

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

竹 川 昌 和†

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

II. Ecological Studies on the Growth Habits of *P. Distinctus*

Masakazu TAKEKAWA

北海道におけるヒルムシロの生活環は、本田入水後6月上旬の鱗茎萌芽に引き続き、地下茎、地上茎、根、葉を形成し、6月中旬～7月上旬に、独立栄養に移行する。その後、おう盛な栄養生長を行ない、7月中旬～8月中旬に描苔、開花、結実を行ない、8月下旬～9月中旬に成熟期となる。9月上旬の落水期ころから鱗茎形成を開始し、地上部と地下茎の枯死する10月中旬ころに鱗茎の肥大は終わる。ヒルムシロ種子の発芽率は室内実験的では約2%である。鱗茎萌芽は高温ほど早く、分断処理の場合は頭部のみが萌芽する。

I 緒 言

ヒルムシロの防除法を確立する上に、除草剤を利用することが考えられるが、その場合の除草剤の選択、開発、効果的利用などを行なうためには、ヒルムシロの生理、形態、生態などについての知識の裏づけが要求される¹⁾。また、広義の防除体系としては、除草剤との組合わせにおいて、作物と雑草の生態に基礎をおく耕種操作による防除法や、機械利用による防除法についても検討しなくてはならない²⁾。そのためにもヒルムシロの生態を詳細に調査する必要がある。

ヒルムシロに関する植物学的な研究はかなり古くからあるが、おもに種子発芽に関するものが中心となっている^{5) 10) 14)}。最近では農業の場面から

稲作の雑草問題として注目されその生育、繁殖法などについて報告されている^{6) 8) 11) 12) 13) 15) 18)}。

本雑草の発生分布は、北海道^{11) 12)}、東北、北陸などの水田に認められている。北海道内においては、約12%の水田に発生が認められ、水稻の年間減収量も約4,000 tonと推定された。

CRAFTS and ROBBINS⁴⁾、笠原⁹⁾も、雑草のための作物減収、品質低下、除草作業の代価などの広義の雑草害は、農業上もっとも大きな損害の1つとして強調している。

永年にわたる試験にもかかわらず、本雑草の防除は容易でなく、有効な防除法の確立が望まれる。

本報告は水田多年生雑草ヒルムシロの生態的、化学的、機械的防除法確立の一環としてヒルムシロの生理、生態を把握するために、1965年、実際は場における調査および2、3の実験の結果の概

†上川農業試験場

要である。

なお、本研究の実施にあたり、終始、懇切なるご指導、ご助言をいただいた上川農業試験場長島崎佳郎博士、同土壤肥料科長小田切弘一博士、ならびに貴重なるご助言をいただいた北海道農業試験場星野達三博士に対して深く感謝の意を表する。また試験の実施にご協力をいただいた前上川農業試験場水稲栽培科長木戸賢治氏ならびに同科員松田充成氏に対し厚く謝意を表する。

Ⅱ 方 法

実験Ⅰ（ほ場における発生生態）：1965年5月21日（春耕前）に1m²の土壤を上層（0～10cm）、中層（10～15cm）、下層（15～20cm）の3層に分けて掘取り、その後10月15日まで、約10日目ごとに、0.1m²の土壤10点を深さ20cmまで掘取り、その土壤を水洗し、ヒルムシロの地上部と地下部を採取し、それを通風乾燥（80℃1昼夜）後試料とした。供試水田は、5月26日耕起、5月29日入水、6月2日水稲品種「シオカリ」を移植し、8月31日落水、9月30日収穫期となった。ヒルムシロの無機成分分析は常法に従い、全窒素はセミミクロケルダール法、リン酸は比色法、加里は淡光光度法、珪酸は重量法により実施した。なお、ヒルムシロの越冬および繁殖に対し、種子は鱗茎とともに関与しているが、発芽種子の生育は後述のようにきわめて遅々としているために、鱗茎をおもなる対象として調査を行なった。

実験Ⅱ（温度と鱗茎萌芽）：鱗茎萌芽に関する条件の究明を目的とし、温度条件と分割分断処理条件について検討した。供試材料は、1964年10月15日採取の鱗茎を水中に入れ、冬期間、地下室（2℃）に保存し、そのうち重量が同程度のものを1965年5月に使用した。高温区（気温26℃、水温24℃）中

温区（同22℃、17℃）低温区（同9℃、10℃）に鱗茎分割芽（数芽のものを1芽ずつに分けたもの）を設置し、その後の生育を調査した。また鱗茎分断芽（分割芽を頭部と尾部に切斷したもの）を高温区に設置し、その萌芽状況をみた。なお光条件はすべて暗黒とした。

実験Ⅲ（種子発芽）：種子発芽に関する条件の究明を目的に、1964年8月下旬採取の種子を地下室（2℃）で水中に保存し、約10か月後の1965年6月から室温の水中に放置し、随時灌水した。

Ⅲ 結果と考察

1. ほ場における発生生態

春耕前の5月21日における鱗茎の土壤中分布状態をTable 1に示した。これによると鱗茎の総重量、個体数、一個体当たり重量はともに下層ほど多く、深度15～20cmにおもに認められた。しかし、粘土や、鋤床層などの比較的硬い部分には認められなかった。升尾・佐藤¹¹⁾によると、越冬芽（鱗茎）の土壤中の深度は2.0～15.5cmで、約15cmの還元層より深く入っていないと述べている。土壤中の深度が本調査結果と多少異なるのは、土壤の理化学性のちがいによるためと思われる。

耕起前の鱗茎数、個体の大きさなどについての差異は前年秋季の鱗茎形成期における個体の生育量の大小、養分の多少および環境条件などのちがいによるものと推察される。升尾・斎¹²⁾は、ある時期の根茎頂端のほとんどすべてが、越冬芽（鱗茎）になることを認めている。土井・中島⁶⁾によると、開花個体は未開花個体に比較すると鱗茎形成量が著しく少なくまた遅く発生し、生育量の小さい場合と正常な生育量の場合の鱗茎形成量には大差がないと報告されている。

Table 1. The vertical distribution of bulbs *P. Distinctus* in the soil, before plowing (May 21 th, 1965)

Depth from soil surface	Number of individuals	Total fresh wt.	Total dry wt.	Dry wt. per individual	Water content of bulb
0—10cm	21	2.76gr.	0.76gr.	0.036gr.	74.5%
10—15	33	11.20	3.55	0.108	68.3
15—20	91	73.65	23.99	0.264	67.6

Fig. 1. Dry weight of organs of *Potamogeton Distinctus* at successive seasons in Hokkaido (1965)

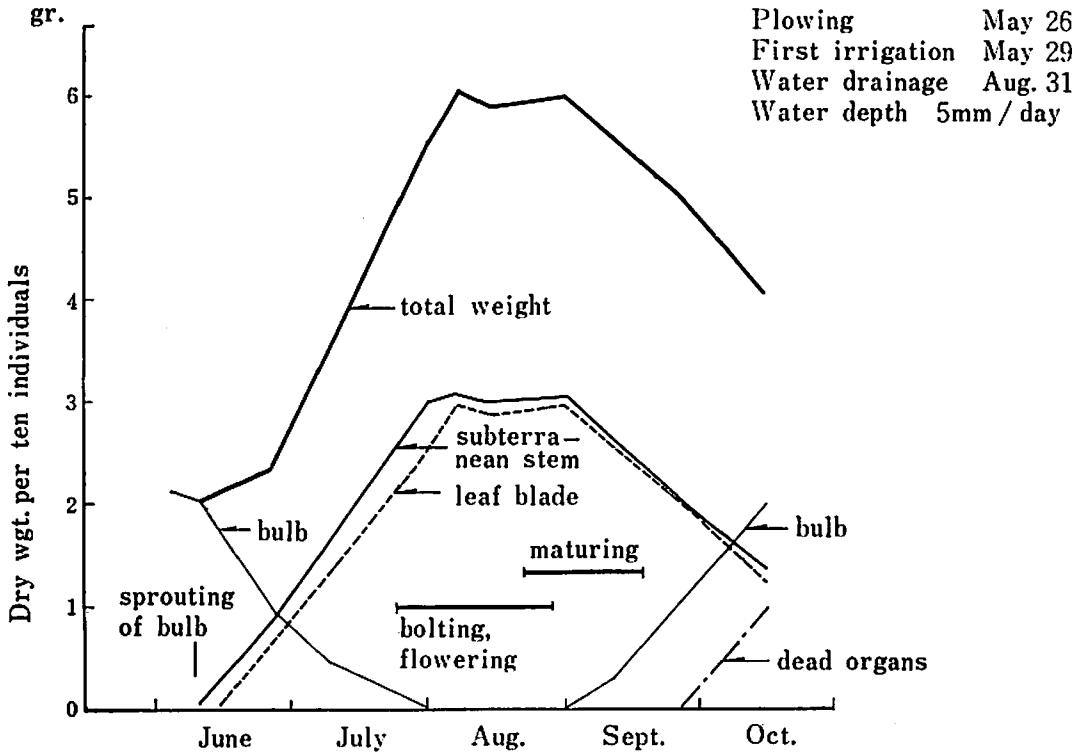


Fig. 2. Life cycle of *Potamogeton Distinctus* in Hokkaido

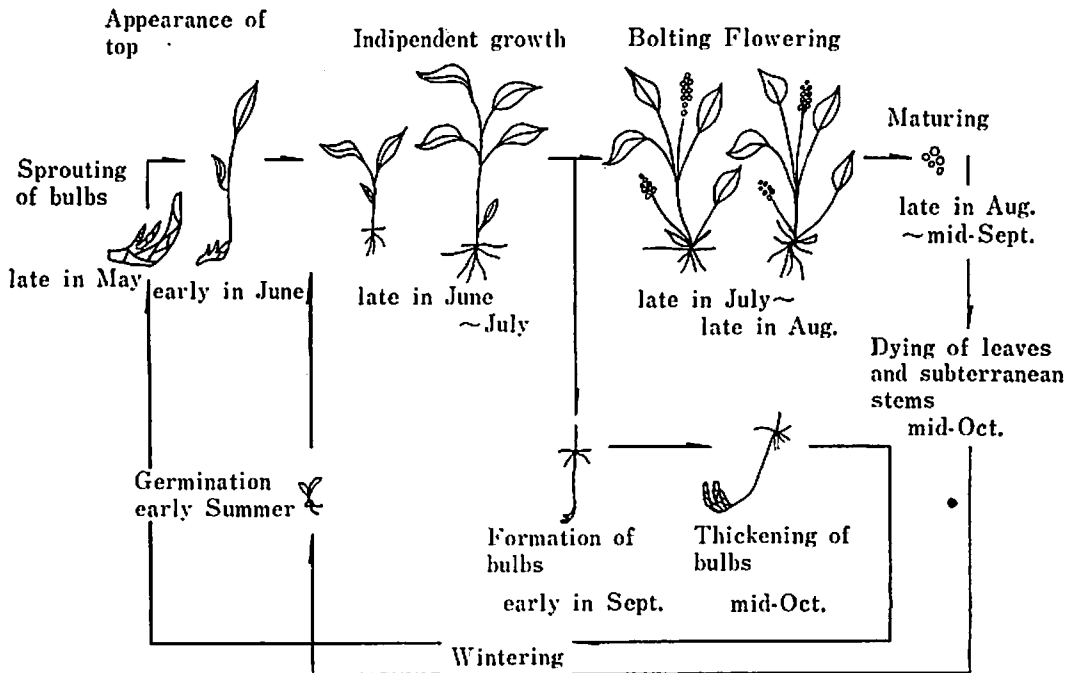
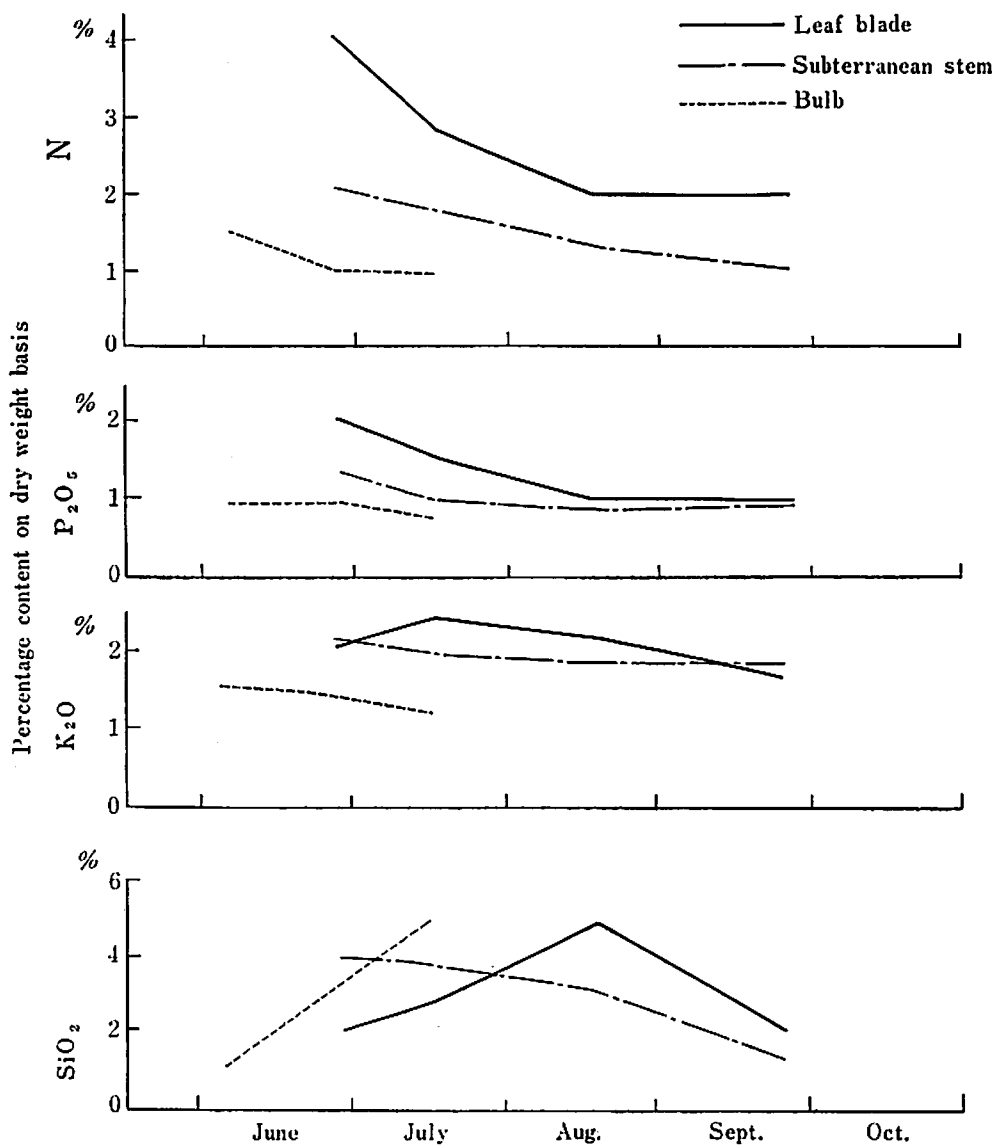


Fig. 3. Nutrients contents of organs of *P. Disinctus* at successive seasons

本調査におけるヒルムシロの各器官別乾物重の推移 (1m²当り140芽とし10芽当りに換算した値) を Fig. 1 に示した。これによると、ヒルムシロは本田耕起入水後、6月上旬の萌芽に引き続き、地下茎、地上茎を伸長すると同時に、発根、葉展開を行ないながら、6月中旬～7月上旬の鱗茎養分消耗期を経て、独立栄養に移行し、おう盛なる繁茂を行ない、総重量は急速に増加する。7月中旬に至り摘苔を始め、8月中旬まで続く。摘苔の数日

後に開花・結実し、8月下旬～9月中旬に成熟期に至る。9月上旬の落水期ころ、鱗茎形成を開始し、地上部と地下茎の枯死する10月中旬に鱗茎の肥大は終わる。以上のような生活環を略図に示すと Fig. 2 のようになる。

なお、青森県における調査⁹⁾ 結果を比較すると、本調査結果はその生育期節において20日ほど遅れている。これは、気候・土壌条件が異なるとともに、本田耕起入水期が30日ほど異なり、本調

Table 2. The effect of water temperature on the growth of bulbs (1965)

Water temperature	Increase in top length	On the 8th day from the treatment			Days after the treatment	
		Length of leaf blade	Length of subterranean stem	Number of leaves	Formation of root	Spreading of leaves
24°C	13.0cm/24hr	11.0cm	11.0cm	8	4	4
17	10.5	8.0	5.5	5	6	6
10	3.0	0.0	0.0	0	16	20

査の場合が遅いことなどが影響したものと思われる。

次にヒルムシロの生育に伴う体内無機成分含量の推移を Fig. 3 に示した。これによると、全窒素は生育全般を通じて各器官とも 1～2 % であるが、ただ展開直後の緑葉が一時的に 4 % 前後を示した。磷酸は 1 % 前後であるが、緑葉の初期において 2 % 前後を示した。珪酸は一樣でなかった。山田¹⁹⁾の調査に比較すると、磷酸の高含有率および初期緑葉の窒素含有率の高い傾向が認められ、ヒルムシロの特徴と考えられる。

2. 温度条件と鱗茎萌芽

各温度処理区における鱗茎の生育について Table 2 に示した。生育速度は高温区(水温 24°C)が 13.0mm/24h で非常に早く、中温区(水温 17°C)も 10.5mm/24h でやや早い、低温区(水温 10°C)は 3.0mm/24h で非常に遅かった。葉身長、茎長なども高温ほど長くなる傾向を示したが、処理後 10 日目ころから、高温区の葉身は褐色を示し凋落し

た。これはおう盛な生育にもかかわらず、光を受けることができなかったためと思われる。

鱗茎の生育速度は Fig. 4 に示すとおり処理温度と密接な関係にあって、温度が高まるほど促進することが認められる。なお、土井・中島⁶⁾は、入水期の異なる水田におけるヒルムシロ発生を観察した結果、入水日からその地上部初発生までの日数と、その間の気温との間に一定の関係のあることを見出し、気温の高いほど日数が短いと報告している。

このような鱗茎萌芽と温度の関係は、ほ場調査において鱗茎萌芽が認められた 6 月上旬の地温の推移 Fig. 5 をよく説明しているとともに、北海道

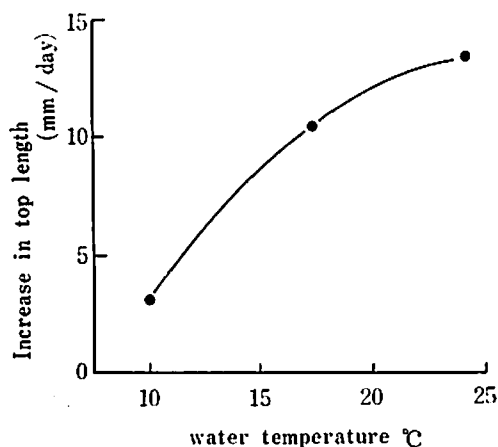
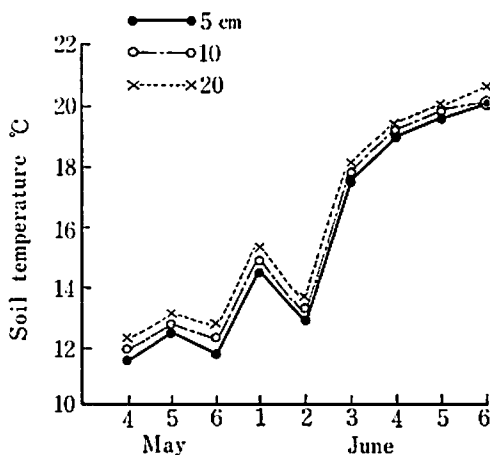
Fig. 4. Relation between the water temperature and the growth of bulb on *P. Distinctus*

Fig. 5. Soil temperature in paddy field (Kamikawa Agr. Exp. Station, 1965)



におけるヒルムシロの発生分布が、春先比較的気温の高い南部地域に多いことなどの理由の 1 つと考えられる。なお、前報において、ヒルムシロの発生が冷水地帯に比較的多く認められたが、その理由はほかにあるものと考えられる。

Table 3. The growth of head and bottom of cut bulbs (1965)

Part of bulb	Number of all bulbs	Number of sprouting bulbs	Number of not sprouting bulbs	Number of bulbs forming root	Number of bulbs forming leaf
Whole	20	20	0	20	20
Head	20	20	0	20	20
Bottom	20	0	20	1	0

Experimental conditions

Water temp. : 24°C, Period : V/28~VI/6, 1965

鱗茎分断処理とその萌芽の関係は Table 3 に示した。鱗茎頭部の生育は、正常な場合と同様に、萌芽し、発根、葉展開を示したが、尾部については、ほとんど認められなかった。したがって、鱗茎萌芽の生長点はその頭部にあるものと思われる。

3. 種子発芽

種子の発芽とその後の生育について Table 4 に示した。1965年9月15日に最初の発芽を認め、同年10月1日調査の結果、2%の発芽率を示した。

Table 4 The germination and the growth seeds of *P. Distinctus*, with pre-treatment*

The number of seeds	
Total examined	500
Germinated	10
Not germinated	490
Formed root	10
Formed leaf	9

* After the pre-treatment that the seeds were placed under 2°C for six months from December, 1965, they were replaced in the room temperature condition. Their germination could not be found until three months after replacing. The results were obtained four months after then.

その後、発芽種子は増加しなかった。この間の発芽種子の初期生育は比較的遅く、草丈が10mmを越えるものは認められなかった。山田²⁰⁾の報告によると、北海道の主要な雑草の種子を約30日間低温前処理(15°C以下)した結果、多くの雑草の種子発芽は促進され、発芽歩合も高まっている。ま

た、中山¹⁴⁾は、「水生植物の一般的傾向として、ヒルムシロ類の種子も、水中冷温(1~3°C)に保てば、1年後にすでにかかなり高い発芽率を示すが、乾燥すると2~3か月しか持たない。また、水中に入れてもこれを絶えず清浄に保って、微生物の繁殖を阻止するとなかなか発芽しないが、微生物の繁殖によって腐敗、酸酵が起きると発芽する。」と述べている。本調査においても、微生物について確認はないが、発芽が認められたのは、これらの要因が関係したと考えられる。ほ場においても同様に発芽すると考えるなら、繁殖の面における種子の役割りは、鱗茎に比較して決して小さいものではないと思われる。

IV 結 び

以上の実験結果から実際場面の問題点にふれると、水田作土の下層に主なる分布を示す鱗茎は、春耕により土壌が反転混和され、上層にも分布し、芽数の多いものがいくつかに分割され、また分断される。このようなほ場に入水され、日照による水地温の上昇に伴い、鱗茎は分断芽の尾部を除いて、ほとんどすべて生育するために、水田全面に繁茂するものと推察される。また、原⁷⁾はヒルムシロのランナーを上部より10~20cm摘み、切口を土中にさし込むと発根し、生育すると述べており除草機による分断散乱も、実際の水田においてはかなり影響するものと考えられる。

そのため、ヒルムシロの防除法としては、地上茎、地下茎をすべて枯死あるいは除去すること、ならびに鱗茎を萌芽不能に至らしめることが必要である。例えば、手取作業の場合に除去したヒル

ムシロを灌漑溝に流したり、水田土中に埋めることは、ヒルムシロの生育を一時的に抑制するが、その再生力は依然として保持しており、十分なる方法ではなく、少なくとも畦に上げて枯死させる必要がある。また、除草機の使用は、かえってヒルムシロの繁茂をおう盛にする場合もあるため、除草剤を組合わせて枯死させなくてはならない。

したがって、地上部から地下部に移行し、地下茎をも枯死させ、あるいは形成鱗茎を萌芽不能に至らしめるような作用性の除草剤の開発に対して期待が大きい。その場合の防除適期としては、雑草害の現われる前で、しかもヒルムシロ生育の不安定な鱗茎養分消耗期ころ(6月中旬～7月上旬)かあるいは越冬母体となる鱗茎の形成期(9月上旬ころ)が適当と考えられる。

また、鱗茎が一度乾燥すると、その後に温度・水分の最適条件を与えても萌芽しない。これは水生植物としてのヒルムシロにとって、乾燥状態が致命的な条件であることを示している。したがって、ブラウなどで秋耕を行ない、水田土壌を乾燥または凍結させる方法、また、荒井²⁾、高橋¹⁷⁾などが指摘しているような、一次的畑地輪換などの方法が、比較的有効な防除法になりうると考えられる。なお、水田裏作の行なわれている地方に、ほとんど発生しない理由の1つもここにあると思われる。

一方、種子も繁殖源となりうるということが実験的に確認され、ほ場調査の過程においても、種子からの発芽個体と思われるもの(種子から5～10mm前後のランナーを出し、5mm前後の緑葉を1～2葉持ち、実験的に得たものと類似している個体)を、数回観察した。これを放置することは、一般的なヒルムシロの生態的特性から考えると、水稻生育に対し障害を与える場合もあると思われるので、考慮しなくてはならないが、その初期生育が軟弱なことも観察している。したがって、防除法としても除草機あるいはPCP、MCPなどの除草剤を早期に処理すれば十分に効果があがると思われる。

V 摘 要

水田多年生雑草ヒルムシロの生態的・化学的・

機械的防除法確立の一環として、本雑草の生理、生態のは握を目的に、1965年5月29日本田入水、6月3日移植の実際ほ場における発生生態調査、および2、3の実験を試みた。その結果の要約は次のとおりである。

1. 春耕前の鱗茎の土壌中の層位別分布状態は、地表より約20cmまでの深さの作土にひろがり、下層ほど個体数が多く、1個体当たり重量も重い。

2. 当地方におけるヒルムシロの生活環は、本田入水後6月上旬の鱗茎萌芽に引き続き、ランナー・根・葉を形成し、6月中旬～7月上旬独立栄養に移行する。その後おう盛な栄養生長を行ない、7月中旬～8月中旬に描苔、開花、結実を行ない、8月下旬～9月中旬に成熟期となる。9月上旬の落水期ころから鱗茎形成を開始し、地上部とランナーの枯死する10月中旬ころに鱗茎の肥大が終わる。これは青森県の場合より20日ほど、埼玉県の場合より30日ほど遅い。

3. 本雑草の生育に伴う体内無機成分含有率は、ほかの雑草の場合と比較すると、窒素と加里については同様であるが、リン酸については高い傾向であった。

4. 鱗茎萌芽と温度の関係を、水温10、17、24℃の3条件について調査した結果、その萌芽は高温ほど早く、水温24℃で分断処理の影響をみた結果は、その頭部は萌芽したが、尾部はしなかった。

5. ヒルムシロ種子の発芽率は実験的に約2%であった。

6. 以上の結果から、ヒルムシロの適正な防除法について考察を行なった。

引用文献

- 1) ÅBERG, E. 1958; Problems, progress and organization of weed control in continental Europe. Weeds 6-3, 233-244.
- 2) 荒井正雄, 1956; 雑草防除, 戸部義次ほか編, 稲作講座3, 朝倉書店, 213-232.
- 3) ———, 1965; 雑草の個生態研究の意義, 雑草研究, 4, 1-10.

- 4) CRAFTS, A.S. and W. W. ROBBINS, 1962: Weed control, 19~34.
- 5) CROCKER, W.M. 1948; Growth of Plant. Boyce Thompson Inst. for Plant Research, 19~43.
- 6) 土井健治郎・中島秀樹, 1966; ヒルムシロの発生生態に関する2,3の研究, 雑草研究, 5, 76~81.
- 7) 原秀雄, 1940; 植物実験材料の採取と培養, 養賢堂, 322~324.
- 8) 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.
- 9) 笠原安夫, 1963; 雑草防除, 沼田真ほか編, 生態学大系, 6, 応用生態学(上) 104~135.
- 10) 牧野富太郎, 1963; 牧野新日本植物図鑑, 694.
- 11) 升尾洋一郎・佐藤博保, 1965; ヒルムシロの生態, 第1報, 越冬芽の伸長について, 北農, 32, 10, 8~11.
- 12) ———, 斎 善友, 1966; ヒルムシロの生態, 第2報, 越冬芽の形成生育について, 北農, 33, 2, 23~24.
- 13) 中川恭二郎, 1965; 多年生雑草の個生態, 雑草研究, 4, 42~48.
- 14) 中山 包, 1960; 発芽生理学, 内田老鶴園新社, 310~320.
- 15) 中山治彦・湯村悦子, 1963; ヒルムシロの開花習性, 農及園, 38, 3, 560.
- 16) 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, 北海道内におけるヒルムシロの地域的発生分布と発生条件, 道農試集報, 17, 47~54.
- 17) 高橋浩之, 1956; 水田輪作, 戸畑義次ほか編, 稲作の新機軸, 地球出版, 172; 200.
- 18) 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.
- 19) 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.
- 20) ———, 1954; 雑草種子の発芽におよぼす低温の影響について(予報), 北農試彙報, 67, 55~57.

Summary

As one of the series studying establishment of the ecological, chemical, and mechanical control methods for *P. Distinctus*, a perennial weed

on the paddy field, the ecology of this weed in a paddy field irrigated on May 29, 1965, where seedlings were transplanted on June 3, was studied, and several experiments were held. The results were summarized as follows:

1) Before spring plowing the bulbs of this weed in the soil are distributed in the surface soil less than 20 centi meters deep. Corresponding to the depth, the number of individual of bulbs in the soil and their dry weights per individual increase.

2) The life cycle of this weed in this study is that the bulbs sprout in early June after irrigation, and subterranean stems, roots and leaves are formed. After that this weed develops into independent growth during the period from late June to early July and then grows vigorously. The stages of bolting and flowering are from late July to mid-August, and the maturing stage is between late August to mid-September. The formation of bulbs begins at the time of water drainage, early September, and the bulbs stop thickening in mid-October, when subterranean stems and leaves die. Each stage of this life cycle in Hokkaido is about 20 days late compared with that in Aomori.

3) Percentage contents of nitrogen and potassium of this weed are as high as other weeds, but that of phosphate tends to be higher.

4) The results of experiments on the relation between bulb sprouting and temperatures, in 10, 17 and 24°C water temperature, are as follows: the higher the temperature, the faster the sprouting of the bulb. The head parts of cutting bulbs sprout in 24°C water temperature but the bottom parts do not.

5) The germinating rate of the seeds was observed to be about 2 percent experimentally.

7) From these results, control methods for this weed may be considered.