

第1章 緒 言

土地は農業生産の基盤であり、常に生産力を失わぬように地力を維持するにとどまらず、さらに積極的に土壌が改善されなければ安定した農業経営は約束されない。畑作における土地の生産力と機械との関係は、極めて密接であり、地力を急速に減退させた要因は機械化であるといわれる反面、これを回復して土地を保全するのも機械化であるといわれる。また、土層・土壌を改良し未利用地力を活用させるのも機械力によるところが大きい。したがって、今後は土地の生産力向上に関する機械化を新しい角度から見直し推進する必要があるものと考えらる。

最近の趨勢からすると、機械化が土地を荒廃化させたといわれているが、これは必ずしも当てはまらない。確かに機械化は農業経営のなかから大家畜を放逐してしまい、堆肥の土地への還元は畜力時代に比較して減少している。しかし、北海道における家畜の飼養頭数は増加しており⁽¹⁾、堆肥が少なくなっているわけではなく、偏在していることが有効利用を妨げているのである。したがって新たに地域複合化を計るなど組織を編成し、機械力を駆使することによって解決すべきである。

機械化と土地の直接的な生産力との関係では、例えば戦後の心土耕事業は、永い馬耕時代の犁底盤を破砕してその生育領域を拡大し、収量増をもたらし、冷害の影響をも緩和している。これは機械の力が馬耕の限界を打破することによって可能になったものであり、潜在地力の活用であるともいえる。

これまで、土層・土壌改良事業はほとんどが政府の画一的な大規模補助事業で推進されてきたが、今後は行政上の背景はあるにしても、内容を変えて推進される時期に来ていると考える。すなわち大型の画一的な土層・土壌改良では地域の土壌条件別に細やかに対応することには限界があり、また、特定の地域に限られるおそれがあるからである。幸いに100 P S級のホイールトラクタや6 ton級のクローラトラクタが村、あるいは部落単位に導入されており、その活用によってこの対策が可能になってきている。今後の土地の生産力向上に関連する事業構成は、大型クローラトラクタ体系に新しい技術体系が加わることは必然的であり、その技術体系は早期に確立されなければならない。

ここでもう一つ大切なことは、農業機械の技術発達への解析である。戦後30年、ホイールトラクタが一般に導入されてから約20年、この間に収量は倍増しているが、これ程の短期間に達成されるのは歴史に例をみない。この内容を正確に把握しておくことは、今後の技術展開を考察し、新しい技術体系を組立てる上に不可欠のものであると考える。特に土地の生産性との関連を明らかにして、畑作における土層・土壌改良、地力増進を考慮に入れた機械化技術体系を組立てる必要がある。

本論文を取りまとめるに当たっては、北海道大学農学部岡村俊民教授には終始懇切なご指導をいただき、ご校閲を賜った。また、北海道大学農学部佐々木清一教授および同松居勝広教授から数々の貴重なるご教示をいただいた。

本研究は道立十勝農業試験場農業機械科における課題研究を骨子にしているが、北海道大学、帯広畜産大学、専修大学北海道短期大学、道立中央農業試験場道立滝川畜産試験場との共同研究もあり、多くの方々の協力とご指導をいただいた。とくに北海道大学農学部常松栄名誉教授には研究の当初からご指導をいただいた。帯広畜産大学小野哲也教授、同南部悟教授および研究室の各位、専修大学北海道短期大学吉田一男教授、道立中央農業試験場農業機械部斉藤亘部長、同化学部土壌改良研究班、道立滝川畜産試験場管理科勾坂昭吾科長、道立十勝農業試験場土壌肥料科菊地晃二研究員、さらに農業機械科高橋義明研究員、道場三喜雄研究員、山島由光研究員からは実験を行うに当たっての協力、ご助言に対してここに記して衷心より深く感謝の意を表する次第である。

また、道立十勝農業試験場元場長三島京治氏、楠隆氏、前場長中山利彦氏には終始変らぬ激励をいただいた。さらに本文および図表の整理には農業機械科の上野多恵子氏、三浦順子氏の協力を得た、厚く御礼申しあげる次第である。

第2章 畑作における農業機械の発達の概要と研究目的

第1節 戦後の農業機械発達と土地の生産性

本道での農業機械の飛躍的な発達は、第二次大戦後とって良い。トラクタの導入当初は、農業の粗放化、土壌の荒廃化などいわれ、経営面積の関係から必ずしもトラクタ営農に円滑に切り替えられたわけではなかったが、トラクタの力が深耕、あるいは適期作業を可能にし、生産性の向上が所得増をもたらし、結局今日の機械化体系を形づくるに至った。

戦後の農業機械の発達の経過と土地の生産性に関連について解析してみる。一般に、今日の農業機械の趨勢をみると、小型のホイールトラクタの導入から、大型に発展したと考えられがちであるが、戦後の農業機械は緊急開拓事業用のクローラトラクタにはじまるといってよい。政府は戦後の食糧問題と、人口問題を解決するために、昭和21年、22年に約4億円の国費でトラクタ約600台、附属作業機約900台を本道に配置した。当初、戦後の混乱もあって、これらの機械は活用されずに終らざるを得なかったが、農業団体が既墾地の土地改良に利用することに着目し、昭和23年には貸付けを受けて、深耕、心土耕、混層耕等の事業を開始している。その後、道も農業振興の重点施策としてこれを拡大することになり、土層改良事業が本格的に運営されるようになった。昭和25年には9支庁で事業が推進され、その施工面積は2,000haにも及び、また耕土改良の効果が確認されて、耕土改良の必要性を強く認識するようになる。昭和26年には、北海道耕土改良7ヶ年計画が発足している。図1は十勝における心土耕、深耕の年次別実績である

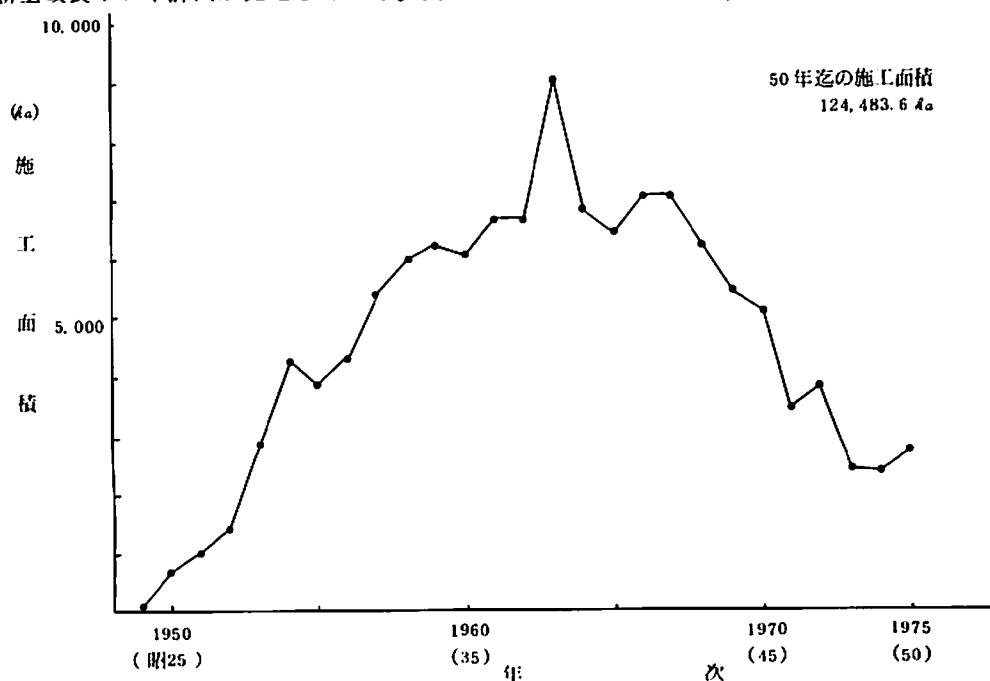


図1. 心土耕・深耕年次別実績 - 十勝 -

が、35年頃迄施工面積が急上昇しており、如何に事業が活発であったかが伺える。

深耕による生育領域の拡大が、作物の順調な生育を促し、収量を約束することは以前から知られており、篤農家は先づ馬づくりにあるともいわれていた。これは馬格が大きくけん引力があれば、それだけ深耕が可能であったからである。この認識はクローラトラクタによる心土耕の効果によって一層深められ、やがて一般営農形態の中で、より緻密な土壌管理を行う傾向に向ってきた。馬より力があり、取扱いやすいホイールトラクタに目が向けられて来たのは当然である。昭和25年頃から10～20PS級のガソリンエンジントラクタ、3点ヒッチを装備したジープが一般の農家に導入されるようになってきた。これら発達の経過を整理分類してみると表1であり、次のように大別できる。

1. トラクタ営農萌芽期（昭和30年前後）

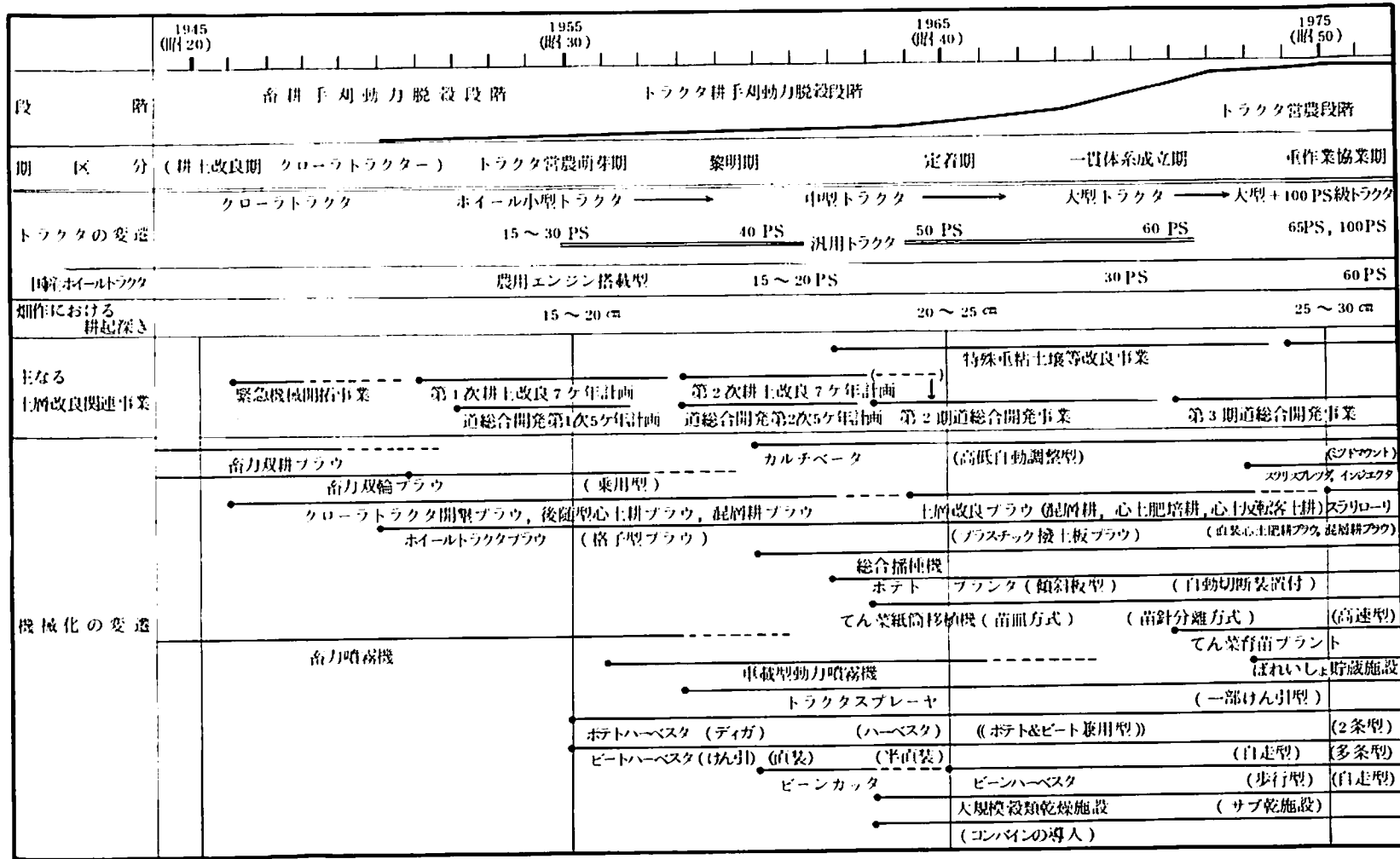
ガソリンエンジンでは燃料の面で経済的な負担が大きいとし、やがて15PS級あるいは30PS級のディーゼルエンジンが導入されるようになり、次第にこれが拡大する。この時期は、表1にみるように昭和30年頃とみてよい。したがってこの時期をトラクタ営農萌芽期と呼ぶことができる。

当時の作業機といえば、専ら耕起・整地に関するものでプラウが主体である。当時土に関係する農業機械は、土性との関連から地域性があり、特にプラウの場合、土性を知りつくした地元の鉄工場でないと製作できないとされていた犁底盤を破って深耕しようとすれば、なおのこと攪土板に土壌が附着し耕起不能となる。畜耕時代はその地域の経験、技術をもってしてもこの解決は容易でなく困難を極めたものである。トラクタを利用することは深耕が目的であり、この土壌附着を解決することが最大の課題であった。攪土板曲面の基礎研究の行われたのもこの時期である。

土壌附着のないデスクプラウが導入されたこともあったが、反転性能の関係から普及するには至らず、ボトムプラウのシェア、デスクプラウのデスクを組合せたものが開発された。このプラウはやがてアジャストプラウに発展し、相当数普及するようになる。当時は格子型プラウが、もっとも土壌附着が少ないとして各地に利用され、ホイールトラクタ用では一時期主流をなした。耕深は20cm程度であったが、馬耕では15cmの耕深が限界であり、この深耕は高く評価された。

整地作業はデスクハロー、スパイクツースハローによったが、これは外国から導入したものがそのまま適用でき、また、比較的簡単に国産化ができた。その他の作業では秋の収穫作業ビートリフタがある。チゼルで予めてん菜を浮上させておけば、手による抜き取り、タッピングが楽に行われるため盛んに利用されたものである。

表 1. 畑作機械化の変遷



土地の生産力向上に関連する農業機械の開発と改良に関する研究

2. 黎明期（昭和35年前後）

トラクタを購入しても、未だ一貫機械化体系は確立していないことと、プラウ耕請負の要望が強いことで、トラクタを購入すれば専ら貸耕に利用された。シーズンには運転手が交替で昼夜兼行の作業も珍らしくなかった。請負を専業にする農家も一部には見られた。貸耕期と表現できるものである。プラウの土壌附着は依然問題であり、トラクタのPTO動力を利用したロータリプラウの開発研究も行われた。撥土板の面積が少なければ、土壌附着がそれだけ少ないと考えられたことと、砕土を同時に行えば、整地作業が省力化できるとしたものである。しかし結局は構造が複雑であることと、後に開発されたプラスチック撥土板で土壌附着問題は全く解決されたこと等があって、完成の域に達しながら普及を見ずに終わっている。

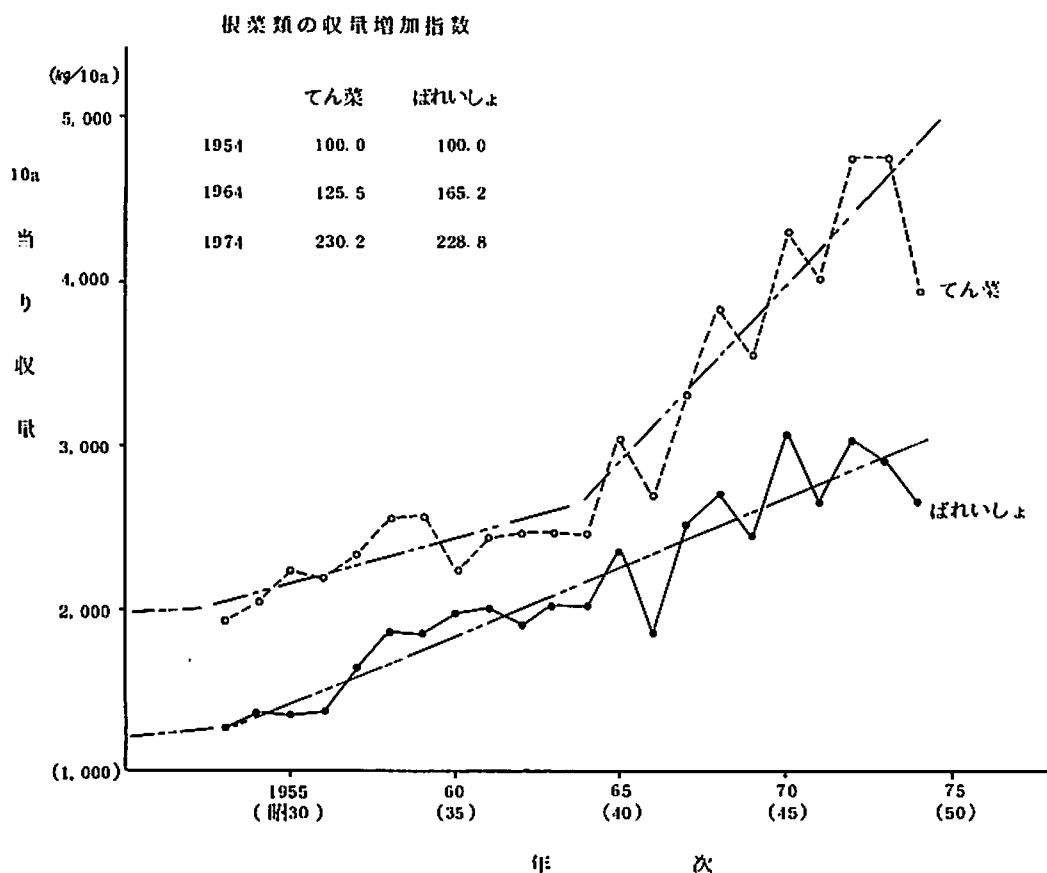


図2. 根菜類の収量推移

トラクタによる深耕は、生育領域の拡大であり、潜在地力の活用を促すものであるといえるが、徐々にこの効果があられて、トラクタに対する関心を強めるようになる。

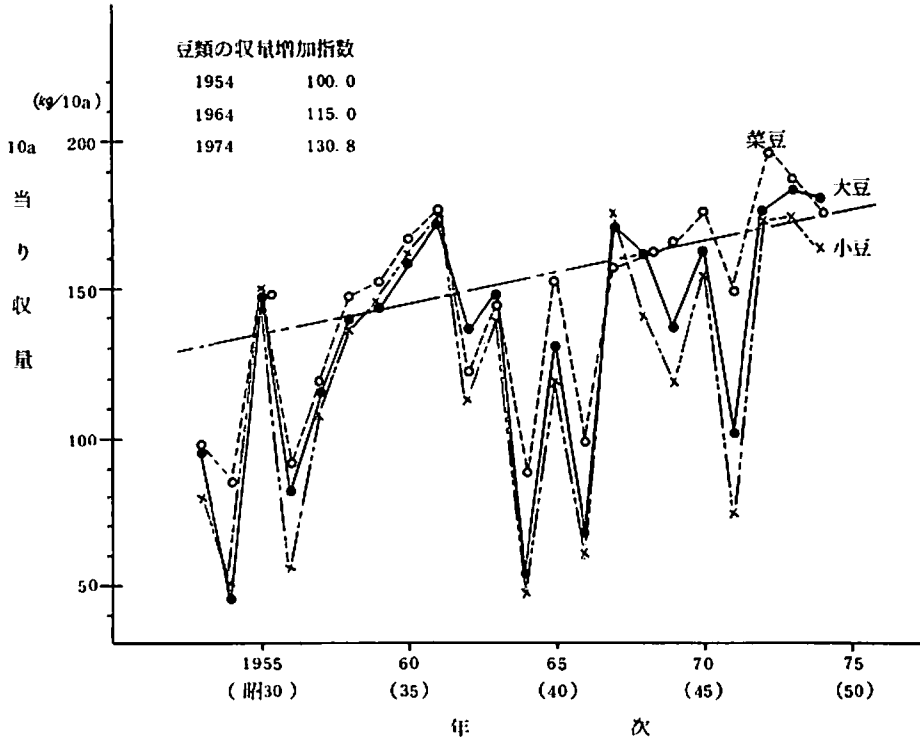


図 3. 豆類の収量推移

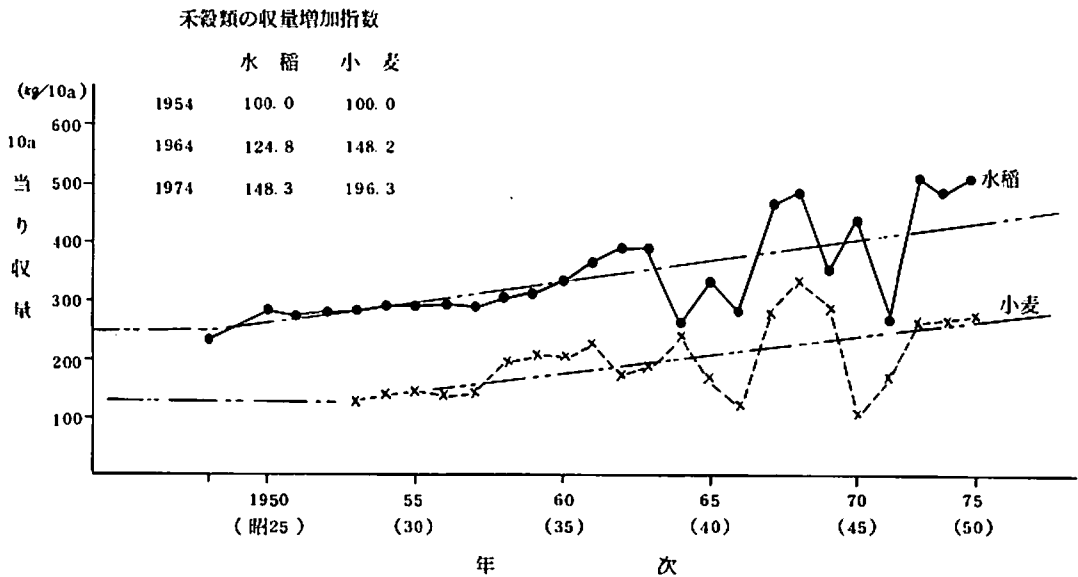


図 4. 禾穀類の収量推移

(4)~(17)

図2は根菜類の収量推移を示したもので、図3・4の豆類、禾穀類に比較すると顕著な上昇カーブをみることができる。トラクタ利用による深耕に加えた耕種法の改善、適期作業の励行、農薬の発達等総合的な技術の向上をもたらした結果であるが、端的には根菜類は肥料反応が良いので、生育領域の拡大と同時に多肥栽培が成立したとも表現できる。当時、馬で間に合っている耕地面積のところは何故トラクタを必要とするのか、耕馬は子馬も同時に生むので無限の動力源である。堆肥を畑地に還元することもできる等の意見も多く、トラクタに対する拒絶反応もあった。しかし、トラクタ耕起の圃場に実際の収量増を目にすると、認識を改めざるを得なくなったものである。

トラクタの普及に伴って、総合播種機（傾斜板タイプ十勝式）、てん菜紙筒移植機、カルチベータ、スプレーヤが開発され、単純な耕起、整地作業から少しずつ脱却し、トラクタ営農体系を整えるようになった。

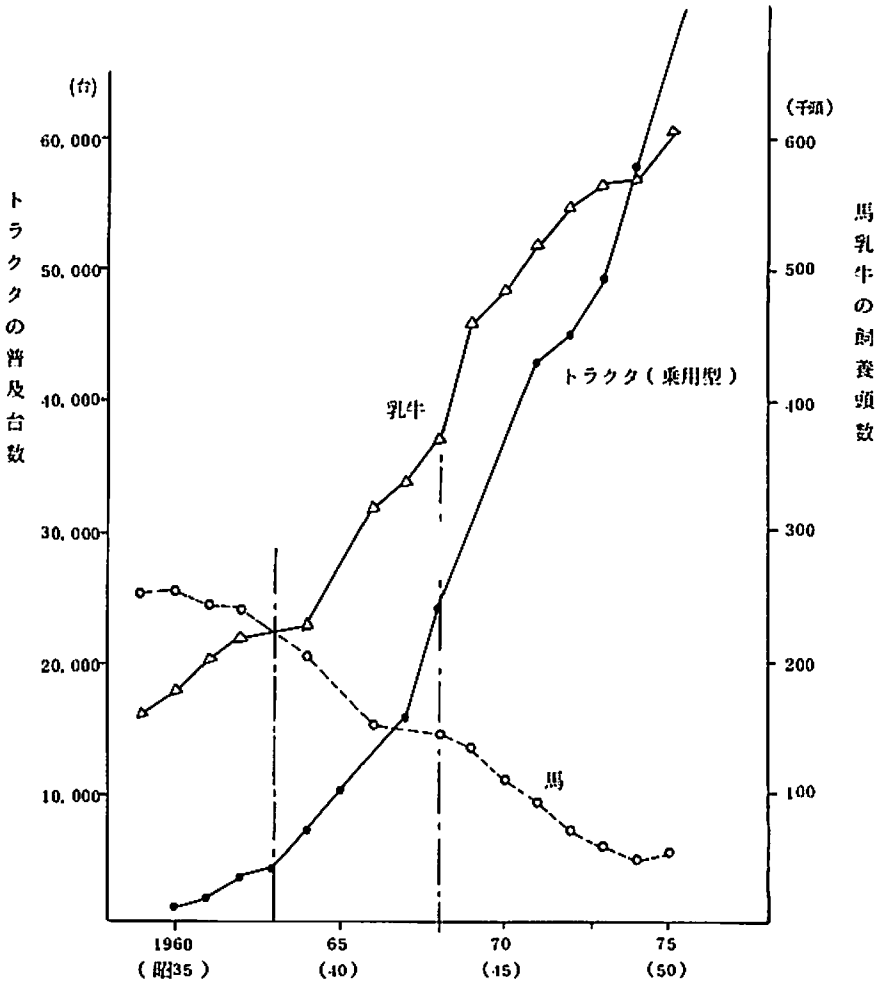


図5. トラクタの普及と家畜（馬・乳牛）の飼養頭数の変遷

3. 定着期（昭和40年前後）

(4)~(17)

昭和40年前後になるとトラクタは急速に普及し、北海道統計によると昭和38年約5,000台が、5年後の昭和43年には約25,000台と約5倍に増加している。機械化に対する行政指導補助事業の拡大等に拠るところも多い。とくに昭和38年よりの構造改善事業は規模が大きかっただけに画期的なものであった。昭和38年は耕馬と乳牛の飼養頭数が逆転、クロスする年でもある。（図5）機械化とともに耕馬は次第に減少しはじめ、逆に生活の安定から食嗜好も変わり、畜産の振興が図られ一段と乳牛が増加する。昭和38年を境にして5年の間に耕馬は約35%減、乳牛は約65%上昇している。一般にトラクタが普及すれば、当然賃作業は減少し、自己の営農に専心するようになる。一方国産のポテトハーベスタ、ビートハーベスタも開発され、一般に導入されるようになる。こうして畑作のトラクタ営農は定着期を迎えたいといえる。

トラクタの大きさも50PS級が主流となり、さらに深耕、根菜類地帯では25cm耕起が一般的になる。プラスチック撥土板プラウが開発され、土壌附着問題は全く解消し、けん引抵抗も軽減されたことから作業速度は徐々に高まってきた。

4. 一貫体系成立期（昭和45年前後）

トラクタはさらに加速的に普及し、同時に全作業の機械化が一応の成立をみせる。ポテトハーベスタ、ビートハーベスタに加えて最後の課題とされていたビーンハーベスタも出揃い、一般に利用されるようになった。畑作の機械は土壌条件、作物条件また経営条件も異なるので、外国から導入した機種をそのまま利用することの困難な場合が少なくない。国産機開発の過程は輸入機の一部改良から次第に独自の形態に進展し、形を整えたものである。性能も安定し、外国機種に遜色をみせないようになるのがこの時期である。

とくに、永い間の懸案とされていたビーンハーベスタの開発は、画期的なものであり、この開発はむしろわが国のオリジナルともいえるもので高く評価されてよい。豆類は麦類と違って、直接刈取・脱穀の作業体系は、品種改良がない限り望めない作物である。刈取って所定の大きさに集積し、手作業によるお積みをするだけのものであっても、刈取り労働の軽減と大巾な省力化は、豆作農家にとって救いの神でもあった。

(4)~(19)

図6~10は動力時間、畜力時間、労働生産性の推移である。作物によって若干の差異はあるが、41~45年の間に動力時間が畜力時間より多くなり、畜力と動力のあきらかな交替を示している。付随して労働生産性も高まり、45年前後は一貫体系成立期と呼ぶことができる。

麦作にはコンバインも導入されるようになり、大規模乾燥施設の運営も軌道に乗る時期である。

(20)

図11に示されるように、北海道にはコンバインは昭和38年から導入されて昭和45年には200台に達している。乾燥施設は麦類専用が23基、豆類兼用が4基、米兼用が4基稼働している。米関係は面積的にも（昭和44年水田面積288,000ha、小麦10,600ha）広い関係もあって急速な伸びを示している。

(20)

ホイールトラクタは図12に示されるように、45PS以上のものが台頭してきて、畑作では

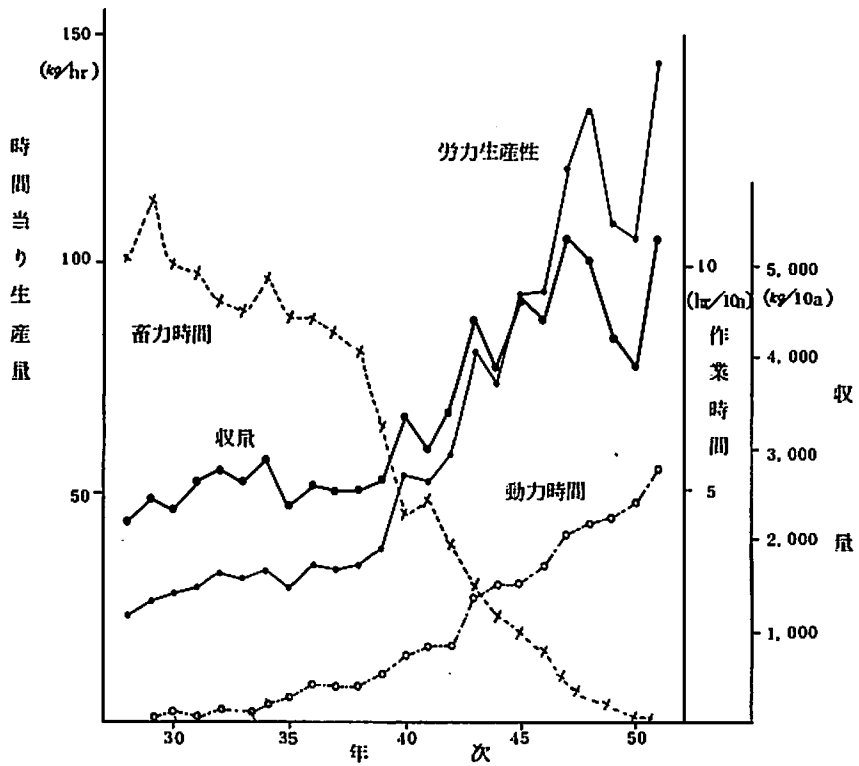


図 6. てん菜の生産性と作業時間構成推移

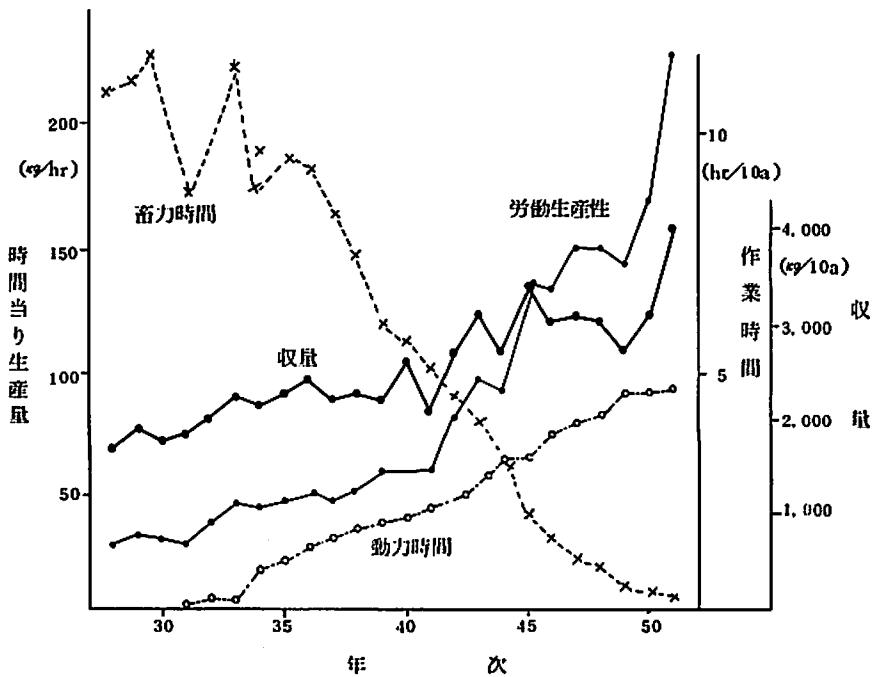


図 7. ばれいしょの生産性と作業時間構成推移

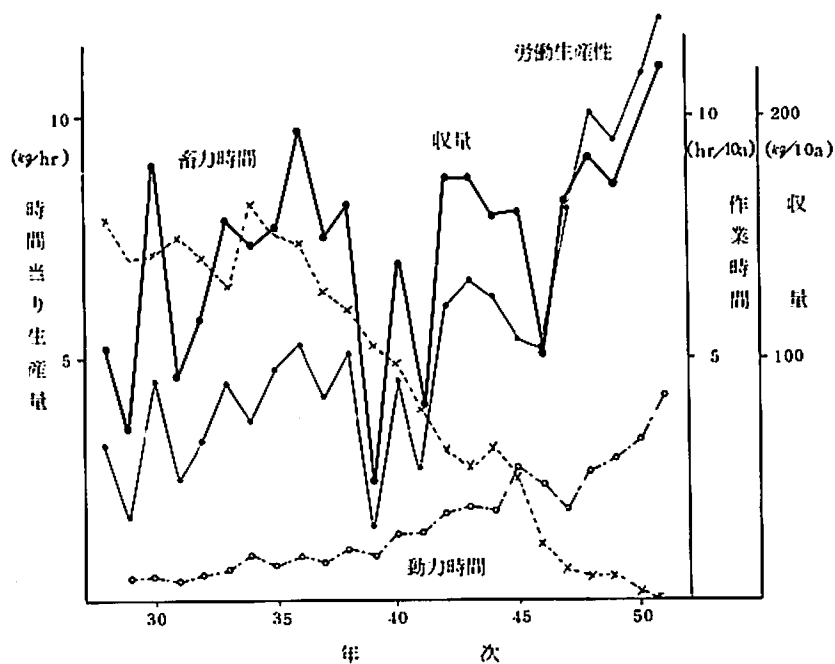


図 8. 大豆の生産性と作業時間構成推移

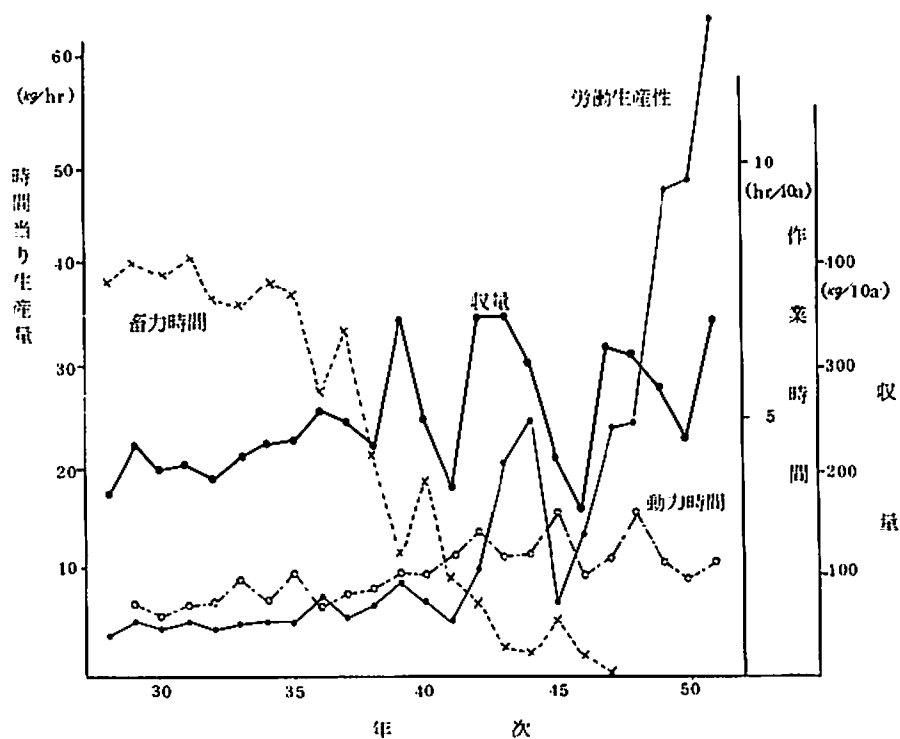


図 9. 小麦の生産性と作業時間構成推移

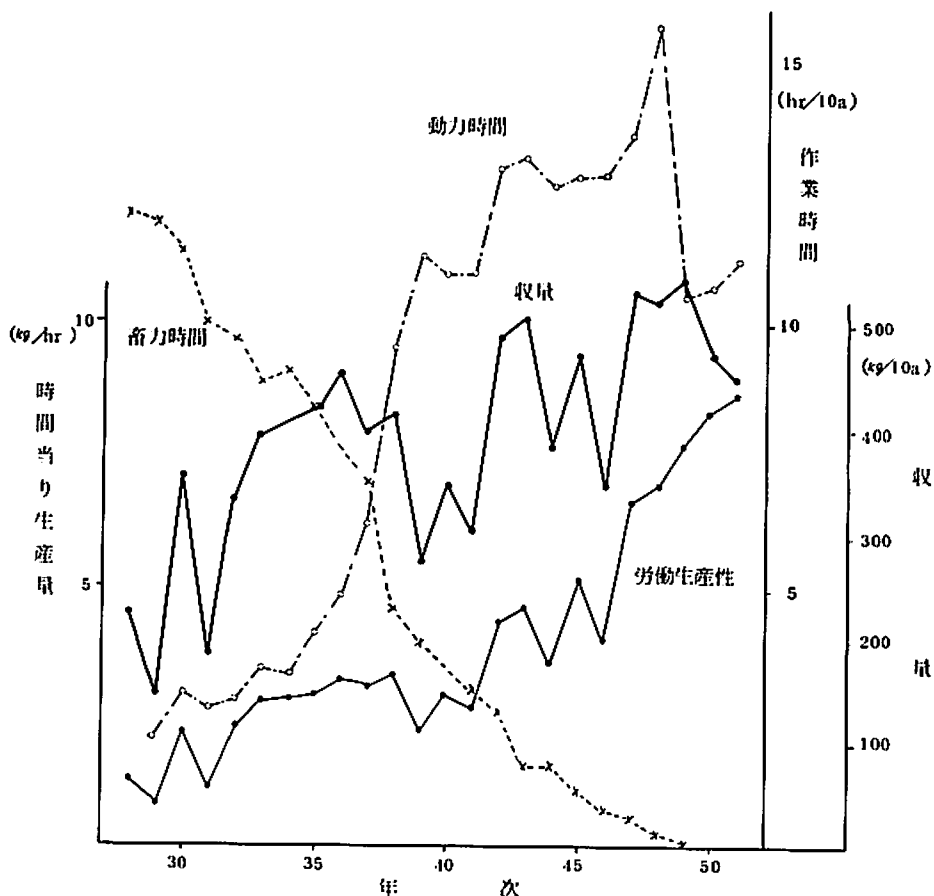


図10. 水稻の生産性と作業時間構成推移

60PS級のものが導入されはじめています。15～30PSのものが急激に増加しているのは、水田関係のものである。しかし、15PS級以下のものは次第に横這いをはじめ全体に明らかに大型化を指向している。このように大型化は規模の拡大を促し、規模の拡大は大型化をもたらしているが離農者がもっとも激しかったのもこの時期である。図13に示されるように、農家戸数は全道昭和40年198,969戸が134,263戸と減少し、10年の間に64,706戸(32.5%)が離農している。^{(4)～(9)}十勝・網走でもほぼ同じような傾向であり、十勝の場合昭和40年の19,761戸が12,790戸に減少し、6,971戸(35.3%)が離農している。面積構成も10ha以下の農家が減少し、10～20ha、20ha以上の農家が多くなり、とくに20ha以上が昭和40年には2.3%であったものが26.8%上昇しているのが目立っている。

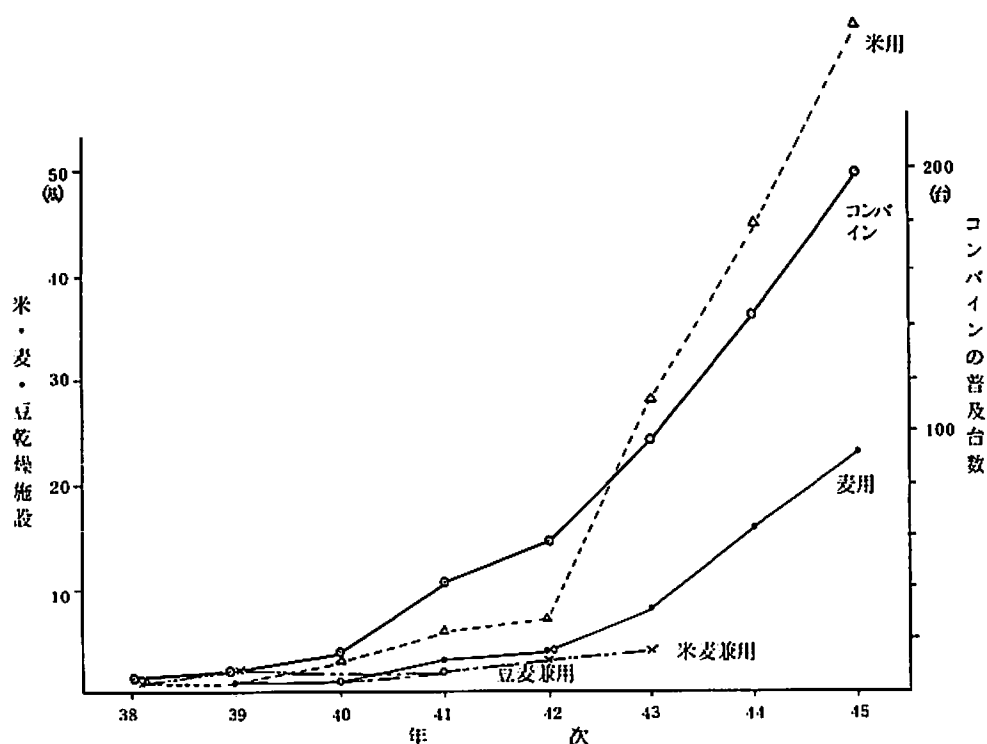


図 1.1. 乾燥施設とコンバインの普及状況

このようにして小規模経営が整理され、大型機械化体系が成立、安定期に向う。

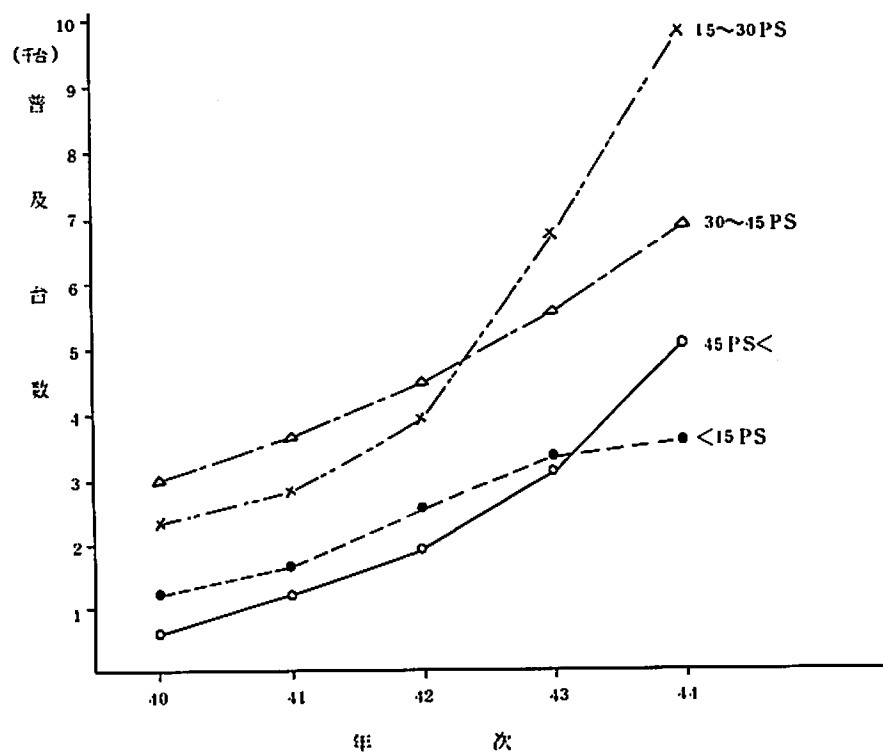


図 1.2. ホイールトラクタの普及状況

5. 重作業協業期（昭和50年前後）

大型機械化体系が浸透し、機械なしに農業は成立し得ない情勢になってくると、次は機械の効率利用を強く意識するようになる。これ迄は単純なトラクタの大型化であったものが、汎用型から脱却し、より高水準の作業性能を求める傾向も強まってきた。100 P S 級トラクタの部落内導入はその好例である。100 P S 級トラクタの動力源を利用し、能率的な30 cm以上の耕起、心土破砕等を行い、土地利用、余剰時間の活用を可能にしているもので、一方では管理作業には小型トラクタ（30～50 P S 級）を導入、高精度の作業を目指している。収穫作業は高能率を指向し、年々大型化の傾向にある。したがって専門分化の時期をみることができ、必然的に100 P S 級トラクタによる収穫機の利用は部落単位によることになり、重作業部門は共同化されているので、重作業協業期と名付けることができる。

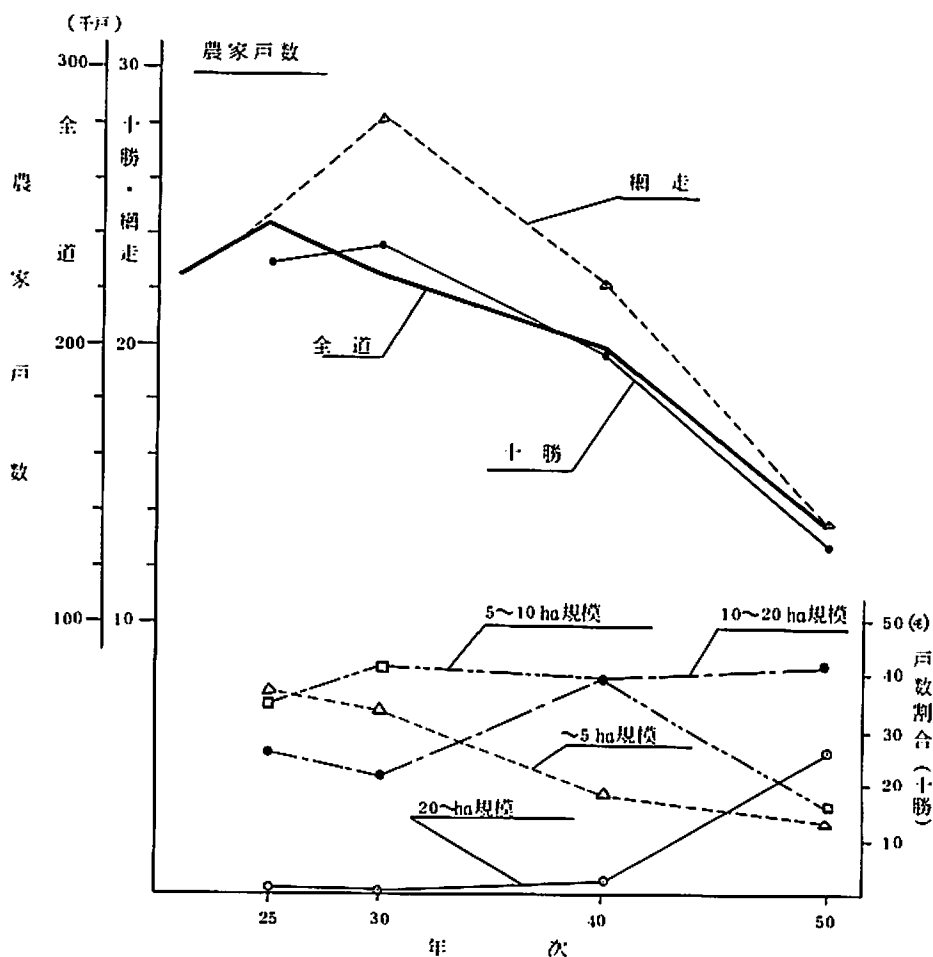


図1-3. 農家戸数と耕地規模別農家戸数割合の推移

この時期は大型トラクタが収獲作業にも利用されているが、耕土改善に使われることが多く、言葉を変えると、自主耕土改善期と表現することもできる。事業で行われてきた耕土改善を、部落内で処理し、画一的な耕土改良に密度を高めようとする機運も伺えるからである。トラクタが導入されてから20年、この間トラクタの力は、土地の潜在地力を活用することに大きく貢献してきたが、最近の収量水準は横這いの傾向にある。この限界を打破し収量の追加を計ろうとすれば、トラクタが導入されてから画一的になった栽植様式に検討を加え、作物の生産性を追究するとか、あるいは、さらに土地の潜在地力を活用するために、一層大きなトラクタを導入し、耕土改善を行う必要がある。深耕プラウにサブソイラの装備が代表例であり、直装2⅔プラウも出現してきている。2段混層耕プラウ、心土肥培耕プラウは部落に導入される迄にはいたらないが、農協事業で各地に利用されている。もち論、前述したように100PS級トラクタの導入は、高能率にもメリットがあり、例えば16×4のプラウは1時間当り1haの耕起を可能にし、結果として適期作業を容易にしている。

図14は50年前後のトラクタの普及状況であり、20PS以下のトラクタが下降し、次第

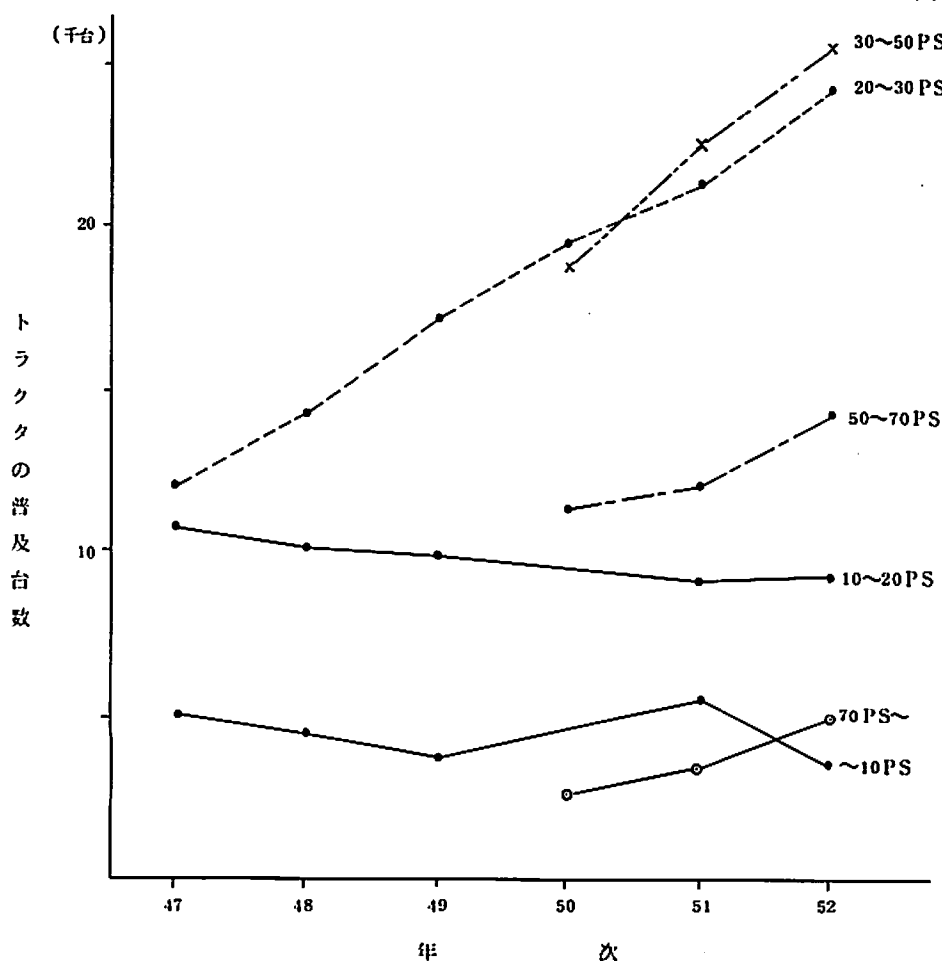


図14. ホイールトラクタの普及状況

に50PS以上のトラクタが上昇し大型化への指向が伺える。図15は地帯別にみたいものであるが、空知の稲作地帯では20～30PS級のものが主流であり、稲作地帯といえども70PS以上の大型のものが導入されはじめている。十勝畑作地帯では、30～50PS級のものが主流であり、小型が少なく、大型の多い傾向を示している。根室の酪農地帯では50～70PS級のものが主流であり、小型はほとんどみられない。このように、それぞれの地域農業の特徴を明確にあらわしており、十勝・根室の場合、農家戸数割合からすると大型機の台数が多く、大型化を裏付けている。

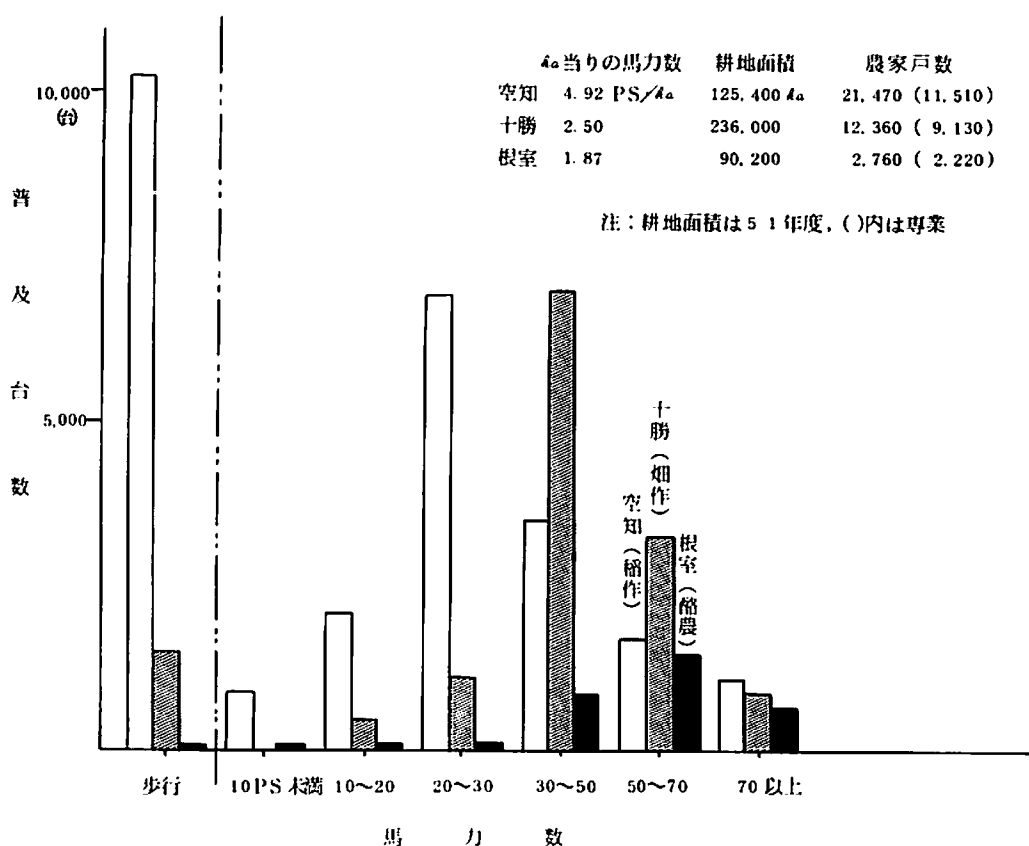


図15. 地帯別トラクタの普及台数 - 52年 -

畑作における作業機は、一応出揃いいづれも大型化を指向している。特に目立つのはハーベスタの大型化であり、ビートハーベスタについては2条、3条あるいは自走型が台頭してきている。ポテトハーベスタはビートハーベスタにやゝ遅れをとっているものの、同じような発展傾向にある。

この時期になっての大きな特色の一つは、農業の施設化である。大規模乾燥施設に端を発して、てん菜の育苗施設、ばれいしよの貯蔵施設と発展し、部落内運営が多くなっている。乾燥

施設そのものも増設はサブ乾燥方式で部落内に建設されることが多い。施設化を機にして部落構造が再編成されている。

地力維持の関連でふん尿処理システムの変化も特筆すべきである。家畜飼養頭数の増加に伴う大量のふん尿処理を合理化するため、尿と堆肥の分離方式からスラリ方式に変わり、スラリストアが各地に建設されている。畜産部門から畑作部門への交換利用も行われるようになり、スラリインジェクタ、スラリローリが開発されている。

以上、トラクタが営農に導入されてからの機械化の過程を分類して整理してみたが、機械化と土地の生産性については密接な関係のあったことが理解できる。今後の発展方向について考察すると、より土地の生産力を高めるために、土地の潜在地力を活用するための機械化はさらに重要な意義をもつし、加えて堆肥の土地への還元システムの強化が大きな課題になるものといえる。

第2節 研究目的

古くは機械化農業は経営の粗放化、生産性の低下につながるとの考えもあり、北海道といえども欧米に比較すれば、耕地面積が少なく、トラクタ営農は困難であると見做された時代があった。現実には前節に述べたごとく、機械が導入されてから生産性は飛躍的に上昇し、僅か20年の間に歴史に例をみない収量が倍增するという事実が作りあげられた。これは施肥・防除などの技術の発達による総合技術の集約といえるが、このなかでPower Farmingとも表現できるトラクタの力による適期作業と、土層・土壌改良や深耕などの土地の潜在地力の活用も見逃すことはできない。

土地の生産性の向上を計るとする機運は、土層改良が端緒になって盛り上がり、一般営農へのホイールトラクタの導入に発展しているが、この量的な拡大も、生産性が平行線を辿りはじめた現在、次は質的なものの転換を期すべきである。この場合、基礎となる土層改良・土壌改良は事業による画一的なものでは、地域の条件に的確に対応することが困難であること。全面積に対処することは不可能であること等から、土地の生産性に関連する機械化の範囲を広げながら、地域、あるいは部落単位に運用される体系も加えて、より精度の高い方向に発展させるべきである。

この観点に立ち考察すれば、クローラトラクタを主体として行われる事業と、一般営農での個別の65PS級ホイールトラクタの中間的な性格を持つ能力のものとして100PS級ホイールトラクタを中心にする機械化体系の確立が必要になる。したがって、主として100PS級ホイールトラクタを前提に、畑作における土地の生産力向上に関連する機械を開発・改良し、その利用体系を確立することを目的として本研究を行った。

土地の生産性向上に関連する機械は、土地が本来もっている潜在地力を活用しようとするものと、堆肥等を土地に還元し土壌の保全を計るものとに大別することができる。前者には心土破碎機、混耕プラウ、心土肥培プラウ、石礫除去機等が属し、後者にはふん尿処理機械、これを運搬し広域に利用するトラック、ローダ等が属するが、ここで対象にした機種の開発・改良の意

図は次の通りである。

心土破砕機は追従型ウイングを開発することによって土中への貫入を容易にし、かつ取付位置を土層条件別に適宜変えて破砕効果を高めることができるようにする。混層耕プラウは2段耕型にしてホイールトラクタの溝引きけん引でも混層が可能のようにし、また、同様に条件に応じ層厚を変えて反転、混層できるようにするものである。心土肥培耕プラウは側耕型にしてホイールトラクタの溝引きけん引に対応する。

石礫除去機械の開発は永い間の懸案課題であったが、表層処理、作土処理、深層処理と石礫量、あるいは作業条件に応じた対応ができることを目的としている。主として100 P S級ホイールトラクタのけん引によるものであるが、深層処理方式は掘削深度との関係から自走式とし、厚層作土を造成せんとしている。

ふん尿処理機械についてはスラリシステムを中核にし、かつ運搬機械に焦点を合わせている。これは堆肥等土地に還元できる有機物は、経営の合理化から専門化が進み、その結果として偏在しているのが現状である。偏在を不偏化し、専門化の問題点を解消しようとするれば、地域複合等の新しい結合方も加わることが予測され、この場合運搬法の改善が課題である。スラリポンプ、スプレッダに改良を加えて量処理に対応できるようにする。また、スラリは液状堆肥であるところから土中に注入することも容易であり、土壌物理性の改善を兼ねることのできるスラリインジェクタを開発するものである。スラリローリは広域対応するためトラクタの機動力と組合せたものであり、運搬と同時に散布作業ができることを目的としている。

農業用トラックとローダの開発・改良は、農業は運搬産業といわれるように、膨大な運搬量に対応するものであり、かつ、堆肥の造成は運搬力なしには考えられないことから、今後の機械化体系に欠くことができない。農業用トラックは四輪駆動、低速ミッション付き、中低速ラグタイヤの装備、P T O付とし農業の多様な条件に対応しようとするものである。ローダはトラック利用の高度化に並行するものにあり、これも同様にアタッチメントの互換性を持たせ、3点ヒッチ、P T Oを装備しけん引作業を可能にしようとしている。

自走式ストーンピッカやスラリローリ、農業用トラックやローリは100 P S級トラクタに直接的な関係はないが、今後の土地の生産性向上に関連する機械として欠くことはできない。ここではこれらを加えて総合技術体系として考究せんとするものである。

第3章 土壤改良機械

土層改良と土壤改良は、一般的には区別されているが、ここでは広義に考え、双方包含して土壤改良と呼ぶことにする。例えば、心土肥培耕のように心土に土壤改良資材を投入すると土層改良であり、同時に土壤改良である。したがって両者を区別することが困難であり、またこの場合、敢えて区別する必要もないと考え総称して土壤改良とする。

これ迄、土壤改良といえば、深耕・心土耕・心土破砕機・混層耕に代表され、主としてクローラトラクタによる大型機械で施工されてきたが、今後は質的転換の時期であり、機動力のあるホイールトラクタの利用が多くなるものと予測される。ホイールトラクタを主体にして開発、あるいは改良した土壤改良機械の実験結果と土壤の改良効果について論じ、新しい土壤改良機械化体系を相立てる。

第1節 北海道の土壤分布

本道の農用地には、火山灰土、重粘土などの特殊土壤が多く含まれ、土壤の理化学性は劣悪であり、生産力に低位である。⁽²¹⁾したがって土壤改良は、生産力増強上大きなウエイトを占めること

表2 北海道の土壤別面積割合

ha

土壤区分	土 壤 名	総 合 面 積	(%)	既 耕 地	(%)	未 耕 地	(%)
未熟土	残 積 未 熟 土	5,244	0.2	1,141	0.1	4,103	0.2
	砂 丘 未 熟 土	28,842	1.1	1,985	0.2	26,857	1.6
	火山放出物未熟土	117,990	4.4				
火山性土	未熟火山性土	553,242	21.0	269,378	27.6	593,260	36.0
	褐色火山性土						
	黒色火山性土						
	厚層黒色火山性土	191,406	7.2				
未熟土	湿性火山放出物未熟土	20,976	0.8				
火山性土	湿性未熟火山性土	57,684	2.2	70,324	7.2	107,972	6.6
	湿性黒色火山性土						
	湿性厚層黒色火山性土	99,636	3.8				
低地土	褐色低地土	416,898	15.8	163,820	16.8	253,078	15.4
	灰色低地土	201,894	7.6	100,787	10.3	101,107	6.1
	グライ低地土	110,124	4.1	71,629	7.3	38,495	2.3
湿性 台地土	疑似グライド	149,364	5.6	79,140	8.1	60,133	3.6
	グライ台地土			10,091	1.0		
丘陵および 台地土	酸性褐色森林土	427,386	16.2	115,681	11.9	311,705	18.9
	赤 色 土	1,573	0.06			1,573	0.1
	暗 赤 色 土	4,733	1.8	4,733	0.5		
泥炭土	低位泥炭土	188,784	7.1	85,990	8.8	149,990	9.1
	中間泥炭土	15,732	0.6				
	高位泥炭土	31,464	1.2				
	計	2,622,971 (100.0)	100.0	974,698 (37.2)	100.0	1,648,273 (62.8)	100.0

(21)

になる。北海道の土壤別面積割合を表2に示した。34.4%が火山性土であり、一般的性状としては表層部の大半は生成時期が新しく、土壤風化は進んでおらず、有機物に乏しい。かつ磷酸吸収力が強く、せき薄土に属している。火山性土に次いで多いのは低地土で27.8%を占めている。各地の河川流域の土壤であり、農地としては早くから利用されているものの、その約50%は湿性である。丘陵および台地土（所謂重粘土を含む）は16.5%であるが、ほとんどが傾斜地であるのが欠点である。

第2節 土壤改良法

特殊土壤の低位生産性は、作物生育のための理化学性が劣っており、これを土壤別に改善する必要がある。排水、酸度矯正、有機質の施用、石礫除去等各種の改良法があるが、これらの基本工法について概説する。

1. 心土破碎耕

下層土が盤層を呈していると、作物根は下層に伸びることができない。また、このような土壤では降雨があると下層への浸透が妨げられ、表層部に滞水して作物に悪い影響を与える。この堅密な盤層をサブソイラで破碎し、有効土層を拡大し、排水性を良くする工法を心土破碎耕という。

2. 心土耕

心土破碎耕と心土耕の区別は、明確な定説はないが、ここでは次の如く定義することにする。下層土が不良土で、かつ犁底盤が形成されていることがある。このような土壤では急激な深耕は好ましくないので、プラウの後部、あるいは側部に心土犁を設け、プラウ耕と同時に堅密な下層土を破碎し、表層土と下層土を分けて深耕する。この工法を心土耕と称する。

3. 心土肥培耕

下層土が不良土の場合は、深耕すると不良土が表層土に混入し、作物は著しく減収する。このような土壤では、心土耕を行い、同時に下層土に土壤改良資材を投入し、改良すればより効果的である。その後順次深耕すれば厚い作土層を造成できる。改良を加えた心土耕プラウに土改資材を積載し、下層土に土改資材を混合する工法を心土肥培耕と呼んでいる。

4. 心土反転客土耕

第三層に肥沃な土壤が存在しかつ第二層が不良な場合は、第二層と第三層反転し、その一部を第一層に混合する改良法がある。プラウに反転用の第二層プラウと第三層プラウを設け、同時に土壤改良資材を投入し、土壤改良を行う工法をいう。

5. 配層耕

下層に肥沃な沖積土や洪積土、あるいは古い火山灰土のある場合は、これを混合することにより作土を改良することができる。耕起する深さは土層によって異なり1mにも及ぶ作業が行われた例もあるが、通常40～50cmである。超大型のシングルボトムプラウ、あるいは二段

耕ダブルボトムプラウで土壌の物理性、化学性を垂直的に改善する工法をいう。

6. 石 礫 除 去

作土に石礫が混在していると、作物の生育が不安定であり、また農業機械の損耗が激しい。作業の省力化も望めないのをこれを除去し、石礫による障害のない作土を達成せんとするものであり、次のごとく大別できる。

- 1) 表層処理 表層に露出している石礫をピックアップタイン等でかきあつめる。石礫が土壌に埋没しているとピックアップできないので、ツースハローをかけ石礫を浮上させておくのが一般的方法である。一度の処理では全石礫を除去することは困難があるので、数年にわたり処理するのが通例である。
- 2) 作土処理 作土 20 cm の深さを対象に石礫をピックアップし、圃場外に搬出、あるいは石礫が少い場合は圃場で砕石するものである。一般にはショベルで 20 cm の土砂、石礫をかきあげ、リンクロッドコンベヤの搬送過程で土砂を分離するが、この土砂分離を良くするために、前もってヘビースプリングカルチベータ等で攪土処理する。深さ 20 cm では作土 30 cm の全域の対象にはならないので、翌年プラウ耕後 2 度目の処理をするのが普通である。
- 3) 深層処理 河川敷のような場所の石礫量は、概ね 30～40% である。30 cm の作土を造成しようとするれば、深さ 50 cm の処理が必要である。バケットで深さ 50 cm の土砂、石礫をすくいとり、振動篩で土砂を分離する。バケットですくいとる際に掘削作用が攪土も兼ねるので、リッパ等による攪土前処理は必要としない。

第 3 節 直装型心土破碎機

1. 実 験 目 的

近年、大型農業機械が普及し、各地にその効用が認められている。その反面、機械の踏圧による土壌の硬化が問題点として指摘され、その対策にせまられており、硬化した土層を破碎し、改良することの重要性が叫ばれている。一般的には事業ベースでクローラトラクタで心土破碎耕が行われているが、利用範囲を広げ、きめの細い施工をしようとするれば、大型のホイールトラクタを利用する考え方がある。一般営農形態における心土破碎耕の技術体系を組立てるために、100 P S ホイールトラクタ用の直装型心土破碎機を開発し、実験に供した。実験地は十勝における洪積土、沖積土、火山性土を対象にした。

2. 実 験 方 法

- 1) 実験土壌 洪積土、沖積土、火山性土
- 2) 調査項目 土壌硬土、土壌水分、けん引抵抗、作業能率、牧草収量
- 3) けん引抵抗測定法

けん引抵抗は心土破碎機を装着したトラクタをワイヤでけん引し、けん引部にロードセル

を入れて測定した。けん引抵抗は装着トラクタの走行抵抗を差し引いたものである。

3. 供試機仕様

表 3. Z P 型心土破碎機の仕様諸元

型	式	Z P	コ ー ル タ 径	508 mm φ
規	格	2 本爪	ゲージホイール	710 mm φ (6.00-15-6 P)
全	長	1,055 mm	施 工 深	300 ~ 700 mm
全	巾	3,010 mm	破 砕 巾 調 整	1,020 ~ 2,270 mm
全	高	1,765 mm	作 業 速 度	2 ~ 4 km/Hr
全	重	約 645 kg	ア タ ッ チ メ ン ト	弾丸 120 mm φ
破 砕 刃 数		2	安 全 装 置	シアールボルト方式
ウ イ ン グ 巾		280 mm (追随型)	トラクタ装着方式	3 点リンク直装
			犁柱高さ調整	トリップ(反転)装置付

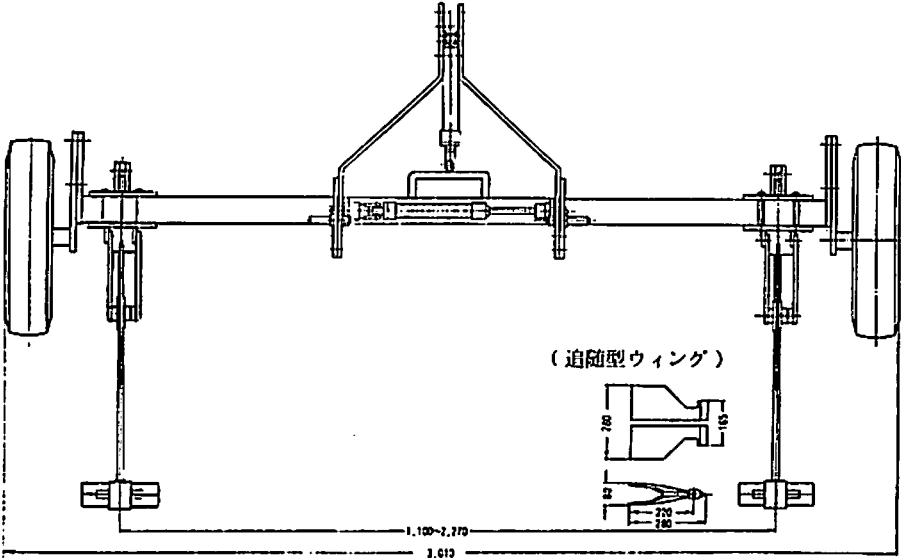


図 1 6. Z P 型サブソイラ ー正面ー

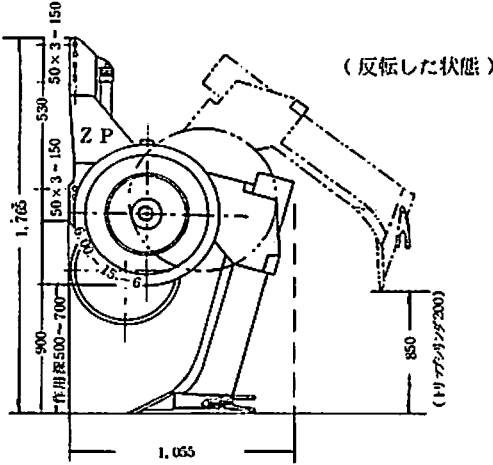


図 1 7. Z P 型サブソイラ ー側面ー



Z P 型心土破碎機



追随型ウイング（リフトの状態）



追随型ウイング（楔角 10° = 破碎角 5° ）（作業状態）



犁柱の取付け

(22)

供試機の仕様を表3、図16、17に示した。ZP型は標準破砕刃数は2連であるが、3連装着することも可能である。開発機の主なる改良点と特長は

- 1) 複動油圧レリンドを装し、3点ヒッチの油圧作動のほかにトリップ（反転）装置を設け、破砕刃を反転して高い地上高（850 mm）を得るようにした。枕地の廻行、畦越し、あるいは軟弱圃場でトラクタが沈下した場合の脱出などが容易にし、作業の円滑化をはかるものである。
- 2) 通常ウイングは犁柱に固定されているが、これを1点支持の揺動型ウイングとし、貫入を円滑にし引抜時の抵抗を少なくした。これを追従型ウイングと名付けた。ウイングには10°の楔角を与えてあるので、5°の耕起角で土壌は破砕される。ボルト装置であるので簡単に取り外し、交換することができる。
- 3) チゼル部をボルトで装着しており、摩耗すれば交換できるようにした。
- 4) 犁柱の刃縁に角度を与え、切断抵抗の軽減化をはかった。刃縁をボルトで装着して摩耗すればチゼル部と同様交換できるようにした。
- 5) 弾丸を装着できる。固定型横抱式弾丸で2本のボルトで装着する。
- 6) チゼル、ウイング、弾丸の3様に使いわけできる。

4. 実験結果および考察

1) 洪積土圃場

(1) 土壌硬土

供試洪積土圃場は地表より10～25 cmの層が比較的硬く、25～35 cmの層は水分が多く軟かい（図18）。40 cm以下は硬度が大で、透水性の悪い圃場である。したがって下部の硬い土層の破砕は可能な限り深く行い、停滞水を出来る限り下層に移す工法でなければならない。

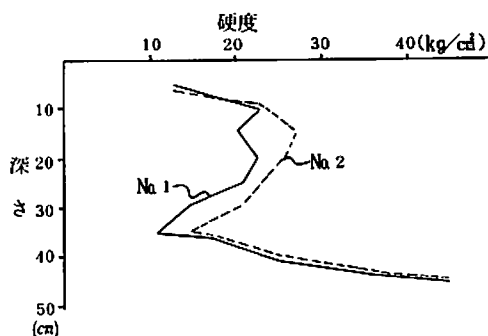


図18 洪積土圃場の土壌硬度

(2) けん引抵抗

供試洪積土圃場は下層40 cmから極度に硬い土層となっているので、けん引抵抗は大きい。図19に示されるように50 cmの深さでは作業速度1.0 m/secの時では、ウイングを装備した場合、2,700 kgであった。ウイングなしでも1,600 kgであり、一般的に知られている一連当りのけん引抵抗1,200～1,500 kgの概念⁽²²⁾があてはまらない。また、ウイング有りとウイング無しでは、けん引抵抗に1,100 kgの差があり、硬い土層が下部に厚い場合は大きな差であることを示している。

通常、100 PS級四駆型のトラクタのけん引力は、スリップ率20%において3,000 kg程度である。⁽²³⁾⁽²⁴⁾（けん引比0.6）この圃場条件ではウイング有りて1連、ウイング無しで2

本の作業となる。100 P S 級トラクタでも普通の二輪駆動型であれば、けん引比 0.4 で 2,100 kg 程度のけん引であるから、ウイング有りでは 1 連のけん引も不可能であり、ウイング無しの 1 連のみけん引が可能である。

(3) 破砕量

ウイングを装備すれば、けん引抵抗の多くなるのは土壌の破砕量に比例するからで、280 mm 巾のウイングを装備すると図 20 に示されるように、破砕巾は約 2 倍になっている。断面積も約 2 倍であり、ウイングの破砕効果を知ることができる。

破砕の比抵抗は、けん引抵抗／破砕断面積で求めた。ウイング無しと有りとの間には、あまり差異は認められない。ウイング無しで $1.2 \sim 1.3 \text{ kg/cm}^2$ 、ウイング有りで $1.1 \sim 1.2 \text{ kg/cm}^2$ であった。

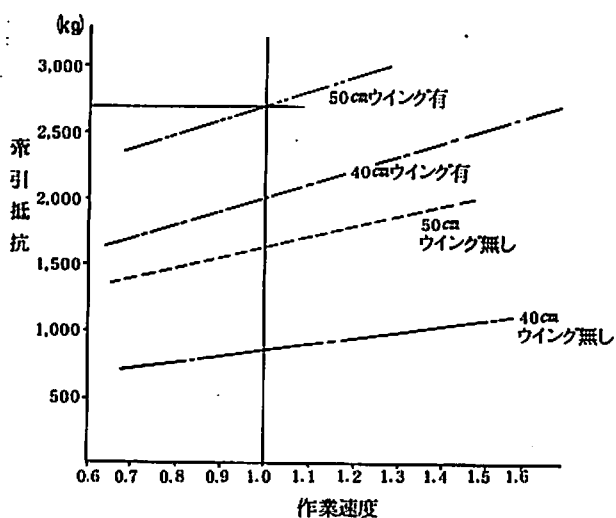


図 19. 洪積土圃場の 1 連当りのけん引抵抗

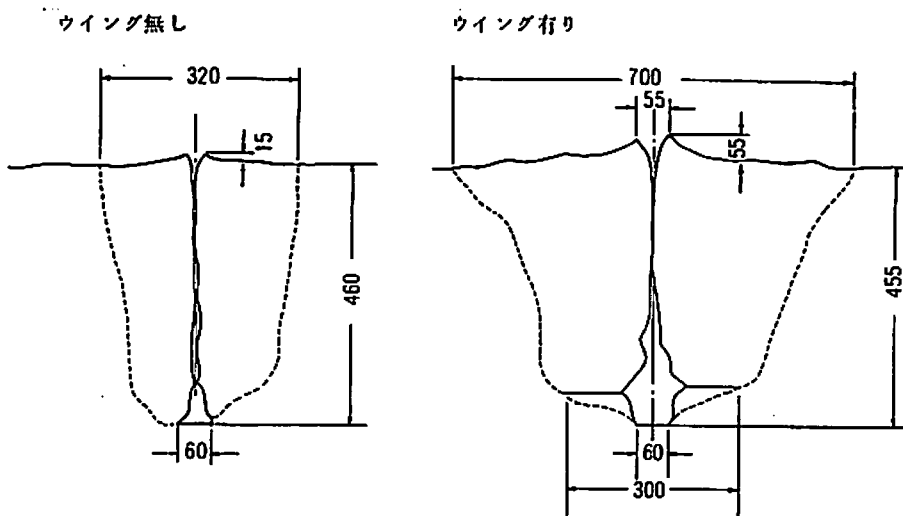


図 20 心土破砕断面

2) 沖積土圃場 — 泥流堆積物並びに客土のある圃場 —

(1) 土壌硬度

沖積土圃場といっても普通の圃場とは条件が異なり、泥流が堆積し作付不能となったた

め、沖積土を客土した圃場である。25～35 cmに硬盤を形成し、その下は軟かい層になっている(図20)。中層の硬盤を破碎することによって透水性を良くすることができる圃場である。

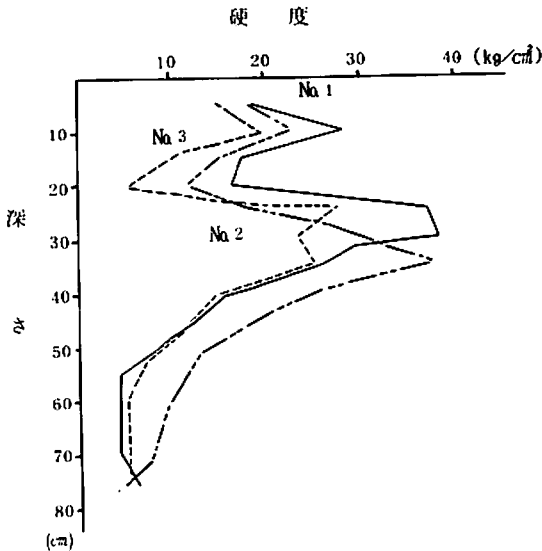


図2.1. 沖積土一客土圃場の土壌硬度

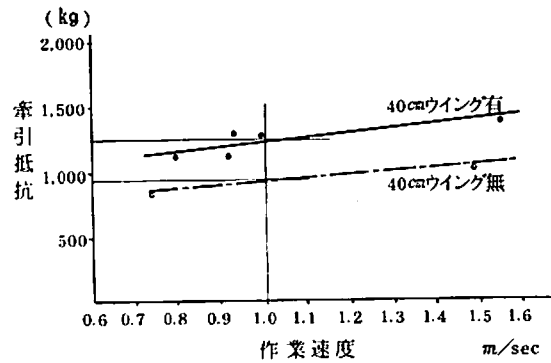


図2.2. 沖積土一客土圃場の1連当りのけん引抵抗

(2) けん引抵抗

供試土壌では硬盤が薄く、かつ浅い位置にあるのでこの場合は40 cmの施工深で充分であり、深く施工する必要はない。けん引抵抗は図22に示されるように1.0 m/secの作業速度では、ウイング有り1,250 kg、ウイング無し950 kgであった。

ウイング有りとウイング無しのけん引抵抗の差は300 kgであり、硬盤が中層にあって薄い場合は、大きな差にはならない。

3) 火山性土圃場 —牧草地—

(1) 土壌硬度

乾性型火山性土の牧草地で、全般に硬く10 cm附近に硬盤を形成している(図23)。あきらかな農業機械等の踏圧による圧密層と推測できる。牧草の混播割合は荳科30%、禾本科70%で、生えざれがあり土壌の一部が露出している状態の圃場である。40 cm以下に軟かい層があり、深さ40 cmから破碎されれば良い。

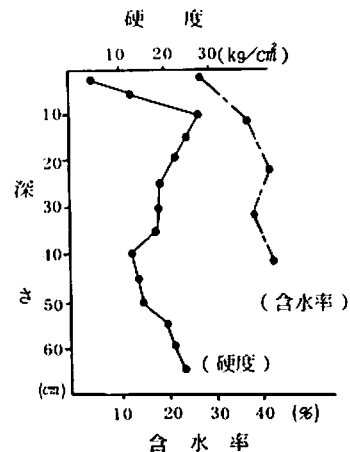


図2.3. 火山性土圃場の土壌硬度、含水率

(2) けん引抵抗

洪積土、沖積土圃場に比較すると火山性土は破碎しやすく、全般にけん引抵抗は少ない。図24に示されるように、作業速度1 m/secでは深さ30 cm 950 kg、深さ40 cm 1,160

kg, 深さ 50 cm 1,620 kg であった。深さ 10 cm の附近に硬盤があり, 表層部はルートマットで覆われているので, 施工深が深くなるにつれて, 破砕巾も広がるのでけん引抵抗は加速的に増大する傾向にあった。このように硬盤が中層にある場合は, この破砕が目的であり必ずしも深く施工しなくとも良い。硬盤を破砕し, より透水性を良くするためにはウィングが中間にあって, チゼル部は下層を破砕するものであれば理想的である。深く施工しながらけん引抵抗を少なくすることができる。追従型ウィングは, この点中間取り付けが可能であり, この実験の後改造, 実用に供した。

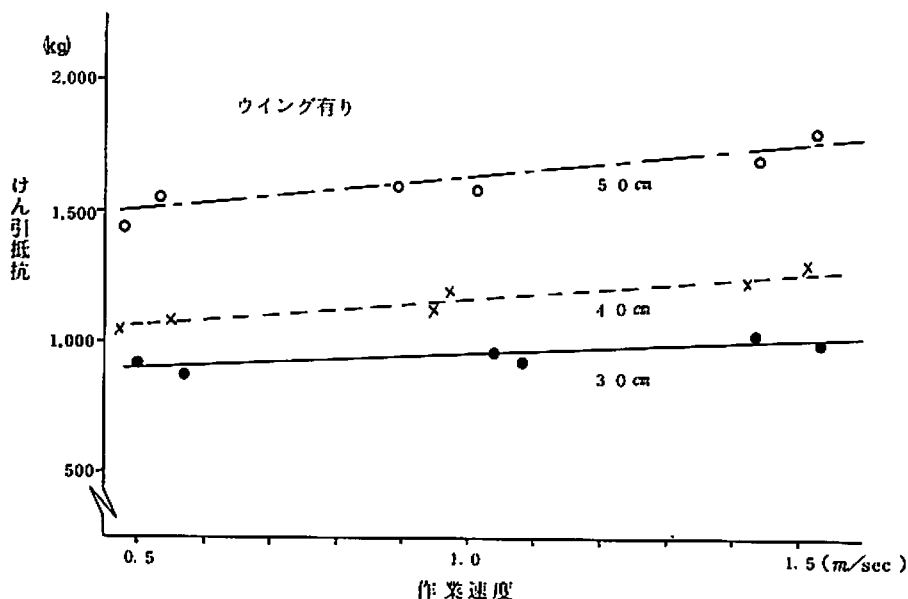


図 2.4. 火山性土圃場の 1 連当りのけん引抵抗

(3) 作業能率

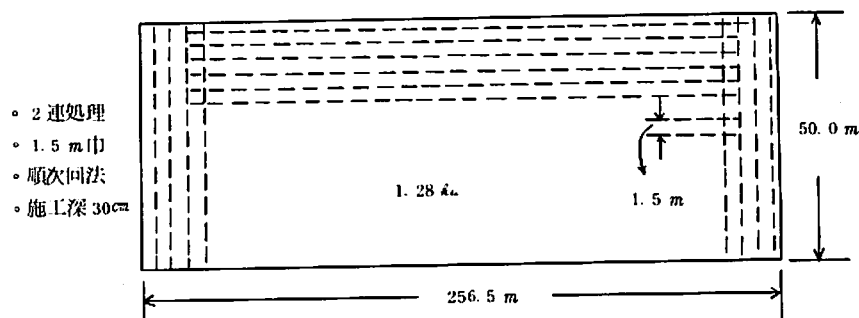
A 100 P S 級トラクタ フォード 8,000 —ダブルタイヤ—

フォード 8,000 の車体重量は 5,340 kg であり, 同圃場におけるけん引力の測定では, 滑り率 20% において 2,060 kg (けん引比 0.39) のけん引力であった。2 連作業では施工深 30 cm が限界である。前述のように実験圃場は 10 cm の附近に硬盤があり, この破砕が主目的である。30 cm の施工深とし, 作業中を 1.5 m に設定し (注: 一般圃場の心土破砕は 75 cm の巾で行われる。牧草地については根部の損傷を考慮し, 1.5 m 巾とした。次年に中間を処理し 75 cm の標準巾とする) 作業した結果は表 4 に示してある。作業能率は 1.32 ha/hr であった。ダブルタイヤで走行が安定していることや, 浅い施工深であることなどからトラブルの発生が少く, 実作業率は 92.5% と効率の良い作業

ができた。

表 4 心土破碎作業能率 - 2 連処理 -

施工面積 (ha)	平均作業速度 (m/sec)	作業時間				作業能率 (ha/hr)	燃料消費量 (ℓ/hr)
		実作業	回行	調整	計		
1.28	1.37	54'08.6" (92.5)	3'42.8" (6.4)	35.0" (1.1)	58'26.4" (100.0)	1.32	11.9

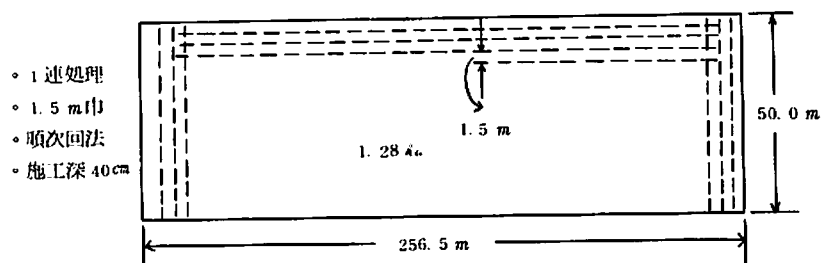


B 85PS 級トラクタ ゼトア 8011

85PS 級トラクタも部落に導入されているので、この級の作業能力を知るため同圃場において実験に供した。車体重量は 4,580 kg であり、滑り率 2.0% におけるけん引力は 1,500 kg (けん引比 0.33) であった。一般圃場の路面条件では、けん引比は 0.4 とみなされているが、春期の草地は表層部が膨軟であり、けん引比が低下するのが一般的である。けん引力 1,500 kg では 2 連作業は不可能であり、1 連作業となる。ただし 1 連

表 5 心土破碎作業能率 - 1 連処理 -

施工面積 (ha)	平均作業速度 (m/sec)	作業時間				作業能率 (ha/hr)	燃料消費量 (ℓ/hr)
		実作業	回行	調整	計		
1.28	1.24 ~ 2.08	1°20'57" (86.1)	5'29" (5.9)	7'34" (8.0)	1°34'00" (100.0)	0.82	11.0



ではけん引力に余裕があるので施工深を10 cm深くし40 cmとした。実験の結果は表5であり0.82 ha/hrの能率であった。

調整時間割合が8%と多くでているのは、下層に石礫があり、犁柱にある安全シェアボルトが3回切断したためである。心土破碎の作業は深層を処理するので埋没根等にも触れ、このような事象は多い。障害物に触れても本機が破損しないよう安全装置を設けるのは必須条件であり、今回の場合、円滑に作動した

(4) 心土破碎圃場の牧草収量

心土破碎の効果を確かめるため収量を調査した。圃場の施肥量内容は表6に示すとおりである。収量調査結果を表7に示した。牧草の収量は施工深30 cm処理巾1.5 mの処理区の増収が顕著であり、収量指数では114.7を記録している。施工深40 cm、処理巾1.5 m

表6 施 肥 量

		(10 a 当りkg)			
肥料種別 施肥月日	塩 加 過 石 硫 安	草 地 1 号	備 考		
	60.0 %	20.5 %	21.0 %	4-11-12 %	
5月12日	10			70	
7月19日	10	15	5		1番草刈取後

表7 収量調査結果

No	処理区分		1 番 草	2 番 草	収 量 計	指 数	備 考
	深(cm)	巾(m)	(kg)	(kg)	(kg)		
1.	30	1.0	3,090	2,333	5,423	104.6	1連処理のため破碎部をトラクタが走行し、牧草の損傷が多かった。
2.	30	1.5	3,380	2,568	5,948	114.7	
3.	40	1.5	2,780	2,168	4,948	95.4	
4.	対 象		2,980	2,205	5,185	100.0	

の場合が減収しているのは、1連処理のためトラクタのタイヤが破碎部を走行し、牧草を傷めたためと判断できる。処理巾を広げて損傷を避けるべきであったと考えられる。施工2年目からは傷められた牧草が回復するので、収量増は期待できる。

5. 総合考察

1) 土壌硬度とけん引抵抗

施工にあたり、どの程度のけん引動力を必要とするか、ある程度の判断基準が欲しい。土壌硬度は一つの指標になると思われるが、土性や硬盤の位置、厚さなども微妙に関係するので、土壌硬度だけで指標を作ることは多少の疑問がある。しかし、今回の実験から平均硬度を求めてプロットしてみると図25の関係になり、土壌硬度とけん引抵抗との間には強い関係があり、所要動力算定の判断基準になる。

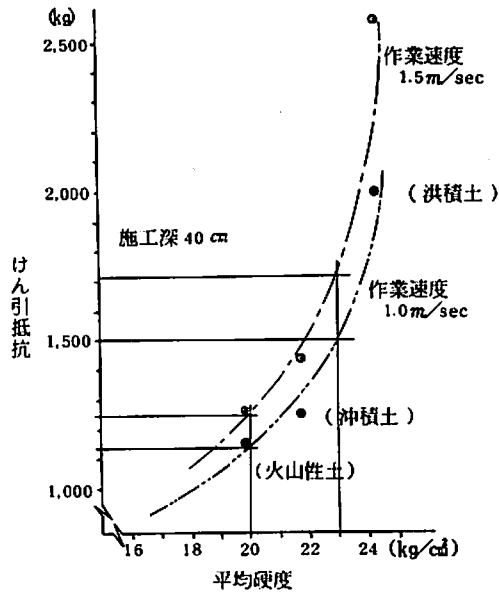


図 25 土壤硬度とけん引抵抗 (1 連当り)

2) 各部の構造および取扱い

(1) 心土破碎機の作業は、一般の作業と異なり深い位置での作業である。このため 3 点ヒッチの油圧揚程との関係で、深層作業の場合はリフトしても充分な地上高を得られず、チゼルが地面に接触して、円滑な走行が望めなかった。本機に油圧作動の反転装置を設けることによって、この問題を解決することができた。洪積土、沖積土圃場では走行面の状態もわるく、けん引抵抗も大きくて、しばしばタイヤがスリップし車体が沈下してしまうこともあったが、この反転装置によって脱出が容易に行われた。このことによって、条件対応の巾を広げることができたといえる。

(2) ウイングを追随型とし、破碎部の貫入とリフトが円滑に行われるようにした。この機構は草地においてとくに効果的であり、固いルートマットを容易に破って貫入し、リフト時もウイングの穴跡を残すのみで草地を傷めなかった。

ボルト装着方式であるので、ウイングの位置を変えることも可能である。中層に硬盤がある場合は、中間ウイングとして装着すれば、硬盤を効果的に破碎し、チゼルの深層処理と相まって、最小限のけん引力で最大の効果を期待できることになる。ホイール型トラクタはけん引力に限界があるので、重作業の心土破碎板にはこの種の工夫は不可欠といえる。また土壌条件別に破碎位置を変えて対応することは、きめの細い土壌管理が可能であることを意味するものであり、部落別に密度の高い心土破碎作業をしようとする場合に有利である。今回の実験を通し、ウイング追随型の新しい機構の心土破碎機の実用上の効果が確認された。

(3) ホイールトラクタの油圧3点ヒッチには、ポジションコントロール、ドラフトコントロールが装備されており、作業機にゲージホイールは必要ないとされているが、本機にはゲージホイールを取付けた。その理由は深層処理では負荷変動が烈しく、頻繁にドラフトコントロールが作動して、反って安定した作業ができないためである。また大型のホイールトラクタでは微細な油圧調整は困難である。機体をグランドホイールで一定の位置に保ち、運転する方が操作が容易であり運転者を疲労させなかった。

(4) 施工深の調節は、犁柱をソケット差し込み方式にして、30～60 cmと広範囲に行えるようにした。取扱いが簡便であり、土壌条件別の施工深の設定が容易に行われた。

第4節 資材封入装置付心土破碎機 一疎水材添加一

1. 実験目的

心土破碎機は堅密な盤層を破碎し、有効土層を拡大し、排水性を良くすることで知られているが、重粘土壌を対象とする場合には破碎効果の持続期間が短かく、また、湿性であるのと同時に保水性に乏しいため早魃にもかゝりやすいのが難点である。このため単純な破碎だけでは不十分であり、心土破碎+αが必要である。即ち根本的に改良しようとするば、永続的な孔隙を造成することが要求される。心土破碎と同時に資材疎水材を封入し、亀裂を持続させ、排水と同時に保水性を増すようにすることで目的を達し得る。資材としては根殻、麦稈等が容易に入手できること、腐植化しても生育に影響を与えないこと等から適当であろう。こゝに資材封入装置付心土破碎機を開発し、より高度の土層改良をはからんとするものである。

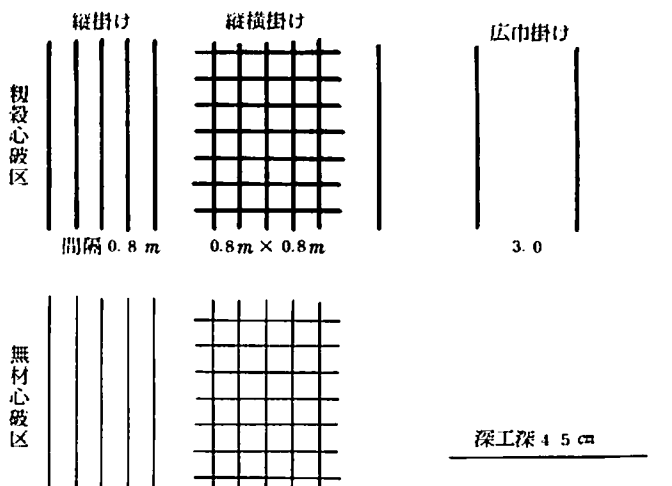


図26 試験区の設定

2. 実験 その1 根殻封入心土破碎機

1) 実験方法

(1) 実験場所 重粘土草地（道立滝川畜産試験場圃場）

(2) 調査項目 土壌硬度、けん引抵抗、水分動態

(3) 測定法 けん引抵抗—前項心土破碎機と同じ

水分動態—テンションメータ

(4) 試験区の設定 縦掛け、縦横掛け、広巾掛け（図21）

2) 供試機仕様

供試機の仕様諸元を表8、図27に示した。⁽²⁶⁾心土破碎機の上部のホッパーに貯えられた粃殻は底部にあるオーガで中心部に集められ、プロアで犁柱によって開溝された約45mmの溝巾の中に封入される構造である。この場合の心土破碎装置は粃殻の心土封入が主目的であり、

表8 粃殻心土破碎機仕様諸元

項	目	寸法
主要寸法	全長mm	1,800
	全巾mm	1,220
	全高mm	1,886
	全重量kg	305
犁柱	作用巾mm	60
	最大作用深mm	800
	サクション角	150
ホッパー	容量ℓ	1,200
備考	トラクタ装着	三点リンク直装
	動力	P T O駆動

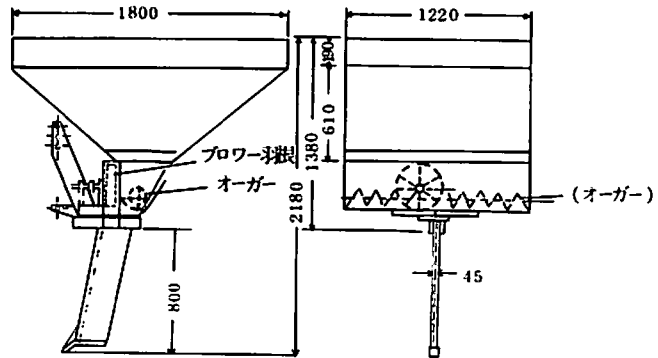


図27 粃殻封入心土破碎機

装置は粃殻の心土封入が主目的であり、ウイングを装備し巾広く心土を破碎するようにはしていない。施工深は最大60cmであり、粃殻は供給量を調節することによって、地上部まで縦に封入することができる。

3) 実験結果および考察

(1) 圃場条件

粃殻心土破碎機は水田を前提に開発したものであるが、本実験では重粘土草地を対象にしている。

実験前の土壌硬

度および水分を

図28、表9に

示した。10～

20cmに硬盤が

形成されている。

表9 重粘土草地の土壌水分

採土深 cm	含水率 %
2.5～7.5	29.3
12.5～17.5	38.8
22.5～27.5	28.5
32.5～37.5	30.4
42.5～47.5	30.7
52.5～57.5	30.7

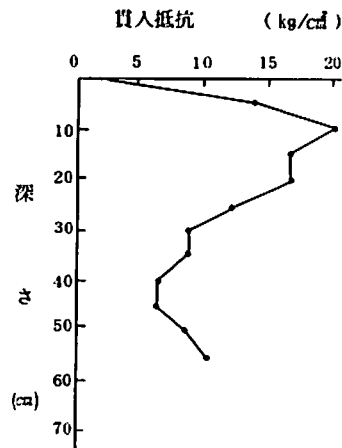
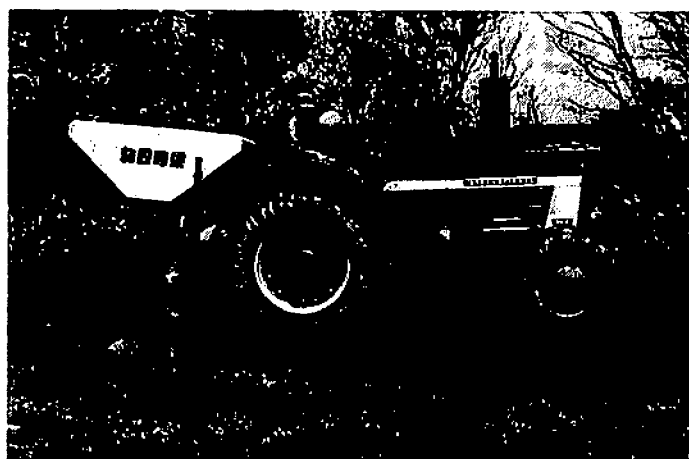
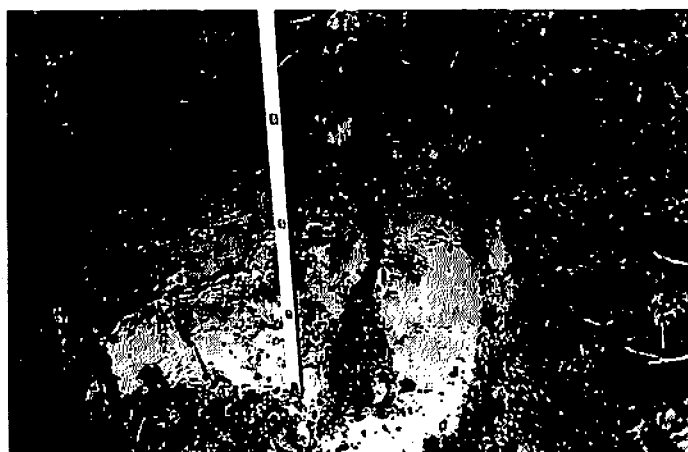


図28 重粘土草地の土壌硬度（山中式硬度計）



穀殻封入心破砕機



穀殻の封入状態

(2) 切穀心土破砕機の草地におけるけん引抵抗

心土破砕機の犁柱の厚さは普通 25 mm である。切穀心土破砕機は切穀を封入する関係上 45 mm の巾をもたせている。このためけん引抵抗は大きく、施工深 40 cm で約 2,500 kg であった（図 29）。重粘土は孔隙に乏しいので側圧が大きく、より大きな抵抗となったものと考えられるが、1 連でも 100 PS 級四駆型トラクタでなければけん引できない。

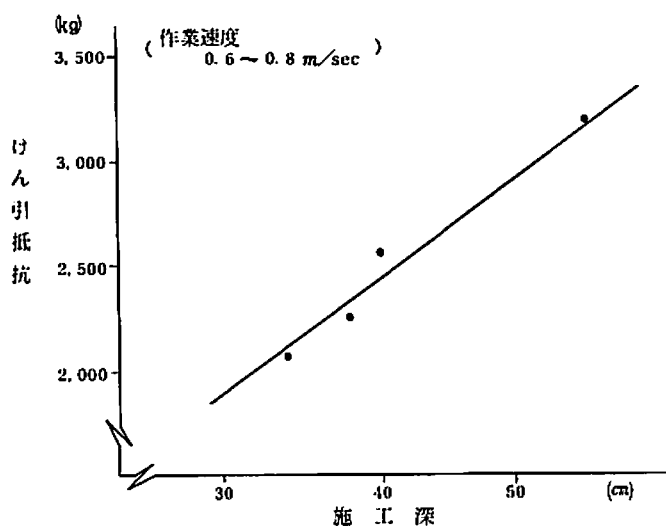


図 29. 切穀心土破砕機のけん引抵抗

(3) 水分動態

処理法別の水分動態をテンションメータで観測した結果は図 30, 31 に示したが余剰水排除後の水分保留状況は切穀縦心破 > 切穀縦心破 (広巾) > 無材縦心破の順で水分の保留能力が高い。切穀縦心破 (0.8 m) と無材縦心破 (0.8 m) の水位が低いのは、縦心

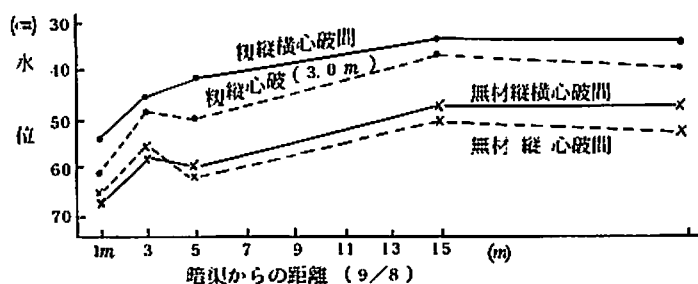
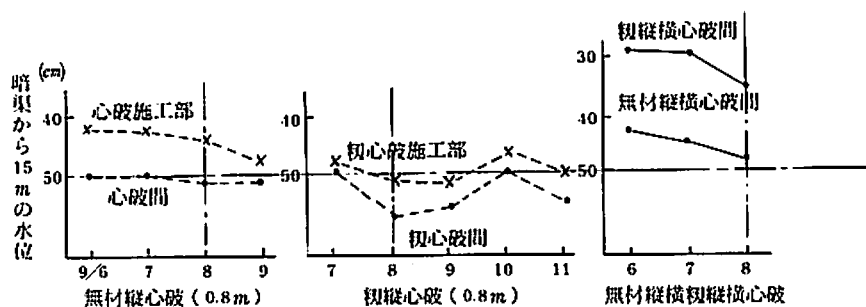
図 30 切穀心破の水分動態 (テンションメータによる) その 1
(48.9.3 降水量 36.8 mm)

図 31. 切穀心破の水分動態 その 2

表 1 0. 切殺心土破砕区における積算侵入量 Dmm (49. 7. 19)

処理 時間(分)	無材縦心破			切縦心破			切縦横心破		
	施工部	心破間	施工部	施工部	心破間	施工部	施工部	心破間	施工部
1	39	22	29	63	32	75	31	60	43
2	55	37	44				53	101	
3	68	44	59	114	65	178			70
5	95	57	86	150	93	255	99		90
10	134	81	135	218	149	396		303	131
15					192	(14)473	22. 7	(18)477	169
20	159	113	208	317	233	569	(19)269		(21)212
30	210	134	269	395	302	696	380	678	268
40				(35)429	361	795	473	815	(37)308
45	253	161	349	(44)512					352
50				(53)	411	875	560	939	381
60	310	184	373	519	461	947	644	1, 054	435
c *			29. 9	63. 9	32. 3	88. 3	31. 0	62. 0	37. 9
n *			0. 63	0. 52	0. 65	0. 60	0. 73	0. 69	0. 57

* $D = CT^n$ の c, n 値ただし T は分

表 1 1. 切殺心土破砕とアルファルファの根の分布 (DM 10mg/5cm×10cm×7cm)

処理 場所 深さ(cm)	無材縦心破			切縦心破			切縦横心破		
	A *	B *	C *	A	B	C	A	B	C
0—5	—	296	10	28	626	36	69	559	52
5—10	23	122	32	16	41	29	53	289	26
10—15	0	24	25	10	3	7	47	93	23
15—20	—	5	16	—	3	3	26	62	27
20—25	—	1	0	—	1	9	2	0	3
25—30	—	—	—	—	0	—	0	2	2
30—35	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40—45	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* A, B, C は各 10 cm 中, B は心破施工部

破の場合、等高線に直角方法に施工されていることから流出が速やかに行われたためと考えられる。ここで注目すべきことは切穀心破の水位の変動が烈しいことである。停滞水とはならないので有効水としての動きとみることができ、切穀の効用と考えられる。切穀心破の通水性は表10の浸透態調査にみるように無材縦心破に比較しても良好である。水の保留性と通気・通水性の影響をみるために、アルファルファを作付けて生育状況を観察しようとしたが、発芽に失敗し処理区全体の生育がわるく、収量調査など総合的な判断をするには至らなかった。したがって標準的な生育のものを選んで根の分布を調査するにとどまったが、表11に示されるように根は切穀にそって伸長し、無材心破区の2倍の根量が認められ、通水・通気性の効果が確認された。

(4) 封入切穀量

乾燥状態の切穀は含水率14～16%の場合、容積重で140～160 g/ℓである。切穀の排出能力はプロアの回転2,800 rpm、シャック開度全開の時13.8 ℓ/secであった。封入量は作業速度と関係するので、計算では図32の封入量となる。草地でも切穀をオーバーフローさせる必要はなく、表層部10 cm位はあけるのが普通である。1.0 m/secの作業速度では30 cmの封入ができるので、施工深40 cmが可能であるといえる。

面積当りの所要切穀量は、施工間隔によって定まる。現状では縦心破で良いのか、縦横心破とすべきか結論を得ないが、仮りに縦心破、施工深50 cm、巾80 cmとすれば10 a 当り22.5 m²の切穀が必要であり、重量に換算すれば3,150～3,600 kgの所要量となる。この量は決して少い量ではないので、資材の手当てや施工法については充分配慮しなければならない。

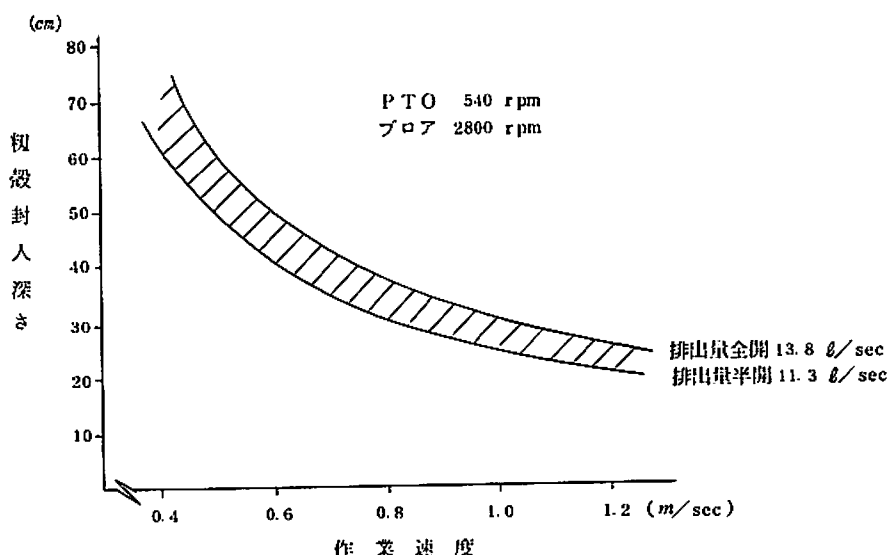


図3.2 切穀の封入量

土壌改良は時間をかけて少しずつ土壌構造を変えていくのが望ましい方法であるとする考え方がある。当初から全施工せず、間隔を広げて施工すれば面積を広げることができる。年次を追って間を詰め、所定の量に施工するのも便法である。切穀といえども有機物であるので、長い間には当然腐朽する、腐朽しても腐朽切穀層が通水・通気性を保つものと予想されるので、年次別の施工でも効果に較差があるとは考えられない。

これ迄有機物の封入で土壌構造を変える試みはほとんど行われていなかった。切穀心土破砕機の特長は、単純な物理処理に有機物を疎水材として扱った点であり、破砕の持続効果があり、かつ有機物が植生に好影響を与えている点から、今後の土壌改良に活用されるものとする。

3. 実 験 その2 カック付き心土破砕機とスラリーインジェクタ

1) 実 験 方 法

(1) 実 験 場 所 重粘土草地(道立滝川畜産試験場圃場)

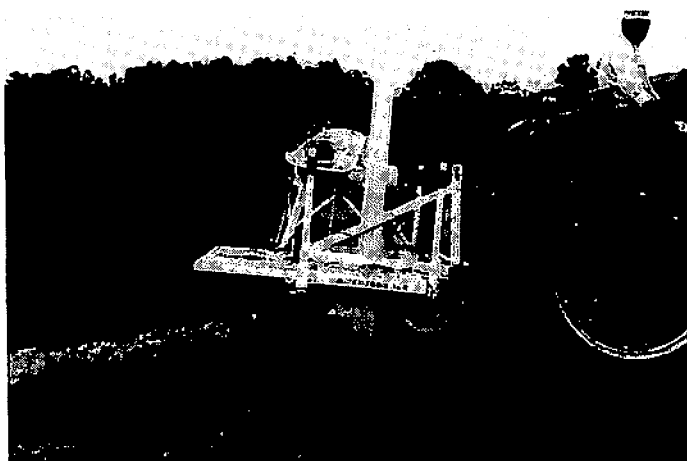
(2) 調 査 項 目 資材成分分析、水分動態、アルファルファ収量

(3) 試験区の設定 実験圃場は前項切穀心土破砕機の実験圃場に隣接する重粘土草地である。排水不良の草地であったので明渠を整備し、暗渠排水工を施工し試験区を設定した。処理は麦岸心破区、糞尿心破区、その対象に無材心破区、無処理区を設けた。この概要は表12に示してある。心土破砕の施工深は45cm、巾は80cmとし、48年、49年にわたって施工した。麦岸はA区2ton/10a、B区3ton/10a、C区4ton/10a、糞尿はA区20ton/10a、B区30ton/10a、C区40ton/10aを施用している。B区とC区を2年にわたって施工しているのは単年施工が困難である理由の他に、重粘土の改良は数年にわたる蓄積で効果が上がると判断をしたためである。施工図およびブロック別の施用量を図33、表13に示した。また、施工後アルファルファを播種し水分の観察と共に、その収量を調査した。

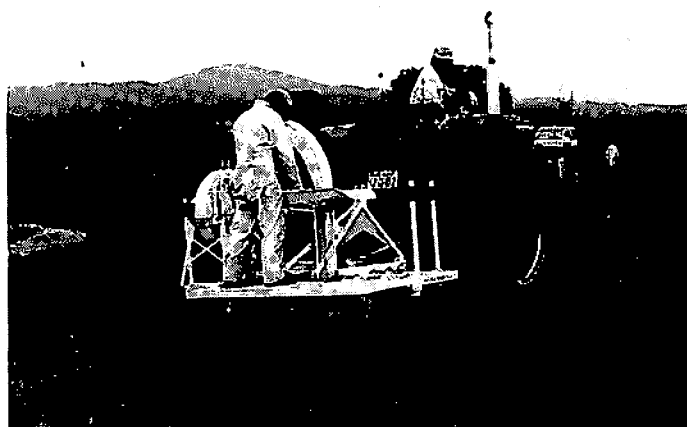
表12. 試験区の設定

心破の 種類	1試験区 面積	施 工 年月日	心破充填資 材量(ton/10a)			供 試 作 物 播種年月日	施 肥 量(kg/10a)	土壌改良資材
			A	B	C			
麦岸心破	150㎡ (15×10m)	49.5.20	2	3	4	アルファルファ (デュピイ) 49.5.30	初年目 N 6 P ₂ O ₅ 28 K ₂ O 14 (\$49) 2年目 4 22 9.3 初年目は基肥½、追肥½ 2年目は早春1.2.3番刈後に各 ½ずつ均等配分	48.49年合計 石灰 1t ようりん 150kg
糞尿心破			20	30	40			
無材心破			0	0	0			
無 処 理			0	0	0			

注：B区、C区の充填資材量は2年の合計。



カッタ付心土破砕機



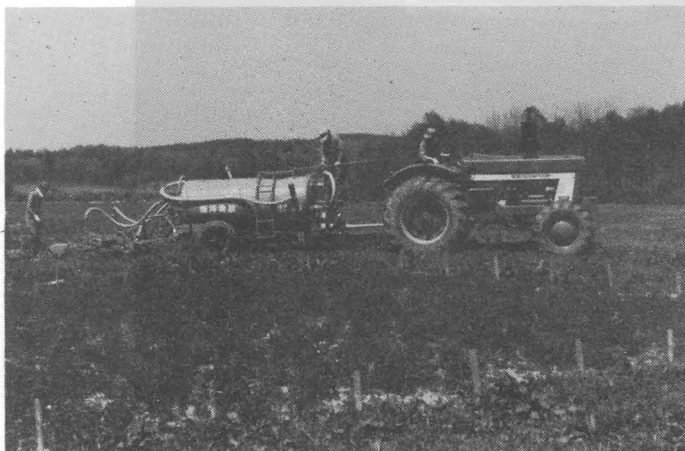
麦稈封入作業



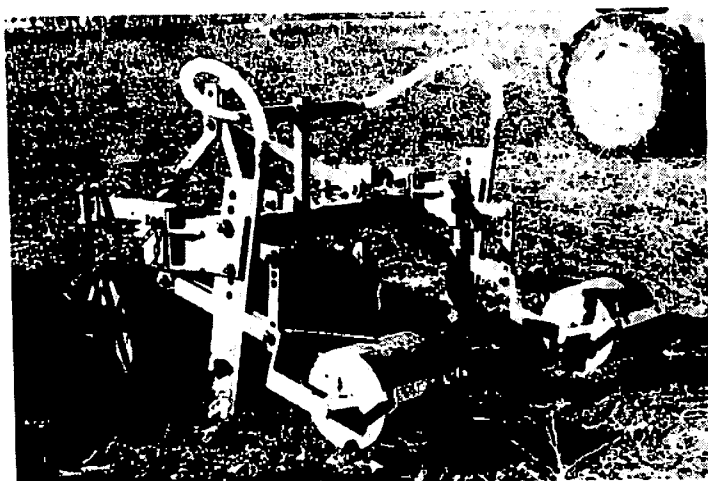
麦稈の腐朽の状態



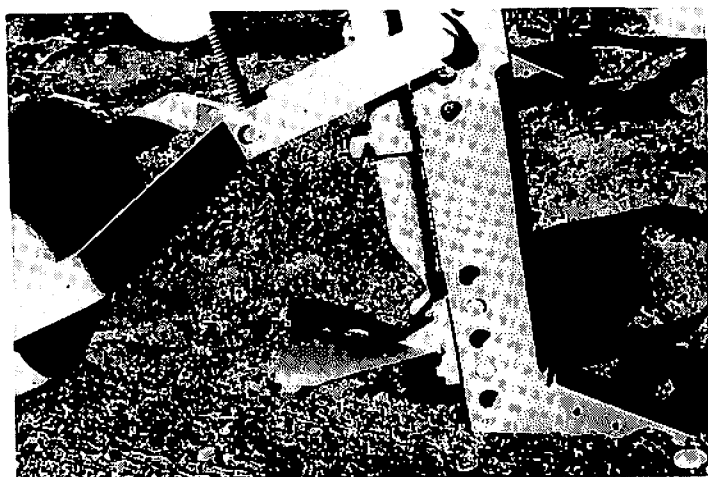
麦稈封入の状態



スラリインジェクタの実験



インジェクタ
(心土処理型)

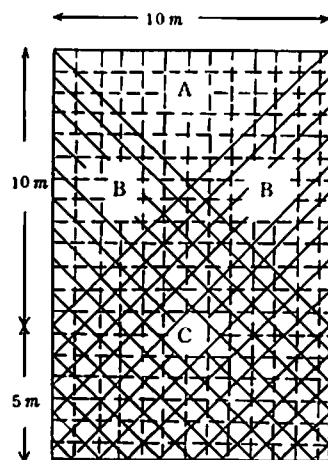


・ 注入部

表 1 3. 資材のブロック別施用量 t / 10 a

資 材		ブロック	A	B	C
麦 稈	48年		2	2	2
	49年		0	1	2
糞 尿	48年		20 (11.8)	20 (11.8)	20 (11.8)
	49年		0 ()	10 (14.8)	20 (29.6)

() はN成分kg / 10 a



A : 48年縦横掛け施工

B : 48年 " " + 49年斜掛け施工

C : 48年 " " + 49年斜掛け 2 回施工
施工深 45 cm , 施工巾 80 cm

図 3 3. 心土破碎施工図

2) 供試機仕様

カッタ付き心土破碎機は、粗穀心土破碎機が粗穀に限定されるのに対して、巾広く有機物を地中に封入する考え方で開発したものである。心土破碎機の上にサイレージカッタを搭載し、麦稈とかとうもろこし稈等を切断しながら封入できるようにした。既に切断してあるおがくず、チップ類、前項粗穀も封入することができる。仕様諸元を表 1 4 に示した。

表 1 4. カッタ付き心土破碎機の仕様諸元

型 式		SAS-II (スガノ)
チ ゼ ル	連 数	1
	巾 (mm)	550
	施 工 深 (mm)	400 ~ 600
搭 載 カ ブ ロ ッ ク ア	型 式	フライホイール 6 吋 (サイレージ用吹土カッタ)
	切断・封入能力 (kg/hr)	約 5,000
	切 断 長 (mm)	9, 13, 20, 33, 51
	主軸回転数 (rpm)	770
適 用 ト ラ ク ク		50PS ~
作 業 能 率 (a/hr)		30 ~ 40
備 考		藁稈類を切断しながら、封入できるほか、もみがら、おがくず、チップ類を封入できる。

表 1 5. スラリインジェクタの仕様諸元

型 式		T S I 3,000 (東洋)
トラクタ装置法		インジェクタ 直装, タンク けん引
ポンプ	型 式	ロータリ バキューム
	吐 出 量 (ℓ/min)	500 (空気圧による吐出)
	タンク内圧力 (kg/cm^2)	0.5 ~ 2.0
タンク容量 (ℓ)		3,000
インジェクタ	型 式	心, 土ーウイング (位置調節可)
	連 数	2
	施 工 深 (mm)	400 ~ 600
適 応 ト ラ ク タ		70PS ~
作 業 能 率 (a/hr)		25 ~ 35
備 考		バキュームタンカであるので自力汲上げも可能。

スラリインジェクタはバキュームタンカをけん引し、スラリホースをインジェクタに結合し、心土を破砕しながらスラリを注入できるようにしたものである。単純な心土破砕に液状堆肥の注入を加えたものであり、複合効果を期待しようとする視鏡心土破砕機、カッタ付心土破砕機と同じ構想のものである。仕様諸元を表 1 5 に示した。

3) 実験結果および考察

(1) 資材の成分内容

封入した資材の成分の分析結果を表 1 6, 1 7 に示した。

糞尿は綿羊の瀝汁と鶏糞を混合してスラリ状にしたものである。

麦稈は 4 8 年, 4 9 年の施工時のものと 5 0 年 6 月に掘り上げたものの内容とを分析した。1 年を経過すると約 4 0 mm の厚さに封入された麦稈が 5 mm 程度に圧縮され、一部が腐植化していた。

表 1 6. 糞尿の成分 (施用時)

成分 年度	水 分 (%)	乾 物 中 成 分 割 合 (%)				
		N	K ₂ O	CaO	MgO	Na
4 8 年度	97.2	2.14	11.19	7.27	1.48	1.34
	97.2	2.10	11.49	7.34	1.61	1.08
4 9 年度	93.8	2.22	3.63	9.41	1.02	1.76
	91.5	1.83	6.61	9.70	1.09	0.65

(注) 糞尿 (綿羊の瀝汁と鶏糞)

表 1 7. 麦稈の成分とその変化

成分 施用年	対 乾 物 %				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
4 8 年施工時	0.52	0.17	0.69	0.56	0.08
5 0 年 6 月	0.81	0.14	0.35	0.55	0.14
4 9 年施工時	0.59	0.25	1.09	0.46	0.03
5 0 年 6 月	1.03	0.24	0.29	0.61	0.14

(2) 水分動態

テンシオメータの張力から (地表下 3 5 cm) 測定算出した C 区の水位を図 3 4 に示した。

心破施工部はいづれの処理においても水位が高く、水を保留する傾向にあり、麦稈心破、糞尿心破において著しい。麦稈心破、糞尿心破では心破間（施工中間部）も水位の変動が烈しく、透水性が良好であることを示している。無材心破は水位が高く、変動が少ない。無処理に比較しても同様であり、重粘土地帯ではC区のように縦横斜掛けのように過度の心土破砕の単純処理は問題を含んでいることを示唆している。水位の変動が少なく、排水がともなわない場合は、作物に対する有効水とはみられず、多湿になる可能性があるので注意しなければならない。

(3) アルファルファの収量

アルファルファの生育調査の結果、初年目は糞尿心破が良く、2年目1番草では麦稈心破が葉色も濃緑色で旺盛な生育を示した。無材心破は初年目において無処理区と大差なく、2年目では無材心破の方が収量が低くなっている。しかも心破の回数が多くなるにしたがい減収となっているのが特長である（図35）。この原因は2年目は降雨量が多く、心破による水の保留が過湿の状態を招いたためと考えられる。（図36）。

2ヶ年の合計収量は、無心破区に比較し、麦稈心破は15%、糞尿心破は21%の増収を示した。麦稈心破、糞尿心破は粗孔隙、全孔隙、有効水孔隙を増大せしめ、所期の目的である心土破砕による亀裂の維持、増進、また保水効果を立証する結果となった。重粘土の改良に期待できる工法といえる。

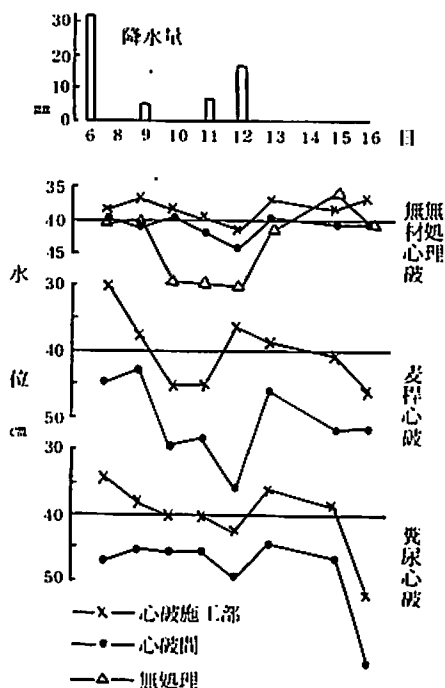


図3.4. 張力から算出した水位
(49年6月, C区)

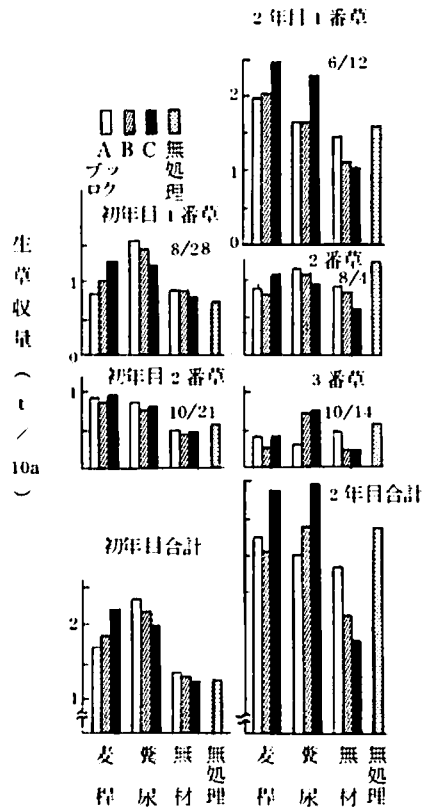


図 3 5. 各種心土破碎とアルファルファの収量

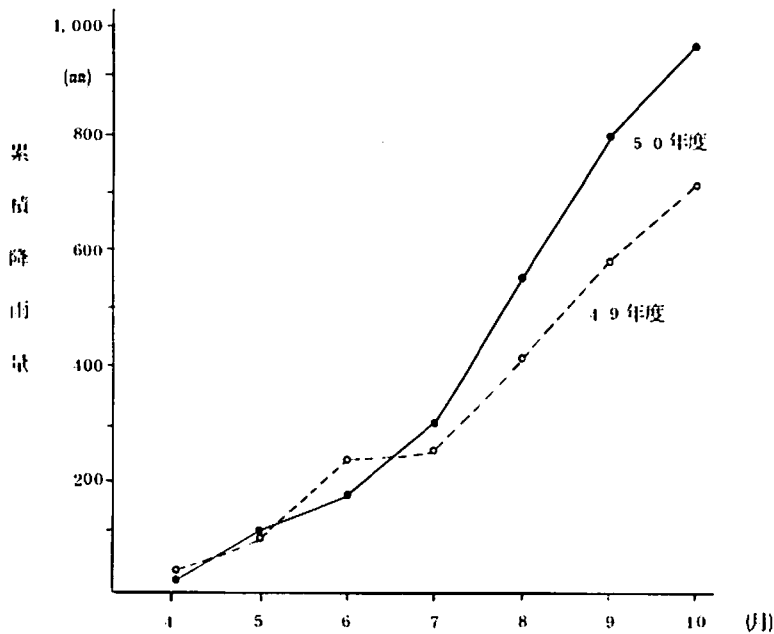


図 3 6. 農期間降雨量

第5節 直装型混層耕プラウ — 2段耕—

1. 実験目的

下層に良質土が存在する場合は、深耕して作土に混合、これを活用して土層を改良することができる。一般に混層耕といえ、超大型のプラウを用いて50 cm～100 cm耕起するものであるが、この場合は壙底を走行する溝引きけん引のホイール型トラクタは走行が不可能であり利用できない。したがってクローラトラクタによる丘引きけん引が専ら行われる。しかしクローラトラクタの場合は、請負事業による画一的なものであり、かつ、クローラトラクタの性能上土層別の緻密な設計の施工は困難である。取扱いやすいホイールトラクタ用の混層耕プラウの開発要望が強い。こゝにホイールトラクタで溝引きけん引、超深耕混層耕プラウの開発を計画し、複数のボトムをもつ2段耕プラウを製作した。そこでその性能特性をあきらかにし、100 P S級ホイールトラクタによる混層技術体系を確立するために実験を試みた。

2. 供試機仕様

このプラウは図37に示されるようにフロントボトムが深耕プラウであり、前工程で耕起された下層の部分を耕起し、表層に反転するものである。リアボトムは普通耕プラウであり、フロントボトムで耕起された壙底に作土を反転・放てきする。その仕様を表18、ボトムの配列図38に示した。フロントボトムの耕深は15～25 cm、リアボトムの耕深は25～30 cmである。したがって45～55 cmの超深耕・混層が可能である。これを直装型2段混層耕プラウと名付けた。

土層別に耕起内容を変えようとする場合は、リアボトムの犁柱の高さを調節して土層に合わせる。

なお本プラウは、フロントボトムを外せば1連の普通耕プラウとして利用でき、フロントボトムの位置にリアボトムと同じプラウを装着すれば、2連プラウとして利用で

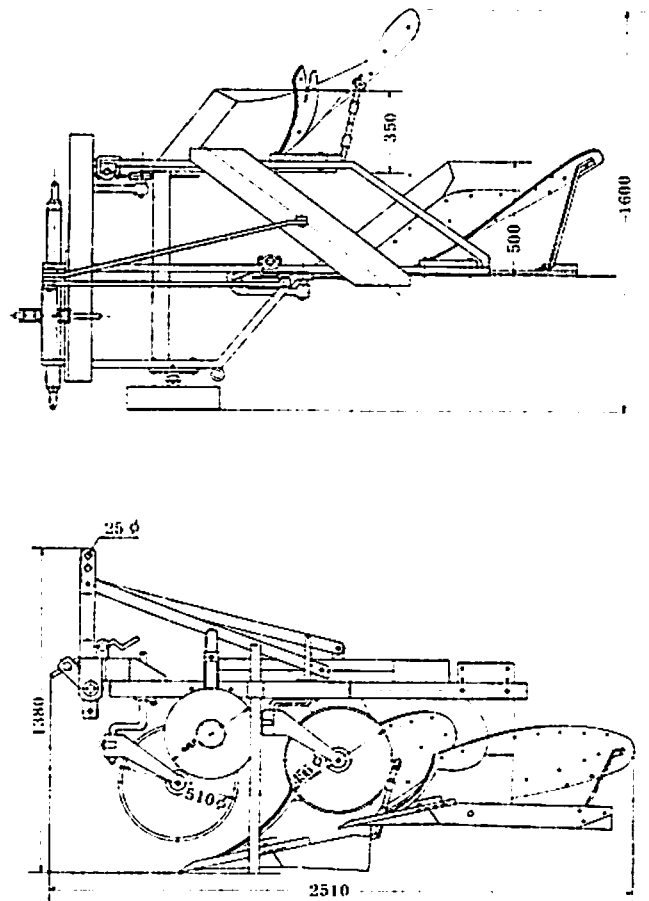
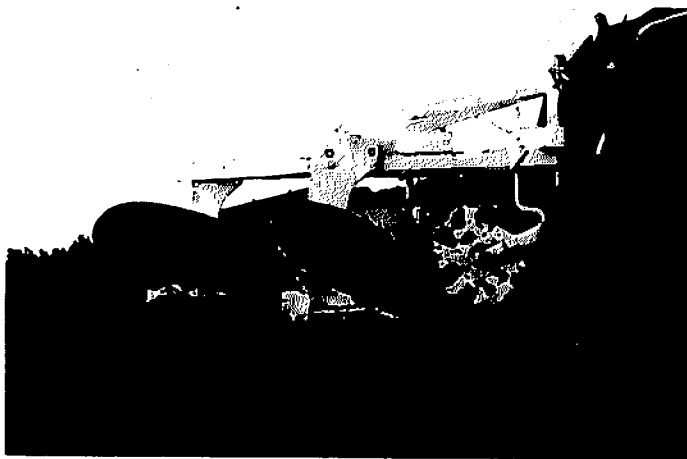


図37. 直装型2段混層耕プラウ



2 段 混 層 耕 プ ラ ウ

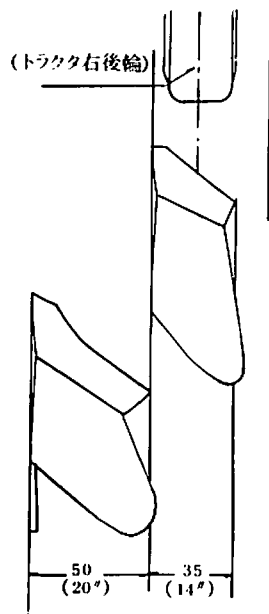


作 業 状 態

きる兼用型である。

表 1 8. 直装 2 段混層耕プラウの仕様諸元

型 式	直結型混層耕プラウ MD型 (W Y B 2014)	フロントコルタ	510 mmφ
		リ ア コ ル タ	456 mmφ
全 長	2,510 mm	グランドホイール	鉄輪 405 mmφ
全 高	1,380 mm		ロックピン高低調節 50 mmピッチ
全 巾	1,600 mm	犁柱高低調節	フロント・リア 50 mmピッチ 3段
全 重	約 350 kg	標 準 耕 深	フロント 心土 20cm
フロントボトム	スリック深耕 14"バーポイント		リ ア 作土 20cm
リアボトム	スリック普通耕 20"バーポイント	標 準 耕 巾	50 cm
適用トラクタ	80PS以上	作 業 能 率	23 a/hr



3. 実験結果および考察

1) けん引抵抗ならびに混層状態⁽²⁰⁾

けん引抵抗の測定例を表 1 9 に示した。下層土を割って耕起するため、耕起断面積の割合からするとけん引抵抗は大きく 1,410 ~ 1,610 kg となっている。比抵抗は 0.7 ~ 0.8 kg/cm² で作土処理の約 2 倍の数値であった。

混層の状態は図 3 9 の土壌断面にみられるように作土が下層に反転し、心土が表層部にでている。心土は全量が表層部に

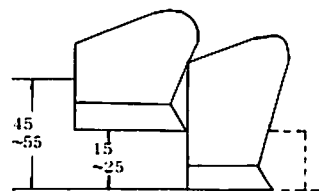


図 3 8. ボットムの配列

表 1 9. 混層耕プラウのけん引抵抗

No	速 度 (m/sec)	耕 巾 (cm)		耕 深 (cm)		断 面 積 (cm ²)	けん引抵抗 (kg)	けん引馬力 (PS)	比抵抗 (kg/cm ²)
		フロント	リヤ	フロント	リヤ				
No 1	1.04	29.0	47.5	22.5	26.7	1,920.8	1,609.0	22.3	0.837
No 2	1.08	35.0	47.0	22.0	25.8	1,982.6	1,411.4	20.3	0.711

実験場所 十勝農試 乾性型火山性土

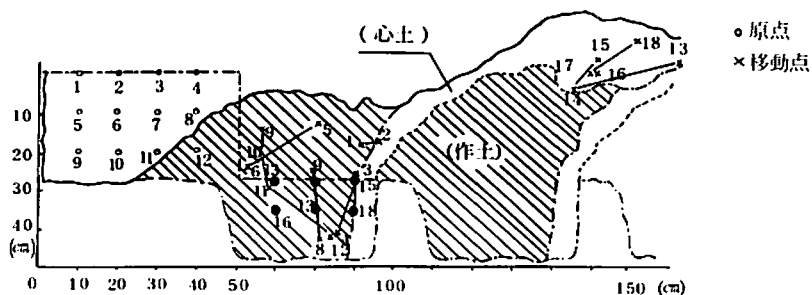


図 3 9. 混層断面

に移動したのではなく $\frac{1}{3}$ は下層に残っている。壟冠の心土の厚さは 8 ～ 15 cm であり、耕起後の整地作業でデスクハロー等によって作土と混和された。

前述したように、本機の特長は土層の状態に応じ、混層を調節できることであり、図 39 は 2.5 cm、2.5 cm の標準的な処方によるものである。下層が良質心土であり、これを全面的に利用した場合は、この比を変えて作土を浅く、心土を深くすれば良い。また逆にあまり心土を混ぜたくない場合は、作土を深く、心土を浅くする調節をする等の施工に当たっての配慮が必要である。

2) 作業能率

作業能率の測定結果を表 20 に示した。事業に慣れたオペレータで平均作業速度は 2.05 m/sec であった。したがって高能率であり、31.4 a/hr を記録した。枕地を耕起していないので、これを含めると 25 a/hr 前後が標準的な能率といえる。

表 20. 作業能率 () は %

作業面 (a)	平均作業速度 (m/sec)	作業		時間		作業能率 (a/hr)	備 考
		実作業	回 行	調 整	計		
37.5 m × 149.0 m 56	2.05	1°31'03" (85.0)	10°57' (10.2)	5°10' (4.8)	1°47'10" (100.0)	31.4	枕地巾 5.95 m、5.25 m は耕起せず。 トラクティンク B-450 (四駆型)

試験場所 更 別 村

3) てん菜の収量におよぼす影響

表 21 ～ 23 は図 40 に示される乾性薄層火山性土・心土低地土型における、てん菜に対する現地試験結果である。土層改良の効果は、各種の要素が組み合わさって年次を経て発現するものであり、一般に初年度より顕著にあらわれることは少ないが、更別試験地において、とくにその効果が高いのは、土改資材の施用量の違いによるものと考えられる。更別試験地は全区に Ca として炭カルを 120 kg、P として燐リンを 120 kg 施用した外に、作土改良区にはさらに Ca 120 kg、P 90 kg を加えたのに対し、土幌試験地は全区に Ca 90 kg、P 60 kg を施したにすぎない。

こゝで土改資材の施用法について触れなければならない。土改資材は心土に混合されて効果的であるが、混層耕 A 区、B 区は耕起前の表面散布である。プラウの反転によって土改資材のほとんどは壟底に入ってしまう、効果を半減させる。土幌試験地の混層効果が顕著でないのは土改資材の少ないことと、このことが重なったためとみられる。混層耕では心土が表層に

上ってきているので耕起後に土

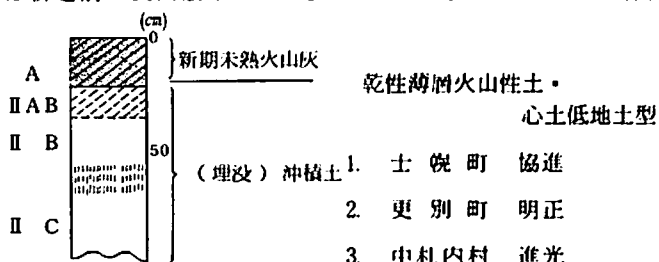


図 40. 試験地の土壌断面

改資材が散布されるならば、心土によく混和する。

耕起後の土改資材の散布は、土壤が膨軟になっているので、作業はやや困難であるが、不可能ではない。混層耕では耕起後の散布に統一すべきである。

表23は混層3年目の成績で安定してきているのが伺える。

ホイールトラクタによる溝引きけん引では、混層耕は不可能とされていたが、2段耕法の採用でこれが可能であることを証明することができた。事業に依存しなくとも大型トラクタを使用すれば、自家営農形態で混層土層改良ができるわけである。

戦後根菜類が2倍の収量性を示しているのは、畜力耕に代るトラクタ耕が動力源を利用して深耕化し、生育領域を広げ、多肥栽培を可能にし、透水性を良くして湿害を少なくしたことが大きく寄与しているものと考えている。100 P S級トラクタが普及してきているが、今後大いにこのような土層改良に利用されると、土壤改良の範囲を広げることが可能であり、技術水準を高めて広い地域にわたり、土地の生産性の向上に関与することができるといえる。

第6節 心土肥培耕ブラウ

1. 実験目的

深耕による生育領域の拡大、物理性の改善は収量増に関連することが知られていても、下層土が不良土の場合は急激な深耕はできない。混層しないで土壤改良資材を心土に投入し、下層

表21. てん菜収量調査-1

<土幌試験地>

試験区	収量				10a当り収量	
	坪 当 り	収 量 (kg)	平均		ton	比
1. 慣 行	16.7	17.4	15.5	16.5	4.96	100.0
2. 混 層 耕 A	15.8	14.3	14.9	15.0	4.50	90.9
3. 混層耕A+作改	16.9	17.3	16.5	16.9	5.07	102.4
4. 混 層 耕 B	16.8	14.7	15.5	15.7	4.70	95.2
5. 混層耕B+作改	18.1	16.4	18.6	17.7	5.31	107.3

注；土改資材量 耕起前全区 Ca 90 kg, P 60 kg

Na 3.5 には Ca 90 kg, P 60 kgを耕起後に加える。

混層耕Aは心土浅耕区15cm, 混層耕Bは心土深耕区25cm

表22. てん菜収量調査-2

<更別試験地>

試験区	収量				10a当り収量	
	坪 当 り	収 量 (kg)	平均		ton	比
1. 慣 行	11.4	12.3	11.8	11.8	3.55	100.0
2. 混 層 耕 A	12.4	14.1	12.6	13.0	3.91	110.2
3. 混層耕A+作改	14.3	17.4	14.6	15.4	4.63	130.5
4. 混 層 耕 B	12.8	12.4	11.7	12.3	3.69	104.2
5. 混層耕B+作改	14.4	13.4	14.3	14.0	4.21	118.6

注；土改資材量 耕起前全区 Ca 120 kg, P 120 kg

Na 3.5 には Ca 120 kg, P 90 kgを耕起後に加える。

混層耕Aは心土耕区15cm, 混層耕Bは心土深耕区25cm

表23. てん菜収量調査-3

<中札内試験地>

試験区	収量				10a当り収量	
	坪 当 り	収 量 (kg)	平均		ton	比
1. 慣 行	15.9	15.4	15.5	15.6	4.68	100.0
2. 混 層 耕	16.6	15.4	16.7	16.2	4.87	110.0
3. 混 層 改 善	18.7	18.3	17.6	18.2	5.46	116.7

注；初年目 ばれいしよ

土改資材量 Na 3 Ca 180 kg, P 90 kg

土を改良する深耕法であれば問題はなく、心土耕より好結果が期待できる。この後は年次を追って順次深耕し、作土層を厚くすることが可能である。心土肥培工法は種々考えられるが、心土に均一に土壤改良資材を散布、混和するものでなければならない。

プラウ耕時は盤底が露出しているので、プラウ耕と同時作業であれば比較的容易に心土に土改資材を散布し、混和することができる。また同時作業であれば、工程の短縮も可能であることを見出した。ここに心土耕プラウに改良を加え、土壤改良資材投入装置を取付けたプラウを開発し、これを心土肥培耕プラウと名付けた。心土肥培耕プラウの特性をあきらかにし、心土肥培耕法技術体系を確立するものである。

2. けん引型心土肥培耕プラウ

1) 供試機仕様

最初にけん引型心土肥培耕プラウを開発した。本機の作土用プラウは16インチ×3連で耕巾120cm、耕深20～25cmの再型型ボトムである。下層土用プラウは作土用プラウの後部に取付けて、後随型心土耕プラウとは同じ形態にしている。下層土用プラウの耕巾はそれぞれ30cm、耕深は心土15～25cmに調節できる。仕様を図41、表24に示した。

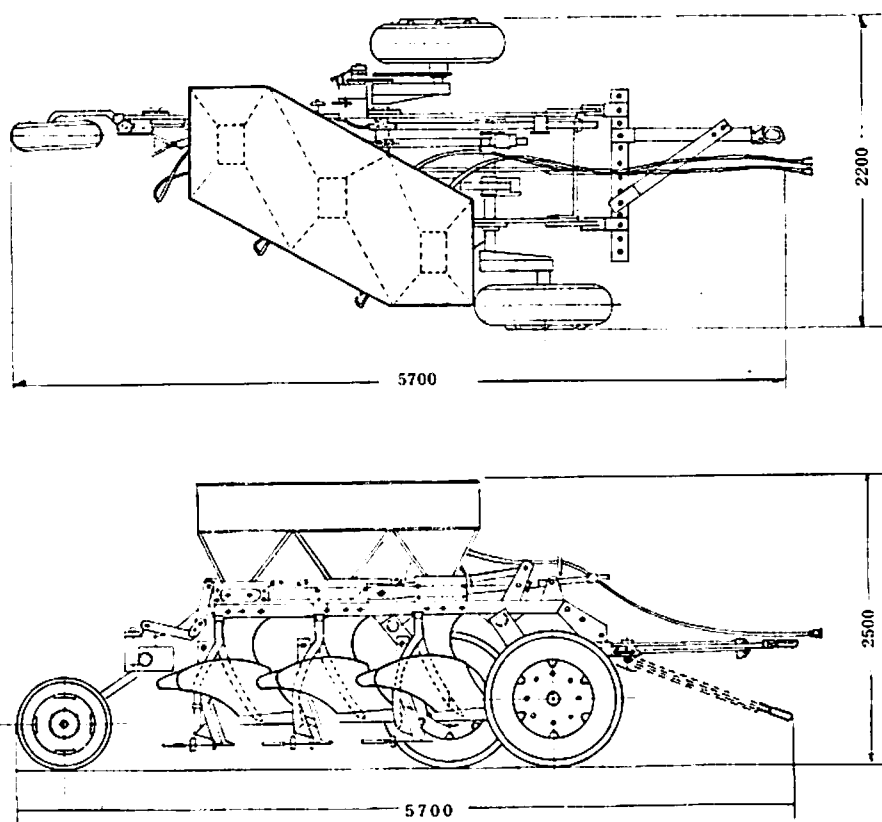


図4.1. けん引型心土肥培プラウ (TPHS 163)

表 2 4. けん引型心土肥培耕プラウ主要諸元

型 式	TPHS 163	作 土 プ ラ ウ	16時×3連ポリカニックス
規 格	16時×3連		標準耕深 200mm
全 長	5,700mm	下 層 土 プ ラ ウ	標準耕巾 1,230mm (410×3)
全 巾	2,200mm		ウイングホーン型
全 高	2,500mm		標準耕深 200mm
重 量	2,500kg	改 良 資 材 散 布	標準耕巾 315mm (一連当)
けん引トラクター	125PS級	装 置	ベルト型タンク容量 0.9m ³
標準作業能率	3.0a/Hr		散布量 200kg ~ 1,200kg / 10a

下層土用プラウのウイングには、角状の突起を設け、心土に亀裂を多く作り、投入土改資材の混入を多くし、かつ混合できるようにしてある。この混合方法を図42に示した。

2) 実験方法

(1) 土改資材の混和状況

心土に土改資材を散布し、混和するのが主目的であり、石灰含有量を分析して混和の状態を判断した。

(2) 収量調査

てん菜、菜豆を供試し道立農試作物調査基準により調査した。

3) 実験結果および考察

(1) 土改資材の混合

土改資材は下層土(20~40cm)に完全に混和するのが理想的である。完全に混和しようとするれば、ロータリティアなどを利用することになるが、プラウ耕の作業速度でロータリティアを20cmの深さに作用させることは、不可能といってよい。ロータリ機構を使わずに混和を充分に行う機構開発ができるかどうか、本機の成否を支配するキポイントであった。各種の実験の結果、第1に土改資材を3つに分配する方法を採った。前以って土改資材を分散することにより、混合を有利にしようとする着想である。土改資材排出部から3本のシュートに分けて、2本を盤底の両側に散布、1本を犁柱に添わせ下層部に投入するようにした。混和の状態は図43、44に示してある。

盤底に散布した土改資材は強制混合しているものではないが、ウイングのホーンで下層

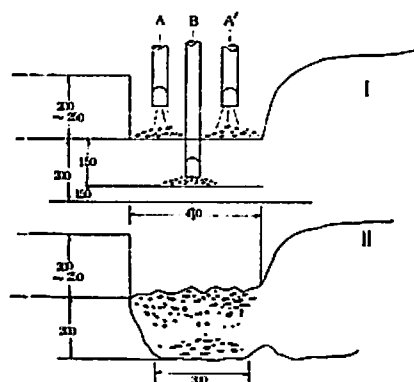
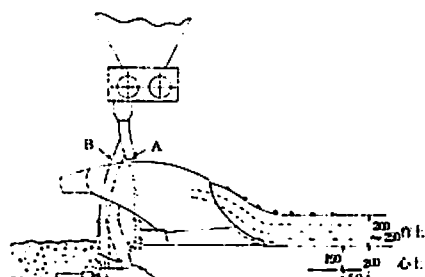


図 4 2. 心土肥培耕プラウによる
土壌改良資材の落下位置と混合状況

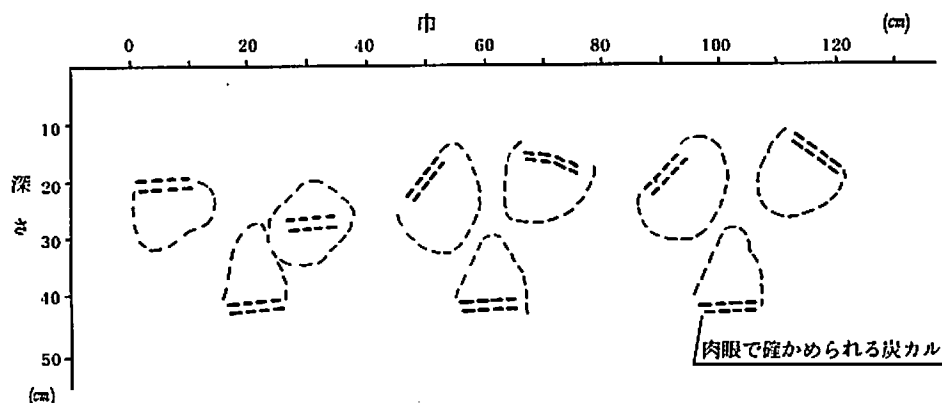


図 4.3. 土改資材混和位置

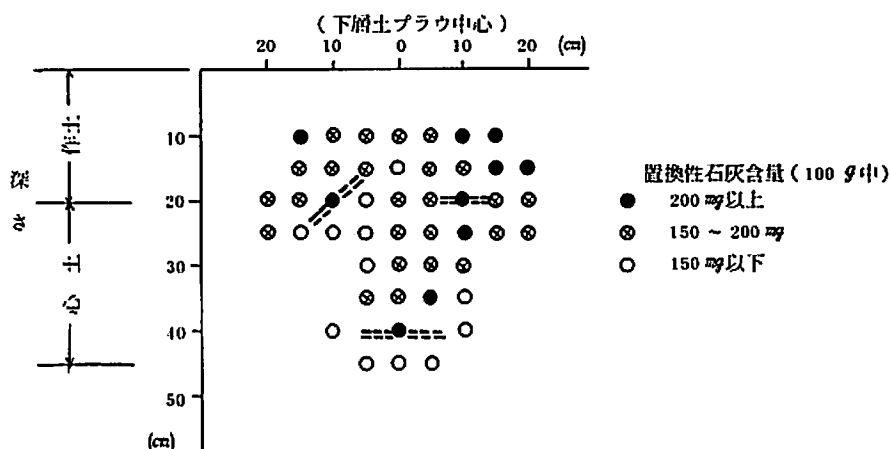


図 4.4. 土改資材の混和状況－置換性石灰含量分析－

土に亀裂が入り、土改資材が落ち込んで混合されたのと同じような状態になっている。下層部に投入される $\frac{1}{3}$ の土改資材は、犁柱に攪拌リングを取付けて、充分ではないが攪拌混和するようにしている。完全混合は望めなかったが、ほゞ満足すべき結果であり、プラウ耕の作度に対応できたことにおいて及第点にすることができる。

図 4.5 は、土改資材混合方式の改良過程を示したものである。当初、下層土の中間に土改資材を投入し、これを攪拌混合すればよいと考えて犁底の中間にウイングを取付け、攪拌の鎖を引くようにした（№1 中間攪拌方式）。土改資材は落下した位置からほとんど動かなかった。攪拌の鎖を大きくしても同じ結果であり、施工している時は土が大きく動き、土改資材が混和しているようにみえても、心土犁が進行して土が元の位置に戻ると、土改資材も落下した位置に戻って混和はされていない。そこで№2 の分割方式を考案した。ウイングに攪拌のロッドを取付け、土の動きを大きくすればよく混和されると考えたものである。結果は№1 を分割しただけであってあまり効果はなかった。しかし、土改資材はチ

土改資材の混和の状態

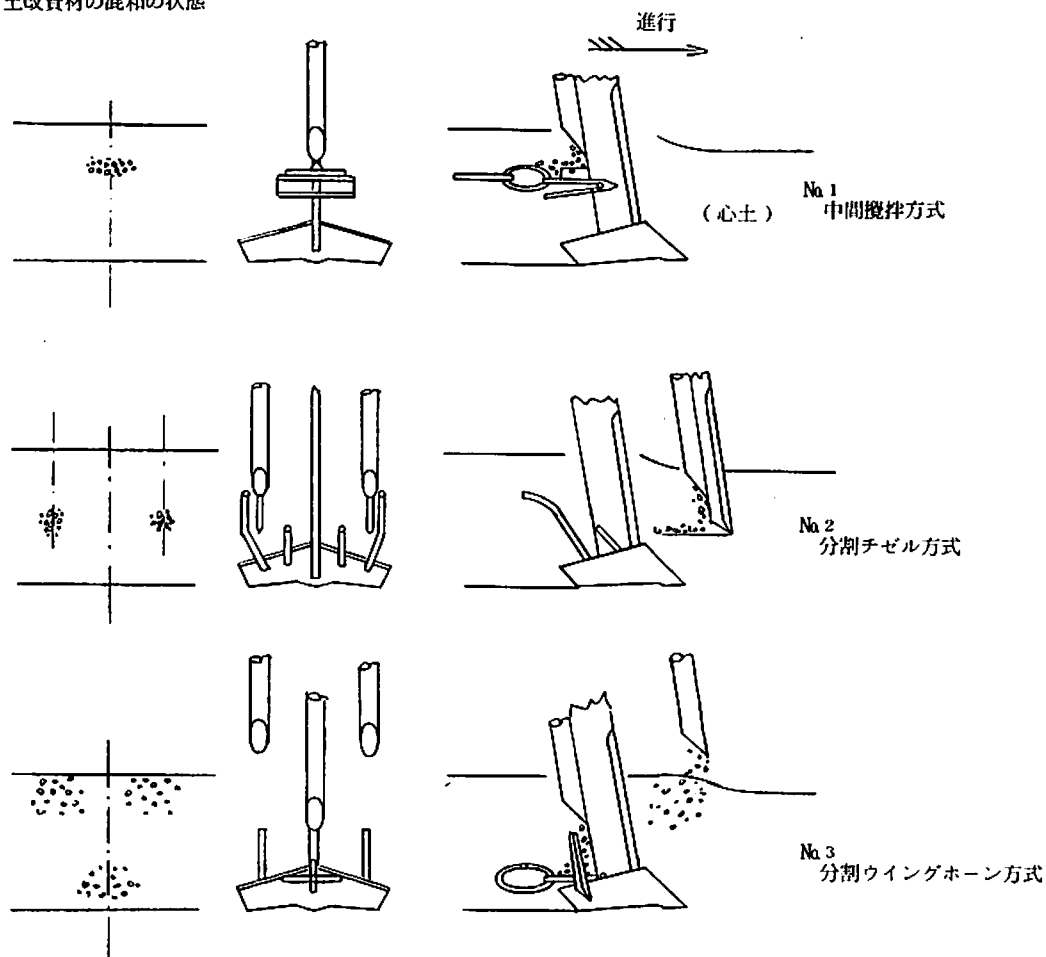


図 4.5. 土改資材混合方式の改良過程

ゼルで割って投入するよりも、表面に散布する方がウイングの土壤破碎による亀裂の中に入って混和されることが見出されたので、ウイングに突起を取付け、亀裂を大きくすると効果的であり、これをウイングホーン方式と名付けた。分割チゼル方式より簡便であり、実用に供し得ると判断した。

(2) 作物の収量

昭和43年度から土壌別に現地試験を実施した。その内容および結果は表25⁽¹³⁾、図46⁽³⁾、47⁽¹³⁾、48⁽¹³⁾である。乾性火山性土である土壌区分Ⅰに対して、土壌区分Ⅱ、Ⅲの湿性火山

表 2.5. 土壌・試験地・年次別の収量試験調査結果

土壌区分		Ⅰ										Ⅱ										Ⅲ				
土壌類型区分		乾性全層火山性土 (下層ローム, 下層台地土, 下層低地土)										湿性全層火山性土 (下層ローム, 下層台地, 下層盤層台地, 下層低地土)										湿性薄層火山性土 (心土盤層台地土, 心土低地土)				
試験地 試験年次 供試作物	処理区別	芽室町古		芽室町古		処理 別平均	帯広市西		帯広市西		清水町登		本別町足		芽室町栄		鹿追町内		処理 別平均	帯広市南		幕別町勢		処理 別平均		
		昭和45年	46年	44年	45年		44年	45年	47年	48年	47年	48年	47年	48年	44年	45年	43年	44年		45年	45年	45年	46年			
		てん菜	ばれいしょ	大豆	イタリアンライグス		てん菜	菜豆	てん菜	ばれいしょ	とうもろこし	てん菜	大豆	てん菜	菜豆	菜豆	てん菜	大豆		てん菜	小豆	てん菜				
①無処理区		100 (5.040)	100 (3.615)	100 (388)	• 100 (3.913)	100	100 (5.328)	100 (155)	100 (4.560)	100 (4.496)	100 (7.080)	100 (5.370)	100 (188)	100 (6.060)	100 (129)	100 (193)	100 (9.354)	100 (372)	100 (2.618)	100	100 (5.145)	100 (190)	100 (5.870)	100		
②Ca区	A	92 120	109	-	-	101	105 400	101	-	-	103 500	114	109 500	121	105 400	105	120 1,000	108	110	109	111 250	121 240	112	115		
	B	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	116 800	105	-	-		-	-	-		-	
③P区	A	102 210	103	103 350	92	97	112 500	120	-	-	-	-	-	-	118 500	115	108 350	104	106	112	120 300	110 150	112	114		
	B	-	-	111 700	90		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	
	C	-	-	102 350 Q.11	87		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-
	D	-	-	95 700 Q.11	87		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-
④Ca+P区	A	103 120+210	107	-	-	105	112 400+500	115	111 120+100	102	-	-	-	-	121 400+500	111	133 110+350	111	112	114	127 500+210	113 240+150	118	119		
	B	-	-	-	-		102 40+H.100	94	116 300+100	112	-	-	-	-	144 40+H.100	124	126 110+70	122	110		-	-	-			
	C	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	116 110+70	106		102	-	-		-	-

注) 1. ()内の数字は10a当り収量kgである。ただし, •は1.6㎡当りkgである。

2. 下段の数字は10a当りの資材の投入量, kgである。

3. ABCDは同区にある資材量別処理

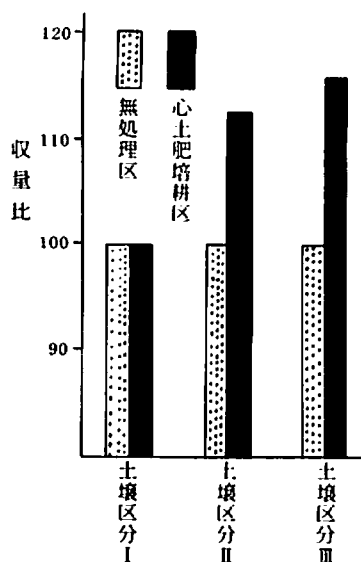


図4 6. 心土肥培耕の全年、
全作物土壌別収量比

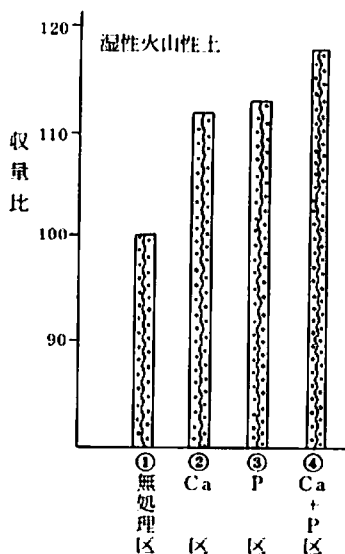


図4 7. 心土肥培耕の全年、
全作物の処理別収量比

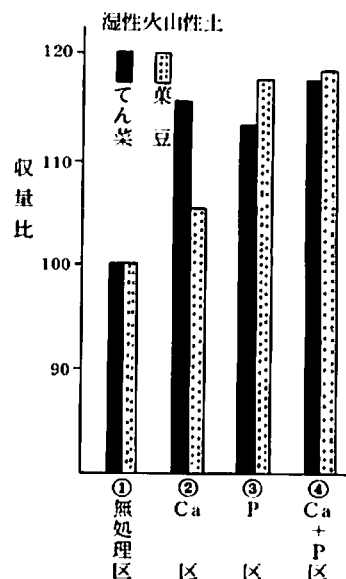


図4 8. 心土肥培耕の作物
別土壌改良資材別収
量比

性土では明らかに心土肥培耕の効果が認められる(図4 6)。これは湿性火山性土の心土の化学的特性の不良因子が、利用した土改資材で改良されたことを意味する。

湿性火山性土における土壌改良資材の種類別の効果は、図4 7に要約される。CaとPの単用では112～113%程度の増収効果であるが、CaとPの併用では117%と幾分多くなっている。

作物別には図4 8に示されるように、てん菜では単用でも併用でもあまり差異を認めないが、菜豆では明らかに、P単用区、Ca+P併用区が良い結果となっている。作物別に効果の違いのあることがわかる。

以上のことから、根圏域の異なる根菜類と豆類においても、現在作土層となっている土層だけでは養分吸収は不足であり、20～40cmの土層をも作物の養分吸収の場として利用すべきであるといえる。新しい土壌管理法のあり方をこゝに立証した。

3. 直装型心土肥培耕ブラウ その1

1) 供試機仕様

100 S P級ホイールトラクタが一般営農に浸透しているので、これを利用し、一般営農形態において巾広く心土肥培耕による土壌改良を推進する考え方がある。ホイール型トラクタのブラウ耕は、右車輪が壙底を走行するので、クローラトラクタのような後随型では、深さが40cmあり作業は不可能である。直装型泥層耕ブラウと同じように側耕型であれば、走行

表 2.6. 直装型心土肥培耕プラウの仕様諸元

型 式	TPHS201 20"×1連	耕 深 作 土	20～25 cm
		耕 深 心 土	20 cm
		改良資材散布装置	ベルト式
全 長	1950 mm	ホ ッ パ 容 量	380 ℓ
全 巾	1480 mm	散 布 量	200～1,200 kg/10a
全 高	1710 mm	駆 動 方 式	グランドホイール チェーン伝導
重 量	約 420 kg	適 用 ト ラ ク タ	100 P S 級
耕 巾	500 mm (心土 300 mm)		

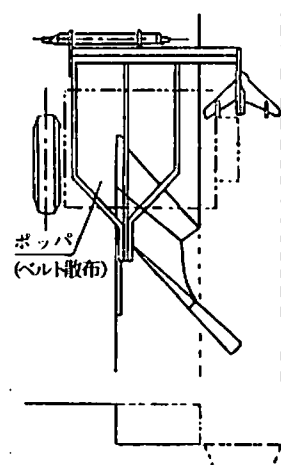


図 4.9. 配置図

には支障なく深層処理ができる。ホイールトラクタを対象に、直装型心土肥培耕プラウを開発した。仕様および、その配置図を表 2.6、図 4.9 に示した。改良資材の繰り出し、散布、攪拌法はけん引型に全く同じである。後随型の下層土プラウを側耕型にしたにすぎない。

2) 実験方法

けん引抵抗、轆の反転状態等一般プラウと同じ方法で行った。

3) 実験結果および考察

(1) けん引抵抗

けん引抵抗の測定結果を表 2.7 に示した。心土破碎をしないでプラウ耕だけのけん引抵抗であると約 604

表 2.7. けん引抵抗

心土肥培 型有無	速 度 (m/sec)	耕 巾 (cm)	耕 深 (cm)	断面積 (cm ²)	けん引 抵抗(kg)	けん引 馬力[ps]	比抵抗 (kg/cm ²)
無	1.41	56.2	24.2	1,360.0	603.8	12.3	0.44
有	0.79	56.0	24.0				
		39.5	20.8	2,165.6	1,447.1	15.2	0.67

kgであり、比抵抗は 0.44 kg/cm²である。心土を破碎し、土改資材を投入するとけん引抵抗は 1.447 kg となり、比抵抗も上昇して 0.67 kg/cm²となった。直装型混濁耕プラウとは、等しい抵抗である。この実験は乾性火山性土壌で行われたので、湿性火山性土地帯では 20%程度多いけん引抵抗と考えておくのが妥当である。

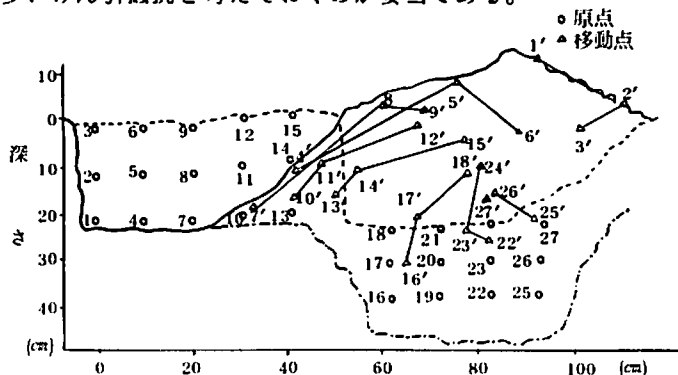
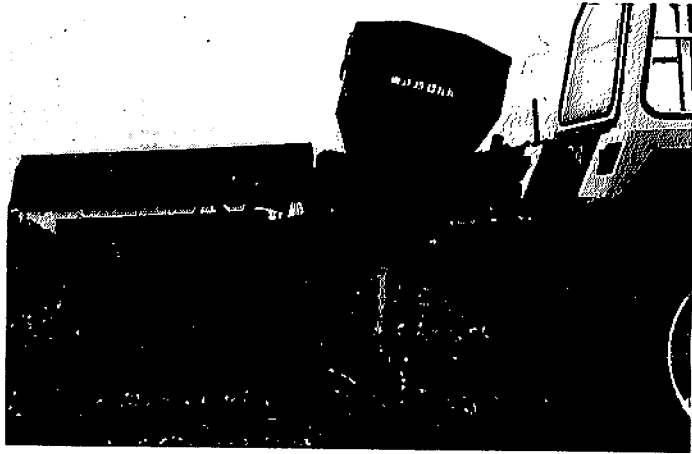


図 5.0. 轆の反転、心土の攪拌状態 (小球埋没法)



直装型心土肥培耕ブラウ



心土肥培耕作業

(2) 資材の散布量

資材の散布量は作業速度（排出ベルトコンベヤの速度）、ダンパ開度等によって必ずしも正確な比例関係はなく、微妙に異なっている。実測値を10a当りの散布量に換算したのが表28である。一般に石灰は吸湿しやすく、性状も変り、ホッペ内にブリッジ現象を起して散布精度が低下す

表28 改良資材の走行速度別10a当り散布量(kg/10a)
ることが多い。

一方、熔燐は流動性に富み性質は全く異なる。混合し、同時散布のケースが多いが、充分混合されていないとさらに複雑な性状になるおそれがある。

ダンパ開 速度 度	石				灰				熔 燐				混合（熔燐2石灰1）			
	0 mm	5 mm	10 mm	15 mm	0 mm	5 mm	10 mm	15 mm	0 mm	5 mm	10 mm	15 mm	0 mm	5 mm	10 mm	15 mm
m/sec	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
1.1	32.7	117.8	227.6	315.4	98.7	303.6	556.0	730.4	80.9	251.8	433.2	577.1				
1.3	26.6	108.1	220.0	314.3	144.0	315.2	513.4	698.9	79.1	233.4	419.7	567.7				
1.4	24.9	103.7	196.8	300.4	117.9	298.7	512.7	669.3	74.0	219.1	391.1	563.6				
1.8	12.5	81.6	187.4	275.8	109.0	267.9	485.3	663.0	66.3	219.5	396.7	553.2				

(3) 作業能率

作業能率は表29に示してある。土壌資材の補給があるので、その分実作業時間は少なくなり、実作業時間割合は68.0%となっている。資材を扱う作業機は、資材の補給体制に作業能率が支配されているとあって良い。この場合も、ベルトコンベヤによる補給、あるいは、専用トラッコーバック搬送システム等資材の補給体制を整備することによって作業能率17.3a/hrをさらに向上させることは可能である。

表29 作業能率

()は%

作業面積 (a)	平均作業速 度(m/sec)	作 業 時 間				作業能率 (a/hr)	備 考
		実 作 業	回 行	調整補給	計		
265m×50m	1.43	5°03'52"	55'28"	1°37'50"	7°42'10"	17.3	石灰 100 kg/10a
132.5		(68.0)	(10.8)	(21.2)	(100.0)		熔燐 200 kg/10a トラクタフォードスノー6

4. 直装型心土肥培耕プラウ その2

1) 供試機仕様

大きな営農集団では130～150PS級のホイールトラクタが導入されている。けん引能力からすると18インチ×2連も可能であり、これを開発した。機構は1連プラウが2連になっただけで基本的には全く変るところはない。(表30, 図51)

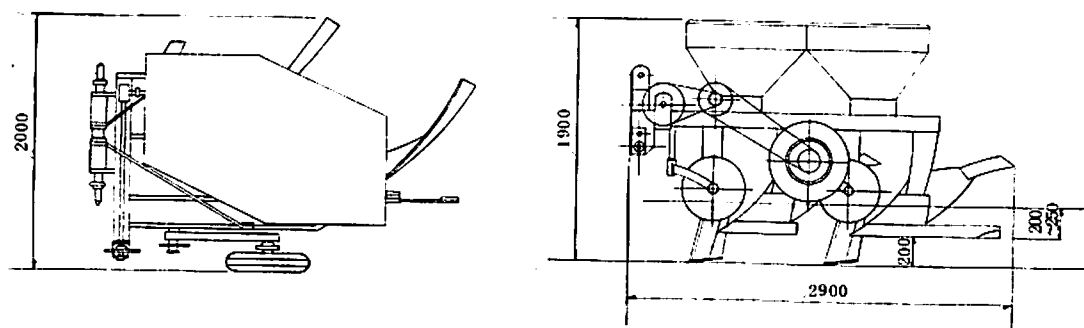


図 5.1. 直装型心土肥培耕プラウ (TMHS - 182)

表 3.0. 直装型心土肥培耕プラウの主要諸元

型 式	TMHS - 182	耕 深	作土プラウ 200 ~ 250 mm
規 格	1 8 吋×2 連	耕 巾	下層土プラウ 200 mm
装 着 方 法	3 点 直 装	改良資材散布	作土プラウ 920 mm (460mm×2)
所 要 馬 力	120 P S 以上	装 置	下層土プラウ 360 mm (一連当)
全 長	2,900 mm	散 布 量	ベルト型タンク容量 0.6 m ³
全 巾	2,000 mm	牽 引 抵 抗	200 ~ 1,200 kg / 10 a
全 高	1,900 mm		2,000 ~ 2,500 kg
重 量	1,200 kg		

2) 実験方法 供試機仕様にもみるように基本的には前項と同じ構造であり、本機については作業能率を主体にした。

3) 実験結果および考察

(1) 作業能率

130 P S 四輪駆動のトラクタでは、表 3.1 に示されるように 2.3 m/sec の高速で作業することができた。したがって高能率であり、心土肥培耕のみの作業能率は 0.48 ha/hr であった。心土肥培耕プラウは途中で資材を補給しなければならないので、この時間を含めた総作業能率は、表 3.2 に示されるように 0.30 ha/hr であった。資材補給時間の占め

表 3.1. 作業能率 (耕起)

圃 場		作業速度 (m/sec)	滑り率 (%)	作 業 時 間				作業能率	
巾×長(m)	面 積 a			実 作 業	回 行	調 整	計	(ha/hr)	(ha/hr)
6.8 × 200	13.6	2.3	9.5	12' 16.36" (73.0)	2' 19.49" (13.8)	2' 13.30" (13.2)	16' 49.15" (100.0)	0.48	2.07

注：けん引トラクタ MB 1,300 (130 P S 四駆)

調整時間は、石蹴による安全ボルトの切断、ボルトの交換

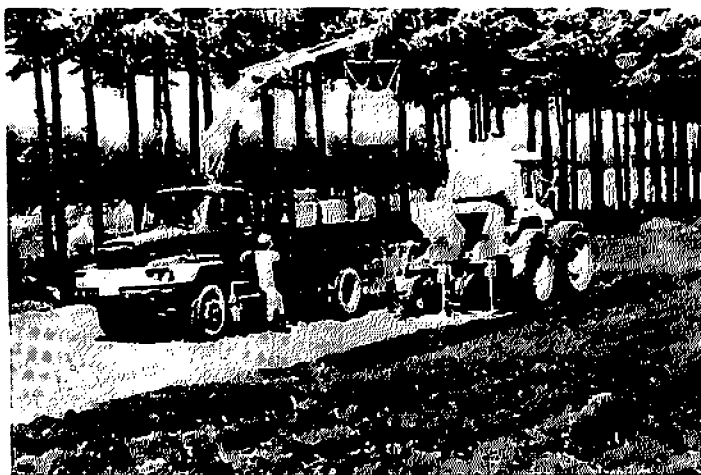
表 3 2 総作業能率

圃 巾×長(m)	場 面 積(a)	作業速度 (m/sec)	滑 り 率 (%)	作 業 時 間					作 業 能 率	
				実 作 業	回 行	調 整	資材補給	計	(ha/hr)	(ha/hr)
21.8×200	43.6	2.2	9.9	39'13.37"	10'03.17"	3'12.00"	33'45.00"	1'26'13.54"	0.30	3.29
				(45.5)	(11.7)	(3.7)	(39.1)	(100.0)		

注：資材量 1,308 kg (10a 当り散布量 300 kg)

る割合は 39.1%と大きくでているが、これは作業速度が早く、実作業の時間割合が少なくなつて目立っているものである。しかしより高能率を期待するには、この時間の短縮が課題であり、工夫を要するところである。

資材補給時間を短縮するために、20～30kgの袋を切開してその都度補給するのでは時間がかかることから、最近では写真にみるようにバック輸送、補給が行われるようになってきている。1回当りの補給時間は5分を要しない。これまで組織化されないものについては、トラクタのフロントローダを利用している。前以って袋を切開し、バケットにあけておくことによって補給時間の大幅の短縮が可能である。しかしこの方式については、省力化が問題となろう。事業の拡大とともに資材の混合、補給専用機の開発が課題である。



資材のバック輸送・供給例

第 7 節 総 括

本道の農用地の大半は、火山灰土、重粘土などの特殊土壌であり、土壌の理化学性は劣悪であり、低位生産土であるといわれている。したがって土地の生産性を高めるためには土層・土壌改良(総括して土壌改良)を必要とし、これ迄も多くの改良機械が開発され、現地に導入されて効果を

あげてきた。これらはクローラトラクタけん引を主体にするものであり、画一的に施工されてきたが、今後は技術水準をあげてより効果的な土壌改良法の導入が望まれる。

近年、100 P S 級トラクタが一般営農のなかに加えられており、関連の機械が開発されるならば、動力源に不足するものではない。また、ホイールトラクタであれば、土壌診断に基いた緻密な施工も可能であり、期待されるところが多い。従って開発した機種は、一部クローラトラクタから出発したものもあるが、多くは100 P S 級ホイールトラクタを対象としている。

1) 直装型心土破碎機

従来の心土破碎機はチゼルにウイングを固着したものであったが、進入時の貫入を速やかにし、また円滑にこれを引揚げようとするには追随型にすべきであるとの考えでこれを開発した。ウイングの破碎角は通常 $3 \sim 5^\circ$ であるが、追随型では 10° の楔角で対応した。また、直装型では3点ヒッチの揚程に不足しチゼルが地面に触れて、走行に支障を来す場面が多い。油圧機構を加え地上間隙を850 mmと充分にとってこれを解決した。これらの改良は草地を傷めることが少ないので、とくに草地に効果的であり、直装型の取扱性の良さと相まって区画別に整然と施工できた。

けん引抵抗は土質別に差があるが、平均硬度を測定することによってある程度の推定ができることを見出した。施工深40 cmにおいて、平均硬度 20 kg/cm^2 では作業速度 1.0 m/sec —約 $1,150 \text{ kg}$ 、 1.5 m/sec —約 $1,250 \text{ kg}$ 、 2.3 kg/cm^2 では 1.0 m/sec —約 $1,500 \text{ kg}$ 、 1.5 m/sec —約 $1,700 \text{ kg}$ であり、硬度とけん引抵抗との間には、一定の関係があった。心土破碎は意外と大きいけん引抵抗を示し、トラクタの選択については慎重を期す必要性があり、事前の調査が大切である。

心土破碎機は硬い土層の破碎が主目的であり、深く施工されれば良いというものではない。ウイングを硬い土層の下部に位置ししめるのが効果的である。追随型では犁柱の中間にウイングを取付けることも可能であり、この点目的を達しやすい。

心土破碎の効果の持続性は土質によって異なるが、普通3～4年といわれている。状況をみて繰り返し施工する必要がある。事業に依存せず部落で手軽に施工する体制、そのためには取扱いやすい心土破碎機が必要であり、この点本機は当を得ていたといえる。

2) 資材封入装置付心土破碎機 —疎水材添加—

心土破碎することによって堅密な盤層を破碎し、有効土層を拡大、排水性を良くすることはできるが、その効果の持続期間は短い。とくに重粘土壌においては、心土破碎を必要としながら持続期間が短いので、何等かの対策が望まれている。心土破碎と同時に疎水材を封入することができるならば、持続期間の延長と疎水材による $+\alpha$ の効果が期待できる。刃設心土破碎機、カッタ付き心土破碎機、スラリインジェクタはこのような発想のもとに開発したものである。いずれも無材心土破碎機に比較し、土壌水は停滞せず有効水としての動態を示し、作物収量も多く所期の成果を得た。

資材を利用することは、資材の手当の負担が大きいことに留意しなければならない。現設を施工深50 cm, 80 cmの間隔で処理しようとするれば、10 a当りの所要量は22.5 ㎡(重量換算3,150～3,600 kg)である。運搬を含めて考えると組織化なしには成立しない性質のものである。また、資材量からみて一挙に施工する場合には、面積が制約されるので偏りが考えられる。年次別に間をおいて順次施工、面積を拡大しておいて年次を経て所定の量を封入し、完成させる施工法が効果的である。

スラリインジェクタについては、畜産経営の場合、資材に恵まれているので施工しやすい。また、タンカがインジェクタを兼ねるので比較的単純な作業構成で施工できる特長がある。大きなけん引動力源を必要とするが、表層に単純にスラリを散布するよりは、肥効もあり悪臭二次公害のおそれもない。

3) 直装型混層耕プラウ

従来から混層耕プラウは、施工深の関係から溝引きけん引のホイールトラクタには適用できないとされていたが、側耕型2段耕方式を開発することによってこれが可能になった。2段耕であるために土層別に混層割合を変えることも容易であり、土壌診断に基く状況に応じた混層のできることは、改良効果をより有利にするものである。

なお、現在継続して実験しているのは土改資材散布装置を整備し、施工と同時にもっとも効果的な位置に、省力的に散布する方法であり、もう一つは施工前の作物に茎幹の多い作物を選定し、粗大有機物を下層に反転、鋤込むことによる全層作土化等の効果の確認である。これらが確立されることによって、さらに実用性は高まるものと考ええる。

重粘土草地における例では、ルートマットが45 cmの下層に鋤込まれているため全体の水の動きが円滑になっている。下層土が表層に露出することによって作物の生育に影響することは当然考えられるが、施工時期、作目の選択、堆肥の投与、必要によって客土等の対策を構ずることによってとくに問題は認められない。施工時期は夏、もしくは秋がよく露出した下層土を充分風化させることが肝要にあり、作目としては数年は深根性で肥料反応のよい作物を選択することである。普通耕との比では、普通耕区が依然として降雨が表面停滞水になって作物の生育を阻害しているのに対し、混層耕区には停滞水は認められず、アルファアルファ⁽⁷⁾ア、ばれいしよでは共に収量の多いことが報告されている。

土壌の改良は物理性と化学性の改善であるが、化学性は土壌改良資材の投入によって比較的容易に改善できるとしても、物理性は思いきった措置がなければ改善できないケースが多い。不良下層土であっても、化学性が改善しやすいものであれば、上下層反転混合、上層部の有機物資源を活用して物理性の改善に重点をおく考え方もある。単年度の効果は無理としても年次を経て効果があらわれ、結局土地の生産性を高めることになる。潜在地力の活用は単純な心土破碎、あるいは深耕だけにとどまるべきものではないと考える。

4) 心土肥培耕プラウ

下層土が不良である場合は、急激な深耕を避けなければならない。下層土に土改資材を投入する深耕法の考え方で、心土肥培耕プラウを開発した。心土肥培の施工後は下層土が改良されているので順次深耕、作土層を厚くすることができる。土改資材の投入は心土破碎の効果と相まって、当初から生育収量は好成績であった。とくに湿性型火山性土に効果的であり、Ca区112, P区113, Ca+P区118の収量指数であった。従来は、土層改良と土壌改良は分けて考えられていたが、農業機械化の発達とともに同時処理の機運がたかまり、本機はその意味では先鞭をつけたものといえる。

けん引抵抗は20インチ×1連で1,447 kg, その比抵抗は0.67 kg/cm²であり、心土を処理するので大きな抵抗となっているが、100 P S級トラクタであれば容易にけん引できる。作業能率は20インチ×1連型が17.3 a/hr, 18インチ×2連型が30 a/hrであった。

けん引トラクタは機動力の関係でホイールトラクタを主力とすべきである。

事業の拡大とともに問題点として指摘できるのは資材の供給法である。既に一部にはバック搬送・供給システム(バラ処理)が採用されているが、システムの関係で全域にこの方法が採用されるとは限らない。従来どうりの小袋(20~30 kg入)で運ばれてきたものを利用するケースが多いものと考えられる。土改資材を均一に混合し、短時間で補給して心土肥培耕の作業能率をたかめるためには、混合・補給機の開発が課題である。