
青森県北東部における小型アズマヒキガエルの繁殖状況

木村 青史

010-0802 秋田県秋田市外旭川字符合28番地 NPO 法人 秋田水生生物保全協会

Reproduction of the small Japanese common toad *Bufo japonicus formosus*
from the northeastern part of Aomori Prefecture

By Seiji Kimura

*NPO; Akita Aquatic Life Conservation Society, 28, Soto-asahikawa Machi-ai, Akita City, Akita pref.
010-0802, Japan*

はじめに

アズマヒキガエル *Bufo japonicus formosus* は北海道南部から本州東北部まで広く分布しており、それゆえ、各個体群は異なる気候条件にさらされている (Kadowaki, 1996 ; 前田・松井, 1999). Matsui (1984) は、日本産ヒキガエル属について形態における地理的および気候的クラインを詳細に記載し、体長は標高や平均気温と強い相関関係にあることを示した。とりわけ高地に分布する個体群は、他の個体群に比べて体サイズが著

しく小さいことが報告されている (平井, 2007 ; Matsui, 1984). ヨーロッパヒキガエル *B. bufo* においては、高緯度あるいは高地に生息する個体群では、成長は遅く成熟するまでにかかる年数も長いことが報告されている (Hemelaar, 1988 ; Schabetsberger et al., 2000). このような小さな体サイズは、短い活動期間や餌資源不足、高い個体群密度によって引き起こされると考えられている (Kusano et al., 2010 ; Nambu and Matsui, 1984).

以上のように、小型アズマヒキガエルの形

態に関するいくつかの情報があるものの、繁殖生態に関する情報はほぼ皆無である。体サイズの小さな個体群における繁殖状況は非常に興味深く、本種の生活史を解明する上で重要である。今回、青森県北東部の低地において、数例ではあるが小型アズマヒキガエルの繁殖状況を確認することができたので(図1)、ここに報告する。



図1. 小型個体の抱接ペア (オスの体長: 57.6 mm; メスの体長: 67.5 mm, 2016年4月18日)。

Fig. 1. Pair of small individuals (male of 57.6 mm SVL; female of 67.5 mm SVL. Photographed on Apr. 18, 2016).

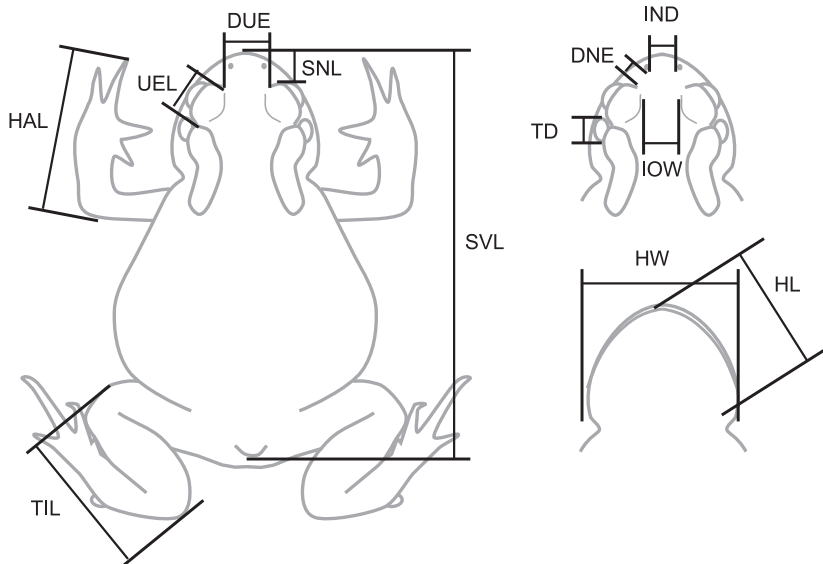


図2. 計測部位。SVL: 体長; HL: 頭長; HW: 頭幅; HAL: 手腕長; TIL: 脛長; UEL: 上眼瞼長; IOW: 上眼瞼間距離; DNE: 外鼻孔-眼間距離; DUE: 眼前角間距離; IND: 外鼻孔間距離; SNL: 吻長; TD: 鼓膜径。

Fig. 2. Measurements taken for each *Bufo japonicus formosus*. SVL: snout-vent length; HL: head length; HW: head width; HAL: hand and arm length; TIL: tibia length; UEL: upper eyelid length; IOW: interorbital width; DNE: distance between nostril and eye length; DUE: distance between anterior tips of upper eyelids; IND: internarial distance; SNL: snout length; TD: tympanum diameter.

材料と方法

調査地

2016年4月18日から22日にかけて、青森県上北郡六ヶ所村の水田跡地脇にある幅40 cmほどの水路200 m区間において捕獲を行った(40°56'N, 141°17'E, 海拔9から10 m)。この水路には伏流水や雪解け水が流入しており、流れはほとんどなかった。本地点は100 m未満の丘陵縁に形成された谷津田であり、水路に平行する林道沿いにはハンノキ *Alnus japonica*, ミズナラ *Quercus mongolica* var. *grosseserrata*, サワグルミ *Pterocarya rhoifolia*, クロマツ *Pinus thunbergii* などからなる混交林が形成されていた。調査を行った5日間の平均気温は10.1°C (7.5~13.2°C) であった。

形態

繁殖地を訪れたオス12個体とメス13個体において、12箇所の形態について計測を実施した(図2)。計測にはデジタルノギスを用い、

0.1 mm まで記録した。なお、計測部位が左右対称の場合、欠損等がなかったことから、全て体の左側の部位を計測した。計測後、各個体は元の場所に放逐した。

計測値について、相対成長にともなうアロメトリーを除去するために、Thorpe (1975)の方法によって、各計測部位の長さを標準化した。標準化の計算式は以下の通りである。

$$\log_{10}(X_i/X_i'') = b \log_{10}(Y_i/Y')$$

X_i'' : 個体 i の調整された変数, X_i : 個体 i の変換される変数, Y_i : 個体 i の体長, Y' : 平均体長, b : アロメトリック係数 ($\log X_i$ と $\log Y_i$ の回帰式の傾きで与えられる)。

標準化によって得られた新たな変数 (X_i'') を用いて、雌雄における形態の差異を検出する目的で主成分分析を行った。

卵数および卵径

調査地で抱接が確認された9ペアのうち4ペアが産卵前であったことから、室内に持ち帰りペアごとに捕獲地点の水を張った水槽に入れ産卵させた。得られた紐状の卵塊が水を吸って膨張する前に、重ならないようにバットに広げ、定規とともに上面から写真を撮影した。得られた画像データをパソコンに取り込んで、全ての卵径および卵数を計測した。画像解析には「Motic Images Plus 2.1S」を使用した。卵の形状が球形でなかった場合は長径と短径の平均値を卵径とした。なお、ここでは蔵卵数ではなく産卵数を卵数 (clutch size) として扱った。

広告音および解除音

オスの広告音 (advertisement call) および解除音 (release call) を IC レコーダー (Sony ICD-TX50) により録音した。産卵場所において単独で鳴いていたときの声を広告音とし、両脇を指でつまむことで発した声を解除音とした (Matsui, 1985; Sullivan and Wagner, 1988)。録音にあたっては、鳴いている個体

から30 cm ほど離れて録音した。音声解析には「Wave Surfer v1.8.8p4」を使用した。

結果と考察

体サイズ

本調査で捕獲したアズマヒキガエルはオス12個体、メス13個体であった。平均体長は 66.2 ± 6.2 mm (オス: 62.9 ± 4.9 mm; メス: 69.3 ± 5.8 mm) で、これまでに報告されたどの個体群よりも小さかった (平井, 2007; Kadowaki, 1996; Matsui, 1984; Nambu and Matsui, 1984)。六ヶ所村は本州最北部に位置しており、夏季の偏東風「やませ」の影響もあり、年間平均気温は9から10°Cと冷涼である (青森県上北郡六ヶ所村, 1978; 気象庁, <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)。加えて積雪量も多いため、ヒキガエルの活動期間は短く制約されることになる。海拔10 m 以下という状況にも関わらず、体サイズが小さかった理由は、平均気温が低く、活動期間も短いことにより餌不足や発育の遅延等が引き起こされたためであると推察される (Matsui, 1984; Nambu and Matsui, 1984)。久居 (1975) や浦野・石原 (1987) は、上陸したアズマヒキガエルは翌年の5~6月には70 mm 前後まで成長することを報告しているが、本調査地で6月中旬に確認した1歳と思われる2個体は42.7 mm および48.2 mm であったことから、本調査地の個体群では成長が遅いことが伺える (木村, 未発表)。

性比および性差

一般に、繁殖期におけるアズマヒキガエルの性比は、オスに偏っていることが報告されている (久居, 1975; 久居・菅原, 1978)。しかし、本調査で確認された成熟個体はオス12個体、メス13個体であり、雌雄の個体数に偏りはみられなかった。また、隣接する個体あるいは抱接ペア間の距離は10~20 m ほど離れており密度は低いようであった。産

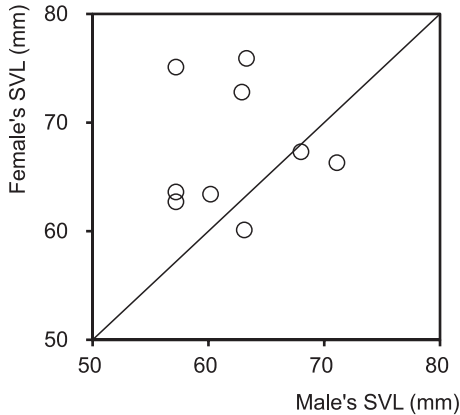


図3. 抱接ペアの体長比較。実線は $y=x$ を示す。
Fig. 3. Comparison in SVL of amplexing pairs.
Diagonal line represents a 1:1 relationship.

卵場所で確認された平均体長は、オスが 62.9 ± 4.9 mm ($n=12$)、メスが 69.3 ± 5.8 mm ($n=13$) で、オスよりもメスが大きい傾向が見られた (Kolmogorov-Smirnov 検定, $D=0.596$, $p=0.0162$)。しかしながら、抱接していた9ペアについて雌雄の体長を比較したところ、オスが 62.2 ± 4.9 mm、メスが 67.5 ± 5.8 mm で、雌雄間で有意差はみられなかった (図3, Wilcoxon の符号順位和検定, $z=1.836$, $p=0.069$)。また、抱接オスと単独オスの体長に差はみられなかった ($D=0.333$, $p=0.8112$)。繁殖期間が長いスタイネガーヒキガエル *B. stejnegeri* では、性比の偏りが小さいとき (オス/メス=1.85あるいは1.96)、抱接オスは単独オスに比べて体長が大きいことが報告されている (Lee and Park, 2009)。これは、抱接期間の長期化にともないオス間で競争が引き起こされた結果であると考えられている。今回、抱接オスと単独オスの体長に差がみられなかったことは、本調査地における密度が低く、性比の偏りがなかったことによると思われるが、例数が少なく適応的意義を説明することはできない。

形態の雌雄差を検出する目的で主成分分析を行ったところ、第1主成分 (PC1) および第2主成分 (PC2) で、全分散の67.0%が説

表1. 青森県北東部から得られたアズマヒキガエルにおける、11箇所の形態的特徴に基づく第1、第2主成分の固有値および因子負荷量。12箇所の測定値は、アロメトリーを除去した後、分析に供した。

Table 1. Eigenvalues and predictor loadings of the first and second principal components based on data for 11 measurements in *Bufo japonicus formosus* from the northeastern part of Aomori Prefecture. Raw data for each measurement were standardized following Thorpe (1975) to exclude allometric effect prior to the analysis.

	PC1	PC2
Eigenvalue	3.830	3.542
Percentage of variance	34.820	32.202
Cumulative percentage	34.820	67.022
Predictor loadings*		
DUE	0.9201	
HW	0.8230	
HAL	0.7456	
HL	0.6830	
IOW	0.6698	
DNE	0.6372	
UEL		-0.8707
SNL		0.8646
IND		0.8467
TD		-0.7937

*Absolute loadings < -0.60 , > 0.60

明された (表1)。PC1において負荷量が大きかった形質は、頭部の大きさおよび腕の長さ、PC2においては吻部の形状および鼓膜の大きさを示すというラベルが付された。雌雄間の主成分得点を比較したところ、PC1、PC2いずれにおいても有意差が検出された (図4, PC1: $D=0.763$, $p=0.0005$; PC2: $D=0.667$, $p=0.0049$)。つまり、頭部の大きさや腕の長さ (PC1)、吻部の形状および鼓膜の大きさ (PC2) の程度に雌雄判別の鍵となる情報が含まれており、オスはメスに比べて頭部が小さく、吻部は細く尖っており、鼓膜が小さい傾向がみられるという結果となった。メスに比べてオスの頭部がやや尖っている点は、一般に知られている特徴と同様であった (前田・松井, 1999)。

卵数および卵径

4ペアから得られた卵について、メスの体長に対する卵径および卵数の関係を比較した

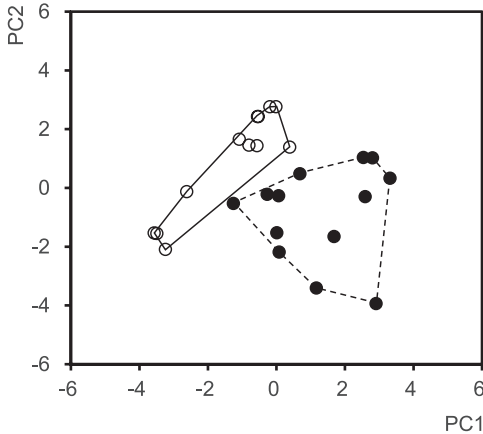


図4. 11箇所の形態に基づく第1主成分と第2主成分の関係。白丸：オス；黒丸：メス。

Fig. 4. Plots of scores of the first against the second principal components from the analysis using data for 11 measurements. Open circles: males; solid circles: females.

(表2, 卵数については4例しかデータがないため, 統計的な検証はできなかった). メスの体長と卵径の間には正の相関関係があり (Kendall の順位相関, $\tau=0.233$, $p=3.471e^{-78}$), 体長が大きくなるほど産卵数は増加するよう

表2. メスの体長と産卵数および卵径の関係。

Table 2. Relationship between female SVL, and clutch size and egg diameter.

Specimen No.	No. 14	No. 16	No. 17	No. 20
Female's SVL (mm)	75.9	67.3	66.3	60.1
Clutch size	865	701	674	637
Egg diameter (mm)				
AVG	2.42	2.41	2.38	2.30
S.D.	0.16	0.13	0.14	0.13
MAX	2.92	2.60	2.87	2.84
MIN	1.78	1.81	1.94	1.91

であった. 体サイズが大きくなるほど卵径が大きく卵数が増大する傾向は, これまでの報告と一致する (Matsui, 1989).

広告音および解除音

繁殖ペアのうち2個体のオスから広告音と解除音を得ることができた(図5, 広告音(a), 体長63.3 mm: 優位周波数1.163 kHz; 体長71.1 mm: 優位周波数1.008 kHz, 解除音(b), 体長63.3 mm: 優位周波数1.382 kHz; 体長71.1 mm: 優位周波数1.258 kHz). このとき

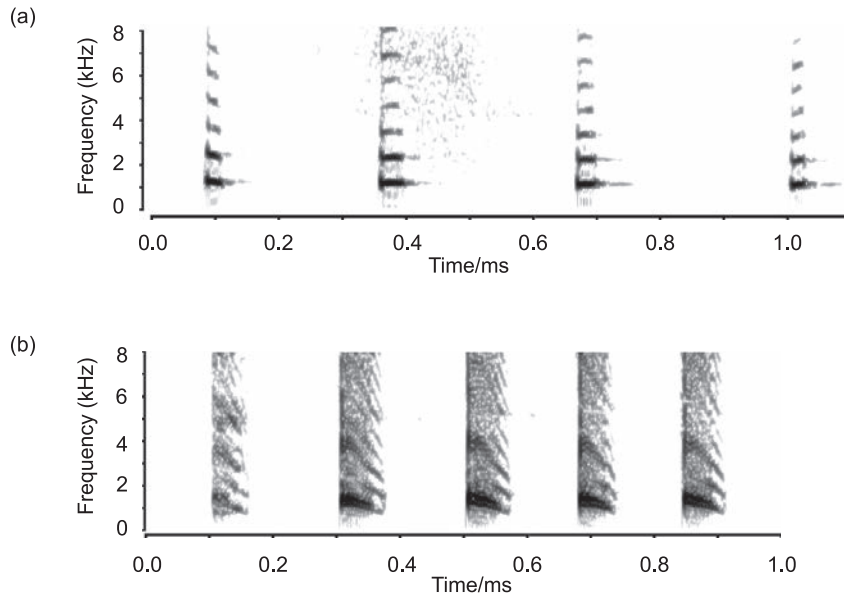


図5. 青森県北東部から得られたアズマヒキガエルの広告音 (a) および解除音 (b) のスペクトログラム. フィルター幅は100 Hz.

Fig. 5. Oscillograms and spectrograms of the advertisement call (a) and release call (b) of *Bufo japonicus formosus* from the northeastern part of Aomori Prefecture. Analysis bandwidth 100 Hz.

の気温は12.1°Cであった。2個体から得られた各音声の優位周波数は、これまでのどの報告よりも高かった (Matsui, 1985; 浦野・石原, 1987)。

本多 (1972) は、より高い周波数帯で樹木等による音の減衰が大きく、距離が離れるほど減衰の度合いは大きくなることを報告している。今回調査を行った産卵場所は、水田跡地脇の水路ということもあり、開放的な環境であった。加えて、繁殖集団の密度が低かったことも考慮し、小型アズマヒキガエルの繁殖環境や鳴き声の機能を詳細に調べる必要がある。

謝 辞

福岡教育大学名誉教授の倉本満博士には、音声解析についてご教示いただいた。ここに厚く御礼申し上げます。

引用文献

青森県上北郡六ヶ所村. 1978. 青森県上北郡六ヶ所村, 青森県.

Hemelaar, A. 1988. Age, growth and other population characteristics of *Bufo bufo* from different latitudes and altitudes. *J. Herpetol.* 22(4): 369-388.

平井利明. 2007. 栗駒山で捕獲されたアズマヒキガエルの体サイズ. *爬虫両棲類学会報* 2007(1): 16-17.

久居宣夫. 1975. ヒキガエルの生態学的研究 (II) ヒキガエルの成長. *自然教育園報告* 6: 9-19.

久居宣夫・菅原十一. 1978. ヒキガエルの生態学的研究 (V) 繁殖期における出現と気象条件との関係について. *自然教育園報告* 8: 121-134.

本多侔. 1972. 都市の公害防止に関する樹木と空間効果の基礎的研究: II 緑地の防音機能について. *千葉大学園芸学部学術報告* 20: 73-91.

Kadowaki, S. 1996. Body size and population density of *Bufo japonicus formosus* from Nobeyama highland, Nagano. *Jpn. J. Herpetol.* 16(3): 108-113.

Kusano, T., K. Maruyama and S. Kaneko. 2010. Body size and age structure of a breeding population of the Japanese common toad, *Bufo japonicus formosus* (Amphibia: Bufonidae). *Current Herpetol.* 29(1): 23-31.

Lee, J.-H. and D. Park. 2009. Effects of body size, operational sex ratio, and age on pairing by the Asian toad, *Bufo stejnegeri*. *Zool. Studies* 48(3): 334-342.

前田憲男・松井正文. 1999. 日本カエル図鑑 (改訂版). 文一総合出版, 東京. 223 p.

Matsui, M. 1984. Morphometric variation analyses and revision of the Japanese toads (genus *Bufo*, Bufonidae). *Contr. Biol. Lab. Kyoto Univ.* 26(3/4): 209-428.

Matsui, M. 1985. Male release call characteristics of Japanese toads. *Contr. Biol. Lab. Kyoto Univ.* 27: 111-120.

Matsui, M. 1989. Breeding strategy in the Japanese common toad, *Bufo japonicus*. p. 332-341. In: M. Matsui, T. Hikida and R. C. Goris (eds.), *Current Herpetology East Asia*. *Herpetol. Soc. Jpn, Kyoto*.

Nambu, H. and M. Matsui. 1984. Altitudinal cline in the body size of the Japanese common toad (Amphibia, Bufonidae) from Toyama Prefecture, Central Japan. *Bull. Toyama Sci. Mus.* (6): 69-72.

Schabetsberger, R., H. Langer, C. D. Jersabek and A. Goldschmid. 2000. On age structure and longevity in two populations of *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), at high altitude breeding sites in Austria (Anura: Bufonidae). *Herpetozoa* 13 (3/4): 187-191.

Sullivan B. K. and W. E. Wagner, Jr. 1988. Variation in advertisement and release calls, and social influences on calling behavior in the gulf coast toad (*Bufo valliceps*). *Copeia* 1988(4): 1014-1020.

Thorpe, R. S. 1975. Quantitative handling of characters useful in snake systematics with particular reference to intraspecific variation in the ringed snake, *Natrix natrix*. *Biol. J. Linn. Soc.* 7: 27-43.

浦野明央・石原勝敏 (編著). 1987. ヒキガエルの生物学. 裳華房, 東京. 289 p.