ジゲモの1令幼虫にみられる越冬 Colony の 形成と解消*

古 内 栄 一

(福島県好間高等学校)

On Formation and Dissolution of Winter-colony in the First Larva of *Atypus karschi* DOENITZ

Eiichi FURUUCHI

Yoshima High School, Fukushima Prefecture

1. まえがき 秋期, *Atypus* の Sack を切ると幼虫がこぼれ落ち, 一つの容器に入れておくと必ず Colony を作る. Colony は *Atypus* ばかりでなく他のクモでも見られ, 巣立ち前の幼虫個体群の特徴のようである. この Colony は翌春巣立ちと共に解消されて, それ以後はほとんど作られることはない. クモの諸性質から Colony の形成と解消には温度因子及び, 個体間の生態学的因子が関係していると考えられるので, 秋から冬にかけていろいろな温度環境を作って Colony の状態を観察し, Colony の形成解消の要因を探ってみた. その結果, 越冬 Colony の諸性質がわかったので, そのうち構造特徴及び温度変化による Colony の形成と解消について報告する.

2. 方 法 1962年10月より1963年4月までの間, 実験室のガラス容器に1令幼虫を飼育しながら種々の条件を与えて観察した. 観察に使ったガラス器は3種で, 12 cm×16 cm×18 cm の角型水槽, 直径 7 cm と 5.6 cm のシャーレーである. 水槽は底面を 2 cm×2 cm の区画で48に区切り, 7 cm のシャーレーは同心円と, 放射状に線を引いて底面を32等分し, 5.6 cm のものは24等分して框法測定に便利ようにした. 自然条件での観察を除いてシャーレー内の分布を調べる場合は, 光, 温度環境を作り易い夜間, 気温の低下するのを待って行った. 高温環境での反応は恒温器の中にシャーレーを置いて観察し, 低温環境での反応は酷寒の夜を利用して行った. 照明は, 約 50 cm 離れた上方から2個乃至4個の 100 W 電灯で照らした. 幼虫の動きと位置の記載は, 肉眼と写真撮影とを併用した. 温度環境は, (1) 自然の気温変化, (2) 人為的高温環境, (3) 人為的低温度環境の3種として Colony の変化を観察した.

3. 結 果 (1) 越冬 Colony の放射状構造

シャーレーの中央に放した1群の幼虫は四散して, シャーレーの角に向かって行動を開始する. 1個の幼虫が角に到達すると歩行を止め, 次いで別の幼虫が来て頭部を合せる

*この研究は昭和37年度福島県教職員研究奨励金の一部による.

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48

シャーレー及び水槽の区画のしかた

A: 直径 7 cm のシャーレーの区画のしかたで各区画の面積は約 1.2 cm²B: 直径 5.6 cm のシャーレーの区画のしかたで各区画の面積は約 1.0 cm²

C: 角形水槽の区画のしかたで各区画は 2 cm × 2 cm

ようにして停止する。前の個体が移動すれば Colony は形成されませんが、動かなければ次々に幼虫が集って頭部を寄せ合せて Colony となる。この集りは頭部を円の中心に向けるので放射状になる。ガラスの平面であれば任意な場所で、角であればガラスの曲部で頭が向い合うような円陣、又はその変形構造となる。個体数が増える時、Colony へ参加する個体は、前からいるものの隙間へ頭部を先頭にしてもぐり込むので

広範囲な放射状構造が出来上ることになる。その際、幾重にも重なることがあって安定するとあたかも針坊主のような形である。一般に、個体数が少なければ平面的になるし、多ければ立体的構造になる。Fig. 1 の(1)はシャーレーの角に出来た Colony を上から見たもので、(2)は同じく立面、(3)はガラス壁面に出来た Colony で、(4)はその立面である。

Fig. 1 安定 Colony の放射状構造

(1) はシャーレーの周辺に出来たもの (2) は同じく立面
(3) はガラスの平面に出来たもの (4) は同じく立面

形成初期の Colony は極めて不安定で、最初の個体が移動するとなくなってしまうことがある。Colony 形成には「核」になる個体が必要なのだ。「核」になる個体の周りにいくつかの個体が集まったとしても、個体数の少いうちは解消されることもある。Colony が、一定の大きさに発達すれば容易に解消されることはない。又、「核」になる個体は必ずしも定着するものでないことが観察された。そんな時でも、Colony がある程度まで大きくなっていると解消されない。「核」が複数になることもある。個体の頭部が任意の向きになっている小さな集りの周りに放射状構造が出来ることがある。これは、Colony 形成初期の個体が移動の可能性を持っていたとしても集る個体が多くて、脱出口が閉ざされて動けなくなったためにこのような形状になったのである。放射状構造になると、Colony は安定するが、必ずしも放射状構造は安定 Colony の必要条件ではないようである。初期の Colony を取囲む個体が多くなれば安定 Colony となり得る。その安定した時は、放射状構造になっているわけである。個体についてみると、放射状構造になると中央部分の個体が動けなくなるので比較的解消しにくいのであろう。

放射状構造は 1 令幼虫の Colony ばかりでなく、成体でも観察される。1963 年 1 月 31 日採集の 18 成体をガラス水槽に入れて 2 日後これをみたところ、弱い 2 つの放射状構造の Colony が出来ていた。この間の温度は、 12°C から 0°C の間であった。低温度環境は、成体にも弱い程度の Colony 形成の傾向をみせることが明かとなった。

(2) 隅効果及び周辺効果

Atypus の Colony は隅や周辺に出来易いことがこれまでの観察でわかった。シャーレーの各区画に出来た Colony の数と、角型水槽に出来た Colony の数とを算えてみると、Table 1 に示されるような結果となり、シャーレーの場合、最外周の区画に全体の 91.5 % の Colony が、角形水槽では四隅に 60 %、底の稜線に沿った周辺に 26.7 % の Colony が出来ていて、隅効果、周辺効果が著しかった。

Table. 1 安定 Colony の数

シャーレ	区画	最外周	2 周	3 周	中 央	計
	頻 度	32	2	—	1	35
	百 分 率	91.5	5.7	—	2.8	100.0
角型水槽	区 画	四 隅	最外周	2 周	中 央	計
	頻 度	9	4	2	0	15
	百 分 率	60	26.7	13.3	0	100.0

Colony は中央部より周辺に、周辺より四隅に多く形成される傾向がある。

(3) 温度反応

前にも述べたように Colony 形成解消には温度因子が大きく影響するので個体の温度反応を述べる。

実験は直径 1.6 cm, 長さ 10 cm のガラス管を用意し、ガラス管の一方をガラスワールを詰めて底とし、一方は 0.5 度目盛の気象庁検定付温度計をゴム栓で固定して、ガラス管内の温度を測定出来るようにしたものを、ピーカーに垂直に入れてガラス管内に空気室が出来るようにした。この空気室に幼虫を収容する。低温で幼虫の反応をみる場合は、ピーカーに氷片を入れて空気室の温度を下げ、高温での反応は、加熱によって空気室の温度を上げて観察した。ガラス管内の温度は常に 100 % となせる。このガラス管を 2 組用意して、それぞれ 7 個の幼虫を入れ、温度環境は 0°C から 43°C まで変化させ

Fig. 2 温 度 反 応

I は脚を縮めている。II は脚を伸ばして静止。III は微かに動く。IV ゆっくり歩く。V は中程度の歩行。VI は第一歩脚を振動させている。VII は速く歩く。VIII 這う。IX 死。

て活動を記録した。温度の上昇速度は1分間に 1°C 上昇する速さである。活動の変化を示したのが Fig. 2 である。黒棒白棒は2組のガラス管を示し、高さは個体数を示している。低温ではほとんど動かないが或は動いても極めて鈍重であったが、 18°C 附近

Fig. 3 自然低温度環境での Colony 形成過程 (1963.2.16~17)

Q は区画番号, h は時刻 (PM)

Q 1~Q 8 は最外周, Q 9~Q 18 は2周, Q 19~Q 24 は中央の区画で, Colony は周辺に出来る。単独個体の位置は記入してない。

より活発に動き出し、37°C ぐらいまで続いた。それ以上になると異常に活発になりやがて熱麻痺を起して動かなくなり死に至る。要するに 18°C より 37°C ぐらいの範囲が活動適温と云えるようだ。だが、これは実験室で得られた活動適温範囲で、自然環境でのそれであるかどうかについては何とも云えない。

次に適温条件内で温度差による歩行速度を比較してみると、20°C で 20 cm 進むのに平均6.3秒を要しているが、30°C では同じく 20 cm を進むのに平均3.1秒を要した。10°C 上昇させると歩行速度は約 2 倍になって、 Q_{10} の法則によく合致する。

(4) 自然的低温度環境での Colony 形成

1963年2月16日午後7時10分より翌17日午前8時30分まで、自然環境下で実験室のシャーレーに *Colony* を作らせた。形成過程の観察結果を述べる。

暗黒の実験室内で 100 W 電球 2 個を約 50 cm 上方に置き、底面を 24 等分した直径 5.6 cm のシャーレーを照明し、幼虫の分布状態の変化及び行動を時間的に観察したところ、Colony は Fig. 3 に示すような結果になった。シャーレーの中央に、1 袋の幼虫を落とす直ちに四散してシャーレーの周辺に向け行動を起し、やがて周辺の 1 区画に集り始めた。30分後、周辺の別の所に第二の Colony が出来、中央部の個体数はだんだん少なくなった。2時間後、第一の Colony は縮小したが、第二の Colony は成長していた。3時間後には、大きな Colony 1つと10個前後の小さい Colony が2つになっていた。12時間後には、大 Colony 1個、15—16個の小 Colony が出来ていた。この間の温度は、6°C より 0°C までであった。

Colony 形成時の個体の行動特徴についてみる (Fig. 4)。中央に放置されてから90分

Fig. 4 行動の四段階

A は自由行動。B は集中行動。C は Colony 間移動。D は安定。

ぐらいまでの間では、広い範囲にわたる自由行動的歩行が多く、次第に集中する行動に移り、早いものでは30分後より Colony 間を往

来し始めて、90分後ではほとんど Colony 間移動になっている。これが3時間以上も続いて、その間にいくつかの Colony が形成される。Colony 間の移動が止むと安定 Colony になる。

以上のような過程で安定 Colony になるが、それまでの行動を次の4つに分類することが出来る。第一は「自由行動」、第二は「集中行動」、第三は「Colony 間移動」、第四は「安定」であってそれらが段階的に進んでくる。この4つの行動は他のシャーレーでも認められた。

(5) Colony の移動

一旦、Colony が出来ると、そのまゝ成長するものと減衰するものがある。Colony 間移動が盛んに行われるようになると減衰成長がしばしば起って結果として Colony の

移動となる。ここでは Colony が移動する様子を述べる。

1962年12月1日午前8時より午後10時までシャーレー内で、又、1963年2月12日より2月22日までの10日間はガラス水槽内で、それぞれ移動状態を観察した。その結果、水槽壁面では 10°C から 16°C の温度範囲では、上方へ向って歩行するために leading line や附着盤が壁面上部に増加して、ここに Colony が形成される。しばらくすると位置が更に上昇する。或時には、横向きに移動しているのを認めることが出来た。シャーレー内では、毎日午前8時30分及び午後4時30分の2回、定期的観察をしたが、10日間に5個のシャーレーでは Table 2 に示されるように Colony の位置が移動していた。

Table. 2 Colony の 位 置 の 移 動

シャーレー 番 号	Colony の 位 置 の 変 化
A	2 → 1-8 → 2
	5 → 5-6 → 6 → 6-7 → 7 → 8 → 8-9 → 8
	6-7 → 8
B	1 → 3 → 1-2 → 1
C	1 → 1
	4 → 3-4 → 2-3 → 3-4 → 4
	8 → 6-7 → 7-8
D	3 → 2-3 → 2 → 3 → 4-5 → 3 → 5-6
	3 → 3 4 → 4
E	1 → 1-8 → 1 → 8 → 3 → 7-8 → 5

例えば 1-8 は区画1と区画8にまたがった Colony である。

即ちシャーレーによっては Colony 数が1つのシャーレーも数個のものもあるが、いずれも元の位置付近で、しかもシャーレーの周辺で移動していることがみられた。1つの Colony が2つに分裂したり、2つが1つに合一したりするものもあった。このように Colony は一定の場所に固定されることなく移動しているようである。ただこの場合は、比較的適温に近い温度条件の場合である。

(6) 温度変化と Colony

次に温度の変化に伴って Colony はどのように変るかを述べる。

1963年2月5日午後9時10分より翌6日午前8時までの間に、次のような実験を行った。A, B, C 3つのシャーレーを用意し、それぞれに1群ずつ幼虫を入れ、温度を連続的に変えてみて、Colony がどのように変化するかを観察した。先づ温度を上昇させた場合について述べる。

7°C では Colony は安定しているが、 12°C になると Colony の各個体は移動を始める。或る個体は Colony から離れ、或る個体は他の Colony から移って来るというようなことをしていたが、 20°C になると Colony は前の状態と比べて大分違った様相を示

して来た、即ち、Colony 間の移動が盛んに行われるようになった。更に 28°C になると一層 Colony 間移動が激しくなつて来、30°C を越えると Colony 間移動よりも周辺に沿うて歩行する個体が多くなって、遂には Colony は全く解消されるまでになった。37°C を越えると麻痺する個体が現れた。次に温度を低下させた場合の状態を述べる。

活発というより、むしろ異常に動いていた 38°C より徐々に 20°C まで低下させると、実験開始前とは全く違った位置に新しい Colony が出来始めた。更に温度を下げてみると、活動がだんだん不活発になり、Colony もどんどん成長した。更に低下させると、Colony は全く安定してしまった。

以上、2つの温度を与える前の Colony の位置と、終了後の位置とを比べてみると、Aシャーレーでは、1—2, 3, 6にあった Colony が、4—5, 6—7に変わり、Bシャーレーでは、3, 4, 5—6が2, 4—5, 6, 8に変わり、Cシャーレーでは、1—8, 2—3, 4—6が1—2となった。これは、Colony の位置の変化を示したものであるが、Colony 形成解消行動のあった現れである。従つて次のようにいえる。温度が上昇すると活動が活発になって、それに伴つて Colony の解消が進む。温度が低下すると、活動が不活発になって Colony 形成が進む。個体に温度反応が見られるように、Colony の形成解消は個体群の温度反応と考えられ、個体の活動性に反比例的である。

4. 考 察 (1) Colony 形成解消の生態学的 2 要因

以上の事実をもとにして Colony 形成解消の主因は何であるかを考えてみる。先づ第一には、Colony の形成には低温度環境が必要であることがあげられる。個体の活動は低温度環境下におかれると極めて緩慢に活動するだけで、0°C 附近まで低下させると積極的活動は全く停止してしまう。今、個体群全体をみると、0°C に至らない比較的低い温度環境下では専ら Colony 形成が行われ、続いて発達する Colony や減衰する Colony が見られるようになる。free の個体はだんだん少なくなって 0°C 附近まで低下すると、Colony は安定して free 個体は全然見られなくなる。一方温度を徐々に上昇させると個体の活動はだんだん活発になって熱麻痺するまで活動を続けるのだが、これを個体群の形態変化についてみると、安定していた Colony が微動する Colony となり、次いで Colony 全体がふくれ上るようにして散らばり、最後に解消する。

要するに温度環境の変化は個体の活動状態を変えると同時に、Colony の変化にも影響を及ぼしている。

形成解消の第二の要因は個体間の社会的干渉である。高温度環境下での幼虫の行動は自由行動が多く、シャーレー内や水槽内を広い範囲にわたつて動いている。今、或る瞬間の各幼虫の位置を固定して分布状態をみると、一様分布と判定される。幼虫は互いに無関係に動いているように見えるが、クモ本来の排他的性質が現われている。しかし現在の段階ではその程度について何も云えない。又、低温にさらすと、個体は集中行動を

開始して最後に定安 Colony になるが、分布型は申すまでもなく集中分布である。クモには排他的な社会的干渉だけが認められるなら、低温の場合にも自由行動の位置で一樣分布をとる筈であるが、実際は Colony を作るのだから相引的社会的干渉を認めねばなるまい。このように、高低両温度環境で全く反対の社会的干渉があることについては、生理学的生態学的に検討を要する点であろう。

以上の如く、温度環境の変化および社会的干渉が Colony 形成解消の生態的要因と考える。

(2) Colony 形成解消の段階性

温度の自然的变化による Colony 形成の場合も、人為的低下で Colony を形成させた場合もそうであったが、不活発な低温条件を与えると、今まで自由に徘徊していた幼虫の活動がにぶくなりながら一個所に集中するようになり、次第に大きくなって最後には全く動かない Colony になる。この行動をよく観察すると、前にも述べたように行動は段階的に進んでいる。(Fig. 4 参照) 最初は自由に徘徊する「自由行動」が多く、次いで「集中行動」、次第に「Colony 間移動」へと変り、最後に「安定」する。この四つの行動は Colony 形成の場合中間の段階を飛んで前に進むことはない。解消の場合は温度の上昇と共に安定状態の Colony がふくれるようにしてくずれ出し、最後に解消して自由行動だけになるのだが、その過程で形成とは逆の段階、即ち「安定」、「Colony 間移動」、「解消行動」、「自由行動」と変る。解消の過程の途中で温度を下げてみると行動は反転して Colony 形成行動となって再び安定 Colony になり、上昇させればすぐ解消行動に転換する。だが、解消の過程で温度の上昇が急速である場合には形成の場合とは違って飛躍的に「Colony 間移動」の段階なしに「安定」から直接「解消行動」へ、続いて「自由行動」へと進むことがある。

以上のように、Colony 形成解消には段階性がある、可逆的に進むことが明かである。

(3) Colony 解消の生理的要因としての形態変化

孵化直後の 1 令幼虫の形態は腹部が比較的大きく、飛立ち直前の 1 令幼虫では小さく

Fig. 5 1 令幼虫の腹幅/頭幅の時間的变化

なっている。越冬中は卵時代の yolk を利用していたが、外温が上昇して活発に活動する時期になると yolk の消耗が増加して腹部が小さくなるのであろう。腹部の変化を Fig. 5 に示した。2 月に腹幅と頭幅の比が 0.99 であるのに対して、3 月には 0.93、3 月下旬には 0.88、5

月には0.81と小さくなっている。この値が小さくなる頃が丁度 Colony 解消の時期であることを考え合せると、yolk の減少が Colony 解消の1つの要因、つまり生理学的要因になっているのではないかと考えられる。なお、中平 (1963) はハマキフクログモやジョロウグモで私と同様のことを観察し、脱皮が「巣立ち」に必要な段階であると述べている。脱皮は成長の過程で行われ、yolk の減少は成長の結果であるから、yolk の減少は形態的には脱皮の、生態的には巣立ちの原因になっているものとする。中平の観察と、Colony 解消の生理学的要因は yolk の減少であるとするとは一致する。

参 考 文 献

- 中平 清 (1963) クモの生活断片 (5) ATYPUS No. 30. p. 4~6
 古内 栄一 (1964) 自然低温条件下の Colony 形成の過程の1例 (ジグモ) ATYPUS No. 32. p. 1~9

RÉSUMÉ

This report deals with the structure, the formation and the dissolution of winter colony in the first stadium larva of *Atypus karschi* DOENITZ kept in a laboratory.

1. Though adults in the field never form the colony, larvae form it in winter when a large number of them are put together in one breeding farm. But even adults in a laboratory have a tendency to form the colony if they are left for long time in one breeding farm.
2. They crowd in radiate around a few bodies that will be called nucleus bodies. In this way the winter colonies are formed. And its structure is sometimes flat and sometimes heaping. All the nucleus bodies do not always stay there so long but some of them do so as long but some of them do so as long as they like. The small colonies are easy to be dissolved, and yet non radiate crowding colonies are easier to be dissolved. Therefore the colonies of radiate structure or large colonies are not dissolved easily. The winter colonies of adults often become the radiate structure.
3. We can see the corner effect and the border effect on the winter colonies of larvae kept in the glass.
4. *Atypus* begin to have the active moving at near 18°C and at upper 37°C have heat coma and them die.

5. They begin to form the colonies when the temperature becomes lower gradually, and at under 5°C at least, within 12 hours they form the fixed colony. The formation of colonies takes these steps, first "free movement", then "gathering", then "movement between the colonies" and "the fixedness". In this process some small colonies are dissolved and mingled with the large colonies unstably. While the large colonies are usually stable.
6. Even the fixed colony sometimes moves. The movement often happens in high temperature circumstance, seldom in low temperature.
7. There are two Ecological factors of formation and dissolution of colony. They are temperature and the social interference.
8. The abdomen of *Atypus* in dissolving colony becomes smaller, so the yolk quickly decreases. The decrease of the yolk is a physiological factor to make the colony dissolve.

後記 此頃の大坂では温度計は毎日 33-34°C を示しています。酷暑と戦いつつ ATYPUS に続いて ACTA の編集を終りました。会員諸氏の益々盛んな研究心に編集者としてもまことにやり甲斐を感じています。本号が発行出来ればちょっと一息というところですが、すでに ATYPUS 次号の原稿が来始めており、また原稿とにらめっこの日が続くと思います。八月の好季節に十分な御成果をあげられ、今後の御寄稿をお待ちしています。

追記：本会員錦三郎氏（山形県）著の「蜘蛛百態」は各方面から絶讃を博していますが、このほどエッセイストクラブ賞に入賞されました。心からお祝い申し上げますと共に会員の皆様に特記して御披露申し上げます。

(T.Y.)

本 会 役 員	会 頭	福 井 玉 夫
	評 議 員	岸田 久吉 ・ 斎藤 三郎
	編 集 委 員	植村 利夫 ・ 関口 晃一 ・ 八木沼健夫
	会 計 ・ 庶 務	八木沼健夫
	会 計 監 査	大井 良次 ・ 植村 利夫

ACTA ARACHNOLOGICA

VOL. XIX, No. 1

昭和39年7月10日印刷・昭和39年7月20日発行

編集兼発行（代表者）大阪市東区京橋前之町2 追手門学院内 八木 沼 健 夫

印刷者 大阪市福島区亀甲町2丁目62 小 林 敬 造

印刷所 大阪市福島区亀甲町2丁目62 日本印刷出版株式会社

発 行 所 大阪市東区京橋前之町2 追手門学院内

東 亜 蜘 蛛 学 会

電 話 (941) 3947・5929

振 替 大 阪 18788番