

## 都市化が住民のホタルの見え方に及ぼす影響

上田 哲行\*<sup>1</sup> 草光 紀子\*<sup>2</sup>

### 要 旨

石川県金沢市とその近郊の七ヶ用水地域において、住民のホタルの存在認識（見え方）に都市化が及ぼす影響をアンケート調査等の結果から分析した。都市化に伴いホタルが急激に減少する傾向があった。ホタルを見る人の比率はホタルの多さに依存していた。ホタルを見ない人は、以前は見たが今は見ない人とホタルに無関心な人に大別できたが、いずれの比率もホタルの多少とは必ずしも関係がなく、前者は七ヶ用水地域で多く、後者は金沢地域で多かった。都市化に伴うホタル個体数の減少が、生活スタイルの変化とも相まって、ホタルを見る機会を減少させることで、次第にホタルそのものへの関心を消失させ、やがてホタルがいるにもかかわらずホタルを見なくなる人の増加をもたらすという経過をたどることが示された。このような結果を踏まえて、生物多様性の保全において、身近な生物への関心を高める方策の必要性を指摘した。

キーワード：都市化／ホタルの存在認識／生物への関心／アンケート調査／生物多様性保全

### 1. はじめに

わが国の農村環境の生物多様性、とりわけ都市近郊におけるそれは、商工業地化や宅地化など都市的土地利用（都市化）の拡大によって大きく劣化している（環境省生物多様性総合評価検討委員会, 2010）。

この論文で扱うホタル類についても都市化による環境破壊や水質悪化による激減が指摘されている（大場, 1988 など）。石川県金沢市では1987年以來、子供会を主体としてホタルの生息調査が実施されているが、ゲンジボタルの確認地点数に大きな変化はないものの、ヘイケボタルでは1990年をピークに確認地点数が減少傾向にあるという（金沢市環境局環境保全課, 2007）。

地球規模での種の絶滅を防ぐことはもちろん重要であるが、ホタルのような身近な生物の局地個体群の絶滅を防ぐことも長期的な生物多様性の保全において重要な意味を持つ。Pyle (1993) は、身近な生物多様性の低下が人々の自然とのふれあい機会、さらには自然への関心そのものを喪失させるという悪循環を「(自然) 体験の消滅 the extinction of experience」と表現し、それを防ぐことの重要性を指摘している。Miller (2005) は、それを踏まえて、生物多様性の保全には、世

界の人口の半分を占める都市住民による理解と支援が不可欠であり、都市住民が自然に接することができる場の再生が重要であると主張している。

このように都市化が引き起こす問題は、1つには文字通りの生物多様性の低下であり、もう1つは、そのことの結果として生じる住民の自然からの乖離と生物多様性に対する関心の低下である。嘉田 (2002) の表現を借りれば、近代化に伴う人と自然（生物）との距離、とりわけ「心理的距離」の拡大という問題である。しかし、「体験の消滅」や「自然との距離」は、直感的に理解がしやすく訴求力のある概念ではあるが、定量的な分析が難しく、必ずしも実証的な研究の中で論じられているわけではない。

この論文では、ホタルを例に「自然との距離」を地域住民のホタルの存在認識の在り方（以下、ホタルの見え方）の違いとして評価し、都市化に伴ってホタルの見え方に変化が生じることを示す。また、その背景にあるホタルの価値の低下やホタルへの関心の低下（ホタルとの心理的距離の拡大）が生じるプロセスを考察する。

ホタルの見え方の違いとは、具体的には、同じ地区でホタルを見ている人がいる一方で、見ない人がいること、見ない人の中にも、昔は見たが今は見ない、昔から見ない、気にしたことがないからわからないといった、ホタルへの注意や関心の

\*<sup>1</sup> 石川県立大学 名誉教授

\*<sup>2</sup> (一般社団法人) 地域環境資源センター

向け方、ホタルに関する記憶などに違いがあることをここでは意味する。このようなホタルの見え方の違いが、ホタルの個体数や都市化とどのように関係するかを定量的に分析する。

ホタルの見え方の分析は、石川県金沢市及び隣接する白山市を中心とした手取川扇状地地帯の住民を対象としたアンケート結果を利用して行う。使用したアンケートは2000年に実施したものであり、その時点での住民のホタルの見え方を評価することになる。これらの地域では、その後もさらに都市化が進み、ホタルの生息状況も変化しているものと思われるが、ここでは、これらの地域の都市化が急激に進んだ1970年から2000年までの30年間をモデルケースとして検討する。

ホタルの見え方は個人的な問題であり、個人属性の分析も必要であるが、ここでは都市化の程度が異なる地区間の比較に留め、ホタルの見え方への都市化の影響の全体的な傾向を明らかにすることを目的とする。

## 2. 研究の方法

### (1) 調査地域の概要

2000年のアンケート調査は、都市と農村における地域用水機能に対する住民意識の比較を目的として実施したものである。都市部の代表として石川県金沢市、農村部の代表として手取川扇状地に位置する農村集落を選定した(図1)。調査に当たっては、金沢市については町会、七ヶ用水地域については集落を単位とした。以下、町会と集落をあわせて「地区」と呼ぶ。

金沢市内には現在でも総延長約150kmにわたる多数の用水が張り巡らされている。それらの用水のうち、辰巳用水と鞍月用水、大野庄用水、大桑用水の近傍の地区を対象としてアンケートを実施した(金沢地域)。

これらの用水はいずれも犀川から取水している。辰巳用水は取水口が最も上流に位置し、犀川河岸段丘崖の緑地に沿って流れ、郊外住宅地、旧市街で開渠、暗渠を繰り返しながら流下している。鞍月用水と大野庄用水は、取水口自体が市街地にあり、その大半は繁華街や住宅密集地を流れ、下流部で水田地帯を灌漑しているが、調査対象を市街地に限定した。大桑用水は短く、集落や水田の間を流れ、犀川中流域に流下している。

手取川扇状地(行政区は、現在の白山市と野々市市、川北町)を流れる七ヶ用水は、扇頂部で手取川から取水し、半径12km内外の扇状地を7本

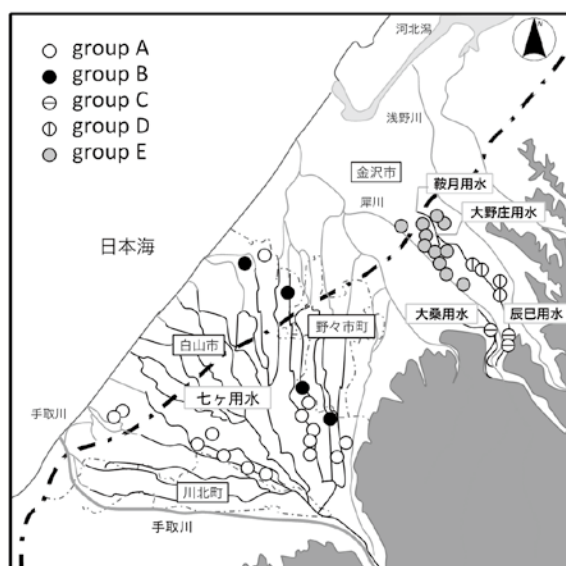


図1. 調査地区の位置図

group A-Eは図2土地利用状況による地区分類に対応

の支線水路に分岐して水田を灌漑し、末端で河川や日本海に流れ込んでいる。そのうち、5本の支線水路近傍の地区を調査の対象とした(七ヶ用水地域)。地域内には畑や果樹園がごくわずかに点在する程度で、屋敷林のほかにはまとまった樹林地はほとんどない。幹線水路はすべてコンクリートブロック等で護岸されている。

### (2) アンケート調査の概要

アンケート調査は、地域住民の用水に対する意識や利用状況・維持管理状況を把握する目的で実施された。このアンケート調査全体の概要は、橋本ほか(2003)が報告している。

対象地区は、金沢地域では23地区、七ヶ用水地域では27地区である。対象者は20歳以上の男女とし、金沢地域では2,036票の調査用紙を配布し、有効回答数は1,107票(有効回答率54.4%)であった。七ヶ用水地域では2,020票の調査用紙を配布し、有効回答数は1,371票(有効回答率67.9%)であった。

回答者は、金沢地域では女性が、七ヶ用水地域では男性がやや多かった。年齢構成に大きな差はなく、いずれも60代をピークとし、40代から70代が大半を占めた。金沢地域では非農家が84%、兼業農家を含めた農家は6%程度であったのに対し、七ヶ用水地域では非農家が27%、農家が65%余りであった。金沢地域の農家は、郊外集落の居住者であった。七ヶ用水地域では居住年数20年以上が81%であったのに対し、金沢地域では60%弱、10年以上を含めても74%程度で、

5年未満が14%近くを占めていた。

### (3) ホタルの見え方の集計

アンケートの質問項目は多岐にわたっているが、ここでは、「家の近く（500m以内）でホタルを見ることができるか」との問いに対する回答のみを分析する。回答方法は、「1. 以前は見たが今は見ない、2. 今も見ることができる、3. 今も昔も見たことがない、4. とくに気をつけてみたことがないからわからない」という4つの選択肢から1つを選ぶものである。

以下においては、アンケートの回答結果を「ホタルの見え方」の違いと捉え分析する。以後、「2」を選択した人を「今も見人」、「1」を選択した人を「最近見ない人」、「3」を選択した人を「昔から見ない人」、「4」を選択した人はホタルを「気にしていない人」と呼ぶことにする。また、「2」以外の回答者をまとめて「今は見えない人」、「1」と「2」を合わせて「昔見ていた人」と呼ぶことにする。

回答は地区単位で集計した。ホタルの質問に関する有効回答数が20未満の9地区と、ホタル調査（後述）が実施されていない野々市市2地区と川北町2地区は分析から除外した。最終的に、金沢地域18、七ヶ用水地域19の計37地区を分析の対象とした（図1）。最終的な有効回答数は、金沢地域が939票、七ヶ用水地域が880票であった。

### (4) 調査地域の土地利用状況

都市利用における都市化を把握するために、1/25,000地形図「粟生」、「松任」、「金沢」を利用した。七ヶ用水地域で都市化のきざしが見られ始めた1970年を対照年に設定し、アンケート調査を実施した2000年時点の土地利用状況と比較した。新旧地形図の発行年は、粟生が1972年と2000年、松任が1972年と2001年、金沢が1970年と2001年である。

これらの地形図から、Arc View 10.1を使用して、以下の手順で対象地区の土地利用割合と道路密度を求めた。

1) コアエリアの設定：地形図で「樹木に囲まれた居住地（以下「樹木居住地」）」として示された範囲を、それぞれの地区のコアエリアとした。金沢地域は、郊外に位置する2地区以外は住宅が密集しており、地区（町会）の範囲を地形図から求めることができなかったため、金沢市作成の町

会地図を元に地区の境界を決定し、それぞれの地区のコアエリアとした。

2) 500mバッファポリゴンの作成：アンケートでは、「家の近く」を500m以内としているため、GIS上でコアエリアの周囲500mのバッファを発生させ、対象範囲とした。

3) 土地利用割合：水田、樹林地（広葉樹林、針葉樹林、竹林、果樹園）、荒地（荒地、畑）、樹木居住地、市街地（独立建物、総描建物）、河川、その他に区分し、各地区の500mバッファポリゴン内に占める面積比率を算出した。

4) 道路密度：500mバッファポリゴン内の幅員3.0m以上の道路の延長距離を求め、1kmあたりの距離に換算して道路密度とした。

### (5) ホタルスコアの算出

ホタルの分布状況を把握するため、金沢市と白山市が公表している「ホタルマップ」を利用した。これは両市が市民（子供会）に呼びかけて実施しているホタル分布調査の結果で、金沢市では1987年以降、白山市では2005年以降の調査結果が公表されている。

ホタルの個体数や調査参加者数が年により変動すること等を考慮し、3年分の結果を使用した。金沢市については1998～2000年の結果（金沢市環境部環境保全課作成「金沢ホタルマップ平成10年版」から「同12年版」まで）を使用した。白山市については、調査開始から2008年までは参加者が少なく、ホタルの発見地点数が著しく少なかったため、やむをえず2009～2011年の結果（白山市市民生活部環境課作成「白山市ホタルマップ平成21年度」から「同平成23年度」まで）を利用した。

ホタルマップには、ゲンジボタルとヘイケボタルの確認地点が示されている。各地点での発見数(N)の表示方法は両市で異なっており、金沢市では $10 \leq N < 50$ 、 $50 \leq N < 100$ 、 $100 \leq N$ の3段階、白山市では $N < 10$ 、 $10 \leq N < 100$ 、 $100 \leq N$ の3段階である。そこで、両者を統一するため、発見数を $10 \leq N < 100$ と $100 \leq N$ の2段階に分け、それぞれにスコア1と2を与えた。

次に、各地区500mバッファポリゴン内に位置するホタル分布確認地点のスコアを年毎に合計し、3年間の平均値を「ホタルスコア」とした。その際、ゲンジボタルとヘイケボタルは区別せず、両種をまとめて集計した。なお、両地域ともN

< 10 の発見数の地点がホタルスコア算出に含まれないため、ホタルスコアが0であったとしても、必ずしもホタルが全くいないことを示すわけではない。

## (6) 統計的解析

土地利用状況により地区を分類するために、方法(4)で求めた1970年と2000年の土地利用割合と道路密度を独立した変数とし、2年分を一括して主成分分析を行った。次に、分析で得られた主成分1と2の得点を元にクラスター分析(ウォード法)を行った。以上の解析は、統計解析アドインソフトエクセル統計2012(株式会社社会情報サービス)を用いた。

なお、主成分分析の結果を利用して、1970年と2000年時点の各地区の都市化の進行度を評価する都市化指標( $U$ )を算出した。各地区の主成分1と主成分2の主成分得点( $pca1$ 、 $pca2$ )に、それぞれの寄与率で重みづけした合計値を都市化指標とした。すなわち、

$$U_i = 0.570pca1_i + 0.295pca2_i$$

である。ここで $i$ は個々の地区であり、定数0.570と0.295は算出された寄与率である。1970年時点と2000年時点の都市化指標(以下、都市化指標1970、都市化指標2000と表記)の算出には、それぞれの時点の主成分得点を使用した。

都市化がホタル個体数に影響を及ぼすかどうかを分析するため、ホタルスコアを目的変数、都市化指標2000及び地域(金沢と七ヶ用水の2水準のカテゴリ変数)を説明変数として、誤差構造をガンマ分布、リンク関数を逆数とした一般化線形モデル(GLM)により分析した。ホタルスコア0の地区があったため、一律に $1.0e^{-10}$ を加えて計算を行った。

ホタルの見え方に影響を及ぼす要因を明らかにするため、ホタルを「今も見人」の比率を目的変数とし、ホタルスコアと都市化指標2000、地域を説明変数として、地区IDをランダム効果に指定した一般化線形混合モデル(GLMM)によるロジスティック回帰分析を行った。

これらのモデル分析においてはR 3.6.1を使用した。GLMはパッケージMASSの関数glm、GLMMはパッケージlme4の関数glmerを用いた。モデル選択は、赤池情報量基準(AIC)と尤度比検定により行った。

## 2. 結果

### (1) 都市化の進行度合いによる地区の分類

土地利用状況の主成分分析の結果、主成分1(固有値3.42、寄与率57.0%)は、市街地比率(負荷量0.958)と道路密度(0.948)が強い正の相関を示し、水田比率(-0.979)と樹木居住地比率(-0.749)が強い負の相関を示した。第2主成分(固有値1.77、寄与率29.5%)は、荒地比率(-0.924)と樹林地比率(-0.893)が強い負の相関を示し、市街地比率(0.240)、道路密度(0.221)が弱い正の相関を示した。第1主成分は市街地化の程度を示す成分、第2主成分は緑地(樹林地と荒地)消失の程度を示す成分と考えられた。第2主成分までの累積寄与率は86.5%であった。

主成分得点のクラスター分析により、調査地区は各時点で大きく5群(クラスター1から5)に分けられた。さらに1970年時点と2000年時点の変化を考慮し、次の5グループに区分した(図2)。

**グループA(七ヶ用水農村部)**: 1970年時点と2000年時点ともに同じクラスター1に分類され、2000年時点でも市街化の程度が低い15地区。

**グループB(七ヶ市街化進行地区)**: 1970年時点ではクラスター1に属していたが、2000年時点で市街化が進んだクラスター2に移行した4地区。

**グループC(金沢郊外)**: 1970年と2000年共に同じクラスター3に区分された金沢市南部に位置する3地区。丘陵地や河岸段丘林の近くに位置するため樹林地が多い。1970年から2000年にかけて市街地化が進んだが、樹林地割合は低下しておらず、むしろ水田が果樹園になることでいくらか増加していた。

**グループD(金沢新市街地)**: 1970年時点で金沢市の中では市街地化の程度が低くクラスター4に属していたが、2000年時点で市街地化が進み、金沢旧市街地と同じクラスター5に属した5地区。

**グループE(金沢旧市街地)**: 早くから市街地化が進み、1970年時点と2000年時点ともに同じクラスター5に分類された10地区。1970年から2000年の間で大きな変化は見られていない。

### (2) 都市化とホタルの多さ

ホタルスコアを説明するモデルとして、都市化指標2000のみを説明変数とするモデルが選ばれた(表1モデル1、図3)。図3からは、地域の

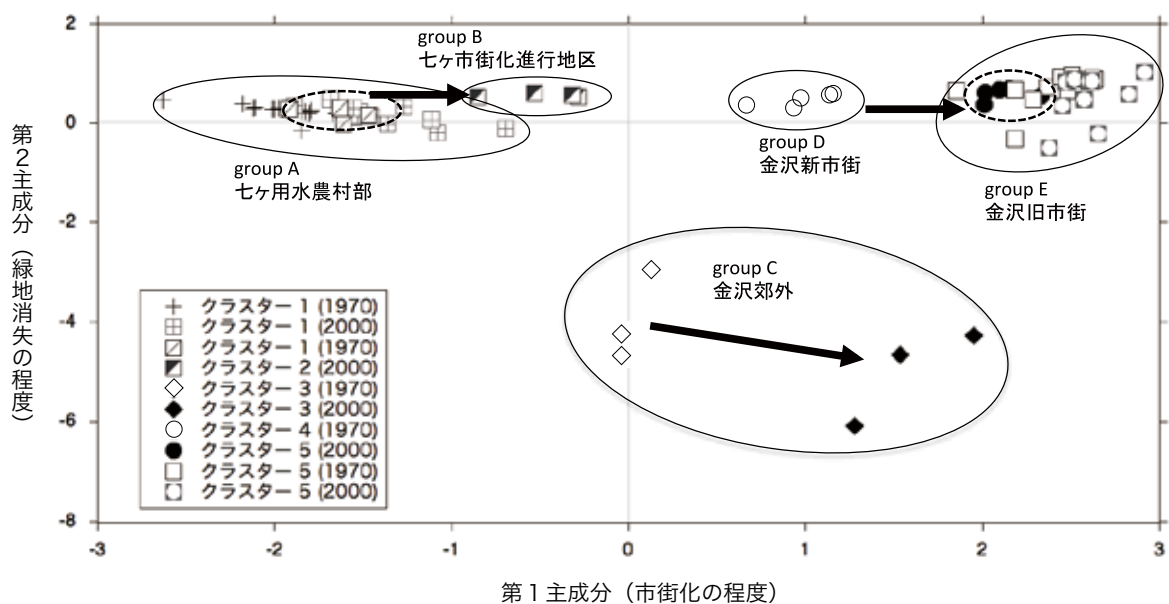


図2 都市化の程度を主成分分析とクラスター分析によって区分した地区グループ

表1 ホタルスコアを説明する一般線形モデルの分析結果  
誤差項にガンマ分布、リンク関数は逆数

| モデル名 | AIC     | 説明変数の係数  |           |        |        | 尤度比検定<br>$p$ |
|------|---------|----------|-----------|--------|--------|--------------|
|      |         | 切片       | 都市化指標2000 | 地域     | 交互作用   |              |
| モデル1 | -91.548 | 0.993*** | 0.650***  | -      | -      | -            |
| モデル2 | -89.951 | 1.119*** | 0.665***  | -0.296 | -      | 0.0705       |
| モデル3 | -88.309 | 2.031**  | 1.825*    | -1.255 | -1.216 | 0.0823       |
| モデルK | -       | 0.776*** | 0.609***  | 金沢地域   | -      | -            |
| モデルS | -       | 2.031**  | 1.825*    | 七ヶ用水地域 | -      | -            |

\*  $p < 0.5$  \*\*  $p < 0.1$  \*\*\*  $p < 0.001$  尤度比検定は1段上のモデルとの比較の結果を示す

違いによる切片及び傾きの違いが予想されたが、尤度比検定では、地域を含めたモデルは5%水準で棄却された ( $p = 0.0705$ )。ただ、モデルは過分散を示していたので、回帰曲線は地域別に求めたもの(表1モデルKとモデルS)を示した。いずれも都市化の進行に伴ってホタルが急激に減少することを示していた。

### (3) ホタルを見る見ないに影響を及ぼす要因

今もホタルを見る人の比率に影響を及ぼす要因としては、GLMM分析の結果(表2)、ホタルスコアと都市化指標2000が説明変数として選択された(表2モデル3)。

図4左に示したように、ホタルを見る人の比率はホタルスコアに大きく影響され、地域による違いは見られなかった。都市化によってホタルを見る人の比率は減少したが、ホタルスコアを加えた場合は、都市化そのものによる減少率がかなり小

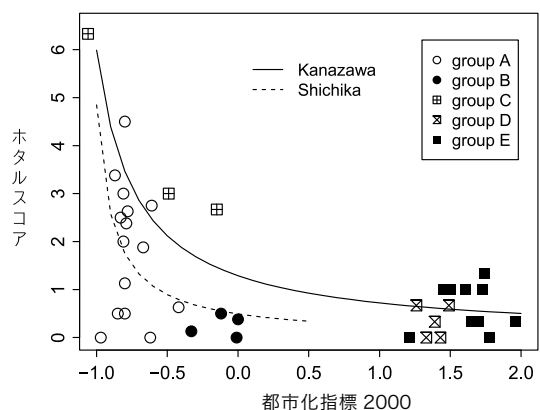


図3 都市化の程度とホタルの多さの関係  
回帰曲線は表1モデルK(金沢地域)とモデルS(七ヶ用水地域)による

さく(図4右)、都市化によるホタルの減少が間接的に大きな影響を与えていることが示された。ただ、いずれも地区間の分散が大きいため、ここ

表2 ホテルを見る人の比率を説明する一般化線形混合モデルの分析結果  
誤差項に二項分布、リンク関数はロジット、ランダム効果は地区

| モデル名 | AIC   | 説明変数の係数   |          |           |       |       | 尤度比検定<br>$p$ |
|------|-------|-----------|----------|-----------|-------|-------|--------------|
|      |       | 切片        | ホテルスコア   | 都市化指標2000 | 地域    | 交互作用  |              |
| モデル1 | 236.2 | -1.451*** | -        | -0.884*** | -     | -     |              |
| モデル2 | 220.8 | -2.655*** | 0.780*** | -         | -     | -     |              |
| モデル3 | 216.1 | -2.329*** | 0.613*** | -0.415**  | -     | -     | 0.0095       |
| モデル4 | 218.0 | -2.355*** | 0.592*** | -0.485    | 0.152 | -     | 0.7999       |
| モデル5 | 218.0 | -2.468*** | 0.794*** | -0.688*   | 0.179 | 0.279 | 0.1534       |

\*\*  $p < 0.01$  \*\*\*  $p < 0.001$  交互作用はホテルスコアと都市化指標の交互作用、尤度比検定は1段上のモデルとの比較の結果を示す

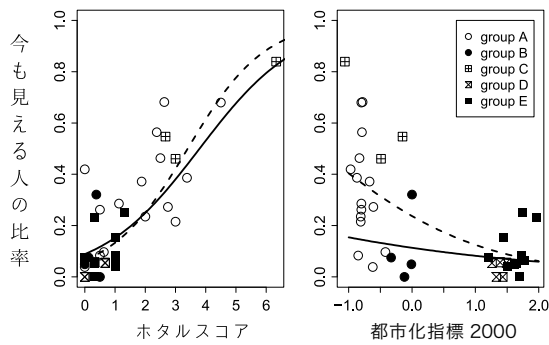


図4 ホテルの多さ(左)及び都市化の程度(右)とホテルが今も見える人の比率との関係

左図実線は表2モデル3、破線はモデル2、右図実線は表2モデル3、破線はモデル1による

で検討した要因以外の影響が示唆される。

#### (4) 地区グループとホテルの見え方

ホテルの見え方を地区グループ別に図5示す。なお、地区グループAからEの順に市街地化の度合いが高くなる(図2参照)。

時期は特定できないが、2000年以前の「昔」にホテルを見ていた人の比率は、七ヶ用水地域で著しく高く、農村部(A)と市街化進行地区(B)共に90%前後であった。金沢郊外(C)も82%と多くの人々がホテルを見ていた。金沢新市街地(D)と旧市街地(E)でも、地区による差が大きい、40%程度の人々がホテルを見ていた。

2000年時点で、今もホテルを見ると答えた人は、いずれの地区でも「昔」に比べて大きく減少していた。この減少は、最近見ない人の比率として示されるが、七ヶ市街化進行地区では78%と大きく、ホテルを見る人は11%にまで低下していた。農村部でも、地区による差が大きい、今もホテルを見る人は34%にまで低下し、最近見なくなった人が59%に達していた。

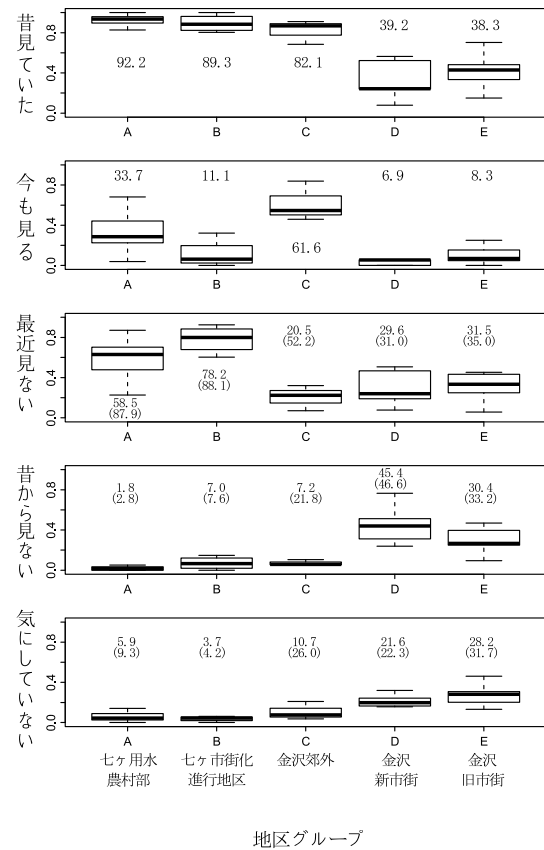


図5 地区グループによるホテルの見え方の比較

ホテルの見え方は地区毎の全回答者に対する比率。グラフ中に示した数字は地区グループとしてまとめた場合の比率。( )内の数字は見えない人を分母とした比率。箱ひげ図の太い横棒は中央値、箱の上辺は第3四分位点、下辺は第1四分位点、上下の横棒は $2\sigma$ の範囲。

金沢郊外では2000年時点でもホテルを見る人は62%と高い比率を示し、最近見なくなった人は21%の低下にとどまっていた。ただ、見えない人の内訳では、最近見なくなった人が半数以上(52%)を占めていた。金沢新市街地と旧市街地では、それぞれ30%程度減少し、今もホテルを

見る人は7-8%にすぎなかった。

昔から見ないと答えた人は、七ヶ用水地域では、農村部で2%、市街化進行地区で7%とごくわずかであった。金沢市街地で高く、新市街地で45%、旧市街地で30%であった。金沢郊外は、全体での比率として見ると、7%と低かったが、ホタルを見ない人の内訳では22%を占めていた。

気にしていないからわからないと答えた人も、七ヶ用水地域ではごくわずかであり(6%と4%)、金沢市街地で多く、新市街地で22%、旧市街地で28%であった。金沢郊外は、全体での比率では11%であったが、ホタルを見ない人の内訳では26%であり、金沢市街地とほぼ同程度であった。

以上のように、2000年時点でホタルが見えない人は大幅に増加していたが、その内訳で見ると、七ヶ用水地域の人最近見えなくなった人がほとんどであるのに対し、金沢新旧市街地では、昔から見ない、気にしていないと答える人も多く、両者を合わせると、見えない人の2/3以上を占めているという違いがあった。金沢郊外は見えない人そのものが少ないが、見えない人の内訳では、金沢市街地とよく似た傾向を示していた。

### 3. 考察

#### (1) 都市化とホタルの減少

ホタル類の生息環境に関する研究は比較的多くあるが(渋江ほか, 1995; 遊磨, 2001; 澤田ほか, 2004; 棗田ほか, 2013など)、そのほとんどはホタルが生息する水路を中心とした局地的な環境条件の分析であり、都市化という広域的な現象とホタルの減少を結びつけた研究は見当たらない。西原ほか(2002)は、金沢市郊外の1地区において、大規模開発によりゲンジボタルの生息地と個体数が大幅に減少した事例を報告している。

今回、都市化に伴って金沢地域、七ヶ用水地域共に、ホタルが急激に減少する傾向が明瞭に示された。本研究での都市化は、土地利用を指標としており、主に水田の市街地化や緑地の消失であった。

市街地化は、水田の減少をもたらすだけでなく、水田周辺の水路のコンクリート化や埋め立て、暗渠化を伴うことでホタル類の幼虫の生息場所の減少や悪化も招いたと考えられる(西原ほか, 2002)。また、市街地の街灯整備もホタル成虫の繁殖行動に悪影響を及ぼし、個体数の減少につながった可能性もある(大場, 1988, 2002; 遊磨,

2001)。

緑地の消失に関しては、樹林地面積比率が谷津田のゲンジボタルの個体数に正の効果を持つことが報告されている(澤田ほか, 2004)。今回の調査地でも、樹林地比率が唯一高い金沢郊外(C)でホタルスコアが高く、それを裏づけている。これらの地区の市街地化はかなり進んでいるが、樹林地比率が高いことで、そのメカニズムは不明であるが、ホタルの個体数が維持されていたと推測される。

今回の七ヶ用水地域のホタルスコアの算出において、金沢地域より10年後の資料を使用した。そのため、七ヶ用水地域のホタルスコアが低く評価された可能性がある。都市化とホタルスコアの関係モデルにおいて、有意差はなかったものの七ヶ用水地域の切片は金沢地域よりかなり小さく推定されており(リンク関数が逆数であるため、実際の切片は、金沢： $1/0.776=1.29$ ; 七ヶ用水： $1/2.03=0.492$ )、その可能性は否定できない。しかし、ホタルスコアとホタルを見る人の比率の関係モデルでは地域差が認められなかったことから、その影響は大きくないと思われる。金沢地域の切片の大きさは、樹林地比率が高い金沢郊外3地区(C)にもつばら起因しており、都市化指標の算出における緑地消失度の扱いを工夫することで解消する問題と考えられる。それゆえ、ホタルスコアそのものは、ホタル個体数の指標として有効であると判断される。

#### (2) 都市化とホタルの見え方

##### 1) ホタルの減少による影響

ホタルを見るためにわざわざ外出する場合を別にすれば、住民がホタルを見るのは、帰宅時や散歩など夜間の外出の折に偶然にホタルを見るかどうかに依存し、住民とホタルの遭遇確率はホタルの個体数に依存するはずである。ホタルスコアが高い地区ほど、今もホタルを見る人の比率が高いという今回の結果は、それを反映したものであろう。

同様に、七ヶ用水地域で昔はほとんどの人がホタルを見ていたことは、都市化が進む以前はホタルが多かったことを示している。その後のホタルの急激な減少によって遭遇確率が低下し、ホタルを見ない人が多くなった結果、最近見ないと答える人の比率が高くなったと理解できる。

このようにホタルを見る人の比率は、主にホタル個体数に依存しており、都市化は、ホタルを減

少させることで、間接的にホタルの見え方に影響していると言える。ただし、都市化がほとんど進行していない七ヶ用水農村部（A）でも最近見ない人の比率が高かったことは、これだけでは説明できない。

## 2) 生活スタイルの変化による影響

都市化は土地利用の変化だけでなく、住民の労働形態の変化も伴う（高野，1959）。すなわち、専業農家が減少し、兼業農家や非農家（雇用労働者）が増加する変化であり、同時に通勤労働者の増加をもたらすことになる。

公共交通機関が発達していない郊外地域では自家用車での通勤が一般的である。内閣府の統計資料「主要耐久消費財等の普及率（全世帯）」によれば、一般世帯の自動車保有率は1970年で22%、2000年で84%であり、今回対象とした30年間で4倍に増加している。

自家用車での移動中は、車の照明でホタルの光が打ち消され、ホタルを見ることはまず不可能である。また、多くの場合、車を自宅に横付けにするので、自宅の周囲の様子でさえも観察する機会がほとんど消失する。このような状況の中では、地区にホタルがいたとしても、ホタルとの遭遇機会が著しく減少していくことは容易に推察できる。

これ以外にも、戦後の生活スタイルはさまざまな場面で大きく変化している。たとえば、合成洗剤の使用のように水質を悪化させ、直接的・間接的にホタルの減少をもたらした変化もあるし、家庭用テレビゲームの普及のように、家族での余暇の過ごし方に大きな影響を与え、ホタルとの遭遇機会を減少させた変化もある。

このような生活スタイルの変化は、土地利用の変化とは直接関係がなく、都市化がほとんど進行していない伝統的農村部においても例外なく生じる。七ヶ用水農村部でも最近ホタルを見なくなった人が多かった理由の1つと考えられる。

## 3) ホタルへの関心の低下

上で見たような生活スタイルのさまざまな変化の中で、人々の水辺やホタルとのつながりも希薄になっていったことが指摘されている（嘉田，1992；遊磨，1993）。人と自然との距離の拡大であり、その中で、身のまわりの自然や生物への関心も低下していったと考えられる（嘉田，2002）。

昔からホタルを見ない人やホタルを気にしてい

ないという人が金沢地域で多くを占めていた。気にしていない人は、明らかにホタルへの関心が低い人であるが、昔から見ないという人も、かつては金沢市街地でも40%ほどの人がホタルを見ていたことから考えると、もともとホタルへの関心が低い人と考えられよう。そこで、この両者を合わせてホタルに「無関心な人」とみなすことにする。

無関心ゆえにホタルを見ない人は、七ヶ用水地域では少なく、金沢新旧市街地ではホタルを見ない人の2/3ほどを占めていた。金沢郊外でも半数近くであり、市街地化が進んだ地区ほど増加する傾向が認められた（図5）。

図6は、ホタル個体数による見え方への影響を除去するために、地区ごとにホタルスコアから予測した見える人の比率と実際に見える人と答えた人の比率の残差を求め、無関心な人の比率との関係を金沢地域について示したものである。一部例外的な地区もあるが、ホタルに無関心な人が多い地区ほど、ホタルを見る比率が予測を大きく下回る傾向がうかがえる。このことは、ホタルに無関心であるがゆえに、ホタルがいてもホタルを見ない人が金沢地域で多くなっていることを示している。

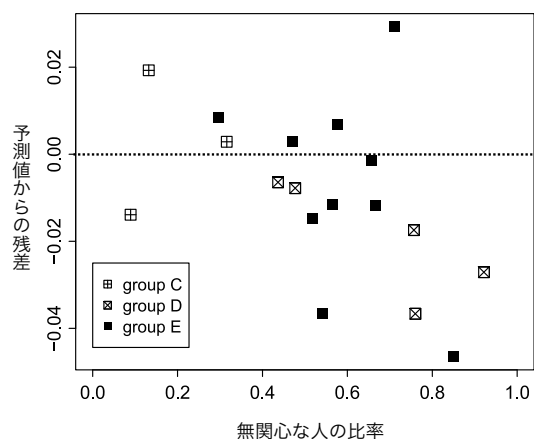


図6 ホタルが見える人の比率の予測値からの残差とホタルに無関心な人の比率との関係（金沢地域）  
予測値は表2モデル3より算出した

Pyle (1993) が指摘した身近な生物の絶滅による自然体験の消滅は、生物が実際に絶滅する以前に生じる可能性を上の結果は示唆している。ホタルの減少がホタルに対する関心を低下させ、ホタルと出会ったとしてもホタルが見えないという現象は、実質的に自然体験の消滅にほかならないからである。



図6の右上の飛び離れた点は、旧市街地に位置する1つの大きなマンション住民で構成された町会である。ホタルを見る人の比率が予測値を大きく上回っており、無関心な住民が多い一方で、ホタルに関心が高い住民も相当数いることを示している。

鬼頭（1996）は、自然から離れた都市生活は、かえって自然に対する強い願望や関心をもたらすことを指摘しているが、いっぽうで今回示されたように、ホタルなど自然に対する関心を失う人が多くなることも事実であろう。おそらく、都市居住者の自然に対する態度に二極化が生じるのではなかろうか。上で見た例は、それを端的に示していると考えられる。

### (3) ホタルの見え方と風景価値

認知心理学では、何かを見るときには、周囲の数多くの刺激の中から特定の情報を選択的に抽出する「注意」メカニズムがはたらくと考えられている。そのメカニズムとして、目標物を探索する場合の目標駆動型注意と刺激が大きいことで注意を向ける刺激駆動型注意、さらに、過去の体験（報酬）に依存する価値駆動型注意が想定されている（Anderson, 2013）。

ホタルを見るために出かけているときは、明らかに目標駆動型注意が優先的に機能しており、偶然にホタルを見る場合は、暗闇の中でホタルの光が目立つことによる刺激駆動型注意が機能した結果と解釈できる。また、同じ状況であっても、人によってホタルに気づいたり、気づかなかったりすることがあるのは、価値駆動型注意が機能するかどうかであり、その発現には、過去の経験においてホタルから得られた報酬、すなわち、ホタルを見たときの感動や癒やしの大きさなどが影響すると考えられる。つまり、ホタルを見るかどうかは、ホタルに価値を見出しているかどうかによっても大きく影響を受けると考えられる。

嘉田（2002）は、ホタルなど自然物の価値を物質価値、生命価値、交感価値に大別している。物質価値は有用（経済）性に依存し、生命価値は倫理観に依存する。交感価値は自然に接することで得られる精神的価値であり、ホタルの明滅を見ることが得られる懐かしさや癒やしの効果などである。上田（2019a）は、交感価値が意味を持つためには、それまでの個人的な時間経過（体験）が影響すると考え、原風景を基盤に置く「風景価値」として理解する必要性を論じているが、これ

は体験に依存して機能する価値駆動型注意メカニズムにつながる考え方とも言えるかも知れない。

経済価値や生命価値に乏しいホタルの価値は、もっぱらこの風景価値である。過去のホタルとの遭遇経験はホタルの風景価値を高め、出会いがなくなれば徐々にその価値は低下していくだろう。そしてついには、ホタルに対して価値駆動型注意が機能しなくなり、ホタルがいても見えないことが多くなると考えられる。早くからホタルを見る機会が乏しかった大部分の金沢市街地住民にとってホタルの風景価値は低くなる一方であり、ホタルに出会っても気づかなくなり、ついにはホタルへの関心が消失することになる。七ヶ用水地域においても、現在の状況が進行すれば、やがてホタルに無関心な人が増加していくと予想される。

### (4) 生物多様性保全と風景価値

風景価値は、幼少期の自然の中での遊び体験によって培われていると考えられるが（上田, 2016, 2019b）、かつては子どもの自然体験の場として機能した農村も（中村, 1982; 木下, 1993）、都市化や農法の近代化の影響を受けて生物多様性の低下が著しく進み（江崎・田中, 1998 など）、水路やため池も危険な場所になってしまっている（上田, 2020）。

遊び場の生物多様性が失われれば、最初からホタルなど生物の存在を知らず、その風景価値に気づかずにつつま人が多くなる予想される。Miller（2005）が懸念する都市化が進む中で生物多様性を保全することの困難さは、このような文脈の中で理解する必要がある。

生物多様性の主流化に向けてさまざまな施策が進められており、生物多様性を取り入れた社会経済的な仕組みの必要性が指摘されている（岡野・笹淵, 2017）。しかし、そのような仕組みは、身近な生物の風景価値を認める消費者によって支えられる仕組みにほかならない（上田, 2019a）。自然体験の消滅が加速する現状を踏まえ、子どもが自然の中で生物を捕まえて遊ぶことができる場の確保や地域でそれを支える仕組み作りなど（Pyle, 1993; Miller, 2005）、生物の風景価値の認識を高めるといった観点からの方策の検討も必要であると思われる（草光・上田, 2016; 上田, 2020）。

### 謝辞

本研究を進めるに当たって新村光秀氏、金沢市環境局環境政策課、白山市環境課にはホタルマッ

プの情報を、また金沢市土木局内水整備課には金沢市内の用水整備状況についての情報を提供頂いた。謹んでお礼申し上げます。なお、本研究で使用したアンケートは、日本学術振興会科学研究費(基盤研究(B)(2)、課題番号12556038)の補助を受けて実施したものである。

## 引用文献

Anderson, B. 2013. A value-driven mechanism of attentional selection. *Journal of Vision*. 13: 1-16.

江崎保男・田中哲夫. 1998. 水辺環境の保全-生物群集の視点から. 朝倉書店.

橋本岩夫・田野信博・村島和男・瀧本裕士・上田哲行・皆巳幸也・丸山利輔. 2002. 農村と都市の地域用水機能に対する住民意識の単純比較-金沢市内の農業用水と手取川七ヶ用水の事例. *応用水文*. 15: 70-87.

嘉田由紀子. 1992. ホタルの風景論. *環境イメージ論*. 弘文堂. 35-79.

嘉田由紀子. 2002. 自然と生活の距離. *科学*. 72(1): 34-44.

金沢市環境局環境保全課. 2007. ホタル生息調査/金沢ホタルマップ20年の歩み. 金沢市.

環境庁生物多様性総合評価検討委員会. 2010. 生物多様性総合評価報告書. 環境省.

木下勇. 1993. 三世代への聞き取りによる農村的自然の教育的機能とその変容-児童の遊びを通して見た農村的自然の教育的機能の諸相に関する研究その2. *日本建築学会論文報告集*. 450: 83-92.

草光紀子・上田哲行. 2016. 環境との調和への配慮におけるもう1つの視点. *水土の知*. 84: 383-386.

Miller, J. R. 2005. Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends in ecology and evolution*. 20: 430-434.

中村攻. 1982. 戦後農村地域の子供の遊びと遊び場の変容過程に関する研究. *日本建築学会論文報告集*. 321: 155-163.

棗田孝晴・松田武也・遊磨正秀. 2013. 千葉県北東部の谷津田における水生ホタル類の生息環境要素の抽出. *保全生態学研究*. 18: 91-99.

西原昇吾・永坂正夫・白井伸和・高橋久. 2002. 金沢市における大規模開発に伴うゲンジボタルの減少について. *河北潟総合研究*. 5: 25-31.

大場信義. 1988. *ゲンジボタル*. 文一総合出版.

大場信義. 2002. ホタル類の光コミュニケーションと夜間照明. *環動昆*. 13: 67-76.

岡野隆宏・笹淵紘平. 2017. 社会経済における生物多様性の主流化に向けた政策の動向. *日本生態学会誌*. 67:

205-215.

Pyle, R. M. 1993. *The Thunder Tree: Lessons from an Urban Wildland*. Houghton Mifflin.

澤田大介・加藤和弘・樋口広芳・百瀬浩・藤原宣夫. 2004. 農村地域の谷津におけるゲンジボタル成虫の個体数と土地被覆との関係. *ランドスケープ研究*. 67(5): 523-526.

渋谷桂子・大場信義・藤井英二郎. 1995. 三浦半島野比地区におけるゲンジボタルの成虫個体数に影響を及ぼす生息環境要因の解析. *ランドスケープ研究*. 58(5): 121-124.

高野史男. 1959. 都市化の類型と概念規定. *地理学評論*. 32: 629-642.

上田哲行. 2016. 育てよう昆虫少年. *昆虫園研究*. 17: 3-10.

上田哲行. 2019a. 人にとって生物多様性とは何か ② 生きものの「風景価値」. *季刊地域*. 38: 90-93.

上田哲行. 2019b. 人にとって生物多様性とは何か ③ 生きものの遊びと原風景. *季刊地域*. 39: 94-97.

上田哲行. 2020. 人にとって生物多様性とは何か ④ ともに生きる. *季刊地域*. 40: 86-89.

遊磨正秀. 1993. ホタルの水、人の水. *新評論*.

遊磨正秀. 2001. ゲンジボタル成虫の生息密度におよぼす照度と樹冠被度の影響. *応用生態工学*. 4: 59-63.

# The impact of urbanization on perceptions of fireflies for people

Uéda, Tetsuyuki (Professor emeritus, Ishikawa Prefectural University)

Kusamitsu, Noriko (The Japan Association of Rural Solution for Environmental Conservation and Resource Recycling)

## Abstract

Based on the results of a questionnaire survey of residents in Kanazawa and its neighboring rural area in Ishikawa Prefecture, the impact of urbanization on perceptions of fireflies' existing were analyzed. Urbanization has caused a sharp decline in the number of fireflies. With the decline of fireflies, the number of people who saw fireflies was decreasing. Most residents in rural areas replied that they had seen fireflies before, but not now. On the other hand, many inhabitants in the urban area replied that despite existing fireflies, they had never seen or were not interested in fireflies. These differences did not always correspond to the abundance of fireflies. The findings show that urbanization not only decreases the number of fireflies, but also lowers inhabitants' interest in fireflies, making them invisible even if they exist. The results of this study suggest that if people live alienated from living things, they may not appreciate the value of those creatures and lose interest in them. Therefore, raising public awareness of biodiversity conservation requires measures to increase interest in neighboring creatures.

Keywords: questionnaire survey / urbanization / perceptions of fireflies / interest in creatures / biodiversity conservation