

木曽川上流渓流域における ヒダサンショウウオの生態に及ぼす 森林環境要因の影響

THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS
IN THE UPPER REACHES OF THE KISO RIVER ON THE HIDA SALAMANDER

西野達夫¹・篠田成郎²・亀原裕³・野田幸嗣⁴・山川淳平³

Tatsuo NISHINO, Seirou SHINODA, Yutaka KAMEHARA, Koji NODA and Junpei YAMAKAWA

¹岐阜県立華陽フロンティア高等学校教諭 (〒500-8286 岐阜市西鶯6-69)

²正会員 工博 岐阜大学助教授 流域圏科学研究センター (〒501-1193 岐阜市柳戸1-1)

³学生会員 岐阜大学大学院工学研究科博士前期課程土木工学専攻 (〒501-1193 岐阜市柳戸1-1)

⁴工修 株式会社ジャステック (〒395-0848 飯田市鼎名古熊2539-1)

A creature is extremely sensitive to environmental changes. The Hida salamander lives underwater while still in larval stage, and eventually lives on land when it reaches maturity. The influences of weather and vegetation characteristics on the habitation of the Hida salamander, which was observed at the upper forested valley of the Kiso River for three years, were investigated. The number of Hida salamanders depended on the meteorological factors such as the mean temperature and the annual precipitation. It was particularly clear that these numbers drastically decreased when the water was at a high temperature. Moreover, the vegetation characteristics such as the stem volume, the forest age and the growth rate were important factor to them. Their number was increase at the good forest kept on the forest management.

Key Words : *Hida salamander, environmental factors influenced on the habitation, forestry management, vegetation characteristics, atmospheric characteristics*

1. 緒言

カエルやサンショウウオなどの両生類は、幼生時には森林渓流域の水中で生活し、成長すると陸生となるため、森林環境の変化にはきわめて敏感な生物の一つとして考えられている。オタワ大学の生物調査チームは、世界37カ国での1950年以降の両生類調査結果や各地の研究者の未発表データまでも集積して、両生類の生息数の変動を分析した¹⁾。その結果、1960～1966年の間に世界全体で年間約15%の減少率でカエルをはじめとする両生類の生息数が急減し、それ以降は年間2%の割合で減少しているという。また、こうした報告とは反対に、両生類は本当に減少しているのか、という否定的な研究もある²⁾。

こうした研究では、生物生息数の変化がどのような環境要因によって発生しているかを検討することが目的で

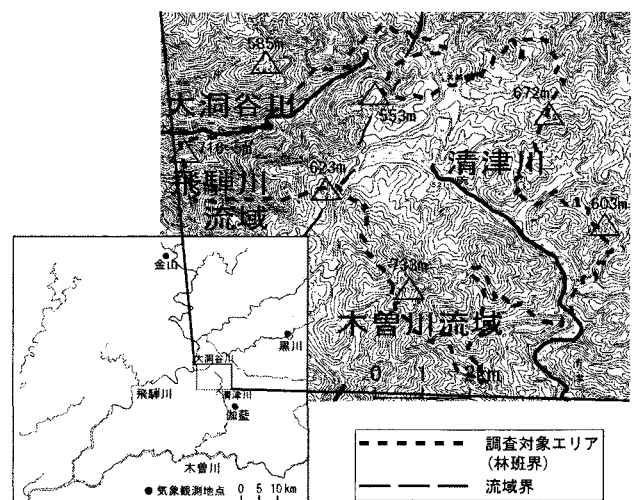


図-1 解析対象エリアと気象観測地点

はなく、生物学的な遺伝子をキーワードとした進化の形態を明らかにすることが目標であったり、単なる生息地域と生息数について調査するだけのものが多い。しかし、現実的な環境問題では、人間活動、環境要因および生物界との関係を明らかにすることは、とても重要な課題となっている。

本研究は、木曽川上流渓流域での生物調査および気象データ解析や植生分布解析を通じて、両生類および爬虫類、とくに中部地方の山岳域で広く生息が確認されつつも、最近減少の危機が懸念されているヒダサンショウウオに着目し、その生息に及ぼす環境要因の影響を検討することを目的としている。

2. 現地調査

(1) 調査対象地域の概要

調査地は、岐阜県加茂郡白川町と八百津町にまたがる森

林域(約59.4km²;東経137° 12'から137° 13'30",北緯35° 32'25"から35° 33'39"のエリア)に位置している。図- 1に調査地を含めた周辺域の地形(等高線、流路および主な山頂)や気象台観測地点を示す。図中には、後述する森林簿に基づく調査対象エリアを太い破線で示すとともに、飛騨川流域と木曽川流域の流域界を細い破線で示してある。対象地域内の最低標高および最高標高はそれぞれ330mおよび733mであり、木曽川の上流支川源流にあたる清津川と飛騨川の上流支川源流にあたる大洞谷川という2本の主たる溪流が存在している。また、対象地域内の東の上茶碗地内に672m、南の下茶碗地内に733m、北西の下山地内に716.5mの3つの山に囲まれており、林業関係者以外の進入はほとんど存在していない。

平成10年度(1998年度)版の岐阜県森林簿³⁾によると、対象領域内での森林の構成は、スギ5.6%、ヒノキ35.9%、アカマツ42.1%、その他広葉樹15.7%となっており、ほとんどが人工林(ほぼ全ての針葉樹が人工林)である。また、ほとんどの林齢は30年を超えておりながら、間伐が

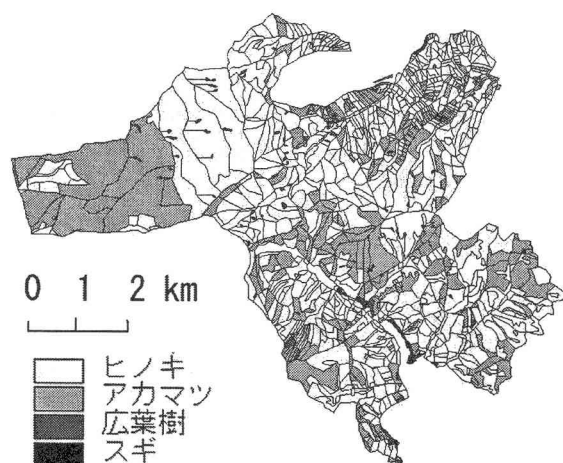


図- 2 樹種分布

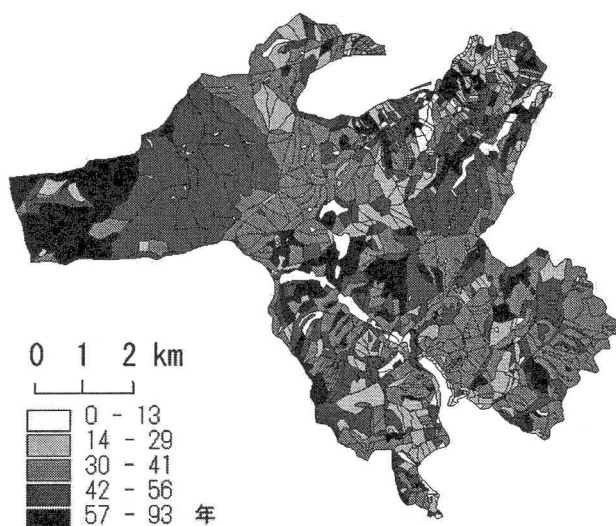


図- 4 林齢分布

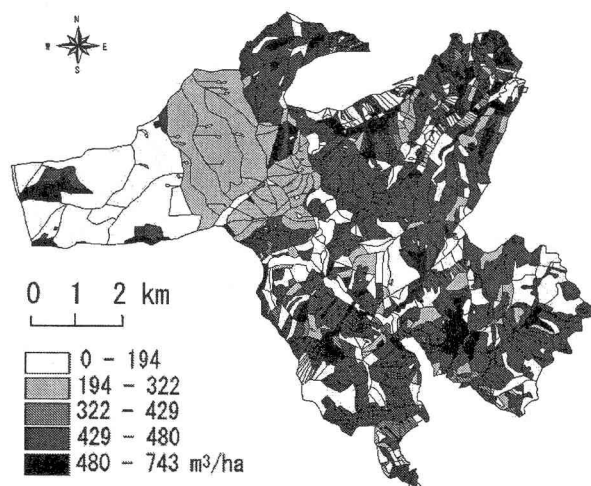


図- 3 単位面積当たり材積の分布

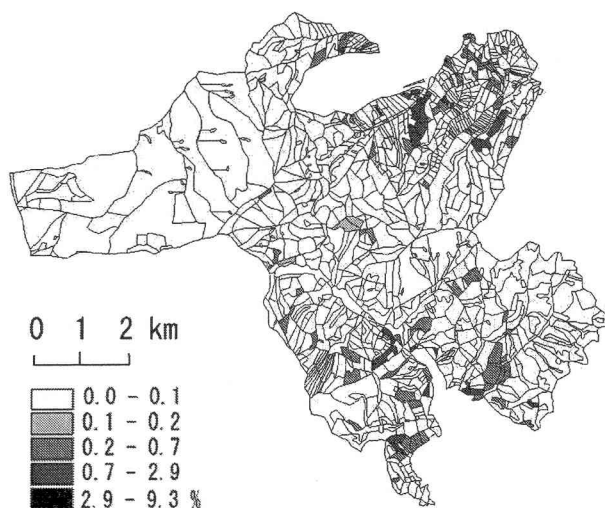


図- 5 成長率分布

実施されておらず、岐阜県が定めているスギやヒノキに関する人工林間伐基準(第1回間伐:植林後12~17年,第2回間伐:同18~23年,第3回間伐:同24~30年)⁴⁾から判断して、要間伐林分となっている。図-2~5に、森林簿に基づいて得られる対象地域内の植生分布(樹種分布,単位面積あたり材積の分布,林齢分布および成長率分布)を示す。主に、溪流沿いの標高の低い箇所にヒノキが植林され、山麓付近はアカマツによって占められている。現地調査での印象としては、枝打ちや間伐などの適切な森林管理は施されておらず、林内は暗く鬱閉している。また、森林表層腐葉土層(A₀層)の形成は全く見られず、下層植生もほとんど存在していない。このため、森林内土壌表面は硬く、ところどころ降雨流出に伴う地表面侵食や斜面崩壊地も散見される。現地踏査によれば、この地域の土壌は、火山性岩石である流紋岩質岩石が大半を占め、西部に花崗斑岩、南部に砂岩、泥質岩が分布し、清津川沿いには、沖積層の礫混じりの堆積物が分布している。

(2) 生物調査

1996年12月1日~1999年1月24日の約2年間に、合計23回(1996年冬:3回,1997年春:10回,1997年夏:2回,1997年冬:5回,1998年春:2回,1998年冬:1回)の生物生息調査を実施した。調査項目としては、両生類・爬虫類の確認種およびその個体数であり、とくにヒダサンショウウオについては、成体および幼生の個体数や卵嚢確認数も記録するようにした。また、その他の動物である哺乳類、鳥類、昆虫類、水生生物や植生に関しても調査を行った。

こうした調査では、数多くのヒダサンショウウオの幼生を確認することはできたが、成体の確認数はわずか1匹に留まった。サンショウウオは、幼時を水中で送るが、変態後は陸生となり、溪流付近の森林の落ち葉、倒木、岩石の下などに生息している。また、成体は夜行性であり、昼間での確認は極めて困難なため、成体をほとんど確認できなかったと考えられる。さらに、当該森林の約84%は針葉樹の要間伐林分であり、とくにヒノキ人工林内では下草植生も少なく、表面浸食を生ずる寸前の林床になっていたために、ヒダサンショウウオの生息可能場所が限定されてしまっていたことも、確認成体個数が少なかった原因かもしれない。こうしたことから、以下では、幼生個体の確認数によって、ヒダサンショウウオの生息数を代表させて検討を進めることにする。

なお、生物調査全般では、12種の両生類と7種の爬虫類を確認したが、レッドデータブックに記載されている希少種や危急種は確認できなかった。ただし、環境省が「絶滅の恐れがある種・学術上重要な種」としているヒダサンショウウオとタゴガエルの生息を確認できたことは、本論文の主題からは外れるが、生態学的には特筆すべき事項である。

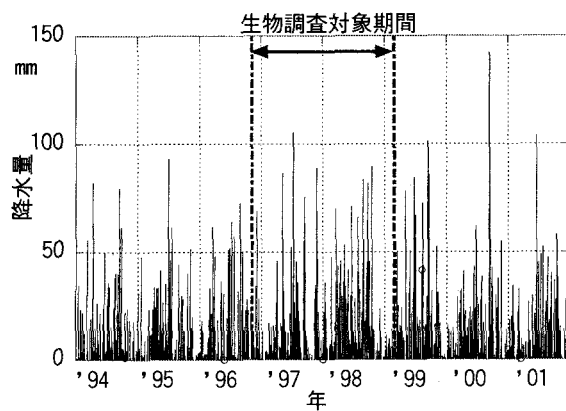


図-6 調査対象森林域における日降水量の推定結果

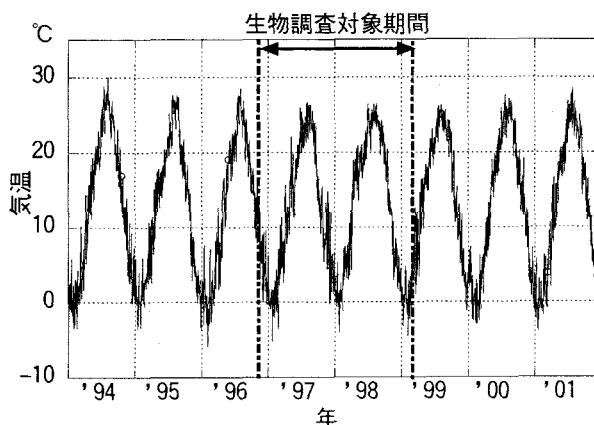


図-7 調査対象森林域における日平均気温の推定結果

3. 環境要因

森林流域に生息する生物に影響を及ぼすと予想される環境要因としては、植生、気象、水文、地形などが考えられる。以下、それぞれの情報に対する扱い方について述べる。

(1) 植生情報

図-2~5に示した4種類の植生特性量により、植生情報を与えることにする。なお、データソースとした森林簿は、森林をいくつかの区画に分け、その区画内における植生情報が与えられている。このため、前述の生物調査で得られた確認生物種と個体数のデータを、どこで確認できたかという位置情報をこうした森林区画と対応させることにより、生物生息と植生特性との関係を調べやすいようにした。また、森林簿では、大きな区画(林班)からその細分区画(小班)、さらに細分化された区画(枝番)といった分割がされており、本研究では、基本的には最小区画である枝番を基本にして解析を行った。なお、調査対象森林域内の総区画数は1212であり(1区画あたりの平均面積は4.9ha)、手作業で対応関係を把握することは多大な労力を要するため、GISソフトウェアを用いて、こうした作業を行った。

(2) 気象情報

図-1に示すように、調査対象森林域は、気象台の黒川観測所、伽藍観測所および金山観測所という3点に囲まれる場所にほぼ位置している。そこで、これらの観測所で得られた降水量および気温のデータの平均値によって、対象森林域の気象情報を与えることにした。なお、こうした気象データは、すべて気象庁のホームページから入手したものを用いた。

a) 降水量

上記3箇所の観測所における降水量データ相互には、0.87~0.91の強い相関関係が存在していたため、これらの観測所に囲まれる対象森林域では、3箇所の平均値によって降水量を推定することが可能になると判断した。こうして推定された対象森林域での日降水量の経年変化を図-6に示す。図では、生物調査期間を含む8年間の長期的な日降水量時系列を示している。

b) 気温

気温は、金山観測所と黒川観測所で観測されており、両者の気温データには0.997という強い相関関係が確認できたので、両観測所の気温データの平均値を調査対象森林域での気温の代表値として扱うことにした。図-7に、図-6と同様な期間に対して、こうして推定された日平均気温の経年変化を示す。

4. 環境要因と生物生息状況との関係

以上のようにまとめられた森林情報および気象情報と現地調査で得られたヒダサンショウウオおよび両生類・爬虫類の生息状況との関係を検討する。

(1) 降水量と生物生息状況との関係

図-6より、若干判別しづらいが、1997年の夏は渇水傾向にあり、翌1998年は全体として多雨傾向にあったことがわかる。こうした降水状況がヒダサンショウウオ幼生や両生類・爬虫類の確認数とどのような影響を及ぼすのかについて検討した。まず、どの程度以前からの積算降水量に生物が影響を受けているのかを調べるために、調査日から遡って20日間、30日間、60日間および1年間の積算降水量とヒダサンショウウオ幼生や両生類・爬虫類の確認数との関係を調べた。

図-8は、各生物調査日から過去1年間分の積算降水量とヒダサンショウウオ幼生確認個体数との関係を季節ごとに示したものである。プロットのばらつきが大きく、定量的な考察はできないものの、個体確認数が大きな値を示すのは年間降水量が1,600mm~1,800mmの区間であり、適度な降水がヒダサンショウウオの生息に必要なになっていると思われる。とくに、年間降水量が1,600mmを下回った1996年の翌春(1997年春の調査時)には、溪流が干上がってしまって、幼生個体は全く確認できなかった。

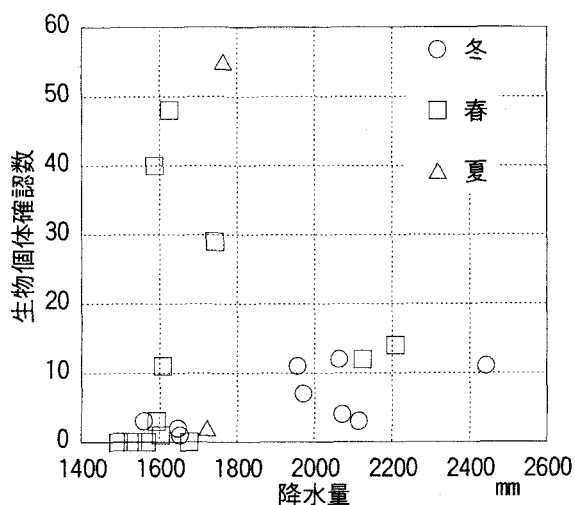


図-8 年積算降水量とヒダサンショウウオ幼生個体確認数との関係

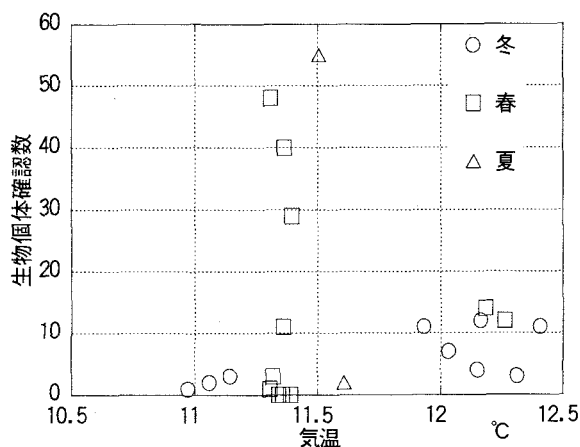


図-9 年平均気温とヒダサンショウウオ幼生個体確認数との関係

た。また、年間降水量が2,000mmを超えた1998年の翌春には、溪流の増水のために卵囊や幼生そのものが流されてしまうために、幼生個体確認数が少なくなる傾向が存在している。

降水量の積算期間を変えた検討でも、同様な傾向が確認でき、降水量の大小に伴う溪流での水位または流量がヒダサンショウウオの生息に大きく影響を及ぼしていると判断できる。

(2) 気温と生物生息状況との関係

降水量と同様に、調査日から遡って20日間、30日間、60日間および1年間の平均気温とヒダサンショウウオ幼生個体確認数との関係を検討した。図-9は、図-8と同様に、各生物調査日から過去1年間分の平均気温とヒダサンショウウオ幼生確認個体数との関係を季節ごとに示したものである。文献⁵⁾によると、ヒダサンショウウオは他のサンショウウオよりも比較的気温の高い場所でも生息できると言われている一方で、年平均気温が20℃を超えると生息できないとも報告されている。図-9からわかるように、調査対象地域での平均気温は11.5℃前後

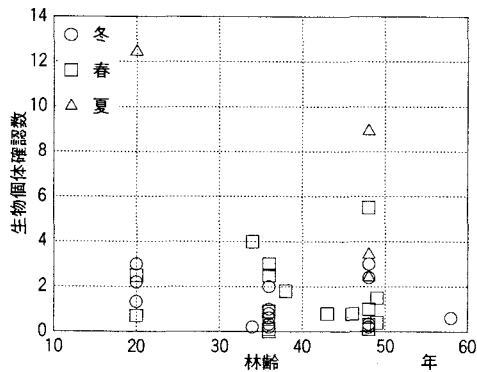


図-10 林齢とヒダサンショウウオ幼生個体確認数との関係

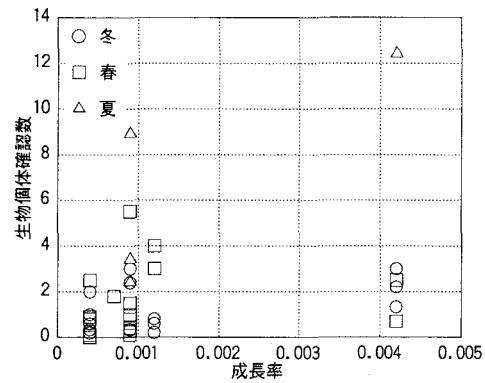


図-12 成長率とヒダサンショウウオ幼生個体確認数との関係

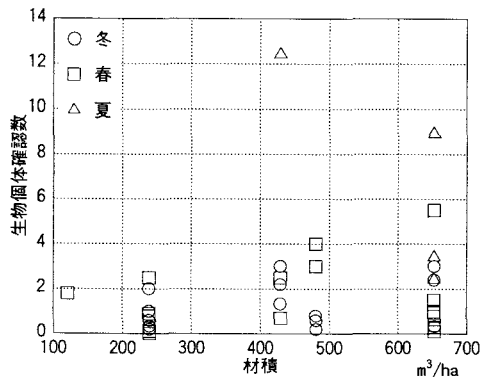


図-11 材積とヒダサンショウウオ幼生個体確認数との関係

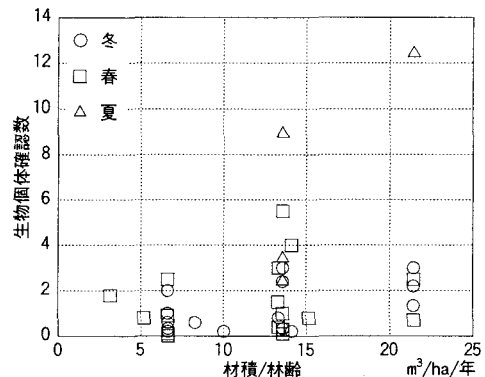


図-13 年間成長量(=材積/林齢)とヒダサンショウウオ幼生個体確認数との関係

であり、ヒダサンショウウオ生息可能上限気温よりもはるかに低いため、この地域では気温が制約条件になることはなさそうであると判断できる。ただし、平均気温が11.3℃を下回った場合には幼生個体確認数は極端に少なくなる傾向が顕れており、逆に、平均気温が11.6℃を上回った場合には確認個体数が少なくなっている。両生類の場合、皮膚が薄いために外的な影響を受けやすく、また、体温を維持することが困難なため、適度な気温は重要な環境要因となる。こうしたことから、敢えて最適な気温を定義するとすれば、11.4℃前後の平均気温がヒダサンショウウオにとって適した生息環境であると言える。ただし、わずか2年間の限られた地域を対象とした生物調査からでは、普遍的な最適気温を算出することはできず、この値はあくまで参考データとして扱われるべきものであろう。

(3) 植生特性と生物生息状況との関係

生物調査時に、ヒダサンショウウオの幼生を確認できたのは、溪流沿いの場所であることがほとんどであった。上述のように、ヒダサンショウウオの卵嚢は溪流中の流速が遅い場所の大きな石の下に生み付けられるため、幼生も同様な流れが緩い水中に生息している。このため、幼生を確認できる場所はかなり限定されることになる。溪流沿いは植林しやすい場所であることから、ヒノキ林が主となつてはいるものの、スギや広葉樹の林分でも幼

生が確認できていたため、樹種による影響よりも、材積や成長量などの植生状態量が支配的と考え、生物生息確認数との関係を検討することにする。

図-10、11、12、13 および 14 は、それぞれ全樹種に関する単位面積あたり材積(m^3/ha)、林齢(年)、成長率および年平均成長材積(単位面積あたり材積を林齢で除した値)とヒダサンショウウオ幼生確認個体数との関係を示したものである。それぞれのプロットは、各調査区画別に、季節ごとに確認できた個体数の総和を調査回数で除すことにより、当該区画における1回の生物調査による平均確認個体数として算出されている。生物調査では、毎回同じ溪流を対象としており、その調査区間長(1回で調査した溪流の総延長距離)は約1kmであった。なお、夏(1997年夏の2回の調査)のプロットについては、渇水により溪流の水が干上がってしまい、通常では確認されない水溜りに多くの幼生個体が待避していたため、例外的なデータと判断される。そこで以下では、春と冬に絞って考察することにする。

当然のことながら林齢が高い林分であるほど材積の値は大きくなる。逆に、林齢が高く、成長しきった大木になると、成長率は小さくなっていく。図-10、11および12より、十分に成長しきった成熟した林分において冬場の幼生個体確認数が高くなる傾向が認められる。これは、成熟した林分の方が落葉・落枝量が大きく、ヒダサンショウウオが身体を隠す場所が増えることや落葉・落枝

から渓流水中に供給されるバクテリアにより、プランクトン増殖が活発化し、ヒダサンショウウオのエサとなる水生昆虫が豊富になることに起因すると思われる。ただし、春のプロットではこうした傾向はあまり明瞭ではない。その理由としては、春先の融雪や降水による出水に伴うヒダサンショウウオ幼生の待避行動が影響していると予想される。逆に、冬場にはそうした待避行動を取る必要性が少なくなるため、比較的明瞭な傾向として表れていると考えられる。

一方、林齢に比して材積が高い林分では、森林植生による炭素や窒素の固定機能が強く、良好な森林環境が現出されていると判断できる。図-13では、植生による物質吸収能力を表すと考えられる材積/林齢の値とヒダサンショウウオ幼生個体確認数との関係を示す。森林管理が行き届いている場合、植生による物質吸収量が大きくなり、結果的に渓流の水質が良好になる⁶⁾ため、幼生個体確認数が増大すると予想されるが、実際には材積/林齢の値が大きくなり過ぎても、個体確認数が減少する傾向が認められる。ただし、年間1ha当たり20m²以上もの成長を示す林分は、植林直後の若い森林区画に対応しているため、上述のような落葉・落枝量が十分ではなく、ヒダサンショウウオ幼生が隠れる場所が少なくなっていると考えられる。以上のことより、枝打ちや間伐などの適切な森林管理がなされることにより、高い物質固定機能を維持した森林が形成されつつ、成熟した状態を保っている森林がヒダサンショウウオの生息に適していると判断できる。当然、成熟した森林では、林床でのA₀層が発達しており、ヒダサンショウウオの隠れ場所となるような個所も多く存在することになる。

また、図-14に示すように、データは少ないものの、ヒダサンショウウオだけでなく、それ以外の両生類・爬虫類についても材積の高い場所での生息の確認がされた。

森林管理の良否は、森林内での炭素・窒素固定能に影響を与える⁶⁾が、動物の生息においても、こうした森林管理の重要性が示唆され、調査対象森林域での近年の両生類・爬虫類の減少は、森林管理低下に起因するものと推察される。

5. 結語

以上、本研究では、木曽川上流渓流域におけるヒダサンショウウオおよび両生類・爬虫類の生息状況が、どのような環境要因に影響されるのかを、気温、降水量および植生特性との関係から検討した。本研究による成果は次のように要約できる。

- 1) ヒダサンショウウオを含めた両生類・爬虫類は、森林内溪流近傍の水辺で生息しているため、気温や降水量などの気象要因の変化によって生息個体数が増減する

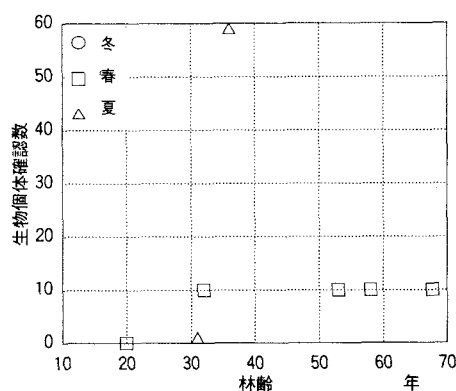


図-14 材積とヒダサンショウウオ以外の両生類・爬虫類の個体確認数との関係

傾向がある。

- 2) ヒダサンショウウオを含めた両生類・爬虫類は森林を生息場所としており、針葉樹や広葉樹というような樹種によって生息条件が左右されるのではなく、森林の管理が行き届いた、成熟した森林に生息しやすくなることが示唆され、森林管理の重要性が示された。

今回の解析では、生物確認個体数に及ぼす環境要因の影響を外観的に検討したが、今後は、日照時間、林内照度、水質、水量など、生物確認場所のピンポイントな物理環境に基づく解析が重要になるものと思われる。また、こうした現地生物調査に要する労力は並大抵のものではないが、継続的なデータ収集が欠かせない。全国各所で、こうした生物調査が実施され、データが積み重ねられることを期待する。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、生物調査にご協力頂いた蛭川村の曾我沖成氏および元岐阜大学農学部教授富田浩二氏(故人)に深謝の意を表すとともに、岐阜県森林簿をご提供下さった岐阜県農林水産局森林課に感謝する。

参考文献

- 1) J. H. Houlihan, C. S. Findlay, B. R. Schmidt, A. H. Meyer, and S. L. Kuzmin: Quantitative evidence for global amphibian population declines, *Nature*, 404, pp. 752-755, 2000.
- 2) リチャード・B. プリマック (小堀洋美訳): 保全生態学のすすめ, 文一総合出版, 1997.
- 3) 岐阜県: 平成10年度岐阜県森林簿, 1999.
- 4) 岐阜県: 飛騨川地域森林計画, 1992.
- 5) 松井 孝爾: 日本の両生類・爬虫類, 小学館, 1985.
- 6) S. Shinoda, K. Tsuduki, A. Yuasa, Y. Sato and K. Mano: Influence of the vegetation distribution on the mass balance of total nitrogen in a forested mountain watershed, *Jour. of Global Environment Eng.*, Vol. 5, pp. 127~137, 1999.

(2003. 4. 11受付)