日本産ブユ数種の幼虫の消化管より得たケイ藻類

福嶋 悟¹⁾ 中村 譲²⁾³⁾ 斉藤 一三³⁾
高橋 正和⁴⁾

- 1) 横浜市公害研究所 (〒235 横浜市磯子区滝頭 1-2-17)
- 2) 横浜市衛生研究所 (〒235 横浜市磯子区滝頭 1-2-17)
- 3) 横浜市立大学医学部寄生虫学教室 (〒232 横浜市南区浦舟町 2-33)
- 4) 国立予防衛生研究所衛生昆虫部 (〒141 品川区上大崎 2-10-35)

(受領: 1976年8月17日)

Diatom flora in the digestive tract of some blackfly larvae (Diptera, Simuliidae) in Japan

Satoshi FUKUSHIMA,¹⁾ Yuzuru NAKAMURA,²⁾³⁾ Katsumi SAITO³⁾
and Masakazu TAKAHASHI⁴⁾

- 1) *Yokohama City Institute of Environmental Research, Takigashira, Isogo-ku, Yokohama, Kanagawa 235, Japan*
- 2) *Yokohama City Institute of Health, Takigashira, Isogo-ku, Yokohama, Kanagawa 235, Japan*
- 3) *Department of Parasitology, School of Medicine, Yokohama City University, Urafune-cho, Minami-ku, Yokohama, Kanagawa 232, Japan*
- 4) *Department of Medical Entomology, The National Institute of Health, Kamiosaki, Shinagawa-ku, Tokyo 141, Japan*

ブユ幼虫の食性に関しては今日まで多くの研究者により調査され、水中に存在するあらゆる種類の藻類および小動物の破片等を摂食することが報告されている (Kelllog, 1901; Puri, 1925; Greiner, 1948; Jones, 1950; Zahar, 1951).

しかし日本産ブユの食性に関する報告は筆者の知る限りはみられない。一般にブユ幼虫の棲息に適した流速が大きい河川に生育する藻類のうち、ケイ藻は種類数個体数ともに多く、重要な位置を占めている。

今回の調査では消化管内でも消化吸収されることのない、多量のケイ酸質を含む殻壁を有するケイ藻を、ブユ幼虫の消化管、ブユ幼虫採集用トラップ、河床の石礫および流水中からそれぞれ採集し、ブユ幼虫が摂食するのは、ブユ幼虫が固着している基物に付着しているものであるか、流水中のものであるかをケイ藻相の類似性を基

準に、あきらかにしようとした。

場所および方法

調査した谷太郎川権現沢は、神奈川県厚木市の北西、丹沢山系大山の東に源を発し、相模川の支流の小鮎川に流入する (Fig. 1)。調査地点は谷太郎川との合流点より約500m 上流で、1974年8月、11月、1975年2月、5月の4回調査を行なった。

従来ブユ幼虫の採集用トラップとして、タイル板、石膏板、金属板、布切れ、ポリエチレンテープ、ネット等が用いられている (David and Gordon, 1974)。しかし、今回の調査地点は、山間部の溪流であるため、流速が大きく、水量の増減が著しいので、水量の増減に対応でき、しかも流失の危険の少ないビニールテープトラップ法を考案し用いた。ビニールテープトラップとは、25

Fig. 1 The location of sampling point (●) in Gongensawa Stream, a branch of Yatarohgawa River

×27.5cm のビニール布の一辺より 5 cm 間隔に25cm 切断したものである (Fig. 2). このトラップを 7 日間流水中に設置し、トラップ上に固着していたブユ幼虫を採集し、70%アルコール液で保存した。

トラップおよび石礫に付着しているケイ藻は、ブユ幼虫採集時に、トラップおよび石礫表面の 100cm² に付着していたものをブラシでこすり落とし、10%ホルマリン液で保存した。また流水中のケイ藻は 2l の河川水を取り、10%ホルマリン液で保存した。

研究に用いたブユ幼虫は各調査時の優占種のなかから、ほぼ体長のそろった 5 個体を選んだ。実体顕微鏡下で各個体の消化管を取り出し、圧平標本を作成した。

ケイ藻群落を調べるには、プレパラート上で無作為に 300~400 個体を同定計数すれば、群落構造をほぼ正確に把握することができる (造力・広瀬, 1974) ので、総合倍率 600 倍で各サンプル中のケイ藻を 400 個体同定計数した。

それとは別にケイ藻の種の同定には、酸でクリーニングしたサンプルを Pleurax で封入した永久プレパラートを用い、出現したすべての種の顕微鏡写真を撮影し、2,000 倍に引き伸ばした写真で同定の正確を期した。

各サンプルより得られたケイ藻相の類似性を知るため、サンプル密度ないしサンプルの大きさに影響を受けることの少ない C_{λ} 法 (Morishita, 1959) を用いた。

Fig. 2 The polyvinyl-tape trap for collecting simuliid larvae

C_{λ} 値は次式により求められる。

$$C_{\lambda} = \frac{2 \sum_{i=1}^{\infty} n_{1i} \cdot n_{2i}}{(\lambda_1 + \lambda_2) N_1 \cdot N_2}$$

$$\lambda_1 = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} n_{1i}(n_{1i}-1)}{N_1(N_1-1)}, \quad \lambda_2 = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} n_{2i}(n_{2i}-1)}{N_2(N_2-1)}$$

Fig. 3 Appearance rate of the principal species of the diatoms with 90 percent confidence interval in the collections on August 16, 1974

Source of the diatom flora: A1: *Simulium japonicum*, A2: *Simulium bidentatum*, A3: *Simulium subcostatum*, B: Trap, C: Rock, D: Stream

N_1 , N_2 は比較する 2 母集団の総個体数, n_{1i} , n_{2i} は各母集団の個々の種の個体数を示す. C_i 値は比較する 2 サンプルの類似性が高いほど 1 に近づき, 低いほど 0 に近づく.

結果および考察

4 回の調査によって得られたケイ藻のうち, 検出個体数の多かったものを調査ごとに Fig. 3 ~ 6 に示した.

Fig. 4 Appearance rate of the principal species of the diatoms with 90 percent confidence interval in the collections on November 27, 1974
The legends are same in Fig. 3.

1974年8月の調査 (Fig. 3) では、出現数の多かったブユ幼虫は *Simulium japonicum* (体長4.0~4.5mm) と *Simulium bidentatum* (体長4.0~6.0mm) であり、前者1個体に平均6,933個体、後者1個体に平均2,934個体のケイ藻が検出された。両種の消化管内にはいずれも *Rhoicosphenia curvata* がもっとも多く、次いで *Achnanthes lanceolata*, *Gomphonema parvulum* が多かった。ブユ幼虫が固着していたトラップでもっとも多かったのは *Ceratoneis arcus v. hattoriana* で、次いで *G. parvulum* であった。河床の石礫上では *R. curvata* がもっとも多く、流水中では *G. parvulum*, *R. curvata*, *A. lanceolata* が多かった。

1974年11月の調査 (Fig. 4) では、出現数の多かったブユ幼虫は *S. japonicum* (体長2.0~3.0mm) で、1個体に平均1,066個体のケイ藻が検出され、もっとも多かったのは *R. curvata* で、次いで *A. lanceolata*, *Diatoma hiemale v. mesodon* の順であった。トラップでは *Synedra ulna*, *D. hiemale v. mesodon* が多く、石礫でもっとも多かったのは *A. lanceolata* で、次

いで *R. curvata* であった。流水では *R. curvata* がもっとも多かった。

1975年2月の調査 (Fig. 5) では、出現数の多かったブユ幼虫は *S. japonicum* (体長5.5~7.0mm) と *Simulium subcostatum* (体長4.0~5.0mm) であり、前者1個体に平均4,051個体、後者1個体に平均3,451個体のケイ藻が検出された。両種の消化管内にはいずれも *R. curvata* がもっとも多く、次いで *D. hiemale v. mesodon*, *A. lanceolata* が多かった。トラップで多かったのは *D. hiemale v. mesodon*, *R. curvata* で、次いで *C. arcus v. hattoriana* であった。石礫でもっとも多かったのは *R. curvata* で、次いで *A. lanceolata* であった。流水でもっとも多かったのは *R. curvata* で、次いで *A. lanceolata*, *D. hiemale v. mesodon* であった。

1975年5月の調査 (Fig. 6) では、出現数の多かったブユ幼虫は *S. japonicum* (体長6.0~7.0mm) で、1個体に平均2,068個体のケイ藻が検出され、*R. curvata* がもっとも多く、次いで *A. lanceolata* が多かった。

Fig. 5 Appearance rate of the principal species of the diatoms with 90 percent confidence interval in the collections on February 20, 1975
The legends are same in Fig. 3.

Fig. 6 Appearance rate of the principal species of the diatoms with 90 percent confidence interval in the collections on May 20, 1975
The legends are same in Fig. 3.

トラップでもっとも多かったのは *R. curvata* で、石礫でもっとも多かったのは *R. curvata* で、次いで *Cocconeis placentula*, *A. lanceolata*, *Nitzschia frustulum* v. *perpusilla* であった。流水でもっとも多かったのは *R. curvata* で、次いで *A. lanceolata* であった。

各調査時とも、ブユ幼虫の消化管、石礫および流水に共通して *R. curvata* の出現率が高く、次いで *A. lanceolata* の出現率が高い傾向を示していた。しかし、トラップで出現率の高い種は4回の調査時ともそれぞれ異なっていた。

Table 1 C_L values between the diatom flora composition in the surrounding objects

	Date			
	Aug.'74	Nov.'74	Feb.'75	May.'74
Rock: Stream	0.835	0.737	0.983	0.874
Stream: Trap	0.528	0.371	0.794	0.872
Trap: Rock	0.390	0.203	0.680	0.857

Table 2 C_L values among the diatom flora composition between that in the digestive tracts of simuliid larvae and that in the surrounding objects

S. j.: *Simulium japonicum*, *S. b.*: *Simulium bidentatum*, *S. s.*: *Simulium subcostatum*

Date	Species	Surrounding objects		
		Trap	Rock	Stream
Aug. '74	<i>S. j.</i>	0.414	0.952	0.847
Aug. '74	<i>S. b.</i>	0.386	0.957	0.894
Nov. '74	<i>S. j.</i>	0.225	0.772	0.837
Feb. '75	<i>S. j.</i>	0.704	0.980	0.967
Feb. '75	<i>S. s.</i>	0.740	0.983	0.981
May '75	<i>S. j.</i>	0.994	0.886	0.919

同時期に採集した同種のブユ幼虫の消化管内のケイ藻相を比較した C_L 値は、ほぼ 0.925 以上と大きく、ケイ藻相の類似性は非常に高いと考えられるので、5 個体より得られた値を合計して以下の解析を行なった。同時期に採集した異種間のブユ幼虫の消化管内のケイ藻の C_L 値は、1974 年 8 月の *S. japonicum* と *S. bidentatum* では 0.981、1975 年 2 月の *S. japonicum* と *S. subcostatum* では 0.998 と大きく、ブユ幼虫の消化管内のケイ藻相の類似性は、同時期に採集したブユ幼虫の優占種間で極めて高かった。

今回調査した権現沢のように上流に湖沼がない河川の流水中の藻類は、河床の石礫などに付着していたものが剥離流下したものであり、その一部は他の基物上に付着し、再び繁殖する（福島，1971）。今回の調査でもトラップ、石礫および流水の三者のケイ藻相の類似性は、石礫と流水の間でもっとも高い傾向が認められた。河川に設置した基物上の藻類群落の安定には、ほぼ 3 週間以上の期間が必要（Butcher, 1946）であり、トラップを流水中に設置した期間は 7 日間と短期間で、群落形成途上の不安定な段階のため、トラップと石礫、流水の両者の間の類似性は低い傾向が認められた（Table 1）。

ブユ幼虫の消化管内のケイ藻相とトラップ、石礫および流水の三者のケイ藻相との類似性は、ブユ幼虫の消化管と石礫、流水の両者の間で高く、トラップとの間では

低い傾向が認められた（Table 2）。

1975 年 5 月は他の調査時の傾向とは異なり、ブユ幼虫の消化管、トラップ、石礫および流水の四者間の類似性が高かった。これはトラップ設置期間中にかなりの量の降雨があったため、石礫等に付着していたケイ藻の多くが剥離したことによると考えられ、トラップと石礫に付着していたケイ藻の個体数が他の調査時に比べ、著しく少ないことにも示されている。

ブユ幼虫が基物上に付着しているものを摂食しているならば、当然ブユ幼虫が固着していたトラップとブユ幼虫の消化管内のケイ藻相の類似性が高くなるはずであるが、むしろトラップとの類似性は低く、石礫および流水中のケイ藻相との類似性が高かった。またブユ幼虫の食物の消化管内滞留時間は 20~30 分間（Ladle *et al.*, 1972）といわれており、トラップへ他の基物上から移動してきた直後のブユ幼虫が、実験に用いた 5 個体に含まれていたならば、5 個体を比較した C_L 値にばらつきが生じるはずであるが、ばらつきは認められなかった。したがって実験に用いた 5 個体のブユ幼虫は他の基物上よりトラップ上へ移動してきたことは事実であるが、トラップ上へ固着してから少なくとも 20~30 分間以上経過していると考えられる。以上のことから、ブユ幼虫は基物に付着しているものを摂食するのではなく、流下物（浮遊物）を摂食しているものと考えられる。

Fig. 7 The diatoms in the digestive tract of a simuliid larva

Fig. 8 Microscopic photographs of the main diatoms found in the digestive tracts of the simuliid larvae

- 1 : *Achnanthes lanceolata*
- 2 : *Diatoma hiemale* v. *mesodon*
- 3 : *Gomphonema parvulum*
- 4 : *Gomphonema clevei* v. *javanica*
- 5 : *Nitzschia frusturum* v. *perpusilla*
- 6 : *Cocconeis placentula*
- 7 : *Rhoicosphenia curvata*
- 8 : *Cymbella tumida*
- 9 : *Synedra ulna*
- 10 : *Navicula viridula*
- 11 : *Ceratoneis arcus* v. *hattoriana*
- 12 : *Nitzschia paleacea*
- 13 : *Nitzschia linearis*

摘 要

1. 1974年8月から1975年5月の期間に、ビニールテープトラップを用いて採集した「ブユ幼虫の消化管内のケイ藻相」と、「トラップ、石礫、流水より得られたケイ藻相」の類似性を C_s 法によって比較し、ブユ幼虫の食性について検討した。
2. 同時期に採集したブユ幼虫の消化管内のケイ藻相の類似性は、ブユ幼虫の種の違いに関係なく高かった。
3. 石礫付着ケイ藻相と流水中のケイ藻相の類似性は高かった。
4. ブユ幼虫の消化管内のケイ藻相は、石礫付着ケイ藻相と流水中のケイ藻相の両者と類似性が高く、ブユ幼虫が固着していたトラップの付着ケイ藻とでは低かった。
5. 以上のことから、ブユ幼虫は基物に付着しているものではなく、流下物（浮遊物）を摂食していると考えられる。

本稿をまとめるにあたり、有益なご助言を賜った東京大学助教授池田司敏明博士、横浜市公害研究所鈴木重之副主幹に心から深謝いたします。

文 献

- Butcher, R. W. (1946) : Studies in the ecology of river. VI. Algal growth in certain highly calcareous stream. *J. Ecol.*, **33** : 268-283.
- 福島博 (1971) : 河川の流下藻類について. 横浜市立大学論叢. 自然科学編, **22** (1) : 34-61.
- David, J. I. and F. B. Gordon (1974) : An artificial substrate for the quantitative comparison of the densities of larval simuliid (Diptera) population. *Can. J. Zool.*, **52** : 773-775.
- Greiner, P. (1948) : A l'étude biologique des simuliides de France. *Physiol. Comp.*, **1** : 302.
- Jones, J. R. E. (1950) : A further ecological study of the River Rheidol: the food of the common insects of the mainstream. *J. Anim. Ecol.*, **19** : 170.
- Kellog, V. L. (1901) : Food of Simulium and Blepharocera. *Psyche*, **9** : 166-167.

- Ladle, M., J. A. B. Bass and W. R. Jenkins (1972) : Studies on production and food consumption by the larval Simuliidae (Diptera) of a chalk stream. *Hydrobiologia*, **39** (3) : 429-448.
- Morishita, M. (1959) : Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E (Biol.)*, **3** (1) : 65-79.
- Puri, I. M. (1925) : On the life-history and structure of the early stage of Simuliidae (Diptera, Nematocera). Part 1. *Parasitology*, **17** : 298.
- Zahar, A. R. (1951) : The ecology and distribution of blackflies (Simuliidae) in south east Scotlad. *J. Anim. Ecol.*, **20** : 33-62.
- 造力武彦, 広瀬弘幸 (1974) : 無作為に数える珪藻の個体数とそのうちに含まれる種類数との関係. 藻類, **22** (4) : 143-148.

Summary

1. In order to investigate the feeding behaviour of the simuliid larvae, they were collected with polyvinyl-tape traps at a branch of Sagami-gawa River, the northern part of Kanagawa prefecture, from August 1974 to May 1975 and the compositions of diatom flora in their digestive tracts were compared with those in the stream water, on the rock surface and on the polyvinyl-tape traps in the stream.
2. A great similarity of the diatom flora was found among the simuliid larvae of different species collected at the same location and time.
3. A great similarity was found between the samples collected from the rock surface and those from the stream water.
4. A great similarity of the diatom flora was also found among the digestive tracts, the rock surface and the stream water. Whereas, little similarity was found between the floras of the digestive tracts and polyvinyl-tape traps on which the simuliid larvae attached eventually.
5. It is concluded that the simuliid larvae feed on materials drifting (suspending) in the stream rather than those attaching on rocks.