経 済 研 究

第37巻 第3号

Jul. 1986 Vol. 37 No. 3

特集 近代日本の生産・技術・労働

農業における適正技術の開発と普及*

——自動耕耘機の分析——

加古 敏之

1. 序 節

(1) はじめに

セオドァ・シュルツは，近代農業の産出高増加のうち慣行的生産要素投入量の増加によって説明される部分は相対的に小さく，慣行的生産要素投入量の増加によって説明されない残差の部分が相対的に大きいことを指摘した[1]。この残差は，公的試験研究機関，民間企業，個人による新技術の生産と普及，並びに，教育による農業労働力の質的向上による貢献と考えた。速水佑次郎氏は，成長会計的アプローチを用いて，日本農業の成長の源泉に関してシュルツ仮説を実証したが，その結果によれば，近代農業成長の約半分が慣行的投入の増加によるものであり，残りのほぼ1/4づつがそれぞれ農業研究・普及活動と教育活動の貢献によるものであった[2]。

このように研究・普及活動は，農民の教育活動と並んで農業成長の重要な源泉であるが，研究活動によって開発された新技術が広く普及し，農業産出の成長に貢献するためには，その新技術は一定の条件を備えていなければならない[3]。まず第1に，新技術は土地，労働，資本という生産要素の賦存状態によく適合していることが要求される。新技術が相対的に稀少な要素節約的，豊富な要素使用的という偏りをもっていることが望ましい。このことは外国から移転された技術に関して問題になることが多い。一般に，先進国で開発された技術は資本集約的，労働粗放的という性格をもっているが，こうした技術が労働力が豊富で資本が稀少な開発途上国に移転される場合には，外来技術を導入国の要素賦存の状態に適合するように修正することが必要となろう。

第2に，新技術はその国の技術水準とあまりかけ離れていないことが必要といえる。外国から導入された農業機械の構造が複雑であるため，機械が故障した場合に容易に修理サービスが得られずそのまま放置される例がよくみられる。これは，技術導入国の農業機械産業の発展段階や農民の機械操作技術の水準と導入技術の水準との格差が大

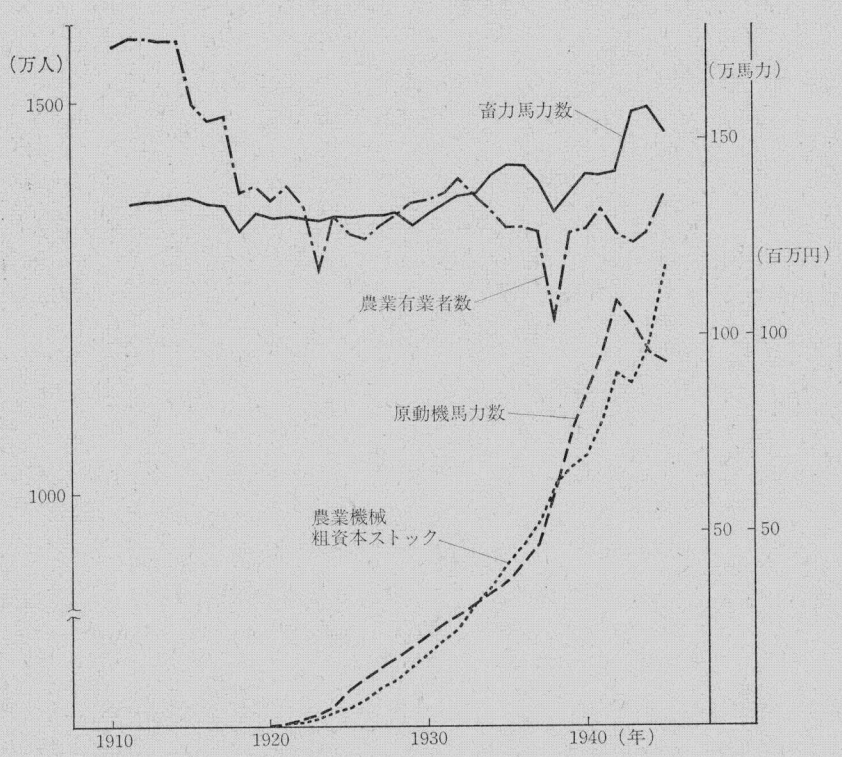
＊ 本稿の作成にあたって，南亮進・梅村又次・速水佑次郎・福田稔・目瀬守男の諸教授より有益な示唆をたまわった。記して深い謝意を表したい。

1) Schultz 1953, 99–124頁。

2) 速水 1973, 77–100頁。

3) 南・石井・牧野 1982, 334頁; Francks 1979, 531–32頁を参照。

図1　農業有業者数，畜力馬力数，原動機馬力数並びに農業機械粗資本ストック



(注)
1)　原動機馬力数は，原動機台数に原動機1台当り馬力数をかけて求めた。原動機台数は大川その他1966，原動機1台当り馬力数は『農業用器具機械並共同作業場普及状況調査』及び『農用器具機械並作業場普及状況調査』による。
2)　畜力馬力数は，役牛1頭当り0.5馬力，農耕用馬1頭当り0.67馬力として計算。役牛頭数は，1911～38年は加用1977，1939～41年は1938年と42年の役牛頭数より直線補完して推計した。1943～45年は『臨時センサス』(1942年)の役肉牛頭数に占める役牛頭数の比率0.863を役肉牛頭数に乗じて求めた。農耕用馬頭数は，1911～23年は『本邦農業要覧』，1924～37年は『馬政統計』，1938～45年は馬頭数に『臨時センサス』における馬頭数に占める農耕用馬頭数の比率0.824を乗じて推計した。
3)　農業有業者数は速水1973，206-207頁。
4)　農業機械粗資本ストックは梅村1966，210-11頁による。1934～36年価格評価。

きすぎることから発生する問題といえる。両者の差が大きい場合には，導入技術を修正してより構造が簡単で操作も容易な機械を製造すること，すなわち簡素化適応の必要が出てこよう。

第3に，新技術が農業の生産組織や農村の社会的しくみや制度によく適合していることが必要といえる。農業機械の性能・大きさが農業経営の規模と比べ適合的であるかどうか，機械が移動して利用できるかどうかといったことが問題となる。農業機械・施設の価格が農民の資金力と比べあまり高価でないことも普及のための重要な条件となる。さらに，新技術の有利性を理解し，それを採用する先進的な農民が存在することも重要な条件といえる。

第4に，新技術が自然条件に適合していることが農業の場合，特に重要な条件となる。農業は生物生産を行う産業であるため，無生物生産を行う工業と比べ自然条件の影響をより強く受ける。したがって，農業技術の移転には作物品種にせよ，栽培方法にせよ，農業機械・施設にせよ，それらを導入国の自然条件に適合させることが必要となる。移転技術を導入国の自然条件に適合させるための適切な適応研究(adaptive research)がおこなわれることが普及のための重要な条件となる[4]。

以上の点は，農業における新技術が適正技術として満たすべき条件を示しているが，こうした条件をそなえた新技術がどの様にして開発され普及してゆくかを解明することは農業成長のメカニズムの理解にとって重要な意義をもつといえる。

そこで本稿では，農業における適正技術(appropriate technology)創造の1つのケース・スタデ

4)　速水1986，1-25頁参照。

ィとして戦間期における自動耕耘機の開発と普及の過程を分析することにする。日本における耕耘作業の機械化は，まず欧米からの耕耘機械の輸入と，それらの日本農業への直接的適用として始まった。外来の耕耘機械は畑作農業国で開発された機械であるため，水田で利用されるとうまく稼動せず，それらの日本農業への直接的適用の試みは，政策的援助にもかかわらずおおむね失敗に終った。農民の耕耘作業の機械化に対する強い要請の下に，輸入した耕耘機械を参考にして，日本農業の諸条件により適合性のある耕耘機械の開発が大正末から昭和初期にかけて岡山県南部地方を中心に始まった。農村に密着した農鍛冶的性格をもつ農機具製造業者によって日本的な耕耘機械として自動耕耘機が開発された。自動耕耘機は最初は岡山平野に普及し，次いで佐賀平野，蒲原平野等の主要な稲作地帯を中心に徐々に普及した。しかし，第2次大戦以前の自動耕耘機は構造上不完全な点が多くよく故障したし，地主制下の零細経営農家の資金力と比べ高価であったので，その普及は特定の地域，特定の農家階層に集中する傾向がみられた。

第2次大戦後になると，近代的大企業が耕耘機生産に参入し，生産技術の改良により耕耘機の性能は大幅に向上し，実質価格も低下傾向をたどった。農地改革による農民の資金力の増加とも相まって，1950年代半ば以降，耕耘機の普及は幾何級数的な増加をとげ，1960年代には耕耘機段階と呼ばれる農業技術的発達史上の1時期を画すことになる。

本稿では，戦間期に自動耕耘機が開発され，徐々に改良されて適正技術としての条件をしだいに整えてゆく過程と，それが地域性や階層性を伴って普及してゆく過程を分析することにする。

(2)　戦間期における農業の機械化

耕耘作業の機械化の問題に入る前に，ここでは戦間期における農業の機械化の動向について概観する。日本農業では第1次大戦以前にも精米作業，大規模灌漑・排水作業，製茶作業等で機械が用いられた例もあるが，これらはいまだごく限られたものであり，農業全体としては1920年代に機械化が始まるといえる。図1は，農業部門の原動機馬力数並びに農業機械粗資本ストックを表わしているが，両者はともに1920年頃に出現し，その後ほぼ同じテンポで増加している。1937年の日華事変を契機に両者の増加率はやや高まるが，大平洋戦争が始まると燃料不足のため消費規制が強化されたり，原動機の生産資材が不足して，原動機馬力数は減少に転じている。

農業の機械化が1920年頃に進展した理由としては，第1に，都市産業の発展にともなう農業労働力の都市への流出と農業労賃の高騰がある。図1が示しているように，農業有業者数は第1次大戦を契機に大幅に減少し，農業雇用労働者の確保がしだいに困難になってきた。農業労賃は農業有業者数とは反比例して上昇し，1915年に1日50銭以下であった男子農業日雇労賃は，20年頃には3倍以上の1円50銭となった。こうした状況の下で，人力，畜力に依存する労働集約的な農業経営の維持がしだいに困難になってきた。そこで農家は，それまでは農業にそれほど従事していなかった老人，婦人といった家族労働力を農業労働力として用いたが，こうした対応のみでは限界があり，しだいに労働代替的な農業機械に対する要請が強まってきた。第1次大戦後の好況期には農産物需要が増加し，農産物価格は上昇したので，農家の農業機械購入のための資金力は増加した。このように，第1次大戦後に農家の農業機械の需要に関する経済的条件は徐々に整ってきた。

表1　農業用機械器具製造業の年次別創業数

年　次	創業数	1年当り創業数
明治1～16年	6	0.4
17～21	3	0.6
22～26	7	1.4
27～31	3	0.6
32～36	14	2.8
37～41	22	4.4
42～大正2	33	6.6
大正3～7	55	11.0
8～12	66	13.2
13～昭和3	62	12.4
昭和4～8	42	8.4
9～11	39	13.0

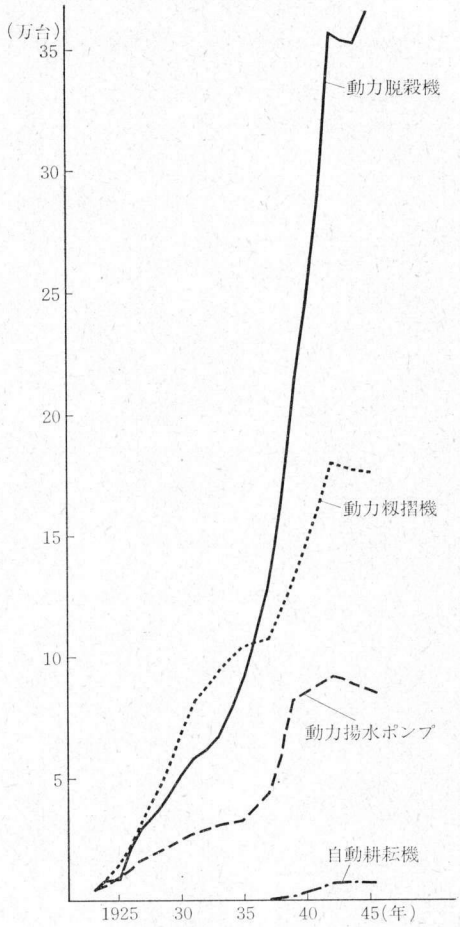
（資料）　商工大臣官房統計課1938より作成。

第2に，機械工業が確立して，農業機械工業が発達するための技術的基盤が整備され，農業機械供給の条件が整ってきたことがある。従来，野鍛冶の手にゆだねられていた農機具生産の分野にも農業機械メーカーが出現し，農業機械の生産を行うようになってきた。表1は，職工数5人以上の農業用機械器具製造業の年次別創業数を示しているが，1年当り創業数は大正3～7年の第1次大戦期以降増加していることがわかる。昭和11年末に職工数5名以上の農業用機械器具製造業は全部で367工場あったが，このうちの71%までが第1次大戦以後に創業したものであった。このように農機具製造業も第1次大戦を契機に本格的な発展を始めてきた[5]。

1920年頃には，農業機械に対する需要が増加する一方，農業機械生産・供給条件がしだいに整備されたので，農業の機械化が徐々に進展を始めた。しかし，この頃の農業の機械化は，農業人口の減少が大きい関西地方を中心に進行し，潜在的過剰人口が農村に滞留していた東北地方ではあまり進展しなかった。

1937年の日華事変の勃発を契機にして農村の壮年者の多くが戦場におもむき，青少年の多くが軍事工場で働くようになると，図1からもわかるように農業有業者数は大幅に減少した。農業労働力の量的減少とともに農業労働力の高齢化，婦女子化という質的な低下もみられた。また，農業賃金率も1937～40年間に約2倍の水準へと急騰した。この間に，農業機械の価格も上昇したが，その上昇率は賃金率を下回り，農業機械の価格と農業賃金率の相対価格は1937～40年の間に約1/2の水準に低下した[6]。こうした農業機械の相対価格の低下は，農業労働力の減少と相まって，農業の機械化を促進する方向に作用した。日本政府も非常事態の下で食糧生産の維持・増強を図るため，農業の機械化促進政策を推進した。こうした状況の下で農業の機械化はしだいに全国的な広がりをもって進行してきた。

図2　主要な動力作業機の普及



(資料)　大川・その他1966，172-3頁。

戦間期における農業の機械化の内容をみると，穀類の脱穀・調整，揚水といった定置作業でまず機械化が進み，少し遅れて耕耘作業という移動作業で機械化がみられる。図2は，主要な動力作業機の普及の状況を表わしているが，1920年代に脱穀機，籾摺機，揚水機が急速に普及し，1930年代の後半に自動耕耘機が普及したことを示している。

5)　農業用機械器具製造業は全般的に小規模な工場が多かった。『工場統計表』により職工数別工場数をみると，1929-41年の期間では職工数5～15人と小規模な工場が全体の7～8割を占めている。1929-41年の期間に工場数が多い都道府県は北海道，兵庫，大阪，愛知，新潟，岡山，静岡，広島等であった。

6)　梅村・その他1966の農業機械価格指数と農業賃金率指数(1934-36年=100)の比率は，1937年の124.6から40年の65.8へと約1/2の水準へ低下している。

2. 外国からの耕耘機械の導入

日本農業における耕耘作業の機械化は，外国からの耕耘機械の輸入と，それらの日本農業への直接的適用として始まった[7]。

① 大型トラクターの輸入

第1次大戦のブームによる農産物の需要増加は農産物価格を高騰させたが，この結果1918年には米の安売りを要求する米騒動が発生した。こうした食糧問題を解決するため政府は，日本内地の米作技術を植民地の台湾と朝鮮へ移転し，外地産米の増殖計画を策定するとともに，日本国内の開墾により耕地面積を拡大して食糧増産を図った。国内の食糧増産政策として1919年に開墾助成法が制定され，この法律に基づいて農商務省は開墾用機械を輸入し，これらの機械を開墾主体に貸与した。農商務省は1919年にアメリカから開墾用機械としてフォードソン型トラクターとベスト型トラクターを購入したが，これが内燃機関を原動力とする四輪トラクターが日本に輸入された始めであった。その後も農商務省は大型トラクターを輸入し，全国各地の開墾地へ貸与している。大型トラクターは，もっぱら開墾や土地改良の手段として用いられ，たとえ開墾地であっても農業経営の耕耘手段として用いられることはほとんどなかったといわれる。

農業経営における耕耘手段として大型トラクターの利用を試みた例として知られるのは，岡山県南部平野の藤田農場がある。藤田農場は児島湾干拓地に立地する巨大農場であるが，小作争議の時代に小作人側の土地返還戦術への対抗処置として大型トラクターを導入している。しかし大型トラクターを水田で利用すると，その重量により塩抜溝を破壊するので結局は使われなかった[8]。実際に大型トラクターを稲作の耕耘作業に利用した例としては福岡県山門郡大和村の谷垣農場がある[9]。これは谷垣長三が1922～34年にわたって海面を干拓して造成した農場で，57町の規模がある。農林省からアメリカ製の30馬力トラクターを借受け，水田の荒起と代掻の2作業にトラクターを利用している。

しかしこうした干拓地の大規模経営におけるトラクターの利用はむしろ例外であった。大型トラクターは，当時の土地基盤の整備状況や経営規模と比べ重量，馬力ともに大きすぎ，農業経営の耕耘手段としては実用に適さなかった。大型トラクターは，山野の開墾や土地改良にもっぱら使用され，既存の農業組織を本質的に変革するものではなかった。

② ガーデン・トラクター

大型トラクターの輸入に続いて，1920年頃に欧米からガーデン・トラクターが貿易商や政府の手によって輸入された。輸入されたガーデン・トラクターは6馬力以下と小型で，最初から農業経営における耕耘手段として導入されている。日本各地でガーデン・トラクターを使った耕耘の実演が行われた。

ガーデン・トラクターは畑作農業の国で蔬菜園，果樹園等の耕耘，除草用に開発された機械であるため，日本の水田で使用されると数々の障害が発生した。ガーデン・トラクターの日本農業への適合性を検討するため1922年に農商務省は東京府立川農事試験場に8種類のガーデン・トラクターの比較試験を委託している。その結果「稍ものになりそうだったのは，シマー及びユーチリーター位ひなもので，一般には，高価なること，消耗品多く不経済なること，操作複雑なる事等の欠点が挙げられ」[10]た。このように一般にガーデン・トラクターは日本の水田における耕耘機械としては適正技術ではないことが指摘されたのであった。比較試験の結果ややものになりそうだといわれたスイス製のシマー・トラクターについても次の様な問題があった[11]。

第1に，シマーを水田で使うと耕耘部のスプリング爪が藁や雑草をまきつけ，また稲株をつきさしてもち上げるため，少し進むと耕耘が不能となり，故障が多かった。本来畑地用に作られている

7) この節は主として加古1985を参照。
8) 福田・細川1959, 192頁。
9) 田中1938。
10) 枝吉1940, 145頁。
11) 和田1979, 116-17頁。

ため，湿った土壌で使うと土を切るだけでうまく耕耘できなかった。第2に，エンジンは毎分1,200回転と高速式であったため，負荷が大きくなると回転が低下し，停止してしまった。第3に，構造が複雑で機械操作に慣れるまでに2-3年かかった。また故障の修理が完全にできなかったり，部品の補給がつかないため故障したままで投げ出される場合が多かった。第4に，価格は1台約1,900円で当時の農民にとって大変高価な機械であった[12]。また，水冷式のガソリンエジンであるため燃料費もかさんだ。

日本農業への適合性が相対的にあるといわれたシマーでもこのように大きな障害に直面したのであり，他のガーデン・トラクターの利用は一層困難であった。

ガーデン・トラクターは，静岡，愛知，岐阜，石川，滋賀，岡山の諸県で数百台導入されたが，その利用は短期間に終り，大部分は中途で放棄されてしまった。

③　ケーブル式耕耘機

ケーブル式耕耘機は，イギリスやドイツで根菜類の栽培を目的として発達をとげた耕耘機械で，犂をケーブルで動力機を結合したものである。日本におけるケーブル式耕耘機の利用は，北海道の大農場や台湾の製糖会社の直営大農場を除けば，1924～25年頃に島根県簸川郡東村の石川虎三郎が宍道湖岸の埋立地で耕起用として用いたのが最初とされている。1928年に，農林省の後援の下に大日本農会がケーブル式耕耘機の懸賞募集を行い，その研究・普及が奨励助長された[13]。民間や農事試験場，神戸工業学校，農林省鴻巣試験地等で研究が行われた。

ケーブル式耕耘機は，農林省が普及に力を入れたということもあり，1931年には長野県を中心に345台普及している。しかし間もなく減少し，1935年にはわずか11台となり，その後消滅してしまった。

ケーブル式耕耘機がそれほど普及せず，利用が短期間に終った理由としては，「準備に多くの労力を要し，耕耘作業そのものにも，石油発動機の運転にも，それぞれ作業者を必要とし，機械化にもかかわらず，あまり労力の節約にはならなかった」[14]ためといわれる。広い農地が団地化している農場制農業の国では有効であったケーブル式耕耘機も，零細な耕地が何か所にも分散している分散錯圃制の日本農業では，準備や作業に労力がかかり，うまく稼動しなかった。

このように，政府がイニシャチブをとって導入・普及を試みた大型トラクター，ガーデン・トラクター，ケーブル式耕耘機という外来技術は農業経営における耕耘手段としては定着しなかった。この意味では，政府による耕耘技術移転の試みは失敗したといえる。

3. 自動耕耘機の開発

外国の耕耘機械をそのままの形で日本の農業経営で利用しようとする試みは成功しなかったが，第1次大戦後の農業労働力の減少と労賃の高騰という状況の中で，耕耘作業の機械化に対する農民のニーズは根強かった。こうした農民のニーズは，ガーデン・トラクターを「改造して水田にも自由に使はるる様にしなければならない」[15]という声となって現われてきた。やがてこうした農民の要請に答えるために，外国のガーデン・トラクターを参考にして，日本型自動耕耘機の開発が岡山県南部地方で始められた。

(1)　自動耕耘機の開発

1921年に岡山県財田村でスイス人がシマー式ガーデン・トラクターで耕耘の実演を行ったところ，農民の間に非常に大きな反響を呼んだ。後に日本型耕耘機の初の開発者となる上道郡宇野村原尾島の西崎浩もこの実演を見た1人であった。西崎は，実演を見た感想を「外国と日本は作業方法

12)　シマー・トラクターの神戸の港渡し価格は1,850円，農家の庭先価格は1,900～2,000円であったといわれる。当時の男子日雇賃金は1日1円20銭であったので，シマー・トラクター1台は約1,600日分の労賃に相当し，大変高価な機械といえる。和田1979, 110頁参照。

13)　大日本農会の懸賞募集には18点の応募があり，そのうち5点が入賞している。細野1949, 129頁参照。

14)　吉岡1939, 56頁。

15)　岡出1921, 87頁。

が違う，又土地の具合も違うから好都合には行かぬであろう。又シマーには特別エンジンが取付けてあるので相当高価となる。従って小作(普通)農家では手が出ない。それより自家で使いなれた発動機を取付け使用すれば，耕耘機だけ買えば価格も安くなり，又燃料も安く買える」[16]と述べている。彼は，畑と水田という耕地条件の違い，当時の農家の資金力，技術水準からみた農民の新技術の吸収能力等から考え，シマー・トラクターという外来技術の普及は困難と考えた。そして当時，岡山県南部で広く普及していた石油発動機を原動機とする耕耘機械を開発する必要性を感じたのであった。

西崎は，水田の耕耘が可能で，零細な農家の資金力でも購入でき，農民の技術水準で操作できる耕耘機械の開発にとりかかった。研究協力者として児島郡興除村で1.5町を耕作する小作農の塩出市太郎が参加した。塩出は以前から，重労働である麦の中耕を機械化したいと考えていた。自動耕耘機の試作機ができると塩出がそれを運転し，その結果に基づいて改良するという方法で研究・開発が進められた。1926年には試作機が完成している。この試作機は，木枠の車体の上に石油発動機を搭載し，動力をチェーンで原動機から耕耘部へ伝えるというものであった。籠形の枠にフォーク爪を取付けた籠形ロータリーであった。1927年には丸二式耕耘機という名称で2台販売された。価格は耕耘機本体が180円，原動機が約300円で，シマー・トラクターの1,900円と比べ格段に安かった。1928年には実用新案特許をえている。

西崎浩と並ぶもう1人の自動耕耘機の創案者である板野初五郎[17]は，児島郡藤田村の農民平林与三郎から石油発動機を使った耕耘機を製作してはどうかという示唆を受け，1923年頃に平林と協同して研究を開始した。試作機を製作しては平林に使用してもらい，その結果に基づいて改良を重ねていった。西崎浩の丸二式耕耘機が水田で実際に使われてみると耕耘爪やその取付け枠がよくこわれたので，板野はフォーク爪を耕耘軸に直接取付けたり，耕耘爪に鋼の鍛接を用いて耕耘部の強化を図っている。丸二式耕耘機では，原動機から耕耘部への伝動装置としてむきだしのチェーンを用いていたが，この伝導チェーンがよく切れたので，板野はチェーンの代りに歯車を用いた。1926年に試作機がほぼ完成し，昭和初年頃板野式陸王号という名称で児島郡興除村を中心とする農家に販売した。板野式耕耘機は色々な改良が加えられていたので興除村の粘質な土壌で用いられても丸二式耕耘機ほど故障せずに耕耘できた。1932年には「定速度にて軸を回転せしむる調車に依る伝導装置」について実用新案登録を得ている[18]。

(2)　後続の自動耕耘機製造業者

昭和の初期に西崎浩や板野初五郎によって耕耘機製造の先鞭がつけられるとその後相ついで自動耕耘機の製作者が現われてきた。1932年には藤井康弘が藤井式耕耘機の製造・販売を開始したのを始めとして，1938年には全国で22の自動耕耘機の製造業者が存在した。

岡山県で製造された耕耘機はロータリー式が中心であったが，クランク式，スクリュー式という構造を異にする耕耘機も製作されている。クランク式とは，備中鍬を動かすように耕耘爪を上下運動させて土を耕耘する耕耘機で，日本独特のものであった。東京で畜力用の砕土機や中耕機を製作していた斎藤明が1935年にヤマサ式という名称で最初に製造・販売している。岡山市で動力籾摺機を製造していた佐藤庄次郎もスピー式という名称でクランク式耕耘機を製造・販売している。また，石川県で動力用籾摺機を製造していた広瀬与吉も1936年に広瀬式S型と称するクランク式耕耘機を製造している。

スクリュー式耕耘機とは，数本の垂直な回転軸の先にラセン型の刀を取付け，これを回転させて土を削り砕く耕耘機のことで，石川県で水田砕土機を製造していた古川平次郎が1938年に製造・販売を開始している。富山県の小谷農具製作所で

16)　福田・細川1959, 193頁。

17)　板野初五郎は鉄工所を経営し，バーチカルポンプや脱穀機を製作していた。和田1979, 114–15頁参照。

18)　和田1979, 116–17頁。

も小谷式と称するスクリュー式耕耘機を製造・販売している。

1938年の自動耕耘機製造業者の府県別内分けは，岡山17，大阪2，静岡，滋賀，石川各1で，岡山県に大部分が集中していた。これらの製造業者の自動耕耘機の製作能力は一般に零細であった。製作能力の一番多い藤井商店でも年間製作能力は500台で，大部分の製作所ではせいぜい数百台水準であった。それでも生産台数は年々増加傾向をたどり，1937年の日華事変以降生産台数が急増している。

(3) 自動耕耘機の改良

自動耕耘機が製作・販売されるとそれを最初に購入したのは岡山県児島郡興除村の農民であった。しかし，初期の耕耘機は構造上不完全な点が多く，また興除村の土壌が粘質であったため故障が続出した。耕耘能力に関しても，耕深は約1寸と浅く，耕耘速度も現在の耕耘機の1/3ほどでしかなかった[19]。このため初期の自動耕耘機は稲の苗代の準備くらいしか利用されなかった。

その後，改良が加えられるにつれ耕耘機の性能は徐々に向上してきた。表2は，自動耕耘機改良の1例として板野式陸王号の耕耘性能の変化を表わしてるが，1935～41年間に反当り耕耘時間が半減し，耕耘深度も深くなっている。

自動耕耘機が改良されるにつれ，耕耘機の利用範囲もしだいに広がり，麦の中耕，蘭の植付け前の荒起し，田植前の水田の耕起にも使用されるようになった。

表2　板野式耕耘機の改良・発達

試験年月日	馬力	平均深度	反当所要時間	備考
1935年	3	2.646寸	2時間	興除村競耕会
5月14日			20分	成績，5台平均
1938年	3	3.960寸	1時間	岡山県立農事試験場
11月			27分	比較試験成績
1941年	4	3.600寸	1時間	藤田村実際
4月14日			10分	展覧会成績

(注)　吉岡1941, 12頁第3表より作成。

19)　和田1979, 117頁。

4. 自動耕耘機の普及

昭和初期に開発された自動耕耘機の普及台数は，1931年に98台であったが，その性能の向上や労賃と比べた自動耕耘機価格の低下[20]とともに徐々に増加し，42年には7,436台となった。普及の初期には岡山県南部平野にほとんど集中していたが，普及台数の増加とともに全国の主要な農業地帯へと広がっていった。1942年の府県別普及台数をみると，岡山県が2,248台(構成比30%)と圧倒的に多く，次いで福岡県の1,376台(同19%)，新潟県の386台(同5%)の順となっていて，その普及に地域性がみられる。

(1) 府県レベルからみた自動耕耘機普及の地域性

自動耕耘機普及のこうした地域性を説明する要因としては次の2つが考えられる。1つは供給に関する要因であり，地域の農業条件に適合する耕耘機が供給されるかどうか，耕耘機の修理サービスが容易にえられるかどうかに関係する。農機具産業が発達し，耕耘機の改良や修理サービスの便が良い地域で普及率が高くなると予想される。もう1つは耕耘機の需要に関わる要因であり，自動耕耘機という新技術の経済的有利性を認識し，それを吸収する技術的，経済的能力のある農民が存在するかどうかに関係する。農家の所得水準が高くて農業機械導入の資金力を持つ農民が多く存在する地域や，農業の機械化が進んで農民の機械操作技術水準の高い地域ほど耕耘機の普及は高くなると予想される。

そこで，1942年の自動耕耘機普及の地域性について，府県別クロスセクションデータを用いて，耕耘機の普及率とその供給要因，需要要因との間の相関係数を計測してみることにする[21]。供給要

20)　自動耕耘機価格と男子農業労賃の1933年の比率を100とすると1941年には62へ低下している。

21)　自動耕耘機普及率は農家1万戸当り自動耕耘機台数，原動機普及率は農家100戸当り電動機・内燃機関台数として計算した。自動耕耘機台数，農作物延作付面積，農事用電動機台数，内燃機関台数は『第1次農商務省統計表』による。農業用機械製造工場数は『工場統計表』，反当り玄米収量は『米穀生産費調査』による。

因として農業用機械製造工場数をとり，自動耕耘機普及率との間の相関をみたところ，両者の間には0.34という統計的に有意な相関がみられた。また，農業用機械製造工場数と原動機普及率の間にも0.47という有意な相関がみられた。原動機の普及率は農業の機械化のバロメーターと考えられるが，原動機普及率と自動耕耘機普及率の間には0.47という有意な相関がみられた。これは農業の機械化が進んだ府県ほど自動耕耘機の普及率が高くなる傾向があることを示している。一方，農家の耕耘機に対する需要要因として農家の所得水準を考え，その代理変数として農家1戸当り作物延作付面積や反当り玄米収量を用いて自動耕耘機の普及率との間の相関係数を計算したが，府県別クロスセクション・データからは統計的に有意な相関はみられなかった。

(2) 市町村レベルからみた自動耕耘機普及の地域性

自動耕耘機普及の地域性は府県レベルで観察されると同時に，同一府県内でも普及の地域性が見られる。ここでは自動耕耘機の普及率の高い岡山県と新潟県をとりあげ，クロスセクションデータを用いて耕耘機の普及率の地域性を検討してみる。

① 岡　山　県

岡山県では，自動耕耘機の普及の初期には児島郡に集中して分布していたが，普及率が高まるにつれ児島郡の近隣地域へ普及が広がる傾向が見られる。1934年には155台の耕耘機のうち142台(92%)が児島郡に分布していたが，40年には1,558台のうち628台(40%)が児島郡，903台(58%)が児島郡を除く岡山県南部地域に分布している。これに対し，岡山県中部，北部の普及率はきわめて低い。

岡山県下の自動耕耘機の普及率の地域性について1941年の郡市別クロスセクションデータを用いて相関係数を計算したところ，次の様な結果がえられた[22]。原動機の普及率と自動耕耘機の普及率の間には0.83という有意な相関があり，農業の機械化が進んでいる地域ほど耕耘機の普及率が高くなる傾向がみられる。また，自動耕耘機の普及率と反当り玄米収量，農家1戸当り米・麦生産額，二毛作田率，小作料率の間にそれぞれ0.46，0.57，0.47，−0.49という有意な相関がみられた。これらの相関係数は，土地生産性が高く，農家1戸当り農業生産規模が大きく，農家の所得水準が高い地域ほど自動耕耘機の普及率が高くなる傾向があることを示している。

② 新　潟　県

新潟県では，日華事変が勃発した1937年に自動耕耘機が初めて導入されたが，その後年々導入台数が増え，40年には278台普及している。新潟県内でも耕耘機の普及に著しい地域差がみられる。普及率が高いのは越後平野で，この地域は農家の1戸当り平均稲作面積が1.2町と広く，反当り玄米収量は2.5石と高く，小作料率の水準は低い。次いで普及率が高いのは中越地域で，この地域は農家の1戸当り平均稲作面積は約7反，反当り玄米収量は2.0〜2.4石で，小作料率は県内の平均的な水準にある。普及率が最も低いのは魚沼3郡で，この地域の農家1戸当り平均稲作面積は5〜6反と狭く，反当り玄米収量も1.7〜2.2石と低く，小作料率は逆に高い水準にある[23]。これらのことは，自動耕耘機の普及率は農家の所得水準が高く，農業機械購入の資金力がある地域で高くなる傾向があることを示唆している。

そこで新潟県の市部を除く郡別のクロスセクションデータを用いて自動耕耘機の普及率に関する相関係数を計算してみた[24]。自動耕耘機普及率と原動機普及率の間の相関は0.76と大きく，農業機械化の進んだ地域ほど耕耘機の普及率も高いという，岡山県と同じ傾向が認められる。また，自動耕耘機普及率と農家の平均耕地面積，反当り玄米収量，小作料率の間にそれぞれ0.64，0.64，−0.27という相関がみられる。前2者の相関係数は統計的に有意であったが，後者は有意ではなかった。これらの結果は，農家1戸当りの経営規模が大き

22)　自動耕耘機普及率と原動機普及率の定義は注17と同じ。相関係数に用いたデータは，吉岡1949，85-86頁，89-90頁による。

23)　榎本1940。

24)　相関係数は，榎本1940の第1，2，3，5，6表のデータを用いて計算した。

く，土地生産性が高く，小作料率が低い地域ほど自動耕耘機の普及率は高くなるという上述の記述を支持するものであった。

(3) 自動耕耘機普及の条件と導入の動機

以上では，自動耕耘機の普及率の地域性に関して計量的に分析したが，ここでは自動耕耘機の普及率の高い町村について，耕耘機導入の条件，理由について文献的資料を手がかりに考察する。

① 岡山県児島郡興除村における自動耕耘機普及の条件

興除村は岡山県南部の干拓地で，日本で最も早く自動耕耘機が導入され，機械化農村として有名な村である。1939年5月現在，農家戸数949戸に対し耕耘機台数は422台で，普及率は44.5％と高い水準にある。経営規模階層別にみると，大規模階層ほど普及率は高く，3町以上階層では普及率は100％以上となっている。自小作別に普及率をみると，自作31％，自小作・小自作61％，小作31％で，自小作・小自作の普及率が高いことが注目される。

興除村で自動耕耘機の普及率が高いのは，次のような自然的・経済的・社会的条件と関係している[25]。

a. 農家の所得水準が高く，自動耕耘機購入の資金力があった。農家の平均経営耕地面積は1.5町と広く，大部分の水田で二毛作が行われ，表作の水稲，裏作の麦の合計反収は5石弱と高い水準にあった。小作地率は高かったが，耕作農民が上地権を所有していたので耕作権は安定していた[26]。小作料の水準は，明治末以降の小作争議の結果低下し，反当り約米1石であった。小作料率は2～3割で，他の地域と比べ低い水準にある。換金作物の藺作からの収入も加えると農家は年々相当の資金蓄積が可能で，これが自動耕耘機購入の資金源となった。

b. 農業雇用労働力の減少と農業労賃の高騰で自動耕耘機に対する需要が強まった。興除村では春秋の労働ピーク時を中心に香川県，徳島県，広島県，岡山県北部地方から出稼ぎ労働者を雇用していたが，満州事変の発生とともに雇用労働力が減少し始めた。また，岡山市とその周辺で繊維産業，機械工業等が勃興したが，こうした産業が労働力を吸収したため農業雇用労働力は減少し，労賃が高騰した。こうした雇用労働力の減少と労賃の高騰の下で，耕作農民の耕耘作業の機械化に対する需要が強まった。

c. 石油発動機を原動機とする農業機械が早くから普及しており，農民の機械に対する理解が深かった。岡山県南部の干拓地は用水の便が悪く，自然流水による水田の灌漑ができない所が多かったので，盛夏の水稲や冬の藺の灌漑は，多くの雇用労働による踏み車を用いた人工灌漑が行われていた。雇用労働力の減少と労賃の高騰の下で，灌漑作業の機械化に対する農民の期待が強まったが，1920年に上道郡の和田又吉がアメリカ製のアルファ型石油発動機を踏み車に取り付け，灌漑の機械化を行ったことが契機となり，興除村でも灌漑の機械化が急速に進んだ。その後，米の脱穀・調整等の原動機としても石油発動機が使われるようになり，1939年に949戸の農家に1,470台の石油発動機が普及している。このように石油発動機の普及率が高かったので，すでに所有している石油発動機を自動耕耘機の原動機として用いれば，石油発動機の稼動率を高めることもできるし，新規に耕耘機と石油発動機をセットで購入する場合に比べ資金量も少なくてすんだ。

d. 興除村の近辺には農機具商や農機具製作所が多く存在した。初期の耕耘機は構造上不完全な点が多く故障が続出したので，修理サービスなしでは耕耘機による適期作業は困難であった。興除村の近辺に耕耘機の改良・修理を行う業者が多く存在したことが耕耘機の普及を促進した。興除村に隣接する藤田農場では大型の農業機械を利用した大規模農業経営が行われていたが，このことがこの地域における農機具産業の発展と関係していたし，興除村の農民に対する機械化農業のデモンストレーション効果をもった。

e. 麦の中耕作業という重労働を機械化により軽減したいという期待が強かった。興除村は農業用水の水利権をもたず，高梁川の上流地域の田植

25) 大日本農会1938, 11–14頁参照。
26) 吉岡1953, 205–209頁。

表3　岡山県における自動耕耘機購入の動機(昭和13年現在)

郡　村	調査戸数	家族労力が減少したため	収穫を増収するため	激労な作業を軽減するため	牛馬の飼育を中止するため	賃耕をするため	栽培面積を増加するため
御津郡今村	33	10	5	20	7	1	3
児島郡藤田村	68	63	64	8	—	5	—
〃　藤戸町	12	4	—	5	3	—	—
計	103	77	69	33	10	6	3

(注)　岡山県農会1938より作成。

が終ってから田植を開始するため秋の収穫作業が遅くなった。麦の播種を適期に行い，労働ピークを分散するため，興除村では稲の立毛中に麦の播種を行う不整地播が一般に行われていた。この栽培法では冬の1～2月の乾燥期に麦の中耕を行わなければならないが，これが重労働であった。「麦の人力中耕は激作業に近い重作業(R. M. R.6.5)であり，畜力中耕でも重作業(R. M. R. 5.3)から脱しえなかった」[27]。このため，麦の中耕作業を機械化して作業強度を軽減したいという農民の希望は強かった。

f. 耕地条件が耕耘作業の機械化に適していた。興除村は干拓地で，1筆当り面積は平均5～6反と広く，大部分の水田が乾田であった。農家と圃場の距離は比較的短く，縦横に走っているクリークを使って小舟で耕耘機を運搬できた。こうした耕地条件は自動耕耘機の普及を促進する要因と考えられる。

②　自動耕耘機を導入した動機

自動耕耘機の普及率が高い岡山県御津郡今村，児島郡藤田村，児島郡藤戸町と福岡県山門郡大和村における自動耕耘機導入の動機についてみる。表3，4は1938年における自動耕耘機導入に関する動機を示しているが，全体で一番多い動機は農業労働力が減少したためとなっている。都市産業の発展や日華事変の勃発で青壮年労働力が農外へ流出したため，労働力の不足を補充する目的で耕耘機が導入されたのであった。自動耕耘機で賃耕するためという回答が大和村で特に多かったが，これも農業労働力の減少のため，耕耘作業の委託が増加したことを背景としている。耕耘作業は重労働であるため，作業強度を軽減する目的で自動

表4　自動耕耘機購入の第1次的動機
福岡県大和村(昭和13年現在)

動　機	戸数
労力減少	24
賃　耕	17
労働過激軽減	8
賃牛馬排除	5
牛馬飼育中止	4
多収穫	3
副業多繁	1

(注)　田中定1938, 91頁第6表より作成。

耕耘機を導入したと回答した農家も多かった。男子農業労働力が減少する中で，麦の中耕作業や水田の耕起といった重労働を軽減したいという農民の気持を反映している。また，収穫を増大するため，栽培面積を拡大するためという回答が岡山県に多いが，これは耕耘作業の能率化により適期作業を行い，反収を高めたり，耕耘作業の能率化により春秋の労働ピークを緩和して，藺や麦類等の裏作の導入やその作付面積を拡大することを意味する。また，牛馬の飼育を中止するため耕耘機を導入したという回答が両県でみられるが，畜力耕という在来技術を自動耕耘機による耕耘という新技術で代替するという回答の背景には，技術選択における自動耕耘機の耕耘経費の相対的有利性があることを想像させる。そこで次にこの点を検討する。

③　耕耘方法別の耕耘経費

ここでは耕耘方法選択の問題を，人力耕，畜力耕という在来技術と外来技術を参考にして開発された改良技術である自動耕耘機による耕耘との単位面積当り耕耘経費の比較を行うことにより検討する。

表5は耕耘方法別の1反当りの耕耘経費の試算

27)　加用1962, 17頁。R. M. R. はエネルギー代謝率。

表5　水田1反当りの耕耘方法別耕耘経費

年次	耕耘方法	耕耘経費	年間耕耘面積	研究者氏名
1937～38年	自動耕耘機	2円12銭	15町	岡山県立農業試験場田伏三作[1]
	馬(2頭)	2円71銭	〃	
	人力(15人)	4円55銭	〃	
1938年	自動耕耘機	1円84銭	11町6反	村田農林技師[2]
	牛	2円 7銭	6町6反	
1940年	自動耕耘機	5円47銭	5町	岐阜県立農事試験場橋本康人[3]
	〃	3円70銭	10町	
	〃	3円 8銭	15町	
	畜力	5円50銭		
	人力	7円70銭		

（資料）1）岡山県立農事試験場1938。
2）大日本農会1939。
3）中村忠次郎1954，343～44頁。

を要約したものである。田伏氏が1937年末から38年初めについて行った試算によれば，15町の年間耕耘面積を自動耕耘機で耕耘すると反当り2円12銭かかるが，馬2頭を借りて耕耘すると2円71銭，農夫15人が人力により耕耘すると4円55銭となり，自動耕耘機の反当り経費が一番低かった。

村田農林技師が1938年に岡山県興除村の農民より聞取った所によれば，自動耕耘機で11町6反耕耘すると反当り経費は1円84銭であるが，6町6反を牛で耕耘すると反当り2円7銭であり自動耕耘機の方が安くなっている。

橋本氏が1940年について行った試算によれば，年間耕耘面積が5町の場合には反当り耕耘経費は自動耕耘機で5円47銭，畜力で5円50銭，人力で7円70銭となり，自動耕耘機が一番有利であった。年間耕耘面積が10町，15町と広くなると自動耕耘機の有利性は一層明確なものとなる。

以上の結果は，①年間耕耘面積が5町では自動耕耘機と畜力による反当り耕耘経費はほぼ等しいか多少自動耕耘機の方が有利であるが，人力による耕耘は両者に比べかなり割高になっていること，②年間耕耘面積が10町，15町と広くなるにつれ，畜力や人力と比べた自動耕耘機の経済的有利性は明白なものとなることを示している。

④　耕耘方法の経済的有利性に関する論争

畜力と自動耕耘機の耕耘経費の有利性をめぐって機械化論者と反機械化論者の間で論争がなされた。吉岡金市氏に代表される機械化論者は，表5にかかげたような耕耘方法別耕耘経費の試算に基づいて自動耕耘機の有利性を主張した。これに対し，反機械化論者の大槻正男氏は「耕耘面積が大であって，1台で以って15町歩も耕耘することが出来れば1反当りの耕耘費は畜力耕耘よりも低廉となる。然るに現実に於ては1台当りの耕耘面積が3町たらずであり仮りに多少賃耕も行う事を斟酌して耕耘面積5町歩とするも畜力耕耘費(2円71銭)に比して却って高い耕耘費」[28](3円69銭)となると述べ，耕耘面積が5町以下のような場合には畜力による方が耕耘経費が少なくなると主張した。両者の間の主要な論争点は，自動耕耘機の方が畜力と比べ経済的に有利になる耕耘面積はどのくらいの広さかということであった。機械化論者は年間耕耘面積5町以上，多くの場合10町，15町，20町を想定して自動耕耘機の有利性を主張したが，反機械化論者は，当時の耕耘機1台当り年間耕耘面積は5町以下が多く，10～15町という耕耘面積の仮定に基づく試算は現実的でないこと，5町以下の耕耘面積では畜力の方が自動耕耘機と比べ1反当り耕耘経費は少なくなると主張した。

ところで，自動耕耘機の普及率の高い地域における耕耘機1台当り年間平均耕耘面積は，岡山県下の今村で2町3反，藤田村で2町9反，藤戸町で2町6反とかなり狭い。福岡県大和村では4町7反であるが，そのうち自作地が1町2反，賃耕面積が3町5反で，賃耕面積が多いという特徴がある。新潟県下では約10町と広いが，自動耕耘

表6　新潟県における自動耕耘機の利用状況(1台当り)

利用形態	年間利用日数	年間耕耘面積
町村	9日	1.4町
市町村農会	16	11.8
産業組合	23	5.1
農事実行組合	33	10.7
申合組合	26	12.9
有志共同	34	11.9
個人	31	8.9

（注）榎本1940より作成。

28）大槻1939，23頁。

機の利用形態によって表6に示したような年間耕耘面積の差がみられる。

福岡県大和村や新潟県の様に年間耕耘面積が約5町ないしそれ以上の場合には，自動耕耘機導入の理由を表5に見たような単位面積当り耕耘経費の有利性に求めることができよう。しかし岡山県の1町2村の様に年間耕耘面積が3町未満の場合には，反機械化論者が主張するように，単位面積当り耕耘経費の値のみによっては畜力を自動耕耘機で代替する経済的理由として十分ではない。この点を考察するには表3が参考になる。岡山県下の1町2村，とりわけ藤田村では自動耕耘機導入の動機として収穫を増加するため，栽培面積を拡大するためという回答が多く，反収の増加や生産規模拡大の手段として自動耕耘機が選択されたことを示している。家族農業経営の目的は農業所得の極大化であるが，自動耕耘機の導入は単に耕耘作業における畜力や人力の代替という意味だけではなく，農業所得を増加するための手段という意味を持っていた。実際に，自動耕耘機の導入により「結果的には機械の導入の費用を上回る収益の増大が実現された地帯も例外的な存在とはいえなくなってきた」[29]のであった。自動耕耘機をはじめとする農業機械の導入により稲，麦類，藺等の作付面積を拡大したり，集約度を高めた農業経営の事例も決して少なくなかった[30]。自動耕耘機の導入は，単に人力や畜力の代替という意味だけではなく，農業経営発展の契機ともなりえたのであった。

5. おわりに

日本農業の耕耘作業の機械化の試みは，輸入機械の水田農業への直接的適用として始まった。しかし畑作農業国で開発された耕耘機械の日本農業への適合性は弱く，その利用はごく短期間にとどまった。外来技術の日本農業への適合性が弱いことが明らかになると，野鍛冶的性格を持つ農機具製造業者と農民が協力して日本的な耕耘機械の開発が大正末から昭和初期にかけて始められた。岡山県南部に普及していた小型石油発動機を原動機として用い，シマー・トラクターの構造を簡素化したロータリー式耕耘機が最初に開発され，続いてクランク式耕耘機やスクリュー式耕耘機が開発された。

自動耕耘機の開発過程に農機具製造業者の協力者として農民が参加したことは，開発の当初から機械の利用者の要望が強く反映され，その地域の農業の自然的・経済的・社会的諸条件に適合する自動耕耘機の製作が意図されていた。水田の耕耘ができるようにさまざまな工夫がなされ，低価格にするための資本節約的な工夫がなされた。自動耕耘機の操作も当時の農民の技術水準に適合するような簡単なものであった。このように自動耕耘機の開発は，簡素化適応のケースと特徴づけることができる。外国から輸入されたガーデン・トラクターと比べれば自動耕耘機は日本農業の諸条件により適合した耕耘機械といえる。

しかしながら，当時の自動耕耘機の製作業者の技術水準に制約され，戦前の自動耕耘機は技術的にはいまだ不完全な点が多かった。設計，材料，工作等に不充分な点があり，堅牢性に乏しくよく故障を起した。戦前の自動耕耘機は，水田農業における耕耘機械としては完成された適正技術というよりは，開発途上の技術といった方が適切であろう。

戦前の自動耕耘機の普及には地域性と階層性がみられた。岡山平野，佐賀平野，蒲原平野といった米の反収が高くて小作料率が低く，農家の資金力が大きい地域で自動耕耘機の普及率が高くなる傾向がある。逆に，農業生産における土地生産性が低くて小作料率が高く，農家の資本蓄積が少ない地域で普及率は低い。自動耕耘機の本体価格は役牛や役馬の2～3.5倍の水準で[31]，大規模経営にとっては自己資金で購入できる価格であり，大規模階層で普及率は高くなる傾向がみられる。これに対し，役畜を保有する資金力すらもたない零細経営にとっては自動耕耘機の購入は困難であり，

29)　武井 1971, 67 頁。
30)　吉岡 1939, 252–84 頁参照。
31)　1940 年の板野式陸王号の原動機を除いた本体価格は 510 円，原動機付き価格は 792 円であるが，役畜の価格は役牛で 227 円，役馬で 391 円であった。

普及率も低くなっている。

昭和初期に普及が始まって以来，自動耕耘機の普及台数は徐々に増加し，第2次大戦中に約1万台普及したといわれる。第2次大戦後しばらくは敗戦の影響で耕耘機台数の伸びはそれ程大きくなかったが，1953年以降は幾何級数的な増加をとげる。1955年に9万台弱であったものが，65年に249万台となり，74年には337万台と戦後のピークに達している。

1950年代以降に耕耘機台数が飛躍的に増加した理由としては，第1に，耕耘機が技術的に大幅に改善され，適正技術としての条件を満たすようになったことが指摘できる。戦後，近代的大企業が耕耘機の製造に参入し，良質の材料を使用して精密加工を行ったので耕耘機の故障は激減した。低速発動機にかわって中速発動機が搭載されるようになると，耕耘機の性能は飛躍的に向上した。オイルシールの装着により機械の防水性が保たれるようになると，代掻作業も耕耘機で行われるようになり，耕耘機による役畜の代替が進んだ。第2の理由としては，大量生産の開始によりコストダウンが実現し，耕耘機価格と賃金率の相対価格はしだいに低下傾向をたどるようになり，耕耘機による農業労働の代替が進行した点がある。昭和30年代に始まる日本経済の高度成長期における急激な農業労働力の流出と労賃の高騰は，こうした傾向を一層促進した。第3の理由としては，戦後の農地改革により大量の自作農が創出され，農民の資金力が増加したので，耕耘機の購買能力が大幅に向上した点が指摘できる。

このように自動耕耘機は，1920年代に開発が始まって以来，約30年後の1950年代に適正技術としての諸条件を整えて本格的な普及段階に入り，高度経済成長期における農業部門から非農業部門への急速な労働力の流出を可能にする技術的条件を形成したのであった。

(愛媛大学農学部)

引用文献

[1] 大日本農会「小型自動耕耘機に関する調査」1938年。

[2] ——「岡山県に於ける小型自動耕耘機に関する調査」『農産彙報』第67号，1939年。

[3] 枝吉彦三「東京府下に於ける自動耕耘機の利用」『帝国農会報』第30巻第9号，1940年9月。

[4] 榎本善一郎「労働の減少と農業の機械化——新潟県の地帯別観察を通じて」『農業と経済』1940年11月。

[5] Francks, P., "The Development of New Techniques in Agriculture : The Case of the Mechanization of Irrigation in the Saga Plain Area of Japan," *World Development*, Vol. 7 (1979), pp. 531–39.

[6] 福田稔・細川弘美「岡山県南部における農業機械化の展開過程」農業発達史調査会編『日本農業発達史』別巻下，中央公論社，1959年。

[7] 速水佑次郎『日本農業の成長過程』創文社，1973年。

[8] ——『農業経済論』岩波書店，1986年。

[9] 細野重雄「日本農業の機械化」『農業総合研究』第3巻第2号，1949年。

[10] 加古敏之「日本における自動耕耘機の開発と普及に関する一考察」『愛媛大学経営農学研究』第27号，1985年3月。

[11] 加用信文監修『日本農業基礎統計』農林統計協会，1977年。

[12] 南亮進・石井正・牧野文夫「技術普及の諸条件——力織機の場合」『経済研究』第33巻第4号(1982年10月)，pp. 334–59。

[13] 水野夏一『農業動力及改良農具』下，帝国農会，1924年。

[14] 中村忠次郎『技術必携 農機具綜典』朝倉書店，1954年。

[15] 農林省畜産局『馬政統計』1928年，29年，30年。

[16] 農林省農務局『農業用器具機械並共同作業場普及状況調査』1932年，35年，37年，『農用器具機械並作業場普及状況調査』1939年，40年。

[17] 農林省統計情報部『米生産費調査』(農業経済累年統計第4巻)，1974年。

[18] 加用信文編著『日本農業機械化の課題』農政調査委員会，1962年。

[19] 農商大臣官房統計課『第1次農商省統計表』1943年。

[20] 大川一司・石渡茂・山田三郎・石弘光『資本ストック』(長期経済統計第3巻)東洋経済新報社，1966年。

[21] 大槻正男「耕耘行程機械化の問題」『農業と経済』(1939年6月)。

[22] 岡出幸生「農業労働力の補給策として改良農具普及の必要」『大日本農会報』487号，1921年11月。

[23] 岡山県農会『農用小型トラクターニ関スル調査』1938年。

[24] 岡山県立農事試験場『小型自動耕耘機ニツイテ』1938年。

[25] Schultz, T. W., *The Economic Organization*

of Agriculture, New York : McGraw-Hill, 1953 (川野重任・馬場啓之助監訳『農業の経済組織』中央公論社)。

[26] 商工大臣官房課『工場統計表』1938年。

[27] 武井昭『日本農業の機械化——その経営的分析』大明堂，1971年。

[28] 田中定「輸入農業機械と吾国農業——福岡県谷垣農場の事例に就て」『経済学研究』第8巻第3号，1938年9月。

[29] ——「福岡県大和村に於ける自動耕耘機状況」『経済学研究』第8巻第4号，1938年12月。

[30] 梅村又次・山田三郎・速水佑次郎・熊崎実・高松信清『農林業』(長期経済統計第9巻)東洋経済新報社，1966年。

[31] 和田一雄『耕耘機誕生』富民協会，1979年。

[32] 吉岡金市『日本農業の機械化』白揚社，1939年。

[33] ——『農業機械化の基本問題』白揚社，1941年。

[34] ——「耕耘整地技術の展開」『帝国農会報』第31巻第8号，1941年8月。

[35] ——『水田の機械化』白揚社，1949年。

[36] ——『日本農業の近代化』有斐閣，1953年。