畑作における麦類の自生作物化と作付体系に関する研究

(VIII) 自生コムギ発生量の予測

小松崎将一*・森泉昭治*・遠藤織太郎**

Studies on the Relation between Persistence of Volunteer Cereals and Cropping System in Upland

(VIII) Germination Model of Volunteer Wheat under wheat - Summer crop - barley rotation

Masakazu KOMATSUZAKI*, Shoji MORIIZUMI* and Oritaro ENDO**

1 緒 言

著者らはコムギとオオムギとの交互輪作における自生コムギ防除について一連の調査を実施してきた。その結果、自生コムギの発生はコムギの収穫時損失を発端に、その後の耕耘の時期及び方法、中耕・培土の有無ならびに各種除草剤処理の有無などにより大きく影響を受けることを明らかにした^{5,6,7,8)}。そこで、自生コムギの総合防除の理論体系を策定する上では、これらの個々の農作業と自生コムギ発生との関係をモデル化し、効果的かつ合理的な交互輪作における自生コムギ防除法を検討する必要がある。これらのことにより、農作業計画における自生コムギ総合防除体系の採用に関わる意思決定は容易になり、改善技術体系の策定に当たっても著しい貢献が期待される。

雑草防除の分野においては、畑雑草や水田雑草に関する発生予測モデルが作成されている^{4,14)}。また、これらの予測モデルと各種農作業との関連をみると、埋土雑草種子の耕耘による土中分布とその発生量予測および除草剤処理と雑草の発生量予測などが報告されている^{1,11,12)}。これらの一連の研究においては、

雑草の生理生態的特徴を十分検討したモデル化が行われている。ところで、自生コムギの発生予測モデルの策定に当たっても、これらの雑草防除分野のモデルを十分参考にしながら、かつ自生コムギのもつ生態的特徴を加味することが望ましいものと考えられる。

そこで、今回はコムギ-夏作物-オオムギの作付体系下で耕耘方法および時期などの圃場管理法とオオムギ作への自生コムギの発生本数予測とのモデル化を試みた。これは、コムギ収穫時落下粒が自生化し、後々作のオオムギ収穫時に異種穀粒混入となる自生コムギの発生数を計算するものである。これらのモデルにより、自生コムギの混入を防止する最適な作業体系の確立に寄与せんとした。

2 耕耘体系と自生コムギ発生量予測モデル

自生コムギの発生と耕耘との関連は極めて密接であることをこれまでに述べてきた^{7,8)}。従って、ここではコムギ収穫後からオオムギ作付までの一連の農作業の中で耕耘体系と自生コムギ発生量との関係のモデル化を試みた。

1) モデルの概要

平成7年7月12日 受理

日本農作業学会平成6年度春季大会にて報告

*茨城大学農学部 〒300-30 茨城県稲敷郡阿見町中央3-21-1

**筑波大学農林技術センター 〒305 茨城県つくば市天王台1-1-1

* Faculty of Agr., Ibaraki Univ., Ami, Ibaraki 300-03

** Agricultural and Forestry Reserch Center, Tsukuba Univ., Tsukuba, Ibaraki 305

コムギ-夏作物-オオムギの作付体系下で2回の耕耘後(コムギ収穫後夏耕と夏作物収穫後秋耕), オオムギを作付した畑を想定し, 自生コムギ発生量予測のモデル化を行った。このモデルは既往の研究成果^{5,7,8)}を基礎にコムギの自生化に及ぼす影響が大きい諸因子を抽出して行った。自生コムギ発生量予測モデルに用いた主要データや関係式を表1に示した。また, コムギの品種は農林61号とした。

耕耘方法は, プラウ, ハローおよびロータリを組

み合わせた6体系とした。これらの耕耘によるコムギ種子の移動割合を表2に示した。表中での夏耕によるデータは, 左側から順に第1~4層へのコムギ種子の移動割合を示している。また, 秋耕の場合は行方向(i)を耕耘前の土層, 列方向(j)を耕耘後の土層として表示した。例えばロータリによる移動割合(RF_{ij})の1行目の場合, 秋耕前の第1層は耕耘後に第1層へ36%, 第2層へ28%および第3層へ36%の割合で移動したことを意味している。

表1 自生コムギ発生量予測モデルに用いた主要データおよび個別関係式

項 目 名	略 号	データおよび個別関係式
コムギ収量 (g/m ²)	WYD	400: 調査農家標準収量
コムギ収穫損失率	LS	0.06: 自脱型コンバイン 0.02: 普通型コンバイン
コムギ千粒重 (g)	GW	30: 調査農家標準値
コムギ収穫時損失量(粒+穂)中の粒の比率	ρ	0.5: 自脱型コンバイン 0.3: 普通型コンバイン
夏の耕耘時期までの生存率* (粒)	GP	$GP = (103.1 - 0.19SDY^2)/100$ (但し $GP \leq 1$)
(穂)	EP	$\log EP = -0.83 + 1.33/SDY$ (但し $HP \leq 1$)
夏の土層別生存率* (粒)	GS _i	$GS_i = (0.966 + 0.001DT + 0.014DT^2)/100$ (DT: 埋土深さ)
(穂)	ES _i	$ES_i = (10.0 + 0.078DT^2)/100$ (DT: 埋土深さ)
秋の耕耘時期による出芽率*	FG	$FG = -0.179 + 11.175/FDY$ (但し $FG \leq 1$)
土層別定着率*	DE _j	[0.8 0.6 0 0]

注) 1) SDY はコムギ収穫後から夏耕までの日数。

2) FDY は10月1日から起算した秋耕までの日数。

3) *は1990-1994年のポット試験データから求めた。上記の記号i, jは土層(第1~4層)を示す。

表2 耕耘法による落下コムギ種子の移動割合データ

項 目 名	略 号	デ ー タ
夏の耕耘による移動割合 (プラウ)	PS _i	[0 0 0.03 0.97]
(ロータリ)	RS _i	[0.32 0.28 0.40 0]
(ハロー)	HS _i	[0.71 0.29 0 0]
秋の耕耘による移動割合 (ロータリ)	RF _{ij}	$\begin{pmatrix} 0.36 & 0.28 & 0.36 & 0 \\ 0.35 & 0.34 & 0.31 & 0 \\ 0.25 & 0.43 & 0.32 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$
(ハロー)	HF _{ij}	$\begin{pmatrix} 0.71 & 0.29 & 0 & 0 \\ 0.29 & 0.71 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

注) 1) 夏耕の場合, 地表面に落下したコムギ種子が各層へ移動した割合で, PS_iはi層への移動割合を行列で示した。

2) 秋耕の場合, 各土層に埋土されたコムギ種子が耕耘により再移動する割合を示し, RF_{ij}はi層のコムギ種子がj層に移動する割合を行列により示した。

3) 上記は著者らのデータ2, 7, 10) から求めた。

本報では、ロータリ耕耘体系における移動割合の記号を用いて記述するが、他の耕耘体系でも記号を入れ換えれば以下の式は成立する。

(1) 土中越冬種子数の予測

コムギ収量を WYD, 収穫損失率を LS, 千粒重を GW とすると、コンバイン収穫時の落下種子数 α は以下の通りである。

$$\alpha = \text{WYD} \cdot \text{LS} \cdot 1000 / \text{GW} \quad (1)$$

また、そのうち粒のものの割合を ρ とすれば、穂の割合は $1 - \rho$ となる。そこで、夏耕の時期(コムギ収穫後 SDY 日)における土壌表面でのコムギ生存種子数 TP は次式となる。

$$\text{TP} = \alpha \cdot \{\rho \cdot \text{GP} + (1 - \rho) \cdot \text{EP}\} \quad (2)$$

ここで、GP および EP は粒および穂の土壌表面での生存率を示す。

したがって、図 1 のごとく夏耕による土中移動割合を $\text{RS}_1 \sim \text{RS}_4$ とすると、夏耕後の第 i 層のコムギ種子数 (ST_i) は以下のごとくなる。

$$\text{ST}_i = \text{TP} \cdot \text{RS}_i \quad (3)$$

ここで土層別の土中でのコムギ種子生存率を GS_i (粒), ES_i (穂) とすれば、第 i 層の越冬コムギ種子数は以下のごとく表せる。

$$\text{WS}_1 = \alpha \cdot \text{RS}_1 \cdot \{\rho \cdot \text{GP} \cdot \text{GS}_1 + (1 - \rho) \cdot \text{EP} \cdot \text{ES}_1\}$$

・
・

$$\text{WS}_4 = \alpha \cdot \text{RS}_4 \cdot \{\rho \cdot \text{GP} \cdot \text{GS}_4 + (1 - \rho) \cdot \text{EP} \cdot \text{ES}_4\}$$

これにより、オオムギ播種時における全生存コムギ種子数 WS は(4)式で表される。

$$\text{WS} = \text{WS}_1 + \text{WS}_2 + \text{WS}_3 + \text{WS}_4$$

$$= \sum_{j=1}^4 \text{WS}_j$$

$$= \alpha \sum_{i=1}^4 \text{RS}_i \cdot \{\rho \cdot \text{GP} \cdot \text{GS}_i + (1 - \rho) \cdot \text{EP} \cdot \text{ES}_i\} \quad (4)$$

(2) オオムギ収穫時の自生コムギ発生数

秋耕による土中移動割合を図 2 のごとく $\text{RF}_{11} \sim \text{RF}_{44}$ とし、さらに秋耕の時期による出芽率を FG, 秋季におけるコムギの土層別定着率を DE_j とすれば、各層から自生コムギ発生数(定着数) WP_j は以下の通りとなる。

$$\text{WP}_1 = (\text{WS}_1 \cdot \text{RF}_{11} + \text{WS}_2 \cdot \text{RF}_{21} + \text{WS}_3 \cdot \text{RF}_{31} + \text{WS}_4 \cdot \text{RF}_{41}) \cdot \text{FG} \cdot \text{DE}_1$$

・
・

$$\text{WP}_4 = (\text{WS}_1 \cdot \text{RF}_{14} + \text{WS}_2 \cdot \text{RF}_{24} + \text{WS}_3 \cdot \text{RF}_{34} + \text{WS}_4 \cdot \text{RF}_{44}) \cdot \text{FG} \cdot \text{DE}_4$$

図 1 夏耕によるコムギ種子の土中移動割合

図 2 秋耕によるコムギ種子の土中移動

注) 1) 第 2 層のみ記載した。

2) RF_{ij} は i 層のコムギ種子が秋耕により j 層に移動する割合を示している。

3) 第 1 層、第 3 層および第 4 層においても同様に記載できる。

よってオオムギ収穫時の自生コムギの発生数 WP は以下の通りである。

$$\text{WP} = \text{WP}_1 + \text{WP}_2 + \text{WP}_3 + \text{WP}_4$$

$$= \sum_{j=1}^4 \text{WP}_j \quad (5)$$

$$= \alpha \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 \text{RS}_i \cdot \{\rho \cdot \text{GP} \cdot \text{GS}_i + (1 - \rho) \cdot \text{EP} \cdot \text{ES}_i\} \cdot \text{RF}_{ij} \cdot \text{FG} \cdot \text{DE}_j$$

これらの一連の計算過程を図 3 にフローチャートで示した。

(3) オオムギに対する混入率

オオムギに対する混入率(MIX)は文献⁹⁾より以下のとおりである。

$$\text{MIX}(\%) = -0.028 + 0.0031(\text{WP} \times 100) \quad (6)$$

ここで、農産物検査基準からオオムギは以下のよう格付されることになる。

$0 < \text{MIX} \leq 0.2$	醸造用大麦
$0.2 < \text{MIX} \leq 0.5$	大粒大麦(1等)
$0.5 < \text{MIX} \leq 1.0$	大粒大麦(2等)
$1.0 < \text{MIX}$	規格外

図3 自生コムギ発生量予測モデルのフローチャート

2) モデルの妥当性

図3のモデルを用いてコムギ収穫時損失率、収穫方法を初期値として入力し、その後の夏作物作付時とオオムギ作付時の2回の耕耘を行った後のオオムギ畑への自生コムギ発生数を計算した。コムギ収穫後からコムギ種子が耕耘により埋土されるまでの期

図4 モデルの個別関数式による計算値と実測値の比較(1)

- 注) 1) モデルの関係式は表1のとおり。
 2) 実測値は1988-1994年の調査結果。
 3) r^2 は決定係数およびSeは計算値の標準誤差を示す。
 4) *, **印はそれぞれ危険率5%および1%水準で有意。

間と種子生存率、埋土深さ別の夏季期間中の生存率について実測値と計算値の比較を図4および図5に示した。これらをみれば、危険率5%あるいは1%水準で有意性が認められた。つまり、実測値と計算値との間には95%以上の信頼度で相関がある。

次に、自生コムギ発生量予測モデルによる自生コムギ発生数の計算値と実測値の比較を図6に示した。これによれば実測値と計算値との間の決定係数は0.84と高く危険率1%で有意であった。しかし、その標準誤差から95%の予測帯域を求めたところ、その範囲が大きくなった。

そこで(6)式より、計算値と実測値の自生コムギ発生数からオオムギに対する自生コムギ粒の混入率を求め、それぞれ醸造用大麦、大粒大麦および規格外に分類してクロス表による検定を行った。その結果を表3に示した。このときのクラメールの関連係数は0.729と高く、危険率0.1%水準で有意であった。また、このときの的中率は87.5%となった。

図5 モデル個別関数式による計算値と実測値の比較(2)

- 注) 1) モデルの関係式は表1のとおり。
2) 実測値は1988-1994年の調査結果。
3) r^2 は決定係数およびSeは計算値の標準誤差を示す。
4) *, **印はそれぞれ危険率5%および1%水準で有意。

さらに、自生コムギの混入率からみた醸造用大麦の検査基準への適合・不適合に関して、計算値と実測値の検定を試みた。このときのクラメールの関連係数は0.845とさらに高くなり、的中率は91.7%となった。なお、図6の自生コムギ発生予測モデルの95%予測帯域が大きいのにも関わらず、このように的中率が高いのは、オオムギの格付等級が混入率に幅をもって決定されるためである。

以上の結果は、今回作成したモデルによるオオムギへの自生コムギ粒混入率を求め、その結果からオオムギの格付等級を予測することはその精度が高いことを示している。つまり、本モデルの妥当性・実用性が証明されたものと判断される。

3 シミュレーション結果

1) 収穫損失量と耕耘体系が自生コムギ発生数に及ぼす影響

コムギ収量400kg/10aを想定し、耕耘体系別にコムギ収穫損失率と自生コムギの発生数を試算した結果を図7に示した。

今回試算した耕耘体系においては、農家において慣行であるロータリ(夏)ーロータリ(秋)体系(以下R-R体系と略称し、また他の耕耘体系についても図7の注記のとおり表す)が最も自生コムギの発生数が多かった。この体系では、土中15cm内の土

図6 自生コムギ発生予測モデルによる自生コムギ発生数の計算値と実測値の比較

- 注) 1) モデルの関係式は表1および表2のとおり。
2) 実測地は1988-1994年の調査結果(全24例)。
3) r^2 は決定係数。
4) **印は危険率1%水準で有意。
5)内は95%予測帯域を示す

表3 自生コムギ予測モデルによる大麦格付等級の予測値と実測値の比較

計算値/実測値	醸造用大麦	大粒大麦	規格外	合計(%)
醸造用大麦	10(41.7)	0(0.0)	0(0.0)	10(41.7)
大粒大麦	2(8.3)	1(4.2)	0(0.0)	3(12.5)
規格外	0(0.0)	1(4.2)	10(41.7)	11(45.8)
合計(%)	12(50.0)	2(8.3)	10(41.7)	24(100.0)

- 注) 1) クラメールの関連係数は0.729で危険率0.1%水準で有意。
 2) () 内は比率を示す。
 3) 自生コムギ発生量予測モデルによるオオムギ作への自生コムギ発生数の計算値と実測値からオオムギに対する自生コムギ混入率を求め、各事例ごとに農産物検査基準により格付等級を分類した。

図7 耕耘方法と自生コムギ発生数

- 注) 1) 記号はP：プラウ、R：ロータリ、H：ハローをそれぞれ示す。
 2) P-Hはプラウ(夏)ーハロー(秋)体系を示す。他の体系も同様。
 3) P-H体系の場合は自生コムギの発生数は0である。
 4) 各耕耘体系とも、夏耕の時期はコムギ収穫直後、秋耕の時期は10月25日とした。

壤を攪拌するのみであるため、この範囲内のコムギ種子が土中で越冬し、オオムギ作付時にその多数が出芽域に分布するためである。この結果は、圃場実験と同様であった⁸⁾。次いで多くなったのはH-R体系およびH-H体系であった。

また、プラウ耕の導入の効果が大きく、P-R体系およびP-H体系ではオオムギ作付時期に自生コムギの発生はほとんど認められなかった。このため自生コムギ防除策として大きな効果を示した。

2) 耕耘時期がオオムギへの自生コムギ粒混入率に及ぼす影響

つぎに、コムギー夏作物ーオオムギの作付体系において本モデルを活用することで、オオムギ作へ異種穀粒混入となる自生コムギを防除する耕耘体系を策定する。そこでは、コムギ収穫時の損失率の多少によって、その後どのような耕耘体系を計画すれば、

後々作のオオムギへの自生コムギ粒混入率が、目標となる農産物検査基準を満たすのかが重要な課題となってくる。

そこで、オオムギへの自生コムギ粒混入率が農産物検査基準を満足させる耕耘時期・方法を図8に示した。以下、コムギ収穫時損失率(コムギ収量を400 kg/10aとした)を2%として検討を進めていくが、それ以外の損失率を設定しても、この図から自生コムギ防除となる耕耘体系の策定が可能である。

まず、R-R体系では、オオムギへの自生コムギ混入率が0.2%を満たす耕耘体系は、夏耕の時期をコムギ収穫から0～14日後に行うと、秋耕は12月まで遅らせなければならない。しかし、コムギ収穫から21日後に夏耕を実施した場合、秋耕は11月上旬まで遅らせれば農産物検査基準を満足させる自生コムギ防除体系となる。また、H-R体系においてもほぼ

図8 オオムギへの自生コムギ粒混入率が農産物検査基準内となる耕種時期・方法とコムギ収穫損失率との関係

- 1) オオムギへの自生コムギ粒混入率は0.2% (醸造用大麦基準) に設定した。
- 2) 各耕種体系において、棒グラフの範囲内のコムギ収穫損失率で農産物検査基準を満たす。

同様な結果となったが、この場合、コムギ収穫から14日後に耕種を行った場合においても11月上旬に秋耕を行っても農産物検査基準を満たす。

さらに、H-H体系では、夏耕の時期をコムギ収穫から0～14日後に行うと、秋耕は11月上旬まで遅らせれば農産物検査基準を満足させる自生コムギ防除体系となる。また、コムギ収穫から21日後に夏耕を実施した場合、秋耕は10月下旬まで遅らせればよい。このことは、R-H体系においても同様である。

最後に、P-R体系では、夏耕をコムギ収穫後すぐに行い、さらに10月中旬に秋耕を実施しても自生

コムギの混入率は農産物検査基準を満たす。また、P-H体系においては、いずれの耕種時期においても自生コムギの発生数は0となり、同様に自生コムギを防除する有効な耕種体系となった。

4 考 察

今回供試した6耕種体系において、自生コムギ発生数とオオムギへの混入率との関係を検討してみる。ここで醸造用大麦1・2等の異種穀粒混入の基準である0.2%をクリアするには自生コムギの発生数は(6)式より0.74本/m²以下、等外上の基準である0.5%

をクリアするには1.70本/m²以下にせねばならない。図7をみるとP-RおよびP-H体系の場合、例えばコムギ収穫時損失率が5%であっても、醸造用大麦1・2等の基準をクリアすることが可能である。コムギ収穫における普通型コンバインでの損失率は通常2%¹³⁾、自脱型コンバインでの損失率は通常4~5%³⁾であるから、この耕耘体系によりコムギの自生化・混入は十分防ぐことができる。しかし、その他の耕耘体系では1・2等の基準値を上回り、さらに大粒大麦の基準をみても、損失率が2%を超える時、オオムギへの自生コムギ粒混入により、オオムギの品質低下、等級の格下げ・検査不合格の可能性が高くなる。

自生コムギを防除するために夏と秋の2回の耕耘時期を遅らせた場合の自生コムギ発生数を前節で予測した。その結果、農家における慣行の耕耘体系であるR-R体系では、コムギ収穫損失が2%の場合において、夏耕の時期をコムギ収穫から21日後に遅らせ、かつ秋耕の時期をオオムギ播種のほぼ限界となる12月上旬まで遅らせなければ自生コムギの混入を回避するまでには至らなかった。また、H-R、H-H、およびR-H体系においても、夏耕をコムギ収穫から2~3週間後に行い、かつオオムギ作付を11月上旬まで遅らせなければならぬので、これらの体系では作付作物の収量にも影響が懸念される。

前記の6耕耘体系の中で、コンバインによるコムギの収穫損失範囲内では、夏耕にプラウ耕を導入した場合、秋耕はロータリあるいはハロー耕を利用しても自生コムギの被害は回避できることが注目された。これらの耕耘体系の実用性については、次報にて営農計画の側面から詳細に検討していきたい。

また、今回提示した予測モデルは、対象となる作物あるいは雑草の種子休眠・発芽生理などの生理生態的項目を変更することで、耕耘などによる圃場管理下で他の作物あるいは雑草種子の自生化・雑草化モデルの作成に寄与できるものと考えられる。この点については今後さらに検討を積み重ねたい。

5 摘 要

コムギ-夏作物-オオムギの作付体系下で2回の耕耘後(コムギ収穫後夏耕と夏作物収穫後秋耕)、オオムギを作付した畑を想定し、自生コムギ発生量予測のモデル化を行った。そのモデルにより耕耘体系・時期が異なった場合の自生コムギ発生量をシミュレーションで試算した。

1) 策定したモデルによる自生コムギ発生数の計算値と実測値とは決定係数が0.84と高く、危険率1%で有意となった。また、モデルの計算値から得られたオオムギの格付等級と実測値とではクラメールの関連係数が0.845と高く、危険率0.1%で有意であった。この結果から、本モデルによる自生コムギ発生量を試算しオオムギ格付等級を予測した場合の的中率は91.7%となった。

2) 今回試算した耕耘体系においては、農家において慣行であるR-R体系が最も自生コムギの発生数が多くなった。次いで多くなったのはH-R体系およびH-H体系であった。

3) コムギ収穫損失率が2%の場合、農家における慣行の耕耘体系であるR-R体系では、夏耕の時期をコムギ収穫から21日後に遅らせ、かつ秋耕の時期をオオムギ播種のほぼ限界となる12月上旬まで遅らせなければ自生コムギの混入を回避するまでには至らなかった。また、H-R、H-HおよびR-H体系においても、夏耕をコムギ収穫から2~3週間後に行い、かつオオムギ作付を11月上旬まで遅らせなければならぬので、これらの体系では作付作物の収量にも影響が懸念された。

4) 本検討結果によると、コムギ収穫損失率が2%の場合、夏耕にプラウ耕を導入すれば、秋の耕耘はロータリあるいはハロー耕を利用しても耕耘時期を遅らせることなく、自生コムギの被害は回避できることが明らかになった。

【記号一覧】

WYD	：コムギ収量 (g/m ²)
LS	：コムギ収穫損失率
GW	：コムギ千粒重 (g)
α	：コンバイン収穫損失量 (粒/m ²)
ρ	：コムギ収穫損失量中の粒の比率
GP	：夏耕の時期までのコムギ粒生存率
EP	：夏耕の時期までのコムギ穂生存率
SDY	：コムギ収穫後から耕耘までの日数 (日)
TP	：夏耕の時期までのコムギ生存数
GSi	：コムギ粒の夏季期間中における土層別生存率
ESi	：コムギ穂の夏季期間中における土層別生存率
DT	：コムギの埋土深さ (cm)
STi	：夏耕後の第i層のコムギ種子数
FDY	：秋耕の時期 (10月1日から起算した日数)
FG	：秋耕の時期による出芽率

DEj : 土層別定着率
 PSi : 夏耕(ブラウ)による移動割合
 RSi : 夏耕(ロータリ)による移動割合
 HSi : 夏耕(ハロー)による移動割合
 RFij : 秋耕(ロータリ)による移動割合
 HFij : 秋耕(ハロー)による移動割合
 WSi : 第i層に位置するコムギ種子数(夏季期間中)
 WS : 越冬する全生存コムギ種子数(粒/m²)
 WP : オオムギ畑への自生コムギ発生数(本/m²)
 MIX : オオムギに対するコムギ粒混入率(%)

文 献

- 1) Cousens, R. and R. Moss (1990), A model of the effects of cultivation on the vertical distribution of weed seeds within the soil, *Weed Research* 30 : 61-70
- 2) 林尚孝・森泉昭治・高橋雅之・池田健一・松井慶一・小島慶太 (1994), ロータリ耕耘における土壌の反転性に関する研究—土塊径別のEC値に基づく検討—, 平成6年度農業機械学会第30回関東支部年次大会講演要旨: 16-17
- 3) 市川友彦・杉山隆夫・間中正雄 (1981), 自脱型コンバインの小麦収穫時の性能について, 日本農作業研究会第16回講演会要旨集: 13-14
- 4) 稲村達也 (1993), 除草剤連用下におけるクログワイ生育過程のモデル化と水稻への雑草害の予測, *雑草研究* 38 (1) : 36-42
- 5) 小松崎将一・遠藤織太郎・大崎和二 (1994), 畑作における麦類の自生作物化と作付体系に関する研究 (V) 土壌処理型除草剤および石灰窒素がコムギの自生化に及ぼす影響, *農作業研究*, 29 (1) : 7-13
- 6) 小松崎将一・遠藤織太郎・大崎和二・池田正則・日下部住子 (1994), 畑作における麦類の自生作物化と作付体系に関する研究 (VII) 中耕・培土作業による自生コムギの防除, *農作業研究*, 29 (3) : 209-218
- 7) 小松崎将一・大崎和二・池田正則 (1991), 畑作における麦類の自生作物化と作付体系に関する研究 (I) 落下コムギ粒の粒厚と耕耘条件下での自生化について, *農作業研究*, 26 (2) : 90-97
- 8) 小松崎将一・大崎和二 (1992), 畑作における麦類の自生作物化と作付体系に関する研究 (II) 自生コムギの発生事例と耕耘による防除について, *農作業研究*, 27 (2) : 95-102
- 9) Komatsuzaki, M., R. Sago and O. Endo (1994) Effects of Volunteer Wheat on the Yields and Quality of Two-rowed Barley, *Weed Research, Japan*, 39 (3): 171-173
- 10) 森泉昭治・林尚孝・山森主税 (1990), ロータリ耕うんにおける耕土の移動に関する研究 第2報 耕土の移動割合推定への電気伝導度法の適用, *農作業研究*, 25 (1) : 13-23
- 11) Roberts, H. A. and P. A. Dawkins (1967), Effect of cultivation on the numbers of viable weed seeds in soil, *Weed Research* 7: 290-301
- 12) Sakai, K., K. Matsumoto, M. Ohara and M. Takai (1992), Weed Seed Production for Optimizing Weed Control Schedule, *Acta Horticulturae* 319. 1992: 665-670
- 13) 下名迫寛 (1988), 汎用コンバインの作業性と利用技術, *農業技術*, 43(10) : 438-441
- 14) 高柳繁 (1990), 雑草の発生予測, 日本雑草学会第12回夏期研究会テキスト—雑草科学の基礎 (2) : 63-72

Summary

A germination model that simulates the relationship between the germination of volunteer wheat and the tillage system in winter wheat-summer crops-barley rotation, were constructed using equations. Simulations were carried out to predict the number of volunteer wheat plants (VWP) appearing in a barley field following several tillage treatments. To evaluate the suitability of the growth model, simulated results were compared with observed ones in different experiments. Observed and simulated results generally gave a good fit.

Simulated results indicated that the number of VWP increased in proportion to the amount of falling wheat grain when harvested with a combine and a great number of VWP persisted where rotary-till immediately after the wheat harvest followed rotary-till in October.

According to the simulation, few VWP appeared where plow-till immediately after the wheat harvest followed rotary-till in October. Few

VWP was also appeared where rotary-till in late July followed rotary-till in December. Thus, these tillage treatments effectively prevented contamination of barley grain by volunteer wheat grain.