

北海道における水田多年生雑草ヒルムシロの 生態と防除に関する研究

第III報 水稲に対する雑草害とその機構 に関する研究

竹 川 昌 和†

ECOLOGICAL STUDIES ON *Potamogeton Distinctus*, A PERENNIAL WEED ON PADDY FIELD IN HOKKAIDO

III. Analytical Studies on the Weed Damage of Rice Plants by *P. Distinctus*

Masakazu TAKEKAWA

ヒルムシロ多量区の水稲は、乾物重・茎数・草丈がともに抑制され、収量構成要素が小さく、乾物生産効率と根への分配効率も低く、減収した。窒素吸収は生育全般にわたって、リン酸吸収は生育前期に、加里吸収は生育の進むほど、それぞれ抑制され、窒素とリン酸の場合は、含有率の低下も影響した。雑草害の要因は、土壤中の窒素とリン酸に対する水稲とヒルムシロの競争である。ヒルムシロ繁茂に伴う水地温低下は二次的要因である。

I 緒 言

水田多年生雑草ヒルムシロの防除法を確立する上の方向性については前報に述べたが、荒井・千坂²⁾も「耕地雑草を防除するということは……作物雑草の競争において作物を優位にたたせることにほかならない」ことを強調し、川延¹⁾も同様に述べている。この意味において雑草害の本質とその具体的な関係を明らかにすることは、水稲栽培における雑草防除のための重要な基礎的研究課題である。水稲栽培におけるこの方面の体系立てられた研究は、荒井・川島¹⁾・笠原¹⁾・千坂²⁾の報告や、乾田直播栽培における渡部³⁾、太田⁴⁾の報告があるが、ヒルムシロを対象とした研究は、金沢¹⁾の報告のほかは比較的少ない。

前第I報²⁾の北海道内における実態調査から、水稲生育に対するヒルムシロの影響は著しく、その発生水田の水稲の平均減収率は、約 23 kg/10 a

と推察された。このような雑草害は、第II報²⁾においてその概要が明らかにされたヒルムシロの発生生態から考えると、ある程度推察されるが本質的ではない。したがって、筆者は1964年の予備調査にもとづき、1965年に水稲栽培におけるヒルムシロの雑草害を生理生態的に考究し、水稲とヒルムシロの競争機構について検討を試みた。

一般に指摘されている雑草害の主な要因は1)2)3)7)10)10)20)28)、①養分・水分・光などに関する作物と雑草の競争、②水温・地温などの環境変化、③作物害虫の媒体としての雑草による間接的な作物生育のそ害などであるが、本報では前二者についての相対的な関係、ならびに1964年の予備調査によって主要因として推定された養分吸収の面における競争機構について検討を試みたので、その概要を報告する。なお本報は1965年の調査結果の報告である。

† 上川農業試験場

なお本研究の実施に当たり終止懇切なるご指導とご鞭撻を賜った上川農業試験場長島崎佳郎博士なおびに同土壌肥料科長小田切弘一博士に対して深く感謝の意を表す。また試験の実施にご協力をいただいた前同水稲栽培科長木戸賢治氏ならびに同科員・松田充成氏に厚く感謝の意を表す。

II 方 法

除草の程度を人為的に変えることにより、雑草多量区、同中量区、同少量区および完全除草区を

設定し、各区における水稲とヒルムシロの競争過程をみた。ただし雑草多量区は無除草とし、同中量区は PCP 86 g/a (成分量) を、同少量区は A-1114 7.5 g/a (成分量) を、完全除草区は A-1114 1.5 g/a (成分量) を 6 月 22 日処理した。1965 年 6 月 3 日に水稲品種「シオカリ」(4 月 26 日苗代播種) を 33 cm × 1.5 cm, m² 当たり 20 株, 1 株 2 本植えに移植し, a 当たり施肥量は窒素 0.8 kg, 磷酸 0.8 kg, 加里 0.6 kg, 堆肥 75 kg を基肥とし, 5 月 29 日に本田入水を行ない, 1 区 20 m² 2 反復

Table 1 Cover degree and dry weight of *P. Distinctus* under various conditions of weeds

	Amount of weeds	June	July				Aug.	Oct.
		17	2	7	14	23	10	15
Cover degree (%)	High	20	30	40	50	90	90	
	Medium	15	15	30	40	50	50	
	Low	15	15	25	25	30	30	
	Non-Weed	15	5	5	5	0	0	
Dry wgt. per square meter (gr)	High			38.2	61.0	87.4	80.4	32.2
	Medium			36.2	47.4	46.4	44.1	32.1
	Low			20.1	27.1	21.4	14.2	13.4
	Non-Weed			12.6	3.2	0.0	0.0	1.3

Table 2 Nutrients absorption of *P. Distinctus* under various conditions of weeds

	Nutrients	Amount of weeds	July			Aug.	Oct.
			7	14	23	10	15
Percentage content (dry wgt. basis) (%)	N		2.09	1.98	1.65	1.55	1.40
	P ₂ O ₅		1.32	1.25	1.05	1.00	0.67
	K ₂ O		2.42	2.36	2.23	2.20	1.63
Amount of nutrients absorbed (gr/a)	N	High	79.8	122.8	144.2	124.6	45.1
		Medium	75.6	93.8	76.6	68.4	44.9
		Low	42.0	53.7	35.3	22.0	18.8
		Non-Weed	26.3	6.3	0.0	0.0	1.4
	P ₂ O ₅	High	50.4	77.6	91.8	80.4	21.6
		Medium	47.8	59.2	48.8	44.1	21.5
		Low	26.5	33.9	22.5	14.2	9.0
		Non-Weed	16.6	0.4	0.0	0.0	0.7
	K ₂ O	High	92.4	146.4	195.0	176.9	36.2
		Medium	87.6	111.8	103.4	97.0	36.0
		Low	48.6	64.0	47.7	31.2	21.8
		Non-Weed	30.5	7.6	0.0	0.0	1.6

で実施した。作物体などの無機成分分析は常法にしたがい、全窒素はセミマイクロケルダール法、磷酸は比色法、加里は炎光光度法により実施した。なお各区における雑草関係は、ヒルムシロ以外にほとんど発生しなかったので、ヒルムシロのみを対象として調査した。

III 結 果

ヒルムシロの生育状況に関し、被度調査と風乾重調査を Table 1 に示した。これによるとヒルムシロの地上部初発生は 6 月 14 日に認められ、その後、雑草多量区において急激に増加し、7 月 23 日にはほぼ全面を被覆するに至った。完全除草区は 6 月 17 日以後減少し、7 月 23 日に皆無となった。雑草中量区および同少量区はこれらの中間に位置しており、少量区が中量区をやや下まわり、各区とも目的とする条件をほぼ満たしているものと考えられる。なお 10 月 15 日の風乾重は形成籾茎重によって大半が占められている。一方、ヒルムシロ体内養分の含有率と各区におけるその吸収量をみると

(Table 2)、全窒素と加里の含有率は、北海道の一般的な水稲体内のそれらの含有率と比較すると、やや低く、磷酸含有率は、やや高いことが認められる。各区における養分吸収量の推移は、三要素とも風乾重の推移と同様の傾向を示している。

次に各区における生育・収量に関し、Table 3 に示した。これによると雑草量の多いほど、分けつ期から茎数が少なく、穂数は多量区において半減している。草丈は後期ほど差が大きく、稈長・穂長においても著しい差があり、出穂期は多量区のみ 2 日早い、ほかの区には差が認められなかった。すなわち、雑草多量区では著しい生育抑制が認められる。乾物重は幼穂形成期の前からすでに差が認められ、収穫期には 10~30% 減収を示し、玄米重に至っては対完全除草区比が 50~80% とその低下は著しく、穂数の減少程度とほぼ同様であった。雑草多量区の屑米重はきわめて高く、もみ/全重比は低い傾向を示した。また水稲の体内養分の含有率と吸収量をみると (Table 4)、全窒素含有率はいずれの生育時期についても差があり、雑草

Table 3 Amount of weeds and growth of rice plants

Amount of weeds	Number of tillers per hill			Plant height (cm)			Dry wgt. of top (gr/m ²)		
	June 23	July 3	July 12	June 23	July 3	July 12	July 7	July 12	Aug. 11
High	4.6	9.4	12.2	23.0	36.5	45.7	105	141	393
Medium	4.6	11.0	20.1	23.5	38.0	47.3	114	208	466
Low	4.6	11.3	21.6	24.1	39.3	48.8	143	226	538
Non-Weed	5.1	12.0	21.6	25.2	39.8	49.2	147	261	584

	Date of heading	Number of panicles per hill	Length of culm (cm)	Length of ear (cm)
High	Aug. 9	9.7	52.4	12.7
Medium	Aug. 11	17.3	62.8	14.1
Low	Aug. 11	18.2	67.1	15.0
Non-Weed	Aug. 11	18.7	72.5	15.0

	At harvesting stage (ton/ha)				Rate of grains to total of top (%) (B/A)
	Total wgt. of top (A)	Weight of un-husked grains (B)	Weight of husked grains	Weight of immature grains	
High	8.17	3.01	2.27	0.98	36.8
Medium	9.51	4.26	3.45	0.33	44.8
Low	10.81	4.40	3.60	0.41	40.7
Non-Weed	11.53	5.58	4.45	0.40	48.5

Table 4 Nutrients absorption of rice plants under various conditions of weeds

	Amount of weeds	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
		July 7	July 12	Aug. 11	July 7	July 12	Aug. 11	July 7	July 12	Aug. 11
Percentage content in top (dry wgt. basis)	High	2.22	1.92	1.06	0.77	0.67	0.61	3.01	2.84	2.20
	Medium	2.22	2.57	1.45	0.80	0.70	0.65	3.01	2.79	2.35
	Low	3.00	2.71	1.47	0.82	0.75	0.64	2.98	2.71	2.31
	Non-Weed	2.91	2.71	1.65	0.91	0.79	0.63	3.04	2.78	2.34
*Amount of nutrients absorbed in top (gr/m ²)	High	54.5	38.3	43.3	60.4	45.6	65.2	70.7	55.1	63.3
	Medium	59.9	75.7	70.7	67.9	70.9	82.3	76.7	79.9	80.1
	Low	100.0	86.6	82.1	87.3	82.5	92.9	95.4	84.3	90.9
	Non-Weed	4.28	7.07	9.64	1.34	2.06	3.68	4.47	7.26	13.67

*In this column, figures of Non-Weed plot show actual number, and these of other plots show the rate to Non-Weed.

Table 5 Water- and soil temperature under various conditions of weeds

Amount of weeds		9:00 a. m.				15:00 p. m.			
		June 23	July 4	July 14	July 23	June 23	July 4	July 14	July 23
Water temp.	High	-0.7*	-1.0	-1.4	-0.7	-1.2	-1.5	-1.3	-1.0
	Medium	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.8	-0.7	-0.5	-1.1
	Low	-0.1	-0.2	0.0	0.0	-0.3	-0.4	-0.1	-0.2
	Non-Weed	21.3	21.8	21.0	18.5	22.2	33.2	25.4	25.8
Soil temp.	High	-0.3	-0.4	-0.2	-0.3	-0.5	-0.9	-0.7	-0.6
	Medium	-0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.5	-0.2	-0.3	-0.1
	Low	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.3	-0.1	0.0
	Non-Weed	20.0	20.8	10.5	17.8	23.5	23.8	22.2	22.5

*Figures of Non-Weed plot show actual number, and these of other plots show the difference from Non-Weed.

量の多いほど低く、磷酸含有率は、生育前期において、同様に低くなる傾向を示し、加里含有率は、出穂期の多量区のみがやや低下したが、その他の時期には大差がなかった。一方、吸収量を見ると、全窒素は雑草量の多いほど少なく、対完全除草区比は生育が進むとともに低下する。磷酸と加里の場合も雑草量が多いほど減少したが、生育時期による差は小さい。

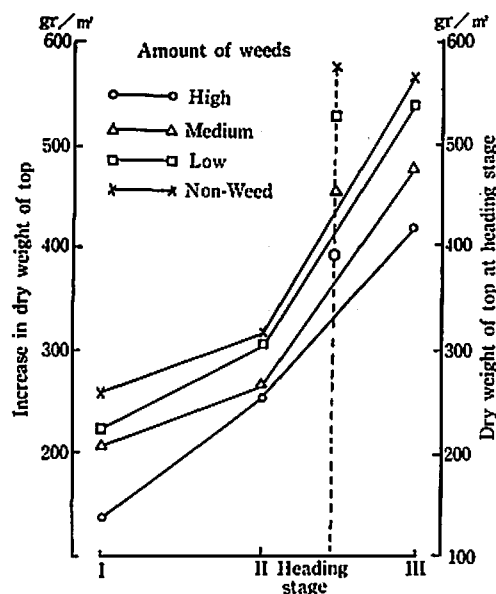
次にヒルムシロ繁茂に伴う水温・地温の変化を Table 5 に示した。これによると、雑草多量区において、水温が9時に、0.5~1.4℃、15時に0.9~1.5℃、地温が9時に0.1~0.4℃、15時に0.1~0.9℃の低下を示し、雑草量が多いほど低くなる傾向を示した。

IV 考 察

本試験にける雑草量の調節は薬剤処理により行なったため、水稲とヒルムシロの生育に多少その影響があることも配慮せねばならぬであろうが、各薬剤の水稲に対する薬害としての徴候が認められず、本処理が雑草の生育調節という面のみ作用していたと考えられるために、ここでは薬剤についての論議はしないこととする。

水稲の生育経過から雑草害の発現経過を推察すると、その徴候は分けつ抑制の面において顕著であり、生育の初期から認められ、これが直接穂数に反映したと考えられる。同時に乾物重増加の抑制も生育初期から認められ、出穂期の乾物重が登

Fig. 1 The increase in dry weight of rice plants



*This shows as follows

- I Transplanting~Forming of panicle
- II Forming of panicle~Heading
- III Heading~Harvesting

熟期における乾物生産を強く支配していることがうかがえる(Fig. 1)。結果的に雑草区の乾物重は完全除草区の70.8~93.7%、もみ/全重比も完全除草区の75.9~92.4%と低く、生産効率の低い生育を示した。

次にこのような水稻生育経過をもたらした要因について探索する。

ヒルムシロの繁茂に伴う水温・地温の低下については、金沢¹³⁾によると約0.5°C、本調査では1~2°C前後を測定した。したがってこの影響を無視することはできないが、穂数の半減や出穂乾物重の20~30%減少のような生育障害の主要因としてこれを考えることは困難であり、二次的な要因と思われる。またヒルムシロを媒体とする水稻害虫は本試験において観察されず、現在その報告も見当たらない。よって、本報における雑草害の主要因は、水稻とヒルムシロとの競争であると推察される。

荒井・川島¹⁴⁾は水稻と雑草(ノビエ・タマガヤツリ・コナギ・ヤカシグサ等)の競争機構の1つとして

光をとり上げ、報告しているが、ヒルムシロの場合はノビエのような立体構造を示す雑草と異なり、光に対しては競争関係というより、「すみわけ²⁰⁾」的な様相あるいは水稻の一方的優位関係である。また、酸素、炭酸ガスおよび地下部の構造的な生育領域については、ここで論議しない。

したがって、その競争は、水田における問題であるから、養分に対する競争であると推察される。

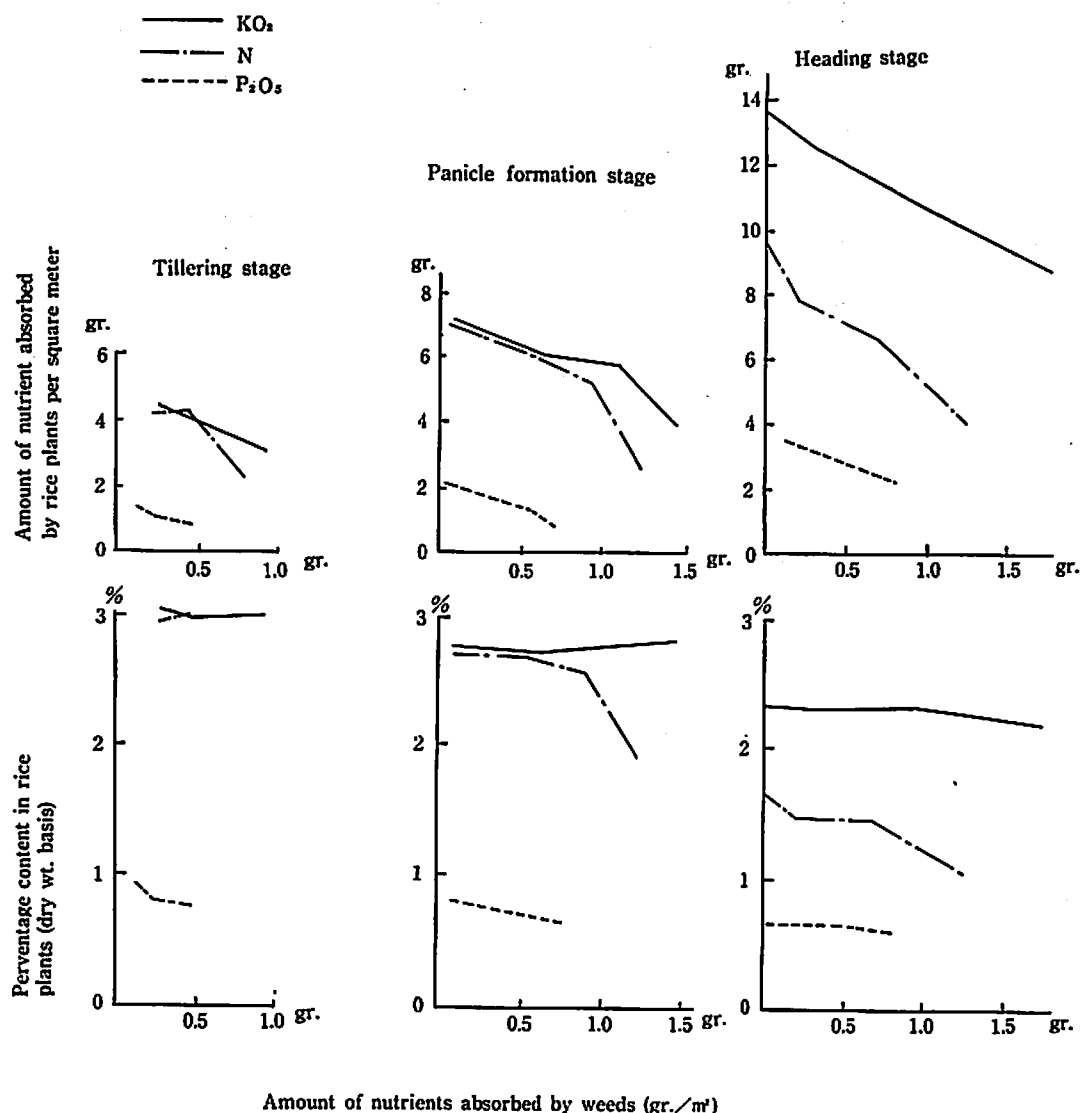
試験結果から、水稻の養分吸収量は雑草量の多いほど少ないことが認められた。このような雑草区における水稻の養分吸収量の減少は、いずれの場合も基本的に乾物重の減少の面にあらわれているが、窒素および生育前期のリン酸の場合は、養分含有率の低下にも影響している。すなわち、水稻およびヒルムシロの養分吸収量の間には Fig. 2 のように密接な関係があり、水稻の養分含有率も窒素と生育前期のリン酸の場合に、ヒルムシロの養分吸収量の影響を受けていると思われる。また加里の含有率の差は認められず、吸収量に大差があるのは、比較的多量の天然供給を受けている点を考慮すると、窒素やリン酸の不足による乾物重の減少に伴って現われたと考えるのが妥当であろう。荒井・川島¹⁴⁾は、競争機構の1つとして、作物と雑草の窒素吸収量および土壌中のアンモニア態窒素の推移から、窒素に対する競争について報告しているが、本試験の結果からも、このような競争関係が推定され、特に窒素、リン酸について著しいと思われる。

また、水稻体内のリン酸含有率の低下をまねく要因としては、前述のような水・地温の低下に伴う水稻根機能の低下²¹⁾およびヒルムシロのリン酸含有率が高く、水稻のそれを常に上まわっており、リン酸吸収に関するヒルムシロの優位性などが推定される²⁰⁾²⁵⁾。

一般に、水稻の栄養生理に関する諸研究を照合すると⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾、その体内リン酸含有率の低下によって、基本的な代謝過程が攪乱されるものと推察されるが、この面からの水稻の窒素含有率の低下の招来も考えられる。

以上のような水稻とヒルムシロの栄養生理的競争作用の結果、雑草区における水稻の生育障害と

Fig. 2 The relationship between amounts of nutrients absorbed by weeds and nutrients absorption by rice plants



収量の減少が生じたものと考えられる。

そこで、ヒルムシロの発生量の差に伴う水稻の生育収量を、荒井・川島りと同様の方法により、群落全体の生産関係、群落のなかでしめる水稻の相対的な関係および水稻の穂部への分配率の3要素に解析し、それぞれの推移とそれに関与する条件とについて検討を加えると次のようであった。すなわち Table 6 に示すように、群落全体の乾物生産は、水稻の分けつ期に多量区がやや低いほか

は同程度であるが、出穂期ころには明らかに差が認められ、雑草量の多い区ほど低い傾向が認められた。その後収穫期に至るまでは、雑草の生育は雑草量の少ないほど盛んに行なわれ、雑草区の乾物生産は標準対比で73.0~94.1%を示し、群落全体としての乾物生産に大きな差が認められた。

次に群落内で占める水稻乾物重の割合は、雑草量の多いほど低くなり、特に幼穂形成期ころの差が大きく、雑草区において77.1~90.3%の最低値

Table 6 Growth analysis on the community including rice plants and weeds

	Amount of weeds	Tillering stage	Panicle formation stage	Heading stage	Maturing stage
Total dry wgt. of community per square meter (gr)	High	89.4*	79.9	81.0	73.0
	Medium	93.8	96.9	87.3	84.5
	Low	101.9	95.8	94.5	94.1
	Non-Weed	16.0	26.0	58.4	116.3
Rate of rice plants to total dry wgt. of community (%)	High	79.9	77.1	83.1	97.1
	Medium	82.7	82.5	91.4	97.6
	Low	95.4	90.3	97.5	99.7
	Non-Weed	91.9	98.9	100.0	99.1
Rate of grains to total dry wgt. of rice plants (%)	High				75.9
	Medium				92.4
	Low				83.9
	Non-Weed				48.5

*Figures of Non-Weed plot show actual number, and these of other plots show the rate to Non-Weed.

を示した。幼穂形成期以後は、空間に伸びる、いわゆる立体的な態をもつ水稻が、田面を平面的には伏するヒルムシロに対して受光態勢の優位性を確保する結果もあり、その差が縮少し、収穫期の雑草区は97.1～99.7%を示した。また、水稻の穂部への分配率は変異が大きく、雑草区は75.9～92.4%を示した。

このような推移は、前述の水稻と雑草の生育相互関係、特に水稻の栄養生長期に、ヒルムシロによって、養分の収奪が行なわれた結果、水稻の乾物生産が抑制され、茎数穂数が減少し、穎花分化がそ害されて、構成要素がきわめて小さくなり、一方、生産効率と穂への分配効率の低下をまねいたために収量が著しく低下したという状態の端的な反映である。

そこで、窒素・磷酸などの追肥によるヒルムシロ雑草害軽減の可能性について次のように推定した。

幼穂形成期ころの群落内で占める水稻乾物重の割合が最低値となったのは、このころのヒルムシロの生育—養分吸収がおう盛である結果と考えられるために、追肥時期はより早いことが望ましい。しかし、ヒルムシロの根が土壌中の比較的表面に位置しており、追肥養分を吸収しやすいために、多量に施さなくてはならない。金沢¹³⁾の

報告で、7月27日の穂肥追肥による雑草害軽減が認められなかったのは、その時期が遅れたためと思われる。また、すでに構成要素が小さく、決まっているようなごく遅い時期の追肥の場合は、たとえ水稻の光合成能力が向上したとしても、収量の効果は微小であると思われる¹²⁾¹³⁾。

以上のように、早期多量追肥による雑草害軽減の可能性は考えられるが、これを毎年くり返すことは不利である。したがって、ヒルムシロの有効な防除法は、前報において述べたように、ヒルムシロの地上部、地下茎の除去あるいは枯死させること、ならびに鱗茎形成のそ止、および鱗茎を萌芽不能に至らしめることなどである。

なお、北海道におけるヒルムシロ地上部発生後の防除適期は、その雑草害が水稻生育の初期から現われ、幼穂形成期ころに甚だしい生理障害に至るため、ヒルムシロ発生後早い時期ほどよく、ヒルムシロの発生生態からみても鱗茎の養分消耗期が推定されたので、6月中旬～下旬が最適で、それより遅い場合は好ましくないと思われる。

摘 要

本報は水稻栽培における雑草害研究の一環として行なったもので、とくに水稻に対するヒルムシロ雑草害の内容およびその主要因として考えられ

た養分吸収についての水稻とヒルムシロの競争機構をとりあつた。1965年5月29日に入水したほ場に、水稻品種「シオカリ」を6月3日に移植し、6月14日に地上部初発生を見たヒルムシロを人為的に調節することによって、ヒルムシロ雑草量の異なる4つの区を設定し、その後の水稻とヒルムシロの競争過程を調査した。結果の概要は次のとおりである。

1. 各区におけるヒルムシロ雑草量は、目的とする条件をほぼ満たした。
2. 水稻の生育は雑草量の多いほど、分けつ期から茎数が少なく、雑草多量区の穂数は半減した。草丈などにも差があり、出穂期も多量区のみ2日早く、その生育は著しく抑制され、乾物重において大差がみられた。玄米重も20~50%減収し、穂数の減少程度と同数であった。
3. 水稻体内の窒素含有率および生育前期の磷酸含有率は、雑草量の多いほど低下し、また養分吸収量は三要素とも減少した。
4. ヒルムシロ繁茂による水温低下は0.5~1.4°C、地温低下は0.1~0.9°Cで、雑草量の多いほど低温であった。
5. ヒルムシロ雑草害の機構について考察し、水地温の低下は二次的なもので、主要因は養分吸収に関する水稻とヒルムシロの競争で、とくに窒素・磷酸に対して著しいと推察した。
6. このような水稻とヒルムシロの相互関係の結果としての水稻の生育障害と収量の減少を、群落全体の乾物生産、その中に占める水稻の割合および水稻の乾物生産効率の三要素に解析した結果、水稻に対する雑草害は栄養生長期の水稻への生理障害にもとづく乾物生産の低下と、それに続く登熟期の水稻乾物生産効率と根への分配効率の低下によるものと推定された。
7. 早期多量追肥による雑草害軽減の可能性は考えられたが、実用性に乏しい。
8. ヒルムシロ地上部発生後の防除適期は、雑草害発現経過と、ヒルムシロの発生生態から考えて、6月中旬~下旬であり、それ以後は好ましくない。

引用文献

- 1) 荒井正雄, 川島良一, 1956; 水稻栽培における雑草害の生態学的研究, 日作紀, 25, 2, 115~119。
- 2) ———, 1962; 除草の診断, 戸刈義次ほか編, 稲作診断法, 下, 農業技術協会, 3~17。
- 3) ———, 千坂英雄, 1963; 耕地雑草防除の生態学的基础, 沼田真ほか編, 生態学大系, 6, 応用生態学, 下, 古今書院, 135~157。
- 4) 馬場 赴, 1958; 水稻の胡麻葉枯病および秋落の発生機構に関する栄養生理的研究, 農技研報告, D7, 1~157。
- 5) BLACKMAN, G. E. and W. G. TEMPLEMAN, 1938; The nature of competition between cereal crops and annual weeds. Jour. Agr. Sci., 27, 2, 247~271。
- 6) 千坂英雄, 1966; 水稻と雑草の競争, 雑草研究, 5, 16~22。
- 7) CRAFTS, A. S. and W. W. ROBBINS, 1962; Weed Control. McGraw-Hill Books Co. Inc., 19~34。
- 8) 土井健二郎, 中島秀樹, 1966; ヒルムシロの発生生態に関する研究, 雑草研究, 5, 76~81。
- 9) 藤原彰夫, 大平幸次, 1959; 高等植物における磷の生理的機能に関する研究, 第1報, 土肥誌, 30, 4, 29, 162~170。
- 10) ———, ———, 1959; 高等植物における磷の生理的機能に関する研究, 第2報, 土肥誌, 30, 5, 41, 230~236。
- 11) ———ほか 1959; 高等植物における磷の生理的機能に関する研究, 第3報, 土肥誌, 30, 6, 47, 269~277。
- 12) 石塚喜明, 田中 明, 1963; 水稻の栄養生理, 養賢堂, 1~76。
- 13) 金沢俊光, 1964; 直播栽培における雑草害について, 雑草研究, 3, 88~90。
- 14) 笠原安夫, 1961; 作物と雑草との競争についての実験的研究, 農学研究, 48, 4, 199~206。同49, 1, 9~47。
- 15) 川延謙造, 1966; 農業生産における競争の意義, 雑草研究, 5, 10~15。
- 16) 川島良一, 1958; 雑草による作物の被害, 戸刈義次ほか編, 雑草防除の新技術, 富民協会, 38~45。
- 17) 松島省三, 1957; 水稻収量の成立と予察に関する研究, 農技研報告, A5, 1~271。
- 18) 村田吉男, 1961; 水稻の光合成とその栽培学的意義に関する研究, 農技研報告, D 9, 1~169。
- 19) 沼田 真, 1958-a; 生物の適応性・植物の場合, 芦田謙治ほか編, 現代生物学講座, 5, 生物と環境, 共立出版, 21~68。
- 20) ———, 1958-b; 植物共同体の類型一属性的構造, 沼田 真編, 生態学大系, 1, 植物生態学(1), 古今書院, 229~320。
- 21) 太田 孝ほか, 1963; 水稻乾田直播栽培における雑草による減収推定につて, 雑草研究, 2, 86~90。
- 22) 島崎佳郎・竹川昌和, 1968; 北海道における水田多年生雑草ヒルムシロの生態と防除に関する研究, 第1報, 道内におけるヒルムシロの地域的発生分布, 道農試集, 17, 47~54。

- 23) 高橋治助ほか, 1965; 作物の養分吸収に関する研究, 農技研報告, B4, 1~83。
- 24) 武田昭七ほか, 1965; ヒルムシロに関する 2, 3 の研究, 雑草研究, 4, 53~57。
- 25) 竹川昌和, 1968: 北海道における 水田多年生雑草ヒルムシロの生態と防除に関する研究, 第Ⅱ報 ヒルムシロの発生生態に関する研究, 道農試集, 17, 55~620。
- 26) VENGRIS, J. W. G. COLBY and M. DRANKE, 1955; Plant Nutrient Competition between Weed and Crop. Agr. Jour., 47, 5, 213~216。
- 27) 渡部忠世ほか, 1963; 乾田直播栽培における 除草時期と水稻の生育収量との関係, 雑草研究, 2, 81~85。
- 28) 山田岩男, 1953; 雑草の肥料吸収性について, 北農試彙報, 64, 67~86。

Summary

This report deals with weed damage, particularly with the competition between rice plants and weeds *P. Distinctus*, a perennial weed, on the absorption of nutrients in the paddy field. This experiment was carried out with four plots, in which the various amount of weeds whose top appeared early in June, were set up artificially late in June, after the seedlings of rice variety, Shiohari, were transplanted on June 3 in a paddy field irrigated late in May, 1965. The competition between the rice plants and weeds were investigated. The results obtained were summarized as follows:

1. The amount of weeds in each plot satisfied the object of this study.
2. The greater the amount of weeds, the fewer the number of tillers on the rice. In a plot with high amount of weeds, the number of panicles of rice decreased to half, and the stage of heading was earlier than in other plots. The differences of the total top dry weight of rice among plots were observed before the stage of forming panicles, and at the harvest time. It was observed that the dry weights of weeds-plots decreased about 10 to 30 percent compared with that of Non-weed-plot, and the yield of weeds-plots decreased about 20 to 50 percent. A similar tendency was seen on the number of panicles.
3. In the high amount of weeds-plot the nitrogen content in dry matter of rice plant decreased as well as the phosphate content at

early stage. The more the amount of weeds, the less the amount of the three nutrients that were absorbed.

4. A decline of water- and soil temperature were caused by the weeds spreading, and the extent of the former was 0.5 to 1.4°C, the latter 0.1 to 0.9°C.

5. According to the method of the damage by this weed, it was considered that the primary factor was the competition in the absorption of nutrients, particularly of nitrogen and phosphate. It was estimated that the decline of water- and soil temperature was a secondary factor.

6. The nutritional physiological competition between rice plants and this weed mentioned above results in the impediment in the growth of rice plants and the decrease in yield. However, the competition between rice plants and this weed was complicated, so we discussed weed damage of rice plants by analyzing it into three factors from synecological standpoint; that is, the total dry weight of the whole plants including rice plants and weeds per unit area, the ratio of rice plants to total dry weight of the whole plants, and the ratio of grains to dry weight of rice plants. As a result this weed damage of rice plants may be considered to be the physiological impediment of rice plants at the growth stage. It may be based on this impediment that the efficiency of the producing dry matter in rice plants and of the dividing with grains at the ripening stage decreased.

7. The possibilities of decreasing the weed damage by the early top dressing was seen, but this top dressing method was estimated to be not available.

8. Thus, the only effective control method for *P. Distinctus* which can be considered is the method of the early removal or killing and arresting forming bulbs. The appropriate period for control after the appearance of this weed would be from mid-June to late-June. Any other period would be undesirable, judging from the growth habit of this weed and the process of the weed damage to rice plants.