

## 천잠알의 수시부화 및 최청법 개선

윤형주\* · 강필돈 · 이상몽<sup>1</sup> · 김삼은 · 김기영

농촌진흥청 농업과학기술원 농업생물부, <sup>1</sup>부산대학교 생명자원과학대학

# Improvement of Occasional Artificial Hatching and Incubation Method in Diapause Egg of the Wild Silkmoth, *Antheraea yamamai*

Hyung Joo Yoon\*, Pil Don Kang, Sang Mong Lee<sup>1</sup>, Sam Eun Kim and Ki Young Kim

Department of Agricultural Biology, The National Institute of Agricultural Science & Technology, RDA, Suwon 441-100, Korea

<sup>1</sup>Department of Life Science and Environmental Biochemistry, College of Natural Resources and Life Science, Busan National University, Miryang, Geongnam 627-130, Korea

**ABSTRACT** : We investigated starvation of hatching larvae, occasional artificial hatching and incubation method to establish year-round rearing of the wild silkmoth, *Antheraea yamamai*. In the test of starvation of hatching larvae for brushing at a time, the survival rate of the fourth instar of larvae starved for 1 day after hatching in 25°C and 5°C was 83.3% and 96.0%, respectively. The result represents that the survival rate is high at low temperature during starvation. In the occasional artificial hatching test for multi-times rearing of *A. yamamai*, the useful hatchability is high at 5°C in case of preserving eggs for 2 months from incubation time, and at both 2.5°C and 0°C in case of over 6 months. A new incubation method with pre-incubation at 15°C and 24 D photoperiod showed high hatchability about 80% for only 2 days compared with hatching for 5-6 days in traditional incubation method with the preservation at 25°C.

**KEY WORDS** : Silkmoth, *Antheraea yamamai*, Starvation of hatching larvae, Occasional artificial hatching, Incubation, Hatchability, Survival rate

**초 특** : 천잠의 연중 실내사육법을 확립하고자 천잠의 의잠절식, 수시부화 및 최청법을 조사하였다. 천잠의 일시소잠을 위하여 의잠을 절식 실험한 결과, 25°C와 5°C에서 1일간 보호한 4령기잠기 생존율이 각각 83.3% 및 96.0%로 의잠 절식기간의 보호온도가 낮을수록 생존율이 높았다. 연중 다회사육을 위해 수시부화실험을 한 결과, 천잠알을 2개월 냉장할 경우에는 5°C가 좋았으나 6개월 이상 냉장하여 사용할 경우에는 2.5°C 또는 0°C에 보호하는 것이 실용부화비율이 높은 것으로 나타났다. 또한 일시부화에 적합한 천잠알의 보호조건을 조사한 결과, 관행적 최청방법(25°C 보호)으로는 5-6일 걸리는 천잠알의 부화가 15°C 예비최청과 암최청 방법의 도입으로 2일간에 80%가 부화하는 좋은 성적을 얻을 수 있었다.

**검색어** : 천잠, 의잠절식, 수시부화, 최청, 생존율, 부화율

\*Corresponding author. E-mail: yoonhj@rda.go.kr

천잠(*Antheraea yamamai* Cuerin-Meneville)은 나비목(Lepidoptera) 산누에나방과(Saturniidae) 산누에나방아과(Saturniinae)에 속하는 대형의 야생 견사충으로 일본, 중국, 한국, 대만 등지에 분포하며 자연의 산야에서 상수리나무(*Quercus acutissima* Carruthers), 졸참나무(*Quercus serrata* Thanberg), 갈참나무(*Quercus aliena* Blume) 및 떡갈나무(*Quercus dentata* Thanberg) 등의 잎을 먹고 자란다. 천잠의 생활사는 자연 상태에서는 1년에 한 번 알에서 부화하는 1회성으로 산란 직후부터 배자발육으로 약 7-10일 이내에 이미 알속에서 유충상태로 휴면에 들어가 월동한다. 유충은 부화 직후에는 황색이지만 점차 녹색으로 체색이 변하며, 4번 탈피를 하고 발육하는 완전변태 곤충이다(Nakajima, 1977; Maruyama, 1984).

녹색의 고치에서 생산되는 천잠의 실은 광택이 우아하고 질기며 주름이 잡히지 않는 특징이 있어 섬유계의 다이아몬드라고 불리며, 그 희소가치로 인해 여러 지방에서 생산과 이용법이 시도되어져 왔으며(Kato, 1981; Tan *et al.*, 1988), 최근에는 천잠견단백질 및 고치색에 대한 많은 연구가 진행되고 있다(Tanaka and Mizuno, 2001; Yamada and Kato, 2004; Kweon *et al.*, 2006). 그러나 천잠의 경우, 대부분 실외에서 사육되고 있는 관계로 천적 및 기상 등 환경요인의 영향을 받기 쉬우며 1회성이기 때문에 연중사육이 어렵다. 또한 품종개량도 되어 있지 않는 등 여러 가지 이유로 생산이 낮고 잠작도 불안정하다(Kodaira, 1984). 특히 자연환경 하에서 천잠을 사육하는 경우 일정하지 않은 사육환경과 천적의 피해 및 병해 등으로 고치생산율이 20-30% 정도일 때가 많아 천잠을 생산성이 높은 산업으로 육성하기 위해서는 실내사육법 개발의 필요성이 대두되어 왔다(Wakabayashi *et al.*, 1984). 이에 일본에서는 천잠의 우량 계통선발, 인공사료에 의한 치잠기 사육, 난의 보호관리 및 배자기와 휴면기의 난 단백질의 변화 등 생체, 생리연구로 천잠의 연중 실내사육을 확립하고자 하였다(Nakajima, 1986; Sugita, 1989; Toshiharu *et al.*, 1989; Saito *et al.*, 1998). 우리나라에서도 한국에 자생하는 천잠 계통을 유지보존하고 천잠의 생리, 생체에 관한 자료를 확보로 사육체계를 확립하고자 천잠의 주요 형질 및 우량계통 선발, 실내사육 조건 및 천잠의 난황단백질의 생화학적 특성 등을 연구하여 왔다(Kim *et al.*, 1989; Kim *et al.*, 1989; Yoon *et al.*, 2006).

따라서 본 연구에서는 산업화 가능성이 있는 천잠의 연중 실내사육법을 확립하고, 보다 효율적으로 사육을 하기위해서 천잠을 수시로 부화시킬 수 있는 방법 및 일시에 부화시키기 위한 최첨법 등을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험곤충 및 사육

실험곤충인 천잠은 농업과학기술원 농업생물부에서 제주도의 너도구실잣밤나무에서 채집한 천잠을 계대 사육한 것으로 사육 중에 유충의 체색에 의해서 암록색을 띠는 특이체색 계통(Dark green)과 일반적인 유충체색인 담록체색 계통(Light green)을 분리사육하여 채종하였다. 본 실험에는 전견충이 5 g 미만인 담록체색 계통과 암록체색 계통의 알 및 부화유충을 사용하였다. 사육은 Kim *et al.* (1989)의 방법을 따랐다. 즉 최첨 착수일에 크라이트 200 배액에 30분간 침지처리로 천잠알을 소독한 후 25°C에 부화시켜 소잡하였다(Fig. 1). 소잡한 천잠의 1-2령은 페트리디쉬(18×3 cm)내에서(Fig. 2A), 3령 이후는 잠좌망을 설치한 폴리에틸렌제의 사각상자(60×38×14 cm)내에서 사육상자당 30-50마리의 밀도로 사육하였다(Fig. 2B). 먹이는 농업과학기술원 농업생물부 구내포장에 식재되어 있는 수령 20년 정도의 상수리나무를 이용하였으며, 급여 횟수는 1일 2회로 하였다

### 천잠 의잠 절식 실험

천잠을 실내사육할 때 부화유충을 수일간 보존할 경우를 대비해 부화유충의 적정 절식 보호조건을 조사하였다. 시험구는 25°C에서 8시간, 16시간, 24시간 절식한 구 및 5°C에서 24시간, 48시간, 96시간 절식한 구 등 총 6구로 설정하였다. 공시량은 처리구당 부화의잠 150마리를 사용하여 부화의잠의 생존율 및 발육속도를 조사하였다. 생존율은 4령 기잠기에 조사하였으며, 발육속도는 사육 후 14일째에 4령에 도달한 유충의 비율로 조사하였다.

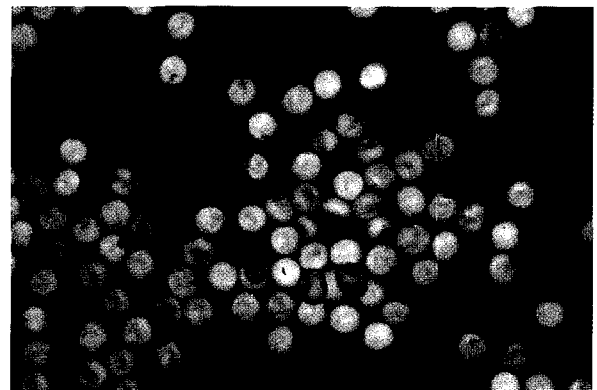


Fig. 1. Eggs of *Antheraea yamamai*.

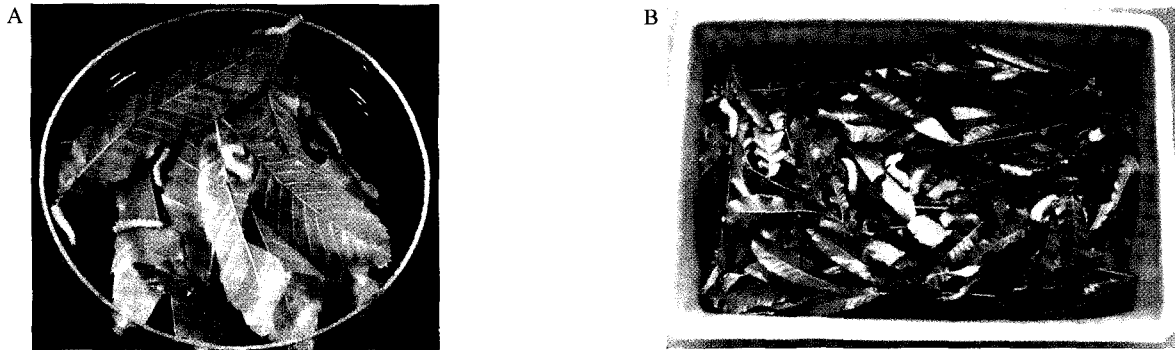


Fig. 2. Indoor-rearing method of 1st-2nd instar (A) and 3rd-5th instar (B) of *A. yamamai*.

Table 1. Treatment conditions for occasional artificial hatching of diapause eggs of *A. yamamai*

Treatment	Preservation conditions of <i>A. yamamai</i> eggs during diapause periods <sup>1)</sup>		
	March 1 - April 30	May 1 - June 30	July 1 - August 31
A	5°C	-	-
B	B1	5°C	-
	B2	5°C	2.5°C
	B3	5°C	0°C
C	C1	5°C	5°C
	C2	5°C	2.5°C
	C3	5°C	0°C

<sup>1)</sup> All eggs were incubated for hatching after preservation.

연중사육을 위한 천잠알의 수시부화법

천잠을 수시로 부화시켜 연중사육하기 위해 수시부화 시험을 행하였다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 천잠알의 수시부화조사를 위해서 담록체색 계통과 암록체색 계통의 나방이 산란한 알을 채종하여 최청착수까지 냉장 보관한 다음 사용하였다. 즉 6월 말에서 7월 중순까지 채종한 천잠알을 약 40-60일간(8월 31일까지) 25°C에 보호한 후 3개월 동안(9월 1일-11월 30일)에 25°C에서 10°C까지 서서히 온도를 낮춘다. 그 후 2개월 동안(12월 1일-다음해 1월 31일)은 5°C에서, 그리고 1개월 동안(2월 1일- 3월 1일)은 0°C에 보호한 후 수시부화 실험에 사용하였다.

시험구는 Table 1과 Fig. 3에서 보는 바와 같이 최청시기에 따라서 A, B, C구로 나누었다. 월년란의 보호온도는 0°C, 2.5°C 및 5°C로 설정하고 최청시기에 따른 냉장기간은 2개월, 4개월 및 6개월로 하여 총 7개의 시험구(A, B1, B2, B3, C1, C2 및 C3)를 설정하였다. 공시 수정란수는 Table 3에 나타내었으며, 시험구별로 냉장한 후 최청한 천잠알의 일별 부화비율, 5일 동안 부화한 총부화비율 및 실용부화비율을 조사하였다. 실용부화비율은 수정란수를

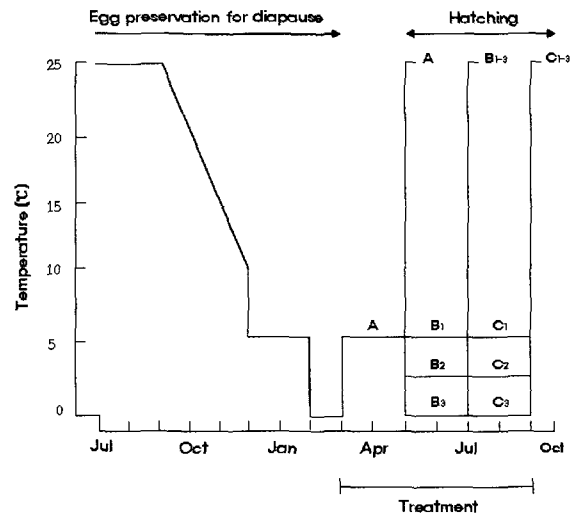


Fig. 3. Preservation temperature for hatchability of *A. yamamai* eggs. A, B and C represent the preservation conditions.

연속 2일 최다부화수로 나눈 다음 백분율로 구하였다. 또한 위의 최청시기에 따른 냉장 기간 및 온도별 수시부화 시험에 다음해에 산란한 담록체색의 알을 가지고 냉장

온도 -2.5°C구를 추가하여 실험하였다. 이 실험에 사용한 천잠알은 위의 시험과 동일하게 냉장보관 후 사용하였다. 냉장기간은 2개월부터 5개월로 1개월 간격으로 최정하여 총부화비율 및 3일간 부화비율을 조사하였으며, 공시량은 시험구당 50립으로 하였다. 한편 냉장온도 및 기간별로 보관된 천잠알의 생존력을 알아보기 위해서 위의 최정시기에 따른 냉장기간별, 보호온도별로 부화된 유충을 25°C, 80% R. H.에서 절식 보호하여 생존일수를 조사하였다.

### 일시부화를 위한 천잠란의 최정법 개선

부화상태가 고르지 않은 천잠알을 일시에 부화시키기 위한 최정법을 구명하고자 온도 및 광주기에 따라 총 7개의 시험구를 설정하여 실험하였다. 즉 7개의 시험구중 시험구 1은 15°C, 12L : 12D에 1일 → 25°C, 12L : 12D에 7일(총 8일); 시험구 2는 15°C, 12L : 12D에 1일 → 25°C, 12L : 12D에 4일 → 25°C, 24D에 1일 → 25°C, 12L : 12D에 2일(총 8일); 시험구 3은 15°C, 12L : 12D에 1일 → 25°C, 12L : 12D에 3일 → 25°C, 24D에 2일 → 25°C, 12L : 12D에 2일(총 8일); 시험구 4는 15°C, 12L : 12D에 1일 → 25°C, 12L : 12D에 2일 → 25°C, 24D에 3일 → 25°C, 12L : 12D에 2일(총 8일); 시험구 5는 15°C, 12L : 12D에 2일 → 25°C, 12L : 12D에 2일 → 25°C, 24D에 3일 → 25°C, 12L : 12D에 2일(총 9일); 시험구 6은 15°C, 12L : 12D에 3일 → 25°C, 12L : 12D에 2일 → 25°C, 24D에 3일 → 25°C, 12L : 12D에 2일(총 10일); 시험구 7은 15°C, 12L : 12D에 4일 → 25°C, 12L : 12D에 2일 → 25°C, 24D에 3일 → 25°C, 12L : 12D에 2일(총 11일)로 정하였다 (Fig. 4). 공시량은 시험구당 100립으로 하여, 수정률, 일별부화비율, 총부화비율 및 실용부화비율을 조사하였다.

## 결과 및 고찰

### 천잠 의잠 절식 시험

부화상태가 고르지 않아 약 7일간에 걸쳐서 부화되는 천잠을 매일 소잡하기에는 사육에 어려움이 있다. 이에 소잡횟수를 줄이고 효율적인 사육관리를 위해서 갓 부화한 의잠을 일정기간 절식시킨 후 4령기잠의 생존율 및 발육속도를 조사하였다. Table 2에서 보는 바와 같이 일정기간 절식 후 4령기잠기에 조사한 생존율은 절식기간 보호온도가 25°C인 경우 절식시간 16시간까지 95%이상 있었고 5°C에 보호한 것은 48시간까지 약 93%이었다. 이에 비하여 25°C에서 24시간 또는 5°C에서 96시간 보호한 4령기잠의 생존율은 각각 83.3% 및 89.3%이었다. 발육속도의 경우, 절식기간 보호온도가 25°C인 경우 절식 24시간까지 85-89%이상 있었고, 5°C에 보호한 것은 48시간까지 약 93%이었다. 그러나 5°C에 96시간 동안 절식한 구의 발육속도는 65%로서 24-48시간 절식한 구 들보다 20%이상 느렸다.

위의 결과로 볼 때, 부화상태가 고르지 않은 천잠을 실내 사육할 경우에 갓 부화한 의잠을 5°C에 48시간 정도 냉장 보관했다가 일시에 소잡하는 것이 생존율 및 발육속도에 큰 영향을 주지 않고 소잡횟수도 줄이면서 효율적으로 천잠을 사육할 수 있다고 판단된다.

### 연중사육을 위한 천잠알의 수시부화법

1화성인 천잠을 연중사육하기 위한 방법 중 수시로 부화시킬 수 있는 천잠의 잠종보호조건을 구명하기 위해 산란 직후부터 다음해 3월까지 Fig. 3에서처럼 냉장보관되었던 천잠알을 가지고 최정시기에 따른 냉장기간(2개

Table 2. Survival rate and development velocity of *A. yamamai* larvae on starvation

Temperature during starvation	Starvation duration (hr)	No. of hatching larva tested	Survival rate <sup>1)</sup> (%)	Development velocity <sup>2)</sup> (%)
25°C	8	150	96.0	85.0
	16	150	95.3	89.0
	24	150	83.3	88.0
5°C	24	150	96.0	87.0
	48	150	92.7	84.0
	96	150	89.3	65.0

<sup>1)</sup> Survival rate was measured at the fifth day of the fourth instar.

<sup>2)</sup> Developmental velocity represents percentage of the larvae reached in the fourth instar on the 14 days after hatch.

월, 4개월 및 6개월) 및 냉장온도(5°C, 2.5°C 및 0°C)에 따른 총부화비율 및 실용부화비율을 조사하였다(Table 3). 3월부터 5°C에 보호 후 2개월째(5월초)에 25°C에서 최청한 시험구의 총부화비율은 100%이었으나, 6개월째에 최청하면 17.0-22.3%로 떨어졌다. 그러나 같은 천잠알을 3월 이후 2.5°C 또는 0°C에 보호한 경우에는 4개월째의 총부화비율이 각각 100%와 95.7-98.2%이었고, 6개월째는 각각 66.0-73.0%와 84.3-90.3%로서 4개월째보다는 다소 떨어진 경향을 보였으나, 5°C에 냉장한 구보다는 총부화비율이 상당히 높은 것으로 나타났다. 2.5°C구와 0°C구의 총부화비율을 비교해 본 결과, 4개월까지는 2.5°C구가, 6개월까지는 0°C구가 높은 것으로 나타났다. 또한 유충체색에 의해서 분리된 천잠알의 경우, 담록체색계통의 총부화비율이 암록체색 계통보다 다소 높게 나타났으나, 상대적으로 부화기간이 다소 긴 경향을 보였다(Table 3).

실제 사육에서 이용되는 실용부화비율의 경우(Table 3), 3월부터 5°C에 보호 후 25°C에서 2개월째에 최청한 구의 실용부화비율은 75-86%이었고, 4개월째까지는 73-76%이었으나, 6개월째에 최청하면 14%로 떨어졌다. 그러나 같은 천잠알을 3월 이후 2.5°C 또는 0°C에 보호하면 6개월째의 실용부화비율이 각각 57-61%와 54-62%로 5°C보호구보다 40%이상 높게 나타났으며, 이 결과는 앞의 총부화비율과 같은 경향을 보였다. 따라서 6개월 이상 장기간 천잠알을 보관할 때에는 0°C-2.5°C가 좋은 것으로 나타났다

다. 또한 담록체색 계통에서 산란된 알의 구가 총부화비율이 높았으나, 실용부화비율은 암록체색계통이 높은 것으로 나타났다.

최청시기에 따른 냉장기간 및 냉장온도에 의한 수시부화실험에 -2.5°C구를 추가한 다음 이듬해에 산란한 담록체색의 알을 가지고 위의 시험과 같이 냉장보관 후 냉장 2개월부터 5개월까지 1개월 간격으로 최청하여 총부화비율 및 3일간 부화비율 조사하였다(Table 4). 총부화비율에서 5°C의 경우, 3월 이후 최청에서 2개월 동안은 천잠알의 보호온도로서 좋았으나 5개월째는 11%로 떨어져 장기냉장에는 적합하지 않은 온도임을 알 수 있었다. 이에 반하여 -2.5°C, 0°C 및 5°C에 냉장한 천잠알의 6개월째 총부화비율은 67-88%로서 상당히 높았으며, 특히 0°C에 천잠알을 보호함으로써 6개월째의 부화비율을 88%까지 유지시킬 수 있었다(Table 4). 새로 추가된 -2.5°C의 경우, 0°C와 2.5°C보다는 총부화비율이 다소 낮지만 5°C보다는 높아, 장기냉장의 경우 5°C보다는 더 좋은 것으로 나타났다. 3일최다부화비율 역시 총부화비율과 같은 경향을 보여 6개월 이상 장기간 천잠알을 보호할 경우에는 앞의 결과와 동일하게 2.5°C 또는 0°C에 보관하는 것이 좋은 것으로 판단된다.

또한 냉장 기간 및 온도별로 보관된 천잠알의 생존력을 알아보기 위하여 냉장기간(2-5개월) 및 보호온도(-2.5°C, 0°C, 2.5°C 및 5°C)별로 갓 부화된 유충을 25°C, 80% R.

**Table 3.** Total and useful hatchability in different chilling periods and preservation temperatures of diapause eggs of *A. yamamai*

Treatment <sup>1)</sup>	Body colour of larvae	No. of fertilized eggs tested	The day of hatchability (%)					Total hatchability (%)	Useful hatchability <sup>2)</sup> (%)
			1st	2nd	3rd	4th	5th		
A	Dark	92	43.5	42.4	11.9	1.1	1.1	100.0	85.9
	Green	68	38.2	36.8	25.0	0.0	0.0	100.0	75.0
B1	Dark	74	35.1	37.8	10.8	2.7	0.0	86.4	72.9
	Green	55	12.7	52.7	23.6	3.6	0.0	92.6	76.3
B2	Dark	87	28.7	57.5	9.2	2.3	2.3	100.0	86.2
	Green	84	13.1	47.6	25.0	11.9	2.4	100.0	72.6
B3	Dark	91	1.1	33.0	50.6	9.9	1.1	95.7	83.6
	Green	56	14.3	50.0	25.0	8.9	0.0	98.2	75.0
C1	Dark	100	3.0	11.0	3.0	0.0	0.0	17.0	14.0
	Green	72	1.4	5.6	8.3	4.2	2.8	22.3	13.9
C2	Dark	121	38.0	23.1	4.1	0.8	0.0	66.0	61.1
	Green	72	5.6	32.0	25.0	7.0	4.2	73.8	57.0
C3	Dark	101	3.0	35.7	26.7	15.9	3.0	84.3	62.4
	Green	82	22.0	31.7	15.9	14.6	6.1	90.3	53.7

<sup>1)</sup> Treatment conditions for occasional artificial hatching of *A. yamamai* eggs are represented in Table 1 and Fig. 3.

<sup>2)</sup> Useful hatchability represents number of fertilized eggs / the maximum number of larvae hatched for continuous 2 days

**Table 4.** Total and useful hatchability of *A. yamamai* eggs on chilling period

Chilling period	Preservation temperature (°C)							
	Total hatchability (%)				Maximum hatchability for continuous 3 day (%)			
	-2.5	0	2.5	5	-2.5	0	2.5	5
2 months	95	93	95	93	84	81	91	93
3 months	98	82	94	93	82	79	75	84
4 months	89	93	98	69	52	75	73	69
5 months	67	88	73	11	43	61	66	11

<sup>1)</sup> Number of tested eggs is 50 individuals.

<sup>2)</sup> Total hatchability was represented sum of hatchability for 5 days.

**Table 5.** Survival period (day) of larva hatched from *A. yamamai* eggs preserved in different temperatures

Chilling period	Preservative temperature (°C)			
	-2.5	0	2.5	5
2 months	4.3	3.9	3.6	3.8
3 months	4.2	4.0	3.9	3.8
4 months	4.3	3.8	3.3	2.7
5 months	4.2	3.9	3.8	2.6

<sup>1)</sup> Survival period was calculated from larvae preserved at 25°C and 85% RH.

H.에 보호하여 절식시킨 다음 생존일수를 조사하였다. 그 결과(Table 5), 냉장 2개월까지는 냉장보호온도에 따라 큰 차이가 없었다. 그러나 5°C에서 4.5개월 냉장한 구에서 부화한 유충의 생존일수는 2.7일로서 다른 냉장온도에 비해서 1일 이상 짧은 성적을 나타내어 냉장기간이 길수록 천잠알의 보호온도가 낮은 것이 부화유충의 생존일수가 긴 것으로 나타났다. 이는 장기간 천잠알을 보호할 경우, 낮은 온도(2.5°C 또는 0°C)에 보관하는 것이 총부화비율과 실용부화비율이 좋다는 결과와 일치하는 경향이 있었다.

이상의 결과로 볼 때 수시부화에 적합한 천잠알의 보호온도는 2개월까지는 5°C가 보호온도로서 좋으나 6개월 이상 냉장하여 사용할 경우에는 2.5°C 또는 0°C에 보호하는 것이 총부화비율과 실용부화비율이 높은 것으로 나타났다. 또한 천잠알의 보호온도가 낮을수록 절식의잠의 생존일수가 긴 것으로 나타났다.

### 일시부화를 위한 천잠알의 최청법 개선

천잠은 부화상태가 고르지 않기 때문에 매일 소잠을 할 경우 인건비를 포함한 고치생산비가 크게 소요되는 문제가 발생한다. 따라서 천잠알을 일시에 부화시킬 수 있는 최청법을 구명하기 위해 온도 및 광주기별 천잠알의

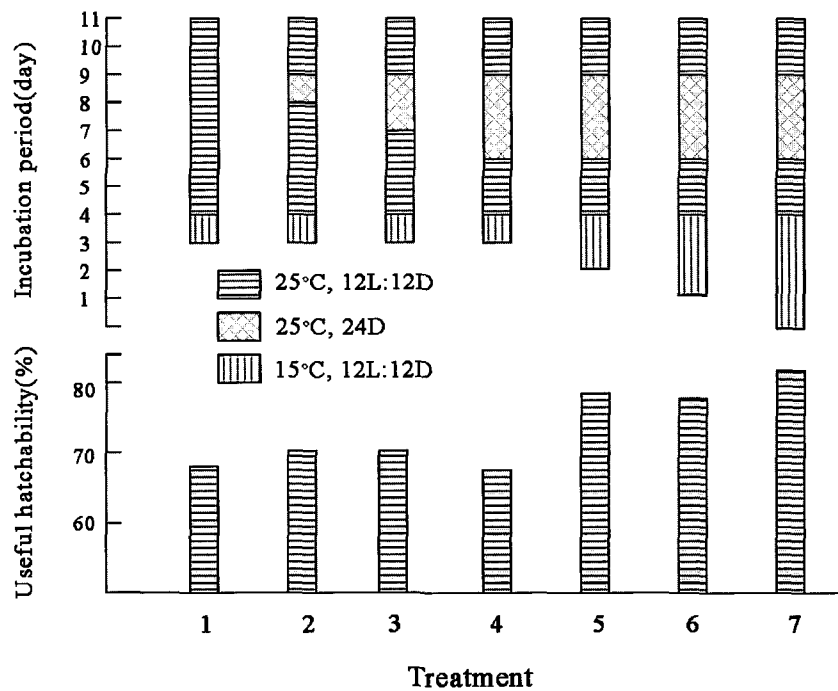
일별부화비율, 총부화비율 및 실용부화비율 등을 조사한 결과를 Table 6과 Fig. 4에 나타내었다. 천잠알의 일별부화비율의 경우, 관행적으로 25°C에 보호하는 최청방법으로 5-6일 걸리는 천잠알의 부화가 15°C 예비최청과 광조건 방법의 도입으로 4-5일간으로 단축되었다. 특히 시험구 6과 7처럼, 최청착수 전에 3-4일간 15°C에 저온최청한 후 25°C, 명(2일) → 25°C, 암(3일) → 25°C에 보호하면 첫날에도 10%이상 부화하면서 4일간에 부화가 완료됨을 알 수 있었다(Table 6). 7개 시험구의 총부화비율은 96-99%로 시험구간에 큰 차이는 없었다. 그러나 실용부화비율의 경우(Fig. 4), 시험구 5, 6, 7과 같이 최청착수 전에 2-4일간 15°C, 12L : 12D에 저온최청한 후 25°C, 12L : 12D(2일) → 25°C, 암(3일) → 25°C에 보호하면 실용부화비율이 77-82%로서 계속 25°C, 12L : 12D에 보호하는 것(68%) 보다 높은 것으로 나타났다. Nakajima (1987)는 천잠알을 최청착수 전에 3-4일간 15°C, 12L : 12D → 25°C, 12L : 12D(2일) → 25°C, 암(5일) → 25°C, 12L : 12D(1일) → 25°C에 보호하면 2-3일 만에 총부화비율이 90% 이상이라고 보고하였다.

결론적으로 부화상태가 고르지 않는 천잠알을 일시에 부화시킬 수 있는 보호조건을 조사한 결과, 15°C 예비최청과 암최청 방법의 도입으로 관행적 최청방법(25°C보호)으로는 5-6일 걸리는 천잠알의 부화를 2일간에 80%가

**Table 6.** Hatchability of *A. yamamai* eggs in different temperatures and photoperiods during incubation period

Treatment <sup>1)</sup>	No. of egg tested	Rate of fertilized eggs (%)	The day of hatchability (%)							Total hatchability (%)
			1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7~8th	
1	100	100	0.0	26.0	38.0	30.0	4.0	0.0	0.0	98.0
2	100	100	0.0	30.0	41.0	24.0	3.0	0.0	0.0	98.0
3	100	99	0.0	21.2	35.3	35.3	3.0	1.0	1.0	96.8
4	100	98	1.0	34.7	32.6	29.6	0.0	0.0	1.0	98.9
5	100	98	0.0	43.9	34.7	15.3	1.0	0.0	1.0	95.9
6	100	99	9.1	50.5	26.3	13.1	0.0	0.0	0.0	99.0
7	100	98	14.3	60.2	21.4	3.1	0.0	0.0	0.0	99.0

<sup>1)</sup> Treatment 1, 15°C, 12L : 2D, 1 day → 25°C, 12L : 12D, 7 days; Treatment 2, 15°C, 12L : 12D, 1 day → 25°C, 12L : 12D, 4 days → 25°C, 24D, 1 day → 25°C, 12L : 12D, 2 days; Treatment 3, 15°C, 12L : 12D, 1 day → 25°C, 12L : 12D, 3 days → 25°C, 24D, 2 days → 25°C, 12L : 12D, 2 days; Treatment 4, 15°C, 12L : 12D, 1 day → 25°C, 12L : 12D, 2 days → 25°C, 24D, 3 days → 25°C, 12L : 12D, 2 days; Treatment 5, 15°C, 12L : 12D, 2 days → 25°C, 12L : 12D, 2 days → 25°C, 24D, 3 days → 25°C, 12L : 12D, 2 days; Treatment 6, 15°C, 12L : 12D, 3 days → 25°C, 12L : 12D, 2 days → 25°C, 24D, 3 days → 25°C, 12L : 12D, 2 days; Treatment 7, 15°C, 12L : 12D, 4 days → 25°C, 12L : 12D, 2 days → 25°C, 24D, 3 days → 25°C, 12L : 12D, 2 days.



**Fig. 4.** The useful hatchability of *A. yamamai* eggs in different temperatures and photoperiods during incubation period. Treatment conditions represented in the footnote of Table 6

부화하는 좋은 성적을 얻을 수 있었다.

이상의 결과를 종합해보면 2-3일 동안 부화한 부화유충을 5°C에 2-3일 정도 냉장 보관했다가 일시에 소잡하는 것이 소잡횟수를 줄일 수 있기 때문에 효율적으로 천잠을 사육할 수 있었다. 또한 수시로 필요할 때 천잠을 사육하기 위해서 천잠알을 단기간 냉장할 경우에는 5°C, 6개월 이상 장기간 냉장하여 사용할 경우에는 2.5°C 또는 0°C에

보호하는 것이 좋은 것으로 나타났다. 한편 부화상태가 고르지 않는 천잠알을 일시에 부화시키기 위해 15°C에서의 예비최청과 압최청 방법의 도입으로 2일간에 천잠알의 부화를 80%이상 부화시킬 수 있었다. 따라서 위의 방법들을 도입함으로써 천잠을 필요할 때 수시로 또한 효율적으로 연중실내사육이 가능할 것으로 판단된다.

## Literature Cited

- Kato, Y. 1981. Wild silkmoth, *Antheraea yamamai* spun cocoons. *Animal* 155: 12-16
- Kim, S.E., S.M. Lee, H.J. Yoon, N.S. Park and Y.D. Lee. 1989. On the major characteristics of the silkmoth, *Antheraea yamamai* reared indoors. *Res. Rept. RDA* 31: 1-6.
- Kim, K.M., J.Y. Moon, S.M. Lee and H.J. Yoon. 1989. Studies on the purification and Biochemical properties of vitellin in the *Antheraea yamamai* Cuerin-Meneville. *Korean J. Seric. Sci.* 31: 72-81.
- Kodaira, M. 1984. Study on breeding method of *Antheraea yamamai* and characteristics of its' silk yarn. *Bull. Seric. Exp. Stat.* 123: 1-8.
- Kweon, H.Y., K.G. Lee, J.H. Yeo, S.O. Woo, S.M. Han, B. H. Sohn H.S. Sam and B.S. Shin. 2006. Characterization of hydrolyzed *Antheraea yamamai* silk fibroin powder. *Korean J. Seric. Sci.* 48: 11-15.
- Maruyama, M. 1984. Line selection of the silkmoth, *Antheraea yamamai*. *Bull. Seric. Exp. Stat.* 123: 9-30
- Nakajima, H. 1977. Study on preservation of eggs of the silkmoth, *Antheraea yamamai*. *Ann. report of Nagano prefecture of Seric. Expe. Stat.* 69: 1-108
- Nakajima, H. 1986. Changes of breeding and rearing method of the silkmoth, *Antheraea yamamai*. *Silk Sci. Tech.* 25: 38-40.
- Nakajima, H. 1987. The Japanese oak silkmoth, *Antheraea yamamai*. 120pp. Agriculture, Forestry and Fisheries Culture Publication, Toko, Japan.
- Saito, H., H. Yamada, Y. Kato. 1998. Isolation and partial characterization of chromoprotein from the larval hemolymph of the Japanese oak silkworm (*Antheraea yamamai*). *Comp. Biochem. Physiol.* 119B: 625-630.
- Sugita, E. 1989. Multi-times rearing of wild silkmoth, *Antheraea yamamai* in southern Kanto prefecture. *Wild Silkworm News* 8: 79-80.
- Tan, E., K. Makoto, F. Tajumi and K. Suzuki. 1988. A method of egg raising in the wild silkmoth, *Antheraea yamamai* with wing-cut adults in a net cage. *J. Seric. Sci. Jpn* 57: 351-352.
- Tanaka, K., S. Mizuno. 2001. Homologues of fibroin L-chain and P25 of *Bombyx mori* are present in *Dendrolimus spectabilis* and *Papilio xuthus* but not detectable in *Antheraea yamamai*. *Insect Biochem. Molec. Biol.* 31: 665-677.
- Toshiharu, F., T. Ueda, M. Kazuhiko. 1989. Changes in SDS-polyacrylamide gel electrophoretic patterns of egg proteins during the embryonic and diapause development of the Japanese oak silkworm, *Antheraea yamamai*. *J. Seric. Sci. Jpn* 58: 179-185.
- Wakabayashi, M., Y. Kosakai, N. Kiuch and S. Kuribayashi. 1984. Indoor breeding of the Japanese oak silkworm, *Antheraea yamamai*. *Bull. Seric. Experi. Stat.* 123: 57-100.
- Yamada, H. and Y. Kato. 2004. Green colouration of cocoons in *Antheraea yamamai* (Lepidoptera: Saturniidae): light-induced production of blue bilin in the larval haemolymph. *J. Insect Physiol.* 50: 393-401.
- Yoon, H.J., P.D. Kang, S.E. Kim and S.M. Lee. 2006. Breeding of major characteristics of the wild silkmoth, *Antheraea yamamai* indoor- and outdoor -reared. *Korean J. Seric. Sci.* 48: 61-67.

(Received for publication June 18 2007;  
accepted August 22 2007)