

ANIMAL

Oviposition preference of *Luciola lateralis* (Coleoptera: Lampyridae) according to the material and color of artificial oviposition ground

Won-Jun Seo^{1*}, Do-Hwan Jang¹, Sang-Eun Park², Young-Nam Youn^{2*}

¹Daejeon Insect Eco Center, Department of Agriculture & Life Policy Division, Daejeon 35204, Korea

²Department of Agricultural Biology, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

*Corresponding author: swj0302@korea.kr, youngnam@cnu.ac.kr

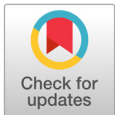
Abstract

The traditional oviposition ground for indoor breeding of *Luciola lateralis* is moss. This study was conducted to find the most suitable alternative oviposition ground that can maintain or increase the oviposition rate of *L. lateralis* while addressing the problems of larva collection time and larva loss that occur when moss is used. As alternative candidate oviposition ground comprising six colors of non-woven fabric and felt were used to measure the fecundity variation rate of *L. lateralis* with respect to the color and material of the oviposition ground. In addition, measure the fecundity variation rate of *L. lateralis* in moss, a traditional oviposition ground, was also measured and investigated for comparison. The investigation showed that the average number of eggs in the non-woven fabric group was higher than that in the felt group. The yellow non-woven fabric had an average number of eggs that was more than 100 times higher than of moss used as a traditional oviposition ground. In the space where the six color non-woven fabric were together, *L. lateralis* concentrated its oviposition on yellow. These results showed that yellow non-woven fabric can be sufficiently used for efficient indoor mass breeding of *L. lateralis* while addressing problems caused by moss, a traditional oviposition ground.

Keywords: *Luciola lateralis*, oviposition preference, yellow non-woven fabric

Introduction

애반딧불이(*Luciola lateralis* Motschulsky, 1860)는 딱정벌레목(Coleoptera) 반딧불이과(Lampyridae)에 속하는 곤충으로 우리나라를 비롯해 시베리아 및 일본에 널리 서식하며(Suzuki, 2001), 생활사 기간 중 대부분을 유충으로 물 속에서 지낸다(Kwon, 2013). 애반딧불이는 현대사회의 각종 오염으로 인한 서식지 파괴로 개체수가 급격히 줄어들고 있어 분류, 생태 및 서식지 복원 연구(Kim et al., 2000; Oh, 2004; Oh et al., 2009)와 사육 방법 연구(Kim et



OPEN ACCESS

Citation: Seo WJ, Jang DH, Park SE, Youn YN. Oviposition preference of *Luciola lateralis* (Coleoptera: Lampyridae) according to the material and color of artificial oviposition ground. Korean Journal of Agricultural Science 50:507-512. <https://doi.org/10.7744/kjoas.500319>

Received: May 31, 2023

Revised: August 23, 2023

Accepted: August 29, 2023

Copyright: © 2023 Korean Journal of Agricultural Science



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

al., 2008; RDA, 2014; Kang et al., 2018)가 증가하고 있지만 대량 사육을 위한 증식 방법 개발은 부족한 실정이다. 본 연구는 대표적인 정서곤충으로 가치가 높고 복부의 발광 기관에서 불빛을 내는 특징으로 많은 지역행사에서 생태 관광 및 전시·체험 곤충으로의 활용도가 점점 높아지고 있는 애반딧불이의 효율적인 증식 방법 개선을 위해 수행되었다. 전통적으로 사용하는 자연 산란 장소인 이끼에 증식을 시킬 경우 이끼 안쪽에 산란된 알의 상태를 눈으로 확인할 수 없어 부화한 유충을 물로 유인하는 데에 소요되는 시간이 늘어나고 유충이 전부 물로 유인되지 못하고 유실되는 현상이 발생해 대량 사육을 위해서는 알의 부화 시기 관측이 가능하여 유충 수집을 수월하게 할 수 있는 인공적인 산란 장소를 제공하는 것이 좋을 것 같다는 결론을 내리고 부직포를 이용해 채란을 시도하였다. 또한 특정 색상의 부직포에 산란이 더 많이 이루어지는 것을 발견하고 대체 산란 장소 후보로 가능성이 있는 재료들의 색상에 따른 애반딧불이 산란 선호도 조사를 통해 이끼를 사용하여 증식했을 때 발생하는 문제를 보완하며 산란율을 유지하거나 증가 효과가 있는 최적의 대체 인공 산란 장소를 찾고자 하였다.

Materials and Methods

시험 곤충 및 사육 조건

애반딧불이는 2018 - 2019년 충청북도 제천시에 있는 농가에서 공급받은 개체들을 대전곤충생태관에서 누대 사육하여 조사하였다. 실체현미경(SZX-10, Olympus, Japan)을 이용하여 암수 구별 및 산란된 알의 개수를 조사하였으며, 번식과 사육 등 모든 실험은 실내(온도 $23 \pm 1^\circ\text{C}$, 수온 $21 \pm 1^\circ\text{C}$, 상대습도 $60 \pm 5\%$, 8 light : 16 dark) 연구실에서 수행하였다.

산란 장소

산란 선호도가 높은 장소 조사를 위해 사용한 재료는 이끼 (가로 6 cm, 세로 6 cm, 두께 2 cm)와 부직포 (가로 6 cm, 세로 6 cm, 두께 0.1 cm), 펠트지 (가로 6 cm, 세로 6 cm, 두께 0.1 cm)이다. 부직포와 펠트지 색상은 6가지로 노랑, 초록, 파랑, 회색, 흰색, 검은색을 사용하였다.

케이지

이끼, 부직포, 펠트지를 각각 넣어 산란된 알의 개수를 조사한 케이지는 가로 7.2 cm, 세로 7.2 cm, 높이 10 cm 크기의 사각 플라스틱 케이지(Insect Breeding Box 310075, Hole Position-Cap, SPL, Korea)를 사용하였다. 부직포와 펠트지 6가지 색상을 한 공간에 같이 배치하여 산란된 알의 개수를 조사한 케이지는 가로 27 cm, 세로 17.5 cm, 높이 22 cm 크기의 사각 플라스틱 케이지(Daeil, Korea)를 사용하였다.

조사방법

인공 산란 장소의 재질과 색상에 따른 산란수 변화를 알아보기 위해 개별 및 혼합 조사를 병행하였다. 개별 조사는 사각 플라스틱 케이지에 1 cm 높이의 흙을 채우고 노랑, 초록, 파랑, 회색, 흰색, 검은색의 부직포와 펠트지를 각각 한 장씩 설치하여 부직포를 넣은 케이지 18개, 펠트지를 넣은 케이지 18개와 전통적으로 사용되는 이끼와의 산란수 비교를 위해 이끼를 넣은 케이지 3개를 추가하여 총 39개의 케이지를 준비하였다. 같은 시기에 출현한 애반딧불이 암수 성충을 각 케이지마다 3쌍씩 투입하고 10일간 산란된 케이지에 있는 알을 전수 조사하였다. 혼합 조

사는 사각 플라스틱 케이지(Daeil, Korea)에 1 cm 높이의 흙을 채우고 부직포와 펠트지 6가지 색상 노랑, 초록, 파랑, 회색, 흰색, 검은색을 한 공간에 임의로 배치한 후 애반딧불이 성충이 빠져나가지 못하게 망을 씌우고 조사하였다. 혼합 조사에서도 각 케이지마다 동시에 출현한 애반딧불이 암수 성충 3쌍씩을 투입하여 10일간 부직포를 넣은 케이지 3개와 펠트지를 넣은 케이지 3개에 산란된 알을 전수 조사하였다. 개별 및 혼합 조사 모두 사육 관리 및 수분 공급은 2일에 한 번씩 수행하였다.

Results and Discussion

부직포가 설치된 사각 플라스틱 케이지에서 산란

18개 케이지 중에서 산란된 알이 가장 많은 색상은 노란색으로 평균 산란수는 272.6개였고 최대 368개였다. 산란수가 가장 적은 색상은 파란색으로 평균 산란수 67.0개를 나타냈다(Table 1). 단 파란색 부직포는 3개 케이지 중 1개의 케이지에서 산란이 전혀 이루어지지 않아 다른 5가지 색상들의 평균 산란수와 명확하게 비교하기 어려운 부분이 있다. 하지만 3개 케이지 중 산란이 이루어지지 않은 1개 케이지를 제외하고 계산된 나머지 2개 케이지의 평균 산란수 100.5개는 다른 5가지 색상들에서도 색상 별로 가장 낮은 산란수가 나온 케이지를 제외하고 계산된 2개 케이지들의 평균 산란수와 비교해도 가장 낮은 결과를 보였다. 개별 부직포 실험군 조사에서 노란색의 평균 산란수가 가장 많았으나 파란색 부직포의 2개 케이지를 포함해 나머지 5가지 색상들의 최소 평균 산란수도 100개 이상의 결과를 나타냈다. 특히 초록색의 경우 노란색 평균 산란수와 비슷한 254.6개의 평균 산란수를 보였고 같은 색상 케이지들에서 편차가 큰 경우들이 발생하여 부직포 실험군에서의 산란은 색상보다는 개체 상태에 따라 영향을 받은 것으로 판단된다. 하지만 이끼 사용 시 발생하는 문제점을 보완할 수 있는 대체 인공 산란장소로 실험군 중 최대 산란수가 300개 이상 나온 노란색, 초록색, 흰색 부직포의 활용은 매우 좋을 것으로 사료된다.

Table 1. Number of eggs according to the colors of non-woven fabric installed in insect breeding box cage with *Luciola lateralis*.

Color	Number of eggs in cage 1	Number of eggs in cage 2	Number of eggs in cage 3	Average number of eggs
Yellow	251	368	199	272.6
Green	157	306	301	254.6
Blue	0	135	66	67.0
Gray	96	160	176	144.0
White	141	324	196	220.3
Black	34	278	186	166.0

펠트지가 설치된 사각 플라스틱 케이지에서 산란

18개 케이지 중에서 산란수가 가장 많은 색상은 검은색으로 평균 산란수는 54.6개였고 최대 85개 산란수를 보였다. 산란수가 가장 낮은 색상은 흰색으로 평균 산란수 0.3개였다. 노랑, 파랑, 회색, 흰색에서는 산란이 전혀 이루어지지 않은 케이지가 총 5개 나왔다(Table 2). 개별 펠트지 실험군 조사에서 검은색 평균 산란수가 가장 많았으나 6가지 색상 모두 전체적인 산란수가 부직포 실험군에 비해 매우 낮았다. 만일 부직포 개별 조사 실험군에서 산란수가 많았던 색상인 노란색, 초록색, 흰색의 산란수가 높았다면 색상에 따른 애반딧불이의 산란 선호도를 명확히 알 수 있었겠지만 산란이 전혀 이루어지지 않은 케이지가 5개나 나와 펠트지 개별 조사에서는 색상에 따른 애반딧불이의 산란 선호도를 파악하기는 어렵다고 판단된다. 이는 물가의 이끼에 산란을 하는 애반딧불이가 부직포보

다 거친 면이 덜하고 얇은 펠트지에는 알을 깊게 낳아 고정하기 어렵고 수분 증발이 빨리 되기 때문에 산란 장소로 선호하지 않는 것으로 판단된다. 이는 상대습도 80% 조건에서 평균 산란수 248.9 ± 80.7 개가 나온 연구(Kim et al., 2008)에서도 알 수 있듯이 애반딧불이 산란은 수분 함유량을 포함한 전체적인 산란 장소의 환경 영향을 크게 받는 것으로 사료되며 실제 부직포와 펠트지에 산란된 알을 비교 관찰하였을 때 부직포에 산란된 알이 더 단단하게 고정되어 있었고 수분도 펠트지에 비해 많이 유지되고 있는 것을 관찰할 수 있었다.

Table 2. Number of eggs according to the colors of felt installed in insect breeding box with *Luciola lateralis*.

Color	Number of eggs in cage 1	Number of eggs in cage 2	Number of eggs in cage 3	Average number of eggs
Yellow	0	21	3	8.0
Green	37	57	29	41.0
Blue	14	0	79	31.0
Gray	1	8	0	3.0
White	1	0	0	0.3
Black	60	19	85	54.6

이끼가 설치된 사각 플라스틱 케이지에서 산란

3개 케이지의 평균 산란수는 139.3개, 최대 산란수는 252개였다. 1개 케이지에서는 5개의 알만 관찰되었다(Table 3). 이끼 실험군 조사에서 케이지 3개 중 1개의 케이지에는 5개의 알만 낳아 전체 평균 산란수를 정확히 도출하기는 어렵지만 나머지 2개 케이지 평균 산란수가 206.5개로 계산되어 평균 산란수 결과로 보면 이끼의 대체 산란장소로는 부직포가 적합할 것으로 판단된다. 개별 부직포 실험군 결과(Table 1)에서 6가지 색상의 부직포가 설치된 케이지 18개 중 색상 별로 가장 낮은 산란수가 나온 케이지 1개를 제외하고 계산된 전체 평균 산란수는 228.9개, 6가지 색상 중 평균 산란수가 가장 많았던 노란색 부직포는 케이지 3개 중 가장 낮은 산란수 케이지를 제외한 2개 케이지의 평균 산란수가 309.5개이다. 이를 이끼 실험군 결과와 비교해보면 이끼의 2개 케이지 평균 산란수 206.5개보다 부직포 6가지 색상의 전체 평균 산란수는 22.4개, 노란색 부직포의 평균 산란수는 103개 더 많은 산란수를 보인다. 이는 좀 더 많은 이끼 실험군을 이용한 후속 연구가 필요하겠지만 본 연구 결과를 감안하였을 때 노란색 부직포는 이끼에서 이루어지는 애반딧불이의 산란율을 유지하거나 증가시킬 수 있는 적합한 재료라고 사료된다.

Table 3. The number of eggs observed in the moss installed in the insect breeding cage with *Luciola lateralis*.

Oviposition ground	Number of eggs in cage 1	Number of eggs in cage 2	Number of eggs in cage 3	Number of eggs rate
Moss	5	252	161	139.3

부직포 6가지 색상이 혼합 설치된 사각 플라스틱 케이지의 산란수

3개 케이지에 있는 알 개수를 전부 조사한 결과 노란색에만 절대적인 산란을 보였다. 노란색에 산란한 알의 개수는 199, 269, 186개로 평균 산란수는 218.0개였다. 나머지 5가지 색상 초록색, 파란색, 회색, 흰색, 검은색에는 거의 산란을 하지 않았다(Table 4). 6가지 색상이 같이 있는 경우에 애반딧불이는 노란색에만 산란을 집중하여 애반딧불이의 산란에 노란색 부직포는 매우 큰 영향을 주는 것으로 판단된다. 이는 다양한 곤충들이 특정한 빛의 파장을 선호하는 특성에 기인하여 많은 해충들에 대한 모니터링 도구와 유살 및 통제 방법을 개발하는 많은 연구들에 의해 설명될 수 있다고 사료된다. 거베라에서 아메리카잎굴파리가 황색점착트랩에 가장 많이 유인되었다는 연구(Park et al., 2001)와 크랜베리 재배지에서 매미충(*Scaphytopius magdalenensis* Provancher)이 노란색에서 가장 많이 유인되고 그 다음 적색, 녹색 순서로 유인된다는 연구(Rodriguez-Saona et al., 2012)의 결과처럼 애반딧불이도 노란색

에 유인이 되어 집중 산란한 것으로 사료된다. 부직포의 혼합 및 개별 조사 결과를 종합해 봤을 때 노란색 부직포는 분명히 이끼보다 더 많은 알을 얻을 수 있는 가능성과 사육 관리를 수월하게 하는 효과로 애반딧불이의 대량 사육에 있어 활용 가치가 매우 높은 대체 인공 산란장소라고 사료된다.

Table 4. Number of eggs of the six colors non-woven fabric installed in the square plastic cage with *Luciola lateralis*.

Color	Number of eggs in cage 1	Number of eggs in cage 2	Number of eggs in cage 3	Number of eggs rate
Yellow	199	269	186	218.0
Green	1	0	0	0.3
Blue	3	1	0	1.3
Gray	0	0	1	0.3
White	0	0	0	0.0
Black	0	4	5	3.0

펠트지 6가지 색상이 혼합 설치된 사각 플라스틱 케이지에서 산란

3개 케이지 모두 전체적으로 산란이 이루어지지 않았다. 3개 케이지 중 2개 케이지에서는 알이 전혀 발견되지 않았고 산란이 이루어진 1개 케이지에서도 초록색 2개, 흰색 1개로 총 3개의 알만 발견되었다(Table 5). 펠트지 6가지 색상의 혼합 실험군 조사에서 산란이 거의 안 이루어진 것은 개별 실험군 조사에 사용된 케이지보다 넓은 면적과 덮개 형태의 차이가 있는 케이지로 인해 수분 증발이 많이 되었을 것으로 판단된다. 이는 개별 펠트지 실험군 결과와 마찬가지로 산란 장소의 수분 함유량이 애반딧불이의 산란에 매우 큰 영향을 주는 것을 알 수 있으며 애반딧불이의 인공 산란 장소로 펠트지는 적합하지 않는 것을 보여준다.

Table 5. Number of eggs of the six colors felt installed in the square plastic cage with *Luciola lateralis*.

Color	Number of eggs in cage 1	Number of eggs in cage 2	Number of eggs in cage 3	Number of eggs rate
Yellow	0	0	0	0.0
Green	0	2	0	0.6
Blue	0	0	0	0.0
Gray	0	0	0	0.0
White	0	1	0	0.3
Black	0	0	0	0.0

Conflict of Interests

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Authors Information

Won-Jun Seo, <https://orcid.org/0000-0002-6945-8533>

Do-Hwan Jang, <https://orcid.org/0000-0003-1942-1211>

Sang-Eun Park, <https://orcid.org/0000-0002-8820-8660>

Young-Nam Youn, <https://orcid.org/0000-0002-4956-1904>

References

- Kang SH, Jeon MK, Kwon SJ, Na SJ, Kim KH, Jeong JC. 2018. Artificial habitat creation of *Luciola lateralis* (Coleoptera; Lampyridae) and research of breeding technique for festival at Hwadamsup, Korea. *Journal of Forest and Environmental Science* 34:275-283.
- Kim HG, Kwon YJ, Suh SJ. 2008. Bionomical characteristics of *Luciola lateralis* (Coleoptera; Lampyridae) in mass breeding. *Journal of Life Science* 18:1728-1732. [in Korean]
- Kim IS, Lee SC, Bae JS, Jin BR, Kim SE, Kim JK, Yoon HJ, Yang SR, Lim SH, Sohn HD. 2000. Genetic divergence and phylogenetic relationships among Korea fireflies, *Hotaria papariensis*, *Luciola lateralis*, and *Pyrocoelia rufa* (Coleoptera; Lampyridae), using mitochondrial DNA sequences. *Korean Journal of Applied Entomology* 39:211-226. [in Korean]
- Kwon HY. 2013. Analysis of metapopulation maintenance factors and restoration plan for Korean *Luciola lateralis* Motschulsky. pp. 31-51. Ph.D. dissertation, Andong Univ., Andong, Korea. [in Korean]
- Oh HS, Kang YK, Nam SH. 2009. Ecological characteristics of the firefly, *Luciola lateralis*. *Korean Journal of Applied Entomology* 48:197-202. [in Korean]
- Oh HS. 2004. Study of habitat environment and characteristics of population on the firefly, *Luciola lateralis*. Master's dissertaiton, Daejeon Univ., Daejeon, Korea. [in Korean]
- Park JD, Ku YS, Choi DS, Kim SS. 2001. Damaged aspect, seasonal fluctuations, and attractivity of various colors on *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera; Agromyzidae) in gerbera. *Korean Journal of Applied Entomology* 40:97-103. [in Korean]
- RDA (Rural Development Administration). 2014. Rearing standards and specifications for beneficial insect. pp. 96-120. [in Korean]
- Rodriguez-Saona CR, Byers JA, Schiffhauer D. 2012. Effect of trap color and height on captures of blunt-nosed and sharp-nosed leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) and non-target arthropods in cranberry bogs. *Crop Protection* 40:132-144.
- Suzuki H. 2001. Studies on biological diversity of firefly in Japan. *International Journal of Industrial Entomology* 2:91-105.