

諏訪湖におけるアカムシユスリカ成虫の発生動態

安藤誠¹⁾・塚崎太一¹⁾・花里孝幸²⁾・中本信忠¹⁾・平林公男¹⁾

¹⁾ 信州大学繊維学部応用生物学科応用生態学講座 ²⁾ 信州大学理学部附属諏訪臨湖実験所

Emergence period and population dynamics of *Prosilocerus akamusi* midges caught by light trap in Lake Suwa

Makoto Andou¹⁾, Taichi Tsukazaki¹⁾, Takayuki Hanazato²⁾, Nobutada Nakamoto¹⁾
and Kimio Hirabayashi¹⁾

¹⁾ Department of Applied Biology, Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University

²⁾ Suwa Hydrobiological Station, Shinshu University

Key words: emergence period, Lake Suwa, light trap, population dynamics, *Prosilocerus akamusi*
羽化期間, 諏訪湖, ライトトラップ, 個体群動態, アカムシユスリカ

はじめに

オオユスリカ (*Chironomus plumosus*) とアカムシユスリカ (*Prosilocerus akamusi*) は諏訪湖沖帯に生息する代表的なユスリカ類である。これらのユスリカ類は、1920年代後半からその生息が湖内で確認されており(宮地, 1928), 湖水の汚染がひどかった頃からの代表的な底生生物である(Yamagishi and Fukuhara, 1971)。また, ワカサギ (*Hypomesus transpacificus nipponensis*) の餌としてもよく知られており, 秋期のワカサギの急速な成長はアカムシユスリカ幼虫・蛹の捕食によることが報告されている(竹内・沖野, 1982)。両種ともに我が国の富栄養化の進んだ湖(霞ヶ浦や琵琶湖の南湖など)から, 周期的に大量発生する種類である(Iwakuma, 1987; 高木・岡本, 1993)。

諏訪湖においては, アカムシユスリカは年1回, 10月初旬から11月上旬にかけて成虫の発生が観察される(Yamagishi and Fukuhara, 1971)。秋になり水温が低下し始めると底泥表面で蛹となって湖の表面で羽化し成虫となる。近年, 本種の湖からの成虫発生量が減少傾向にある。本研究では, 2000年の湖からのアカムシユスリカ成虫の発生量を調査し, 過去の同様な調査結果と比較し, 近年の成虫の発生動向を把握することを目的とした。

方法

調査はアカムシユスリカ成虫の発生期間中に行った。2000年10月14日~11月20日に, 諏訪湖東岸に位置する信州大学理学部附属諏訪臨湖実験所構内に, ライトトラップ(6Wのブラックライトが付設)を地上1mの高さに設置した。調査期間中, トラップは常に作動させ, 毎朝9時にサンプルを回収した。この時同時に, 地上1mの気温と諏訪湖表層の水温を測定した。捕獲した昆虫類は, 直ちに実験室に持ち帰り, ユスリカ類とその他の昆虫類に分別した。アカムシユスリカ成虫については, さらに雌雄に分別し, 個体数を測定した。

結果

調査期間中におけるアカムシユスリカ成虫捕獲数の経時的な変動, 回収時の気温, 湖水温を図1に示した。成虫が湖畔で確認され始めたのは10月10日で, 10月14日にライトトラップを設置し, それ以降, 毎日数匹ずつ捕獲された。調査開始時の湖水温は15℃前後であった。10月20日から急激に成虫捕獲数が増加し, 10月23日には調査期間中最大の610匹/日を記録した。その後25日まで毎日200匹以上が捕獲され, 10月22~25日が発生最盛期となった。11月初めに一晩で200匹近く捕獲される日も数日観察されたが, 気温, 水温の低下と共に捕獲数も減少し, 11月11日以降はほとんど捕獲されなくなった。捕獲最終日は11月17日で3匹/日であった。調

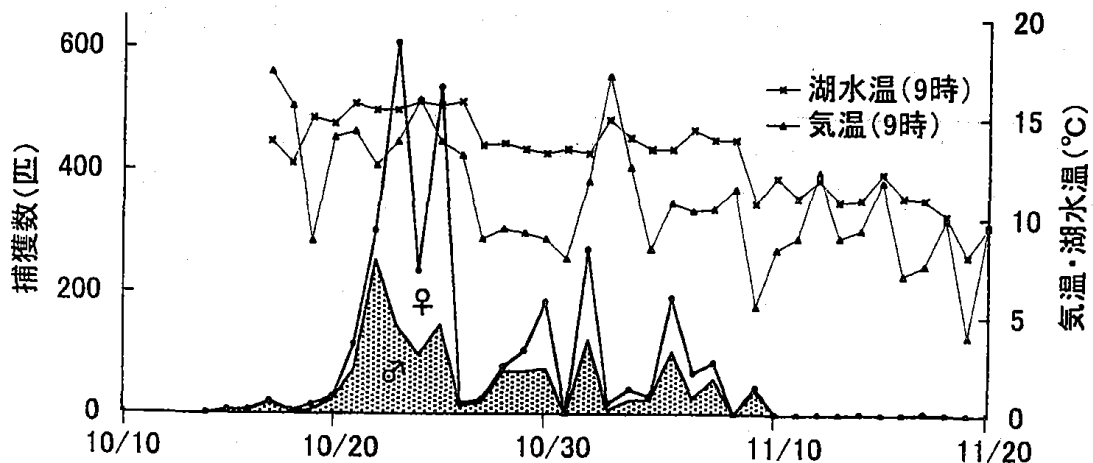


図1 アカムシユスリカ成虫の捕獲数と気温、湖水温の変動(2000年)

査期間中(37日間)のアカムシユスリカ成虫の総捕獲数は雄が1439匹、雌が1613匹、合計で3052匹であった。この期間中の平均湖水温(平均±SD)は $13.1 \pm 1.9^\circ\text{C}$ であった。

本研究では、調査期間中の積算捕獲数の合計が、全体の1%から99%までに該当する期間を発生期間と定義した。その結果、2000年は10月17日～11月8日の23日間が発生期間となり、その間の捕獲数は2987匹(雄46.3%、雌53.7%)となった。発生期間中の平均気温と平均湖水温は 12.0 ± 2.8 、 $14.3 \pm 1.0^\circ\text{C}$ であった。

考 察

諏訪湖におけるユスリカ成虫の生態に関する研究は、幼虫に比べると極めて少ない。最初の報告は1970年代初めにYamagishi and Fukuhara (1971)が成虫の出現時期からオオユスリカ、アカムシユスリカの羽化期や、世代数などを予測し、幼虫の成長解析の結果と併せてその概要を明らかにしたものである。また、平出・沖野(1983)は前記二種の成虫個体数変動を季節ごとに調査し、湖内から湖外へユスリカ成虫によって持ち出される有機物質量を概算している。Iwakuma *et al.* (1989)は、諏訪湖と霞ヶ浦とでアカムシユスリカ成虫の羽化時期の違いに注目し、羽化が底泥温に依存して行われることを報告している。1990年代に入って、諏訪湖周辺域では、人々の水辺に対する関心の高まりやアカムシユスリカ成虫の大量発生に伴い、不快昆虫としてのユスリカ成虫に注目が集まった(平林 1991b)。それに伴い、ユスリカ成虫の生物学的、生態学的調査研究が湖周辺で始まり、平林(1991a)、Nakazato and Hirabayashi (1998)、Nakazato *et al.* (1998)らが成虫の実態調査の結果を報告している。

この様に諏訪湖周辺域においては、1970年代からこれまでに、アカムシユスリカ成虫の発生動態に関する調査データが蓄積されてきている。そこで、本研究で得られた調査結果と、これまでに信州大学理学部附属諏訪臨湖実験所構内において行われた、同様なライトトラップによるアカムシユスリカ成虫の捕獲調査との結果(山岸・福原 1969, 1970, 1971, 平出・沖野 1983, 平林 1991c, 中里 1992)を比較・検討した。ただし、山岸・福原(1969, 1970, 1971)の調査では10Wのブラックライトがトラップに付設されており、また、中里(1992)の調査では21Wのブラックライトが付設されていた。よって、これらのデータと本研究のデータとの間で、定量的に比較を試みるためには、全てを同じワット数で捕獲されたデータに補正する必要がある。アカムシユスリカ成虫の捕獲数が、ブラックライトのワット数に比例すると仮定し、山岸・福原(1969, 1970, 1971)、中里(1992)のデータを、全て6Wのブラックライトによって捕獲されたデータに変換した。また、発生期間中の各年の気温のデータは、測定時刻や測定方法が不統一であるために、長野県気象月報(1968, 1969, 1982, 1989, 1990, 1991, 2000)と長野県農業気象月報(1970)より、日平均気温を引用した。各年の補正したアカムシユスリカ成虫捕獲数の経時的な変動と日平均気温を図2に示した。また、表1には各年に捕獲されたアカムシユスリカの発生状況をまとめて示した。1969, 1982, 1989年は発生期間中における1日の平均捕獲数が1800匹を越え、成虫が大量に捕獲された年である。一方、1970, 1990, 2000年は平均捕獲数が210匹以下で、前記の年の約1/10であった。1968, 1991年は両者の中間の年であった(表1)。捕獲数の多い1969, 1982, 1989年は、10月中旬に大きなピークがあり、1969年の場合には、10月初旬にもう一つのピークが、

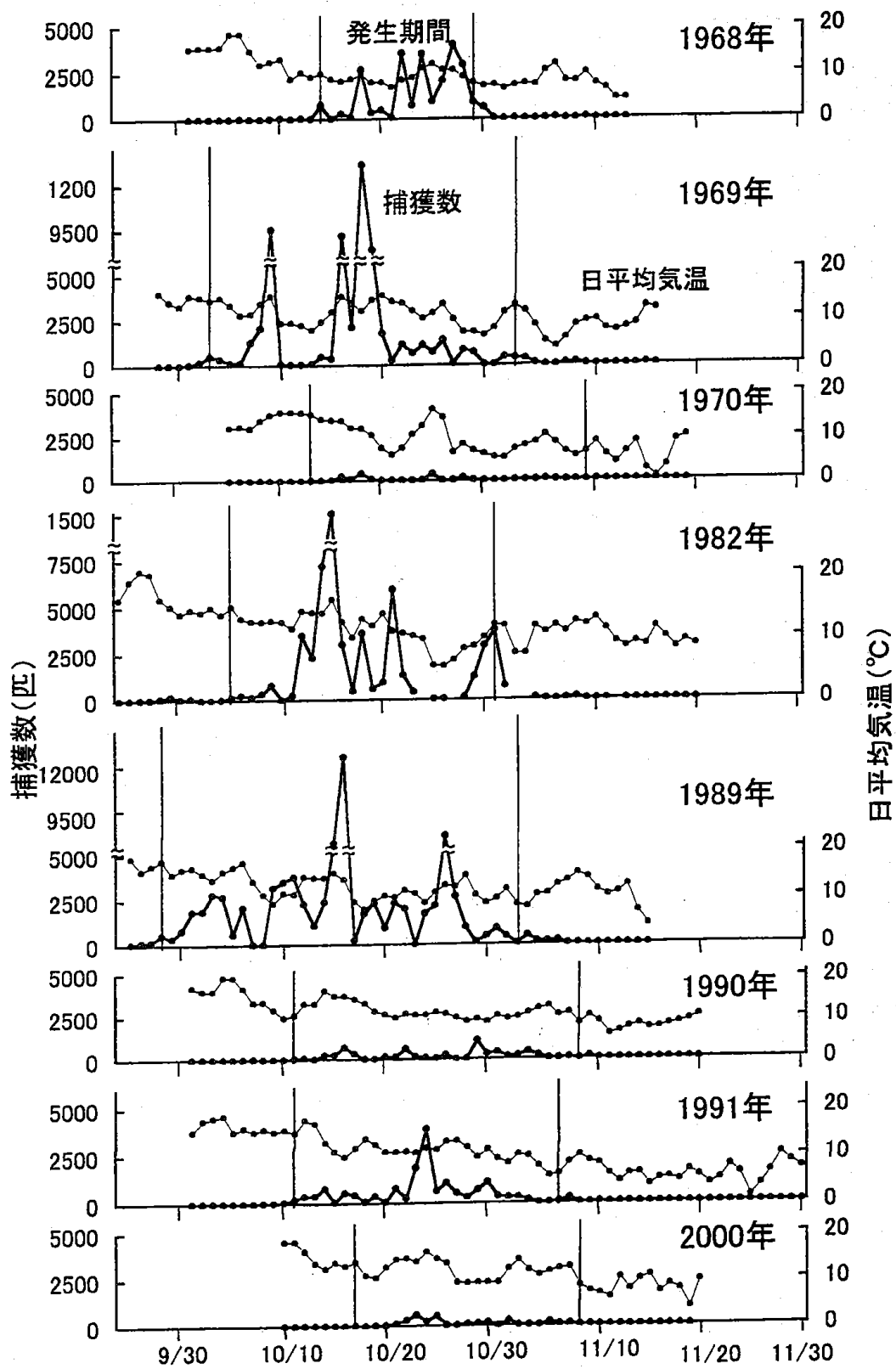


図2 アカムシユスリカ成虫捕獲数と日平均気温の変動

表1 調査年ごとのアカムシユスリカ成虫の発生状況

調査年	山岸・福原 (1969, 1970, 1971)			平出 (1983)	平林 (1991)	中里 (1992)		本研究 2000年
	1968年	1969年	1970年	1982年	1989年	1990年	1991年	2000年
発生期間開始日	10/14	10/3	10/13	10/5	9/28	10/11	10/11	10/17
発生期間終了日	10/29	11/2	11/9	10/31	11/2	11/8	11/6	11/8
発生期間の日数(日)	16	31	28	27	36	29	27	23
発生期間中の捕獲数(匹)	23641	58028	1856	54872	77064	6059	15461	2987
雌の割合(%)	9.2	6.9	16.2	10.4	32.5	19.6	15.9	53.7
雌雄比(♀/♂)	0.10	0.07	0.19	0.12	0.48	0.24	0.19	1.16
1日の平均捕獲数(匹)	1478	1872	66	2032	2141	209	573	130
1日の最高捕獲数(匹)	4019	13105	396	15076	12507	1098	3913	610
平均気温±SD(°C)	9.2±1.3	11.1±2.5	9.5±3.3	11.4±2.7	12.3±2.7	11.7±2.0	11.2±2.7	12.0±2.1
発生期間開始時底層水温(°C)	15.2	14.7	15.1	14.5	17.2	16.1	15.9	15.1
発生期間終了時底層水温(°C)	11.8	11.0	10.6	11.1	13.2	10.5	10.9	12.4

* 1968～1970、1990、1991年は6WIに補正した値

1982、1989年の場合には10月下旬にもう一つのピークが認められた。1968、1991年は10月下旬に一つのピークがあるのみであった。

以下に、各年の1. 発生期間中における成虫捕獲数と発生期間との関係、2. 同捕獲数と同年春期の幼虫密度との関係、3. 同捕獲数と成虫の雌雄比との関係についてまとめた。

1. 発生期間中における成虫捕獲数と発生期間

いずれの年もアカムシユスリカ成虫の発生期間は9月下旬(1991年が最も早く、9月28日)から11月初旬(1970年が最も遅く、11月9日)で、発生期間の日数は16日(1968年)～36日(1989年)で、平均すると27.1±5.8日(±SD)であった。発生期間中における成虫捕獲数と発生期間の日数との相関係数を算出すると、 $r=0.53$ で弱い相関関係が認められた。しかし、1970、1990年は発生期間が30日に近いにもかかわらず、捕獲数は少なく、年による差が大きいことが示唆された(表1)。発生期間中における捕獲数と発生開始日、発生終了日との関係を図3に示した。まず、捕獲数と発生開始日との関係に注目してみると、捕獲数が多い年ほど早い時期から捕獲され始めることが明らかとなった。また、最も早かった1989年の9月28日と、最も遅かった2000年の10月17日との差は19日間あった。一方、捕獲数と発生終了日との関係に注目してみると、捕獲数が多い年ほど早く発生が終了する傾向が認められた。最も早く終了した1968年の10月29日と、最も遅かった1970年の11月9日との差は11日間であった。発生期間開始時の湖心底層水温(水深6m)は、14.5～17.2°C(15.5±0.9°C)、終了時の底層水温は10.5～13.2°C(11.4±1.0°C)で(沖野・花里, 1997)、アカムシユスリカの発生に底層水温が大きく影響していることが示唆された。Iwakuma *et al.* (1989) は、諏訪

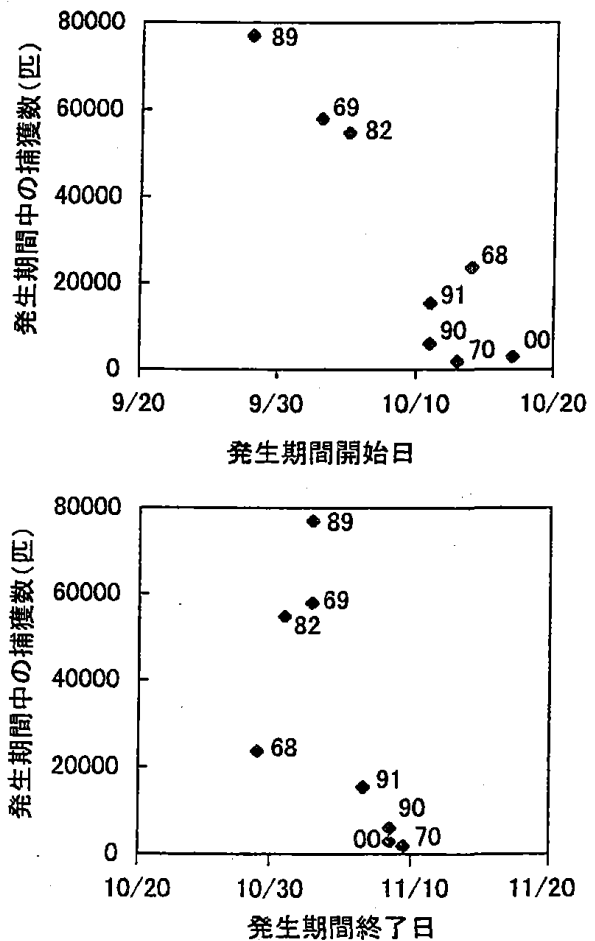


図3 発生期間中における捕獲数と発生開始日、発生終了日との関係

湖において、アカムシユスリカの羽化について、底層水温に注目し、水温の低下が羽化の開始をもたらし、10～18°Cの範囲で観察されることを報告している。この点に関しては本研究でも同様の結果が得られた。また、Iwakuma *et al.* (1989) は、水温が約10°Cより低下すると、蛹化しなくなることも示唆している。

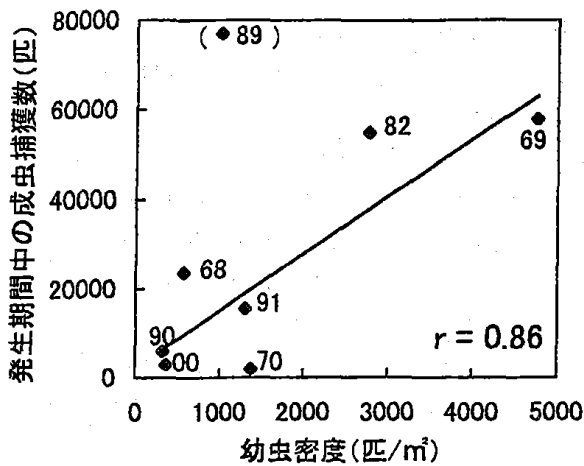


図4 春期底泥表層に生息する幼虫の密度と発生期間中の成虫捕獲数との関係

2. 発生期間中における捕獲数と同年春期の幼虫密度

湖からの成虫発生量は底泥表層に生息する幼虫密度に依存していることが予想される。アカムシユスリカ幼虫は夏期の底泥表層水温の上昇を避け、底泥深く掘潜し、夏眠することが報告されている (Yamagishi and Fukuhara 1972)。底泥表層から、底泥深部に掘潜を開始する時期は5月下旬から6月初旬である (Yamagishi and Fukuhara 1972)。よって、掘潜前の春期底泥表層に生息する幼虫の密度と、秋期発生期間中に捕獲される成虫数との関係を検討した (図4)。春期底泥表層に生息する幼虫密度は、平林ら (1991) の総説と中里 (私信) のデータを引用した。全て湖心 (水深6m) のデータである。1989年を除けば、春期の3、4月の底泥表層に生息するアカムシユスリカ幼虫の密度とその年の秋期の成虫発生期間中における捕獲数との関係は強い相関関係 ($r=0.86$) が認められた。このことから、秋期のアカムシユスリカ成虫の発生量を春期の底泥表層に生息する幼虫密度から推測することが可能である。

3. 発生期間中における捕獲数と成虫の雌雄比

成虫捕獲数に、成虫の性比が影響を及ぼしている可能性がある。各年の性比は1989年と2000年を除けば雌が6.9~19.6%と極めて少なく、雄が80.4~93.1%と高い割合で捕獲されている (表1)。各年の発生期間中の捕獲数と雌の割合には、はっきりとした関係は認められなかった (図5) が、発生期間中の平均気温と雌の割合とでは、気温が高いほど雌の捕獲割合が高くなる ($r=0.57$) ことが明らかとなった。アカムシユスリカ成虫はライトトラップを用いて捕獲した場合、エマージェンストラップよりも雄の割合が高くなることが報告されている (Yamagishi and Fukuhara, 1971)。湖から発生する成

虫の性比が1:1だと仮定すれば、雌の移動性 (飛翔力) は雄よりも温度に大きく依存していることが示唆される。

まとめ

以上のことからアカムシユスリカの発生量は年によって大きく異なっており、その発生時期には水温が大きく影響していることが示唆された。近年、湖からのアカムシユスリカ成虫発生量の減少が指摘されているが、2000年のアカムシユスリカ成虫の発生の特徴として、1) 発生期間開始日が10月17日で、これまでの調査の中で最も遅かった。2) 発生期間の日数は23日間で、1968年の16日間に次いで短かった。3) 1日の平均捕獲数は極めて少なく、1970年の66匹に次ぐものであった。4) 全捕獲成虫に対する雌の占める割合が高く、53.7%を占めた。今後は、湖内全域にわたる幼虫調査を行うことにより、湖からの成虫発生量の減少が一時的なものなのか、あるいは、長期的に減少傾向にあるのかなどを検討していきたいと考えている。

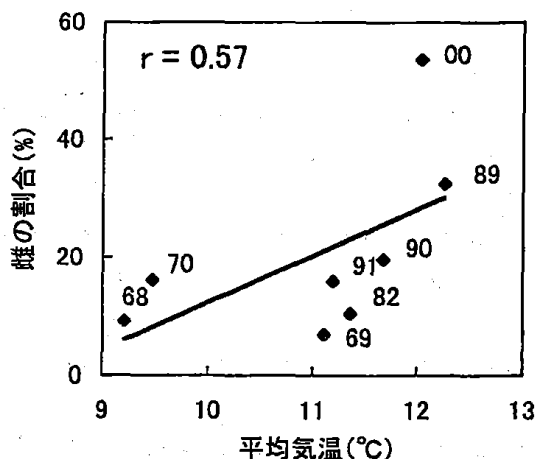
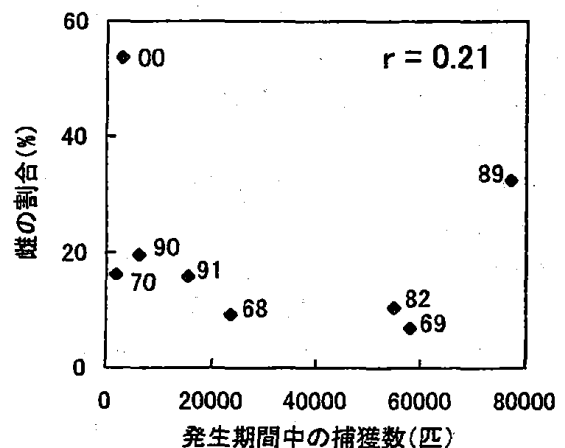


図5 雌の割合と発生期間中の捕獲数、平均気温との関係

謝 辞

本研究は信州大学環境科学研究会における提案型研究プロジェクト「諏訪湖におけるユスリカ類個体群の動態と近年の現存量減少に関する検討」(代表 平林公男)の一部である。また、本研究を遂行するにあたり、信州大学理学部附属諏訪臨湖実験所の小河原誠氏、佐久間昌孝氏には大変お世話になった。また、茨城大学広域水圏環境科学教育研究センターの中里亮治氏には2000年のアカムシユスリカ幼虫のデータを快く提供していただいた。この場をお借りして御礼を申し上げる。

引用文献

- 平林公男(1991a): 諏訪湖地域における"迷惑昆虫"ユスリカの大発生とその防除対策. 第1報 アカムシユスリカ(*Tokunagayusurika akamusu*)成虫大量飛来. 日本衛生学会誌, 46: 652-661.
- 平林公男(1991b): 諏訪湖地域における"迷惑昆虫"ユスリカの大発生とその防除対策. 第2報 ユスリカ問題に対する住民意識構造とその数量化の試み. 日本衛生学会誌, 46: 662-675.
- 平林公男(1991c): 諏訪湖地域における"迷惑昆虫"ユスリカの大発生とその防除対策. 第3報 "迷惑昆虫"ユスリカの制御に関する若干の実験と防除対策の提言. 日本衛生学会誌, 46: 676-687.
- 平林公男・中里亮治・那須裕・沖野外輝夫・村山忍三(1991): 総説; ユスリカ研究の現状と諏訪湖ユスリカ対策研究をめぐる諸問題: 環境科学年報(信州大学) 13: 5-20
- 平出保・沖野外輝夫(1983): 諏訪湖湖内の有機物収支に及ぼすユスリカ類の影響. 諏訪湖集水域生態系研究, 9: 31-44.
- Iwakuma, T.(1987): Density, Biomass, and Production of Chironomidae (Diptera) in Lake Kasumigaura during 1982-1986. Japanese Journal of Limnology, 48: S59-S75.
- Iwakuma, T., Y. Sugaya and M. Yasuno(1989): Depend of the autumn emergence of *Tokunagayusurika akamusu* (Diptera: Chironomidae) on water temperature. Japanese Journal of Limnology, 50: 281-288.
- 宮地伝三郎(1928): 湖底生物研究予報(四), 仁科三湖, 野尻湖, 諏訪湖. 水産研究誌, 23: 277-290.
- Nakazato, R. and K. Hirabayashi(1998): Effect of larvae density on temporal variation in life cycle patterns of *Chironomus plumosus* (L.) (Diptera: Chironomidae) in the profundal zone of eutrophic Lake Suwa during 1982-1995. Japanese Journal of Limnology, 59: 13-26.
- Nakazato, R., K. Hirabayashi and T. Okino(1998): Abundance and seasonal trend of dominant chironomid adults and horizontal distribution of the larvae in eutrophic Lake Suwa, Japan. Japanese Journal of Limnology, 59: 443-455.
- 中里亮治(1992): 諏訪湖沿岸域におけるユスリカ類の動態 pp123 信州大学大学院理学研究科生物学専攻(修士論文).
- 長野県気象月報(1968, 1969, 1982, 1989, 1990, 1991, 2000)
- 長野県農業気象月報(1970)
- 沖野外輝夫・花里孝幸(1997): 諏訪湖定期調査: 20年間の結果. 信州大学理学部附属諏訪臨湖実験所報告, 10: 7-249.
- 高木治美・岡本陸奥夫(1993): 琵琶湖南湖におけるユスリカ成虫発生の経年変化. 水処理生物学会誌, 29: 31-39.
- 竹内勝巳・沖野外輝夫(1982): 諏訪湖におけるワカサギ(*Hypomesus transpacificus nipponensis*)の成長と食性. 環境科学の諸断面, 三井嘉都夫(著): 17-22. 土木工学社, 東京.
- 山岸宏・福原晴夫(1969): 諏訪湖のユスリカについて I. JIBP-PF 諏訪湖生物群集生産力研究, 1: 45-56.
- 山岸宏・福原晴夫(1970): 諏訪湖のユスリカについて II. JIBP-PF 諏訪湖生物群集生産力研究, 2: 65-78.
- 山岸宏・福原晴夫(1971): 諏訪湖のユスリカについて III. JIBP-PF 諏訪湖生物群集生産力研究, 3: 77-90.
- Yamagishi, H. and H. Fukuhara(1971): Ecological studies on Chironomids in Lake Suwa, 1. Population dynamics of two large Chironomids, *Chironomus plumosus* L. and *Spaniotoma akamusu* Tokunaga. Oecologia, 7: 309-327.
- Yamagishi, H. and H. Fukuhara(1972): Vertical migration of *Spaniotoma akamusu* larvae (Diptera: Chironomidae) through the bottom deposits of Lake Suwa. Japanese Journal of Ecology, 22: 226-227.