徳島市内でのカダヤシ *Gambusia affinis* による蚊駆除の効果

広瀬 吉則^{*,**} 大久保新也^{*} 安野 正之^{***}

^{*} 徳島市医師会防蚊対策研究室 (〒 770 徳島市幸町 3-61)

^{**} 東京大学医科学研究所寄生虫研究部 (〒 108 東京都港区白金台 4-6-1)

^{***} 国立公害研究所生物環境部 (〒 300-21 茨城県筑波郡谷田部町大字館野)

(受領: 1977年12月17日)

The effect of mosquito control by the use of the mosquito fish, *Gambusia affinis*, in urban area, Tokushima, Japan

Yoshinori HIROSE,^{*,**} Shinya OKUBO^{*} and Masayuki YASUNO^{***}

^{*} Laboratory for Mosquito Control, Saiwai-cho, Tokushima 770, Japan

^{**} Department of Parasitology, Institute of Medical Science, University of Tokyo, Shiroganedai, Minato-ku, Tokyo 108, Japan

^{***} Division of Environmental Biology, National Institute for Environmental Studies, Yatabe, Tsukuba, Ibaraki 300-21, Japan

はじめに

蚊幼虫の駆除に魚を利用することは古くから行なわれているが、中でも胎生メダカ科 Poeciliidae に属するカダヤシ *Gambusia affinis* (Baird and Girard) が最も広く一般に用いられているように思われる。このことは魚を利用しての蚊の防除に関する686の文献のうち、41%のものが *Gambusia* を扱っている (Bay, 1967) ことからもうかがえる。

カダヤシは日本へ1916年に移入され、徳島市には1968年以来、蚊の防除の目的で放流され (佐藤ら, 1972)、現在では市内の大部分の水域で生息が認められるようになった。

われわれは今回、市内におけるカダヤシ生息域の分布状態とこの魚による蚊の駆除効果について調査したので、その結果をここに報告する。

調査方法と結果

1. 市内におけるカダヤシ、およびアカイエカ幼虫の生息域

市内地図 (1/2,500) で示されているほとんどすべての水域についてカダヤシ、およびアカイエカ幼虫の生息状況を調査し、おのおのの生息地をマス目 (1区画, 100

m×100m) に区分した市内地図 (1/20,000) で表示した (Fig. 1~3)。調査は1975年9~10月、1976年5月と9月の計3回にわたって行なった。

1975年秋と1976年春の調査では、6,000余の区画のうち、水域の存在する区画は39%を占めており、カダヤシの生息している水域は調査水域のうち秋65.0%、春19.8%であることから、カダヤシは冬期に著しく個体数が減少していることがわかる。また、蚊幼虫はカダヤシに比べて生息していた水域が小さく、秋8.3%、春5.2%であった (Table 1)。カダヤシと蚊幼虫の共存率はカダヤシからみると秋4.1%、春0.3%で、また蚊幼虫からでは秋25.4%、春1.5%であった (Table 1)。このことから、カダヤシと蚊幼虫の共存率は市内の調査水域においては低いことがわかる。なお、1975年秋の調査 (Fig. 1) から、カダヤシはその生息をわずかに認めた西部地域 (Area C の一部, Fig. 2) を除いて、市内のほぼ全水域にわたって生息範囲を広げていた。

カダヤシの繁殖後期 (Sawara, 1974) である1975年秋の調査 (Fig. 1) から、カダヤシおよびアカイエカ幼虫の生息域の大きさの頻度分布について調べた (Fig. 4)。なお、生息域の大きさは区画数で示した。カダヤシ生息域は1~633区画まであり、平均区画数は68.7、平均頻

Fig. 1 Breeding sites of *Gambusia affinis* and *Culex pipiens pallens* larvae in Tokushima city in September and October, 1975. Points indicate the breeding sites of *G. affinis*. Crosses indicate the breeding sites of mosquito larvae. One block is 100m×100m.

Fig. 2 Breeding sites of *Gambusia affinis* and *Culex pipiens pallens* larvae in Tokushima city in May, 1976

度1.8であった。蚊幼虫の生息域は1～15区画で平均区画数は7.2、平均頻度5.8であった。以上のことから、カダヤシはその生息が連続的で範囲の大きいものであるこ

Fig. 3 Breeding sites of *Gambusia affinis* and *Culex pipiens pallens* larvae in Tokushima city in September, 1976

と、また蚊幼虫はカダヤシに比較して小生息域で散在していることがわかる (Fig. 1, 4).

Area A (Fig. 1) においてカダヤシ生息域の季節変化をみると、1975年の秋に比べて翌年の春はカダヤシ生息域が半分近くに減少しており (Fig. 2), その一方、小範囲のカダヤシ生息域が Area A の広い範囲で分散しているのが認められる。そして、1976年の秋には再びカダヤシの生息域は増大し、前年秋の生息範囲を上回っていた (Area A, Fig. 1～3).

2. アカイエカ幼虫発生水域でのカダヤシ放流効果 (a) 1回放流

市内の蚊幼虫発生水域のうち、カダヤシの生息が認められない Area B (Fig. 1) 内の11ヵ所 (A～K) の水域でカダヤシを放流し、この魚の定着の可能性と蚊幼虫の駆除効果について1976年6～7月にわたって調べた (Fig. 5). これらの水域は幅60～250cm、水深10～40cm、流速0～8.6m/分の水路で家庭排水が流入していた。なお、各調査水域は少なくとも100m 以上離れていた。カダヤシは1水域に100～400尾の魚を1回放流した。蚊幼虫のすくいとりは岸に沿って5m (C, D, G, K 水域), または10m (A, B, E, F, H, I, J 水域) の一定間隔で一定のヒシャクにより各4回行なった。蚊幼虫の観察定点は

Table 1 Distribution of *Gambusia affinis* and *Culex pipiens pallens* larvae in Tokushima city studied by the mesh-method

	Sept.-Oct., 1975	May, 1976
No. of blocks (100m×100m each) surveyed	6010	6494
No. of blocks with water body	2349 (39.1%)	2539 (39.1%)
No. of blocks inhabited by no <i>G. affinis</i> nor mosquito larvae	563 (24.0%)	1903 (75.0%)
No. of blocks inhabited by <i>G. affinis</i> only	1526 (65.0%)	503 (19.8%)
No. of blocks inhabited by mosquito larvae only	194 (8.3%)	131 (5.2%)
No. of blocks inhabited by both <i>G. affinis</i> and mosquito larvae	66 (2.8%)	2 (0.1%)
Percent of coexistence of respective species		
<i>G. affinis</i>	4.1%	0.3%
Mosquito larvae	25.4%	1.5%

Fig. 4 Frequency distribution of the size of area inhabited by *Gambusia affinis* and *Culex pipiens pallens* larvae expressed with the number of blocks

1水域あたり6～10ヵ所設けた。カダヤシ生息の確認は蚊幼虫の観察定点と同所で行ない、各定点で数分間観察した。カダヤシの観察は蚊幼虫すくいとの前に行なった。

カダヤシを放流してから約1週間後の第1回の調査では、11水域のうち3水域 (E, F, I) でカダヤシを認めた。放流後23日目の第3回の調査では9水域 (A, B, C, E, F, G, H, I, J) で確認され、10月までこれら9つの水域でカダヤシが生息しているのを観察した。また、第3回の調査でカダヤシを認めた9水域のうち、蚊幼虫が減少したのは7水域 (A, B, C, E, F, I, J) であった。なお、カダヤシを認めたにもかかわらず蚊幼虫の発生が多かったのは、G, H の2水域であった。

(b) 繰り返し放流

これら G, H 水域において、カダヤシの再放流によるアカイエカ幼虫の駆除効果を調べた (Fig. 6, 7)。カダヤシは1回に500～1,000尾を放流し、放流総数は7～10月の期間においてG水域5,400尾、H水域4,400尾であった。なお、蚊幼虫およびカダヤシの観察は (a) の調査と同じ方法で行なった。

G水域はカダヤシの2次放流以降、蚊幼虫が著しく減少し、8～10月までこの状態が持続した。なお、9月中

旬に蚊幼虫が採集されなかったのは台風 (9月8～13日) による洪水のためと考えられる。カダヤシは8月までその生息範囲を広げたが、9月以降放流を5回行ったにもかかわらず、その範囲は狭まった。H水域は2次放流以降、蚊幼虫の密度は減少し続け9月中旬に最低となり、その後、わずかに増加した。カダヤシは8月まで生息範囲を広げたが、9～10月の期間にはその生息範囲はむしろ減少した。G, H 水域において、9月からカダヤシの生息範囲が、狭くなったのは、台風による洪水の影響が大きいと考えられる。台風の後、地形の変化と水草の流失などにより流域部の増大がみられ、カダヤシを放流しても調査水域の全域には生息せず、小範囲の流れの弱い水域でのみ生息しているのが観察された。なお、こうした状態は調査終了まで続いた。このため、G, H 水域で行なった7次までの放流のうち実際に効果があったのは、第1, 2次の放流だけであった。

3. カダヤシ生息域と対照域でのライトトラップによるアカイエカの捕獲数の比較

カダヤシの生息地域 (Area A, Fig. 1) 内とこの魚がほとんど生息していない地域 (Area C, Fig. 2) 内において6ヵ所 (A-1～A-6および C-1～C-6) にライトトラップを設置して蚊成虫を捕獲した。捕獲期間は1976年8

Fig. 5 Change in the number of *Culex pipiens pallens* larvae in drains (A-K) after a single release of *Gambusia affinis*. Arrows indicate a release of *G. affinis* with the number of *G. affinis* released. *Gambusia affinis* settled in A, B, C, E, F, G, H, I and J drains while the fish could not be observed in D and K drains.

Fig. 6 Change in the number of *Culex pipiens pallens* larvae in a drain (Drain G) where *Gambusia affinis* were released repeatedly. Arrows indicate a release of *G. affinis* with the number of *G. affinis* released.

Fig. 7 Change in the number of *Culex pipiens pallens* larvae in a drain (Drain H) where *Gambusia affinis* were released repeatedly. Arrows indicate a release of *G. affinis* with the number of *G. affinis* released.

月7～9日, 11日, 14～17日, 20～31日の20日間である。ライトトラップは A-2, C-6 定点でノザワ捕虫器 NH-5 (野沢製) を用い, 他の定点はすべて FHK ライトトラップ (フジハラ製) を使用した。各定点でのライトトラップ設置場所は農家の納屋の軒先 (A-1, A-3, C-3), 一般家庭の庭先 (A-4), 学校の庭先 (A-5, C-6), 保育所庭先 (C-4), 商店の店先 (C-2), 市役所支所の裏庭 (A-6, C-1), 医院の庭先 (A-2), 医院玄関先 (C-5) である。

採集された蚊成虫の種類は、アカイエカ *Culex pipiens pallens*, コガタイエカ *Culex tritaeniorhynchus*, カラツイエカ *Culex bitaeniorhynchus*, オオクロヤブカ *Armigeres subalbatus*, ヒトスジシマカ *Aedes albopictus*, シナハマダラカ *Anopheles sinensis* などであった。

アカイエカの採集数についてカダヤシ生息地域と対照地域を比較したのが Table 2 である。カダヤシ生息地域に比べて対照地域は約 2 倍のアカイエカが捕獲された。しかし、対照地域の各定点での捕獲数の変動が大きく、必ずしも対照地域がカダヤシ生息地域よりアカイエカの発生が大きいかといえなかった。日平均数でても対照地域の各定点において捕獲数に大きな変動があり、カダヤシ生息地域に比べて対照地域はアカイエカが多いとはいえなかった (Table 3)。

以上のように、徳島市のカダヤシ生息地と対照地でのアカイエカの発生状態をライトトラップで比較しても明白な差はみられなかった。

Table 2 Number of mosquitoes captured by light traps at two distinct areas: the *Gambusia affinis* densely inhabited area (Area A) and the no *G. affinis* area (Area C)

Light trap No.	Number of <i>Culex pipiens pallens</i> collected over a period of 20 days in August, 1976		Total
	Male	Female	
(Area A)			
A-1	22	104	126
A-2	277	681	958
A-3	57	137	194
A-4	68	288	356
A-5	65	243	308
A-6	388	894	1282
Total	877	2347	3224
(Area C)			
C-1	150	353	503
C-2	1237	2990	4227
C-3	44	317	361
C-4	135	389	524
C-5	42	169	211
C-6	24	92	116
Total	1632	4310	5942

Table 3 Daily number of mosquitoes captured by light traps at two areas: the *Gambusia affinis* densely inhabited area (Area A) and the no *G. affinis* area (Area C)

Light trap No.	Average number of <i>Culex pipiens pallens</i> per day in August, 1976 ($\pm$ S.D.)
(Area A)	
A-1	6.19 $\pm$ 4.53
A-2	45.8 $\pm$ 35.2
A-3	10.2 $\pm$ 23.6
A-4	16.2 $\pm$ 10.0
A-5	15.3 $\pm$ 9.3
A-6	56.0 $\pm$ 38.7
(Area C)	
C-1	23.9 $\pm$ 11.6
C-2	189.4 $\pm$ 189.9
C-3	17.3 $\pm$ 9.5
C-4	27.5 $\pm$ 22.2
C-5	9.8 $\pm$ 7.6
C-6	5.3 $\pm$ 3.7

考 察

カダヤシはその生息範囲が非繁殖期である冬期において著しく減少し、一方、繁殖期には前年の繁殖期にみられたところまで生息範囲が増大することから、カダヤシの生息水域の分布範囲は季節的に変動していることがわかる (Area A)。そして、カダヤシの生息水域が調査水域の約70%を占めていたことから、徳島市内の水域はカダヤシの生息に適しているものと考えられる。しかし、徳島市の西部周辺 (Area C, Fig. 2) には、この魚はまだ限られた範囲しか生息していないのは鮎喰川によって市街地から遮断されていること、放流が積極的に行なわれていなかったことが主な原因であると考えられる。今後、カダヤシの放流がなされるならば生息範囲は広がるものと思う。

アカイエカ幼虫発生水域にカダヤシを放流した結果、調査水域のすべてにおいて蚊幼虫の発生数が低密度を維持したことから、市内の他の生息域でもカダヤシの大量放流と放流回数を増加すれば、こうした蚊幼虫生息域をさらに少なくすることが可能と考えられる。今回の調査から、幅約2m、水深40~50cm程度の水域でもカダヤシの生息に適した環境であれば、蚊幼虫が多発生していても200~400尾の魚を1回放流するだけで発生を低下させることが可能であると思われる。それでも、蚊幼虫の密度が低下しない場合には、さらに500~600尾の魚を追加放流することで効果を期待できるものと思われた。佐藤ら (1972) は徳島市内の下水溝で約1,000尾のカダヤシを1回放流することにより、アカイエカ幼虫の発生数が低下することを報告しており、今回の実験からもほぼ同じ成績がえられた。

以上のように、カダヤシを用いて蚊幼虫を駆除する場合、蚊幼虫生息水域の全体にわたってその発生を皆無にすることは不可能であるが、蚊幼虫の発生数を低密度に維持させることは可能であると思う。このことは、カダヤシに限らず他魚でも同じで、例えばグッピー *Poecilia reticulata* Peters を熱帯において利用する場合、ネッタイエカ幼虫 *Culex pipiens fatigans* larvae の生息水域のうちグッピーによって駆除が期待できる場所は、その水域の一部であったが、そこではネッタイエカの発生は低下を示したという (Bay and Self, 1972)。

カダヤシの生息地域でライトトラップによりアカイエカの捕獲を行なったところ、対照地域と比較して捕獲数に明白な差がみられなかった。その原因は、他地域からの蚊の飛来の可能性や、また蚊の生息域のうちカダヤシの生息域と重ならない小生息域、つまり小閉鎖水域である水溜りや放置された土地、水草やゴミの多い水域など

から発生する蚊が大きく影響していたものと考え、このように、魚の生息不可能な水域については別の蚊幼虫対策（殺虫剤など）が必要であろう。

ま と め

徳島市内においてカダヤシ *Gambusia affinis* (Baird and Girard) による蚊駆除の効果を調査した。

市内におけるカダヤシの生息域は、調査水域のうち1975年9～10月65.0%、1976年5月19.8%を占めていた。アカイエカ幼虫の生息域は1975年9～10月は8.3%で、1976年5月5.2%であった。また、カダヤシの生息域について1975年9～10月、1976年5月と9月の3回にわたって調査したところ、1976年春は前年秋の生息域の半分近くまで減少したが、その年の秋は前年秋より生息範囲が増大していた。

アカイエカ幼虫の発生する水域にカダヤシを放流する実験により、11ヵ所の調査水域のうち1回放流（100～400尾）のみで9ヵ所の水域からこの魚の生息を認めるようになった。そして、放流後23日目でアカイエカ幼虫の密度は低下した。

カダヤシの生息する地域と生息しない地域のアカイエカの発生数をライトトラップで比較したところ、明白な差はみられなかった。

本調査にあたり、ライトトラップの設置と電源の供給に協力して下さった堤 岩夫、板東 清、清川 登、本田数男、吉永 明、日下 明、芦田日出夫の各位、および南井上保育所、川内北小学校、国府中学校、徳島市川内支所と不動支所に深謝致します。また、この調査に助力して下さった松本多恵子夫人、および種々にわたって御援助下さった徳島市医師会と市役所衛生課の諸氏に感謝します。本研究は文部省科学研究費の補助をうけた。

文 献

- Bay, E. C. (1967) : Mosquito control by fish: a present-day appraisal. *WHO Chron.*, **21** : 415-423.
- Bay, E. C. and L. S. Self (1972) : Observations of the guppy, *Poecilia reticulata* Peters, in *Culex pipiens fatigans* breeding sites in Bangkok, Rangoon, and Taipei. *Bull. Wld Hlth Org.*, **46** : 407-416.

佐藤英毅, 大久保新也, 佐々学, 和田芳武, 元木貢, 田中寛, 山岸宏, 沖野外輝夫, 栗原毅(1972) : 徳島市に蚊の天敵として移植したカダヤシに関する観察. 衛生動物, **23**(2) : 113-127.

Sawara, Y. (1974) : Reproduction of the mosquito-fish (*Gambusia affinis affinis*), a freshwater fish introduced into Japan. *Jap. J. Ecol.*, **24** : 140-146.

Summary

The mosquito fish, *Cambusia affinis* (Baird and Girard) was introduced into Tokushima city in 1968 to control mosquito larvae in the salt marsh and the drains. Thereafter the fish propagated and spread into the wide area of the city.

In the present study, it was clarified how extent they were distributing in the city area after 8 years since the introduction. The distribution of *G. affinis* in the winter season were limited. During several years following the introduction, the fish were spread by the members of laboratory. However it was confirmed by the present study that the fish spread themselves from the focus of the distribution to the surrounding areas during the spring and summer time. In the autumn of 1975, *G. affinis* distributed approximate 70 percent of the water bodies, whereas, larvae of *Culex pipiens pallens* distributed in the limited places.

The effectiveness of *G. affinis* on the control of mosquito larvae was studied by releasing the fish into the drains where only *Culex pipiens pallens* larvae were inhabiting. After average 250 individuals of *G. affinis* per drain of approximately 2 m×80 m were released, the number of mosquito larvae decreased at 7 drains out 9. The fish settled in the these places and could be observed till four months later when the experiment was ended.

The effectiveness of *G. affinis* on the mosquito control was studied also by examining the number of adult mosquitoes. Light traps were set up at the *G. affinis* densely inhabited area and the no *G. affinis* area. Comparison of the number of mosquito between the two areas indicated no significant difference. Mosquitoes seemed to be not abundant even in the area where no *G. affinis* inhabited in the present study.