

ヒルムシロの発生生態とその防除法に関する研究

土井健治郎 中島 秀樹

目 次

I はしがき	7 地上部塊茎の時期別消長推移
II 研究の動機とその背景	8 前歴を異にする塊茎(越冬芽)形成状況
III 発生の地域的分布	VI ヒルムシロの雑草害
IV ヒルムシロの発生消長	VII ヒルムシロ防除試験
V ヒルムシロの発生生態	1 PCP土壌混入、A1114使用試験
1 塊茎の重量分布	2 A1114による殺草反応試験
2 前歴が塊茎形成に及ぼす影響	3 ヒルムシロ防除試験の総括
3 ヒルムシロの地上初発生	(昭和38~41年)
4 ヒルムシロの発生形態	VIII ま と め
5 土壌PHとヒルムシロ生育	附 記
6 ヒルムシロの開花	参考文献

I はしがき

ヒルムシロ (*Potamogeton distinctus*) は北海道、東北、北陸などの水田に多発生がみられ、近年、特に水田における繁茂が目立ってきた。

本県では方言でビルモノ、ビリモノ、ビルゴ、ビルヌキ、トリアシなどと呼ばれ、昔から厄介な草といわれ、除草労力の最も必要とする雑草である。以前は耕起時に取除く方法として三本鍬で耕起する時代には耕起しながら塊茎を拾いとり、馬耕時代も同様の方法がとられていた。これはヒルムシロの塊茎は鋤床附近に形成されるから、耕起の時は鋤床から反転するので、ヒルムシロの塊茎は露出し拾うのに都合がよかったわけである。

ヒルムシロが発生したあとは、手取り除草のとき、フゴを腰にさげヒルムシロのみをフゴに入れて除く方法がとられていた。また、その他の防除方法としてはヒルムシロ最盛期に消石灰を葉面上に散布するか、ソバ稈や小麦脱稈を葉面に覆うなど、いろいろの方法がとられ、厄介な雑草なるが故に農家の工夫のあとがしのばれている。

しかし、現在では水田耕起は自動耕耘機が主体となり、塊茎の拾いどりなどは行われなく、耕耘機によって塊茎が細断され土壌各層に分散し、除草剤使用の増加がヒルムシロ優占化をもたらし、急速に発生範囲が広がり、水稻生育に対する雑草害として無視出来ない現状である。

Ⅱ 研究の動機とその背景

このように手取りの段階では労力がかかるといってもさほど問題にはならなかったが、雑草防除技術が進展して来るにつれ、省力的防除法の確立が要望されるようになってきた。

しかし、文献的にみても過去における研究は全くなく、最近、多発生地域である北陸及び東北農試、宮城農試等で生態面からの研究が着手され始めたに過ぎない。ヒルムシロは主として栄養繁殖のため、発生生態を把握しないでの防除法はあり得ない。そこで昭和38年より4年間、発生生態と防除法について検討を加えたのである。

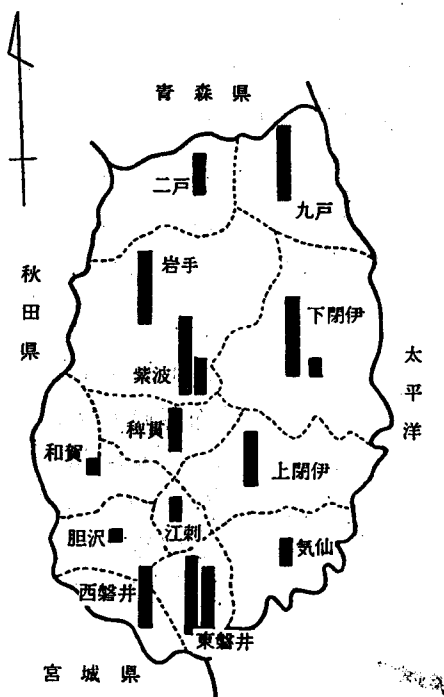
Ⅲ 発生の地域的分布

ヒルムシロの発生地域は県下全地域に及んでいるが、第1図の如く発生面積比率として最も多い地域は東磐井郡であり、次に紫波郡、下閉伊郡であるが、発生面積的には紫波郡、岩手郡、東磐井郡、稗貫郡となる。

しかし、郡別では図のようになるが、郡内における普及所管内別にみると、発生傾向は必ずしも一様でなく、県下として発生面積比15%以上の地域としては玉山、紫波、大迫、千厩、東山、鶴住居、山田種市の各地域である。

発生の多い地域としての特徴は湿田、半湿田が多いとか、土地改良のおくれている地域にかたまっていることが目立つ、また、溜池灌漑が多いと、溜池にはヒルムシロの発生していることが多いために溜池からの流入が発生源となるものと思われる。古い水路なども同様にヒルムシロの発生が多いから、水田における防除が行われても灌漑水による流入も考えられる。

それに反し、新開田の多い地帯や、土地改良の行われた地帯には一般に少ない傾向がある。



(注) 棒線はヒルムシロ発生面積比率

第1図 県内地域別ヒルムシロの発生状況

Ⅲ ヒルムシロの発生消長

ヒルムシロの初発生はその与えられる環境条件によって異なるのは当然であるが、一般的には水、地温条件の影響が大きい。県北寒冷地の発生はおそく、県南地帯が早いことは容易に推定

される。

詳細な調査ではないが、昭和40年県農試において農業改良普及所44カ所を通じて調査した結果では発生盛期（最盛期）は早い地帯で6月4半旬、6月5～6半旬が各地域とも最も多い。水稲栽培様式は移植栽培を中心に考えてよいが、移植期を5月6半旬までと考えると、ヒルムシロの発生盛期は移植後20～25日であると推定しても間違いはない。特殊な例ではあるが、湛水直播栽培条件では入水期が早いため6月1～2半旬に発生盛期が来るともある。

V ヒルムシロの発生生態

ヒルムシロは他の水田一年生雑草と異なり、その増殖は地下茎、ランナー（地上匍匐枝）によって行われ、越冬も塊茎（秋、新たに生ずる越冬芽）によって行われる。従って一年生雑草のように種子発芽抑制のみでは全く不完全であり、その防除法は別の観点に立って行なわれなければならない。

昭和38、39年の2カ年にわたり、除草剤による防除試験を実施して来たが、そこから生じた問題として最も的確な防除時期の検討ということがあげられており、昭和40～41年度はこの点に主眼をおき、発生生態を把握することから実用的な防除への手がかりを得ようとした。

ヒルムシロの生態に関する研究には幾多の報告があるが、1)、2)、5)、7)、8)ここでは塊茎による栄養繁殖を行うヒルムシロはその栄養源である塊茎貯蔵養分の消長把握が重点であろうと考え、地上部発生の生態も地下部塊茎との関連について調査を行った。

1 塊茎の重量分布

前年、採取したヒルムシロをポットに埋没越冬させ、翌春掘取って調査した。その結果は第1表及び第2図の如く、塊茎（越冬芽）は0.1gから巨大なものは2.2gにまで及んでおり、

第1表 塊茎の重量分布 (S40)

重 量	個 体 数	重 量	個 体 数
0.1g	7個	1.0g	6個
0.2	33	1.1	4
0.3	47	1.2	4
0.4	60	1.3	5
0.5	57	1.4	2
0.6	26	1.5	—
0.7	22	1.8	1
0.8	11	1.9	2
0.9	1	2.2	1

註) 重量は生体量

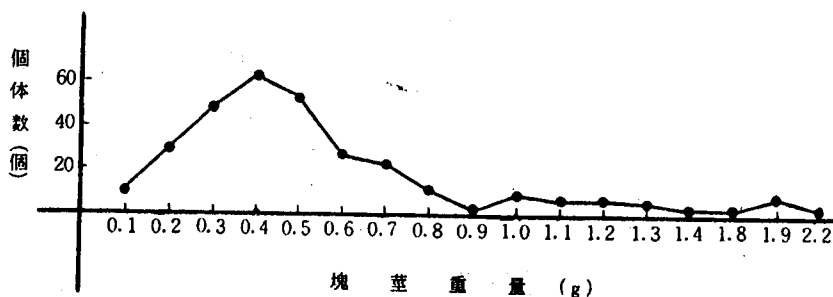
特に0.3～0.6gまでの分布が過半数を示しており、外観的には個体形質の大なるものほど、当然のことではあるが、個体重量が大きい。

このような個体変異は何故かということになるが、ポット掘取り

のさいの観察では明らかでなく、土壌中の発生深度、水分などもあまり関係がなさそうである。

おそらく前歴の地上栄養体の良否、あるいは地下伸長ランナーの形成位置、すなわち主茎、第1～2分枝茎（後述）による塊茎形成であるかも知れない。

しかし、この重量差のある塊茎をシャーレーにとり、定温器に入れてみるといずれも一様に芽生、生長するし、また発生日数も変りないので、塊茎重量の大小は発生に影響がないようである。ただ、その後の地上繁茂（地上生育量）はこの塊茎重量の大小に関係があるようである。



第2図 塊茎越冬後の重量分布 (S40)

る。これらのことから、どのような弱小個体であっても塊茎が形成され、貯蔵養分が蓄積されるならば、翌年の発生がみられるようで、圃場における旺盛な繁殖力を考えると、充分うなづけるものがある。

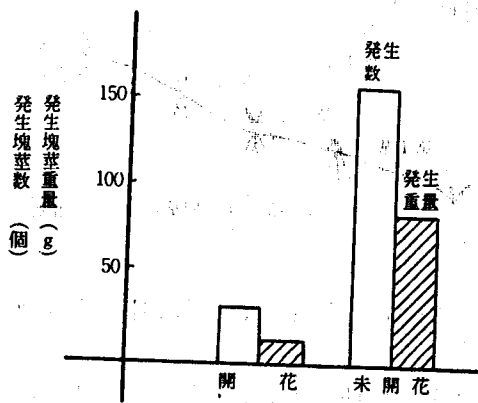
2 前歴が塊茎形成に及ぼす影響

開花したヒルムシロは翌年の発生が少ないといわれるが、このことを実証するため、紫波町の現地圃場より開花中の個体並びに開花しない個体（花房形成のない栄養生長中のもの）をポットにとり、翌春、掘取り調査を行った。

第2表 塊茎形成に及ぼす開花の影響 (S40)

区別	塊茎形成地下深度	ポット当り個体数	同左重量(生体重)
開花 A	5~22cm	21個	6.1g
〃 B	5~24	8	1.6
〃 C	10~16	3	0.8
計		32	8.5
開花せず A	2~17	56	30.9
〃 B	13~22	45	34.8
〃 C	4~24	55	28.1
計		156	83.8

その結果は第2表および第3図のとおりで、確かに塊茎形成数は開花したものは未開花のもの約1/5でありポットによる個体差はあるにしろ、塊茎形成の少ないことは認められる。



第3図 塊茎形成に及ぼす開花の影響

しかし、前項のように塊茎が生存している以上、相対的な発生量は少ないが、それなりに発生はみられるから、開花の有無、程度にかかわらず、防除は必要である。

なお、栄養生長から生殖生長に変わり開花した個体に比べ、栄養生長のままの個体の方が地下における塊茎形成数の大きいことの原因はわからないが、おそらく開花結実に要するエネルギーの消耗が後者に比べ大きいので、塊茎形成力の差となって現われたものと考えられる。

3 ヒルムシロの地上初発生

ヒルムシロの初発生について、環境条件の異なった場所で調査した結果は第3表のとおりである。

前項の掘取りのさいの発生深度をみるとかなりまちまちであるが、一般に土壌水分の多いところ、すなわち過湿状態における発生深度はやや深く、すでに伸長を開始している。

これは土壌水分の高まったとき、すなわち入水期であるが、ここから初発生日との関係を見ると、気温（平均積算温）の高いほど初発生が早いというよう。

第3表 ヒルムシロの初発生と環境 (S40)

観察場所	環境条件	入水期 (月日)	ヒルムシロ 初発生 (月日)	左に要する積 算気温 (°C)	初発生までの 日数 (日)
1. 盛岡(旧農試)	移植圃場	5.20	6.2	198.1	+12
2. 同上	湛水直播圃場	4.30	5.23	293.9	+23
3. 滝沢(現農試)	ポット栽培	5.18	5.31	161.6	+13
4. 同上	実験室シャーレー	4.15	4.19	100.0	+4

註) 4の「実験室シャーレー」は定温器 (25°C) に入れたもので、従ってその積算気温は恒温積算気温である、他はいずれも自然温度の積算。

第3表は実際には土壌中における深度の差が考えられるが、高橋氏¹⁾によるとあまり大きな関係はないようであり、一応、温度が高いほど初発生が早いとみてよい。

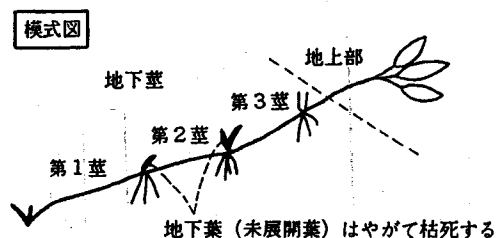
なお、実験的に塊茎を細断し、完全塊茎（未細断）と細片塊茎の発生推移をみると、むしろ細断塊茎の方がかえって伸長が旺盛であることが認められた。これは休眠を覚醒したものと考えられるが、圃場では耕耘機の使用などで耕耘のさい塊茎が細片化されても、その細片個体ごとに発生するため、実際にはかえって塊茎をばらまく結果にもなるようである。

4 ヒルムシロの発生形態

ヒルムシロの発生形態を知るため、塊茎をシャーレーにとり、定温器 (25°C) で発生調査を行った。

第4表 地下茎の形成状況 (定温器)
S40. 4.28調査

個体番号	1	2	3	4	5
地下茎数(個)	3	3	4	3	3
地上部葉数(枚)	6	6	6	5	5



4月15日洪積土壌中に埋没、入水加温したら、4月19日に初発生し、4月23日に筒状葉が伸長し、葉柄部が分枝して地上葉を展開した。

第4表のように塊茎より発生する地下茎は第3~4茎まで地下を匍匐し、第4茎目から地上展開葉を生ずる。そして第1~第2葉は不完全葉であり、第3葉から完全に展開する。

第5表 地下茎の形成状況 (圃場)

S 40.5.28調査

個 体 番 号	1	2	3	4	5
地下茎数 (個)	3	4	4	3	3
葉 数 (枚)	6	7	7	6	6
完全葉数 (枚)	3	4	4	3	2
地上第1分枝数	—	—	2	—	—
地上第2分枝数	—	—	1	—	—

これを実際の圃場発生ヒルムシロと照合してみると、第5表のとおり、実験室における発生推移と自然発生は全く同じように地下茎数は3~4茎であり、地上展開葉は6~7枚(不完全葉含む)で、これを主茎と名づけるなら、主茎葉数6~7枚で水平的に増殖ランナー(地上第1~2分枝茎)を出している個体もあり、この葉数については10±2枚(おそらく不完全葉を含むものと思われる)との報告もある³⁾。

第6表 地下茎、地下葉数の形成状況

S 41.6.14調査

項 目	地 下 茎 数	第 1 分 枝 茎	第 2 分 枝 茎	地 上 葉 数	
				不 完 全 葉	完 全 葉
形 態 的 個 体 数	4本…24ヶ	有…24ヶ	有…11ヶ	2枚…18ヶ	6枚… 2ヶ
	3本… 6ヶ	無… 6ヶ	無…19ヶ	1ヶ…12ヶ	5ヶ… 6ヶ
					4ヶ…13ヶ
					3ヶ… 7ヶ
個体当平均値	3.8本	0.8ヶ	0.4ヶ	1.6枚	3.8枚

註) 30個体調査 盛岡圃場

年次の異なる昭和41年に前年と全く同様の調査を行ったが、昨年の傾向と同じで地下茎数は第6表のとおり第3~第4茎であるが、むしろ第4茎の形成が多く、分枝茎は地下第3~4茎よりの発生が多く、まれに第1茎よりの発生もみられる。

塊茎芽生数は1~5本の形態が多く、通常はそのなかの1本より発生するが、なかには2本より発生するものもある。不完全葉数は1~2枚で2枚の方が多く、前年同様であるが、完全葉数は調査時期によっての変異が考えられるのであまり明らかではないが、主茎葉数6±1~2枚という形態的特徴はほぼ間違いないものと思われる。

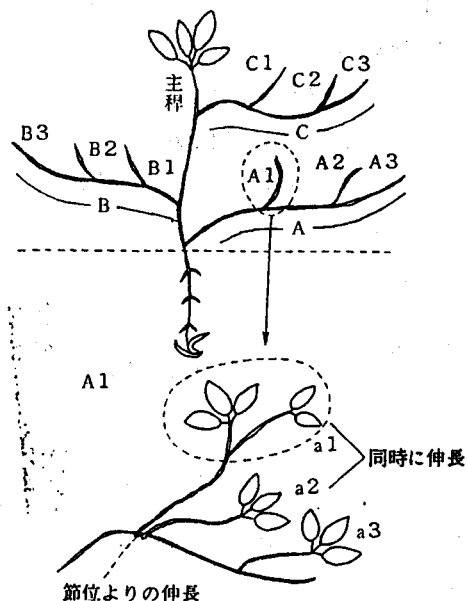
第7表 地下茎の発生形態

採取場所 紫波町星山 S 40.6.26調査

個体番号	地上分枝数 (ランナー)	第1分枝茎 (A)			第2分枝茎 (B)			第3分枝茎 (C)			主茎葉数(完全葉)	地上部生体重
		A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃		
1	3ヶ	4枚	—	—	3	—	—	3	—	—	6枚	3.4 ^g
2	3	5	3	1	—	—	—	—	—	—	5	2.6
3	3	1	—	—	3	—	—	3	—	—	5	2.8
4	3	4	2	—	5	3	3	4	2	—	4	6.5
5	3	3	—	—	4	—	—	1	—	—	3	1.3

註) A₁, A₂, A₃; B₁, B₂, B₃; C₁, C₂, C₃については第4図の模式図参照

次に地上茎の分枝状況についての調査は升尾、芥氏⁸⁾の報告があるが、ここでは便宜上、第4図による記号を用いた。



第4図 ヒルムシロ地上部の伸長

その後の生育は第7表および第4図のように増殖ランナーを出してゆくが、主茎完全葉数6±1~2枚を出したのち、第1分枝茎(A)、第2分枝茎(B)、第3分枝茎(C)の順にランナーが生じ、さらに第1分枝茎(A)よりA₁、A₂、A₃の順にランナーを出す。そしてA₁のうちa₁、a₂、a₃というランナーを出して増殖してゆくようである。

主として観察を主体に行ったので、観察上の誤差、あるいはヒルムシロ繁茂に伴う葉面の重みからくる葉数の欠除など、調査上の数字は必ずしも整理されたデータは得られなかったが、このような伸長方法には一定の生長秩序が考えられ、片山氏の同伸葉、同伸分けつの理論のような規則性を有するものとも考えられ、ほぼ同様の報告が中川氏³⁾によってもたらされている。

5 土壌PHとヒルムシロ生育

農家はヒルムシロ防除法として消石灰を葉面上に散布するなどの方法をとっているが、その根拠として水田土壌PHがヒルムシロ生育にどのような影響を与えているかを知るため調査を行った。

5月17日洪積火山灰土壌をそれぞれHCL、NaOHで矯正、PH4、5、6、7の4区を設定、ヒルムシロ塊茎を埋没、入水した。施肥量はN1g、K1g、P4g(ポット当分量)、2反覆を行った。

設計ではPH8~9の区を考えたがアルカリ度の矯正がNaOHでは容易でなく、同様にPH2~3区も酸度矯正が不可能であったため、PH4~7の範囲で調査した。

第8表 土 壤 P H の 推 移

(S41.ポット栽培)

PH測定 區別	6月2日			7月5日			7月28日			8月20日		
	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M
P H 4	3.93	4.00	3.97	4.47	4.46	4.47	4.50	4.90	4.70	4.50	4.50	4.50
" 5	5.26	5.20	5.23	5.43	5.56	5.50	5.33	5.00	5.17	5.30	5.10	5.20
" 6	5.77	5.67	5.72	5.96	5.63	5.77	6.10	6.10	6.10	6.20	6.20	6.20
" 7	6.40	6.23	6.32	6.99	6.97	6.98	6.93	6.47	6.70	6.90	6.50	6.70

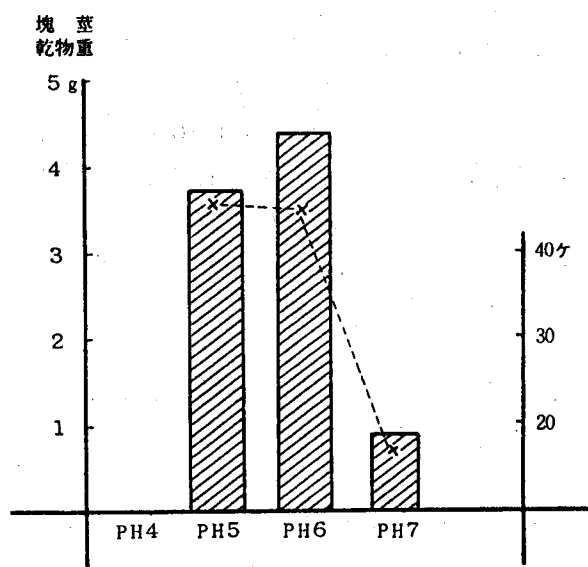
第9表 土壤PHとヒルムシロ生育状況

調査日 區別	6.20	6.30	7.15	7.30	8.10	8.19	地上部重量		塊茎(越冬芽)		
							生体重	乾物重	個体数	同左重量	乾物重
PH 4	10	15	10	5	—	—	—	—	—	—	—
" 5	30	40	45	60~70	90~100	90~100	61.4	7.2	46	16.1	3.9
" 6	35	40	45	60~70	90~100	100	59.9	6.0	45	21.4	4.5
" 7	30	35	45	65~70	90~100	80~90	30.3	2.9	18	4.9	1.1

註) 左欄は生育被度(%), 右欄はS41.10.14調査

PHは簡易土壤PH測定器によったが、第8表のように処理後の土壤PHはPHの高い区ほど、PHの変動が大きかったが、まづ所定の規定値に近い推移を示したため、PHの推移によるヒルムシロ生育の追求をなし得ることができた。これはポット栽培のため実際の圃場におけるPHの動きよりはむしろ規定値に近い動きを示したために思われる。

ヒルムシロの生育はPHの高低にかかわらず、発生は一樣であったが特に酸度の高いPH4区の生育が劣り、明らかにPH5~7区との生育差を生じた、そして6月下旬以降は葉色劣り著しく矮正化し、やがて枯死し代って雑草が繁茂する状態となった。PH5、6、7区は特に生育が変らなかったが8月下旬ごろからは、PH7区がやや生育が劣り始め、ヒルムシロ生育の好適PHは5~6のようである。10月に塊茎(越冬芽)を調査した結果でもPH6>PH5>PH7の順に形成されており、残存地上乾物重もPH5>PH6>PH7であり、第5図のようにPH5~6が繁殖に好適なPHであったことが分る。



第5図 ヒルムシロ生育状況

当初、ヒルムシロが本質的にアルカリ性に弱いであろうという推定の下に検討したが、予期に反し、逆に強酸性に弱いことが分った。これは特にヒルムシロに限らず、一般作物においても強酸性で生育が劣ることからヒルムシロに限った現象ではないかも知れないが酸度を高めることによって自然的防除法が成立つが、水稻生育も阻害されることが考えられ、かつ、圃場条件としては移植後、水地温の上昇により有機物の分解が高まり土壤Eh値低下とともに還元状態となることから、強酸性圃場は実際の適用場面では考えられない。

また、PHを高めることによって漸次、生育が劣ることは認められるが、適用場面としての水田土壤は5~6であり、消石灰

によりアルカリ度の向上は一時的であってもPH5~6に落ち着くこととなり、結局、消石灰施用効果は土壤PHとはあまり関係なく、むしろヒルムシロ表皮構造に作用する消石灰殺草機作が別途に考えられるべきものであろう。なお、副次的ではあるが、ヒルムシロの生育好適PHが5~6であることは水田土壤の大半がこの範囲であることからヒルムシロ繁殖の誘因ともな

っていることを知り得た。

6 ヒルムシロの開花

ヒルムシロの開花については中山³⁾、武田、高橋、山崎氏⁷⁾らの報告があり、ここでは主として開花着生位置を地上分枝状況との関係で観察した。

第10表のように開花した個体についてみるとほとんど完全葉6枚で開花しているが、かりに完全葉6枚に達しても個体生長が小さいと開花を行わず、次々と増殖ランナーをだすようである。

第10表 開花中のヒルムシロ生態事例
S40.7.5調査

番号	開花の状態	葉数(枚)	開花の位置
No. 1	つぼみ状態	完全葉6+不完全葉2	主茎
2	つぼみが葉身につつまれ展開せず	〃 6+ 〃 1	AIの1
3	穂状花	〃 6+ 〃 1	AIの2
4	穂状花	〃 6+ 〃 2	CIの1

開花着生位置は出葉の早い主茎およびA~Cの1に開花している。従ってある程度の生長量をもたらしたとき開花するようであるが、その関係は観察では明らかにできなかった。

地下部の塊茎は開花時においてかなりの貯蔵養分を消失しているが、完全に養分消失後開花という順序ではないようで、この関係はかなりの

註) 開花位置は第4図の記号による。

時期的なフレがあるものと考えられる。

7 地下部塊茎の時期別消長推移

以上は主として地上部形態についての調査であるが、塊茎により栄養繁殖を行なうヒルムシロの場合は、栄養源である塊茎貯蔵養分の消失状況(重量推移)が地上部生育との関連において重要なポイントであると考え、昭和40年、41年の2カ年にわたり次の調査を行った。

1/2000 aポットに前年採取したヒルムシロの塊茎を1ポット当り4個、地下10cmのところ埋没、入水した。供試土壌は洪積火山灰土壌、施肥量はポット当りN、P、K各1g、(41年のみP4g)、ヒルムシロ塊茎は重量0.5gのものを使用した。調査は時期別に掘取りを行ない塊茎の重量推移をみた。なお40年度は観察は別にアクリルルートボックス(片面透明プラスチック)に塊茎をおき、随時、地下茎の観察を行った。

2カ年間の調査結果は第11表のとおりである。

昭和40年の調査では7月上旬までは塊茎乾物重の直線的減少が認められ、その後、第6図にみられるように9月までは平行状態になり、塊茎形成は9月中旬から10月中旬にかけて行なわれた。

従って貯蔵養分の減少は地上部の生育増大とともに行われ、7月中~下旬までつづき、その後は停滞し、地上部の最大繁茂量到達とともに地下茎が新たに伸長して塊茎を形成し始める。地上部の生育が9月に最大となったが、これはヒルムシロの初期生育そのものが遅れたためであり、貯蔵養分減少期、あるいは地下茎伸長期の暦日変化については実際の圃場とは約半月のズレを生じていたようである。

これらを確認するため、昭和41年度も同様の調査を行ったが、ヒルムシロの生育は前年より旺盛で7月中旬にはポット全面に繁茂したため、前年と異なり地上乾物重の急激なる生育のヤマはなく、むしろ第6図に示されたように平均的な生育をたどった。

第11表

ヒルムシロ塊茎の時期別重量推移

昭和40年

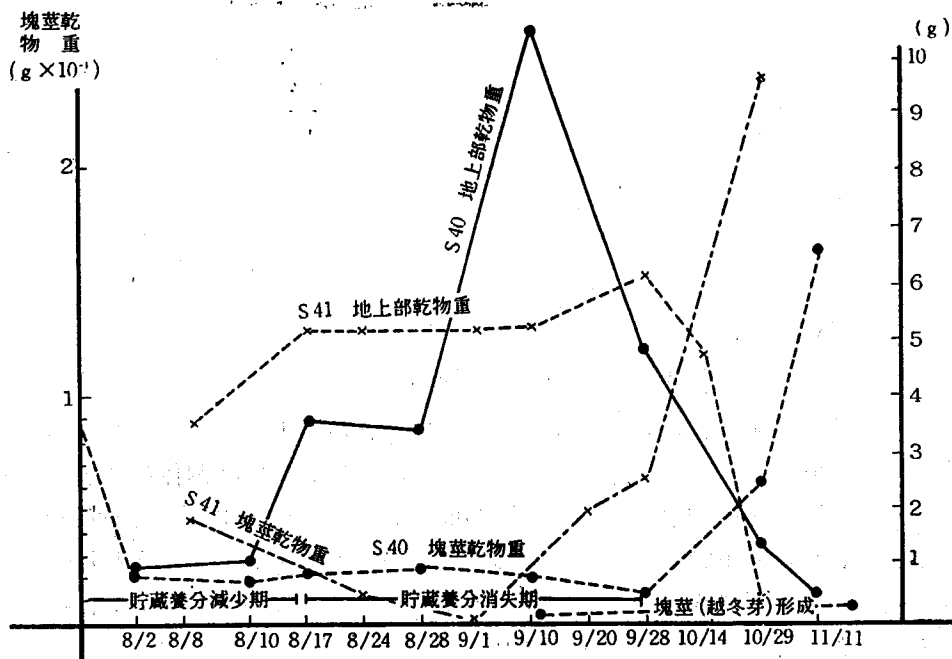
項目	調査時期		月日											
	6.20	6.25	6.30	7.7	7.16	7.26	8.2	8.10	8.17	8.28	9.11	9.28	10.28	11.11
地上部	0.7	0.9	1.1	1.2	3.2	2.8	7.9	9.3	30.6	29.7	67.5	24.4	13.9	5.3
茎葉重	0.09	0.12	0.12	0.22	0.47	0.40	0.94	1.15	3.60	3.36	10.66	4.84	1.40	0.50
地下部	0.44	0.40	0.28	0.28	0.31	0.25	0.29	0.26	0.22	0.21	0.20	0.14	0.25	0.41
塊茎重	0.057	0.040	0.024	0.024	0.019	0.016	0.021	0.018	0.023	0.025	0.021	0.014	0.067	0.169

昭和41年

項目	調査時期		月日										
	8.8	8.17	8.24	9.1	9.10	9.20	9.28	10.14	10.31	註)			
地上部	33.9	50.3	50.0	44.5	47.1	56.8	56.1	36.5	3.5	1) 調査は1ポット当3~4個体、数字は1個体当りである。			
茎葉重	3.59	5.20	5.17	5.14	5.17	5.47	6.14	4.88	0.42	2) 塊茎乾物重の測定は島津式 Meter 計(感度0.001g)による。			
地下部	0.27	—	0.05	0.02	—	0.23	0.26	0.45	0.51				
塊茎重	0.047	—	0.013	0.000	—	0.050	0.063	0.142	0.236				

第12表 ヒルムシロ塊茎形成状況（観察事項）

観察月日	観 察 事 項 (S41)	塊 茎 の 形 成 状 況	
		S 41	S 40
8月8日	地上部、完全に繁茂、生長（増殖）ランナーによる生長点の芽生認められる。 下降（地下茎）ランナーはみられない。 塊茎は未だ貯蔵養分の蓄積みられる。	地上部完全に繁茂	地上部完全に繁茂
8月17日	同 上 塊茎検出できず。		地下茎移行開始
8月24日	生長（増殖）ランナーによる生長点の芽生認められる。下降（地下茎）ランナーであるか生長ランナーかの判別がつかない。塊茎は貯蔵養分の消失したものであった。	地下茎移行開始	地下茎の移行
9月1日	下降ランナーが明らかにみられる。 （地下茎移行開始）		
9月10日	地上部、やや枯れ始める。 下降ランナーの頂点に芽生始める。（塊茎形成）ここで下降ランナーは実際には生長ランナーのように思われる。	塊茎形成認む	地下茎の肥大（塊茎形成）認む
9月20日	同 上 塊茎はランナーの先端に芽生、やや肥大	塊茎肥大	塊茎肥大
9月28日	塊茎、灰褐色となる。 地下茎の太さに比例して塊茎重量が大きいようである。		
10月14日	塊茎、完全に完成	塊茎完成	塊茎完成



第6図 ヒルムシロ時期別塊茎重量推移 (S40.41)

41年度の調査は主として塊茎貯蔵養分消失期から始まったが、初期生育の繁茂が早かったためか、前年より塊茎乾物重の減少は著しく（貯蔵養分の消失）、貯蔵養分減少期あるいは消失期の推定はほぼ2カ年の調査から推察できた。8月上～中旬はいわゆる消失期に当るが、地下茎の下降は歴日的にみても、前歴となる生育が異なるにもかかわらず、大体8月中旬であり、塊茎（越冬芽）形成始期も40年は9月11日、41年は9月10日に認められた。このことは前歴の如何にかかわらず、地下茎の移行、塊茎形成は年次的な関係がなく、時期的には大体一定しているものとみてよい。

従って、貯蔵養分の減少期は7月上～中旬、地下茎の移行開始は8月中～下旬、塊茎形成始期は9月上～中旬、塊茎形成期は9月中～10月上旬という推定は2カ年の調査をもって確認されたものとみてよいであろう。

なお、地下茎の移行（下降ランナー）ということは実は生長（増殖）ランナーと同一ではないかとの疑問にぶつかった。掘取り観察のさい、この二者の関係が明確でなく、同じようにみえるからである。これはヒルムシロを均一栽培するため、ポットあるいは柵栽培での調査が多いが制限されたスペースでの繁殖であり、実際にはランナーが水平に伸長すべきものが制約を受け、止むを得ず地中に下降するためかも知れず、この関連は不明であり今後の検討にまつところが大きい。

塊茎は通常、同一茎に1ヶ着生するが、まれに2ヶ着生するものもある。恐らく、栄養状態が良好な場合かと思われ、概して地下茎の太さに比例して塊茎重量が大きいようである。

8 前歴を異にする塊茎（越冬芽）形成状況

このような生態から考えるとヒルムシロ防除の重点は地上部を枯死させ、地下茎の伸長を押えることであり、地下茎が発生伸長する前に完全にたたいておくことが必要である。そのためには除草剤による防除適期は6月下旬、あるいは7月上旬まででもよいと考えられる。要する

に稲の生育を考え最も防除しやすい時期に完全に除草することである。この理由は第13表からも明らかである。

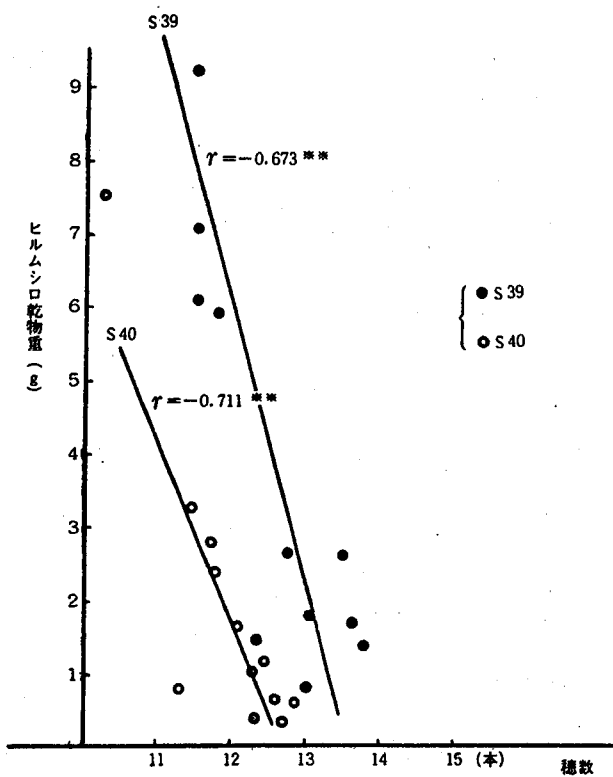
第13表 ヒルムシロ塊茎（越冬芽）形成事例 S40.10

調査個体	地上出現日 (月日)	塊茎重量 (g)	塊茎個体数 (個)	塊茎1個当り重量 (g)
No. 1	6.2	5.25	17	0.31
No. 2	7.20	5.41	20	0.27

註) いずれも1個当りの形成状況。 No. 2は手取り後再生したもの。

このように前歴を異にする、即ちかなりおそく発生し、地上生育量がまことに小さいヒルムシロであっても、正常な生育をとげているヒルムシロに比較して塊茎個体数（越冬芽形成個体数）はあまり変りない。その増殖率は実に17~20倍であり、29~94倍⁵⁾との報告もあるように驚異的なもので、かなり生育がおくれても塊茎は普通に形成するから、その防除も完全に地下茎の伸長ランナーまで殺さなければならない理由がわかる。この点について、除草剤処理後に発生した塊茎と無散布のものの塊茎1個当りの重量には差がなかったとの報告もある⁵⁾。

VI ヒルムシロの雑草害

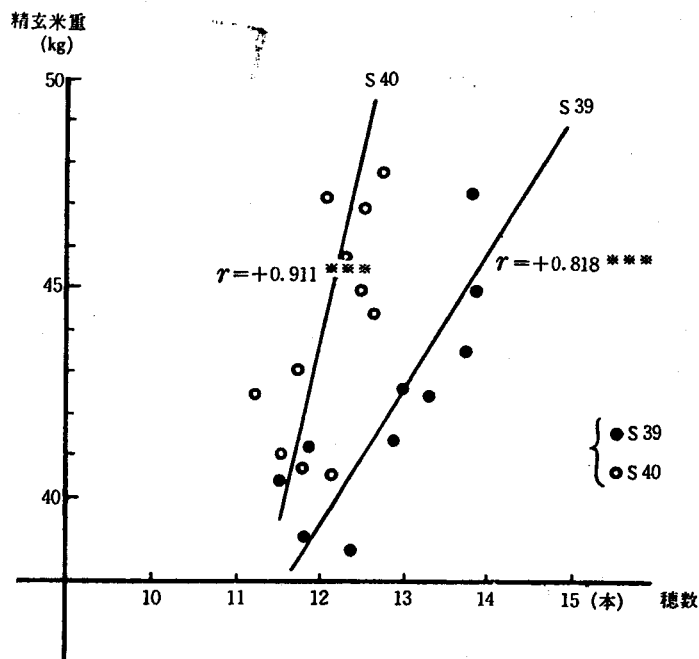


第7図 穂数とヒルムシロ乾物重

前述のごとく、ヒルムシロの繁殖率は極めて大きいものがあり、水面一面に繁茂し、水温の低下、肥料吸収阻害など水稻の生育、収量に及ぼす影響は大きい。

昭和39、40年の収量調査成績からみても、無除草区の収量は昭和39年85.6%、昭和40年69.4%と大巾に減収している。

この減収要因を収量構成要素との関係からみると、第7図のごとくヒルムシロ乾物量（残存量）と穂数は2カ年とも $r = -0.673^{***}$ 、 -0.711^{***} と負の相関がみられ、即ちヒルムシロ残存量が多いほど穂数減となる。また第8図のように穂数と精玄米重とは $r = +0.818^{***}$ 、 $+0.911^{***}$ と極めて高い正の相関があり、穂数が多いほど精玄米重も多い。供試品種が2カ年とも穂重型のフジミノリであることから穂数増が収量増となることは当然のことであるが、ヒルムシロ残存量小→穂数増→収量増となることは明瞭である。なお、ヒルムシロの繁殖によって



第8図 穂数と精玄米重

1 穂粒数の減少、籾/わら比率の低下などの傾向もみられる。

このように、ヒルムシロの雑草害は水稻生育、収量に大きな影響を及ぼし、特に減収は穂数減によることが大きい。本県水稻の収量構成要因上、穂数に依然する度合いが大きいので、ヒルムシロによる雑草害は無視できない問題である。そのためには完全に除草しなければ次年度の旺盛な繁殖により、収量に及ぼす影響は極めて大きいものがある。

Ⅶ ヒルムシロ防除試験

生態調査と併行して、除草剤による防除試験は昭和38年から実施したが、本試験遂行上、問題となったことはヒルムシロ発生が圃場全体に均一に出ることがなく、試験区の設定に困難であり、そのため実施場所も旧農試圃場或は紫波町の現地圃場と年次により試験場所が異なったことである。また、不均一な発生のため、除草剤処理前の発生被度により除草効果に対し修正値を用いている年次もある。

使用薬剤はPCP、A1114、NiP、アクアトルG、DBN等であるが、以下、主として有効であったPCP、A1114を中心に年次別に記述することにする。

1 PCP土壌混入、A1114使用試験

(昭38~昭41)

1) 昭和38年

- | | |
|---------|--------------------|
| a 圃場所在地 | 旧農試圃場(盛岡市本宮) |
| b 土壌条件 | 沖積植壤土、減水深1.5cm/day |
| c 供試品種 | トワダ |
| d 育苗 | 保温折衷苗代 |
| e 移植期 | 5月27日 |

f 供試条件

区番号	項目 使用薬剤名	使用量(a当) 成分量	処理時期	備考
1	手取り	—	7月10日	
2	PCP(粒)	100g	〃	処理後、中耕機で混入
3	〃	200	〃	〃
4	〃	300	〃	〃
5	A1114(粒)	10	〃	表層施用
6	〃	〃	〃	中耕機で混入
7	NIP(粒)	60	〃	表層施用
8	〃	〃	〃	中耕機で混入

第14表 雑草(ヒルムシロ)調査

区別	処理前ヒル ムシロ被度	ヒルムシロ発生量(8.5m ²)		修正発生量		右比率
		本数	生草重	本数	生草重	
手取り	80%	638本	796.0g	797.5本	995.0g	100.0%
PCP 1Kg混	80	477	995.0	596.2	1,243.8	125.0
〃 2Kg混	70	98	80.9	140.0	115.6	13.7
〃 3Kg混	65	52	44.7	80.0	68.8	6.9
A1114表	75	782	1,720.0	1,042.6	2,266.7	227.8
〃 混	80	572	1,072.0	715.0	1,340.0	134.7
NiP表	65	551	1,070.0	847.6	1,646.1	151.2
〃 混	60	241	359.8	401.7	599.7	60.3

第15表 出穂成熟期調査

区別	出穂			成熟期	成熟時		
	始	期	揃		稈長	穂長	穂数
手取り	8月4日	8月7日	8月10日	9月23日	83.4 ^{cm}	20.3 ^{cm}	9.5 ^本
PCP 1Kg混	4	8	11	23	84.0	20.8	9.5
〃 2Kg混	4	9	12	23	89.7	20.7	11.2
〃 3Kg混	4	9	12	23	86.9	20.9	11.4
A1114表	4	8	11	23	86.6	20.0	10.1
〃 混	5	8	11	23	86.9	21.3	11.8
NiP表	5	8	11	23	89.3	21.0	10.1
〃 混	4	8	11	23	89.1	20.8	11.4

第16表 稲 に対する 影 響

区 別	ヒルムシロに対する効果 (7/12)	稲に対する影響(7/24)	雑草雑存量 (7/24)
手 取 り		な し	45%
P C P 1 Kg 混	やや枯死 (小)	葉鞘一部薬害	20%
〃 2 Kg 混	かなり枯死 (中)	葉鞘一部薬害下葉やや枯死	2~5%
〃 3 Kg 混	地表面かなり枯死 (中~大)	葉鞘一部薬害 下葉枯死	1~3%
A 1 1 1 4 表	効果なし	な し	80%
〃 混	〃	な し	70%
N i P 表	やや枯死 (小)	葉鞘に一部薬害 (NiPと同程度)	40%
〃 混	〃 (小~中)	葉鞘に一部薬害	30% P C P 1 Kg混程度

第17表 収 量 調 査

区 別	a 当 (Kg)						
	藁 重	精 粃 重	屑 粃 重	籾摺歩合	精玄米重	屑 米 重	精 玄 米 重 比 率
手 取 り	39.3	49.8	0.6	81.0%	40.3	0.6	85.7%
P C P 1 Kg 混	44.1	58.5	1.2	80.4	47.0	1.0	100.0
〃 2 Kg 混	46.5	59.0	1.3	80.3	46.9	1.3	99.8
〃 3 Kg 混	47.1	61.7	2.0	80.3	49.5	1.3	105.3
A 1 1 1 4 表	46.5	58.1	1.0	80.5	46.8	0.9	99.6
〃 混	48.9	60.5	2.1	80.1	48.4	1.3	103.0
N i P 表	48.9	60.9	1.6	80.3	48.9	1.2	104.0
〃 混	50.7	65.6	1.5	80.4	52.7	1.2	112.1

g 試 験 結 果

P C P、A1114、N i Pの3葉剤を供試し、7月10日に表層散布、または土壌混入を行なった。

ヒルムシロに対する効果はP C P 2~3 Kg (成分量)の土壌混入区の効果が顕著であり散布後2~3日頃から地表面にういているヒルムシロが枯死し始め、一週間ぐらいで殆んど退治できるようである。その程度は3 Kg > 2 Kgであるがその差は少ない。A1114、N i PはN i P > A1114でいずれも混入区 > 表層区であるがP C Pほどの効果はなく、特にA1114は殆んど雑草効果がみられなかった。

稲に対する影響はA1114が全く影響はなかったがP C Pは一時的に下葉枯れ、葉鞘に葉斑を生じ、その程度は3 Kg > 2 Kg > 1 Kgと濃度が高いほど表れ、N i Pも表層、混入処理の如何を問わず、葉鞘に葉斑を生ずるがいずれも処理時期が有効分けつ期後であり、特に収量構成への影響はないようである。

初年度の試験でもありヒルムシロの生態がよく分らなかったため、処理時期が遅れたが、P

C P 2 Kg ~ 3 Kg 土壌混入処理の実用性はあるようである。

2) 昭和39年

前年度の結果にもとづき、ヒルムシロの発生が多い紫波郡紫波町星山に供試圃場を設定、前年の供試薬剤に加えて新薬剤アクアトールG、DBNを供試したが、ヒルムシロが優占雑草のため、稲の生育はやや不良であった。

- a 圃場所在地 紫波郡紫波町星山
- b 土壌条件 沖積植壤土 減水深 2 cm/day
理化学的性質

層 位	腐植含量	PH(KCl)	塩基置換容量
I 0~12cm	6.31	4.0	31.54
II 12~46cm	5.75	4.3	31.38

- c 供試品種 フジミノリ
- d 育 苗 保温折衷苗代
- e 移 植 期 5月21日
- f 供試条件

区 番 号	区 別	a 当使用量 (成分量)	処 理
1	アクアトールG (粒)	400g (製品量)	表層散布
2	"	500 (")	"
3	"	400 (")	散布後、中耕機で混入
4	"	500 (")	"
5	P C P (粒)	200	"
6	"	300	"
7	N i P (粒)	60	"
8	A 1 1 1 4 (粒)	15	"
9	D B N (水)	30	"
10	手 取 り	—	—
11	無 除 草	—	—

第18表 生 育 調 査

区 別	草 丈 (cm)			茎 数 (本)			出穂期 (月日)	成 熟 時			成熟期 (月日)
	散布前 (7/3)	散布後 (7/24)	増加 比率 (%)	散布前 (7/3)	散布後 (7/24)	増加 比率 (%)		稈長 cm	穂長 cm	穂数 本	
ア ク G 表 400	51.8	76.7	148.1	16.4	13.8	84.1	8.5	79.4	19.3	11.9	9.14
〃 表 500	52.3	73.6	140.7	17.8	14.6	82.0	6	81.8	19.2	12.3	〃
ア ク G 混 400	52.2	76.3	146.2	15.5	14.8	95.5	5	81.3	19.9	12.8	〃
〃 混 500	52.5	75.5	143.8	16.9	15.3	90.5	5	81.9	20.0	13.0	〃
P C P 混 200	51.4	74.5	144.9	16.6	15.5	93.4	5	80.2	21.1	13.7	〃
〃 混 300	53.8	77.3	143.7	17.0	14.9	87.6	5	82.1	19.7	13.1	〃
N i P	50.1	75.2	150.1	16.0	14.5	90.6	5	77.4	19.4	11.8	〃
A 1 1 1 4	48.8	71.7	146.9	18.4	15.6	84.5	5	81.8	19.4	13.8	〃
D B N	51.5	71.6	139.0	15.4	13.9	90.3	5	76.2	18.9	11.6	〃
手 取 り	53.6	76.1	142.0	17.5	16.1	92.0	6	83.7	19.3	13.7	〃
無 除 草	54.3	72.0	132.6	17.1	14.3	83.6	6	77.6	18.5	11.5	〃

第19表 収 量 調 査

区 別	a 当 (Kg)							
	総 重	わ ら 重	屑 粃 重	精 粃 重	粃 摺 歩 合	精 玄 米 重	標 準 対 比	玄 米 千 粒 重
ア ク G 表 400	97.5	42.9	1.2	50.3	81.3%	38.8	82.2%	22.4
〃 表 500	109.2	50.1	1.0	47.8	80.0	38.3	81.1	22.0
ア ク G 混 400	100.4	44.1	1.2	51.3	80.8	41.4	87.7	22.2
〃 混 500	103.4	44.1	1.7	53.2	80.2	42.7	90.5	22.0
P C P 混 200	105.5	44.1	1.5	53.3	81.1	43.3	91.7	22.2
〃 混 300	103.6	44.7	1.4	53.0	80.6	42.7	90.5	22.2
N i P	95.2	42.1	1.2	51.0	80.9	41.2	87.3	22.4
A 1 1 1 4	107.0	47.4	1.6	55.7	80.2	44.6	94.4	22.3
D B N	75.6	36.2	1.1	30.4	78.0	23.8	50.4	21.2
手 取 り	113.2	47.4	1.8	58.7	80.5	47.2	100.0	22.2
無 除 草	102.1	45.5	1.2	51.0	80.4	40.4	85.6	21.9

第20表 雑 草 調 査

7月24日調査

区 別	処理前ヒルムシロ被度(%)	ヒルムシロ発生量 (㎡当)			修正ヒルムシロ発生量			
		本 数	重 量	乾物重	本 数	重 量	乾物重	比 率
アクG 表400	82.5	62.3 ^本	62.0 ^g	7.19 ^g	51.4 ^本	51.2 ^g	5.93 ^g	87.1 [%]
〃 表500	78.5	18.5	16.4	1.89	14.5	12.9	1.48	21.7
アクG 混400	82.5	17.5	29.9	3.20	14.4	24.7	2.64	38.8
〃 混500	87.5	10.5	9.4	1.02	9.2	8.2	0.89	13.1
PCP 混200	87.5	23.5	17.4	1.87	20.6	15.2	1.64	24.1
〃 混300	87.5	15.0	18.3	2.16	13.1	16.0	1.89	27.8
NiP	92.5	102.0	88.1	10.23	94.5	86.5	9.46	138.9
A1114	90.0	14.5	21.1	1.71	13.1	19.0	1.54	22.6
DBN	82.5	76.5	79.2	7.24	63.1	65.3	5.97	87.7
手取り	82.5	39.5	29.8	3.19	32.6	24.6	2.63	38.6
無除草	62.5	113.0	98.5	10.89	70.6	61.6	6.81	100.0

g 試 験 結 果

7月7日に各除草剤を処理したが、稲に対する影響として散布後の草丈、茎数を約20日後に調査したが、アクアトルGの表層、混入で500g > 400g、PCPで300g > 200gと薬量の多いほどわづかであるが生育を抑制したようである。またアクアトルGでは混入より表層の方が茎数抑制の程度は強いようである。PCPは葉鞘部に褐色の葉斑を生じ、弱小分けつ、下葉の枯死がみられこの程度は3Kg区の方が大きいようにみられた。もっとも葉害のひどかったのはDBNで稲体が硬化し、全体として葉捲し、心枯れを起し草丈の抑制は外観的にもはっきりと表れた。A1114は粒剤を昨年より増量散布したが、葉害はみられなかった。

アクアトルGはPCPより遅効的であり、除草効果はみられるが表層よりは混入の効果は高い。しかも5Kg > 4Kgと高濃度ほど殺草力が出ている。

この点、PCPは速効的であり数日で水面上のヒルムシロの葉が赤褐変色する。アクアトルG混入区と同程度の殺草効果であるが、むしろ2Kg区の方がよい結果が出ており、処理効果にやや乱れを生じた。

A1114は昨年度10gで全く効果が出なかったが、15gを供試した結果、処理直後には全く殺草力が表れなかったのが7月下旬にヒルムシロが赤褐、枯死し始めた。これは25°C以上の日が連日つづいたためと思われる。

NiPは昨年同様全く除草効果なく、DBNは葉害の強い割に殺草力が低かった。

供試圃場は減水深2cmであったが、ヒルムシロのため稲の生育が処理前より乱れており収量も生育ムラが影響している。

3) 昭和40年

ヒルムシロを培養した農試圃場で実施したが、供試3年目でもあるので生態調査と併行しながら、ヒルムシロ防除体系確立のためPCP土壌混入の2回処理、A1114は福島、宮城農試の成績からみて表層散布を行った。しかし、ヒルムシロの発生が均一でなく、処理を延ばしたので使用時期は7月中旬となった。

- a 圃場所在地 旧農試圃場（盛岡市本宮）
 b 土壌条件 沖積植壤土 減水深3.0cm/day
 c 供試品種 フジミノリ
 d 育苗 保温折衷苗代
 e 移植期 5月22日
 f 供試条件

区 番 号	ヒ ル ム シ ロ 前 発 生	ヒ ル ム シ ロ 期 増 殖	ヒ ル ム シ ロ 期 増 殖 最 盛 期
1	PCP 2Kg (混入)	—	PCP 2Kg (混入)
2	PCP 1Kg (表層)	— PCP 2Kg (混入)	—
3	—	PCP 2Kg (混入) —	—
4	—	—	PAM 9Kg (混入)
5	—	—	PCP 2Kg (〃)
6	—	—	PCP 3Kg (〃)
7	—	—	A-1114 10g (〃)
8	—	—	〃 15g (〃)
9	—	—	ハイドロトール2Kg (〃)
10	—	—	4Kg (〃)
11	慣行除草		
12	無除草		
(参考)	PCP 1Kg (表層)	—	生石灰 10Kg

註) (1) PCP、A1114は成分量 PAM、ハイドロトールは製品量である。

(2) ヒルムシロ発生前のPCPは6月7日、ヒルムシロ増殖期の3区は6月20日、2区は7月5日
 処理、ヒルムシロ増殖最盛期の各薬剤は7月16日処理。

第21表 生 育 調 査

区 番 号	草 丈 (cm)			茎 数 (本)			有 効 茎 合 歩 合 (%)
	6/30	7/20	7/30	6/30	7/20	7/30	
1	47.4	68.2	76.2	11.8	14.6	13.3	85.6
2	47.1	65.2	72.4	13.1	14.3	13.0	86.0
3	45.6	67.6	77.0	11.9	13.8	12.9	91.3
4	45.5	66.4	74.7	13.1	14.5	13.3	87.6
5	46.6	67.4	75.9	13.4	13.7	12.7	95.3
6	47.6	67.8	74.8	12.6	13.1	12.3	85.5
7	47.7	66.8	74.9	13.5	13.6	12.8	86.8
8	48.1	65.6	72.5	14.0	14.4	13.3	82.6
9	47.6	67.9	75.1	12.9	13.5	12.7	85.9
10	49.8	69.3	75.2	14.0	14.1	13.8	87.2
11	48.3	67.5	74.6	13.4	14.6	13.7	85.6
12	46.3	64.9	71.2	12.2	12.0	11.4	93.4

第22表

区番号	出穂			成熟期	成熟時			倒伏
	始	期	揃		稈長	穂長	穂数	
1	月日 8.8	月日 8.10	月日 8.12	月日 9.22	cm 82.1	cm 18.5	本 12.5	なし
2	7	10	12	22	76.8	18.2	12.3	〃
3	8	10	12	22	80.8	19.4	12.6	〃
4	6	8	10	22	81.0	18.3	12.7	〃
5	6	8	11	22	78.2	18.3	12.1	〃
6	6	8	11	22	78.6	18.0	11.2	〃
7	6	8	10	22	78.3	18.1	11.8	〃
8	6	8	10	22	75.7	17.4	11.9	〃
9	6	8	10	22	77.5	18.2	11.6	〃
10	6	8	11	22	77.8	18.0	12.3	〃
11	7	8	11	22	80.0	17.5	12.5	〃
12	6	8	11	22	74.3	17.4	10.1	〃

第23表 収量調査

区番号	a 当 (Kg)					
	葉重	精粃重	屑粃重	収摺歩合	精玄米重	精玄米重率
1	52.8	57.4	0.7	82.9%	47.6	107.0%
2	51.1	55.2	0.5	83.0	45.8	102.9
3	52.8	57.6	0.7	82.9	47.8	107.4
4	52.8	53.3	0.5	82.8	44.1	99.1
5	54.1	56.8	0.5	82.8	47.0	105.6
6	48.5	51.0	0.4	82.8	42.2	94.8
7	48.9	51.3	0.5	82.8	42.5	95.5
8	48.3	49.3	0.4	82.6	40.7	91.5
9	51.5	49.4	0.4	82.6	40.8	91.7
10	48.9	48.6	0.4	82.8	40.2	90.3
11	53.1	53.7	0.4	82.9	44.5	100.0
12	41.4	37.6	0.4	82.3	30.9	69.4

第24表 雑 草 調 査

7月30日調査

区 番 号	処理時の雑草発生程度	除草効果の発現経過	ヒルムシロ残存量 (㎡当)			
			本 数 本	生重量 g	風乾重 g	同 比 左 率 %
1	ヒルムシロ発生始 ~盛期	接 触 的	7	7.1	0.6	7.8
2	“ 発生中期~盛期	“	5	4.1	0.4	5.2
3	“	“	2	1.3	0.2	2.6
4	発 生 盛 期	“	6	5.2	0.6	7.8
5	“	“	10	15.9	1.7	22.1
6	“	“	6	7.1	0.8	10.4
7	“	移 行 的	21	24.6	2.8	36.3
8	“	“	21	16.3	2.4	31.2
9	“	接 触 的	17	25.0	3.1	40.2
10	“	“	7	9.2	1.1	14.3
11	“	—	12	9.6	1.2	15.6
12	“	—	29	54.7	7.7	100.0

f 試 験 結 果

前年の発生量が多かった旧農試圃場を設定したが、PCP粒剤を田植後に散布したので優占雑草の大半はヒルムシロ、キカングサであった。苗の生育が悪かったので田植後の活着はおくれ、生育は不良ぎみで6月下旬より回復したが例年より茎数不足の傾向にあった。

草丈、茎数を特に初期PCP混入の1区並びに中期混入の2及び3区についてみると、草丈の推移は特に変りないが混入時期の早いほど、即ち1及び3区の茎数がやや抑制されたがその後、回復し穂数としてはむしろ慣行区を上回っている。これらの区はいずれも各処理のあと、PCPによる肥効のあとぎきが見られ、葉色も濃く区間差が明らかであった。

4~10区は7月16日に各薬剤を処理したが、特に薬害もみられず、生育に対する影響はみられなかった。

各処理区における収量を精玄米重でみると標準慣行区に比べ増収しているのは、1、2、3、4区でいずれもPCP混入区であり、前述のようにPCPの混入によって肥効のあとぎきが見られ、結果的には有効茎歩合を高め、穂数増となったことが秋の登熟良化とあいまって増収要因となったものと思われる。

ヒルムシロに対する除草効果は最も効果的であったのは早めにPCP 2 Kgを6月中に混入した3区であり、次いで7月上旬にPCP混入の2区であり、PCP 2回混入の1区も除草効果が高い。このことはヒルムシロが地上に発生したとき、その繁茂を早期に押し、再発生のを再び押えたことがよかったもので、同じPCP 2~3 Kg混入の5及び6区はかなりの接触的效果はあるが、処理時期がヒルムシロ発生盛期の7月中旬であったため、残存するヒルムシロがあり、要するにヒルムシロの防除は1回処理では完全除草が困難であり、PCPの多数回散布により常に発生を押えてゆく方法が確実であろう。

散布後の下葉枯は2 Kg散布、混入であれば特に稲の生育に対する影響は考えられない。従っ

て移植後、PCP表層施用（一般雑草対象）—PCP土壌混入（ヒルムシロ発生中期の6月中～下旬）—PCP土壌混入（再発生のヒルムシロ、7月上～中旬）のヒルムシロ除草体系が好ましい。

この場合、最後の処理は前回の処理でヒルムシロの発生がみられないときは省略してよいし或る程度、ヒルムシロ圃場発生の推移をみながら処理してよいものと思われる。なお副次的ではあるがこの体系ではマツバイ、キカングサ、コナギ等の雑草に対しても効果的である。

A1114は処理時期が7月中旬となったためか、薬害は全くみられなかったが、その効果は前年と異なり殺草力が低かった。本年は処理後が低温に経過したためかと思われるが、本年を含めた過去3カ年の成績では年次によるフレが大きく、恐らく温度に対する作用性から来るものと思われる。しかし、8月に入って、雑草調査後の観察ではかなり枯死しており、これは8月に入ってからの高温によるものであり、作用力は $15g > 10g$ と処理量の多いほど除草効果が高かった。これらからみてA1114は極めて遅効的かつ持続効果の長い作用性をもつことを知り得た。

4) 昭和41年

PCP土壌混入処理についてはほぼ確認し得たので本年度は主としてA1114について検討を行った。処理時期をヒルムシロ発生期（早期6月下旬）と増殖最盛期（普通期7月上旬）の2回にそれぞれ7.5～20g（a当分量）の薬量で供試した。

- a 圃場所在地 旧農試圃場（盛岡市本宮）
- b 土壌条件 沖積植壤土 減水深2.0cm/day
- c 供試品種 フジミノリ
- d 育苗 ビニール畑苗代
- e 移植期 5月19日
- f 供試圃場の理化学的性質

層位	腐植含量 (%)	P H		塩基置換容量 (me)	最大容水量 (%)
		H ₂ O	KCl		
I 0~12cm	5.21	6.2	5.4	29.4	99.1
II 12~46	3.31	7.0	5.8	30.3	100.0

g 供試条件

区	分量g/a	処理時期	散布法	備考
A1114 早期	7.5	6月21日	手まき	
" "	10	"	"	
" 普通期	7.5	7月6日	"	
" "	10	"	"	
" "	15	"	"	
" "	20	"	"	
P C P	200	6月21日 7月6日	"	2回使用 土壌混入
標準除草	—	—	—	6月13日、7月6日手取
無除草	—	—	—	

。試験操作 ヒルムシロ増殖期は6月21日、増殖最盛期は7月6日としての処理である。

第25表 生 育 調 査

区 名	項 目	処 理 時 の 生 育 程 度	葉 害 の 程 度	草 丈		茎 数		出穂期	成 熟 時		
				7/6	8/2	7/6	8/2		稈長	穂長	穂数
A1114	7.5 早期	・稲 7~8ℓ	なし	cm 58.5	cm 86.2	本 17.9	本 15.1	月日 8.11	cm 83.2	cm 18.5	本 12.0
"	10 "	"	"	57.7	87.2	15.8	14.5	11	87.0	19.4	12.6
"	7.5 普通期	稲 11ℓ	"	57.7	85.8	17.9	16.1	11	85.9	19.3	13.9
"	10 "	"	"	56.3	87.4	18.3	16.5	11	85.1	19.6	13.3
"	15 "	"	"	54.8	84.0	17.2	15.1	11	83.0	18.8	12.9
"	20 "	"	"	56.0	83.2	15.9	13.5	11	83.8	19.3	11.9
P	C P	稲 7~8ℓ	葉鞘部に葉斑	57.8	86.7	15.4	14.6	12	85.9	20.2	13.5
標 準 除 草		—	—	57.7	89.1	19.8	17.7	11	88.2	20.0	14.9
無 除 草		—	—	56.5	85.9	15.4	15.1	11	86.3	19.3	13.1

第26表 収 量 調 査

区 名	a 当 (Kg)					
	葉 重	屑 粳 重	精 粳 重	粳 摺 歩 合	精 玄 米 重	同 左 比 率
A1114 早期 7.5	60.6	0.3	52.4	82.0%	43.0	92.9%
" 10	55.8	0.2	51.0	82.3	42.0	90.7
A1114 普通期 7.5	60.0	0.5	52.8	82.2	43.4	93.7
" 10	59.1	0.2	53.9	81.9	44.1	95.2
" 15	59.1	0.2	51.9	82.3	42.7	92.2
" 20	58.2	0.2	51.0	82.2	41.9	90.5
P C P	61.2	0.2	56.5	82.0	46.3	100.0
標 準 除 草	60.9	0.2	56.5	82.0	46.3	100.0
無 除 草	58.0	0.3	48.4	81.9	39.6	85.5

第27表 雑 草 調 査

区 名	項 目	処理時の雑 草生育程度	除草効果の 発現経過	ヒルムシロ除草効果		
				生 体 重	乾 物 重	同左比率
A1114	7.5 早期	ヒルムシロ 3ℓ	移 行 的	12.9 ^g	1.43 ^g	9.6 [%]
〃	10 〃	〃	〃	5.7	0.28	1.9
〃	7.5 普通期	〃 5~6ℓ	〃	4.3	0.57	3.8
〃	10 〃	〃	〃	5.7	1.00	6.7
〃	15 〃	〃	〃	10.0	1.28	8.7
〃	20 〃	〃	〃	4.3	0.54	3.8
P C P		〃 3ℓ	接 触 的	0.0	0.0	0.0
標 準 除 草		—	—	4.3	0.57	3.8
無 除 草		—	—	109.3	14.9	100.0

h 試 験 結 果

生育に対する影響として草丈、茎数の推移をみると A1114 の供試量の多い区、即ち 15 及び 20g 区、P C P 混入区がやや茎数の抑制があったが薬害は特にみられず、出穂も P C P 混入区が 1 日程度おくれたにとどまった。

これは例年同様、やや生育が旺盛であったためであり、その後の成熟に及ぼす影響はみられなかった。しかし成熟時の穂数は A1114 の早期 7.5、10g 区、普通期の 15、20g 区で標準区に比べ、やや劣っている。これは A1114 の殺草効果がおそく、有効分けつ期間中における若干の雑草害が影響したものと考えられる。

また、穂数と収量との間には正の相関がみられ、A1114 の各区は標準区に比べ、いずれも 90~95% の範囲で減収しており、本県においては A1114 の使用は低温時の殺草力との関連もあるが、処理時期は早目に、使用量も 10g を限度に行う必要があると思われる。

殺草効果は早期、普通期とも a 当 7.5~20g で極めて遅効的ではあるが、除草効果が高く特に薬量差もみられなかった。しかし、早期処理は普通期処理に比べて温度条件の関係か、殺草効果のでかたがおそかった。

従って、A1114 のヒルムシロに対する殺草効果は a 当使用量 10g の範囲で実用化できることは確証できたが、その使用条件としてはかなりの地域的制約も考えねばならない。

2 A1114 による殺草反応試験

圃場試験の結果、A1114 は極めて遅効的であることを知ったので、その殺草反応を観察するため、1/2000 a ポットにヒルムシロ塊茎を埋没、培養の後、下記による処理を行い、A1114 の殺草程度を観察した。土壌は洪積火山灰壤土、ヒルムシロの発生はポット全面に繁茂した。

a 供試条件

区名	成分量 g/a	処理時期	散布法	備考
A 1 1 1 4	7.5	8月8日 8月17日	手まき	処理時期はそれぞれ1回だけである。
"	10	" "	"	
"	15	" "	"	
P C P	200	" "	"	土壌混入
無処理	—	—	—	

第28表 殺草反応の時期的経過

(イ) 8月8日処理

区名	殺草被度 (効果)					
	8月9日	8. 11	8. 16	8. 21	9. 1	9. 10
A 1 1 1 4 7.5	0%	10	50	70	85	100
" 10	0	25	60	80	90	100
" 15	0	8	45	60	90	100
P C P	90	100	100	100	100	100
無処理	—	—	—	—	—	—

(ロ) 8月17日処理

区名	殺草被度 (効果)				
	8月19日	8. 21	9. 1	9. 10	9. 15
A 1 1 1 4 7.5	0%	25	80	90	100
" 10	0	30	85	95	100
" 15	0	35	85	95	100
P C P	90	100	100	100	100
無処理	—	—	—	—	—

第29表 観察調査

区名	8月9日	8. 11	8. 16	8. 21	9. 1	9. 15
A 1114 7.5	変化なし	やや葉色あわく、赤褐色のヒルムシロ出始める。	葉色あわく、ヒルムシロの枯死目立つ。	赤褐色、腐敗し始める。薬量差がみえ始める。	大半が枯死	水面がすみ、ヒルムシロ完全に消失
" 10						
" 15						
P C P	ヒルムシロ大半が枯死	生存ヒルムシロ1枚、残りは全く枯死	—	再生の弱小ヒルムシロがみえ始める。	—	—

註) 上記は8月8日処理のものであるが、8月17日処理も略同様である。

第30表 塊茎調査(ポット当)

区名			地上部 生体重	地上部 乾物重	塊茎 個体数	塊茎 生体重	塊茎 乾物重	備考
8 月 8 日 処 理	A1114	7.5	0.03 ^g	0.01 ^g	— ^ヶ	— ^g	— ^g	P C P区は地上部には 全くみられないが土壤 中に腐植、残存してい る量である。
	"	10	—	—	—	—	—	
	"	15	—	—	—	—	—	
	P C P		14.76	2.46	—	—	—	
	無 処 理		122.80	18.65	51	5.60	1.48	
8 月 17 日 処 理	A1114	7.5	—	—	—	—	—	
	"	10	—	—	—	—	—	
	"	15	—	—	—	—	—	
	P C P		25.04	5.43	—	—	—	
	無 処 理		131.41	23.82	46	7.13	2.12	
	A1114	7.5	5.50	1.46	16	0.60	0.19	漏水条件
	"	10	5.30	1.09	24	1.25	0.42	日減水深 約 7~10cm

b 試験結果

A1114の殺草反応経過を知るため、ポット試験を実施したが、その結果、A1114の効果は高く完全なる殺草力を期待できるが、P C P土壤混入のような接触型の作用性でなく、処理後約1週間~10日でその作用力が明らかになり、P C Pのような速効性でなく遅効性である。Hill反応による同化阻害のためか、一時葉色があわくなり、次いで赤褐色に枯死してゆくがジワジワと効いてゆく作用性をもっている。薬量間の差もなくa当7.5~10g(成分)の使用量で充分と思われるが第30表のごとく漏水条件下ではその作用力が低下する。また、温度条件としては高温ほど殺草力が高くなるようであり、したがって高温、無漏水条件下では本剤のヒルムシロに対する殺草力は極めて高いが、一般ほ場を対象にした場合、その地域適応性については制約をうけよう。

3 ヒルムシロ防除試験の総括(昭和38~41年)

以上、昭和38~41年の試験結果からみてP C P土壤混入処理は累年の成績がよく、東北農試の研究報告¹⁾からみても実用性が高い。しかし、3Kgでは薬害の懸念があり、2Kgで除草体系としての使用がより確実であることが分った。これはつねに発生したら直ちにたたくことと完全防除をねらいとしており、移植後P C Pの2回処理(発生量によって適宜、処理回数が増減がある)でよい。

A1114は累年の成績に年次差がみられるが、特に殺草力の高くなかった38、40年を検討してみると雑草調査時期が14~15日目と早い時期に行っている。しかし、41年の殺草反応試験では8月の最も温度条件の高い時期の処理でさえ、処理後10日で殺草効果60~70%、20日で90%と極めて遅効的であることから、調査時期が早かったことが考えられ、調査後のヒルムシロ殺草

効果の高まっていることを観察している。

温度条件は過去3カ年とも、高温時に経過した方が除草効果が高まっているため、温度に対する反応は大きく、推定ではあるが22~25°C（日平均気温）で急激に殺草力が高まるようである。また、透水条件としては漏水の多いときは効果は減少する。このような点からA1114の実用性は高いがその効果を高めるためには地域適応性の制約をうけるようである。

VIII ま と め

岩手県下におけるヒルムシロ発生面積は約5,800haもあり、さらに今後も増大の可能性もあるため、普及指導関係機関より強くその対策が要望されていた。

そのため、昭和38年より研究に着手し、完全ではないが、一応、研究成果としての対策を解明し得たのでこの要約をすれば次のごとくである。

ヒルムシロは古来より「畑にジシバリ、田にヒルムシロ」といわれるほど防除困難な宿根性雑草で、その分布は全県下に及び、特に湿田がかった地帯に多く、発生盛期としては6月第5~6半旬が多いようである。

その生態は多年生雑草のため、塊茎による繁殖であり、一年生雑草のような種子発芽抑制というわけにはいかず、地下茎までを根絶しなければならない。生態の概要としては、

- (1) 塊茎の重量分布は個体変異が大きい、0.3~0.6gの出現率が高い。しかし発生条件と塊茎重量との関係は少ない。
- (2) 塊茎形成と前年の生育形態をみると生殖生長個体（開花）と栄養生長個体（未開花）では後者の塊茎形成数が大きい。
- (3) ヒルムシロの地上初発生は土壤水分、温度が高いほど早く、発生形態として地下茎は第3~4茎までで、主として第4茎より地上展開葉を生じその葉数は6~8葉である。増殖ランナーの出現は主茎、第1、第2分枝茎の生長秩序がみられ、一定の規則性を有するようである。
- (4) ヒルムシロの好適土壌PHは5~6であることは水田土壌の大半がこの範囲であることからヒルムシロ繁殖の誘因ともなっている。
- (5) 地下塊茎貯蔵養分の消失は地上生育量の増大とともに行われ、最大繁茂量到達とともに地下茎が新たに伸長、塊茎（越冬芽）を形成する。この塊茎貯蔵養分減少期は7月上~中旬、地下茎の移行開始は8月中~下旬、塊茎形成始期は9月上~中旬、塊茎形成期は9月中旬~10月上旬という時期的把握を確認し得た。
- (6) 新たに塊茎形成に当たっての地上生育量の大小は形成される塊茎の量とは関係が浅いようである。

このような生態からヒルムシロ防除の重点は地上部を枯死させ、地下茎の伸長を押えることにあり、次年度の繁殖源である塊茎（越冬芽）を着生させないためにも、地下茎が発生、伸長する前に完全に防除することである。

防除薬剤としては累年の成績からPCP、A1114の2薬剤が有効であった。PCPは土壤混入処理法によって高い除草効果を期待し得るが、前述の生態からみて完全防除をなすためにはヒルムシロ除草体系としての移植後、PCP表層施用（一般雑草対象）~PCP土壤混入（ヒルムシロ発生中期）~PCP土壤混入（再発生のヒルムシロ）の使用法が確実な防除法の

ようである。

A1114は与えられた理想条件、即ち透水性小、温度条件のよい地帯での効果は高いが、地帯条件というより個々の圃場条件によって異なって来るところに問題が残ってくる。

しかし、PCP土壌混入処理に比べ、経済的には安くつくので、作用性を把握しての使用であれば魅力ある薬剤である。

県下を地域的にみた場合、PCP土壌混入は全県下に適用されるが、県北、高冷地の不良環境地帯では生育抑制、県南地帯では2 Kg (10 a 当分量)の使用は場所によっては薬害を生ずる恐れがある。これをカバーするものとしてA1114は透水性小、温度条件にめぐまれている県南地帯での適応性は大きい。

しかし、県北地帯の低温、漏水過多地帯ではその適用には制約をうける、したがってA1114は県中～南部地帯を中心に水持ちのよい水田に使用されよう。しかも、その作用性は遅効的であるので、薬液を流亡させないで、十分に吸収させるよう管理面での注意が必要である。

本研究を整理するに当たって残された問題点としては次のことがあげられよう。

基盤整備のなされていない地帯、即ち県北地帯に多いが、気象環境不良条件、過漏水条件ではこれらの防除法適用が困難であり、稲の生育を第1義的に考えたとき、その使用には制約をうけることである。

次に多年生雑草なるが故に、前述のような基本的防除法は確立されたとはいえ、実際の普及現場では画一的な使用では新たな問題を生ずる可能性もある。一年生雑草では画一的防除でもよいが、多年生雑草ではその生態に変異が大きく、生態把握と個々の作用性をよく理解した上での使用法でなければならず、農家が確実に使用できるのには多少、時間がかかるものと思われる。

附 記

本研究の遂行に当っては、東北農試木根淵部長、高橋室長、県農試旧種芸部の米沢、宮部、田中、藤原技師、現技術部の藤川部長、高野、上野技師の諸氏には指導助言を頂き、調査に当たった下記の研究生諸君には衷心より謝意を表したい。

昭和39年度

谷 地	貢	谷 村	久 悦
鷹 木	登	細 川	徳 男

昭和40年度

大 宮	惇 幸	小 林	和 行
横 欠	賢 一		

昭和41年度

葛 尾	和 寛	照 井	孝 男
藤 井	勇 一	菊 池	久 蔵

また、現地試験の実施に当って御協力を頂いた紫波農業改良普及所並びに担当農家の諸氏に厚く御礼申し上げたい。

なお、本研究は昭和41年4月、第5回日本雑草防除研究会において報告したものである。

参 考 文 献

- 1) 高橋鴻七郎：PCPによるヒルムシロの防除法、PCP協議会資料 No.6, 1~4 (1961)
- 2) 東北農試農業技術部：ヒルムシロの発生調査成績(謄写刷) 1~4 (1964)
- 3) 中山治彦：ヒルムシロの開花習性、農及園 38(3), 560 (1963)
- 4) 金沢俊光：直播栽培における雑草害について—ヒルムシロの激発—、雑草研究 3, 88~90 (1964)
- 5) 武田昭七・高橋周寿・山崎慎一：ヒルムシロの生態と防除、農及園 40(12), 1933~1934 (1964)
- 6) 中川恭二郎：多年生雑草の個性態、雑草研究 4, 47 (1965)
- 7) 武田昭七・高橋周寿・山崎慎一：ヒルムシロに関する2、3の研究、雑草研究 4, 53~57 (1965)
- 8) 升尾洋一郎・齊善友：ヒルムシロの生態 第II報 越冬芽の形成生育について、北農 33(2), 24~23 (1965)
- 9) 岩手県農業試験場：水稻除草剤試験成績書(謄写刷), 47~55 (1965)
- 10) ゲザガード普及会、水田多年生雑草ヒルムシロの生態と防除について(東北地域) 45~47 (1966)