

## 韓國産 불개미의 多型現象에 關하여

金 昌 洙

慶 尙 大 學

### On the Polymorphism in a Polydomous Red Wood Ants, *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel in Korea.

Chang Hyo Kim

Gyeongsang University, Jinju, Korea

#### ABSTRACT

In this paper have been examined the relation of task performance to body size, the variation of venation of males, sex ratio, breeding by forms of worker's pupae and structure by forms of workers's colony to nest size in polymorphism of polydomous red wood ant, *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel in Korea.

1. The workers are classified into three forms, in which small form mainly performs itself the task of nursing in the nest and the visit to aphid from the outside of the nest, medium and large form mainly do not only the stinct of prey carrying from the outside of the nest and nest structure, but the task of protecting colony of outside. But the small forms visiting to aphid is not always fixed but seems to be changed with season.
2. The variation forms of venation of males are fourteen, generally, they have various variations of the discoidal.
3. Generally, sex ratio of *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel is the same proportion, but it seems that there are some difference according to its characteristic of colony in each nest and polydomous colony structure in its habitat.
4. In summer season the medium form makes a colony in high proportion without any relations with the size of nest but. during hibernation, small form consists in small nest, medium in medium nest and large in large nest. And so the structure of worker's colony by forms according to their nest size seems to be changed with season.

#### 緒 論

개미類는 왕개미, 솥개미 및 일개미 등의 多型現象으로 階級이 分化되어 솥개미는 勞動의 任務를 遂行한다 것이 알려져 있으며 어떤 種은 일개미의 몸의 크기

에 따라 다시 勞動의 任務가 細分되어 있다는 報告도 있다. 그러나 多型現象에 따라 發生되는 솥개미 特有 翅雄蟻의 翅脈相의 變異와 雌雄發生의 性比 그리고 巢의 크기에 따르는 번데기의 型別發生 및 일개미集團의 型別構成등에 關한 研究는 전혀 찾아볼 수 없다.

Buckingham(1911), Ehrhardt(1931), Kill(1934), Lee(1938), Wilson(1956), Weir(1959) 및 Higashi(1974) 등에 의하면 개미類에는集團構成에 있어서 일개미의 몸의 크기에 따라 그들의 任務遂行이 各各 다르게 되어 勞動分化가 되어 있다는 報告를 한바 있다.

筆者는 松林에서 多數의 巢로서 集團을 構成하여 棲息하는 韓國產 불개미의 生態를 調査하던 중 勞動의 任務를 遂行하는 일개미들은 그들의 몸의 크기에 따라 任務遂行이 分化되어 있는 것을 觀察하였으므로 실제로 일개미의 몸의 크기를 測定하여 그의 크기에 따라 勞動의 任務가 어떻게 分化되어 있는가를 調査하는 同時에 多型現象에 따라 發生되는 솥개미 특히 有翅雄蟻의 翅脈相의 變異와 雌雄發生의 性比 그리고 巢의 크기에 따르는 일개미 번데기의 型別發生 및 일개미集團의 型別構成등에 關하여 調査하였으므로 그 結果를 이 에 報告하는 바이다.

### 調査方法

#### 1. 일개미의 크기測定 및 몸의 크기와 任務遂行과의 關係

일개미의 몸의 크기를 測定하는 方法을 Buckingham(1911)은 頭長(頭部의 前緣에서 頭頂의 頂端까지의 길이)을 Lee(1938)는 體長(大脛의 前端部에서 膨腹部末端까지의 길이)를 그리고 Higashi(1974)는 左右複眼의 外緣部사이의 最大길이(Maximal outerorbital distance)를 頭幅으로 삼아 몸의 크기로 定하여 크기에 따라 小型, 中間型 및 大型으로 區分하였다. 以上の 3가지 方法 가운데 Higashi(1974)의 方法은 Lee(1938)의 體長測定法인 大脛의 前端部에서 膨腹部末端까지의 길이를 測定할 경우 膨腹部의 生理的 條件에 따라 變動되는 誤差가 많이 나타나는 경우와는 달리 항상 固定되어 있

으므로 解剖顯微鏡으로 거의 正確하게 測定할 수 있기 때문에 Higashi(1974)의 方法에 따라 頭幅을 測定하여 그의 길이에 따라 몸의 크기를 小型(Small Worker: S, <1.0~1.25mm), 中間型(Medium Worker: M, 1.25~1.55mm) 및 大型(Large Worker: L, 1.55~1.85mm) 등의 3型으로 나누어 일개미의 몸의 크기와 任務遂行과의 關係를, 越冬巢에 있어서의 일개미의 몸의 크기 分布, 外部에서 造巢, 巢의 内部에서 卵, 幼虫, 蛹 및 왕개미의 保護, 진딧물에 訪問, 食餌運搬 및 개미運搬 등에 關하여 調査하였다.

#### 2. 有翅雄蟻의 翅脈相의 變異

有翅雄蟻는 8月中旬부터 8月下旬에 중간집(Medium nest)과 큰집(Large nest)에서 가장 많이 出現하므로 Table 2와 같이 7個地域에서 큰집 26個巢를 掘取하여 그의 翅脈相을 解剖顯微鏡으로 觀察하였다.

#### 3. 性比

왕개미 및 有翅雄蟻로 發生될 번데기가 가장 많이 出現하며 有翅女王과 有翅雄蟻의 結婚飛翔時期인 8月中旬부터 8月下旬에 Table 2와 같이 7個地域에서 큰집 26個巢를 掘取하여 그 속에 있는 無翅女王, 有翅女王, 有翅雄蟻 및 번데기등을 全數 採集한 것을 調査하였다. 但 번데기는 Table 1과 같이 크기에 따라 雌雄으로 區別할 수 있으나 解剖顯微鏡視下에서 蛹殼을 破殼하여 裸蛹의 生殖器로서 區別하였다.

#### 4. 巢의 크기에 따르는 일개미 번데기의 型別發生 및 일개미集團의 型別構成

불개미의 작은집(Small nest), 중간집(Medium nest) 및 큰집(Large nest) 등에서 일개미로 發生될 번데기와 일개미등을 採集하여 型別로 區分하고 巢의 크기에 따라 번데기의 型別發生 및 일개미集團의 型別構成을 調査하였다.

Table 1. Size of eggs, pupae, workers, queen and males.

	Outerorbital distance of workers	N	Eggs			N	Pupae		
			Mean	SD	range		Mean	SD	range
Workers	Small 1.0~1.25mm	190	0.662	0.061	0.51~0.719mm	100	5.105	0.221	4.5~5.5mm
	Medium 1.25~1.55	160	0.768	0.027	0.722~0.816	100	5.976	0.184	5.7~6.4
	Large 1.55~1.85	97	0.857	0.044	0.821~0.984	100	6.642	0.316	6.5~7.0
Queen						280	8.150	0.329	7.0~9.0
Males						245	8.830	0.444	8.0~10.1

### 結果 및 考察

#### 1. 일개미의 몸의 크기와 任務遂行과의 關係

1) 越冬巢에 있어서의 일개미의 몸의 크기 分布 (hibernating colony)

越冬巢에서 433個體를 採集하여 頭幅을 測定한 Fig. 1a와 같이 平均 1.35mm로서 小型이 31.9%, 中間型이 53.4% 그리고 大型이 14.8%이므로 主로 中間型과 小型이 越冬巢의 集團構成의 任務를 遂行한 것을 알 수 있다.

2) 外部에서의 造巢(Extranidal building)

地上巢를 構築하기 위하여 巢의 外部에서 各種 造巢 質을 運搬하는 일개미들을 408頭 採集하여 頭幅을 定한바 Fig. 1b와 같이 平均 1.403mm로서 小型이 96%, 中間型이 55.6%, 그리고 大型이 24.8%이므로 主要로 中間型과 大型이 地上巢 構築의 任務를 遂行한다는 것을 알 수 있다.

3) 巢의 内部에서 卵, 幼虫, 蛹 및 왕개미등의 保護 (nursing)

일개미들 중에는 巢의 内部에서 卵, 幼虫, 蛹 및 왕 개미들을 保護하는 同時에 築巢物을 供給하며 繁殖 分期인 5月부터 10月 사이에는 産卵된 卵의 後胚子發에 絶對的인 保護役割을 하고 때로는 卵을 産卵된 巢로부터 新巢構築의 適當한 場所에 移動하여 1時的 保溫保卵등의 任務를 遂行하는 習性을 觀察한바 있으므로 어느 蜂이 主要로 이러한 任務를 遂行하는가를 기 위하여 5月부터 10月사이에 巢의 内部에서 299 體를 採集하여 頭幅을 港定한바 Fig. 1c와 같이 平均 1.238mm로서 小型이 59.5%, 中間型이 39.1% 그리고 大型이 1.3%이므로 主要로 小型과 中間型이 위와 같은 保護任務를 遂行한다는 것을 알 수 있다.

4) 진딧물에 訪問(aphid visiting)

일개미는 自體의 液狀築巢物 攝取과 幼虫이나 왕 개미의 食餌를 供給하기 위하여 巢에서 부터 遠距離까지 移動하여 各種의 食餌를 採取하여 運搬하는데 6, 7 月에는 소나무진딧물(*Cinara pinae* Moldwiko)에 訪問하여 甘露를 採取運搬하는 習性이 있으므로 어느 蜂이 主要로 이러한 任務를 遂行하는가 알기 위하여 個體를 採集하여 頭幅을 港定한바 Fig. 1d와 같이 平均 1.23mm로서 小型이 64.9%, 中間型이 32.8% 그리고 大型이 2.2%이므로 진딧물의 甘露採取의 任務 主要로 小型과 中間型이 遂行한다는 것을 알 수 있다.

나 10月初에 다시 調査해 본바 Fig. 2와 같이 頭 平均이 1,336mm로서 6,7月的 것(Fig. 1d) 보다 작고, 小型이 34.4%로서 30.5% 減少되는 反面 中間型은 51.1%로서 18.3%, 大型은 14%로서 11.8% 인하는 것을 알 수 있는데 이러한 現象은 10月頃이 越冬前期이므로 越冬準備를 위한 食餌의 確保 또 食餌의 種類와 量의 減少로 인한 補充을 위하여 中 間型과 大型도 진딧물에 訪問하는 率이 增加하기 때문 아닌가 思料된다.

食餌運搬(preay carrying)

개미들은 巢로 부터 상당히 遠距離까지 移動하여 의 昆虫, 지렁이, 花蜜, 樹液 및 各種의 液狀物 質 食餌를 採取運搬하므로 이러한 任務를 遂行하는 일

개미 121個體를 採集하여 頭幅을 港定한바 Fig. 1e와 같이 平均 1,497mm로서 小型이 3.3% 中間型이 32.2% 그리고 大型이 64.46%이므로 主要로 大型과 中間型이 食餌運搬의 任務를 遂行한다는 것을 알 수 있다.

6) 개미 運搬(ant carrying)

일개미들이 食餌와 造巢物質을 運搬하기 위하여 巢의 外部에서 活動하는 동안 外敵의 攻撃을 받았거나

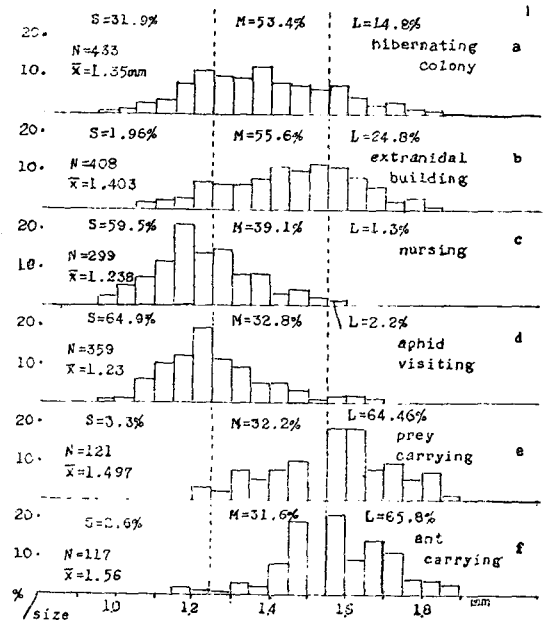


Fig. 1. Size distribution and task performance of workers of *Formica rufa tuncicola* var. *yessoensis* Forel.

S: small workers. M: medium workers. L: large workers.

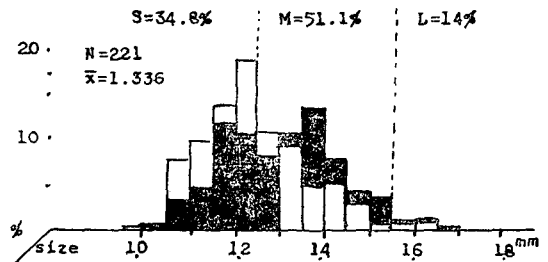


Fig. 2. Size distribution of aphids visiting workers soon before hibernation. Black block: Oct. 10, 1976. White block: size distribution in summer (Fig. 1d).

어떤 危急한 狀態에 놓여 있을 경우에는 同僚를 救하여 巢에 까지 運搬하는 習性을 觀察하였으므로 이러한 任務를 遂行하는 일개미 117 個體를 採集하여 頭幅을 測定한바 Fig. 1f와 같이 平均 1.56mm로서 小型이 2.6%, 中間型이 31.6% 그리고 大型이 65.8%이므로 主로 大型과 中間型이 同僚運搬의 任務를 遂行한다는 것을 알 수 있다.

以上の 結果로서 考察하건대 Ehrhardt(1931)가 *Myrmica ruba*, Otto(1958)가 *Formica rufa rufo-pratensis*, Dobrzanska(1959)가 *Formica Sanguinea* 그리고 Higashi(1974)가 *Formica yessoensis* 등의 研究에서 일개미는 大體로 大型은 巢의 外部에서 活動하면서 食餌運搬, 造巢 및 各種 外敵과의 競争을 통한 同種 集團의 保護를, 小型은 巢의 內部에서 卵, 幼虫, 蛹 및 왕개미들을 保護育成하는 任務를 遂行하고, 中間型은 一定한 任務가 없이 巢의 內外에서 活動하는데, 이와 같이 일개미는 몸의 크기의 차이에 의한 型에 따라 任務遂行이 반드시 固定되어 있는 것이 아니고 때로는 日適活動에 있어서 濕溫度의 差, 外敵侵入에 의한 危急狀態 및 季節的인 氣候의 變動에 따르는 食餌의 種類와 量的인 差

등 여러가지 環境要因의 變動에 따라 勞動任務의 遂行에 變動이 있는 경우도 있다고 報告한바와 같이 진도에 訪問하는 일개미가 6월부터 7월 사이에는 小型이 많았으나 越冬前期인 10月初에는 減少되는 反面에 中間型과 大型이 增加하는 것으로 보아 韓國產 불개미도 역시 일개미의 크기에 따라 勞動의 任務遂行이 分化되어 있으나 반드시 固定되어 있는 것이 아니고 季節에 따라 變動되는 경우도 있다는 것을 알 수 있다.

## 2. 有翅雄蟻의 翅脈相의 變異

7 個地域의 26 個巢에서 採集한 有翅雄蟻의 翅脈相-解剖顯微鏡으로 觀察한바 Fig. 3과 같이 14 型의 多한 變異型을 나타 내는데 大體의 中央室(Discoida)의 變異가 많음을 알 수 있다. 그리고 各 變異型의 現率이 地域的으로 差異가 있는가를 알기 위하여 統一的인 比較檢定을한바 有意性이 없었으므로 本紙에 變異型만이 提示하여 둔다. 그러나 앞으로 全國的인 多數地域을 選定하여 變異型 出現率의 地域的인 差 그리고 同一한 棲息地에 있어서의 1個巢集團構成의 別 差異 등에 關하여 계속 研究하면 集團을 構成하 社會生活을하는 불개미類의 多型現象의 研究에 더

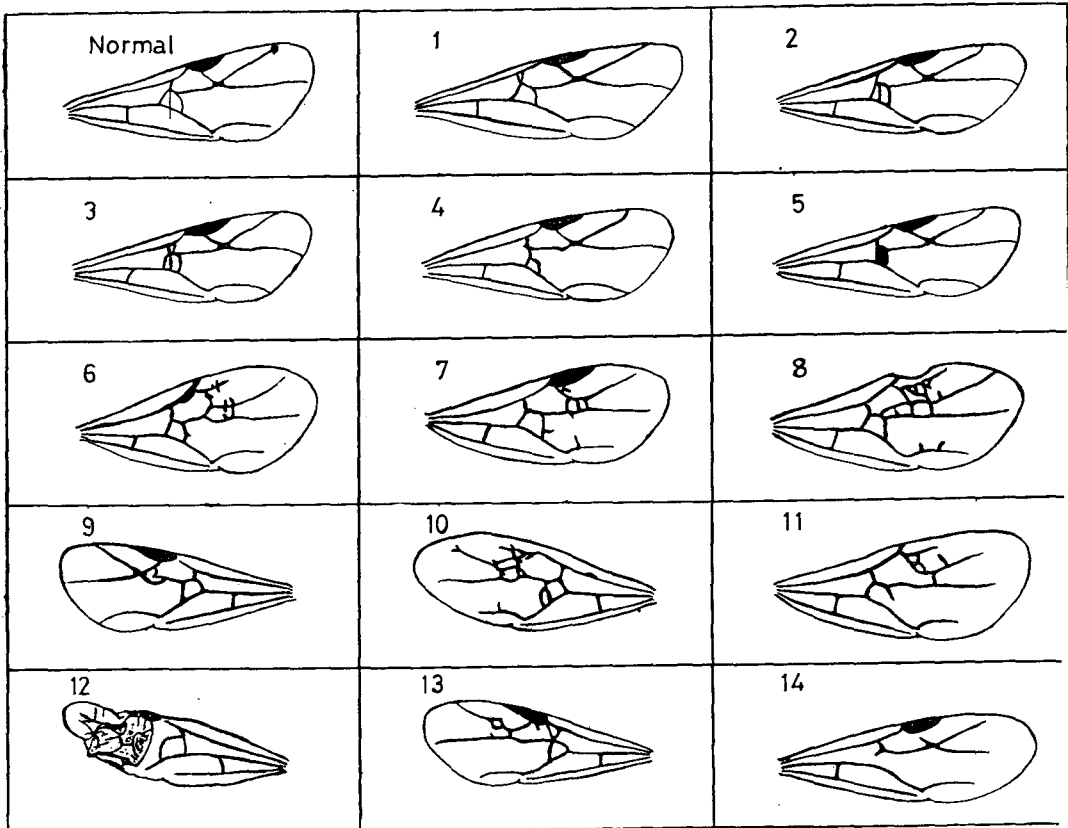


Fig. 3. Variation of venation of the wings of males

進展이 있을 것으로 思料된다.

개미類의 翅脈에 關해서는 Donisthorpe(1937)가 12種을 調査하여 種間的 差異를 記述하고 種에 따라 變異가 多樣하다는 報告를 한바 있으나 1種에 關한 具體的인 研究는 別로 찾아볼 수 없으며 더욱이 불개미類에 關한 것은 전혀 찾아볼 수 없다.

### 3. 性 比

7個地域의 26個巢에서 無翅型女王, 有翅女王, 有翅雄蟻 및 그들의 번데기등의 出現率을 調査하여 性比를 求한바 Table 2.와 같이 雌雄成虫의 全體의인 性比는 10.85 : 32.25로서 거의 1 : 1에 가깝고 그의 번데기도 1.31 : 4.45로서 역시 1 : 1로 發生한다는 것을 알 수 있는데 固城의 어떤 巢에서는 왕개미(脫翅女王 및 有翅女王 : 만이 1020個體가 出現하는 反面에 숫개미(有

翅雄蟻 : Male)는 전혀 없을 뿐만 아니라 왕개미의 번데기도 역시 117個體로서 숫개미의 번데기 18個體에 比하여 顯著히 많이 出現하고, 南海의 어떤 巢에서는 숫개미가 1700個體나 出現하는 反面 왕개미는 27個體에 지나지 않고 번데기는 숫개미로될 것이 95個體로서 왕개미로될 번데기 4個體에 比하여 顯著히 많이 出現하고, 智異山의 어떤 巢에서는 왕개미가 12個體 出現하는 反面 숫개미가 178個體의 顯著한 差로 出現하는 것으로 보아 巢의 地域에 따라 各各 다르게 나타나는 것을 알 수 있다. 이러한 現象은 同一한 棲息地에서 多巢의 勢力圈을 維持하는 巢의 集團構成과 1個巢의 集團構成에 따라 어떤 特異性이 있기 때문에 일어나는 現象일 것으로 推測되므로 앞으로 계속 研究한 問題類일 것으로 思料된다.

Table 2. Sex ratio of *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel.

Aug., 1976

Area of habitat	Nest of checked	Queen and Male				Pupae of queen and Male			
				Sex ratio				Sex ratio	
Jinseung	1	83	585	1.00:	7.04	28	67	1.00:	2.39
	2	—	67	—	67.00	11	8	1.38:	1.00
	3	4	130	1.00:	32.50	1	3	1.00:	3.00
	Average			0.66:	35.51			1.21:	2.13
Chunggok Temple	1	134	468	1.00:	3.49	135	212	1.00:	1.57
	2	134	37	3.62:	1.00	18	121	1.00:	6.72
	3	28	175	1.00:	6.25	21	114	1.00:	5.43
	4	51	50	1.02:	1.00	19	107	1.00:	5.63
Average			1.65:	2.93			1.00:	4.84	
Goseung	1	114	21	5.43:	1.00	16	—	16.00:	—
	2	18	4	4.50:	1.00	31	15	2.07:	1.00
	3	1020	—	10.20:	—	117	18	6.50:	1.00
	Average			343.31:	0.66			8.19:	0.66
Suam	1	1	53	1.00:	53	—	—	—	—
	2	10	669	1.00:	66.90	29	21	1.38:	1.00
	3	5	226	1.00:	45.20	8	35	1.00:	4.38
	Average			1.00:	55.03			0.79:	1.79
Gonyang	1	—	73	—:	73.00	—	—	—	—
	2	18	139	1.00:	7.72	—	13	—:	13.00
	3	1	255	1.00:	255.00	—	—	—	—
	4	8	886	1.00:	110.75	26	51	1.00:	1.96
Average			0.75:	111.62			0.25:	3.74	

Namhae	1	253	493	1.00:	1.95	61	242	1.00:	3.97
	2	27	1700	1.00:	62.96	4	95	1.00:	23.75
	3	13	34	1.00:	2.62	5	105	1.00:	21.00
	Average			1.10:	22.51			1.00:	16.24
Jiri. Mt	1	164	207	1.00:	1.26	—	—	—	—
	2	141	138	1.02:	1.00	57	12	4.75:	1.00
	3	133	14	9.50:	1.00	66	—	66.00:	—
	4	20	200	1.00:	10.00	30	128	1.00:	4.27
	5	12	178	1.00:	14.8	5	36	1.00:	7.20
	6	4	41	1.00:	10.25	3	19	1.00:	6.33
Average			2.42:	6.38			12.29:	3.13	
Average			40.85:	32.25			4.31:	4.45	

**Table 3.** Population trend of pupae (Small, medium and large) of workers related with nest size in a polydomous red wood ant, *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel,

Nest size	No. of nests	Small pupae No. (%)	Medium pupae No. (%)	Large pupae No. (%)	Total of pupae Collected
Small	1	86(24.6)	205(58.7)	58(16.6)	349
	2	246(28.7)	455(53.0)	157(18.3)	858
	3	217(23.1)	547(58.2)	175(18.6)	939
	Average	25.4	56.67	17.83	
Medium	1	419(39.1)	536(50.1)	116(10.8)	1071
	2	495(30.8)	794(51.5)	272(16.7)	1541
	3	546(32.0)	858(50.2)	305(17.9)	1709
	Average	33.97	50.60	15.13	
Large	1	872(34.4)	1212(47.8)	452(17.8)	2536
	2	1085(34.0)	1654(51.9)	449(14.1)	3188
	3	524(27.4)	1112(58.1)	278(14.5)	1914
	Average	31.93	52.0	15.47	

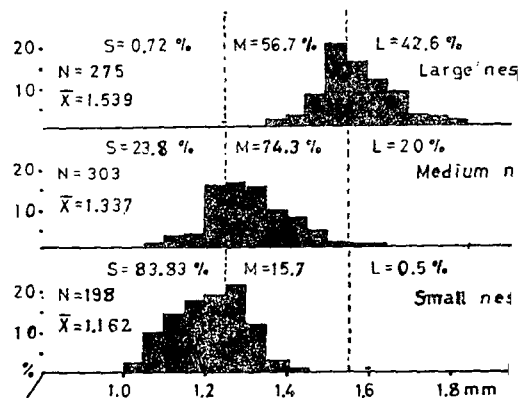
Small pupae..... $\bar{X}$ =5.105mm

Medium pupae..... $\bar{X}$ =5.976

Large pupae..... $\bar{X}$ =6.612

#### 4. 巢의 크기에 따른 일개미번데기의 型別發生 및 일개미集團의 型別構成

巢의 크기에 따른 일개미번데기의 型別發生을 調査한바 Table 1 및 3과 같이 小型은 25.4~31.93%, 中間型은 50.6~56.67% 그리고 大型은 15.13~17.83%로서 巢의 크기에 關係 없이 中間型이 가장 많이 發生한다는 것을 알 수 있다. 그리고 夏節에 있어서 일개미集團의 型別構成을 살펴보면 Table 4와 같이 小型은 10.47~24.59%, 中間型은 64~70.28% 그리고 大型은 12.49~19.5%로서 巢의 크기에 關係 없이 中間型이 가장 많은 數로서 集團을 構成한다는 것을 알 수 있다. 越冬巢에 있어서는 Fig. 4와 같이 작은집은 大型이 0.5%인 反面 小型이 83.83%로서 顯著히 많고 큰집은 小型이 0.72%인 反面 大型이 42.6%로서 顯著히 많은 數로서 集團을 構成함을 알 수 있다.



**Fig. 4.** Colony structure of worker related with nest size of *Formica rufa truncicola* var. *yessoensis* Forel. (Workers were hibernating) (Small nest: Diameter 15cm, Height 10cm. Medium nest: Diameter 15~30cm, Height 10~20cm. Large nest: Diameter 20cm, Height 30cm)

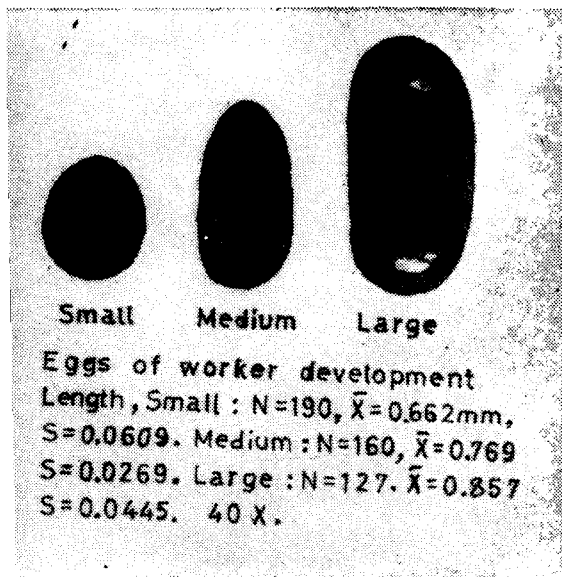
**Table 4.** Population trend of workers related with nest size in a Polydomous red wood ant, *Formica rufa truncicola* var. *yssoensis* Forel in Summer. Season

Nest Size	No. of nests	Small Workers No. (%)	Medium Workers No. (%)	Large Workers No. (%)	Total of worker collec ted
Small	1	32(10.81)	205(69.26)	59(19.93)	296
	2	28(9.00)	226(72.67)	57(18.32)	311
	3	25(11.61)	156(68.92)	46(20.26)	227
	Average	10.47	70.28	19.50	
Medium	1	62(25.83)	158(65.83)	30(12.50)	240
	2	90(27.27)	195(50.09)	45(13.64)	330
	3	85(20.68)	270(65.69)	56(13.62)	411
	Average	24.59	63.54	13.25	
Large	1	234(31.84)	425(57.82)	76(10.34)	735
	2	115(20.72)	372(67.03)	68(12.25)	555
	3	111(17.96)	415(67.15)	92(14.89)	618
	Average	23.51	64.00	12.49	

Small nest : Diameter 15cm, Height 10cm

Medium nest : Diameter 15~30cm, Height 10~20cm

Large nest : Diameter 20cm, Height 30cm.

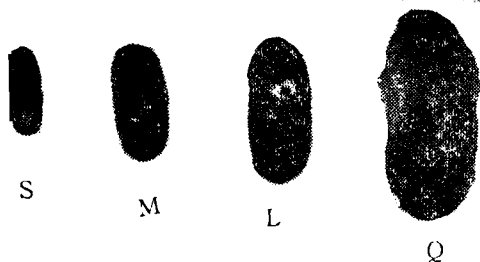


以上の結果에서 巢의 크기에 따르는 일개미集團의 型別構成은 季節에 따라 變動이 있어 夏節의 巢는 크기에 關係없이 大體적으로 中間型이 많은 比率로 集團을 構成하고 있으나 越冬狀態의 巢는 중간집과 큰집에서만이 中間型이 많고 작은 집에서는 中間型이 적은 反面 小型이 顯著히 많은 比率로 集團을 構成하는 것을 알 수 있는데 이러한 現象은, 불개미가 夏節에는 發生增殖期이므로 주로 中間型和 大型이 新巢構築, 集團同僚의 保護 등의 任務를 遂行하기 때문인지, 그리고 越冬巢에 있어서의 集團構成은 原來의 生理生態의 因 것인지 앞으로 研究할 問題인 것으로 思料된다.

### 摘 要

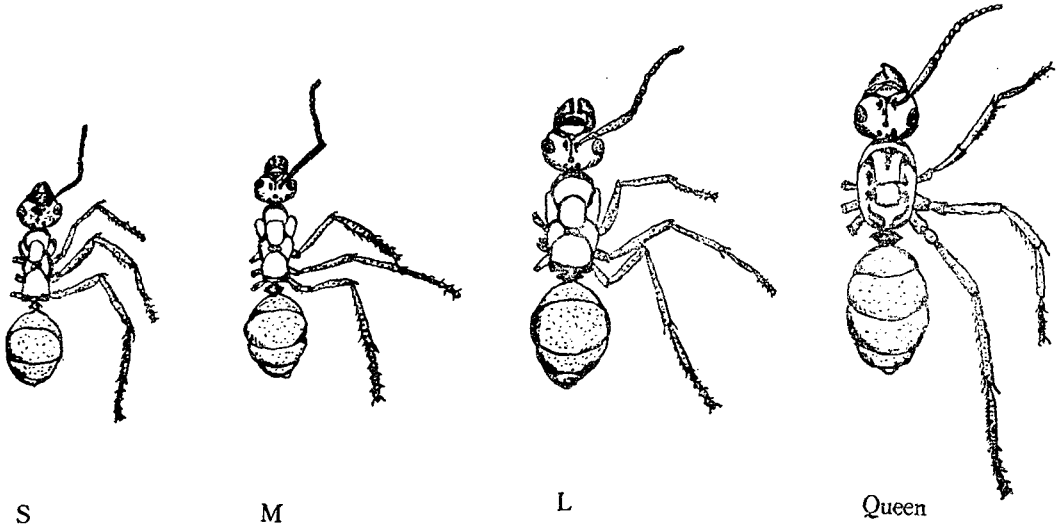
韓國産 불개미의 多型現象에 있어서 일개미의 몸의 크기와 任務遂行과의 關係, 有翅雄蟻의 翅脈相의 變異, 性比 및 巢의 크기에 따르는 일개미번데기의 型別發生과 일개미集團의 型別構成 등에 關하여 調査한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 일개미는 3型으로 分化되어 있으며, 小型은 주로 巢의 内部에 同僚集團의 保護와 外部에서 진딧물에 訪問하는 任務를, 그리고 大型과 中間型은 주로 外部에서 食餌運搬, 造巢 및 同僚集團의 保護任務를 遂行한다. 그러나 小型이 진딧물에 訪問하는 任務는 반드시 固定되어 있는 것이 아니고 季節에 따라 多少 變動이 있는 것 같다.



Pupae of three forms of workers and Queen

S: Small form. M: Medium. L: Large Q: Queen



Three forms of workers. S; Small, M; Medium, L; Large.



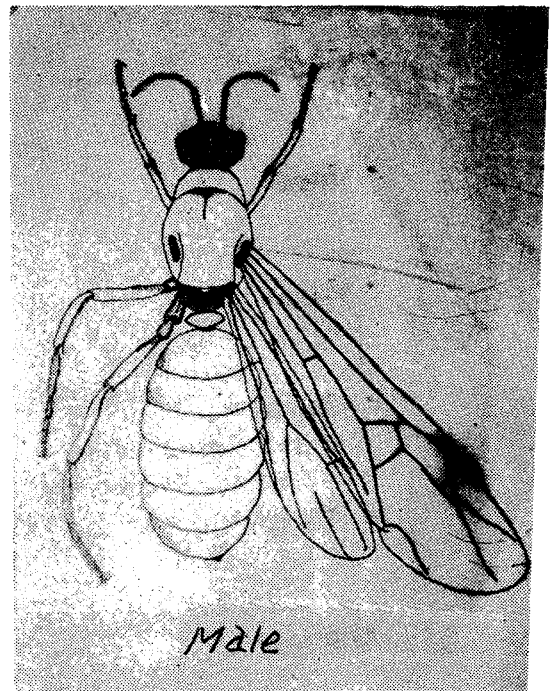
Queen. Male

**Naked pupae in a cocoon**

2. 有翅雄蟻의 翅脈相의 變異型은 14 型이었고 大體的으로 中央室(Discoidal)의 變異가 많았다.

3. 韓産 불개미의 性比는 大體的으로 1:1 이지마는 棲息地域에 있어서 1個巢의 集團構成과 多巢性의 集團構成등의 特異性에 따라 外少 變動이 있는 것 같다.

4. 夏節에는 巢의 크기에 關係 없이 大體的으로 中間型이 많은 比率로 集團을 構成하나, 越冬期에 있어

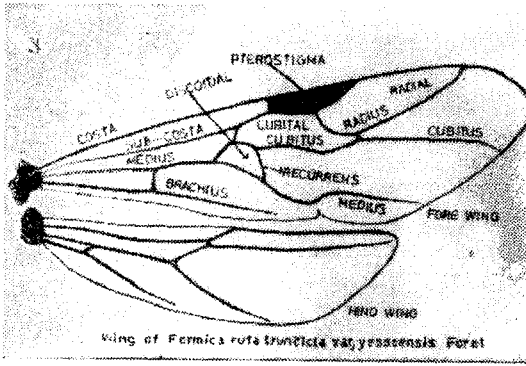


서 작은 집에서는 小型이 중간집에서는 中間型이 그 고 큰집에서는 大型이 많은 比率로 構成되므로, 巢 크기에 따르는 일개미集團의 型別構成은 季節에 따 變動이 있는 것 같다.

**引用文獻**

Buckingham, E.N. (1911) Division of labor among a Proc. Amer. Acad. Arts and Sci., XLVI, 18:4





507.

Dobrzanska, J. (1959) Studies on the division of labor in ants genus *Formica*. *Ibid.* 19 : 57~81.

Donisthorpe, K.J. (1927) British ants (Their life-history and classification) p.9~16.

Ehrhardt S. (1931) Über Arbeitsteilung bei *Myrmica*- und *Messor* Arten. *Z. Morph. Okol. Tiere* 20 : 755 : 755~812.

Higashi, S. (1974) Worker Polyethism Related with Body Size in a Polydomous Red Wood Ant, *Formica (Formica) yessoensis* Forel. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI, Zool* 19(3) : 695~705.

金昌洙, 金鍾萬 (1973) 불개미를 이용한 송충의防除에

關한 研究, 韓國植物保護學會誌 12(3) : 1~6.

金昌洙, 崔震植 (1976) 불개미를 이용한 송충의 生物的防除에 關한 研究. 韓國植物保護學會誌 15(1) : 7~16.

Kill, V. (1934) Untersuchungen Über Arbeitsteilung bei Ameisen (*Formica rufa* L., *Camponotus herculeanus* L. und *C. ligniperda* Latr.). *Biol. Centralblatt* 54 : 114~146.

Lee, J. (1938) Division of labor among the workers of the Asiatic Carpenter ants (*Camponotus japonicus* var. *arterrimus*). *Peking Oat. Hist. Bull.* 13 : 137~145.

Morley, B.D.W. (1946) Division of labor in ants. *Nature* 158 : 913~914.

Otto, D. (1958) Über die Arbeitsteilung im Staate von *Formica rufa rufa-Pratensis minor* Gössw. und ihre verhaltensphysiologischen Grundlagen. *Wiss. Abh. Deuts. Akad. Landwirtsch. Berlin* 30:1~169.

Weir, J.S. (1958) Polyethism in Workers of the ant *Myrmica*. *Insect Social* 5 (1) : 97~128(3) : 315~339.

Wilson, E.O. (1955) Division of labor in a nest of the slave making ant *Formica wheeleri* Creighton. *Psyche* 62(3) : 130~133.