

水田雑草防除診断予測システムの概要

宮城県農業センター 研究員 田中 良

は じ め に

宮城県では、昭和59年度からパーソナルコンピュータを利用した稲作情報管理システム¹⁾の開発を進めている。その中のサブシステムの1つとして、気象条件から水田雑草の発生活長を診断予測するとともに、AI（人工知能）の手法を用いて雑草の形態から雑草名を検索したり、除草剤を選定する意志決定を支援したりできる「水田雑草防除診断予測システム」²⁾の開発を試みている。

現時点では、本システムが対象としている草種の数が、水田雑草に限ってわずかに14草種である。また、発生活長の予測に関する基礎的なデータについては、十分に整えられているとは言えない。さらに、除草剤の選定に関しては未だプログラムを開発している段階である。

とりあえず、システムとしての一応の体裁を整え、利用対象者を農業改良普及員や農業試験場の研究員などのうち、水田雑草防除を専門としている方々として、試用可能な段階までこぎ着けた。

将来は草種の拡大や畑地への適応拡大が考えられ、新しい診断予測のための手法や知見が得られたり、データの蓄積にともなって精度の向上が期待される。

その際、本システムの機能の拡張や修正が容易に可能となるように配慮して、各データ処理

のモジュール化と共通データのファイル化を効率的に行いながらシステムの構成を図った。これによって、本システムは、今後より実用的なシステムとして、改良されつつ発展して行くものと期待している。

ここに、パーソナルコンピュータを利用した対話方式の「雑草防除診断予測システム」のプロトタイプとして、本システムの概略を示し、識者のご批判を請うものである。

1. システムの構成

1) 機 器 の 構 成

(1) パーソナルコンピュータ本体

PC-9801シリーズ、本体メモリー容量＝384 K バイト以上。

(2) 表示装置 高解像度カラーディスプレイ (グラフィック画面＝640×400 ドット)

(3) 印刷装置 漢字プリンター(カラー印字も可能)。

(4) 外部記憶装置 フロッピーディスク(容量＝1 M バイト以上)または固定ディスク。

(5) 図形読込装置 イメージスキャナ。

2) 開 発 言 語

N 88 日本語 BASIC (MS-DOS 版)。

Copyright (C) 1984 by NEC Corporation

2. システムの機能

1) 発消長の診断予測サブシステム

気象条件から水田主要雑草の発消長の予測する方法は、まず高橋の方法³⁾に準じて、除草剤試験成績⁴⁾とデータベース化された気象観測値とから、各草種毎に植代期から発消長期、盛期、終期に至るまでの日平均気温の有効積算気温を算出した(第1表)。これに基づいて、予測当年の日別の気象観測値又は想定値と、植代期から各発消時期の有効積算気温に到達する月日を算出する。この積算値の積算上限、下限値は、該当地域の実状に合わせて変更可能である。

対象とした草種は、ミズガヤツリ、タイヌビエ、マツバイ、ヘラオモダカ、ホタルイ、ミゾハコベ、キカシグサ、ヒロハイヌノヒゲ、アゼナ、タマガヤツリ、コナギ、ウリカワ、オモダカ、クログワイの14草種である。

(1) 気象条件から草種毎の発消時期の予測

気象条件は、予測当日までは実測値、それ以降は平年値が既定値として設定されている。これにより、任意の植代期をキーボードから入力すれば、各草種毎にその後の発消時期を予測し、第1図に示す通りディスプレイの画面に作表あるいは作図して表示及び印刷することができる。

(2) 特定草種の植代期別発消時期の予測

また、特定の草種を選択して、植代期を連続的に変化させた場合の各発消時期の変化を(1)と同様にして算

第1表 水田雑草発消長の温度条件

雑草名	始期	盛期	終期
ミズガヤツリ	108.2	316.5	515.4
ノビエ	123.4	260.9	538.1
マツバイ	150.4	363.1	566.1
ヘラオモダカ	175.4	368.3	579.0
ホタルイ	189.0	382.9	573.5
ミゾハコベ	198.9	384.5	579.0
キカシグサ	213.5	389.4	596.7
ヒロハイヌノヒゲ	216.5	409.1	649.7
アゼナ	219.6	410.7	663.6
タマガヤツリ	252.3	453.1	705.5
コナギ	264.4	470.8	671.7
ウリカワ	270.9	417.3	615.4
オモダカ	293.7	463.1	740.4
クログワイ	417.3	566.1	891.9

注) 植代期から発消長期、盛期、終期に達するまでの積算温度(℃)。

対象雑草数=14草種。

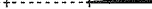
積算する下限温度=0.0℃

積算する上限温度=30.0℃

◇◇ 水田雑草の発消長の予測 ◇◇

01: 観測地点:【仙台】[b:tn9~4.86]

03: 植代時期:昭和61(1986)年5月7日【水】(植代後日数 有効積算温℃)

No:	雑草名	発生始期	発生盛期	発生終期			
		5/7	5/17	5/27	6/6	6/16	6/26
04:	ミスガヤツリ	+					+
05:	光ノエ	+					+
06:	マツノイ	+					+
07:	ヘラオモダカ	+					+
08:	オナモミ	+					+
09:	ミヅハコベ	+					+
10:	キカシグサ	+					+
11:	ヒロハイスズナ	+					+
12:	アゼナ	+					+
13:	タマガヤツリ	+					+
14:	コナギ	+					+
15:	ウリカワ	+					+
16:	オモダカ	+					+
17:	クログワイ	+					+

変更 No. (00 ~ 17) →

T/図表、P/印刷

[f・1是] [f・2否] [f・3省] [f・4訂] [f・5終]

第1図 水田雑草の発消長の表示画面

00 ~ 17, T, Pまたはファンクションキー(f・1 ~ f・5)で機能を選択する。

00: 予測当日を変更する。

01: 気象データの観測地点を変更する。

03: 植代期の月日を変更する。

04 ~ 17: 指定番号の雑草について、植代期を移動した場合を表示する(第2図)。

T: 本図のデータを表にして表示する。

P: 本図又は表をプリンターに印字する。

出し、第2図の通り表示することができる。

さらに、年次や観測地点の異なる気象データを選択して、発消長の年次変動や地域較差などについても診断する事が可能である。

◇◇ 水田雑草の発消長の予測◇◇

01: 観測地点: 【仙台】〔b: センダイ. 86〕

03: 植代時期: 5月7日～5月20日

04: 雑草名: ノビエ (植代後 有効積算温℃)

植代月日	発生始期	発生盛期	発生終期
昭和61年	(123℃)	(261℃)	(538℃)

5月7日(水)	5月15日(+9日)	5月25日(+19日)	6月10日(+35日)
5月8日(木)	5月17日(+10日)	5月26日(+19日)	6月11日(+35日)
5月9日(金)	5月17日(+9日)	5月27日(+19日)	6月11日(+34日)
5月10日(土)	5月18日(+9日)	5月27日(+18日)	6月12日(+34日)
5月11日(日)	5月19日(+9日)	5月28日(+18日)	6月13日(+34日)
5月12日(月)	5月20日(+9日)	5月29日(+18日)	6月13日(+33日)
5月13日(火)	5月21日(+9日)	5月30日(+18日)	6月14日(+33日)
5月14日(水)	5月22日(+9日)	5月31日(+18日)	6月15日(+33日)
5月15日(木)	5月23日(+9日)	5月31日(+17日)	6月16日(+33日)
5月16日(金)	5月24日(+9日)	6月1日(+17日)	6月16日(+32日)
5月17日(土)	5月25日(+9日)	6月2日(+17日)	6月17日(+32日)
5月18日(月)	5月26日(+9日)	6月3日(+17日)	6月18日(+32日)
5月19日(火)	5月27日(+9日)	6月4日(+17日)	6月19日(+32日)
5月20日(水)	5月28日(+9日)	6月5日(+17日)	6月20日(+32日)

変更No (00～17)→

T/図表, P/印刷

第2図 植代期を連続的に移動した場合の草種別発消長の変動を表示する画面

2) 水田雑草名の検索サブシステム

(1) 雑草の形態的特徴から雑草名の検索。

雑草の形態的特徴とそれを有する雑草との関係を、知識工学でいうプロダクションルールに構成した(第2表)。これに基づいて、コンピュータは雑草の特徴についての質問を提示する。この質問に対して、オペレータは目的とした草種に関して、肯定、否定、不明あるいは確信度(1～9)で回答する。この質問と回答との関係から、全草種について当確度を算出し、当確度の高い草種を分離抽出する方向で、次の質問が選択される。これを繰り返すことによって、目的の草種が検索される。

可能性の高い草種が限定されるとそれを表示し、質問が無くなるか又は質問の継続を中止すると検索を終わる。検索の1例として第3図を示した。

検索が終了した又は草種が確定した時点で、日本原色雑草図鑑⁵⁾の説明文及び形態図⁶⁾が当確度の高い順にディスプレイ上に表示される。

なお、説明文は市販のワードプロセッサ、形態図はイメージスキャナを使用して入力し、ランダムファイルとして記録した。

★★★ 水田主要雑草の検索 ★★★

【質問1】 葉が左右交互に出ていますか(互生)。?

YES

【質問2】 連根型で褐色の芋(塊茎)が付いていますか。?

UNKNOWN

【質問3】 塊茎が付いていますか。?

YES

【質問4】 矢じり状の葉が付いていますか。?

NO

【質問5】 白い花が咲きますか。?

YES

検索中の水田雑草は、ウリカワ(90)、ヘラオモダカ(90)である可能性(%)が高いと思われます。

さらに質問を続けますか。?

YES

【質問6】 根に横縞(横断膜)が在りますか。?

YES

検索中の水田雑草は、ウリカワ(90)である可能性(%)が高いと思われます。

【質問22】 草丈が50cm以上に伸びますか。?

NO

【質問23】 へら状の葉が付いていますか。?

YES

【質問24】 茎は円柱状ですか。?

YES

これ以上、質問がありません。

検索中の水田雑草は、ヒロハイヌノヒゲ(70)、ウリカワ(50)、ヘラオモダカ(50)である可能性(%)が比較的高いと思われます。

各草種別に特性の要約を見ますか。?

YES

第3図 AI(人工知能)を利用した水田雑草の検索画面

注) 質問に対して、ファンクションキー(f・1～f・5)を押して返答する。

f・1=是 : 肯定の返答をする場合。 YES

f・2=否 : 否定の返答をする場合。 NO

f・3=不明: 返答の肯定と否定の判断が付かない場合。 UNKNOWN

検索草種の可能性がある評価値以上になっている草種を表示する。

確信度の高い順に解説文や説明図を見ることができる。

第2表 雑草検索用プロダクションルール

質問No, 質問 (日本語表示), 質問の規則, 各草種の評価 (-9 ~ +9)

1. 葉が細く長いですか.

ハ>カタチ=ナガイ

ミズガヤツリ=9, タイヌビエ=9, マツバイ=9, ヘラオモダカ=5, ホタルイ=9, ミゾハコベ=-8,
キサシグサ=-9, ヒロハイヌノヒゲ=-8, アゼナ=-9, タマガヤツリ=7, コナギ=-7, ウリカワ=5,
オモダカ=-7, クログワイ=8, /

2. 葉が平たく丸いですか.

ハ>カタチ=マルイ

ミズガヤツリ=-9, タイヌビエ=-8, マツバイ=-9, ヘラオモダカ=8, ホタルイ=-9, ミゾハコベ=8,
キサシグサ=8, ヒロハイヌノヒゲ=7, アゼナ=8, タマガヤツリ=-8, コナギ=8, ウリカワ=7,
オモダカ=7, クログワイ=-9, /

3. 葉が左右交互に出ていますか (互生).

ハ>デカタ=ゴセイ

ミズガヤツリ=8, タイヌビエ=9, ヘラオモダカ=8, ホタルイ=8, ミゾハコベ=-8, キサシグサ=-8,
アゼナ=-9, タマガヤツリ=8, コナギ=8, ウリカワ=8, オモダカ=8, クログワイ=-8, /

中略.

5. 葉に透明感があって網状の葉脈がみえますか.

ハ>トクチョウ=トウメイカン

ミズガヤツリ=-8, タイヌビエ=-8, マツバイ=-8, ヘラオモダカ=9, ホタルイ=-8, ミゾハコベ=-8,
キサシグサ=-8, ヒロハイヌノヒゲ=9, アゼナ=-8, タマガヤツリ=-8, コナギ=9, ウリカワ=9,
オモダカ=9, クログワイ=-8, /

6. 矢じり状の葉が付いていますか.

ハ>カタチ>トクチョウ=ALL>ヤジリ

ミズガヤツリ=-9, タイヌビエ=-9, マツバイ=-9, ヘラオモダカ=-8, ホタルイ=-9, ミゾハコベ=-9,
キサシグサ=-9, ヒロハイヌノヒゲ=-9, アゼナ=-9, タマガヤツリ=-9, コナギ=-9, ウリカワ=-9,
オモダカ=9, クログワイ=-9, /

7. へら状の葉が付いていますか.

ハ>カタチ>トクチョウ=マルイ>ヘラ

ミズガヤツリ=-8, タイヌビエ=-8, マツバイ=-9, ヘラオモダカ=9, ホタルイ=-9, タマガヤツリ=-8,
オモダカ=6, クログワイ=-9, /

以下省略.

(2) 雑草名 (俗称) から雑草の形態図の検索.

雑草の和名と俗称⁵⁾をシーケンシャルファイルとして記録した (第3表)。

これを検索する事によって, 和名又は俗称名の全部又は一部を入力すると, その語を名称中に含む雑草名の一致割合, 科名, 和名, 該当名が抽出順に出力される (第4図)。(1)の場合と同様にして, 図鑑の特性の説明文や形態図を表示する事ができる。名称の照合方法として, 前方一致又は後方一致などが指定できる。

★★★ 水田主要雑草の検索 ★★★

検索したい雑草の名前をカタカナで入力してください。

イ モ

- 1 (50%) カヤツリグサ科 ホタルイ イモツリ
- 2 (40%) ミズアオイ科 コナギ イモグサ
- 3 (50%) オモダカ科 ウリカワ イモクサ
- 4 (40%) オモダカ科 オモダカ イモグサ
- 5 (30%) オモダカ科 オモダカ イモコグサ

以上の通り「イモ」を名前に含む雑草が見つかりました。
各草種別に特性の要約を見ますか。

第4図 雑草名 (俗称) の検索画面

雑草名又は俗称名の全部又は一部をカタカナ (半角文字) で入力する。
検出順に, 順番, 名前の一致割合, 科名, 和名, 該当名が表示される。
一致割合の高い順に解説文や説明図を見ることが出来る。

第3表 雑草名検索用の雑草名

名称数	科名	和名	俗名
2	カヤツリグサ	ミズガヤツリ	オオガヤツリ
6	イネ	タイヌビエ	クサビエ、ノビエ、ビエ、フエ、ヨロケ
9	カヤツリグサ	マツバイ	コゲ、コウゲ、ウシコウゲ、ウシノヒゲ、ウシノケ、ウシノケグサ、ウシノヒエ、ネコゲ
4	オモダカ	ヘラオモダカ	クワラツ、クチアケ、ヘラクサ
4	カヤツリグサ	ホタルイ	ハナトウシ、イモツリ、センボンヤリ
5	ミゾハコベ	ミゾハコベ	ミズチシャ、アズキグサ、ホコベ、ハコベ
2	ミソハギ	キカシグサ	アキボコリ
2	ホシクサ	ヒロハイヌノヒゲ	オオミズタマソウ
4	ゴマノハグサ	アゼナ	アズキグサ、コゴメ、オオムシロ
9	カヤツリグサ	タマガヤツリ	スゲ、マルスゲ、サンカクグサ、サンカクスゲ、サンカク、ミツカド、マスカサ、カヤツリグサ
7	ミズアオイ	コナギ	ツバキバ、ツバグサ、ナギ、イモグサ、ササナギ、ミズナギ
6	オモダカ	ウリカワ	オオボシソウ、イモクサ、ヨツワレ、フタツワレ、ウリカワツペ
7	オモダカ	オモダカ	ハナグワイ、クワラツ、クチアケ、クワイ、イモグサ、イモコグサ
12	カヤツリグサ	クログワイ	クワイズル、イゴ、ゴヤ、ギワ、スルリン、アブラスゲ、イグサ、イ、トウスミ、クワイ

以下省略。

注) 日本原色雑草図鑑に掲載の別名，方言による。

3) 除草剤の検索サブシステム

現在，市場に流通している主な水田除草剤⁷⁾について，除草剤の特性に関するデータベースを作成した。

このデータベースは，除草剤ファイル（除草剤名，成分，特性など）と成分ファイル（一般名，物理化学的性状，作用特性，雑草スペクトラム⁸⁾など）とに分割されており，成分名をキーワードとして，両ファイルをリレショナルに結合して検索利用できるように構成した（第4，5表）。

今後，一般水田圃場を対象として，防除時期，雑草被度などから最適の除草体系を選定できるプロダクションルールを構築する予定である。

(1) 発生草種から適応する除草剤を検索する。

除草対象草種の任意の組合せを設定して，これに有効な成分を含有する除草剤を，除

草効果の高い順，あるいは価格の安い順などに出力することができる。

(2) 除草剤名から特性（化学的特性，適応草種，薬害など）を検索する。

除草体系を構成する各除草剤を検索することによって，除草体系としての各草種に対する有効性，価格などについて比較する

第4表 除草剤の特性データベースに収録した項目

対象除草剤：主な水田除草剤。

除草剤ファイルの収録項目：

除草剤名，一般名，試験名，成分名（1～3種類），各含有率，毒性，魚毒性，剤型，剤の外観，販売価格（昭和61年，経済連調）など。

除草成分ファイルの収録項目：

種類名，薬剤名，化学名，構造式，物理化学的性状（融点，溶解度，人畜毒性，魚毒性），殺草作用，作用特性（土壤中の残効性，土壤中の移動性，水稻の吸収部位），処理適用幅，イネ科属間選択性の有無，耕種条件の影響，温度の影響，殺虫殺菌剤との関係など。

殺草スペクトラム対象草種：

ノビエ，カヤツリグサ，コナギ，その他広葉，マツバイ，ホタルイ，ウリカワ，ミズガヤツリ，ヘラオモダカ，クログワイ，オモダカ，アオミドロ，シズイ，セリ，ヒルムシロ，など。

ことができる。

第5表 除草剤の特性データベースに収録した
水田除草剤

アピロサン粒剤	ソヤロン粒剤
ウリベスト粒剤	ソルネット粒剤
ウルフ粒剤 17	ダイセックSM粒剤
ウルフ粒剤 25	デルカット乳剤
エスグラン粒剤	ノックワン粒剤
エックスゴーニ粒剤	バサグランSM粒剤
エンドラム粒剤	バサグラン水和剤
オーザ粒剤	バサグラン粒剤
クサカリン粒剤 25	バイサー粒剤
クサカリン粒剤 35	パウナックスM粒剤
クサノック粒剤	ヒノクロア粒剤
クサホープ粒剤	ブッシュ粒剤 17
クミリードSM粒剤	ブッシュ粒剤 25
グラスジンD水和剤	マーシェット粒剤 2.5
グラスジンD粒剤	マメットSM粒剤
グラスジンM水和剤	マメット粒剤
グラスジンM粒剤	モーダウン粒剤
グラノック粒剤	ヨートル粒剤
ゲザガード粒剤 2.5	リードゾン粒剤
ゴルボ粒剤 17	ロンスター乳剤
ゴルボ粒剤 25	ワイダー粒剤
サターンM粒剤	ワンオール粒剤
サターンS粒剤	ワンオール粒剤 8
サターン乳剤	水中2,4-D水和剤
サターン粒剤	水中MCP水和剤
サリオ粒剤	粒状水中2,4-D
サンバード粒剤	粒状水中MCP
ザーク粒剤 17	2,4-Dアミン塩
ザーク粒剤 25	2,4-Dソーダ塩
ショウロンM粒剤	DCAP乳剤 35
シルベノン粒剤	MCPソーダ塩
シンザン粒剤	MO粒剤-9
スエップM粒剤 20	モゲトン粒剤
スタム乳剤	モゲブロン粒剤
ストップラン粒剤	
セスロン粒剤	以上70薬剤

おわりに

今日、パーソナルコンピュータを利用した情報処理が、ますます身近になって来ました。農業の場面においても、若い世代を中心として、これら情報処理機器に対する関心が非常に高まっています。「情報の最終的な判断を行うのは人間である」と言うことは、今後とも変わることとはあり得ませんが、その判断材料を検索、収集し分析する作業は、コンピュータを利用することによって、その能率を飛躍的に向上させることが可能になります。

この分野における情報処理システムの開発は、現在その途についたばかりであります。今後急速かつ限りなく発展して行くと思われます。農業試験研究機関においても、この高度情報化社会の波に乗り遅れることなく、農業分野における情報処理技術の開発に積極的に取り組んで行く必要があります。

本システムの試用をご希望の方は、フロッピーディスク2枚(8インチ2DD, 5インチ2HDまたは3.5インチ2HD)と返送用切手を添えて下記宛までお申し込み下さい。デモンストレーション版に利用説明書を付してご返送いたします。ご利用状況をモニターしてご意見、ご感想などをお聞かせ頂ければ幸いです。

〒981-12 宮城県名取市高館川上字東金剛寺1
宮城県農業センター 農産部 情報処理気象科

引用(参考文献)

- 1) 田中 良・及川俊昭 他 1985. 宮城県稲作情報管理システムの開発. 東北農業研究, 37: 63~64.
- 2) 田中 良・斉藤富士男 他 1986. 宮城県稲作情報管理システムの開発. 第2報, 水田雑草の発生診断予測, 東北農業研究, 39~40.
- 3) 高橋周寿 1977. 水田雑草防除における地域特異性と今後の問題. 第3回日本雑草学会シンポジウム講演要旨集, 58 (以下省略)