水稲湛直研究会会誌

第 15 号

平成７年４月

水稲湛水土壌中直播技術研究会

はしがき

湛水土壌中直播栽培の技術は既にほぼ完成しているといわれている。それにもかかわらず普及が遅々としているのは，一つにはその技術が正しく行われず，応々にして失敗した場合１－２年試みては投げ出してしまうことが多いためと考えられる。

そこで本号においてはカルパー普及会の関口賢二氏を煩わし，湛水土壌中直播栽培について現場で問題となる事項を中心に「Ｑ＆Ａ」の形式でわかりやすく解説していただいた。

さらに湛水土壌中直播栽培の中で最も難しい技術の一つである雑草防除技術について，農林水産航空協会の宮原益次氏に各地の雑草防除の基本体系と具体的方法について執筆していただいた。

また，農林水産航空協会は今回「産業用無人ヘリコプター利用による水稲湛水土壌中直播栽培の技術指針」を公表したので，中心となって同指針を作成された宮原益次氏に指針の大要を紹介していただいた。

以上三つはいずれも湛水土壌中直播栽培を普及する上に大切な記事なので，農業の普及指導機関および直播栽培実施農家において十分これを活用していただきたい。最後に本稿を執筆された関口賢二氏，宮原益次氏に深甚の謝意を表する。

平成７年４月

水稲湛水土壌中直播技術研究会

会長　　伊藤　隆二

目　　次

Ⅰ　『水稲湛水土壌中直播栽培』のＱ＆Ａ（カルパー普及会　関口賢二）・・・・　１頁

Ⅱ　水稲湛水土壌中直播栽培の雑草防除（農林水産航空協会　宮原益次）・・・・１５頁

Ⅲ　産業用無人ヘリコプター利用による水稲湛水土壌中直播栽培
（農林水産航空協会　宮原益次）・・・２４頁

Ⅰ　『水稲湛水土壌中直播栽培』のＱ＆Ａ

関口賢二（カルパー普及会）

１．湛水土壌中栽培の特徴

【Ｑ１】　湛水土壌中直播栽培はどのような人が取り入れていますか，そのきっかけはなんですか？

【Ａ】　①　複合経営農家で春先の労働力の分散のために導入

②　請負の米専業農家で作期分散のため導入

【Ｑ２】　全国の湛水土壌中直播栽培の普及状況はどうなっていますか？

【Ａ】　全国的に普及し，普及面積は１９９４年度で約3,000haです。

【Ｑ３】　田植え方式（移植栽培）と直播き方式（直播栽培）の大きな違いを説明して下さい。

【Ａ】　田植え方式とは　苗床で苗を仕立て，その苗を水田に植え付ける方式（現在は集団で箱育苗を行い，乗用田植機で植え付けているのが大部分です）

直播き方式とは　苗を作ることなく，種籾を直接水田に播き付ける方法（直播きは水稲に限定されたものではありません）

【Ｑ４】　田植え方式では何故いけないのですか，湛水土壌中直播がいま何故注目されているのですか？　利点があるならばそれを含めて説明して下さい。

【Ａ】　日本古来の栽培方式である田植え方式がいけないなどと言えません。米作りを如何に省力的に，安価に，安定収量を得るかと言うことが命題だと理解しています。

直播栽培は田植え方式に比べ苗作りが不要で省力的ですが，欠点も指摘されています。例えば湛水直播では，土壌表面に播種するため（表面に播種しないと発芽・苗立が悪い），根が浅く苗が倒れやすく，芽干しを入れるので雑草の多発が問題です。また乾田直播では代かきを行わないので入水時の漏水が多く

なり，地力の低下がおきるとともにやはり雑草問題があり，さらに圃場の準備段階で降雨があれば，砕（細）土が出来ない等問題が多い。これらの欠点を補い，なおかつ前述の命題を解決できる技術が湛水土壌中直播栽培です。

すなわち，カルパー粉粒剤１６をコーティングした種籾を直接，土壌中に播種して稲作りが可能になったことです。

【Ｑ５】 直播栽培の中で乾田直播と湛水直播また湛水土壌中直播の違いを簡単に説明して下さい。

【Ａ】 乾田直播とは　田面を耕起・砕（細）土して播種溝を切り，種籾を播き付けて覆土し，苗立後入水して栽培する方式。

湛水直播とは　田面を耕起し，入水後代かき（荒代ー植代）を行って播種，出芽後落水して芽干しをする方式。

湛水土壌中直播とは　耕起した後入水し，代かき（荒代ー植代）を行って落水し，土壌中に，カルパー粉粒剤１６をコーティングした種籾を播種し，数日後入水して芽干しを行わない方式。

【Ｑ６】 湛水土壌中直播にはどのような方法がありますか？

【Ａ】 カルパー粉粒剤１６をコーティングした種籾を，専用播種機で播種する条播法とヘリコプターまたはミスト機で播種する散播法があります。

【Ｑ７】 条播法と散播法の特徴を説明してください。

【Ａ】 条播法　専用の播種機を用いて一定の深さに筋条に播種し，覆土するのでその後の栽培管理が容易です。

散播法　有人ヘリコプター，無人ヘリコプター（ラジコンヘリコプター）またはミスト機で播種するので，播種時間が極めて短時間となります。

【Ｑ８】 湛水土壌中直播栽培を行うのに特別に何が必要ですか？

【Ａ】 一般に農家では古来の田植え方式を行っておりますので，次の様な準備が必要となります。

条播法　1）ｺｰﾃｨﾝｸﾞ機　　2）専用播種機　　3）ｶﾙﾊﾟｰ粉粒剤16

※ ｺｰﾃｨﾝｸﾞ機および専用播種機は共同購入でも良いと思います。

散播法　1）ｺｰﾃｨﾝｸﾞ機　　2）ﾐｽﾄ機　　3）ｶﾙﾊﾟｰ粉粒剤16

※ ｺｰﾃｨﾝｸﾞ機は共同購入でも良いと思います。

※ ﾍﾘｺﾌﾟﾀｰ播種は広域実施になりますので，農業指導機関及び農林水産航空協会等に相談してください。

※ 除草剤については地域の農業指導機関にご相談ください。

【Ｑ９】　湛水土壌中直播栽培はどの地域でもできるのですか？

【Ａ】　原則としては，どの地域でも種子の活動する温度に達して播種すれば栽培は可能です。但し，圃場に播種して芽が出るまでに２０日以上もかかるようでは不安が高まるとともに，苗立ちが不安定で，収穫期が大幅に遅れる事もあります。また，稲作期間の短い地域では早生品種を使う必要があります。現在各地の農業試験場で新品種の開発研究が進められています。

【Ｑ10】　麦作の跡地でも湛水土壌中直播栽培は出来ますか？

【Ａ】　麦の収穫時期と稲の品種・収穫時期等の組み合わせを考えると，現状では，九州地区の平坦部で可能ですが，中国・四国地区－関東地区では目下検討中です。

【Ｑ11】　湛水土壌中直播栽培に適した品種があるのですか？　現在，主としてどのような品種が使用されていますか？

【Ａ】　低温発芽性の良い短稈・穂重型で耐倒伏性があり，出来れば早生品種が望ましい。食味が良くても耐倒伏性の劣る品種は不向きです。

現在は，奨励品種の中から直播に適すると思われる品種を選んで使用しています。

２．栽培方法について

１）．種籾の準備と予措について

【Ｑ12】　準備する種籾について特に注意すべき点がありますか？

【Ａ】　採種圃産の種子が望ましいが，できなければ前年度産の充実した種籾を使います。枝梗やノゲの付いたものはｺｰﾃｨﾝｸﾞがうまくできず，播種機のつまりの原因にもなります。

【Ｑ13】　良い種籾はどのようにして選別したら良いですか？

【Ａ】　外観が充実した種籾を塩水選（比重選）により、準備してください。

【Ｑ14】　塩水選はどうして必要なのですか？　どの様にしたら良いのですか？

【Ａ】　土壌中に直接播種するので発芽勢が大事な要因です。発芽はしたが苗に勢いが無く，そのため土壌中で菌等に犯されて苗立率が落ちる事があります。発芽苗立を安定させるためには塩水選は是非とも必要です。

塩水選はウルチ品種の場合は比重１．１３，　モチ品種の場合は比重１．０８の食塩水（塩安、硫安水でも可）で行います。軽くて浮いてしまう種籾が多い場合は，１．５倍位の量の種籾を準備してください。

【Ｑ15】　よい種籾を準備した場合は種子消毒を省略しても良いのですか？

【Ａ】　塩水選をしても病害虫の予防にはなりません。直播栽培では種籾を直接本田に播種するので，種子消毒は必ず実施してください。

種子消毒剤の粉衣はコーティングマシンを使用すると短時間に簡単に作業出来ます。

【Ｑ16】　浸種は必要ですか？　また，どの程度にすればよいのですか？

【Ａ】　種籾が発芽を始めるには，先ず充分に吸水する事が必要です。コーティング後の種籾は土壌中では吸水が不均一で，発芽が不揃いとなることがあり，乾燥籾では，播種後に吸水してから発芽が始まるので出芽までに長時間を要し，出芽が不安定になります。

浸種の程度はハト胸状までとし芽をださせないでください。

【Ｑ17】　ハト胸状というが，どのような状態をいうのですか？

【Ａ】　種籾が十分水を吸って，芽のでる部分が鳩の胸のように膨らんだ状態です。

浸種する水の一日の平均水温の積算温度が60～80℃になるまで浸種すると，ほぼハト胸状となります。積算温度が100℃になると発芽します。

【Q18】 コーティング前に芽が出てしまった場合はなぜいけないのですか？

【A】 浸種の段階で芽が出た場合は，コーティングの時に新芽が折れてしまう危険性があります。芽が折れると苗立率を落とすことなります。
芽と根が出た場合は，根の方は割と折れにくいのですが，絡み合ってコーティングがスムーズに行われず，また無理をしてコーティングをしても播種時に播種機の「目詰まり」を生ずる原因となります。

【Q19】 浸種後の水切りはどの程度行えば良いのですか？

【A】 水切りが不十分の時は，コーティング機の底及び側面にカルパー粉粒剤16が固着しますので，浸種籾を手で握っても，手に水分が付着しない程度まで水切りは十分に行って下さい。洗濯機の脱水機を利用するのも一つの方法です。

2）．コーティングについて

【Q20】 コーティングは何時やれば良いのですか？

【A】 圃場の準備が出来て，播種予定日が決まりましたら，原則として播種日の前日にコーティングするのが望ましいです。

【Q21】 カルパー粉粒剤16のコーティング量はどの位ですか？ 標準量より多い場合，少ない場合はどのような影響がありますか？

【A】 乾燥種籾：カルパー粉粒剤16＝ 1 ： 2 （重量比）
※ 水切り後の浸種籾重量に対しては1．6倍のカルパー粉粒剤量
コーティング量が少ないと，土壌その他の条件では苗立不良（酸素不足）になる事も考えられます。また多い場合には苗立率が低下する傾向が見られます。（物理的な吸水の遅れ等による）

【Q22】 コーティング作業に「コツ」がありますか？ 手順を含めて説明して下さい。

【Ａ】　コーティング作業はあせらず籾の流れを良く観察しながら水とカルパー粉粒剤１６のバランスを調節し，約２０分かけて行う。

その際にカルパー粉粒剤１６の袋をハサミで切って，籾の流れに袋の角を着けて（粉塵が立ちにくい）一度に多量が入らないよう袋をもみながら一定量入れ，コーティング機から離れて（2～3m）観察する。籾の流れにカルパー粉粒剤１６の色ムラが着いているのが良く観察でき，しかも粉塵を吸い込まなくて済む。

色ムラが消えたら水分を調節し，またカルパー粉粒剤１６を投入する。カルパー粉粒剤１６を全量投入したら，水分を調整し，約２分間空運転を行う。

※1 コーティング籾の均一化

コーティング作業は育苗センターなどにコーティング機を設置し，専門のオペレーターが常に作業を行った方が均一な仕上がりとなります。

さらに，コーティングセンターがあれば，なお望ましい状況となります。

山形県長井市では農水省の補助事業で'94年にコーティングセンターが全国で初めて設置されましたので参考にしていただきたい。

※2 コーティング機の管理について

コーティング作業終了後，皿の部分にカルパー粉粒剤１６が固着しているケースが良くあります。コーティング作業１回毎に固着物を剥離し，また全作業終了後は水洗して乾燥しておくと，耐用年数が伸び，翌年の作業が楽になります。

【Ｑ23】　コーティング籾はどのような状態が最も良いのですか？　またそれはなぜですか？

【Ａ】　良くコーティングされた種籾は，カルパー粉粒剤１６がしっかりと付着し，外観がやや丸みのあるペレット状になります。このようにすると手に取っても粉が手に付着しません。

しっかりしたコーティングにより，播種時の剥離を防ぎ，播種量が安定し，出芽・苗立が安定します。

【Ｑ24】　コーティング籾は直ちに播種をしても良いのですか？

【Ａ】　コーティング終了直後の種籾は水分を多く含んでおり，播種機による作業の際，種籾の流れを悪くして平均に播種できませんので，乾燥（陰干し）し，表面が白くなってから播種してください。

【Ｑ25　コーティング後いつ頃までに播種しなければいけないのですか？　またそれは何故ですか？

【Ａ】　前日コーティングして，次の日に播種するのが理想的です。もし都合が悪く次の日に播種出来ないときは４日以内に播種してください。

長期間保存したコーティング種子は乾燥してコーティングが弱くなり，播種時に剥離を起こしたり，土壌中で再び吸水して発芽しますので，障害を起こしやすく苗立率を下げる原因となります。なお，コーティング翌々日に播種する場合は播種機の目詰まりを生じることがありますので，種籾を入れた網袋を一度ふるってから播種機に入れて下さい。

【Ｑ26】　コーティングの専用機はありますか？

【Ａ】　専用のコーティング機として直径が９０ｃｍ型と１４０ｃｍ型があります。その能力とコーティングの所要時間は次の通りです。

90cm型・・・乾燥籾重で10kg/1回　　所要時間　20～25分

140cm型・・・乾燥籾重で30kg/1回　　所要時間　20～25分

※ 麦の種子消毒にもコーティング機が利用出来ます。

【Ｑ27】　コーティング後播種までの保管はどのようにすればよいのですか？

【Ａ】　コーティングを終了した種籾は「ムシロ」の上に広げ，陰干しを行い表面がやや白くなる程度に乾燥したら，網袋に入れ風通しの良い所に保管する。ビニール袋や肥料袋に種籾を入れると，短時間で「ムレ」を生じ，播種時や出芽時のトラブルの原因になりますので避けて下さい。

【Ｑ28】　カルパー粉粒剤１６と他の農薬を同時にコーティングしても良いのですか？

【Ａ】　一部「タチガレエース」のように農薬登録になっている農薬は良いのですが，発芽障害を起こすようなものもありますので，農業指導機関等に相談するよう

にして下さい。

※ あまり量を多く混入するとコーティング強度が低下するのでご注意ください。

3）播種について

【Q29】 湛水土壌中直播はどのような田圃でもできるのですか？ 例えば小面積の田圃でも良いのですか？

【A】 圃場全体が均平であれば面積の大小に関係なく，湛水土壌中直播栽培はできますので，圃場の規模により適当な播種方法を選択して下さい。

【Q30】 代かきは何時やればよいのですか？

【A】 土壌の条件によっても異なりますが，条播では2～3日前までに，散播では当日播種直前に行うのが好ましいです。

【Q31】 稲ワラ・麦ワラ・切株等の多い田圃では代かきはどうすれば良いのですか？

【A】 代かき終了後圃場表面に「ワラ」等が多くありますと，播種作業のトラブルの原因になりますので，土壌中に鋤込んでしまうようにしてください。

例えば，浅水代かき，逆転機構を持つロータリーを用いれば，「ワラ」等の埋没効果があります。但し，泥を練りすぎますと苗立率を落とすことがあります。

【Q32】 播種時の水深は田植え方式と同じくらい張ってあっても良いのですか？ 落水するとすれば，その程度はどの位が良いのですか？

【A】 条播では，播種機が田植機と異なり，溝切り機構を備えていますので，落水の程度は非常に重要な事です。完全に落水しますと播種機のフロートが滑らず，スリップを起こしますから「走り水」程度にしてください。

散播では土壌条件により異なりますが，播種日の２～３日前に荒代かきを行い，水が浸透するのを待って，植代かきを行った直後（水たまりの出来る前）にトラクターの車輪跡や溝切り機で，後の水管理などがし易いように溝を作った後に播種してください。

【Q33】 播種時の田面の硬さはどのくらいが良いのですか？

【A】 条播では次の通りですが，散播では植代かき直後の泥水状態で播種します。

「さげ振り」貫入深　８～１０ｃｍ

ゴルフボール（スモール）では１ｍの高さより落下させ，田面からのボールの露出高１cm～-１cmが目安です。

【Q34】 散播の播種は手播きでも良いのですか？

【A】 手播きは均一播種が困難ですので，散粒機の使用をお勧めします。

【Q35】 播種量はどの位が適当ですか？　また，地域差はありますか？

【A】 北海道を除いては，10ａ当たり３－５kgを基準にしています。

条播法では播種深度は１～１．５cm程度に，寒い地域ではそれより浅めの方が良い結果が得られています。

散播法では０．５～１cm程度になります。

【Q36】 播種深度の深浅はどのような影響がありますか？

【A】 深すぎますと出芽日数を要し苗立率を低下させます。また，浅すぎますと浮苗となり，風に弱くなり倒伏し易くなる恐れがあります。

【Q37】 条播法で播種作業中確実に播種されているか，何を目安に確かめていますか？

【A】 播種機の種籾落下確認センサー付のものは播種モニターを，有視確認式のものは，常にホッパーや種子導管部の籾の状態に注意して落下ミスを防止します。種子導管部の末端に泥水や泥が付着しますと，種籾の流動に影響を及ぼしますので，充分注意しなければなりません。

【Q38】 欠株があると収穫量に影響が出ますが，その対策はありますか？

【A】 条播法で稲ワラ・麦ワラ・切株などの「夾雑物」は，播種機の作耕装置や覆土板にからみついて，連続欠株の原因になりますので，常に注意して取り除いてください。連続欠株が30cm以上出た場合は，苗立の多い場所から苗を取り，補植します。30cm以下の欠株では収穫量に影響ありません。

散播法では播種状況が目で確認出来るので，欠株の心配はありませんが，不均一になりやすいので，２度播きをしてください。

【Ｑ39】　播種後の入水は何時行えば良いのですか？

【Ａ】　条播法・散播法とも３～４日位干して，種籾が土壌に固定した後，入水します。

【Ｑ40】　入水についての特別の注意事項がありますか。

【Ａ】　一時に大量の水を流して種籾や覆土の移動が無いように注意しなければなりません。

【Ｑ41】　芽が出てくるまで不安です。播種後何日位で出芽するものですか？

【Ａ】　条播法では播種後一日の平均気温から10℃を差し引いた温度の積算が50℃になりますと発芽します。

（例）　播種後１７℃の気温が続いたとしますと17-10=7　50÷7≒7

約７日間で発芽する事になります。

また，散播法の場合は，寒冷地ではややこれより遅れる事もあります。

【Ｑ42】　出芽・苗立率はどの位になりますか？

【Ａ】　一日の平均気温が10℃以下だと発芽しません。また，出芽までの期間が長くなりますと，出芽率が低下し生育が不揃いになります。

条播法では播種後7日で出芽率が70%位，散播法では，試験の範囲内ですが，80%以上になっています。

※ 散播での溝切りの必要性は？

苗立を良くするための水管理が必要なので，播種前または播種の翌日，溝の切れる時期に出来るだけ深く溝を切り，水口・水じりをつなぐ必要があります。

土壌が硬くなりすぎると土が溝の両側に盛り上がり，そこが雑草発生の原因となりますのでご注意ください。

４）．出芽後の栽培管理について

【Q43】　出芽後芽干しは必要ですか？（健苗確保の意味では芽干しをした方が良いと思いますが）

【A】　出芽揃い時期の芽干しは原則的には必要ありません。しかし湿田や生ワラ施用田等で土壌還元が著しい場合は，水を入れ替える事により出芽苗立が安定します。

※ 出芽後の芽干しを止めて，播種後3～4日間の完全落水を行います。

【Q44】　除草剤はどのようなものを利用すれば良いのですか？

【A】　湛水土壌中直播に適用登録のある除草剤を使用基準に従って散布します。

※ 水管理法により異なりますが，２回の処理が望ましい。詳しくは本誌に掲載の「湛水土壌中直播栽培の雑草防除」（宮原益次氏）を参考にして下さい。

【Q45】　除草剤を散布した後に出芽してくるのですが，薬害の心配はありませんか？

【A】　播種後に湛水土壌中直播に適用登録のある除草剤を散布したのであれば，その後に出芽してきても薬害の心配はありません。これ以外の除草剤は薬害の心配があるということです。

【Q46】　基肥と追肥の関係を説明してください。追肥は何時やればよいのですか？

【A】　施肥法については品種・土壌の肥沃度・気象条件によって違いますので，詳細はその地方の農業指導機関と相談して決めていただきたいのですが，概略は次の様に言われています。

（１）　直播水稲では基肥量が多いと発芽・発根を害する場合があり，逆に施肥量が少ない方が初期の根の伸長が良くなります。このことから基肥量は移植栽培の$\frac{1}{2}$～$\frac{2}{3}$に減肥する方が良く，また表層施肥より全層施肥の方が望まれます。

（２）　追肥は寒冷地や早播き地帯では早め（２～３葉期）に，温暖地・暖地では遅め（４～５葉期）に行いますが，５葉期以降の追肥（分けつ肥）は過剰分けつを生じやすく，有効茎歩合を低下させますので避けます。

施肥量は苗立ち数・地力窒素の発現等を勘案して増減します。

なお，生育期間の長い品種や地力の低い水田等では，つなぎ肥が必要になることもありますが，過剰分けつにならないように稲の姿勢に注意しなければなりません。穂肥や実肥については移植栽培より少し遅れた方が倒伏に強くなるようです。

【Q47】 苗立本数はどの位あればよいのですか？

【A】 苗立本数は1㎡当たり60～80本（20～30本／m）を目標としています。最近は，これよりも少なくても良いという説もありますが，初めのうちは80～100本程度が無難でしょう。欠株が少々あって，苗立ち数がこれより若干少なくなっても心配することはありません。

【Q48】 有効分けつ本数はどの位を目安にしたら良いのですか？

【A】 有効分けつ・穂数の目安については，品種・地域あるいは目標とする収量がいくらかによっても違いますが，一般的には1㎡当たり400本～500本程度を目標にしています。

※ 1本当たりの分けつ数が7本以上であると倒伏に強くなるようです。

【Q49】 過繁茂を抑制するにはどうすればよいのでしょうか？

【A】 過繁茂になってから，これを抑制しようとしても無理でしょう。従って直播栽培を始めるにあたっては，品種の選定・施肥・水管理等栽培全般にわたって十分注意してください。現状では過繁茂の恐れがある時は，早めに強めに中干しを行う以外に方法がないようです。

【Q50】 直播栽培は倒伏し易いと思いますが，これを防ぐ方法はありますか？

【A】 直播栽培では過繁茂となり倒伏し易いと言われています。従って品種の選定の段階から「強桿」・「短桿」の品種を選定する等の注意が必要です。

倒伏の恐れのある時は，早めに強めに中干しを行う以外に方法がありません。

【Q51】 鳥害が心配されます。防除対策はありませんか？

【A】 現在はまだ的確な防鳥対策は無いようです。直播水稲栽培が将来集団化する

ことにより，その被害は軽減されるものと思いますが，現状は防鳥網・防鳥テープ・水糸等により被害の軽減を図っています。

【Q52】　病害虫等の防除はどの様にしたらよいのですか？

【A】　移植栽培に準じて行います。

直播栽培は移植栽培に比べて縞葉枯病・紋枯病が発生し易いので，抵抗性品種の利用・早期発見・適期防除に心がけてください。また，ｷﾘｳｼﾞｶﾞｶﾞﾝﾎﾞやｲﾈﾐｽﾞｿﾞｳﾑｼの被害も大きいので早めに防除してください。

西南暖地では特にｼﾞｬﾝﾎﾞﾀﾆｼの被害が大きくなっています。ｼﾞｬﾝﾎﾞﾀﾆｼの被害が予想される圃場では播種して田干し後に入水したら，直ちにパダン粒剤４またはキタジンＰを散布してください。

【Q53】　出穂時期は移植栽培と差がありませんか？　あるとすればどの位ですか？

【A】　移植栽培より出穂期・成熟期が７～１０日程度遅れる場合がありますので，落水時期が早すぎないように留意するとともに作業計画を立てて適期に刈り取るようにしてください。

５）．収量について

【Q54】　収穫量は田植え方式と比較して増収しますか？

【A】　湛水土壌中直播は本来増収する要素を持っており，現に一部地域では増収している事例もありますが，全体的に見ますと移植栽培と大差ありません。

６）．カルパー粉粒剤１６について

【Q55】　カルパー粉粒剤１６について，その性質等わかりやすく説明してください。

イ）　成分含有量は？

【A】　有効成分　ＣａＯ2・・・・　１６％

ロ）　カルパー粉粒剤１６の有効成分はどういう物ですか？

【A】　過酸化カルシウムを有効成分とし，土壌中で水を吸収して徐々に分解し，酸素を発生します。

$$CaO_2 + H_2O_2 \rightarrow Ca(OH)_2 + \frac{1}{2}O_2$$

ハ）　カルパー粉粒剤１６は湛水土壌中直播栽培に使用されて，どのような働きをするのですか？

【A】　従来の水稲の湛水直播栽培では，前述の通り湛水下で土壌表面に播種しなければならなかったため，浮き苗の問題・雑草の問題があり，一部の地域を除き実用化できませんでした。これらの問題を解決しようと，土壌中に播種すると酸素不足をきたし，種子が発芽までに「壊死」してしまい，苗立率が極端に低下します。すなわち種子の発芽に酸素の存在は不可欠の条件と云えます。

カルパー剤は有効成分の過酸化カルシウムが分解して酸素を発生し，種子の発芽を助ける働きをします。

ニ）　カルパー粉粒剤１６は安全なものですか？（毒性・魚毒等）

【A】　毒　性：　毒性は低く普通物です。アメリカでは食品添加物として製パン時に使用されています。

魚　毒：　A類　ウナギ・エビなどの養殖池の環境改良剤として使用されており心配ありません。

ホ）　カルパー粉粒剤１６はいつまで置いても安定ですか？

【A】　乾燥した冷暗所に保管しておけば，農薬の保証期間（５年）は心配ありません。

ヘ）　使い残りのカルパー粉粒剤１６はどうすれば良いのですか？

【A】　湿気や水がかからないように封をして，乾燥した場所に直射日光を避けて保管してください。

開封したものは当年度中に使用してください。（次年度使用は無理です）

ト）　カルパー粉粒剤１６を乾田直播栽培に使用しても有効に働きますか？

【A】　乾田直播栽培では土壌中の水分が少ないために，カルパー粉粒剤１６からの酸素の発生が少なく，効果の期待ができませんが，早期に入水する場合は有効です。

II　水稲湛水土壌中直播栽培の雑草防除

宮原益次（社団法人　農林水産航空協会）

水稲湛水土壌中直播栽培は今後の水稲作の最も重要な目標である省力・低コスト生産のために大きな役割を担うことが可能な栽培法とみられている。しかし，現状では全国での実施面積が約3,000ha 程度であり，一部の場所で実施されているに過ぎない。その原因としては，栽培法として新しいために，全国各地の条件での検討が不十分なために実施のための地域別の耕種基準の策定が不完全であることが主要なものと考えられる。そのなかの一つとして，各地の条件に対応する雑草防除技術の確立も重要な事項であると見られている。ここでは，水稲湛水土壌中直播栽培での雑草防除の問題点と個別技術の現状について解説するとともに，各地での実施にあたっての雑草防除の基本的体系についてみることにする。

1　雑草の発生と防除上の問題点

湛水土壌中直播栽培では，移植栽培と同様に代かきが実施され栽培期間の殆ど全期間が湛水状態であることから，発生する雑草の種類は移植栽培と殆ど同様である。しかし，湛水土壌中直播栽培では，出芽・苗立ちの期間に苗立ちの安定のために落水状態とするので湿潤状態で発生が良好な雑草の発生量が増加しやすいことと，水稲と雑草が同時に出芽するために水稲の被覆による雑草の抑制が始まる時期が遅れることが移植栽培とは異なっている。湿潤状態で発生が良好な雑草としてはタイヌビエ，イヌビエ，アメリカセンダングサ，タカサブロウ，タウコギなどの個体生育量が大きな一年生雑草とともにミズガヤツリ，マツバイなどの多年生雑草があり，これらの雑草は水稲に対する雑草害が大きいとともに，除草剤の使用時期が遅れると防除効果が低下しやすいことが問題である。したがって，播種後における落水期間は雑草防除からはできる限り短期間とすることが望まれる。水稲の被覆による雑草抑制の遅れは雑草の要防除期間が長くなることであり，通常湛水土壌中直播栽培の播種期が移植栽培の移植期より早いことが多く，低温な条件が継続するので，雑草の発生期間が長期間となることから，一般的には要防除期間は移植栽培より20日間程度長期間とすることが必要になる。

発生雑草による雑草害は水稲と雑草が同時に出芽するために雑草の競争力が強く，特に初期に発生する雑草で雑草害が大きく，防除に失敗すると極めて大きな減収となるか，減収防止のために多労な中耕除草機の使用や手取り除草を必要とする。特に，散播される栽

培法では中耕除草機の使用が不可能であるとともに，手取り除草の実施も容易でないことから，雑草防除の失敗は省力を最大の利点とする湛水土壌中直播栽培の成立を不可能にすることになる。

2　水稲湛水土壌中直播栽培での個別の雑草防除法

1）耕種的防除法　水稲の栽培にあたって実施する各種の耕種法は雑草の繁殖体の生存状況，繁殖体からの発生・生育，繁殖体の形成などに影響して雑草の発生量に関与する。そして，それぞれの耕種法の雑草に及ぼす影響を適確に把握して適切に実施することは合理的な雑草防除実施の基本となる技術である。具体的には下記の方法が重要である。

秋季から冬季の耕起：　秋季から春季にかけて土壌が乾燥する条件での耕起は，多年生雑草の主要な繁殖源である栄養繁殖体を死滅させ翌年の発生量を減少させる。この方法での栄養繁殖体の死滅の原因は主として乾燥によるものであるから，積雪地帯，地下水位が高い水田などのように土壌水分含量が高い条件では効果が低く，また，耕起する深さより深い位置の繁殖体（クログワイ，オモダカ，ヒルムシロなどで多い）には効果が無い。このようなことから，この方法のみで発生量を雑草害が無い段階まで低下させることは困難であるが，水稲作付け後の除草剤使用との組合せによって高い効果を発揮する。

耕起・代かき：　耕起・代かきは土壌中直播栽培では播種時の土壌の状態を適切にするために極めて重要であるが，それとともに雑草防除からも重要な意義をもっている。雑草防除上からの意義は播種前に発生・生育している雑草の再生防止並びに播種後の雑草の発生量の減少と除草剤の効果向上の両面である。

水稲作の雑草のなかには水田内で年間生育しているもの（セリ），発生が畑状態で良好であり水稲の播種期が遅い条件では播種前に発生・生育しているもの（ミズガヤツリ）がある。これらの雑草の代かき後の再生は耕起・代かきの方法によって著しく異なるものであり，適切な方法を実施するとほぼ完全に抑制することが可能である。具体的には，これらの雑草が多い水田では湛水開始前の生育量を抑制するために2回程度の耕起を実施し，代かきは浅水状態で雑草を土壌中に完全に埋没するように実施すると再生が防止でき，セリではこの方法のみでその後の防除対策を必要としない程度の効果をあげることが可能である。耕起から代かきまでの期間が長く，深水での代かきを実施すると，生育中の雑草は殆ど全部が代かき時に水中に浮遊していて土壌中への埋没が少なく，殆ど全部が再生して防除が困難になる。

代かきの方法による田面の均平度と水持ちの良否は雑草の発生量に影響し，均平が良好で湛水時には水田全面が均一に湛水されて漏水が少ない条件で雑草の発生特に湿潤状態で発生が良好なノビエ，アメリカセンダングサなどの雑草の発生量を減少させる。これのみでは十分な防除効果をあげることが困難であるが，このような状態の水田では播種後に使用する除草剤の効果が安定して高くなる。これに対して，代かきが不適切であって田面に凹凸があり，湛水しても部分的に露出している部分があると，その部分では湿潤状態で発生が良好な雑草の発生が増加するとともに，播種後に使用する除草剤の効果が極端に低下し，ときには水稲への薬害も発生しやすくなる。

水管理：　雑草防除の面から代かき後の水田は完全な湛水状態を継続し，できればやや深水状態とすることが発生量の減少に有効である。また，播種後に使用する除草剤は散布後に湛水状態を持続することが効果を発揮させるために必須なことである。これに反し落水状態とすると湿潤状態で発生が良好な雑草が多発し，これらの雑草では個体生育量が大きくて雑草害が強く現れ，また，除草剤散布後の落水は除草効果を極端に低下させる。なお，湛水土壌中直播栽培では，表面播種に比較すると必要な期間が低下するが，播種後の一定期間に落水状態とすることが苗立ちの安定確保に必要である。これらのことから，水管理としては除草剤使用前についての落水は必要最低限の期間とし，除草剤散布後には除草剤の残効期間中（20日間以上）は湛水状態を継続する。

水稲収穫後の管理：　水稲の収穫期が温暖であって，収穫後に雑草の再生育がみられる場合には，発生源となる種子・栄養繁殖体を多数形成して翌年多発の原因となる。このような水田では，水稲収穫後で雑草の繁殖体の形成始めまでの時期に耕起を実施して再生育を防止することによって繁殖体の形成を防止する。

2）機械的防除法　中耕除草機などの機械によって雑草を防除する方法であり，手取り除草もこれに入る。播種機を利用した条播では適用が可能であるが，散播の場合には適用が困難である。これらの防除法は多労であることから有効な除草剤が開発された現在ではほとんど実施されていないが，出穂期以後において収穫物に種子が混入すると除去が困難な雑草（例クサネム）が残存している場合には手取りによる除去の実施が必要である。

3）化学的防除法　除草剤を使用する方法であり，使用する除草剤は農薬登録で水稲湛水土壌中直播栽培に使用できることが認められているものに限られる。現在使用できる除草剤について使用時期別に種類名と使用の要点を示すと次のとおりである。

播種前後土壌処理：　代かき終了後で水稲の播種前，もしくは水稲播種直後に使用する

除草剤であり，使用できる除草剤は水稲と雑草との間に高い選択殺草性をもっていることが必要である。除草剤－本稿では農薬登録での種類名（商品名）として示す－としてはピラゾレート（サンバード粒剤）及びピラゾキシヘン（パイサー粒剤）の２種類があるが，除草剤としての特性は殆ど同じである。水稲播種前後の処理で一年生雑草とともに多年生雑草のマツバイ，ウリカワ，ヒルムシロには高い効果を示し，ホタルイ類，ミズガヤツリにも効果を示すが変動しやすく，クログワイには効果が殆ど無い。水稲には通常の条件では薬害がみられない。使用時期の晩限としてはノビエの１－1.5 葉期までとなっているが，安定した効果を狙うにはノビエ１葉期までに使用する。なお，使用後に田面水を落とすとその後の発生雑草には除草効果が極端に低下するので，使用後は湛水状態を持続することが必須である。

具体的な適用方法としては，温暖地・暖地で多年生雑草がウリカワ主体の水田では，水稲播種後でノビエの１葉期までに使用して，その後に湛水状態を継続することができる場合には大きな除草効果を示すことができる。しかし，現在のわが国の水田では両剤では効果が不十分か劣るホタルイ類，オモダカ，クログワイなどの多年生雑草が発生する水田が多くなっていることと，使用適期が芽干し前から芽干し時期となり使用後の適切な水管理が困難な場合が多いことなどから，両除草剤を主体とした除草体系の組み立てが困難な場合が多い。したがって，現状では播種前とともに播種直後にも使用できる点を活用して次の２つの使用法で使用されることが多い。１つは土壌条件もしくは農作業との関連で代かきから播種までの期間を数日間以上とする場合に，代かき後に使用して播種までの期間に発生する雑草を防除する方法である。２つは土壌条件及び落水程度などによって播種が所定の深さにすることが困難であり土壌表面に落下している種子が多く，苗立ち数確保のためにはそれらの種子の苗立ちをはかることが必要で出芽期に芽干しを実施する場合に，播種後湛水開始直後に使用して芽干しによる落水開始までの期間に発生する雑草を防除する方法である。この両使用法とも使用後に後述の適用草種の多い除草剤を組み合わせることが必要である。

茎葉兼土壌処理剤（一発処理剤）：　現在移植栽培では「一発処理剤剤」と称される除草剤が主体となっており，殆ど全部の水田に使用されている。一発処理剤は１回の使用で雑草防除の目的を達成することができる除草剤であり，一年生雑草全体と共に現在水田に発生する主要な多年生雑草全体に対しても除草効果が安定して高い除草剤である。これらの除草剤は一般的には水稲と雑草とでの生育程度や生長点の位置の違いによる選択殺草性

を利用したものであるので，直播栽培のように水稲と雑草とでの生育程度が同じであるとともに，生長点の位置の違いが小さい栽培法では水稲に薬害を発現するものが多い。そこで，直播栽培での適用性についての検討が実施された結果，水稲に最も安全性が高いものとしてベンスルフロンメチル・ジメピペレート（プッシュ粒剤）が選定されて農薬登録されている。この剤は有効成分の一つであるジメピペレートがノビエに高い効果を示すと共に，もう一つの有効成分であってノビエを除く一年生雑草とともに殆どの主要多年生雑草に効果が高いが，出芽期から生育初期の水稲に薬害があるベンスルフロンメチルの水稲への影響を軽減する効果があることから，土壌中直播栽培では水稲の0.5 葉期以降に安全に使用できる。その外にも現在湛水土壌中直播栽培用として農薬登録されているものもあるが，使用上の諸点からみると上記の剤に優るものは無い。なお，本剤は水田に散布後に一部の有効成分の変化により匂いを発生することがあり，人家に隣接する水田では問題にされることがあるので留意が必要である。なお，上記の除草剤とほぼ同様な特性をもち，匂い問題が無い除草剤が近く農薬登録になるとみられている。

具体的な適用としては，所定の深さに播種された場合には，通常の水管理法では播種後３－４日間は落水状態とし，その後には湛水状態とするが，この湛水状態とした後で水稲が0.5 葉期以後でノビエが1.5-2 葉期までの間に完全な湛水状態として散布する。なお，ノビエに対する効果は1.5 葉期までの散布でより安定して高いので，使用時期は水稲の0.5 葉期からノビエ1.5 葉期までとする。散布後は湛水状態を持続することが除草効果を高めるために必須なことであり，具体的には水尻を完全に閉めておき，田面水が減少して田面の露出が部分的にみられるようになったら所定の深さまで入水する灌漑法を実施し，水管理の省力を狙っての掛け流しは除草効果の低下とともに有効成分の流出による水系汚染となるので絶対に行ってはならない。

分げつ開始期後の除草剤処理：　分げつ開始期以降の水稲はほぼ移植栽培と同様であるので，移植栽培用の各種の除草剤の適用が可能である。具体的には，分げつ開始期頃では移植栽培の移植直後から使用できる除草剤であり，分げつ期では茎葉兼土壌処理剤であり，有効分げつ終止期以後には茎葉処理剤である。なお，分げつ開始期から分げつ初期に使用する除草剤については，直播栽培では水稲の生長点の位置が移植栽培より浅いので，土壌中の移動程度が小さくて地下部からの薬害が発生しにくい除草剤を選定することが必要である。

水稲刈取り後処理：　水稲の収穫期の気温が高く，収穫後に雑草が再生育する場合には

繁殖体を多数形成し，翌年以降の雑草の発生量が増加するが，これを防止するためには殺草力の大きな除草剤の繁殖体の形成開始期までの使用が有効である。使用できる除草剤としては，グリホサート（ラウンドアップ液剤），ジクワット・パラコート（プリグロックスＬ液剤）などがある。これらの除草剤の使用にあたっては，使用適期である繁殖体の形成開始期までに散布することと，周辺に飛散すると有用植物に著しい薬害を発生するので，飛散を完全に防止する散布を実施する。

3　除草体系について

合理的な雑草防除の基本は対象水田の発生雑草の種類と量を予測し，それに対応した合理的な防除体系を策定して実施することである。

1）発生雑草の種類・量の予測　発生雑草の種類・量を総ての草種について適確に予測する方法は現在のところ確立されていないが，筆者が提唱している繁殖体の水田土壌中での生存年数を基礎として，前年までの秋季の残存雑草の種類と量から推定する方法は現状の防除法の段階では十分に有効なものと考えている。具体的には，種子から発生する雑草は種子の土壌中の生存年数が数年間以上のものが殆どであることから常に防除対象とする。塊茎，鱗茎などの栄養繁殖体から発生する雑草は殆どの栄養繁殖体の土壌中の生存年数が１－２年間であることから，ほぼ前年度の繁殖体の形成量によって発生量が支配され，形成量が秋季の生育量とほぼ比例するので，秋季の生育量によって発生量を推測し，過去２年間程度秋季に残存が無い場合には防除対象から除外することができる。なお，栄養繁殖雑草のうち全国的に問題となっているもののなかでクログワイだけは塊茎の土壌中の生存年数が数年間と長いので，上記の基準の適用が困難であり，過去３－５年間に生産された塊茎が発生源となるので，それを考慮しての推測が必要である。

2）防除体系　湛水土壌中直播栽培では，雑草の発生期間および要防除期間がともに長いこと，水稲の生育のために要防除期間のなかで落水が必要になることなどのために，移植栽培のように１回の除草剤使用によって雑草防除の目的を達することが困難なことが多く，発生雑草の種類・量に対応して水稲の栽培期間外での対策と水稲栽培期間の対策とを合理的に組合せた総合的な防除法の実施が必要である。

（１）　一年生雑草とともに栄養繁殖の多年生雑草の発生が多い水田：　湛水土壌中直播栽培では，移植栽培に比較して，水稲栽培期間の除草剤による防除の効果が不十分になることが多いので，出来ればこのような水田では移植栽培を実施して適確な防除を実施して多年生雑草の発生量を減少させてから直播栽培に移ることが望ましい。各種の事情によっ

て実施せざるを得ない場合には次のように各種の防除法を最大限に活用して実施する。

播種まで：　前年秋の水稲収穫時に多年生雑草の残存が多いので，次の対策を秋季から冬季に実施する。収穫後再生育する場合には繁殖体の形成前に耕起もしくは有効な除草剤を散布して再生育を防止して繁殖体の形成を防止する。冬季に土壌が乾燥する場所では秋季から冬季に耕起を実施して形成された繁殖体の死滅をはかる。

作付け開始前の耕起は播種前に発生したものが播種後に再生すると除草剤の効果が低下するので，発生状況に応じて適宜の間隔で耕起を実施して枯殺をはかる。なお，発生量が多く耕起のみで再生を防止することが困難な場合には，多年生雑草に有効な除草剤を用いて湛水開始前に茎葉処理を実施する。

代かきは適切に実施し，田面の均平と漏水の防止を図る。なお，近年除草剤の効果が変動する事例をみると，畦畔の作成が不完全であって畦畔漏水が多くなるために水持ちが不良になっていることが多い。除草剤の効果を高めるためには水田の水持ちを良好にすることが最も重要なことであり，そのためには畦畔の作成を確実に実施する。

播種後：　水稲播種後の雑草防除法は除草剤の適確な使用による。現在全国的に基本となる除草剤の使用は，適切な深さに播種を実施し，播種後３－４日間の落水期間後には完全な湛水状態を継続し，水稲が0.5 葉期に達した時期からノビエが1.5 葉期になるまでの間にベンスルフロンメチル・ジメピペレート（プッシュ粒剤）の３kg/10aを散布する。暖地で多年生雑草がウリカワ主体の場合には湛水開始後からノビエの１葉期までにピラゾレート（サンバード粒剤）もしくはピラゾキシヘン（パイサー粒剤）の３kg/10aを散布する方法でも有効である。なお，土壌条件・作業面等から代かきから播種までの期間を数日間以上とする場合には，上記の方法では雑草の生育が進んでいるために除草効果が低下することが多い。このような場合には，代かき直後にピラゾレート（サンバード粒剤）もしくはピラゾキシヘン（パイサー粒剤）の３kg/10aを散布しておく。また，散播栽培で播種時の条件が適切でなく土壌表面に落下した種子が多く，苗立ち数確保のために表面播種のものも確実に苗立ちさせるためには，出芽期に芽干しの実施が必須なことになる。このような場合には芽干し終了後での除草剤の散布では雑草の生育が進んでいるために除草効果が低下するので，播種直後の湛水開始直後に上記の播種後土壌処理剤を使用しておくことが必要である。

各除草剤の使用後の水管理は除草効果を大きく左右するものであり，除草剤の項で述べた水管理を適確に実施する。

以上のように，適期に適切な作業を実施した場合には除草剤の１回の使用で初期の雑草防除が可能であり省力・低コストな防除が可能になる。

播種後に上記の除草剤処理と水管理を適確に実施すれば，通常分げつ開始期頃まではほぼ完全な防除効果を示す。現在の湛水土壌中直播栽培の水管理としては分げつ開始期頃に落水をして土壌に小亀裂が発生する程度にすることが水稲の姿勢を良好にするのに有効であるとされている。この時期は，播種後に使用した除草剤の使用後20－30日後であり残効が切れ始める時期にあたり，落水しない場合でも雑草の発生や生育が抑制されているものの再生育がはじまる時期であり，落水すると残効切れが促進されるとともに土壌中に空気が供給されることによって発生も増加する。したがって，雑草発生量が多い水田では分げつ開始期の落水終了後に発生雑草全体を対象としての除草剤の使用が必要になる。使用する除草剤としては，移植栽培の一発処理剤のなかで地下部への移行による薬害発生の危険が小さい除草剤を湛水開始直後に使用する方法と，中期剤と称される茎葉兼土壌処理剤のなかで一年生雑草とともに殆どの多年生雑草に有効な除草剤－モリネート・シメトリン・ＭＣＰＢ（マメットＳＭ粒剤），ベンチオカーブ・シメトリン・ＭＣＰＢ（クミリードＳＭ粒剤）－を水稲の５葉期以降に使用する方法とがある。

以上の播種後と分げつ期の除草剤を適確に使用すれば，通常の水田では十分な除草効果を示すものである。しかし，前年までにクログワイ，オモダカが多発していた水田では，これらの雑草は発生期間が極めて長期間であるために分げつ後期頃に生育しているものがみられることがある。このような場合には，ベンタゾン（バサグラン液剤）もしくはバサグランとフェノキシ系との混合剤の茎葉処理を発生部分についてのみ実施する。この茎葉処理は当年の水稲の雑草害の軽減効果とともに，翌年の発生源となる塊茎の形成防止の効果の両面があるので，これらの雑草がみられた場合には必ず実施する。

（２）一年生雑草と種子発生の多年生雑草が主体で雑草の発生量が少ない水田：　発生雑草の主体は種子からの発生であり，前年までの雑草防除が適切に実施されている水田の殆どがこのなかに入り，前項に比較して防除法の簡略化が可能である。

播種まで：　播種前年の水稲収穫期後が気温が高く，雑草の再生育がある場合のみに結実前に耕起をして種子生産を防止する。播種前の耕起・代かきは適確に実施する。

播種後：　前項での播種後の除草剤使用を水田の条件に対応して実施する。

分げつ開始期の除草剤処理は気温が低くて水稲の生育量が小さな水田では必ず実施するが，暖地では必要でない場合がある。

有効分げつ終止期以後の茎葉処理は水田を観察して多年生の残存雑草がある場合には実施する。

おわりに

水稲湛水土壌中直播栽培の雑草防除は条件に対応しての適確な防除法の実施が必要であるとともに移植栽培に比較すると労力および経費の両面ともに多くなってくる。今後より省力・低コストな技術とするためには播種後に使用する除草剤を各種の条件下でも1回の使用ですませることが出来るようにすることが最も重要である。具体的には水稲の苗立ちが終了して確立した時期に使用して除草効果が安定して高い除草剤であり，そのためには水稲に安全性が高く，雑草の3－4葉期までの処理適期幅を持つことが必要である。現在韓国では湛水直播栽培（カルパー無使用）の推進が強力に進められており，その一貫として上記の観点と同様な除草剤の開発が進められており注目をしているところである。

III 産業用無人ヘリコプター利用による水稲湛水土壌中直播栽培

宮原益次（社団法人　農林水産航空協会）

農林水産航空協会は，平成３年度に無人ヘリコプターが実用化されて以来無人ヘリコプター利用による水稲湛水土壌中直播栽培技術の確立について，農林水産省の補助事業「農業用無人ヘリコプター実用化促進費」の助成を始め，関係者のご協力を得ながら精力的に研究開発を進めてきた。その成果をもととし，関係する資料を参考として，平成７年１月に「産業用無人ヘリコプター利用による水稲湛水土壌中直播栽培の技術指針」を作成し関係機関に配布している。技術指針の内容としては，I　耕種基準，II　無人ヘリコプターによる散布作業，III 実施面積及び作業体系で構成されており，さらに，農業用無人ヘリコプター実用化促進事業　低コスト化一貫体系確立（湛水直播栽培）の２年間の結果のまとめが掲載してある。本稿では，この技術指針の内容について無人ヘリコプターの利用とそれに関係する事項を中心として紹介する。

I　耕種基準

一貫体系としての実施が温暖地以西に限られていたために対象を温暖地・暖地に限定している。記載の項目としては，品種，種子の準備，水田の準備，播種，水管理，雑草防除，施肥，病害虫防除，鳥害防除，収穫・調整となっている。これらの項目のなかで，無人ヘリコプター利用による栽培法で他の播種方法の栽培法と異なる点は播種を中心としてその前後であるので，そこを中心として紹介する。

品種及び種子の準備：　他の栽培法と特に異なることはないが，播種を能率的に実施するために使用する種子全体についてカルパー粉粒剤16のコーティングを均一に実施するとともに，使用した乾籾重とコーティング・風乾後の重量とを正確に測定して記録し，設定した播種量に対応する実散布量を明らかにしておく。

水田の準備：　耕起・代かきは土壌表層の均一な砕土と田面の均平に特に留意して実施するが、過度に実施すると還元を促進して出芽不良になることがあるので留意する。無人ヘリコプターで種子を適確に所定の深さに播種するために最も重要なことは播種時の土壌表層を適切な硬さ（機械移植よりやや軟らかい状態で下げ振りの貫入深で10cm前後，ゴルフボールを１m の高さから落下して上部が土壌表面から１cm露出する範囲）にすることである。土壌表層の硬さに関与する主要な要因は土壌の特性，代かきから播種までの期間及び代かき後の水管理であり，とくに土壌条件に対応した植代かきの適切な実施時期が重要

である。具体的には実施水田での過去における経験によることが最も望ましいが，土壌の種類との関係で一応の基準を示すと，代かき後に土壌が硬くなるのが早い砂質土壌では播種前１－２日，硬くなるのが遅い壌土－埴土では播種前２－４日である。植代かき後は播種前の落水開始まで完全な湛水状態とする。

播種：　播種期については他の方法と同様である。

播種量は目標の苗立ち数50-100本／㎡（早生で多く，晩生で少なくする）。苗立ち率60－80%（過去の実績），用いる種子の籾千粒重とから必要な乾籾重量を決定する。

播種深度は土壌表面から数㎜を目標とする。

播種前には田面水を完全に落とすことが必要であり，湛水部分があると水による抵抗のために種子の土壌中への貫入が不良になるので，水田全面の完全落水を実施する。通常は播種前日の夕方から落水を開始するが，小面積で落水が容易な水田では播種当日の早朝でも良い。水田面積が大きくなると水尻を開放したのみでは田面全体の完全落水が困難なことが多いが，このような水田では落水開始時に15m 間隔程度にトラクターを走行して車輪跡で管理溝を作成すると完全落水が容易になる。なお，土壌の条件によっては走行後の車輪跡の両側に土壌が盛り上がることがあり，灌排水の障害になるのみでなく，湛水後も水面上にでるために除草剤の効果が極端に低下する。これを防止するためには，トラクターの後部に土壌を均平にするための木材を装着して実施する。

播種飛行の開始までに無人ヘリコプターの播種時の飛行方法を確定し（通常は水田の長辺を飛行線とする），それと直角の畦畔上に５m 間隔で標識旗を立てておく（畦畔際の飛行線は畦畔から2.5mの位置とする）。

ヘリコプターが現地に到着して機体を組み立てて散粒装置を装着し播種飛行準備ができたら，先ず吐出量の調整を行う。吐出量の調整は播種するコーティング種子重と散布飛行の計画によって単位時間当たりの吐出量を確定し，メタリングの開度を変えて吐出量を測定し，所定の吐出量となるメタリングの開度を確定する。なお，吐出量は地上でエンジンを動かさないで実施した結果と散布飛行時とでは異なることがあるので，第１回の播種飛行後に吐出量を調査し，必要があれば再調整を実施する。

播種飛行の第１回はコーティング種子10kg（ほぼ10a 分）を積載して，積載量の1/2 程度の面積を播種して着陸する。着陸後残存する種子重を測定し，所定量と異なる場合には吐出量の再調整を実施する。第２回以後は10kgの種子を積載して所定の面積を実施する。

水管理：　所定の深さに殆どの種子が播種できた場合には，播種後から３日間程度落水

状態として種子の土壌中への定着と発根の促進をはかる。この間に過度に乾燥する条件では適宜に灌水し，また，土壌中の種子を露出させるような強い降雨の場合には降雨時のみ浅い湛水状態とする。なお，播種時になんらかの条件によって種子の土壌中への貫入が不良であり多くの種子が土壌表面に落下している場合には，苗立ち数確保のために表面にある種子の苗立ちを図ることが必要になる。このような場合には，播種当日の夕方までは落水状態として種子が土壌になじむようにした後に湛水状態とする。そして，出芽が始まった時期から落水状態として出芽したものが定着するまで（通常数日間）芽干しを実施し，その後は湛水状態とする。この方法では，水管理が面倒であるとともに除草剤の使用回数を増加することが必要になるので，播種を所定の深さに実施するための作業については特に留意しての実施が必要である。

以上の初期の水管理後は完全な湛水状態を継続し，移植栽培に準じた水管理とする。なお，各種の条件によって分げつ開始前の水稲の姿勢が不良な場合には，分げつ開始期に田面にひびが入る程度の落水が姿勢制御に有効である。また，過剰分げつとなることが明らかな場合には，有効分げつ終止期後に落水して肥効の中断をはかる。

雑草防除：　栄養繁殖する雑草の発生を減少させるための秋耕，播種前に発生する雑草の防除とともに播種後の雑草発生の抑制と除草剤の効果の向上のための適確な耕起・代かきなどの耕種的防除法を適確に実施する。

播種後に発生する雑草に対しては除草剤の使用によって対応するが，除草剤の効果を確実に発揮させるためには湛水状態の持続，田面水の流出の防止などが重要であるので，代かき，畦畔作成，水管理などを適確に実施する。除草剤の使用は播種から苗立ちが終了するまでの水管理に対応して実施する。

播種後３日間程度落水し，以後湛水状態とする原則的な水管理では，湛水後で水稲が0.5 葉期に達した時期からノビエが２葉期になるまでの期間にベンスルフロンメチル・ジメピペレート粒剤（プッシュ粒剤）の３kg/10aを散布するが，除草効果をより安定して高めるためにはノビエの1.5 葉期までに散布する。なお，暖地で多年生雑草がウリカワ主体の水田では湛水開始後からノビエの１葉期までの間にピラゾレート粒剤（サンバード粒剤）の３kg/10aの使用も有効である。上記の除草剤使用のみでは生育全期間を防除することが困難な場合が多く，特に分げつ開始時の落水を実施した後には雑草の発生が多くなるので，発生雑草の種類・量と水稲の生育状態に対応して，移植栽培用の除草剤のなかから適切な剤を選択して使用する。さらに，クログワイ・オモダカのように発生期間が極めて長い雑

草が上記の除草剤使用後に残存することが認められた場合には，生育している部分のみにベンタゾン液剤（バサグラン液剤）かベンタゾンとフェノキシ系の混合剤（グラスジン）を有効分げつ終止期後に所定量を水で稀釈して茎葉処理する。

出芽期に芽干しを実施する水管理では，播種後の湛水開始後にピラゾレート粒剤（サンバード粒剤）もしくはピラゾキシヘン粒剤（パイサー粒剤）の３kg/10aを散布する。そして，芽干し終了後の湛水直後にベンスルフロンメチル・ジメピペレート粒剤（プッシュ粒剤）の３kg/10aを散布する。その後については通常の水管理の場合と同様とする。なお，雑草防除の詳細については本誌の別稿を参照されたい。

施肥：　他の湛水土壌中直播栽培と同様であり，追肥については無人ヘリコプターによる散布が可能である。

病害虫防除：　他の湛水土壌中直播栽培と同様である。そして，多くの病害虫に対して無人ヘリコプターによる農薬散布が可能である。

鳥害防除：　他の湛水土壌中直播栽培と同様である。

収穫・調整：　散播であるから，散播状態に対応できる収穫機を使用する。

II　無人ヘリコプターによる散布作業

水稲湛水土壌中直播栽培で無人ヘリコプターによって実施できる作業は，カルパーコーティング種子の播種，除草剤の散布，殺虫殺菌剤の散布，追肥散布などの各種資材の散布作業である。これらの散布作業に適用するためには，農薬については無人ヘリコプター散布への適用拡大がされているとともに，無人ヘリコプター利用技術指針で空中散布等の基準が設定されていることが必要である。現在利用技術指針のなかで水稲湛水土壌中直播栽培への適用が可能なものを示すと第１表のとおりであり，カルパーコーティング種子の播種および病害虫防除のための農薬散布のみである。なお，肥料の散布についてはとくに問題となる規制はない。

ここでは，無人ヘリコプターが利用できる全ての作業について，作業としての特徴，作業能率等についてみることにする。

播種：　散粒装置を使用する。種子はインペラによって散布され10m 前後の幅に落下するが，１粒が75mg程度と大きいために落下分布が風によって乱されることが少ないので，弱風条件であれば均一な播種が可能である。播種する量が10a あたり10kg前後と多く，積載量が10kgまでであることから，１回の積載での播種面積が約10a であり，作業時間に占める積載時間の割合が高くなるために，作業能率に限界がある。

第１表　無人ヘリコプター利用技術指導指針での空中散布等の基準

適用作物	作業名	散布方法	標準散布量 /ha	標準散布量 kg/ha	飛行速度 (km/hr)	飛行高度 (m)	飛行間隔 (m)	風速 (m/秒)	適用機種	散布装置の方式
水稲	病害虫防除	液剤少量散布	8	—	10-20	3-4	5	3	KG-135	ｱﾄﾏｲｻﾞｰ
									R-50	ノズル
		粒剤散布	—	10-15	10-20	3-4	5	3	KG-135	インペラ
									R-50	インペラ
	播種	散播	—	90-200 (30-100)	10-20	3-4	5	3	KG-135	インペラ
									R-50	インペラ

注：備考として，播種の項のみに次の記載がある。湿粉衣種もみを散播する場合に限る。
（　）内は乾もみ重量。

播種飛行の方法は第１表の基準によるが，現地での実施結果から，種子の落下分布の均一度を高めるためには第１回を５m 間隔で播種した後に第２回を第１回飛行の中間部分を播種する５m 間隔での重ね散布が有効である。

吐出量の調整は播種する重量（種子・カルパー・種子とカルパーの吸水量の合計）が確定し，播種飛行の方法と速度が決まれば，単位時間の吐出量は次のようにもとめられる。

吐出量（g/秒）＝m2当たりの播種重量(g) x 速度（m/秒）x 散布間隔(5m)x1/2（重ね散布）
いま，播種重量10kg/10a=10g/m2 ，飛行速度15km/h=4.17m/秒とすると次式より毎秒104.5gとなる。104.5g/秒＝10g/m2 x 4.17m x5m x 1/2　具体的には30秒間での吐出量（上記では104.5gx30秒=3,135g ）を測定して調整を実施する。

播種飛行を100mx30m=30aの水田を対象としてみると次のとおりである。まず，10kgを積載し，畦畔から2.5mの飛行線とそれから５ｍ の位置の飛行線を播種飛行して着陸し，残量を測定し，必要であれば再調整を実施する。その後は10kg積載しては飛行線３本についての播種飛行を実施する。なお，第２回は第１回の飛行線の中間の位置を飛行する。

以上の播種飛行での作業能率を種子の積載時間・ヘリポートからの移動時間などの播種作業に関係する全ての作業の所要時間を積算し，３人の組作業として推定するとha当たり50分となる。連続作業では適宜に休息をとることが必要であるので，１時間に１haとみることが妥当である。

病害虫防除剤の散布：　無人ヘリコプター開発の目的であったことから，第１表の散布基準が設定され，それぞれの散布法に各種の農薬が登録されており，主要病害虫を対象としては無人ヘリコプターによる農薬散布が可能である。作業能率は，３人の組作業で，液剤少量散布（ha当たり８１散布）及び粒剤散布（haあたり10-15kg)ともにha当たり約20分である。

除草剤散布：　現在無人ヘリコプターでの実用的な散布は出来ないが，実施できるように努力中である。試験段階の散布では散粒装置を使用しての粒剤散布は落下分布が均一であるが，風による落下分布の変動があることが問題であり，対象水田外への飛散を防止する散布法の検討をおこなっている。試験的に実施する場合には風速に対応して風下に落下分布が移動することを考慮して，水田外への飛散を完全に防止するための飛行線を設定し，畦畔際で落下していない部分には手まきで補正散布する。なお，現在策定中の方法での散布能率は，３人の組作業でha当たり25分前後となる。

肥料散布：　散布量が多い基肥については作業能率が極端に低下するので実用的ではない。分げつ期の追肥とつなぎ肥では出芽の多少に対応しての散布が可能であり，さらに，均一に生育している状態での10kg/10a前後の穂肥の散布には最も適用性がある。追肥散布は水稲の生育状態の均一性に対応しての実施が必要であり，散布水田の状態に対応した散布計画を策定して実施する。生育が均一であって，周辺への飛散が問題にならない条件では播種に準じて実施する。作業能率は施肥量の多少によって変動するが，10kg/10a程度であれば播種と同様である。

III 実施面積及び作業体系

実施面積：　前項での無人ヘリコプターの作業能率と１日の実施可能時間とから，１日当たりの作業可能面積を求めると第２表のとおりである。

第２表から明らかなように，無人ヘリコプターの１日当たりの実施可能面積は主として散布する資材の量によって支配され，播種及び穂肥では４－５ha，病害虫防除剤及び除草剤の散布では10－13haである。これを基礎とし，さらに関与する各種の要因も考慮して，無人ヘリコプターによる実施面積としては，１日の播種可能面積である５haを小単位とし，小単位２つを合わせた10haを実施単位とすることが最も能率的である。１機での具体的な実施は播種及び穂肥は小単位毎に２日間で終了し，除草剤及び病害虫防除剤の散布は実施単位を１日で終了する。

第２表　無人ヘリコプターによる作業能率と１日当たりの作業面積

作業の種類	作業内容	作業能率	１日当たり作業面積
播種	ｶﾙﾊﾟｰｺｰﾃｨﾝｸﾞ種子の散布(100kg前後/ha)	50前後 分/ha	4－5　ha
除草剤粒剤散布	粒剤散布（30kg/ha）	25前後	10前後
病害虫防除剤散布	液剤少量散布(8　/ha)	20前後	13前後
〃	粒剤散布(10-15kg/ha)	20前後	13前後
穂肥散布	粒状肥料散布(100kg前後/ha)	50前後	4-5

注：作業は３人の組作業として実施するので，労働時間は３倍となる。

１日当たりの作業面積は作業可能時間を５時間とし，適宜に休憩をとることとした。

作業体系：　前項の実施面積をもとに，地上作業での使用機械と作業能率を考慮して作業体系についての検討を加えた結果，能率的な作業体系とするためにはトラクター及びカルパーコーティングマシンを大型にすることが必要であることを認めた。

無人ヘリコプター利用の経費：　無人ヘリコプター利用の経費を正確に算出することは，実用化されてからの年数が短いとともに，実際の水田での作業の実績が病害虫防除剤の散布を除いては極めて少ないことから困難である。しかし，今後無人ヘリコプターを利用した湛水土壌中直播栽培を合理的に実施するためには利用経費について，おおよそでも明らかにしておくことが望ましい。そこで，各種の仮定を設けて，３人の組作業での１時間当たりの所要経費を試算し，それとともに第２表の作業能率とから各作業別の単位面積当たりの所要経費を試算したものが第３表である。利用にあたっては作成の条件を理解した

上で使用されたい。

第３表　水稲湛水土壌中直播栽培での無人ヘリコプター利用のha当たりの経費（試算値）

無人ヘリコプター作業者の所属	運航１時間当たりの経費	播種、穂肥散布		病害虫防除剤散布		（除草剤粒剤散布）	
		１時間の作業量	ha当たり経費	１時間の作業量	ha当たり経費	１時間の作業量	ha当たり経費
	円	ha	円	ha	円	ha	円
耕作者	18,667-24,500	1	18,667-24,500	2.6	7,180-9,423	2	9,333-12,250
請負業者	22,567-28,400	1	22,567-28,400	2.6	8,680-10,823	2	11,283-14,200

おわりに

策定した技術指針は，実施年次が短く，実施場所が限られていたが，新しく実施する人達に出来る限り誤りを犯さないことを狙いとして作成したものである。今後はこれを基にして各地で実施し，それぞれの地域の条件に適応したより具体的な実施基準が策定されることを期待している。

水稲湛水土壌中直播技術研究会事務局

東京都港区新橋４丁目29番６号
〒105　　寺田ビル３階

財団法人　農産業振興奨励会内

TEL　(03) 3434−7401 (代表)
FAX　(03) 3434−5883