HOKKAIDO UNIVERSITY

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3報　修理費と維持管理費
Author(s)	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, 宗宏
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 28, 67-76
Issue Date	1993-03-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/13420
Type	bulletin (article)
File Information	28_p67-76.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北海道大学農学部農場研究報告　第28号：67～76（1993）

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3報　修理費と維持管理費

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
（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）

トラクタ・作業の修理及び維持管理費

附属農場におけるトラクタ・作業機の修理及び維持管理費を，記録を取り始めた1961年からの30年間にわたる経過をまとめた。

これら機械を総括管理する作業管理部の運営予算は，農場13部門の稼働時間に応じた算定比率を基に（1982年より年毎にあまり大きな変動がないよう配慮する意味から過去5年間の平均値）各部門が負担するいわゆる受益者負担を原則にしている。そのため，収支決算を毎年運営委員会に報告しなければならないため，その基礎資料としてこれらの記録帳簿は67年の一部を除き，全て残されている。例えば車検時など点検・整備が多枝にわたる場合も各請求書の控えが残っているため分類が可能である。

1　トラクタ修理費の推移

1976年までは車検有効期間中であっても冬期間，毎年業者に点検・整備を委託（三菱R 2500トラクタを除く）していた。また，当場の地理的問題でもあるが，畜産第二部が離れたところに位置している。そのため，トラクタ業務上支障をきたさないようフォード5000トラクタ，フォード3000トラクタは導入時より畜産第二部に常駐させることになり，作業管理部の車庫に保管される他のトラクタに比べ保守・点検が行き届かなかった一面もある。

Fig. 1に全トラクタを6系統に類別した系統別修理費，Fig. 2に年度毎系統別推移を示した。この中には，一般に修理費[1]とされている機械の故障による修理費，使用時間に応じた定期的な分解整備費，およびその消耗部品費にオプション部品（作業管理部として予算措置出来る範囲のもの。例，後付コントロールバルブ，ウエイト，タイヤチェーン等）・燃費計購入費が含まれている。6系統の類別は，次のとおりである。

1）エンジン系統：噴射ポンプなどを含めたエンジン関係　2）電気系統：セルモーター，オルタネーター，バッテリ，計器，各灯火類　3）動力伝達系統：走行クラッチ，ミッション，デフ，ＰＴＯ（外部動力伝達装置）関係　4）走行系統：ステアリング機構，ブレーキ機構，タイヤ，足回り　5）作業操作系統：三点リンクを含む各油圧装置　6）その他：主に車検時における24ヶ月点検，車検代行料，下回りペイント料，運搬料などの他板金外装など各系統に属さない部分を包括した。なおこれ以降トラクタ名については第1報[2] Table 1のカッコ内の略称を使用する。

年度毎系統別推移を見ていくと，62年に前年の2倍強の経費が積算されている。これによってFMが稼働5年目で一回目のエンジンオーバーホールを行い，タイヤも一新した。この当時，管理部の経費予算は81万円で，約半分の経費が充てら

* 1992年3月31日定年退職

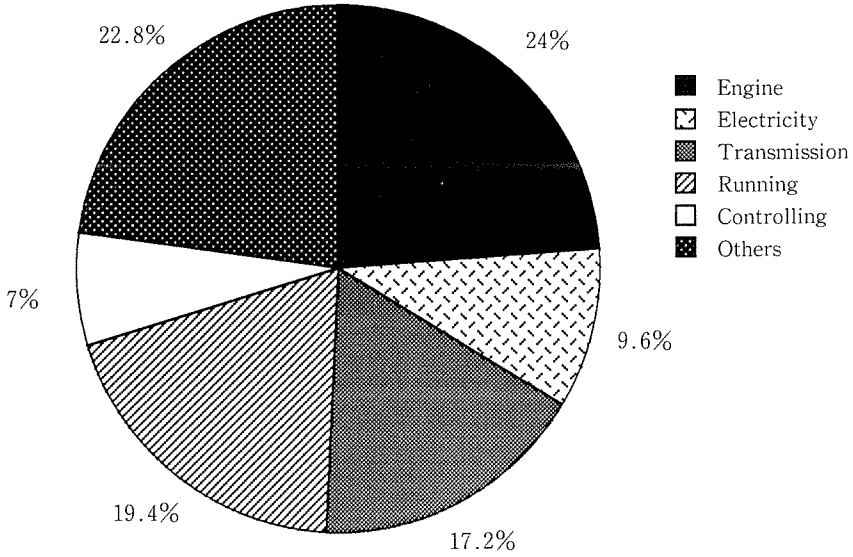

Fig. 1. Repair costs of farm's tractors in each of the systems.

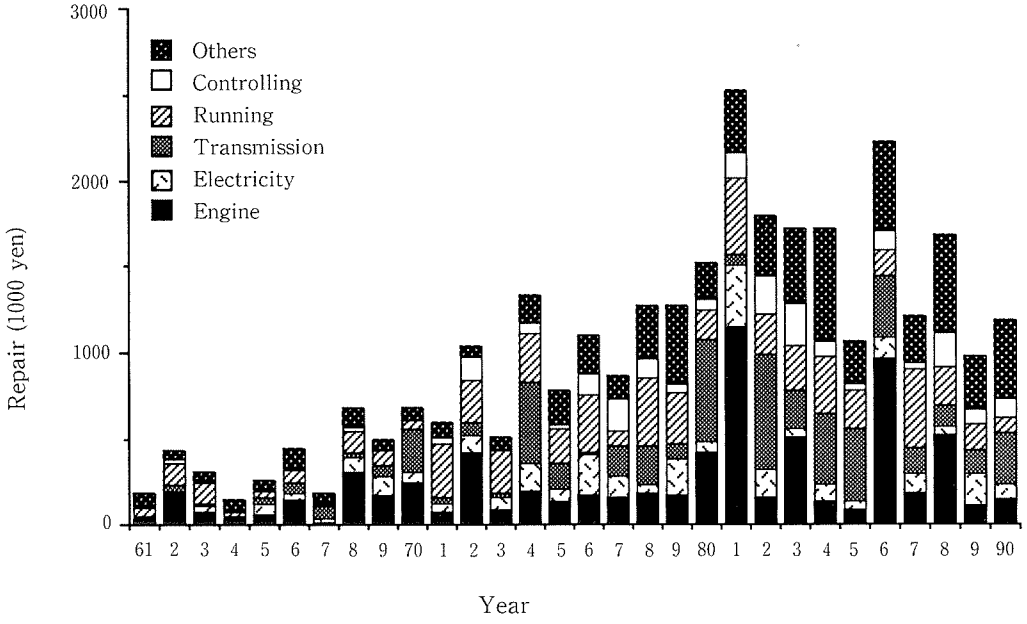

Fig. 2. Repair costs of farm's tractors in each of the systems.

れている。さらにNFガソリントラクタが，60年に導入され，その当時毎年ガソリン代が15万円前後という負担もあり満足な工具すら揃っていなかったという。

66年は，FMの簡単なエンジンオーバーホールと噴射ポンプ，ダイナモ，セルモーター，ノズルのオーバーホールに加え，JD・作業機の修理経費も重なり大幅な赤字決算となった。そのため67年度の予算は圧迫され赤字決算で未払い伝票が残った。

68年は，JDの不凍液の交換時期を逸し，エンジン凍結によるシリンダーブロック交換修理を余

儀なくされた。この年より台数増加という理由もあり，トラクタ維持管理経費増額が実現していった。

それ以降修理費は，台数増加も加わって，漸増傾向をみせている。81年のピークは，ＪＤのエンジン全面オーバーホール（75万円）で，86年のピークはＦ５のオイル管理不備によるエンジンオーバーホール（60万円），Ｍ５のＰＴＯ修理（26万円）による。80年以降動力伝達系統の経費が増加傾向にある。多数（20数名）のオペレーター間のクラッチ操作熟練度の差によりオーバーホールが集中したのが大きな要因である。

83年以降より，経費が漸減傾向を示している。これらの要因の一つは，トラクタが更新され耐久性が向上したため，もう一つは，整備機器の充実と整備士の資格をもった職員が増え，車検整備，噴射ポンプ関連，エンジンの全面オーバーホール，特殊工具を必要とする整備関係以外の整備についてはほとんど直接職員の手で行うので，部品の購入のみで済むようになったことが上げられる。

2　作業機の修理費

第2報[3]Table 1で類別した作業区分毎の修理費（1961年～1990年）をFig. 3に示した。

総額15,385千円余りを要している。これらのなかには故障による修理費の他，一般的に消耗品とされているベーラトワインなどもすべて含まれている。

飼料作物の収穫作業関連機械が修理費全体の63％となっているが，この大部分は牧草サイレージ収穫作業である。74年までのジョンディア社製フォーレージハーベスタ（以下，ＦＨと表示）は，フライホイールタイプであったため金属の混入があっても余り大きな損傷を受けることはなかった。

75年より，ニューホーランド社製のシリンダータイプに入れ替えてから状況が一変した。特にヘイテッダでの牧草反転作業中にタインが脱落し，それがＦＨに入るとナイフはもちろんのことナイフサポート，ドラム，シュートにまで大きな損傷を受け，多大な出費が余儀なくされている。

この大きな違いはナイフのセット方法の差異から来るもので，フライホイールタイプの場合ナイフはボルトで固定され，受刃とのクリアランスはプッシュボルトで行うため，タインなど金属の混入があって急激な衝撃を受けたとしてもナイフのずれを起こす事がないため，受刃と干渉しない。

一方，シリンダータイプの場合ナイフのセット

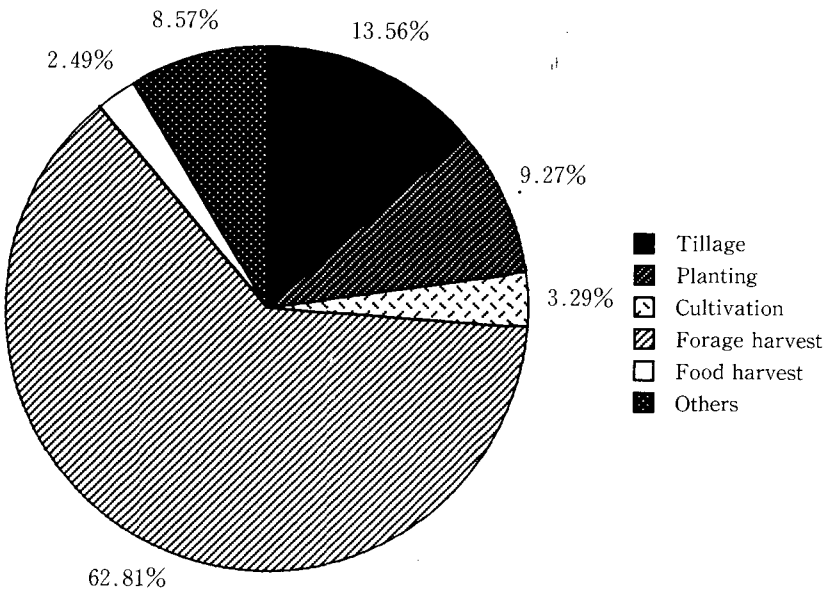

Fig. 3.　Repair costs classified by operation.

ボルト穴は長穴で加工され，受刃とのクリアランスはナイフの移動によって行う。従って，ナイフの保持力はナットの締付けトルクに比例することになる。ナイフに衝撃がかかった場合衝撃力が保持力を上回り衝撃を受けた部分は受刃から遠ざかるが，他の箇所と他のナイフにずれが生じ受刃と干渉し破損する。規定トルク以上での締め付けも試みたが殆ど効果がなかった。このような故障は17年間で2～3年に1回発生し，修理費で400万円，1回当たり約60万円を費やした。

この機種を選定した理由は，当場のサイロがスチールサイロであり，FHの裁断性能がボトムアンローダの掻き出し能率を大きく左右するため，この裁断性能を最重要視したためである。

根本的な防止のためには，タインを脱落させないことが先決である。圃場の不整備，牧草量の多いところで多発しており，脱落防止装置を講じると共にオペレーターの細心の注意を喚起したが，防止を皆無に出来ずにいる。

現在，有効な手段として，金属探知装置付きFHを要求中であるが，更新されることによって，事故防止はもちろんのこと，金属の牛体内への進入も防止されることによって内臓疾患事故からも開放され二重の安全が期待される。

耕起・整地作業の維持費割合も高いが，圃場が粘質土壌である事と精密圃場等では細かい砕土が要求されるため，ロータリの2回，3回掛けが多く，耕うん爪の消耗が早いため交換サイクルが短くなっているのが大きな要因である。また，運搬・その他には81年よりダンプトレーラの車検費用が含まれているため，比較的大きな割合を示している。

3　トラクタの系統毎にみた修理費

Table 1に出力順のトラクタ別，系統毎の修理費割合を示した。新しいトラクタはデータが少ないため比較的古いトラクタ9台を用いた。

各トラクターともその他の経費がかなりの比率を占めているが，これはおもに車検時の経費である。導入初期は2年おきの車検であるが10年を過ぎれば毎年車検となり，点検料，代行料，下回りペイント料，運搬料など多岐にわたり，かなりの出費が要求される。それに比べR2のみ小型特殊トラクタのため車検がなく低率である。

その他を除いて比較するとフォード，ジョンディア系は，エンジン系統，マッセイファーガソン系は，動力伝達系統の割合がそれぞれ高い傾向を示している。これは，個々のトラクタの作業条件等が違うため一概に論ずることはできないが，興味深い傾向だと思われる。

R2の作業操作系統47.8％は，過去に1度油圧修理で10万円強の出費を要したが，もともと総修理費が30万円余りであるため大きな値を示している。

4　トラクタの修理費と稼働時間

Fig. 4に修理費と使用時間，Fig. 5に修理費率[4]と使用時間を示した。

本報告では，農作業という事で4月～11月までの稼働時間で集計しているが，実際問題として冬期間も除雪，運搬等に利用されている。特に，NF，JD，F5，F3，M1，F6は，スノーブ

Table 1.　Rate of repair cost classified by system (%)

Tractors	Engine	Electricity	Transmission	Running	Controlling	Others
M5 (95 PS)	21.3	0.7	36.3	18.3	4.1	19.2
F6 (79 PS)	31.8	4.5	12.4	4.6	14.1	32.6
M1 (75 PS)	13.4	5.3	27.9	19.2	9.3	24.9
F5 (65 PS)	26.8	9.5	18.4	22.8	3.6	19.0
J2 (53 PS)	30.7	14.2	14.1	17.6	7.8	15.5
F3 (46 PS)	17.3	12.2	4.8	19.3	11.6	34.9
FM (42 PS)	30.0	10.2	14.1	22.8	2.8	20.1
NF (32 PS)	22.4	11.0	17.7	17.4	1.7	35.9
R2 (25 PS)	25.7	16.6	6.2	0.0	47.8	3.6

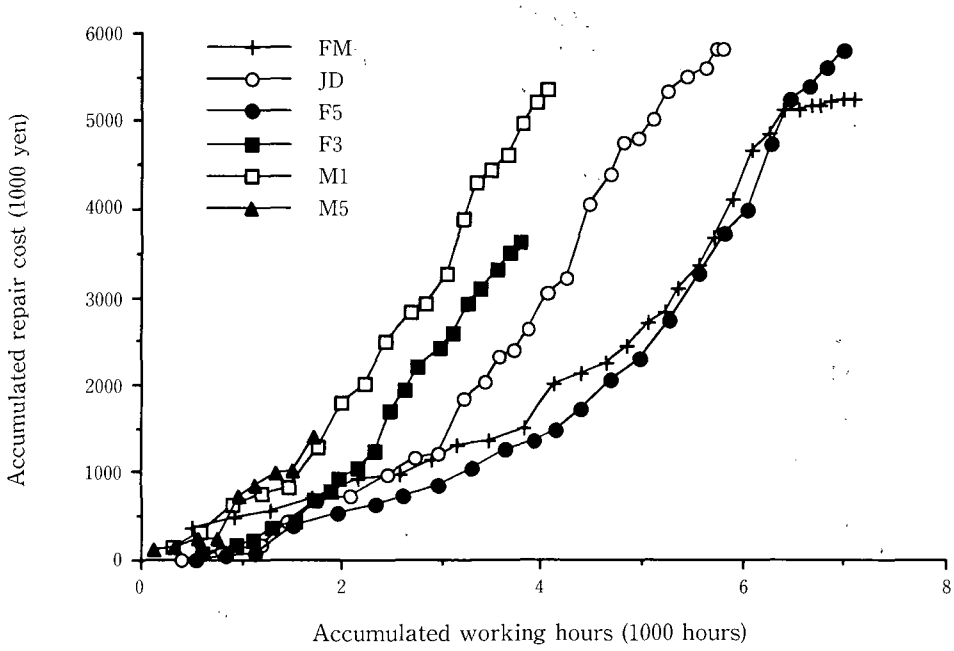

Fig. 4. Repair costs and hours for use in each of the tractors.

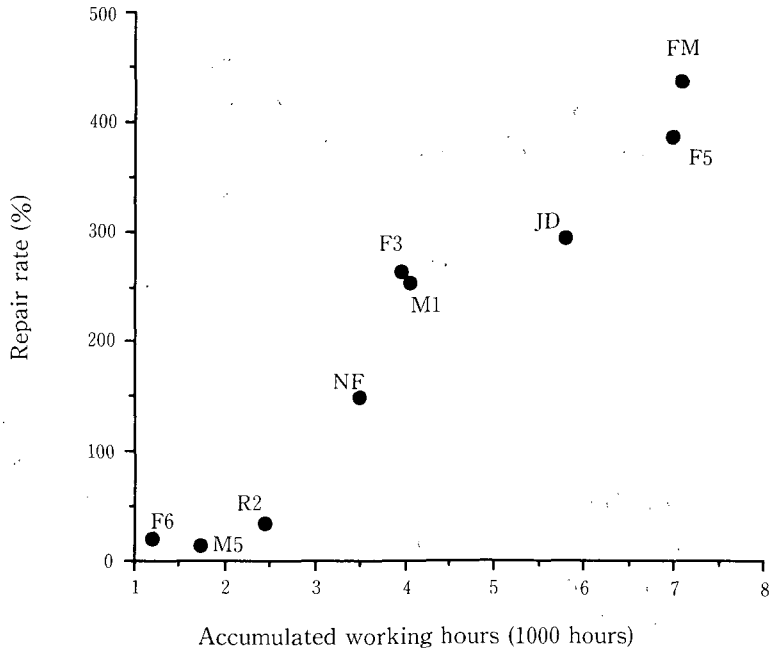

Fig. 5. Accumulated hours for use and repair rate.

レード，スノーブロアーが装着され，除雪機として使用しており，一期間一台当り80時間前後稼働しているが，冬期間（12月～3月）日誌の記入を義務づけていないため本データには含まれていない。しかし，修理費は，様々な故障が農作業，除雪作業のどちらに起因したものであるかの判断が難しい場合が多いため全ての修理費が計上されている。

FMは57年，NFは60年に導入されたが61年までの間は稼働日数のみで稼働時間の記録がないため，含まれていない。従って，この間FMは2500～3000時間，NFも500時間前後の利用があったと推定されるので付記しておきたい。FM，JD，F5が高い修理費率を示しているが，過去30年前後の長い歴史の中で物価上昇率を全く考慮しない単純計算である。ちなみに62年当時の一般車検料は35,000円前後だった。

また，FMは現有トラクタで最も古く，一時抹消も検討されたが，古いがゆえに構造も簡単で耐久性に富み，部品も調達可能という事で35年を過ぎた現在も軽作業を中心に年間100時間前後利用されている。

M1が利用時間の割合からすれば，かなり高い修理費率を示している。これはまず，第一に比較的大出力トラクタということで，M5が導入されるまで重作業が集中し酷使されたこと，第二に機構上の問題ともからみ，走行用クラッチとPTOクラッチが同一ペダル二段操作（1段目にPTO，2段目に走行）で，操作にはかなりの熟練を必要とするため，クラッチのオーバーホールが多発したためである。ちなみに過去17年間で6回のオーバーホールが実施され，1年間に2回という時期もあった。他のトラクタの機構（インディペンデントPTO・走行用クラッチ併用）に比べはるかに多い交換を余儀なくされた。各オペレーターの機械に対する知識，運転操作の向上が修理費の上でもいかに大切であるかを示している。

JDは，導入時よりM1が入るまで牧草収穫作業を中心とした重作業に多用されたためエンジン関係の故障が比較的多かった。

F3も比較的高い数字であるが，第一に70年～78年までは冬期間も毎日短時間運搬に使用され，バッテリーの交換サイクルが非常に早かったこと，第二に運搬作業によるボデー損傷，タイヤを初めとする足回りの故障が多かったことなどが挙げられる。

5　トラクタ別経費及び時間当り経費

Table 2に主要トラクタ9台の項目別一覧を示した。

まず，10年毎に区分した年間修理費率の最初の10年間の数字を見ると高齢機種のトラクタが高い傾向にある。これは台数が少ない中で，一台当りの利用時間が比較的多く故障発生率が高かった事と，これらの修理が整備機器の不備からほとんど外注されていた事が上げられる。11年～20年では更に高い率を示す傾向にある。特に高いF5は，他のトラクタに比べ多用され，エンジン，クラッチ関係の修理が生じたためである。21年から30年では逆に低い率になるが，これらの高齢機種は比較的軽作業を中心に利用され，故障発生率が低いためである。

使用時間は年平均128～280時間と少なく，トラクタ台数の増加と共に一台当りの利用時間が減少している。資料[5]によれば，わが国の年間利用時間は200時間となっており，あくまでも当場のような教育・研究機関としては妥当な数字であると考える。

次に時間当りの燃料費を見ると，一番安いのがFMである。これは特に単価の安い時代に多用されたためである。特徴的にはR2が時間当りの修理費を上回ると共にF3の2倍弱の値を示している。これは微速を使っての細かな砕土が要求されるロータリ作業に多用された反面，F3は運搬作業を中心とした作業が多かったためである。一方，F6が一番多い数字であるが，農業機械化研究所（現，生物系特定産業技術研究推進機構）の検査成績によると，現有トラクタ内で燃費が一番高い数字を示しており，さらに，作業内容も負荷のかかる作業が多いためである。

当場の修理費は，機械の故障による修繕費の割

Table 2. List of farm tractors.

Tractor	Age	Repair rate(%)				hours of use		R/H	F/H	
		①	②	③	Avg.	Total<H>	Annual	④ (Yen)	⑤ (Yen)	④+⑤ (Yen)
FM	35	12.0	18.8	12.7	12.4	7,087	202	755	84	839
NF[1)2)]	14	14.2	2.7		10.6	3,486	249	342	269	611
J 2010[1)]	28	10.2	15.1	9.9	10.5	5,793	207	1,002	151	1,153
F 5000	25	9.0	25.9	12.4	15.4	6,992	280	828	150	978
F 3000[1)]	21	8.9	17.4		12.5	3,956	188	911	91	1,002
R 2500	19	2.7	0.7		1.8	2,436	128	124	166	290
MF 185	19	13.3	13.3		13.3	4,049	213	1,322	212	1,534
MF 595	9	1.6			1.6	1,731	192	809	449	1,258
F 6610	6	3.2			3.2	1,199	200	962	543	1,505
Average	20	8.3	13.4	11.7	9.0	4,081	207	784	235	1,019

① Average repair rate per year in the first ten years since these were bought.
② In the second ten years　③In the third ten years
④ Total repair cost per hour　⑤ Total fuel cost per hour
1) At present(1990) three tractors are out of use, the others are in use.
2) Only NF uses gasoline as fuel.

合が大きく占めている。一般に故障の原因は，次のように区分されている　1)運転操作不良，2)点検整備不良，3）修理不良，4）設計製作上の欠陥，5)部品の自然損耗などに区分される[1)]。当場では，運転操作それにともなう作業機の調整不良，設計製作上の不良などの原因によるものの割合が多いことが明らかになった。

これらのことから次のようなことが今後の課題となる。

1）オーバーホールなど予防整備の計画的実施及び整備施設の充実をはかる。

2）運転者の日常的な点検整備の励行，機械に対する知識，運転操作の向上をはかる。

3）機械の経済的耐用時間[5)]を超えないうちの更新の実施をはかる。また機械の選定に際し故障の少ない機構かどうかも考慮する。

4）基盤整備を実施し，圃場の均平化をはかり機械作業をしやすくする。また土壌の改善も進めていく必要がある。

作業改善の進め方

1956年にＦＭを導入以来今日までの当農場の機械化作業は，初期の人力，蓄力に変わってトラクタが作業を行う機械化，これにともなう形で進められた基盤整備の時代，その後の完全機械化栽培への時代を経て今日に至っている。

今後の課題として次のことが上げられる。

これまで1968年より7次にわたる定員の削減が実施され，行政職職員は65年に62名だったが91年には40名となり，臨時の雇用も60年に22名だったが91年には8名と減少した。これに対し，機械化作業の果たしてきた役割は大きいと思われる。さらに，今年度より第八次の削減割当が実施される予定であり，完全週休二日制も実施されている。このような状況の中で農場を運営していくためには，作業の能率向上・年間を通しての作業時間の平準化等が求められて来ると思われる。

本報告では，これまでの機械化作業の実績を検討してきた。今後稼働時間のピーク（①春季の整地②飼料作物収穫③秋耕）の解消（Fig. 6）など，作業の改善をどう進めていくか考察した。

1　大型トラクタ作業体系の確立

大型四輪駆動トラクタが導入され，作付面積1ha当りトラクタ馬力は80年に約6馬力であったのが，91年には約13馬力と10年間で倍増している。しかし，作業機はプラウ，ロータリ，飼料作物収穫関連作業機を中心に従来機か同規格が多い。プラウ，ロータリは，農場の粘質土壌のため

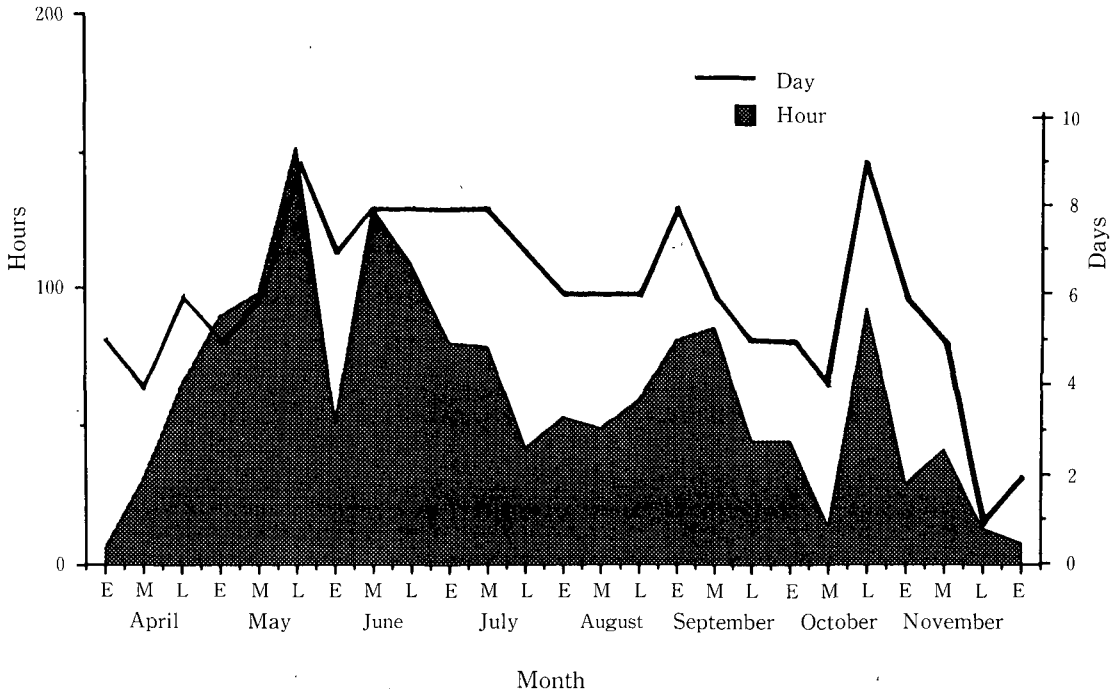

Fig. 6. The number of days and hours worked in 1991.

大型化しなかった側面をもつため土壌の改善，適切な耕深・砕土等の検討を行い燃料消費量の増加を抑え能率的な作業を行っていくこと。また効率的な新機種導入を進めていく必要がある。飼料作物関連作業は，天候に左右されやすくそのため作業時間も変動しやすいが，作業時間・期間の短縮をするため大型トラクタに適した作業幅の作業機の導入，収穫作業体系の見直し（例えば乾草をコンパクトトベーラからロールベーラへ変更）等を行う必要がある。

2　基盤整備，管理作業体制の改革

これまでの作業体制は，部門単位で行われているため同一作物も点在して栽培されてきた。このため同一作業も連続して行われず，作業機の脱着・調整等も多くなりがちで非効率的な面が多くみられた。これらを改善して行くために，作物の共同管理等を進め同一圃場化すること，大型トラクタ作業に適応するため基盤整備を行い圃場を大区画化する。また，これまでの機械作業に様々な弊害をもたらしている粘質土壌の改善をしていくことも重要である。

3　精密圃場・種々の要求への対応

これまで精密圃場・疏菜圃場の小区画圃場では，播種・管理・収穫作業は人力・小農機具を主に行われてきている。これらを中・小型トラクタで体系化していく必要がある。

これまでの機械化は，作物の収穫までが主でその後の乾燥・調整・貯蔵等の施設が不十分であるため収穫作業に支障をきたしている。今後は作業能率向上のためにこれら施設の充実も欠かせない。

摘　　要

北大農場の30年間におけるトラクタ・作業機の維持修理費をまとめ，分析すると共に当農場の今後の機械化体系のあるべき方策を考察した。

トラクタの維持・修理費はすでに廃棄済みも含め，14台から算出した。

一般的には年間修理費率が7～8％といわれているが，当場の場合それより高い傾向であった。

購入価格に対する総修理費率では，一番古いＦＭが435％を示した。系統別修理費ではエンジン系統が電気，動力伝達，走行，作業操作その他と分類した中では一番大きな割合を占めた。また，トラクタ別の比較では，フォード，ジョンディア系は，エンジン系統，マッセイファーガソン系は，動力伝達系統の割合がそれぞれ高い傾向を示した。作業機の面では，修理者は飼料作物収穫作業が63％と多くその大部分はフォーレージハーベスタである。これは金属混入による破損が主因であり，探知機付きハーベスタの導入が待たれる。稼働時間では，過去平均一年一台当り200時間前後で少ない数字を示した。時間当りの修理費の比較では最高と最低で実に10倍以上の差であった。

一方，時間当りの燃料費についても最高と最低で7倍近い数字で当然古いトラクタが低かったが，これは物価上昇を考慮しない単純計算であり，これらを加味した分析も今後必要であろう。

あとがき

これまでの主任，教職員リストをTable 3に示した。

なお，調査取り纏めに当たっては，部の創設から現在まで長年にわたる資料の蓄積に協力を頂いた歴代作業管理部の職員と畜産第一，二部，農業実習部より貴重な資料の提出，栗林財団より一部研究費交付の協力を得たことに感謝の意を表する。

Table 3. A staff list of management of agricultural machinery works.

氏　名	役職（在勤時）	在勤時代
岡村俊民	助教授（主任）	1951～52
田口啓作	教授（主任、兼）	53
高崎康夫	助手	52～66
高橋直秀	助教授（主任）	54～86
杉山修一	助手	82～現在
喜多富美治	教授（主任、兼）	86
中嶋　博	助教授（主任）	87～現在
城宝盛三	技官	60～81
青木　宏	〃	60～92
磯江　清	〃	61～70
河合孝雄	〃	70～現在
佐藤浩幸	〃	83～〃
市川伸次	〃（兼）	89～〃
中野英樹	〃	91～〃
橋本哲也	〃	92～〃

（兼）は他部との兼務者

引用文献

1．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．

2．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・高井宗宏：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．

3．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・高井宗宏：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．北海道大学農学部農場研究報告　**28**：55-65．1993．

4．南部悟：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．北海道大学農学部農場研究報告　**25**：33-42．1987．

5．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．

Analysis of the Agricultural Mechanization in Experiment Farms, Hokkaido University for the Past 35 Years
3. Repair and Maintenance Costs

Takao KAWAI · Hiroyuki SATOH · 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 summarized the maintenance and repair cost of the all tractors and agricultural machineries used in the Experimental Farm for the past 35 years and suggested the future prospect for the efficient machinery system of farm operation.

1. Annual repair rate for the fourteen tractors used in this farm was higher numerical value than other case(about 7-8 %).

2. When repair costs of tractors were compared between systems, the repair cost of the engine system was higher than those of electric system, mission, running and others. Engine repair ctsts of Ford's and John Deer's tractors tended to be no less than transmission's of Massey Ferguson's.

3. Among all agricultural machineries those for harvest of hay and silage showed extreamly high repair cost(63 %).This is partly due to destruction of choppers by metal inclusion during harvesting.

4. The annual hours for use per tractor was about 200 hours.The repair cost per hour varied ten times between the tractors.

* retired