

クログワイの塊茎形成と 除草剤の効果

奈良県農業試験場 稲村達也

水田の難防除雑草のなかで、クログワイは最も防除困難な雑草の一つに挙げられている。

クログワイはカヤツリグサ科の湿性多年生草本であり、次年度以降の増殖源となる塊茎を土壌表層から心土層まで幅広く形成し、これらの塊茎は代掻き後も一斉に出芽せず、ダラダラと10月頃まで出芽してくる。そのために、ある程度効果の認められる水稻用除草剤によってクログワイの発生や地上部を抑制しても、抑制期間や効果が不十分な場合は除草剤の効果が無くなることから発生を繰り返し次年度以降の発生源となる塊茎を形成し防除を困難なものとしている。

つまり、水田の強雑草クログワイの防除では地上部の一時的な抑制だけでなく、次年度以降のクログワイの発生が栽培管理上問題とならない程度に新・旧塊茎を減少させないと、当面の雑草害は回避できても永続的な効果（徹底防除）は期待できないと考えられる。

そこで、増殖期から塊茎形成期におけるクログワイの地上部を大きく抑制できれば新塊茎形成パターンが変動し、翌年の防除効果を高めるのではないかと考え、本種に有効な除草剤による体系処理を2年間連用し、地上部の抑制程度が新塊茎形成に及ぼす影響および次年度の発生生態と防除効果について検討を行っている^{1),2)}。その結果、クログワイに有効な除草剤を連用す

ることにより新塊茎数を大きく減少させ、その大きさも小型化できることが明らかとなり塊茎の休眠撓乱についても若干の知見が得られているので、ここに紹介し大方のご批判を仰ぎたい。

材料および方法

クログワイに効果実績のあるBAS-3510 (Na) ①液剤、DPX-84 ①粒剤およびNC-311粒剤、そして比較薬剤として塊茎形成抑制効果が報告⁵⁾されているナプロアニリドの混剤を用いた（以下BAS, DPX, NCおよびナプロ区と略）。

試験は1987, 1988年にクログワイが自然発生する水田で実施し、表1に示した体系処理と単用処理をそれぞれの標準量で2年間同一試験区に連用した。無処理区も2年間無除草の同一試験区とした。処理区は3 m²の2区制とし、試験精度を向上させるため各反復区の間2 m²の無処理区を設けた。水稻は1987年は6月19日、1988年は6月15日移植とし、栽培は奈良農試の慣行とした。

両年とも新塊茎の形成期に当たる9月中旬（1987年は9月21日、1988年は9月16日）にクログワイの全株数と草丈を調査した。処理2年目の10月12日（塊茎形成終期）に処理区1 m²、無処理区0.45 m²を深さ5 cmごとに掘り取った。土塊は小さく破砕し手作業で塊茎を選別し、塊

表 1. 除草剤および処理法

除 草 剤 名	処理体系	処 理 時 期	使 用 量	前 処 理 剤
BAS-3510 (Na) ①液	体系処理	草丈15cm (+21) →10日後(+31)	50→50ml	ショウロンM粒 300g(+3)
D P X-84 ①粒	体系処理	発生盛期 (+20) →増殖期(+40)	300→300g	クサカリン粒 300g(+3)
	単用処理	発生盛期 (+21)	300g	同 上
N C-311 粒	体系処理	発生前 (+7) →増殖始(+25)	300→300g	デルカット乳 500ml(-3)
	単用処理	発生盛期 (+21)	300g	同 上
(比)ナプロアニリド・ ブタクロール粒	単用処理	発生前 (+3)	300g	無 し

注) 表中の()内は移植後日数。

茎色により塊茎の新旧を区別し、新塊茎数および直径を測定した。クログワイの休眠は塊茎形成終期に深く、その後冬期間の気温あるいは土壌の乾湿など環境条件の変化によって休眠覚醒が進行し、12月から1月にかけて休眠覚醒が進むものと考えられている¹³⁾。掘取った新塊茎を10月21日から12月9日までの50日間約7℃(湿潤条件)で前処理後、430mlのカップに埋め込み最低水温20℃の水中に置床し、萌芽を調査した。

結果および考察

1. 地上部への影響(表2)

表 2. クログワイ地上部に対する抑制効果

除 草 剤	処 理	草 丈 (cm)		株 数 (/㎡)		乾 物 重 (g/㎡)	地 上 部 指 数	
		1 年 目	2 年 目	1 年 目	2 年 目		1 年 目	2 年 目
B A S	体 系	61 (70)	42 (50)	17.8 (50)	2.9 (1)	0.6 (1)	30	0.7
D P X-84	体 系	58 (67)	27 (32)	6.8 (16)	2.7 (1)	0.4 (t)	11	0.4
	単 用	66 (76)	36 (43)	10.3 (25)	7.8 (4)	1.6 (2)	19	1.5
N C-311	体 系	51 (59)	23 (27)	5.3 (13)	3.3 (1)	0.5 (1)	7.4	0.4
	単 用	50 (57)	54 (64)	9.9 (24)	12.1 (5)	3.5 (4)	13.5	3.5
ナ プ ロ	単 用	87 (100)	71 (85)	24.0 (57)	40 (18)	23 (23)	57	15
無 処 理		87 (100)	84 (100)	42.0 (100)	221 (100)	99 (100)	100	100

注) 表中の()内は無処理区比: %, 地上部指数=草丈×茎数の無処理区比(%).

① 草丈の抑制効果

クログワイの草丈は40~70cmとされるが⁹⁾、本試験圃場では草丈が85cm前後とかなり大型で、無処理区の草丈は両年とも概ね同じであった。草丈抑制効果は体系処理で高く、供試3薬剤とも連用

2年目で著しく効果が向上した。特に、D P XおよびN C区の体系処理2年目の草丈抑制効果は著しく、草丈20~30cmの矮化株となった。このように2年目で効果が相乗的に向上するのは、1年目処理による塊茎の小型化、および萌芽性の変化が2年目の効果をより向上させたと推測される。

② 株数の抑制効果

未発生水田へ侵入当初のクログワイ増殖の足取りはゆっくりしているとされているが、本試験の無処理区の株数は1年目42株/㎡から2年目221株と約5倍に増加した。株数抑制効果は体系処理で高く、供試3薬剤とも連用2年目で

著しく効果が向上し前年より株数が減少し、約 3 株/㎡の発生であった。しかし、単用処理 2 年目は前年の株数とはほぼ同数で効果が劣った。この様に体系処理 2 年目で効果が相乗的に向上するのは、1 年目処理により塊茎数が減少していると共に、親株から子株、子株から孫株へと数次にわたって分株を作るクログワイの増殖様式が体系処理により強く抑制されたためと推測された。

2. 処理による新塊茎の抑制 (表 3)

① 新塊茎の形成抑制

塊茎形成量は遮光や茎の切除、特に塊茎形成期における切断によって減少し¹²⁾、除草剤の種類や処理時期により塊茎形成を阻害する作用が異なることが報告⁷⁾されている。

本報告では処理により株数の抑制効果が高かった体系処理において新塊茎数の形成抑制効果が高く、次いで株数の抑制効果が高かった単用処理がこれに続いた。つまり、体系処理の B A S 区は無処理区比 5.9%, D P X 区同 3.5% および N C 区同 1.2% と新塊茎の形成抑制効果が高く、次いで D P X および N C 区の単用処理では 6.4% および 2.5% と、それぞれの体系処理

に比較してやや劣った。地上部の抑制効果が低かったナプロ区では同 30% と効果が劣った。新塊茎数抑制程度は一部を除いてより浅い層で効果が高く、第 4 層で効果が劣った。

なお、旧塊茎数は新塊茎数の場合ほど処理により減少せず、総塊茎数に占める旧塊茎数の割合は処理区で高くなった。

② 新塊茎の層別抑制

クログワイの塊茎は地表下 6~15 cm ぐらいの所に最も多く分布し、発生が遅れた場合と同様、1 ㎡当りの塊茎数が通常 400~500 個の場合は水稻の栽植によってより浅い部分に分布する塊茎が多くなるが、約 250 個以下の場合にはより深い部分の塊茎が多くなるという逆の傾向が認められている⁴⁾。

本報告の無処理区におけるクログワイの塊茎数は 640 個/㎡で、5~10 cm に最も多く分布し次いで表層 5 cm に多く分布した。体系処理において B A S および D P X 区は浅い層での形成抑制効果が高く、第 4 層 (15~25 cm, 以下同じ) では効果がやや劣った。N C 区は各処理とも抑制効果が非常に高かった。

単用処理において N C 区は浅い層の形成抑制

表 3. クログワイ新塊茎に対する抑制効果

除草剤	処理体系	新塊茎数 個/㎡ (対無処理区比%)					新塊茎直径 × 0.1 mm (対無処理区比%)				
		第 1 層	第 2 層	第 3 層	第 4 層	合 計	第 1 層	第 2 層	第 3 層	第 4 層	平 均
B A S	体系	3 (2)	8 (4)	12 (8)	15 (23)	38 (6)	89 (127)	90 (82)	116 (89)	115 (85)	108
DPX-84	体系	4 (2)	4 (2)	7 (4)	8 (13)	23 (4)	49 (70)	61 (55)	118 (90)	135 (100)	104
	単用	27 (14)	3 (1)	4 (3)	7 (11)	41 (6)	39 (56)	77 (70)	99 (76)	112 (83)	60
NC-311	体系	2 (1)	2 (1)	2 (1)	2 (3)	8 (1)	40 (57)	82 (75)	120 (92)	114 (84)	189
	単用	0 (0)	3 (1)	5 (3)	8 (13)	16 (3)	— (—)	99 (90)	109 (83)	114 (84)	110
ナプロ	単用	16 (8)	46 (20)	40 (26)	87 (136)	189 (30)	52 (74)	88 (80)	112 (85)	125 (93)	107
無処理		194	226	156	64	640	70	110	131	135	105

注) 除草剤, 処理体系は表 1 参照.

効果が高く、第4層では効果がやや劣った。D P X区は第2, 3層の効果が高かったが、第1, 4層で効果が劣った。そして、ナプロ区では第1層で抑制効果が認められたものの、第2, 4層の効果が劣り第4層では抑制効果が認められなかった。

③ 新塊茎の小型化

無処理区における小・中型塊茎（直径10mm以下）は浅い層に多く分布し、大型塊茎（直径10mm以上）は第2, 3層で最多となり第4層でやや少なくなった。そのため、無処理における新塊茎の平均直径は第1層で約7mm、第3～4層で約13mmと深い層で大きくなった。各処理とも新塊茎の絶対数は減少したが、無処理と同様に深い層で相対的に大きな新塊茎を形成した。D P XおよびNC区体系処理の第1～2層では平均直径が対無処理区比60～70%の小型化を示し、いずれの処理でも第2～4層の平均直径は対無処理区比約80～90%の小型化にとどまった。

④ 新塊茎形成時期の遅延（表4）

塊茎形成は一般に9月から10月に行われ¹³⁾、塊茎形成時期はクローンによって大きな変異を示すものの、土壤の乾燥による促進が報告されている¹³⁾。

クログワイ徹底防除に関する現地実証試験の無処理区では9月2日以前から塊茎形成が開始

されていたが、処理区では9月2日が塊茎形成の開始期に相当すると考えられた。

3. 地上部の抑制程度と新塊茎形成の関係

塊茎形成期に地上部を大きく抑制したところ新塊茎の形成の様子が変動したので、地上部の抑制程度と新塊茎形成の関係を次に考察した。なお、除草剤の種類で抑制効果が草丈と株数で異なって発現するため、本研究では地上部の評価法として次の地上部指数（以下、地上部指数と略）を使用した。

$$\text{地上部指数} = (A/B) \times 100$$

A：処理区の草丈×㎡当り株数

B：無処理区の草丈×㎡当り株数

① 地上部の抑制と新塊茎数の減少

剤および処理法の違いが新塊茎数の抑制に及ぼす影響を地上部の抑制程度との関係で考察するため、地上部指数と新塊茎数の対数の関係を図1に示した。両者の間には強い相関関係が見られ、9月中旬の地上部の抑制程度が新塊茎の形成に強く影響していた。連年施用2年目で新塊茎数が無処理区比5%以下となる地上部指数は処理初年目で10前後、2年目で5以下と考えられた（表2、表3）。単用処理と体系処理で新塊茎数抑制効果に差が見られたが（表3）、図1からこの差異は地上部の抑制程度の処理間差に起因すると考えられた。また、薬剤間で新

表4. 除草剤処理が新塊茎の形成時期に及ぼす影響

調査日 処理	9月2日（個/区）					12月8日（個/区）				
	第1層	第2層	第3層	第4層	合 計	第1層	第2層	第3層	第4層	合 計
無 処 理	64	28	0	0	92	43	44	19	3	109
処 理 1	11	0	0	0	11	33	22	24	36	115
処 理 2	1	0	0	0	1	50	54	38	21	165

注）水田雑防除雑草の徹底防除に関する現地実証試験（奈良市柏木市）1988.

処理1： ショウロンM粒（+3）→グラスジンD（+29）→バサグラン水和剤（+41）.

処理2： ザークD粒（+10）→グラスジンD（+29）→バサグラン水和剤（+41）.

第1層： 0～5cm, 第2層： 5～10cm, 第3層： 10～15cm, 第4層： 15～20cm, 1区30×30cm.

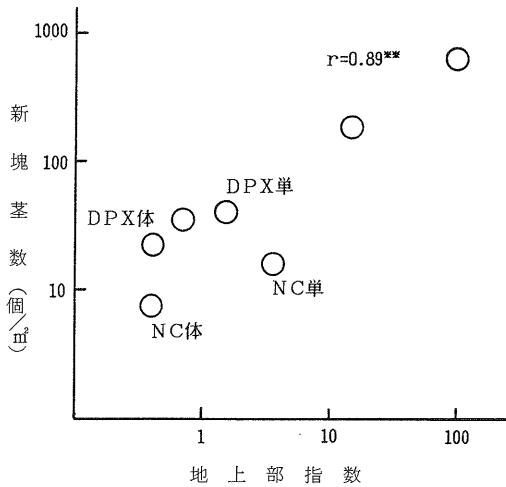


図1. 地上部指数と新塊茎数との関係

注) 体: 体系処理 単: 単用処理

塊茎抑制効果に差が見られたが、図1からこの差異は地上部の抑制程度に対する新塊茎数抑制効果の薬剤間差にあると考えられた。つまり、薬剤の種類によって同一の新塊茎数抑制効果を得るのに必要な地上部の抑制程度が異なるものと推測された。

② 地上部の抑制と土中分布の変化

処理により新塊茎の垂直分布が変化し、表層で塊茎数が少なく深層で塊茎数が多い傾向にあったので、地上部の抑制程度が新塊茎の垂直分

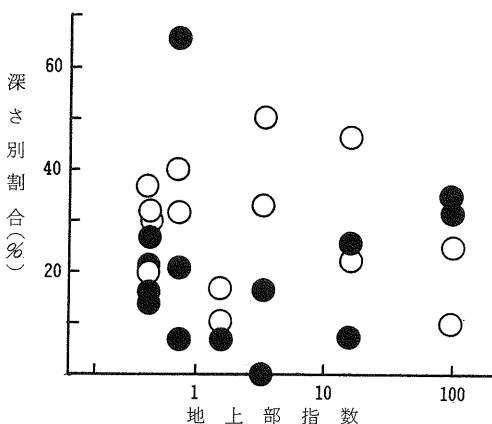


図2. 地上部指数と新塊茎数の深さ別割合の関係

注) ●: 深さ0~10cm ○: 深さ10~25cm

布に及ぼす影響を考察するため地上部指数の対数と深さ別新塊茎数の割合との関係を図2に示した。地上部の抑制が大きくなれば浅い層(第1, 2層)における新塊茎数の割合が少なくなり、逆に深層(第3, 4層)で新塊茎数が多くなる傾向が見られた。つまり、地上部が強く抑制されるほど10 cm以下の表層で塊茎数が少なくなり、10 cm以上の深層で相対的に塊茎数が多くなる傾向にあると考えられた。

③ 地上部の抑制と新塊茎の小型化

処理により新塊茎の小型化の傾向が深さによって異なる傾向にあったので、地上部の抑制程度が新塊茎の深さ別大きさに及ぼす影響を考察するため、地上部指数の対数と深さ別の新塊茎の平均直径の関係を図3に示した。地上部の抑制が大きくなれば新塊茎の平均直径は小さくなる傾向にあり、第1, 2層でこの傾向がやや強く見られた。つまり、地上部が強く抑制されるほど浅い層でより小型の塊茎が形成され、深い層ではあまり小型化しない傾向にあると考えられた。また、除草剤処理による新塊茎の形成時

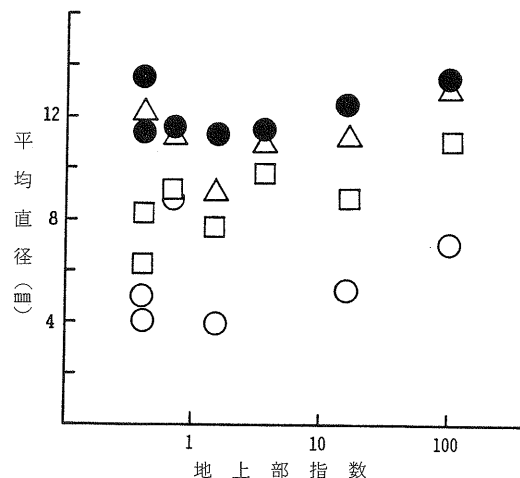


図3. 地上部指数と新塊茎の深さ別平均直径の関係

注) ○: 深さ0~5cm □: 5~10cm △: 10~15cm ●: 15~25cm

期遅延が確認されており（表4），形成の遅延が塊茎小型化の一因と考えられた。

4. 処理が新塊茎萌芽に及ぼす影響

① 萌芽率の低下

無処理区の平均萌芽率は66%で，層別で見た萌芽率は第3層で高いものの各層ともほぼ同じ萌芽率を示した。供試3薬剤の処理により平均萌芽率は低下し，特にNC区の低下が大きかった。

層別では体系処理NC区の第2層を除いて供試3薬剤とも第1，2層の萌芽率低下が大きく，より深い層での萌芽率低下は概して少なく，逆

に高くなる処理も見られた。ナプロ区は無処理区とはほぼ同じ萌芽の傾向を示した（表5）。

次に新塊茎の直径別で見た無処理区の萌芽率は，5～7.5mmでは50%とやや低く7.5mm以上では80%前後と高くなり，直径0～5mmの塊茎では萌芽しなかった。供試3薬剤の処理によっても5mm以下の塊茎で萌芽は見られず，10mm以上で萌芽率が低下する傾向にあり，特にNC区で萌芽率の低下が大きかった。ナプロ区は無処理区とはほぼ同じ萌芽の傾向を示した（表6）。

以上から，処理による層別の萌芽率の差は，

表5. 除草剤処理がクログワイ新塊茎の萌芽に及ぼす影響－層別－

(1989)

除草剤	処理体系	萌芽率% (供試個数)					萌芽日数 (萌芽始日数)				
		第1層	第2層	第3層	第4層	平均	第1層	第2層	第3層	第4層	平均
BAS	体系	0 (2)	25 (8)	56 (16)	86 (21)	62 (47)	— (—)	65 (63)	75 (63)	70 (53)	72
DPX-84	体系	31 (13)	50 (12)	91 (22)	50 (22)	59 (69)	71 (62)	78 (62)	68 (42)	68 (55)	70
NC-311	体系	17 (6)	75 (4)	75 (4)	25 (4)	44 (18)	71 (71)	73 (66)	76 (61)	85 (85)	76
	単用	0 (0)	40 (5)	43 (7)	56 (9)	48 (21)	— (—)	83 (76)	67 (67)	70 (63)	70
ナプロ	単用	33 (21)	68 (47)	70 (43)	72 (54)	66 (165)	75 (67)	71 (56)	70 (57)	67 (45)	69
無処理		58 (48)	62 (58)	79 (42)	68 (28)	66 (176)	73 (55)	67 (55)	69 (50)	65 (39)	69

注) 除草剤，処理体系は表1参照。

10月21日から12月9日まで50日間湿潤低温（約7度）処理後，430mlのカップに埋め込み最低水温20度の水中に置床。

表6. 除草剤処理がクログワイ新塊茎の萌芽に及ぼす影響－直径別－

(1989)

除草剤	処理体系	萌芽率% (供試個数)							萌芽日数 (萌芽始日数)				
		0~2.5	2.5~5	5~7.5	7.5~10	10~12.5	12.5mm以上	平均	5~7.5	7.5~10	10~12.5	12.5mm以上	平均
BAS	体系	0 (0)	0 (1)	0 (6)	92 (12)	63 (16)	67 (12)	62 (47)	— (—)	71 (54)	73 (58)	69 (60)	72
DPX-84	体系	0 (4)	0 (5)	70 (10)	55 (11)	71 (17)	73 (22)	59 (69)	73 (62)	72 (59)	68 (42)	69 (59)	70
NC-311	体系	0 (0)	0 (5)	75 (4)	50 (4)	100 (1)	50 (4)	44 (18)	79 (71)	66 (66)	87 (87)	71 (61)	76
	単用	0 (0)	0 (0)	0 (2)	75 (4)	38 (8)	57 (7)	48 (21)	— (—)	75 (67)	70 (67)	70 (63)	70
ナプロ	単用	0 (4)	0 (13)	65 (40)	69 (49)	81 (42)	82 (17)	66 (165)	74 (59)	67 (45)	69 (45)	68 (46)	69
無処理		0 (2)	0 (16)	50 (30)	79 (42)	82 (44)	76 (42)	66 (176)	76 (66)	70 (55)	66 (45)	67 (39)	69

注) 表5参照。

処理による新塊茎の小型化の層別差(表3)に因ると考えられた。

なお、未萌芽の塊茎で生存していたものは各処理とも4個以下で、それ以外は腐敗していた。

③ 萌芽まで日数の変化(表5, 6)

置床水温がやや低かったため萌芽まで日数(平均萌芽日数と同義, 以下同じ)がやや長くなったが層別で見た場合、無処理では第1層で萌芽まで日数が最も長く、より深くなるほど萌芽まで日数が短くなり、塊茎の形成深による休眠覚醒の差異が示唆された。つまり、より浅くて小さい塊茎の萌芽まで日数がより深くて大きな塊茎に比較して長いのは、冬期間より低温に遭遇しやすい表層の塊茎ほど休眠覚醒に要する低温経過時間が長いと考えられた。

供試3薬剤の処理により萌芽まで日数は各層とも無処理区に比較して長くなり、特にNC区では萌芽始まで日数も長くなり萌芽遅延の傾向が大きく、またDPX区では第3層の萌芽始まで日数が非常に短くなった。そして、DPX区の第2, 3層を除いて萌芽始から萌芽日に至るまでの日数が無処理区に比較して短くなり供試3薬剤の処理による萌芽の斉一化をうかがわせた。

直径別で見た場合、無処理区では直径が小さいほど萌芽まで日数が長く、より大きな塊茎ほど萌芽まで日数が短くなり、萌芽始まで日数も同様の傾向を示した。供試3薬剤の処理により萌芽まで日数は無処理区に比較して各大きさとも長くなり、特にNC区では萌芽始まで日数も長くなり萌芽遅延の傾向が大きく、またDPX区では直径10~12.5mmの萌芽始まで日数が非常に短くなった。そして、DPX区の5~12.5mmおよびBAS区の7.5~10mmを除いて萌芽始から萌芽日に至るまでの日数が無処理区に

比較して短くなり処理による萌芽の斉一化をうかがわせた。この萌芽の斉一化の傾向はNC区で強かった。

ま と め

クログワイに有効な複数薬剤の体系処理について多くの報告が見られる^{3) 6) 8) 10) 11)}が、本報告では単一の除草剤の2年間体系処理による効果を検討した。塊茎形成期におけるクログワイの地上部を大きく抑制することが、次年度以降の発生源となる新塊茎数を激減させ、新塊茎の形成開始を遅延させる。また、新塊茎の大きさは表層において小型化し、萌芽率の低下傾向が認められる。とくに、新塊茎の萌芽が斉一となる傾向が、次年度の防除効果を高めると考えられる。

体系処理においてクログワイ株数は漸減傾向にあり、2年目に形成された新塊茎数と萌芽率から求めた3年目の発生可能な㎡当り塊茎数はBAS区で21個、DPX区で13個、そしてNC区で4個となり、体系処理を連続すれば3年目の発生量は栽培管理上問題のない程度と予想される。この効果を得るには地上部指数を初年目10前後、2年目5以下に抑制する必要がある。そのための抑草期間は、クログワイ発生盛期から塊茎形成期の約60日間に及ぶと思われ、雑草害を対象とした抑草期間30~40日⁶⁾より長期であった。しかし、地上部の抑制にもかかわらず、より深層に大型の塊茎を少数ながら形成しており、次年度に発生する害徴(未発表)も予想される。このため3年目におけるクログワイの発生状況と土中分布および除草効果を継続して検討する必要がある。

本研究を行うに当たり、クログワイ塊茎調査に

多大のご協力をいただいた関係諸氏に感謝の意を表します。

引 用 文 献

- 1) 稲村達也・渡辺英信・徳山博康：除草剤連用によるクログワイ塊茎の形成抑制．近畿作育研究 34（投稿中）．
- 2) 稲村達也：除草剤連用によるクログワイ徹底防除の可能性．農業及び園芸（投稿中）．
- 3) 伊藤一幸・宮原益次：クログワイに対する除草剤連用の効果．雑草研究 31（別）：141～142（1986）．
- 4) 小林央往・植木邦和：クログワイ塊茎の生産と土中分布様式について．雑草研究 22（別）：114～116（1977）．
- 5) 小林勝一郎・一瀬勝紀：除草剤による多年生雑草制御機構（Ⅷ）．雑草研究 28（別）：99～100（1983）．
- 6) 草薙得一：水田の多年生雑草の生態とその防除．日本農薬学会誌 3，485～497（1978）．
- 7) 中川恭二郎・宮原益次：ミズガヤツリとクログワイに対する数種除草剤の雑草処理における殺草性について．雑草研究 6：107～111（1967）．
- 8) 鈴木計司・大塚一雄・塩原比佐雄・小川信太郎：クログワイ塊茎の土中深度と薬剤の体系処理効果．雑草研究 28（別）：175～176（1983）．
- 9) 竹松哲夫・近内誠登：水田除草の理論と実際．博友社：114～115（1985）．
- 10) 土田邦夫・柴谷得郎・小沢啓男：水田多年生雑草の防除に関する研究 第1報．雑草研究 33（別）：83～84（1988）．
- 11) 土田邦夫・柴谷得郎・小沢啓男：水田多年生雑草の防除に関する研究 第2報．雑草研究 33（別）：85～86（1988）．
- 12) 植木邦和・中村安夫・小野誠一：多年生雑草クログワイの防除に関する基礎的研究．第1報．雑草研究 8，50～56（1969）．
- 13) 山岸 淳・武市義雄：水田多年生雑草防除に関する研究．千葉農試研報 19：191～217（1978）．