

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

久居 宣夫* 菅原 十一*

Ecological Studies of *Bufo bufo japonicus* SCHLEGEL

(V) The Relation between Appearances
and the Climatic Conditions at Breeding Season

Nobuo Hisai* and Touichi Sugawara*

はじめに

ヒキガエル (*Bufo bufo japonicus* SCHLEGEL^{注)}) が早春に池沼や湖、湿地の水溜りなどに数十あるいは数百と集まり産卵する習性は昔からよく知られている。

ヒキガエルの産卵期は地方によって異なるが、概ね平地で2月下旬～4月下旬、山地では5月頃であり、平地でも西南地方よりも東北地方に行くにつれて遅くなる傾向がある(市川 1951, 中村・上野 1963)。例えば中村定八によれば長崎県下では12月初旬に産卵が始まり翌年3月まで続くという(市川 1951 収録)。これは産卵開始時期としては多分もっとも早い記録の一つであろう。一方、東京都港区では3月上旬頃に産卵する(久居 1975)が、東京でも西郊外の八王子市では約2週間遅く、3月下旬～4月上旬に産卵するという(芹沢・金井 1970)。また長野県的美鈴湖では4月下旬～5月上旬(*Bufo* 生態研究グループ 1973)、奈良県・大台ヶ原では4月中旬～5月初旬(Matsui 1976)が繁殖期であるという。

このような地域による繁殖期の時期的なずれは他の多くの無尾類にもよく見られ、ヤマアカガエルの場合平地で2～3月、高地や東北では4～5月に産卵する。また、トノサマガエルは西南地方では4月上旬、東北地方では6月下旬、そしてヌマガエルの場合は琉球列島では4月から、内地では6～7月に産卵と言われる(中村・上野 1963)。このほか、気候が温暖な沖縄に生息する無尾類は一般に繁殖期が早い傾向が見られる(Ikehara and Akamine 1976, Katsuren et al. 1977)。

以上のように、ヒキガエルをはじめ多くの無尾類の繁殖期のずれには地理的勾配が認められると同時に、同一地域でも年によって繁殖のために出現する日に大きなずれが見られる。これらのことから Blair (1960)

* 国立科学博物館付属自然教育園

National Park for Nature Study, National Science Museum

脚注：本研究グループでは本種の学名を中村・上野(1963)に従って用いているが、関東産のものであるので芹沢・金井(1970)、Matsui(1976)らの *Bufo bufo formosus* BOULENGER と同一種であると考えられる。

が指摘しているように、降雨や温度などの気象条件が繁殖行動と大いに関係しているものと考えられる。例えば、アフリカに生息するヒキガエル類の多くは繁殖期を雨季に合わせ (Tandy and Keith 1972)、北米や中央アメリカでも降雨によって繁殖行動が誘発されるヒキガエル類が多い (Blair 1972)。一方、降雨よりもむしろ温度の変化が繁殖行動の引き金になっているものも知られている (Jameson 1955, Turner 1959, Breckenridge and Tester 1961, Tasmitt 1962, Kessel 1965, Tevis 1966, 芹沢・金井 1970)。

今回は1974年～1977年に得られた資料に基づいて、ヒキガエルの繁殖期における気象条件を分析し、本種の繁殖行動を誘発する要因について報告する。なお調査はヒキガエル生態研究グループ (千羽晋示・菅原十一・矢野亮・久居宣夫, 以上自然教育園, 桜井信夫・文化庁記念物課, 金森正臣・大阪市立大学医学部) によって実施されたものである。

本報告をまとめるにあたって、有益な助言をいただいた研究グループの諸氏に深く感謝の意を表する。

1. 調査地および方法

調査は国立科学博物館付属自然教育園 (東京都港区白金台5-21-5, 以下自然教育園と略す) で実施した。本園は面積が約20 ha でその周囲は高さ約2～2.5 m のコンクリート壁で囲まれ、ほとんど外部と移出入のない閉鎖された自然環境下にあるといえる。

園内の植生はシイ林, コナラ林, マツ林, ミズキ・ウワミズザクラ林, 湿原植生などに大別され (奥田・宮脇 1966, 沼田・手塚 1966, 手塚 1970), 推定樹令約400～500年といわれるスダジイをはじめ, タブノキ・ツクバネガシ・アカガシ・シラカシ・ヒサカキ・シロダモ・アオキなどの常緑樹やコナラ・イイギリ・ウワミズザクラ・ミズキなどの落葉樹で被われている。

園内の気候は図1に示すように、平均気温は1～2月に最低となる。この時期の日最低気温は年によって

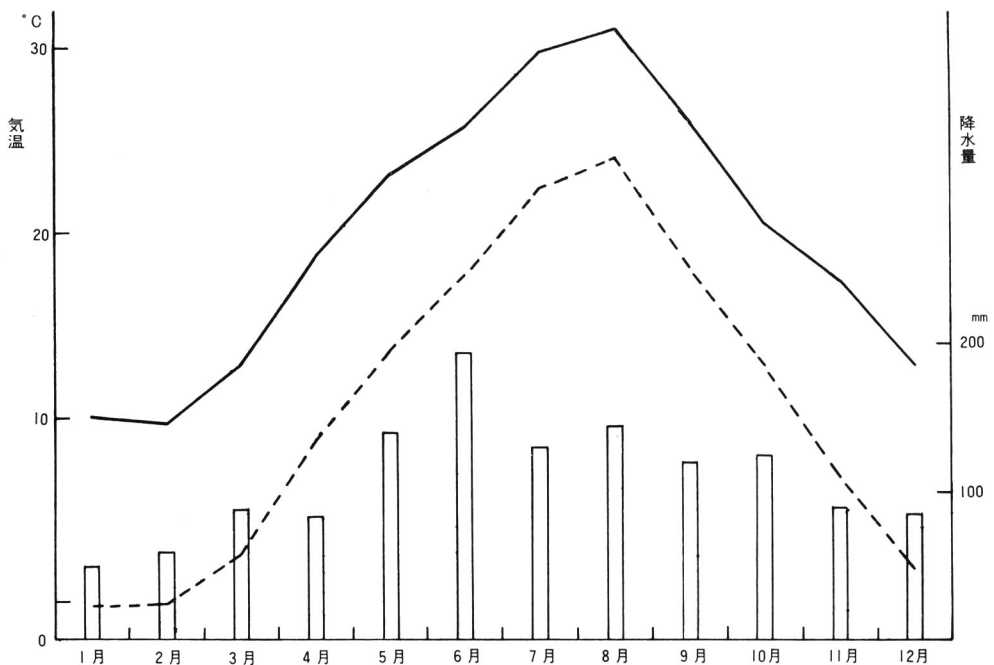


図1 自然教育園における最高気温 (実線) と最低気温 (破線) および降水量 (棒グラフ) の月別変化 (気温は1968～1973年の平均, 降水量は1968～1970年の平均)

は -6°C 以下になることもしばしばある。月別平均気温が最高になるのは8月で、ふつう最低气温でも 20°C 以上、最高気温は 30°C 以上の日が続くことが多い。年間降水量は約1200~1500mmであるが、降雨量は梅雨期の6月にもっとも多く、冬から早春にかけて少なくなる。また2~3月頃時々1~5cmくらい降雪することがある。

調査は、2月下旬~3月上旬に園内数ヶ所の池沼や溜め池(図2)に産卵のため夜間出現したヒキガエルを捕獲し資料を得た。捕獲したヒキガエルは産卵池毎に個体番号、性別を記録し、その体重・体長・口幅(口の最大幅の部分)を測定してその場で放逐した。また新個体はその場で指切断法で標識し測定後放逐した。調査は原則として夜間に実施したが、翌日の午前中まで産卵場所に留まっている個体については再調査し、資料の一部に供した。

調査は、1974年3月9日・10日・15日；1975年3月9日・11日・12日；1976年2月22日・24日・27日・3月3日；1977年2月26日・27日・3月9日・10日にそれぞれ実施した。

なお、気象に関する資料は全て園内で測定しているものを使用した。

2. 結 果

(1) 出現日と出現個体数

1974年の繁殖期における出現初認日は3月7日である。調査は3月9日から開始されたが、9日に捕獲されたのは13♀と37♂、10日の調査で新たに捕獲されたのは4♀と12♂にすぎない(図3)。これは、繁殖期の調査としてはこの年が初めてであり、不馴れなため手間どったりまた捕獲する際に池の中心部などに雄の相当数を逃したりしたためである。1974年はほとんどの個体が3月10日に繁殖を終えたが、ほんのわずかではあるが3月15日にも繁殖個体が確認された。

1975年の出現初認日は3月9日である。調査は同日から実施され、23♀と54♂の計77個体が出現した。3月11日に新たに出現した個体は19♀と97♂で、この期間中に出現が確認されたのは42♀、151♂の計193個体である。しかし、1975年の場合、3月12日のカウント調査で41♀、116♂および性別未確認31の計188個体を数えた。個体番号を確認しなかったため12日に新たに出現した正確な個体数は不明である。

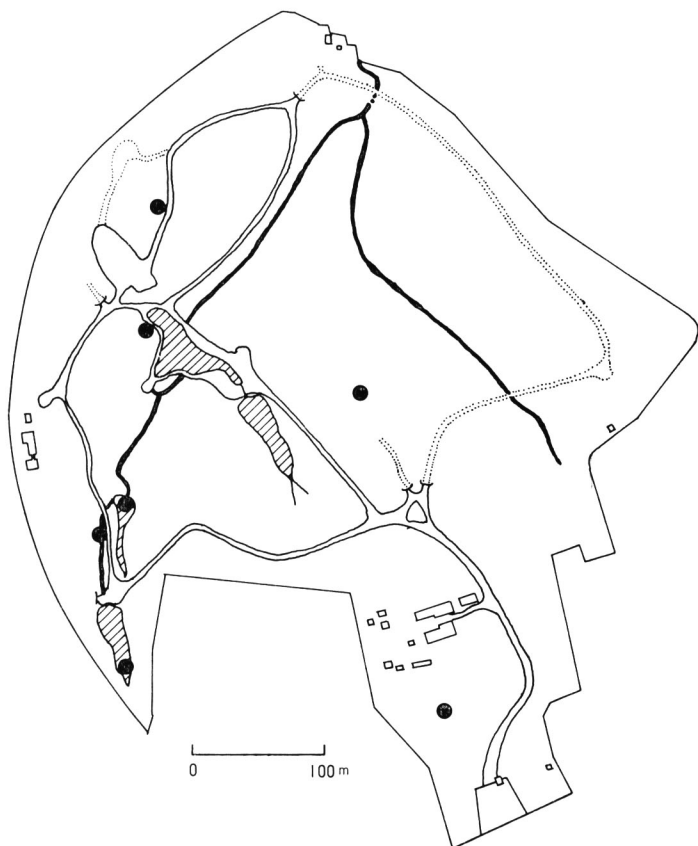


図2 自然教育園内の水系と産卵場所(丸印)

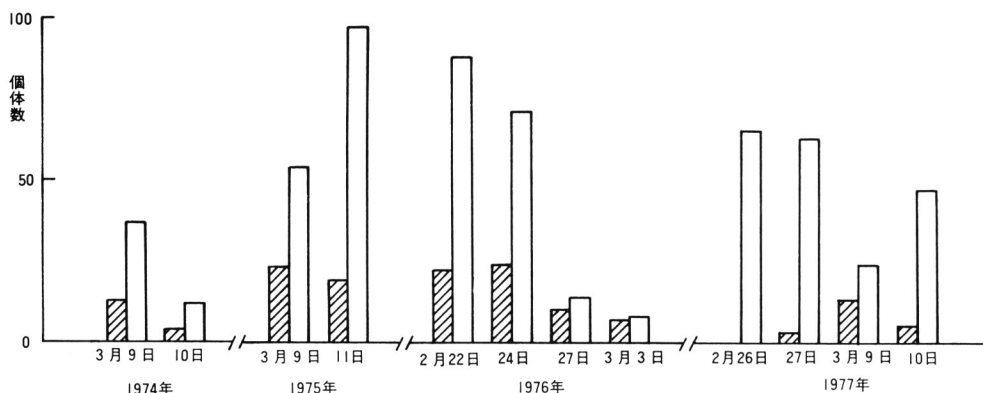


図3 繁殖期における出現個体数（斜線は雌、白ぬきは雄の個体数を示す）

が、350個体以上がこの繁殖期に出現したものと推定される。

1976年の初認日は2月21日、調査は22日から実施した。22日の調査では22♀と88♂、24日の新出現個体は24♀と71♂、同様に27日は10♀と14♂、3月3日は7♀と8♂で期間中の出現個体数は63♀と181♂の計244個体であった。この年は例年になく繁殖期が長く、ピークは22～24日であるが、その後もだらだらと少数の繁殖個体が観察された。

1977年の出現初認日は2月25日である。調査は26日から始められ、この日は雄のみ65個体出現し、雌は1個体も出現しなかった。27日は新たに3♀と63♂が出現したが、その後新たに出現する個体がなく、大部分の個体は28日の未明には林内に戻ってしまった。しかし、1週間後の3月8日に再び繁殖活動が始まり、9日の調査では13♀と24♂、10日には新たに5♀と47♂が出現し、計18♀と71♂が2回目の繁殖に出現した。この年は2月下旬の1回目と合わせて21♀、199♂の計220個体が繁殖期に出現した。

以上のように自然教育園では2月下旬～3月上旬に繁殖行動が見られる。繁殖池への移動は日没後の午後6時頃から始まり、午後7～8時には多くの個体が池の中で見られる。繁殖行動は夜間を通して観察されるが、夜明け前に雌雄ともほとんどの個体は林内に戻るのが観察された。しかし、一部の個体は夜明け後も池の中で抱接し産卵を続けているのも観察された。特に繁殖池が広く、また林の奥などの人為的影響の少ない場所では日中でも抱接している個体が多く見られた。

産卵時間は1日の場合が多いことから、繁殖期間中連続して調査することが望ましく、本調査の場合繁殖期における出現個体数はかなり少なく算出されていると考えられる。

(2) 繁殖期の気象条件

(a) 気温

繁殖期にあたる2～3月の気温の日周変化はふつう午前5～6時に日最低気温を、午後0～2時に日最高気温を記録する。繁殖期前後の気温は図4に示すように最高、最低とも日変化が大きく一定の傾向はほとんど見られない。表1は出現初認日前の1週間と、初認日から繁殖期間中を含む1週間の日最高と日最低気温の平均値を比較したものである。表が示すように平均最高気温では、1974年を除きいづれの年も繁殖期前よりも期間中の方がやや高い(0.1～6.4度)。しかし、1974年の場合は、期間前の平均が14.3℃、これに対して期間中が11.9℃で2度以上も低いことになる。出現日と日最高気温との関係は、気温が約20℃以上に上昇した日かその数日後にヒキガエルが出現する傾向を示しているが、1977年の1回目のように16～17℃で出現する場合もある。

日最低気温も出現前よりも繁殖期間中の方が高い(0～6.9度)。出現日との関係は約8℃に上昇した数

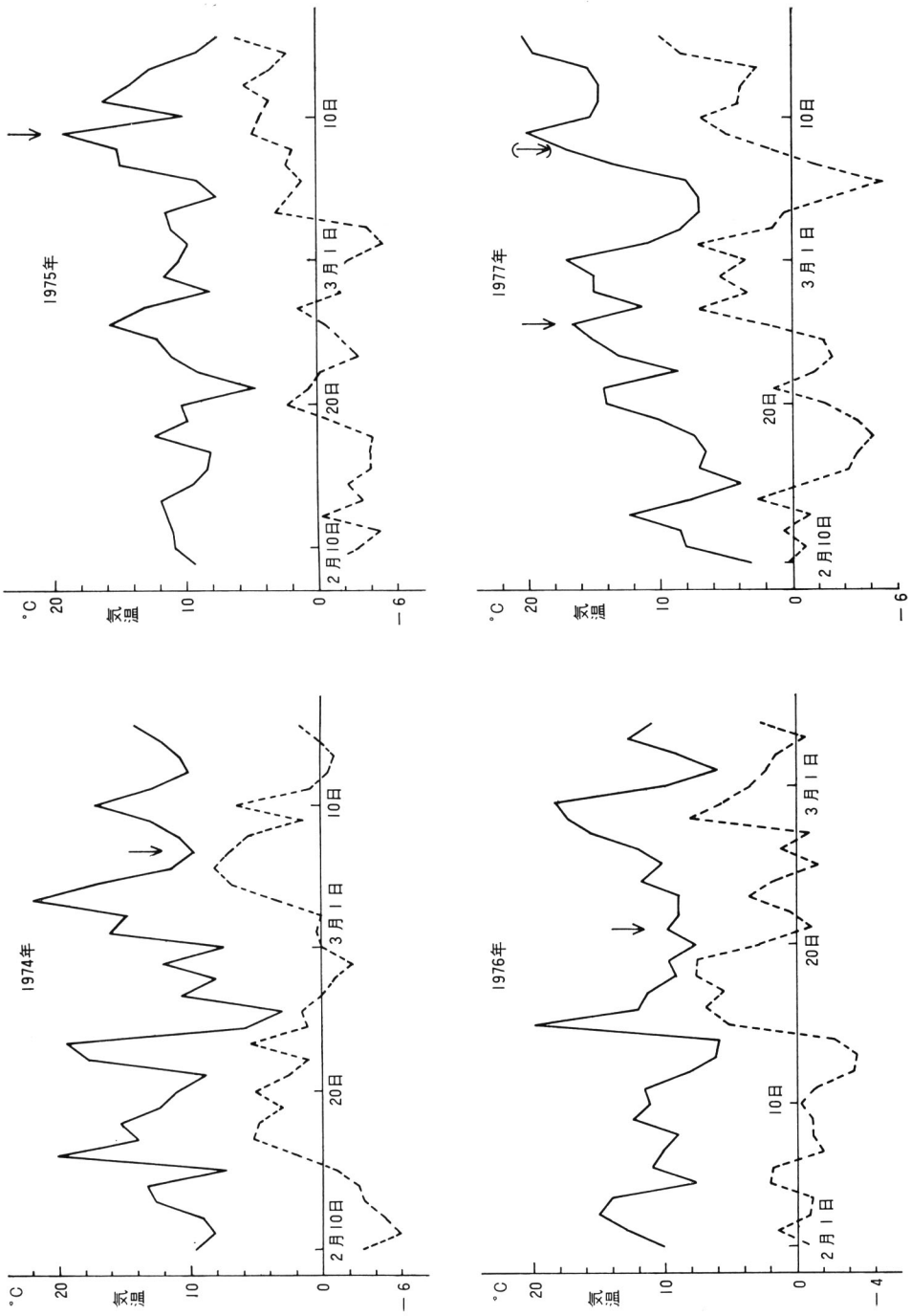


図4 繁殖期前後における最高気温（実線）と最低気温（破線）の変化（矢印は出現初認日を示す）

表 1 繁殖期前と期間中の気温の比較

	繁殖期前 1 週間の平均気温 (°C)		期間中 1 週間の平均気温 (°C)	
	最 高	最 低	最 高	最 低
1974年	14.3	2.3	11.9	2.7
1975年	11.2	1.4	12.7	4.2
1976年	10.9	4.7	11.0	4.7
1977年	11.8 (10.3)	-2.7 (-0.3)	13.5 (16.7)	4.2 (5.6)

注) 1977年のカッコ内の気温は 2 回目に出現した時の温度

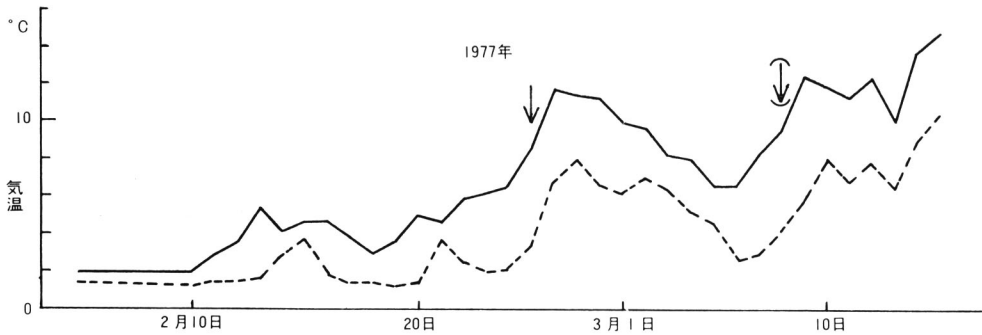
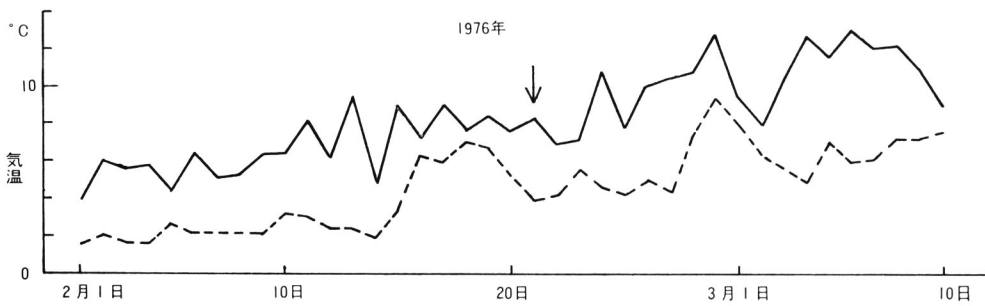
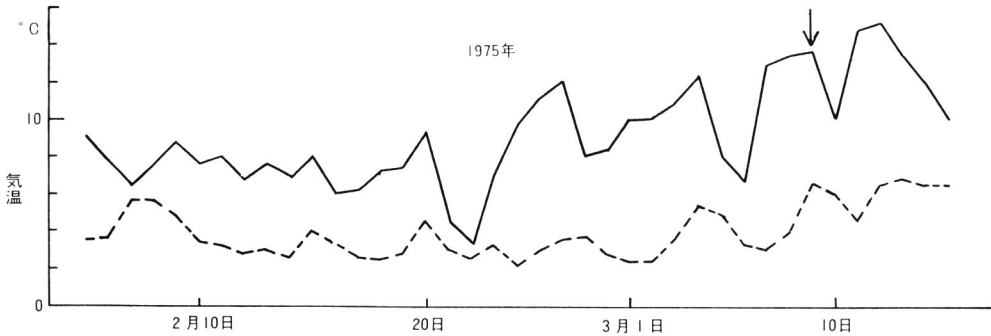


図 5 深さ 5 cm の地温の変化 (実線は最高、破線は最低、矢印は出現初認日を示す)

日後に出現した例（1974年，1976年）と最低気温が上昇する前日に出現した例（1977年：ただし出現初認日の最低気温は約 2°C であった），出現日前後，繁殖期間中も 6°C 以下の例（1975年）と様々であるが，最低気温が $7\sim 8^{\circ}\text{C}$ になると出現する傾向は見られる。

(b) 地温

地温は図5に示すように，日変化しながらも徐々に上昇する傾向が認められる。地温の日周変化を見ると深さ5cmの場合最低が午前7～8時に，最高は午後3～4時に記録する。また深さ10cmの地温は最低が午前8～9時に，最高が午後5～6時に記録され，5cm地温に比べて最高，最低とも1～2時間遅くあらわれる。

出現初認日と5cm地温との関係は，最低地温が上昇するとヒキガエルが出現することを示している。1975年の場合，地温が 6°C 以上になった3月9日に出現している。この年は2月7日，8日に最低地温が 5.6°C まで上昇したが，この時は出現しなかった。この理由については後述する。1976年は2月16日まで最低地温が $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ の間を変動していたが，16日から急激に地温が上昇し， 6°C 以上の日が数日間続いた。1976年の場合，地温が 6°C 以上になった時には出現せず，温度が再び下降し始めた時に出現している。しかしながら，両年とも地温が 6°C 以上に上昇するとヒキガエルが出現することを示している。これに対して1977年は，2月25日の 3.4°C という低い地温の日に出現している。この年は例年よりも地温が低く，最低地温が $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ という日が続いたことも関係しているかもしれない。25日に出現したのは雄ばかりであり，雌は 6°C 以上になった翌27日になって出現したことも興味ある現象であろう。1977年の繁殖集団はすでに述べたように2回観察され，1回目が2月25日～27日，2回目が3月8日～10日である。一度林内に戻ったヒキガエルが再出現した3月8日は，最低地温が 4.2°C でやはり他の年と比較して低かった。地温は9日に 5.8°C ，10日に 8°C まで上昇し両日で雌も18個体出現したが，例年よりも雌の個体数が著しく少なかった。

一方，最高地温と出現初認日の間には最低地温で見られるような関係は認められなかった。また，10cm地温の場合，5cm地温と比べて最高と最低温度がより平行的に変動している（図6）。出現日との関係は5cm地温とほぼ同様の傾向を示すが，5cm地温よりも最低地温でみるとやや低い温度になっている。

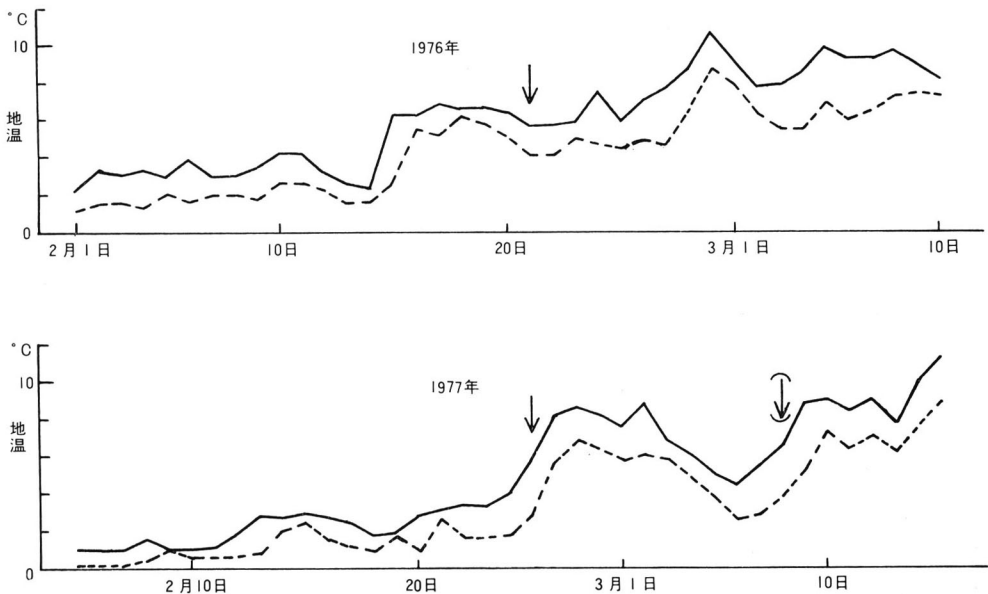


図6 深さ10cmの地温の変化（実線は最高，破線は最低，矢印は出現初認日を示す）

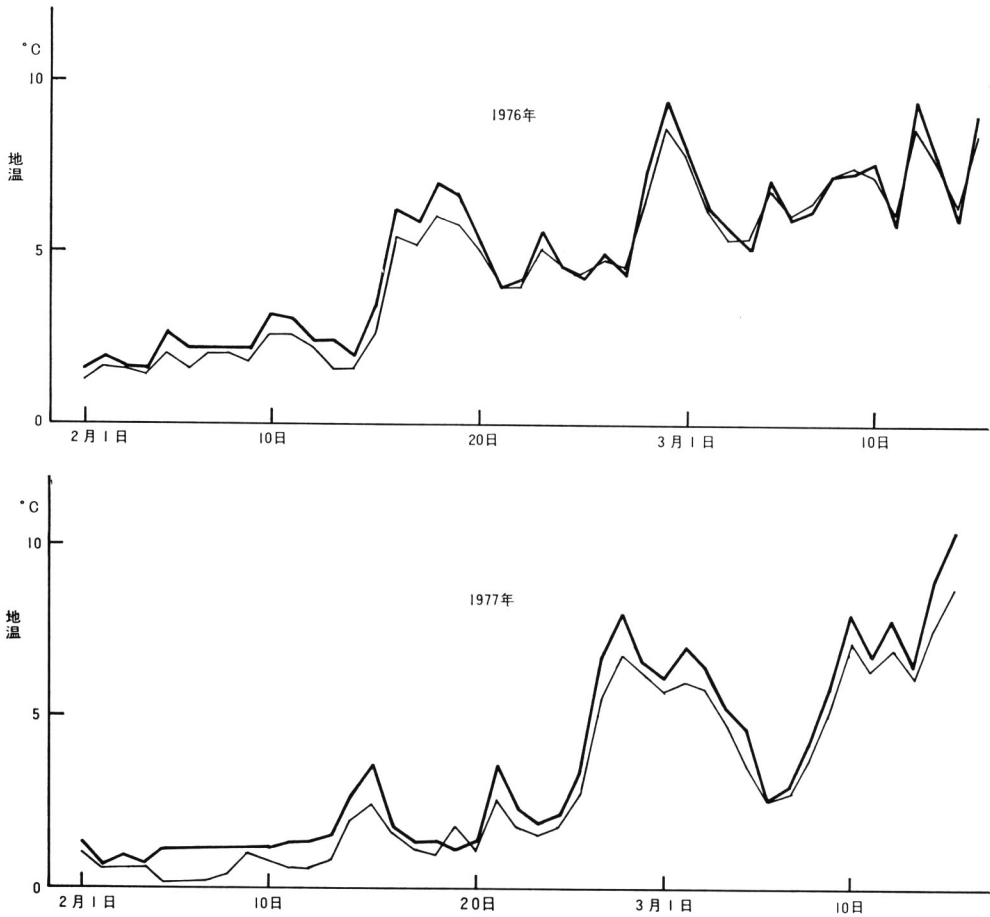


図7 深さ5 cmと10 cmにおける最低地温の関係(太線が5 cm, 細線が10 cmの地温を示す)

5 cmと10 cmの最低地温を比較すると、ほとんど同じ温度変化のパターンを示している(図7)。両温度とも気温、特に最低気温の変化と似た変化を示すので、10 cm くらいの深さの地温は気温の影響がかなりあると考えられる。

(c) 降水量

降水量に関しては、調査が開始された1973年から1975年まで観測器機の故障による欠測のため1976年と1977年の資料しか得られなかった。

繁殖期前後の1~2カ月間に記録した降水日および降水量は次の通りである(単位はmm)。1976年; 2月5日 31.0, 6日 6.5, 16日 6.5, 17日 0.5, 18日 5.0, 19日 1.0, 20日 1.0, 22日 1.5, 23日 25.5 1977年; 2月10日 2.0(雪), 14日 1.5, 15日 0.5(雪), 21日 12.5, 3月2日 1.0, 3日 1.0, 16日 2.5

欠測のため降水量は不明であるが、1974年と1975年に降水を記録した日は次の通りである。

1974年; 2月5日, 6日(雪), 8日, 19日, 20日, 24日, 3月6日, 7日, 10日, 16日

1975年; 2月4日, 7日, 14日, 15日, 20日(雪), 21日(雪), 3月10日, 15日

以上のように、1974年と1976年には出現日あるいはその前日に多少なりとも降雨があったが、1975年と1977年は出現前の数日間に全く降雨がなかった。

3. 考 察

本種は気温が低下する晩秋に冬眠に入り、自然教育園では例年11月中旬～下旬にヒキガエルの姿が見られなくなる。この時期の気温や地温はいづれも最低温度が8°C以下になる日が多く(図8, 9)、本種が冬眠から覚め、繁殖活動が見られる時期の最低気温とほぼ一致する。しかし、本種が地中に潜って冬眠することや、変温動物の両生類や爬虫類の多くは体温がその生息環境の温度(気温・地温・水温など)とほぼ一致する(Brattstrom 1963・1965)ことから、冬眠中は気温よりも地温の影響の方が大きいものと推察される。ただし、深さ10 cm くらいまでの地温は気温の変化にかなり左右されていると考えられるので気温の影響が全くないというのではなく、気温は地温の変化を通じて冬眠中のヒキガエルに影響しているのであろう。地温(5 cm と10 cm)と本種の出現日の関係は、最低温度が約6°C以上になると冬眠から覚め繁殖行動をすることを示唆している。本種がどれくらいの深さに潜って冬眠しているのかは現在のところ不明なので、5 cmあるいは10 cmの地温がどの程度有効であるか明らかでない。しかし、芹沢・金井(1970)が5~13 cmの深さから多くの冬眠個体を見つけていることや、冬眠中の *Bufo hemiophrys* は地温が氷点以下になるとより深い所に潜り、地温が上昇すると地表近くに移動するといわれ(Breckenridge and Tester 1961)、繁殖期近くには比較的浅い場所に移動して冬眠している可能性もある。

冬眠場所と地温や冬眠中の体温との関係については今後の研究課題として明らかにしたいが、6°Cという最低地温との関係は、シマリスやヤマメ(黒田 1963)、ハリネズミ(今泉 1970)などの冬眠体温が約6°Cであるという報告と合わせ考えると興味深い温度といえよう。

出現日と降雨との関係には、1974年と1976年のように出現初認日あるいはその前日に多少なりとも降雨があり、降雨が繁殖行動の引き金になったと考えられる場合がある。しかし、一方では1975年と1977年のように出現日前の数日間に全く降雨がなく、降雨が引き金になったとは考えにくい場合もある。そこで天候と地温との関係を調べてみると、この時期には降雨や曇天の日には最低地温が高くなる例が多く見られる。したがって、降雨は繁殖行動の直接的な引き金になるのではなく、降雨や曇天の日には晴天日のように冷えこむことが少ないので最低地温が高くなり、この温度の上昇が繁殖行動を誘発する要因になっていると考えた方が妥当であろう。

以上のことから、本種が冬眠から覚め、繁殖行動を誘発させる要因は芹沢・金井(1970)が指摘するように地温の上昇であり、特に最低地温の上昇がもっとも有効的に働いているものと考えられる。

本種は繁殖活動が終了後再び林内の地中が冬眠する。非繁殖期の活動は自然教育園の場合、4月下旬～5月上旬頃から見られる。繁殖期後の気温や地温はいづれも繁殖期の出現温度よりも高く(図8, 9)、なぜ繁殖後に2カ月間近くも再冬眠するのか温度の面からは明らかにはされなかった。しかしながら、本種が摂食している甲虫類をはじめとする多くの小動物は4月以降になってから出現することが多いので、餌となる小動物が少ないことも再冬眠する一因となっているのではないだろうか。

無尾類の繁殖行動を誘発したりあるいは促進させる気象的要因としてこれまでに知られているものは(1)降雨と(2)温度の上昇(稀には低下)の2つに大別され、いずれの要因がより強く働くかは種により、また個体群の生息環境条件によっても異なる。例えば、アフリカや南米のサバンナのように気候が雨季と乾季にはっきりと分れている地域に生息するヒキガエル属の多くの種は繁殖期を雨季に合わせ、降雨によって繁殖行動を開始したり、活発になる(Chapman and Chapman 1958, Cei 1972, Tandy and Keith 1972)。また、北米や中央アメリカに生息するヒキガエルでも、必ずしも砂漠などの乾燥地域に生息する種ばかりとは限らないが、降雨時に繁殖する種が多いという(Tinkle 1959, Blair 1972)。ヒキガエル類のほかにも

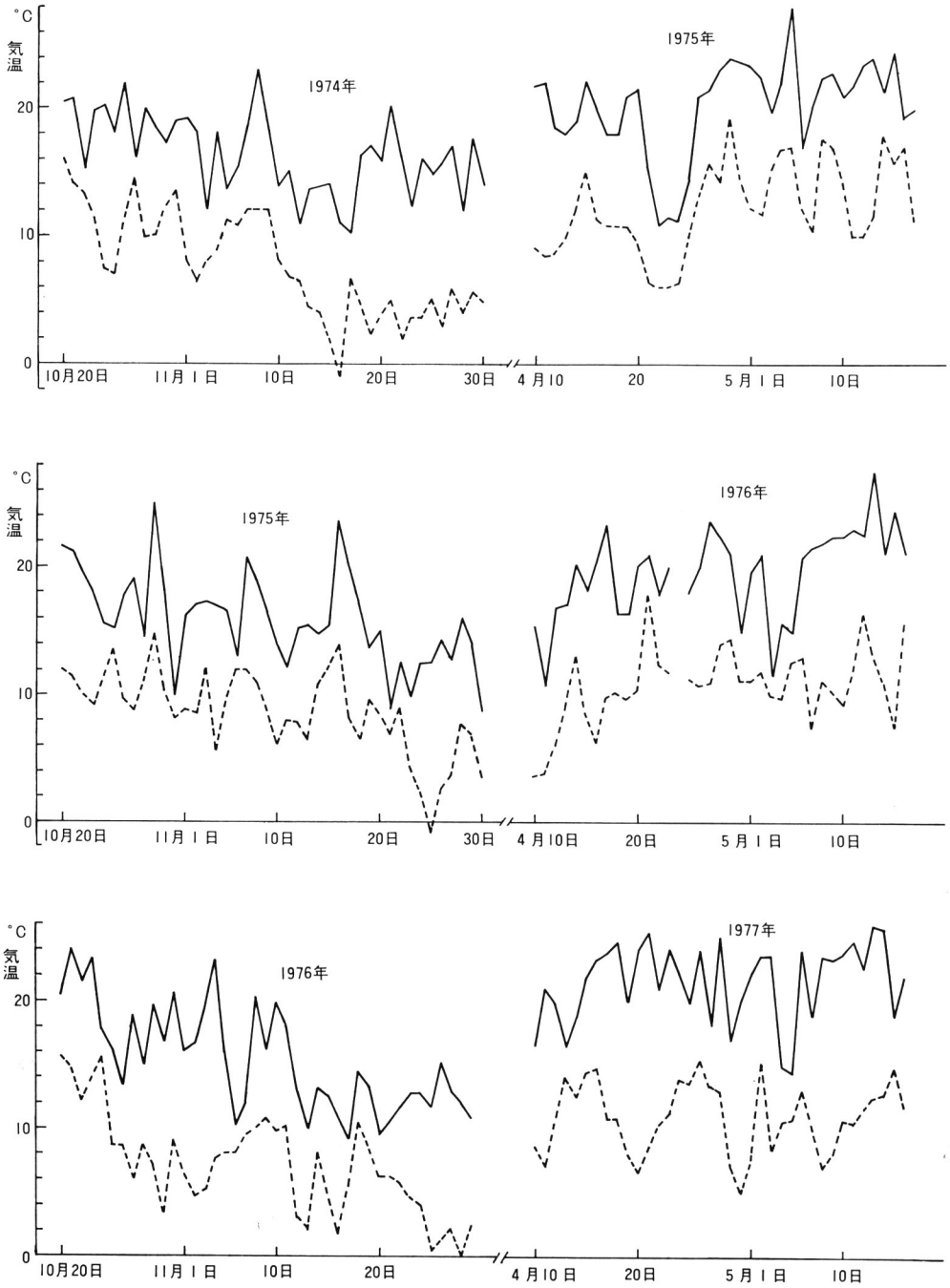


図8 冬眠に入る時期および活動期間初期の気温の変化(実線は最高、破線は最低を示す)

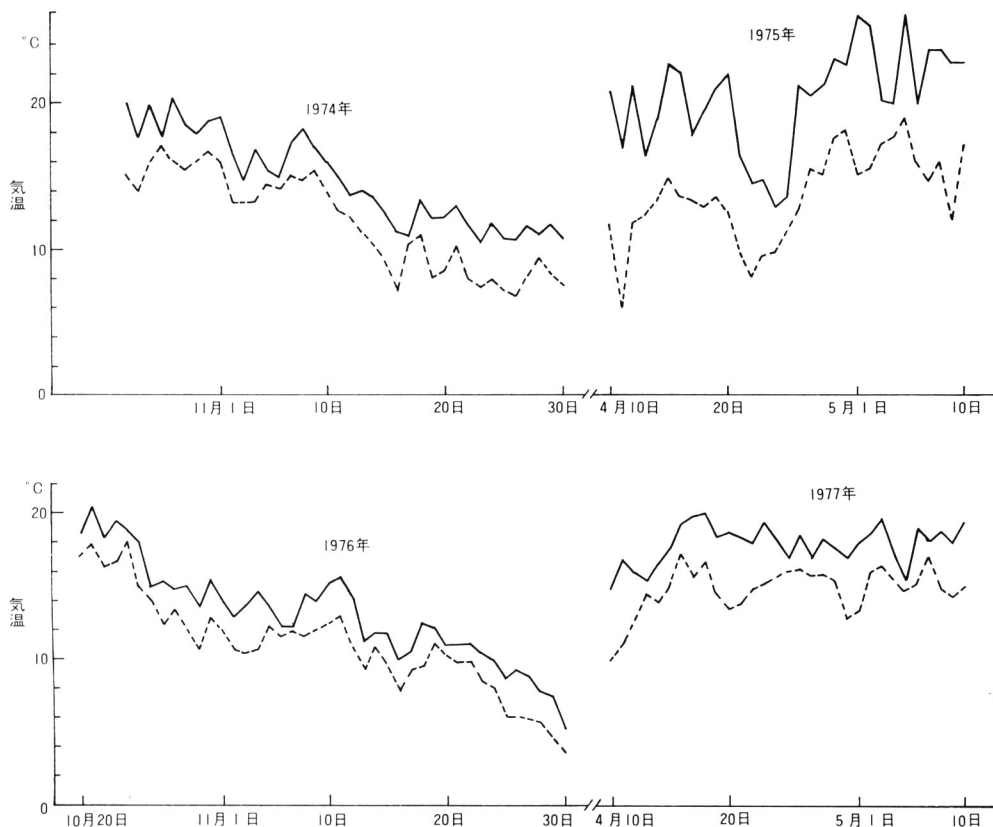


図9 冬眠に入る時期および活動期間初期の地温（5 cm）の変化（実線は最高、破線は最低を示す）

Scaphiopus h. holbrookii (Pearson 1955), *Pseudacris clarki*, *Rana catesbeiana*, *Microhyla olivacea* (Blair 1961), *Scaphiopus couchi* (Mayhew 1965)などは激しい降雨によって繁殖行動が誘発されるという。

一方、北米の中央部から西部の乾燥地域に生息する *Bufo microscaphus* は川や灌漑水路などに産卵し、繁殖行動は降雨に影響されることはなく、光周や温度の変化が引き金になっている(Blair 1972)。また、カナダやミネソタ州に生息する *B. hemiophrys* も気温の上昇が繁殖行動の引き金となり (Breckenridge and Tester 1961, Tasmitt 1962), カリフォルニア州のコロラド砂漠や Death Valley に生息する *B. punctatus* も多少降雨と関係もあるがむしろ気温の上昇によって繁殖行動が左右されている (Turner 1959, Tevis 1966)。このほかアラスカに生息する *Rana sylvatica* は日平均気温が氷点以上になり、この気温が10日以上続くと繁殖行動が見られ、その卵はどんな水温でも発生が速いという (Kessel 1965)。そして成体もまた気温が水の氷点温度近くでも運動によってその機能を維持するという (Johansen 1962)。

Rana pipiens (Blair 1961, Dole 1967), *Bufo valliceps* (Blair 1960・1961) では降雨によって繁殖行動が誘発されても、気温が一定以下に下がると行動が抑制され、*Pseudacris streckeri* (Blair 1961) も降雨が引き金になるが、冬に繁殖する習性をもっているため逆に気温が低下することも必要条件であるという。

多くの無尾類の場合、降雨や絶対温度の変化が繁殖行動の引き金として作用していることが多いが、なかには相対的な温度変化が有効的に働く場合もある。*Pseudacris triseriata* は降雨による影響も強いが (Martof and Thompson 1964), 一度低下した気温が雨に伴って再上昇した時に繁殖するという (Livezey

1952)。このような温度の相対的な変化が繁殖行動に影響を及ぼしている例は Jameson (1955), 芹沢・金井 (1970) の報告にも見られる。

これまでは、かなり広い地域に分布する種でも同一の要因によって繁殖行動が影響されている例を示してきた。しかし、同一種でも個体群によって繁殖行動に関与する要因が全く異なることもある。*Bufo woodhousei* は北米に広く分布しているヒキガエルの一種であるが、ふつう大きな河川に産卵する習性をもった個体群は光周か温度（あるいはその両方）に反応するのにに対し、東部の個体群は降雨が引き金となり、降雨によってできた水溜りに産卵するという (Blair 1972)。

これまで論じてきた気象要因は個々の種や個体群の繁殖行動を誘発し、その一連の行動がスムーズに進行するための外的要因として捉えることができる。繁殖は言うまでもなく繁殖可能な個体、すなわち性成熟個体による活動であるから、Martof (1956) や Blair (1960) が指摘するように内的要因として生殖器官の発達、卵や精子の成熟、あるいはホルモンの分泌など体内での変化が完了していることが必要であろう。例えば、本種の場合、例外として体重が30 g内外の未成熟個体が繁殖期に出現したことがこれまでに2例だけあるが、繁殖期に出現する個体の体重は雄が80~300 g、雌が180~380 gの範囲に分布し (久居 1975)、最小個体でも雄の63 g、雌では146 gであった。このことは、繁殖行動を誘発する外的要因が性成熟個体にのみ作用することを示している。また、1975年には2月7日、8日の両日に最低地温が5.6°Cまで上昇したにもかかわらずヒキガエルは出現しなかった。これは、たとえ成熟個体でも内的要因が十分に整っていない時期に外的要因が作用しても繁殖行動が誘発されないことを示唆するものであろう。

これまで論じてきたように、多くの無尾類の繁殖行動は外的要因としての気象要因によって誘発されているが、これは一体どのようなことを意味しているのであろうか。

繁殖行動は種族維持のための活動であり、種個体群が存続するために不可欠な活動である。したがって、ある種やある地域の個体群が特定の気象要因に反応して繁殖行動をするということは、種なり個体群の繁殖習性とその要因と密接に関係し、その繁殖に有利に働くものでなければならないであろう。降雨が繁殖行動の引き金になっている種の多くは、一年のうち特定の時期に降雨が集中したり降雨によってできる水溜りや池で繁殖する習性をもったものが多い (Pearson 1955, Tinkle 1959, Mayhew 1965, Blair 1972, Cei 1972)。そして、アフリカに生息する *Bufo regularis regularis* は雄が一年中性成熟しているのに対し、雌は雨季にのみ繁殖が可能であるという報告 (Chapman and Chapman 1958) はこの種の繁殖がサバンナという気候によく適応していることを示している。一方、*Rana sylvatica* (Kessel 1965) や *Bufo hemiophrys* (Breckenridge and Tester 1961, Tasmitt 1962) は、水溜りや池・湖で繁殖する習性があるが、寒冷地に生息するために積雪や結氷が解けなければ繁殖は不可能となる。そのため、氷点以上の温度に気温が上昇することが外的要因として働くよう適応してきたのであろう。乾燥地域に生息していても *Bufo punctatus* は降雨に反応しないという (Turner 1959, Tevis 1966)。*B. punctatus* は春に谷川を流れる水に産卵するが、この谷川は気温上昇によって山地の積雪が解けてできるため、Tevis (1966) によれば気温が6度以上高くならなければ繁殖行動が見られないという。乾燥地域に生息する種でも *Bufo alvarius* は常に湛水した池に産卵することから降雨が外的要因とはならず、*Bufo microscaphus* も川や灌漑水路などで繁殖し、降雨ではなく光周か気温が繁殖行動を誘発する外的要因として働くという (Blair 1972)。

本種は降雨によってできた水溜りに産卵する例も時として観察されているが、多くの場合は池沼や湖、用水池などで繁殖する習性がある。そのため繁殖行動を降雨に合わせるというような適応の必要性がなかったであろう。本種のように温度の上昇に反応することは、特に最低温度の上昇は産卵後に水温が著しく低下したり氷結することが少なくなることを示すものであり (図8, 9)、卵や4月上旬に孵化した幼生が順調に

發育する可能性を大きくしているものと考えられる。

このように、種あるいは個体群の繁殖行動が外的要因として気象要因に誘発されることは、まず第一に卵や幼生が生存し發育、成長する可能性をもっとも大きくするようにその繁殖習性を生息地の気候に適応させてきた結果といえよう。そしてまた、降雨や雪解け水などで一時的にできた池などに産卵する種に胚發生や幼生の生育が著しく速いものも多く見られることも (Pearson 1955, Chapman and Chapman 1958, Tinkle 1959, Martof 1956, Mayhew 1965, Kessel 1965, Tevis 1966), 変態前に池が涸れて幼生が大量死するのを避けるための一つの適応の結果とも考えられる。

要 約

1. 東京都港区の自然教育園において、1974年～1977年の4年間繁殖期におけるヒキガエルの生態調査を行ない、繁殖行動と気象要因との関係を考察した。
2. 本園での繁殖期は2月下旬～3月上旬であり、繁殖行動は1週間前後観察される。しかし、1977年は、2月下旬と3月上旬に2～3日の短い活動が2回観察された。
3. 繁殖期に出現するヒキガエルの個体数は約200～350個体が記録されたが、調査が不十分なためかなり少なく見積られていると考えられる。出現個体の雄と雌の性比は1977年を除いてほぼ3:1であった。
4. 繁殖行動は夜間に多く観察されるが、人為的影響の少ない場所では日中でも抱接し産卵している個体が観察された。
5. 繁殖個体の出現日と気象要因との間には、最低温度の上昇との関係が見られるが、降雨とは関係がなかった。特に、深さ5cmの最低地温が6°C以上になると出現する傾向が認められた。
6. ヒキガエルの繁殖行動が最低地温の上昇によって誘発される理由として、上昇後の気象要因が幼生の發育成長に有利に働く可能性が大きいことを示唆した。

引 用 文 献

- Blair, W. F. (1960) A breeding population of the Mexican toad (*Bufo valliceps*) in relation to its environment. *Ecol.*, 41: 165—174
- (1961) Calling and spawning seasons in a mixed population of anurans. *Ecol.*, 42: 99—110
- (1972) *Bufo* of North and Central America. pp. 93—101. *In* W. F. Blair, [ed.], Evolution in the genus *Bufo*. Univ. Texas Press, Austin.
- Brattstrom, B.H. (1963) A preliminary review of the thermal requirements of amphibians. *Ecol.*, 44: 238—255
- (1965) Body temperatures of reptiles. *Amer. Midl. Nat.*, 73: 376—422
- Breckenridge, W. J. and J. R. Tester (1961) Growth, local movements and hibernation of the Manitoba toad, *Bufo hemiophrys*. *Ecol.*, 42: 637—646
- Bufo* 生態研究グループ (1973) Field Wanderers, Vol. 2 (1) 1—24 (信州大学・理学部生物学教室)
- Cei, J. (1972) *Bufo* of South America. pp. 82—92. *In* W. F. Blair, [ed.], Evolution in the genus *Bufo*. Univ. Texas Press, Austin.

- Chapman, B. M. and R. F. Chapman (1958) A field study of a population of leopard toads (*Bufo regularis regularis*). J. Anim. Ecol., 27 : 265—286
- Dole, J. W. (1967) Spring movements of leopard frogs, *Rana pipiens* Schreber, in northern Michigan. Amer. Midl. Nat., 78 : 167—181
- 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
- 市川衛 (1951) 蛙学 (第4版) 裳華房 (東京) 239 pp
- Ikehara, S and H. Akamine (1976) The ecological distribution and seasonal appearance of frogs and a snake, Himehabu (*Trimeresurus okinavensis* Boulenger) along the upper stream of Fuku-river in Okinawa Island. Ecol. Stud. Nat. Cons. Ryukyu Isl., Ⅱ : 69—80
- 今泉古典 (1970) 日本哺乳類図説 (上巻) 哺乳類 新思潮社 (東京) 350 pp
- Jameson, D. L. (1955) The population dynamics of the cliff frog, *Syrhophus marnocki*. Amer. Midl. Nat., 54 : 342—381
- Johansen, K. (1962) Observations on the wood frog *Rana sylvatica* in Alaska. Ecol., 43 : 146—147
- Katsuren, S., S. Tanaka and S. Ikehara (1977) A brief observation on the breeding site and eggs of a frog, *Rana ishikawae* (Stejneger) in Okinawa Island. Ecol. Stud. Nat. Cons. Ryukyu Isl., Ⅲ : 49—54
- Kessel, B. (1965) Breeding dates of *Rana sylvatica* at college, Alaska. Ecol., 46 : 206—208
- 黒田長久 (1963) 動物系統分類学10 (下) 脊椎動物 (Ⅳ) 哺乳類 中山書店 (東京) 280 pp
- Livezey, R. L. (1952) Some observations on *Pseudacris nigrita triseriata* (Wied) in Texas. Amer. Midl. Nat., 47 : 372—381
- Martof, B. (1956) Factors influencing size and composition of population of *Rana clamitans*. Amer. Midl. Nat., 56 : 224—245
- Martof, B. S. and E. F. Thompson Jr. (1964) A behavioral analysis of the mating call of the chorus frog, *Pseudacris triseriata*. Amer. Midl. Nat., 71 : 198—209
- Matsui, M. (1976) A new toad from Japan. Contr. Biol. Lab. Kyoto Univ., 25 (1) 1—9
- Mayhew, W. W. (1965) Adaptation of the amphibian, *Scaphiopus couchi*, to desert conditions. Amer. Midl. Nat., 74 : 95—109
- 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) 214 pp
- 沼田真・手塚映男 (1966) 自然教育園内植物群落の組成と構造. 自然教育園の生物群集に関する調査報告, (1) : 15—36
- 奥田重俊・宮脇昭 (1966) 自然教育園の植生と現存植生図. 自然教育園の生物群集に関する調査報告, (1) : 1—14
- Pearson, P. G. (1955) Population ecology of the spadefoot toad, *Scaphiopus h. holbrookii* (Harlan). Ecol. Monogr, 25 : 233—267
- 芹沢俊介・金井郁夫 (1970) ヒキガエルの観察. 東京都高尾自然科学博物館館報, (2) : 25—46
- Tandy, M. and R. Keith (1972) *Bufo* of Africa. pp. 119—170. In W. F. Blair, [ed.], Evolution in the genus *Bufo*. Univ. Texas Press, Austin.
- Tasmitt, J. R. (1962) Notes on a population of the Manitoba toad (*Bufo hemiophrys*) in the Delta Marsh region of Lake Manitoba, Canada. Ecol., 43 : 147—150

- 手塚映男 (1970) 自然教育園のミズキ群落の組成と構造. 自然教育園報告, (2): 1—7
- Tevis, Jr. L. (1966) Unsuccessful breeding by desert toads (*Bufo punctatus*) at the limit of their ecological tolerance. *Ecol.*, 47: 766—775
- Tinkle, D. W. (1959) Observation of reptiles and amphibians in a Louisiana swamp. *Amer. Midl. Nat.*, 62: 189—205
- Turner, F. B. (1959) Some features of the ecology of *Bufo punctatus* in Death Valley, California. *Ecol.*, 40: 175—181

Summary

1. The present paper reports the relation between appearances of the Japanese common toad (*Bufo bufo japonicus*) and the climatic conditions at breeding season on the basis of the data from 1974 to 1977 in the National Park for Nature Study, Minato Ward, Tokyo.
2. *Bufo bufo japonicus* commences a breeding behavior during late February to early March every year. The breeding behavior is usually observed at night, however, several amplexed pairs are done even in the daytime at breeding sites where there are scarcely any human impact.
3. Toads were counted about 200 to 350 during a breeding season, but the number of appearances seems to underestimate as the investigations were carried out incompletely. In the breeding population, there is a ratio of about three males to one female.
4. Not a rainfall, but a rise in the minimum temperature is indicated to relate to the first date when toads appear at breeding sites. Particularly, it is considered that toads have a tendency to appear when the minimum earth temperature in 5 cm deep has risen above 6°C approximately.