



Title	農業機械化の発展過程とその分析：北海道大学農学部附属農場における35年 第2報 作業性能と燃料消費量
Author(s)	佐藤, 浩幸; Satoh, Hiroyuki; 河合, 孝雄 他
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 28, 55-65
Issue Date	1993-03-25
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/13419">https://hdl.handle.net/2115/13419</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	28_p55-65.pdf



# 農業機械化の発展過程とその分析

## ——北海道大学農学部附属農場における35年——

### 第2報 作業性能と燃料消費量

佐藤 浩幸・河合 孝雄・中野 英樹・橋本 哲也・青木 宏\*

杉山 修一・中嶋 博

(北海道大学農学部附属農場作業管理部)

高井宗宏

(北海道大学農学部附属農場農機具部)

(1992年12月15日受理)

#### 35年間のトラクタ稼働概要

作業記録を取り始めた1957年から91年までの作業実績をTable 1に、Table 2に示すように区分した機械化作業ごとの稼働時間・燃料消費量・延べ稼働面積の推移をFig. 1に示した。

表中の算出稼働日数とは、ある作業を1日3時間以上行った日を1日、3時間未満を、0.5日として集計した日数である。稼働時間は、正味の稼働時間(小故障、小休止等を含む)で、作業機の交換、圃場間の大移動等に要する時間を除いた時計時間である。燃料消費量は、65年まではタンクに物差しを挿入して液面高さを読み取る方法、66年からは、各トラクタに取り付けた燃費計(㈱バンザイ製フューエルペット)の値である<sup>1,2)</sup>。

年間稼働時間は、65年に1200時間を越えてから、特異年を除いてほぼ1200～1400時間の間で推移してきている。67年はプラウ耕が多かったこと、70年から72年には牛舎が移転し施設の不備があって堆肥運搬が多くなったことから、稼働時間が増加して特異年となった。また90年からの増加はトラクタ台数が増えたことに起因している。

平均年間稼働面積は395 haとなり、実面積の約6.6倍を毎年作業してきたことになる。

#### 1 作業区分別作業実績の推移

Fig. 1の稼働時間を見ると、耕起・砕土・整地(Tillage)は、70年頃まで大きな変動を示した後になめらかな漸増傾向を示し、70年の317.3時間から90年の449.0時間へと増加している。また、耕起・砕土・整地の稼働面積は全体の10%程度を占めるに過ぎないが、燃料消費量が50%近い。

堆肥散布・施肥・播種(Planting)は、75年前後まで増減したが、その後は横ばいで推移している。これは、マニュアルスプレッドが2台体制となる74年以前は秋の天候不順等で堆肥を完全散布ができない年があったためである。

飼料作物収穫(Forage harvest)は、60年代の後半には約520時間を費やしていたが、70年代に漸減し、これ以降は約340時間となって横ばいで推移している。また、作業時間と燃料消費量は共に全体の30%内外であるのに対して、稼働面積では全体の約50%を占めている。

管理作業(Cultivation)は、65年に急増しその後横ばいで推移している。65年以前は、トラクタ台数が少なく、作業時期も牧草収穫期と重なるため、トラクタを管理作業に割当てられなかったためである。

収穫・後処理(Food harvest)は、増減が少なく推移している。

運搬・その他(Others)は、70～72年頃堆肥運搬により多くなり、90年より小型トラクタによる運搬がカウントされるようになったため増加して

\* 1992年3月31日定年退職

Table 1. Summarized annual use data of tractor operation.

Year	Work days		Hours	Total	Diesel fuel	Gasoline <sup>3)</sup>
	Calc. <sup>1)</sup>		of use	area	consumption	consumption
			(h)	(a)	(ℓ)	(ℓ)
1957	*	121.5	*	*	1,792.0	0.0
1958	*	156.0	*	*	2,622.0	0.0
1959	*	132.5	*	*	1,906.0	0.0
1960	*	108.5	*	*	1,862.0	0.0
1961	318	244.0	*	29,360.0	1,390.4	2,544.7
1962	375	246.0	842.26	35,970.0	1,647.9	2,063.1
1963	337	214.5	820.47	32,464.0	1,847.1	2,241.7
1964	288	200.0	831.27	29,336.0	1,619.9	2,443.0
1965	440	317.0	1,237.83	48,512.0	3,325.0	1,751.0
1966	518	337.5	1,221.65	41,049.0	3,642.5	2,184.5
1967	556	413.0	1,672.01	54,263.0	4,846.1	1,042.9
1968	410	287.0	1,204.39	44,680.0	3,698.0	1,270.5
1969	554	363.5	1,342.81	49,097.4	3,795.1	1,853.4
1970	613	415.0	1,671.92	44,915.0	3,954.5	2,369.0
1971	737	428.5	1,741.76	35,400.0	4,417.3	275.0
1972	747	438.5	1,639.33	35,291.0	4,442.0	241.0
1973	639	343.0	1,392.33	34,256.0	4,814.0	0.0
1974	611	363.5	1,487.33	38,999.0	4,974.7	0.0
1975	610	343.0	1,406.00	35,760.0	4,718.4	0.0
1976	563	319.0	1,295.00	32,232.0	4,320.6	0.0
1977	597	308.0	1,252.00	38,926.0	4,747.4	0.0
1978	427	242.5	983.00	30,841.0	4,062.9	0.0
1979	470	305.5	1,235.50	35,150.0	4,242.3	0.0
1980	471	284.0	1,159.50	30,737.4	4,306.0	0.0
1981	523	317.0	1,284.50	31,530.0	4,450.9	0.0
1982	526	325.0	1,319.50	39,638.6	4,840.7	0.0
1983	491	335.0	1,245.50	32,670.5	4,633.0	0.0
1984	534	364.5	1,352.00	44,591.0	5,358.4	0.0
1985	499	339.5	1,261.50	48,612.6	6,117.6	0.0
1986	517	359.5	1,336.50	39,727.2	6,200.4	0.0
1987	515	358.5	1,319.00	47,572.2	5,799.4	0.0
1988	503	357.5	1,355.00	45,745.2	6,045.6	0.0
1989	581	385.0	1,369.50	38,321.4	6,359.7	0.0
1990	635	417.0	1,485.50	57,861.7	6,795.5	0.0
1991	728	471.5	1,533.00	41,554.2	6,879.6	0.0
Average	527	313.2	1,309.90	39,518.2	4,185.0	1,690.0

1) Under 3 hours : 0.5 day 2) Decimal notation

3) Only NF tractor uses gasoline. \* No data.

いる。

作業区分別稼働時間の推移を概略したが、この中でさらに特筆すべき点として次のことがあげられる。

#### 1) 耕耘・碎土・整地時間の増大

70年頃まで稼働時間の増減が激しいのは、基盤整備前、秋耕が完全に行われない年があったため

である。70年以降、漸増傾向は、碎土・整地作業がデスクハロー主体からロータリ主体に変化したことによる。ロータリ耕は、デスクハローに比べ碎土効果は良好であるが、作業能率が大きく劣る。初期の頃は、とくに細かい碎土の要求されるテンサイ、蔬菜圃場で使用されていただけであった。トラクタ台数の増加にともない春季のトラクタの

**Table 2.** Classification of works in experiment farms of Hokkaido university.

Classification of works	Implements	Classification of works	Implements
<b>Tillage</b> (耕起・碎土・整地)	Bottom plow	<b>Forage crop harvest</b> (飼料作物収穫)	Hay mower
	Chisel plow		Mower conditioner
	Subsoiler		Hay conditioner
	Disk harrow		Hay tedder
	Rotary		Hay rake
	Tooth harrow		Mower & rake
	Mole drainer		Hay baler
Fertilization and <b>planting</b> (堆肥散布・施肥・播種)	Upper rotary	<b>Food crop harvest</b> including post-harvest treatment (収穫・後処理)	Forage harvester
	Manure spreader		High dump trailer
	Vacuum car		Forage blower
	Land roller		Forage wagon
	Grain drill		Beet plow
	Corn planter		Beet harvester
	Corn planter & drill		Potato digger
	Bean planter		Potato harvester
	Beet planter		Binder
	Potato planter		Combine
Seeder & packer	Combine, auto thresher		
<b>Cultivation and crop protection</b> (管理作業)	Broadcaster	Transport and the <b>others</b> (運搬・その他)	Corn picker
	Lime sower		Straw chopper
	Weeder		Trailer
	Cultivator		Grain conveyer
	Rolling cultivator		Transferring implements
	Rotary cultivator		Pulling roots of trees
	Ridger		Traction
	Boom sprayer		Front-end loader
	Rotary mower		Scraper blade
	Speed sprayer		Driving lessons
	Experiment		
	Clearing snow		
	The others		

\* The words of Gothic letter are used as symbols of classification of implements in Fig. 1.

運用に余裕ができ、徐々に対象作物・作業面積が増加してきている。これにともないロータリの台数も充実され現在では、大小合わせて6台になっている。

2) 飼料作物収穫時間の減少

機械化当初、トラクタ台数の不足、作業機の使用不慣れによる故障、作業体系の試行錯誤等があったものの65年頃一応機械化体系が確立した。60年代後半にヘイベラの動力伝達部・結束機構の故障の多発などのため稼働時間は増加した。

しかし、70年代には、漸減した。これは第一に、73年に積載容量の小さいフォーレンジワゴン(以

下、FWと表示)3台に代わり容量の大きいフロアコンベア付きFW2台を導入しFWの稼働時間が大幅に減少したこと、第二に、75、77年にフォーレンジハーベスタ、ヘイベラがそれぞれ更新されたこと、第三に、79年に飼料用トウモロコシの作付面積が半減され、牧草がグラスサイレージ主体の収穫体系に移行したことなどによる。

2 燃料消費量の推移

(1) 年間燃料消費量の推移

年間燃料消費量と燃料購入費の推移を Fig. 2 に示した。参考のため Table 3 に燃料単価の推移

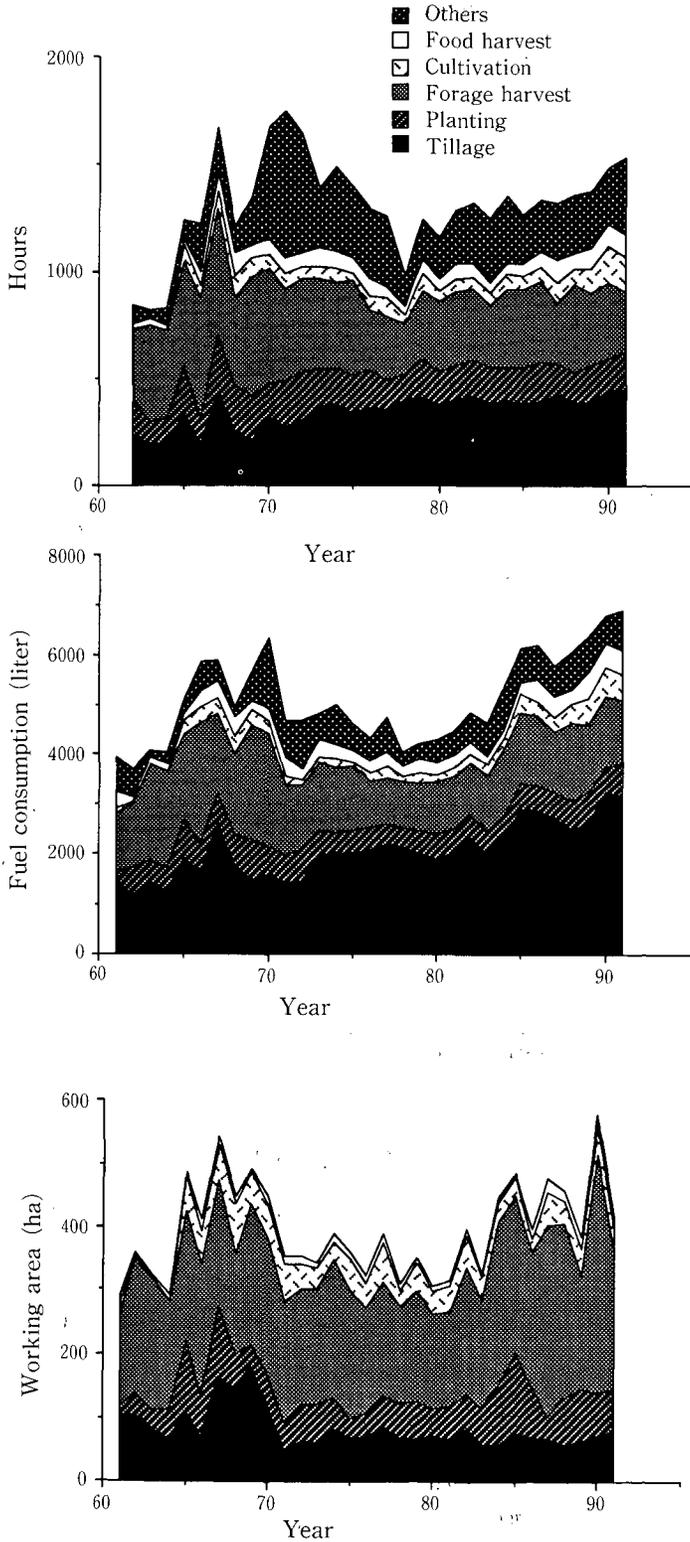


Fig. 1. Annual operating hours, fuel consumption and working area classified by operation (See Table 1).

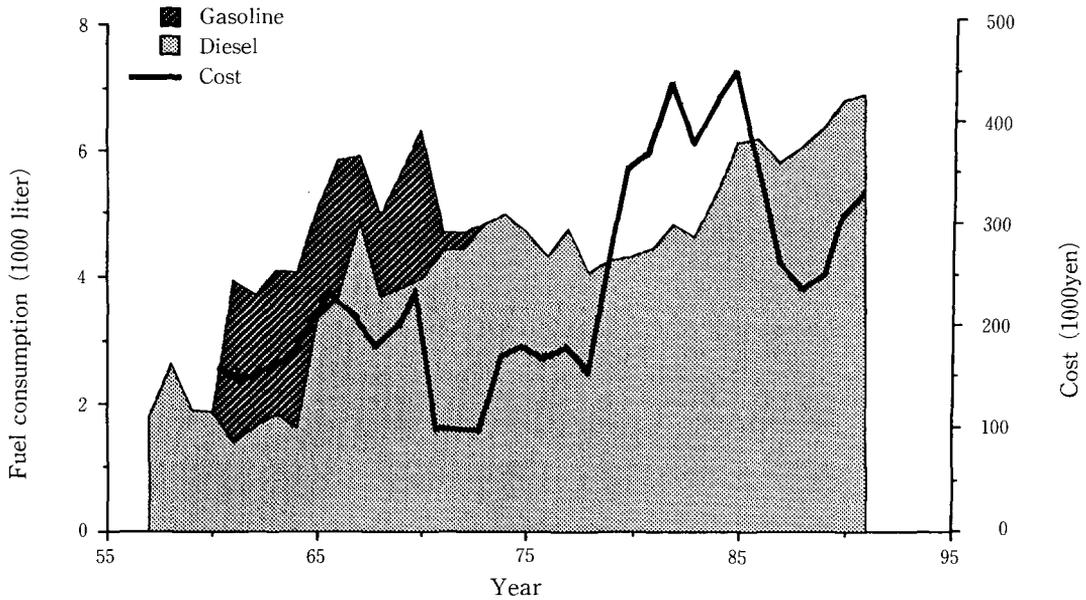


Fig. 2. Annual fuel consumption and its cost.

を示した。65年までの消費量増加はトラクタ台数の増加、ひいては作業量の増加によるものである。

71年に消費量、購入費とも激減しているが、ガソリン使用ニューフォードトラクタの使用が減ったことと、この年より免税軽油を使用したことによる。

82年以降、消費量が漸増傾向にあるが、この要因としては、大型トラクタへの更新が進んだこと、トラクタ台数の増加、ロータリ耕時間の増加などが考えられる。しかし、稼働時間と燃料消費量は、80年を100とすると90年それぞれ128、157となり、大型化による時間当り燃費の悪化が大きく関係していることがわかる。なお、以後トラクタ名については第1報<sup>3)</sup>Table 1のカッコ内の略称を使用する。

(2) 時間当り燃料消費量の推移

Fig. 3に作業区分別時間当り燃料消費量、Table 4に主要作業機の時間当り燃料消費量（全ディーゼルトラクタの10年毎の平均とNF）を示した。

Fig. 3からディーゼルトラクタでは、耕起・碎土・整地と飼料作物収穫以外の各区分で年代を追う毎に増加している。また、最近10年間では、全

Table 3. Price of fuel. (yen/ℓ)

Year	Diesel fuel	Gasoline
1961	30.2	43.2
1962	30.0	43.0
1963	30.0	43.0
1964	32.5	45.6
1965	34.0	47.5
1966	35.0	48.5
1967	34.0	47.5
1968	32.0	45.5
1969	31.0	43.5
1970	32.5	47.5
-----		
1971	19.4	51.0
1972	20.0	51.5
1973	20.0	
1974	34.0	
1975	38.0	
1976	38.0	
1977	38.0	
1978	37.0	
1979	55.1	
1980	82.1	
-----		
1981	82.7	
1982	90.6	
1983	80.7	
1984	78.2	
1985	73.7	
1986	53.6	
1987	44.0	
1988	38.5	
1989	38.8	
1990	45.2	
1991	48.1	

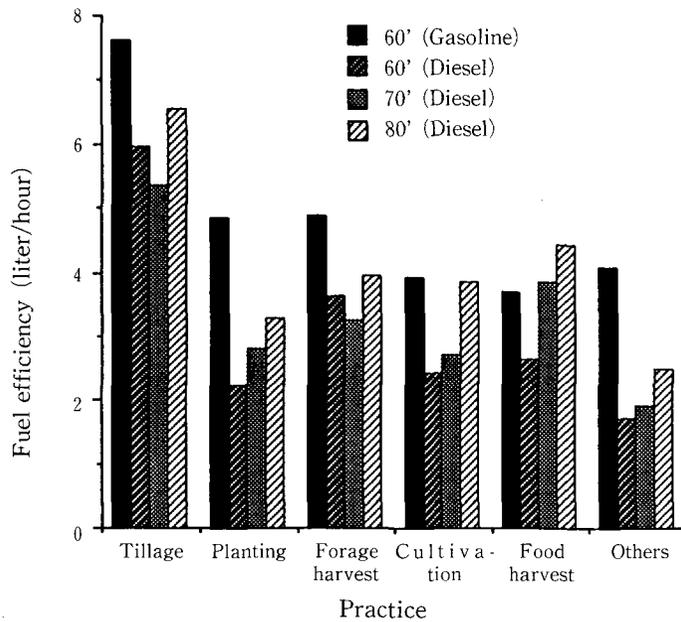


Fig. 3. Fuel consumption classified by operation (See Table 1).

Table 4. Fuel consumption per hour in each of the implements.  
(Average of every a decade)

Implements	<unit : liter >			
	1962-1972 (G)	1962-1971 (D)	1972-1981 (D)	1982-1991 (D)
Manure spreader	4.4	2.2	3.4	5.8
Bottom plow	7.7	5.2	5.1	7.1
Disk harrow	7.5	6.5	6.2	10.0
Rotary	10.3	6.7	5.1	5.7
Grain drill	8.0	2.6	2.3	2.2
Corn planter	5.9	1.5	2.1	1.8
Beet planter	6.7	2.1	1.6	1.2
Potato planter	5.9	2.3	2.2	1.8
Seeder & packer	5.6	0.6	2.8	2.2
Broadcaster	0.0	0.0	1.9	2.1
Lime sower	4.8	2.4	2.9	1.9
Hay mower	4.6	3.2	2.9	3.1
Hay tedder	8.1	2.5	2.6	2.5
Hay rake	5.3	2.4	2.6	2.6
Hay baler	5.9	3.8	3.4	6.2
Forage harvester	5.1	5.9	5.8	9.8
Forage wagon	4.2	1.9	2.0	1.7
Cultivator	5.9	1.7	2.9	2.4
Rotary cultivator	0.0	0.0	4.0	6.0
Beet harvester	0.0	2.5	3.2	3.8
Patato digger	8.7	0.7	2.5	1.9
Common type combine	0.0	3.7	5.7	7.0
Corn picker	0.0	3.3	3.8	4.7
Trailer	5.2	1.2	1.7	2.0
Front-end loader	0.0	2.1	2.3	3.4

(G) Gasoline (D) Diesel fuel

区分で増加している。これは、トラクタの大型化が原因として上げられる。

しかし、耕起・碎土・整地と飼料作物収穫の区分では、いずれも1972年から81年の10年間の方が前の62年から71年の10年間よりも消費量が少なくなっている。Table 4から内訳を見ると、ロータリ、デスクハロー、ヘイモア、ヘイベアがこの低下の原因と考えられる。ロータリではまず、作業機の違いが関係していると思われる。初期のロータリは多くの動力を要するL型刃を装備したハードロータベータであったが、その後刃の国産ロータリが導入されたため、燃料消費が効率化された。ついで、初期にこれらの作業の多くを分担していたトラクタのJDの時間当り消費量が多いことがあげられる。67年当時に保有していたトラクタのエンジン性能試験結果<sup>2,4)</sup>でフォード系のトラクタがほとんど約200g/PSHの燃料消費率を示しているのに、ジョンディア系のものが約250g/PSHとなっている。

### 35年間の耕起作業の変遷

#### 1 耕起作業の稼働時間と燃料消費量の推移

Fig. 4に耕起作業（プラウ・チゼルプラウ）の稼働時間と燃料消費量（ガソリン+軽油）の年推

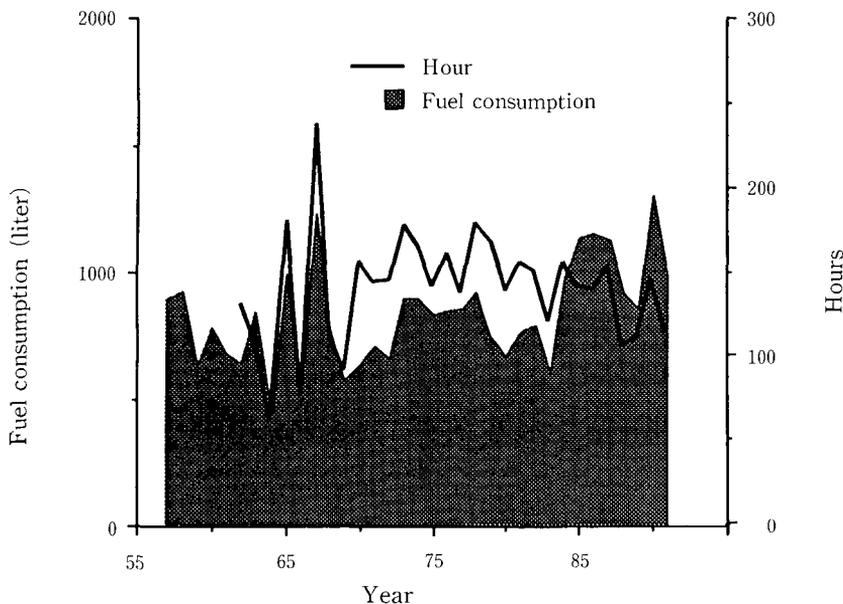


Fig. 4. Annual plowing hours and fuel consumption.

移を示した。年平均約140時間稼働し平均約850リットル消費している。稼働時間が70年頃まで増減が激しいのは、前述の通り秋耕が完全に行われず翌春に持ち越された影響である。それ以降は、ほぼ全面積が秋耕されて変動が少なくなっている。

これまでのプラウ作業の実態としては、圃場が粘質土壌<sup>5,6,7)</sup>であるため初期の2駆トラクタでは、土壌の堅いところや湿潤な場所、残渣物の多い圃場などでは度々タイヤがスリップし、作業するのに大変な苦勞をした。82年のM5の導入に始まる大型四駆化は、このような条件でも耕深を均一にし深耕が可能となった。さらに80年代後半以降、F6またはM5との組合せで20"×2のリバースプルプラウが利用されるようになり一層の深耕化が図られるようになった。しかし、稼働時間の明らかな減少は、見られないのに、燃料消費量の増大のみが目だつ結果となっている。

#### 2 トラクタ別能率と燃料消費量の推移

Fig. 5にトラクタ馬力とプラウ耕平均能率の関係を示した。平均能率は、図左下の小型特殊トラクタ2台（R2, T4）を除き、どのトラクタも時間当り約20a前後を示している。とくに大型四駆

トラクタでも能率はあまり変わらず、むしろやや低い傾向にあることが分かる。

主要トラクタの年次毎のデータを基に稼働時間と燃料消費量・稼働面積について比較するため、年毎の稼働時間と稼働面積・燃料消費量の関係を Fig. 6 に示した。

稼働時間と面積の図では、F 6, NF・JD および F 5・FM・M 1 の 3 グループに大別できる。近年、プラウ耕の主体になっているのは F 6 と F 5 などのグループである。NF, JD, FM は 60 年代後半にプラウ耕の中心機種として活躍したものであり、まだ耕深が 20~25 cm 程度であった時の結果である。一方、近年は 30 cm 程度まで深耕化が図られているため、F 5, M 1 の能率が前者に比べやや落ちる傾向を示している。また F 6 は直線の傾斜が急で他と明らかに違う傾向を示しており、稼働時間が長くなれば能率が上がることを示している。しかしこれまで使用してきた稼働時間の範囲では、Fig. 5 のように他とあまり変わらない。

燃料消費量では、ディーゼルトラクタの消費量は JD を除き、出力が大きい程多くなる傾向を示

している。しかし JD は、M 1 とほぼ同じで二駆ディーゼルトラクタの中で一番多く消費する傾向にあり、また馬力が JD : 53 PS, M 1 : 75 PS と違うことから 1 PS・1 h 当り消費量も多いことがわかる。F 6 は、他に比べ群を抜いて多く倍以上消費する傾向を示している。ガソリントラクタである NF の消費量は、他の二駆トラクタと比べ際だって多く経済性の悪さがうかがえる。

大型四駆トラクタである F 6 は、能率、消費量とも他の二駆トラクタと異なる傾向を示した。この傾向は、サンプル数も少なく集計も年毎のため断定できないが次のようなことが推論される<sup>2,8,9)</sup>。

- 1) F 6 は、大型四駆であるため小回りが利かない。このため回行時間が多くとられ小面積・少稼働時間の場合能率がとくに悪くなる。
- 2) 燃料消費量が他の倍以上消費しているのは、回行時間が多く取られ燃費のロスが生じかつアイドリング燃費が悪いためである。
- 3) 能率が大型四駆化によって牽引力が増したにもかかわらず、實際上これまでのトラクタと比べ

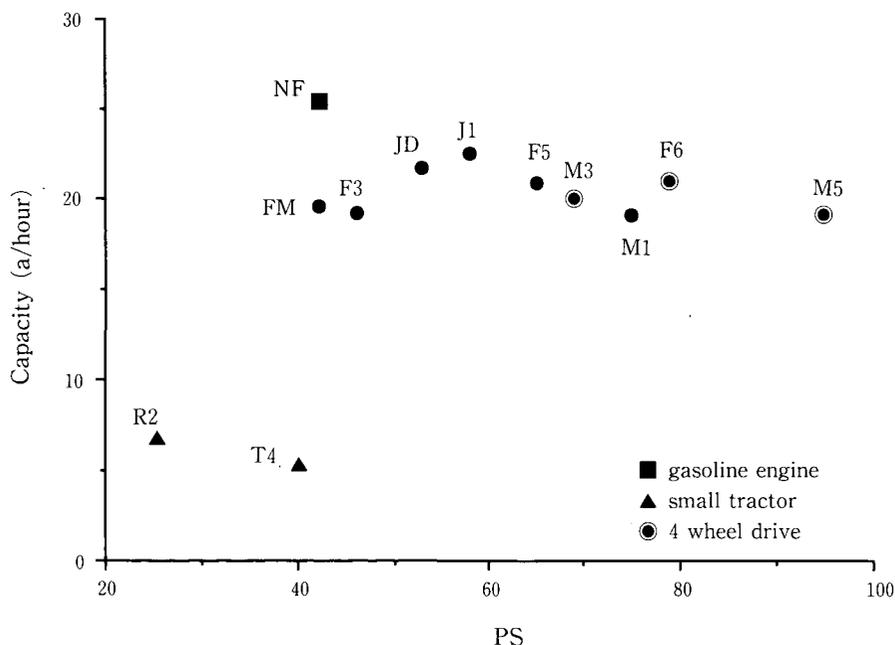


Fig. 5. Relationship between tractor horse power and output of plowing.

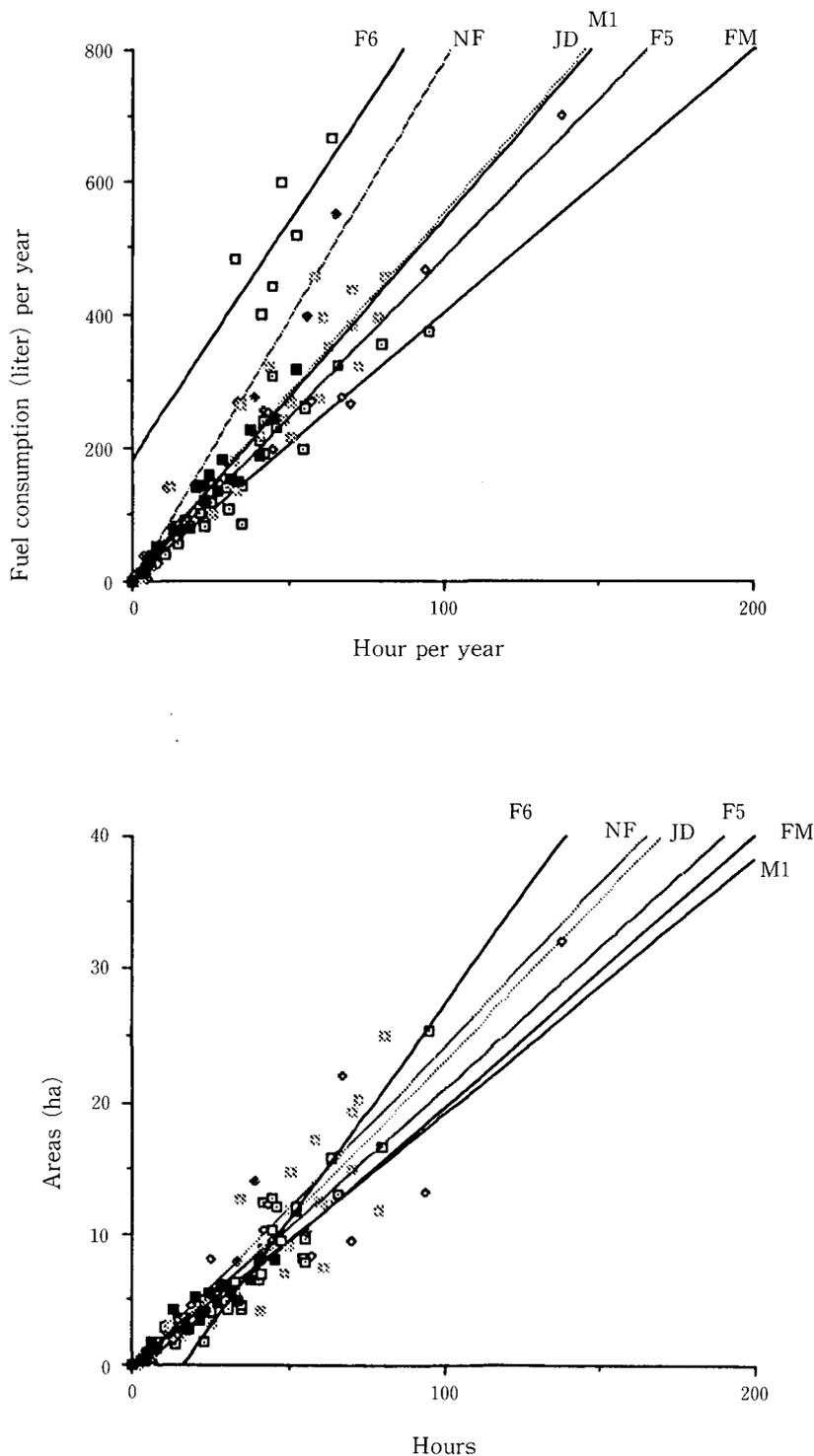


Fig. 6. Relationship between annual plowing hours and covered area or fuel consumption in each of the tractors.

向上していないのは、深耕化したためである。

このように F 6 に代表されるように最近導入された大型四駆トラクタは、時間当り消費量が多く年間消費量を増大させる一因となっている。このことは、経営的観点からも大きな課題となって来ると思われる。このため今後、大型四駆トラクタの作業特性をさらに分析しトラクタに対し適切な作業機の選定、プラウであれば適切な耕深等を探っていく、さらに圃場の大区画化等を図り、効率的な運用を図れるようにしていくことが急務である。

## 摘 要

トラクタ・作業機が充実していく過程での稼働時間、稼働面積、燃料消費量等について調べた。また、耕起作業についてトラクタ別作業能率等詳しく調べた。

### 1 35 年間のトラクタ稼働概要

(1) 1962 年から 91 年まで平均すると毎年 1309 時間、395 ha 作業してきた。トラクタ・作業機の充実にともないロータリ耕の稼働時間が増加した。飼料作物の収穫では作業機の更新、作付体系の変更が稼働時間の減少につながった。堆肥散布では、マニユアスプレッダ 2 台導入後、毎年の完全散布が可能となった。

(2) 大型トラクタの導入により時間当り燃料消費量が増加した。またトラクタ台数の増加にともない運用に余裕ができロータリの稼働時間が増えた。こうしたことが近年、年間消費量を増大させている要因である。

(3) ガソリン燃料トラクタは、時間当り燃料消費量も多くかつ燃料単価も割高で経済的でない。

(4) トラクタエンジン性能試験で燃料消費率の多いものは、実作業においても燃料消費量が多い。

### 2 35 年間の耕起作業の変遷

(1) 北大農場においては、トラクタが大型四輪駆動化しても作業能率の向上は見られない。トラクタの大型四駆化により牽引力は増したのに能率

が向上しないのは、深耕化によるものと考えられる。

(2) 大型四駆トラクタは、稼働時間が長くなれば時間当り能率が向上し、燃料消費量が少なくなる傾向にある。しかし、時間当り燃料消費量は二駆トラクタの倍以上で全体の消費量を増大させる要因となっている。今後、大型四駆トラクタの作業特性を調べ、作業区画の適正化を含めて効率的な作業を行う必要がある。

## 引用文献

- 岡村俊民・高崎康夫・宿田欣司・青木 宏：北大農場におけるトラクタ作業の実態。北海道大学農学部附属農場報告 12：13-24, 1964.
- 高井宗広・岡村俊民・高橋直秀・今野繁雄・磯江 清・青木 宏：北大農場におけるトラクタ作業の変遷と現状について。北海道大学農学部附属農場報告 17：1-22, 1969.
- 河合孝雄・佐藤浩幸・中野英樹・橋本哲也・青木 宏・杉山修一・中嶋 博・高井宗広：農業機械化の発展過程とその分析—北海道大学農学部附属農場における 35 年—第 1 報作業体系と収量。北海道大学農学部農場研究報告 28：41-53, 1993.
- 北海道農業機械協会：営農用トラクター性能試験成績集, 1966
- 前田 隆・相馬尅之・矢沢正士・藤原幸彦・高橋直秀：北大農場飼料畑土壌の土質改善に関する研究 第 1 報土壌物理性の特徴と問題点。北海道大学農学部農場研究報告 25：75-86, 1987.
- 前田 隆・相馬尅之・矢沢正士・藤原幸彦・高橋直秀：北大農場飼料畑土壌の土質改善に関する研究 第 2 報土質改善法に関する一考察。北海道大学農学部農場研究報告 25：75-86, 1987.
- 飛渡正夫・角田貴敬・八嶋康広・前川雅彦・新関 稔・喜多富美治：1967 年からの農場実習畑における作付体系と収量。北海道大学農学部農場研究報告 26：65-70, 1989.
- 岡村俊民：農業機械化の基礎。北海道大学図書刊行会、札幌, 1991.
- 農業機械学会：新版 農業機械ハンドブック。コロナ社、東京, 1984.

# Analysis of the Agricultural Mechanization in Experiment Farms, Hokkaido University for the Past 35 Years

## 2. Operating Performance and Fuel Consumption

Hiroyuki SATOH · Takao KAWAI · Hideki NAKANO · Tetsuya HASHIMOTO,  
Hiroshi AOKI\* · Shuichi SUGIYAMA · Hiroshi NAKASHIMA

(Experiment Farms, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)

Munehiro TAKAI

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

(Received December 15, 1992)

### Summary

This report describes the history of tractor operation system and the changes in the efficiency of fuel consumption of each operation in the Experiment Farms of Hokkaido University for the past 35 years.

1. The average operating hours and areas from 1962 to 1991 were 1,309 hours and 395 ha per year, respectively. The hours for the rotary cultivation particular increased during last 10 years on the other hand, the hours for harvests operations of forage crops decreased because of introduction of new machines.
2. The total fuel consumption tended to increase during the past 5 years in spite of the slight decrease in farm areas. This is partly because of the introduction of tractors with high powers and the increase in rotary cultivation.
3. The fuel consumption for diesel tractors was much more efficient than that for gasoline tractor.
4. The introduction of the tractors with high power and/or four-wheel did not increase the operation efficiency as well as the efficiency of fuel consumption. The fuel consumption per hour for big tractors (high power and four wheel drive) was twice as much as the small tractors (low power and two wheel drive).

\* retired