

シロアリモドキの系統発生並びに 成長率に就いて

Phylogenical Studies and growth Ratio on *Oligotoma Japonica* O.

鹿児島大学教育学部生物学教室

横 山 淳 夫

Atsuo YOKOYAMA

第1 系統発生上の地位

紡脚目は体が弱体であるため、古生物学的記録は不完全である。しかし本目はカンサスの下第2疊系の地層から発見され、既に古生代の2疊紀の前期に生存したことが予測されている (Ross 1948)。その他第3紀のバルチック琥珀層とアジア及びアフリカの後第3紀層から見出されて居り、現在の分類学においては古生代の第2疊系のものを *Protembioptera*, 第3紀層のものと現存種を *Euembioptera* として区別する。第3紀層より生じた化石種名は *Oligotoma antique* (ヨーロッパ), *Embia flosissantensis* (アメリカ), *Oligotoma Westwoodi* (アフリカ) などである。

しかし、紡脚目は初めに記した様に弱体であるために化石種を通じてその系統発達をきわめることは困難である。従ってその系統は比較形態学によって辿るより外に道がない。

この類は純粹の陸棲であるにも係わらず、積翅目と近縁種であることが多くの学者の一致する所で、Crampton (1924) はこの両者を併せて汎積翅類 *Pan Plecoptera* とし、直翅族群に入れている。Handlirsch (1930) は古生代の一目 *Hadentomidea* の如きものより分化せるものと想像し、原直翅系であることを否定しているが、Crampton はこの古生代の目を汎積翅類に入れている。つまり Crampton は積翅目と紡脚目とは明らかに原直翅目—原ゴキブリ系統の共通祖先型から出発したものであるとしている。このことは紡脚目の形態を見たとき、特に口器が模式的直翅目型で、上唇と頭楯とがよく発達し、大腮が雌雄で異なり、雄のものは雌のものより細長く且つ小数の歯を具えていること、小頭鬚は5節、外葉は膜質、内葉はキチン質化して一對の末端歯を具え、軸節と蝶鉸節とがよく発達していること、下舌はむしろ肉質の側舌の一對からなりその間に甚だ小さな尖っている中舌を具え、下唇鬚は3節、下咽頭は大きく、その背面は小さな櫛歯状鱗片で被われていることなどであることから跳躍性の直翅目と同じ幹から分かれたものであることの一端がうかがえる。その点は口器のみならず、付属肢においても後脚が跳躍昆虫のものに似て腿節が特に肥大していることが証拠の一つとなり得よう。跳躍性の直翅目に酷似することは以上の如くであるが、これら直翅目に併せ革翅目も同じ幹から分かれたものであり、これらを総て原直翅目から発達した自然群とし Crampton は全部を総称して汎積翅類と呼んでいる。特に「ゴキブリ」及び「カマキリ」は共に甚だ原始的で又互に類似の点の多いことは多くの人の認めるところで、湯浅八郎氏の口器の比較形態学の研究からもこのことは立証されている。Crampton はこの両者を併せ特に網翅目とし、又 Hamdlirsch は夫々 *Blattavial*

及び Mantodea なる一目とした。とりわけ「ゴキブリ」類は古く古生代から出現し、3 疊紀に全盛を極め、今日に至るもなお存続しているもので、これが原網翅目 *Prodictyoptera* から由来したことは疑ない事実で Handlirsch は *Blattaeforma* と総称し、又 Crampton は汎等翅類と呼んでいる。等翅目、即ち、白蟻類が網翅目と近縁なることは両氏の承認するところで、これは第 3 紀の *Mastotermitidae* なる一科の発見によって確認されるに至ったのである。

紡脚目と等翅目と同一共同祖先に由来するものであることはそれらの翅が両者酷似する点からも推察される。紡脚目の翅は 2 対あり共に大きさと形状とが殆んど同様で翅脈によって僅かに異なることなど翅目のものに近い。紡脚目の翅膜は曇り、主縦脈間に細い透明縦線を有している点が特徴で、最後の脱皮後新しく開張された翅は無色、翅の表面は微毛と太毛 *Macrotrichia* とで翅脈間部が被われている。径脈は常によく発達し、翅の前方部を強力にするのに役立つ。他の脈は大部分弱体で、減退と退化とを表示している。

紡脚目の体形は革翅目に類似し、腹部は 10 脊板からなり、雌と仔虫の雌雄とでは第 10 脊板が完全であるが、成虫の雄では不对称の 2 片に分離されている。かくして雌雄共、第 11 腹節の変形物として生じた尾毛を有するが、これは革翅目の鈇子に対比さるべきものである。革翅目の後翅が甚だ短く革質である場合を除けば、その体形は極めて紡脚目に近い紡脚目の一種 *Oligotoma japonica* の発見者である岡島銀次氏が本種を発見したとき次の如くのべて居られることから推察出来る。

“1917 年正月、種子島に旅行した際、私は岩の上の地衣類下の到るところにはいまわっている未発見種を採集した。一見その昆虫はハサミムシの一種か、さもなくては逍遙する甲虫の一種ではないかと思われた”。

以上の如く、紡脚目は比較形態学上、積翅目、直翅目、革翅目、等翅目に一部又は多部に渡って類似する点があるが、これらはいずれも共同祖先から出発したものであることが想像される。

この点について Crampton の立場から系統的に概括すれば次の如くなる。



Crampton はなお、直翅族群祖先型 *Orthoptera-delphia* が新翅類（静止の際、翅を腹部の上にとたむもの）に属し、無翅祖先型から古網翅類 *Plaeodictyo-Ptera* の如き有翅祖先型を経て分化したものと考えている。しかし現在の有翅昆虫が Handlirsch の想定した *Protentomon* (原昆虫 *Ur-Insert* の意) 一古生代の最初において繁栄した三葉類を祖先としてこれから分化したと考えられる想像昆虫、或は類似の唯一の有翅型祖先から由来したものか、或は無翅の祖先型から唯一の古網翅類の如きものを経て分化したか、これに反して無翅の祖先型から二つ以上の独立した方向にむかって多充的に発達したものであるかは尚論議の存する所である。Crampton は有翅昆虫は現存昆虫の中で一番下等な総尾目に甚だ類似した両者に共通な祖先型から分化したもので、無翅の祖先型から有翅の

祖先型を経て更に古網翅類 Palaeo-dictyoptera と原蜉蝣類 Protephemerida の二方向に有翅昆虫が分化したという所論である。

紡脚目は古生物学的記録が体が弱体なため不完全であり、比較形態学に依存せねばその系統を考察することが不可能であるが、これより類縁関係を調べ、系統を推察した結果では直翅族群祖先型に起源を有すると考えるのが妥当であろう。

第2 近似種との比較

日本附近に棲息する紡脚目は下記三種である。

- | | |
|--|----------|
| 1. <i>Oligotoma Saundersi</i> Westwood | 台湾コケシタムシ |
| 2. <i>Oligotoma Latreille</i> Rambur | 沖縄コケシタムシ |
| 3. <i>Oligotoma japonica</i> Okajima | シロアリモドキ |

以下、三近似種間の相違点について考察する。これら三種の紡脚目は生態学的には全く区別がつかぬ位に酷似するが形態学的にも一部を除けば殆んど一致する。三種の相違は生殖器官の構成物の相違によって区別される程度である。それらは第10腹節脊板の附属物、第9腹節脊板の附属物、第9腹節腹板の先端、左側の尾毛及び尾毛基板などである。

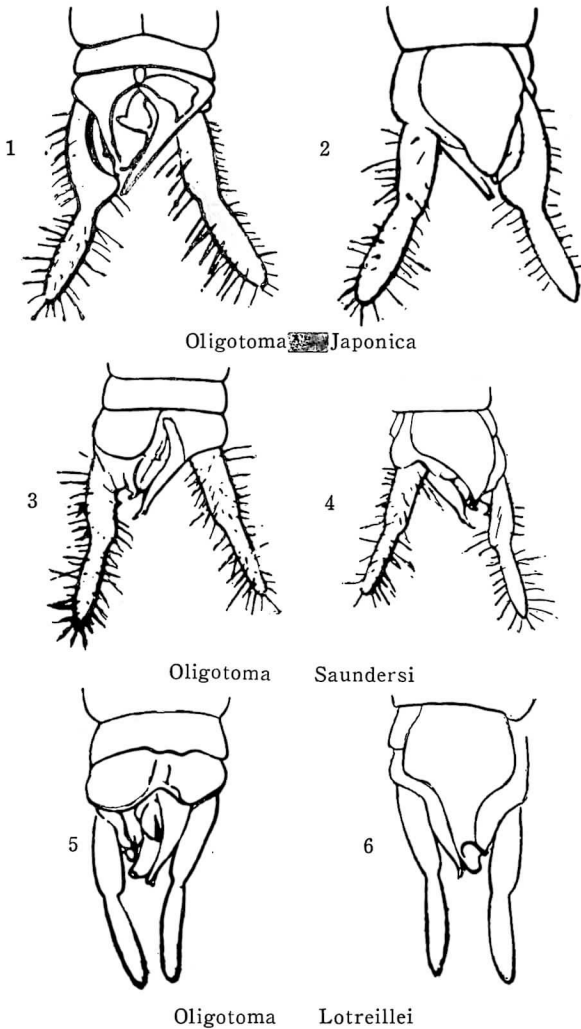
第1 検索表

1. イ、左側の尾毛の第1節が殆んど円柱状、第二節も同軸上にある。……2
ロ、左側の尾毛の第1節が内側に曲り、尾端の方向に膨れる。そして、第二節は第一節の軸上にはない。……*Japonica*
2. イ、左側の尾毛基板は非常に密接して着き、その全長に沿うて第1節の基盤に融合している。そして鋭い歯状物をもって終っている。……*Saundersi*
ロ、左側の尾毛基板は第一節から遊離し、びん形にはまりこみ、先端は歯状物はなく、僅かに曲っている。……*Latreille*

第2 検索表

1. ① 第10腹節の脊板の左の附属物は長くて細く、薄い板状片として終る。右の附属物は長くて細く、二裂して見える小さくぼんだ先端をもって殆んど直進している。第9腹節の腹板の先端は先が鈍端に終っている。……*Japonica*
② 左と右の附属物及び第9腹板は上記に反している。……2
2. ① 左の附属物は短く、右の附属物は細長くとがった先端と、小さな突起がある。第9腹節の腹板の先端は2裂している。……*Saundersi*
② 左の附属物は短いが巾広くうすくて裂状の小さい鰓葉状の先端をもつ。右の附属物は細長く曲り (*Japonica* よりもその程度は大きい) 2裂したように思われるくぼみのある先端をもっている。

第9腹節の腹板の先端は脊部からは円錐状、腹部からは馬蹄形に見える。……*Latreillei*



第3 本種の成長率

いままでの成長に関する研究は、任意に描出された種々の発育段階の個体の測定値の平均値のみを対象とし、成長様相の個体変異の様式や、変異の中については、ほとんど検討されていない。

しかし、「種」の growth-pattern は各個体の growth-pattern の研究に基礎をおくべきであり、各個体の発育を追求して後、初めて「種」の growth-pattern としての一般化がおこなわれねばならない。従って各個体の成長の研究は非常に意味があり、その重要性は若干の研究者によって指摘、強調されているにもかかわらず (Reeye and Huxley: 1945, Huggins: 1940, Clark Herse: 1939, その他), この点に関しては従来、僅かにミジンコ (*Daphnia Pulex*) (Anderson, et al: 1939), モンシロチョウ幼虫 (上野: 1953), 及びモンキチョウ幼虫 (宮尾: 1955), キグイ虫科の *Myelophilus Piniperda* Liunaeus, 象虫科の *Cryptorrhynchus insidiator*, 天牛科の *Manochanus tessera* White (石窪: 1960) 等を個体別に飼育し、測定した研究がある。

その上、野外における個体群の変異の拡がり種々の要因、例えば、成長、個体間の相互作用、或いはある個体の死亡等により、常に変化していることが考えられるので、個体群の瞬間的な断面をとらえて個体変異を論ずることは意味がないといえる。このような観点から著者はシロアリモドキを卵より個体別に飼育し個々の個体の頭部の成長率の個体変異の中及び頭部の大きさの変異の成長に伴う変化について研究した。従来、紡脚目に関して成長率を取扱った記録は著者の認める限りみあたらない。特にシロアリモドキは樹皮下に棲息するという生態的特性から、飼育が困難であり、個体別飼育に多大の努力を払った。幸いに、卵からの個体別飼育に成功したので、ここにその成長様相を検討することができた。

I, 材料及び実験方法

1959年6月、イチヨウ、マツ、スギなどの樹皮表層部から、未孵化卵を多数採集し、これを実験室

内で孵化させた。これらの幼虫は個体別にペトリシャーレーの中で飼育した。シャーレーの大きさは直径 8.3cm, 高さ 2cm であった。飼育は本種の生態的特性を考慮し、樹皮を可成り多量に加え、これらを 20 日毎に取りかえる様に注意した。湿度を一定に保つため、水を含ませた脱脂綿を同時に挿入した。かくして毎週定時に双眼顕微鏡下で頭巾を測定した。その際オキュラーマイクロメーターを装置、 $\frac{1}{45}$ mm の目盛を測定の基準として採用した。かかる実験に終令まで生存し得た個体は都合雌 30 頭であり、それは成長様相の吟味に満足すべき頭数でもあった。なお、以下の各表や図の目盛はマイクロメーターの目盛のままを用いた。1 目盛は $\frac{1}{45}$ mm である。まず以上の如くして、終令迄達した雌 30 個体の幼虫について、各個体別の測定値に Dyar の式 $\log y = bx + a$ (y : 各令の測定値, x : 令期, b 及び a : 定数) 及び Gaines & Cam-Pbell の式 $\log y = CX^2 + bx + a$ (y : 各令の測定値, X : 令期, c, b, a : 定数), 最後に徳永の式

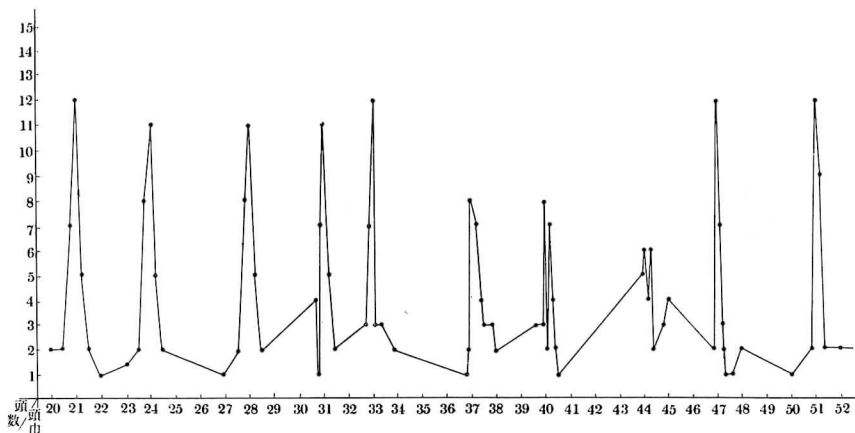
$\log \frac{Y}{MV - Y} = K(-T)$ (M, V 最終令の測定値の 2 倍, T : 令期の数 Y : 各令の測定値, K : 定数) を適用した。

II, 実験結果と考察

孵化後、終令まで飼育した雌 30 個体の各令の頭巾の平均値、標準偏差、変異係数、最大値及び成長比を表示すると第 1 表の通りである。また測定数値をマイクロメーターの目盛のよみそのまま図示すると第 1 図の如き彷徨変異曲線を得た。

第 1 表 各令における頭部各部位の大きさの平均値、及びその他の統計量

齡 期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均値 (mm)	0.4638	0.5313	0.6203	0.6888	0.7347	0.8288	0.8579	0.9855	1.0478	1.1432	1.1435	1.1438
最大値 (mm)	0.478	0.544	0.633	0.700	0.753	0.844	0.900	1.000	1.067	1.200	1.203	1.207
最小値 (mm)	0.444	0.511	0.600	0.682	0.729	0.818	0.884	0.987	1.042	1.131	1.138	1.142
標準偏差	0.00826	0.00734	0.00734	0.00436	0.00595	0.00748	0.00432	0.00753	0.00608	0.01901	0.01901	0.01902
変異係数(%)	1.7809	1.3815	1.1832	0.6330	0.8099	0.9025	0.5032	0.7640	0.5803	1.6629	1.6633	1.6646



第 1 図 シロアリモドキの各令における頭巾の範囲

(i) 成長の仕方

令期の進むにつれて、頭巾がどのような比率をもって増大していくかについて考察したい。今、第1表の結果をもとにして、各令期の観測値をそのすぐ前の令期のそれで割っていわゆる成長比を算出すると、その結果は第2表に示すごとくである。これをみると頭巾は大體1.1倍前後となっている。10令から11令、11令から12令に移るときの割合は他に比べて極端であるがこの場合は本種が脱皮により頭巾の増加しない成長段階にあることを示している。

第2表 成長比

	2令 1令	3令 2令	4令 3令	5令 4令	6令 5令	7令 6令	8令 7令	9令 8令	10令 9令	11令 10令	12令 11令
頭巾	1.145	1.168	1.110	1.067	1.128	1.035	1.149	1.063	1.091	1	1

しかし全体的にみて頭巾が一定の増減傾向をたどると考えることはこの結果から言いきることは不可能であるが、ここでは、その成長比が1.1倍前後の大體等しい値を示すものと考えておきたい。

(ii) 成長式の適用

昆虫の伸長を示している諸式に以上の結果をあてはめて適合度を調べた。

(イ) Dyar の式

Dyar は鱗翅目幼虫に関する測定結果から、各令期の頭部の増加する割合は幼虫期を通じて一定で、その成長曲線は exponential Curve を描くものとして次の一次式を提出した。

$$\log y = a + bx$$

(y: 各令期における値, x: 令期, a, b は定数) 著者の測定値をこの式に代入して次の式を得た。

$$\log y = 0.0330x - 0.2956$$

この式より求めた計算値とこれに対する測定値からの差の割合、適合度を第3表に示した。

第3表 Dyar の式による頭巾の計算値 (12齢)

$$\log y = 0.0330x - 0.2956$$

Instar	Measured Value	Calculated Value	Difference from Observed Value	Rate of difference	Average rate of difference in absolute Value
	mm	mm	mm	%	
1	0.4638	0.5461	-0.0823	-17.74	5.146 %
2	0.5313	0.5874	-0.0561	-10.56	
3	0.6203	0.6359	-0.0156	-2.515	
4	0.6888	0.6862	+0.0026	+0.377	
5	0.7347	0.7403	-0.0056	-0.762	
6	0.8288	0.7987	+0.03010	+3.637	
7	0.8579	0.8617	-0.0038	-0.443	
8	0.9855	0.9299	+0.0556	+5.642	
9	1.0478	1.0030	+0.0448	+4.276	
10	1.1432	1.0830	+0.0602	+5.266	
11	1.1432	1.0830	+0.0602	+5.266	
12	1.1432	1.0830	+0.0602	+5.266	

(ロ) Gaines & Campbell の式

Gaines & Campbell はヤガ科の *Heliothis Obsoleta* (Fab) の頭巾の測定結果より、その成長の割合は Dyar の式に更に 2 次の項を加えた。

$$\log y = a + bx + cx^2$$

(c は定数, 他は Dyar の式と同じ)

著者の測定結果をこれに代入して計算した方程式は次のごとくである。

$$\log y = 0.00285x^2 + 0.00408x - 0.26211$$

この式からの計算値, 測定値よりの差等も第 4 表に示した。

(ハ) 徳永 の 式

徳永は *Bambyx mcristi* 幼虫の頭巾及び y-suturestem の長さの測定結果に Robertson によって提唱された成長の単分子自己触媒作用の理論を導入した。即ち

$$\log \frac{y}{M.V. - y} = K(t - T)$$

第 4 表 Gaines & Campbell の式による計算値

$$\text{Log } y = 0.00285x^2 + 0.00408x - 0.26211$$

Instar	Measured Value	Calculated Value	Difference from Observed Value	Rate of difference	Average rate of difference in absolute value
	mm	mm	mm	%	
1	0.4638	0.5556	-0.0918	-19.44	6.777 %
2	0.5313	0.5721	-0.0408	- 7.679	
3	0.6203	0.5968	+0.0235	+ 3.788	
4	0.6883	0.6307	+0.0581	+ 8.439	
5	0.7347	0.6753	+0.0594	+ 8.085	
6	0.8288	0.7328	+0.0960	+11.58	
7	0.8579	0.8052	+0.0527	+ 6.143	
8	0.9855	0.8972	+0.0883	+ 8.960	
9	1.0478	1.0130	+0.0348	+ 3.321	
10	1.1432	1.1580	-0.0148	- 1.295	
11	1.1432	1.1580	-0.0148	- 1.295	
12	1.1432	1.1580	-0.0148	- 1.295	

第 5 表 徳永 の 式 による 頭 の 巾 計 算 値

$$\text{Log } \frac{y}{M.V. - y} = d(t - T) \quad \text{Log } \frac{y}{2.2864 - y} = 0.0428(t - 12)$$

Instar	Measured Value	Calculated Value	Difference from Observed Value	Rate of difference	Average rate of difference in absolute Value
	mm	mm	mm	%	
1	0.4638	0.5778	-0.114	-24.58	7.246 %
2	0.5313	0.6215	-0.0902	-16.98	
3	0.6203	0.7099	-0.0896	-14.44	
4	0.6888	0.7145	-0.0257	- 3.731	
5	0.7347	0.7639	-0.0292	- 3.974	
6	0.8288	0.8151	+0.0137	+ 1.653	
7	0.8759	0.8670	-0.0091	- 1.061	
8	0.9855	0.9208	+0.0647	+ 6.565	
9	1.0478	1.9755	+0.0723	+ 0.069	
10	1.1432	1.0308	+0.1124	+ 9.832	
11	1.1432	1.0967	+0.0465	+ 4.068	
12	1.1432	1.1432	+0.0000	+ 0	

で、(MV は最終令の測定値の 2 倍, T は令期の数を示し, y は各令 t の測定値で K は成長定数)。

この式についても著者は次の式をえた。

$$\log \frac{y}{2.2864-y} = 0.0428(t-12)$$

この式からの計算値, 測定値からの差なども第 5 表に示した。

頭巾はいずれの実験式においても適合度が低いといえる。Dyar の式の場合が比較的, 適合度が高く, Campbell, Tokunaga では低い。

それは第 11 令, 第 12 令においては脱皮してもその体長に変化がない為, 適合度が低い原因となっているのであろう。

~~~~~