

論文内容の要旨

論文題目 Morphological, histological and ecological analyses of the differentiation mechanism of aphid soldier caste.

(兵隊アブラムシのカースト分化機構の形態学的・組織学的・生態学的解析)

氏名： 伊地知 伸行

アリ、ハチ、シロアリ類などとともに、一部のアブラムシ類は高度な社会性を有することが知られている。アブラムシ類においては前社会性から真社会性までさまざまな発達段階の社会性が見られ、そのような真社会性は独立に複数回獲得されたと考えられている。真社会性のアブラムシの1令幼虫には顕著な形態的二型がみられ、片方は脱皮・成長し、繁殖に参加するが、もう片方は高度に形態が特殊化しており、外敵に対して攻撃を行う不妊の兵隊カーストである。兵隊と普通個体は同一の母虫から単為生殖によって産出されるクローンであるにも関わらず、行動・形態・妊性といった形質が全く異なる。したがって、胚発生の過程で兵隊への発生スイッチングがおこると考えられるが、兵隊分化の発生プロセスについての研究は皆無である。そこで、本研究では系統的に独立に進化したと考えられる2種類の真社会性アブラムシ、タケツノアブラムシ(*Pseudoregma bambucicola*)とクサボタンワタムシ(*Colophina arma*)を対象として、胚発生のいつから形質の差異が生じるのか

を明らかにする目的で形態・細胞レベルでの解析を行った。

第1、2章 形態解析の結果、形態的二型が識別可能な発生ステージは2種間で異なり、タケツノアブラムシではクチクラの形成が始まる胚発生の後期であったのに対し、クサボタンワタムシでは胚反転後の筋肉形成時というより早い発生ステージであった。したがって、タケツノアブラムシよりもクサボタンワタムシの方が兵隊分化の発生ステージが早いことが示唆された。

第3章 クサボタンワタムシの兵隊はアブラムシの繁殖に必須である細胞内共生細菌、ブフネラを欠いているという報告がある。そこで共生細菌の欠如を兵隊の指標にすることを目的として、カースト間の微生物の感染様式を組織化学的に精査したところ、季節によって兵隊へのブフネラ感染様式が異なることが明らかとなった。7月上旬にはブフネラが感染する発生ステージ（胚盤葉）からブフネラが欠如している卵巢小管1対が観察され、形態的に兵隊と区別できる胚（兵隊胚）においてはブフネラの感染は認められなかった。7月下旬にもブフネラが感染していない卵巢小管は存在したが、ブフネラ感染・非感染の胚が混在する卵巢小管も低頻度ながら観察された。しかしブフネラ感染の兵隊胚は認められなかった。8月上旬から9月上旬ではブフネラ感染の兵隊胚が低頻度で観察され、9月下旬から10月上旬では多くの兵隊胚がブフネラに感染していた。以上の観察から、ブフネラ感染の有無は兵隊の指標には使えないこと、またブフネラ感染の有無とカースト分化のスイッチングは独立の現象であることが判明した。

第4章 以上の結果を基に、自然状態における兵隊産出に関係する要因を明らかにする目的で、野外集団における兵隊産出の調査を行った。タケツノアブラムシではコロニーサイズが大きくなると兵隊率が高くなることが報告されている。しかしクサボタンワタムシの野外における兵隊率を調べたところ、コロニーサイズに相関はなかった。胚の形態解析

に基づいて算出した予定兵隊率は、コロニーサイズや実現兵隊率とは相関がなく、季節にしたがって変化しており、翅芽虫が出現する9月下旬に最大となり、越冬モルフが出現する10月初旬から下旬に0%になった。クサボタンワタムシは秋期に多数産出される有翅虫や越冬モルフを防衛するために、兵隊生産を増大させている可能性がある。このような季節に同調した予定兵隊率の変化は、日長や温度などの環境要因が本種における兵隊産生を調節している可能性を示唆するものである。

第5章 クサボタンワタムシの予定兵隊率を調節している環境要因について、実験生理学的に調べた。多くのアブラムシでは、短日処理によって有翅虫（産性虫）が誘導されることが分かっている。そこで、鉢植えのクサボタン (*Clematis stans*) 上で維持しているクサボタンワタムシを用いて日長操作実験を行った。温度一定の条件下 (20°C) で長日条件 (16L:8D) 下で維持している系統の成虫を G0 世代、その G0 世代が産んだ1令幼虫を G1 世代とし、1令の G1 世代を長日条件 (16L:8D) と短日条件 (8L:16D) で飼育した。短日処理した G1 世代 (SG1) の成虫では、多数の兵隊胚が誘導されたが、長日条件の G1 世代 (LG1) ではそのような兵隊産生の増加は見られなかった。短日処理した G2 世代 (SG2) の成虫は、無翅虫もしくは有翅の産性虫であった。これら無翅成虫の体内の胚は、ほとんどが越冬モルフであった。長日条件では、G2 世代 (LG2) に産性虫も越冬モルフもまったく誘導されず、いずれの世代でも予定兵隊率はほぼ一定であった。以上のことから、クサボタンワタムシの兵隊産生は日長に応答して変化することが明らかとなった。これは社会性アブラムシにおいて兵隊誘導の至近要因が日長であることを実験的に示したはじめての研究である。アブラムシの越冬モルフが短日処理によって誘導されることも新発見である。このように兵隊の増加および産性虫、越冬モルフの誘導が短日刺激により連動して起こるとい機構は、クサボタンワタムシの生活史によく適合しているように思われる。