

センサーカメラによる北アルプス後立山連峰の 岩小屋沢岳周辺でのニホンジカ初確認

堀田昌伸¹・尾関雅章²

2013年6月下旬から10月中旬にかけて、後立山連峰の爺ヶ岳から岩小屋沢岳周辺の高山帯に8台のセンサーカメラを設置して、哺乳類及び鳥類の生息状況を調査した。その結果、哺乳類7種、鳥類10種の計17種が撮影され、ニホンジカについては、今回が同山域での初確認であり、岩小屋沢岳の南南西約300mの稜線上で2回(7月22日に雄若齢1個体と10月8日に性・年令不明1個体)、岩小屋沢岳の南南西約415mの稜線上で1回(10月7日に雄若齢1個体)の計3個体が撮影された。

キーワード：ニホンジカ, *Cervus nippon*, 赤外線センサーカメラ, 高山帯

1. はじめに

近年、南アルプスや八ヶ岳の高山帯などでは、ニホンジカ *Cervus nippon* などの侵入による植生破壊が激しく^{1),2)}、最近では北アルプス山麓でもニホンジカが確認されつつある³⁾。2012年7月2日には北アルプス鳴沢岳直下の雪渓(標高約2,400m)で目撃されている⁴⁾。また、北アルプス乗鞍岳ではイノシシ *Sus scrofa* による植生被害も確認されるようになってきている⁵⁾。このような大型野生動物の植生被害軽減に向けてより早い対応をとるためには、高山帯へのそれら野生動物の侵入・定着状況をモニタリングする必要がある。しかし、高山帯へのアプローチの困難さやキツネ *Vulpes vulpes* やテン *Martes melampus* など夜間に行動するために観察が難しいものも多いことから、高山帯で野生動物のモニタリングすることは容易ではない。

後立山連峰の爺ヶ岳から岩小屋沢岳にかけての高山帯では、2007年、2011年、2012年の3ヶ年、赤外線センサーカメラによる哺乳類相・鳥類相の調査が行われた^{4),6),7)}。そこで、これらの調査を継続し長期的なモニタリングサイトを構築するため、これまでの調査とほぼ同じ場所に赤外線センサーカメラを設置した。その結果、北アルプス高山帯への侵入が懸念されているニホンジカが初確認された。その状

況について報告するとともに、センサーカメラによる哺乳類や鳥類の2013年の確認状況についても報告する。

2. 調査地と方法

調査は後立山連峰の爺ヶ岳から岩小屋沢岳の高山帯でおこなった(図1)。赤外線センサーカメラは2007年、2011年、そして2012年の調査と同じ7ヶ所に設置するとともに、新たに1ヶ所(I5)増やした。爺ヶ岳周辺で3ヶ所(J1~J3)、岩小屋沢岳周辺で5ヶ所(I1~I5)の計8ヶ所とした。センサーカメラは、(株)GISupply社製のSG560P-8Mを使用した。2013年6月25~27日にセンサーカメラの設置(高さ約30~50cm)をおこない、10月17~18日に回収するまでの約3ヶ月半、哺乳類相及び鳥類相を調査した。7月11~12日、7月21~23日、そして8月28~30日の計3回、電池及びメディアの交換を実施した。その間、カメラはトラブルもなく連続的に作動した。

3. 結果及び議論

2013年の調査では、哺乳類7種、鳥類10種の計17種が撮影された(表1)。

1 長野県環境保全研究所 自然環境部 〒381-0075 長野市北郷 2054-120

2 長野県環境保全研究所 自然環境部 〒381-0075 長野市北郷 2054-120
(現：長野県環境部自然保護課 〒380-8570 長野市南長野幅下 692-2)

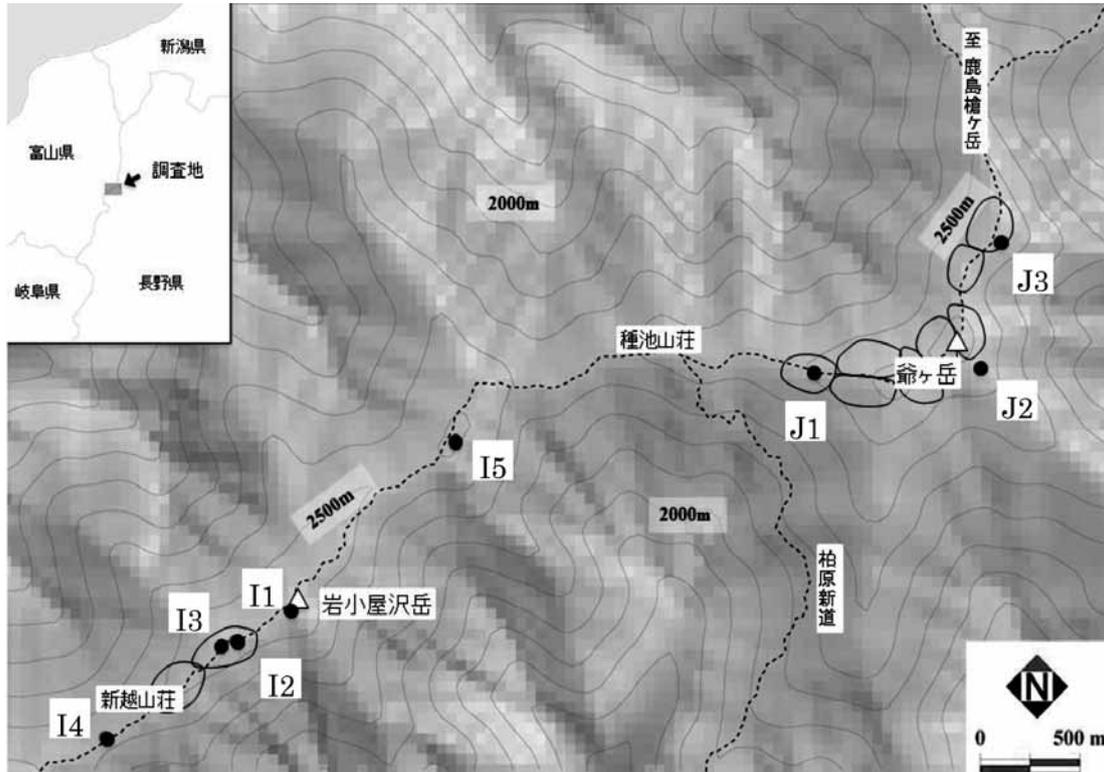


図1 調査地.

後立山連峰の翁ヶ岳から岩小屋沢岳にかけての高山帯。黒丸が 2013 年にセンサーカメラを設置した位置，アルファベットと数字はセンサーカメラの番号を示す。実線は 2013 年のライチョウのなわばりを示す。

表1 2013年にセンサーカメラで確認した哺乳類及び鳥類，その撮影枚数

種名	センサーカメラ番号								合計
	J1	J2	J3	I1	I2	I3	I4	I5	
ニホンザル	51	76	219	37	73	9	9	74	548
キツネ	1		1	20	2	17	1	44	86
ツキノワグマ		1		1	1	2		4	9
テン	1	13	1		3		3	1	22
ニホンジカ					2	1			3
カモシカ					3	2			5
ニホンノウサギ				11	1		26	1	39
ライチョウ	5		13	8				5	24
ヤマドリ						4			4
アマツバメ	1		3	8				6	18
ノスリ			1			1			2
ホシガラス	7						1		8
ハシブトガラス				2					2
ルリビタキ		1				2			3
カヤクグリ	1	2							3
イワヒバリ						1		2	3
ビンズイ								4	4
不明		1	4	1	1	1	1	13	22
合計	67	94	242	86	86	40	41	149	805

ニホンジカについては、今回のモニタリング調査ではじめて確認され、2ヶ所で3個体が撮影された。岩小屋沢岳の南南西約300mの稜線上 (I2) で7月22日10:40に雄若齢個体と10月8日22:38に1個体 (性・年齢不明)、岩小屋沢岳の南南西約415mの稜線上 (I3) で10月7日19:51に雄若齢個体の3個体である (図2)。2個体については、枝分かれしない細い角が撮影されたことから雄若齢個体と判定した。これら3個体が同一であるかどうかは不明である。

2007年、2011年、そして2012年の3年間の調査^{4),6),7)}ではニホンジカは確認されなかったことか



図2(a) 2013年7月22日10:40, センサーカメラ No.I2 で確認されたニホンジカ雄若齢個体



図2(b) 2013年10月7日19:51, センサーカメラ No.I3 で確認されたニホンジカ雄若齢個体

ら、この地域の高山帯へのニホンジカの侵入状況はごく最近のことと考えられ、今後もニホンジカの侵入状況の把握に努める必要がある。

哺乳類で最も多く撮影されたのはニホンザル *Macaca fuscata* の548枚であった。大町市西部の北アルプスのハイマツ帯には、大正時代から個体数は多くなかったもののニホンザルの生息が確認されている⁸⁾。山小屋関係者の話では、近年、この地域の高山帯でニホンザルを確認することが多いとされている。その山麓の大町市周辺では1989年から20年間に9群から16群に増加し、群れの増加にともない生息個体数も増加している⁸⁾。その増加と高山帯利用の関連については今後詳細な検討が必要である。次いで、ライチョウの捕食者であるキツネが岩小屋沢岳付近で多く撮影され、特にI5地点で多かった。この場所にはキツネが巣穴として使用可能な横穴があいており、実際にキツネが横穴の土を出しているところも撮影された。また、キツネと同様にライチョウ *Lagopus muta* の捕食者であるテンも多く撮影された。そのほかに撮影されたのは、ツキノワグマ *Ursus thibetanus*、カモシカ *Capricornis crispus*、ニホンノウサギ *Lepus brachyurus* の3種であった。

鳥類ではライチョウが最も多く撮影された。2013年の繁殖期、爺ヶ岳周辺には8つのなわばり、岩小屋沢岳周辺には2つのなわばりが形成された (図1)。赤外線センサーカメラでは、ライチョウのなわばりがあったところ (J3) でも多く撮影されているが、なわばりが形成されなかったI1地点やI5地点でも多く撮影された。特に、I5地点はライチョウがなわばりを形成するような環境は少ないところである。ライチョウの他には、高山帯の地上部付近をよく利用するホシガラス *Nucifraga caryocatactes* やルリビタキ *Tarsiger cyanurus*、カヤクグリ *Prunella rubida*、イワヒバリ *P. collaris* が撮影されたが、撮影枚数は少なかった。丘陵から1,500m以下の山地に生息するヤマドリ *Syrnaticus soemmerringii* がI3地点で撮影された⁹⁾。ヤマドリについては2012年の調査でも撮影されており、ライチョウと同様に地上部を利用する鳥類であることから、今後その動向を注視していきたい。その他、飛翔中のアマツバメ *Apus pacificus* やノスリ *Buteo buteo* が多く撮影されたが、これらは直接鳥に反応して撮影されたのではなく、日光のあつた植物の揺れ等によるセンサーの誤作動により偶然に撮影されたものと考えられた。

謝 辞

調査にあたっては、柏原正泰氏をはじめ種池山荘、新越山荘、冷池山荘のスタッフの方々には大変お世話になりました。また、大町山岳博物館の宮野典夫館長をはじめ館員の方々にはライチョウの生息状況等のアドバイスをいただきました。ここに記して感謝致します。

文 献

- 1) 中部森林管理局 (2007) 平成 18 年度南アルプスの保護林におけるシカ被害調査報告書.
- 2) 中部森林管理局 (2010) 八ヶ岳の高山帯におけるシカ被害調査報告書.
- 3) 中部森林管理局 中信森林管理署 (2012) 平成 23 年度北アルプス山麓におけるニホンジカ生息調査事業報告書.
- 4) 長野県環境部 (2012) 平成 24 年度生物多様性確保対策事業 業務委託報告書.
- 5) 中部森林管理局 (2011) 平成 22 年度乗鞍岳特定地理等保護林等におけるイノシシ被害調査報告書.
- 6) 環境省 (2008) 種の多様性調査 (長野県) 報告書. 環境省自然保護局生物多様性センター.
- 7) 長野県 (2011) 平成 23 年度生物多様性確保対策事業 業務委託報告書.
- 8) 泉山茂之 (2010) 大町周辺に生息するニホンザル自然群の分布の変遷. 信州大学農学部 AFC 報告 8: 57-62.
- 9) 中村登流・中村雅彦 (1995) 原色日本野鳥生態図鑑 (陸鳥編). 保育社, 東京.

First record of the Sika deer *Cervus nippon* by camera traps near the Mt. Iwakoyazawadake of Hida Mountains, Japan

Masanobu HOTTA¹ and Masaaki OZEKI²

*1 Nagano Environmental Conservation Research Institute, Natural Environment Division,
2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan*

*2 Nagano Environmental Conservation Research Institute, Natural Environment Division,
2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan*

*(Present:Nagano Prefecture, Environment Department, Nature Conservation
Division, 692-2 Habashita, Minami-Nagano, Nagano 380-8570, Japan)*

温暖化によって千曲川上流域のイワナ生息地点はどうか

北野 聡*

千曲川上流域に分布する冷水性サケ科魚類について温暖化による生息地の消失と分断化の程度を見積もった。日本列島のイワナ消失予測に用いられた緯度、標高を主体としたモデルに基づき、千曲川上流部のイワナ生息地 72 地点の動向について検討したところ、1~3℃の平均気温上昇では影響は検出されないものの、4℃の上昇で5地点(7%)が消失すると予測された。さらに、イワナの分布限界ラインが上流に動くことで、個々のイワナ生息支流は最高 20 個までその生息域が分断されると考えられた。現在の河川には魚類の上流方向への移動を妨げる堰堤が数多く設置されていることから、これらがイワナの消失、分断化を助長し、ゆるやかな魚類群集の再編成を妨げることについても議論した。

キーワード: イワナ, 温暖化予測, 生息地の消失, 分断化, 千曲川

はじめに

多くの気候学者たちは今後 100 年程度で大気中の炭酸ガス濃度が倍化し、地表面温度が2~6℃程度上昇することを予測している(例えば、IPCC 1990, 1996, 印刷中; 荻澤 1997)。この上昇速度は過去の気候変動の実に10~100倍にあたり(Schneider *et al* 1992)、温暖化が人類の生存基盤である生物多様性にどのような影響を与えるのか広く関心を集めてきた(堂本・岩槻 1997)。

温度環境は淡水魚の活動を制限する重要な要因であり(Matthews 1985, 1987; Cech *et al* 1990)、特に冷水性のサケ科魚類にとっては個体の生存や個体群の維持に大きな影響力をもつ(Lyytikainen *et al* 1997; Lyytikainen and Jobling 1999)。また淡水魚類は温度との対応関係が比較的明瞭なことに加え、移動が限定されることから、特定の魚種の分布(Meisner 1990a, 1990b; Lehtonen 1998)や淡水魚群集(Hill and Magnuson 1990; Matthews and Zimmerman 1990; Keleher and Rahel 1996; 森 1997; 前川他 1999)について、より具体的に温暖化の影響を定量化しようとする多くの試みがおこな

われてきた。

イワナ *Salvelinus leucomaenis* は長野県の上流域を代表する冷水性サケ科魚類である(山本 1991)。現在本種の分布南限は紀伊半島、北限はロシア極東のナバリン岬とされ、分布南限付近にあたる本州では河川の上流域に限定して生息する(Kawanabe 1989)。これら個体群は、かつて気候が寒冷だった氷期に海洋を通じて南方へ分布が広がったものの、その後の温暖化にともなって上流域に取り残されたものと考えられている(前川・後藤 1982; 前川・中野 1994)。高水温が彼らの活動性や生存可能性を左右することが確かめられていることから(Takami *et al* 1997)、地球温暖化が地域の生態系に与える影響を考えると時の良い材料となるだろう。

すでに Nakano *et al* (1996) は日本列島に生息する二種のイワナ類について温暖化による生息地の消失と断片化に関する予測を提出し、イワナについては1~4℃の気温上昇にともなって4~46%程度の生息地点の消失がおこること、さらに残った生息地にも著しい断片化がおこることを示した。しかしながら、長野県の各水域のイワナについては予測の対象となった生息地点数が多くないため、解析の詳細については読みとることが難しい。

* 長野県自然保護研究所 〒381-0075 長野市北郷 2054-120

そこで本報告では、長野県の代表河川である千曲川上流部を対象にイワナの分布情報を充実させ、Nakano *et al* (1996) と同様の予測を再度おこなった。さらに生息地の断片化については、現在多くのダムや堰堤による分断化が occurring ことから、これら要因の影響についても考察した。

本研究をすすめるにあたり長野県土木部、更埴建設事務所、上田建設事務所、佐久建設事務所、白田建設事務所の管理計画課には資料閲覧に便宜を図っていただいた。ここに謝意を表す。

材料と方法

イワナ分布地点

調査は更埴市より上流部の千曲川の本・支流を対象とした(図1)。イワナの分布情報としては長野県土木部の既存資料(長野県土木部河川課 1997; 長野県更埴建設事務所 1993a, 1993b, 1996, 1997, 1999; 長野県佐久建設事務所 1994, 1995, 1997, 1998a, 1998b; 長野県上田建設事務所 1992, 1993, 1994, 1995, 1997, 1998; 長野県白田建設事務所 1994, 1995a, 1995b, 1998)を用い、位置情報が正確に判読できるものを選び、それぞれをひとつの分布地点

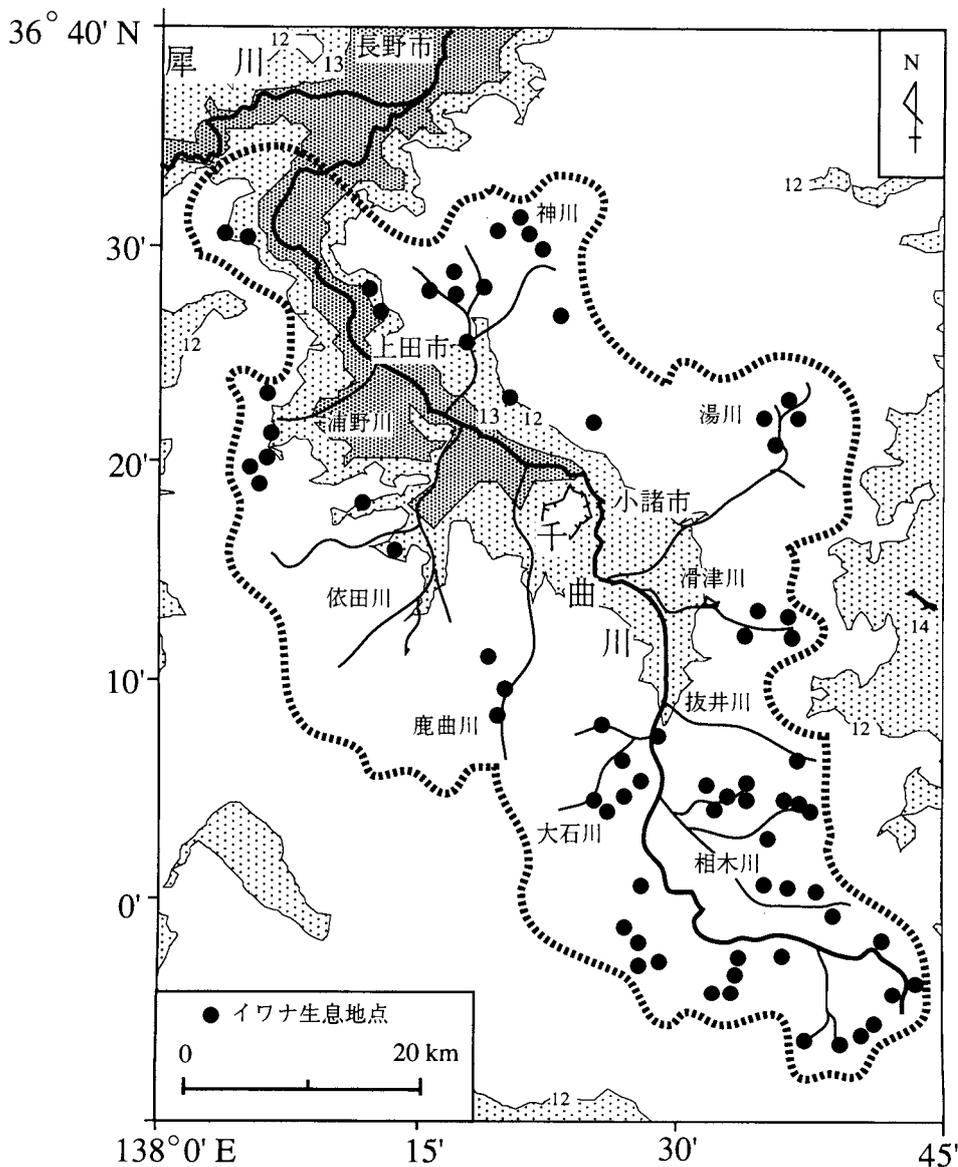


図1 千曲川上流部におけるイワナ分布地点(●)と推定地下水温の分布。地下水温は緯度と標高に基づく算出式(Nakano *et al* 1996)によって求めた。推定値12°C未満の地域は白色。

として記録した。各地点の位置情報は、国土地理院発行の5万分の1地形図をから読み取った。読み取り最小単位は緯度および経度については10分の1°, 標高は10mである。なお、この作業においては人為的な放流が明らかな分布地点は可能な限り除外した。また、同一の河川にイワナが連続して分布する場合で、かつ複数の調査地点で記録がある場合には、500m以上離れた場所を有効な分布地点としてカウントした。

温暖化予測

温度変化ならびにイワナの分布地点消失の予測については、Nakano *et al* (1996) にしたがった。彼らはイワナの生存を決める水温環境の指標として地下水温(GWT)を用い、第一に地下水温が緯度と標高によって決まること(以下のa式)、第二に地下水温が平均気温と高い相関関係を持つこと(以下のb式)を利用して温暖化による影響予測をおこなっている。

$$GWT = 56.4 - 1.12 \text{ LAT} + 0.005 \text{ ALT} \dots (a)$$

$$GWT = 1.083 + 0.94 \text{ MAAT} \dots (b)$$

ここで、GWTは地下水温(°C)、LATは緯度(°)、ALTは標高(m)を示す。北緯31°~44°に分布する36地点の湧水温から得られた統計的に有意な重回帰式である(n=36, r=0.892, P<0.001)。この式を使い現在イワナの分布する778地点について地下水温を推定したところ16°C以下になっていたことから、この値をイワナ消失の閾値とした(Nakano *et al* 1996)。

また(b)式におけるMAATは年平均気温を示す。温暖化の予測は気温の上昇幅1~4°Cで与えられるので気温の上昇が地下水温をどの程度上昇させるのか知る必要がある。そこで前述の湧水温36地点におけるMAAT(過去30年間の気象庁全国気温資料をもとに算出)との回帰式(n=36, r=0.764, P<0.001)から、年平均気温が1°C上昇すると地下水温が0.94°C上昇すると仮定した(Nakano *et al* 1996)。今回の千曲川上流部についても、緯度、標高から各イワナ分布地点ごとに地下水温を推定し、年平均気温が1, 2, 3, 4°Cの上昇したときに(すなわち

地下水温は、それぞれ0.94, 1.88, 2.82, 3.76°C上昇)、推定値が16°Cを越えると消失するものとして、温暖化の影響を予測した。

さらに調査地域に含まれる主要な8支流(産川, 神川, 依田川, 鹿曲川, 湯川, 滑津川, 抜井川, 相木川)については、個体群の分断に関する見積りもおこなった。推定される地下水温の16°Cライン(イワナ分布下限)が温暖化の進行によって上流へ動くときに、そのラインが支流合流点を横切るときに生息域が二分されることとしてカウントしたものである。またダムや堰堤も個体群分断に重要な意味をもつと考えられるので、横切る支流合流点とあわせて、国土地理院5万分の1地形図に記載されているダムと堰堤もカウントした。現段階ではダムや堰堤には魚道が設置されていることは少ないため、仮想的な冷水性魚類個体群の分断の指標とした。

結果

流域レベル

イワナの72分布地点と推定地下水温の分布(方法を参照)を図1に示した。ほとんどのイワナの分布地点は千曲川本流ではなく支流の源流部であった。対象流域全体を見ても推定地下水温で13°C以下の地点が多く、ほとんどのイワナ分布地点の推定地下水温は12°C以下であった。

これらの分布地点については、年平均気温の1~3°Cの上昇では地下水温が16°Cを越えることはなく、4°Cの年平均気温の上昇によってはじめて6.9%(5地点)が失われると予測された。

支流レベル

支流が本流に合流する地点の標高は427~840mの範囲であり、1~2°Cの気温上昇では16°C地下水温ラインが合流点を通過することはなく、各支流は全体として潜在的イワナ生息域になると考えられた(表1)。しかし、3°Cまで平均気温が上昇すると標高の低い産川での潜在的生息域の分断(計11集団)がおこり、4°C上昇では産川の分断集団は20に達するとともに、標高の高い神川, 依田川, 鹿曲川, 湯川, 滑津川でも分断(それぞれ, 5, 13, 7, 2, 6

表1 千曲川の主要支流における温暖化にともなった個体群分断予測.

主要支流	合流地点の 標高 (m)	2~3℃の上昇時		3~4℃上昇時	
		孤立集団数* ¹	通過堰堤数* ²	孤立集団数* ¹	通過堰堤数* ²
産川	427	11	3	20	9
神川	470	1	0	5	0
依田川	480	1	0	13	9
鹿曲川	500	1	0	7	5
湯川	653	1	0	2	10
滑津川	656	1	0	6	10
抜井川	740	1	0	0	0
相木川	840	1	0	0	0

*¹ 堰堤の影響は無視されている.*² イワナ分布限界(地下水温 16℃)線が1℃分だけ動くときに通過する堰堤数.

集団)がおこると予想された. さらに, この分布限界ラインが4℃の気温上昇にともなって上流に動くとき, 産川, 依田川, 鹿曲川, 湯川, 滑津川では5~10個の堰堤を通過することになり, イワナ個体群への影響はさらに助長されるものと考えられた.

考察

千曲川で起こりうる温暖化現象

今回対象とした流域は我が国のなかでも寒冷的な地域に位置付けられ, 地球温暖化によって受ける影響は必ずしも大きいとは結論づけられないものの, 4℃の気温上昇によって流域の約7%のイワナ生息地が失われ, 個体群の分断化も進むことが予測された. 一般に河川は上流域ほど川幅が狭くなるので, 生息空間の縮小は地点消失以上に大きく, あきらかな個体数減少につながると考えられる(北野他 1995). またイワナの分布上限が低水温によって規定されている場合には上流域への生息域拡大も考えられるが, 本州のイワナの場合には上流限界が, 流量の不足, 滝や急勾配などの物理障壁であることが多いため, 温暖化の影響は単純に個体数の減少として表れるに違いない. また個体数の減少と同時に引き起こされるのが生息地の分断化であり, 温暖化にともなって上流域へ押し上げられたイワナ集団は極めて孤立した小集団となる(Nakano et al 1996). このような状況では, 性比が極端に偏ったり産仔数が雌個体で

ばらつくなどの要因で個体群の増殖率が低下し(人口学的確率性とよばれる, 田中 1999の解説を参照), 絶滅リスクが急速に高くなると考えられている.

さらに現在の河川環境はすでに大きな改変を受けていることも考慮しなくてはいけない. 魚類の場合には, たとえ予測されるような急激な温度上昇があったとしても移動によって不適な水温帯から脱出することもできる(森 1999). しかし, 今回の千曲川の例で示されるように, 河川内には魚類の移動を妨げる堰堤が数多く存在する. また, 堰堤以外にも発電ダム等の取水によってほとんど水が流れない区間さえ存在する. したがって, このような人為的環境改変が魚類による温度環境への適応を妨げるであろうとは明白である. 一般に河川には上流から下流へ向かう温度勾配の中に, わずかに生息域を重複させながら複数種が分布する. 例えば, 千曲川ではイワナのすむ最上流から下流に向かうにつれ, カジカ, ヤマメ, アブラハヤ, ウグイと優占魚種が変わる(中村 1980). もし河川の水温が上昇すれば, 中下流域にいた魚類は上流へと生息域をゆるやかにシフトさせながら温暖化に対応すると思われるが, 河川内に遡上障害物が数多くあってはそれも不可能であろう. このような状況では, 今回予測されるイワナ消失地点が他の魚類によって置き換わることさえ困難であり, 魚類の生物多様性にも大きなマイナス影響を与えられる.

今後の課題

今回の解析には不十分な点も多い。第一に、予測モデルが日本列島スケールの温度予測に基づいているために、地域特有の要因を無視している可能性がある。例えば、予測モデルでは推定地下水温が 16℃ が分布限界であるとしたが、今回の千曲川上流部では 13℃ 程度が分布限界となっていた。これには、千曲川上流のイワナが温度によって規定されているだけでなく、すでに開発にともなう生息地の破壊、釣りなどの人為的影響によって、分布下限が押し上げられている可能性もある。また、実際にイワナの分布可能性に直接関係するのは夏の最高水温だと考えられるが、河川水温については実測値との整合性を検証できていない。

地球温暖化の影響は、今回取り上げたような温度と個別の種の関係で把握できるものばかりではない。温度環境が異なることで種間の優劣関係が逆転したり (例えば, Taniguchi and Nakano 2000), 食物網の変化が間接的に影響を与えるなど, 温暖化が淡水魚へ与える影響は決して単純ではない。生物以外の環境要因にも, 海面上昇で平野部の淡水域が没すること, 降雨量が増加し攪乱強度が増大することも予測されており, 温度以外にも考慮すべきことは多い (森 1997)。

信州という地域は地史的・気候的な要因によって生物種の分布限界となったり, 近縁種との境界域を形成する例が数多く見られる特異な地域である (例えば, 哺乳類のコウベモグラとアズマモグラ, 阿部他 1994 を参照)。このような地域は温暖化によって特に大きな生物相の改変を迫られるものと思われる。温暖化はたしかに地球規模の現象であるが, 例えば森林や河畔林を保全することで水温上昇を抑える等 (中村 1999), 地域レベルの取り組みによってその影響を最小にすることも可能である。今後, 生物分布情報の収集や環境変動のモニタリング (例えば, 河川水温の定期観測) を体系的におこなうことでより確かな予測をおこなうとともに, その成果を環境保全の啓蒙や普及に役立てることが望まれる。

引用文献

阿部 永・石井信夫・金子之史・前田喜四雄・三浦

慎悟・米田政明 (1994) 「日本の哺乳類」, 東海大学出版会, 195 pp.

Cech, J. J. Jr., S. J. Mitchell, D. T. Castleberry and M. McEnroe (1990) Distribution of California stream fishes: influence of environmental temperature and hypoxia. *Environmental Biology of Fishes*, 29, 345-357.

堂本暁子・岩槻邦男編 (1997) 「温暖化に追われる生き物たち」, 413pp., 築地書館.

Hill, D. K. and J. J. Magnuson (1990) Potential effects of global warming on the growth and prey consumption of Great Lakes fish. *Transactions of American Fisheries Society*, 119, 265-275.

IPCC (1990) Climate change. The IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, London, 364pp.

IPCC (1996) Climate change 1995. (Watson, R. T., Zinyowera, M. C., Moss, R. H. and Dokken, D. J. eds.) Cambridge University Press.

IPCC (印刷中) Climate change 2001: the scientific basis. Cambridge University Press.

Kawanabe, H. (1989) Japanese char(r(r)) and masu salmon problems: a review. *Physiology and Ecology, Japan. Special volume*, 1, 13-24.

Keleher, J. and F. J. Rahel (1996) Thermal limits to salmonid distributions in the Rocky Mountain region and potential habitat loss due to global warming: a geographic information system (GIS) approach. *Transactions of the American Fisheries Society*, 125, 1-13.

北野文明・中野 繁・前川光司・小野勇五 (1995) 河川型オシロコマの流程分布に対する水温の影響および地球温暖化による生息空間の縮小予測. *野生生物保護*, 1, 1-11.

Lehtonen, H. (1998) Does global warming threaten the existence of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (Salmonidae), in the northern Finland? *Italian Journal of Zoology*, 65, 471-474.

- Lyytikainen, T., J. Koskela and I. Rissanen (1997) The influence of temperature on growth and proximate body composition of under yearling Lake Inari arctic char (*Salvelinus alpinus* (L)). *Journal of Applied Ichthyology*, 13, 191-194.
- Lyytikainen, T. and M. Jobling (1999) Effects of thermal regime on energy and nitrogen budgets of an early juvenile Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, from Lake Inari. *Environmental Biology of Fishes*, 54, 219-227.
- 前川光司・後藤 晃 (1982) 「川の魚たちの歴史」, 212pp., 中央公論社.
- 前川光司・中野 繁 (1994) 遡河回遊から河川生活へ. 後藤 晃・塚本勝巳・前川光司編「川と海を回遊する淡水魚—生活史と進化」, pp. 206-221, 東京大学出版会.
- 前川光司・中野 繁・井口恵一朗 (1999) 地球温暖化による淡水魚の分布変化. 河野昭一・村井 治編「環境変動と生物集団」, pp. 204-218, 海游舎.
- Matthews, W. J. (1985) Distribution of midwestern fishes on multivariate environmental gradients, with emphasis on *Notropis lutrensis*. *American Midland Naturalist*, 113, 225-237.
- Matthews, W. J. (1987) Physicochemical tolerance and selectivity of stream fishes as related to their geographic ranges and local distributions. In: Community and Evolutionary ecology of North American stream fishes. University of Oklahoma Press, Norman, OK.
- Matthews, W. J. and E. G. Zimmerman (1990) Potential effects of climate change on native fishes of the southern Great Plains and the Southwest. *Fisheries*, 15, 26-32.
- Meisner, J. D. (1990a) Potential loss of thermal habitat for brook trout, due to climatic warming, in two southern Ontario streams. *Transactions of the American Fisheries Society*, 119, 282-291.
- Meisner, J. D. (1990b) Effect of climatic warming on the southern margins of the native range of brook trout, *Salvelinus fontinalis*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47, 1065-1070.
- 森 誠一 (1997) 魚類にとっての温暖化. 堂本暁子・岩槻邦男編「温暖化に追われる生き物たち」, pp. 226-253, 築地書館.
- 長野県土木部河川課 (1997) 「河川水辺の国勢調査(魚介類調査) 要約版」, 77pp+資料 13pp.
- 長野県更埴建設事務所 (1993a) 「平成 4 年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 83pp.
- 長野県更埴建設事務所 (1993b) 「平成 5 年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 105pp.
- 長野県更埴建設事務所 (1996) 「平成 7 年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 107pp+資料 115pp.
- 長野県更埴建設事務所 (1997) 「平成 8 年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 73pp+資料 73pp.
- 長野県更埴建設事務所 (1999) 「平成 10 年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 72pp+資料 61pp.
- 長野県佐久建設事務所 (1994) 「平成 5 年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 86pp.
- 長野県佐久建設事務所 (1995) 「平成 6 年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 150pp.
- 長野県佐久建設事務所 (1997) 「平成 8 年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 126pp.
- 長野県佐久建設事務所 (1998a) 「平成 9 年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 64pp+資料 73pp.
- 長野県佐久建設事務所 (1998b) 「平成 9 年度・溪流環境整備計画策定調査業務報告書」, 216pp+資料 97pp.
- 長野県上田建設事務所 (1992) 「平成 3 年度・自然と地域になじんだ水と緑の溪流づくり調査報告書」, 174pp.
- 長野県上田建設事務所 (1993) 「平成 4 年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 102pp.
- 長野県上田建設事務所 (1994) 「平成 5 年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 129pp.
- 長野県上田建設事務所 (1995) 「平成 6 年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 78pp.

- 長野県上田建設事務所(1997)「平成8年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 365pp.
- 長野県上田建設事務所(1998)「平成9年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 92pp+資料89pp.
- 長野県白田建設事務所(1994)「平成5年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 87pp.
- 長野県白田建設事務所(1995a)「平成6年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 81pp.
- 長野県白田建設事務所(1995b)「平成7年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 88pp+資料8pp.
- 長野県白田建設事務所(1998)「平成9年度・水と緑の溪流づくり調査報告書」, 216pp.
- 中村太士(1999)「流域一貫:森と川と人のつながりを求めて」, 138pp., 築地書館.
- 中村一雄編(1980)「長野県魚貝図鑑」, 284pp., 信濃毎日新聞.
- Nakano, S., Kitano, F. and Maekawa, K. (1996) Potential and loss of thermal habitats for charrs in the Japanese archipelago due to climatic warming. *Freshwater Biology*, 36, 711-722.
- 斐澤 浩(1997)地球温暖化に伴う気候変化の予測. 堂本暁子・岩槻邦男編「温暖化に追われる生き物たち」, pp. 113-124, 築地書館.
- Schneider, S. H., L. Mearns, and P. H. Gleick (1992) Climate-change scenarios for impact assessment. *In: Global warming and biological diversity* (eds., Peter, R. L. and T. J. Lovejoy), pp. 38-55. Yale University Press, New Haven.
- Takami, T., F. Kitano and S. Nakano (1997) High water temperature influences on foraging responses and thermal deaths of Dolly Varden *Salvelinus malma* and white-spotted charr *S. leucomaenis* in a laboratory. *Fisheries Science*, 63, 6-8.
- Taniguchi, Y. and S. Nakano (2000) Condition-specific competition: implications for the altitudinal distribution of stream fishes. *Ecology*, 81, 2027-2039.
- 田中嘉成(1999)環境変動と生物の適応・存続. 河野昭一・村井 治編「環境変動と生物集団」, pp. 17-35, 海游舎.
- 山本 聡(1991)「イワナその生態と釣り」, 202pp., 釣り人社.

Does the Global Warming Threat the Existence of White-spotted Charr in the Upper Chikuma River System ?

Satoshi KITANO*

*Nagano Nature Conservation Research Institute, 2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan

Abstract

Potential habitat loss and fragmentation of stream habitats for white-spotted charr *Salvelinus leucomaenis* in the upper Chuikuma river system were estimated based on a thermal model, multiple-regressed by latitude and altitude. For 72 distribution points, analysis indicated a loss of 6.9 % (5 points) of the current geographical range at 4 °C increment of mean annual temperature, although no loss was detected at 1 - 3 °C temperature increments. During 1-4 °C of warming, each tributary population was assumed to be divided into small fragments while lower habitat boundary ascending. Finally, I discussed the integrated impacts on the freshwater fish assemblages caused by future warming in the artificially altered stream environment.

Key words: white-spotted charr, global warming, habitat loss, fragmentation, Chikuma river

千曲川上流域における魚類の生息状況—夏季水温と関連して

北野 聡¹

佐久地域の千曲川支流において夏季最高水温に注目してイワナ等の魚類の生息状況を調査した。イワナの分布下限を含む標高 750 ~ 950m の調査地点では夏季最高水温は 15 ~ 25℃ の範囲であり、標高と有意な負の相関があった。またイワナは夏季に 22℃ を超える水温域（標高約 800m 以下）では確認できなかった。構築された標高—水温モデルに従うとイワナの分布限界ラインは現在 799m で、水温上昇 +2℃ で標高 855m に、+4℃ で標高 910m にそれぞれ移動すると予測された。

キーワード：千曲川上流，イワナ，夏季最高水温，標高

1. はじめに

千曲川上流域はイワナ *Salvelinus leucomaenis* をはじめとする冷水性サケ科魚類の豊富な水域として知られているが^{1),2)}、河川環境の変化や温暖化等によって将来その生息域が縮小することが予想されている³⁾。とくに温暖化に関しては、水温上昇によって冷水魚の分布が減少するシナリオが提案されてもの、これまでは日本列島スケールを対象に年平均水温に基づく解像度の粗い予測に限定されていた^{3),4)}。冷水魚の場合、実際に影響を受ける局面は一年のうちでも水温が上昇する夏季と考えられているもの⁵⁾、現地観測データはきわめて乏しいのが現状である。そこで、千曲川上流のイワナ生息水域を対象に魚類の分布実態と夏季最高水温との関連を調査したのでその結果を報告する。

2. 調査地および方法

調査は 2010 年 8 月～10 月の期間中に千曲川支流の 15 地点において行った（図 1）。調査地点は標高 750 ~ 950m の潜在的なイワナ生息域であり⁴⁾、いずれも溪流魚の生息条件となる瀬—淵構造を有した川幅 1.0 ~ 4.0m の小規模な溪流である。これら 15 地点のうち 7 地点は地元漁業協同組合からの事前情報により高確度でイワナの生息が期待される千曲川右岸支流群に位置している。これらは重点調査

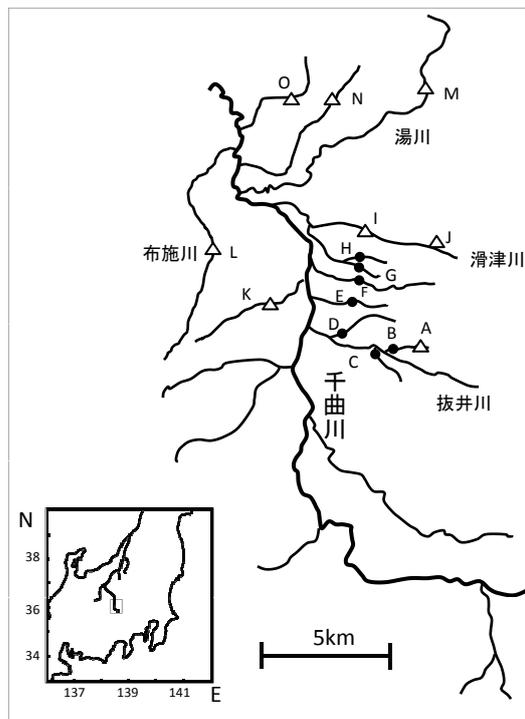


図 1. 調査地点の位置。●重点調査地点（最高 - 最低温度計測および電気漁獲調査実施），△は補足調査地点。

地点として、最高—最低温度計（標準温度計による補正済み SK-3154、佐藤計量器株式会社製）を設置し、8 月 13 日～8 月 26 日および 8 月 26 日～10 月 6 日の間の最高水温と最低水温を記録した。また、電気漁具（LR-24 電気ショッカー、スミス・ルート社製、設定 DC300V）を使用して魚類の生息状況を

1 長野県環境保全研究所 自然環境部 〒381-0075 長野市北郷 2054-120

調査した。魚類調査にあたっては50-100mの調査区間を設定し、通電により浮き上がった魚をタモ網(目合5mm)によってすくいとった。採捕された魚は、現場で魚種を同定し、体長計測の後に採捕区間に放流した。

その他8地点については補足調査地点とし、河川水温が最高に達すると予想される9月上旬付近の晴天時の日中にその時点の水温をデジタル水温計(標準温度計による補正済みSK-250WP、佐藤計量器株式会社製)で測定し、さらにタモ網を用いて魚類の捕獲確認調査を実施した。

3. 結果と考察

期間中に最高-最低水温計によって測定された水温範囲は11.8~22.4℃であった(附表1)。調査を行った7地点のうち、期間前半(8/13~8/26)に最高水温が記録されていた場所が5地点、後半(8/26~10/6)に最高水温が記録された場所が2地点であった。本州中部の小渓流の温度変化を連続的に観測した事例^{6),7)}では最高気温は8月に観測されるのに対し、水温の最高値はやや遅れて9月初旬~中旬にかけて観測されることが知られており、調査河川においても8月下旬から9月初旬に最高水温に達したものと推測される。

最高-最低水温計を設置した7地点についてみると最高水温は標高とともに有意に低下しており($n=7, r=-0.892, P<0.05$)、次式(1)で表すことができた(図2)。

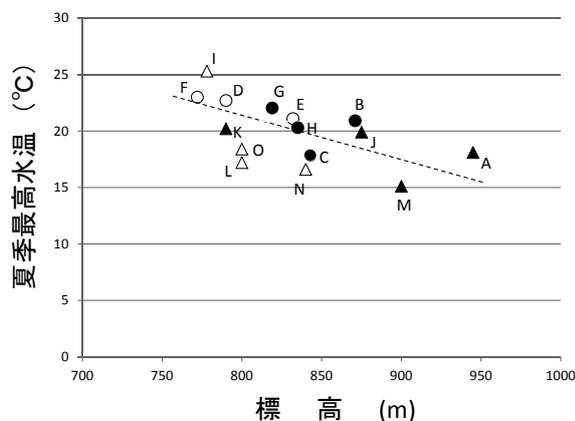


図2. 各調査地点(A~O)の標高,最高水温との関係。●重点調査によるイワナ確認地点,○重点調査によるイワナ未確認地点,▲補足調査によるイワナ確認地点,△補足調査によるイワナ未確認地点。破線は重点調査地点の標高と最高水温との回帰直線を示す。

$$\text{最高水温 (°C)} = -0.0359 \times \text{標高 (m)} + 50.7 \cdot (1)$$

最高-最低水温計を設置した7地点では最高水温は9月初旬の日中の瞬間測定値より平均0.81℃高いだけであった。標高の高い小河川における水温の日較差は比較的小さいので^{6),7)}、最高-最低水温計を設置しなかった8地点についても9月初旬の日中における瞬間計測値が夏季最高水温に近似できるものとして併せて図2にプロットした。これらを併せて調査地全体の15地点について標高,最高水温との魚類生息との関係をみた。

今回確認できた魚類は、イワナ、ヤマメ、カジカ、アブラハヤ、ウグイ、ギンブナ、ドジョウの7種であった。これら魚種のうち最も冷水性の顕著なイワナが確認できた場所は標高790m~945mの範囲で、地点Gの22.0℃が最高水温であった。イワナ飼育実験によるとイワナの採餌活動は22℃を超えると低下することが報告されており⁹⁾、今回得られた夏季最高水温の22℃とよく一致していた。また渓流性のヤマメやカジカも高水温によって分布が制限されると考えられるが、ヤマメの最高水温は23.0℃(出現範囲:標高772~900m)、カジカで22.7℃(出現範囲:標高790~945m)であった。このように冷水魚類の分布は夏季最高水温により強く影響されたと考えられたが、例えばイワナ生息確認8地点とイワナ非確認7地点で比較すると前者の標高は有意に高かったものの(859m vs. 802m, $t=2.86, P=0.02$)、最高水温は低いとはいえなかった(19.4℃ vs. 20.6℃, $t=0.79, P>0.05$)。これは水温が当該魚種の生理的耐性範囲であっても様々な要因により生息不適になっている事例が含まれたことが原因と思われる。最高水温22℃以下のイワナ未確認4地点のうち2地点については低pHの酸性河川^{9),10)}、他の2地点については護岸が人工コンクリート等、これらローカルな物理的環境要因(附表1を参照)によってイワナの生息適否が影響を受けた可能性が残される。

今回得られた標高-夏季最高水温の関係式(式1)によると、夏季最高水温が22℃になるのは標高799mの地点ということになり、この標高が現時点の千曲川上流域におけるイワナ分布限界(下限)の目安となるであろう。さらに、この関係式を利用して地球温暖化等により夏季水温が上昇した場合のイワナの生息域縮小を試算すると、夏季最高水温が2℃上昇した場合には標高855mが分布下限に、4℃

上昇した場合には標高910mが分布下限になると予測された。今回イワナが確認された調査地点に即して考えると2℃上昇で8地点中4地点(50%)が、4℃上昇で7地点(88%)が消失することになる。これまでに日本列島スケールの温度モデル(緯度, 標高, 年平均地下水温等)を利用した千曲川上流域でのイワナ生息地消失予測⁴⁾では, 約4℃の水温上昇で7%程度の消失とされていたので, その予測に比べると温度上昇の影響はより大きく見積もられることになる。

今回の調査では冷水魚の分布を直接的に決める最高水温に着目した。しかし, 河川水温は標高のみならず, 気温, 流域面積, 流量, 河川勾配, 日射量, 土地利用や植生といった数多くのローカル要因に影響を受けると考えられる^{11),12)}。また, 魚類の生息情報についても十分に整備されているとはいえないうえ, 前述したように生物種の生息/非生息には様々な要因が複雑に関与している。当研究所の研究課題「信州クールアース推進調査研究事業(H22-H26)」では, 温暖化影響の実態を長野県全県にわたり詳細に予測することを目標にしており, 引き続き河川環境, 生物分布の両面のデータを蓄積することが望まれる。

謝 辞

本研究の一部は, 環境省研究総合推進費(S-8)の支援により実施された。調査地点の選定にあたり長野県水産試験場佐久支場の羽毛田則生研究技監, 河野成実主任研究員, 小関右介博士, 佐久漁業協同組合の中澤重和組合長には魚類の生息状況や現地の河川環境について情報をいただいた。深く感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 長野県(2004)長野県レッドデータブック動物編, 319pp. 長野。
- 2) 中村一雄(監修)(1980)長野県魚貝図鑑, 284pp. 信濃毎日新聞社。長野。
- 3) Nakano, S., Kitano, F., Maekawa, K. (1996) Potential fragmentation and loss of thermal habitat for two charr species in the Japanese Archipelago due to global warming. *Freshwater Biology* 36: 711-722.
- 4) 北野 聡(2001)温暖化によって千曲川上流

域のイワナ生息地点はどうか。長野県自然保護研究所紀要4, 別冊1:335-342.

- 5) 北野文明・中野繁・前川光司・小野有五(1995)河川型オショロコマの流程分布に対する水温の影響および地球温暖化による生息域の縮小予測。野生生物保護1:1-11.
- 6) 北野聡・浜田崇・尾関雅章(2002)飯綱高原の小溪流における気温と水温の季節変化。長野県自然保護研究所紀要5:51-55.
- 7) 浜田崇・北野聡・富樫均(2005)2002年～2004年の飯綱高原における気象観測結果。長野県環境保全研究報告1:57-61.
- 8) Takami, T., Kitano, F., Nakano, S. (1996) High water temperature influences on foraging responses and thermal deaths of Dolly Varden *Salvelinus malma* and white-spotted charr *S. leucomaenis* in a laboratory. *Fisheries Science* 63: 6-8.
- 9) 佐久市志編纂委員会(1988)佐久市志自然編, 1136p, 信毎書籍, 長野。
- 10) 白田町誌編纂委員会(2004)白田町誌第一巻自然編, 471p, 白田町誌刊行会, 白田。
- 11) 山本聡・川之辺素一(2006)千曲川上流域における河畔植生別の水温実態。長野県水産試験場研究報告8:7-10.
- 12) 谷 誠(1982)山地小溪流における流出水の水温の形成に関する研究(1)。水温の研究26:5687-5706.

Fish assemblage and summer water temperature of tributaries of upper Chikuma River

Satoshi KITANO

*Nagano Environmental Conservation Research Institute, Natural Environment Division,
2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan*

附表1 2010年の各調査地における採捕魚種、サイズおよび水温等の環境変量。*アマゴとの交雑亜種の可能性もあり。

調査地点 (標高, 水系, 漁獲方法)	捕獲日時 (水 温)	魚種・数量 (全長範囲)	水温 8/13-8/26 Min~Max	水温 8/26-10/6 Min~Max	備 考
地点A (標高 945m, 矢沢上 流<抜井川, 電気漁具)	9/2 11:00 (18.1℃)	イワナ14 (6~26cm) カジカ15 (3~11cm)	データなし	データなし	川幅 2.0m, 禁漁区, 自然護岸
地点B (標高 871m, 矢沢下 流<抜井川, 電気漁具)	9/2 14:00 (20.2℃)	イワナ21 (6~33cm) ヤマメ*25 (8~21cm) カジカ7 (8~12cm) アブラハヤ 20 (8~15cm)	16.9~19.8	11.8~20.9	川幅 1.7m, 流量毎秒 74L, 側 面人工護岸
地点C (標高 843m, 霧久保 沢<抜井川, 電気漁具)	9/2 16:00 (17.5℃)	イワナ25 (6~20cm) ヤマメ*9 (9~19cm) アブラハヤ10 (8~11cm)	15.9~17.8	12.1~17.5	川幅 1.5m, 流量毎秒 84L, 側 面人工護岸
地点D (標高 790m, 余地川 下流<抜井川, 電気漁具)	9/2 17:00 (20.6℃)	カジカ1 (4cm) シマドジョウ 1 (7cm) アブラハヤ 20 (4~14cm)	18.2~22.7	13.8~20.8	川幅 2.5m, 流量毎秒 24L, 側 面人工護岸
地点E (標高 835m, 赤谷橋 付近<谷川, 電気漁具)	9/3 10:00 (19.2℃)	魚類確認できず	16.8~20.3	12.3~20.0	川幅 2.5m, 流量毎秒 44L, 側 面人工護岸, 酸性河川(文献 ¹⁰⁾)
地点F (標高 772m, 川越付 近<雨川, 電気漁具)	9/3 11:00 (22.2℃)	ヤマメ 1 (15cm) アブラハヤ 2 (5~6cm) ウグイ 24 (6~18cm)	20.0~23.0	14.9~22.4	川幅 4.0m, 流量毎秒 202L, 側 面人工護岸
地点G (標高 819m, 南沢< 田子川, 電気漁具)	9/3 13:00 (22.0℃)	イワナ1 (18cm) カジカ 6 (3~8cm)	17.6~19.9	12.3~22.0	川幅 0.8m, 流量毎秒 8 L, 側面 人工護岸
地点H (標高 832m, 北沢< 田子川, 電気漁具)	9/3 14:00 (19.9℃)	イワナ 5 (7~17cm) カジカ 21 (3~10cm) アブラハヤ 4 (3~10cm)	12.2~21.1	12.4~19.9	川幅 4.0m, 流量毎秒 41L, 自 然護岸
地点I (標高 778m, 滑津川 中流, 電気漁具)	9/6 10:00 (26.0℃)	ウグイ 3 (5~14cm) アブラハヤ 21 (6~10cm) ギンブナ 1 (8cm)	データなし	データなし	川幅 2.0m, 自然護岸
地点J (標高 875m, 初谷沢 <滑津川, 電気漁具)	9/6 12:00 (19.9℃)	イワナ 9 (5~20cm) ヤマメ*12 (8~18cm) カジカ 55 (3~11cm) アブラハヤ 6 (6~10cm)	データなし	データなし	川幅 2.0m, 側面人工護岸
地点K (標高 790m, 上小田 切付近<大曲川, タモ網)	9/6 14:00 (20.2℃)	イワナ 1 (13cm) ドジョウ 4 (4~6cm) ギンブナ 1 (5cm) 魚類確認できず	データなし	データなし	川幅 1.0m, 側面人工護岸
地点L (標高 800m, 雁村付 近<布施川本流, タモ網)	9/6 16:00 (17.2℃)	イワナ 2 (15~18cm) ヤマメ*2 (11~16cm) カジカ 42 (3~13cm)	データなし	データなし	川幅 1.0m, 底側面人工護岸
地点M (標高 900m, 中軽井 沢<湯川本流, 電気漁具)	9/7 10:00 (15.1℃)	イワナ 2 (15~18cm) ヤマメ*2 (11~16cm) カジカ 42 (3~13cm)	データなし	データなし	川幅 4.0m, 自然護岸
地点N (標高 840m, 三ツ谷 付近<濁川, タモ網)	9/7 11:00 (16.6℃)	ドジョウ 1 (10cm)	データなし	データなし	川幅 1.5m, 側面人工護岸, 弱 酸性河川(文献 ⁹⁾)
地点O (標高 800m, 馬瀬口 付近<繰矢川, タモ網)	9/7 12:00 (18.4℃)	アブラハヤ 1 (12cm) ドジョウ 5 (3~7cm)	データなし	データなし	川幅 1.0m, 側面人工護岸

長野県におけるベニシダの分布 II —西暦 2000 年から約 10 年後の分布変化—

大塚 孝一 *

Distribution of *Dryopteris erythrosara* in Nagano Prefecture II — Distributional changes after about ten years from 2000.

Koichi Otsuka

要旨

長野県におけるベニシダ *Dryopteris erythrosara* の分布状況について、2011 年 11 月から 2012 年 2 月にかけて、県内 100 箇所の神社林等における自生の有無、個体数等について調査し、47 箇所分布を確認した。2000 年に行った同じ調査に比べ新たに 4 箇所が増え、その他の箇所でも個体数が増加し、分布が拡大していることを確認した。

キーワード：ベニシダ、分布拡大、温暖化、神社林、長野県

はじめに

長野県におけるベニシダ *Dryopteris erythrosara* (D.C.Eaton) Kuntze の分布状況について、全県を対象として 2000 年に県内の 100 箇所の神社林等において、ベニシダの分布の有無、個体数等について調査し、その結果を本研究会誌第 34 号に報告した(大塚 2001)。ベニシダは従来長野県では県南の木曾中部以南と下伊那を中心に、また一部内陸部にも分布する(清水編 1998) ことが知られていたが、この報告では調査地 100 箇の内、43 箇所分布することを示し、そのうち 18 箇所は県の中北部であることを明らかにした。

ベニシダは常緑性で主に暖温帯に分布するシダ植物で、地球温暖化に伴い長野県内でも分布を広げており(大塚 2001)、分布拡大をモニタリングする良い材料と考えられることから、継続して分布状況を把握することとし、今回、2000 年から約 10 年後の分布状況を前回同様に調査したので報告する。

調査方法

2000 年に調査を行った神社林等 100 箇所(図 1)で、前回同様の方法でベニシダの有無を調査した。調査は 2011 年 11 月～2012 年 2 月に行った。記録した調査項目は以下の様である。①調査年月日、②調査地名、③調査地の位置：五万分の一地図名・メッシュ位置(環境庁発行「都道府県別メッ

シュマップ 20 長野県」による)、④海拔高度、方位・傾斜、⑤生育地の大きさ(m×m：神社林の大きさとは一致しない)、⑥生育地内の現存数(ランク)；I：1 株のみ、II：2～9 株、III：10～49 株、IV：50～99 株、V：100～999 株、VI：1000 株以上とする。⑦生育地内の最も密度が高い生育場所 10×10m の現存数(ランク)；I：1 株のみ、II：2～5 株、III：6～9 株、IV：10～19 株、V：20～49 株、VI：50～99 株、VII：100～199 株、VIII：200 株以上とする。⑧葉の長さ(cm)；株中最大葉の平均の長さとし、10 株以上ある場所では最も大きいと思われる 10 株の平均とする。⑨生育地の概要(主な植生：高木層(優占種)、亜高木層、低木層、草本層)、⑩出現するシダの種類、⑪生育地の概況図。

結果

調査した 100 箇所の内、ベニシダの分布が確認されたのは 47 箇所、前回調査で確認された 43 箇所に加え、4 箇所新たに分布することを確認した(図 1、表 1、2)。新たに確認された箇所と個体数及び葉の長さ(複数個体があるときは平均)は、No.21 長野市下平寄宮神社・2 個体・53cm、No.49 大町市大町若一王子神社・1 個体・20cm、No.50 大町市宮本神明宮・1 個体・58cm、No.99 根羽村堂ノ入権現神社・1 個体・22cm であった。個体数の増減について、前回調査と比べ現存数ランクでランク I から II が 3 箇所、II から III が 6 箇所、III から IV が 3 箇所、IV から V が 5 箇所、計 17 箇所ランクが上がり、個体数が増加していた。ランクに

* 大塚孝一 〒381-0075 長野市北郷 2054-120
長野県環境保全研究所飯綱庁舎

変化がなかったのは 25 箇所、ランクが下がったのは 1 箇所であった。ランクの変化はなくても、多くの箇所では個体数が増えていた。また、ランクが下がった No.28 上田市仁古田愛宕神社は、参道脇のアカマツ林がマツクイムシ防除のために広く伐採されており、環境が変化したことにより減少したと考えられた。また、No.69 上松町添脇添脇神社は道路開設に伴い、社が約 20 m 移転していた。いずれにしても分布箇所数、個体数ともに増加傾向にあるといえる。

佐久地域や諏訪地域、松本・塩尻地域の調査地ではベニシダが確認されていないが、そのうち松本・塩尻地域では、松本市入山辺で標本が採取されてい

る(上野・上野 2004)。今後はさらに 10 年後に調査を行うとともに、調査地以外を含め長野県全体の分布状況をさらに調査していきたい。

引用文献

- 大塚孝一(2001) 長野県におけるベニシダの分布, 長野県植物研究会誌第 34 号: 25-34.
 清水建美編(1998) 長野県植物誌, 信濃毎日新聞社.
 上野勝典・上野由貴枝(2004) 長野県産シダ植物の新産地, 長野県植物研究会誌第 37 号: 45-48.

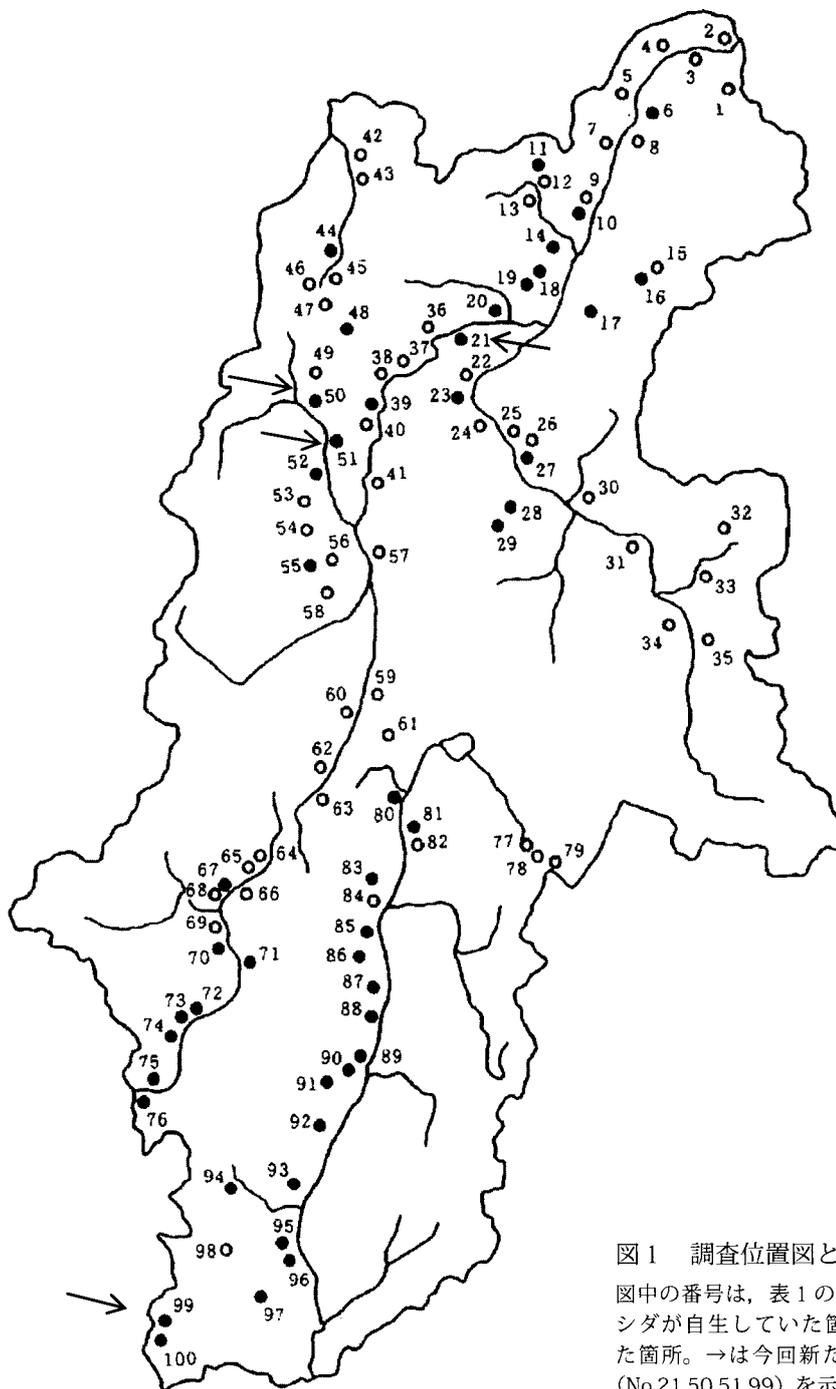


図1 調査位置図とベニシダの有無

図中の番号は、表1の番号に対応する。●はベニシダが自生していた箇所、○は確認できなかった箇所。→は今回新たに自生が確認された箇所(No.21,50,51,99)を示す。

表1-1 調査地とベニシダの有無

番号	調査地名	メッシュ位置	海拔高度 (m)	2000年	2011年
1	栄村北野・北野神社	苗場山 5538-3416	490		
2	栄村青倉・豊三蒼穂瀧神社	苗場山 5538-3485	360		
3	野沢温泉村東大滝・大瀧神社	飯山 5538-3369	320		
4	飯山市新屋・白山神社	飯山 5538-3366	340		
5	飯山市豊田・顕国玉神社	飯山 5538-3300	400		
6	飯山市瑞穂・小菅神社	飯山 5538-2364	560	有	有
7	飯山市静間・薬師堂	中野 5538-1298	340		
8	木島平村小見・川谷大元神社	飯山 5538-2332	350		
9	豊田村穴田・八幡神社	中野 5538-1235	400		
10	豊田村米山・スギ林	中野 5538-1224	540	有	有
11	信濃町野尻湖・弁天島	戸隠 5538-1197	660	有	有
12	信濃町針ノ木・針ノ木神社	戸隠 5538-1168	700		
13	信濃町落影・坂上神社	戸隠 5538-1137	700		
14	牟礼村平出・髻山スギ林	戸隠 5538-0169	660	有	有
15	高山村蕨平・皇太神宮	中野 5538-0312	800		
16	高山村黒部・スギ林	中野 5538-0300	660	有	有
17	須坂市小山・臥竜山	須坂 5438-7265	420	有	有
18	長野市浅川東条・八幡社	戸隠 5538-0116	460	有	有
19	長野市上松・昌禅寺	戸隠 5538-0115	460	有	有
20	長野市安茂里・犀川神社	長野 5438-7153	400	有	有
21	長野市下平・寄宮神社	長野 5438-7026	460		有
22	長野市稲荷山・長谷寺	長野 5438-6058	440		
23	更埴市八幡・大雲寺スギ林	長野 5438-6017	420	有	有
24	戸倉町若宮・佐良志奈神社	坂城 5438-5181	380		
25	坂城町日名沢・坂城神社	坂城 5438-5164	460		
26	坂城町南日名・季野宮	坂城 5438-5166	740		
27	坂城町南条耕雲寺横のスギ林	坂城 5438-5116	480	有	有
28	上田市仁古田・愛宕神社	坂城 5438-4144	500	有	有
29	上田市別所・安楽寺参道	坂城 5438-4112	610	有	有
30	上田市殿城・深區神社	上田 5438-4284	680		
31	小諸市布引・布引観音参道	小諸 5438-3391	650		
32	軽井沢町追分・浅間神社	軽井沢 5438-4404	980		
33	佐久市岩村田・鼻顔稲荷神社	小諸 5438-3329	710		
34	佐久市前山・貞祥寺	小諸 5438-2356	720		
35	白田町宮代・新開三社神社	御代田 5438-2431	780		
36	中条村宮・諏訪神社	長野 5438-7022	460		
37	信州新町新町・神部神社	長野 5438-6070	440		
38	信州新町日名・日置神社	大町 5437-6758	450		
39	八坂村栃沢・諏訪神社	大町 5437-6717	470	有	有
40	八坂村野平・野平神社	信濃池田 5437-5786	540		
41	生坂村旭・日置神社	信濃池田 5437-5714	500		
42	小谷村宮ノ上・諏訪神社	白馬岳 5537-1794	600		
43	小谷村石原・石原白山社	白馬岳 5537-1753	550		
44	白馬村塩島・八幡宮～塩島城跡	白馬岳 5537-0740	700	有	有
45	白馬村蕨平・八幡社	白馬岳 5537-0629	710		
46	白馬村飯森・飯森神社	白馬岳 5537-0608	700		
47	白馬村神城三日市場・神明社	大町 5437-7669	780		
48	美麻村片岡・片岡沢スギ林	大町 5437-7752	720	有	有
49	大町市森・仁科神社	大町 5437-6657	770		
50	大町市大町・若一王子神社	大町 5437-6618	730		有

表1-2 調査地とベニシダの有無

番号	調査地名	メッシュ位置	海拔高度 (m)	2000年	2011年
51	大町市宮本・神明宮	大町 5437-5730	740		有
52	松川村西原・有明山社	信濃池田 5437-4697	620	有	有
53	穂高町矢村・松尾寺	信濃池田 5437-4646	680		
54	穂高町牧・牧諏訪神社	松本 5437-3681	660		
55	堀金村三田・賀茂神社	松本 5437-3638	630	有	有
56	堀金村上堀・諏訪社	松本 5437-3750	580		
57	豊科町田沢・田澤神明宮	松本 5437-3765	580		
58	三郷村北屋敷・住吉神社	松本 5437-3710	610		
59	塩尻市平出・平出の泉周辺	塩尻 5437-1715	760		
60	塩尻市本山・池生神社	塩尻 5437-0762	800		
61	塩尻市北小野・小野神社	塩尻 5437-0767	830		
62	檜川村贅川・麻衣廼神社	塩尻 5437-0608	900		
63	檜川村太田・八王子神社	伊那 5337-7666	930		
64	日義村宮ノ越・徳音寺	伊那 5337-6661	860		
65	日義村原野・原野八幡宮	木曾福島 5337-6549	840		
66	木曾福島町伊谷・水無神社	木曾福島 5337-6516	850		
67	木曾福島町・木曾福島郷土館	木曾福島 5337-6526	860	有	有
68	木曾福島町城山・山村稲荷神社	木曾福島 5337-6526	860		
69	上松町添脇・添脇神社	上松 5337-5565	750		*
70	上松町小路方・小路方のヒノキ林	上松 5337-5525	700	有	有
71	上松町立町・立町神社	上松 5337-4587	660	有	有
72	大桑村殿・白山神社	上松 5337-4523	560	有	有
73	大桑村野尻・白山神社	上松 5337-4510	560	有	有
74	南木曾町柿其・八剣神社	妻籠 5337-3469	460	有	有
75	南木曾町田立・元組のスギ林	妻籠 5337-3404	400	有	有
76	山口村上山口・諏訪神社	妻籠 5337-2473	350	有	有
77	富士見町若宮・伏屋長者の墓	高遠 5538-6187	950		
78	富士見町横吹・千鹿頭神社	高遠 5538-6169	920		
79	富士見町落合・机三社神明社	八ヶ岳 5338-6260	810		
80	辰野町荒神山・若宮八幡社	伊那 5337-7759	720	有	有
81	箕輪町南小河内・スギ林	高遠 5538-7010	740	有	有
82	箕輪町東箕輪・長岡神社	高遠 5538-7000	780		
83	南箕輪村大萱・信大農学部構内	伊那 5337-6735	770	有	有
84	伊那市春日公園・春日神社	伊那 5337-6706	660		
85	伊那市諏訪形・運動公園スギ林	赤穂 5337-5735	650	有	有
86	宮田村南割・スギ林	赤穂 5337-5703	720	有	有
87	駒ヶ根市赤穂・大御食神社	赤穂 5337-4766	640	有	有
88	飯島町石曾根・日曾利橋スギ林	赤穂 5337-4716	650	有	有
89	中川村伊那田島駅～田島スギ林	飯田 5337-3743	560	有	有
90	松川町大島・大島神社	飯田 5337-3721	680	有	有
91	高森町新田・光明寺	飯田 5337-2790	640	有	有
92	飯田市座光寺・麻績神社	飯田 5337-2638	500	有	有
93	飯田市上川路・八幡宮	時又 5337-1655	420	有	有
94	阿智村昼神・阿智神社奥宮	中津川 5337-1556	620	有	有
95	下条村陽阜・大山田神社	時又 5337-0642	560	有	有
96	阿南町古城・八幡神社	時又 5337-0633	540	有	有
97	阿南町和合・熊野社	満島 5237-7680	580	有	有
98	浪合村宮ノ原・浪合神社	中津川 5337-0555	940		
99	根羽村堂ノ入・権現神社	根羽 5237-7436	840		有
100	根羽村万場瀬・八住神社	根羽 5237-7406	600	有	有

*注：道路開設のため社が近くに移転した。

表2 ベニシダの現存数ランク及び葉長等

番号	調査地名	生育地の大きさ (m×m)	現存数ランク		葉長の平均 (cm)	高木層の優占樹 種
			2000年時	2011年時		
6	飯山市瑞穂・小菅神社	20×20	Ⅱ	Ⅲ	57.3	スギ
10	豊田村米山・スギ林	40×40	Ⅱ	Ⅱ	101	スギ
11	信濃町野尻湖・弁天島	10×20	Ⅲ	Ⅲ	75	スギ
14	牟礼村平出・髻山スギ林	20×40	Ⅱ	Ⅱ	59.5	スギ
16	高山村黒部・スギ林	40×100	Ⅱ	Ⅱ	73.5	スギ
17	須坂市小山・臥竜山	10×20	Ⅲ	Ⅳ	110	スギ・アカマツ
18	長野市浅川東条・八幡社	40×40	Ⅲ	Ⅲ	93	スギ
19	長野市上松・昌禅寺	40×40	Ⅰ	Ⅰ	62	スギ
20	長野市安茂里・犀川神社	30×30	Ⅴ	Ⅴ	102.2	スギ
21	長野市下平・寄宮神社	10×20	-	Ⅱ	53	スギ
23	更埴市八幡・大雲寺スギ林	30×40	Ⅱ	Ⅱ	61	スギ
27	坂城町南条耕雲寺横のスギ林	20×40	Ⅱ	Ⅱ	59	スギ
28	上田市仁古田・愛宕神社	10×70	Ⅱ	Ⅰ	49	アカマツ
29	上田市別所・安楽寺参道	7×10	Ⅱ	Ⅲ	49.4	スギ
39	八坂村枳沢・諏訪神社	50×70	Ⅰ	Ⅰ	54	スギ
44	白馬村塩島・八幡宮～塩島城跡	30×30	Ⅰ	Ⅱ	52.4	スギ
48	美麻村片岡・片岡沢スギ林	20×20	Ⅰ	Ⅰ	38	スギ
50	大町市大町・若一王子神社	5×5	-	Ⅰ	20	スギ
51	大町市宮本・神明宮	5×5	-	Ⅰ	58	スギ
52	松川村西原・有明山社	100×100	Ⅰ	Ⅱ	41.8	ヒノキ
55	堀金村三田・賀茂神社	50×50	Ⅱ	Ⅲ	70.4	ヒノキ
67	木曾福島町・木曾福島郷土館	10×20	Ⅰ	Ⅰ	49	ヒノキ
70	上松町小路方・小路方のヒノキ林	20×40	Ⅱ	Ⅱ	31.5	ヒノキ
71	上松町立町・立町神社	40×50	Ⅳ	Ⅴ	48	ヒノキ
72	大桑村殿・白山神社	20×30	Ⅱ	Ⅱ	66	スギ
73	大桑村野尻・白山神社	40×50	Ⅳ	Ⅴ	78	スギ
74	南木曾町柿其・八剣神社	7×15	Ⅲ	Ⅳ	61.9	ヒノキ
75	南木曾町田立・元組のスギ林	30×100	Ⅵ	Ⅵ	97.5	スギ
76	山口村上山口・諏訪神社	50×60	Ⅵ	Ⅵ	76.5	スギ
80	辰野町荒神山・若宮八幡社	20×20	Ⅳ	Ⅴ	82.6	スギ
81	箕輪町南小河内・スギ林	40×60	Ⅱ	Ⅲ	58	スギ
83	南箕輪村大萱・信大農学部構内	50×50	Ⅲ	Ⅲ	88.7	スギ・ヒノキ
85	伊那市諏訪形・運動公園スギ林	40×70	Ⅲ	Ⅳ	67.7	スギ
86	宮田村南割・スギ林	20×30	Ⅳ	Ⅳ	78.4	ヒノキ
87	駒ヶ根市赤穂・大御食神社	50×100	Ⅴ	Ⅴ	57.1	ヒノキ・スギ
88	飯島町石曾根・日曾利橋スギ林	20×40	Ⅳ	Ⅴ	84.7	ヒノキ
89	中川村伊那田島駅～田島スギ林	30×90	Ⅴ	Ⅴ	82.7	ヒノキ
90	松川町大島・大島神社	60×80	Ⅲ	Ⅲ	29.7	ヒノキ
91	高森町新田・光明寺	50×50	Ⅳ	Ⅴ	92.3	スギ
92	飯田市座光寺・麻績神社	100×100	Ⅵ	Ⅵ	118.2	ヒノキ
93	飯田市上川路・八幡宮	30×30	Ⅴ	Ⅴ	94.4	ヒノキ
94	阿智村昼神・阿智神社奥宮	20×20	Ⅱ	Ⅲ	25.8	ヒノキ
95	下条村陽阜・大山田神社	50×50	Ⅲ	Ⅲ	75.3	スギ
96	阿南町古城・八幡神社	10×20	Ⅰ	Ⅱ	57.5	ヒノキ
97	阿南町和合・熊野社	20×20	Ⅱ	Ⅲ	31.6	スギ
99	根羽村堂ノ入・権現神社	5×5	-	Ⅰ	22	スギ
100	根羽村万場瀬・八住神社	20×20	Ⅲ	Ⅲ	61.6	スギ

現存数ランクはⅠ：1株のみ、Ⅱ：2～9株、Ⅲ：10～49株、Ⅳ：50～99株、Ⅴ：100～999株、Ⅵ：1000株以上とする。

長野市浅川流域におけるセミ類種構成の季節変化および標高分布

浜田 崇¹・大塚孝一¹・堀田昌伸¹・小澤ゆきえ¹

1. はじめに

近年、サクラ¹⁾やウメ²⁾の開花、鳥の繁殖時期やさえずりの早期化³⁾など、生物季節(フェノロジー)のタイミングの変化が多数報告されている。また、チョウ類の分布拡大⁴⁾などの生物分布の変化も確認されており、こうした要因の一つとして地球温暖化などの気候変動の影響が考えられている。長野県においても、イロハカエデの紅葉の遅れ⁵⁾や暖地性のチョウ類の北上⁶⁾など、地球温暖化との関連が指摘されている報告もある。

本研究を開始する以前の2011年8月16日、著者の一人が、長野県長野市北部の飯綱高原(標高約1000m)において、観察を始めた2001年以降初めてミンミンゼミ *Hyalessa maculaticollis* の鳴き声を確認した⁷⁾。一般的に、ミンミンゼミは東日本ではおもに平地に、西日本では低山地から山地に生息し⁸⁾、その初鳴日は全国的に7月下旬とされている⁹⁾。このときのミンミンゼミの鳴き声の観察記録は、飯綱高原の標高からすれば、その分布拡大を示唆する貴重な証拠となる可能性があった。近年、クマゼミの分布や初鳴日の変化と地球温暖化との関連^{10), 11)}が指摘されているように、ミンミンゼミにおいても同様の変化がみられる可能性はある。しかし、これまで飯綱高原においてセミ類の分布や初鳴日などのフェノロジーに関する記録がないため、残念ながらその特定には至らなかった。

このように、生物の変化と気候変動の関係を調べるためには、ある場所において生物が「いる」、「いない」という情報や、毎年の開花日や初鳴日の記録の蓄積が基礎データとなっている。こうした基礎データをもとに、生物の分布が本当に拡大しているのか、あるいはフェノロジーのタイミングが早まっているのかなどの判断が可能となる。しかし、さまざまな生物の分布やフェノロジーに関する基礎データは、地域によってはないものも多い。

そこで、本研究では、今後の生物の変化と気候変動の関係を調べるための基礎データを得ることを目的に、長野市浅川流域におけるセミ類を対象として、その標高分布と鳴き声の観察された期間について記録をおこなった。本報告ではその結果について記述する。今回得られたデータは、今後、当該地域におけるセミ類と気候変動の関係を明らかにするための基礎的な資料となることが期待される。

2. 調査地域および方法

調査地域は長野市北部の浅川流域で、そのうちの標高400mから1100mを調査対象範囲とし、標高差100m毎に観察地点を設定した(図1)。調査地点までは自動車で移動し、その場所で車外に出て観察者が5分間セミの鳴き声の有無と鳴き声から判断したセミの種類を記録した。観察は記録もれと種類の同定ミスをできるだけ少なくするため、必ず2～3人で行った。

調査期間は、調査地域で最初にエゾハルゼミ *Terpnosia nigricosta* が鳴き始めた2012年の6月15日から、セミ類の鳴き声をまったく聞かなくなった10月3日までとし、おおむね1週間に1回調査を実施した。観察の実施回数は20回であった。調査の時間帯は午前10時頃を基本とした。なお、調査日はあらかじめ水曜日に設定したが、調査予定日に天候が悪い場合にはその前後の天候の良い日に変更をした。

調査地域の植生の概要は、標高500mから1000m付近にかけてはアカマツやコナラ、スギの植林などがみられ、1000mより上部にはカラマツ植林やミズナラが分布する。また、800m以下にはリンゴの果樹園も分布している¹²⁾。400m地点は市街地内の公園で、ケヤキやクヌギなどが植えられている。

1 長野県環境保全研究所 自然環境部 〒381-0075 長野市北郷2054-120

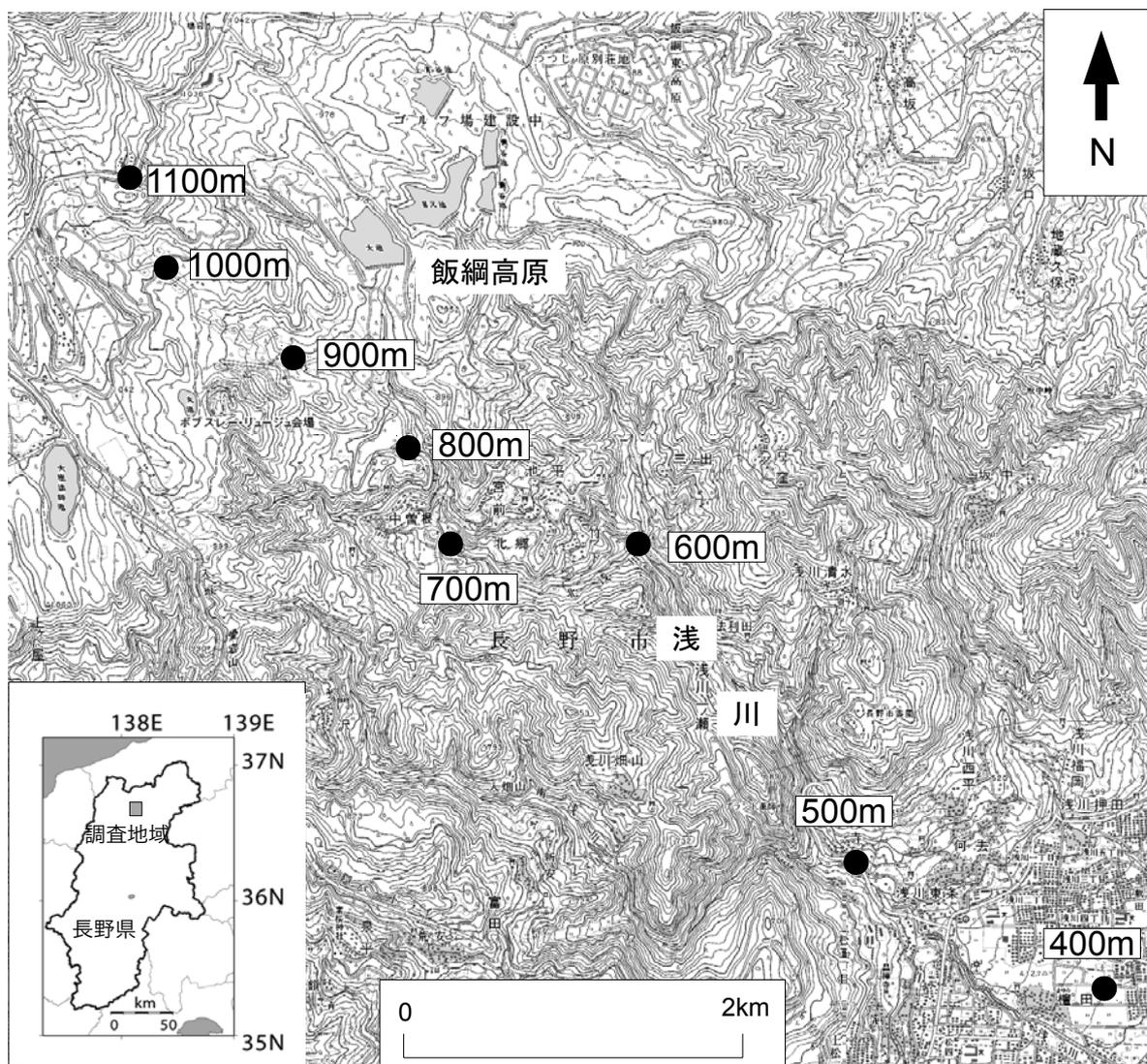


図1 調査対象地域および調査地点 (国土地理院 1/25000 地形図「若槻」を使用)

3. 結果および考察

3.1 セミの種類と標高分布

確認されたセミは、エゾハルゼミ、ニイニゼミ *Platypleura kaempferi*, ヒグラシ *Tanna japonensis*, エゾゼミ *Lyristes japonicus*, アブラゼミ *Graptopsaltria nigrofuscata*, ミンミンゼミの6種類であった。なお、1000m地点ではコエゾゼミ *Lyristes bihamatsu* の鳴き声も確認しているが、本調査ではエゾゼミに含めた。

図2は、全観察期間において確認されたセミの種類毎の出現標高をプロットしたものである。アブラゼミとミンミンゼミは400mから1100m、エゾゼミは500mから1100m、エゾハルゼミは600mから1100mにおいて確認された。また、ニイニゼミは400mから800mと1100mで、ヒグラシ

は500mから800mにおいて確認された。ニイニゼミの分布は900mと1000mを欠き、1100mにおいてふたたび現れる結果となった。ニイニゼミの分布に関しては、調査地域に近い長野市北郷の標高1000m付近においても、著者らがニイニゼミの鳴き声を確認(2012年の8月21日)しており、調査地域の1100m地点におけるニイニゼミの存在は偶発的ではない可能性がある。また、ヒグラシは調査時間外となる夕方において、以前から飯綱高原でたびたび鳴き声が聞かれており、ヒグラシの分布結果には調査時間の影響が反映されている可能性も考えられる。

3.2 セミの種類毎のフェノロジー

図3には、セミ毎に鳴き声の季節変化を標高別に

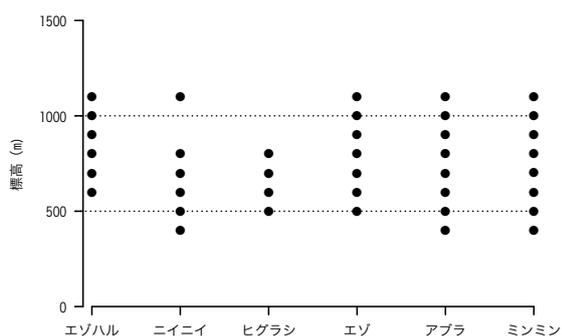


図2 長野市浅川流域におけるセミ類の出現標高

プロットした。以下、種類毎にその特徴を記す。

エゾハルゼミは6月15日に600 m以上の地点すべてで鳴き声を確認したが、それ以降、徐々に低標高の地点で鳴き声が聞かれなくなり、7月10日が鳴き声の最終確認日となった。鳴き声を最も長い間確認できた標高は、1100 m地点であった。

ニイニイゼミは7月10日に600 m地点で鳴き声を初確認した。7月31日には400 mから1100 mの範囲で鳴き声が聞かれた。9月5日が鳴き声の最終確認日となった。鳴き声を最も長い間確認できた標高は、600 m地点であった。

ヒグラシは7月19日に500 m地点で鳴き声を初確認した。7月25日には600 mから800 mの範囲

で鳴き声が聞かれた。8月8日が鳴き声の最終確認日となった。鳴き声を最も長い間確認できた標高は、600 m地点であった。

エゾゼミは7月25日に1100 m地点で鳴き声を初確認した。8月15日には500 mから1100 mの範囲で鳴き声が聞かれた。9月5日が鳴き声の最終確認日となった。鳴き声を最も長い間確認できた標高は、1000 mおよび1100 m地点であった。なお、8月8日はすべての地点で鳴き声を確認できなかった。

アブラゼミは7月19日に400 m地点で鳴き声を初確認した。8月21日には400 mから1100 mの範囲で鳴き声が聞かれた。9月18日が鳴き声の最終確認日となった。鳴き声を最も長い間確認できた標高は、700 m地点であった。

ミンミンゼミは7月31日に400 m地点で鳴き声を初確認した。8月29日には400 mから1100 mの範囲で鳴き声が聞かれた。9月26日が鳴き声の最終確認日となった。鳴き声を最も長い間確認できた標高は、500 m地点であった。

それぞれのセミの鳴き声を初確認した時期と順序は、日本列島で一般的に確認される出現時期と順序⁸⁾とほぼ同じであった。

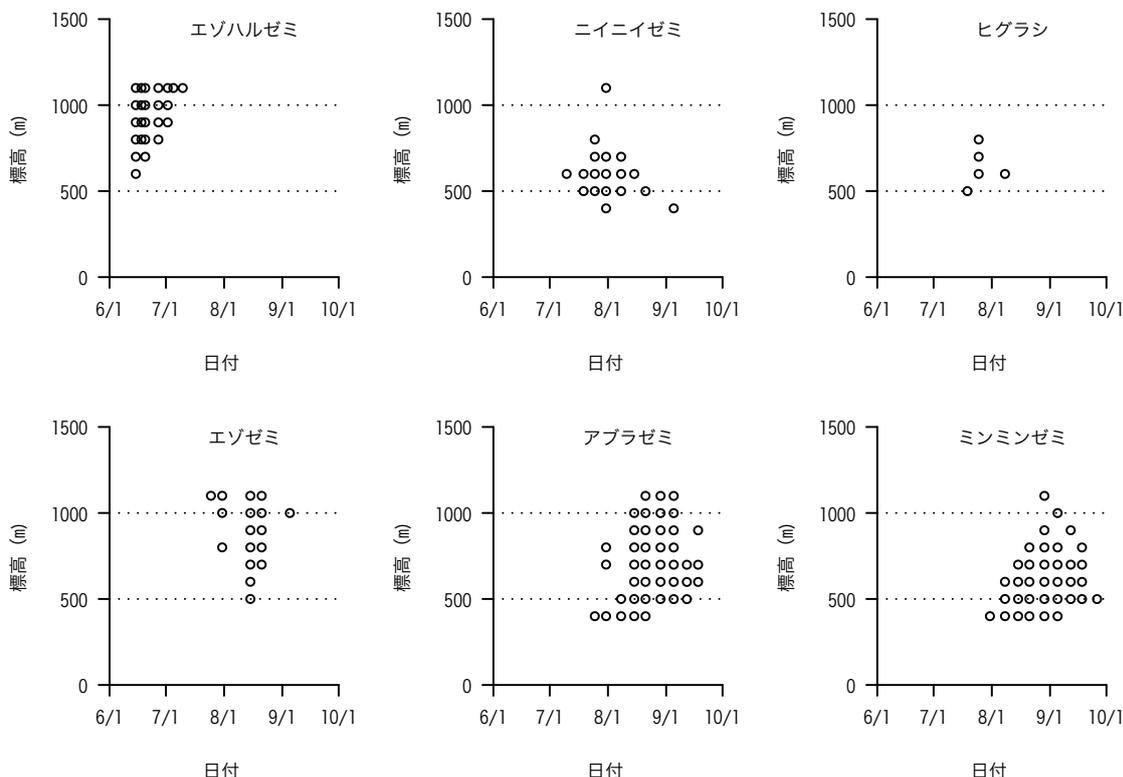


図3 長野市浅川流域における標高別セミ類種構成の季節変化

4. おわりに

本報告では、長野市浅川流域においてセミ類の標高分布とフェノロジーの記録を行った。今後も長期間にわたって継続的に調査を進めていくことで、観察対象地域におけるセミ類の分布拡大やフェノロジーの変化を明らかにすることが可能になると考えている。また、こうした生物の変化と気候変動との関連についても考察を深めていきたい。

謝 辞

長野県環境保全研究所の尾関雅章研究員には本調査にご協力いただいた。ここに記して謝意を表します。なお、本研究の一部は、環境省環境研究総合推進費 S-8 (温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究) の支援により実施されています。

文 献

- 丸岡知浩・伊藤久徳 (2009) わが国のサクラ (ソメイヨシノ) の開花に対する地球温暖化の影響. 農業気象 65 : 283-296.
- Doi, H. (2007) Winter flowering phenology of Japanese apricot *Prunus mume* reflects climate change across Japan. *Climate Research* 34 : 99-104.
- 樋口広芳・小池重人・繁田真由美 (2009) 温暖化が生物季節, 分布, 個体数に与える影響. 地球環境 14 : 189-198.
- 北原正彦 (2008) チョウ類の分布域拡大現象と地球温暖化. 昆虫と自然 43 (4) : 19-23.
- 長野県環境保全研究所 (2008) 長野県における地球温暖化現象の実態に関する調査研究報告書. 長野県環境保全研究所研究プロジェクト報告 6 : 1-59.
- 蛭川憲男 (2001) 暖地性の蝶の長野県における北上種 (1). 可良古崗無 44 : 13-25.
- 大塚孝一 (2011) 飯綱高原でミンミンゼミ. みどりのこえ 42 : 11.
- 林 正美・税所康正編 (2011) 日本産セミ科図鑑. 誠文堂新光社. 223pp.
- 百瀬成夫 (1998) 四季・動植物前線. 技報堂出版. 334pp.
- 沼田英治・初宿成彦 (2007) 都会にすむセミたち. 海遊舎. 162pp.
- 初宿成彦 (2008) 温暖化とセミの分布変化. 昆虫と自然 43 (4) : 6-10.
- 長野県自然保護研究所 (2003) 里山としての長野市浅川地域. 長野県自然保護研究所研究プロジェクト研究報告 1 : 1-158.

Seasonal variations and vertical distributions of species composition of cicada in the Asakawa discharge, Nagano City

Takashi HAMADA¹, Koichi OTSUKA¹, Masanobu HOTTA¹ and Yukie OZAWA¹

¹ Nagano Environmental Conservation Research Institute, Natural Environment Division, 2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan

長野県における夏鳥の初認・初鳴き調査 (2011 年): 野鳥関係の 8 市民団体の会員による

堀田昌伸¹・中曾根久子²・渡辺憲一³・植松晃岳⁴・宮澤富幸⁵・
松原秀幸⁶・吉田保晴⁷・齋藤 信⁸・齋藤あずさ⁹

2011 年 3～6 月に長野県内の野鳥関係の市民団体会員の協力を得て、夏鳥 14 種と留鳥あるいは漂鳥 2 種の計 16 種の初認、初鳴き調査を実施した。本稿ではその調査結果をまとめるとともに、課題を整理した。2～6 月に 105 名の方から 470 件の情報が寄せられた。情報には地域的な偏りがみられ、長野や松本、佐久からの情報が多かった。市街地やその周辺に生息する鳥類、ウグイスやカッコウ、ツバメの情報が多く寄せられた。夏鳥の初認日や初鳴き日を特定する上で、観察場所への訪問間隔が課題として残された。

キーワード：夏鳥，初認，初鳴き，生物季節

1. はじめに

地球温暖化により、生きものの季節性や分布等に変化が生じていることが多くの生きもので報告されつつある。樋口 (2008) は気象庁の情報を解析し、大分市では最近の 50 年間でウグイス *Cettia diphone* の囀りが約 32 日も早まったこと、名古屋市では最近の 52 年間でツバメ *Hirundo rustica* の初渡来日が約 10 日早まっていることを報告している¹⁾。また、鳥類の繁殖時期も変化していることが報告されている。例えば、夏鳥であるコムクドリ *Sturnus philippensis* の産卵開始日が 1978～2005 年の 27 年間に新潟市で 15.3 日早くなったことが明らかになっている²⁾。

鳥の初認日・初鳴き日の長期的かつ広範囲の観測については、気象庁の生物季節観測があり、ウグイスの初鳴き日とツバメの初見日が観測種目となっている³⁾。最近では、インターネットを活用して観察者自らの情報を入力してもらう等、多くの情報をより迅速に収集する試みも行われている^{4), 5)}。長野県では 2003～2008 年度に市民参加型の温暖化モニタリング調査を行い、生物・生活季節の経年変化や

気温との関連を見ている⁶⁾。本稿では、2011 年に長野県内にある野鳥関係 8 市民団体の会員の協力を得て、夏鳥の初認と初鳴き調査を実施したので、その結果と課題を報告する。

2. 調査方法

調査は、2011 年に長野県内にある野鳥関係の日本野鳥の会 5 支部 (長野支部、軽井沢支部、諏訪、木曾支部、そして伊那谷支部)、信州野鳥の会、東信自然史研究会、そしてピッキオの計 8 市民団体と、長野県環境保全研究所との協同で行った。それらの団体の会員に、会報やメーリングリスト、twitter で、夏鳥 10 種 (カッコウ *Cuculus canorus*, ホトトギス *C. poliocephalus*, ツバメ, サンショウクイ *Pericrocotus divaricatus*, クロツグミ *Turdus cardis*, ヤブサメ *Urosphena squameiceps*, オオヨシキリ *Acrocephalus arundinaceus*, センダイムシクイ *Phylloscopus coronatus*, キビタキ *Ficedula narcissina*, オオルリ *Cyanoptila cyanomelana*), そして、長野県では留鳥あるいは漂鳥であるヒバリ *Alauda arvensis* とウグイ

1 長野県環境保全研究所 自然環境部 〒381-0075 長野県長野市北郷 2054-120

2 日本野鳥の会長野支部 〒389-0804 千曲市戸倉 2149-1

3 日本野鳥の会軽井沢支部 〒389-0401 東御市島川原 231

4 信州野鳥の会 〒399-0011 松本市寿北 5-3-12

5 日本野鳥の会諏訪 〒394-0045 岡谷市川岸東 1-12-36

6 日本野鳥の会木曾支部 〒399-6202 木曾郡木祖村吉田 483

7 日本野鳥の会伊那谷支部 〒399-4117 駒ヶ根市赤穂 11193-7

8 東信自然史研究会 〒389-0202 北佐久郡御代田町草越 1191-89

9 ピッキオ 〒389-0194 北佐久郡軽井沢町星野

ス⁷⁾の計12種の初認日(ある場所でそのシーズンに初めてその種を観察した記録),あるいは初鳴き日(ある地域で初めてその鳥の囀りを聞いた記録)の情報提供をお願いした。また,長野県環境保全研究所のホームページでも県民の方々に情報提供をお願いした⁸⁾。調査対象地域は長野県内,対象期間は対象種が渡来し囀る,3~6月とした。2月についても情報が寄せられたので,それらの情報は今回の結果に使用した。対象種の初認・初鳴きを観察した場合,(1)種名,(2)観察日,(3)観察場所,(4)個体数・性・年齢,(5)観察場所への訪問頻度(ほぼ毎日,1週間に1度程度,1ヶ月に1度程度等),(6)観察状況の記録をできる範囲でお願いした。観察情報は,著者らに郵送やファックス,メールで送ってもらうか,各団体のメーリングリストに投稿してもらった。このようにして寄せられた情報は県環境保全研究所のホームページに随時更新し,夏鳥の初認や初鳴きの状況がGoogleマップ上で分かるようにした⁸⁾。

ある種の初認日あるいは初鳴き日の情報が同一場

所から複数寄せられた場合,一番早い記録のみを採用した。また,今回のまとめでは,留鳥あるいは漂鳥であるウグイスとヒバリについては初鳴き日,それ以外の夏鳥については初認日と初鳴き日の両方を同じ情報として使用した。

今回の調査では,対象12種のほかにも,夏鳥25種の情報が寄せられた。その中で,カッコウ科4種の渡来日の比較のため,対象のカッコウとホトトギスに加え,ジュウイチ*C. fugax*とツツドリ*C. saturatus*の2種,情報の多かったイワツバメ*Delichon urbica*とコムクドリの2種,合計4種の結果も使用した。

結果における種の配列や学名は,日本鳥類目録編集委員会⁹⁾に従った。

3. 結果と考察

対象の12種及び追加の4種,合計16種について105名の方から470件の情報が寄せられた。

表1. 広域市町村毎の夏鳥の初認・初鳴きの記録数

種名	広域市町村圏										Total
	北信	長野	上小	佐久	大北	松本	木曾	諏訪	上伊那	飯伊	
ジュウイチ		3			1	3	1				8
カッコウ		23	4	7	2	14	2		6	1	59
ツツドリ		5		6	2	6			3		22
ホトトギス		6	2	4	1	6	1			2	22
ヒバリ	1	10	3	3		1		1	3	2	24
ツバメ	4	17	4	3	1	5		9	2	2	47
イワツバメ		8	4	2		4	1	2	2	1	24
サンショウクイ		11	4	3	2	5	3	1			29
クロツグミ	1	10	1	6	1	3	2	3	4		31
ヤブサメ		11	1	1	1	1	1		2		18
ウグイス	1	27	4	7	1	10	2	9	2	2	65
オオヨシキリ		10	2	1	1	1			1		16
センダイムシクイ	1	8	1	9	1	7	3				30
キビタキ	1	12	3	6	1	5	2		1		31
オオルリ		6	1	4	1	6	3		6		27
コムクドリ		5	1	2		8			1		17
Total	9	172	35	64	16	85	21	25	33	10	470

広域市町村圏別に見ると、長野 (36.6%) が最も多く、次いで松本 (18.1%), 佐久 (13.6%) の順であり、この3圏で全体の68.3%を占めた (表1)。長野圏は会員数が500名を越える長野支部¹⁰⁾が中心に活動している圏であること、また長野支部 (長野圏) や軽井沢支部 (佐久圏), 信州野鳥の会 (松本圏) では、以前から夏鳥や冬鳥の初認・初鳴き情報を会報やメーリングリストで積極的に情報収集していることが反映されたと考えられる。一方で、北

信や飯伊、大北のように情報が少ない圏もあった。

16種のうち、最も多くの情報が寄せられたのはウグイス (13.8%) であり、次いでカッコウ (12.6%), ツバメ (10.0%) の順であった (表1)。これら3種の生息環境は市街地やその周辺も含まれ¹¹⁾, ほかの種と比べてより多くの人に観察され易い状況にあり、そのことが情報数に反映されたものと考えられる。一方、河川敷のヨシ原等生息環境が限定されるオオヨシキリ¹¹⁾や生息個体数が比較的少ないコム

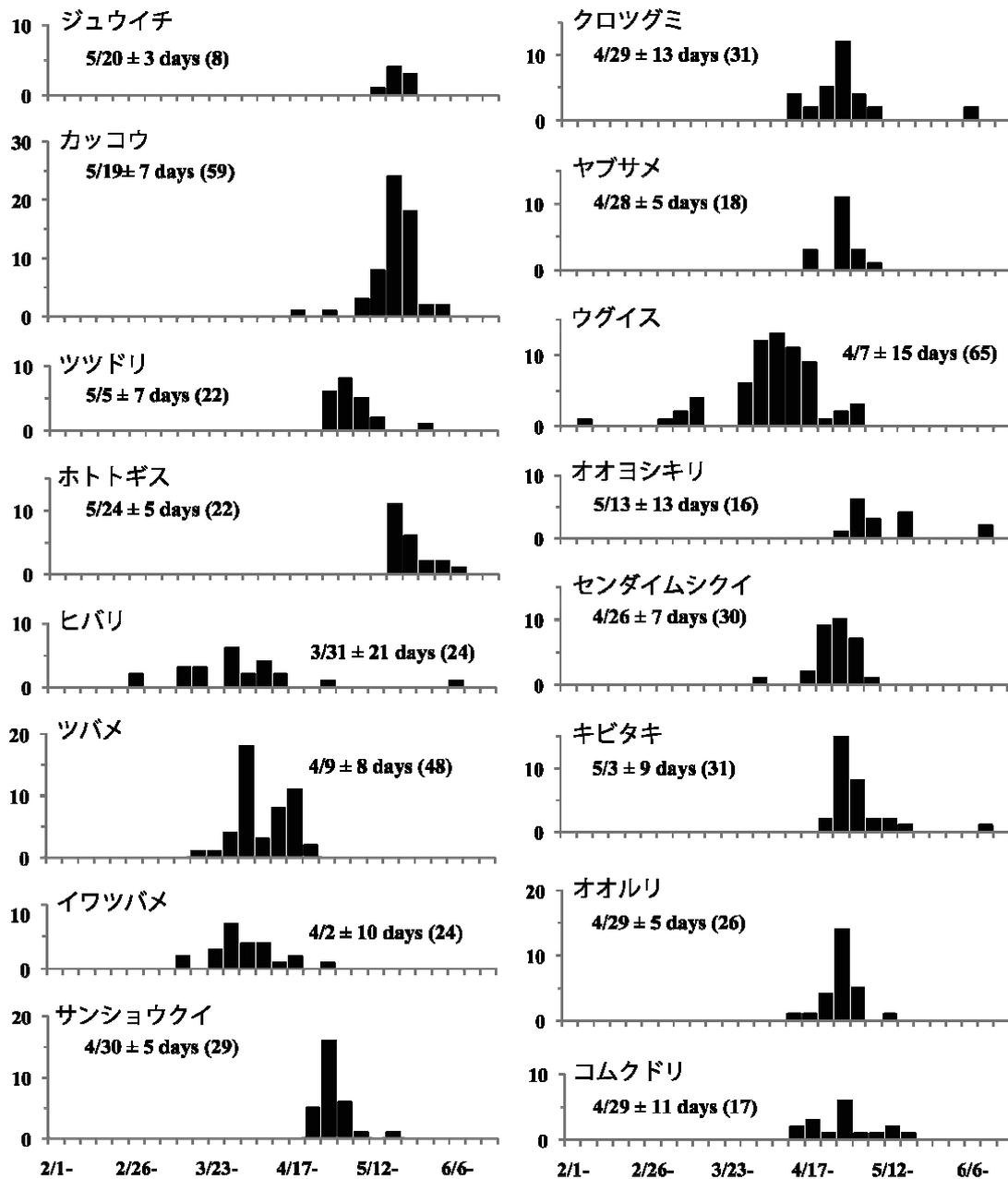


図1. 各種の初認日・初鳴き日の頻度分布. 数字は平均と標準偏差, 括弧内の数字はサンプルサイズを示す. 長野県で留鳥あるいは漂鳥のヒバリとウグイスは初鳴き日, それ以外の夏鳥は初認日あるいは初鳴き日を示す.

クドリ¹²⁾、カッコウ類の中で最も標高の高い山地に生息するジュウイチ¹¹⁾等では報告数が少なかった。

最も早く確認された種は、平均値でみるとヒバリであり、次いでイワツバメ、ウグイスの順であった(図1)。3種のうちでヒバリとウグイスは長野県では留鳥あるいは漂鳥であり冬季も県内に生息している。また、イワツバメは九州等で相当数が越冬することが知られており¹¹⁾、国外で越冬する他の夏鳥よりも越冬地との距離が短く、季節変化に反応してより早く長野県に渡来することが可能であると考えられる。

ヒバリとウグイス2種は、ほかの調査種に比べて初鳴きを確認される期間が長いのも特徴であった(図1)。また、両種については初鳴き日と標高との間に有意な相関が見られた(ヒバリ: $rs=0.63$, $p<0.001$, $n=24$; ウグイス: $rs=0.47$, $p<0.001$, $n=56$)。両種は長野県では低地から高山帯や高原等標高の高い所まで幅広く生息している⁷⁾。両種の最初の囀りは2月下旬から3月初め頃に低地で聞かれる(図1)。その頃標高の高い所は積雪等の影響で生息できないが、季節が進むにつれて標高の高い所も生息が可能になるため、このような相関が見られたと考えられる。

2011年は、ツバメの渡来が例年になく遅いと言われ、NPO法人バードリサーチによる全国的な調査でも過去5年間の調査で最も遅いことが指摘されている⁵⁾。本調査は2011年だけであるが、ツバメの初認日は4/9(±8日)であり、上記の結果と同様に3月下旬から4月初旬になってようやく見られるようになった(図1)。なお、長野市にある長野地方気象台における2011年のツバメの初見日は、4月15日であり、平年よりも5日遅かった³⁾。

一般にカッコウ類では、ツツドリが最も早く渡来し、カッコウ、ホトトギスの順に渡ってくる¹³⁾。今回の調査結果でも、ツツドリが5月5日(±7日)と最も早く、次いでカッコウが5月19日(±7日)、ホトトギスが5月24日(±5日)の順であり、比較的標高の高い所に生息するジュウイチは5月20日(±3日)であった(Kruskal-Wallis test: $H=44.7$, $df=3$, $p<0.001$)、

一方で、本調査では夏鳥の初認日や初鳴き日を特定する場合にどの位の頻度で訪れているかという問題がある。今回の調査では、470件のうち自宅や通勤路等ほぼ毎日観察している場合が137(29.2%)、1

週間に1度程度が56(11.9%)、1ヶ月に1度程度が36(7.7%)、稀に訪れる程度が21(4.5%)、そして無回答が220(46.8%)であった。ほぼ毎日観察している場合に限れば初認日や初鳴き日の調査精度は良くなるが、報告件数が減少する可能性もある。また、上述したように、長野や松本、佐久からの情報が多く、北信や飯伊、大北で情報が少ないという問題もある。地域的な情報の偏りについては、情報の少ない地域の市民団体等に協力をお願いすることである程度解消できる可能性がある。

観察場所への訪問頻度や地域的な情報の偏りという課題はあるが、今回初めて、長野県内の野鳥関係の市民団体会員の協力を得て、16種について470件もの情報を収集し、長野県におけるこれらの初認や初鳴きの様子が分かったのは大きな成果だと思われる。しかし、地球温暖化や気候変動により、夏鳥の初認日や初鳴き日がどのように変化していくかを見るには長期的な調査が必要であり、今後もさまざまな団体や個人の協力を得ながら継続していくことが重要だと考える。

謝 辞

本研究の一部は、環境省研究総合推進費(S-8)の支援により実施された。

日本野鳥の会長野支部、軽井沢支部、諏訪、木曾支部、そして伊那谷支部、信州野鳥の会、東信自然史研究会、ピッキオとその会員の方々には貴重な情報を提供していただいた。また、それらの会員以外の方々からも情報を提供していただいた。深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 樋口広芳(2008)地球温暖化と生物多様性の危機. 科学 78: 46-468.
- 2) Koike, S., Fujita, G. & Higuchi, H. (2006) Climate change and the phenology of sympatric birds, insects and plants in Japan. *Global Environ. Res.* 10: 167-174.
- 3) 気象庁 生物季節観測の情報: <http://www.data.jma.go.jp/sakura/data/index.html>(2012年1月確認).
- 4) 環境省・生物多様性センター いきものみつけ: <http://www.mikke.go.jp/> (2012年1月確認).
- 5) バードリサーチ 季節前線ウォッチ - 鳥の初

- 認と初鳴き調査 - : http://bird-research.jp/1_katsudo/kisetu/index_kisetsu.html (2012年1月確認).
- 6) 浜田 崇・陸 齊 (2011) 市民参加型調査による温暖化モニタリングの実践と課題. 長野県環境保全研究所 7: 27-32.
- 7) 羽田健三 (監)・信州鳥類生態研究グループ (1978)長野県野鳥図鑑. 信濃毎日新聞社, 長野.
- 8) 長野県環境保全研究所 長野県の自然への温暖化影響モニタリング (2011年～) 夏鳥の初認・初鳴き調査: http://www.pref.nagano.lg.jp/xseikan/khozen/sizen/coolearth/summer_birds.htm (2012年1月確認).
- 9) 日本鳥類目録編集委員会 (2000) 日本鳥類目録改訂第6版. 日本鳥学会, 帯広.
- 10) 日本野鳥の会 (2011) 支部ネット通信. No.93 2011年12月号: <http://www.wbsj.org/info/shibu/net/2011/12htm#n12> (2012年1月確認).
- 11) 中村登流・中村雅彦 (1995) 原色日本野鳥生態図鑑〈陸鳥編〉. 保育社, 東京.
- 12) 山岸 哲 (監)・江崎保男・和田 岳 (編著) 近畿地区・鳥類レッドデータブック. 京都大学, 京都.
- 13) 仁部富之助 (1979) 野の鳥の生態5. 大修館書店, 東京.

Survey for first arrival and first song of summer birds by members of eight citizen's groups concerned with birds in Nagano Prefecture, 2011

Masanobu Hotta¹, Hisako Nakasone², Kenichi Watanabe³, Akitake Uematsu⁴, Tomiyuki Miyazawa⁵, Hideyuki Matsubara⁶, Yasuharu Yoshida⁷, Akira Saitou⁸ and Azusa Saitou⁹

- 1 Nagano Environmental Conservation Research Institute, Natural Environment Division, Kitago 2054-120, Nagano 381-0075, Japan.
- 2 Nagano Chapter, Wild Bird Society of Japan, Togura 2149-1, Chikuma 389-0804, Japan
- 3 Karuizawa Chapter, Wild Bird Society of Japan, Shimagawara 231, Toumi 389-0401, Japan
- 4 Wild Bird Group of Shinshu, Kotobukikita 5-3-12, Matsumoto 399-0011, Japan
- 5 Suwa, Wild Bird Society of Japan, Kawagishihigashi 1-12-36, Okaya 394-0045, Japan
- 6 Kiso Chapter, Wild Bird Society of Japan, Yoshida 483, Kiso 399-6202, Japan
- 7 Inadani Chapter, Wild Bird Society of Japan, Akaho 11193-7, Komagane 399-4117, Japan
- 8 Natural History Study Group of East Shinshu, Kusagoe 1191-89, Miyota 389-0202, Japan
- 9 picchio, Hoshino, Karuizawa 389-0194, Japan

Key words: Summer birds, First arrival, First song, Phenology

長野市周辺におけるカラ類の産卵日と気象条件

堀田昌伸¹・浜田 崇¹・田中 守²

2008年から2013年の6年間、標高の違う二ヶ所、飯綱サイト(標高1,010~1,050m)と犀川サイト(標高345m)でシジュウカラとヒガラの初卵日と気象条件との関係を調査した。飯綱サイトでは、シジュウカラとヒガラの初卵日の年による差が大きかった。平均初卵日の最も早い年と最も遅い年の差が、シジュウカラでは18.6日、ヒガラでは19.6日であった。一方、犀川サイトでは、シジュウカラの平均初卵日は年による差がなく、最も早い年と最も遅い年の差は2.6日であった。飯綱サイトでは、両種とも平均初卵日の年による違いを昆虫類の発育指標である有効積算温度でよく説明できた。

キーワード：ヒガラ、シジュウカラ、産卵日、気温、積雪量

1. はじめに

地球温暖化に呼応して温帯域に生息する鳥類の産卵は早くなっているという数多くの報告がある。例えば、CrickとSparksは、1940年代頃から1995年までの少なくとも25年に及ぶBritish Trust for Ornithologyの鳥類繁殖データから、イギリスで繁殖するホオジロ科の一種*Emberiza rubecula*やヨシキリ科の一種*Acrocephalus scipaceus*など鳥類20種の産卵が早くなっていることを示した¹⁾。また、北アメリカのミドリツバメ*Tachycineta bicolor*の産卵日は1959~91年の間に9日早くなったという報告もある²⁾。Dunnは文献調査で鳥類57種の79%で産卵日と気温との間に有意な負の相関があることを示した³⁾。日本でもコムドリ*Sturnus Philppensis*の産卵日が1978年以降の27年間で15日早くなっていると報告されている⁴⁾。

気温は直接的には産卵する雌のエネルギー需要や生殖腺の発達、間接的には昆虫など餌量を通じて、小鳥類の産卵に影響を及ぼす可能性が指摘されている³⁾。今回の研究では、シジュウカラ及びヒガラの産卵日と気温や積雪等の気象要因との関連をみるため、長野市の標高の異なる2地点に両種が利用する巣箱を設置した。一般に、標高が100mあがると気温が0.65℃下がるとされている。また、長野市など長野県北部では、標高とともに気温が低くなるだけ

でなく積雪量も大きく変化する⁵⁾。

2. 調査地と方法

調査は長野県長野市飯綱高原にある長野県環境保全研究所飯綱庁舎の敷地(以下、飯綱サイト; N36°43'26", E138°9'6"; 標高1,010~1,050m)と長野市松岡の犀川河川敷(犀川サイト; N36°37'16", E138°13'9"; 標高345m)でおこなった。飯綱サイトは40~50年生のカラマツの植林地であるが、谷部にハンノキやオニグルミ、尾根部にミズナラやコナラなどの二次林がモザイク状に生育している⁶⁾。一方、犀川サイトはハリエンジュが優占する河畔林である。シジュウカラ*Parus major*は両サイト、ヒガラ*P. ater*は飯綱サイトで普通に繁殖する種であり⁷⁾、巣箱をよく利用することが知られている⁸⁾。その2種を対象種とするために、巣箱の入口は直径28mmとした⁸⁾。巣箱は木の幹1.0~1.5mの高さに、飯綱サイトでは観察路沿いに約30~60m間隔、犀川サイトでは格子状に30~40mの間隔で設置した。飯綱サイトには、2008年3月26日、4月2,3日の3日間に30個の巣箱を設置し、2010年からは35個とした。犀川サイトには、2011年4月3日に20個の巣箱を設置し、2012年からは15個とした。設置した翌年からは鳥が営巣場所を決める前の3月に巣箱内を掃除した。毎年4月中旬以降、6月中旬ま

1 長野県環境保全研究所 自然環境部 〒381-0075 長野市北郷 2054-120

2 カワセミ楽校 〒380-0803 長野市三輪9丁目 22-22

で約1週間に一度の割合で巣内を観察し、鳥の種類、巣材の有無、卵やヒナの数、親の在・不在や行動などを記録した。巣内に親がいるときは、繁殖活動を攪乱しないように無理に卵やヒナの確認はしなかった。シジュウカラなど小鳥類は1日1個の卵を連続して産むとされている⁹⁾。2008年～2013年、飯綱サイトのシジュウカラの一腹卵数は7～12個(平均8.7個, n=34)、ヒガラは6～10個(平均8.4個, n=26)、2011年～2013年、犀川サイトのシジュウカラは6～10個(平均8.7個, n=34)であり、6卵は2巣だけであった(堀田未発表)。そのため、約1週間に一回の割合で巣内を調べることで、最初に卵を産んだ日(初卵日)を特定することが可能である。また、鳥類の繁殖開始(初卵日)と気象条件との関係については、ある年の最初の繁殖試行のみを分析対象とした。最初の繁殖試行失敗後の再繁殖や二回目の繁殖試行は対象としなかった。一般に温帯より高緯度で繁殖する鳥類では、繁殖開始が同調することが知られている¹⁰⁾。調査地のシジュウカラやヒガラもそれぞれのサイトで一斉に産卵した(堀田未発表)。そのため、一回目の繁殖試行と再繁殖、二回目の繁殖試行の区別は容易であった。

鳥類の繁殖開始に影響を与える最も重要な要因の一つは産卵する雌にとっての食物である。シジュウカラやヒガラなどでも産卵前の餌量が産卵日に影響を与えることが知られている¹¹⁾。シジュウカラやヒガラは、春から夏にかけての繁殖期に、主に蝶や蛾など鱗翅目の幼虫を食べる¹²⁾。蝶や蛾など昆虫類では発育が始まる最低の温度(発育ゼロ点)があり、日平均気温が発育ゼロ点以上の日について日平均気温から発育ゼロ点を引いた値を積算したもの(有効積算温度)は蝶や蛾の発育の良い指標であり、温帯域の蝶や蛾などの発育ゼロ点は10℃位とされてい

る¹³⁾。そのため、鱗翅目幼虫を餌とするシジュウカラやヒガラの繁殖開始にも有効積算温度と関連があることが予想される。また、積雪があるとこれらの鳥類が地上付近で採食できないため、鳥類が産卵する前にどの位の雪が積もり、いつ雪が消えたかも鳥類の産卵に影響を与える¹⁴⁾。一般に、気温や積雪量、消雪日は標高によって大きく異なる。そこで、シジュウカラとヒガラの初卵日を目的変数に、産卵前後までの有効積算温度、3月1日以降の最大積雪深、雪が無くなる日(消雪日)、および標高を説明変数に、重回帰分析(ステップワイズ法)をおこなった。

日平均気温(1時から24時までの毎正時24回の観測値の平均)と日最大積雪深に関する気象データは、飯綱サイトでは飯綱庁舎の敷地内空地で測定されたもの、犀川サイトでは北北東約5.2kmにある長野地方気象台(標高410m)で測定されたものを気象庁のホームページよりダウンロードして使用した¹⁵⁾。ただし、2013年飯綱サイトの気象データは測定機器の故障により使用できなかった。

3. 結果および議論

3.1 巣箱の利用状況

飯綱サイトでは、鳥類による巣箱の利用状況は31.4%(2013年)から71.4%(2010年)まで、年により大きく変化した(表1)。ヤマガラ *P. varius*、ヒガラ、シジュウカラ、そしてゴジュウカラ *Sitta europaea* の4種が巣箱を利用し、シジュウカラとヒガラの2種が大半を占めた(2008年: 80.0%, 2009年: 93.3%, 2010年: 92.0%, 2011年: 94.5%, 2012年: 90.8%, 2013年: 81.8%)。2008年と2009年の2年間、シジュウカラとヒガラの巣箱利用数はほぼ同程度であったが、2010年にシジュウカラの巣箱

表1 鳥類による巣箱の利用状況

調査地 年	飯綱サイト						犀川サイト		
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2011	2012	2013
総巣箱数	30	30	35	35	35	35	20	15	15
巣箱利用鳥類と利用数									
ヤマガラ				1	1	1			
ヒガラ	7	8	8	5	6	2			
シジュウカラ	5	6	15	12	14	7	8	7	13
ゴジュウカラ		1							
不明	3	1	2		1	1			
合計	15	15	25	18	22	11	8	7	13
鳥類による巣箱利用率(%)	50.0	53.3	71.4	51.4	62.9	31.4	40.0	46.7	86.7

利用数が急増したのに対し、ヒガラの巣箱利用数は2008～2010年は同程度であり、2011年以降減少傾向であった。一方、犀川サイトでは、シジュウカラのみが巣箱を利用し、その利用状況は40.0% (2011年) から86.7% (2013年) に大きく増加した (表1)。今回の調査では、両サイトのシジュウカラやヒガラなどの生息数やなわばり数やその分布、営巣場所を選択する過程を調査しなかった。その年によって巣箱利用率が大きく異なる理由は不明であった。

3.2 シジュウカラ、ヒガラの初卵日の年変化、気象条件

2011年から2013年の3年間、飯綱サイトと犀川サイトの間でシジュウカラの初卵日を比較したところ、いずれの年でも犀川サイトの方が有為に早かった (図1, Mann-Whitney U Test, 2011年: $Z=2.83$, $p<0.01$, 2012年: $Z=3.49$, $p<0.001$, 2013年: $Z=3.00$, $p<0.01$). その差は2012年の11.4日から2013年の29.3日であり、年による差が大きかった。飯綱サイトでは、シジュウカラ、ヒガラとも年による初卵日の差が大きく、平均初卵日の最も早い年と最も遅い年の差が、シジュウカラでは18.6日、ヒガラでは19.6日であった (図1, Kruskal-Wallis test, シジュウカラ: $H(\text{corrected})=35.4$, $p<0.0001$, ヒガラ: $H(\text{corrected})=19.1$, $p<0.01$). 一方、3年間だけではあるが、犀川サイトではシジュウカラの初卵日について年による有意な差はなく、最も早い年と遅い年の差は2.6日であった (図1, Kruskal-Wallis test, $H(\text{corrected})=2.5$, $n.s.$).

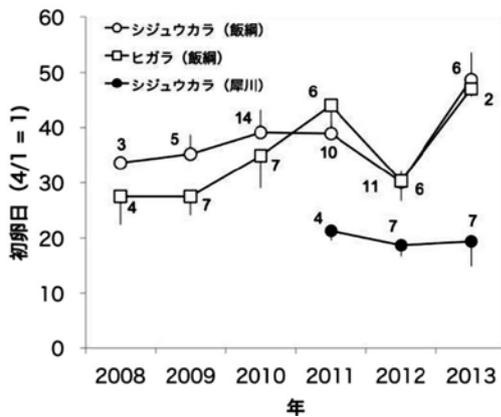


図1 シジュウカラ及びヒガラの平均初卵日の年変化
平均値の横に付した数字はサンプルサイズ、平均値からの横棒は標準偏差を表す。

シジュウカラとヒガラの平均初卵日を目的変数、3/1～4/20, 3/1～4/30, 3/1～5/10, 3/1～5/20の有効積算温度、3月1日以降の最大積雪深、消雪日、そして標高を説明変数として、重回帰分析 (ステップワイズ法) をおこなった。その結果、飯綱サイトと犀川サイト両地域を含めたシジュウカラの場合には標高、飯綱サイトのシジュウカラだけの場合には3/1～4/30までの有効積算温度、飯綱サイトのヒガラの場合には3/1～5/10までの有効積算温度が有効な変数として残り、いずれの場合にも平均初卵日の年変動の80%以上を説明するモデルが構築できた (図2, 表2)。

以上の結果から、シジュウカラの産卵は標高あるいは標高に付随して変化する気温や積雪などの影響を大きく受けることを示唆している。標高の高い飯綱サイトのシジュウカラとヒガラの産卵では、期間の違いはあるが産卵前後までの有効積算温度 (蝶や蛾の発育の良い指標) が重要な要因として選択されたことは、両種の産卵にとって産卵前後のエサ量がいかに重要であることを示唆している。一方、標高の低い犀川サイトでは、シジュウカラの営巣に必要な樹洞など資源が制限要因となっている可能性もあり、今後検討する必要がある。また、産卵までの要因だけでなく、巣内育雛期の餌量などもシジュウカラなど鳥類の産卵日を決定する要因として考えられている¹⁶⁾。今後は現在のモニタリングを継続するとともに、巣内育雛期の要因も含め、検討して行きたいと考えている。

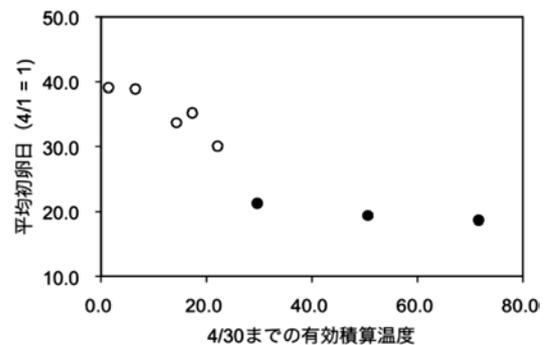


図2 シジュウカラの平均初卵日と4月30日までの有効積算温度
○は飯綱サイト、●は犀川サイト。

表 2. カラ類の初卵日に及ぼす気象要因の影響—ステップワイズ法による重回帰分析結果

(a) シジユウカラ (飯綱サイトと犀川サイト)					
説明変数	単回帰 r	ステップワイズ重回帰			
		R	Adjusted R ²	F 値	p
標高	0.940	0.940	0.863	45.193	0.0005
有効積算温度 (3/1~5/20)	0.938				
有効積算温度 (3/1~4/30)	0.909				
有効積算温度 (3/1~5/10)	0.855				
有効積算温度 (3/1~4/20)	0.722				
3/1 以降の最大積雪深	0.624				
消雪日	0.081				
(b) シジユウカラ (飯綱サイト)					
説明変数	単回帰 r	ステップワイズ重回帰			
		R	Adjusted R ²	F 値	p
有効積算温度 (3/1~4/30)	0.930	0.930	0.821	19.327	0.0218
有効積算温度 (3/1~5/10)	0.630				
3/1 以降の最大積雪深	0.608				
有効積算温度 (3/1~5/20)	0.203				
消雪日	0.201				
(c) ヒガラ (飯綱サイト)					
説明変数	単回帰 r	ステップワイズ重回帰			
		R	Adjusted R ²	F 値	p
有効積算温度 (3/1~5/10)	0.985	0.985	0.959	94.891	0.0023
有効積算温度 (3/1~5/20)	0.656				
有効積算温度 (3/1~4/30)	0.647				
3/1 以降の最大積雪深	0.505				
消雪日	0.306				

説明変数の並びはステップワイズ重回帰で選択されたもの、次いで単回帰の順番とした。危険率は 0.05。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、巣箱の作成や設置については長野市環境政策課及び子どもエコクラブの子どもたちに協力いただいた。また、長野県環境保全研究所の須賀丈氏には昆虫類の発育に関する文献について教えていただいた。ここに記して感謝致します。なお、本研究は、環境省環境研究総合推進費 (S-8) の支援により実施された。

文 献

1) Crick, H.Q.P. & Sparks, T.H. (1999) Climate change related to egg-laying trends. *Nature* 399: 423.
 2) Dunn, P.O. & Winkler, D.W.(1999) Climate change has affected the breeding date of tree swallows throughout North America. *Proc. R. Soc. Lond. B* 266: 2487-2490.
 3) Dunn, P.O.(2004) Breeding dates and reproductive performance. In: Møller, A. P., Fiedler, W. & Berthold, P., eds, *Birds and Climate Change*,

vol. 35, pp. 69-87. Elsevier, San Diego, CA, USA.

4) Koike, S. & Higuchi, H.(2002) Long-term trends in the egg-laying date and clutch size of Red-cheeked *Sturnus philippensis*. *Ibis* 144:150-152.
 5) 富樫 均・浜田 崇 (2011) 飯綱火山周辺域の積雪分布の特徴. 雪氷北信越 31 : 35.
 6) 大塚孝一・永井茂富・尾関雅章 (2008) 長野県環境保全研究所飯綱庁舎自然観察路沿いの植物相. 長野県環境保全研究所研究報告 4: 97-103.
 7) 堀田昌伸 (2008) 長野県環境保全研究所飯綱庁舎敷地の鳥類相. 長野県環境保全研究所研究報告 4 : 87-91.
 8) 小池重人・樋口広芳 (1989) 人工営巣場所の種類と架設効果. *Strix* 8 : 1-34.
 9) Lack, D.(1968) *Ecological Adaptations for Breeding in Birds*. Chapman & Hall, London.
 10) Campbell, B. & Lack, E.(1985) *A Dictionary of Birds*. T & A D Poyser, Calton.
 11) Ramsay, S.M. & Otter, K.A.(2007) Fine-scale variation in the timing of reproduction in

- titmice and chickadees. In: Otter, K.A., ed, *The Ecology and Behavior of Chickadees and Titmice*, pp. 55-69. Oxford Univ. Press, Oxford.
- 12) Cramp, S. & Perrins, C. M. (eds) (1993) *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa*. Oxford Univ. Press, Oxford.
- 13) 本田計一・加藤義臣 (2005) *チョウの生物学*. 東京大学出版会, 東京.
- 14) Elkins, N. (2004) *Weather and Bird Behaviour* (3rd). T & A D Poyser, London.
- 15) 気象庁. 気象統計情報・過去の気象データ・ダウンロード : <http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php> (2013年12月確認).
- 16) Perrins, C.M. (1979) *British Tits*. Collins, London.

Laying Dates of Paridae and Weather Condition in Nagano City

Masanobu HOTTA¹, Takashi HAMADA¹ and Mamoru TANAKA²

*1 Nagano Environmental Conservation Research Institute, Natural Environment Division,
2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan*

2 Kawasemi Gakko, 9-22-22 Miwa, Nagano 380-0803, Japan