

志賀高原の湖沼の汚染状況

— ショウジョウバエを指標種にして —

別 府 桂*

Pollution at Ponds in Shiga Heights
— An Attempt to Use *Drosophila* as Indicator Species —

Katsura BEPPU*

ABSTRACT: In order to know effect of human life and activities on ponds in Shiga Heights where it is known as a famous tourist resort, seven ponds, which are located along the Shiga-Kusatsu toll road, were surveyed in 1983. As two domestic drosophilid species (*D. melanogaster* and *D. busckii*) are strongly connected with garbage and leavings, these two species were adopted as the indicator species of pollution by human life and activities.

Although these species were not collected or very rare at three ponds (Nagaike, Misumaie and Shibuike), they were abundant at remaining four ponds (Biwaike, Ichinuma, Maruike and Kidoike). From this result it is allowed to conclude that the latter four ponds are polluted by human life and activities, but the former three ponds are not so. Hotels, inns and rental boat shops are seen near Biwaike, Maruike and Kidoike, so that many tourists and hikers take a rest near these ponds in summer. As drainage and garbage, in addition to picnic leavings of hikers, flowed into these ponds from these hotels and inns, abundance of the indicator species would be due to these factors. On the other hand, the former three ponds are surrounded by natural forests, and hotels and inns are not seen near these ponds, though two lodges are seen near Nagaike. This is suggestive that natural forests are useful to keep these domestic species away from the ponds.

緒 言

近年各地の観光地等においてみられる環境汚染問題の中に本来そこに生息するはずのない生物の生息が確認されたり、ある特定種の個体数の急激な増加の問題がある。これらの種は人間の生活と結びついた生活様式をもつため、人間の居住範囲がひろがることにより分布をひろげさらに人間の生活に伴う環境条件の変化によって個体数を増加させることができたと考えられる。従ってこのような生物を指標種 (Indicator species) として用いてある地域におけるこれらの種の分布状況を調べれば、その環境への人為的影響の程度を知ることが可能である。この方法は時によっては物理・化学的な方法によって環境を解析するよりも簡単に実施できたり、またある生物群にとって生息環境がどのようなものかをより直接的に知りうることもある。従って、ここではこのような考えに基づいて長野県の観光地として名高い志賀高原に多い池 (湖沼) のうちどのくらいの池に人為的な影響がみられるかをショウジョウバエを指標種につかって考えてみた。

*信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設
Inst. of Nature Educ., Shiga Heights, Shinshu Univ.

指標種の選定

現在日本国内でのショウジョウバエの分布・生態に関する調査は北海道が最も進んでおり、北海道に生息するショウジョウバエ科に属する多くの種は8つのギルド (生態的同業者集団) のどれか (場合によっては2つ以上) に帰属させることが可能である (南等, 1979)。これらギルドのうち、人家一生ゴミ食ギルドとしてまとめられるものは、他の自然環境を区分したギルド (森林一樹液食ギルド等) と異り従来の環境が人為的影響で変化を受けることにより生息可能となったり、急激な個体数の増加を生じさせることができるショウジョウバエを含む集団である。しかしながらこれら各種が人家的環境を好むといってもその環境へ適応するようになった過程 (domesticationの起源) は各種でそれぞれ異り、そのため人家性環境への適応度・依存度も種によって様々である。従ってこのギルドに属するショウジョウバエの中でも現在特に人間生活と密着した生活様式をもつと考えられる種をとり出して指標とすることが環境への人為的影響を知る上で手とりばやい。

本調査で採集されたショウジョウバエは北海道に生息するものと極めて多くの共通種を含むことから南等 (19

79)のギルド区分に従い、まず人家一生ゴミ食集団に属するショウジョウバエを本調査で採集されたショウジョウバエの中からぬき出してみると、キイロショウジョウバエ (*D. melanogaster*)、オウトウショウジョウバエ (*D. suzukii*)、キハダショウジョウバエ (*D. lutescens*)、カオジロショウジョウバエ (*D. auraria*)、オオショウジョウバエ (*D. immigrans*)そしてヒョウモンショウジョウバエ (*D. busckii*)の6種があげられる。しかしながらこれらのうちオウトウ、キハダ及びオオショウジョウバエの3種は現在当地においてもすでに自然環境内にかなりよく適応しており自然環境を区分するギルドにも所属すると考えられる (Beppu, 1985)。従ってこれらを指標とするにはこれらの種の niche の幅がひろすぎるように思われる。カオジロショウジョウバエにも類似の傾向がみられることからここではキイロショウジョウバエとヒョウモンショウジョウバエを指標種としてとりあげた (図1)。この2種は屋内及びその周辺に分布すると考えられ (Yamamoto & Ohba, 1984, Watabe, 1984)、本調査地のような低温多雪の亜高山帯での屋外越冬の可能性は考えられない (渡部, 私信)。従ってこれらは毎年新しく自然環境内の人為的環境条件の所へ侵入を試みていると考えられるので本調査の目的に合った種であるということができよう。

調査地概要及び採集方法

本調査の行われた志賀高原は長野県北部の下高井郡山ノ内町に属し、その名称は山ノ内町南東部の山岳地帯の総称である。従って標高差も1,000m~2,300mとかなり広い範囲に亘るが標高1,400mあたりからがいわゆる観光地としての志賀高原であり、ホテルやスキー場もそのあたりから目立ちはじめる。このあたりでは毎年12月から4月末ぐらいまではほぼ全域にわたって積雪がみられ、冬の最深積雪は2~3mにも及ぶ。従って志賀高原の大部分は亜寒 (亜高山) 帯に属することになる。このため志賀高原のほぼ中央に位置する志賀山を中心に設けられた上信越国立公園内の特別保護地区にはコメツガ、オオシラビソを主とした針葉樹林がひろがっており、また、1,500~1,600mぐらいを境にしてそれよりも標高の低い所

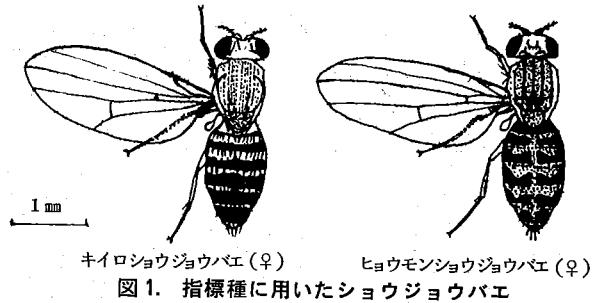


図1. 指標種に用いたショウジョウバエ

には、本来ブナ・ミズナラ等を主な構成樹種とする落葉広葉樹林がみられるはずであるが、現在はシラカンバ、ダケカンバ等の二次林が目につく。

調査は志賀高原を南北に縦断する形となって走る志賀一草津有料道路沿いの7つの池 (ピワ池、一沼、丸池、長池、三角池、木戸池及び渋池) の周囲で1983月の5月から10月に行われた (図2)。それぞれの池の概要については市村 (1977) を参考にして表1にまとめた。ショウジョウバエの採集には発酵バナナを餌としたRetainerトラップを用い (Toda, 1977)、このトラップ2ヶをそれぞれの池のふちの似たような環境に各月一回10日間設置した。しかしながらピワ池は池の水位変化が月によって激しいため、設置場所を月によって少し変え、あまり水面より遠すぎないようにした。採集された標本は実験室にもち帰り、ショウジョウバエ科に属するハエのみ実体顕微鏡下で種まで検索した。

結果及び考察

本調査を通じて採集されたショウジョウバエは全部で43種39,838個体であった。このうちキイロショウジョウ

表1. 調査を行った池の概要

池の名前	標高	成因	最大深度	PH
ピワ池	1,400m	爆裂火口湖	25.0 m	5.8
一沼	1,410	〃	5.0	5.0
丸池	1,420	泥流せき止湖	14.3	8.4
長池	1,580	溶岩流凹地	8.1	5.8
三角池	1,630	〃	6.1	4.6
木戸池	1,630	〃	6.8	7.2
渋池	1,820	〃	1.8	4.4

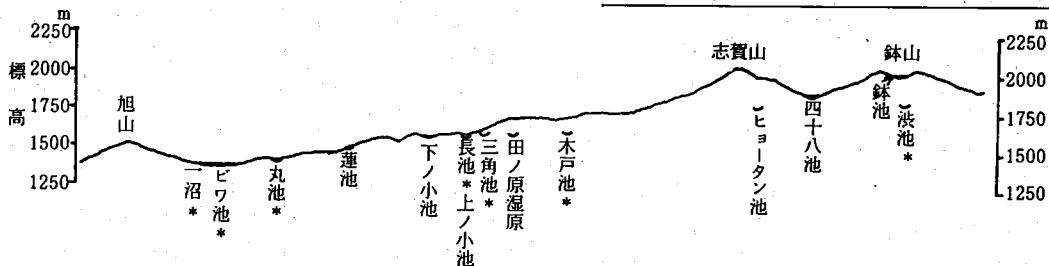


図2. 調査地の位置 (*今回調査を行った池)

表2. 各月に採集されたショウジョウバエの種数及び総個体数

月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	総計
種数	17	14	24	35	30	24	43
総個体数	367	844	1,988	22,915	11,031	2,693	39,838

表3. 指標種の季節消長

月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	総計
キイロショウジョウバエ (<i>D. melanogaster</i>)	—	—	10	165	284	—	459
ヒョウモンショウジョウバエ (<i>D. busckii</i>)	14	2	20	21	30	7	94

バエ及びヒョウモンショウジョウバエの採集個体数はそれぞれ459及び94個体であった。表2に示したように、指標種を含む全種数・個体数の季節消長をみると8月と9月にその増加が著しい。これは従来の知見によると (Ichijo et al., 1982, Bionomics of Drosophilidae in Hokkaido シリーズ I~V), 当地のような標高の高い所では低温のため繁殖期が低地に比べて遅れたり、また夏期の増加個体の一部は低地からの移動によるものと考えられる。

キイロ及びヒョウモンショウジョウバエについて季節消長をみると (表3), キイロショウジョウバエは春先に全く採集されず、7月に若干の個体が採集されはじめ、8・9月に集中して採集されたといえるが、ヒョウモンショウジョウバエは7・8及び9月に採集個体数が増加しているとはいえ、調査期間中のどの月にも採集された。人家性種が自然環境内で採集される傾向としては、Watabe (1979) や別府 (1980) にみられるように夏から秋にかけて急増するパターンが一般的である。そういう意味では当地におけるキイロショウジョウバエの季節消長はまさにその典型であり、夏の気温上昇に伴い自然環境内に生じた人家的環境 (生ゴミ等) へ侵入することができた結果であるといえる。ところが、ヒョウモンショウジョウバエの今回の採集結果はこれと異っている。夏期の増加についてはキイロショウジョウバエの場合と同様に考えてさしつかえないと思われるが、春先からの自然環境への侵入は他の要因を考える必要がある。その一つとして当地で考えられるのは、本種のタケノコ (チシマザサ *Sasa kurilensis* の若芽) への依存である。当地では林床及びスキー場のような伐採跡地さらには道路わき等でひろく見ることのできるチシマザサ (ネマガリダケともいう) からは春先にたくさんのタケノコ (厳密にはササノコ) が出る。これらが折れたり傷ついたりして腐った場合そこにヒョウモンショウジョウバエが集まっているのを見ることがある。従って多分家屋内等暖房設備の整った所で越冬していたり、春先人間に伴って当地のような標高の高い所へ侵入してきたヒョウモンショウジョウバエが偶然にこれらのタケノコを利用できると、それらが

春先自然環境内で採集されることになる。このことが本種の春先に自然環境内で採集される原因の一つと考えられる。しかしながらこれらの時期はまだ気温も低く、本当に野外でヒョウモンショウジョウバエのような人家性種が生息できるのか今のところ定かではない。またササ (タケノコ) との結びつきはどの程度のものなのか今後の詳しい調査が必要である。この結果は本種の適応・進化を考える上でも興味深いものとなる。

表4には指標種2種が調査された7つの池でどのように採集されたかを示した。これによると、この2種が採集された池は、ピワ池・一沼・丸池・長池そして木戸池の5つであるが、大部分は長池を除く4つの池で採集されている。このことは、これら4つの池が志賀高原において極めて多くの人為的影響をうけており、人為的な汚染の進んだ池といえる。これに対して三角池や渋池ではまだこれらの種の生息がみられないということは、ショウジョウバエにとっては自然環境が保持されておりそこでは志賀高原本来のショウジョウバエの群集構造がみられるといえる。

それではこれら指標種の自然環境への侵入の原因について考えてみると、まず第一に観光客等によるゴミ (特に食物の残り) があげられる。ピワ池・丸池そして木戸池は池畔にホテルや旅館があり、また貸ボートの営業もあるため、多くの観光客が集まり利用する。そのため食物 (弁当等) の残りが池の中に浮いていることも多く、これらが池岸にうちよせられ、水の動きの鈍い所で枯枝や草などと混って発酵したり腐敗していたりする。加えて丸池やピワ池などでは排水が流れこむためこれらのゴミの発酵や腐敗が場所によっては特に進みやすいということもある。以上の条件が重ることによって、これら3つの池では人家性ショウジョウバエが夏期に多数採集されたと考えられる。

一沼もこれらの池と同様多くの指標種の個体が採集されているが、この池のふちにはホテルや旅館はみられない。しかし、志賀一草津有料道路のすぐわきでもあり、また駐車場が近くにあったりするためこの池のそばで休んだり山菜とりなどをする人を見かける。このためこの

表 4. 指標種の採集状況

採集場所	ビワ池		一 沼		丸 池		長 池		三角池		木戸池		渋 池		総計
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
キイロ…(<i>D. melanogaster</i>)	57	61	35	40	72	69	1	—	—	—	60	64	—	—	459
ヒョウモン…(<i>D. busckii</i>)	13	6	8	13	17	16	1	3	—	—	10	7	—	—	94

(…はショウジョウバエの略)

池のそばの遊歩道には弁当の残りなどが残されている場合がある。恐らくこれらが人家性種の侵入の原因となっているのであろうが、そこへ侵入するもとの個体は前述の3つの池ならば池畔のホテルや旅館と考えられるがここではあまりはっきりしない。ひょっとしたら数百メートル離れたサンパレー地区のホテルや旅館等から侵入するのかもしれない。

長池の場合は池のそばに宿泊施設があり排水も一部流れこんでいるが、丸池・ビワ池・木戸池にみられるような大規模なホテルや旅館ではない。また池のまわり半分近くが原生林に面している等の条件にあることが先述の4つの池ほど人家性種が多くない理由であろう。しかしながら修学旅行の中学・高校生や観光客も多いことから残飯等の放置があれば、これら人家性種は急激にふえる可能性がある。

これらの池に対して三角池と渋池ではその近くに宿泊設備をもった建物がないことや遊歩道はそばにあるにせよ比較的原生林に近い林にかまれていることにより人家性種が採集されなかったと考えられる。しかし一沼の所で述べたように、もし残飯や果物などの残りがすが夏期に長期間放置されるようなことがあれば何らかの方法で今回指標種に用いた人家性種の侵入はおこりうる。またこれらの人家性種は今まで述べてきたように生ゴミ等の発酵・腐敗した物の周辺に群って生息する傾向があるので今回の採集地点のそばにたまたまそういう物がなかったために今回の結果では見られなかったが場所によってはすでに侵入しているということもありうる。

以上の点をまとめてみると、人家性種が自然環境内へ侵入しうするためには、生ゴミ等が発酵したり腐敗して存在する事とそれらを利用するもとの個体が常に生息している暖房設備等をもつ建物が近くにあるという条件がそろわなければならない。そしてこれらを比較的良好にしているビワ池・丸池・木戸池などが人家性種の侵入(人為的汚染)の著しい池といえよう。

ま と め

ある地域の自然への人為的影響といった時、自然条件が全く変化してしまうことにより生物相が変化してしまう場合と、それほど大規模ではないにしても人為的の何かがもちこまれたりして(それ自体では環境条件をそれほど大きく変化させえない)それを利用する新たな生物の侵

入を招くといった場合がある。今回指標種として用いた人家性ショウジョウバエは後者の例にあたり、人間がもちこむゴミに依存して一年のうちの限られた時期にのみ自然環境内に侵入して生息する。しかしこれらの侵入者は条件さえ整えば急激に個体数が増加することも考えられ、そうなれば本来そこに生息している多くの野生種と生態的地位をめぐって何らかの競争が生じうる。今回の調査で志賀高原のいくつかの池を中心に見られた人家性ショウジョウバエの侵入はこれから観光客が増えつづけゴミ等の処理が適切に行なわれなければ増々多くの場所で見られることになる。そうなった時どのような野生種がもっとも大きな被害をこうむるのか、また人家性種はどこまで多くの野生種に影響を及ぼしうるのか極めて興味深い問題である。今後より詳しい生活史の調査を行うことによりそれらのいくつかはより明確になり、かつ人間生活(人間活動)の自然への影響についても様々な角度から考察できよう。従ってこれらのことを頭においてさらに詳しい調査を継続していきたい。

謝 辞

本調査の結果をまとめるにあたり、人家性ショウジョウバエの知見について多くの助言を賜った北海道教育大学の渡部英昭氏に心から感謝申し上げる。

参 考 文 献

- 別府 桂(1980):河川下流域におけるショウジョウバエ相. 昆虫, 48: 435~443.
- 市村吉正(1977):志賀高原の湖沼. 北信ローカル社, 208 pp.
- 南 尚貴, 戸田正憲, 別府 桂(1979):北海道大学苫小牧地方演習林におけるショウジョウバエ集団の生態的構造. 附: Niche parameters 算出の補正法について. 北海道大学農学部演習林研究報告, 36: 479~508.
- Beppu, K., (1985): Ecological structure of drosophilid assemblage in a subalpine coniferous forest. New Entomologist (In print).
- , N. Ichijo and Y. Iwao (1983): Bionomics of Drosophilidae (Diptera) in Hokkaido. V. *Drosophila exoana* and *D. kanehiko*. Kontyu, (Tokyo), 51: 1~8.
- Ichijo, N., M. T. Kimura and K. Beppu (1982):

- Altitudinal distribution and seasonal cycles of drosophilid flies at Mt. Soranuma in northern Japan. Jap. J. Ecol., 32 : 15 ~ 20.
- Iwao, Y., M. T. Kimura, N. Minami and H. Watabe (1980) : Bionomics of Drosophilidae (Diptera) in Hokkaido III. *Drosophila auraria* and *D. bauraria*. Kontyu (Tokyo), 48 : 160 ~ 168.
- Kimura, M. T., (1980) : Bionomics of Drosophilidae (Diptera) in Hokkaido. IV. *Drosophila sexvittata*, *D. trivittata* and *D. alboralis*. Zool. Mag., 89 : 206 ~ 209.
- , K. Beppu, N. Ichijo and M. J. Toda (1978) : Bionomics of Drosophilidae (Diptera) in Hokkaido. II. *Drosophila testacea*. Kontyu (Tokyo), 46 : 585 ~ 595.
- Toda, M. J. (1977) : Two new "retainer" bait traps. *Drosophila* Information Service, 52 : 180.
- , and M. T. Kimura (1978) : Bionomics of *Drosophilidae* (Diptera) in Hokkaido I. *Scaptomyza pallida* and *Drosophila nipponica*. Kontyu, (Tokyo), 46 : 83 ~ 98.
- Watabe, H. (1979) : *Drosophila* Survey of Hokkaido, XXXVI. Seasonal changes in the reproductive condition of wild and domestic species of *Drosophila*. Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. W, Zool., 21 : 365 ~ 372.
- (1984) : Microdistribution and phenology in domestic species of *Drosophila* in and near a Brewery in Sapporo, northern Japan. Jour. of Hokkaido Univ. of Educ. (Section II B) 34 : 41 ~ 52.
- Yamamoto, A., and S. Ohba (1984) : Temperature preferences of eleven *Drosophila* species from Japan : The relationship between preferred temperature and some ecological characteristics in their natural habitats. Zool. Sci., 1 : 631 ~ 640.