

## 水稻ヒコバエの生育と野生獣による採食の実態および その生育量を減らす営農管理技術

森茂之・山中成元・河村久紀

### Growth of Paddy Rice Ratoons, Grazing by Wild Mammals, and Farming Practices for Reducing Ratoon Production

Shigeyuki MORI, Seigen YAMANAKA and Hisanori KAWAMURA

キーワード: イノシシ, エサ場価値, サル, シカ, 獣害対策, ヒコバエ, 緑草

獣害対策における水田の餌場価値の低減を図るため、野生獣による水稻ヒコバエの採食実態を明らかにするとともに、ヒコバエを抑制する技術を確立した。成果の概要は以下のとおりである。

- 1) 滋賀県内6カ所におけるヒコバエ地上部の生体重は156~1,760g/m<sup>2</sup>であり、その内2カ所における採食量は約50g/m<sup>2</sup>であった。
- 2) ヒコバエを抑制するためには次の営農管理技術が有効であった。①成熟期の遅い品種の作付け、②6月以降の移植、③5月移植における早期中干し、④プラウ耕起(反転耕)の実施、⑤ロータリ回転数が通常より高速の耕耘、⑥10月中旬以降の耕起。
- 3) 6月移植は5月移植に比べて水田内の緑草発生量が増加したが、10月中旬以降の耕起で抑制できた。

以上のことから、ヒコバエ発生を抑制する各営農管理技術を組み合わせることで、水田の秋冬期における野生動物に対する餌場価値を低減させることができると考えられる。

## 1. 緒言

中山間地域を中心とした野生動物による農作物被害は依然として深刻な状況が続いており、全国の被害面積は10万ha、被害金額は199億円(2008年度)に上り、ここ数年間では高止まりに推移している。本県でも390ha、1億7511万円(2008年度)の被害が報告されており、その大部分がイノシシ、シカ、サル等の野生獣による被害である<sup>14)</sup>。

これまで防護柵や捕獲といった様々な対策が講じられてきたにも関わらず、野生獣による農作物被害(以下、獣害と記す)が跡を絶たない。その背景には、過疎化・高齢化による人間活動の低下や、担い手不足、農産物価格の低迷による営農活動の衰退に伴う耕作放棄地の増加、拡大造林および未管理の森林の増大や少雪傾向に伴う野生獣の生息域の拡大等の影響が考えられている<sup>13), 15)</sup>。

近年の研究では、農村社会の構造や里山の環境が変化したことに伴う里地での餌場価値の向上が被害発生の主要因であり、獣害が起ることを前提としない農業生産システムによって被害を助長させてしまうという指摘がある<sup>6), 7)</sup>。例えば獣害発生地域では、キャベツなど秋冬野菜の収穫、調整時に葉搔きをした外葉がそのまま放置されていると、野生獣がそれらを良質なエサとして認識するようになるため、栽培終了後、直ちに残渣を鋤き込み、野生獣のエサ源としないことが重要とされている<sup>11)</sup>。

全国的に広く栽培されている水稻でも、収穫後に刈り株から再生してきた茎葉(以後、ヒコバエと記す)や冬期も枯れずに繁茂する雑草(以後、緑草と記す)が、秋冬期の野生獣のエサになっている可能性について報告されている<sup>5)</sup>が、採食に関する詳細な実態はよくわかっていない。

一方、ヒコバエの生育については、主食用米や飼料用米の

---

本試験は、農林水産省新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業：営農管理的アプローチによる鳥獣害防止技術の開発(2007~2009年)により実施した。

増産をねらいとして、生理生態に関する基礎研究や二期作栽培技術に関する試験研究が行われてきた<sup>1, 2, 8, 9, 21, 22, 23</sup>。しかし、野生獣の被害防止の観点からはエサとなるヒコバエを抑制することが求められるが、そのための研究はほとんどない。

そこで、本稿では野生獣のエサとしてのヒコバエや秋冬期の水田内に発生する緑草に着目し、野生獣による採食状況とヒコバエおよび緑草の抑制方法を明らかにした。

## 2. 材料および方法

### 2. 1 ヒコバエ採食状況調査

#### 2. 1. 1 ヒコバエ生育量実態調査

野生獣による被害が発生している県内の6か所を調査地として選定した(表1)。調査は、2007年11月に9月上旬収穫の早生品種「コシヒカリ」を対象に行った。調査方法は、野生獣による被害のないヒコバエを無作為に50株ずつ選び、地際から鎌で刈り取り、わらを取り除いた茎葉、穂をあわせた全重(生体重)を計測し、これを生育量とした。

#### 2. 1. 2 ヒコバエ採食実態調査

野生獣によるヒコバエの採食程度について、2007年に多賀町藤瀬および高島市マキノ町大沼の水田で調査を行った(表2)。まず、採食していた獣種を特定するため、糞、足跡および食痕を調査した。次に、ヒコバエの採食が認められた「コシヒカリ」栽培ほ場を1筆選定し、多賀町藤瀬は11月15日、高島市マキノ町大沼は11月5日に採食量の調査を行った。調査方法は、まず採食されていないヒコバエと、採食されたヒコ

バエを各50株ずつ地際から刈り取って生体重を計測した。ほ場の長辺方向に無作為に選定した3条のすべての株を対象に、目視によりヒコバエが発生している株数と野生獣に採食された株数をカウントして採食率を求め、採食されていないヒコバエと採食されたヒコバエの生体重の差に採食率をかけて採食量とした。一方、ヒコバエの時期別採食状況を調査するため、2008年に東浅井郡湖北町伊部(現、長浜市湖北町伊部)において、野生獣が頻繁に出没するほ場を2筆選定した(表2)。1筆は山林と隣接している水田(A水田)、もう1筆は山際から100m離れた水田(B水田)で、いずれのほ場とも9月中旬収穫の「コシヒカリ」を対象とした。調査は、2008年9月下旬、10月上旬、10月中旬、10月下旬、11月上旬、11月下旬に、1筆の全株を対象として、ヒコバエが発生している株数と野生獣により採食された株数を調べた。なお、採食していた獣種を特定するため、農家への聞き取りによる目撃情報を収集するとともに、糞、足跡および食痕を調査した。

### 2. 2 水稻のヒコバエを抑制するための営農管理技術

水稻品種ならびに栽培管理方法の違いがヒコバエの発生程度や生育に与える影響を検討した。なお、栽培管理方法としては、移植時期、中干し時期、出穂前後水管理、穂肥施用時期、実肥、刈り取りの高さ、耕起および冬期湛水について検討した。

#### 2. 2. 1 品種

品種によるヒコバエ発生程度の違いを明らかにするため、表3に示した試験区を設けた。2007年は極早生品種「ハナエチゼン」、早生品種「コシヒカリ」、中生品種「日本晴」および晩生品種「ヒノヒカリ」を供試しポット試験を行った。

表1 ヒコバエ生育量実態調査(2007年)

調査地	場所	調査日
1 日野町平坦	蒲生郡日野町蓮花寺	11月7日
2 日野町中山間	蒲生郡日野町仁本木	11月2日
3 東近江市	東近江市大森町	11月2日
4 多賀町	犬上郡多賀町藤瀬	11月15日
5 長浜市	長浜市谷口町	11月5日
6 高島市	高島市マキノ町大沼	11月5日

注1) 調査地は、県内で野生獣による被害が発生している地域を選定。

注2) 供試品種はコシヒカリ。

表2 ヒコバエ採食実態調査

年次	調査地	場所	調査日
2007	多賀町 高島市	犬上郡多賀町藤瀬	11月15日
		高島市マキノ町大沼	11月5日
2008	湖北・A水田 湖北・B水田	東浅井郡 湖北町伊部	9月下旬から11月 下旬までの旬毎

注) 調査地の湖北・A水田は山林と隣接している水田、湖北・B水田は山際から100m離れた水田である。

表3 品種試験耕種概要

年度	品種	移植日	成熟期	施肥量(kgN/a)			ヒコバエ	
				基肥	穂肥Ⅰ	穂肥Ⅱ	出穂期	刈取日
2007年	ハナエチゼン	5月14日	8月28日	0.4	0.4	-	9月中旬	12月3日
	コシヒカリ	5月14日	9月6日	0.4	0.4	-	9月下旬	12月3日
	日本晴	5月14日	9月26日	0.4	0.4	-	10月中旬	12月3日
	ヒノヒカリ	5月14日	10月1日	0.4	0.4	-	-	12月3日
2008年	あきたこまち	5月1日	8月27日	0.3	0.2	0.1	9月中旬	12月10日
	コシヒカリ	5月1日	9月1日	0.3	0.2	0.1	9月下旬	12月10日
	日本晴	5月1日	9月23日	0.3	0.2	0.1	10月中旬	12月10日
	ヒノヒカリ	5月1日	10月1日	0.3	0.2	0.1	-	12月10日

注) 2007年は1/5000aワグネルポット、2008年は湖北分場22, 23, 7, 40号田で行った。

湖北分場（長浜市木之本町千田）内水田の土（細粒グライ土）を用い、5cm×5cmの金網でふるった後1/5000aワグネルポットに4kgを充填した。5月7日にポットに基肥を入れ、入水後に手で代かきを行った。5月14日に1ポットに稚苗を1株4本植え、1品種につき12ポットを作製した。肥料は、基肥、穂肥とも化成肥料を1ポット当たり窒素成分で0.08g施用した。収穫は、各品種とも成熟期に達した時点でを行い、ヒコバエの生育量調査は、2007年12月3日にヒコバエを地際から刈り取り、全重を計測した。

2008年は湖北分場内の水田で極早生品種を「あきたこまち」として、「コシヒカリ」、「日本晴」および「ヒノヒカリ」を供試した。5月1日に栽植密度18.2株/㎡で機械移植した。各品種とも成熟期に収穫した後、12月10日にヒコバエを各区16株（0.88㎡）を2カ所刈り取り、これを2反復とみなし、全重を計測した。ヒコバエを風乾後、穂をハサミで切り取り脱穀後に、籾の重量を計測し、籾殻を除去した後に玄米の重量を計測した。

## 2. 2. 2 移植時期

移植時期の影響を調査するため、「コシヒカリ」を供試し表4のとおり試験を実施した。各試験区とも成熟期に収穫し、その後、本作の収量構成要素を調査するとともに、1週間おきにヒコバエの草丈、茎数および葉色を計測した。ヒコバエを2007年12月3日に各区30株（1.6㎡）を2反復、2008年12月10日に各区16株（0.86㎡）を2カ所刈り取り、2反復とみなし、全重、籾重および玄米重を測定した。2009年は10月16日に1.0㎡を2反復刈り取り、全重を測定した。

また、2007および2008年はヒコバエの刈り取り時に1m×1mの枠を各区2カ所置き、枠内のすべての緑草を地際から地上部をハサミを用いて採取し、生体重、乾物重を測定した。

表4 栽培管理試験（移植時期）耕種概要

年度	試験区	移植日	成熟期	施肥量(kgN/a)				ヒコバエ調査日
				基肥	追肥	穂肥Ⅰ	穂肥Ⅱ	
2007年	5/1移植区	5月1日	9月4日	0.3	—	0.2	0.1	12月3日
	5/15移植区	5月15日	9月7日	0.3	—	0.2	0.1	12月3日
	6/1移植区	6月1日	9月14日	0.3	—	0.2	0.1	12月3日
	6/15移植区	6月15日	9月21日	0.3	—	0.2	0.1	12月3日
2008年	5/1移植区	5月1日	9月2日	0.3	—	0.2	0.1	12月10日
	5/15移植区	5月15日	9月8日	0.3	—	0.2	0.1	12月10日
	6/2移植区	6月2日	9月16日	0.3	—	0.2	0.1	12月10日
	6/16移植区	6月16日	9月22日	0.3	—	0.2	0.1	12月10日
2009年	5/7移植区	5月7日	9月7日	0.3	0.2	0.2	0.2	10月16日
	6/1移植区	6月1日	9月14日	0.3	0.2	0.2	0.2	10月16日

注1) 供試品種はコシヒカリ。

注2) 2007年は湖北分場22～25号田（細粒グライ土）、2008年は湖北分場23～26号田（細粒グライ土）、2009年は農技センター235-2、332号田（中粗粒グライ土）で行った。

注3) いずれのほ場も前作は水稲である。

注4) 穂肥Ⅰは出穂18日前、穂肥Ⅱは出穂11日前に施用した。

表5 栽培管理試験（中干しおよび出穂前後水管理）耕種概要

年度	試験区	移植日	成熟期	施肥量(kgN/a)				ヒコバエ調査日	
				基肥	追肥	穂肥Ⅰ	穂肥Ⅱ		
2007年	中干し	標準区	5月2日	9月4日	0.3	—	0.2	0.1	12月3日
		早期区	5月2日	9月4日	0.3	—	0.2	0.1	12月3日
	出穂前後水管理	間断区	5月2日	9月4日	0.3	—	0.2	0.1	12月3日
		湛水区	5月2日	9月4日	0.3	—	0.2	0.1	12月3日
2008年	中干し	標準区	5月1日	9月2日	0.3	—	0.2	0.1	12月10日
		早期区	5月1日	9月2日	0.3	—	0.2	0.1	12月10日
	標準区	5月15日	9月8日	0.3	—	0.2	0.1	12月10日	
		早期区	5月15日	9月8日	0.3	—	0.2	0.1	12月10日
	標準区	6月2日	9月16日	0.3	—	0.2	0.1	12月10日	
		早期区	6月2日	9月16日	0.3	—	0.2	0.1	12月10日
	標準区	6月16日	9月22日	0.3	—	0.2	0.1	12月10日	
		早期区	6月16日	9月22日	0.3	—	0.2	0.1	12月10日
2009年	中干し	標準区	6月1日	9月14日	0.3	0.2	0.2	0.2	10月16日
		早期区	6月1日	9月14日	0.3	0.2	0.2	0.2	10月16日

注1) 供試品種はコシヒカリ。

注2) 2007年は湖北分場22～27号田（細粒グライ土）、2008年は湖北分場23～26号田（細粒グライ土）、2009年は農技センター332号田（中粗粒グライ土）で行った。

注3) いずれのほ場も前作は水稲である。

注4) 穂肥Ⅰは出穂18日前、穂肥Ⅱは出穂11日前に施用した。

注5) 中干しは標準区が18本/株、早期区が13本/株に達した時期から10日間行った。

注6) 出穂前後水管理は、出穂前後各3週間の水管理を間断区が間断灌漑、湛水区が常時湛水管理。

### 2. 2. 3 中干し時期および出穂前後水管理

本作の水管理が影響を調査するため、中干し時期および出穂前後水管理について「コシヒカリ」を供試し、表5のとおり試験を実施した。なお、調査方法については上述の移植時期の調査で用いた方法に準じた。

### 2. 2. 4 穂肥施用時期および実肥

稲作期間中における施肥の影響を調査するため、穂肥の施用時期および実肥の施用について、「コシヒカリ」を供試し表6のとおり試験を実施した。なお、調査方法については上述の移植時期の調査で用いた方法に準じた。

### 2. 2. 5 刈り取りの高さ

刈り取りの高さの違いによるヒコバエの生育量を明らかにするため、湖北分場内の水田で「コシヒカリ」を調査した。2007年4月26日に移植し、栽培管理は滋賀県稲作技術指導指針に準じた。9月5日にコンバインの刈り取りの高さを高刈り区として16cm区と18cm区、通常区として9cm区を設定し収穫した。2007年12月3日に地際からヒコバエを1.65㎡(30株)刈り取り、ワラを取り除いた後、全重、初重および玄米重を測定した。

### 2. 2. 6 耕起

耕起方法によるヒコバエおよび緑草の地上残存状況および耕起時期の違いが緑草発生量に及ぼす影響を明らかにするため、表7のとおり試験を実施した。

プラウ耕起とロータリ耕起によるヒコバエの埋没状況の違いを明らかにするため、湖北分場内の水田で「コシヒカリ」を供試し、2007年4月26日に栽植密度18株/㎡で機械移植、9月5日に収穫したほ場で調査した。11月29日にY社製トラクターAF222(22p s)を用いてプラウ耕起とロータリ耕起を行った後、1m×1mの枠を各区無作為に2カ所設置、枠内の地表に残存しているヒコバエをハサミを用いて採取し、生体重を計測した。

一般に使用され広く普及しているロータリ耕起において、ロータリ回転数、走行速度、耕深、耕起回数別のヒコバエおよび緑草の残存量を明らかにするため、湖北分場内の水田で早生品種「レーク65」を供試し、2008年5月16日に栽植密度18株/㎡で機械移植、9月10日に収穫したほ場で調査した。11月26日にY社製トラクターAF222(22p s)、ロータリR215Mを用いて、表8の設定で耕起した。1区当たりの面積は3m×35mとし、各区の砕土率を調査するとともに、1区あたりの耕起作業時間、軽油消費量も計測した。耕起翌日の11月27日に1m×1mの枠を各区無作為に2カ所設置し、枠内の地表に残存しているヒコバエと緑草をハサミを用いて採取し、生体重を計測した。

表6 栽培管理試験(穂肥施用時期および実肥)耕種概要

年度	試験区	移植日	成熟期	施肥量(kgN/a)					ヒコバエ調査日		
				基肥	追肥	穂肥Ⅰ(-18)	穂肥Ⅱ(-11)	実肥			
2007年	2回目 穂肥時期	早期区	5月1日	9月4日	0.3	—	0.2	0.1	—	—	12月3日
		晚期区	5月1日	9月4日	0.3	—	0.2	—	0.2	—	12月3日
	実肥	早期区	5月15日	9月7日	0.3	—	0.2	0.1	—	—	12月3日
		晚期区	5月15日	9月7日	0.3	—	0.2	—	0.2	—	12月3日
		早期区	6月1日	9月14日	0.3	—	0.2	0.1	—	—	12月3日
		晚期区	6月1日	9月14日	0.3	—	0.2	—	0.2	—	12月3日
		早期区	6月15日	9月21日	0.3	—	0.2	0.1	—	—	12月3日
		晚期区	6月15日	9月21日	0.3	—	0.2	—	0.2	—	12月3日
		対照区	5月18日	9月10日	0.3	—	0.2	0.1	—	0	12月3日
		実肥区	5月18日	9月10日	0.3	—	0.2	0.1	—	0.1	12月3日
2008年	2回目 穂肥時期	早期区	5月1日	9月2日	0.3	—	0.2	0.1	—	—	12月10日
		晚期区	5月1日	9月2日	0.3	—	0.2	—	0.1	—	12月10日
	実肥	早期区	5月15日	9月8日	0.3	—	0.2	0.1	—	—	12月10日
		晚期区	5月15日	9月8日	0.3	—	0.2	—	0.1	—	12月10日
		早期区	6月2日	9月16日	0.3	—	0.2	0.1	—	—	12月10日
		晚期区	6月2日	9月16日	0.3	—	0.2	—	0.1	—	12月10日
		早期区	6月16日	9月22日	0.3	—	0.2	0.1	—	—	12月10日
		晚期区	6月16日	9月22日	0.3	—	0.2	—	0.1	—	12月10日
2009年	2回目 穂肥時期	早期区	6月1日	9月14日	0.3	0.2	0.2	0.2	—	—	10月16日
		晚期区	6月1日	9月14日	0.3	0.2	0.2	—	0.2	—	10月16日

注1) 供試品種はコシヒカリ。

注2) 2007年は湖北分場2、22～27号田(細粒グライ土)、2008年は湖北分場23～26号田(細粒グライ土)、2009年は農技センター332号田(中粗粒グライ土)で行った。

注3) 前作はいずれのほ場も水稲である。

注4) 穂肥の()内の習字は出穂前日数を表す。

注5) 実肥の施用時期は穂揃い期。

表7 耕起試験の概要

年	耕起方法	品種	移植日	成熟期	収穫日	耕起日	調査日	
2007年	耕起方法	プラウ耕起区 ロータリ耕起区	コシヒカリ	4月26日	9月3日	9月5日	11月29日	11月29日
	2008年	耕起方法	不耕起区 対照区 速走行区 深耕区 速回転区 2回耕起区	レーク65	5月16日	9月7日	9月10日	11月26日
2009年	耕起時期	対照区				不耕起	9月18日, 10月17日, 11月14日, 12月24日, 2月16日, 3月19日	
		9月中旬区				9月18日	9月18日, 10月17日, 11月14日, 12月24日, 2月16日, 3月19日	
		10月中旬区	コシヒカリ	4月30日	9月2日	9月2日	10月17日	10月17日, 11月14日, 12月24日, 2月16日, 3月19日
		11月中旬区					11月14日	11月14日, 12月24日, 2月16日, 3月19日
		12月下旬区					12月24日	12月24日, 2月16日, 3月19日
	耕起時期	9月中旬区 10月中旬区 11月中旬区 12月下旬区	コシヒカリ	5月14日	9月7日	9月7日	10月中旬 11月中旬 12月中旬	1月12日

注)2007年は湖北分場1号田(細粒グライ土), 2008年の耕起方法は湖北分場28, 29号田(細粒グライ土), 耕起時期は湖北分場5号田(細粒グライ土), 2009年は農技センター442号田(細粒グライ土)で実施した。

表8 ロータリ耕起方法試験の設定条件(2008年)

	対照区	速走行区	深耕区	速回転区	2回耕起区
主変速	1	3		1	
副変速			1		
PTO変速		1		2	1
エンジン回転数(rpm)	2500				
ロータリ回転数(rpm)	182			240	182
走行速度(m/sec)	0.25	0.54		0.25	
耕深(cm)	8		15	8	
耕起回数(回)	1			2	

注)トラクター:Y社製AF222(22ps), ロータリ:Y社製R215M.

また、ロータリ耕起を行う時期がヒコバエの残存量および耕起後に発生する緑草量に及ぼす影響を明らかにするため、2008年に湖北分場、2009年に農業技術振興センター(近江八幡市安土町大中)内の水田で、いずれも「コシヒカリ」を供試し、表7のとおり試験を実施した。湖北分場では2008年4月30日に栽植密度18株/m<sup>2</sup>で機械移植、9月3日に収穫したほ場で実施した。不耕起を対照に9~12月にかけて耕起日が異なる4区を設け、各区1回ロータリ耕起を実施した。9~3月の表7に示した調査日に、不耕起区と耕起した各区において1m×1mの枠を無作為2カ所設置し、枠内の地表に残存しているヒコバエと緑草を採取し生体重を計測した。農業技術振興センター内の水田では、2009年5月14日に移植、9月7日に収穫後、前年と同様に不耕起を対照に9~12月にかけて耕起日が異なる4区を設け、各区1回ロータリ耕起した。2010年1月12日に各区1m×1mの枠を無作為2カ所設置し、枠内の緑草をハサミを用いて採取し、生体重と乾物重を計測した。

## 2. 2. 7 冬期湛水

2008年に湖北分場内の水稲収穫後の水田において、水面から地表面が出ないように水深10cmに湛水した水面被度100%区、地表面が半分見える程度に湛水した水面被度50%区、湛

水を行わない無湛水区を設けた。湛水期間は2008年10月27日~2009年2月7日、井戸水を入れて水位を一定に保った。調査は2008年10月30日、12月8日、2月6日の3回に分けて実施し、緑草の種類と達観による被度を調べるとともに、それぞれの調査日、調査区で2カ所ずつ1m×1mの枠内に発生したすべての緑草の生体重を測定した。

## 3. 結果

### 3. 1 ヒコバエ採食状況調査

#### 3. 1. 1 ヒコバエ生育量実態調査

県内6カ所において9月上旬に収穫された「コシヒカリ」から発生したヒコバエの生育量を表9に示した。いずれの水田でも、ヒコバエの発生が見られ、日野町の平坦地では1,760g/m<sup>2</sup>と最も多く、高島市では156g/m<sup>2</sup>と地域によって生育量に大きな差が認められた。

表9 ヒコバエ生育量実態調査結果(2007年)

調査地	生体重(g/m <sup>2</sup> )
1 日野町平坦	1,760
2 日野町中山間	318
3 東近江市	641
4 多賀町	365
5 長浜市	391
6 高島市	156

#### 3. 1. 2 ヒコバエ採食実態調査

多賀町藤瀬および高島市マキノ町大沼におけるヒコバエを採食していた獣種は、糞、足跡および食痕の観察から大半がシカであると推察された。

両地区のは場におけるヒコバエのm<sup>2</sup>当たり採食量は、高島市が33g、多賀町が68gであった。

一方、湖北町伊部の調査水田では、農家の目撃情報から出没していた獣種はイノシシ、シカ、サルの3獣種であったが、ヒコバエを採食していた獣種は、糞、足跡および食痕の観察

から大半がシカであると推察された。

同水田におけるヒコバエの採食株率の推移を図1に示した。ヒコバエの採食状況は、9月下旬には食痕はなく、10月上旬から採食が始まった。山に隣接したA水田では10月下旬に20%、11月上旬には40%と急激に増加し、ヒコバエの黄化が始まる11月下旬には約50%の株が採食されていた。しかし、12月に入ってから新たな食痕は認められなかった。また、山際に近い水田から採食される傾向が認められた。

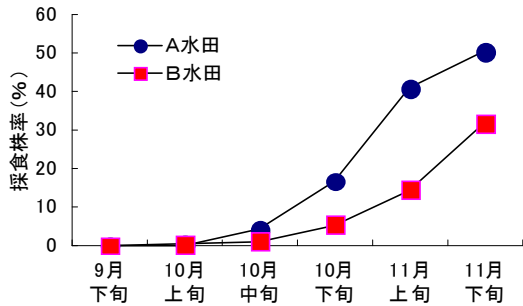


図1 ヒコバエの採食株率の推移(2008年)

注1)湖北町伊部地区で調査。  
 注2)A水田は山に隣接。B水田は山際から100mの距離に存在。  
 注3)ヒコバエ採食株数/ヒコバエ総株数×100。

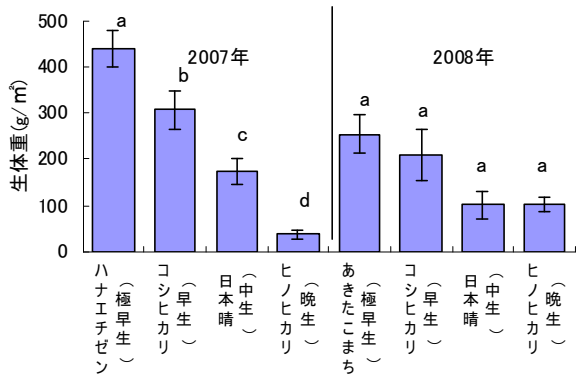


図2 品種別ヒコバエの生体重

注1)2007年は1/5000aワグナーポット、2008年はほ場での試験。  
 注2)2007年は栽植密度18株/m<sup>2</sup>換算値。  
 注3)エラーバーは標準偏差を示す。  
 注4)年毎に英小文字の同一符号間は有意水準5%で差がないことを示す (Tukey法)。

### 3. 2 水稻のヒコバエを抑制するための営農管理技術

#### 3. 2. 1 品種

2007年のポット栽培試験の結果では、極早生品種である「ハナエチゼン」のヒコバエ生体重が440g/m<sup>2</sup>で最も多く、それと比べて中生品種の「日本晴」は40%、晩生品種の「ヒノヒカリ」では8%と少なく、成熟期が遅くなるにつれて減少する傾向を示した (図2)。

また、2008年のほ場栽培試験でのヒコバエ生体重は、極早生品種「あきたこまち」、早生品種「コシヒカリ」、中生品種「日本晴」、晩生品種「ヒノヒカリ」の順に、253g/m<sup>2</sup>、211g/m<sup>2</sup>、101g/m<sup>2</sup>、101g/m<sup>2</sup>であり有意差は認められなかったものの、中生・晩生品種は極早生・早生品種の半分以下であった (図2)。ヒコバエの籾重と玄米重は、極早生品種の「あきたこまち」では籾重が69g/m<sup>2</sup>、玄米重が50g/m<sup>2</sup>と最も多く、早生品種の「コシヒカリ」では籾重が16g/m<sup>2</sup>、玄米重が5g/m<sup>2</sup>と極早生品種の「あきたこまち」に比べて大きく減少した。中生品種の「日本晴」では籾はわずかにみられたが全て不稔であり、晩生品種の「ヒノヒカリ」では出穂せず、籾はなかった (図3)。

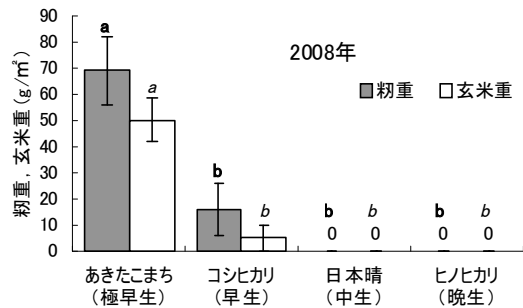


図3 品種別ヒコバエの籾重および玄米重

注1)エラーバーは標準偏差を示す。  
 注2)英小文字の同一符号間では有意水準5%で差がないことを示す (Tukey法)。ただし、太字は籾重、斜体は玄米重を表わし同一書体間のみ関係を示す。

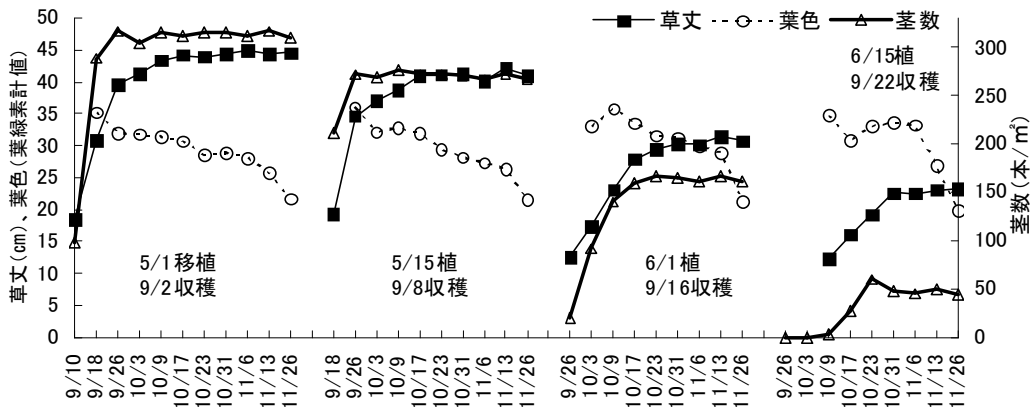


図4 ヒコバエの生育の推移(2008年)

注1)供試品種:コシヒカリ  
 注2)葉色はM社製葉緑素計SPAD-502を用いて計測した。  
 注3)葉緑素計値は数値が高いほど葉色が濃い。

### 3. 2. 2 移植時期

湖北分場内における2008年の早生品種「コシヒカリ」の移植時期別ヒコバエの生育状況を図4に示した。ヒコバエは収穫後～収穫3週間後に分げつを始め、最高分げつ期は、5月移植で9月下旬～10月上旬、6月移植では10月下旬であった。最高分げつ期における草丈は5月移植で35～40cm、6月移植で19～29cm、また茎数は、5月移植で272～316本/m<sup>2</sup>、6月移植で60～167本/m<sup>2</sup>であり、草丈、茎数とも移植日が遅くなるにつれて減少傾向を示した。葉色は、11月上旬までは各移植日も葉緑素計値28～35で推移したが、11月中旬から低下が始まり、11月下旬には約20まで落ち込んで黄化が一気に進行し、12月上旬には枯死した。

「コシヒカリ」の移植時期別のヒコバエの生育量、緑草量については図5に示した。生育盛期のヒコバエの生体量は、2007年は5月1日移植が174g/m<sup>2</sup>で最も高く、6月1日移植では5月1日移植に比べ約1/2、6月15日移植では約1/10と少ない傾向を示したが有意差は認められなかった。2008年は5月1日移植と5月15日移植が221～226g/m<sup>2</sup>と同等で、6月2日移植で約1/2、6月16日移植で約1/30となり、両年とも移植時期が遅くなるほど減少する傾向を示した。

水田内の緑草は、主にスズメノカタビラ、スズメノテッポウ、タネツケバナが条間に発生し、緑草量は、2007年は6月移植が285～337g/m<sup>2</sup>で、5月移植に比べ約2倍となり、2008年は6月移植が602g/m<sup>2</sup>で5月移植に比べて約6倍であった。

移植時期がヒコバエの収量に及ぼす影響について図6に示した。2007年は、5月1日移植の籾重は72g/m<sup>2</sup>、玄米重は48g/m<sup>2</sup>で、5月15日移植では籾重で約1/3、玄米重で1/8まで減少し、6月移植では籾が若干着いていたものの、ほとんどが不稔であった。2008年は5月1日移植の籾重が16g/m<sup>2</sup>、玄米重が5g/m<sup>2</sup>で、5月15日移植は籾重が10g/m<sup>2</sup>であったもののほとんどが不稔であった。6月移植では籾がほとんど見られなかった。

調査を行ったほ場の本作水稲の収量・玄米外観品質を表10に示した。移植時期別の精玄米重は、2007・2008年とも5月1日移植の40.6kg/aに比べて5月15日～6月16日移植が同

等以上であった。玄米外観品質は、5月移植の2区に比べて6月移植の2区の白未熟粒率が同等以下であったため、整粒率が同等以上となった(表10)。

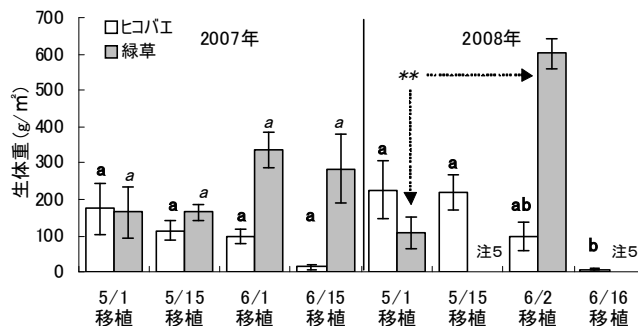


図5 移植時期別ヒコバエと緑草の生体量

注1) 供試品種は「コシヒカリ」。  
 注2) エラーバーは標準偏差を示す。  
 注3) 各年毎の英小文字の同一符号間では有意水準5%で差がないことを示す(Tukey法)。  
 ただし、太字はヒコバエ、斜体は緑草を表わし同一書体間のみ関係を示す。  
 注4) \*\*は1%水準で有意差があることを示す(t検定)。  
 注5) 2008年5/15植と6/16植は雑草のデータなし。

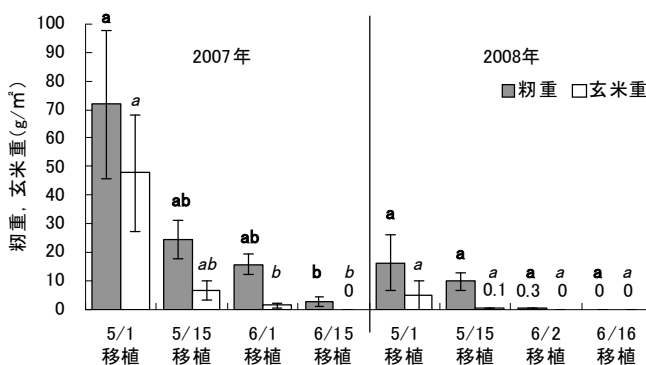


図6 移植時期別ヒコバエの籾重と玄米重

注1) 供試品種は「コシヒカリ」。  
 注2) エラーバーは標準偏差を示す。  
 注3) 各年毎の英小文字の同一符号間では有意水準5%で差がないことを示す(Tukey法)。  
 ただし、太字は籾重、斜体は玄米重を表わし同一書体間のみ関係を示す。

表10 移植時期別本作水稲の収量・玄米外観品質

年度	試験区	移植日	成熟期	ワラ重 (kg/a)	精玄米重 <sup>注1)</sup> (kg/a)	玄米外観品質(%) <sup>注3)</sup>	
						整粒	白未熟粒 <sup>注4)</sup>
2007年	5/1移植区	5月1日	9月4日	44.8	40.6 (100) <sup>注2)</sup>	63.8	6.3
	5/15移植区	5月15日	9月7日	46.7	52.1 (128)	60.3	6.2
	6/1移植区	6月1日	9月14日	41.9	42.6 (105)	77.0	5.2
	6/15移植区	6月15日	9月21日	37.4	48.3 (119)	87.4	3.7
2008年	5/1移植区	5月1日	9月2日	41.1	52.7 (100)	76.6	8.8
	5/15移植区	5月15日	9月8日	49.6	54.6 (104)	72.5	10.5
	6/2移植区	6月2日	9月16日	46.9	61.2 (116)	79.6	7.1
	6/16移植区	6月16日	9月22日	49.4	54.9 (104)	73.0	8.3

注1) 精玄米重は粒厚1.8mm以上、水分15%換算値。

注2) 5/1移植区を100としたときの割合。

注3) 玄米外観品質判定は粒厚1.8mm以上の玄米を用いS社製穀粒判別器RGQI10で行った。

注4) 白未熟粒は乳白粒、基白粒、腹白粒の合計。

### 3. 2. 3 中干し時期および出穂前後水管理

中干し時期別のヒコバエの生育および緑草の発生に与える影響について図7に示した。ヒコバエの生体量は早期区が2007年5月2日移植で101g/m<sup>2</sup>であり標準区より少なく、2008年は5月1日移植～6月2日移植で早期区が標準区に比べて少ない傾向がみられたが、2008年6月12日移植では早期区が標準区と比べて多い傾向がみられ、年次と移植時期

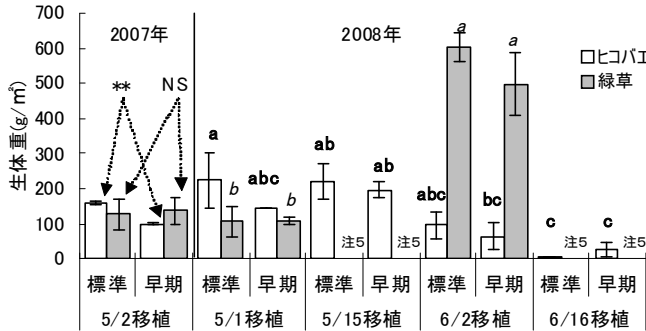


図7 中干し時期別ヒコバエと緑草の生体量

注1) 供試品種は「コシヒカリ」。  
 注2) エラーバーは標準偏差を示す。  
 注3) 各年毎の英小文字の同一符号間では有意水準5%で差がないことを示す(Tukey法)。ただし、太字はヒコバエ、斜体は緑草を表わし同一書体間のみ関係を示す。  
 注4) \*\*およびNSは1%水準で有意差ありおよび有意差なしを示す(t検定)。  
 注5) 2008年5/15植と6/16植は雑草のデータなし。

によって中干し時期の影響は異なった。緑草の発生量については中干し時期の影響は判然としなかった。

ヒコバエの初重は有意差はみられなかったものの、5月移植では早期区が標準区に比べ30%以上少なく、玄米重でも同様であった(図8)。

出穂前後各3週間の水管理がヒコバエの生育および緑草の発生に及ぼす影響について図9に示した。出穂前後常時湛水した湛水区のヒコバエ生体量が226g/m<sup>2</sup>で、間断灌漑した間断区に比べ有意差はなかったもののやや多く、緑草量は逆に間断灌漑区の方が約3倍多かった。また、初重と玄米重は両区の間で差はみられなかった(図10)。

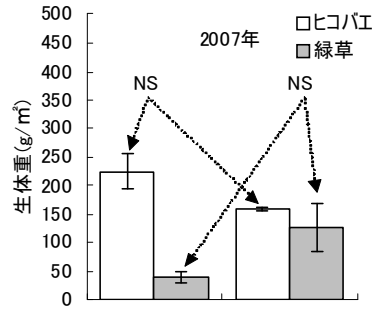


図9 出穂前後の水管理別ヒコバエと緑草の生体量

注1) 供試品種は「コシヒカリ」。  
 注2) エラーバーは標準偏差を示す。  
 注3) NSは1%水準で有意差がないことを示す(t検定)。

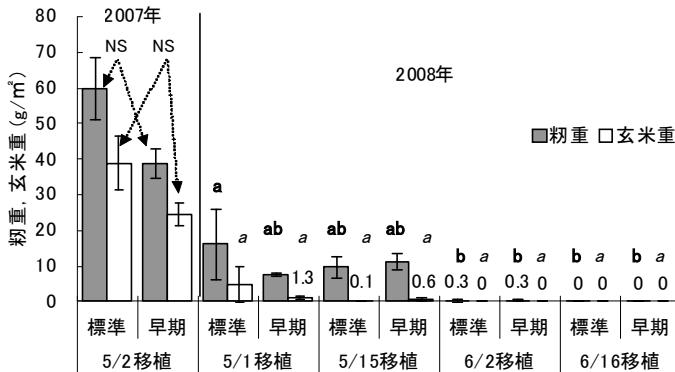


図8 中干し時期別ヒコバエの初重と玄米重

注1) 供試品種は「コシヒカリ」。  
 注2) エラーバーは標準偏差を示す。  
 注3) 各年毎の英小文字の同一符号間では有意水準5%で差がないことを示す(Tukey法)。ただし、太字は初重、斜体は玄米重を表わし同一書体間のみ関係を示す。  
 注4) NSは1%水準で有意差がないことを示す(t検定)。

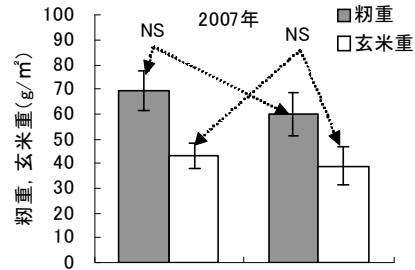


図10 出穂前後の水管理別ヒコバエの初重・玄米重

注1) 供試品種は「コシヒカリ」。  
 注2) エラーバーは標準偏差を示す。  
 注3) NSは1%水準で有意差がないことを示す(t検定)。

表11 中干し時期別および出穂前後各3週間の水管理別本作水稻の収量・玄米外観品質

年度	試験区	移植日	成熟期	ワラ重(kg/a)	精玄米重 <sup>注1)</sup> (kg/a)	玄米外観品質(%) <sup>注3)</sup>			
						整粒	白未熟粒 <sup>注4)</sup>		
2007年	中干し	標準区	5月2日	9月4日	44.4	43.0	(100) <sup>注2)</sup>	68.7	5.7
		早期区	5月2日	9月4日	44.6	43.2	(100)	69.6	6.2
	出穂前後水管理	間断区	5月2日	9月4日	44.4	43.0	(100)	68.7	5.7
		湛水区	5月2日	9月4日	49.1	43.1	(100)	69.8	4.9
2008年	中干し	標準区	5月1日	9月2日	41.1	52.7	(100)	76.6	8.8
		早期区	5月1日	9月2日	38.0	51.0	(97)	74.4	9.6
	標準区	5月15日	9月8日	49.6	54.6	(100)	72.5	10.5	
	早期区	5月15日	9月8日	44.6	51.5	(94)	75.2	10.6	
	標準区	6月2日	9月16日	46.9	61.2	(100)	79.6	7.1	
	早期区	6月2日	9月16日	48.8	63.0	(103)	77.3	8.8	
	標準区	6月16日	9月22日	49.4	54.9	(100)	73.0	8.3	
	早期区	6月16日	9月22日	46.6	54.8	(100)	73.4	7.3	

注1) 精玄米重は粒厚1.8mm以上、水分15%換算値。

注2) 標準区を100としたときの割合。

注3) 玄米外観品質判定は粒厚1.8mm以上の玄米を用いS社製穀粒判別器RGQI10で行った。

注4) 白未熟粒は乳白粒、基白粒、腹白粒の合計。



調査を行ったほ場の本作水稲の収量・玄米外観品質を表 11 に示した。中干し時期別では、精玄米重と玄米外観品質は年次や移植時期によって傾向が異なっており、中干し時期の影響は判然としなかった。出穂前後各 3 週間の水管理別では、湛水区の精玄米重、白未熟粒率および整粒率が 43.2kg/a、4.9%および 69.8%であり、間断区の 43.0kg/a、5.7%および 68.7%と比べて、収量および玄米外観品質が同等以上であった (表 11)。

### 3. 2. 4 穂肥施用時期および実肥

2 回目穂肥の施用時期がヒコバエの生体重、籾重、玄米重および緑草量に与える影響については図 11、12 に示した。2007 年および 2008 年の両年とも移植時期に関係なく、晩期区のコバエの生体重と緑草量は早期区とほとんど差は見られなかったが、籾重と玄米重は晩期区が早期区に比べ多い傾向がみられた。

実肥の施用がヒコバエの生体重および緑草量に与える影響については図 13 に示した。実肥区のコバエ生体重が有意差はみられなかったものの 127g/m<sup>2</sup>で慣行区に比べやや多かったが、緑草量は慣行区の方が施用区よりやや多かった。籾重、玄米重は施用区が慣行区に比べて多かった (図 14)。

調査を行ったほ場の本作水稲の収量・玄米外観品質について表 12 に示した。2 回目穂肥施用時期では、2007 年の全ての移植時期と 2008 年の 6 月移植において晩期区は早期区と比べて、精玄米重が同等あったが、白未熟粒率が低くなり、整粒率が高くなる傾向がみられた。しかし、2008 年の 5 月移植の 2 区では晩期区は早期区に比べて精玄米重がやや少なくなる傾向がみられた (表 12)。

### 3. 2. 5 刈り取りの高さ

コンバインによる刈り取りの高さとヒコバエの生育および収量との関係を図 15、16 に示した。高刈りした両区でヒコバエ生体重は通常区に比べて同等かやや小さくなったが、籾重および玄米重は通常区と比べて同等か大きくなった。

### 3. 2. 6 耕起

プラウ耕起とロータリ耕起によるヒコバエの残存量は、プラウ耕起の生体重が 24 g/m<sup>2</sup>で、ロータリ耕起に比べ約 1/6 であった (図 17)。

ロータリ耕起方法別の碎土率は、2 回耕起区 > 高速回転区 > 深耕区 > 対照区 > 速走行区の順に高く、2 回耕起区と高速回転区では 4 cm 未満の土壌の割合が約 50%以上と他区に比べ高かった (図 18)。

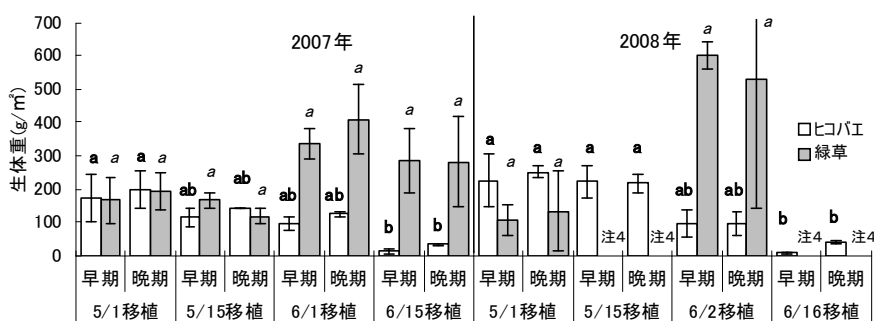


図 11 2 回目穂肥施用時期別ヒコバエと緑草の生体重

注 1) 供試品種は「コシヒカリ」。  
注 2) エラーバーは標準偏差を示す。  
注 3) 各年毎の英小文字の同一符号間では有意水準 5% で差がないことを示す (Tukey 法)。ただし、太字はヒコバエ、斜体は緑草を表わし同一書体間のみ関係を示す。  
注 4) 2008 年 5/15 植と 6/16 植は雑草のデータなし。

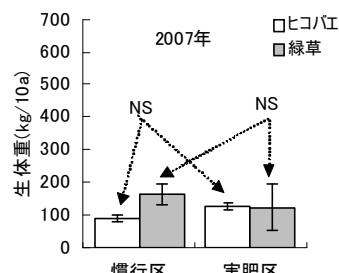


図 13 実肥施用によるヒコバエと雑草の生体重

注 1) 供試品種は「コシヒカリ」。  
注 2) エラーバーは標準偏差を示す。  
注 3) NS は 1% 水準で有意差がないことを示す (t 検定)。

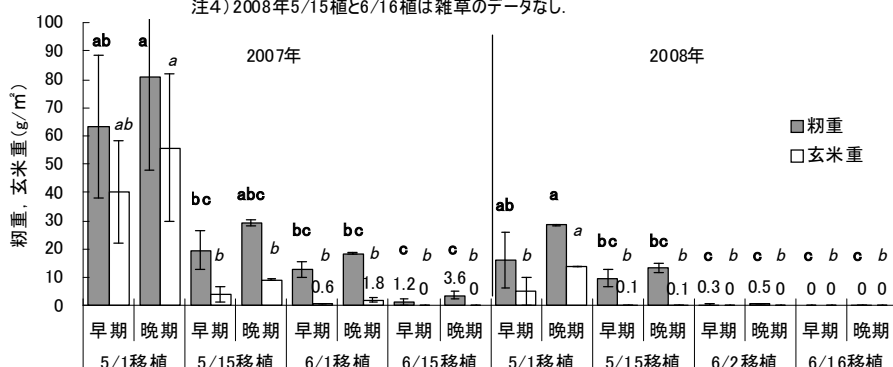


図 12 2 回目穂肥施用時期別ヒコバエの籾重と玄米重

注 1) 供試品種は「コシヒカリ」。  
注 2) エラーバーは標準偏差を示す。  
注 3) 各年毎の英小文字の同一符号間では有意水準 5% で差がないことを示す (Tukey 法)。ただし、太字は籾重、斜体は玄米重を表わし同一書体間のみ関係を示す。

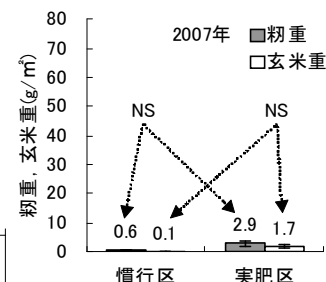


図 14 実肥の施用がヒコバエの籾重・玄米重に与える影響

注 1) 供試品種は「コシヒカリ」。  
注 2) エラーバーは標準偏差を示す。  
注 3) NS は 1% 水準で有意差がないことを示す (t 検定)。

表12 2回目穂肥施用時期別本作水稻の収量・玄米外観品質

年度	試験区	移植日	成熟期	ワラ重 (kg/a)	精玄米重 (kg/a)	玄米外観品質 (%)	
						整粒	白未熟粒
2007年	早期区	5月1日	9月4日	44.8	40.6 (100)	63.8	6.3
	晩期区	5月1日	9月4日	47.3	41.6 (102)	72.9	4.1
	早期区	5月15日	9月7日	46.7	52.1 (100)	60.3	6.2
	晩期区	5月15日	9月7日	48.2	53.0 (102)	76.3	4.5
	早期区	6月1日	9月14日	41.9	42.6 (100)	77.0	5.2
	晩期区	6月1日	9月14日	47.4	43.2 (102)	75.1	4.0
	早期区	6月15日	9月21日	37.4	48.3 (100)	87.4	3.7
	晩期区	6月15日	9月21日	41.9	48.8 (101)	88.2	1.8
2008年	早期区	5月1日	9月2日	41.1	52.7 (100)	76.6	8.8
	晩期区	5月1日	9月2日	41.6	50.6 (96)	77.8	8.2
	早期区	5月15日	9月8日	49.6	54.6 (100)	72.5	10.5
	晩期区	5月15日	9月8日	51.6	53.1 (97)	75.7	9.5
	早期区	6月2日	9月16日	46.9	61.2 (100)	79.6	7.1
	晩期区	6月2日	9月16日	50.1	62.0 (101)	81.1	5.6
	早期区	6月16日	9月22日	49.4	54.9 (100)	73.0	8.3
	晩期区	6月16日	9月22日	49.5	54.1 (99)	76.8	4.3

注1) 精玄米重は粒厚1.8mm以上、水分15%換算値。

注2) 早期区を100としたときの割合。

注3) 玄米外観品質判定は粒厚1.8mm以上の玄米を用いS社製穀粒判別器RGQ10で行った。

注4) 白未熟粒は乳白粒、基白粒、腹白粒の合計。

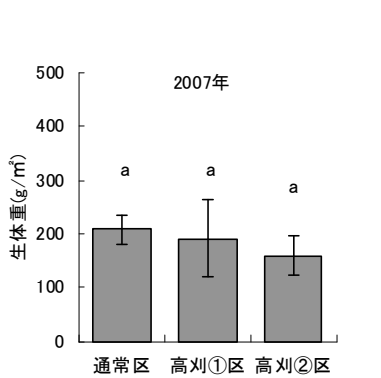


図15 刈り取りの高さ別ヒコバエの生体重

注1) 供試品種は「コシヒカリ」。  
注2) エラーバーは標準偏差を示す。  
注3) 英小文字の同一符号間では有意水準5%で差がないことを示す (Tukey法)。

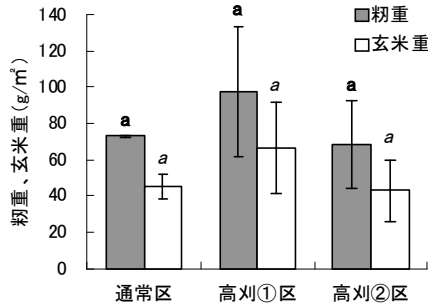


図16 刈り取りの高さがヒコバエの籾重と玄米重に与える影響

注1) 供試品種は「コシヒカリ」。  
注2) エラーバーは標準偏差を示す。  
注3) 英小文字の同一符号間では有意水準5%で差がないことを示す (Tukey法)。  
ただし、太字は籾重、斜体は玄米重を表わし同一書体間のみの関係を示す。

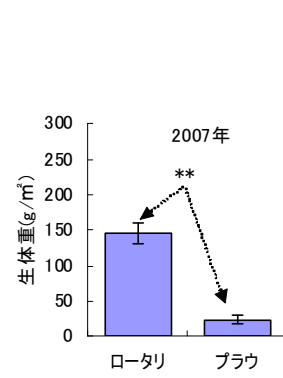


図17 耕起方法別ヒコバエの残存量

注1) 供試品種は「コシヒカリ」。  
注2) エラーバーは標準偏差を示す。  
注3) \*\*は1%水準で有意差があることを示す (t検定)。

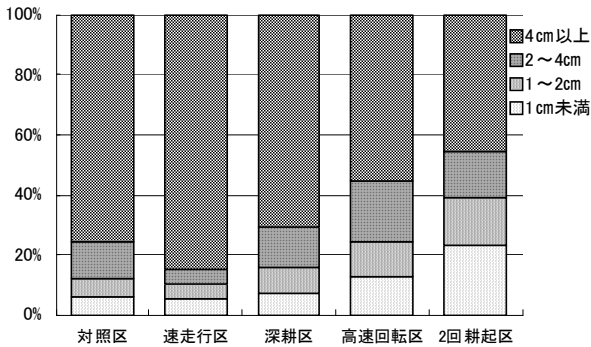


図18 ロータリ耕起方法別砕土率

注1) 土塊の大きさ別の乾土重の割合。  
注2) 耕起時の土壌水分率29.6%。

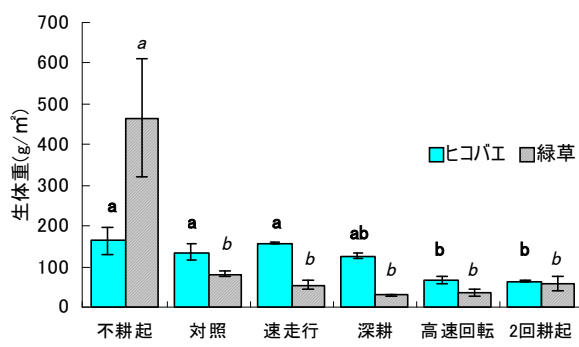


図19 ロータリ耕起方法別ヒコバエと緑草の残存量

注1) 供試品種は「レーク65」。  
注2) エラーバーは標準偏差を示す。  
注3) 英小文字の同一符号間では有意水準5%で差がないことを示す (Tukey法)。  
ただし、太字はヒコバエ、斜体は緑草を表わし同一書体間のみの関係を示す。

ロータリ耕起後、地上に残存したヒコバエ生体重は、速走行区>対照区>深耕区>高速回転区>2回耕起区の順に多く、高速回転区と2回耕起区が約70g/m<sup>2</sup>で、不耕起区、対照区に比べ半分以下であった。また、緑草の残存量は、ロータリ耕区では不耕起区に比べ1/5以下と少なく、ロータリ耕区間では対照区に比べ深耕区、速回転区が少なかった (図19)。

また、単位面積当りの作業時間は、深耕区と高速回転区では約45分/10aであり、対照区と同等であったが、速走行区で1/2、2回耕起区では2倍であった (図20)。単位面積当たりの軽油消費量は、速走行区と高速回転区では約1,000ml/10aと対照区に比べ同等であったが、深耕区と2回耕起区は約2倍であった (図21)。

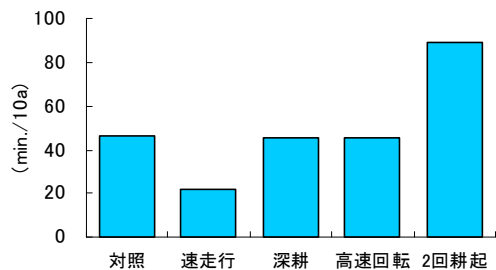


図20 ロータリ耕起方法別作業時間

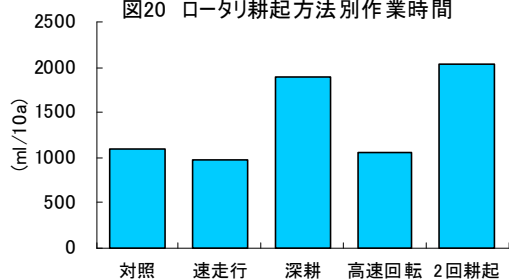


図21 ロータリ耕起方法別軽油消費量

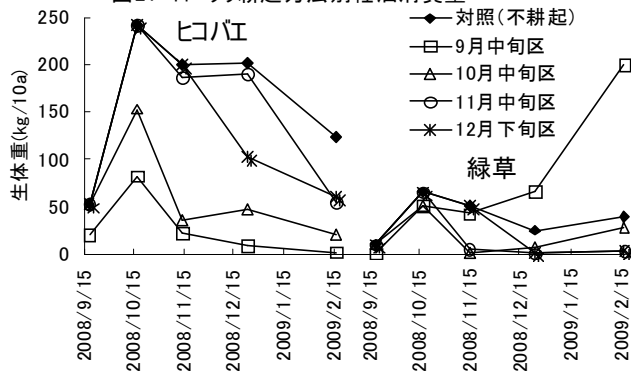


図22 耕起時期別ヒコバエと緑草の生体重の推移(2008年)

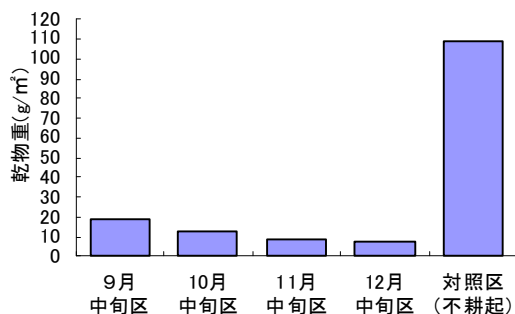


図23 耕起時期別の水田内緑草量(2009年)

2008年の耕起時期別のヒコバエ生体重と緑草発生量の推移を図22に示した。9月中旬耕起ではヒコバエ生体重は最も少なく推移するものの、緑草発生量が12月24日には63g/m<sup>2</sup>と不耕起を含めた全区の中で最も多くなり、2月16日には209g/m<sup>2</sup>に急増した。11月中旬耕起と12月下旬耕起では、緑草発生量が耕起後から2月16日まで6g/m<sup>2</sup>以下と不耕起、9月中旬耕起より少なく推移したが、それぞれ耕起直後から2月16日までヒコバエ生体重は9月中旬耕起10月中旬耕起と比べ2倍以上であった。2009年の耕起時期別の緑草発生量を図23に示した。不耕起の対照区の緑草が108g/m<sup>2</sup>と最も多く、耕起した区は9月中旬区が18g/m<sup>2</sup>で耕起時期が遅くなるほど緑草量が少なくなり、12月中旬区は8g/m<sup>2</sup>と最も少なくなった。

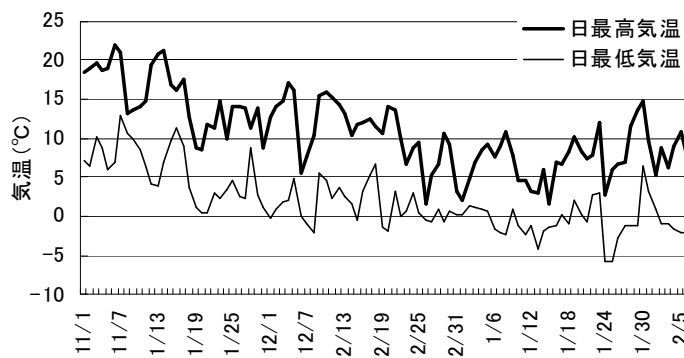


図24 冬期湛水期間の気温の推移 (注)湖北分場における観測値。

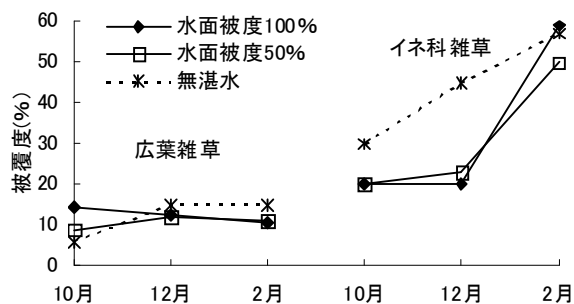


図25 広葉およびイネ科雑草の被覆度の推移 (冬期湛水)

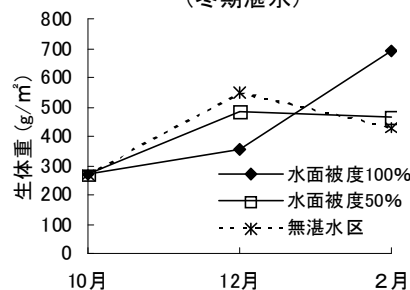


図26 緑草発生量(冬期湛水)

### 3. 2. 7 冬期湛水

冬期湛水期間中の日最高气温および日最低气温について図24に示した。日最低气温が氷点下となった日数は12月が9日、1月は18日であった。積雪日数は13日であったが、水面被度100%区では積雪は見られず、水面被度50%区では積雪が見られたものの、無湛水区の積雪よりも少なかった。

広葉雑草の地表被覆度は、水面被度100%区では徐々に減少して2月には10.5%となり、水面被度50%区でも湛水開始から一旦増加したものの、12月以降は水面被度100%区と同程度となり、いずれの区も無湛水区に比べやや少なかった(図25)。イネ科雑草の地表被覆度は、無湛水区が12月時点で45%を占め、湛水区では湛水当初からの増加が緩慢でともに20%程度で推移し、無湛水区に比べ約1/2となったが、2月にはいずれの区も大差なかった(図25)。

緑草量は、12月は水面被度100%区が無湛水区より少ない傾向であったが、2月では水面被度100%区のイネ科雑草が枯死しなかったため、無湛水区より多かった(図26)。

#### 4. 考察

本試験は、獣害が起こる背景の一つである里のエサ場価値を向上させている要因のうち、水稻収穫後に発生するヒコバエおよび緑草に着目し、その採食実態と解消方法を明らかにする事を目的に行った。

まず、水稻ヒコバエの生育と採食実態について述べる。県内におけるコシヒカリのヒコバエ生育量は 156~1,760kg/10a で、気象条件や土壌条件が異なってもヒコバエが発生していることが裏付けられた。ヒコバエの生育は光、気温<sup>8)</sup>、稈基の貯蔵養分量<sup>9)</sup> 施肥<sup>22)</sup> などの気象条件や土壌条件に影響を受けることが知られており、調査した6地点でも気温の推移や施肥法、水管理などの栽培管理法が異なるため、生育量に差が見られ、日野町平坦地では堆肥の施用が盛んで地力が高いことがヒコバエの発生量が突出して高かった原因ではないかと推察される。ニホンジカの成獣は第1胃の容量が7~8kgで、これを常に満腹状態にするようにエサを食べる習性があり、1~4月に野生のニホンジカを用いた給餌試験では1頭につき1日当たり2kg程度給餌飼料を採食し<sup>16, 17)</sup>、給餌がシカの死亡率を緩和している<sup>18)</sup>ことが報告されており、高島市では156kg/10aのヒコバエが存在していたことから、1筆30aのほ場とすれば野生のニホンジカを200日以上養えるだけのエサ量が1筆の水田で賄われることになる。実際の採食量でも2地点の平均で約50kg/10aであり、また、イノ

シも水稻のヒコバエを採食しており<sup>4, 5)</sup>、寒地型牧草を冬~春期に地上部現存量の約半分採食するという報告<sup>20)</sup>がある。このことから、本県においても秋季に発生するヒコバエが、良質なエサとして野生獣に相当量供給されていることが示され、死亡率を緩和している可能性が示唆された。

ヒコバエの採食時期は、9月上旬収穫の早生品種の「コシヒカリ」の場合、ヒコバエの分けつが旺盛になる10月上旬頃に山に隣接する水田から始まり、分けつ終期の10月下旬には急激に増加した。ヒコバエを採食させないためには10月中旬を目安とし、山に近いほ場から早めに対策を講じることが有効と考えられた。

次に、ヒコバエを抑制させる営農管理技術について述べる。

品種では成熟期が遅いほどヒコバエ生体重は少なく、特に極早生~早生と中生~晩生とで大きな差が認められた。一般にヒコバエは気温が高いほど生育が旺盛となることがポット試験の結果から明らかにされている<sup>8)</sup>。また、水稻の冷害、冷温障害に関する知見では、平均気温20℃が開花および受精、10℃が出葉の限界温度であり、平均気温17℃が7日以上続くと不稔が多発、平均気温13℃以下で不稔歩合85%、10~12℃でほとんどが不稔となり、最低気温が10℃を下回ると登熟が停止するとされており<sup>19)</sup>、気温とイネの初期生育との関係はイネ幼植物の生長速度の報告で、生長速度は18℃以下で低下が大きくなり、12℃以下になると急激に低下すると報告されている<sup>10)</sup>。本試験では、2007、2008年の半旬別平均気温は20℃を9月下旬~10月上旬、17℃を10月中旬~下旬、12℃を11月中旬に下回り、最低気温は10℃を10月下旬~11月上旬に下回って推移した(図27)。ヒコバエは収穫から3~4週間後に出穂しており、2008年の試験では極早生品種の「あきたこまち」は8月下旬、早生品種の「コシヒカリ」は9月上旬に収穫したことから、両品種はヒコバエの出穂期に平均気温が20℃以上あり、開花、受精が可能であったと考えられる。「コシヒカリ」はその後の低温で登熟が進まなかったため、籾重に対しての玄米重が「あきたこまち」に比べ小さかったと考えられる。中生品種の「日本晴」は9月下旬と晩生品種の「ヒノヒカリ」は10月上旬に収穫し、10月中旬には

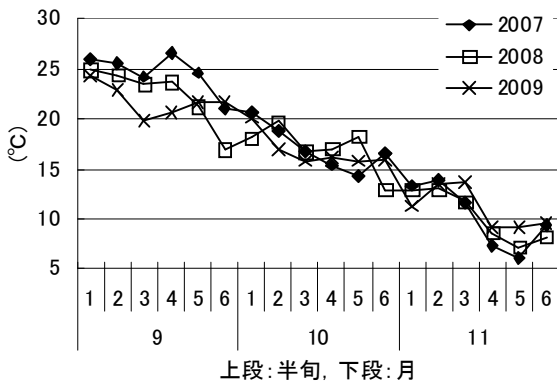


図27 半旬別平均気温の推移

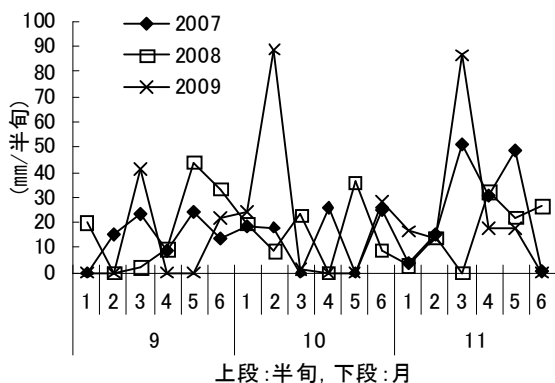


図28 半旬別降水量の推移

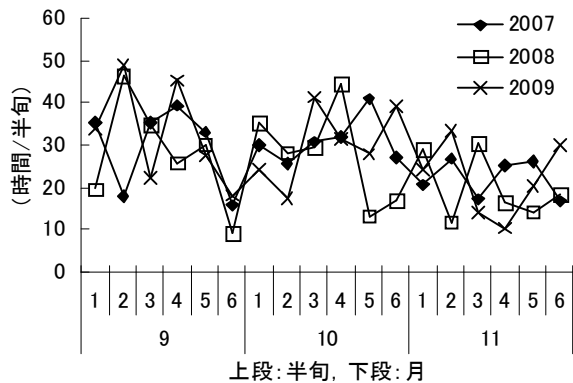


図29 半旬別日照時間の推移

平均気温が18℃を下回り、生育速度が抑制されたために、出穂まで至らず、籾がほとんど見られなかったと推察された。また、11月中旬に12℃を下回り、全ての品種でヒコバエの葉色がそれ以降急激に低下したことから、ヒコバエもイネ幼植物と同様に低温の影響を受け、生育が停止したと考えられた。このことから、作付け品種を熟期の遅い品種へ転換することは、獣害対策の観点から気象や栽培管理条件に関わらずヒコバエを抑制させることが可能であると言える。

次に、移植時期では、ヒコバエの生育量は、6月移植が5月移植に比べ少なくなり、特に稔実籾の量では生育期間中高温であった2007年もほとんど見られなかった。同じ移植時期でも2007年のヒコバエの籾重および玄米重が2008年と比べてかなり多くなり、ヒコバエの生育は年次間差が大きいと考えられた。半旬別平均気温は2007年9月～10月第1半旬は2008年と比べて高く、20℃を下回ったのが2007年10月第2半旬、2008年9月第6半旬と2半旬の差があり、この差がヒコバエの開花、受精の成否に影響したと考えられる。両年の日照、降水量とヒコバエの生育の年次間差との関係は見られず、気温の影響が大きいと推察された。

近年、登熟期間中の高温で玄米外観品質が悪化することによる早生品種の1等米比率の低下が全国的な問題となっている。その対策として遅植えが推奨されており、本試験においても6月移植の本作の収量および玄米外観品質が5月移植に比べて同等以上となり、ヒコバエの発生が抑えられ、かつ餌場価値を低減させる獣害防止技術としても重要な対策であることが明白となったことは意義深い。ただし、本試験では移植時期が遅いほどヒコバエが抑制されたが、緑草量は有意差が見られなかったものの逆に多かった。収穫後に発生する畑雑草は本作水稲の栽培期間は湛水で抑制されており、収穫後の環境が影響していると考えられる。雑草の発生には温度、土壌水分、光、ガス条件が関与し、温度と土壌水分が大きく影響しており、草種によりそれぞれ好適な範囲があること、地表面では降雨数日後には土壌水分が出芽限界以下となることが知られている<sup>12)</sup>。2008年は9月前半に降雨が少なく9月後半～10月上旬に降雨が多かったこと(図28)によって、収穫時期が9月後半となった6月移植が土壌水分が適度に保たれ緑草の発生が多くなったとも考えられるが、2007年は9月～10月上旬の降雨量は同程度であったにもかかわらず、5月移植に比べて収穫時期が遅く気温の低い6月移植が緑草の発生が多かった。このことから、雑草の埋土種子量がほ場間で違っていた可能性もあり、移植時期と緑草量との関係はさらに検討が必要であるが、本試験の結果から遅植えは緑草もエサにさせない対策として秋耕との組み合わせが重要と考えられる。

中干し時期では、ヒコバエの生体重、籾重および玄米重は、5月移植では早期に実施することで標準に比べ減少する傾向がみられた。ヒコバエの発生は節位がX、XIからの1次分

げつや、IV～VIIからの2次分げつが多いという報告<sup>23)</sup>があり、これらの分げつが早期の中干しにより抑制され、ヒコバエの茎数が減少したためではないかと考えられる。しかし、6月16日移植では中干しがヒコバエの発生量に与える影響はみられず、2007年の出穂前後各3週間常時湛水した区や2008年の5月移植の区で中干しを早期に開始することによって標準よりも本作における収量が減少しており、中干しの早期開始は、移植時期が早く地力が高く毎年茎数が過剰に多くなるほ場に限定するなど慎重に検討する必要がある。

出穂前後各3週間の水管理では、ヒコバエの生体重は、常時湛水が間断湛水に比べて多くなったが、籾重および玄米重は差がみられなかった。ヒコバエの生体重が異なった要因については、将来ヒコバエとなる分げつ芽は本作の成熟期にはすでに幼穂の分化が見られ、葉の分化はもっと早い段階で進んでいること<sup>22, 23)</sup>から水管理が分げつ芽の生長に影響を与えたと考えられるが、湛水は肥効を長期間保持させる働きがあり<sup>3)</sup>、ヒコバエの再生重は稈の貯蔵養分量に依存していること<sup>9)</sup>から、湛水によって肥効が保持され収穫時における稈の貯蔵養分量が増加しヒコバエの生体重に影響を与えたと考えられ、さらに検討が必要である。また、緑草の生体重は常時湛水が間断湛水に比べて少なく、米品質向上の面から出穂前後各3週間の常時湛水が推進されていることもあり、ヒコバエと緑草をあわせた水田全体のエサ量は出穂前後の水管理で減らすことは難しいと考えられた。

2回目の穂肥を施用する時期では、出穂11日前は出穂4日前の施用と比べ籾重および玄米重がやや少なくなり、実肥を施用すると、施用しなかった区に比べて、ヒコバエの生体重、籾重および玄米重が多い傾向がみられたことは、穂肥の施用を遅らせたり、実肥を施用することにより、前述した稈の貯蔵養分量が増加したことによる影響ではないかと推察された。ただし、本作の玄米外観品質が、2回目の穂肥の晩期施用が早期施用より向上する傾向がみられたことや、品種や移植時期がヒコバエの生育に与える影響と比べて穂肥の影響が小さいことから、穂肥は本作の玄米外観品質や食味を重視した体系で施用することが良いと考えられる。

秋耕については、プラウ耕起がロータリ耕起に比べヒコバエの残存量が少ないことから、プラウ耕起ができるほ場では有機物の鋤込みや深耕など土づくりと兼ねて行うとよい。しかし、プラウ耕起は専用の刃に交換しなければならず、田植機作業の整地均平に時間を要するなどの理由で、一般的にロータリ耕起が主流を占めている。

そこで、ロータリ耕起によるヒコバエの適切な解消法について試験を行ったところ、ロータリの高速回転および2回耕起がヒコバエの埋没に効果が認められた。しかし、2回耕起では作業時間が長く、燃料の消費量が多かったことから、慣行と同等の作業時間と燃費でヒコバエを効率よく埋没させる方法としてロータリの高速回転が適当で、トラクタのPTO

変速を1つ上げ、ロータリ回転数を通常より30%程度速くすればよいと考えられた。ただし、耕起時期が10月上旬までの早い時期に行くと、緑草量が多くなるため、10月中旬以降に実施することが望ましいと思われた。

次に、刈り取りの高さについては、収穫後湛水、施肥した条件下で低刈りに比べて高刈りがヒコバエの玄米収量が多くなると報告されている<sup>21)</sup>が、本試験では刈り取りの高さに関わらずヒコバエの生育量に差が認められなかった。しかし、現地の観察では採食痕から刈り株のワラの中まで食べることはなかったため、刈り高を高くすることでヒコバエの穂の緑化部分がワラに隠れ、結果として1株の採食量が少なくできるのではないかと推察された。

次に、冬期湛水については、本試験では緑草の発生量が湛水開始から12月までは抑えられたものの、気温が氷点下となったり、積雪がみられた日数が多くなった1月を境に2月については湛水している方が雑草の発生量が多くなった。これは、低温や積雪による緑草の枯死や生育停滞が、湛水することによって軽減されたためと考えられた。冬期に気温が氷点下になることが少なく、積雪も少ない地域において冬期湛水が緑草の発生量に与える影響や、水面下の緑草を野生獣がどの程度採食するのかさらに検討が必要である。

以上のことから、水稻収穫後のヒコバエ発生を抑制するには、成熟期の遅い品種の作付け、6月以降の移植、5月移植における早期中干し、プラウ耕起(反転耕)の実施、ロータリ回転数が通常より高速のロータリ耕起および10月中旬以降の秋耕の組合せが有効であり、本作の収量および玄米外観品質を落とすことなく、水田の秋冬期における野生動物に対する餌場価値を低減できると考えられた。

しかし、成熟期の遅い晩生品種の導入については、各地域の水利の状況によっては収穫まで用水の確保が困難であったり、水稻跡作の作業との競合、流通戦略上の品種選定の問題から獣害対策の観点からとも言っても晩生品種に切り替えることは困難であり、秋耕についても湿田で作業ができない、滋賀県湖北地域などの時雨の多い地域では春先まで不耕起で耕盤を固めたい等、地域の様々な事情によりすぐには実施できるとは限らない。また、野生獣による農作物被害の発生している地域では、生産者は被害リスクを最小限に留めたい心理から収穫が早い品種を栽培したいという意向が強く、そのためそれらの地域は特に極早生～早生品種の作付けが多い。また、獣害多発地域は中山間地が多く傾斜や農地の地理的な要因によりほ場の区画が小さいことが多いため大型の機械作業に向かない。耕起作業も平坦地に比べて労力がかかるなど、特に制限要因が多い。そのため、本成果を普及に移していくためには、ヒコバエの解消が困難な場合は、水田ごと電気柵で囲うなどの方策も含め、米の品質向上のための遅植え、あるいは土づくりとしての秋耕といった他の意味合いを持たせながら、地域の諸条件に応じた対応が必要であると思われる。

## 5. 謝辞

本試験の遂行に当たり、元農業技術振興センター湖北分場の奥谷昌朗技師(現守山養護学校)、故林重行技師、大澤宏史技師(現水産試験場)、佐野敬次嘱託、八木繁美嘱託には、現地および場内試験の各種調査で多大なご協力を賜った。また、近畿中国四国農業研究センターの井上雅央博士、中央農業研究センターの百瀬浩博士には適切なご助言を頂いた。ここに記して深謝の意を表す。

## 6. 引用文献

- 1) 有房詩織・石川尚人・加藤盛夫・林久喜・軽部潔・菅原慶子(2010) 水稻収穫後の再生イネの生長および乾物収量と飼料化の可能性. 筑波大農林研報 23: 15-21.
- 2) 後藤雄佐・山本由徳・新田洋司・斎藤満保・中村聡(1995) 水稻再生二期作解析のための分けつ性の研究. 日作紀 64(別2号): 119-120.
- 3) 花田毅一(1990) 分けつの発育に対する環境条件の影響. 松尾孝嶺ら編, 稲学大成第1巻形態編. 195. 農文協, 東京.
- 4) 細井栄嗣(2007) イノシシは何を食べているのか, 圃場と土壌 2007年12月号: 21-26. 日本土壌協会, 東京.
- 5) 細井栄嗣(2007) 捕獲個体からみた食性及び年齢構成の分析, 先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「イノシシの生態解明と農作物被害防止技術の開発」成果パンフレット(1系), 独立行政法人農業・食品産業総合技術研究機構.
- 6) 井上雅央・米田健一・國本佳範・藤平拓志・竹中勲・室山泰之・山田彩(2004) サル・シカの冬期のエサ源となる緑草帯の形成とその抑制法. 平成16年度近畿中国四国農業成果情報: 191-192.
- 7) 井上雅央(2008) これならできる獣害対策. 12-181. 農文協, 東京.
- 8) Ichii, M. (1982) The Effect of Light and Temperature on Rice Plant Ratoons. *Japan. Jour. Crop Sci.* 51(3): 281-286.
- 9) Ichii, M. (1983) Effect of Food Reserves on the Ratoon Growth of Rice Plant. *Japan. Jour. Crop Sci.* 52(1): 15-21.
- 10) Kabaki, N., T. Yoneyama & K. Tajima. (1982) Physiological Mechanism of Growth Retardation in Rice Seedlings as Affected by Low Temperature. *Japan. Jour. Crop Sci.* 51(1): 82-88.
- 11) 奈良県農業総合センター(2008) 獣害に強い栽培管理. 農作物鳥獣害対策指導指針: 40-84.
- 12) 野口勝可(1997) 畑地雑草の発生生態とその防除, 岡田

- 齊夫ら編, 植物防疫講座第3版雑草・農薬・行政編, 75-77. 日本植物防疫協会, 東京.
- 13) 農林水産省 (2006) 鳥獣被害の現状と要因, 野生鳥獣被害防止マニュアル—生態と被害防止対策(基礎編)—. [http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/h\\_manual/h18\\_03/pdf/data1.pdf](http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/h_manual/h18_03/pdf/data1.pdf) (2011/1/5 閲覧)
- 14) 農林水産省 (2008) 全国の野生鳥獣類による農作物被害状況.
- 15) 農林水産省 (2009) 鳥獣被害対策の取組. 食料・農業・農村白書: 234-236
- 16) 大沢洋一郎・古林賢恒・山根正伸・羽山伸一・永田幸志 (1994) 給餌が植林地のシカの生態に与える影響(継続). 第1期・第2期プロナトゥーラ・ファンド助成成果報告書: 148-167.
- 17) 大沢洋一郎・古林賢恒・山根正伸・永田幸志・羽山伸一 (1995) 給餌が植林地のシカの生態に与える影響. 第3期プロナトゥーラ・ファンド助成成果報告書: 56-63.
- 18) 高槻成紀・南正人・大西信正・伊藤健彦 (1998) 半野生シカの給餌が栄養と個体群動態に及ぼす影響—1997年に起きた金華山島のシカの大量死—. 第7期プロナトゥーラ・ファンド助成成果報告書: 45-51.
- 19) 東北農業研究センター水稲冷害研究チーム. 図説: 東北の稲作と冷害 3 冷害など気象被害監視編 2) 監視のポイント. <http://www.reigai.affrc.go.jp/zusetu/zusetu.html> (2011/1/26 閲覧).
- 20) 上田弘則・高橋佳孝・井上雅央 (2008) 冬季の寒地型牧草地はイノシシ (*Sus scrofa L.*) の餌場となる. 日草誌 54 (3): 244-248.
- 21) 山本由徳・石川陽介・新田洋司・平山修造 (1997) 暖地水稲の再生二期作に関する研究—特に品種, 一期作の収穫時期および刈取りの高さの影響—. 日作紀 66 (別2号): 37-38.
- 22) 吉田智彦・穂園咲子 (1992) 早期コシヒカリ再生株の生育・収量. 日作九支報 59: 27-28.
- 23) 吉田智彦・穂園咲子 (1995) 早期水稲再生芽の成長に関する研究. 日作紀 64 (1): 1-6.

## Summary

To reduce the feeding area value of paddy fields as a countermeasure against animal damage to agricultural crops, the actual status of grazing on paddy rice ratoons by wild mammals was clarified, and farming practices for reducing ratoon production was established. The results are summarized as follows:

- 1) The fresh weight of ratoon areal part was 156 to 1,760 g/m<sup>2</sup> at six locations in Shiga Prefecture, including two where herbage intake was determined to be about 50 g/m<sup>2</sup>.
- 2) The following farming managements proved effective in suppressing ratoon growth. ① Choice of a late-maturing variety of rice, ② transplantation after June, ③ early midseason drainage in May transplanting, ④ plowing (upside-down plowing), ⑤ tillage at a higher-than-usual rotor speed, and ⑥ plowing after mid-October.
- 3) Although the amount of green grass produced in paddy fields increased with June transplantation compared with May transplantation, this was suppressed by plowing after mid-October.

These findings suggest that the fall-to-winter feeding area value of paddy fields for wild animals can be reduced by combining a variety of farming practices for suppressing the emergence of ratoons.

