

石垣島：カラ・カルスト地域と域外の主要洞窟に  
生息する絶滅危惧種コウモリ類の生息実態に関する  
学術調査（2014年2月）報告

カラ・カルスト地域学術調査委員会



## 要 約

沖縄県から調査許可が下りたカラ・カルスト地域(新石垣空港及びその周辺)のA洞とD洞, および域外の石垣島の主要洞窟(5洞窟)と観光洞の2洞窟に生息するコウモリ類の調査を2014年2月7日~10日に行った。なおB、C、E洞は、空港制限区域内として許可が出なかった。

A洞ではカグラコウモリ3頭, ヤエヤマコキクガシラコウモリ59頭, リュウキュウユビナガコウモリ40頭の生息を確認した。D洞ではカグラコウモリ200頭, ヤエヤマコキクガシラコウモリ2頭の生息を確認した。

沖縄県は約10年間にわたって, カラ・カルスト地域の各種コウモリ類の個体数調査を行ってきた。沖縄県の調査方法には重大な問題点があり, その調査結果を俄かに信じることはできない。しかし, コウモリ類の活動が鈍る冬季の調査結果については比較的信頼できるものと判断し, 本報告書では引用した。

冬季のカグラコウモリとヤエヤマコキクガシラコウモリの経年変動をみたところ, 減少傾向にあった。そこで両種の個体数変化の回帰分析を行った結果, 明らかな減少が認められた。周辺環境が改善されることなく, 一方で人為的改変が進めば, カラ・カルスト地域における冬季の個体群はいずれ消滅の危機を免れないだろう。

カラ・カルスト地域外の石垣島の主要洞窟について調査した結果, その北端に位置する平野洞でカグラコ

ウモリ2,400頭, ヤエヤマコキクガシラコウモリ26頭, リュウキュウユビナガコウモリ363頭の生息を確認した。北部の北サビチ鍾乳洞でヤエヤマコキクガシラコウモリ39頭, サビチ鍾乳洞でヤエヤマコキクガシラコウモリ248頭とリュウキュウユビナガコウモリ15頭の生息を確認した。中央北部のフカイオモトの壕ではカグラコウモリ3頭, ヤエヤマコキクガシラコウモリ57頭, リュウキュウユビナガコウモリ22頭の生息を確認した。中央部のヘーギナー巨大壕では, ヤエヤマコキクガシラコウモリ682頭の生息を確認した。西部の八重山鍾乳洞ではコウモリ類の生息を確認できなかった。

冬季における北部グループのカグラコウモリやヤエヤマコキクガシラコウモリは減少していることが判明した。南東部のグループを代表するフカイオモトの壕ではカグラコウモリが激減していた。リュウキュウユビナガコウモリの主要な越冬洞窟であるヘーギナー巨大壕では, 本種の生息を確認することができなかった。こうした越冬洞におけるコウモリ類の現状は, 未調査の他洞でも同様であると推測される。これらの個体数の減少はカラ・カルスト地域の各種個体群の減少と直接的に連動していると考えられる。また過度な調査など人為的なディスタバンスも考えられる。

今後, 空港周辺地域の開発やリゾート開発等が予想され, コウモリ類への影響が懸念される。開発事業については, 事前に戦略的アセスメント(事業の意志決定段階や適地選定段階で実施される環境アセスメント)を

実施して、生息域の保護・保全に真剣に取り組むべき時期にきている。保全策が失敗という事態になれば、アセスメントやモニタリングの根本が問われることになる。

### 調査目的

カラ・カルスト地域学術調査委員会ではこれまで主にカラ・カルスト地域に生息する絶滅危惧種コウモリ類3種の学術調査を7回実施し、それらの結果は報告書として公表してきた（カラ・カルスト地域学術調査委員会 2006, 2007, 2008, 2009a, 2009b, 2013）。

これら一連の調査において、①A洞に通じる未知の洞口の存在を確認し、②リュウキュウユビナガコウモリがA洞で出産・哺育コロニーを形成し、C洞もかつて出産・哺育場所として利用していた可能性を指摘し、③新石垣空港の建設工事が、カラ・カルスト地域の洞窟群に生息するコウモリ類に重大な影響を与えていること等について言及してきた。

一方、各種各季の個体数の変動の激しさの異常性を指摘した。そしてシミュレーションによる当地域におけるコウモリ類消滅の可能性についても明らかにしてきた。その原因として、空港建設工事やそれに伴う生息環境の劣化に加えて、沖縄県の調査による過度なディスタートバンスにあると指摘した（カラ・カルスト地域学術調査委員会 2013）。

今回は、2006年以来中断していた冬季のコウモリ類調査を、新石垣空港開港後の影響を検証するために実施した。特に、D洞はカグラコウモ

リの主要な越冬場所になっているが、本種は減少の一途をたどっており、石垣島全島においても減少していて危惧されている（カラ・カルスト地域学術調査委員会 2013）。本種に加えて、ヤエヤマコキクガシラコウモリやリュウキュウユビナガコウモリも含めた冬季の各種個体群の変化を再調査し、新石垣空港開港後の影響を評価することを目的とした。

また、カラ・カルスト地域外の主要洞窟について、限られた調査期間の中でできるだけ多く調査した。これらの調査は、石垣島における各種の個体群の現状を部分的にも把握することにある。それらを踏まえて、総合考察と保全への提言を行うことを目的とした。

### 調査地域および調査方法

調査は、当初、カラ・カルスト地域（新石垣空港及びその周辺）のA洞、D洞、およびB、C、E洞の新洞口でのコウモリ類の調査を予定していた。しかし沖縄県から調査許可が下りたのはA洞とD洞の2洞だけであった。調査日も2014年2月7日と10日の両日に制限された。そのため、これらA、D洞のコウモリ類調査は7日に行い、カラ・カルスト地域外の洞窟（図1）における調査は2月8～10日に行った、この調査時期はコウモリ類の越冬後期にあたる。

調査方法として、A洞とD洞の調査は、現地到着（7日）後の午後に各洞内に入ってコウモリ類の生息状況を目視で観察した（図2）。個体数が多い場合は、短時間の写真撮影に止め、コウモリ類へのディスタートバ

ンスを出来るだけ避けるようにした。したがって目視や写真撮影で得られたデータを基に各種の個体数をカウントして集計した。

冬季は、特にカグラコウモリにおいては、冬眠が深く出洞しないことがある。その一方、ヤエヤマコキクガシラコウモリやリュウキュウユビナガコウモリは洞内活動するが、外気温が低いと一部が出洞しない可能性がある (Funakoshi and Uchida 1978)。今回の調査期間中は気温が低かったので、準備したビデオ撮影 (赤外線フィルター付ライトとビデオカメラ) では、個体数把握が難しいと判断して、これらを利用した個体数調査は行わなかった。

カラ・カルスト地域外の調査洞窟については、主に各種コウモリが比較的多く記録されている越冬洞窟を選んでコウモリ類の調査を行った。カグラコウモリでは平野洞、北サビチ鍾乳洞、サビチ鍾乳洞およびフカイオモトの壕、ヤエヤマコキクガシラコウモリでは石垣島鍾乳洞とヘーギナー巨大壕、リュウキュウユビナガコウモリではヘーギナー巨大壕である (図 1)。これらの調査も洞内で昼間の目視観察と写真撮影を行い、覚醒・飛翔したコウモリについては、バットディテクター (Ultrasound 社製, Mini-3 Bat Detector) によって、カグラコウモリ、ヤエヤマコキクガシラコウモリおよびリュウキュウユビナガコウモリ 3 種の精査音 (各 83 kHz 前後, 93kHz 前後および 50~60kHz) を基に再生・識別した (松村 1988; 前田・赤澤 1999 参照)。また、夜間のコウモリ類の出洞状況を確認するため、超音波無人

録音機 (Pettersson 社製 Ultrasound Detector D500X) を平野洞の洞口に設置して音声を録音した。

## 調査結果

### 1. A 洞における各種生息個体数

2月7日の調査において、洞口からホール I の 3 ヶ所で単独のカグラコウモリ計 3 頭、ホール I でヤエヤマコキクガシラコウモリ粗群の 59 頭および単独か数個体の群を形成しているリュウキュウユビナガコウモリ 40 頭の生息を目視で確認した (図 2, 表 1)。

### 2. D 洞における各種生息個体数

2月7日の調査において、D 洞内の目視観察でヤエヤマコキクガシラコウモリが 2 頭、洞奥でカグラコウモリの集団が観察され、写真撮影記録を基に 200 頭をカウントした。リュウキュウユビナガコウモリの生息は確認されなかった (図 2, 表 1)。

### 3. カラ・カルスト地域外の洞窟における各種の生息個体数

#### 1) 平野洞

全長約 180m の洞窟である。山側の洞口から約 50m の間でヤエヤマコキクガシラコウモリ 26 頭、リュウキュウユビナガコウモリ 3 頭、海側の洞口から約 50m 前後で天井約 20~30m にカグラコウモリの大集団 2,400 頭が観察された (表 2, 図 3)。また、洞口近くの天井穴にリュウキュウユビナガコウモリ 360 頭が生息していた (表 2)。

洞口に設置した超音波無人録音機の音声記録から、夜間(2月8~9日)の洞外飛翔個体数をカウントした。その結果、外気温18℃前後下で、リュウキュウユビナガコウモリは89頭、ヤエヤマコキクガシラコウモリは25頭であったが、カグラコウモリは0頭であった。出洞はヤエヤマコキクガシラコウモリが先行し、飛翔活動は、2種とも日没後の1~2時間に集中していた(図4)。  
[平野洞(図1-1), 沖縄県2013等ではNo.1]

#### 2) 北サビチ洞

全長約50mの洞窟である。洞内は人為的な影響をほとんど受けず見事な鍾乳石が発達していた。その天井にヤエヤマコキクガシラコウモリ39頭が観察された(表2)。  
[北サビチ鍾乳洞(図1-2), 沖縄県2013等ではNo.39]

#### 3) サビチ洞

巨大な洞窟で観光洞になっている。洞口から数10m入った所の高所に支洞があって、その洞内にヤエヤマコキクガシラコウモリ248頭とリュウキュウユビナガコウモリ15頭が観察された(表2, 図3)。  
[サビチ鍾乳洞(図1-3), 沖縄県2013等ではNo.41]

#### 4) フカイオモトの壕

約50m弱の洞窟である。洞内でカグラコウモリ3頭、ヤエヤマコキクガシラコウモリ57頭およびリュウキュウユビナガコウモリ22頭の生息を確認した(表2)。  
[フカイオモトの壕(図1-4), 沖縄県

2013等ではNo.64]

#### 5) ヘーギナー巨大壕

総全長約250mの巨大な人工洞でT字路が3カ所配置されている。洞内の数カ所にヤエヤマコキクガシラコウモリの集団があり、総計682頭の生息が確認された。しかし、カグラコウモリやリュウキュウユビナガコウモリは生息していなかった(表2, 図3)。  
[ヘーギナー巨大壕(図1-5), 沖縄県2013等ではNo.11]

#### 6) 八重山鍾乳洞

観光洞で、3カ所に自然洞が点在している。これらの洞窟のうち、2洞窟でコウモリのグアノ(糞)が確認され、この時期に生息していなかったが、他の時期にコウモリ類に利用されていることが確認された(表2)。  
[八重山鍾乳洞(図1-6), 沖縄県は調査対象外]

#### 7) 石垣島鍾乳洞

巨大な自然洞で観光洞になっている。現地まで行ったが、入洞の許可を得ることができず、コウモリ類を調査することができなかった。  
[石垣島鍾乳洞(図1-7), 沖縄県2013等ではNo.17]

### 考察1

#### (1) A洞とD洞の個体数変化

出産・哺育洞や越冬洞では、人為的なディスタバンスが無い限り、各種コウモリ類の個体群は安定した

状態を長期間維持するのが通常である（カラ・カルスト地域学術調査委員会 2013）。しかし A 洞，D 洞については，沖縄県の調査による頻回な調査と過度な捕獲標識調査のために冬季の人為的覚醒・攪乱の影響が個体数の変動にも反映していること

（カラ・カルスト地域学術調査委員会 2013）を無視することはできないが，根本的には新石垣空港工事等による周辺環境の改変の影響が，個体数の不安定な変動と減少をもたらしている（カラ・カルスト地域学術調査委員会 2013）。

### 1. A 洞

カグラコウモリ，ヤエヤマコキクガシラコウモリおよびリュウキュウユビナガコウモリについて，今回の調査結果から，それぞれの生息個体数は 3 頭，59 頭，40 頭であった。カラ・カルスト地域学術調査委員会（2006 年）の冬季における前回の調査結果と比較すると，特にカグラコウモリは激減し，ヤエヤマコキクガシラコウモリは半減していた。リュウキュウユビナガコウモリは減少していた（表 1）。

沖縄県の冬季の経年の調査結果（沖縄県 2012，2013）から，カグラコウモリの個体数変動は激しく，50～680 頭の変動がみられる。2010 年以降 560→280→290 頭の減少傾向がみられ，今回のカラ・カルスト地域学術調査委員会の調査ではわずか 3 頭で最低を記録した。ヤエヤマコキクガシラコウモリについても同様に沖縄県の調査では 80～550 頭と変動しており，2013 年 500 頭（沖縄県 2013）であったが，今回の調

査で 59 頭と最低を記録した。リュウキュウユビナガコウモリについても 0～220 頭の変動を示し，2013 年 90 頭（沖縄県 2013）であったが，今回の調査で 40 頭に半減した。

### 2. D 洞

カグラコウモリ，ヤエヤマコキクガシラコウモリおよびリュウキュウユビナガコウモリについて，今回の調査結果から，それぞれの生息個体数は 200 頭，2 頭，0 頭であった（表 1）。カラ・カルスト地域学術調査委員会の冬季における前回の調査結果（2006 年）と比較すると，特にカグラコウモリは 1/6 に激減していた（表 1）。

沖縄県の冬季における経年の調査結果（沖縄県 2013）から，カグラコウモリは 0～1,500 頭で A 洞と同様に急激な個体数変動が繰り返されている。2011～2013 年にかけて 20→0→4 頭に激減したが，今回の調査で 200 頭に回復していた。しかし，かつて 1,500 頭を保有していた頃に比べれば，1/8 程度であった。ヤエヤマコキクガシラコウモリについても同様に 2～40 頭と変動している（沖縄県 2013）。しかし，今回の調査では 0 頭で消失していた。

### （2）カラ・カルスト地域洞窟群に生息する冬季の各種総個体数の経年変化とその評価

今回は，B，C，E 洞の新洞口での調査が許可されなかったため，これら洞窟内におけるコウモリ類の生息状況を知ることはできなかった。こ

れら 3 洞の冬季における各種総個体数が 2011~2013 年において、カグラコウモリ 0~2 頭に止まり、ヤエヤマコキクガシラコウモリは 49→34→32 頭と減少傾向にあり、リュウキュウユビナガコウモリは 0~2 頭に止まっている（沖縄県 2013）。したがって、今回の 2 洞（A 洞、D 洞）の調査結果から得られた各種総個体数の結果を、概ね B, C, E 洞を含むカラ・カルスト地域洞窟群全ての各種総個体数と判断しても差支えないと考えられる。

これらを含めてカラ・カルスト地域洞窟群における冬季の各種個体数の経年変化を沖縄県の資料（沖縄県 2013）も加えて表 3 に示した。いずれも急増・急減が激しく、特にカグラコウモリやヤエヤマコキクガシラコウモリでは、減少傾向を示し、今回の調査結果が最低の個体数（各 203 頭、61 頭）を記録した。

さらに、その傾向を明確にするためカグラコウモリ個体数の経年変化を統計解析（回帰分析）した。その結果、回帰直線は負の相関を示し、減少傾向が認められた（図 5）。また、当てはまりの程度（決定係数）も  $R^2 = 0.7589$  と高く、相関関係が強いことを示している。ヤエヤマコキクガシラコウモリにおいても負の相関を示した（決定係数： $R^2 = 0.290$ ）（図 6）。なお決定係数は、 $0 \leq R^2 \leq 1$  の数値で示され、1 に近いほど相関が強い。いずれも前回の決定係数（カラ・カルスト地域学術調査委員会 2013）よりも高くなっていた。上記の統計解析において、カラ・カルスト地域学術調査委員会の独自の調査で得たデータを算入すれば、決定係数がさ

らに高い値となり、またいずれの種においてもより減少傾向を示すことを付け加えておく。

一方、リュウキュウユビナガコウモリの個体数は少なく、0~220 頭と変動が激しい（表 3）。今回の調査（40 頭）ではピーク時よりも 1/5 に減少している。

上述から、3 種ともに経年の個体数変化は異常に大きく、その変動はほとんどが工事期間中に発生している（沖縄県 2012, 2013）。

### （3）カラ・カルスト地域の冬季個体群の衰退

今回の A 洞と D 洞の調査結果を、8 年前の前回（2006 年 2 月）の調査と比較すると、特にカグラコウモリとヤエヤマコキクガシラコウモリの減少が顕著であった。今回の調査で A 洞のカグラコウモリの個体数（3 頭）は沖縄県の冬季の経年調査データ（沖縄県 2013）をも下回って最低を記録した。同洞のヤエヤマコキクガシラコウモリの個体数（59 頭）も同様に沖縄県のデータを下回って最低を記録した。カラ・カルスト地域個体群のレベルにおいても、カグラコウモリとヤエヤマコキクガシラコウモリの個体数は増減を繰り返しながら減衰している（沖縄県 2013）。

一方長距離飛翔できるリュウキュウユビナガコウモリも、今回の調査で 40 頭を記録し前回の調査に比べて減少していた。また沖縄県の冬季の経年調査データ（沖縄県 2013）においても、断続的に増減を繰り返しながら 2012 年の 220 頭をピークに 2013 年 90 頭と減少している。



以上のデータから、カラ・カルスト地域の冬季のコウモリ類は、3種とも明らかに消失への道を歩んでいる。その要因は複合的なもので、特に工事中における工事そのものの影響、それに伴う生息環境の劣化（樹林消失による採餌場所や移動経路の分断等）、そしてそれらに加えて過度な調査によるディスタートが考えられる（カラ・カルスト地域学術調査委員会 2013 参照）。

代替措置として建設された人工洞の利用状況は、2008年に設置後5年以上が経過しているにもかかわらず、各種とも年間わずか数頭の利用に止まっている。また人工新洞口が設置されたC洞、B洞、E洞の冬季の現状についてみると（沖縄県 2013）、ユビナガコウモリの利用は全くみられず、カグラコウモリはB洞の2頭に止まり、ヤエヤマコキクガシラコウモリは、かつて100頭前後いたB洞やC洞で10頭以下、数100頭前後いたE洞はわずか20頭に止まっている。

以上のように、人工洞窟の設置や人工新洞口を設置しての洞窟保全措置では、コウモリ類の保護対策としての効果は望めない。その理由として、カラ・カルスト地域学術調査委員会（2013）で述べているように、人工洞がコウモリ類にとって安定した好適な環境を提供していないこと、また新洞口と元の洞窟をボックスカルバートでつなぐ洞窟保全措置が、洞内気流の変化をもたらし洞内環境を劣化させたことなどが考えられる。すなわち新石垣空港環境影響評価書（補正書）で提示された人為的な保全策は、コウモリ類の保護対策とし

てはほとんど機能していない。

今後3種の個体数は、カラ・カルスト地域の生息環境が改善されない限り、大きな増減を繰り返しながら減衰し、この地域から消滅する可能性が高い。

## 考察 2

### （1）カラ・カルスト地域外の各洞窟における個体数変化

#### 1）平野洞

冬季のカグラコウモリの個体数は2003年と2004年で0頭であったが、2007年には1,400頭、2009年には1,370頭が観察されている（表4：沖縄県 2004, 2007, 2009; 小柳ほか 2013）。今回の調査で2,400頭の生息が確認され、異常な急増を示していた。この洞窟の天井は高く、ディスタートの影響を受けにくいこと、好適な越冬環境にあることがこの急増の要因として考えられる。

ヤエヤマコキクガシラコウモリでは2003年20頭、2004年5頭、2007年108頭であったが、2009年に1,550頭に急増していた（表4）。しかし、今回の調査で26頭に激減していた。リュウキュウユビナガコウモリは2003年と2004年は0頭であったが、2007年64頭、2009年240頭、さらに今回の調査で363頭を記録した。この種も異常な急増を示している。これらの個体数変動の要因は後述するように、個体数の自然増加によるものではなく、人為的なディスタートによって、北方へ避難・逃避した一時的増加であると推察され、環境収容力を考慮すれば、

いずれ減少に転じる可能性が高い。

今回の超音波無人録音機の音声録音データに基づく調査結果から、冬季には、Funakoshi and Uchida

(1978)にも記載されているように、ヤエヤマコキクガシラコウモリやリュウキュウユビナガコウモリは覚醒して洞外飛翔活動すること、一方、カグラコウモリは洞外飛翔活動がみられないことが再確認された。こうした事実は、前2者において、昼間の眠りは浅く覚醒しやすい状態にあることを示唆しており、両種における冬季の調査を実施する際は慎重に行い、できるだけディスターバンスの影響を避ける必要がある。また、カグラコウモリにおいても、冬季における捕獲はできるだけ避けなければならない。

## 2) 北サビチ洞

冬季のカグラコウモリ個体数は、2003～2009年にかけて2,000頭前後で推移していたが、今回の調査では0頭で消失していた。かつて越冬していた巨大な集団は、例えば、平野洞へ移動したことが推測される。

ヤエヤマコキクガシラコウモリでは2003年と2004年で0頭であったが、2007年に690頭を記録し、2009年には再び0頭となって消失したが(表4)、今回の調査では39頭であった。リュウキュウユビナガコウモリでは2007年に60頭を記録しているが、他年は0頭(表4)で、今回の調査でも0頭であった。両種にとって、北サビチ洞は一時的な避難場所として利用されていると考えられる。

## 3) サビチ洞

冬季のカグラコウモリ個体数は、2003年に94頭を記録した後、今回の調査に至るまで0頭で、越冬場所として利用されなくなっている(表4)。一方、ヤエヤマコキクガシラコウモリでは2003～2009年まで越冬個体が観察されていないが、今回の調査で248頭の生息を確認した。リュウキュウユビナガコウモリも同様に2003～2009年まで観察されなかったが、今回の調査で15頭の生息が確認された。

サビチ洞内の天井には所々にコウモリによって変色した部分が見られた。これらから本洞は、観光化される以前には、比較的大きなコウモリのコロニーがあったと推測される。観光化された現在でも、人の入らない支洞では個体数が比較的少ないながらもコウモリ類のねぐらとして利用されていた。こうした場所は、今後も保全に注意を払う必要がある。

## 4) フカイオモトの壕

カグラコウモリは2003年と2004年の冬季において生息していなかったが、2007年に3,600頭、2009年に900頭が生息していた(表4)。

一方、2006年11月頃の空港建設工事の開始後からD洞における個体数の激減など異常な移動・消失がみられる(沖縄県2013)。また、沖縄県の標識再捕獲法による移動調査(沖縄県2013)から、D洞窟で標識された個体がフカイオモトの壕で最も多く再捕獲(50頭以上)されている。これらを考え合わせると、2007年からの増加の一因がカラ・カルストからの移動個体によると考え

られる。しかし、今回の調査ではわずか3頭に止まっていた。

他方、ヤエヤマコキクガシラコウモリとリュウキュウユビナガコウモリは2003～2009年まで生息していなかったが、今回の調査で少ないながらも各57頭、22頭の生息を確認した。巨大なコロニーを形成していたカグラコウモリがどこへ移動・消失したのか不明であるが、本種の個体数の激増・激減の要因として、空港建設事業を含めた人為的な環境の劣化や人為的なディスタバンスを考えざるを得ない。

#### 5) ヘーギナー巨大壕

カグラコウモリは2003年に3頭が記録されたが、その後、今回の調査に至るまで生息が確認されていない(表2, 4)。一方、ヤエヤマコキクガシラコウモリは2003～2009年に60～790頭で大きく変動しながらも持続的に生息しており(表4)、今回の調査でも682頭の生息を確認した。リュウキュウユビナガコウモリは2003～2009年に500～1,500頭の変動を示しながらも、冬季において本島で最も多い個体数を維持していた(表4: 沖縄県2013)。しかし、今回の調査で全く観察されず、移動・消失していた(表2)。これは本種にとって深刻な事態であり、検証する必要がある。

#### 6) 八重山鍾乳洞

現在は観光洞として利用されていない2カ所の洞窟(支洞?)において、コウモリの生息が確認できなかったものの、グアノ(糞)が確認された。これは他の時期に、利用され

ていることを示しており、今後も維持管理されることが望ましい。

#### 7) 石垣島鍾乳洞

観光洞であるが、カグラコウモリは2003年109頭、2004年118頭であった(表4)。その後、入洞許可が得られず、沖縄県でも調査されていないようである。ヤエヤマコキクガシラコウモリ2003年800頭、2004年3,600頭で大きく変動しながらも本種の重要な越冬場所になっている。その後の調査は上記の理由で調査されていない。リュウキュウユビナガコウモリは2004年に20頭が記録されている(表4)。

いずれにしても、巨大な洞窟なので、人の入らない支洞があれば、コウモリ類のねぐらとして利用される状況にあると思われるので、今後も注意をはらい保全していく必要がある。

### (2) カラ・カルスト地域外の冬季におけるコウモリ類の現状

石垣島のカグラコウモリは集団遺伝的分析で約98%の確率で同一個体群とされているが、一方Neiの遺伝的距離に基づく結果(沖縄県2004)から、大きく3グループ(北部、西部、南東部)に分けられるとされている。すなわち、各地域個体群として季節的移動を含めたまとまった交流集団であり、それは同時にグループ間の閉鎖性を示唆している。

今回の調査で、北部グループの平野洞、北サビチ洞、サビチ洞の総個体数は2,400頭であった。これは、2007年3,400頭、2009年3,470頭

(沖縄県 2004, 2007, 2009; 小柳ほか 2013) に比べて、約 1,000 頭の減少 (30% 減) となっている。しかも、より北方へ移動していて、追いやられた状況ではないかと思われる。

また本種の南東部グループ (沖縄県. 2004) についてみると、A 洞と D 洞のコロニーは、フカイオモトの壕と交流している (沖縄県 2013)。今回の調査で、A 洞、D 洞およびフカイオモトの壕における総個体数はわずか 203 頭で、2007 年の総数 4,970 頭、2009 年 1,787 頭 (沖縄県 2004, 2007, 2009; 小柳ほか 2013) に比べて、激減の一途をたどっている。これらからカグラコウモリについては、個体群の分断化と個体数の減少が一層進んでいると考えられる。

ヤエヤマコキクガシラコウモリも同一個体群とされているが、遺伝的に 2 グループに分けられるとされている (沖縄県. 2004)。移動能力を考慮すると、カグラコウモリと同様に東西グループと北部グループに細分化されると考えられる。今回の調査における北部グループの総数は 313 頭であるが、2007 年 798 頭、2009 年 1,550 頭 (沖縄県 2004, 2007, 2009; 小柳ほか 2013) に比べて、1/3~1/5 に減少している。本種も個体群の分断化と個体数の減少が懸念される。

一方、リュウキュウユビナガコウモリは北部 3 洞窟の越冬個体数は総計 378 頭で、2007 年 124 頭、2009 年 240 頭 (沖縄県 2004, 2007, 2009; 小柳ほか 2013) に比べて、経年的に増加している。しかし、本種は近縁種のユビナガコウモリと同様に長

距離飛翔能力があるため、全島を移動しうると考えられる (庫本ほか 1975; 船越・入江 1982)。例えば、A 洞の個体はヘーギナー巨大壕や平野洞で再捕獲されている (沖縄県 2013)。すなわち、本種の場合は全島で 1 グループ (個体群) と評価する必要がある。今回の調査では、最大の越冬洞である (1,000 頭前後) ヘーギナー巨大壕において越冬個体が全く見られなかった。これは、その一部が北部洞窟に移動したか、そこへ追いやられたとも考えられる。

もし、沖縄県の石垣島全島における個体数のデータ (沖縄県 2013) が正しいとするなら、今回調査しなかった他洞への一時避難的な移動あるいは異常な移動消失が考えられる。特に、繁殖洞や越冬洞は、過度なディスタバンスがない限り安定して継続利用される (山本 1984; Funakoshi 1986; Funakoshi 1991; Brunet-Rossinni and Austad 2004; 前田・松本 2004; 佐野 2008; Funakoshi et al. 2010; Funakoshi et al. 2013)。したがって、越冬洞における異常な個体数変動や利用放棄が生じた場合、その要因は人為的なものであると考えざるを得ない。

沖縄県の再捕獲調査について、カラ・カルスト地域洞窟群の各種コウモリにおける標識個体の再捕獲結果 (沖縄県 2012) から、いずれの種においても事業実施区域内での行き来は見られるが、この地域外へ移動した個体の帰還事例は極めて少なく、ほとんどの個体は二度と戻ってこない一方向的な移動パターンを示している。この原因として、空港建設工事の継続とそれによる環境改変や環

境収容力の低下が考えられる。加えて、移動先での死滅も起こりうる。いずれにしても、カラ・カルスト地域外の個体数の減少は、カラ・カルスト地域の個体数の減少と直接的に連動していることが考えられる。

今回のカラ・カルスト地域外の調査は一部の主要洞窟の調査だけであったが、上記の異常現象は全島に及んでいると思われ、各種コロニーへの攪乱とその影響による個体数の減少が懸念される。

加えて、これまでに指摘した沖縄県の調査方法では、攪乱による重複カウントの可能性が高く、全島における各種総個体数の算出にあたって問題があることが再確認された（カラ・カルスト地域学術調査委員会 2013 参照）。

### 総合考察と保全への提言

新石垣空港を含むカラ・カルスト地域の各種個体群は減少の一途をたどっていることから、継続的なモニタリング調査の実施とその結果の速やかな公表によって（これまでは1年後にしか調査結果の公表は行われなかった）保全に全力を尽くす必要がある。ねぐら場所ばかりでなくその周辺環境が劣化すれば、そのまま全島における冬季のねぐらとしての環境収容力が低下してしまう。すなわち、カラ・カルスト地域の洞窟群も石垣島全体の環境収容力を担う重要地域であって、全島個体群の維持に欠かすことができない地域である。

カラ・カルスト地域学術調査委員会（2013）で述べたように、この地域の各種個体群は回帰分析の結果か

ら最近の10年間で減少の一途をたどっており、さらに個体群動態のシミュレーションによって、数年後に消滅することが予想された。今回の調査結果もそのことを補強している。一方、保全の名のもとに沖縄県が施策した代替の人工洞は役割を果たしていない状況にある（沖縄県 2013）。加えて、A1, B, C および E 洞の洞口が埋没するために、その対策として、人工洞と同様にボックスカルバートを利用した人工空洞（人工の飛翔通路）が設置されたが、その後の利用個体数の現状をみると、かつて数100頭いたが、20頭以下に止まっている。

したがって、これまで通り利用されるこの地域の洞窟は、人為的に改変されていないA洞とD洞に限られた状況にある。しかし、今回のデータが示す通りこれら洞窟においても、特に冬季に各種個体数が顕著に減少している。こうした状況を改善するためには少なくとも、空港敷地内にあった樹林の代替措置として、植栽による採食場所への飛翔・移動ルートの確保が必須である。それに加えて、空港周辺の市街地化には相当の注意を払い事前に規制等で対処する必要がある。そのための施策と行政指導を切望する。

また現状を検証するため、調査方法を検討し直し、新石垣空港開港後少なくとも10年はモニタリング調査を実施することが必要である。その際、調査時のディスタバンスをできるだけ避けるために、移動期の不安定な時期の調査を中止して調査回数を減らすことである。モニタリング調査後、得られたデータを迅速

に保全に生かすために、調査結果を速やかに公表すると共に、具体的な対策を実施することが望まれる。

ヤエヤマコキクガシラコウモリは、八重山諸島の固有種であり、カグラコウモリも近年の研究によって同様に八重山諸島の固有種であることが明らかにされた(Thong et al. 2012)。リュウキュウユビナガコウモリも沖縄県の固有種である。これら3種を保有する石垣島は、生物多様性の観点からも重要な地域であるといえる。

これら3種のコウモリ類は、活動期(出産・哺育など)のねぐら、越冬期のねぐらを使い分けているため、周年を通じて複数のねぐらが不可欠である。各コウモリ類は、洞内環境の選択域が異なるため各種で利用洞窟が違っている。さらに、遺伝的解析によって、石垣島のヤエヤマコキクガシラコウモリが2つのグループ(沖縄県,2004)に、カグラコウモリが3つのグループにそれぞれ分けられた(沖縄県,2003)。

生物学的にも興味深い石垣島のコウモリ類を存続させるにあたっては、カラ・カルスト地域外においても、上述したようにねぐらとなる洞窟と合わせて、洞窟の周辺、洞窟間および洞窟と採餌場所間の林の保護・保全が極めて重要である。

ところで、石垣島北部の平久保で大規模なリゾート開発が計画されている(八重山毎日新聞 2012年7月12日付)。その事業実施地域には洞窟No.63があり、A洞に匹敵するヤエヤマコキクガシラコウモリの出産・哺育洞となっている(沖縄県2009)。

開発によってこの洞窟周辺の生息

環境が劣化し、さらに洞窟自体も破壊されることになれば、A洞と合わせて、全島のヤエヤマコキクガシラコウモリの壊滅的な激減といった深刻な状況になることが予想される。

今後進むと思われる種々の開発については、事前に戦略的アセスメント(事業の意志決定段階や適地選定段階で実施される環境アセスメント)を実施して、生息域の保護・保全に真剣に取り組むべき待ったなしの時期にきている。

## 謝辞

今回の調査実施において、新石垣空港敷地内の立ち入り許可をいただいた沖縄県土木建築部空港課の嘉手納課長と管理班の仲村実一郎氏、資金的な援助をいただいた公益財団法人自然保護助成基金に厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- Brunet-Rossinni, A.K., and Austad, S.N., 2004. Ageing studies on bats: a review. *Biogerontology* 5, 211-222.
- Funakoshi, K.1986. Maternal care and postnatal development in the Japanese long-fingered bat, *Miniopterus schreibersi fuliginosus*. *J. Mamm. Soc. Japan*, 11: 15-26.
- Funakoshi, K. 1991. Reproductive ecology and social dynamics in nursery colonies of the Natterer's bat *Myotis nattereri bombinus*. *J. Mammal. Soc.*

- Japan, 15: 61-71.
- 船越公威・入江照雄. 1982. 九州におけるユビナガコウモリの個体群動態—特に大瀬洞を中心にして—. 土龍 MOGURA, 10: 23-34.
- Funakoshi, K., Nomura, E., Matsukubo, M. and Wakita, Y. 2010. Postnatal growth and vocalization development of the lesser horseshoe bat, *Rhinolophus cornutus*, in the Kyushu District, Japan. *Mammal Study*, 35: 65-78.
- Funakoshi, K., Arai, A. and Inoue, T. 2013. Development of sounds during postnatal growth of the eastern bent-winged bat *Miniopterus fuliginosus*. *Mammal Study* (in press).
- 船越公威・内田照章. 1975. 温帯に生息する食虫性コウモリの生理・生態的適応に関する研究 I. ユビナガコウモリの採食活動について. *日本生態学会誌*, 25: 217-234.
- Fuankoshi, K. and Uchida, T. 1978. Studies on the physiological and ecological adaptation of temperate insectivorous bats. II. Hibernation and winter activity in some cave-dwelling bats. *Jap. J. Ecol.*, 28: 237-261.
- カラ・カルスト地域学術調査委員会. 2006. カラ・カルスト地域における絶滅危惧種コウモリ類, 洞窟内動物および洞窟気象と地下水系に関する学術調査報告書. カラ・カルスト地域学術調査委員会. 23pp.
- カラ・カルスト地域学術調査委員会. 2007. カラ・カルスト地域における絶滅危惧種コウモリ類の生息実態調査(2007年6月)報告. カラ・カルスト地域学術調査委員会. 12pp.
- カラ・カルスト地域学術調査委員会. 2008. II. 洞窟気象と地下水系に関する報告. カラ・カルスト地域における絶滅危惧種コウモリ類, 洞窟内動物および洞窟気象と地下水系に関する学術調査報告書. カラ・カルスト地域学術調査委員会. 31pp.
- カラ・カルスト地域学術調査委員会. 2009a. カラ・カルスト地域における絶滅危惧種コウモリ類の生息実態調査(2008年6月)報告. カラ・カルスト地域学術調査委員会. 26pp.
- カラ・カルスト地域学術調査委員会. 2009b. A洞におけるリュウキュウユビナガコウモリの出産・哺育について 合同調査の結果と評価. 9pp.
- カラ・カルスト地域学術調査委員会. 2013. カラ・カルスト地域における絶滅危惧種コウモリ類の生息実態調査(2013年2月)報告. カラ・カルスト地域学術調査委員会. 21pp.
- 庫本正・中村久・内田照章・下泉重吉. 1975. 秋吉台におけるバンディング法によるコウモリ類の動態調査Ⅲ. 1972年4月から1975年3月までの調査結果. *秋吉台科学博物館報告*, 11: 29-47.
- 小柳恭二・田村常雄・辻明子・長岡浩子・前田喜四雄. 2013. 石垣島における洞窟棲コウモリ類三種 (*Hipposideros turpis* Bangs, 1901, *Rhinolophus perditus*

- Andersen, 1918, *Miniopterus fuscus* Bonhote, 1902) の季節的なねぐらの分布—2001年から2004年の記録—。東洋蝙蝠研究所紀要, (9): 1-19.
- 前田喜四雄・赤澤 泰. 1999. 飛翔コウモリの通過個体数確認の試み. 哺乳類科学 39: 221-228.
- 前田喜四雄・松本 貢. 2004. 南西諸島西表島大富第一洞におけるカグラコウモリ *Hipposideros turpis* Bangs. 1901の最近10年間の個体数変化. Biol. Mag. Okinawa, 42:57-60.
- 松村澄子. 1988. コウモリの生活戦略序論. 東海大学出版会. 東京.
- 沖縄県. 2004. 新石垣空港コウモリ類調査委託業務報告書, 沖縄県.
- 沖縄県. 2007. 平成18年度新石垣空港モニタリング調査業務委託 (その4) 報告書, 沖縄県.
- 沖縄県. 2009. H20新石垣空港モニタリング調査業務委託 (その4) 報告書, 沖縄県.
- 沖縄県. 2012. 平成23年度 モニタリング調査結果. 第8回 新石垣空港小型コウモリ類検討委員会事業実施概要. 沖縄県.
- 沖縄県. 2013. 第9回新石垣空港小型コウモリ類検討委員会 平成24年度モニタリング調査結果, 沖縄県.
- 佐野明. 2008. 温帯産洞穴性コウモリの生活史. (本川雅治, 編: 日本の哺乳類学 1 小型哺乳類) pp.173-222. 東京大学出版会, 東京.
- Thong, Vu D., Puechmaille, S. J., Denzinger, A., Bates, P. J. J., Dietz, C., Csorba, G., Soisook, P., Teeling, E. C., Matsumura, S., Furey, N. M. and Schnitzler, H-U. 2012. Systematics of the *Hipposideros turpis* complex and a description of a new subspecies from Vietnam. Mammal Review, 42: 166-192.
- 山本輝正. 1984. コキクガシラコウモリの生態学的研究, 金沢大学理学研究科修士論文.



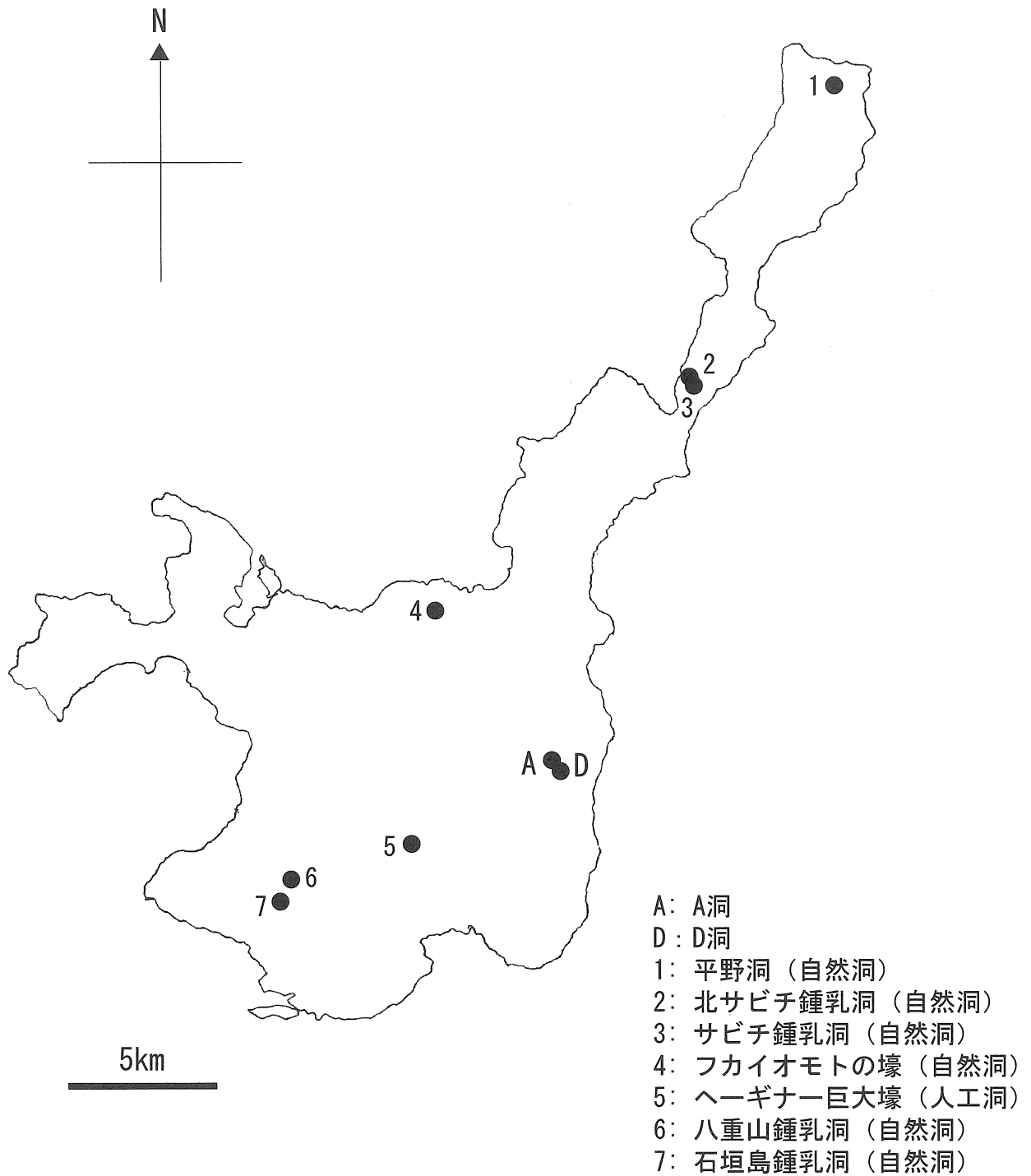
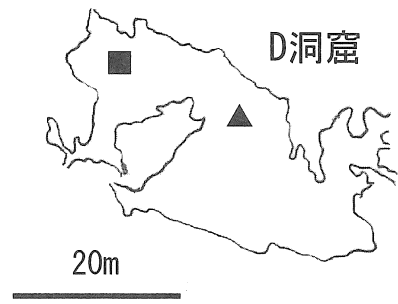
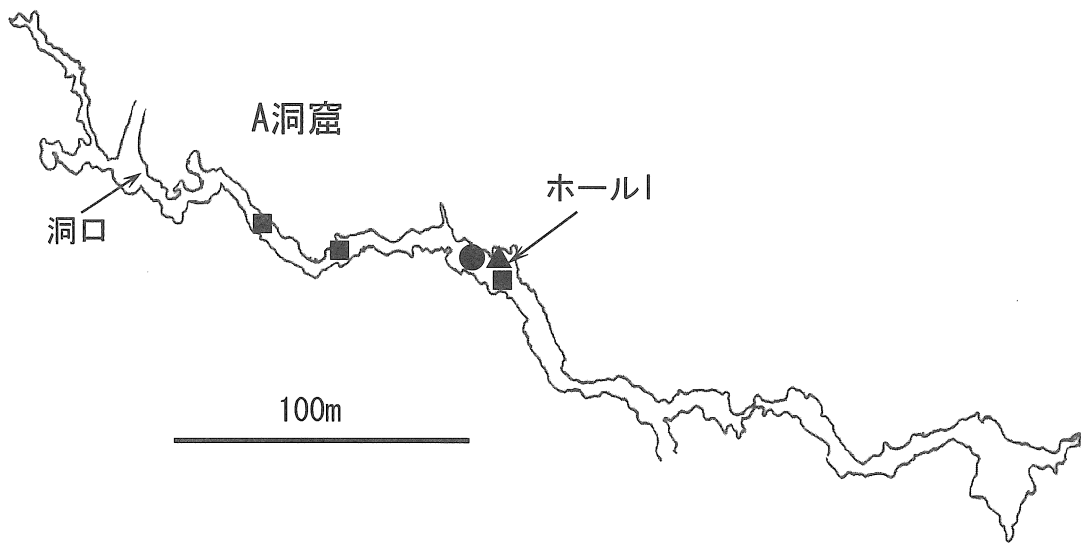


図1. 石垣島において調査した洞窟



- : リュウキュウユビナガコウモリ
- ▲ : ヤエヤマコキクガシラコウモリ
- : カグラコウモリ

図2. カラ・カルスト地域におけるA洞とD洞内のコウモリ類.

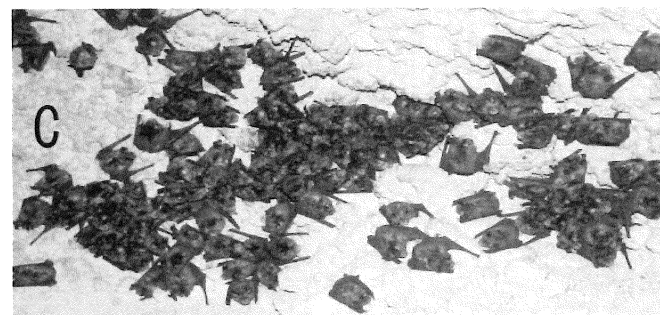
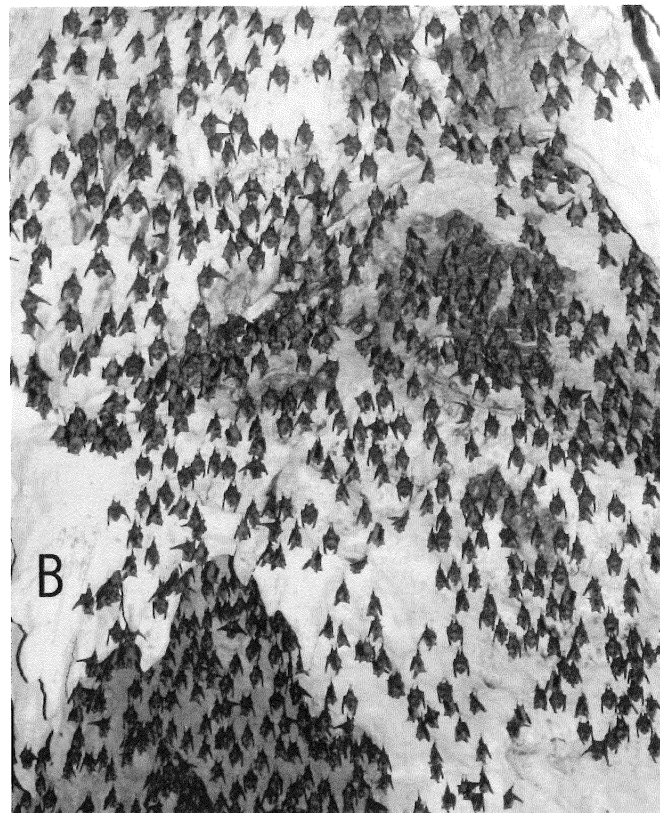


図3. カラ・カルスト地域外の洞窟で調査したコウモリ類  
A : サビチ洞のリュウキュウユビナガコウモリ  
B : 平野洞のカグラコウモリ  
C : ヘーギナー巨大壕のヤエヤマコキクガシラコウモリ

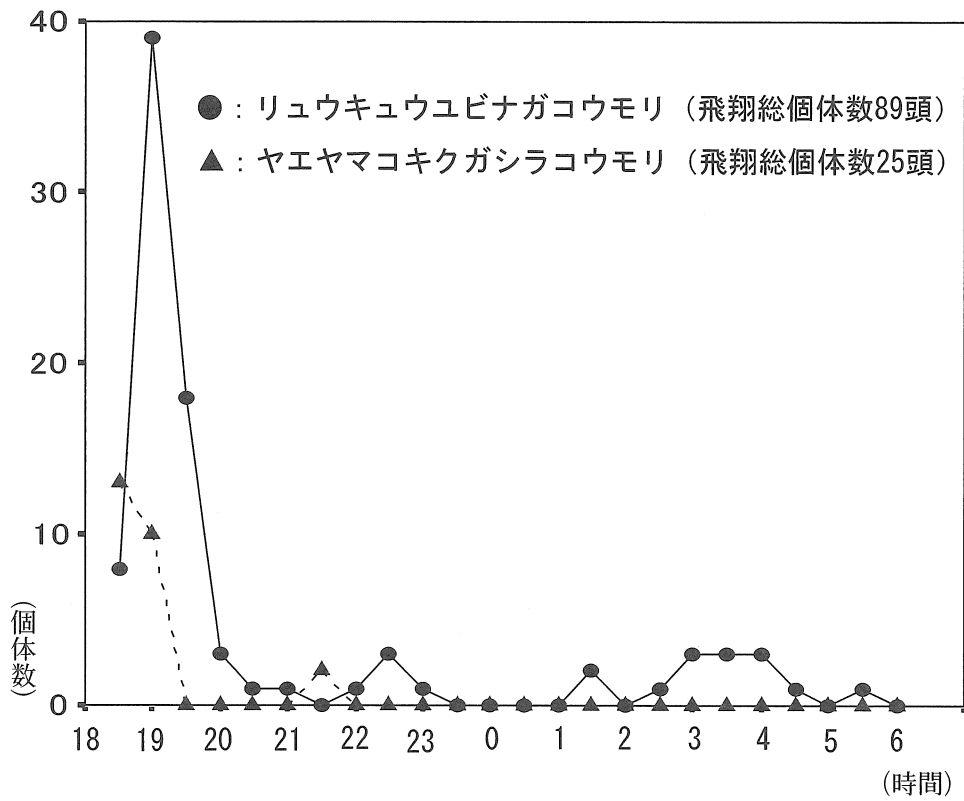


図4. 平野洞のコウモリ類における夜間飛翔個体数の変化

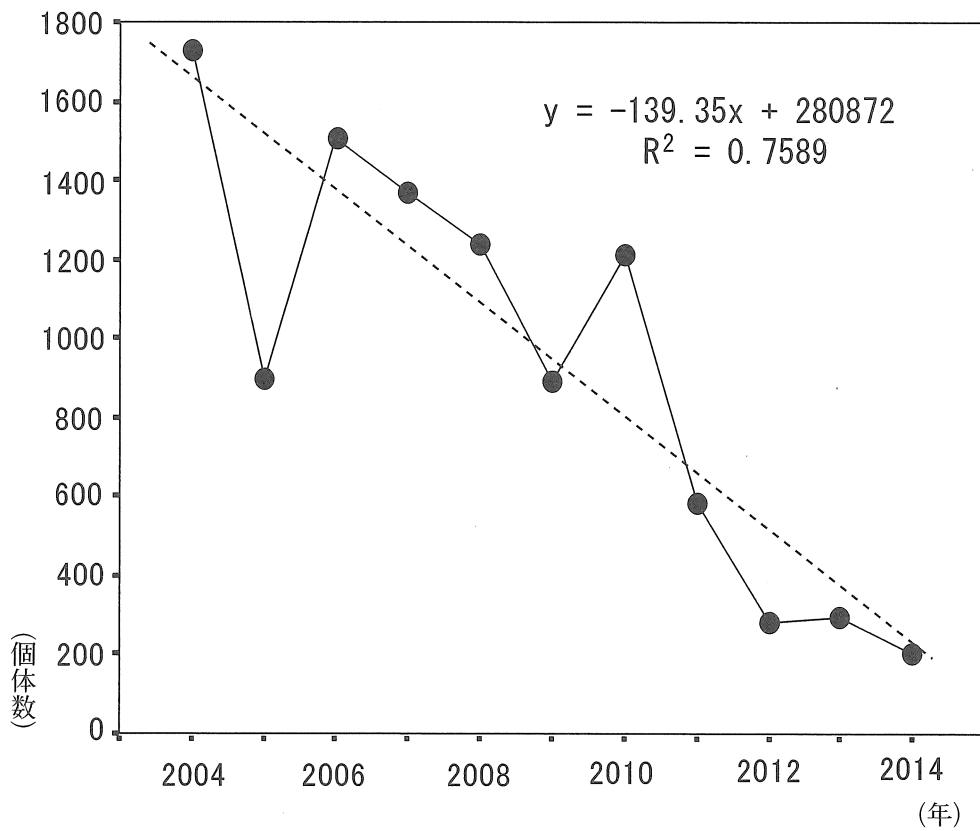


図5. カラ・カルスト地域における冬季カグラコウモリ個体数の経年変化

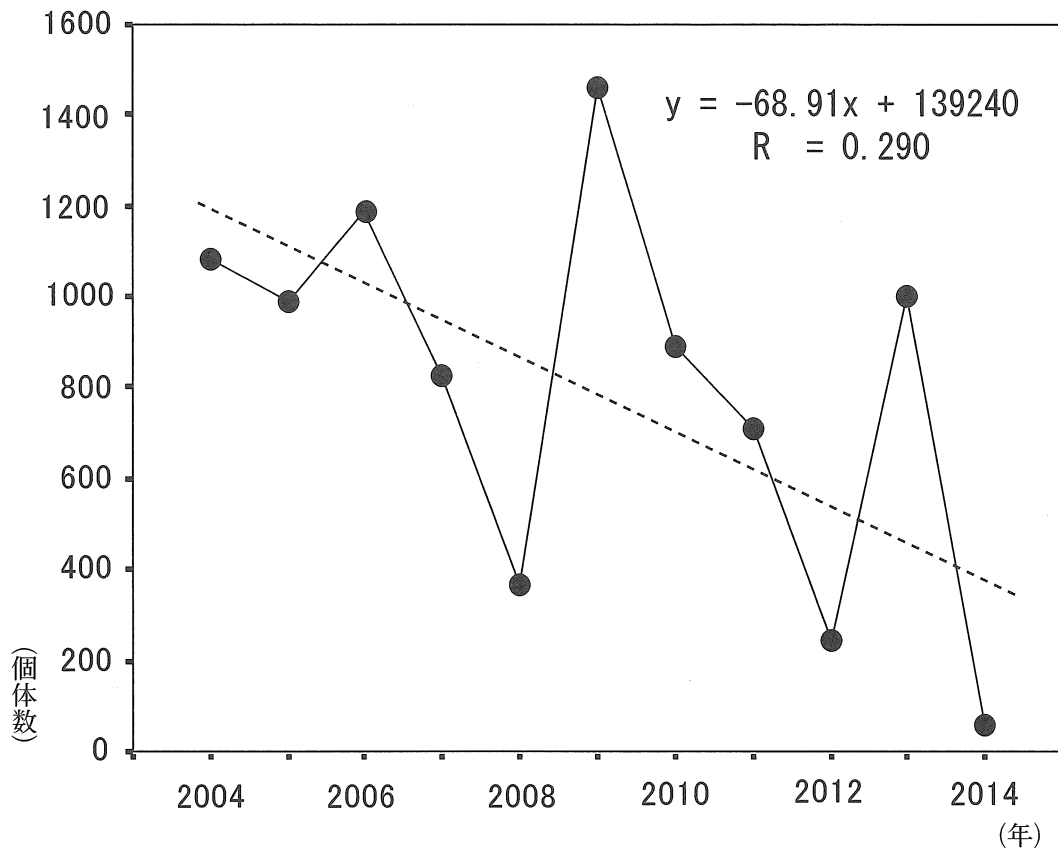


図6. カラ・カルスト地域における冬季ヤエヤマコキクガシラ  
コウモリ個体数の経年変化

表1. カラ・カルスト地域のA洞、D洞における冬季コウモリ類の確認個体数.

| 洞窟名 | 調査日  | 種類             | 今回の生息個体数<br>(2014年2月) | 前回の生息個体数<br>(2006年2月) |
|-----|------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| A洞  | 2月7日 | カグラコウモリ        | 3                     | 111                   |
|     |      | ヤエヤマコキクガシラコウモリ | 59                    | 131                   |
|     |      | リュウキュウユビナガコウモリ | 40                    | 48                    |
| D洞  | 2月7日 | カグラコウモリ        | 200                   | 1200                  |
|     |      | ヤエヤマコキクガシラコウモリ | 2                     | 1                     |
|     |      | リュウキュウユビナガコウモリ | 0                     | 0                     |

表2. カラ・カルスト地域外の調査洞窟における冬季コウモリ類の生息個体数

| 洞窟名      | No.(図1) | 調査日    | 種類             | 個体数   |
|----------|---------|--------|----------------|-------|
| 平野洞      | 1       | 2月8～9日 | カグラコウモリ        | 2,400 |
|          |         |        | ヤエヤマコキクガシラコウモリ | 26    |
|          |         |        | リュウキュウユビナガコウモリ | 363   |
| 北サビチ鍾乳洞  | 2       | 2月8日   | カグラコウモリ        | 0     |
|          |         |        | ヤエヤマコキクガシラコウモリ | 39    |
|          |         |        | リュウキュウユビナガコウモリ | 0     |
| サビチ鍾乳洞   | 3       | 2月8日   | カグラコウモリ        | 0     |
|          |         |        | ヤエヤマコキクガシラコウモリ | 248   |
|          |         |        | リュウキュウユビナガコウモリ | 15    |
| フカイオモトの壕 | 4       | 2月8日   | カグラコウモリ        | 3     |
|          |         |        | ヤエヤマコキクガシラコウモリ | 57    |
|          |         |        | リュウキュウユビナガコウモリ | 22    |
| ヘーギナー巨大壕 | 5       | 2月9日   | カグラコウモリ        | 0     |
|          |         |        | ヤエヤマコキクガシラコウモリ | 682   |
|          |         |        | リュウキュウユビナガコウモリ | 0     |
| 八重山鍾乳洞   | 6       | 2月10日  | カグラコウモリ        | 0     |
|          |         |        | ヤエヤマコキクガシラコウモリ | 0     |
|          |         |        | リュウキュウユビナガコウモリ | 0     |

表3. 沖縄県の資料に基づくカラ・カルスト地域洞窟群における冬季(1~2月)の各種総個体数の変化

| 年    | 種類           |                |                |
|------|--------------|----------------|----------------|
|      | カグラコウモリ      | ヤエヤマコキクガシラコウモリ | リュウキュウユビナガコウモリ |
| 2004 | 1,730        | 1,080          | 20             |
| 2005 | 900          | 990            | 0              |
| 2006 | 1503(1,389*) | 1185(392*)     | 1              |
| 2007 | 1,370        | 826            | 70             |
| 2008 | 1,236        | 366            | 11             |
| 2009 | 887          | 1,460          | 0              |
| 2010 | 1,212        | 890            | 2              |
| 2011 | 582          | 709            | 1              |
| 2012 | 280          | 244            | 220            |
| 2013 | 294          | 1,002          | 90             |
| 2014 | 203*         | 61*            | 40*            |

\* カラ・カルスト地域学術調査委員会による調査結果

表4. カラ・カルスト地域外の沖縄県の資料に基づく冬季コウモリ生息個体数の変化

| 洞窟名             | 種類             | 2003年 | 2004年 | 2007年 | 2009年 |
|-----------------|----------------|-------|-------|-------|-------|
| 平野洞             | カグラコウモリ        | 0     | 0     | 1,400 | 1,370 |
|                 | ヤエヤマコキクガシラコウモリ | 20    | 5     | 108   | 1,550 |
|                 | リュウキュウユビナガコウモリ | 0     | 0     | 64    | 240   |
| 北サビチ鍾乳洞         | カグラコウモリ        | 2,453 | 1,600 | 2,000 | 2,100 |
|                 | ヤエヤマコキクガシラコウモリ | 0     | 0     | 690   | 0     |
|                 | リュウキュウユビナガコウモリ | 0     | 0     | 60    | 0     |
| サビチ鍾乳洞          | カグラコウモリ        | 94    | 0     | 0     | 0     |
|                 | ヤエヤマコキクガシラコウモリ | 0     | 0     | 0     | 0     |
|                 | リュウキュウユビナガコウモリ | 0     | 0     | 0     | 0     |
| フカイオモトの壕        | カグラコウモリ        | 0     | 0     | 3,600 | 900   |
|                 | ヤエヤマコキクガシラコウモリ | 0     | 0     | 0     | 0     |
|                 | リュウキュウユビナガコウモリ | 0     | 0     | 0     | 0     |
| ヘーギナー巨大壕        | カグラコウモリ        | 3     | 0     | 0     | 0     |
|                 | ヤエヤマコキクガシラコウモリ | 306   | 460   | 60    | 790   |
|                 | リュウキュウユビナガコウモリ | 750   | 1,500 | 500   | 1,130 |
| 八重山鍾乳洞          | カグラコウモリ        | —     | —     | —     | —     |
|                 | ヤエヤマコキクガシラコウモリ | —     | —     | —     | —     |
|                 | リュウキュウユビナガコウモリ | —     | —     | —     | —     |
| 石垣島鍾乳洞<br>(竜宮洞) | カグラコウモリ        | 109   | 118   | —     | —     |
|                 | ヤエヤマコキクガシラコウモリ | 800   | 3,600 | —     | —     |
|                 | リュウキュウユビナガコウモリ | 0     | 20    | —     | —     |

