

웅성불임을 이용한 이화명충 방제에 관한 연구

1. 이화명충의 방사선 감수성에 관하여

정 규 회* · 유 준*

Studies on the Rice Stem Borer Control Using Sterile-Male Technique

1. On the Radiosensitivity of Rice Stem Borer (*Chilo suppressalis* Walker)

K.H. Chung* · J. Ryu.*

Abstract

This experiment was carried out to obtain basic informations on the development in sterile-male technique of rice stem borer. The species considered is *Chilo suppressalis* Walker. Different developmental stages of the insect namely; larvae, pupae and adult were irradiated with Co⁶⁰ gamma ray. The results obtained were as follows:

- 1) A 1 : 1 sex ratio in the pupal stage was observed.
- 2) In the pupal stage sub-lethal dosages (LD₅₀) were 26 KR and 26.7 KR for female and male, respectively.
- 3) The total number of egg masses per female increased with the increasing gamma ray dosages and average number of eggs produced per female decreased in the cross between normal female and irradiated male.
- 4) The sterile dosage (SD₉₀) of the gamma ray irradiation showed 23 KR in the male.
- 5) The pupal stage is most convenient developmental stage for irradiation.

서 론

해충방제를 위하여 20여년간의 강력한 살충제의 사용은 곤충의 저항성 문제와 인축에 해를 미치는 잔유 독성 문제 및 천적에 대한 무차별 살충력 때문에 근래에 와서 문제시 되고 있다. 이러한 문제의 해결을 위하여 살충제에 의존하지 않고 경종적방제법, 저항성품종의 육성, 생물적방제법 등 여러가지 수단방법이 있겠으나 약제사용보다 연구노력이 많이 들고 적용성이 좁으며 효과가 즉각적으로 나타나지 않아 해충집단의 감소가 지연되므로 거의 약제사용에 의존해 왔다. 이러한 시점에서 웅성불임 기술을 해충방제에 도입한다면 해충의 생태학적인 조건이 유리할 경우에는 약제방제법이

나 생물학적 방제법과의 혼용으로 장기에 걸친 해충의 종합적 방제의 목적을 달성할 수 있을것으로 생각된다. 웅성불임 기술의 이용은 1928 년이래 Knippling^{3,4,5}, Baumhover¹, Lindquist¹⁰, Bushl, Hopkins² 등 여러 학자에 의하여 발견을보아 Screw-worm (*Cochliomyia hominivorax* Coquecal)을 박멸시킨 이래 우리나라에서도 흰불나방^{13,14}, 솔나방⁹, 이화명충¹²의 방사선 감수성에 대하여 한두번 발표된바 있다. 해충의 알 유충 번데기 성충등 각 stage의 령기별 방사선 감수성조사와 생태적인 조건인 집단의 변동및 크기(Liddquist¹⁰)를 조사하고 정상개체와 불임개체수의 비(Knippling^{3,4,5})등이 결정 되어야 하기 때문에 웅성불임기술을 이용하여 해충을 구제하는 일의 성공은 한두번 조사에 의하여 결정지어 질 문제가 아니라 생리, 생태등 여러면에 대한

* 방사선농학연구소 (Radiation Research Institute in Agriculture, Seoul, Korea.)

연구조사가 수반되어야 할 것이다. 본인들은 이화명충에 응성불임기술의 이용방안을 수립 하고져 유충, 성충 및 번데기의 자 일령별 감수성 조사와 산란력 부화율등을 조사하였기에 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

공시충은 이화명충(*Chilo suppressalis* Walker)의 노숙 유충을 수원근교에서 채집한 것을 실내에서 보관하면서 사용하였다. 공시충의 용화는 용화율을 높이고 손쉽게 다루기 위하여 담보로지에 유산지를 발라 육안으로 내부의 유충이 번데기로 되는 것을 관찰 할수 있게 하여 직경 15cm 사레에 넣어 습기를 조절하였다. 용화된 번데기를 일령별로 수집하여 해부 현미경을 사용하여 암수구별후 각 령별로 직경 3cm 되는 Vial에 20개 채씩 넣어 5~40KR의 gamma 선을 조사하였다. 또한 버를 심은 pot에 cage를 씌워 정상적인 성충의 암컷과 조사받은 암컷의 성충을 교미시켜 난피수와 난피장난수 등을 조사하였으며 SD_{50} 을 계산하여 LD_{50} 과의 선량차이에 의한 이용성 여부와 불임원인을 규명하고져 암컷 내부 생식기의 형태를 관찰 하였다.

결과 및 고찰

1) 번데기의 성비

채집한 유충을 용화시키면서 날짜별 수집한 번데기 성을 구별한 결과는 다음 표 1과 같다.

Table 1. Sex ratio of pupae in rice stem borer.

Date	Sex	Female	Male
April. 17-29		242	399
May. 1-19		2,119	2,001
May. 20-15 June		542	524
Total		2,903	2,924

4월 17일부터 6월 15일까지 5827개체의 성비를 조사한 결과는 암컷과 수컷의 비가 2,903 과 2,924로 거의

Table 2. Adult emerging rate of rice stem borer when the pupae were irradiated with gamma ray.

Sex	Age	7.5kR		11.5kR		15kR		19kR		23kR		30kR	
		Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male
	1-2 (in day)	81.25	71.03	68.75	48.02	68.75	48.02	62.10	26.01	37.50	41.98	37.50	26.01
	3-6	92.16	79.74	86.77	84.36	86.77	79.74	75.50	61.87	54.23	61.87	32.54	16.87
	7-8	94.04	99.70	89.27	81.72	94.04	81.72	83.92	81.72	88.92	76.60	83.59	81.72

1:1의 비율로 나타났다. 이는 곤충의 일반적인 성비인 XY type에 속하면서 이론적인 성비가 1:1이라는 이론과 일치하였다. Kim⁸⁾, Lee⁹⁾ 등의 흰불나방 조사에 있어서는 암컷이 암컷보다 많은 결과를 나타냈는데 이는 공시충의 수가 적은데서 온 결과로 보며 성비의 결정은 불임암컷을 방사함에 있어서 약의 이화명충집단의 크기가 밝혀져야 되므로 더 큰 집단으로 확실히 정해져야만 되겠다.

2) 사충율과 LD_{50}

이화명충을 다루기 쉽고 이용면에서 가장 유리한 용기(蛹期)는 약 10일 정도로서 성충이 되기 위하여 체내 물질대사가 활발한 시기이므로 일령(日齡)의 차이가 방사선의 영향을 심하게 받을수 있기 때문에 암, 수 1~2일령부터 7~8일령까지 각 일령별로 나누어 방사선(γ)을 조사한 결과는 표 2와 같으며 사충율의 LD_{50} 을 구한 결과는 그림 1과 같다.

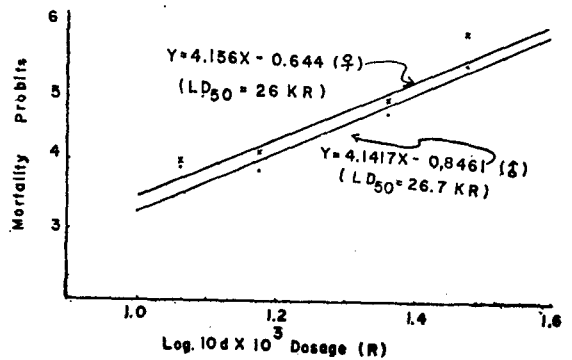


Fig. 1. Probit regression line mortality on the 3-6 days old pupae of the rice stem borer irradiated with gamma ray.

선량이 증가하면 사충율도 현저하게 증가한다는 점은 심¹²⁾, 이¹³⁾ 등의 결과와 유사하였으며 암컷이 수컷보다 1~2일령기와 3~6일령기에서 23 KR 조사 받은것을 제외하고는 예민하게 나타났다. 대체적으로 령기별 감수성 결과는 Walker⁷⁾, Nebarin¹¹⁾, 이¹³⁾ 등이 보고한 결과와 일치한다. 즉 나비목이나 파리목에서 전용기(pre-pupae)때 성충의 모든 기관형성(器管形成)을 위한

세포분열 및 신진대사가 왕성하게 일어난다. 표 2에서 일령이 길어질수록 현저하게 사충율이 낮아졌다.

사충율에 의해 중앙치사선량 (LD₅₀)을 구한 회귀방정식은 $Y=4.1563X-0.644$ (우), $Y=4.1417X-0.8461$ (♂)이다. 이 회귀방정식에서 구한 암컷과 수컷의 중앙치사선량을 비교하여 불배 암컷의 중앙치사선량은 26KR이고 수컷이 26.7KR으로서 암컷이 수컷보다 약하게 나타났다는데 이는 우화율에서 7~8령기의 우화율은 80% 이상으로 방사선의 영향을 적게 받아 삭제하고, 3~6령기의 중앙치사선량만으로 회귀방정식을 구하여 결정하였는데 사용된 23KR 조사구에서만 수컷의 우화율이 높게 나타났으므로 이러한 결과가 나타난 것으로 본다. 노숙유충에 방사선을 조사하여 우화율을 조사한 결과 약 7KR에서 71%의 우화율을 얻었고 7.6KR에서 59%가 용화되었으며 10KR 조사구에서는 성충이 활동하기 어려운 변이종이 나오는 반면 7KR 조사구가 산란력 및 부

화율에 별 영향을 미치지 않는 것으로 보아 유충에 방사선을 조사하여 불임성충을 얻어 이용하는 일은 불가능하다고 생각된다. 성충에 대해서도 불임유기 선량은 고선량을 요하기 때문에 장시간 조사시에 성충들간의 장애 및 장소의 협소등으로 실험하기 불가능하였다. 새로 시설되는 고정원장치에 의해서 정밀한 실험이 부가되면 좋은 성과를 얻을 수 있을지 모르겠으나 실제방산시 운반중의 상해 등 여러가지 고려할점이 많아 어려움을 것으로 사료된다.

3) 산란율과 불임유기선량(SD₉₀)

각 조사선량에서 조사받은 수컷의 성충을 정상적인 암컷의 성충과 교미시켜 난피의 크기, 즉 피상으로 산란하는 곤충에 있어서 난의 충실도가 난피 크기에 좌우되는 것이 보통이므로 용기에 방사선을 조사하여 난피수 및 난피량, 난수 등을 조사하여 표 3과 같은 결과를 얻었다.

Table 3. Average number of eggs, number of egg masses, and number of eggs per egg mass resulted from three to six days old pupae irradiated with gamma ray.

Dosage	7.5kR	11.5kR	15kR	19kR	23kR	30kR	Control
No. of egg/female	160.32	112.19	120.58	137.50	97.62	86.41	96.00
No. of egg masses/female	6.28	5.18	4.45	6.50	6.68	5.00	3.75
No. of eggs/egg mass	25.53	21.64	27.05	21.15	14.60	17.28	25.60

표에서 보는 바와같이 불규칙 하긴하나 선량이 증가할수록 난피수가 증가하고 총난수는 감소하는 경향이므로 난피당 난수는 감소하였다. 이화명충의 경우 한 난피당 난수가 20개 미만이면 부화가 되어도 생육상태가 극히 불량한 것으로 알려져 있다. 저선량구에서는 비교구와 별로 차가없고 20KR 이상 구에서는 난피수가 증가하기 때문에 한 난피당 난수도 감소하고 불충실한 산란을 하는 것은 수컷의 생식세포 생성에 직접적 영향도 있을 것이나 교미활동의 장애로 인한 간접적인 방사선의 영향이라고 생각된다. 이러한 결과는 요구하는 선량의 차이는 있었으나 섬¹²⁾ 등의 이화명충 용기에 X-ray 처리시 선량이 증가 할수록 난수는 감소하고 난피는 증가한다는 것과 비슷한 경향을 보였다. 이화명충의 평균 산란수는 250~300개로 알려져 있는데 비교구의 암컷 한 마리당 산란수가 96개로 완전한 산란을 못한 것은

교미상자 설치시에 조사받은 성충의 수를 적게하여 충분한 교미가 이루어진 것 같으나 비교구는 마리수를 많이 넣어 장소가 협소한 관계로 산란에 지장을 주지 않았나 본다. 산란된 알에서 부화한 유충수를 조사하여 부화율을 얻었다.

선량이 증가 할수록 일반적으로 감소하는 경향을 보이고 있으며 약 20KR까지는 대조구보다는 낮으나 큰 차이는 보이지 않고 고선량에서 심한 감소를 보이는 경향이 있다. 이와같은 불임이 생기는 기작은 생식세포의 형성불능 및 생식세포의 기능상실과 생식기관의 형태변화에 원인이 있다고 생각되는데 Flint⁹⁾는 *Hippelates pusio* Loew의 수컷 번데기에 5KR의 γ -ray를 조사한 결과 고환(testis)의 크기가 작아졌으며 성충에 조사하였을 때는 고환의 형태에는 변화가 없었다고 보고했다. 이화명충에 대한 본 실험결과 유충과 번데기에 7.6~30

Table 4. Hatching rate after irradiated with gamma ray in pupal stage.

Dosage	7.5kR	11.5kR	15kR	19kR	23kR	30kR	control
Percentage	68.69	67.15	65.00	60.99	55.14	8.03	72.19
*Corrected Hatchability	95.15	93.61	90.04	84.49	76.38	11.13	100.00

KR 까지 γ -ray 를 조사하여 대조구의 성충과 조사받은 성충의 고환의 크기에는 유의 차가 없었던 것으로 보아 외부형태가 형성 되지 않았나 보며 불임의 원인은 고환 내부의 생식세포 기능의 상실에서 불임이 되지않나 본다. 부화율에서 불임유기선량을 유도한 회귀방정식은 (Fig. 2) $Y=14.219-6.672X$ 이었으며 $SD_{90}=23KR$ 이었다. 이는 숫컷의 $LD_{50}=26.7KR$ 과 3.7KR 의 차이가 있으며 실제 23KR 숫컷 조사구(3~6령)에서 61%의 우화율과 난피수와 개체당 난수 부화율등을 종합하여 볼 때 생태학적인 문제와 대량 인공사육 문제가 해결된다면 이용가능성이 있을 것으로 본다.

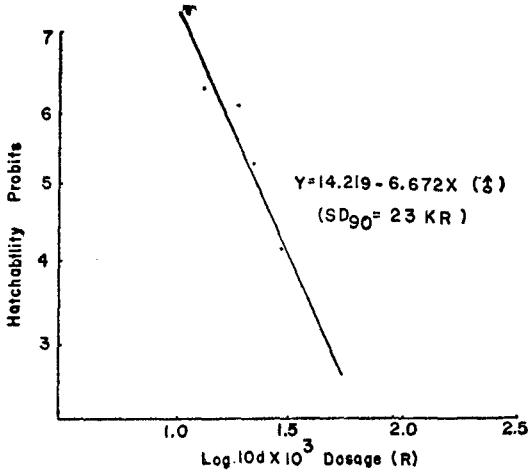


Fig. 2. Probit regression line of the hatchability on the 3-6 days old pupae (rice stem borer) irradiated with gamma ray.

요 약

이화명충의 유충, 번데기, 성충에 Co^{60} gamma ray를 조사하여 응성불임기술에 관한 자료를 얻기위한 실험 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 번데기의 성비는 암컷 2,903 에 대해 숫컷은 2,924 이었다.
- 2) 번데기의 LD_{50} 은 암컷이 26KR, 숫컷이 26.7KR 이었다.

3) 처리한 숫컷성충과 교미한 암컷의 평균 산란수는 고선량일수록 감소하며 난피수는 증가하였다.

4) 숫컷의 SD_{90} 은 23KR 이었으며 30KR 이상에서는 기이 불임이 유기되었다.

5) 응성불임을 유기 시키기 위하여 방사선을 조사시키는 시기는 번데기 시기가(3~6일령) 가장 적합하다고 본다.

참 고 문 헌

- 1) Baumhover, A.H., A.J. Graham, B.A. Bitter, D. E. Hopkins, W.D. New, F.H. Duoley, and R.C. Bushland. 1955. J. Econ. Entomol., 48 : 462.
- 2) Bushland, R.C., and D.E. Hopkins. 1953. J. Econ. Entomol., 46 : 648.
- 3) E.F. Knipling. 1959. Science, 130 : 3380.
- 4) ———— 1960. Biological and chemical control of plant and Animal pests.
- 5) ———— 1965. Research in Pesticides, 233-249.
- 6) H.M. Flint. 1966. J. Econ. Entomol., 59 : 1, 96-99
- 7) John R. Walker. 1966. J. Econ. Entomol., 59 : 5, 1203-1206.
- 8) Kim, Chang-Whan. 1967. Entomological Research Bulletin 3 : 7-29.
- 9) K.B. Lee, U.K. Hwang, and K.S. Lee. 1968. Isotopes and Radiation in Entomology, 273-286.
- 10) Lindquist, A. 1955. J. Econ. Entomol., 48 : 467.
- 11) Neharin, A. Calderon. 1965. Atomic Energy Commission Soreq Research Establishment, P. 11
- 12) 沈載昱, 崔承允, 玄在善. 1967. 原子力廳 研究論文集, 7(1) : 2 50-55.
- 13) 이정주, 정규희, 박창규, 박승희. 1970. 원자력 연구 논문집, 9(2) : 2 89-94.
- 14) 이정주, 정규희. 1970. 원자력 연구논문집, 10(2) : 2 55-61.