

河口湖におけるユスリカ成虫大発生メカニズムとその対策

Studies on the massive flights of chironomid midges as nuisance insects and their counterplans in Lake Kawaguchi

研究代表者 山梨県立女子短期大学一般教育科助教授
Assoc. Prof., Liberal Arts, Biology, Yamanashi Women's College.
Kimio Hirabayashi

平林 公男

The distribution of benthic macroinvertebrates was studied on 5 March, 1994 in the eutrophic lake Kawaguchi (maximum depth, 16.1 m). A multi-point sampling survey was carried out using a standard Ekman-Birge grab (15 × 15 cm), taking three replicate samples at each of 22 locations (5.6 ~ 14.0 m) in an 800 × 800 m grid. The average densities of the benthic community comprised oligochaetes, $5489 \pm 2769 \text{ ind. m}^{-2}$, chironomid larvae (*Chironomus plumosus*, $341 \pm 182 \text{ ind. m}^{-2}$ and *Tokunagayusurika akamusi*, $634 \pm 280 \text{ ind. m}^{-2}$), respectively. On the other hand, the average biomass (wet weight) of these benthic macroinvertebrates were 40.1 ± 20.2 , 12.5 ± 6.7 and $11.1 \pm 4.9 \text{ g m}^{-2}$, respectively. *C. plumosus* and *T. akamusi* inhabited the entire lake, with higher densities in the sublittoral zone (> 6 m). On the contrary, they were not distributed more in the shallower region (< 3 m; in general, drainage basins porous volcanic deposits prevail). The density of oligochaetes was closely related to the loss on ignition of sediment ($p < 0.05$).

We also investigated the abundance of the shoreline (< 3 m) population of chironomids from March 18 to May 7 in using a light trap and board traps. *Biwatendipes motoharui* was the most abundant chironomid midge comprising 98.2% of the shoreline population in Lake Kawaguchi. *B. motoharui* emerged from mid-March to late April. *Glyptotendipes tokunagai*, the second most abundant chironomid midge, comprised 1.1% and emerged in April.

研究目的

わが国の富栄養湖沼の湖底には、底生動物として大量のユスリカ類の幼虫が生息している。これらの幼虫は年に何回か羽化し、多数の成虫が湖の周辺の人や観光施設などをめがけて飛来し、様々な問題を引き起こしている。このような現象は、新たな公害問題として取り上げられ、ユスリカ類は“迷惑昆虫”と称され、観光客や地域住民に嫌われている。また、近年では、ユスリカ類が気管支喘息のアレルゲンとなることも指摘され、医学的にも注目されている。これまで、ユスリカ類の大量発生に対しては、その制御に関して、いくつかの研究がなされてきている。中でも殺虫剤を用いた化学的防除が最も効果的であるとされ、都市河川、養魚池、下水処理場などのユスリカ発生源の比較的限定された地域においては、高い有効性が認められている。しかし、このような化学薬品を用いた防除は、対象範囲が広い自然湖沼などにおいては効果が期待できず、また、他の生物種への影響が懸念されたり、薬剤抵抗性の獲得など、様々な問題を抱えている。したがって、防除範囲の広い止水域におけるユスリカ対策に関する研究は、近年までほとんど例がなく、その対策にも目途が立っていないのが現状である。本研究では、河口湖において、湖沼生態系における分解者としての役割を持つユスリカ類の重要性を考えなが

ら、一方で、成虫の大発生をどの様に抑えるか、また、湖内において、バランスの良い個体群を量的に維持するためにはどの様にしたら良いかなどを明らかにすることを目的としている。そのために、本調査では、ユスリカ類大発生に関して、基礎的なデータ（生息ユスリカ類の種類構成、現存量、その発生パターン、湖内の幼虫分布、幼虫の餌の供給源とその分布、供給量とその季節変化、幼虫の成長速度と環境要因、湖からの成虫発生量、など）を総合的に集積し、その実態を明らかにすることを第一のステップと考えている。また、湖沼の富栄養化との関係を明らかにするために、湖水の水質や、生産者としての植物プランクトン、消費者としての動物プランクトン、魚類などの種類構成や現存量の季節変化などを経時的に調査する。そして、デトリタス food-chain における二次生産者としてのユスリカ類の役割を、植物プランクトン → 底生動物 → 魚類といった食物連鎖の量的な関係から明らかにし、湖沼生態系内におけるユスリカ類の個体数維持機構を明らかにし、湖外に発生する成虫数減少につながる対策へと結び付けて行く。

研究経過

【1】湖水の水質等環境調査

調査地点は湖北東の定点（水深10mの地点）

で行った。透明度、水温、溶存酸素量、表層のpHについては毎月月上旬と下旬に1回づつ測定を行い、リン、クロロフィルa、SS、各水層別のpH、導電率については表層（水面から20cm程度）、2m、6m、底層（湖底から1m付近）の各層について採水し測定した。また、流入河川の一つである寺川についても毎月下旬に流入部よりやや上流において採水し、窒素リン等の測定を行った。

【2】ユスリカ類の種類相とその現存量の調査

1. 成虫調査 ①沿岸域での成虫発生量の推定とその発生パターンについて：ボードトラップを用い、8月中旬から5月上旬にかけて毎日捕獲しカウントした。②ライトトラップによる定量調査もこの期間併せて行った。

2. 幼虫調査 ①湖内の水平分布調査（泥表面に現存量が最も多い時期に調査）：調査地点は約800m間隔に22地点を設定し、Ekman-Birge採泥器（採集面積 $15 \times 15 \text{ cm}^2$ ）を用い、一地点で3回の採泥を行った（図1）。試料は1回の採泥ごとにネット（NGG54：メッシュサイズ0.33mm）で泥を除き、

ネット上の残物を全て実験室に持ち帰り、直ちに底生動物の分別を行い、種別の個体数と、湿重量を測定した。また、採集地点の環境測定項目として、水深、底泥表層（上部3cm）の有機物含量、底泥直上水中の溶存酸素量などを調査した（表層泥、ならびに直上水の採集は重力コアサンプラーによる）。有機物含量は、表層泥を $40 \text{ }^\circ\text{C}$ 、30分間、磁製ルツボにて電気炉で焼き、灼熱減量として算出した。②経時的調査：月1～2回の定点調査を行い、幼虫の成長解析を試みた。

【3】その他生物の現存量の調査

天敵生物である魚類については、さし網、ていち網、四つ手網などの漁法にて捕獲した。動物プランクトンについてはNXX25の層別ネットにおいて0-2, 2-6, 6-9の各層について月1回採集を試みた。植物プランクトンは採水時に湖水1lを濃縮して顕微鏡で観察した。

研究成果

本報告では、紙面に限りがあるため、ユスリカ類の幼虫の湖内水平分布と環境要因との関係、過去のデータとの比較（優占種の現存量の変化）、他湖沼との比較等について主に報告する。他の結果については、後に挙げる発表論文リスト、付帯資料を参照されたい。

表1に調査地点の環境要因の概要を示した。

Table 1. Mean values with standard deviations of some environmental factors at sampling points in the grid survey in March

Environmental factors	Mean with standard deviation
Number of sampling points	22
Depth (m)	10.6 ± 2.1
Ignition loss (%)	10.37 ± 2.40
Dissolved oxygen (mg/l)	10.75 ± 0.68

また、表2には今回の調査で確認された主な底生動物について個体数とその現存量についてまとめて示した。水生貧毛類、ユスリカ類の幼虫、貝類、エビ類などが捕獲され、これらのうち、最も個体数の多かったのは水生貧毛類；*oligochaeta* ($5,489 \pm 2,769 \text{ 匹}/\text{m}^2$)、次いでアカムシユスリカ；*Tokunagayusurika akamusi* ($634 \pm 280 \text{ 匹}/\text{m}^2$)、オオユスリカ；*Chironomus plumosus* ($341 \pm 182 \text{ 匹}/\text{m}^2$)の順であった。しかし現存量で比較すると、*oligochaeta* ($40.1 \pm 20.2 \text{ g}/\text{m}^2$)、*C. plumosus* ($12.5 \pm 6.7 \text{ g}/\text{m}^2$)、*T. akamusi* ($11.1 \pm 4.9 \text{ g}/\text{m}^2$)の順であった。

図2に底生動物類の餌量の目安となる泥中有機物含量の水平分布と、*oligochaeta*、ユスリカ類のうちで個体数、並びに現存量の多かった *T.*

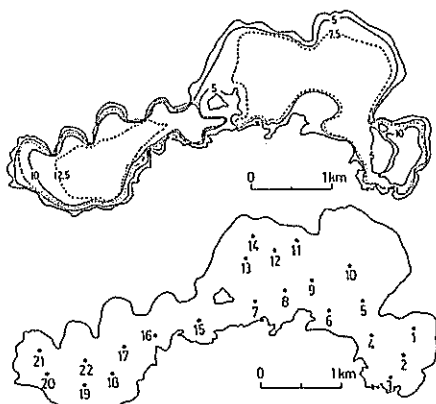
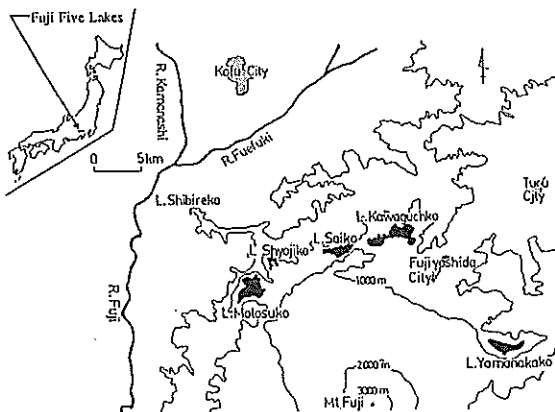


Fig. 1. Maps showing location of Lake Kawaguchi and isopleths of depth (m) and sampling stations in the lake.

Table 2. Mean density and biomass (wet weight) of zoobenthos of 22 sampling stations in March

Zoobenthos	Mean values with standard deviations No. (inds./m ²)	W. W. (g)/m ²
Oligochaeta	5,489 ± 2,769	40.1 ± 20.2
Chironomidae	1,256 ± 268	-
<i>Chironomus plumosus</i>	341 ± 182	12.5 ± 6.7
<i>Tokunagayusurika akamusi</i>	634 ± 280	11.1 ± 4.9
Tanypodinae	67 ± 80	-
Others	214 ± 528	-

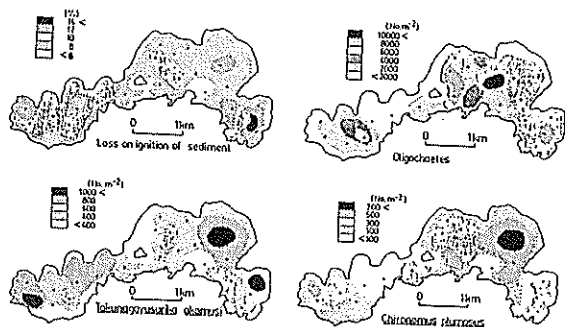


Fig. 2. Horizontal distribution of chironomid larvae, Oligochaetes and % loss on ignition of sediment in Lake Kawaguchi, March

akamusi, *C. plumosus* 幼虫の湖内密度分布を示した。*T. akamusi* は湖全体に分布し、特に6m以深で有機物含量の多い地点（湖北東沿岸500m沖の地点、湖西部など）に多かった。逆に水深の浅い、底質が砂礫の地点（湖の沿岸部、流入河川の河口域、鶴ノ島周辺など）には、ほとんど分布していなかった。*C. plumosus* の場合も *T. akamusi* の分布と良く似ていた。*oligochaeta*、ならびにユスリカ類の幼虫個体数と環境要因と

の関係調べてみると（表3）、*oligochaeta*の個体数はオオユスリの個体数と、*C. plumosus*、*T. akamusi* の個体数は有機物含量と相関関係が認められた ($p < 0.05$)。

今回の調査結果より、過去のデータとの比較を試みた（表4）。宮地(1932)と北川(1973)の報告に比べ、*C. plumosus* が減少し、*T. akamusi* が増加する傾向が認められた。*T. akamusi* はより汚染の進んだ水域において大発生する種であることを考えると、河口湖の湖底環境が過去に比べ悪化していることが伺えた。また、今回の結果を、日本の代表的な湖沼ならびに、河口湖近隣の湖沼と比較してみた。*C. plumosus* は、諏訪湖と、*T. akamusi* は霞ヶ浦とほぼ同程度の現存量であった。

Table 3. Matrix of simple correlation coefficients among the density of larvae, and sediment properties in the grid survey in Lake Kawaguchi in March

Depth (m)	D.O. (mg/l)	LOI (%)	C.P. (ind./m ²)	T.A. (ind./m ²)	Tany (ind./m ²)	Olig (ind./m ²)
Depth	0.49*	0.29	-0.23	0.34	-0.60**	-0.32
D.O.	-	0.63**	0.32	0.30	-0.22	0.21
LOI	-	-	0.52*	0.54*	-0.14	0.37
C.P.	-	-	-	0.29	0.25	0.45*
T.A.	-	-	-	-	-0.23	-0.05
Tany	-	-	-	-	-	0.11
Olig	-	-	-	-	-	-

Depth : Water depth, D.O. : Dissolved oxygen, LOI : Loss on ignition of sediment, C.P. : *Chironomus plumosus*, T.A. : *Tokunagayusurika akamusi*, Tany : Tanypodinae, Olig. : Oligochaeta.
* Significant at 0.05 probability level
** Significant at 0.01 probability level

Table 4. Comparison of previously reported and present values of densities of dominant chironomid fauna and oligochaeta in Lake Kawaguchi

Reference Sampling date	Wiyadi (1932, [4])			Kitogawa (1973, [5])		Present study Mar. 5
	Jul. 23, 1929	Oct. 5, 1930	May 2, 1931	Jul. 30, 1972	Feb. 17, 1973	
Number of sampling points	18	39	16	15	12	22
Mean depth (m)	9.2 ± 2.5	10.5 ± 3.1	10.1 ± 1.3	12.6 ± 2.1	10.9 ± 3.2	10.6 ± 2.1
Chironomid density (m ⁻²)						
Mean	1069 ± 629	293 ± 272	429 ± 317	591 ± 371	885 ± 384	1256 ± 661
<i>C. plumosus</i>						
Mean	797 ± 467	240 ± 259	75 ± 102	459 ± 287	593 ± 258	341 ± 182
(X)*	74.6	81.8	17.4	77.7	66.9	27.2
<i>T. akamusi</i>						
Mean	-	-	-	0	259 ± 149	634 ± 280
(X)*	-	-	-	0	29.2	50.5
Oligochaeta density (m ⁻²)						
Mean	49 ± 50	225 ± 215	1258 ± 500	81 ± 57	139 ± 150	5489 ± 2769
(X)**	4.4	43.4	74.6	12.1	13.6	81.4

(X)* : the numerical dominance of *C. plumosus* or *T. akamusi* larvae in the chironomid communities.

(X)** : the numerical dominance of oligochaeta in the benthic macroinvertebrates communities.

Table 5. Mean values with standard deviations in densities (inds / m²) and biomass (in parentheses: g wet weight / m²) of benthic macroinvertebrates obtained by grid surveys in some Japanese lakes.

	L. Kawaguchi	L. Yananaka (Apr. 1994)	L. Shibire (Oct. 1993)	L. Kasunigauro (Takahanairi) (Var. 1978)	L. Suwa (Var. 1986)	L. Biwa (Nanko) (Var. 1993)
Chironomus plumosus	311 ± 182 (12.5 ± 6.7)	36 ± 51 (1.3 ± 1.8)	47 ± 35	113 ± 140 (4.4 ± 5.4)	413 ± 306 (17.7 ± 13.8)	
Tokunagayusurika akanusi	634 ± 280 (11.1 ± 4.9)	125 ± 142 (2.7 ± 3.0)	18 ± 19	1,047 ± 794 (16.5 ± 12.5)	4,919 ± 1992 (91.4 ± 33.6)	332
Tanypodinac	67 ± 80	525 ± 314 (0.8 ± 0.5)	1 ± 4			
Oligochaeta	5,489 ± 2,769 (40.1 ± 20.2)	1,299 ± 1,167 (3.5 ± 3.4)	559 ± 285			
	This report	Hirabayashi et. al. (unpublished data)	Hirabayashi et. al. (1993, [22])	Iwakuma & Yasuno (1981, [11])	Yasuda et. al. (1985, [10])	Nishino et. al. (unpublished data)

今後の課題と発展

今回の調査で、これまでほとんど解明されていなかった河口湖の生物相についてその現存量や個体群動態などを明らかにすることができた。各々の成果については現在各方面に発表したり、また、今後さらにまとめて公表して行く予定である。本研究の最大の目的である、生物相互の量的な関係・繋がりを利用してユスリカ成虫大発生のメカニズムを解明するためには、本湖食物連鎖のトップにいる魚類についての知見の積み重ねが重要であり、現在解析を進めているところである(top down効果の検討)。また、ユスリカ類の餌量の調節に関わる”湖内への栄養塩類の流入→植物・動物プランクトンの増大→新生沈殿物量の増加”といった流れ等についても現在検討中である(bottom up効果の検討)。これらのことを明らかにしていく中でユスリカ類と人間との共存が可能となって行くと考えられる。

発表論文リスト (印刷中も含む)

【論文】

- Hirabayashi(1995)Horizontal distribution of benthic macroinvertebrates in Lake Kawaguchi, Japan, Conservation of Biodiversity in Freshwater Ecosystems(印刷中)。
堀内、吉澤、平林(1995)河口湖における陸水学的調査(1994), 山梨県衛生公害研究所所報38 (印刷中)。

【学会発表】

- Hirabayashi(1994)Horizontal distribution of benthic macroinvertebrates in Lake Kawaguchi, Japan. The 7th International Symposium on River and Lake Environments.

(Matumoto).

吉澤、堀内、平林(1995)河口湖における陸水学的研究(1)河口湖の水質特性その1。日本陸水学会(名古屋)。

吉澤、堀内、平林(1995)河口湖における陸水学的研究(2)河口湖の水質特性その2。日本陸水学会(名古屋)。

平林、渡辺、吉澤、堀内(1995)河口湖における陸水学的研究(3)春期沿岸部より発生するユスリカ類の発生消長について。日本陸水学会(名古屋)。

【その他】

朝日新聞(1994.11)朝刊

本学秋季大学開放講座にて本研究の成果の一部を地元住民に公表。タイトル: 河口湖を素材として身近な環境を考える(講師: 平林、富士河口湖高校自然科学同好会)

引用文献

- Miyadi, D., 1932: Jpn. J. Zool., 3:259-297.
北川礼澄, 1973: 陸水富栄養化の基礎的研究, 2:32-37.
Iwakuma, T. & Yasuno, M., 1981: Verh. Internat. Verein. Limnol., 21:664-674.
安田香ほか, 1985: 日本陸水学会甲信越支部会報, 10:29.
平林公男ほか, 1993: 日本陸水学会甲信越支部会報, 19:23-24.

謝辞

本研究を遂行するにあたり研究助成をしていただいた日産科学振興財団に心から深謝申し上げます。