

雄性不妊技術을 利用한 쇠파리 驅除에 關한 研究

(4) 放射線 照射가 쇠파리에 미치는 影響

鄭圭會* · 柳駿* · 權臣漢*

Study on Stable Fly Eradication by Sterile-male Technique

(4) Effects of X-ray Irradiation on the Stable Fly

K. H. Chung* · J. Ryu* · S. H. Kwon*

This experiment was performed to investigate the X-ray sensitivities at the various stages of life cycle and to determine the sterilizing dose of stable fly, *Stomoxys calcitrans*(L). A dose of 300 rad caused about 50% mortality in 2-hour-old eggs as measured by egg hatch, and 100% mortality was obtained with a dose of 1 Krad. Sub-lethal dose (LD₅₀) for the pupal mortality after irradiation of 3-5 days old pupae were 11.5 Krad and the mortality was decreased with increasing pupal age at irradiation. A significant reduction of egg hatch by 1.5% was observed when treated males with 3 Krad at pupal stage were mated to untreated virgin females. On the other hand, 100% sterility in females was resulted by 2 Krad irradiation and oviposition was completely inhibited with 3 Krad.

Thus, both sexes of stable fly could be sterilized with a dose of 4 Krad irradiated to 3-5 days old pupae.

緒 論

農作物 및 家畜에 對한 害虫의 被害는 莫大하여 이를 驅除하기 위해 各種 殺虫劑가 利用되어왔다. 그러나 이들의 繼續的인 使用으로 말미암아 抵抗性 系統의 害虫이 出現되고 또 選擇性이 없는 殺虫作用으로 利로운 天敵이 減少되어 生物界의 均衡을 破壞시킴으로써 害虫被害는 더욱 增加되고 또 새로운 害虫의 出現 등으로 農藥만으로서는 害虫을 完全히 驅除하기 어렵게되어 綜合的 驅除對策 즉 農藥과 化學不妊劑의 混用, 雄性不妊技術의 利用과 農藥, 化學不妊劑, 或은 天敵의 利用 등을 함께 考慮하기에 이르렀다. 이러한 害虫防除法中의 하나인 雄性不妊技術을 利用한 驅除는 1950年代 後半期 부터 Knippling^{6,7)}, Baumhover¹⁾, Lindquist^{12,13)}, Henneberry^{8,9)}, Cornwell⁵⁾等 여러 學者에 依하여 發展되어 大量飼育이 다른 害虫에 比하여 쉬었던 *Cochliomyia hominivorax* Coquerel, *Ceratitis capitata* Wiedemann, *Anthonomus grandis* Boheman 等에서 成功한 後 많은 地域에서 다른 害虫에 對해서도 이 方法을 試圖하게 되었다. 쇠파리의 蟻害는 *Cochliomyia homini-*

vorax 와 같이 激甚한 一次의 被害를 주고 있지는 않지만 家畜의 皮膚 吸血 한뿐만 아니라 二次的으로 家畜에 致命的인 부르셀라病等 傳染病을 媒介하고 觀光地에서는 사람에게도 被害를 주고있다. 특히 家畜에 寄生하는 害虫에 對한 持續性 農藥使用은 殘留毒性을 隨伴하므로 生物學的 防除法이나 雄性不妊技術을 利用한 方法이 제격이라 여겨지기 때문에 雄性不妊技術의 利用을 위한 基礎調査로서 그 放射線感受性和 最適不妊誘起線量을 決定하여 그 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本實驗에 使用된 供試虫은 當研究室에서 飼育하고 있는 쇠파리 集團에서 取하였으며 放射線 照射時의 虫態는 產卵 2時間 以內的 卵과 蛹으로서 蛹은 日齡別(3~5日齡, 7~9日齡)로 區分하여 5×5 cm vinyl 봉투에 넣어 照射시켰으며 卵은 紙판 형집 위에 놓고 照射시켰다. 이때 室內溫度는 約 20°C였다. X-선조사장치는 本研究所에 設置된 SHT 250M-2 type 를 使用하였으며 照射條件은 200 kv x 20mA, 標的과의 距離를 30cm, filter 를 使用하지 않았으며 線量率은 430 rad/min 로 하였다.

* Applied Genetics Lab., Korea Atomic Energy Research Institute
韓國原子力研究所, 應用遺傳學研究室

中央致死線量(LD₅₀)을 決定 하기 爲한 線量範圍는 卵期엔 250R~1kR 을, 蛹期에는 1KR~15KR 로 하였다. 不妊誘起線量を 決定하기 爲해서는 3~5日齡 蛹에 500R~5KR 를 處理한 後 直徑 17cm 사레 內에 濾過紙와 함께 水分을 넣어 濕氣를 調節하였으며 羽化된 成虫은 CO₂ gas 로 plastic 箱子內에서 麻酔시킨후 性別하여 交尾組合을 放射線 照射成虫과 反對의 正常成虫을 3反覆으로 各 10마리씩 小形飼育箱(15×15×30cm)에 넣어 만들어 주었으며 産卵以前의 各 飼育箱內 死虫은 每日 같은日齡의 成虫으로 補充시켜 주었다. 産卵場所는 基本 CSMA³⁾ 培地(McGreger and Dreiss¹⁴⁾)에 2% Ammonia 水溶液을 添加시켜 直徑 9cm 사레에 냥도록 하였다. 卵孵化率 調査는 産卵된 卵을 검은 천위에 100~200個씩 놓고 27°C 의 恒溫器에서 孵化시킨 後 48時間 後에 孵化된 卵數를 解剖顯微鏡下에서 調査하였다.

結果 및 考察

1) 中央致死線量

卵期에 X-線을 照射시켜 孵化率을 調査한 結果는 表 1과 같다.

Table 1. Hatchability of stable fly eggs irradiated with X-rays.

Dosage (R)	No. of eggs irradiated	No. of larvae hatched	Hatching rate(%)	Corrected mortality (%)
0	621	543	87.4	0
250	624	483	77.4	11.4
300	610	269	44.1	49.5
400	623	86	13.8	84.2
500	640	26	4.1	95.3
1,000	508	0	0	100

比較區의 孵化率은 87.4%이었으며 250R 照射卵의 孵化率은 77.4%이었다. 이것의 補正殺虫率은 11.4% 이므로 孵化率은 約 89%이었으며 500R 照射된 卵은 約 95%가 孵化되지 못했다. 卵의 境遇 約 50%의 死虫率은 300R로서 집파리의 卵에 比해서 약간 높은 線量이었다. 卵期의 放射線 照射는 供試虫의 損失이 많으며 低線量에서도 感受性 差異가 銳敏하기 때문에 不妊을 誘起시키는데 便利한 虫態는 蛹期가 가장 適合하다. 그러나 쇠파리의 蛹期間이 約 7~9日로 길기 때문에 이 期間은 같은 蛹이라든 成虫이 되기 위하여 體內 物質代謝가 活潑한 時期이므로 日齡 差異에 따라서도 感受性 差異가 클것으로 보아 3~5日齡蛹에서 中央致死線量을 求한 結果는 表 2와 같으며 7~9日齡蛹에서 求한 結果는 表 3과 같다.

Table 2. Mortality of stable fly pupae(3-5 days old) irradiated with X-rays.

Dosage (KR)	No. of pupae	No. of adults	Adult emergence (%)	Mortality (%)	Corrected Mortality (%)
0	211	183	86.7	13.3	0
1	200	153	76.5	23.5	11.8
3	205	145	70.7	29.3	18.5
5	200	146	73.0	27.0	15.8
7	207	143	69.1	30.9	20.3
9	300	185	61.7	38.3	28.8
11	300	114	38.0	62.0	56.2
13	200	59	29.5	70.5	66.0
15	200	43	21.5	78.5	75.2

$$Y=2.665x+2.301(LD_{50}=11.5KR)$$

Table 3. Mortality of stable fly pupae (7-9 days old) irradiated with X-rays.

Dosage (KR)	No. of pupae	No. of adults	Adult emergence(%)	Mortality (%)	Corrected mortality (%)
0	211	183	86.7	13.0	0
1	200	165	82.5	17.5	4.8
3	201	158	78.6	21.4	9.3
5	201	162	80.6	19.4	7.0
7	198	153	77.3	22.7	10.8
9	199	139	69.8	30.2	19.5
11	197	122	61.9	38.1	28.6
13	200	95	47.5	52.5	45.2
15	195	71	36.4	63.6	58.0

$$Y=4.36x+0.18(LD_{50}=12.6KR)$$

線量이 增加하면 一般의으로 死虫率이 增大하는 點은 沈¹⁸⁾, 李¹¹⁾, 鄭⁴⁾, 等の 放射線 感受性 實驗結果와 같았다, 即 致死效果는 von Borstel²⁰⁾이 發表했듯이 生物體의 代謝過程障害내지 組織의 壞疽作用에 依해서 이루어 진다는 事實로 미루어 볼때 被照射個體의 性에 關係없이 致死率은 照射線量の 增加에 따라 增大된다는 報告와 一致한다. 日齡에 따른 感受性 差異는 Walker²¹⁾, Nebarin¹⁵⁾等の 나비目이나 파리 目에서 前蛹期 때 成虫의 모든 器官形成을 위한 細胞分裂 및 新陳代謝가 旺盛하게 일어나기 때문에 感受性이 銳敏하여 日齡이 길어질수록 死虫率이 현저히 低下된다는 報告와 같이 7~9日齡蛹은 3~5日齡蛹들보다 全般的으로 平均 10% 以上 羽化率이 높았다. 이는 羽化直前이라 器官이 거의 形成된 時期이기 때문에 同一한 線量에서 羽化率이 높아진 것으로 보이며 中央致死線量은 約 1KR

차이를 나타냈다. 그러나 實際 驅除에 利用한다면 照射中이나 運搬途中에 7~9日齡蛹은 羽化되는 個體數가 많으므로 不妊을 誘起시키기에 適合한 時期는 3~5日齡으로 推定되며 이 放射線 照射結果를 Probit analysis 方法²⁾에 依해 回歸方程式 $Y=2.665x+2.301$ 과 $Y=4.36x+0.18$ 을 求하였으며 이 方程式에서 中央致死線量을 求한 結果 11.5KR 과 12.6KR 이었다.

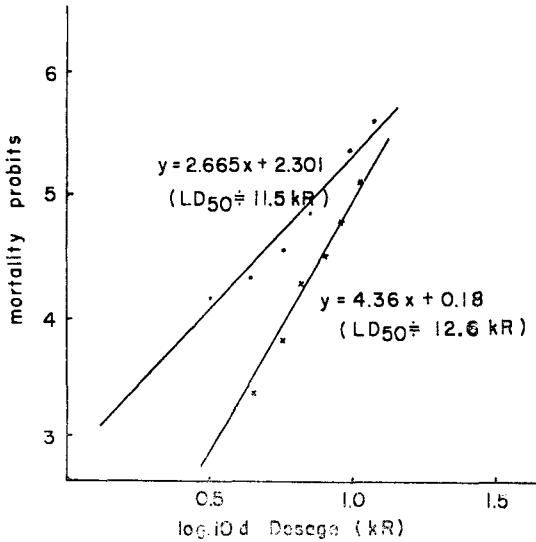


Fig.1 Probit regression line of the mortality on the 3-5 and 7-9 days old pupae of the stable fly irradiated with X-ray.

2) 不妊誘起線量

不妊誘起를 위한 線量을 決定하기 위하여 3~5日齡蛹에 0.5KR 부터 5KR 의 X-線을 照射시켜 羽化成虫을 性別한 後 同數의 性이 다른 正常成虫과 小形飼育箱內에서 交尾組合를 만들어 주어 産卵된 卵의 孵化率을 調査한 結果는 表4 와 같다.

Table 4. Sterility of male and female irradiated as 3-5 days old pupae and crossed with untreated females and males.

Dose(KR)	Total eggs	Hatch(%)
<u>Irradiated Male x Untreated Female</u>		
0	675	83.6
0.5	713	51.8
1.0	667	23.2
2.0	793	3.9
3.0	589	1.4
4.0	812	0
5.0	594	0

Irradiated Female x Untreated Male

0.5	204	82.2
1.0	347	66.3
2.0	2	0
3.0	0	0
4.0	0	0
5.0	0	0

雄虫이 X-線을 照射받은 後 正常雌虫에서 産卵된 卵의 孵化率은 0.5KR 과 1.0KR 區에서 孵化率이 높았으나 2KR 以上 照射區에서는 낮아져 3KR 以上에서는 거의 完全한 不妊이 誘起되었다. 雌虫에 處理後 正常的인 雄虫과 交尾를 시킨것은 0.5KR 과 1KR 照射區에서는 孵化率이 높았으나 2KR 以上에서는 産卵力도 減少되었으며 孵化가 전혀 沒되었다. 위와 같은 結果는 Sacca¹⁷⁾, Offori¹⁶⁾, Henneberry^{8,9)}等 結果에서도 비슷한 傾向을 보였다. 處理된 雄虫과 交尾된 雌虫은 産卵力에는 큰 支障을 받지 않았으나 孵化率은 雌虫과 거의 비슷한 傾向을 나타냈는데 이와같은 不妊機作에 對해서는 오랫동안 論議의 對象이 되어 왔으며 近來에 와서 Lachance¹⁰⁾等에 依해 綜合되어 發表되었듯이 放射線에 依한 不妊誘起는 雌虫에서는 線量에 따라 完全喪失, 減少 및 卵巢에 甚한 損傷으로 卵巢細胞의 形成이 어렵기 때문에 오는 結果로 보며 雄虫은 放射線의 影響으로 精子管內의 精子에 機械的인 致死作用과 生殖細胞의 不活性化 및 Smith¹⁹⁾等의 報告에서와 같이 染色體 破壞나 異常이 일어나는 結果로 惹起되는 優性致死突然變異에 依한 不妊誘起가 이루어 지므로 正常的인 雌虫이 産卵은 많이 하여도 2KR 以上區에서는 孵化率이 極히 낮아진것으로 思料된다. 위와 같은 不妊作用에 對해 害虫驅除을 위한 觀點에서 본다면 重要な 것은 次世代에 미치는 影響이므로 卵孵化率이 顯著하게 떨어진다는 것은 좋은 現象이다. 더욱이 쇠파리의 境遇 成虫以外의 時期에는 雌雄區別이 不可能하며 成虫時의 區別도 人力이 많이 들어 經濟性이 없다. 그러므로 驅除時에 雌雄區別없이 不妊을 誘起시켜 放散을 實施하여야 되므로 雌虫의 不妊率이 低線量에서 雄虫보다 높다는것은 實際 利用時에는 좋은 結果가 이루어 질 것으로 보인다.

摘 要

쇠파리의 卵과 3~5日齡 및 7~9日齡 蛹에 X-線을 照射시켜 孵化率, 羽化率을 調査하였으며 또한 3~5日齡蛹에 X-線을 照射시켜 羽化된 成虫의 不妊誘起線量에 對한 實驗結果를 다음과 같이 얻었다.

1. 卵孵化率은 約 300R 照射時 50%이었으며 3~5日齡 및 7~9日齡 번데기에 對한 死虫率의 回歸直線은 $Y=2.665x+2.301$, $Y=4.36x+0.18$ 이고 中央致死線量(LD₅₀)은 11.5KR 과 12.6KR 이었다.

2. 3KR 照射雄虫과 正常雌虫에서 産卵된 卵은 約 98%가 末孵化되었다. 그러나 2KR 照射雌虫과 正常雄虫 사이에서 産卵된 卵은 100%가 孵化되지 않았다.

3. 不妊誘起線量은 雌虫이나 雄虫과 같이 4KR이던 完全할것으로 보며 LD₅₀ 線量을 考慮할때 充分히 利用 可能할것으로 본다.

引用文獻

1. Baumhover, A.H. 1963. Susceptibility of screw-worm larvae and prepuapae to desiccation. J. Econ. Ent. 56 473-475
2. Bliss, C. I. 1935. The calculation of the dosage mortality curve. Annals Appl. Biol. 22:134-167
3. Chemical Specialities Manufactures Association. 1963. The peetgrady method. In "Blue book catalog (1963) of soap and chemical specialities." pp. 229-281. New York.
4. Chung, K.H. and J. Ryu. 1971. Studies on the rice stem borer control using sterile-male technique. 1) On the radiosensitivity of rice stem borer. Kor. J. Pl.-Prot. 10(2):117-120
5. Cornwell, P.B., Crook.L.J. and J.O. Bull. 1959. Lethal and sterilizing effects of gamma radiation on insects infesting cereal commodities. Nature. 179:670-672
6. Knipling, E.F. 1959. Sterile-male method of population control. Sci. 139(3880):902-904
7. Knipling, E.F. 1960. Use of insects for their own destruction. J.Econ. Ent.53(3):415-420
8. Henneberry, T.J., and W.L. MCGovern, 1963. Some effects of gamma radiation on fertility of *Drosophila melanogaster* and viability of sperm after multiple matings of male. Jour. Econ. Ent. 56:819-822
9. Henneberry, J.J., Smith, F.F. and W.L. MCGovern 1964. The effect of gamma radiation and a chemosterilant on the Mexican bean beetle. Jour. Econ. Ent. 57:813-815
10. Lachance. L.E. and J.G. Riemann. 1964. cytogetic investigations on radiation and chemically induced dominant lethal mutations in oocytes and sperm of the screw-worm fly. Mutation Res. 1:318-33
11. Lee. C.C., Chung, K.H. Park, C.K. and S.H. Park. 1970. Studies on the insect pest control using sterile-male technique. 1. On the radiosensitivity of fall web worm (*Hyphantria cunea* D.) J. of Nuclear Science 9-2(2):89-94
12. Lindquist, A.W. 1952. Radioactive materials in entomological research. J. Econ. Ent. 45:264
13. Lindquist, A.W. 1955. The use of gamma radiation for control or eradication of the screw-worm. J.Econ. Ent. 48:467
14. McGregor, W.S. and J.M Dreiss. 1955. Rearing stable flies in the laboratory. J. Econ. Ent.48:327-8
15. Nebarin, A.C. 1965. Atomic Energy Commission Soreq Ressarch Establishment, P.11.
16. Offori.,E.D. 1970. Gamma irradiation of *Stomoxys calcitrans*. J.Econ.Ent. 63(2):574-9
17. Sacca, G. 1961. Study on house flies, sterilized X-rays. Atti. Acaad. Naz. Ital. Ent., Rend. 8 : 91-98
18. Shim, J.W., Choi, S.Y. and J.S. Hyun. 1967. The effects of γ -ray irradiation on the pupal mortality and hatchability of the rice stem borer (*Chilo suppressalis* W.). J. of Nuclear Sci.7(1):50-55
19. Smith, R.H. and R.C. von Borstel. 1972. Genetic control of inset populations. Science 178:1164-1174
20. von Borstol, R.C. 1963. Radiation and radioisotopes applied to insects of agricultural importance. IAEA. 365-385p
21. Walker, J.R., and Brindley, T.A. 1963. Effect of X-ray exposure on the European corn borer. J.Econ. Ent. 56(4):522-525