行性能に関して述べる。

昭和55年度末における車体の状態に対し，自動車用発電機，インバータ，および仮に取り付けたカウンタウエイトを取り外し，前述の改造を施した結果，供試集材車の車両重量は，体重55 kgのオペレータが搭乗した非載荷の状態で1,670 kgとなった。すなわち試作直後の車両重量に対して21％増加した。クローラの幅は330 mm，接地長は1,380 mmであるから，全接地面積は9,108 $cm^2$，平均接地圧は0.183 $kg/cm^2$となる。この集材車の重心は，接地面の後端から接地長の72％前寄りの位置にあった。写真-5は，重心位置測定の状況を示している。



**写真—5**　重心位置測定の状況

**Photo 5.**　Measuring the center of gravity.

昭和57年2月2日～4日に北海道大学雨竜地方演習林において行った観測の結果は次のとおりである。

踏み固められた雪道の上における走行速度は，前進第1速2.85 km/hr，第2速5.85 km/hr，第3速10.57 km/hrであった。昭和55年度の測定値よりも少し速くなったのは，エンジンのガバナーのセット状態が変ったためである。

深さ約250 cmの自然積雪に覆われた水平地において，供試集材車に長さ50 mの直線コースを走行させた、この場合，ゴム長靴を履いた体重約60 kgの筆者の足の沈下量は約33 cmであった。供試集材車は前進第1速では約32 cm沈下した状態で，2.73 km/hrで順調に完走した。写真-6はこの時の状況を示している。前進第2速では，約15 m走行した地点で，走行抵抗の



**写真—6**　改良された発電機付き小型集材車が深さ約 250 cm の水平な自然積雪の上で走行している状況

**Photo 6.**　The improved baby logging vehicle with a generator running on the deep (ab. 250 cm), level and soft snows.

ためにエンジンが停止してしまった。昭和55年度の研究においては，前述のとおり第2速でコースを順調に完走した。この事に基づき，その後の改造によって供試集材車の車両重量が当初の重量に対して21％増加したことが，昭和56年度において第2速で連続走行ができなかった主な原因であろうと考えている。後進では，進行に伴って車体が進行方向に対して次第に前上がりになり，約3m進んだ地点でクローラが空回りして走行不能に陥った。その直後，供試集材車の丸太積載台に連結されている丸太誘導用滑り板を後方に水平に張り出させてチェーンで斜上方から吊して固定し，その後端にカウンタウエイトを積載し，後進連続走行が可能であるか否かを確かめながらその重量を次第に増加させて走行を試みた結果，ウエイトの重量を約110 kgとし，エンジンの回転速度を定格回転速度よりも相当に低くした場合に，長さ50 mのコースを完走することができた。その時の走行速度は1.25 km/hrであった。

供試集材車それ自体が一度通過した水平な積雪面の轍においては，供試集材車は前後進いずれの場合においても，極めて順調に走行することができた。

また，深い自然積雪に覆われた傾斜地において，供試集材車の登坂限界角を測定した。その場合，傾斜が斜面の下方では緩く，上に行くにしたがって次第に急になっている場所を選定し，エンジンの回転速度をできる限り低く保ち，最大傾斜方向に沿って登坂させた。その結果，前進では15°～17.5°，平均16.5°という値が得られた。後進では，走行するに伴って車体が進行方向に対して次第に前上がりになり，約3m進んだ地点でクローラが空回りして走行不能に

陥った。

### 3.2.3　開発・改良した装置による「丸太切り出し」作業の実施

昭和56年度に新たに開発した電動チェーンソーと昭和56年度に改良を施した発電機付き小型集材車を用い，昭和57年2月24日から26日までの3日間に，北海道大学雨竜地方演習林第403林班の緩傾斜地において「丸太切り出し」作業を実施し，作業の進捗状況を観測するとともに，作業時間の分析を行い，使用した装置および作業システムの実用性を検討した。写真-7はこの時の状況を示している。この場合の作業員の組織および作業分担の基本形は，昭和56年3月にこの研究の一環として「丸太切り出し」作業を実施した場合のものと同じである。



**写真—7**　改良された発電機付き小型集材車による集材の状況

**Photo 7.**　Skidding by means of the improved baby logging vehicle with a generator.

時間分析は筆者が一人だけで次のようにして行った。作業開始の少し前からストップウォッチを作動させ，観測時間中，継続して時刻を表示させた。作業を観察しながらその内容を要素作業すなわちストップウォッチを使って計測し記録することのできる最小単位の作業に区分し，一つの要素作業が終るたび毎にストップウォッチの表示時刻を読み取り，それを作業の名称とともに音声で表現し，テープレコーダで録音した。作業観測を一人で行わなければならなかったので，観測の対象を原則として各時点における共同作業組織全体の共同作業とし，2種類以上の作業が同時に行われた場合には，電動チェーンソーを使用して行う作業を最も優先して観測し，次いで発電機付き小型集材車を使用して行う作業を優先して観測した。

観測対象となった「丸太切り出し」作業において，伐倒された立木の樹種別本数は，トド

マツ6本，ダケカンバ1本，ミズナラ1本であり，集材距離の平均値は174 mであった。

作業進行中，各作業員の忙しさの程度に大きな差は認められなかった。また各人の作業中の待ち時間は極めて少なく，かつ全員が無理のない速さで仕事を進めることができた。

表-6は観測対象となった「丸太切り出し」作業の時間分析の結果を取り纒めたものであり，表-7は，その作業における毎回の集材の出来高内訳を示したものである。

観測期間の最初に，供試小型集材車によって集材路幹線の作設が行われた。その際排雪板下端の高さを車体の最低地上高より少し低い位置に保持して，深い新雪の上を前進させた。その結果，供試集材車が前進するに伴って車体前面の積雪の大部分は進路の側方に排除され，集材車の車体下面に積雪が接触しなかったので，昭和55年度の作業観測における集材路幹線作設の際に見られたような，車体下面に雪が凍り着くという現象は起こらなかった。この集材路幹線の作設作業は極めて順調に進行した。

**表—6** 「丸太切り出し」作業における実働時間及びチェーンソー使用正味時間 (II)

**Table 6.** Actual working time and net time employed in using a chain saw in the integrated felling, log-making and skidding work (II).

(時, 分, 秒 (hr., m., s.): °, ′, ″)

| 年月日 Date | 昭和57年 (1982) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2月24日 Feb. 24 | 2月25日 Feb. 25 | 2月26日 Feb. 26 | 合計 Total |
| 道付け (集材路幹線の作設) Opening skidding roads | 14′43″ | 0 | 0 | 14′43″ |
| 上山 (土場から伐倒地点への移動) Running from the landing to the cutting place | 11′20″ | 11′27″ | 11′03″ | 33′50″ |
| 伐木・造材 I (チェーンソーを使用する作業) Felling and log-making I (with a chain saw) | 50′27″ | 1°24′27″ | 45′33″ | 3°00′27″ |
| 伐木・造材 II (チェーンソーを使用しない作業) Felling and log-making II (without a chain saw) | 17′41″ | 23′37″ | 10′57″ | 52′15″ |
| 木寄せ (丸太引寄せ及び積込み) Bunching and loading | 25′50″ | 55′58″ | 1°49′00″ | 3°10′48″ |
| 下山 (積込み地点から土場への丸太運搬) Skidding | 13′23″ | 11′48″ | 19′09″ | 44′20″ |
| 土場作業 (土場における荷おろし等) Works at the landing | 20′39″ | 13′18″ | 20′18″ | 54′15″ |
| 機械整備 (機械の調節，手入れ，故障排除等) Repairs of machinery | 9′51″ | 13′37″ | 18′02″ | 41′30″ |
| 準備・後片付け (始業準備及び終業時の片付け) Preparations and putting back of machinery | 9′37″ | 42″ | 2′29″ | 12′48″ |
| 合計 Total | 2°53′31″ | 3°34′54″ | 3°56′31″ | 10°24′56″ |
| チェーンソー使用正味時間* Net time employed in using a chain saw | 30′39″ | 57′37″ | 30′13″ | 1°58′29″ |

* 作業員がチェーンソーの原動機を回転させながらチェーンソーを把持している時間
Time in which a worker is holding a chain saw with its motor running.

表—7 発電機付き小型集材車による集材の出来高内訳

**Table 7.** Data of the skidding work by means of a baby logging vehiche with a generator

| 年月日 Date | 集材順序 Time order of skidding | 丸太 Log 樹種 Species | 材長 (m) Length | 材径 (cm) Diameter | 材積 ($m^3$) Volume | 合計材積 ($m^3$) Total volume | 本数 Number | 集材距離 (m) Skidding distance |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 昭和57年 1982 2月24日 Feb. 24 | 1 | トドマツ Todomatsu fir | 3.65 | 24<br>10<br>18 | 0.210<br>0.037<br>0.118 | 0.365 | 3 | 182 |
| | 2 | トドマツ Todomatsu fir | 3.65 | 30<br>34 | 0.329<br>0.422 | 0.751 | 2 | 182 |
| | 3 | トドマツ Todomatsu fir | 3.65 | 48<br>38 | 0.841<br>0.527 | 1.368 | 2 | 174 |
| | 小計 Subtotal | | | | | 2.484 | 7 | |
| 昭和57年 1982 2月25日 Feb. 25 | 1 | トドマツ Todomatsu fir | 3.65 | 26<br>16<br>9 | 0.247<br>0.093<br>0.030 | 0.370 | 3 | 174 |
| | 2 | トドマツ Todomatsu fir | 2.70 | 8 | 0.017 | 0.806 | 4 | 182 |
| | | | 3.65 | 13<br>20 | 0.062<br>0.146 | | | |
| | | ミズナラ Mizunara oak | 3.00 | 44 | 0.581 | | | |
| | 3 | ミズナラ Mizunara oak | 3.00 | 30 | 0.270 | 0.462 | 3 | 182 |
| | | | 2.40 | 20<br>20 | 0.096<br>0.096 | | | |
| | 4 | トドマツ Todomatsu fir | 2.70 | 36 | 0.350 | 0.591 | 4 | 182 |
| | | | 3.65 | 16<br>18<br>9 | 0.093<br>0.118<br>0.030 | | | |
| | 小計 Subtotal | | | | | 2.229 | 14 | |
| 昭和57年 1982 2月26日 Feb. 26 | 1 | ダケカンバ Mountain birch | 3.00 | 64<br>26<br>26 | 1.229<br>0.203<br>0.203 | 1.635 | 3* | 182 |
| | 2 | ダケカンバ Mountain birch | 3.00 | 28<br>18<br>24<br>26<br>20 | 0.235<br>0.097<br>0.173<br>0.203<br>0.120 | 0.828 | 5* | 182 |
| | 3 | ダケカンバ Mountain birch | 3.00 | 36<br>16<br>14<br>16<br>14<br>16<br>20 | 0.389<br>0.077<br>0.059<br>0.077<br>0.059<br>0.077<br>0.120 | 0.858 | 7* | 182 |
| | 4 | トドマツ Todomatsu fir | 3.65 | 22<br>28<br>36<br>32<br>13 | 0.177<br>0.286<br>0.473<br>0.374<br>0.062 | 1.379 | 6 | 144 |
| | | | 1.90 | 6 | 0.007 | | | |
| | 5 | トドマツ Todomatsu fir | 3.65 | 18<br>11<br>9<br>32<br>28<br>36 | 0.118<br>0.044<br>0.030<br>0.374<br>0.286<br>0.473 | 1.325 | 6 | 139 |
| | 小計 Subtotal | | | | | 6.025 | 27 | |
| 合計 Total | 12 | | | | | 10.743 | 48 | |

* 前日に造材された丸太

Logs made on the preceding day.

観測期間中における毎日のチェーンソー使用正味時間は，いずれも1時間に達していない。表-6の中に示されている毎日の実働時間は，天候や測定準備時間の関係上，一般の素材生産事業の場合における実働時間よりも少し短くなっているが，供試作業装置および作業システムを採用する作業においては，1日間の実働時間が7時間内外の場合であっても，伐木造材だけを長時間連続して行うことの無いように留意する限り，実働時間の中に占めるチェーンソー使用正味時間の割合が，表-6の中に示された測定値を用いて算出された値より著しく大きいとは考えられない。表-6の測定値によれば，その割合は，2月24日については0.177，25日については0.268，26日については0.128である。これらの値を7時間に乗じれば，それぞれ1.24時間，1.88時間，0.90時間となり，いずれも2時間以下である。この検討に基づいて筆者は，供試作業装置および作業システムを採用する作業においては，1日間の実働時間が7時間に達する場合であっても，1日間のチェーンソー使用正味時間が2時間を越えないようにすることは容易であろうと推測した。

## 4. 結　　言

前述のとおり，この研究においては，開発された発電機付き小型集材車の性能の観測および開発された装置による「丸太切り出し」作業の観測を，厳寒期に深い自然積雪の上で実施した。無雪期と積雪期の両方においてこれらの観測を実施すれば研究は一層充実するが，これは人手と経費の事情から実行の見通しが立たなかったので，いずれか一方の時期を選択せざるを得なかった。選択に当たって筆者は次のように考えた。

無雪期の「丸太切り出し」作業において実用上十分な走行性能を発揮した小型集材車は，それが深い自然積雪の上での「丸太切り出し」作業に使用された場合に，実用に耐える走行性能を発揮するとは限らないが，厳寒期に深い自然積雪の上で行われた「丸太切り出し」作業において実用上十分な走行性能を発揮した小型集材車は，それが無雪期に同種の作業に使用された場合にも，ほぼ確実に実用上十分な走行性能を発揮するであろう。このように考えた結果，前述のように，厳寒期に深い自然積雪の上で観測を行った。

この研究によって開発された電動チェーソー5号機の鋸断能率はそれと同じ重量の普通のエンジンチェーンソーの鋸断能率とほとんど同じであろうと判断する手掛かり，および供試作業システムによれば，チェーンソーの使用時間に関するいわゆる2時間規制が自動的に守られるであろうと推測する手掛かりが，この研究によって得られた。

5号機の価格は約10万円であり，それに十分な電力を供給した発電機の価格は，附帯部品や取付け工賃を含めて約28万円であった。両者を合わせた金額約38万円は，5号機とほぼ同じ重量の普通のエンジンチェーンソー2台の価格と大体同じであると考えて大過ないであろう。この研究によって開発された作業システムでは，小型集材車のエンジンで電動チェーンソー用の発電機をも駆動するから，発電機駆動のための専用エンジンを購入する必要がない。

この研究において開発された発電機付き小型集材車の価格は，約320万円であった。

普通のエンジンチェーンソーを使用する人に振動障害が発生するのを予防する施策の一環として，油圧チェーンソー，圧縮空気チェーンソーなどの弱振動チェーンソーがすでに開発されているが，それらの価格がいずれも150万円を大きく上回っている点から考えると，それらの普及はおそらく困難であろう。この研究によって開発された5号機は，発電機と合わせて40万円足らずの価格で購入することができるから，価格の点では前記の弱振動チェーンソーよりも普及しやすいであろう。

5号機の欠点は，機体の重心位置がハンドルバーの中心に対して，普通のエンジンチェーンソーにおけるよりも可成り大きく離れているために，使用者の手が疲れやすいこと，およびローラチェーンを使った減速装置が破損しやすいことである。これらの欠点は，5号機を原型として本格的な商品が製作される場合には，容易に除去され得るであろう。

## 引 用 文 献

1) 藤井禧雄・山本俊明： チェンソー運搬者の生理的負担について. 京大演報, **45**, 137–152, 1973.
2) 伏見知道： チェンソー作業における作業規制に関する研究. 愛媛大演報, **13**, 1–119, 1976.
3) 稲賀 恒： 改訂林業機械ハンドブック. 154–183, 185–188, スリーエム研究会, 1981.

## Summary

1. Developments of a practical equipment and a practical work system were tried in order to enable carrying out felling and log-making by means of an electric chain saw. This trial was made to contribute for decreasing extremely the danger of an occurrence of vibration diseases caused by felling and log-making operations in which portable chain saws are used.

2. In 1977, felling and log-making were tried using an electric chain saw SDK type A-303C (refer to Table 1.). As a result, it proved that the severe vibration with the large amplitude were conveyed from the handle of the chain saw to the hand of the operator of the chain saw at the limbing work. The cause for the phenomenon was considered that the speed of the saw chain of that chain saw is only approximately one third of those of ordinary engine chain saws.

Accordingly, an electric chain saw was developed in 1980 by remodeling SDK type A-303C electric chain saw. The no-load chain speed of the developed chain saw was approximately 2.8 times fast as that of the above-mentioned original SDK type A-303C electric chain saw. The vibration of the handle of the developed electric chain saw in case of sawing limbs was extremely feeble, but on the other hand, the sawing efficiency of that chain saw was exceedingly low compared with that of Husqvarna type 480CD which is one model of ordinary engine chain saws (refer to Table 3.). The cause of the low efficiency was insufficiency of torque of the electric motor of the developed electric chain saw.

3. In order to remove this defect, an electric chain saw was developed in 1981 by remodeling SDK type A-404C electric chain saw (refer to Table 1.). The no-load chain speed of the developed chain saw was approximately 2.8 times fast as that of the above-mentioned original SDK type A-404C electric chain saw.

The developed electric chain saw was used by means of a commercial electric power source and the sawing efficiency of that chain saw was measured. The efficiency proved to be approximately equal to that of the ordinary engine chain saw which weighed almost the same as the developed chain saw (refer to Table 5.).

4. In order to use the developed electric chain saw in the forest, a self-propelled generating equipment was developed as follows.

SANWA CRAWLMAN type 1500-S long crawler version (refer to Table 2.) was selected out of many crawler type carts as the most suitable chassis of the equipment to be developed, and it was fitted with a generator, a logging winch, and a bunk. In this way, a baby logging vehicle with a generator was invented.

The machine was fitted with a 100 volt single-phase AC generator in 1980, and with a 200 volt three-phase AC generator in 1981 instead of the former.

5. In 1980, at the test of continuous running of this baby logging vehicle on the deep soft snows, snow froze to the bottom of that baby logging vehicle increasingly, and at last, the vehicle became impossible to run. In order to remove this defect, a light snow removing blade was installed at the front end of that vehicle in 1981.

The baby logging vehicle which had been improved in that way could climb the slope of the inclination up to 15°～17.5° (16.5° in average) on the deep soft snows forward at the test of climing ability carried out toward the beginning of February in 1982.

6. An integrated felling, log-making and skidding work was conducted in the forest covered with deep soft snows toward the end of February in 1982 for 3 days making a cooperative group of 3 workers use the electric chain saw and the baby logging vehicle with a generator which the author had developed and improved up to that time, and the process of the work was observed.

At the limbling work of Todomatsu fir, the vibration of the handle of the remodeled electric chain saw exceedingly feeble.

The net time employed in using the chain saw on every day was greatly shorter than 2 hours which is the maximum of the allowed time in the legal time regulation to the chain saw work in Japan (refer to Table 6.). Data of the skidding work in the integrated felling, log-making and skidding work observed is shown in Table 7.