台湾産アオガエル類 2 種の鳴き声および鳴き声からみた 琉球諸島の種との関係

倉 本 満*・宇都宮 妙 子**

Call Structures in Two Frogs of the Genus *Rhacophorus* from Taiwan, with Special Reference to the Relationships of Rhacophorids in Taiwan and the Ryukyu Islands. Mitsuru KURAMOTO* and Taeko UTSUNOMIYA**

Call structures of two species of rhacophorid frogs from Taiwan, *Rhacophorus taipeianus* and *R. moltrrechtii*, were analyzed with a sound spectrograph. The calls of *R. taipeianus* are long trills with a single frequency band, while those of *R. moltrrechtii* show clear harmonics and consist of two phases which differ mainly in pulse repetition rate. Comparisons of call structures suggest that *R. moltrrechtii* is closely related to *R. owstoni* in the Yaeyama group of the Ryukyu Islands, but *R. taipeianus* has no close relatives in the Islands.

アオガエル科 (Rhacophoridae) は東洋区系のカエルで、日本はその分布北限にあたる。したがって種数は南方ほど多く、日本内地の 3 種に対し、琉球諸島には 4 種 (シロアゴガエルを除く)、台湾に 6 種が生息する。中国大陸には約 20 種が生息しているが、その分布はほぼ長江以南に限られる (刘・胡, 1961)。日本内地および琉球諸島の種が台湾・中国大陸の種と系統的に密接に関連していることは当然予想されるが、具体的な種間の類縁関係は明らかでない。

Kuramoto (1975) は日本産アオガエル科 7 種の鳴き声をサウンドスペクトログラフで分析し、種間の比較を試みた。繁殖期のカエルの鳴き声は、同時に繁殖する他の種の鳴き声と関連して類似種間でも大きく相違する場合があるが、アオガエル科のように異所的に種が分布する傾向の強いグループでは、種間の類縁関係をよく反映しているとみなすことができる。一般に生活様式が類似した種は、形態的にもある程度の収斂現象を示す。このような種の類縁関係を検討する際には、形態以外の形質に重点をおく必要があり、このような意味で鳴き声の比較は有力な手掛りとなるであろう。

私達は台湾のカエル類の鳴き声を録音し、鳴き声にみられる種の特徴を明らかにするとともに、いろいろの角度から種間の比較を試みてきた (Kuramoto, 1975, 1980)。ここでは台湾のアオガエル類 2 種の鳴き声の分析結果を報告し、琉球諸島の種との関係について考察してみた。アオガエル類とはアオガエル科のカエル全体を指すのではなく、体表が緑色を呈し、形態的にも生態的にもよく似た一群のカエルを指す語として用いることにする。日本内地のモリアオガエル、シュレーゲルアオガエル、琉球諸島のオキナワアオガエル (アマミアオガエルを含む)、オーストンアオガエル (ヤエヤマアオガエル)、台湾のタイペיאオガエル、モルトレヒ

* 811-41 福岡県宗像市赤間, 福岡教育大学生物学教室
Department of Biology, Fukuoka University of Education, Munakata, Fukuoka, 811-41 Japan

** 720 広島県福山市緑町, 広島大学生物生産学部生物生産学教室
Faculty of Applied Biological Sciences, Hiroshima University, Fukuyama, Hiroshima, 720 Japan

トアオガエルがこれに属する。大陸部にもこれらと形態的に類似した種が分布するが、現在のところ大陸の種との関係は不明である。

材 料 と 方 法

鳴き声の録音はすべて野外でおこなった。用いたテープレコーダーは、ソニーTC-1015、オリンパスパールコーダーSである。録音の場所、日付、気温をつぎに示す。

タイペイアオガエル *Rhacophorus taipeianus* Liang & Wang, 1978

台北市木柵 (Mucha) 1977年2月26日 21°C

台北市樹林 (Shulin) 1977年2月27日 18°C

モルトレヒトアオガエル *Rhacophorus moltrechti* Boulenger, 1908

南投県溪頭 (Sitou) 1980年2月21日 15°C

録音した鳴き声はサウンドスペクトログラフ (リオンSG-04A1) にかけて、そのパターンを放電記録紙に描記させた。2月は両種の産卵期であり、ここで録音した鳴き声はいわゆる mating call にあたる。

結 果

タイペイアオガエルの典型的な鳴き声 (図1 A, B) は長い1音節よりなり、平均持続時間は1.45秒 (木柵), 1.55秒 (樹林) であった。1つの鳴き声には100個前後の短いパルスが含まれ、平均パルス反復率は70.8回/秒 (木柵), 62.8回/秒 (樹林) であった。パルスの間隔は鳴き声の最初の部分でやや長い。鳴き声が約0.1秒の短い間隔で2つ連続する場合 (図1 C) がしばしばある。このような鳴き声の全長は1.4~2秒 (平均1.8秒) で、単一の鳴き声の1.2倍程度にすぎない。また、普通の鳴き声はほぼ10秒の間隔でくり返されるが、この間隔と上記の短い間隔との中間的な間隔を示す鳴き声は記録されていない。これらのことから、この鳴き声は2つの鳴き声が連続したとみなすよりも、1つの鳴き声が2つに分かれたとみなすべきものである。

周波数帯は1.4~2.1kHzにわたる単一のバンドであり、ハーモニックス (倍音) は認められない。周波数変調もみられなかった。優位周波数はほぼ1.8kHzである。木柵と樹林では気温に3°Cの差があったが、両地点で録音した鳴き声の周波数特性にはほとんど差がなかった。

モルトレヒトアオガエルの鳴き声はタイペイアオガエルより長く、平均は1.65秒であった。この鳴き声は時間特性が明らかに異なる2つの部分に分けることができる (図2)。個々の鳴き声でその長さに差はあるが、平均すると、初めの約3/4はパルス間隔が長く、終り近くの約1/4はパルス間隔が短い。前者をA相、後者をB相とよぶことにする。B相の最後部に基本周波数のみからなる弱い音節が残ることがあるが (図2)、これがあらわれない鳴き声が多いため、この部分の数値は計算に入れなかった。

A相の平均持続時間は1.14秒で、パルスがこの全長にわたって等間隔にみられる場合と、パルスがいくつかのグループ (これを音節とよぶことにする。図2では長さの異なる2つの音節がみられる) をなす場合とがある。前者は1個の音節からなる鳴き声にはかならない。音節の数は2個の場合が多いが、3個、4個のこともある。音節間の中断部分の長さは約0.1秒であ

Fig. 1. Sound spectrograms showing call structures of *Rhacophorus taipeianus* from Shulin, Taiwan. A and B are the same call and C is another call. A and C with narrow-band and B with wide-band filter.

る。1音節の長さは平均0.48秒であるが、変異の幅は非常に広い。A相に含まれる平均パルス数は15個、1音節あたりの平均パルス数は7個であった。パルス間隔は平均0.085秒、反復率は11.8回/秒である。A相とB相の間にはほぼ0.1秒の中断がある。

B相の平均持続時間は0.39秒で、A相と同様に音節が1個、2個、3個の場合が認められた(図2では2個の音節がみられる)。音節の長さは約0.2秒でA相よりはるかに短く、変異が少ない。パルス数は平均12個、音節あたりのパルス数は平均8個で、いずれもA相に似ているが、パルス間隔は0.028秒でA相の約1/3、反復率は約3倍の35.7回/秒であった。

A相の周波数帯は1.3kHzを基本周波数とする明瞭なハーモニックスを示し、第1(基本周波数)、第3(3.8kHz)、第5(6.3kHz)ハーモニックスが優位である。第2(2.6kHz)、第4(5.0kHz)、第6(7.6kHz)ハーモニックスはきわめて弱い。優位周波数帯は同一パルス内で明瞭な周波数変調を示す。一方、B相の周波数帯はA相よりやや低く、パルスごとにかなり大

Fig. 2. Sound spectrograms showing call structures of *Rhacophorus moltrrechtii* from Sitou, Taiwan. Same call. A with narrow-band and B with wide-band filter.

きく変化している。基本周波数は1.2 kHzで、A相と同様に第1、第3 (3.6 kHz)、第5 (6.0 kHz) ハーモニックスが優位、第2 (2.4 kHz)、第4 (4.8 kHz) ハーモニックスは微弱である。周波数変調は明瞭でない。

論 議

琉球諸島のなかで八重山諸島が距離的にもっとも台湾に近く、したがって八重山諸島と台湾のカエル類はきわめて密接な関係にあると思われる。八重山諸島にはオーストンアオガエル (ヤエヤマアオガエル) *Rhacophorus owstoni* が生息する。この種はオキナワアオガエル *R. viridis* の亜種として扱われてきたが (中村・上野, 1963), 鳴き声がまったく異なるから別種とみなすのが妥当である (Kuramoto, 1975; 倉本, 1979)。Liang and Wang (1978) が樹林で採集し命名したタイペイアオガエル *R. taipeianus* が、従来岡田 (1930) その他により台湾に分布すると記載されてきた“オキナワアオガエル”, “オーストンアオガエル” に相当するも

のであることは間違いない(梁・王, 私信)。つまりタイペイアオガエルは琉球諸島のアオガエル類と混同されていたのである。一方, モルトレヒトアオガエルはこのような分類学上の混乱をほとんど生じることなく, 現在にいたっている。

タイペイアオガエルの鳴き声はすでに記載されたオーストンアオガエルとまったく異なり, これは両者が別の種であるという Liang and Wang (1978) の結論を支持する証拠である。前者の鳴き声は日本産のどの種とも異なる独特のタイプである。近縁とみなされていたオーストンアオガエルとタイペイアオガエルの鳴き声が異なるのと対照的に, これまで類似性が指摘されたことのないオーストンアオガエルとモルトレヒトアオガエルの鳴き声がよく似ていることは, 注目に値する。Kuramoto (1975) の記載した西表島のオーストンアオガエルの鳴き声は, 本報で記載したモルトレヒトアオガエルとはほぼ同じ温度で録音されたものであり, 両方の数値は直接比較することができる。

オーストンアオガエルとモルトレヒトアオガエルの鳴き声の最大の類似点は, パルス間隔の長いA相と短いB相の区別があり, 両相ともいくつかのパルスが集って音節を形成することである。A相では奇数番のハーモニックスが強く偶数番のハーモニックスが弱いこと, B相の周波数帯がA相よりやや低いこと, A相には周波数変調がみられB相ではパルスごとに周波数に変化することなども共通している。この鳴き声の構成は, これまで記載されている国内および国外のカエルの鳴き声のなかでもっとも複雑なものであり, このような鳴き声のパターンが別系統の2つの種に独立して発達したとは考え難い。つまりこの両種は系統的にごく近縁の種であり, 分布の面からみれば, 八重山諸島のオーストンアオガエルは台湾のモルトレヒトアオガエルの祖先型から分岐した種であると結論できる。

この両種には比較的大きな形態的な差があるから(宇都宮, 未発表), 別種として扱うことに問題はないであろう。もちろん鳴き声もまったく同じではなく, いくつかの相違点がある。おもな差異は, オーストンアオガエルの鳴き声の方がはるかに長いこと, 音節が規則的で比較的短いこと, 周波数帯が全体的に高いことなどである。台湾と八重山諸島に隔離されている間に, このような面での鳴き声の分化が生じたことは疑いない。

カエル類が一息で長い鳴き声を発するには肺容量からして当然限度があり, その限度以上に長い声を発するには, 音量を小さくするか肺と鳴のうの間に空気を連続的に往復させるしかない。後者の方法は音量の低下を伴わないから明らかに有利であり, 小形のアマガエル類(Kuramoto, 1980)やヒメアマガエル(Kuramoto, 1977)がこのタイプの長い鳴き声を発達させている。タイペイアオガエルにみられる鳴き声の分断は, この方向への萌芽かもしれない。モルトレヒトアオガエルでは空気の往復による鳴き声がある程度発達し, それがさらに規則的になったのがオーストンアオガエルであるといえよう。ただし, これは鳴き声の長さだけを問題とした考え方であり, その他の点に関してタイペイアオガエルがモルトレヒトアオガエル, オーストンアオガエルと結びつかないことは, すでに述べた通りである。なお, 往復様式で生じる鳴き声は同じ音節のくり返しからなるのに対し, モルトレヒトアオガエルとオーストンアオガエルでは2つの相に判然と分かれているが, その理由についてはまったく不明である。

沖縄以北のアオガエル類のうち, オキナワアオガエル(アマミアオガエルを含む)とシュレーゲルアオガエル *R. schlegelii* の鳴き声はよく類似し, モリアオガエル *R. arboreus* の鳴き声は明らかにこれらから由来したものである(Kuramoto, 1975)。しかし, このグループの鳴

き声はオーストンアオガエルのグループともタイペイアオガエルとも異なる。日本・台湾のアオガエル類は、Inger (1947) がすべてをシュレーゲルアオガエルの亜種とみなしたほど外形が類似しているが、鳴き声からみるかぎりでは次の3群が明瞭に区別できる。

- (1) タイペイアオガエル
- (2) モルトレヒトアオガエル, オーストンアオガエル
- (3) オキナワアオガエル, シュレーゲルアオガエル, モリアオガエル

これらのグループ間相互の系統関係については、中國大陸のアオガエル類の鳴き声に関する今後の研究が解明の糸口となるであろう。

謝 辞

台湾での野外調査に協力していただいた王慶讓, 林平生, 大河内勇, サウンドスペクトログラフ使用に便宜を与えられた石井武士, 南出好史, 鳴き声の分析に助力いただいた薄康之, 西村典子の諸氏に感謝する。

引 用 文 献

- Inger, R.F. 1947. Preliminary survey of the amphibians of the Riukiu Islands. Fieldiana: Zool. 32: 295-352.
- Kuramoto, M. 1975. Mating calls of Japanese tree frogs (Rhacophoridae). Bull. Fukuoka Univ. Educ., Part III, 24: 67-77.
- Kuramoto, M. 1977. Mating calls of the frog, *Microhyla ornata*, from the Ryukyu Islands. Ibid. 26: 91-93.
- 倉本 満. 1979. 琉球諸島のカエル類の分布と隔離. 爬虫両棲類学雑誌 8:8-21.
- Kuramoto, M. 1980. Mating calls of treefrogs (genus *Hyla*) in the Far East, with description of a new species from Korea. Copeia 1980: 100-108.
- Liang, Y.-S. and C.-S. Wang. 1978. A new tree frog, *Rhacophorus taipeianus*, (Anura: Rhacophoridae) from Taiwan (Formosa). Quart. J. Taiwan Mus. 31: 185-202.
- 刘承钊・胡淑琴. 1961, 中国無尾両棲類. 科学出版社 (北京).
- 中村健児・上野俊一. 1963. 原色日本両生爬虫類図鑑. 保育社 (大阪).
- 岡田弥一郎. 1930. 日本産蛙総説. 岩波書店 (東京).