ホソアシナガバチ Parapolybia indica (Hymenoptera,Vespidae)の生活史,とくにコロニーの発達について

誌名	三重大學農學部學術報告 = The bulletin of the Faculty of Agriculture, Mie University
ISSN	04624408
著者名	杉浦,正昭 関島,正憲 松浦,誠
発行元	三重大學農學部
巻/号	66号
巻号補足	
掲載ページ	p. 11-25
発行年月	1983年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

AgriKnowledge

ホソアシナガバチ *Parapolybia indica* (Hymenoptera, Vespidae) の生活史，とくにコロニーの発達について*

杉浦正昭**・関島正憲***・松浦　誠

Life Cycle of *Parapolybia indica* (Hymenoptera, Vespidae), with Special Reference to the Colony Development

Masaaki Sugiura, Masanori Sekijima and Makoto Matsuura

ホソアシナガバチ属 *Parapolybia* は東南アジアを中心とした旧世界から5種が知られており[15]，わが国にはそのうち少くとも2種が本州以南の低山地に生息している[7]。本属の生態に関する知見は乏しく van der Vecht[15]，岩田[4]，関島[13]，Sekijima et al.[14] 等による断片的な報告があるにすぎない。

筆者らは，1976年以来，ホソアシナガバチ *Parapolybia indica* Saussure について，森林生態系における高次捕食者としての機能を評価する立場から，その生態について調査を行なっている。前報[14] では，1976～1980年の観察結果にもとづき，本種の営巣習性と蜂児の発育について報告したが，本報では1981年の調査結果も加えて，生活史，とくにコロニーの発達過程について述べ，近縁のアシナガバチ属 *Polistes* との比較を行なった。

調査地及び調査方法

調査地は三重県津市大里川北町の山林内で，生息環境の詳細は前報[14] で述べた通りである。各年の営巣期間中に発見した巣についてはすべて4桁の一連の番号を付し，年号と発見順序を示すようにした（たとえば巣8201は1982年の最初に発見された巣であることを意味する）。調査地内における越冬樹及び1978-1981年の毎年の巣の分布は Fig. 1 に示した。

営巣期間中における育房増加率，産卵率，養育個体数などの動向を調査するため各巣について巣盤内の各育房の内容構成を示したセルマップを作成し，原則として毎日，以下の項目について調査を行なった。すなわち，新設育房，各育房内の養育個体の有無及び発育段階（卵，幼虫の令期，繭），成虫の羽化痕，創設女王の生死，雄の羽化の有無等である。また，最初の働き蜂羽化日の前日までを単独営巣期，その後巣内の養育個体がいなくなる廃絶日までを共同営巣期とした。ただし働き蜂の羽化前に廃絶した巣は育房増加率，産卵率を算出する際に除外した。また，創設女王の死亡後，働き蜂による育房増築と産卵の見られたコロニーでは働き蜂によるものを別に調査した。各養育個体の発育日数はセルマップに記録された個々の個体の発育段階を追跡することにより算出した。

毎年の主要な調査期間は本種の営巣期間中である5～8月に集中したが，営巣期間終了後（後営巣期）も交尾時期，越冬場所への移動期などを調査するため10月下旬～11月上旬頃まで調査を継続した。また，1979年春には越冬場所から新女王が離脱する時期（前営巣期）の生態を明らかにするため3月上旬～5月上旬まで調査を行なった。とくに新女王が越冬場所を離れる時期を推定するため Table 1 にあげた越冬樹 No. 2 を用い，1979年3月16日に幅約 20 cm のナイロンゴースを幹に巻いて穴の入口をふさいだ。以後，5月上旬の本種の営巣開始期まで雨天の日を除いて原則として毎日，午後2～4時の間に孔内から出て布にとまっている個体数を数え，それらの個体の中胸背板上に白色ラッカーペイントでマークした後野外へ放虫した。

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．II

* Biological Studies on the Polistine Wasps in Japan. II.

** 名古屋市熱田区大宝3丁目13-7

*** 佐久市中込44．千久水社内

生活史の区分

本種の生活史を調査するに当り，大きく前営巣期，営巣期，後営巣期の3期に区分し，とくに営巣期は働き蜂の羽化前の単独営巣期と羽化後の共同営巣期に分けた。さらに，単独営巣期は巣創設から最初の幼虫孵化までを第 I 期，その後最初の営繭までを第 II 期，その後最初の働き蜂羽化までを第 III 期に細分した。また，共同営巣期ではほとんどのコロニーで創設女王の産卵力が衰退して産卵が見られなくなる前に育房増加が停止したため，育房増加期の第 IV 期と，育房増加停止後の産卵の見られた時期の第 V 期，さらに産卵停止後廃絶日までを第 VI 期に細分した。

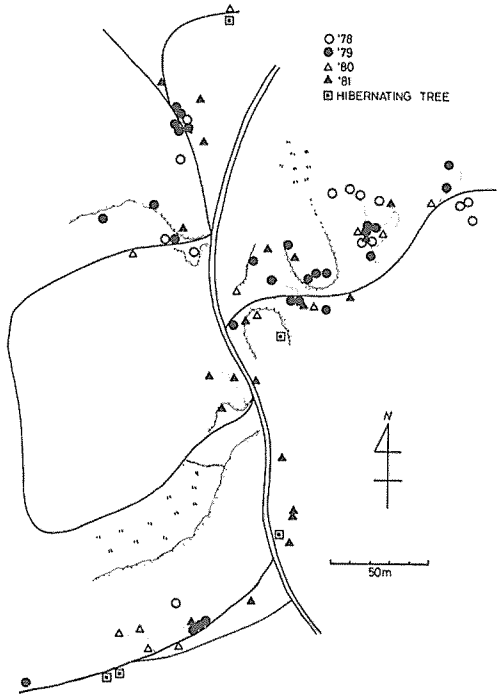


Fig. 1. Distribution of *Parapolybia indica* nest in each year.

結果及び考察

1. 前営巣期

(1) 越冬場所

ホソアシナガバチは温帯地域に生息する他のすべてのスズメバチ科と同様に，通常は受精した次世代の女王となり得る個体，すなわち新女王のみが越冬し，働き蜂及び雄は死滅する。巣の解散後，新女王は越冬場所を探索し，適当な場所を発見すると越冬集団を形成して翌春まで休眠する。調査地において本種の越冬場所として選ばれていたのは多くがアラカシの幹中に生息する甲虫類等の幼虫によって穿孔食害された結果生じた空洞内部で，他地域で発見された越冬場所もすべて生きた樹木の空洞であった (Table 1, Fig. 16)。しかし調査地において秋に穴の周辺に新女王の集合の見られた樹木のうち翌年までの越冬の継続を確認したものは 3 ケ所（越冬樹 No. 1, No. 2, No. 4）のみで，他の 2 ケ所は越冬中の個体の確認をしていない。日浦[3] も生きたスギの幹の虫孔内を本種の越冬場所として記録している。アシナガバチ属 *Polistes* における越冬場所の例として松浦[6] は，人家等の屋根裏，壁面間隙（フタモンアシナガバチ *P. chinensis antennalis*, ヤマトアシナガバチ *P. japonicus*, セグロアシナガバチ *P. jadwigae*, キアシナガバチ *P. rothneyi*), わらぶき屋根の中や屋根上の石の下（フタモンアシナガ

Table 1. Records on hibernacula of *Parapolybia indica*.

Place	Tree no.	Tree species	Diameter of the hole (cm)**	Height of the hole (cm)	Diameter of the tree (cm)***	Hibernating years
Kawakita	1	*Quercus glauca*	1.0×3.0	110	20	'76–'80, '81–'82
Kawakita	2	*Quercus glauca*	3.0×5.0	95	14	'78–'79, '81–'82
Kawakita	3	*Quercus glauca*	2.5×2.0	126	17	'81–'82
Kawakita	4	*Quercus glauca*	8.0×1.5	130	17	'81–'82
Kawakita	5	*Quercus glauca*	1.5×1.0	220	15	'81–'82?
Takenami	1	*Quercus cerrata*	1.6×2.0	60	15	'78–'79
Takenami	2	*Quercus* sp.*	1.0×3.0	144	18	'78–'79
Takenami	3	*Quercus cerrata*	4.0×3.5	145	18	'79–'80
Fujiwara		*Cryptomeria japonica*	4.0×1.5	150	20	'80–'81

* deciduous oak ** (vertical×horizontal) *** at the height of the hole

バチ)，山小屋の竹筒内（キボシアシナガバチ *P. mandarinus*，ヤマトアシナガバチ)，オオイタドリの枯茎中（キボシアシナガバチ)，セグロアシナガバチの廃巣上（セグロアシナガバチ，ヤマトアシナガバチ，キアシナガバチ）などを報告しており，外国では岩の割れ目（*P. annularis*)[12]，樹皮のすき間（*P. fuscatus*)[16] 等も知られている。これらの *Polistes* 属の越冬場所の記録と比較すると，ホソアシナガバチの場合には生きた樹木の空洞内という非常に高湿で暗黒の狭い空間を選好しており，他のアシナガバチ亜科には見られない特異性を持っている。

（2） 越冬後期

本期は越冬後の女王が越冬場所を離れて営巣活動を開始するまでの期間である。初めて越冬樹 No. 2 より離脱個体が観察されたのは1979年の場合 4 月 9 日であった。最も離脱個体数の多かったのは 4 月21～25日にかけてで，全越冬個体数の75.6%（102/135）がこの時期に集中的に離脱した (Fig. 2)。本種が越冬場所を離れる要因は気温と天候が大きいものと思われるが，離脱開始直後の 4 月 9～16日とピーク時の 4 月21～25日の最高気温には顕著な差は見られず，越冬状態からの覚醒にはある程度の温度の積算が必要とされることを示唆している。また同年 5 月 4 日に営巣開始直後と思われる初期巣（育房構

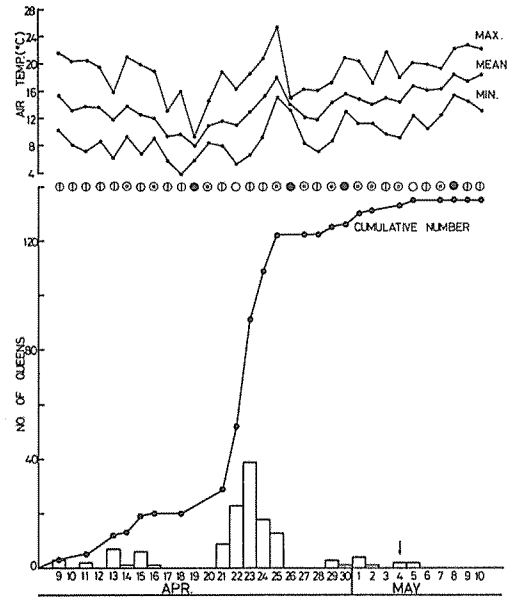


Fig. 2. The number of queens of *Parapolybia indica* departed from hibernaculum in 1979. Arrow indicates the first discovery of incipient nest with 4 cells.

成：卵 3，空 1，計 4 房）が初めて発見され，5 月にはすでに営巣活動を行なっているものと推定された。しかし全離脱個体数のうちマーキングした122頭についてはその後同地域とその周辺では営巣した個体がまったく発見できなかったので，マークした越冬女王が越冬場所を離脱した後営巣を開始するまでの期間は明らかにできなかった。

以上の結果により，新女王は 4 月上～中旬に越冬場所を離れ，5 月上旬に営巣を開始したものとみなせば，その期間はおよそ 2～3 週間と推定される。YOSHIKAWA[18] によれば大阪におけるセグロアシナガバチの越冬後期は 3 月中旬頃の越冬場所の離脱から 4 月中旬頃の営巣開始まで約 1 ケ月続くという。これと比較すると本種の場合は越冬場所からの離脱期が遅れ，越冬後期は短縮される傾向があると考えられる。

2. 営巣期

（1） 単独営巣期

a. 営巣開始期及び営巣期間

前述のように本種の営巣開始期は 5 月上旬頃であると思われるが，年により，また巣により営巣開始期は若干異なる。一般にアシナガバチ類は最初の育房を造った後直ちに産卵するため，各巣の営巣開始期を，それぞれの最初の幼虫孵化日と卵期間から逆算して推定することが可能である。各年に発見された幼虫孵化前の巣において 5 月中に産付された卵の被産付日と孵化日との関係を Fig. 3 に示した。これによれば最も早く営巣を開始した年は 1981年（平均 4 月29.0日，n＝12)，最も遅かった年は1980年（同 5 月9.4日，n＝10) で，他の年も 5 月上旬前後であった。この後，最初の働き蜂が羽化するまでの間の単独営巣期間は平均48.5日（40～57日，n＝37) と推定された。

単独営巣期の第 I～III 期の各期間は第 I 期：平均16.3日（13～20日，n＝37)，第 II 期：同17.5日（12～25日，n＝37)，第 III 期：同14.8日（12～18日，n＝37) と推定され，単独営巣期では第 II 期が最も長かった。各時期は，通常，最初に産付された個体のそれぞれ卵，幼虫，繭期間により決定されるが，初期に産付された個体が幼虫期に成虫により共食いされたコロニーでは第 II 期が大きく延長された。YAMANE[17] によれば札幌におけるコアシナガバチ *P. snelleni*，及びトガリフタモンアシナガバチ *P. biglumis* では単独営巣期間，すなわち初期

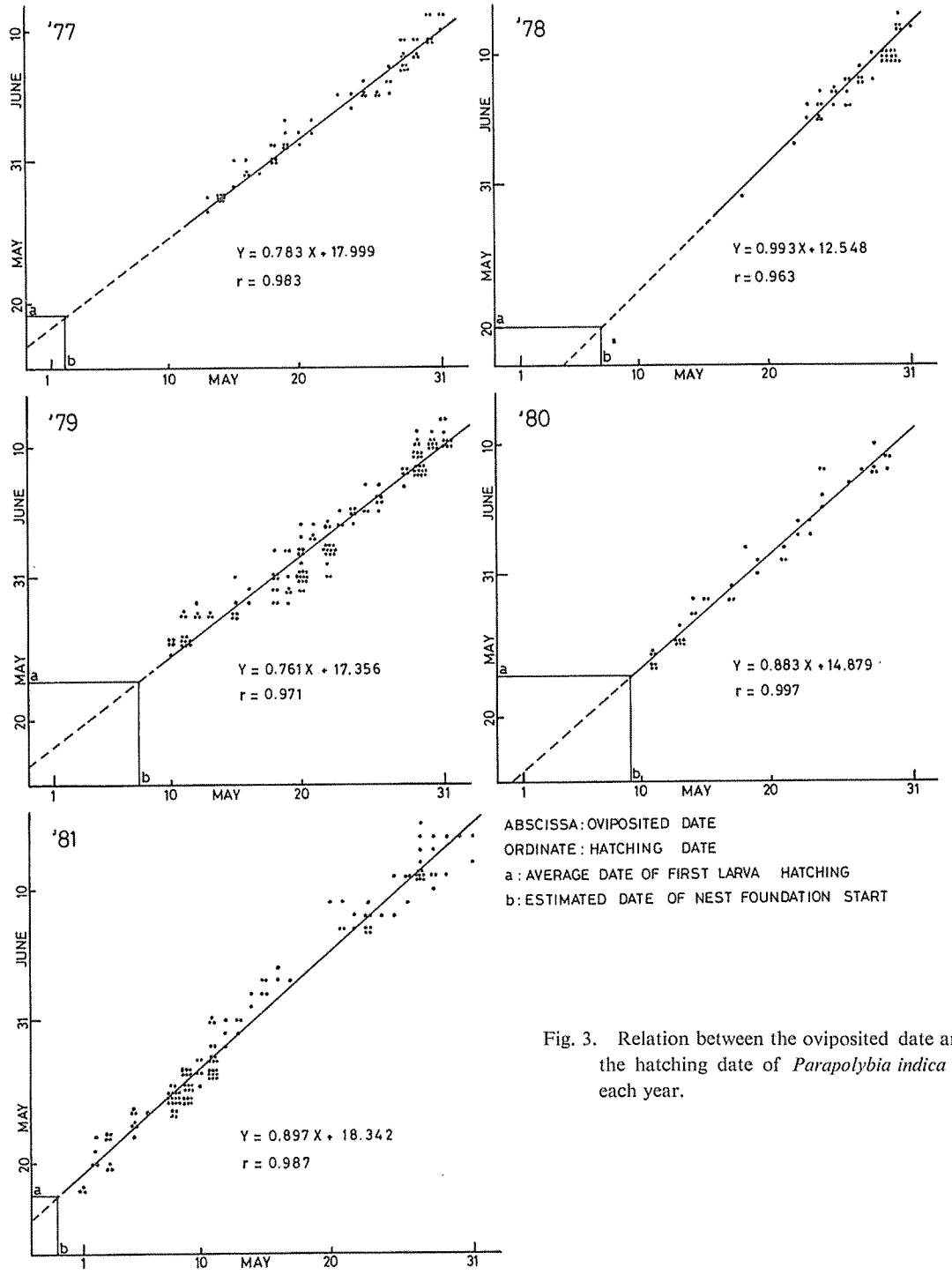


Fig. 3. Relation between the oviposited date and the hatching date of *Parapolybia indica* in each year.

の働き蜂の全養育期間は約60日で，卵期間25日，幼虫期間15日，繭期間20日であったという。これらを本種と比較した場合，卵期間及び繭期間のように気温と密接な関係のある時期が本種より長くなっており，北方のアシナガバチの個体群が働き蜂を早く羽化させるには不利な状況におかれていることを示している。

なお，フタモンアシナガバチ[10]やトガリフタモンアシナガバチ[17]では最初の幼虫孵化の前後に育房壁へ花蜜と思われる液状物の貯食が見られるが，本種ではそのような現象は観察されなかった。

b. 育房増加率

単独営巣期に女王によって造られる育房数は平均43.8房（23-62房，n=49）(Table 2) で，前報[14]でも述べたように日本産のアシナガバチ類の中では最多グループに属するものと思われる。各時期の内訳は Table 3 に示すように第 I 期47.4%，第 II 期16.5%，第 III 期36.1%であった。これらを1日当りの増加率に換算するとそれぞれ1.20房，0.39房，1.00房となり，単独営巣期で最も育房の増築が盛んな時期は幼虫の孵化する前，すなわち第 I 期であることが明らかである (Fig. 4)。幼虫の孵化と共に育房増加率は極端に落ち込み，第 II 期の増加数は第 I 期の約1/3に減少した。これは幼虫の出現に伴って給餌や育房拡張等の労働が加わるため，女王の造巣活動に質的な影響を及ぼすことが考えられる。しかし繭が出現した後（第 III 期）には多くの巣で幼虫数が大巾に減少しないにもかかわらず (Figs. 5, 6, 8)，育房増加率が再び上昇傾向を示している。したがって，第 II 期の落ち込みには給餌に起因する労働力の増大以外の要因も働いている可能性が高い。この原因は明らかでないが，繭の出現が女王の造巣活動の質的変化を解発する可能性も考えられる。他のアシナガバチ類，たとえばトガリフ

Table 2. No. of cells made in each period in *Parapolybia indica*.

	Solitary period	Co-operative period	Total
n	49	49	49
$\bar{x}\pm 95\%$ S. E.	43.8±2.5	66.4±30.7	110.2±21.4
(%)	(39.7)	(60.3)	
range	23–62	0–240	31–366

Table 3. Percentage of cells made and eggs laid by foundress of *Parapolybia indica* in each stage of solitary period.

	Period*		
	I	II	III
Rate of cell construction per day	1.20	0.39	1.00
No. of cells made (%)	47.4	16.5	36.1
Rate of oviposition per day	1.14	0.63	1.32
No. of eggs laid (%)	37.8	22.4	39.8

* See Fig. 4.

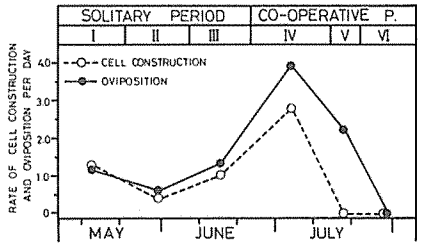


Fig. 4. Changes in rate of cell construction and oviposition in each period. I: Before appearance of larvae, II: After the appearance of larvae till appearance of cocoons, III: Thereafter till the emergence of the first worker, IV: Thereafter till the cessation of cell construction, V: Thereafter till the cessation of oviposition by foundress, VI: Thereafter till disintegration.

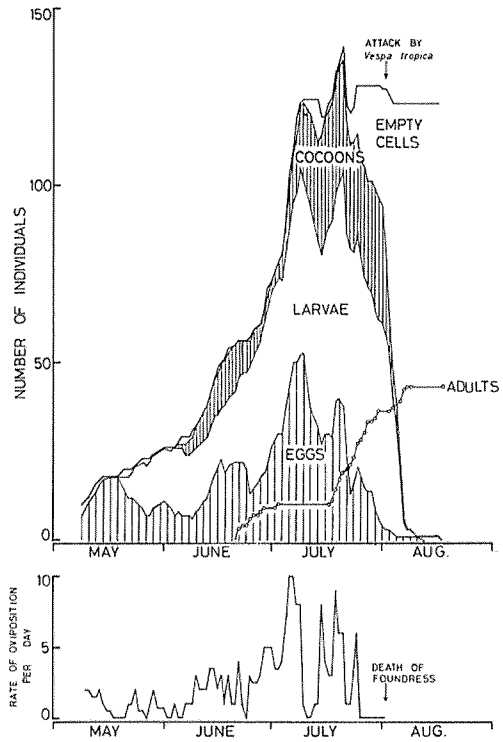


Fig. 5. Trend of brood population and oviposition rate per day of *Parapolybia indica* in Nest No. 8001.

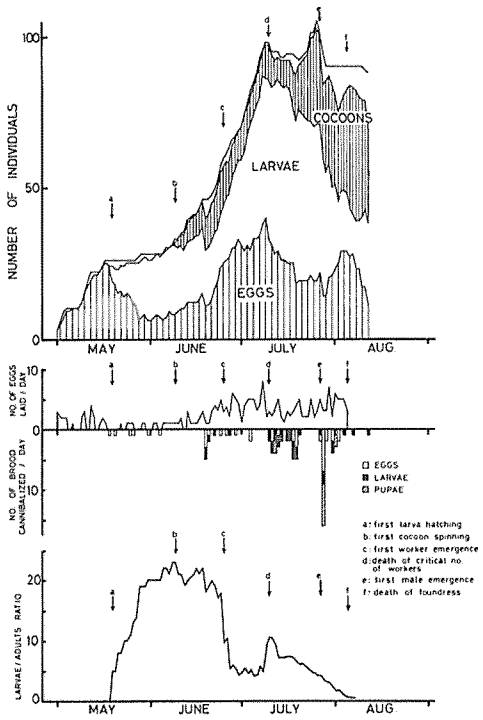


Fig. 6. Trend of brood population, oviposition rate, cannibalism rate and larvae/adults ratio of *Parapolybia indica* in Nest No. 8102.

タモンアシナガバチでは最大増加率はやはり幼虫孵化前に見られるが，幼虫の孵化と共に完全に停止してしまい，働き蜂の羽化まで回復することはない。このため単独営巣期に造られる全育房数（約60）の90%以上が幼虫孵化前に造られる[17]。一方北海道産のコアシナガバチでは本種と似たような傾向を示すが，幼虫の営繭後の方が増加率が高く，単独営巣期に造られる全育房数（40-55）の約半分が営繭後の時期に造られるという[17]。

c. 産卵率

単独営巣期における女王の産卵数は平均49.4卵（25～70卵，n=49）であった（Table 4）。各時期の内訳は第I期37.8%，第II期22.4%，第III期39.8%（Table 3）で，1日当り産卵率はそれぞれ1.14卵，0.63卵，1.32卵と，第III期が最も高かった（Fig. 4）。第II期，第III期において産卵率が育房増加率を上回ったのは巣内での食卵または食幼虫の後の空室に産卵が行なわれたためである。しかし全体として単独営巣期の産卵率は育房増加率とよく同調しており，この期間中の空室数は非常に少なくなっている（Figs. 5, 6, 8）。このことは産卵の際，

Table 4. No. of eggs laid by foundress in each period in *Parapolybia indica*.

	Solitary period	Co-operative period	Total
n	49	49	49
$\bar{x}\pm95\%$ S. E.	49.4±2.5	98.2±41.7	147.6±30.5
(%)	(33.5)	(66.5)	
range	25–70	0–393	41–441

巣内に空室のないことが育房の新築を解発するというDELEURANCE[1]の“空室の規則”とよく一致している。これらの同調傾向はコアシナガバチでは見られるがトガリフタモンアシナガバチではほとんど欠如しているという[17]。したがって本種では第III期に高まった産卵欲求が育房増加率の上昇をひき起こすと考えられるが，産卵率が高まる原因は明らかでない。

（2） 共同営巣期

a. 働き蜂の羽化時期及び営巣期間

最初の働き蜂の羽化時期は年により若干の変動はあったが多くは6月下旬であった。最も早かった年（1978年）で平均6月19.4日（6月17～6月21日，n=9），最も遅かった年（1980年）で同6月26.3日（6月18日～7月3日，n=8）であった。その後コロニーの廃絶日までの女王と働き蜂の共同営巣期間は平均44.7日（2～109日，n=49）で，コロニーにより差が大きかったが単独営巣期間とほぼ同じ長さであった。なお，この時期には働き蜂羽化後の育房の房壁に花蜜と思われる水滴状の貯蔵物の見られたコロニーもあった。育房の増加停止までの期間（第IV期）は平均26.9日（2～76日，n=49），産卵の行なわれた期間（第IV期＋第V期）は同35.2日（2～81日，n=49）で，働き蜂の羽化後より巣内の養育個体が見られなくなるまでの全共同営巣期間に占める割合はそれぞれ60.6%及び78.7%に相当した。しかし次世代の繁殖階級を産出したコロニーのみについてみると共同営巣期間は平均56.5日（34～109日，n=25）で，このうち第IV期は同39.6日（22～76日，n=25），第IV期＋第V期は同46.7日（23～81日，n=25）とそれぞれ長くなっており，全共同営巣期間に占める後二者の割合もそれぞれ70.1%及び82.7%と高くなった。なお，ここでいう育房増加期間及び産卵期間には創設女王の死亡後，働き蜂によって育房の増築と産卵が継続された期間を含めてある。

b. 育房増加率

この期間中の育房増加数は平均66.4房（0～240房，n＝49）で平均全育房数110.2房（31～291房，n＝49）の60.3%に相当した（Table 2)。これを育房増加期間中の1日当り増加率に換算すると2.45房（－11～29房）となり，全営巣期間を通じて最高となった（Fig. 4)。繁殖階級を産出したコロニーに限れば育房増加数は平均118.0房（18～240房，n＝25）に達し，1日当りでは2.96房とさらに高かった。これは平均全育房数163.7房（60～291房，n＝25）の72.1%に相当した。しかし育房の増加が急激となるのは働き蜂の羽化後10日～14日以降が普通で，それ以前は単独営巣期と同様に比較的緩慢な増加傾向を示した（Figs. 5, 6)。

育房増築の停止はヒメスズメバチ *Vespa tropica* を中心とした外敵による攻撃や創設女王の死亡が直接の原因となることが多かったが，創設女王が生存しているにもかかわらず産卵力の衰退により自然に停止した例も16.3%（8/49）のコロニーにおいて観察された。また，創設女王の死亡後，働き蜂による産卵の見られたコロニーは18例あったが，このうちさらに育房増加の見られたものは創設女王が初期に死亡した6例（1日当り1.91房）だけであった。

他の日本産の *Polistes* 属のアシナガバチ類，たとえばセグロアシナガバチ，フタモンアシナガバチでは働き蜂羽化後の育房増加は急激で，前者は426房，後者では1,000房を超えた記録があり，キアシナガバチやコアシナガバチにおいても日本西南部に生息する個体群ではコロニーは大型化する傾向がある[7]。一方，キボシアシナガバチやヤマトアシナガバチでは通常50房前後，トガリフタモンアシナガバチでも50–100房にとどまる[7]。本調査地におけるホソアシナガバチの総育房数は繁殖階級を産出したコロニーで平均163.7房，これまでの最多記録は366房（働き蜂羽化後に発見されたため上記の平均値には含めていない）を有し，また412房の記録[8]もある。したがって本種は女王が単独で造る育房数とともに，最終的なコロニーサイズにおいても日本産アシナガバチ亜科の中では大きい方に属するものと思われる。

c. 産卵率

共同営巣期の創設女王による産卵数は平均98.2卵（0～393卵，n＝49）で，平均総産卵数147.6卵（41～441卵，n＝49）の66.5%に相当した（Table 4)。また，育房の増加が停止するまで（第IV期）の創設女王の1日当り産卵率は3.76卵（0～30卵）で，単独営巣期の最高であった第III期（1.32卵）の3倍弱となった（Fig. 4)。また本種には前述のように働き蜂羽化後の育房を再利用する習性があるため，1日当りの産卵率は1日当りの育房増加率を大きく上回っている（Fig. 4)。育房増加の停止した後（第V期）も多くのコロニー（61.2%，30/49）で産卵が見られたが，産卵期間は平均7.1日（1～21日，n＝30）と短かく，産卵数は平均16.0卵（1～63卵，n＝30），1日当り産卵率も2.23卵と比較的低かった。これらを繁殖階級を産出したコロニーに限れば，創設女王による共同営巣期間中の全産卵数は平均158.6卵（3～393卵，n＝25）で，平均総産卵数210.6卵（43～441卵，n＝25）の75.3%，1日当り産卵率は第IV期で4.62卵，第V期で3.31卵といずれも高い値を示した。また，コロニーあたりの働き蜂による産卵数は平均40.7卵（1～165卵，n＝18）で女王の死亡時期により大きく異なったが，平均産卵期間は17.1日（1～44日，n＝18），1日当りの産卵率は2.38卵と，第V期の創設女王の産卵率（2.23卵）と同程度であった。ただし働き蜂の産卵に関しては産卵個体数の確認はしておらず，複数の働き蜂による産卵も行なわれている可能性がある。

共同営巣期の前～中期においても，単独営巣期と同様に空室数は少なく（Figs. 5, 6)，働き蜂羽化後の育房には直ちに産卵が行なわれることを示している。これが共同営巣期前期の育房増加の停滞の一因となっているが，その後創設女王の卵巣が十分に発達し働き蜂の個体数も増加して労働力が豊富な共同営巣期中期に達すると，働き蜂の羽化数を上回る産卵力のために急激な育房増加を引き起こすものと考えられる。しかし，同後期には創設女王の産卵力が衰え育房の増築も停止するものと考えられる。

d. 繁殖階級の産出

働き蜂の羽化した45コロニーのうち繁殖階級である雄や新女王を産出したのは25コロニーであった。このうち創設女王の早期の死亡により雄のみを産出したのは4コロニー，新女王と思われる雌個体のみを産出したのは9コロニーで，残る12コロニーは両方のカーストを産出した。

最初の雄の羽化時期はほとんどが7月下旬～8月上旬であったが，巣8007において6月28日，7月4日に各1頭の雄の羽化を認めた。これらの雄はいずれも7月15日以降巣上に見られなくなり，交尾への参加の有無は確認

できなかった。また雄を産出したコロニーでは営巣末期が近くなるとほとんど雄のみが羽化してくる例が多い一方で，遅くまでコロニーが継続しても1頭の雄も産出しなかった例もまれに見られた（たとえば巣8109では10月9日まで営巣活動が続き，推定成虫産出量は211頭に及んだが雄の羽化個体は観察できなかった)。また1979年8月25日に岐阜県中津川市で採集した本種の1コロニー（育房総数199，卵32，平虫60，繭90，空室17で，採集時に雄は認められなかった）においても，その後羽化した113頭がすべて雌性個体であった。これらの例は創設女王が意図的に雌雄を産み分ける可能性を否定しているように考えられ，創設女王の受精嚢内の精子が卵を受精させるのに不十分な量になった時 DIERZON の法則により雄となる未受精卵を産付する可能性を示唆している。しかし，雄産出の明確なメカニズムは明らかでない。

次に新女王の産出時期であるが，本種の場合も他のアシナガバチ類と同様，初期に羽化してくる働き蜂は非常に小型であった。その後羽化してくる個体は徐々に大型化し，新女王と働き蜂との間に体長，体型，斑紋などの外見上の区別点は見られなかった。Fig. 7 は巣8102，巣8115及び巣8115′（巣8115の再建巣）の雌個体の体長を示したものであるが（CO_2 で麻酔し，ノギスで測定した)，この年の創設女王の平均体長は 19.7 mm（18.8～21.3 mm，n＝14）で，体長のみから判断すれば巣8102では7月22日，巣8115では7月27日にそれぞれこの年の最小の創設女王（18.8 mm）以上の体長を持つ雌性個体が羽化している（再建巣から羽化した個体については後述する)。守本[11]によればフタモンアシナガバチにおける大型の働き蜂は腹腔内に多量の脂肪体を持っているが卵巣は発達せず，また越冬して翌年巣造りを行なう新女王はさらに多量の脂肪体を貯えているという。本種の場合，大型の雌性個体のうち，新女王として越冬に必要な生理的条件を備えている個体の羽化時期は確認していない。しかし，創設女王が単独の時期に産付された卵の中に新女王となる個体がすでに一部含まれていることは下記の事実から明らかである。まず，1979年に巣7908において羽化したすべての雌個体（20頭）にマーキングを行なったところ，翌年そのうちの1頭の営巣（巣8009）を約10 m 離れた地点で確認した。このマーク個体は8月3日に羽化した4頭（被産付日はそれぞれ5月30日，6月5日，6月6日，6月10日）のうちの1頭であったが，巣7908における働き蜂の羽化日は7月1日なので，少な

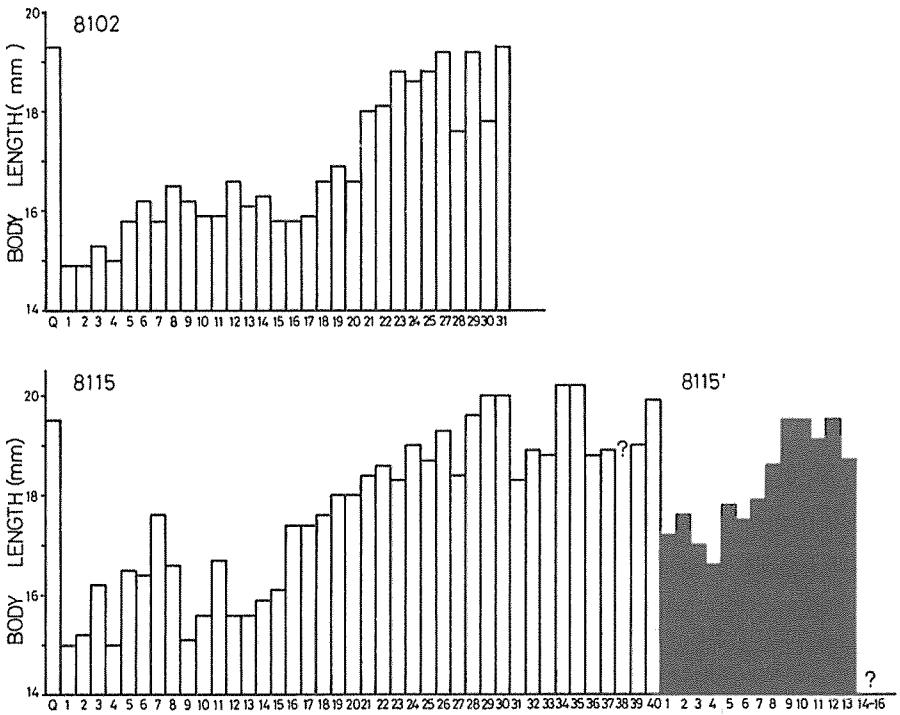


Fig. 7.　Body length of females of *Parapolybia indica* in order of emergence in Nests Nos. 8102, 8115 & 8115′.

くともその3週間前には産付されていたことになる。また，8月3日に羽化した4頭のうち2頭，及び8月2日に羽化した3頭のうち1頭が巣7908から約 15m 離れた越冬樹 No. 1 (Table 1) に秋に集合しているのを確認した (Fig. 15)。これらはすべて女王の単独営巣期に産付された個体である。次に，1980年に巣8001において同様に羽化したすべての雌性個体 (43頭) にマーキングを行なったが，翌年6月4日に調査地内で飛翔中の1頭を目撃した。この個体は7月24日に羽化した2頭のうちの1頭で，被産付日は6月4日または同10日のいずれかであった。巣8001における最初の働き蜂羽化日は6月22日なので，その約2週間前にはすでに女王卵として産付されていたことになる。以上の結果から判断すると，新女王は7月下旬～8月上旬には羽化を始めるものと推定される。

最後に，セルマップに羽化痕として記録されている育房数から推定したコロニー当りの各カーストを含む全成虫の産出数は平均40.8頭（1～215頭，n＝49）であったが，繁殖階級を産出したコロニーに限れば69.2頭（20～215頭，n＝25）であった。しかし，コロニー内の性比に関しては巣上の個体をすべて識別した次の4巣以外では不明確である。すなわち，巣7908, 8001, 8102, 8115における性比を雌性個体（働き蜂＋新女王）：雄の個体数により示すと，それぞれ 20：4, 43：0, 31：33, 40：0 であった。雌性個体は新女王と働き蜂の区別が困難な個体も多いため，新女王：雄の比は算出できなかった。また，前述のように繁殖階級として雄または新女王（8月に入ってから羽化した雌個体は大部分新女王とみなした）のみを産出したコロニーもあり，調査地域の個体群としての本種の性比を明らかにするにはさらに多くの巣における調査が必要である。

e. 再建巣における繁殖階級の産出

前報[14] で述べた如く，営巣期間中に外敵の攻撃を受けたコロニーの中には他の場所へ巣を再建したものがあり，そのうち次世代の繁殖階級を産出したと思われるコロニーが60%（6/10）あった。しかし新女王，雄を共に産出した例はなく，雄または新女王と思われる雌性個体のみを産出したコロニーがそれぞれ3例であった。

再建巣におけるコロニーの発達の1例として巣8115の再建巣（巣8115′）の経過を Fig. 8 に示した。このコロニーはヒメスズメバチの攻撃は受けず，再建の理由は明らかでないが，以下の観察例によって7月11日前後に再建されたものと考えられた。すなわち，1) 7月11日以降，創設女王は旧巣（巣8115）における産卵を停止し，巣を長時間離れて過ごすことが多くなった，2) 再建巣（巣8115′）において最初の雌成虫が羽化した日は8月12日で，この時期の養育個体の全発育日数である30日前後[14] から逆算すると，予想される最初の産卵日と一致している，等の点である。このコロニーでは8月20日に創設女王が死亡し，8月22～23日にかけてヒメスズメバチの攻撃を受け廃絶するまでの間に16頭の雌成虫が羽化した。これらの個体の体長を Fig. 7 に示したが，初期に羽化した個体は 17mm 前後と小型で，創設女王と同程度の体長を持つ個体（No. 10 以降）は8月19日に始めて出現した。しかし，9月7日に旧巣から約 5m 離れたヒノキの枝上でコロニー分散後の越冬前集団が発見されたが，この中には再建巣から初期に羽化した小型個体も含まれていた (Table 5)。また，これらの個体は10月7日に集団が解散するまで見られ，新女王の可能性を示

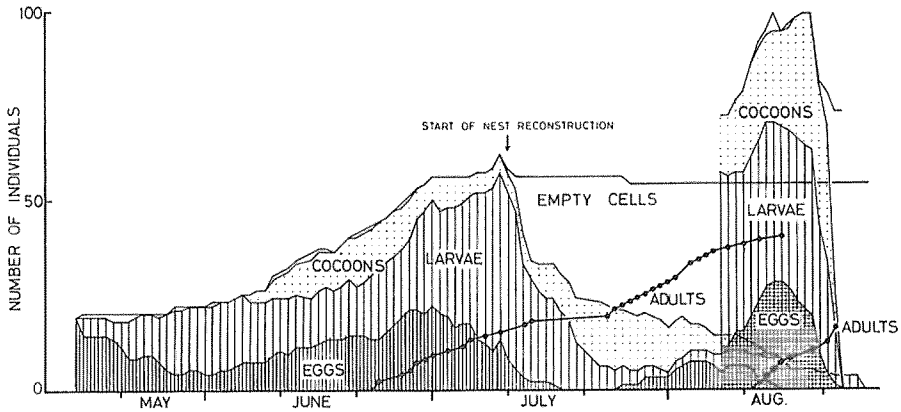


Fig. 8. Trend of brood population in original and reconstructed nest of *Parapolybia indica*. (original: No. 8115, reconstructed: No. 8115′)

Table 5. Presence or absence of marked individuals of *Parapolybia Indica* (Nest No. 8115, 8115′) in a pre-hibernating aggregation.

Date (1981)	Marked individuals from	
	Nest No. 8115	Nest No. 8115′
Sep. 7	27, 28, 34, 36, 37, 38	1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16
Sep. 8	34, 36, 37, 38	1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16
Sep. 22-Oct. 6	36, 37, 38	1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16

Table 6. Difference of larval stage of the individuals oviposited in May between ones reared by foundress alone and ones reared by foundress and workers in *Parapolybia indica*.

Nest no.	Reared by foundress alone (days)	Reared by foundress and workers (days)
7804	17.8±2.1 (n=12)	22.0±2.1 (n= 8)
7919	16.4±1.5 (n=12)	23.0±2.2 (n= 4)
8001	19.3±0.9 (n=13)	29.6±1.9 (n= 9)
8109	25.6±3.1 (n= 9)	33.3±1.9 (n=16)
8102	24.8±1.5 (n=14)	31.9±1.8 (n=12)

唆しているが，越冬場所への移動は確認していない。もし，これらが新女王となり得るならば巣再建から約1ケ月で繁殖階級の産出が可能となる。しかし普通のコロニーでは順調に経過した場合7月下旬～8月上旬から繁殖階級の産出が始まることを考えると，これ以降は巣を他に再建して新しく育児を始めるよりもすでに羽化している成虫に十分な栄養を与え，新女王としての生理的条件を備えた個体を増加させることに労力を集中した方が種族の維持にとって有利であると思われる。

（3） 養育個体数の動向及び発育日数

本種のコロニー発達の典型的な例として巣8001及び巣8102の発達経過をそれぞれ Figs. 5, 6 に示す。単独営巣期においては，巣内の幼虫数は最初の幼虫孵化後から急激に増加し，最初の営繭直前に最多となった。その後，老熟幼虫の連続的な営繭によりしばらくは減少傾向となったが，第 III 期中期あたりから再び増加に転じた。単独営巣期に営繭する個体数は平均 10.9 頭 (5～16頭，n=49) であったが，これは北海道におけるコアシナガバチ及びトガリフタモンアシナガバチとほぼ同程度である[17]。働き蜂羽化後はコロニーの発達が急激となり，7月下旬～8月上旬にかけてピークとなるが，これと並行して養育個体数も急増した。幼虫の場合はいずれの巣においても7月中旬～下旬にかけて全養育個体中に占める割合が最高となり，繁殖階級を産出したコロニーにおいては幼虫の個体数が約40～140頭に達した。

被産卵時期別の個体の発育日数は，前報[14]で述べたように原則として夏期の高温時に産付された個体ほど短縮傾向にあったが，個々の発育段階を見ると幼虫期間には卵・蛹期間に見られない特徴があった。すなわち，創設女王が単独で営繭まで育てた個体の幼虫期間は，その後5月中に産付され働き蜂の羽化後に営繭した個体より明らかに短かかった (Table 6)。また，単独営巣期に営繭した個体のうちでも最初の数個体では特に短かく，後になるほど延長された (Fig. 9)。このため5月下旬に産付され，働き蜂羽化後に営繭した個体は全営巣期間を通して最も幼虫期間が長かった。このように最初の数個体の幼虫期間が短縮される現象はセグロアシナガバチ[18]，フタモンアシナガバチ[9]，*Mischocyttarus drewseni*[5] においても報告されている。この原因について YOSHIKAWA[18] は，巣内の幼虫数の増加につれて創設女王の育児能力に対する労働過剰が起こり，早く働き蜂を羽化させるために初期幼虫に偏重して給餌を行なうためであろうと述べている。しかし最初に羽化した数個体は明らかに小型で (Fig. 7)，後に産まれた個体よりも給餌される量が少ない

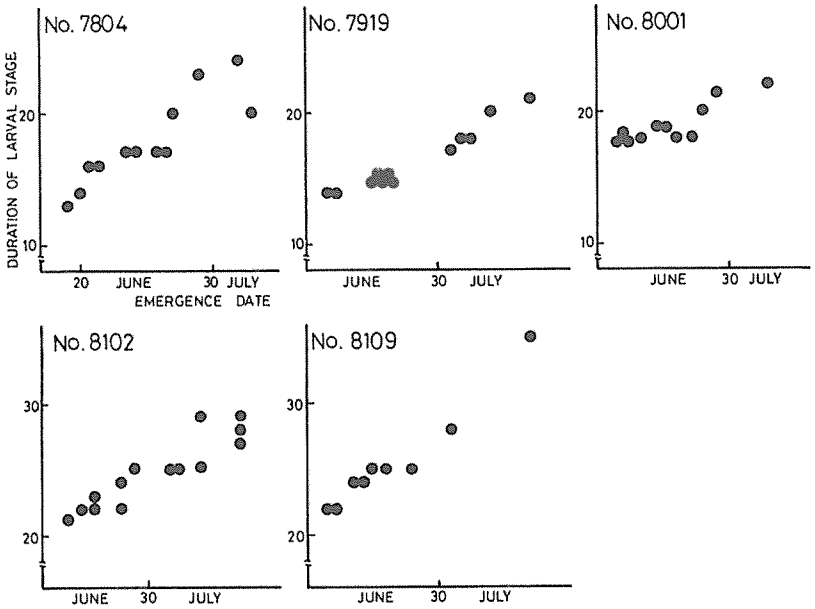


Fig. 9. Relation between emergence date and duration of larval stage in *Parapolybia indica*.

ことを示唆している。宮野[9]も，初期の個体は少量の餌を短期間で給餌されると述べている。しかし，少ない給餌量にもかかわらずこれらの個体が営繭を開始するメカニズムは明らかでない。マルハナバチ (Bombus) においては初期の働き蜂はやはり小型であるが，これらは一定期間の絶食によって営繭が解発され，さらに人為的に給餌した場合は女王となり得るほど大型化するという[2]。本種を含めたアシナガバチ類においてもこのような創設女王による給餌の停止が一般的に見られる可能性があるが確認はしていない。6月以降に産付された個体の幼虫期間が徐々に短縮している[14]のは働き蜂によって給餌量が増加するためと思われ，体長も大型化の傾向となる (Fig. 7)。

3. 後 営 巣 期

(1) 越冬前期

本種の営巣期間を，便宜上，巣内の養育個体がなくなるまでとしたが，この時期は，通常，7月下旬～8月上旬であった。他のアシナガバチ類では養育個体のなくなった後も10月～11月頃まで多くの成虫が巣上に滞在しているが，本種ではほとんどの場合，育児終了後 1～2 週間のうちにすべての成虫が巣を離れて分散した。これは本種におけるコロニー廃絶要因の多くがヒメスズメバチなどの外敵による攻撃であることも関係していると思われる。分散した成虫は巣の近くの枝や葉に集合した状態で1ヶ月以上を過ごし (Fig. 12)，10月上旬には再び分散して越冬場所へ移動した。この時期には本種の新女王がしばしば林内を高密度で飛翔し，越冬場所の探索に関連すると考えられる特異な飛翔行動を示す[8]。また，越冬前の集団は次の観察例では同じ巣から羽化した個体で形成されると思われた。すなわち，巣8102，8115・8115′から羽化した個体のすべてにマーキングを行なったところ，それぞれの巣の付近で発見された集団はすべて同じ巣に由来するマーク個体であった。この集団は雌雄で構成されており，巣8119の近くのヒノキ枝上で発見された集団の場合には雄を約10頭含む80頭以上の個体が存在した (Fig. 12)。

交尾は離巣後の集団が越冬場所へ移動するまでの間に行なわれるものと考えられるが，1981年9月14日と同26日に，前述の巣8119付近の80頭以上より成る集団からそれぞれ5頭の雌性個体を採集して解剖し，受精嚢内の精子の有無を調べた結果，9月26日に1頭の受精個体が見出された。また9月22日に林内を飛行中の雌性個体を調べたところ5頭中2頭，また10月2日に越冬樹 No. 2 (Table 1) に集合中の雌性個体では解剖した5頭のすべてが受精していた。しかし，集団を形成中はこれまでの

ところ交尾行動を観察しておらず，交尾の際は雌雄共に一時集団を離れて他巣の個体と行なうものと思われた。集団を離れた雄は木の枝や葉，草等の上を飛翔しながら探索行動を行ない，止まっている雌を捜している様子であった。1981年の場合，実験的に雌の腹部の一部を釣糸で縛り，葉上に放置しておいたところ，飛翔中の雄が発見して交尾にいたった例を数例認めた (Fig. 13)。*Polistes* 属では交尾の様式は一般に空中交尾で，結合時間は数秒であるという（松浦，未発表)。本種の場合，有効な交尾時間は不明であるが，3分前後結合していた例もあり，また雄の探索行動などから推定して空中交尾の可能性は少ないと思われる。

集団内には液状の餌を運び他に給餌する働き蜂的な機能を持つ個体の存在が常に観察されたが，これらの個体はほとんどの時間を集団外で過ごした。しかし外見上は他の雌性個体と区別がつかず，翌年の創設女王となりうるのかどうかは確認していない。巣8119付近に見られた集団について，個体のマーキングにより調べたところ，このような個体が少なくとも3頭見られ，集団内に運び込まれた液状物の食物はすべてこれらの個体により搬入されたものであった。

以上のように，本種の場合はコロニー解散後，通常巣を離れて集団を形成したが，ヒメスズメバチの攻撃を免れた巣8109では10月下旬まで巣上で多数の成虫が見られ，9月28日に巣上の5頭の雌を解剖して調べた結果，そのうちの3頭が受精していた。なお，このコロニーでは10月9日まで養育個体が見られたが，9月下旬以降は繭を作るにいたった幼虫がほとんど見られず，生存個体の大部分は巣内で成虫により共食いされた (Fig. 11)。また，すでに繭化していた個体の多くは羽化にいたったが，いずれも雌性個体であった。しかし10月に入ると林内及び離巣した集団内では雄の個体数が急激に減少したため，これらの遅く羽化した雌性個体は交尾の機会が少なかったものと考えられる。

（2） 越冬期

巣を離れた集団が越冬場所へ移動する時期は9月下旬～10月上旬で，1979年の場合越冬樹 No. 1 (Table 1) への集合が初めて観察されたのは10月11日の16時頃であった (Fig. 14)。それは約50頭の雌性個体のみで構成されていたが，同日14時頃には全く見られなかったことから短時間のうちに集中的に移動したものと思われた。1981年においても巣8115・8115′ 及び8119付近の集団はいずれも10月6日に突然解散し，後者はその日のうちに約5m 離れた越冬樹 No. 4 (Table 1) に集合したものと思われた（集団内にマーク個体が含まれていたため)。なお，これには雄は含まれていなかった。また，この年調査地で初めて越冬樹への集合が見られたのは9月27日（越冬樹 No. 2) であった。

越冬樹に集合した個体はその後2～3週間は越冬場所の入口から出入りをくり返し (Figs. 14, 15)，時には再度分散してしまう例も観察された。1979年の場合，越冬樹 No. 1 では10月11日の集合以来10月下旬まで30頭前後の個体が越冬場所となる孔道の付近に見られたが，その後急激に減少し，11月14日にはまったく孔道の外に姿を現わさなくなった。しかし当初の集合個体のうち，すべてが孔内に入り込んだのか，そのうちの一部の個体に限られていたのかは明らかにできなかった。またこの集団には巣7908から羽化した3頭が含まれていたが (Fig. 15)，このことは複数の巣から羽化した個体が同一の越冬場所に集合して越冬集団を構成することを示唆している。*Polistes* 属のアシナガバチでは1～2頭で越冬する例や，2～3種が混在して数百頭で集団越冬する例も報告されている[6]が，本種の場合，単独越冬はこれまで観察しておらず，報告例もないことから，複数の巣から羽化した新女王が単一種からなる集団で越冬するものとみなされる。

4. アシナガバチ属 (*Polistes*) との生活史の比較

本種の生活史を要約すると，越冬場所離脱期が4月上旬～中旬，営巣開始期が4月下旬～5月上旬，最初の働き蜂羽化が6月中旬～下旬，繁殖階級産出が7月下旬～8月上旬で，ほとんどのコロニーが8月中に解散した。また交尾は9月中に大部分が終了し，10月上旬には越冬場所へ集合した (Fig. 10)。

これらの結果を大阪におけるセグロアシナガバチ[18]と比較した場合，越冬場所離脱期（3月中旬)，営巣開始期（4月中旬）は共に本種では遅延しており，特に越冬場所離脱期は1ケ月近く遅れている。しかし繁殖階級の産出期がセグロアシナガバチでは8月上旬～中旬であるのに対し，本種は7月下旬にはすでに始まっている。そして，コロニーの解散期は1ケ月近く早くなっており，越冬場所への集合期も1ケ月半以上早まっていた。したがって営巣期間は約3.5ケ月と1ケ月半近く短かいうえ，越冬後期，越冬前期もそれぞれ短縮され，その結果越冬期が著しく延長されている (Fig. 10)。このような生活史

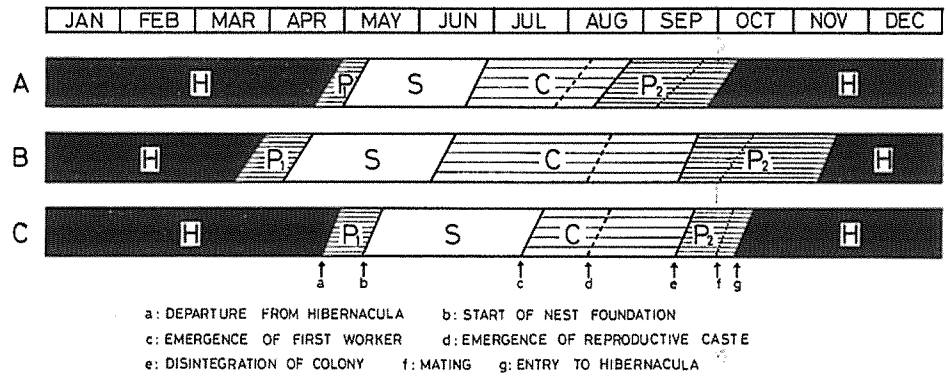


Fig. 10. Comparison of life cycle between *Parapolybia indica* (A) in Tsu and *Polistes spp.* (B: *P. jadwigae* in Osaka, after Yoshikawa 1959; C: *P. snelleni* in Sapporo, after Yamane 1969). H: Hibernating stage, P_1: Pre-nesting stage, S: Solitary stage, C: Co-operative stage, P_2: Pre-hibernating stage.

は北海道におけるコアシナガバチ[17]と類似している。

一般に温帯に生息するアシナガバチ類は北方に分布する個体群ほどその生活史のなかの越冬期が延長されるため，越冬後期，営巣期，越冬前期は著しく短縮される。したがって，短い営巣期間中に繁殖階級の産出を急ぐため働き蜂の産出数が犠牲にされるという[17]。大阪とほぼ同緯度の調査地において本種の営巣期間が短縮されている原因は明らかでないが，*Parapolybia* 属は東南アジアでは最も繁栄している一群であり[7]，わが国は分布の北限に位置することを考えると，夏季の高温時期を利用して短期間に繁殖階級を産出するという生存戦略により個体群の存続をはかっているものとみなされる。

摘　　要

ホソアシナガバチ *Parapolybia indica* SAUSSURE の生活史，とくにコロニーの発達について，本属の分布の北限近くに位置する三重県津市川北町の山林内で，1976～1981年の6年間にわたって自然条件下の個体群に関する調査を行ない次の結果を得た。

1) 本種の営巣期間は5月上旬より8月中旬までの約3.5ヶ月間であったが，これを同地域の *Polistes* 属のアシナガバチに比べると約1.5ヶ月短縮されていた。

2) 越冬後の女王は4月上旬～中旬に越冬場所を離れ，5月上旬～中旬に巣を創設した。最初の働き蜂は6月下旬に羽化し，創設女王は通常7月下旬頃まで生存したが，9月15日に死亡した1例もあった (Nest No. 8103)。雄と新女王は通常7月下旬～8月中旬に羽化し，9月まで巣上にとどまったのち，巣から数 m 離れた樹木の葉上に集合した。新女王は10月上旬～中旬に集合場所を離れ，交尾は他の場所で行なわれるものと思われた。交尾後の新女王は越冬場所へ移動し，生きた樹木の樹孔内部に集団で越冬を行なった。

3) 繁殖階級を生産するに至ったコロニーにおける育房総数は平均163.7房で，営巣期間中の女王の平均産卵総数は210.6卵 (n=25) に達し，成虫の平均羽化数は69.2個体（雌性個体＋雄）であった。

4) 女王の単独営巣期の1日当りの育房建設数は幼虫の孵化前と孵化後ではそれぞれ1.20と0.39であったが，繭の出現とともに1.00に回復した。

5) 同じく単独営巣期における1日当りの女王の産卵数は，幼虫の孵化前と孵化後ではそれぞれ1.14と0.63であったが，繭の出現後は1.32に回復した。

6) 繁殖階級を生産したコロニーの場合，1日当りの育房建設数はコロニーの創設後約2ヶ月で最大値（2.96房/日）を示し，女王の1日当りの産卵数は同時期に4.62卵に達した。

7) 新女王となる幼虫は，既に働き蜂の羽化前においても，創設女王自身により養育されていることが明らかとなった。

引 用 文 献

1) DELEURANCE, E. P. Contribution à l'etude biolo-

gique des *Polistes* (Hyménoptères, Vespidés) I. L'activité de construction. Ann. Sci. Nat. Zool. Biol. Anim., 11: 91–222, 1957.
2) HEINRICH, B. Bumblebee Economics. London, Harvard University Press, 245 pp. 1979.
3) 日浦 勇, ホソアシナガバチの集団越冬の1例, 昆虫 28: 147, 1960.
4) 岩田久二雄, チビアシナガバチ属とホソアシナガバチ属の営巣行動, 昆虫 37: 437–443, 1969.
5) JEANNE, R. L. Social biology of the neotropical wasp, *Mischocyttarus drewseni*. Bull. Mus. Comp. Zool. 144: 63–150, 1972.
6) 松浦 誠, 日本産 *Vespa* 属の越冬習性, 昆虫 34: 52–67, 1966.
7) ————, 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.
8) 南 尊演, ホソアシナガバチの越冬前成虫に関する2, 3の知見, ひらくら 23: 1–9, 1979.
9) 宮野伸也, フタモンアシナガバチの未成熟期の発育, I 発育所要日数の季節変化ならびに卵発育の温度反応についての実験, 岐阜県博物館調査研究報告 2: 75–83, 1981.
10) 守本陸也, 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, 1959.
11) ————, 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.
12) RAU, P., Co-operative nest-foundation by the wasps, *Polistes annularis* LINN., Ann. Ent. Soc. Amer., 33: 617–620, 1940.
13) 関島正憲, ホソアシナガバチの生態に関する知見, ひらくら 22: 73–76, 1978.
14) SEKIJIMA, M., SUGIURA, M. and MATSUURA, M., Nesting habits and brood development of *Parapolybia indica* SAUSSURE. Bull. Fac. Agric. Mie Univ. 61: 11–23, 1980.
15) van der VECHT, J., The east-Asiatic and Indo-Australian species of *Polybioides* BUYSSON and *Parapolybia* SAUSSURE (Hymenoptera, Vespidae). Zool. Verh and Leiden 82: 1–42, 1966.
16) WEST-EBERHARD, M. J., The social biology of polistine wasps. Misc. Publs. Mus. Zool. Univ. Michigan, 140: 1–101, 1969.
17) YAMANE, S., Preliminary observation on the life history of two polistine wasps, *Polistes snelleni* and *P. biglumis* in Sappro, northern Japan. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI, Zool., 17: 78–105, 1969.
18) 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

The outline of the life cycle of *Parapolybia indica* SAUSSURE was studied under natural conditions in the vicinity of Tsu, Mie Prefecture, southwest Japan, situated near the northernmost district of distribution of this genus, during 1976–1981.

1) Colony cycle lasted about three and a half months form early May to mid August, and total duration of nesting activity was about one and a half months shorter than that of *Polistes* wasps in the same district.

2) Overwintered queens of *P. indica* left their hibernacula in early to mid April and initiated nests from early to mid May. The first workers emerged in late June. Foundresses usually survived until late July, and in one colony (Nest No. 8103) she died on September 15. Males and new queens usually emerged from late July to mid August, and they stayed on their nest until September. Then, they gathered at a point on the leaves of a tree about several metres from their nest. New queens left the place from early to mid October, and presumably copulated elsewhere. After mating, new queens migrated to overwinterting sites and hibernated in mass among tree aperture in a living tree.

3) Total number of cells reached about 163.7 on the average, and mean total number of eggs laid by a foundress throughout active season was 210.6 (n=25). The mean total production of adults was 69.2 individuals in successful colony.

4) The cell construction rates in the solitary period were 1.20/day and 0.39/day before and after hatching of larvae, respectiveiy, and the cell construction recovered in 1.00/day with the appearance of cocoons.

5) Oviposition rate in solitary period also changed from 1.14/day to 0.63/day before and after hatching of larvae, and again recovered in 1.32/day after cocoon spinning.

6) The maximum rate of cell construction rate was calculated at 2.96 cell/day at about two months after colony foundation in successful colony, and that of oviposition rate was 4.62 eggs/day at the same period.

7) The broods of some new queens were already reared by the foundress before emergence of workers.

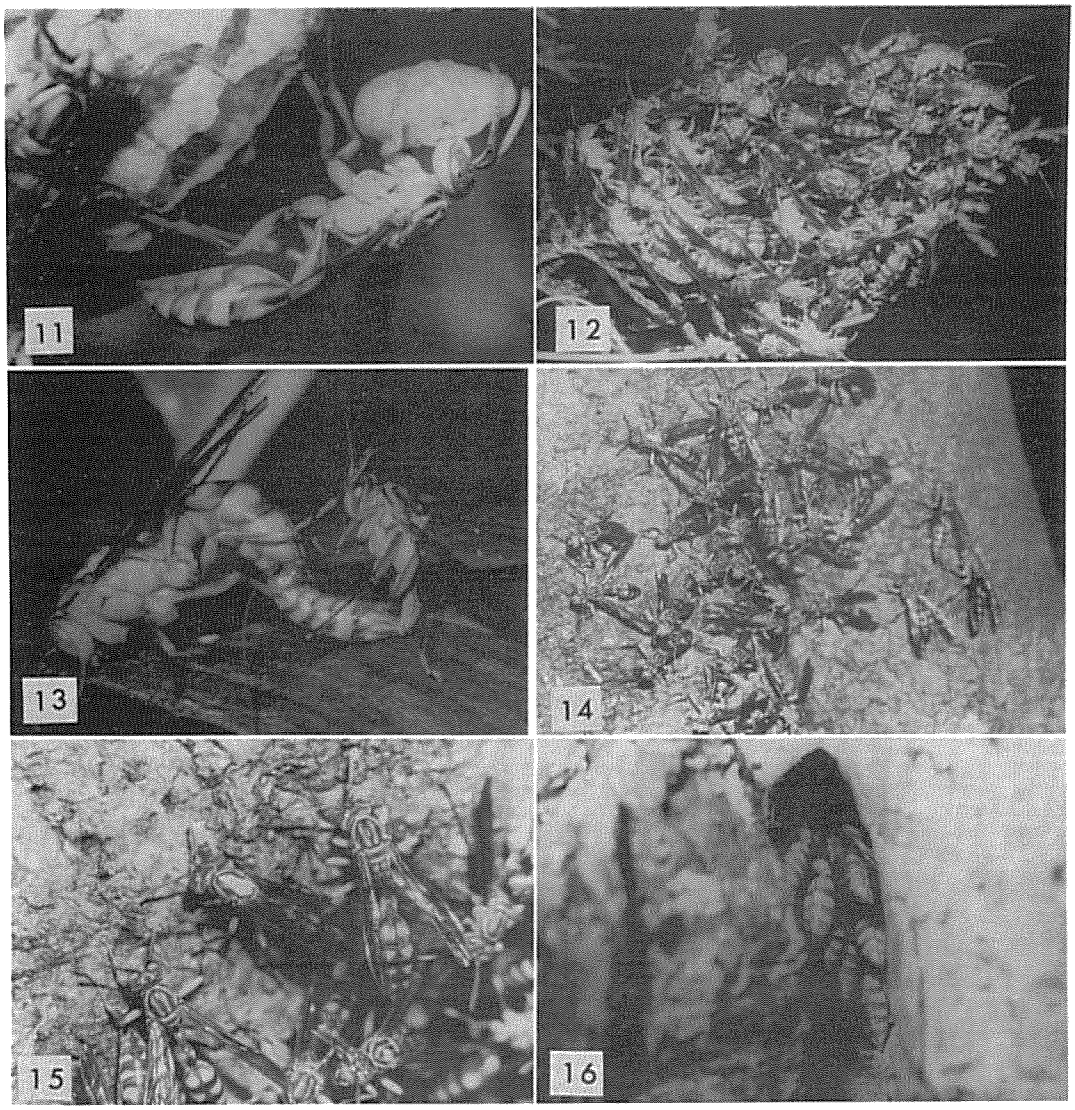


Fig. 11. Female of *Parapolybia indica* holding a mature larva pulled from its cell to eat it.
Fig. 12. Pre-hibernating aggregation of female wasps on the leaves of a plant.
Fig. 13. Copulating pair on a leaf; hanging position of male (right).
Fig. 14. Female wasps gathering round the tree cavity to hibernate in.
Fig. 15. The same, including two marked females from Nest No. 7908.
Fig. 16. Female wasps hibernating in a tree cavity.