

多摩川に生息するヨシマツユスリカ の年間世代数の算定

1986年

竹 村 彪

川崎市立橋高等学校教諭

目 次

はじめに	1
I 調査地点およびヨシマツユスリカの概要	1
1. 調査方法	5
(1) 産卵時期による年間世代数の算定	5
(2) 幼虫の令期解析による世代数の算定	6
2. 調査結果および考察	7
(1) 産卵時期による年間世代数の算定	7
(2) 幼虫の令期解析による世代数の推定	12
(3) ヨシマツユスリカの年間世代数算定の数理モデルの試み	25
おわりに	28
摘 要	28
参 考 文 献	29
S AMM A R Y	32

はじめに

最近、多くの都市河川が下水道の普及や排水の水質規制などの各種の対策により、水質が回復してくるとともに、神田川水系、野川（東京都）、砂押川（鎌倉市）、宇治川（京都市）など水質好転の著しい都市河川からユスリカの大量発生が nuisance として、また、ぜん息等アレルギー疾患の発現が水田・湖沼・都市等の環境問題となってきた。そして問題となっているユスリカのほとんどすべてがヨシマツユスリカ（セスジユスリカの新称¹⁾）*Chironomus yoshimatsui* Martin et Sublette で、停滞水域でなく、都市河川でかなりの流速がみられるところである。²⁻¹⁹⁾

この現象は多摩川においても例外ではなく、ユスリカの発生をみたとしても、問題にならない程度の調和のとれた多摩川の生態系を確立する上で、ヨシマツユスリカの生態、特に生活史を調べる必要がある。

そこで、1982年以來、その産卵数、幼虫の令期解析および年間世代数等について調査を行ってきたので報告する。

この報告をするにあたり、調査研究の助成をいただいた財団法人「とうきゅう環境浄化財団」に対し深謝する次第である。

I 調査地点およびヨシマツユスリカの概要

多摩川下流域は海水の影響のない調布取水堰（丸子橋の上流）の上部（淡水部）と、海水の影響が多大に作用している下部（感汐部）²⁰⁾にわけられる。そこで、淡水産であるヨシマツユスリカの調査地点を淡水域の特に幼虫の筒巣が多くみられる川崎市寄りの二子橋および東急田園都市線ガード下の河岸とした（Fig. 1, 2.）。

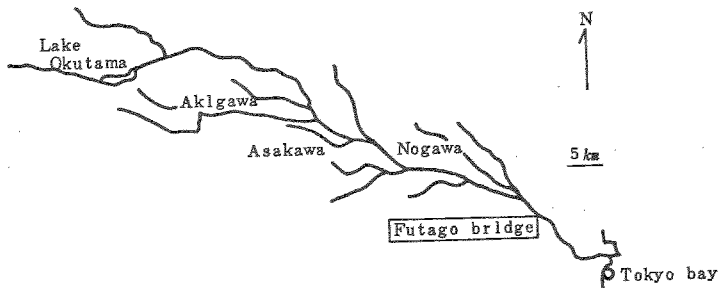


Fig. 1. Map of the Tama River, showing the Station studied.

この付近の河川敷には、プロ野球グラウンド、ゴルフ練習場、一般開放の野球場等がある。また、土手の上はサイクリングコース、マラソンコースになっていて、東京都民や川崎市市民のリクリエーションや

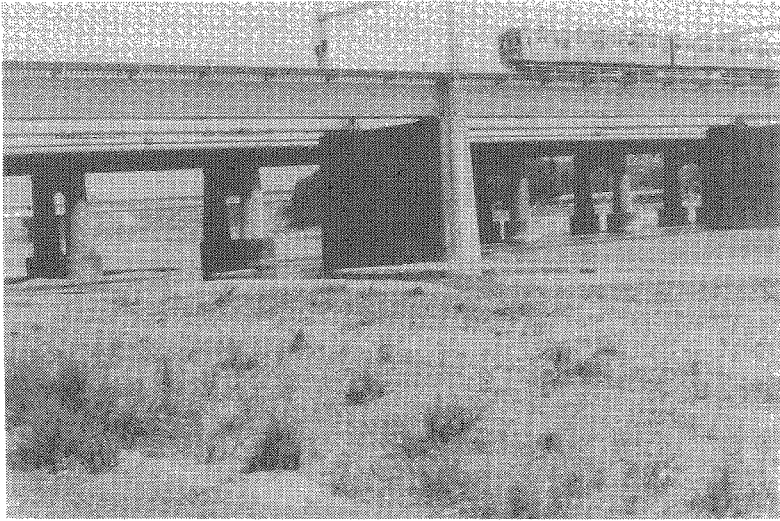


Fig. 2. The view of the Futago Bridge and the Tokyudenentoshi Line.
 Photograph taken from lower part of the Tama River on the Kawasaki
 city side, May 1985.

リゾートとして欠くことのできない存在である。この付近の住民の多摩川に対する意識をみると、川に
 したしみがあると答えた者が子供で63%，大人で89%，川に対するイメージでは、子供の遊び場、残
 された自然、休息の場と答えたものが合せて子供で52%，大人で55%等となっている (Table 1)。²¹⁾

この河川敷は豪雨時になると流水であふれ、転石の移動が激しくなって底生小動物の生態系は一変す
 る (例えば1983年8月15日～16日の台風)。調査地点付近の流量は建設省の記録 (1982年) に
 よると、最大流量 $5426.26 \text{ m}^3/\text{sec}$ (8月2日, 3時), 最小流量 $1.98 \text{ m}^3/\text{sec}$ (4月15日, 8時),
 年平均流量 $38.77 \text{ m}^3/\text{sec}$ を示している。河川敷および川底は主として5～15 cmの石礫と土砂からなり、
 平水時の河岸の水深は5～10 cm, 流心部で50 cm, 流速は平均 $1.02 \text{ m}/\text{sec}$ である。

底生小動物の優占種としてヨシマツユスリカの幼虫の他に、エラミミズ (*Branchiura sowerbyi*),
 イトミミズ (*Tubifex* sp.), ミズムシ (*Asellus hilgendorfi*), シマイシビル (*Erpobdella lineata*)
 などの汚濁耐性種がみられる。

ヨシマツユスリカの成虫は緑色をした6～7 mm位の大きさである。蚊 (*Culicidae*) とは異なるので
 人体を刺して吸血することはないが、その大発生は川沿いの民家の窓の開放を困難にしたり、灯光の近
 くに集集するため、夕食時に落ちついて食事が出来ない、洗たく物、器物をよごすといった不快昆虫と
 しての被害は、発生地より100 m以内といわれている。^{3,4,9)} したがって河川敷の広い川崎市寄りの多摩
 川下流域では、住宅でなく、リクリエーションやリゾートの場として人が多く集まる河川敷が問題とな
 るわけである。岐阜市・荒田川での大発生では 1 m^2 で2,1364匹もの成虫が数えられた。⁶⁾ また富山県
 の水田地帯から大発生したユスリカ (*Polypedilum kyotoense*) の抽出液に対し、地域住民のぜん息患
 者等に高率の皮内反応、RAST試験等の陽生者が見出され、その吸入試験でもぜん息発作の発現が確

Questions	Answer	Children(%)	Adults(%)
1. Familiarity with a River?	familiar	63	89
	not familiar	13	4
	no comment	24	6
2. Role of a River?	useful	52	47
	not useful	14	35
	can not say	28	16
	no comment	6	2
※ Playing near or in a River?	play well	47	78
	not play well	48	15
	not play at all	4	6
※ Kinds of Amusement from a River?	fishing	16	19
	collecting insects and plants	4	7
	swimming	1	17
	sports (except swimming)	18	1
	practice on music	0	1
	cycling	21	2
	playing with stones and sand	5	12
	flower-viewing	1	4
	sketching	7	5
	herb-gathering	4	11
	crayfish gathering	6	9
vaguely without any aim	6	1	
others	4	1	
5. Method of repairing a River.	concrete	4	20
	remain nature	92	71
	no comment	3	9
6. Image of a River.	dirty river	19	17
	rest place	5	17
	dangerous for children	6	15
	playing place for children	31	18
	flood suffering	1	1
	place of rain drops flowing	1	3
	concrete bank	3	3
	fishing	—	—
	remained nature	16	20
nothing	16	2	
7. Cause of River pollution.	making building land destructed nature	4	13
	waste water from home	21	37
	industrial waste water	36	31
	dumping rubbish	36	16
	others	2	0
	no comment	1	2
8. Future figure of a River.	concrete	0	1
	make a automobile road by covering a river	3	1
	make a park and a pavement by covering a river	6	7
	remain a river and make people play with water	86	89
no comment	5	3	
Total (6th Grade students and their family members of Takatu primary school, Kawasaki city.)		264 persons	262 persons

Table 1. The survey on the Awareness and Conciousness of the Urban inhabitants along Rivers.—Especially 6th Grade students of Takatsu primary school and their family members of those who reside near the Futago Bridge over the Tama River, Kawasaki city (1981).

※ Questions 3, 4. Adults answered by remembering their Childhood.

められた。さらに、ヨシマツユスリカ、アカムシユスリカ (Tokunagayusurika akamusi) の成虫・幼虫抗原に対する陽性者も認められた。無作為に抽出した首都圏のぜん息患者303名にアカムシユスリカの抗原による皮内反応の結果、陽性を示したものは115名、約40%で、これは、同時に行ったダニ抗原の60.7%に次ぐ二番目の数字で、スギ花粉の2.05%、ブタクサの7.9%より多かったという報告^{13,17,18)}もあり、不快昆虫としてのユスリカの問題とともに、害虫対策の立場からその生態を組織的にとらえなければならぬ。

ヨシマツユスリカの産卵は多摩川では3月中旬から11月下旬の日の出前後、主として1, 2時間以内と夕方(日没後)の、いわゆる蚊柱(群飛, swarm)がおこる頃の日に2回みられ、羽化後2~3日で産卵する。淡褐色(ゼリー状)の卵塊は長さ12~30mm位で、橋桁の水面上0.5~1cmの所に柄部を固定し浮動している。水中におけるその大きさは平均長2.2cm(柄部を除く)、平均径2.8mmで、一卵塊中には400~600個前後の卵粒がある。卵はほぼ卵形で、大きさは長さ0.3mm、幅0.2mm前後である。幼虫は0.5~1.4mmの体長をもち、4回脱皮を行い、各令ごとに体色は白色、淡赤色、鮮紅色、深紅色と変化する(Fig. 3.)。また、頭部にツリガネムシ

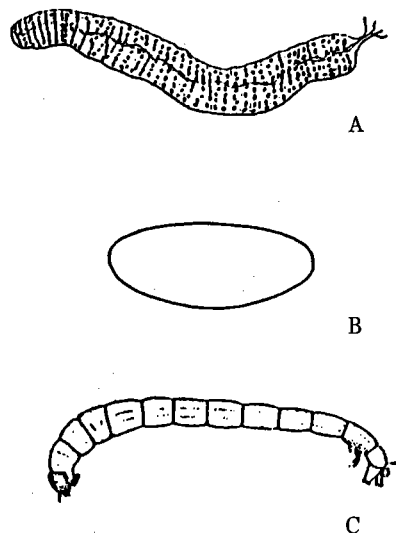


Fig. 3. Egg mass(A), Egg(B) and Larva(C) of *Ch. yoshimatsui*. Copied from K. Moriya, Bull. Kanagawa p. H. Lab. 10(1980).¹⁾

(*Volticella* sp.)をつけている幼虫が季節に関係なくみられる。蛹は体長5~10mmで赤褐色をし、脱皮殻の頭部を附着しているのがみられる。^{1, 22-25)}

ユスリカ科(Chironomidae)は毛翅目(Trichoptera)とともに水生昆虫類中、造巢本能をもつものの一つである。筒巢の長さは幼虫の体長より0.2~5mm大きく、平均で1.7mmの大きさである。筒巢の粒土組成は65%が0.25mm以下の砂泥質と硅藻類(Bacillariophyta)や有機質である(Fig. 4.)。^{26, 27)}

水質汚濁の指標となっているユスリカ科は互に類似した種が多く含まれ、種の決定は容易でなく、その同定について橋本,^{28, 29)} 北川,^{30, 32)} 森谷,^{1, 33, 37)} 等の報告がある。多摩川においても、90種類のユスリカ科が生息しているといわれている。¹⁸⁾

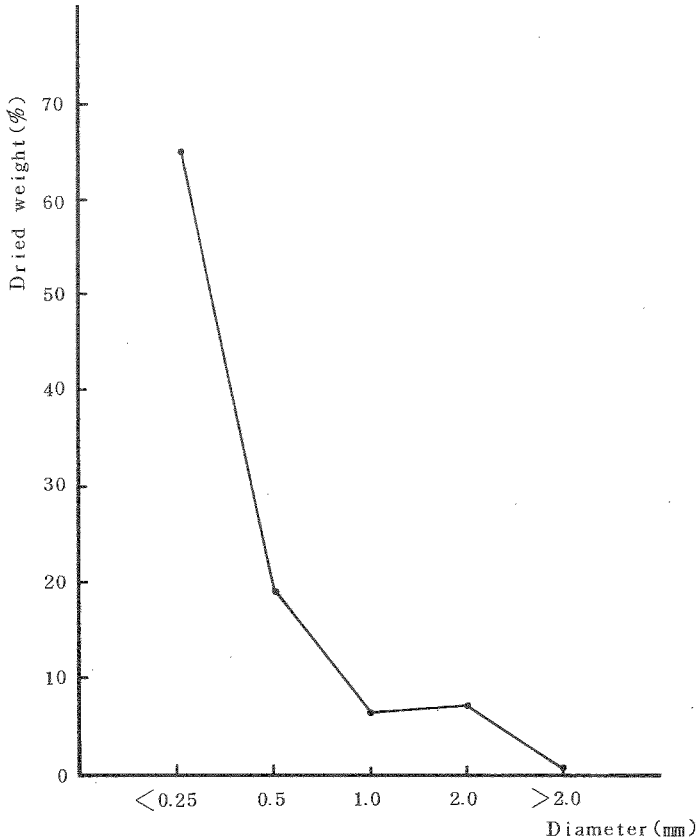


Fig. 4. Soil composition of *Ch. yoshimatsui*'s larval tubes of the Tama R., at the point of the Futago Br. and its neighborhood.

1. 調査方法

(1) 産卵時期による年間世代数の算定

1982年2月から1983年1月まで、平均7日の間隔で主に14時から16時頃、前記橋桁の同一部分、幅50 cmに産みつけられた卵塊を採取した。採取した卵塊を実体顕微鏡で形と色を基準^{1,33,38)}にしてその数を調べた。産卵数を大野³⁸⁾の方法で図示し、代田²³⁾の資料から幼虫の発育限度温度と発育有効積算温度を求めた。これをもとに産卵数のピーク時からピーク時までの積算温度と年間有効積算温度を求め、世代数を算定した。なお、調査地点における各月の平均水温は建設省の記録を参考にした。

採卵と平行して、1982年4月より1983年3月まで毎月1回、調査地点の水温、水素イオン濃度(pH)、溶存酸素(DO)、生物化学的酸素要求量(BOD)、化学的酸素要求量(COD)等の水質調査をした。

方法は下の如くである。

1. 水深 — 六つ折尺を使用
2. 気温 — 棒状水銀温度計を使用
3. 水温 — ベッテンコーヘル水温計を使用
4. pH — ガラス電極 pH計 (デジタル表示) を使用
5. DO — 溶存酸素計 (デジタル表示) DO-715 により測定
6. BOD — Jis K102 (1971) の方法により測定
7. COD — 100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素消費量 Jis K102 (1971) の方法により測定

(2) 幼虫の令期解析による世代数の推定

① 卵から蛹化までの飼育による令期解析

1983年4月23日, 6月11日, 7月23日, 9月18日に調査地点より採集した卵塊を使用した。同一卵塊, 同一温度からふ化した幼虫を用いて蛹化までの飼育を行った。120(外径)mm×31(高)mmのペトリ皿に卵塊を入れ, 上部をアクアメッシュでおおって25℃に保った恒温水槽に入れておくと, 約2日でふ化した。泳ぎ出したふ化直後の白色の幼虫を飼育した。

飼育方法としては, 河合・小西¹⁶⁾, 代田²³⁾, 田中²⁵⁾の方法がある。筆者は自然に最も近いと思われる方法, 川崎市立橋高等学校図書館前の丸池の噴水の第二水盤を利用した (Fig. 5.)。すなわち, 噴水から落下する水が第一水盤より第二水盤に, 第二水盤から池に流れる水を利用した。第二水盤は上端の直径が50cm, 最深部15cmのボール形になっている。底部を小石でならし, その上に150



Fig. 5. The fountain of the round pond at the front of the Library.

Tachibana high school, Kawasaki city.

(外径) $mm \times 27$ (高) mm の 4 個のベトリ皿をおいたとき、水深が 3 cm になるようにした。1ベトリ皿内に卵からふ化直後の幼虫を 40 匹ずつビペットで吸いあげて入れ、食物として池の壁よりけずりとった硅藻類と池の底の泥土を水網の底の金網でこしたものをまぜ、湿重量で計測ごとに 40 g ずつ与えた。幼虫の流出を防ぐため、ベトリ皿の上部をアクアメッシュでおおった。噴水の流量をたえず 2 l/min とし、飼育中の気温と水温を 8 時 30 分から 9 時の間に測定した。丸池の壁には硅藻類、緑藻類 (Chlorophyceae)、藍藻類 (Cyanophyceae)、繊毛虫類 (Ciliata) などが附着し、池の中にはミズムシ、ユスリカ類がみられ、附着藻類、底生小動物の多摩川のモデル生態系をなしている。⁴¹⁾

2～3日おきに 15 時に幼虫 10 匹を対称にして色調等を観察した後、次の方法で計測した。頭長は頭殻の後端から下唇板の先端までの長さの頭腹長 (SHL) を、頭幅 (HW) は頭殻の最大幅を 50 倍の顕微鏡にてマイクロメーターを使って測定した。体長 (BL) は 0.1 mm 単位の日盛付スライドグラスとノギスにて頭部先端より尾部末端まで測定した。その結果から平均値 (\bar{x})、標準偏差 (SD)、変異率 (CV%) を算出して令期解析を行い、各令の平均体長をもとに成長曲線を作成した。

② 幼虫の令期解析および個体数の動態による世代数の推定

1984年5月から1985年4月まで、平均7日の間隔で主に14時から16時頃、前記調査地点で $50\text{ cm} \times 50\text{ cm}$ (0.25 m^2) のチロリ形金属方形枠³⁹⁾ を用い、深さ 5 cm まで枠内の礫、土砂を白いバットにひろいあげて幼虫を採集した。比較的大きい幼虫は森谷¹⁾ の方法、すなわち、70% エタノールで固定し、計測時に 10% 水酸化ナトリウム水溶液で透化し、水洗後その頭長、頭幅、体長を測定し、北川⁴²⁾ の方法で図示し令期解析をした。測定方法は 2) ① と同じである。

また、全幼虫に対する蛹直前幼虫の割合から世代数を推定した。

2. 調査結果および考察

(1) 産卵時期による年間世代数の算定

調査地点における水質は Table 2. のごとくである。pH はすべて 7.0 以上の微アルカリ性を示した。DO は $6.0 \sim 10.9\text{ ppm}$ で比較的好氣的状況が保たれている。BOD は $3.1 \sim 9.7\text{ ppm}$ で 4 月～5 月に汚濁が著しい。これは COD についても同じことがいえる。

ヨシマツユスリカの産卵について田中²⁵⁾ は「気温の高き日、湿度の低き日、日照時間の多き日、及び風速の小なる日に産卵数の多き傾向を有し、降雨殊に産卵時の降雨は産卵数を著しく減少せしむるものと思はる」とのべている。多摩川についてみると、採卵日前後の気象条件は安定していたので考慮に入れなかった。

Fig. 6. にみられるように、台風、豪雨のために調査できなかった 8 月初旬から 9 月中旬までを除き、3 月 27 日、5 月 11 日、6 月 8 日、7 月 4 日、8 月 1 日、10 月 7 日、11 月 16 日をピークとし

Date	month	day	4/14	5/11	6/10	7/6	8/10	9/8	10/12	11/9	12/7	1/5	2/1	3/1
Sampling time			15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00
Sampling station			River bank (Kawasaki city side)											
Weather			Fine	Fine	Fine	Fine	Fine	Fine	Fine	Fine	Fine	Fine	Fine	Fine
Water depth (m)			0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Air temperature (°C)			7.5	28.5	26.5	24.5	31.0	27.5	22.9	17.7	8.5	12.0	11.4	10.4
Water temperature (°C)			17.0	22.5	26.0	24.2	25.0	23.2	16.6	16.8	10.8	9.8	10.5	13.5
PH			7.6	7.7	7.6	8.1	7.8	7.7	7.5	8.0	7.5	8.0	7.2	7.7
DO (ppm)			6.0	10.9	8.0	9.1	7.9	8.7	7.7	7.2	8.8	7.8	8.8	9.3
BOD (ppm)			9.3	9.1	6.3	7.5	3.6	3.5	3.1	7.7	7.1	8.1	9.7	8.7
COD (ppm)			11.0	11.0	7.6	7.6	4.2	4.6	2.7	6.1	6.4	7.5	9.3	8.8

Table 2. Water quality of the Tama R. at the point of the Futago Br., April 1982 to March 1983.

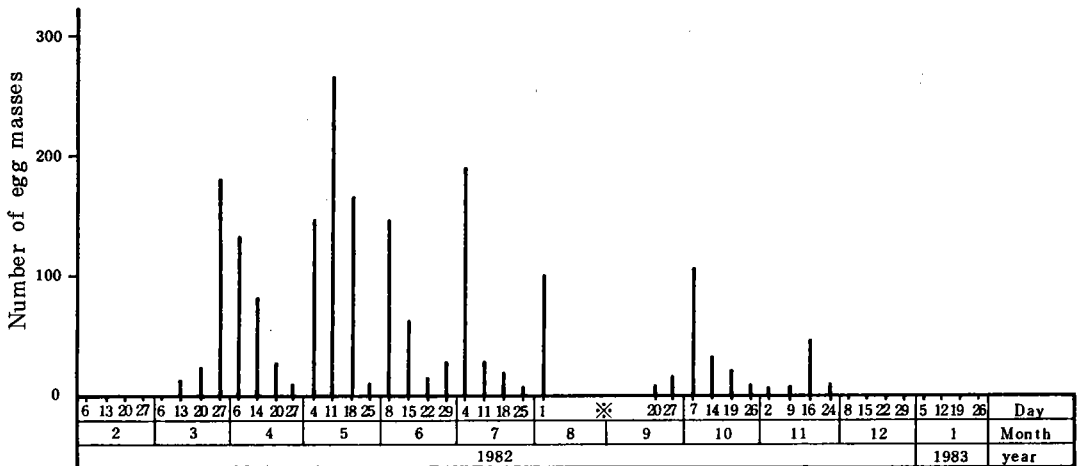


Fig. 6. The ovipositions of *Ch. yoshimatsui* of the Tama R. at the point of the Futago Br., February 1982 - January 1983 (Method by Ohno.³⁸⁾).

※ Sampling was interrupted owing to the typhoon and the heavy rain in August and September.

Gene- ration number	Duration of larval period	Duration of larval period in days	Duration of larval period in days(Av.) (D)	Velocity of larval development (1/D)	Water temperature (°C) Min. ~ Max.	Water temp.(Av.) (°C) (t)	t-2.5 (°C)	D (t-2.5) (day-degrees) (°C)
1	Apr.29~ June 8	39 ~ 42	40.5	0.025	12.6 ~ 18.6	14.9	12.4	5022
2	May.25~ June30	36 ~ 38	37.0	0.027	15.7 ~ 23.0	18.4	15.9	5883
3	June12~ July16	33 ~ 35	34.0	0.029	16.8 ~ 25.2	19.7	17.2	5848
4	July 4~ July29	26 ~ 27	26.5	0.038	17.8 ~ 27.5	21.3	18.8	4982
5	July22~ Aug.14	22 ~ 25	23.5	0.043	19.0 ~ 27.5	25.0	22.5	5288
6	Aug. 3~ Aug.30	24 ~ 25	24.5	0.041	21.3 ~ 27.3	25.0	22.5	5513
7	Aug.19~ Sep.15	27 ~ 29	28.0	0.036	21.3 ~ 27.6	21.7	19.2	5376
8	Sep. 4~ Oct. 4	31 ~ 34	32.5	0.031	20.0 ~ 27.6	20.3	17.8	5785
9	Sep.19~ Oct.20	33 ~ 35	34.0	0.029	15.8 ~ 22.4	18.1	15.6	5304
Accumulated water temp. $\sum_1^9 (t - 2.5)$, Valid accumulated water temp. $\sum_1^9 D (t - 2.5) \times \frac{1}{9}$							161.9	5445

Table 3. Duration of larval period of *Ch. yoshimatsui* in days and the velocity of larval development to water temperature ($V = \frac{1}{D}$). Accumulated water temperature and Valid accumulated water temperature were calculated (From Shirota²³).

た産卵がみられた。これは各時期の産卵のピークは同一世代のものが多量に産卵したことによる。^{23,25,38)}

代田²³⁾の資料をもとにして幼虫の成長速度を求めた (Table 3.)。これより水温とふ化から蛹化まで要した日数および成長速度との相関関係のグラフを作り発育限界水温を求めた (Fig. 7)。これによると、発育限界温度は2.5℃であった。北川⁴²⁾は吉野川におけるユスリカ幼虫 (*Spaniotoma* sp.) で低温 (5~6℃) は幼虫の脱皮および蛹化を抑制するとのべている。また、御勢⁴⁰⁾はヒゲナガカワトビケラ (*Stenopsyche griseipennis*) の摂食量と水温との関係から、水温4℃付近での摂食量はゼロ近くとなり、恐らく4℃付近で生長が停止しているものと推定し、発育限界温度を4℃と仮定した。そして、一般にある限界内で温度が高ければ高いほど昆虫の世代の長さ

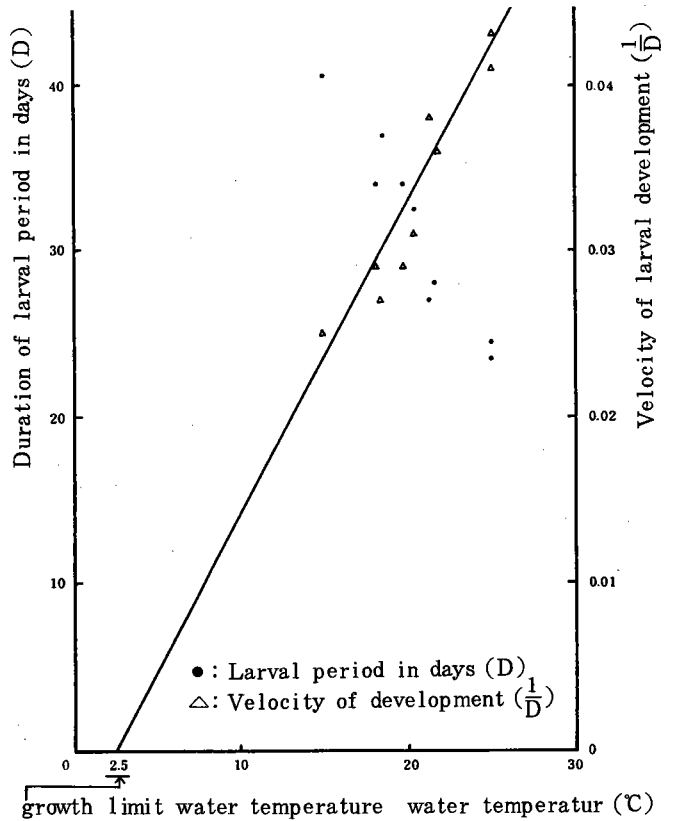


Fig. 7. Correlation of larval period of *Ch. yoshimatsui* and the Velocity of development to water temperature (Plotted from Shirota²³⁾).

に必要な期間が短くなる。したがって、生活の長さはこの期間の温度合計、すなわち、積算温度によって示されるとのべている。積算温度は月平均水温から、その昆虫の生活活動が低温のために停止する限界温度を引いた値を各月について積算したものである。

以上の事から、大野³⁸⁾による方法、すなわち、集中的に産卵が行われる期間の最初の調査日から次に集中的に産卵が行われる期間の最初の調査日までの二子橋付近の月平均水温 (θ) と発育限界水温 ($t = 2.5$) の差を積算して有効積算水温を求めると544.4~586.0日度であった (Table 4.)。台風と豪雨によって調査できなかった8月2日から10月7日までの有効積算温度は1320.4日度であり、これは2世代の量に相当すると考えられる。また、2.5℃以上の年間の有効積算水温の合計は4855.4日度となり、これを幼虫期の有効積算温度の544.5日度 (Table 3.) で割ると、8.9となった。卵のふ化まで要する時間は15℃で70~75時間、20℃で45~50時間、25℃で35~40

Station Water temperature (θ) (°C)	Futago Br.	$\theta - 2.5$ (°C)	Peak day of oviposition (day)	Total temperature between two adjacent peaks of oviposition (°C)
Feb.	9.2	6.7		187.6 (day-degrees)
Mar.	11.3	8.8	27	
April	15.5	13.0		655.1
May	23.4	20.9	11	
June	23.5	21.0	8	
July	23.1	20.6	4	
Aug.	23.7	21.2	1	
Sept.	22.0	19.5		1320.4
Oct.	16.7	14.2	7	
Nov.	15.8	13.3	16	
Dec.	9.9	7.4		229.4
Jan.	9.0	6.5		201.5
$\sum_1^i (\theta - 2.5)$ accumulated temperature	—	189.9	Total	4855.4

Table 4. The water temperature (Av.) of the Tama River at the point of the Futago Br. and accumulated temperature (day-degrees) summed up above 2.5°C between two adjacent peaks of oviposition from Feb. 1982 to Jan. 1983.

時間、また、蛹は15~20°Cで35~50時間、20~25°Cで20~35時間で羽化し成虫になり、2~3日で産卵すること²³⁾などを考慮すると、二子橋付近のヨシマツユスリカの年間の世代数は8.9より小さくなると考えられる。これらのことから、多摩川下流域に生息するヨシマツユスリカの年間世代数は8世代と算定される。この値は森谷⁷⁾が鎌倉市砂押川今泉でのヨシマツユスリカ幼虫および成虫の季節的消長より解析した値、さらに、大野³⁸⁾が東京都善福寺川大宮橋付近で調査した産卵数による年間世代数の算定と一致している。

(2) 幼虫の令期解析による世代数の推定

① ふ化から蛹化までの飼育による令期解析

結果はTable 5, 6, Fig. 8~11のごとくであった。幼虫の世代は前にものべたように水温に左右される。ふ化から蛹化までの期間は4月25日から6月5日までの平均水温が16.6℃では平均で42日間, 6月13日から7月11日までの平均水温が22.5℃では29日間, 7月25日から8月16日までの平均水温が29.4℃では23日間, 9月20日から10月27日の平均水温が19.6℃では38日間であった (Table 5, 6)。体長は平均体長を線で結んだFig. 8~11の成長曲線でも明かなように連続的に成長しているが, 頭長, 頭幅については, Table 6にみられるように, 4つのグループにわけられる。これはキチン質でできている頭部が脱皮ごとに段階的に成長を行い, 同一令期内ではほとんど増大をみないことを意味しており, この4つのグループを1, 2, 3, 4令幼虫としてよいことは明らかである。すなわち, 頭長については第1令0.11~0.18 mm, 第2令0.19~0.27 mm, 第3令0.28~0.49 mm, 第4令0.56~0.72 mmである。頭幅では第1令0.09~0.12 mm, 第2令0.14~0.21 mm, 第3令0.21~0.35 mm, 第4令0.39~0.53 mmとなっている。令期間は令が大きくなる程長くなっている。

また, 同一条件で飼育を行った為か, 変異係数も小さく, これらの値は代田²³⁾が仙台市八番丁附近を流れる下水溝から採卵し飼育した結果, 田中²⁵⁾が京都での飼育実験の結果とほぼ一致している。

Bred number	Duration of larval period	Duration of larval period in days	Average duration of larval period in days	Water temperature (°C) Min.~Max.	Average water temperature (°C)
1	Apr. 25 ~ June 5	41 ~ 44	42	12.3 ~ 20.5	16.6
2	June 13 ~ July 11	28 ~ 31	29	20.6 ~ 25.5	22.5
3	July 25 ~ Aug. 16	20 ~ 24	23	28.3 ~ 29.9	29.4
4	Sep. 20 ~ Oct. 27	36 ~ 40	38	17.0 ~ 23.3	19.6

Table 5. Duration of larval period from hatching to pupa of *Ch. yoshimatsui* in the second basin of the fountain, 1983, at the place of Tachibana high school, Kawasaki city.

Breedingnumber (mm)	Instar	N	Min. ~ Max.	\bar{x}	SD	CV(%)	
1. Apr. 25 ~ June 5	T L	1	30	0.79 ~ 1.01	0.95	0.065	6.84
		2	30	1.80 ~ 3.00	2.55	0.65	25.49
		3	30	3.00 ~ 6.00	4.33	0.64	14.84
		4	30	5.00 ~ 14.00	9.54	2.06	21.59
	SHL	1	30	0.13 ~ 0.15	0.14	0.04	26.45
		2	30	0.19 ~ 0.26	0.23	0.02	8.75
		3	30	0.35 ~ 0.49	0.37	0.06	16.41
		4	30	0.56 ~ 0.70	0.63	0.03	5.56
	H W	1	30	0.09 ~ 0.11	0.10	0.09	9.02
		2	30	0.14 ~ 0.19	0.16	0.07	4.50
		3	30	0.21 ~ 0.35	0.29	0.05	18.91
		4	30	0.39 ~ 0.52	0.45	0.04	7.93
2. June. 13 ~ July 11	T L	1	30	0.76 ~ 1.01	0.97	0.065	6.84
		2	30	2.25 ~ 4.00	3.09	0.35	11.42
		3	30	3.65 ~ 7.00	4.33	0.97	22.32
		4	30	6.25 ~ 15.00	10.50	1.90	18.11
	SHL	1	30	0.11 ~ 0.17	0.14	0.017	11.80
		2	30	0.19 ~ 0.27	0.22	0.03	13.74
		3	30	0.28 ~ 0.44	0.38	0.03	7.89
		4	30	0.54 ~ 0.70	0.54	0.1	19.22
	H W	1	30	0.08 ~ 0.12	0.09	0.009	1.48
		2	30	0.16 ~ 0.21	0.19	0.018	9.47
		3	30	0.28 ~ 0.33	0.30	0.019	6.38
		4	30	0.44 ~ 0.51	0.48	0.019	4.06
3. July. 25 ~ Aug. 16	T L	1	30	0.78 ~ 1.10	0.95	0.065	6.84
		2	30	2.10 ~ 3.25	2.81	0.322	11.56
		3	30	3.00 ~ 7.00	4.81	0.699	14.34
		4	30	6.00 ~ 14.00	11.46	2.000	16.56
	SHL	1	30	0.13 ~ 0.18	0.16	0.014	8.93
		2	30	0.19 ~ 0.25	0.21	0.016	7.45
		3	30	0.33 ~ 0.42	0.37	0.020	5.34
		4	30	0.53 ~ 0.72	0.63	0.043	6.83
	H W	1	30	0.09 ~ 0.12	0.10	0.009	9.04
		2	30	0.14 ~ 0.18	0.17	0.013	7.90
		3	30	0.28 ~ 0.35	0.30	0.018	6.01
		4	30	0.44 ~ 0.53	0.48	0.018	3.78
4. Sep. 20 ~ Oct. 27	T L	1	30	0.77 ~ 1.10	0.98	0.064	6.53
		2	30	2.00 ~ 3.50	2.94	0.388	12.54
		3	30	3.00 ~ 6.00	4.81	0.766	16.12
		4	30	5.50 ~ 14.50	10.58	1.633	15.45
	SHL	1	30	0.13 ~ 0.17	0.13	0.014	10.21
		2	30	0.19 ~ 0.25	0.22	0.019	8.92
		3	30	0.30 ~ 0.44	0.37	0.025	6.76
		4	30	0.53 ~ 0.72	0.63	0.045	7.12
	H W	1	30	0.09 ~ 0.12	0.10	0.009	9.07
		2	30	0.14 ~ 0.19	0.16	0.015	9.44
		3	30	0.28 ~ 0.35	0.33	0.028	8.63
		4	30	0.44 ~ 0.51	0.46	0.023	4.99

Table 6. Measurements of larvae of *Ch. yoshimatsui* bred in the second basin of the fountain from Apr. to Oct. 1983, at the place of Tachibana high school, Kawasaki city.

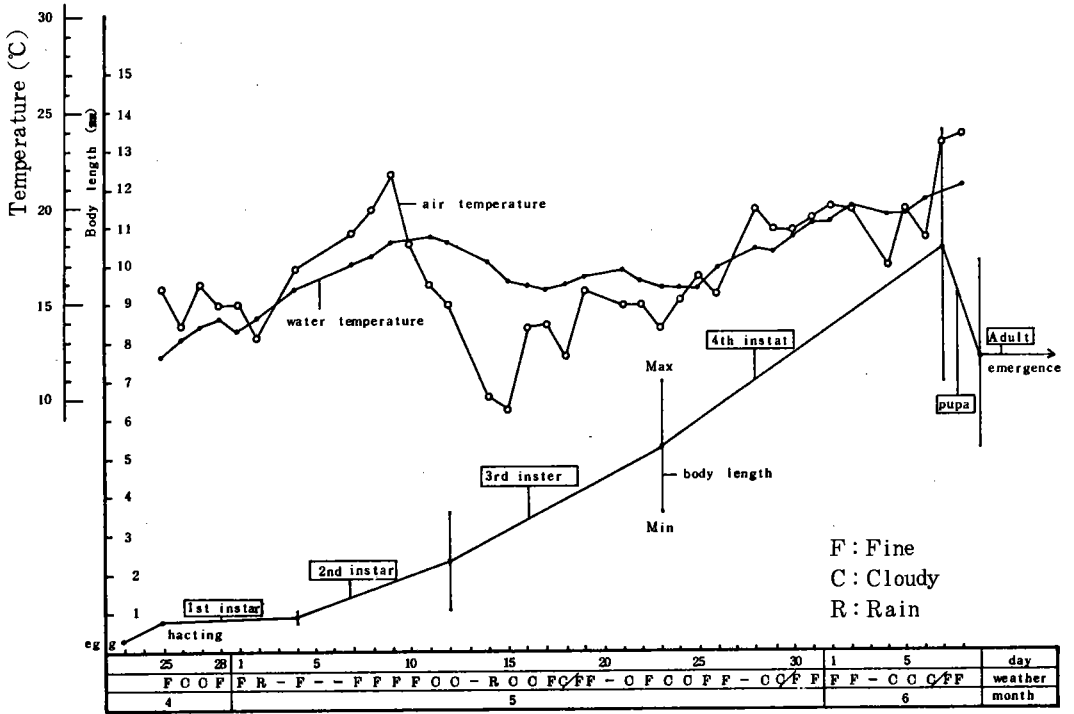


Fig. 8. The growth curve of *Ch. yoshimatsui* from hatching to pupa at water temperature 12.3~20.5°C in the 2nd basin of the fountain from Apr.25 to June 7, 1983. Temperature taken at 8:30~9:00 in the morning. At the place of Tachibana high school.

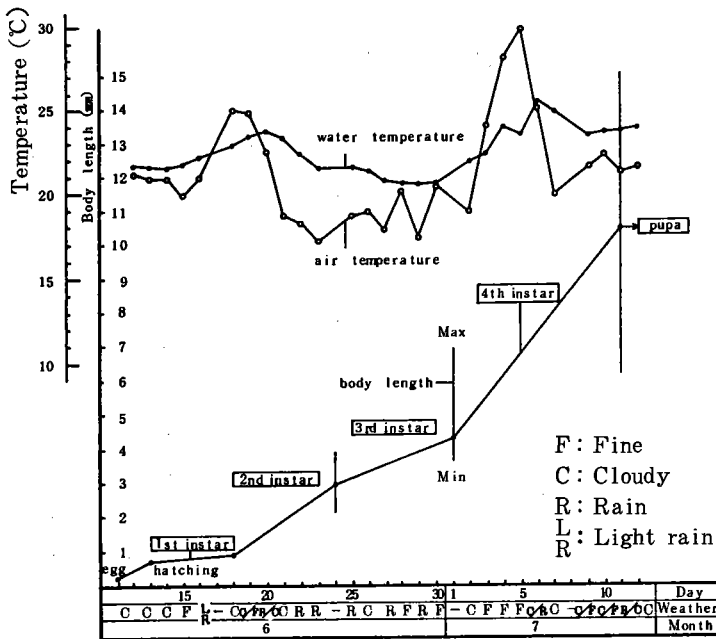


Fig. 9. The growth curve of *Ch. yoshimatsui* from hatching to pupa at water temperature 20.6~25.5°C in the 2nd basin of the fountain from June 13 to July 11, 1983. Temperature taken at 8:30~9:00 in the morning. At the place of Tachibana high school.

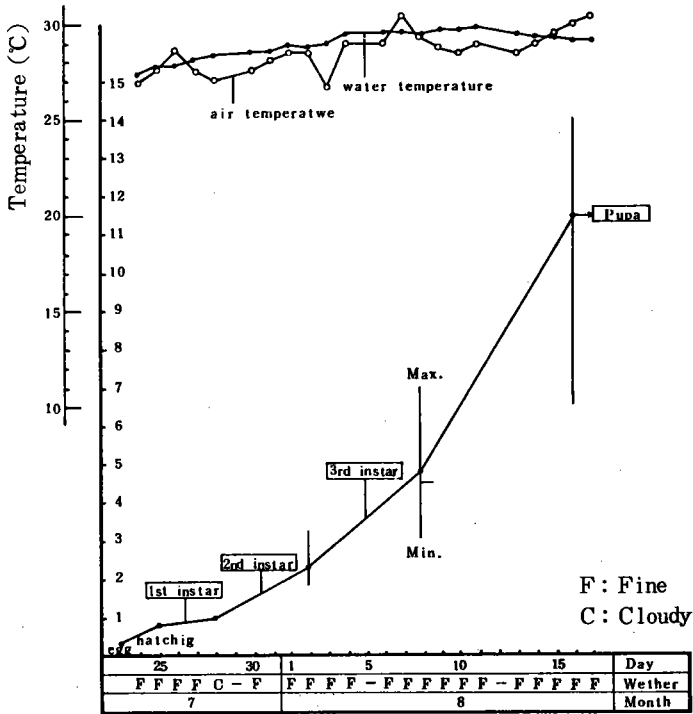


Fig. 10. The growth curve of *Ch. yoshimatsui* from hatching to pupa at water temperature 27.7~29.9°C in the 2nd basin of the fountain from July 25 to Aug. 16, 1983. Temperature taken at 8:30~9:00 in the morning. At the place of Tachibana high school.

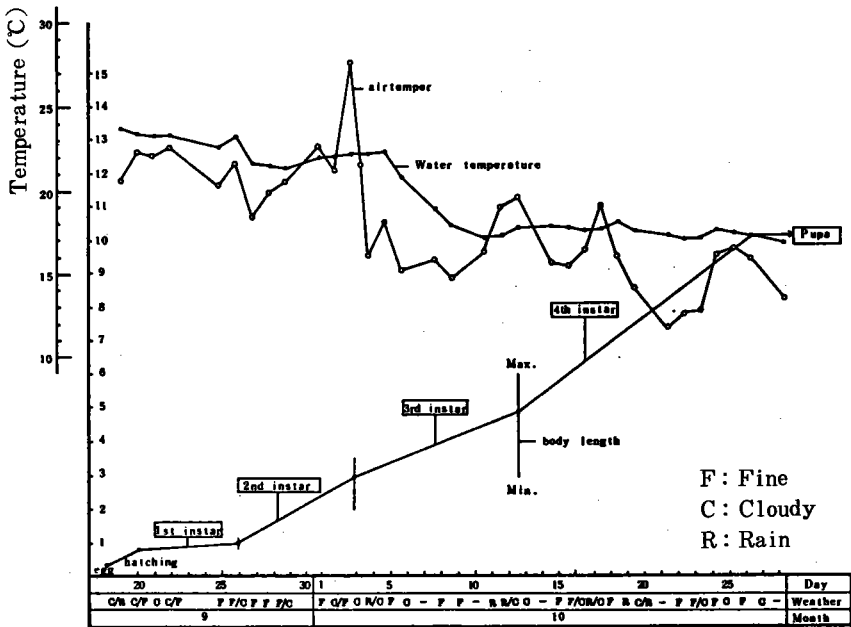


Fig. 11. The growth curve of *Ch. yoshimatsui* from hatching to pupa at water temperature 17.0~23.3°C in the second basin of the fountain from Sep. 20 to Oct. 27, 1983. Temperature taken at 8:30~9:00 in the morning. At the place of Tachibana high school.

② 幼虫の令期解析および個体数の動態による世代数の推定

ほぼ毎週採集したヨシマツスリカ幼虫について測定した全個体の頭長を表に示したのがTable 7である。()は蛹の脱皮殻に附着していた頭長を示している。1984年11月20日は豪雨により河川が増水し採集できなかつた。また、1985年2月では12日の豪雨のため、河床の状態が激変した。すなわち、一様に配列していた転石がいたるところで山のように重りあい、採集できたのはエラミヅのみであった。それでも15日は1コドラート当り蛹を含めて56匹採集できたが、20日は0、27日は2匹と殆ど姿をみせなくなつてしまった。この状態がもとに回復したのが4月11日頃であるから、底生小動物の生態系が破壊され、回復するのに調査地点では約2ヶ月かかることになる。

令を識別するために、体長と頭長を月ごとにまとめてグラフ上に表わした。Fig. 12~15はこれらのうち7, 10, 1, 4月と3ヶ月おきに掲げたものである。Fig. 16は体長と頭幅の関係の12

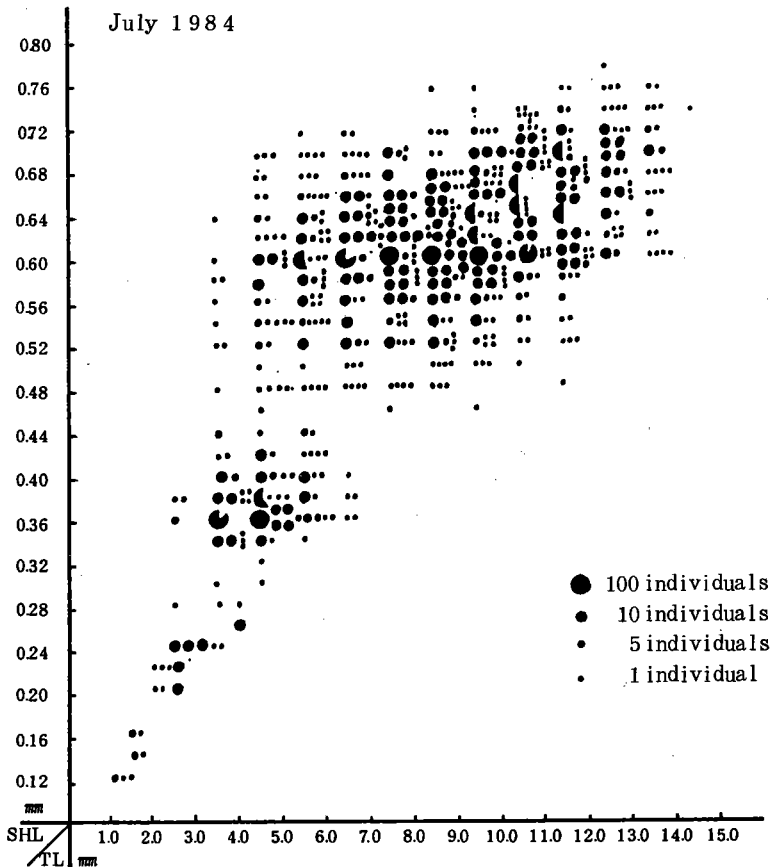


Fig. 12 Relations between Side head length and Body length of *Ch. yoshimatsui*'s larvae at the point of the Futago Br. in the Tama River, July 1984 (Method by Kitagawa⁴²).

(Table 7-1)

Mnonth, Year	May 1984				June 1984					
Day, Time	9 15:20	16 15:00	22 15:00	30 15:00	6 15:00	13 14:00	15 16:00	20 16:00	27 16:00	4 17:00
Weather	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Fine	Fine	Rain	C/F	R/C	R/C	Fine
Air temperature	26.0°C	25.0	18.0	26.0	25.0	20.0	25.5	25.0	22.0	31.0
Water temperature	22.0°C	22.0	21.0	22.0	23.0	19.5	23.0	22.0	20.0	26.0
pH	7.72	7.74	7.85	7.78	7.89	7.33	7.31	7.72	7.74	8.21
Water depth	5 cm	7	5	5	5	5	15	15	10	5
0.10 mm					1					
0.12				1	6					5
0.14				3	1					2
0.16				1	1					3
0.18										
0.20				3	9		7	10		10
0.22				5	2		1	5		5
0.24		5		2	1		1	1		6
0.26				1			1	1		
0.28										
0.30					1				1	
0.32		1			4		9	1	1	
0.34		6			9		23	6		6
0.36	20	22		3	68		33	36	17	203
0.38		1		1	16		18	17	7	45
0.40		4			4		9	13	8	26
0.42	1	3	1	2			3	4	2	10
0.44			2		3		3	2	3	5
0.46	1						2	1		
0.48			4				18	3	2	6(1)
0.50										10
0.52	2				3		102	14	5	37(3)
0.54		15	2	1	2		24	8	7	35(1)
0.56		6	3	2	3		61	28	10	31
0.58		17	3	4	14	1	121	63(1)	11	92(2)
0.60	11	41	26	30	66(2)	2	197	184(1)	47	246(1)
0.62	3	12	17	9	11		29	33(2)	17	59
0.64	6	14	21	16	23		133	75	34	109
0.66	21	17	20	15(1)	21		47	68	21	62
0.68	5	3	13	7	12(1)		20	23	3	28
0.70	9	3	1	33	18		40	49	17	43
0.72	1	7	5	7	2			2	1	2
0.74	6	12		2	2			1		1
0.76	12			1	1					2
0.78	3									
Just before pupa	16	114	53	16	152	0	100	54	50	405
Individuals of larva 0.25 m ²	117	303	171	165(1)	456(3)	3	1002	702(4)	264	1494(8)
Pupa	18	22	10	5	11	0	12	12	1	42

Table 7. Individuals of classified Side head length of Ch. yoshimatsui's larvae collected at the point of the Futago Br. in the Tama River, from May 1984 to April 1985.

(): Showed side head length attached exuvium of pupa.

(Table 7-2)

July 1984			August 1984					September 1984			
10 14:30	18 15:30	25 14:00	1 16:00	8 13:00	16 12:00	23 13:00	30 16:00	5 15:00	12 15:30	18 11:00	26 15:30
C sometimes	Fine	Fine	Fine	Fine	Fine	Fine	Cloudy	C sometimes	LR Cloudy	Cloudy	Cloudy
27.0	29.0	30.0	32.0	32.0	32.0	32.0	24.5	25.0	24.0	23.0	22.0
25.0	28.0	28.0	28.0	29.0	30.0	26.0	24.0	25.0	24.0	25.0	21.0
7.92	8.42	8.02	7.97	8.54	8.37	8.11	8.90	8.31	7.38	7.54	7.85
7	7	5	8	6	9	9	5	8	8	11	7
1		5	3				1	1			1
1		3	1			1	1	1	1		
2		1	1			3	1	2	3		1
			1			1					1
1		1						1	3	4	3
3	3	2	3	3	4	2	1	2	5	2	1
13	4	9	5	1	2	1		3	1	3	1
4	5	1	2	2	3	1	5	4	1	1	1
	1						1				
		1			1		1	1			3
		1	1		2	1	2		2		4
1	6	23	1	1	3	11	5	7	3	3	5
5	39	112	13	3	16	31	48	9	14	15	35
5	14	36	4	1	5	17	12	9	5	3	14
3	8	8		2		9	6	2	1	4	14
1	3	3		1		4	6		1	1	4
	4	3				4	4	1	1	3	
4			2		2		2	2	1	1	1
3	8	3	5		3		7	7(2)	2	4	7
1	4	2(1)		1	1	1	2	4	6	2	4
10(2)	8(1)	24	27	6	17	15	24	35(1)	22	7	27
6	12	18	15	3	16	3	11	32	18	9	14
25(2)	15	44(1)	25	13	23	6	14	55	8	6	18
37	33	60	34	13	29	12	40	54	22(1)	17	25
175(3)	109	144	121	49	89	64	143	196	43	44	37
88(3)	47	47	21	14	22	14	16	46	14	13	31(1)
104	47	73	42	13	20	37	104	46	10	9	22
134	22	30	15	12	19	8	60	43	8	5	33
226(1)	16	12	10	5	4	10	22	16	2(1)		5
44	20	20	15	4	4	29	42	22	8	2	14
22	3	2					3	5		1	
9			1			1	2	1	1		2
1						3	2	3	2		
						1					
404	22	157	324	8	25	34	78	390	38	8	52
1333(11)	453(1)	845(2)	692	155	315	319	666	1000(3)	246	167	380
32	6	5	5	0	4	11	16	7	7	1	6

(Table 7-3)

October 1984					November 1984				December			
2 11:00	9 10:00	16 12:00	23 15:00	31 9:00	6 10:00	13 15:00	20 15:00	27 11:00	4 9:30	11 10:00	18 9:30	
C sometimes	F Cloudy	F Cloudy	F Fine	F Fine	F Fine	F Fine	R Rain	F Fine	F Fine	C Cloudy	C Cloudy	
2.4.0	1.4.0	1.7.0	1.9.0	1.1.0	1.4.0	1.3.0	5.0	1.2.0	6.8	9.2	6.0	
2.4.0	1.7.0	1.9.0	2.0.0	1.4.0	1.4.0	1.4.0	1.1.5	1.2.5	10.0	1.1.0	9.0	
8.8.2	8.9.0	7.3.6	7.0.1	7.2.4	7.2.4	7.5.8	7.5.8	7.5.8	7.5.3	7.5.2	7.5.6	
8	5	8	10	6	7	9	-	8	8	10	8	
1							(Couldn't collect, owing to rising of a water level of a river by the heavy rain.)					
1												
2		1			3				1	1		
1		3			2	1			1	5		
2		5	3	7	1				5	1	1	3
3		3	3	1	1	5			1	3	1	5
1		5			5	1			1	7	3	
2					6	10			1			
		3										
1		14	3	4								
2		34	7	3							1	
4		61	21	4						3	3	1
21		251	67	26	11	4			14	19	27	31
4	1	24	36	15	12	6			12	17	47	39
1		10	14	7	14	16			21	25	81	49
1		9	2	11	1	3			3	10	64	38
				2	3	6			10	20	78	37
			1	3		4			1	3	16	8
2		5	4	4	3	1			2	2	7	1
1(1)		8	3		2						1	
12(3)	5	24	23(1)	16	11							2
10	8	40	16(2)	13	6	2			1		1	1
30(2)	12(1)	45	30	35	7							
43(3)	19	64	41(1)	41	17				1	2	1	
170	73(2)	326	183(2)	181	64	10			5	7	11(1)	10
72	45	117	85	78	37	10(1)			2	2(3)	9	11
86	32	123	103	79	50	10			8(1)	3(4)	10	9
110	33	105	75	92	46	17(2)			8	9	13	16
35	18	57	55	56	28	17(1)		9	7	17	22	
39	29	53	60	90	43	34		11	6	41	19	
11	9	6	10	24	6	18(2)		4(1)	16	23	16	
3		5	3	9	7	18		4	4	24	17	
1	1	2	2	1	2	14		3	7	22	15	
1				2				2	11	17	3	
58	89	307	142	58	67	119	0	29	7	7	1	
731(9)	374(3)	1710	992(6)	862	455	326(6)	0	160(2)	197(7)	526(1)	354	
26	12	5	12	7	7	15	0	5	9	2	0	

(Table 7-4)

1984	January				1985		February			1985		March	
25 15:00	4 11:30	8 15:00	16 15:00	22 12:00	29 9:30	5 9:40	15 15:00	20 15:00	27 15:00	6 14:00	12 15:00		
Fine	Fine	Fine	Fine	Fine	Cloudy	Cloudy	Fine	Cloudy	Fine	Cloudy	Fine	Cloudy	Fine
5.0	5.0	6.0	10.3	5.5	3.0	6.0	8.0	7.5	7.0	6.5	11.0		
6.0	7.2	9.0	9.0	8.0	6.0	8.0	10.5	9.0	8.0	10.5	12.0		
7.76	7.77	7.66	8.06	7.72	8.11	7.60	7.81	7.65	7.65	7.63	7.80		
6	13	12	11	9	12	8.5	10	10	10	10	10		
7	1												
3	6												
	1												
	10												
				1									
		1	1										
29	10	7	9	28	3	7	3						
29	13	20	12	26	10	11	1						
32	38	23	21	56	4	19	1						
23	19	19	22	49	20	8							
12	21	23	15	54	4	28	2						
3	5	8	3	7	3	9							
	2	1		3	2	2	2						
				1									
1		1	1				1						
		1											
2		1	1	1									
4	5	8	2	6		5							
10	4	4	4	10	3	3	1		1				
5	8	11	3	17	7	4	1						
10	11	22	8	29	11	13	1						
9	12	19	13	22	8	13	4						
18	41	64	17	78	18	42	6		1			2	
6	20	23	4	35	12	36	1					3	5
4	26	16	9	40	12	35	2					1	1
3	31	24	6	56	9	49						1	1
	6	19	2	26	6	12	2						
0	0	0	1	16	10	16	14		0	0	0		
210	290	315	154	561	142	312	42	0	2	7	9		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

State of a river bed was changed suddenly by the heavy rain of 12th of Feb.

(Table 7-5)

1985		April		1985		
18 14:00	25 13:30	4 15:00	11 14:00	24 15:30	30 13:00	
Fine	Fine	Fine	Cloudy	R/F	Fine	
14.0	15.0	16.0	17.0	20.0	21.0	
14.0	14.5	15.0	16.5	16.0	19.5	
7.95	7.95	7.77	7.77	7.79	7.19	
-	15	10	17	5	10	
(Couldn't collect, owing to rising of a water level of a river by the rain the day before.)				1		
				7	1	
				5	10	
				1	3	
				11	13	
			5	20	4	
			2	7	5	
			7	13	3	
			7	3	14	2
				10	21	1
			1	21	33	9
			1	15	10	
			3	3	26	2
					4	
					7	2
			3			
			7		5	5
			1			
			1			
		2	7	4	5	
	(1)	3(1)	4	9	16	
		1	5	1		
		1	2	13	13	
	1	2	9	5	7	
	1	3	1	2	1	
	2	10	5	52	31	
	1	5	4	1	2	
	3	6	3	3	2	
		3	2	3	12	
				6	12	
-	5	24	39	53	15	
-	13(1)	84(1)	147	337	176	
-	1	1	11	5	20	

月分を示した。これらの図からわかるようにい
ずれも体長については連続的に成長しているが、
頭長、頭幅については1月を除いて大略4つの
グループに区分することができる。これら4つ
のグループを1, 2, 3, 4 令幼虫としてよいこ
とは明らかである。これは前にものべたように、
頭部のようにキチン質のところでは脱皮ごとに
階段的に成長を行い、同一令期内ではほとんど
増大をみないためである。ただしこの中で1,
2 令幼虫に該当するグループの個体数が各月と
も少ないのは体長が1~3mm前後であるため、
流水の中で礫をバットにひろい上げる際に採取
できなかつたり、見落したものが多数あると思
われる。

Table 8は各令ごとの頭長の範囲と平均頭長
を示している。資料の少ない1, 2 令幼虫を除
いて、3, 4 令幼虫についてのべると、一般に
水温の低い冬期は大きく、水温の高い夏期は小
さくなっている。すなわち、頭長は季節の水温
と関係し、水温の上昇に伴って小形化する。

Table 7でわかるように、12月4日までみ
られた1 令幼虫は12月11日以降姿を消し、1
月8日には2 令幼虫もみられなくなり、3 令、
4 令幼虫のみになった。これはヨシヤツユスリ
カの最終産卵が、Fig.6にみられるように11
月24日(1982年)頃であることからして、
11月下旬にふ化したその年最後のふ化幼虫が
3 令、4 令幼虫で越冬するものと考えられる。
そして12月11日は蛹の脱皮殻がみられるこ
と、12月25日から1月8日までを除いて蛹直
前幼虫がみられること、冬期の頭長が大きくな
ること(Table 8)から、越冬の間も漸次成長
しているわけである。

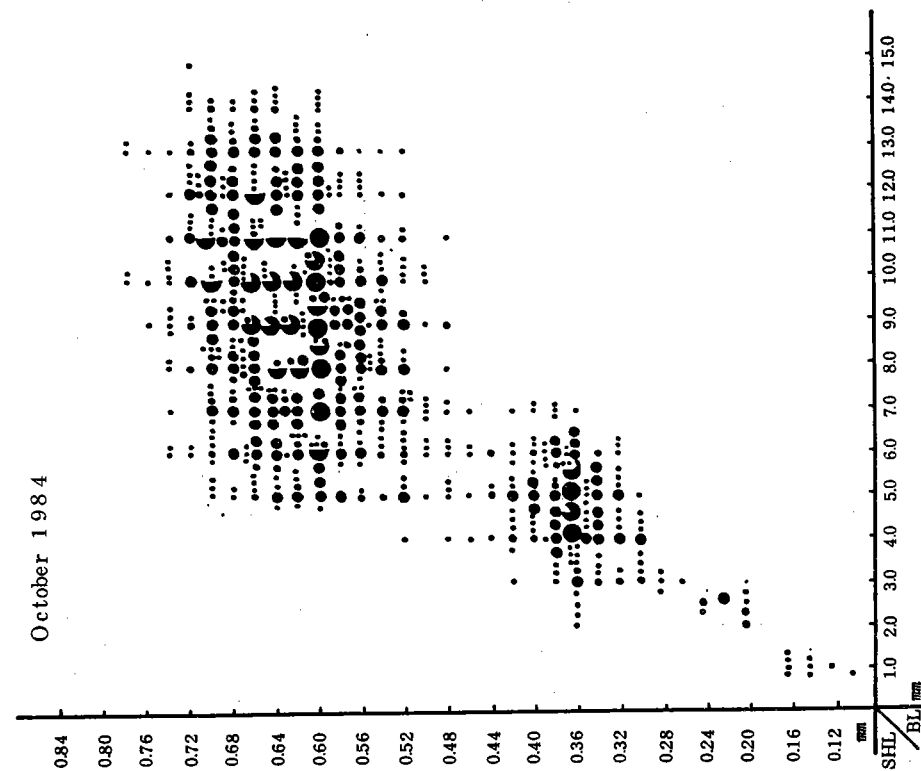


Fig. 13. Relations between Side head length and Body length of *Ch. yoshimatsui*'s larvae at the point of the Futago Bri. in the Tama River, October 1984.

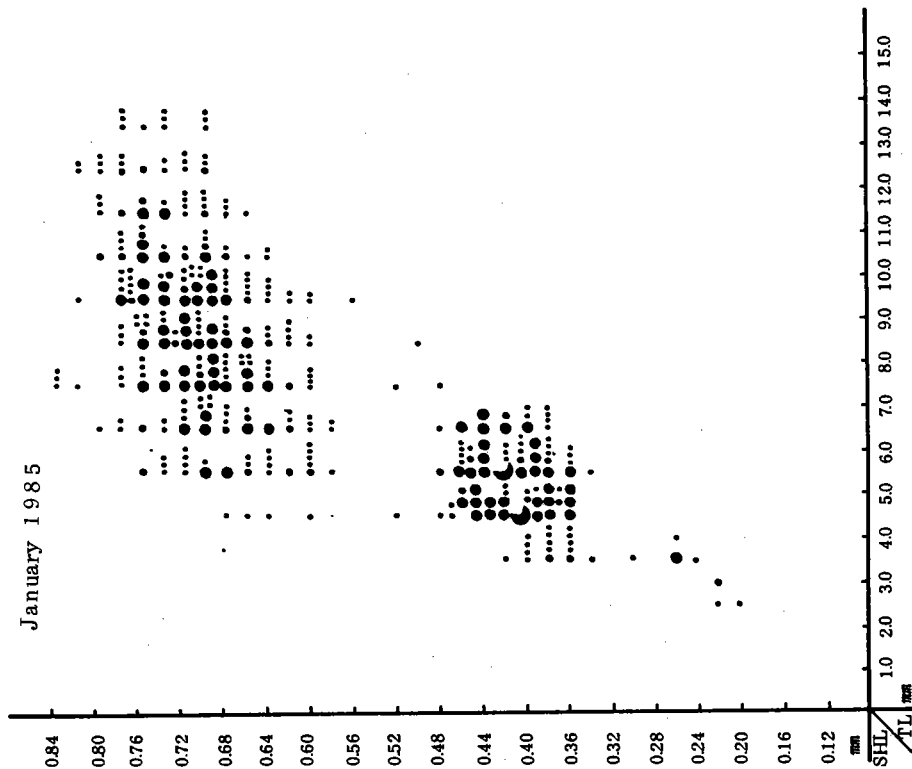


Fig. 14. Relations between Side head length and Body length of *Ch. yoshimatsui*'s larvae at the point of the Futago Br. in the Tama Rive, January 1985.

April 1985

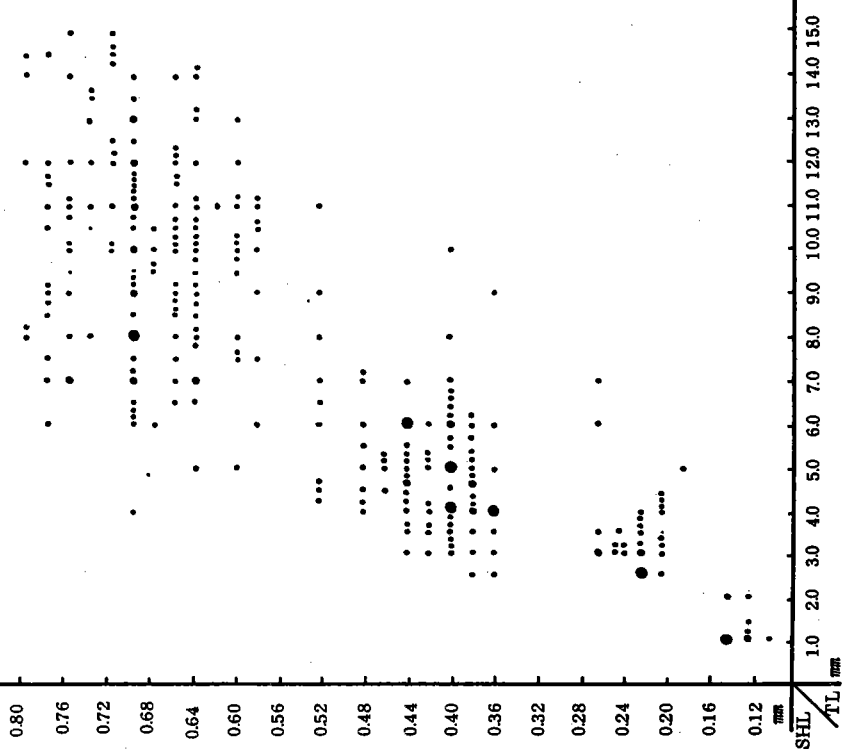


Fig. 15. Relations between side head length and Body length of *Ch. yoshimatsui*'s larvae at the point of the Futago Br. in the Tama River, April 1985.

December 1984

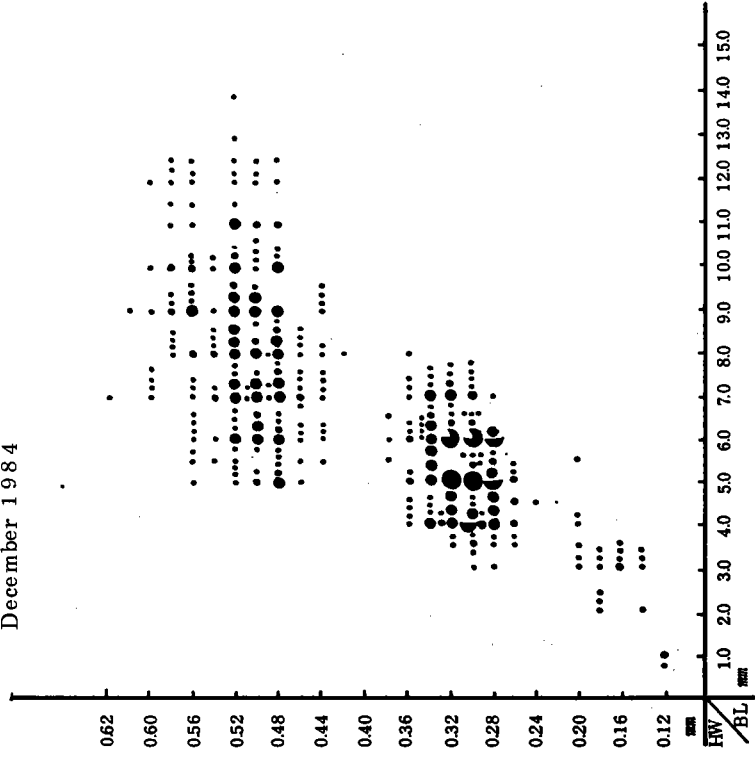


Fig. 16. Relations between Head width and Body length of *Ch. yoshimatsui*'s larvae at the point of the Futago Br. in the Tama River, December 1984.

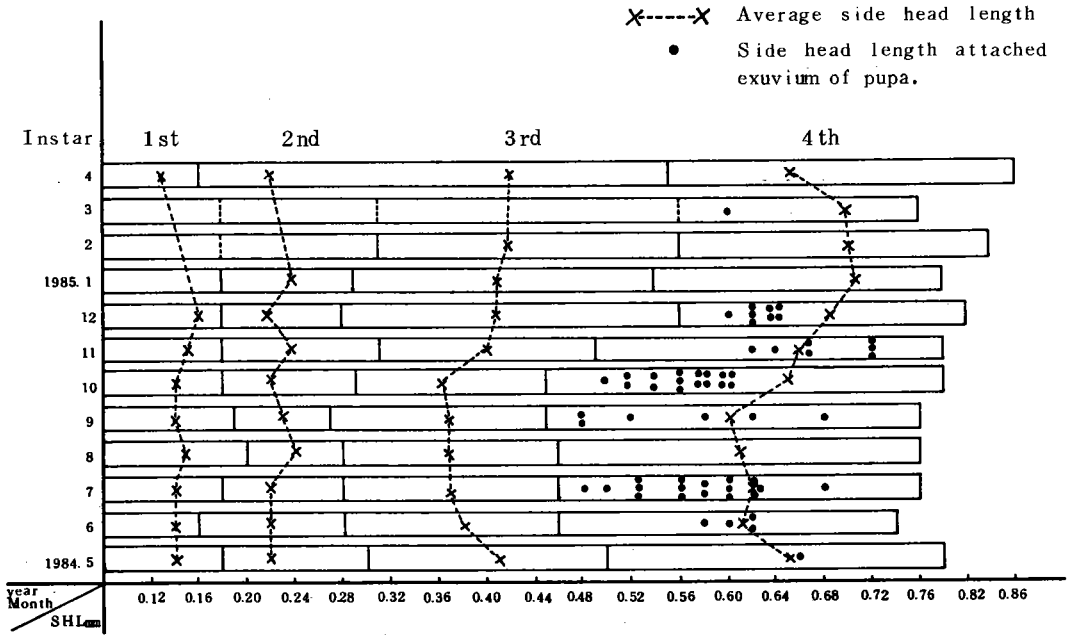


Table 8. Scope of side head length and average side head length of each instar class of *Ch. yoshimatsui*'s larvae at the point of the Futago Br. in the Tama River, from May 1984 to April 1985 (Method by Kitagawa⁴²).

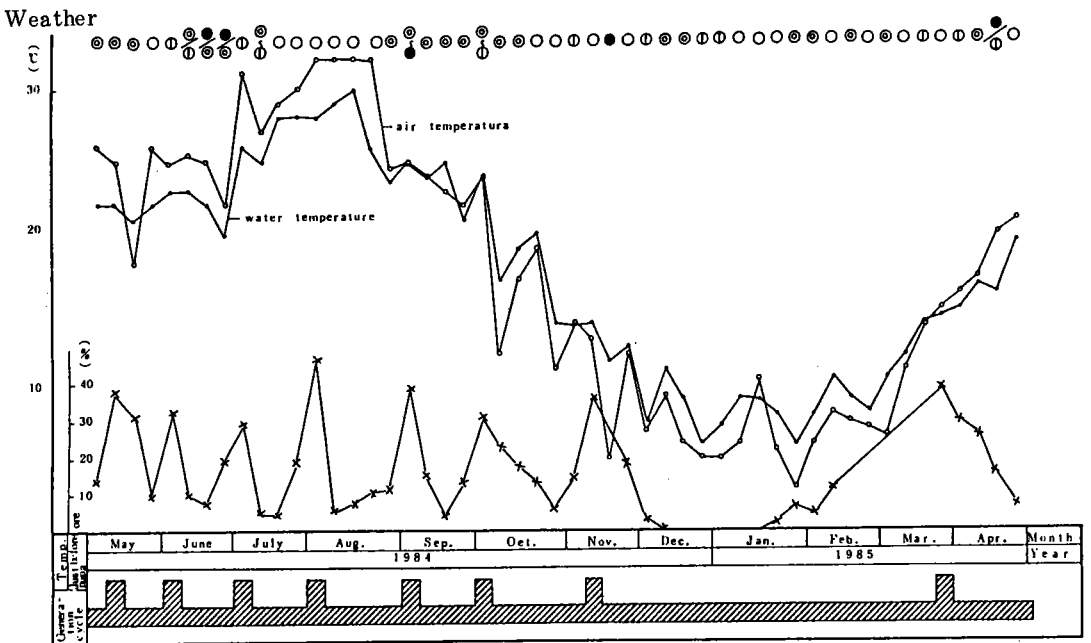


Fig. 17. Seasonal changes of that just before pupa of *Ch. yoshimatsui* at the station Futago Br., The number of that is expressed as a percentage to total number measured in that collection. The lower part shows diagram of the generation cycle.

また、蛹直前幼虫は1月22日からみられるようになり、全幼虫に対する蛹直前幼虫の割合が水温10℃に上昇しはじめる2月中旬頃より漸次増大し、水温が15℃近くまであがる3月下旬にピークになっている。これは、越冬していた4令幼虫の羽化の第1回目のピークがあったことを示している。次に5月中旬に蛹直前幼虫の出現が多くなるが、これは越冬3令幼虫の羽化のピークを示している。すなわち、令期間から考えて（Fig. 8～11, Table 3, 5）越冬4令幼虫が羽化、産卵し、その幼虫が成長している間に越冬3令幼虫の羽化があったと思われる。これは、Fig. 6にみられるヨシマツユスリカの産卵図にほぼ一致している。このようにふ化幼虫群の成長の生活環が考えられ、これを模式的にかくとFig. 17のようになり、多摩川下流域における年間世代数は8と推定することができる。

代田²³⁾は仙台市（前述）において4月中旬まで前年度越冬した体長10mm群(a)と5.5mm群(b)の2つの体長群が平行して現われ、蛹直前幼虫の割合から4月下旬に(a)の大量羽化が、5月中旬に(b)の大量羽化が行われ、ユスリカの年間世代は越冬した体長群の異なる(a), (b)の2群の世代からなり、(a)は6世代、(b)は5世代としている。これは仙台市においては水温10℃以下の状態が11月中旬より4月初旬までであり、多摩川下流域のこれと同じ状態が12月中旬より3月初旬までであるのと比較して生息地の水温の差があるためと思われる。

(3) ヨシマツユスリカの年間世代数算定の数理モデルの試み

生物学、とくに生態学において、数理モデルの開発は実験室でのバクテリア、原生動物、小昆虫を材料とした実験で多くの予測と仮説を生み出し、野外での研究をいっそう刺激している。数理モデルと実験による仮説の提出・理論化は有効的な科学的手段として注目されている。⁴⁵⁾

以上のような観点から、ヨシマツユスリカを卵から羽化まで20℃、30℃の恒温水槽で飼育し、体長の成長をもとにしてモデル成長曲線を作成した（Fig. 18, 19）。水温に対する幼虫体長の成長速度より、以下の数理モデルを試みた。

微生長 Al は次のようにおくことができる。

$$Al = A \Delta t + B \Delta D + \xi \quad (1)$$

$$\left(\begin{array}{l} l \rightarrow \text{体長} \\ t \rightarrow \text{水温} \\ D \rightarrow \text{生長に要する日数} \end{array} \right) \quad \left(\begin{array}{l} \Delta t \rightarrow 0 \\ \Delta D \rightarrow 0 \end{array} \text{のとき} \xi \rightarrow 0 \right)$$

Aは日数が一定のときの単位温度あたりの体長の成長、Bは温度が一定のときの単位日数あたりの体長の成長を示す。

① Aを求める。

Fig. 19より、水温30℃のとき、体長が1mmから10mmまで成長するのに14日間要する。

Fig. 18より、水温20℃のとき、体長が1mmから7.5mmまで成長するのに14日間要する。

$$\therefore A = \frac{9 \text{ mm} - 6.5 \text{ mm}}{30 \text{ }^\circ\text{C} - 20 \text{ }^\circ\text{C}} = 0.25 \text{ mm}/^\circ\text{C} \quad (2)$$

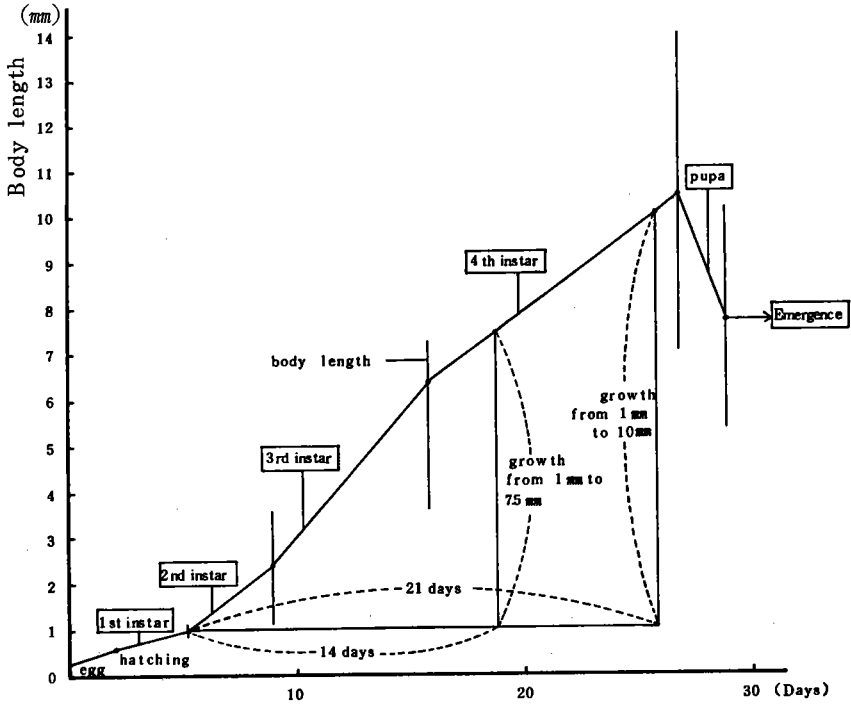


Fig. 18. The model growth curve of *Ch. yoshimatsui* from egg to emergence at water temperature 20°C in the thermostat aquarium.

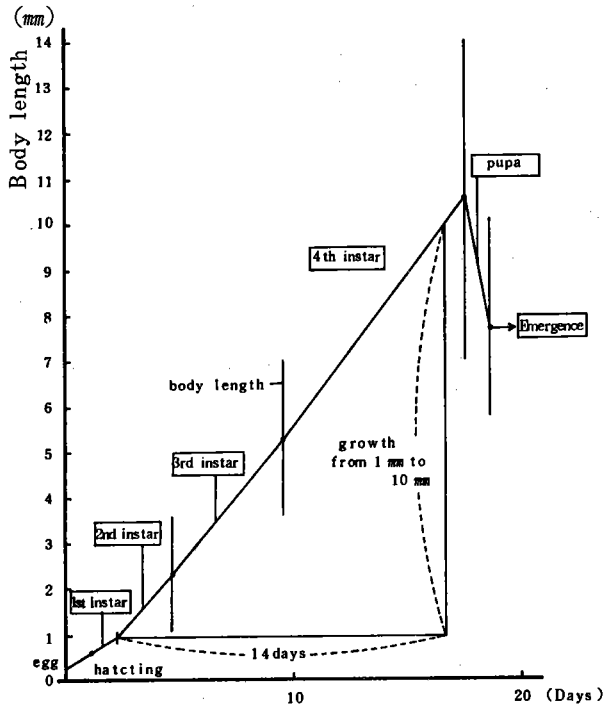


Fig. 19. The model growth curve of *Ch. yoshimatsui* from egg to emergence at water temperature 30°C in the thermostat aquarium.

すなわち、単位温度あたり 0.25 mm 成長することになる。

② B を求める。

Fig. 18 より、水温 20℃ のとき、体長が 1 mm より 10 mm まで成長するのに 21 日間要する。

$$B_t = 20 = \frac{9 \text{ mm}}{21 \text{ 日間}} = 0.43 \text{ mm/日間} \quad (3)$$

すなわち、単位日数あたり 0.43 mm 成長することになる。

Fig. 19 より、水温が 30℃ のとき、体長が 1 mm より 10 mm まで成長するのに 14 日間要する。

$$B_t = 30 = \frac{9 \text{ mm}}{14 \text{ 日間}} = 0.64 \text{ mm/日間} \quad (4)$$

つまり、B は t が増加するにつれ増加する。

以上より次の 2 式が考えられる。

$$Bt = 0.021t + 0.01 \quad (t = -0.5 \text{ のとき } Bt = 0) \quad (5)$$

$$B't = 0.025t - 0.06 \quad (t = 2.5 \text{ のとき } B't = 0) \quad (6)$$

t = 2.5 は幼虫の発育限界温度を示すから、B't = 0.025t - 0.06 の形式がなりたつ。よって、

$$Al = 0.25 \text{ mm/}^\circ\text{C} \times \Delta t + (0.025t - 0.06) \text{ mm/日} \times \Delta D + \xi \quad (7)$$

$$\left(\begin{array}{l} t \rightarrow 0 \\ D \rightarrow 0 \end{array} \text{ のとき } \xi \rightarrow 0 \right)$$

$$l' = 0.25t + 0.021 \int t dD + 0.01D \quad (8)$$

Fig. 18, 19 より $l' = 10 \text{ mm}$ を 1 世代の目やすとする。これは一年を通していつの時期のユスリカ幼虫も同じと仮定する。よってこれを 10 mm で割れば世代数が算定される。

(6) 式より最小二乗法を使用すると (Fig. 20),

$$B''t = 0.023t - 0.053 \quad (9)$$

$$Al = 0.25 \text{ mm/}^\circ\text{C} \times \Delta t \times (0.023t - 0.06) \text{ mm/日} \times \Delta D + \xi \quad (10)$$

$$\left(\begin{array}{l} A \rightarrow 0 \\ D \rightarrow 0 \end{array} \text{ のとき } \xi \rightarrow 0 \right)$$

$$l'' = 0.25t + 0.023 \int t dD - 0.053D \quad (11)$$

(8) と同じく $l'' = 10 \text{ mm}$ が 1 世代の目やすとする。

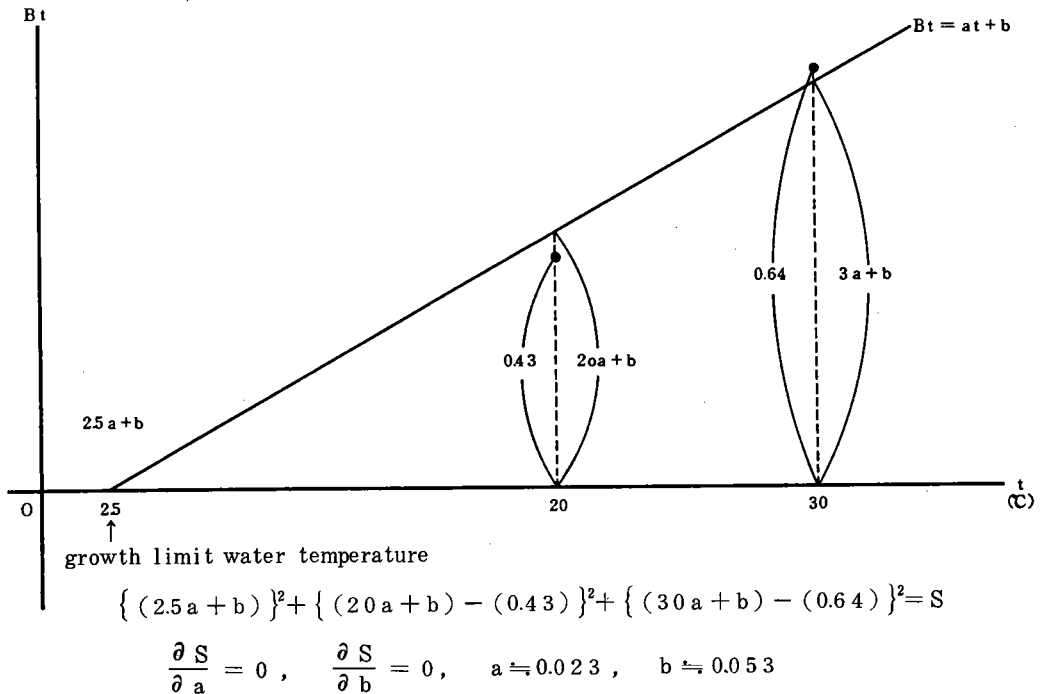


Fig. 20. Data from method of least - squares.

お わ り に

卵から成虫にいたる全生活史についての資料や、全生活史を通じての実験室での飼育例は河川の底生動物については極めて少ない。特にユスリカの研究についていえば、今はじまったと言っても過言でない。野外での観察測定とあわせて実験室で継続的に飼育し、その生活史の細部を明らかにしてゆくことは研究を進める上で重要なことである。この分野は水生昆虫の生態を調べる最大の処女地の一つといえよう。

多摩川におけるユスリカについても同じことがいえる。したがって、今後、益々この分野の調査研究が必要と考えられ、この報告書がその一石となれば幸いである。

摘 要

1. 多摩川下流域二子橋地点で採集した *Chironomus yoshimatui* (ヨシマツユスリカ) の生活史について1982年から1985年まで研究を行った。
2. 多摩川下流域の水質について1982年4月から1983年3月まで1年間の調査をした。
3. 水質は微アルカリ性を示し、DOは6.0～10.9 ppmで比較的好氣的状況が保たれている。BODは3.1～9.7, CODは2.7～11.0で、共に4月～5月に値が高く、汚濁が著しいことを示している。

4. 多摩川下流域のヨシマツユスリカの産卵について1982年2月から1983年1月まで1年間の調査をした。
5. 1世代の経過に必要な有効積算水温は、幼虫の発育限界水温を2.5℃とすると544~586日度であった。
6. ヨシマツユスリカの年間世代数は、集中的に産卵が行われた時期と有効積算水温から、8世代であると算定できる。
7. 多摩川下流域のヨシマツユスリカのふ化から蛹化までの飼育実験を1983年4月から10月まで行い、令期解析をし成長曲線を作成した。
8. 幼虫の令は頭長、頭幅の大きさによって識別できる。幼虫は4つの令期をもち、令が進むにつれて令期間が長くなる。
9. 1世代の期間は平均水温16.6℃では約42日間、22.5℃では約29日間、29.4℃では約23日間、19.6℃では約38日間である。
10. 幼虫の体長は連続的に成長するが、頭部は段階的に成長する。
11. 多摩川下流域に生息するヨシマツユスリカ幼虫を1984年5月から1985年4月まで採集し、令期解析、世代数の推定をした。
12. 頭長は冬期が大きく、夏期は小さい。
13. 越冬幼虫は11月下旬に産卵されたもので3令、4令幼虫で越冬し、その期間中も成長する。
14. 全幼虫に対する蛹直前幼虫の割合から、ヨシマツユスリカの年間世代数は8世代と推定される。
15. ヨシマツユスリカの水温20℃、30℃におけるモデル成長曲線から世代数算定の数理モデルの試みを行った。その結果は、 $l = 0.25t + 0.021ftdD + 0.01D$ となり、これを4令幼虫の体長10mmで割ると世代数が算定される。

参 考 文 献

- 1) 森谷清樹：神奈川県下で不快昆虫として問題になっているユスリカの一種の形質計測と同定。神奈川県衛生研報告，21-31(1980)。
- 2) 井上義郎，三原 実：東京都におけるユスリカの大量発生。衛生動物，23(4)，315(197)。
- 3) ————，—————：モデル実験によるユスリカ幼虫に対する殺虫剤の効力評価。衛生動物，24(4)，283(1974)。
- 4) 田原雄一郎：都市河川の汚染とセスジユスリカの大量発生ならびにその薬剤防除の試み。衛生動物，26(4)，247-251(1975)。
- 5) 大倉 正，田原雄一郎：養鰻池から発生するユスリカの防除に関する研究，水産増殖，23(1)，1-7(1975)。

- 6) 井上義郎：水域環境の変化とユスリカ。遺伝，30(8)，25-31(1976)。
- 7) 森谷清樹：Chironomus yoshimatsuiの季節的消長。衛生動物，28(1)，63(1977)。
- 8) 三原 実，井上義郎：我が国における不快昆虫としてのユスリカに関する研究。2.東京神田川におけるセスジユスリカ成虫の発消長。衛生動物，28(4)，431-437(1977)。
- 9) 朝日新聞1980年4月11日号：ユスリカ公害・住民の不快感いつ消える？
- 10) 北川礼澄：ユスリカ幼虫からみた湖沼の富栄養化(1)。遺伝，34(10)，82-88(1980)。
- 11) ——：ユスリカ幼虫からみた湖沼の富栄養化(2)。遺伝，34(11)，54-59(1980)。
- 12) 大野正彦，清水憲一：神田川に生息するセスジユスリカ(ヨシマツユスリカ)の幼虫，成虫の個体数の変動，および薬剤散布時の浮遊流出幼虫について。都衛研年報，33，314-321(1982)。
- 13) 毎日新聞1985年3月18日号：気管支ぜんそく・ユスリカも「犯人」。
- 14) 正垣幸男：京都市洛北深泥池畔において採集したユスリカ類，蚊類について。第37回日本衛生動物学会大会，講演要旨，23(1985)。
- 15) 近藤繁生，村上哲生，橋本 碩：池のヨシに付着するユスリカ類と水質。第37回日本衛生動物学会大会，講演要旨，23(1985)。
- 16) 河合幸一郎，小西建一：日本産ユスリカ族3種の培養方法について。第37回日本衛生動物学会大会，講演要旨，23(1985)。
- 17) 渋谷敏明，亀井喜世子，伊藤幸治，佐々 学：アカムシユスリカの成虫と幼虫のPBS抽出液を用いて。第37回日本衛生動物学会大会，講演要旨，23(1985)。
- 18) 佐々 学，五十嵐隆夫：Polypedilum kyotoenseの富山における大発生と，これらによるユスリカぜん息の発現。第37回日本衛生動物学会大会，講演要旨，23(1985)。
- 19) 川崎市教育委員会：市民の手による川崎市域自然調査の報告，26-29，水生昆虫班，多摩川，登戸の底生動物—その季節による変化と水質—(1983)。
- 20) 竹村 彪：多摩川下流域の大腸菌群の月別消長について—水質汚濁の現状—とうきゅう環境浄化財団，54 pp.(1981)。
- 21) 竹村 彪，小坂真由美，市村明美：都市河川についての意識調査—桜川・多摩川流域の小学校6年生とその父兄を対象として。土浦短期大学紀要，9，67-137(1981)。
- 22) 瀧 庸：ユスリカChironomus dorsalis Meigenの卵塊の構造竝に産卵に就いて。動物学雑誌，44，66-67(1932)。
- 23) 代田昭彦：アカムシの研究。148 pp.恒星社厚生閣，東京(1979)。
- 24) 田中淳雄：セスジユスリカの産卵と気象要因との相関関係に就いて。生態学研究，5(1)，19-24(1936)。
- 25) ——：セスジユスリカの生態学研究特に幼虫期の成長に就いて。関西昆虫学会々報，9(1)，19-40(1939)。

- 26) 大石 實：ユスリカ (*Chironomus* sp.) 幼虫の生態的観察. 生態学研究, 1(1), 45-54 (1935).
- 27) 大垣昌弘：報文 ユスリカ幼虫の造巢行動. 動物学雑誌, 54(10), 375-386 (1942).
- 28) 橋本 碩：日本のキロノムス. 遺伝, 31(4), 78-84 (1977).
- 29) ———：日本のアカムシ. 遺伝, 31(10), 76-81 (1977).
- 30) 北川礼澄：ユスリカ科幼虫の検索分類(1). 三重県理科センター紀要, 10, 21-25 (1979・2).
- 31) ———：水質汚濁の指標生物としてのユスリカ科幼虫の分類—ユスリカ科幼虫の検索と分類(2), 11, 20-44 (1980・2).
- 32) ———：ユスリカ幼虫の検索と分類(3). 三重県理科センター紀要, 12, 21-37 (1981・2).
- 33) 森谷清樹：ユスリカ類概説 とくに幼虫の分類について—1. ユスリカ科の概要—用水と廃水, 25(3), 3-11 (1983).
- 34) ———：ユスリカ類概説 とくに幼虫の分類について—2. 採集法と標本の製作—用水と廃水, 25(5), 11-19 (1983).
- 35) ———：ユスリカ類概説 とくに幼虫の分類について—3. ユスリカ幼虫の形態とモンユスリカ亜科幼虫の分類—用水と廃水, 25(6), 18-29 (1983).
- 36) ———：ユスリカ類概説 とくに幼虫の分類について—4. Podonominae, ヤマユスリカ亜科, エリユスリカ亜科幼虫の検索—用水と廃水, 25(7), 18-30 (1983).
- 37) ———：ユスリカ類概説 とくに幼虫の分類について—5. ユスリカ亜科—用水と廃水, 25(9), 23-32 (1983).
- 38) 大野正彦：東京都内におけるユスリカの生態 1. 善福寺川に生息するセスジユスリカの年間世代数の算定. 日生態会誌, 31, 155-159 (1981).
- 39) 津田松苗：水生昆虫学. 269 pp.. 北隆館, 東京 (1962).
- 40) 御勢久右衛門：ヒゲナガカワトビケラの生活史と令期分析：陸水学雑誌. 31, 96-106 (1970).
- 41) 竹村 彪：水槽中の生物共同体—生物Ⅱ「生態」において水槽モデルを利用した生態系の構造と機能の観察について. 生物教育ニュース. 21, 2-5. 清水書院, 東京 (1974).
- 42) 北川礼澄：吉野川におけるユスリカ幼虫 *Spaniotoma* sp. A の成長の研究. 陸水学雑誌, 30, 59-67 (1969).
- 43) Hiroshi Yamagishi and Haruo Fukuhara : Ecological Studies on Chironomids in Lake Suwa I. Population Dynamics of Two Large Chironomids, *Chironomus plumosus* L. and *Spaniotoma akamusi* Tokunaga. *Oecologia* (Berl.), 7, 309-327 (1971).
- 44) 水野信彦, 御勢久右衛門：河川の生態学. 246 pp.. 築地書館, 東京 (1980).
- 45) 嶋田正和：昆虫の個体数変動—数理モデルとシミュレーションへの招待. 日本生物教育学会つくば大会実習指針, 46-64 (1984).

SAMMARY

1. The life history of *Chironomus yoshimatsui* by the periodical observation was studied on the basis of the samples taken from the down stream area of the Tama River at the point of the Futago Bridge from 1982 to 1985.
2. From April 1982 to March 1983, water quality showed a little alkalinity, DO kept comparatively aerobic condition, BOD showed from 3.1 to 9.7 and COD showed from 2.7 to 11.0. Water quality was remarkably polluted in April and May.
3. In order to investigate the life cycle of *Ch. yoshimatsui*, the egg masses were sampled at the water's edge along the wall at the point of the Futago Bridge in the Tama River from February 1982 to January 1983.
4. The accumulated temperature of water temperature required by one generation of *Ch. yoshimatsui* is from 544 to 586 day-degrees under the minimum effective water temperature (threshold of development).
5. It is estimated the number of generations of *Ch. yoshimatsui* is eight generations in a year by concentric ovipositions' period and valid accumulated water temperature.
6. Breeding experiments of *Ch. yoshimatsui* from hatching to pupa were done from April to October in 1983 and larval growth curves were drawn up by instar analysis.
7. The instars of larva can be distinguished by its head length and head width and it has four instars and a period of one instar gets longer with the advance of the instar.
8. Duration of one generation is about 42 days at average water temperature 16.6°C, about 29 days at 22.5°C, about 23 days at 29.4°C and about 38 days at 19.6°C.
9. The body length of larva grows continuously, but the head grows like going up the stairs, that is to say, every time it casts off the skin.
10. In order to analyze its instar periods and presume the number of generation, *Ch. yoshimatsui*'s larvae were collected at the point of the Futago Bridge in the Tama River from May 1984 to April 1985.
11. The larvae have four instars and the instars of larvae can be distinguished by its head length and head width. Head length changes with seasons, generally it is small in summer and larger in winter with the advance of the instar.
12. Winter-passing larvae are thought to have hatched from eggs in the latter part of November; they pass the winter period as the third and fourth instar larva and they

grow slowly in this period.

13. The number of generations of *Ch.yoshimatsui* is presumed eight generations in a year from percentage of just before pupa to total number of larvae.

14. Trial to model mathematics of the estimation of generation per year of *Ch.yoshimatsui* was done by model growth curves of larvae at water temperature (20°C, 30°C).

The results are as follows: $l = 0.25 t + 0.021 \int t dD + 0.01 D$

The generation is estimated dividing above formula by the body length (10 mm) of the fourth instar larva.