

生態系內에서의 宿主와 天敵의 數的變動에 따른 相關關係에 關한 研究

2. 미국흰불나방 크기에 따른 *Podisus maculiventris* 의 捕食效果에 關한 研究

金 昌 煥·盧 鏞 泰·鄭 英 和

(高 大·韓 國 昆 研)

Relationships between the Host and its Natural Enemy Introduced into a New Ecosystem

2. Effect of Ingestion by *Podisus maculiventris* Say on the Prey Size of *Hyphantria cunea* Drury

Chang-Whan Kim, Yong Tai Noh and Young Wha Chung

(Entomological Institute, Korea University)

(1969. 12. 3 수리)

SUMMARY

Experiments were carried out to determine the effect of age on the functional response of the predator, *Podisus maculiventris* reared on the different prey size of *Hyphantria cunea* in simple vial, twice at the 1st and 2nd generations of *Hyphantria cunea*.

1. Larvae ingested about 11.23, 18.4 and 20.7 mg for each diet level (cf. table 1 to 3) in 2nd instar, 12.3, 23.37 and 28.3 mg in 3rd instar, 18.17, 40.3 and 42.7 mg in 4th instar, 51.7, 92.7 and 130.2 mg in 5th instar for each diet level.

2. Adult males ingested about 528, 740, 545.1 mg and females about 516.5, 627.5, 603.3mg in their whole life for each diet level.

3. The relationship between observed and predicted values, established by regression analysis was revealed as 0.80 to 0.91 in correlation coefficient.

緒 論

天敵에 의한 自然平衡의 造成은 害蟲의 永久的인 防除等으로 무엇보다 重要한 일이다. 그러기 爲하여는 天敵에 對한 完全한 效果實驗이 先行되어야겠고 效果實驗을 통한 天敵이라야 天敵으로서 利用할 價値를 갖게 되는 것이며 自然界에서 흔히 있는 偶發的인 捕食等으로 天敵視하는 것은 再考되어야 한다.

Holling(1959)은 統計學을 利用한 天敵의 捕食效果를 判定하기 爲한 "disc" equation 을 提示하였고 또 이 "disc" equation 을 立證하기 爲하여 *Dahlbominus fuliginosus* 對 *Neodiprion sertifer*, *Chelonus texanus* 對 *Anagasta kühniella*, *Cryptus inornatus* 對 *Loxostege sticticalis* 그리고 *Nasonia vitripennis* 對 *Musca domestica* 의 捕食率을 引用하여 報告한 바 있다.

그후 Morris(1963)는 Holling의 "disc" equation 을 引

用하여 *Podisus maculiventris*가 *Hyphantria cunea*의 密度에 따른 捕食效果를 報告하였고 Mukerji와 Leroux(1969)는 *Podisus maculiventris*와 *Galleria mellonella*의 prey size에 따른 捕食效果를 報告한바 있다.

著者들은 1967年 原產地인 美國으로 부터 輸入한 *Podisus maculiventris*의 定着可能性 與否를 檢討한 結果 定着이 可能하였으며 이의 定着과 함께 天敵으로서의 效果實驗을 1969年 4月부터 10月까지 試圖하였다.

實驗材料 및 方法

捕食天敵인 *Podisus maculiventris*와 *Hyphantria cunea*를 共히 室內(22±3°C)에서 飼育하였으며 *Podisus maculiventris*는 孵化 2齡初까지는 *Popula sp.*의 樹汁을 먹게 하였고 2齡末부터는 미국흰불나방 幼蟲을 提供하여 飼育하고 미국흰불나방 幼蟲은 *Platanus sp.*의 切樹의 葉에서 孵化후 계속 新鮮한 *Platanus sp.*의 葉을 提

供하여 飼育한 것중 *Podisus maculiventris* 는 2齡부터 5齡까지와 成蟲(雌雄別)을 各各 使用하였으며 미국흰불나방幼蟲은 化學天秤(Karl Kolb)을 利用하여 5, 10, 40 그리고 50 mg 인것만을 使用하였다.

이와같이 選定된 *Podisus maculiventris* 는 齡別 및 性別 그리고 미국흰불나방幼蟲을 體重別로 區分하여 1區를 3組씩으로 하였다. 미국흰불나방의 幼蟲은 第3胸節에 hair pin으로 固定하여 活動이 不可能하게 하여 *Podisus maculiventris* 와 1:1로 70.65 cm³의 vial에 收容하고 蓋자로 그 開口部를 封했다.

各組는 每 24時間마다 새로운 미국흰불나방幼蟲으로 交換하였으며 同時에 捕食後의 미국흰불나방을 化學天秤으로 무게를 測定하였고 各組의 期間은 *P. maculiventris*의 幼蟲의 境遇는 脫皮 直後로부터 다음 脫皮 直前까지로 했으며 成蟲의 境遇는 死亡할 때까지 繼續했다.

以上の 方法으로 얻은 結果를 다음과 같은 Holling의 "disc" equation을 引用한 豫想値와 比較檢討하였다.

即 x = 被捕食蟲의 體重

y = 觀察捕食量

Y' = 豫想捕食量

y/x = 天敵의 攻擊率

Tt = 總時間

$b=1\text{ mg}$ 을 天敵이 捕食하는데 要한 時間

a = 天敵에 依한 被捕食蟲의 發見率

Ts = 單位時間

$$y = aT_s x \dots\dots\dots(1)$$

$$T_s = T_t - by \dots\dots\dots(2)$$

(2)式을 (1)式에 代入하면

$$y = a(T_t - by)x \dots\dots\dots(3)$$

또는

$$y = T_t ax / 1 + abx \dots\dots\dots(4)$$

(4)式을 直線의 方程式으로 誘導하면

$$y/x = -aby + T_t a \dots\dots\dots(5)$$

가 되는데 이것이 Holling의 "disc" equation 이다.

結果 및 考察

1. *P. maculiventris* 幼蟲

Table 1에서와 같이 diet level 5, 10, 20 mg에 따라 2齡의 幼蟲에서 11.23, 18.4, 20.7 mg의 捕食量을 나타냈으며 3齡때는 12.3, 23.37, 28.3 mg, 4齡때는 18.17, 40.3, 42.7 mg 그리고 5齡때는 51.7, 92.7, 130.2 mg의 捕食量을 나타냈다.

Holling의 "disc" equation의 計算에 依한 豫想捕食은 觀察捕食量과 各齡에서 比例함을 볼 수 있으나 diet level에 따라 齡에 比例하지 않고 오히려 若齡에서의 높은 diet level이 老齡의 낮은 diet level보다 더 높은 捕食量을 보여준것도 있다.

2. *P. maculiventris*의 雌性成蟲

Table 2에서 보는바와 같이 diet level 20, 40, 50mg에서 처음 10日間에는 145.2, 188.4, 189.7 mg의 捕食量을 보여주었고 20日間에는 282.8, 370.2, 360.5 mg

Table 1. Summary of calculation used in predicting the functional response(Y') for "feeding" nymphs of *P. maculiventris* instars 2 to 5 at three sizes of *H. cunea* larvae

Predator age in days (time exposed) T_t	Prey size (wt. in mg) X	Prey attacked (amount of food eaten in mg) Y	OAR Y/X	"Disc" equation $Y'/X = -aby + T_t a$	PAR Y'/X	Pred. Y'	Calculated	
							b	a
3.3	5	11.23	2.246	2nd instar $Y'/X = -.058Y + 2.244$	1.593	7.965	.086	.680
	10	18.4	1.84					
	20	20.7	1.035					
3.1	5	12.3	2.46	3rd instar $Y'/X = -.1115Y + 4.1664$	2.795	13.975	.083	1.344
	10	23.37	2.337					
	20	28.3	1.415					
4.2	5	18.17	3.654	4th instar $Y'/X = -.1359Y + 1.564$	5.687	28.4355	.070	1.942
	10	40.3	4.03					
	20	42.7	2.135					
13	5	51.7	10.34	5th instar $Y'/X = -.0062Y + 14.404$	11.1986	55.993	.056	1.108
	10	92.7	9.29					
	20	130.2	6.52					

Abbreviation: OAR, observed attack ratio; PAR, predicted attack ratio; Pred., predicted.

Table 2. Summary of calculations used in predicting the functional response (Y') per 10 day interval (cumulative) for adult *P. maculiventris* males at three sizes of *H. cunea* larvae

Predator age in days (time exposed) T_i	Prey size (wt. in mg) X	Prey attacked (amount of food eaten in mg) Y	OAR Y/X	"Disc" quation $Y'/X = -abY + T_{ia}$	PAR Y'/X	Pred. Y'	Calculated	
							b	a
				MALES				
10	20	145.2	7.3			121.4		
	40	188.4	4.7	$Y'/X = -.0238Y + 9.52$	5.04	201.6	.025	.952
	50	189.7	3.8		5.01	250.5		
20	20	282.8	14.1		10.33	206.6		
	40	370.2	9.3	$Y'/X = -.0464Y + 23.45$	6.28	251.2	.039	1.172
	50	360.5	7.2		6.72	336		
30	20	404.5	20.2		17.45	349		
	40	520.4	13	$Y'/X = -.0658Y + 44.08$	9.82	392.8	.045	1.469
	50	496.4	9.9		12.4	620		
40	20	516.5	25.8		23.11	462.2		
	40	627.5	15.7	$Y'/X = -.0721Y + 60.35$	15.11	604.4	.048	1.509
	50	603.3	12		16.86	843		

Abbreviation: OAR, observed attack ratio; PAR, predicted attack ratio; Pred., predicted.

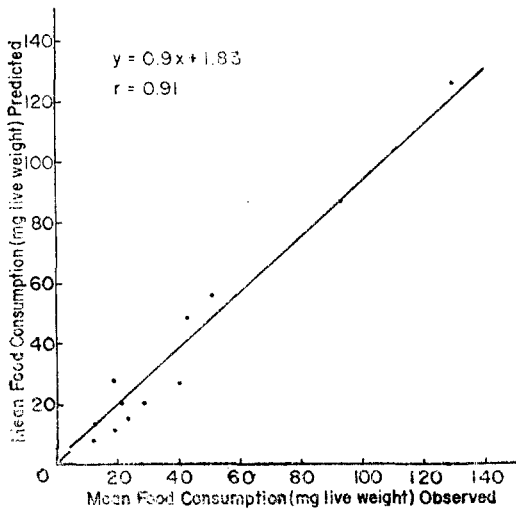


Fig. 1. Comparison between observed and predicted food consumption (mg live weight) for second-to-fifth instar nymphs of *P. maculiventris* reared individually on three different sized *H. cunea* larvae.

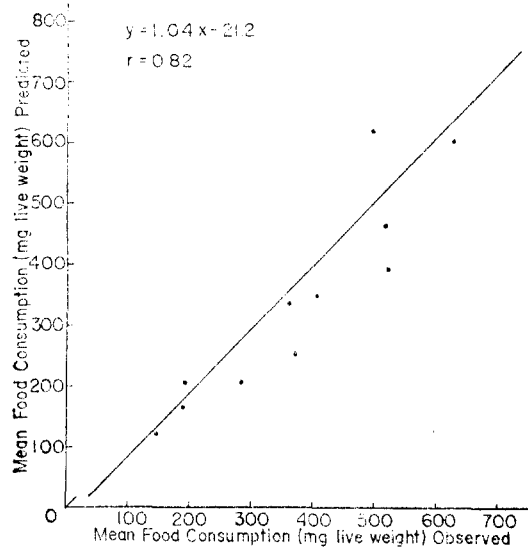


Fig. 2. Comparison between observed and predicted food consumption (mg live weight) for adult males of *P. maculiventris* reared individually on three different sized *H. cunea* larvae.

30日間에는 404.5, 520.4, 496.4 mg, 40日間에는 516.5, 627.5, 603.3 mg의 捕食量을 보여주었다.

Holling의 "disc" equation의 計算에 依한 豫想捕食量은 觀察捕食量과 相互比例함을 볼 수 있었다.

3. *P. maculiventris*의 雌性成蟲

Table 3에시와 같이 diet level 20, 40, 50 mg에 따라 처음 10日間에는 153.3, 207, 213.6 mg의 捕食量을 보여주었고 20日間에는 294.5, 422.3, 411.8 mg, 30日間에는 418.2, 596.8, 545.1 mg 그리고 40日間에는 528.1, 740, 3 mg의 捕食量을 보여주었는데 diet level

Table 3. Summary of calculations used in predicting the functioning response (Y') per 10 day interval (cumulative) for adult *P. maculiventris* females at three sizes of *H. cunea* larvae

Predator age in days (time exposed) T_i	Prey size (wt. in mg) X	Prey attacked (amount of food eaten in mg) Y	OAR Y/X	"Disc" equation $Y'/X = -adY + Tta$	PAR Y'/X	Pred. Y'	Calculated	
							b	a
10	20	153.3	7.7	FEMALE $Y'/X = -.134Y + 9.33$	7.286	145.72	.014	.933
	40	207	5.2		6.56	262.4		
	50	213.6	4.3		6.468	323.4		
20	20	294.5	14.7	$Y'/X = -.0166Y + 18.53$	13.64	272.8	.018	.930
	40	422.3	10.5		11.52	460.8		
	50	411.8	8.2		11.695	584.75		
30	20	418.2	20.9	$Y'/X = -.0248Y + 31.45$	21.08	421.6	.024	1.048
	40	596.8	15		16.65	666		
	50	545.1	10.9		17.93	896.5		
40	20	528.1	26.4	$Y'/X = -.0295Y/43.65$	28.37	567.4	.027	1.099
	40	740.3	18.5		22.11	884.4		
	50	—	—		—	—		

Abbreviation: OAR, observed attack ratio; PAR, predicted attack ratio; Pred., predicted.

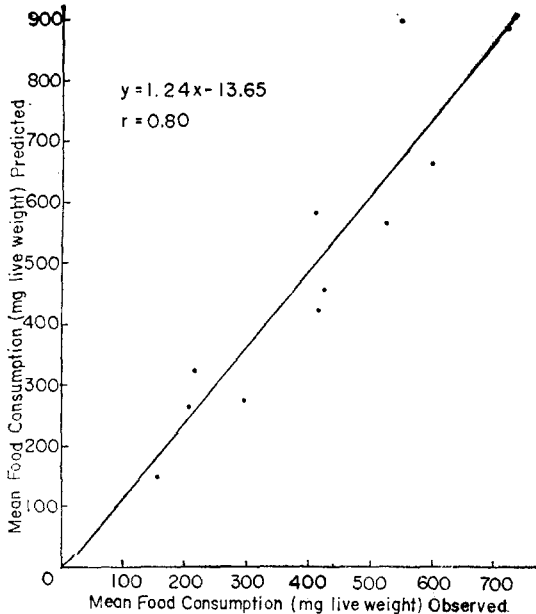


Fig. 3. Comparison between observed and predicted food consumption (mg live weight) for adult females of *P. maculiventris* reared individually on three different sized *H. cunea* larvae.

3의境遇는 *P. maculiventris*가 30日 밖에 生存하지 못하였다.

以上の結果로 미루어 볼때 *P. maculiventris*의 觀察捕食量과 Holling의 "disc" equation에 依한 豫想捕食

量을 比較해 보면 相互 比例의인 것을 볼 수 있는데 幼蟲의 境遇는 Fig. 1, 雌雄成蟲의 境遇는 Figs. 2, 3에서 볼 수 있다.

幼蟲에서 觀察値와 豫想値사이의 相關係數는 0.91로 觀察値와 豫想値와는 相互 密接함을 나타냈으며 回歸直線의 기울기는 0.9로써 1과 顯著하게 다르지 않음을 볼 수 있었다. 雌性의 境遇는 觀察値와 豫想値가 比例하였으나 特히 雄性의 境遇에서는 各 diet level의 觀察値는 豫想値보다 큰 數値를 보였지만 diet level 3의 30日과 40日에서 오히려 觀察値보다는 豫想値가 더 큰을 볼 수 있었는데 이는 捕食量의 重要한 要素의 하나인 捕食者의 前半期의 飽滿에 起因한 것으로 생각된다. 幼蟲 및 雌雄成蟲에서 얻어진 結果値는 Table 4와 같다.

Table 4. The correlation coefficients and slopes of regression lines between the observed and predicted values

stage	r	slope of regression lines
Nymph	0.91	0.9
Male	0.82	1.04
Female	0.80	1.24

摘 要

Podisus maculiventris 幼蟲의 各齡期別 및 成蟲의 雌雄別 捕食量을 調査하기 爲하여 幼蟲의 2, 3, 4, 5齡 및 成蟲의 雌雄別로 1區를 3組씩으로 하여 各區 및 各組

에 幼蟲의 境遇는 5, 10, 20 mg 그리고 成蟲의 境遇는 20, 40, 50 mg 되는 미국 흰불나방 幼蟲을 供給하여 *P. maculiventris*의 捕食量을 調査하였으며 Holling의 "disc" equation에 依하여 計算된 豫想捕食量을 求하여 觀察捕食量과 豫想捕食量과의 相關關係를 調査하였다.

1. 幼蟲의 境遇는 5, 10, 20 mg의 diet level에 따라 2齡때는 11.23, 18.4, 20.7 mg, 3齡때는 12.3, 12.37, 28.3 mg, 4齡때는 18.17, 40.3, 42.7 mg 그리고 5齡때는 51.7, 92.7, 130.2 mg의 捕食量을 보여 주었다.

2. 成蟲의 境遇는 20, 40, 50 mg의 diet level에 따라 雄性은 528, 740.3, 545.1 mg, 雌性은 516.5, 627.5, 603.3 mg의 捕食量을 보여주었다.

3. 幼蟲 및 雌雄成蟲에 觀察捕食量과 豫想捕食量과의

사이에는 相互 比例關係가 있었다.

參 考 文 獻

- Holling, C.S., 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Can. Ent.* 91 : 385-398.
- Morris, R.F., 1963. The effect of predator age and prey defense on the functional response of *Podisus maculiventris* Say to the density of *Hyphantria cunea* Drury. *Can. Ent.* 59 : 1009-1020.
- Mukerji and Leroux., 1969. The effect of predator age on the functional response of *Podisus maculiventris* to the prey size of *Galleria mellonella*. *Can. Ent.* 101 : 314-317.