

몇 가지 農藥의 亞致死量 處理가 벼멸구(*Nilaparvata lugens* Stål)의 生殖力 및 個體群密度에 미치는 影響

李 時 赫 · 崔 承 允

YI, SI-HYEOCK AND SEUNG-YOON CHOI: Effects of Sublethal Doses of Some Pesticides on the Biotic Potential and Population Density in Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål

Korean J. Plant Prot. 25(3) : 139-149 (1986)

ABSTRACT These experiments were performed to investigate the effects of sublethal doses of fungicides (validamycin A 3 Sp and neosozin 6,5 Lq) and insecticides (diazinon 34Ec and decamethrin 1Ec) on the possible ways to the resurgence of brown planthoppers (BPH) (*Nilaparvata lugens* Stål). The possible factors tested in this experiment were fecundity of BPH, longevity, egg-hatchability, amount of honeydew excreted, population build-up following the pesticide treatments in the next generation, and hopperburn rate of potted rice plants. Among the insecticides tested, the applications of diazinon and decamethrin in rice fields may induce the BPH resurgence and accelerate the hopperburn of rice plants through stimulating the fecundity, increasing the adult longevity, promoting the feeding activity and causing the positive population build-up of the BPH

緒 言

1940年代 이후, 有機合成殺虫劑가 害虫防除에 積極的으로 이용되면서부터 해충방제에서刮目할 만한 성과를 거둔 것은 사실이지만, 반면에 3R, 즉, Resistance, Resurgence, Residue 등의 부작용이 속출하게 되었음은 이미 잘 알려진 사실이다.

여기에서 주목의 대상이 되는것은 該當害虫의 處理區의 密度가 無處理區의 密度보다 훨씬 높게 조성되는 해충의 resurgence 현상인데, 이는 藥劑處理 後 실제적인 防除效果를 檢討하는 側面에서 세심히 고려되어야 할 중요한 문제라 하겠다. 殺虫劑에 의한 해충의 resurgence 현상은 일찌기 Ripper(1956)에 의하여 종합적으로 보고된 바 있는데, 그에 따르면 有機鹽素系, 有機磷系 및 其他 殺虫劑에 의하여 50餘種의 해충들이 resurgence 현상을 나타내었다고 하였다. 또한, Metcalf(1980)는 農藥이 連用되어온 거의 모든 耕作地에서 해충의 resurgence 현상을 볼 수 있다고 하였다.

벼멸구의 resurgence 현상은 아시아의 여러 지역에서 報告되어 왔는데, IRRI(International

Rice Research Institute)의 圃場實驗에 따르면, resurgence 誘發效果가 가장 큰 藥劑와 處理方法은 decamethrin, methyl-parathion 및 diazinon의 葉面撒布라고 하였다(Alam and Rezaul Karium, 1976; Heinrichs, 1978; Heinrichs et al., 1977). 또한 6년간의 IRRI 圃場實驗 結果, 葉面撒布된 試驗區는 94%의 hopperburn을 일으킴으로서 無處理區의 18%보다 월등히 높았다고 하였다(Heinrichs, 1979).

水稻栽培地는 다른 作物栽培地와는 달리 항상 灌溉水가 供給되어야 하므로 벼멸구와 같은, 특정한 해충의 繁殖에 유리한 조건을 제공해 주는 데(Dyck et al., 1979), 특히 벼멸구는 個體群動態型이 r-stratigic型이어서 天敵에 의한 密度調節程度가 낮고, 群集加害性이며, 生殖力이 왕성한데다가 平衡密度가 株當 572마리로서 아주 높은 傾向을 보이기 때문에(Kiritani, 1979; Sogawa, 1982), 벼멸구의 resurgence는 水稻栽培에 있어서 큰 관심사가 되고 있다.

일반적으로 resurgence의 원인으로는 殺虫劑撒布에 의한 天敵의 減少(Croft and Brown, 1975; Huffaker and Kennett, 1953; Huffaker and McMurtry, 1969; Ripper, 1956; Shepard et al., 1977), 害虫 또는 寄主植物의 生理生化學的 變化에 의한 해충의 生殖力增大(Adkinsson

서울대학교 農科大學 農生物學科(Dept. of Agric. Biology, College of Agriculture, Seoul National Univ. Suwon, Korea)

et al., 1962; Afifi and Knutson, 1956; Ball and Su, 1979; Dittrich et al., 1974; Eveleens et al., 1973; Fleschner 1952; Hart and Ingle, 1971; Saini and Cutkomp, 1966), 競争種의 除去(Lienk and Chapman, 1951; Ripper, 1956) 등을 들 수 있다.

그런데, 벼멸구 resurgence의 誘發要因에서는 天敵의 감소보다는 處理된 藥劑의 亞致死量에 의한 벼멸구 産卵力의 直接的인 刺戟·促進이 보다 더 큰 比重을 차지한다고 하였다. (Chelliah and Heinrichs, 1980; Cheiah et al., 1980; Heinrichs and Aquino et al., 1982; Heinrichs and Ressig et al., 1982; Ressig et al., 1982. 6) Chelliah 등(1982)에 따르면, 移秧後 50—60日 정도로 늦게 葉面撒布하는 경우, 벼멸구의 resurgence誘發效果가 크다고 하였는데, 그 이유는 水稻體의 密閉度가 높을수록 水稻體의 基底部에서 加害하는 벼멸구에 도달하는 藥량이 亞致死量水準으로 쉽게 감소될 수 있기 때문일 것이라고 추정하였다.

국내에서는, 안과崔(1980)가 diazinon과 BPMC의 아치사량이 벼멸구 성충의 수명과 산란력을 증대시킨다고 보고한 바 있으며, 李(1984)는 水稻用殺虫劑 4種을 처리한 후 次世代의 密度變動을 관찰한 결과, diazinon의 resurgence誘發可能性을指摘한 바 있다.

이상과 같은 벼멸구의 resurgence현상은 주로 該當 殺虫劑에 의해 유발되는 경우만 研究·調査되었을 뿐, 같은 시기에 사용되는 殺菌劑에 의한 문제는 전혀 試驗된 바 없다.

이에, 本 試驗에서는, 벼멸구 防除時期인 7~8월에 사용되는 水稻害虫 防除用 殺虫劑와 함께 多量撒布되는 입집무늬마름병 防除用 殺菌劑인 validamycin A 및 neosozin, 그리고 殺虫劑인 diazinon과 decamethrin의 亞致死量이 벼멸구의 生殖力 및 個體群密度 增大與否에 미치는 影響을 조사하여 이들 農藥의 resurgence誘發可能性을 檢討하고자 하였다.

材料 및 方法

1. 供試材料

本 試驗에 使用된 벼멸구(*Nilaparvata lugens*

Stal)는 서울大學校 農科大學 벼耐虫性研究室에서 累代飼育한 室內系統이었다.

供試벼品種으로는 室內試驗에서는 벼멸구 感受性品種인 '추청' 幼苗를 사용하였고 pot 試驗에서는 역시 感受性品種인 密陽23號를 사용하였다.

供試殺虫劑는 Diazinon 34 EC (O,O-diethyl O-isopropyl-6-methyl pyrimidin-4-yl-phosphorothioate)와 Decamethrin 1 EC(α -cyano-3-phenoxylbenzyl cis 2,2 dimethyl (2,2 dibromovinyl) cyclopropane carboxylate)이었고, 供試殺菌劑는 Validamycin A 3L (1,5,6-trideoxy-3- α - β -D-glucopyranosyl-5-(hydroxymethyl)-1-[[4,5,6-trihydroxy-3-(hydroxymethyl)] amino]-D-chiro-inositol)와 Neosozin 6.5L (ferric ammonium salt of methylarsonic acid)이었다.

2. 藥劑 處理 方法

각 약제의 推薦濃度를 基準으로 亞致死를 誘發하는 각각의 水準을 供試濃度로 설정하였다.

室內試驗에서는, 製品藥劑를 虫體에 撒布處理하기 위해 1회 噴射量이 0.787 ± 0.0043 ml인 sprayer를 그림 1과 같은 장치에 附着시켜 藥劑處理에 사용하였다. 이때, ring안으로 분사되는 藥량은 1.326 ± 0.328 mg이었다.

虫體撒布處理 過程은, 먼저 羽化 24時間 후의 벼멸구 成虫 50쌍을 CO₂ gas로 2초정도 마취시킨 후 ②의 망사위에 고르게 펼친 다음, 흩어지지 않도록 ③의 ring으로 가두어 두었다. ①의 cap을 씌운 후 sprayer를 부착시켜 該當藥劑의 藥液을 撒布하였다. 處理된 供試虫은 噴霧藥液이 乾燥될 때까지 망사가 덮힌 紗알레에 넣어 방치한 후 密陽23號 60日 苗 1本이 이식된 acryl pot에 接種하여 死亡率을 조사하였다. 死亡率은 48시간 후에 조사하였으며, 이때의 生存個體들을 室內試驗의 供試虫으로 사용하였다. 또한, 각각의 試驗에서 供試되고 남은 個體들은 17×14×17cm의 acryl cage, 혹은 acryl pot에 옮겨, 試驗途中에 死亡한 個體들을 대체시키는 데 사용하였다.

Pot試驗에서는, 우화 24시간 후의 벼멸구 성충을 殺菌劑 處理區는 25쌍씩, 殺虫劑 處理區는 40쌍씩 接種한 다음 약제를 葉面撒布하였다. 撒布藥량은 推薦藥量(140l/10a ; 6.48ml/hill)을 基

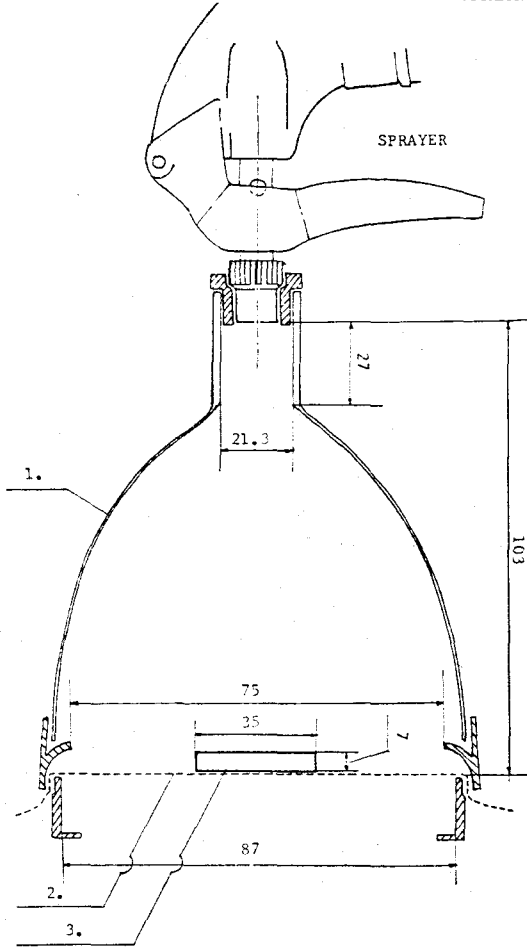


Figure 1. Spraying apparatus

準으로 하여 1 pot當 약 7 ml를 處理하였다. 처리 후 벼멸구의 死亡率은 48시간 후까지 조사하였으며 이때의 生存個體들을 次世代 個體群密度 조사시험에 사용하였다.

3. 調査 方法

1) 産卵 및 孵化에 관한 試驗

虫體撒布處理된 벼멸구 成虫을 1쌍씩 추정벼 7~8日苗가 2本씩 든 試驗管(3×12cm)에 接種하였다. 3日 간격으로 새 幼苗가 든 試驗管에 옮겨주면서 産卵數를 조사하였으며, 試驗途中 死亡한 個體들은 같은 약제가 처리된 다른 개체들로 대체시켰다. 각 처리는 20반복으로서, 10개의 試驗管은 産卵數 調査用으로, 나머지 10개의 시험관은 孵化若虫數 調査用으로 하였다. 産卵數는 현미경하에서 조사하였고, 孵化率은 産卵數에 대한 孵化若虫數의 比率로 표시하였다.

2) 成虫 壽命에 관한 試驗

成虫 壽命은 1)의 産卵數 調査試驗에서, 供試 成虫을 새 幼苗가 든 시험관에 3일 간격으로 옮겨주면서 조사하였다.

3) 甘露排泄量 試驗

藥劑處理 48시간 후에, 암컷성충의 生存個體를 選拔하여 2시간동안 먹이 공급을 차단한 다음, Pathak등(1982)의 方法에 따라 製作된 parafilm (Whatman®) sachet에 3마리씩 가두어 密陽23號 80日苗에 接種시켰다. 각 處理當 3反復으로 하였으며 24시간 후에 收集된 甘露는 microsyringe (Model MS-N50, 株式會社 伊藤製作所)로 吸收하여 그 容量을 測定하였다.

4) 次世代 密度에 관한 試驗

Acryl pot에서의 次世代 孵化若虫數 調査試驗에서는, 虫體撒布處理된 벼멸구 成虫을 Chelliah·Heinrichs(1980)의 實驗과 같은 方法으로, 密陽23號 60日苗에 2쌍씩 接種하여 7일동안 産卵시킨 후 제거한 다음, 15日 후에 부화된 약충수를 조사하였다.

Pot試驗에서는, 葉面撒布處理 후 48시간 후에, 필요한 生存個體數를 確保하여 pot當 3쌍씩 接種한 다음 15일 후에 孵化若虫數를 調査하였다.

5) Hopperburn發現度에 관한 試驗

次世代 個體群의 攝食에 따른 水稻體의 hopperburn發現程度는 接種 후 30일, 40일, 50일 후에 hopperburn程度에 따라 5等級으로 나누어 判定하였다.

結 果

1. 産卵 및 孵化에 미치는 影響

藥劑處理된 벼멸구 成虫을 試驗管의 幼苗에 接種하여 조사한 産卵數는 表 1에 나타난 바와 같다.

15일동안의 총 産卵數는 validamycin A와 neosozin처리에서는 無處理와 같은 水準이었으나, diazinon처리에서는 5, 10, 20, 40, ppm에서 각각 23, 18, 13, 7%의 증가율을 보여주었는데, 저농도로 갈수록 産卵의 증가율은 높아지는 傾向이었다.

그림 2~5는 벼멸구의 産卵數의 分布를 3일간격으로 표시한 그림이다.

Table 1. Effects of sublethal doses of insecticides on the fecundity of BPH.

Treatment	Conc. (ppm)	Average no. eggs per female	Rate of increase/decrease (%)
Validamycin A	50	200.0bc	99.9
	100	192.1c	96.1
Neoasozin	50	205.4bc	102.5
	100	202.9bc	101.3
Diazinon	5	246.8a	123.2
	10	235.6ab	117.6
	20	226.9abc	113.3
	40	213.4abc	106.5
Decamethrin	10	225.5abc	112.6
	20	220.0abc	109.8
	40	220.1abc	109.9
Control	—	200.3bc	100.0

Means followed by a common letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

validamycin A처리에서, 벼멸구의 産卵은 無處理와 比較했을 때 最高 産卵數는 적었으나 초기와 후기의 産卵이 많아 總 産卵數는 비슷하였다(그림 2). Neoasozin처리에서도 validamycin A처리에서와 비슷한 양상으로 産卵數의 增減曲線이 완만하며, 초기와 후기의 産卵量이 많은 반면 最高 産卵數가 적어서 總 産卵數는 無處理와 비슷하게 나타났다(그림 3). 그런데, diazinon처리에서는, 産卵最盛期를 제외하고는 産卵初期·後期에서 無處理보다 높은 産卵數를 보였으며, 최성기의 산란수도 무처리구의 수준에 육박하여 總産卵數는 無處理에 비하여 증가되었다. 또한 處理濃度가 낮아질수록 산란최성기의 산란수가 증가하고 이후의 산란수 감소도 완만하게 나타났다(그림 4). Decamethrin처리의 경우에는, 초기산란은 無處理와 類似한 수준이었으나, 농도가 낮아질수록 산란최성기가 지연되는 현상을 보였고, 後期産卵數도 無處理보다 다소 높았다. 産卵最盛期の 産卵數도 전 농도구간에서 무처리 수준에 육박함으로써 총산란수는 무처리보다 높게 나타났다(그림 5).

약제처리된 성충이 産卵한 卵의 孵化率은 표 2에 표시된 바와 같다.

시간의 경과에 따른 孵化率에 있어서, 藥劑의 種類, 濃度 및 處理와 無處理間에 변화를 찾아볼 수 없었으며 平均孵化率도 무처리와 거의 차

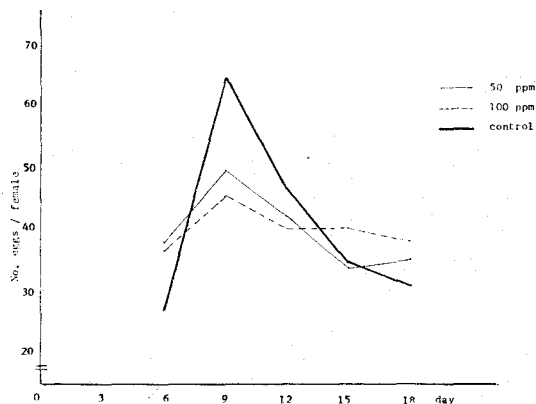


Figure 2. The average number of eggs per female treated with validamycin A.

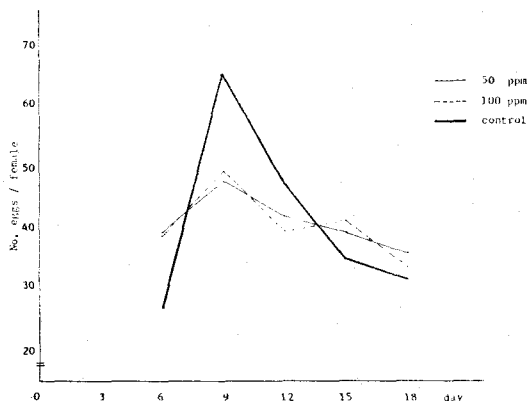


Figure 3. The average number of eggs per female treated with neoasozin.

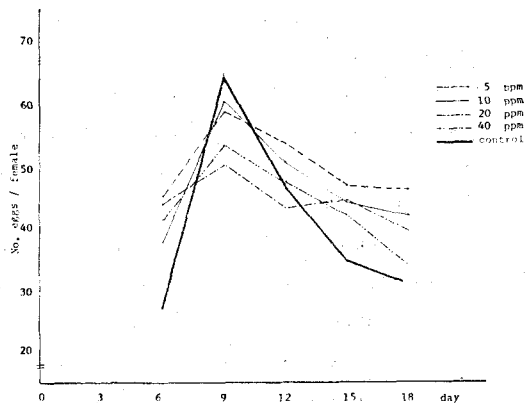


Figure 4. The average number of eggs per female treated with diazinon

Table 2. Hatchability of BPH eggs following the treatments.

Treatment	Conc. (ppm)	Hatchability (%)					Total
		4~6 DAE*	7~9 DAE	10~12 DAE	13~15 DAE	16~18 DAE	
Validamycin A	50	62.8 a	55.2 a	61.0 a	55.2 a	—	58.6 a
	100	68.8 a	61.5 a	64.8 a	50.4 a	—	61.4 a
Neosozin	50	51.2 a	64.3 a	63.9 a	39.1 a	—	54.6 a
	100	83.2 a	61.4 a	75.8 a	39.8 a	—	65.1 a
Diazinon	5	67.7 a	54.5 a	58.0 a	50.9 a	—	57.8 a
	10	59.9 a	51.0 a	45.6 a	59.5 a	—	54.0 a
	20	56.1 a	65.3 a	54.1 a	54.8 a	—	57.6 a
	40	60.9 a	54.8 a	58.4 a	45.9 a	—	55.0 a
Decamethrin	10	69.7 a	54.3 a	55.5 a	65.9 a	—	61.4 a
	20	79.7 a	64.0 a	62.1 a	67.7 a	—	68.6 a
	40	63.7 a	53.8 a	54.2 a	70.0 a	—	60.4 a
Control	—	75.5 a	45.1 a	56.8 a	52.9 a	—	57.6 a

*DAE; Days after emergence

Means in a column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

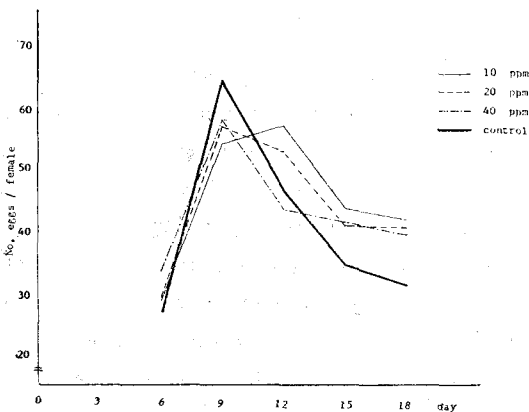


Figure 5. The average number of eggs per female treated with decamethrin.

이가 없는 것으로 나타났다.

2. 成虫의 壽命에 미치는 影響

藥劑處理 후, 벼멸구 암컷성충의 수명을 조사한 바, 그 결과는 표 3에 표시된 바와 같다.

모든 處理區에서 벼멸구 성충의 수명은 無處理區의 그것에 비하여 증가하였는데, 특히 diazinon 10ppm에서 28%, diazinon 5ppm과 decamethrin 40ppm에서 17%의 증가율을 보였다.

3. 甘露排泄量에 미치는 影響

약제처리된 3마리의 벼멸구 암컷성충이 24시간 동안 排泄한 甘露量을 측정한 바 그 결과는 표 4에 나타난 바와 같다.

甘露排泄量은 validamycin A와 neosozin처리에서는 무처리에 비하여 약간 減少되거나 비슷한 수준을 보인 반면, diazinon과 decamethrin 처리에서는 8~19%의 증가율을 보였다. 즉, diazinon과 decamethrin처리에서는 攝食量이 증가함을 알 수 있었다.

4. 次世代 密度에 미치는 影響

藥劑處理한 벼멸구 成虫을 2쌍씩 密陽23號 60日苗에 接種하여 7일동안 산란시키고 15일 후에 조사한 孵化若虫數는 표 5에 표시된 바와 같다.

Validamycin A 및 neosozin처리에서는 무처리와 비슷한 수준이었던 반면, diazinon과 deca-

Table 3. Effects of sublethal doses of fungicides and insecticides on the female adult longevity of BPH.

Treatment	Conc. (ppm)	Adult longevity (female, day)	Rate of increase/decrease (%)
Validamycin A	50	12.0	111.1
	100	12.0	111.1
Neosozin	50	12.6	116.7
	100	12.0	111.1
Diazinon	5	12.6	116.7
	10	13.8	127.8
	20	12.0	111.1
	40	11.1	102.8
Decamethrin	10	11.7	108.3
	20	12.0	111.0
	40	12.6	116.7
Control	—	10.8	100.0

Table 4. Amount of honeydew excreted by 3 BPH females treated with the pesticides (for 24 hrs)

Treatment	Conc. (ppm)	Amount of honeydew (μ l)	Relative amount
Validamycin A	50	41.6 d	93.5
	100	44.7 cd	100.4
Neoasozin	50	40.2 d	90.3
	100	42.5 d	95.5
Diazinon	5	53.0 a	119.1
	10	51.1 ab	114.8
Decamethrin	10	49.7 ab	111.7
	20	47.9 bc	107.6
Control	—	44.5 ce	100.0

Means followed by a common letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 5. Number of nymphs per two females of BPH at 15 days after infestation.

Treatment	Conc. (ppm)	Av. no. of nymphs	Rate of increase/decrease (%)
Validamycin A	50	261.0 bc	90.9
	100	244.7 c	85.3
Neoasozin	50	283.7 abc	98.9
	100	279.7 abc	97.1
Diazinon	5	316.3 ab	110.2
	10	336.7 a	117.3
	20	309.7 ab	107.9
Decamethrin	10	323.7 ab	112.8
	20	327.0 a	113.9
Control	—	287.0 abc	100.0

Means followed by a common letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

methrin처리에서는 8~17%의 若虫數가 증가하였다.

표 6은 벼멸구 성충이 接種된 pot에 藥劑를 葉面撒布한 후, 生存個體를 다시 새 pot에 接種한 다음 얻어진 次世代 若虫의 密度를 표시한 것이다.

次世代 密度는 無處理와 비교했을 때, validamycin A처리에서는 12,20%의 증가율을 보였으며, neoasozin 100ppm에서는 29%가 증가되었다. diazinon처리에서는 5, 10, 20ppm에서는 각각 60, 20, 17%의 증가율을 보인 반면, 40ppm에서는 15%의 감소현상을 보였다. 또한, decamethrin처리에서는 8~55%의 密度增加를 볼 수 있었다.

Table 6. Population build-up of BPH on the potted plants following the pesticide treatment (15 days after infestation)

Treatment	Conc. (ppm)	Number of BPH per hill	Relative no. of BPH per hill
Validamycin A	50	411.0 abcd	119.5
	100	385.0 bcd	111.9
Neoasozin	50	344.0 cd	100.0
	160	443.0 abcd	128.8
Diazinon	5	553.0 a	160.8
	10	413.0 abcd	120.1
	20	404.0 abcd	117.4
	40	294.0 d	85.5
Decamethrin	10	485.0 abc	141.0
	20	372.4 bcd	108.1
	40	532.0 a	154.7
Control	—	344.0 cd	100.0

Means followed by a common letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

5. Hopperburn發現에 미치는 影響

약제처리가 次世代 個體群에 의한 水稻體의 hopperburn發現度에 어떠한 影響을 미치는가를 조사한 바 그 결과는 표 7에 나타난 바와 같다.

Decamethrin처리에서는 무처리나 다른 약제처리에 비하여, 빨리 hopperburn이 發現되어 接種 50일 후에는 완전한 hopperburn을 볼 수 있었다. Diazinon처리에서도 비교적 높은 hopperburn이 관찰되었으며, neoasozin과 validamycin A

Table 7. Effects of the pesticide treatments on the hopperburn of the rice plant by the population in the next generation of BPH.

Treatment	Conc. (ppm)	Hopperburn rate (%)		
		30 DAI*	40 DAI	50 DAI
Validamycin A	50	0.0	58.0	87.5
	100	8.0	67.0	87.5
Neoasozin	50	0.0	58.3	91.7
	100	8.0	83.0	95.8
Diazinon	5	8.0	83.0	100.0
	10	0.0	75.0	91.7
	20	0.0	66.7	91.7
Decamethrin	40	8.0	62.5	83.7
	10	20.8	79.2	100.0
	20	20.8	79.2	100.0
Control	40	25.0	87.5	100.0
	—	0.0	45.8	87.5

*DAI: Days after infestation with the treated BPH adults

처리에서는 무처리와 유사한 수준의 hopperburn 發現度를 보였다.

考 察

1. 産卵, 孵化 및 成虫壽命에 미치는 影響

藥劑處理된 成虫의 産卵數는 표 1에 나타난 바와 같이 diazinon과 decamethrin처리에서 현저한 增加를 보였는데, 濃度가 낮아질수록 증가현상이 두드러지는 점은 안과 崔(1980)의 실험결과와 일치하였다. diazinon으로 처리된 벼멸구의 産卵狀態(그림 4)에서, 産卵最盛期는 無處理에 비하여 낮으나, 初期 産卵이 왕성하고 後期 産卵期間이 길며 이때의 産卵數가 높은 것으로 보아 産卵促進作用이 오랫동안 지속되어지는 것으로 생각되며, 이는 成虫의 수명이 길어진 것과도 깊은 관계가 있는 것으로 보여진다. Suenaga (1963)에 따르면, 벼멸구의 内部生殖器官의 발육은 羽化 직전까지 거의 완성된다고 하였으므로 成虫期の 藥劑處理된 벼멸구의 産卵力 增大與否는 生殖器官의 發育促進과는 무관하고 卵形成에 관여하는 여러 生理作用의 活性·沮害與否에 左右되는 것으로 思料되나 이 관계를 쉽게 결론짓기는 어려울 것 같다. 또한, 이러한 促進現象이 高濃度로 갈수록 낮아지는 이유는 20, 40 ppm의 供試濃度水準이 벼멸구의 生理에 불리한 영향을 미치게 되는 藥量의 臨界水準에 近接하기 때문인 것으로 여겨진다. decamethrin처리에서도 diazinon처리에서와 마찬가지로 總 産卵數는 增加하였으나 産卵狀態는 相異한 점이 있었다. (그림 5) 즉, 初期産卵이 無處理 수준과 비슷하고 供試濃度가 증가할수록 산란최성기가 지연되는 현상을 보였는데, 이는 초기에는 處理된 藥劑가 벼멸구의 生理에 불리한 영향을 미치다가 시간이 경과되면서 産卵促進作用으로 변화되며, 濃度가 높아질수록 초기의 産卵抑制作用이 오랫동안 지속되어지기 때문인 것으로 추측된다. validamycin A와 neoasozin처리에서는, 無處理에 비하여 初期産卵이 높게 나타난 반면, 최성기 産卵量이 적어 총 산란수는 비슷한 수준을 보였다 (그림 2, 3). 이러한 産卵類型은 처리된 이들 약제가 초기에 일시적으로 産卵을 刺戟·促進시켰으나 이후에 그 이상의 卵發育에 수반되는 生理作

用을 促進하지 못하는데 기인된 것으로 생각된다.

孵化率에 미치는 영향은, 표 2에서 보는 바와 같이, 供試藥劑의 供試濃度는 孵化率에 영향을 미치지 못하는 것으로 보여진다. 그리고, 孵化率이 TN 1 30日苗에서의 孵化率 95% (Saxena and Pathak, 1979)에 비하여 55~65% 정도로 낮게 나타난 이유는 二本씩 이식된 幼苗가 産卵된 卵의 높은 밀도를 充分히 감당해내지 못했기 때문이라고 생각된다.

藥劑處理가 孵化率에 영향을 미치지 못한다는 가정하에 acryl pot에서 약제처리후 조사한 부화 약충수는 표 5에 나타난 바와 같이 산란수의 조사결과와 일치함을 알 수 있었다.

藥劑處理된 昆虫에 있어서 壽命이 증대되는 현상은 여러 研究者들에 의해서 報告되어 왔는데 (Ball and Paulina, 1979; Georghiou, 1965; 안과 崔, 1980), 本 試驗에서도 모든 약제처리에 있어서 共히 壽命增大現象을 볼 수 있었다(표 3). 그러나, 殺菌劑處理와 殺虫劑處理에 있어서, 각각의 수명증대 기작은 달리 해석되어야 할 것으로 여겨진다.

이상으로, diazinon과 decamethrin의 亞致死量·水準은 벼멸구 成虫의 壽命을 연장시키고 産卵力을 증대시키는 것으로 보여지는데, 이러한 현상은 殺虫劑를 비롯한 여러 刺戟物質의 亞致死 혹은 亞有害量이 對象有機體의 환경에 대한 反應度를 향상시키며 不適合한 환경에 適應하기 위한 새로운 代謝體系(metabolism system)를 發達시켜 발육이나 産卵力을 促進시킨다는 hormoligosis假說(Luck and Stone, 1960; Lucky, 1968)을 도입하여 설명할 수 있을 것 같다. 또한, 亞致死量에 의한 生殖力 增大에 있어서는, Roan and Hopkins(1961)가 제안한 바와 같이, 亞致死量이 該當害虫의 生殖力에 有利한 영향을 미치는 神經 hormon的(neurohormonal) 狀態를 誘導하는 神經活動을 刺戟·促進할 수 있음을 먼저 생각해 볼 수 있으리라 본다.

2. 攝食量에 미치는 影響

甘露排泄量은 攝食量과 陽의 相關關係에 있으므로(Sogawa and Pathak, 1970), diazinon과 decamethrin의 亞致死量은 虫體에 侵透된 후 內的인 生理的 刺戟을 形成하여 벼멸구의 攝食活

動을 促進하는 것으로 推測된다. 또한 왕성한 攝食活動을 통한 營養條件의 개선이 產卵力의 增大에 관여하고 있을 것으로 사료된다. 그러나 本試驗에서는, 羽化 3~4일 후의 벼멸구를 약제 처리한 다음 48시간 후에 감로량을 조사하였으므로, 攝食량과 產卵力간의 보다 뚜렷한 관계를 규명하기 위해서는, 시간의 經過에 따른 섭식량의 조사와 甘露의 定性的 分析을 위한 比重的 算定 및 生化學的인 考察이 수반될 필요가 있을 것으로 사료된다.

3. 次世對 個體群 密度的 形成과 hopperburn 發現에 미치는 影響

약제처리 후 造成된 次世代 個體群 密度는 표 6에서 보는 바와 같으며, 密度的 증가율이 표 1의 산란수 증가율보다 높게 나타난 점으로 보아 葉面撒布處理 후의 차세대 개체군 밀도형성에는 약제의 영향에 따른 虫體의 生理的 變化뿐만 아니라 약제처리된 水稻體의 生理的 變化도 영향을 미치는 것으로 보여진다. 또한, 이들 개체군에 의한 hopperburn發現程度는 표 7에 제시된 바와 같이 decamethrin과 diazinon처리에서는 無處理 및 餘他的 處理에서 보다 높게 나타났는데, 이는 個體群 密度的 증가에 기인된 것으로 여겨진다.

이상의 결과를 종합하면, diazinon과 decamethrin의 供試亞致死量은 벼멸구의 壽命과 生殖力을 증대시키는 hormetics로 작용하는 것으로 사료된다. 나아가서, 產卵力과 攝食量간의 관계를 살펴볼 때, 產卵力 增大은 일차적으로 攝食量的 增大에 기인되는 것으로 보여진다.

圃場에서 撒布되는 農藥들은 처리 후 光線, 溫度, 降雨, 作物의 密閉度 및 기타 요인에 의하여 分解되고 소실되어, 종국에 가서는 亞致死量이 되는데, 특히 벼멸구와 같이 벼의 基部에서 加害하는 경우에 葉面撒布되는 약제들은 아 치사량 정도만이 벼멸구에 도달할 가능성이 크다고 하겠다(Heinrichs et al., 1982). 이 점을 고려할 때 diazinon과 decamethrin의 葉面撒布는 圃場에서 resurgence를 誘發할 가능성이 있는 것으로 추측된다. 그러나, 殺菌劑인 validamycin A와 neoasozin은 독립적으로 처리되었을 때 產卵力을 刺戟, 促進시키는 程度가 극히 낮은 점

으로 보아 resurgence 誘發可能性은 희박한 것으로 생각되나, 他種의 약제와 混合處理되었을 때 미치는 영향은 추후에 검토해 볼 필요가 있을 것으로 사료된다.

本試驗은 약제에 의한 虫體 自體의 生殖力 增大與否에 主眼點을 두었으므로, 약제처리된 水稻體의 生化學的 變化가 벼멸구의 生殖力에 미치는 영향을 營養學的인 側面에서 고찰해 본다면 圃場에서 차세대 개체군 밀도의 형성에 영향을 미치는 주요요인을 검정할 수 있을 것으로 보인다. 또한, resurgence發現의 精確한 豫測을 위해서는 圃場試驗을 통해 벼멸구의 個體群密度 增殖動態를 조사해야 될 것으로 사료된다.

摘 要

本試驗은 殺菌劑 validamycin A와 neoasozin, 그리고 殺虫劑 diazinon과 decamethrin의 亞致死量이 벼멸구(*Nilaparvata lugens* Stal)의 生殖力, 孵化, 成虫壽命, 甘露排泄量, 次世代個體群 密度 및 이들 個體群에 의한 hopperburn發現에 미치는 몇가지 영향을 조사하기 위하여 실시하였던 바, 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 벼멸구의 產卵數는 validamycin A와 neoasozin處理에서는 無處理와 對等하였으나, diazinon과 decamethrin處理에서는 각각 7~23%, 10~13%가 增加되었는데, 低濃度로 갈수록 그들 增加率은 높아지는 傾向이었다. 日當 產卵數에 있어서, 藥劑處理에서 最高產卵數는 無處理에 비해 낮았으나, 藥劑處理 初期와 後期の 產卵數는 無處理에 비해 높게 나타났다.

2. 成虫處理에서 얻어진 卵의 孵化率은 모든 處理에서 藥劑에 의해 영향을 받지 않았다.

3. 供試藥劑 모두 벼멸구 成虫壽命을 增大시켰다.

4. 벼멸구의 甘露排泄量은 validamycin A와 neoasozin處理에서는, 無處理와 같은 수준이었으나 diazinon과 decamethrin處理에서는 8~19%의 증가율을 보였다.

5. 室內의 acryl pot에서 調査한 次世代 벼멸구의 孵化若虫數는 diazinon과 decamethrin處理에서 8~17%의 增加率을 보여 產卵數의 增加와 일치하는 傾向을 보였다.

6. Pot試驗에서, 藥劑處理後 組成된 벼멸구 次世代個體群密度는 全般的으로 모든 處理에서 無處理에 비해 增加되었는데, 특히 diazinon과 decamethrin處理에서 높은 增加率을 보였다.

7. 藥劑處理後, hopperburn發現度는 藥劑의 種類 및 處理濃度에 따라 큰 差異를 보였는데, hopperburn發現은 diazinon, decamethrin處理에서 크게 促進되었다.

이상의 結果를 綜合的으로 볼 때, diazinon과 decamethrin의 處理는 圃場에서 벼멸구의 産卵力과 成虫壽命을 增大시키고, 攝食活動을 促進함으로써 벼멸구의 resurgence를 誘發하고 아울러 水稻體의 hopperburn을 가속화시킬 可能性이 있음을 알 수 있었다.

引用 文 獻

1. Adkisson, P.L. and S.G. Wellso. 1962. Effect of DDT poisoning on the fecundity and longevity of the pink bollworm. J. Econ. Entomol. 55 : 842~845.
2. Afifi, Saad, E.D. and H. Knutson. 1956. Reproductive potential, longevity and weight of house flies which survived one insecticidal treatment. J. Econ. Entomol. 49 : 310~313.
3. Ahn, Y.J. and S.Y. Choi. 1980. Effects of sublethal dose of BPMC and Diazion on the biology of brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal. Seoul National University, Coll. of Agri. Bull. 5(2) : 33~50.
4. Alam, S. and A.N.M. Rezaul Kariem. 1976. Brown planthopper outbreak in Bangladesh. IRRN 1(2) : 8.
5. Ball, H.J. and P.P. Su. 1979. Effects of sublethal dosages of carbofuran and carbaryl on fecundity and longevity of female western corn rootworm. J. Econ. Entomol. 72 : 873~876.
6. Bartlett, B.R. 1968. Outbreaks of two-spotted spider mites and cotton aphids following pesticide treatment. I. Pest stimulation vs. natural enemy destruction as the cause of outbreaks. J. Econ. Entomol. 61(1) : 267~303.
7. Chelliah, S. and E.A. Heinrichs. 1980. Factors affecting insecticides-induced resurgence of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, on rice. Environ. Entomol. 9 : 773~777.
8. Chelliah, S., L.T. Fabellar, and E.A. Heinrichs. 1980. Effect of sublethal doses of three insecticides on the reproductive rate of the brown plant-hopper, *Nilaparvata lugens*, on rice. Environ. Entomol. 9 : 778~780.
9. Croft, B.A. and A.W. Brown. 1975. Responses of arthropod natural enemies to insecticides. Ann. Rev. Entomol. 20 : 285~332.
10. Dittrich, V.P., P. Streibert, and P.A. Bathe. 1974. An old case reopened: mite stimulation by insecticide residues. Environ. Entomol. 3 : 534~540.
11. Dyck, V.A., B.C. Misra, S. Alam, C.N. Chen, C.Y. Hsieh, and R.S. Relesus. 1979. Ecology of the brown planthopper: Threat to Rice Production in Asia. Intl. Rice Res. Institute, Los, Philippines. 369p.
12. Eveleens, K.G., R. van den Bosch, and L.E. Ehler. 1973. Secondary outbreak induction of beet armyworm by experimental insecticide applications in cotton in California. Environ. Entomol. 2 : 497~503.
13. Flescher, C.A. 1952. Host-plant resistance as a factor influencing population density of citrus red mites on orchard trees. J. Econ. Entomol. 45 : 687~695.
14. Georghiou, G.P. 1965. Effects of carbamates on house fly fecundity, longevity, and food intake. J. Econ. Entomol. 58 : 58~62.
15. Hart, W.G. and S. Ingle. 1971. Increases in fecundity of brown soft scale exposed

- to methyl parathion. J. Econ. Entomol. 64(1) : 204~208.
16. Heinrichs, E.A. 1978. Resurgence-inducing insecticides as a tool in field screening of rices against the brown planthopper. IRRN 3(3) : 10~11.
 17. Heinrichs, E.A., G.B. Aquino, S. Chelliah, S.L. Valencia, and W.H. Ressig. 1982. Resurgence of *Nilaparvate lugens* (Stal) populations as influenced by method and timing of insecticide applications in lowland rice. Environ. Entomol. 11 : 78~84.
 18. Heinrichs, E.A., W.H. Ressig, S. Valencia, and S. Chelliah. 1982. Rates and effect of resurgence-inducing insecticides on populations of *Nilaparvata lugens* (Homoptera; Delphacidae) and its predators. Environ. Entomol. 11 : 1269~1273.
 19. Huffaker, C.B. and C.E. Kennett. 1953. Differential tolerance to parathion in two *Typhlodromus* predatory on cyclamen mite. J. Econ. Entomol. 46 : 707~708.
 20. Huffaker, C.B. and M. McMurtry. 1969. The ecology of *Tetranychid* mites and their natural contornl. Ann. Rev. Entomol. 14 : 125~174.
 21. Kiritani, K. 1979. Pest management in rice. Ann. Rev. Entomol. 24 : 279~312.
 22. Lee, H.R. 1984. Effects of several insecticides on the biology and population of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal. Korean J. Plant Prot. 23(3) : 172~176.
 23. Lienk, S.E. and P.J. Chapman. 1951. Influence of the presence of absence of the European red mite on two spotted mite abundance. J. Econ. Entomol. 53 : 762~767.
 24. Luckey, T.D. 1968. Insecticide hormoligosis. J. Econ. Entomol. 61(1) : 7~12.
 25. Luckey, T.D. and P.C. Stone. 1960. Hormology in nutrition. Science 132 : 1891~1893.
 26. Metcalf, R.L. 1980. Changing role of insecticides in crop protection. Ann. Rev. Entomol. 25 : 219~256.
 27. McClure, M.S. 1977. Resurgence of the scale. *Fiorinia externa* (Homoptera; Diaspididae) on hemlock following insecticide application. Environ. Entomol. 6 : 480~484.
 28. Pathak, P.K., R.C. Saxena, and E.A. Heinrichs. 1982. Parafilm sachet for measuring honeydew excretion by *Nilaparvata lugens*, on rice. J. Econ. Entomol. 75 : 194~195.
 29. Ressig, W.H., E.A. Heinrichs, and S.L. Valencia. 1982. Insecticide-duced resurgence of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, on rice varieties with different levels of resistance. Environ. Entomol. 11 : 165~168.
 30. Ressig, W.H., E.A. Heinrichs and S.L. Valencia. 1982. Effects of insecticides on *Nilaparvata lugens* and its predators: spiders, *Microvelia atrolineata*, and *Cyrtorhinus lividipennis*. Environ. Entomol. 11 : 193~199.
 31. Ripper, W.E. 1956. Effect of pesticides on balance of arthropod populations. Ann. Rev. Entomol. 1 : 403~494.
 32. Roan, C.C. and T.V. Hopkins. 1961. Mode of action of insecticides. Ann. Rev. Entomol. 6 : 333~346.
 33. Saini, K.S. and L.K. Cutkomp. 1966. The effects of DDT and sublethal doses of dicofol on reproduction of the two spotted spider mite. J. Econ. Entomol. 59 : 249~253.
 34. Saxena, R.C. and M.D. Pathak. 1979. Factors governing susceptibility and resistance of certain rice varieties to brown planthopper. pp.303~317. In Brown planthopper: Threat to Rice Production in

- Asia. Intl. Rice Res. Institute, Los Banos, Philippines. 369p.
35. Shepard, M., G.R. Carner, and S.G. Turnipseed. 1977. Colonization and resurgence of insect pest of soybean in response to insecticides and field isolation. *Environ. Entomol.* 6 : 501~506, -73.
36. Sogawa, K. 1982. The rice brown planthopper: Feeding physiology and host plant interactions. *Ann. Rev. Entomol.* 27 : 49~73.
37. Sogawa, K. and M.D. Pathak. 1970. Mechanisms of brown planthopper resistance in Mudgo variety of rice. *Appl. Ent. Zool.* 5 : 145~158.
38. Suenaga, H. 1963. Analytical studies on the ecology of two species of planthoppers. The white back planthopper (*Sogatia furcifera* Horvath) and brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal), with special reference to their outbreaks. *Bull. Kysuhu Agr. Expt. Sta.* 8 : 1~149.