

한국산 파파리반딧불이의 발광양상

심하식 · 권오길 · 조동현 · 최준길*

강원대학교 생물학과, 상지대학교 생물학과*

적 요: 본 연구는 국내에 서식하는 파파리반딧불이의 암컷과 수컷의 발광양상을 분석하고자 실시하였으며 발광양상은 암컷과 수컷의 정지발광과 구애발광을 구분하여 조사하였고 각각의 발광지속시간과 발광주기를 구분하여 측정하였다. 수컷의 발광지속시간은 정지발광(0.12초)보다 구애발광(0.17초)에서 1.4배 증가하였으며 암컷의 발광지속시간은 정지발광(0.15초)보다 구애발광(0.19초)에서 1.5배 증가하였다. 발광주기는 수컷에서 정지발광(1.26초)보다 구애발광(1.12초)에서 0.88배 감소하였고, 암컷에서 정지발광(2.99초)보다 구애발광(1.06초)에서 0.35배 감소하였다. 발광양상에서 발광주파수는 수컷의 정지발광에서 0.8 Hz, 수컷 구애발광 0.9 Hz, 암컷의 정지발광 0.3 Hz, 암컷의 구애발광은 0.9 Hz로 각각 나타났다. 파파리반딧불이의 발광파장영역은 400 nm에서 700 nm에 이르는 모든 영역에서 확인되었으며 가장 높은 첨두치는 600 nm에 있고 500에서 600 nm 사이의 파장대가 가장 두드러지게 나타났다.

검색어: 반딧불이, 발광양상, 주파수, 파장영역, *Hotaria papariensis*

서 론

지구상에는 약 10만종의 발광생물이 서식하고 있는 것으로 추정되며, 이중 반딧불이는 약 2,000여종으로(大場 1993) 국내에서는 8종(한국곤충학회와 한국응용곤충학회 1994)이 알려져 있다.

반딧불이는 생태적인 습성에 따라 주행성, 양행성, 야행성으로 나눌 수 있으며, 야행성 반딧불이류는 연속발광과 점멸발광을 하는 것으로 구분할 수 있다. 대부분의 반딧불이는 알, 유충, 번데기, 성충 등 모든 시기에 빛을 내며, 빛을 내는 이유는 명확하게 밝혀져 있지 않으나 유충의 경우 자기조명(self-illumination)과 경계효과(aposematic luminescence effect)의 기능이 있는 것으로 추정된다(Buschman 1988). 한편 성충의 경우는 비행시 지면에 내려앉기 위한 착륙발광(Lloyd 1968, Papi 1969)과 암컷이 산란장소를 찾기 위한 발광(Kaufmann 1965), 먹이를 얻기 위한 발광(Lloyd 1965, 1980), 교미상대를 찾기 위한 발광 등이 알려져 있고, 이들의 발광은 교미의 기회를 증진시키는 것으로 추론하고 있다(Buck 1988). 또한 반딧불이는 각 종마다 독특한 발광지속시간(duration)과 발광주기(interval)를 가지며, 상호인식과정의 신호로서 대표적인 것이 구애행동에서 나타나는 발광이다(Carlson and Copeland 1978).

한국산 반딧불이에 관한 연구는 Okamoto(1924)의 제주도산 1종에 대한 보고 이래 土居(1931, 1932)는 *Luciola unmunzana*와 *Luciola papariensis*를 한국산 2신종으로 원기재 하였다. 김과 남(1981)은 반딧불이의 서식실태와 보호 및 관리에 대하여 보고하였고 노 등(1990)은 애반딧불이의 보호에 관하여 보고한 바 있다. 그밖에 조(1934, 1957, 1963), 조 등(1968)의 보고는 단편적인 지역 곤충상에 관

한 보고이다.

土居(1932)에 의해 함경남도 풍산군 파발리에서 알려진 *Hotaria papariensis*는 본래 *Luciola*속에 속해 있었다. Yuasa(1937)는 *Luciola*속에서도 암컷의 뒷날개가 퇴화되어 날 수 없고, 수컷이 암컷보다 크며, 수컷의 마지막 배마디가 원뿔이 거꾸로 된 모양이면서 끝이 뭉뚝하고 나머지 배마디 모양보다 좁은 특징, 그리고 유충의 습성이 수서형이 아닌 육상형의 특성을 가진 종을 *Hotaria*속으로 개편하였다. *H. papariensis*의 수컷성충은 제 1가슴 등면에 검은색 반원상 무늬가 있어 타종과 구분되며 암컷은 뒷날개가 퇴화되어 날지 못한다. 애반딧불이(*L. lateralis*)처럼 유충시기를 수중에서 보내지 않으며 생활사의 전부를 육상에서 보내는 육상종이다. 유충시기는 지중형(subterranean)이므로 서식지에서 관찰이 어렵다. 성충은 야행성으로 강한 점멸성 발광을 하며 빛을 내는 모습이 아름다운 종이다. 운문산반딧불이(*L. uciola unmunzana*)와 함께 5월중순경부터 7월말까지 전국적으로 발생하며 국내에 서식하는 반딧불이 중 가장 먼저 나타난다.

하천주변과 같이 습도가 높게 유지되는 지역에 서식하는데 먹이원인 달팽이류가 많기 때문이다. 그러나 산업화가 가속화됨에 따라 서식처 파괴 및 각종 환경오염 그리고 일몰 후 가로등과 보안등으로 인해 주변 광도가 높아져 암컷과 수컷의 상호 인식기회가 줄어드는 등 생태적 교란을 받아 점차 서식처가 감소되고 있으며 채집에 어려움이 있다.

본 연구는 반딧불이의 생태에서 가장 중요한 역할을 하는 것으로 판단되는 발광양상을 파파리반딧불이(*H. papariensis*)를 대상으로 알아보았다.

재료 및 방법

결 과

조사지역 및 재료

강원도 춘천시 사북면 지암리(Fig. 1) 일대에서 1998년 6월에 채집한 파파리반딧불이(*H. papariensis*) 수컷 7개체와 암컷 5개체를 실험 재료로 사용하였다.

발광양상 측정

발광양상의 측정은 Ohba(1984)의 방법을 응용하였다. 채집한 암컷과 수컷 반딧불이를 온도 23℃, 습도 85%의 압 조건에서 30분간 적응시간을 준 후 발광양상을 정지발광(routine flashing)과 구애발광(courtship flashing)으로 구분하여 8mm 비디오카메라(Sony CCD-TR 3000)로 녹광을 하였다. 녹광한 비디오테이프를 TV 모니터로 출력하였고 출력된 빛을 광 센서(Cds)를 사용하여 전기적 신호로 전환하였으며 이를 증폭(Samsung MQ-455)하여 최종적으로 oscillograph(Harvard, U. K.)를 사용하여 10cm/sec 속도로 기록하였다. 출력된 기록지에서 발광지속시간과 발광주기(period)을 측정하였으며 단위시간당 발광회수를 계수하여 Hz 단위의 주파수를 산출하였다.

파장영역 검출

파장영역의 검출은 Newport multi-function optical meter(Model 2835-C)와 암상자 사이에 광케이블을 연결시킨 장치를 이용하였다. 암상자 내에 수컷의 발광기(luminescent organ)가 광케이블을 향하도록 고정시킨 후 발광을 유도시켰다. 이때 발광기와 광케이블 사이에 7개의 필터(각각 400 nm, 450 nm, 500 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm)를 설치하여 사용하였으며 각 filter별로 50회씩의 출력된 광량의 세기를 측정하여 스펙트럼을 얻었다.

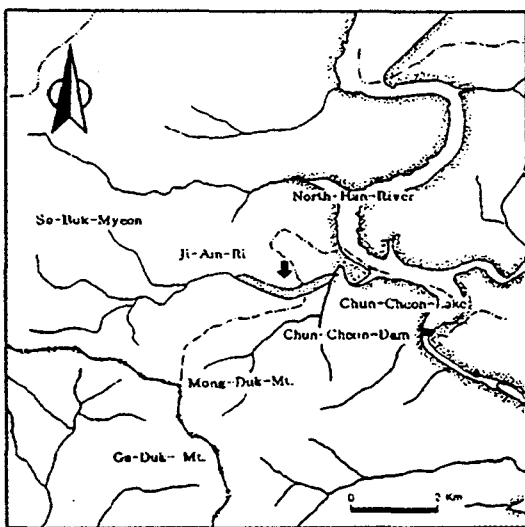


Fig. 1. Map showing the sampling site.

발광양상

수컷의 경우 육안으로 관찰하였을 때 단순하게 발광하는 것처럼 보이나 발광파형은 1회 발광에 2개 내지 4개의 짧은 명멸이 있고(Fig. 2A, B) 암컷의 경우에 발광파형은 1회 발광에 1개 내지 3개의 큰 파형과 그 파형 내에는 각기 3개에서 7개 이상의 짧은 명멸을 갖는 것으로 나타남으로 빛이 흔들리는 것처럼 보인다 (Fig. 2C, D).

정지발광에서 수컷은 발광세기(intensity)가 점진적으로 증감하며 비교적 주기성을 가진 반면(Fig. 2A) 암컷의 발광 세기는 수컷에 비하여 비교적 강하게 나타났고 발광주기는 비 주기적이다(Fig. 2C). 정지발광보다 구애발광에서는 암컷과 수컷의 발광세기는 강하여지고 발광주기도 짧아지는 경향을 나타내었으며 그중 암컷의 발광강도는 정지발광보다 구애발광에서 현저하게 높게 나타났다 (Fig. 2B, D).

수컷과 암컷의 정지발광의 경우 각각 0.79 Hz와 0.33 Hz에서 주요 peak가 보여 서로 독립적으로 발광할 경우 동기성이 없으나 구애발광에서는 수컷이 0.89 Hz, 암컷이 0.94 Hz로 완전하게 일치하지는 않았으나 암수 모두 약 0.9 Hz에서 발광에 동조하려는 양상을 나타내었다 (Table 1, Fig. 2B, D).

Table 1. Flashing frequency in Hertz of *H. papariensis*

	Male	Male-C*	Female	Female-C*
Frequency (Hz)	0.79	0.89	0.33	0.94

(C* = courtship)

발광지속시간

발광지속시간은 수컷의 경우 정지발광(81, n=7)에서 평균 0.12 초(SD=0.02)이고, 구애발광(57, n=7)에서는 정지발광보다 약 1.4배 증가한 0.17초(SD=0.02)로 나타났다 (Table 2, Fig. 3A). 암컷에서는 정지발광에서 평균 0.15초

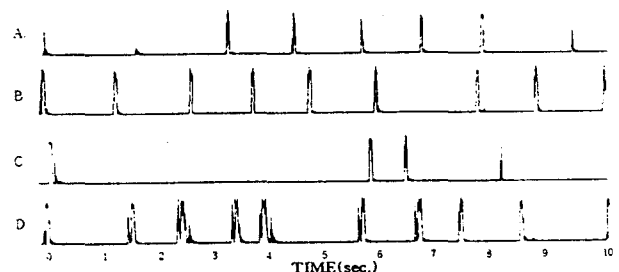


Fig. 2. Chart record of flashes of *H. papariensis*.

A. Male routine flashing, B. Male courtship flashing, C. Female routine flashing, D. Female courtship flashing.

Table 2. Measurements of flashing patterns of male and female (*H. papariensis*)

Sex	Flashing style	Measurement no.	Duration Period	
			Max.	Mean
Male	routine flashing	81(N=7)	Max.	0.16
			Mean	1.26
			Min.	0.07
			SD.	0.33
Female	courtship flashing	57(N=7)	Max.	0.21
			Mean	1.12
			Min.	0.12
			SD.	0.23
Male	routine flashing	78(N=5)	Max.	0.23
			Mean	11.94
			Min.	0.15
			SD.	2.99
Female	courtship flashing	126(N=5)	Max.	0.07
			Mean	3.36
			Min.	0.19
			SD.	1.06

*SD. : standard deviation, N: individual number.

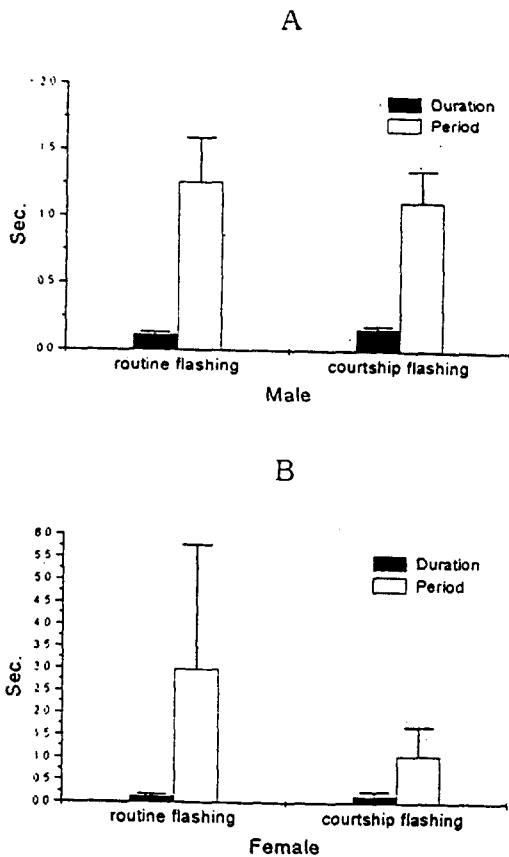


Fig. 3. Flash pattern of duration and period of *H. papariensis*.

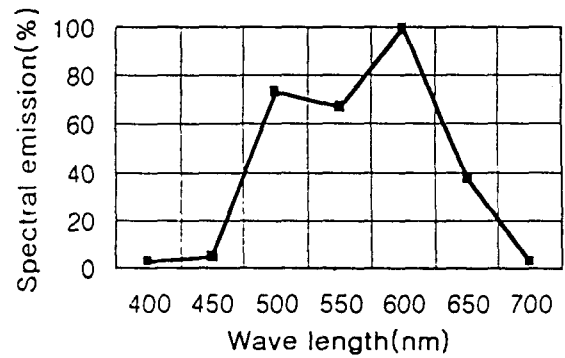


Fig. 4. Emission spectrum from the luminescent organ of the *H. papariensis*.

균 0.15초(SD=0.04)로 나타났고, 구애발광에서는 약 1.5배 증가한 평균 0.19초(SD=0.07)이었다 (Table 2, Fig. 3. B). 발광지속시간은 정지발광보다 구애발광에서 암수 모두 증가하는 경향을 보였다.

발광주기

발광주기는 수컷의 경우 정지발광(81, n=7)에서 평균 1.26초(SD=0.33)로 나타났고, 구애발광(57, n=7)은 약 0.88배 감소한 1.12초(SD=0.23)로 나타났다 (Table 2, Fig. 3A). 암컷의 정지발광(78, n=5)은 평균 2.99초(SD=2.79)로 나타났고, 구애발광(126, n=5)에서는 약 0.35배 감소한 평균 1.06초(SD=0.64)이었다 (Table 2, Fig. 3B). 정지발광보다 구애발광에서 암컷과 수컷 모두의 발광주기는 감소하는 경향이 있다. 특히 암컷의 정지발광은 최소 0.33초에서 최대 11.94초에 이르는 매우 불규칙적인 간격을 나타내었다 (Table 2). 암컷의 정지발광(평균 2.99초)을 제외하면 대체로 약 1초의 발광주기를 나타내었다.

파장영역

파파리반딧불이 발광을 7개의 필터를 사용하여 파장영역을 분석한 결과 전 파장영역(400~700 nm)에서 모두 검출되어 가시광선 영역에 포함된 모든 빛을 내는 것으로 나타났다. 스펙트럼은 600 nm에서 가장 높은 첨두치를 보였으며 500 nm와 600 nm에서 비교적 높게 나타났다. 또한 녹색계열(500 nm)에서 주황색계열(600 nm)사이의 강한 스펙트럼 복사가 있으므로 육안으로 보았을 때 노란 형광빛을 보이는 것으로 나타났다 (Fig. 4).

고찰

암컷과 수컷의 발광양상에서 정지발광보다 구애발광에서 발광주파수와 각 파형내의 짧은명멸이 증가하였다 (Fig. 2). 이는 발광교신에서 파형성분이 중요한 역할(Ohba *et al.* 1995)을 하는데 발광지속시간과 발광주기를 일치시키는 동기현상(synchrony) 역시 반딧불이의 교미시 동종의 암컷과

수컷이 상대를 인식하는 중요한 역할을 하는 것으로 판단된다. 한편 일본에 서식하는 같은 속의 *H. pavula* 대형종에서는 1 Hz, 소형종은 2 Hz, *H. tsushimana*는 0.9 Hz로 (Ohba 1995) 나타났고 본 종의 발광주파수는 수컷의 경우 0.79 Hz로 나타나 종마다 약간의 차이가 있음을 알 수 있었다.

수컷들이 동기명멸(synchronous flashing)을 하는 종으로 알려져 있는 일본의 *L. cruciata*(Ohba 1984)는 발광지속시간이 2초에서 4초로 상당히 길며, 태국의 *Pteroptyx valida* (Lloyd et al. 1989)도 0.4초에서 0.7초로 상대적으로 발광지속시간이 길어 동기명멸이 가능하나 국내에 서식하는 파파리반딧불이의 경우 발광지속시간이 0.12초로 매우 짧아 수컷들의 동기명멸을 기대할 수 없을 것으로 생각된다. 그러나 암컷과 수컷의 구애발광에서는 구애행동(Lloyd 1979)으로서 암컷과 수컷이 발광지속시간과 발광주기를 일치시키려는 경향이 현저하게 나타나 동기명멸을 확인할 수 있었으며, Ohba(1983)가 제안한 비연속적으로 강하게 발광하며 수컷과 암컷이 동시에 응답발광하는 교신양식인 HP system과 일치하는 발광양상을 보였다. 발광주기 측면에서는 Branham과 Greenfield(1996)가 북미대륙의 *Photinus consimilis*의 경우 교미의 전조현상으로서 수컷의 발광주기가 빨라질 때 암컷의 응답발광 선호도가 높게 나타난 결과를 얻었고 본 종도 수컷이 구애발광으로 들어서면서 발광주기가 빨라지는 경향을 나타내(Fig. 2B) 이러한 주기의 증가는 반딧불이의 상호 교미 성사율을 높이려는 교미전략이라 생각된다.

본 실험에서는 교미시에 발광을 측정하지 않았으나 교미시 미약한 발광을 지속하고 있었는데 상대적으로 광량이 적어지는 이유는 같은 종의 수컷들로부터 잠재적인 교란을 받지 않으려는 것이라 추정된다 (Otte 1972, Carlson and Copeland 1985).

수컷과 암컷의 발광세기가 정지발광과 구애발광에서 차이를 보이고 있는데 이는 발광기관의 구조와 크기의 차이에 의한 것으로 생각된다. 즉 *H. papariensis* 성충의 발광기관은 수컷과 암컷 모두 복부 말단에 2마디씩 있다. 수컷은 2마디 모두 황백색의 발광기로 되어있고 암컷의 경우 두 마디가 수컷의 발광기관보다 크기는 하나 전체적으로 갈색의 반사층으로 구성되어 있으며 그중 한 마디에는 양쪽에 두 개의 작은 점으로 된 황백색의 발광기가 있다. 비행 중이거나 정지발광 중에 수컷은 1개 내지 2개 발광기에서 발광을 하여 상대적으로 작은 발광기를 가진 암컷의 광량에 비해 수컷이 강한 빛을 낸다. 그러나 구애발광시 암컷의 발광세기가 증가하는 이유는 수컷은 두마디 모두 발광을 하며 광도를 높이는 하나 암컷(Fig. 2D)은 작은 2개의 발광기에서 내는 빛이 나머지 반사층 마디에 이르러 빛을 내게되어 수컷보다 더 강한 빛을 내는 것으로 생각된다. 한편 국내에는 이와 같은 특징을 모두 갖고 있으며 형태와 서식처, 유충의 서식습성 및 발광습성 등이 매우 유사한 운문산반딧불이(*L. unmunzana*)가 서식하고 있다.

土居(1931) 이래 국내 문헌에서는 속명을 *Luciola*속으로

사용하고 있다. Yuasa(1937)는 암컷성충의 뒷날개가 퇴화되어 날지 못하는 점과 암컷과 수컷의 배마디 형태, 암컷과 수컷의 크기 및 유충의 생활습성이 수서형이 아닌 육상형인 점등의 특징을 들어 *Luciola*속에서 *Hotaria*속으로 개편하였다. 국내에 서식하는 애반딧불이(*L. lateralis*)의 특징은 암컷이 뒷날개를 가져 비행할 수 있고 암컷이 수컷보다 크며 배마디의 모양 또한 뾰족하지 않으며 유충은 수서형이다. 이와 상반되는 특징을 가지며 오히려 *H. papariensis*와 유사한 *L. unmunzana*도 *Hotaria*속으로 개편돼야 될 것으로 사료된다.

일본에 서식하는 *Luciola kuroiwae*(Ohba 1983)와 북미대륙에 서식하는 *Photinus pyralis*, *Phengodes laticollis*, *Photuris pennsylvanica*(Bora and Baruah 1990, 1991, Baruah 1996)에서도 파장영역은 5000 Å에서 6750 Å의 사이인데, 종마다 주요 침투치를 이루는 파장대가 다른 것으로 보아 스펙트럼으로도 종을 구별할 수 있는 형질이 될 수 있을 것으로 생각되며 육안으로 보았을 때 파파리반딧불이와 운문산반딧불이는 노란 형광빛을 띠며 애반딧불이와 늦반딧불이는 연두색의 형광빛을 띠어 종간의 특징을 구분할 수 있는 근거가 될 수 있을 것으로 생각된다. 또한 *H. papariensis*는 일몰 후 약 30분이 지난 20:15분경부터 발광을 시작하여 05:00 시경까지 발광을 하는 습성으로 보아 야행성이라고 할 수 있다. Lall 등(1980)은 야행성 반딧불이의 발광빛은 육안으로 보았을 때 초록빛으로 보이며 황혼 무렵에 활동하는 반딧불이는 노란빛으로 보인다고 하였다. 그러나 본 종의 발광빛이 노란빛이므로 야행성은 초록빛을 띤다는 제안과는 상이하였다.

본 종은 지암리에 서식하는 국한된 종의 발광양상에 대하여 결과를 제시하였으나 온도에 따라서 또는 지역에 따라 발광양상이 달라질 수 있으리라 사료되며 차후 지리적 특성 여부에 관한 생리, 생태적 연구가 수행되어야 될 것으로 본다.

사 사

본 논문은 1998년 한국학술진흥재단 신진연구인력 연구장려금지원사업 연구비를 지원 받아 수행되었으며, 파장영역실험에 도움을 주신 강원대학교 물리학과 신승호 교수님과 채집에 애써준 방남식 학생에게 감사드립니다.

인용문헌

- 김창환, 남상호. 1981. 한국산 반딧불이의 실태조사와 그 보호 및 관리에 관한 연구. 자연보존연구보고서 3: 311-328.
- 노용태, 백광민, 신임철, 문인호. 1990. 한국산 애반딧불이의 보호에 관한 기초연구. 한국곤충학회지 20: 1-9.
- 조복성. 1957. 한국산 초시목곤충 분류목록. 고대문리논집 2: 43.
- 조복성. 1963. 제주도의 곤충. 고대문리논집, 이학부편 제6집

- p. 205.
- 조복성, 김창환, 노용태. 1968. 한라산학술조사보고서. 문화공보부, 260 p.
- 한국곤충학회, 한국응용곤충학회. 1994. 곤충명명집. 건대출판부, 서울. 676 p.
- 趙福成. 1934. 咸鏡北道 冠帽峰 及ピ 其 附近所産 ノ 胡蝶類ト 甲蟲類. 朝博誌 17: 69-85.
- 土居寛暢. 1931. 朝鮮産 螢ノ 一新種ニ就テ. 朝博誌 12: 54-55.
- 土居寛暢. 1932. 朝鮮産 螢ノ 一新種ノババリボタルニ就テ. 朝博誌 14: 63.
- 大場信義. 1993. ホタルの飼い方と觀察. ハノト出版 p. 58.
- Baruah, G.D. 1996. Bioluminescence of fireflies, Purkinje effect and analogy with superconductivity. *Asian J. Phys.* 5: 379-386.
- Bora, L. and G.D. Baruah. 1990. Nature of the *in vivo* bioluminescence emissions of fireflies. *Gauhati Univ. J. Sci.* 30B: 277-287.
- Bora, L. and G.D. Brauah. 1991. Bioluminescence emission of few species of fireflies. *Indian J. Phys.* 65B: 551-557.
- Branham, M.A. and M.D. Greenfield. 1996. Flashing males win mate success. *Nature* 381: 745-746.
- Buck, J. 1988. Synchronous rhythmic flashing of fireflies. II. *Ibid.* 63: 265-289.
- Buschman, L.L. 1988. Light organs of immature fireflies (Coleoptera: Lampyridae) as eye-spot/false-head displays. *Coleopterists Bull.* 42: 94-97.
- Carson, A.D. and J. Copeland. 1978. Behavioral plasticity in the flash communication systems of fireflies. *Amer. Sci.* 66: 340-346.
- Carson, A.D. and J. Copeland. 1985. Flash communication in fireflies. *Quart. Rev. Biol.* 60: 415-436.
- Kaufmann, T. 1965. Ecological and biological studies on the west African firefly *Luciola discicollis* (Coleoptera: Lampyridae). *Ann. Ent. Soc. Am.* 58: 414-426.
- Lall, A.B., W.H. Biggley and J.E. Lloyd. 1980. Ecology of colors of firefly bioluminescence. *Sci.* 210: 560-562.
- Lloyd, J.E. 1965. Aggressive mimicry in *Photuris*: firefly *femmes fatales*. *Ibid.* 149: 653-654.
- Lloyd, J.E. 1968. Illumination, another function of firefly flashes. *Entomol. News* 79: 265-268.
- Lloyd, J.E. 1979. Mating behavior and natural selection. *Florida Entomol.* 62: 17-33.
- Lloyd, J.E. 1980. Male *Photuris* fireflies mimic sexual signals of their females' prey. *Science* 210: 669-671.
- Lloyd, J.E., S.R. Wing and T. Hongtrakul. 1989. Ecology flashing, and behavior of congregating Thai fireflies. *Biotropica* 21: 373-376
- Ohba, N. 1983. Flash communication in *Luciola kuroiwaie* (Coleoptera: lampyridae). *Sci. Rept. Yokosuka City Mus.* 31: 1-8.
- Ohba, N. 1983. Studies on the communication system of Japanese fireflies. *Ibid.* 30: 1-62.
- Ohba, N. 1984. Synchronous flashing in the Japanese firefly, *Luciola cruciata* (Coleoptera: Lampyridae). *Ibid.* 32: 23-32.
- Ohba, N. 1985. Flash communication in *Hotaria tsushimana*. *Ibid.* 33: 13-17.
- Ohba, N., H. Suzuki and T. Yamasaki. 1995. Luminescent pattern of Japanese fireflies based on computer analysis. *Ibid.* 43: 17-24.
- Okamoto, H. 1924. The insect fauna of Quelpart island. *Bull. Agr. Exp. Sta. Chosen* 1: 182-183.
- Otte, D. 1972. Simple vs elaborate behavior in grasshoppers: An analysis of communication in the genus *Syrbula*. *Behav.* 42: 291-322.
- Otte, D. 1980. Notes and comments on theories flash synchronization in fireflies. *Am. Nat.* 116: 587-590.
- Papi, F. 1969. Light emission, sex attraction and male flash dialogues in a firefly, *Luciola lusitanica* (Charp.) *Monitore Zool. Ital.* 3: 135-184.
- Yuasa, H. 1937. Description of a new genus of the family Lampyridae (Coleoptera). *Kontu* 11: 107-109.

(1999년 3월 30일 접수)

Luminescent Patterns of the Firefly *Hotaria papariensis* from Korea

Sim, Ha-Sik, Oh-Kil Kwon, Dong-Hyun Cho and Jun-Kil Choi*

Department of Biology, Kangwon National University,

**Department of Biology, Sangji University*

ABSTRACT: Luminescent patterns of the firefly *Hotaria papariensis* were classified into routine flashing and courtship flashing, and they were analyzed into duration and period. Flash period of male was changed from 1.26 sec (routine flashing) to 1.12 sec (courtship flashing) and the female's was changed from 2.99 sec to 1.06 sec in this species. Duration time of male increased approximately 1.4-fold from 0.12 sec (routine flashing) to 0.17 sec (courtship flashing) and period of male decreased 0.88-fold from 1.26 sec (routine flashing) to 1.12 sec (courtship flashing). Duration of female increased about 1.5-fold from 0.15 sec (routine flashing) to 0.19 sec (courtship flashing) and period of female decreased almost 0.35 from 2.99 sec (routine flashing) to 1.06 sec (courtship flashing). Hertz frequencies of them were 0.8 (routine flashing of male), 0.9 (courtship flashing of male), 0.3 (routine flashing of female) and 0.9 (courtship flashing of female), respectively. The spectral emission of *H. papariensis* was detected at 400 nm to 700 nm, and the highest peak wave length of this species was approximately 600 nm, but some 500 to 600 nm wave lengths were present.

Key words: Firefly, Hertz frequency, *Hotaria papariensis*, Luminescent patterns, Spectral emission
