

ユビナガコウモリ *Miniopterus fuliginosus* (Hodgson, 1835) が利用する紀伊半島南部の3洞窟における気温

前田喜四雄（奈良教育大学附属自然環境教育センター）

徐華（特定非営利活動法人東洋蝙蝠研究所）・鈴木和男（田辺市ふるさと自然公園センター）

Temperatures in three caves inhabited by miniopterine bats at southern Kii peninsula

Kishio MAEDA (Education Center for Natural environment, Nara University of Education),
Hua XU (Non profit organization Asian Bat Research Institute), and Kazuo SUZUKI (Hikiwa
Park Center, Tanabe-City)

要約：紀伊半島南部にあるユビナガコウモリの多個体が利用し、各々の間で本種の移動が知られている3つの洞窟（図1）内の気温を2003年10月16日から2004年9月19日まで4時間おきに調べた。1つは出産・子育てに利用される和歌山県西牟婁郡白浜町の千畳敷海蝕洞（以下白浜海蝕洞と略す）、2つ目は冬季にのみ利用される奈良県吉野郡下桑原の発電のための旧導水路（以下下北山導水路と略す）、3つ目は一年をとおして長期にわたり利用されている和歌山県西牟婁郡上富田町朝来の旧新川導水路（以下朝来導水路と略す）である。一年をとおして全体的に気温が高いのは、白浜海蝕洞であり、平均が24.1℃、最高が37.5℃、最低が20℃、であった。一方、朝来導水路のそれらは各々16.4度、24.5度、7.5度、下北山導水路のそれらは各々13.9度、27.5度、2.0度であった（図2）。図2には年をとおしての気温変化の詳細、および図3にはこれらの洞窟における0.5度おきの頻度分布を示した。これらは、白浜海蝕洞が出産・子育てに、および下北山導水路が冬眠に利用されるのに好条件であることを示唆する。ただし、夏季には気温があがる下北山導水路をなぜ出産・子育てに使用しないのか疑問が残った。

SUMMARY : The temperatures in three caves where many miniopterine bats (*Miniopterus fuliginosus*) dwell at southern Kii peninsula were measured from 16th of October, 2003 to 19th of September, 2004. The detailed results are shown in Figure 2, and frequency distributions of the temperatures measured. These seem that the temperature of Shirahama erosion cave is suitable for parturition and nursing, on the other hand one of Shimokitayama raceway for overwintering.

紀伊半島南部においてユビナガコウモリの多個体が利用する洞窟がいくつか知られている（徐ほか、2005）。そのうちの利用時期の状況が異なる3洞窟において、洞内の気温を1年近くにわたって調べた。1つ目は出産・子育てのために集合する洞窟であり、この時期のみ利用される。2つ目は冬眠期にのみ利用される洞窟、他の1つは出産・子育てには利用されないが、一年を通して広く利用されている洞窟である。このような利用時期の違いが洞内の温度条件に関連するのかを考察するために、各々の洞内の気温を調べたので報告する。

調査洞窟と方法

温度を調べた洞窟はいずれもユビナガコウモリ *Miniopterus fuliginosus* (Hodgson, 1835) が利用する紀伊半島南部にある和歌山県西牟婁郡白浜町の千畳敷海蝕洞（以下白浜海蝕洞と略す）、同



図 1. 気温を調べた 3 洞窟の位置

西牟婁郡上富田町朝来の旧新川導水路（以下朝来導水路と略す）、および奈良県吉野郡下北山村下桑原にある発電のための旧導水路（以下下北山導水路と略す）である（図 1）。白浜海蝕洞は出入り口が 1 か所、奥行きは 23m と短く、天井の高さは入口付近で 4m、奥にいくと 1m くらいになり、洞内を水は流れていないが、洞窟の上を温泉からの暖かい排水が流れ、洞窟の入口に上から滝のように流れ落ちている。朝来導水路は上下流が開いており、中を常時水が流れており、奥行きは 600 m と長く、天井の高さは 3 ～ 3.5m である。下北山導水路はかつて発電用の水を通すために使用されていたトンネルで全体では 5 ～ 6 km と長いが途中で落石や落盤によって一部天井が開き、トンネルの半分以上も土砂で埋まっているところもあり、現在安全に入洞できるのは導水路最下部にあたる入口から 400m くらいであり、この付近の天井は半分くらいも破損し、開いている。天井の高さは 6.6m、幅は 4.2m であり、降雨時にはやや増水すると思われるが、通常は水路の中央付近にわずかに水が流れているのみである。

白浜海蝕洞は出産・子育ての時期のみに利用されている。すなわち、6 月中旬に妊娠メスが集合を始める。そして、その洞窟で出産・子育てを行い、独り立ちした幼獣も含め、8 月初旬には利用個体が最大になり、夕方に採餌のために洞窟から飛び出す数を調べると約 2 万 8 千～3 万 4 千個体にもなったという。その後利用個体数は徐々にその数を減じ、8 月の終わりにはほとんどいなくなるという（以上、津村、2004；徐ほか、2005）。一方、下北山導水路では、約 4,500～8,000 頭のユビナガコウモリが冬眠する（井上ほか、2004；徐ほか、2005）。また朝来導水路では、最近の観察も含めると、非常に個体数が少なくなる時期もあるが、年中多数のユビナガコウモリが見られ（徐ほか、2005；および未発表資料として約 2,000～6,000 頭という観察記録もある）、上記 2 つの洞窟のように、出産・子育て時期のみ、冬眠時期のみの利用といった特徴はみられない。

これら 3 つの洞窟の奥まった場所の高さ 2 メートルのところに、4 時間おきに気温が測定されるように設定した自動温度記録装置（OnSolution Pty Ltd. 製の温度ロガー G タイプ（品番 DS1920

G-F50、測定可能温度範囲 $-40\sim+85^{\circ}\text{C}$ 、表示最小単位 0.5°C 、温度精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、直径 1.7cm)を一つずつ設置した。なお、測定のはじめは3洞窟とも2003年10月16日午後0時1分、終わりは2004年9月19日午前4時1分であり、測定された気温はのべ338日の2,033回であった。なお、外気温との比較を、気温を調べた3つの洞窟に比較的近い和歌山県東牟婁郡串本町にある気象庁潮岬測候所のホームページから日平均気温を用いて行った。

結果と考察

図2に調べた3洞窟の測定気温を、図3にはこれら3洞窟での 0.5 度ずつの温度の頻度を示した。これらによると、白浜海蝕洞の気温は一日、および数日の間でもまったくと言っていいほど変化がないことが読み取れる。これは他の洞窟と異なる大きな特徴であり、白浜海蝕洞に入口が1つしかないことに因るものと思われる。ついで一年をとおして全体的に温度が高いのは、白浜海蝕洞であり、平均気温が 24.1°C 、最高気温が 37.5°C 、最低気温が 20°C であった。一方、朝来導水路のそれらは各々 16.4°C 、 24.5°C 、 7.5°C 、下北山導水路のそれらは各々 13.9°C 、 27.5°C 、 2.0°C であった。平均気温が一番高かったのは白浜海蝕洞、低かったのは下北山導水路であった。下北山導水路では最低気温が他洞窟よりも低かった。しかしこの最高気温は朝来導水路よりも高かった。朝来導水路の平均気温は他2洞窟のその間であるが、むしろ下北山導水路のそれに近かった。なお、これら最高最低気温の差は下北山導水路が 27.3°C と最も大きく、朝来導水路と白浜海蝕洞は各々 17.0°C 、 17.5°C と両洞窟ではほとんど差がなく、下北山導水路に比べて約 10°C 小さかった。

白浜海蝕洞では、10月16日に 24°C であった気温が徐々に下がり、3月22日に初めて最低気温の 20°C になり、以後5月16日までほとんどがこの温度であった。その間時々 20.5°C を記録した。その後 21°C も時々あったが、6月6日までは多くが 20.5°C を記録した。それ以降 21°C 、 21.5°C となり、6月15日まで続いた。

12月から4月初旬までの潮岬における日平均気温は最低では 1.2°C までさがった日もあるが、多くが5度から15度の間であり、数日は15度から20度の間の気温と、いずれにしても、白浜海蝕洞内の気温よりも常時低い気温を記録していた。

ところが海蝕洞の気温は6月中旬から急激に上がり始め、6月下旬には 27°C を、さらに末には 30°C を越えるようにもなった。気温が 35°C を越えるのは7月初めからであり、それが7月下旬まで続いた。ところが末ころより気温が下がり始め、8月下旬には 30°C を下回るようになった。気温はその後も下がり続け、9月19日にまでには 25.5°C を何度も記録したが、 25°C を下回らなかった。一方、潮岬の日平均気温は4月初旬から白浜海蝕洞にコウモリが集合を始める6月中旬までは、洞内の温度より1度以上高い日が18回観察された。

このように白浜海蝕洞では6月中旬ころから気温が急激に上がり始め、 30°C を越える高温が8月下旬まで続く。この高温の時期はコウモリが集合を始め、そこで出産。子育てをしている期間に対応し、その後コウモリは分散を始め、9月上旬にはまったく姿を見なくなるという(津村、2004)観察とよく一致する。すなわち、この間の高温はコウモリの万を超える集団が出産。子育てをする際に放出する熱により、作り出されることが推測される。それを裏付けるように、コウモリの個体数が急激に減少する8月下旬から(津村、2004)温度は徐々に下がりはじめ、翌年の5月ころにはついに外気温くらいにまで低下する。この温度が再び上昇を始めるのは6月に入ってからである。

下北山導水路は冬季のみユビナガコウモリによって利用される洞窟であり(井上ほか、2004; 徐ほか、2005)、多数個体によって利用される12月初めから3月中旬まで(井上ほか、2004)の気温(図2)は最高が 14.5 度で3回記録、 14 度が6回、 13.5 度が6回、 13 度が4回、 12.5 度が4回の合計23回記録されており、これは全体(636測定回)のわずか3.6%である。最低が 2.0 度、平均は 7.8 度であり、多く(636測定値のうちの574回、全体の90.3%)が5度から 12.0 度の気温で

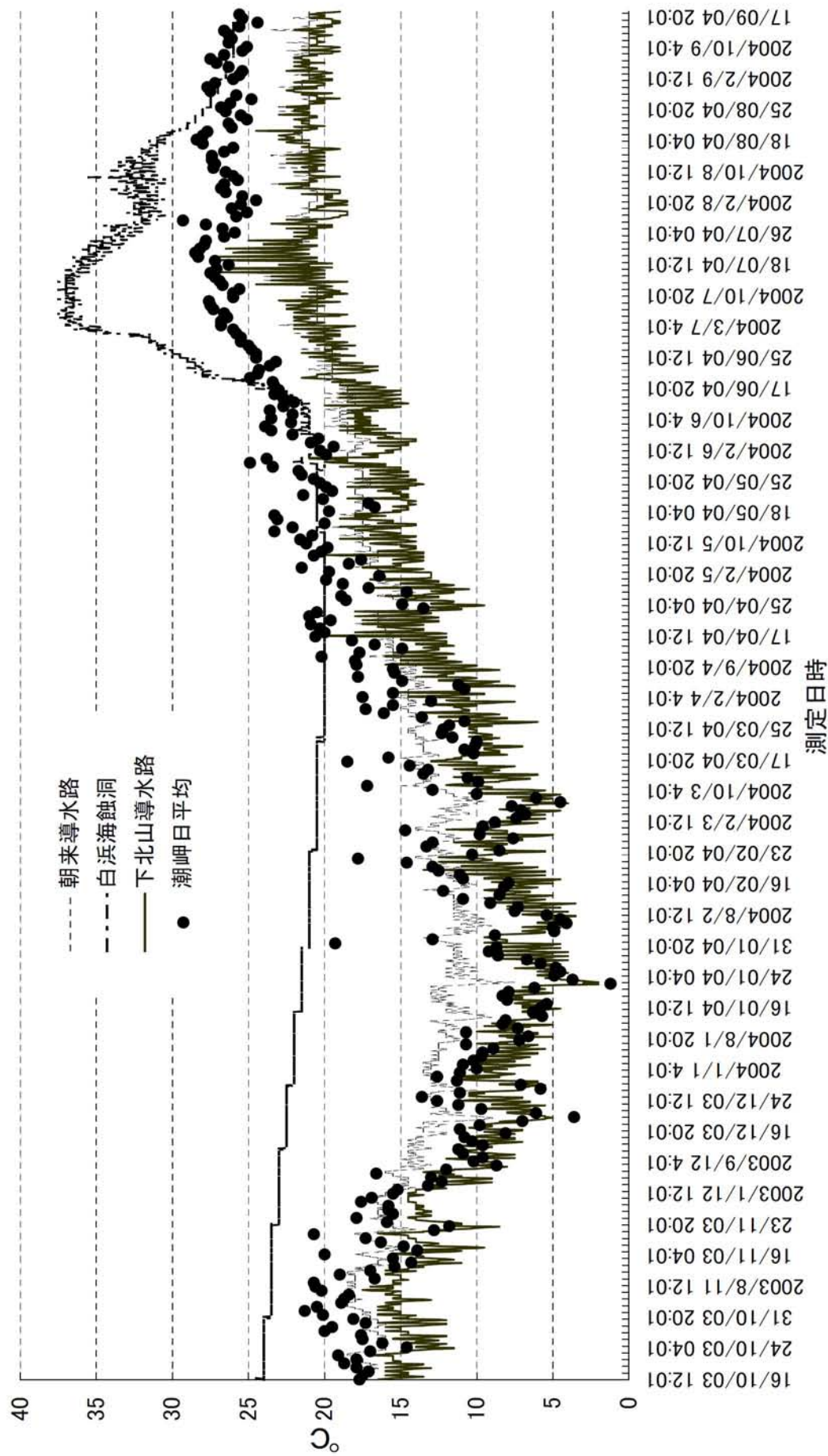


図2. 白浜海蝕洞、朝来導水路、下北山導水路の洞内気温と潮岬の気温

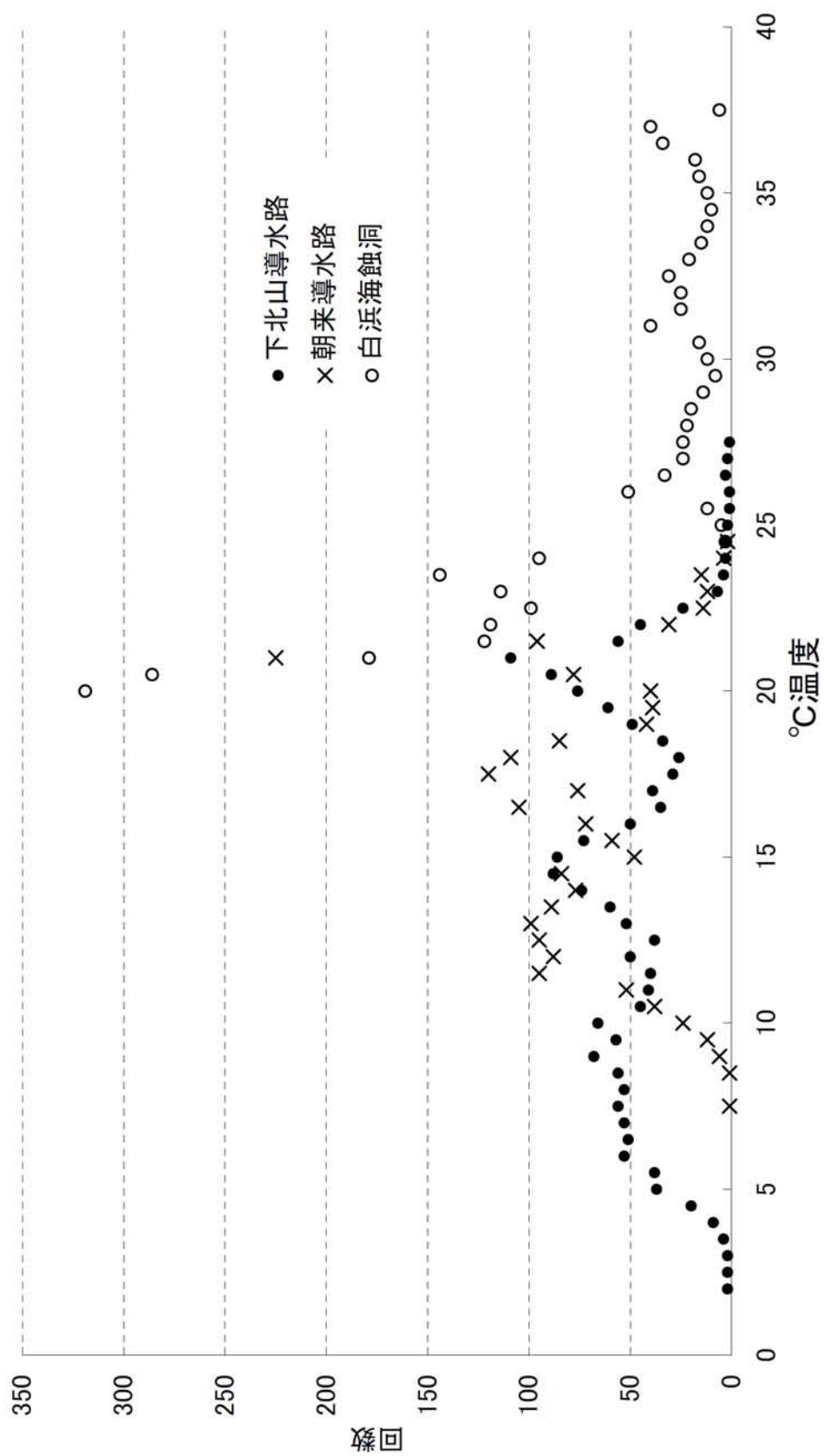


図3. 調べた3洞窟内気温の0.5度ごとの頻度分布

あった。これは下泉（1938）の伊豆半島南部の下田におけるユビナガコウモリの研究による「ユビナガコウモリの冬眠を起こす温度の範囲は5～12度であるが、10～12度での冬眠は不安定である」という気温条件に近い。さらに温度条件を5～10度に限定しても506回の79.6%となり、本洞窟は冬眠を行うにかなり好条件の洞窟と考えられる。冬眠期以外の時期の最高は27.5度、最低は6度、平均は16.7度であり、いずれも冬眠期よりも高く、平均値は冬眠期のそれよりも8.8度も高かった。

朝来導水路の最低気温は7.5度であり、白浜海蝕洞の20.0度よりは低いが、下北山導水路の2.0度よりは高かった。一方最高気温は24.5度であり、白浜海蝕洞の37.5度よりもかなり低く、下北山導水路の27.5度よりも低かった。すなわち、下北山導水路に対して温度差が少ない。これは朝来導水路には常時水が流れているのに対し、下北山導水路は激しい降雨時以外はほとんど水が流れていないこと、および朝来導水路が比較的海に近い（海から約2kmで、標高が約10m）のに対して、下北山導水路は海から離れており（約20km）、標高も約200mとやや高い山間部にあることに因るものと思われる。

和歌山県串本町にある潮岬測候所の日平均気温と上述の3洞窟の4時間おきの気温とを比較する（図2）。白浜海蝕洞の気温は5月中旬からユビナガコウモリがこの洞窟に飛来する6月中旬までの約1か月間は潮岬の外気温よりも低いことが何日もみられるが、他の季節は外気温と同じくらいか、それよりも高い。これは白浜海蝕洞がある地域は有名な温泉の湧出地であり、海蝕洞の上を温泉からの暖かい排水が流れ、洞窟の入口に上から滝のように流れ落ちていることに因るものであろう。また、コウモリが出産・子育てのために白浜海蝕洞に集合し始めると気温が上がり始め、ついには常時30度を越えるようになり、7月2日からは35度を越えるようになり、これが7月24日までと20日以上も続く。これはこの洞窟のある温泉湧出地という条件のほかに、上述のように洞窟の天井も低く、奥行きも長くなく、さらに入口が1か所のみであることに因るものと思われる。これに比べて両側が開口し、各々天井が高く、奥行きもかなり長い朝来導水路や下北山導水路に比べてあまり大きな洞窟でないことに因るものと思われる。

朝来導水路の気温は秋には潮岬の外気温と比較的によく似ているが、12月になると、外気温の方が低くなる。しかし、4月になると、外気温の方が高いことが多くなり、夏の間は洞内の方が温度は低い。下北山導水路は外気温よりも温度が低いことがほとんどであるが、冬季には同じような温度であることも多い、ただしこの期間の温度差は洞内の方が小さい。

コウモリの出産・子育て利用と洞内温度に関する考察

近畿地区で唯一ユビナガコウモリの出産・子育てが知られている白浜海蝕洞では調べた他2洞窟よりも一年をとおして洞内気温が前述のようになり高かった（図2）。7月になってからの最高気温の急激かつ大幅な上昇は2万頭を越える群が集合すること（津村、2004）、入口が一方向のみであり風が通りにくいこと、洞窟が他と比べて狭く小さいという洞窟の形状に関係していると思われる。また、この洞窟は最低気温が冬季でも20度を下回らないことが明らかになった。いずれにしても、調べた他洞窟に比べて、本洞窟は一年をとおして温度が高いことが、出産・保育洞に選択されている大きな理由の一つではあると思われるが、このような温度条件のうち、どの条件がもっとも決定的な理由になっているかは、同様に出産・子育てに利用されている他洞窟で、今回のような詳細な気温に関する研究がないので、不明である。

なお、この洞窟での洞窟からの飛び出しの観察を行った津村（2004）の資料では、6月中旬から個体数が急激に増加を始め、7月末ころまでは2万頭前後の値を示す。そして、8月の初めに一時3万頭を越える個体数になる。しかし、8月中旬以降に急激に個体数を減じ、9月の初めにはコウモリがまったく見られなくなる。これは8月の初めには独り立ちができるようになった幼獣が飛翔

を始めるために一時個体数が増加するものであろうと想像され、それ以降はそれらの独り立ちした幼獣とその母獣が他の洞窟に急激に移動を始めることにより個体数が急に減り始め、ついには1頭もいなくなるものと思われる。なぜ、朝来導水路のように、白浜海蝕洞をこれ以降も利用しないのが疑問である。これについては、以下のように想像する。この洞窟の近くには樹木が散在するのみであり、一定規模の森が続くのは2kmほど離れた場所である。したがって、出産・子育て中もすぐ近くでは採餌飛翔を行っていないことを確認していることから、少なくとも、最低でも2kmほど離れている森に採餌に行っていることが考えられる。すなわち、この海蝕洞は子育てには温度条件が相応しいこと、および人が近寄りがたくその妨害を受けにくいことなどから選択されていると想像される。しかし、採餌場がやや遠いことがコウモリにとって問題となるようであり、出産・保育といった白浜海蝕洞を使用しなければならない時期がすぎると、すぐに他の採餌都合のよい洞窟へ移動するものと思われる。具体的な移動場所としては10kmしか離れていない朝来導水路が考えられ、事実2008年9月初めに著者の一人が白浜海蝕洞で出生した幼獣を一部ではあるが、この導水路で確認した。なお、白浜海蝕洞は冬季にも20度を下回らず、下泉(1938)による冬眠を引き起こす温度条件より相当高く、このことが冬季の利用を妨げているものと思われる。

次いで、白浜海蝕洞に本種が集合して出産・子育てをする6月15日から8月末の下北山導水路内の気温は平均20.5度、最高27.5度、最低15度で、6月中こそ15度を少し越えるような気温が見られるが、それ以降は20度を越える日がほとんどである。日本の洞窟での夏季の7月あるいは8月に測定された気温は(Maeda, 1978)、新潟県長岡では11~14度、高知県土佐山田では16度、大分県佐伯では15~18度であった。したがって、下北山導水路における夏季の温度条件は、他に比べて決して低い温度ではなく、なぜこの下北山導水路は出産・子育てに利用されないのか疑問である。白浜海蝕洞のようなより好条件の洞窟が比較的近くにあるのも一因と考えられる。ちなみに、上記3洞窟ではユビナガコウモリの出産・子育てが観察されているというわけではなく、日本列島における平均的な洞窟内の気温ということで示したにすぎない。

朝来導水路の徐ほか(2005)のユビナガコウモリの2004年6月6日と7月19日の観察によると、各々1200頭と1500頭の妊娠中のメスを確認しており、さらに8月11日には生後間もない幼獣は未確認だという。したがって、私たちは、出産直前までは妊娠メスがここを利用するが、出産時にはすぐ近くの白浜海蝕洞に移動すると思っていた。しかし、澤田(2003)によると、朝来導水路で6月上旬~下旬の頃、モモジロコウモリとユビナガコウモリの混合繁殖コロニーが見られるという。このような結論に至った沢田(1993)の観察記録は以下のようである：1982年6月2日の観察で、2000~3000頭のモモジロコウモリ(*Myotis macrodactylus*)とユビナガコウモリが天井にコロニーを形成し、モモジロコウモリのコロニーには生まれた直後の赤子が多数交じっていた。次いで2日後の6月4日の再度の観察では、モモジロコウモリが約2000頭、ユビナガコウモリが500~600頭分娩コロニーを形成し、モモジロコウモリはすでに出産が終わっていた。さらに6月25日には、6月4日に比べて分娩を終了したモモジロコウモリは数がやや減少していたが、ユビナガコウモリは分娩中で、その数に変化はみられなかった。しかし、徐ほか(2005)の最近の観察では、これら一連の澤田による観察を再確認できていない。あるいは、20数年間で、出産・子育てに利用されなくなったのだとすれば、それがどんな環境変化に起因するものであったのかは不明である。ただし、著者の一人、鈴木は2007年6月19日にこの洞窟で6個体の本種の幼獣を観察している。しかし、私たちはこれを出産・子育ての白浜海蝕洞に何らかの理由で行きそびれて、偶発的にここで生まれてしまったと想像している。ただし、この6個体の幼獣がその後もこの洞窟にとどまっていたかどうかの観察はしていないので。今後この点について確かめるとともに、詳細なこの洞窟の継続調査もまたれる。

引用文献

- 井上龍一・前田喜四雄・徐華・津村真由美・鈴木和男、2004、奈良県吉野郡下北山村にみられる
ユビナガコウモリ (*Miniopterus fuliginosus*) 冬眠群の移動 (1) 出産・子育て場所、奈良教育大
学附属自然環境教育センター紀要、(6): 1-5.
- 徐華・前田喜四雄・井上龍一・鈴木和男・佐野明・津村真由美・橋本肇・寺西敏夫・奥村一枝・阿
部勇治、2005、和歌山県白浜町で出生したユビナガコウモリ、*Miniopterus fuliginosus* の移動 (1)
2003、2004 年、奈良教育大学附属自然環境教育センター紀要、(7): 31-37.
- Maeda, K. 1978. Variations in Bent-winged bats, *Miniopterus schreibersi* Kuhl, and Least
horseshoe bats, *Rhinolophus cornutus* Temminck, in the Japanese Islands: 1. External
characters. Proceedings of the Fourth International Bat Research Conference. Kenya
National Academy for Advancement of Arts and Sciences. Kenya Literature Bureau, pp.328:
177-187.
- 沢田勇、1993、旧新川導水トンネルのコウモリ、Nature Study, 39(7):79-80.
- 澤田勇、2003、日本の洞窟棲コウモリの主要な繁殖場所及び冬眠場所について、長崎県生物学会
誌、(56):16-24.
- 下泉重吉、1938、カウモリの冬眠に就て、動物学雑誌、50(4):214.
- 津村真由美、2004、ユビナガコウモリ (*Miniopterus fuliginosus*) のカウント、くろしお、(23):48-
51.