

下刈り作業における林道利用による 影響の数量的解析

山 田 容 三・佐々木 功

A quantitative analysis of the influence
of using forest road on weeding work

Youzou YAMADA・Isao SASAKI

要 旨

アンケート調査によって、国公立大学附属演習林と民有林から下刈り作業のデータを収集し林道利用による下刈り作業に対する影響を明らかにする目的で、次の2つの解析を行なった。第一に、単位時間あたりの下刈り作業能率(ha/人時)に影響を与える要因を、数量化第一類の手法で解析した。その結果、演習林の場合において、車による移動時間がかかなり有意な影響を及ぼしていることが明らかになり、又、一般的に、単位時間あたりの作業能率に対して、車による移動時間は正の相関を、歩行時間は負の相関を取る傾向があることも判明した。第二に、往復時間、実作業時間、総休憩時間、全制約時間について、時間関係の解析を行なった。その結果、往復時間の増加は、実作業時間の減少をもたらすことが証明され、又、演習林の場合において、車による移動時間の増加は往復時間の増加傾向を、歩行時間の増加は作業開始前の休憩時間の増加傾向をもたらすことが判明した。以上の事から、実際の下刈り作業において、往復時間の与える影響のプロセスを推考することができた。

1. は じ め に

近年、林業においては、林業労働者の高齢化と人件費の高騰が問題となっている。又、日本の林地は急傾斜地が多く、育林作業の機械化を容易なものにしていない。このような現状を踏まえて、人的労働力に頼らざるを得ない育林作業であるから、少しでも育林作業の能率を高めて、育林費の上昇を防ぐことがこれからの林業におけるひとつの課題であると考えられる。そのために、林道の育林作業に対する役割について数量的に研究することも意義のあることであると考えられる。

前回、卒論研究において、国公立大学附属演習林対象に、下刈り作業のアンケート調査を行ない、一日あたりの作業能率について、数量化第一類の手法による解析を行なった。その結果、林道は、林道利用による往復時間という面において、基礎的な影響を作業能率に与えていることが確認できた。

そこで、本報においては、この演習林データに、昨年度民有林を対象に行なったアンケート調査データを加えて、主に時間的な面から、林道利用による実際の下刈り作業に対する影響を

より詳しく追求しようと試みた。まず最初に、単位時間あたりの下刈り作業能率について、数量化第一類の手法による解析を行ない、次に、林道利用による往復時間を中心に、時間関係の解析を行なった。以上の解析において、若干の所見を得ることができたのでとりまとめた。

なお、ここで、本調査研究に御協力下さった方々に厚くお礼を申し上げます。

2. 調 査 方 法

調査方法として、各地造林地におけるデーターを、できるだけ広くかつ実状に則して収集できるように配慮して、アンケート調査法を採用した。昭和56年度は全国国立大学附属演習林を対象に、昭和57年度は主に関西地方の民有林を対象に、アンケート調査票を送付して、郵送による回収を行なった。この回収状況は、演習林データーの場合、29演習林105事例で、東北・関東地方を除き、全国的にはほぼ適当な分布をしている。又、民有林データーの場合、17事業地、31事例で、近畿地方を中心に、中国・四国・九州地方に分布している。このうち回答の不備なもの、特異なものを除外して、演習林データーとして74事例（内直営作業班40事例、請負い作業班34事例）、民有林データーとして29事例にまとめて、解析を行なった。

3. 解 析 方 法

第一に、作業員一人が単位時間あたりに下刈りする面積を作業能率（ha/人時）とし、これに影響を与える要因を数量化第一類の手法で計算して、その偏相関係数の比較により解析を試みた。なお、解析の精度としては、重相関係数がその指標となる。この解析に用いる要因は、原則として、作業能率との間のピアソン相関係数が有意なものとし、その中から作業能率に直接関係があると認識しにくいものや、他の要因との内部相関が極めて高いものを除外した。

第二に、林道利用による往復時間、実作業時間、総休憩時間、作業員が出勤して帰宅するまでの全制約時間、以上4つの要因について、内部相関をピアソン相関係数で求め、その因果関係の解析を試みた。なお、本解析においては、演習林データーの場合、直営作業班と請負い作業班で時間的にかなりの相異があるので、それぞれの場合について解析を行なった。又、本研究に用いたピアソン相関は、全て両側検定である。

表一1に、本研究に用いた要因を全て示しておく。

表一1 要因項目一覧表

① 作業能率	③ 時間関係解析
Y1: 単位時間あたりの作業能率 (ha/人時)	H1: 往復時間 ($H1 = H5 + H6 + H7 + H8$)
② 数量化第一類解析	H2: 実作業時間
S1: 平均傾斜 (DEG)	H3: 総休憩時間 ($H3 = H9 + H10 + H11$)
T1: 植栽密度 (本/ha)	H4: 全制約時間 ($H4 = H1 + H2 + H3$)
U5: 植生 (草本の占有率を指標)	H5: 集合場所までの時間
U6: 植生 (カン木の占有率を指標)	H6: 集合待ち時間
W1: 作業法	H7: 車による往復移動時間
W2: 使用器具	H8: 往復歩行時間
	H9: 作業開始までの休憩時間
	H10: 作業中の休憩時間 (昼休み含む)
	H11: 作業終了後の休憩時間

4. 数量化第一類の手法による解析

A. 演習林データの場合

この解析に用いた要因の内部相関行列を表一2に、解析の結果を表一3に示す。

表一2 演習林データ，内部相関行列

	Y 1	S 1	T 1	U 6	W 1	W 2	H 7
Y 1	1.0000	-0.5321	-0.4247	-0.5039	0.5709	-0.5178	0.4746
S 1		1.0000	0.6536	0.5831	-0.4245	0.3733	-0.3123
T 1			1.0000	0.3545	-0.3324	0.3615	-0.2301
U 6				1.0000	-0.3249	0.1577	-0.4885
W 1					1.0000	-0.2963	0.1306
W 2						1.0000	-0.4188
H 7							1.0000

表一3 演習林データ，数量化第1類解析結果

要因	カテゴリー分け	度数	1	2	3	4	5	6	偏相関係数
W2	下刈り機	21	0.01682	0.01270	0.00921	0.01123	0.01136	0.00932	0.39332
	* 短柄下刈り鎌	7	-0.01309	-0.00918	-0.00225	-0.00268	0.00426	0.00442	
	** 長柄下刈り鎌	46	-0.00569	-0.00440	-0.00386	-0.00472	-0.00583	-0.00492	
W1	全刈り	62		-0.00390	-0.00388	-0.00287	-0.00248	-0.00252	0.38681
	筋刈り	12		0.02017	0.02006	0.01483	0.01282	0.01304	
H7	0分—30分	29			-0.00695	-0.00367	-0.00299	-0.00371	0.27680
	31分—60分	22			-0.00015	-0.00072	-0.00109	-0.00122	
	61分—	23			0.00891	0.00532	0.00481	0.00585	
U6	0%—	24				0.00847	0.00809	0.00620	0.26510
	1%—49%	39				-0.00347	-0.00361	-0.00268	
	50%—100%	11				-0.00617	-0.00486	-0.00410	
T1	—2999本/ha	28					0.00367	0.00206	0.23768
	3000本—4399本/ha	35					0.00002	0.00085	
	4400本/ha—	11					-0.00944	-0.00797	
S1	0°—19°	28						0.00376	0.19647
	20°—29°	17						-0.00332	
	30°—	29						-0.00168	
重相関係数			0.54438	0.69126	0.75351	0.78963	0.80531	0.81252	

* 短柄下刈り鎌……柄が50cm内外で，片手使用。

** 長柄下刈り鎌……柄が100cm以上で，両手使用。

表一3は，偏相関係数の高い要因から順に解析に加えて計算した結果で，すなわち，6回の計算結果を表にしたものである。各要因は，適宜2つ乃至3つのカテゴリーに細分されており，その右手に並んでいる数値が，そのカテゴリーの影響度を示している。負号がついているのは，作業能率を悪くするものである。以上の事に留意して表一3を眺めると，妥当な結果が得られたものと思われる。ここで，H7はW2・W1に次ぐ影響を作業能率に与えており，車で移動する時間

が長い程，単位時間あたりの作業能率が良くなることになる。これに関しては，考察の所で詳しく触れることにする。

B, 民有林データーの場合

この解析に用いた要因の内部相関行列を表一4に，解析の結果を表一5に示す。

表一4 民有林データー，内部相関係行列

	Y1	S1	T1	U5	W2	H1
Y1	1.0000	-0.0859	-0.3724	-0.4475	-0.6475	-0.2216
S1		1.0000	0.0665	-0.4574	-0.0513	0.1370
T1			1.0000	0.3966	0.5019	0.2136
U5				1.0000	0.4635	0.0917
W2					1.0000	0.2366
H1						1.0000

表一5 民有林データー，数量化第1類解析結果

要因	カテゴリー分け	度数	1	2	3	4	5	偏相関係数
U5	0%—49%	5	0.01255	0.01012	0.00740	0.00955	0.00973	0.54707
	50%—99%	12	-0.00337	-0.00198	-0.00177	-0.00099	-0.00054	
	100%	12	-0.00185	-0.00223	-0.00130	-0.00298	-0.00351	
T1	—4399本/ha	9		0.00425	0.00189	0.00118	0.00089	0.47510
	4400—5999本/ha	10		-0.00490	-0.00385	-0.00380	-0.00371	
	6000本/ha—	10		0.00107	0.00214	0.00273	0.00291	
W2	下刈り機	7			0.00572	0.00520	0.00532	0.41233
	短柄下刈り鎌	7			-0.00087	-0.00076	-0.00121	
	長柄下刈り鎌	15			-0.00226	-0.00206	-0.00191	
S1	0°—29°	10				0.00226	0.00228	0.38589
	30°—35°	13				0.00030	0.00025	
	36°—	6				-0.00443	-0.00436	
H1	—60分	8					0.00008	0.19002
	61分—120分	11					0.00112	
	121分—	10					-0.00130	
重相関係数			0.63975	0.74989	0.78929	0.81869	0.82433	

本解析は，先の解析とほぼ同じ要因を用いて行なった。ただ，民有林データーの場合，全て全刈りであったので，W1を除外している点と，ピアソン相関は有意ではないが，H1を比較のために入れている点と，植生の要因として，草本の占有率を指標としている点などが異なっている。植生の指標としては，カン木⁴⁾の占有率を用いることが適当であるかと思われるが，この場合は，事例数が少なく，そのため偏りを生じており，草本の占有率の方が有意となった。表一5の結果を見ると，H1にはあまり有意性が認められない。他の4つの要因については，その順位が先の解析と異なるものの，かなり大きな影響であることがうかがわれる。なお，T1で6000本/ha以上の植栽密度が，作業能率を良くする結果になっているが，これらは和歌山地方のものが主体で密植による閉鎖の効果が表わされたものであると思われる。

C, 考察

表一6に、演習林直営作業班・同請負い作業班・民有林のそれぞれの場合について、Y1に対する、H1・H7・H8のピアソン相関を示す。

表一6 作業能率に対する相関表

	H1	H7	H8
演習林直営作業班	-0.1643	0.0994	-0.4994
演習林請負作業班	0.1260	0.5115	-0.1132
民 有 林	-0.1915	0.0978	-0.2414

表一6より、H7は作業能率に対し正の相関があり、H8は負の相関があることを、大まかにとらえることができる。H7は集合場所から（現場集合の場合は自宅から）作業現場ちかくまで林道を車で往復移動する時間であり、言い換えれば、作業員の通勤圏を表わしているものである。このことから推察すると、通勤圏の遠い所は、作業員に「遠いのだから、仕事を励まなければ」という様な、なにか精神的影響を与えており、それゆえ単位時間あたりの作業能率が良くなるのであろう。特に、通勤圏の比較的遠い請負い作業班の場合は、でき高払いの雇用形態と相まってこの傾向が強く現われている。この場合について、Y1とH7の回帰式を求めると、

$$Y1 = 0.0016 (H7) - 0.0665$$

ところで、いくら単位時間あたりの作業能率が良くなったとしても、本研究のデーターで見る限り0.1ha/人時あたりが限度であるように思われる。これを回帰式に代入してH7を求めると往復104分になった。誤差は含んでいるものの、請負い作業班の場合は、片道50分以内の車による通勤圏が適当であることになる。

一方、H8については、車を降りて作業現場まで歩行する時間であり、歩行による肉体的な疲れが、作業能率を低下させることになっていると思われる。しかし、同じような条件下にありながら、請負い作業班と民有林はあまり大した影響が認められず、直営作業班のみ顕著である。これは、雇用形態のちがいによる、作業に対するとり組み方のちがいではないかと思われる。さてこの直営作業班の場合について、Y1とH8の回帰式を求めると

$$Y1 = -0.462 \log (H8) + 0.0739$$

この回帰式によると往復15分以上の歩行の所では、0.017ha/人時以上作業能率が上がらないことになる。これは、少々極端すぎるが、一般的に歩行時間のかかる所では、携帯しやすい下刈り鎌を使う傾向も見られるので、肉体的疲労による影響のみならず、使用器具の違いによる影響もあるものと考えられる。

5. 時間関係の解析

A, 演習林直営作業班の場合

表一7に、H1・H2・H3・H4の内部相関行列を示す。この4つの要因に有意な影響を与える構成要因とその相関を下に示す。

H7-H1 (0.5619) H7-H2 (-0.6273) H8-H1 (0.4125) H8-H9 (0.4396) H9-H3 (0.6694)
H10-H3 (0.9278) H10-H4 (0.7840)

H4の平均値は9時間37分、標準偏差は36分44秒である。これは、時間雇用なので、就業時間

表一7 演習林直営作業班

	H1	H2	H3	H4
H1	1.00000	-0.75322	0.29089	0.49136
H2		1.00000	-0.10966	0.08826
H3			1.00000	0.75115
H4				1.00000

が定められており、そのため全制約時間の変動が少なくなっていると思われる。以上の事と表一7の結果から推察すると、往復時間の増加は、主に実作業時間を減少させる。又、全制約時間は各作業班固有の休憩時間のとり方に、大きな影響を受けていると考えられる。

B, 演習林請負い作業班の場合

内部相関行列を表一8に、他の有意な構成要因との相関を下に示す。

表一8. 演習林請負い作業班

	H1	H2	H3	H4
H1	1.00000	-0.47248	-0.38155	-0.16685
H2		1.00000	0.61181	0.91733
H3			1.00000	0.73247
H4				1.00000

H7—H1 (0.6164) H8—H9 (0.5957) H9—H3 (0.7142) H10—H2 (0.7130) H10—H3 (0.8494) H10—H4 (0.7266)

H4の平均値は11時間7分、標準偏差は67分50秒である。これは、でき高払いなので、就業時間が定まっておらず、そのため全制約時間にかなりバラツキが出たものと思われる。以上の事と表一8の結果から推察すると、実作業時間の増加は、ほとんど全制約時間の増加となって現われ、又、肉体疲労から必然的に増加した総休憩時間も、さらに全制約時間の増加に影響する。このような中で、往復時間の増加は、実作業時間と総休憩時間を減ずる傾向をもたらしている。

C, 民有林の場合

内部相関行列を表一9に、他の有意な構成要因との相関を下に示す。

表一9. 民 有 林

	H1	H2	H3	H4
H1	1.00000	-0.36251	0.10482	0.51910
H2		1.00000	-0.43793	0.16480
H3			1.00000	0.57930
H4				1.00000

H8—H1 (0.6477) H9—H3 (0.6618) H10—H3 (0.9682)

H4の平均値は10時間41分、標準偏差は63分24秒である。以上の事を表一9の結果から推察すると、往復時間の増加は、全制約時間の増加と、実作業時間の減少をもたらす。又、各作業班

固有の休憩時間のとり方が、全制約時間の増加と、実作業時間の減少をもたらす。このように、演習林直営作業班の場合と似た傾向を示している。

D, 考察

表一七・表一八・表一九を通して、どの場合もH1はH2に対して負の相関がある。このことから、「往復時間の増加は、実作業時間を減少させる。」と、一般的に認識して良いと思われる。例えば、H1とH2の回帰式から、H1が5分増加すると、演習林直営作業班の場合は6分、同請負い作業班の場合は25分、民有林の場合は15分、H2が減少すると計算できる。この往復時間に最も影響を与えている構成要因としては、演習林の場合はH7、民有林の場合はH8であった。林道の開発が進んでいる現在、作業員の通勤圏は拡大する反面、下刈り作業地は林道端近くが多くなり、歩行時間が少なくなっている。それゆえ、往復時間については、車による移動時間が主体をしめつつあると言えよう。例えば、H1とH7の回帰式から、H7が5分増加すると、演習林直営作業班の場合は4分、同請負い作業班の場合は3分、H1が増加するということになる。しかし、歩行時間については、まだまだ作業時間に占める割合が多く、又、H8とH9の間の正の有意な相関に見られるように、歩行による疲れが、作業開始までの休憩時間を増加させる。例を、H8とH9の回帰式から求めれば、H8が5分増加すると、演習林は直営作業の場合は1分、同情負い作業班の場合も1分、H9が増加する。このH9がH8に対して、H10に次ぐ、正の相関を持っており、又、H3がH4と正の相関を持っていることから、すなわち、歩行時間の増加が、結局全制約時間の増加にまで間接的に影響しているものと考えられる。例えば、H8が5分増加すると、演習林直営作業班の場合は5分、同請負い作業班の場合10分も、H4が増加することを回帰式より計算できる。

6. ま と め

数量化第一類の手法による解析と、時間関係の解析によって確認された事をまとめて、実際の下刈り作業における往復時間の増加が、どのようなプロセスで作業に影響を与えているのか推考してみよう。このプロセスには、2つのパターンが考えられる。ひとつは、車による移動時間が増える場合であり、もうひとつは、歩行時間が増える場合である。前者のパターンから見えていくと、車による移動時間の増加は、実作業時間を減少させるが、同時に、作業員になんらかの精神的影響を与えて、単位時間あたりの作業能率が良くなる。このパターンは、実作業時間の欠損分を、単位時間あたりの作業量を増やすことで補おうとする傾向を持ったプロセスである。次に、後者のパターンを見ると、歩行時間の増加は、肉体的疲労のために単位時間あたりの作業能率を悪くし、かつ作業開始前の休憩時間が増加することになり、終局的には、全制約時間が長くなるか、又は、実作業時間が少なくなる。このパターンは、単位時間あたりの作業量の低さと、歩行時間・休憩時間の増加分を、時間をかけることで補うか、又は、結局補えないままになるプロセスである。実際の場合においては、この2つのパターンが、複雑に入り混じっており、又、作業班の雇用形態のちがいによる、各パターンの影響のちがいもあって、単純に整理する事はできないが、一般的に、このような2つのパターンが存在すると言えよう。したがって、作業能率を上げるためには、林道の整備を進めて、後者のパターンの影響を少なくしていくことが必要である。しかし、作業能率を上げる効果的な林道整備を考えるに当たっては、後者のパターンの性格をより数量的に追求していく必要がある。

引用文献

- 1) 山田容三：数量化手法による下刈り作業工程の解析，京大卒論，（1981）
- 2) 林知己夫・駒沢 勉：数量化理論第一類，数量化理論とデータ処理，朝倉書店，10—48，（1982）
- 3) 三宅一郎・山本嘉一郎：ピアソン相関係数，SPSS 統計パッケージ基礎編，東洋経済新報社，203—211，（1977）
- 4) 神崎康一・佐野宗一・和田茂彦・吉村健次郎，山本俊明：下刈り作業の能率に関する研究，京大演習林報告，39，171—183，（1967）

Résumé

In order to analyze the actual effects of using forest road on weeding work, we collected the data from university forests and private forests by questionnaire. Firstly, by means of the Quantification Method I, we analyzed the factors which affected on the efficiency of weeding work per an hour (ha/man, hour) . Consequently, in the case of university forests, it was clearly recognized that commuting hour by car give an important effect upon the efficiency. Generally, it was found that commuting hour by car have positive correlation to the efficiency, and that by walk negative. Secondly, we analyzed the relation among commuting hour, working hour, resting hour, and portal-to-portal hour. As a result, it was explained that the increase of commuting hour bring on the decrease of working hour. In the case of university forests, we could understand there were positive relations between commuting hour and that by car, and still more between that by walk and resting hour before work. Then we could estimate at the influence process of commuting hour on actual weeding work.