

飼育条件下における水棲貧毛類 *Tubifex hattai* の卵二形について

松本 政美

990 山形市小白川町
山形大学理学部生物学教室

1983年2月5日 受領

Observations on the Types of Large and Small Eggs of *Tubifex hattai* (Aquatic Oligochaeta) under Laboratory Conditions. MASAMI MATSUMOTO (Department of Biology, Yamagata University, Faculty of Science, Yamagata 990, Japan)

ABSTRACT In recent years, two types of eggs, large and small, laid by laboratory reared *Tubifex hattai* NOMURA have been observed. Two-hundred individuals of newly hatched worms from each type of the egg were reared separately in mud mixed with dried yeast for food over a period of about 10 months. Mortality, live weight, fecundity and rate of hatch individuals from the eggs in deposited cocoons were recorded weekly. There were differences between the large and small types. Further, mixed cultures of the two type, such as 150:50, 100:100, 50:150 individuals, were reared under the same conditions with a pure culture. Their fecundities and hatchabilities were recorded weekly after separating each type of egg inside the cocoons deposited by mixed individuals. The values so obtained were similar when the data for the pure culture was compared to that of the same type of mixed cultures, whereas the values showed significant differences between large and small types of pure and mixed cultures. Accordingly, the results suggested that there was no copulation between large and small individuals. When length of body, number of segments and number of setae was measured, all comparisons also showed differences between large and small individuals. (*Zool. Mag.* 92: 297-305, 1983)

本邦産の *Tubifex* 属は1種であるが (Yamaguchi, 1953, 山口, 1954), 著者は近年飼育採卵した *Tubifex* 卵に大, 小二形があることを見てきた。そこで二形卵を分離しそれぞれを孵化させ累代飼育し両形の成熟個体の形態を比較したが明瞭な区別は不可能であった。しかしその後両形の孵化した200個体ずつを飼育し死亡率, 生体重, 産卵数および産まれた卵の孵化率を1週間毎に記録し比較した結果両形に差異が認められた。また両形の一定数の孵化個体を組合せ飼育し各混合個体群が産んだ卵の大, 小二形を区別し卵のう数と卵数を純個体群の産卵数を基準にして検討した結果大, 小二形卵からの個体は交尾していないと考えられ, また両形個体の成長過程における体長, 体節数および剛毛数を比較して差異が認められたので報告する。

材料および方法

Tubifex hattai Nomura は山形市街西端の用水

路より採集し飼育採卵したものから大形卵を含む卵のうと小形卵を含む卵のうを区別しそれぞれの卵から孵化した個体を累代飼育し3代目の成熟個体が産んだ卵から孵化した個体を実験に用いた。飼育は前に報告した方法 (松本・山本, 1966) に改良を加え (松本, 1974), 前回の大形卵の孵化個体を用いた飼育実験の結果 (松本, 1983) から飼育に適した条件を設定した。すなわち飼育開始20日前から3日間両形の個体群から採卵孵化した200個体ずつの純個体群 (4代目) そして混合個体群は両形の合計200個体を腰高シャーレ (底面積95 cm², 深さ8 cm) に取った湿重量60 gの泥と0.15 gの乾燥酵母を混合しその上に水道水を入れた容器 (泥の深さ5 mm, 水の深さ7 cm) に飼育した。従って1個体が摂取可能な酵母0.75 mgと泥300 mgとなり泥に対する酵母の比率0.25%は前述の実験結果から飼育に適している。各飼育容器を16 ± 0.2 °Cの循環水槽に浸し容器に常時エアポンプで通気した。1週

間毎の個体数と生体重の測定、採卵法そして産卵数と産まれた卵の孵化率の測定は前回の方法(松本, 1983)と同じで、混合個体群の産んだ卵のうちは大、小二形卵によって区別した後産卵数と孵化率を記録した。

結 果

レモン形の卵のうちは大形(Fig. 1. 1a)と小形(Fig. 1. 2a)それぞれ長径1.3 mm, 1.2 mm, 短径0.9 mm, 0.7 mmで、その中の卵は卵軸に関してやゝ扁平な円形である。卵のうちから取り出した卵の卵軸はペトリ皿の底に垂直で卵軸の方向から卵の形は円形である。大形卵の長径は卵のうち内の卵と卵のうちから取り出した卵(Fig. 1. 1b)の合計18卵の平均0.53 mmで短径は卵のうち内の7卵の平均0.44 mmである。小形卵の長径は卵のうち内と卵のうちから取り出した卵(Fig. 1. 2b)の合計21卵の平均0.43 mmで短径は卵のうち内の9卵の平均0.34 mmである。成熟分裂時の隆起運動を示している卵は計測から除きまた写真の卵は本実験とは別の個体群から得られた。両形卵の長径と短径の差はそれぞれ0.1 mmであるが

同形卵の中でも大きさの差がある。しかし大形卵のうち表面は光沢があり卵のうち膜は厚く、小形卵のうは光沢が少なく膜が薄いので両形卵の区別の操作の助けとなり、また卵を取り出す時小形卵のう内液は粘性があり大形卵のうでは粘性を示さない。

両形200の純個体群(21000個体/m²)の飼育は41週間(約10ヶ月)続けた(Fig. 2)。死亡率曲線の黒丸の週は全生存個体を数へ黒丸のない週は確認した死亡個体数を前週の個体数から引いてその週の個体数とした。両形個体群の死亡率曲線は8週から安定しその時期の死亡率は大形個体群11%、小形個体群30%で41週にはそれぞれ19.5%、33.5%であった。最高生体重の週と値はそれぞれ15週9.9 mg, 18週7.4 mgでそれ以後体重は減少し続けたが両個体群の体重曲線は逆転することなく1個体の飼育期間の平均体重はそれぞれ7.3 mg, 6.0 mgであった。

両個体群の体重曲線に対応して産卵開始の週から1週間毎に産んだ1個体あたりの平均卵のうち数を上段に、その週の卵のうち内平均卵数を中段に、そして各週的全卵からの孵化率を下段に示した(Fig. 2)。

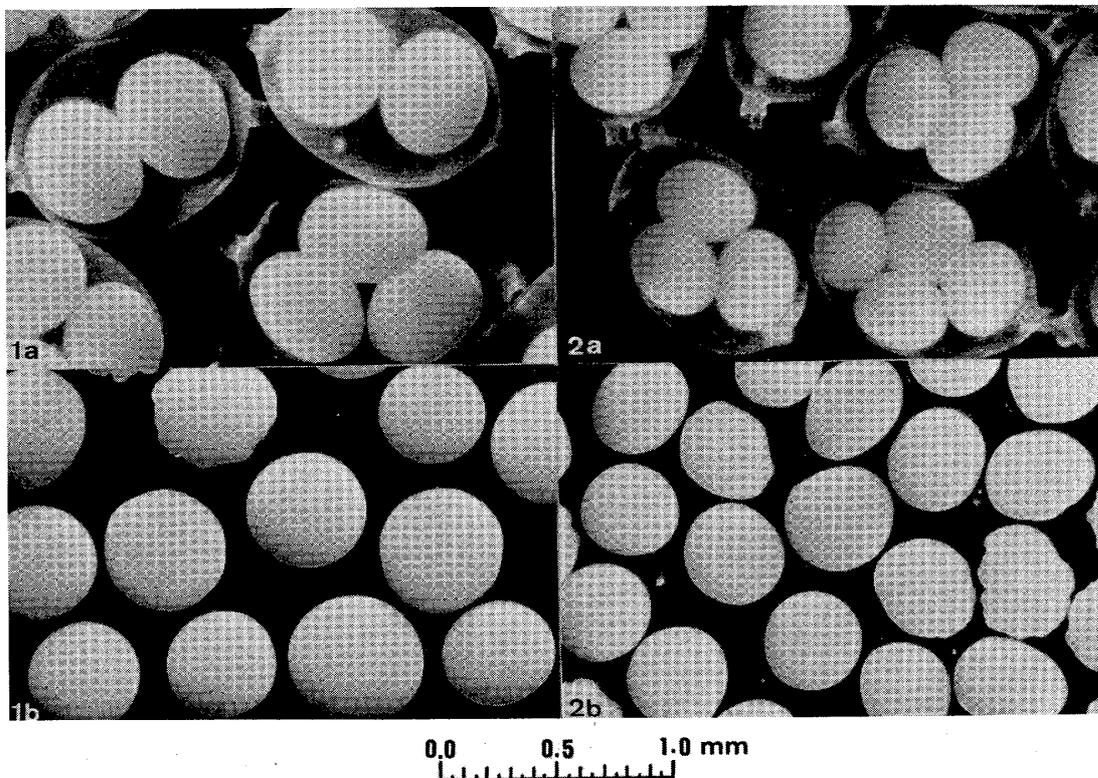


Fig. 1. Cocoons of large type (1a) and small type (2a) of *Tubifex hattai*. Eggs of large type (1b) and small type (2b) taken out of the cocoons.

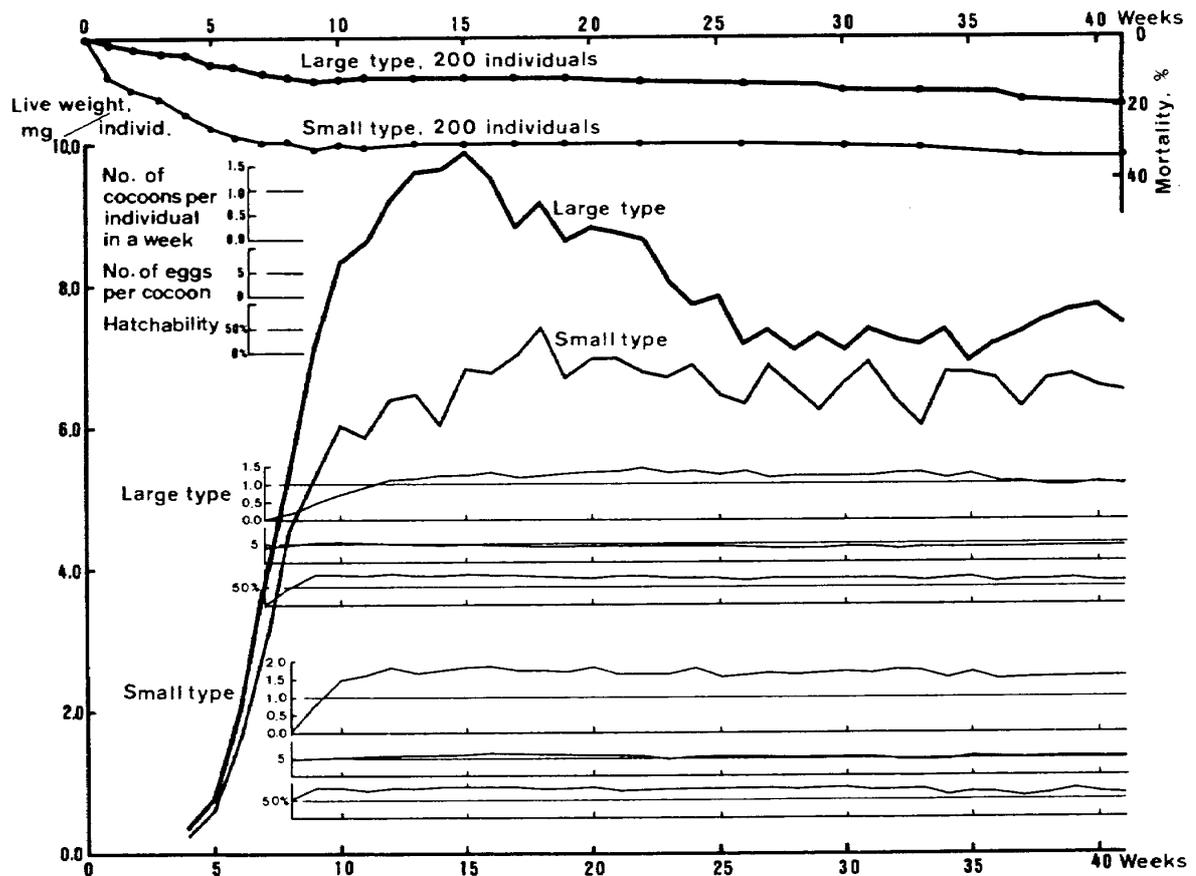


Fig. 2. Change in body weight, reproductive rate and mortality of large and small types of *Tubifex hattai* reared in the groups of 200 individuals. Each of two types was held in a jar (diameter 11 cms, depth 8 cms) containing 60 g of wet mud mixed with 0.15g of dried yeast as food and tap water. Water temperature: $16 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$.

大形個体群は7週に全個体につき1卵のうを産み始め次週に大形と小形個体群それぞれ27, 7卵のうを産みその時期の体重は5.4 mg, 4.6 mgであった。以後産卵数は増加し1個体あたりの卵のう数はそれぞれ12~41週1.0~1.4, 10~41週1.5~1.9, 卵のう内卵数は4.0~5.3卵, 5.0~6.0卵および産まれた卵の孵化率は66~86%, 62~88%で経過し小形個体群がいずれも高い値を示した。

前述の純個体群と同じ飼育条件下に大形と小形の個体数の組合せをそれぞれ150:50, 100:100, 50:150個体にし混合飼育を33週間(約8ヶ月)続けFig. 2と同じ様式で死亡率曲線と体重曲線を示した(Fig. 3)。3混合個体群の死亡率は8週にそれぞれ21%, 29%, 25.5%で同時期の純個体群を基準にした推定死亡率15.8%, 20.5%, 25.3%より高く, 100:100個体群の死亡率曲線は両純個体群の範囲からはずれ小形純個体群よりも高い死亡

率曲線を示した。また150:50と100:100個体群の体重曲線が大形純個体群の曲線より高く経過したのはこの2群の死亡率が推定値より高く従って1個体の摂取餌量が多くなったためと考えられる。

各混合個体群の産卵開始は8~9週で純・混合個体群の8~33週(6ヶ月)の産卵数と孵化率の記録をTable 1に示した。左端の欄に大形純個体群の1週間毎の1個体の平均卵のう数, 卵のう内卵数, 両数を乗じた産卵数と全卵からの孵化率を示し, 同様に右端の欄に小形純個体群の産卵経過と孵化率を示した。混合個体群の欄は左端の2列に実測個体数とそれと推定個体数との差の比率, さらに分けた2欄に1週間毎に混合個体群の産んだ卵のうを大形と小形卵に区別しそれぞれ左の2列に全卵のう数, 全卵数を記録し, 両数値から卵のう内卵数を計算した(3列目)。次に両形の全卵数を同じ週の同形純個体群の産卵数で割って混合個体群中の大形と小形の

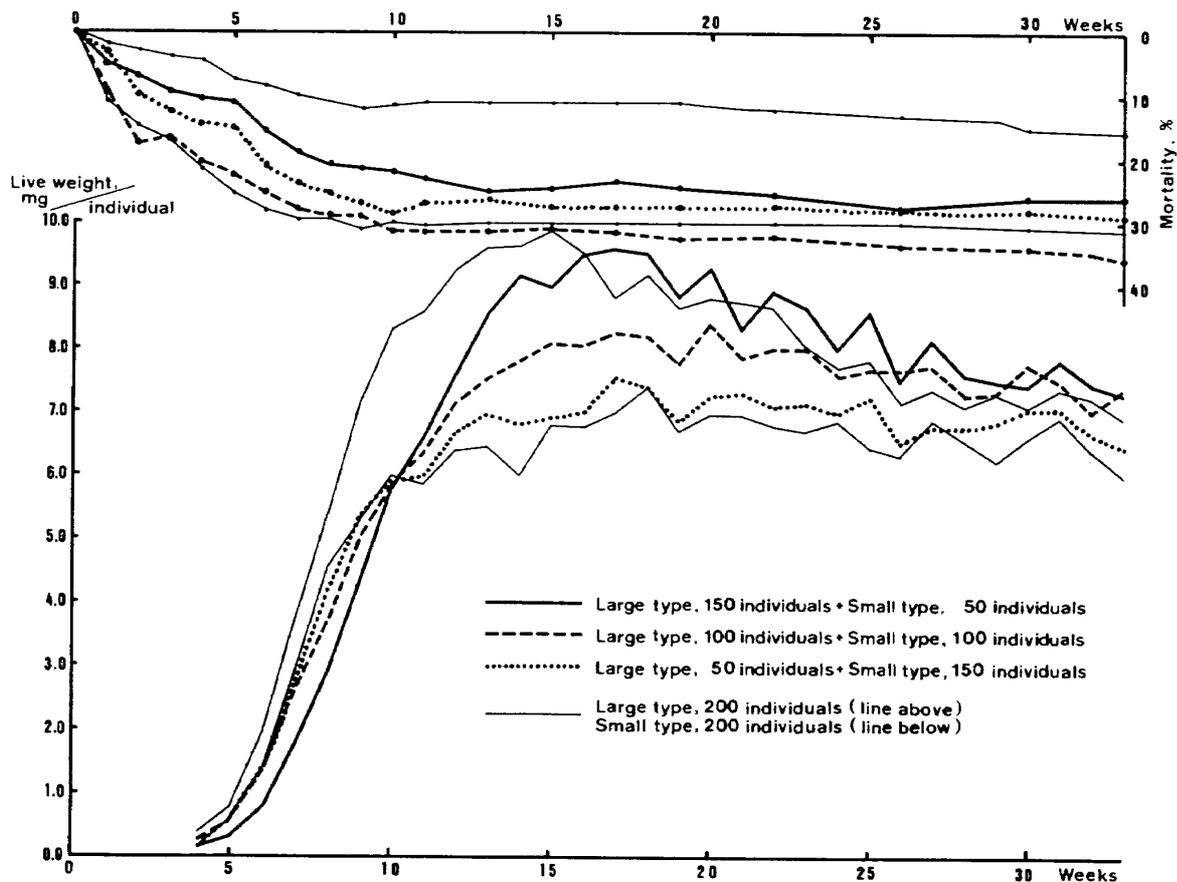


Fig. 3. Change in body weight and mortality of mixed cultures of large and small types of *Tubifex hattai*, in the ratios 150:50, 100:100, 50:150 individuals, respectively and reared under the same conditions with pure culture (Fig. 2).

推定個体数を求め（4列目），両形の推定個体数を加えた値と実測個体数との差をパーセントで示し実測数より少ない週は－，多い週は＋の記号を附した。両欄の推定個体数から卵のう数（5列目）と産卵数（6列目）を計算し，全卵からの孵化率（7列目）を記録した。全週の平均値について大形純個体群の卵のう数 1.16 に対し 3 混合個体群の推定個体数から計算した大形卵のう数 0.9 は純個体群より小さい値を示したが，小形卵のうではこの傾向を示さない。大形卵のう内卵数は純個体群 4.49 卵に対し混合個体群は 5.6～5.9 卵で 1.1～1.4 卵多く，小形純・混合個体群ではその差は顕著でない。実測値と推定値からの産卵数は大形と小形の純・混合個体群それぞれ 5.1～5.4 卵，8.6～9.0 卵，孵化率は大形卵 73～77%，小形卵 81～83% であった。3 混合個体群の実測と推定個体数の差の比率が +1～+7 で ±0 より大きいことは混合個体群の死亡率が高く 1 個体の摂食餌量が多くなり産卵数がやゝ多くなったためと考えられる。

前述の産卵数と孵化率が両形の純・混合個体群内ではほぼ一致し，両形間では明瞭な差が認められたことから両形の個体は交尾していないと考えられる。

17 週から 33 週まで各個体群の全卵について卵のう内卵数を横軸に卵のう数を縦軸にとり大形卵（太い線）と小形卵（細い線）のヒストグラムを両純個体群は重ね，同様に 3 混合個体群の区別した卵のうの大形と小形卵のヒストグラムを重ねて作図した (Fig. 4)。11 卵以上を含む卵のうが産まれた週は大形と小形卵のう 1 個につきそれぞれ白丸と黒丸でまた卵のう内卵数は数字で表示した。純個体群の大形 5 卵のピークは週が進むにつれ 4 卵のピークに，小形は 6 卵から 5 卵へ，100:100 の個体群の大形は 6 卵から 5 卵へ小形は 7 卵から 6 卵へ，50:150 個体群の小形は 6 卵から 5 卵を経て 4 卵に移行した。純個体群の両形のヒストグラムは完全に重なり合うことなく経過し，3 混合個体群もほぼ同じ傾向を示したが純個体群よりピークが 1 卵多いのはこれらの個

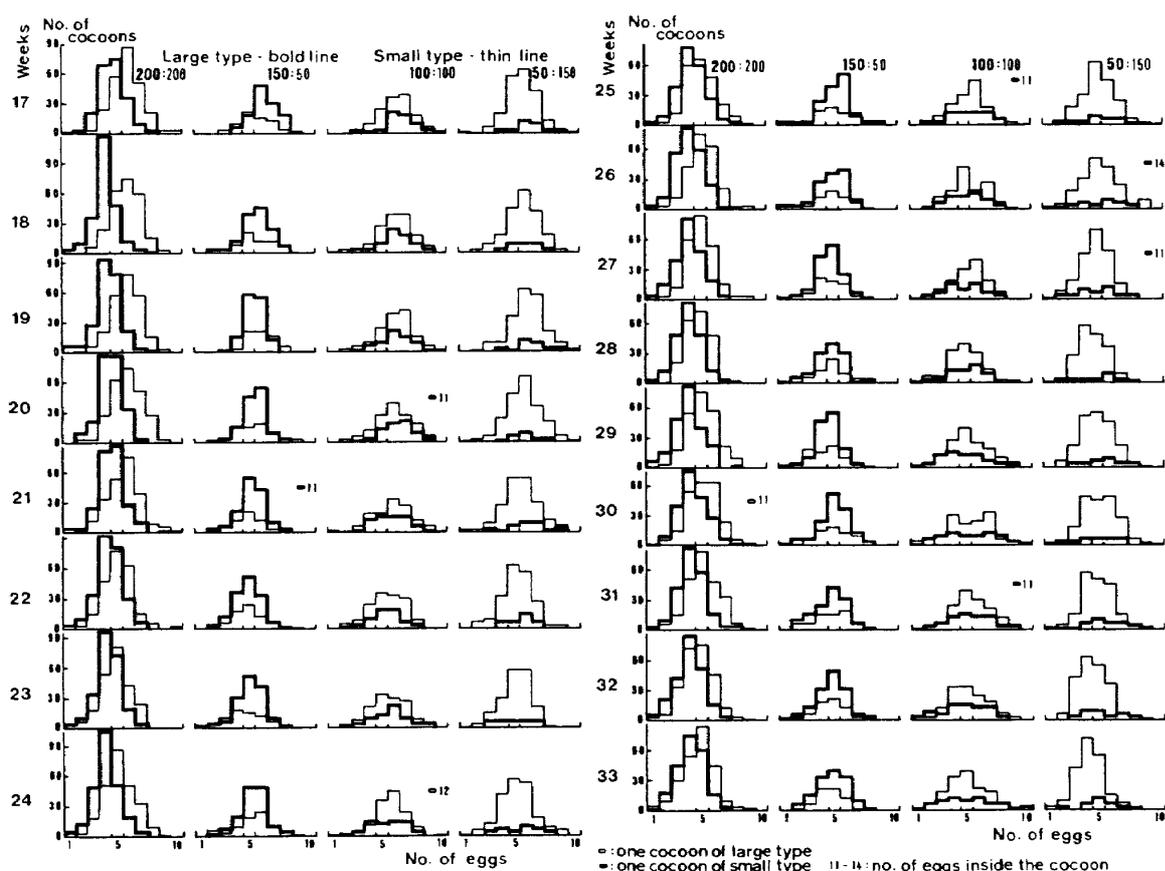


Fig. 4. Histograms of large and small types of whole eggs deposited weekly by laboratory reared *Tubifex hattai* in pure and mixed cultures of each type.

体群の高死亡率による1個体の摂食餌量と産卵数の増加によると考えられる。

次の実験は前述の純個体群が産んだ卵から孵化した大形, 小形それぞれ500, 1000個体(5代目)を泥80gと酵母0.15gを混合した容器に室温(18~33°C)で3月から11月まで飼育し(Fig. 5), 体重曲線と産卵経過はFig. 2と同様に, それと平行して個体数曲線と室温の変化を図示した。最高体重の週と値は大形10週(5月14日)3.2mg, 小形15週(6月21日)2.6mgでその後体重は減少し続け飼育中止の35週(11月8日)にはそれぞれ1.4mg, 1.0mgであった。産卵開始は両形とも6週(4月20日)でその時期の室温は20~23°C, 体重は大形1.9mg, 小形1.5mgであった。室温と関連して産卵数は変動し最高卵のう数は大形2.9, 小形2.0で, 卵のう内卵数はそれぞれ2.4~3.0卵, 1.0~3.6卵であった。気温が27°C以上の7月中旬から25°Cに下った9月中旬までの間大形個体群の産卵数は減少し小形個体群の産卵は停止し, 9月下旬に再びそ

れぞれ産卵数の増加と産卵を開始した。

両個体数曲線は4~9週に30~50個体をクロレト麻酔し体長を測定し4%パラホルムアルデヒドとブァン液に固定し体節数を測定したので減少を示し, その後大形の曲線は安定したが小形の減少曲線は高個体数密度による死亡と考えられる。大形と小形の体長の平均値はそれぞれ5週25mm, 20mmから9週34mm, 29mmに成長し, また成熟に達した個体は4週0%, 0%, 5週4%, 0%, 6週37%, 0%, 7週57%, 33%, 8週81%, 73%, 9週97%, 87%で, 体節数の平均値は5週88体節, 71体節から9週110体節, 94体節に増加し両形個体の差は明瞭であった。両形各週2~3個体について背側の毛状と楕状および腹側の鉤状剛毛数を計測し剛毛数の多い個体の第2~8体節の3種の剛毛数をTable 2に示した。5の数字は完全に成長していない剛毛で各週の大形と小形個体の3種の剛毛の平均値を比較すると, 毛状剛毛は両形3本, 楕状剛毛は大形3本, 小形4本まれに3本, 鉤状剛毛は大

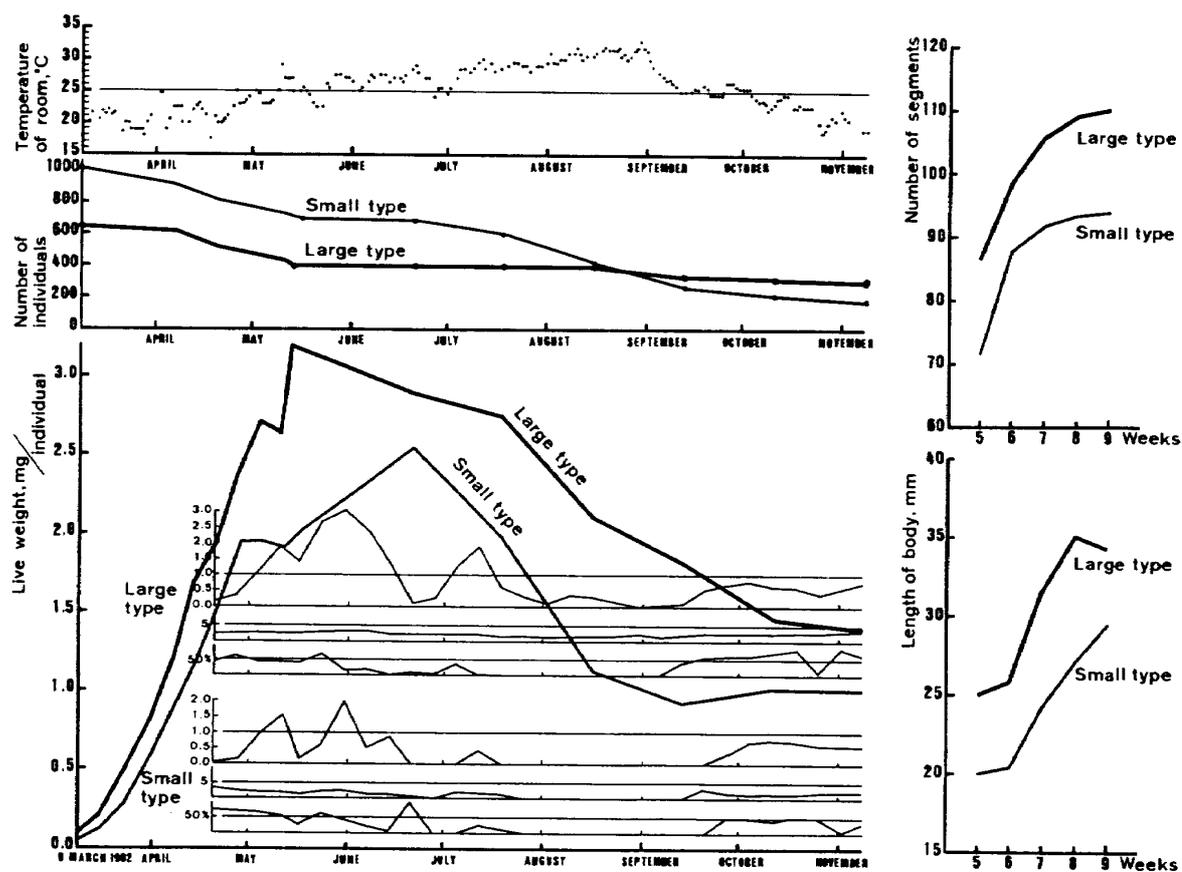


Fig. 5. Change in body weight, reproductive rate, length of body and number of segments of large and small types of *Tubifex hattai* reared under laboratory conditions and temperature (18–33°C). For explanation, see Fig. 2.

Table 2. Number of hair, pectinate and crotchet setae of large and small type of *Tubifex hattai*

		Large type							Average number of setae			Small type								Average number of setae		
Segment	Setae	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	hair	pectinate	crotchet	Segment	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	hair	pectinate	crotchet
		4	hair	2	3	3	3	3					3.5	3.5	3			hair	1.5			
	pectinate	2	2	3	2	3	3	3		3		pectinate	3	4	4	4	4	3	4		4	
	crotchet	3	3	3	4	4	3	3			3	crotchet	4	4	4	4	4	4	4			4
5	hair	2	4	4	3.5	3.5	3.5	3	3			hair	1.5	1.5	2	3.5	4	3	2	3		
	pectinate	2	3	3	3	4	4	3		3		pectinate	2	1	2	4	4.5	4	2		3	
	crotchet	3	3	3	3	4	4	3			3	crotchet	4	4	4	4	3	4	4			4
6	hair	2	2	3.5	3.5	4	3	3	3			hair	2	3	3	3	3	4	1.5	3		
	pectinate	2	2.5	3	4	3	3	3		3		pectinate	4	3	4	4	5	4	2		4	
	crotchet	3	4	3	4	4	3	4			4	crotchet	3	3.5	5	5	5	4	4			4
7	hair	2	3	3	3.5	2.5	3.5	3	3			hair	2	2	4	4	4	3	3	3		
	pectinate	2	3	3	3	3	4	3		3		pectinate	3	4	4	5	4	4	3		4	
	crotchet	3	3	3	3	3	4	4			3	crotchet	5	5	4	5	4	4	4			4
8	hair	2	4	4	3	4	4	2.5	3			hair	2	3	3.5	4	4.5	3.5	2	3		
	pectinate	2	3	3	3	4	3	3		3		pectinate	3	4	5	5	5	5	4		4	
	crotchet	3	3	3	4	3	4	4			3	crotchet	4	4	5	5	5	5	5			5
9	hair	2	3	4	4	3	3	2	3			hair	2	2	3.5	4	4.5	4	3	3		
	pectinate	2	3	3	3	3	4	3		3		pectinate	3	4	5	4	5	5	4		4	
	crotchet	3	3	3	3	3	4	3			3	crotchet	4	3	3	4	5	5	5			4

形3本まれに4本, 小形4本まれに5本となり両形の剛毛数に差が認められた。

考 察

著者は1960年以来仙台市と山形市で採集した *Tubifex* 卵は本報告の大形卵で, 1979~1980年の間山形市街西端の灌漑水路の同じ場所から数回にわたって採集した個体を飼育採卵した *Tubifex* 卵に二形があることを見た。その場所には *Branchiura sowerbyi* と *Limnodrilus* の2種が混棲していた。*Brinkhurst and Jamieson* (1971) は *Tubifex hattai* Nomura を *Tubifex tubifex* Müller と同種と記載し, 本実験の両形個体は *T. tubifex* の " *tubifex form* " の特徴体長 20~200 mm, 体節数 34~120, 背側剛毛は櫛状 3~5本, 毛状 1~4本, 腹側は鉤状剛毛だけで 3~6本の条件を満たしている。

Penners (1933a) は *Tubifex rivulorum* Lamark (= *T. tubifex* Müll.) の卵のうおよびその中の卵数と卵の大きさに違いがあることを示すため1卵を含む卵のうから8卵を含む卵のうまでの7卵のうと合計28個の生卵のスケッチを記載した。著者はスケッチに附された尺度目盛で輪郭のたどれる20卵についてしかも卵軸の方向は判断不可能なので長径だけを測った結果, その値は 0.4~0.6 mm で平均 0.52 mm となり本実験の大形卵の長径 0.53 mm にほぼ一致した。*Aston* (1973) の報告にある *T. tubifex* の1個の卵のうの写真からその中に13~14卵を含むと推定され輪郭と卵軸の方向の明瞭な4卵を写真にある尺度目盛で計測した結果, 長径と短径の平均値はそれぞれ 0.39 mm, 0.29 mm となり本実験の小形卵の 0.43 mm, 0.34 mm に近いことと本実験個体群中最高卵のう内卵数は小形の14卵 (Fig. 4) であることから *Aston* の *T. tubifex* 卵は本実験の小形卵に類似していると考えられる。

3混合個体群は推定死亡率より高い値を示し純個体群より体重が増し従って産卵数が多くなったと考えられるが, 泥と酵母を同率にしイトミミズを飼育した結果個体数の減少と平行して体重は増加した1個体あたりの卵のう数, 卵のう内卵数が増加したこと (松本, 1983), Table 1 の純個体群より混合個体群中の推定個体数から計算した大形

卵のう数が小さい値になったことは矛盾する。

Brinkhurst et al. (1972) は *T. tubifex*, *L. hoffmeisteri* と *Peloscoclex multisetosus* を混合飼育しそれらの成長率を比較した結果, 体重は小さく成長の遅い *P. multisetosus* と組合された *T.*

tubifex と *L. hoffmeisteri* はそれぞれの純個体群より高い生長を示したことを報告した。これらの結果を考慮し混合個体群中の大形の個体数は推定値よりやや少なく体重は純個体群よりやや大きくそれに対し小形の個体数の推定値と体重は純個体群と差がなかったと仮定すると前述の矛盾は軽減し, 実測と推定個体数の差の比率 +1~+7 はより ±0 に近づくものと考えられる。混合個体群中の大形と小形個体が交尾産卵したとき, 純個体群に比較しそれぞれの産卵数と孵化率のばらつきと卵の大きさに変異が現られると予想されたが, 卵のうの区別は可能で大形と小形の産卵数と孵化率は両純個体群の値にはほぼ一致したと前述の仮定とから両形個体は交尾していないと考えられる。しかし混合された各個体は交尾の相手を探す困難さから自家受精し産卵した個体が多くあったとすれば Table 1 と似た結果が得られると考えられ今後の課題である。

16°C の一定水温の個体群よりも室温飼育の両個体群の産卵開始は早く体重は小さく卵のう内卵数は少ない。*Aston* (1973) は *T. Tubifex* の卵のう内卵数は 10~15°C の飼育条件下で平均8卵で 20~25°C では卵数は減少したことを報告した。従って体重と体長に関連することなく水温の上昇によって成熟に達する時期が早められ, また剛毛数は成長とともに増加すると考えられるが毛状剛毛は孵化直後の個体に見られ (*Penners*, 1933b), 4週から9週にかけて両形個体の3種の剛毛数の増加傾向は認められず, この期間以前に剛毛数は確定されたものと考えられる。*Nomura* (1926) は *T. hattai* の7月の成熟個体について体長 10 cm, 体節数 85~110, 腹側の環帯前の鉤状剛毛は4本, 背側の櫛状剛毛は第2体節3本, 第3~10体節4本ときどき5本, 毛状剛毛は環帯前3本まれに2本か4本でこれら3種の剛毛数は環帯後部で減少していると記述した。本実験の両形個体の体長と体節数は上記の条件の範囲内にあるが, 3種の剛毛数に関して小形個体が *Nomura* の *T. hattai* に近い印象を受ける。従

ってPenners記載の卵と本報告の大形卵はほぼ一致し、Nomuraの*T. hattai*とAstonの報告の卵は小形個体とその卵に近い特徴が見られる。

文 献

- ASTON, R. J. (1973) Field and experimental studies on the effects of a power station effluent on Tubificidae (Oligochaeta, Annelida). *Hydrobiologia* 42: 225-242.
- BRINKHURST, R. O. AND B. G. M. JAMIESON (1971) *Aquatic Oligochaeta of the World*, Oliver and Boyd, Edinburgh.
- BRINKHURST, R. O., K. E. CHUA AND N. K. KAUSHIK (1972) Interspecific interactions and selective feeding by tubificid oligochaetes. *Limnol. Oceanogr.* 17: 122-133.
- 松本政美 (1974) 水棲貧毛類 *Tubifex hattai* の生活史。山形大学紀要 (自然科学) 8: 423-428。
- 松本政美 (1983) 室内飼育による水棲貧毛類 *Tubifex hattai* の成長と産卵数に対する餌量の影響。動物学雑誌 92: 192-198
- 松本政美・山本護太郎 (1966) 水棲貧毛類 *Tubifex hattai* の産卵量の季節的変動について。日生態会誌 16: 134-139。
- NOMURA, E. (1926) On the aquatic oligochaete, *Tubifex hattai*, n. sp. *Sci. Rep. Tôhoku Imp. Univ. Ser. IV (Biol.)* 1: 193-228.
- PENNERS, A. (1933a) Über Unterschiede der Kokons einiger Tubificiden. *Zoolog. Anz.* 103: 93-95.
- (1933b) Gibt es bei *Tubifex rivulorum* Lam. (= *T. tubifex* Müll.) ein lumbriculides Entwicklungsstadium hinsichtlich der Borstenbildung? *Zoolog. Anz.* 103: 177-181.
- YAMAGUCHI, H. (1953) Studies on the aquatic Oligochaeta of Japan VI. A systematic report, with some remarks on the classification and phylogeny of the Oligochaeta. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI, Zool.* 11: 277-342.
- 山口英二 (1954) 本邦産水棲貧毛環虫の目録。北海道学芸大学紀要 (第二部) 5: 93-120。