

## 代かき前後の気温を用いた水田雑草の葉齢進展の推定法と適期防除指標

鳥塚 智・中井 譲\*・柴原藤善

Prediction method for changes in leaf number stages of paddy weeds using temperature before and after puddling and a herbicide control index

Satoshi TORITSUKA, Joe NAKAI and Fujiyoshi SHIBAHARA

キーワード: イヌホタルイ, 代かき前後の気温, タイヌビエ, 適期防除指標, 葉齢進展,

本研究では, 年次, 代かき時期ごとに代かき日からの日平均気温積算値とタイヌビエおよびイヌホタルイの最大葉齢の関係を解析した。その関係は, 一次回帰式で表され, 極めて高い正の相関関係が認められた。しかし, 発育速度や発生始期は, 年次や代かき時期によって異なった。したがって, 最大葉齢の推定には, 年次や代かき時期の差異を補正する必要性が認められた。そこで, タイヌビエでは, 代かき日からの日平均気温積算値と4月の有効日平均気温に代かき日からの日数を乗じた値を説明変数とした重回帰分析を実施した。また, イヌホタルイでは, 代かき日からの日平均気温積算値と代かき前日までの30日間の有効日平均気温に代かき日からの日数を乗じた値を説明変数とした重回帰分析を実施した。その結果, タイヌビエ, イヌホタルイともに年次や代かき時期による差異を補正できた。また, 得られた重回帰式によって, 代かき日から所定葉齢までの最速日数を適期防除指標として示すことができた。農業登録情報とともに, 代かき時期ごとの適期防除指標に基づいて除草剤処理を実施することで, 高い防除効果が得られるものと考えられた。

### 1. 緒言

水稲作では, 雑草防除は土壌処理除草剤により均一な処理層を形成することで行う。また, 除草剤の効果を高めるためには, ほ場の均平対策, 漏水防止対策および適期処理など数多くの事項がある。中でも, 適期処理は, 除草剤の効果を高める上で, 最も重要な事項と考えられる。したがって, 除草剤の農業登録情報の使用時期には, 移植後日数, 雑草の葉齢などが記載されている。これまでに雑草の葉齢進展は, 積算気温 (山崎ら 1987, 村上ら 1990, 森田 1999), 積算水温 (加持ら 1998), 平均地温 (内野ら 2002) などと高い相関があることが報告されている。しかしながら, 積算気温に基づく葉齢の推定式は, 報告によって異なっている。その理由としては, 年次, 代かき時期, 地域間の気象の差異によるものと推察される。

そこで, 本報告では, まず年次, 代かき時期ごとに代かき日からの日平均気温積算値とタイヌビエ, イヌホタルイの最大葉齢の関係を解析した。次いで, 年次, 代かき時期の差異を補正するために, 代かき日からの日平均気温積算値に加えて, 代かき前の有効日平均気温を目的変数とした重回帰分析を実施して, その適応性を検討した。さらに, 2008年から2014年の代かき日から所定葉齢までの最速日数を算出して, 初中期一発処理剤の使用指標として提示した。

### 2. 材料および方法

#### 2.1 材料

試験は, タイヌビエとイヌホタルイの埋土種子量の多い滋賀県農業技術振興センター内の2ほ場 (各4a) において実施した。試験ほ場では, 2006年と2007年の5月上旬および同下旬に代かきを実施し, 代かき3~4日後に水稲「コシヒカリ」を移植した。また, 基肥として, 速効性肥料を窒素成分で2g/m<sup>2</sup>を施用し, ロータリで攪拌後に入水した。なお, 除草剤処理は, 雑草の葉齢調査を終了した後に実施した。

#### 2.2 方法

##### 2.2.1 代かき日からの日数および日平均気温積算値とタイヌビエおよびイヌホタルイの最大葉齢との関係 (2006~2007年)

タイヌビエは, 調査ほ場を2分割して, それぞれの地点で代かき後の最大葉齢を調査した。2006年においては, 5月6日代かきのほ場は, 代かき10日後から20日後まで調査を実施し, 5月22日代かきのほ場は, 代かき10日後から18日後まで調査を実施した。2007年においては, 5月7日代かきのほ場は, 代かき6日後から18日後まで調査を実施し, 5月21日代かきのほ場は, 代かき5日後から16日後まで調査を実施した。

イヌホタルイは, 2006年が調査ほ場を2分割し, 2007

年が調査ほ場を3分割し、それぞれの地点で代かき後の最大葉齢を調査した。2006年においては、5月6日代かきのほ場は、代かき11日後から19日後まで調査を実施し、5月22日代かきのほ場は、代かき11日後から16日後まで調査を実施した。2007年においては、5月7日代かきのほ場は、代かき10日後から20日後まで調査を実施し、5月21日代かきのほ場は、代かき7日後から16日後まで調査を実施した。

代かき日からの日平均気温積算値とタイヌビエおよびイヌホタルイの最大葉齢の関係は、年次、代かき時期ごとにMicrosoft社のExcel 2010の分析ツールを用いて、重回帰分析を実施して一次重回帰式で表した。また、タイヌビエとイヌホタルイの最大葉齢は、年次、代かき時期および代かき日からの日平均気温積算値を説明変数として、重回帰分析を実施した。重回帰分析は、Microsoft社のExcel 2010の分析ツールを用いて実施し、決定係数と説明変数の標準偏重回帰係数を算出した。なお、年次、代かき時期は、ダミー変数を用いた。年次は、2006年を0に、2007年を1に設定し、代かき時期は、5月上旬代かきを0に、5月下旬代かきを1に設定した。平均気温は、滋賀県農業技術振興センターの観測データを用いた。

### 2. 2. 2 代かき前後の気温を用いたタイヌビエとイヌホタルイの最大葉齢の推定法 (2006~2007年)

最大葉齢進展の年次、代かき時期の差異を補正するために、タイヌビエでは、代かき日からの日平均気温積算値と4月の有効日平均気温に代かき日からの日数を乗じた値を説明変数とした重回帰分析を実施した。また、イヌホタルイでは、代かき日からの日平均気温積算値と代かき前日までの30日間の有効日平均気温に代かき日からの日数を乗じた値を説明変数とした重回帰分析を実施した。また、重回帰分析は、Microsoft社のExcel 2010の分析ツールを用いて実施し、重回帰式、決定係数および説明変数の標準偏重回帰係数を算出した。

2006年と2007年の観測データについて、代かき日からの日平均気温積算値と最大葉齢の関係を示した単重回帰式より算出した最大葉齢と、前述の方法で得られた重回帰式による最大葉齢の関係を示した。さらに、2008年から2014年における滋賀県農業技術振興センターの平均気温の観測データを、前述の方法で得られた重回帰式に入力して、代かき日から所定葉齢までの日数を算出した。代かき基準日は、5月1日、同11日および同21日の3水準とした。また、代かき基準日ごとに代かき日から所定の最大葉齢までの7年間の最速日数、平均日数および最遅日数を示した。

## 3. 結果および考察

### 3. 1 代かき日からの日数とタイヌビエおよびイヌホタルイの最大葉齢との関係 (2006~2007年)

タイヌビエとイヌホタルイの代かき日から所定葉齢までの発育日数については、2006年、2007年ともに5月下旬代かきは、同月上旬代かきと比べて短くなった。タイヌビエについては、発生始期までの日数は、年次間の差異が大きく、代かき時期の違いによる差異は小さかった(図1, 2)。イヌホタルイについても、タイヌビエと同じく発生始期までの日数は、年次間の差異が大きかった。また、その差異は、タイヌビエと比べて大きかった(図3, 4)。さらに、2007年は、代かき日5月21日が同5月7日と比べて、代かき日から発生始期までの日数が短

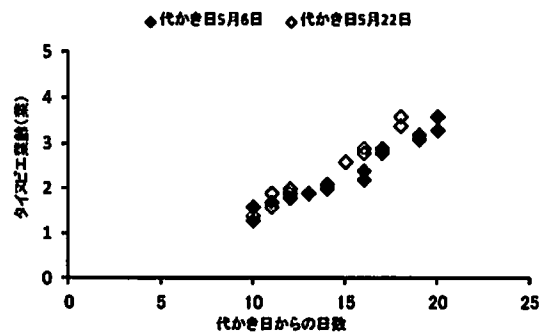


図1 代かき日からの日数とタイヌビエ葉齢の関係(2006年)  
1)観測数は、代かき日5月6日が18点、同22日が12点である。

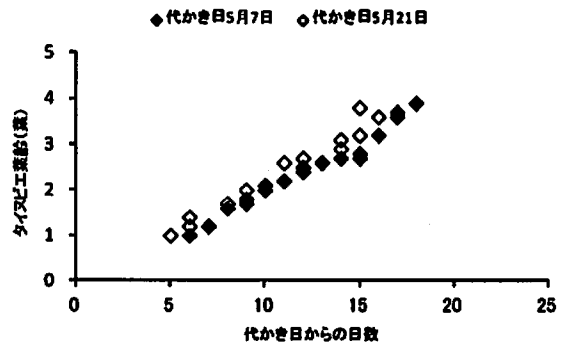


図2 代かき日からの日数とタイヌビエ葉齢の関係(2007年)  
1)観測数は、代かき日5月7日が23点、同21日が19点である。

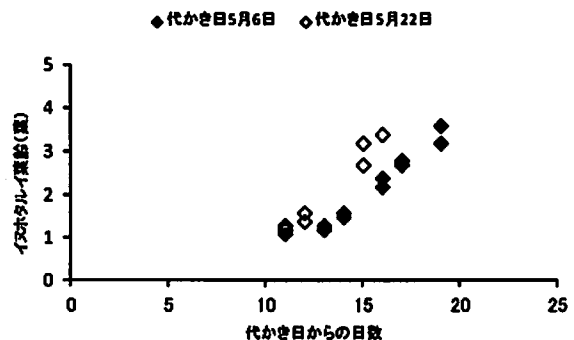


図3 代かき日からの日数とイヌホタルイ葉齢の関係(2006年)  
1)観測数は、代かき日5月6日が12点、同22日が7点である。

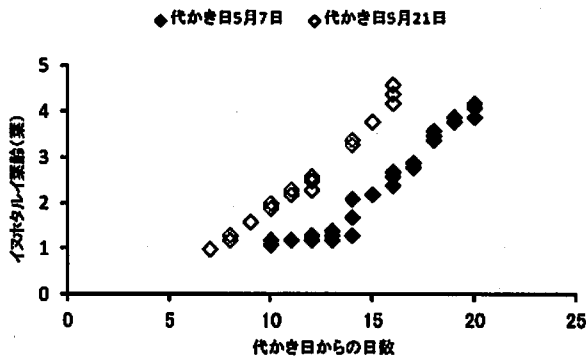


図4 代かき日からの日数とイヌホタルイ葉齢の関係(2007年)  
1)観測数は、代かき日5月6日が33点、同22日が27点である。

なくなった(図4)。したがって、代かき前後の気温は、タイヌビエやイヌホタルイの発生始期やその後の発育に影響しているものと考えられた。

### 3. 2 代かき日からの日平均気温積算値とタイヌビエおよびイヌホタルイの最大葉齢との関係(2006~2007年)

4月第1半旬から葉齢調査終了の6月第2半旬までの平均気温の推移をみる。2006年においては、10年間の平均と比較して、4月は低く推移し、5月第2半旬は高く、その他の期間は差が見られなかった。2007年においては、10年間の平均と比較して、4月第5半旬は高く、その他の期間は差が見られなかった(図5)。

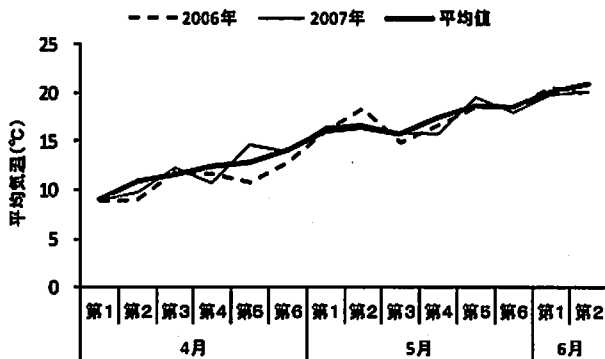


図5 平均気温の推移(4月第1半旬から6月第2半旬)  
1)平均値は、2005年から2014年の平均を示す。

年次、代かき時期ごとに代かき日からの日平均気温積算値とタイヌビエおよびイヌホタルイの最大葉齢の関係を解析した。その関係は、一回帰式で表され、極めて高い正の相関関係が認められた(図6, 7, 8, 9)。これまでに、ノビエやイヌホタルイの葉齢進展は、有効積算気温(山崎ら1987, 村上ら1990, 森田1999), 有効積算水温(加持ら1998), 平均地温(内野ら2002)と高い相関があることが報告されており、本結果は、これらの報告と一致している。

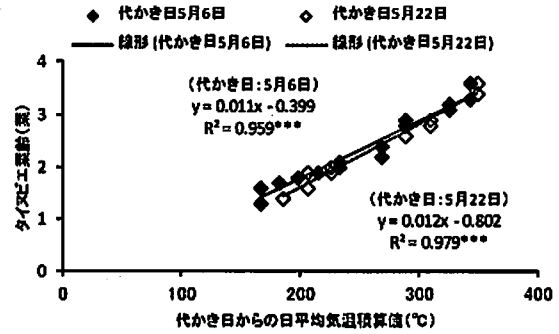


図6 代かき日からの日平均気温積算値とタイヌビエ葉齢の関係(2006年)  
1)観測数は、代かき日5月6日が18点、同22日が12点である。  
2)\*\*\*は、0.1%水準で有意なことを示す。

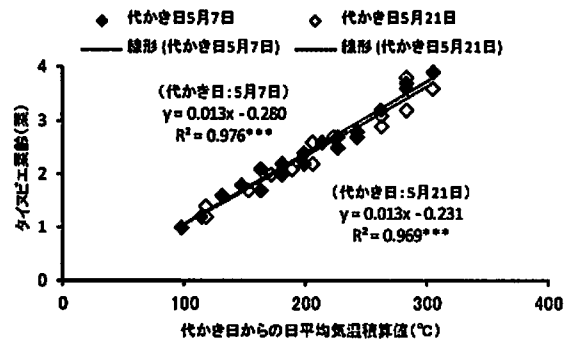


図7 代かき日からの日平均気温積算値とタイヌビエ葉齢の関係(2007年)  
1)観測数は、代かき日5月7日が23点、同21日が19点である。  
2)\*\*\*は、0.1%水準で有意なことを示す。

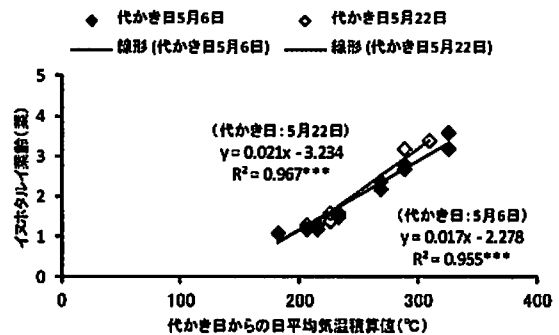


図8 代かき日からの日平均気温積算値とイヌホタルイ葉齢の関係(2008年)  
1)観測数は、代かき日5月6日が12点、同22日が7点である。  
2)\*\*\*は、0.1%水準で有意なことを示す。

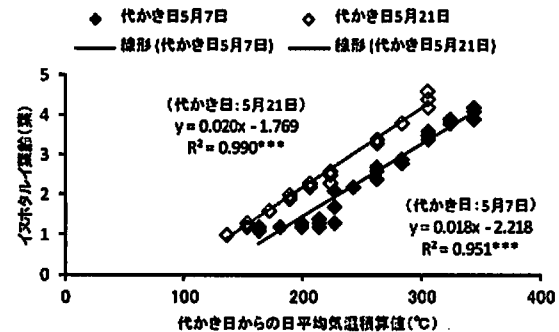


図9 代かき日からの日平均気温積算値とイヌホタルイ葉齢の関係(2007年)  
1)観測数は、代かき日5月6日が33点、同22日が27点である。  
2)\*\*\*は、0.1%水準で有意なことを示す。

タイヌビエについてみる。2006年と2007年の全観測データについて、代かき日からの日平均気温積算値と最大葉齢の関係を解析した。その結果、年次、代かき時期ごとの解析と比較して、決定係数が低下した(図10)。鳥塚ら(2003)は、滋賀県農業技術振興センター内のほ場で、1997年と1998年に代かき日からの日平均気温積算値と最大葉齢の関係を解析した。その結果、年次間で发育速度に差が見られることを報告している。また、本研究では、タイヌビエの最大葉齢は、代かき日からの日平均気温積算値の影響が最も大きく、年次の影響も認められた(表1)。具体的には、2007年は2006年より发育が早くなった(図6, 7)。したがって、タイヌビエでは、年次間の差異を補正可能な最大葉齢の推定法を明らかにする必要性が認められた。

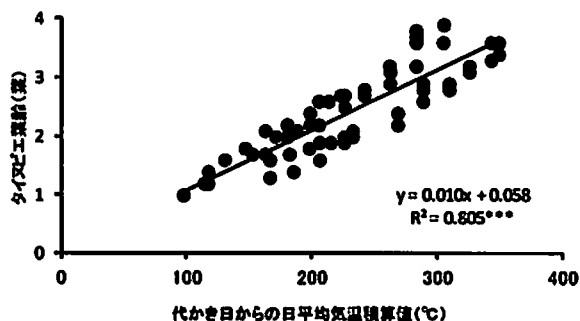


図10 代かき日からの日平均気温積算値とタイヌビエ葉齢の関係 (2006年, 2007年)

1) 2006年, 2007年の全観測データ72点の関係を示した。  
2) \*\*\*は, 0.1%水準で有意なことを示す。

表1 重回帰分析と標準偏回帰係数

目的変数	説明変数	決定係数(R <sup>2</sup> )	標準偏回帰係数
タイヌビエ葉齢	年次		0.442
	代かき時期	0.965 ***	-0.053
	代かき日からの日平均気温積算値		1.085
イヌホタルイ葉齢	年次		0.244
	代かき時期	0.947 ***	0.292
	代かき日からの日平均気温積算値		1.002

1) 観測数は、タイヌビエが72点、イヌホタルイが79点である。

2) \*\*\*は, 0.1%水準で有意なことを示す。

イヌホタルイについてみる。2006年と2007年の全観測データについて、代かき日からの日平均気温積算値と最大葉齢の関係を解析した。その結果、タイヌビエと同じく、年次、代かき時期ごとの解析と比較して、決定係数が低下した(図11)。鳥塚ら(2003)は、滋賀県農業技術振興センター内のほ場で、1997年と1998年に代かき日からの平均気温積算値とイヌホタルイの最大葉齢の関係を解析した。その結果、代かき時期が遅いほど、代かき日から発生始期までの日平均気温積算値が小さいことを報告している。また、本研究では、イヌホタルイの最大葉齢は、代かき日からの日平均気温積算値の影響が

最も大きく、年次とともに代かき時期の影響も認められた(表1)。年次については、2007年は2006年と比べて发育が早くなった(図8, 9)。代かき時期については、5月下旬代かきは同月上旬代かきと比べて、代かき日から発生始期までの日平均気温積算値が小さくなった(図8, 9)。したがって、イヌホタルイでは、年次、代かき時期の差異を補正可能な最大葉齢の推定法を明らかにする必要性が認められた。

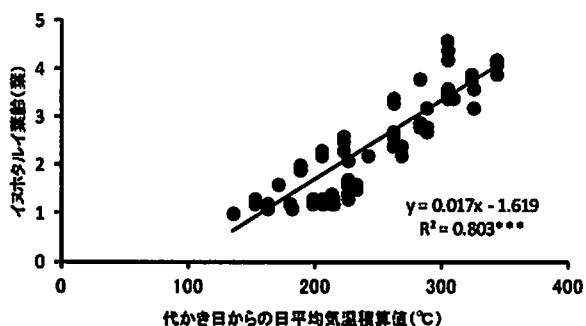


図11 代かき日からの日平均気温積算値とイヌホタルイ葉齢の関係 (2006年, 2007年)

1) 2006年, 2007年の全観測データ79点の関係を示した。  
2) \*\*\*は, 0.1%水準で有意なことを示す。

### 3. 3 代かき前後の気温を用いたタイヌビエとイヌホタルイの最大葉齢の推定法 (2006~2007年)

タイヌビエの发育は、代かき日からの日平均気温積算値との高い相関が認められ、年次による差異も見られた(表1)。タイヌビエは、秋から早春の低温や変温および

湛水が刺激となって休眠から覚醒して発芽する(宮原1972)。また、発芽には、荒井ら(1955)は13℃前後の温度が必要なことを、鈴木・須藤(1975)は9~10℃の温度が必要なことを述べている。滋賀県では、4月以降に入水が行われ、平均気温が9℃を超えるため、4月の平均

気温が发育に影響すると考えた。そこで、本研究では、控除値8℃, 10℃, 12℃および14℃を減算した4月の有効日平均気温を算出した(表2)。次いで、2006年と2007年の最大葉齢(Y)について、代かき日から所定日数までの日平均気温積算値(X<sub>1</sub>)と4月の有効日平均気温に代かき日からの所定日数を乗じた値(X<sub>2</sub>)により重回帰分析を実施した。得られた重回帰式は、控除値10℃, 12℃および14℃の当てはまりが極めて良好であった(表3)。

イヌホタルイの发育は、代かき日からの日平均気温積算値との高い相関が認められ、年次、代かき時期による差異も見られた(表1)。イヌホタルイは、播種期が遅くなるほど出芽始までに要する日数が短く、出芽率が50%

表2 控除値を減算した4月の有効日平均気温

年	控除値 (°C)	日平均気温-控除値(°C)	
		4月の積算値	4月の有効日平均気温(d <sub>1</sub> )
2006年	8	84.9	2.8
	10	41.6	1.4
	12	16.7	0.6
	14	4.0	0.1
2007年	8	116.3	3.9
	10	65.8	2.2
	12	29.0	1.0
	14	9.8	0.3

1)日平均気温-控除値がマイナスの場合は、0°Cとした。

表3 タイヌビエ葉齢の重回帰分析と標準偏回帰係数

控除値 (°C)	重回帰式 Y = aX <sub>1</sub> + bX <sub>2</sub> + c	決定係数 R <sup>2</sup>	標準偏回帰係数	
			X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
8	Y=0.004X <sub>1</sub> +0.041X <sub>2</sub> -0.328	0.955 ***	0.368	0.655
10	Y=0.006X <sub>1</sub> +0.060X <sub>2</sub> -0.338	0.962 ***	0.518	0.548
12	Y=0.007X <sub>1</sub> +0.121X <sub>2</sub> -0.340	0.964 ***	0.571	0.515
14	Y=0.009X <sub>1</sub> +0.253X <sub>2</sub> -0.340	0.967 ***	0.801	0.415

1)Y:代かき日から所定日数時の最大葉齢, X<sub>1</sub>:代かき日から所定日数までの日平均気温積算値, X<sub>2</sub>:4月の有効日平均気温(d<sub>1</sub>)×代かき日からの所定日数

2)\*\*\*は、0.1%水準で有意なことを示す。

3)観測数は、2006年と2007年をあわせて72点である。

表4 控除値を減算した代かき前日までの30日間の有効日平均気温

年	代かき日	控除値 (°C)	日平均気温-控除値(°C)	
			積算値	有効日平均気温(d <sub>2</sub> )
2006年	5月6日	6	179.0	6.0
		8	119.5	4.0
		10	71.8	2.4
	5月22日	6	278.3	9.3
		8	218.3	7.3
		10	160.7	5.4
2007年	5月7日	6	216.5	7.2
		8	147.2	4.9
		10	81.4	2.7
	5月21日	6	283.3	9.6
		8	223.3	7.6
		10	163.3	5.6

1)日平均気温-控除値がマイナスの場合は、0°Cとした。

表5 イヌホタルイ葉齢の重回帰分析と標準偏回帰係数

控除値 (°C)	重回帰式 Y = aX <sub>1</sub> + bX <sub>2</sub> + c	決定係数 R <sup>2</sup>	標準偏回帰係数	
			X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
6	Y=0.007X <sub>1</sub> +0.026X <sub>2</sub> -2.001	0.897 ***	0.358	0.620
8	Y=0.011X <sub>1</sub> +0.023X <sub>2</sub> -2.000	0.903 ***	0.580	0.447
10	Y=0.014X <sub>1</sub> +0.020X <sub>2</sub> -1.970	0.896 ***	0.745	0.339

1)Y:代かき日から所定日数時の最大葉齢, X<sub>1</sub>:代かき日から所定日数までの日平均気温積算値, X<sub>2</sub>:代かき前日までの30日間の有効日平均気温(d<sub>2</sub>)×代かき日からの所定日数

2)\*\*\*は、0.1%水準で有意なことを示す。

3)観測数は、2006年と2007年をあわせて79点である。

および 80%に達するまでの日数も短くなることを報告されている(岩崎 1985)。したがって、代かき直前までの平均気温が、イヌホタルイの発育に影響するものと考えた。そこで、本研究では、控除値 6°C, 8°Cおよび 10°Cを減算した代かき前日までの 30 日間の有効日平均気温を算出した(表 4)。次いで、2006 年と 2007 年の最大葉齢(Y)について、代かき日から所定日数までの日平均気温積算値(X<sub>1</sub>)と代かき前日までの 30 日間の有効日平均気温に代かき日からの所定日数を乗じた値(X<sub>2</sub>)により重回帰分析を実施した。得られた重回帰式は、控除値 8°Cの当てはまりが極めて良好であった(表 5)。

2006 年と 2007 年の観測データについて、代かき日からの日平均気温積算値と最大葉齢の関係を示した単回帰式より算出した予測葉齢と、前述の方法で得られた重回帰式による予測葉齢の関係を示した。タイヌビエでは、重回帰式によって、年次、代かき時期の差異を補正できた(図 12)。また、イヌホタルイでは、一部の観測値を補正できなかったものの、多くの観測値を補正できた。したがって、タイヌビエと同様に年次、代かき時期の差異を補正できるものと考えられた(図 13)。

2008 年から 2014 年の滋賀県農業技術振興センターの気象観測データを前述の方法で得られた重回帰式に入力して、代かき日から所定の最大葉齢までの日数を算出した。代かき基準日は、5 月 1 日、5 月 11 日および 5 月 21 日の 3 水準を設けた。重回帰式については、タイヌビエは、当てはまりの良好な 10~14°Cの中央値である 12°Cを控除値として選択し(表 3)、イヌホタルイは、最も当てはまりの優れた 8°Cを控除値として選択した(表 5)。

7 年間の最速日数、平均日数および最遅日数を表 6, 7 に示す。タイヌビエは、4 月の有効積算気温が発育速度に寄与する。したがって、所定葉齢までの日数は、年次間のばらつきが大きくなる。2006 年のように 4 月の平均気温の低い年次は、発育が遅くなり(図 5)、逆に高い年次は、発育が早くなるものと考えられた。一方、イヌホタルイは、年次間のばらつきが小さかった。これは、年次のみならず代かき前の気温に左右されるため、タイヌビエと比較して変動が小さくなると考えられた。

次いで、適期防除指標として 7 年間の最速日数を示す。タイヌビエで

は、代かき基準日5月1日の適期防除指標は、1.5葉が6日、2.0葉が7日、2.5葉が9日であった。同5月11日の適期防除指標は、1.5葉が6日、2.0葉が7日、2.5葉が9日であった。同5月21日の適期防除指標は、1.5葉が5日、2.0葉が7日、2.5葉が8日であった(表6)。イヌホタルイでは、代かき基準日5月1日の適期防除指標は、1.5葉が12日、2.0葉が13日であった。同5月

11日の適期防除指標は、1.5葉が10日、2.0葉が11日であった。同5月21日の適期防除指標は、1.5葉が8日、2.0葉が9日であった(表7)。以上のことから、水田雑草防除は、農薬登録情報とともに、代かき時期ごとの適期防除指標に基づいて除草剤処理を実施することで、薬剤の処理能力の範囲内で防除することができ、高い除草効果が得られるものと考えられた。

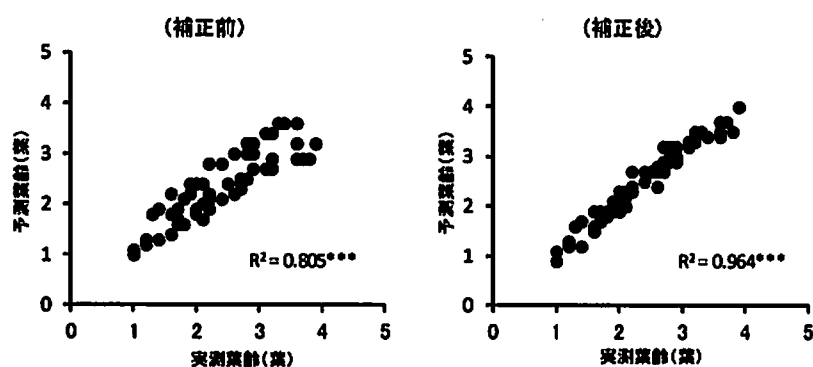


図12 4月の有効日平均気温による補正がタイヌビエの葉齢予測に与える影響

- 1)2008年、2007年の全観測データ72点の関係を示した。
- 2)補正前は、図7に示した単回帰式により予測葉齢を算出した。
- 3)補正後は、表3に示した重回帰式(控除値12℃)により予測葉齢を算出した。
- 4)\*\*\*は、0.1%水準で有意なことを示す。

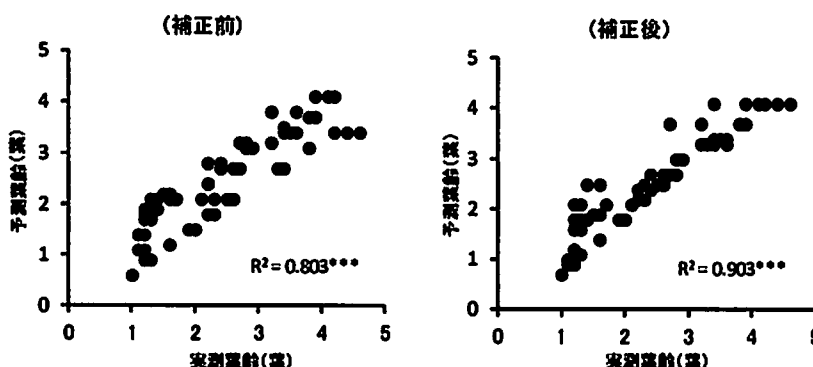


図13 代かき前日までの30日間の有効日平均気温による補正がイヌホタルイの葉齢予測に与える影響

- 1)2008年、2007年の全観測データ79点の関係を示した。
- 2)補正前は、図10に示した単回帰式により予測葉齢を算出した。
- 3)補正後は、表5に示した重回帰式(控除値8℃)により予測葉齢を算出した。
- 4)\*\*\*は、0.1%水準で有意なことを示す。

表6 タイヌビエ葉齢の重回帰式に基づく代かき日からの所定葉齢までの日数

年	5月1日代かき			5月11日代かき			5月21日代かき		
	1.5葉	2.0葉	2.5葉	1.5葉	2.0葉	2.5葉	1.5葉	2.0葉	2.5葉
2008年	6	8	10	7	8	10	6	8	9
2009年	6	8	9	6	7	9	6	7	8
2010年	9	12	15	10	12	15	9	12	13
2011年	12	15	18	11	14	17	11	14	17
2012年	6	7	9	6	8	9	5	7	8
2013年	9	11	13	7	9	11	7	9	10
2014年	7	9	11	7	8	10	6	8	10
最速日数	6	7	9	6	7	9	5	7	8
平均日数	8	10	12	8	9	12	7	9	11
最遅日数	12	15	18	11	14	17	11	14	17

1)控除値12℃の重回帰式より算出した。

表7 イヌホタルイ葉齢の重回帰式に基づく代かき日からの所定葉齢までの日数

年	5月1日代かき		5月11日代かき		5月21日代かき	
	1.5葉	2.0葉	1.5葉	2.0葉	1.5葉	2.0葉
2008年	12	14	10	11	8	9
2009年	12	13	10	11	9	10
2010年	14	16	10	11	10	11
2011年	14	16	11	13	9	11
2012年	12	14	10	12	9	10
2013年	14	16	11	13	8	9
2014年	13	14	10	12	9	10
最速日数	12	13	10	11	8	9
平均日数	13	15	10	12	9	10
最遅日数	14	16	11	13	10	11

1) 控除値8°Cの重回帰式より算出した。

#### 4. 謝辞

本研究は、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業（地方領域設定型、課題番号：1727、2005年～2007年）により実施しました。また、栽培管理ならびに調査の実施に当たっては、滋賀県農業技術振興センターの三崎清道氏、吉岡善明氏、渡邊敏之氏および前田武彦氏に協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

#### 5. 引用文献

- 1) 荒井正雄・宮原益次・横森秀文, 1955. 耕地雑草の生態に関する研究：第3報 耕地雑草の発生期による分類型について。関東東山農業試験場研究報告 8 : 47-55.
- 2) 岩崎桂三, 1985. ホタルイ類水田雑草の防除に関する生理生態学的研究。雑草研究 30 : 93-106.
- 3) 加持集三・五島敏男・大津悠一, 1998. 暖地水田におけるノビエ (*Echinochloa* spp.) の発生生態とメフェナセットの最適処理時期の関係。雑草研究 43 : 210-219.
- 4) 宮原益次, 1972. 水田雑草タイヌビエ種子の休眠性に関する生理生態学的研究。農事試験場研究報告 16 : 1-62.
- 5) 森田弘彦, 1999. 1時間気温値の加重型有効積算気温を用いた野生ヒエとイヌホタルイの葉齢進展。雑草研究 44 : 218-227.
- 6) 村上士明・馬庭義則・阪上和久, 1990. タイヌビエの葉齢進展の推定法とプレチラクロールの散布適期の表示方法。雑草研究 35 : 253-260.
- 7) 鈴木光喜・須藤孝久, 1975. 水田雑草の発生生態：第1報 温度と出芽との関係。雑草研究 20 : 105-109.
- 8) 鳥塚智・山田善彦・大西功男, 2003. 滋賀県の水稲栽培における除草剤の効率的な使用技術（第1報）：湛水直播栽培における一発処理剤の使用技術。滋賀農総セ農試研報 43 : 7-14.
- 9) 内野彰・渡邊寛明・伊藤一幸, 2002. 水田地温による寒冷地のタイヌビエ (*Echinochloa oryzicola* Vasing) の葉令進展と発生終期の推定。雑草研究 47 : 66-73.
- 10) 山崎和己・塚本伸也・柴谷得郎, 1987. ノビエの葉齢進展について。雑草研究 26 (別) : 89-90.

## Summary

We analyzed the relationship between the accumulated value of the average temperature after puddling and maximum leaf number stage of *Echinochloa oryzoides* and *Schoenoplectus juncooides* each year and every puddling period. These relationships were indicated using a linear regression formula, and an extremely high correlation was recognized. However, the growth rate and emergence of *E. oryzoides* and *S. juncooides* was different each year and every puddling period. Therefore, it was necessary to clarify a method of estimating the maximum leaf number stage that corrected these differences. A multiple regression analysis that assumed the accumulated value of the average temperatures after puddling and the daily effective value of temperature before puddling was conducted for *E. oryzoides* and *S. juncooides*. In *E. oryzoides*, the daily effective value of temperature in April was used. In *S. juncooides*, the daily effective value of temperature 30 days before puddling was used. As a result, the method for determining the maximum leaf number stage was able to correct the difference in the annual and puddling period for *E. oryzoides* and *S. juncooides*. The shortest number of days from puddling to the maximum leaf number stage was established as the evaluation index using the results obtained from our multiple regression analysis. The optimum weed control effect of a herbicide is achieved when weed control is based on herbicide registration information and an evaluation index.