

ホソアシナガバチのコロニー内の分業 I : 創設女王及び働き蜂の行動とその変化、とくにコロニーの発達に関連して

著者	杉浦 正昭, 関島 正憲, 松浦 誠
雑誌名	三重大學農學部學術報告 = The bulletin of the Faculty of Agriculture, Mie University
巻	66
ページ	27-43
発行年	1983-03-01
その他のタイトル	Intracolony Polyethism in <i>Parapolybia indica</i> (Hymenoptera, Vespidae) I. : Behaviour and its Change in the Foundress and Worker Wasps in Relation to Colony Development
URL	http://hdl.handle.net/10076/3365

ホソアシナガバチのコロニー内の分業 I.

創設女王及び働き蜂の行動とその変化、とくにコロニーの発達に関連して*

杉浦正昭**・関島正憲***・松浦誠

Intracolony Polyethism in *Parapolybia indica* (Hymenoptera, Vespidae) I.
Behaviour and its Change in the Foundress and Worker Wasps in Relation
to Colony Development

Masaaki SUGIURA, Masanori SEKIJIMA and Makoto MATSUURA

前2報²⁴⁾²⁶⁾において筆者らはホソアシナガバチ *Parapolybia indica* SAUSSURE の営巣習性及び生活史等の基礎的な生態に関する知見を報告した。本報では1977~1981年の調査で明らかとなった本種の創設女王と働き蜂の諸活動について、とくにコロニーの発達に関連した両カーストの行動とその変化をとり扱った。

アシナガバチ亜科の成虫の活動に関しては、*Polistes* 属の創設女王の日周活動¹⁸⁾¹⁹⁾³³⁾ や、両カースト間の分業³¹⁾ に関する報告があるが、ホソアシナガバチ属についてはこれまで岩田⁸⁾ の営巣行動の記録があるにすぎず、未知の点が多い。本研究では創設女王の示す個々の活動内容だけでなく、働き蜂の羽化にともなうカースト間の分業の形成過程に注目し観察を行なった。

調査方法

調査地は前2報²⁴⁾²⁶⁾と同様、津市の北東に位置する大里川北町の山林内である。まず創設女王の基本的な行動を分析するため、巣内と巣外の活動に大別し、前者はさらに造巣活動、営巣活動、育児活動、産卵活動及びその他に、後者はそれぞれ果材、肉団子及び液状物の採

集、幼虫の糞塊及び雨滴等の投棄及びその他に区別した (Table 1)。またコロニーの発達にともなう創設女王の行動の変化の調査に際して、巣の発達段階を次の5期に区分した。すなわち、幼虫の孵化前 (第 I 期)、最初の幼虫の孵化後より肉質給餌を必要とする3令以上の幼虫の出現前まで (第 II-1 期)、3令以上の幼虫の出現後営巣前まで (第 II-2 期)、営巣後最初の働き蜂の羽化前まで (第 III 期)、働き蜂の羽化以後 (第 IV 期) で、各時期について1976~1981年の間にそれぞれ3~6回にわたり計21回 (Table 2 参照) の日周活動調査を行なった。観察は調査地内で発見した巣 No. 7701, No. 7710, No. 7802, No. 7811, No. 7812, No. 7908, No. 7911, No. 7919, No. 8001, No. 8002, No. 8106 について原則として毎回4~5時頃から午後7~7時半頃まで継続観察を行なった。各行動は野帳上に開始・終了時刻を記号化して記録していき、前述の行動の分類にもとづいてそれぞれの継続時間を調査・集計した。活動の日変化はこれら諸活動に費やす時間を1時間ごとにまとめ、コロニーの発達にともなう活動の時期的変化は前述の巣の発達期別に観察時間数に占める割合で示した。働き蜂の羽化後は創設女王の行動を中心とした終日観察の他、創設女王が死亡するまでの間、働き蜂の外役頻度について1~5日おきに1日当たり2~7時間の随時観察を行なった。なお、終日観察の際は巣付近の気温及び照度等の気象条件を30分ごとに測定した。

昭和57年10月30日 受理

* 日本産アシナガバチ亜科ハチ類の生態学的研究. III

* Biological Studies on the Polistine Wasps in Japan III.

** 名古屋市熱田区大宝3丁目13-7

*** 佐久市中込447. 千久水社内

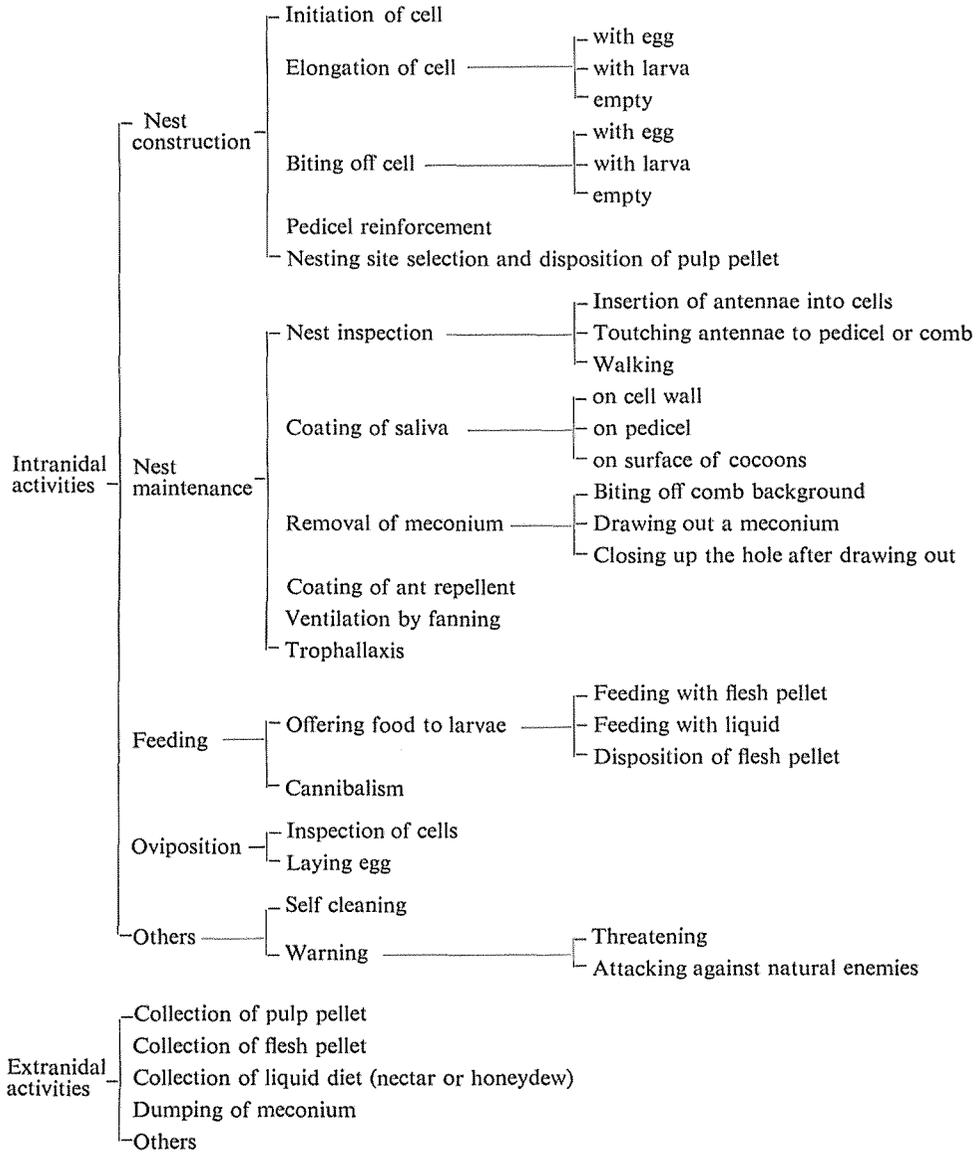
Table 1. Classification of daily activities in foundress of *Parapolybia indica*.

Table 2. Composition of nests at each observation in *Parapolybia indica*.

Period*	Nest no.	Date	Obs. time (min.)	Eggs	Larvae						Co-coons	Empty cells	Total cells
					1st	2nd	3rd	4th	5th	T.			
I	7911	May 19	840	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	8002	May 23	840	20	0	0	0	0	0	0	0	1	21
	8106	May 9	750	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11
II-1	7701	May 23	780	9	1	1	0	0	0	2	0	0	11
	7908	May 26	840	14	3	0	0	0	0	3	0	2	19
	8002	May 29	870	10	4	7	0	0	0	11	0	0	21
II-2	7911	June 1	870	4	3	2	4	6	0	15	0	2	21
	7908	June 9	930	11	1	1	6	2	2	12	0	4	27
	8002	June 14	900	3	1	2	3	3	7	16	0	0	19
	8106	June 4	850	5	1	2	4	4	6	17	0	0	22
III	7710	June 24	800	22	1	1	1	3	10	16	11	1	50
	7802	June 2	820	10	0	3	6	2	5	16	1	0	27
	7812	June 15	870	15	1	3	1	1	8	14	8	0	37
	7908	June 24	930	4	5	3	6	3	4	21	6	3	34
	7911	June 18	930	6	4	1	4	1	8	18	7	0	31
	8001	June 7	700	7	4	2	1	3	7	17	3	2	29
IV	7710	July 15	840	89	17	4	4	9	30	64	29	1	183
	7811	July 9	930	32	4	5	4	6	20	39	19	1	91
	7811	July 25	900	33	12	5	9	6	32	64	22	21	140
	7908	July 7	930	13	0	0	2	2	13	17	2	1	33
	7919	July 15	930	23	6	9	2	3	25	45	13	3	84

* Period I, before the appearance of larvae; Period II-1, from the hatching of first larvae to the appearance of 3rd instar larvae; Period II-2, from the appearance of 3rd instar larvae to cocoon spinning; Period III, from the cocoon spinning to the emergence of first workers, and Period IV, thereafter to the emergence of first workers.

結果及び考察

1. 創設女王の活動

(1) 巣内の活動

a. 造巣活動

DELEURANCE⁴⁾ は *Polistes gallicus* の造巣活動を、巣柄造り (Cpd), 育房新築 (CC), 育房壁拡張 (C₁) の3つのカテゴリーに分類した。ホソアシナガバチの場合もこれらの活動が観察されたが、巣柄造りに関しては巣柄のみでなく、巣の付着葉の葉柄上に巣材を塗布し補強する習性も見られた²⁴⁾。その他、繭表面上への巣材の塗布、巣材のかみほぐし、造巣箇所の選択と点検、育房壁のかじりとり等も含めた。1個の巣材は原則として上記の3活動のうちの1つにのみで使用されたが、それに先立って

巣材料を繭表面に塗布する行動が見られる場合もあった。1個の巣材の処理に要する時間は平均3分40秒(1分10秒~14分40秒, n=85)であったが、巣柄造り (Fig. 11), 育房新築及び育房壁の拡張 (Fig. 12) はそれぞれ平均4分57秒(1分10秒~14分40秒, n=16), 4分30秒(3分2秒~6分30秒, n=5), 及び3分17秒(1分21秒~8分00秒, n=64)で、巣柄造りに若干時間がかかるようであった。また、DELEURANCE⁴⁾によれば、幼虫の孵化前のアシナガバチの造巣活動は、女王自身の持つ内的周期によって Cpd→CC→C₁ をくり返すという。本種の場合、幼虫孵化前の3回の観察でははっきりした傾向は見られなかったが、育房新築に関しては5回中4回までが空房のない時に行なわれ、その日のうちに産卵されたものが3回あった。このことは本種の育房増築が DELEURANCE⁴⁾のいう“La regle des cellules libres”(空室の規則)に支配されていることを示唆している。

なお、造巣習性に関する本種の特性として、巣の発達にともない支柱に巣材を付加して板根状に拡張する習性がある²⁴⁾。これは本種の営巣場所が風に対して不安定な葉裏であるため、土台と巣柄との接着面積を増して巣の離脱を避け得るように適応した結果と思われる。また本種でよく見られた菌表面への巣材の不規則な斑状の塗布行動はフタモンアシナガバチ(杉浦, 未発表)や, *Mischocyttarus drewseni*⁹⁾ においても知られており, 巣の防水機能を付加するために役立っている可能性がある。

b. 営巣活動

ここに含めた活動には巣及び創設女王自身の個体維持のための諸活動を含み, 巣の点検, 巣盤背面や支柱等への唾液塗布(コーティング), 終令幼虫の排泄する糞塊の投棄, アリに対する忌避物質の塗布等の他, 女王自身が幼虫の分泌物を摂取する行動, すなわち栄養交換もこれに含めた。

点検活動は触角によって, 支柱・巣盤背面などを打診したり, 卵や幼虫の状態を確認する行動である。これは通常歩行しながら行なわれるが, 点検をともなわない歩行とは時間的な分離が困難であったため, ここでは区別しなかった。また巣材や肉団子をくわえたまま行なわれる点検はそれぞれ造巣活動と育児活動に含めた。

コーティングは支柱, 巣盤背面, 菌表面等に唾液を塗布してそれらを強化すると共に防水性を付与する機能を持つものと思われる⁹⁾。本種の場合, 前述のように支柱には巣材をつけ加えて徐々に拡張していくため, 支柱に対する唾液の塗布行動は頻繁には見られない。これに対し棍棒状の支柱を持つコアシナガバチ³³⁾等の各種 *Polistes* 属や *Mischocyttarus drewseni* では頻繁に行なわれ, 特に後者の場合はコロニーの発達にともない支柱を分泌物で何回も塗り固めるので, 支柱の断面は本来の巣材部分を芯として同心円状に分泌物の層ができるという¹⁰⁾。

糞塊の投棄は日本産アシナガバチ亜科の中では *Parapolybia* 属と *Ropalidia* 属だけに見られる特異な習性で¹³⁾, 成虫が老熟幼虫の菌後に育房の底に排泄される糞塊を巣盤背面に穴をあけて引き抜き, 捨てる行動である。これには巣盤背面のかじりとり, 糞塊の引き抜き及び引き抜いた後の育房の底部の穴を唾液腺分泌物と思われる薄膜でふさぐ一連の行動を含めたが, 投棄のための外出は巣外の活動とした。この習性は巣の軽量化に役立っていると考えられる。

アリに対する忌避物質の塗布と思われる行動は, 主に支柱に対して腹端部の腹板をこすりつける行動である。その動作は欧州産のアシナガバチ類での報告²⁶⁾と同様, 最初触角で支柱の点検を行なった後, 腹部でそれを巻くように覆い, 伸縮させて数秒間こすりつけるものである。これは忌避物質が腹端部の van der VECHT 腺²⁹⁾から分泌されることと関係している。このようなこすりつけ行動は多くの *Polistes* 属(たとえば *P. nimpha*, *P. gallicus*, *P. foederatus*²⁸⁾, コアシナガバチ, トガリフタモンアシナガバチ³³⁾(ただし YAMANE はこの行動と忌避物質塗布との関係について述べていない), 及び *Mischocyttarus drewseni*⁹⁾ においても知られている。本種の場合, この行動の継続時間は平均7.4秒(1秒~25秒, n=166)で, 単独営巣期では1日当り6~30回にわたって見られたが, 外出前の1分以内に行なわれたものが全体の29.3%を占めた。このことは巣を離れるに際して, アリに対する防禦の必要性との関連を示唆しているが, 外出前に必ずしもこの行動を示すとは限らなかった。また, 働き蜂羽化後の時期では創設女王自身によるこすりつけ行動が1日当り0~4回観察されたにすぎず, 働き蜂によるものはほとんど見られなかった。

栄養交換は, 幼虫の分泌する液状物を創設女王及び働き蜂が餌として摂取する行動である。WHEELER³²⁾は, この行動を通して幼虫が成虫にとって栄養物の供給源としての機能を持ち, カリバチ類の社会生活の発展上重要な意義を持つものであると指摘している。

以上の行動の他, 夏期の高温時に育房内の冷却のため翅をふるわせて換気する行動が見られたが, これらはほとんどが働き蜂によってなされ, 女王自身によるものは少なかった。

c. 育児活動

この活動には幼虫に対する肉質物または液状物(花蜜, 樹液, 甘露など野外で採集したもの他, 肉質物から吸収した汁液も含む)の給餌のみでなく, 肉質物のかみほぐし(Fig. 14)や給餌の際の幼虫との交信も含めた。その他食卵, 食幼虫の見られた巣もあったが, これらが最終的に巣内の他の幼虫の食物として還元された場合は, ここに含めた。

肉質物を幼虫に与える際には, 創設女王が触角で各幼虫室の育房壁をたたくが, この音は観察者にもはっきりと聞き取られた。この時, 女王は前脚と大顎で肉塊をかかえたまま頭部を浅く育房内に挿入した後, 幼虫の口元

に肉塊の小片をさし出すか、または与えないまま他の幼虫の育房へ移動した。これは明らかに幼虫との間に何らかの信号の交換をしているもので、給餌すべき幼虫を選択している行動と思われた。このような成虫と幼虫間の交信は他のアシナガバチ類（たとえばフタモンアシナガバチ²¹⁾、セグロアシナガバチ³⁵⁾）及びスズメバチ類（たとえばヒメスズメバチ¹²⁾：中・後脚による Tapping）においても知られている。また1個の肉団子は平均して7.1頭（3~13頭, n=12）の幼虫に給餌されたが、1頭の幼虫が1日当りに給餌を受ける回数は令期により偏りが見られた。すなわち肉塊を給餌されたのは3~5令の幼虫であったが、これらの各令幼虫がすべて存在する巣においては、1日の幼虫1頭当り給餌回数は3令で0.32回、4令で1.00回、5令で1.62回と明らかに高令幼虫に偏重していた。創設女王は肉質物を給餌し終った後、肉団子の処理の際に嚙嚢内に吸収していた獲物の体液を1~5令の各令期の幼虫に分配したが、この場合には肉塊のように特定の令期への偏重は見られなかった。なお、獲物の体液や他の液状物を幼虫に与える際、女王は腹節部を縮めて搾り出すような行動を示すため、これによって幼虫の分泌液を摂取する場合の栄養交換とは容易に区別が可能であった。

d. 産卵活動

産卵は単独営巣期には巣盤周縁の新育房になされることが多かった (Fig. 13) が、食卵・食幼虫の後の空室に行なう場合も見られた。働き蜂の出現後はこれらが羽化後の空房にも直ちに産卵が行なわれ、それに先立って育房壁をかじりとり、育房を浅くする行動が見られた。新築直後の育房及び周縁部の浅い育房に産卵する際には、女王は第1腹節と第2腹節との間で腹部を鋭角に折り、育房の天井を腹端部で探った後固定して育房の底の中央部に卵を産付する (Fig. 13)。これに対して、働き蜂羽化後の育房のように比較的深い育房に産卵する際は腹部をほぼ直角に折って挿入するが、その場合の卵の付着位置はほとんどが側壁上であった。なお、1回の産卵に要する時間は腹端部が固定されてから卵が産みつけられるまでで平均3分46秒（1分9秒~6分53秒, n=13）を要した。

e. その他

これまで述べた行動の他に、体の清掃、外敵に対する警戒などが観察された。体の清掃は造巣活動や給餌活動などが一段落した後には必ず見られたが、日中の静止時

に独立して見られることもあった。これには前脚により触角、複眼、大顎、中胸背板等をこするもの、後脚により腹部、翅部等をこするもの、前脚、後脚のこすり合わせ等があり、継続時間は2~3秒から2分前後までさまざまであった。警戒は巣の近くを小昆虫が飛行した時などに見られ、翅を半開した状態で震動させ、同時に腹部を伸縮させ、大顎を開いて威嚇の姿勢をとる行動であるが、観察頻度は少なかった。

(2) 巣外の活動

巣外の活動は巣材 (Fig. 10)、肉団子及び液状物の採集、営巣後の幼虫の排泄する糞塊、及び雨滴等の投棄 (Fig. 15) 及びその他（搬入物なし）に区別された (Table 1)。外役の内容は搬入物により判断したが、その他に含まれるものは巣外での休息、女王自身の摂食、獲物の探索等が考えられる。

創設女王が各外役1回当りに費やす時間を Table 3 に示した。糞塊捨て以外では巣材採集に要する時間が最も短かく（平均3分24秒）、液状物（同6分25秒）や肉質物（同7分36秒）採集の約半分であった。これは巣材の供給源として巣の付近の一定の場所が選好され、比較的安定しているのに対し、花蜜や肉質物は供給源が不安定であるため探索に多くの労力を必要とする場合が多く、さらに肉質物の場合は狩った場所で肉団子状にまで獲物を処理する時間が付加されることが原因であろう。一方、これと比較して働き蜂における1回当りの外役時間はいずれの場合にも創設女王より長くなっているのが特徴である。フタモンアシナガバチにおいても同様の傾向が知られ⁶⁾²⁷⁾ その理由として、働き蜂の方がより多くの時間を外役に費やすことができるためであると考えられている。つまり、創設女王が単独の時期には巣を長時間離れることはコロニー及び女王自身の双方にとって危険度が高いが、働き蜂の場合は巣外での探索に多くの時間をふり向けることが許され、その結果働き蜂の方が外役効率は良いとしている。しかし本種の場合、糞塊捨てやオリエンテーションを除く全外役に対する搬入物なしの割合について、全観察巣を通してみると、単独営巣期の女王で37.3% (174/466) に対して働き蜂では31.5% (450/1429) (Table 4) と、若干低い傾向はあったが、両者の間に顕著な差は認められなかった。ただしコロニーによって働き蜂の外役効率は異なり、搬入物なしの割合でみると巣7811では61.8% (252/408) にも達したが、巣8115ではわずか8.0% (11/137) にとどまり高い採集効

Table 3. Time spent by foundress of *Parapolybia indica* in collecting each load.

		Pulp	Flesh	Liquid	Dumping of meconium	Others
Foundress	No. of obs	136	17	181	4	205
	$\bar{x}(\text{min})+95\% \text{ S.E.}$	3.4± 0.5	7.6± 1.8	6.4± 0.8	0.4±0.4	8.1± 1.1
	range (min)	0.9-17.3	1.8-19.9	0.9-55.0	0.2-0.7	0.1-51.4
Worker	No. of obs.	70	131	269	12	70
	$\bar{x}(\text{min})+95\% \text{ S.E.}$	12.2± 2.7	12.8± 1.9	18.7± 1.6	1.1±0.4	12.7± 3.8
	range (min)	0.8-48.6	1.1-74.0	0.5-99.2	0.4-2.7	0.3-89.9

Table 4. Percentage of each load transported by foundress in each period and by workers in different colony of *Parapolybia indica*.

Load		Pulp	Flesh	Liquid	No load	Total	Obs. time (min.)
Foundress							
(Solitary p.)	n	112	14	166	174	466	13520
	(%)	(24.0)	(3.0)	(35.6)	(37.3)		
	(%)*	(38.4)	(4.8)	(56.8)			
(Co-operative p.)	n	30	4	19	39	92	13730
	(%)	(32.6)	(4.3)	(20.7)	(42.4)		
	(%)*	(56.6)	(7.5)	(35.8)			
Total	n	142	18	185	213	558	27250
	(%)	(25.4)	(3.2)	(33.2)	(38.2)		
	(%)*	(41.2)	(5.2)	(53.6)			
Workers							
Nest No. 7811	n	33	77	45	252	408	1830
	(%)	(8.1)	(18.9)	(11.0)	(61.8)		
" 7908	n	1	4	15	11	31	930
	(%)	(3.2)	(12.9)	(48.4)	(35.5)		
" 7919	n	29	50	25	54	158	930
	(%)	(18.4)	(31.6)	(15.8)	(34.2)		
" 8001	n	80	119	90	73	362	2990
	(%)	(22.1)	(32.9)	(24.9)	(20.2)		
" 8009	n	8	14	10	5	37	910
	(%)	(21.6)	(37.8)	(27.0)	(13.5)		
" 8102	n	21	40	193	43	296	3300
	(%)	(7.1)	(13.5)	(64.9)	(14.5)		
" 8115	n	17	20	89	11	137	2150
	(%)	(12.4)	(14.6)	(65.0)	(8.0)		
Total	n	189	324	466	450	1429	13040
	(%)	(13.2)	(22.7)	(32.6)	(31.5)		
	(%)*	(19.3)	(33.1)	(47.6)			

* Except for no load

率を示した (Table 4)。

本種の獲物の種類に関しては、巣内に運び込まれた肉質物はすでに処理されて肉団子の状態であるため、(Fig. 14) その種名を判別することは困難であった。橋本ら⁵⁾ に

よれば羽化中のセミを襲うこともあり、オンブバッタやシャクガの幼虫を狩った例もある(松浦, 未発表)。本調査地では直翅目の一種の腿節やクモの糸に引っかかった小昆虫(おそらく蛾)の筋肉部分をかじりとしている例を観

察したのみで、狩りの現場はまだ見ていない。一般に *Polistes* 属のアシナガバチ類は鱗翅目幼虫の捕食性天敵としてよく知られているので²²⁾²³⁾、本種もこれらを持つている可能性はある。しかし行動範囲などに関しては資料が得られなかった。

(3) 創設女王の活動の時期変化

a. 第 I 期

この時期は幼虫の孵化前の時期であるため給餌に関係した活動はなく、比較的単純であった。また、朝夕の気温が活動の適温に達しないため一日の活動時間は比較的限定され、平均して日中の観察時間の35.8%にすぎなかった (Fig. 1)。内訳は内役活動が16.3%、外役活動が19.6%であった。守本¹⁴⁾もフタモンアシナガバチのこの時期の創設女王の行動は比較的単純で、不活発であると述べている。

内役の内容は給餌活動以外はすべて観察されたが、特に顕著な活動はなく、造巣活動と営巣活動に費やした時間はそれぞれ5.5%、5.6%でほぼ同じであった。なお、単独営巣期で育房の新設が見られたのはこの時期が最も多かった。また営巣活動は巣の点検が大部分を占めた。

1時間当りの外役回数は1.26回で、そのうち巣材の採集が43.1% (22/51) を占めた。幼虫の孵化後と比較して全外役回数は少なかったものの、巣材の採集頻度はほとんど差がなかった (Fig. 2)。なお、この時期は幼虫からの栄養の供給がないため、巢外で女王自身のための採餌活動もかなりあるものと推定される。

b. 第 II-1, II-2 期

この時期は、肉質物の給餌を必要とする3~5令幼虫の出現前の時期 (第 II-1 期) と、出現後の時期 (第 II-2 期) とに分けた。

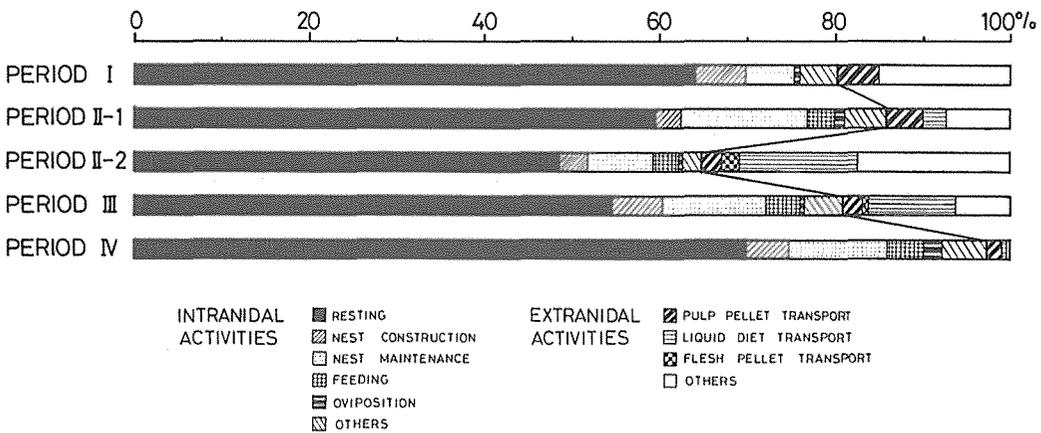


Fig. 1. Seasonal change of percentage of time spent for each activities by foundress of *Parapolybia indica*. Periods I-IV; See Table 2.

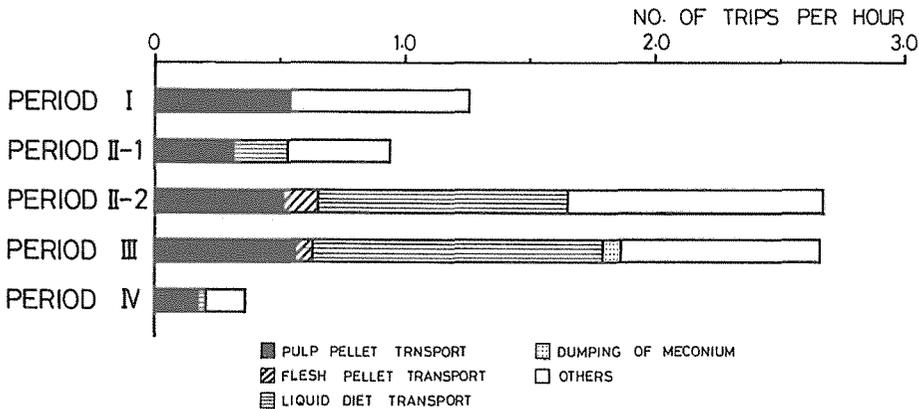


Fig. 2. Seasonal change of no of foraging trips/hour by foundress of *Parapolybia indica* Periods I-IV; See Table 2.

第 II-1 期における活動時間は全観察時間の 40.5% (内役 26.4%, 外役 14.1%) で、最も特徴的な点は給餌活動の発現と営巣活動の大幅な増加であった (Fig. 1) が、給餌は液状物のみにとどまっている。営巣活動の占める時間の割合は 14.3% で、第 I 期 (5.6%) の約 3 倍に増加したが、ほとんどが育房内の卵や幼虫に対する点検行動であった。このことは幼虫の孵化によって創設女王の育児行動が解放され、孵化の有無、幼虫の発育状態及び空腹状態などの点検を通して給餌の際の餌の内容を判断することを示唆している。また外役頻度は 1 時間当たり 0.94 回で、巣材、液状物 (すべて幼虫の餌) の搬入はそれぞれ 33.3% (13/39), 23.1% (9/39) を占め、第 I 期と比べて顕著な差は見られなかった (Fig. 2)。

3~5 令幼虫が出現後の第 II-2 期においては活動時間が 52.9% (内役 16.3%, 外役 36.1%) にまで増加し (Fig. 1), 肉質物の採集と給餌が見られるようになった。しかし、この時期には第 II-1 期と同様に造巣活動がやや低下傾向となり、特に育房の新設は見られなくなった。DELEURANCE³⁾ は、*Polistes gallicus* においては幼虫の発育によって創設女王の造巣活動として育房壁の増高が解放されることを指摘しているが、本種の場合にも第 II 期における育房増築の停滞²⁶⁾ と老熟幼虫の出現とは関連があるものと考えられる。一方、この時期は全営巣期間を通じて創設女王の活動が最も活発となり、とくに外役活動は 1 時間当たり 2.67 回と前 2 期の 2~3 倍に達した。このうち巣材採集 19.0% (30/158), 肉質物採集 5.1% (8/158), 液状物採集 37.3% (59/158) を占め、肉質物と液状物の採集頻度は 1 時間当たり 1.14 回と第 II-1 期の同 0.31 回に比べ約 4 倍の値を示した (Fig. 2)。

以上のように幼虫の出現により創設女王の活動は多様化するとともに朝夕の気温の上昇にともなって活動時間帯が増大されたため全体的に活発化している。

c. 第 III 期

この時期の活動量は 45.1% (内役 26.3%, 外役 18.8%) で、新たに営巣活動として糞塊捨ての行動が見られるようになった。また藁表面への巣材塗布、唾液によるコーティングなども観察されるようになり、行動の種類はより多様になった。時間的に見てもこの時期の内役活動は単独営巣期では最も活発であった (Fig. 1)。一方、外役活動は第 II-2 期の約半分の時間量にすぎないが、回数では 1 時間当たり 2.66 回とほとんど同じであったため、やはり活発な外役活動が継続していると考えられる。この

うち巣材採集が 21.0% (47/224), 肉質物採集が 2.7% (6/224), 液状物採集が 43.8% (98/224), 糞塊または雨滴捨てが 2.7% (6/224) で、幼虫の餌 (肉質物及び液状物) の搬入頻度は 1 時間当たり 1.23 回と、第 II-2 期とほぼ同程度であった (Table. 2)。

単独営巣期を通して見た場合、創設女王の搬入物の内訳は巣材が 38.4% (112/292), 肉質物が 4.8% (14/292), 液状物が 56.8% (166/292) (Table. 4) であったが、巣材の搬入頻度は時期により大きな差のみられない点の特徴のように思われる (Fig. 2)。これは DELEURANCE¹⁾ の指摘するように、造巣活動が創設女王自身の持つ内的周期によって支配されているという説との関連を示唆しているが、1 日当りの巣材の搬入回数は 0~22 回の巾があり、さらに検討を要す課題である。また、肉質物の搬入頻度が 1 日当たり 0~4 回と少ない点も特徴で、これは初期の働き蜂の小型化と関連があるように考えられる。

d. 第 IV 期

働き蜂羽化後のこの時期の活動量は 30.2% (内役 27.5%, 外役 2.7%) と全営巣期間を通じて最低で、これは外役活動の極端な減少に起因しているが、内役活動だけについて見ると最大値を示している (Fig. 1)。

内役活動の内容を見ると、産卵活動に費やす時間の割合が他のどの時期よりも多くなっている点の特徴の一つであった。また各活動の内容を検討すると質的に以下に述べるような若干の変化が見られた。まず造巣活動においては、創設女王の産卵活動に直接関連のある育房新設と空室の房壁の拡張は処理した巣材数に占めるそれらの割合でみると単独営巣期では 10.3% (10/97) であったのに対し、共同営巣期では 37.1% (23/62) に増加した (Fig. 3)。一方、卵や幼虫房の房壁の拡張や支柱の拡張など、産卵と直接関連しない行動は 90.3% (365/404) とほとんどが働き蜂の仕事となっているすなわち共同営

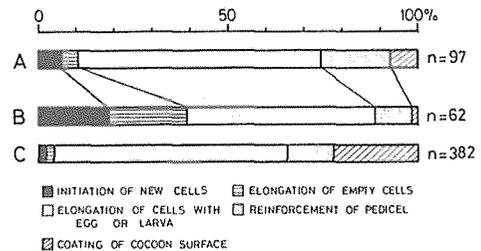


Fig. 3. Qualitative change of nest construction performed by foundress (A, B) in comparison with workers (C) in *Parapolybia indica*.

A: solitary period, B-C: co-operative period.

巣期においては、創設女王は産卵衝動によって解発される労働により多くの時間を費やすようになっている。次に育児活動では、単独営巣期には液状物に比べて肉質物の給餌が1日当り0~4個と非常に低頻度であったのに対し、共同営巣期では同2~11個と増加し、女王自身の行なう給餌活動の大部分を占めるようになった。しかし創設女王の肉質物の給餌活動のうち98.0% (96/98) の観察例は働き蜂の搬入したものであった。この際、創設女王は肉質物を持って帰巢した個体に積極的に近づき、それを受け取る行動を示した。なお、働き蜂による肉質物の搬入頻度は1日当り平均32.8個 (4~50個) と単独営巣期に比べて増大しており、3~5令幼虫1頭当りの給餌頻度も単独営巣期の1日1頭当り0.12個に対して、共同営巣では同1.06個と約9倍に増加した。このような給餌頻度の増加によって、後に羽化する個体の大型化が促進される²⁶⁾ものと考えられる。

一方、外役活動では創設女王と働き蜂の分業が明瞭で、創設女王の外役回数は1時間当り0.36回にまで低下した。搬入物の内訳は巣材が56.6% (30/53)、肉質物が7.5% (4/53)、液状物が35.8% (19/53) となり、単独営巣期と比較して巣材の採集が過半数を占めるようになった (Table 4)。これに対し働き蜂全体としての外役回数は1時間当り9.69回と高く、内訳は巣材が19.3% (466/979)、肉質物が33.1% (323/979)、液状物が47.6% (466/979) となり、巣材よりも肉質物や液状物等の幼虫の餌の採集回数の多くなっている点が特徴である (Table 4)。この

ような創設女王の事実上の外役停止は最初の働き蜂の羽化後1週間までには見られるようになる (Fig. 4) が、コロニーによってもかなり差があるように思われた。たとえば巣8001では働き蜂の羽化後4日目までにすでに外役を停止しているが (Fig. 4)、巣7908においては創設女王は働き蜂羽化後の7日目の終日観察の際、第 I, II-1 期と同程度の11回の外役を行なった。しかしそのうちの10回は巣材の採集であり、肉質物はすでに搬入しなくなっていた。以上の点から判断すれば創設女王の外役活動は肉質物の採集の停止が最初に起こると考えられるが、同様な傾向はアシナガバチ亜科よりもさらに社会生活の分化が進んでいるスズメバチ類でも確認されている¹⁵⁾。

(4) 創設女王の活動の日変化

創設女王の1日の活動には気温が大きな影響を及ぼす。巣創設時の比較的低温の時期には日の出後も気温が活動域に達するまでは活動を停止しているのに対し、夏期の高温時には夜明け前からすでに活動を開始する³³⁾。しかし日没後は高温下でも活動を停止し、モンズメバチ *Vespa crabro* で知られているような日中のみでなく夜間も外役も含めた活動を行なう例¹¹⁾は見えていないので、明らかに照度も活動の制限要因になっていると考えられる。

本種の創設女王における1日の行動のリズムがコロニーの発達とともにどのように変化するかを知るため、各時期に行なった終日調査の代表例を Fig. 5・A~G に示した。第 I 期 (Fig. 5-A) では活動の開始時刻は遅く、全活動のピークは午後1度だけ現われた。とくに外役活動はこの傾向が顕著で、午前中の外出は非常に少なかった。また巣材の搬入は1日の外役活動のピーク時に集中し、造巣活動もこれらの時間帯に多く観察された。しかしこれ以外の活動では点検活動が見られた程度で、全体に不活発であった。このような活動開始時刻の遅延は明らかに気温の影響によるもので、たとえば巣7911 (1979年5月19日) では午前8時前に20°C を超えるまで巣上で静止したままであったが、以後の気温のピークと活動のピークはほぼ一致していた。

第 II-1 期における活動のピークは巣内の幼虫孵化後の日数の違うコロニーでは異なった傾向を示した。すなわち巣7908 (1979年5月26日) では巣内の幼虫3頭はいずれも観察日の午後には孵化したもので、活動のピークは第 I 期とほぼ同様午後1度現われただけであった (Fig. 5-B)。これに対し巣8002 (1980年5月29日) では

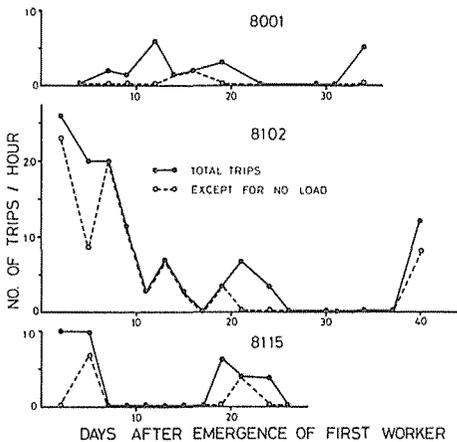


Fig. 4. Change of no. of foraging trips/hour by foundress of *Parapolybia indica* during cooperative period.

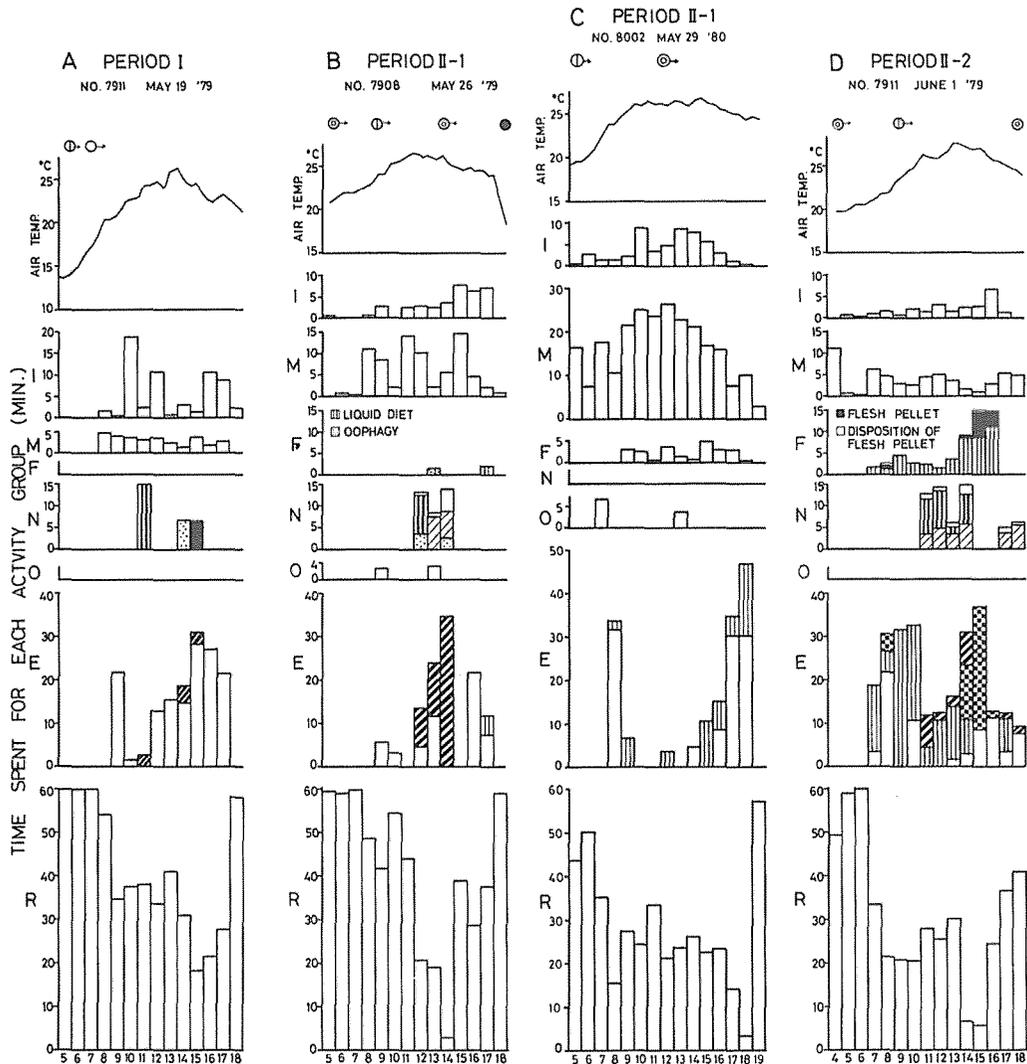


Fig. 5A-D. Daily activities in queen with some meteorological data.

R: Resting, E: Extranidal activities, O: Oviposition, N: Nest construction, F: Feeding, M: Maintenance of nest, I: Other intranidal activities

幼虫は11頭（2令：6頭，1令：5頭）いたが，最初の孵化後5日を経過しており，活動のピークは午前と午後の2度現われた（Fig. 5-C）。これら2回の観察時はいずれも早朝の気温が第I期より高まっており，5時台にはすでに20°C前後を記録したため活動開始時刻も同時刻前後に早まっていたが，その後両者の気温の変化に大きな差はなかったにもかかわらず異なった活動のピークを示した。また活動のピークはいずれも外役活動のそれとより一致しており，幼虫の出現による外役活動の解発が創設女王に気温よりも影響を与えていることを示唆して

いる。これは幼虫孵化後は幼虫の餌である液状物の採集のために外役時間帯が早まり，午前中にピークを形成するとともに夕方にもそのための採集活動が活発化していることによる。

第II-2期になると午前と午後の外役活動のピークがより明瞭となった。これは第II-1期と同様，幼虫の餌である肉質物及び液状物の採集がこれらの時間帯に多かったためであるが，巣材の場合は逆に日中の他の外役の不活発時に多かった。このため内役活動のうち育児活動は午前と午後活発化し，造巣活動は日中に活発とな

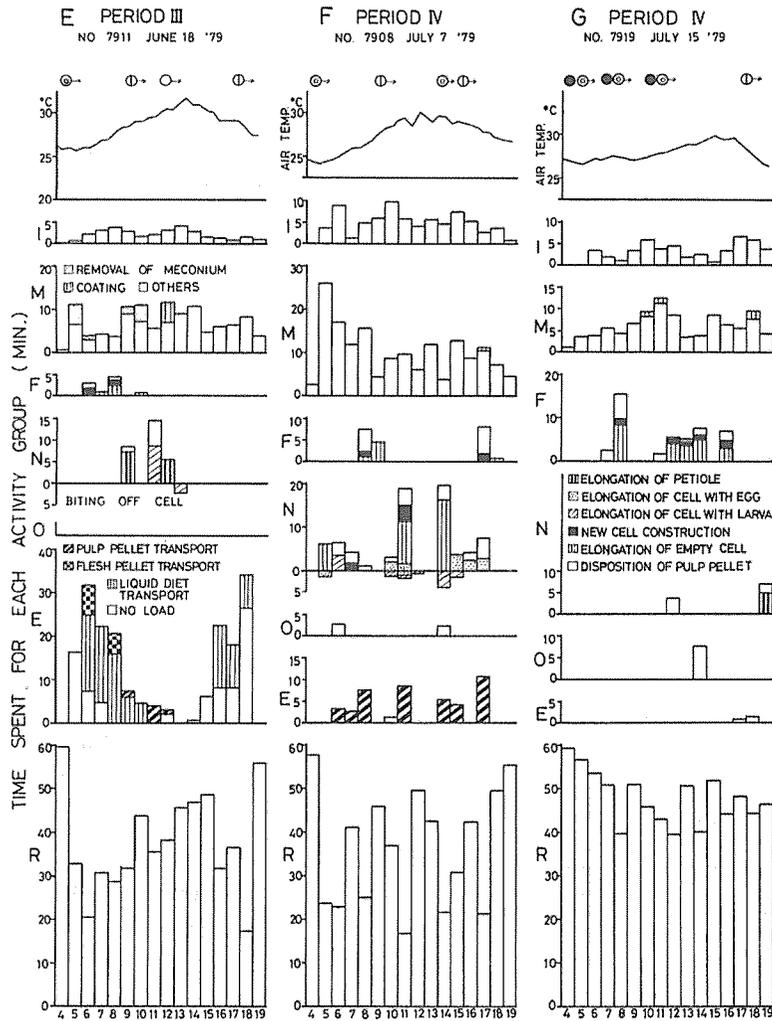


Fig. 5E-G. Daily activities in queen with some meteorological data.

る傾向が顕著となっている (Fig. 5-D)。なお巣7911における調査時 (1979年6月1日) の気温は早朝・日中共に第 II-1 期と比較して顕著な差はなかったが、営巣場所に太陽光のまださし込まない4時台の薄暗い時刻にすでに活動を開始していた。

第 III 期にも第 II-2 期と同様の外役活動のパターンを示したが、2つの活動のピークは一層鮮明になる一方、日中の気温が 30°C を超えた時間帯にはほとんど外役を行なわなくなった (Fig. 5-E)。この休止が高温による障害なのか、創設女王の内的リズムによる外役の不活発な時期にあっていたのかは明らかでない。いずれにせよ、この時期には日中の高温時に活発が全体に不活発となる

傾向が見られた。また単独営巣期には高温時においても他の *Polistes* 属のアシナガバチ類に見られるように巣の冷却水を運ぶ行動はほとんど観察されなかったが、これは本種が直射光の当たらない床付付近に営巣するため巣温の異常な上昇は起こりにくいことによるものと考えられる。

第 IV 期に入ると前述のように創設女王は外役をほとんど行なわなくなるため活動のピークは不明瞭となった。しかし活動開始時刻は最も早く、午前4時半頃のまだ照度が0の時すでに動き出した。この時期のごく初期には日中の静止時間は比較的少なかったが (Fig. 5-F)、日数が経過後はしだいに増加し後にはほとんどの時間を巢内

で過ごすようになった (Fig. 5-G)。

コアシナガバチでは単独営巣期における1日の造巣活動及び育児活動のピークの現われ方が本種と若干異なっている。すなわち、幼虫孵化前には日中に1つのピークを示した造巣活動が幼虫の孵化にともなって育児活動に置き換えられ、造巣活動は午前と午後の2つのピークに移行するという³³⁾。これに対し本種の場合、造巣活動は単独営巣期を通しておおむね日中に1つのピークを持ち育児活動の出現による影響は見られなかった。しかしこれが種間の相違を示すものかは明らかでない。

2. 働き蜂の活動

(1) 働き蜂の活動の日変化

働き蜂の活動に関しては外役と主要な内役である造巣活動と育児活動についてのみ調査した。Fig. 6 に各時間帯における働き蜂の主要な内役及び外役の頻度を示した。巣7908 (1979年7月7日) では働き蜂の羽化後1週間を

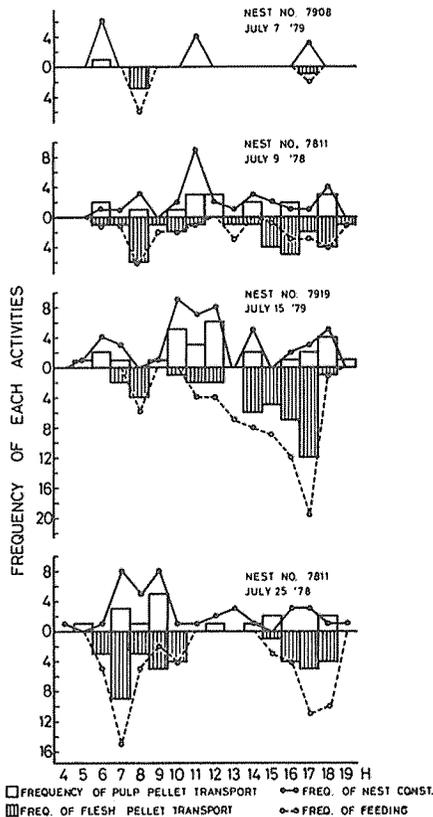


Fig. 6. Hourly change of nest construction and feeding by workers of *Parapolybia indica*.

経過していたが、5頭の働き蜂のうち外役を行なったのは2頭だけで、これらの個体の1日の活動に明瞭なピークは認められなかった。しかし働き蜂の活動が活発化していた同時期の他のコロニーでの観察によれば、肉質物の搬入及び給餌は午前と午後と比較的明瞭なピークが見られた。これに対し巣材の搬入及び造巣活動は特に顕著なピークはなく、1日を通して見られ、夕刻の19時過ぎまで続いている例もあった。

また、肉質物搬入及び給餌の頻度に関しては単独営巣期と同様に午前と午後の2つのピークが現われている。この活動はおそらく成虫が幼虫を点検した際に幼虫からの食物要求の信号を受け取ることによって解発されるものと思われるが、このピークの発現する要因は明らかでない。

(2) 搬入物の時期的変化

森林生態系における高次捕食者としての本種の捕食能力を評価するため、最初の働き蜂羽化後から創設女王が死亡するまで、10日ごとに1時間当たりの肉質物の搬入数として Figs. 7~9 に示した。なお、巣材及び幼虫と成虫の餌としての液状物の搬入数もあわせて示した。ここに示した3例(巣8001, 8102, 8115)の場合は各搬入物の採集頻度にかなりの差が見られた。すなわち巣8001ではシーズンを通しての肉質物搬入頻度は1時間当たり2.39回であったのが、他の2巣では巣8102が同0.76回、巣8115では同0.59回と1/3~1/4にとどまっている。一方、液状物の搬入頻度をみると巣8001では1時間当たり1.81回であるが、巣8102では3.78回、巣8115では2.54回と、後2巣の方が明らかに多くなっている。巣8115は観察の途中で、巣を他所に再建した後放棄されたコロニーのため他巣との比較は単純にはできないが、巣8001と巣8102における幼虫数は最高時でいずれも60頭前後と、コロニーサイズに顕著な差は見られなかった。この2コロニーは異なる年に近接した場所に営巣したため、年による餌条件の違いを反映している可能性もあるが、コロニー間の採餌能力の差についてはさらに多くの例を検討する必要がある。

また肉質物に関してはいずれの場合も最初の働き蜂の羽化後10~20日の間で搬入の頻度は高まった (Figs. 7~9) が、この時期は前報²⁶⁾ で述べたコロニーの急激な発達期である7月上~中旬にあっている。しかしその後の10日間はむしろ肉質物よりも液状物の搬入が増加している。このことはコロニー内の給餌対象が幼虫中心から

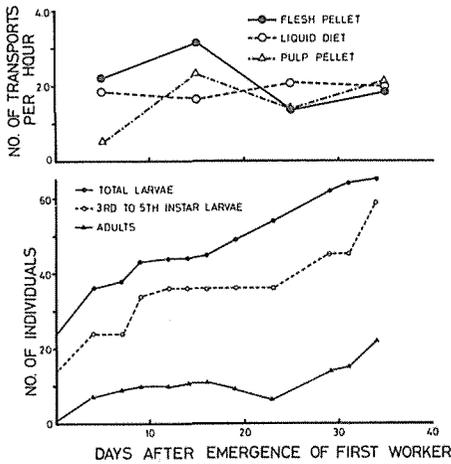


Fig. 7. Seasonal change of frequency of foraging trips/hour by workers of *Parapolybia indica* in Nest No. 8001.

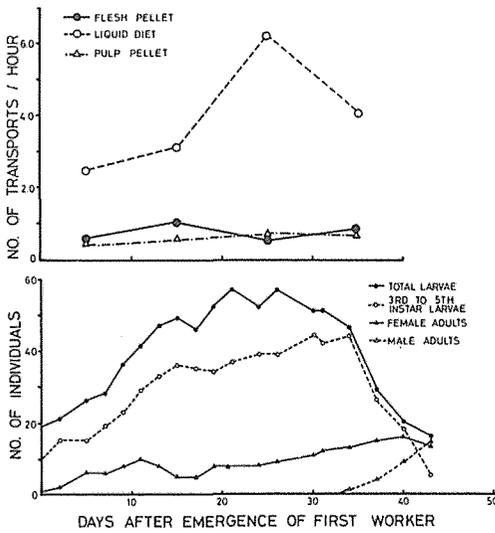


Fig. 8. The same, in Nest No. 8102.

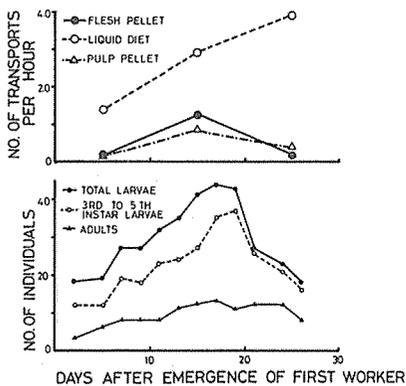


Fig. 9. The same, in Nest No. 8115.

成虫へと切り換えられた可能性を示唆している。しかし幼虫数は前より増加しているため (Figs. 7~9), 搬入物の質的転換の直接原因は明らかでない。その後も肉質物の搬入頻度は回復傾向を示さないまま、多くのコロニーで8月上旬には発達のパークを過ぎていることから、この時期には調査地の個体群の場合、すでに幼虫に対する給餌活動が衰え始めていると推定される。フタモンアシナガバチでは7月下旬から8月上旬に肉質物の搬入は急激な増加を示すが²²⁾ これと比較した場合、本種の育児活動の停止は明らかに早くなっており、前報²⁶⁾ で述べた生活史の短縮化の影響が現われている。

3. 創設女王と働き蜂間の分業に関する考察

ホソアシナガバチは温帯産のアシナガバチ亜科に属する多くの種と同じように受精した1頭の創設女王がコロニーを創設する単雌創設種である²⁴⁾。創設女王は単独の営巣期間中は巣の内外のあらゆる仕事を行なうが、働き蜂の羽化後は両カースト間に分業が形成され、それとともにコロニーは発達期を迎える。

アシナガバチ亜科に属する種は一般に形態学的には女王と働き蜂の間のカーストは未分化であるが、分業に関してはさまざまな段階が知られている。とくに外役活動についてみると、*Polistes* 属のヤマトアシナガバチやセグロアシナガバチでは創設女王は働き蜂の羽化後も営巣末期まで外役に参加し、造巣材料、肉質物及び冷房用の水の採集を続け、同時に大部分の内役活動も行なう¹⁴⁾。一方、フタモンアシナガバチ¹⁴⁾、コアシナガバチ³⁴⁾、南米の *P. fuscatus*, *P. canadensis*³¹⁾ や *Mischocyttarus drewseni*⁹⁾ 等では働き蜂の羽化後は創設女王の外役活動のうち肉質物の採集は速やかに停止するが、巣材の採集だけは頻度を減じつつも遅くまで続けられる。また、*Polistes hunteri* のように巣材採集も働き蜂が行ない、創設女王は働き蜂の搬入した巣材を用いて育房新設などの造巣活動を行なう¹⁶⁾ というやや分業化の進んでいる種も見られる。ホソアシナガバチの場合、創設女王の外役活動のうち、巣材採集を除く他の活動は働き蜂の羽化後約1週間ですら停止したが (Fig. 4), 巣材の採集に関してはその後も低頻度ながら見られ、働き蜂羽化後1ヶ月以上経過したコロニーで創設女王の巣材採集が観察された例もあった。働き蜂羽化後の創設女王の搬入物のうち巣材は56.6% (30/53) を占めていたのに対し働き蜂では19.3% (189/978) にすぎなかった (Table 4) が、この

ような創設女王の搬入物が巣材に偏る傾向は *Polistes fuscatus*, *P. canadensis*,³¹⁾ *Mischocyttarus drewseni*⁹⁾ 等でも観察されている。

働き蜂の羽化にともなう創設女王の内役活動についてみると、造巣活動では、育房の新設や空室の拡張など産卵行動に関係している行動が引き続いて行なわれており、働き蜂が主として育房壁の拡張を行なっているのと対照をなしている (Fig. 3)。これは創設女王が内的要因によって解発される産卵衝動→育房新設という連鎖関係に支配され、働き蜂の羽化後においても行動面で可塑性を保有するに至らないことを示しており、アシナガバチ亜科のカースト間の分業の未分化な一面を現している³⁴⁾。WEST-EBERHARD³¹⁾ は創設女王の行なう育房新設の割合が *Polistes fuscatus* で78.6% (22/28), *P. canadensis* で88.5% (23/26) に達することを報告し、*Polistes* 属の創設女王に見られる行動上の特徴の一つであると指摘している。また、*Mischocyttarus drewseni* でも働き蜂による育房新設は創設女王に比べて少なくなっている⁹⁾。これに対してホソアシナガバチの場合、創設女王の行なう育房創設の頻度は55.0% (11/20) にとどまり、一方、創設女王の生存しているコロニーではフタモンアシナガバチやトガリフタモンアシナガバチで普通に見られる働き蜂の産卵現象¹⁷⁾³⁴⁾ はまったく見られなかったもので、ホソアシナガバチの場合には働き蜂が産卵衝動をともなわずに育房創設を行なう能力を獲得しているものと考えられる。このような習性はアシナガバチ亜科の中でも台湾の *Parapolybia* 属、東南アジアの *Ropalidia* 属、南米の *Polybia* 属等、大型のコロニーサイズを持つ種類で知られている³⁴⁾。

アシナガバチ亜科に比べ明瞭なカースト分化を持つスズメバチ亜科に属する *Dolichovespula*, *Vespula* 及び *Vespa* の3属ではカースト間の分業はより明瞭で、働き蜂の羽化と共に創設女王は次第に外役を行なわなくなり、内役も産卵に限られてくることが知られている¹⁾²⁾³⁾⁷⁾²⁵⁾³⁰⁾。Matsuura¹⁵⁾ によればモンズメバチ *Vespa crabro* におけるその過程は次のようになっている。すなわち、創設女王は働き蜂の羽化後、1) 頻度を減じつつ約3週間の外役継続、2) この間の造巣活動は、育房の新設→自ら巢外より採集した巣材による房壁の伸長→巢外で集めた巣材による房壁の伸長→働き蜂が造ったばかりの房壁の再加工の順で停止、3) 外役停止後も幼虫への餌の分配は時々行なうが産卵以外の内役はほぼ

停止する。一方、日本産のスズメバチ亜科の中でアシナガバチ亜科と同程度のコロニーサイズを持つヒメスズメバチ¹²⁾ の場合、創設女王は働き蜂の羽化後も引き続いてあらゆる巣の内外の仕事に従事する¹⁵⁾ が、育房の新設のほとんどすべては働き蜂によってなされる (松浦, 未発表)。このことはスズメバチ亜科においてもコロニーサイズの大小によってカースト間の分業の程度が異なることを示唆しているが、アシナガバチ亜科に見られた創設女王による育房の新設現象はヒメスズメバチのようにスズメバチ亜科中最小のコロニーサイズを持つ種でも消失し、アシナガバチ亜科に比べ行動の可塑性が進んでいる点は注目すべきである。

以上の点からホソアシナガバチは働き蜂の羽化後においても産卵行動に関与する巣材の採集及び育房の新設に関しては創設女王の主たる役割を果たしており、これは *Polistes* 属や *Mischocyttarus* 属等の他のアシナガバチ亜科に属する種と共に、創設女王の行動の可塑性が系統的に未分化な点を残していることを示唆している。また、本種の創設女王は、働き蜂の羽化後は巣材の採集以外の巢外活動は働き蜂に転嫁しているが、内役活動は頻度を減じつつも継続しており、*Polistes* 属や *Mischocyttarus* 属等の同亜科の小規模なコロニーサイズを持つ種で既に報告されている例と同じ傾向を示した。このような創設女王の行動における産卵以外の仕事への参加は、スズメバチ亜科でも大規模なコロニーサイズを持つ種で、働き蜂の個体数の少ない「共同営巣期」の段階や、もともと小規模なコロニーサイズを持つヒメスズメバチの全営巣期間を通じて見られる行動上の特性となっているので¹³⁾、カースト間の分業の発達程度は系統的な位置とともに、種レベル及びコロニーの発達過程におけるコロニーサイズと関連を持っているものと考えられる。

摘 要

ホソアシナガバチ *Parapolybia indica* SAUSSURE のコロニー内における分業について1976~1981年の6年間にわたって野外条件下で調査を行なった。本報では創設女王の単独営巣期と働き蜂の羽化後の行動について日周活動を重点に観察を行ない、コロニーの発達にともなう者の分業の形成過程を明らかにした。

1. 創設女王は働き蜂の羽化後においても唯一の産卵個体であった。働き蜂による産卵行動は創設女王を亡失

した条件下のコロニーにおいてのみ観察された。

2. 創設女王の外役回数は幼虫の孵化前の 1.26回/時間から孵化後は 2.67回/時間に増加したが、働き蜂の羽化後は 0.36回/時間と大巾に減少した。

3. 創設女王は働き蜂の羽化後も育房の新設、巣材の採集及び幼虫への給餌を続けた。しかし、他の外役行動はほとんど見られなくなり、巣内で過す時間が多くなった。

4. 働き蜂は食物採集と巣材採集を行ない、幼虫や成虫への給餌を行なった。

5. 創設女王と働き蜂の間に分業が形成されるとともにコロニーは急速な発達期を迎え、これは雄と新女王が羽化するまで続いた。

6. 営巣末期においては働き蜂の外役活動は蛋白質性食物から炭水化物性食物の採集へと変化したが、これは養育対象を幼虫から雄と新女王の成虫へ転換したためである。

引用文献

- 1) AKRE, R. D., GARNETT, W. B., MAC DONALD, J. F., GREENE, A. and LANDOLT, P. J. Behavior and colony development of *Vespula pensylvanica* and *V. atropilosa*. J. Kansas Entmol. Soc. 49: 63-84, 1976.
- 2) BRIAN, M. V., Caste differentiation and division of labour. In Social Insects, ed. H. R. HERMANN, I: 122-222. New York, Academic. 437 pp.
- 3) BRIAN, M. V. and BRIAN, A. D., The wasp, *Vespula sylvestris* SCOPOLI: feeding, foraging and colony development. Trans. roy. ent. Soc. London, 103: 1-26, 1952.
- 4) DELEURANCE, E. P., Contribution à l'étude biologique des Polistes (Hyménoptères, Vespidae) I. L'activité de construction. Ann. Sci. Nat. Zool. Biol. Anim., 11: 91-222, 1957.
- 5) 橋本治二, 佐藤有恒, 菅原光二, 写真セミの世界, 東京, 誠文堂新光社, 114 pp.
- 6) HOSHIKAWA, T., Some colony factors influencing the hunting activity of *Polistes chinensis antennalis* PÉREZ (Hymenoptera: Vespidae). Appl. Ent. Zool. 16: 395-405, 1981.
- 7) Ishay, J., Observations sur la biologie de la guêpe orientale *Vespa orientalis* F.. Ins. Soc., 11: 193-206, 1964.
- 8) 岩田久二雄, チビアシナガバチ属とホソアシナガバチ属との営巣行動, 昆虫 37: 437-443, 1969.
- 9) JEANNE, R. L., Social biology of the neotropical wasp, *Mischocyttarus drewseni*. Bull. Mus. Comp. Zool. 144: 63-150, 1972.
- 10) ———, The adaptiveness of social wasp nest architecture. Q. Rev. Biol. 50: 267-287, 1975.
- 11) 松浦 誠, スズメバチ属ハチ類のコロニー内の分業 III. 外役活動, 生物研究 17: 52-67, 1973.
- 12) ———, スズメバチの生活, 自然 29: 62-71, 1974.
- 13) ———, 成虫の形態及び造巣習性によるアシナガバチ類の見分け方, 植物防疫 29: 292-298, 1975.
- 14) ———, アシナガバチの生活, 自然 32: 26-36, 1977.
- 15) MATSUURA, M., Intranidal polyethism in *Vespa*. I. Behaviour and its change of the foundress of *Vespa crabro flavofasciata* in early nesting stage in relation to worker emergence. Kontyu, 42: 333-350, 1975.
- 16) MICHENER, C. D. and MICHENER, M. H., American Social Insects. New York, Van Nostrand. 267 pp.
- 17) MIYONO, S., Life tables of colonies and workers in a paper wasp, *Polistes chinensis antennalis*, in central Japan (Hymenoptera: Vespidae). Res. Popul. Ecol. 22: 69-88, 1980.
- 18) 守本陸也, フタモンアシナガバチの営巣活動 I. (日本産社会性蜂類の研究 VI), 九大農学芸誌 17: 99-112, 1959a.
- 19) ———, フタモンアシナガバチの営巣活動 II. (日本産社会性蜂類の研究 VII), 九大農学芸誌 17: 115-128, 1959b.
- 20) ———, アシナガバチ類についての応用昆虫学的研究 III. (日本産社会性蜂類の研究), 九大農学芸誌 18: 243-252, 1961.
- 21) ———, アシナガバチの社会行動, 行動から見た昆虫-4, 種の生活における昆虫の行動, 石井象二郎ら編, 東京, 培風館, pp. 71-104, 1979.
- 22) NAKASUJI, F., YAMANAKA, H. and KIRITANI, K., Predation of larvae of the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera, Noctuidae) by *Polistes* wasps. Kontyu, 44: 205-213, 1976.
- 23) ROBB, R. L. and LAUSON, F. R., Some factors influencing the predation of *Polistes* wasps on the Tobacco hornworm. J. econ. Ent., 50: 778-784, 1957.
- 24) SEKIJIMA, M., SUGIURA, M. and MATSUURA, M., Nesting habits and brood development of *Parapolybia indica* SAUSSURE (Hymenoptera: Vespidae). Bull. Fac. Agric. Mie Univ. 61: 11-23, 1980.
- 25) SPRADBERY, J. P., The social organization of wasp communities. Symp. Zool. Soc. London, 14: 61-96, 1965.
- 26) 杉浦正昭, 関島正憲, 松浦 誠, ホソアシナガバチ *Parapolybia indica* の生活史, とくにコロニー

- の発達について, 三重大農学術報告 66: 11-25, 1983.
- 27) SUZUKI, T., Area, efficiency and time of foraging in *Polistes chinensis antennalis* Pérez (Hymenoptera: Vespidae). 日生態会誌, 28: 179-189, 1978.
- 28) TURILLAZI, S. and VGOLINI, A., Rubbing behaviour in some European *Polistes* (Hymenoptera, Vespidae). *Monitore, Zool. ital. (N.S.)*, 13: 129-142, 1979.
- 29) van der VECHT, The terminal gastral sternite of female and worker social wasp (Hymenoptera, Vespidae). *Prok. K. ned. Akad. Wot. (C)*, 71: 411-422, 1968.
- 30) VERLAINE, L., La spécialisation et la division du travail chez les guêpes. *Bull. Soc. Sci., Liège* 1: 86-191, 1932.
- 31) WEST-EBERHARD, M. J., The social biology of polistine wasps. *Misc. Publs. Mus. Zool. Univ. Michigan*, 140, Ann. Arbor, 101 pp., 1969.
- 32) WHEELER, W. M., Social life among the insects. New York, Harcourt, Brace and Co., 375 pp., 1923.
- 33) YAMANE, S., Daily activities of the founding queens of two *Polistes* wasps, *P. snelleni* and *P. biglumis* in the solitary stage (Hymenoptera: Vespidae). *Kontyu*, 39: 203-217, 1971.
- 34) 山根爽一, スズメバチ上科にみられる社会, 遺伝 30: 34-44, 1976.
- 35) YOSHIKAWA, K., Introductory studies on the life economy of polistine wasps. I. Scope of problems and consideration on the solitary stage. *Bull. Osaka Mus. Nat. Hist.*, 15: 3-27, 1962.

Summary

Biosociological studies on *Parapolybia indica* SAUSSURE have been carried out by the authors in Kawakita, Tsu, Mie Pref., southern Japan since 1976. Based upon the continuous observation with 11 nests, accounts are given on the behaviour and its change in the foundress and worker wasps with special reference to the appearance of polyethism between foundress and workers after the appearance of the latter.

1) Various activities in foundresses and workers are conveniently classified from the functional point of view as shown in Table 1.

2) The foundress was always the sole egg-layer among the females of a colony. Egg-laying by workers was observed only under the condition of disappearance of the foundress.

3) The number of foraging trips by foundresses increased from 1.26 trips/hour to 2.67 trips/hour before and after hatching of the larvae. Then trips extremely decreased to 0.36 trips/hour after the emergence of workers.

4) After the emergence of workers the foundresses continued to initiate cells, forage for nest materials and feed larvae, though they stopped almost entirely to forage for food and spent more time on the nest.

5) Workers foraged for food and nest materials, and distributed food to larvae and nest mates.

6) With the attainment of the division of labour between foundress and workers, the colony underwent a rapid increase in population size. This expansive stage lasted until the time when sexuals emerged.

7) In later stage of nesting, foraging activity of workers changed principally from seeking protein food to carbohydrates such as tree sap to feed the adults of sexuals.

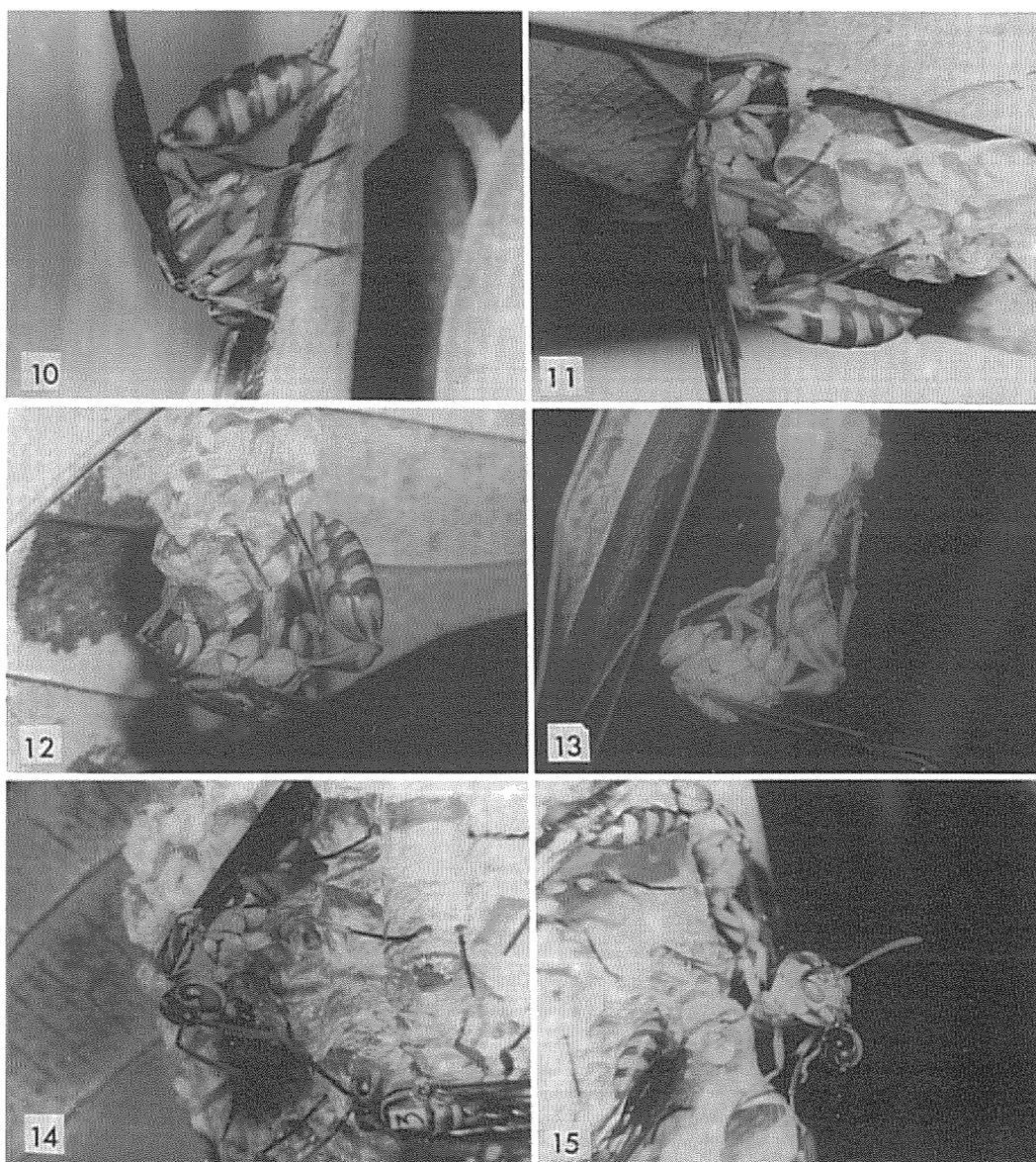


Fig. 10. Foundress of *Parapolybia indica* collecting plant hairs from a young leaf of *Neolitsea sericea*.
 Fig. 11. Foundress coating nest materials on the pedicel of the nest.
 Fig. 12. Foundress elongating a peripheral cell.
 Fig. 13. Ovipositing position of foundress.
 Fig. 14. Foundress malaxating prey on the comb.
 Fig. 15. Worker abandoning a drop of water.