

장수허리노린재(*Anoplocnemis dallasi* Kiritschenko)의 成長分析

朴 商 玉*·李 昌 彦
(慶北大 *大學院·文理大 生物學科)

An Analytical Study on the Growth of *Anoplocnemis dallasi* Kiritschenko

Sang Ock Park* and Chang Eon Lee

(Graduate School* & Dept. of Biology, Kyungpook National University)

(1971. 9. 13 접수)

SUMMARY

This study was initiated to observe the growth of the lengths of the body, the antenna, the rostrum, the fore leg, the middle leg, the hind leg and the width of pronotum in the postembryonic development of *Anoplocnemis dallasi*. The specimens measured were fifty in the first instar larva and seventy for each instar from the second instar larva to adult stage. The authors applied the growth formula and the relative growth formula to analyse the changing pattern of the growth of each part. In this paper, having applied the formulae the $y=a+bt+ct^2$ for the absolute growth and $y=bx^a$ for the relative growth, we obtained the following results:

① The growth quantity: The rostrum shows the slowest, straight increase, but the other shows the curving increase. The body, the hind leg, the middle leg, the fore leg, the antenna, the width of pronotum and the rostrum are systematically slow. ② The ratio of the growth quantity: The increase rate of the rostrum shows the straight, while the other shows the curving patterns. The largest value is the increase rate of the width of pronotum (8.816 times) and the smallest one is the rostrum (3.054 times). ③ The growth ratio for each instar: The maximal ratio of the growth quantity is in the young instar larva, but the minimal one is in an advanced instar larva. ④ The growth rate: The antenna shows a decrease pattern, while the other an increase pattern. ⑤ The specific growth rate: The rates of the antenna, the fore leg, the rostrum, the hind leg and the middle leg show a decrease pattern. In the width of pronotum and the body, they increase in the terms of the young

instar larva and they increase later. The antenna shows the most rapid decrease, and the fore leg, the rostrum, the hind and the middle leg are slow in order. ⑥ The "a" of the width of pronotum shows the strongest positive allometry, but the rostrum shows the weakest negative allometry to all parts. ⑦ The coefficient of the relative growth of each part shows a parallel fashion in the relative growth to body length, to width of pronotum, to antenna, to rostrum, to fore leg, to middle leg and to hind leg. ⑧ If the coefficient of the relative growth, the growth ratio (α) increase, the initial growth index (b) is disposed to decrease and vice versa. ⑨ The growth center is in the terms of the young instar larva in case of the negative allometry, but it is in the terms of an advanced instar larva in case of the positive allometry.

緒 論

材料 및 方法

昆蟲은 그 發生期間中 變態를 통해서 個體의 全體 또는 部分에 變化를 가져온다. 또 各 齡期의 脫皮를 契機로 하여 量的 變化를 일으킨다.

大體로 成長은 機械的 變化인 物理學的 現象에 가까운 運動法則을 갖고있다 하여 成長式이 適用된 바 있다. 그러나 이들은 모두 連續的으로 進行되는 體量成長만을 取扱했을 뿐 昆蟲에서 볼 수 있는 特異한 成長에 對한 研究業績은 別로 없다. 一般的으로 昆蟲은 變態를 하지 않는 生物의 連續的인 成長과는 달리 脫皮時에 爆發的으로 形態의 成長이 일어나기 때문에 段階函數(step function)의 關係가 成立되나 一定齡期間에는 크기가 一定함으로 各 齡虫期를 成長의 單位時點으로 보아 成長의 傾向線(trend line)을 二次方程式으로 表示하여 成長에 따른 變化狀態를 定式化하기로 하였다.

또 위와 같은 絕對成長에 對하여 成長系 二個의 部分體量을 比較하기 爲하여 相對成長式이 導入된 바 있다.

昆蟲은 그 種類의 多樣性으로 그에 따른 成長型에 差異가 있을 것으로 生覺되며 分類에의 貢獻의 期待는 크다. 지금까지 昆蟲의 成長概念은 皮相的이었으며 이렇다 할 業績은 別로 없다.

著者들은 장수허리노린재(*Anoplocnemis dallasi* Kiritschenko)의 7部分 即 體長, 前胸背板의 幅, 觸角, 口吻, 前脚, 中脚, 後脚의 體量成長을 定式化하고 이로부터 誘導된 成長比, 成長率 및 比成長率과 體量相互間에 對한 成長傾度 및 相對成長을 算出함으로써 成長狀態를 究明코자 하였다.

慶北大學校 構內에 棲息하는 장수허리노린재(*Anoplocnemis dallasi* Kiritschenko)의 幼虫과 成虫을 1970年 7月과 8월에 採集하여 使用하였다. 幼虫은 75% 알코올에 保存된 것이며, 成虫은 乾燥標本을 取扱하였다.

材料는 第1齡 幼虫을 50個體, 第2齡 幼虫부터 成虫까지는 各 齡別로 70個體씩을 μ 單位로 測定하였다. 測定 對象은 體長, 前胸背板의 幅, 觸角, 口吻, 前脚, 中脚·後脚의 7種 體量이다. 測定은 實體顯微鏡 下에서 micrometer를 利用하여 測定하였다. 附屬肢는 몸에서 떼어내어 測定하였으며 脚은 基節, 轉節, 脛節, 脛節의 長을 各各 測定하여 合한 值이며 附節의 長은 除外되었다. 또 觸角과 口吻은 第1節, 第2節, 第3節, 第4節의 長을 各各 測定하여 合한 值이다. 有對性的 것은 左側의 것만 擇했으며, 雌雄의 區別은 하지 않았다.

本 研究에서 絕對成長 分析은 Zimmerman(1934) 및 石川(1933)의 成長式을 變形하여 使用하였으며 相對成長 分析은 Huxley and Teissier(1937) 등의 相對成長式에 依據하여 成長狀態를 解析하였다.

結 果

1. 絕對成長

먼저 各 部分을 測定하였고 成長式을 導入하여 成長에 따른 變化狀態를 定式化(trend line)하고 個體 및 各 部分의 成長狀態와 그들 成長의 相互關係의 變化가 어떤가를 究明코자 하였다. 成長式과 그 誘導值는 다

음과 같다.

① 成長式(growth formula) : $y = a + bt + ct^2$ (y : 部分 및 全體量. t : 各 齡虫期로서 1齡은 0, 2齡은 1, 3齡은 2, 4齡은 3, 5齡은 4. 成虫은 5. a, b, c : 常數로서 最少自乘法으로 決定) ② 成長量(growth quantity, GQ) : $y = a + bt + ct^2$ ③ 成長率(growth rate, GR) : $dy/dt = b + 2ct$ ④ 比成長率(specific growth rate, SGR) = $100/y \cdot dy/dt$ ⑤ 成長力(growth power, GP) : $d^2y/dt^2 = 2c$ ⑥ 成長初量(initial quantity, IQ) = a

⑦ 成長初速(initial velocity, IV) = b ⑧ 成長比(ratio of growth quantity, QR) = qi/ql (qi : 各 齡虫의 GQ, ql : 始 齡虫의 GQ)(但 最少自乘法의 演算은 實測值의 平均을 齡虫期의 體量值로 하였다.)

(1) 體長 : 成長式은 $y = 3,596 + 829t + 574t^2$ 으로 서 凹曲線으로 表示된다. 上記 成長式은 5.25%의 誤差範圍內에서 그 成長現象을 完全히 나타내며 最大誤差幅은 10.27%였다. 成長量은 第1齡 幼虫의 $3,596\mu$ 에서 成虫의 $22,091\mu$ 로 6.143배가 增加되었다. 各

Table 1. Analysis of growth of length

I	M±SD	GQ	QR	E	ER	GR	SGR	GP
	μ	μ	times	μ	%	μ/t	%	μ/t^2
0	3,673± 256	3,596	1.000	77	2.14	829	23.05	
1	4,748± 197	4,999	1.390 1.390	-251	-5.02	1,977	39.54	
2	7,947± 754	7,550	2.099 1.510*	397	5.25	3,125	41.39	
3	10,837±1,299	11,249	3.128 1.489	-412	-3.66	4,273	37.98	1,148
4	16,402±1,658	16,096	4.476 1.430	306	1.90	5,421	33.67	
5	22,018± 880	22,091	6.143 1.372#	-73	-0.33	6,569	29.73	

I, t: Instar (0: 1st instar, 5: adult)
 M : Mean
 SD: Standard deviation
 GQ: Growth quantity
 QR: Ratio of GR
 E : Error

ER : Relative error
 GR : Growth rate
 SGR: Specific growth rate
 GP : Growth power
 * : Maximal rate of GQ
 # : Minimal rate of GQ

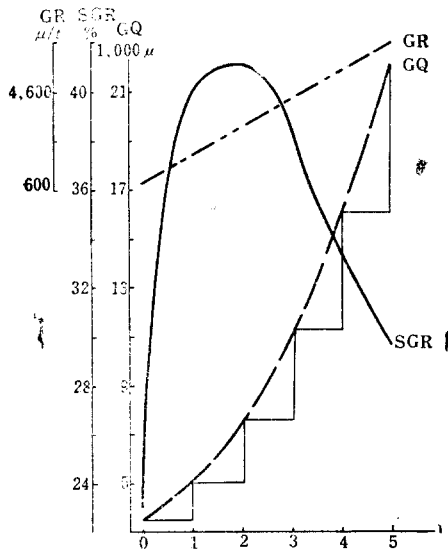


Fig. 1. Body length. (Abbreviations are the same as in Table 1)

齡別 成長比는 第2齡 幼虫이 1.510배로 가장 크고, 第5齡 幼虫이 1.372배로서 가장 적은 値를 보인다. 成長率은 第1齡 幼虫의 $829\mu/t$ 에서 成虫의 $6,569\mu/t$ 로 增加되었다. 그러나 比成長率은 第1齡 幼虫의 23.05%에서 第3齡 幼虫의 41.39%로 增加되다가 그후 成虫에 이르면서 29.73%로 다시 減小되었다. 成長力은 $1,148\mu/t^2$ 이다(Table 1, Fig. 1).

(2) 前胸背板의 幅 : 成長式은 $y = 870 + 330t + 206t^2$ 으로서 凹曲線으로 表示된다. 上記 成長式은 16.09%의 誤差範圍內에서 그 成長現象을 完全히 나타내며 最大誤差幅은 24.76%였다. 成長量은 第1齡 幼虫의 870μ 에서 成虫의 $7,670\mu$ 으로 8.816배가 增加되었다. 各 齡別 成長比는 第2齡 幼虫이 1.674배로 가장 크고 第5齡 幼虫이 1.398배로서 가장 적은 値를 보인다. 成長率은 第1齡 幼虫의 $330\mu/t$ 에서 成虫의 $2,390\mu/t$ 로 增加되었다. 그러나 比成長率은 第1齡 幼虫의 37.93%에서 第2齡 幼虫의 52.77%로 增加되다가 그후 成虫에 이르면서 31.16%로 減小되었다. 成長力은

Table 2. Analysis of growth of width of pronotum

I	M±SD	GQ	QR		E	ER	GR	SQR	GP
	μ	μ	times		μ	%	μ/t	%	μ/t^2
0	1,010±65	870	1.000		140	16.09	330	37.93	
1	1,284±35	1,406	1.616	1.616	-122	-8.67	742	52.77	
2	2,162±130	2,354	2.705	1.674*	-192	-8.15	1,154	49.02	412
3	3,650±195	3,714	4.268	1.577	-64	-1.72	1,566	42.16	
4	6,018±423	5,486	6.305	1.477	532	9.69	1,978	36.05	
5	7,414±489	7,760	8.816	1.398 #	-256	-3.62	2,390	31.16	

(Abbreviations are the same as in Table 1.)

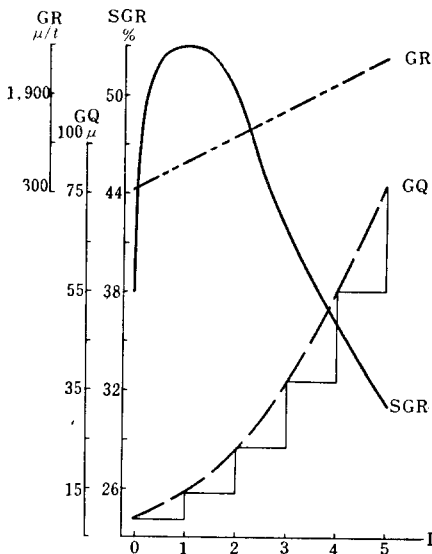


Fig. 2. Width of pronotum. (Abbreviations are the same as in Table 1.)

412 μ/t^2 이다(Table 2, Fig.2).

(3) 觸角 : 成長式은 $y=4,343+2,199t-57t^2$ 으로서 凸曲線으로 表示된다. 上記 成長式은 3.57%의 誤差範圍內에서 그 成長現象을 完全히 나타내며 最大誤差幅은 5.53%였다. 成長量은 第1齡 幼虫의 4,343 μ 에서 成虫의 13,913 μ 으로 3.203倍가 增加되었다. 各 齡別 成長比는 第1齡 幼虫이 1.493倍로 가장 크고 第5齡 幼虫이 1.137倍로서 가장 적은 値를 보인다. 成長率은 第1齡 幼虫의 2,199 μ/t 에서 成虫의 1,629 μ/t 로 減少되었다. 比成長率 亦是 第1齡 幼虫의 50.63%에서 成虫의 11.70%로 減少되었다. 成長力은 $-114\mu/t^2$ 이다(Table 3, Fig. 3).

(4) 口吻 : 成長式은 $y=1,582+645t+1t^2$ 으로서 直線으로 表示된다. 上記 成長式은 2.77%의 誤差範圍內에서 그 成長現象을 完全히 나타내며 最大誤差幅은 3.88%였다. 成長量은 第1齡 幼虫의 1,582 μ 에서 成虫의 4,832 μ 으로 3.054倍가 增加되었다. 各 齡別 成長比는 第1齡 幼虫이 1.408倍로 가장 크고 第5齡 幼虫이 1.156倍로서 가장 적은 値를 보인다. 成長率은 第1齡

Table 3. Analysis of growth of antenna

I	M±SD	GQ	QR		E	ER	GR	SGR	GP
	μ	μ	times		μ	%	μ/t	%	μ/t^2
0	4,384±118	4,343	1.000		41	0.94	2,199	50.63	
1	6,510±144	6,485	1.493	1.493*	25	0.38	2,085	32.15	
2	8,393±315	8,513	1.960	1.312	-120	-1.40	1,971	23.15	-144
3	10,222±517	10,427	2.400	1.224	-205	-1.96	1,857	17.80	
4	12,664±698	12,227	2.815	1.172	437	3.57	1,743	14.25	
5	13,695±593	13,913	3.203	1.137 #	-218	-1.56	1,629	11.70	

(Abbreviations are the same as in Table 1.)

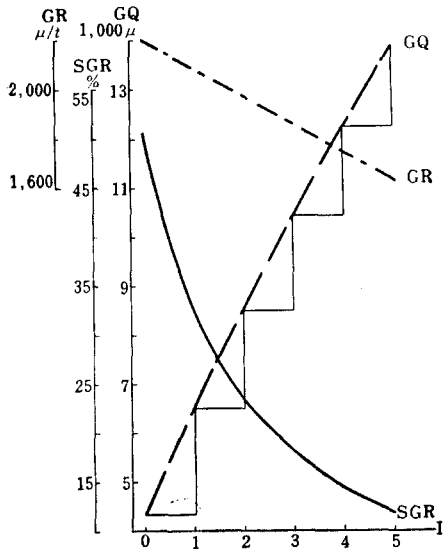


Fig. 3. Antenna. (Abbreviations are the same as in Table 1.)

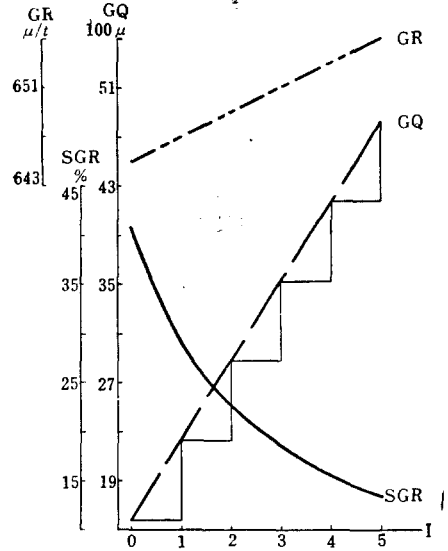


Fig. 4. Rostrum. (Abbreviations are the same as in Table 1.)

Table 4. Analysis of growth of rostrum

I	M±SD μ	GQ μ	QR times	E μ	ER %	GR μ/t	SGR %	GP μ/t ²
0	1,591 ± 64	1,582	1.000	9	0.56	645	40.77	
1	2,244 ± 47	2,228	1.408 1.408*	16	0.71	647	29.03	
2	2,844 ± 96	2,876	1.817 1.290	-32	-1.11	649	22.56	2
3	3,487 ± 76	3,526	2.228 1.226	-39	-1.10	651	18.46	
4	4,294 ± 141	4,178	2.640 1.184	116	2.77	653	15.62	
5	4,806 ± 126	4,832	3.054 1.156 #	-26	-0.53	655	13.55	

(Abbreviations are the same as in Table 1.)

幼虫의 645μ/t에서 成虫의 655μ/t로 增加되었다. 그러나 比成長率は 第1齡 幼虫의 40.77%에서 成虫의 13.55%로 減少되었다. 成長力은 2μ/t²이다(Table 4, Fig. 4).

(5) 前脚: 成長式은 $y=3,540+1,767t+69t^2$ 으로서 凹曲線으로 表示된다. 上記 成長式은 5.64%의 誤差範圍內에서 그 成長現象을 完全히 나타내며 最大 誤差幅은 8.76%였다. 成長量은 第1齡 幼虫의 3,540μ에서 成虫의 14,100μ으로 3.983배가 增加되었다. 各齡別 成長比는 第1齡 幼虫이 1.518배로 가장 크고 第5齡 幼虫이 1.203배로 가장 적은 値를 보인다. 成長

率은 第1齡 幼虫의 1,767μ/t에서 成虫의 2,457μ/t로 增加되었다. 그러나 比成長率は 第1齡 幼虫의 49.91%에서 成虫의 17.42%로 減少되었다. 成長力은 138μ/t²이다.(Table 5, Fig. 5)

(6) 中脚: 成長式은 $y=3,689+1,537t+181t^2$ 으로서 凹曲線으로 表示된다. 上記 成長式은 4.58%의 誤差範圍內에서 그 成長現象을 完全히 나타내며 最大 誤差幅은 6.74%였다. 成長量은 第1齡 幼虫의 3,689μ에서 成虫의 15,899μ으로 4.309배 增加되었다. 各齡別 成長比는 第1齡 幼虫이 1.465배로 가장 크고 第5齡 幼虫이 1.248배로 가장 적은 値를 보인다. 成長率은

Table 5. Analysis of growth of fore leg

I	M±SD	GQ	QR	E	ER	GR	SGR	GP
	μ	μ	times	μ	%	μ/t	%	μ/t^2
0	3,662± 97	3,540	1.000	122	3.44	1,767	49.91	
1	5,320± 109	5,376	1.518 1.518*	- 56	-1.04	1,905	35.43	
2	7,120± 281	7,350	2.076 1.367	-230	-3.12	2,043	27.79	138
3	9,304± 464	94,62	2.672 1.287	-158	-1.66	2,181	23.05	
4	12,373±1,164	11,712	3.308 1.237	661	5.64	2,319	19.80	
5	13,792± 592	14,100	3.983 1.203 #	-308	-2.18	2,457	17.42	

(Abbreviations are the same as in Table 1.)

Table 6. Analysis of growth of middle leg

I	M±SD	GQ	QR	E	ER	GR	SGR	GP
	μ	μ	times	μ	%	μ/t	%	μ/t^2
0	3,764±117	3,689	1.000	75	2.03	1,537	41.66	
1	5,394±115	5,407	1.465 1.465*	-13	-0.24	1,899	35.12	
2	7,346±317	7,487	2.029 1.384	-141	-1.88	2,261	30.19	362
3	9,714±500	9,929	2.691 1.326	-215	-2.16	2,623	26.41	
4	13,317±689	12,733	3.451 1.282	584	4.58	2,985	23.44	
5	15,961±794	15,899	4.309 1.248 #	-238	-1.49	3,347	21.05	

(Abbreviations are the same as in Table 1.)

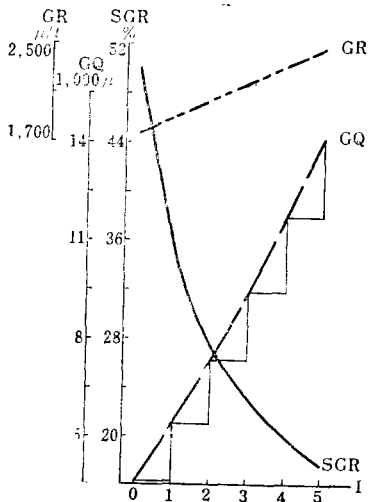


Fig. 5. Fore leg. (Abbreviations are the same as in Table 1.)

第1齡 幼虫의 1,537 μ/t 에서 成虫의 3,347 μ/t 로 增加되었다. 그러나 比成長率은 第1齡 幼虫의 41.66%에서

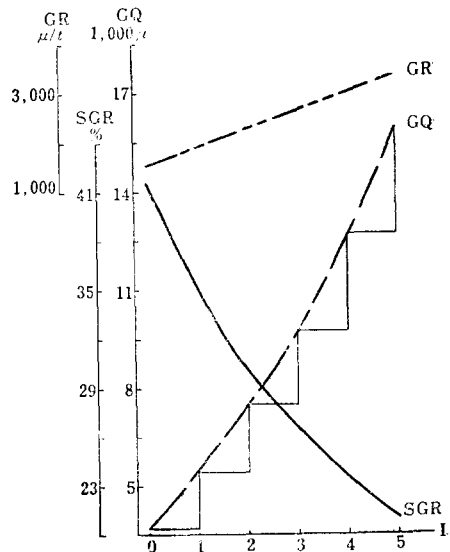


Fig. 6. Middle leg. (Abbreviations are the same as in Table 1.)

成虫의 21.05%로 減少되었다. 成長力은 362 μ/t^2 이다. (Table 6, Fig. 6)

Table 7. Analysis of growth of hind leg

I	M±SD	GQ	QR	E	ER	GR	SGR	GP
	μ	μ	times	μ	%	μ/t	%	μ/t^2
0	4,455±106	4,386	1.000	70	1.59	1,922	43.82	
1	6,530±81	6,567	1.497 1.497*	13	0.19	2,440	37.15	
2	9,112±388	9,266	2.112 1.410	-154	-1.66	2,958	31.92	518
3	12,204±580	12,483	2.846 1.347	-279	-2.23	3,476	27.84	
4	16,887±745	16,218	3.697 1.299	669	4.12	3,994	24.62	
5	20,197±874	20,471	4.667 1.262#	-274	-1.33	4,512	22.04	

(Abbreviations are the same as in Table 1.)

(7) 後脚: 成長式은 $y=4,386+1,922t+259t^2$ 으로서 凹曲線으로 表示된다. 上記 成長式은 4.12%의 誤差範圍內에서 그 成長現象을 完全히 나타내며 最大 誤差幅은 6.35%였다. 成長量은 第1齡 幼虫의 4,386 μ 에서 成虫의 20,471 μ 으로 4.667倍가 增加되었다. 各 齡別 成長比는 第1齡 幼虫이 1.497倍로 가장 크고 第5齡 幼虫이 1.262倍로서 가장 적은 値를 보인다. 成長率은 第1齡 幼虫의 1,922 μ/t 에서 成虫의 4,512 μ/t 으로 增加되었다. 그러나 比成長率은 第1齡 幼虫의 43.82%에서 成虫의 22.04%로 減小되었다. 成長力은 518 μ/t^2 이다.(Table 7, Fig. 7)

2. 成長傾度 및 相對成長

成長量의 變化를 時間의 函數로 表示하여 檢討하는 絕對成長(absolute growth)에 대하여 昆虫의 各 部分이 반드시 같은 比成長率을 가지지 않는 成長關係를 表示하는데 相對成長式(relative growth formula)을 導入하였다. 即 成長系 2個의 部分成長量을 x, y라 하면 이 2個의 特性值 사이에는 $y=bx^a$ (b, a: 定數)의 關係가 成立한다는 것이다. 이 式의 兩邊에 對數를 取하면 $\log y = \log b + a \log x$ 로서 對數誘導領域에서는 x, y가 直線的 關係에 있는 것이다.

相對成長式에서 x, y는 시간(t)의 函數이므로 t로써 微分하면 $\frac{1}{y} \cdot \frac{dy}{dt} = \alpha \cdot \frac{1}{x} \cdot \frac{dx}{dt}$ 로 되어 x와 y와의 成長率을 나타내며 이때 α 는 $\alpha = \frac{1}{y} \cdot \frac{dy}{dt} / \frac{1}{x} \cdot \frac{dx}{dt}$ 로서 x의 比成長率에 對한 y의 比成長率의 比를 나타내게 된다.

α 는 相對成長係數(coefficient of relative growth), 또는 成長比(growth ratio)라 하여 y는 x에 對하여 $\alpha > 1$ 일 때 優成長(positive allometry), $\alpha = 1$ 일 때 等成長(isometry), $\alpha < 1$ 일 때 劣成長(negative allometry), $\alpha = 0$ 일 때 成長停止(ceasing of growth), $\alpha < 0$ 일 때 負成長(actual negative growth)이라고 한다.

成長傾度(growth gradient)는 各 齡期에 있어서의 2個의 部分成長量의 比成長率의 比이며 $\frac{1}{y_i} \cdot \frac{dy_i}{dt} / \frac{1}{x_i} \cdot \frac{dx_i}{dt}$ (i=1, 2, 3, 4, 5 AD)로 表示된다. 이는 y_i 의 x_i 에 對한 potency의 높이의 程度를 나타내며 最高值를 取하는 點(齡)을 成長中心(growth center)이라 한다.

(1) 對體長 相對成長(本 研究에서의 相對成長 및 成長傾度는 部分長 y의 體長 x에 對한 關係를 말한다.) (Table 8, Figs. 8 & 9)

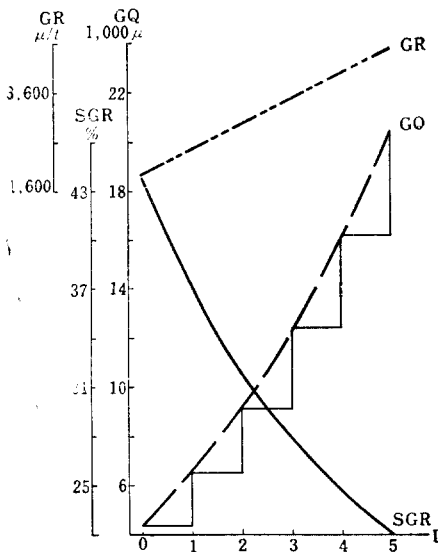


Fig. 7. Hind leg. (Abbreviations are the same as in Table 1.)

Table 8. Growth gradient, growth ratio (α) and initial growth index (b) of each part to body length.

	I	W	AT	R	F	M	H
Growth gradient	1	1.645*	2.196*	1.768*	2.165*	1.807*	1.901*
	2	1.334	0.813	0.734	0.896	0.888	0.939
	3	1.184	0.559	0.545	0.671	0.729	0.771
	4	1.110	0.468	0.486	0.606	0.695	0.733
	5	1.070	0.423	0.463	0.588	0.696	0.731
	AD	1.048	0.393	0.455	0.585	0.708	0.741
α	1.165	0.604	0.588	0.723	0.776	0.818	
b	0.147	35.099	14.127	10.657	6.957	5.872	

I : Instar (1: 1st instar, 5: 5th instar)

B : Body length

W: Width of pronotum

AT: Antenna

R : Rostrum

α : Coefficient of relative growth

F : Fore leg

M : Middle leg

H : Hind leg

AD : Adult

* : Growth center

b : Initial growth index

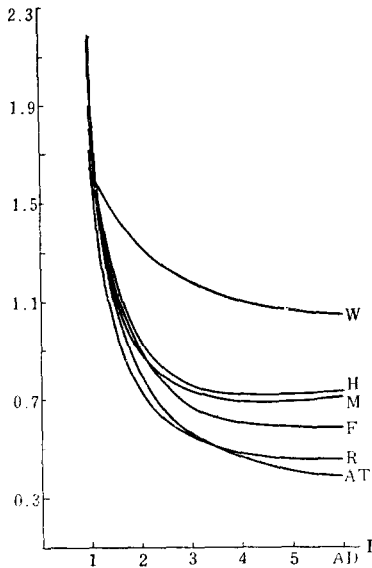


Fig. 8. Growth gradient of each part to length. (Abbreviations are the same as in Table 8.)

① 前胸背板의 幅 : 體長成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.645에서 成虫의 1.048로 漸減되었으며 成長中心은 Table 8에 *로 表示된 바와 같이 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.165$ 로서 $y=0.147x^{1.165}$ 인 相對成長式을 갖는다. 前胸背板의 幅의 比成長率은 體長の 그것에 비해 116%로서 優成長

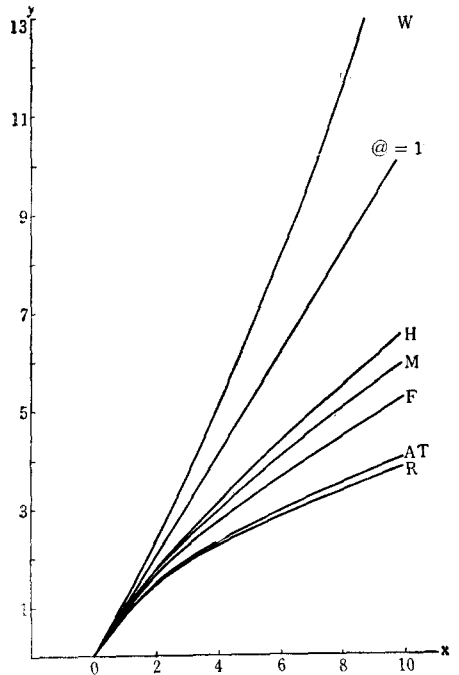


Fig. 9. Relative growth curve of each part to body length. (Abbreviations are the same as in Table 8.)

임을 보았다.

② 觸角 : 體長 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼

虫의 2.196에서 成虫의 0.393으로 漸減되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha = 0.604$ 로서 $y = 35.099x^{0.604}$ 인 相對成長式을 갖는다. 觸角의 比成長率은 體長의 그것에 비해 60%로서 劣成長임을 보였다.

③ 口吻: 體長 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.768에서 成虫의 0.455로 漸減되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha = 0.588$ 로서 $y = 14.127x^{0.588}$ 인 相對成長式을 갖는다. 口吻의 比成長率은 體長의 그것에 비해 58%로서 劣成長임을 보였다.

④ 脚前: 體長 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 2.165에서 成虫의 0.585로 漸減되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha = 0.723$ 으로서 $y = 10.657x^{0.723}$ 인 相對成長式을 갖는다. 前脚의 比成長率은 體長의 그것에 비해 72%로서 劣成長임을 보였다.

⑤ 中脚: 體長 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.807에서 第4齡 幼虫의 0.696으로 漸減되다가 그후 成虫에 이르면서 다시 0.708로 漸增되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha = 0.776$ 로서 $y = 6.957x^{0.776}$ 인 相對成長式을 갖는다. 中脚의 比成長率은 體長의 그것에 비해 77%로서 劣成長임을 보였다.

⑥ 後脚: 體長 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.901에서 第5齡 幼虫의 0.731로 漸減되다가 그후 第5齡 幼虫에 이르면서 다시 0.741로 漸增되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha = 0.818$ 로서 $y = 5.872x^{0.818}$ 인 相對成長式을 갖는다. 後脚의 比成長率은 體長의 그것에 비해 81%로서 劣成長임을 보였다.

(2) 對前胸背板의 幅·相對成長(部分長 y 의 前胸背板의 幅長 x 에 對한 關係)(Table 9, Figs. 10 & 11)

Table 9. Growth gradient, growth ratio (α) and initial growth index (b) of each part to width of pronotum

	I	B	AT	R	F	M	H
Growth gradient	1	0.607	1.334*	1.074*	1.315*	1.098*	1.155*
	2	0.749	0.609	0.550	0.671	0.665	0.703
	3	0.844	0.472	0.460	0.566	0.615	0.651
	4	0.900	0.422	0.437	0.546	0.626	0.660
	5	0.933	0.395	0.433	0.549	0.650	0.682
	AD	0.954*	0.375	0.434	0.559	0.675	0.707
α	0.851	0.514	0.500	0.617	0.661	0.697	
b	10.582	147.15	56.815	58.299	43.211	40.418	

(Abbreviations are the same as in Table 8.)

① 體長: 前胸背板의 幅의 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.607에서 成虫의 0.954로 漸減되었으며 成長中心은 Table 9에 *로 表示된 바와 같이 成虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha = 0.851$ 로서 $y = 10.582x^{0.851}$ 인 相對成長式을 갖는다. 體長의 比成長率은 前胸背板의 幅의 그것에 비해 85%로서 劣成長임을 보였다.

② 觸角: 前胸背板의 幅의 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.334에서 成虫의 0.375로 漸減되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha = 0.514$ 로서 $y = 147.15x^{0.514}$ 인 相對成長式을 갖는다. 觸角의 比成長率은 前胸背板의 幅의 그것에 비해 51%로서 劣成長임을 보였다.

③ 口吻: 前胸背板의 幅의 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.074에서 第5齡 幼虫의 0.433으로 漸減되다가 成虫에 이르러 다시 0.434로 增加되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha = 0.500$ 로서 $y = 56.815x^{0.500}$ 인 相對成長式을 갖는다. 口吻의 比成長率은 前胸背板의 幅의 그것에 비해 50%로서 劣成長임을 보였다.

④ 前脚: 前胸背板의 幅의 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.315에서 第4齡 幼虫의 0.546으로 漸減되다가 成虫에 이르면서 다시 0.559로 漸增되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha = 0.617$ 로서 $y = 58.299x^{0.617}$ 인 相對成長式을 갖

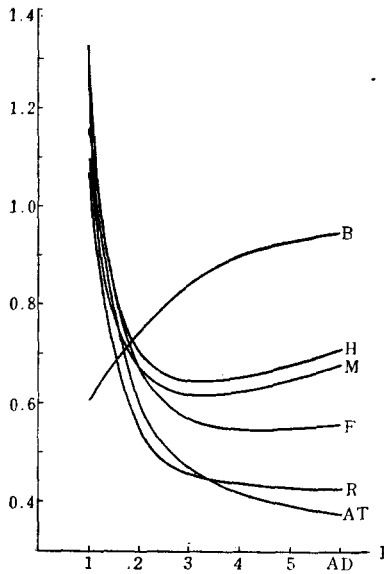


Fig. 10. Growth gradient of each part to width of pronotum. (Abbreviations are the same as in Table 8.)

는다. 前脚의 比成長率은 前胸背板의 幅의 그것에 比해 61%로서 劣成長임을 보았다.

⑤ 中脚: 前胸背板의 幅의 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.098에서 第3齡 幼虫의 0.615로 漸減되다가 그후 成虫에 이르면서 다시 0.675로 漸增되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=0.661$ 로서 $y=43.211x^{0.661}$ 인 相對成長式을 갖는다. 中脚의 比成長率은 前胸背板의 幅의 그것에 比해 66%로서 劣成長임을 보았다.

⑥ 後脚: 前胸背板의 幅의 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.155에서 第3齡 幼虫의 0.651로 漸減되다가 그후 成虫에 이르면서 다시 0.707로 漸增되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=0.697$ 로서 $y=40.418x^{0.697}$ 인 相對成長式을 갖는다. 後脚의 比成長率은 前胸背板의 幅의 그것에 比해 69%로서 劣成長임을 보았다.

(3) 對觸角 相對成長(部分長 y의 觸角長 x에 對한 關係)(Table 10, Figs. 12 & 13)

① 體長: 觸角 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.455에서 成虫의 2.541로 漸增되었으며 成長中心은 Table 10에 *로 表示된 바와 같이 成虫쪽에 있

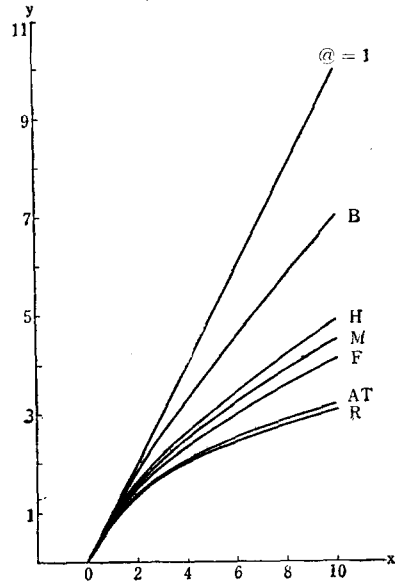


Fig. 11. Relative growth curve of each part to width of pronotum. (Abbreviations are the same as in Table 8.)

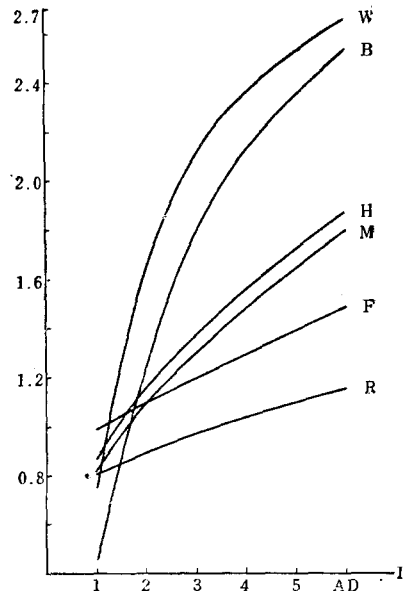


Fig. 12. Growth gradient of each part to antenna. (Abbreviations are the same as in Table 8.)

었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.579$ 로서 $y=0.018x^{1.579}$ 인 相對成長式을 갖는다. 體長의 比成長率은 觸角의

Table 10. Growth gradient, growth ratio (α) and initial growth index (b) of each part to antenna

	I	B	W	R	F	M	H
Growth gradient	1	0.455	0.749	0.805	0.985	0.822	0.865
	2	1.229	1.641	0.902	1.102	1.092	1.155
	3	1.787	2.117	0.974	1.200	1.304	1.378
	4	2.133	2.368	1.037	1.294	1.483	1.564
	5	2.362	2.529	1.096	1.389	1.644	1.727
	AD	2.541*	2.663	1.158*	1.488*	1.799*	1.883*
α	1.579	1.838	0.963	1.177	1.252	1.322	
b	0.018	0.006	0.484	0.179	0.104	0.158	

(Abbreviations are the same as in Table 8.)

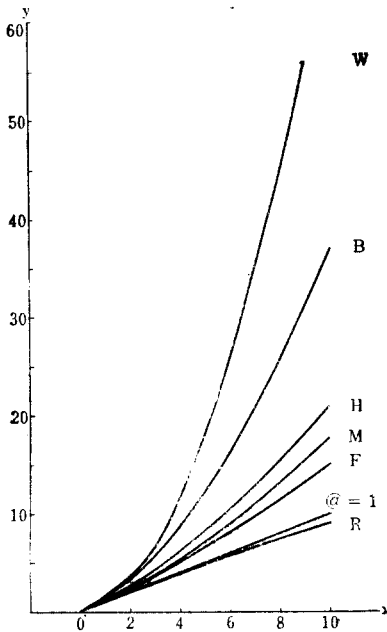


Fig. 13. Relative growth curve of each part to antenna. (Abbreviations are the same as in Table 8.)

그것에 비해 157%로서 優成長임을 보았다.

② 前胸背板의 幅: 觸角 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.749에서 成虫의 2.663으로 漸增되었으며 成長中心은 成虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.838$ 로서 $y=0.006x^{1.838}$ 인 相對成長式을 갖는다. 前胸背板의 幅의 比成長率은 觸角의 그것에 비해 183%로서 優成長임을 보았다.

③ 口吻: 觸角 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼

虫의 0.805에서 成虫의 1.158로 漸增되었으며 成長中心은 成虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=0.963$ 으로서 $y=0.484x^{0.963}$ 인 相對成長式을 갖는다. 口吻의 比成長率은 觸角의 그것에 비해 96%로서 劣成長임을 보았다.

④ 前脚: 觸角 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.985에서 成虫의 1.488로 漸增되었으며 成長中心은 成虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.177$ 로서 $y=0.179x^{1.177}$ 인 相對成長式을 갖는다. 前脚의 比成長率은 觸角의 그것에 비해 117%로서 優成長임을 보았다.

⑤ 中脚: 觸角 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.822에서 成虫의 1.799로 漸增되었으며 成長中心은 成虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.252$ 로서 $y=0.104x^{1.252}$ 인 相對成長式을 갖는다. 中脚의 比成長率은 觸角의 그것에 비해 125%로서 優成長임을 보았다.

⑥ 後脚: 觸角 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.865에서 成虫의 1.883으로 漸增되었으며 成長中心은 成虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.322$ 로서 $y=0.158x^{1.322}$ 인 相對成長式을 갖는다. 後脚의 比成長率은 觸角의 그것에 비해 132%로서 優成長임을 보았다.

(4) 對口吻 相對成長(部分長 y의 口吻長 x에 對한 關係((Table 11, Figs. 14 & 15)

① 體長: 口吻 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.565에서 成虫의 2.194로 漸增되었으며 成長中心은 Table 11에 *로 表示된 바와 같이 成虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.652$ 로서 $y=0.616x^{1.652}$ 인 相對成長式을 갖는다. 體長の 比成長率은 口吻의 그것

Table 11. Growth gradient, growth ratio (α) and initial growth index (b) of each part to rostrum

	I	B	W	AT	F	M	H
Growth gradient	1	0.565	0.930	1.241*	1.224	1.021	1.074
	2	1.362	1.817	1.107	1.220	1.209	1.279
	3	1.834	2.172	1.026	1.231	1.338	1.414
	4	2.057	2.283	0.964	1.248	1.430	1.508
	5	2.155	2.307*	0.912	1.267	1.500	1.576
	AD	2.194*	2.299	0.863	1.285*	1.553*	1.626*
α		1.652	1.924	1.035	1.224	1.304	1.377
b		0.616	0.001	2.172	0.430	0.238	0.165

(Abbreviations are the same as in Table 8.)

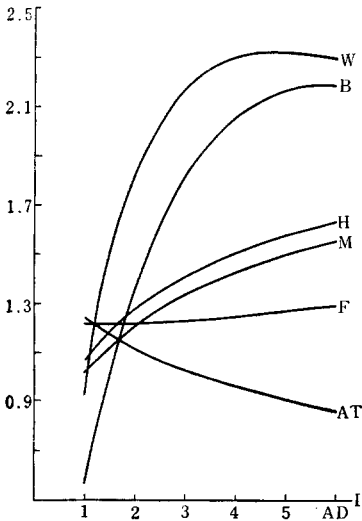


Fig. 14. Growth gradient of each part to rostrum. (Abbreviations are the same as in Table 8.)

에 비해 165%로서 優成長임을 보았다.

② 前胸背板의 幅 : 口吻 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.930에서 第5齡 幼虫의 2.307로 漸增되다가 그후 成虫에 이르러 다시 2.299로 減少되었으며 成長中心은 第5齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.924$ 로서 $y=0.001x^{1.924}$ 인 相對成長式을 갖는다. 前胸背板의 幅의 比成長率은 口吻의 그것에 비해 192%로서 優成長임을 보았다.

③ 觸角 : 口吻 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.241에서 成虫의 0.863으로 漸減되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=$

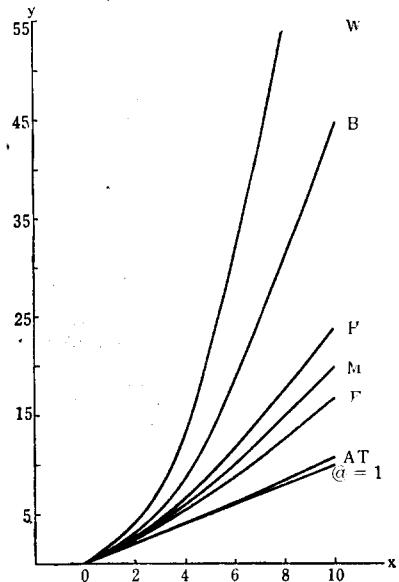


Fig. 15. Relative growth curve of each part to rostrum. (Abbreviations are the same as in Table 8.)

1.035로서 $y=2.172x^{1.035}$ 인 相對成長式을 갖는다. 觸角의 比成長率은 口吻의 그것에 비해 103%로서 優成長임을 보았다.

④ 前脚 : 口吻 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.224에서 第2齡 幼虫의 1.220으로 減少되다가 그후 成虫에 이르면서 다시 1.285로 漸增되었으며 成長中心은 成虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.224$ 로서 $y=0.430x^{1.224}$ 인 相對成長式을 갖는다. 前脚의

比成長率은 口吻의 그것에 비해 122%로서 優成長임을 보았다.

⑤ 中脚: 口吻 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.021에서 成虫의 1.553으로 漸增되었으며 成長中心은 成虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.304$ 로서 $y=0.238x^{1.304}$ 인 相對成長式을 갖는다. 中脚의 比成長率은 口吻의 그것에 비해 130%로서 優成長임을

보았다.

⑥ 後脚: 口吻 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.074에서 成虫의 1.626으로 漸增되었으며 成長中心은 成虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.377$ 로서 $y=0.165x^{1.377}$ 인 相對成長式을 갖는다. 後脚의 比成長率은 口吻의 그것에 비하여 137%로서 優成長임을 보았다.

Table 12. Growth gradient, growth ratio (α) and initial growth index (b) of each part to fore leg

	I	B	W	AT	R	M	H
Growth gradient	1	0.461	0.759	1.014*	0.816	0.834	0.877
	2	1.116	1.489	0.907	0.819*	0.991	1.048
	3	1.489	1.763	0.833	0.811	1.086	1.148
	4	1.647	1.829*	0.772	0.800	1.145	1.207
	5	1.700	1.820	0.719	0.788	1.183	1.243
	AD	1.706*	1.788	0.671	0.777	1.208*	1.265*
α	1.353	1.580	0.843	0.815	1.066	1.125	
b	0.204	0.050	4.531	2.018	0.580	0.425	

(Abbreviations are the same as in Table 8.)

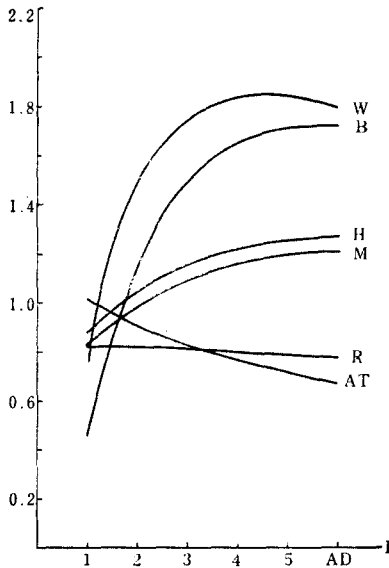


Fig. 17. Growth gradient of each part to fore leg. (Abbreviations are the same as in Table 8.)

(5) 對前脚 相對成長(部分長 y 의 前脚長 x 에 對한 關係)(Table 12, Figs. 16 & 17)

① 體長: 前脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼

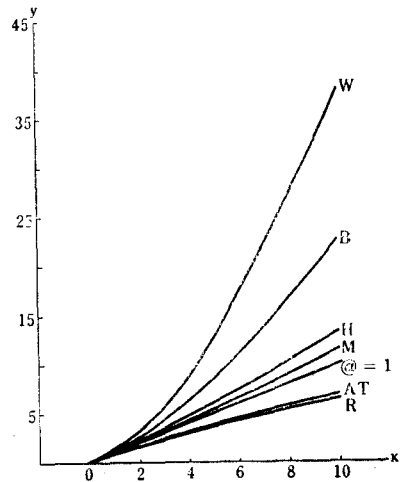


Fig. 17. Relative growth curve of each part to fore leg. (Abbreviations are the same as in Table 8.)

虫의 0.461에서 成虫의 1.706으로 漸增되었으며 成長中心은 Table 12에 *로 表示된 바와 같이 成虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.353$ 로서 $y=0.204x^{1.353}$ 인 相對成長式을 갖는다. 體長の 比成長率은 前脚

의 그것에 비해 135%로서 優成長임을 보였다.

② 前胸背板의 幅: 前脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.759에서 第4齡 幼虫의 1.829로 漸增되다가 그후 成虫에 이르면서 다시 1.788로 漸減되었으며 成長中心은 第4齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.580$ 으로서 $y=0.050x^{1.580}$ 인 相對成長式을 갖는다. 前胸背板의 幅의 比成長率은 前脚의 그것에 비해 158%로서 優成長임을 보였다.

③ 觸角: 前脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.014에서 成虫의 0.671로 漸減되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=0.843$ 으로서 $y=4.531x^{0.843}$ 인 相對成長式을 갖는다. 觸角의 比成長率은 前脚의 그것에 비해 84%로서 劣成長임을 보였다.

④ 口吻: 前脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.816에서 第2齡 幼虫의 0.819로 增加되다가 그후 成虫에 이르면서 다시 0.777로 漸減되었으며 成長中心은 第2齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=$

0.815로서 $y=2.018y^{0.815}$ 인 相對成長式을 갖는다. 口吻의 比成長率은 前脚의 그것에 비해 81%로서 劣成長임을 보였다.

⑤ 中脚: 前脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.834에서 成虫의 1.208로 漸增되었으며 成長中心은 成虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.066$ 으로서 $y=0.580x^{1.066}$ 인 相對成長式을 갖는다. 中脚의 比成長率은 前脚의 그것에 비해 106%로서 優成長임을 보였다.

⑥ 後脚: 前脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.877에서 成虫의 1.265로 漸增되었으며 成長中心은 成虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.125$ 로서 $y=0.425x^{1.125}$ 인 相對成長式을 갖는다. 後脚의 比成長率은 前脚의 그것에 비해 112%로서 優成長임을 보였다.

(6) 對中脚 相對成長(部分長 y 의 中脚長 x 에 對한 關係)(Table 13, Figs. 18 & 19)

Table 13. Growth gradient, growth ratio (α) and initial growth index (b) of each part to middle leg

	I	B	W	AT	R	F	H
Growth gradient	1	0.553	0.910	1.215*	0.978*	1.198*	1.051
	2	1.125	1.502	0.915	0.826	1.008	1.0578*
	3	1.370	1.623*	0.766	0.747	0.920	1.0573
	4	1.438*	1.596	0.673	0.698	0.872	1.054
	5	1.436	1.537	0.607	0.666	0.844	1.050
	AD	1.412	1.480	0.555	0.643	0.827	1.047
	α	1.273	1.486	0.787	0.762	0.935	1.055
b	0.107	0.023	7.212	3.116	1.693	0.755	

(Abbreviations are the same as in Table 8.)

① 體長: 中脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.553에서 第4齡 幼虫의 1.438로 漸增되다가 그후 成虫에 이르면서 다시 1.412로 漸減되었으며 成長中心은 Table 13에 *로 表示된 바와 같이 第4齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.273$ 으로서 $y=0.107x^{1.273}$ 인 相對成長式을 갖는다. 體長の 比成長率은 中脚의 그것에 비해 127%로서 優成長임을 보였다.

② 前胸背板의 幅: 中脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.910에서 第3齡 幼虫의 1.623으로 漸增되다가 그후 成虫에 이르면서 다시 1.480으로 漸減되었으며 成長中心은 第3齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=1.486$ 으로서 $y=0.023x^{1.486}$ 인 相對成長式

을 갖는다. 前胸背板의 幅의 比成長率은 中脚의 그것에 비해 148%로서 優成長임을 보였다.

③ 觸角: 中脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.215에서 成虫의 0.555로 漸減되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=0.787$ 로서 $y=7.212x^{0.787}$ 인 相對成長式을 갖는다. 觸角의 比成長率은 中脚의 그것에 비해 78%로서 劣成長임을 보였다.

④ 口吻: 中脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.978에서 成虫의 0.643으로 漸減되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=0.762$ 로서 $y=3.116x^{0.762}$ 인 相對成長式을 갖는다.

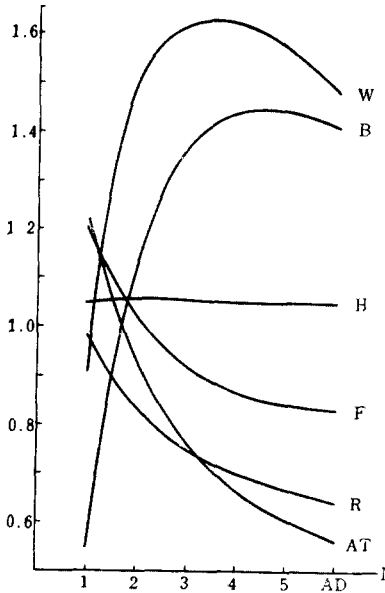


Fig. 18. Growth gradient of each part to middle leg. (Abbreviations are the same as in Table 8.)

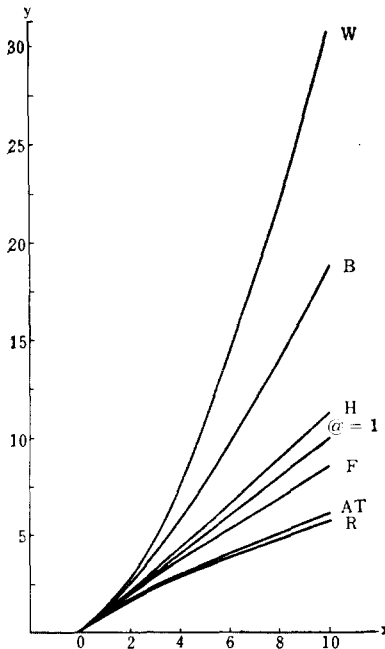


Fig. 19. Relative growth curve of each part to middle leg. (Abbreviations are the same as in Table 8.)

口吻의 比成長率은 中脚의 그것에 비해 76%로서 劣成長임을 보았다.

⑤ 前脚 : 中脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.198에서 成虫의 0.827로 漸減되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha = 0.935$ 로서 $y = 1.693x^{0.935}$ 인 相對成長式을 갖는다. 前脚의 比成長率은 中脚의 그것에 비해 93%로서 劣成長임을 보았다.

⑥ 後脚 : 中脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.051에서 第2齡 幼虫의 1.0578로 增加되다가 그 후 成虫에 이르면서 다시 1.047로 漸減되었으며 成長中心은 第2齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha = 1.055$ 로서 $y = 0.755x^{1.055}$ 인 相對成長式을 갖는다. 後脚의 比成長率은 中脚의 그것에 비해 105%로서 優成長임을 보았다.

(7) 對後脚 相對成長(部分長 y 의 後脚長 x 에 對한 關係)(Table 14, Figs. 20 & 21)

① 體長 : 後脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.526에서 第5齡 幼虫의 1.367로 漸增되다가 그 후 成虫에 이르면서 다시 1.348로 減少되었으며 成長中心은 Table 14에 *로 表示된 바와 같이 第5齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha = 1.206$ 으로서 $y = 0.131x^{1.206}$ 인 相對成長式을 갖는다. 體長の 比成長率은 後脚의 그것에 비해 120%로서 優成長임을 보았다.

② 前胸背板의 幅 : 後脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.865에서 第3齡 幼虫의 1.535로 漸增되다가 그 후 成虫에 이르면서 다시 1.413으로 漸減되었으며 成長中心은 第3齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha = 1.407$ 로서 $y = 0.015x^{1.407}$ 인 相對成長式을 갖는다. 前胸背板의 幅의 比成長率은 後脚의 그것에 비해 140%로서 優成長임을 보았다.

③ 觸角 : 後脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.155에서 成虫의 0.530으로 漸減되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha = 0.746$ 로서 $y = 8.847x^{0.746}$ 인 相對成長式을 갖는다. 觸角의 比成長率은 後脚의 그것에 비해 74%로서 劣成長임을 보았다.

④ 口吻 : 後脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.930에서 成虫의 0.614로 漸減되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha = 0.722$ 로서 $y = 3.803x^{0.722}$ 인 相對成長式을 갖는다. 口吻의 比成長率은 後脚의 그것에 비해 72%로서 劣成長임을 보았다.

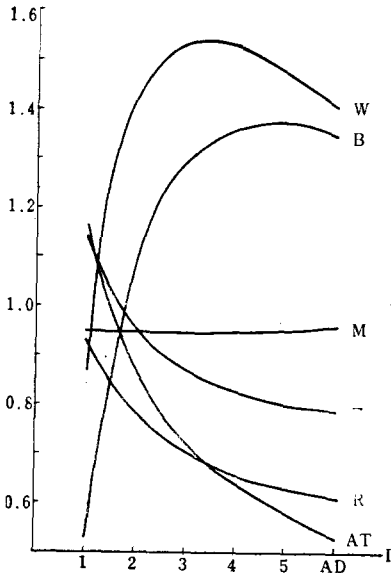


Fig. 20. Growth gradient of each part to hind leg. (Abbreviations are the same as in Table 8.)

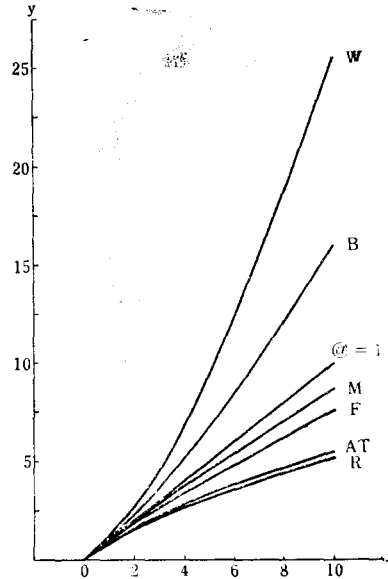


Fig. 21. Relative growth curve of each part to hind leg. (Abbreviations are the same as in Table 8.)

Table 14. Growth gradient, growth ratio (α) and initial growth index (b) of each part to hind leg

	I	B	W	AT	R	F	M
Growth gradient	1	0.526	0.865	1.155*	0.930*	1.134*	0.950
	2	1.064	1.420	0.865	0.781	0.953	0.9453
	3	1.296	1.535*	0.725	0.706	0.870	0.9458
	4	1.364	1.514	0.639	0.663	0.827	0.948
	5	1.367*	1.464	0.578	0.634	0.804	0.952
	AD	1.348	1.413	0.530	0.614	0.790	0.955*
α		1.206	1.407	0.746	0.722	0.886	0.947
b		0.131	0.015	8.847	3.803	2.168	1.303

(Abbreviations are the same as in Table 8.)

⑤ 前脚: 後脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 1.133에서 成虫의 0.790으로 漸減되었으며 成長中心은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=0.886$ 으로서 $y=2.168x^{0.886}$ 인 相對成長式을 갖는다. 前脚의 比成長率은 後脚의 그것에 비해 88%로서 劣成長임을 보았다.

⑥ 中脚: 後脚 成長에 對하여 成長傾度는 第1齡 幼虫의 0.950에서 第2齡 幼虫의 0.9453으로 減少되다가 그후 成虫에 이르면서 다시 0.955로 漸增되었으며 成

長中心은 成虫쪽에 있었다. 그 相對成長係數 $\alpha=0.947$ 로서 $y=1.303x^{0.947}$ 인 相對成長式을 갖는다. 中脚의 比成長率은 後脚의 그것에 비해 94%로서 劣成長임을 보았다.

考 察

個體發生은 初期의 激甚한 分化에 따른 成長을 통하여 形態 形成이 이루어지며 한 個體로서의 綜合代謝系의

反應 結果이며 그 種 그 個體에 따른 定則的 進行 變化는 곧 그 種 그 個體의 特有한 遺傳子의 發見過程으로 나타난다. 이러한 代謝系의 綜合的 表現은 時間의 函數로서의 成長量으로 나타난다. 따라서 成長量과 時間과의 關係를 나타내는 曲線이 成長曲線이며 이를 定式化한 것이 成長式이라 할 수 있다.

그러나 成長은 單純系의 物理的 力動現象이나 化學 反應과는 다르며 單調函數 關係가 生體過程에 適用될 수는 없을 것이다.

한편 昆蟲에서의 成長을 論할 때는 거듭되는 脫皮와 變態를 無視할 수 없으나 여기서는 外的 形態의 成長만을 다루기로 하였다. 脫皮와 變態를 통한 이 特異한 成長은 段階函數(step function)로 表現되어질 것이나 여기서는 各 齡虫期를 一定 時間의 成長點으로 하여 그 傾向線(trend line)을 二次方程式으로 나타내었다.

著者들은 장수허리노린재(*Anoplocnemis dallasi* Kiritschenko)의 第1齡 幼虫부터 成虫에 이르기까지 體長, 前胸背板의 幅, 觸角, 口吻, 前脚, 中脚, 後脚의 長이의 成長을 分析 觀察하여 얻은 成績에서 成長比(Fig. 22)는 前胸背板의 幅이 8.816倍로서 가장 크고 다음이 體長 6.143倍, 後脚 4.667倍, 中脚 4.309倍, 前脚 3.983倍, 觸角 3.203倍, 口吻 3.054倍의 順序值를 보였다.

그리고 各 齡別 成長比(Fig. 23)는 體長에서 第2齡 幼虫의 1.510倍가 가장 크고, 第3齡 幼虫 1.489倍, 第4齡 幼虫 1.430倍, 第1齡 幼虫 1.390倍, 第5齡 幼虫 1.372倍의 順序值를 보였다. 前胸背板의 幅에서는 第2齡 幼虫의 1.674倍가 가장 크고, 第1齡 幼虫 1.616倍, 第3齡 幼虫 1.577倍, 第4齡 幼虫 1.477倍, 第5齡 幼虫 1.398倍의 順序值를 보였다. 觸角에서는 第1齡 幼虫 1.490倍, 第2齡 幼虫 1.312倍, 第3齡 幼虫 1.234倍, 第4齡 幼虫 1.172倍, 第5齡 幼虫 1.137倍의 順序值를 보여준다. 口吻에서는 第1齡 幼虫 1.408倍, 第2齡 幼虫 1.290倍, 第3齡 幼虫 1.226倍, 第4齡 幼虫 1.184倍, 第5齡 幼虫 1.156의 順序值를 보였다. 前脚에서는 第1齡 幼虫 1.518倍, 第2齡 幼虫 1.367倍, 第3齡 幼虫 1.287倍, 第4齡 幼虫 1.237倍, 第5齡 幼虫 1.203倍의 順序值를 보였다. 中脚에서는 第1齡 幼虫 1.465倍, 第2齡 幼虫 1.384倍, 第3齡 幼虫 1.326倍, 第4齡 幼虫 1.282倍, 第5齡 幼虫 1.248倍의 順序值를 보였다. 後脚은 第1齡 幼虫 1.497倍, 第2齡 幼虫 1.410倍, 第3齡 幼虫 1.347倍, 第4齡 幼虫 1.299倍, 第5齡 幼虫 1.262倍의 順序值를 보여준다. 體自體 即 體長

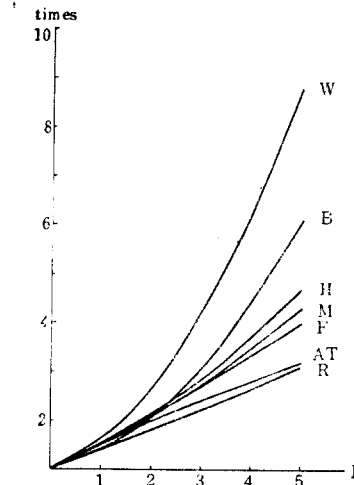


Fig. 22. Ratio of growth quantity of each part. (Abbreviation are the same as in Table 1.)

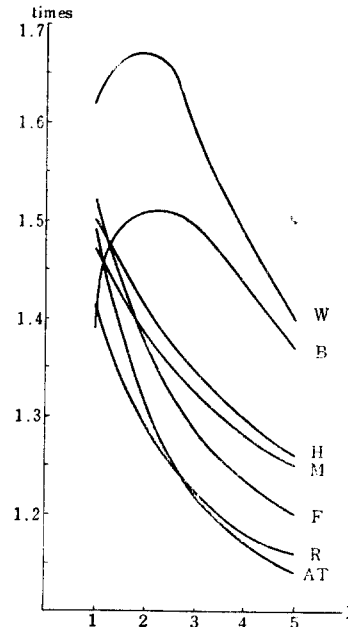


Fig. 23. Ratio of growth quantity for each instar. (Abbreviations are the same as in Table 1.)

과 前胸背板의 幅은 第2齡 幼虫쪽에 가장 큰 成長比를 가지며 가장 적은 成長比는 第5齡 幼虫쪽인 反面 附屬肢 即 觸角, 口吻, 前脚, 中脚, 後脚은 第1齡 幼虫쪽

에 가장 큰 成長比를 가지며 가장 적은 成長比는 역시 第5齡 幼虫쪽이어서 恒常 가장 큰 成長比는 若齡 幼虫 쪽이며 가장 적은 成長比는 老齡 幼虫쪽이 갖는다.

成長率(Fig. 24)은 觸角의 그것이 減少되었으며 그 외는 모두 增加되었고 體長이 가장 急한 上昇值를 보이며 後脚, 前胸背板의 幅, 中脚, 前脚, 口吻의 順으로 緩慢해졌다.

比成長率(Fig. 25)은 體長과 前胸背板의 幅이 上昇되다가 減少하였으며 그 외는 모두 減少하였고 觸角이 가장 急激하였으며 前脚, 口吻, 後脚, 中脚의 順으로 緩慢해졌다.

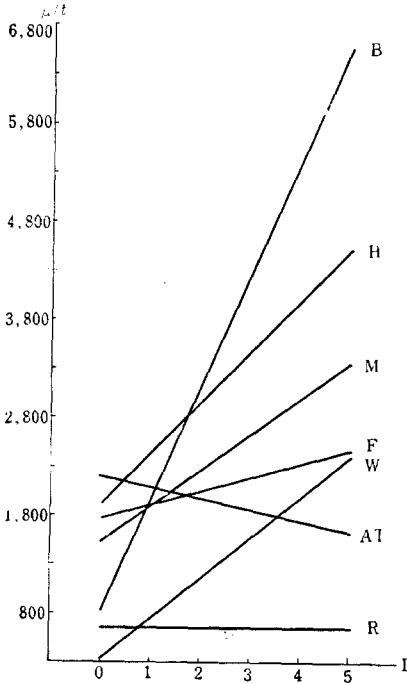


Fig. 24. Growth rate of each part.(Abbreviations are the same as in Table 1.)

그러나 成長에 있어서 個體의 여러 部位間에는 比成長率에 差異가 있을 수 있으며, 이 相對成長에 對하여는 Tonapi and Raja Rao(1961, 1966)와 Matsuda (1963)의 노린재에 對한 研究가 있다. 相對成長係數 α 가 增加할 때 相對成長 初量b가 減少하며 그 逆도 成立하고 一定部位의 어떤 部位에 對한 α 는 他 部位의 各 部位에 對한 α 와 同一한 樣式(a parallel fashion)을 나타낸다는 것은 Tonapi and Raja Rao(1966)가

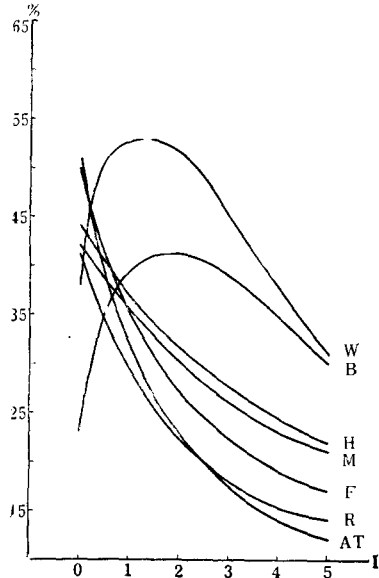


Fig. 25. Specific growth rate of each part. (Abbreviations are the same as in Table 1.)

報告한 바와 같은 事實이다.

또 第1齡 幼虫부터 成虫에 이르기까지 體長, 前胸背板의 幅, 觸角, 口吻, 前脚, 中脚, 後脚의 7部位의 各 各에 對한 相對成長(Table 15)을 比較한 바 對體長 相對成長에서 前胸背板의 幅이 相對成長係數 $\alpha=1.165$ 로서 優成長이나 그 외는 모두 劣成長으로 後脚 0.818이 比較的 크고, 中脚 0.776, 前脚 0.723, 觸角 0.604, 口吻의 0.588의 順이었다. 또 對前胸背板의 幅의 相對成長에서는 모두 劣成長이었고 體長의 相對成長係數가

Table 5. Allometry

of	to	B	W	AT	R	F	M	H
B		-	+	+	+	+	+	+
W		+		+	+	+	+	+
AT		-	-		+	-	-	-
R		-	-	-		-	-	-
F		-	-	+	+		-	-
M		-	-	+	+	+		-
H		-	-	+	+	+	+	

+ : Positive allometry, - : Negative allometry. (Abbreviations are the same as in Table 8.)

$\alpha=0.851$ 로서 가장 크고, 後脚 0.697, 中脚 0.661, 前脚 0.617, 觸角 0.514, 口吻 0.500의 順이었다. 對觸角 相對成長에서는 口吻의 相對成長係數가 $\alpha=0.963$ 으로 劣成長이었고 그 외는 모두 優成長으로서 前胸背板의 幅의 1.838이 가장 크고 다음에 體長 1.579, 後脚 1.322, 中脚 1.252, 前脚 1.177의 順이었다. 對口吻 相對成長에서는 모두 優成長이었고 前胸背板의 幅의 相對成長係數가 $\alpha=1.924$ 로 가장 크고, 體長 1.652, 後脚 1.377, 中脚 1.304, 前脚 1.224, 觸角 1.035의 順이었다. 對前脚 相對成長에서 前胸背板의 幅의 相對成長係數가 $\alpha=1.580$ 으로서 가장 크며 體長 1.353, 後脚 1.125, 中脚 1.066의 順으로 優成長이었고, 觸角과 口吻이 劣成長으로 相對成長係數는 各各 $\alpha=0.843$ 과 $\alpha=0.815$ 이었다. 對中脚 相對成長에서는 前胸背板의 幅의 相對成長係數가 $\alpha=1.486$ 으로 가장 크고 體長 1.273, 後脚 1.055가 優成長이었고, 前脚 0.935, 觸角 0.787, 口吻이 0.762로 劣成長이었다. 對後脚 相對成長에서는 前胸背板의 幅의 相對成長係數가 $\alpha=1.407$ 로서 가장 크고 體長의 1.206이 優成長이었고, 中脚 0.947, 前脚 0.886, 觸角 0.746, 口吻이 0.722로서 劣成長이었다.

또 相對成長 初量을 보면 對體長 相對成長에서 觸角의 35.099가 가장 크고, 口吻, 前脚, 中脚, 後脚, 前胸背板의 幅의 順으로 적어졌다. 對前胸背板의 幅의 相對成長에서 觸角의 147.15가 가장 크고, 前脚, 口吻, 中脚, 後脚, 體長의 順으로 적어졌다. 對觸角 相對成長에서 口吻의 0.484가 가장 크고, 前脚, 後脚, 中脚, 體長, 前胸背板의 幅의 順으로 적어졌다. 對口吻 相對成長에서 觸角의 2.172가 가장 크고, 體長·前脚, 中脚, 後脚, 前胸背板의 幅의 順으로 적어졌다. 對前脚 相對成長에서 觸角의 4.531이 가장 크고 口吻, 中脚, 後脚, 體長, 前胸背板의 幅의 順으로 적어졌다. 對中脚 相對成長에서는 觸角의 7.212가 가장 크고 口吻, 前脚, 後脚, 體長, 前胸背板의 幅의 順으로 적어졌다. 對後脚 相對成長에서는 觸角의 8.847이 가장 크고 口吻, 前脚, 中脚, 體長, 前胸背板의 幅의 順으로 적어졌다.

다음 各 齡虫別 始點에 있어서 各 體量에 對한 各部分의 比成長率의 比 即 成長傾度(Table 16)를 解析하여 보면 對體長 成長傾度에서는 모두 成長中心이 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 對前胸背板의 幅 成長傾度에서는 成長中心이 體長은 成虫쪽에 있었고, 그 외는 모두 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 對觸角 成長傾度에서는 모두가

成虫쪽에 成長中心이 있었다. 對口吻 成長傾度에서는 前胸背板의 幅이 第5齡 幼虫쪽에, 觸角이 第1齡 幼虫쪽에 成長中心이 있었고, 그 외는 모두 成虫쪽에 있었

Table 16. Growth center

of	to	B	W	AT	R	F	M	H
B			+	+	+	+	*	++
W		-		+	++	*	#	#
AT		--	-		-	-	-	-
R		-	-	+		=	-	-
F		-	-	+	+		-	-
M		-	-	+	+	+		+
H		-	-	+	+	+	=	

- : 1st instar, = : 2nd instar
 # : 3rd instar, * : 4th instar
 ++ : 5th instar, + : Adult

(Abbreviations are the same as in Table 8.)

다. 對前脚 成長傾度에서는 成長中心이 體長, 中脚, 後脚은 成虫쪽에 있었고, 前胸背板의 幅이 第4齡 幼虫쪽에 있으며, 口吻이 第2齡 幼虫쪽에, 觸角은 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 對中脚 成長傾度에서는 成長中心이 體長은 第4齡 幼虫쪽에 있었고, 前胸背板의 幅이 第3齡 幼虫쪽에 있었으며, 後脚이 第2齡 幼虫쪽에 있었고, 觸角, 口吻, 前脚이 第1齡 幼虫쪽에 있었다. 對後脚 成長傾度에서는 成長中心이 中脚은 成虫쪽, 體長은 第5齡 幼虫쪽, 前胸背板의 幅이 第3齡 幼虫쪽, 觸角, 口吻, 前脚은 第1齡 幼虫쪽에 있었다.

摘 要

장수허리노린재(*Anoplocnemis dallasi* Kiritschenko)의 第1齡 幼虫(50個體)부터 成虫까지(各 70個體씩)에서 얻은 實測值를 定式化하여 成長 및 相對成長을 分析 觀察한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

- ① 成長量 : 口吻이 가장 緩慢한 直線狀 增加를 하고 그 외는 모두 急激한 拋物線狀 增加를 나타내며 體長, 後脚, 中脚, 前脚, 觸角, 前胸背板의 幅, 口吻의 順으로 體長이 가장 急激하게 增加한다.
- ② 成長比 : 口吻의 增加率 3.054배가 가장 적으며 直線狀 增加를 나타내고 그 외는 모두 拋物線狀 增加를 보이며 前胸背板의 幅의 增加率 8.816배가 가장 크다.
- ③ 各 齡別 成長比 : 가장 큰 成長比는 若齡 幼虫쪽에 있으며 가장

적은 成長比는 老齡 幼虫쪽에 있다. ④ 成長率: 觸角의 그것이 減少되었으며 그 외는 모두 增加되었다. ⑤ 比成長率: 觸角이 가장 急하게 減少되었으며 前脚, 口吻, 後脚, 中脚의 順으로 緩慢해졌고 前胸背板의 幅과 體長은 上昇되다가 減少되었다. ⑥ 相對成長係數(α)는 위의 모든 部位에 對해서 前胸背板의 幅의 그것이 항상 가장 강한 優成長이었고 口吻은 가장 弱한 劣成長이었다. ⑦ 對 體長, 對前胸背板의 幅, 對觸角, 對口吻, 對前脚, 對中脚, 對後脚 相對成長에서 各部分의 相對成長係數(α)는 同一한 樣式(順序)을 나타낸다. ⑧ 相對成長係數 α 가 增加하던 相對成長 初量 b 가 減少하는 傾向을 나타내며 그 逆도 成立한다. ⑨ 劣成長일 境遇는 成長中心이 若齡期에 있고 優成長일 境遇는 老齡期에 있다.

參考文獻

- Huxley, J.S. und Teissier, G., 1937. Zur Terminologie des relativen Grössenwachstums. *Anat. Bericht* 35 (4) : 6.
- Ishikawa, A., 1938. Die quantitative Forschung über das Wachstum der Orbita des Japaners in der letzten Hälfte des Fetallebens. *Kaibogaku Zassi* 13 (2) : 277.
- Matsuda, R., 1963. A study of relative growth of leg and antennal segments in two species of *Orthotylus* (Heteroptera: Miridae). *Proc. R. Ent. Soc. Lond. (A)* 38 : 86-89.
- Tonapi, G.T. and B. Raja Rao, 1961. On the growth of antennae of *Gerris Fluviatorum* F. (Hem., Gerrididae). *Curr. Sci.* 30 : 226-228.
- _____, 1966. A study of growth in *Limnometra Fluviatorum* (F.) (Hemiptera-Heteroptera). *Proc. Second All-Ind. Cong. Zool., Varanasi* (1962). 429-437.
- Zimmerman, A. A., 1934. The changes in position of the eye-ball during fetal life. *Anat. Rec.* 59 : 186.

Huxley, J.S. und Teissier, G., 1937. Zur Termino-