

# 고자리파리에 의한 양파被害의 圃場內 分布樣式과 被害量 推定을 위한 標本抽出 計劃

朴晶圭 · 玄在善<sup>1</sup> · 曹東進 · 李基成 · 河栽達

PARK, C.G., J.S. HYUN, D.J. CHO, K.S. LEE, AND J.K. HAH, (1985) Within Field Distribution Pattern and Design of a Sampling Plan for Damaged Onions by the Onion maggot, *Hylemya antiqua* Meigen (Diptera: Anthomyiidae)

*Korean J. Plant Prot.* 24(1): 29~33

**ABSTRACT** Every plant in 990m<sup>2</sup> onion field was inspected for damages by the onion maggot. Maps were constructed every ten days to show which plants were infested and which were not from April 11 to May 21, 1984. The maps were sectioned into squares one of which contains 80 onion plants and the counts of damaged onions in each square were fitted to poisson and negative binomial distribution and tested by chi-square. We argue that the satisfactory fitness of the expected negative binomial [ $P(x^2) > 0.05$ ] provided a useful description of the spatial distribution patterns of the damaged onions. Edge effect was tested by the differences of damage ratio and variance/mean ratio ( $\sigma^2/m$ ) between edge and center part. The result showed that the damage ratios and variances of all the periods,  $\sigma^2/m$  values after May 1 were greater in edge part than in center part. Again, the maps were sectioned into four blocks and the squares (sample units) were sectioned into quadrants. By application of the variance component technique, it was suggested that 2~8 sample units for 5% sampling error and 1~2 sample units for 10% error should be sampled randomly to estimate the damage ratio when 2~3 quadrants were inspected.

고자리파리(*Hylemya antiqua* MEIGEN)는 파리목, 꽃파리과에 屬하는 害虫으로서 主로 北半球에 分布하고 있다.<sup>12)</sup> 이 害虫은 幼虫이 *Allium*屬 植物의 地下部 鱗莖을 直接 加害할 뿐만 아니라 Soft rot (*Erwinia carotovora*)를 媒介하여 寄主體를 썩게 하는데<sup>10)</sup> 봄에는 마늘 및 양파의 本畝에, 가을에는 양파苗床 및 골파에 많은 被害를 준다.

우리 나라에서 고자리파리에 關한 最初의 報告는 町丁<sup>13)</sup>가 “파버레”라는 이름으로 概略的인 形態, 經過習性 및 防除法를 記述하였고 그 後 橫尾<sup>19)</sup>가 씨고자리파리(*H. Platura* MEIGEN)와의 形態比較, 全國의인 分布와 地方別 被害程度를 記述하였다.

1958년에 白<sup>16)</sup>은 室內 飼育에 依하여 이 害虫은 休眠 蛹態로 越冬한 後 4月初에 羽化하고 年 4回 發生한다고 하였으며 李<sup>11)</sup>도 역시 같은 結果를 報告하였다. 60年代부터는 殺虫劑에 依한 防除實驗이 많이 修行되어 왔다.

그러나 害虫防除의 目的은 單純히 害虫 密度나 被害量을 줄이는 것이 아니라 經濟的인 側面에서의 增産과 生産의 安定化에 있다고 할 수 있다. 即 經濟的 被害許容水準을 土臺로 對象害虫과 關聯된 系 內的 密度調節因子를 動的으로 把握하고 調節可能因子를 增大시키도록 努力해야 할 것이다.

害虫에 依한 經濟的 被害許容水準은 對象作物의 經濟的 重要度, 作物의 生育段階, 氣象 및 天敵의 作用에 따라 變化하는 것으로서 그것의 設定이 결코 쉬운 일은 아니지만 무엇보다도 먼저 對象害虫에 依한 被害量의 適切한 推定方法이 樹立되어야 할 것이다.

本 調査는 고자리파리의 越冬後 世代에 依한 양파 被害의 圃場內 分布樣式을 把握하고 一定한 水準의 誤差 範圍 內에서 被害量의 推定에 必要한 標本 抽出 方法을 찾고자 함이다.

## 材料 및 方法

**圃場 概況 및 양파 栽培法**: 調査는 慶南農村振興院 內 990m<sup>2</sup>의 양파 圃場에서 실시하였는데, 圃場은 道路에 隣接해 있었고 사방 2km 以內에는 양파나 마늘의 大量 栽培地는 없었다. 栽培品種은 천주황으로서 1983年 8月 20日에 播種하여 10月 25日에 定植하였다. 定植은 畦幅 120cm, 8條式으로 株間 거리는 15×15cm로 하였다. 施肥 및 기타 栽培法은 農場 標準法에 準하였 으며 殺虫劑는 苗拔期와 5月 2日에 다이아지는 粒劑를 各各 3kg씩 撒布하였다.

**被害株의 分布調査**: 被害株의 調査는 1984年 4月 11日부터 5月 21日까지 10日 間隔으로 全株調査를 하였 으며 調査 時期마다 地上部位에 被害症狀이 나타나는 株를 소득저로 表示하고 모눈 종이 위에 被害地圖를 만 들었다.

圃場 內에서 양파 被害의 分布樣式을 알기 爲하여 양

慶南農村振興院(Gyeongnam Provincial Office of Rural Development)

<sup>1</sup> 서울대학교 農科大學(Seoul National Univ., College of Agriculture)

과 80株를 하나의 調査單位로 하고 時期別로 各單位內的 被害株數의 頻度分布表를 만들었다. 이 表를 土臺로 chi-square test에 의하여 Poisson分布와 負의 二項分布의 適否를 檢定하였다.

周邊效果가 있는지 없는지를 알기 위하여, 우선 가장자리에서 안쪽으로 4.5m(3個 調査單位)까지를 周邊部, 그 나머지를 中央部로 區分하였다. 各部分에 對하여 前記한 頻度分布表를 作成하고 時期別로 被害株率 및 昆蟲의 集中度 解釋에 흔히 쓰이는 分散과 平均의 比率, Morisita's index( $I\delta$ )<sup>10</sup>를 計算하였다.

適正 標本數의 決定: 被害地圖를 土臺로, 圃場을 거의 같은 크기의 4個의 區로 區分하였다. 標本單位는 양과 80株를 한 單位로 하였고 區當 標本單位의 數는 95~110個이었다. 標本抽出은 區當 5個의 單位를 任意로 擇하였으며, 各 單位를 4個의 方向으로 區分하고(2次 單位) 方位別로 被害株數를 調査하였다.

統計 分析은 平均值와 分散을 安定시키기 위하여 觀測值를 變形하였다. 觀測值가 적은 숫자이거나 零이 있을 境遇에는  $\sqrt{x+0.5}$  ( $x$ 는 觀測值)로 變形하는 것이 좋지만<sup>3)</sup> 여기서는 計算의 便宜上  $\sqrt{x+1}$ 로 變形하였다. 기타 統計 分析 過程은 Harcourt<sup>5,6)</sup>와 같은 方法을 適用하였다. 平均 被害率은 觀測值를 使用하였다(表 6).

結果 및 考察

被害率 및 被害株의 分布: 고자리 파리 越冬後 世代에 依한 양과 被害率의 變動은 表 1과 같다. 10일 동안의 被害率이 0.45에서 0.94로 增加하는 것으로 봐서 이 害蟲에 依한 被害는 양과의 生育 初期보다는 後期에 甚하게 나타날 것으로 생각되나 이것은 虫自體의 密度變動과 關聯지어 봐야 할 것이다.

一般的으로 動物의 分布의 集中度를 判定하는 데 使用되는 指標에는 分散과 平均의 比( $s^2/\bar{x}$ ),  $I\delta$ 指數,  $C_A$ 指數 등이 있다.  $s^2/\bar{x} < 1$ 이면 規則的인 分布形이고  $s^2/$

Table 1. Cumulative damage ratio of onion plants in 990m<sup>2</sup> onion field during the spring season, 1984

Date	Total no. of plants	No. of damaged plants	Damage ratio for 10 days (%)	Cumulative damage ratio (%)
April 11	32,607	147	0.45	0.45
April 21	32,460	140	0.43	0.88
May 1	32,320	186	0.58	1.46
May 11	32,134	206	0.64	2.10
May 21	31,918	299	0.94	3.04

$\bar{x}=1$ 이면 Poisson分布 또는 Random分布,  $s^2/\bar{x} > 1$ 이면 集中分布를 한다고 할 수 있다.<sup>9)</sup> 여기서는 時期別로  $\sigma^2/m$ 의 값을 計算하고, Chi-Square test에 依하여 理論的 分布形과의 適合度를 檢定하였다. 그 結果는 表 2와 같다. 어느 時期에서나  $\sigma^2/m$ 의 값이 1 이상이고 또 時期가 經過함에 따라 그 값이 1.19에서 1.60으로 增加하는 傾向으로서, 被害는 集中되는 傾向이며 이러한 集中度는 時期가 지남에 따라 커진다고 생각된다.

昆蟲의 分布를 나타내는 Model 中에서 集中分布形에 가장 많이 適用되는 것은 負의 二項分布이다. 本 調査에서  $\sigma^2/m > 1$ 이었으므로 負의 二項分布에 對한 適否를  $X^2$ -test에 依하여 檢定하고 Poisson分布의 檢定 結果와 比較하였다.

負의 二項分布의 一般式은  $(q-p)^{-k}$ 이다. 여기서  $p = m/k$ ,  $k = (\sigma^2 - m)/m^2$ ,  $q = 1 + p$ 이다. 理論的으로 分散이 平均에 가까워질 때, 即 random分布에 가까워질 때  $k \rightarrow \infty$ 로 되며 分散과 平均의 差가 커짐에 따라  $k \rightarrow 0$ 로 된다.<sup>11)</sup> Poisson分布의 一般式은  $P_x = e^{-m} \frac{m^x}{x!}$  ( $x = 0, 1, 2, \dots, \infty$ )이다.  $P_x$ 는 標本單位 하나에  $x$ 마리의 虫이 나타날 確率,  $m$ 은 平均值,  $e = 2.71828$ 이다.<sup>9)</sup>

表 2에서 보는 바와 같이 4月 11日과 4月 21日의 調査 資料는 두가지 分布形의 理論值와 有意性이 認定되지 않았다. 即 觀測值와 理論值 間에 差異가 없으므로 이 時期의 被害株의 分布는 두가지 分布形에 適合하다

Table 2. Fitness of damage data to the poisson and negative binomial distribution based on the number of damaged onions per sample unit containing 80 plants

Date	Range of damaged onions per unit	Variance ( $\sigma^2$ )	Variance over mean ( $\sigma^2/m$ )	Poisson D.		Negative binomial D.	
				$\chi^2$ -Value	$\chi^2$ -Value	k-index	
April 11	0~4	0.42	1.19	4.48	1.41	1.84	
April 21	0~4	0.79	1.16	7.82	0.75	4.44	
May 1	0~7	1.55	1.36	27.98**	5.00	3.13	
May 11	0~8	2.24	1.37	30.92**	2.49	4.35	
May 21	0~10	3.75	1.60	94.98**	14.12	3.93	

\*\*Significant at 1 per cent level.

**Table 3.** Edge effect in counts of the damaged onions in the field which was sectioned into edge and center part containing 193 and 224 sample units respectively

Date	Damage ratio in %		Variance ( $\sigma^2$ )		Variance over mean ( $\sigma^2/m$ )		Morisita's index ( $I\delta$ )	
	Edge	Center	Edge	Center	Edge	Center	Edge	Center
April 11	0.49	0.40	0.45	0.40	1.13	1.25	1.35	1.80
April 21	0.91	0.81	0.82	0.77	1.12	1.18	1.17	1.29
May 1	1.66	1.21	1.77	1.29	1.34	1.33	1.26	1.35
May 11	2.43	1.70	2.63	1.74	1.36	1.28	1.19	1.21
May 21	3.54	2.41	4.65	2.59	1.64	1.35	1.23	1.18

고 할 수 있다. 이와 같이 하나의 調査資料에 對해 다른 두가지 分布形이 適合하다는 것은 있을 수 있는 일로서, Borth等<sup>2)</sup>은 Tobacco Hornworm(*Manduca sexta* L.)의 卵, 幼虫 및 幼虫에 依한 被害의 分布樣式에서, Pielou<sup>17)</sup>는 Bliss等의 資料를 利用하여 이와같은 境遇를 提示하고 있다.

한편 5월 1日 以後의 調査値는 Poisson 分布形과는 高度의 有意性이 있고 負의 二項分布와는 有意性이 認定되지 않으므로 負의 二項分布를 한다고 할 수 있는데, 이러한 現象은 時期가 經過함에 따라  $\sigma^2/m$ 의 값이 增加하는 것과 關係가 있는 것으로 생각된다. Loosjes<sup>12)</sup>도 고자리파리 幼虫에 依한 양파의 被害가 負의 二項分布와 가장 適合하다고 報告하였다.

이와 같이 고자리파리 幼虫에 依한 양파의 被害가 集中되는 傾向이고 또 負의 二項分布와 適合하다는 것은 成虫의 習性과 關聯있는 것으로 생각된다. 고자리파리 成虫은 양파에서 나오는 揮發性 硫黃化合物(n-dipropyl disulfide)에 強力하게 이끌리는데,<sup>8,14)</sup> 암컷은 健全株보다는 腐敗株에 더 強하게 誘因되어 産卵함으로써 孵化幼虫이 쉽게 鱗莖에 侵入할 수 있고 또 그 生存率도 높여주는 因점이 있다고 하였다.<sup>4)</sup> 따라서 本 調査 結果 양파의 被害株가 集中現象을 보이는 것은 암컷 成虫이 이미 被害받은 株나 그 周圍에 더 많이 産卵하기 때문인 것으로 생각된다.

表 3은 前記한 바와 같이 圃場을 周邊部와 中央部の

둘로 나누고 各 部分의 被害率과 被害株의 集中度를 比較한 것이다. 어느 時期에서나 周邊部의 被害株率이 中央部の 그것보다 높을 뿐 아니라 4월 11日에는 그 差가 0.09임에 反해 5월 21日에는 1.13으로서 時期가 經過함에 따라 差가 커지고 있다. 또  $\sigma^2/m$ 의 값이 4월 21日 以前에는 中央部가 크고 그 後에는 周邊部가 크게 나타났다. 따라서 周邊部는 中央部 보다 被害量도 많을 뿐 아니라 보다 集中的이라고 할 수 있다. 이러한 結果로 볼 때 圃場 外에서 移入하는 成虫은 中央部보다는 周邊部에 더 많이 産卵하는 것으로 추정된다.

**適正 標本數의 決定:** 表 4와 5는 前記한 바와 같이 標本單位內의 被害株를 分散分析한 例와 그 結果이다. 表 5에서 보는 바와 같이 5월 1日에 標本單位 間에 有意性이 있는 것을 除外하면 어느 時期에서나 有意성을 認定할 수 없었다.

標本單位 內의 分散( $S_s^2$ )과 標本單位 間의 分散( $S_w^2$ )은 表 4와 5의 分散量으로서  $(MSU - MSQ) \div 4$ 의 式을 利用하였다. 例를 들면 表 4에서  $(0.024 - 0.018) \div 4 = 0.001$ 이다. 表 6에서 보는 바와 같이 標本單位 內 및 間의 分散量이 모두 調査時期가 지난에 따라 增加하고 있어서 表 2의  $\sigma^2$ 의 變化와 같은 傾向이다. 反面  $S\bar{x} = S/\sqrt{20}$  式에 依하여 算出된 標本單位當 被害株率의 標準誤差는 平均의 34~19%로서 時期가 지난에 따라 減小하였는데 이것은 被害株率의 增加에 基因된 것으로 생각된다.

**Table 4.** Analysis of variance of counts of damaged onions at April 11, 1984

Source of variance	Expected mean square	df	Observed mean square	F
Between sample units				
Blocks	$\sigma_b^2 + 4\sigma_w^2 + 20\sigma_s^2$	3	0.031	1.331
Sample units within blocks	$\sigma_s^2 + 4\sigma_w^2$	16	0.024	1.318
Within sample units				
Quadrants	$\sigma_s^2 + 20\sigma_q^2$	3	0.003	0.156
Residual	$\sigma_s^2$	57	0.018	

\*Sample unit which contains 80 onion plants was sectioned into quadrants.

**Table 5.** Significance of variation due to blocks, sample units and quadrants between counts of damaged onions (F-values)

Source of variance	April 21	May 1	May 11	May 21
<i>Between sample units</i>				
Blocks	0.144	0.275	0.717	0.255
Sample units within blocks	1.613	1.945*	1.558	1.702
<i>Within sample units</i>				
Quadrants	0.443	0.331	1.192	0.923
Residual	—	—	—	—

\*Significant at 5 per cent level

**Table 6.** Estimates of mean number and variance components in counts of the damaged onions

Date	Mean no. of damaged plant per sample unit	Variance components	
		Within sample unit ( $S_w^2$ )	Between sample unit ( $S_b^2$ )
April 11	0.50 ± 0.17	0.018	0.001
April 21	0.75 ± 0.22	0.027	0.004
May 1	0.95 ± 0.28	0.034	0.003
May 11	1.35 ± 0.33	0.052	0.007
May 21	2.35 ± 0.44	0.084	0.015

野外에서 害虫 密度나 被害를 推定하는 데에 重要한 것은 調査 對象 空間과 標本의 適切한 按配, 그리고 주어진 費用에서의 效率의 極大化를 期하는 것이다. 最適 標本數의 決定 方法에 關係서는 統計學 文獻에 많이 提示되어 있는데 여기서는 양과 80株를 하나의 標本單位로 하고 20株를 2次單位로 하였다. 標本數 決定式은 다음과 같다.<sup>18)</sup>

$$n = \sqrt{S_b^2/S_w^2} (C_w/C_s)$$

$S_w^2$ : 標本單位 內 分散

$S_b^2$ : 標本單位 間 分散

$C_w$ : 한 單位에서 다른 單位로 移動하는 데 걸리는 時間

$C_s$ : 하나의 2次單位를 調査하는 데 걸리는 時間  
本 調査時  $C_w$ 는 20분이었고  $C_s$ 는 40분이었다. 따라서  $C_w/C_s$ 는 0.5로 推定하였다.

위의 같은 前提 下에서 要求되는 標本單位數를 算出하였다. 標本調査에서 目的으로 하는 精度는 調査目的에

따라 差가 있다. 玄<sup>2)</sup>은 솔잎혹파리의 樹上分布 樣式에서, Harcourt는 배추흰나비와<sup>6)</sup> 배추좀나방의<sup>5)</sup> 個體群 動態 研究를 爲해 10%의 誤差 範圍를 提示하고 있다.

標本單位 間 分散量의 變異係數는 다음 公式을 利用하여 算出하였다.

$$C.V. = \frac{100}{\bar{x}} \sqrt{\frac{S_b^2}{n} + S_w^2}$$

$\bar{x}$ : 標本單位當 平均 被害株數 ( $\sqrt{x+1}$  變換值)

要求되는 誤差 範圍( $P$ ) 內의 標本單位數  $n_u = (C.V./P)^2$ 에 依하여 算出하고 소숫점 以下는 올림하였다. 例를 들면 4月 11日의 境遇 誤差 範圍를 5%로 하면  $(7.07 \div 5) = 2$ 個의 標本單位數를 取해야 한다. 表 7에서 보는 바와 같이 時期가 經過함에 따라 標本單位의 數를 늘려야 하는데 이것은 表 2 및 6에서와 같이 時期가 지남에 따라 被害株의 集中度가 커지고 標本單位 間 및 內의 分散量이 커지기 때문인 것으로 생각된다.

誤差 範圍를 5%로 할 境遇에는 2~8個 程度의 標本

**Table 7.** Estimation of number of sample units and quadrants to be sampled for efficient sampling plan of the onion plants damaged by the onion maggot

Date	Coefficient of variation	No. of quadrants (n)	No. of sample units (Nu)			
			5%	10%	15%	20%
April 11	7.07	3	2	1	1	1
April 21	10.40	2	5	1	1	1
May 1	11.88	2	6	2	1	1
May 11	12.46	2	7	2	1	1
May 21	13.55	2	8	2	1	1

單位를, 10%로 할 境遇에는 2個 程度의 標本單位를 擇하고, 各 標本單位에서 2個씩의 2次單位를 調査하면 될 것으로 생각된다.

여기서 算出된 값은 大體로 本 調査와 狀況이 비슷하고, 被害程度가 비슷한 곳에서 通用될 수 있으며, 만약 被害程度가 이것보다 높으면 더 적은 數의 單位를 擇해도 좋을 것이다. 그러나 單純히 被害程度로써만 생각할 것이 아니라 集中度의 變化나 標本單位의 크기에 依한 影響도 考慮해야 할 것이다.

摘 要

고자리파리 幼虫에 依한 양파의 被害를 990m<sup>2</sup> 圃場에서 1984年 4月 11日부터 5月 21日까지 10日 間隔으로 全株 調査를 하여 被害地圖를 作成하였다.

地圖를 양파 80株를 하나의 單位로 하는 四角形으로 區分하여 頻度分布表를 作成하고 Chi-square test에 依하여 Poisson分布와 負의 二項分布를 適用해 본 結果 負의 二項分布가 全 生育期間에 걸쳐서 適合하였다.

周邊効果는 地圖를 中央部와 周邊部로 二分한 後 被害株率, 分散과 平均의 比를 比較해 본 結果 周邊部の 그것이 中央部보다 높게 나타났다.

地圖를 다시 비슷한 크기의 4個 區로 나누고 各 區內의 標本單位(양파 80株)를 다시 4等分하여 2次單位로 하였다. 時期別로 各 區에서 5個의 標本單位를 任意로 擇하고 分散分析하였다. 그 結果 最適 標本數는 2個의 2次單位를 擇할 境遇 5%의 誤差 範圍에서는 2~8個, 10%의 誤差 範圍에서는 1~2個의 標本單位를 擇하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

引 用 文 獻

1. Anscombe, F.J. 1950. Sampling theory of the negative binomial and logarithmic series distribution. *Biometrika* 37 : 358~382.
2. Borth, P.W., and F.P. Harrison. 1984. Within-field Distribution patterns of tobacco and tomato hornworm(Lepidoptera: Sphingidae) egg and larval populations in southern Maryland tobacco. *Environ. Entomol.* 13 : 859~862.
3. 趙載英, 張權烈. 1976. 實驗統計分析法. 鄉文社. 260pp.
4. Dindonis, L.L., and J.R. Miller. 1980. Host-finding responses of onion and seedcorn flies to healthy and decomposing onions and several synthetic constituents of onion. *Environ. Entomol.* 9 : 467~472.
5. Harcourt, D.G. 1961. Design of a sampling plan

- for studies on the population dynamics of the Diamondback Moth, *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Can. Ent.* 93 : 820~831.
6. Harcourt, D.G. 1962. Design of a sampling plan for studies on the population dynamics of the Imported Cabbageworm, *Pieris rapae* (L.) (Lepidoptera: Pieridae). *Can. Ent.* 94 : 849~859.
7. Hyun, J.S. 1980. A study on the spatial distribution of the Pine Needle Gall Midge, *Thecodiplosis japonensis* on *Pinus thunbergii*. Seoul Nat'l Univ., Coll. of Agric. Bull. 5(1) : 25~41.
8. 石川幸男, 池壓司敏明, 松本義明. 1980. タマネギバエの産卵行動制御物質. *植物防疫.* 34(5) : 199~203.
9. 伊藤嘉昭, 村井實. 1978. 動物生態學研究法(上). 古今書院. 268pp.
10. Johnson, D.E. 1930. The relation of the cabbage maggot and other insects to the spread and development of soft rot of cruciferae. *Phytopathology.* 20 : 857~872.
11. 李義淳. 1956. 마늘파리의 生態에 關한 研究(第一報). 慶北大學校論文集, 1 : 303~314.
12. Loosjes, M. 1976. Ecology and genetic control of the onion fly, *Delia antiqua* (Meigen). *Agric. Res. Rep.* (Versl. landbouwk. Onderz.) 857. Pudoc, Wageningen, 179pp.
13. 町田丁一, 青山哲四郎. 1928. 朝鮮害虫編(前後編) pp. 262~352.
14. Matsumoto, Y., A.J. Thorsteinson. 1968. Effect of organic sulfur compounds on oviposition in onion maggot, *Hylemya antiqua* Meigen. *Appl. Entomol. Zool.* 3 : 5~12.
15. Morisita, M. 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distribution patterns. *Mem. Facul. Sci. Kyushu Univ., Ser. E.* 2, 215~235.
16. 白雲夏. 1958. 고자리파리의 生活史 및 防除法에 關한 研究. 韓國應用動物學會誌. 1(1) : 45~86.
17. Pielou, E.C. 1977. An introduction to mathematical ecology. Wiley-Interscience, John Wiley & Sons. 2nd Ed. 389pp.
18. Southwood, T.R.E. 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Chapman and Hall, London, 2nd Ed. 524pp.
19. 横尾多美男. 1941. 朝鮮における葱類害虫タマネギバエに關する調査研究. 第一報. 形態及び朝鮮に於ける發生分布狀況に就いて. *農事試驗場彙報*, B(3~4) : 95~107.