

団体名・グループ名

## 広川町立津木中学校 総合学習ゲンジボタル研究班

審査委員の評価のポイント

ホタルの習性である発光パターンが、ホタルのコミュニケーションにどう利用されているかと、光害（ひかりがい）の影響についての研究、ホタルの生息に適した水環境調査が高く評価されました。

活動の場所

本校校区内の広川とその周辺

活動したこどもの人数

20人

活動したこどもの学年

中学 1, 2, 3 年生

活動継続年数

18 年

主な受賞歴

平成16年度こどもホタルンジャー優秀賞  
平成18年「みどりの日」自然環境功労者環境大臣表彰

活動グループ（学校・団体）の紹介、活動頻度

津木中学校は、和歌山県広川町の山間にある生徒数20名の小さな学校です。本校では平成元年から当時少なくなりかけていたゲンジボタルを保護するためにホタルの保護カンパンを設置したり、幼虫の飼育と放流を行っています。その結果、平成6、7年頃からホタルが増え始め、今ではホタルが乱舞します。ゲンジボタル研究班のメンバーは全校生徒です。5月から6月にかけて1ヶ月間、每晚校区内14地点でのホタル生息数調査をします。また、生徒全員で育てた幼虫を広川各地に放流しています。平成14年度からは総合学習でホタルの生態やホタルの生息に適した環境について詳しく研究し、研究レポートを作成しています。メンバー全員、ほたるを「ふるさとの宝物」として、大切に育て、研究し、地域の人々といっしょに守っていきたくて願っています。

活動の概要（活動の経緯も含めてご記入下さい）

本校では平成元年から、全校生徒がゲンジボタルの保護を中心とする広川の水環境保全活動を継続的に行っています。主な内容は次の通り。

- (1) ゲンジボタルの定点生息数調査と成虫・幼虫の生態研究
- (2) ホタルの幼虫の飼育と放流、ホタル保護カンパンの設置、巻き貝カワニナの養殖
- (3) 水生生物やCOD値等による水質調査・カワニナ数の調査等による「ホタルの生息に適した水辺の環境」の解明
- (4) ホタル保護や研究に関する活動事例の発表・発信

このようにホタルの保護活動と水環境やホタルの生態についての調査研究活動とを両立させながら環境保全につなげています。また学校と地域住民が一体となった取り組みとなるよう、「ホタルの幼虫放流会」「地域夏祭りでの成果発表」等を行い、積極的に情報発信をしています。

団体・グループ名

広川町立津木中学校・総合学習ゲンジボタル研究班

活動の場所 (様子や環境など)

学校や自宅に近い広川とその周辺の場所(調査地点は14カ所)。近年、校区内全域でホタルが乱舞します。

タイトル

ゲンジボタルの光コミュニケーションを徹底解明!

活動を始めたきっかけ (興味を持ったことなど)

ホタルの生息数調査/校区内14地点で全校生徒が1ヶ月間、カウンターで毎晩調査します。



●ホタル生息数調査地点



### 1. はじめに

本校では平成8年からゲンジボタルを保護するためにホタルの生息数調査や幼虫の飼育と放流を行っている。活動を通してゲンジボタルの発光には、光り方を同調させる集団明滅やホタルがメスに接近した時の強い発光(フラッシュ発光)などいくつかの発光パターンがあることがわかった。ホタルのホとメスほどのような求愛の信号を発してコミュニケーションをするのだろうか。ホタルの発光の謎に迫りたいと考えた。

活動の内容や調べたこと、写真やイラスト



## 2. 研究の目的

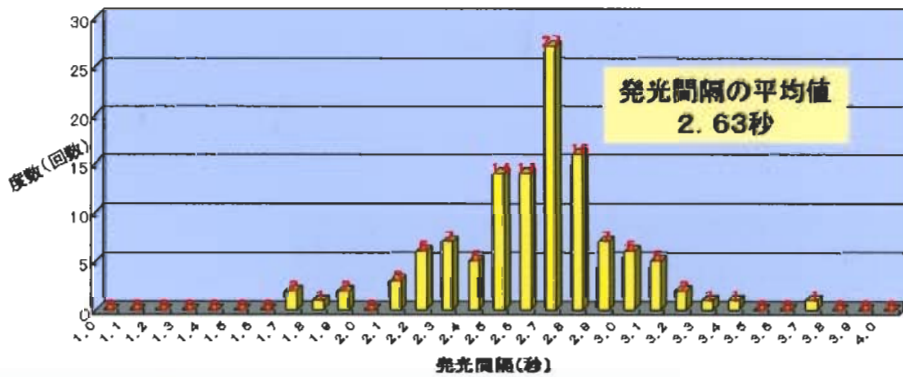
ゲンジボタルの求愛行動の解明を通して、ホタルの繁殖と生存に適した環境保全の存り方を地域に発信する。

## 3. 研究内容の概要

(1) 集団発光は「2.6秒型」  
オスボタルが集団明滅する時間間隔は左の新聞記事によると、地域によって違い東日本では4秒型、西日本は2秒型、新潟や静岡では3秒型であるという。和歌山県のデータがなかったのど、調べることにした。まず、校区内の3地点で発光間隔をストップウォッチのラップタイムで記録した。

各地点で3人が40回ずつの計120個のデータをとり、グラフにした。3地点ともほぼ同じ形のグラフとなりデータの平均値は、3地点とも

発光間隔別の度数分布グラフ(岩淵A)



各地点の集団明滅の発光間隔の平均値

- 岩淵A(上流) 2.63秒
- 寺杣A(中流) 2.67秒
- 前田A(下流) 2.63秒

ストップウォッチで  
発光間隔を測定

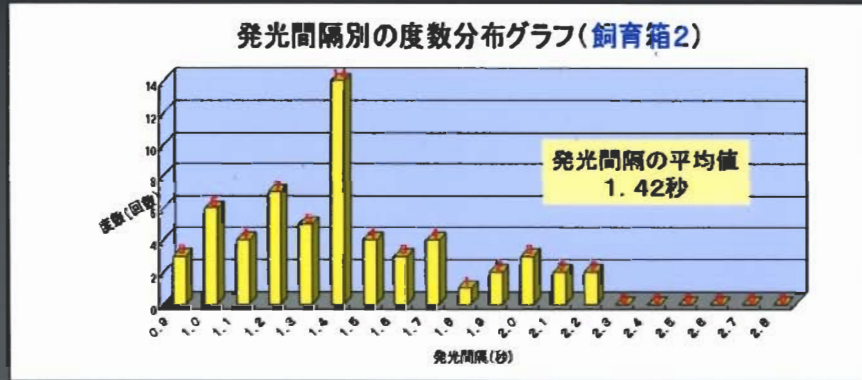
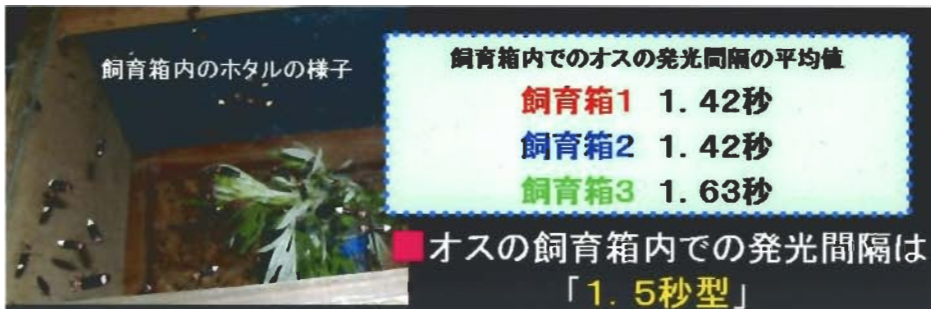
オスの集団明滅の発光間隔は  
「2.6秒型」

もに2.6秒台であった。このことから広川町のオスボタルの集団明滅間隔は西日本の「2秒型」と静岡、新潟の「3秒型」の間である「2.6秒型」であることがわかった。





活動の内容や調べたこと、写真やイラスト



ようになった。三つの飼育箱のデータにあまり差はなく発光間隔はほぼ1.5秒ぐらいであることがわかった。このことからオスホタルが草木の葉の上にとまっているときの光り方も1.5秒間隔であると考えられる。この光り方を「通常発光1.5秒型」とした。

■ オスホタルの発光は4パターン

- 集団明滅2.6秒型
- 通常発光1.5秒型
- フラッシュ発光パターンI
- フラッシュ発光パターンII



**フラッシュ発光パターンI**  
オスがメスを見つけて近くまで飛んでいくと、まず0.8秒間隔で10回くらい強く飛ってアピールする。

**フラッシュ発光パターンII**  
パターンIの発光後、メスに数cmまで接近し、激しい光で5回くらいプロポーズする。発光間隔は1.5秒。

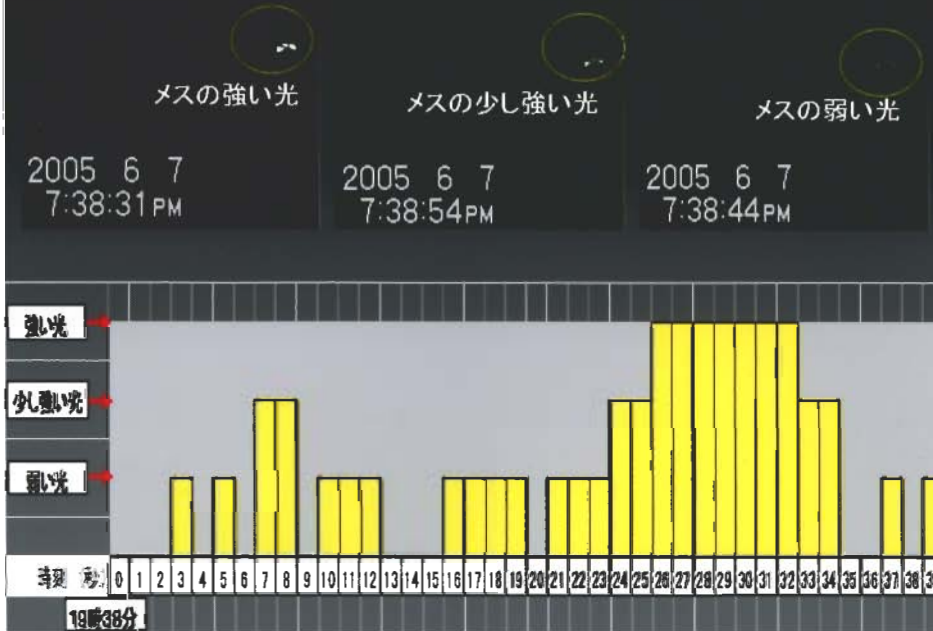
(2) 草木に留まっている時の発光は「1.5秒型」  
飼育箱内のホタルの発光を観察していると、オスホタルは集団明滅をせずにバラバラに光っていることに気付いた。その明滅の間隔は集団明滅よりも短く感じたので集団明滅の時と同じ方法で言問べることにした。するとこのグラフの

(3) オスホタルの発光は4パターン  
さらに詳しく観察するとオスがメスを見つけ飛んでいく時強く光ることがわかった。この時、0.8秒間隔で10回ほどビカビカビカッと強く光る。これを「フラッシュ発光I」とした。また、フラッシュ発光Iの後、メスに数cmまで接近したときには1.5秒間隔でさらに激しく光った。これを「

フラッシュ発光II」とした。このようにオスの発光には「集団明滅2.6秒型」と「通常発光1.5秒型」を含む4つのパターンがある。自然界ではオスの数はメスの3倍以上といわれ、夜間飛んでいるのはほとんどオスである。オスは集団明滅をしながら光り方の違いでメスを見付け、2種類フラッシュ発光を巧みに使い分けて、少ないメスに求愛し交尾に至ることがわかった。

活動の内容や調べたこと、写真やイラスト

### ■メスは、強弱3段階の光を連続的に放つ

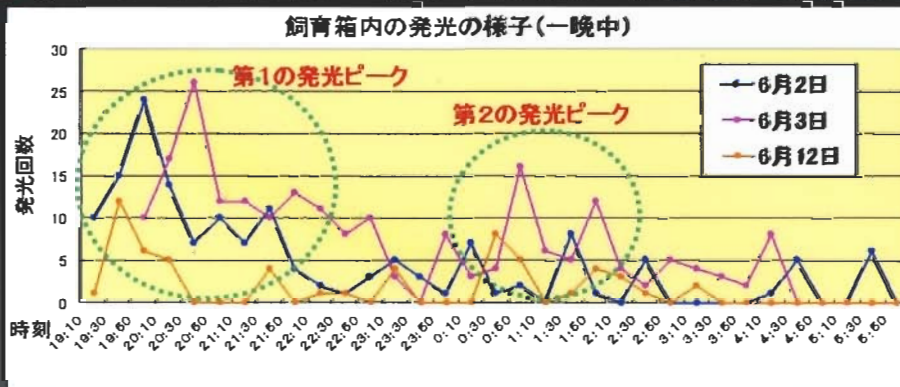


計測はうまくいかなかった。そこでビデオカメラで撮影した映像をもとにメスの発光を1秒ごとに詳しく調べた。すると、メスは「弱い光」「少し強い光」「強い光」の3種類の光の強さを連続的に変えながら光っていた。それを表したのが上のグラフ。

### (4)メスボタルの発光は不規則

夜間飛翔はから集団明滅するメスは全てオスで、メスは草木の葉の上にとまって発光している。そのメスの発光を観察するとメスの発光の強さや決まったパターンは全く不規則に光るこがわかった。メスの発光にもオスを誘うような機能があるのではないかと考えて、飼育箱内の特定のメスボタルの発光間隔や光の強さを記録した。メスの発光は発光間隔や光の強弱が大変不規則なのでストップウォッチによる

### ■ゲンジボタルは一定時間帯に求愛行動をする



◎第1のピークは19時30分から21時30分頃まで、第2のピークは0時から2時頃まで。

◎第1のピークの方が大きいのは第1のピークで交尾を終えたオスボタルは第2のピークでは求愛行動をしないからだと考えられる。

### (5)ゲンジボタルの求愛する時間帯は一晩に2回

オスボタルが一晩中明滅を繰り返せばメスに出会うチャンスは大きい。エネルギーの消費も大きくなる。そこでボタルは、一晩中同じように発光し続けるのではなく、一定の時間帯に集中して発光し、求愛しているのではないかと考えた。これを解明するため飼育箱の前にビデオカメラを設置し、19時から翌朝6時までの撮

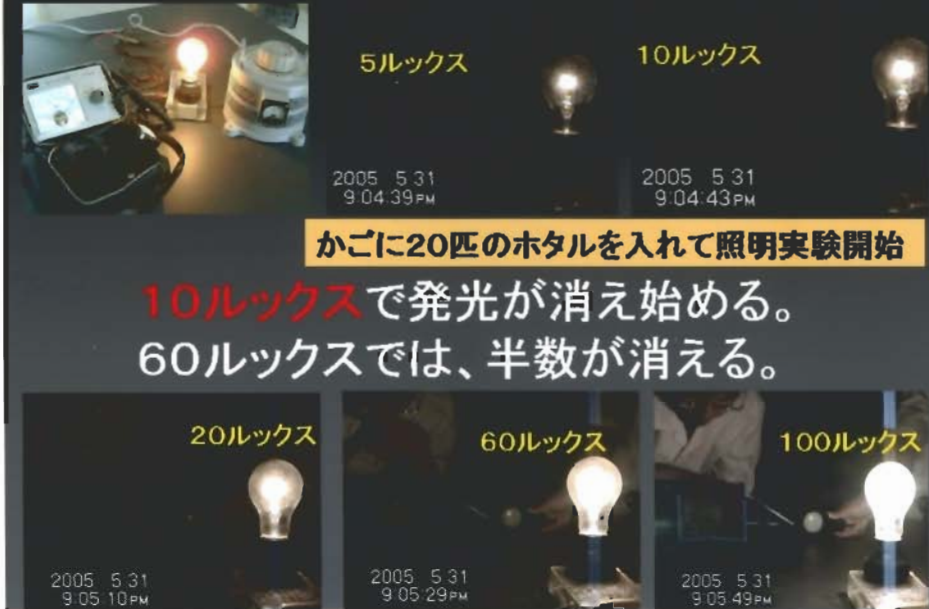
影を3回行った。撮った映像を20分ごとに2秒間クローズアップ再生でテレビに映し映っている全てのボタルの数をカウンターで記録し、グラフ化した。すると、飼育箱内のボタルの発光には大きく二つのピークがあるこがわかった。17日は19時30分から21時30分頃にかけての大きなピーク、27日は0時から2時頃にかけての小さなピーク。データに多少のばらつきはあるが、ゲンジボタルは一晩に二回盛んに発光すると思われる。このように一定時間帯に求愛することで、エネルギーの無駄な消費を防いでいると考えられる。



活動の内容や調べたこと、写真やイラスト

(6) 明るすぎる夜間照明

### ■ 照明が発光におよぼす影響を調べる



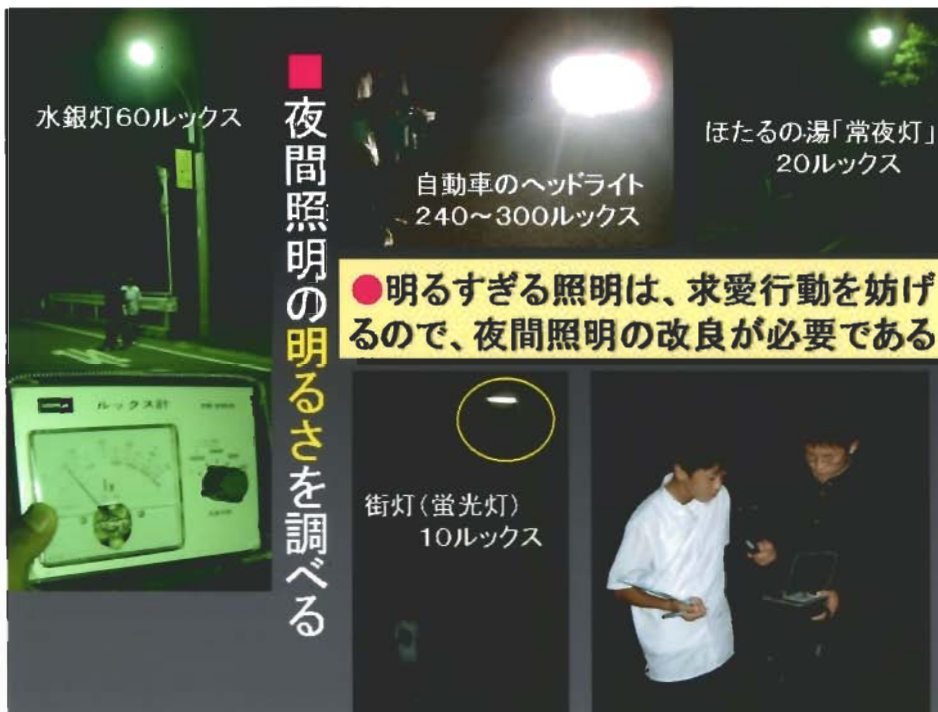
かどうなるかを言周った。この実験では、10ルックスを境に始め、60ルックスになると半数の発光が消え、100ルックスになるとほとんどの発光が消えた。

明はホタルの求愛行動を妨げる

ホタルの飛翔調査をしていると自動車のヘッドライトや街灯の明るさか気になる。そこで夜間照明かホタルの発光にどんな影響を

与えているかを調べることにした。夜真暗の理科室で虫かごに20匹のオスホタルを入れ、徐々に電球の明るさを変えるとオスの発光が消え

### ■ 夜間照明の明るさを調べる



また実際の夜間照明かどのくらい明るさであるかをルックス計を使って言周ったところ、

蛍光灯だけか10ルックスで他の照明それ以上であった。

このことから蛍光灯以外の照明はホタルの発光に少なからず影響を及ぼしている

と考えられるため、夜間照明の改良を提案したい。



活動の内容や調べたこと、写真やイラスト

■ ゲンジボタルは、飛翔力が弱いために発光による求愛行動を進化させたと考えられる。



飛び立つゲンジボタル

	距離	時間	飛翔速度
1回目	5.7 m	7.9 秒	0.72 m/秒
2回目	4.2 m	3.6 秒	1.17 m/秒
3回目	3.8 m	4.4 秒	0.86 m/秒
4回目	3.1 m	4.6 秒	0.67 m/秒
平均			0.85 m/秒

● ホタルはゆれながら飛ぶので正確な速さは測れなかった。実際にはもう少し速い1m/秒ぐらいだと推測する。

の飛ぶ速さを求めることにした。ゲンジボタルは飛ぶスピードが遅いのでまっすぐ飛ばずにゆらゆらゆれながら飛んだので正確な距離は測定できなかった。でもとりあえず飛翔速度を求めてみた。表では平均飛翔速度は0.85 m/秒となっているがゆれながら飛んでいるため、距離はもっと大きくなり実際の速度は1m/秒〜2m/秒ぐらいであると考え。このような飛翔能力では昼間長距離を飛んだり素早く飛んだりしてメスを見つけるのは困難です。だから夜間に光を放ちながら光り方の違いでメスを確実に見つけて近づく方法を進化させたのではないかと考える。

研究のまとめとして、下図のようにゲンジボタルの光コミュニケーションをシミュレートした。

◆ 研究のまとめ

★ゲンジボタルのオスとメスの求愛行動シミュレーション★

川辺に夕闇が迫り、あたりがうす暗くなると草木の上で休んでいたゲンジボタルのオスは、まず「通常型1. 5秒間隔」で発光を始める。やがて飛翔し、発光パターンを「集団明滅型2. 6秒間隔」に変える。そして一定区域のオスが発光のタイミングを同調させ、集団明滅となる。

一方メスは、草木の葉の上で強弱3段階の発光を連続して不規則に変えながらオスに自分の存在をアピールする。メスの居場所を光り方の違いによって見つけたオスは、草木の上に留まっているメスに近づく。そこで「フラッシュ発光パターンI」によって0.8秒のごく短い間隔でピカピカピカッと10回ほど明るく光り、自分の存在をメスに伝える。そしてオスは、メスに最接近し「フラッシュ発光パターンII」によって1.5秒間隔で5回ほど激しく光り、自己主張する。このプロポーズのサインをメスが少し強い光によって受け入れると両者の交尾が成立し、メスは産卵となる。



ゲンジボタルの発光はオスとメスが出会うための求愛信号である。雌雄の発光パターンをもとに正確に解明すれば、光でホタルとお話ができるかもしれない。このように私たちが毎年観察を続けるゲンジボタルの光コミュニケーションは、不思議で神秘的、またとても魅力的である。





活動で工夫したこと、困ったこと

■ 一晩中のホタルの発光を観察・分析する

ビデオカメラを一晩中まわして、ホタルの発光を記録しました。



10分間に2秒毎のビデオ映像を見ながらカウンターの発光回数を調べる。

デジタルカメラの発光回数、発光間隔、光の強さ、法定的時間帯、ストップウォッチのラップタイムやカウンターを用いて記録した。またホタルの発光パターンが小さな変化を見逃さないようにビデオカメラ(赤外線撮影機能)でホタルの発光を一晩中撮影し、スロー再生で確認しながら記録した。ビデオのスロー再生による分析では、画面を注視しなければならず、とてもしんどかった。でもやり遂げたときの達成感も大きかった。

これからやりたいこと



● 下流域・前田Aの石



● 上流域・岩淵Aの石



本校では、ホタルの生息に適した水環境を知りたいために、毎年広川の3地点で水生生物調査やカワニナ数、COD値の調査を行っている。その結果、上流域と下流域では河床の石に付いている珪藻の様子がかなり違っていた。左の写真のように下流域の石には黄緑色のドロドロした珪藻類

が付着していた。上流域の石には褐色の珪藻が付着した。たくさんのカワニナがこの珪藻を食べていた。また下流域では、カワニナは川岸の植物の根などを食べていることがわかった。来年度は、ホタルに最適な水環境について「珪藻の研究」から進みたいと考えた。





気づいたこと、感じたことやおもしろかったこと ほたるの魅力を伝えることが環境大臣やみんなに伝えたいこと 地域の環境保全につながる。

わたしたちの校区では、ゲンジボタルが乱舞します。津木中では長年ホタルの保護と放流を行ってきました。総合学習が始まってからは、毎年テーマを決めてホタルの生態の謎を研究しています。研究成果は、地元の温泉施設「ほたるの湯」に展示します。また、ホタルの季節には、生息数調査の結果を温泉ロビーに「ホタル情報」として掲示しています。温泉に来てくれるお客さんが情報板を見て、ホタル鑑賞を楽しんでくれ、とてもうれしく思います。



↑地元の温泉施設「ほたるの湯」に、生徒が毎日調査するホタル飛翔速報とホタルの生態についての研究成果を掲示しています。

私たちは、単に「ホタルを保護しよう」と呼びかけるだけでなく、ホタルの生態や生息する環境について研究し、ホタルの魅力を地域の人々に知ってもらうことが環境保全につながると思っています。毎年6月下旬に行う「ホタルの幼虫放流会」や夏休みの「ほたるの湯夏祭り」、町内生涯学習講座や老人会では、多くの人々にホタルの素晴らしさを伝えています。今では地域の人々の間に「ほたるはふるさとの宝」という思いが広がっています。ホタルの生態や生息環境については、まだまだわからないことが多く、これからもホタルの保護活動と研究活動を続けていきたいと思っています。

ホタルの湯夏祭り／紙芝居「ほたるの一生」を発表  
研究成果は、積極的に地域へ発信しています。



ホタルの幼虫放流会／6月下旬、小中学生と地域の人々がいっしょに数万匹の幼虫を広川に放流します。





気づいたこと、感じたことやおもしろかったこと  
環境大臣やみんなに伝えたいこと

前田A地点 1999年6月



1999. 6. 22  
PM 6: 16

(写真1)

本校区の前田A地点では1999年に護岸工事が完了した(写真1)。当時はホタルもカワニナもほとんどいなかった。工事終了後も年が経過して、100匹以上のホタルが舞い本格復活となった(写真2)。

(写真2)

写真からもわかるように、川の左岸は階段状ブロック工事、右岸は全てコンクリートで覆う工事が行われた。階段状ブロックは上面に穴が開いていて、ここに土砂や草が入り、プランターのような役目をしている。このブロックに沿って植物が育っている(写真3)。特に夏場は「ミゾソバ」という植物が水辺を覆うように生い茂っている。その結果、この植物の根を食ってカワニナが増えたと考えられる。カワニナの増加によりホタルが復活した。ただし、ホタルが乱舞するのは、左岸の階段状ブロック付近だけで、全てコンクリートで覆う工事を行った川の右岸では、10年間の調査の結果、ほとんどホタルはいないことがわかってきている。

前田A地点 2005年6月



↑ここで一晩に100匹以上のホタルが乱舞するようになった

このように階段状ブロック工事では、水辺に植物が育つことができるので、カワニナやホタルにとって適した環境である。

これからこのようなホタルにやさしい「川づくり」を進めてほしいとお願いたします。



2005. 6. 10



2006. 8. 21

↑階段状ブロックは、プランターの役目を果たす

夏場には、植物が生い茂り、水辺に根を張る↑



植物(ミゾソバ)の根を  
食べるカワニナ

十月下旬階段状ブロック  
付近のミゾソバの花が満  
開になる→

