

## 다색알락명나방(*Ephestia elutella* H.)과 컬런벌레(*Lasioderma serricorne* F.)의 핵형 분석

채 순 용<sup>\*</sup>, 김 상 석, 장 영 덕<sup>1</sup>  
한국인삼연초연구원  
충남대학교 농과대학 농생물학과<sup>1</sup>  
(1996년 3월 15일 접수)

### Karyotype Analysis of Tobacco Moth, *Ephestia elutella* H. (Lepidoptera : Pyralidae) and Cigarette Beetle, *Lasioderma serricorne* F. (Coleoptera : Anobiidae)

Soon Yong Chae<sup>\*</sup>, Sang Seock Kim, and Young Duck Chang<sup>1</sup>  
Korea Ginseng & Tobacco Research Institute  
Dept. Agricultural Biology, College of Agriculture, Chungnam National University<sup>1</sup>  
(Received March 15, 1996)

**ABSTRACT** : Meiotic metaphase chromosomes of the testis of two storage insects, tobacco moth (*Ephestia elutella* H.) and cigarette beetle (*Lasioderma serricorne* F.) were examined to study their karyotypes. The number of haploid chromosomes of the tobacco moth was 31 and the karyotype was characterized by 29 metacentric and 2 submetacentric chromosomes. The metaphase chromosome length of tobacco moth ranged ca. 1.44 - 2.11  $\mu$ m and the average length was 1.78  $\mu$ m. The number of haploid chromosomes of the cigarette beetle at metaphase was 10 and the karyotype was characterized by 8 metacentric and 2 submetacentric chromosomes. The range of metaphase chromosome length of the cigarette beetle was ca. 1.79 - 2.39  $\mu$ m and the average length 2.09  $\mu$ m.

**Key words** : *Ephestia elutella* H., *Lasioderma serricorne* F., karyotype, chromosome

\* 연락처자 : 305-345, 대전광역시 유성구 신성동 302번지, 한국인삼연초연구원

\* Corresponding author : Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, 302 Shinsong-Dong, Yusong-Gu, Taejon 305-345, Korea

다색알락명나방(*Ephestia elutella* H.) 과 켈런벌레(*Lasioderma serricorne* F.)는 원료 잎담배 후숙과정중 저장창고에서나 간혹 제품담배에서 발생되어 피해를 줄 뿐 아니라 품질 및 상품 가치를 저하시키는 요인이 되는 주요한 해충이다. 이와같은 해충을 방제하기 위한 수단으로 유기합성농약인 훈증제나 연무제를 처리하였다(오와 박, 1993). 그러나 이들농약은 유독화합물의 잔류, 독성 등의 문제 때문에 최근에는 생태계에 보다 안전한 생물농약을 이용한 방제나 응성불임곤충의 대량방사를 이용한 유전적 방제 혹은 감마선을 이용하는 방제(오과 정, 1994) 등 새로운 방제법의 연구 개발이 시도되고 있다. 이러한 새로운 방제 방법을 활용하기 위해서는 해충의 유전적 또는 생태적인 면 뿐만 아니라 대상 해충에 대한 염색체의 형태학적 특징이나 생리적인 특성 등의 연구가 선행되어야 한다.

염색체 및 세포유전학적 연구는 딱정벌레목(Coleoptera) 곤충을 대상으로 많은 연구가 이루어졌고(Smith, 1950; 1953; 1960a, b), 특히 딱정벌레목 바구미과(Curculionidae)에 속하는 곤충들의 염색체에 대해서 많이 보고되어 있다(Takenouchi, 1958; 1969; 1970; 1971; 1976). 무당벌레의 염색체를 Quinacrine과 Giemsa 염색액을 반응시켜 염색체의 안정성과 염색 밴드와의 관계(Ennis, 1974), 잎벌레과(Chrysomelidae)에 속하는 곤충들에서 염색체의 이형현상과 세포유전학적인 관계(Nokkala 등, 1987; Petitpierre 등, 1990) 등 염색질의 염색 차이에 의한 염색체 구조의 특징이나 태사기의 염색체와 핵형 분석을하여 곤충의 계통 분류 연구에 이용하고 있다.

다배성 기생충 *Copidosoma floridanum*의 지역간 염색체 차이의 비교 연구(Strand와 Ode, 1990)에서 보는 바와 같이 곤충의 염색체는 같은 종내 혹은 종간에서도 지역이나 기후 혹은 고도에 따라 수와 형태의 변이가 있으며, 이러한 염색체의 변이는 살충제에 대한 저항성과도 밀접한 관계가 있다(Blackman Takada, 1975; Harlow 등, 1990). 이와 같이 염색체를 이용한 세포유전학적 연구나 계통

분류학적 연구가 많이 수행되고 있는데 우리나라에서는 해충에 대한 염색체 연구는 소수의 보고(Ha et al., 1976; 이와 김, 1976; 김 등, 1987; 박 등, 1995)가 있을 뿐이며 주요 해충에 대한 세포 유전학적인 연구가 이루어진 것이 거의 없다.

따라서 본 연구에서는 원료 잎담배의 주요 저장 해충인 다색알락명나방과 켈런벌레에 대한 세포 유전학적인 기초 자료를 얻기 위하여 감수분열 시기의 염색체와 핵형을 알아보았다.

## 재료 및 방법

공시충은 수원 연초제조창 원료 잎담배 보관창고에서 채집하여 실험실내 (25 ± 2°C, L : D = 18 : 6)에서 인공사료로 누대 사육한 다색알락명나방(*Ephestia elutella*) 과 켈런벌레(*Lasioderma serricorne*) 수컷의 종령 유충을 사용하였다.

해부현미경 하에서 1% sodium citrate 용액 내에서 공시충의 정소 조직을 적출하고, 적출한 정소 조직을 다시 신선한 1% sodium citrate 용액으로 2분간 처리한 후 Carnoy's 용액으로 5 - 10 분 정도 고정하였다. 여분의 고정액을 제거한 다음 고정된 정소 조직을 slide glass 위에서 lactic aceto orcein 염색용액으로 15분 정도 염색하였다. 여분의 염색액을 제거한 다음 염색이 끝난 조직 위에 cover glass를 덮어 압착하고 투명한 봉합액으로 잘 봉합한 후 위상차현미경을 이용하여 염색체의 길이와 동원체의 위치에 따른 염색체 형태를 조사하였다.

핵형 분석은 분열 중기에 염색체가 겹치지 않고 잘 분산된 것을 택하였고, 염색체의 크기는 접안 micrometer로 측정하였다. 염색체를 크기 순으로 배열하여 평균염색체길이에 대한 상대적인 길이가 1.15 이상인 것을 long(L), 1.14 - 0.94인 것을 medium(M) 그리고 0.93 이하인 것을 short(S)로 하였다. 동원체의 위치는 Tatuno 와 Yoshida (1966)의 방법에 따라 Form percentage (F%)가 45 - 50% 인 것을 중부염색체 (metacentric chromosome), 32 - 44 % 인 것을 차중부염색체 (submet-

acentric chromosome)으로 구분하였다.

### 결과 및 고찰

원료잎담배의 주요 저장 해충인 다색알락명나방은 나비목(Lepidoptera) 명나방과(Pyralidae)에 속하고, 쫄면벌레는 딱정벌레목(Coleoptera) 개나무좀상과(Bostrichoidea) 빗살수염벌레과(Anobiidae)에 속한다.

정소세포 감수분열 중기에 조사된 다색알락명나방과 쫄면벌레의 염색체의 특징은 Table 1에서 보는 바와 같으며, 염색체들의 형태는 염색체의 평균길이에 대한 상대적 길이와 동원체의 위치에 따라 조사된 결과, 염색체의 상대적인 길이가 1.15 이상으로 길면서 중부염색체인 것(타잎 A), 염색체의 크기가 중간인 1.14-0.94에 속하며 중부염색체인 것(타잎 B), 크기는 중간인 1.14-0.94에 속하지만 차중부염색체인 것(타잎 C) 그리고 염색체의 크기가 작은 0.93 이하의 중부염색체인 것(타잎 D) 등 4가지 타입으로 구분되었다(Table 2, 3).

Table 1. Meiotic metaphase chromosome characters of the tobacco moth, *Ephestia elutella* and the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne*.

Character	Tobacco moth	Cigarette beetle
Chromosome No.(n)	31	10
No. of metacentric	29	8
No. of submetacentric	2	2
Chromosome length( $\mu$ m)	1.44 - 2.11	1.78 - 2.39
Average length( $\mu$ m)	1.78	2.09
Total length( $\mu$ m)	55.29	20.48

**다색알락명나방의 핵형분석 :** 다색알락명나방의 감수분열 중기에 관찰된 haploid 염색체수는 n = 31개 이었으며 작은 곤봉모양 이었다(Fig. 1). 염색체 길이는 1.44 - 2.11  $\mu$ m 이고 그중 L이 4개, M이 15개, S가 12개이었으며 평균 길이는 1.78  $\mu$ m

이었다(Table. 1, 2). 염색체의 형태는 동원체의 위치로 보아 29개의 중부염색체와 2개의 차중부염색체로 구성되어 있으며(Table 2), 핵형의 타입은  $n = 31 = 4L + 15M + 12S = 4A + 13B + 2C + 12D$  이었다(Fig. 1 A, 2 A).

나비목 곤충인 *Trichoplusia ni*, *Argyrogramma veruca*, *Prodenia ornithogalli*는 n = 31개의 염색체를



Fig. 1. First meiotic metaphase chromosomes of larval testis cells of the *Ephestia elutella* (A) and *Lasioderma serricorne* (B).

갖고 있으며, 팔랑나비과에 속하는 곤충들은 많은 수가  $n = 29, 30, 31$ 의 염색체를, 또한 밤나방과에 속하는 곤충들 대다수는  $n=31$ 개의 염색체를 가진다(Goodpasture, 1976). 명나방과(Pyralidae)의 곤충인 *Ephestia kuhniella*에서 감수분열 중기의 haploid 염색체수는  $n = 30$  이고 형광 염색을 이용하여 난소세포의 세포분열 전기중 태사기에서 확인된 W-Chromosome은 암컷 체세포에서 일정하게 존재하는 이질염색질의 근원이며 염색체 전이

와 결합으로 인하여 종간에도 염색체의 돌연변이가 많이 일어난다고 하였다(Traut & Rathjens, 1973; Caspari & Gottlieb, 1975). 그리고 Rathjens(1974)도 *E. kuhniella*에서 W-염색질 돌연변이들의 분리와 특징에 관한 연구에서 W-염색체와 상염색체의 결합과 전이를 확인하였으며 감수분열 시기에 W-염색질의 분리에 의하여 supernumerary 분리 염색체를 형성한다고 보고하였다.

다색알락명나방의 감수분열 전기중 태사기의

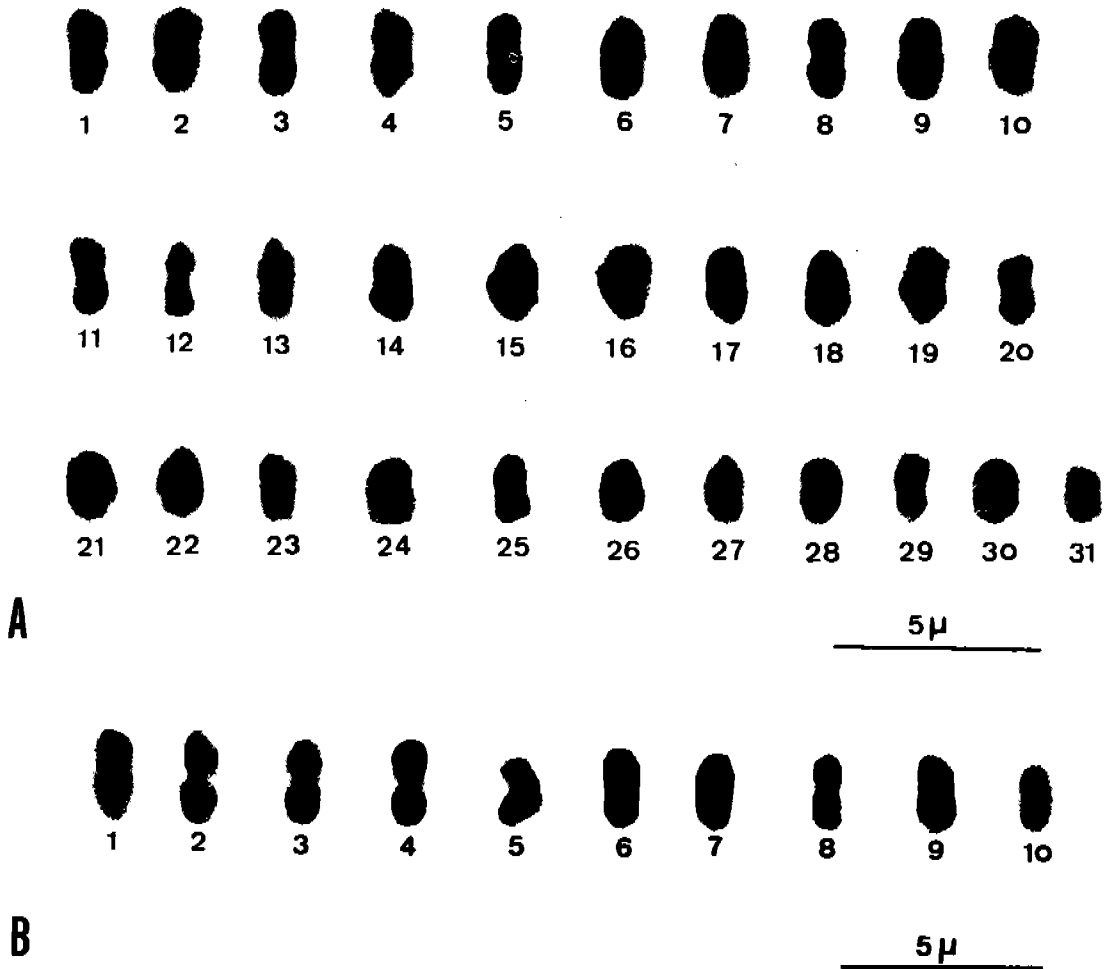


Fig.2. Idiogram of the meiotic metaphase chromosomes of *Ephestia elutella* (A) and *Lasioderma serricorne* (B).

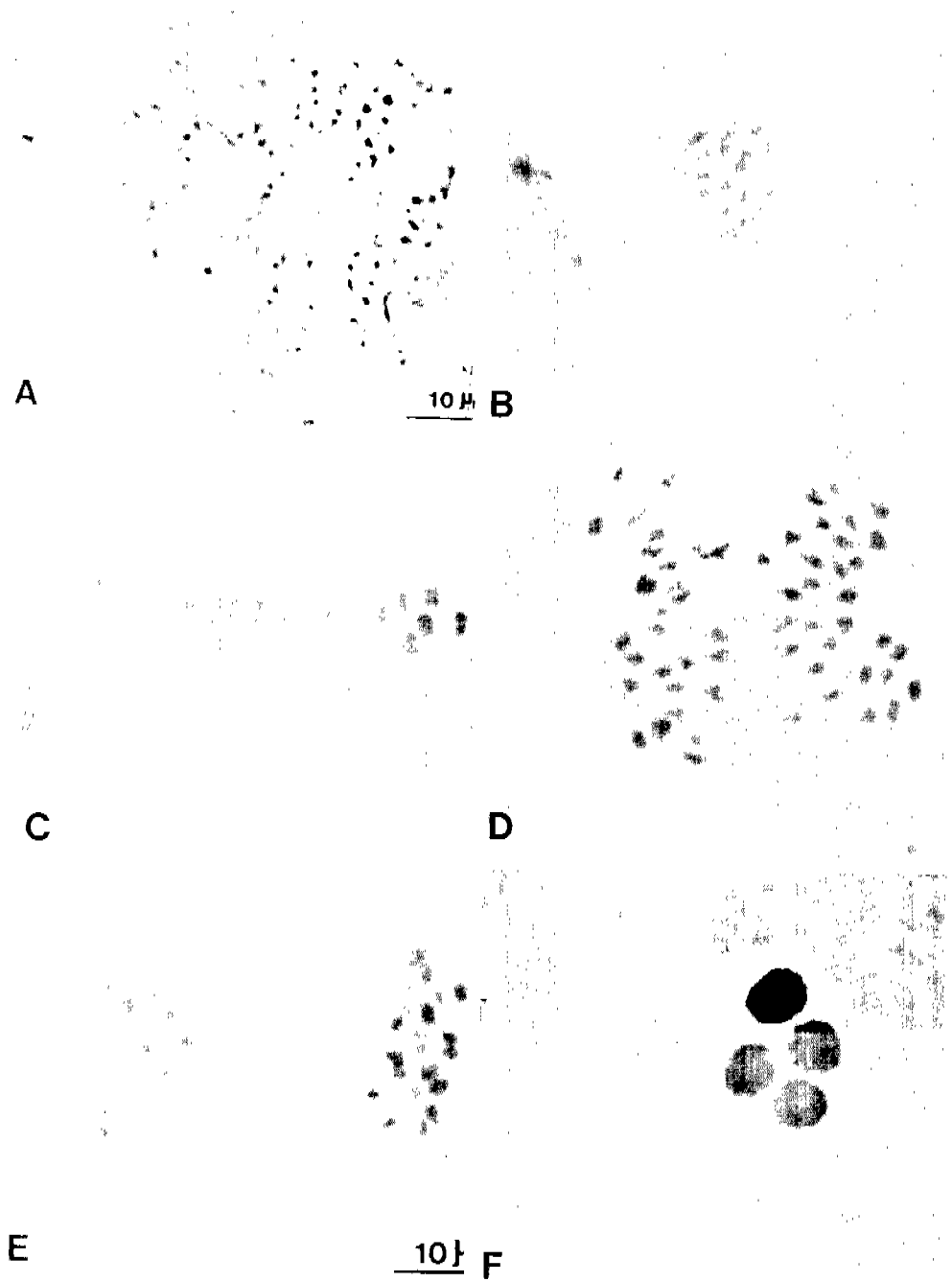


Fig.3. Meiosis of larval or prepupal testes of *Ephestia elutella*. (A) pachytene chromosome; (B) diakinesis; (C) metaphase I; (D)anaphase I; (E) late anaphase I; (F) anaphase II.

염색체의 길이는 7.6 - 21.3  $\mu\text{m}$  로 매우 길었으며, 평균 길이는 15.3  $\mu\text{m}$  이었다(Fig.3A). Schulz 등 (1979)은 *E. kuhniella*에서 야생종과 변이종간의 태사기 염색체 연구를 통하여 WZ성염색체와 핵인을 형성하는데 관여하는 두 개의 염색체등 염색질

의 변화와 차이를 비교하였다. 그러나 다색알락명나방 유충의 정소에서의 haploid 염색체수는 31개로 *E. kuhniella* 와는 차이가 있었으며, 곤충 개체간의 염색체 변이나 특이한 차이는 관찰되지 않았다. 감수분열 중기의 염색체의 크기는 매우 작아

Table 2. Arm length & ratio of meiotic chromosomes in Tobacco moth, *Ephesia elutella*

Type	Chromosome No.	Arm length ( $\mu\text{m}$ )			R.L.*	F(%)**	Centromere
		Short	Long	Total			
L	1	1.02	1.09	2.11	1.19	48	metacentric
	2	1.04	1.06	2.10	1.18	50	metacentric
	3	1.04	1.05	2.09	1.17	50	metacentric
	4	0.98	1.06	2.04	1.15	48	metacentric
M	5	0.93	1.05	1.98	1.11	47	metacentric
	6	0.98	0.99	1.97	1.11	50	metacentric
	7	0.90	1.05	1.95	1.10	46	metacentric
	8	0.95	0.98	1.93	1.08	49	metacentric
	9	0.96	0.96	1.92	1.08	50	metacentric
	10	0.88	1.04	1.92	1.08	46	metacentric
	11	0.85	1.06	1.91	1.07	45	metacentric
	12	0.89	1.01	1.90	1.07	47	metacentric
	13	0.71	1.17	1.88	1.06	38	submetacentric
	14	0.88	0.98	1.86	1.04	47	metacentric
	15	0.90	0.94	1.84	1.03	49	metacentric
	16	0.85	0.99	1.84	1.03	46	metacentric
	17	0.84	0.97	1.81	1.02	46	metacentric
	18	0.77	1.00	1.77	1.00	44	submetacentric
	19	0.79	0.95	1.74	0.98	45	metacentric
S	20	0.80	0.86	1.66	0.93	48	metacentric
	21	0.81	0.82	1.63	0.92	50	metacentric
	22	0.71	0.88	1.59	0.89	45	metacentric
	23	0.76	0.83	1.59	0.89	48	metacentric
	24	0.78	0.81	1.59	0.89	49	metacentric
	25	0.77	0.80	1.57	0.88	49	metacentric
	26	0.78	0.78	1.56	0.88	50	metacentric
	27	0.77	0.79	1.56	0.88	49	metacentric
	28	0.72	0.83	1.55	0.87	47	metacentric
	29	0.73	0.78	1.51	0.85	48	metacentric
	30	0.74	0.74	1.48	0.83	50	metacentric
	31	0.70	0.74	1.44	0.81	49	metacentric

\* R.L.(Relative length) =  $\frac{\text{chromosome length}}{\text{average chromosome length}}$

\*\* F(%) (Form percentage) =  $\frac{\text{short arm length}}{\text{total arm length}} \times 100$

서 동원체의 위치에 따른 동원체의 구분이 매우 어려웠으며 적도판 중앙에 나란히 배열하였다(Fig. 3B, C). 분열 후기에는 염색체의 동원체가 방추사에 이끌리어 양극으로 이동하여 염색체가 이분되는 것이 관찰되었다(Fig. 3D, E). 그리고 감수분열 말기의 4개의 핵이 모여 있는 것도 관찰되었다(Fig. 3F).

**컬러벌레의 핵형분석 :** 컬러벌레의 감수분열 중기에 관찰된 haploid 염색체수는  $n = 10$ 개 이었으며, 핵형의 타일을 분석하여 본 결과  $n = 10 = 2L + 5M + 3S = 2A + 3B + 2C + 3D$  이었다(Fig. 1B, 2B). 즉, 염색체의 형태는 동원체의 위치로 보아 8개의 중부염색체와 2개의 차중부염색체로 구성되어 있고, 염색체의 길이는  $1.79 - 2.39 \mu m$  이며, 염색체의 평균 길이는  $2.09 \mu m$  이었다(Table 1, 3).

딱정벌레목에 속하는 곤충들의 염색체에 관한 연구는 매우 많은 중에서 조사되었는데 Smith (1950,1953,1960b)에 의하면 그중 대다수의 염색체수는 9쌍의 상염색체와 성염색체로 구성되어 있고, 빗살수염벌레과에 속하는 *Ernobius mollis* L.는 10개의 상염색체와 성염색체로 구성되어 있다고 보고하였는데 본 연구에서 이 빗살수염벌레과에 속하는 컬러벌레의 염색체수는 10개로 관찰되었으며 개체간 변이나 차이는 관찰되지 않았다. Takenouchi(1976)는 바구미과 곤충인 *Catapionus gracilicornis* Roelots의 염색체 타입의 이형 현상은 염색체의 결합 혹은 분열에 의한 것이라고 염색체의 형태적인 특징들을 보고하였다.

또한 Petitpierre 등(1990)은 잎벌레과의 *Ophraella* 속 곤충들의 세포유전과 진화학적 상호 관계에 관한 연구에서 염색체 수가  $17 + XY$  에서  $11 +$

Table 3. Arm length & ratio of meiotic chromosomes in Cigarette beetle, *Lasioderma serricorne*.

Type	Chromosome No.	Arm length ( $\mu m$ )			R.L.*	F(%)**	Centromere
		Short	Long	Total			
L	1	1.12	1.27	2.39	1.16	47	metacentric
	2	1.11	1.24	2.3	1.15	47	metacentric
M	3	0.94	1.16	2.10	1.02	45	metacentric
	4	0.92	1.15	2.07	1.01	44	submetacentric
	5	1.02	1.02	2.04	1.00	50	metacentric
	6	0.96	1.03	1.99	0.97	48	metacentric
	7	0.84	1.13	1.97	0.96	43	submetacentric
S	8	0.93	0.98	1.91	0.93	49	metacentric
	9	0.86	1.02	1.88	0.92	46	metacentric
	10	0.89	0.89	1.78	0.87	50	metacentric

$$* \text{ R.L. (Relative length) } = \frac{\text{chromosome length}}{\text{average chromosome length}}$$

$$** \text{ F(%) (Form percentage) } = \frac{\text{short arm length}}{\text{total arm length}} \times 100$$

neoXY 로 감소한 종이 출현한 것은 곤충들의 알로자임, 형태학적 특징 및 기주식물의 선택등의 일치로 보아 염색체의 결합에 의한 것으로 추정하였다.

본 실험에서는 실내에서 인공사료로 누대사육한 해충들의 감수분열시 핵형을 분석하여 본 결과 염색체에서는 이형 현상 등의 특이할 만한 다른 형태적인 특징은 관찰되지 않고 모두 비슷한 양상으로 나타났으며 부수체나 supernumerary 염색체 등도 관찰되지 않았다. 앞으로 잎담배 재배 지역이나 원료 잎담배 보관 창고 등에서 채집한 야생종들과 실험실내의 사육한 곤충들 사이에서 변이가 일어났는지 알아보기 위하여 염색체의 Gimsa 염색 등 다양한 방법으로 새로운 핵형 분석이나 생리, 생태적인 특성 등을 비교 분석하여야 할 것으로 생각된다.

## 결 론

원료 잎담배 저장해충인 다색알락명나방과 켈런벌레 수컷의 종령 유충 정소세포의 감수분열 시기 염색체와 핵형을 분석하였다. 그 결과 감수분열 중기에 다색알락명나방의 haploid 염색체 수는 31개이었으며, 핵형은 29개의 중부염색체와 2개의 차중부염색체로 구성되어있었다. 다색알락명나방의 분열 중기에 관찰된 염색체의 길이는 1.44 - 2.11  $\mu\text{m}$ 이고, 평균 길이는 1.78  $\mu\text{m}$ 이었다. 켈런벌레의 감수분열 중기의 haploid 염색체 수는 10개이었으며, 핵형을 분석하여 본 결과 8개의 중부염색체와 2개의 차중부염색체로 구성되어 있었다. 켈런벌레의 분열 중기에 관찰된 염색체의 길이는 1.79 - 2.39  $\mu\text{m}$  이었으며, 염색체의 평균 길이는 2.09  $\mu\text{m}$ 이었다.

## 참 고 문 헌

1. Bigger, T. R. L. (1975) Karyotypes of some Lepidoptera chromosomes and changes in their holokinetic organisation as revealed by new

cytological techniques. *Cytologia* 40:713-726.

2. Blackman, R. L. & H. Takada (1975) A naturally occurring chromosomal translocation in *Myzus persicae* (Sulzer). *J. Entomol.* 50:147-156.

3. Caspari, E. and Gottlieb, F. J. (1975) The mediterranean mealmoth, *Ephestia Kuhnella*. *Hand- book of Genetics*. Vol.3. p.125-147, Plenum Press, New York.

4. Ennis, T. J. (1974) Chromosome structure in *Chilocorus*(Coleoptera:Coccinellidae). 1.Fluorescent and Giemsa banding patterns. *Can. J. Genet. Cytol.* 16:651-661.

5. Goodpasture, C. (1976) High resolution chromosome analysis in Lepidoptera. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 69:764-771.

6. Ha, C. J., W. K. Kim and C. W. Kim (1976) On the chromosomes of *Dendrolimus spectabilis* Butler in Korea. *Korean J. Entomol.* 6:16-18.

7. Harlow, C. D, and E. P. Lambert (1990) Resistance mechanisms in two color forms of the tobacco aphid(Homoptera:Aphididae). *J. Econ. Entomol.* 83:2130-2135.

8. 김덕훈, 이종욱, 박원학 (1987) 한국산 메뚜기목 6종의 세포분류학적 연구. *한국곤충학회지* 17: 215-223.

9. Lee, H. J. and C. H. Kim (1976) The chromosomes of *Pieris rapae* L. from Chonju. *Korean J. Entomol.* 6:19-21.

10. Nokkala, S. and C. Nokkala (1987) Chromosome numbers and chromosomal polymorphism in Finnish species of *Galerucella* Crotch (Chrysomelidae, Coleoptera). *Hereditas* 106:51-58.

11. 오명희, 박규택 (1993) Pirimiphos-methyl 연무 처리에 의한 원료창고내 켈런벌레 방제에 관한 연구. *한국연초학회지* 15:167-173.

12. 오명희, 정규희 (1994) 감마선을 이용한 켈런벌레 방제에 관한 연구. *한국응용곤충학회지* 33:263-269.



13. 박희천, I. D. Hodkinson and V. G. Kuznetsova (1995) 나무이류의 핵형분석 연구 1. 한국곤충학회지 25:155-160.
14. Petitpierre, E., C. Juan and J. Futuyma (1990) Cytogenetic and evolutionary relationships in the Nearctic genus *Ophraella* and related genera (Coleoptera:Chrysomelidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 83:689-693.
15. Rathjens, B. (1974) Zur Funktion des W-Chromatins Bei *Ephestia kuhniella* (Lepidoptera). Isolierung und Charakterisierung von W-Chromatin-Mutanten. *Chromosoma*(Berl.) 47:21-44.
16. Schulz, H. J. and W. Traut (1979) The pachytene complement of the wild type and a chromosome mutant strain of the flour moth, *Ephestia kuhniella* (Lepidoptera). *Genetica* 50: 61-66.
17. Smith, S. G. (1950) The cytotaxonomy of Coleoptera. *Can. Entomol.* 82:58-68.
18. Smith, S. G. (1953) Chromosome numbers of Coleoptera I. *Heredity* 7:31-48.
19. Smith, S. G. (1960a) Cytogenetics of insects. *Annu. Rev. Entomol.* 5:69-84.
20. Smith, S. G. (1960b) Chromosome numbers of Coleoptera II. *Can. J. Genet. Cytol.* 2:66-88.
21. Strand, M. R. and P. J. Ode (1990) Chromosome number of the polyembryonic parasitoid *Copidosoma floridanum* (Hymenoptera: Encyridae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 83:834-837.
22. Takenouchi, Y. (1958) Further survey of the chromosomes in curculionid weevils (Coleoptera). *Japan. J. Genetics* 33:163-175.
23. Takenouchi, Y. (1969) A study on the chromosomal dimorphism in *Phyllobius longicornis* Roelofs (Curculionidae, Coleoptera). *Japan J. Genetics* 44:93-96.
24. Takenouchi, Y. (1970) On the chromosomes of seven *Curculio* species (Curculionidae, Coleoptera). *Japan J. Genetics* 45:351-355.
25. Takenouchi, Y. (1971) Chromosomal polymorphism in a weevil species, *Baris ezoana* Kono (Coleoptera: Curculionidae). *Japan J. Genetics* 44:355-360.
26. Takenouchi, Y. (1976) A study on the chromosomal dimorphism in *Catapionus graicicornis* Roelofs (Curculionidae:Coleoptera). *Japan J. Genetics* 51:279-283.
27. Tatuno, S. and H. Yoshida (1966) Karyologische Untersuchungen uber Osumundoceae. I. Chromosome der Gattung *Osumunda* aus Japan. *Bot. Mag. Tokyo* 79:244-252.
28. Traut, W. and B. Rathjens (1973) Das W-Chromosome von *Ephestia kuhniella* (Lepidoptera) und die Ableitung des Geschlechtschromatins. *Chromosoma* (Berl.) 41:437-446.