

애반딧불이(*Luciola lateralis*) 유충의 상륙에 미치는 수온의 영향오홍식¹ · 강영국² · 남상호^{2*}¹자연환경복원연구원, ²대전대학교 생명과학과Effect of Water temperature on the Climbing up of Larvae of Firefly, *Luciola lateralis* (Coleoptera: Lampyridae)Oh, Hong-Sik¹, Young-Kook Kang² and Sang-Ho Nam^{2*}¹Natural Environmental Restoration Institute co. Ltd. Daejeon, 306-812, Korea²Department of Biology, Daejeon University, Daejeon, 300-716, Korea

ABSTRACT : This study was conducted to investigate the relationship between the climbing up event of *Luciola lateralis* larvae and water temperature. In the laboratory condition, the larvae did not come out of water at constant temperature condition of $19.3 \pm 0.3^\circ\text{C}$ and tried to climb up at varying temperature condition of $20\sim 22^\circ\text{C}$ (mean temperature $20.9 \pm 0.9^\circ\text{C}$) without success. However, they climbed up at constant temperature condition of $20.8 \pm 0.6^\circ\text{C}$. The frequency of the larval climbing up was highest as 63.6% at $20\sim 21^\circ\text{C}$. The most larvae climbed up at approximately 21°C of average daily water temperature. In the natural condition, the larvae climbed up at $19.8\sim 21.7^\circ\text{C}$ and the frequency of the larval climbing up was high as 80.4% at $20\sim 21^\circ\text{C}$. The larval climbing up was also little observed at $19\sim 20^\circ\text{C}$ at which no larval climbing up was found in the laboratory experiment. No larvae attempted to climb up when water temperature was below 19°C and above 22°C . It took 18 days from climbing up of larvae to appearance of adults. In its habitat, the range of water temperature required for larvae to climb up is assumed to be $19.6\sim 21.8^\circ\text{C}$ and the most suitable water temperature may be $20.4 \pm 2.3^\circ\text{C}$. Therefore, the range of water temperature required for larvae to climb up is assumed to be $19.8\sim 21.7^\circ\text{C}$, and the suitable water temperature range for larvae may be $20\sim 21^\circ\text{C}$, and the most suitable temperature is thought to be 21°C .

KEY WORDS : *Luciola lateralis*, Climbing up larva, Climbing up frequency, Water temperature

초 록 : 본 연구는 애반딧불이 유충의 상륙에 미치는 수온의 영향을 실내·외 조건에서 조사하였다. 실내 실험 결과에서 수온이 평균 $19.3 \pm 0.3^\circ\text{C}$ 정온조건에서는 상륙 행동을 보이지 않았고, $20\sim 22^\circ\text{C}$ 변온조건(평균 $20.9 \pm 0.9^\circ\text{C}$)에서는 상륙을 시도하였지만 실제로 상륙은 이루어지지 않았다. 그러나 유충들은 평균 $20.8 \pm 0.6^\circ\text{C}$ 정온조건에서는 가장 활발하게 유충의 상륙이 이루어졌다. 관찰 시점에 대한 조사는 실내 실험에서 유충의 상륙 빈도는 수온 $20\sim 21^\circ\text{C}$ 에서 전체의 63.6%로 높게 나타났다. 자연 서식처 실험에서 수온 $19.8\sim 21.7^\circ\text{C}$ 구간에서 상륙이 이루어졌으며, 상륙빈도수가 $20\sim 21^\circ\text{C}$ 에서 전체의 80.4%로 높게 나타났다. 서식처 실험에서는 실내 실험에서 유충의 상륙이 관찰되지 않았던 $19\sim 20^\circ\text{C}$ 구간에서도 유충의 상륙이 약간 관찰되었다. 실내 실험과 자연 서식처 실험의 조사일별에 대해 수온이 $20\sim 21^\circ\text{C}$ 에서 상륙빈도가 높게 나타났다. 실내 실험에서 유충의 상륙에서 성충의 출현까지 기간은 약 18일 소요되었으며 서식지 내에서 유충의 상륙부터 성충의 최초 출현 일과 최대 개체수 출현 일 사이의 기간 동안 기록된 수온의 구간은 $19.6\sim 21.8^\circ\text{C}$ 이었고 수온은 평균 $20.4 \pm 2.3^\circ\text{C}$ 로 나타났다. 위의 결과를

*Corresponding author. E-mail: shnam@dju.kr

보아 상륙에 요구되는 수온의 범위는 20°C~21°C 인 것으로 추정되며 가장 적절한 수온은 약 21°C로 추정되었다.

검색어 : 애반딧불이, 유충 상륙, 수온, 상륙빈도

애반딧불이(*Luciola lateralis*)는 딱정벌레목(Coleoptera) 반딧불이과(Lampyridae) 애반딧불리아과(Luciolinae)에 속하며 한국, 일본, 중국 등 동아시아에 넓게 분포하고 있다(Nagane, 1981). 애반딧불이 유충은 논, 농수로, 습지 등 고인물이나 유속이 완만한 배수로 주변에서 서식하며, 물달팽이나 다슬기 등을 먹이로 한다. 4회 탈피 후 유충 상태로 월동하여 이듬해 6월에서 7월까지 성충으로 된다(Kim J. G, unpublished observation, 1999). 이 종은 완전변태를 하며 흑색의 유충은 7령까지 영기를 거치면서 하천의 다슬기, 고동 등을 섭식하며, 번데기 기간은 10일 정도, 성충 수명은 2주 정도이며, 암컷은 300~500개의 담황색 알을 산란하며, 체장은 부화유충이 1.0~1.5 mm, 7령 유충은 25~30 mm 정도까지 성장한다(Noh *et al.*, 1990). 일본에서는 6월 중순에서 7월 상순에 성충이 출현하며, 유충은 논에서 물달팽이류를 섭식하면서 생활하다가 월동을 마친 후 이듬해 5월 중순경에 논둑으로 상륙하여 토와를 형성한 후 20~30일 경과한 다음 성충으로 우화한다(Ohba, 1983). 애반딧불이는 국내 분포 현황, 생활사, 온도에 대한 발육특성, 유전적 지역특이성 등이 연구된 바 있다(Kim J. G, unpublished observation, 2001). Lee *et al.*(2003)은 애반딧불이의 알, 유충, 번데기에 대한 온도 별 발육기간은 저온보다 고온에서 짧았으나 10°C 이하와 35°C 이상에서는 발육이 되지 않아 발육과 생식에 적합한 온도는 20°C에서 25°C라고 하였으며, 각 태 별 발육영점온도는 알이 10.6°C, 유충 14.0°C, 그리고 번데기는 13.1°C이었고, 유효적산온도는 각각 214.8, 1,564.8 229.2일도라고 보고하였다. 일본은 반딧불이(*Luciola cruciata*)의 연구가 가장 활발하게 이루어지고 있고 생태와 기온변화 사이에 상호관계가 있는 것으로 보고되었으며 서식처의 기온은 반딧불이의 비행과 휴식에 영향을 준다고 하였다 (Hori & Yuma, 1990). 반딧불이 사육에 있어 유충 상륙시기 수온의 중요성도 이미 밝혀져 있다(Abe, 1997). 또한 자연 서식지 내 반딧불이의 출현 양상과 온도의 관계도 이미 구명하여 보고되었다(Yajima, 1997).

한편, 기존의 애반딧불이 관련 실험의 경우, 유충의 저온휴면처리 후 성충발생까지 연구 조사에서 2.5°C 조건으로 1개월, 2개월, 3개월 간 저온 처리 후 자연광 조건에서 상륙을 유도하였다(Kim J. G, unpublished observation, 2001). 또한 유충 및 번데기 기간에 대한 온도 영향의 실험에서 3개월 정도 저온처리(0~5°C) 후 유충의 상륙은 자연광 조건(4월경)에서 실시하였다(Lee *et al.*, 2003). 이처럼 국내 애반딧불이와 관련된 실험에서 유충을 상륙시키기 위해 인위적인 저온처리를 하는데 한계를 가지고 있다. 그러나 본 연구는 이러한 저온처리 없이 유충의 상륙을 유도하고 애반딧불이 서식지 환경과 개체군 특성의 상호관계를 밝힘으로써 인공 증식과 서식지 복원을 통해 개체군의 보전에 기여하고자 수행하였다. 또한, 서식지 환경과 개체군의 특성에 중요한 환경 요인으로 온도를 선정하였고 2002년부터 2005년까지 실내·외 조건에서 수온 변화에 따른 유충의 상륙을 조사하여 이들의 상호작용에 대한 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

조사 장소 및 시험곤충

애반딧불이 유충상륙에 미치는 수온의 영향을 조사하기 위하여 2005년 5월부터 6월까지 전북무주군 설천면 두길리 월현마을(조사지점 N35°57'59.3"E127°46'37.3", 고도 378 m)에서 서식지 수온 변화를 조사하였고, 2007년 6월부터 7월까지 충북 옥천군 동이면 금암리(실험지점 N36°16'49.4" E127°38'14.9", 고도 107 m)에서 수온 변화와 유충의 상륙 상황을 조사하였다(Fig. 1). 이 조사에서 공시충은 2003년 설천면 월현마을에서 채집되어 항온항습실에서 21°C 내·외로 누대 사육된 2세대 5령 유충을 실내실험에 사용하였고 2006년 6월부터 7월까지 동이면 금암리에서 채집하여 실내 20~25°C 조건에서 사육된 1세대 공시충인 5령 유충을 사용하였다.

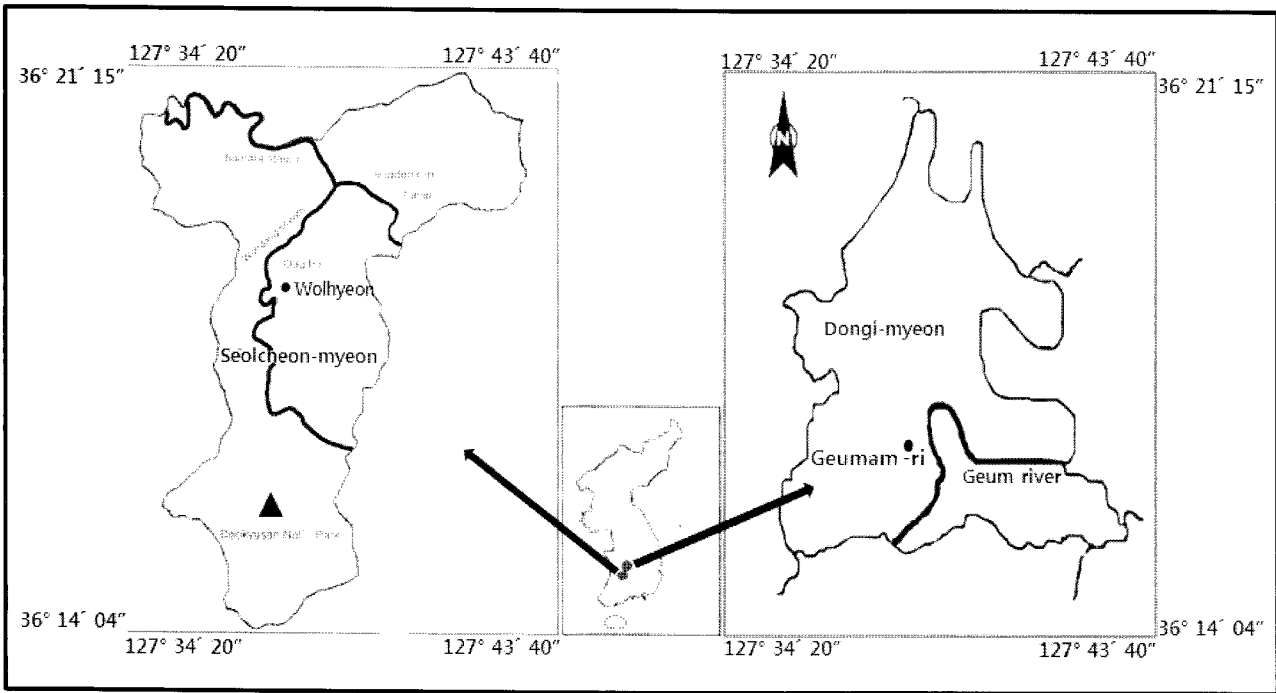


Fig. 1. Water temperature for the larvae to climb up in habitat were measured at Wolhyeon village, Seolcheon-myeon, Muju-gun in 2005 and In 2007, Water temperature for the larvae to climb up in the natural condition was measured at Geumam-ri, Donggi-myeon, Okcheon-gun in Korea.

실내·외에서 수온변화와 애반딧불이 유충의 상륙과 관계

실내실험은 2004년 12월부터 2월까지 대전대학교 이과대학 곤충실험실에서 항온항습기(vision scientific co. LTD. VS-91G09M-O)를 이용하여 유리로 제작된 사육용기(40×40×30 cm)에 저온처리가 되지 않은 공시충 100마리와 먹이인 다슬기를 접종하였다(fig. 2). 이때 제공한 수온은 19~22℃(14L:10D 광주기)로 물 10 cm를 넣고 5령인 종령 유충이 용화하기 위해 상륙하는 행

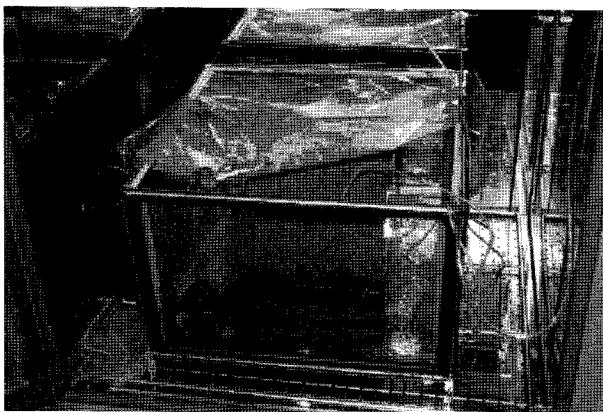


Fig. 2. Rearing cage for experiment on the climbing up of *L. lateralis* larva in the growth chamber.

동양상과 수온변화를 3구간의 인위적 수온 조절로 조사하였다. 3구간의 수온은 1구간은 19℃ 정온조건, 2구간은 20~22℃의 변온조건, 3구간은 21℃ 정온조건으로 설정하였으며 각 구간에서 최소 10일 이상 조사하였다. 또한 유충이 상륙할 수 있는 온도 조건에서 유충의 상륙부터 성충이 출현되기까지의 기간과 성충 개체 수를 조사하였다.

실외실험은 2007년 충북 옥천군 동이면 금암리 지역 서식처의 농수로에서 유충 상륙장치(프라스틱용기, 58×45×22 cm)에 물 10 cm를 넣고 고정시킨 후, 저온처리가 되지 않은 공시충인 애반딧불이 5령 유충 100마리를 용기에 방사한 후 6월 20일부터 7월 20일 까지 매일 3~4회 육안으로 확인하였으며 오후 8시부터 12시까지는 공시충의 야행성을 고려하여 손전등을 이용해 지속적인 관찰로 상륙 유충 수, 우화 성충 수, 수온변화를 조사하였다.

서식처 내에서 유충의 상륙에 대한 수온 조사

서식처 내의 유충의 상륙과 수온의 관계를 조사하기 위해 2005년 5월부터 6월까지 전북무주군 설천면 월현마을에서 성충 출현 장소의 농수로에 온도기록장치,

Data-logger(Model: HOBO RH/Temp/2x Exteranal),로 수온과 지온 변화를 매일 측정하였고 서식처에서 성충 출현 일을 조사 한 후 최초 출현 일과 최대 개체수 출현 일까지의 구간에서 출현 일로부터 유충의 상륙 기간 동안 수온을 조사하였으며 그 결과를 실내·외 실험의 수온과 비교 분석하였다. 이때 성충 출현 조사는 오후 8시 30분부터 12시까지 고정된 장소에서 10분에 2~3회 발광하는 개체수를 계수기로 계수하였으며 유충의 상륙 기간은 상기의 실내 실험인 2004년 12월부터 2005년 2월까지 대전대학교 이과대학 곤충 실험실에서 조사된 유충의 상륙 기간을 적용하였다.

결과 및 고찰

유충의 상륙 양상 및 수온

실내실험의 수온 조건이 다른 3구간에서 모니터링한 결과, 19°C 정온조건인 1구간은 평균 수온이 19.3 ± 0.3°C로 상륙 행동을 보이지 않았고, 20~22°C 변온조건인 2구간은 평균 수온이 20.9 ± 0.9°C로 상륙을 시도하였지만 실제로 상륙은 이루어지지 않았다. 21°C

정온조건인 3구간은 평균 수온이 20.8 ± 0.6°C로 유충들의 상륙이 활발하게 이루어졌다. 2구간은 3구간의 평균수온과 거의 차이가 없었으나 20~22°C 범위 내에서의 수온 변화가 유충의 상륙을 억제한 것으로 사료된다(Fig. 3).

실내실험에서 공시충 100개체 중 상륙한 유충은 77개체로 조사되었고 상륙한 유충은 모두 성충으로 출현하였다. 실외실험에서 유충의 상륙은 6월 25일부터 7월 5일까지 관찰되었고 100개체의 공시충 중 84개체가 상륙하여 모두 성충으로 출현하였다. 상륙이 관찰된 유충은 102개체로 최종 상륙개체와 18개체의 차이가 있는 것은 상륙하였던 개체가 토와를 짓는 도중 다시 수중으로 들어가는 행동 때문이었다. 또한, 실내·외 실험에서 전체 179개체 유충의 상륙 중 132개체가 20~21°C에서 조사되었다(Table 1).

실내 실험에서 수온에 대한 상륙빈도를 분석해 본 결과, 상륙 빈도가 가장 높은 시점의 수온은 21.3°C와 20.2°C로 31.2%가 상륙하였으며 20~21°C구간에서 전체의 63.6%로 가장 높게 나타났다. 자연 서식지의 실외 실험에서 상륙 빈도가 가장 높은 시점의 수온은 20.6°C로 43.1%가 상륙하였으며 20~21°C구간에서 전

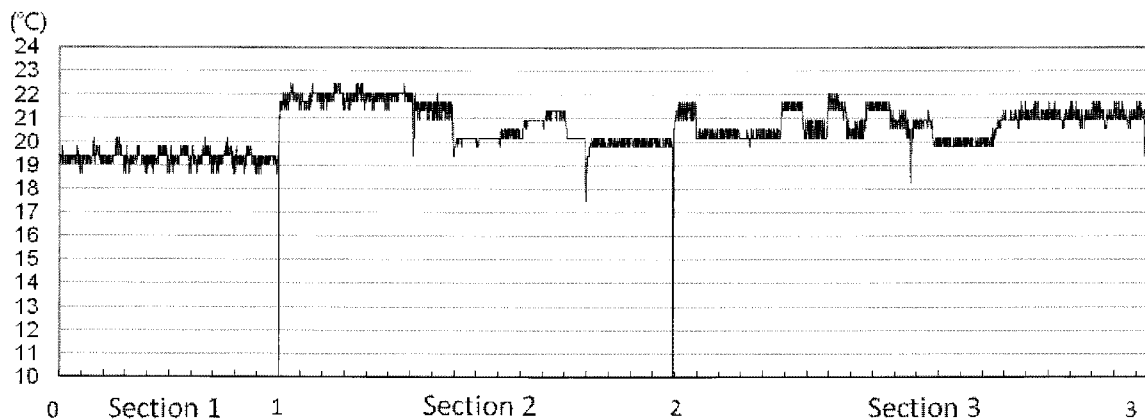


Fig. 3. Water temperature during the observation of the climbing-up larva of *L. lateralis* in Lab. condition (19~22°C). A larva did not climb up at 19.3 ± 0.3°C in section 1, did not come out of water and tried to climb up at 20.9 ± 0.9°C in Section 2 and climbed up at 20.8 ± 0.6°C in section 3.

Table 1. The number of Individuals on water temperature of the climbing up- larva of *L. lateralis* in Lab. condition (19~22°C) and in natural habitat, Geumam-ri area

W.T. (°C)	19	19.8	20.2	20.6	21.0	21.3	21.7	22	Total (N.A.)
N. Lab.	0	0	24	9	16	24	4	0	77 (77)
N. Nat.	0	5	16	44	23	11	3	0	102 (84)

Note : W.T., water temperature N. Lab., No. of individuals in Laboratory condition N. Nat., No. of individuals in natural habitat ; N.A., No. of individuals of eclosion into adult.

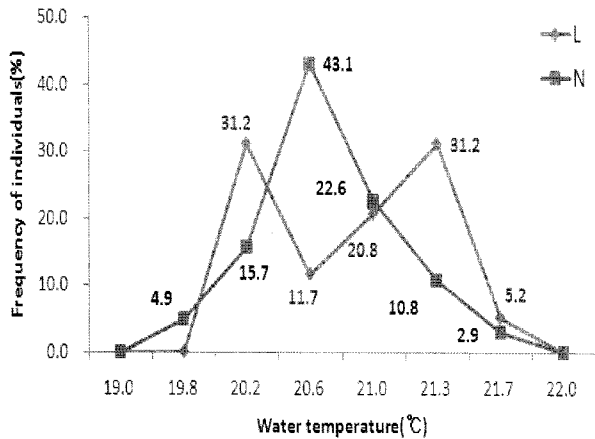


Fig. 4. Water temperature and the frequency of the climbing-up larvae of *L. lateralis* in Lab. condition (L, 19~22°C) and in natural habitat, Geumam-ri area (N).

체의 80.4%로 상륙활동이 활발하게 나타났다(Fig. 4). 한편, 유충의 상륙 시 수온의 범위는 19.8~21.7°C 이었고, 19°C 이하와 22°C 이상에서는 상륙하는 개체가 없었다.

실·외 실험 조사 기간 동안 수온의 편차가 크거나 19°C 이하와 22°C 이상에서는 상륙하는 개체가 없었고 실외 실험에서는 상륙 개체가 다시 수중으로 내려가는 행동을 보였다. 이는 조사 기간 중에 상륙에 요구 되는 수온이 적절하지 않았기 때문으로 보였고 이에 따라 조사 기간의 평균수온과 조사 일에 대한 일 평균수온을 분석해보았다. 실내 실험에서 조사일별 일 평균수온에 대한 전체 평균수온은 20.6 ± 0.6°C로 조사되었으며 유충의 상륙 시에 기록된 수온은 20.2°C, 20.6°C, 21.0°C, 21.3°C, 21.7°C 등으로 조사되었다

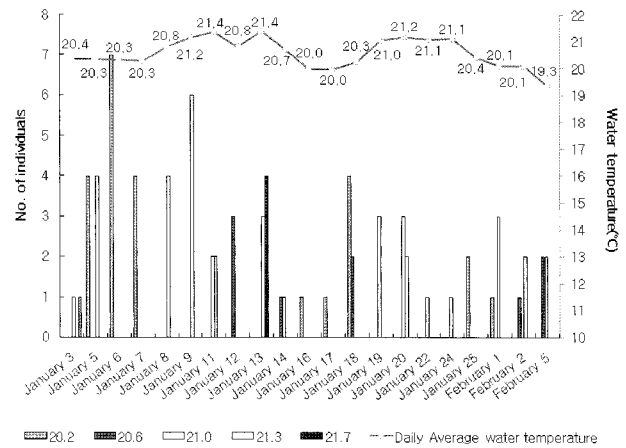


Fig. 5. The relationship between water temperature and the number of *L. lateralis* larvae climbed up during the survey period in Lab. condition (19~22°C).

(Fig. 5). 또한 일일평균수온이 19°C, 20°C, 21°C 등에서 각각 6개체, 44개체, 27개체의 유충이 상륙하였으며 일평균수온이 약 20°C로 유지되었을 때 상륙 개체가 많은 것으로 조사되었다(Table 2).

한편, 실외 실험에서 조사일별 일일평균수온에 대한 전체 평균수온은 20.4 ± 0.6°C로 조사되었으며 유충의 상륙 시에 기록된 수온은 19.8°C, 20.2°C, 20.6°C, 21.0°C, 21.3°C, 21.7°C 등으로 조사되었고 실내 실험에서 조사되지 않은 19°C에서 유충의 상륙이 조사되었다(Fig. 6). 또한 일평균수온이 19°C, 20°C, 21°C 등에서 각각 22개체, 66개체, 14개체의 유충이 상륙하였으며 수온이 약 20°C로 유지 되었을 때 상륙 개체가 많은 것으로 조사되었다(Table 3).

실내·외의 실험 결과에서 애반딧불이 유충의 상륙 시

Table 2. Average water temperature in a day and the number of *L. lateralis* larvae climbed up during the survey period in Lab. condition (19~22°C)

W.T. (°C)	Observation periods(month/day)										
	1/3	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/11	1/12	1/13	1/14	1/16
19											1
20	1	8	7	4	4			3		2	
21						6	4		7		
W.T. (°C)	Observation periods(month/day)										Total
	1/17	1/18	1/19	1/20	1/22	1/24	1/25	2/1	2/2	2/5	
19	1									4	6
20		6					2	4	3		44
21			3	5	1	1					27

Note : W.T., water temperature.

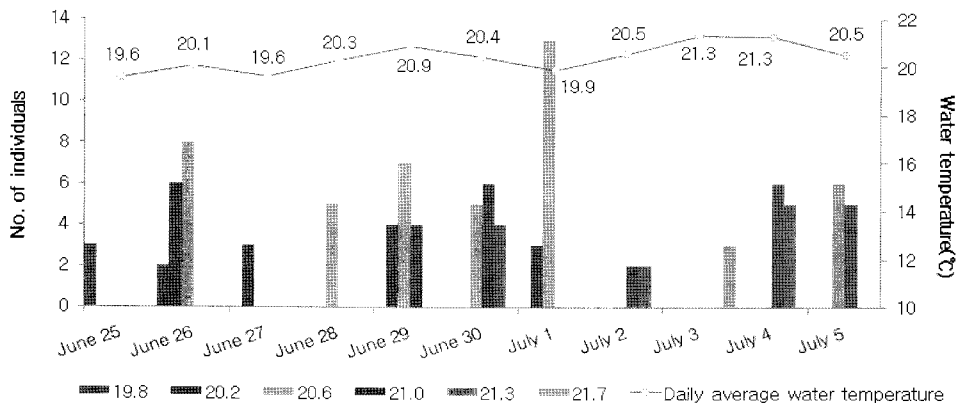


Fig. 6. The relationship between water temperature and the number of *L. lateralis* larvae climbed up during the survey period in natural condition.

Table 3. Average water temperature in a day and the number of *L. lateralis* larvae climbed up during the survey period in natural condition

W.T. (°C)	Observation periods (month/day)											Total
	6/25	6/26	6/27	6/28	6/29	6/30	7/1	7/2	7/3	7/4	7/5	
19	3		3				16					22
20		16		5	15	15		4			11	66
21									3	11		14

Note : W.T., water temperature.

Table 4. The period from the climb of *L. lateralis* larvae to the appearance of adult to each individual in Lab. condition (19~22°C)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Ave.
D	19	18	15	15	19	18	18	18	20	20	19	18	18	18	20	18.4 ± 1.2

Note : N, No. of individuals D, Taken period (days); Ave., Average.

점은 20~21°C에서 활발하였으며 상륙기간 동안에는 평균 수온이 약 20°C를 일정하게 유지될 때 상륙이 활발한 것으로 조사 되었다. 상륙 행동이 관찰된 최저 수온은 19.8°C이고, 최고 수온은 21.7°C로 조사되었으며 19°C 미만과 22°C 이상의 수온에서는 상륙행동이 관찰되지 않은 것이 두드러진 특징이다. 따라서 유충의 상륙에 요구되는 수온 구간은 19~22°C로 상륙 기간 동안 일정하게 유지되어야 하며 상륙은 20~21°C에서 가장 적정한 것으로 보인다. 일본에서 반딧불이(*L. cruciata*) 유충의 상륙은 12°C와 24.5°C에서 낮게 나타났고 16°C와 20°C에서 높게 나타났다고 20°C에서 점점 증가했다고 보고 되었다(Yuma, 1981). 본 조사에서 애반딧불이 유충의 상륙이 활발한 온도 조건은 일본의 반딧불이 유충의 상륙이 활발한 온도 조건과 유사한 양상을 보였다.

한편, 자연 서식처에서 유충의 상륙을 위한 수온을 조사하여 상기의 실내·외 실험 결과와 비교 분석하기 위해 실내 실험을 통해 유충의 상륙에서 성충의 출현까

지 기간을 조사하였다. 일본에서 반딧불이(*L. cruciata*) 유충의 상륙에서 성충 출현까지의 기간은 16°C에서 100일과 20°C에서 80일 등으로 조사되었다고 보고되었 고(Yuma, 1981), 국내의 애반딧불이의 용기간에 대한 실험에서 15°C에서 94.7 ± 11.5일, 20.16°C와 20°C에서 41.7 ± 9.1, 25°C에서 18.5 ± 7.4일로 온도가 높을수록 용기간이 짧았다고 보고하였다(Lee et. al., 2003). 또한 Kim(2001)은 23°C 조건에서 종령 유충이 땅으로 상륙 하여 흙으로 토와를 만든 후 약 20일의 전용기간을 거쳐 용화가 되며 토와 속에서 약 10일간 용기간을 거친 후 성충으로 우화한다고 하였고, 우화율은 66.3%라고 하였다(Kim, unpublished observation). 본 조사의 실내 실험은 평균 기온이 21.6 ± 0.7°C, 지온이 22.2 ± 0.5°C, 수온이 21 ± 0.6°C 조건에서 이루어졌으며 유충의 상륙에서 성충이 출현되기까지 기간은 상기의 다른 국내 실험과 온도 조건에서 약간의 차이는 있으나 상당히 유사한 18.4 ± 1.2일로 조사되었다(Table 4).

Table 5. Average water temperature during 18 days from the appearance period of adult, *L. lateralis* for assume water temperature of the climbing-up larva in wolhyeon village (2005)

M/D	6/15	6/16	6/17	6/18	6/19	6/20	6/21	6/22	6/23	6/25	6/26	6/27	6/28
W.T. (°C)	19.6±2	19.6±2	19.7±2	19.7±2	19.8±2	20.0±2	20.1±2.2	20.4±2.3	20.8±2.4	21.1±2.5	21.4±2.6	21.7±2.7	21.8±2.7

Note : M/D, month/day; W.T., water temperature.

서식처 내에서 유충의 상륙에 대한 수온 조사

실내 실험에서 조사된 유충의 상륙에서 성충이 출현 되기까지 소요 기간인 18일을 서식지에서 유충의 상륙 일로 가정하여 적용하였으며 최초 출현 일과 최대 출현 일의 기간 사이를 대상으로 각 출현 일로부터 18일간의 평균수온을 서식처 내에서 조사한 결과 19.6~21.8°C 구간으로 전체 평균 수온은 20.4±2.3°C로 나타났다. 최초 출현 일은 6월 15일로부터 유충의 상륙이 가정된 기간인 18일 동안의 평균수온이 19.6±2°C로 조사되었고 최대 출현 밀도를 나타내는 6월 27일은 유충의 상륙이 가정된 기간인 18일 동안의 평균수온이 21.8±2.7°C로 조사되었다(Table 5).

본 조사의 결과 19~22°C 구간에서 유충이 상륙할 것으로 추정되었으며 이는 실내·외 실험에서 유충의 상륙에 조사된 수온 조건과 유사하게 조사되었다. 한편, 일본의 반딧불이(*L. cruciata*) 사육에 있어 유충의 상륙 시기에 수온을 약 18°C, 하절 시기에는 최고 22°C, 동절 시기에는 6~8°C로 유지시키는 등 온도와 밀접한 관계를 가지고 있다고 하였다(Abe, 1997). 일본의 반딧불이 보다는 애반딧불이의 상륙 온도가 높게 조사되었지만, 실외 실험에서는 실내 실험에서 조사되지 않았던 19°C 정도에서 상륙하는 유충이 있는 것으로 조사되었고 자연 서식처에서 추정된 수온 범위에 평균 19°C 내·외의 범위가 포함되는 것을 고려했을 때 18°C에서도 유충 상륙이 가능할 것으로 보이며 차후 지온, 먹이의 조건 등 다양한 환경조건과 수온의 상관관계에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결론적으로, 본 연구에서 유충의 상륙 수온은 실내 실험과 실외 실험에서 비슷한 양상으로 20~21°C에 상륙빈도가 높게 나타났고 유충의 상륙부터 성충 출현 기간을 적용하여 서식처 내에서 추정된 상륙 수온도 19~22°C로 유사하게 조사되었다. 본 연구 결과의 수온 조건을 이용하여 유충의 상륙을 유도한다면 기존의 저

온처리 과정을 사용하지 않고 애반딧불이의 생활사를 단축시킬 수 있으며 인공 증식과 복원을 위해 기여할 수 있을 것으로 생각된다. 한편, 온도의 영향에 대한 개체군의 생태학적 특성은 환경 변화와 적응에 의해서 변화 될 수 있을 것이라 생각되며 애반딧불이의 생태적 특성에 영향을 주는 요인들에 대해 다년간의 지속적인 연구를 통해 개체군 특성의 변화를 모니터링 할 필요성이 있을 것으로 사료된다.

Literature Cited

- Abe, N. 1997. Breeding fireflies at the Itabashi Firefly House, Tokyo. THE INSECTARIA. 34: 20-23.
- Hori, M. & M., Yuma, 1990. Seasonal and Age-related changes in the Behaviour of the Genji Firefly, *Luciola cruciata* (Coleoptera, Lampyridae). Jpn. J. Ent., 58(4): 863-870.
- Lee, K.Y., K.s. Ahn, H.J. Kang, S.K. Park, J.G. Kim, 2003. Effects of Temperature on Reproduction and Development of Firefly, *Luciola lateralis* (Coleoptera Lampyridae). Korean Society of Applied Entomology, vol.42 No.3. pp. 217-223.
- Nagane, D. 1981. Taxonomy of Firefly. Nyusaienchi Press. Tokyo 93-94.
- Noh, Y.T., K.M. Baek, I.C. Shin and I.H. Moon. 1990. Propagation of Keorean Fireflies, *Luciola lateralis* Motschulsky. Korean J. Entomol. 20: 1-9.
- Ohba, N. 1983. Firefly fauna in Kanagawa prefecture. Ann. Rept. Yokosuka city Mus. 29: 17-19.
- The Entomological Society of Korea·Korean Society of Applied Entomology, 1994. Check List of Insects from Korea. Kon-Kuk University Press. pp. 744.
- Yajima, M. 1997. Fireflies return to the Imperial Palace-Efforts for introduction. THE INSECTARIA. 34: 26-32.
- Yuma, M. 1981. The body size variations of the climbing larvae of the firefly, *Luciola cruciata* (Coleoptera; Lampyridae). Jap. J. Ecol. 31:57-66.

(Received for publication April 11 2009;
revised May 22 2009; accepted June 2 2009)