

鳥類の食物としての飛翔性昆虫の簡便なモニタリング手法の検討

植田睦之

バードリサーチ 〒191-0032 東京都日野市三沢 1-26-9-2-202 mj-ueta@bird-research.jp

摘要 鳥類の減少の一因として、その食物となる飛翔性昆虫が減少していることが考えられる。しかし、飛翔性昆虫の個体数のモニタリングはほとんどなされておらず、その現況は明らかでない。そこで、飛翔性昆虫のモニタリング手法を考えるために、東京都中西部で、昆虫の調査手法として使われるライトトラップを簡便化した手法を試みた。この手法は自動販売機の灯りに夜間集まってくる昆虫をかぞえる方法で、この手法により得られた昆虫量指標は4月から6月にかけては河川沿いに多く、その後、それ以外の地域との差は小さくなった。さらに、その季節変化は2年とも一致していた。また、春の昆虫量指標が多いことが示された河川沿いには、ツバメが早く定着することも明らかになった。これらの結果は、今回試みた手法により飛翔性昆虫のモニタリングができることを示唆しており、今後は全国各地の様々な環境で試験して、全国的な飛翔性昆虫のモニタリングの可能性について検討していきたい。

キーワード: ツバメ, 夏鳥の減少, 飛翔性昆虫, モニタリング, ライトトラップ

(2006年10月17日 受理)

日本では、留鳥に比べて夏鳥の減少が顕著であることが報告されている(山本・脊戸 1997, Higuchi & Morishita 1999)。その原因として越冬地や中継地の環境の悪化が指摘されているが(Higuchi & Morishita 1999, 内田ほか 2003)、夏鳥に特徴的なこととして、ツバメ類、ヒタキ類、サンショウクイ *Pericrocotus divaricatus*、ヨタカ *Caprimulgus indicus* など飛翔性昆虫を食べる種が多いこともあげられる。もし飛翔性昆虫が減少しているとしたら、それも夏鳥の減少に影響している可能性がある。しかし、日本では広範囲の飛翔性昆虫の数をモニタリングした研究はなく、その現状は明らかでない。イギリスでは同様の趣旨で飛翔性昆虫の調査が行なわれている(RSPB 2004)。この調査では自動車で道路を走行し、その距離とスピードとともにナンバープレートにぶつかった虫の数を記録している。しかし、この手法を試したところ、関東地方ではほとんど虫がぶつからず、日本での昆虫のモニタリング手法としては適していないことがわかった。したがって、日本で飛翔性昆虫のモニタリングを行なうためには、異なる手法を開発する必要がある。そこで本報では、昆虫の調査手法としてよく使われるライトトラップを簡便化した手法でモニタリングを試みたので、その結果を報告する。また、調査地における主要な飛翔性昆虫の捕食者であるツバメ *Hirundo rustica* を対象に、本調査で調べた虫の分布状況が、発のツバメの定着に影響を与えているかどうかについても検討したのであわせて報告する。

調査地

調査は東京都中西部に位置する日野市, 府中市, 国立市, 国分寺市, 小平市にまたがる地域(35°39'–35°44'N, 139°23'–139°28'E)で行なった. 調査地の南側には多摩川と浅川が流れており, 北側は台地になっている. 土地利用状況は, 全域とも住宅地を中心としており, その中に小規模な樹林, 畑地が点在している. 河川沿いは畑地の代わりに水田になっている場所もある.

飛翔性昆虫のモニタリング手法の検討

調査方法

昆虫の調査手法の1つにライトトラップ法がある(川原 2003, 宮島 2004). この方法は, 夜間に白い布を張り, その前に蛍光灯(ブラックライト等)を吊るし, そこに集まる虫を採集する方法である. この方法は光に集まる習性のある虫を効率的に調べることができる反面, 道具が必要なことや設置等準備に手間がかかる欠点がある. したがって, 鳥類観察者からの協力を得て全国的に展開することを考えると協力を得るのが難しいと考えられる. そこで, その簡便な方法として, 全国の様々な環境にあり, 夜間に照明が灯る清涼飲料水の自動販売機の照明面に集まる虫をかぞえる方法(以下 自動販売機トラップとする)を検討した.

自動販売機トラップに集まる虫の数は, 周囲の明るさや自動販売機自体の明るさにも左右されると考えられるので, 対象とする自動販売機は, 街灯などで極端に明るい場所を避け, また, 3台以上がかたまっているものは対象としなかった. 2台で設置されている自動販売機については, とまっている虫を2台ともかぞえて合計値をその場所の記録とした. 虫は種の同定は行わず, 大きさをもとに小型の昆虫, 中型の昆虫(1~2cm), 大型の昆虫(2cm以上)に分けてかぞえた. 昆虫量の指標として示す上で, 大きさの異なるこれらの昆虫区分の個体数をそのまま加算して示すのは不適切と考えたため, 便宜的に中型の昆虫は5倍, 大型の昆虫は10倍の重み付けをした上で, その合計値を昆虫量指標として解析にもちいた. 虫の数が多く, 飛びまわっている場合は, 1個体ずつかぞえるのは困難なので, 10個体単位, あるいは20個体単位で概数を記録した. ただし羽アリについては, 出現する日としない日が極端で, 出現する日には極めて多くの個体が記録された(図1). そのため, 今回のような調査日数の少ない調査では, 羽アリの記録数は偶然性に左右され, 正しい生息状況を把握できないと考えたため, 羽アリは記録に含めなかった.

この方法で2005年および2006年の鳥類の繁殖期にあたる4~8月に自動販売機に集まる虫の調査を行なった. 飛翔性昆虫は風に流されやすいため, 強風の日には風の影響を受けて分布が違ってしまふ可能性がある. また, 雨の影響も強く受けると考えたため, 毎月中旬の風の弱い晴れか曇りの日に実施した. 佐藤(1991)のヒノキカワモグリガ *Epinotia granitalis* のライトト

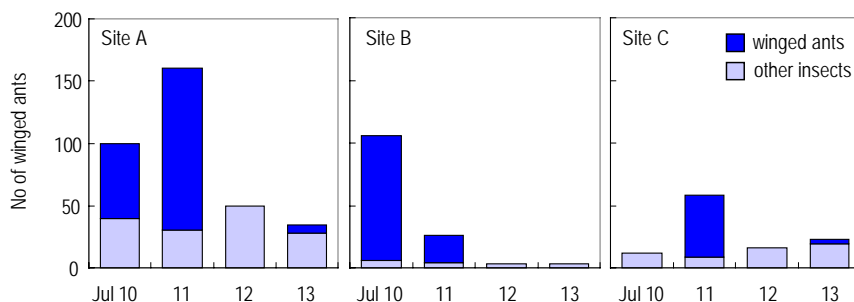


図 1. 2006年に自動販売機 3地点で観察された羽アリとその他の昆虫の数の日ごとの変化. その他の昆虫の数は日による変動が比較的小さいのに対して, 羽アリの数は変動が大きいことがわかる

Fig. 1. The number of winged ants and other insects counted on soft drink vending machines in 2006.

ラップをもちいた調査では, ライト点灯後 1時間程度は多くの個体が飛来し, その後も一定の数が飛来し続けることが示されている. このことは, 日没直後は調査時刻による記録昆虫数の差が大きく, その後は小さくなるものの時刻による差が生じることを示唆している. そこで, 日没からある程度時間が経っていること, また, 将来多人数でモニタリングをすることを考えた上での実効性をあわせて, 調査時間帯を20~22時の 2時間とした. ただし, 日没時刻の遅い 6月と7月の調査は, 幾分遅く20時半頃に開始した. 調査した自動販売機の数は月により多少異なったが, 130~160か所だった.

地域的な分布状況の解析にあたっては, ユスリカ類など水域に依存する昆虫が多く記録されたので, 河川に注目した. 河川から500m以内の場所を河川沿いと定義し, 河川沿いとそれ以外の場所を地域区分とした. 年ごと, 月ごとに河川沿いとそれ以外の地域のあいだで昆虫量指標を比較するとともに, 年ごと, 地域区分ごとに 4月と 5月, 5月と 6月といった組み合わせで, 昆虫量指標の季節変化を比較した. 比較にはMann-WhitneyのU検定(有意水準 5%)をもちい, くりかえし検定を行なう多重検定をしたのでBonferroni法による補正を行なった.

結果

自動販売機トラップで記録された昆虫は小型の昆虫はユスリカ類, カゲロウ類, トビケラ類, ハエ類が多く, 中型の昆虫はトビケラ類, 蛾類, 甲虫類, カメムシ類, 大型の昆虫は甲虫類, 蛾類やクサカゲロウ類が多かった(Web資料 1, 2, 3). これらの昆虫は調査範囲全域で記録されたが, その数には地域的, 季節的な差が認められた(図 2).

特に 4月から 6月の河川沿いの地域とそれ以外の地域では, 河川沿いの昆虫量指標が顕著に多く, 河川沿いとそれ以外の地域のあいだでは, 8月を除き, 2005年, 2006年ともに有意な差が認められた(図 3).

季節的な変化は, 河川沿いとそれ以外の地域で異なっていた. 河川沿いでは, 2005年,

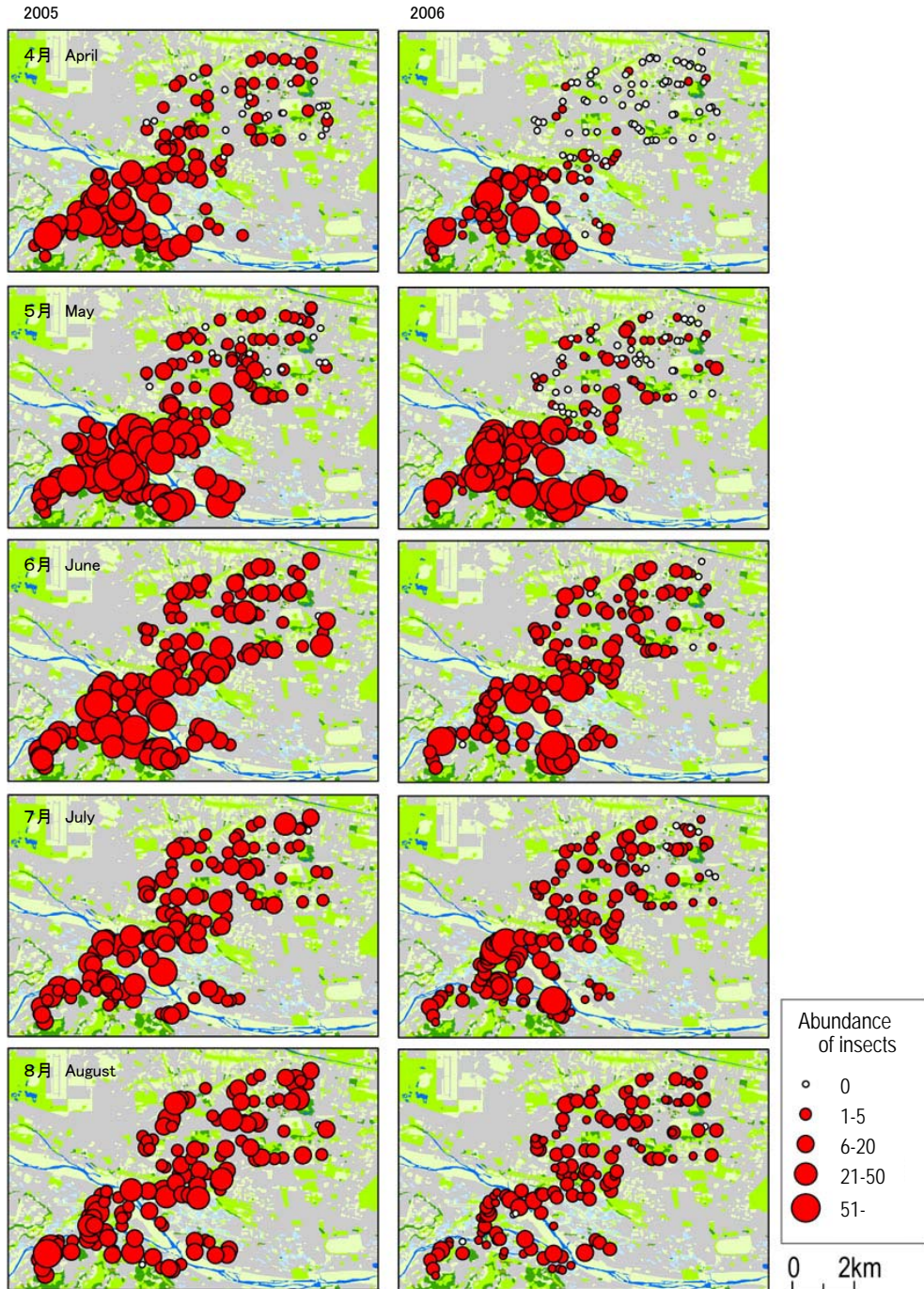


図 2. 飛翔性昆虫の昆虫量指標の地域的、季節的な変化。2005年、2006年ともに、4月～6月は河川沿いとそれ以外の地域での昆虫量指標の差が大きく、その後小さくなっていくのがわかる。

Fig. 2. The spatial and seasonal changes in distribution of flying insects in Tokyo, central Japan.

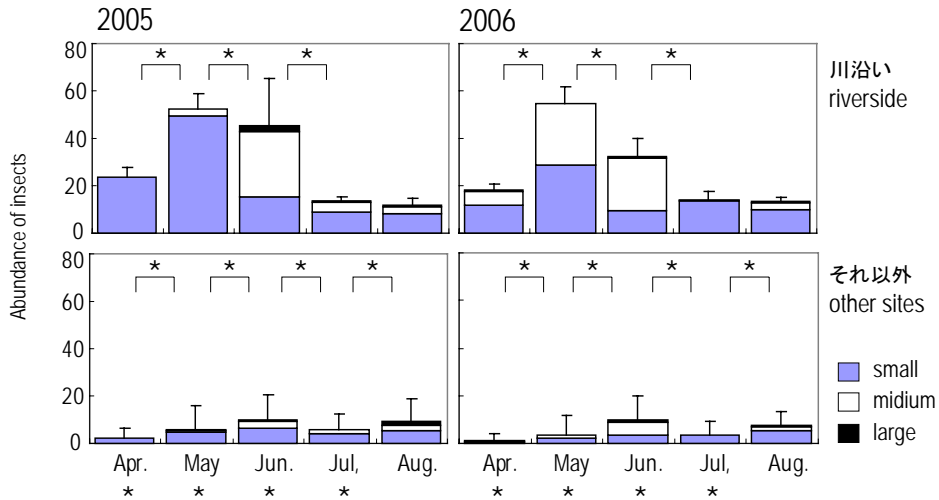


図 3. 飛翔性昆虫の昆虫量指標の河川沿いとそれ以外の地域での比較. 図中の*は月間に有意差があることを示し, 図の下の*は, 河川沿いとそれ以外の地域のあいだに有意差があることを示す.

Fig. 3. The seasonal changes in abundance of flying insects at the riverside, and other sites. *shows significant differences between the months, and the sites.

2006年とも, 昆虫量指標は 4月から 5月にかけて増加した後に, 6月にはやや減少し, 7月にはさらに減少した(図 3). 8月は 7月と同程度で, 7月と 8月の昆虫量指標には有意な差は認められなかったが, それ以外の月のあいだには有意な差が認められた. 昆虫量指標の季節変化は 2005年と 2006年は同様だったが, 昆虫の大きさ別にみると, 2005年は小型の昆虫が大部分を占めていたのに対し, 2006年はトビケラ類を中心とした中型の昆虫の昆虫量指標が多かったという違いがあった. また, 2005年 4月には中型以上の昆虫は記録されなかったが, 2006年 4月には記録されたという違いもあった.

それに対して河川沿い以外の地域では, 2005年, 2006年ともに, 4月から 6月にかけて昆虫量指標は増加した(図 3). 7月に一度減少したのちに, 8月には再び増加した. いずれの月のあいだにも昆虫量指標に有意な差が認められた. 河川沿いと同様にトビケラ類を中心とした中型の昆虫の昆虫量指標が 2006年に多かったが, 河川沿いと比べると差は小さかった.

ツバメの春の定着状況と昆虫量指標

調査方法

今回調査を行なった地域に生息している飛翔性昆虫を主食としている鳥にはツバメとイワツバメ *Delichon urbica* がいる. イワツバメは河川沿いのみに分布しているため, 全域に分布しているツバメを対象に調査を行なうことにした. 飛翔性昆虫の地域的な分布状況の調査から, 春の河川沿いと河川から離れた地域の飛翔性昆虫の昆虫量指標の違いが顕著なことがわ

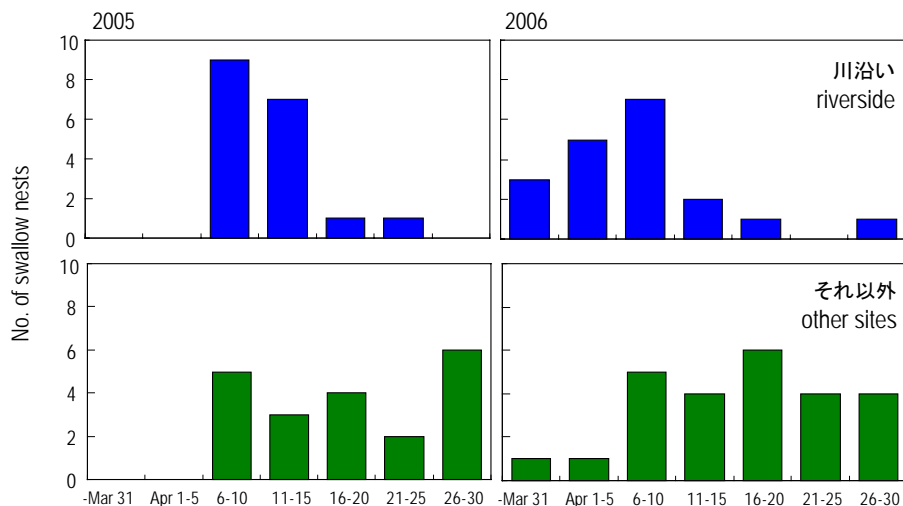


図 4. 河川沿い（上）とそれ以外の地域（下）でのツバメの定着状況の違い。河川沿いでは早い時期に集中して定着するが、河川から離れた地域では遅い時期の定着も多いことがわかる。

Fig. 4. A comparison in numbers of nests initiated by Barn Swallows at the riverside and at other sites.

かったので、ツバメが営巣地に定着する時期に河川沿いと河川から離れた地域とで違いがあるか比較を行なった。ここでは河川から500m以内の場所を河川沿いと定義した。

ツバメが巣に定着する時期の調査は、2005年と2006年の3月下旬から調査を開始し、4月末まで行なった。5月以降に定着する巣もあったが、再営巣の可能性もあり、判断が困難なので、それらは解析にはもちいていない。調査開始前にツバメの古巣のある場所をみつけておき、その場所を少なくとも2～3日に1回、朝6～8時もしくは夜にまわり、巣の前でさえずっているか、巣への出入りを目撃したか、あるいは巣のそばでねぐらを取っていたのを目撃した日を定着した日とした。ただし、定着を確認した後の2回の調査でツバメを確認できなかった場所は一時的に立ち寄っただけと考え、その場合は定着した日とはしなかった。また、当初対象にしていなかった場所でツバメが定着しているのをみつけた場合は、事前の観察で定着日を特定できる場合は記録に含めたが、定着日を特定できなかった場合には記録に含めなかった。各巣を毎日調査することができているわけではないので、解析にあたっては、5日ごとに区切り、その区分ごとに集計を行ない、河川沿いとそれ以外の地域とでの比較を行なった。

結果

2005年と2006年を比べると2006年の方が3月のうちから飛来が確認されるなど飛来時期が早い傾向があったが、いずれの年も河川沿いのツバメは、飛来がはじまってから15日以内に大半(2005年は94%, 2006年は79%)の巣に定着した(図4)。それに対して、それ以外の地域のツバメは、調査が終了するまで、定着が続いた。定着する時期には河川沿いとそれ以外の

地域のあいだで、両年とも有意な差が認められた(Mann-WhitneyのU検定 2005年: $Z=2.78$, $P=0.005$, $N=18,20$, 2006年: $Z=3.41$, $P=0.001$, $N=19,25$)

考 察

今回試行した自動販売機トラップにより得られた結果は、2005年、2006年ともに、4月から6月にかけての昆虫量指標は河川沿いに多く、その後、それ以外の地域との差は小さくなった。また、河川沿い、それ以外の地域ともに、両年とも昆虫量指標の季節変化は一致していた。この手法は昆虫の種を特定していないこと、自動販売機あるいは周囲の明るさが一定でないなど、詳細な比較に適した調査方法ではない。しかし、今回このような結果が得られたことは、自動販売機トラップが大まかな飛翔性昆虫の分布や季節変化をつかむ手法として有効であり、昆虫量指標のモニタリング手法としても有効であると考えられる。昆虫の専門家でない人々を動員して、調査をする上では厳密な調査を行なうことは困難である。このような簡便な手法でモニタリングが可能であるということが示唆されたことは、全国的な飛翔性昆虫のモニタリングの可能性をひらくものと言えるだろう。

図 2 からわかるように、河川沿いとそれ以外という地域的な違いのほか、地域内でも局地的に昆虫量指標の多い場所、少ない場所があることが示された。このことは、地域の昆虫量指標をモニタリングしていくためには、1か所や 2か所といった少ない地点で評価してしまうと、誤った評価をしてしまう危険性が高いことを示している。したがって、モニタリングを行なう場合には多くの自動販売機を調査して、それをもとに評価する必要があるだろう。また、長期間のモニタリングを考えると、自動販売機の位置がいつまでも同じ場所にあることは期待できない。その点でも、自動販売機を面的に調査することにより、個体数の増減についても把握できると期待できる。

自動販売機トラップで昆虫量指標に大きな差が見られた河川沿いとそれ以外の地域では、ツバメの定着時期は昆虫量指標の多かった河川沿いの方が早かった。ツバメはそれまでに蓄えている栄養で卵を産むというよりも、直前に得た栄養をおもに使って産卵すると考えられている(Ward & Bryant 2006)。したがって、繁殖のためには育雛期の食物条件も重要だが、定着期の食物条件も重要と考えられる。そのため、昆虫量指標の多い河川沿いに早くツバメが定着したのかもしれない。ただし自動販売機トラップは、夜に光に集まってくる虫をかぞえる方法である。そのため、ツバメのように日中に採食する鳥の食物である昼行性の虫を正しく把握できていない可能性がある。しかし、自動販売機トラップではユスリカ類やカゲロウ類、ハエ類など昼行性の虫も多く記録されたためか、あるいは昼行性の虫の量と夜行性の虫の量には相関があるためなのか、理由は不明ながらも、ツバメの定着時期との関係性も認められた。このことから、自動販売機トラップによる調査結果は夜行性の鳥だけでなく、昼行性の鳥類の食物として

の飛翔性昆虫のモニタリング手法としても使うことができるのかもしれない。

しかし、ツバメが河川沿いに早く定着したのは、食物量ではなく、巣材など別の要因が効いていた可能性も否定できないので、今後はツバメや他種の繁殖成功率と自動販売機トラップによる結果との関係などをみることで、自動販売機トラップの有効性についてさらに検討する必要があるだろう。また、今回は飛翔性昆虫を大型、中型、小型と大きさのみでくくったが、鳥との対応を見るためにも、大きさ以外に、甲虫、蛾、ハエ、ユスリカ、カゲロウ、その他などある程度の区分をしてかぞえることを検討する必要があるだろう。

今回行なった調査と同じ方法で、2006年に松尾淳一氏に大阪で、三田長久氏と白石健一氏に熊本で予備的な調査をしていただいた。その調査でも、本調査と類似の結果が得られている。また、河川由来の昆虫の昆虫量が春から初夏に多いことは北海道の森林の調査でも示されており(Nakano & Murakami 2001)、東京だけでなく他地域にも適用可能であることが示唆された。しかし、予備的な調査はいずれも住宅地を中心とした地域であり、それ以外には北海道の事例しかないので、今後は、さらに広い地域、さまざまな環境で調査を実施して、その適性を検証するとともに、問題点を検討していく必要があるだろう。また、2005年と比べて2006年は中型の昆虫の量が多く、発生時期も早いなど、昆虫の構成等には年変動がある可能性が高い。その点で、どのくらいの頻度で調査すれば昆虫の変化を的確にモニタリングをすることができるのかといった調査頻度の設定等も課題である。

本調査の調査手法を検討するうえで、北海道大学の黒沢令子氏から多くの助言をいただいた。また、森林総合研究所四国支所の佐藤重穂氏には論文を読んでいただき、貴重なご助言をいただいた。本手法の他地域への適用を検討するために、白石健一氏、松尾淳一氏、三田長久氏にご協力をいただいた。これらの方々にお礼申し上げたい。

引用文献

- Higuchi, H. & Morishita, E. 1999. Population declines of tropical migratory birds in Japan. *Actinia* 12: 51-59.
- 川原進. 2003. ライトトラップ. 知床の昆虫. P59. 斜里町立知床博物館, 斜里町.
- 宮島淳二. 2004. スギ *Cryptomeria japonica* D. Don(スギ科) 林分におけるヒノキカワモグリガ *Epinotia granitalis* Butler(チョウ目: ハマキガ科) 成虫のライトトラップ誘殺調査による羽化消長把握の信頼性. 応動昆 48: 185-189.
- Nakano, S. & Murakami, M. 2001. Reciprocal subsidies: Dynamic interdependence between terrestrial and aquatic food webs. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 98: 166-170.
- RSPB. 2004. Big Bug Count survey results. <http://www.rspb.org.uk/bugcount/results.asp>
- 佐藤重穂. 1991. ライトトラップを利用したヒノキカワモグリ成虫の生態調査. 九州の森と林業 (17).
- 内田康夫・島津秀康・関本兼曜. 2003. 都下自由学園周辺の鳥相変化と環境変動—長期羽数調査の統計分析から—. *Strix* 21: 53-70.
- Ward, S. & Bryant, D. 2006. Barn swallow form eggs mainly from current food intake. *J. Avian Biology* 37: 179-189.
- 山本裕・脊戸宣博. 1997. 山口県における夏鳥の減少—主に探鳥会資料の分析から—. *Strix* 15: 15-23.

Development of a convenient method for monitoring flying insects as a food resource for birds

Mutsuyuki Ueta

Japan Bird Research Association, Misawa 1-26-9-2-202, Hino Tokyo 191-0032, Japan

The decrease of flying insects may be one causative factor in the observed decrease of summer resident birds in Japan, however, the author is unaware of any studies on insect abundance that addresses this potential relationship. Therefore, a pilot study to evaluate a convenient method to monitor flying insects was conducted in west-central Tokyo. The numbers of flying insects on the lighted panels of soft drink vending machines, located in several typical outdoor environments, were counted at night from April to August in 2005–2006. During April to June, the abundance of insects was greater along the river than in other areas, while the difference was smaller during July to August in both 2005 and 2006. The patterns of seasonal changes in the abundance of insects were similar between 2005 and 2006. The arrival periods of Barn Swallows *Hirundo rustica* at nest sites in two locales appears to correspond with the observed pattern of insect abundance. The majority of swallows nesting along river sites arrived earlier than those at other locations, possibly to correspond with the early peak in insect abundance that was recorded at the river sites. These results suggest that counts of insect abundance at lighted vending machines can be an adequate method of monitoring the relative abundance of flying insects as a food resource for birds. Further investigation and refinement would enhance the value of this convenient technique.

Key words: decrease of summer visitor, flying insect, Hirundo rustica, light trap, monitoring

Web資料 Electronic Appendix <http://www.bird-research.jp/appendix/br02/a04.html>

Web資料 1. 自動販売機トラップで観察された小型の昆虫. ハエ類, ユスリカ類, カゲロウ類.
Electronic Appendix 1. Small insects observed on soft drink vending machines.

Web資料 2. 自動販売機トラップで観察された中型の昆虫. トビケラ類, カメムシ類, ガ類.
Electronic Appendix 2. Medium insects observed on soft drink vending machines.

Web資料 3. 自動販売機トラップで観察された大型の昆虫. コガネムシ類, カミキリ類, クサカゲロウ類.
Electronic Appendix 3. Large insects observed on soft drink vending machines.