

道路側溝での両生類の転落死防止方法

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者名	大河内,勇 大川畑,修 倉品,伸子
発行元	日本林學會
巻/号	83巻2号
巻号補足	
掲載ページ	p. 125-129
発行年月	2001年5月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



論 文

道路側溝での両生類の転落死防止方法

大河内 勇^{*1}・大川畑 修²・倉品 伸子³

大河内勇・大川畑修・倉品伸子：道路側溝での両生類の転落死防止方法 日林誌 83：125~129, 2001 道路側溝への両生類の転落死は両生類減少の一因として問題とされている。それを防止するために、簡易な後付けスロープ型脱出装置をつけた場合の効果、脱出装置の改良方法を調べた。スロープ型脱出装置をつけた場合、アズマヒキガエルでは側溝からの脱出数が増えるという効果がみられたが、ニホンアカガエルでは装置がなくともジャンプによる脱出が可能のため効果はわからなかった。脱出装置は、一部の種とはいえ効果があるので、道路側溝につけるべきである。移動力の弱いアズマヒキガエルの幼体を用いた脱出装置の改良実験では壁面の角度が30度以下になると、壁面が乾燥条件でも全個体脱出できた。これらから、100%脱出可能な側溝は、角度が30度より浅いV字溝になることを示した。

キーワード：個体群分析、側溝、道路、両生類、路上死

Okochi, I., Okawabata, O., and Kurashina, N.: **Prevention of Amphibian Mortality in Roadside Ditch.** J. Jpn. For. Soc. 83: 125~129, 2001 Mortality of amphibians due to roadside ditches has been a matter of concern recently in Japan. Two experiments were done, aimed at prevention of this mortality. A slope attachment improved the chance of the eastern-Japanese common toad, *Bufo japonicus formosus*, escaping from a roadside ditch. However, since the Japanese brown frog, *Rana japonica*, escaped by jumping from the ditch, the slope attachment did not change the number of frogs remaining in the ditch. The angle of escape slope on which toadlets could climb was less than 30 degree. Thus, we recommended a shallow V-shaped ditch with an angles of less than 30 degrees for better protection of migrating amphibians.

Key words: amphibian, ditch, fragmentation, mortality, road

I. 序

林道など道路側溝に両生爬虫類が転落し死亡することは研究者や自然観察者の間ではよく知られていたが、それが社会問題化したのは、貴重な両生爬虫類が多数棲息する沖縄本島北部での道路の建設が本格化して以来である。沖縄本島北部ではイボイモリ (*Echinotriton andersoni*)、リュウキュウヤマガメ (*Geomyda japonica*)、ヤンバルクイナ (*Rallus okinawae*) などの天然記念物をはじめ、多くの脊椎動物や無脊椎動物が山地の道路に作られた側溝で死んでいったという (千木良・池原, 1989)。もちろん、このような死亡は本土でもみられる (倉品・阿部, 1996; 川西・西原, 1995; 野上・鈴木, 1999; 広島県, 1995)。道路側溝の問題点は、単に天然記念物の貴重な動物が死ぬことにとどまらない。産卵場所と棲息場所が異なるため、その間を往復する両生類にとっては、時には個体群の壊滅につながる障壁となる (Beebee, 1996)。さらに、道路の側溝や農業用の用水路などで形成されるU字溝のネットワークは我が国の全土を隈なく覆っているが、それが各地で両生類個体群の孤立化を促している可能性がある。長谷川 (1998) は個体群の分断化がカエル類の絶滅を起こしている可能性を強く指摘している。

そうした批判を受け、新たに作られた道路では小動物が這い上がれるタイプの側溝を部分的に組み込む例 (兼光, 1994; 栗巣, 1996; 吉金, 1996) が散見される。しかしな

がら、既に作られた道路にそれを組み込むには工事が必要となり、実行されるまでのあいだに、個体群に著しい影響が生じる可能性がある。したがって、すぐに設置でき、しかも脱出路組込型の側溝と同等程度に効果のある方法が必要である。川西・西原 (1995) は、簡便な後付けスロープを試したが、工事を必要とする石積み工などには及ばなかったという。しかし、そこで示された問題点は主にスロープからの滑落であり、まだ検討の余地がある。一方、新たに側溝を作る場合、千木良・池原 (1989) は100%脱出可能な側溝こそが目標であると述べているが、それを達成した例は知られていない。本論文では実験を通じて、そのような側溝が不可能ではないことを示す。さらに、これまでの脱出装置や脱出を可能とする特殊な側溝の研究や開発は、生物がなぜ側溝に落ちるのかという本質的な問題をほとんど考慮せず、単に脱出できればよしとするきらいがあった。しかし、100%脱出できる側溝というものを想定しても、なお路上轢死の問題が残る。この論文では、脱出装置の効果の有無、脱出効率をあげる方法に関して実験を行い、それらの結果をもとにして林道側溝の今後のありかたを論じる。

II. 材料と方法

実験1と実験2は側溝からの脱出装置の効果に関する実験である。ヒキガエル (*Bufo japonicus*) はジャンプ力が弱く、産卵池が比較的限定されていて、しかも森林と産卵

* 連絡・別刷請求先 (Corresponding author) E-mail: ohkou04@ffpri.affrc.go.jp

¹ 森林総合研究所昆虫管理研究室 (305-8687 茨城県稲敷郡笠崎町松の里1)

Insect Management Laboratory, Forestry and Forest Products Research Institute, Ibaraki 305-8687, Japan.

² 森林総合研究所林道研究室 Forest Road Lab., For. Forest Prod. Res. Inst., Ibaraki 305-8687

³ 新潟大学大学院自然科学研究科 Grad. Sch. of Sci. and Technol., Niigata Univ., Niigata 950-2181

池を毎年往復するので、林道側溝の影響を強く受けると考えられる種である。そこで、実験1ではアズマヒキガエル (*Bufo japonicus formosus*) を用いた実験を行った。実験2は里山にすみ、谷地田に移動して産卵するカエルの代表として、ニホンアカガエル (*Rana japonica*) を用いた。ニホンアカガエルはアズマヒキガエルよりジャンプ力強いが、吸盤は有せず、垂直な壁面を這い上ることはできない。

実験3は脱出力の弱い両生類の代表として、変態直後のアズマヒキガエル幼体を用い、それが自由に脱出できる脱出路の傾斜を求めた。

1. 実験 1

茨城県稲敷郡茎崎町の森林総合研究所構内に、ヘビの侵入を防ぐ縦7m横8mの木製の囲いと日よけの寒冷紗で野外実験施設を作り、その中に幅30cm深さ36cm長さ5.5mの側溝を2列設置した。側溝は排水穴を下端にもうけ、水が溜まらないようにした。側溝のタイプは鉄筋コンクリートU型300Cである。普段は側溝は木の蓋で覆っておいた。側溝の周囲にはベニヤ板のシェルターを置き、アオキ・イヌマキを植栽した。その中に北茨城市花園で1996年5月および1997年5月に採集したアズマヒキガエル17頭を放し飼いにした。アズマヒキガエルの頭胴長は70mmから113mmであった。頭胴長はノギスを用い、体を板に押しつけて1mm単位で測定した。また、脱出装置の幅が適切かどうかを調べるために足幅を測定した。足幅は、8個体の静止時の左右の後肢の小指の先端間の距離を1cm単位で計った。餌としてフタホシコオロギ (*Gryllus bimaculatus*) を時々与えたが、1997年には餌となる野生の虫が囲いのなかにも多くみられた。

1997年9月3日から9月9日までと、同年9月24日から10月1日までの期間、毎日の夕方に側溝の蓋を2列とも外し、1列の側溝には床との角度が約35度のベニヤ板のスロープからなる脱出装置 (図-1) をとりつけた。脱出

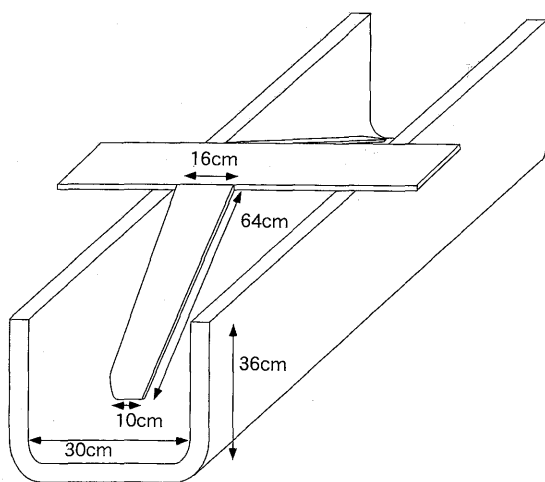


図-1. コンクリート側溝と脱出装置のサイズ
脱出装置をつけた場合のスロープの角度は35度。

装置は2列の側溝に、毎日交互に取り付けた。設置した翌日より、毎朝落下して溝に残っているアズマヒキガエルの数を数え、溝から取り出した。自然の落下にまかせ、強制的に落下させなかったのは、囲いの中の個体の全数捕獲が不可能であり、人為的に落下させた個体と自然落下が区別できなくなることと、人為的に落下させることにより両生類のコンディションが通常と異なり、行動に影響を与える可能性を避けるためである。日中は両生類が落ちないように再び側溝をベニヤの板で覆った。調査期間中、夜9時の気温は12.1~27.0°Cだった。

2. 実験 2

実験1と同じ施設を用い、ニホンアカガエルについて実験した。2000年9月10日にニホンアカガエル (体長32~58mm) を25頭放し、9月23日まで、アズマヒキガエルの場合と同様の方法を用いて実験を行った。この間の夜9時の気温は19.2~27.0°Cであった。

3. 実験 3

コンクリートの枠 (縦横24cm、深さ15cm) に床をつけ、全体を傾けるようにして、変態直後のアズマヒキガエル幼体の角度ごとの脱出数を調べた (図-2)。装置全体を日陰に置くとともに、屋根を付け、日が当たらないようにした。枠内にはわずかな土と落ち葉を置き、カエルが死なないようにした。毎日、装置の角度を変えて、変態したばかりの茨城県産のアズマヒキガエル幼体を夕方に30頭入れ、翌朝までに脱出できなかった個体数を調べた。実験は1997年6月17日から6月26日に茨城県茎崎町の森林総合研究所構内で行った。この間の夜9時の気温は18.3~24.2°Cであった。

III. 結 果

1. 実験 1

落下したアズマヒキガエルは脱出装置をつけた場合には翌朝まで側溝に残る場合はほとんどなく、脱出装置をつけた場合の側溝での残存数がつけなかった場合の残存数を上回ることはなかった (表-1)。落下数は天候や気温の影響を受けて、日々異なるので、同じ日の脱出装置をつけた場合とつけない場合の翌朝までの側溝への残存数を対の値として、対応のある2群のt検定を行ったところ、有意差が認められた (自由度=14, t値=-4.111, $p<0.05$)。側

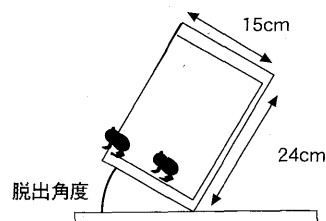


図-2. アズマヒキガエル幼体の脱出実験装置

脱出角度は変えられるようになっている。コンクリートの内壁は滑らかである。乾きすぎないように、内部には少量の土、落ち葉を入れた。

表-1. 脱出装置の有無による側溝へのアズマヒキガエル残留数の違い

観察日	朝まで側溝内に残っていた個体数	
	脱出装置付き	脱出装置無し
1997. 9. 4	0	6
1997. 9. 5	1	1
1997. 9. 6	0	3
1997. 9. 7	0	1
1997. 9. 8	0	2
1997. 9. 9	0	6
1997. 9.10	0	1
1997. 9.25	0	3
1997. 9.26	0	5
1997. 9.27	1	8
1997. 9.28	0	2
1997. 9.29	0	0
1997. 9.30	0	1
1997.10. 1	0	1
1997.10. 2	0	0

施設内に棲ませたアズマヒキガエルが自然に落下し、翌朝まで脱出できなかった数を調べた。

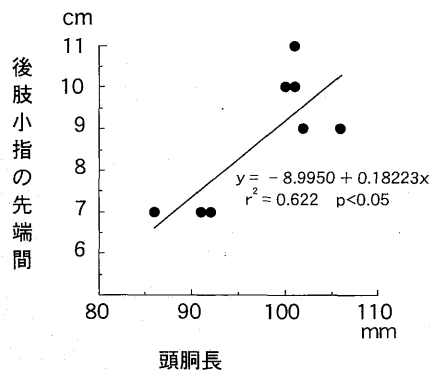


図-3. アズマヒキガエルの頭胴長と足幅の関係

頭胴長はカエルを押し付けて体を伸ばしノギスでmm単位で測定した。足幅は静止状態のときに物差で1cm単位で測定した。

溝に脱出装置があれば、利用する可能性は高いといえる。

ヒキガエルの後肢の幅は実験に用いた個体のうち8個体では7~11cmであった(図-3)。体長113mmの個体もいたが、図-3の体長と足幅の回帰線からこの個体の足幅を推定すると12cm前後となり、脱出装置のスロープの幅(上端で16cm, 下端直線部分で10cm)は特に狭くはなかったと思われた。

2. 実験 2

ニホンアカガエルは側溝に落ちたまま翌朝まで残る個体が少なく(表-2), 脱出装置の有無による差はみられなかった(対応のある2群のt検定, 自由度=12, t値=-1.897, $p>0.05$)。ニホンアカガエルがジャンプによってこの側溝から脱出するのを目撃したので, スロープなしでも比較的自由に脱出したものと思われる。

3. 実験 3

乾いた壁の場合は, 壁の角度が60度より緩やかになるとアズマヒキガエルの変態直後の幼体は脱出しはじめた

表-2. 脱出の有無による側溝へのニホンアカガエル残留数の違い

観察日	朝まで側溝内に残っていた個体数	
	脱出装置付き	脱出装置無し
2000.9.11	0	1
2000.9.12	0	0
2000.9.13	0	0
2000.9.14	0	1
2000.9.15	0	0
2000.9.16	0	0
2000.9.17	0	0
2000.9.18	0	0
2000.9.19	0	1
2000.9.20	0	0
2000.9.21	0	0
2000.9.22	0	0
2000.9.23	0	0

実験方法は表-1のアズマヒキガエルの場合と同様。

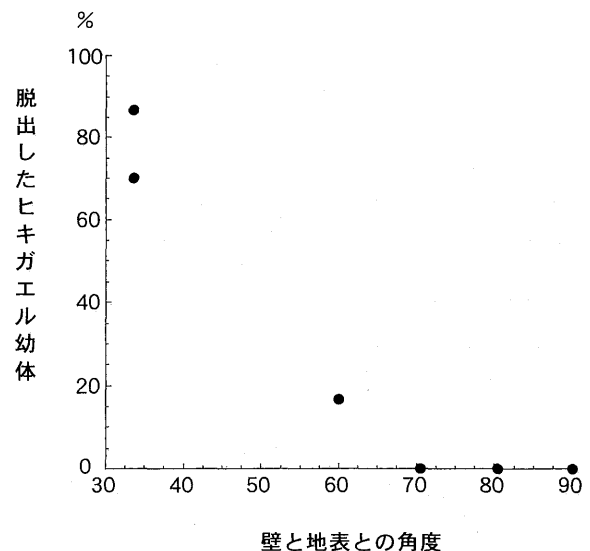


図-4. 壁の角度と脱出したヒキガエル幼体数の関係

図-2の実験装置に30頭の変態直後のアズマヒキガエルを夕方入れて, 翌朝まで残った数を調べた。雨の日は壁面に張り付いて脱出できるので除外した。

(図-4)。様々な角度での実験ができなかったのが, 角度の低下と脱出数増加の関係の詳細はこの実験ではわからないが, 角度を32度にした場合にはじめて大部分の幼体が一晩で脱出した。よってアズマヒキガエル幼体の移動を保証しようとするれば, それよりゆるやかな傾斜が好ましい。この他に, 雨の日にはずっと壁面が濡れた状態であった場合は90度の垂直面でも30頭全部が一晩で脱出した。

IV. 考 察

林道側溝への生物の落下が生じるのは, (1)偶然落ちる, (2)季節移動のルートを側溝が横切るために落ちる, (3)側溝自体に誘引されて落ちる, の三つのタイプがあると考えられる。このうち, 両生類は成体が繁殖場所に集つ

た後、また非繁殖期の生息場所へと戻る性質があり、しかも繁殖場所に変態した幼体も分散するために、(2)のタイプの落下が多く、他の動物よりも側溝への落下が問題になる機会が多い。側溝自体が水をためる場合があるので、両生類では繁殖場所として側溝を選んでしまう(3)の例もみられる(大川ら, 1990; 広島県, 1995)。側溝が繁殖場所と生息場所を断ち切ると、個体群が絶滅してしまう可能性もある。従って、側溝からの脱出を問題にすると、単に脱出できれば良いと考えるのではなく、移動を保証できるかどうかを考察するべきである。その意味では、成体だけでの脱出実験では不十分であり、跳躍能力の劣る変態直後の仔ガエルや抱接ペアなど、幅広く移動の可能性を検討しなければならない。

成体に関しては、簡単なスロープ型脱出装置でもアズマヒキガエルは良く脱出した(実験1)。川西・西原(1995)はスロープ型脱出装置(板スロープ工と呼んでいる)ではヒキガエルは脱出できなかったとしているが、脱出装置は角度が40度と急な上に、写真でみかぎり、側面に密着していない。これらが影響した可能性がある。また、スロープの幅は8cmとやや狭い上に、ヒキガエルが大型であった可能性もある。本論文で実験に用いた北茨城市のアズマヒキガエルは頭胴長110mm以下で、成体で平均120mmほどのアズマヒキガエルの中では小さい。一方、川西・西原(1995)の調査した石川県では体長140mmほどになる個体群もある(Matsui, 1984)。足幅は頭胴長に比例して大きくなる(図-3)ので、大型の個体にスロープ幅を合わせる必要があろう。ヒキガエルは土着のカエルとしては最大級であり、野ネズミ類より大きい。従って、ヒキガエルが登れる幅のスロープであれば、大部分の小型動物には十分であろう。大型の個体を考え、幅を15cm以上とすればより良いかもしれない。今回、側溝実験ではヒキガエルに対しては十分な効果が得られたとはいえ、繁殖期の抱接個体は重さが2頭分になるので、傾斜をさらに緩やかにするか、板の表面に加工を行い足掛かりを作る必要があろう。

一方、ニホンアカガエルの成体は脱出装置がなくともジャンプにより脱出し、スロープ型装置による改善は確認できなかった。しかし、ニホンアカガエルも小型の幼体であれば、ジャンプによる脱出は難しいことも考えられる。今後の問題としたい。

このような脱出装置をU字溝につけるべきかといえば、つけるべきである。つけない場合に比べ、少なくとも一部の種には効果がある。特に林道が出来たばかりで、側溝に瑕疵がないときにはジャンプ力の弱いアズマヒキガエルのような種には脱出できる可能性が全くないので、このような装置は必要である。やがて、土砂が堆積したり、ひび割れが生じたりして、装置なしでも脱出が可能となるかもしれない(千木良・池原, 1989)が、その間の犠牲を最小にするために装置を付けるべきである。

しかし、千木良・池原(1989)が示した「側溝を設置す

ることを前提として講じられる改良策は、100%側溝から出られることを目標としなければならない」というほどの効率性は、側溝の一部分に脱出路を設定するという方法を取るかぎり、達成は不可能と考えられる。仮に川西・西原(1995)や倉品・阿部(1996)の示すような工事を伴うより良い方法(石積み工)とスロープ型脱出装置との組み合わせを行なっても、難しいであろう。しかも、これらの方法は、山側への脱出のみを保証していて、移動を必要とする両生類の個体群の分断には対応していない。100%の脱出を保証し、移動を保証するには、側溝のどの場所からでも両方向に脱出できることが必要である。そのような側溝が可能であろうか? 実験3の結果がその可能性を示唆している。側溝の壁が30度以下であれば運動能力の弱い変態直後のカエルなども十分登ることができる。アズマヒキガエルは変態直後の幼体の大きさが6~8mmと非常に小さく(前田・松井, 1989)、同じように小さいタゴガエルに比べても跳躍力が弱いので、障害を乗り越える能力がもっとも低い種の一つと思われる。それが100%脱出できるので、他の両生類も脱出可能であろう。壁の角度がそれほど浅くなると側溝は浅いV字型にならざるを得ない。そのタイプの側溝は現に道路に使われている。図-5は東京都小笠原村の都道である。急峻な離島の条件から道が狭



図-5. 小笠原で使われている浅いV字溝の例

天然記念物のオカヤドカリの落下死防止に配慮したものと思われる(大林隆司氏撮影)。

く、側溝への脱輪を防ぐ効果も浅いV字溝を使う要因と思われるが、天然記念物のオカヤドカリに注意を促す道路標識があることをみると、小動物の落下死を防ぐことも目的の一つであったと考えられる。このような先進的な例が参照されてこなかったのは残念なことである。浅いV字溝が排水の点で採用できない場合はどうするか。その場合には経費がかかろうとも、全面的に蓋をする以外にはないであろう。

浅いV字溝など、脱出を100%保証する側溝であっても、路上轢死の問題は免れない。ヨーロッパでは、道路の問題といえはこの路上轢死が中心であり、路上にカエルを上げずに移動を保証するためのフェンスとトンネルを組み合わせたシステムが作られている (Langton, 1989; 養父, 1997)。今後はこの方面の研究が必要となろう。

引用文献

- Beebe, T. J. C. (1996) Ecology and conservation of amphibians. 214 pp, Chapman & Hall, London, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne and Madras.
- 千木良芳範・池原貞雄 (1989) 南西諸島ヤンバル地域におけるU字型溝への小動物の落下について. 33 pp, 世界自然保護基金日本委員会南西諸島自然保護特別委員会, 東京.
- 長谷川雅美 (1998) 水田耕作に依存するカエル類群集. (水辺環境の保全. 江崎保男・田中哲夫編, 220 pp, 朝倉書店, 東京). 53-66.
- 広島県 (1995) 広島県の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブックひろしま—. 437 pp, 広島県環境保健協会, 広島.
- 兼光英樹 (1994) 自然にやさしい林道. 第25回林道研究発表論文集: 7-12.
- 川西恵美子・西原正武 (1995) U字溝における小型動物に配慮した対策工について—小型動物の脱出装置—. 第8回環境情報科学論文集 (環境情報科学別冊): 57-62.
- 倉品伸子・阿部 學 (1996) 落ちた小動物が這い出せる道路側溝. 第31回林道研究発表論文集: 53-58.
- 栗巢憲一郎 (1996) 自然環境にマッチした林道解説. 林道 297: 18-19.
- Langton, T. E. S. (ed.) (1989) Amphibians and roads. 202 pp, ACO Polymer Products Ltd., Shefford.
- 前田憲男・松井正文 (1989) 日本カエル図鑑. 206 pp, 文一総合出版, 東京.
- Matsui, M. (1984) Morphometric variation analyses and revision of the Japanese toads (Genus *Bufo*, Bufonidae). Contrib. Biol. Lab., Kyoto Univ. 26 (3/4): 209-428.
- 野上啓行・鈴木保志 (1999) 側溝内への落下小動物の実態及び脱出用スロープ付U字型溝の実験. 高知大学農学部演習林報告 26: 13-23.
- 大川博志・宇都宮妙子・宇都宮泰明・内藤順一 (1990) 広島県のカスミサンショウウオ. 比婆科学 146: 49-53.
- 養父志乃夫 (1997) 両生類・は虫類と道路. (エコロード. 亀山 章編, 238 pp, ソフトサイエンス社, 東京). 48-53.
- 吉金隆司 (1996) 自然環境の保全に配慮した林道工事. 林道 302: 212-213.

(2000年6月14日受付, 2001年3月5日受理)