

福岡県農業総合試験場特別報告

第4号

湿生雑草チクゴスズメノヒエの 生態と防除に関する研究

平成元年3月

福岡県農業総合試験場

(福岡県筑紫野市吉木)

SPECIAL BULLETIN
OF
THE FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

NO. 4

Ecology and Control of Hairy Subspecies of *Paspalum distichum* L. "Chikugosuzumenohie" Growing in Creeks of Chikugo River in Kyusyu.

The Fukuoka Agricultural Research Center

Chikushino, Fukuoka 818 Japan

March 1989

湿生雑草チクゴスズメノヒエの 生態と防除に関する研究※

大隈光善

1989

※ 九州大学審査学位論文

序

筑後川下流域に分布するクリークは、従来から農業用排水路、貯水池あるいは生活用排水路などとして利用されてきたが、近年泥上げなどのクリークの管理が行われなくなったことや、クリークの富栄養化が進んでいることなどにより、競争力の強い大型の水生ないし湿生雑草が繁茂し、農業用排水路としての機能低下、水質汚濁及び居住環境の悪化等の問題を生じている。

チクゴスズメノヒエは、これらの強害草の中でも最も優占化しているイネ科の多年生雑草であり、キシウスズメノヒエに類似しているが、茎葉が大きく粗剛で、染色体数が異なるなどの特徴を持っている。現場からは本雑草の防除法の確立が強く望まれ、県議会でも何度か早急に解決すべき問題点として提起されてきた。

本研究は、これらの問題点を解決するために、この雑草の形態的特徴・生態的特徴を明らかにし、あわせて総合防除法等について検討したものであるが、本論文に示したような貴重な成果を得たので、ここに特別研究報告として公表することとした。これらの研究成果が単にチクゴスズメノヒエの防除にとどまらず、地域の環境保全と農業振興に寄与することを期待するものである。

なお、本報告は、福岡県農業総合試験場筑後分場において、1979～1981年の3か年間は総合助成（国庫補助）課題「農業用水路の雑草防除に関する研究」として、さらに1982～1984年は県単課題「基盤整備後の用排水路雑草の生態と防除に関する試験」として実施したものを1987～1988年に取りまとめたものである。

本研究の遂行と取りまとめにあたって、御指導、御助言を戴いた九州大学農学部教授松本重男博士、小林邦男博士、縣和一博士、佐賀大学農学部教授田中典幸博士、農林水産省九州農業試験場水田利用部長宮原益次博士に厚く御礼を申し上げますとともに、筑後分場職員の協力により、成果をあげることができたことを付記し、関係各位に深く感謝の意を表する。

平成元年 3 月 10 日

福岡県農業総合試験場長

原 田 拓 司

目 次

第1章 緒 論	1
第2章 生活史と形態的特徴及び生育特性	3
第1節 緒 言	3
第2節 生活史	3
第3節 形態的特徴	6
1. 外部形態	6
2. 内部形態	9
第4節 生育特性	11
1. 光合成速度	11
2. 環境要因を異にした場合の生育特性	12
(1) 土壤水分条件と生育	12
(2) 水質条件と生育	13
3. クリーク、休耕田及び水田での生育	14
(1) クリーク	15
(2) 休耕田	16
(3) 水田	16
第5節 摘 要	16
第3章 発生生態に関与する要因の解析	18
第1節 緒 言	18
第2節 越年茎の萌芽温度	18
1. 切断した越年茎の萌芽温度	18
2. 自然条件下での萌芽温度	18
第3節 越年茎及び当年茎の萌芽力	19
1. 生育ステージ、節位別の萌芽力	19
2. 茎の大小及び茎の切断部位別の萌芽力と初期生育	20
(1) 茎の大小と萌芽力及び初期生育	20
(2) 茎の折れ具合いと節の着生位置別の萌芽力及び初期生育	21
3. 土壤水分条件、埋没深度と萌芽力	21
第4節 越年茎及び当年茎の萌芽力、乾物率並びに炭水化物含量の推移	22
1. 萌芽力の推移	22
2. 乾物率の推移	23
3. 炭水化物含量の推移	24
第5節 ほふく茎の発根節位別の切断とその後の生育	24
第6節 摘 要	25
第4章 種子生産と種子繁殖の可能性	26
第1節 緒 言	26
第2節 種子形成と稔性	26
1. 種子生産	26

2. 種子稔性	27
(1) 稔実種子の形成	27
(2) 開花期間中の気象と稔性	27
第3節 種子の休眠と発芽	28
1. 種子の休眠と休眠覚醒	28
(1) 種子の休眠性	28
(2) 温度及び水分条件と休眠の覚醒	29
(3) 採取時期別の休眠の程度	29
2. クリーク水中に落下した種子の発芽率	30
3. 種子の発芽温度	30
第4節 実生個体の生育	31
1. 生育特性及び栄養繁殖個体との比較	31
2. 幼植物の形態的特徴	32
第5節 摘 要	32
第5章 発生程度とクリーク環境要因及び雑草害	34
第1節 緒 言	34
第2節 筑後川下流域のクリーク地帯での発生の実態	34
1. 筑後地方での発生面積	34
2. 水系別の発生状況	35
第3節 クリーク環境条件と本草の発生量との関係	35
1. クリークの構造との関係	35
2. 流れとの関係	36
3. 水質との関係	37
4. 作物やその他の雑草との関係	38
第4節 本草が繁茂した場合の主な雑草害	39
1. クリークの場合	39
2. 水田の場合	40
第5節 摘 要	41
第6章 草種間競合の利用とソウギョによる生物的防除法	43
第1節 緒 言	43
第2節 クリーク水面でのホテイアオイとの競合	43
第3節 クリーク法面での大豆、牧草及びその他の雑草との競合	45
第4節 ソウギョによる防除	46
1. ソウギョの草種別の摂取量	46
2. チクゴスズメノヒエ摂取量の季節別推移	47
3. 自然条件下での摂取状況	47
第5節 摘 要	49
第7章 法面への引き上げと除草剤による総合防除法	50
第1節 緒 言	50
第2節 法面への引き上げと再生	50
1. 時期別の水位と引き上げ労力	50

2. 引き上げ後休耕田での堆積とその後の対策	51
第3節 除草剤による防除	52
1. 除草剤の種類とその効果	52
(1) 春処理	52
(2) 秋処理	52
2. 除草剤の作用性	53
(1) 散布時期	54
(2) 除草剤の付着程度と移行性	54
(3) 散布濃度	56
第4節 法面への引き上げと除草剤散布との組合せ効果	57
第5節 大型クレークでの実証	58
1. 実用的な防除体系	58
2. 現地クレークで問題となった除草剤散布の一事例	60
第6節 摘 要	60
第8章 水田基盤整備後の用排水路における雑草発生の遷移と早期防除	62
第1節 緒 言	62
第2節 用排水路でのチクゴスズメノヒエやその他強害草の遷移	62
1. 法面や水際で発生する雑草の遷移	62
(1) チクゴスズメノヒエやその他強害草の遷移	62
(2) チクゴスズメノヒエの法面での侵入経過	64
2. 用水路の水面で発生する水生雑草の遷移	64
(1) 用水路の水質	64
(2) 水生雑草の遷移	65
第3節 用水路での除草管理の有無と雑草の遷移	66
第4節 法面への牧草植え付けとチクゴスズメノヒエの侵入防止効果	68
第5節 摘 要	69
第9章 総合考察	71
総合摘要	74
謝 辞	77
引用文献	78
英文要約	83

第1章 緒 論

筑後川下流域には、有明海の干陸化に伴って生じた無数のクリークが縦横に広がっている。クリークは、従来から水田地帯の用排水路、溜池としての機能を持つばかりでなく生活用水などにも利用されてきた。しかし、近年泥揚げや土堤の草刈などのクリークの管理が行われなくなったことや生活排水や肥料の流入によってクリークの富栄養化が進んでいることなどにより、競争力の強い大型の水生雑草が優占化し、クリークの植物相は大幅に変化している。その結果、農業用水路としての機能低下、水質汚濁及び居住環境の悪化などの問題を生じている。

芝山ら^{75,78)}は、筑後川下流域のクリークで生育する水生雑草の種類と繁茂量を調査し、強害草として問題になるのはホテイアオイ、キシュウスズメノヒエ及びオオフサモの3草種であると述べている。なかでもキシュウスズメノヒエについては従来から広くみられるものと形質の異なる系統（芝山らはこれをキシュウスズメノヒエ亜種と称している）が存在し、年々増加の傾向にあり、今後最も問題になる可能性があることなどを報告している。この筑後の系統は、染色体数が他の系統が $2n=60$ であるのに対し、 $2n=40$ であり⁷⁹⁾、葉や茎が大きく葉鞘に毛茸が多いことなど⁷⁷⁾の特徴をもち、池田⁷⁷⁾はこれを「筑後系」、KATAYAMAら⁸⁰⁾は「chikugo-gawari」として取り扱っている。本論文では以上の記載と本研究第2章の形態的特徴に関するデータ等を参照し、また国立科学博物館の館岡亜緒博士に鑑定を依頼した結果などから、この系統を「チクゴスズメノヒエ」と呼ぶことにした⁵⁾注①)。

チクゴスズメノヒエの全国的な分布については明かではないが、筑後川下流域のクリークでの分布をみた芝山ら⁷⁸⁾の報告によると、筑後川を境に佐賀地方ではキシュウスズメノヒエが、筑後地方ではチクゴスズメノヒエが主に発生している点が特徴的である。チクゴスズメノヒエが主に筑後地方を中心に侵入した経過については明かではない。一説によると、特に発生の多い地域では従来から畜産が盛んであったことから、購入飼料に種子が混入して持ち込まれたのではないかとされているが、明確な根拠はない。

農家の話によると、1960年頃にはすでにチクゴスズメノヒエの発生が局部的に認められており、1970年代に徐々に目立ってきたということである。1980年代に入り発生面積が一層広がり、現在では筑後地方のクリークで最優占雑草となっている。本草は、発生の初期段階では水際部（第1図上段）や用排水路の法面などで局部的に発生し、この段階では特に問題とならないが、これを放置すればその後2～3年でクリークや水路の水面を完全におおってしまう（第1図下段）繁殖力を持っており、用排水路としての機能低下や水質悪化等の被害を及ぼす。また、畦畔や休耕田でも繁茂し、草刈等の管理を怠れば水田等の耕地内へも容易に侵入し、水稻、大豆等の作物へ被害を生じる危険性がある。

筑後川下流域のクリーク地帯以外でも、ごく最近になって兵庫県や香川県の一部の地域で本草の発生が認められており²⁰⁾、温暖地以西の富栄養化が進んだ農業用排水路や河川ないし溜池では、種子ないし一部の栄養繁殖器官の持込みがあれば、容易に本草が侵入し、その旺盛な繁殖力により、発生面積を拡大して優占化する危険性がある。今の段階では、本草が発生して問題となっているのは筑後地方だけであるが、クリーク本来の機能向上を図るとともに、他地域への侵入を未然に防止

注①) この呼称については1982年日本雑草学会の編集委員会で承認されたが、本草の正式な学名はなく、a Hairy Subspecies of *Paspalum distichum* L. として不明瞭な表現であるので、今後植物学的な位置づけが望まれる。

するためにも、早急に本草の発生生態を解明し、同時に効果的な防除法を確立する必要がある。本研究で着目したチクゴスズメノヒエについては、上記2、3の報告があるにすぎず、その生態と防除法については不明な点が多い。

筆者は以上の観点から、チクゴスズメノヒエのライフサイクルと形態的特徴及び増殖力、種子繁殖の可能性、発生生態とクリーク環境要因との相互関係、生物的防除法、法面への引き上げと除草剤利用による体系防除法及び基盤整備された用排水路への侵入を未然に防止するための早期防除法などについて検討した。その結果、本草の生態を解明すると同時に、ほぼ完全に本草を防除できる総合防除法を明らかにすることができた。大半の研究成果はすでに発表した^{5,9,51-61)}が、未発表のものも含め、ここに研究成果の大要をまとめて報告する次第である。

なお、本研究の大半は、福岡県農業総合試験場筑後分場において、1979～1981年の3か年間は総合助成（国庫補助）課題「農業用水路の雑草防除に関する研究」で、さらに1982～1984年は県単課題「基盤整備後の用排水路雑草の生態と防除に関する試験」で実施したものである。



第1図 チクゴスズメノヒエのクリークでの生育

上段：侵入の初期段階（筑後分場内クリーク 6月上旬写す）

下段：全面に繁茂した状態（三瀬郡大木町クリーク 10月末写す）

第2章 生活史と形態的特徴及び生育特性

第1節 緒 言

チクゴスズメノヒエは、ほふく茎を伸ばし、次々に分枝して増殖してゆくイネ科の多年性草本である。キシウスズメノヒエの1つの系統¹⁷⁾であるといわれているが、茎葉が大きく、葉鞘に毛茸が多く、他の系統と形態が著しく異なっている。また、染色体数も異なる。チクゴスズメノヒエは、キシウスズメノヒエと同様に、道路際や畦畔、休耕田や水田等の耕地及びクリーク水面でも生育し、乾生植物であると同時に湿生植物でもある。本草は、生育場所によって形態の変異が大きく、生育特性も異なる。道路際では第2図に示すように、草高が数cm程度で、地面に密着して生育しているが、牧草として耕地内で栽培すると、草高が1 m以上となり、また、クリーク水面で生育している場合は茎葉が著しく大きくなり、水面に浮遊する。

チクゴスズメノヒエやキシウスズメノヒエの形態的特徴については、牧草としての利用の面からの報告^{16-19, 35)}や強害草として休耕田で発生するキシウスズメノヒエについての報告^{27, 45, 102)}が一部にある程度で、不十分な点が多い。このような観点から、本章ではチクゴスズメノヒエの生活史及びキシウスズメノヒエと対比して、生育場所や環境条件等を異にした場合の形態的特徴と生育特性を究明した。



第2節 生活史

(材料及び方法)

1979～1984年に場内のクリーク、休耕田、水田及び三潞郡三潞町の現地クリークで生育するチクゴスズメノヒエについて、越冬状況、萌芽状況、増殖形態、出穂及び種子形成等について観察調査した。

(結果及び考察)

チクゴスズメノヒエの生活史の概要を第3図に示した。なお、各生育ステージにおける生育の特徴的な点を次に述べる。

1. 越冬：クリークの法面、休耕田、畦畔などで生育するチクゴスズメノヒエは、冬期間の低温乾燥により地上部の茎葉は大半が枯死し、地面に密着したほふく茎で越冬していた。一方、クリーク水面で生育しているものは、ほふく茎が水面直下に15～50cmの層をなし、浮遊した形で越冬していた(第4図)。



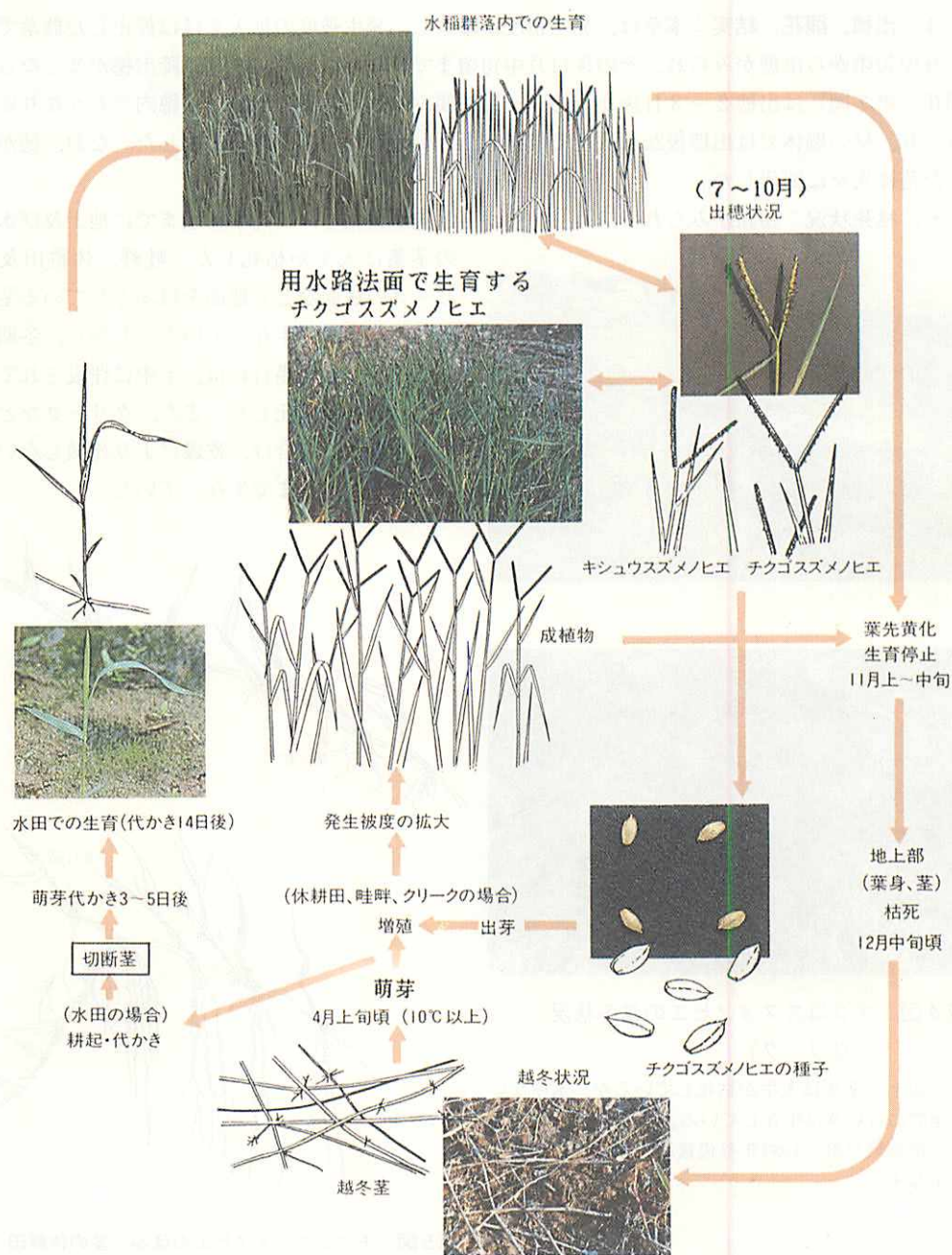
第2図 道路際でのチクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエの生育状況
(三潞郡城島町 用水路に面した道路 9月中旬に写す)

上段：チクゴスズメノヒエ

下段：キシウスズメノヒエ

道路際ではほふく茎が地面に密着して生育している。キシウスズメノヒエは チクゴスズメノヒエより分枝が多く、生育も旺盛である。

2. 萌芽：気温が10℃以上となる4月上旬頃から萌芽がみられ、休耕田、畦畔などでは越冬茎の一部ないし大半が土中に埋もれた節から萌芽し、クリークでは水面上で水際に近い節から萌芽した。一般的にクリークのもの休耕田のものより数日間早かった。



第3図 チクゴスズメノヒエの生活史

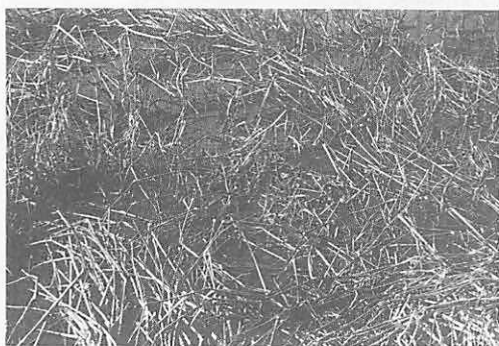
3. 増殖：萌芽後は次々に出葉し、6～7葉期に達すると、直立茎からほふく茎となり、垂直方向の伸長から水平方向への伸長に変わった。また、ほふく茎が接地している節（先端から第5節以降）からは次々に発根（第5図）がみられた。クリーク水中のほふく茎も先端から第5節目からは第6図に示すように、発根がみとめられた。

このように増殖を続け、用排水路の法面、休耕田及びクリーク水面などで群落の拡大がみられた。

4. 出穂、開花、結実：本草は、発生密度が増大し、発生被度の拡大をほぼ停止した群落では、6月中旬頃から出穂がみられ、その後11月中旬頃まで続いた。特に、9月以降出穂が多くなった。開花（第7図）は出穂2～3日後から約7～10日間みられ、結実の早晩は1穂内でもかなり変異がみられ、早い個体では出穂後20日程度で成熟し、遅いものは約1ヶ月間を要した。なお、穂が成熟した茎は次々に倒伏した。

5. 枯死状況：初霜がみられる11月中旬頃から葉先が黄化し、12月中旬頃までに地上及び水面上

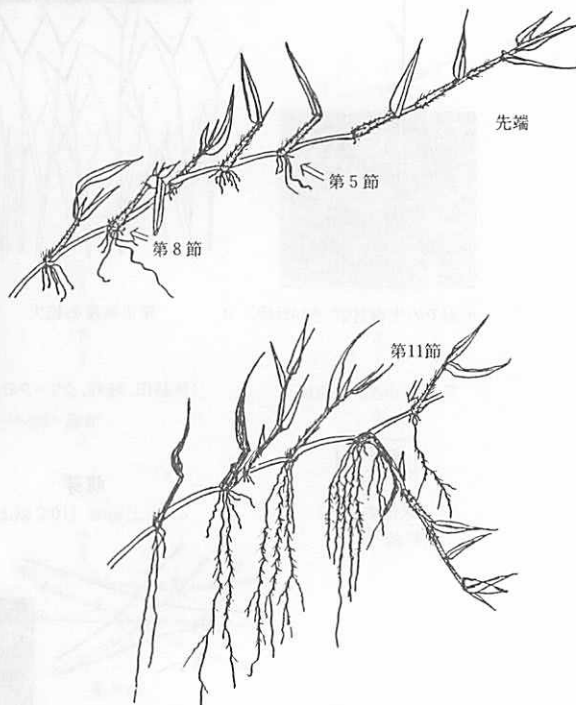
の茎葉は大半が枯死した。畦畔、休耕田及びクリークの法面などで地面をほふくしている茎はおおむね翌春まで生存していた。しかし、冬期間低温乾燥が著しい場合には、土中に埋没されていない茎は大半が枯死した。また、クリークなどの水中で越冬する場合は、乾燥により死滅しないので、大半の茎が翌春まで生存していた。



第4図 チクゴスズメノヒエの越冬状況
（クリーク）

水面上の茎葉は大半が枯死しているが、水中ないし水際に近い茎は生存している。

（三瀨郡城島町 1981年整備後の用水路 1986年3月末写す）



第5図 チクゴスズメノヒエのほふく茎の休耕田での生育状況

第3節 形態的特徴

1. 外部形態

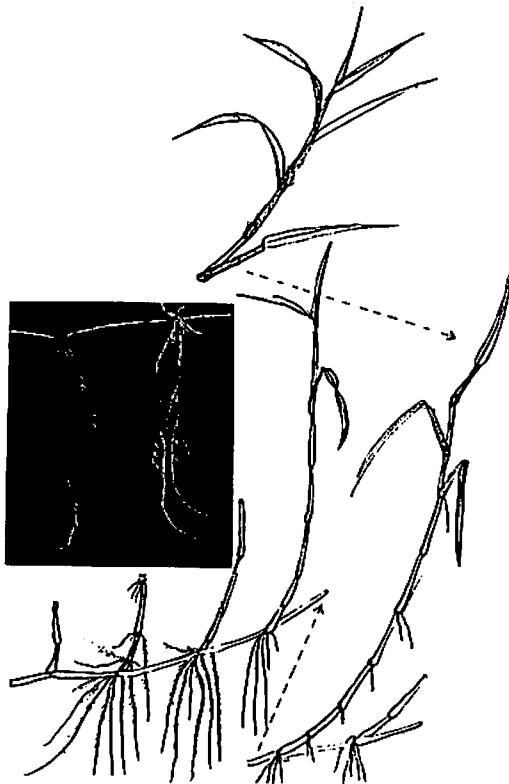
(材料及び方法)

1979～1980年に場内の休耕田やクリークで生育するチクゴスズメノヒエについて、キシウスズメノヒエと対比して、外部形態的特徴を観察調査した。なお、第1表に示す形態については、1980年7月2日にほふく茎を各々20本ずつ採取し、先端から5～6節目の葉及び茎の形状について調査した。

(結果及び考察)

(1) 穂及び種子：穂の形状(第8図)は、キシウスズメノヒエと同様に対生した穂状花序であるが、その長さはキシウスズメノヒエが3～7cm程度であるのに対して、5～12cm程度であり、1穂の粒数は約2倍(第4章、第2節、1)であった。また、チクゴスズメノヒエの場合、3～4本の穂状花序のものがまれにみられた。花穂は小穂が2列についており、小穂につく小花数はキシウスズメノヒエでは1個であるが、チクゴスズメノヒエでは1個のものが多いものの2個のものもみられた。種子は長倒卵形で、鋭頭、短柄があり、緑白色で先がとがり、長さ3～3.5cmであり、キシウスズメノヒエと明らかな差異は認められなかった。また、種子の形態(第9図)をみると、第2包えいは小穂と同形、同長で4～5脈があり、膜質で全面に短い軟毛があった。チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエときわめて類似していたが、前者が後者よりも軟毛がやや多いように観察された。また、第3包えい、外えい及び内えい及びこれらの種皮を除去した種子には両者の差はみられなかった。

(2) 茎葉：チクゴスズメノヒエがキシウスズメノヒエと最も異なる点は、第10図に示すように、葉鞘部に毛茸が密生しており、全般的に茎葉が大きい点であった。この点については、池田ら¹⁰⁾も



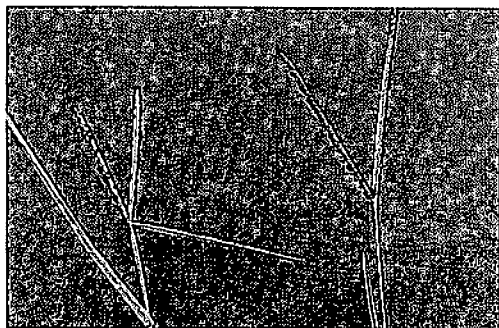
第6図 チクゴスズメノヒエの水中のほふく茎の生育状況と発根状況
(8月上旬写す)



第7図 チクゴスズメノヒエの開花状況
(出穂3日後)

認めている。茎は、なめらかで固く、無毛で節が多い。茎径は3～5cmで、節間長は8～15cmと長い。葉身は互生し、線形で尖頭、柔らかく、葉縁の部分は赤褐色を呈し、毛茸がみられるものもある。また、第10図に示すように葉舌が退化して短い点と葉身と葉鞘の継目の部分（カラー部）が赤褐色を呈している点、さらに葉身にも毛茸が点々と発生している点もキシウスズメノヒエと異なっていた。

また、第1表に示すように、生育場所により形態が著しく異なり、両草種ともクリークでは休耕田より葉身長、葉鞘長、節間長及び茎径が長かった。特に、チクゴスズメノヒエは場所による生育差が大きく、クリークでは著しく大型であった。また、チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエより葉色が濃く、特に、クリークでの葉色が濃かった。次に、チクゴスズメノヒエのほふく茎の茎径についてキシウスズメノヒエとの対比で見ると、休耕田では118～138%であったが、クリークでは172～183%を示し、著しく大きかった。なお、この値を断面積の大きさに換算すると約3倍の値となった。



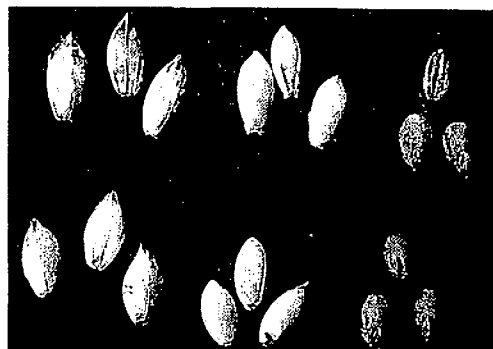
第8図 チクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエの穂の形状

上段：1対の穂状花序（大半のものが1対である）

左側 キシウスズメノヒエ

右側 チクゴスズメノヒエ

下段：3、4本の穂状花序を持つチクゴスズメノヒエ（まれにみる）



第9図 チクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエの種子の形態

上段：4.5倍に拡大した種子

上部はキシウスズメノヒエ、下部はチクゴスズメノヒエ

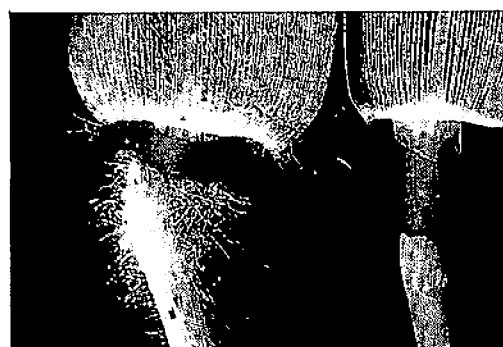
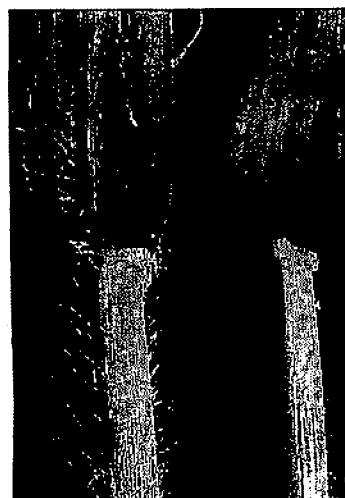
下段：12倍に拡大したチクゴスズメノヒエの種子

左	A：第2包えい B：第3包えい (裏側)	中	C：外えい（筆質） D：内えい（筆質） E：第1包えい (果の1/6程度の縦切り片)	右	A～Eを除去した種子
---	----------------------------	---	---	---	------------

次に、ほふく茎の葉鞘についてみると、休耕田や畦畔などの陸上で生育するものは赤味を呈しており、キシウスズメノヒエが赤褐色であるのに対して、チクゴスズメノヒエは赤紫色であった。一方、クリーク水中で生育するほふく茎の葉鞘は陸上のような赤味は少なく、大半のものは緑色を呈していた。

(3) 根：根は、ほふく茎の第5～6節から数本の節根の発生が認められ、第5、6図に示したように、基部の節ほど根数が多く(15本程度)、根長は長くなった。また、3～5 cm以上の節根では3～8 mmの長さの根毛の発生が著しかった。根長は、大半が20 cm程度で、長いものでは25～30 cmのものもみられた。チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエと比べ、根径には差がみられなかったが、根長は5 cm程度長かった。また、水質条件を異にしたポット試験結果によると、最長根長はキシウスズメノヒエが20～30 cmであるのに対して、チクゴスズメノヒエは30～80 cmであった。

次に、陸上のものと水中のものを比較して第11図に示したが、前者は薄い褐色を呈し、節根がわん曲し、分枝根が多いのに対し、後者は節根がまっすぐに伸び、白色を呈し、根毛が発達していた。



第10図 チクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエの葉鞘、葉身の毛耳の多少、葉舌の退化(4.5倍)

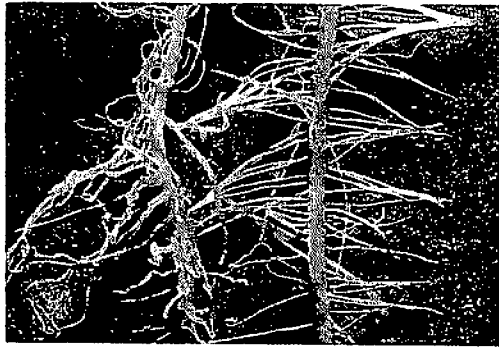
左側はチクゴスズメノヒエ、右側はキシウスズメノヒエ

左側は節根がわん曲し、分枝根が多い。右側は節根がまっすぐに伸び、根毛が発達している。

第1表 キシウスズメノヒエとチクゴスズメノヒエのほふく茎の形態

生育場所	草種	葉身長	葉幅長	葉鞘長	葉色	SLA	茎 径		茎横断面の維管束数
							短 径	長 径	
休 耕 田	キシウ	cm	cm	cm		cm ² /g	cm	cm	
	チクゴ	8.0±0.6	0.8	3.3	0.8	494	2.1	2.8±0.1	33.4±1.6
	(比率)	10.8±0.8	0.9	5.0	1.0	419	2.9	3.3±0.1	38.1±1.5
ク リ ー ク	キシウ	17.1±1.7	0.8	7.0	0.9	413	2.8	3.3±0.2	33.3±2.4
	チクゴ	26.9±1.1	1.6	8.5	1.4	373	5.1	5.6±0.2	50.4±2.9
	(比率)	(135)	(113)	(152)			(138)	(118)	(114)
	キシウ	17.1±1.7	0.8	7.0	0.9	413	2.8	3.3±0.2	33.3±2.4
	チクゴ	26.9±1.1	1.6	8.5	1.4	373	5.1	5.6±0.2	50.4±2.9
	(比率)	(157)	(200)	(121)			(183)	(172)	(151)

注①葉色：葉緑素計CM1で葉身中央部を測定。値が大きいほど葉色は濃い。②SLA：葉面積を葉身重で測った値。③茎横断面の維管束数：皮層部の小維管束は含まない。④比率：キシウスズメノヒエに対するチクゴスズメノヒエの比率(%)を示した。



第11図 生育場所を異にした場合のチクゴスズメノヒエの根の形態 (4.5倍)

左側 地中根

右側 水中根

2. 内部形態

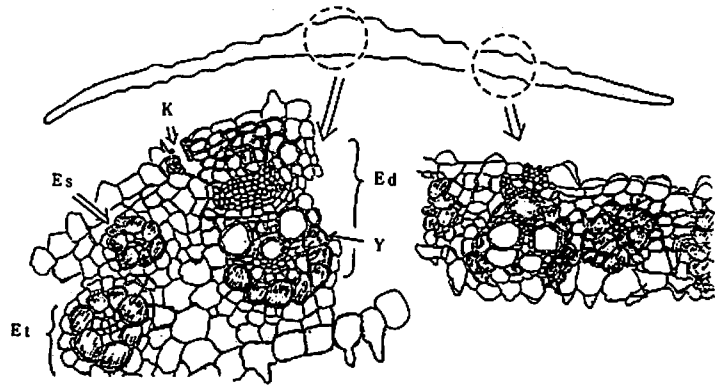
(材料及び方法)

上記、1. と同じ材料について、葉身、葉鞘、茎及び根の横断面の顕微鏡観察を行った。葉身及び葉鞘についてはほぼ茎の先端から第2～3葉の葉身及び葉鞘の中央部を、茎については第5～6節の節間中央部を、さらに根については第10～11節根の長さ15cmの部位を対象とした。

(結果及び考察)

(1) 葉身：横断面の内部形態を第12図に示したが、チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエ^{8,45)}と同様にトウモロコシに類似した葉緑維管束鞘をもっており、C₄植物であると推察された。葉身横断面で観察された維管束の数は100～120個であった。大きい維管束は楕円形をしており、その長径は150 μ 程度、短径で100～110 μ であり、小さな維管束は円型をしており、その長さは70～80 μ であった。また、チクゴスズメノヒエ葉身の内部形態は、キシウスズメノヒエと大きな差はみられなかったが、前者は維管束鞘の細胞中に葉緑体が多いように観察された。このことは、チクゴスズメノヒエがキシウスズメノヒエより葉色が濃いことや光合成能力が高い(第4節、1.)ことなどに関連があるものと考えられる。

(2) 葉鞘：第13図に示すように、維管束鞘が上部(周辺部)に偏っている点と葉鞘中央部が厚く、両端部になるにしたがい薄くなる以外は、維管束の構造やその配列など葉身の内部構造ときわめて



第12図 チクゴスズメノヒエ葉身の内部構造

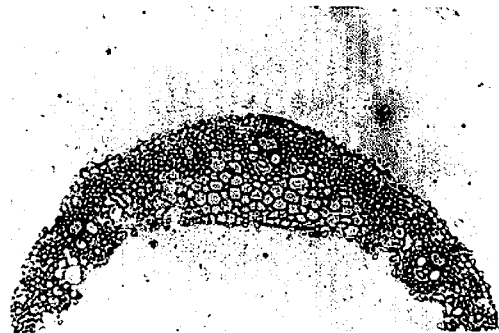
上段：葉身断面図

E d; 大きい維管束 E t; 中程度の維管束

E s; 小さい維管束 Y; 葉緑維管束鞘

K; 気孔

下段：顕微鏡写真 (24倍)



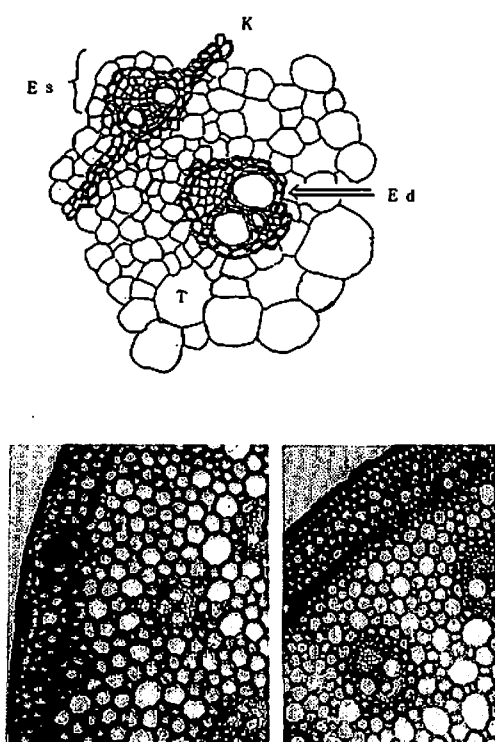
第13図 チクゴスズメノヒエの葉鞘の断面写真 (24倍)

類似していた。

(3) 茎：茎断面の内部構造を第14図に示した。クリークで生育する茎は通気組織がよく発達していた。一方、休耕田や畦畔で生育する茎は組織や細胞の厚膜化が著しかった。特に、表皮及び皮層柔細胞層と中心柱との間に介在する schle-renchyma (厚膜組織) において著しかった。

また、茎断面には維管束が多くみられ、第1表に示すように、クリークで生育するチクゴスズメノヒエでは 50.4 ± 2.9 個で、キシウスズメノヒエの 33.3 ± 2.4 個より多かった。1個当りの大きさも前者が大きく、長径 $160 \sim 180 \mu$ で、後者の $120 \sim 130 \mu$ より大きかった。

(4) 根：チクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエの断面構造を第14図に示した。両草種とも水稻根⁹⁾に類似しており、水生植物に特有の皮層における破生通気組織の発達が著しかった。しかし、両草種とも水稻より根径に対する中心柱の径長の比率が大きく、根径は $600 \sim 900 \mu$ で、中心



第14図 チクゴスズメノヒエの茎の横断面

上段：維管束及び厚膜組織

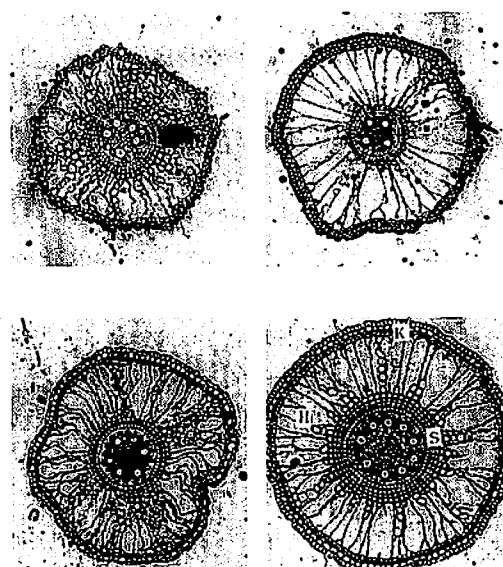
Ed; 大きい維管束 Es; 小さい維管束

K; 厚膜組織 T; 通気組織

下段：顕微鏡写真 (12倍)

左側は休耕田、右側はクリークで生育

クリークで生育するものは維管束が大きく、気胞 (T) が多い。



第15図 チクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエの根の内部形態 (24倍)

上段：水中根 左側 チクゴスズメノヒエ

右側 キシウスズメノヒエ

下段：地中根 左側 チクゴスズメノヒエ

右側 キシウスズメノヒエ

H; 皮層 (破生通気組織が発達)

S; 樹状の厚膜細胞層

K; 厚膜組織

チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエより全般的に根の組織が柔らかく、特に水中根については切片作成が難しかった。

柱は200～250 μ であった。また、両草種とも陸生である地中根は水稻に比べ、表皮及び中心柱をとりまく厚膜細胞層の発達が著しかった。特に、中心柱の周りは幾重にも形成された柵状の厚膜細胞層が観察された。なお、チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエより根の組織が柔らかく、切片作成が難しかった。また、陸生のものは水中のものに比べ、表皮や中心柱の周りに介在する厚膜細胞層の発達が著しかった。特に、キシウスズメノヒエがチクゴスズメノヒエよりこの傾向が顕著であった。このことは、乾燥条件での両草種の生育差（第4節、2. (1)）と関連があるものと考えられる。

第4節 生育特性

1. 光合成速度

(材料及び方法)

1987年10月10日に予め1/5000ワグネルポットで生育させておいたチクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエについて、また、同年10月17日には三瀧郡城島町の用水路から採取直後の両草種のほふく茎について、その光合成速度を測定した。ポットの場合、9月7日に場内の畦畔で繁茂しているチクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエの群落から地下茎2～3本、地上茎4～5本を含むように土塊（直径12cm、深さ10cm）を採取し、植え傷みの無いうようにポットに移植し、ガラス室内（20～32℃）で生育させたものである。肥料はポット当たりN、P₂O₅、K₂O各0.15gを基肥として施用し、最大容水量の80%程度になるように、逐次灌水した。10月10日の時点では、草高25～40cm、直立茎15～30本、ほふく茎5～10本となったが、ほふく茎はポットから50～60cm以上はみだしていたので、ポットの地際部から切断した。

一方、用水路から採取したほふく茎は、先端に3～4枚の生葉と基部には発根節2～3節をもつ節数10～12個、長さ80～100cmのものであった。1区当たり4～5本のほふく茎を供試し、折れないように茎を丸く曲げて1/5000aポット内へ入れ込み、根から十分吸水できるように水道水をポットに約半分程度入れた。なお、両草種とも2ポットを供試し、1ポット当りの葉身数や葉面積等については第2表に示した。これらのポットを縦、横40cm、高さ50cmの同化箱へセットし、赤外線炭酸分析計による所定の方法¹⁵⁾で葉身の光合成速度をみた。炭酸ガスは大気中から導入し、送風量を0.6 ℓ /sとした。光源は500

Wタングステンランプ4燈を使用し、同化箱までの距離や寒冷紗被覆により、光の強さを第16図に示すように42KLxから3KLxまでの7段階に調節した。また、同化箱内の気温が30℃以上とならないように水道水を同化箱の上部から流した。

(結果及び考察)

ポット栽培のもの及び用水路から採取したものについて、各々草種別、光の強さ別の光合成速度を第16図に示した。

第2表 光合成速度測定時のチクゴスズメノヒエ、キシウスズメノヒエの生育（同化箱へ入れた茎葉の量）

生育場所	草種	葉面積 cm ²	葉身数 枚	葉色*	乾物重	
					葉身	葉鞘
ポット (直立茎)	チクゴスズメノヒエ	596	114	0.95	1.63	4.76
	キシウスズメノヒエ	385	172	0.87	1.01	2.49
クリーク (ほふく茎)	チクゴスズメノヒエ	183	16	1.28	0.67	1.07
	キシウスズメノヒエ	186	39	0.76	0.72	0.99

注)*:クロロフィルテスター(CT-101)で測定した。

ポット栽培した場合、チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエより光合成速度がわずかに劣る傾向がみられた。ポットへ地下茎を植え付けた後の生育量は、チクゴスズメノヒエがやや優れていたことから判断すると、逆の結果となったが、これは生育が最も旺盛な部分であるほふく茎（ポットからはみだした茎）を除去して測定したためであると考えられる。いずれにしても、ポット栽培では両草種間の光合成速度に大きな差はないものと考えられる。次に、用水路から採取したほふく茎の光合成速度をみると、チクゴスズメノヒエがキシウスズメノヒエより明かに大きな値を示した。これは後節（第5節、2）で述べるように、クリークではチクゴスズメノヒエがキシウスズメノヒエより生育が著しく旺盛であることや測定時の葉色差が著しく異なることから理解される。また、チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエより呼吸速度が著しく小さいことも特徴的であった。なお、全般的に光合成速度が小さかったが、これは調査時期が10月であり、葉身の老化が進んでいたことによるものと考えられる。

2. 環境要因を異にした場合の生育特性

(1) 土壤水分条件と生育

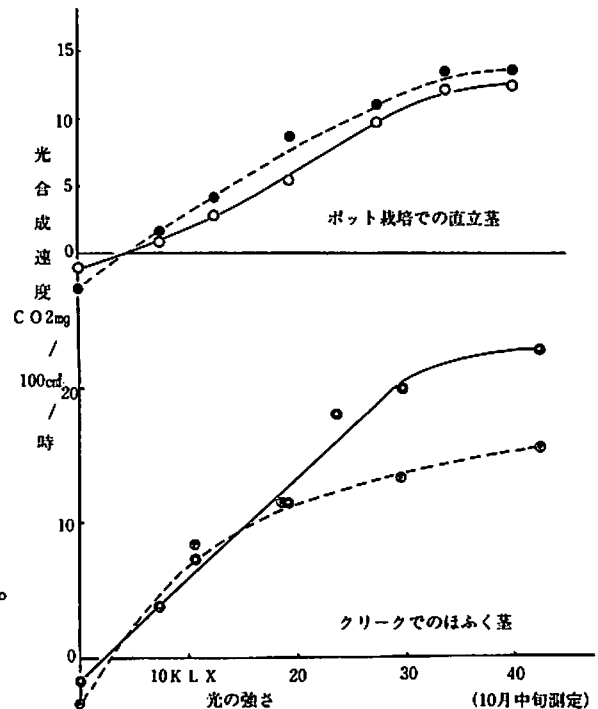
(材料及び方法)

土壤水分条件は最大容水量の40, 60, 80, 100%及び5cm湛水の5水準とした。なお、水分の調節は目標水分の±2%となるように上部給水を行った。材料は予め直径10cmのビニールポットで生育させておいた草丈15cm、莖数10本程度の個体を実験開始直前に1/5000aワグネルポットへ植え傷みが無いように移しかえた。供試土壌は河海成堆積・灰色細粒低地土 LiC/HC の肥沃な水田土で無肥料とした。1区当り1ポットの3反復で実施した。実験期間は1980年6月17日から約1カ月間とし、7月16日に地上部及び地下部乾物重、莖数、最長根長などを調査した。

(結果及び考察)

土壤水分条件を異にした場合の生育をみたが、第17図に示すように、両草種とも水分80%で生育が最もよく、それより水分が多いほど、また少ないほど生育が劣る傾向がみられた。全般的にチクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエより莖数が少なく、地上部乾物重もやや少なかった。また、チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエよりT-R比が大きかったが、土壤水分の変動に対する生育差が大きく、特に水分40%区で生育が劣った。

本実験はポットで行ったため、接地面積が狭く限られており、実験終了時にはほふく茎は長いもので80~85cmとなってポットの下へ垂れ下がっていた。本来、ほふく茎を伸ばして、次々に分枝¹⁸⁾して増殖する両草種の生育パターンとは異なる条件下での検討であったため、実際場面での生育量の絶対値を論じることはできないが、チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエに比べ、土壤水



第16図 チクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエの光合成速度

ポット栽培 { チクゴスズメノヒエ : ○—○
 キシウスズメノヒエ : ●—●
クリーク { チクゴスズメノヒエ : ⊙—⊙
 キシウスズメノヒエ : ⊗—⊗

分の変動に対する生育差が大きく、特に、乾燥条件下では生育が劣ることが明らかとなった。このことは、第3節、2. で明らかにしたように、陸生である地中根は前者が後者よりも根の厚膜細胞の発達が劣ることと関連するものと考えられる。

(2) 水質条件と生育

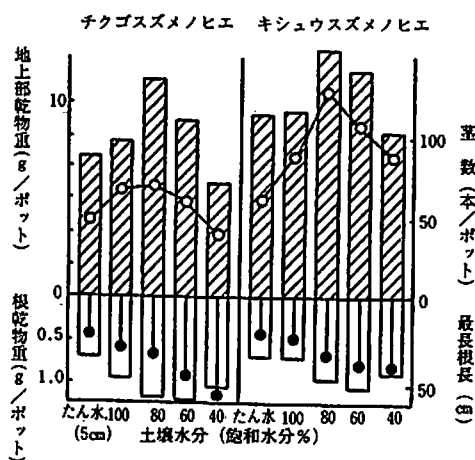
(材料及び方法)

実験は、水質として $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, pH 及び DO (溶存酸素) の水準を変え、ポリエチレン容器 (プランター 60cm×17cm×深さ17.5cm) を使用して行い、1区当り1容器の2反復とした。また、降雨の影響を受けないように、屋根の部分だけをビニールフィルムで覆ったビニールハウス内で実施した。チクゴスズメノヒエ、キシウスズメノヒエともにほふく茎長30cm、完全展開生葉数3枚程度、1本当り生体重1.8g (但し、キシウスズメノヒエは1.5g程度) を1容器当り5本ずつとし、容器内の水面に浮くように網で固定した。

培養液は木村氏B液⁸⁹⁾を供試し、液更新は1週間に1回行った。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は0, 0.5, 2 (標準), 10ppmの4水準とし、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は0, 0.22, 0.87 (標準) 及び4.37ppmの4水準とした。pHは3, 5, 7 (標準), 8の4水準とし、0.1NのHc・と0.1NのNaOHで調節した。また、DOは0~1, 2~5 (標準) ppmの2水準とした。DO 0~1 ppm区は、液更新時に蔗糖を水10ℓ当りに5g投入したもので、翌日から0.2~0.5ppmに低下した。一つの要因について検討する場合、他の要因についてはいずれも標準濃度とした。1980年7月18日に実験を開始し、同年9月13日に地上部重、地下部乾物重、草丈及び根長について調査した。

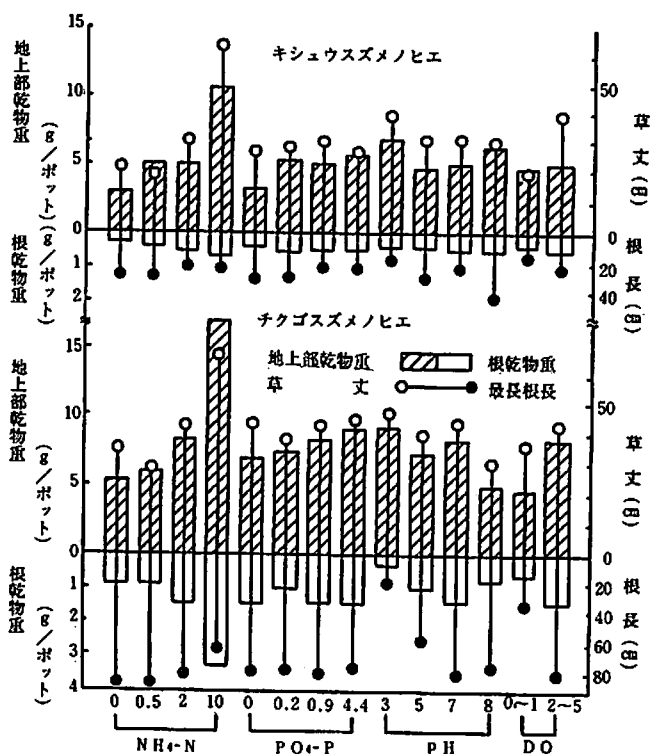
(結果及び考察)

水質が異なる条件を設定し、ポリエチレン容器内でクリークでの生育と同様に水面に浮くようにして生育



第17図 土壌水分条件とチクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエの生育

注) ○—○: 茎数 ●—●: 最長根長
 斜線: 地下部乾物重 白: 根乾物重



第18図 水質とキシウスズメノヒエ及びチクゴスズメノヒエの生育

させた結果、第18図に示すように、チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエより地上部乾物重及び根重とも重く、特に根長が著しく長い点が特徴的であった。両草種とも $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が高いほど生育量が大きく、10ppm 区の地上部乾物重は 2 ppm 区の約 2 倍程度であった。 $\text{PO}_4\text{-P}$ については、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を 2 ppm に一定としたこともあり、濃度による生育差は明らかでなかった。次に、pH についてみると、キシウスズメノヒエは pH 3 から 8 までの生育差が小さかったが、チクゴスズメノヒエは 3 では根の生長が阻害され、8 では地上部重が小さくなっており、pH による生育の変動がやや大きかった。また、キシウスズメノヒエは $\text{DO } 0 \sim 1$ ppm と標準区との生育差は比較的小さかったが、チクゴスズメノヒエは $\text{DO } 0 \sim 1$ ppm 区では標準区より生育が劣った。

実際のクリークでの水質と生育との関係を見ると、第 5 章、第 3 節で述べるように、複数の要因が交錯しているため、 $\text{NH}_4\text{-N}$ や $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度とチクゴスズメノヒエの発生程度との相関は必ずしも高くなかった。しかし、第18図に示すとおり、両草種とも他の要因を同一条件とした場合は $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が高いほど生育が旺盛となり、クリークの富栄養化により生育が助長されることが確認できた。 $\text{PO}_4\text{-P}$ については、濃度を高めても $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度などの他の要因が同一である場合は、 $\text{NH}_4\text{-N}$ のような生育への影響はみられなかった。このことから $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度については $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度など他の要因と併行して検討すべきである。

3. クリーク、休耕田及び水田での生育の特徴

(材料及び方法)

1/5000 a ワグネルポットで予め生育させていた草高30cm、茎数20本程度のチクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエの越年茎を土を付けた状態で、1979年4月15日に場内の休耕田及びクリーク法面の水際部へ植え付け、その後の生育を調査した。また、クリークについては主要な水生雑草であるホテイアオイ、ヒシ等と生育の特徴を比較検討した。水田については、水稻移植直後の6月22日に、発根節が2個含まれるように切断したほふく茎を5本ずつ植え付けた。茎数については8月1日に、ほふく茎長、稈長については9月13日に調査した。さらに、2～3年経過後の生育状態についても観察調査した。

(結果及び考察)

4月15日に植え付けし、その後8月1日及び9月13日の生育を調査した結果を第3表に示したが、各生育場所とも、ほふく茎数はチクゴスズメノヒエがキシウスズメノヒエより少なかったが、ほ

第3表 移植されたキシウスズメノヒエ及びチクゴスズメノヒエの生育量(1979年)

草種 項目 移植場所	キシウスズメノヒエ				チクゴスズメノヒエ			
	茎 数		ほふく茎長	稈長	茎 数		ほふく茎長	稈長
	直 立	ほふく			直 立	ほふく		
	本	本	m	cm	本	本	m	cm
クリークの法面	63	89	2.0[2.2]	35	101	46	2.5[3.4]	57
休 耕 田	167	87	2.0[2.4]	31	71	37	2.7[3.5]	61
水 田	50	32	1.7[1.8]	86	48	29	2.0[2.1]	118

注①茎数：植付け株について8月1日に調査。②ほふく茎長：定植時の中心点からほふく茎の先端までの長さで、長い茎10本の平均値で示した。〔 〕内は最大ほふく茎長。9月13日調査。③稈長：出穂した個体について9月13日に調査。

ふく茎の長さはチクゴスズメノヒエがキシュウスズメノヒエより長く、特に最大ふく茎長が長い点が特徴的であった。直立茎数については、生育場所で異なり、クリーク法面ではチクゴスズメノヒエがキシュウスズメノヒエより多く、休耕田では逆にキシュウスズメノヒエが多く、水田では差がなかった。次に、第4表にふく茎の出葉展開速度を示したが、両草種とも7月～8月で最も早く、その前後では遅くなる傾向がみられた。休耕田では両草種の差は明かでなかったが、クリークではチクゴスズメノヒエがキシュウスズメノヒエより出葉展開速度が早かった。さらに、各生育場所での生育の特徴は次のとおりであった。

第4表 移植されたふく茎の出葉展開速度(葉/日, 1979年)

移 植 場 所	キシュウスズメノヒエ				チクゴスズメノヒエ			
	6月/13日 ～7/5	7/11 ～8/1	9/1 ～9/13	10/11 ～10/31	6/13 ～7/5	7/11 ～8/1	9/1 ～9/13	10/11 ～10/31
休 耕 用	0.44	0.72	0.43	0.19	0.49	0.59	0.44	0.13
クリーク	0.39	0.39	0.20	0.15	0.44	0.46	0.28	0.16

(1) クリーク

供試したクリークについて、水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ や $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度を時期別に調査した結果を第5表に示したが、水質の富栄養化程度はおおむね筑後川下流域のクリークでの平均的な値であった。クリーク法面への植え付け後の増殖状況をみると、第6表に示すように、主に法面部を中心に生育していた初年目は両草種間に大きな生育差はみられなかったが、2年目以降クリーク水面で生育するようになると、チクゴスズメノヒエがキシュウスズメノヒエより明らかに旺盛な生育を示した。クリークの被覆面積でみると、キシュウスズメノヒエ対比で、1979年9月に約2倍、1980年11月に約4.5倍(第19図)、1981年9月には約6倍の99 m^2 となった。なお、群落の一部について根部を含めて引き上げた場合の乾物重はキシュウスズメノヒエが0.89 kg/m^2 であったのに対して、チクゴスズメノヒエは約2倍の1.66 kg/m^2 であった。

以上のように、クリークにおいてチクゴスズメノヒエはキシュウスズメノヒエより著しく旺盛で、水際にわずかに発生が認められる

第5表 場内クリークでの水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度及びpHの季節的推移

月/日	5/25	6/23	8/12	10/15
$\text{NH}_4\text{-N}$ (ppm)	0.80	1.02	0.25	0.15
$\text{PO}_4\text{-P}$ (ppm)	0.49	1.05	0.41	1.16
pH	8.0	7.6	6.7	7.3

第6表 草種別の水面被覆面積の推移(m^2)

草 種	1979年		1980						
	6/13	7/5	8/1	9/13	4/28	6/12	8/4	11/12	
チクゴスズメノヒエ	1.5	3.5	6.3	22.0	18.3	24.4	38.3	55.0	
キシュウスズメノヒエ	2.2	3.6	4.5	10.1	3.1	4.6	10.8	12.0	
ホテイアオイ	1.9	13.7	66.5	66.5	3.0	59.9	66.5	66.5	
ヒ シ	0.3	5.0	24.8	66.5	—	36.0	66.5	66.5	

注)各草種間を網で仕切っており、生育可能な被覆面積は最高66.5 m^2 である。

なお、1980年11月以降網を除去し、チクゴスズメノヒエ及びキシュウスズメノヒエについては1981年の9月まで調査した。その結果、キシュウスズメノヒエは16.5 m^2 であったのに対して、チクゴスズメノヒエは99 m^2 であった。

程度でも、2～3年後にはクリーク全面に繁茂する可能性が認められた。

次に、同一クリーク内でその他主要な水生雑草の生育と対比（第6表）してみると、ホテイアオイは4月15日に網枠内に6株（生体重40～50g）投入した場合、同年8月1日までに網枠一杯（66m²）に繁茂した。また、ヒシは網枠内で4月下旬に自然発生した1個体が同年9月13日までに網枠一杯に繁茂した。このように、ホテイアオイやヒシなどは春先に数株のものが秋までにはクリーク全面にまで繁茂する増殖力を持っているため、特に、ホテイアオイは年次によっては大繁茂して強害草として問題^{14, 34, 49, 79, 100}になっている。チクゴスズメノヒエは、ホテイアオイやヒシのように1年間でクリーク全面を被覆してしまうような増殖力はないが、ホテイアオイやヒシのように冬期間の低温で茎葉が完全に枯死することがないため、防除しないかぎり、毎年確実に発生被度の拡大を図っていく。

(2) 休耕田

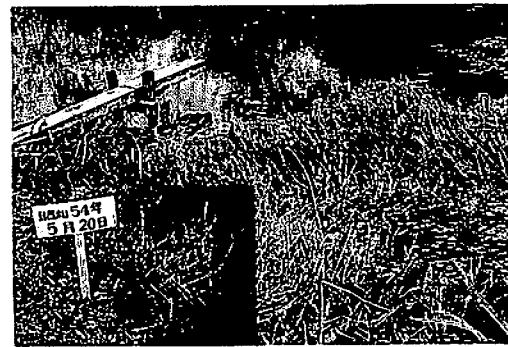
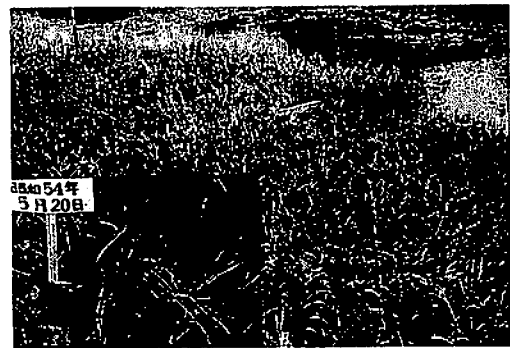
休耕田での生育をみると、チクゴスズメノヒエはキシュウスズメノヒエに比べ、ほふく茎数は少ないが、数本のほふく茎は著しく伸長する傾向がみられた。なお、ほふく茎からの分枝には池田¹⁰の報告のように一定の規則性がみられた。また、両草種の出葉展開速度は大差なかったが、チクゴスズメノヒエは全般的に大型であるため、植え付け後2～3年目にはチクゴスズメノヒエがキシュウスズメノヒエの生育を抑え、優占化しているのが観察された。

(3) 水田

水田で生育した場合の特徴的な点として、キシュウスズメノヒエの草丈や稈長は水稻（ニシホマレ）と大差なかったが、第20図に示すように、チクゴスズメノヒエはさらに30cm程度高く、遠くからでも水田内の発生が認められた。このようなことから、チクゴスズメノヒエが水田に侵入した場合の雑草害はキシュウスズメノヒエよりも大きいものと推察される。なお、この点については第5章、第4節、2.で述べる。一般的に、キシュウスズメノヒエやチクゴスズメノヒエの水田内への侵入は畦畔からの場合が多いので、定期的な草刈や除草剤散布などの畦畔管理が重要である。

第5節 摘 要

1. 本章では、主にキシュウスズメノヒエと対比して、チクゴスズメノヒエの生活史や形態的特徴及び生育特性を明らかにした。



第19図 チクゴスズメノヒエ及びキシュウスズメノヒエのクリーク法面への植え付けとその後の生育（複製写真）

上 段：チクゴスズメノヒエ

下 段：キシュウスズメノヒエ

左下側 植え付け直後（1979年5月20日）

全 体 翌年9月

チクゴスズメノヒエはキシュウスズメノヒエより葉色が濃く、生育が旺盛（被度は約4～5倍）。

2. チクゴスズメノヒエは、キシウスズメノヒエ同様イネ科の多年生草本で、ほふく茎で越冬し、気温が10℃以上となる4月上旬ごろから萌芽し、その後ほふく茎を伸ばし、次々に分枝して増殖する。出穂は、早いものでは6月中旬頃からみられ、11月上旬まで続いた。初霜がみられる11月中旬頃から葉先が黄化し、12月中下旬頃までには大半の地上茎は枯死した。しかし、水中の茎や地下茎は枯死することなく越冬した。

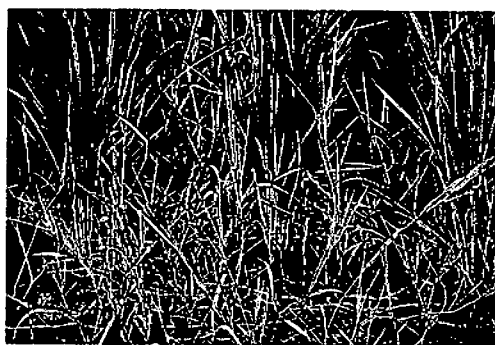
3. チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエに比べ、茎葉が大きく粗剛で、葉鞘に毛茸が多かった。また、茎横断面の維管束の大きさが大きく、数も多かった。特に、クリークで生育した場合にこの差が著しかった。なお、クリークで生育する個体では茎に気胞が多く、水中での生育に適する形態を示した。

4. チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエ同様にトウモロコシに類似した葉緑維管束鞘を持ち、C₄植物であると考えられた。また、クリークで生育するチクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエより葉色が濃く、光合成能力も高かった。

5. 水質条件や土壌水分条件を異にした生育特性をみると、両草種ともNH₄-N濃度が高いほど生育が旺盛であった。PO₄-PについてはNH₄-N濃度を一定としたこともあり、濃度による生育差は小さかった。また、チクゴスズメノヒエは、クリーク水面での生育を想定して、水面にほふく茎を浮かした状態で生育させた場合、キシウスズメノヒエよりも生育が著しく旺盛であった。しかし、pHや土壌水分の変動に対する適応性はキシウスズメノヒエよりもやや小さかった。

6. チクゴスズメノヒエは、水田や休耕田でも旺盛な生育を示し、強害草となる可能性が認められた。なかでもクリークでの増殖力が旺盛で、水際に1/5000 aポットで予め生育させていた越冬茎を春先に植え付けた場合、2年後に55㎡、3年後には約100㎡に達した。なお、この値は同一条件下で生育させたキシウスズメノヒエの約6倍の生育量であった。

7. チクゴスズメノヒエは、ホテイアオイやヒシのように数カ月間でクリークの水面を覆ってしまうような増殖力はないが、冬期間でも水中のほふく茎は枯死することなく越冬するため、何等かの防除をしない限り確実に発生面積を拡大してゆく可能性が認められた。



第20図 水田内でのチクゴスズメノヒエの生育

上段：水田内での出穂状況

下段：畦畔から水稲群落内への侵入状況

第3章 発生生態に関する要因の解析

第1節 緒 言

チクゴスズメノヒエは、キシウスズメノヒエ同様にイネ科のほふく型の多年生草本で、栄養茎であるほふく茎を主な繁殖源としている。春先に越冬茎の節から萌芽し、次々に出葉して一定の生育ステージ（6～7葉以上）になると、直立茎からほふく茎となり、垂直方向への生長から水平方向への生長となった。その後、水際や地際部の節から次々に発根、萌芽し、分枝して個体増殖をはかる。

このほふく茎の発生生態を明らかにすることは、本草の生態的な特性を考慮した総合防除法を確立するうえできわめて重要である。このような観点から、本章ではほふく茎の節からの萌芽を中心に、越冬茎及び当年茎（ここでは越冬茎から萌芽し、生長した茎をさす）の萌芽力の季節的推移及び萌芽温度、土壤水分や茎の埋没深度と萌芽率との関係等について検討した。

第2節 越冬茎の萌芽温度

1. 切断した越冬茎の萌芽温度

（材料及び方法）

1980年3月中旬にクリークより採取し、冷蔵庫（5℃）に乾燥しないように保存していたチクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエのほふく茎を供試し、同年4～5月に温度10～45℃の間を5℃間隔に調節した定温器内で、以下の方法で萌芽率を調査した。節を中心に3～5cmの長さに切断した茎を水田土壌をつめた深度3cmの容器内の土壌表面にかるく置床し、土壤水分を飽和状態とした。なお、実験は1区当たり20個の2反復で実施した。

（結果及び考察）

温度と越冬茎の萌芽との関係を調査した結果を第21図に示したが、チクゴスズメノヒエの萌芽可能な最低温度は10℃前後、最高温度は40℃前後、最適温度は30～35℃であった。また、45℃ではまったく萌芽しなかった。キシウスズメノヒエの萌芽率は、15℃以上ではチクゴスズメノヒエと差がなかったが、10℃ではほとんど萌芽がみられなかった。

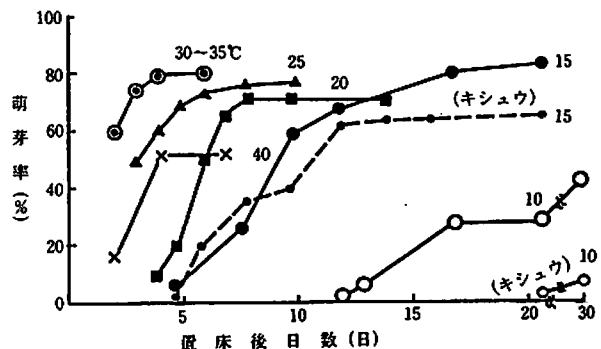
2. 自然条件下での萌芽状況

（材料及び方法）

場内のクリークや休耕田において自然に繁茂しているチクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエの群落を対象に、萌芽時期及び萌芽状況を明らかにするため、萌芽時期を中心に観察調査を行った。

（結果及び考察）

クリークでの萌芽時期の調査結果は第7表のとおりであり、筑後地域でのチクゴスズメノヒエの萌芽始期は3月末頃であった。3月下旬の平均気温は9.9℃、平均水温は11.6℃であり、これらの値は第21図から推定した最低気温に近い値で



第21図 チクゴスズメノヒエの越冬茎の温度別の萌芽状況

注：(キシウ)はキシウスズメノヒエを示す。

あった。また、第22図に示した萌芽状況をみると、クリークの場合は水面上の越冬茎で比較的水面に近い節からの萌芽が早いように観察された。なお、キシウスズメノヒエの萌芽始期は4月上旬頃であり、チクゴスズメノヒエより遅く、第21図の結果と良く適合した。

一方、休耕田での萌芽状況をみると、両草種の萌芽時期の差異はクリークのように明白でなかった。両草種とも越冬茎の分岐点からの萌芽が早く、第22図に示すように、一見土中から萌芽しているように観察された。これは土中の温度が高いことと、冬期間の低温乾燥により地上の茎は大半が枯死しているためである。この傾向はとくにキシウスズメノヒエで強く、チクゴスズメノヒエは必ずしも分岐点の下部からだけでなく、地上茎からも萌芽していた。このことはチクゴスズメノヒエがキシウスズメノヒエより低温、乾燥に対する抵抗性が大きいことを示しているものと考えられる。

第3節 越冬茎及び当年茎の萌芽力

1. 生育ステージ、節位別の萌芽力

(材料及び方法)

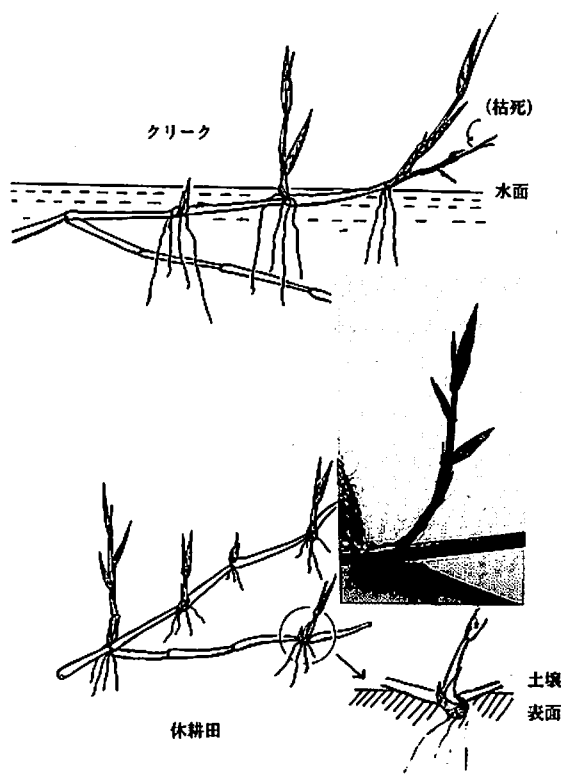
1981年2月12日にクリークより採取した越冬茎を第8表に示すように部位別に分け、また1980年7月9日に採取した当年茎は、先端部で節間長が2cm以上となる節を第1節とし、基部の方へ順次節位別に乾物率と節からの萌芽率をみた。なお、乾物率は茎乾物重/生体重×100の値である。また、出穂した茎についても8月7日に穂首節を第1節とし、基部の方へ順次節位別の乾物率と節からの萌芽率をみた。いずれも節を中心に3～5cmの長さに切断した茎を水田土壌をつめた容器の土壌表面にかるく置床した。なお、いずれも切断した茎を1個体とし、各区とも20個の2反復で試験を実施した。土壌水分は飽和状態とし、25℃の温度条件で萌芽率をみた。

(結果及び考察)

越冬茎の部位別の萌芽率は、第8表に示すとおりであり、キシウスズメノヒエ及びチクゴスズメノヒエとも同様の結果を示し、先端部の節では

第7表 クリークでの萌芽期(1980年)

草 種	キシウスズメノヒエ	チクゴスズメノヒエ	備 考
萌芽始期	4月上旬	3月末	①気温及び水温：チクゴスズメノヒエは3月22日～31日、キシウスズメノヒエは3月27日～4月5日の平均値を示した。なお、水温は水面下10cmの測定値である。
平均気温(℃)	12.7	9.9	
平均水温(℃)	14.2	11.6	



第22図 チクゴスズメノヒエの萌芽状況
(4月上旬)

上段：クリーク 水面からの萌芽
下段：休耕田 土中節からの萌芽

52～58%，地上茎と水中茎が接する節では67～76%とやや低かったが、その他の節では80%以上であった。次に、当年茎の部位別の乾物率と萌芽率をみた結果を第23図に示した。先端部から第3節までは乾物率が低く、萌芽はほとんどみられなかったが、第4節から基部節までは乾物率が10%程度となり、萌芽率は60%以上であった。さらに、8月7日時点で出穂した茎について、節位別の乾物率と萌芽率をみた結果を第24図に示したが、穂首節から1～2節で乾物率が小さく、萌芽率が劣ったが、それ以下の節では高い萌芽率がみられ、下位節ほど萌芽率が高くなる傾向がみられた。また、乾物率は第5～6節で最も高くその前後でやや小さくなる傾向がみられた。

以上のことから、越年茎、当年茎及び出穂茎とも先端の2～3節で乾物率や萌芽率が劣ったが、第4節から基部の節では高い萌芽力を持つことが明らかになった。

2. 茎の大小及び茎の切断部位別の萌芽力と初期生育

(1) 茎の大小と萌芽力及び初期生育

(材料及び方法)

1. と同様の方法で採取した越年茎について、茎の大小と萌芽率及び初期生育との関係を見た。なお、茎はいずれも節と節のほぼ中央部で切断した。萌芽率の調査は上記1. とほぼ同様で、4月4日に25℃の陽光式定温器内のポットに茎を置床し、4月22日に茎の大小(茎径)と萌芽率及び萌芽した個体の草丈、苗令、根数等を調査した。

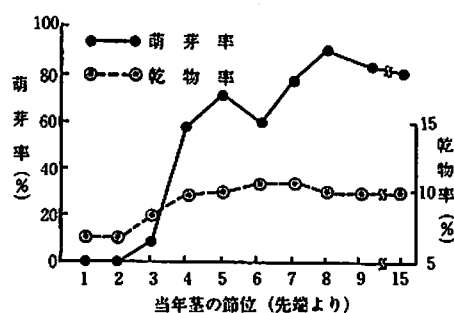
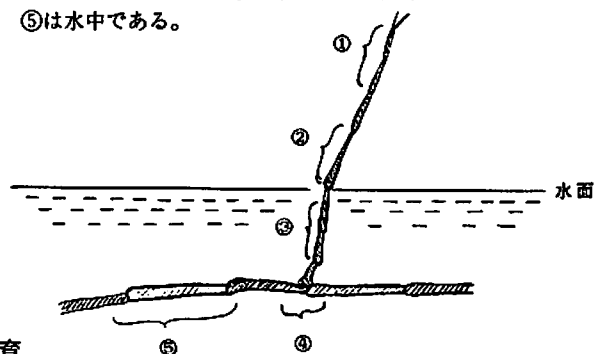
(結果及び考察)

越年茎の茎径と萌芽の早晩には大差がなかったが、第25図に示すように茎径と置床18日後の初期生育には差がみられた。つまり、茎径が大きいほど、根数が多く、根長も長くなる傾向がみられ、草丈も高い傾向がみられた。しかし、葉令については茎径2.0mm以上では明かな差がみられなかった。

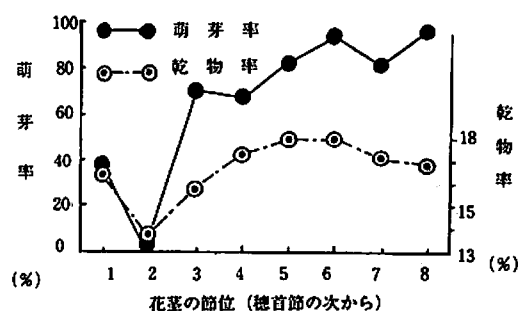
第8表 越年茎(水中)の部位別の萌芽力

草 種 部 位 (先端から)	キシウスズ	チクゴスズ
	メ ノ ヒ エ	メ ノ ヒ エ
①	58%	52%
②	91	86
③	83	96
④	76	62
⑤	80	83

注) 下図に示すとおり①、②は水面上、③、④、⑤は水中である。



第23図 当年茎の節位別の乾物比と萌芽率
(チクゴスズメノヒエ, 7月9日採取)



第24図 出穂茎の節位別の乾物率と萌芽率
(チクゴスズメノヒエ, 8月7日採取)

(2) 茎の折れ具合と節の着生位置別の萌芽力及び初期生育

(材料及び方法)

1. と同様に、7月9日に採取した当年茎について、一定の人為的な力を加えて茎の節からの折れ具合を観察した。また、先端から第4節より基部節について、節のみ、節が茎の上部ないし下部に付着した場合の萌芽力とその後の初期生育を調査した。

(結果及び考察)

この時期のほふく茎は非常に折れやすく、クリークからはふく茎を採取する時に途中でかなり折れた。さらに、人為的な力を加えて、全般的に節から折ってみると、先端から2～5節では節が上部に付着する形で、一方6節より基部の節では逆に節が下部に付着する形で折れる傾向がみられた。なお、7月以降茎の充実(第4節, 2)にともない折れにくくなった。

また、節のみ、節が茎の上部ないし下部に付着した場合の萌芽力やその後の初期生育をみると、節だけではまったく萌芽がみられなかった。節が茎の上部に付着している場合の萌芽率は80～100%で、下部の場合の60～80%より高く、また初期生育が良好であった。

以上のことから、ほふく茎の節からの萌芽や初期生育には節間の茎が大きく関与していた。つまり、節間の茎は萌芽や萌芽後の生長を補助する役割(胚乳等と同じ)を担っているものと考えられる。

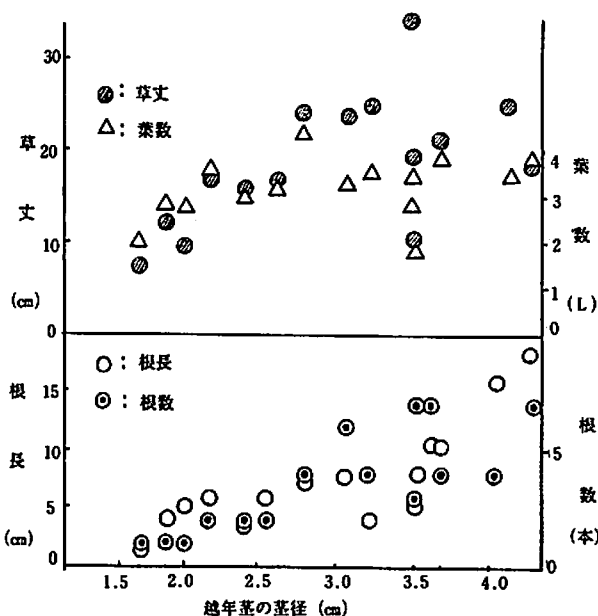
3. 土壤水分条件、埋没深度と萌芽力

(材料及び方法)

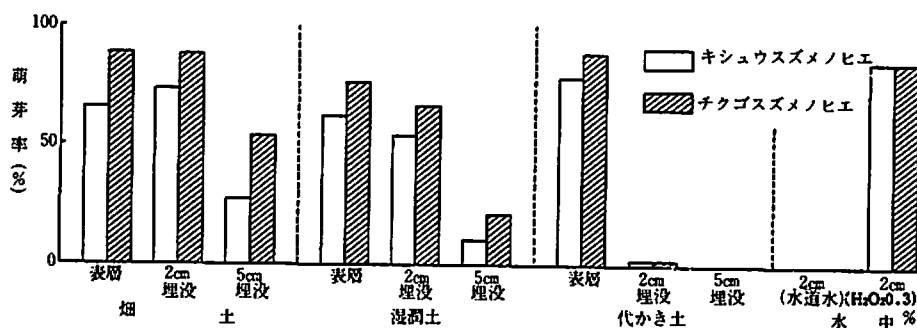
1982年1月23日に上記1. と同様に採取し、切断した越年茎を3段階の土壤水分条件(畑土、湿润土及び代かき土)下で、埋没深度をかえて、1区当り25個の2反復で置床し、その後の萌芽率をみた。畑土は地表面が乾燥しない程度に、湿润土はおおむね飽和水分状態となるように管理し、必要におうじて灌水した。また、代かき土は水田の場合と同様に代かきをし、たん水深1～3cmとした。その他水中区として、水道水及び過酸化水素0.3%で各々たん水する区を設け、2cmの深さに金網で固定した。なお、蒸発した水量分は逐次追加した。いずれも50cm×30cm×深さ6cmの有底の容器を使用し、25℃の定温器内で萌芽率を調査した。

(結果及び考察)

チクゴズズメノヒエ、キシウスズメノヒエの土壤水分条件、埋没深度別の萌芽率を第26図に示したが、両草種とも埋没深度が深いほど萌芽率が低く、特に代かき土に埋没した場合はまったく萌芽しなかった。また、酸素が不足するような水中の場合もまったく萌芽しなかったが、 H_2O_2 0.3%区では高い萌芽率がみられた。なお、草種別にみると、チクゴズズメノヒエは全般的にキシウスズメノヒエより萌芽率が高く、特に埋没深度が深い区でその差が大きかった。



第25図 越年茎の茎径と初期生育



第26図 キシュウスズメノヒエ、チクゴスズメノヒエの土壤水分条件・埋没深度別の萌芽率

切断されたほふく茎は、代かき土や水中に埋没された場合、まったく萌芽しなかったことから、節を中心とする茎からの萌芽には酸素の供給が必要であると考えられる。このことは、実際のクリークでの萌芽部位は、水面上の越年茎からの萌芽が主体で（第22図）、水中の越年茎からの萌芽はほとんどみられないことから理解される。SMITH⁸²⁾はキシュウスズメノヒエを防除するには深耕、埋没が効果的であると述べており、水田に侵入した場合、セリの場合⁵⁰⁾やミズガヤツリ^{42,102)}と同様に、耕起と代かきとの組合せによる耕種的防除の効果が期待できる。

第4節 越年茎及び当年茎の萌芽力、乾物率並びに炭水化物含量の推移

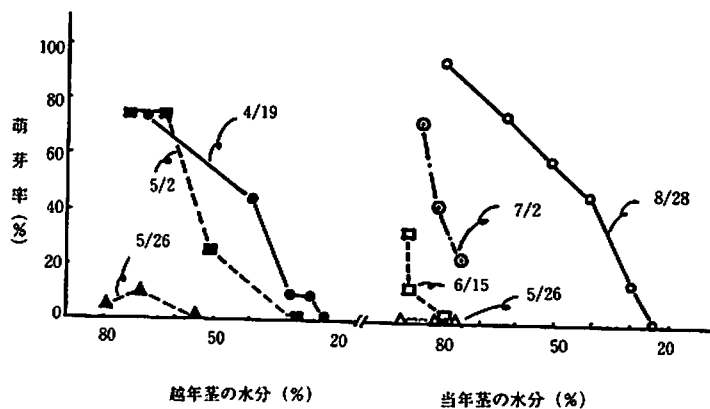
1. 萌芽力の推移

（材料及び方法）

1980年4月から同年8月まで時期別にクリークよりチクゴスズメノヒエのほふく茎（越年茎及び当年茎）を採取し、時期別の茎の萌芽率をみた。なお、越年茎及び当年茎の調査部位は萌芽率が全般的に高いと思われる部位を供試した。また、同一材料を室内で風乾させ、茎の水分の低下による萌芽率の変化を調べた。萌芽率の調査法は、上記第3節、1.と同じである。

（結果及び考察）

採取時期別の萌芽率並びに人為的に茎の水分を低下



第27図 越年茎及び当年茎の採取時期別の水分含有率と萌芽力

注) 図中の数値は採取時間(月/日)を示す。

させた場合の萌芽の有無をみた結果を第27図に示した。越冬茎は4月19日の時点では茎の水分が40%に低下しても約50%の萌芽率を示したが、5月26日では茎の水分80%でもほとんど萌芽がみられなかった。一方、当年茎は5月26日までは萌芽力がみられなかったが、それ以降当年茎の伸長にともない、萌芽力が旺盛になり、茎水分の低下に対する抵抗性も大きくなった。また、越冬茎と当年茎を込みにした萌芽率ならびに乾燥が萌芽に及ぼす影響の季節的变化を第28図に示した。茎からの萌芽は5月26日頃が最も劣り、これ以前では早い時期ほど越冬茎の萌芽率が高く、これ以降では遅い時期ほど当年茎の萌芽率が高くなった。また、茎の水分含量を50%に減少させた場合、5月26日から7月2日ではほとんど萌芽しなかったが、8月28日では約60%の萌芽率がみられた。

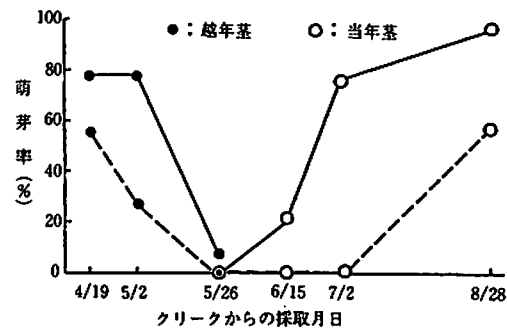
以上のことから、茎からの萌芽率は5月下旬から7月上旬頃が最も低下し、その前後になるにともない向上した。

2. 乾物率の推移 (材料及び方法)

場内クリークで水際から水面へ2～3 m程度生育しているチクゴスズメノヒエ、キシウスズメノヒエの群落について、1980年の3月から10月まで、逐次水中内のほふく茎を採取し、その生体重と乾物重を測定した。乾物重÷生体重×100を乾物率とし、茎の充実の良否をみる目安とした。ほふく茎の採取位置は群落のほぼ中央部とし、供試したほふく茎数は20本とした。なお、生体重はクリークから採取後水洗いし、脱水機で約1分間脱水し、その後10～15分室内で放置し、茎の水分が完全になくなってから測定した。次に、同一個体を熱風乾燥機(80℃)で48時間乾燥して、乾物重を求めた。

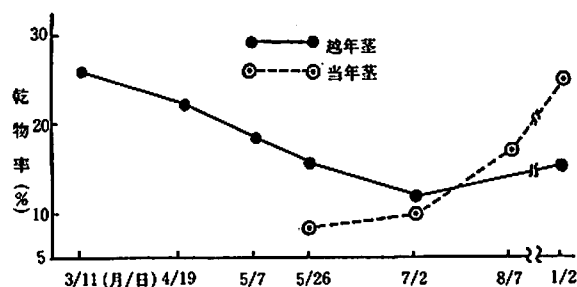
(結果及び考察)

越冬茎及び当年茎の時期別の乾物率の推移を第29図に示した。越冬茎では萌芽後、乾物率の低下が著しく、一方当年茎では増殖、伸長にともない乾物率が増加した。越冬茎と当年茎を込みにして、乾物率をみると、5月26日から7月2日頃が最低となった。この時期は茎からの萌芽率が最も低下する時期(第28図)とよく一致しており、萌芽率の良否は茎の乾物率(充実の良否)に大きく左右されるものと考えられる。第29図の乾物率はチクゴスズメノヒエの値を示した。キシウスズメノヒエの乾物率の推移は、チクゴスズメノヒエときわめて類似していたが、チクゴスズ



第28図 萌芽率ならびに乾燥が萌芽に及ぼす影響の季節的变化

—: クリークから採取した直後の茎の萌芽率
----: 茎の水分含有率50%まで乾燥した時の萌芽率



第29図 越冬茎及び当年茎の乾物率の推移

メノヒエより各時期とも5～3%大きな値を示した。次に、越年茎は当年茎の伸長、増殖にともない、また7～8月の高温条件下で大半のものは枯死したが、一部に再度越冬する茎がみられた。この茎の乾物率（1月調査）は17.8%で萌芽率は44%であった。

3. 炭水化物含量の推移

（材料及び方法）

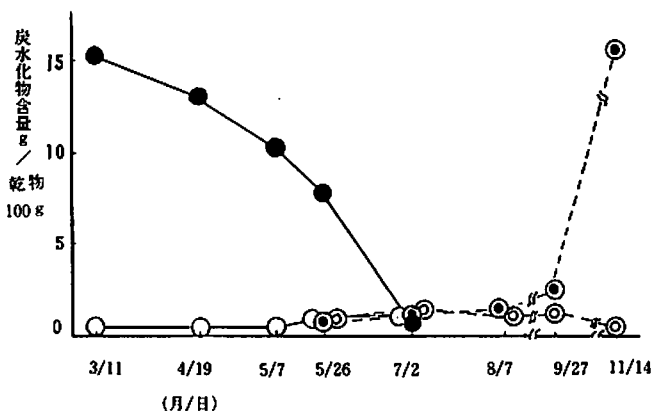
上記、乾物率を測定した材料を用いて、時期別の炭水化物含量を測定した。試料を粉碎後、ソモジー・ネルソン法¹⁹⁾により乾物重当りの還元糖やデンプン含量を求めた。

（結果及び考察）

越年茎及び当年茎の時期別の炭水化物含量の推移を第30図に示した。越年茎は、乾物率と同様に、萌芽後デンプン含量が急速に低下した。つまり、萌芽前の3月中旬に15.5g/100gであったものが、5月下旬には半減し、さらに、7月上旬にはわずか1.5g/100gとなった。また、当年茎のデンプン含量は、5月下旬にはわずか1.5g/100gであったものが、7～8月には3～4g/100gとなり、その後の増加は比較的緩慢で、10月中旬（落水期）以降のデンプン蓄積が盛んで、11月中旬には16.3g/100gとなった。

一方、還元糖の含量は最も生育が盛んである5～8月頃が多く、その前後で低下する傾向がみられた。また、還元糖の含量はデンプンに比べるとかなり少なく、最も多い時期で1.8～2.9g/100gであった。

安田ら¹⁰⁰⁾は、ハマスゲについて炭水化物の時期別の推移を調査し、その草の生態的な防除適期を明らかにしようと試みているが、ここではチクゴスズメノヒエについても興味ある結果が得られた。



第30図 越年茎及び当年茎の炭水化物含量の推移

以上、1.～3.を要約すると、越年茎、当年茎を込みにした萌芽力、乾物率及び炭水化物含量は、5月下旬～7月上旬が最も低下しており、本草の生態面からみた防除適期はこの頃であると考えられた。

第5節 ほふく茎の発根節位別の切断とその後の生育

ほふく茎は、伸長にともなって次々に節から発根し、増殖して行く。第2章、第3節、1.で述べたように、ほふく茎の先端から第5～6節目以降の節で発根がみられ、基部の節ほど根の発達が良好である。ここでは、先端から発根節がどの程度あれば、生育阻害を受けないかを検討した。

（材料及び方法）

1981年5月23日に場内の休耕田で生育しているチクゴスズメノヒエのほふく茎について、第9表に示すような4段階の切断処理区と対象区を設定した。なお、処理時のほふく茎は基部から1.0～1.5m程度伸長し、発根節は8～15節であった。切断処理はハサミを使用し、各区とも節間中央部を切断した。1区当たり供試したほふく茎は5本で、第9表の値はその平均値で示した。

(結果及び考察)

切断後のほふく茎の伸長程度や出葉展開速度を第9表に示した。切断部位が先端に近く、発根節が少ないほど、無処理区に比べ、ほふく茎の伸長や出葉展開速度が劣った。また、発根節が5～6個ある場合でもやや抑制傾向がみられた。

以上のことから、ほふく茎は発根節第7節より基部節からでも生長部位への養分移行があるものと考えられた。また、本草はほふく茎で畦畔から容易に水田などの耕地内へ侵入するが、これを防止するための草刈等の有効性が認められた。

第6節 摘 要

1. 本章では、クリークで生育するチクゴスズメノヒエのほふく茎（越年茎及び当年茎）について、乾物率の推移や各種の条件下での節からの萌芽力について調査、検討した。

2. チクゴスズメノヒエの越年茎の萌芽温度は、最適30～35℃、最低10℃、最高40℃であった。

3. 越年茎、当年茎とも休眠性はなく、先端部の2～3節を除き、どの部位の節でも高い萌芽力があり、茎に1節があれば増殖可能であった。

4. 切断した越年茎や当年茎は代かき土に埋没した場合や酸素が不足する水中（たん水）ではまったく萌芽しなかった。

5. 萌芽率は季節的に変化し、5月下旬頃に最低となった。また、乾燥処理による萌芽率の低下は5月下旬から7月上旬に著しかった。

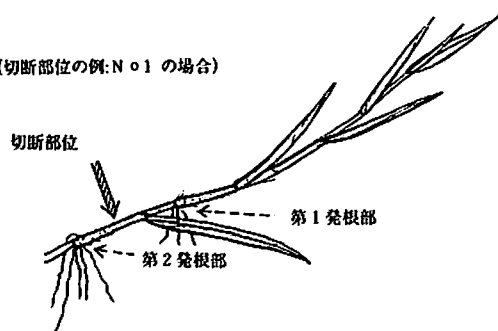
6. 越年茎、当年茎を込みにした乾物率や炭水化物含量は、5月下旬から7月上旬頃が最低となり、上記萌芽率の季節的变化も考慮すると、本草の発生生態からみた防除適期は5月下旬から7月上旬頃であると考えられる。

7. ほふく茎を途中で切断することにより、先端の生長は著しく阻害され、発根節が5～6節ある場合でも影響がみられた。

第9表 ほふく茎の発根節位別の切断とその後の生育

No	試 験 区 (切断部位)	5/23日～6/5		6/5～6/16	
		ほふく茎 の伸長速度	出葉展開 速 度	ほふく茎 の伸長速度	出葉展開 速 度
	(先端から)	cm/日	葉/日	cm/日	葉/日
1	第1～2節	0.42	0.25	1.23	0.24
2	2～3	0.55	0.25	1.20	0.24
3	3～4	1.00	0.31	1.32	0.25
4	5～6	2.50	0.46	2.71	0.45
5	(無切断)	2.80	0.53	3.37	0.59

(切断部位の例: N○1の場合)



第4章 種子生産と種子繁殖の可能性

第1節 緒言

チクゴスズメノヒエは主に筑後川下流域のクリーク地帯に分布し、年々発生面積が増加する傾向にある^{5,78)}。この草の侵入状況をみると大半が栄養器官で増殖しているものと考えられる。しかし、水の移動がまったくない閉鎖的なクリークや圃場整備にともない新規に造成した用排水路の法面にも造成1～2年後には発生が点々と認められること等から判断して、種子による増殖の可能性もあるものと推察される(第5章、第2節、2.)。

しかしながら、チクゴスズメノヒエやキシウスズメノヒエの種子稔性や種子増殖についての報告はほとんどなく、一部に池田ら⁷⁹⁾、平田⁷⁸⁾や芝山ら⁷⁷⁾がその可能性を示唆しているにすぎない。

ここでは、チクゴスズメノヒエの種子生産、クリーク中の種子の発芽力、実生個体の生育量等をキシウスズメノヒエと一部比較しながら調査し、種子増殖の可能性を検討した。

第2節 種子形成と稔性

1. 種子生産

(材料及び方法)

1979, 1980年に場内のクリークや休耕田で生育しているチクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエの群落を対象に、穂の形態や出穂時期別の1穂着粒数等を調査した。穂の採取時期は7月～12月までの7回で、ほぼ1ヶ月間隔とした。なお、採取予定の穂は、群落内ではほぼ出穂期となっている平均的な個体を各々20穂ずつラベルを付け、穂首が黄化し、外観でおおむね成熟期になったと思われる時点で採取した。

(結果及び考察)

第2章、第2節の生活史の中で述べたように、筑後川下流域のクリーク地帯でのチクゴスズメノヒエの出穂期は、始期が6月下旬ごろ、終期が11月上旬頃で約5ヶ月間の幅がみられた。一方、キシウスズメノヒエは始期が7月上旬頃、終期が11月上旬頃であった。以上の結果は、チクゴスズメノヒエやキシウスズメノヒエが数年来繁茂している群落を対象としたものであるが、ほふく茎を伸ばし発生被度の拡大を図っている群落では出穂が著しく遅れた。9月中～下旬以降では草種、生育場所、群落繁茂量等に関係なく、出穂がみられた。

チクゴスズメノヒエの1穂の着粒数は第10表に示すとおり、生育場所や出穂期などで異なり、クリークで生育するものが休耕田で生育するものより多く、クリークでは出穂期が8月下旬～10月下旬のものがその前後のものより多い傾向がみられた。また、チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエより約2倍の値を示した。チクゴスズメノヒエの種子生産量を最も多い条件下でみると、クリーク

第10表 生育場所及び採取時期別のチクゴスズメノヒエの1穂粒数(粒)

生育場所	採取時期(月/日)						
	7/4	8/4	9/9	10/1	10/28	11/8	12/7
クリーク	80.1	96.1	104.4	103.9	110.8	117.0	87.2
休耕田	—	81.6	96.3	92.6	84.2	79.3	84.7

注) ① 採取時期は出穂後25日目であった。

② キシウスズメノヒエでは、10/28, 11/8, 12/7に採取した場合の1穂粒数の平均値はクリーク、休耕田で各々49.6粒、47.4粒であった。

全面に繁茂している場合、 m^2 当りの穂数は200～300本程度であるが、出穂1ヶ月後には成熟して倒伏し、次々に出穂するため、6月下旬から11月上旬までに約1,000本程度の穂数を形成することになる。1穂当りの着粒数を平均100粒とすると、 m^2 当り約10万粒の種子が形成される。この値はタイヌビエが水稻乾田直播栽培で収穫期にはほぼ完全に優占化した場合の種子生産量³⁰⁾とほぼ同程度であった。

なお、穂の形態的特徴については、第2章、第3節、1. で詳細に述べたので、ここでは省略する。

2. 種子稔性

(1) 稔実種子の形成

(材料及び方法)

上記、1. の種子生産量の調査と同じ材料を対象に、穂の登熟状況、1穂内での稔実種子の着生位置および千粒重等を調査した。稔実の有無については種子を1粒ずつ手で軽く抑え、固く充実しているものを稔実粒とした。

(結果及び考察)

出穂2ないし3日後から開花がみられ、その後数日間開花が続いた。第31図に示すように、チクゴスズメノヒエは、対生した穂状花序の開きが出穂後から登熟後半まで $10\sim45^\circ$ 程度で、脱粒難であった。一方、キシウスズメノヒエは、出穂数日後には2本の対生した穂状花序が鈍角($150\sim180^\circ$)に開き、登熟が進むにしたがいさらに $180\sim240^\circ$ 程度となり、非常に脱粒しやすかった。特に、稔実した種子ほど脱粒した。両草種とも早いものでは開花後15～20日で成熟した。

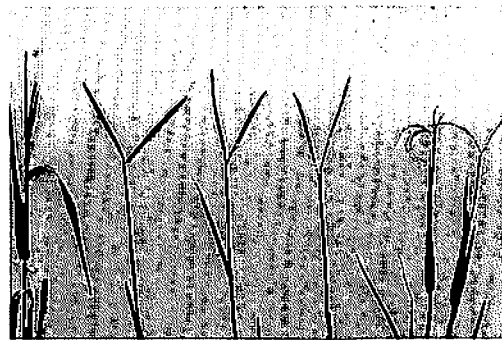
次に、稔実粒の着生位置は、第31図に示すように、穂の先端から基部まで全般的に分布していたが、局部的に2～5粒ずつ集中する傾向がみられた。これは出穂後、開花が1穂内でも数日間続くため、次の(2)の項目で述べるように開花期間中の気象要因などが関与しているものと考えられる。

また、稔実粒の千粒重を測定したが、チクゴスズメノヒエ、キシウスズメノヒエともに2.2～2.3gであった。

(2) 開花期間中の気象と稔性

(材料及び方法)

上記、1. と同様に採取した種子について、草種、生育場所及び採取時期別に稔実率を調査した。なお、稔実の有無は種子を1粒ずつ手で軽く抑え、固く充実しているものを稔実粒とした。さらに、時期別に採取した種子の開花期間中の気象(開花盛期～5日間)と稔実率との関係を求めた。



第31図 穂の登熟経過と成熟した穂の特徴

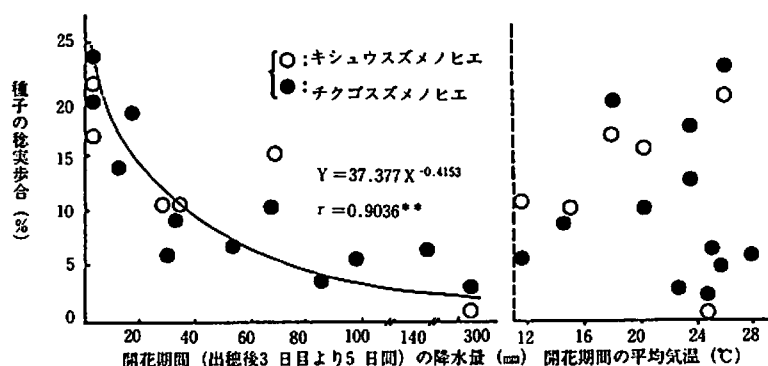
上段：チクゴスズメノヒエの登熟経過

下段：成熟した穂首の状態

1対の穂状花序が鈍角に開いている穂がキシウスズメノヒエ(左側)で、鋭角の穂がチクゴスズメノヒエ(右側)。

(結果及び考察)

草種、生育場所及び採取時期別の稔実率をみると、草種や生育場所の差には一定の傾向がみられず、採取時期で大幅に変動した。そこで、開花期間中の降水量や気温と稔実率との関係を第32図に示したが、チクゴスズメノヒエの稔実率は開花期間中の降水量の多少と高い相関がみられた。つまり、ほとんど降雨が無い場合は20~25%の値を示した



第32図 開花期間中の気象条件とチクゴスズメノヒエ及びキシュウスズメノヒエの稔実歩合

が、降雨が多い時は5%以下の稔実率であった。次に、開花期間中の気温との関係をみると、12~16℃の低温条件下でやや稔実率が低い傾向がみられたほかは、一定の傾向がみられなかった。

チクゴスズメノヒエとキシュウスズメノヒエとの草種間差は明かでなかったが、池田ら¹⁷⁾は、同じキシュウスズメノヒエでも系統によって稔実率が異なることを明らかにし、また、この稔性が低い点については減数分裂時の染色体対合に異常があることを示唆している。

第3節 種子の休眠と発芽

1. 種子の休眠と休眠覚醒

(1) 種子の休眠性

(材料及び方法)

上記、第2節、1.と同様に、7月~12月までクリークから採取し、室内で風乾状態で保存していたチクゴスズメノヒエの種子を供試して、種子の休眠性の有無、休眠の機構などについて検討した。まず、採取時期別の休眠性をみるため、7月~12月採取の種子を翌年の3月12日から4月9日まで発芽試験を実施した。なお、試験はシャーレにろ紙を2枚しき、適湿条件とし、25℃の温度に調整した定温器内で実施した。また、9月及び11月採取直後の種子について、針で種皮の一部を刺傷する区や種子を乳鉢内で砂を加えて摩擦する区を設けた。さらに、水稻種子などの休眠覚醒に用いられている40~45℃の高温処理^{22,69,88)}区を設けた。ここでの高温処理は41℃の8日間とした。なお、試験は1区当り1シャーレに50粒播種し、2反復で実施した。

(結果及び考察)

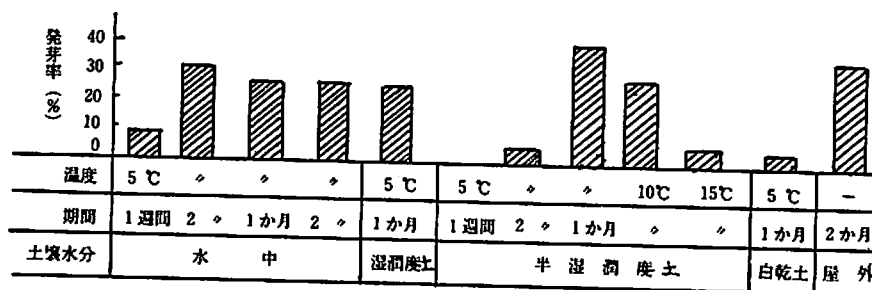
採取後風乾状態で保存したものは、7月~12月採取のいずれの種子も置床後2週間以内では全く発芽がみられなかった。また、高温処理の効果はまったくみられなかった。しかし、刺傷処理や摩擦処理区では12~15%の種子が発芽したが、休眠覚醒効果は十分でなかった。

以上のことから、チクゴスズメノヒエの種子には強い休眠性があり、風乾状態で半年以上放置しても休眠は覚醒されなかった。また、休眠の機構としては、第9図に示したように、内えいや外えいは硬い蠟質であり、種皮摩擦処理により一部に発芽がみられたから、硬実による影響があるものと考えられる。しかし、その効果は十分でなかったことから、その他の要因も関与している可能性がある。

(材料及び方法)

(結果及び考察)

以上のことから、本草の休眠覚醒法としては、温度条件を5℃程度とし、半湿潤土では1カ月間以上、水中では2週間以上の処理が有効であった。しかし、これらの処理での発芽率は30%程度と低く、また屋外の2カ月間処理区でも30%程度と低かった。このように、温度や水分条件だけでは休眠覚醒効果が十分でなかった。一方、キシウスズメノヒエ類の種子は、他の雑草の場合^{28, 44, 45)}と同様に、畑土壌中に貯蔵することによって発芽率が高まり、さらに湿潤ないし水深5 cmの条件で58~92%の発芽率を示した報告¹²⁾もある。



第33図 温度及び土壤水分条件と種子の休眠覚醒効果

(材料及び方法)

(結果及び考察)

— 29 —

での変温の効果については、タイヌビエ¹⁾、ケイヌビエ²⁾や一年生雑草全般¹⁰⁾に認められている。

以上、休眠の覚醒程度は採種時期が早いもので大きく、遅いもので小さいことから、休眠の覚醒のための要因として上記(1)や(2)で述べた種皮の硬さや低温湿潤処理などの要因に加え、採取後の保存条件などが関与しているものと考えられる。なお、清水ら³⁾によると、シコクビエの休眠覚醒は貯蔵温度によって影響され、低温(5℃)では休眠が維持されたが、高温になると休眠覚醒が促進された。また、つぎの2.で述べるように、クリーク水中の種子は70%程度の発芽率を示しており、以上の要因以外にも荒井・宮原¹⁾がタイヌビエで認めている低酸素条件やその他光の影響^{20,21)}なども総合的に検討する必要があると考えられる。

2. クリーク水中に落下した種子の発芽率

(材料及び方法)

自然条件下でクリークの底へ沈下した稔実種子の発芽力をみるため、1983年3月3日にチクゴスズメノヒエが数年来多発している場内のクリークの泥土を表層約5cm程度採取した。採取面積は1m×0.5mの2カ所とし、水洗い後、稔実種子を選別し、その発芽力をみた。なお、発芽調査はろ紙を2枚しいたシャーレに適湿条件下で置床し、25℃の定温器内で3月11日から20日間発芽の有無をみた。

(結果及び考察)

クリークの泥土中には多数のチクゴスズメノヒエの種子が存在していたが、大半が不稔種子で、採取できた稔実種子は1㎡当り76粒であった。腐敗したものもあり全体の種子数の把握が困難であったため、稔実種子の割合は算出できないが、5～10%の値よりもさらに少ないように観察された。また、これらの稔実種子について発芽力をみたが、発芽率は70%であった。つまり、クリークの底に沈下して約半年以上経過した後でも、種子の生存が認められ、発芽力を有することを実証した。このことから、クリークの水を水稻やイグサ等の作物に灌水する際に耕地内へこの種子が持ち込まれる可能性が高い。また、休耕田や畦畔等で繁茂している場合でも稔実種子が農機具や人畜に付着して、他の場所へと移動し、条件のよい畦畔の水際部などで発芽し、種子繁殖する可能性があると考えられる。

すでに筆者は、城島町の基盤整備した用排水路の法面でチクゴスズメノヒエ及びキシュウスズメノヒエの種子からの発生個体を確認した。

3. 種子の発芽温度

(材料及び方法)

上記、1.で供試した稔実種子を低温湿潤処理(5℃、半湿潤、1ヶ月間)後に、10～40℃の間を5℃間隔の温度条件下で、発芽状況をみた。発芽試験は1981年3月12日から4月9日まで行った。さらに未発芽種子について4月9日から5月12日までの約1ヶ月間再度5℃の低温条件下に置床し、その後25℃の温度条件下で発芽率をみた。なお、供試した種子数、反復数等の試験条件は1.と同じであった。

第11表 採取時期別の稔実率と発芽率

No.	採取時期	稔実率	発芽率	同左+2次 発芽率 [*]
1	7月4日	12.9%	53%	58%
2	8 4	4.4	43	50
3	9 9	7.0	28	38
4	9 20	7.7	18	25
5	10 1	4.5	17	43
6	10 18	11.5	15	28
7	11 15	11.0	32	43
8	12 3	6.2	23	25

注*:再度、休眠覚醒処理(5℃、半湿潤条件下に1か月間)を行った後に調査。

(結果及び考察)

置床温度別の発芽率を第34図に示したが、チクゴスズメノヒエ種子の発芽温度は、最低20℃、最適30℃、最高40℃程度であると考えられた。また、発芽最適温度条件下でも発芽率が30%程度と低かったため、未発芽種子について再度低温湿潤処理を行い、変温と休眠覚醒効果を検討した結果、5℃（1ヶ月）～30℃（1ヶ月）～5℃（1ヶ月）の変温処理の効果が最も高く、さらに20～30%の種子が発芽した。

発芽最低温度は20℃程度であることから、筑後クリーク地帯での種子からの発芽は5月中～下旬以降となり、越冬茎からの萌芽時期より約2カ月程度遅れるものと考えられる。

第4節 実生個体の生育

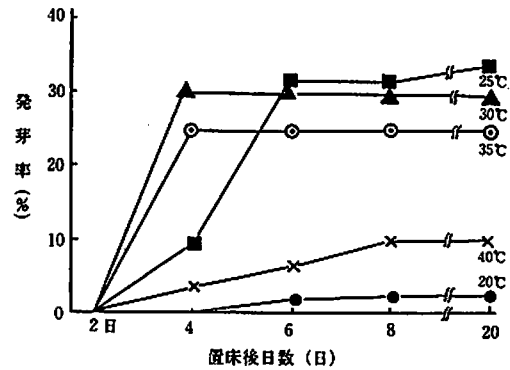
1. 生育特性及び栄養繁殖個体との比較

(材料及び方法)

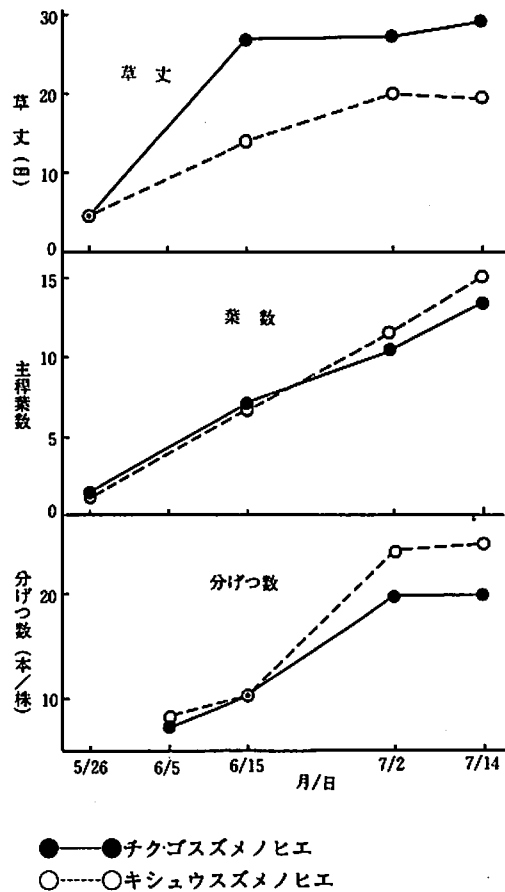
1981年5月12日に水田土をつめたシャーレにチクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエの稔実種子を各々5粒ずつ播種し、30℃に設定した陽光式定温器内で出芽、生育させた。1区1シャーレの4反復とした。5月11日に1.1葉期となった幼苗を水田土をつめた径10cmのビニールポットへ1株3本ずつ移植し、野外で生育させた。さらに、6～7葉期となった6月16日に無草化した休耕田へ植え傷みのないように移植した。幼植物の形態並びに休耕田移植後の植物の草丈、分けつ数、ほふく茎の伸長程度及び茎径の肥大状況等を調査した。各草種とも1株3本植えの4株を対象とし、草丈は直立茎について、葉数は主稈葉数について各々12点ずつ測定した。

(結果及び考察)

種子置床4～5日後に出芽期となり、その後は4日に1葉の割合で出葉した。また、3葉以降分けつを生じ、6～7葉期頃からほふく茎の伸長がみられた。この分けつ茎の約半分は直立茎となり、他の半分はほふく茎となった。チクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエの各形質の経時的变化を第35、36図に示した。生育日数の経過とともに各形質は増大したが、草丈の伸長や分け



第34図 チクゴスズメノヒエ種子の温度別の発芽率



第35図 実生個体の草丈、葉数、分けつ数の経時的变化

つ数の増加は7月上～中旬頃に停滞し、直立茎は15葉期前後で出穂した。一方、ほふく茎は0.3～0.4葉/日の割合で葉身を展開して伸長し、長さや茎径が増大した。

さらに、10～20cm間隔で左右に分枝を出して増殖した。茎径は、キシウスズメノヒエでは7月14日に、またチクゴスズメノヒエでは8月11日の時点で越年茎から生育している個体のものとはほぼ同じ大きさになった。また、草種間の生育の特徴をみると、草丈やほふく茎長はチクゴスズメノヒエがキシウスズメノヒエより長かったが、分げつ数やほふく茎数は前者が後者より少なかった。

2. 幼植物の形態的特徴

(材料及び方法)

上記、1. で供試したチクゴスズメノヒエの実生由来の幼植物について、キシウスズメノヒエと対比して、6月5日(3～4 L期)、6月16日(6～7 L期)及び7月4日の3時期に両草種の生育状況をスケッチするとともに、葉身や葉鞘等の形態的特徴を観察調査した。

(結果及び考察)

各生育時期別にチクゴスズメノヒエとキシウスズメノヒエの生育状況をみた結果を第37図に示した。両草種間には第12表に示すように各々形態的特徴がみられた。つまり、チクゴスズメノヒエは葉色が濃く、やや大型で葉身がしなやかな感じを受けるのに対し、キシウスズメノヒエは葉身が短く、直立し、やや硬い感じを受けた。チクゴスズメノヒエは葉身と葉鞘の境目(カラー部)が赤褐色を呈しているのに対して、キシウスズメノヒエは白色ないしうすい緑色を呈していた。また、葉鞘部についてみると、チクゴスズメノヒエはやや紫色をおびた赤褐色を呈して、毛茸が全般的に密生しているのに対し、キシウスズメノヒエは鮮やかな赤色に近い赤褐色を示し、毛茸は葉鞘の上部と下部に局部的に認められる程度であった。

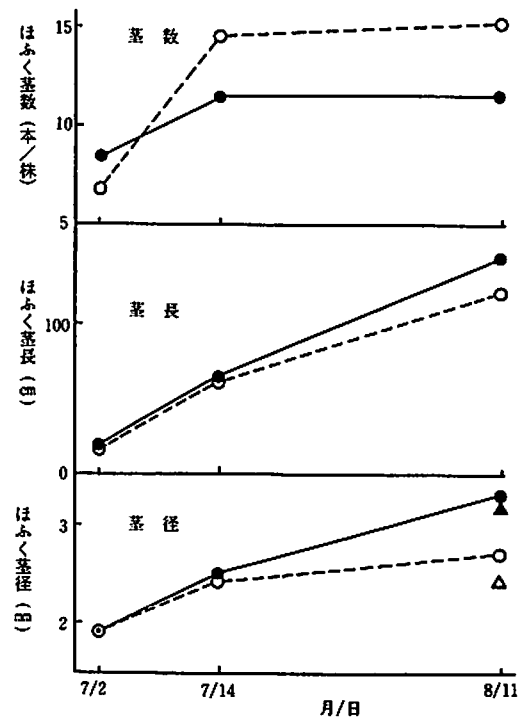
以上のように、チクゴスズメノヒエの幼植物は、キシウスズメノヒエ、タイヌビエやメヒシバ等に類似しているが、草種間に各々2、3の特徴的な形態的差異が認められた。

第5節 摘 要

1. 本章では、チクゴスズメノヒエの種子生産、クレーク中の沈下種子の発芽力及び実生個体の生育状況などをキシウスズメノヒエと対比して調査し、種子繁殖の可能性を検討した。

2. チクゴスズメノヒエの種子生産量は、生育場所や繁茂程度などで異なったが、1穂当り約100粒程度であり、クレーク一面に繁茂した場合、1㎡当り約10万粒であると推察された。

3. チクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエ種子の稔実率は、全般的に低く、平均で5～



●—●, ▲チクゴスズメノヒエ
○—○, △キシウスズメノヒエ
▲, △: 栄養繁殖個体の同日の値

第36図 実生個体のほふく茎の生長

第12表 チクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエの実生個体の形態的特徴

部 位 \ 草 種	チクゴスズメノヒエ	キシウスズメノヒエ
①全般的な外観	葉色が濃く、やや大型で葉身がしなやかである。	葉身が短かく、直立し、硬い。
②葉身(3葉期以上)の毛茸	基部の方から多少程度にうすく発生。	発生なし。
③葉身と葉鞘の境目(カラー部)	赤褐色を呈している。	白色ないしうすい緑色を呈している。
④葉鞘部の毛茸	全般的に密に発生。	葉鞘の上部と下部に局部的に発生。
⑤葉鞘部の色(両草種とも赤褐色)	やや紫色を呈している。	赤色がやや強い。

10%であった。なお、稔実率は開花期間の降雨の多少と高い負の相関がみられた。

4. チクゴスズメノヒエ種子は、キシウスズメノヒエ同様に休眠性を示し、9月中旬～11月上旬に採取し、翌春に最適条件下で置床してもまったく発芽しなかった。休眠覚醒法として、刺傷処理や摩擦処理の効果が一部にみられ、また、5℃の低温と適度の水分条件下に1ヶ月間程度置くことにより、約30%の種子で休眠が覚醒された。また、変温の効果も認められた。

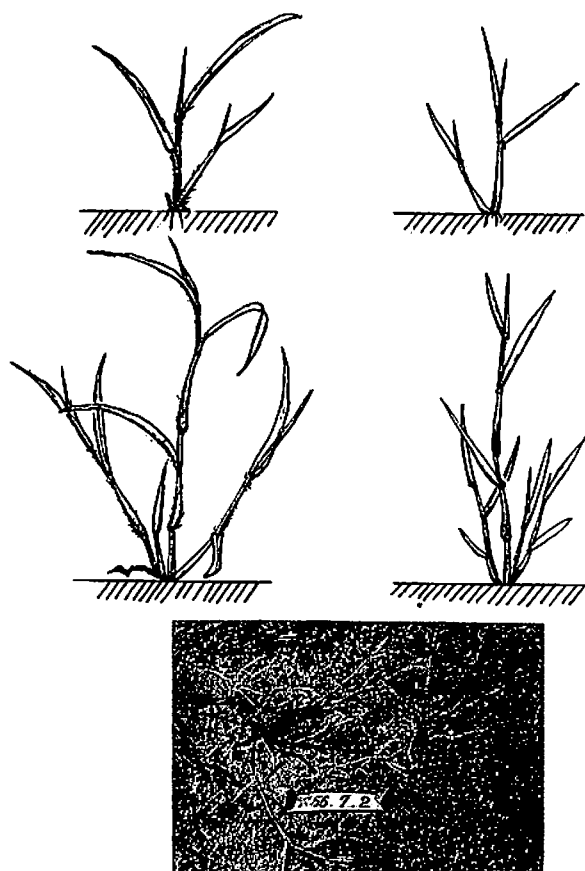
5. 自然条件下でクリーク水中へ落下した種子は翌春まで生存しており、高い発芽力がみられた。

6. 種子の発芽温度は、本実験の範囲では最適30℃、最低20℃、最高40℃程度であった。

7. 実生由来の幼植物においても、チクゴスズメノヒエにはキシウスズメノヒエやその他のイネ科雑草と2, 3の特徴的な形態的差異がみられた。

8. 実生個体は、キシウスズメノヒエでは7月中旬、チクゴスズメノヒエでは8月中旬までに、栄養繁殖個体と同様の基径を示す程度に生長した。

9. これらの結果から、チクゴスズメノヒエは、キシウスズメノヒエ同様に、種子繁殖の可能性を有することが明らかになった。



第37図 実生由来のチクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエ

上段：4葉期 左 チクゴ 右 キシウ
 中段：6.8 〃 〃 同上 〃 同上
 下段：増殖盛期 〃 同上 〃 同上
 (7月2日)

一般にここ10～20年間で急速に増加したといわれている。芝山ら⁷⁹⁾の調査結果によると、チクゴスズメノヒエの発生程度は1974年の11%から1978年の20%へと約2倍程度増加している。本調査結果では31%にも及んでおり、調査法の違いはあるものの、確実に発生面積が増加しており、この状態を放置すれば、今後一層広がるものと考えられる。

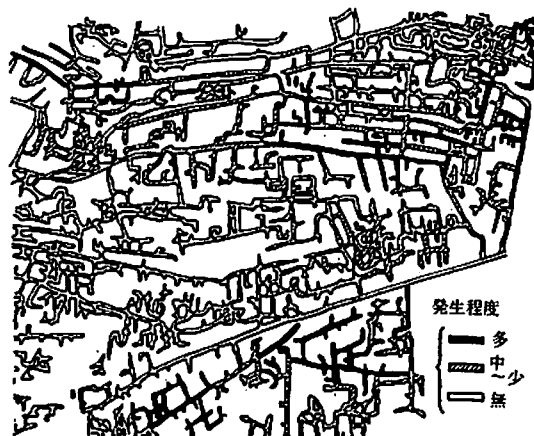
2. 水系別の発生状況

(材料及び方法)

上記、1.と同じ。なお、調査結果を1万分の1の縮図上のクリークに発生程度別に、チクゴスズメノヒエの発生状況を図示し、縮図上で水系別の発生状況をみた。

(結果及び考察)

管内の全クリークを対象に、チクゴスズメノヒエの発生の有無と程度を上記縮図上に詳細に記載した結果、水系別の発生状況がかなり明確なものとなった。つまり、水系によって発生の有無や程度が異なっていた。第39図には大木町の一部のクリークについて、チクゴスズメノヒエの発生状況を示した。このことから、本草の侵入経路は主に同一水系からであり、次々に隣接するクリークへと発生面積を拡大して行くものと考えられる。一方、周辺のクリークには本草の発生がみられないのに、局部的に本草の発生がみられるクリークも認められた。これらのクリークについては、何等かの方法で栄養繁殖器官の一部や種子の伝播があったものと思われる。なお、この点については、クリークでの流れとその程度、周辺のクリークの管理状況、作物の作付体系、さらに居住環境等も含め総合的に解析して行く必要がある。



第39図 チクゴスズメノヒエの発生状況（大木町管内の一部）

第3節 クリーク環境条件と本草の発生量との関係

1. クリークの構造との関係

(材料及び方法)

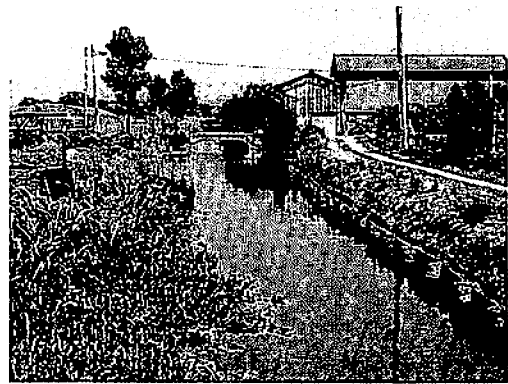
第1節で作成したクリークの縮図をもとに、各市町において発生程度が異なるクリークを対象に、無、少～中、多の3段階に分け、各々2、3点ずつを任意に設定し、そこを調査地点（37点）とした。1980年5月20～22日にクリークの構造として、法面の状態、幅や深さなどを調査した。また、同年8月8、11、12日にチクゴスズメノヒエ及びその他の水生雑草の発生被度を観察により調査した。

(結果及び考察)

クリークの構造と水生雑草の発生程度を第13表に示した。法面の構造として、垂直に近い傾斜の法面よりも斜面がゆるい法面で発生程度が大きい傾向がみられた。しかし、チクゴスズメノヒエ以外の水生雑草には一定の傾向はみられなかった。クリーク幅の大小については、チクゴスズメノヒエは6～9mで最も発生被度が多く、これよりも小さくても大きくても少ない傾向がみられた。水深については、浅いほどチクゴスズメノヒエの発生が多い傾向がみられ、特に、1.5m以下で多かった。なお、その他の水生雑草についても浅いほど発生が多い傾向がみられた。また、第40図に示

すように、クリーク管理の良否により本草の発生程度が異なった。つまり、クリーク右側は護岸工事をしており、チクゴスズメノヒエの発生はほとんどみられないが、左側は土手が崩壊しており、チクゴスズメノヒエの侵入、定着が容易であった。

以上のことから、チクゴスズメノヒエの発生程度の多少とクリーク構造との関係をみると、クリークの形態に由来する侵入定着の難易が発生程度に大きく関与しているものと思われる。つまり、従来から行われていた泥上げ作業が近年行われなくなったことや定期的な護岸工事を行うことが少なくなったため、土手の崩壊によりクリーク法面の傾斜が緩やかとなり、またクリークの水深が著しく浅くなったことなどがチクゴスズメノヒエの侵入、増殖を容易にしているものと考えられる。なお、クリークの幅については、クリークの持つ機能による差異などが関与しているので、単要因では解析できないと考えられる。



第40図 クリーク法面の構造とチクゴスズメノヒエの発生状況（6月写す）

左側：土手が崩壊し、チクゴスズメノヒエの侵入、定着がみられる。
右側：護岸工事が実施されている。

第13表 クリークの構造・規模と水生雑草の発生被度(%)

項 目	法面の傾斜度		クリーク幅の大小			水 深			
	緩斜面 (17)	急斜面 (20)	～5m (8)	6～9 (21)	10～ (8)	～1.0m (6)	1.1～1.5 (15)	1.6～1.9 (10)	2.0 (6)
チクゴスズメノヒエ	47	17	19	37	24	43	34	13	24
その他の水生雑草	16	16	20	19	4	30	24	14	10

注) ①その他の水生雑草：チクゴスズメノヒエ以外のアシカキ、トチカガミ、ホテイアオイ、ヒシ、マコモ、ウキクサ等の発生被度を合計したもの。

②()内の数値は調整点数であり、データはその平均値を示した。

2. 流れとの関係

(材料及び方法)

上記、1. と同じ時期に、同一地点について、水の流れの程度を調査した。なお、雑草の調査法も同様である。

(結果及び考察)

クリークでの水の流れの程度とチクゴスズメノヒエ及びその他水生雑草の発生被度との関係を第14表に示した。チクゴスズメノヒエの発生被度は、流れが無いクリークで多く、多少でも流れのあるクリークで少なかった。しかし、チクゴスズメノヒエ以外の水生雑草の発生被度については一定の傾向はみられなかった。なお、この地帯のクリークでは、通常の流れはきわめて緩やかであるが、連続的な降雨により水かさが増した時に流れを生じることが多い。流れのあるクリークで本草の発生が少ない点については、主な発生源である浮遊している栄養繁殖器官（ほふく茎など）の水際や法面への定着の良否が関与しているものと考えられる。

3. 水質との関係

(材料及び方法)

上記、1. と同一地点について、1980年8月8、11、12日に水質及び雑草の発生被度を調査した。なお、水質の調査法は次のとおりである。透視度は赤色の棒（直径0.5cm、長さ20cm）を水中に沈め、見えなくなる地点から水面までの距離を示した。また、クリーク中央部の水面から水深約1/3地点の水を採取して、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 及び $\text{PO}_4\text{-P}$ を調査した。なお、前者はネスラー法⁽⁵⁾により、後者はモリブデンブルー法によって定量⁽⁶⁾した。

(結果及び考察)

$\text{NH}_4\text{-N}$ や $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度と雑草発生被度との関係を第15表に示したが、これらの濃度が高いほど、

第14表 クリークの水流の程度と水生雑草の被度

項 目	流 れ		
	無 (18)	微 (13)	小 (6)
草 種			
チクゴスズメノヒエ	42	26	11
その他の水生雑草	21	9	24

注) ①流れ：微…わずかに流れが認められる程度、

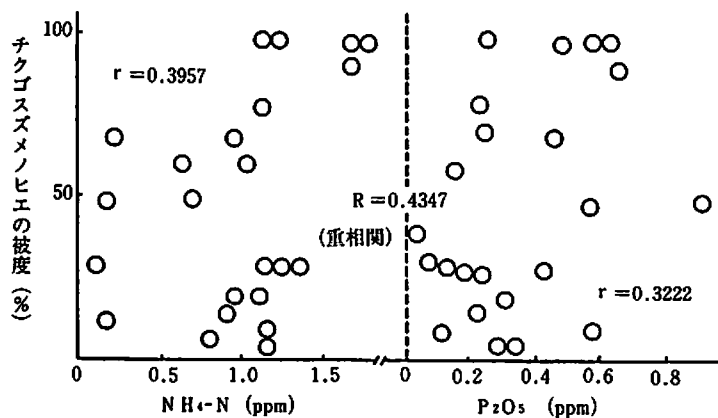
少…0.1m/sec 以上、最高で0.3m/sec 程度

②()内の数値は調査点を示す。

第15表 水中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度と水生雑草の被度(%)

項 目	$\text{NH}_4\text{-N}$ (ppm)				$\text{PO}_4\text{-P}$ (ppm)		
	~0.50 (9)	0.51~1.00 (7)	1.01~1.20 (11)	1.21~ (10)	~0.09 (11)	0.09~0.17 (15)	0.18~ (11)
チクゴスズメノヒエ	18	30	28	45	19	23	52
その他の水生雑草	18	20	9	9	19	11	13

チクゴスズメノヒエの発生被度が大きい傾向がみられた。水質がチクゴスズメノヒエの生育に及ぼす影響については第2章第4節2. (2)でも検討しており、水質の富栄養化がこの草の繁茂を助長していることは明白である。この点については、ホテイアオイ^(52,53)についても認められている。帰化植物の特性として人為的環境下や富栄養化した土地、水域等に大繁茂しやすい^(11,47)といわれている。しかし、チクゴスズメノヒエの発生が認められるクリーク23点について、これらの濃度と



第41図 $\text{NH}_4\text{-N}$ 及び $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度とチクゴスズメノヒエの被度

注) チクゴスズメノヒエの発生が認められた23点について示した。

チクゴスズメノヒエの発生被度との関係を第41図に示したが、両者の間にはかならずしも有意な相関は認められなかった。

これは、筑後川下流域のクリーク地帯では同一クリークでも $\text{NH}_4\text{-N}$ や $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が季節的に大幅に変化すること³⁰⁾及び水生雑草は一般的に外的な環境に対して広適応的であり、環境要因、水中の栄養分の多少と1対1の対応的關係にあることは極めてまれである³⁰⁾ことから理解される。いずれにしても、筑後川下流域のクリーク地帯では、本草の持込みがあれば、どのクリークでも繁茂する可能性があるものと考えられる。

筑後川下流域のクリークでの水質の富栄養化についてみると、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は、古賀ら³⁰⁾の調査結果では1951～1955年の平均値で各々0.09ppm、0.08ppmであったものが、1974年には0.7ppm、0.26ppmと両者とも著しく高くなっている。さらに、筆者らが1981年に調査した結果によると、季節変動がみられるものの、年平均で各々1.11ppm、0.60ppmとなり、ここ数年でクリークの富栄養化が著しく進んでいるものと考えられる。このことは、第2節の1.で述べたチクゴスズメノヒエの発生面積の増加傾向と深いかわり合いがあるものと考えられる。

4. 作物やその他の雑草との関係

(材料及び方法)

上記、1.と同一地点について、1980年5月20～22日には主にクリーク周辺の特徴を調査し、同年8月8、11、12日には主に水面や水際で生育している雑草の種類とその発生程度などを調査した。

(結果及び考察)

マコモ、ヨシの発生程度及びクリーク周辺でのイグサ作付の多少とチクゴスズメノヒエやその他の水生雑草の発生被度との関係を第16表に示した。クリークの水際にマコモやヨシが多発している場合には、チクゴスズメノヒエの発生が少ないという興味ある結果が得られた。これは、マコモやヨシの発生がチクゴスズメノヒエの水際や法面への侵入、定着を阻止しているためであろうと考えられる。なお、この点については、第6章、第3節の草種間競合の項と関連しており、後で総合的に考察する。

また、クリーク周辺の水田でイグサ作付が多い場合は、チクゴスズメノヒエの発生が多い傾向がみられた。このことは、イグサ作付期間に10a当り55kg以上の窒素施肥³¹⁾が行われ、水田からクリークへの肥料養分の流亡により水質が富栄養化していることと関連があるものと推察される。また、イグサ作付地帯では冬期間でもクリークの水深を一定に保っているのも、チクゴスズメノヒエの越冬茎の低温乾燥による死滅割合が少ないことなども関与していると考えられる。

第16表 マコモ・ヨシの発生程度及びイグサ作付の多少とチクゴスズメノヒエ及び他の水生雑草の被度(%)との関係

項 目	クリーク水際でのマコモ・ヨシの発生程度			クリーク周辺でのイグサ作付の多少		
	無～少 (17)	中 (13)	多 (7)	無 (13)	小～中 (14)	多 (10)
チクゴスズメノヒエ	39	27	14	10	36	49
その他の水生雑草	14	17	19	23	12	14

注1) マコモ・ヨシの発生程度：無～少…水際の被度が0～30%，中…30～80%，多…80～100%

2) イグサ作付の多少：調査したクリークの水系に而した水田において、イグサの作付が数枚認められるものを少～中とし、イグサの作付された水田が半分以上認められるものを多とした。

3) ()内の数値は調査点数を示す。

第4節 本草が繁茂した場合の主な雑草害

1. クリークの場合

(材料及び方法)

チクゴスズメノヒエの発生量の多少と水質との関係については、第3節とほぼ同様な方法で現地クリーク37点を対象に調査した。また、チクゴスズメノヒエが数年来繁茂している柳川市昭代の現地クリークにおいて、水面下でのチクゴスズメノヒエの茎や根の形態及びクリークの底の状態を観察調査した。さらに、水質が著しく悪化しているクリーク水を水稻に灌水し、水稻の青枯れ症が発生した事例がみられたので、その実態調査を行った。

(結果及び考察)

チクゴスズメノヒエの発生被度と水の溶存酸素濃度及び透視度との関係を第17表に示した。チクゴスズメノヒエのクリークでの発生被度が大きくなるほど、水中溶存酸素濃度が低下する傾向がみられ、特に被度100%のクリークではDO0.67ppmと著しく低い値を示した。また、被度が大きくなるほど水中の透視度が大きくなる傾向がみられた。これは、被度が大きくなるほど水の流れが阻害されることやDOが低くなるため、水中の微生物活性が低下することなどが関与しているものと考えられる。

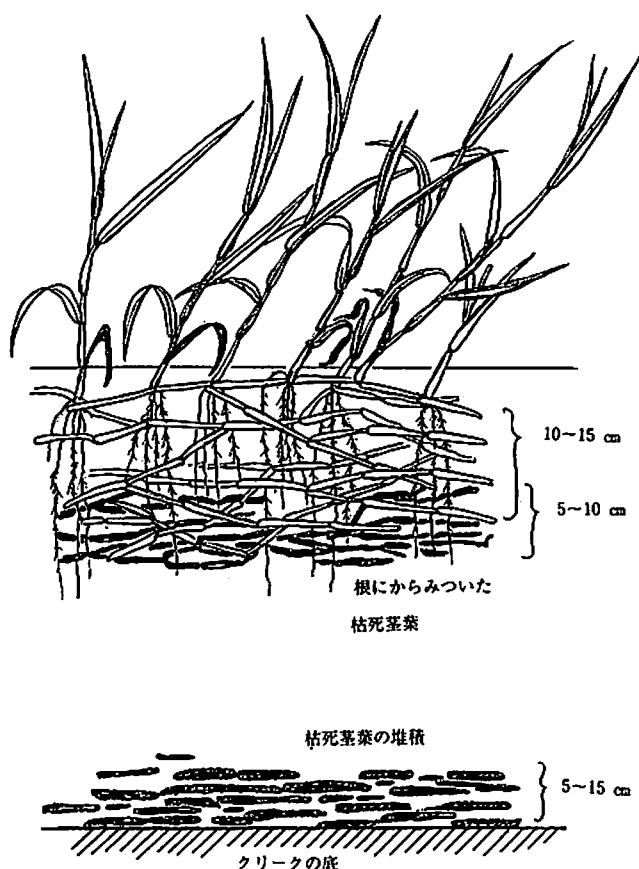
次に、チクゴスズメノヒエが数年来クリーク一面に繁茂しているところで、水面下の状態をみたものが第42図である。水面直下にはほふく茎が約10～15cmの層をなしており、その下には枯死した茎葉が根にからんで約5～10cmの層をなしていた。また、クリークの底には枯死した茎葉が5～10cmの層をなしていた。

以上のように、チクゴスズメノヒエが多発してクリーク全面を被覆した場合は、毎年枯死した茎葉の腐敗堆積により、水中の溶存酸素濃度が

第17表 チクゴスズメノヒエの被度と水の溶存酸素濃度(DO)及び透視度

被 度	DO (ppm)	透視度 (cm)
0%(15)	3.54	43
～ 30 (11)	2.06	50
～ 80 (7)	1.67	80
～100 (5)	0.57	71

注) ()内は調査点数を示す。



第42図 チクゴスズメノヒエが数年来繁茂しているクリークでの水中の状態

生存している水中茎や枯死している茎葉の堆積物の厚さはこの草の繁茂した年数や人為的な管理作業の有無等により異なる。

著しく低下し、クリークの浅底化を助長していた。また、流れが阻害されるため、不気味に黒く透き通って一種の“死水”となっていた。水産用水基準²⁰⁾によると、魚その他の水棲生物の正常な棲息及び繁殖が維持されるためには、DOは24時間中16時間以上は5 ppm以上、いかなる時でも3 ppm以上であることが必要とされているが、これらのクリークでは魚類の生存はほとんど認められなかった。

次に、このように溶存酸素濃度が低い水を水稻へ灌水し問題を生じた場合の一事例として、1983年8月下旬に福岡県大木町の一部の水田で、“水稻の青枯れ症”の発生がみられた。実態調査の結果、ここではチクゴスズメノヒエが全面に繁茂しているクリークから灌水しており、その水はDOが著しく低く、還元化の進んだ水特有の異臭をはなっていた。この異臭は主にメタン、硫化水素、アンモニア等であると考えられた。また、水稻根は土壌の還元化が進んでいる場合にみられる青白色を呈していた。一般的に、DOの低い水を灌水しただけでは水稻への被害は特に問題とはならないが、ここでは、透水性が悪い圃場であったことと、7～8月の異常高温により土壌の還元化が進んだこと等が複合されて被害を生じたものと推察される。なお、土壌の還元化と水稻青枯れとの関係については、馬場²¹⁾は硫化水素処理した水稻は可溶性窒素が増し、可溶性窒素／蛋白態窒素比が増大し、でんぷん含量が減少することを明らかにしている。また、渋谷²²⁾は、灌がい用水中の多量の有機物含量は水田土壌中で急速あるいは徐々に分解して土壌Ehを低下させ、これにともなう還元性有機物や異常還元の原因となり、水稻の減収をもたらす危険性を示唆している。

そのほかにもDOが著しく低いクリーク水をビニールを下に敷いた苗床に灌水して、湛水状態で育苗した場合に根の伸長が著しく悪く、苗マットの形成が不良で、田植機への苗の装着が困難であったこと等の事例もみられている。

2. 水田の場合

(材料及び方法)

1982年に農林水産省九州農試圃場の水田転換畑において、チクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエを栽培し、幅30cmの畦畔で仕切った隣接田に水田（水稻作付）区及び転換畑（大豆作付）区を設定し、両草種の生育、収量へ及ぼす影響をみた。なお、チクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエは5月11日に4～5節の発根節を持つほふく茎を20～30cm間隔で植え付けた。また、水稻はニシホマレを供試し、6月23日に稚苗を標準植えた。大豆はフクユタカを供試し、7月22日に条間60cm、株間20cm、1穴2～3粒播とした。時期別にチクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエの畦畔からの侵入状況を調査し、11月2日には雑草の拔取り及び作物の収量調査を行った。なお、作物の収量調査場所はこれらの草が侵入した範囲内について実施した。

(結果及び考察)

チクゴスズメノヒエ、キシウスズメノヒエの侵入程度と作物の収量へ及ぼす影響を第18表に示した。大豆は早い時期に地上部を遮へいするため、被害が少なかったのに対して、水稻の場合は侵入が容易で、水稻の生育、収量に対する影響が著しかった（第43図）。特に、チクゴスズメノヒエの雑草害が著しかった。これらの草の大豆群落への侵入が阻害される点については、第6章 第3節で詳細に述べる。また、チクゴスズメノヒエがキシウスズメノヒエよりも雑草害が大きかった点については、第2章 第4節3. (3)で述べたように、キシウスズメノヒエは水稻の草丈と大差ないのに対して、チクゴスズメノヒエは水稻よりも草丈が約30cm程度高く、養分競合だけでなく、光競合の影響が大きいと考えられる。

以上のことから、チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエと同様、容易に畦畔から水田内へ侵入し、本草が水田内で繁茂した場合の雑草害は、キシウスズメノヒエよりも大きいことが明ら

第18表 キシュウスズメノヒエ及びチクゴスズメノヒエの侵入程度と作物の収量

圃 場	草 種	キシュウスズメノヒエ, チクゴスズメノヒエの侵入程度					作物の収量	
		7月8日	8月11日		11月2日		収 量	同左除草 区 比 率
		茎 長	茎 長	草 丈	生 重	風乾重		
転換畑 (大豆)	キシュウスズメノヒエ	cm	cm	cm	g/m ²	g/m ²	kg/a	%
	チクゴスズメノヒエ		87.3		262	62	44.8	100
			112.5		313	102	44.0	98
水 田 (水稻)	キシュウスズメノヒエ	63.0	209.8	63.8	4500	1466	22.0	51
	チクゴスズメノヒエ	83.5	229.7	73.6	5000	1811	3.3	8

注) 水稻移植 6月23日 大豆播種: 7月22日 茎長: 畦畔から、ほふく茎の先端までの長さ(侵入した長さ)

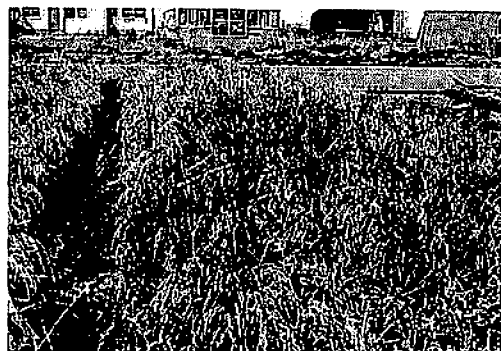
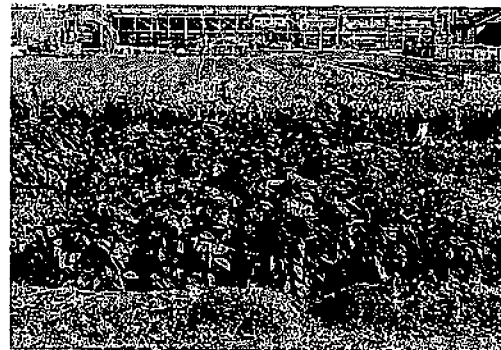
かとなった。なお、本草は、水稻の条間の隙間がない程度に繁茂した場合には、水稻群落への侵入は著しく阻害されるが、田植後～最高分けつ期頃までに侵入すれば、容易に水稻の条間にはふく茎を伸ばし、次々に分枝して増殖する危険性がある。一般的には、定期的な畦畔の草刈を実施しているので、本実験のような被害を受けることは少ないが、本草は、夏場ではほふく茎が1日に約3cm程度伸長するので、侵入を防止するためには7～10日間隔での草刈が必要であると考えられる。なお、本草が水稻内で繁茂した場合、現在これを防除できる有効な除草剤はない。そこで、発生が認められる水田では田植前にグリホサート液剤の耕起前処理を行っておく必要がある⁶⁵⁾。

第5節 摘 要

1. ここでは筑後川下流域のクリーク雑草チクゴスズメノヒエの発生の実態、クリーク環境条件と本草の発生程度との関係及び本草が繁茂した場合の雑草害を調査した。

2. 筑後川下流域の筑後地方におけるチクゴスズメノヒエの発生面積は、1979年で全クリークの31%にあたる370haに及んでいた。発生割合は地域により異なり、また、同じ地域内でも水系により大幅に異なっていた。

3. チクゴスズメノヒエの発生被度は、クリークの構造として、水深が浅く、また法面が垂直に近いものより緩やかな傾斜のある方で多かった。また、流れのあるクリークでは少なく、概して



第43図 水稻及び大豆群落内へ侵入、繁茂したチクゴスズメノヒエ (10月上旬)

上段: 大豆への雑草害は比較的小さい

下段: 水稻群落内で繁茂したチクゴスズメノヒエ

雑草害が大きい

$\text{NH}_4\text{-N}$ や $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が高いほど多い傾向がみられた。さらにクリークの水際に大型の抽水雑草のマコモやヨシが多発している場合は少ない傾向がみられた。しかし、これら単要因については、チクゴスズメノヒエの発生被度との相関は必ずしも高くなく、複合的にみる必要があると考えられた。

4. チクゴスズメノヒエが多発してクリーク全面を被覆した場合は、毎年枯死した茎葉の腐敗堆積により、水中の溶存酸素が著しく低下し、クリークの浅底化を助長していた。また、本草が水田内へ侵入した場合の雑草害はキシウスズメノヒエよりも大きかった。

第6章 草種間競合の利用とソウギョによる生物的防除法

第1節 緒 言

チクゴスズメノヒエは、筑後川下流域のクリーク地帯で最優占化している強害草で、年々発生面積が増加する傾向にあり^{5,78)}、その防除法の確立が望まれている。現在、一部のクリークでは市町が中心となり人力による引き上げや草刈等の機械的防除が行なわれているが、すぐに再生がみられ、その効果は不十分である。その他の防除法として除草剤による防除法や雑草害が比較的少ない雑草との草種間競合の利用による生物的防除法などが考えられるが、これらの効果については不明な点が多い。

ここでは、チクゴスズメノヒエの生育に対し、特に抑制作用が大きいと考えられる2、3の雑草や作物との草種間競合及びソウギョ (*Ctenopharingodon idellus*) による防除効果を調べ、生物的防除の可能性を検討した。第2節ではチクゴスズメノヒエよりも防除が比較的容易で、冬季にはほとんど枯死するホテイアオイ^{43,67,95,96)}を用いて、チクゴスズメノヒエとの競合による防除法を検討し、第3節ではクリーク法面へ大豆や牧草等を植付けた場合のチクゴスズメノヒエの侵入、増殖の良否をみた。また、ソウギョは大方の水生雑草を摂取する⁹⁹⁾といわれているが、第4節ではチクゴスズメノヒエやキシウスズメノヒエを摂取するかどうかを明かにし、さらに実用性の有無を検討した。

第2節 クリーク水面でのホテイアオイとの競合

(材料及び方法)

1979、1980年にチクゴスズメノヒエが数年来クリーク全面に繁茂している福岡県柳川市の現地クリークに、除草剤の秋処理の有無とホテイアオイの投入株数とを組み合わせた処理区(第19表)を設定し、チクゴスズメノヒエとホテイアオイとの草種間競合を調べた。なお、除草剤処理区は秋季にグリホサート(41%液剤)100倍液を雑草の茎葉に十分付着するように小型動力噴霧器で散布した。ホテイアオイは1株生体重60~70gのものを5月に投入した。1区面積は50m²とし、反復は設けず、試験区間はホテイアオイが移動しないように網目15cm×15cmの網で仕切った。

第19表 クリーク水面でのホテイアオイとチクゴスズメノヒエの被度

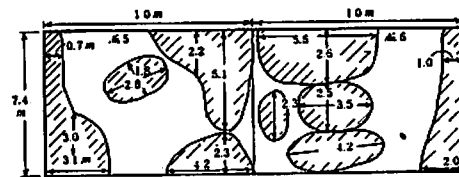
No.	試 験 区				1979年				1978年			
	除草剤の秋処理		ホテイアオイの投入数(株/m ²)		チクゴスズメノヒエ		ホ テ イ ア オ イ		チクゴスズメノヒエ		ホ テ イ ア オ イ	
	1978年	1979年	1979年	1980年	7月7日	9月25日	7月7日	9月25日	6月12日	11月12日	6月12日	11月12日
					%	%	%	%	%	%	%	%
1	有	無	—	—	30	100	—	—	90	100	—	—
2	(11月10日)		0.7	—	35	70	20	30	70	100	0	0
3			2	—	25	10	50	90	15	100	0	0
4		有	—	—	95	100	—	—	1	100	—	—
5	無	(10月31日)	2	1	85	90	5	10	1	50	10	50
6			6	3	90	80	10	20	1	48	19	52

注：試験区の()内に示したのは、除草剤処理時期またはホテイアオイの投入時間

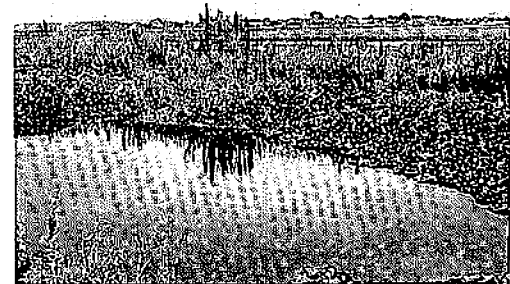
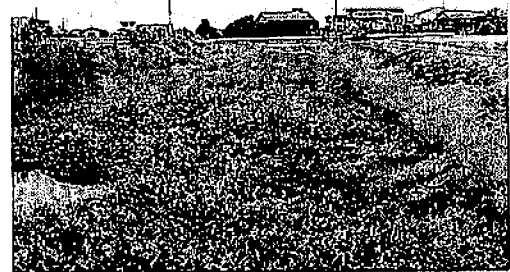
(結果及び考察)

チクゴスズメノヒエとホテイアオイのクリーク水面での被度を第19表に示した。除草剤の秋処理を行わない場合、チクゴスズメノヒエは3月下旬頃(第3章, 第2節, 2.)には萌芽始期となり、ホテイアオイ投入時には増殖盛期となっており、1㎡に6株投入しても生育を抑制することはできなかった。一方、グリホサート100倍液を秋処理した場合、チクゴスズメノヒエの越冬茎の大半が枯死し、6月中旬には葉液の付着が不十分であった茎から局部的に点々と萌芽が見られる程度であった。除草剤の秋処理を行った場合、ホテイアオイ投入区では6月中旬にはホテイアオイの被度が10~20%程度まで増殖しており、ホテイアオイが完全に優占化するものと期待された。しかし、除草剤処理により枯死したチクゴスズメノヒエのマット状の越冬茎(20~30cmの層を形成)がクリーク水位の上昇に伴って浮上したため、この間に、局部的に生存していたチクゴスズメノヒエが漸次マット上で増殖したので、ホテイアオイによるチクゴスズメノヒエの生育抑制効果は越冬茎の浮上した量の多少により異なった。すなわち、1979年にはこの浮上した量が比較的少なく、ホテイアオイを1㎡に2株投入した区(No. 3区)ではホテイアオイの被度が9月下旬には90%となり、チクゴスズメノヒエを著しく抑制したが、浮上した量が多かった80年には1㎡に3株投入した区(No. 6)でも9月下旬のホテイアオイの被度が50%程度(第44図 上段)であり、チクゴスズメノヒエの抑制効果が小さかった。なお、ホテイアオイによるチクゴスズメノヒエの生育抑制効果が大きかったNo. 3区でも2年目の80年春先にはホテイアオイの越冬茎はまったく認められず、秋にはチクゴスズメノヒエが再び優占雑草となった。これは、1980年2月6半旬の低温(最低気温: -4.7℃)によりホテイアオイの越冬茎が枯死したためである。

ここでは、クリーク水面でのホテイアオイとチクゴスズメノヒエとの草種間競合を検討したが、ホテイアオイそのものも強害草として問題視^{14, 34, 49, 79, 100)}されており、これをクリークへ投入することには問題があると考えられる。しかし、ホテイアオイは本実験でも確認されたが、冬期間の低温^{43, 67, 95, 96)}で越冬茎の大半が枯死し、チクゴスズメノヒエよりもはるかに防除は容易であると考えられた。また、ホテイアオイについては、近年、水域の富栄養化防止⁷⁰⁻⁷³⁾、重金属の除去⁹²⁻⁹⁴⁾、飼料化³¹⁾、バイオマス原料⁶⁰⁾など、有効利用の面からの検討が進んでいる。本実験では、マット状の越冬茎の浮き上がりによりホテイアオイの生育が抑制されたが、第2章, 第4節, 3. (1)の結果によると、ホテイアオイは水生雑草の中でも相対生



斜線部がホテイアオイ (11月12日)



第44図 ホテイアオイとチクゴスズメノヒエの競合

上段: ホテイアオイの投入試験状況(被度50%)
中段: 自然発生のもので、チクゴスズメノヒエが優勢(10月上旬)
下段: 自然発生のもので、ホテイアオイが優勢(10月上旬)

長率が非常に大きく、短期間でクリーク水面を覆ってしまうほどの増殖力をもっているため、チクゴスズメノヒエの越冬茎のマット形成がない場合やあっても少ない場合（チクゴスズメノヒエの発生の初期段階）ではホテイアオイの生育が優るものと考えられる。しかし、ホテイアオイを利用したチクゴスズメノヒエ防除の実用化のためには、種苗の増殖、保存や投入した子株の流出防止、繁茂した茎葉の有効利用の確立など、残された問題点も多い。

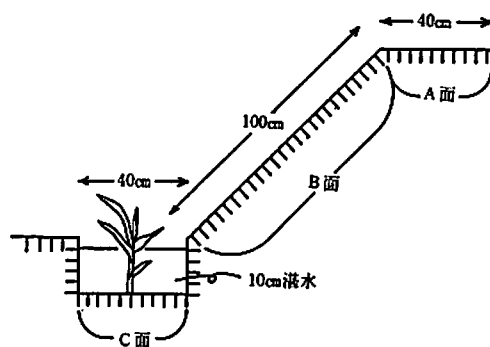
第3節 クリーク法面での大豆、牧草及びその他の雑草との競合

（材料及び方法）

1980年8月14日に場内の休耕田に第45図のようなクリーク法面のモデルを造成した。翌年5月2日にC面中央部に生葉数4～5枚、長さ約50cmに切断したチクゴスズメノヒエのほふく茎を1列に植え付け、A、B面には第20表に示したような牧草（ダリスグラス）や大豆を植付した区またはチクゴスズメノヒエ以外の雑草を除草する区及び放任区を設定し、チクゴスズメノヒエの侵入、増殖経過を調査した。1区当りの法面の長さは2mとし、反復は設けなかった。

（結果及び考察）

クリーク法面へのチクゴスズメノヒエの侵入程度と牧草、大豆及び他の雑草の生育を第20表に示した。除草区では、チクゴスズメノヒエは法面に速やかに侵入し、10月までにはほふく茎の長さが191cmに達し、アゼガヤとともに優占雑草となった。一方、法面に牧草または大豆を植え付けた場合や他の大型の雑草が生育して一定の大きさに達している場合には、チクゴスズメノヒエの生育が著しく阻害され、特に牧草区では侵入が全く見られなかった。チクゴスズメノヒエのほふく茎は、除草区では地面をはうように順調に生育したが、



第45図 法面の構造

第20表 クリーク法面へのチクゴスズメノヒエの侵入程度と牧草、ダイズ及び他の雑草の生育との関係

No.	試験区	チクゴスズメノヒエ				牧草、ダイズまたは他の大型雑草			
		7月2日		10月17日		7月1日		8月8日	
		侵入程度	侵入程度	風乾重	同左対除草区比率	草丈	草丈	草丈	草種別の風乾重
1	除草区	72 cm	191 cm	332 g/m ²	100 %	— cm	55 cm	アゼガヤ	350 g/m ²
2	放任A区	5	55	5	2	107	166	アレチノギク1,144,	アゼガヤ 19
3	放任B区	44	135	83	25	55	136	アレチノギク 520,	アゼガヤ 188
4	牧草区	0	0	0	0	75	110	ダリスグラス1,359,	アレチノギク 73
5	ダイズ区	5	94	13	4	58	115	ダイズ 1,157	

注) ①試験区 1. 除草区: 1981年7月末までチクゴスズメノヒエ以外の雑草を除去した。2. 放任A区: 法面造成以降放任した。3. 放任B区: チクゴスズメノヒエ植付け時に完全に除草し、その後放任した。4. 牧草区: ダリスグラスを法面造成時にB面に条間30cmの横2条、株間10cmで播種した。チクゴスズメノヒエ植付け時に草丈10～15cmに生長していた。5. ダイズ区: チクゴスズメノヒエ植付け時にフユタカを条間40cmでA面に1条、B面に2条、株間20cmで1穴に2粒ずつ播種した。

②侵入程度: B面とC面の接点からB面ないしA面へ侵入したほふく茎について、長い茎10本の平均の長さを示した。

牧草区や大豆区などではダリスグラスや大豆の群落の境界までくると、内部へ侵入できず、水平方向の生育から上の方へ生育した。そして、草高50～60cm程度まで伸長すると、群落とは反対の方へ曲がって方向を転換した。

チクゴスズメノヒエは、発生の初期段階では法面の水際部に定着し、そこを足場として増殖することが多い。本報では法面に牧草、大豆や他の大型雑草が生育している場合、チクゴスズメノヒエの増殖が著しく抑制されることを明らかにした。なお、第5章、第3節、4.では実際のクリークでもマコモやヨシの発生が多い所ではチクゴスズメノヒエの発生が少ないことを明らかにしている。このように他の植物によってチクゴスズメノヒエの増殖が抑制される要因としては、他の植物体による空間の占有が主であると考えられるが、空間があってもそれら植物体による遮光の影響も大きいと考えられる。このことは橋やヤナギの木の下などではチクゴスズメノヒエの発生がきわめて少ないことから推察される。これらのことから、新規に用排水路を造成する場合は、法面に耐湿性の強い牧草類の植え付けを行うことが、チクゴスズメノヒエの侵入防止の上から有効であろう。なお、実際のクリーク法面での牧草植え付けの効果と問題点については第8章、第4節で検討した。

第4節 ソウギョによる防除

1. ソウギョの草種別の摂取量

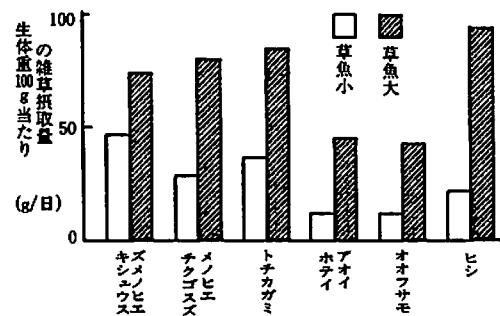
(材料及び方法)

1980年に場内のクリークに1.25m×0.8m×深さ1.2mの網枠を6枠設置し、この中に大型(体重約500g, 1尾)、中型(同約80g, 3尾)、小型(同約20g, 6尾)のソウギョを放養する試験区を2反復で設け、雑草の種類別に季節別の摂取量を調査した。供試したソウギョは1977年及び、1978年に埼玉県水産試験場から取り寄せたものであり、雑草の種類は第45図に示す6草種とした。なお、摂取量は、ソウギョが十分摂取しても少し残す程度の草量を草種別に網内へ投入し、2日後に残量を調べた。なお、調査は、水深50cm(9時)の水温が23.8～26.5℃であった夏期間に実施したものである。

(結果及び考察)

ソウギョの摂取量を主要な水生雑草について草種別に調査した結果を第46図に示した。摂取量はチクゴスズメノヒエ、キシュウスズメノヒエ、トチカガミ、ヒシについては多く、ホテイアオイ、オオフサモについては少なかった。また、ソウギョの雑草摂取量は魚体の大きさによって異なり、ホテイアオイ、オオフサモを除いて、大型個体の区では体重100g当たり75～95g/日であったが、小型個体の区では20～45g程度であった。また、中型個体区では両者のほぼ中間の値(データ省略)を示した。

ソウギョは、大方の水生雑草を摂取する²⁰⁾が、チクゴスズメノヒエやキシュウスズメノヒエも好んで摂取した。本実験では草種、季節、供試魚の大きさで摂取量の差がみられた。草種別の摂取量の差は、ソウギョが主に雑草の堅い茎や葉柄を残していた(第47図)ことからみると、各部位に対する嗜好の差が大きく関与しているものと考えられる。本実験では、ソウギョが少し食べ残す程度に草を投入したため、草種と植物体の部位による



第46図 ソウギョの草種別摂取量
(7月9日～8月30日)

摂取量の差がみられたが、自然繁茂条件下での実験結果（第49図）や土屋の報告²⁹⁾をみると、大方の草種について、植物体を全部摂取してしまうようである。また、小型個体の摂取量が少ないのは、口が小さくて摂取できない部位が多いことや咽頭歯の発達が劣るために茎などの堅い部位を磨砕できないことが関与しているものと考えられる。

2. チクゴスズメノヒエ摂取量の季節別推移

（材料及び方法）

実験1と同様の方法で、チクゴスズメノヒエについて季節別の摂取量の推移を調査した。季節別の調査は第47図に示す8時期とした。なお、投与したチクゴスズメノヒエは、場内クリークで数年来自然に繁茂している群落から採取し、青葉数5～6枚をつけたほふく茎（長さ50～60cm）である。

（結果及び考察）

ソウギョの季節別のチクゴスズメノヒエ摂取量を魚体の大きさ別に調査した結果を第48図に示した。大、中型個体区の摂取量は水温が高い6～8月に多く、水温が低い時期には少なかった。また、小型個体の摂取量は7～11月にやや多い傾向がみられたが、時期別の変動が大きく、水温との関係は明かでなかった。ソウギョの大きさによる単位体重当たり摂取量の差異は6～8月には大きかったが、それ以外の時期には小さかった。

ソウギョは、水温10℃以上で草を摂取し、4月中旬から10月上旬が生長の適温期間と言われている³⁰⁾が、チクゴスズメノヒエを対象とした本実験でもほぼ同様の結果を得ることができた。また、チクゴスズメノヒエの生長適温とソウギョの摂取好適水温とがよく一致した。

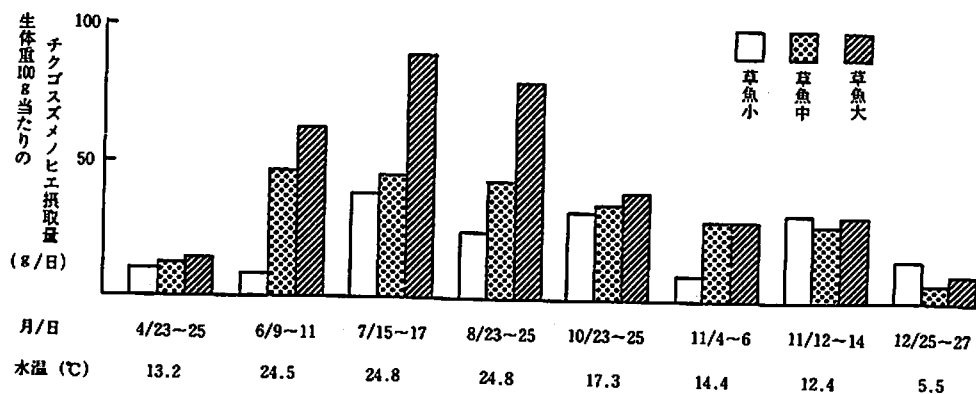
3. 自然条件下での摂取状況

（材料及び方法）



第47図 ソウギョの草種別の摂食状況

上段：投入時の各雑草の状態
下段：草種別に食べ残した部分



第48図 ソウギョのチクゴスズメノヒエ摂取量の季節的推移

注) ①クリーク水位は5月下旬に上昇し、10月下旬に低下した。②水温：9時に水面下50cmで測定し、3日間の平均値を示した。

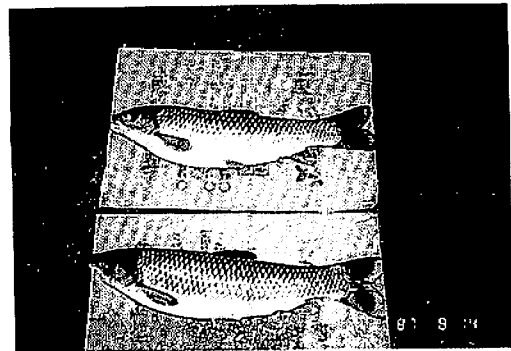
チクゴスズメノヒエが自然発生している場内のクリークを1区36㎡に仕切って、無放養区、少個体区（体重170g、4尾）、多個体区（同、12尾）の3区を反復なしで設定し、3月11日にソウギョを放養し、その後の摂取状況を調査した。

（結果及び考察）

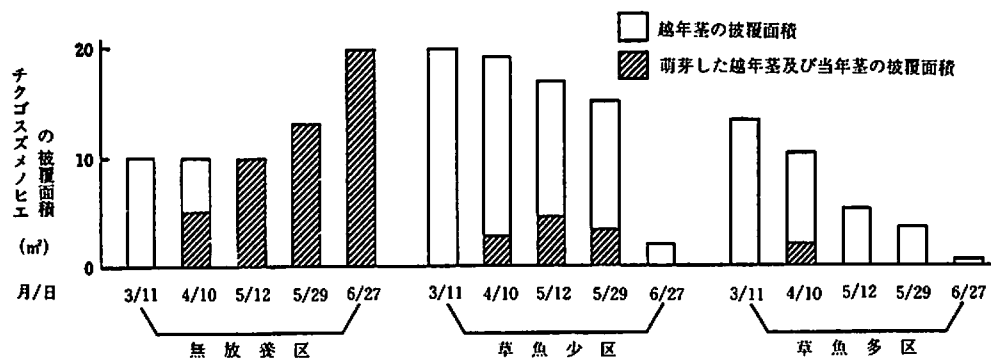
ソウギョ放養後の摂取状況をみた結果を第49図に示した。ソウギョを36㎡当りに4尾入れた少個体区でも6月下旬までに当年茎、越冬茎ともほとんど摂取し尽くした。なお、投入時の魚体重は170gあったが、同年11月18日に回収した時には平均体長47cm、体重1.0kgに成長していた。また、12尾投入した多個体区では7月上～中旬に6尾の死魚が確認されたが、死因については不明であった。

自然条件下でソウギョを放養する場合の放養密度について検討すると、本実験では体重170g大のソウギョをa当たり10尾程度放養したが、6月下旬までにチクゴスズメノヒエを完全に食べ尽くしており、放養数はこれよりも減じてよいと考えられる。また、土屋⁹⁹⁾は、200g大のソウギョでは1ha当たり100尾でよいとしており、最適放養数については対象草種、繁茂程度などを考慮し、今後さらに検討する必要がある。なお、筆者は数年来チクゴスズメノヒエがクリーク全面に繁茂しているクリークにソウギョを放養したことがあるが、全部死滅して除草効果がみられなかった。これは、クリークの水中溶存酸素が著しく少ない

（第5章、第4節、1.）ので、酸素欠乏によるものと考えられる。したがってチクゴスズメノヒエ防除のためには、クリーク全面に繁茂してしまう前にソウギョを放養する必要がある。すでに、本草を防除するため、1983年頃から筑後地方では柳川市、大和町で、また佐賀地方では三田川町、千代田町等で数千匹のソウギョが放養されており、一部では高い除草効果が認められている。しかし、ソウギョによる防除の実用化のためには、種苗の確保と放養可能となるまでの飼育、魚止めスクリーンの設置、毒性の強い農薬の流入防止など残された問題点も多い。



第50図 ソウギョの写真
体重2～3kg（放養後2年目）



第49図 ソウギョによるチクゴスズメノヒエの摂取状況（自然繁茂条件下）

第5節 摘 要

1. チクゴスズメノヒエについて、クリーク水面でのホテイアオイとの競合、法面での牧草、大豆やその他の雑草との草種間競合及びソウギョによる防除効果などを調べ、生物的防除の可能性を検討した。
2. チクゴスズメノヒエが数年来クリーク全面に繁茂している所へ、春先にホテイアオイを㎡当り数株投入しても抑制効果は全くみられなかった。しかし、グリホサートの秋処理に組み合わせて翌春にホテイアオイを㎡当り2株投入した場合には、チクゴスズメノヒエの越冬茎の浮き上がりが少ない条件下で、その生育が抑制された。
3. 法面にダリスグラス、大豆や大型雑草が生育している場合には、チクゴスズメノヒエの侵入が著しく抑制された。
4. ソウギョはチクゴスズメノヒエをよく摂取し、その発生の初期段階では除草効果がみられた。
5. 以上の結果から、チクゴスズメノヒエの発生初期の段階では、これら生物的防除手段の効果が認められたが、全面に繁茂しているクリークでは人力や大型機械による引き上げ、除草剤の利用などとの組合せによる総合防除が必要である。

第7章 法面への引き上げと除草剤利用による総合防除法

第1節 緒 言

チクゴスズメノヒエは、筑後川下流域のクリーク地帯で最優占化している強害草で、年々発生面積が増加する傾向にあり^{5,78)}、その防除法の確立が強く望まれている。現場では、チクゴスズメノヒエの防除法として、水位が低下した11～3月の冬期間に水面部の茎葉を法面まで引き上げ、十分に乾燥させた後焼却する方法や5～6月の水位上昇時に水の流れの障害とならない程度に水際まで引き寄せる方法などを実施している。前者の場合、地上部はほぼ燃えてしまうが、地中茎は大半が生存しており、両者とも一時的に生育量を減じる程度に過ぎない。

第6章では生物的防除の可能性を明らかにしたが、この方法はチクゴスズメノヒエの発生初期の段階でないと効果がない。チクゴスズメノヒエが一面に繁茂している所では、これら生物的防除法や人力による引き寄せだけではチクゴスズメノヒエを完全に防除することはできない。一方、除草剤による防除法として、有効な除草剤をクリーク全面に散布する方法^{37,66)}もあるが、環境保全の立場から問題点も多い。

本章では、最も実用的な防除法であると考えられる法面への引き上げとその後の除草剤処理を中心に検討した。

第2節 法面への引き上げと再生

1. 時期別の水位と引き上げ労力

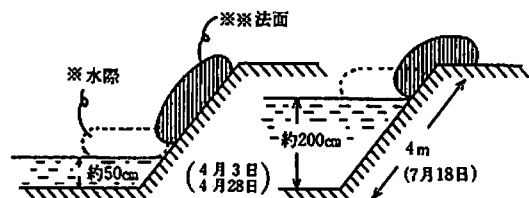
(材料及び方法)

1981年にチクゴスズメノヒエが数年来繁茂している三潞郡大木町の現地クリークにおいて、法面への引き上げ時期を4月3日、4月28日、5月25日、7月18日の4段階とし、時期別の水位とチクゴスズメノヒエの生育及び引き上げ労力等を調査した。なお、引き上げは、2人一組で熊手や鎌を使用して行い、労力は第51図に示すように水際まで引き寄せた場合と引き上げた場合に分けて調査した。1区当りの引き上げ面積はクリークの長さ8m×法面から水面へ5～6mとし、反復なしで実施した。

(結果及び考察)

引き上げ時期別のチクゴスズメノヒエの生育と引き上げ労力を第21表に示したが、4月上旬に萌芽期となり、それ以降群落中央部では草丈が伸長し、一方、群落周辺部ではほふく茎が伸長して発生被度を拡大した。また、越年茎の乾物率は萌芽期以降減少した。時期が遅いほど引き上げるチクゴスズメノヒエの生体重は重くなったが、第51図に示すように遅い時期では水位が上昇し、引き上げ位置が異なったため、時期別の引き上げ労力の差は明らかでなかった。法面への引き上げ労力は、現場で一般的に行われている水際までの引き寄せに比べて、1.5～2倍の作業時間を要した。

本試験では4月上旬の萌芽始期から7月中旬の



第51図 クリーク法面への引き上げ部位

注) 5月1日頃に第1次水位上昇があり、6月下旬の降雨により水位が著しく上昇した。5月25日は両図の中間の水位であった。

※※法面まで引き上げた場合の堆積部位

※水際まで引き寄せた場合の堆積部位

増殖盛期の間に引き上げを行ったが、早い時期では引き上げ後の再生力が旺盛であり、遅い時期ほど再生力は小さかった。これは、茎の乾物率の低下や堆積後の気象等が関与しているものと考えられる。なお、第3章、第4節では茎からの萌芽力は5月下旬～7月上旬が最も低下することを明らかにしたが、本試験からもこの点が確認できた。

2. 引き上げ後休耕田での堆積とその後の対策

引き上げられたチクゴスズメノヒエを法面に堆積するスペースが十分ない場合は、他の空き地へ運搬し、そこで堆積する必要がある。堆積する場所は、埋立地や地面がコンクリートなど本草が根付く恐れのない所が安全であるが、本試験では運搬労力の節減のため、クリークの近くにある休耕田での堆積を想定して検討した。

(材料及び方法)

クリーク法面への引き上げが困難な場合や引き上げ量が多く法面だけでは堆積できない場合を想定して、上記、1. で時期別に引き上げたチクゴスズメノヒエの容積1m³(生体重約150kg)分を場内の休耕田に堆積した。その後の再生状況を調査すると同時に、グリホサート100倍液散布や黒ビニール被覆区を設定した。除草剤は堆積後1ヶ月ないし1ヶ月半経過し、草丈30～50cmにまで再生した段階で処理した。また、黒ビニール被覆は堆積後20日経過し、茎葉の容積が小さくなった時点で地際部まで完全に包み込むようにした。なお、試験は反復なしで実施した。

(結果及び考察)

堆積後の再生状況や除草剤の効果などを第22表に示した。再生は大半が地際からであった。再生始期は堆積後2～3週間後からで、草丈が30～50cmとなる再生盛期は堆積後1ヶ月半頃であった。また、再生量は引き上げ時期が早いほど多かった。次に、再生盛期の除草剤処理区は、4月3日堆積区で一部に再生がみられた他は完全に枯死した。また、黒ビニール区も茎葉が完全に枯死し、その

第21表 引き上げ時期別のチクゴスズメノヒエの生育と引き上げ労力

項 目 引き 上げ時期	チクゴスズメノヒエの生育			引き上げ労力	
	草丈	生葉数	越年茎(当年茎)の乾物率	水際*	法面**
月. 日	cm	枚	%	分/2名	分/2名
4. 3	(萌芽期)		23.3	13.7	18.8
4.28	25.8	4.0	20.6	16.9	24.4
5.25	50.6	5.7	8.9 (9.3)	10.7	31.9
7.18	69.9	6.2	(10.3)	18.0	25.5

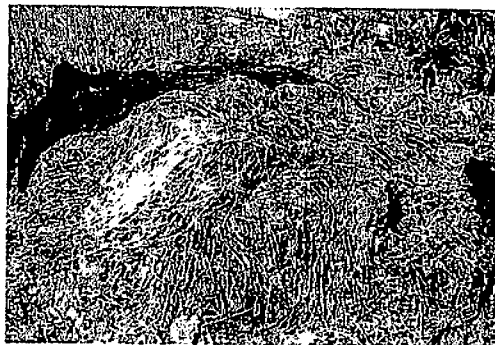
注) ①*, **: 第51図参照

②草丈、生葉数：群落中央部の個体20本について測定。草丈は水面からの長さを示した。

③越年茎(当年茎)の乾物率：葉身や葉鞘を除去した茎の部分の乾物率

第22表 堆積時期と再生状況及び除草剤の効果

堆積時期	再生始期	再生盛期及び 除草剤処理時期	その後の状況
月. 日	月. 日	月. 日	
4. 3	4.30	5.26	7.2頃より再生
4.28	5.10	6. 3	完全枯死
5.25	6.15	7. 2	◇
◇	◇(6.15に	黒ビニール被覆、	7.2に除去)◇
7.18	8.11	8.18	◇



第52図 黒ビニール被覆後のチクゴスズメノヒエの茎葉の枯死状況

(6月15日から7月2日まで被覆)

後の再生はみられなかった。これら枯死したチクゴスズメノヒエの茎葉は秋までには腐熟化が進み、堆肥としての有効利用が可能と思われた（第52図）。

以上のことから、引き上げたチクゴスズメノヒエを根付く恐れのある場所に堆積する場合、再生してそこを拠点にして増殖、繁茂する危険性がある。なお、この防止法としては、再生盛期（草丈30～50cm）にグリホサート100倍液を茎葉に十分付着するように散布するか黒ビニール被覆等が有効であった。

第3節 除草剤による防除

1. 除草剤の種類とその効果

ここでは除草剤散布時のドリフトによる周辺の水稲への薬害を防止するため、主に水稲移植前の春処理と水稲落水期以降の秋処理について検討した。

(1) 春処理

(材料及び方法)

チクゴスズメノヒエが数年来繁茂している柳川市昭代の圃場整備後の排水路において、イネ科雑草に対して効果が期待できる数種の除草剤を供試し、その除草効果と実用性を検討した。試験に供試した排水路は1974年に造成したもので幅約3m、除草剤散布時の水深は約50cmであった。1979年6月4日に第23表に示すような除草剤を供試し、所定の薬量を水に希釈して、小型動力噴霧機で10ℓ/aの割合で散布した。1区当りの供試面積は30㎡（長さ10m×幅3m）で、2反復とした。散布時のチクゴスズメノヒエは水路一面に繁茂しており、草高は約60cmにまで生育していた。なお、散布後10日間の平均気温は22～24℃で、散布翌日までに降雨はなかった。

また、同様の試験を1980年5月29日に三瀬郡大木町のクリークでも実施した。除草剤は第23表に示すように前年の結果で有望と思われた3剤を供試した。1区面積は45㎡（長さ9m×幅5m）で反復なしで実施した。その他の条件は前年と同じであった。

さらに、場内の畦畔で繁茂しているチクゴスズメノヒエを対象として、1980年7月16日に上記の大木町のクリークと同じ処理区を設定した。なお、供試面積は1区5㎡（幅1m×長さ5m）で、2反復で実施した。また、散布にあたっては、圧力を減じ、ドリフト防止のカバーを装着して、周辺の水稲への飛散防止に留意した。

(結果及び考察)

各薬剤のチクゴスズメノヒエに対する除草効果を第23表に示したが、SL-501乳剤21g/a ≧ フルアジホップ乳剤14g > 同剤7.0g = グリホサート液剤41g > アッシュラム液剤1500gの順に高い効果がみられた。特に、フルアジホップ乳剤は10.5～14gの少量散布で極大の効果がみられ、供試除草剤の中で最も有望と考えられた。なお、この剤は1986年10月28日に大豆やその他数種の作物及び水田畦畔用として農薬登録が取れている。また、SL-501乳剤21g区はフルアジホップ乳剤14g区と同程度ないしそれ以上の効果がみられたが、農薬登録はなく、現在製造されていない。アッシュラム液剤は1500gの多量散布でも生育抑制程度で、枯死には至らなかった。

次に、高い除草効果が認められた3薬剤について除草効果の発現状況をみると、グリホサート液剤 > SL-501乳剤 > フルアジホップ乳剤の順に即効的で、グリホサート液剤は散布後7～10日間で、フルアジホップ乳剤は約15～20日間で茎葉がほぼ完全に枯死した。

以上のことより、5月下旬～6月上旬頃（水稲移植前）の春処理ではフルアジホップ乳剤の10.5～14g/a処理が最も実用的であった。

(2) 秋処理

(材料及び方法)

1979年10月11日に、春処理と同じ柳川市昭代の排水路において、第24表に示すような除草剤を供試し、処理濃度を異にして除草効果を検討した。処理時のチクゴスズメノヒエは排水路一面に繁茂しており、草丈は約70cmであった。その他の試験条件は春処理と同じである。また、一部に春処理をした区に再度秋処理をする体系処理区を設定した。

(結果及び考察)

各試験区の除草効果を第24表に示したが、グリホサート液剤は散布10日後には茎葉が大半黄化し、ほぼ完全に倒伏した。いずれの処理区も11月下旬には茎葉が大半枯死し、年内での除草効果の判定は出来なかった。翌春の再生状況を見ると、無処理区は4月上旬頃から一斉に萌芽し始めたのに対し、処理区は各区とも萌芽時期が遅く、点々と局部的に萌芽がみられる程度であった。また、春処理と秋処理との体系処理区はいずれも極大の効果（データ省略）がみられたが、秋処理としてはグリホサート液剤40g/a処理が安定していた。

以上の結果から、閉鎖的なクリークや法面及び畦畔等で本草が繁茂し、除草剤を全面に散布しても水質汚染等の危険性がない場合は、上記の除草剤処理が有効で、特に、フルアジホップ乳剤10.5gの春処理とグリホサート液剤40gの秋処理の体系処理はほぼ完全にチクゴスズメノヒエの防除が可能で、実用性が高いと考えられた。

2. 除草剤の作用性

筑後川下流域のクリークでは、5月下旬頃から水位が上昇し、その後水稻収穫前の10月上中旬頃まで水位が高く推移する。このため、クリーク水面で生育しているチクゴスズメノヒエは、茎葉の一部ないし大半が水中に埋没しており、除草剤を散布しても薬液が茎葉に十分付着しない場合が多

第23表 除草剤の種類、濃度とチクゴスズメノヒエに対する除草効果(春処理)

(その1. 柳川市クリーク, 1979年6月4日処理)

試験区	項目	7月9日			8月16日			9月27日		11月27日
		散布1ヶ月の状態			被度	草高	葉数	被度	草高	被度
	g/a	被度100%			%	cm	枚	%	cm	%
無除草区		草丈50cm			100	50	7~10	100	50	100
グリホサート	40	葉枯死, 基部青味微			5	10	2~4	30	35	35
アシュラム	750	葉黄化, 中			30	5	2~3	70	50	80
アシュラム	1500	葉先枯, 少			20	5	2~3	55	50	65
SL-501	20	枯死, 腐敗			0	—	—	15	25	20
SL-501	40	〃			0	—	—	3	20	10
SL-501	80	〃			0	—	—	1	20	5

注①グリホサート：N-(ホスホノメチル)グリシン インプロピルアミン塩41%

②アシュラム：N-メトキシカルボニルスルファニルアミド37%

③SL-501⁸⁹：2-(4-(3,5-ジクロロ-2-ビルジルオキシ)フェノキシ)プロピオン酸n-ブチル35%

(その2. 大木町クリーク及び畦畔)

試験区	項目	大木町クリーク(5月29日処理)			場内畦畔(7月16日)	
		6月19日		8月5日	9月10日	
		散布1ヶ月の状態		被度 草高	風乾重	無除草区止
	g/a	草高40cm		% cm	g	%
無除草区		被度100%		100 50	501	100
手刈		—		80 10	259	52
グリホサート液	41.0	茎葉黄化 倒伏中		10 40	—	—
フルアジホップ乳	7.0	倒伏少~多		10 40	100	20
〃	10.5	腐敗中 倒伏大		5 40	75	15
〃	14.0	腐敗大 倒伏大		2 40	52	10
SL-501乳	21.0	枯死腐敗		2 40	—	—

注) フルアジホップ^{30,89}乳：2-(4-(5-トリフルオロメチル-2-ビルジルオキシ)フェノキシ)プロピオン酸-n-ブチル35%

い。ここでは、除草剤の効果と安定させるために、上記1. で有効と認められた除草剤を供試して、散布時期、薬液の付着程度及び散布濃度等について検討した。

(1) 散布時期

10月中旬以降になるとクリークの水位が低下し、チクゴスズメノヒエの茎葉が露出し、薬液が付着しやすくなるものの、この頃になると気温も低下し、この草の生長も停止するようになる。ここでは、水位低下後の秋処理の散布適期幅について検討した。なお、春処理の散布適期については、第4節の法面への引き上げ時期と除草剤散布時期の中で検討した。

(材料及び方法)

上記1. の試験と同じ柳川市昭代の排水路において、1979年にグリホサート液剤418を水10に希釈して、10月11日、10月21日、10月31日、11月12日の4時期に散布した。その他の試験条件は1. と同じである。

(結果及び考察)

除草剤散布時のチクゴスズメノヒエの生育状況を第25表に示したが、10月11日及び10月21日では大半の茎葉が緑色を呈していた。しかし、10月31日の時点（平均気温15℃以下）では葉先がわずかに黄化し、さらに11月12日の時点では茎葉が微～少程度黄化していた。次に、散布時期別の除草効果をみると、10月21日までは10月11日と同程度に高い効果がみられたが、10月31日以降遅くなるほど除草効果は低下した。このことは、サヤヌカグサでのDBNの秋処理でもほぼ同様のことが認められている³⁹⁾。

以上のことより、秋処理は水位低下後なるべく早く、チクゴスズメノヒエの茎葉がまだ十分に緑色を呈しているうちに散布する必要がある。

(2) 除草剤の付着程度と移行性

(材料及び方法)

第24表 除草剤の種類、濃度とチクゴスズメノヒエに対する除草効果(秋処理)

(柳川市クリーク、1979年10月11日処理)

項目 試験日	1979年10月20日 枯死状況	1979年11月27日 枯死状況	1980年8月7日 被度
g/a	(被度100%) (草高50cm)		%
無除草区		—	100
グリホサート液 40	黄化中～多 倒伏多	葉枯れ 95%	10
SL-501乳 20	黄化微 倒伏微	〃	10
フルアジホップ乳 10	葉先枯微	80	20～30
〃 20	葉先枯及び下葉枯	95	10
MW-801液 15	黄化 葉先枯	茎葉枯死	30～40
〃 30	〃	〃	10～20

注)NW-801液：ピアラホス 32%

第25表 秋処理での散布時期と除草効果

試験区 散布時期	1979年11月27日 倒伏 枯死状況	1979年12月27日 倒伏 枯死状況	1980年8月7日 被度
無処理区	無 葉身黄化	無 葉枯死	100%
10月10日	甚 葉身枯死	甚 茎葉枯死	5～10
10月21日	〃 〃	〃 〃	〃
10月31日	多 〃	〃 〃	10～15
11月21日	微 葉身黄化	少 葉枯死	30～40

注)散布時の雑草の生育状況と前後10日間の平均気温

項目 時期	10月11日	10月21日	10月31日	11月12日
気温(℃)	17.8	16.1	14.3	12.8
生育状況	葉身緑色	同 左	葉身黄化微	茎葉黄化微～少

1979年8月31日及び1980年の7月4日の2時期に上記1.の試験で効果が認められたフルアジホップ乳剤やグリホサート液剤など数剤を供試し、薬剤の付着割合を茎葉比率で1/1, 1/2, 1/4の3水準とし、散布後の除草効果を検討した。各薬剤の供試薬量は第26表に示すとおり、いずれも㎡当り100ccの水に希釈し、杓型の噴霧器で散布した。チクゴスズメノヒエは予め1/5000 aワグネルポットで生育させたものを供試し、処理時の草丈は50cm、茎数は5～6本であった。なお、長く伸び垂れ下がったほふく茎は適時切断した。また、薬液の付着割合の調節は、草丈の比率で、散布しない部分をビニールで包み込んで実施した。1区当り1ポットの2反復とした。

さらに、1981年5月23日に場内の休耕田で生育しているチクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエのほふく茎について、第53図に示すように部位別に薬液の局所処理を行い、7月2日に枯死状況を観察調査した。供試除草剤はグリホサート液剤100倍液とフルアジホップ乳剤500倍液で、筆で葉身に薬液を塗布した。1処理区当りの供試ほふく茎は各々5本とした。

(結果及び考察)

各薬剤とも第26表に示すように、薬液の付着割合が少ないほど除草効果は低下した。7月4日処理の場合、フルアジホップ乳剤やSL-501乳剤の効果が高く、移行性も大きかった。一方、8月31日処理の場合、グリホサート液剤が最も移行性が大きく、1/2付着でも他剤に比べ効果が大きかった。ついで、フルアジホップ乳剤、MW-801液剤の順に効果が大きかった。

次に、ほふく茎への局所処理後40日目の枯死状況を第53図に示したが、グリホサート液剤100倍液、フルアジホップ乳剤500倍液とも移行性が非常に大きかった。両薬剤間の殺草作用に大差はみられなかったが、グリホサート液剤はフルアジホップ乳剤よりほふく茎の基部への移行性が大きく、反面、フルアジホップ乳剤は生長点への移行性が大きいように観察された。また、チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエよりも茎葉の枯死程度が大きかったが、これは前者が後者よりも茎葉の乾物重に対する葉面積の割合が大きく、薬液の付着量が多かったことによるものと考えられる。

なお、この値は、前者が120cm/gであったのに対し、後者は112cm/gであった。

以上要約すると、グリホサート液剤やフルアジホップ乳剤は、移行性が大きいことがすでに他の雑草^{23,30,68,83)}で認められているが、本実験からチクゴスズメノヒエ及びキシウスズメノヒエでもこの点を確認することが出来た。また、処理時期によって薬剤間の移行性に差がみられ、7月上旬処理ではフルアジホップ乳剤の移行性が大きく、効果が高かったのに対して、8月末処理ではグリホサー

第26表 薬液の付着程度と除草効果

(その1. 1979年8月31日処理)

供試除草剤 g/㎡		全体散布		茎葉1/2散布		茎葉1/4散布	
		12/70	翌年6/20	12/20	翌年6/20	12/20	翌年6/20
グリホサート液	0.4	+++	+++	+++	+++	++	+~++
フルアジホップ乳	0.1	+++	+++	++	+	+	~++
MW-801液	0.3	+++	++	+++	+	+++	-

注) - : 効果無し + : やや効果あり ++ : 効果中 +++ : 効果大 ++++ : 効果極大

(その2. 1980年7月4日処理) [同年12月10日調査]

供試除草剤 g/㎡		全体散布		茎葉1/2散布		茎葉1/4散布	
		12/70	翌年6/20	12/20	翌年6/20	12/20	翌年6/20
グリホサート液	0.4	+++~+++	+++	+++	+++	++~++	++~++
SL-501乳	0.2	+++	+++	+++	+++	++~+++	++~+++
フルアジホップ乳	0.1	+++	+++	+++	+++	++~+++	++~+++
MW-801液	0.3	+++	+++	+++	+++	++~+++	++~+++

ト液剤が優れていた。なお、グリホサート液剤は7月上旬よりも8月末処理で移行性が大い点については、薬液の植物体内、特に地下茎への移行が炭水化物の蓄積と関係が深い^{23,29)} ことなどが関与しているものと考えられる。

(3) 散布濃度

実用性の高いグリホサート液剤の秋処理について、散布濃度と除草効果との関係を検討した。

(材料及び方法)

上記1. と同じ柳川市昭代の排水路において、1979年10月11日にグリホサート液剤の濃度を50倍、100倍、125倍の3水準を設定し、除草効果を検討した。散布法としては、所定濃度の薬液を小型動力噴霧機で α 当たり5 ϵ の割合で散布した。なお、処理時の雑草の状態は、水路全面に繁茂し、草丈は50~60cmであった。1区当りの供試面積は25 m^2 で反復なしで実施した。

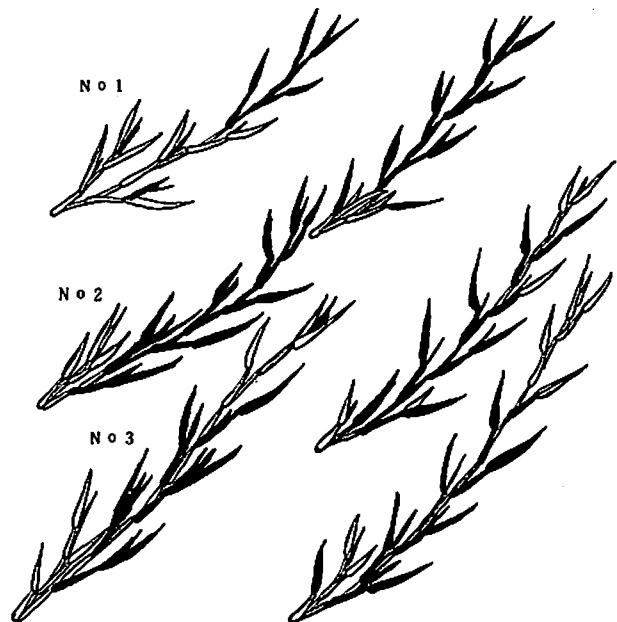
さらに、その他の水生雑草に対する除草効果をみるため、場内クリークにおいて1979年10月27日にホテイアオイを対象に検討した。散布濃度や散布法は同じである。

(結果及び考察)

チクゴスズメノヒエに対して、50~125倍の範囲では、高濃度ほど効果は高くなる傾向がみられた(第27表)。しかし、全般的に各濃度とも除草効果は高く、薬液の付着が十分でなかったと思われる部位から点々と再生がみられる程度であった。また、50倍と100倍の効果の差は小さく、実用的には100倍液で十分であると考えられた。

一方、ホテイアオイは年内には各区とも大半の茎葉が枯死したため、年内での効果の判定は出来なかった。翌春の萌芽状況とその後の増殖状況を見ると、無処理区では大半の越冬株から萌芽がみられ、6月にはほぼ被度100%となった。125倍区では一部に萌芽がみられたのに対して、50倍、100倍区では6月20日時点でも全く萌芽がみられなかった。なお、グリホサート液剤はマコモやヨシ等⁶⁾のその他の水生雑草に対しても高い除草効果が認められている。

以上のことから、グリホサート液剤の散布濃度は100倍液程度が実用的であった。また、この濃度でチクゴスズメノヒエのみでなく、ホテイアオイなど水生雑草全般に対しても高い効果がみられた。

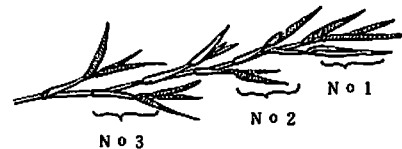


(黒く塗りつぶした所は枯死した茎葉を示す)

第53図 除草剤の種類と薬液の処理部位別の枯死状況

(5月23日処理, 7月2日調査)

左側:フルアジホップ乳剤 右側:グリホサート液剤



除草剤処理部位は上図のとおりである。

(各々斜線部に所定の薬液を塗布した)

第4節 法面への引き上げと除草剤散布との組合せ効果

上記、第3節ではチクゴスズメノヒエに対して効果の高い除草剤の選定とその使用法を明らかにした。しかし、水質保全の立場から水面への除草剤散布は非常に問題がある。そこで、ここでは水面で生育している本草を法面まで引き上げ、その後法面部で再生したものに除草剤を散布する体系防除法を確立するために、引き上げ時期と除草剤散布時期について検討した。

(材料及び方法)

試験を実施したクリークや引き上げ時期及び引き上げ方法等は第2節、1.と同じである。除草剤散布時期は第28表に示すように5段階としたが、引き上げと除草剤との組合せ区では、引き上げ後1ヶ月ないし1ヶ月半経過し、チクゴスズメノヒエが十分再生した時期(草丈30~50cm)とした。除草剤は第3節で実用性が認められたグリホサート液剤(成分41%)100倍液とフルアジホップ乳剤(同35%)500倍液を供試した。散布は小型動力噴霧機にドリフトの少ない改良鉄砲噴口を使用し、散布葉量は約12t/aとして、チクゴスズメノヒエの茎葉に葉液が十分付着するようにした。

第27表 グリホサートの散布濃度とチクゴスズメノヒエ及びホテイアオイに対する除草効果

草種	試験区	1979年10月31日 〔11月27日〕	同年11月27日 〔12月25日〕	1980年6月20日 被度% 草高cm
チクゴ スズメ ノヒエ	無除草	葉身黄化 微	茎葉枯死 少	100 35
	50倍	茎葉枯死 中	〃 多	13 25
	100倍	葉身枯死 多	〃 中	18 25
	150倍	〃 中	〃 中	25 25
ホテイ アオイ	無除草	葉身黄化 少	葉柄枯死 少	100 20
	50倍	〃 多	〃 中	0 —
	100倍	〃 多	〃 中	0 —
	150倍	〃 中	〃 少	0 —

注) ①散布時間：チクゴスズメノヒエ 10月11日

ホテイアオイ 10月31日

②〔 〕内はホテイアオイの調査日である。

第28表 引き上げ及び除草剤散布時期と除草効果

供試験草剤		グリサホート100倍液				フルアジホップ500倍液			
引き上げ時期	除草剤散布時期	チクゴスズメノヒエ		その他*		チクゴスズメノヒエ		その他*	
		8月18日	10月23日	の雑草		8月18日	10月23日	の雑草	
		被度	被度	風乾重	風乾重	被度	被度	風乾重	風乾重
月.日	月.日	%	%	g	g	%	%	g	g
無処理区	無処理区	100	100	1,713	43	100	100	1,173	43
—	4.28	90	100	1,950	18	85	120	845	53
—	6.3	80	80	1,330	125	5	20	320	228
—	7.18	0	t	t	168	t	t	t	608
4.3	5.25	35	30	370	115	t	t	4	305
4.28	6.3	t	20	285	146	t	t	t	174
5.25	7.18	t	5	92	66	0	t	t	85
7.18	8.18	—	t	t	11	—	0	0	114

注) ① t : ごく一部に残存しているが数値できないもの。② * : 10月23日調査。③ 風乾重 : 3㎡当り。

1区面積は、クリークの長さ8m×法面から水面へ5～6mとし、反復なしで実施した。残存雑草量の調査は、観察による発生被度と抜取りにより行った。抜取り面積は、残存量が中庸な場所について、法面から水面へ5～6m×幅0.5mとし、植物体を風乾後、重量を測定した。

(結果及び考察)

引き上げ及び除草剤散布時期別の除草効果を第28表に示したが、4月～8月までの範囲では遅いほど高い効果がみられた。また、同一散布時期でも法面への引き上げと除草剤を組み合わせた区は除草剤だけの区よりも高い効果がみられた。グリホサート液剤は、7月18日以降の散布ではきわめて高い効果がみられたが、6月3日以前の散布では効果が劣った(第54図)。この点については、第3節、1.(1)及び2.(2)と同様の結果であった。一方、フルアジホップ乳剤は法面への引き上げと除草剤との組合せ効果が大きく、5月25日以降の散布できわめて高い効果がみられた。なお、チクゴスズメノヒエがほぼ完全に枯死した区では、第54図上段に示すようにチョウジタデ、イシミカワ、サナエタデ等の一年生広葉雑草の発生が点々とみられ、草種の変換がみられた。

以上のことから、雑草の生態や除草剤の効果から判断すると、5月下旬～7月中旬の引き上げとその後約1ヶ月ないし1ヶ月半後の除草剤散布が最も効果的であるが、周辺の水稲への薬害を回避するため、4月末～5月上旬頃の引き上げとその後約1ヶ月半後のフルアジホップ乳剤500倍液散布が最も実用的であろう。なお、フルアジホップ乳剤はイネ科植物に特異的な選択性³⁰⁾を示すので、水稲などのイネ科作物への薬液の飛散防止に留意する必要があるが、反面イグサ、大豆、野菜類等に対しては安全性が高い。

なお、7月中旬の引き上げと8月中旬頃の除草剤散布では両剤ともきわめて高い除草効果がみられ、ほとんど再生はみられなかった。これは、7月中旬引き上げ区では梅雨明け後の晴天続きで、大半の茎葉が高温、乾燥により枯死し、再生量が非常に少なく、また水分不足で再生茎が軟弱であったこと、さらに除草剤の作用性が高温により向上したことなどが関与しているものと考えられる。この方法は、クリーク周辺に問題となる作物がない場合に有効である。

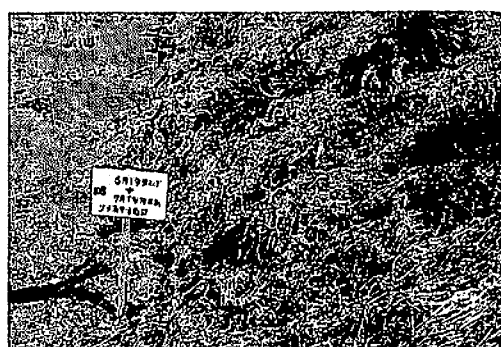
第5節 大型クリークでの実証

これまでに得られた防除試験結果の中で最も実用性の高い防除体系について、現地の比較的大きなクリークで実証し、その効果と問題点を把握する。

1. 実用的な体系防除法

(材料及び方法)

第2節で実施した大木町の現地クリークと同一水系でチクゴスズメノヒエの発生被度約80%のク



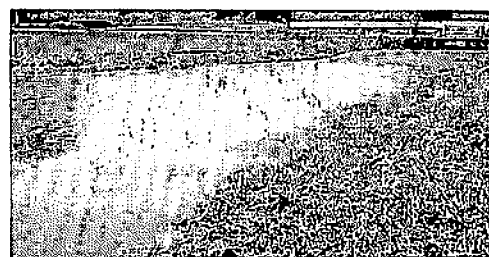
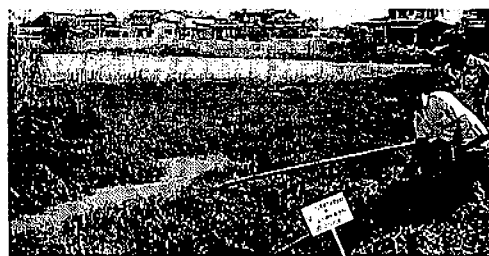
第54図 グリホサート液剤の処理時期と除草効果 (10月上旬に写す)

上段：7月処理 非常に効果が高く、草種の変換がみられる
下段：5月処理 効果が低く再生がみられる

リーク（幅10～15m）において、長さ200mを対象に、法面への引き上げとその後の除草剤処理の実証試験を行った。クリーク中央部のチクゴスズメノヒエの群落については、小型ボートに乗って、鎌で幅1m程度に切断し、そこへ法面から錨を投入して水際まで引き寄せた。また、水際の近くの群落については長さ4mの熊手を使用して法面まで引き上げた。次に、除草剤は引き上げ後1ヶ月半経過した6月3日に、片方の法面にグリホサート液剤100倍液、他の法面にフルアジホップ乳剤500倍液を散布した。なお、散布法については第4節と同じである。

（結果及び考察）

引き上げ時のチクゴスズメノヒエは草丈約26cm、生葉数約4枚であった。群落は、水面上の茎葉の厚さ約20cm、水面下の茎や根の厚さ20～30cmの層をなしており、引き上げ直後の1㎡当りの生体重は20～30kg程度であった。これは、数年来枯死した茎葉が根にからみつき水分を保持しているため、これらを除去した生体重は6～10kgであった。このように重量がきわめて大きいので、引き上げに要した作業時間は、第29表に示すように5人で10時間22分であった。1回の引き上げ量は容積で0.25～0.5㎡であったが、熊手による引き上げは一人では困難で、2～3人一組で行った。法面に引き上げられた堆積物は第55図に示すように、厚さ約30～50cmにも及んだが、その後の乾燥と降雨などにより容積を減じて、1ヶ月後には15～20cm



第55図 大型クリークでの実証

上段：人力による引き上げ状況

中段：引き上げ後の状態

下段：除草剤処理約1ヶ月後、茎葉はほぼ完全に枯死

第29表 大型クリークでの実証

項 目			作業労力(20 a)				チクゴスズメノヒエ残存量			
引き上 げ時期	除草剤散布		人力引き上げ		除草剤散布		8月18日	10月23日		
	時 期	種 類	人数	時間	人数	時間	被 度	被 度		風乾重無 処理区比率
								水 面	法 面	
月. 日	月. 日		人	時, 分	人	時, 分	%	%	%	%
4.28	6. 3	グリサホート	15	10, 22	4	0.20	t	t~2	10~20	5
〃	〃	フルアジホップ					0~ t	0	10	2

の厚さとなった。引き上げ後12日目頃より水際部から局部的に再生がみられ、除草剤を処理した6月3日の時点では法面～水際部に幅1.0～1.5mの群落を形成し、草丈は50cm程度となった。また、除草剤散布に要した時間は4人で20分程度であった。グリホサート液剤区は散布2週間後には第55図(下段)に示すように茎葉がほぼ完全に枯死した。しかし、散布1ヶ月後頃から点々と再生がみられ、10月の調査時点では水際部に幅1.0～1.5m程度にまで繁茂した。一方、フルアジホップ乳剤区は、やや遅効的で散布3週間後頃にはほぼ完全に茎葉が枯死し、その後の再生量はグリホサート液剤区に比べるとかなり少なかった。両区ともクリーク水位低下後10月27日にグリホサート液剤100倍液を散布した結果、翌春の発生はほとんど認められなかった。しかし、7月頃から点々と再生がみられ、秋季には前年同様水際部で生育しているのが認められた。

以上の実証試験の結果から、第4節の結果同様、チクゴスズメノヒエの萌芽摘い後(4月下旬～5月上旬)に法面まで引き上げ、その後1ヶ月半後頃(田植前まで)にフルアジホップ乳剤500倍液を散布し、その後再生が認められる場合は水位低下後(10月中旬頃)早めにグリホサート液剤100倍液を散布する防除体系が最も実用的である。この防除体系によりほぼ完全にこの草の防除が可能となるが、その後放置すると1～2年で元のように繁茂する危険性があるので、春と秋の定期的な防除が重要である。

今後の問題として、人力による法面への引き上げは重労働であるため、ユンボ等の大型機械による引き上げについても検討する必要がある。また、現在のクリークは不規則、不定形であるため、大型機械の導入や効率的な除草剤散布が出来ない所が多く、根本的な対策としては圃場の基盤整備にともなう用排水路の整備が急務である。

2. 現地クリークで問題となった除草剤散布の一事例

グリホサートは極めて低毒性の物質であり、水中に散布した場合すみやかに溶解し、水中や水底に蓄積することはない¹⁾といわれている。しかし、クリーク全面に除草剤を散布することは、除草効果変動しやすだけでなく、環境保全の立場から問題が多い。一事例として、1982年9月に大木町の現地クリーク(長さ2～3km)で、農家の人たちがグリホサート液剤をクリーク水面で生育するチクゴスズメノヒエに全面散布した結果、水中で茎葉が腐敗して水質が著しく悪化(第56図)し、流れの途中から水が白濁し、かつ異臭(H₂S等)を生じて下流域の住民から苦情が相次いだことがある。水質調査の結果、ミズワタ属(Zooglea)が確認され、その他硫黄細菌なども関与しているものと推察された。これらは水質が富栄養化し、かつ酸素が一時的に供給されると異常繁殖²⁾するといわれており、流れの途中にある井堰を境に、その上流では水が黒色を呈していたが、その下流では白濁していた。このようなことから、安全性の高い除草剤であっても、2次的な被害を生じる危険性が高いので、水面への除草剤散布は絶対に避けるべきである。

第6節 摘 要

1. チクゴスズメノヒエが数年来繁茂している現地クリークにおいて、法面への引き上げ時期と再生量、有効な除草剤の選定とその作用性及び引き上げと除草剤との組合せによる実用的な防除法の検討を行った。

2. 引き上げ後の再生量は、4月から7月の引き上げでは早い時期ほど多く、遅い時期ほど少なかった。

注) 米国モンサント社登録商標:ラウンドアップの安全性について—哺乳動物・水生生物・土壌に対する影響7～9 (1981)。

3. 法面への引き上げ労力は、時期により水位が異なるので、一定の傾向がみられなかったが、現場で一般的に行われている水際までの引き寄せに比べ、1.5～2倍の作業時間を要した。

4. 引き上げた茎葉を休耕田に堆積した場合、引き上げ時期が遅いほど再生量が少なく、堆積後1～1.5カ月後十分に再生した段階で除草剤を散布すれば、ほぼ完全に枯死した。また、黒ビニール被覆の効果は確実で、茎葉の腐熟化が早かった。

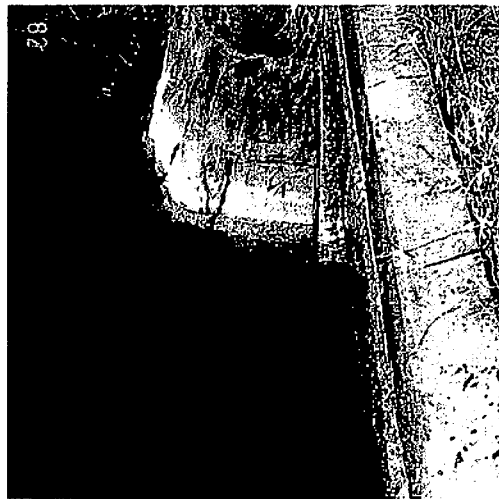
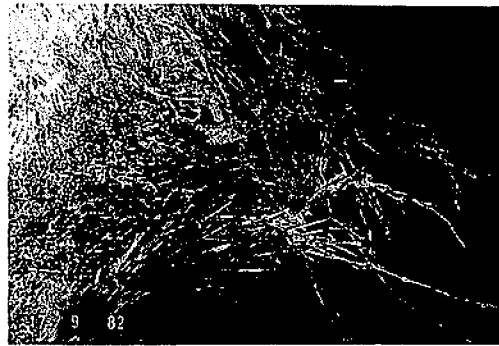
5. 数種の除草剤を供試して、チクゴスズメノヒエに対する除草効果を検討した結果、5月から6月の春処理ではフルアジホップ乳剤500倍液が、また10月の秋処理ではグリホサート液剤100倍液の効果が大きかった。また、両剤の春と秋の体系処理によりこの草をほぼ完全に防除可能であった。なお、グリホサート液剤の秋処理はクリーク水位低下（10月上～中旬）後、チクゴスズメノヒエの茎葉が黄化しないうち（10月一杯まで）に、なるべく早く散布する必要がある。

6. 除草剤の効果は、4月から8月の処理では、遅い時期ほど高かった。グリホサート液剤は7月中旬以降、フルアジホップ乳剤は5月下旬以降の処理で極大の効果がみられた。

7. 法面への引き上げと除草剤処理との組合せは除草剤だけの処理よりも高い効果がみられた。除草剤処理時期は、引き上げ後1～1.5カ月経過し、十分再生し草丈が50cm程度となった時が適期である。

8. チクゴスズメノヒエの発生被度80%のクリーク（20a）での防除に要する作業時間は、人力による引き上げが5人で10時間22分、除草剤散布は4人で20分であった。

9. 実用的な防除法としては、チクゴスズメノヒエの萌芽摘後（4月末～5月上旬）に法面まで引き上げ、その後1カ月半経過後（田植前まで）にフルアジホップ乳剤500倍液を散布し、その後再生がみられる場合は上記グリホサート液剤の秋処理を行う。



第56図 1982年6月に三瀧郡大木町で生じた除草剤のクリークへの全面散布（草の腐敗）による水の汚濁

チクゴスズメノヒエ茎葉の腐敗による水の汚濁（黒色）

第8章 水田基盤整備後の用排水路における雑草発生の遷移と早期防除

第1節 緒 言

第7章では本草の防除法を明らかにしたが、従来からあるクリークは不規則、不定型のものが多く、法面への引き上げや除草剤散布などの防除作業が効率的に実施できないのが現状である。チクゴスズメノヒエやその他強害草の防除のための根本的な対策としては、圃場整備にともなうクリークの統廃合であると考えられる。福岡県の水田の基盤整備率は、1986年で約40%¹⁰⁾であるが、筑後川下流域の水田の整備は10数年後にはほぼ完了するものと考えられる。このように整備された用排水路では、造成直後は草一本もない状態であるが、年次を経るにしたがい、強害草が侵入し、繁茂する危険性があると考えられる。

ここでは、1980～1984年の5か年間、造成年次別に強害草の発生状況を調査し、また同時にこれら強害草の早期防除法についても検討した。

第2節 用排水路でのチクゴスズメノヒエやその他強害草の遷移

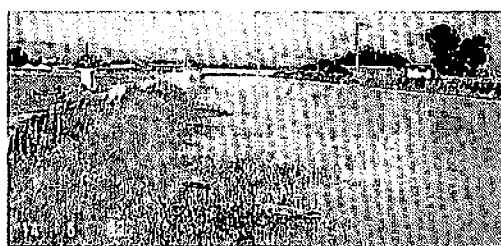
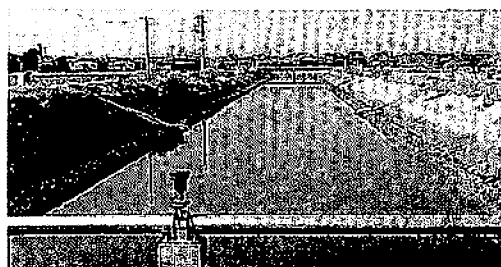
1. 法面や水際で発生する雑草の遷移

(1) チクゴスズメノヒエやその他強害草の遷移 (材料及び方法)

1974～1981年に造成された福岡県三潴地区の基盤整備後の用排水路において、チクゴスズメノヒエをはじめ主要な強害草を対象に、1979～1984年の5か年間その発生程度の年次間変動を調査した。調査地点は、造成年次別に主要な用水路と排水路を1～2点ずつ任意に設定し、水路の長さ100mを1点とした。なお、発生程度は用排水路の法面や水際の被度（その草の被覆割合）で示した。また、調査は5～6月頃と9～11月頃の年2回実施した。

(結果及び考察)

造成年次別のチクゴスズメノヒエ及びその他の雑草の発生被度の推移を第30表に示した。用水路及び排水路とも造成1～2年目までは、造成直後に法面の路肩の部分に植え付けられたトールフェスクやシロクローバなどの牧草類が法面上部で発生し、法面中～下部では一年生雑草のメヒシバ、オヒシバなどが点々とみられる程度で、強害草の発生はほとんどみられなかった（第57図 上段）。



第57図 基盤整備後の用水路でのチクゴスズメノヒエの生育状況

上段：整備直後 チクゴスズメノヒエやその他強害草の発生はみられない。

中段：整備直後3～4年後 チクゴスズメノヒエが局部的に発生。

下段：整備直後5～6年後 チクゴスズメノヒエが繁茂し、被度50～70%になる。

第30表 造成年次別のチクゴスズメノヒエ及びその他の強害草の発生被度の推移(法面～水際)

No	水路の造成		クリークの構造		チクゴスズメノヒエ				その他強害草		
	種類	年次	幅水深		1980年8月	'82.10	'84.5	'84.10	'81.11	'82.10	'84.10
			m	m							
1	用水路	1974	20	4.0	*●	●	*◎	●	△◇	◇	△◆
2		'75	12	3.0	●	●	*●	●	◇□	◇	■
3		'76	12	3.1	◎	●	*◎	●	△◇□	△	■
4		'76	16	4.0	*●	*●	**○	●		□	◇■
5		'77	10	2.2	●	*●	**○	◎		◇	
6		'78	10	2.1	—	○	*○	○	◇	△◇□	□
7		'79	16	2.0	—	●	◎	●		□	■
8		'80	16	2.1	—	○	◎	●		△□	□
9		'81	16	2.0	—	—	—	○			□
10	排水路	'74	3	0.3	—	—	◎	●	△◇	△	△◇
11		'74	3	0.3	○	○	◎	◎	△	△	△
12		'76	3	0.5	—	—	—	—	△◇	◇	
13		'78	3	0.6	—	—	—	—			
14		'79	5	0.5	—	●	●	●			◆■
15	排水路	'79	5	0.5	—	●	●	●	△	△□	△

注) ① 発生被度○：1～5%，◎：5～10，◎：10～20，●：20～50、●：50～100

② その他強害草 △：マコモ、◇：ヨシ、□：セイタカアワダチソウ

③ *：引き上げを行っていた。**：除草剤処理を行っていた。

なお、排水路の法面はいずれも年に2～3回の草刈を行っていた。

しかし、3年目頃から法面の下部～水際部ではチクゴスズメノヒエ、キシウスズメノヒエ、ヨシ、マコモ、また法面上部ではセイタカアワダチソウなどの強害草の発生が点々とみられるようになった。大半の用水路では草刈や除草剤散布などの管理が行われていたが、放置しているところではこれら強害草が一面に繁茂していた。マコモ、ヨシは草刈などによって発生が少なくなったり、消滅する事例がみられたが、チクゴスズメノヒエやセイタカアワダチソウは一度侵入した場合完全に消滅することはなかった。以上の強害雑草以外の草種として一年生雑草の中では、6月調査でスイバ、ツメクサ、イボクサ、クサヨシ、サナエタデなど、10月調査でチョウジタデ、エノコログサ、イボクサ、スイバなど、また多年生雑草ではアシカキ、ウシノシッペイ、ギシギシ、アレチノギクなどの発生がみられた。

用水路ではいずれの水路とも造成2～3年後にはほとんどチクゴスズメノヒエの発生が認められたのに対し、排水路では造成後6～8年経過しても発生がまったくみられない水路もあった。このことは、排水路の場合は幅が狭くて水深が浅いので水の移動が少なく、また用水路のように道路と隣接していないため、これら強害草の侵入(伝播)機会が少ないことによると考えられる。また排水路は、水田に隣接しているため、個々の農家が年に数回の草刈を行っており、強害雑草の発生割合が少なく、アシカキ、マコモ、イボクサやウシノシッペイなどが優占化しており、用水路の場合と異なった。一方、用水路の場合は管理責任の所在が不明な点もあり、排水路よりも管理が悪く、造成年次を経るにしたがい、強害草の発生割合が多くなる傾向がみられた。

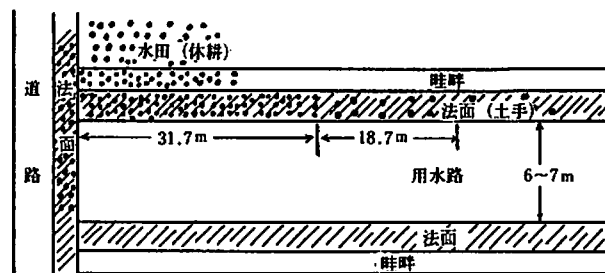
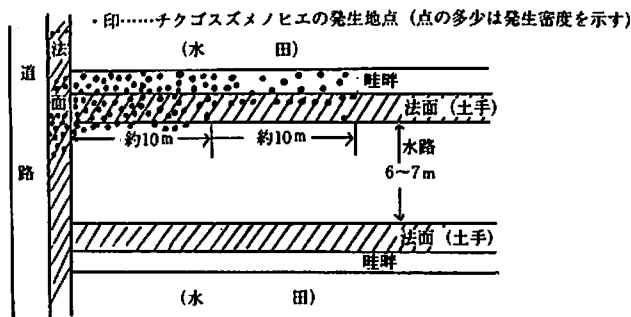
(2) チクゴスズメノヒエの法面での侵入経過

(材料及び方法)

1977年に造成された用排水路，第30表のNo.5の法面について，1979年，1980年及び1983年にチクゴスズメノヒエの法面での発生状況を観察調査した。なお，この用水路の法面は年に2～3回の草刈などの管理を実施していることもあり，その他の大型の強害草の発生はほとんどみられていない。

(結果及び考察)

チクゴスズメノヒエの法面での発生の分布を第58図に示したが，1979年7月19日に道路から約20mまで侵入していたものが，1年後の8月10日には約50mにまで広がっていた。さらに，1983年10月の調査では，この用水路の長さ200m全部で発生が認められた。この用水路では，その他の大型の雑草の発生がないため，雑草間競合が少なかったことにもよるが，年に2～3回の草刈をしても，チクゴスズメノヒエは地面に密着して伸長するほふく茎で発生面積を拡大してゆくことが明らかになった。



第58図 チクゴスズメノヒエの用水路法面での増殖経過

上段：1979年7月19日

下段：1980年8月10日

2. 用水路の水面で発生する水生雑草の遷移

(1) 用水路の水質

(材料及び方法)

上記，調査1.と同様の用排水路について，1980年8月12日に透視度，DO， $\text{NH}_4\text{-N}$ ， $\text{PO}_4\text{-P}$ ，pH等の水質を調査した。なお，各項目の調査法は第4章，第3節と同様である。

(結果及び考察)

基盤整備後の用排水路で水質を第31表に示したが， $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は全般的に高く1.0～1.5ppm程度で，第5章，第3節，3.に示した一般クリークと大差ない値を示した。一方，

第31表 三潞地区の基盤整備後の用水路での水質(1980年8月10日)

No	造成 年次	クリークの構造		水 質				
		幅	水深	透視度	pH	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{PO}_4\text{-P}$	DO
	年	m	m	cm		ppm	ppm	ppm
1	1974	20	4.0<	48	7.5	0.90	0.01	10.4
2	75	12	3.0	45	7.5	1.00	0.01	12.1
3	76	12	3.1	48	7.3	1.07	0.05	9.1
4	77	16	4.0<	40	7.3	1.38	0.01	11.0
5	77	10	2.2	37	7.1	1.23	0.14	8.4
6	78	10	2.1	32	7.3	1.37	0.04	11.0

注) DOの値が異常に高いが，水の色がやや赤色または緑色を呈していたことから植物プランクトンが関与しているものと考えられる。

PO₄-P 濃度は人家に近い昭和52年施工区では0.14ppm とやや高い値を示したが、その他人家から遠い用水路では0.01~0.05ppm と低い値であった。また、DO は8.4~12.1ppm と異常に高い値を示す排水路がみられたが、測定時に水の色が赤色ないし緑色を呈していたことにより、植物プランクトン等が異常発生していたことによると考えられる。

以上、一時期だけの調査結果であったが、基盤整備後の排水路の水質は、PO₄-P 濃度がやや低いものの、NH₄-N 濃度は一般クリークと差がなく、チクゴスズメノヒエの持込みがあれば、容易に増殖する危険性があるものと考えられた。

(2) 水生雑草の遷移

(材料及び方法)

上記、1. の(材料及び方法)と同様の排水路について、1980年から1984年の5か年春季と秋季の年2回水面で発生するチクゴスズメノヒエ及びその他の主要な水生雑草の発生被度を調査した。なお、発生被度は用水路水面の雑草の被覆割合(観察調査)で示した。

(結果及び考察)

チクゴスズメノヒエは、上記1. で明らかにしたように、造成後2~3年に排水路の法面や水際に発生が点々とみられるようになるが、第32表に示すように、その後1~2年(造成後3~5年)には用水路水面を局部的に被覆するようになった。大半の用水路では草刈や引き上げ等の管理が行われていたが、放置している所では造成後5~6年には被度50~80%まで繁茂した(第57図下段)。

チクゴスズメノヒエ以外で水面を被覆する雑草としては、ヒシ、ホテイアオイ、トチカガミの発生が認められた。ホテイアオイは一部の排水路で一面に繁茂していたが、その発生程度には年次間変動がみられた。人為的な除草作業によりチクゴスズメノヒエの発生が少なくなったところではヒシの繁茂が目立った。ヒシは大半がオニビシないしヒシでコビシはほとんど認められなかった。ヒシについては栽培している³⁹⁾ものもあり、ヒシの子実生産と水面への強害草の侵入防止の面で、望ましい事例であろう。

第32表 造成年次別のチクゴスズメノヒエ及びその他の水生雑草の発生被度の推移(水面)

No.	水路の 種類	造成 年次	クリークの構造		チクゴスズメノヒエ				その他水生雑草			
			幅	水深	1980年8月	'82.10	'84.5	'84.10	'81.11	'82.10	'84.5	'84.10
			m	m								
1	用水路	1974	20	4.0	○*	●	◎*	◎	○	●	☆	●
2		'75	12	3.0	●	●	◎*	◎	☆	○☆◇		
3		'76	12	3.1	○	●	◎*	◎	★	★◇	☆◇	
4		'76	16	4.0	○*	◎*	○*	○	★	★	★	★
5		'77	10	2.2	◎	○*	○*	—		★	★	
6		'78	10	2.1	—	—	○*	○		★◇	★	★
7		'79	16	2.0	—	◎	○	●		◆	★	★◇
8		'80	16	2.1	—	—	—	○			☆	
9		'81	16	2.0	—	—	—	—			☆	

注) ① 発生被度 ○: 1~5%, ◎: 5~10, ◎: 10~20, ●: 20~50, ●: 80~100

(クリーク水面の被覆割合で示した)

② その他の水生雑草 ○: ホテイアオイ ☆: ヒシ ◇: トチカガミ

③ *: 引き上げを行っていた。

第3節 用水路での除草管理の有無と雑草の遷移

(材料及び方法)

1980年に造成された同地区の用水路(幅約16m)を対象に、1983、1984年の2か年除草区と放任区を設定し、その後の強害草の発生程度を調査した。除草区は、春と秋に雑草の発生状況を見て、草刈や除草剤散布を行った。なお、草刈は鎌ないし動力草刈機を使用した。除草剤散布は、春処理ではフルアジホップ(ワンサイド)500倍液、秋処理ではグリホサート(ラウンドアップ)100倍液を供試した。また、クズ対象としてトリクロピル(ザイトロン)100倍液を供試した。なお、除草剤散布は背負式の人力散布機ないし小型動力噴霧器を使用し、雑草の茎葉に薬液が十分に付着するようにした。1区当りの水路の長さは100m(片側)とし、雑草の発生程度の調査は第2節、1.と同様である。

(結果及び考察)

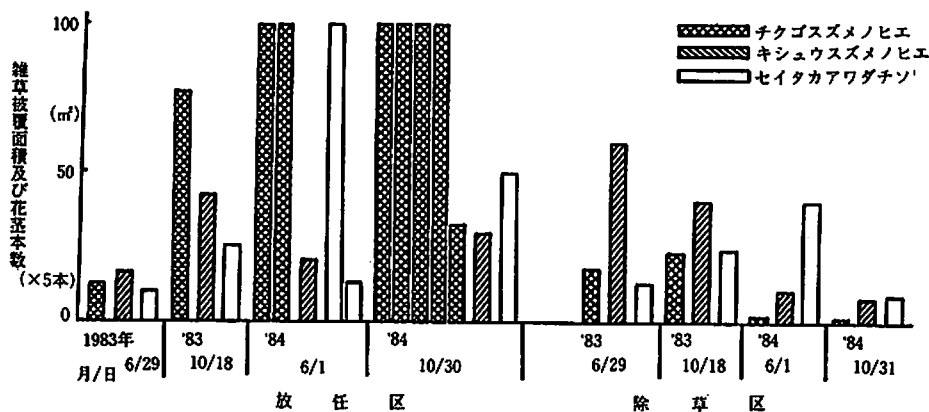
放任区及び除草区での強害草の発生状況を第59、60図に示した。造成3年目となる1983年6月の時点では、用水路の水際でキシウスズメノヒエ、チクゴスズメノヒエ、法面上部でセイタカアワダチソウの発生が局部的にみられる程度であったが、放任区ではチクゴスズメノヒエの増殖が著しく、1984年10月までには法面を完全に覆ってしまった。一方、除草区ではこれらの強害草をほとんど問題にならない程度に抑えることができた。除草管理に要した作業労力を第33表に示したが、100mの用水路(片側)を対象に草刈や除草剤散布に要した作業時間は、年間1人で約1時間程度であった。なお、チクゴスズメノヒエがクレーク全面に繁茂した場合、この草を人力で法面まで引き上げるのに要する作業時間は、第7章、第4節で述べたよ



第60図 法面の管理の有無とその後のチクゴスズメノヒエの生育状況

(1984年10月30日 城島町用水路)

写真内の手前は管理区で、チクゴスズメノヒエが法面全面に繁茂している所が放任区である



第59図 用水路の除草管理の有無と強害雑草発生量の推移(長さ100m×幅4~5m)

注) 雑草発生量: チクゴスズメノヒエ、キシウスズメノヒエは被覆面積で、またセイタカアワダチソウは花基本数で示した。

第33表 除草区における作業の種類と作業時間(クリークの長さ100m(片側))

作業の種類	対象草種	作業時間(1人当たり)				
		1983.6.29	'83.10.18	'84.6.1	'84.8.27	'84.10.30
草刈	セイタカアワダチソウ	*5'.20" 7.50	13'.05" 9.25	* 4'.48" 25.02		6'.07"
除草剤散布	チクゴスズメノヒエ キシュウスズメノヒエ	14.22	* 7.07 ×2名	* 7.46 2名	(クズ対象) 7.36	6.18
合計		26'47"	36'44"	45'22"	7'36"	12'25"
		1時間3分		1時間5分		

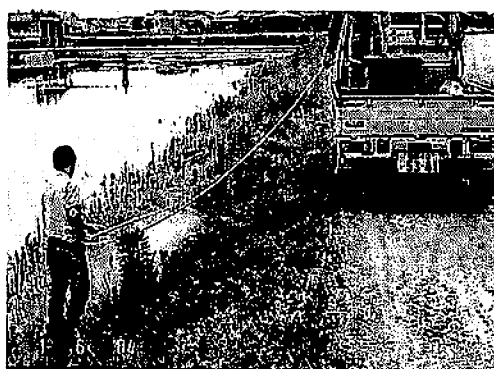
注) ① 草刈：鎌を使用。但し*印については動力草刈機を使用。

② 除草剤散布：背負式人力噴霧器を使用。但し*印については小型動力噴霧器を使用。

うに用水路の長さ100m、幅10mについて、5～6人で5時間程度が必要であった。この作業時間はただ1回のみ引き上げに要した時間で、しかもかなりの重作業であることを考慮すると、これら強害草の発生の初期段階での早期防除がいかに省力的であるかが理解できる。

早期防除法としては、チクゴスズメノヒエ、キシュウスズメノヒエやクズなどの匍匐型の強害草に対しては、除草剤の局所散布(第61図)が有効であった。前2者については、5～6月のフルアジホップ(ワンサイド)500倍液処理及び10月のグリホサート(ラウンドアップ)100倍液処理の体系防除が効果的であった。また、クズについては、年2回の草刈や手取りだけでは効果が不十分で、生育盛期の8月にトリクロピル(ザイトロン)100倍液を処理することにより、ほぼ完全に枯死した。セイタカアワダチソウ、ヨシ、マコモ等の直立型の強害草に対しては、春と秋の2回の草刈(第61図)や手取りによりその後の増殖がかなり抑制された。しかし、水際や法面にこれらの草が一面に繁茂した場合は、草刈だけでは不十分であり、除草剤を利用した総合防除を行う必要がある。3草種ともグリホサート100倍液による除草効果が認められ⁹⁾、またセイタカアワダチソウについては他に数種の有効な除草剤¹⁰⁾も認められている。

以上、基盤整備後の用排水路でのチクゴスズメノヒエを始めとし、その他の強害草の早期防除の



第61図 早期防除法

上段：動力噴霧機による除草剤の局所散布
(1984年6月1日)

下段：動力草刈機による草刈
(1983年6月28日)

必要性を述べたが、現在、用排水路の管理責任の所在が不明確であるため、今後は用排水路を定期的に巡回し、必要におうじて強害草を発生初期段階で防除するような管理体制の整備が望まれる。

第4節 法面への牧草植え付けとチクゴスズメノヒエの侵入防止効果

(材料及び方法)

基盤整備後の用排水路の法面上部(路肩)には型くずれ防止を目的として、種々の牧草類が植え付けられている。しかし、法面中部から下部には何も植えられていない。用排水路では、時期別の水位の差が大きいので、耐干性と耐湿性に強く、雑草化しにくい直立型の牧草がよい。ここでは、有望と思われる2～3の牧草を法面に植え付け、チクゴスズメノヒエの侵入防止効果を検討した。

供試した草種はダリスグラスとバヒヤグラスで、1982年7月にそれぞれ農林水産省九州農業試験場及び同種畜場において採種したものを供試した。また両種子とも休眠性が認められたので、1984年5月6日から17日間低温湿潤処理(5℃)を行った。5月23日に株播ポットへ1株3～5本立となるように播種し、7月16日に第3節と同一水路の法面へ栽植密度25cm×20cmで植え付けた。なお、1区当りの植え付け時の苗の大きさは、生葉数2.5枚、草丈約15cmであった。播種から植え付けまでの期間が長かったため、途中2回剪葉したが、やや軟弱徒長気味であった。また、牧草植え付け区は、すでに発生していたメヒシバやオヒシバ等の雑草を除去し、無草化した後に牧草を植え付け、その後活着するまで(約1週間)毎日灌水した。なお、その後の牧草の生育と雑草の発生程度を

第34表 牧草の生育

草 種	1984.8.27		'84.10.23			'85.11.4			生育概況
	草丈	茎数	草丈	穂数	稈長	草丈	草高	稈長	
ダリスグラス	cm 30	本/株 17.5	cm 43	本/株 20.9	cm 82	cm 70	cm 60	cm 105	穂数は1株当り4～5本で、うっぺい状態であった。
バヒヤグラス	35	22.5	41	24.0	57	80	40	65	穂数は1株当り1～2本でかなりうっぺいしていた。

注) '84年8月27日に牧草以外の雑草を手取りした。この作業時間は長さ20m×幅2m当り1人で51分を要した。その後、牧草の管理は行っていない。

第35表 牧草植付区での強害草の発生状況(水路の長さ20m当り)

試験区	1984.10.30						'85.11.4							
	チクゴスズメノヒエ		キシウスズメノヒエ		セイタカアワダチソウ		チクゴスズメノヒエ		キシウスズメノヒエ		セイタカアワダチソウ		その他(ヤハズソウ)	
	草丈	被度	草丈	被度	草丈	花茎葉	草丈	被度	草丈	被度	草丈	花茎葉	草高	被度
放任区 牧草区	cm	m ²	cm	m ²	cm	本	cm	m ²	cm	m ²	cm	本	cm	m ²
	60	87	40	6	85	49	60	122	45	12	150	50	45	5
	15	(2*)	10	(1.5)	—	0	15	(1.5)	15	(2*)	60	10	45	20

注) ① * : 牧草群落内での発生はみられなかったが、牧草を植付けていない法面下部の所で局部的に発生していた。なお、1については実測できない程度に微発生のを示す。'84年10月30日にグリサホート100倍液の局所散布を行った。

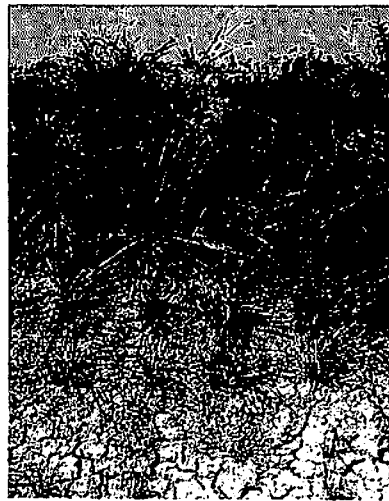
② 牧草区 : ダリスグラ区とバヒヤグラス区とも強害草の発生程度はほぼ同一であったので、一緒にまとめて記載した。

1984年8月と10月及び1985年11月の3回にわたり調査した。

(結果及び考察)

牧草の植え付け後の生育を第34表に示したが、活着後ダリスグラス、バヒヤグラスとも順調に生育し、同年10月30日には、各々草丈43cm、41cm、稈長82cm、57cm及び1株当り穂数21本、24本となった。冬期間には地上部の茎葉は大半が枯死した。翌春には生長を開始し、その後の生育は旺盛で、1985年11月の時点では両草種とも過繁茂となり、うっぺい状態となった。本試験では植え付け後、牧草の管理は一切行わなかったが、年に数回の刈払い等の必要性が認められた。次に、牧草植え付け区での強害草の発生状況を第35表に示したが、3回の調査時期とも牧草群落内への強害草の侵入は認められなかった。クリークの法面や畦畔に大豆や牧草を植え付けた場合、チクゴスズメノヒエの侵入を防止できることを第6章、第3節で明らかにしたが、基盤整備後の用水路でもこの点を確認することができた。しかし、水位低下後、牧草を植え付けていない法面下部でチクゴスズメノヒエやキシウスズメノヒエの発生が点々と認められた。これは水際部で浮遊していた茎葉が水位低下にともなって根付いたものである。これを放置すれば、牧草を植え付けていない法面下部を中心に繁茂する危険性があるため、第3節で明らかにしたような除草剤の局所散布が必要であった。1985年11月の時点では、法面上部でセイトカアワダチソウが点々と発生し、さらに強害草ではないが広葉雑草であるヤハズソウが牧草群落内で発生し、その被度が50%に達していた。つまり、法面部で牧草とヤハズソウが各々共存していた。

以上のことから、牧草植え付けにより、牧草群落内への強害草の侵入を防止できることを明らかにしたが、残された問題点も多く、今後は水位が上昇しても枯死しないような耐湿性の強い牧草の選定や植え付け後の牧草の管理法の確立等が望まれる。



第62図 法面での牧草バヒヤグラスの生育状況

(1984年10月23日 城島町用水路)

第5節 摘 要

1. 筑後川下流域のクリーク地帯において、基盤整備後の用排水路を対象に、強害草の発生状況を調査し、併せてそれら強害草の早期防除法を検討した。

2. 造成後1～2年までは、強害草の発生はほとんどみられなかったが、3年目頃から局部的にチクゴスズメノヒエ、キシウスズメノヒエ、マコモ、ヨシ、セイトカアワダチソウ等の発生が認められた。これを放置した場合、チクゴスズメノヒエはその後2～3年で用水路全面を覆ってしまうまでに繁茂した。また、マコモやヨシは主に水際部で、セイトカアワダチソウは法面上部で優占化した。

3. これらの強害草が繁茂してからでは、その防除に多大の労力を要し、早期防除の必要性が認められた。

4. なお、防除法としては、チクゴスズメノヒエ、キシウスズメノヒエやクズ等の匍匐型の強害草は除草剤の局所散布が有効で、ヨシ、マコモ、セイトカアワダチソウ等の直立型の強害草は手取りないし地際からの刈り取りが有効であった。

5. 法面にバヒヤグラス、ダリスグラスを植え付けた結果、チクゴスズメノヒエの侵入を阻止す

ることができた。しかし、残された問題点も多く、耐湿性の強い牧草の選定や植え付け後の牧草の管理法の確立が望まれる。

第9章 総合考察

1. チクゴスズメノヒエの呼称と植物学的な分類

チクゴスズメノヒエは、キシウスズメノヒエに類似しているイネ科の多年生草本である。「チクゴスズメノヒエ」の呼称については、第1章 緒論で述べたように筆者ら⁹⁾が最初に呼んだもので、これを池田ら¹⁷⁾はキシウスズメノヒエの一系統として「筑後系」と呼び、KATAYAMAら²⁰⁾は「Chikugo-gawari」と呼び、また芝山ら²¹⁾は「キシウスズメノヒエ亜種」と呼んでいる。このように、人により本草の呼称は異なっているものの、いずれもチクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエと形態的差異が大きく、同一種としての取扱ができないことを示唆している。

チクゴスズメノヒエとキシウスズメノヒエの形態的差異についてみると、池田ら¹⁷⁾は関西地方から沖縄までの10系統を対象に比較検討し、特に「筑後系」は他の系統と形態が著しく異なり、茎葉が大型で葉鞘に毛茸が多く粗剛であることを明らかにし、またKATAYAMAら²⁰⁾は両者の染色体数が異なることを明らかにしている。本論文の第2章、第2節ではこの点を確認するとともに、さらに葉舌、カラー部及び穂等の外部形態や葉身、茎及び根等の内部形態等についても比較検討し、これらの形態的差異を明らかにした。また、第4章では実生由来の幼植物の形態的差異を明らかにした。

以上のことより、チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエの一系統であるものの、形態的差異が著しく、別の呼称の必要性が認められた。しかし、本草の正式な学名はないので、今後早急に植物学的な分類と位置づけが望まれる。

2. 本草の分布とクリーク雑草として問題になる背景

チクゴスズメノヒエは、現時点では筑後川下流域のクリーク地帯で大発生して問題化している以外には、特に強害草として問題となった事例はない。本草の全国的な分布については明かではないが、筑後地方²²⁾以外でも、ごく最近になって兵庫県や香川県の一部で本草の発生が認められており²³⁾、第3章の発生生態等から判断すると、キシウスズメノヒエ¹⁰³⁾と同様に西南暖地では発生する可能性がある。また、外国での分布についてみると、キシウスズメノヒエは米国¹³⁾、オーストラリア⁸²⁾、ニュージーランド⁸³⁾などで強害草として広く分布しているが、チクゴスズメノヒエの分布については明かでない。なお、1973年3月8日に宮崎大学の池田一博士へあてた米国のイネ科植物分類学者であるDr. Thomas R. SODERSTOMの親書によると、チクゴスズメノヒエに類似したキシウスズメノヒエの系統は見つかっていない。

本草は、第5章で明らかにしたように、筑後川下流域のクリーク地帯で年々増加の傾向にある。つまり、全クリーク面積に対する発生面積比率でみると、芝山らの調査結果では1974年に11%であったものが、1978年には約2倍⁷⁹⁾となり、さらに1979年に筆者らが調査した結果（第5章、第2節）では31%にも及んでおり、調査法の違いはあるものの、確実に増加しているものと考えられる。

このように、本草が増加した原因としては、第1章 緒論でも述べたように、近年泥上げなどのクリークの管理を行わなくなったことや水質の富栄養化（第5章、第3節）等が主要因であると考えられるが、本草が本来持っている陸生のみならず水生植物としての適応性のよさと高い増殖力（第2章、第3、4節）も大きく関与していると考えられる。

以上のことから、本草の国内外での分布については不明な点が多いが、比較的温暖な地域（国内では関西地方以西）の富栄養化が進んだ農業用排水路や河川及び溜池等では、種子（第4章）ない

殖力により、発生面積を拡大し、優占化する危険性がある。

3. 本草の防除の必要性

クリークは古来から和歌等にも歌われているように生活環境の一部でもあり、マコモ、ヨシ、ウキササ、ヒシ、トチカガミなどが一定の生態系を形成し、水面や水際にこれらの水草が発生しても特に問題となることはなかった。しかし、チクゴスズメノヒエの侵入、繁茂は、これらの風情ある田園風景を著しく損なっているのみならず、農業用排水路や生活用水路等としてのクリーク本来の機能を著しく低下させている。

チクゴスズメノヒエは、従来からあるクリークや新しく造成された農業用排水路の法面や水際部を足場として定着し、その後水面へと生育場所の拡大をはかり、これを放置した場合、2、3年後にはクリーク全面を覆ってしまう増殖力が認められた（第2章、第4節）。本草がクリークで繁茂し、水面を覆ってしまった場合の水質調査の結果（第5章、第4節）によると、水中の溶存酸素濃度（DO）が著しく低下し、また本草の腐敗、堆積により浅底化及び水質の富栄養化を助長し、農業用水質基準値²⁶⁾から大幅にはずれた値となっている。また、このようなクリークでは、魚介類の生存はみられず、一種の“死水”となっており、この水を水稻に灌水し、苗のマット形成阻害や本田での青枯れ症²⁾等の生育障害の発生を助長している事例（第5章、第4節）がみられている。

本草はクリークだけでなく畦畔や休耕田及び水田へも容易に侵入し、繁茂する危険性が認められた（第2章、第4節）。本草は乾燥した土壌条件下ではキシウスズメノヒエよりも生育が劣るが、比較的湿潤な条件下ではキシウスズメノヒエよりも生育が優り、水田で繁茂した場合の雑草害も大きいことが明らかになった（第5章、第4節）。

芝山らは筑後川下流域のクリークで問題となる強害草として、チクゴスズメノヒエやキシウスズメノヒエ以外にホテイアオイやオオフサモをあげている。特に、ホテイアオイは国内^{34, 49, 79, 100)}だけでなく、広く国外¹⁰⁾でも最強害雑草として問題となっている。しかし、第6章、第2節でも述べたように、ホテイアオイは短期間でクリーク全面を覆ってしまう増殖力を持っている（第2章、第4節）ものの、冬期間の低温により枯死^{43, 67, 95, 96)}してしまう点と、たとえ一部に越冬しても生育開始前の4月上旬までにすくい上げる³⁷⁾ことにより、その防除は比較的容易であると考えられる。

以上のことより、チクゴスズメノヒエは筑後川下流域のクリーク地帯で最強の害草であり、これを放置した場合、クリークや新規に造成された農業用排水路などで異常繁茂し、農業用水、生活用水としての水質や居住環境などに著しく悪影響を及ぼすことが明らかになった。さらに、キシウスズメノヒエと同様に、休耕田や水田など耕地内への侵入の危険性も大きく、発生の初期段階での防除の必要性が認められた。

4. 具体的な防除法と問題点

本草が侵入、繁茂するようになった社会的な背景としては、昭和30年代の経済の高度成長期以降、農村部の人口が都市部へ流出し、従来まで慣例として実施していた年に1回の泥上げや年に数回の草刈等の管理作業などをしなくなったことが考えられる。そこで、再度これらの管理作業をすれば、特に問題とならない程度に防除可能と考えられる。しかし、人手不足であることと農家自身が直接収益につながらないこれらの管理作業に対する意欲がないことなどから非常に困難で、期待できないであろう。

現在、農家は本草の防除法として、水位が低下した11～3月の冬期間に水面部の茎葉を法面まで引き上げ、十分に乾燥させた後で焼却する方法や5～6月の水位上昇時に水の流れの障害とならな

い程度に水際部まで引き寄せる方法を実施している。前者の場合、地上部はほぼ燃えてしまうが、地中茎は大半が生存しており、両者とも一時的に生育量を減じる程度に過ぎない。

本論文において、第3章では本草の発生生態からみた防除適期、第6章では生物的防除の可能性、また第7章では法面までの引き上げと除草剤散布との組合せによる体系防除法、さらに第8章では水田基盤整備後の用排水路における雑草発生の遷移と早期防除法を明らかにし、本草をほぼ完全に防除できる総合防除法を明らかにすることができた。以下、具体的な防除法を述べる。

(1) 防除適期：越年茎及び当年茎の乾物比、茎水分を異にした場合の萌芽力及び炭水化物等の推移（第3章、第4節）から判断すると、5月下旬～7月上旬頃が防除適期であると考えられた。また、実際の引き上げ後の再生量（第7章、第2節）や除草剤（春処理）の効果（第7章、第4節）等から判断してもこの時期が適期と考えられた。なお、グリホサート液剤による秋処理は、除草剤の作用性等から判断して、クリークの水位が低下する10月中旬以降で、葉身に十分緑色がある時期までが適期であった（第7章、第3節、2.）。

(2) 早期防除法とその重要性：法面や水際の一部で点々と発生している初期段階では、防除は非常に容易で、生物的防除の可能性（第6章）もあり、除草剤散布や草刈等の除草に要する作業時間もきわめて少なかった（第8章、第3節）。なお、防除法としては、5～6月頃と10月の落水期以降の年2回の定期的な除草剤の局所散布など管理作業が有効であった（第8章、第3節）。

(3) 実用的な体系防除法：この草がクリーク一面に繁茂した場合、第7章、第4、5節で明らかにしたように、法面への引き上げとその後1ないし1ヶ月半後の除草剤散布が有効であった。

5. 今後に残された問題点

以上のことより、筑後川下流域のクリーク地帯で繁茂し、問題となっているチクゴスズメノヒエの主要な発生生態の解明と本草をほぼ完全に防除できる防除体系を確立することができた。しかし、本草の植物分類学的な位置づけや全国的な分布の把握及び大型機械の利用による省力的な防除法の確立のほか、牧草としての有効利用法の確立^{26,108)}など残された問題点も多い。

河川や農業用排水路等の水質の富栄養化が進む中で、チクゴスズメノヒエのような特定の強害草を防除しても、次にその他の強害草が侵入する可能性が大きい。今後は、水質保全を前提とし、水生植物全般の調和を考慮した水系の保全管理法を確立する必要がある。

総 合 摘 要

本論文は、筑後川下流域のクリーク地帯で大発生して問題となっているクリーク雑草「チクゴスズメノヒエ」について、生活史と形態的特徴及び増殖力、種子繁殖の可能性、発生生態とクリーク環境要因との相互関係、生物的防除法、法面への引き上げと除草剤利用による体系防除法及び基盤整備された用排水路への侵入を未然に防止するための早期防除法などについて検討したものである。以下、その成果の概要を述べる。

1. チクゴスズメノヒエは、キシウスズメノヒエに類似したイネ科の多年生草本であるが、2, 3の形態的差異がみられた。特にキシウスズメノヒエと明らかに異なる点として、葉鞘全体と葉身にも部分的に毛茸がみられること、葉舌が退化していること、葉身と葉鞘とのつなぎめの部分（カラー）が赤褐色を呈していることなどがあげられた。特にクリークで生育した場合、茎葉が著しく大型となり、茎の内部形態をみると、維管束数は多く、形も大きかった。なお、クリークで生育する個体は茎に気胞が多く、水中での生育に適する形態を示した。

2. チクゴスズメノヒエは、キシウスズメノヒエ同様にトウモロコシに似た葉緑維管束鞘を持ち、C₄植物であると考えられた。また、クリークで生育するチクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエに比べ、葉色が著しく濃く、光合成能力も高かった。なお、葉身の内部構造をみると、前者は後者より葉緑維管束鞘内の葉緑素が多いように観察された。

3. 本草は、大半が越年茎で越冬し、気温が10℃以上となる4月上旬頃から萌芽し、その後はふく茎を伸ばし、次々に分枝して増殖した。萌芽及び生育の適温は30～35℃程度と考えられた。初霜がみられる11月中旬頃から葉先が黄化し、12月中下旬頃までには大半の地上茎は枯死した。しかし、水中茎は枯死することなく越冬した。

4. チクゴスズメノヒエはキシウスズメノヒエ同様、本来陸生であると同時に水生植物としての適応性が大きく、前者は水面にはふく茎を浮かした状態で生育させた場合、後者よりも著しく生育が旺盛であった。クリークの水際に1/5000 aポットで予め生育させておいた越年茎を春先に植え付けた場合、3年後にはクリークの被覆面積が約100㎡に達した。なお、この値は同一条件下で生育させたキシウスズメノヒエの値の約6倍であった。また、水田や休耕田でも旺盛な生育を示したが、土壌水分の変動に対する適応性はキシウスズメノヒエよりも小さく、特に乾燥条件下で劣った。これは、根の厚膜組織の発達がキシウスズメノヒエよりも劣ることなどに関連するものと考えられた。

5. 越年茎、当年茎ともに休眠性はなく、先端部の2～3節を除き、どの部位の節でも高い萌芽力があり、茎に一節あれば増殖可能であった。また、切断した越年茎や当年茎は代かきした土に埋没した場合や酸素が不足するような水中ではまったく萌芽しなかった。

6. 越年茎、当年茎をこみにした茎からの萌芽率や茎の乾物比及び炭水化物含量の季節的推移から判断すると、本草の発生生態からみた防除適期は5月下旬から7月上旬ごろと考えられた。

7. チクゴスズメノヒエの穂は、キシウスズメノヒエ同様対生した穂状花序であるが、穂の長さは後者が3～5 cm程度であるのに対して、5～12 cm程度であり、1穂の粒数は約2倍の100粒程度であった。また、その他2, 3の形態的特徴がみられた。種子生産量は、クリーク一面に繁茂し、最も条件がよい場合で1㎡当り約10万粒であると推察された。種子の稔実率は、キシウスズメノヒエ同様全般的に低く、平均で5～10%であった。なお、稔実率は開花期間中の降雨の多少と高い負の相関がみられた。

8. チクゴスズメノヒエの種子は、キシウスズメノヒエ同様に高い休眠性を示した。休眠覚醒法として、刺傷処理や摩滅処理は一部に効果がみられたが不十分で、5～10℃の低温と適度の水分条件に1カ月間程度置くことにより、約30～40%の種子が発芽した。さらに、変温処理により一層発芽率が向上した。また、自然条件下でクリーク水中へ落下した稔実種子は、翌春まで生存しており、高い発芽力を示した。

9. 種子の発芽温度は、最適30℃、最低20℃、最高40℃程度であった。筑後地域での種子からの発生は、平均気温が20℃以上となる5月下旬以降であると考えられた。実生個体は、キシウスズメノヒエでは7月中旬、チクゴスズメノヒエでは8月中旬までに、栄養繁殖個体と同様の茎径を示す程度に生長した。また、筆者は城島町の圃場整備後の用排水路の法面で、実生由来の個体を確認した。

10. 筑後川下流域の筑後地方におけるチクゴスズメノヒエの発生面積は、1979年で全クリークの31%にあたる370haに及んでいた。発生割合は地域により異なり、また、同じ地域内でも水系によって大幅に異なった。

11. 本草の発生被度は、クリークの構造として、水深が浅く、法面がゆるやかな斜面となっているもので多かった。また、流れのあるクリークでは少なく、概して $\text{NH}_4\text{-N}$ や $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が高いほど多い傾向がみられた。さらに、クリークの水際に大型抽水雑草のマコモやヨシが多発している場合は少ない傾向がみられ、また法面に牧草や大豆を植え付けた場合はこの草の侵入が著しく阻害された。

12. 本草が多発してクリーク全面を被覆した場合は、毎年枯死した茎葉の腐敗堆積により、水中の溶存酸素が著しく低下し、クリークの浅底化を助長していた。また、本草が水田内へ侵入した場合の雑草害はキシウスズメノヒエよりも大きかった。

13. クリーク水面での草種間競争をみるため、本草が数年来クリーク全面に繁茂している所へ、春先にホテイアオイを m^2 当たり数株投入しても抑制効果は全くみられなかった。しかし、グリホサート液剤の秋処理に組み合わせて翌春にホテイアオイを m^2 当たり2株投入した場合には、チクゴスズメノヒエの越冬茎の浮き上がりが少ない条件下で、その生育が抑制された。

14. ソウギョは、チクゴスズメノヒエをよく摂取し、本草の発生の初期段階では除草効果がみられた。1日当りの摂取量は、魚体重1g当たりの生草重で約0.5～0.8gであった。

15. 本草の法面への引き上げ労力は、時期により水位が異なるので、一定の傾向がみられなかったが、現場で一般的に行われている水際までの引き寄せに比べ、1.5～2倍の作業時間を要した。なお、本草の発生被度80%のクリーク（約20a）での防除に要する作業時間は、人力による引き上げが5人で10時間22分で、除草剤散布は4人で20分であった。

16. 引き上げた茎葉を休耕田に堆積した場合、4月～7月の引き上げでは引き上げ時期が早いほど再生量が多く、遅いほど再生量が少なかった。堆積後1～1.5カ月後十分に再生した段階で除草剤を散布すれば、ほぼ完全に枯死した。また、黒ビニール被覆の効果は確実で、茎葉の腐熟化が早かった。

17. 数種の除草剤を供試して、本草に対する除草効果を検討した結果、5月～6月の春処理ではフルアジホップ乳剤500倍液が、また10月の秋処理ではグリホサート液剤100倍液の効果が大きかった。また、両剤の体系処理により本草をほぼ完全に防除可能であった。なお、グリホサート液剤の秋処理はクリーク水位低下（10月上～中旬）後、この草の茎葉が黄化しないうち（10月一杯）に、なるべく早く散布する必要がある。

18. 実用的な防除法としては、本草の萌芽摘み後（4月末～5月上旬）に法面まで引き上げ、そ

の後1ヶ月半後（田植前まで）にフルアジホップ乳剤500倍液を散布し、その後再生がみられる場合は上記グリホサート液剤の秋処理を行う。

19. 基盤整備後の用排水路を対象に、強害草の発生状況を調査した結果、造成後1～2年までは強害草の発生はほとんどみられなかったが、3年目頃から局部的にチクゴスズメノヒエ、キシュウスズメノヒエ、マコモ、ヨシ、セイトカアワダチソウ等の発生が認められた。これを放置した場合、チクゴスズメノヒエはその後2～3年で用水路全面を覆ってしまうまでに繁茂した。また、マコモやヨシは主に水際部で、セイトカアワダチソウは法面上部で優占化した。

20. これらの強害草が繁茂してからでは、その防除に多大の労力を要し、早期防除の必要性が認められた。なお、防除法としては、5～6月の春期と10月の秋期の2回用排水路を定期的に巡回し、チクゴスズメノヒエやキシュウスズメノヒエの発生を認めた場合は、除草剤の局所散布が有効であった。

21. 造成後の法面にバヒヤグラス、ダリスグラスを植え付けた結果、チクゴスズメノヒエの侵入を阻止することができた。しかし、残された問題も多く、耐湿性の強い牧草の選定や植え付け後の牧草の管理法の確立が望まれた。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、終始御指導と御激励を賜った農林水産省九州農業試験場作物第一部長宮原益次博士、また本論文を作成するにあたり終始御指導と御校閲を賜った九州大学松本重男教授、小林邦男教授、縣和一教授及び佐賀大学田中典幸教授各位に衷心から感謝し、厚くお礼を申し上げます。

研究途上で種々有益な御助言を賜った元京都大学植木邦和博士、元岡山大学中川恭二郎博士、農林水産省農業研究センター芝山秀次郎博士、またチクゴスズメノヒエの呼称について御助言頂いた国立科学博物館植物研究部第4研究室長館岡亜緒博士の各位に対し心から謝意を表する。

本研究を実施するにあたり、福岡県農業技術課長古城斉一氏、福岡県農業総合試験場元筑後分場長中村盛三氏、同元副場長森山義一氏、同元経営環境所長竹藤賢次郎氏には温情ある御指導と御激励を頂き、また当時の筑後分場普通作物研究室長の千蔵昭二氏、同室の矢野雅彦氏、吉留純一氏、佐藤寿子さん、松永靖雄氏、水落章夫氏、津村浩二氏には一緒に本研究に従事して頂いた。また、農林水産省九州農業試験場元作物第6研究室長高林実博士、同元主任研究官江口末馬氏、佐賀大学作物学教室有馬進氏、福岡県筑後農林事務所の持丸盛幸氏及び筑後管内の関係市町の担当者各位から多くの協力を得た。ここに衷心からお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 荒井正雄・宮原益次：水田雑草タイヌビエの生理生態的研究 第2報 種子の一次休眠について。日作紀31(1)73~77 (1962)。
- 2) 馬場起：水稻の胡麻葉枯病及び秋落ちの発生機構に関する栄養生理的研究。農技研報D 7, 1~157 (1958)。
- 3) BLACK, C. C., T. M. CHEM and R. H. BROWN: Biochemical basis for plant competition. Weed Sci. 17, 338~344 (1969)。
- 4) 千蔵昭二・原田浩二：クリーク雑草の防除について。九州の雑草6, 10~12 (1976)。
- 5) 千蔵昭二・大隈光善・矢野雅彦・中村盛三：筑後川下流域のクリーク雑草「チクゴスズメノヒエ」の生態と防除。第1報 発生の状況とクリーク環境。雑草研究27, 283~287 (1983)。
- 6) 千蔵昭二：除草剤による水生雑草の防除。日本雑草学会第10回雑草防除夏期研究会テキスト, 97~109 (1986)。
- 7) 筑後川下流域農業水利事業クリーク水路施工方式検討専門委員会：筑後川下流域のクリークにおける水生雑草の生態及び防除 (1980)。
- 8) DOWNTON, W. J. S. and E. B. TREGUNNA: Carbon dioxide compensation - its relation to photosynthetic carboxylation reactions, systematics of the gramineae, and leaf anatomy. Can. Jan. of Bot. 46, 207~215 (1967)。
- 9) 江口末馬, 高林実, 大隈光善：キシウスズメノヒエとチクゴスズメノヒエの生育及び水稻に及ぼす影響の差異。雑草研究33(3), 209~211 (1988)。
- 10) 福岡県農政部：稲麦生産の現状と今後の方向。1985。
- 11) 後藤将夫・中村豊・吉田條二・中村亮八郎：N肥によるキシウスズメノヒエの成分の変化。日本草地学会誌23別号, 125~126 (1976)。
- 12) 平田幸民：*Paspalum distichum* L. および *P. dilatatum* Poir. の生理生態的特性の比較調査。大阪府立大学農学部遺伝育種学研究室プリント。(1976)。
- 13) HITCHCOCK, A. S.: Manual of the grasses of the United States. pp. 1051. Washington, 1950。
- 14) HOLM, L. G.: Weeds problems in developing countries. Weed Sci. 17, 113~118 (1969)。
- 15) 北條良夫・石塚潤爾：最新作物生理実験法。農業技術協会, 6~197 (1980)。
- 16) 池田一：キシウスズメノヒエの栽培化に関する研究。日本草地学会誌18別号, 116~117 (1972)。
- 17) 池田一：キシウスズメノヒエ (*Paspalum distichum* L.) における生態型の変異について。宮崎大学農学部研究報告21, 309~313 (1974)。
- 18) 池田一・小山田正幸：キシウスズメノヒエの生長と発育に関する研究。第1報 分けつ様式と外部形態の特徴について。宮崎大学農学部研究報告23, 431~437 (1976)。
- 19) 池田一・小山田正幸：同上 第2報 環境条件の違いが生育に及ぼす影響について。宮崎大学農学部研究報告23, 439~443 (1976)。
- 20) 石倉教光・曾我義雄：ホタルイ属種子の生態と防除に関する研究 第2報 イヌホタルイ種子の休眠覚醒に及ぼす温度と光の影響。雑草研究24, 28~32 (1979)。
- 21) 石嶺行男・宮里清松・松本重男：琉球列島のサトウキビ畑における雑草の生理・生態 第1報 タチスズメノヒエ種子の休眠覚醒と発芽に及ぼす光, 温度, 貯蔵条件の影響。雑草研究29, 308

- ～331 (1984).
- 22) JENNINGS, P. R. and J. D. JESUS, JR : Effect of heat on breaking dormancy in rice. *Crop Sci* 4, 530～533 (1964).
 - 23) J. S. CLAUS and R. BEHRENS : Glyphosate translocation and Quackgrass Rhizome Bud kill. *Weed Sci* 24(2), 149～152 (1976).
 - 24) 角野康郎：兵庫県東播磨地方のため池における「チクゴスズメノヒエ」の分布－類似した生態的地位を占めるイネ科雑草3種との比較. 雑草研究30(1), 47～49 (1985).
 - 25) 兼子明・田中忠興・中村駿・住吉強：イグサの窒素施用量と品質の関係. 福岡農総試研報A 1, 39～42 (1982).
 - 26) 環境庁水質規制課編：公害と防止対策 水質汚濁上巻. 白亜書房, 75～87
 - 27) 笠原安夫：日本雑草図説. 養賢堂, 416～418 (1968).
 - 28) 片岡孝義：水田作における除草剤試験法. 日本雑草学会第5回雑草防除夏期研究会テキスト, 104～149 (1976).
 - 29) KATAYAMA, T and T. IKEDA : Cytogenetical Studies on *Paspalum distichum* Linn. *Cytologia* 40, 759～764 (1975).
 - 30) 木村史雄・坂下信行・本田千元：新選択性除草剤フルアジホップブチル (SL-236) の作用性について. 植物の化学調節17(2), 170～177 (1982).
 - 31) 木村輝正・立小野主信：ホテイアオイの飼料化. 畜産の研究32(10), 1243～1246 (1976).
 - 32) 古城育一・田中昇一・大隈光善：サヤヌカグサの除草剤による防除. 雑草研究21(1), 26～30 (1976).
 - 33) 古賀汎・白石勝恵：農林省公害研究会策定 (1977).
 - 34) 熊本県農業試験場：水生雑草タイワンナギの防除に関する研究 (中間報告2報). 熊本県農試成績書46 (1972).
 - 35) 熊本県農業試験場：キシウスズメノヒエの生態について. 昭和50年秋季草地飼料作ブロック会議資料, 54 (1975).
 - 36) 熊本県畜産試験場：キシウスズメノヒエ栽培利用体系化試験概要. 総合助成飼料作物栽培試験説明資料. (1973).
 - 37) LEVI, E : The control of water couch (*Paspalum distichum*) in irrigation channels by 3-amino 1,2,4-triazole (Amizole). *J. Aust. Inst. Agric Sci.* 25, 62 (1959).
 - 38) 宮原益次：ノビエの個生態. 雑草研究4, 11～19 (1965).
 - 39) 百島敏男・中村大四郎：ヒシに関する研究. 佐賀農試研報19, 83～50 (1979).
 - 40) 長崎県畜産試験場：水田転換畑におけるキシウスズメノヒエの飼料化栽培. 長崎県畜試昭和50年度成績書. (1976).
 - 41) 長田武正：帰化植物－雑草の文化史－. 保育社, 大阪. (1977).
 - 42) 中川恭二郎・服部金次郎：ミズガヤツリの防除に関する生態的研究Ⅱ. 農学研究56, 195～215 (1977).
 - 43) 中川恭二郎・沖陽子・富久保男：ホテイアオイ越冬の温度条件. 雑草研究28 (別), 61～62 (1983).
 - 44) 中山兼徳：畑作における除草剤試験法. 日本雑草学会第5回雑草防除夏期研究会テキスト, 150～175 (1976).
 - 45) 野田健児・大林弘之助：キシウスズメノヒエの生態と防除. 雑草研究11, 35～39 (1971).

- 46) 農林水産省農産園芸局農産課編：土壤環境基礎調査における土壌、水質及び作物体分析法。(1979).
- 47) 沼田真編：帰化植物。大日本図書、東京。(1975).
- 48) 沼田真編：図説植物生態学。朝倉書店、東京。(1967).
- 49) 大垣健吉：江津湖に乱発生せるホテイアオイのメカニズムとその特性に関する調査報告書。昭和49年度文部省大学学術局科学研究報告。(1975).
- 50) 大隈光善・今林惣一郎・古城斉一・森山義一：水田雑草セリの耕種的防除法。雑草研究25, 116~120 (1980).
- 51) 大隈光善：キシウスズメノヒエ亜種の生態と防除。九州の雑草12, 22~25 (1982).
- 52) 大隈光善：キシウスズメノヒエ及び同亜種の生態と防除。植調16(8), 2~7 (1982).
- 53) 大隈光善・千蔵昭二・吉留純一：筑後川下流域のクリーク雑草「チクゴスズメノヒエ」の生態と防除。第2報 2, 3の形態的特徴と生育特性。雑草研究28, 25~30 (1983).
- 54) 大隈光善・千蔵昭二・森山義一：同上 第3報 ほふく茎の萌芽力に関する調査。雑草研究28, 31~34 (1983).
- 55) 大隈光善・千蔵昭二：同上 第4報 種子繁殖に関する調査。雑草研究29, 45~50 (1984).
- 56) 大隈光善・千蔵昭二・矢野雅彦：同上 第5報 草種間競合の利用と草魚による防除。雑草研究29, 36~41 (1984).
- 57) 大隈光善・千蔵昭二：同上 第6報 法面への引き上げと除草剤による防除。雑草研究30, 32~36 (1985).
- 58) 大隈光善・千蔵昭二：クリーク雑草「チクゴスズメノヒエ (新称)」の生態と防除。福岡農総試研報A2, 47~56 (1983).
- 59) 大隈光善・橋本寿子・千蔵昭二：基盤整備後の用排水路での強害草の発生状況とその早期防除法。福岡農総試研報A5, 69~74 (1985).
- 60) 大隈光善：筑後川下流域のクリーク雑草「チクゴスズメノヒエ」の生態と防除。雑草研究31(2), 18~25 (1986).
- 61) 大隈光善：チクゴスズメノヒエ・キシウスズメノヒエの生態と防除。日本雑草学会第10回雑草防除夏期研究会講演要旨, 55~73 (1986).
- 62) 沖陽子・伊藤操子・植木那和：ホテイアオイ (*Eichhornia crassipes* (Mart.) solms) の生育及び繁殖に関する研究 第1報 水中の栄養塩が生育及び繁殖に与える影響。雑草研究23, 115~120 (1978).
- 63) 沖陽子・伊藤操子・植木那和：同上 第2報 水中の窒素形態の差異が生育ならびに繁殖に及ぼす影響。雑草研究23, 120~125 (1978).
- 64) 沖陽子：水生雑草ホテイアオイをめぐる諸問題。農業技術34(1), 495~501 (1980).
- 65) 小山忠四郎：水質、底質化学分析法。成文堂, 51~54 (1979).
- 66) PEARCE, G. A.: Weed control in channels. J. Dep. Agri. W. Aust. 8, 729~734 (1959).
- 67) PENFOUND, W. T. and T. T. EARLE: The biology of the waterhyacinth. Ecol Monogr. 18, 447~472 (1948).
- 68) RAROCHETTI, J., H. P. WILSON and G. W. BURT: Activity of glyphosate on Johnsongrass. Weed Science 23 (4), 395~400 (1975).
- 69) ROBERTS, E. H.: Dormancy of rice seed. II. The influence of covering structures. J. Exp. Bot. 12, 430~445 (1961).

- 70) ROGERS, H. H. and D. E. DAVIS : Nutrient removal by waterhyacinth. Weed Science 20(5), 423~428 (1972).
- 71) 酒井英市：ホテイアオイによる豚ふん尿汚水の浄化処理. 畜産の研究27(4), 533~538 (1973).
- 72) 酒井英市・糸瀬貞義・武井昌二：ホテイアオイによる豚尿汚水の浄化処理(1)畜産の研究30, 57~60 (1976).
- 73) 酒井英市・糸瀬貞義・武井昌二：同上(2)畜産の研究30, 312~314 (1976).
- 74) 作物分析法委員会編：栄養診断のための栽培植物分析測定法. 養賢堂, 272~339 (1975).
- 75) 芝山秀次郎・江口末馬・宮原益次：筑後川下流域水田地帯のクリークにおける水生雑草の実態 第1報 雑草の種類. 雑草研究21(3), 112~115 (1976).
- 76) 芝山秀次郎・江口末馬・宮原益次：同上 第2報 分布及び出現率. 雑草研究21(3), 115~119 (1976).
- 77) 芝山秀次郎・江口末馬・宮原益次：同上 第3報 雑草の繁茂量. 雑草研究21(3), 120~125 (1976).
- 78) 芝山秀次郎・江口末馬・宮原益次：同上 第4報 雑草繁茂量の時期別の変遷. 雑草研究23(3), 109~115 (1978).
- 79) 芝山秀次郎：筑後川およびその支川におけるホテイアオイの分布. 雑草研究24(2), 92~95 (1979).
- 80) 渋谷政夫・山添文雄・尾形保・能勢和夫：環境汚染と農業. 博友社, 119~121 (1975).
- 81) 清水矩宏・田島公一：シコクビエの休眠および発芽に関する研究 I. 発芽に対する光と温度およびその相互作用. 日本草地学会誌24(4), 289~295 (1979).
- 82) SMITH, L. W. and P. J. DAVIES : The translocation and distribution of three labelled herbicides in *Paspalum distichum* L. Weed Res. 5, 343~347 (1965).
- 83) SPRANKLE, P. and W. F. MEGGITT : Effective control of quackgrass with fall and spring applications of glyphosate. Proc. N. Cent. Weed Contr. Conf. 27, 54 (1976).
- 84) 生嶋功：水界植物群落の物質生産 I. -水生植物-. 生態学講座 7. 共立出版 (1972).
- 85) 高林実・江口末馬：水田におけるスズメノヒエの化学的防除. 雑草研究30 (別号), 141~142 (1985).
- 86) 高橋英一：作物栄養学 第IV章, 朝倉書店 (1972).
- 87) 高橋均：ケイヌビエ種子の発芽生態とその栽培利用に関する研究. 農事試験報告21, 161~211 (1974).
- 88) 高橋成人：稲種子の休眠と発芽. 東北大農研報18, 195~213 (1967).
- 89) 竹松哲夫：除草剤研究総説. 博友社, 123~125 (1982).
- 90) 田中昇一・豊田正友：セイタカアワダチソウの防除. 福岡農試研報17, 70~73 (1979).
- 91) 田中典幸：作物—その形態と機能—上巻. 農業技術協会, 166~185 (1976).
- 92) 達山和紀・江川宏・山岸建文：ホテイアオイによる重金属の吸着について. 雑草研究22(3), 151~156 (1977).
- 93) 徳永隆司・古田直子・森本昌宏：ホテイアオイのカドミウム蓄積. 衛生化学22(4), 234~239 (1976).
- 94) 徳永隆司・北喜代志・北直子・森本昌宏：ホテイアオイの生長と無機栄養元素の貯蔵. 日本水処理生物誌14, 1~8 (1978).
- 95) 富久保男・小林正志：ホテイアオイの生態 第4報 寒害に及ぼす気温と水温の影響. 雑草研

- 究21別号, 82~84 (1976).
- 96) 富久保男・小林正志: ホテイアオイの生態学的研究 第2報 越冬に関する微気象学的調査. 雑草研究26(2), 111~117 (1981).
- 97) 富久保男: ホテイアオイの生態と防除. 日本雑草学会第10回雑草防除夏期研究会テキスト, 97~109 (1986).
- 98) 津田松苗: 汚水生物学. 北隆館, 東京14~20 (1964).
- 99) 土屋実: ソウギョの生態及びソウギョによる水生雑草防除の展望. 雑草研究22(1), 1~8 (1977).
- 100) Ueki, K., M. Ito and Y. Oki: Waterhyacinth and its habitats in Japan. Proc. 5th Asian-Pacific Weed Sci. Soc. Conf. Tokyo, 424~428 (1976).
- 101) 渡辺泰・広川文彦: 一年生雑草の発生生態に関する研究 5. 発芽温度条件と季節的発生長との関係. 雑草研究21(2), 56~60 (1976).
- 102) 山岸淳・橋爪厚: 水田多年生雑草に関する研究 V. 千葉農試研報12, 43~50 (1972).
- 103) 山根国男: 水稲乾田直播栽培における雑草の発生生態と防除に関する研究. 兵庫県農試特別研究報告, 1~120 (1976).
- 104) 安田敏樹・山末祐二・植木那和: 多年生雑草ハマスゲの防除に関する基礎研究-ハマスゲの生育と炭水化物含量の推移-. 雑草研究23(2), 71~75 (1978).
- 105) 吉田條二・近藤幸弘・中村亮八郎: キシュウスズメノヒエのサイレージ調製について. 日本草地学会誌23別号, 115~116 (1977).

Ecology and Control of a Hairy Subspecies of *Paspalum distichum* L, "Chikugosuzumenohie" Growing in Creeks of Chikugo River in Kyusyu.

by

Mitsuyosi OKUMA

(Fukuoka Agricultural Research Center, Chikusino, Fukuoka 818)

Summary

A subspecies of *Paspalum distichum* L. "Chikugosuzumenohie", which is distinguished from *Paspalum distichum* L. "Kisyusuzumenohie" by the chromosome number ($2n=40$ vs. 60), the plant size and the hairiness of leaf sheath, has increased recently in creeks of Chikugo areas.

Ecology and control of this weed were investigated as following subjects;

- ① Life cycle
- ② Morphological characters and growth habit
- ③ Possibility of reproduction by seeds
- ④ Ecological investigation on sprouting of stems
- ⑤ Growth in relation to environmental conditions of creeks
- ⑥ Methods of biological control
- ⑦ Control combining by pulling up the weed onto the bank followed by herbicide application
- ⑧ Succession of the weed growing in the irrigation-drainage channels of a meriorated paddy field and the control of the weed at early stage of the growth

The results obtained were as follows.

1. "Chikugosuzumenohie", which was a perennial grass weed similar to "Kisyusuzumenohie", had several morphological characters distinguished from "Kisyusuzumenohie". The most distinguished characters were the leaf sheath with great many trichomes, degrad at on of ligule, The redbrown colored lamina joint, large vascular bundle sheath.
Morphological characters of this weed were more suited to the creek environment and the plant grew more vigorously than "Kisyusuzumenohie"
2. This weed had clearly bundle sheath cells similar to corn. Photosynthetic capacity of this weed was superior to "Kisyusuzumenohie" when grown in the creek.
3. This weed overwintered mostly by stems and the stems sprouted early April. Maximum, optimum and minimum temperature of sprouting of stems were 40°C , $30\sim 35^{\circ}\text{C}$ and 10°C , respectively. Etiolation of leaves was recognized at mid-November (the mean temperature was $12\sim 13^{\circ}\text{C}$), and most aerial parts of stems died before mid-December. But the stems buried in soil or water overwintered and never died.
4. Artificial multiplication showed that the whole surface (100m^2) of creek where overwintered

stems (1/5000a pot) were planted on the creek border was covered with the plants within two or three years. The rate of multiplication of this weed was about six times of "Kisyusuzumenohie". Furthermore, this weed grew more vigorously than "Kisyusuzumenohie" in paddy fields or abandoned paddy fields. But adaptability of this weed to fluctuation of soil moisture was less than "Kisyusuzumenohie", especially in dry condition.

5. Overwintered stems or growing stems of this weed had not dormancy except a few nodes at the top end of stems and sprouted at a high rate in any time. Even the stem with only one node had the ability of reproduction.

The stems which were buried in puddled soil or deoxidized water could not sprout nearly completely.

6. The optimum time of biological control of this weed judged from sprouting rate, percentage dry matter and carbohydrate content of the overwintered and growing stems was from late May to early July.
7. Stems of this weed had a pair of spikes as same as "Kisyusuzumenohie". Ear length of this weed was 5~12cm, although that of "Kisyusuzumenohie" was 3~5cm. Number of seeds of this weed was approximately 100 per panicle. It was estimated that there were 100,000 seeds per m² in a creek. Ripening percentage of the seeds was 5~10% on the average, and had a negative correlation with the amount of precipitation in the blooming period.
8. The seeds of this weed had high dormancy as same as that of "Kisyusuzumenohie". Dormancy of seeds was broken partly by piercing or abrasion of seeds. Seeds of 30~40% germinated in a month when adequate moisture and low temperature ranged from 5°C to 10°C were given. Alternating temperature was also effective for breaking dormancy. The seeds which fell naturally in a creek were alive in the next spring and showed a high degree of viability.
9. Optimum germination temperature of seeds was 30°C, minimum was 20°C and maximum was 40°C. It was estimated that natural emergence time of seeds in Chikugo area was in late May. The stems of the seedlings of this weed reached the same thickness as that from overwintered stems in mid-August, while in the case of "Kisyusuzumenohie" this thickness was attained in mid-July. Seed-propagated plants were recognized on the border in the irrigation-drainage channels of a meliorated paddy field in Jyojima area.
10. Infested area of "Chikugosuzumenohie" was 370ha in Chikugo area of Fukuoka prefecture and the percentage to all creeks was 31% in 1979. There was a big difference in the growth of this weed among regions and creeks.
11. Growth of this weed affected by the structure of creeks or the nutrients of water. It was suggested that the higher the NH₄-N or PO₄-P concentration were in creek water, the more this weed covered creeks. And the more *Zizania latifolia* Turcz. or *Phragmites communis* Trin. grew in the edge of creeks, the less it occurred.
12. The dissolved oxygen level in creek water was remarkably low by decomposing stems and leaves where this weed covered densely. When this weed invaded into the paddy field, weed damage by this weed was more than "Kisyusuzumenohie".
13. It was shown that the introduction of 6 fresh stumps of water hyacinth per m² in the creek where this weed had been growing for several years, was ineffective for preventing the growth of

- this weed. But, when 2 stumps of water hyacinth per m^2 were added after application of glyphosate in the previous autumn, water hyacinth grew more vigorously than the weed.
14. Grass-carp ate this weed as well as other aquatic weeds. The weeding effect of the fish was recognized in the early stages of growth of the weed in the creek. Quantity of the weed eaten by the fish was approximately equal to the weight of fish.
 15. It took ten hours and twenty two minutes to pull up this weed onto the bank by five persons and twenty minutes to spray herbicide by four persons in the creek (0.2ha) in which about 80% of the total area was covered by this weed.
 16. When the leaves and stems of this weed were accumulated in the abandoned paddy field during April to July, the later this weed was pulled up, the less it regrew. This weed was killed completely by spraying herbicide when this weed regrew fully in one to one and half months after pulling up. Covering by black vinyl film upon this weed for a month had extremely good effect on weed control, and promoted decomposing of the leaves and stems.
 17. Several herbicides were tested for weeding effect on this weed. Treatments of fluazifop-buthyl 1/500 solution at spring (from May to June) and glyphosate 1/100 solution at autumn (October) were the most effective. Glyphosate should be sprayed as early as in possible when water level in the creek fell (early to middle of October) not later than yellowing of leaves (end of October) of the weed.
 18. Practical control methods for this weed grew wild in the creeks recommended were as follows:
 ① At first, pull up the weed onto the bank of the creek after it fully sprouts. ② Then one and a half months later but prior to rice transplanting, spray fluazifop-buthyl at a rate of 0.84kg/ha on the weed ③ If the weed regrows thereafter, spray glyphosate at a rate of 4.92kg/ha as soon as rice is harvested.
 19. The succession of the major harmful weeds growing in the irrigation-drainage channels of a meliorated paddy field was examined. No harmful weeds were found two years after land improvement, but "*Chikugosuzumenohe*", "*Kisyusuzumenohe*", *Zizania latifolia* TURCZ., *Phragmites communis* TRIN., *Solidago altissima* L. and other weeds grew partially in the third year. If these weeds were not controlled at this time, "*Chikugosuzumenohe*" reproduced profusely in the channels, *Zizania latifolia* TRUCZ. or *Phragmites communis* TRIN grew dominantly at the water's edge and *Solidago altissima* L. appeared at the upper part of the slope after three years.
 20. Great efforts were needed to control these weeds after they had grown profusely in the channel. Therefore it was important to control these weeds at the early stage of their growth. Effective control methods for these weeds were as follows : go round the channel regularly at spring (May ~ June) and autumn (October), and control these weeds when needed. Hand weeding or mowing was effective for pasture form weeds, i.e. *Zizania latifolia* TURCZ., and partial application of herbicide was useful for prostrate form weeds, i. e. "*Chikugosuzumenohe*".
 21. Growth of "*Chikugosuzumenohe*" was prevented in the channels by planting bahiagrass or dallisgrass on the slope immediately after land improvement. But a lot of problems, i. e. selection of high wet-endurance grasses which never reconvert to weeds, methods of managements of planted grasses and the others must be solved for practical use.

福岡県農業総合試験場特別報告
第4号

湿生雑草チクゴスズメノヒエの
生態と防除に関する研究

発行 平成元年3月
福岡県農業総合試験場
(福岡県筑紫野市大字吉木)

著者 大隈光善

印刷所 同盟印刷株式会社

福岡県行政資料

分類記号 P A	所属コード 0704106
登録年度 63	登録番号 8