韓應昆誌 41(2): 75~83 (2002)
Korean J. Appl. Entomol.

논에 설치한 유아등에 채집되는 멸구류 동정을 위한 하이퍼텍스트 기반 검색표 개발

김황용* · 박창규 · 한만위 · 엄기백 · 우건석[1]
농업과학기술원 작물보호부 농업해충과, [1]서울대학교 농생명공학부 곤충학전공

Development of a Hypertext-based Polychotomous Key for the Identification of Planthoppers Caught by Light Trap in Paddy Fields

Hwang-Yong Kim*, Chang-Gyu Park, Man-Wi Han, Ki-Baik Uhm and Kun-Suk Woo[1]
Entomology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Republic of Korea
[1]Entomology Program, School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Suwon 441-744, Republic of Korea

ABSTRACT : The hypertext-based polychotomous key in WWW (World Wide Web) was developed to improve the identification accuracy of planthoppers caught by the light trap in Korean paddy fields. The effects of it were tested by 12 students who are not familiar at the identification of insects. When they used the hypertext, it was improved that the ability of them to recognize *Sogatella furcifera* (Horváth) and *Laodelphax striatellus* (Fallén). Identification accuracy of the former was increased significantly from 56% to 83% and that of the latter was also increased significantly from 47% to 80%. However, many students still have difficulty in the recognition of *Nilaparvata lugens* (Stål).

KEY WORDS : Delphacidae, Identification, Light trap, Hypertext

초 록 : 논에 설치한 유아등에 채집되는 멸구류를 비전문가들도 쉽게 동정할 수 있도록 인터넷에서 운영할 수 있는 하이퍼텍스트 기반의 검색표를 개발하였다. 그리고 정확성 검정을 위해 곤충 동정 경험이 없는 12명의 대학생을 대상으로 그 효용성을 평가하였다. 그 결과, 흰등멸구의 동정 정확성은 56%에서 83%로 증가하였고, 애멸구의 동정 정확성은 47%에서 80%로 증가하였다. 그러나 벼멸구의 동정 효율을 높이는데는 충분하지 못한 것으로 나타났다.

검색어 : 멸구과, 분류동정, 유아등, 하이퍼텍스트

우리나라는 벼 해충에 대해서 매우 체계적인 예찰 시스템을 운영하고 있다. 전국 150곳의 예찰포와 1,403곳의 관찰포를 운영하고 있으며, 여기서 수집한 자료는 인터넷 기반의 예찰 시스템을 통해 거의 실시간으로 농촌진흥청으로 취합된다. 그리고 이들 자료를 바탕으로 작성된 병해충 발생 정보는 농촌진흥청 홈페이지에 게시되는 한편, 전자우편을 통해 각 시 · 군의 예찰 담당자에게 전달된다. 또한 경제적 피해가 우려되는 경우 그 경중에 따라 예보, 주의보, 경보 등이 내려진다(RDA, 2001).

하지만 정확한 예찰을 실시하기 위해서는 한 가지 더 해결해야 할 것이 있다. 그것은 바로 동정의 정확성을 높이는 일인데, 특히 유아등을 통해 수집한 자료의 정확성이 문제가 된다. 현재 유아등 조사는 매년 4월 15일부터 9월 30일까지 모든 예찰포에서 하루 한번 실시되고 있는데, 유아등을 이용하면 넓은

*Corresponding author. E-mail: agropia@snu.ac.kr

지역의 장시형 멸구를 손쉽게 유인할 수 있는 장점이 있지만, 최근 실시한 조사 결과에 따르면 일부 지역에서 유아등으로 채집하여 벼멸구로 보고된 개체의 95% 정도가 다른 종으로 드러나는 등의 문제를 보이고 있다(Uhm and Han, 2000). 유아등으로 채집한 멸구류를 정확히 동정하기 어려운 이유는 멸구의 크기가 작은데다가 논 주변 잡초류에 서식하는 다양한 멸구들이 함께 유인되기 때문이다. 예를 들어, 현재 우리나라에 기록된 56종의 멸구 중에서 논 주변 벼과 식물을 먹이로 하는 것으로 알려진 종은 30여 종에 이른다(Kwon and Huh, 2001).

이러한 문제점을 인식하여 농촌진흥청은 1990년 이후 중단되었던 멸구류 동정 교육을 1999년부터 재개하였지만, 연 1회의 제한된 시간으로는 예찰 대상인 벼멸구(*Nilaparvata lugens* (Stål)), 흰등멸구(*Sogatella furcifera* (Horváth)), 애멸구(*Laodelphax striatellus* (Fallén))에 대한 구별조차 쉽지 않은 실정이다. 따라서 유아등에 채집되는 멸구류를 초보자들도 쉽게 동정할 수 있도록 '벼멸구 동정 시스템'이라는 하이퍼텍스트 기반의 검색표를 개발하게 되었으며, 그 효용성을 평가하는 연구를 수행하였다. 하이퍼텍스트란 정해진 순서 없이 사용자의 요구에 따라 해당 정보를 제공하는 형식을 말하는데, 하이퍼텍스트를 이용한 검색표는 초보자들도 사용하기 쉽고 멀티미디어의 이용이 자유로운 장점이 있어서 주로 교육용으로 개발이 활발한 편이다(Marion and David, 1995).

재료 및 방법

'벼멸구 동정 시스템'의 개발에 앞서 유아등에 채집되는 멸구의 종류를 먼저 조사하였다. 전국 각지의 예찰소 중에서 지역적 대표성과 협조의사를 고려하여 39개 지역을 임의로 선정하였는데, 선정지역을 각 도별로 살펴보면, 경기도 용인, 파주, 평택, 강원도 원주, 횡성, 충청남도 공주, 논산, 보령, 서산, 서천, 홍성, 충청북도 옥천, 영동, 전라북도 고창, 김제, 남원, 부안, 순창, 익산, 전라남도 강진, 고흥, 보성, 신안, 영광, 해남, 경상북도 성주, 안동, 영천, 예천, 칠곡, 포항, 경상남도 고성, 밀양, 사천, 창녕, 하동, 함안, 함양, 합천 등이다.

이들 예찰소에서 2000년 4월 15일부터 9월 30일까지 유아등으로 채집한 멸구류를 우편으로 송부 받아 종 수준으로 동정하였다. 조사 결과 논에 설치한 유아등에 채집되는 것으로 확인된 종은 27종이었으며(표 1), 그 중에서 채집량이 전체 개체수의 0.1%를 초과하는 종을 대상으로 검색표를 개발하였다. 단, 채집량이 0.1% 미만이더라도, 벼멸구는 예찰 대상종이고 대멸구(*Epeurysa nawaii* Matsumura)는 유아등에 흔하게 채집되는 종으로 기존에 알려져 있어 검색표에 포함 시켰다(RDA, 2002).

Table 1. The number of collected specimens by light trap located in paddy fields

Spicies	Amounts
Sogatella furcifera (Horváth) 흰등멸구	29,632
Nilaparvata muiri China 겨풀멸구	7,489
Opiconsiva sirokata (Matsumura et Ishihara) 어리흰등멸구	7,236
Laodelphax striatellus (Fallén) 애멸구	6,366
Stenocranus matsumurai Metcalf 일본멸구	3,182
Nilaparvata bakeri (Muir) 벼멸구붙이	3,098
Paradelphacodes paludosus (Flor) 반야월멸구	1,013
Changeondelphax velitchkovskyi (Melichar) 북방멸구	851
Garaga nagaragawana (Matsumura) 들판멸구	787
Euides basilinea Germer 국명 없음	464
Laoterthrona nigrigena (Matsumura et Ishihara) 볼까만멸구	236
Stenocranus tamagawanus Matsumura 황백멸구	203
Terthron albovittatum (Matsumura) 등줄멸구	169
Saccharosydne procerus (Matsumura) 풀멸구	114
Chloriona tateyamana Matsumura 무주멸구	66
Indozuriel dantur Kuoh 흰띠멸구	59
Epeurysa nawaii Matsumura 대멸구	53
Toya propinqua (Fieber) 남방멸구	38
Nilaparvata lugens (Stål) 벼멸구	21
Cemus nigropunctatus (Motschulsky) 흑점멸구	10
Stenocranus silvicola Vilbaste 연해주멸구	6
Stenocranus sp.	6
Toya lyraeformis (Matsumura) 여수멸구	6
Sogatella vibix (Haupt) 피멸구	5
Unkanodes (Unkanodes) *sapporonus* (Matsumura) 운계멸구	4
Garaga cervina (Muir) 사슴멸구	1
Sogatella kolophon (Kirkaldy) 흰등멸구붙이	1
Total	61,116

검색표에 이용할 형질을 선택하고 배열하는데 다음의 몇 가지 원칙을 적용하였다. 첫째, 저배율에서 관찰이 가능한 형질부터 이용하였다. 둘째, 잘못 판단할 가능성이 적은 형질부터 이용하였다. 셋째, 가능하면 동일한 부위를 반복하여 관찰하지 않도록 하였다. 넷째, 예찰 대상이 아닌 종들 간의 오동정은 어느 정도 인정하였다. 이와 같은 원칙을 적용한 이유는 '벼멸구 동정 시스템'의 목적이 유아등으로 채집한 모든 종을 완벽하게 동정하는 데에 있는 것이 아니라, 예찰담당자가 반복 훈련을 통해 일종의 작업

Table 2. Species composition of tested specimens

Species	Number
Changeondelphax velitchkovskyi	♀2 ♂1
Laodelphax striatellus	♀3 ♂4
Laoterthrona nigrigena	1(♀ or ♂)
Euides basilinea	♀1 ♂1
Garaga nagaragawana	♀1 ♂1
Nilaparvata bakeri	♀2 ♂2
Nilaparvata. lugens	♀1 ♂1
Nilaparvata muiri	♀3 ♂3
Opiconsiva sirokata	♀3 ♂3
Paradelphacodes paludosus	♀1 ♂1
Saccharosydne procerus	1(♀ or ♂)
Sogatella furcifera	♀4 ♂6
Stenocranus matsumurai	♀2 ♂1
Stenocranus tamagawanus	1(♀ or ♂)

지침을 습득하도록 하여 예찰업무의 효율성을 높이는데 있기 때문이다. 같은 이유로 질문과 답에서 형질과 관련된 정확한 서술을 줄이는 대신 사진 자료의 비중을 높이고, 그 대신 부족한 정보는 '?' 버튼과 연결된 하이퍼텍스트를 호출하는 방식으로 제공하였다.

한편, '벼멸구 동정 시스템'은 인터넷(http://ento.niast.go.kr:8080)을 통해 접속이 가능하도록 자바(JAVA) 애플릿 기법을 이용하여 개발하였는데, 인터넷을 기반으로 하면 여러 가지 장점이 있다. 통신망이 갖추어져 있는 곳이면 사용자가 쉽게 접근할 수 있으며, 검색표를 서버에서 직접 관리하기 때문에 내용을 수정하거나 추가하기 쉽고, 수정된 내용을 곧바로 사용자에게 전달할 수 있다(Cho *et al.*, 1999).

마지막 단계로 멸구류 동정 경험이 없는 대학생 12명을 대상으로 '벼멸구 동정 시스템'의 효율성을 검정하였다. 먼저 학생들에게 기존의 교육 교재를 이용하여 14종 50개체로 구성된 표본을 동정하도록 한 다음, 1주일 후에 '벼멸구 동정 시스템'을 이용하여 동일한 종 구성을 하고 있는 표본 50점을 다시 동정하도록 하였으며(표 2), 통계적인 유의성 분석에는 쌍체 비교를 통한 t검정을 이용하였다. 생식기의 자유로운 관찰을 위하여 표본의 훼손을 허용하였고, 작업 도구로 60배율의 해부현미경을 제공하였다. 참고로, 교육 교재에는 검색표와 비슷한 기능을 하는 작업 요령을 포함하여 사진 18점, 그림 34점이 수록되어 있고, 벼멸구, 흰등멸구, 애멸구를 비롯한 총 15종의 형태적 특징이 기술되어 있다.

결과 및 고찰

검색표의 기본구조

'벼멸구동정시스템'의 기본 구조는 다음과 같다. 질문을 받고 그에 대한 답을 해나가는 사용 과정은 일반적인 검색표를 이용할 때와 큰 차이가 없지만, 사진 자료가 차지하는 비중이 크고 다양한 형태의 정보들이 하이퍼텍스트를 통해 연결되어 있다. 총 17단계의 질문과 그에 따른 답으로 구성되어 있으며 각 질문에 대해 적절한 답을 선택하면 다음 질문으로 이어지도록 되어 있다. 구체적인 내용은 그림 1, 2에서 보는 바와 같지만, 지면의 제약으로 하이퍼텍스트로 연결된 문서의 내용과 하이퍼텍스트로 연결할 수 있는 버튼은 생략하였다(그림 1, 2).

검색표의 전체적인 흐름은 동정작업의 편의를 고려하여 설계하였다. 초록색을 지녀서 쉽게 눈에 띄는 풀멸구(*Saccharosydne procerus* (Matsumura))와 무주멸구(*Chloriona tateyamana* Matsumura)를 먼저 구별하도록 한 후(Q1, Q2), 날개에 특이한 무늬가 잘 발달한 *Euides basilinea* Germer, 들판멸구(*Garaga nagaragawana* (Matsumura)), 일본멸구(*Stenocranus matsumurai* Metcalf)를 구별하도록 하였다(Q3). 그런 다음 소순판과 안면의 색깔 및 무늬를 이용하여 예찰대상종인 흰등멸구와 애멸구를 동정하도록 하였으며(Q4-Q8), 이들과 혼동을 일으킬 수 있는 몇몇 종들도 이 과정에서 동정된다.

이 과정을 제대로 따른 후에는 벼멸구를 비롯하여 비교적 뚜렷한 특징이 없는 멸구들이 남게 된다. 이 때 뒷다리 첫 번째 발마디에 있는 자상돌기를 확인하면 *Nilaparvata* 속인지 쉽게 알 수 있지만, 지역과 시기에 따라 하루 1,000개체 이상까지 채집되는 멸구의 뒷다리 발마디를 모두 확인하기란 현실적으로 불가능하다. 따라서 자상돌기 대신에 날개 조상부의 반점을 확인하도록 하였는데(Q9), 남은 멸구 중에 날개 조상부의 검은 반점이 뚜렷한 멸구는 *Nilaparvata* 3종과 대멸구가 있다. 최종적으로 안면의 특징과 생식기 구조를 이용하여 이들을 동정을 하도록 하였는데(Q15, Q17), 안면 중앙의 융기선이 불분명한 특징을 잘 이용하면 생식기를 관찰하지 않더라도 벼멸구붙이(*Nilaparvata bakeri* (Muir))를 쉽게 구분할 수 있어서 동정작업의 효율을 높일 수 있다.

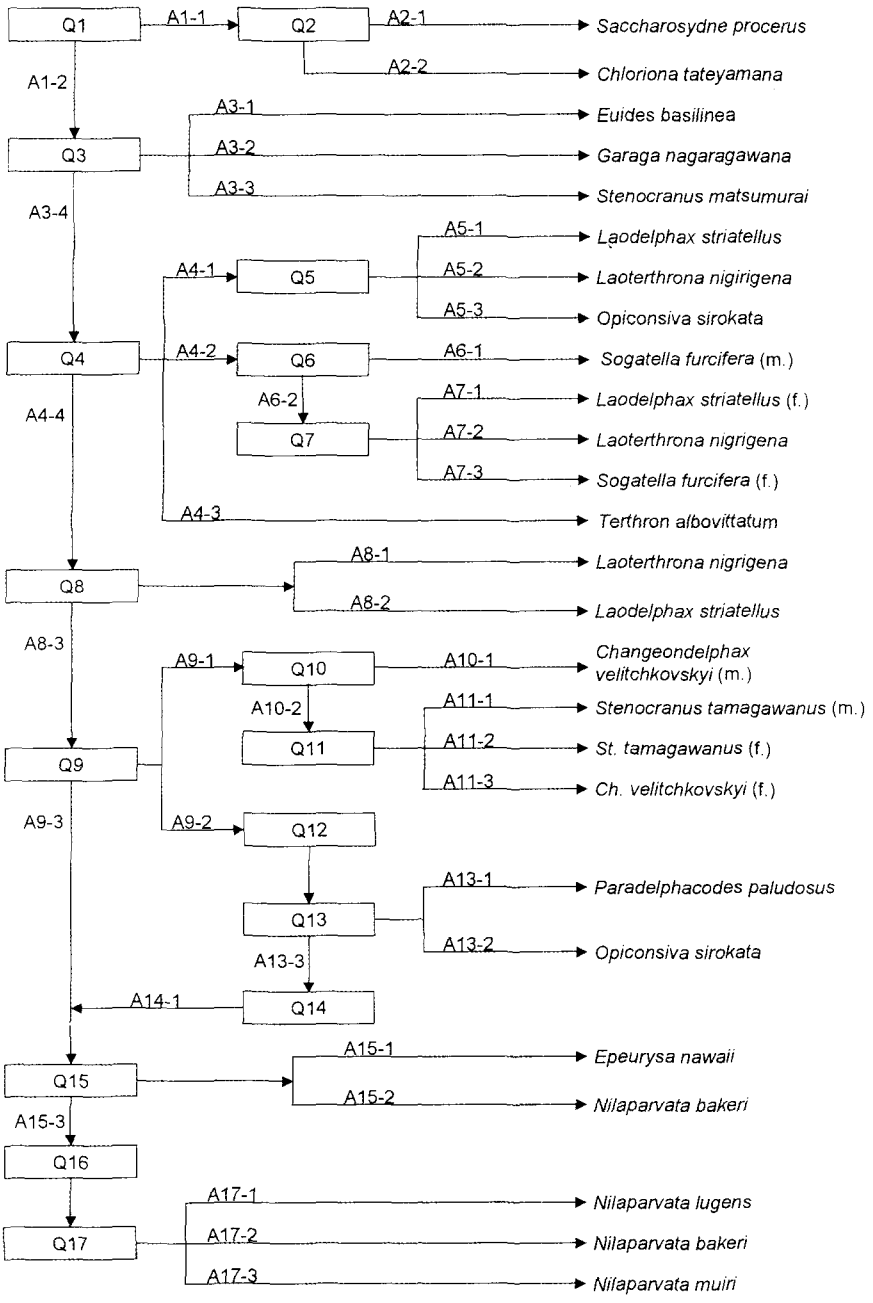


Fig. 1. Structure of the hypertext-based identification key; Q: Questions A: Options.

만일 조상부의 반점이 불분명하거나 희미할 경우에도 다음과 같은 특징을 이용하면 자상돌기를 관찰하는 수고를 덜 수 있다. 북방멸구(*Changeondelphax velitchkovskyi* (Melichar))와 황백멸구(*Stenocranus tamagawanus* Matsumura)의 경우 날개가 불투명하게 착색되어 있어 구별이 가능하며(Q9), 반야월멸구(*Paradelphacodes paludosus* (Flor))는 더듬이가 유난히 길고 가늘며 더듬이 사이가 검게 착색되어 있고, 어리흰등멸구(*Opiconsiva sirokata* (Matsumura et Ishihara))는 앞가슴 등판이 현저하게 밝은 색을 띈다(Q13). 한편 일부 질문은 앞서 어떤 경로를 거쳤는지에 따라 질문 내용이 약간씩 달라지는데, 예를 들어 Q14를 거친 경우 Q15에서 대멸구에 대한 내용이 제거되며, Q17의 경우 각 성별에 따른 생식기를 비교하도록 되어 있다.

Q1. Is the body green?

A1-1. Yes (Fig. 1)

A1-2. No (Fig. 2)

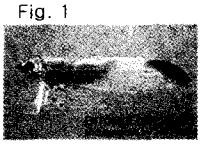
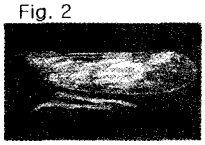
Fig. 1 

Fig. 2 

Q2. How about the face?

A2-1. Elongated (Fig. 1)

A2-2. Normal (Fig. 2)

Fig. 1

Fig. 2

Q6. Is it black in the ventral view?

A6-1. Yes, black (Fig. 1)

A6-2. Brown or pale brown (Fig. 2)

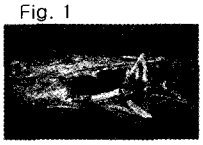
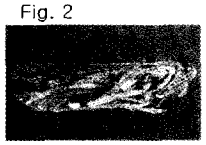
Fig. 1 

Fig. 2 

Q8. How about the marks on the face?

A8-1. Face: black, Carinae: yellow. (Fig. 1)

A8-2. Large black spot in gena (Fig. 2)

A8-3. There is not similar one.

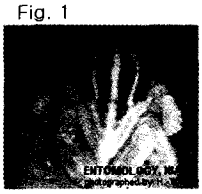
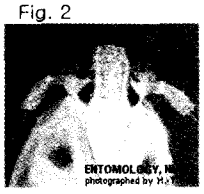
Fig. 1 

Fig. 2 

Q10. Is it dark in the ventral view?

A10-1. Yes, It is dark brown. (Fig. 1)

A10-2. No, it is pale brown. (Fig. 2)

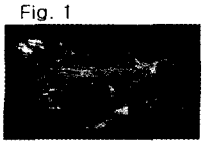
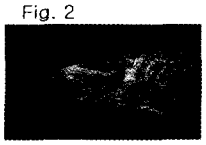
Fig. 1 

Fig. 2 

Q3. Does it have conspicuous marks in the wing?

A3-1. Such as Fig. 1

A3-2. Such as Fig. 2

A3-3. Such as Fig. 3

A3-4. There is not similar one.

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Q4. How about the scutellum?

A4-1. Completely black (Fig. 1)

A4-2. Pale brown in the middle and outsides are black (Fig. 2)

A4-3. Long and thin line on the scutellum and pronotum (Fig. 3)

A4-4. There is not similar one.

Fig. 1

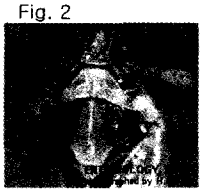
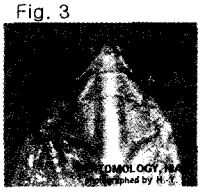
Fig. 2 

Fig. 3 

Q5. How about the color of face?

A5-1. Face is black. Carinae and gena are yellow (Fig. 1)

A5-2. Yellow face with large black spot in gena (Fig. 2)

A5-3. Color of face is brown. (Fig. 3)

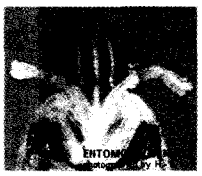
Fig. 1 

Fig. 2

Fig. 3

Q7. How about the color of face?

A7-1. Face is black. Carinae and gena are yellow (Fig. 1)

A7-2. Yellow face with large black spot in gena (Fig. 2)

A7-3. Color of face is brown. (Fig. 3)

Fig. 1

Fig. 2

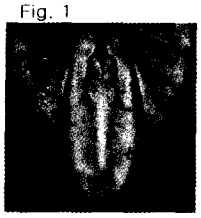
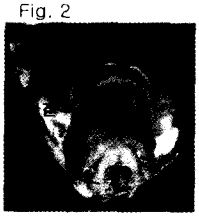
Fig. 3

Q12. 16. Is it male or female?

A12. 16-1. Female. Cone shaped. (Fig. 1)

A12. 16-2. Male. Truncated. (Fig. 2)

Fig. 1 Fig. 2

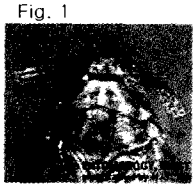
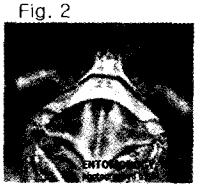
Q13. Can you find such characters?

A13-1. Thin and long antenna which are black in the joint area. (Fig. 1)

A13-2. Whitish pronotum. (Fig. 2)

A13-3. Nothing. // I'm not sure.

Fig. 1 Fig. 2

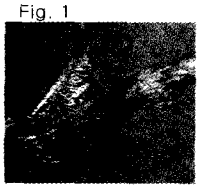
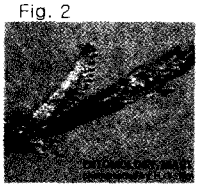



Q14. Spines at first tarsus of hind leg?

A14-1. Yes. (Fig. 1)

A14-2. No. (Fig. 2)

Fig. 1 Fig. 2

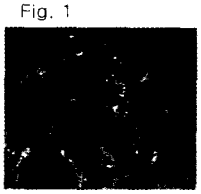
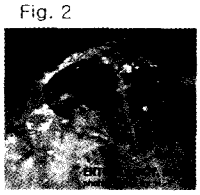
Q15. How about the face?

A15-1. Very broad (Fig. 1)

A15-2. Face is flattened. Middle carina is unclear. (Fig. 2)

A15-3. Normal

Fig. 1 Fig. 2

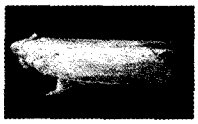
Q9. How about the forewing?

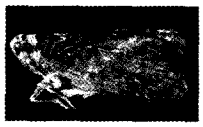
A9-1. Wing and wing veins are pale brown (Fig. 1)

A9-2. Transparent wing with black spot in the middle (Fig. 2)

A9-3. Transparent wing without black spot (Fig. 3)

Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3





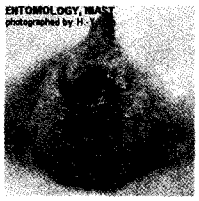
Q11. Compare the external sex organs.

A11-1. (m.) Parameres look like a forcep. (Fig. 1)

A11-2. (f.) Lateral lobes are flattened. (Fig. 2)

A11-3. (f.) Round projection in the base of lateral lobes. (Fig. 3)

Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3



Q17-1(female). Compare the shape of external sex organs.

A17-1. Round projection at the basal part of lateral lobe. (Fig. 1)

A17-2. Two projections in the basal part of lateral lobe. (Fig. 2)

A17-3. Small projection at the basal end of lateral lobe. (Fig. 3)

Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3

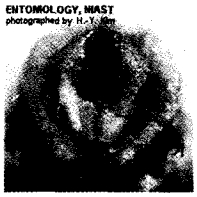
Q17-2(male). Compare the shape of external sex organs.

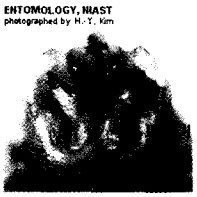
A17-1. Pygofer without process. Parameres are such as Fig. 1

A17-2. Pygofer with a distinct ventro-medial process. Parameres are bifurcated such as Fig. 2

A17-3. Pygofer with a distinct ventro-medial process. Parameres are bifurcated such as Fig. 3

Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3





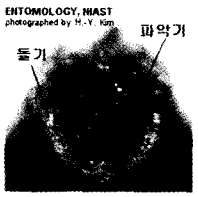


Fig. 2. Examples of the user interface in the key.

Table 3. Identification results of tested specimens using textbook

Species	Tested number	Correct	Incorrect			
			Nilaparvata lugens	*Sogatella furcifera*	*Laodelphax striatellus*	Others
Nilaparvata lugens	2	1.08	–	0.17	0.33	0.42
Sogatella furcifera	10	5.58	0.58	–	1.83	2.00
Laodelphax striatellus	7	3.25	0.42	1.00	–	2.33
Changeondelphax velitchikovskyi	3	0.17	0.83	0.25	0.25	1.50
Euides basilinea	2	0.00	0.00	0.50	0.00	1.50
Garaga nagaragawana	2	0.42	0.67	0.17	0.17	0.58
Laoterthrona nigrigena	1	0.17	0.00	0.33	0.08	0.42
Nilaparvata bakeri	4	0.33	1.67	0.17	0.42	1.42
Nilaparvata muiri	6	0.08	2.58	0.25	1.83	1.25
Opiconsiva sirokata	6	0.25	1.25	0.17	1.67	2.67
Paradelphacodes paludosus	4	0.00	0.92	0.08	0.25	0.75
Saccharosydne procerus	1	0.00	0.17	0.08	0.08	0.67
Stenocranus matsumurai	3	0.58	0.33	0.17	0.17	1.75
Stenocranus tamagawanus	1	0.00	0.25	0.17	0.08	0.50

Table 4. Identification results of tested specimen using hypertext-based identification key

Species	Tested number	Correct	Incorrect			
			Nilaparvata lugens	*Sogatella furcifera*	*Laodelphax striatellus*	Others
Nilaparvata lugens	2	0.42**	–	0.17	0.08*	1.33**
Sogatella furcifera	10	8.33*	0.00	–	0.75	0.92**
Laodelphax striatellus	7	5.58**	0.00**	0.75	–	0.67**
Changeondelphax velitchikovskyi	3	0.42	0.33	0.00	0.08	2.17
Euides basilinea	2	1.83**	0.08	0.00*	0.00	0.08**
Garaga nagaragawana	2	0.92**	0.08**	0.08	0.00	0.92
Laoterthrona nigrigena	1	0.50**	0.00	0.08*	0.25	0.42
Nilaparvata bakeri	4	0.83	0.42**	0.08	0.25	2.42
Nilaparvata muiri	6	0.92**	0.58**	0.00*	0.33**	4.17
Opiconsiva sirokata	6	1.59*	0.58	0.67**	1.33	1.83
Paradelphacodes paludosus	2	0.33*	0.25*	0.08	0.08	1.25*
Saccharosydne procerus	1	0.67**	0.00	0.00	0.00	0.33
Stenocranus matsumurai	3	2.42**	0.00	0.08	0.17	0.33**
Stenocranus tamagawanus	1	0.33*	0.00*	0.00	0.00	0.67

*, **; Significant or highly significant difference from the value of Table 3

검색표의 효용성 평가

피시험자가 기존의 교육 교재를 이용하여 동정을 실시했을 때는 50개체 중에 11.9개(표준편차 4.4)를 정확히 동정한데 비해, '벼멸구동정시스템'을 이용했을 때는 25.1개(표준편차 4.8)를 정확히 동정하여 고도로 유의한 차이를 보였다.

기존의 교육교재를 이용한 경우에는 예찰대상종인 벼멸구의 54%, 흰등멸구의 56%, 애멸구의 46%를 바르게 동정하였으며, 다른 종들을 정확히 동정한 비율은 0-20% 정도였다(표 3). 또한 다른 종을 예찰대상종으로 오동정한 비율이 높게 나타났는데, 벼멸구붙이와 겨풀멸구(*Nilaparvata muiri* China; 이삭멸구라고도 불림) 및 반야월멸구의 40% 이상이 벼멸구로 동정되었으며, 북방멸구, 들판멸구, 어리흰등멸구, 황백멸구 또한 20% 이상이 벼멸구로 동정되었다. 볼까만멸구(*Laoterthrona nigrigena* (Matsumura et Ishihara))와 *E. basilinea*가 흰등멸구로 오동정된 비율도 높았으며, 겨풀멸구와 어리흰등멸구를 애멸구로 오동정한 비율도 30% 내외인 것으로 나타났다. 그리고, 흰등멸구와 애멸구를 서로 오동정한 비율도 10-20% 사이로 나타났다.

반면에 '벼멸구 동정 시스템'을 이용한 경우, 흰등멸구와 애멸구를 비롯한 대부분 종들의 동정 정확성이 증가하였다(표 4). 기존 교재를 이용하였을 경우 흰등멸구 10개체를 모두 오동정하거나 애멸구 7개

체를 모두 오동정한 사람이 4명에 이르렀지만, '벼멸구 동정 시스템'을 사용한 후에는 피시험자 전원이 적어도 흰등멸구 2개체 이상, 애멸구 4개체 이상을 정확히 동정하였다. 그리고 흰등멸구와 등줄멸구 (*Terthron albovittatum* (Matsumura))을 구분하는데 어려움을 겪은 한 사람을 제외한 나머지 피시험자는 적어도 흰등멸구 7개체 이상을 정확히 동정하였다. 아마도 '벼멸구 동정 시스템' 내의 다양한 사진 자료들이 피시험자의 형질 인식 능력을 높여 준 것으로 보인다. 그러나 흰등멸구와 애멸구를 서로 혼동하는 비율은 줄어드는 경향을 보였을 뿐 통계적인 유의성은 없었으며, '벼멸구 동정 시스템'을 사용한 이후에도 적어도 1개체 이상의 흰등멸구를 애멸구로 오동정하거나 그 반대인 경우가 각각 6명과 9명으로 나타났다.

한편 애멸구, 들판멸구, 벼멸구붙이, 겨풀멸구, 반야월멸구, 황백멸구 등을 벼멸구로 오동정하는 비율이 유의하게 줄어들어 벼멸구가 실제보다 과도하게 집계되는 현상을 막을 수 있었지만, 벼멸구를 바르게 동정하는 비율 또한 줄어드는 문제가 나타났다. 그 이유는 벼멸구를 황백멸구로 오동정하는 사람들이 급격히 증가하였기 때문인데, 이들 두 종은 서로 아과가 달라서 생식기 구조는 물론 외형 차이가 심하게 나타나는 점을 고려하면 뜻밖의 결과였다. 아마도 피시험자들은 검색표와 하이퍼텍스트 문서로 제공한 구체적인 형질들보다 사진 자료에서 볼 수 있는 전체적인 몸 색깔에 민감하게 반응한 것으로 보인다.

이와 비슷한 예는 더 찾을 수가 있는데, 기존 교재를 이용했을 때 벼멸구붙이를 들판멸구로 혼동하는 사람이 1명에서 불과했지만, '벼멸구 동정 시스템' 이용 후 8명으로 급격히 증가하였다. 그 이유는 벼멸구붙이의 날개 중앙부위가 들판멸구의 날개와 비슷하게 짙게 착색되었기 때문이다. 물론 하이퍼텍스트로 연결된 문서에서 이들 두 종의 날개무늬 차이점을 비교할 수 있도록 설명해 두었지만, 아마도 많은 피시험자들이 하이퍼텍스트를 열어 부가 정보를 확인하는 수고를 외면하였던 것으로 보인다.

또한 벼멸구붙이와 겨풀멸구의 앞가슴 등판이 희다고 판단하여 어리흰등멸구로 오동정한 사람이 각각 5명과 4명이었으며, 심지어는 들판멸구, 벼멸구붙이, 반야월멸구, 일본멸구, 황백멸구 등의 소순판 중앙부 무늬와 흰등멸구의 소순판 중앙부 무늬를 혼동하여 잘못 동정한 사례도 발견할 수 있었다. 실제로 밝은 조명 아래에서 보면 대부분의 멸구들에게서 앞가슴 등판과 소순판 중앙부위가 주변보다 약간씩 밝은 특징을 확인할 수 있는데, 어느 정도로 차이가 나야 검색표에서 제시한 형질로 받아들일 수 있는지 판단하는데 어려움을 겪은 피시험자가 적지 않았던 것으로 보인다.

결 론

이러한 사실들을 종합해 볼 때, 하이퍼텍스트 기반 검색표의 가능성과 문제점을 살펴 볼 수 있다.

먼저 흰등멸구와 애멸구처럼 다른 종들과 뚜렷이 구별되는 형질을 지닌 경우에는 동정의 정확성을 손쉽게 높일 수 있었다. 물론 같은 내용으로 구성되어 있다면 인쇄물을 이용한 검색표와 하이퍼텍스트를 이용한 검색표의 효율성에 큰 차이를 보이지 않으며 다만 사용자들이 하이퍼텍스트를 쉽게 이용할 뿐이라는 연구 성과도 있고(Wright, 1996), 동정 정확성 향상의 주요 원인이 풍부한 사진제공에 있는 것으로 보이므로 하이퍼텍스트가 인쇄물에 비해 동정 능력을 향상시키는데 유리하다고 보기는 힘들다. 그렇지만 앞서 밝힌 대로 인쇄물로는 하이퍼텍스트의 방대한 정보 저장 능력과 신속한 수정 보완 능력을 따라가기가 힘들다. 그리고 또 한가지 빠뜨릴 수 없는 사실은 하이퍼텍스트 이용자들 대부분이 멸구류 동정에 자신감을 보인 점인데, 이는 한 화면에 한 가지 질문만 제공하여 사용자들의 부담감을 덜어주었기 때문으로 보인다.

그러나 벼멸구의 동정 효율이 향상되지 않는데서 드러난 바와 같이 하이퍼텍스트 기반의 검색표를 실용화하기 위해서는 정확하고 알기 쉬운 형질을 찾아내는 것 이외에도 몇 가지 문제점을 극복할 필요가 있다. 첫째는 하이퍼텍스트 방식 자체의 구조적인 문제점인데, 사진자료를 부각하고 나머지 필요한 정보를 하이퍼텍스트 문서로 제공할 경우 자칫 사진을 통해 개인적으로 받아들인 전체적인 이미지가 선입견으로 작용하여 형질 관찰을 소홀히 하기 쉬우며, 여러 번 검색표를 반복하여 이용한 다음에는 하이퍼텍스트로 연결된 문서를 이용하지 않는 경향도 나타났다. 둘째는 주요 형질을 사진으로 제공한데 따른 문제점인데 사진을 통해서 관찰한 형질과 해부 현미경 아래서 관찰한 형질 사이의 괴리감을 극복하지

못한 경우를 종종 확인할 수 있다. 형질을 정확히 관찰하기 위해서는 형질을 이해하는 것 뿐만 아니라 일정 수준 이상의 경험이 필요하다고 알려져 있으며 (Donald, 1993), 생물 자체의 변이 이외에도 조명, 배율, 배경 등 많은 요인들이 형질을 관찰하는데 영향을 주기 때문에 이에 대한 대책 마련이 필요하다.

앞으로 비전문가들에 의한 동정작업이 증가할수록, 이들의 동정 정확성을 제고할 필요성은 증가할 것이며, 하이퍼텍스트를 활용한 검색프로그램의 개발이 활기를 띨 것으로 예상된다. 그러나 이와 같은 노력이 실질적인 효과를 거두려면 더 이상 동정의 문제를 분류학적 사실의 문제로 귀착시킬 것이 아니라, 교육의 문제, 전문가와 비전문가 사이의 의사소통의 문제로 받아드리는 인식의 전환이 선행되어야 할 것으로 본다.

사 사

멸구류 동정에 도움을 주신 충남대학교 최광렬 교수님과 연구에 필요한 표본 수집에 도움을 주신 전국 39개 예찰소 분들, 그리고 표본 정리에 도움을 주신 김정란님께 감사의 뜻을 표합니다.

Literature Cited

Cho, S.I., J.S. Lee, F.W. Park, H. Hwang and J.I. Yun. 1999. Development of inference engine and user interface for agricultural expert system using CGI in World Wide Web. Agro-Informatics J. 1: 24~27.

Kwon, Y.J. and E.Y. Huh. 2000. Homoptera (Suborder Auchenorrhyncha). Insecta Koreana Suppl. 26. 460 pp. National Institute of Agricultural Science and Technology and Center for Insect Systematics, Korea.

Donald, L.J. 1993. Principles and techniques of contemporary taxonomy. Blackie Academic & Professional. 311 pp. Chapman & Hall. London.

Marion, E. and R.M. David. 1995. The potential for computer-aided identification in biodiversity research. Trends in Ecology and Evolution 10: 153~158.

RDA, 2001. Reports on the forecasting and control of disease and pests on crops in 2001. 469 pp. RDA. Suwon. Korea.

RDA, 2002. Forecasting and IPM of disease and pests on crops. 133pp. RDA. Suwon. Korea.

Wright, J.F., D.R. Morse and G.M. Tardivel. 1996. Computer application in biosciences. 11: 19~27.

Uhm, K.B. and M.W. Han. 2000. Occurrence and Forecasting Method of BPH in Korea (1999~2000). pp 115-122. In the Proceedings of the 2nd International Workshop on the "Inter-country Forecasting System and Management for Brown Planthoppers in East Asia.," ed. by Y.H. Song. 157 pp. Suwon, Korea.

(Received for publication 24 April 2002;
accepted 10 June 2002)