

## Studies of the Life Cycle and Rearing Methods of Whitebacked Planthopper (*Sogatella furcifera* Horváth)

Kyung-Min Kim<sup>1</sup> and Young-hie Park<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Plant Biosciences, School of Applied Biosciences, College of Agriculture & Life Science, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

<sup>2</sup>Korea National Open University, 86 Daehak-ro, Jongro-gu, Seoul 03087, Korea

Received February 23, 2018 / Revised February 28, 2018 / Accepted March 8, 2018

This study developed a method to minimize rice damages and enhance timely control by accurately classifying Whitebacked Planthopper (WBPH). The body size of the 1st - 3rd instar was 1.5-2 mm, and the body size of the 4-5 instar was 2.5-3.5 mm. In the third instar, the ratio of the front wing bud and the back wing-bud was 1:1. The fourth instar occupied 3/4 of the front wing-bud, and the 5th instar showed that the front wing-bud covers the back wing-bud. It was confirmed that the 1st instar does not have a sensory plate, the 2nd instar has 2-3, the 3rd instar has 4-5, the 4th instar has 6-9, the 5th instar has 10-15, and the adult instar has 15-20 sensory plates. The female spawning organs were reddish when the spawning horn was inserted. WBPH showed that the larvae of 2-3 larvae most actively feed on rice, and the damaged area was the stem of rice near the ground. In addition, a partial black wound was observed after the feeding. WBPH-susceptible 'Chucheong' was yellowish, and early growth was slower than that of 'Cheongcheong', which was resistant; moreover, a difference between susceptibility and resistance was observed. The identification of the number of such wounds in the bioassay will be a better basis for understanding the difference in susceptibility between WBPH strains and cultivars. These results will be used as basic data for cultivating the WBPH-resistant varieties of rice.

**Key words** : Life cycle, rearing, spawning organs, whitebacked planthopper

### 서 론

흰등멸구(*Sogatella furcifera* Horvath)는 벼멸구(*Nilaparvata lugens* Stal.)와 함께 우리나라에서 월동할 수 없는 해충으로 매년 6월 하순에서 7월에 걸쳐 중국 남부지방에서 저기압 이동에 따라 남서풍을 타고 우리나라로 비래하여 벼에 막대한 피해를 주는 해충 중의 하나이다. 분류학상으로 매미목 멸구과에 속하는 흰등멸구는 한국을 포함한 벼를 재배하는 지역인 중국, 일본, 베트남, 인도, 네팔, 파키스탄, 필리핀, 인도네시아, 이집트 등지에서 발생하여 많은 피해를 주는 것으로 보고되고 있다[7]. 일반적으로 흰등멸구는 벼멸구에 비하여 비래량이 약 10배 이상 많고, 초기 밀도도 높다. 우리나라의 경우 최대 발생기는 7월 하순에서 8월 상순이며 피해상은 8월 하순 이후에 나타나고 있다. 흰등멸구는 25°C의 조건에서 1세대 기간이 약 28일이며, 6월부터 8월 사이의 기온에서는 20~30일 만에 1세

대를 경과한다. 흰등멸구의 성충과 약충이 집단적으로 벼를 흡즙할 경우에는 위조, 고사, 황변, 도복 등의 현상이 일어난다 [3, 6]. 벼가 고사되어 도복이 일어날 정도의 상태에서는 100%의 감수를 보이고, 황변하는 상태에서는 60%, 그리고 벼의 생육이 건전하게 보일 정도의 낮은 밀도에서는 20%의 감수를 초래한다고 한다. 흰등멸구의 피해는 조기발견이 어려울 뿐만 아니라 피해정도가 뚜렷이 나타난 상태에서의 약제 살포는 실기(失機)가 되기 때문에 약제방제만으로는 흰등멸구 방제에 어려움이 있어 흰등멸구 저항성 품종의 육성이 요구되고 있다 [1, 2, 4, 5]. 또한 이런 흰등멸구는 벼멸구에 비해 논문이나 학술적 연구결과가 턱없이 부족하여 흰등멸구 저항성 검정을 위한 생물검정에도 많은 제약이 있어 흰등멸구 저항성 계통선발에 많은 걸림돌이 되고 있다. 따라서 본 연구에서는 흰등멸구의 생태를 관찰·조사하여 흰등멸구 사육과 증식에 효과적으로 적용할 수 있는 방법을 연구하고, 흰등멸구에 저항성을 가지는 '청청'의 생물검정을 통하여 저항성 품종 육성을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

#### \*Corresponding author

Tel : +82-2-3668-4630, Fax : +82-2-3673-2381

E-mail : yhpark4026@hanmail.net

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

### 재료 및 방법

#### 흰등멸구 사육

본 연구에서는 농촌진흥청 국립식량과학원 작물환경과에

서 흰등멸구의 유충을 50×50×40 cm의 사육상에 분양반아 공시재료로 이용하였다. 이를 온실에서 온도 28℃, 광도 2,000 lux 그리고 16시간 주기의 조건으로 식이재료인 '추청'의 유묘를 공급하며 세대진전을 시켰다. 흰등멸구를 사육시키기 위한 사육상은 직접 제작하였는데, 벽면은 아크릴 소재를 사용하였고 환기와 수분 공급을 위해 100 mesh망으로 3면을 만들었다.

**식물재료**

식물 재료로는 흰등멸구의 식이재료로써 흰등멸구의 선호도가 높은 '추청'을 사용하였다. 종자를 침종하여 20×14×5 cm의 용기에 4-5 g씩 파종하고 수분을 충분히 공급하여 28℃의 압조건에서 2-3일 최하시킨 후, 온실에서 1-2주 정도 녹화시킨 4-5엽기의 유묘를 식이재료로 사용하였다(Fig. 1).

**흰등멸구 생활환의 관찰**

흰등멸구를 Mouth-Operated Aspirator를 이용해 포집하고, 광학현미경(Stemi 2000-C)과 카메라(Olympus-U-PMTVC)를 연결하여 흰등멸구를 자세하게 촬영하고 관찰하였다.

**생물 검정**

생물 검정을 위한 식물재료로는 흰등멸구 저항성인 '청청'과 감수성인 '추청'을 공시품종으로 사용하였다. 상토를 채운 육묘상자(58.5×20 cm)에 4×0.5 cm간격으로 저항성 품종인 '청청'과 감수성 품종인 '추청'을 한 열당 20립씩 3열을 파종하였다. 파종 후, 모가 4-5엽기에 이르렀을 때 26~28℃의 온도조건을 갖춘 온실에서 2-3령충의 흰등멸구를 접종하였다. 그리고 접종한 시점으로부터 흰등멸구가 완전히 안착하고 흡즙을 시작하여 감수성 품종인 '추청'이 고사하는 때를 기점으로 저항성과 감수성 계통간의 차이를 관찰하였다.

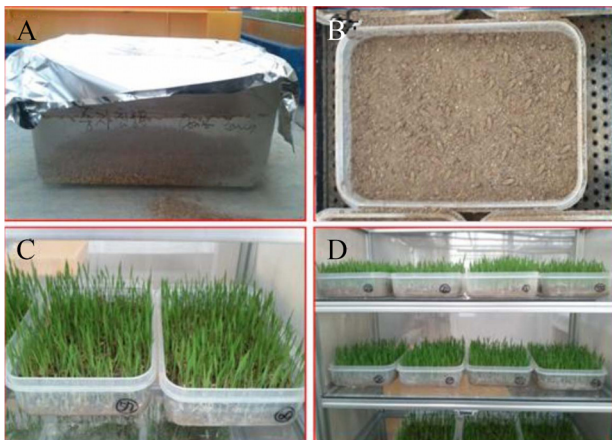


Fig. 1. Dietary material preparation steps. A : Chucheong seed appearance, B : seeds of 5g in a container of 50×14×5 cm, C : a state of 1 week of greenery, D : a plan to eat and nurture trees from 4 to 5 leaves.

**결과 및 고찰**

흰등멸구는 엽초부위에 알을 산란하고 산란한 장소의 조직은 붉게 변화됨을 관찰할 수 있었다(Fig. 2).

흰등멸구의 알은 바나나모양의 흰색이고, 알의 분화과정에서 눈을 관찰 할 수 있었다. 어린약충의 경우 몸 색깔이 흰색이며 겹눈색깔이 옅은 검은색이고, 중령~노령의 경우 회백색의 반분이 있는 것을 확인하였다. 흰등멸구의 한 세대는 28일이며, 난기간은 6~7일, 약충 기간은 11~12일, 성충 기간은 18~19일인 것을 관찰하였고, 령충별로 구분하여 생활환을 구성해보았다(Fig. 2).

흰등멸구의 약충은 령충별로 구분할수 있는데, 구분하는 방법에는 세 가지가 있다. 첫째, 흰등멸구의 전체적인 크기로 구분하였을 때, 제 1~3 령충은 1.5~2.0 mm이고, 제 4~5 령충은 2.5~3.5 mm로써 발육단계에 따라 차이가 있음을 확인하였다. 둘째, 흰등멸구의 날개의 흔적인 시아로 구분할 수 있다. 제 1 령충과 제 2 령충은 시아의 흔적만 남아있어 구분이 힘들었지만, 제 3 령충은 앞날개시아와 뒷날개시아의 비율이 1:1인 것을 확인하였다. 또한 제 4 령충은 앞날개시아가 전체의 3/4을 차지하고, 제 5 령충은 앞날개시아가 뒷날개시아를 모두 덮는 것을 관찰할 수 있었다. 령충 구분의 세 번째 방법은 촉각 제 3 절에 있는 감각판의 수로 구분이 가능하다. 제 1 령충은 감각판이 없으며, 제 2 령충은 2~3 개, 제 3 령충은 4~5 개, 제 4 령충은 6~9 개, 제 5 령충은 10~15 개, 성충은 15~20 개가

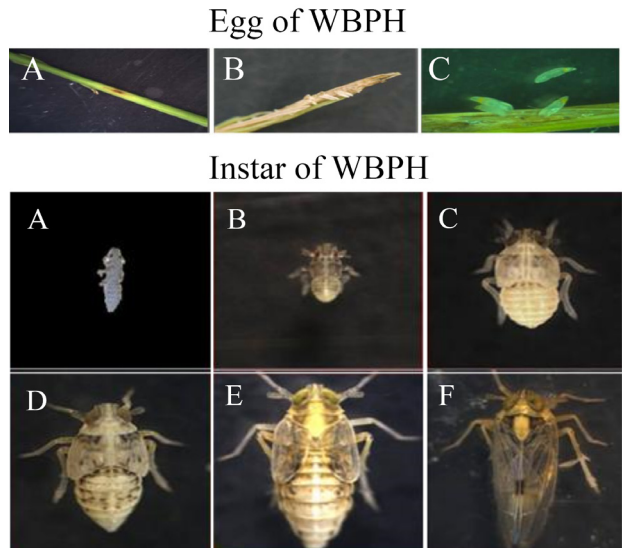


Fig. 2. Life cycle of whitebacked planthopper (WBPH). Egg of WBPH, A: A photograph of a wound after spawning, B: A photograph of a stem of a rice pod after spawning, C: A photograph of an egg of WBPH. Instar of WBPH, A: photograph of the first instar, B: photograph of the second instar, C: photograph of the third instar, D: photograph of the fourth instar, E: photograph of the fifth instar, F: photograph of the adult.

Table 1. Classification criteria for whitebacked planthopper

Instar age	Size (mm)	Wing-bud	No. of sensory plate
1	1.5~2.0	There are only traces that make it difficult to distinguish.	none
2			2-3
3	2.5~3.0	The front wing-bud and the back wing-bud are in a 1:1 ratio.	4-5
4		The front wing-bud occupies 3/4 of the whole.	6-9
5		The front wing-bud covers the back wing-bud.	10-15

Table 2. The distinction criterion of female and male for whitebacked planthopper

Item	Female	Male
Size	Large	Small
Ventral	Mostly brown or dark brown	Mostly black
Reproductive organs	The ovipositor is stretched long	Round shape
Back	Both sides of bovine plate are dark brown or black	

있는 것을 관찰하고 분류하였다(Table 1, Fig. 3).  
 흰등멸구의 암수 공통적인 특징은 등의 소순판 양쪽이 암갈

색 혹은 검은색을 띠고 있으나, 흰등멸구의 암수의 구별은 몇 가지로 나눌 수 있다. 먼저 암컷의 경우, 흰등멸구의 암컷은 크기가 크며, 복부가 대부분 갈색을 띠고, 산란관이 길게 뻗어 있는 것을 관찰했다. 흰등멸구의 수컷은 크기가 작으며, 복부는 대부분 검은색을 띠고, 생식기가 둥근 모양인 것을 관찰하였다(Table 2, Fig. 3).

흰등멸구의 입부분에 길게 뻗어있는 흡즙기관인 구침을 관찰할 수 있었고, 구침을 이용해 식물의 즙액을 빨아먹는 것을 확인하였다. 흰등멸구의 산란기관은 암컷이 침상대로 된 산란관을 지니고 있으며 식물의 엽초와 엽신하부, 잎뒷면등 조직 속에 종으로 낳는다. 암컷의 산란기관은 수컷에 비해 길게 뻗어있는 것을 관찰하였다(Fig. 3). 흰등멸구는 제 3~4령충이 벼에 부착하여 흡즙 할 경우 벼가 고사하여 그 피해가 큰 것으로 알려져 있는데[7], 본 실험결과에서는 제 2~3령충이 가장

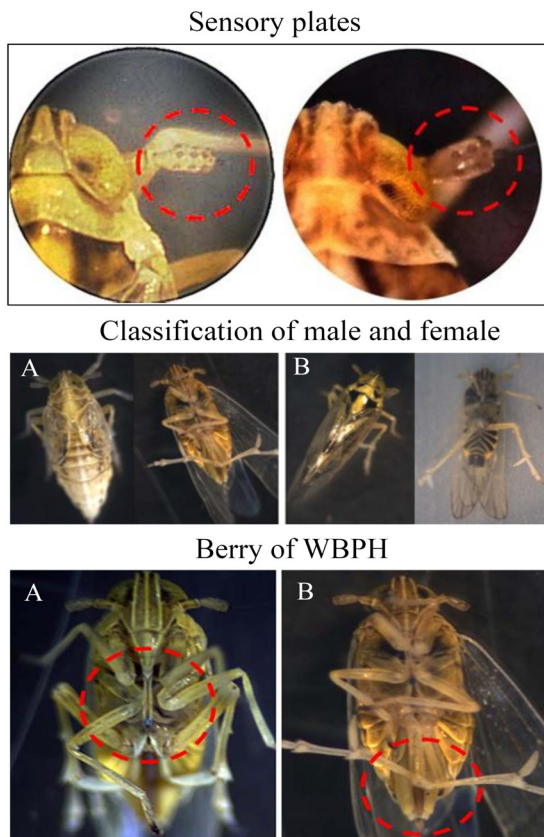


Fig. 3. The main distinction of whitebacked planthopper (WBPH). Comparison photographs of sensory plates of WBPH, A: fourth instar with six to seven sensory plates, B: third instar with four to five sensory plates. Classification of male and female white of WBPH, A: Female back and belly, B: Male back and belly. The berry of WBPH, A: juice extractor, B: spawning organ.

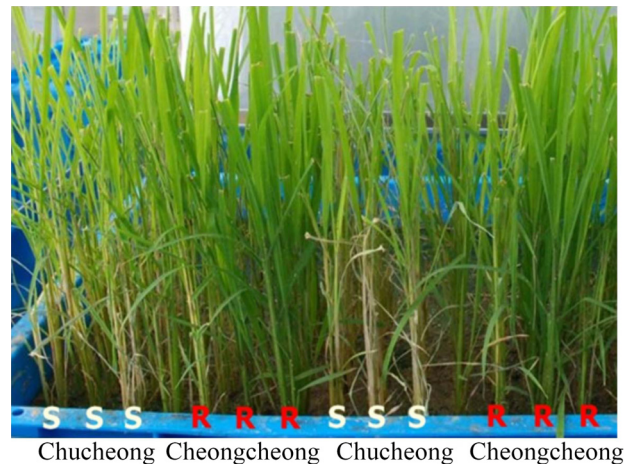


Fig. 4. Comparison of varieties after inoculating plants with WBPH. 'Chucheon' indicates susceptibility and 'Cheongcheon' indicates resistance. S : susceptibility, R : resistance.

활발하게 흡즙하는 것으로 관찰되었다.

감수성이 가장 높은 4~5 엽기의 유묘에 흰등멸구 제 2~3령충의 유충을 접종한 결과, 흰등멸구의 감수성을 가지는 '추청'은 저항성인 '청청'에 비해 조기에 황변되고 초기 생육이 부진한 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 4). Shin and Shim [6]은 인디카형의 품종은 흰등멸구에 저항성을 나타내며, 자포니카형의 품종들은 대체적으로 흰등멸구에 대하여 감수성으로 나타난다고 보고 하고 있다. 본연구에서도 인디카형인 '청청'은 흰등멸구에서 저항성으로, '추청'은 감수성으로 나타나 shin and Shim [6]의 실험결과와 일치하였다. 따라서 본 연구결과는 흰등멸구의 생활환과 사육방법 뿐 아니라 흰등멸구의 저항성 품종에 대한 연구에 많은 도움을 줄 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 차세대바이오그린 21사업 생명공학사업단 (PJ013647032018)의 지원에 의해 이루어진 것이다.

### References

1. Choi, S. Y., Song, Y. H., Lee, J. O. and Park, J. S. 1973. Studies on the Varietal Resistance of Rice to the White-backed Planthopper, *Sogatella furcifera* Horvath (III). *Kor. J. Pl. Prot.*

12, 139-142.  
 2. Heinrichs, E. A., Medrano, F. G. and Rapusas, H. R. 1985. Genetic evaluation for insect resistance in rice. International Rice Research Inst., Los Banos, Laguna (Philippines). pp. 71-170.  
 3. Lee, G. S., Kim, H. Y. and Han, M. J. 2006. Survey on the heteropteran insects inducing pecky rice in paddy fields. Research Report of RDA.  
 4. Lee, Y. T. and Heu, M. H. 1984. Linkage analysis of the resistance genes to whitebacked planthopper (*Sogatella furcifera* Horvath) in rice. *Kor. J. Crop Sci.* **29**, 136-151.  
 5. Satoh, M., Gomi, K., Martsumura, M., Takabayashi, J., Sasaki, K., Ohashi, Y. and Kanno, H. 2009. Whitebacked planthopper induced disease resistance in rice. In Heong, K. L., Hardy, B. (editors) *Planthoppers: new threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia*. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute. pp. 327-340.  
 6. Shin, K. O. and Shim, J. W. 1994. Inheritance of resistance to whitebacked planthopper (*Sogatella furcifera* Horvath) at seedling stage in rice varieties N22 and ARC 10239. *Kor. J. Breed.* **26**, 163-171.  
 7. Uhm, K. B. 1991. Characteristics of phenology of and damage by the whitebacked planthopper (*Sogatella furcifera* Horvath) and the brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal) in Korea. Seoul National University PhD thesis. pp. 1-60.

### 초록 : 흰등멸구의 생활환 및 사육방법 연구

김경민<sup>1</sup> · 박영희<sup>2\*</sup>

(<sup>1</sup>경북대학교 응용생명과학부, <sup>2</sup>한국방송통신대학교)

본 연구는 흰등멸구를 정확히 구분하여 벼 피해를 최소화하고 적기에 방제할 수 있는 방법을 개발하기 위하여 실시하였다. 제 1~3령충의 몸의 크기는 1.5~2 mm이었고, 제 4~5령충은 2.5~3.5 mm 정도로 확인하였다. 제 3령충은 앞날개시아와 뒷날개시아의 비율이 1:1이었으며, 제 4령충은 앞날개시아가 전체의 3/4을 차지하고, 제 5령충은 앞날개시아가 뒷날개시아를 모두 덮는 것을 관찰하였다. 제 1령충은 감각판이 없으며, 제 2령충은 2~3개, 제 3령충은 4~5개, 제 4령충은 6~9개, 제 5령충은 10~15개, 그리고 성충은 15~20개를 가지는 것으로 확인하였다. 암컷의 산란기관과 산란 시에 산란관을 삽입한 부위가 붉게 변화됨을 관찰하였다. 흰등멸구는 주로 2~3령충이 가장 활발하게 벼를 흡즙하였고, 그 피해부위는 지면과 가까운 벚대인 것으로 확인하였다. 또한 흡즙 후에는 부분적으로 검은 상처가 난 것을 관찰하였다. 흰등멸구의 감수성을 가지는 '추청'은 저항성인 '청청'에 비해 조기에 황변되고 초기 생육이 부진하여 감수성과 저항성간의 차이를 관찰할 수 있었다. 또한 생물 검정에 있어 이러한 상처의 수를 파악하는 것은 흰등멸구의 계통·품종 간 감수성의 차이를 보다 쉽게 파악 할 수 있는 기준이 될 것으로 사료된다. 이상의 결과는 벼의 흰등멸구 저항성 품종 육성의 기초자료로 이용 될 것이다.