

巣内に設置した温度データロガーによる ダイトウウグイスの繁殖経過の推定*

濱 尾 章 二**

Utility of Temperature Data Loggers to Estimate Nest Fates of
the Japanese Bush Warbler *Cettia diphone restricta*

Shoji Hamao**

は じ め に

鳥類の繁殖試行では、巣内の卵や雛が捕食者に襲われ、巣立ちに至らないことがある (Ricklefs 1969)。鳥類生態の研究では、発見した巣が巣立ちに至ったかあるいは捕食にあつて繁殖が失敗に終わったかを確認する必要がある。繁殖経過を知るのは個体レベルの繁殖成功度を測る上でも、個体群維持のために次世代がどの程度生産されているかを調べる上でも重要である。しかし、巣の継続的な観察には多くの調査時間や費用が必要となる。鳥類の抱卵・巣内育雛は長期に及ぶからである。例えば、ウグイス *Cettia diphone* では抱卵期は15日間、巣内育雛期は13日間に渡る (濱尾 1997)。発見した巣が巣立ちに至るかどうかを確認するためには、調査地が遠隔地の場合、相当日数宿泊・滞在し観察を続ける必要がある。また、確認のために観察者が何度も巣を訪れることは踏み跡や臭いを残し、捕食者を巣に誘引してしまう可能性もある。無人状態で巣をビデオ撮影する方法もあるが、機材の問題から継続的な録画は数時間から1日が限度である (赤谷 2006)。毎日録画を続けるためには、繰り返し巣 (ビデオ設置場所) を訪れ、電池や記録媒体 (テープなど) の交換を行わなくてはならない。

近年、長い期間温度を測定し記録することができる温度データロガーが小型化され、野外で鳥の巣に設置できるようになってきた。温度データロガーで巣内の温度を測定すると、雛や親鳥が巣内にいる間は高い温度が記録され、巣立ちや捕食によって巣の放棄が起こると温度が低下することから、繁殖経過を推定することができると考えられる (Weidinger 2006, 植田ら 2007, 村濱ら 2007, 水田 2007)。事実、ビデオカメラと温度データロガーの両者を設置した巣の記録から、巣の捕食が起きた

*この研究は、国立科学博物館総合研究「変動する環境下における生物多様性の成立とその変遷」の中の「南西諸島固有の鳥類個体群の成立・維持機構に関する生態学的研究」として行われた。

**国立科学博物館附属自然教育園, Institute for Nature Study, National Museum of Nature and Science, Tokyo. Email: hamao@kahaku.go.jp

時に巢内温度が急激に低下し、温度データロガーによって繁殖経過を知ることができることが示されている (Weidinger 2006, 水田 2007)。

温度データロガーには二つのタイプのものがある。ひとつはボタン電池あるいはコインのような形のもので、これを巢内に置いておき、後日回収してパソコンでデータを回収する。もうひとつは計測機器本体にプローブ（直径約5mmのコードのようなセンサー）を接続し、先端のセンサー部を巢内に差し込むものである。ボタン電池型のタイプの方が安価で設置も用意であるが、雛や親鳥の体温が伝わりやすい産座近くに適切に設置されていないと、鳥の存在による温度の変化を記録することができず、巢立ちや捕食を推定できないという問題がある。樹洞営巣する鳥種を対象に、巣箱内にあらかじめボタン電池型ロガーを設置しておいて営巣させた際、産座が離れた場所に作られた場合などに適切な記録が得られず、繁殖経過を推定できないこともある (植田ら 2007)。また、木の枝や枯れ草を編んで作られる開放型の巣にロガーを設置した例では、産座付近にボタン電池型ロガーを設置することが難しかったためか、プローブを用いたタイプを用い、センサー部を巣壁の穴を通して産座の下に導いている (Weidinger 2006, 水田 2007)。ボタン電池型のロガーを使う場合、特に開放型の巣を作る種で、産座直下にロガーを設置するためのノウハウが必要となる。また、親鳥は巢内に異物を発見すると、それを捨てたり巣自体を放棄したりすることがあるので、親鳥が発見しないようにロガーを設置する工夫も必要である。

ウグイスは枯れ草やササの葉を用いて開放型の巣を作る。細い草で編まれた産座は比較的大きく、ある程度壊れにくい構造をもっている (付図1)。この産座の下にボタン電池型ロガーを設置して、繁殖経過の推定を試みた。結果は、樹洞営巣性の種に対して用いた場合と同等かそれ以上に良好であり、巢立ちや捕食の推定に利用できると考えられたので、報告する。また抱卵中の巣のビデオ記録と温度データロガーの記録を照合して、抱卵行動による温度変化が記録されるかどうかを検討した結果を報じる。

稿を進めるに先立ち、調査に助力頂いた奄美野鳥の会の鳥飼久裕氏、国立科学博物館の西海功氏・岩見恭子氏、そして調査に便宜を与えて下さった喜界町役場に謝意を表する。

方 法

1. 調査地・対象種

調査は鹿児島県奄美諸島の喜界島中里地区（北緯28°18', 東経129°55'; 標高25m）で2008年5月から6月にかけて行った。対象種であるウグイス（亜種ダイトウウグイス *C. d. restricta*）は野生化した牧草ネピアグラス *Pennisetum purpureum* の草原や林縁のやぶに約0.9なわばり/haの密度で生息していた (濱尾 2008)。

2. 機器による記録と分析

温度データロガーはサーモクロンGタイプ (KNラボラトリーズ, 大阪) を使用した。これは直径17mm, 高さ6mmのボタン電池型温度ロガーで、専用のケーブルでパソコンと接続し、測定開始時刻や記録時間間隔の設定とデータの回収を行う (付図2, 3参照)。0.5℃単位で2048回のデータを記録することができる。本調査では20分間隔で温度を記録するように設定した。そのため約28日間の温度記録をとることができた。

ロガーは3巣に設置した（表1）。巣の内外の温度差から雛や親鳥の存在を推定するため、それぞれの巣で巣内と巣外にそれぞれ1個のロガーを設置した。金属光沢があるロガーが親鳥に発見されることがないように、ロガーは巣材と同色の褐色の薄紙を糊付けして包み込んだ（付図4）。巣外に設置するロガーも同様に紙を糊付けした。ロガーを巣内に設置する際は、産座をピンセットで少し持ち上げ、外巣材と産座の間に押し込み（付図5）、その後産座を元のように整えた。巣外に設置する際は、ロガーを小さなビニール袋に入れ、直射日光が当たることのない巣から約1m離れた草の根元に、巣と同じ高さになるようにビニールテープでとめた（付図6）。ロガーは3巣とも2008年6月17日に回収した。その際、巣内は空になっていた。

表 1. 温度データロガーを設置したダイトウウグイスの巣の特性

巣番号	営巣した植物	巣の高さ	観察期間	繁殖ステージ	ロガー設置	記録終了
1	ネピアグラス	89cm	5月11日－19日	5月10日ふ化	5月17日	6月14日
2	ネピアグラス	66cm	5月11日－19日	観察期間中抱卵継続	5月17日	6月14日
3	ネピアグラス	73cm	5月15日－19日	5月18日初卵産下	5月19日	6月16日

抱卵期の親鳥の出入巣が温度データロガーに記録されるかどうかを調べるために、ひとつの巣（巣2）で抱卵行動のビデオ録画を行った。録画に際してはビデオカメラ Handycam CCD-TRV126 (Sony, 東京) を巣から3m離れた地点に設置し、無人状態で録画した。録画は2008年5月17日11:52～17:38に行った。

結 果

回収した温度データロガーをパソコンに接続したところ、いずれも正常に2048回の温度データを記録していた。記録された温度は気温の日変化の影響を受けるため、巣内の温度だけから雛や親鳥の存在を推定することは必ずしも容易ではなかった（図1）。そこで、

$$\text{巣内外の温度差} = (\text{巣外の温度}) - (\text{巣内の温度})$$

の変化を見ることにした。

育雛中の5月17日に記録を開始した巣1では、巣内外の温度差が6.0～17.5℃（平均±SD = 12.1±2.9, n = 373）と巣内の温度が高い期間が5日間続いた。その後、5月22日16:00頃に急に温度差が小さくなった。温度差が-2.0～2.0℃（0.2±0.5, n = 1666）と小さな状態は記録終了まで続いた（図2）。この巣では5月19日早朝までは、雛が存在したことを確認している。

抱卵期の5月17日に記録を開始した巣2では、5月19日8:20まで巣内外の温度差が4.0～12.5℃（9.2±2.0, n = 134）と巣内の温度が高い状態が続いた。その後、同日14:20にかけて不規則な変化をしつつ巣内温度が低下し、15:00以降は巣内外の温度差が-2.5～2.0℃（0.0±0.4, n = 1886）と小さな状態となった（図2）。この巣では5月19日早朝までは卵が存在し、指で触れると暖かかったことを確認している。

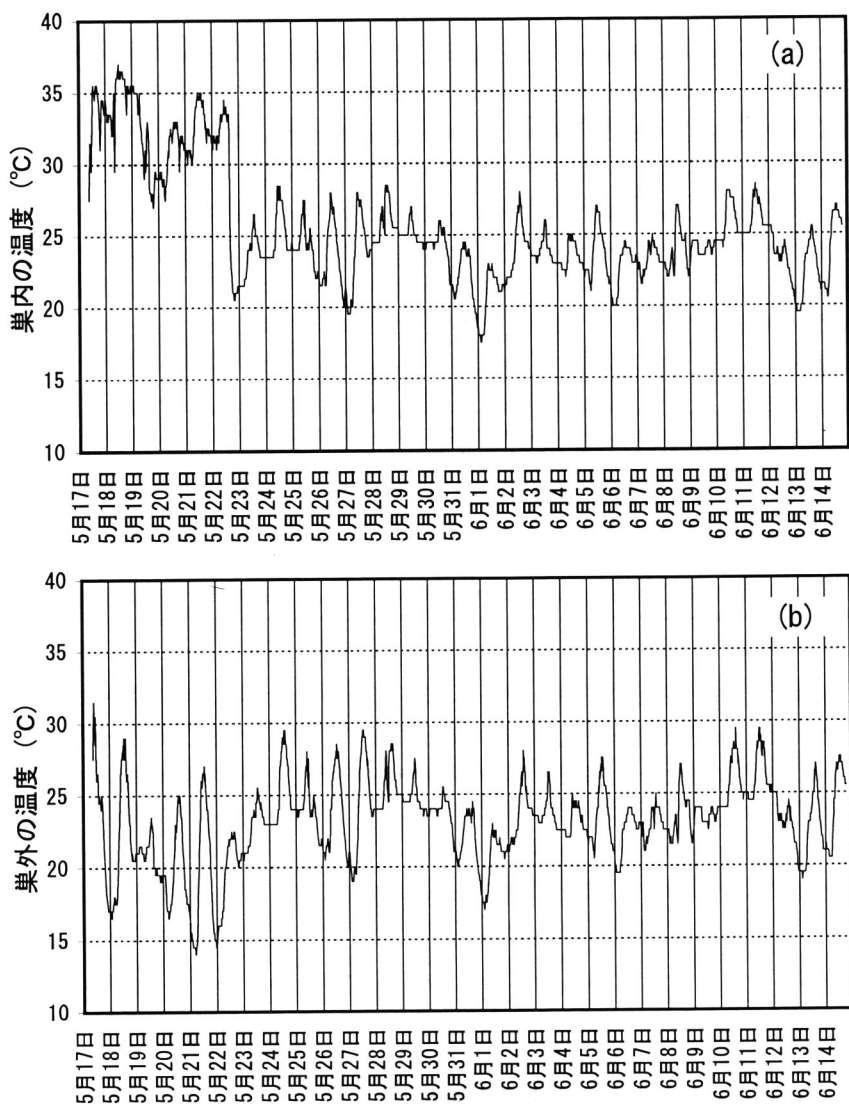


図1. ダイトウグイスの巣の内部 (a) と外部 (b) の温度の変化。
巣1の記録。それぞれの日の午前0:00に縦の目盛り線を入れてある。

初卵が産下された5月19日に記録を開始した巣3では、5月19、20日は巢内温度が巢外温度よりも高い時間が多いものの巢内外の温度差は小さかった ($4.6 \pm 3.8^{\circ}\text{C}$, $n=117$)。5月21日以降は6月3日03:00まで巢内の温度が $7.4 \pm 2.5^{\circ}\text{C}$ 高い状態が続き、日中は巢内外の温度差が小さくなる日周変化を繰り返した。しかし、6月3日03:00に急激に温度差が小さくなり、03:20以降は巢内外の温度差が $-2.5 \sim 2.0^{\circ}\text{C}$ (0.5 ± 0.6 , $n=841$) と小さな状態が続いた (図2)。この巣ではロガー設置以降、巢内の様子を観察する機会がなかった。

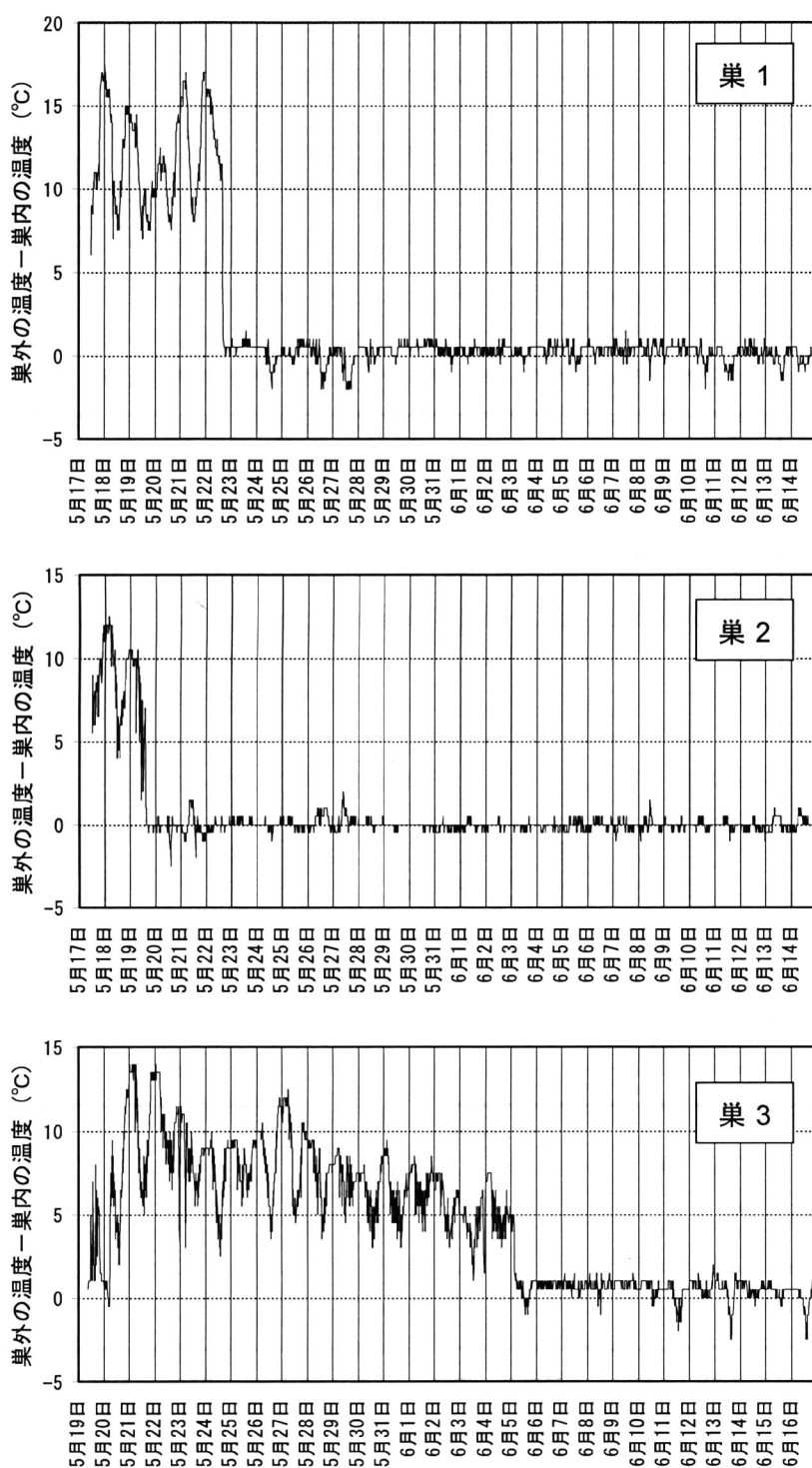


図2. ダイトウウグイスの巢内外の温度差の変化.

それぞれの日の午前 0:00 に縦の目盛り線を入れてある。

抱卵中の巣2において、ロガーによる温度記録とビデオによる抱卵行動の記録を照合した。両者に明瞭な関係は見られなかった（図3）。抱卵個体が入巢中に記録された巣内外の温度差は $7.5 \pm 1.3^{\circ}\text{C}$ ($n=10$)、出巢中の温度差は $7.9 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$ ($n=7$)であり、両者の間に差は認められなかった（Mann-WhitneyのU検定, $U = 33$, $P=0.89$ ）。抱卵個体が入巢中の場合、入巢後の時間が経つほど巣内外の温度差は大きくなっていた（Spearmanの順位相関係数, $r_s = 0.86$, $n=10$, $P<0.01$; 図4a）。しかし、抱卵個体が出巢中の場合は、出巢後の時間と巣内外の温度差の間には相関が見られなかった（ $r_s = -0.50$, $n=7$, $P=0.22$; 図4b）。

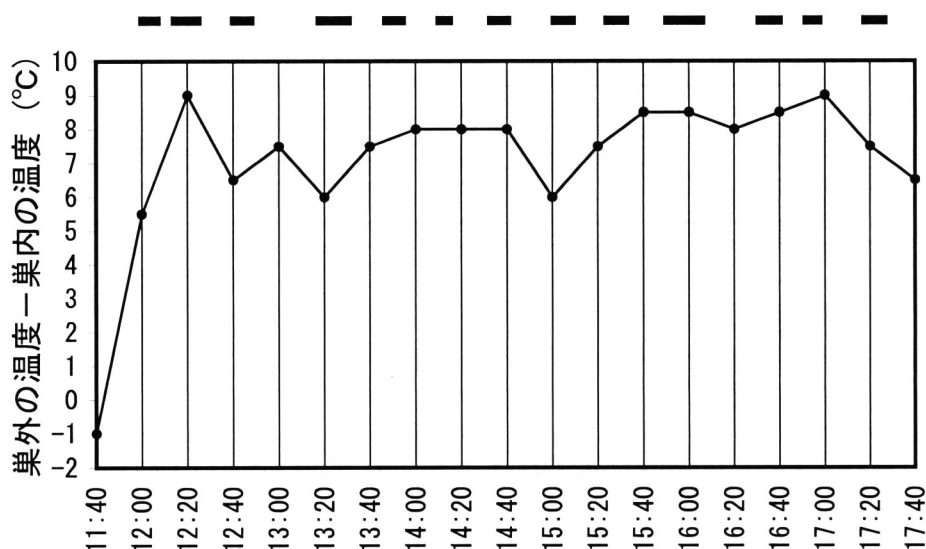


図3. ダイトウウグイスの抱卵行動と巣内外の温度差の変化。

2008年5月17日、巣2の記録。グラフ上の黒いバーはメスが入巢していた時間帯を表す。

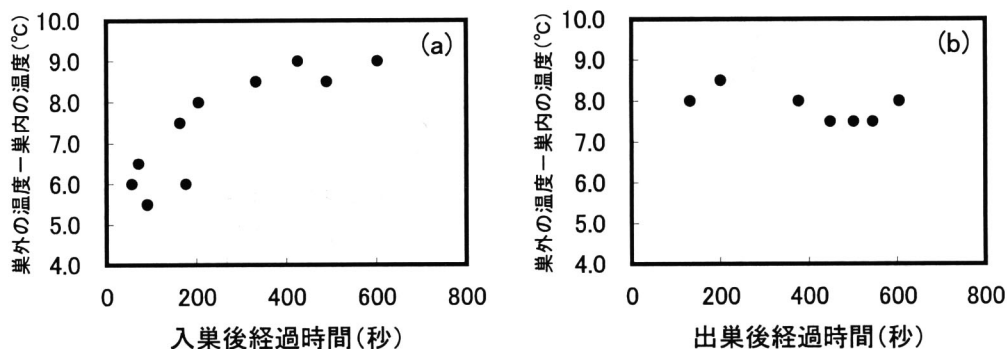


図4. 抱卵期のダイトウウグイスの入巢 (a), 出巢後経過時間 (b) と巣内外の温度の関係。

2008年5月17日、巣2の記録。

考 察

温度データロガーを設置した巣では、そのいずれでも巣外よりも巣内の温度が高い期間が続いた後、突然、巣内温度が下がり巣内外の温度差がなくなる日が訪れていた。育雛期にロガーを設置した巣1では、巣立ち予定日の5月17日に急に巣内温度が低下していた。巣立ちが起きたものと考えられる。抱卵期にロガーを設置した巣2では、早朝、手に触れた卵が暖かかったことから抱卵が続いていると考えられた5月19日の昼に巣内温度が急激に低下した。卵の捕食が起こり、抱卵が中止されたものと考えられる。初卵産下日にロガーを設置した巣6では、その2日後から安定的に巣内温度が高い状態が続いた。抱卵が始まったものと考えられる。産卵を完了した日に抱卵が始まる(羽田・岡部 1970)とすると、この巣では3卵が産下されたことになる。その後、ふ化予定日にあたる6月5日未明に急に巣内温度が低下し、巣内外の温度差はなくなった。この時点で卵(あるいは雛)の捕食が起こり、繁殖試行が中止されたのであろう。

以上のように、いずれの巣でも巣立ち・捕食と考えて矛盾が生じない明瞭な温度低下が記録されていた。それぞれの巣における巣内外の温度差は、平均で12.1℃から0.2℃へ(巣1)、9.2℃から0.0℃へ(巣2)、7.4℃から0.5℃へ(巣3)と大幅に低下していた。この温度変化は、同じボタン電池型ロガーを巣箱に設置した際に得られたもの(植田ら 2007)と同程度、あるいはそれよりも大きく急激なものであった。開放型の巣をつくるウグイスの場合でも、繁殖経過の記録にボタン電池型温度データロガーが有効だと考えられる。開放型の巣の場合、巣箱内にあらかじめロガーを設置しておくのと異なり、産座の直下にロガーを置くことができるので、正確なデータを得やすい可能性もある。もちろん、ロガーが外巣材の間から落下しないことや、産座の下にロガーを挿入する際に巣を痛めないことが条件となるだろう。また、親鳥にロガーを発見されないように隠すことや、巣材と同じ色の紙などで覆うということも必要だろう。

ロガーによる温度記録とビデオによる抱卵行動の記録を照合したところ、メスの入巣・出巣による明らかな温度変化は記録されていなかった。少なくとも20分間隔の温度記録からは、抱卵行動を推定することはできないと言える。しかし、入巣後時間が経過するほど巣内外の温度差が大きくなっていたので、ロガーの記録間隔を小さくすると、温度変化から抱卵行動を推定することが可能になることも考えられる。

要 約

鹿児島県奄美諸島の喜界島でダイトウウグイス *Cettia diphone restricta* の巣に温度データロガーを設置し、巣立ちや捕食を推定できるかどうかを検討した。巣内に卵・雛が存在するのを確認してロガーを設置した場合、巣内外の温度差が大きな期間が続いた後、突然温度差がなくなる時期が訪れていた。変化は明瞭なものであり、その時期に雛や抱卵中の親鳥が存在しなくなったものと考えられた。開放型の巣で産座の下にロガーを設置可能な場合、ボタン電池型のロガーで巣立ちや捕食を推定できると考えられた。また抱卵中のメスの出入巣のビデオ記録と照合したところ、少なくとも20分ごとの温度記録はメスの行動と明らかな関係は見られず、ロガーの記録から抱卵行動を推定することはできなかった。

文 献

赤谷加奈. 2006. チェーンモードで長時間録画. 鳥学通信 (6).

<http://www.soc.nii.ac.jp/osj/japanese/katsudo/Letter/no5/OL5.html#01> <2008/12/18 accessed>

水田拓. 2007. 温度データロガーによるマダガスカルサンコウチョウの巣の捕食者と捕食時間帯の特定. Bird Research 3: T21-T28.

村濱史郎・那須義次・松室裕之. 2007. 自動温度記録計を用いたフクロウの繁殖状況の推定. Bird Research 3: T13-T19.

濱尾章二. 1997. 一夫多妻の鳥, ウグイス. 64pp. 文一総合出版, 東京.

濱尾章二. 2008. ダイトウウグイスのさえずりと繁殖生態 (予報). 日本鳥学会 2008 年度大会講演要旨集: 146.

羽田健三・岡部剛士. 1970. ウグイスの生活史に関する研究. 1. 繁殖生活. 山階鳥研報 6: 131-140.

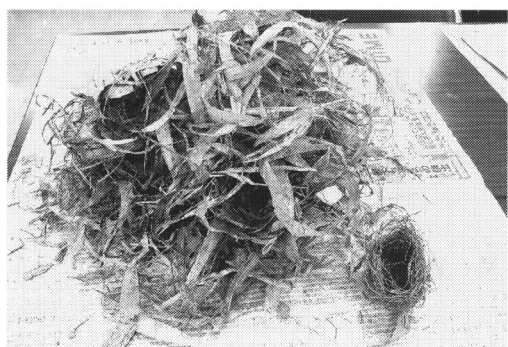
Ricklefs, R. E. 1969. An analysis of nesting mortality in birds. Smithsonian Contrib. Zool. 9: 1-48.

植田睦之・関伸一・小池重人. 2007. 温度ロガーを用いた巣箱に営巣する鳥類の繁殖状況の自動調査の試み. Bird Research 3: T3-T11.

Weidinger, K. 2006. Validating the use of temperature data loggers to measure survival of songbird nests. J. Field Ornithol. 77: 357-364.

Summary

I tested temperature data loggers for monitoring fledging and nest predation of an open-nesting bird, the Japanese Bush Warbler *Cettia diphone restricta*, on Kikaijima Island in Amami Islands, Japan. I attached coin-like loggers in three nests that contained eggs and nestlings. The temperature inside the nests kept higher than the ambient air temperature, but it dramatically dropped after the periods. From this change in temperature and additional observations, I estimated the timing of fledging and nest predation. This study indicates that coin-like temperature data loggers are useful to estimate nesting schedule of open-nesting birds.

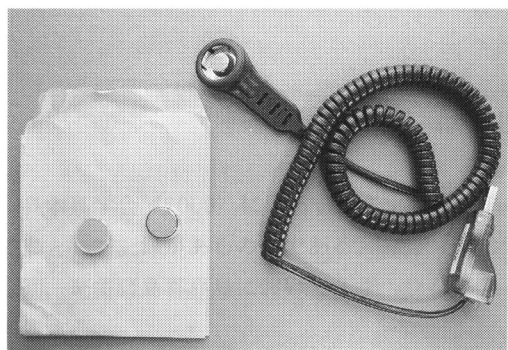


付図1. ウグイスの巣.

三宅島で巣立ち後採取したひとつの巣を分解したところ。右下にあるのが産座。



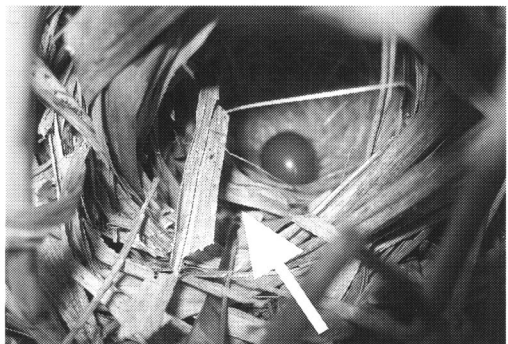
付図2. 温度データロガー.



付図3. 温度データロガーとパソコン接続用ケーブル.



付図4. 褐色の紙で包んだ温度データロガー.



付図5. 巣内に温度データロガーを設置する様子. ピンセット先端 (矢印)) で、外巢材と産座の間にロガーを押し込む。



付図6. 巣外に設置した温度データロガー.