

有機栽培水稲における中干し期間の違いがトビイロウンカの発生数に及ぼす影響

池内温* 窪田聖一

The effect of mid-summer drainage days at the organic paddy field on population growth of the brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal)

IKEUCHI Sunao and KUBOTA Seiichi

要 旨

水稲の普通期栽培では、トビイロウンカは秋季に稲を枯死させ、減収被害をもたらすため、重要害虫とされている。特に、有機栽培では農薬が使えないため、被害がさらに深刻になる。水稲の栽培管理では、夏期に無効分げつ過繁茂抑制等を目的に水田内を乾かす中干しを行うが、この管理は、水面に近い株元を好むトビイロウンカにとって不利な生育環境になると考えられる。そこで、トビイロウンカの幼虫発生期間における中干しの長さがトビイロウンカの発生に及ぼす影響について検証した。

2014年に、中干し短期として、中干し期間4日間と、中干し長期として中干し期間20日間行ったほ場においてトビイロウンカの発生数を調査した。その結果、成虫発生数は、9月下旬のピーク時点で、中干し長期0.2頭/株、中干し短期4.0頭/株、幼虫発生数は10月中旬のピーク時点で、中干し長期3.5頭/株、中干し短期27.4頭/株となり、中干し長期の発生が明らかに少なくなった。

温度とトビイロウンカの孵化幼虫数および幼虫の生存率についてグロースチャンバーで調査したところ、孵化幼虫数および若齢幼虫の生存率は、最高40℃の方が、最高37℃に比べ、20から30%低かった。老齢幼虫は放飼10日目までは差がなかったが、その後、最高40℃の方が生存率は低くなった。

これらの結果から、中干しを長期間行くと、ほ場内の温度が高くなり、トビイロウンカの生存率が低下するためほ場内での発生数が抑制されると考えられた。

キーワード：有機栽培水稲，中干し，トビイロウンカ，発生数

1. 緒言

トビイロウンカは、体色は褐色、成虫の体長は約4~5mmの虫で、梅雨時期に中国大陸から飛来し、水田内で世代を繰り返す。メス成虫の体型は2タイプがあり、幼虫期間の栄養が少ない条件下では体が小さく翅が長い「長翅型」、栄養が豊富な条件下では体が大きく翅が短い「短翅型」となる。特に、短翅型は卵をたくさん産むことに特化している。第1、第2世代に短翅型が多く出現して増殖を繰り返し、第3世代にあたる9から10月の秋季に個体数が著しく増加することから、「秋ウンカ」とも呼ばれている。特に6月中~下旬に移植する普通期栽培の水稲では、トビイロウンカが秋季に大発生すると稲を枯死させる「坪枯れ」が発生し、著

しい減収を引き起こすことから最も重要な害虫とされている。

トビイロウンカに対し、一般管理の普通期水稲栽培では移植時の箱剤処理や8月上旬の農薬散布を行う。しかし、有機栽培では農薬の使用が制限されるため、被害軽減を図るには、耕種的な防除が必要である。その方法として、7月に移植する遅植え(森ら, 2013)、疎植(佐藤ら, 2007; 池尻ら, 2013)、間断かん水などが知られている。

本試験では、中干し期間とトビイロウンカの発生および温度による生存率について検証した。中干しとは、最高分げつ期に一定期間水田から排水し、土中の酸素供給、無効分げつ抑制、稈基部の伸長抑制による倒伏軽減などを目的とした栽培管理方法で、当ほ場では通常4から

* 現 愛媛県東予地方局産業振興課

5日間中干しを行っている。

中干し期間中は、水田内の温度や湿度が変化していると考えられる。温度や湿度はトビイロウンカの行動に影響し、温度が約30℃では行動が活発になるが、40℃以上では転倒・死亡し(末永ら, 1951), また、湿度が90%以上では好んでよく集まるが、70%台では脱皮阻害により生育できなくなる(市川ら, 1992)とされている。このため、中干しにより株元が高温あるいは低湿度になり、トビイロウンカが成長しにくくなるのではないかと考えられる。

そこで、トビイロウンカの幼虫発生期間中の中干し期間の長さとおよび発生数および発育温度の違いと生存率との関係について検証した。

2. 材料および方法

2.1 中干し期間の違いとトビイロウンカの発生数との関係

2.1.1 調査区の概要

普通期栽培の有機栽培水稲ほ場を2か所供試し、一方を中干し期間が2014年7月28日から8月1日までの4日間とする区(以下、中干し短期区)、他方を2014年7月20日から8月9日までの20日間とする区(以下、中干し長期区)とした。なお、両区とも移植は6月18日、品種はヒノヒカリとした。同様に、2015年7月28日から8月1日までの4日間とする区(以下、中干し短期区)、他方を2015年7月25日から8月5日までの11日間とする区(以下、中干し長期区)とした。調査区の概要は表1の通りである。

2.1.2 調査方法

2014年：トビイロウンカの発生調査は、7月17日から10月8日の間約2週間隔で、粘着シート(20cm×20cm)を用いて各区3か所10株の払い落としにより行った。払い落とし調査と同日に葉色(ミノルタ製SPAD計)、茎数を調査し、繁茂程度を茎数×葉色で表した。10月9日から10日に収穫し、収量調査を行った。

2015年：7月22日から8月5日に両区の株元付近の温度を測定した。10月9日に収穫し、収量調査を行った。

2.2 トビイロウンカ発育期間中の温度の違いと幼虫の孵化数および生存率との関係

2.2.1 試験区の概要

Panasonic製グロースチャンバーMLR-352を2台用い、ほ場において中干し期間中に測定した結果をもとに温度設定の異なる2区を設け、1台は最高温度37℃、最低温度24℃(以下、37℃区)、他の1台は最高温度40℃、最低温度24℃(以下、40℃区)とした。両区とも日長条件13L11D、照度5,000lxとした。なお、温度と点灯時間等の詳細は表2、調査区の概要は表3の通りである。

2.2.2 調査方法

直径11cm、高さ27.5cmの透明プラスチック製円筒容器1個に、培地に草高7~8cmの‘にこまる’幼苗3本を植えた50mLビーカーを1個入れ、蓋をゴース網で塞ぎ、放飼容器とした(図1)。この容器を各温度に設定したグロースチャンバーに入れ、次の通り調査を行った。

表1 調査区の概要(試験1)

| 年次 | 試験区 | 品種 | 面積 | 基肥時期 | 移植時期 | 中干し期間 | 穂肥時期 | 出穂期 | 収穫期 |
|------|-------|-------|------|------|------|--------------------|------|------|-------|
| 2014 | 中干し短期 | ヒノヒカリ | 20a | 6/13 | 6/18 | 7/28~8/1 (4日間) | 8/2 | 8/31 | 10/9 |
| | 中干し長期 | ヒノヒカリ | 2.4a | 6/18 | 6/18 | 7/20~8/9 (20日間) | 8/7 | 8/29 | 10/10 |
| 2015 | 中干し短期 | ヒノヒカリ | 20a | 6/12 | 6/18 | 7/28~8/1 (4日間) | 8/2 | 9/1 | 10/9 |
| | 中干し長期 | ヒノヒカリ | 2a | 6/15 | 6/16 | 7/25~8/5 (11日間) | 8/8 | 8/29 | 10/9 |

注) 基肥および穂肥は油かすを4kg/10a施用、植栽間隔は条間30cm×株間18cm

表2 チャンバー内の設定温度 (試験2)

| 試験区 | 時刻 | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| | 0~6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21~0 |
| 40℃ | 24℃ | 26 | 28 | 32 | 35 | 35 | 37 | 37 | 40 | 40 | 37 | 33 | 30 | 27 | 27 | 24 |
| 37℃ | 24℃ | 26 | 28 | 32 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 37 | 34 | 32 | 29 | 26 | 26 | 24 |
| (照明) | × | ○ | ⇒ | ⇒ | ⇒ | ⇒ | ⇒ | ⇒ | ⇒ | ⇒ | ⇒ | ⇒ | ⇒ | ⇒ | × | ⇒ |

注) ほ場において中干し期間中の株元の温度を測定し、これをもとにグロースチャンバー内の温度を設定
 照明の×は消灯，○は点灯を示す，照明の消灯時間，点灯時間，照度(5000lx)は両区とも同様

表3 調査区の概要 (試験2)

| 試験区 | 放飼した发育ステージ | | |
|-----|--------------------|---------------------|---------------------|
| 40℃ | 雌成虫 ^(X) | 若齢幼虫 ^(Y) | 老齢幼虫 ^(Z) |
| 37℃ | 〃 | 〃 | 〃 |

注) (X (Yは2015年に捕獲・飼育した第1世代を供試
 (Zは2014年に捕獲・飼育した第11世代を供試

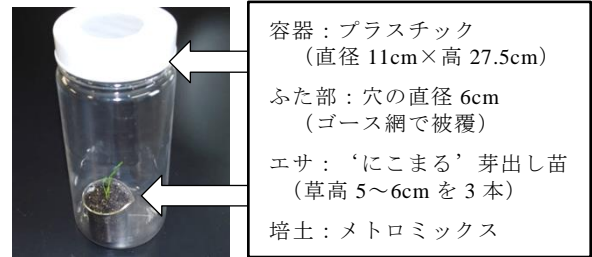


図1 放飼容器とエサ (試験2)

① 成虫放飼後の孵化幼虫数

放飼容器に、トビイロウンカ成虫を2頭ずつ放飼し、各区のチャンバーに入れ2日間産卵させた後、成虫を除去した。各区5反復とした。調査は、成虫除去9、15、20日後の孵化幼虫数を計数した。

② 若齢幼虫の生存率

①と同容器に、若齢幼虫を11頭ずつ放飼し、各区のチャンバーに入れた。各区4反復とした。放飼1、5、10、15、20日後の生存虫数を数え、生存率を算出した。最終調査後25℃室に移し、3日後に新世代の孵化幼虫数を計数し、放飼数に対する増加率を算出した。

③ 老齢幼虫の生存率

①と同容器に、老齢幼虫を10から11頭ずつ放飼し、各区のチャンバーに入れた。各区3反復とした。調査は②と同じとした。

3. 結果

3.1 中干し期間の違いとトビイロウンカの発生数との関係

3.1.1 トビイロウンカの推定飛来時期と第1世代の发育期間および降水量との関係

中干し期間中とその後の降水量は、表4の通りである。

推定される飛来世代の幼虫の发育期間は、初

飛来時期を7月4日とした場合7月23日から8月3日、同様に7月10日とした場合7月28日から8月7日と推定された。中干し期間は、長期が幼虫发育期間前から終了後までの期間であったのに対し、短期は幼虫发育期間の一部の期間であった。

3.1.2 中干し期間の違いとトビイロウンカの発生消長との関係

トビイロウンカの成虫数は、9月上旬にピークとなり、中干し長期が0.2頭/株、中干し短期が4.0頭/株であった(図2)。幼虫数は、10月上旬にピークとなり、中干し長期が3.5頭/株、中干し短期が27.4頭/株であった(図3)。このことから、トビイロウンカの第1世代幼虫发育期間に長期間中干しすると、収穫期のトビイロウンカの発生密度が抑制されることが示された。なお、両区とも坪枯れは認められなかった。

3.1.3 中干し期間の違いと水稻の生育状況及び収量との関係

栽培期間中の稲の繁茂程度(茎数×葉色)は、中干し期間に関係なくほぼ同じ経過を示した。ただし、中干し長期の8月上旬と9月中から下旬頃は若干低く推移した(図4)。

2014年の収穫時の精玄米重は、中干し長期が395kg/10a、中干し短期が390kg/10aで差は認め

有機栽培水稲における中干し期間の違いがトビイロウンカの発生数に及ぼす影響

表 4 2014 年におけるトビイロウンカの推定飛来時期と第 1 世代の発育期間及び降水量

| 月/日 | 降水量 (mm) | 飛来時期 | | 中干し期間 | |
|------|-------------|------|------|-------|----|
| | | 7/4 | 7/10 | 短期 | 長期 |
| 7/20 | 0 | | | | 開始 |
| 7/21 | 0 | | | | ↓ |
| 7/22 | 0 | | | | ↓ |
| 7/23 | 0 | 幼虫 | | | ↓ |
| 7/24 | 0 | ↓ | | | ↓ |
| 7/25 | 0 | ↓ | | | ↓ |
| 7/26 | 0 | ↓ | | | ↓ |
| 7/27 | 0.5 | ↓ | | | ↓ |
| 7/28 | 0 | ↓ | 幼虫 | 開始 | ↓ |
| 7/29 | 0 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| 7/30 | 0 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| 7/31 | 0 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| 8/1 | 50.5 | ↓ | ↓ | 終了 | ↓ |
| 8/2 | 16.5 | ↓ | ↓ | | ↓ |
| 8/3 | 28.5 | ↓ | ↓ | | ↓ |
| 8/4 | 0.5 | 成虫 | ↓ | | ↓ |
| 8/5 | 7.0 | ↓ | ↓ | | ↓ |
| 8/6 | — | ↓ | ↓ | | ↓ |
| 8/7 | 0 | ↓ | ↓ | | ↓ |
| 8/8 | 28.0 | ↓ | 成虫 | | ↓ |
| 8/9 | 69.5 | ↓ | ↓ | | 終了 |
| 8/10 | 13.0 | ↓ | ↓ | | |
| 8/11 | 0 | ↓ | ↓ | | |
| 8/12 | 0 | | ↓ | | |
| 8/13 | 0 | | ↓ | | |
| 8/14 | 1.0 | | ↓ | | |
| 8/15 | 0.5 | | ↓ | | |

注) 飛来時期は予察灯による推定, 成虫は産卵前時期の成虫, 幼虫および成虫期間はシミュレーションにより算出

られなかった。千粒重にも差は認められなかった。しかし、2015 年は、中干し長期が 377kg/10a、中干し短期が 506kg/10a で明らかに中干し長期は収量が少なかった (表 5)。

3.1.4 中干し期間の違いと株元の温度

中干し期間中の株元の最高温度は、中干し短期区が約 31 から 38℃、中干し長期区が約 32 から 41℃で推移した。両区の温度差は、中干し長期の方が、短期に比べ、7 月 28 日までは 1℃程

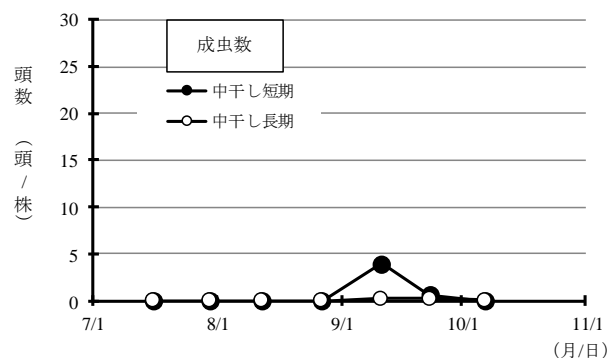


図 2 有機水稲栽培における中干し期間の違いとトビイロウンカ成虫の発生消長 (2014 年)

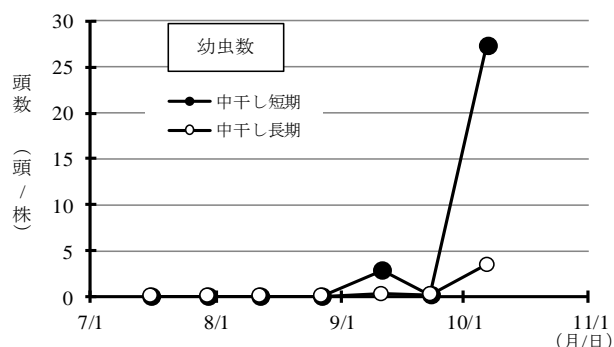


図 3 有機水稲栽培における中干し期間の違いとトビイロウンカ幼虫の発生消長 (2014 年)

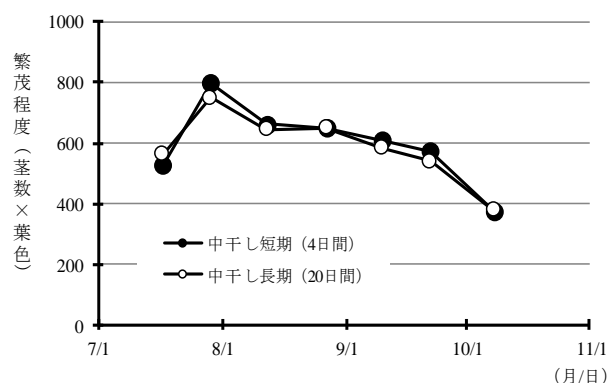


図 4 有機水稲栽培における中干し期間の違いと繁茂程度 (2014 年)

度高く推移し、その後徐々に差が大きくなり、8 月以降 4 から 5℃高く推移した。最低温度は、両区とも約 22 から 24℃で推移した (図 5)。

3.2 トビイロウンカ発育期間中の温度の違いと幼虫の孵化数および生存率との関係

3.2.1 成虫放飼後の孵化幼虫数

成虫放飼後の孵化幼虫数は、9 日後で 40℃区が 2.6 頭/雌成虫、37℃区が 3.7 頭/雌成虫、20 日後で 40℃区が 4.9 頭/雌成虫、37℃区で 6.5 頭

表5 中干し期間の違いと水稲の生育および収量

| 年次 | 試験区 | 稈長 (cm) | 穂長 (cm) | 精玄米重 (kg/10a) | 一穂粒数 (粒/本) | 登熟歩合 (%) | 千粒重 (g) |
|------|-------|------------|------------|------------------|---------------|-------------|------------|
| 2014 | 中干し短期 | 73 | 18 | 390 | 76 | 74 | 21.6 |
| | 中干し長期 | 70 | 20 | 395 | 72 | 80 | 22.0 |
| 2015 | 中干し短期 | 76 | — | 506 | 91 | 81 | 22.1 |
| | 中干し長期 | 69 | — | 377 | 66 | 85 | 22.9 |

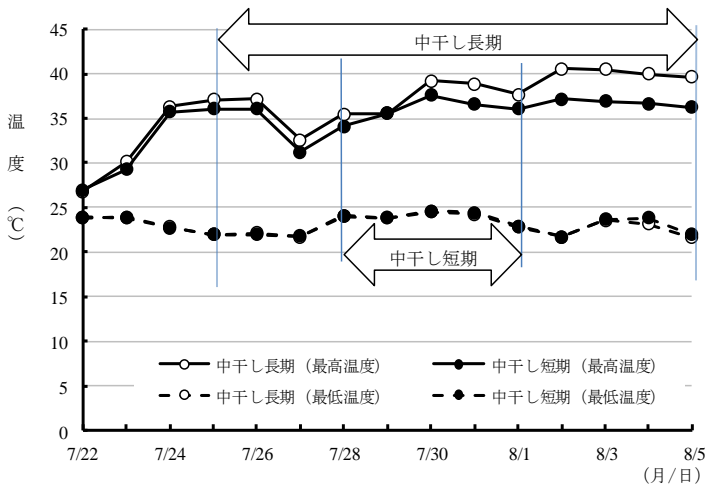


図5 中干し期におけるイネ株元の最高気温と最低気温の推移 (2015年)

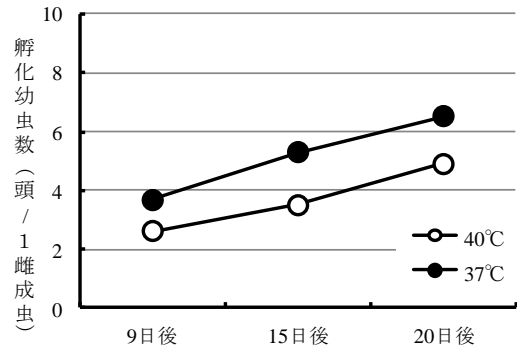


図6 生育時の温度の違いとトビイロウンカ雌成虫放飼後の孵化幼虫数

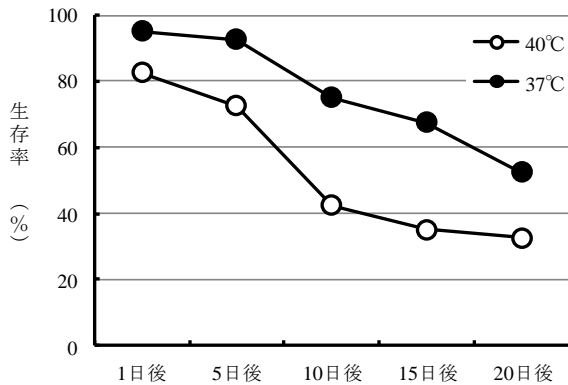


図7 生育時の温度の違いとトビイロウンカ若齢幼虫の生存率

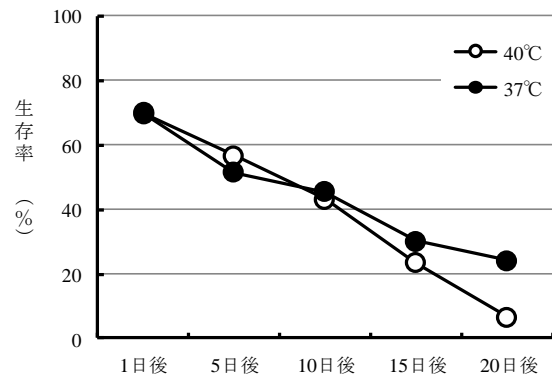


図8 生育時の温度の違いとトビイロウンカ老齢幼虫の生存率

雌成虫であった (図6)。

3.2.2 若齢幼虫の生存率

若齢幼虫の生存率は、放飼5日後で40°C区が約73%、37°C区が約93%、20日後で40°C区が約33%、37°C区で約53%であった (図7)。調査終了時の新世代孵化幼虫の増加率は、40°C区が110%、37°C区が238%であった (データ不掲載)。

3.2.3 老齢幼虫の生存率

老齢幼虫の生存率は、放飼5日後で40°C区が

約57%、37°C区が約49%、20日後で40°C区が約7%、37°C区で約24%であった (図8)。調査終了時の新世代孵化幼虫の増加率は、40°C区が250%、37°C区が409%であった (データ不掲載)。

4. 考察

トビイロウンカは、秋季に急激に増加し多発生すると、イネが枯死する「坪枯れ」を引き起

こすため重要害虫とされている。そのため、一般栽培では8月上旬にトビイロウンカの対象農薬を散布するが、有機栽培水稲では農薬が使えないため、他の方法を検討する必要がある。

一方、水稲の普通期栽培では、無効分げつ抑制などを目的に移植1か月後頃より中干しを行う。この時期はトビイロウンカの第1世代幼虫孵化期にあたる可能性が高い。

所内に設置している乾式予察灯で初発を確認した日から孵化幼虫発生時期を推定したところ、7月23日から8月3日または7月28日から8月7日頃であった。これに対し、中干し短期は7月28日から8月1日まで、中干し長期は7月20日から8月9日までで、中干しは、両区とも幼虫発生期間に実施していたが、短期では推定された幼虫発生時期より短く、長期では幼虫発生時期の前から後までとなっていた。

その結果、成虫発生数は、9月下旬のピーク時点で、中干し長期0.2頭/株(図1)、中干し短期4.0頭/株、幼虫発生数は10月中旬のピーク時点で、長期3.5頭/株、短期27.4頭/株となり中干し長期の発生が明らかに少なくなった(図2)。

慣行水田で、10月上旬の成虫と幼虫数の合計が50頭/株になると坪枯れし減収が進む(那波, 1994)。また、所内で2013年に坪枯れが発生した時の成虫+幼虫の密度は、払い落としによる調査で、9月下旬が1+23頭/株、10月上旬が11+10頭/株であった(大森ら, 2014)。2014年の調査では、両区とも坪枯れは発生しなかった。しかし、10月上旬の個体数は、中干し短期で27.4頭/株に高まっていたため坪枯れが発生する可能性が高かったのに対し、中干し長期では3.5頭/株で坪枯れが発生しない密度であった。このことから、長期間の中干しにより、トビイロウンカの密度を抑制できる可能性が示唆された。

しかし、中干しを長期間行うと根の切断、病害に対する抵抗力の低下、光合成の低下などを引き起こし、収量低下への影響が懸念される(杉本ら, 1984)。2014年は両区に収量の差は見られなかったが、2015年は、中干し長期の方が、中干し短期に比べ、一穂粒数および収量が約25%少なかった。中干し期間については排水性や土質などの土壌条件や幼穂形成への影響

が考えられることから、今後、さらに調査が必要である。

中干しを行うと水田内の水が無くなるため、水田内、特に株元の温度や相対湿度が変化すると考えられる。中干し期間に株元の温度を測定すると、最高温度は中干し長期が40℃、中干し短期が37℃であった。

温度とトビイロウンカ生存率の影響について室内のグロースチャンバーで飼育し調査したところ、中干し長期と同じ温度、つまり最高40℃で飼育すると、最高37℃に比べ若齢幼虫の生存率が20から30%低かった。老齢幼虫は放飼10日目までは差がなかったが、その後40℃の方が生存率は低くなった。未永らによると約40℃以上になると苦悶あるいは死亡する(森ら, 2013)。このことから、生存率の低下は高温が影響したのではないかと考えられる。

高温になると相対湿度が低くなることから、株元の湿度も低くなっていた可能性がある。市川らによると、トビイロウンカの幼虫は相対湿度が90%以上の場所に集まりやすいが、70%台では脱皮ができなくなり死亡する(市川ら, 1992)。今後は、株元の湿度を明らかにする必要がある。

これらの結果から、中干しを長期間行うと、ほ場内の温度が高くなり、トビイロウンカの生存率が低下するためほ場内での発生数が抑制されると考えられた。

一方、トビイロウンカの飛来時期は年により異なり、本報告のように第一世代幼虫の発生時期と中干し期間が一致するとは限らない。また、中干し終了を遅らせると、幼穂形成に対し悪影響が懸念される。これらから、トビイロウンカの飛来時期によって、防除効果や収量面で本方法が適さない場合も考えられる。

山本らは、2~3日毎に湛水と落水を繰り返す「間断灌水」により、トビイロウンカの短翅率が低下することを明らかにしている(山本ら, 2000)。そこで、「間断灌水」や株間が広がる「疎植」についても発生密度や収量への影響を調査する必要がある。

引用文献

愛媛県農作物病害虫等防除指針(2015): 30-32.

市川俊英, Isichaikl Somchai (1994) : 相対湿度および水がトビイロウンカ成虫の絶食耐性に及ぼす影響, 四国植防第29号, 93-99.

池尻明彦, 中可祐典, 前同庸介, 井上興, 本田善之 (2013) : 疎植栽培が生育, 収量および品質に及ぼす影響 (第2報) 水稲疎植栽培における窒素施肥量の削減が収量, 品質に及ぼす影響, 山口農技センター研報第4号, 19-28.

森則子, 三原実 (2013) : 佐賀県における水稲の有機栽培技術の検証 (第2報) 異なる施肥体系がトビイロウンカの発生に及ぼす影響, 日本作物学会九州支部会報第79号, 22-26.

那波邦彦 (1994) : ウンカ おもしろ生態とかしこい防ぎ方, 農文協, 65-66.

大森誉紀, 武智和彦 (2014) : 2013年度に冬期湛水有機栽培水田において発生したトビイロウンカ被害, 愛媛県農林水産研究所研究報

告 第6号, 10-15.

佐藤大和, 荒木雅登, 川村富輝, 石塚明子, 福島裕助, 井上拓治 (2007) : 水稲の減農薬・減化学肥料栽培における安定栽培法 窒素施肥法と栽植密度の違いが収量および病害虫発生程度に及ぼす影響. 福岡県農業総合試験場研究報告, 第26号, 79-84.

末永一, 山元四郎 (1951) : セジロ及びトビイロウンカの温度反応, 九州農業研究第8号, 109-110.

杉本毅, 桜谷保之, 山下美智代 (1984) : 自然農法田と慣行農法田におけるトビイロウンカによる被害の比較, 近畿大学農学部紀要, 17, 13-20.

山本雅則, 長谷川美克 (2000) : トビイロウンカの増殖に及ぼす水田の湛水及び間断かんがい管理の影響, 日本応用動物昆虫学会中国支部会報, 41, 13-16.