九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

水田除草剤が水稲種子根の伸長に及ぼす影響

望月，俊宏
九州大学農学部附属農場

魏，暁麗
福岡教育大学

村木，清
福岡教育大学

https://doi.org/10.15017/14318

出版情報：九州大学農学部農場研究報告. 10, pp.19-24, 2001-09-03. 九州大学農学部附属農場
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

Bulletin of the Kyushu University Farm No.10 2001

水田除草剤が水稲種子根の伸長に及ぼす影響

望月俊宏・魏　暁麗＊・村木　清＊
九州大学農学部附属農場
＊福岡教育大学

要　約　水田除草剤が水稲の根に及ぼす影響を正確かつ簡便に評価するため，種子根が均一に伸長した幼苗を用いる方法を考案し，培養液の濃度，温度条件および培養期間について検討した．さらにこの方法を用い，北部九州において使用されている主要な除草剤を評価した．その結果，培養液にセーレンゼンの燐酸塩緩衝液10倍液を用い，温度25℃で5日間培養するのが適当であると考えられた．この条件下で23種類の除草剤を検定したところ，ほとんどの除草剤において幼芽長と冠根数は標準液の10^{-1}以下の濃度では抑制がみられなかったのに対し，種子根長は10^{-1}以下の濃度でも抑制された．種子根長を抑制する濃度は薬剤間で異なり，標準濃度でも全く抑制しなかったのが1剤，標準濃度にのみ抑制が認められたのが1剤，10^{-1}濃度以上が4剤，10^{-2}濃度以上が11剤，10^{-3}濃度以上が4剤で，2剤には10^{-4}濃度でも有意差が認められた．

九大農場研究報告，*10:19-24, 2001*

緒言

現在の水稲栽培において除草剤はかかせない薬剤の一つである．近年では選択性が高く効果が持続する薬剤が開発されたことにより，初期剤，初期および初・中期一発剤の普及が著しい．特に直播き栽培では，播種直後から雑草との競合が始まるため初期除草が重要である．除草剤の使用に際しては，対象作物に薬害が出ないように安全基準が定められているが，作物の除草剤に対する感受性は土壌条件，温度条件，潅排水の時期などの栽培条件によって変動するため，時に安全許容度が小さくなり薬害を起こす場合がある（古城1985, 西1996, 藤田1996）．また，除草剤散布直後には茎葉に薬害がまったく見られない場合でも，根の生長が抑制されていればその後の生育に影響すると思われるが，薬害に関する報告は茎葉部を対象としたものが多く，根については比較的少ない．特に，現在使用されている多数の除草剤を供試し，根の生長に及ぼす影響を評価した例は見られない．一般に根の生長に対する除草剤の影響を見る場合，シャーレー試験法（高橋1989）が用いられることが多いが，この方法では検定に用いる植物の根が屈曲するなどの問題があることから，発泡ポリエチレン製ディスクを用いる方法（小笠原ら1990）などが考案されている．しかしながら著者らの予備的な実験によれば，発泡ポリエチレン製ディスクを用いる方法においても検定植物の個体間差や培養液のpHの変動によって検定結果は左右されるようであった．

そこで本研究では，水田除草剤が水稲の根に及ぼす影響を正確かつ簡便に評価するために，種子根が均一に伸長した材料を用いる方法を考案し，さらに幾つかの培養条件について検討し，その方法を用いて初期剤，初期および初・中期一発剤を中心に現在北部九州において使用されている主要な水田除草剤を評価した．

材料と方法

北部九州における主要な栽培品種の1つである「ヒノヒカリ」を用い，蒸留水中に25℃，60時間浸種した．均一な材料を揃えるために，縦6cm，横25cm，高さ6cmの容器の上部に5mm間隔で糸を張り，二つ折りにした濾紙を各々の糸に吊るして播種床とし，その間に種子根が真っ直ぐ下に伸長するように胚を上にして播種した．種子の直下まで蒸留水を満たし，25℃のインキュベータ内において暗黒下で24時間培養した後一旦取り出し，種子根が10±2mmに伸長した幼苗を選別した．内径3cm，深さ15cmのガラス瓶の上部に20メッシュのポリエチレン製の網を固定して苗床とし，培養液を網の直下まで満たした後，幼苗を移植した．種子根の伸長は光によって抑制されることが知られていおり（星川1986，小笠原ら1990），実際の圃場でも根は光が遮断された土中に伸長することから，ガラス瓶の底と側壁を黒い紙で覆った．さらに大型のガラス容器に入れて上部をプラスチックフィルムで密閉し，グロースチャンバー内に搬入した．

実験1　培養液の調製

一般に我が国の水田土壌溶液がやや酸性側にあることから，本実験では培養液としてセーレンゼンの燐酸塩緩衝液（pH5.29，5.59，5.91）を用いることとし，さらにその5－100倍希釈液について検討した．幼苗を前述のポ

リエチレン製の網に10個置床し，25℃，明期12時間（白色光20klx），暗期12時間で5日間培養し，種子根長を測定した．

実験2　温度条件

実験1において得られた結果から培養液濃度を決定し，20℃，25℃および30℃で5日間培養し，種子根長を測定した．他の条件は実験1に準じた．

実験3　測定時期

温度25℃で1－9日間培養し，種子根長を測定した．他の条件は実験1に準じた．

実験4　各種水田除草剤が水稲種子根の伸長に及ぼす影響

実験1－3の結果をもとに培養条件を設定し，北部九州において使用されている初期剤，初期および初中期一発剤を中心とする23種類の水田除草剤（第1表）について検討した．各々の除草剤の使用基準濃度（標準濃度），その10^{-1}，10^{-2}，10^{-3}および10^{-4}濃度で培養し，幼芽長，種子根長および冠根数を調査した．この値をもとに各形質の抑制率［(除草剤無添加区－除草剤添加区）／除草剤無添加区×100］を算出した．

なお，実験1から4までのすべての実験において1区当たり10個体を供試し，2ないし3反複を行った．

結果と考察

検定用培養液

第2表に示したように，3種類のpHの緩衝液において，10倍希釈液に比べ原液では種子根長は明らかに抑制された．5倍希釈液でもやや抑制がみられたが，10倍以上の希釈液の間には有意差が認められなかった．また，10倍以上の希釈液のなかではpH5.91で種子根長は最も長く，伸長も斉一であった．これに比べ蒸留水を用いた場合には，種子根長は短く，個体間のばらつきも大きかった．いずれの倍率の緩衝液においても，実験前後でpHはほとんど変化しなかったが，希釈倍率が小さいほど緩衝効果は大きいと考えられることから，以後の実験にはpH5.91緩衝液の10倍希釈液を用いることとした．

温度条件

培養温度20℃，25℃および30℃下における種子根長および標準偏差を第3表に示した．本実験の範囲では明らかに温度が高いほど種子根は長くなり，標準偏差も大きくなった．しかしながら20℃では49.3mmと極めて短かったのに対し，25℃では90.5mm，30℃では100.1mmと差は小さく，有意差は認められなかった．

測定時期

培養温度25℃下における種子根の伸長量を経時的に測定した（第1図）．その結果，種子根伸長速度は培養開始後5日目まで増加し，その後急激に低下した．一方，標

第1表　供試除草剤.

薬剤名	形状	使用時期	標準使用量 (/10a)
Bentazone	液剤	後期剤	500ml
DCPA	水和剤	初期剤	1000ml
Imasosulfronl・Etobenzanid・Dymron	粒剤	初期剤	1kg
Bensulfuron-methyl・Thiobencarb・Mefenacet	粒剤	初中期剤	1kg
Bifenox	粒剤	初期剤	1kg
Esprocarb・Bensulfuron-methyl	粒剤	初中期剤	3kg
Esprocarb・Pyrazosulfuron-ethyl	粒剤	初中期剤	3kg
Dymron・Pretilachlor	粒剤	初期剤	1kg
Pyrazosulfuron-ethyl・Mefenacet	粒剤	初中期剤	3kg
Thiobencarb	水和剤	初期剤	1000ml
Pyrazosulflon-ethyl・Pretilachlor	粒剤	初期剤	1kg
Etobenzanid・Pyrazosulfuron-ethyl	粒剤	初期剤	1kg
Butamifos・Bromobutide	粒剤	初期剤	3kg
Bifenox・Pyributicurb・Bromobutide	フロアブル	初期剤	500ml
Pretilachlor	粒剤	初期剤	1kg
Imasosulfuron・Dymron・Pyributicarb	フロアブル	初期剤	500ml
Pyributicarb・Bensulfuron-methyl	フロアブル	初期剤	500ml
Naproanilide・Bromobutide・Mefenacet	粒剤	初中期剤	3kg
Pyrazolate・Butachlor	粒剤	初期剤	3kg
Dymron・Bensulfuron-methyl・Mefenacet	粒剤	初中期剤	1kg
Dimethametryn・Pyrazolate・Pretilachlor	粒剤	初期剤	3kg
Pyributicarb・Bromobutide・Benzofenap	フロアブル	初期剤	1000ml
Thenylchlor・Bensulfuron-methyl	フロアブル	初期剤	500ml

第2表　セーレンゼン燐酸塩緩衝液のpHおよび希釈倍率が種子根の伸長に及ぼす影響.

希釈倍率	種子根長（mm）		
	pH5.29	pH5.59	pH5.91
1	8.7±1.8 a	7.2±1.5 a	9.5±1.1 a
5	64.5±5.5 b	60.2±5.4 b	57.2±5.6 b
10	75.8±6.6 b	80.5±7.0 c	94.4±6.4 c
50	74.1±6.0 b	70.8±6.8 bc	95.0±6.1 c
100	71.1±6.2 b	73.9±6.5 bc	92.5±5.6 c
蒸留水	72.8±7.8		

*:同一文字間には１％水準で有意差のないことを示す（ダンカンの多重検定による）.

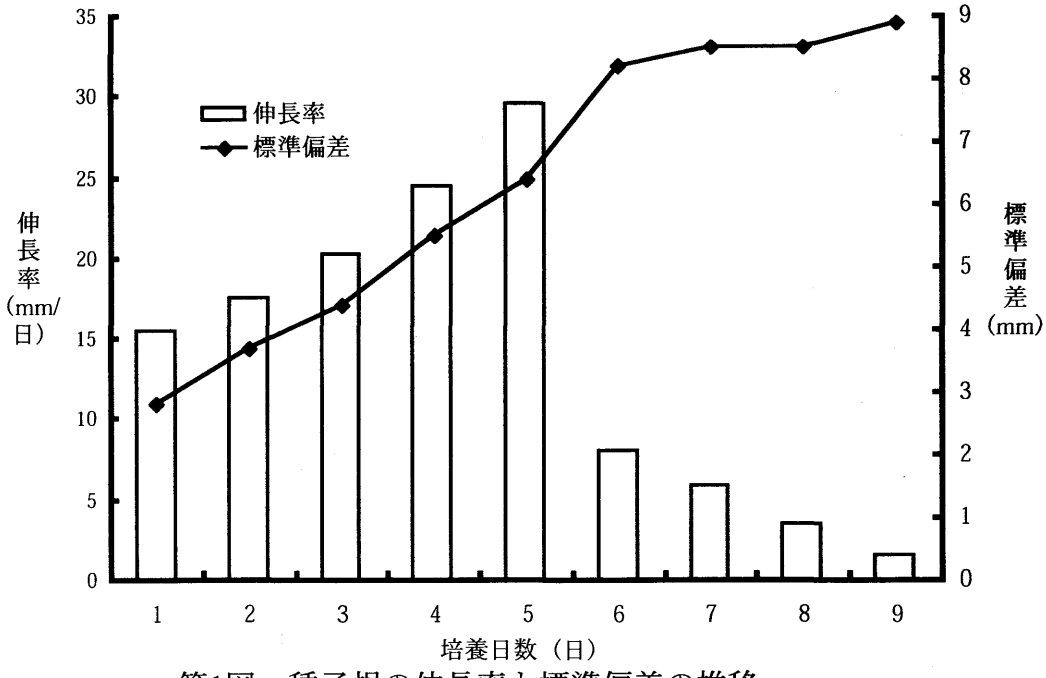
第3表　培養温度が種子根の伸長に及ぼす影響.

温度（℃）	種子根長（mm）	標準偏差（mm）
20	49.3	2.3
25	90.5	6.4
30	100.1	8.5

準偏差は培養開始後6日目まで漸増し，その後は停滞した．この結果から，培養を6日以上続けた場合には標準偏差のみ拡大し，検定効率が低下するため，培養期間は5日間が適当と考えられた．

各種水田除草剤が水稲種子根の伸長に及ぼす影響

北部九州の田植え時期である6月中下旬の平均気温が20℃から25℃の間であることから，培養温度を25℃に設定して実験を行った．第4表には，処理濃度ごとの幼芽長，種子根長および冠根数の抑制率について，全供試薬剤の平均値と標準偏差を示した．幼芽長及び冠根数は標準濃度においてそれぞれ37.6および41.6％とやや抑制されたが，10^{-1}以下の濃度ではいずれも10％以下でほとんど抑制が見られなかった．また標準偏差の値から分かるように，薬剤間の差も小さかった．一方，種子根長は幼芽長および冠根数と比べ，標準濃度の抑制率は86.7％と非常に高く，10^{-1}及び10^{-2}の濃度でもそれぞれ71.5および48.6％と高い抑制率を示した．標準偏差も大きいことから，薬剤間に差があることが明らかであった．そこで，全供試除草剤の各処理濃度における種子根伸長抑制率を第5表に示した．種子根の伸長を抑制する濃度は薬剤間で大きく異なり，標準濃度においても種子根の伸長が全く抑制されなかったのは，本実験に供試した薬剤の中で唯一後期処理剤であるベンタゾン液剤のみであった．標準濃度にのみ抑制が見られたのがDCPA乳剤1剤で，10^{-1}濃度以上で抑制がみられたのはイマゾスルフロン・エトベンザニド・ダイムロン粒剤など4剤，10^{-2}以上がエスプロカルブ・ピラゾスルフロンエチル粒剤など11剤，10^{-3}



第1図　種子根の伸長率と標準偏差の推移.

以上がナプロアニリド・ブロモブチド・メフェナセット粒剤など4剤で，ピリブチカルブ・ブロモブチドベンゾフェナップ水和剤およびテニルクロール・ベンスルフロンメチル水和剤の2剤には10^{-4}の濃度でも抑制が見られた．これら薬剤の作用機作や適用雑草，使用時期や使用方法と種子根の伸長を抑制する濃度との間には明確な関係は認められなかった．現在使用されている除草剤の多くが混合剤であることから，単剤の効果およびその相互

第4表　除草剤濃度と幼苗の生育抑制率.

	抑制率（%）*				
	処理濃度				
	標準濃度**	$\times 10^{-1}$	$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-4}$
幼芽長(mm)	37.6±29.4 ***	9.0±11.6	3.7± 4.0	1.9± 2.4	2.2±2.6
冠根数	41.6±30.4	9.7±14.1	6.7± 6.7	8.0± 7.7	7.0±8.0
種子根長(mm)	86.7±23.1	71.5±31.2	48.6±35.0	9.6±15.7	2.4±5.3

*:（対照区-処理区）/対照区×100.
**:各除草剤の標準使用濃度.
***:各除草剤における抑制率の平均値±標準偏差.

第5表　供試除草剤の種子根伸長抑制率.

薬　剤　名	伸長抑制率（%）*				
	処理濃度				
	標準濃度***	$\times 10^{-1}$	$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-4}$
Bentazone	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DCPA	38.7 **	0.0	0.0	0.0	0.0
Imasosulfronl・Etobenzanid・Dymron	69.7 **	36.8 **	0.0	0.0	0.0
Bensulfuron-methyl・Thiobencarb・	93.8 **	61.4 **	0.0	0.0	0.0
Bifenox	90.0 **	86.5 **	0.0	0.0	0.0
Esprocarb・Bensulfuron-	80.4 **	51.9 **	0.0	0.0	0.0
Esprocarb・Pyrazosulfuron-	71.5 **	12.9 **	13.0 **	0.0	0.0
Dymron・Pretilachlor	88.0 **	57.4 **	35.6 **	0.0	0.0
Pyrazosulfuron-ethyl・	98.2 **	84.4 **	43.1 **	0.0	0.0
Thiobencarb	99.2 **	62.3 **	47.0 **	0.0	0.0
Pyrazosulflon-ethyl・Pretilachlor	90.3 **	89.5 **	57.5 **	0.0	0.0
Etobenzanid・Pyrazosulfuron-	96.1 **	98.2 **	62.7 **	0.0	5.8
Butamifos・Bromobutide	99.4 **	99.5 **	96.8 **	0.0	0.0
Bifenox・Pyributicurb・Bromobutide	100.0 **	98.5 **	96.9 **	0.0	0.0
Pretilachlor	100.0 **	87.3 **	51.5 **	5.8	0.0
Imasosulfuron・Dymron・Pyributicarb	100.0 **	98.9 **	97.0 **	7.5	0.0
Pyributicarb・Bensulfuron-methyl	98.9 **	98.5 **	88.3 **	10.1	0.0
Naproanilide・Bromobutide・	100.0 **	96.5 **	79.4 **	17.0 **	5.9
Pyrazolate・Butachlor	94.1 **	72.5 **	57.6 **	19.2 **	0.0
Dymron・Bensulfuron-methyl・	98.4 **	71.8 **	48.0 **	25.5 **	0.0
Dimethametryn・Pyrazolate・	94.0 **	92.0 **	69.8 **	35.0 **	9.0
Pyributicarb・Bromobutide・Benzofenap	99.6 **	99.0 **	98.0 **	49.7 **	13.0 **
Thenylchlor・Bensulfuron-methyl	93.7 **	88.4 **	68.5 **	50.8 **	21.2 **

*:（対照区-処理区）/対照区×100.
**:1%水準で有意.
***:各除草剤の標準使用濃度.

作用について検討する必要があると思われる．また，近メピペレートなどには，他の除草剤による根部への薬害を軽減する作用のあることが報告されており（池田・菅谷 1989, Shirakura *et al.* 1988），薬剤間の相互作用の研究は一層重要になっている．本研究で用いた方法によれば，これらの相互作用も簡便かつ正確に調べることが可能である．

以上のように，セーレンゼンの燐酸緩衝液に除草剤を溶かし，斉一な幼苗を用いて生育への影響を調査した結果，既に実用化されている除草剤であっても，使用基準よりかなり低い濃度で種子根の伸長を抑制する薬剤のあることが明らかとなった．これらの薬剤では，地上部に全く影響はみられなくても根の生育が抑制され，その後の生育に影響しているかもしれない．実際の圃場では，有効成分が土壌に吸着され，無害化されることも多いと思われるので，このような簡便な方法を用い，より実際場面に近い検定を行うためには，除草剤を溶かした溶液を一旦土壌を通して使用するなどの工夫も必要であろう．

引用文献

1) 藤田　究，水稲乳苗の生育に及ぼす数種土壌処理型除草剤の影響．雑草研究，41:44 - 54, 1996.
2) 星川清親，解剖図説イネの生長，農山漁村文化協会，東京，pp. 179 - 213, 1986.
3) 池田　芳・菅谷清志，数種除草剤によるイネ根部阻害に対するジメピペレートの薬害軽減作用．雑草研究，34:37 - 46, 1989.
4) 古城斉一，水稲作雑草防除の現状と問題点　暖地．雑草研究，30:195 - 199, 1985.
5) 西　静雄，特集・除草剤の使用法について　-除草剤の作用機構と使用上の留意点-．雑草とその防除，33: 29 - 33, 1996.
6) 小笠原勝・渡辺裕美子・尾川新一郎・近内誠登，新しい除草剤作用検定法としての種子根長テスト．雑草研究，35:95 - 101, 1990.
7) Shirakura, S., T Yuyama and K. Ishizaka, Safening effect of dimepiperate on root growth inhibition in rice caused by bensulfuron-methyl. Weed Research, 33:271 - 277,

Influence of rice herbicides on seminal root elongation of rice seedlings.

Toshihiro MOCHIZUKI, Sho Rei WEI* and Kiyoshi MURAKI*
University Farm, Faculty of Agriculture, Kyushu University
*Fukuoka Educational University

In order to evaluate simply and accurately how rice herbicides affect rice root elongation in paddy fields, we have examined the optimum culture conditions in terms of culture solution, temperature and culture duration using a root growing method in which young rice seedlings uniformly developed seminal roots. In addition, inhibition by various rice herbicides popularly used in Northern Kyushu to root elongation was evaluated using the optimum conditions.

As a result, it is suggested that culture conditions were optimized for the evaluation when ten times of Sörensen's phosphate buffer solution is used as a culture solution at 25°C for five days. Twenty-three kinds of rice herbicides were examined under these conditions. While the length of pulmuls and number of crown roots showed little inhibition in any of herbicides at 10^{-1} of standard concentration, seminal root length was inhibited in most of herbicides even at 10^{-1} or below 10^{-1} of standard concentration. Levels of the lowest concentration at which seminal root length was inhibited varied among herbicides used. Results includes one of them didn't inhibit the growth at standard concentration, one showed inhibition at standard concentration, 4 showed at 10^{-1} of standard concentration, 11 at 10^{-2}, and 4 at 10^{-3}. Two inhibited the growth significantly when the concentration level was set at 10^{-4}.