水田作における農作業研究

一水稲栽培における機械化作業の役割と問題点一

農事試験場 泉 清 一

Seiichi IZUMI : Researches on the Farm Work in the Husbandry of Paddy-field

1 作業を機械化する意義と役割

(1) 水稲栽培における作業の位置づけと意義

水稲生育の各過程に対応して、複雑な諸要因に規制されながら耕起、移植（播種）、管理、収穫などの個別作業が行なわれ、それらの個別作業が相互に密接に関連しながら有機的に結合して、水稲栽培の

全生育を経過した場合にそれらの個別作業を素材とする1つの作業の系列（作業体系）が樹立される。この作業体系が経営経済的に評価されることによって技術体系（作業を中心に見れば作業技術体系と云えよう）として農業経営における意義と位置づけが明らかにされるものと思われる。

したがって作業の意義と位置づけを検討するには、その作業の量的な面（作業能率及びそれに関係する

第1図 個別作業の量と質に関する各要素の系統図
（主として耕耘と雑草防除についての1例）

事項)と作業の質的な面(作業精度・収量及びそれに関係する事項)及び両者の関連性を考えねばならない。個別作業についてみれば第1図のようである。作業の量的な面は労働方法によって決定される。労働方法は個別作業機(耕起・移植・収穫用作業機など)の性能と作業方法(作業方式)とによって規制され、また、個別作業を実施する作業者(組作業における作業者群を含む)の作業能力、疲労程度や、それらの作業を行なう場所としての耕地、施設(環境施設を含む)の状態などによって大きく影響される。作業の質的な面は水稻の耕種様式によって決定される。耕種様式は耕耘施肥法、移植(播種)法、雑草・病虫害防除法、品質維持法などによって規制されるので、それらの方法の複雑さと所望の精度・必要とする程度(その許容範囲を含めて)が作業の質的な面に大きな影響を与える。一方、このような性格をもった個別作業または作業工程(耕耘と施肥、あるいは収穫と調製などのように特に密接に関連して

いる個別作業の結合)が結合された作業体系を経済的に評価した作業技術体系についてみれば第2図のようである。作業の量的な面は技術体系を実施するに要する労力及び動力または畜力(機械利用に伴う減耗、消費資材を含む)の全投下量であらわされる。作業の質的な面は水稻の収量及び耕種様式と、それを行なうに必要な種子・薬剤その他の原材料の使用量に集約される。

以上のことを過去における1, 2の作業技術体系の発展の過程について概観するとつぎのようである。

(ア) 耕起作業 明治初期には人力または長床犁による耕起が行なわれていたが明治中期頃から無床の抱持立犁による耕起作業が普及した。抱持立犁の耕起が発展したのは① 水稻の反収を高めるために魚肥・油粕肥などの有機質肥料の施用量が多くなるにしたがって深い作土(施肥と関連した作業の質の向上)が要請され、② また日清戦争前後の急激な労力不足の対策として耕起作業の能率化(作業の量の増加)が要請されたためであって、抱持犁の耕起作業を取入れた水稻栽培の技術体系は従来の技術体系に比べて施肥量が多く、犁及び役畜を必要とするにもかかわらず、収量が多く、耕起の労力が少ない点で当時の農業経営に適合したものと思われる(作業の量と質との関連性及び技術体系の経済的評価)。なお、抱持立犁は水田の乾田化や区画整理などによって一層効率的に利用できるようになった。しかし、抱持立犁は操作がむずかしかったので、これをもとにして操作の容易な短床犁が開発され、さらに深耕に適する2段耕犁などが考案された。この和犁による耕起は長い時代を通じて広く行なわれたが、昭和30年頃から社会情勢の変化にしたがって耕耘作業の能率化が要望され、駆動型耕耘機または、けん引型耕耘機が普及した。駆動型耕耘機の耕耘作業は犁耕に比べて作業の量的な面では非常にまさったが、作業の質については土壌の反転が悪く(したがって雑草が発生しやすい)、また土壌がこまかくなり過ぎるなどの欠点がある。したがって、水田の耕耘に駆動型耕耘機を利用する技術体系は、従来の栽培法に比べて、雑草を防除するために除草剤散布作業の組入あるいは中耕除草作業の増加が必要であり、ま

第2図 個別作業と作業技術体系との関連図

た、土壌の細粒化を防ぐために、耕起、代かき作業を簡略にすることが望ましい（個別作業の相互関連性とその有機的結合による体系化）。なお、けん引型耕耘機による耕起は犁またはプラウを使用することが多いので和犁による耕耘に比べて作業の質的な面では大差がないが、駆動型耕耘機による耕耘に比べて作業能率は劣る。

犁及び耕耘機による耕耘作業は水田の耕深を10～15 cmに規制することになり、この基盤で水稻栽培が行なわれた結果、土壌管理、施肥技術の発展が制約されていた。これを打開して耕土層の拡大をはかるために大型トラクター利用のプラウ耕が試みられている。しかし、区画の狭い圃場においてプラウ耕で1側に耕起された土を均等にするための能率的な作業法が確立されていないので、プラウ耕を軸とした耕耘作業工程が未だ十分に完成されていない。また、深耕によって高い増収効果を確実に期待するには土壌・気象条件別土壌管理及び肥培法の技術を明確にしなければならないので大型トラクターによる深耕技術体系を広く普及するためにはさらに研究が必要であろう（個別作業の相互関連性とその有機的結合）。

(イ) 除草作業 明治の中頃に考案された田打車による除草作業は従来行なっていた雁爪・除草爪の作業に比べて作業能率（作業者の疲労軽減も含めて）がまさった。しかし、田打車を効率的に使用するには従来行なわれていた乱雑植を正常植に改める必要があったが、田植方法の変更は田植労力に影響するので正条植は行なわれがたく、田打車の普及も阻害されていた。その後、正条植の増収効果が認められ、正常植が普及するにしたがって、田打車の利用が多くなり、これを改良した人力用回転除草機が広く普及するようになった（個別作業の相互関連性、作業方式と耕種様式との関連性）。正条植において中耕除草機を取入れた技術体系は手取除草を行なう技術体系に比べて、収量及び消費資材などには大差がなく、中耕除草機は必要であるが除草労力が非常に節減されるものであって、この特徴が広く農家に受け入れられたと思われる（技術体系の経済的評価）。なお、大正の末期にさらに除草作業能率の向上（作業

の量的増加）をはかって畜力用中耕除草機が開発されたが、この機械は戦時中の労力不足の時期に多少普及しただけであった。この機械による除草作業の能率は高いが、機械を使用するには役畜が歩行するために40～50 cm条間が必要であるから、栽植密度が従来の方法より低下して減収を招ねく恐れがあり、それを防止する耕種的な技術が未完成であったことと機械を旋回する動作が重労働であったことなどのために畜力中耕除草機を取入れた技術体系が発展しなかったと考えられる。

一方、昭和30年頃から2.4-Dなどの除草剤が発達して除草作業の様相が一変してきた。すなわち、除草作業は機械的に草をひきぬく作業から除草剤を散布する作業に変わり、除草剤散布機の開発改良を促がして除草作業の能率がいちじるしく向上した。しかし、除草剤散布による除草作業は中耕除草機による作業に比べて、作業後に残存雑草（とくに多年性雑草）が多い傾向があるので作業精度がやや劣る。したがって、除草剤散布作業を取入れた技術体系では適期の防除、雑草発生に対する圃場清掃などの措置が必要である。しかし、この技術体系は従来の技術体系に比べて収量に大差がなく、除草剤とその散布機が必要であるが、除草労力がいちじるしく節減できるので、最近における労力不足に対応して、現在のように非常に発展したものと思われる。

以上のようなことから耕起及び除草作業を中心として作業の2面とそれに関連する事項、個別作業方式の相互関連性、作業方式と耕種様式との相互関係及び個別作業技術の体系化と経済的評価（社会情勢との関連を含めて）などについての一端が明らかにされたことと思う。また個別作業を改善するには労働手段あるいは労働対象を変更しなければならないこと及びこの改善された個別作業を取入れた技術体系の経済的評価が必要であることが指摘された。労働手段の改善には機械的手段と容器的手段との改良が必要であって、前述の例示によれば前者は犁・耕耘機・中耕除草機などの開発・改良であり、後者は耕起作業における圃場区画の拡大、乾田化である。労働対象の改善には水稻耕種法の各要素の改良が必要であって、前述の例示によれば耕起作業における土

壤管理法・施肥法の改変や除草作業における栽植様式の改変、除草剤の開発利用である。なお技術体系の経済評価には社会情勢に応じて収量と労力との重点の比重はかわるが両者は常に相互関連していることが示されている。

(2) 作業の機械化に伴う問題点

作業の機械化については当然(1)のことが適用されるが、とくに機械化の程度が高まるにしたがって、その作業を取り入れた技術体系では高度の機械の整備が必要であり、また、機械利用にともない耕種法、諸施設などを大きく変更しなければならない場合もあるので、技術体系における諸要素の関連性、経済的評価が重要である。

過去の水稲栽培は労賃水準が低い状態で収量の維持増加を前提とする家族労作経営の規模の内で行なわれていたので、機械利用に伴う機械・施設・資材などの増加と収量を低下する危険がある耕種法の変更とに対してはきびしい制約があったために作業改善の方向は作業の質の向上に重点がおかれた。例えば産米改良に役立った粃摺機、深耕を可能にした短床犁、病虫害防除を効果的にした小型噴霧機などを利用した作業方式があげられ、これらの機械化作業方式は作業能率が高い(量の向上)と云うだけでなく、機械を利用しなければ作業の質(収量)の改善が困難であったので発達し広く普及したものである。なお、これらの機械化作業方式が普及したのは、利用する機械が1戸または数戸の農家で整備できる価格であり、その利用に対しては従来の栽培法及び諸施設を大きく変更する必要がなかったことも1つの理由である。

しかし、最近の労力事情から作業労力の節減が強く要請されて、作業の質(収量)をほぼ現状程度に維持しながら作業の量の増大(作業能率の向上)に対応する技術体系が普及しつつある。その代表的なものが耕耘機利用あるいは除草剤散布を取り入れた技術体系である。耕耘機の普及台数は昭和35年頃から急激に増加している。昭和30年頃に耕耘機が水田の耕起、代かきに利用できる見通しがついたが、その頃、耕耘機利用の技術体系と畜力による犁・砕土

機利用の慣行技術体系との技術的及び経済的な優劣について盛んに議論された。技術的には主として耕耘機による耕耘が犁・砕土機による耕耘に比べて土壌構造が異なることによる水稲収量の低下について検討され、耕耘機利用の技術体系は代かき法の改善、除草剤の活用などの関連技術を取り入れることにより収量は余り低下しないことが確かめられた。一方、耕耘機の利用によって機械利用経費が増加するので、労賃水準が低い場合には、収量に悪影響を及ぼさない範囲の期間内に畜力または人力で耕耘作業が完了できる状態である限り、耕耘機利用の技術体系は慣行技術体系よりも経済的に不利であった。しかし、現実には耕耘機がいちぢるしく普及したのは、社会情勢の進展に伴って、家族労働を含めて労賃水準が上昇したので、農家経済全体として耕耘機利用が有利になったためであり、また、耕耘の重労働からの解放が強く要望されたためであると思われる。除草剤散布についても同様なことが云える。なお、このことは中・大型機械利用の技術体系の発展・普及についても適用される。

今後、作業技術改善の方向はますます作業能率の向上(作業の量的改善)に進みそれに対応する作業機が開発され、それを基幹とする技術体系が考案されると思われるが、その高能率な技術体系が効率的に行なわれるためには機械利用の作業方式と関連する個別技術の開発とともに現在の個別水田農家の耕作規模及び圃場などの諸施設の変革・拡充が必要になり、また、この技術体系の発展は今後の経済の推移とくに労力事情の変動などによって強く影響されるであろう。

なお、最近でも、作業技術の質的な改善を無視しているわけではなくて、作土層の拡大、土壌構造・施肥位置の改善、栽植密度の増加、培土などによる個別の増収技術に対応する個別の作業方式が試みられている。しかし、現状では、これらの個別の増収技術に関連する技術に未解決点があるので、個別増収技術を取り入れた技術体系が未だ確立されていない。今後、作業の質的な面を飛躍的に発展させる技術体系を樹立するためには効果的に増収する耕種技術の開発が必要であると思われる。つきに本章で

述べた視点から各種機械化作業方式を取り入れた技術体系の特徴を次章で明らかにしたいが現在広く普及している耕耘機・小型防除機・脱穀機・粃摺機などを利用する技術体系についてはその特徴が概ね明らかにされているので本報では割愛して、目下実用化が見込まれている新しい機械を利用する技術体系の特徴について摘記する。

2 実用化されつつある機械を利用する技術体系の特徴と問題点

(1) 小型機械利用の技術体系

i) 田植機・苗播機利用の技術体系

現在実用化されつつある田植機・苗播機は大別して①土付苗を使用する機械、②植苗紙の苗を使用する機械（器具）、③根洗苗を使用する機械とに分けられる。

(a) 土付苗用田植機（苗播機）利用の場合

土付苗用田植機には2葉程度の稚苗を使用するものと5葉程度の成苗を使用するものがあるが、両者の作業方式は類似している。その作業要領は、特殊な育苗法によって土の付いた帯状の苗群をつくり、この帯状苗群を機械に搭載し、自動的に送り出して、小さなブロック（1つのブロックは小さな土塊に数本の苗が生えている）に切断し、このブロックを地表面に落下（または付着）する（植条は2条）方法である。この田植機による田植の操作時間は10アール当たり3時間程度で、しかも、慣行法のような苗取作業を省略することができるので、慣行の田植作業方式に比べて作業能率が高い（作業の量的な向上）。しかし、この田植機利用の作業方式を取り入れた技術体系を完成するためには関連技術として、①機械の操作に適するようにほぼ2葉または5葉に揃った苗を育苗する技術、②植えられた苗は概して浅植の密植状態であるからそれに対応する除草剤使用技術及び倒伏・過繁茂の防止対策技術などが必要であり、また苗植操作のときには浅水とし、苗の立上りや活着の状態に応じて湛水する灌排水の管理技術（そのためには代かきのときに綿密な均平作業が行なわれていること、また、灌排水が容易にできる状

態であることが必要）が望まれる。

慣行技術体系に比べてこの田植機利用技術体系は以上のような関連技術が適切に行なわれた場合には密植の効果を発揮すると思われるが、関連技術が不適切であると欠株、枯死株の多発あるいは水稻生育の不均衡などによって減収するおそれがある。（作業の質の低下）。しかし、現状ではこれら関連技術について十分な究明がなされていないので、この田植機利用の作業方式の作業精度の考察についても未だ明確に行なうことができない。なお、成苗用田植機利用の作業方式は稚苗用田植機利用に比べて使用する苗が大きいため苗植操作の作業精度が不安定になりやすいと思われる。

以上のような状況であるから今日、この田植機利用技術体系の経済的評価を行なうことは困難であるが、この技術体系を効果的に実施するためには、つぎのような経営的条件が必要ではないかと予想される。機械の作業能率に見合う規模の育苗施設及び機械利用組織を確立し、この組織を中心として統一的な集団栽培が行なわれるか、あるいは少なくとも育苗から田植までの作業を協業、または委託などによって共同化することが望ましい。なお、稚苗用田植機利用の作業方式は慣行移植栽培よりも早い時期から水田に水稻が植付けられるので、水稻一麦田では適用しがたい。しかし、この水稻の生育苗は湛水直播稻に類似しているので湛水直播稻の肥培管理法に準ずることができ、しかも、湛水直播よりも苗立が安定している点で有利であるから、当面、1毛作の湛水直播田に適すると思われる。成苗用田植機利用の作業方式は慣行移植栽培法とほぼ同じような時期に田植ができるので2毛作田にも適する。

(b) 植苗紙苗用田植機（器具）利用の場合

この田植の作業要領は植苗紙で育てた4葉程度の苗を使用し（この苗の根は植苗紙の糸にからんでいる）、苗が群生している植苗紙を畦畔ぎわに配置して、ひき竿で植苗紙の糸を1度に10本程度づつ引き出して苗を地表面に伏せて並べる方法であって、10アール当たり作業時間は2時間程度である。田植後の水稻の肥培管理法その他の特徴などは土付苗用田植機利用の技術体系に類似している。この田植

方式において植苗紙用の田植機を利用して、植苗紙を機械に搭載し、植苗紙の糸を地中におし込んで苗を直立させる作業方式が考案され、その作業能率、作業精度がさらに向上するように改善されることが期待されている。

(c) 根洗苗用田植機利用の場合

この田植の作業要領は慣行苗代で育苗した苗をぬき取って束にし(慣行の苗取作業とほぼ同様)、この苗束を田植機の貯苗箱に入れ(苗を特殊な苗詰用具につめる方式もある)、貯苗箱から所定本数の苗を挿苗爪でつまみ出して地中に挿入する方法である。この挿苗操作時間は10アール当り3時間程度であるが、機械の操作上苗が1本1本分離されていることが望ましいので苗取りの時間は慣行より多くかかる。この田植機の作業方式は使用する苗、挿苗後の苗の状態などが慣行田植方式と大差ないので、この作業方式を組入れた技術体系は田植方式以外では慣行移植とほぼ等しいと思われる。したがって、作業の質については主として挿苗作業の精度によって考察できるが、現状ではその精度は挿苗作業時の供用苗及び土壌などの条件が不良でない場合には慣行田植方式と大差がないようである。しかし、供用する苗の大きさが不適當であったり、苗の分離が悪かったりした場合、あるいは土壌のかたさが不適當であったり、わら屑などが混在していたりすると、挿苗操作の失敗(欠株)、損傷苗の発生が多くなる。以上のようなことから、根洗苗用田植機利用の技術体系は2毛作田地帯で田植期に労力が不足している複合経営の個別農家に適合しやすく、また、これらの農家を対象とした田植作業の請負・委託形式にも適するものと思われる。

ii) 乾田直播用施肥播種機利用の技術体系

現在実用化されている施肥播種機には播種だけ行なうものと施肥播種を同時に行なうものがあるが後者は概ね前者に施肥装置を付したものであるので両者の作業方式を一括して大別すると、①耕耘された状態の土壌で条播様式の作業を行なう機械(けん引型施肥播種機)、②耕耘しながら条播様式の作業を行なう機械(駆動型施肥播種機)、③点播様式の

の作業を行なう機械(穴播型播種機)の方式に分けられる。

(a) けん引型施肥播種機利用の場合

この播種(施肥)の作業要領は播種機の走行にしたがって開溝される播溝(施肥溝)に所定量の種子(肥料)が落下し、そのあとを覆土、鎮圧する方法である。播種機には人力用と動力用とがあり、人力用機械には播種装置のみのものが多い。10アール当り播種作業時間は播種様式、播種量などで異なるが、人力用機械では1条用で3~4時間、4条用で1.5~2時間であり、動力用機械では4~6条用で0.5~1時間である。この作業方式を組入れた技術体系はドリル播乾田直播栽培の基本型であるから、その耕種基準に準拠した各種の関連技術を実施しなければならない。したがって、この播種機利用の作業方式で所望される作業精度はその播種基準に適合する必要があるのでこの機械を使用して所定の作業精度を得るためには播種前の圃場状態は土壌が乾いて土塊がこまかく、地表面が均平で、刈株、雑草株などが混入していないような技術を行なうことが望ましい。

(b) 駆動型施肥播種機利用の場合

この播種の作業要領は地上に落下した種子が耕耘機のローター爪で耕耘された飛散土で覆土され、そのあとを鎮圧する方法である(肥料は耕耘された耕土の全層に混入される)。10アール当り作業時間は2条用で約1.5時間、4条用で0.5~1時間であるが、(a)に比べて播種作業前の耕耘作業を簡略にすることができる。しかし、この播種作業方式では、土がぐだけにくい土壌では覆土むらが生じ播種深度が不斉になることがある。したがって、この作業方式を取入れた技術体系は(a)に比べて播種むらによる出芽の不揃いに対応する関連技術(播種量の増加・追肥の改善など)が必要であり、また、耕土の全層に施肥されるのでそれに適合する肥培管理技術を行なうことが望ましい。

(c) 穴播型播種機利用の場合

この播種の作業要領は不耕耘または耕耘された状態の圃場に突起のある車輪を回転させて地表面に穴

をあげ、その穴に所定量の種子を落下する方法で、覆土を別途に行なわねばならない場合がある。播種機には人力用と動力用とがあり、10アール当り作業時間は2条用で約1.5時間、4条用で約1時間である。この作業方式を不耕耘状態で実施するように取入れた技術体系では、関連技術として不耕耘による雑草発生の対策技術、施肥法の改良技術などを行なう必要があり、耕耘状態で実施するように取入れた技術体系では(a)に準じた関連技術を実施しなければならない。

なお、以上のような播種機利用の技術体系の経済的評価については、前提として、直播栽培技術体系と移植栽培技術との対比が必要となり、数多の問題が提起される。しかし、現在の段階で一般的に云えば直播栽培は移植栽培よりも収量が低く不安定であるが、移植栽培で行なう育苗、苗取、田植作業の労力に比べて播種作業労力はひじょうに少ない。また、直播栽培は耕耘・播種作業を行なうのに土壌条件の制約が多く、移植栽培よりも施肥量が多くなり、雑草防除や病虫害防除のための資材・労力が多くなる。したがって、直播栽培は、直播の耕種基準が実施しやすい圃場状態の地で、しかも水稻作において収量よりも田植時の労力節減に重点が置かれるような経営に適すると思われるので、播種機利用の技術体系もそのような視点から経済的に検討する必要がある。

iii) 湛水直播用播種機利用の技術体系

湛水直播用播種機にはドリル播用のものと散播用のものとがある。その他、在来からの点播用タコ足式播種機があるが本報では省略する。

(a) ドリル播用播種機利用の場合

この播種の作業要領は代かき後落水した田面を均平にしながら開溝された播溝に種子を落下する方法である(播溝の形状、落下した種子の位置などには種々の様式がある)。播種機には人力用と動力用とがある。10アール当たり作業時間は人力用では2条用で1.5～2時間、4条用で1～1.5時間であり、動力用では6条用で0.5時間程度である。この作業方式を取入れた技術体系はドリル播湛水直播の基本

型であるからその耕種基準に準拠した各種の関連技術を実施しなければならない。この作業方式において耕種基準に適合する播種精度を得るためには播種作業のときの土のかたさを適当にし地表面を均平する技術を行なうことが必要である。すなわち、地表面がやわらか過ぎると落下した種子が土中に埋没したり、泥土をかぶったりして出芽が阻害され、反対に土がかたすぎると機械の駆動輪に土が付着して操作が困難になるばかりでなく、湛水したときに種子が浮動する。また、地表面に凹凸があると播種深度がむらになったり、湛水後の水位が不均一になって、出芽及び雑草防除に支障がある。

(b) 散播用播種機利用の場合

この播種の作業要領は代かき後湛水した状態の圃場の地表面に種子を散播する方法である。人力用散播機による10アール当り作業時間は15分程度でひじょうに省力的であるが、この作業方式を取入れた技術体系は(a)の技術体系に述べたこと以外にくに次のような個別技術を取入れるようにしなければならない。①播種密度が不斉になりやすいので出芽状態に応じた施肥技術及び密播された状態における倒伏、過繁茂の防止対策技術、②機械的雑草防除が困難になるので除草剤の使用、水管理などによる周密な雑草防除技術、③散播されているために人力刈取ではひじょうに労力がかかるので散播様式に適する収穫作業技術。

なお、以上のような播種機利用の技術体系の経済的評価については、ii)の乾田直播用播種機利用の技術体系で示した点に準じて検討する必要がある。

iv) 収穫機利用の技術体系

現在実用化されつつある収穫機は大別して、①刈り倒すだけの形式(刈倒型)、②刈取って集束する形式(集束型)、③刈取って結束する形式(結束型)、④刈取って脱穀する形式(コンバイン型)とに分けられる。収穫作業は刈取から脱穀・調製まで密接に関連する各種個別作業の一連の系列から成立している。したがって、これら一連の系列の内の或る部分の個別作業に機械を利用すると、その前後の作業に大きな影響を与えることがあり、また、機械を利用

して或る部分と或る部分とを同時に作業する作業方式にすると、その前後に新たな作業を追加したり、前後の作業を変更したりしなければならないことがある。収穫作業の機械化については、以上のことを十分に検討する必要がある。

(a) 刈倒型刈取機利用の場合

この刈取の作業要領は60～80 cm程度の刈巾で稲稈を刈りながら横に倒す方法であるから、その後、慣行法に準じて地干、集結束、脱穀、籾乾燥などの作業を行なわねばならない。刈倒作業時間は10アール当り40分～70分程度であるが、刈倒された稲稈の集結束作業は人力で行なわれるので、10アール当り集結時間が大束結束では3～4時間、小束結束では5～6時間以上かかり、また、機械を能率的に使用するには1台の機械使用については5～8人の人員で集結束作業を行なうことが望ましい。この作業方式において、上述のような作業能率をあげしかも慣行法に準ずるような作業精度を維持するためにはこの作業方式を取入れた技術体系につきのような個別技術を取入れることが必要である。①稲株が45°以上に倒伏すると刈株が乱れて作業が困難になるので稲株が倒伏しないような肥培管理の技術、②畦巾と刈刃巾とが不適合であると刈倒された稲稈が甚しくかさなり合って集結束作業が困難になるので、刈刃巾に合せた栽植様式の技術、③刈取作業のときに機械が円滑に走行できるように土壌管理の技術、④刈取後の諸作業を考慮して地干―圃場生脱穀―通風または火力乾燥の技術

なお、この技術体系は機械の価格と作業能率とから考えて、以上の①～④の技術を実施しやすい地帯で家族労力を主とする水稻作専業の個別農家に適すると思われる。

(b) 集束型刈取機利用の場合

この刈取・集束の作業要領は稲稈を刈りながら所定の大きさに集めた稲束を圃場に配置する方法であって、それ以降、稲束は結束(乾燥)され、さらに(a)に準じた作業を行なう必要がある。この機械には人力用、半動力用・動力用のものがある。人力用機械は1条毎に作業を行ない刈られた稲稈が集められ、排出される。この作業方式は立姿勢で作業ができ、

10アール当り作業時間は3～5時間であるが、作業強度はかなり強い。半動力用機械(刈払式刈取機)は円板の刈刃をエンジンで廻転させ数条の稲株を刈取って1束とし排出する。この作業方式の作業時間は10アール当り2～3時間であるがエンジンの震動が甚しいので疲労の程度が大きい。動力用機械(2～3の型式があるが最近テイラーのアタッチメントとして回転式のものが多い)は円板の刈刃と分草用装置がまわりながら稲株を刈って1定の束に集めて排出する。この作業方式の作業時間は10アール当り1.5～2.5時間である。これらの作業方式を取入れた技術体系は地干を前提とする慣行の技術体系に準ずるものと思われる。しかし、動力用集束型刈取機利用の作業方式では、甚しい長稈または短稈、あるいは不健全な稈が多いと集束された稲束が乱れ、また、脱粒しやすい品種の稲では作業のときに籾が飛散することがあるので、この作業方式を取入れた技術体系は、そのような点を防止した技術を取り入れる必要がある。集束型刈取機利用の技術体系は(a)とほぼ同じ条件の農家に適すると思われる

(人力用及び半動力用機械利用の場合には機械の価格が安いので水稻作が主体でない農家にも適する)。

(c) 結束型刈取機利用の場合

この刈取・結束の作業要領は稲株を刈りながら所定の大きさの稲稈に集めて結び、これを排出して圃場に置く方法であって、それ以降の作業は架干または横干を行なう慣行法に準ずる。この機械には人力用・半動力用・全動力用のものがある。人力用機械は1条毎に作業を行ない作業時間は10アール当り4～5時間程度であるが操作が複雑で作業強度がかなり強い。この機械の操作の1部をエンジンで行なうようにしたのが半動力用機械であって、作業時間は10アール当り2.5～4時間である。全動力用機械は最近試作されたもので、数条の稲株を刈りながら自動的に集結束して排出する。その作業時間は10アール当り1～1.5時間と推測される。人力または半動力用機械利用の作業方式を取入れた技術体系は架干または横干を行なう慣行の技術体系に準ずると思われるが、畦巾が余りせまくない栽植様式(甚しくせまいと分草操作が困難になる)の技術及び甚し

く倒伏しない（倒伏が甚しいと刈取結束作業が困難になる）技術を取り入れる必要がある。全動力用機械利用の技術体系は慣行の技術体系とほぼ等しいと考えられるが脱粒しやすい品種の稲では作業のときに粃が飛散することがあるので脱粒性極易の品種は不適と思われる。これらの機械利用の技術体系は慣行として架干または積干を行なう地帯の水田に適し、人力及び半動力用機械利用の技術体系は、(a)とほぼ等しい経営条件の農家に適し、全動力用機械利用の体系は機械の価格が高く作業能率が高いため数戸の共同作業に適する。

(d) コンバイン型収穫機利用の場合

この機械には穂刈型と自脱型との形式がある。穂刈型機械の刈取・脱穀の作業要領は稲株を地上約30 cm 程度の位置で切断して上の部分（穂のついている稈）を脱穀部に送り込んで脱穀し、下の部分の稈を切断して圃場に散布する方法で作業時間10アール当り3～5.5時間である。この作業方式を取入れた技術体系は慣行の技術体系に準ずると思われるが、①稲株が倒伏すると（穂の位置が地上約30 cm 以下になると）収穫作業ができなくなるので、倒伏させない技術、②収穫作業のときに含水率の高い稲稈が多量に脱穀部に送りこまれると作業がいちじるしく困難になり、また粃の含水率が高いと作業精度が低下するので、そのようなことが防止される技術を取り入れる必要がある。この技術体系の経営に対する適用性は(c)の全動力用機械利用の技術体系に準ずる。自脱型機械は乗用でその刈取・脱穀の作業要領は稲株をひき立てて株元から切断しながら穂の部分だけを脱穀部に送って脱穀し、脱穀された稲稈（残稈）を圃場に排列する（稲稈はわら加工に供し得る）方法で、作業時間は10アール当り1.5～3時間（圃場に排列された残稈の処理を除く）である。この作業方式を取入れた技術体系も慣行の技術体系に準ずるが、①稲稈が甚しく短かいかあるいは不揃であるとして脱穀ミスを生じ、②粃の含水率が高いと作業精度が低下し、また脱粒易の品種の稲で作業中に粃が飛散することがあるので、それらのことを防止するように配慮した技術が必要である。なお、この技術体系では機械に倒伏株をひきあげる装置がついて

いるので倒伏防止対策技術はほとんど必要ない。この技術体系は作業能率が小型機としてはいちじるしく高いが価格が高いためかなり多くの農家の協業的または委託的な作業に適する。

(2) 中・大型機械利用の技術体系

小型機利用の現行の栽培技術を標準的なものとしてその耕種様式を維持することが前提であるならば（作業の質の改善を考慮しないならば）、中・大型機械の作業方式はその耕種様式が所望する作業精度を保持しなければならない。また、中・大型機械利用の技術は小型機械利用の技術に比べて、作業の量的な面では原動機械が大きくなるにしたがって、作業機の作業能率の向上、または同時作業の実施によって作業能率が高くなるが、作業機の構造、あるいは作業のやりかたなどに大きな差がない場合が多い。したがって、小型機械利用の技術体系に対比して中・大型機械利用の技術体系の最も重要な問題点は体系の内の個々の作業方式についてよりも体系としてどれだけ効率的であるかあるいは機械利用経費がどのくらいかにしぼられる。すなわち、機械の利用対象面積（機械の負担面積）及びその機械利用を取り入れた技術体系の実施対象面積（技術体系の負担面積）の大きさが問題であり、その面積を大きくするためには作業能率の向上と作業可能期間の拡大をはかることが肝要である。

なお、作業精度が悪くなくても（収量が低下しても）作業能率を高めることによって機械の利用対象面積を大きくして（使用時間を多くして）機械の利用経費を引き下げることが経済的に有利になる場合もあるが機械利用の対象となる経営面積の大巾な拡大が困難で、しかも、各個別農家が水稻栽培によって一定額の農業所得を必要とする経営条件では、作業精度を低下することはできないと思われる。

一方、中・大型機械利用による作業技術の質的向上（収量性の増大）についても考えられる（例えば深耕の技術、粃乾燥の技術など）が、そのためには耕種様式の質的な改良が必要であるので今後の研究によって具体的に検討すべきであろう。

本報においては紙面の関係上、中・大型機械利用

の作業方式とそれを取入れた技術体系について記述できないので、機械の効率的利用に関して、中・大型機械化技術体系を経営に導入するに当っての一般的な技術的問題点の概要を摘記する。

i) 機械利用を効率的にするための水稻集団栽培について

この水稻集団栽培においてつぎのような技術的配慮が望ましい。

① 1 集団 (集団の内が区分されている場合には 1 区分以下同様) は同一水系 (または同一の水利慣行) であり、1 集団内の土壌型が水稻の肥培管理の上で余り複雑でなく、1 集団内の作付体系がほぼ同一である。

② 機械が円滑に稼動し、かつ利用時間が多くなるように品種及び作季・肥培管理を計画的に統制する (例えば代かき作業や収穫作業の時期が集中しないよう、また、播種と薬剤散布の時期が重複しないよう)。なお、このような機械利用上の要望と経営上必要とする品種の作付及び目標収量、作季、作付期間、作付体系などとの調整が必要である。

ii) 機械化技術体系の負担面積について

或る機械化技術体系がどの程度の負担面積 (稼動可能面積) をもてるかは耕種・作業・経営的な諸条件によって決定され、その面積の大きさは機械利用経費に大きく影響する。負担面積の推算はつぎのようにして行なわれる。

(a) 各作業 (作業工程) 別の負担面積の算出

$$A = \frac{(P-R)TK}{C'}$$

A : 作業負担面積

C' : 各作業機の作業能率
(時 / h)

P : 作業期間の巾 (日)

R : 上記期間中の降雨など
による作業不適日数 (日)

T : 1 日の作業時間 (時)

K : 実作業率 (%)

なお、作業を同一機種で反覆して行なうか、あるいは機種をかえて行なう必要がある場合には

$$A = \frac{(P-R)TK}{\sum C'_{mi}}$$

C' : 作業機毎の作業能率
mi : 同一作業機による作業回数

以上の式でみられるように作業の負担面積は耕種的には P に関与する作付体系、品種の組合せ、期待収量などに対応する技術で規制され、作業的には C' で決定される。なお、R は現地の気象状態、土壌および排水状態と機械の形式などによって定められ、また、T 及び K は経営的条件 (耕地の集団化程度、機械利用組織とその運営法など) によって定まる。

(b) 技術体系としての負担面積の算出

或る作業技術体系を実施するに当って、体系内の各作業 (作業工程を含む) に利用する作業機は 1 台 (1 セット) だけであると仮定するならば、(a) で算出した各作業別の負担面積の中で最も小さい面積がその作業技術体系の負担面積 (対象可能面積) となる。しかし、これと同じ作業技術体系を実施するに際して、上述の最小負担面積になる作業について作業機の台数を増加すれば、それに応じて作業技術体系の負担面積は大きくなる。

参考文献、資料

- (1) 泉 編 : 水田農作業の理論と実際、農文協、昭 3 3.1 2
- (2) 農業機械化協会 : 農業機械化の技術的基本問題、昭 3 7.3
- (3) 農林省農林水産技術会議事務局・農事試験場 : 機械化技術体系の研究手法試論、昭 3 7.1 2
- (4) 泉、河辺 : 水稻機械化作業の現状と将来 (1) ~ (6)、農業技術、19 巻 4 号 ~ 9 号、昭 3 9.4 ~ 9
- (5) 農業機械化協会 : 耕耘が水稻栽培に及ぼす諸問題、昭 3 9.9
- (6) 農業機械化協会 : 農作業技術向上促進事業成績、昭 3 9.9、昭 4 0.3
- (7) 農事試験機械化経営研究室 : 機械化による農業経営の改善に関する研究 - 作業体系の設計とその経済性について - 昭 4 0.2
- (8) 泉、河辺 : 水稻移植機を試験して、農業技術、20 巻、9 号、昭 4 0.9
- (9) 農事試験場 : 関東東山地域農業機械化基準資料 - 水田作編 - 昭 4 0.1 2