

トウキョウサンショウウオは生き残れるか？
-東京都多摩地区における生息状況調査報告書-

草野 保*¹ 川上 洋一*² (編著)

トウキョウサンショウウオ研究会
1999年10月

*¹192-0397 八王子市南大沢 1-1 都立大・理・生物

*²197-0812 あきる野市平沢 473-6 トウキョウサンショウウオ研究会事務局

目次

第1章	はじめに (川上 洋一)	3
1.1	調査にいたるまでの経緯	3
1.2	謝辞	5
第2章	トウキョウサンショウウオはどんな生き物? (草野 保)	6
2.1	日本のサンショウウオ類	6
2.2	トウキョウサンショウウオとは	7
第3章	調査方法 (川上 洋一)	18
3.1	調査体制	18
3.2	トウキョウサンショウウオ調査マニュアル	20
3.3	調査日程	23
第4章	調査結果 (草野 保)	25
4.1	多摩地区における産卵場の環境	25
4.2	産卵場の分布と産卵卵嚢数	27
4.3	1999年度補足調査結果概要	30
第5章	生息地の現状と将来の問題点 (草野 保)	32
5.1	多摩地区における生息状況の変遷	32
5.2	東京都の個体群の存続可能性分析	34
第6章	各地区からの現状報告	45
6.1	狭山地区	45
6.2	青梅北地区	46
6.3	西多摩中核地区	47
6.4	八王子南地区	54
6.5	多摩地区全体のまとめ (川上 洋一)	57
付録 A	生息地保全のための提案 (川上 洋一)	59
付録 B	トウキョウサンショウウオ幼生の飼育方法	61
B.1	一般的な幼生の飼育法について (古川 嘉勇)	61
B.2	多量に飼育するための補足注意事項 (草野 保)	63
	引用及びトウキョウサンショウウオ関連文献	65
	引用及びトウキョウサンショウウオ関連文献	65

第1章

はじめに

1.1 調査にいたるまでの経緯

トウキョウサンショウウオは、里山を代表する生きものの一つとして、東京都西部の生息地では昔から一般にもよく知られた存在だった。年配者の中には、本種の方言である「やまっかじ」を相手に遊んだり、焼いておやつに食べたという思い出を語る方もいる。八王子市の中学校教諭であった故金井郁夫氏は、1960年、同市横川町の弁天池（現在は絶滅）で本種の繁殖を発見したことから興味を持ち、過去に誰も行なったことの無い、都内全域の生息状況調査に取り組むことになった。氏の著書「トウキョウサンショウウオ・生活の神秘をさぐる」[13]には調査の経過やそれまで知られていなかった生態がいきいきと述べられており、この本をきっかけにサンショウウオ研究に進んだ読者も多い。また20年にわたる調査データの蓄積は、1979年、環境庁の第2回自然環境保全基礎調査・動物分布調査報告書[15]として発表され、学会に新種として紹介されてから半世紀を経て、初めて都内の生息状況が総合的に把握できるようになった。しかし同時にそれは、都内の生息地の多くが消滅または危機的状況にあり、その将来が決して明るくないことを認識させることにもなったのは皮肉である。その後、とどまることなく進む丘陵部の開発により、多くの生息地が消滅し、絶滅が心配されながらも、過去20年近くにわたって都内全域の総合的調査は行なわれなかった。しかしその間も、小規模ながら市民の手による都内各地の生息地調査は継続されていた。「トウキョウサンショウウオを守る由木の会」「川口の自然を守る会」「丘陵のトウキョウサンショウウオを守る会」など、多くの団体が生息地の保全を目的に地道な調査を行なってきた。また、自身のフィールドで永年にわたって調査データを蓄積してきた多くの個人もあった。金井氏はこれらの市民活動の多くを支え、自身も調査データの蓄積に努められたが、惜しくも1994年68歳で亡くなられた。

1998年、約20年ぶりの都内全域調査は、トウキョウサンショウウオに関心を持つ多くの市民によって行なわれた。契機となったのは、里山環境の保全を目的に活動している市民グループのひとつ「西多摩自然フォーラム」の活動である。同フォーラムでは、1993年より毎年、青梅市・日の出町・あきる野市にまたがる秋留台地域の丘陵部において、各種の生物調査の一環としてトウキョウサンショウウオの産卵場調査を行なってきた。調査は、地域の自然環境を広く一般に紹介・理解してもらうために、初心者でも使える調査マニュアルを作成し、多くの市民に参加を呼びかけるスタイルをとった。これには毎年100名以上、1997年までにのべ700名以上が参加、調査された産卵場は104カ所におよび、一般市民の関心が非常に高いことを示すとともに、このような形の市民参加が生物調査にとって有効であることが実証された。

同フォーラムでは、これらの調査結果に基づいて、秋留台地域における本種の保全のための要望書を都や地元自治体に対して提出、市民サイドの意見を保全行政に反映させることを目指すと共に、各地の団体と連絡を取り「トウキョウサンショウウオ・ネットワーク」を結成して、調査や保全のための情報交換を行なってきた。こうした実績に対し、1998年、東京都を通じ、環境庁の「種の多様性調査」の一環として、都内のトウキョウサンショウウオの生息状況調査への参加依頼があった。同フォーラムでは、前述のネットワークやマスコミを

通じて広く一般市民によびかけ、「トウキョウサンショウウオ探検隊」を結成、前述の団体のほかに「むささびの会」など計5団体20名以上が参加した(表1.1)。

表1.1: トウキョウサンショウウオ探検隊参加者リスト。氏名は順不同。*は、1999年度からの参加者。

1998-1999年度調査参加者					
西多摩自然フォーラム					
浅原 俊宏	(あきる野市)	東 日出男	(国分寺市)	荒井 洋一	(青梅市)
井上 務	(青梅市)	小澤 祥司	(あきる野市)	川上 洋一	(あきる野市)
久保田 繁男	(青梅市)	坂本 和子	(世田谷区)	篠木 眞	(あきる野市)
鈴木 桂二郎	(府中市)	富沢 真	(八王子市)	新妻 康平	(府中市)
芳賀 友子	(杉並区)	原島 真二	(立川市)	福成 りえ子	(国立市)
藤嶋 芳男	(青梅市)	古川 嘉勇	(瑞穂町)	牧野 正迪	(東村山市)
宮野 浩二	(日の出町)	八木下 潤	(八王子市)	横井 二郎	(青梅市)
吉田 宏一	(国立市)	桜岡 幸治	(青梅市)	岡崎 学	(羽村市)
鶴見 泰子	(小平市)	河村 衛*	(青梅市)	指田 光一	(立川市)
田野倉 栄子	(あきる野市)	楯島 安	(青梅市)	藤田 道男	(町田市)
前川 和明	(青梅市)	横田 轟*	(羽村市)		
川口の自然を守る会					
五味 元	(八王子市)	佐々木 和夫	(八王子市)	斎藤 三男	(八王子市)
丸山 彩子	(八王子市)	三浦 暁子	(八王子市)		
丘陵のトウキョウサンショウウオを守る会					
山内 陽子	(八王子市)	新井 洋子	(八王子市)	石黒 富江	(八王子市)
上浪 和子	(八王子市)	小宮 洋子	(八王子市)		
東京都立大学					
草野 保	(川崎市)	神保 宇嗣*	(日野市)		
トウキョウサンショウウオを守る由木の会					
小谷田 忠一良	(八王子市)	塩谷 暢生	(八王子市)	小谷田 昌弘	(八王子市)
金子 治男	(八王子市)				
むささびの会					
五十嵐 亮太	(八王子市)	岡野 淑子	(あきる野市)	田中 康善	(府中市)
福田 教将	(あきる野市)				
個人					
小沢 正夫	(八王子市)	鈴木 元明	(八王子市)	山崎 登志樹	(町田市)
小賀野 太一	(千葉県)	宮田 和男	(日の出町)	伊藤 純至	
大石 征夫		郷田 美雄		郷田 祐美子	
田中 福重		田中 トキ子		鶴田 裕正	
戸井田 知久		外原 壮雄		根本 大輔	
馬場 進*	(多摩市)	榎本 宗平*	(府中市)	粟飯原 一郎	(大和市)
神山 浩紀	(世田谷区)	吉田 光正	(八王子市)		

各地で情報が蓄積されていたので、これらを総合することで都内全域にわたる綿密な調査計画を立てることができ、市民レベルとしては万全の体制で実施することが可能となった。また、専門の研究者が参加し、知識や調査方法など、さまざまな面でバックアップがあったことも大きな力となった。調査は、都内各地の生息現況を周囲の環境と共に把握すると同時に、1979年の調査当時とどのような変化が生じているかを追跡すること

を目的とした。期間は2カ月にわたり、のべ150名以上の一般市民が参加、213カ所の産卵場、4,701個の卵囊を確認した。マスコミを通じて調査を知った一般からの情報提供や、通常では把握できない個人敷地内での調査への協力もあり、短期間に多くの成果をあげることができた。その後「探検隊」は、生息地の保全活動も視野に入れた「研究会」に発展し、1999年には引き続き都内の生息状況調査を行なうと共に、各地の研究者・団体との情報交換、ニュースレターの発行、シンポジウムの開催などの活動を行なっている。

1.2 謝辞

今回のトウキョウサンショウウオの生息調査では、多方面に渡り多数の方々に協力していただいた。特に、加治・草花丘陵の調査では、伊藤利雄、岡崎 学、川鍋孝三郎、川鍋芳美、久保田正寿、桜岡幸治、重政与四郎、鈴木晴也、角田清美、奈良野隆宣の各氏から貴重な情報を教えていただいた。また、故金井郁夫氏夫人の金井ゆき子氏には貴重な資料を提供していただいた。

自然環境センターの戸田光彦、千葉県中央博物館の長谷川雅美、慶應大学生物学教室の福山欣司、東京都立大学大学院理学研究科の一柳英隆・上村佳孝諸氏には、報告書作成の段階で主に草野の担当の部分の原稿を読んでいただき、貴重なアドバイスをいただいた。ここに深く感謝致します。

第2章

トウキョウサンショウウオはどんな生き物？

2.1 日本のサンショウウオ類

サンショウウオの仲間（有尾目）はカエルやアシナシイモリとともに両生類（脊索動物門両生綱）に属し、現在世界から10科61属392種が記録されている [38]。彼らは一般に冷涼で多湿な環境を好み、その分布域はおもに北半球に限られている。アジア大陸東端の温帯地域に位置し比較的降水量も多い日本列島は、サンショウウオ類の生息には適するようで、現在22種（3科6属）の生息が知られている（表2.1）。これは、全世界の6%弱にあたり、一見少ないようにも見えるが、面積当りで見るとかなり多様度高いといえる。その内訳を見ると、世界最大の両生類であるオオサンショウウオを始めとして、オオサンショウウオ科1種、サンショウウオ科3属18種、イモリ科2属3種となる。その種数から、サンショウウオ科が日本のサンショウウオを代表するグループであると言えるだろう。サンショウウオ科は、カムチャツカからシベリアを経て、ヨーロッパロシア東部とトルキスタンまで、およびアフガニスタン・イランから朝鮮・中国・台湾・日本まで分布する。特に、日本を中心とした東アジア地域で多様化している。小型から中型のサンショウウオで全長10–21cm程度。完全に水生の種もあるが、通常は繁殖期と卵・幼生期以外は陸上で生活する。普通サンショウウオ類は、カエル類と異なり、精子の塊をオスとメスの間で受け渡し受精は体内で行われるが、サンショウウオ科とオオサンショウウオ科だけは体外受精を行う。つまり、ごく普通の魚と同様に、水中で産卵された卵にオスが精子をかけ受精させる。このような特異な受精様式を持つことや形態的な特徴から、彼らはサンショウウオの仲間でも比較的原始的なグループと考えられている [39]。

表 2.1: 日本産サンショウウオ類の種名リスト。文献 [38] より。*は溪流性の種を示す。

オオサンショウウオ科 オオサンショウウオ*	<i>Andrias japonicus</i>
サンショウウオ科	
キタサンショウウオ	<i>Salamandrella keyserlingii</i>
エゾサンショウウオ	<i>Hynobius retardatus</i>
トウホクサンショウウオ	<i>H. lichenatus</i>
トウキョウサンショウウオ	<i>H. tokyoensis</i>
ハクバサンショウウオ	<i>H. hidamontanus</i>
ホクリクサンショウウオ	<i>H. takedai</i>
ヤマサンショウウオ	<i>H. tenuis</i>
アベサンショウウオ	<i>H. abei</i>
クロサンショウウオ	<i>H. nigrescens</i>
カスミサンショウウオ	<i>H. nebulosus</i>
オオイタサンショウウオ	<i>H. dunni</i>
ツシマサンショウウオ*	<i>H. tsuensis</i>
オキサンショウウオ*	<i>H. okiensis</i>
ヒダサンショウウオ*	<i>H. kimurae</i>
ブチサンショウウオ*	<i>H. naevius</i>
ベッコウサンショウウオ*	<i>H. stejnegeri</i>
オオダイガハラサンショウウオ*	<i>H. boulengeri</i>
ハコネサンショウウオ*	<i>Onychodactylus japonicus</i>
イモリ科	
イモリ	<i>Cynops pyrrhogaster</i>
シリケンイモリ	<i>C. ensicauda</i>
イボイモリ	<i>Tylototriton andersoni</i>

サンショウウオ科のサンショウウオは世界で 36 種が知られているが、その半分の 18 種が日本に生息することになる。さらに、キタサンショウウオをのぞく 17 種が日本列島に固有の種である。そのサンショウウオ科の中でも、最も多様に分化しているのは、サンショウウオ属 (*Hynobius*) で、トウキョウサンショウウオをはじめ 16 種に分けられている。彼らは複雑な地形によって隔離され、日本各地で地域的に分化している。どの種も形態・体色が極めて類似している上に、種内変異が大きく、種の同定は大変難しい。そのため産地が同定のための大きな手がかりとなる。

サンショウウオ属のサンショウウオはすべて水中で産卵するが、その産卵場所によって、大きく 2 つのグループに分けられる。つまり、沼・池・湧き水のたまりなどに産卵する止水性の種類と、流れの激しい溪流の源流部などで産卵する溪流性のものがある [38, 48]。トウキョウサンショウウオのほか、カスミサンショウウオやクロサンショウウオ・トウホクサンショウウオなどは、止水性の代表的な種である。それに対して、溪流性の種としては、ヒダサンショウウオ・ブチサンショウウオ・オオダイガハラサンショウウオなどが知られている。彼らの間には、産卵特性や幼生の形態の上でいくつか異なることが知られている。止水性の種は、比較的小さな卵を多数産む傾向が見られ、孵化した幼生は発達した大きなエラとバランスと呼ばれる突起を頭に持つ。このバランスは、幼生期初期の体の支持平衡に役立つとされている。一方、溪流性の種では、大きな卵を少数産む傾向が強く、孵化した幼生は多量の卵黄を腹に持ち、バランスは発達しない。これらの性質は、流水中の厳しい環境で幼生が生き延びていくための適応と考えられている。

2.2 トウキョウサンショウウオとは

2.2.1 分類・形態・地理的分布

トウキョウサンショウウオ (*Hynobius tokyoensis*) は、東京都西多摩郡多西村（現あきる野市）産の標本をもとに、1931 年田子勝彌氏によって記載された [48]。日本産の小型サンショウウオ類の分類は大変難しく、まだ未解決な問題が多く残されていて必ずしも確定したものではない。本種はその後カスミサンショウウオの亜種とされることもあったが、現在は独立種として扱われることが多い。

以下に、本種の形態的特徴を主として文献 [40] から紹介しよう。東京都産の成熟個体の生時の体長は、頭胴長*1でみると雄が 50 弱–80mm（地域毎の平均で 61.6–66.8mm）、雌で 55–80mm 程度（平均で 64.5–69.4mm）であり、どの地域でも雌の方が少し大きい。尾も含めた全長ではだいたい 8–13cm 程度になる。体重に関しては、同じ個体でも変動が大きく、あまり信頼できるデータは得られていない。繁殖雄および卵を持っていない雌のおおよその値は、体重 (g) と頭胴長 (mm) との下記の関係式 ($r = 0.983, n = 125$; 草野, 未発表データ) から求めることができ、3g から 10g 程である。

$$\log(\text{体重}) = 2.44 \log(\text{頭胴長}) - 3.63$$

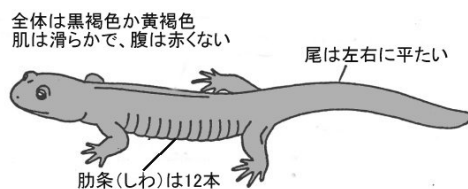


図 2.1: トウキョウサンショウウオの繁殖個体（成体）の特徴。

体側には 12 本の肋条が見られるが (図 2.1) [48]、その数は個体変異や数え方により変わるので注意が必要である [37, 41]。四肢は比較的短く、前後肢を体側に沿って折り返すと、稀に前後の指が重なる個体もいるが、普通はわずかに触れ合う程度から 2.5 肋皺分の隙間ができる。多くは、0.5 から 2 肋皺分の隙間ができる。特に、雌で隙間が大きくなる傾向がみられる [37]。鋤口蓋歯列*2小さい U 字形をなす [48]。

体色は、かなり黄色みの強い褐色からほとんど黒色に近いものまで変異に富む。体側には青白色の小点が地衣状斑となっている個体もある。また、まれにカスミサ

*1 ここでは鼻先から総排泄口の後端までの長さをいう。

*2 上顎に生えた小さな歯の並び。生体では観察しにくい。

ンショウウオのように尾の縁に黄色の線が入る個体も見られる。染色体数は56本で、大型9対、中型4対、小型15対からなる。大型対のうち、第4対が次端部動原体型、第3、5、8対が次中部動原体で、他は中部動原体型である。中型対は、次中部動原体型3対、中部動原体型1対からなる。小型対は、中部動原体型6対、次中部動原体型1対、端部動原体型8対からなる [9]。

トウキョウサンショウウオは、他のサンショウウオ属のいくつかの種と分布が接し、同定が難しいことがしばしばある。そのような近似種との区別点について述べたい。本種は、主として西日本に分布するカスミサンショウウオとは特によく似るため、外部形態だけで区別するのは難しい。ただし、佐藤 [48] によれば、鋤口蓋歯列の形がトウキョウサンショウウオでは小さいU字形なのに対して、カスミサンショウウオでは深く狭く長いV字形をなす。また、肋条の数がトウキョウサンショウウオは12本で、カスミサンショウウオは13本であるという。しかしながら、肋条の数には個体変異が見られ、かつ数え方にも問題があるため [37, 41]、この数を両者の識別に使うのは難しいかもしれない。また、トウキョウサンショウウオでは、尾の縁に黄色い線が入らないと言われるが [48]、すでに述べたように、頻度は低い黄色い線をもつ個体がトウキョウサンショウウオの繁殖個体群の中にも出現する。本種は、遺伝的にはカスミサンショウウオよりも、茨城県と福島県境付近で分布が接するトウホクサンショウウオとより近いらしい [37]。トウホクサンショウウオとは、四肢の相対的な長さの違いが見られる。トウキョウサンショウウオでは、四肢は比較的短く、前後肢を体側に沿って折り返しても、普通は指が触れ合わない。それに対し、トウホクサンショウウオでは指の先が重なり合う個体が多い [37, 48]。また、トウホクサンショウウオでは卵囊の外皮に幅の狭い特異な条線が見られることから、トウキョウサンショウウオの卵囊と比較的容易に区別できる [48]。肋条の数に関しても、トウキョウサンショウウオはトウホクサンショウウオに比べて1本多い傾向がある [37, 41, 48]。

一般にサンショウウオ属のサンショウウオでは、外部形態の性差が小さく、雌雄の区別を外部形態でおこなうのは難しい。トウキョウサンショウウオでも慣れないとかなり難しく、特に非繁殖期の個体は困難である。繁殖期であれば、総排泄口(肛門)の周囲のふくらみの様子で区別可能である。オスの総排泄口周辺部は白く、平たく広く膨らむ。肛門の裂け目の先端(頭側)に逆W型の線が形成され、肛門の直線的な裂け目との接合部に白い突起が見られる。メスの場合、総排泄口周辺部の膨らみは比較的狭く盛り上がり、肛門の裂け目は単純な1本の直線に過ぎない [48]。また、非繁殖期でも慣れれば、オスには喉の部分に白く大きな斑ができるので区別可能な時もある。詳しくは、「キャンパスの自然*3」のイモリ池のページのトウキョウサンショウウオの項を参照のこと。

トウキョウサンショウウオは、福島県の太平洋岸の一部の地域にも生息するが、図 2.2 に示したように、その主要な生息地は群馬県を除く関東地方の1都5県の比較的狭い範囲に限定される [18, 45]。平野部と山地がぶつかり合う標高 300m 程度までの丘陵地帯に生息し、山間の水田や湧き水の溜まった水溜りと、その周囲の森林の林床が彼らの主要な繁殖や生活の場所である。愛知県にも分布するとき

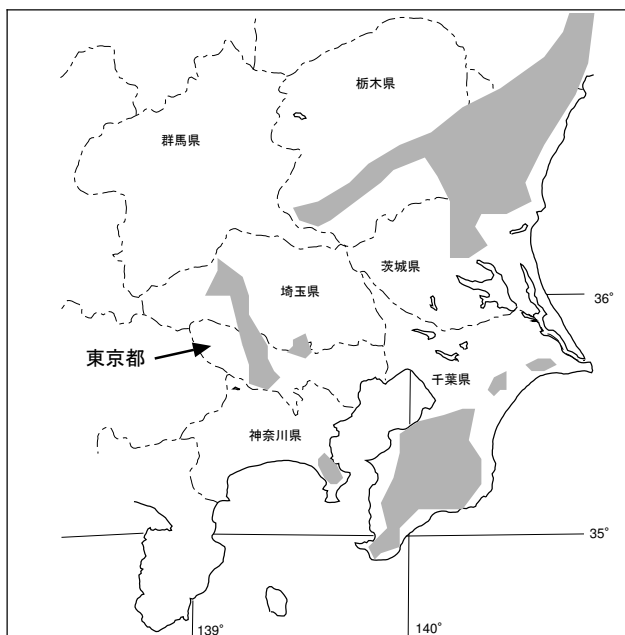


図 2.2: 関東地方におけるトウキョウサンショウウオの生息分布(灰色の部分が生息地)。文献 [45] より。

*3 <http://campus.biol.metro-u.ac.jp/ikenokai/index.html>

れているが、最近の研究結果によると、愛知県の個体群はトウキョウサンショウウオというよりも、むしろ西日本に広く分布するカスミサンショウウオに近いと考えられている [9,21]。

東京都内の詳しい生息分布に関しては、金井 [15] の報告があり、行政区分では、7市（八王子、青梅、あきる野、日野、武蔵村山、東大和、東村山）2町（日の出、瑞穂）で生息が確認されている。その中でも、青梅から日の出・八王子のライン上、すなわち関東山地から東に延びた尾根の末端にあたる丘陵地帯に多く生息している。標高では、最も低い日野市の三沢の100mから青梅市長淵の280mまでの範囲に見られ、平均は170mであるという。金井の報告 [15] 以後、東京郊外では住宅地・道路・ゴルフ場などの大規模開発が各地で推し進められ、トウキョウサンショウウオの生息場所である丘陵地帯は大きな変化を受けた。にもかかわらず、最近まで組織的なトウキョウサンショウウオ生息調査は行われず、個体群の生存が危惧されている。実際、東京都の個体群は、環境庁によって日本版レッドデータブックに掲載され、「地域的に孤立しており、絶滅の恐れが高い」として「保護に留意すべき地域個体群」に記載されている [5]。

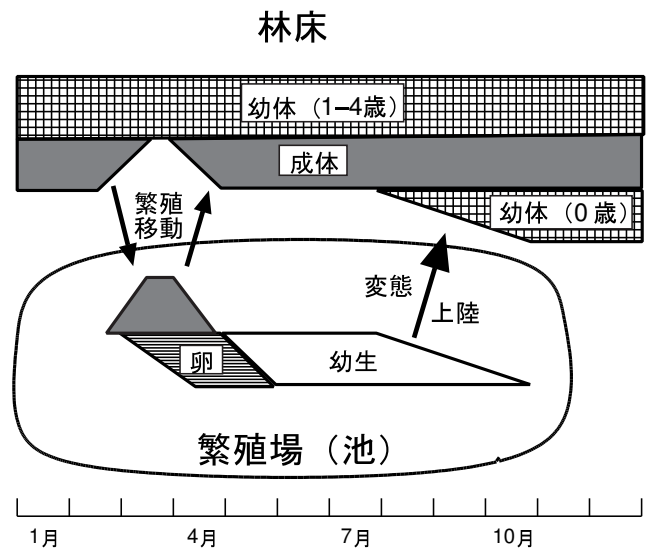


図 2.3: 東京郊外におけるトウキョウサンショウウオの生活史の概要。

2.2.2 生活史と個体群動態

繁殖活動および卵期

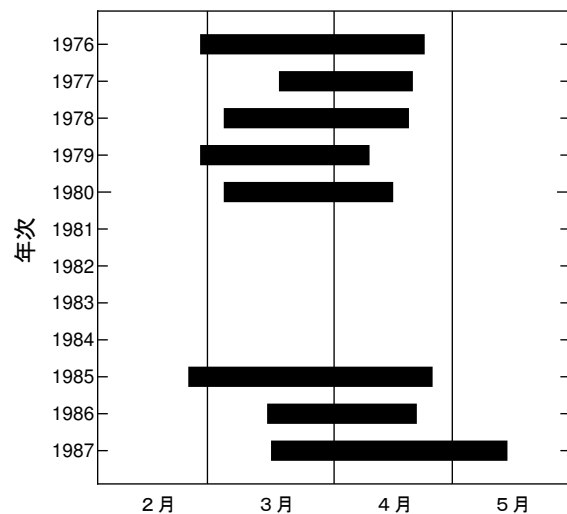


図 2.4: 東京都日の出町羽生の調査地における繁殖期間の年次変動。最初の産卵から最後の産卵までの期間を示す。文献 [10, 22, 24] より。

数多く残されている。その中では、ハコネサンショウウオなどとともに、トウキョウサンショウウオは比較的そ

図 2.3 に示したように、トウキョウサンショウウオはその生活史の中で、産卵および幼生の生活の場である水場と、変態後の幼体および成体の普段の生活の場である、水場の周囲の森林をうまく使い分けて生活している。この生活史は、その土地の気候などに影響され、地域個体群ごとに少しずつ異なるものになっていると思われるが、それほど大きな違いはないと考えられる。つまり、早春 1-5 月頃に森林の林床で生活していた繁殖個体が近くの繁殖場に集まり産卵する [34]。卵は 3-5 月頃には孵化し水中で成長し、その年の秋までにはほとんどの個体の変態を完了し上陸する。その後幼体は数年間を陸上で過ごし、全長が 10cm 弱ほどになって性成熟し、繁殖に参加できるようになる。その後は生残率も高く、個体によってはかなり長生きする (10 年以上) 個体もいるようだ。ヨーロッパや北米大陸などに生息しないこともあり、サンショウウオ科のサンショウウオの生態に関しては、現在までに充分な研究がなされてきたわけではなく、まだ未知な部分がある。

の生態が解明されている種の一つである。以下に、主として東京都日の出町羽生にて行われてきた個体群研究 [10, 22-25, 27-29] の結果から、彼らの生活史と個体群動態に関する知見を紹介する。

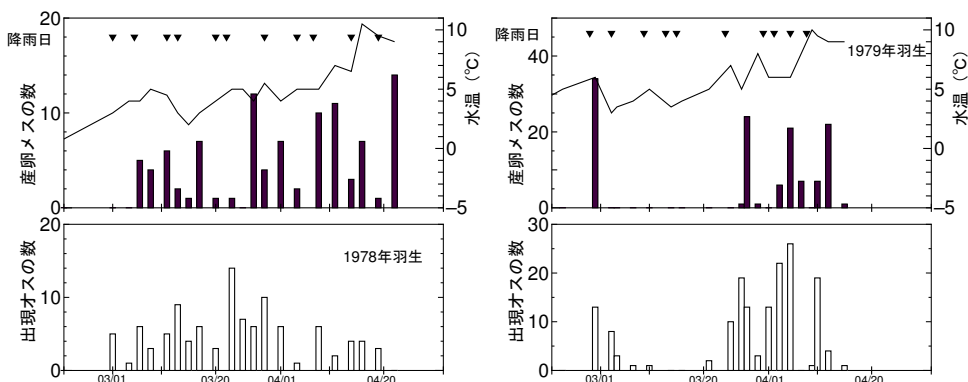


図 2.5: 東京都日の出町における繁殖活動の季節変化の例。文献 [24] より。

東京都日の出町では、繁殖シーズンは2月下旬から5月中旬までで、平均日数は48日 (SD = 10.5, N = 8) であった (図 2.4)。一番早く産卵が見られたのは、この8シーズンでは2月27日で、一番遅かったのは5月16日であった。年により開始日と最終日はかなり変動するが、1987年を除けば開始日に比べ最終日の変動が小さく安定しているように見える。1987年も、5月16日に産卵されたのは1メス分の2卵囊だけで、他の188卵囊ははすべて4月中旬に産卵されていた [10]。つまり、多くの年では実質的な産卵活動の終了はほぼ4月中旬とみなして良いだろう (図 2.4)。東京の他の地域での詳しい調査はないが、日の出町羽生の結果の範囲内に収まるものと考えられる。ただし、千葉県房総半島のような暖かい地域では繁殖開始が早く、1月中旬に始まることもある。また、茨城県の北部のような寒い地域では、繁殖は遅れ繁殖活動の期間も短くなる傾向が見られる [34]。

トウキョウサンショウウオの繁殖活動は1-2ヶ月程度続くが、季節変化のパターンは年により異なる。図 2.5 には典型的な2つのタイプの代表例を示した。1978年は3月はじめから産卵が始まり4月中旬まで、いくつかのピークは見られるがダラダラと繁殖活動が継続している。それに対して、1979年は、3月の直前に大きなピークが見られたが、その後産卵は中断し、3月下旬も終わりになって再び産卵活動が再開された。このように、年により繁殖活動が一定期間中断し、複数の期間に分断されることもある。

繁殖活動に影響を与える要因としては、温度・降雨などの気象要因が重要であると指摘されている。草野 [22, 24] は、本種の繁殖活動には温度の上昇と降雨が関係すると報告している。1979年の繁殖活動の分断も、3月はじめに温度が低下し下旬まで低温傾向が続いたことが原因と考えられる (図 2.5)。井上 [10] は繁殖活動と気象要因との相関関係を詳しく分析し、降雨の重要性を指摘したが、温度とは特に明瞭な関係を検出できなかった。ただし、この時期雨が降るのは、冬型の気圧配置が緩み低気圧が関東地方を通過した時点で、南風が吹き込み温度の上昇を伴うことが多い。よって、降雨と温度の影響を区別するのはかなり難しい。

東京都日の出町では、繁殖シーズンは2月下旬から5月中旬までで、平均日数は48日 (SD = 10.5, N = 8) であった (図 2.4)。一番早く産卵が見られたのは、この8シーズンでは2月27日で、一番遅かったのは

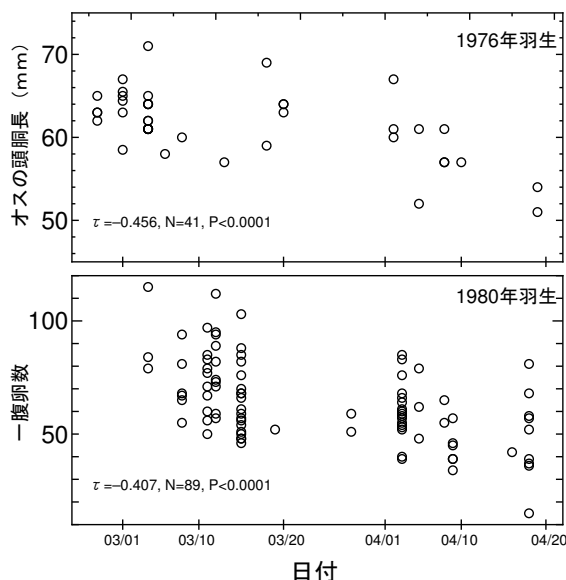


図 2.6: 繁殖オスの繁殖場への出現時期と体サイズ、および産卵時期と一腹卵数の関係。文献 [22, 24] より。

いずれにしても、彼らの繁殖活動は、暖かい雨が降った2・3日後の晩に活発になるようだ [10]。

陸上の土中で越冬した繁殖個体は、早春暖かい雨が降った数日後の晩に産卵場へ移動する。オスが比較的早めに水場に入り、後で現れるメスを待つことになる。その際、体の大きな個体ほど季節の早い時期に出現し、体の小さな若い個体は遅れる傾向が見られる [22]。図 2.6 は、オスの体サイズと一腹卵数の季節変化の典型的な例を示した。後述するように、メスの体サイズと一腹卵数^{*4}は正の相関関係がある (図 2.8)。つまり、大きなメスは一度に多数の卵を産むが、小さなメスは少数の卵しか産めない。一腹卵数の季節的な減少傾向は、オスの場合と同じように、メスでも若い体の小さな個体は、繁殖場への出現が遅れることを示している。

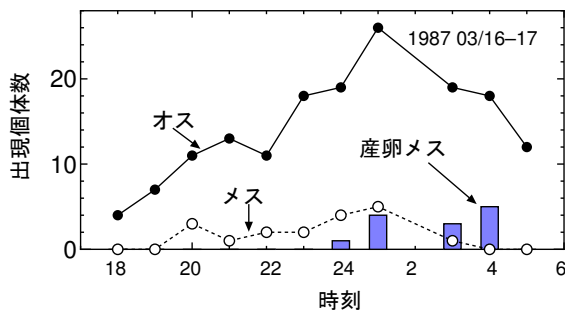


図 2.7: 繁殖活動の日周変化。文献 [10] より。

このように、オスの体サイズや一腹卵数と出現・産卵日との関係は、調査したほとんどのシーズンで、すなわちオスの体長では9シーズン中7シーズン、一腹卵数では8シーズン中6シーズンで統計的に有意な負の相関^{*5}が見られている。しかし、年によっては相関が見られないこともある [10, 24]。これは、その年の繁殖活動の季節的パターンと関係があるように見える。気象要因により繁殖開始が遅れたり分断された年は、ダラダラと長期間に渡って繁殖活動が見られた年に比べて、そのような関係がはっきりしない傾向があるように思える。

この傾向の生態学的意味については、残念ながら良く分かっていない。体サイズや年齢によって、越冬から覚醒する温度が異なるのか、または越冬場所が異なることが原因かもしれない。つまり、体の小さな個体は冬の低温や乾燥に弱く、それらを避けるためより深く土中に潜り越冬するとしたら、春先の温度の上昇を感知するのが遅れるはずである。より浅い場所で越冬した体の大きな個体が、真っ先に春の到来を察知し、繁殖場へ出現するのかもしれない。

彼らは他の両生類と同じように、主に夜間の暗い時間帯に活動する。オスは、昼間は水底の泥の中や推積した落葉の下に隠れているが、日没とともに姿を現わし、思い思いにメスを求めて水中を徘徊する。水中のオスたちをよく見ると、ある一定の場所集る傾向がある。枯れ枝や枯葉など、卵嚢を産み付けるのに適当なものがある場所の周辺に集まってくる。そのような場所を特定のオスが占拠し、集まってくる他のオスに噛み付いて追い払う行動なども見られる。

メスは産卵直前まで水に入ることなく、水辺の岸の土中に潜み、産卵のタイミングをじっと待っている。いよいよ夜になりメスが水中に入ると、その到来をどのようにして知るか、オスたちの動きは突然激しくなる。今までは周囲に追いやられていたオスたちも、産卵に適した枯れ枝などがある場所に集まり始める。オス

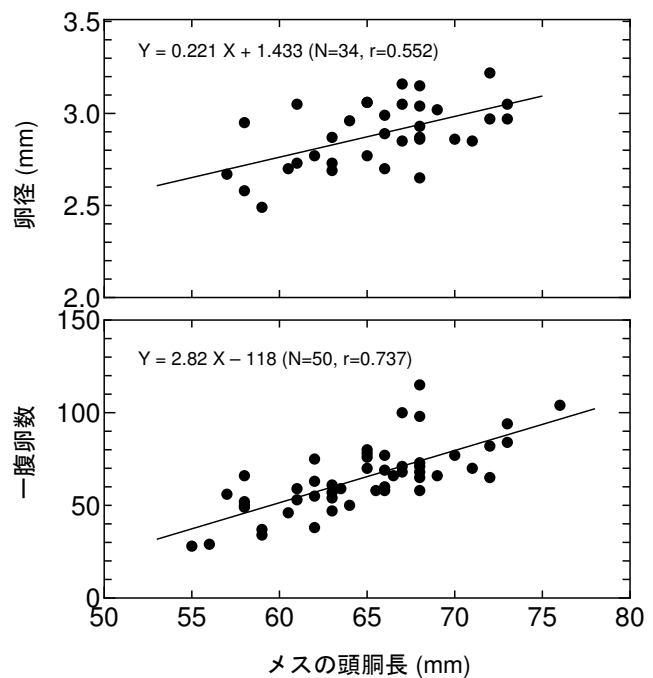


図 2.8: メスの体サイズと卵サイズ・一腹卵数の関係 (日の出町羽生)。文献 [25] より。

^{*4}—メスが産む一対の卵嚢に含まれる総卵数を指す。

^{*5} $P < 0.05$

表 2.2: 東京都多摩地区の繁殖個体の体サイズと繁殖特性（草野、未発表データ）。数字は上段が平均値 ±SE(N)、下段が範囲を示す。

項目	個体群				
	羽生	戸吹	大荷田	堀之内	狭山湖
一腹卵数	61.5±0.65 (526) 15-125	67.3±1.82 (67) 32-100	67.2±1.63 (52) 50-103	82.4±2.47 (17) 66-100	98.0±2.44 (68) 51-145
卵径 (mm)	2.80±0.014 (74) 2.46-3.05	2.79±0.036 (31) 2.37-3.08	2.88±0.027 (16) 2.70-3.04	2.62±0.055 (6) 2.41-2.82	2.58±0.032 (37) 2.11-3.07
頭胴長 (mm) ♂	61.6±0.24 (419) 48-79		63.2±1.47 (6) 59-69	65.8±1.25 (4) 63-69	66.8±0.77 (29) 53-72
頭胴長 (mm) ♀	64.7±0.31 (171) 55-75		64.5±1.48 (6) 61-71		69.4±1.27 (17) 60-78

は尾をさかんに振る。メスが近付いてくると彼等の興奮は最高潮に達し、複数のオスが団子状になったまま激しく泳ぎ回る。そのようなオスの集団が水場のあちこちでできるが、メスはそれらを品定めするように池の中を徘徊し、結局その中の一つの集団に入って産卵する [10, 31, 32]。

メスは直径 2.1-3.4mm（平均 2.7mm）の卵が 15-192 個（平均 77 個）入った一対の透明なクロワッサン状の卵嚢を、先端を枯れ枝等に付着させて産み出す。産み出された卵嚢にオスたちは我先へとしがみつき、卵を受精させようと放精する。このような産卵行動は、日没直後にも見られることもあるが、午後 11 時過ぎの深夜から早朝にかけて行われることが多い [10, 31, 32] (図 2.7)。また、明るくなった午前中でもまだ産卵活動が継続していることもしばしばあるので、産卵行動の観察は早朝から午前中にかけて試みるのが良いだろう。

どのように産卵が行われるかは、繁殖場での性比や個体群密度などの条件によってかなり異なり、前述したように複数のオスが一匹のメスの産卵に参加するとは限らない。オスの個体数が少ない場合は、一匹のオスが産卵場所を占拠しメスを独占できることもある。また、オスの集団に加わらず周辺部に単独で待機し、産卵のためにあらわれたメスを途中で追い回すオスもいる。

トウキョウサンショウウオのメスが産む卵の大きさや数は、同じ繁殖集団（地域個体群）の中でも個体により大きく異なる。そのような卵サイズや一腹卵数の変異は、主としてメスの体の大きさと関係している。体の大きなメスほどその卵は大きく、かつ数が多い (図 2.8)。また、集団の平均値も地域によってかなり異なり、平均卵サイズ（直径）では 2.4-3.0mm、平均一腹卵数では 50-140 と大きく異なる。今までのところ、このような集団間変異は主として気温と強い関係があることが分かっている [34]。つまり、北の寒い地方ほど一つの卵の大きさが大きく、その代わり数が少ない傾向が見られる。逆に、暖かい地方ほど小さい卵を多数産む傾向がある。例えば、南関東の房総半島の金谷では平均 2.5mm の卵を 140 個ほど産むが、茨城県北部では平均卵径が 3mm を越えるところがある。その代わり、卵数は少なく平均 50 卵足らずである。そのような傾向の生態学的意義については、子供の餌条件や幼生間の共食いなどとの係わりが議論されているが、まだ解明されていない [34]。参考までに、東京都内のトウキョウサンショウウオの各地域での繁殖個体の体サイズや繁殖特性を表 2.2 に示した。東京都内の地域間ではそれほど大きな差は見られないが、狭山湖では他の地域に比べて成体の体サイズが大きく、逆に卵サイズが小さいように見える。

池に出現する繁殖個体の性比を日ごとに見ると、大きく雄に偏った性比を示す。これは、雄が比較的長い期間水場に留まるのに対して、雌は産卵の直前に水に入り、産卵後すぐに上陸するためである。ちなみに、オスの繁殖場への滞在日数の平均値は、2-3 週間ほどである [10, 22, 24]。そのため雌雄の捕獲率が異なるため、繁殖個体群の性比を知るのは難しい。繁殖を終えた個体は上陸し水場の周囲の林床へ分散するが、この時期には捕獲率の性差がないため、個体群の性比が比較的容易に推定できる。日の出町羽生での調査では、成熟個体の非繁殖期の性比はほぼ 3 ♂: 2 ♀であった [24, 40]。この少し雄に偏った性比は、雌が雄に比べて性成熟が 1 年遅れる傾向と関係すると考えられる。

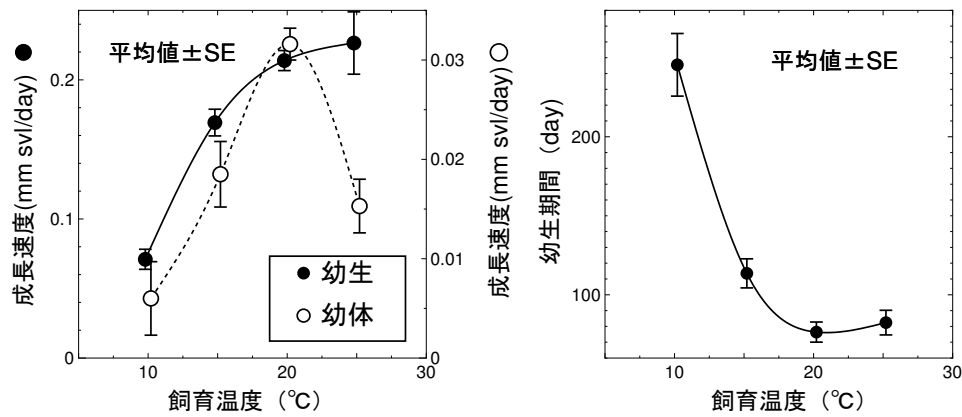


図 2.9: 幼生と変態後の幼体の飼育温度と成長の関係。文献 [23,25] より。

1-2ヶ月続いた繁殖活動も、4月下旬にもなるとそろそろ終了する。卵は4月下旬頃から孵化し始め、5月下旬までにはすべて孵化し終わる。産卵から孵化までの卵期間は、水温に強く依存する。そのため早めに産卵された卵ほど長くなり30日から70日で孵化する。5シーズンの平均は49.3日であった [22,24]。その間、低温により死亡する卵や未受精卵も見うけられ、孵化までの卵嚢内での死亡率は、平均16%であった [24]。特に、3月初めに産卵された卵は寒の戻りの低温にさらされることが多く、死亡率が高い傾向がある。また逆に、4月以降に産卵された卵では未受精率が著しく上がる。繁殖シーズンも遅くなると、早くから活動していたオスの疲労度も上がるのか、肛門周辺部の膨らみがかなり弱まってくる個体が出てくる。また、この時期に新たに出現してくるオスは、まだ体の小さな初めて繁殖に参加するような若い個体が多く、これらのオスの側の要因が未受精率を上げている可能性が指摘されている [22,24]。

他に卵の死亡要因としては、場所によっては大雨などの際に大水で卵嚢自体が流されてしまうこともあるが、卵嚢や卵を捕食する捕食者の存在は報告されていない。ただし、同じ場所に産卵するヤマアカガエルの幼生は、サンショウウオの卵嚢外皮が破れた場合などは、卵をたべてしまうことも稀にはあるようだ。

幼生期

孵化した卵は、全長15mmほど(14-17mm)の幼生になる(頭胴長では9mm)。幼生は貪欲で、動物プランクトンや水生昆虫など、生きているもので口に入るものは何でも食べるが、特にユスリカの幼虫やカイミジンコ・巻貝・カゲロウ・トビケラの幼虫は良く食べられている(表2.3)。また、池の上から落下して水面に落ちた、かなり大きな蛾の幼虫などを食べていたこともある。しかし何と言っても目立つのは、同種の幼生である。つまり、共食いをかなり頻繁に行っていることが食性調査からも明らかになっている。

表 2.3: トウキョウサンショウウオ幼生の食性(草野、未発表データ)。日の出町羽生における胃内容物調査の結果(N=80)を示す。

動物群	出現頻度	
	胃数	割合 (%)
共食い	25	31.3
ユスリカ幼虫	34	42.5
ユスリカ蛹	21	26.3
巻貝	25	31.3
カイミジンコ	17	21.3
カゲロウ幼虫	6	7.5
トビケラ幼虫	3	3.8
甲虫成虫	2	2.5
コペポータ	2	2.5
イトトンボ幼虫	2	2.5
その他	5	6.3

個体による成長の差は大きいですが、水温にもその成長速度は大きく影響される。水温 20 °C で飼育すると、頭胴長で 0.22mm/day で成長し平均 80 日ほどで変態する (図 2.9)。野外では 7-10 月にかけて変態上陸していく。ただし、年や場所により、その年のうちに変態せずに幼生のまま越冬することも稀にある。その時は、翌年の初夏までに変態上陸することになる [23]。日の出町では、例年 8 月下旬-9 月下旬が最も上陸する個体が多かった。変態時の体サイズは個体により変異が大きく、頭胴長で 20-30mm の範囲で平均は 24.2mm であった。年による平均変態サイズの変異は、変態までに生き残った幼生の数と負の相関が見られる。つまり、多数の幼生が生き残った年は幼生間の餌を巡る競争が激しく成長が悪くなるため、小さいまま変態上陸する。それに対して、幼生の数が少なかった年は成長が良く、大きく成長して上陸することになる。また、餌を充分与えて飼育した幼生に比べて、野外の幼生の平均変態サイズが小さいことも、野外では幼生の餌条件が悪く餌を巡る競争が激しいことを示唆している [23-25]。

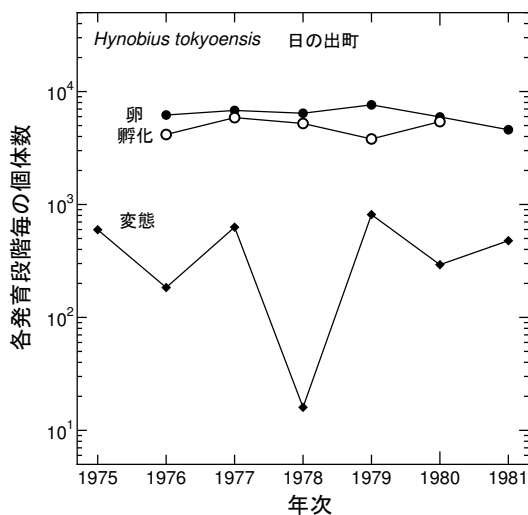


図 2.11: 日の出町の調査地における各発育段階の個体数の年次変動。文献 [23, 24] より。

この幼生期は、餌だけでなく生き残ると言う面でもかなり厳しい時期である。ヤゴ・マツモシなどの水生昆虫やイモリなどの捕食者に、多くの幼生が襲われる。特に孵化直後の時期は、体も小さく運動能力も劣るため、イモリの成体に頻繁に食べられてしまう。そのような捕食者だけでなく、前述したように同種の早めに孵化した幼生も彼らの重要な天敵となっている。すでに少し成長して体も口も大きく育ったサンショウウオの幼生が、後から孵化してくるものたちを激しく襲う。このようにして共食した幼生は、ますます成長が良くなり、一段と大きく育っていく。彼らは、同種の幼生を特に認識しておらず、自分の口で飲み込めるものは何でも食べてしまう [27]。また、イモリなどの他の捕食者も、幼生がある程度大きく育ち (頭胴長で 13-15mm 以上) 運動能力もついてくると、ほとんど捕食できなくなることが室内実験で確かめられている (図 2.10)。彼らにとって、変態までうまく生き残るためには、できるだけ早く孵化し、できるだけ早くある程度までの大きさに達することが重要であるようだ。このようにして繁殖場の水底一杯に見られた孵化幼生もみるみる減っていき、結局夏から秋までに変態し上陸できるのは産卵された卵のうち 0.2-10.7% (平均 5.5%) であった [23, 24]。

トウキョウサンショウウオの個体群動態の面からも、幼生期は重要な時期である。幼生期の死亡率は他のステージに比べて圧倒的に大きく、かつ年変動が激しいからである。1975 年から 7 シーズンのデータを見ると、変態開始時までに生き残っていた幼生の数は、16-800 頭と年により大きく変動した。図 2.11 から他のステージに比べて、この時期の変動が大きいことが分かるだろう*6。

この変動は、越冬幼生の有無や、主要な捕食者であるイモリの出現個体数に関連している。この年の新し

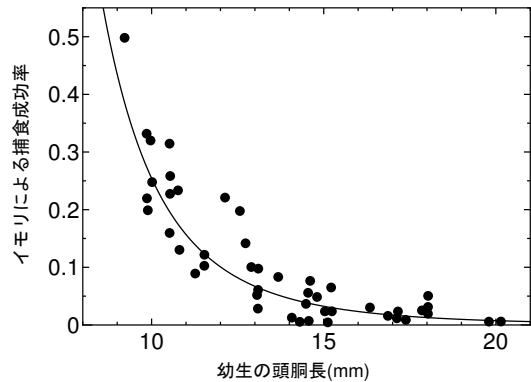


図 2.10: 幼生の体サイズとイモリによる捕食成功率の関係。文献 [23] より。

この幼生期は、餌だけでなく生き残ると言う面でもかなり厳しい時期である。ヤゴ・マツモシなどの水生昆虫やイモリなどの捕食者に、多くの幼生が襲われる。特に孵化直後の時期は、体も小さく運動能力も劣るため、イモリの成体に頻繁に食べられてしまう。そのような捕食者だけでなく、前述したように同種の早めに孵化した幼生も彼らの重要な天敵となっている。すでに少し成長して体も口も大きく育ったサンショウウオの幼生が、後から孵化してくるものたちを激しく襲う。このようにして共食した幼生は、ますます成長が良くなり、一段と大きく育っていく。彼らは、同種の幼生を特に認識しておらず、自分の口で飲み込めるものは何でも食べてしまう [27]。また、イモリなどの他の捕食者も、幼生がある程度大きく育ち (頭胴長で 13-15mm 以上) 運動能力もついてくると、ほとんど捕食できなくなることが室内実験で確かめられている (図 2.10)。彼らにとって、変態までうまく生き残るためには、できるだけ早く孵化し、できるだけ早くある程度

*6 この図は縦軸が対数表示であることに注意。

表 2.4: サンショウウオ類の繁殖場からの分散距離。トウキョウサンショウウオ以外はすべて北米の種。

種名	方法	分散距離 (m)		文献
		平均	最大距離	
トラフサンショウウオ	放射性同位元素 発信機		162 (一例)	[49]
		70	213	[36]
ジムグリサンショウウオ	放射性同位元素	213.5 (♂)	287	[50]
		116(♀)		
マーブルサンショウウオ	放射性同位元素		30	[4]
	放射性同位元素	195		[55]
ジェファーソンサンショウウオ	放射性同位元素	252		[55]
	放射性同位元素	250		[4]
キボシサンショウウオ	放射性同位元素	150	220	[4]
	発信機	60.5	286	[35]
トウキョウサンショウウオ	標識再捕		100	[28]

い幼生が孵化する時期まで越冬幼生が池に残っていたり、イモリの個体数が多かったりした年は、変態まで生き残るサンショウウオの幼生の数が減り、逆の場合は、多くの幼生が変態に成功することになる。このように、幼生期はトウキョウサンショウウオの個体数変動に大きな影響を与える可能性がある重要な時期である [23, 24, 29]。

変態後の生態

繁殖期や幼生期に比べて、変態後の非繁殖期の陸上での生活については、まだほとんど分かっていない。なぜならば、繁殖活動終了後の成体や変態後の幼体^{*7}は、水場の周囲の森林に広く分散し生活するため、発見や捕獲が大変困難なためだ。それでも、森林の林床を根気良く探すと、うまくすれば見付け出すことも不可能ではない。林床の落ち葉の堆積したりター層の下を良く見ると、小哺乳類やミミズの掘った地下トンネルがあちこちに見つかる。これらは、かなり複雑なトンネル・システムを形成しており、サンショウウオは他人の掘ったこのようなトンネル・システムを利用して生活している。普段は、この地下のトンネルの中にももっているため滅多に姿を見られないが、雨の降った日や夜間に、地表に上がってきて地表のター層で餌を探す成体や幼体を見かけることがある。特に越冬前の秋には、翌シーズンの繁殖のためにエネルギーを稼いでおかなければならないせいか、彼らの地表活動が高まるため発見しやすい [28, 31, 32]。反対に最も姿を見つけないのが、夏の時期だ。この季節は、暗い森林の内部でも地表温が 25℃ を越え、高温や乾燥に弱いサンショウウオは地下に引きこもりほとんど地表に姿を現さなくなる。ちなみに飼育実験によると、トウキョウサンショウウオの幼体は、10℃ から 20℃ では温度が高いほど成長が速くなるが、25℃ になると高温阻害により逆に成長速度が落ち込む (図 2.9) [25]。つまり、彼らの成長の面から言うと、最適な温度は 20℃ で、それ以上の高温になる夏場は彼らにとって厳しい季節のようだ。

繁殖場所からの分散距離は、その場所の地形や植生などの環境によりさまざまであると思われるが、日の出町での標識再捕調査の結果では、池から 100m 以内にとどまる個体が多く観察されている (図 2.12)。ただし、この時期のサンショウウオは広く分散しているため再捕率も低く、この値は少々過小評価の傾向があるかもしれない。正確な分散距離を知るためには、できれば個体の移動を詳細に追跡する必要がある。日本では法律上実行不可能であるが、北米では放射性同位元素の針をサンショウウオの体に埋め込み、そこから出る放射線をたよりに移動行動が調査された。また、最近では、比較的大型のサンショウウオの体内に小型の発信機を埋め

*7 変態後、まだ未成熟な個体を幼体と呼ぶ。

込み、電波を頼りに、かなり長期間にわたって分散行動を追跡した研究成果が報告されている。それらによると、最大でも繁殖場からの分散距離は100–300m程度であった(表2.4)。この値は、サンショウウオ類の繁殖集団の空間的な広がりを考える上で非常に参考になる値で、ある特定の地域の個体群の保全には必須の情報だろう。

森林の林床で生活する幼体や成体の食性については、神奈川県三浦半島での伊原の詳細な研究がある[?]。伊原は、採集したサンショウウオを胃内洗浄法により胃内容物を吐き戻させ、その食性を分析した。それによると、最も捕食されていたのは、ワラジムシ類で個体数頻度では50%を越えていた。次いで、ヨコエビ目・イシムカデ目・ジムカデ目・ダンゴムシ類・ツムギヤスデ目・オビヤスデ目・アミメカゲロウ目・ハエ目などが捕食されていた。土壌動物をただ手当たり次第食べているのではなく、餌タイプにより選好性が異なることが示唆された。東京でも、ほぼ同じようなものが食べられているようだ。ただし、餌リストの中にミミズ類が出てこないのは疑問である。飼育個体はミミズを好むし、実際、野外調査中にもワラジムシやダンゴムシなどとともに、ミミズに食いついている成体も観察されている。ミミズなどの硬い殻を持たないような生き物は、消化されやすく胃内容物として残りにくいのかもしれない。

変態して上陸した幼体の成長は、幼生時代と比べてゆっくりしたものになる。幼体の場合、標識再捕調査が難しいために野外で直接成長を追うことはほとんど不可能に近い。そのため、飼育実験の結果から幼体の成長を推定したところ(図2.9)、頭胴長で約25mmほどの変態個体は、12–3月までの越冬期間をのぞいた8ヶ月間活動し、年8mm成長すると推定された[23]。

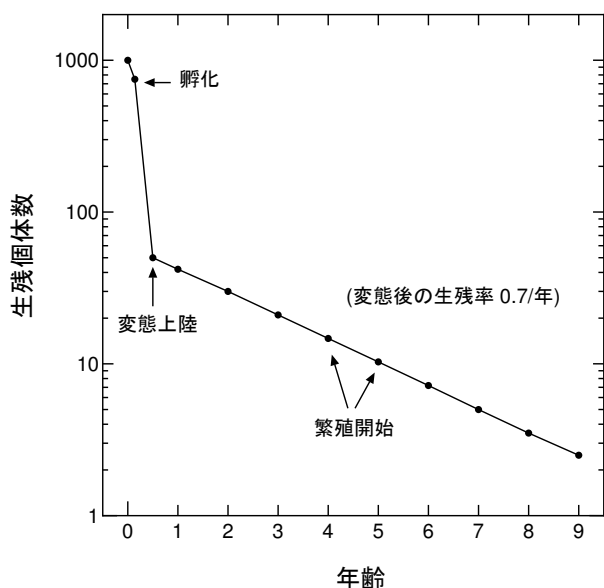


図 2.13: 日の出町の羽生におけるトウキョウサンショウウオの生残過程。文献 [23–25] より。

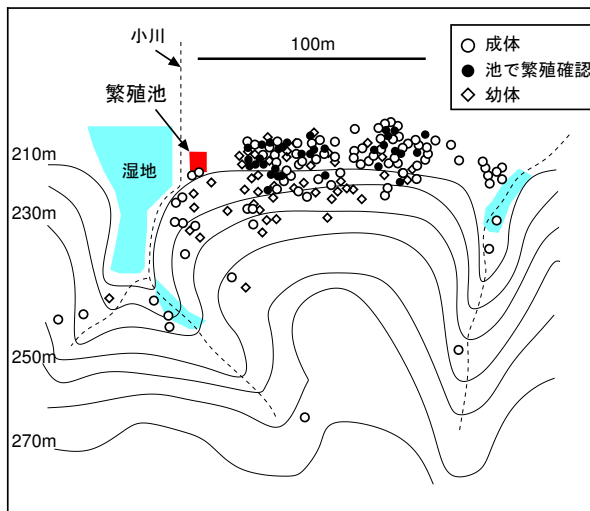


図 2.12: トウキョウサンショウウオの非繁殖期の分布。文献 [28] より。

オスは頭胴長 48mm 以上で性成熟に達するので、3才の秋にはこのサイズに達し、翌年4才時に初めて繁殖に参加すると考えられる。メスの成熟サイズはオスより少し大きく 55mm であるので、もし成長速度に性差がないのならばもう1年余分に成長に要し、5才で繁殖に参加すると推定される[23]。1–3才で繁殖するカエル類と比べて、トウキョウサンショウウオなどサンショウウオ類は幼体時の成長が遅く、遅成熟の傾向が強い。これは、彼らの生活史特性、特に変態後の高い生残率と関係していると考えられる[30]。実際、サンショウウオ類の変態後の年生残率は高く、40–90%程度であることが知られている。トウキョウサンショウウオでも、日の出町での成体による調査では、変態後の年生残率は70%とかなり高めであることが分かっている[25]。この時期の死亡はほとんど捕食によるものと思われるが、変態後の捕食者とし

ては、モグラやヒミズをはじめタヌキなどの哺乳類 [28, 43] や、タカチホヘビ・ヒバカリなどのヘビ類が報告されている [28]。

図 2.13 には、今までの調査から分かった生活史の各ステージでの生残率を用いて、1,000 個のサンショウウオの卵のその後のおおよその生残過程を、シマティックに示した。孵化直後のイモリによる捕食や共食いによる大きな死亡の後には、比較的低い減少率で徐々に数が減少していく様が良く理解できるだろう。結局 1,000 卵のうち親まで生き残るのは、1% のたった 10 個体ほどである。

両生類の仲間はわれわれ哺乳類と異なり、性成熟後も一生成長が続くと言われている。しかしながら、サンショウウオはひとたび性成熟すると、その後毎年繁殖に参加するため、かなりのエネルギーをそちらに取られてしまうようになる。そこで、体の成長にはほとんどエネルギーをまわせず、成長速度は大幅に低下する。特に卵を生産するメスで顕著だ。幼体の年成長が頭胴長で 8mm であるのに対し、成熟後はオスで平均 1.8mm、メスだと 1.1mm にしかない [23]。性成熟後はこのようなゆっくりとした成長を続け、かなり長生きする個体もいるようだ。日の出町での標識再捕調査では、最初の捕獲から 5 年後も生存を確認できた個体もいた。初捕獲時にすでに 4-5 才以上（成熟個体だったので）であると考えられるので、彼らは少なくとも 10 才まで生きたことは間違いないだろう。また、飼育個体では 14 才の記録もあるが [52]、都立大学で飼育中のオス・メス 1 個体づつは親で採集後 14 年後の現在も生存している。彼らは最低 18-19 才と考えられるので、生理的寿命は 20 年を軽く越えるだろう [33]。

第3章

調査方法

3.1 調査体制

今回の調査では、多くの一般市民に参加を呼びかけ、人海戦術により短期間で広範囲を調査するという方法をとった。この方法は、西多摩自然フォーラムが1993年より秋留台地域の一斉調査で用い、ある程度の成果を上げてきたものである。

同フォーラムの一斉調査では、秋留台地域を青梅市大荷田川流域・日の出町平井丘陵・あきる野市鯉川流域・同市横沢入の4ブロックに分け、それぞれ数人の調査経験のあるスタッフの案内のもと、分担して出来るだけ多くの水系を探索、産卵場の確認と卵囊のカウントに重点をおいて行なわれた。

知識や経験にばらつきのある一般市民による調査の場合、危惧されるのは調査精度が不均一にならないかという点である。同フォーラムの場合、ほとんど経験のない参加者でも精度の高いデータを提供できるように、イラストを多用した調査マニュアルや記入項目を絞り込んだ調査用紙を配布し、調査地域の分担や

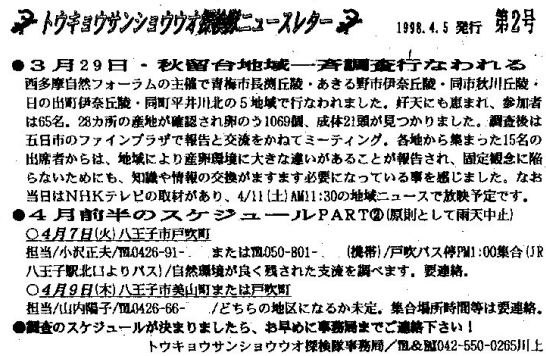


図 3.1: ニュースレターの一例。

表 3.1: 調査分担表。丘陵の位置に関しては図 3.3 を参照。(F) は西多摩自然フォーラム。

地域	担当者	地域	担当者
狭山丘陵	古川・原島 (F)	秋留台崖線	川上 (F)
加治丘陵	久保田・新妻 (F)	加住丘陵	
草花丘陵		戸吹町	小沢
青梅市	一斉調査・久保田 (F)		丘陵のトウキョウサンショウウオを守る会
日の出町	一斉調査・宮野 (F)	川口町	川口の自然を守る会
大久野山地	宮野 (F)	上川町	川口の自然を守る会
伊奈丘陵		川口丘陵	川口の自然を守る会
日の出町	宮野 (F)・草野		丘陵のトウキョウサンショウウオを守る会
あきる野市	一斉調査	多摩丘陵	トウキョウサンショウウオを守る由木の会
五日市周辺	むささびの会	北浅川流域	鈴木
秋川南岸	むささびの会	事務局	西多摩自然フォーラム

調査チームの人員構成にも配慮した。とくに本種は小規模で発見しにくい水環境に産卵することが多いため、それぞれのチームに地元の環境をよく知るスタッフを配置するようにした。これは個人の屋敷内や私有地に産卵場がある場合など、無用のトラブルを回避する意味でも有効な措置である。これらの調整は同フォーラム事務局の担当者が行ない、収集されたデータも事務局に集約、整理された後に機関誌等で調査関係者に報告された。

今回の場合、同様の体制で都内全域の調査を計画したが、ネックになったのは調査地域の環境に精通するスタッフが確保できるかという問題であった。しかしマスコミや市民運動間のネットワークを通じて呼びかけたところ、都内生息域のほとんどの地域から、経験豊かな団体や個人が調査への協力を申し出てくれた。これはこの小さな生物に関心を持つ市民がいかに多いかという証と言えるだろう。こうして「トウキョウサンショウウオ探検隊」が結成され、数回の会合で調整の結果、調査の開始までに表3.1のような体制が整った。

「探検隊」事務局はこれらの担当者に、今回の調査用に作成した調査マニュアル(第3.2節参照)・調査用紙(図3.4)・地形図・産卵場の記録用フィルムを支給するとともに、各地域

の調査スケジュールを把握し、増員が必要な場合などは「探検隊」メンバー向けのニュースレター(図3.1)で告知した。このニュースレターは調査終了まで4回発行され、スケジュール以外にも調査の途中経過や産卵場の状況、テレビ取材の放映予定までさまざまな情報が掲載された。広い地域にわたる調査のために陥りがちなメンバー間のコミュニケーション不足の解消に多少なりとも役立ったと思われる。

これらの活動と平行し、一般市民がより気軽に参加できる場を設けるため、例年行なってきた秋留台地域の一斉調査も、調査範囲を5ヶ所に広げて3月29日に開催された。この活動には、好天にも恵まれて65名が参

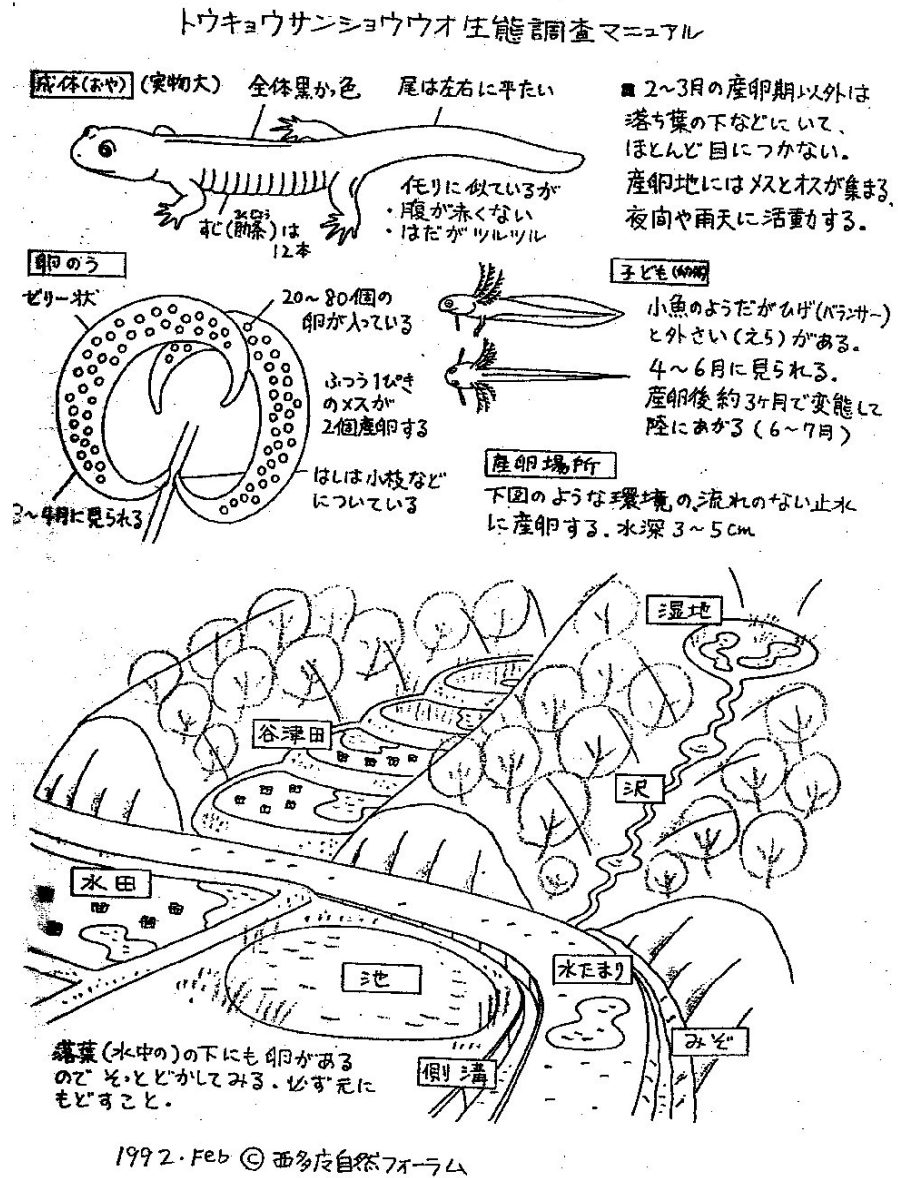


図3.2: 調査の際に配布したパンフレットのイラスト。

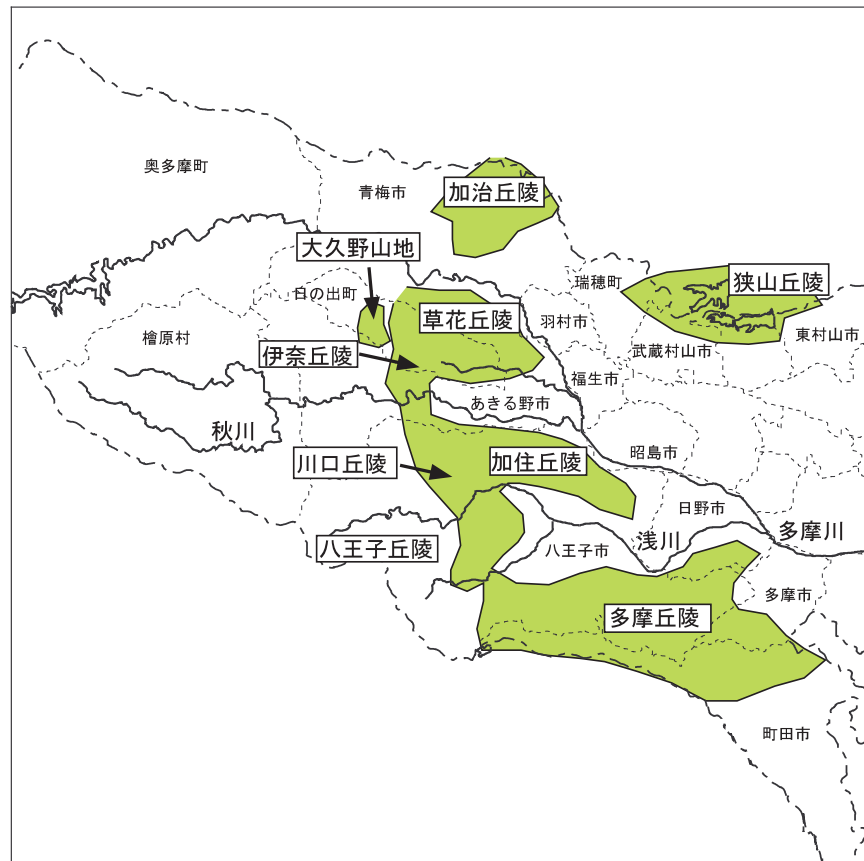


図 3.3: 東京都多摩地区の丘陵の地図。

加、この日一日で 28 ヶ所の産卵場が確認され、卵囊 1,069 個がカウントされた。また、各調査地域からも多くの「探検隊」メンバーが参加し、調査後のミーティングで知識や情報を交換することができたのも有益だった。

調査期間中、新聞・テレビ等のマスコミからは多くの取材申し込みがあり、事務局が対応した。より多くの人にトウキョウサンショウウオの現状を伝えるために、調査の支障にならない限りは協力を惜しまなかった。もちろん機会があればこちらから積極的に働きかけるよう努力した。これらの効果は意外に大きく、記事や番組を見た人から調査中に情報を提供されたり、新たな参加申し込みも多数あった。

5 月中旬には全ての調査は終了し、各地域担当者が取りまとめたデータは事務局に集約された。これらを所定の書式に整理し、都を通じて環境庁に提出したのは 6 月末である。現在、1998 年の全調査地点のデータは事務局と都立大にて保管、個々の調査地域については各担当者の元にも保管されている。これらのデータについて調査地点を特定できる形での公表は、地権者との間の事情もあり、各担当者の承諾なしに行なうことはできない場合があることを付け加えておきたい。

3.2 トウキョウサンショウウオ調査マニュアル

調査に必要な装備

◎ 1/25,000 地形図 ◎ 方位磁石 ◎ 調査票 ◎ 筆記用具 ◎ カメラ ○ 定規 ○ 温度計 ◎ はパーティーに一つ必ず携帯)

調査の手順

1. まず、産卵場を探します。山際の谷戸田や水路・池、沢ぞいの湿地などに見られる場合が多く、流れの早いところ、水深のあるところには少ないようです。地元の方の家の庭の池などにも産む場合があるの

で、聞き込みも必要です。

2. 落ち葉の下などに産んでいる場合、表面からは見えないので、見落としがちです。そっとどけて調べてみましょう。調査後は必ず元通りに戻してください。
3. 産卵場を発見したら、1/25,000 地形図で位置を確認して印と対象番号を付け、調査票の所定の項目に記入します。
4. 個体数を確認します。その際注意すべきことは…
 - 落ち葉の下・草の根もとなどに産むことが多いので、見落としとして踏みつづすことの無いように注意する。親は卵のうの周辺に隠れていることが多いので特に注意。
 - 上をおおった落ち葉などをどけるときはそっとていねいに。調査が生息にとってマイナスになっては本末転倒なので、原状回復ができないような無理な調査はしない。
 - 卵のうは一房で1個とする。「○対」という数え方はしない。
 - ♂♀の判別は無理にする必要はない。
 - 複数人で調査する際は数の重複が無いように。集計係を決めると良い。
5. 調査票の項目にすべて記入したことを確認します。
6. 調査地点の環境がわかるように、必ず近景と遠景を撮影します（3-4枚程度）。
7. 産卵場を調査前の状態に戻したか、必ず確認してください。
8. 私有地の場合は所有者への挨拶を忘れないように。以上で終わりました。次の調査地点へ移動します。

地区担当者の方へ

- 各地区の調査結果は担当者が集約して下さい。調査員の増員が必要な場合などはスケジュールを早めに事務局までお知らせ下さい。
- 事務局より各地区担当者に1/25,000 地形図・調査票・フィルム・対象メッシュ表等をお渡ししますので、記入の上ご返送下さい（現像代・送料は事務局負担）。
- 調査結果については、産地の特定ができる形での一般公開は致しません。
- トウキョウサンショウウオについては、種の衰亡の危険性の一つにペット業者等による採集が上げられています。また、産地の多くが私有地である場合が多く、無断の立ち入りはトラブルを招きます。これらの点に留意し、一般の参加者を募り公開で調査を行なう場合は、調査地の攪乱や事後の採集などに十分注意してください。参加者カードなどで身元を確認するのも一つの方法です。
- 調査地の保全に不安がある場合は、信頼できるメンバーだけで調査してください。
- 調査の結果を踏まえ、保護のための対行政活動やシンポジウムを行なう予定です。

調査票の記入にあたって

- 一地点につき一枚。ただし沢の上流下流など、100 m以内であれば一地点にまとめる。
- 現在は絶滅していても、かつての生息が確認できれば一産地とする。
- 記入はBなどの濃いめの鉛筆か耐水性のペンで行なう。サインペンなどの水溶性のものは、耐久性が無いので好ましくない。地図への記入も同様。
- 【メッシュ No.】 不明の場合は地区担当者が集約の段階で記入しても良い。
- 【対象番号】 調査票と地図を対照させる。複数のパーティーで同一地区を分担する際は、地区担当者か事務局に連絡し、以下の番号を割り振る。
 狭山丘陵… S-1～99 青梅市多摩川北側… N-1～99 同市多摩川南側… O-1～99 あきる野市草花丘陵… K-1～99 同市秋川南側… M-1～99 同市伊奈丘陵… Y-1～99 上記以外をあきる野市… A-1～99 日の出町平井川北… H-1～99 日の出町平井川南側… B-1～99 上記以外の日の出町… D-1～99 多摩丘陵… T-1～99 八王子市川口水系… G-1～99 同市浅川水系… E-1～99 八王子市谷地川水

トウキョウサンショウウオ調査票

1998・東京都

1/50000地形図名	メッシュNo	対象番号	資料の種類			確認年月日時		
			<input type="checkbox"/> 現認	<input type="checkbox"/> 文献	<input type="checkbox"/> 聞込			
調査地名		行政地区名				標高	水系	
		市町				m	川	
備考	<input type="checkbox"/> 絶滅(原因)				出典	年		
	<input type="checkbox"/> 衰亡の危険性(要因)							
調査者氏名		所属			連絡先			

確認個体数	調査地の気象	調査地の地形	
卵のうち []	天候 []	屋根 []	向き [] <input type="checkbox"/>
幼生 []	気温 [°C]	斜面 []	向き [] <input type="checkbox"/>
成体 [♂]	水温 [°C]	[傾斜約 °]	<input type="checkbox"/>
[♀]		谷・凹地 []	向き [] <input type="checkbox"/>
[不明]	日陰・日向	平坦地	<input type="checkbox"/>
死体 []	備考	山際	<input type="checkbox"/>
土地環境			
常緑広葉樹林 <input type="checkbox"/>	水田(耕作中) <input type="checkbox"/>		
落葉広葉樹林(管理中) <input type="checkbox"/>	休耕地(放棄後植生 セリ等) <input type="checkbox"/>		
(放置) <input type="checkbox"/>	(// ヨシ優先) <input type="checkbox"/>		
針葉樹植林(スギ・ヒノキ) <input type="checkbox"/>	(// ヤナギ侵入) <input type="checkbox"/>		
竹林 <input type="checkbox"/>	水路・畔(管理中) <input type="checkbox"/>		
林道路傍 <input type="checkbox"/>	(放置) <input type="checkbox"/>		
その他[絶滅産地は現況] <input type="checkbox"/>			
水環境		備考	
水田(含休耕地)水路 <input type="checkbox"/>	止水(池沼) <input type="checkbox"/>	1㎡以下 <input type="checkbox"/>	
湿地 <input type="checkbox"/>		10㎡以下 <input type="checkbox"/>	
溪流・沢 <input type="checkbox"/>	(流速早い) <input type="checkbox"/>	10㎡以上 <input type="checkbox"/>	
(// 遅い) <input type="checkbox"/>	水深 []	cm	

図 3.4: 今回のトウキョウサンショウウオ調査の際使用した調査票。

系…C-1~99 上記以外の八王子市…J-1~99

- [聞込情報] 種が最後に確認された年月日を可能な範囲で記入 (○年頃でも可)。
- [文献] コピーの入手が可能であれば調査票に添付。
- [調査地名] できる限り小字名・施設名なども記入し、追認できるようにする。
- [水系] 1/25,000 地形図で確認できるもの。地形図に表記の無いものを記入する際は、確認できるものと併記する (例: 鯉川-平井川)。
- [絶滅・衰亡の危険性] 森林伐採・土地造成・水質汚染・湧水枯渇・遷移進行・踏みつけ・採集など簡素かつ具体的に。複合的原因の場合はその旨記載 (例: 上流の土地造成による湧水枯渇)。原因者が特定

される場合は施設名等（○○ゴルフ場・××大学等）。将来計画されている開発行為があれば、その名称も記入。

- [出典] 聞込情報提供者名もしくは文献名と著者・発表年・掲載紙名を記入。
- [気象] 最低限、天候・日当たりを記入。
- [調査地の地形] 複合的なものは重複してチェックする。
- [土地環境] 絶滅産地は生息当時の環境。現況はその他に記入。
- [水環境] 絶滅産地は同上。
- 環境・個体数などの経年変化については [備考] の欄に記入。
- 調査地の環境写真は、サービスサイズにプリントし、裏面に対象番号を記入する。
- 調査地点を記入した 1/25,000 地形図・調査票・環境写真のプリント・ネガフィルム・文献のコピー等は、各地区の担当者が集約し、事務局宛に送付する。
- お送りいただいた地図・写真・ネガ・調査票については返却致しませんので、必要に応じて予めコピー、焼き増し（経費自己負担）などしてください。
- 現像代・送料は事務局で負担しますので、領収書とともにご請求下さい。
- 不明の点については事務局までお問い合わせ下さい。

● トウキョウサンショウウオ探検隊事務局 / 0425-50-0265 / 川上方

3.3 調査日程

1998年の調査は3月16日から5月18日にかけて行った。以下にその概要を示す。同日同市内でも調査チームが違う場合は別項とした。下記以外に、今回の報告書の結果には、1994,1995,1997年の調査データも一部含む。

- 3月16日 武蔵村山市中央
- 3月16日 武蔵村山市中央
- 3月19日 青梅市長湊町
- 3月20日 八王子市宮下町
- 3月21日 あきる野市高尾・青梅市小曾木
- 3月22日 武蔵村山市三ツ木
- 3月26日 東大和市奈良橋
- 3月27日 八王子市横川町
- 3月28日 あきる野市留原・八王子市東中野
- 3月29日 秋留台一斉調査
東大和市蔵敷・青梅市友田～長湊～駒木野町・日の出町平井・同町大久野
あきる野市横沢入・同市高尾～小和田・八王子市川口町・同市加住町
- 3月30日 青梅市友田～長湊町
- 3月31日 日の出町平井～大久野・あきる野市入野
- 4月3日 八王子市戸吹町
- 4月4日 日の出町大久野・八王子市川口～上川町・同市式分方町
- 4月5日 瑞穂町石畑～武蔵村山市三ツ木・八王子市戸吹町・同市西寺方～川町
- 4月7日 八王子市宮下～戸吹町・同市堀之内
- 4月8日 八王子市別所
- 4月9日 八王子市南大沢
- 4月10日 瑞穂町高根・八王子市戸吹町・同市東中野・日野市程久保

- 4月11日 瑞穂町岸・青梅市小曾木町・八王子市戸吹町・同市上川町・同市美山～西寺方
- 4月12日 瑞穂町岸・東村山市廻田町・八王子市戸吹町
- 4月13日 八王子市戸吹町・同市堀之内
- 4月14日 八王子市戸吹町
- 4月15日 八王子市堀之内
- 4月18日 青梅市富岡～成木～畑中町・日の出町大久野・あきる野市切欠
八王子市泉～叶谷町・同市堀之内
- 4月19日 青梅市友田～長淵町・同市成木～今井町・あきる野市平沢・八王子市長房町
- 4月20日 武蔵村山市岸・あきる野市雨間・八王子市戸吹町
- 4月21日 八王子市戸吹町・同市東中野
- 4月25日 青梅市成木～小曾木町
- 5月1日 あきる野市雨間
- 5月3日 あきる野市入野～深沢・八王子市戸吹町・同市上壱分方町
- 5月7日 八王子市戸吹町
- 5月9日 日野市高幡
- 5月14日 八王子市戸吹町
- 5月18日 八王子市戸吹町

第4章

調査結果

第1.1節ですでに述べたように、都内のトウキョウサンショウウオの生息状況を総合的に把握したのは、1979年に環境庁の第2回自然環境保全基礎調査の一環として行われた、金井郁夫氏による調査が最初である[15]。20年にわたって蓄積したデータに基づき、都内全域で113カ所の産卵場が確認され、卵囊数などから、都内の全生息個体は3,000頭前後と推定された。しかし、すでにこの時点で、それ以前に知られていた産卵場の多くが消失しており、生息地が開発される傾向にも歯止めがかかっていなかったことから、急速に絶滅に向かう危険性が指摘された。その後、丘陵地の開発はさらに進んだが、都内全域にわたっての生息分布調査は20年近く行われず、1998年によくトウキョウサンショウウオの本格的な調査が再び行われた。

今回の調査の大きな目的の一つは、1979年の金井[15]の調査結果との比較により、東京都のトウキョウサンショウウオの生息状況の現況とこれまでの変化を定量的に把握することであった。しかし、残念ながら金井の報告書には、調査した産卵場の正確な位置についての情報が記載されていなかった。そのため、当時の産卵場を特定し、その変化を追跡することができた例はあまり多くなく、1979年当時のデータを充分活用することができたとはいえない。その失敗経験から、今回の産卵場のデータを将来行われるであろう調査の際にも充分活用できるように、その位置をすべて2万5千分の1の地図上に落とし、また地図上から緯度・経度を読み取り記録した。これらの産卵場の詳しいデータは、今回の報告書に載せることはできないが、サンショウウオ研究会事務局(川上)と草野がそれぞれ手元に保存しているので、必要な方はご相談いただきたい。以下にその調査結果を報告したい。

4.1 多摩地区における産卵場の環境

今回の調査では、1998年2-5月にかけて現地調査を行い生息状況を確認したが、1998年には調査が行えなかった一部の産卵場でも1994年以降のデータがあるものについては、今回の調査結果と合わせて分析を行った。その結果、金井[15]により報告があった、7市(八王子、青梅、あきる野、日野、武蔵村山、東大和、東村山)2町(日の出、瑞穂)ですべて生息を確認できた。行政区別の産卵場の確認数を表4.1に示したが、総計188ヶ所の産卵場で約5,000卵囊を確認することが出来た。第2.2.2節の「生活史と個体群動態」の節で述べたようにトウキョウサンショウウオの性比は3♂:2♀と考えられ(12ページ参照)、1メスが2卵囊産卵

表4.1: 1998年度調査における行政区別の確認された産卵場の数。

市町村	産卵場の数	卵囊数
東村山市	1	2
東大和市	2	14
武蔵村山市	9	55
瑞穂町	10	149
青梅市	33	922
日の出町	30	984
あきる野市	41	1114
八王子市	60	1430
日野市	2	31
合計	188	4701

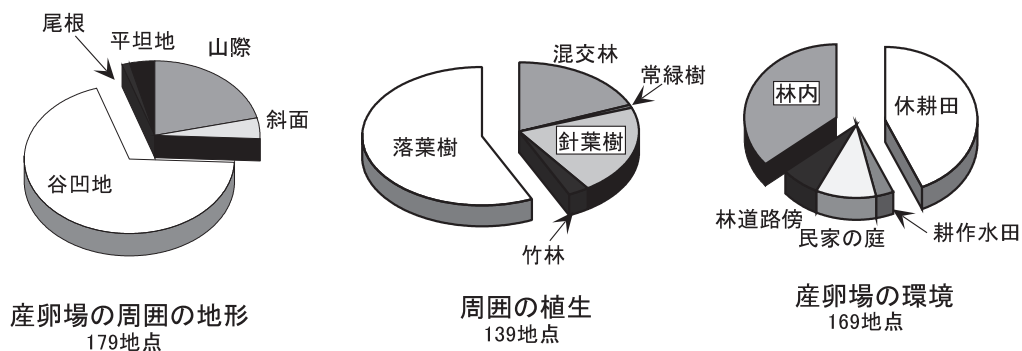


図 4.1: 東京多摩地区におけるトウキョウサンショウウオの産卵場の環境。

することから、成熟個体の数は約 6,000 頭と推定される。また、以前は産卵が確認されていたが、今回の調査で繁殖活動の形跡が見られず、周囲の状況から絶滅したと考えられる産卵場は 25 ヶ所も確認されている。このうち、繁殖場である水場や変態後の幼体や成体の生息場所である林が宅地造成などの開発により消失したものが 22 ヶ所。卵や成体の採集によると思われるものが 1 ヶ所、原因が不明なものが 2 ヶ所であった。

1979 年の金井の報告 [15] では、東京都の産卵場は 113 ヶ所 3,000 卵囊であったので、この 20 年間でトウキョウサンショウウオはむしろ増加したようにも見える。しかしながら、この数字上の増加傾向はあくまでうわべだけのものに過ぎない。今回の調査と 1979 年の調査では、動員された調査員の数が桁違いに異なり、今回の調査は、それだけ精度が高まっており、決して実際にトウキョウサンショウウオが増えたわけではない。前回の調査からの生息状況の変遷については第 5.1 節でまた詳しく検討したい。

表 4.1 を見ると、トウキョウサンショウウオの生息が 7 市 2 町の 9 自治体で確認されたとは言っても、東村山・東大和・日野という多摩地区東部の 3 市では、それぞれ 1-2 ヶ所の小さな産卵場しか確認されていなく、まさに風前の灯の感をぬぐえない。生息の中核は、青梅・あきる野・八王子の 3 市と日の出町が担っているようだ。この 3 市と 1 町だけで産卵場の 90%、産卵卵囊数の 95% と東京都の繁殖個体群のほとんどが集中している。

各産卵場ごとの調査表に記入された項目を整理し、現在の産卵場の環境をまとめてみた (図 4.1)。まず、トウキョウサンショウウオの産卵がどのような場所で見られるかを把握するために、産卵場の周囲の地形をみると、谷凹地であることが分かる。周囲の植生は、コナラを主体としたいわゆる落葉広葉樹の二次林と、杉林の中に雑木林が混じる混交林が大半を占めている。そしてそのような場所に存在する、休耕地や林内の湧き水などがたまった小さな池や湿地などに産卵していることが分かった。

産卵場は、丘陵地帯の標高 75-310m の範囲に分布し、その平均は 187m であった (図 4.2)。最も低いのは、日野市高幡不動の産卵場で、最も高かったのは青梅市大荷田川上流の二つ塚峠付近の産卵場であったが、ほとんどは標高 200m 前後の丘陵地に存在した。

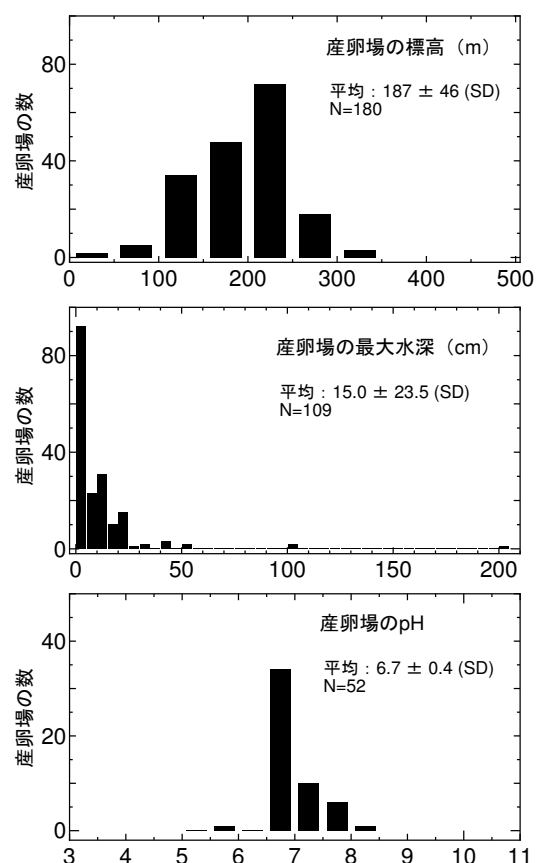


図 4.2: 産卵場の標高・水深・水質。

産卵場となる水場の大きさは 10m^2 以下の小さなものが多いようで、水深の浅いところが好まれる。図 4.2 によると、平均水深は 15.0cm であったが、ほとんどが 20cm 以下で、 5cm 以下が最も多かった。今回の調査では、青梅市長淵で最大水深が 200cm の池に産卵されていた事例が報告されているが、水深が 50cm 以上の池に産卵していた例は、5 例と極めて少なかった。深い池などの水場は、安定した水系であることが多く、魚などが生息している可能性が高い。サンショウウオは、魚など幼生の強力な捕食者となるような生物がいる水場を避けて産卵するように思える。また、たとえ深い水場に産卵しても、その時はどちらかというとき岸辺近くの浅い場所に産卵するように思える。水中の溶存酸素量は水深と共に減少するため、深いところに産卵された卵は、呼吸の面で不都合があるのかもしれない。

産卵場の水質に関しては、一部の調査地点で pH を測定することが出来た。最低 5.5 から 8.0 と比較的変異が少なく、平均は 6.7 でほとんどの箇所でも 7.0 前後の値を示した (図 4.2)。

以上の結果をまとめると、東京都多摩地区のトウキョウサンショウウオは、主として標高 $100\text{--}300\text{m}$ の丘陵地帯の落葉広葉樹林または混交林内に生息し、その林の中の谷部の水深 15cm 程度の浅い水溜りやそれに接する休耕田の湿地を主な産卵場としていることがわかった。

4.2 産卵場の分布と産卵卵囊数

前述したように、今回の調査で産卵が確認された 188 ヶ所の産卵場と、絶滅が確認された 25 ヶ所の産卵場が発見されたが、地理的分布を図 4.3 及び 4.4 に示す。この図から明らかなように、トウキョウサンショウウオの生息地は都内においては、奥多摩山地と平野部の接する丘陵地帯に帯状に分布し、大きく 4 つの地域に分断されている。この図では、金井の調査 [15] 以降にサンショウウオの姿が見られなくなった地域を灰色に塗り分けたが、この地域が予想外に大きいことが見て取れる。特に、武蔵野台地と接する丘陵末端部に絶滅した地域が集中している。都心部から伸びてきた開発の波がじわじわトウキョウサンショウウオの生息地を脅かしている様子をはっきりと現れている。

狭山地区： 埼玉県と境を接する、東村山・東大和・武蔵村山市から瑞穂町にかけての狭山丘陵は、孤立した分布域の一つである。ここには、約 9km^2 の地域に 22 ヶ所 220 卵囊 (それぞれ全体の 11.7、4.7%) が確認された。ここは小規模な産卵場が多いが、首都圏に飲料水を供給する貯水池の周辺のため、開発が厳しく規制されており、生息環境が消える心配はひとまずない。しかし、産卵場の多くは乾燥して、植生の遷移が進み、保全のためには水路の整備などが必要になってくるかもしれない。今回の調査は東京都側に限って行ったが、この丘陵の緑地の埼玉県側にも広くトウキョウサンショウウオの生息は確認されている。埼玉県側の調査がどの程度進んでいるか未確認であるが、今後は埼玉県側も含めた生息状況の把握が必要だろう。

青梅北地区： 第 2 の地域は、青梅市北部に位置する加治丘陵である (図 4.3)。この地域も、埼玉県側の生息地と連なる大きな生息地の南端にあたる。約 13km^2 に産卵場 12 ヶ所 228 卵囊 (それぞれ 6.4、4.9%) と、東京都のなかではやはり小規模な生息地域である。サンショウウオの生息できそうな環境も特に少ないことはなく、もっと産卵場が発見されてもよさそうな場所も決して少なくないが、精力的な調査にもかかわらず発見された産卵場の密度はかなり低目であった。

西多摩中核地区： 今回の調査地域の中で、青梅市の多摩川南岸から日の出町・あきる野市を経て八王子市浅川に至る地域には、草花・伊奈・加住といった丘陵が広がり、雑木林や谷戸田も多く、良好な生息環境がまだ数多く残っていた。約 64km^2 の地域に 141 ヶ所の産卵場で 3,603 個の卵囊 (それぞれ 75.0、76.6%) が確認された。100 個以上の卵囊が見つかった場所が 5 ヶ所と、大規模な産卵場も他の地区に比べ多く (図 4.4)、都内の生息域の核心部と考えてよいだろう。さらに、東京都多摩地区で絶滅が確認された産卵場 25 ヶ所はすべてこの地域に含まれる。

次にこの地域の丘陵別内訳を見てみよう。まずトウキョウサンショウウオの基準産地でもある青梅・

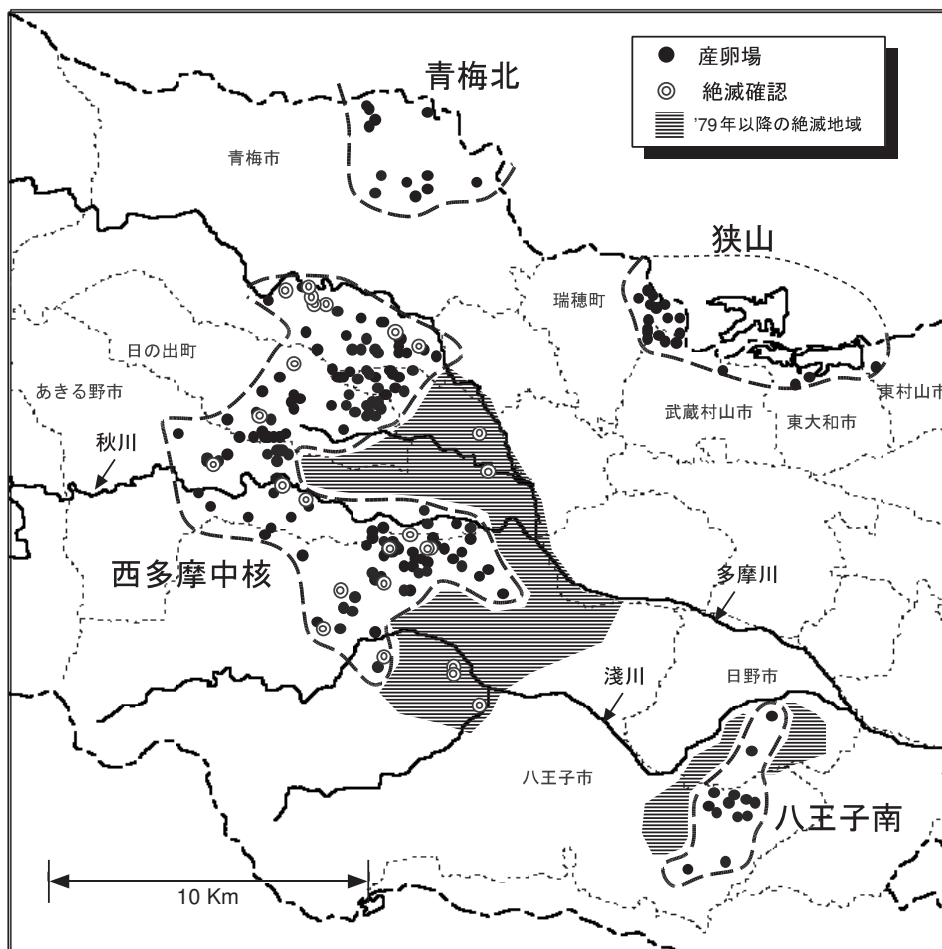


図 4.3: 東京多摩地区におけるトウキョウサンショウウオの産卵場の分布 (I)。

あきる野市および日の出町にまたがる草花丘陵は、52ヶ所 1,767 卵囊で、絶滅確認 8ヶ所。日の出町・あきる野市にまたがる大久野山地は、15ヶ所 194 卵囊で、絶滅確認 3ヶ所。あきる野市の秋留台地崖線は、1ヶ所 12 卵囊、絶滅確認 1ヶ所。日の出町・あきる野市にまたがる伊奈丘陵は、13ヶ所 599 卵囊。あきる野市から八王子市にまたがる加住丘陵は、52ヶ所 771 卵囊で、絶滅確認 7ヶ所。八王子市の川口丘陵は、8ヶ所 272 卵囊で、絶滅確認 6ヶ所であった。西多摩の核心部であるこの地域の中でも、草花・加住丘陵がトウキョウサンショウウオの密度が最も高い地域であることが分かった。

バブル時代の乱開発から取り残されていたこの西多摩中核地域も、圏央道計画が具体化するのを機に、いくつもの丘陵部開発プロジェクトが動き始めている。あきる野市菅生では市主導による「菅生インダストリアルパーク構想」に基づく開発が進行中で、すでにいくつかの生息地が消失した。青梅市長淵・日の出町平井の草花丘陵には産業・住宅複合地区としての計画があり、地元自治体や企業による土地取得がほぼ終わっている。伊奈丘陵のあきる野市横沢入の JR 東日本による住宅開発や、加住丘陵の八王子市川口町の「川口リサーチパーク構想」も具体的な計画検討段階に入っている (図 4.4)。

八王子南地区：最後の地域は、八王子市の東南部と日野市の南端にまたがる多摩丘陵である。この地域のトウキョウサンショウウオは、西多摩中核地域とは八王子市街をはさんで完全に分断され、他の地域から完全に孤立した小集団を形成している (図 4.3)。約 10km² に、13ヶ所 638 卵囊 (それぞれ 6.9、13.6%) が確認できた。多摩丘陵は、多摩ニュータウン等の大規模宅地開発により緑地の分断化が激しいのにもかかわらず、大規模な産卵場もまだ 2ヶ所見られる (図 4.4)。

この地域に隣接する町田市側には、まだ比較的良好な環境が残された谷戸があるにもかかわらず、ト

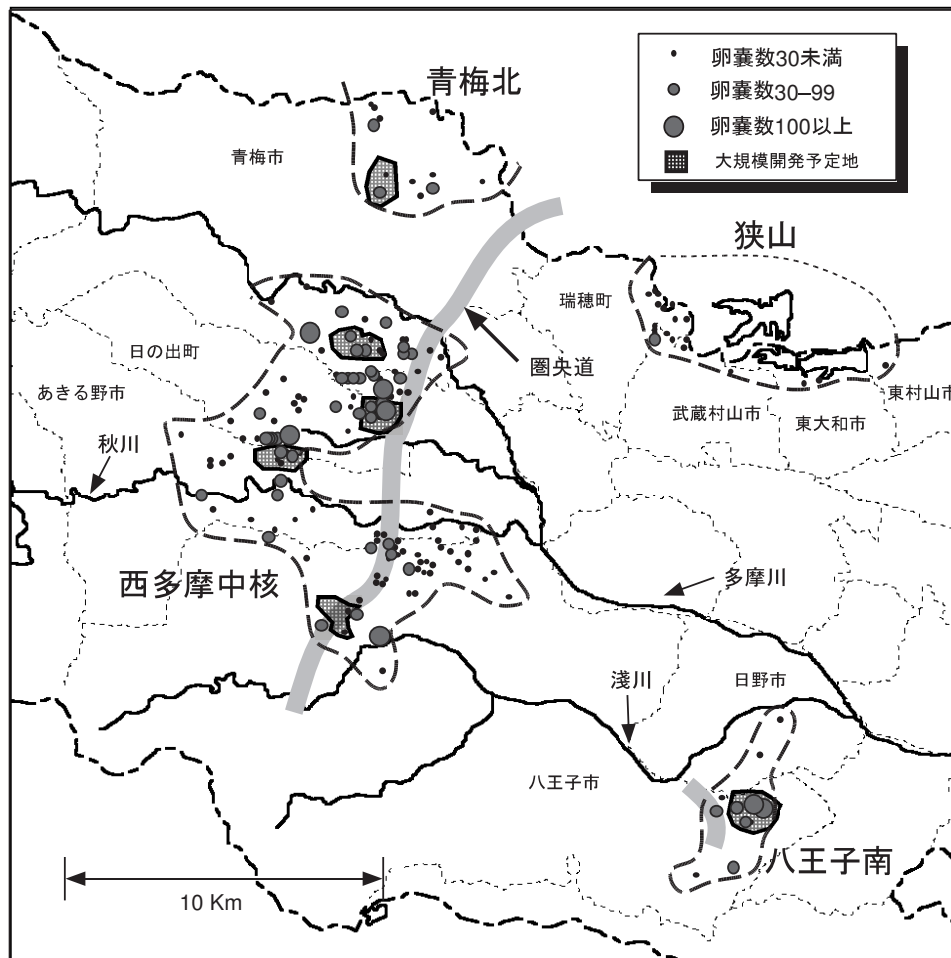


図 4.4: 東京多摩地区におけるトウキョウサンショウウオの産卵場の分布 (II)。

ウキョウサンショウウオの生息は今まで報告されておらず、今回の調査でも産卵場を発見できなかった。この点が、東京のトウキョウサンショウウオの生息分布を考える時、残された最大の疑問の一つだろう。ばらばらに分断され、やっと残された緑地にしがみつくとように生き残っているこの地域のサンショウウオも、今決して安全と言うわけではない。「多摩ニュータウン最後の事業」ともいわれる第 19 住区の開発工事が始まったことにより、ついに存亡の危機に立たされることになった。ここでの生息地のほとんどは丘陵の山裾に点在する民家の裏庭の水路や谷戸田である。後背地である雑木林の多くが土地造成によって消えてしまうため、湧水の枯渇による産卵場の消失が危惧される。すでに一部では影響があらわれ始め、水場が干上がったために孵化した幼生が全滅する事態もおきている（第 6.4.1 節参照）。多摩丘陵の分布域は、都内の他の地域からは孤立しており、良好な生息地の消失は、この地域の個体群全体の絶滅につながりかねない。

図 4.3 より、現在の東京におけるトウキョウサンショウウオの生息面積をざっと見積もると、約 95.8km² となる。それに対して、金井の調査 [15] 以降絶滅したと考えられる地域を大雑把に推定すると、その面積は約 50km² にも達することが分かった。約 20 年で 3 分の 1 の面積が失われたことになる。このような生息域の急速な減少は、本種の個体群の保全を考えるとときに大変な脅威である。さらに、現在残された地域では安心なのかと言うと、実はこれも大変心もとないのが現状である。図 4.5 には、188 ヶ所の産卵場の内、成体は確認できたが卵囊を確認できなかった 1 ヶ所をのぞく、187 ヶ所の各産卵場の産卵卵囊数の頻度分布を示した。最低は 1 卵囊しか確認できなかった産卵場が、あきる野市 2 ヶ所、瑞穂町 4 ヶ所、八王子市 2 ヶ所の計 8 ヶ所も

あり、最大は多摩丘陵の八王子市東中野の161卵囊で、平均は25卵囊に過ぎなかった。1970年代半ば頃までは、日の出町周辺だけでも数多く存在した、100卵囊以上産卵されていた産卵場は7ヶ所に過ぎず、大変心もとない状態であることが分かる。その7ヶ所は、多摩丘陵の東中野に2ヶ所、八王子市川口丘陵の宝生寺、草花丘陵の菅生・平井・駒木野、日の出町伊奈丘陵の羽生である(図4.4)。

今回の調査では、産卵場ごとの卵囊数をできるだけ正確に数える努力をしたが、これはあくまで誤差を含むものである。なぜならば、正確にある季節に産卵された卵囊数を数えるためには、季節を通じて頻繁に現場に通い、調べる必要がある。今回の東京都全域での調査では、各産卵場毎にそのような調査を行うのは不可能であった。そこで、主として3月下旬から4月上旬にかけて、多数の調査員を動員して一斉調査という形をとったが、この調査後もサンショウウオの繁殖活動は場所によっては継続しているところもあった。たとえば、日の出町羽生の産卵場では、3月下旬の一斉調査での卵囊数は74であった。しかし、その後も4月になってからさらに産卵が見られ、結局120卵囊が産卵された。つまり、一斉調査では、その場の実際の産卵数の6割程度が捕捉されたに過ぎなかったことになる。また、調査員の熟練度や熱意の違いによって発見率も異なり、100%の発見率を実現するのは不可能である。よって、この数字をそのまま実際の値として扱うのは適切ではないが、いままでの調査に比べて、調査員の経験度や熱意も高く、過少評価の傾向は免れないが、かなり信用できる値であることは確かだろう。

すべての動物個体群は多かれ少なかれ毎年の個体数がいろいろな要因によって変動しているが、その個体数が少ない個体群ほど偶然の変動によって絶滅する確率が高いことは良く知られた事実である。このような絶滅を免れることができる(たとえば100年間に95%の確率で)、現在の最低限の個体数はMVP(Minimum Viable Population)*1と呼ばれ、個体群存続可能性分析(Population Viability Analysis, PVA)によって推測され、さまざまな動物群の個体群保全に利用されるようになってきた[5,6,46,53,54]。サンショウウオなど両生類ではこのような試みはまだされていないため、トウキョウサンショウウオなどのMVPなど求められた例はない[40]。

現在MVPは分かっていないが、今回の調査で明らかとなった、1ヶ所25卵囊、つまり親の性比から考えて30頭程度の繁殖個体ではとうてい、このMVPに達していないだろう。また、この平均値よりもさらに低い、10卵囊にも達していない産卵場が60以上もあることは注目値する(図4.5)。これらは、今後数十年で絶滅する確率が極めて高い繁殖集団と考えられる。なお、第5.2節では東京のトウキョウサンショウウオについて、第2.2.2節でも紹介した生活史および個体群動態のデータを用いて、個体群存続可能性分析を試み、東京の個体群の将来について分析する。

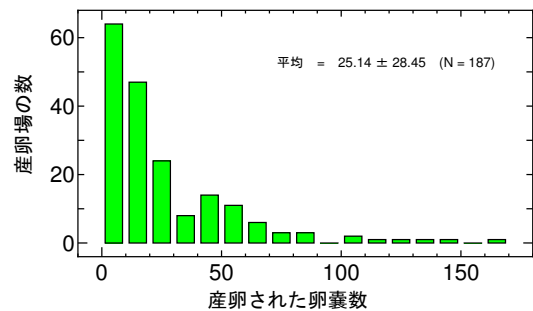


図4.5: 各産卵場毎の卵囊数の頻度分布。

4.3 1999年度補足調査結果概要

1999年春には、1998年度の生息状況調査で十分な調査が行えなかった地域を中心に、補足的な調査を行った。その調査結果については、まだデータの整理・解析が不十分なので、今回の報告書ではその詳細な結果について触れないが、参考のために概要についてここで少し報告しておきたい。

多摩丘陵の八王子南地区に隣接する町田・稲城・多摩市については、塩谷氏らの精力的な調査にもかかわらず、やはりトウキョウサンショウウオの生息は確認できなかった。現在の環境からみると生息していてもおかしくない地域にもかかわらず、現在までまったく生息情報がなく、この地域に生息していないことはほぼ確実

*1日本語では最小存続可能個体数と訳されることが多い。

のようだ。1999 年の調査でも、今回の報告書で報告した分布範囲以外（図 4.3）で新たな生息地域を発見することはできなかった。

地域としては新たな発見はなかったが、新たな産卵場を確認することは出来た。特に、西多摩中核地域では新たに 33 ヶ所もの産卵場を発見することができた。さらに、八王子南地区で 1 ヶ所確認され、東京都全体で合計 34 ヶ所の産卵場を確認できた。1998 年度の調査結果と合わせると、現在 222 ヶ所の産卵場が確認されていることになる。また、産卵卵嚢数も新産卵場の発見によって増え、その数は 1,118 卵嚢にのぼる。これは、繁殖個体の数に直すと 1,400 頭分に相当する。

1998 年に調査した産卵場のうち、97 ヶ所について 1999 年にも引き続き調査を行った。その結果、産卵卵嚢数が増えた産卵場は 65 ヶ所、減ったのが 32 ヶ所であった。トウキョウサンショウウオの繁殖個体群は年次変動を示すが、1999 年は産卵卵嚢数が大幅に増えた産卵場がかなりの数になった。その結果、この 97 ヶ所の産卵場で前年より合計で 1,669 卵嚢増加した。この増加が、気象条件等により繁殖活動が早まり、調査での捕捉率が向上しただけなのか、個体群の自然な年次変動によるものなのか、それとも調査員の熟練度向上による調査精度が上がった結果なのかを明らかにすることは、今後の課題の一つであろう。

第5章

生息地の現状と将来の問題点

5.1 多摩地区における生息状況の変遷

第4章でも述べたように、この数十年間で東京都におけるトウキョウサンショウウオの生息地が大幅に減少している。残念ながら、金井 [15] の報告以前のトウキョウサンショウウオの生息状況はほとんど分かっていないため、彼らの生息地が長期間に渡ってどのように変化（減少）してきたのかを正確に知ることは不可能である。しかしながら、1979年の状況と今回の調査結果を比較分析することにより、おおよその本種の生息状況の変遷を推測することは可能である。

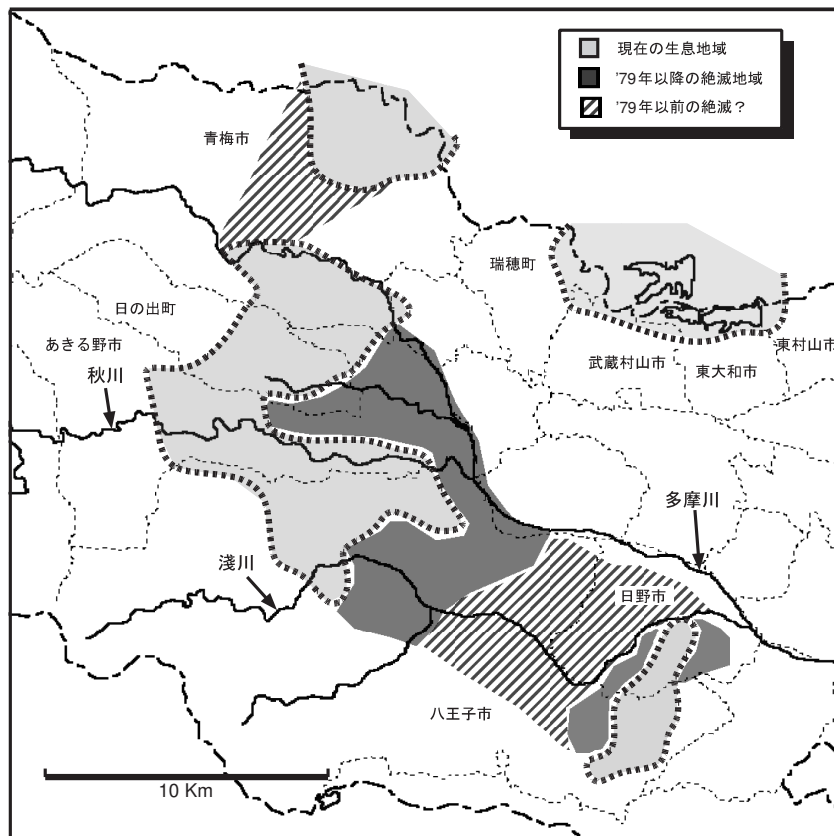


図 5.1: 東京多摩地区におけるトウキョウサンショウウオの生息分布の変遷。文献 [15] と今回の調査結果より推測。

表 5.1: 東京都の地域別生息状況のまとめ。危険箇所とは開発予定等で絶滅の危険がある場所を指す。また、密度は卵囊数/ km^2 。

地域	状況	面積 (km^2)	産卵場					卵囊	
			確認数	密度	'79 以降絶滅数	絶滅率	危険箇所	産卵数	面積当り密度
狭山		9.0	22	2.44	0	0.00	0	220	24.44
青梅北		13.1	12	0.92	0	0.00	0	228	17.40
中部	絶滅?	12							
西多摩中核北		36.8	81	2.20	12	0.13	28	2572	69.89
中核南		26.9	60	2.23	13	0.18	16	1043	38.77
中核東	'79 以降絶滅	42.8							
多摩丘陵南 (1)		10.0	13	1.30	0	0.00	10	638	63.80
丘陵南 (2)	'79 以降絶滅	6.8							
丘陵北	絶滅?	34.7							
合計		192.1	188		25		54	4701	

5.1.1 生息地域の縮小

今回の調査結果により、現在の生息分布域と 1979 年以降に絶滅した地域がはっきりと示された (図 4.3)。これらの地域に加えて、金井の調査時にすでにトウキョウサンショウウオの生息が確認できなかった地域のうち、地形や現在の分布などから、かなり以前には生息していた可能性が高いと考えられる地域がある。たとえば、図 4.3 から明らかのように、トウキョウサンショウウオの生息地は、多摩丘陵の南部から始まり、八王子市・あきる野市・日の出町から青梅市へと丘陵地帯をつないで広がり、さらに埼玉県飯能市へと連なっている。唯一、狭山丘陵だけはかなり古くから他の丘陵地帯と分断され、陸の孤島として独立していたようだ。現在はこの帯状の生息域が、狭山地区をのぞき、八王子・日野市街と青梅市街の 2 ヶ所の空白地帯により完全に分断されているが、過去にはこの地域も緑地で覆われ、他の丘陵地帯と連続していたと考えられる*1。それらを考慮してトウキョウサンショウウオの東京都多摩地区における本来の生息地域*2を再構築してみたのが図 5.1 である。

表 5.1 には、今回の調査結果より現在の各地域ごとの産卵場の数や総産卵卵囊数、および絶滅が確認された産卵場の数、過去に絶滅した地域の面積 (図 5.1) などをまとめてみた。この表によると、トウキョウサンショウウオは、過去においては約 200 km^2 弱の地域に生息していたものと考えられた。その彼らの生息域も、主に丘陵開発などにより徐々に狭められ、1970 年代までには八王子・日野市街と青梅市街周辺の 2 ヶ所で産卵場が消え、150 km^2 に縮小していた。この時点ですでに生息地の分断化が完成し、現在の 4 地域の分断が明白になっていた。その後の 20 年はさらに縮小傾向が進み、前述したように 70 年代の 3 分の 2、本来の生息域の 50% 程度の、100 km^2 弱までも彼らの棲み場所が減少してしまったことになる (図 5.1)。とくに、八王子南の多摩丘陵での生息地の縮小・分断化の傾向は顕著である。

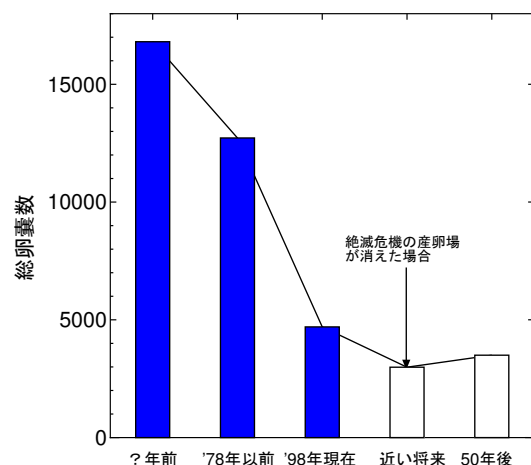


図 5.2: 東京都における総産卵卵囊数の変遷。将来の予測については第 5.2 節を参照。

*1ただし、青梅市街周辺の空白地帯に関しては、現在も良好な環境が残されている場所があるにもかかわらず、まったく生息が確認されていない。そこで、過去の生息に関して疑問視する考えもある。

*2ここでは、トウキョウサンショウウオが記載された 1930 年代以前の状況を想定。

5.1.2 個体群サイズの減少

前節の結果をもとに、東京都のトウキョウサンショウウオの個体群サイズ（ここでは卵嚢数）の変化を推定してみた。まず、表 5.1 より生息地域内の面積当りの卵嚢数をみると、現在でも比較的良好な状態にある西多摩中核の北部地区では、70 卵嚢/km²であった。また、1979 年以降の絶滅率は、データの最も集積されている西多摩中核では、0.13-0.18 という値が得られている。この絶滅率は、過去の産卵場の把握率が必ずしも高くないので、かなり過少評価の傾向があると思われるが、ここでは仮に 0.2 という値を用いることにする。

これらの値から、70 年代以前の卵嚢密度は 87.5 卵嚢/km² となり、過去の産卵卵嚢数は 17,000 弱であると推定される。これが、70 年代には 13,000 となり、現在は 5,000 弱と大幅に減少していることが分かった（図 5.2）。トウキョウサンショウウオの繁殖個体群の性比は 3♂：2♀と考えられるので（12 ページ参照）、繁殖個体群のサイズは、21,000 頭が現在の 6,000 頭に減少したと推定される。ただしこれらの推定値は、現時点で利用可能な数少ないデータをもとに、大雑把に推定したものであるため、あくまで目安程度に考えていただきたい。

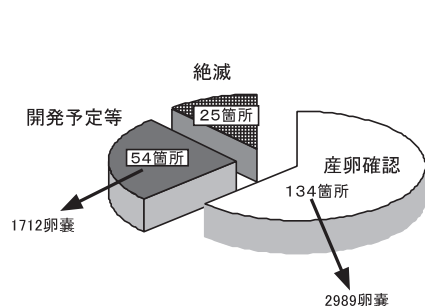


図 5.3: 各産卵場の現在の状況。

この節では、過去から現在までのトウキョウサンショウウオの繁殖状況の変遷を大胆に推測してきたが、将来この 5,000 卵嚢、6,000 頭の繁殖個体は一体どのようになるのだろうか？ まず、ごく近い将来に関しても、今回の調査で各産卵場の状況を調べた結果から、かなり悲観的な予測が導かれた。すなわち、現在確認されている 188 ヶ所の産卵場のうち、すでに大規模な開発計画が予定・着手されているヶ所と、休耕田化などで従来行われていた水管理がされなくなった結果、水場の乾燥化などで繁殖場の環境が極めて悪化している産卵場は、54 ヶ所にものぼることが分かっている（図 5.3）。これらは、もしこのままいけば近い

うちに消失することは確実である。これらの産卵場では現在、1,712 卵嚢が産卵されているので、東京都全体の 40% 近くの卵嚢が影響を受けることになる。つまり、繁殖個体に直すと約 2,200 頭のトウキョウサンショウウオが消えることになる（図 5.2）。次節（第 5.2 節）ではこの繁殖個体がさらに将来どのようになるのかを、簡単なモデルによるシミュレーションを行って予測したい。

5.2 東京都の個体群の存続可能性分析

前節では、東京都のトウキョウサンショウウオの個体群について、主として人間活動の影響による環境の悪化・破壊による生息地の大幅な縮小にともなう個体群の衰退について述べてきた。今回の調査の結果、生息面積の減少だけでなく、各地の繁殖集団の個体群サイズ*3が極めて小さいことが分かり、個体群の保全上決して楽観できる状態でないことが示唆された。それでは、どの程度の繁殖個体数が維持されていれば、とりえず安心できるのだろうか。

一般的には、個体数の少ない小さな個体群では、いくつかの要因により絶滅のリスクが大きいと考えられている。絶滅のリスクを高める要因としては、個体数が少なくなると確実に生存率や繁殖率を低下させる決定論的要因と、偶然性が個体群の動態を強く支配するようになる確率論的要因に分けられる [53]。決定論的要因としては、近交弱勢*4やアリー効果*5などが重要である。この決定論的要因は、その種や個体群ごとに現れ方がことなり、一般化するのとは不可能である。それに対して、確率論的要因の方は、数が少なくなるにしたがい偶然が個体群の運命を大きく支配するようになることにより生じるため、絶滅確率と個体数や個体群動態のパラ

*3 ここでは産卵卵嚢数から推定される繁殖個体数のことを指す。

*4 近親交配による生存力や繁殖率の低下をさす。

*5 群れをつくる動物などで個体数が一定数以下になると、食物を見つけるのが困難になったり、捕食者からの攻撃を防御できなくなったり、配偶者を見つけることができなくなったりするなどさまざまな不利益が生じる現象。

表 5.2: 動態モデルに用いた日の出町羽生の個体群における生活史パラメータ。ただし、生残率は arcsin 変換をした値を示したが、括弧内の数字は未変換時の値を示す。SD の M の値は、実際の測定値を用いた。ただし、変態後の生残率については SD は測定されていない。

生活史パラメータ		平均値	標準偏差 (SD)		
			M	L	S
生残率	変態時 (S_l)	0.236 (0.055)	0.111	0.222	0.055
	変態後の年生残率 (S_m)	0.991 (0.7)	0.070	0.140	0.035
繁殖率*	5才 (m_1)	22.3	2.5	5.0	1.25
	6才以上 (m_2)	31.7	2.5	5.0	1.25

*メスの個体だけを扱っているので一腹卵数の半分。

メータとの関係について一般的な議論も導きやすく、数理的モデルによる予測も比較的容易である [53]。ここでは、第 2.2.2 節で一部紹介した日の出町羽生におけるトウキョウサンショウウオの個体群研究によって得られた、個体群パラメータとその年変動のデータを用いて、確率変動性を取り入れた個体群動態モデルによるシミュレーションを行い、トウキョウサンショウウオ繁殖個体群の絶滅確率の評価を試みた。

5.2.1 トウキョウサンショウウオの個体群動態モデル

東京都日の出町で明らかとなった生活史から、次のようなトウキョウサンショウウオの個体群動態モデルを構築した (図 5.4)。まず、このモデルでは単純化のためにメスのみに注目し、個体群サイズはメスの個体数だけを扱う。日の出町ではメスの繁殖開始年齢は 5 才であるので (第 2.2.2 節参照)、この個体群モデルでは、7 段階の発育ステージを組み入れた。すなわち、卵・変態幼体・1-4 才までの幼体および成熟個体である。成熟メスには 5 才の成熟して始めて繁殖に参加する個体と 6 才以上の個体に分かれる。それぞれのメスは、体の大きさの応じた数の卵を毎年 1 回産卵するが (図 2.8)、ここでは体の大きさにより 5 才と 6 才以上の 2 つのグループに分けてそれぞれの産卵数を推定し割り振った。5 才のメスの頭胴長は 55-60mm 程度と考えられるので、図 2.8 から、60mm 以下のデータの平均値を求めた。6 才以上の産卵数に関しては、1976 年から 1999 年までの 9 シーズンの毎年の平均一腹卵数は、 63.3 ± 5.0 (SD) であったので、卵の性比を 1:1 とし、メスの卵だけではこの 1/2 にあたる平均値と標準偏差 (SD) の値を用いた (表 5.2)。

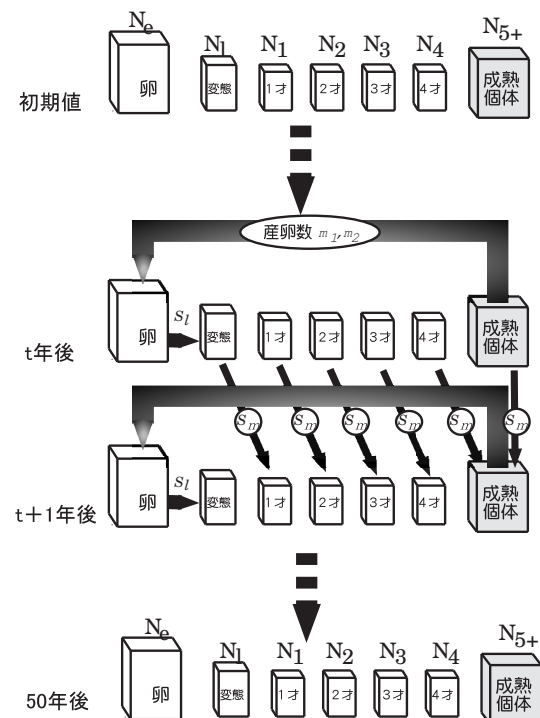


図 5.4: トウキョウサンショウウオの年齢構造を組み入れた個体群動態モデル。

それらの卵の変態までの生残率や変態後の生残率などの率に関しては、arcsin 変換*6を行い正規近似した後、

*6 目的の率を P とすると、 $\arcsin \sqrt{P}$ に変換する。詳しくは文献 [51] を参照のこと。

平均値や標準偏差 (SD) を求めモデルに用いた。変態までの生残率は、1976–1981 年の 6 シーズンの $0.236^{*7} \pm 0.111$ (SD) を用いた。変態後の生残率に関しては、繁殖個体の標識再捕調査を 2 シーズンだけしか行っていないため [25]、標準偏差は得られていない。ただし、変態後の生残率は変態前と比較してその年変動はかなり小さいものと考えられるので、ここでは、仮に実測値 0.7 の ± 0.1 程度の年変動がみられるものとして、標準偏差を仮に設定した (表 5.2)。また、このような個体群の動態モデルの場合、適当な密度依存の項を組み入れるのが適切と考えられる。しかしながら、日の出町の羽生の繁殖個体群の個体群サイズの 24 シーズン (1976–1999 年) のデータを、Bulmer (1975) のオートコリレーション法や Pollard et al. (1987) のランダム・パーミュテーション法 [47] にて分析したところ、有意な密度依存性を検出することができなかった。そのため、ここではとりあえずモデルに密度依存性は組み入れていない。

個体群存続可能性分析 (PVA) では、100 年間の絶滅確率を扱う場合が多いようだが、東京都のトウキョウサンショウウオにとって、100 年後というのはあまりにも遠すぎて、現在手元にあるデータで予測するには大胆過ぎるように感じる。そこで、今回はとりあえず 50 年後の将来についての予測を試みることにした。ただし、最小存続可能個体数 (MVP) の推定に関しては、他の報告との比較と言う意味からも、100 年後の絶滅確率も求めた。

まず、最初に繁殖メスの個体数 (初期個体群サイズ、 N_0) を適当に与え、その個体群が安定年齢分布にあると仮定し各発育ステージの個体数を計算で求めた*8。その個体群について、前述した生活史パラメータの平均値・標準偏差から、正規分布を仮定してランダム値を発生させ、その年の各パラメータの値として翌年のそれぞれのステージの個体数を計算した。この作業を 50 回繰返し、50 年 (および 100 年) 後のその個体群の繁殖メスや各ステージの個体数を予測した。それぞれの計算は、数百回以上繰返し、そのうち個体群が絶滅した回数*9を求め、全体の繰返し数で割った値を絶滅確率とした。この繰返し回数は、多ければ多いほど正確な予測ができるはずだが、それに伴い、計算に時間を要することになる。今回、予備的にある条件 ($N_0=50$) で 100 回から 5,000 回の繰返し回数で 50 年後の絶滅確率をそれぞれ予測してみたが、500 回を越えると予測される絶滅確率が安定し、繰返し回数を増やしてもそれほど予測値に大きな変化が見られなくなった。そこで、時間の節約のために今回のシミュレーションでは、繰返し回数を 500 回とした。

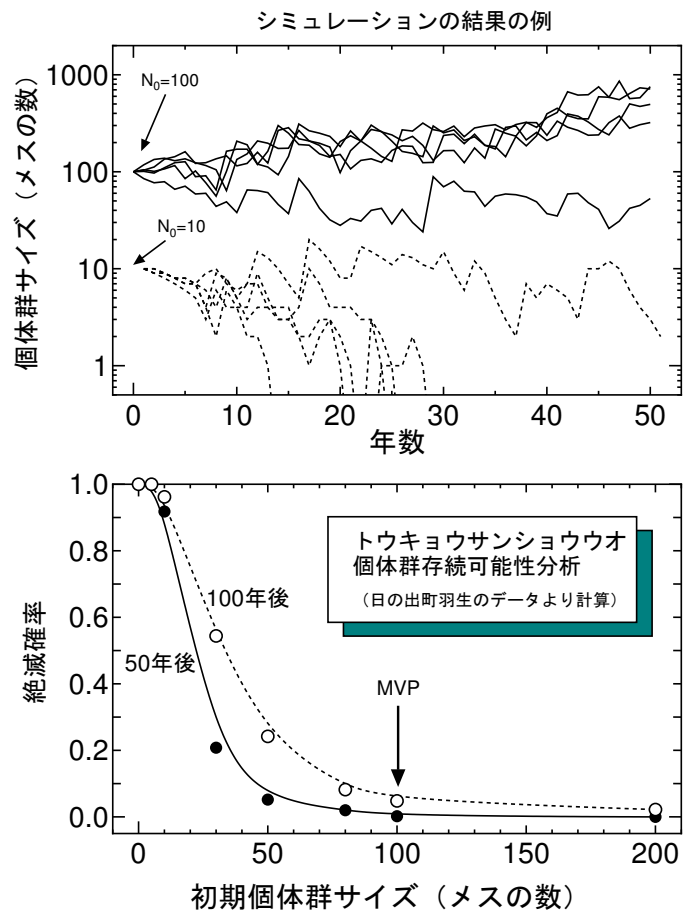


図 5.5: 初期個体群サイズ (繁殖メスの数) と 50 年後および 100 年後の絶滅確率との関係。

*7 変換前の値は 0.055 になる。

*8 この計算方法に関しては、文献 [12] 等を参照のこと。

*9 その年の変態個体の総数 (成体だけでなく幼体も含む) が 0 となった時点で絶滅とする。

5.2.2 最小存続可能個体数 (MVP) の推定

個体群の増殖率 (r) は、その個体群の生存と繁殖のスケジュール、すなわち 齢別生存率 (l_x) と 齢別出生率 (m_x) がわかれば下記の Euler-Lotka 式から求めることができる [11, 12]。

$$\sum_{x=0}^{\infty} e^{-rx} \cdot l_x \cdot m_x = 1$$

表 5.2 より トウキョウサンショウウオ 個体群の増殖率 (r) を計算すると、0 よりわずかにプラスよりの 0.0055 となった。この値は、この個体群は一年間に 0.6% ($e^r = 1.006$) というごくわずかな増加を示すことを示している。このような個体群では、単純に考えると初期個体数に係わらず 50 年後には約 1.3 倍に成長し、絶滅することはないはずである。しかしながら、個体群動態モデルに確率変動性を組み入れると、初期個体群サイズ (N_0) の値によっては絶滅する場合が出てくる。それは今回のモデルのように、環境の確率変動性によって、生残率や繁殖率 (1 メスの産卵数) が年変動し、それにより繁殖個体群サイズが大きく振動する場合がある。その際、その振動の大きさによっては、たまたま個体数が 0 になってしまう場合が生じるからである。たとえば、図 5.5 にはシミュレーションの結果の一部の例 (初期個体群サイズが 10 と 100 の場合の、それぞれ 5 例ずつ) を示したが、初期個体群サイズが 10 メスの場合は、5 例のうち 10 から 30 年後までに 4 例が絶滅してしまっている。100 メスで始まった例では、やはり個体数は毎年変動するが、50 年後まですべて生き残り、4 例で 300 個体以上に増えている。

このようにいろいろな初期個体群サイズに対して、表 5.2 のパラメータを用いて (ただし標準偏差は実測値の M)、50 年後および 100 年後の絶滅確率を求めた (図 5.5)。絶滅確率は初期個体群サイズに強く依存し、個体数 10 以下では絶滅確率は 90% 以上であった。個体群サイズが増えるに従い急激に絶滅確率が低下し、50–100 以上の個体数でその低下率が低下し安定する下に凸の曲線が得られた。ここでは、MVP を 50 年後に 95% の確率で生存している最小個体数とすると、図より 50 から 80 の間、ほぼ 60 という値が得られる。良く使われている 100 年後の 95% 生存の最小個体数を求めると、100 ということになった。

5.2.3 絶滅確率に影響を与えるパラメータ：感度分析

この個体群動態モデルに用いた生活史パラメータのうち、どのパラメータが絶滅確率に与える影響が一番大きいのだろうか。このパラメータの重要性を評価するために、他の値を一定にした時にそれぞれのパラメータを変化させ、個体群の絶滅確率がどのように変化するかを調べた。まず絶滅確率との関係を調べる前に、それぞれのパラメータ (生残率と一腹卵数の平均値) と個体群増殖率 (r) との関係を前述した Euler-Lotka 式より求め

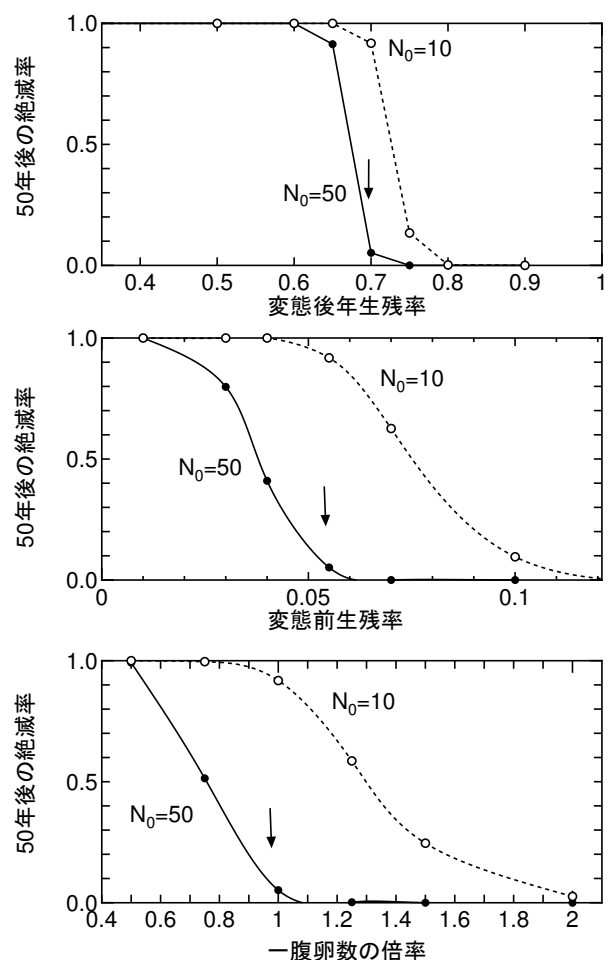


図 5.6: 生活史パラメータの平均値と個体群絶滅確率の関係。矢印は実際の平均値。

た。それによると、当然ながら増殖率ほどのパラメータとも同様に強い正の相関があり、パラメータの値が大きくなるほど大きな増殖率が得られた。とくに、変態後の年生残率 (S_m) は強く影響し、少しの S_m の変化も増殖率に大きく影響した。増殖率の大きさは、個体群の絶滅確率にも影響すると考えられるので、それぞれのパラメータの平均値は絶滅確率に同じように影響を与えると予想された。

そこで、各パラメータの平均値と50年後の絶滅確率の関係を、コンピュータ・シミュレーションにより分析したところ、結果は上記の予想をほぼ支持するものであった。図5.6から明らかのように、生残率・一腹卵数と絶滅確率とは、負の相関関係、つまり右下がりの傾向が読み取れる。しかし、それぞれのパラメータの変化に対する絶滅確率の反応の仕方がパラメータにより少々異なるものであった。すべてのパラメータの平均値の改善や悪化は、個体群の存続に大きく影響することが分かったが、特に S_m のわずかな改善や低下は絶滅確率に大きく影響することが分かった (図5.6の上段)。たとえば、 N_0 が50個体の時、 S_m が0.7から0.65に低下しただけで、絶滅確率が数%から90%以上に上がってしまう。逆に、 N_0 が10個体の時は、 S_m が0.7から0.75に上昇しただけで、絶滅確率は90%以上から十数%まで一気に低下する。このことは、トウキョウサンショウウオ個体群の保全のためには、変態後の年生残率のわずかでな低下にも注意する必要があることを示している。たとえば、繁殖個体などの変態後の個体を捕獲採集してしまうことや、工事などで死亡させてしまうことは、その個体群の絶滅確率を極めて高くする可能性があることを示唆している。

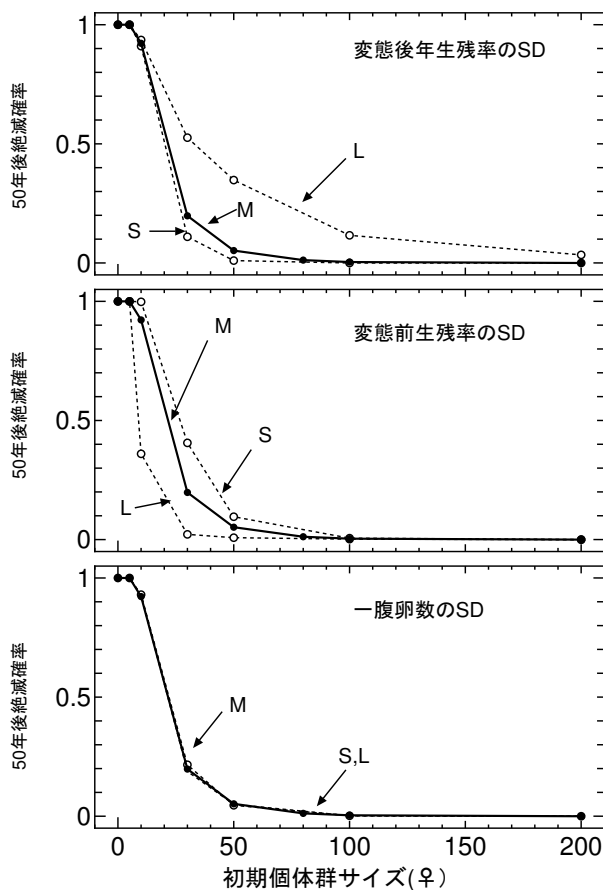


図5.7: 生活史パラメータの変動幅 (SD) と個体群絶滅確率の関係。M は実測値、S は変動が小さい場合、L は変動が大きい場合を示す (表5.2参照)。

次に、各パラメータの平均値は変えずに、確率変動の大きさ (標準偏差) を変えて絶滅確率の変化を調べてみた。標準偏差の大きさは、実際の値 (M) のそれぞれ0.5倍 (S: 変動幅が小さい場合) と2倍 (L: 変動幅が大きい場合) の値を用いた (表5.2参照)。計算結果は大変興味深い結果を示した (図5.7)。すなわち、繁殖率 $m_{1,2}$ のこの程度の確率変動の幅の変化は、ほとんど絶滅確率に影響していないことが分かった。それに対して、生残率 S_l と S_m のSDの変化は、個体群の絶滅確率に大きな影響を及ぼすことが示された。図5.7の上段の図は、同じ平均値であっても変態後の年生残率の変動幅が大きい時は、予想どおり絶滅確率が上がり、逆に変動幅が小さい時は絶滅確率が低下することを示している。平均値を高めることが絶滅確率低下に重要であることは分かりやすいが、同様に変動幅 (SD) を小さくすることが絶滅確率低下につながることも、比較的容易に想像できる。

問題は、変態前生残率 (S_l) のSDに対する絶滅確率の挙動である。予想とはまったく逆に、SDの増加が絶滅確率の大きな低下を引き起こした。SDの減少は絶滅確率をむしろ高めているのである (図5.7の中段)。この効果は、 N_0 が比較的小さい時に劇的である。この現象の具体的な意味については、まだはっきり分かっていないが、率のデータを正規近似するために、 \arcsin 変換を行ったことと関係があるかもしれない。つまり、変態前の生残率の平均値は0.055ともともと大変小さく0に近かったために、左側が切れた分布型をしていた。

SDが大きくなると必然的に右側に大きく裾を引く分布型になっていく。そのため、未変換時の生残率としては、SDとともに単純な算術平均値は大きくなってしまふ。そのことが、絶滅確率の低下に関与しているのかもしれない。

ただし、サンショウウオのような年齢構造を持った個体群の場合、ある年まったく幼生が変態できず新加入の変態個体がなくとも、それで絶滅することはない。1-4才の幼体の年齢群が存在し、なおかつ成体も1回の繁殖で死ぬわけではなく、翌年にも多くの個体が生き残りまた繁殖に参加する。つまり、あるシーズンの繁殖失敗には集団として抵抗力がある。そのような繁殖失敗が数シーズン続いたとしても、時々 S_1 がかなり高い年があれば、そのような年の貯金によって個体群の存続が保証されるのかもしれない。トウキョウサンショウウオの個体群にとって、繁殖成績の悪い年をできるだけ少なくするというよりも、繁殖が極めてうまく行く年がどれだけ来るかが絶滅を免れる確率を増すことも考えられる。

これら生残率の変動幅があまりにも大きな影響を与えるためか、繁殖率の変動幅はほとんど絶滅確率に影響していなかった。この結果も、予想外のことで、今後はこの関係に関してもより詳しく解明していく必要があるかもしれない。

そして今回の感度分析の結果は、個体群動態モデルの生活史パラメータのうち、絶滅確率の推定には生残率の平均値とSDが極めて重要であり、正確な予測のためにはこのパラメータを正確に野外調査により得る必要があることを示唆している。それと同時に、トウキョウサンショウウオの個体群を存続させるためには、いろいろな生活史パラメータのうち、変態前及び変態後の生残率 (S_1) の平均値を高めることが有効であることが明らかとなった。

5.2.4 個体群の将来予測

東京都の個体群の将来を予測するためには、繁殖集団の絶滅確率だけでなく、生き残った集団の個体群サイズがどうなるのかも知る必要がある。そこで、この個体群動態モデルによるシミュレーションの結果から、50年後に絶滅を免れた集団の個体群サイズ（ここでは繁殖メスの個体数）を、それぞれの初期個体群サイズ毎に求めて、その中央値を50年後の個体群サイズの代表値として用いた（図5.8）。

その結果によると、生き残った集団の個体群サイズは場合によって大きく変動したが、その中央値をみると、すべての N_0 において、50年後は個体群サイズが増えていた。 N_0 が大きくなるほどその増え方は大きくなるようだが、50年後には1-2倍程度の大きさになると予測された。

次に、今回の個体群存続可能性分析 (PVA) の結果から東京都の個体群の将来を予測するために、分析に用いる繁殖集団を定義する必要がある。今回の調査では、産卵場毎にデータを集めたが、各産卵場を単位とする繁殖集団をそのまま分析に用いるのは適切でないかもしれない。トウキョウサンショウウオのような両生類では、特定の繁殖場へこだわりが強く、それも自分の生まれ育った池に戻ってきて繁殖をする個体が多いとも言われている。そのため、産卵場間の個体の移動は少ないと考えられる。しかしながら、産卵場の環境や地形的な条件によっては必ずしも個体間の出入りが少ないとは言えない場合もあるだろう。

第2.2.2節で紹介したようにサンショウウオ類の繁殖個体の最大移動距離は100-300m程度と考えられる（表2.4）。そこでここでは彼らの最大移動距離を仮に200mとし、400m以内の産卵場間では個体の交流が可能であると考え、2万5千分の一の地図上で複数の産卵場を一つの繁殖集団としてまとめてみた。ただし、途中にサンショウウオの移動を阻害する環境、例えば大きな道

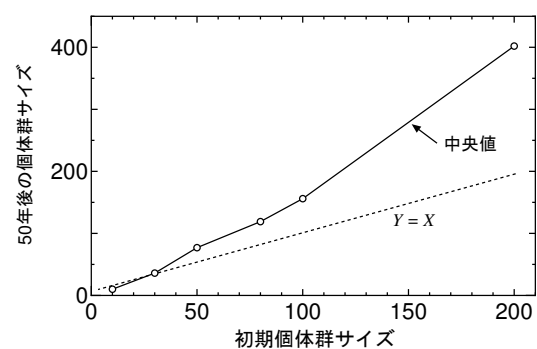


図5.8: 初期個体群サイズと50年後の個体群サイズの関係。

路・河川とかオープンな場所があれば、たとえ距離が短くても移動は不可能と考えた。その結果、188ヶ所の産卵場はそれぞれ繁殖メスの数1から211頭までの86の繁殖集団にまとめることができた(図5.9)。平均個体群サイズは30にも届かず、最小存続可能個体数(MVP)を100とすると(図5.5)、これを越える繁殖集団はわずかに4集団に過ぎないことが分る。

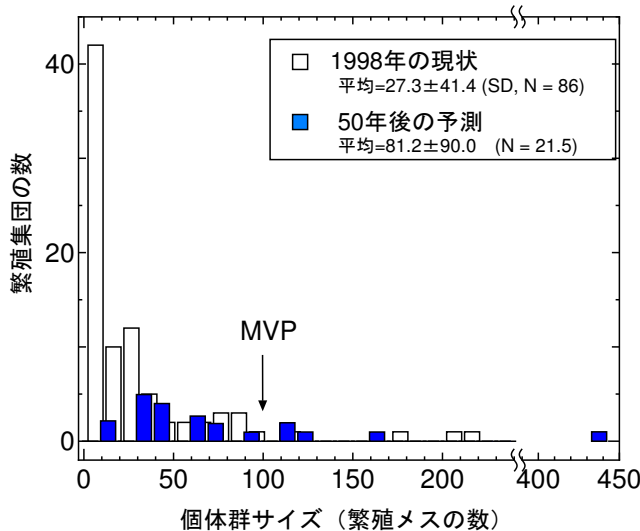


図5.9: 繁殖集団の現在の個体群サイズと将来の予測。

群サイズが極めて小さい集団が多いため、将来は開発等の人為が加わらなくとも自然消滅する集団が増え、ますます個体群の分断化が激しくなっていくと予想される。わずかに生き残った集団は、順調に行けば個体群サイズが2倍弱程度まで増加すると予想されるため、全体の繁殖メスの数は繁殖集団の数の減少ほど大きく落ち込むことはないようである。

今回の個体群存続可能性分析(PVA)による予測評価の結果は、慎重に解釈する必要があるのは言うまでもない。なぜならば、今回のモデルによるシミュレーションは、日の出町羽生における一繁殖個体群の生活史パラメータをもとに行われたからである。調査個体群は、東京都のトウキョウサンショウウオの繁殖集団としてはかなり大きく、また良好な環境のもとで安定した個体群を維持してきた集団である。東京都の他の繁殖集団が、すべて同じような良好な環境に生息していると考え難いので、個体群の増殖に関しては過大評価、絶滅率に関して言えば過小評価の傾向は免れないだろう。また、絶滅リスクに関与する要因のうち、モデルに組み込んだのは確率変動のなかの環境確率変動のみで、個体群統計確率変動や決定論的要因については扱えなかった。そのため、最小存続可能個体数(MVP)などは、実際の値は今回推定された値よりかなり大きな数字になることを充分理解した上で、今回の結果を利用しなければならない[53]。

また、将来予測に関して言えば、今回の予測が成り立つためには下記の条件が最低でも満たされている必要がある。

1. 現時点で把握されている以外の開発等による人為的な影響が、今後50年間ないこと。
2. 現在と気象条件が大きく変わることがないこと(高温化や乾燥化など)。
3. 休耕田などにより水管理が行われなくなり、産卵場が乾燥化することがないこと。
4. ペット業者などによる繁殖個体や卵囊の採集がされないこと。

このような条件を満たすのはかなり厳しいと考えられるので、今回の東京都の個体群の将来予測は、かなり楽観的な予測ととらえるのがよいだろう。その楽観的予測でさえも、繁殖集団の細分・分断化がさらに進み、今後50年足らずで集団数が4分の一にまで減少してしまうと予測された。この結果は、トウキョウサンショウ

図5.9の現在の繁殖集団の個体群サイズの頻度分布から、開発予定等で近い将来絶滅が確実視される産卵場を除き(図5.3)、残った繁殖集団のうち50年後にどれくらいが絶滅を免れ生き残るかが、図5.5の初期個体群サイズと絶滅確率の関係から予測できる。さらに、図5.8から生き残った繁殖集団の50年後の個体群サイズが推定できる。これらの結果から、東京都におけるトウキョウサンショウウオの繁殖集団数の期待値は、現在の86から21.5と4分の一に大幅に減少してしまうと予測された。残った集団の個体群サイズは50年後にはいずれも増加し(最大2倍)、平均個体群サイズは80強と推定される(図5.9)。東京都全体では繁殖メスの数は1,750頭(3,500卵囊)と、現在確認されている個体数の70%に相当する数に減少する(図5.2)。東京の個体群は、繁殖集団の個体

ウオ個体群の保全対策の緊急性を強く訴えるものであろう。

5.2.5 個体群保全のための施策

東京都のトウキョウサンショウウオの個体群保全のためには、第一に生息環境の保全が重要であることは間違いない。今回の調査で明らかとなった生息地域の現状を出来るだけ維持し、これ以上生息地域を縮小させないような努力が必要とされるだろう。その上で、場合によってはさらに積極的にサンショウウオ個体群の維持・増殖のために、少々人手を加え手助けをしなければならない時期にきているように思える。それでは我々には何が出来るであろうか。このようなサンショウウオの保全のための方策については、残念ながらわが国ではまだほとんど実績がなく、試行錯誤の段階を脱していない。そこで、今回の PVA の結果と個体群動態モデルによるシミュレーションにより、トウキョウサンショウウオ個体群の保全のための方策を検討してみた。

幼生期の生残率の改善

前述したように東京都の繁殖集団^{*10}は小さな集団が圧倒的に多く、MVP を越えている個体群サイズを維持している集団は全体の 5% の 4 集団に過ぎない (図 5.9)。図 5.5 から明らかなように、小さな集団は極めて容易に絶滅しやすいため、絶滅の危険を回避するためには最低でも繁殖メスの数として 100 頭 (卵嚢数では 200 卵嚢) が必要である。そこで、現在この水準に達していない繁殖集団に関して、場合によってはこの MVP の水準にまで個体数を増加させ、絶滅確率を低下させることが必要である。そのための方策を考える上で、第 5.2.3 節の感度分析の結果が参考になる。

感度分析の結果によると、変態前および変態後の生残率のわずかな向上が個体群の増殖率の増大と絶滅確率の低下を引き起こすことが分かった。変態後の生残率の向上に関しては、我々には、変態後の個体の生息場所である産卵場周辺の森林の林床などの生息環境の保全に努めること (付録参照)、繁殖個体の採集を防ぐことなど、実行が容易でない場合が多いかもしれない。一方、変態後の生残率と同様に個体群の絶滅リスクを大幅に下げることが有効である、変態前の生残率の改善に関しては比較的容易に行える可能性がある。

第 2.2.2 節で紹介したように、トウキョウサンショウウオの場合、その生涯の最大の死亡要因は幼生期の捕食と共食いである。その死亡も孵化直後の比較的短い時期に集中し、この時期を生き延びた個体はその後の変態までの生残率はかなり高くなる。そこで、この危険な時期をうまくやり過ぎさせる手伝いが出来れば、個体群の変態前の生残率を向上させることが出来る。

変態前の生残率を上げるためには、孵化直後の時期だけでも、人手により保護してやれば良い。具体的には、対象とする繁殖集団の産卵場から卵嚢の一部を採集してきて飼育することになる。この時期の飼育は要領さえ分かれば比較的容易であるので、未経験者でも適切な指導さえ受ければそれほど難しくない。幼生の飼育方法に関しては、付録を参照のこと (61 ページ)。

また、変態上陸するまで飼育するには数ヶ月を要するので手間がかかるが、捕食や共食いされやすい孵化直後の時期さえ飼育で保護してやれば良い。目安として、頭胴長で 13–15mm 以上 (全長では 3cm 程度) にまで

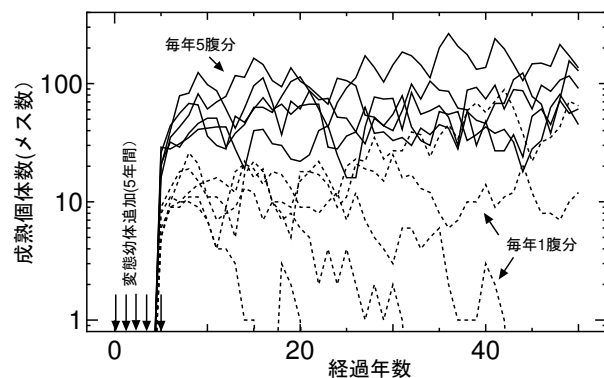


図 5.10: 変態幼生を移植した個体群の 50 年間の繁殖個体数のシミュレーションの例。5 年間連続で移植。生活史パラメータは日の出町羽生の個体群の値を用いた。

^{*10}ここでは、繁殖個体の移動が可能な近接した複数の産卵場を含む集団のことを指す。

成長すれば、その後は捕食されにくくなる (図 2.10 参照)。幼生の成長速度は、水温や餌条件によって異なるが (図 2.9)、孵化後 3 週間から 1 ヶ月程度でこの大きさに成長する。その後、もとの産卵場に放せば生残率の向上が達成されるはずである。この作業を何シーズンか繰り返すことにより、その繁殖集団の個体群サイズが増加し^{*11}、絶滅リスクもかなり低下させることが可能であろう。

個体群の復元

現在東京都において (他の地域でもほぼ同じだが)、トウキョウサンショウウオの生息地が急速に縮小し、個体群サイズが減少を続けている (図 5.1 及び 5.2)。その主な原因は、宅地・道路・ゴルフ場などの造成工事による人為的な生息環境の破壊である。このままでは近い将来、東京都からトウキョウサンショウウオが消えるのは確実である。これを阻止するためには、いろいろな視点からの個体群保全の試みが緊急に必要とされる。その一つとして、いわゆる“移植”による個体群復元の試みも有効な施策であろう。

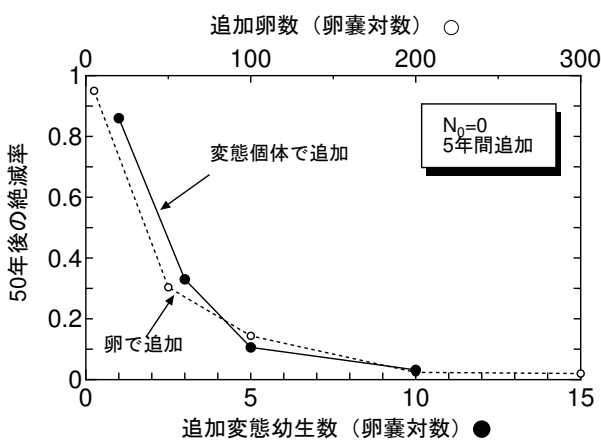


図 5.11: 移植した個体群の 50 年後の絶滅確率と移植個体数の関係。5 年間連続で移植。生活史パラメータは日の出町羽生の個体群の値を用いた。

現在は生息していないが、かつてトウキョウサンショウウオが生息していたと考えられ、彼らの生活に必要な良好な環境が残っているような場所では、近くの繁殖場からの移動分散個体により、いずれは自然に個体群が復元されるはずである。しかしながら、個体群の縮小・分断化が進んだ現状では、このような復元はほとんど期待できない。そこで、人為的にサンショウウオを移動させてその増殖を図るわけである。実際、この“移植”による個体群復元および導入の試みは、しばしばいろいろな場所で行われてきた。しかしながら、いずれも開発業者による免罪符として、または個人の一時的な思いつきなどで行われてきた嫌いがある。必ずしも十分な計画の元に行われてきたものではなく、かつ移植後の個体群のモニタリングなどはほとんど行われていない。そのため、移植の成否も明らかとは言えず、移植方法の検討のための情報

報は残念ながら蓄積されていない。

筆者は八王子市南大沢の保存緑地にて、1991 年よりトウキョウサンショウウオの移植を試み、その後の繁殖個体群の動態を追跡してきた^{*12}。その経験と今回の動態モデルによるシミュレーションを用いて、トウキョウサンショウウオの個体群復元のための移植方法を検討してみたい。

個体群復元・導入のための移植は、いままで比較的安易に考えられ試みられてきたような気がする。ただ行うだけならば手軽に実施できるように思えるためだろうか。しかしながら、移植は決してそれほど容易な手段でもなく、無思慮に行えば個体群保全に有効でないだけでなく、かえって悪影響を及ぼすこともあるので、計画的に慎重に方法や対象地を決定しなければならない。そこで、参考のために両生類一般の移植に関する注意点を Beebee のテキスト [3] から以下に引用する。

1. 減少原因が分かっていること。
2. その種が必要とする生息環境が理解されていること。
3. その種が移植予定地になぜ現在生息しないのか分かっていること (例えば、最近になって生息に適するようになったとか、重大な環境破壊から回復したとか)。

^{*11} ただし、性成熟まで 4-5 年掛かるので実際に産卵数の増加が始まるのはかなり後のことであることに注意。

^{*12} 詳細は、<http://www.comp.metro-u.ac.jp/~tamo/ikenokai/imoriike.html> のトウキョウサンショウウオのページ参照。

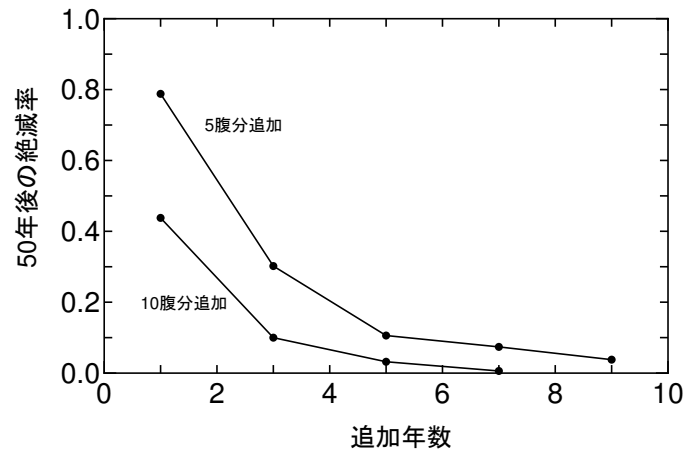


図 5.12: 変態直前の幼生を移植した場合の繰返し年数と 50 年後の繁殖個体群の絶滅確率の関係。

4. 移植予定地があらゆる点に於いて適切であること。すなわち、かつてその種が生息した可能性が高く、自然保護区などのように法的に安全な場所であり、高密度に捕食者や競争者が存在しないこと。
5. 止水性の種の場合、卵塊か幼生を移植の対象とするのが好ましい。移植の際は、出来るだけ遺伝的多様性を高めるように移植に使う卵や幼生を採集する。ただし、異系交配による遺伝的劣化のリスクを最小にするために、単一の個体群から採集した卵や幼生を用いること。
6. 移植元の個体群は、移植先と同じタイプの環境に生息する、地理的に近接した個体群を選ぶこと。あるいは、飼育個体から得られた卵や幼生を移植に用いることもできる。
7. 移植の作業は、最低でも連続した2年間繰り返すこと。
8. 移植がうまくいっているのかを確認するために、移植開始後は数年間（6年以上）モニターすること。

上記の Beebee の注意点を参考にして、東京都のトウキョウサンショウウオ個体群復元のための移植に関する方法について順次検討していきたい。

移植先の選定： 個体群を復元するに当たっては、上記の 1-4 項をそれぞれ良く検討し、移植先を選定すること。貴重なサンショウウオの卵や幼生を無駄にしないためにも、この移植先の選定は慎重に行い、思いつきで行うことはしないこと。できれば、事前に専門家やサンショウウオに詳しい組織等に相談するのが安全である。移植先を選定する際、今回の調査結果は大変参考になるだろう（図 4.3 及び 5.1 参照）。また、その場所では現在確実に絶滅していることも確認しておくこと。少しでも繁殖個体が残っている可能性がある場合は、その子孫を増やす努力をまずすべきだろう。

移植元の選定： 移植先が決まったら次に、移植元となるサンショウウオの供給元の個体群を選ばなければならない。その際、上記の 6 項に基づいてやはり慎重に選定する。**要は、出来るだけ近接した地域から導入すること。間違っても、距離の離れた他県から安易に導入するようなことは避けること。**最近、ペットショップでトウキョウサンショウウオと称する卵囊などがあちらこちらで売られているが、孵化した幼生などが手にあまり、無秩序に家の近所などに放流されているということも耳にするようになった。このような遺伝子汚染を引き起こす可能性のあることは、絶対にしてはならない。

移植元の個体群を選定する際も、今回の調査結果が参考になるだろう。図 4.3 に示された 4 つの地域内部でそれぞれ移植を行うのが好ましい。特に同じ東京都の個体群と言っても、狭山地区は他の地域からの孤立度が高く、繁殖個体群の遺伝的分化も進んでいる可能性があるため、安易な個体の移動は慎むべきである。

また、採集が移植元の個体群に影響を与えないように配慮することが肝要である。採集個体数などは、現在のその個体群サイズなども考慮して、影響のないように充分注意する。小さな個体群は避け、でき

るだけ余裕のある大きな個体群を選定すべきであろう。

移植方法の検討： まず、どの発育ステージの個体を移植に使うかを検討する。卵・変態直前の幼生・成体のいずれかで移植することになるが、上記5項によれば、卵か幼生が推奨されている。成体は特定の繁殖場や行動圏へのこだわりが強く、移植してもその新天地に定着しない確率が高い。また、第5.2.3節でも触れたように、成体の採集は移植元の個体群への影響が大きすぎるので避けるべきであろう。

そこで、卵か変態間際の幼生ということになる。どちらがより有効であるのか、個体群動態モデルにより検討してみた。卵と変態幼生をそれぞれ毎年様々な数を放流した場合を想定し、その後の繁殖個体群サイズの推移をシミュレーションした(表5.2のM条件下で)。図5.10には、変態幼生をそれぞれ毎年1腹分*¹³と5腹分5年間連続して移植した例を示した。それによると、5腹分放流した場合は、その繁殖集団は5例すべて順調に増殖し、50年後もすべて生き残っていた。1腹分しか放流しなかった場合は、3例は途中で絶滅したが、2例では繁殖個体群が生存していた。同様に、卵で放流する場合についてもシミュレーションした結果を図5.11にまとめた。その結果からも明らかなように、変態間際の幼生ではたった3腹分を5年間放流すれば50年後もその3分の2以上の繁殖個体群が定着しているが、同じ結果を得るためには卵で放流するとその20倍の60腹分を毎年放流しなければならない。毎年そのような多量の卵を供給するのはほとんど不可能に近いが、3-5腹分程度ならば容易だろう。よって、トウキョウサンショウウオの場合、卵で放流するよりも、少し飼育し変態間近まで育てて幼生を放流するのが有効である。

この飼育幼生の放流の際に、是非注意しなければならない点がある。飼育していた個体を野外に放すことには、様々なリスクが伴うことが知られている。その一つに、流行性の病気の蔓延がある。飼育中に病気にかかった個体を野外に戻すことにより、野外の健康な個体にその病気をうつし、その個体群に大きな打撃を与えることになる危険があることを認識しておく必要がある。飼育個体を放すときは、病気と思われる個体が混じっていないことを充分確認すること。もし、少しでもその危険があるときは、決して野外に放してはならない。

また、5項に記されているように出来るだけ移植する幼生の遺伝的多様性を高めるためには、卵囊の採集方法にも少し配慮する必要があるかもしれない。たとえば、対となった卵囊一腹分をそのまま採集するよりも、別々の対からそれぞれ一卵囊づつ採集してきた方が、様々なメス由来の幼生を採集できる。

次にBeebeeの7項にあるように放流は複数年繰り返す必要があるが、どのくらいの年数繰り返すのがよいのか、シミュレーションしてみた。その結果によると、単年度のみ放流では定着率が極めて悪いが、3-5年以上繰り返せば、繁殖個体群が定着する確率がかなり高くなることが分かった(図5.12)。まとめると、トウキョウサンショウウオの個体群を復元するためには、3-5腹分程度の変態間際の幼生を放流し、その作業を最低3-5年程度繰り返せば、かなりの確率で個体群が定着することが期待されることが分かった。

モニタリングの必要性： 最後にBeebeeも指摘しているように、移植などを試みた際は、必ずその成否を明らかにするためにも、その後の移植個体群のモニタリングを行う必要がある。その期間は、成熟までの期間や寿命の長いサンショウウオの場合、最低でも10年は必要だろう。また、その方法や結果に関しても出来るだけ公表するよう努め(失敗例も含めて)、その経験をトウキョウサンショウウオのこれからの保全のために役立てられるようにすることが肝要である。

*13一腹とは一対の卵囊に含まれる卵を指すので、約60個体となる。メスの数にすると半分の30個体になる。

第6章

各地区からの現状報告

6.1 狭山地区

6.1.1 狭山丘陵のトウキョウサンショウウオ

原島 真二

東京都と埼玉県とにまたがる狭山丘陵は、東西約 11 キロ、南北約 4 キロの横に長い丘陵です。ここには、都内へ供給する水を一時貯めておくための村山貯水地と山口貯水池があります。丘陵の広い範囲が水道用地として保全されていますが、周辺では宅地開発にさらされている雑木林も存在します。狭山丘陵の面積は、約 3,500ha とされています。東京都の行政区域では、西から、瑞穂町、武蔵村山市、東大和市、東村山市が狭山丘陵を抱える自治体となっております。

さて、狭山丘陵におけるトウキョウサンショウウオは、丘陵周辺からしみだす小規模な谷戸を主な生息場所としています。規模の大きな湿地は埼玉県側に多く存在していますので、生息数は今回の調査対象地域となった東京都側よりも埼玉県側が多いものと思われます。

丘陵の特徴として、長い間伐採されていないクヌギ、コナラ林が広く占め、いわゆる過熟林の状態では日照条件が悪い場所が多く、昆虫などの動物にとってはすみづらい環境となっているようです。また、林は乾燥気味のため、昆虫でいえばカタツムリ食のマイマイカブリなどは極めて少ない状態です。林が乾燥しているために、餌となるカタツムリが少ないせいではないかと考えています。

東京都側における最も広大な生息地は瑞穂町六道山から東に続く金堀沢沿いの湿地です。水道用地として保全されているため、一般の人は入れませんが、マウンテンバイクなどで乗り入れる人もいて、道のわだちに産みつけられた卵囊は踏まれたり、道上に投げ出された姿でよく見られます。このほか、瑞穂町においては、入間市との境にも湿地があり、密度は薄いながらも広い範囲で見られます。東京都側においては、瑞穂町がトウキョウサンショウウオの分布の核といえます。

トウキョウサンショウウオの狭山丘陵における東限は、東村山市廻田となっております。当地は金井先生が発見され、狭いながらも国有地として保全されている雑木林です。湿地も非常に狭いため、今回の調査で発見された卵囊数もわずか 1 組です。狭山丘陵においては、もっとも絶滅が心配される場所です。ここより東側にも湿地はあります。特に、東村山市の北山公園周辺は湿地も残されており、トウキョウサンショウウオが生息しているようですが、今回の調査（北山公園北側の雑木林を 2 回調査しました）では発見できませんでした。

武蔵村山市においては、公園整備のために広い範囲で工事が行われており、湿地の調査も十分には行えませんでした。広い湿地については、一通り歩きました。特に、岸田んぼ周辺では過去に廃棄物の捨て場とされた場所で、廃棄物を掘り出すという大掛かりな工事が進められていました。今後、サンショウウオ達が安心して暮らせるような管理がなされれば、良好な環境が整うことになります。番太池は大変良い環境でしたが、卵囊数はかなり少なく、3 個だけでした。

東大和市の蔵敷では、道脇の小さな水溜まりに毎年トウキョウサンショウウオの卵のうが見られます。机1個ほどの水溜まりですので、雨が余り降らないと水が涸れてしまいます。そこで、市役所環境課では、水を運んで来て、サンショウウオの卵囊を守っています。東大和市においては湿地も少ないため、ほんの狭い湧き水を利用して細々と生きているというのが実態のようです。

さて、今回の狭山丘陵調査は、古川さんとその仲間、並びに私、原島が行いました。古川さんは、以前からわだちなどに産んであるトウキョウサンショウウオの卵囊を持ち帰り、自宅で飼育しています。えらがとれるまで成長したところで、元の発見場所に返すということをしています。そうすることで、幼生時の高い死亡率を少しでも緩和しているのです。

狭山丘陵という、都市近郊に残された緑の島に住むトウキョウサンショウウオ。彼らがいつまでも暮らして行ける環境を守ること、それが自然から沢山の恵みをもたらしている私たちのささやかな義務ではないかと考えています。

6.2 青梅北地区

6.2.1 加治丘陵のトウキョウサンショウウオ

久保田 繁男

今回調査した区域は、青梅市北部の成木川、黒沢川、霞川のいずれも荒川に注ぐ3本の川の流域の丘陵部で、正確に表現すると加治丘陵という言葉で括るのは必ずしも適切ではなく、成木丘陵、黒沢丘陵、加治丘陵という三つの丘陵に分けるのが正確なのかもしれない。

金井郁夫氏の調査では6地点で確認されている [15]。この6地点がどこを指すのか苦労したが、このうち4地点では多分ここがそうだろうという場所で生息を確認できた。他の2ヶ所と思われる場所は、1ヶ所はゴルフ場の影響、もう1ヶ所は上部にできた施設と水路の整備（コンクリート三面張り）の影響で絶滅してしまったと推定される。

今回の調査では、金井氏が恐らく未調査だったのであろうと思われる場所を含め12地点で生息を確認できた。調査の結果はブロック別にみると表6.1のようになる。

表 6.1: 調査結果のまとめ。

	生息確認地点数	確認卵囊数
成木丘陵個体群 (成木二丁目)	2	6
黒沢丘陵個体群 (富岡二丁目、成木二丁目)	3	74
加治丘陵個体群 (今井一丁目、小曾木二丁目・三丁目)	7	148
計	12	228

大きく分けて、3つの個体群のブロックに分けられる。成木川北側の成木丘陵は産卵場に適した環境が少なく、2地点6卵囊の確認にとどまった。この数字を見る限りでは辛うじて生息している状態であり、存続は危機的状態にある。ただし、埼玉県側の調査をしていないので成木丘陵個体群全体の生息状況については不明である。

成木川と黒沢川の間黒沢丘陵の個体群は、ゴルフ場によって東西に分断されている。東側の個体群は、放棄田が果樹園になったり乾燥化の進行のため良好な産卵場がなくなり絶滅寸前の状態にある。西側の個体群は、ゴルフ場から排出される水が直接流れ込む場所では見られず、湧水によってできた水溜まりが産卵場所になっている。

黒沢川と霞川に挟まれた加治丘陵個体群は、笹仁田峠西側の生息地が、ゴルフ場の影響により生息域が狭まったとはいえ、多摩川左岸の青梅市北部における中核生息域となっている。笹仁田峠東側では1地点6卵囊を確認できたにすぎず更に東側の埼玉県側がどうなっているか興味のもたれるところである。笹仁田峠より西側の霞川流域の加治丘陵の南面には、環境が良いにもかかわらず確認のできない空白区域がある。塩船・吹上地区に雑木林に囲まれた谷津田の跡があり、居て当然の良い環境があるにもかかわらず不思議なことに確認できなかった。谷津の上部にゴルフ場があるため、ゴルフ場から出てくる水の影響かとも考えたが、更に西部の根ヶ布地区に、ゴルフ場の影響の及ばない同様の環境があるが、ここでも確認できなかった。これには、この地域の過去の地史的な要素がからんでくるのかもしれない。

なお、成木川、黒沢川流域では、トウキョウサンショウウオの分布の上限は、ほぼ過去水田耕作が行われてきた範囲に限られ、これより上流では確認できなかった。生息してはいるのかもしれないが、そもそも産卵に適した止水域の環境が見当たらず調査のしようがなかった。

3つの丘陵を合わせても卵囊数が少ない場所が多く、当面個体群の存続をあまり心配しないでも良さそうな場所は3地点にすぎない。黒沢丘陵に1地点、黒沢川南側に2地点で、産卵場所は、前者は沢筋の湧水の水溜まり、後者はいずれも放棄された谷津田跡の湿地である。他の地点は卵囊数が少なかったり、環境が悪くなっていて安定した生息環境とは言い難い。

6.3 西多摩中核地区

6.3.1 草花丘陵（青梅市側）のトウキョウサンショウウオ

久保田 繁男

金井氏の調査では19地点で確認されている [15]。地点名が広い区域を指していたり、古い字名で表示されていてどこの場所のことなのか分からなかったりで苦労した。調査結果は表 6.2 のとおりである。

表 6.2: 調査結果のまとめ。

	生息確認地点数	確認卵囊数
多摩川崖線部 (友田町、畑中)	3	21
草花丘陵北面 (友田町、長淵、駒木町)	9	311
大荷田川流域 (友田町、長淵)	9	362
計	21	694

今回の調査では21地点で確認することが出来たが、このうち金井調査 [15] と重複するのは推定で大体11地点。8地点は既に絶滅した場所と思われる。昔の地図を見ると、今の吉野街道と草花丘陵の間にはあちこちに水田があったようだ。山の際の水田は金井調査の頃はまだ残っていて、脇の用水や水たまりが当時はまだ産卵場所になっていたのだらうと思われる。現在は、水田がなくなって、山の際まで埋め立てられて造成され、宅地や駐車場になっていたり、水田はあっても周囲の環境が成体の生息に不適な環境に変わってしまったり、共同井戸が使われなくなって井戸の脇の池がなくなったりで絶滅に至った場所が多いようだ。現在生息しているのは、もう一步山合いに入った谷津田の跡で、草花丘陵では概ねそういう場所に残っている。環境のよい場所では卵囊数も多く、大荷田川流域等、丘陵の内懐に良好な生息地が残っている。

また、今回の調査で特筆されるのは、多摩川と吉野街道の走る段丘面の間、段丘斜面の下の湧水の湧き出るような場所で、3カ所生息確認できたことだ。こんな所にも生き残っていたかと感心したが、いずれも細々と生き残っている感じで、卵囊数も多くなく先々が思いやられる。

なお、今回の加治丘陵、草花丘陵の調査では、伊藤利雄、岡崎 学、川鍋孝三郎、川鍋芳美、久保田正寿、桜岡幸治、重政与四郎、鈴木晴也、角田清美、奈良野隆宣の各氏から、生息地に関する情報や古い字名が現在のどこの場所を指すのかについての教示をいただいた。感謝する次第である。

6.3.2 日の出町のトウキョウサンショウウオ

宮野 浩二

私の調査担当地区は日の出町である。この町に生まれ、この町で育った私にとって、トウキョウサンショウウオとの出会いも子供の頃であった。日の出町ではトウキョウサンショウウオのことをヤマカジ（山のカジカと言う意味）と呼び親しまれている。そんな訳で日の出町にはトウキョウサンショウウオが局所的ではあるが、かなり広範囲に生息している。

私の子供の頃は、トウキョウサンショウウオをペットとして飼育したり、またおもしろ半分には焼いて食べたことなどあった。トウキョウサンショウウオについて、何時、何処に行けば、どのくらい採れるかとか、卵が沢山産み付けられているのは何処かなど、子供同志の情報交換で知っていた。また、だれも知らない秘密の生息場所を探すのも楽しみの一つであった。この時代トウキョウサンショウウオはいくら採っても、決して減る事はなかった。子供が採るトウキョウサンショウウオの数など、広い生息地からすればものの数ではなかったのだった。

ところで、昨年（1998年）、今年とトウキョウサンショウウオの調査を行った中で全般に言えるのは、

1. 水田の活用が無くなったため水が涸れてしまっている。
2. 以前沢山生息していた所に家が建ったり、残土が敷き詰められたりしている。

等トウキョウサンショウウオの生息環境が激変していた事である。

調査地点 B-1 は、昔から非常に産卵数の多い所であり、私としても毎年欠かさず現地調査を行って来た所である。しかし、残念な事に年々産卵数が減少している。昨年は 95 個の卵囊数を数える事が出来た。95 個と言う数は決して少ない数ではなく、他と比べれば多い数と言えるのだが、ここの調査地点にとっては以前の 3 分の 1 に減少してしまっただけの数である。ところが、今年の調査ではわずか 7 個となってしまった。昨年と今年とで調査地点の生息環境には何ら変わったことは無い。しいて言うなら調査地点の西方 200 m 位の所に道路が出来たことである。この道路は近々調査地点の南 10m 近くまで伸びる計画があり、これは心配な要素である。今年の調査で見つけた 7 個の卵囊は、いずれも対になっておらず、しかも一ヶ所に集中する事なく散乱していた。これは明かに人間の手がかり、卵囊が持ち去られたものと見られる。調査地点は人家から離れ、人目につきにくい所である。しかし、それは卵囊を持ち去るにも、都合の良い所である。

ところで古い話を二つ。

一つは日の出町大久野にある曹洞宗耕雲山天正寺である。この寺は、山の南斜面にあり、本堂の裏には小さな池があった。その池の周辺は側溝があったが排水は悪く、山からの湧水のため一年中ジメジメしていた。山際にはバショウの大株があり、その枯れ葉が湿地の上にかぶさったり、朽ち果てたりしていた。私は子供の頃、よくこのお寺で遊んだ。本堂の裏に行くときには水に濡れないようバショウの葉の上を伝わって歩いた。そして葉の下に何か気味の悪いブヨブヨした物がいっぱいあったのを覚えている。後にこれがヤマカジの卵囊であることを知った。こんな訳で本堂の裏には、早春山からトウキョウサンショウウオが群がって産卵にやって来ていた。池はもとより、側溝、水溜りなど至る所に卵囊が産み付けられ足の踏み場がない程であった。

ところがこの寺の本堂が改築されることとなった。私にとって気になったのはトウキョウサンショウウオのことである。早速、五日市町にある都立小峰ビジターセンターの木内、篠木両氏に相談した。そしてトウキョウサンショウウオの引越し作戦を計画した。作戦は沢山ある卵囊の一部を小峰ビジターセンターに移す事である。

1992年4月12日作戦は決行された。まず現地入りした木内、篠木両氏は、あまりの数の多さに驚きの色

を隠せなかった。卵囊を拾い上げバケツの中に入れてののだが、アツという間にバケツいっぱいになってしまった。ここで採集を止めた。改めて産卵してあった場所を見ると、これだけ採っても一向に減ったと言う感覚はなかった。卵囊はまだまだ幾らでも残っていた。後でバケツの卵囊を数えたら 261 個あった。このことから推測すると、この寺に産み付けられた卵囊の数は 3,000 個を上回るものと思われた。

二つ目は、現在のニッ塚廃棄物広域処分場である。話しはさらに古くなるが、ここは“谷古入り”と言って大久野から青梅市吉野に通ずる馬引沢峠に至る所である。右に左に谷が入りこみ谷津田が沢山あり、交通の便が悪いため人が入りこまず、自然は豊かで、隠れ里の様な所であった。この田圃もやらなくなり放置され休耕田となった。その後は、スギなどの植林が行われた。そして排水のために縦、横に溝が掘られ、やがてあちこちに水溜りができた。またこの沢は、馬引沢という文字通り 1975 年頃まで馬で材木を運び出していた。直径 30-40cm の材木を 3-4 本束ね、狭い山道を馬がロープで引っ張ったのである。そのため平らな所はいいが下り勾配の所では材木が落ちる様になり、山道に材木がめり込む。それが何回も繰り返されるため、あちこちに穴が掘られ、しだいに深く大きくなった。雨でも降れば水が溜まる。赤土のせいで水捌けは悪い。

こんな訳で幸か不幸かトウキョウサンショウウオにとっては、休耕田、スギ林の溝、山道の水溜り等、絶好の産卵場所が出来たのである。そしてこの谷古入りは、日の出町でトウキョウサンショウウオが一番多く生息する場所となっていた。

しかし、ここもトウキョウサンショウウオにとって安心出来る所ではなかった。と言うのもここにニッ塚廃棄物広域処分場の建設計画がもちあがったからである。建設が間近に迫った 1993 年 3 月、“この自然を記録映画に残しておきたいので案内して欲しい”と西山監督から連絡があった。そして 4 月 4 日、10 人ばかりのスタッフとともに散策した。勿論、トウキョウサンショウウオについても話し、実物をフィルムに撮ってもらった。成体や卵囊も沢山見る事が出来た。そしてこの時が私にとってこの場で見た最後のトウキョウサンショウウオとなった。

6.3.3 トウキョウサンショウウオとのお付き合い

福田 教将

私たちのグループは、秋川の南側に広がる丘陵＝網代・高尾・留原・小和田・青少年旅行村、あたりを主に調査しました。

調査の前に、地元の方に産卵の場所を教えてもらうことにしました。先ず、地元で長く住んでいる方の所へ行って尋ねますが、そのほとんどは“昔話”でした。そして「今は少なくなった」「今はもう見ない」という返事。網代温泉の主人は、前の川からサンショウウオを見なくなってもう 10 年以上になると言っていました。網代会館の管理人さん、この地区のお百姓さんも同じです。高尾山麓のお婆さんは「子どもが小学生の頃は、家の後ろの池でサンショウウオを捕ってよく遊んでいたよ」とのこと。見たら、すでに水はなく雑草に覆われてくぼみが残っているだけでした。広徳寺の下には広い湿地があります。「いるよ」という話だったので、地元の人と一緒に見に行きましたが、残念ながら確認できませんでした。北寒寺という地区では、「それなら知っているよ、見に行こう」ということで行きましたが、ここも水が枯渇して湿性植物が生えているだけ。地元の人でもその変わり方に驚いていました。

五日市駅の北側＝小中野から北寒寺、入野、深沢にかけても事情は似たようなもので、全体としてサンショウウオが人々の目から急速に姿を消していることがわかりました。原因として (1) 湧き水や山水の枯渇、(2) 土木工事や宅地造成で川や池の周囲が変化したこと、があげられるでしょう。

一斉調査の日は、めぼしをつけていた産卵場所をグループで巡回しました。驚いたことの 1 つは、かざられた狭い範囲にたくさんの卵囊を産んでいるケースが目についたことです。高尾の H さんの庭には 80cm × 40cm ほどの小さな池があって、60 個ほどの卵囊が数本の小枝についていました。或いは杉林を切り開いて作った駐車場の片隅に、土管が縦に埋まっていて、その中と周囲の水たまりにだけ 50 個というケース。それから別の日に見たのですが、網代～高尾林道の下にある畳半分ほどの小さな人工池にも、毎年数十個の卵囊

が見られます。横沢や網代の谷戸田ぐらいしか知らなかったのが、大変驚きました。同時にほんのチョットした人間の対応のちがいで生存が脅かされる危険も感じました。

もう1つの驚きは、ほとんど「ペット」とでもいうような気持ちで、地元の方々が大事にし、あまり他人に教えたがらないという雰囲気があったことです。人家の近くで極端に生存の環境が悪くなっている現代では、こういう人々の存在がサンショウウオの保全に大きな役割を果たしていることがわかりました。調査に当たっては、こういう状況を理解した上で慎重にことを進めなければなりません。

横沢入の場合、西多摩自然フォーラムを中心に地道な活動が続けられています。1993年が157個、'94年が213個、'95年が177個で、ほぼ200個前後です。一見多いように思いますが、地元の人に言わせると、やはり「昔はたくさんいたよ」ということになります。

私も15年前に、子どもたちが中央湿地を流れる川の中に虫取り網を突っ込んでサンショウウオを捕って遊んでいたのを見たことがあります。当時はホトケドジョウもタイコウチもホタルもたくさんいました。しかし、横沢入には十分な樹林と複雑な谷戸があるように見えて、実際は確実にサンショウウオ生息環境が崩壊しつつあるのです。特に「水系の減少や消失」が最も深刻な問題でしょう。

- 草堂ノ入は、250mの林道に160本もの杉の木が倒れています。まるで「倒木林道」です。同様に、水路も多くの倒木や斜面の崩壊で寸断。水が不規則に休耕田に流れ込んだり、伏流水になって散逸。草木も勢いよく繁茂して水分を吸収し、結果産卵場所および幼生の泳ぐ場所としての水たまりがしっかりと存在していないのです。大なり小なり“下の川や宮田”も同じ状態が見られます。
- これが一番大きな問題かも知れませんが、“丘陵の斜面＝樹林地からの湧き水、山水がとても少ないこと”。昨年数個の産卵が見つかった場所が、今年は1つの水たまりもなく3個の卵嚢が半分以上空中に露出している状態でした。

里山なるものをトウキョウサンショウウオを窓口にして見てみると、いかに水系が重要であるか今更ながら思い知らされました。

6.3.4 サンショウウオとの不思議な出会い

川口の自然を守る会 五味 元

私にとってふるさとの山“天合峰”が開発によって消えるのは耐えがたいことです。「山を守るものがあつたら、何でも探し出してアセスの議論の場に引き出そう」そんな気負いがありました。もう6年も前のことです。オオタカの営巣地が見つかり、アセスが中断した後も私たちのグループの探索は続きました。そんな或る日、天合峰山頂直下の沢の源流部を歩いていたときの事です。深く掘れ込んだ沢を跨ぐように倒木が横たわっていました。その上を渡ろうとしたとき、中ほどでなんと木が折れてしまったのです。私は沢に落ちて泥んこになってしまいました。哀れむような仲間の視線が私の足元に注がれたとき、「アッ！そこにサンショウウオの卵が！」という女性の素っ頓狂な声でした。それから皆で手分けして卵を探しました。15対の卵嚢が見つかりました。沢の本流には産卵しないという私たちの貧困なトウキョウサンショウウオについての認識が改まったのはこの時の事です。私たちの会のサンショウウオ探索は深い山の中へ、沢の源流部へと向かうようになったのです。山奥の沢にたくさんの生息地が見つかりました。

今年の調査で私たちの調査班は美しいトウキョウサンショウウオの卵を見ることができました。その場所は、50対以上の卵嚢が見つかった場所ですが、霊園の造成工事によって雑木林が消え、沢の水が枯渇し、水質が汚れてしまったのです。昨年の調査(1998年)で絶滅の危険がある場所と報告しました。今年も多分駄目だろうと思いつつ足を踏み入れました。沢には異変が起こっていました。天罰が下って霊園の石垣が崩れ、崩落した土砂が沢を堰きとめ、奥の方に新しい大きな池ができていたのです。そのあたりはまだ開発の爪跡が及んでいませんでした。きれいに澄み切った水が膝以上の深さに溜まり、大きな池が出来ていたのです。奥の方にはそれまで茂っていた笹やセキショウなどが揺らめいていました。その池の中を“若しや”と思い、執念

を燃やして丹念に調べてみました。サンショウウオの卵が遂に見つかったのです。それは信じられないような美しさでした。ずっと伸びた細い笹の茎の中ほどに絡みつくように産んでありました。清冽な水のなかに半透明の卵が一对、私の立てたさざ波に揺らいでいたのです。目が慣れるにしたがって同じような形で産んである卵囊が次々に見つかりました。水中カメラを持っていた Y さんがその美しい卵の写真を撮ってくれました。

サンショウウオの調査をしていると毎年新しい発見があります。今年から地主さんの了解をいただいて、49 対の卵囊が見つかった休耕田で幼生の観察をはじめます。新しい生態の発見ができるのではないかと胸をときめかしています。

6.3.5 トウキョウサンショウウオは春です

山崎 登志樹

私がトウキョウサンショウウオに初めて会ったのは、今から 3 年前の春のことです。場所はまだ自然が残されている東京あきる野市の横沢入でした。たまたま新聞でトウキョウサンショウウオの産卵調査の記事を見つけ、友人と参加したのが最初でした。ただ、それ以前にもトウキョウサンショウウオという生き物に関しては、やはり新聞記事でその存在を知り興味を持っていました。その記事の内容は圏央道計画に伴う八王子市の川口リサーチパーク建設予定と、その予定地に生息するトウキョウサンショウウオの生態およびその生存の危機的状況が書かれたものでした。もともと動物好きだった私は野鳥やムササビなどの観察で高尾山に足を運ぶことが多く、この圏央道計画が高尾山の生態系に悪影響を与えることへの不安を抱き続けていたこともあり、生存が脅かされているトウキョウサンショウウオという生き物が私にとっては出会う以前から気になる存在になっていました。

さて、その気になる彼等との出会いは最初の調査を開始するやいきなり訪れました。落葉の敷きつめられた水辺の中を手探りで卵を探すわけですが、最初に恐る々入れた手を一度も水から抜かないうちに、その手に動くものの感触があり、捕まえてみるとそれはトウキョウサンショウウオの成体だったのです。後に知ることとなりますが、成体を見つけることは非常に難しく、この産卵期間だけが唯一発見しやすいというだけで、実際に出会えるのは極くまれな事だったようです。

幸運なスタートで始まった私のサンショウウオ調査は、今回で 4 年目になりました。冬から春への季節の移り変わりは水辺に立つ事により一層感じられます。手をつけているとかじかんでしまう程の冷たい水もいつしかぬるみ、セリなどの植物が芽吹き始め、色彩の乏しい冬の里山が淡い緑につつまれて行きます。水の中では、アカガエルの卵が孵化していて数えきれない程のオタマジャクシが群れ泳ぎ、谷戸の一面ではヒキガエルが集まり“カエル合戦”がたけなわとなります。

いつしか里山は小さな生命に満ち溢れ、体中でその心地良い春を感じ取れる…そんな気分になれるサンショウウオの生息調査は私にとってその一年を通じた最も楽しみな行事のひとつになりました。

3 年目の横沢入での調査会の数日後、リサーチパーク建設で揺れている八王子市の川口町で活動されている“川口の自然を守る会”の方々に同行させて頂き、天合峰という山とその周辺に生息するサンショウウオ調査することになりました。横沢入での産卵場所はほとんどが止水域であったのに対し、この天合峰周辺では流れの多少あるような沢にも卵が産み付けられていました。卵囊そのものの横沢入との違いをあげれば、無精卵や死んだ卵がほとんど無く、形も大きく、ハリのある健康的なものが目立ちます。

横沢入は水量の変化が著しく、水の少ない時などは表面から出てしまう卵が沢山あり、その多くは死んでしまうようなきびしい環境と言えます。その点、天合峰のような山地ではそれ程激しい水量の変化もなく、また水が少ない時でも沢の中の水が溜まるやや深い部分に産卵されている事もあり、それ程影響を受けない様子です。また、人の手があまり及ばないような場所であることも健康的な卵が育つ大きな要因のひとつだと考えられます。

さて、私にとっての 4 年目の調査は更に広範囲に渡りました。これまでに発見記録の無い新たな生息地を探す目的で稲城市、多摩市、町田市などで一斉調査が行われました。たまたま私の住む町田市の相原町が調査予

定に含まれていた事から、私自身は町田市での調査に同行させて頂きました。しかし、良い環境が多く存在するにもかかわらず、何故か町田市内ではトウキョウサンショウウオの生息につながるようなものを見つけることは出来ませんでした。しかし、思わぬ出会いもありました。地元相原町の大地沢周辺の沢で、ダブダブ皮のタゴガエルとその産卵場所を見つける事が出来ました。また、その周辺や下流の民家の近くでイノシシの足跡などの生々しい痕跡（4ヶ月後に2メートルの近距離で本物に遭遇）にも出会いました。他にもホトケドジョウ、タイコウチなど普段あまり目にしない生き物達も見ることが出来ました。こうして目をこらして歩いていると東京の自然もまんざらでは無いという気もしますが、やはり彼等の生活の場は確実に狭まっているようです。良い環境であったはずの森や沢が翌年の調査ではズタズタになり、水辺もサンショウウオも姿を消してしまうという事もめずらしくありません。

八王子市川口町のある林道脇に直径1メートル程の小さな池（わずかに流れがそそぐ程度のやや深めの穴）があり、サンショウウオの卵嚢が40個以上産み付けられていました。数多くの生息が確認されることで一瞬喜んでしまいがちですが、その穴池には彼等の食料となるような小さな生き物はほとんどいないようで、彼等が生き残るには共食いをする以外ありません。もともと習性がそうなっているとは言え、やはり極度の過密状態であり、劣悪な環境と言えます。こうなるとサンショウウオに未来は無いようですが、一度壊された環境でもあきらめずに水場を作るなどの工夫をすればまた彼等が戻ってくると言うことが、今年の調査でも証明されています。破壊や略奪だけではなく、そろそろ彼等の目線に合わせた物の考え方が必要になってきたと思います。彼等はあまりにもひっそりと暮らしています。その為に何時の間にか姿を消してしまっても、その事に気づく人は少ないでしょう。

私はそんな小さな生き物であるサンショウウオとの出会いを通じ、極く小さな自然でもそれとかがわって生きて行くことが如何に大切であるかを学んだような気がします。そして、いつまでも彼等と一緒に春を感じていたいと願っています。

6.3.6 里山の風景にあこがれてきたトウキョウサンショウウオ

4億年の昔から地球上に住みつき、氷河期をこえて進化し続けてきたサンショウウオは、今人間の無計画な自然破壊により、大ピンチだ。私達は1992年から理想的な街づくりという視点からトウキョウサンショウウオの調査を始めた。その結果を報告する。

調査の方法とどこにいるかについては金井先生から、トウキョウサンショウウオの生態については草野先生から教えて頂いた。

調査のための準備

- 身じたく；帽子、やっけ、ズボン、膝までの長靴。
- 持ち物；調査用紙、筆記用具、温度計、pHメーター、カメラ、手ごろな小枝（現地調達）、着替え（これは人による。メンバーの石黒さんはどろに足をとられ、下半身水びたしになった）。

調査の注意点

現状維持を大切にするため小枝を使って水面の落ち葉をかきくどけて探し、後は元に戻す。サンショウウオの卵のうは水中の木の枝や草にくっついて産んであるため、はずれると大水の時流

丘陵のサンショウウオを守る会 山内陽子

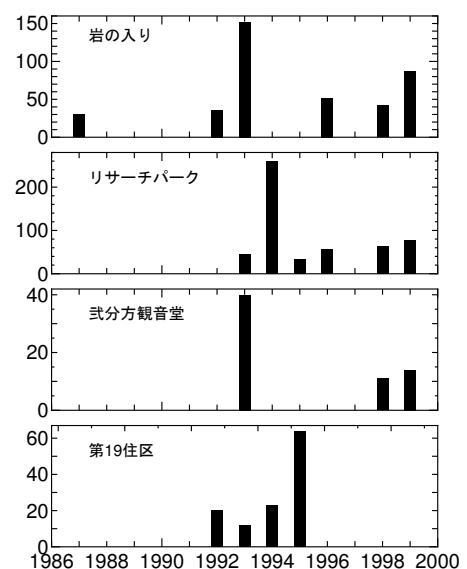


図 6.1: 各産卵場における産卵卵嚢数の年次変動。

されてしまう。何度か調査を重ねるうちに全部見なくても大たいの数を予測できる場所もある事がわかった。戸吹を調査されている小沢さんはその名人だ。

各地域の現状

1. 加住丘陵：上戸吹岩ノ入東向きの谷戸

加住丘陵のこの一帯は98年度約770個と多数のサンショウウオ生息域だが、中でも一番多く調査した岩ノ入東向きの6本の谷戸にあった卵囊数の変化をグラフで示す(図6.1)。93年以降減り続けているのは15年以上の廃田のため、田んぼのあぜが崩れて水がたまらず流されてしまうからである。現に調査中に谷戸の一つが水のない草原になった。手の入れられていない谷戸の乾燥化、荒地化があちこちで目に付く。また、このあたりの地下20m位の所で現在圏央道のトンネル工事が始まっている。そのため地下水系が変わり、乾燥化がもっと進む可能性がある。

もう一つこの地域の問題はゴミである。98年春に今まで美しい谷戸だった所が突然見上げるばかりのゴミの山に変わり果てていた。また、岩ノ入沿いの小川にも古い風呂おけや電気製品等が捨てられ、年々増え続けている。最近いたる所にゴミが目につくようになった。廃田、ゴミ捨て場が実際これからますます増えそうな気がする。

2. 川口リサーチパーク予定地：松木入、紙谷入

宝生寺団地の西側、山入川にそそぐ南向きの奥深い2本の谷戸。ここは圏央道にともなうリサーチパーク建設予定地だ。紙谷入は開発によりなくなる。そのため毎年関係者により紙谷入の卵が松木入に移されている。松木入は残る予定だが、山が開発されたら水は湧かなくなる可能性がある。

3. 乾農寺

乾農寺は紙谷入と松木入の間であって、すぐ近くを圏央道が通る事になっている。95年に7個発見されて以来見つかっていない。湧水が少なくなって池に水が入らなくなった。裏山も年々変わってきている感じだ。開発工事による乾燥とも考えられるし、池の改修工事で垂直のコンクリート壁とU字溝が設置されたことも影響していると考えられる。ここは今は絶滅しているが、手入れ次第で復活する可能性大である。

4. 上川口小学校の裏の田んぼ

上川町川口川にそそぐ南向きの谷戸は、93年にはりっぱな谷戸の見本のような田んぼであった。卵は水路にも田んぼにもあり、ヤマアカガエルと競争していた。しかし、98年には奥の田んぼは休耕田に変わり果てていた。ずっと奥地まで入ってやっと見つけた。ここは美しかった頃の様子が目につくので、是非復活してほしいと思う。上川口小学校の体験学習の場として活かさないだろうか。田んぼを作って湧水を活かし、トウキョウサンショウウオやその他の生物にたくさん帰ってきてほしいと思う。努力次第で復活できる可能性は大きいと思う。

5. 式分方観音堂

ここ式分方町の山際の小さな観音堂横の雑木林の中の小さな湧水池でのことだ。93年春の訪ねた日、4対8個の卵を見つけたがちょうど水が涸れていた。原因は山の雑木を切り、桜の苗木を植えたためと思われる。持ち帰った卵は友人達で手分けして育てた。梅雨明けの頃、変態前の個体や変態したての個体を雨上がりの水たまりに放った。それが成長したとすればあれから5-6年、ちょうど産卵可能な親になっている頃だ。今はこの地主のAさんがあたたかく見守ってくれている。これからきっと増えていく事だろう。ちょうど苗木も成長してきていて、山はまた緑でおおわれる。楽しみな環境である。

6. 初沢山

初沢山ふもとのみこころも霊堂横の山の入り合いにはかってサンショウウオが移植され、一時は200個を超える産卵があったらしいが、初めて見に行った92年の2個を最後に絶滅した。原因は山の乾燥により湧水が湧かなくなったためであろう。ここに新たに移植しないのは元々の生息地でないからだ。トウキョウサンショウウオは棲み分けている。初沢山、高尾山には元々いなかった。さて、かってここに

はヒキガエルがものすごくたくさんいた。しかし、池の改修工事後から激減し、現在はほとんど見かけない。池の改修の仕方には問題が多い。ほとんどのお寺がここ数年の間に改築や池の改修工事を行った結果、そこを住みかにしていた両生類を追い出してしまった。コンクリートの垂直壁やU字溝を超えるのは難しい。ピオトープという方法がある。池の一部でもいいから壊して昔の状態に戻してもらえないだろうか。

7. 多摩ニュータウン第19住区公園予定地

八王子市堀之内の農家の裏山に湧水池がある。以前、ここは年ごとに増えていた。多摩ニュータウン最後の建設地である19住区の開発により、湧水池のまわりの雑木を少し残して宅地化される運命にある。この影響で個体数は減るだろう。湧く水の量も減る事だろう。心配な場所である。

8. 叶谷町の泉と横川町弁天池

八王子市の中心部に近い場所で金井氏の記録と証言からかつては生息していた事がわかったが現在は絶滅している。叶谷町の泉は産卵場所はあっても親の生息可能な緑地はない。きれいに刈り取られてしまっている。弁天池は周りがコンクリートでおおわれた駐車場になり、やはり周りをコンクリートの直立壁で囲われている。これらの場所は今もわずかながら水は湧いている。その他にも市内何ヶ所か湧水場所がある。これらの水路を見直したらどうだろう。湧水を活かした街作りは考えられないだろうか。九州の島原市内の湧水路は多量の湧水が美しく流れ、錦ゴイが泳いでいたが、八王子ではコイでなく、トウキョウサンショウウオのいる緑のオアシスと水路を作れないだろうか。その水路には下水を流さないようにし、三面張りのコンクリートをはがす。植物や小さな水生生物がいっぱい住めるようにする。これは人にとっても居心地の良い空間になる事だろう。

私達はサンショウウオ調査に出かけるたび、サンショウウオのいる自然はとびきり生き生きとしていて、その中にいると自分が生き生きしてくると感じさせられる。サンショウウオの住める環境を市民みんなの憩いの場として残していく価値は、このストレスの多い社会の中で高く評価されると信じる。市内の泉のサンショウウオはすっかり絶滅して今は山際の里山に追いやられてしまった。そういう里山の田んぼも後継者がいないのか廃田が目立つ。そんな所をすっぱり公園として残せないだろうか。市民の有志で田んぼを復活させてトウキョウサンショウウオと共生していけるといいと思う。そんな事を考えながら私達のグループは楽しく調査活動を続けてきた。皆さんの理解を得ながらトウキョウサンショウウオと共生できる街作りを提案して行きたいと思う。

6.4 八王子南地区

6.4.1 多摩丘陵におけるトウキョウサンショウウオ生息の現状と保護上の問題点

トウキョウサンショウウオを守る由木の会 塩谷 暢生

はじめに

1998年のトウキョウサンショウウオ生息調査の結果、東京都内多摩丘陵の生息場所は地域的に限られていることが改めて確認された。それは八王子市の由木地区（八王子市に合併される前の旧由木村をこう呼ぶ）と日野市の一部で、町田市、多摩市、稲城市では生息を確認できなかった（1999年の詳細調査でも確認できなかった）。これらの地区は東京都における生息地の最南部というだけでなく、神奈川県三浦半島まで続くと云われる多摩丘陵の頭の部分であり、ここから尻尾にあたる三浦半島までの間には生息が確認されていないだけに極めて貴重な場所と云える。

しかしながら、由木地区における大部分の生息地は、多摩ニュータウン第19住区の計画地内およびそれに隣接する個人所有地内にあるので、ニュータウン開発により絶滅の危険にさらされている。現実に工事の進行につれ、さまざまな事故も発生している。

トウキョウサンショウウオは水と緑の妖精といわれるように、この2セットが生存の不可欠条件である。緑

表 6.3: 多摩丘陵のトウキョウサンショウウオ生息状況 (1998 年)

番号	生息地 (産卵場)	卵囊数	絶滅危険度と理由
1	八王子市堀之内 M谷戸	21	中 休耕田
2	八王子市堀之内 個人屋敷 M	80	小 個人的に保護
3	八王子市堀之内 T入り	21	大 老人施設計画進行中
4	八王子市堀之内 多摩 NT19 住区内	58	大 多摩 NT 開発
5	八王子市堀之内 個人屋敷 A 等	43	大 林は多摩 NT 内
6	八王子市堀之内 多摩 NT19 住区内	10	大 全て未受精卵
7	八王子市東中野 個人屋敷 K 等	124	大 林は多摩 NT 内
8	八王子市東中野 谷津入	161	大 林は多摩 NT 内
9	八王子市東中野 大学構内	14	大 林は多摩 NT 内
10	八王子市別所 個人屋敷 K	57	中 林は多摩 NT 内
11	八王子市南大沢 松木日向緑地	18	小 人工的に移植
12	日野市程久保 多摩動物公園	14	中 人工池に産卵
13	日野市高幡 個人屋敷 T	17	小 個人的に保護
合計		638	

(注) 多摩 NT とは、多摩ニュータウンの略。

(雑木林) を自然のまま残すことは技術的に容易であるが、斜面林での湧水の保全是やっかいなので、従来のニュータウン開発工事では、水を残す配慮は全くないと云っても過言ではない。コンクリート製 U 字溝により、いかに効率的に排水するかという方針で工事がなされており、トウキョウサンショウウオの生息に適する湧水を集め貯めておく場所 (湧水地や湿地) はない。

トウキョウサンショウウオにとっての水とは、単なる川の水や水道水ではなく、清浄な止水性の湧水であるだけに、それを確保するために丘の上での雨水地下浸透工法の採用や、雑木林の傾斜面における湧水の集水・排水施設の工夫が非常に重要となる。

1998 年生息調査概要

都内多摩丘陵における生息地は表 6.3 に示すように 2 市、13 箇所 (八王子市 11、日野市 2) で、卵囊数は 638 個 (八王子市 607、日野市 31) となる。絶滅危険度は大 : 6 箇所、中 : 3 箇所、小 : 3 箇所、将来が憂慮される。なお、本調査では産卵場 (湧水地) における卵囊数をカウントしているので、表 6.3 に示す生息地とは産卵場をいう。産卵場 (湧水地) は丘の麓に、陸に上がってからの生活場所である雑木林はその上部にある斜面林である例が多い。そのため、産卵場 (池) と生活地 (林) の所有者が異なる例が非常に多い。たとえば表 6.3 の例では、産卵場 13 箇所のうち生活地と所有が同一人 (同一法人) なのはわずか 4 箇所に過ぎず、それだけに保護の困難さがある。

生息地における問題点など

1. 八王子市の最大の生息地は、多摩ニュータウン (多摩 NT) 第 19 住区がある堀之内および東中野に集中している。産卵場と生活地が共に多摩ニュータウン 19 住区内にあるのが 2 箇所、産卵場は個人所有地で、生活地が多摩ニュータウン 19 住区内にあるのが 4 箇所もある。多摩ニュータウン 19 住区はまだ施設は建設されていないが、既に丘の上の大部分は伐採され裸地となっているので、湧水の減少が進行しており、従来の工事方法では絶滅の危険性が非常に大きい。丘陵地における水生生物との共生をめざし、望ましい水環境を形成する新しい町作りを望みたい。
2. 由木地区ではトウキョウサンショウウオを由木の宝と考え、個人的に屋敷内の産卵場 (生息地) を大切にしている方が多い。これらの方を、産卵場の環境整備や税制等の面からバックアップする方法の確立

が重要となっている。

3. 多摩丘陵の産卵場（生息地）は、休耕田や屋敷裏の排水溝・小池などほとんどが人の手が入った里山であり、しかも湧水量がどんどん減っている。そのため、放置すると産卵場が埋まり、乾燥化して湧水場が消滅あるいは小型化、腐泥化してしまう。高齢化などによりそれらの手入れが困難になっているので、保護のためには産卵場の維持管理体制づくりも大切になっている。

絶滅確認場所

1978年に行われた環境庁による第2回自然環境保全基礎調査（緑の国勢調査）の都内トウキョウサンショウウオの調査は、八王子市民の金井郁夫氏（故人）の研究によるものであるが、それに示されている生息地の中で今回生息が確認されなかった箇所は次の通り4箇所もある。とくに日野市においては生息地が全て消失しており、これは日野市における丘陵開発のすさまじさ（とくに湧水地、湿地の減少）を示している。

- 八王子市下柚木 殿ヶ谷戸
- 日野市三沢
- 日野市平山 六国亭
- 日野市程久保

事故例

八王子市の由木地区における生息地の大部分は、現在開発が進行中の多摩ニュータウン第19住区周辺にある。そのため不用意・不適切な工事などにより、成体や卵が死亡するなどの事故が発生しているため、以下に過去2年間に見られた事故例をあげる。

- 例1** 集水枡内でオスが全て死亡したためか、産卵しても卵が受精していなかった。

土地造成工事の排水のため集水装置を作ったが、トウキョウサンショウウオは集水枡内（木製）にきて産卵していた。しかし、集水枡が深く、垂直のため産卵にきた成体も幼生も地上に出られず死亡していた。これに気がついて安全な産卵場を作った時には、産卵された卵はすべて未受精卵になっていた。これは、集水枡内でオスが全て死亡してしまったためと考えられる。オスはメスより早く性成熟するため、メスが成熟して産卵のため安全な水場に来た時には、同じ年齢のオスは集水枡内で既にあの世行きという悲劇。

- 例2** 工事したばかりのU字溝で、産卵にきた成体および卵が死亡した。

新設直後のコンクリートは、アルカリ性なので死亡したものと思われる。なお、古いU字溝でも、産卵後の成体は疲労困憊で、垂直な壁を登ることはできず死亡する可能性が高い [20]。本例の場合は、産卵ができないようにU字溝の水の貯まる部分を砂利で埋め、さらに、Uの片面を取り壊してゆるやかな傾斜面にし、産卵にきた成体が戻れるように改善された。

- 例3** 湧水量が少ないため、卵がある程度成長した段階で死亡した。

単なる雨水のたまり水では、やがて卵は死亡する。ある程度の湧水があって、常時若干の流れがないと白濁して死亡する卵が多くなる。これは湧水の減少や泥さらいをしなくなったことによってたまった落葉が腐泥化し、酸欠状態となって生息環境が悪化するためと考えられる。卵囊中の全卵が死亡する場合もあるし、一部の卵が死亡する場合もある。成体の生息山林がニュータウン内で、産卵場が山すそにある私有地のケースに多く見られる。これは生息山林の伐採により雨水の地下浸透が減少し、湧水量が少なくなるためである。

- 例4** 湧水量が少ないため、夏場になると水が涸れ、幼生が死亡した。

林が伐採され、表土が削られたため、雨の少ない夏場に水涸れし、上陸寸前まで成長した幼生も全滅。

- 例5** 丘の樹木を伐採したため、湧水が涸れて産卵場（湧水場）が消滅した。

- 例6** 休耕田を畑に変更したため、産卵場（湧水場）が消滅した。

6.5 多摩地区全体のまとめ

川上 洋一

各地域からの報告からも明らかのように、生息地の全てにおいて、今後トウキョウサンショウウオの個体群が恒久的に維持される保障はどこにもない状況である。これらの原因については、生息環境を根本より破壊する開発計画があることと、里山が管理されなくなったために生息環境が荒廃しつつあることの、2つに集約できると考えられる。生息環境の縮小によって個体群の規模が維持できないほど小さくなっていることについても、この2つの要因が永年にわたって進行していることに原因を求めることができる。希少生物の減少の原因の一つとしてよくあげられる「商業目的の採集圧」については、多摩地区の本種が大きな影響を受けている例はごく少ない。これは個体群の規模が小さく、商業ベースとしては採算があわないためと考えられる。また、近年のアウトドアブームで本種の生息域に人間が入り込む機会が多くなっているが、一部の地域では多くのセリ採集者による踏みつけや子供の採集・持ち帰りといったオーバーユースによる影響が出始めている。

各地域の開発については、今後の計画とともに過去において影響を受けた生息地についても述べてみたい。

狭山丘陵： 水源確保のために緑地の保全については心配ないが、自然に手をつけずに別の問題を生んでいることについては後述したい。なお、進行状況は不明だが、同丘陵を南北に縦断する道路計画がある。

加治丘陵： ゴルフ場や砕石場による土地の改変が進んでいる。過去の調査資料が少ないため、これらが生息にどの程度の影響を及ぼしたか、追跡することは難しくなっている。

草花丘陵： 生息域の東端をゴルフ場や霊園の造成で、西端を廃棄物処分場で失ったものの、都内で最も多くの個体が生息すると考えられる。しかしこの地域には、東京都によって「秋留台地域総合整備計画」が予定されている。多摩ニュータウンを上回る規模の3,900ヘクタールの予定地域のうち、1,600ヘクタールは丘陵部の青梅市大荷田川流域・あきる野市鯉川流域・日の出町平井川北を中心にして土地造成が計画されており、これが実現するとこの地域の個体群は壊滅的な打撃を受けることになる。現在のところ都の財政難から計画は凍結状態にあるが、もともと各自治体の開発事業を都が調整するという性格の計画だけに、自治体単独で個々の事業を進めようとする動きもあり、予断は許されない。

伊奈丘陵： 「秋留台地域総合整備計画」の一環として、良好な生息地であるあきる野市横沢入の湿地を埋め立て住宅地にしようという、JR東日本の事業が予定されている。同丘陵の日の出町側では現在のところ大規模な開発の話はないようであるが、すでに東側生息域の多くが日の出団地によって破壊されている。

大久野山地： 日の出町とあきる野市に跨がる大久野山地は、都内生息域の西限にあたり分布の上限にも近いものの、個体数の多い生息地が確認されている。日の出町はトウキョウサンショウウオを町の天然記念物に指定しているが、二つ塚廃棄物広域処理場建設に見られるように、生息環境保全への配慮は全くはらわれていないと言ってよい。

秋留台崖線： 平井川南岸と秋川北岸の河岸段丘崖にベルトのように残された緑地と段丘下の水田や水路を生息地としていたが、その存続はまさに風前の灯火と言えるだろう。台地上の開発による湧水の減少、崖線傾斜地の護岸工事、水田の宅地化などにより、すでに平井川岸では絶滅、秋川岸ではわずか一カ所しか確認できなかった。

加住丘陵： 八王子市の戸吹町上戸吹・川口町影沢、片井戸を中心に、比較的規模の大きな個体群が残っている。しかし丘陵の東側においては、多くのゴルフ場や学校等の建設によって環境の改変が著しく進んでおり、宇津木町や丹木町の場合などは金井氏が調査した地点を追跡することすらできなくなっている。また、残された地域においても霊園の建設計画・廃棄物の不法投棄や、生息地の地下に予定される圏央道トンネル建設に伴う湧水の枯渇の可能性など、生息に悪影響を与える要素が多く今後が憂慮される。あきる野市側の秋川上流部では通称秋川南岸道路の建設が進められており、この影響も少なくないもの

と思われる。

浅川流域： 台地の湧水に依存していた個体群については、宅地化の影響による衰亡が著しくほぼ絶滅状態である。故金井郁夫氏が調査を始めるきっかけとなった八王子市横川町の弁天池も、周囲の宅地化と水質の富栄養化が進み、1986年の産卵確認を最後に絶滅している。叶谷町・泉町の産地も同様の状況であり、本種の生息地としては特異な部類に入るだけに、その消失は大変残念である。

川口丘陵： 天合峰を中心とした区域に良好な生息環境が残っており、個体数も多く記録されている。しかしここにはその大部分を造成するような形で、住宅都市整備公団^{*1}による「川口リサーチパーク」が計画されており、直接的な生息地の破壊だけでなく、これに伴う湧水の枯渇やアクセス道路の建設など、周囲への影響も小さくないものと危惧されている。さらに天合峰の地下には首都圏中央連絡道（圏央道）のトンネル建設の計画もあり、地下水の減少が心配されている。

多摩丘陵： 日野市においては、社寺や動物園といった、特殊な理由で自然環境が保全されてきた生息地を除いて、ほとんどが住宅地と化しており、過去の面影を想像することすら難しくなっている。八王子側が多摩ニュータウン造成の影響を大きく受け、残された生息地についても存続を脅かす計画が進んでいるのは別項の通りである。

つぎに衰退のもう一つの原因である、里山の管理放棄による生息環境の荒廃について述べてみたい。

この地域の生息地の大部分は、クヌギ・コナラを主とする雑木林によって構成された丘陵と、その谷間に湧水を利用して作られた「谷戸田」とよばれる小規模な水田とがセットになった典型的な里山環境である。これらの環境は、繰り返し行なわれる耕作・水路や畔の補修・落ち葉掻き・下草刈り・伐採など、人間が定期的に手を入れることによって維持されてきた。

歴史的にこうした環境が出現する以前の本種は、川口丘陵や草花丘陵の一部で観察されるように、崩壊などによって生じた沢の源頭部の湿地や林内の池などを繁殖地とする環境に生息していたと想像される。その後、原生自然への人為的影響が広がるにつれて、適度に攪乱された環境にうまく適応した本種は、したたかに生息域を確保していったのではないだろうか。同様の仮説は、同じく里山環境に依存している、昆虫のギフチョウの分布と衰退についての考察にも見ることができる。

しかし農業形態が変化し、効率化・機械化が進むにしたがって、こうした耕作しにくい山間の水田や雑木林を利用する農家は少なくなってしまった。その結果、水路は補修されなくなり、水の供給が無くなった水田は乾燥化が進み、水路自体も浸食によって止水部分がほとんど無い溪流のような状態となった。一時的に湿地となった部分も数年のうちにヨシに覆われ、いずれも本種の繁殖には適さない環境に変わりつつある。また、雑木林が利用されなくなり下草刈りが行なわれなくなったため、生息地である林床部もアズマネザサなどが密生する状態となっている。

この傾向は都内のほとんどの地域に共通であり、このままの状態が続けば、たとえ開発による生息地破壊が行なわれなくても、遠からず都内の本種は衰退していくものと考えられる。なぜなら現在の生息地の荒廃は、植物群落が原生植生へと遷移していくごく自然の働きに過ぎないが、もはや本種の個体群維持を可能にするだけの規模の攪乱された環境を内包する原生自然を復元することは不可能だからである。

^{*1}1999年10月より、都市基盤整備公団に改称された。

付録 A

生息地保全のための提案

川上 洋一

里山環境に強く依存する本種にとっては、単に手つかずの自然を確保するだけでなく、人為による環境の管理が欠かせない。ここに本種を含めた里山の生物保全の難しさがある。管理方法を誤れば、保全どころかマイナスの結果をも招きかねないのである。現在のところ、本種を保全するための環境管理の方法論は確立されていないので、最も有効なのは伝統的な里山管理作業の復活にあると考えられる。以上を念頭においたうえで、ここでは本種の生息地保全のための方法論について提案する。なお、環境管理とそれを支援するシステム以外については、別項に譲る。

1. 保全対象地域の把握

(a) 積極的に保全すべき生息地

＜孤立している・産卵数が減少している・個体群のコア集団として重要・他＞

(b) 生息地継続に必要な条件の把握

＜植生・産卵地・湧水量・集水域・他＞

(c) 生息数の把握

＜産卵数・推定個体数・経年変化・他＞

(d) 生息域の把握

＜産卵地からの分散距離と範囲・環境の現況・将来の危険性・他＞

以上については綿密な調査が必要である。個々の生息地の産卵数等についてはデータの蓄積が進んでいるが、その他の点についてはまだ調査不足と考えられる。

2. 生息地の維持管理

(a) 生息条件の確保

- i. 最も重要なのは産卵から幼生の成育期間中、その水面が維持できるだけの水量が湧水などによって供給されることである。しかし供給が不安定で大雨時に大量の流入がある場合などは、卵囊や幼生の流失の危険性が大きい。安定した水量の確保が生息地維持の最低条件と言えるだろう。
- ii. 本種の繁殖水面は水深が浅い場合が多く、浸食による土砂や落ち葉などの流入・堆積によって消滅してしまう危険性が大きい。また、周囲の人為的な土地改変による排水乾燥化、植物の遷移による陸地化なども予想され、維持のためには継続的な管理が必要である。
- iii. 本種の産卵地よりの分散範囲からは、生息地維持のために必要な森林の範囲がそれほど広範囲になるとは考えられない。しかし前述の供給水量の確保という点から見ると、集水域として一定の面積の森林の保全は絶対条件となってくるだろう。また、本種の生息に適した林床の状態を維持するための管理も必要である。

(b) 産卵地・生息地の維持管理

＜谷戸田の耕作・水路や畔の営繕・堆積物の排除・草刈り・他＞

すでに一部の産地では、市民団体による維持管理の試みが行なわれている。今後はこうした活動を広げると同時に、そこから得られたデータの蓄積が必要と考えられる。

3. 個体数増加を目的とした生息環境の整備

(a) 積極的に整備すべき生息地

＜産卵数少なく環境荒廃・経年的に産卵数減少傾向・産卵地のみが消滅して数年以内で繁殖集団が残存している可能性がある・他→あまりに少数の場合は、同産地の個体による人為的な増殖も必要＞

(b) 産卵地の整備

＜繁殖水面の造成→工法については研究、配慮が必要・水源の確保→湧水の保全が最善だが、場合によっては導水、井戸の掘削も・アメリカザリガニ等天敵の排除・他＞

(c) 生息地の整備

＜植栽・伐採更新・草刈り・他＞

(d) 他の生息地との連続性

＜移動経路の確保・複数生息地の面的保全・他＞

4. 行政に期待される生息地保全のための条件整備

(a) 生息状況の把握

＜定期的な広域調査・長期モニタリング・他＞

(b) 保全対象地の確保

＜指定・買上げ・管理委託・立ち入り規制・他＞

(c) 地権者に対する支援

＜補償制度・税制上の優遇措置・他＞

(d) 市民による保全活動との連帯

＜調査、管理、整備などの委託・ボランティア制度・他＞

(e) 総合的な保全管理システムの確立

＜保全計画、管理計画の策定・他＞

5. 以上を有効に機能させるための調整機関の設置

一つの例としては、行政・地権者・研究者・市民ボランティアなどによって構成される保全のための委員会組織の設置が考えられる。現在開発が予定されている一部の生息地では、事業者と市民団体・研究者の間ですでにこうした取り組みが始まっている。今後の成果によっては保全のためのモデルケースになるかも知れない。

付録 B

トウキョウサンショウウオ幼生の飼育方法

この付録は、決してトウキョウサンショウウオの飼育を一般の方に勧めるために書かれたものではありません。東京都のトウキョウサンショウウオのように、個体数が激減し絶滅の危険が危ぶまれている種を野外から採集してきて、個人の趣味のために飼育する行為は決して勧められるものではないと思います。ペット業者から買って来たものを飼育するのも、それが業者による採集行為を促進すると言う意味では、自分で採集してくると何ら変わりはありません。むしろプロの業者のより悪質な採集を促進することにつながりかねません。

ただし、第 5.2.5 節で述べたように、幼生の飼育も、激減してしまった個体群を保全するための一つの方策にもなりえるのも事実です。この章は、そのような目的で飼育する時に少しでもヒントになればと、飼育のポイントについて述べたものです。**飼育のために、むやみに野外から卵嚢などを採集することがないようにお願いいたします。**また、トウキョウサンショウウオに関心を持ち、保全活動や調査をしている組織や個人が各地域にいます。彼らが活動している産卵場で勝手に採集するようなことは決してしないよう注意してください。

B.1 一般的な幼生の飼育法について

古川 嘉勇

B.1.1 幼生の飼育法

トウキョウサンショウウオの飼育は、さほど難しくありません。注意をしなければならないのは、水温の上昇と、水道水に含まれるカルキなどの薬品、そしてエサ不足による共食いです。

水槽に水を入れ、卵のうを入れておけば、やがてふ化して幼生が卵のうから出てきます。ここで注意したいのが、まだ幼生が出てこないからと言って、安心して、水槽の水を換えないでいると、卵のうが全て死んでしまいます。例え卵とは言っても生きています。呼吸もしています。水を換えなければ、死んでしまいます。

卵のうから出てきた幼生に対してしばらくは、何もする必要はありません。3-4 日に 1 回ぐらい、水を換えるだけです。1 週間位たったら餌を与えます。餌としてイトミミズが良いと思います。アカムシなどがペットショップなどで買うこともできますが、アカムシの体が大きすぎるので、まだふ化直後の小さな幼生は食べることができません。餌を何日もあげないと、サンショウウオが共食いを始めますので、そうならないように毎日食べきれただけ餌を与えてください。

水槽が小さいのに幼生を多く飼育している場合は、共食い、水質の悪化等の影響で死滅する事がありますの

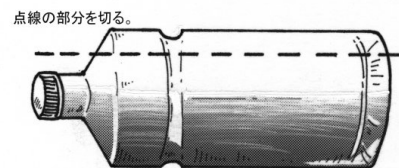


図 B.1: ペットボトルを利用した水槽。

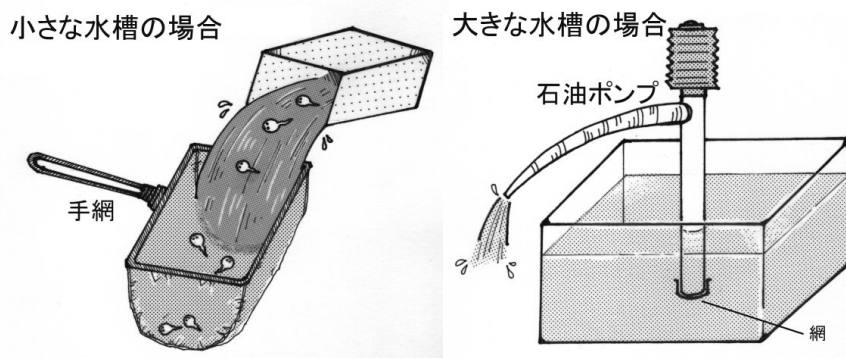


図 B.2: 水槽の水換えの方法。

で、小分けに水槽を分けた方が良いと思います。

わざわざ水槽を買わなくてもペットボトルを利用すれば小さな水槽が出来ます(図 B.1)。水は水道水で十分ですが、原因不明で毎年何匹かの幼生が死にました。そこで簡単な浄水機を蛇口に取り付けたところ一匹も死にませんでした。浄水機がない場合は、汲み置き水を使いましょう。

幼生が成長するに伴い水質も汚れてきます。また、5月中頃から気温の上昇と共に水槽内の水温も上昇しますので水を2日に一回位は換えた方が良いと思います。小さな水槽の場合の水の交換は、サンショウウオが入った水槽の水を網の中に流し込めば網の中にサンショウウオだけが残ります。

大きな水槽の場合には、持つことは重いので大変ですから、石油ポンプを利用します。この場合、力強く排出しますのでサンショウウオの幼生まで吸い込んでしまうのでポンプの先端に網などでカバーをして幼生が吸い込まれないようにします(図 B.2)。

このようにしてあげれば6月中旬から下旬には十分成長して変態は間近です。サンショウウオが生息している山や池に返してやるのが一番かと思います。ただし、むやみに家の近くなどに放さないで下さい(第5.2.5節の注意を良く読んでください)。必ず、卵を採集してきた元の場所に返すこと。元の場所が分からない場合は、決して野外に放してはいけません。どうしてもと言う時は、サンショウウオの専門家や組織(サンショウウオ研究会など)に相談してください。

さらに飼育したい方は水槽内に小石や砂利等で陸を作ります(図 B.3)。夏場、水温や室温が上昇しないように注意が必要です。水槽は日光が当たる場所は避けて、涼しい日陰に置きましょう。エアーポンプを利用して水槽内の気温を下げるのも一つの方法です。また、変態して幼体になると水槽内の壁をよじ登り逃げるので、必ず網付のフタが必要です。餌として外の緑地から、いろいろな土壌動物を取ってきてあげてみてください。彼ら口の大きさにあった適当な大きさのものを選んで、あげてください。変態直後の小さな幼体のエサは、なかなか良いものが手に入りにくいと思います。小さなショウジョウバエ・トビムシ・ワラジムシ・ダンゴムシやミミズ等が適当かと思います。

いずれにしても、変態後は幼生時代とことなり、飼育は結構難しく面倒ですので、あまりお勧めできません。どうしても飼ってみたい方は、少数の個体から始めるのが良いでしょう。エサの確保に苦労しますので覚悟してください(特に冬場)。

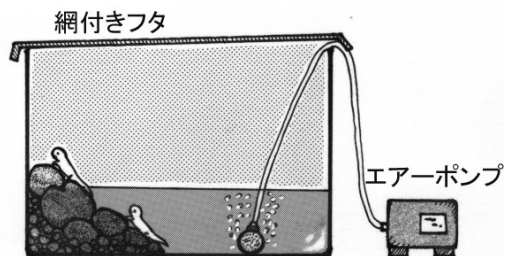


図 B.3: 幼生を変態させる場合の水槽の一例。

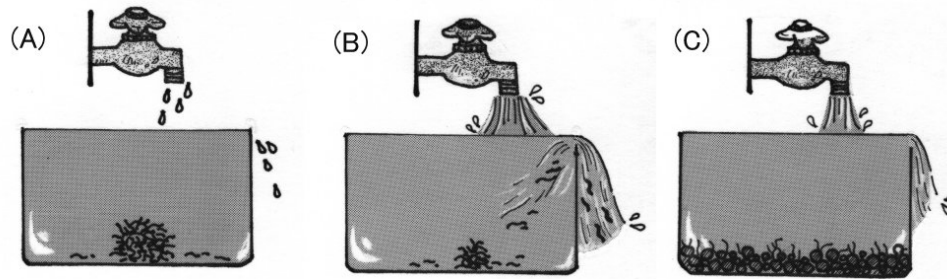


図 B.4: イトミミズの飼育方法。(A) 水量が少ないと水がとまってしまいます。(B) 水量が多いとイトミミズが流されてしまいます。(C) 砂利を轆くと砂利の下にイトミミズが潜り込み採集しにくい。

B.1.2 エサとなるイトミミズの飼育方法

サンショウウオの幼生飼育より難しいのがエサとなるイトミミズの管理です。イトミミズを飼育する大切な条件として、

1. 水をいつもきれいにしておく。
2. 水温を上げないこと。

この2点が特に重要です。

容器の中にミミズを入れると底でマリモのように固まります。以前は洗面器にイトミミズを入れて、水道の蛇口より水を少し流して飼育していましたが、時々水が止まってしまうことがありました(図 B.4)。そのため、イトミミズが死んでしまい、色は脱色して白くなり匂いが何ともいえないくらい臭くて大変でした。水の流れを少し増やすと水が止まることはありませんが、イトミミズが流れてしまいました。

次に考えたのが、洗面器の中に小さな砂利や砂を入れて蛇口より水を流したところ、イトミミズが砂利の中にもぐりこんで流されることは防げました。しかし、マリモのように固まらず、捕まえる時になかなか捕まらず苦労しました。また、水道代も馬鹿になりません。

数年前考え付いたのが水洗トイレのタンク内のボールタップを参考に試作したのがこの図 B.5 です。結果は良好で毎年使用しています(ボールタップとは水槽内の水位を一定に保つ部品です)。容器の縁に乗っている細いパイプにより、サイホンの原理で容器内の汚れた水や排泄物を排出します。この時外側の先端を少しつぶして、流れを押さえます。

流れが多すぎると水も無駄になりますし、イトミミズまでも流してしまいます。容器内の水位が下がるとボールタップが働いて水道の蛇口より水が供給され元の水位で止まります。この繰り返しをすることにより、容器内の水は常にきれいな水と冷たい温度が保たれ、イトミミズは快適な環境の下で数週間元気にいます。

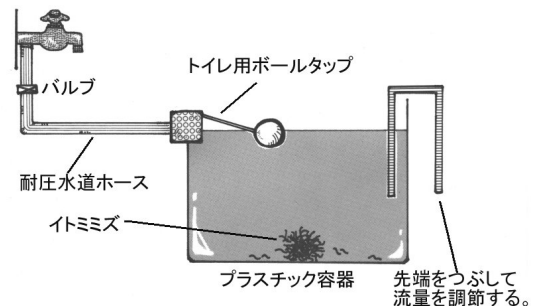


図 B.5: イトミミズ飼育装置の一例。

B.2 多量に飼育するための補足注意事項

草野 保

第 5.2.5 節で述べたように、トウキョウサンショウウオの個体群を保全するためには、野外から取ってきた

卵や幼生を飼育することが必要になってくる場合もあると思います。その際、比較的多数の幼生を1ヶ月程度の期間飼育する必要に迫られることもあるでしょう。一般的な幼生の飼育に関しては、前節の古川さんの注意事項を参照してください。ここでは、多数の幼生を飼う場合に、さらに注意する点を私の経験から補足したいと思います。

- まず、飼育容器は管理のし易さから、浅目の平たい容器が良いでしょう。私は、プラスチックの長さ40cm x 幅30cm程度で深さ5-6cmのバットを使っています。水は汲み置き水か浄水機を通したものを使うのが安全です。容器の深さの半分(2-3cm)程度の深さに水を張ります。出来るだけ水面の面積を大きくして、深さはあまり深くないほうが良い。入れる幼生の数はこの程度の大きさの容器であれば、最初は卵囊2-3個くらいでしょうか。幼生の成長とともに数を減らしてください。
- 容器には水以外はいれない方が、管理はしやすいです。砂利や水草は必要ありません。
- 水の交換は、出来るだけ頻繁に行なう。古川さんの言うように出来れば2日に一度は必要です。
- 卵から孵化した幼生は、卵囊の袋の中で動いていますが、じきに袋の両端から外に脱出してきます。ただし、個体によってはなかなか出て来れないものもあるので、その場合は、袋を手で破り外に出してあげてください。
- 餌は、イトミミズがやはり一番簡単です。幼生がある程度の大きさになれば、アカムシでも構いません。イトミミズの管理は結構面倒です。古川さんを参考にしていろいろ試してください。私は冷蔵庫を利用してイトミミズを保存しています。密閉できるタッパウェアなどの容器に、水をひたひたに浸し(水深数mm)、イトミミズの塊を入れてそのまま冷蔵庫(10℃位の冷蔵室。間違っても冷凍室には入れない)で保管します。できれば毎日水を替えるのが良いようです。それと、水は深く張らないこと。イトミミズの塊の上部はが空中に出ても構わない。イトミミズの塊が没するほど水を張ると、イトミミズが酸欠のためか死にやすいようです。
- 飼育容器に餌として入れたイトミミズは、すぐに塊となってしまいます。この状態では、サンショウウオの幼生は食べづらいので、時々ピンセットなどでこの塊をバラバラにほぐしてください。
- 多数の幼生を飼うための重要なポイントは、飼育容器毎に幼生の大きさを出来るだけそろえることです。大きさに差が出来てくると、例え餌を充分与えても、共食いが起きやすくなります。複数の容器を準備して、成長とともに、小さいものは小さいもの同士で、大きなものは大きなものだけに分けて飼いましょう。そのためにも、平たいバットのような容器を使うと、複数の容器を積み上げて置けるので便利です。
- トウキョウサンショウウオの幼生は比較的丈夫です。しかし、急な温度上昇には充分気をつけて容器を置く場所に配慮してください。直射日光などは当たらない、涼しい場所に置きましょう。
- 温度上昇とともに、水の水質には気をつけて下さい。特に、プラスチックの飼育容器を使う場合は、できれば古い容器を使うこと。新品のプラスチック容器からは、時として化学物質が溶けだし、幼生に悪影響がある場合があります。新しい容器を使う場合は、あらかじめ水を張って1週間程度放置しましょう。その際、時々水を換えておくこと。その後、飼育に使えば良いでしょう。

引用及びトウキョウサンショウウオ関連 文献

- [1] 赤羽記年・大森克也・菱沼知. (1998) 鮎田地域のトウキョウサンショウウオの生態. 70pp.
- [2] 青柳育夫. (1990) 佐野市天然記念物トウキョウサンショウウオに関する報告 (第2報). 13pp.
- [3] Beebee, T. J. C. (1996) Ecology and Conservation of Amphibians. Chapman & Hall, London, 214pp.
- [4] Douglas, M. E., and B. L. Monroe, Jr. (1981) A comparative study of topographical orientation in *Ambystoma* (Amphibia: Caudata). *Copeia* 1981:460-463.
- [5] 藤森隆郎・由井正敏・石井信夫 (編). (1999) 森林における野生生物の保護管理: 生物多様性の保全に向けて. 日本林業調査会, 東京, 255pp.
- [6] 樋口広芳 (編). (1996) 保全生物学. 東京大学出版会, 東京, 253pp.
- [7] 伊原禎雄. (1996) トウキョウサンショウウオの現況. 追われる生きものたち, 神奈川県立生命の星・地球博物館特別図録, pp.70-71.
- [8] 伊原禎雄. (1998) 広葉樹林下におけるトウキョウサンショウウオの食性: 胃内洗浄法を用いた調査. *Edaphologia* (60):1-9.
- [9] Ikebe, C. and S. Kohno. (1979) Cytogenetic studies of *Hynobius* (Urodela). I. Karyotypes of *Hynobius nebulosus nebulosus* (Schlegel) and *Hynobius nebulosus tokyoensis* Tago. *Proc. Japan. Acad.* 55:436-440.
- [10] 井上雅文. (1988) トウキョウサンショウウオの繁殖生態. 東京農工大学農学研究科修士論文. 70pp.
- [11] 伊藤嘉昭・法橋信彦・藤崎憲治. (1980) 生物学教育講座第7巻動物の個体群と群集. 東海大学出版会, 東京, 273pp.
- [12] 伊藤嘉昭・山村則男・嶋田正和. (1992) 動物生態学. 蒼樹書房, 東京, 507pp.
- [13] 金井郁夫. (1974) トウキョウサンショウウオ: 生活の神秘をさぐる. 誠文堂新光社, 東京, 260pp.
- [14] 金井郁夫. (1978) 東京のトウキョウサンショウウオ-トウキョウサンショウウオとヒダサンショウウオを中心に-. *動物と自然* 8(9):17-20.
- [15] 金井郁夫. (1979a) 東京都の両生・は虫類の概要. 第2回自然環境保全基礎調査 動物分布調査報告書 (両生類・は虫類) 東京都. 環境庁, pp.2-6.
- [16] 金井郁夫. (1979b) 多摩川流域でのトウキョウサンショウウオの分布と生態. (財)とうきゅう環境浄化財団 (一般) 研究助成 No.3:1-23.
- [17] 金田正人・大野正人. (1998) 神奈川県 of トウキョウサンショウウオの分布と生息状況. *神奈川自然誌資料* (19):1-4.
- [18] 環境庁自然保護局. (1993) 第4回自然環境保全基礎調査 動植物分布調査報告書 (両生類・爬虫類). 環境庁, 203pp.
- [19] 川上洋一・草野 保. (1999) トウキョウサンショウウオの悲鳴が聞こえる. *サイアス* 4(4):6-9.
- [20] 倉品伸子. (1995) スロープ付 U 字溝の有効性の検証-小動物との共存をめざして. *林業技術* (640):24-25.
- [21] Kuro-o, M., T. Hikida, and S. Kohno. (1992) Molecular genetic analysis of phylogenetic relationships in the genus *Hynobius* by means of Southern blot hybridization. *Genome* 35:478-491.
- [22] Kusano, T. (1980) Breeding and egg survival of a population of a salamander, *Hynobius nebulosus tokyoensis* Tago. *Res. Popul. Ecol.* 21:181-196.
- [23] Kusano, T. (1981a) Growth and survival rate of the larvae of *Hynobius nebulosus tokyoensis* Tago (Amphibia, Hynobiidae). *Res. Popul. Ecol.* 23:360-378.

- [24] Kusano, T. (1981b) Ecological studies on the population of *Hynobius nebulosus tokyoensis* Tago (Amphibia, Hynobiidae). Unpubl. Ph.D. diss., Tokyo Metropolitan Univ. Tokyo, Japan. 101pp.
- [25] Kusano, T. (1982) Postmetamorphic growth, survival, and age at first reproduction of the salamander, *Hynobius nebulosus tokyoensis* Tago, in relation to a consideration on the optimal timing of first reproduction. Res. Popul. Ecol. 24:329-344.
- [26] Kusano, T. and K. Miyashita. (1983) Effects of neutral red staining on the growth and survival of *Hynobius nebulosus tokyoensis* larvae. Jpn. J. Herpetol. 10:27-32.
- [27] Kusano, T., H. Kusano, and K. Miyashita. (1985) Size-related cannibalism among larval *Hynobius nebulosus*. Copeia 1985:472-476.
- [28] Kusano, T. and K. Miyashita. (1984) Dispersal of the salamander, *Hynobius nebulosus tokyoensis*. J. Herpetol. 18:349-353.
- [29] 草野 保. (1978) トウキョウサンショウウオの個体群動態. 個体群生態学会会報 (31):39-41.
- [30] 草野 保. (1982) 両生類の雌の最適繁殖年齢. 個体群生態学会会報 (36):39-48.
- [31] 草野 保. (1993) 林床でひっそりと生活 - トウキョウサンショウウオ. 週刊朝日百科 (97):5-8.
- [32] 草野 保. (1996) トウキョウサンショウウオ. 日本動物大百科第5巻: 両生類・爬虫類・軟骨魚類. 平凡社, 東京, pp.13-14.
- [33] 草野 保. (1999) カエルの寿命. 平成11年度特別展「カエルのきもち」展示解説書, 千葉県立中央博物館, pp.78-81.
- [34] 草野 保・早瀬長利. (1990) トウキョウサンショウウオの卵サイズの地理的変異. 個体群生態学会会報 (46):5-12.
- [35] Madison, D. M. (1997) The emigration of radio-implanted spotted salamander, *Ambystoma maculatum*. J. Herpetol. 31:542-551.
- [36] Madison, D. M., and L. Farrand III. (1998) Habitat use during breeding and emigration in radio-implanted tiger salamanders, *Ambystoma tigrinum*. Copeia 1998:402-410.
- [37] Matsui, M. (1987) Isozyme variation in salamanders of the *nebulosus-lichenatus* complex of the genus *Hynobius* from eastern Honshu, Japan, with a description of a new species. Jpn. J. Herpetol. 12:50-64.
- [38] 松井正文. (1996a) 有尾目. 日本動物大百科 第5巻: 両生類・爬虫類・軟骨魚類. 平凡社, 東京, p.8.
- [39] 松井正文. (1996b) 両生類の進化. 東京大学出版会, 東京, 302pp.
- [40] 松井正文・草野 保. (1997) トウキョウサンショウウオ. 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料 (IV), 日本水産資源保護協会. pp.292-302.
- [41] Misawa, Y. (1989) The method of counting costal grooves. In: M. Matsui, T. Hikida, and R. C. Gorris (eds.), Current Herpetology in East Asia, pp.129-134. The Herpetological Society of Japan, Kyoto.
- [42] 成田篤彦. (1978) 房総半島におけるトウキョウサンショウウオ (*Hynobius nebulosus tokyoensis*) の分布について. 千葉生物誌 27(1.2):92-301.
- [43] 成田篤彦. (1980) タヌキの胃からでてきたトウキョウサンショウウオについて (房総のトウキョウサンショウウオ-II). 両生爬虫類研究会誌 (17):19-20.
- [44] 成田篤彦. (1987) トウキョウサンショウウオの産卵行動. 理科教育研究 26(4):22.
- [45] 大野正男. (1979) トウキョウサンショウウオ. 第2回自然環境保全基礎調査 動物分布調査報告書 (両生類・は虫類) 全国版. 環境庁, pp.50-56.
- [46] プリマック, R. B. ・小堀洋美. (1997) 保全生物学のすすめ: 生物多様性保全のためのニューサイエンス. 文一総合出版, 東京, 399pp.
- [47] 斎藤 隆. (1996) コンピュータインテンシヴな個体群の密度依存性の検出方法. 個体群生態学会会報 (53):81-85.
- [48] 佐藤井岐雄. (1943) 日本産有尾類総説. 日本出版社, 大阪, 520pp.
- [49] Semlitsch, R. D. (1981) Terrestrial activity and summer home range of the mole salamander (*Ambystoma talpoideum*). Can. J. Zool. 59:315-322.
- [50] Semlitsch, R. D. (1983) Terrestrial movements of an eastern tiger salamander, *Ambystoma*

-
- tigrinum*. Herp. Review 14:112-113.
- [51] Sokal, R. R., and F. J. Rohlf. (1995) Biometry, 3rd Ed. W. H. Freeman and Company, New York, 887pp.
- [52] Snider, A. T., and J. K. Bowler. (1992) Longevity of reptiles and amphibians in North American collections. 2nd Ed. SSAR Herpetological Circular (21):1-40.
- [53] 鷺谷いずみ. (1999) 生物保全の生態学. 共立出版, 東京, 182pp.
- [54] 鷺谷いずみ・矢原徹一. (1996) 保全生態学入門: 遺伝子から景観まで. 文一総合出版, 東京, 270pp.
- [55] Williams, P. K. (1973) Seasonal movements and population dynamics of four sympatric mole salamanders, genus *Ambystoma*. Ph.D. thesis, Indiana University, Bloomington, Indiana. bibitem 山本 88 山本忠生・益子 治・飯塚光司. (1988) 北関東に生息するトウキョウサンショウウオに見られた染色体多型現象. Jpn. J. Herpetol. 12(3):108-114.

トウキョウサンショウウオは生き残れるか？

- 東京都多摩地区における生息状況調査報告書 -

編著者	草野 保・川上 洋一
発行所	トウキョウサンショウウオ研究会 197-0812 あきる野市平沢 473-6 川上 洋一 気付 Tel & Fax: 042-550-0265
発行年月日	1999 年 10 月 30 日
印刷所	昭和情報プロセス株式会社 Tel: 03-3452-8451
