

湧水の<sup>ゆうすい</sup>守り<sup>まも</sup>神、<sup>がみ</sup>  
カスミサンショウウオの<sup>さいせい</sup>再生をめざして  
—高地型との出会い、その再生と保護について—

高川学園中学・高等学校

## 序論

人里に近い森の中で、湧水の池にひっそりと集まり、何百万年も生命を絶やすことなく生きてきたカスミサンショウウオ *Hynobius neblous neblous* (Schlegel) は、まさに「水源の守り神」といえます。しかし、人間にとっての里山は、開発のためにも便利な場所でした。彼らの聖地を、圃場整備や道路工事によって荒廃させ、各地の湿地帯が消失し絶滅さえ危惧されています。

近年、山口県では、里山の再生事業としてモウソウチクの森林を整備し、休耕田やセメント張りの用水路の見直しなど、一度、荒廃した自然をよみがえらせた所もみられるようになりました。しかし、水源の森や自然度の高い水路が復興しても、一度失った野生動物の命をよみがえらせることは不可能です。無理をすれば、遺伝子かく乱につながる二次被害も否めません。

本校では、大切な水源の自然をすべての生きもののおすみかとして大切に守るために、水辺の野生動物の研究に取り組んできました。

そんな研究活動の中で「高地型カスミサンショウウオ」に出会いました。本研究は、この希少種を再生し保護することを目的としています。

## 研究の動機と方法

カスミサンショウウオは、日本固有の小型両生類です。鈴鹿山系以西の西日本に広く分布していますが、地方変異の大きいことが知られています。

山口県内の分布を調べるため、科学部の継続研究として平成9年から取り組んできました。早春の産卵期を中心に、地形的な条件や聞き込み情報にもとずき、可能性のある山域を訪ね卵囊を探しました。産卵池は有力な手がかりとなります。成体を捕獲することは困難ですが、見つけたら直ちに全長や部位の形状・体重を記録後、もとの場所に放しま

した。一部の卵囊は持ち帰り、実験を行いました。

繁殖地には簡易百葉箱（データロガー）を設置し、気温・水温・湿度・地温を連続的に観測し、定期的に水質調査（チッ素等11項目）を行いました。

## 結果及び考察

生息環境と生態調査の結果を比較したところ、生息地の地理的条件と、繁殖・発生・変態・形態に大きな違いをもつ1つの個体群があることに気がつきました。これが「高地型」でしたが、日本爬虫両棲類学会の専門的な指導助言を受けるまで分かりませんでした。

温暖な山口県の低地に適応したカスミサンショウウオと、高地に残存する個体群の違いを調べるうちに、限定された適地に生き残るためには、適応の条件が必要とわかりました。池沼のクールダウン効果も種の分化にはたらいているかもしれません。

その仮説を解くために、現地調査の他に実験を行い、新たな知見を得ることができました。

以下の考察において、「1. 分布」、「2. 生態」、「3. 保護」の順に報告します。

## 考察(1) 分布：四つの個体群と高地型の特徴

卵囊の形態、及び成体の外部形態の特徴から、山口県内のカスミサンショウウオを、2つのタイプ（低地型・高地型）から成る、4つの特徴的な個体群に分けることができました。（図1）

低地型は、日本海側の須佐から島根県沿岸にかけて広く分布する須佐個体群と、豊北町から下関にかけて分布する粟野川個体群。そして、瀬戸内海側の照葉樹林帯に生息する宇部個体群の3つです。

これらに対して、十種ヶ峰個体群は、繁殖期・変態期などの生活史も異なっており、外部形態の特徴から高地型に分類することができました。（図2）

生息地の標高から、低地型3地点と高地型1地点が地理的に大きく隔てられていることから、隔離

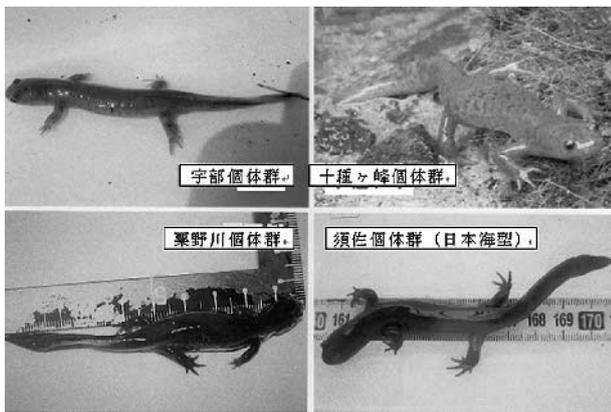


図1 山口県の4個体群

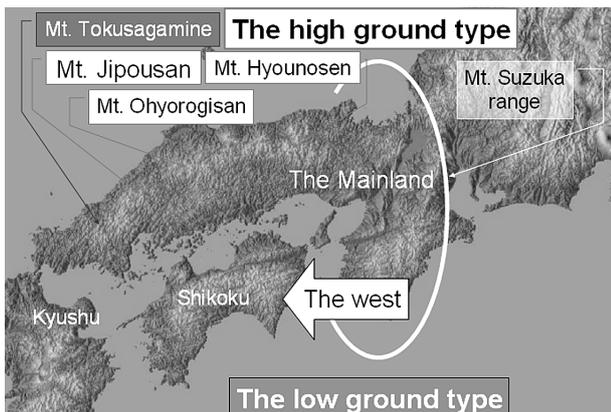


図2 高地型カスミサンショウウオの分布

の条件として気象の影響が考えられます。

水質検査では、繁殖池沼とその周辺河川の様子は良好であり有意差はみられませんでした。しかし、低地型と高地型の間において水温と気温の差が大きいことから、産卵期と胚の発生、幼生の採餌の影響が推定できました。

低地型カスミサンショウウオは、夏緑樹林だけでなく、ヤブツバキクラス域代償植生である照葉樹林の森林でも生息していることが分かりました。

火山灰調査から、約1万年前に十種ヶ峰周辺でおきた火山活動と堆積土壌の分布を確認しました。これにより、大陸からカスミサンショウウオが渡ってきた地質時代を推定しました。その結果、高地型である十種ヶ峰個体群は、青野山火山群の活動以前に分布した古いグループであり、他の低地型3個体群は、それ以降に分布した新しいグループではないかと考えています。

考察(2) 生態：年2回の産卵、幼生期の延長と共食いの関係（高地型の生態）

十種ヶ峰の冠雪前、2004年12月5日、「複数の成体、多数の幼生、卵囊」を観察しました。一般的には産卵期でないため「卵囊は、産卵期の異常？」

と考え、翌2005年から本格的に調査を行いました。二年間の初冬（11月～12月）において「積雪前の産卵を5回」確認することができました。そのため、早春の受精卵（胚）には発生時期の異なる3種類の胚が見られました。1つは発生が尾芽胚まですすみ休止している胚です。2つ目は、透明できれいな寒天膜に包まれている産卵直後の卵のうです。前者は、前年の降雪前に産卵されたもので、発生が遅れている多くの胚（胞胚から原腸胚）は、今春の雪解け後に産卵されたものです。（図3）

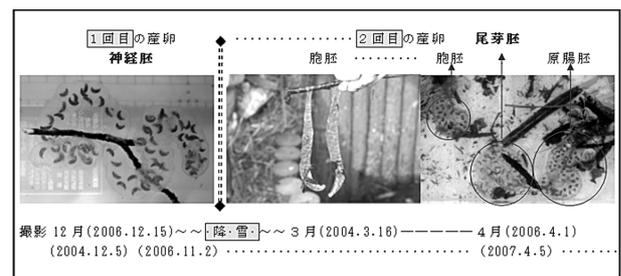


図3 発生時期が異なる卵囊と確認年月日

受精率も異なっています。降雪前（2006年12月15日）のものは順調に発生が進み、100%が良好な状態です。しかし、早春の胚では、良好な状態（2007年4月5日）は約30%程度に低下しています。早春の卵のほとんどは、発生が進まないで腐敗しており、水面上から観察できる卵のうはヘドロに覆われた状態でした。水出しトレイ上に移し胚の成長を観察すると、卵黄は白く変色していました。卵の腐敗の原因については分かっていません。

また、同一の池には「産卵のため集まった成体」と「生み出された卵囊」の他に、「体長5cm前後の幼生」も確認できます。この幼生は、前年度ふ化し、変態せずに越冬した個体です。この幼生の出現を「ネオテニー化現象」と呼んでいます。（写真1）



写真1 成体と越冬した幼生

2005年～2006年の全幼生を比較したところ、死亡率は27.9%で、成長率は1.39%でした。越冬時の成長はほとんど見られませんでした。(表3)

表3 越冬した幼生の成長 (※2005.12.03 卵囊)

	05. 11. 23	06. 04. 01	変 化
個体数 (頭)	43	31	-12頭(死亡?)
平均 (全長)	56.6 mm	57.4 mm	+0.8 mm、成長
幼生型	100%	91.20%	♀成体3
卵のう数	0 ※	17	12月上旬、産卵

#### ① 水質検査による繁殖池の診断

UCHIDA製：ウォーターテストとSANSYO製：溶存酸素計SWC-301DOを使い、水温℃・導電率 $\mu\text{m}$ ・水素イオン濃度pH・酸化還元電位ORPmV、及び溶存酸素mg/lを測定しました。現地での水質検査は、4月と10月の2回行いました。

#### ② 実験1：溶存酸素DO(mg/l)の変態への影響

エアレーションによって水槽内の溶存酸素 (DO) を変化させ、受精卵 (胚) の発生と幼生の成長に対する影響を調べました。2個の水槽を用意し、同一日に産卵した卵囊を入れました。一方は静置し、他方には連続のエアレーションを行い、尾芽胚まで成長させました。幼生期には、1個体ずつ小水槽に入れ、個体間の競争が起きないようにしました。

水温は池と同じ15℃前後に保ち、胚と幼生の成長 (全長mm) が、変態により完了した時点を実験終了としました。コンプレッサーが有る無しでは、水温℃の最高・最低値、及び水質に影響は見られませんでした。溶存酸素は、水槽間で5.7DOmg/lの差を設けることができた。

計測は、発生直後の弱々しい時期を過ぎた3月19日から、4月19日まで行いました。胚の発生率は100%で、幼生においてわずかに「エア無し」の方が大きくなりました。この成長差は、毎日の観察から解決できました。本来、止水性の本種は遊泳力が弱く、エアレーションによる対流のため「泳ぎ続ける過酷な条件」により採餌量が減り、成長差が生まれたのだと思われます。

実験から、溶存酸素が原因である可能性は否定されましたが、新しい仮説がみつかりました。それは「個体間の成長差が生じた原因は採餌量の違いではないか？」ということです。ネオテニー化現象は成長差に関係していることから、摂取する栄

養量について調べました。

#### ③ 繁殖池の生物調査

標高960m、直径約1.3m、水深約30cmの繁殖池では、カスミサンショウウオを含めた食物網が形成されています。彼らの被食・捕食の関係が、池の生態系に強い影響を与えています。小規模の池の食物網といえますが、生息や水質悪化につながる要因はみあたりません。生産的には貧弱で栄養量が少ない湧水池ですが、閑散とした平和な池であると言えます。

#### ④ 実験2：栄養量と成長 (変態) の関係

十種ヶ峰繁殖池の個体と、栄養差を変えた飼育下の個体を比較しました。栄養差は、エサ (ミミズ) に含まれるカルシウムCa量で変えました。

その結果、Caが多い「大黒ミミズ」において、約一週間 (7日) も早い変態がみられ、成長は、普通ミミズの方が約1.0mm大きくなりました。

新たな疑問が生じました。この時期は8月下旬です。寒冷な季節にはいるため、彼らの今シーズンの変態と上陸、そして越冬は困難と思われます。

仮説として「時季はずれの上陸を回避するためネオテニー化するのであれば、越冬や早春の寒さに対する耐寒力は弱いはず…」が考えられます。

#### ⑤ 実験3：耐寒力試験

変態後の幼体の上陸と越冬、早春の成体の雪中歩行の可能性を試すため、耐寒実験を行いました。

最も優れていたのは成体オスで2.2℃・410秒。次いで、成体メスの3.0℃・240秒。もっとも弱かったのが幼体で、体温1.8℃、20秒でした。その結果は、体重と体の大きさに比例していました。

冬季の現地の地表温度は、4月に「雪上：-1.3～-1.6℃」という結果を得ています。雪が解けて土が露出している場所と枯れ草の上は「+1.5～5.9℃」で、池の直近では「+5.1～5.9℃」でした。池の中の水温は、通年10℃前後であるため水中では生存できますが、地上においては「この時期の歩行」による移動は不可能です。

この実験から、幼体の遅い上陸は不可能であり、雪解け時の産卵個体は、前年度の根雪までに繁殖池に戻っていたことが証明できました。

このことから11～12月の産卵は、十種ヶ峰個体群にみられる特有の繁殖行動であることが分かりました。しかし、それを誘引する刺激が何なのか、

現時点では分かっていません。

### 考察(3) 保護：生息域の特徴と、自然再生へ向けた人工飼育による放逐事業

実験のため採卵した受精卵(胚)は、発生後、幼体へと変態を完了するまで飼育し、もとの生息地に返しました。これを「放逐」(ほうついでい)と呼んでいます。これは繁殖個体群の復元を目的としており、「人為的要因により環境崩壊が進んでいる繁殖池」に限り採卵し、学校で飼育(孵化～幼生～幼体)した個体を、元の繁殖池になるべく近い適切な場所へ返す方法をとりました。県内の3個体群(宇部・須佐・十種ヶ峰)で実施してきましたが、いずれも遺伝子かく乱が発生せず、将来的にも安定した自然繁殖に適した場所①～③を選定しています。(表4)

表4 放逐した個体数

	2003	2004	2005	2006	2007
平地型・須佐	125	84	—	—	—
平地型・宇部	53	37	—	—	—
高地型・十種	—	38	68	34	42

#### ① 繁殖適地の選定

産卵期以外の陸棲における生態は分かっていません。また、採卵した繁殖池が、幼体放逐の適地ではない池があることも分かってきました。成体の産卵のための移動が、死への行動になっている場所もありました。また、産卵し、ふ化しても、その幼体が上陸できない場所もありました。逆に、自然が再生したところでは、野生種が一度は絶滅していても、適切な環境がととのえば、再び定着した場所も見られました。

その「最適な環境条件」を見つける実験を行い、水の蒸散が熱吸収によりクールダウン効果を起こしていることを確認しました。現地(地表面・地表から5cm、20cm)の観測でも実証できたことから、生息域を推定することにもつながりました。

#### ② 繁殖地の保護と再生事業

土木工事後の放逐場所において、須佐個体群では産卵数増加の傾向がみられました。

しかし、十種ヶ峰の繁殖地においては効果がみられません。行政に対して意見書『種の保全とその対策について』を出しました。

(a) 十種ヶ峰のカスミサンショウウオは、学術的な価値が高い高地型です。今後の同種の研究

に欠くことができない文化財です。

- (b) 山口県版レッドデータブックでは「絶滅危惧」種であり保全が必要です。
- (c) 夏季の死因は、山頂の乾燥化による繁殖池の水位の低下と思われます。周辺の除草を中止してもらいたいと思います。
- (d) 現在の湧水池は、繁殖池としての保護が難しいので、「新しい繁殖池」をブッシュ内に設けてもらいたいと思います。ただし、池の淵は自然状態を基本とし、幼体や成体が、容易に進入・脱出できる構造が望まれます。

#### 参考文献

- 1) 大川 徹(2000)エゾサンショウウオの室内飼育と産卵. 北海道札幌新川高校
- 2) 松山高校生物部(2003)トウキョウサンショウウオの成長・変態に及ぼす化学物質の影響、一甲状腺への影響の疑いのある化学物質とネオテニールの可能性一. 埼玉県
- 3) ロバート J.デンバー(2005)両生類の発生と内分泌生理機能へのポリ塩化ビフェニル類による影響. ミシガン大学. 米国
- 4) 高川高校理科部(2006)十種ヶ峰産カスミサンショウウオの幼体成熟について. 山口県

伊藤 晶 崇 久津摩直貴 湯面大輔  
田中良志郎 中島章宏 金元 智  
盛谷翔太