

水稻湛水直播栽培の雑草防除

埼玉県農業試験場 大塚一雄

1. はじめに

米国の米自由化要求攻撃が一段と強まり、国内では予想以上の米消費の減退と良食味米嗜好が高まる等、米情勢は益々厳しい現況に置かれている。一方、米生産サイドでは、農機具費、労働費の増加を主要因に米生産費が年々高騰しているのに反し、米価は2年連続引き下げられ益々米の省力低コスト生産が強く求められている。

省力低コスト稲作の一手法として湛水土壤中直播が着目され、1982年以降全国的に栽培面積が急速に拡大したが、近年普及のテンポはやや鈍化傾向がみられる。1987年の全国における湛水土壤中直播栽培面積は2,657haで、水稻作付面積の0.1%と極くわずかであり、主要普

及県は熊本県を筆頭に、静岡、愛知、岡山県等温暖地を中心に固定化しつつある。

普及拡大阻害要因の一つに、出芽苗立の不安定性と雑草防除（生育初期の防除に失敗すると致命的）があげられている。

ここでは乏しい知見の中から、湛水土壤中直播栽培の雑草防除方法について述べてみたい。

2. 湛水直播栽培と除草体系の変遷

(1) 湛水直播栽培の経緯

近年においては、寒地、寒冷地では作期及び気象的に乾田直播では無理な面が多く、湛水直播が安全とされ、北海道のタコ足式播種湛直を含めた、催芽種子をそのまま代かきほ場に播種する湛水直播が実施され、1965年頃までその定着を見た。逆に九州地方では乾直播種期が梅雨に遭遇するため機械播種作業が困難となり、苗立の不安定性や雑草防除が徹底できない等により、人力播種機による湛水直播栽培がみられ更に、い草収穫との競合を避け省力化を図るための散播湛直栽培が実施されてきた。

また、湛水直播栽培のより省力低コスト化を求めて、1962～1965年にかけて全国7県でヘリコプターを利用した散播湛水直播栽培が実験的に展開された。

しかし、いずれの方法も催芽種子をそのま

第1表 主要県の湛水土壤中直播栽培動向

県名	湛水土壤中直播面積(ha)			直播面積(ha)		
	1985年	1987年	対比率	1985年	1987年	対比率
熊本	440	651	148	540	685	127
静岡	307	413	135	331	418	126
愛知	200	310	155	420	490	117
岡山	115	160	139	8,013	5,922	74
栃木	105	99	94	145	173	119
広島	71	97	137	297	279	94
埼玉	70	94	134	355	294	83
福岡	81	88	109	156	162	104
佐賀	127	63	50	517	320	62
新潟	140	43	31	140	43	31
全国	2,305	2,657	115	12,323	9,927	81

(農水省農産課調査)

ま代かきは場表面に播種したため、浮き苗や風による吹き寄せ、表層剥離の発生により千葉県の例では苗立が20～68%にふれる等苗立が安定せず、雑草の多発や登熟期の倒伏程度が大きい等生産不安定要素が多かった。

そこで、1970年以後これらの問題を一気に解消できる田植機移植栽培の普及によって大幅に減少し、熊本県の一部地域で残る程度となった。

(2) 湛水直播栽培除草体系の変遷

1960年代までの雑草防除体系は播種前後の処理薬剤はなく、乾田直播と同様にDCPA剤の落水散布を中心に実施されていた。土壌水分の高い湛水直播では乾田直播より除草効果が劣り、1回散布では不十分であった。雑草発生量の少ない条件ではDCPA乳剤の2回散布+PAM粒剤体系で十分な除草効果が得られた。しかし、雑草多発条件ではDCPA乳剤+PCP粒剤+水中MCP体系でも除草効果不十分で雑草害が大きく、更にDCPA乳剤散布、機械除草、手取除草、ヒエ抜きが必要であった。

第2表 湛水直播栽培の除草体系と防除効果（雑草少発田）

区 別	本 数			重 量 (g)			重量計 (g)	同比率 (%)
	ノビエ	アゼ ガヤ	カヤツ リグサ	ノビエ	アゼ ガヤ	カヤツ リグサ		
DCPA+DCPA+PAM	1	0	0	2.0	0	0	2.0	0.6
DCPA+DCPA -	0	0	0	0	0	0	0	0
DCPA - -	9	0	0	80.0	0	0	80.0	2.3
- - PAM	18	0	0	185.5	0	0	185.5	53.9
- DCPA+PAM	4	5	0	35.6	64.0	0	99.6	2.9
無 処 理 区	26	30	2	222.0	120.6	1.6	344.2	100.0

注) (9月6日調 1㎡当り2区平均)

播種: 6月17日, DCPA1回目: +8日, DCPA2回目: +15日, PAM: +21日

その後、1964年に根に対する作用力が小さく、幼芽からの作用力が強い作用特性を利用して、湛水直播の播種前処理除草剤としてN

IPが実用化された。湛水直播では代かきにより表土が単粒化していること、薬剤処理後播種まで期間が短いこと等から、幼苗期になり著しい薬害を見たり、表層剥離が助長される等問題点も多かった。しかし、除草効果が極めて高く、従前のDCPA体系のような防除回数も不必要となり省力化が図れることから、湛水直播の除草体系はこの体系に移行した。

1973年、タイヌビエに対する除草効果が高く出芽期処理を除いて薬害も少ないことから、モリネート粒剤が実用化された。また、ベンチオカーブ粒剤がイネ1.5葉期以後ヒエ1.5葉期まで適用できる等、雑草防除が播種後処理に移行し出芽苗立が安定化してきた。しかし、イネ科雑草には卓効を示すが広葉雑草に効果が劣るため体系処理が必要で、MCPや2.4PA処理を組合せる必要がある等、まだまだ問題点も多かった。

3. 湛水土壤中直播栽培技術の開発

1975年以後過酸化カルシウム粉剤の実用化、

種子コーティング技術及び湛水土壤中直播機の開発により、乾田直播栽培の降雨による苗立不良や代かきがないことによる漏水や肥料流乏、除草効果の低下が解消され、また、湛水直播栽培の欠点である表層播による転び苗

や浮き苗の発生等苗立不安定要因が軽減され、特に収穫期の耐倒伏性が増した画期的な湛水土壤中直播技術が開発された。

一方、1979年既存除草剤にはなかったイネに対する選択性が非常に強く、出芽に対する薬害がほとんどないと言えるピラゾレート粒剤が使用登録された。過去の湛水直播栽培の除草体系が一変し、ピラゾレート粒剤の播種直後処理により出芽苗立の安定とノビエ、ウリカワ等を含めて高い除草効果が得られ、湛水土壌中直播栽培の雑草防除が可能となった。

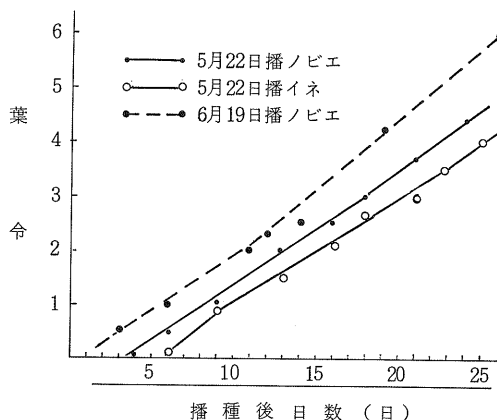
1980年過酸化カルシウム剤が使用登録され、ピラゾレート粒剤の除草法と合わせて今日の湛水土壌中直播栽培が誕生した。時代の要請に答えて1983年以後全国規模で試験が実施され、現在は概ね湛水土壌中直播栽培技術が確立したと言えよう。

4. 湛水土壌中直播の雑草発生生態

湛水土壌中直播では播種精度向上のため適正な場硬さが必要であり、代かき2～4日後に播種される。温暖地の高温時播種ではイネは播種後5～7日に

出芽期となる。ここで一般的に3～5日程度の芽干しが実施される。

第1図に示したように、ノビエは入水、代かき後日数を経過しているため、イネの出芽より発生が早く、葉令の進展も早い。特に麦跡等晩播条件ではこの傾向が大きく、播種後の高温年ではより顕著である。



第1図 湛水土壌中直播のイネとノビエの葉令
(1982年適Ⅱ試験、低コスト試験より作図)

湛水土壌中直播栽培は機械移植栽培に比べ、イネの初期生育が緩慢であり、栄養生長期が長いことから雑草発生期間も長びき、発生量も多くなる傾向が見られる。寒地、寒冷地ではノビエを主体とする雑草の発生が多く、その上雑草発生期間も長い。暖地では芽干しや播種後の浅水管理によって雑草発生が促進され、芽干し直後(代かき後10～15日頃)にはほとんどの

第3表 水稻栽培様式と雑草発生量

栽培法	発生量	ノビエ	コナギ	アゼナ	カヤツリグサ	キカシグサ	ミハコベ	ズマツバ	ホルイ	合計
稚苗移植	本数(本/㎡)	2	22	135	—	—	7	12	9	187
	風乾重(g/㎡)	11.5	1.8	0.9	—	—	t	t	0.3	14.5
湛水土壌中直播	本数(本/㎡)	7	64	1,539	99	185	827	359	10	3,090
	風乾重(g/㎡)	3.4	8.9	30.7	6.6	1.8	4.6	0.6	0.7	57.3

注) 1988年適Ⅱ試験無除草区の雑草発生量。

稚苗移植: 5月27日移植, 7月18日調査, 湛水土壌中直播: 5月12日播種, 7月4日調査。

第4表 麦稈処理方法と雑草発生量

麦稈処理	発生量	ノビエ	コナギ	アゼナ	カヤツリグサ	キカシグサ	その他広葉	合計
抛出	本数(本/㎡)	52	—	266	8	260	56	642
	風乾重(g/㎡)	231.8	—	6.3	1.2	1.3	1.3	241.9
切断すき込	本数(本/㎡)	90	6	246	60	500	134	1,036
	風乾重(g/㎡)	168.0	1.4	15.7	21.8	20.9	5.9	233.7

注) 1985年低コスト稲作試験無除草区の雑草発生量。

播種期: 6月3日, 麦稈すき込量: 小麦稈45 kg/a。

雑草は発生終期を迎え、以後急激に生育量を増す。この結果、移植栽培に比べ一年生雑草を中心に著しい発生量の増加が認められる。

これらのことから、初期の適切な雑草防除対策を失すると雑草に敗北してしまい致命傷となる場合が多い。

最近では稲作の省力、低コスト化を進めるため、暖地の湛水土壤中直播栽培実施主要県では、麦跡適用への技術開発が行われている。この中で省力化と地力維持を図るため、麦稈の切断は場すき込みが検討されているが、麦稈すき込みにより雑草発生量の増加や雑草生育が旺盛になることが報告され、今後十分な雑草防除対策の検討が必要である。また、播種様式を散播に変えることによって、代かき後播種まで日数が短縮され、湛水土壤中直播に比べ浅播となる。これに伴い水稻の出芽、初期生育が早まること等から、雑草（ノビエ）の葉令進展は水稻と比べ同程度かやや早くなり、雑草防除を有利に展開できるであろう。

5. 湛水土壤中直播の除草体系

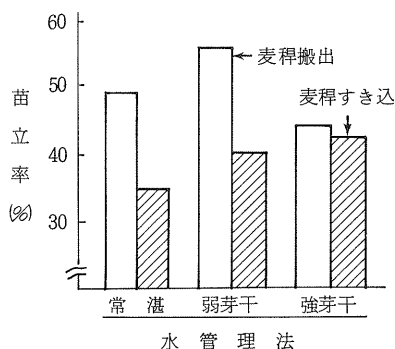
(1) ピラゾレート粒剤処理体系と問題点

ピラゾレート粒剤の除草効果は高く、水稻の出芽苗立にまったく影響がなく、薬害程度も極く軽微で初期生育への影響もほとんどないため、+1日処理を中心とした使用法が確立した。湛水土壤中直播栽培に不可欠の播種直後処理剤として普及定着した。

ピラゾレート粒剤の登録使用条件は、播種直後～播種後7日のノビエ1葉期まで適用可能である。しかし、湛水土壤中直播栽培特有の雑草発生生態から、播種後処理1回体系だけでは防除困難な場合が多い。

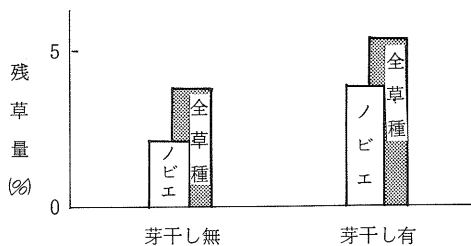
即ち、①寒冷地では雑草発生期間が長く、

温暖地ではイネよりノビエの葉令進展が早いこと。②温暖地では出芽苗立の安定向上のため、出芽前期前後に芽干しを実施する栽培体系が多くなった。薬剤処理後短期間で落水され田面が乾燥することから、ピラゾレート粒剤の処理効果の低下が認められる。③近年多年生雑草の発生が多くなり、各地で問題化していること等によるものである。



第2図 芽干し処理と苗立

注) 二条大麦跡, 6月5日播, むさしこがね
弱芽干: 3日間, 強芽干: 7日間
1984~1986年平均 細粒灰色低地土



第3図 芽干し処理とピラゾレート粒剤の除草効果
(対無処理区比率)

一方、従来の湛水直播用登録除草剤は、ベンチオカーブ剤とフェノキシ系薬剤を主体とする生育期処理が中心であったが、イネ生育初期の除草剤施用は必須な条件と考えられる。

これらのことから、水稻に安全でより処理適期幅の広い薬剤、多年生雑草を含めた適用草種の大きい薬剤の開発や処理時期及び体系処理技術の確立が必要である。

(2) 新しい播種後処理剤の使用法

近年、第5表の使用基準に示した除草剤が使用登録され、湛水土壤中直播栽培に適用可能となった。ピラゾキシフェン粒剤はピラゾレート粒剤とほぼ同じ使用方法で、ヒルムシロにも効果が高い。ピラゾレート・モリネート粒剤やジメピペレート・ベンスルフロンメチル粒剤は、ノビエの適用葉令が2葉期まで拡大され、播種後5～20日までとより適用期間が広がり、ピラゾレート粒剤に優る程の除草効果が得られる。特にジメピペレート・ベンスルフロンメチル粒剤では、多年生雑草からアオミドロや藻類による表層剝離にまで有効である。

いずれの薬剤も播種後日数を基準とするより、ノビエの適用葉令範囲を重視して使用の方が効果的である。

ここ数年、ピラゾレート、ジメピペレート、キンクロラック等のヒエに卓効を示す剤と、

プレチラクロール、ピラゾキシフェン、ベンスルフロンメチル等の広葉雑草に卓効を示す剤を組合せた新しい混合剤が続々誕生している。イネに対する安全性とノビエへの適用葉令の向上、適用草種の拡大等、播種直後からノビエ2葉期前後までを対象とした除草剤の適用性が適Ⅱ試験において検討されている。この中でピラゾレート・プレチラクロール粒剤、ジメピペレート・ベンゾフェナップ粒剤、ピラゾキシフェン・プレチラクロール粒剤、ピラゾキシフェン・キンクロラック粒剤等かなり有望と判定されるものも登場してきた。近い将来これらの薬剤も湛水土壤中直播栽培に使用可能となり、多くの播種後処理剤の中から優占雑草草種や地域条件、ほ場条件に合わせて、除草剤の選択使用が可能になるものと思われる。

(3) 体系処理と一回処理

ピラゾレート粒剤の播種後1回処理だけで

第5表 新しい播種後処理剤の使用法

除 草 剤	適 用 雑 草 名	使 用 時 期	適 用 土 壌	10アール当り 使 用 量	使用方法	適用地帯
ピラゾキシ フェン粒剤	水田一年生雑草及びマツ バイ、ホタルイ、ミズガ ヤツリ	播種前3日～播種後7日 (ノビエ発生始期まで)	壤土～埴土 (減水深 2cm/日以下)	3 kg	湛水散布	東 北 北 陸
	水田一年生雑草及びマツ バイ、ホタルイ、ウリカ ワ、ヒルムシロ	播種直後～播種後7日 (ノビエ1葉期まで)	砂壤土～埴土 (減水深 2cm/日以下)			関東以西
ジメピペ レート・ベン スルフロン メチル粒剤	水田一年生雑草及びマツ バイ、ホタルイ、ウリカ ワ、ヘラオモダカ、ミズ ガヤツリ、ヒルムシロ、 オモダカ、セリ、アオミ ドロ、藻類による表層剝 離	播種後5～20日 (イネ1.0葉以上、 ノビエ2.0葉以下)	壤土～埴土 (減水深 2cm/日以下)	3～4 kg	湛水散布	全 域
ピラゾレ ート・モリ ネート 粒剤	水田一年生雑草及びマツ バイ、ホタルイ、ウリカ ワ、ミズガヤツリ、ヒル ムシロ、ヘラオモダカ	播種後5～15日 (イネ出芽揃後、 ノビエ2葉期まで)	壤土～埴土 (減水深 2cm/日以下)	3 kg	湛水散布	関東以西 の普通期 栽培地帯 全域

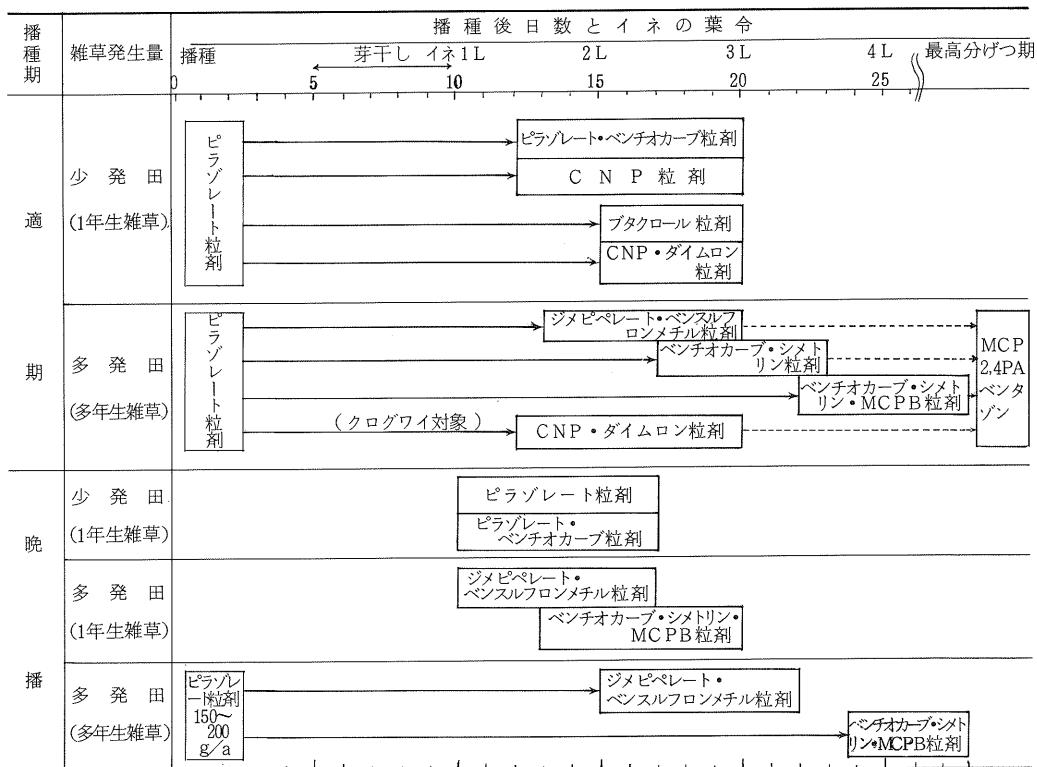
は除草困難な場合が多々見られる。特異な雑草発生態態、芽干しに伴う除草効果の低下、多年生雑草の発生にも対処し、更に、雑草防除のコスト低減をめざした除草剤の使用方法である。雑草草種、発生量、湛水直播の作期等に応じて、薬剤の選択使用と組合せが必要である。体系処理は湛水土壤中直播用播種後処理除草剤と移植用初期処理剤または中後期処理剤を組み合わせたものである。

各地の試験結果から効果の高い体系を第4図に示した。主に一年生雑草を対象とした場合、播種直後のピラゾレート粒剤処理に播種後15~20日、イネ2~3葉期のピラゾレート・ベンチオカーブ粒剤、ブタクロール粒剤、CNP粒剤、CNP・ダイムロン粒剤等の組合せが有効である。雑草多発は場で

は後処理剤として播種後20日前後のイネ3~3.5葉期に、ベンチオカーブ・シメトリン粒剤、ベンチオカーブ・シメトリン・MCPB粒剤、ジメピペレート・ベンスルフロンメチル粒剤を用いた体系の効果が高かった。なお、残草や多年生雑草が見られる場合は、ベンタゾン、MCP、2,4PA剤等の後期処理が必要である。

晩播条件では短期間に雑草発生が揃うことから、前処理のピラゾレート粒剤の薬量を150~200g/aに減量し、後処理剤の施用時期をイネ0.5葉(2日)程度遅らせても十分な効果が得られる。

晩播条件では短期間でイネが出芽するため、雑草発生量の少ない場合はピラゾレート・ベンチオカーブ粒剤やピラゾレート粒剤の芽干



第4図 湛水土壤中直播の雑草防除体系

注) 小山, 坂井, 田村, 手塚らの報告を加えて作図。

し直後一回処理が可能である。雑草発生量の多い場合でもジメピペレート・ベンスルフロンメチル粒剤やベンチオカーブ・シメトリン・MC P B粒剤のイネ2葉期一回処理の効果が高く有効である。

なお、いずれの処理体系においても雑草防除のコスト低減を考慮した場合、既存の移植栽培用除草剤の使用が効果的と考えられる。

6. 大規模湛水直播栽培に対応した省力雑草防除法

地域の集団的土地利用と稲作の超省力低コスト化を目標に、ヘリコプター播種散播湛直栽培が、埼玉、栃木、茨城、愛知、岐阜、三重県及び北海道の各地で検討されている。

ヘリコプター播種散播湛直栽培は大面積の同時作業が実施されるため、品種及び作期が統一され、栽培管理も同一に実施することが前提となる。除草剤散布も一斉に行うのが効率的であり、このためヘリコプター散布が検討されている。ヘリコプター播種散播湛直では代かき期間が4日間に分散し

ているため、雑草防除は特に重要となる。本年実施されている主な除草体系はピラゾレート粒剤+ジメピペレート・ベンスルフロンメチル粒剤の体系処理とジメピペレート・ベンスルフロンメチル粒剤の芽干し後一回処理体系であ

る。

作業はN-033型粒剤散布装置を装着したヘリコプターにより、高度10m、飛行速度56km/h、有効散布幅15mで1回散布を行う。

ヘリコプターによる除草剤散布は既に1961年以後全国数か所で検討され、高い作業性能が報告されている。現在実施中の作業能率は非常に高く、1ha当たり約3分、毎時20haの作業が可能である。散布作業精度についてはピラゾレート粒剤、ピラゾレート・ベンチオカーブ粒剤、CNP・ダイムロン粒剤、ジメピペレート・ベンスルフロンメチル粒剤等で検討されたが、散布ムラは非常に少なく背負式動力散粉散粒機を利用した30m多口噴頭ホース散布と同程度の高い精度であった。この結果、ヘリコプター散布に起因する除草効果の低下、イネや散布は場周囲への葉害発生等はまったく認められなかった。

ヘリコプターを利用した除草剤の散布作業は散布精度が高く、短時間に大面積の作業が省力的に実施できることから、ヘリコプター播種散

第6表 散布方法と除草剤散布作業能率

供試除草剤 散布方法	ピラゾレート粒剤		CNP・ダイムロン粒剤	
	ヘリコプター散布	多口噴頭散布 ¹⁾	ヘリコプター散布	多口噴頭散布 ²⁾
作業速度(km/h)	53.38	0.476(m/s)	54.39	0.488(m/s)
有効作業幅(m)	15.00	30.00	15.00	30.00
は場作業量(ha/時)	19.44	3.91	19.36	2.25

注1) 30mホース使用1回散布。

2) 30mホース使用2回散布。

3) ヘリコプター散布は1行程長の飛行時間から算出した。

第7表 散布方法と除草剤散布ムラ

散布方法	供試除草剤	調査点数	㎡当たり散布量		回収率(%)
			範囲(g)	C.V(%)	
ヘリコプター散布	ピラゾレート粒剤	101	3.05±0.75	24.6	94.4
	CNP・ダイムロン粒剤	101	3.05±1.08	35.8	97.6
多口噴頭散布	CNP粒剤	31	—	26.0	—

播湛直栽培に有効な作業方法と考えられる。

7. お わ り に

以上、湛水土壤中直播栽培技術は過去の湛水直播技術に大革新をもたらし、これまで最大の問題点であった出芽苗立の安定と雑草防除技術は確立したと言っても過言でなかろう。湛水土壤中直播＝ピラゾレート粒剤の使用と言われるほどに、雑草防除が大きく寄与したことは明らかである。

今後より稲作の省力低コスト生産が求められることは必至で、温暖地を中心に湛水土壤中直播栽培面積の拡大が見込まれる。麦跡への作期拡大や大規模条件のヘリコプター播種湛水直播栽培も拡大のきざしが認められる。このため、各地で雑草防除技術の改善と確立がより求められるであろう。

新規除草剤の開発にはイネの出芽苗立への影響がなく、ノビエに対する適用葉令が大きく、かつ抑草期間の長いもの、多年生雑草や表層剥離に対する効果の向上が要望される。

農作業面では除草効果を高めるため代かき、均平作業精度の向上、作業方法の改善や作業の計画的実施が必要である。

芽干し等の水管理や麦稈処理方法に合わせた効果の高い除草剤の使用法、雑草防除の低コスト化を考慮して雑草草種や発生量に合わせた除草剤の選択、組合せ使用等、除草剤使用法の改善も重要である。

湛水直播栽培の拡大により地域によって作期、気象条件がかなり違い、雑草発生活長も異なる。効果の高い除草剤も続々開発実用化されているが、特に、雑草の発生時期・発生量と雑草害との関係を明確に把握して除草剤を使用することが雑草防除法確立の前提として重要であることは言うまでもない。

雑草防除を除草剤だけに頼らず湛水直播を実施するほ場では、数年間を通して移植栽培や転作等作付けのローテーションを図ることによって、雑草発生を少なくするような耕種的な改善も必要と考えられる。

新刊

野外観察ハンドブック

校庭の雑草

岩瀬徹・川名興/共著 A5判/147頁/カラー写真約520点/定価1,900円

校庭や路傍で普通に見られる雑草を取り上げ、ユニークな視点からその見分けかたを展開。野外指導に携わる著者が、身近な雑草を生きた教材として活用するためにつくりだした、まったく新しいタイプの野外観察図鑑。

- 雑草の「くらし」と「かたち」 ●校庭の雑草160種
- 校庭雑草の調べかた の3部構成。

全国農村教育協会 〒110 東京都台東区台東1-26-6(植調会館) ☎03(833)1821 振替/東京1-97736