

# 馬搬の利用における環境的および経済的条件に関する基礎的考察

2014年3月 生物圏情報学分野 47-126641 松浦満寿

指導教員 教授 山本博一

キーワード:馬搬、小型運材車、馬の管理、搬出費用

## 1. はじめに

馬搬とは林地から伐倒した原木を馬の牽引により搬出する林業作業のことである。日本全国で利用されていたことが考えられるが、農林業の機械化が進んだ昭和の中頃からその姿を消していった。しか近年馬搬が見直されている。馬搬に関する先行研究は、馬搬作業と機械作業の搬出距離[m]に応じた搬出功程[m<sup>3</sup>/日]を比較・検証し、搬出距離が500m以下ならば馬搬作業が小型運材車に劣らないこと示し、さらに林地土壌への締め固めの影響を比較し、馬搬作業によるものが集材用車両による締め固めよりかなり小さいこと示した報告(立川ら, 2011)などがある。しかし研究事例は少なく、馬搬による作業効率や馬の管理にかかるコストの情報が不足している。

本研究では馬搬作業と馬の管理コストに関する事例調査し、その結果から馬搬の利用における環境的条件と経済的条件について議論する。これらを通じて馬搬の利用の可能性について考察することを本研究の目的とする。

## 2. 対象地・方法

宮城県石巻市では、「村づくりNPO法人りあすの森(以下りあすの森)」が主体となり馬搬を新たに行っている。岩手県遠野市では、遠野馬搬振興会が馬搬の普及活動として様々なイベントや馬搬の研修生の受け入れなどを行なっている。

### (1) 馬搬作業

石巻における2013年3月(A)および11月(B)に行われた馬搬について、GPS, TruPluse360, メジャーによる搬出経路の地形の測定, クレーンスケールによる原木重量の測定, ストップウォッチによる搬出時間, クレーンスケールによる搬出時の馬の牽引力測定を行った。

### (2) 馬の管理コスト

石巻ではりあすの森の方に、遠野では遠野馬搬振興会の方にそれぞれ、エサに関する項目, 世話をする人手に関する項目, 装蹄及び診療に関する項目について、その入手先や費用の聞き取り調査を行った。

## 3. 結果

### (1) 経済的条件

石巻の馬搬事例および立川(2011)から、表の値が得られた。この値を搬出距離Lと搬出功程の関係式 $t\{t(1/f + 1/g)L + (b + d + \alpha)\}^{-1} \times h$  [m<sup>3</sup>/日] (t[秒]は作業時間でここでは21,600秒)に代入し、それぞれの式を求め、さらに作業人数を2.5人として換算したものの平均の式、

$$P = t\{12744/(6.62L + 298) + 18576/(4.76L + 525) + 19224/(3.86L + 2586) + 23695/(2.88L + 1469)\}^{-1} / 4$$
 [m<sup>3</sup>/日] (①)を求めた。また遠野と石巻の事例調査により、馬の管理に関して年間に必要となるコストはそれぞれ、表2のようになった。ここで石巻推定は遠野の事例の作業日数150日に換算した値である。この年間費用の平均値595.1万円を基準にする。年間費用を①式に150日を

かけた年間搬出量で割ると式,  $C = 595.1 / (12744 / (6.62L + 298) + 18576 / (4.76L + 525) + 19224 / (3.86L + 2586) + 23695 / (2.88L + 1469)) / 4 \times 150$  [万円/年] (②) が得られる。

## (2) 環境的条件

表3-13. 平均値

各平均値項目	①	②	立川①	立川②	記号
空荷移動[秒]	765	609	120	299	a
木寄せ+搬出準備[秒]	1275	356	475	702	b
搬出[秒]	429	537	165	410	c
荷下ろし[秒]	427	227	270	291	d
その他	-	-	-	319	$\alpha$
距離[m]	309.2	397.1	43.0	149.0	e
空荷速度[m/s]	0.40	0.65	0.36	0.50	f
搬出速度[m/s]	0.72	0.74	0.26	0.36	g
搬出量[m <sup>3</sup> /日]	0.890	1.097	0.59	0.86	h

表2. 年間費用(単位:万円)

項目	遠野	石巻推定
人件費(馬搬)	481.0	481.0
人件費(管理)	32.5	47.6
エサ代	13.4	33.5
装蹄代	11.7	24.0
診療代	0.45	18.6
その他	27.8	18.6
計	566.9	623.3

馬の管理には飼料作りなどの作業が含まれる

A の搬出では 384.0kgf, B の搬出では 440kgf という牽引力の結果が得られた。これを原木の重量にすると, 597.7kg と 627.4kg となる。搬出経路の最大傾斜はそれぞれ 14.7° (A), 22.3° (B) であり, 搬出経路の最小幅員はそれぞれ 1.2m, 0.94m であった。傾斜 15° における小型運材車の最大積載量は 600kg 相当であるので, 馬搬により同程度またはそれ以上の原木を搬出できたといえる。また作業に林道が不要だった点も大きな特徴である。

## 4. まとめ

環境的条件から, 石巻市旧北上町において森林計画図および森林簿から馬搬が有効と考えられる各保安林・自然公園と傾斜が 15° 以上の普通林の林分の面積および材積を求め, 間伐率を 10% に設定し, 間伐材積を求めた。さ

表3. 石巻市旧北上町における林道までの距離別の林分の情報

	0~200m未満	200~500m未満	500m以上	計
面積[ha]	122	935	1,179	2,236
材積[m <sup>3</sup> ]	19,479	164,017	186,793	370,289
間伐材積[m <sup>3</sup> ]	1,948	16,402	18,679	37,029
搬出功程[m <sup>3</sup> /日]	12.90	6.924	4.237	-
作業日数[日]	151	2,369	4,409	6,929
必要費用[円/m <sup>3</sup> ]	3,076	5,730	9,365	-

らに林道までの距離から搬出距離を 100m, 350m, 750m として距離ごとに搬出功程を①式から求め, 間伐材積との関係から何日分の作業が可能か求めた(作業日数)。加えてその時の搬出費用を上記の距離に応じて②式より求めた(以上表 3)。表からわかるように林地には約 7 千日の仕事が存在すると考えられるが, 搬出費用がかなり高いといえる(比較: 木材チップ素材価格 4300 円/m<sup>3</sup>)。よって現状のままでは, 馬搬が経済的に成り立つとは言い難い。

しかしながら馬搬による搬出作業では林地のダメージが少なく, 林道が不必要など機械作業ではできない作業が可能であるという点に付加価値がある。例えば機械作業をする場合に必要な林道を開設するために必要なコストの 84,400 円/m (実質平均値) を馬搬の場合は搬出費用に反映する形という方法をとることで, 経済的にも成立する施業が行えると考えられる。また, 搬出する原木が高価であるために採算がとれる可能性もある。さらに林地にやさしい搬出ができるという付加価値から, 補助金の制度を設け, ②式で表される搬出費用と材の販売による収益の差を埋めることで, 採算のとれた馬搬の利用をすることが考えられる。以上のように馬搬による搬出作業に付加価値を付けることにより, 馬搬が環境的にも経済的にも成立した形で利用される可能性が示唆された。

# Environmental and economical-based analysis of horse logging

Mar.2014 Biosphere Information Science 47-126641 Mitsuhsa MATSUURA

Supervisor Professor Hirokazu YAMAMOTO

Keyword: horse logging, small skidder, working horse management, logging cost

## 1. Introduction

Horse logging is the forestry work to carry out the wood from forestland by traction of horse. It has been used in Japan for a long time, and it decreased from the middle of the Showa era. However, at present hand, horse logging is revitalized.

Existing reports provide comparison on transportation efficiency with specific comparison of transportation on distance between horse logging work and when machine applies. It is also reported that impact on the soil compaction by horse logging was significantly lower than by machine work. However, there is still a necessity to provide more information of working efficiency and the costs of working horse management. In this research, it studied the environmental conditions and economical conditions of horse logging, and aims at considering the possibility of using horse logging.

## 2. Study area & Methods

In Ishinomaki City, Miyagi Pref., "NPO Riasu-no-Mori (following Riasu-no-Mori)" horse logging has started recently. In Tono City, Iwate Pref., Tono Horse Logging Association works for populalization of horse logging.

### (1) Working efficiency

In horse logging in March(A), 2013 and November(B), 2013 in Ishinomaki, measurement of terrain of the carry-out path, the weight of the logs, carry-out time and traction of the horse were conducted.

### (2) Cost of horse management

Key information's were obtained through interview about the cost of horse feed, labor costs, horseshoes and medical consultation fees in Ishinomaki and Tono.

## 3. Results & Discussion

### (1) Economical condition

Table1 presents the data for the case study in Ishinomaki and Tachikawa(2011). The values represent the relations between distance  $L$  and productivity;  $t/\{(1/f + 1/g)L + (b + d + \alpha)\} \times h$  [ $m^3/day$ ](21,600second are substitution for working hours), and it see applied for each formula. From each formula the average formula was calculate;  $P = \{12744/(6.62L + 298) + 18576/(4.76L + 525) + 19224/(3.86L + 2586) + 23695/(2.88L + 1469)\} / 4$  [ $m^3/日$ ]. In the case of Tono and Ishinomaki the annual cost of working horse management are shown in Table2. In the case of Ishinomaki, the value is a conversion of 150 working days in Tono. The average value of

annual cost 5,951,000 yen is converted into the standard costs.

	A	B	Tatsukawa①	Tatsukawa②	Symbol
Carry empty load[sec]	765	609	120	299	a
Pre-yarding & Carry out preparation[sec]	1275	356	475	702	b
Carry out[sec]	429	537	165	410	c
Unloading[sec]	427	227	270	291	d
others[sec]	-	-	-	319	α
Distance[m]	309.2	397.1	43.0	149.0	e
Velocity @Empty load[m/s]	0.40	0.65	0.36	0.50	f
Velocity @Carry out[m/s]	0.72	0.74	0.26	0.36	g
Productivity[m <sup>3</sup> /day]	0.890	1.097	0.59	0.86	h

  

factor	Tono	Ishinomaki
Labor costs(horse logging)	481.0	481.0
Labor costs(management)	32.5	47.6
Feed	13.4	33.5
Shoeing	11.7	24.0
Medical consultation fee	0.45	18.6
Others	27.8	18.6
total	566.9	623.3

The work such as the making of feed is included in the management of working horse

## (2) Environmental conditions

From the case A and B, the value of traction called 384.0kgf and 440kgf was obtained respectively. These were converted into the log weight of 597.7 kg and 627.4 kg. The maximum slope of the path was 14.7 degrees (A) and 22.3 degrees (B), and the minimum width of the path was 1.2m and 0.94m, respectively. Since the maximum load of the small vehicle in 15 degrees of slope is 600 kg, it can be assumed that more wood can be carried out by horse logging. Moreover, the results showed that the presence of forest roads are not necessary.

## 4 Conclusion

From environmental point of view (forest reserve and nature park) and present slope area (inclination considered horse logging is effective in forestry planning in Ishinomaki City former Kitakami Town. Furthermore,

Table3.. Information for the forest according to the distance to the forest road in Ishinomaki City former Kitakami Town

	0~under 200m	200~under 500m	500m~	total
Area[ha]	122	935	1,179	2,236
Stand volume[m <sup>3</sup> ]	19,479	164,017	186,793	370,289
Thinning volume[m <sup>3</sup> ]	1,948	16,402	18,679	37,029
Productivity[m <sup>3</sup> /day]	12.90	6.924	4.237	-
Working day[day]	151	2,369	4,409	6,929
Cost[¥/m <sup>3</sup> ]	3,076	5,730	9,365	-

path distance of carrying-out distance to through a wood was found to be productive.① for every distance as 100m, 350m, and 750m, and it asked for whether the work for what day is possible from the relation with a thinner timber product (working days).In addition, according to the above-mentioned distance, carrying-out expense was investigate.②(table3).As shown in a table, it is estimated that the work for about 7,000 days would exists in a woodland, caking-out expense would be quite high(compare to:wood chip material price 4,300 yen/m<sup>3</sup>).Therefore, with the present condition, it is hard to say that horse logging is economical. However, carry-out work done by horse logging, has added value since there are few damages to a woodland and it enable work which cannot be done by a machine operation, when there is no path. For example, carrying method costs in 84,400 yen(real average value)/tree when machine operation is required, in order to establish a required path through a road, horse logging could have advantage and performed economically. Moreover, since the wood was expensive, profit may be still gained. Furthermore, Horse logging may be used, when providing the system of a subsidy and paying greater importance to environment than to profitability was horse logging would have low-environment damage to the forest. The difference on price could be the added value.