



Title	トラクタの経済的使用時間及び維持・修理費に関する事例研究
Author(s)	南部, 悟; NAMBU, Satoru
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 25, 33-42
Issue Date	1987-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13386
Type	departmental bulletin paper
File Information	25_p33-42.pdf



トラクタの経済的使用時間及び維持・修理費に関する事例研究

南部 悟

(北海道大学農学部農業機械学講座)

緒 言

農用トラクタの耐用年数に関するアメリカの資料^{1,3,7)}によれば、10年または12年といわれ、耐用時間では10,000時間または、12,000時間と発表されている。ここで、トラクタの年間使用時間として、およそ1,000時間を前提としている。

トラクタ修理費の程度に対して、総修理費を購入価格で除した修理費率で示すと、ASAE(アメリカ農業工学会) データ¹⁾において、100%または120%を見積っている。最近の資料³⁾によると、2輪駆動トラクタでは90%を見積っている。

一方、国内の資料として、「農業機械導入計画策定の手引き」⁵⁾によれば、トラクタの耐用年数を8年とし、年間平均修理費率を7%としているので、総修理費率は56%となる。仮に、耐用10年で総修理費率が70%としても、前述のアメリカの資料より低い値となる。すなわち、わが国におけるトラクタの最近の年平均使用時間は、500時間にも達しておらず、これをアメリカでの1,000時間の半分とし、総修理費率も半分とすれば、60%または45%に相当する。従って、わが国で耐用8年、総修理費率56%という値はこの範囲に入っていると見なされる。

本研究の目的は、わが国でもトラクタの使用年数が比較的長い十勝種畜牧場での使用事例を中心として、累積修理費並びに経済的使用時間の検討を加え、先進的資料と対比することによって、トラクタの維持・修理に関する実情を知ろうとすることにある。

研究 方法

1. 維持・修理費について

わが国のトラクタ維持に対しては、購入時及び

2年ごとの法的車検の制度があり、12年目から1年車検となり、車検関係の費用も含まれる。当牧場におけるトラクタ更新の目安としては、15年としており、2年ごとの車検を5回受け、1年車検を3回受けて廃車にする方針となっているが、長く使用している例もある。当牧場のトラクタは、冬期間に職員の手で直接点検や整備をするから、修理・交換の部品代金で済ませている場合が通例となっている。従って、一般農家のように、ディーラー委託の修理や車検とは違って、費用は安上がりとなる。

修理費率には、総修理費率と年平均修理費率がある。前者は累積修理費を購入価格で除した値を百分率で示し、後者はこの値を使用年数で除した値で示す。しかし、トラクタ購入後のインフレーションによる物価上昇や、オイルショックの年を経ていることもあって、部品代等に影響していると考えられる。当牧場の積算使用時間は、トラクタ作業の運転日報に基づき、時計時間を採用している。

2. 経済的使用時間

ここでは、引用文献¹¹⁾に従って説明する。Fig. 3において、任意の使用時間 x までに要した経費は、購入価格 P と累積修理費 $R(x)$ の和であり、単位時間当たり経費 C は次式で求められる。

$$C = \frac{P + R(x)}{x}$$

原点 O から曲線 $R(x)$ へ切線を引き、この勾配の最小値(切線 OQ)を求め、この場合の x 値を経済的使用時間(X)と称している。 X を年平均使用時間で除した値を経済的使用年数と呼ぶことにする。

一般に、修理費曲線は $R(x)$ で示すと、(1)式の

ようになる。

$$R(x) = mx^n \cdot P \quad (1)$$

X 時間までの累積修理費 $R(X)$ の購入価格 P に対する修理費率を f とすれば、

$$R(X) = f \cdot P \quad (2)$$

切線 OQ の勾配は、 $R(x)$ を微分して使用時間 (x) を代入すれば求められる。引用文献に従って整理すると、

$$R(x) = f \cdot \left(\frac{x}{X}\right)^{1+\frac{1}{n}} \cdot P \quad (3)$$

となる。ここで $x = X$ では $R(X) = f \cdot P$ となる。すなわち、 $x = X$ となった場合であり、その点における切線は $f \cdot P$ となる。(1)式を次のように置き換えて見ると、

$$R(x) = m \left(\frac{x}{H}\right)^n \cdot P \quad (4)$$

となる。ここで、 m : 修理費係数、 n : 指数、 H : 耐用時間と称する。

3. 調査機種と諸条件

Table 1 に示す機種はすべて 2 輪駆動トラクタであり、出力は 27~55kW (36~73.5PS) クラスのもので、16 台について調査した。使用時間の長いものでは、1959 年購入の 10,359 時間 (12 年) や 1965 年購入の 11,755 時間 (18 年) があり、参考までに、1952 年購入の 30kW (40PS) で 15,311 時間 (18 年) を加えて検討した。年平均使用時間は 373~863 時間であったが、600 時間以上のものが 8 台含まれていた。同一車種の中には、同一年次に購入したものも含まれている。当牧場の資料によれば、トラクタの経過年数後において、物品の程度を良好な方から A, B, C に級別してあり、A 級には、10~14 年もので 9 台、B 級には 14, 15 年もので 3 台、C 級には 16~18 年もので 3 台となっている。ここで A 級とは、まだ十分に使用に耐えるクラスであり、10~14 年ものでも現役に値していると評価していることは興味深い。

Table 1. List of farm tractors

Make	Types kW	Year	Price P thousand Yens	Age N yr	Repair rate R/P %	Annual Repair rate R/NP %	Accumulated life, hours	Mean hours per year
MF	55-1	1970	2,300	13	132.7	9.8	8,047	619
	-2	70	2,300	13	152.6	11.7	7,388	568
MF	44-A	1965	1,542	18	190.4	10.5	11,755	653
	-B	68	1,652	15	160.8	11.1	9,727	648
	-1	69	1,655	14	161.5	11.5	8,986	642
	-2	69	1,655	14	128.2	9.2	8,801	629
	-3	69	1,655	14	137.6	9.8	8,421	602
MF	27	1959	950	12	119.2	10.0	10,359	863
	34-1	67	1,480	16	99.9	6.2	9,104	569
	-2	70	1,575	13	118.2	9.1	5,732	441
IH	30	1952	1,510	18	64.0	3.6	15,311	765
	32	66	1,389	17	132.4	7.8	9,222	542
	51HS	73	2,239	10	54.1	5.4	3,732	373
F	54	1972	2,010	11	61.1	5.6	5,423	493
	46	71	1,795	12	75.8	6.3	5,491	458
	34	71	1,535	12	59.3	4.9	4,652	388

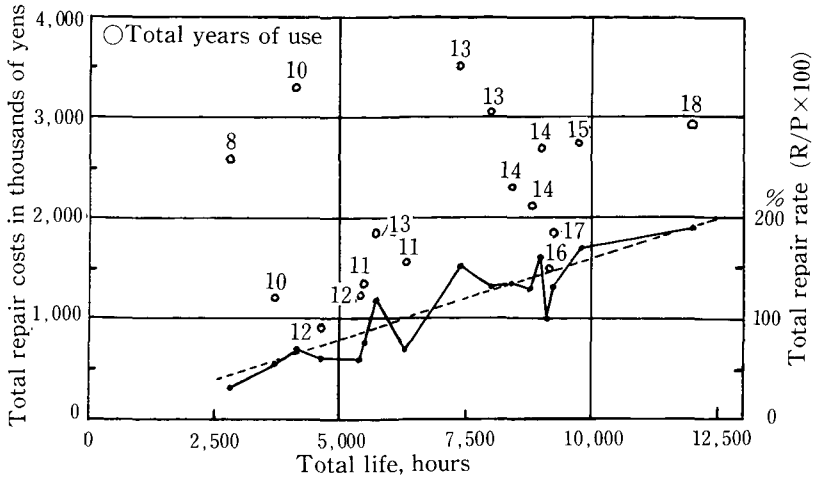


Fig. 1. Total repair rate and total life of use.

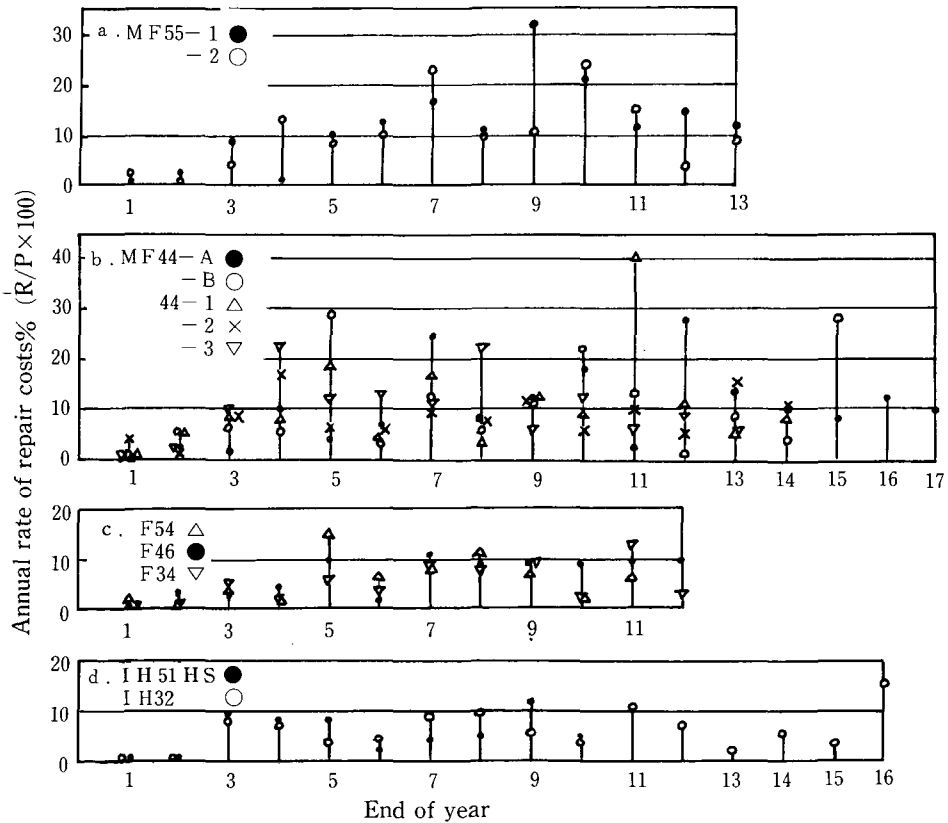


Fig. 2. Annual rate of repair costs.

結果と考察

1. 累積修理費と総修理費率

調査トラクタの最終年での累積修理費及び総修理費率を一括して示すと、Fig. 1 のようになる。○印の数字は、使用年数を示し、10～18年間に累積修理費は90～350万円に分布している。また、総修理費率は積算時間が2,800～12,000時間において30～190%となっている。全体の傾向としては、図中の点線で示してあるように、総修理費率は積算使用時間にほぼ比例して増えていることがわかる。すなわち、積算3,000時間で50%、6,000時間で100%、9,500時間で150%、12,500時間で200%の総修理費率となっている。すなわち、積算6,000時間で $R = 1P$ となり、12,500時間で $R = 2P$ となることを意味している。

2. 年間修理費率

毎年の修理費を購入価格で除した比率を経過年ごとに一括すると、Fig. 2 のようになる。aでは、購入5年から10%の修理費率となり、7年から15～20%となった。bでは、購入4年で10～15%となり、多いときには25～30%のものも出ている。cでは、購入4年までは5%以下、5年からは10%付近ではほぼ横ばいとなっている。dでは、購入3年から5～10%範囲となり、異常値はなかった。

3. 修理費係数並びに経済的使用時間

(1) MF社 55 kW (73.5 PS)

同一機種で同一年次に購入した2台のトラクタの累積修理費曲線を Fig. 3 に示し、(4)式によってこの曲線の回帰式の係数を求め、Table 2 のような結果が得られた。

ここで、 $x = 1$ 万時間とすれば、 (x/H) は1となるから、 $m = 2.7$ 及び 3.5 となる。(4)式によれば、 $R(x) = 2.7P$ 及び $3.5P$ となる。従って、1万時間の使用で、購入価格の3倍前後もの修理費となったのでは問題となるであろう。現実の使用時間が8,000時間程度なので、 $H = 8,000$ とすれば、 $m = 1.6$ 及び 1.9 となり、8,000時間を耐用時間とした方が現実的なものに近い。

この年代と似た頃に、十勝地域でのトラクタ更新の動機の中に、「修理費が30～50万円にもなったから」という報告¹³⁾があった。ここで1号車は購入後4年目に年修理費は30万円を越え、7年目と10年目には50万円を越えている。2号車は7年目に38万円、9年目には73万円となり、両機とも13年間に30万円を越えた年がそれぞれ4回もあった。経済的使用時間をそれぞれ5,900時間及び5,000時間と見れば、 $m = 0.86$ 及び 0.99 となり、およそ9～10年が経済的使用年数に相当している。

(2) MF社 44 kW (60.8 PS)

Fig. 4 には44 kWトラクタ5台の累積修理費を示した。44-Aは積算時間が11,755時間で、1万時間までは二次曲線的に累積修理費は増加するが、それ以降は伸びが縮小している。これは、新しく主力となるものが入ってくるので、このような高令機械は、比較的軽作業に従事しているものと思われる。1969年に3台を購入している。回帰式の係数を求めるとTable 3 のようになる。

$H = 1$ 万時間として、 $m = 1.22 \sim 2.24$ 、 $n = 1.55 \sim 2.14$ であり、 $X = 6,800 \sim 8,400$ 時間となった。経済的使用年数は11～14年であり、平均12年となった。年修理費が30万円を越える年はそれぞれ2回出現した。

(3) MF社 34 kW (45.5 PS)

Fig. 5 の中で、1970年購入のもの(MF 34-2)は累積修理費が高く、Table 4 では $H = 6,000$ 時間として算出してみた。このトラクタでは、20万円台の修理費が購入3年、5年、8年及び11年目に出現している。

(4) IH社 30及び32 kW (40及び43.5 PS)

Fig. 6 の中で、32 kWトラクタが9,222時間使用であり、Table 5 のように、 $X = 8,600$ 時間となった。経済的使用年は16年と見られている。1952年購入の30 kWトラクタは参考までに入れてみたが、使用18年、15,311時間、 $X = 9,800$ 時間となった。IH社の51 kWのHS付きのものでは、購入後10年とはならず、回帰式の係数は除外した。

(5) F社 54, 46及び34 kW (72, 62及び46 PS)

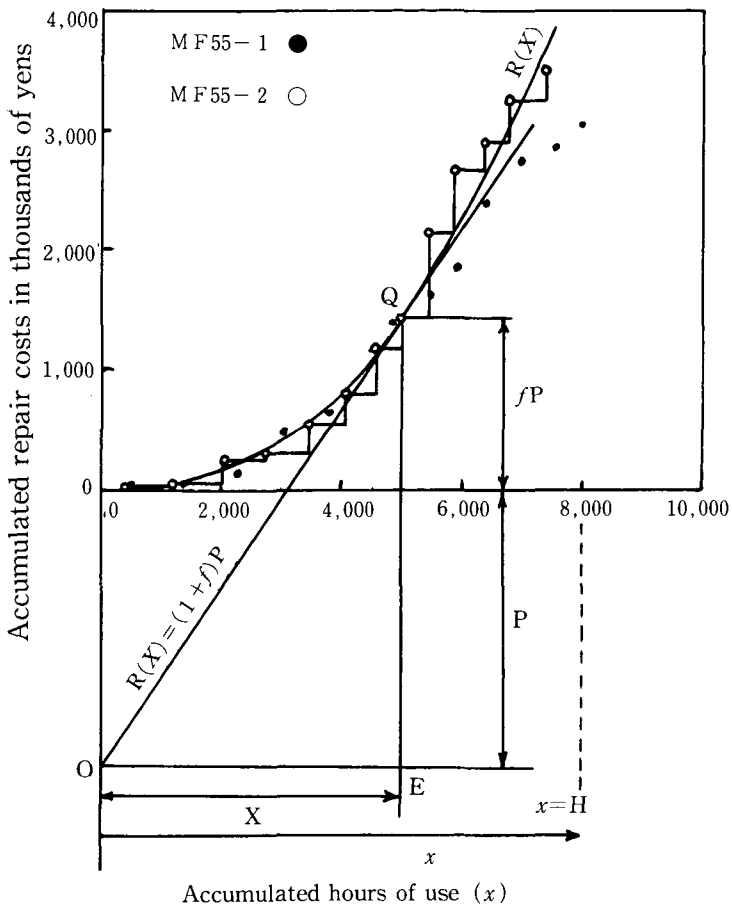


Fig. 3. Repair cost patterns of MF 55kw tractors.
 P: Purchase price
 R: Repair cost $R(X) = (1 + f)P$
 X: Economic life, hours
 H: Wear- out life, hours

Table 2. Coefficient of repair cost and economic life of MF 55 kw tractors

Year	Types kW	Wear-out life, hours H	Coeff. of repair cost m	exporment n	Economic life, hours X	Mean hours per year
1970	55-1	8,000	1.576	2.383	5,900	619
		(10,000)	(2.737)	(2.394)		
	55-2	8,000	1.916	2.354	5,000	568
		(10,000)	(3.523)	(2.445)		

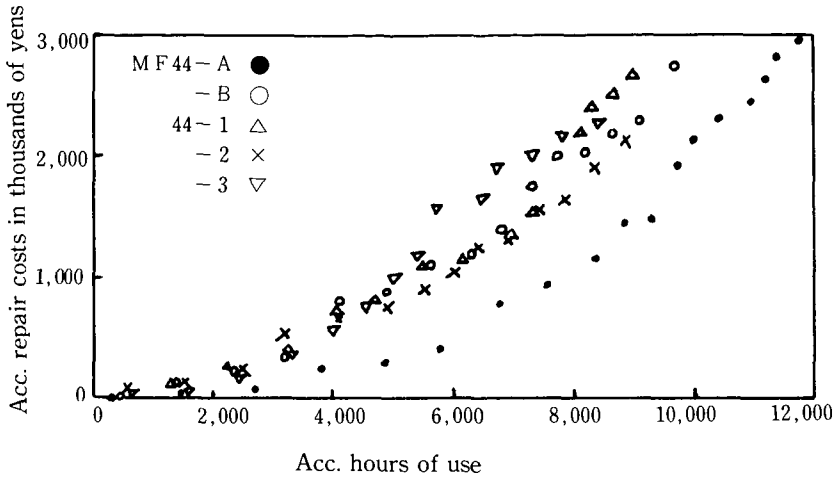


Fig. 4. Repair cost patterns of MF 44kw tractors.

Table 3. Coefficient of repair cost and economic life of MF 44 kw tractors

Year	Types kW	Wear-out life, hours H	Coeff. of repair cost m	exponent n	Economic life, hours X	Mean hours per year
1965	44-A	10,000	1.215	2.136	8,300	653
68	-B	10,000	1.660	1.627	6,800	648
69	-1	10,000	1.786	1.690	7,000	642
	-2	10,000	1.516	1.551	8,000	629
	-3	10,000	2.239	2.076	8,400	602

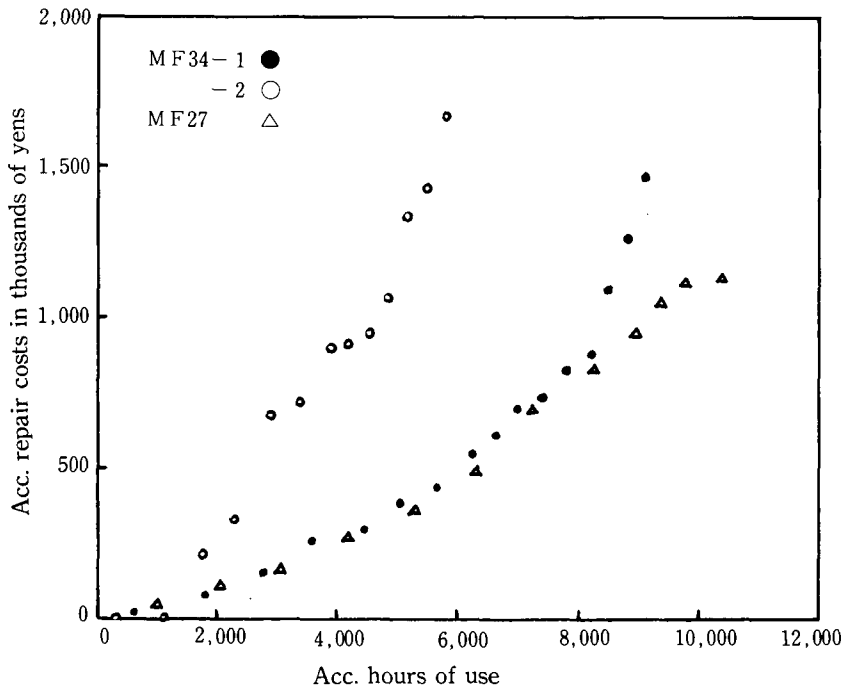


Fig. 5. Repair cost patterns of MF 34kw tractors.

Table 4. Coefficient of repair cost and economic life of MF 34 kW tractors

Year	Types kW	Wear-out life, hours H	Coeff. of repair cost m	expornent n	Economic life, hours X	Mean hours per year
1967	34-1	10,000	0.937	1.738	8,000	569
70	-2	6,000	1.070	1.620	5,500	441
59	27	10,000	1.056	1.361	9,000	797

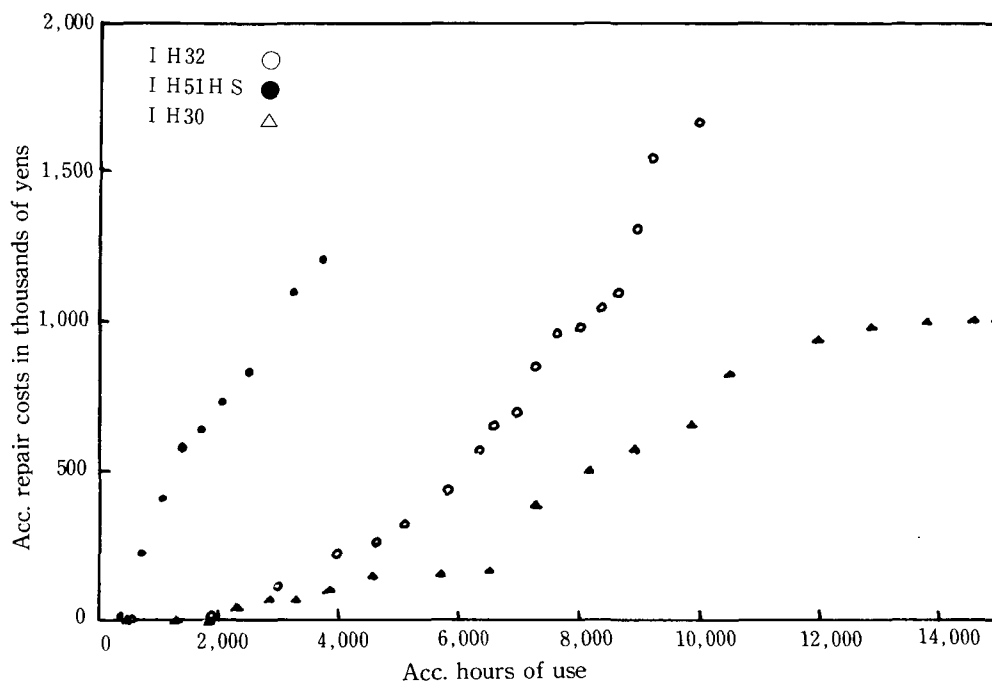


Fig. 6. Repair cost patterns of IH tractors.

Table 5. Coefficient of repair cost and economic life of IH tractors

Year	Types kW	Wear-out life, hours H	Coeff. of repair cost m	expornent n	Economic life, hours X	Mean hours per year
1966	32	10,000	1.199	2.170	8,600	542
52	30	10,000	0.471	2.001	9,800	765

Table 6. Coefficient of repair cost and economic life of F tractors

Year	Types kW	Wear-out life, hours H	Coeff. of repair cost m	expornent n	Economic life, hours X	Mean hours per year
1972	54	6,000 (10,000)	0.938 (2.432)	1.864 (1.864)	(5,400)	493
71	46	6,000 (10,000)	0.932 (2.373)	1.932 (1.873)	5,500	458
71	34	6,000 (10,000)	1.145 (3.201)	2.079 (2.044)	4,700	388

Fig. 7にF社3機種種の累積修理費を示した。どれも、年使用390~500時間なので、Table 6のように、 $H=6,000$ 時間とした方が、 $m=0.93\sim 1.14$ となり、現実に近い数値となっている。年平均修理費は15~18万円が大部分であり、購入5年目で29万円の例も出現している。

4. 道貸トラクタ及びASAEデータとの対比

(1)道貸トラクタの修理費係数

高井らの報告⁴⁾によれば、Table 7のような結果となっている。すなわち、 $m=0.9$ または1.0であり、 $n=1.4$ としている。

(2)ASAE(アメリカ農業工業会)データD 230.3

回帰式の表現方法が若干異なるので、本研究の方式に変換してみると、Table 8のようになった。 $H=12,000$ 時間として、 $m=1.2$ 及び1.88、 $n=1.5$ 及び2.05となった。後者において、 $H=8,500$ 時間とすれば、 $m=0.93$ 、 $n=2.075$ に相当している。

(3)JD社テキストFMO

同表のFMOに示したように、 $H=1$ 万時間では、 $m=0.9$ 、 $n=1.6$ となり、 $H=12,000$ 時間とすれば、 $m=1.2$ 、 $n=1.83$ となる。

以上の資料によれば、 $H=1$ 万時間または12,000時間として、 $m=0.9\sim 1.2$ を基準にしているが、 m が2以上となるようでは、そのトラクタの耐用時間としての限界値になっていると判定され

る。

次に本研究での調査トラクタの中で、使用時間が1万時間近くであれば、上述の考え方は適用できる。Table 2のトラクタで、 $X=5,000$ 及び5,900時間であるから、 $H=6,000$ 時間とすれば、 $m=0.863$ 及び0.985となり、現実の数値と見なされる。Table 4の34 kW 2号機は、年使用時間が441時間で、 $H=6,000$ 時間とすれば、 $m=1.07$ となり、 $X=5,500$ 時間となった。同様に、Table 6のトラクタは $X=4,700\sim 5,500$ 時間となったから、 $H=6,000$ 時間としてさしつかえないものと判断される。この3台とも年使用時間が388~493時間なので、経済的使用年は11~12年に相当して

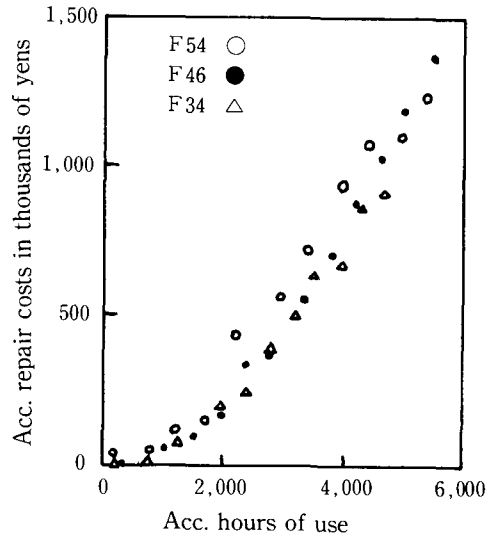


Fig. 7. Repair cost patterns of F tractors.

Table 7. Coefficient of repair cost of the Hokkaido government leased tractors

Mean hours per year	H	m	n
300-600	10,000	1.00	1.40
600-900	10,000	0.90	1.40

Table 8. Coefficient of repair cost by the ASAE Data and FMO

Research data	H	m	n	X
Earlier Nationwide	12,000	1.20	1.5	ASAE Data
	(12,000)	(2.20)	(1.45)	(18,000) estimated
1970 Midwest	12,000	1.88	2.05	ASAE Data
	(8,500)	(0.93)	(2.075)	(8,500) estimated
FMO, JD Co.	10,000	0.9	1.6	FMO
	(12,000)	(1.2)	(1.83)	(12,000) estimated

いる。特に1970年代以降のものには、この程度の考え方を当てはめた方がより一層現実的と思われる。

摘 要

2輪駆動トラクタ16台について、累積修理費曲線から経済的使用時間、修理費係数及び指数を算出した。これらの研究結果と先進的資料とを対比することによって、指数曲線の係数と指数を検討した。結果を要約すると次の通りである。

1. トラクタの総修理費率は、積算使用時間 t が2,800~12,000時間に対して、購入価格の30~190%となり、積算時間にはほぼ比例して増えている。
2. 年間修理費率は、購入3年までは購入価格の5%以下であるが、5年からは10%付近となり、7年からは15~20%という例があった。年使用時間が390~490時間であると、ほぼ5~10%の範囲となった。
3. 耐用時間 $H=10,000$ 時間では、修理費係数 $m=0.9\sim 1.8$ (最大2.2)を示し、指数 $n=1.5\sim 2.1$ となった。経済的使用時間 $X=7,000\sim 9,000$ 時間であった。 $H=8,000$ 時間では、 $m=1.6\sim 1.9$, $n=2.4$, $X=5,000\sim 6,000$ 時間となった。 $H=6,000$ 時間では $m=0.9\sim 1.1$, $n=1.8\sim 2.1$, $X=4,700\sim 5,500$ 時間となった。年平均的使用400~500時間であれば、この値が適用することになる。

謝 辞

この研究に際しては、資料を提供された農林水産省十勝種畜牧場飼料課に対して、心から謝意を表明する。

引 用 文 献

1. ASAE : Agricultural machinery management data, Agricultural Engineers Yearbook : 322-329. ASAE, Mich. 1976
2. Culpin, C. : Profitable Farm Mechanization : 19-49. Crosby Lockwood & Son Ltd, London 1968
3. Deere & Co. : Machinery Management : 84-92. Fundamentals Machine Operation. Moline, Ill., 1975
4. 北海道農業開発機械化研究会 : 大型機械の修理に関する調査報告書 : 15-81. 1975
5. 北海道農業機械協会 : 農業機械導入計画策定の手引き : 33-47. 1985
6. Hunt, D. : Farm Power and Machinery Management : 61-74. 8th ed the Iowa State University Press, Ames, Iowa, 1983
7. Jacobs, C. O. and Harrel, W. R. : Agricultural Power and Machinery : 423-438. McGraw-Hill, New York, 1983
8. 鍋木豪夫 : トラクタ農業 : 212-237. 地球出版, 1971
9. Kepner, R. A. et al: Principles of Farm Machinery, 32-36. 3rd ed AVI, Westport, Conn., 1978
10. Puzey, G. A. et al : Principles of Farm Machinery, Cost Patterns., *Agr. Eng.* **49** :139-141. Mar., 1968
11. 竹田策三 : 建設機械 : 145-148. 森北出版, 1978
12. Tenma, T. et al: Study on the Tractor Replacement, *Res. Bull. of Obihiro Univ.* **5** (2) : 1-24. 1967
13. 十勝農業協同組合連合会 : 十勝地域におけるトラクター・作業機の修理, 更新対策の指針 : 49-60. 1978

Study on the Economic Life and the Repair Cost of Farm Tractors

Satoru NAMBU

(Laboratory of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan)

Summary

This study aims to determine an economic life and the coefficient of repair cost of the two-wheel-drive sixteen tractors are based on the accumulated repair cost curves.

1. Total repair rate varies proportionally as the total life of individual tractor use.
2. Annual repair rate is less than 5% of purchase price before the use of 5 years, and 10% of it after the use of 5 years, 15 to 20% of after the use of 7 years respectively. In the case of an annual use of 390 to 490 hours, the mean repair rate is 5 to 10% per year.
3. At the wear-out life H is 10,000 hours, coefficient of repair rate m is 0.9 to 1.8 (max 2.2), exponent n is 1.5 to 2.1 and economic life X is 7,000 to 9,000 hours. When H is 8,000 hours, m is 1.6 to 1.9, n is 2.4 and X is 5,000 to 6,000 hours. When H is 6,000 hours, m is 0.9 to 1.1, n is 1.8 to 2.1 and X is 4,700 to 5,500 hours. In the last case of H is 6,000 hours, it is adapt to the annual use of 400 to 500 hours.