

Anagrus incarnatus Haliday의 발육에 미치는 온도의 효과

Effect of Temperature on the Development of *Anagrus incarnatus* Haliday
(Hymenoptera : Mymaridae)

여 윤 수¹ · 장 영 덕¹ · 최 귀 문²
Y. S. Yeo¹, Y. D. Chang¹, and K. M. Choi²

ABSTRACT Some biological phenomena of *Anagrus incarnatus* Haliday, an egg parasitoid of planthopper, were studied under three different constant temperatures. Duration from egg to adult emergence of the parasitoid from the BPH eggs were 21.5, 13.6 and 10.6 days under 20°C, 25°C and 30°C, respectively. Rate of the development was highly correlated with temperature. The critical temperature was estimated as 10.0°C and the effective degree days was 210.3 day-degree. Durations for the development of *A. incarnatus* under 25 ± 1°C (16L : 8D) were 12.4, 12.5 and 12.1 days from eggs of *N. lugens*, *S. furcifera* and *L. striatellus*, respectively. Duration of the development of *A. incarnatus* from 1, 3, 5, 7 days old BPH eggs were 12.5, 12.1, 12.9 days, respectively. The average longevity of adult was 5.3 days under 25 ± 1°C. Number of the ovarian and practically oviposited eggs in BPH eggs were 34.8 ± 2.8 and 28.3 ± 0.6, respectively. Female *A. incarnatus* laid most of the eggs within few days after the emergence; over 60% within 24 hours, nearly 90% upto the 2nd day, and nearly 100% upto the 3rd day.

KEY WORDS *Anagrus incarnatus*, developmental temperature

초 록 *Anagrus incarnatus*의 발육에 미치는 온도의 효과를 조사한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다. 卵에서부터 성충이 우화되어 나올 때까지의 발육기간을 조사한 결과 20°C, 25°C, 30°C에서 각각 21.5일, 13.6일, 10.6일이 소요되었으며 온도와 발육속도간에는 높은 상관관계 ($r = 0.99^{**}$)가 있었다. 발육임계온도는 10.0°C였고 유효적산온도는 210.3日度였다. 25 ± 1°C (16L : 8D) 조건하에서 기주의 종류를 달리 하였을 때 발육기간은 벼멸구卵에서 12.4일, 흰등멸구 12.5일, 애멸구 12.1일로 나타나 기주간에는 차이가 없었다. 벼멸구 난의 발육 단계에 따른 발육기간은 1, 3, 5, 7일된 난에서 각각 12.5, 12.1, 12.5, 12.9일로서 7일된 난에서 조금 길어지는 경향을 보였다. 25 ± 1°C (16L : 8D) 조건하에서 꿀을 제공 하였을 때 기생봉성충 수명은 평균 5.3일 이었다. 난소 속의 藏卵數는 34.8 ± 2.8개, 실제 산란수 28.3 ± 0.6개였고 日별 산란수는 우화 후 1, 2, 3, 4일에 각각 17.8, 7.0, 3.3, 0.2개였다. *A. incarnatus*는 우화 후 1일 이내 총산란의 63.3%를 산란하였다.

검 색 어 멸구류의 알기생봉, 발육온도

곤충의 여러가지 생활환경 가운데 온도조건과 같은 물리적 요인은 산란, 발육, 행동, 수명, 생존 등과 같은 생물학적 특성과 밀접한 관련

을 갖고 있다. 따라서 곤충의 발육임계온도나 최적온도는 먹이와 함께 곤충 분포의 다양성을 나타내는 하나의 지표가 된다고 할 수 있다. 그러나 곤충의 발육임계온도는 온도의 변화와 환경 적응도, 온도 이외의 다른 생물적 요인들에 의하여 달라질 수 있기 때문에 곤충의 발육

1 충남대학교 농과대학 농생물학과(Dept. of Agricultural Biology, Chungnam National University, Taejeon)

2 농업기술연구소 곤충과(Dept. of Entomology, Agricultural Sciences Institute, Suwon)

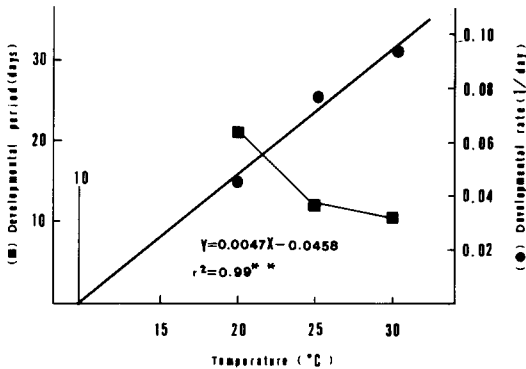


Fig. 1. Effect of constant temperature on the development of *A. incarnatus* from egg to adult emergence.

이 빠르고 생존율도 높게 나타난다고 해서 이러한 최적온도만이 반드시 곤충에 가장 적합한 환경요인이 된다고는 할 수 없다 (Messenger 1958). 즉 최적온도 이외의 다른 환경요인들과의 복합적인 조화에 따라서 곤충의 생육상태가 달라진다고 할 수 있다. 특히 기생봉들과 같이 작은 개체들은 기주의 영향을 더욱 크게 받는 것으로서 본 실험에서는 온도의 영향이 *A. incarnatus*의 발육과 산란수, 수명 등 생물학적 특성에 어떻게 작용하는가에 관하여 조사하고 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

온도의 차이에 따른 *A. incarnatus*의 발육기간의 차이를 보기 위하여 20일된 유묘에 벼멸구를 1일간 산란시킨 후 산란된 유묘를 본 기생봉 1쌍과 함께 시험관 (2.5 × 20 cm)에 넣은 뒤 각각 20°C, 25°C, 30°C의 항온기(16L:8D)내에서 조사하였다. 또한, 기주를 달리 하였을 때의 발육 기간 차이를 조사하고자 20일 유묘에 벼멸구, 흰등멸구, 애멸구 등 3종의 암컷 2마리씩을 1일간 산란시킨 다음 산란된 유묘에 벼멸구, 흰등멸구, 애멸구 등 3종의 암컷 2마리씩을 1일간 산란시킨 다음 산란된 유묘를 시험관에 넣고 동시에 본 기생봉 성충 3쌍

을 1일간 접종한 것 10반복씩을 25°C ± 1°C의 항온기 (16L:8D)내에서 조사하였다. 또 벼멸구 알의 발육 단계에 따른 본 기생봉의 발육상황을 알아보기 위하여 20일 묘에 벼멸구를 산란시킨 다음 1, 3, 5, 7일 후에 본 기생봉을 접종한 다음 상기와 같은 방법으로 조사하였다. 한편, 성충의 수명을 조사하기 위하여 1일간 산란된 벼멸구의 알이 있는 유묘를 넣은 시험관에 3%의 sucrose를 첨가하고 본 기생봉을 1쌍씩 접종한 다음 25 ± 1°C 항온기 (16L:8D)에 넣고 日別 사충수를 조사하였다. 또한, 산란수 조사는 위와 같은 방법으로 유묘를 갈아 주면서 日別 산란수 및 총 산란수를 조사하였다.

결과 및 고찰

20°C, 25°C, 30°C의 항온하에서 *A. incarnatus*가 난에서부터 성충이 될때까지의 발육기간을 조사한 결과 그림 1에서 보는 바와 같이 20°C에서 21.5일, 25°C에서 13.6일, 30°C에서 16.6일로 각 온도간에 큰 차이를 나타내었다. 또한, 온도와 발육속도 간에는 1% 수준에서 유의성을 나타내었다.

한편, 발육임계온도를 기준으로 각 온도별로 유효적산온도를 산출한 결과 평균 210.3日度였다.

Messener (1959)는 곤충에 있어서 온도의 중요성을 설명하면서 발육이나 생존을 좌우하는 온도는 곤충의 분포, 개체군의 크기 등을 결정하는 요인들과 밀접한 관계가 있다고 하였다.

그러나 발육 임계온도는 정확한 것이 아니며 다만 곤충의 분포에 대한 연구의 지표로서 사용된다고 말하고 있다. 그러나 Graham (1959)은 곤충이 발육을 완전히 정지하거나 속도가 늦어지는 온도는 실질적으로 측정이 불가능하기 때문에 日別 발육속도를 회귀 직선식으로 나타낼 수 있으면 X축과 만나는 점을 발육임

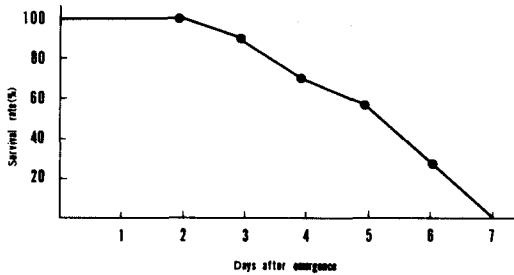


Fig. 2. Survival curve of *A. incarnatus* under constant temperature with $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

계온도로 정하여 이용할 수 있다고 하였다.

한편, 25°C 에서 기주곤충을 달리 하였을 때 알에서부터 성충이 우화해 나올 때까지의 기간을 조사한 결과 표 1에서 보는 바와 같이 흰등멸구 12.5일, 벼멸구 12.4일, 애멸구 12.1일로서 별 차이가 없었다.

또한, 기주의 발육 경과일수별로 *A. incarnatus*의 발육기간을 조사한 결과 표 2에서 보는 바와 같이 1, 3, 5, 7일된 기주卵으로부터 12.5, 12.1, 12.5, 12.9일이 소요되어 별 차이는 없었으나 7일된 알에서 약간 길어지는 경향이 있는 것으로 보인다. 한편, 우화한 *A. incarnatus* 개체수는 기주의 나이에 따라 현저한 차이가 있는 것으로 7일 경과된 벼멸구 난에서의 우화된 난기생봉 개체수는 1~5일 경과한 난에서의 우화 개체수에 비하여 41.2~49.4%에 불과 하였다. Otake(1968)는 2일과 6일이 경과된 애멸구의 알에 *A. incarnatus*를 접종한

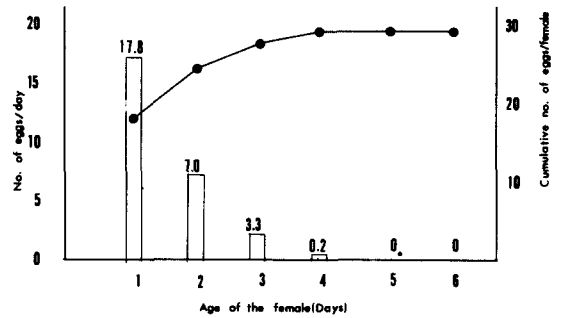


Fig. 3. Number of eggs laid by a single female of *A. incarnatus*.

후 그 발육기간을 조사한 결과 2일에 비하여 6일이 지난 알에서 발육기간도 약간 길어지고 우화율도 낮아진다고 보고 하면서, 이와같은 원인으로서는 기주체내의 내용물을 흡수하기 용이한 小粒子로 만드는데 요구되는 시간이 길어진다고 보고한 바 있다.

Otake (1977)는 또한 *A. incartus*는 발육 초기에 있는 알을 선호하며 일단 알에 眠點이 생기면 침입이 어렵게 된다고 보고한 바 있다.

성충의 수명을 조사한 바 그림 2에서 보는 바와 같이 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ (16L : 8D)의 항온조건에 3% sucrose를 공급하였을 때 2일째까지는 모두 살아 있었으나 3일째부터 급격히 떨어지기 시작하여 6일째에는 약 20% 생존율을 나타내었고 7일째에는 전부 사망하였으며 평균 수명은 5.3일 이었다. 한편, Chantarasa-ard (1984)의 실험에 의하면 24°C 에서 물만 주었을 경우 4.3일 생존하였고 16°C 와 24°C 에서 꿀을 첨가

Table 1. Duration of the development from egg to adult emergence of *A. incarnatus* in different host eggs kept in an incubator^a

Host ^b	No. of adults emerged					Total	Mean
	11 D	12 D	13 D	14 D	15 D ^c		
BPH	3	23	10	3	1	40	12.4
SBPH	10	36	11	2	1	50	12.1
WBPG	5	20	8	5	2	40	12.5

^a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ and 16-L. photoperiod.

^bBPH : *Nilaparvata lugens* SBPH : *Laodelphax striatellus* WBPH : *Sogatella furcifera*

^cD : Days needed for the maturity.

Table 2. Duration of the development from egg to maturity of *A. incarnatus* reared from the different aged of *Nilaparvata lugens* kept in an incubator^a

Age of host eggs (Days)	No. of paragitoids emerged					Total	Mean
	11 D	2 D	13 D	14 D	15 D		
1	13	39	34	13	3	102	12.5
3	27	30	20	6	2	85	12.1
5	19	32	26	18	2	97	12.5
7	10	11	4	7	10	42	12.9

^a25 ± 1°C and 16-L photoperiod.

^bD : Days needed for the maturity.

Table 3. Number of ovarian eggs and oviposited^a *A. incarnatus*

Replicate	No. of ovarian eggs	No. of eggs oviposited
1	26	34
2	31	25
3	45	23
4	48	22
5	22	27
6	38	34
7	32	34
8	35	23
9	36	33
Mean S. E	34.8 ± 2.8	28.8 ± 0.6

^aOviposited in the eggs of *N. lugens*.

하면 각각 20.8일과 9.8일의 평균 수명을 나타내었다고 보고한 바 있다. 이와같은 차이는 사용한 벼의 생육 조건과 항온기내의 온도 등 여러 요인에 의한 차에서 온것으로 생각된다.

또한 난소 속의 藏卵數를 조사한 결과 표 3에서 보는 바와 같이 평균 藏卵數는 34.8 ± 2.8개 였으며 최소 26개, 최대 48개로 관찰되었다. 그러나 실제 기주에 산란된 난의 수는 평균 28.3 ± 0.6개 였으며 최대 34개, 최소 22개 였다. 따라서 藏卵數에 대한 실제 산란수는 평균 81.3% 였다. 그림 3에서 보는 바와 같이 日別 산란수는 벼멸구 산란수 총 28.3개 중에서 우화후 1일째에 25.0%를 산란하는 것으로 나타났으며 5일 이후에는 전혀 산란하지 않았다. 즉 이와 같은 사실은 *A. incarnatus*가 pro-ovigenic형이므로 우화후 바로 산란이 가능하

며 산란수의 대부분이 우화후 수일 이내에 이루어 진다고 하는 Flanders (1950)의 보고, 그리고 우화당일 70%를 산란하였다는 Chantarasa-ard (1984)의 결과와 일치함을 알 수 있었다.

인 용 문 헌

- Chandra, G. 1980. Taxonomy and bionomics of the insect parasites of rice leafhopper and planthoppers in the philippines and their importance in natural biological control. Philipp. Ent. 4 : 119~139.
- Chantarasa-ard, S. Y. Hirashima & T. Miura. 1984. Effect of temperature and food on the development and reproduction of *Anagrus incarnatus* Haliday (Hymenoptera : Mymaridae), an egg parasitoid of the rice planthoppers. ESAKIA 22 : 145

~158

- Chiu, S. C. 1979. Biological control of the brown planthopper, pp. 335~355. *In* Brown planthopper : Treat to Rice Production in Asia. IRRI, Philippines.
- Flanders, S. E. 1950. Regulation and egg disposal in the parasitic Hymenoptera. *Can. Ent.* 82 : 134~140.
- Graham, H. W. 1959. Effect of temperature and humidity on the biology of *Therioaphis maculata* (Buckton). *Univ. California Publ. Entomol.* 16 : 47~80
- Hinckley, A. D. 1963. Ecology and control of rice planthopper in Fiji. *Bull. Entomol. Res.* 54 : 467~481.
- Kim, H. S., H. G. Goh & Y. I. Lee. 1988. Studies on natural enemies of the brown planthopper. *Res. Rep. Agr. Sci. Inst.*
- Kim, J. P., C. Y. Yoo & C. H. Kim. 1982. Studies on the parasites of the rice planthoppers. I. Egg parasitism *Anagrus* nr. *flaveolus* Waterhouse (Hymenoptera : Hymenoptera) on the rice planthoppers. *Korean J. Plant Prot.* 21 : 87~94.
- Lin, K. S. 1974. Notes on the some natural enemies of *Nephotettix cincticeps* (Uhler) and *Nilaparvata lugens* (Stal) in Taiwan (in Chinese). *J. Taiwan Agric. Res.* 23 : 91~115.
- Messenger, P. S. 1958. Bioclimatic studies with insects. *Ann. Rev. Entomol.* 4 : 183~206.
- Otake, A. 1968. Studies on the egg parasites of the smaller brown planthopper, *Laodelphax striatellus* (Fallen) (Hemiptera : Delphacidae). II. Development of *Anagrus* nr. *flaveolus* Waterhouse (Hymenoptera : Mymaridae) within its host. *Bull. Shikoku Agr. Exp. Sta.* 18 : 161~169.
- Otake, A. 1977. Natural enemies of the brown planthopper. pp. 42~57. *In* the rice brown planthopper. ASPAC, Taiwan.
- Suenaga, H. 1963. Analytical studies on the ecology of two species of the planthoppers, the white back planthopper and the brown planthopper with special reference to their outbreaks (in Japanese). *Bull. Kyushu Agric. Exp. Sta.* 8 : 1~152.
(1990년 2월 7일 접수)