



Title	わが國に於けるトラクター地曳集材の成績について
Author(s)	大澤, 正之; OHSAWA, Masayuki; 小島, 幸治 他
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 17(1), 31-48
Issue Date	1954-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/20705
Type	departmental bulletin paper
File Information	17(1)_P31-48.pdf



わが國に於けるトラクター地曳集材の 成績について

教授 大澤 正之
林學博士
助手 小島 幸治

ON THE RESULTS OF GROUND SKIDDING BY THE TRACTOR IN JAPAN

By

Masayuki OHSAWA, *Professor, Ringakuhakushi,*
and Kohji KOJIMA, *Assistant*

目 次

緒 言	31
成績取纏めの材料、方法及び結果	32
考 察	33
1. 作業の行われた時期	33
2. 作業地の最大傾斜角	33
3. 使用されたトラクター	33
4. 1日當り集材石數	36
5. 石當り燃料消費率	41
6. 石當り作業員數	43
7. 石當り集材費	46
結 言	46
摘 要	46
Summary	48

緒 言

林業機械化の根本をなすものは林地に動力を導入することである。移動性の動力源としてトラクターが如何に重要なるかは贅言を要しない。林地の作業中最も動力を要する木材搬出作業にトラクターを利用することは、歐米では第一次世界大戦後旺んとなり、わが國においては、大正13年2月北海道陸別において試みられた運材作業を以て嚆矢と

する¹⁾。爾來トラクターによる木材運搬は時代の趨勢に伴ない消長があつたが、第二次世界大戦終了後は機械化運材の線に沿ひ、林道發達に伴なうトラック運材と相俟つて、林内作業に對しトラクターを利用することは林業人關心の的となつてゐる。

トラクターによる木材運搬作業の過去を顧みるに、現在までの文献によつて確認されるわが國での實例は 44 に達する。それらを作業法によつて分類すれば、雪橇運材 33 例、トレーラー運材 1 例、土橇運材 5 例、地曳集材 5 例となる。このうちの雪橇運材に關しては既に多數の詳細な研究結果が公表されており、作業の實行を計畫する場合にはそれらを參考にして結果の大體の見通しをつけ得るに至つてゐるが、その他の作業法に關しては、作業實行を計畫する場合の纏つた參考資料に乏しいのは洵に残念である。

そこで、わが國において今後トラクターによる地曳集材の實行を計畫する場合に成績の大略を推察する爲の、參考資料を作成しようと思ひ、わが國における實例の成績を比較對照に便利な形に取纏め、それに對して考察を加えた。以下にその過程と結果を報告する。

成績取纏めの材料、方法及び結果

筆者等は成績取纏めの材料として 4 つの文献^{2), 3), 4), 5)}を使用し、それらの中で取扱われた 5 つの實例を分析して 8 つの實例とし、それらの成績の一覽表を編成した。第 1 表がそれである。

便宜上各例に番號をつけた。添字のある番號を有する例は、添字のない番號を有する例中の特殊な期間の作業である。即ち、第 1a 例は、第 1 例中九州大學農學部林學科の學生が、夏期實習において成績を觀測した 1 期間の作業であり、第 2a 例は、第 2 例中作業能率が比較的上つたと見なされる 1 期間の作業である。又第 5a 例と第 5b 例の成績が記されているにも拘わらず第 5 例の成績が記されていないのは、第 5 例全体としての成績が不明だからである。第 5a 例と第 5b 例は、第 5 例中成績の判明している 2 期間の作業である。

表中の數値のうちイタリック体で書かれているものは、文献には記載されていないもので、筆者等が文献中の數値から計算によつて導き出したものである。

即ち、作業地の最大傾斜角は、文献中の「勾配 $1/_{40}$ 」という數値を度數に換算して得たものであり、

丸太 1 本の平均材積は $\frac{\text{總集材石數}}{\text{總集材本數}}$ により、

- 1) 窪田：木材運搬と「トラクター」 林學會雜誌 37, 86, 1926.
- 2) 向野節雄：小型トラクターによる集材作業 暖帯林 4, 7, 43, 1949.
- 3) 豊田一郎：トラクター集材の實績と性能検討 林業機械化情報 22, 84, 1952.
- 4) 土岐豊二：トラクター運材を實行して 林業機械化情報 9, 64, 1951.
- 5) 渡邊宗美：トラクター集材について 技術研究 (東京營林局) 3, 307, 1952.

1日當り集材石數は $\frac{\text{總集材石數}}{\text{總作業日數}}$ 又は $\frac{\text{1日當り集材費}}{\text{石當り集材費}}$ により、

1往復當り集材石數は $\frac{\text{總集材石數}}{\text{總往復回數}}$

1日當り往復回數は $\frac{\text{總往復回數}}{\text{總作業日數}}$ 又は $\frac{\text{1日當り集材石數}}{\text{1往復當り集材石數}}$

平均集材距離は $\frac{\text{1日當り走行距離}}{\text{1日當り往復回數} \times 2}$

石當り燃料消費率は $\frac{\text{總(又は1日當り)燃料消費量}}{\text{總(又は1日當り)集材石數}}$

1日當り作業員數は $\frac{\text{延べ作業員數}}{\text{總作業日數}}$

石當り作業員數は $\frac{\text{延べ(又は1日當り)作業員數}}{\text{總(又は1日當り)集材石數}}$

によつて算出したものである。

考 察

1. 作業の行われた時期

第1a例、第3例、第4例の成績のうち括弧の中に入っている數値は、文献には記載されていないもので、筆者等が文献の内容から推定したものである。然しながら括弧内の數値の如何に拘わらず、8例共に第二次世界大戰終了後に行われたことは明らかである。

2. 作業地の最大傾斜角

第3例の作業地以外においては7~22°の範圍にあるから、作業地は大體において林業上の緩斜地であると見なすことが出来る。第3例の作業地に関しては、文献には最大逆勾配が $\frac{1}{30}$ であると記述されているのみであるから、最大順勾配は不明である。

3. 使用されたトラクター

加藤P型は昭和23年、三菱TA型は昭和21年から製作されたものであり、三菱46A型は終戦前に製作されたものである。3銘柄共に現在(昭和28年)は製作されていない。

第2例に使用された三菱TA型トラクターに關して豊田氏¹⁾は、「フレーム附近の構造も貧弱であつて破損し易い。キャタピラも傾斜地を走るときに横滑りしないよう改良する必要がある。又キャタピラが時々はずれこれが復舊に30分乃至1時間を要し多い日に

1) 第32頁(3)参照

第1表 我國に於けるトラ

項目		例の呼稱		1	1a	2
作業の行われた時期 ¹⁾				昭和23年 7月12日~12月10日	昭和23年 ²⁾ (8)月5日~29日	昭和27年 5月12日~6月29日
作業地域				宮崎縣高岡營林 署管内	〃	靜岡縣沼津營林 署管内
丸太の樹種 ¹⁾				スギ	〃	主にカラマツ
伐採作業種 ¹⁾				(皆伐)	〃	孔状擇伐
使用された トラクター	製名	作	所稱	加藤製作所	〃	三菱重工業
	自走	行	重	P型	〃	T A型
された	最大牽引馬力	装	置	1.5t	〃	2.8t
	燃料の種類	大牽引馬力	力	無限軌道	〃	無限軌道
				14.2	〃	27
				オート機関	〃	オート機関
				ガンリン, 石油	〃	ガンリン, 石油
作業方法				長さ200mの鋼索と2箇の滑車を介して、丸太をトラクターで牽引して引上げた。		長さ約4mの鋼によつて丸太を結して牽引した。
				總材積の約1/4の丸太は木馬に積んで牽引された。		
作業地の最大傾斜角				トラクター12° 丸太22°	トラクター12° 丸太22°	7°
總作業日数				87日	11日(實働32時 間15分)	22日
總集材石本材材石				2953	521.38	542.78
總集材の平均石				—	—	638
1日當り集材の往復回数				33.9	47.4	0.851
1日當り集材の往復距離				—	205	24.7
1日當り集材の往復距離				—	2.54	—
1日當り集材の往復距離				—	18.6	—
1日當り集材の往復距離				—	—	—
1日當り集材の往復距離				—	32.11	80
總燃料消費量				{ ガンリン 665 { 石 油 100	{ ガンリン 72.7 { 石 油 22.3	{ ガンリン 130 { 石 油 430
石當り燃料消費率				{ ガンリン 0.225 { 石 油 0.0339	{ ガンリン 0.139 { 石 油 0.0428	{ ガンリン 0.240 { 石 油 0.792
延べ作業員数				人 516	{ 大 人 35 { 小 人 14	—
1日當り作業員数				人 5.93	{ 大 人 3.18 { 小 人 1.27	2
石當り作業員数				人 0.175	{ 大 人 0.0671 { 小 人 0.0269	0.0810
1日當り集材費見込額				圓 49.38	—	—
家畜使用の場合の石當り集材費見込額				圓 80.00	—	78.88 ⁵⁾ 72.00
備考				巻立作業は行われなかつた。丸太は明治35年度植栽の立木より伐採された。	〃	〃

註 1) 括弧内の記事は推察による。
 2) 第1例中、九州大學農學部林學科の學生が夏期實習に於て成績を觀測した期間。
 3) 第2例中作業能率が比較的に上つた1期間。

クター地曳集材の成績一覽表

2a	3	4	5a	5b
昭和27年 ³⁾ 5月21日～6月20日	昭和25年10月以降 (昭和26年4月) (10日以前) 岩手縣久慈營林 署管内	昭和26年 (6月以降, 10) (月2日以前) 静岡沼津林林署 管内	昭和26年 10月3日	昭和26年 10月9日
〃	ア カ マ ツ	(主にカラマツ)	カ ラ マ ツ	カラマツ 90% シラベ 10%
〃	(擇 伐)	孔 状 擇 伐	〃	〃
〃	三 菱 重 工 業	三 菱 重 工 業	〃	〃
〃	46 A 型	T A 型	〃	〃
〃	3.5 t.	2.8 t.	〃	〃
〃	無 限 軌 道	無 限 軌 道	〃	〃
〃	(最大機關馬力)	27	〃	〃
〃	(32)	オ ッ ト ー 機 關	〃	〃
〃	ガ ソ リ ン	ガソリン, 石油	〃	〃
索製チョーカー トラクターに連	先端に打込鉤を 有する長さ2~3 尺のチェーンに よつて丸太をト ラクターに連結 して牽引した。	長さ約4mの鋼索製チョーカーによつて丸太をトラク ターに連結して牽引した。		
7°	(最大逆勾配 3°)	3°	3°	3°
14日	—	(1日當り實働) 4時間	1日 (53分50秒)	1日 (3時間20分)
364.99	—	—	17.64	62.59
407	—	—	16	44
0.897	—	—	1.10	1.42
26.1	112	37.5~45	17.64	62.59
—	—	—	8	25
—	6.25	2.5	2.21	2.50
—	17.9	15~18	8	25
—	1500	—	—	—
—	419	150	50	50
{ガソリン 70 {石油 240	(1日平均 38%)	{ガソリン 2 {石油 30	{ガソリン 2 {石油 8	{ガソリン 5 {石油 25
{ガソリン 0.192 {石油 0.658	0.339	{ガソリン 0.0553~ 0.0444 {石油 0.8~0.667	{ガソリン 0.118 {石油 0.454	{ガソリン 0.0799 {石油 0.399
—	—	—	—	—
2	7	2	2	3
0.0766	0.0625	0.0533~0.0444	0.118	0.0479
—	4262 ⁶⁾	—	—	—
65.63 ⁵⁾	38.00 ⁵⁾	—	—	—
72.00	47.20	—	—	—
	伐採面積 61.28 ha 丸太總材積 8817石	第2例と同じ林班 内で行われた。		

4) 卷立作業に従事した人員を含まない。

5) トラクターの減價償却費を含まない。

は1日に3回もはずれる。」と述べており、又第3例に使用された三菱46A型トラクターに關して土岐氏¹⁾は、「急勾配と急カーブの連続であるためか、キャタピラーの外れることが意外に多い」と述べている。更に第4例に使用された三菱TA型トラクターに關して渡邊氏²⁾は、「キャタピラの脱線、又は熔接部の破損等起し(た)」と述べている。

一方において、最近の世界的に著名な無限軌道型トラクターにおいては、フレーム附近の破損は殆んど絶無である。又それらのトラクターは、通常30°までの斜面においては傾斜の方向に直角に走行しても、無限軌道帯の離脱及び横滑りを起さない。

それ故に前述の如きフレーム附近の破損、傾斜地における無限軌道帯の離脱及び横滑り等の現象は、トラクター地曳集材を行う場合の避け難い障害とは見なし得ない。

4. 1日當り集材石數

作業を行う期間が限定されている場合に重要な數値である。第1表中に示されている數値のうち第1例及び第1a例に關するものは、向野氏の記述³⁾によれば作業が比較的順調に進んだ場合のものと判断される。然しながら第1a例における測定によれば、トラクターの1日の實働時間は1時間～4時間50分、平均2.93時間に過ぎないから、第1a例において作業法及び作業員の組織がより合理的であれば約2倍の能率を上げ得たと推察される。第2例に關する數値は作業の進行状態が不良であつた場合のものと判断される。豊田氏の記述⁴⁾によれば、作業員は現場から相當離れた宿所から往復していたので時間的に無駄があり、又トラクターの機關の調子が屢々不良になつてその調整の爲にも時間を費し、更に無限軌道帯の離脱が22日間に8回も起り、復舊作業に毎回30分～1時間を要した、ということが明らかだからである。第2a例は、第2例中比較的能率が上つたと見なされる連続した31日間の作業であり、その1日當り集材石數は第2例におけるものよりも幾分大きい。第2例の全期間中から、トラクターの機關の不調及び無限軌道帯の離脱が起つた日を除外して成績を纏めて見ると、次の如くなる。

作業日數	15日	總集材石數	442.37石
1日當り集材石數	29.49石		

第3例に關する數値は、土岐氏の記述⁵⁾によれば作業がやや順調に進んだ場合のものと判断される。又渡邊氏の記述⁶⁾によれば、第4例に關する數値は作業が困難であつた場合のも

- 1) 第32頁(4)参照
- 2) 第32頁(5)参照
- 3) 第32頁(2)参照
- 4) 第32頁(3)参照
- 5) 第32頁(4)参照
- 6) 第32頁(5)参照

のであり、第5a及び5b例に關する數値は特記すべき事故が無かつた場合のものであると判断される。但し第5a及び5b例は夫々或る1日の作業の中の一部であるから、それらの成績をそのまま他の例の成績と比較することは妥當でないと考えられる。

米國におけるトラクター集材では、トラクターは一般に集材距離100 ftにつき往復に0.8~1分を要する程度の平均速度、即ち毎時3.7~4.6 kmの平均速度で作業をすると判断される¹⁾。米國のキャタピラー (Caterpillar) トラクター會社によつて發表された資料²⁾によれば、胸高直徑12 inの立木から採られた全幹材を地曳集材する場合に、キャタピラー-D2型トラクター (自重3.365 t, 最大機關馬力31.99馬力, 最大牽引馬力25,86馬力³⁾) は第2速度 (毎時最大4.0 km) において、一般に平地では1.02 t, 傾斜-4%では1.12 t, -8%では1.23 t, -12%では1.34 t, -16%では1.56 tの丸太を牽引し得る。又キャタピラー-D2型トラクターによる地曳集材において、經濟的見地からトラクターに最も適する重量の丸太を、トラクターに連結し又トラクターから解放する爲に要する労働時間は不可避損失時間を含めて、丸太の採られた立木の胸高直徑12 inの場合には5分, 16 inの場合4分, 20 inの場合3分, 24 in及び28 inの場合2分, 不可避損失時間は各場合において共に2分である、と考へて大過ないと判断される⁴⁾。但しこれらは Southern pine の全幹材を牽引する場合の數値であるから、玉切りされた丸太の場合には更に多くの時間を要すると考えられる。

上述の數値に基づき、第3例において極めて順調に作業が進めば、1日に最大限度どの程度の丸太材積を集材出来ることになるか推定すれば、次の如くなる。

この例において取扱われた丸太は胸高直徑平均12 inの立木から採られたものと推定し、假に全幹材を集材したとする。又三菱46 A型トラクターはキャタピラー-D2型トラクターと作業能率上殆んど同能力と考えられるから、作業中の平均往復速度は毎分30.5 m (約100 ft) とし、このトラクターに最適量の丸太を連結し且つ解放するに要する時間はD2型トラクターの場合と同じとする。平均集材距離は419 mであるから、1往復に要する平均時間は

$$\frac{419}{30.5} + 2 + 5 = 20.7 \text{ (分)}$$

1日の平均労働時間を7時間とすれば、1日の平均往復回数は

$$\frac{60 \times 7}{20.7} = 20.3 \text{ (回)}$$

1往復の平均集材石數として、第3例における數値をそのまま用いれば、1日當り集

1) MATTHEWS, D. M. : Cost control in the logging industry. McGraw-Hill, 1942. p. 74, 94, 96, 359.

2) MATTHEWS, D. M. : Cost control in the logging industry. McGraw-Hill, 1942. p. 76.

3) Nebraska test に依る。

4) MATTHEWS, D. M. : Cost control in the logging industry. McGraw-Hill, 1942 p. 359.

材石数の推定値は

$$6.25 \times 20.3 = 217 \text{ (石)}$$

となる。

第3例において集材された丸太の樹種はアカマツである。一般にアカマツの1石當り重量は生木の場合264 kg、半乾の場合204 kg、氣乾の場合144 kgである¹⁾。作業時に丸太が半乾の状態にあつたとすれば、6.25石の重量は

$$204 \times 6.25 = 1275 \text{ (kg)}$$

となる。前述のキャタピラー社の資料によれば、D2型トラクターは胸高直徑12 inの立木から採られた全幹材を第2速度で地曳する場合に、-10% (約-5度40分)の傾斜地において始めて約1280 kgの丸太を牽引し得ることになる。それ故に、6.25石という數値は1往復の平均集材石数の推定値として小さ過ぎないと考えられる。

第3例における1日當り集材石數112石は、推定値127石の0.882倍である。

上述の結果は全幹材を集材したと假定した場合のものであるが、實際には丸太は玉切りされたと考えられる。玉切りされた丸太をトラクターに連結し且つ解放するに要する時間は、全幹材の場合の平均2倍であるとすれば²⁾、1往復に要する平均時間は

$$\frac{419}{30.5} + 2 + 5 \times 2 = 25.7 \text{ (分)}$$

1日の平均實働時間を7時間とすれば、1日の平均往復回數は

$$\frac{60 \times 7}{25.7} = 16.3 \text{ (回)}$$

1日當り集材石數の推定値は

$$6.25 \times 16.3 = 102 \text{ (石)}$$

となる。第3例における1日當り集材石數112石は、この推定値の1.10倍である。従つて第3例の成績は、1日當り集材石數に關する限り、經驗の深い作業員によつて行われた米國における作業の代表的成績に較べて劣つていないと考えられる。

第1a例に關して同様に1日當り集材石數の最大値を推定すれば次の如くなる。集材された丸太は胸高直徑平均12 inの立木から伐採玉切りされたと推定する。加藤P型トラクターの最經濟的牽引力は、作業中の平均往復速度を毎分30.5 mとすれば、キャタピラー-D2型トラクターの

$$\frac{14.2}{25.86} = 0.549 \text{ (倍)}$$

となる。丸太をトラクターに連結し解放するに要する時間の中、不可避損失時間は常に2

1) 加藤誠平：伐木運材經營法 1952. P. 79.

2) MATTHEWS, D.M.: Cost control in the logging industry. McGraw-Hill, 1942. P. 89.

分であり、その他の労働時間は丸太の材積に比例するとすれば¹⁾、1往復に要する平均時間は

$$\frac{32.11}{30.5} + 2 + 5 \times 0.549 \times 2 = 8.54 \text{ (分)}$$

1日の平均労働時間を7時間とすれば、1日の平均往復回数は

$$\frac{60 \times 7}{8.54} = 49.2 \text{ (回)}$$

1往復の平均集材石数として第1a例における数値をそのまま用いれば、1日當り集材石数の推定値は

$$2.54 \times 49.2 = 125 \text{ (石)}$$

となる。

第1a例において集材された丸太の樹種はスギである。一般にスギの1石當り重量は生木の場合247 kg、半乾の場合185 kg、氣乾の場合122 kgである²⁾。作業時に丸太が半乾の状態にあつたとすれば、2.54石の重量は

$$185 \times 2.54 = 470 \text{ (kg)}$$

となる。さきに加藤P型トラクターの最經濟的牽引力はキャタピラーD2型トラクターの0.549倍であると推定したから、470 kgをD2型トラクターの場合に換算すれば、856 kgとなる。

前述のキャタピラー社の資料によれば、D2型トラクターは胸高直徑12 inの立木から採られた全幹材を地曳する場合に、約+7% (約+4°)の傾斜地においても856 kgの丸太を牽引し得ることになる。それ故に、2.54石という数値は1往復の平均集材石数の推定値として小さ過ぎると考えられる。

第3例に關して1往復當り集材石数を推定した際に述べたように、キャタピラー社の資料によれば、D2型トラクターが-10%の傾斜地において始めて牽引し得る丸太の重量は約1280 kgである。この値は856 kgの1.50倍に當る。故に1往復當り集材石数の推定値として、2.54石の代りにその1.5倍の3.81石を用いれば、第3例の場合とほぼ同一の基準によつて1日當り集材石数の最大値を推定することになる。この場合には1日當り集材石数の推定値は

$$3.81 \times 49.2 = 187 \text{ (石)}$$

となる。

第1a例における1日當り集材石数47.4石は、推定値187石の0.253倍である。然し

1) 第37頁(4)参照

2) 第38頁(1)参照

(40)

ながら第 1a 例における数値は 1 日の平均実働時間が 2.93 時間の場合のものであるから、
実働時間を 7 時間にすれば 1 日當り集材石数は

$$47.4 \times \frac{7}{2.93} = 113 \text{ (石)}$$

となる。この値は推定値の 0.604 倍である。

第 2 例に關して同様に 1 日當り集材石数の最大値を推定すれば次の如くなる。集材された丸太は胸高直径平均 12 in の立木から伐採玉切りされたと推定する。三菱 TA 型トラクターの最經濟的牽引力は、作業中の平均往復速度を毎分 30.5 m とすれば、キャタピラー D2 型トラクターの

$$\frac{27}{25.86} = 1.04 \text{ (倍)}$$

となる。労働時間に關しては第 1a 例の場合におけると同じに考えれば、1 往復に要する平均時間は

$$\frac{80}{30.5} + 2 + 5 \times 1.04 \times 2 = 15.0 \text{ (分)}$$

1 日の平均実働時間を 7 時間とすれば、1 日の平均往復回数は

$$\frac{60 \times 7}{15.0} = 28 \text{ (回)}$$

1 往復の平均集材石数は、丸太の 1 石當り重量を第 3 例の場合と同じとして第 3 例における三菱 46 A 型トラクターの成績を基準にすれば

$$6.25 \times 1.04 = 6.50 \text{ (石)}$$

1 日當り集材石数の推定値は

$$6.50 \times 28 = 182 \text{ (石)}$$

となる。第 2 例における 1 日當り集材石數 247 石は、この推定値の 0.136 倍である。従つて第 2 例の成績は、1 日當り集材石數に關しては米國における代表的成績に較べて遙かに劣つてゐると考えられる。

第 4 例に關し、第 2 例の場合と同様に考へて 1 日當り集材石數の最大値を推定すれば次の如くなる。1 往復に要する平均時間は

$$\frac{150}{30.5} + 2 + 5 \times 1.04 \times 2 = 17.3 \text{ (分)}$$

1 日の平均実働時間を 7 時間とすれば、1 日の平均往復回数は

$$\frac{60 \times 7}{17.3} = 24.3 \text{ (回)}$$

1 往復の平均集材石數は、第 2 例の場合と同じとすれば 6.50 石であるから、1 日當り集材石數の推定値は

$$6.50 \times 24.3 = 158 \text{ (石)}$$

となる。第4例における1日當り集材石數37.5~45石は、この推定値の0.237~0.285倍である。第4例における數値は1日の平均實働時間が4時間の場合のものであるから、實働時間を7時間にすれば1日當り集材石數は

$$(37.5 \sim 45) \times \frac{7}{4} = 62.5 \sim 78.8 \text{ (石)}$$

となる。これらの値は推定値の0.396~0.499倍である。

第5a及び5b例に關し、第4例の場合と同様に考へて1日當り集材石數の最大値を推定すれば次の如くなる。1往復に要する平均時間は

$$\frac{50}{30.5} + 2 + 5 \times 1.04 \times 2 = 14.0 \text{ (分)}$$

1日の平均實働時間を7時間とすれば、1日の平均往復回數は

$$\frac{60 \times 7}{14.0} = 30 \text{ (回)}$$

1往復の平均集材石數は、第2例の場合と同じとすれば6.50石であるから、1日當り集材石數の推定値は

$$6.50 \times 30 = 195 \text{ (石)}$$

となる。第5a例における1日當り集材石數を1日の平均實働時間7時間の場合に換算すれば

$$17.64 \times \frac{60 \times 7}{53.8} = 138 \text{ (石)}$$

となる。第5b例に關して同様に換算すれば

$$62.59 \times \frac{60 \times 7}{60 \times 3 + 20} = 131 \text{ (石)}$$

となる。これらの數値は夫々推定値の0.708倍及び0.672倍である。

5. 石當り燃料消費率

前項において推定された1日當り集材石數の最大値を用いて、第1a例における有り得べき最小の石當り燃料消費率を推定すれば次の如くなる。米國においてパルプ材の集材に使用された自重4tの無限軌道型ガソリン・トラクターは、實働1時間につき7.57ℓのガソリンを消費した。という報告¹⁾がある。米國では907kgを1tとして計算するから、このトラクターの自重はメートル法でいえば約3.63tである。従つて、このトラクターは三菱46A型トラクターと大体同じ能力を有すると考へて大過ないと思われる。加藤P型

1) 渡邊隆之助：索引車(トラクター)1943. p. 230.

(42)

トラクターはキャタピラー D2 型トラクターの 0.549 倍の牽引馬力を有し、D2 型トラクターは三菱 46 A 型トラクターと大体同じ牽引馬力を有すると判断されるから、牽引馬力と一定時間當りの燃料消費量とが比例するものとすれば、加藤 P 型トラクターの一定時間當りの燃料消費量は前述の 4t トラクターの消費量の 0.549 倍内外であると考えられる。4t トラクターは 7 時間實働すれば

$$7.57 \times 7 = 53.0 (\text{ℓ})$$

のガソリンを消費するから、加藤 P 型トラクターは 7 時間實働すれば

$$53.0 \times 0.549 = 29.1 (\text{ℓ})$$

のガソリンを消費することになる。P 型トラクターの 1 日當り集材石數の推定値は前述の如く 187 石であるから、石當りガソリン消費率の推定値は

$$\frac{29.1}{187} = 0.156 (\text{ℓ})$$

となる。第 1a 例においては燃料としてガソリンと石油とが用いられたが、石油と同一馬力を発生させるに要するガソリンの容積は石油の 85% であるとして換算すれば、第 1a 例における石當りガソリン消費率は

$$0.139 + 0.0428 \times 0.85 = 0.175 (\text{ℓ})$$

となる。この値は推定値の 1.12 倍である。

第 2 例に關し、第 1a 例の場合と同様に石當り燃料消費率の最小値を推定すれば次の如くなる。三菱 TA 型トラクターはキャタピラー D2 型トラクターの 1.04 倍の牽引馬力を有するから、7 時間實働すれば

$$53.0 \times 1.04 = 55.1 (\text{ℓ})$$

のガソリンを消費することになる。このトラクターの 1 日當り集材石數の推定値は 182 石であるから、石當りガソリン消費率の推定値は

$$\frac{55.1}{182} = 0.303 (\text{ℓ})$$

となる。第 2 例においても燃料としてガソリンと石油とが用いられた。この中の石油をガソリンに換算すれば、石當りガソリン消費率は

$$0.240 + 0.792 \times 0.85 = 0.913 (\text{ℓ})$$

となる。この値は推定値の 3.01 倍である。

第 4 例に關し、第 2 例の場合と同様に石當り燃料消費率の最小値を推定すれば次の如くなる。三菱 TA 型トラクターの 1 日 (實働 7 時間) 當り推定ガソリン消費量は、前述の如く 55.1 ℓ となる。このトラクターの 1 日當り集材石數の推定値は 158 石である。従つて石當りガソリン消費率の推定値は

$$\frac{55.1}{158} = 0.349 (\ell)$$

となる。第4例においては主燃料として石油，始動用燃料としてガソリンが用いられたが，この中の石油をガソリンに換算すれば，石當りガソリン消費率は

$$(0.0553 + 0.8 \times 0.85) \sim (0.0444 + 0.0667 \times 0.85) = 0.733 \sim 0.611 (\ell)$$

となる。これらの値は推定値の2.10～1.75倍である。

第5a及び5b例に関し同様に石當り燃料消費率の最小値を推定すれば次の如くなる。三菱TA型トラクターの1日(實働7時間)當り推定ガソリン消費量は，前述の如く55.1ℓとなる。

このトラクターの1日當り集材石數の推定値は195石である。従つて石當りガソリン消費率の推定値は

$$\frac{55.1}{195} = 0.283 (\ell)$$

となる。第5a及び5b例における燃料の中，石油をガソリンに換算すれば，石當りガソリン消費率は夫々

$$0.113 + 0.454 \times 0.85 = 0.499 (\ell)$$

$$0.0799 + 0.399 \times 0.85 = 0.419 (\ell)$$

となる。これらの値は推定値の1.76倍及び1.48倍である。

第3例に関し，同様に石當り燃料消費率の最小値を推定すれば次の如くなる。三菱46A型トラクターは前述の如く4tトラクターと大体同じ能力を有すると考えられるから，1日(實働7時間)當り推定，ガソリン消費量は53.0ℓとなる。このトラクターの1日當り集材石數の推定値は102石である。従つて石當りガソリン消費率の推定値は

$$\frac{53.0}{102} = 0.520 (\ell)$$

となる。第3例における石當りガソリン消費率は0.339ℓであり，この値は推定値の0.652倍である。

以上を通観すれば，石當り燃料消費率に関しては，第1a例の成績は米國における作業の代表的成績に較べて幾分劣り，第2例の成績は非常に劣り，第3例の成績は可成り優れていると考えられる。

6. 石當り作業員數

8つの例の中には巻立作業を含まないものもあるので，一覽表では比較に便利なように，他の例において巻立作業に用いられた作業員數は除外してある。第1a例において，小人は平均して大人60%の能力があるものとすれば，石當り作業員數は

(44)

$$0.0671 + 0.0269 \times 0.6 = 0.0832 \text{ (人)}$$

となる。

MATTHEWS 氏は「キャタピラー D6 型トラクター (自重 8.05 t, 最大機関馬力 78.03 馬力, 最大牽引馬力 63.34 馬力)¹⁾ を用いて行われる集材作業において, トラクターの荷掛け時間を経済的に引合うように保つ爲に, 500 ft の集材距離の場合に 2 人の荷掛け係員が必要であるならば, 1500 ft の距離では唯 1 人しか必要でなく, 牽引距離が 5000 ft であれば 2 臺又はそれ以上のトラクターに対して 1 人で間に合うだろう」と述べている²⁾。牽引馬力においては, 加藤 P 型トラクターは D6 型トラクターの 0.224 倍, 三菱 TA 型トラクターは 0.426 倍, 三菱 46 A 型トラクターは 0.408 倍 (キャタピラー D2 型トラクターと同じ牽引馬力を持つとみなして) である。1 臺のトラクターに対する最経済的荷掛け係員の数は, トラクターの往復速度と丸太の材種が同じであるとすれば, 大体において 1 往復の集材石數に比例し, 集材距離に反比例すると考えられるから, 前述のキャタピラー D6 型トラクターによる 500 ft (約 152.5 m) 集材の場合の値を基準とし, 1 日當り集材石數の推定最大値を用いて, 各例における最経済的の石當り作業員數を推定すれば次の如くなる。

第 1a 例においては, 平均集材距離が 32.11 m であるから所要荷掛け係員數は

$$2 \times 0.224 \times \frac{152.5}{32.11} = 2.1 \approx 2 \text{ (人)} \left(\begin{array}{l} \text{小數第 1 位以下} \\ \text{4 捨 5 入} \end{array} \right)$$

となる。1 名のトラクター操縦者と合せて 3 名の作業員が必要であることになる。従つて推定石當り作業員數は

$$\frac{3}{187} = 0.0160 \text{ (人)}$$

となる。第 1a 例における石當り作業員數 0.0832 人はこの値の 5.2 倍である。第 1a 例において 1 日の實働時間を 7 時間にすれば, 石當り作業員數は

$$0.0832 \div \frac{7}{2.93} = 0.0348 \text{ (人)}$$

となる。この値は推定値の 2.18 倍である。

第 2 例においては, 所要荷掛け係員數は

$$2 \times 0.426 \times \frac{152.5}{80} = 1.6 \approx 2 \text{ (人)} \left(\begin{array}{l} \text{小數第 1 位以下} \\ \text{4 捨 5 入} \end{array} \right)$$

となる。1 名のトラクター操縦者と合せて 3 名の作業員が必要であることになる。従つて推定石當り作業員數は

1) Nebraska test に依る。

2) MATTHEWS, D.M. : Cost control in the logging industry. McGraw-Hill, 1942. p. 59.

$$\frac{3}{182} = 0.0165 \text{ (人)}$$

となる。第 2 例における石當り作業員数 0.0810 人はこの値の 4.91 倍である。

第 4 例においては、所要荷掛け係員数は

$$2 \times 0.426 \times \frac{152.5}{150} = 0.86 \approx 1 \text{ (人)} \left(\begin{array}{l} \text{小數第 1 位以下} \\ \text{4 捨 5 入} \end{array} \right)$$

となる。1 名のトラクター操縦者と合せて 2 名の作業員が必要であることになる。従つて推定石當り作業員数は

$$\frac{2}{158} = 0.0127 \text{ (人)}$$

となる。第 4 例における石當り作業員数 0.0533~0.0444 人はこの値の 4.20~3.50 倍である。

第 4 例において 1 日の實働時間を 7 時間にすれば、石當り作業員数は

$$(0.0533 \sim 0.0444) \div \frac{7}{4} = 0.0305 \sim 0.0254 \text{ (人)}$$

となる。この値は推定値の 2.40~2 倍である。

第 5a 及び 5b 例においては、所要荷掛け係員数は

$$2 \times 0.426 \times \frac{152.5}{50} = 2.5 \approx 3 \text{ (人)} \left(\begin{array}{l} \text{小數第 1 位以下} \\ \text{4 捨 5 入} \end{array} \right)$$

となる。1 名のトラクター操縦者と合せて 4 名の作業員が必要であることになる。従つて推定石當り作業員数は

$$\frac{4}{195} = 0.0205 \text{ (人)}$$

となる。第 5a 及び 5b 例における石當り作業員数を、1 日の實働時間 7 時間の場合に換算すれば夫々

$$0.113 \div \frac{60 \times 7}{53.8} = 0.0145 \text{ (人)}$$

$$0.0479 \div \frac{60 \times 7}{60 \times 3 + 20} = 0.0228 \text{ (人)}$$

となる。これらの値は推定値の 0.707 倍及び 1.11 倍である。

第 3 例においては、所要荷掛け係員数は

$$2 \times 0.408 \times \frac{152.5}{419} = 0.29 \text{ (人)}$$

となる。小數第 1 位以下を 4 捨 5 入すれば 0 人となるが、實際には 1 名は必要であるから、1 名のトラクター操縦者と合せて 2 名の作業員が必要であることになる。従つて推定石當り作業員数は

(46)

$$\frac{2}{102} = 0.0196 \text{ (人)}$$

となる。第3例における石當り作業員數 0.0625 人はこの値の 3.19 倍である。

以上を通觀すれば、石當り作業員數に關しては、第 1a, 2, 3 及び 4 例の成績は米國における作業の代表的成績に較べて、共に非常に劣つてゐると考えられる。

第 5a 例における實績が推定値よりも小さいのは、成績を觀測した時間が極めて短かつたので、作業員が平常以上の能力を發揮し且つ事故が殆んど起らなかつたからであらうと思われる。

7. 石當り集材費

資料が不充份であるから、各例における有り得べき最小値を論理的に推定することは出来ないが、同じ作業にトラクターの代りに家畜を用いると假定した場合の見込額に較べて、第 1 例の成績は優つており、第 2 例の成績は劣つてゐるということは明らかである。第 2a 例と第 3 例の成績は、トラクターの減價償却費を計算に入れない場合のものであるから、これを含めた場合に、第 2a 例と第 3 例の石當り集材費が家畜使用の場合の見込額よりも少額であるか否かは不明である。

結 言

筆者等は緒言において述べたような意圖の下に、一覽表を編成しそれに對して考察を加えた。然しながら筆者等が成績を知り得た實例は僅かに 5 例であり、しかもそれらの成績は、トラクター地曳集材實行の經驗皆無又は極めて僅少の場合の成績であつたので、それらから歸納して、今後この種の作業の實施を計畫する場合に成績の大略を推察する爲の參考資料となるような、一般的傾向を見出すことは不可能であつた。それ故止むを得ず、經驗に富んだ作業員によつて行われた米國におけるトラクター地曳集材の代表的成績に基づいて、各例におけるあり得べき最良の數値を論理的に推定し、わが國における實例の成績の良否を判定する基準とした。推定の材料は信賴すべきものであるが、推定の方法及び結果が妥當であるか否かは不明であり、今後發表されるわが國における實例の成績の數が増加するに従つて、次第に明らかになるであらうと思われる。

本論文には不備な點が甚だ多いけれども、トラクター地曳集材の實施を計畫する人々に對して、極めて概略的なものではあるが成績推察の 1 つの手掛りを提供するという點において、本論文は存在の意義を有すると考えられる。

摘 要

わが國においてトラクター地曳集材の實行を計畫する場合に、成績の大略を推察する

爲の纏つた参考資料が乏しいので、筆者等は些かでもこれを補おうと思ひ、わが國における實例の成績を比較對照に便利な形に取纏め、それに對して考察を加えた。

成績取纏めの材料として4つの文献¹⁾を使用した。それらの中で取扱われた5つの實例を分析して8つの實例とし、それらの成績の一覽表²⁾を編成した。表中の數値の中イタリック体で書かれているものは、筆者等が文献中の數値から計算によつて導き出したものである。

考察の大意は次の通りである。

1) どの例も第二次世界大戦終了後に行われた。
 2) 各例の作業地は、大体において林業上の緩斜地と見なすことが出来る。
 3) 使用されたトラクターは、すべて現在(昭和28年)製作されていない銘柄のものである。作業中それらのトラクターに屢々起つた、フォーム附近の破損、傾斜地における無限軌道帯の離脱及び横滑り等の現象は、トラクター地曳集材を行う場合の避け難い障害とは見なし得ない。

4) 筆者等は成績中の3つの項目に關し、米國におけるトラクター地曳集材の代表的成績に基づいて、各例における有り得べき最良の數値を論理的に推定し、わが國における實例の成績を判定する一基準とした。推定可能であつた6例の實績と推定最良値との比較は、第2表の如くなる。

第 2 表

項 目 例	1日當り集材石數			石當りガソリン消費率			石當り作業員數		
	實績(A)	推定 最良値(B)	比率($\frac{A}{B}$)	實績(A)	推定 最良値(B)	比率($\frac{A}{B}$)	實績(A)	推定 最良値(B)	比率($\frac{A}{B}$)
1a	47.4	187	0.253	0.175	0.156	1.12	0.0832 ²⁾	0.0160	5.2
2	24.7	182	0.136	0.913	0.303	3.01	0.0810	0.0165	4.91
3	112	102	1.10	0.339	0.520	0.652	0.0625	0.0196	3.19
4	37.5 ~45	158	0.237 ~0.285	0.733 ~0.611	0.349	2.10 ~1.75	0.0533 ~0.0444	0.0127	4.20 ~3.50
5a	138 ³⁾	195	0.708	0.499	0.283	1.76	0.0145 ³⁾	0.0205	0.707
5b	131 ³⁾	195	0.672	0.419	0.283	1.48	0.0228 ³⁾	0.0205	1.10

註 1) 石油をガソリンに換算した。

3) 1日の實働時間を7時間とした場合。

2) 小人を大人に換算した。

5) 同じ作業にトラクターの代りに家畜を用いると假定した場合の石當り集材費見込額に較べて、第1例の石當り集材費は少額であり、第2例の石當り集材費は多額である。

1) 第32頁(2), (3), (4), (5) 参照

2) 第1表 参照

Summary

Literature on ground skidding by the tractor in Japan is very scarce. We were able to find four articles in various magazines dealing with forestry. As far as we know no attempt has been made to correlate the reports which appeared in these magazines. The purpose for this study is to summarize the scattered materials in hope that those interested in ground skidding by the tractor in Japan may find it helpful.

Five different cases of ground skidding by the tractor appeared in these four articles. These were studied individually, compared, and in some cases certain sections were given special consideration.

The following points are a summary of our study :

1) All of the cases on ground skidding by the tractor appeared after World War II.

2) From the standpoint of forestry the ground of operation in each case can be generally regarded as a gentle slope (from 5 to 20 degrees).

3) The tractors used were of a gasoline crawler type, and all of them were manufactured in Japan. These particular makes used in the five different cases are not being manufactured at present (1953).

Difficulties which occurred often to the tractors during the operation were breakage of various parts around the track frame, and derailment of track rollers from the crawler as well as the side-slip of crawlers on the slope. These difficulties can be avoided.

4) Three items were given consideration; skidding efficiency per day, gasoline consumption per "koku" (approx. 10 cu. ft.), and number of workers per "koku". The average results from ground skidding by the tractor in the U.S.A.*) for these three items were used as a basis for computing possible maximum results for six different operations. After computing the actual results for each operation, they were compared with the highest possible results. The tabulations are summarized as follows :

Cases \ Items	Skidding Efficiency per day			Gasoline Consumption per "koku"			Number of Workers per "koku"		
	A	P	A/P	A	P	A/P	A	P	A/P
a	47.4	187	0.253	0.175	0.156	1.12	0.0832	0.0160	5.2
b	24.7	182	0.136	0.913	0.303	3.01	0.0810	0.0165	4.91
c	112	102	1.10	0.339	0.520	0.652	0.0625	0.0196	3.19
d	37.5 ~45	158	0.237 ~0.235	0.733 ~0.611	0.349	2.10 ~1.75	0.0533 ~0.0444	0.0127	4.20 ~3.50
e	138	195	0.708	0.499	0.283	1.76	0.0145	0.0205	0.707
f	131	195	0.672	0.419	0.283	1.48	0.0228	0.0205	1.10

Notes : A Actual result.
P Possible maximum result.

*) MATTHEWS, D. M. : Cost control in the logging industry. McGraw-Hill, 1942. p. 359.