韓蠶學誌 42(2), 86~92 (2000)
Korean J. Seric. Sci.
<論 文>

# 신돌연변이 불면잠 *nm-f*의 유전형질

선희숙 · 노시갑
경북대학교 농과대학

# Phenotypic Characteristics of New Mutant, Non-molting f (*nm-f*) of *Bombyx mori*

Hee Sook Sun and Si Kab Nho
*College of Agriculture, Kyungpook National University*

**ABSTRACT**

Studies were carried out to investigate the phenotypic characteristics of the non-molting mutant (*nm-f*) which was mapped on the 2nd linkage group. The results obtained were as follows : The *nm-f* mutant was distinguishable in the 3rd day of hatching. About 80 percentage of the non-molting mutant larvae died at the first instar within 10 days of hatching. The remaining larvae survived to the 2nd and the 3rd instar but did not live to the final instar. There was no difference in non-molting mutant manifestation between hibernating and artificial hatching eggs. As a result of hemolymph protein analysis, the protein content of *nm-f* mutant was less than the normal larvae's. Therefore, we conclude that the characterization of *nm-f* is similar to the already known strains of non-molting mutant and the shortage of hemolymph protein is closely related to the non-molting characteristic in *nm-f*.

**Key words** : New mutant, Non-molting, *nm-f*, characteristics, *Bombyx mori*

## 서 론

집누에에는 불면잠으로 불리는 열성치사 돌연변이체가 있다. 현재까지 다수의 불면잠계통이 알려져 있으며, 유전학적 해석이 이루워진 것으로는 *nm*(梅谷 · 唐澤, 1930), *nm-m*(淸水등, 1983), *nm-g*(淸水등, 1983, 1987), *nm-d*(土井良등, 1984), *nm-b*(伴野등, 1985), *nm-k*(伴野등, 1985, 1988, 1995), *nm-i*(伴野등, 1989) 및 *nm*의 복대립유전자인 *nm*$^{n}$(Nho and Doira, 1991)등이 있다. 이들 불면잠 유전자의 대부분은 소속연관군이 다를 뿐만 아니라 불면형질이나 치사되는 양상도 각각 다르다. 집누에나방에 대한 발생학적 연구는 주로 후배자발생 후기인 유충 말기에 집중되어 있으며 유충 초기발육에 대한 연구는 대단히 미흡하다. 또한 유충 초기발육은 유충기 중·후기로 연결되는 중요한 시기로서 발육 생리적인 면에서의 의의도 크다고 하겠다. 불면잠은 유충 1~2령 사이에 불면형질이 발현되는 특이한 돌연변이체로서 유충 초기 발육과 관련된 유전자의 작용기구와 발육특성을 구명하기 위한 절호의 연구재료라고 할 수 있다.

盧등(1996)은 경북대학교 농과대학 보존 누에계통 중의 한 계통으로부터 불면잠을 발견하였다. 이 불면잠은 1개의 열성유전자에 의해 지배되는 새로운 불면잠 계통인 것이 확인되었으며, 이를 f불면잠(non-molting f)으로 명명하고 유전자기호를 *nm-f*로 하였다.

*nm-f* 유전자의 소속연관군과 유전자좌위를 분석한 결과, 제2연관군에 속해있는 것이 확인되었으며, $p^{M}$, *Y* 등의 유전자에 의한 3점 교배실험에서 3유전자는 *nm-f*-$p^{M}$-*Y* 순으로 배열되어 있는 것이 확인되었다(盧등, 1997). 이에 따라 현재 제2연관군의 기점이 *p*유전자로 되어있으나 *nm-f*를 기점으로 하는 새로운 연관군지도의 작성이 필요하게 되었으며, 이를 보다 더 명확하게 하기 위한 연구가 진행 중에 있다. 본 연구는 *nm-f* 불면잠에서 나타나는 불면형질의 분석과 함께 불면형질의 특성을 명확하게 하기 위하여 실시되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시 재료

본 대학 보존의 k61계통으로부터 발견된 *nm-f* 불면잠은 *nm-f* homo 유전자형일 때 나타나며, 계통유지를 위해서

는 *nm-f* hetero형으로 유지되어야 한다. 따라서 본 연구의 공시재료는 *nm-f*/+유전자형의 상호접합체로부터 발생된 정상잠과 불면잠을 사용하였다.

### 2. 실험 방법

#### 1) 치사율 및 생존비율

*nm-f* 불면잠은 부화 후 3일째가 되면 정상잠과 구별이 가능하게 된다. 따라서 1령 3일째부터 불면잠을 조사하고, 각 영별 치사율을 조사하였으며 일정두수의 불면잠에 대해서 영에 관계없이 경과일수에 따른 생존비율을 조사하였다.

#### 2) 잠기에 따른 불면잠의 발현비율

월년란과 인공부화란(즉침란, 냉침란) 각각 15~20아구에 대하여 총 부화두수에 대한 불면잠의 출현두수를 비율로 나타내었다.

#### 3) 체중변화

정상잠과 불면잠을 각각 50두씩 3 반복하여 그 평균을 구하고, 부화 후 1일째부터 매일 일정시각에 체중을 측정하였다.

1령상태로 폐사하는 불면잠은 부화 후 3일부터 구별이 가능하며, 2, 3령상태로 폐사하는 불면잠은 부화 후 5~6일부터 1면에 들어가는 것을 기준으로 하였다. 본 연구에서는 편의상 1령 상태로 폐사하는 불면잠을 *nm-f* I으로, 2령 이후 폐사하는 불면잠을 *nm-f* II로 구분하여 나타냈다.

#### 4) 두폭측정

정상잠과 불면잠을 1령 3일, 2령 2일, 3령 1일에 각각 3두씩 두부를 절단하여 실체현미경에서 촬영하였다. 현상된 film을 인화하여 확대비율에 따라 두폭의 실제길이를 구하였다.

#### 5) 체액단백질의 정량

정상잠은 3면까지, 1령상태로 폐사하는 불면잠(*nm-f* I)은 부화 후 11일까지, 2, 3령상태로 폐사하는 불면잠(*nm-f* II)은 2령 4일까지 각각 24시간 간격으로 체액을 채취하였다. 채취한 체액은 즉시 분석에 사용하든지 -40°C에 보관하였다가 분석에 사용하였다. 체액단백질의 정량은 林(1983)의 방법에 준하였으며, bovine serum albumin(Sigma)을 표준단백질로 사용하였다.

#### 6) 체액단백질의 전기영동

6.5% acrylamide gel을 지지체로, tris-glycine(pH8.6)을 영동용 완충액으로 사용한 slab gel 전기영동을 실시하였다. 영동용 시료는 체액 2 μl로 하였으며, 20 mA 정전류로 1.5시간 영동하였다. 영동완료후 0.1% coomassie brilliant blue (R-250)로 염색하고, 7.5% acetic acid, 5% methyl alcohol 용액으로 탈색하였다. 영동상은 Kaiser(Vilber Lourmat) Image Analyzer(Germany)를 사용하여 각 성분의 농도를 측정하였으며, 주요 체액단백질 성분에 대해서는 상대적인 농도로 나타냈다. SDS전기영동은 10% acrylamide gel을 지지체로 하였으며, Laemmli법(1970)에 따라 실시하였다.

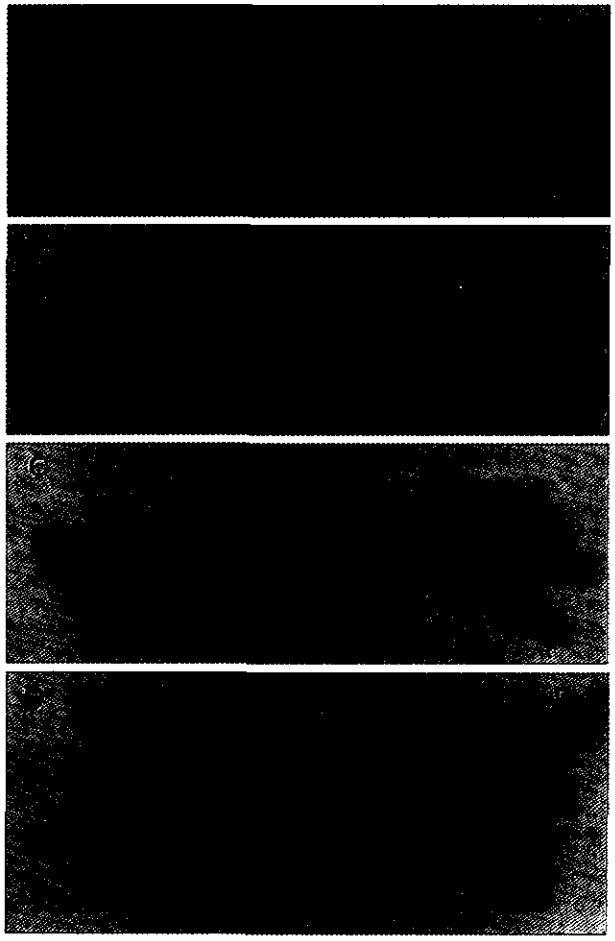

**Fig. 1.** The normal(left side) and *nm-f* mutant(right side) larvae during larval development.
A, 3rd day of 1st instar ; B, 3rd day of 2nd instar ; C, 3rd day of 3rd instar ; D, 1st day of 4th instar ; scale bar, 10 mm.

## 결 과

### 1. 불면잠의 형태

불면잠은 정상적인 부화를 하며 형태적으로도 정상잠과 차이가 없었다. 그러나 부화 후 3일이 되면 체형과 피부색에 차이를 나타내면서 정상잠과 구별할 수 있게 된다(Fig. 1). 1령 3일의 불면잠은 유잠성 피부를 나타내면서 크기도 작고 발육도 현저히 지연된다. 경과가 진전되면서 면에 드는 개체도 있지만 그 수는 적다.

### 2. 치사율과 생존비율

발생된 불면잠 중 약 85%는 1령 상태를 유지하다가 부

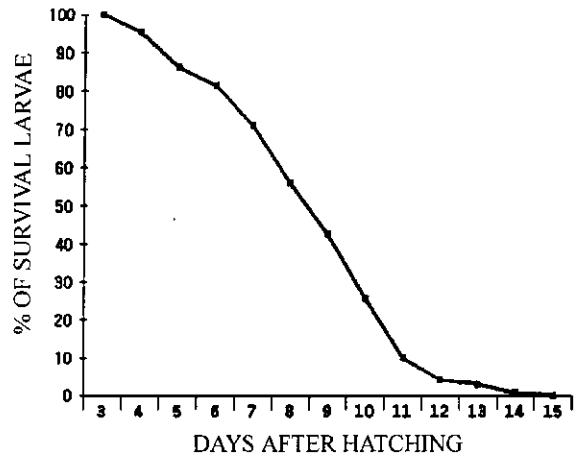


**Fig. 2.** Changes of survival ratio of *nm-f* mutant.

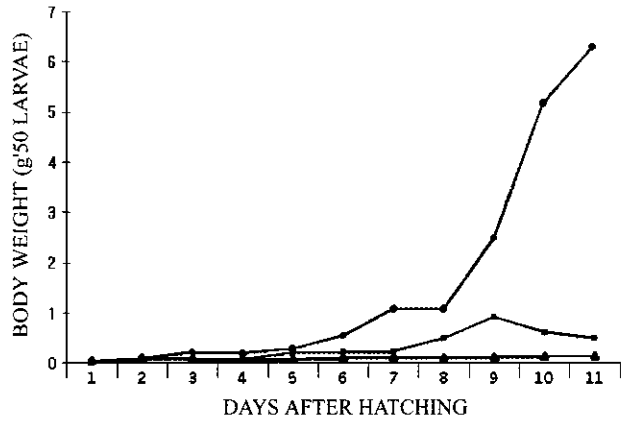


**Fig. 3.** Changes in body weight of normal and *nm-f* mutant during larval development. Solid circle, normal ; Solid triangle, *nm-f* I. Solid square, *nm-f* II, *nm-f* I ; a *nm-f* larvae which dies on 1st instar, *nm-f* II ; a *nm-f* larvae which dies on 2nd and 3rd instar.

화 후 4~5일부터 폐사하기 시작하고 10일경이 되면 모두 폐사한다. 전체 불면잠 중 약 11% 정도는 부화 후 5~7일에 2령이 되지만 13~15일이 되면 2령 상태로 폐사한다. 나머지 불면잠은 발육이 현저하게 지연되면서 3, 4령으로 성장은 하지만 결국 모두 폐사한다.

Fig. 2는 유충발육 경과에 따라 폐사하는 불면잠의 두수를 조사한 후 남아있는 불면잠을 비율로 나타낸 것이다. 부화 후 4일째에 95.3%이며, 9일째에는 42.4%, 11일째에는 9.9%가 생존하였다. 발생된 불면잠은 부화 후 13일~15일에 대부분이 폐사하였다.

### 3. 잠기에 따른 불면잠의 발현비율

월년란과 불월년란(즉침종 및 냉침종)에서의 불면잠 발생비율을 Table 1에 나타냈다. 총부화개체수에 대한 불면잠 발생비율은 월년란에서 13.4%, 즉침란에서 16.6%, 냉침란에서 14.9%로 나타났다. 3종류의 잠종에서 불면잠 발생율이 다소 차이는 있었지만 통계적 유의차가 인정될 정도는 아니었다. 따라서 잠기에 따른 불면잠의 발현비율에는 큰 차이를 인정할 수 없었다.

**Table 1.** Segregation in ratio of *nm-f* mutant between the hibernating eggs and the artificial hatching eggs

| | Hibernating eggs | Artificial hatching eggs | |
|---|---|---|---|
| | | Common acid treatment | Acid-treatment after chilling |
| Number of hatched larvae(A) | 3947 | 3595 | 3094 |
| Number of *nm-f* mutants(B) | 530 | 598 | 462 |
| Percentage of *nm-f* (B/A) | 13.4 | 16.6 | 14.9 |

### 4. 불면잠의 체중변화

부화 후 1일부터 11일까지의 정상잠과 불면잠의 체중변화를 Fig. 3에 나타냈다. 정상잠의 경우, 부화 후 5일째까지 서서히 증가하다가 그 후에 급격히 증가한다. 1령 상태로 치사하는 불면잠인 *nm-f* I은 체중의 증가가 거의 없으며 정상잠의 1령 최대체중의 약 58% 정도에서 폐사하였다. 그러나 2, 3령 상태로 폐사하는 *nm-f* II는 완만한 증가를 나타냈다. 부화 후 5~6일경에 1면에 들어가며, 같은시기의 정상잠 체중의 약 96% 정도에 달하였다. 2령이 된 후에는 정상잠 2령 최대체중의 85%까지 증가하였으나 점차 감소하여 폐사하였다.

### 5. 두폭측정

1~3령기의 정상잠과 불면잠(*nm-f* II)의 두폭을 Table 2에 나타냈다. 1령에서는 정상잠이 0.51 mm, 불면잠이 0.51 mm로 차이가 없었으나 2령에서는 정상잠이 0.94 mm, 불면잠이 0.75 mm(정상잠의 79%)이고, 3령에서는 정상잠이 1.45 mm, 불면잠이 1.22 mm(정상잠의 84%)로 령이 진행됨에 따라 불면잠의 머리크기는 현저히 작았다.

### 6. 체액단백질의 양적변화

정상잠과 불면잠의 체액단백질의 농도변화를 Fig. 4에

**Table 2.** Comparison in head width(mm) of normal and *nm-f* mutant during 1st, 2nd and 3rd instar

| | Instar | | |
|---|---|---|---|
| | I | II | III |
| Normal | 0.51±0.02 | 0.94±0.03 | 1.45±0.07 |
| nm-f | 0.51±0.04 | 0.75±0.05 | 1.22±0.03 |

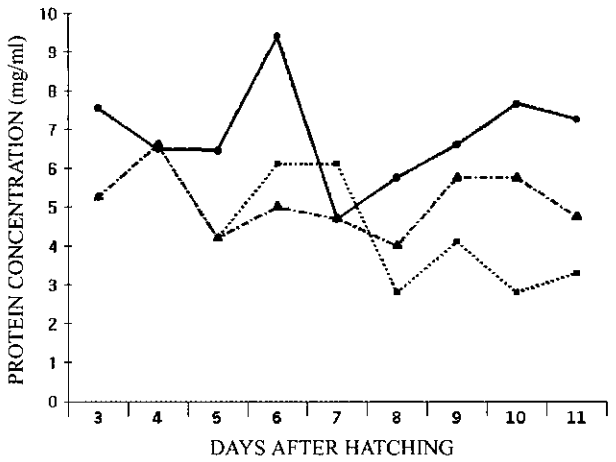


**Fig. 4.** Changes in hemolymph protein concentration during larval development.
Solid circle, normal ; Solid triangle, *nm-f* I ; Solid squar, *nm-f* II, *nm-f* I and *nm-f* II, details are shown in Fig. 3.

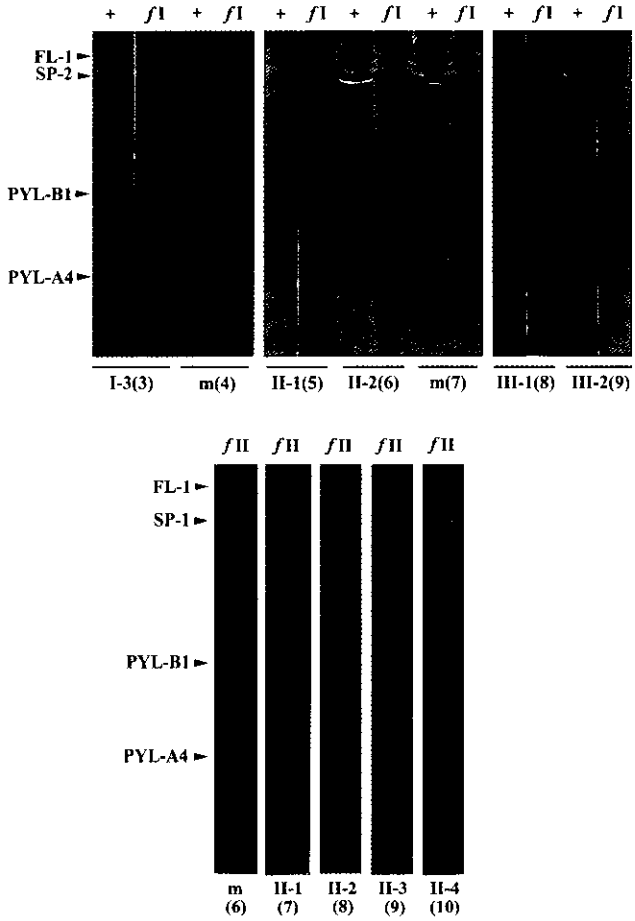


**Fig. 5.** Acrylamide gel electrophoretic patterns of hemolymph protein during larval development.
+, normal ; *fl* & *fII*, *nm-f* I and *nm-f* II, details are shown in Fig. 3 ; romanic letter, instar and date ; parentheses, days after hatching ; FL-1, female larval protein 1 ; SP-2, storage protein 2 ; PYL-B1 & A4, Proteins of young larvae B1 & A4.

나타냈다. 정상잠의 체액단백질은 면기 직전인 부화 후 3일에 7.6 mg/m*l*으로 1령 최고치를 나타냈으며, 2령 초기에 감소하였다가 2령 말기에 9.4 mg/m*l*로 다시 증가하였다. 3령 초기에 다시 감소하였다가 3령 말기에 7.7 mg/m*l* 까지 증가하였다. 즉 정상잠의 경우, 각 령의 초기에는 저농도이고 령의 말기로 갈수록 고농도를 나타내는 양적 변화가 반복되었다. *nm-f* I에서는 부화 후 3일에는 5.3 mg/m*l*를 나타냈으며, 4일째에는 6.6 mg/m*l*로 정상잠 1령 최고값의 87%까지 증가하였으나 그 후 감소하여 폐사 직전에는 4~5 mg/m*l*를 유지하였다. 2, 3령 상태에서 폐사하는 *nm-f* II에서는 2령 1일째인 부화 후 7日에 6.1 mg/m*l*로 정상잠 2령 최고치의 65%까지 증가하였으나 그 후 2.8 mg/m*l*까지 감소하였다가 폐사하였다.

### 7. 체액단백질의 조성과 주요성분의 변화

정상잠과 불면잠의 발육경과에 따른 체액단백질의 전기영동상을 Fig. 5에 나타냈다. 정상잠에서는 유충형 자(雌) 특이단백질 FL-1, 저장단백질 SP-2, 약령형(若齡型)단백질 PYL-B1, PYL-A4(伴野 등, 1993)를 주요성분으로 하는 약 20여종의 성분이 검출되었다.

불면잠의 경우, 유충발육에 따라 각 성분들의 양적인 차이가 다소 인정되었으며 또한 불면잠에서 FL-1과 SP-2성분이 정상잠에 비해서 특히 미량 밖에 검출되지 않았다. 그러나 그 밖의 성분에 있어서는 정상잠의 그것과 비교하여 차이를 인정할 수 없었다. Native-PAGE의 결과 나타난 체액단백질의 양적차이를 더욱 명확하게 하기 위하여 정상잠에서 체액단백질의 함량이 높은 1령 3일, 2령 2일과 이와 동일한 시기의 불면잠의 체액단백질을 SDS-PAGE로 분석하였다(Fig. 6). 체액단백질성분의 분자종 분포를 보면 불면잠이 정상잠에 비해 양적으로 소량인 것을 제외하고는 모든 단백질성분이 동일하게 검출되었으며, 불면잠에서만 나타나는 특이적인 성분은 발견할 수 없었다. 따라서 이 사실은 정상잠과 불면잠에 있어서 체액단백질의 구성성분에는 질적인 차이가 없고 단지 양적인 차이만이 있다는 것을 나타내는 것이다.

Fig. 5의 Native-PAGE의 결과로부터 각 주요성분들의 경시적인 변화를 보기 위하여 image analyzer에 의한 각 성분의 농도를 분석하였다(Fig. 7). FL-1을 보면, *nm-f* I의 경우 부화 후 3일에는 7.7%로 저농도를 나타냈으며 5일에는 최고 26.7%(정상잠 47%)까지 증가하였으나 다시 감소하여 14~18%의 저농도를 유지하였다. *nm-f* II는 1면기에 14.1%로 감소하였으며 2령에서도 뚜렷한 증가없이 그

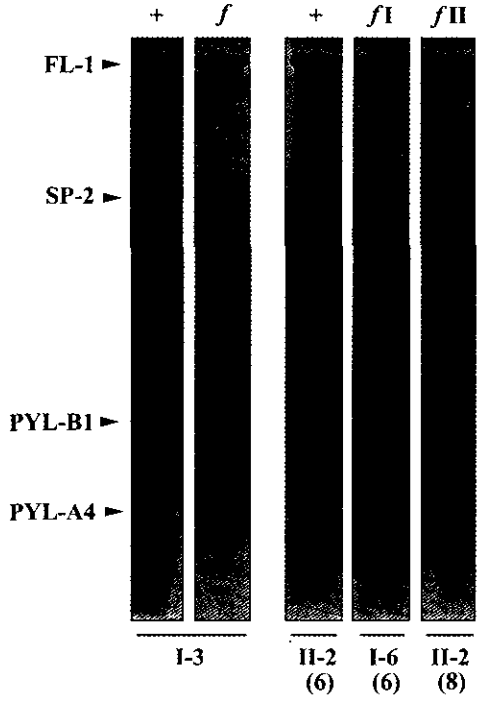


**Fig. 6.** SDS-PAGE patterns of the normal and nm-f mutant during larval development.
+, normal ; *f*I& *f*II, *nm-f* I and *nm-f* II, details are shown in Fig. 3 ; romanic letter, instar and date ; parentheses, days after hatching ; FL-1, female larval protein 1 ; SP-2, storage protein 2 ; PYL-B1 & A4, Proteins of young larvae B1 & A4.

농도를 유지하다가 폐사직전에는 7.3%로 감소하였다. *nm-f* II는 정상잠보다는 저농도이지만 면기인 부화 후 5~6日에는 농도가 상승하였으며 그 후 감소하는 변화를 나타냈다. SP-2을 보면, *nm-f* I은 부화 후 3일에 4.8%, 5일에 19.5%(정상잠의 32.6%)까지 증가하였으나 치사 직전인 부화 후 9일에는 5.8%의 저농도를 나타냈다. *nm-f* II는 1면 중에 21.5%, 2령 탈피 후 23.1%로 상승하지만 그 후 16~18%를 유지하다가 폐사하였다. PYL-B1 성분은 누에의 약령기 체액단백질 성분 중에서 가장 고농도의 성분으로 알려져 있는데, 본 실험의 결과에서도 정상잠과 불면잠 모두에서 가장 고농도의 성분으로 나타났다. *nm-f* I은 부화 후 3일에는 44.4%로 정상잠보다 낮았지만 그 후 최고 77.7%(정상잠의 84.4%)까지 증가하여 고농도를 유지하였다. *nm-f* II는 1면 중에는 11.1%로 감소하였으나 다시 증가하여 최고 99.8%까지 증가했다가 폐사 직전에 53%로 감소하였다. PYL-A4를 보면, *nm-f* I은 부화 후 3일에 29.2%, 6일에 49%까지 증가하였으나 치사 직전에는 7.4%로 감소하였다. *nm-f* II에서는 부화 후 3일에 30%를 나타내었으나 이후 일정한 경향이 없이 저농도를 유지하였다.

## 고 찰

본 연구는 새로운 돌연변이 불면잠인 *nm-f*(盧 등, 1997)의 유전형질과 그 특성을 명확하게 하기 위하여 실시되었다. *nm-f* 불면잠은 부화는 정상적으로 하지만 부화 후 3일째부터 유잠성 피부를 나타내며, 유충체가 정상잠에 비해 현저히 작으므로 쉽게 구별할 수 있게된다. 불면잠 중 약 85%는 1령 상태로 폐사하며, 11.3%는 부화 후 5~7일이 되면 2령으로 성장하지만 유충체가 왜소하며 부화 후 13~15일에 대부분이 폐사된다. 나머지 3.5%는 3, 4령으로 영이 진전되나 더 이상은 성장하지 못하고 모두 폐사한다. *nm-f* 불면잠은 부화 후 9일경까지 전체의 42% 정도가 생존하였으며 15일경에는 거의 대부분이 폐사하는데 폐사되는 시기에 따라 크게 2가지로 나눌 수 있었다. 1령 상태에서 폐사하는 *nm-f* I과 2, 3령에서 폐사하는 *nm-f* II가 그것이었다. 불면잠의 체중을 보면, *nm-f* I은 거의 증가가 없으며 *nm-f* II 또한 2령 탈피 후에 약간의 증가는 있으나 다시 감소하였으며 전체적으로 정상잠에 비해 현저히 낮았다. 본 연구에서 이 불면잠을 *nm-f* I과 *nm-f* II로 폐사시기에 따라 편의상의 구분을 하였으나, 이와 같은 발육특성이 *nm-f* 유전자의 형질특성 중의 하나로 생각할 수 있다. 즉 발생된 불면잠이 1령기 폐사잠과 2~3령기 폐사잠이 혼재하는 것으로 불면형질의 발현 시기에 변이가 있는 것으로 생각된다.

유충 두폭의 측정 결과로부터 불면잠은 부화 후의 유충 초기발생기에 불면 형질이 발현되며 배발생과정은 정상적이라는 것을 알 수 있었다. 또한 월년란과 인공부화란에서 불면잠의 발생비율에 차이가 없었는데 이 사실로도 *nm-f* 불면잠은 배자의 월년성과 관계없이 배자 발육기는 정상 발생을 한다는 것을 알 수 있었으며, 월년란이 되었을 때 최청사란(催青死卵)으로 되는 *nm-m*불면잠(清水등, 1983)과는 다르다는 것을 나타낸다.

누에는 개방혈관계로서 체내의 모든 물질이동이 체액을 통해서 이루어진다. 따라서 체액 중에는 누에의 성장과 발육에 필요한 다수의 단백질이 존재하며, 이들 단백질 성분들은 유충발육에 따라 질적 및 양적으로 변동하는 것이 알려져 있다(茅野 · 富野, 1984). *nm-f*의 체액단백질은 양적인 면에서 정상잠과 큰 차이를 나타냈다. 즉 불면잠의 경우 부화 후 4일째에 정상잠 1령 최대값의 87%에 머물다가 그 후 감소하여 저농도를 유지하였다. 체액단백질의 양적인 차이를 단백질성분의 질적 변화와 비교하였는데, 정상잠과 *nm-f* 불면잠 모두에서 약 20여종의 체액단백질성분이 검출되었다. 특히 체액단백질 함량이 높은 1, 2령 취면기(불면잠은 이에 해당하는 시기)를 중심으로 체액단백질의 조성성분을 조사하였다. Native 및 SDS-PAGE

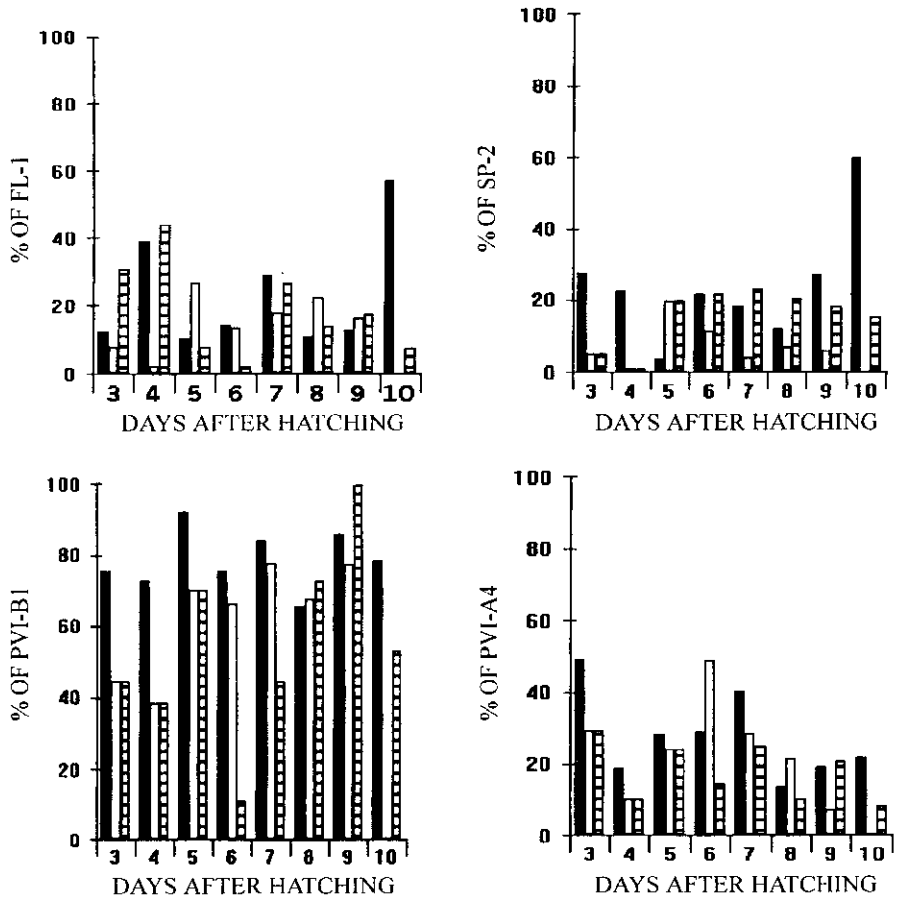


**Fig. 7.** Changes in the ratio of the 4 major components of hemolymph protein during larval develpment. Solid columns, normal ; Open columns, *nm-f* I ; Stripe columns, *nm-f* II.

의 결과로부터 정상잠과 *nm-f* 불면잠은 각 성분의 농도의 차이는 인정되나 성분의 질적인 차이는 인정할 수 없었다. 또한 유충기 초기의 주요 체액단백질 성분인 유충형 자특이단백질(FL-1), 저장단백질(SP-2) 및 약령형 유충단백질(PYL-B1, A4)의 상대적인 농도변화를 조사한 경우에도 정상잠과 비교하여 특이적인 성분의 차이나 특정성분의 시기적인 특이성은 인정할 수 없었다. *nm-f* 불면잠의 경우 정상잠의 모든 체액단백질 성분과 동일한 성분이 존재하지만 발육시기에 따라 각 성분간의 농도의 차이가 나타났다. 이와 같은 사실이 불면잠의 형질 발현과 어떤 관련이 있는지는 불명하지만, 불면잠이 되는 것과 체액단백질성분의 양적인 차이가 직접적인 관계가 있는 것으로는 판단할 수 없을 것으로 생각된다. 이는 많은 누에계통의 유충 체액단백질 조성을 분석하면 각 계통 특유의 성분조성이 있으며, 계통에 따라서도 조성성분에 따라 양적인 차이가 있다는 사실로도 입증된다. 또한 체액단백질의 농도가 정상잠에 비해 저농도인 것은 체액단백질중의 어느 특정성분이 감소되거나 결핍된 것에 기인하는 것이 아니라 전체적으로 모든 단백질성분의 양이 줄어든 것에 의해 저농도로 되는 것으로 생각된다. 정상잠은 취면기로 갈수록 많은 량의 단백질을 생성·축적하여 성장과 발육에 이용하나, 불면잠의 경우 발육 초기에는 생성되지만 유충 성장이 거의 없는 상태이므로 지속적인 단백질의 생성도 없을 뿐 만 아니라 생성된 체액단백질도 생명유지를 위한 최소한의 이용만이 있는 것으로 생각된다. 따라서 *nm-f* 불면잠에서 나타나는 체액단백질의 양적인 특이성은 유충 발육의 지연 혹은 정체와 어느 정도의 관련성은 있을 것으로 추측된다.

불면잠계통은 생리 생태적 및 생화학적 실험결과에 따라서 퇴화형 불면잠계통과 치잠기유지형 불면잠계통으로 크게 구분된다(盧등, 1998). *nm-f* 불면잠의 유전형질을 종합한 결과, *nm-f*는 생존기간이 비교적 길며 체액단백질이 미량 감소 혹은 유지되는 치잠기 유지형계통에 속하며 기존에 연구 발표된 *nm*(東, 1996), *nm-g*(淸水등, 1987; Nagata *et. al.*, 1987), *nm-k*(伴野등, 1995)등의 불면형질과 유사하다고 생각된다.

## 적 요

현재까지의 유전학적 연구에 의해 제2연관군에 좌위하는 것으로 밝혀진 *nm-f* 불면잠에 대한 불면형질의 특성을 조사하였다. *nm-f* 불면잠은 부화 후 3일부터 식별이 가능하며, 전체 불면잠 중 약 85%가 1령 상태로 10일정도 생존하다가 폐사하며 나머지 불면잠은 2, 3령으로 령은 진전되지만 유충기에 모두 폐사한다.

유충체액단백질은 각령의 초기에서 말기에 걸쳐 양적인 변화를 반복하는 정상잠과는 달리 불면잠에서는 이같은 변화가 없었으며 그 농도 또한 매우 낮았다. Native 및 SDS-PAGE에 의한 체액단백질의 성분분석 결과, 불면잠에서만 나타나는 특이적인 성분은 인정할 수 없었다.

## 참고문헌

東 雪博(1996) 脂肪體の組織學的觀察を中心とした遺傳的不眠 (*nm*) の形質特性. 九州大學農學部大學院論文集.

Banno, Y., Kawaguchi, Y., Koga, K. and Doira, H. (1995) Genetical studies of the "non-molting k" mutant in the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Seric. Sci. Jpn.*, **64** : 219-233.

伴野 豊·栃原 眞二 · 河口 豊 · 土井良 宏(1993) カイコ幼虫期の体液タンパク質の變動と若齡型タンパク質の存在. 日蠶雜 62 ; 187 -194.

伴野 豊 · 土井良 宏 · 河口 豊(1985) k不眠蠶の連關. 九州蠶絲, **16** : 58.

伴野 豊 · 河口 豊 · 土井良 宏(1988) k不眠蠶遺傳子の座位. 九州蠶絲, **19** : 55.

伴野 豊 · 河口 豊 · 土井良 宏(1985) N－メチル-N－ニトロソウレア誘發突然變異, b不眠蠶の遺傳的研究. 日蠶雜, **54** : 227 -231.

伴野 豊 · 河口 豊 · 石河 正久 · 土井良 宏(1989) カイコの第26連關群. 煤蠶-石河不眠蠶. 日蠶雜. **58** : 234-239.

土井良 宏 · 木原 始 · 伴野 豊(1984) 倭小不眠蠶の遺傳學的研究. 日雜. **53** : 427-431.

林 博司(1983) ろ紙を用いたFolin法の簡便化. 生化學. **55** : 257-258.

茅野 春雄 · 富野 士良(1984) 血液タンパク質とその役割. 家蚕生化學. 伊藤智夫編. 裳華房. 東京 : 92-129.

Lawmmli, U. K.(1970) Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* **227** : 680.

Nagata, M., Tsuchid, K. and Simizu, K.(1987) Physiological aspects of nm-g mutant : an ecdysteroid-defidient mutant of the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Insect Physiol.*, **33** : 723-727.

永田 昌男 · 土田 耕三 · 折笠千登世 · 鈴木 昭憲(1992) 光澤不眠蚕のエクジステロイド分泌系について. 日蚕雜. **61** : 400-406.

盧時甲 · 伴野 豊(1996) 新突然變異 不眠蚕 *nm-f*의 遺傳學的 硏究. 韓國蠶絲學會 春季學術發表要旨.

盧時甲 · 宣姬淑 · 伴野豊(1997) 新突然變異 遺傳子 *nm-f*의 遺傳子座位와 連關群 檢索. 韓國蠶絲學會 春季學術發表要旨.

盧時甲 · 宣姬淑 · 伴野 豊(1998) 누에의 後胚子發生 初期에 있어서 突然變異 不眠蚕系統간의 形質發現特性. 韓蚕學誌 **40** : 43-51.

Nho, S. K. and Doira, H.(1991) Genetical studies on the non-molting allele mutation in *Bombyx mori*. *Kor J. Seric Sci.*, **33** : 72-74.

清水久仁光(1983) 新突然變異, 光澤不眠蚕 の遺傳. 日蚕第53回講要. 64.

清水久仁光 · 榎島 守利 · 藤卷 忠彦 · 藤森 胡友 · 松野 道雄(1983) 新突然變異 "松野不眠蚕" の遺傳. 日蚕雜. **52** : 348-353.

梅谷典七郎 · 唐澤 侑衛(1930) 發育抑制因子をするについて. 遺傳學雜誌. **6** : 188-194.