

논 雜草發生 豫測모델 開發 研究

I. 豫測모델 開發 接近方法

李漢圭 · 李仁龍 · 柳甲喜 · 李正云 · 朴英善\*

**Prediction Model of Weed Population in Paddy Fields**

I. Practical Approach to Development of Prediction Model

Lee, H.K., I.Y. Lee, G.H. Ryu, J.O. Lee and Y.S. Park\*

ABSTRACT

The experiment was conducted in 1992 to find out the approach to the development of prediction model of weed population in paddy fields. The weed seeds of 88% over were separated from the soil by using K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 50% solution with specific gravity 1.34. The weed seeds which were floated on the solution due to the difference of specific gravity between soil particles and the seeds were effectively withdrawn by using a vaccum pump attached with an aspirator. The seeds withdrawn together with solution were taken by filtering with a nylon net of 0.31×0.16mm mesh. The pressing method was more efficient and practical for the viability test of weed seeds separated from the soil compared with the germination test and the TTC test. For the prediction of weed population by the number of weed seedlings emerged at the sampled soil, the sampling method of 0-10cm deep at 5-6 sites per field was applicable. At the prediction method by the number of seedlings emerged, the smaller the seed sizes, the lower the prediction coefficients of weed species. It was considered that the prediction method by the number of seedlings emerged was more practical than the prediction method by the number of seeds separated from sampled soil, in relation to similarities to weed population, time and expenses required for examining, technical difficulties and applicability of weed species.

Key words : prediction model, prediction coefficient, seed sizes, seed withdrawl

緒 言

現在 우리 나라에서 使用하고 있는 大部分의 除草劑는 雜草 發芽前處理劑이다. 따라서 實際 雜草群落을 모르는 狀態에서 撒布하게 되므로 어찌면 必要 以上으로 過渡한 除草劑를 使用하고 있는지도 모르고 심지어는 뿌리지 않아도 될 논 에까지 비싼 除草劑를 過剩 撒布하고 있는지도

모른다. 이는 마치 醫學分野에서 病理診斷을 하지 않고 投藥하는 境遇와 같다고 할 수 있다.

앞으로의 벼 農事는 점차 大農化되고 委託栽培 등이 늘어날 與件에 있으므로 雜草를 豫測하는 技術이 開發되지 않고서는 使用方法은 물론이고 除草劑 選擇조차 할 수 없는 時代에 접어들고 있다.

病이나 害蟲은 耕作地의 外部에서 由來하기도 하지만 雜草는 다행히 그 耕作地의 土壤에서 由

\* 農藥研究所 (Agricultural Chemicals Research Institute, RDA, RDA, Suwon 441-707, Korea)

<1993. 6. 20 접수>

來할 수 밖에 없다. 따라서 어쩌면 雜草發生 豫測技術이 더 쉽게 開發될 수 있을지도 모른다. 이 技術이 앞으로 急速度로 普及 使用될 퍼스날 컴퓨터(PC)로 運用될 수만 있다면 보다 效率的인 方法으로 雜草發生을 豫測하고 또한 보다 合理的으로 除草劑를 選擇 使用할 수 있을 것이다.

雜草發生 豫測技術에 關한 研究는 아직까지 國內에서는 試圖된 바가 없었고 外國에서도 그 歷史는 길지 않다. 1970年 Naylor<sup>9)</sup>에 의해서 처음 試圖되었으나 單一 草種에 限하였고 群落豫測에 대해서는 1970年代 末에 Mortimer 等<sup>7,8)</sup>에 의해서 始作되었다. 그 後 Pollard<sup>11)</sup>와 Courens 等<sup>11)</sup>이 豫測모델을 作成해 보고자 하였다. 이에 關한 研究는 日本에서도 1980年代 初부터 始作되어 全農 農業技術센터에서는 雜草 豫測法에 關한 研究<sup>2,5,12,13)</sup>, 農業研究센터에서는 拔雜草 豫測法에 關한 研究가 活潑하였다<sup>14,15,16,17,18,19,20,21,22)</sup>. 最近에는 岩手縣<sup>3)</sup>, 愛知縣<sup>10)</sup>, 宮城縣<sup>23,24)</sup> 等 여러 地域試驗場에서 PC를 利用한 除草劑 使用 system 開發에 着手하여 相當한 進展을 보였고 現在 software의 著作權까지 論議되고 있다.

따라서 本 研究는 우리나라의 벼 栽培 環境條件에서 널리 活用할 수 있는 “PC를 利用한 除草劑 使用 시스템”을 開發하는 데에 가장 必須的인 “雜草發生 豫測모델” 開發에 보다 더 效率的이고 實用的인 接近方法을 究明하기 위하여 遂行하였던 바 그 結果를 이에 報告하고자 한다.

## 材料 및 方法

### 1. 싼흙土壤에서 分離한 種子에 의한 豫測法

1992年 京畿道 水原市 및 華城郡 所在 農藥研究所 試驗圃場에서 雜草가 많이 發生하는 3필지, 적게 發生하는 2필지 總 5圃場을 選定한 後 10a 面積 單位로 土壤 샘플링과 本畝 雜草調査를 하였다. 土壤 샘플링은 어린모 機械移秧 30-40日前 4月 中下旬 傾에 直徑 13cm의 core로 0-10cm 깊이로 하였다. 샘플地點數에 따라 各 圃場(10a)을 概略的으로 2, 5, 10, 20개 블럭으로 나누어 블럭당 1點씩 샘플링한 後 各 圃場의 샘플地點數別로 混合하였다.

土壤中에 있는 雜草種子를 土壤으로부터 分離하기 위하여 탄산가리( $K_2CO_3$ )를 使用하였으며, 탄산가리 濃度에 따른 草種別 種子 回收率을 調査하기 위하여 土壤中에 들어있는 既存 雜草種子를 完全히 除去한 土壤(seed free soil)을 만들었다. 500ml 크기의 비커에 乾燥시킨 雜土 200g 씩을 넣고 탄산가리 50% 溶液 400ml을 부어서 攪拌해 주었다. 土壤 粒子和 有機體의 比重 差異로 인하여 種子和 雜土가 土壤으로부터 分離되어 溶液 위에 뜨면 이를 完全히 除去하였다. 既存의 雜草種子が 除去된 seed free 土壤이 製造되면 여기에 雜草의 種類 및 種子의 크기 등을 考慮하여 選定된 피, 알방동산이, 울챙이고랭이, 물달개비, 여뀌 等 5草種의 種子 50個씩을 넣고 seed free 土壤과 잘 混合하였다. 一定한 갯수의 雜草種子が 들어 있는 이 土壤에 탄산가리 0, 20, 30, 40, 50% 溶液 400ml씩을 各各 넣고 攪拌하여 土壤으로부터 分離된 種子를 吸出器(aspirator)를 附着한 眞空펌프기로 回收한 後 草種別 種子數를 調査하였다.

圃場에서 샘플링한 土壤을 各 圃場의 샘플地點數別로 混合하여 陰乾시킨 後 各 處理當 200g 3點씩 秤量하였다. 秤量한 乾土를 500ml 크기의 비커에 넣은 後 탄산가리 50% 溶液 400ml씩을 붓고 유리봉으로 잘 저어서 土壤 속에 들어 있는 種子和 雜土가 分離되어 떠오르도록 하였다. 약 10분이 지난 後에 溶液 위에 뜬 모든 有機體를 吸出器가 附着된 眞空펌프기로 回收하여 다른 容器(500ml 삼각프라스크)에 옮겼다. 또한 溶液을 濾過시키고 有機體에 묻어 있는 試藥 成分을 물로 씻어내기 위하여 깔대기와 網目(mesh)  $0.31 \times 0.16$ mm의 나이론網紗를 使用하였다. 效率的으로 使用할 수 있는 나이론網紗의 種類를 決定하기 위하여 主要 雜草 20草種(禾本科 3草種, 방동산이과 6草種, 廣葉雜草 11草種)의 種子 길이와 幅을 調査함으로써 모든 種子是 濾過되지 않으면서 그보다 작은 粒子들은 可能的한 한 濾過되는 網紗를 選擇하였다.

샘플土壤에서 回收한 有機體를 사레에 넣고 可能的한 한 빠른 期間 內에 陰乾하여 種子의 發芽를 防止하였다. 乾燥된 有機體는 10-20倍로 擴大된 實體顯微鏡으로 檢鏡하면서 雜土에 섞여 있

는 종자를 집어내어 다른 샐레에 옮겼다. 종자를 正確하게 識別하기 위하여 미리 採種해 놓은 종자로써 識別能力을 쌓은 後 實體顯微鏡 하에서 草種別로 種子數를 調査하였다. 種子의 生存 與否는 實體顯微鏡 하에서 핀셋으로 조심스럽게 壓搾해 봄으로써 判別하였다.

本畚 雜草群落 調査는 移秧後 45-50日頃 各 圃場의 3個 地點에 50×50cm 크기의 quadrat를 2 反復으로 놓고 모든 雜草를 拔取한 後 草種別로 發生本數를 調査하였다.

## 2. 샘플土壤 出現雜草에 의한 豫測法

圃場 選定 및 土壤 샘플링은 分離種자에 의한 豫測法과 同一한 方法으로 하였다. 各 圃場에서 샘플링한 土壤을 處理內容(샘플地點數)에 따라 混合한 後 224cm<sup>2</sup> 크기의 pot에 3反復으로 채우고 水深 3-4cm의 湛水狀態를 維持하였다. 灌水時에는 pot 내의 土壤 表面이 자주 破壞되지 않도록 溫室條件에서 底面灌水를 하였으며 湛水後 30-40日 頃에 草種別로 出現 雜草數를 調査하였다. 本畚 雜草群落은 分離種자에 의한 豫測法 試驗에서 調査된 草種別 發生本數의 結果를 그대로 利用하였다.

하나의 雜草 群落에서 總 發生數에 대한 各 草種의 發生數를 百分率로 나타낸 값을 優占度라 하였으며, 2個의 雜草 群落 사이에 共存하는 草種 中에서 낮은 優占度の 合計를 各 群落에 發生한 雜草의 全體 優占度の 合計로 나눈 값을 類似性係數라 하였다. 또한 草種別로 圃場에서 發生한 本數를 同一한 面積의 샘플土壤에서 發生한 本數로 나눈 값을 豫測係數라 하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 雜草發生 豫測모델 開發을 위한 接近 方法

圃場에 發生하는 大部分의 雜草는 그 作物을 栽培하는 土壤 即 seed bank에서 由來한다고 하지만 그 안에 貯藏되어 있는 雜草種자를 어떠한 透視法이나 定量分析法으로 알아낼 수는 없다. 따라서 豫測하고자 하는 圃場에서 흙을 샘플링하여 그 안에 어떤 種자가 얼마나 貯藏되어 있는지

를 調査하는 方法뿐이다. 本畚에 發生하는 雜草를 먼저 量的으로 豫測하기 위해서는 一定한 量의 샘플土壤에 들어있는 草種別 種子數를 調査하거나 샘플링한 土壤의 一定한 表面積에서 出現하는 雜草數를 草種別로 調査하는 2가지 方法이 있을 것이다(그림 1). 그러나 이 2가지 方法 모두 本畚 雜草發生數, 即 量的인 豫測밖에 할 수 없다.

雜草發生 豫測에는 量的 豫測뿐만 아니라 草種別 發生 pattern, 即 質的 豫測을 할 수 있어야 어떤 除草劑를 어떻게 使用해야 할지를 判斷할 수 있다. 그렇게 하기 위해서는 그 地域의 氣象 data와 草種別 出現生態에 關한 data가 樹立되어야 할 것이다. 土壤中에 들어있는 大部分의 雜草 種자는 出現 可能한 깊이에 있으면서 適當한 水分이 供給되면 그 出現時期는 대체로 有效 積算溫度에 따라 決定된다. 따라서 各 草種別로 發生 始期, 盛期, 終期까지의 有效 積算溫度를 究明하

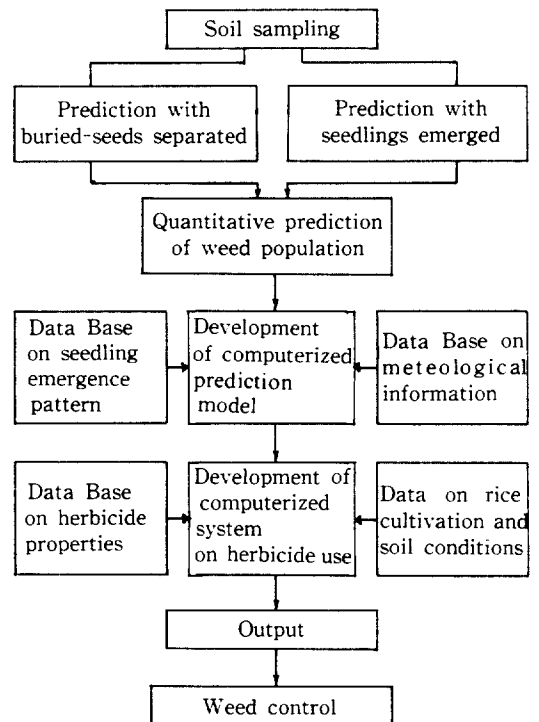


Fig. 1. Approaches to development of the computerized prediction model of weed population and the computerized system on herbicide use in paddy fields.

여 data base로 入力해야 한다. 물론 雜草의 出現에 影響을 주는 氣象 要因으로는 平均氣溫 뿐만 아니라 氣溫較差, 日射量, 日照時數, 降雨量 등이 있겠으나 논 雜草의 出現은 주로 平均氣溫에 의해서 影響을 받는다고 할 수 있다. 따라서 그 地域의 平年 平均氣溫의 data base만으로도 豫測이 可能하다. 이와 같이 氣象 data base, 雜草의 出現生態에 關한 data base, 豫測技術에 의해서 作成된 草種別 量的 豫測모델, 卽 3種類의 data를 PC에 入力하여 運用하면 雜草發生의 質的 豫測이 可能하게 된다(그림 1).

여기에 논 除草劑 特性에 關한 data base와 벼 栽培 및 土壤條件에 關한 資料를 入力하여 하나의 프로그램으로 運用하면 雜草群落에 가장 適合한 除草劑를 選擇하여 알맞는 使用法으로 雜草를 防除할 수 있을 것이다. 除草劑 特性에 關한 data base에는 一般名, 品目名, 商標名을 包含한 藥劑名이 入力되고, 劑型, 垂直移動性, 水溶解度, 吸着定數, 揮發性, 殘留性 등의 理化學的 特性과 殺草範圍, 作用機作, 吸收部位, 選擇性, 殘效期間, 處理適期幅, 다른 藥劑와의 相互作用 등의 生物的 特性과 毒性 및 價格 등이 入力될 수 있을 것이다. 벼 栽培 및 土壤條件에 關한 data에는 品種, 栽培樣式, 씨레질時期, 播種 및 移秧時期, 土城, 土壤 有機物 含量, 日減水深 등이 入力될 수 있다.

## 2. 샘플土壤 分離種子에 의한 豫測法

샘플土壤에 들어있는 雜草種자를 分離하기 위

해서는 우선 土壤과 雜草種子 間의 比重 差異를 利用할 수 밖에 없다. 土壤 粒子의 比重은 2.4 이상이므로<sup>14)</sup> 雜草種자의 比重이 그보다 크게 낮아야 分離될 수 있다. 雜草種자를 土壤에서 分離시키는 試藥으로는  $CaCl_2$ ,  $KNO_3$ ,  $NaCl$ ,  $PEP$  등이 있으나<sup>6)</sup> 탄산가리( $K_2CO_3$ )가 대체로 많이 利用되고 있다.<sup>4,14,17)</sup> 따라서 탄산가리 溶液 濃도에 따라 草種別로 種子 回收率을 調査하였다(그림 2). 물에서는 피 種子(回收率 75%)를 除外한

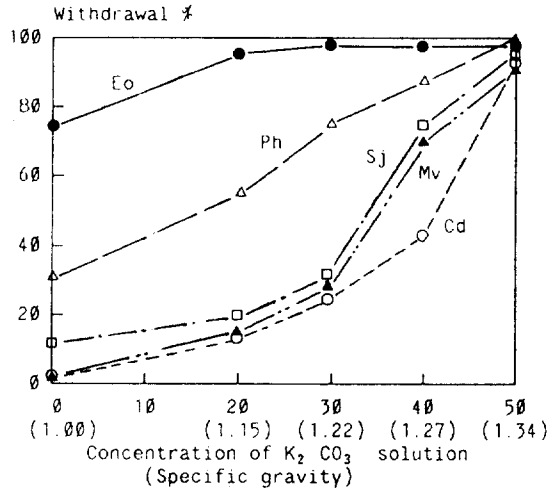


Fig. 2. Withdrawal percentage of weed seeds buried in soil under different concentration of  $K_2CO_3$  solution.  
(Eo : *Echinochloa oryzicola*, Ph : *Polygonum hydropiper*, Sj : *Scirpus juncoides*, Mv : *Monochoria vaginalis*, Cd : *Cyperus difformis*)

Table 1. Seed size of common weed species in lowlands for determination of rapid filtering method of seeds and litters separated from soil.

Weed species	Seed size (length × width : mm)	Weed species	Seed size (length × width : mm)
<i>Echinochloa oryzicola</i>	4.75 × 1.85	<i>Rotara indica</i>	0.63 × 0.20
<i>Echinochloa crus-galli</i>	4.13 × 1.60	<i>Lindernia procumbens</i>	0.43 × 0.18
<i>Arthraxon hispidus</i>	3.05 × 0.65	<i>Eclipta prostrata</i>	2.38 × 1.18
<i>Cyperus difformis</i>	0.60 × 0.38	<i>Persicaria hydropiper</i>	2.58 × 2.10
<i>Cyperus iria</i>	1.20 × 0.60	<i>Persicaria lapathifolia</i>	2.13 × 1.70
<i>Scirpus juncoides</i>	2.98 × 1.80	<i>Bidens tripartita</i>	7.68 × 1.55
<i>Fimbristylis miliacea</i>	0.65 × 0.38	<i>Murdannia keisak</i>	2.75 × 1.55
<i>Eleocharis congesta</i>	1.05 × 0.48	<i>Aeschynomene indica</i>	3.60 × 1.98
<i>Eleocharis acicularis</i>	1.05 × 0.38	<i>Sagittaria trifolia</i>	3.23 × 2.28
<i>Monochoria vaginalis</i>	1.00 × 0.60	<i>Ludwigia epilobioides</i>	1.25 × 0.43

**Table 2.** Comparison of viability test methods of seeds separated from soil.

Viability test method	Buried-seed population within soil of 200g		Similarity coefficient to seedlings emerged at sampled soil
	No. of species	No. of viable seeds	
Pressing/microscope test	14	418	0.95
Germination test	8	255	0.86
TTC (1.0%) test a>	14	Impracticable	-

a> TTC : 2, 3, 5 - triphenyltetrazolium chloride.

다른 雜草種자의 回收率은 40% 以下였고 40% 溶液(比重 1.27)에서는 피 種子(98%), 여뀌 種子(85%)를 除外하고 다른 雜草의 回收率은 80% 以下였다. 50% 溶液(比重 1.34)을 使用하였을 때에만 모든 雜草 種자의 回收率이 88% 以上이 되었다. 이 結果로써 土壤粒자를 전부 沈殿시키고 雜草 種자를 위로 떠오르게 하는 탄산가리 溶液의 濃度는 50%라는 것을 알 수 있다. 濃度가 그보다 낮으면 種子 回收率이 낮아지고 그보다 높으면 非經濟的일 뿐만 아니라 種자의 生存力 檢定에 影響을 미칠 憂慮가 있다.

탄산가리 溶液으로 種자를 分離시킨 後 吸出器를 附着한 眞空펌프기를 利用하여 種자를 回收한 後에는 種자와 함께 吸出된 溶液을 濾過하고 또한 種자에 묻어 있는 試藥成分을 물로 씻어내야 한다. 이렇게 하기 위하여 濾紙를 使用할

境遇에는 濾過에 時間이 많이 걸리고 濾紙가 쉽게 破損될 뿐만 아니라 種자의 活力維持에도 나쁜 影響을 미칠 수가 있다<sup>14)</sup>. 그러므로 種자가 濾過되지 않을 만큼의 網目(mesh)으로 되어 있는 나일론 網紗를 使用하는 것이 迅速하고 簡便하다. 이를 위해서는 雜草의 種類別로 種자의 크기를 미리 調査함으로써 가장 작은 種자까지도 濾過되지 않는 網紗를 選擇하였다. 表 1에서 보면 小粒인 물달개비의 種子 幅이 0.60mm 이고 알방동산이, 바람하늘직이, 쇠털골 種자의 幅이 0.38mm로서 이 種자들은 0.30mm 눈의 網紗를 使用하더라도 濾過될 우려가 없었으나 마디꽃과 발뚨외풀 種자의 幅은 0.2mm 以下로서 0.3mm 눈의 網紗로는 濾過될 것이라는 結果를 얻었다. 따라서 種子濾過 時에는 0.31×0.16mm 눈의 나일론 網紗를 使用하여 濾過를 迅速히 하고

**Table 3.** Dominance indices of weed species in the buried-seeds separated from soil samples, the seedlings emerged at soil samples, and the weeds occurred in transplanted rice fields. a>

Weed species	Weed population in rice field		Buried-seeds separated		Seedlings emerged	
	Weeds/m <sup>2</sup>	Dominance (%)	Seeds/200g	Dominance (%)	Seedlings/m <sup>2</sup>	Dominance (%)
<i>Scirpus juncooides</i>	74.4	52.1	10.4	22.9	322	24.9
<i>Echinochloa crus-galli</i>	26.6	18.6	1.6	3.5	38	2.9
<i>Cyperus difformis</i>	10.8	7.6	1.2	2.6	86	6.7
<i>Bidens tripartita</i>	6.2	4.3	0.4	0.9	-	-
<i>Eleocharis kuroguwai</i>	5.4	3.8	-	-	-	-
<i>Rotara indica</i>	4.4	3.1	20.0	44.1	578	44.8
<i>Lindernia procumbens</i>	4.0	2.8	5.0	11.0	118	9.1
<i>Scirpus nipponicus</i>	4.0	2.8	-	-	-	-
<i>Monochoria vaginalis</i>	1.8	1.3	3.2	7.0	78	6.0
<i>Sagittaria trifolia</i>	1.2	0.8	0.2	0.4	-	-
Others	4.0	2.8	3.4	7.5	71	5.5
Total weeds	142.8	100.0	45.4	100.0	1291	100.0
No. of species	8.4	-	8.0	-	8.2	-

a> Soil samples were done at 5 fields and 5 sites each field.

회수율을 높이고자 하였다. 筆者들의 見解로는 이 濾過用 網紗의 選擇은 分離種子에 의한 豫測法에서 成敗를 左右하는 重要한 要因이라고 생각하였다.

土壤으로부터 分離 回收한 種子是 잡동사니로부터 일일히 골라내서 草種別로 識別해야 하고 種子の 生存 與否를 判別해야 豫測에 活用할 수가 있다. 植物體에서 直接 採種한 種子の 境遇에는 實體顯微鏡 하에서 그 形態나 色澤 等を 보면 識別이 容易한 便이고 生存 與否도 어느 程度 判定할 수 있다. 그러나 土壤 속에 오랫동안 貯藏되어 있는 種子の 境遇에는 識別은 물론 生存 與否의 判定까지도 쉽지 않다. 種子 生存力을 檢定하는 하나의 方法으로서 發芽試驗法은 管理만 잘 되면 가장 理想的이고 個人間的 誤差가 적은 方法이겠으나 草種別로 酸素 要求度 等이 달라 一定한 條件에서는 草種別로 變異가 클 뿐만 아니라 發芽시킨 幼苗를 識別이 可能할 때까지 沙畝에서 生長시키기도 어려웠다. 따라서 識別된 草種數도 8種에 不過하여 壓搾法에서의 14種에 比하여 6種이나 漏落되었고 總 種子の 61%만이 生存한 種子로서 判定되는 等 調查技術的인 誤差가 甚하였다(表 2). 또한 種子를 TTC 1.0% 溶液에 24時間 浸漬하여 胚 또는 胚乳의 핑크色으로 着色 與否로써 生存力을 判定하고자 하였다. 그러나 雜草種子에는 극히 微細한 種子和 硬實種子가 많아 種子를 切斷하여 胚를 觀察한다는 것은 거의 不可能하였다. 따라서 TTC 檢定法은 各種 文獻에서 言及되고는 있으나<sup>4,14,17</sup>, 微細한 雜草種子에는 實用上 利用하기 困難한 것으로 判斷되었다. 實體顯微鏡 하에서 핀셋으로 種子를 일일히 조심스럽게 눌러보고 生存 與否를 判定하는 壓搾法은 調查時 個人差가 있을 수 있겠으나 가장 效率的인 方法이라고 생각되었다. 샘플土壤에 出現한 雜草群落과의 類似性 係數에서도 壓搾法은 0.95로서 發芽試驗法의 0.86보다 높았다.

本畝 雜草群落에서는 5個 圃場 平均 울챙이고랭이와 피가 70% 以上을 차지하였고, 알방동산이, 가막사리, 울방개가 16%, 마디꽃, 발뚝외풀이 6%를 차지하고 있다(表 3). 그러나 샘플土壤에서 分離한 雜草種子數와 本畝에서의 草種別 發生數를 比較해 보면 큰 差異가 있었다. 總 種子

數에 대하여 마디꽃이 44.1%, 발뚝외풀이 11.0%, 물달개비가 7.0% 였으나 이들 雜草가 本畝에서 차지한 比率는 各各 3.1%, 2.8%, 1.3%에 不過하였다. 이와 반대로 本畝에서의 울챙이고랭이, 피, 알방동산이, 가막사리가 차지하는 比率는 相對的으로 크게 높아졌다. 마디꽃, 발뚝외풀, 물달개비가 어떤 原因으로 다른 雜草에 比하여 本畝에서 發生量이 크게 적어졌는지에 대해서는 施肥, 水質, 他感作用, 競合 等に 의한 原因을 생각할 수도 있겠으나 이에 대한 正確한 要因 究明試驗이 必要하다고 본다.

### 3. 샘플土壤 出現雜草에 의한 豫測法

土壤 샘플링은 여러 地點에서 많은 量을 할수록 여기에 出現하는 雜草群落과 實際 圃場의 雜草群落 間的 類似性이 높아지게 될 것이다. 그러나 샘플링은 類似性和 함께 效率性도 考慮되어야 하므로 類似性에서 差異가 없다면 可能한 한 最小化해야 할 것이다. 그림 3에서 보는 바와 같이 分離種子에 의한 豫測法이나 出現雜草에 의한 豫測法에서 모두 샘플 地點數를 많이 할수록 草種數는 많아졌다. 그러나 本畝에서 調查된 草種數는 5個 圃場 平均 8.4草種이었다. 따라서 이를 基準으로 할 때 두가지 豫測法으로 最小한 8.4草種이 調查될 수 있는 最小 샘플地點數는 5.4-5.8個 地點이었다. 이 結果는 發生 草種數를 考慮할 때 最小한 5-6個 地點에서 샘플링하는 것이 實用

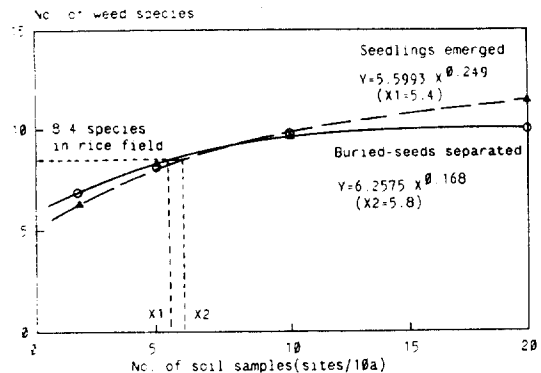


Fig. 3. Determination of minimum sampling numbers in relation to the number of soil sampling sites and the number of weed species sampled (Samplings were done at 5 fields).

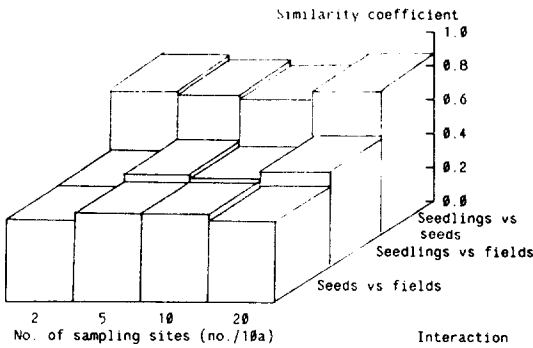


Fig. 4. Similarity coefficient among the seedlings emerged at soil samples (seedlings), the buried-seeds separated from soil samples (seeds), and the weed population in transplanted rice fields (fields).

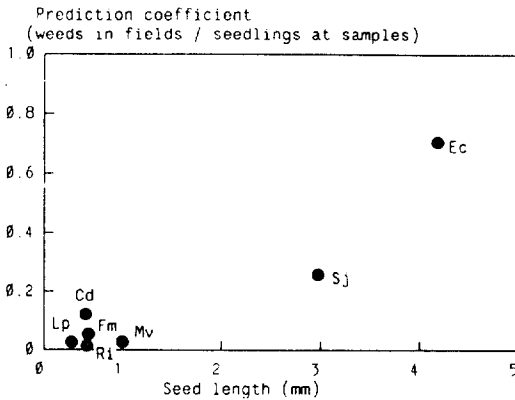


Fig. 5. Effect of seed sizes on prediction coefficient of weed species based on the number of seedlings emerged at samples and the number of weeds in transplanted rice fields.

(Ec: *Echinochloa crus-galli*, Sj: *Scirpus juncooides*, Cd: *Cyperus difformis*, Fm: *Fimbristylis miliacea*, Lp: *Lindernia procumbens*, Ri: *Rotara indica*, Mv: *Monochoria vaginalis*)

의이라는 것을 나타내고 있다. 이러한傾向은 그림 4의 샘플地點數에 따른 본畝와 豫測法 間의 類似性에서도 一致하고 있다. 2個 地點 샘플링에서는 0.47, 5-20個 地點 샘플링에서는 0.52-0.54였다. 따라서 5個 地點 샘플링으로써 본畝 雜草群落에 效率的으로 接近시킬 수 있다는 것을 나타낸다. 이 結果는 日本 岩手縣 農業試驗場의 結果와 비슷하였다.

本畝와 샘플土壤의 單位面積當 雜草 發生數로 본 草種別 豫測係數는 피 0.70, 올챙이고랭이 0.23이었고, 알방동산이, 바람하늘지이, 발뚝의 풀, 마디꽃, 물달개비는 0.13 以下였다. 이 係數를 種子 크기와 關聯지어 比較해 볼 때 種子가 큰 피와 올챙이고랭이의 豫測係數는 높았고 種子가 微細한 雜草들의 豫測係數는 낮았다(그림 5). 이러한 結果는 小形種子 일수록 出現 直後 幼植物이 軟弱하기 때문에 本畝初期의 여러가지 生物的, 耕種的 環境變化에 基因한 것으로 보인다. 豫測모델의 信賴度를 더 높이기 위해서는 이에 關한 研究도 並行해야 한다고 본다.

#### 4. 豫測法의 綜合的 比較 및 考察

그림 4에서 보는 바와 같이 샘플土壤에서 分離한 種子群과 本畝 雜草群落 間의 類似性 係數는 5個 地點 샘플링에서 0.50을 넘지 않았으며 샘플 地點數가 增加된 10-20個 地點 샘플링에서도 類似性 係數는 增加되지 않았다. 그러나 샘플土壤에 出現한 雜草群과 本畝 雜草群落 間의 類似性 係數는 5-20個 地點 샘플링에서 0.52-0.54로서 多少 높아진 傾向이었다. 또한 2가지 豫測法 間의 類似性 係數가 0.80 以上이었다. 이러한 結果들을 가지고 2가지 豫測法을 比較해 볼 때 出現 雜草에 의한 豫測法이 分離種子에 의한 豫測法에 比하여 信賴度가 결코 낮지 않고 오히려 더 높을 수도 있다는 것을 暗示하고 있다.

雜草發生 豫測調査에 所要되는 總 時間으로 보아 2가지 豫測法을 比較해 보면 分離種子에 의한 豫測法이 出現雜草에 의한 豫測法보다 약 5배의 時間이 所要되었다(表 4). 分離種子에 의한 豫測法에서는 6個 地點 샘플링에 30分, 平均에 15分, 탄산가리 溶液으로 種子와 잡동사니의 回收, 濾過 및 水洗에 45分, 回收한 잡동사니 中에서 種子만을 골라내는 데에 270分, 種子識別 및 生存 與否 判定에 90分으로서 總 450分이 所要되었다. 그러나 出現雜草에 의한 豫測法에서는 總 95분밖에 所要되지 않았다.

出現雜草에 의한 豫測法에서는 pot에서 雜草를 기르는 30-40日 間의 期間이 必要하고 그 期間의 氣溫이 比較的 낮으므로 加溫施設이 必要할 수도 있다. 그러나 分離種子에 의한 豫測法에서는 토

**Table 4.** Comparison of practicability between the prediction with buried-seeds separated from soil samples and the prediction with seedlings emerged at soil samples.

Practicability	Prediction with buried-seeds separated from soil samples	Prediction with seedlings emerged at soil samples
Time required (10a-based)	450min	95min
Soil sampling	30min (6site×5min)	30min (6sites×5min)
Dring and weighing of soil	15min (3re×5min)	
Pot managing		50min (10times×5min)
Floatation, filtering and rinsing of seeds	45min (3rep×15min)	
Seed separation from litter	270min (3rep×90min)	
Identifying and counting	90min (3rep×30min)	15min (3rep×5min)
Duration of test	3-4days	30-40days
Chemicals and apparatus	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 600g, aspirator, vacuum pump, microscope	Pot
Technical difficulty	Seed identification	Seedling identification
Applicable weeds	Annuals	Annuals and perennials

壤을 평량하기 위하여 乾燥시키는 期間과 顯微鏡 하에서 種子를 골라내기 위하여 잡동사니를 陰乾시키는 期間을 合하여 總 3-4日이 걸린다. 따라서 調査期間으로 보아서는 出現雜草에 의한 豫測法이 더 많이 걸린다.

調査에 所要되는 試藥이나 器具에 있어서도 出現雜草에 의한 豫測法에서는 탄산가리, 吸出器, 眞空펌프기는 물론 實體顯微鏡까지 반드시 갖추어야 한다.

더욱 重要한 것은 出現雜草에 의한 豫測法에 의해서는 一年生雜草는 물론 一部 多年生雜草의 發生까지도 豫測이 多少 可能하다. 그러나 分離 種子에 의한 豫測法으로는 多年生雜草의 發生豫測은 거의 不可能할 뿐만 아니라 種子를 識別하는 데에도 더 많은 技術이 要求된다고 본다. 이러한 結果를 綜合해 볼 때 出現雜草에 의한 豫測法이 本畝 雜草群落과의 類似性, 調査 所要時間, 所要 經費, 難易度, 適用雜草 等 여러가지 면에서 더 效率的인 方法이라고 생각된다.

本畝 雜草群落을 豫測하기 위해서는 土壤을 샘플링해야 하는데 언제 어떠한 方法으로 해야 하는지가 問題이다. 土壤을 샘플링하여 30-40日間 pot를 管理하고 순조롭게 出現雜草가 調査되었다 하더라도 그에 따라 알맞은 除草劑를 選擇하고 適合한 雜草管理 方法을 決定하기 위해서는 時間이 많지 않은 便이다. 그렇다고 일찍 샘플링을 할 境遇에는 氣溫과 關聯되어 失敗의 憂慮가 있

다. 따라서 前年度 여름철에 샘플링하여 後年度의 本畝 雜草群落을 豫測하는 方法도 考慮할 수 있다고 본다.

最小 샘플地點數는 그림 3과 5를 根據로 하여 10a當 5-6個로 하는 것이 效率的이라고 하였다. 實際 農家圃場의 境遇 한 필지의 논에서는 一般的으로 同一한 耕種法으로 벼를 栽培하므로 필지의 크기에 關係없이 하나의 필지는 同一한 雜草群落을 갖는다고 볼 수 있다. 물론 필지의 크고 작음에 따라 豫測 精確度는 多少 다르겠지만 面積에 關係없이 모든 필지에 適用할 수 있다고 본다. 다만 샘플링할 때에는 필지 全體를 5-6個의 區劃으로 概略 分割하여 1區劃에서 1點씩 한다는 計算으로 해야 偏重되지 않는 샘플링이 될 것이다.

샘플링 코아는 클수록 豫測 精確度는 높아지겠으나 샘플링 作業과 運搬 等を 考慮해야 한다. 1/5000a (200m<sup>2</sup>) 面積의 pot 3個에 10cm 깊이로 논흙을 채우고자 할 때에는 6kg의 논흙이 必要하게 된다. 따라서 5個 地點에서 直徑 13cm의 코아로 0-10cm 깊이의 土壤을 採取한다면 6.6kg의 논흙이 되므로 그 量은 3개 pot를 채울 수 있다. 만일 샘플링 코아를 使用하지 않는다면 12×12cm 넓이의 흙을 10cm 깊이로 5回 採土한다면 7.2kg의 논흙이 準備된다. 이때 直徑이 너무 큰 코아를 使用할 境遇에는 샘플링 作業이 쉽지 않으므로 이를 考慮해야 한다.



샘플링 當時의 圃場狀態는 無耕耘, 耕耘機 耕耘, 트럭타 耕耘, 로타베이션 等 여러가지가 있을 것이다. 그러나 移秧前 整地作業은 普通 10cm 깊이까지 이루어지므로 圃場 耕耘狀態에 關係없이 0-10cm 깊이의 土壤을 샘플링하면 된다고 본다. 雜草種子의 垂直分布 比率는 耕耘條件에 따라 다를지라도 0-10cm 깊이의 土壤에 있는 雜草種子의 絕對量은 一定하므로 샘플링할 때에는 샘플地點의 表土를 均平하게 鎮壓한 後 採土하면 實用上 問題가 없다고 본다. 이러한 判斷은 高柳<sup>14)</sup>, 高柳 等<sup>18)</sup>의 結果에 의해서도 可能하였다. 샘플링에는 圓筒形 코아를 利用하는 것이 簡便하지만 10cm 깊이까지 垂直으로 採土할 수 있는 器具라면 어떤 器具라도 利用이 可能하다고 본다.

採土한 흙은 잘 混合하여 可能한 한 底面灌水할 수 있는 3個의 pot에 10cm로 채우고 水深 3-4cm의 湛水狀態를 維持해 주는 것이 좋다. 表面灌水를 하는 境遇에는 表土가 자주 破壞되어 雜草의 發生이나 生長에 影響을 미치는 수가 있으므로 有意해야 한다.

## 摘 要

는 雜草發生 豫測모델 開發에 가장 實用的인 接近方法을 究明하기 위하여 1992年 分離種子에 의한 豫測法과 出現雜草에 의한 豫測法을 比較하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 탄산가리( $K_2CO_3$ ) 50% 溶液(比重 1.34)으로 土壤에 들어있는 種子의 88% 以上이 分離 回收되었다.
2. 比重 差異에 의해서 土壤으로부터 分離된 雜草種子는 吸出器를 附着한 眞空펌프기와 綱目  $0.31 \times 0.16mm$ 의 나이론綱紗를 利用하여 效率的으로 回收되었다.
3. 土壤으로부터 分離된 雜草種子의 生存 與否를 檢定하는 方法 中에서 種子 壓搾法이 種子 發芽法이나 TTC 檢定法에 比하여 더 效率的이고 實用的인 方法이었다.
4. 本畝 雜草群落을 샘플土壤에 出現하는 雜草에 의해서 豫測하고자 할 때에는 圃場當 5-6個 地點에서 直徑 13cm 코아로 0-10cm 깊이의

土壤을 샘플링하는 것이 가장 適合한 方法이었다.

5. 샘플土壤에 出現하는 雜草에 의한 豫測法에서 小形種子를 生産하는 草種일수록 本畝 雜草發生 豫測係數가 낮았다.
6. 本畝 雜草群落과의 類似性, 調査 所要時間, 調査 所要經費, 調査技術의 難易度, 適用雜草等으로 보아 出現雜草에 의한 豫測法이 分離種子에 의한 豫測法에 比하여 보다 合理的인 方法으로 判斷되었다.

## 引用 文 獻

1. Cousens, R., S.R. Moss, G.W. Cussans and B.J. Wilson. 1987. Modelling weed populations in cereals. *Rev. Weed Sci.* 3: 93-112.
2. 兵田虔二. 1984. 水田雜草發生診斷と除草劑의 로테이션使用(使用者側의 論理). *植調* 18(5): 2-8.
3. 畑山均. 1992. 水田雜草의 簡易發生診斷にとづく除草劑의 低コスト使用法. *植調* 26(3): 37-42.
4. Hayashi, I. and M. Numata. 1971. Viable buried-seed population in the *Miscanthus* and *Zoysia* type grasslands in Japan (Ecological studies on the buried-seed population in the soil related to the plant succession VI). *Jap. J. Ecology* 20(6): 243-252.
5. 藤原修治·佐合隆一·上園孝雄·菅原晴美·西靜雄·土田邦夫. 1988. 水田雜草의 發生診斷法에 關する研究. 第2報. 除草劑의 使用による 雜草의 遷移と 發生診斷法について. *雜研* 33(別): 95-96.
6. Johnston, S.K., R.H. Crowley, and D.S. Murray. 1978. Separating seed by species with  $CaCl_2$  solutions. *Weed Sci.* 26(3): 213-215.
7. Mortimer, A.M. and P.D. Putwain. 1981. Approaches to the prediction of weed infestations in cereals. *Grass Weeds in Cereals in the U.K. Conf.*: 347-354.

8. Mortimer, A.M., P.D. Putwain, D.J. McMahon. 1978. A theological approach to the prediction of weed population sizes. Proc. Br. Prot. Conf. (Weeds-1978) : 467-474.
9. Naylor, R.E.L. 1970. The prediction of blackgrass infestations. Weed Res. 10 : 296-299.
10. 野野山利博. 1991. 水田除草剤検索システムの開発. 植調 25(4) : 12-19.
11. Pollard, F. 1982. A computer model for predicting changes in a population of *Bromus sterilis* in continuous winter cereals. Proc. Br. Crop Prot. Conf. (Weeds-1982) : 973-979.
12. 佐合隆一・大西茂志・上園孝雄・井貝敬太郎・兵田虔二. 1983. 水田雑草の発生診断法に関する研究(第1報). 雑研 28(別) : 161-162.
13. 佐合隆一. 1991. 水田雑草発生診断と除草剤のローテーション使用. 植調 25(5) : 11-20.
14. 高柳繁. 1987. 畑雑草の発生予測. 植調 21(6) : 2-11.
15. 高柳繁・草雉得一. 1986. 畑雑草の発生予測法. I. プロトタイプモデル. 雑研 31(別4) : 57-58.
16. 高柳繁・草雉得一. 1987. 畑雑草の発生予測法. II. 発生量と発生消長の予測. 雑研 32(別) : 115-116.
17. 高柳繁・S. Zungsontiporn・草雉得一. 1987. 畑雑草の発生予測法. III. 埋土種子の回収方法(比重分離法の自動化の試み). 雑研 32(別) : 117-118.
18. 高柳繁・草雉得一. 1987. 畑雑草の発生予測法. IV. 圃場での土壌サンプリング土壌深度). 雑研 32(別) : 119-120.
19. 高柳繁・草雉得一. 1987. 畑雑草の発生予測法. V. 埋土種子による雑草発生数の予測について. 雑研 33(別) : 179-180.
20. 高柳繁・草雉得一. 1988. 畑雑草の発生予測法. VI. 発生消長と気温との関係のプロビット分析. 雑研 33(別) : 181-182.
21. 高柳繁・草雉得一. 1989. 畑雑草の発生予測法. VII. 発生消長と気温, 土壌水分の関係のモデル化(メヒシバについて). 雑研 34(別) : 159-160.
22. 高柳繁・野口勝可. 1990. 雑草害診断予測による防除法意志決定支援システムについて. 雑研 35(別) : 89-90.
23. 田中良. 1988. 水田雑草防除診断予測システムの概要. 植調 22(1) : 2-7.
24. 田中良・齋藤富士男. 1989. パソコンを利用した水田雑草防除支援システムの開発. 雑研 34(別) : 171-172.