

第 3 章

市民参加型の温暖化影響モニタリング 手法の開発に関する研究

1. 市民の温暖化影響・適応策への理解を深めるための普及啓発手法の開発と市民参加型調査の実施

1.1 はじめに

長野県内においても、桜の開花の早期化、暖地系のチョウの北上が確認されるなど、地球温暖化による自然環境への影響とみられる現象が指摘されている¹⁾。こうした自然の変化を市民が自らモニタリングすることで、気候変動が身近な地域へも影響を及ぼしかねない問題であることを認識し、気候変動適応策への理解も深まるものと期待される。また、こうした自然の変化を記録し、気候変動の影響を分析するためには、県内各地で経年的にモニタリングする必要があり、市民の協力が不可欠である。しかし、市民参加による地球温暖化に関するデータの収集と活用手法は、まだ十分に検討されているとはいえない。そこで、身近な生きものなどを指標としたモニタリングを市民参加で実施するための手法の開発を行った。本報では、その検討経過とこれまでの実施結果を報告する。

1.2 検討経過

1.2.1 市民参加型モニタリング手法検討会の設置

温暖化影響に関する市民参加型モニタリング手法について検討するために、外部の有識者による検討会を設置した。検討会の委員は、博物館やNPOなどで市民参加型調査に携わった経験のある方、生物の生態に詳しい方、市民が持つデータの収集と公表に関して造詣が深い方などに委嘱した。平成22年12月に委員3名で第1回検討会を開催し、その後委員を9名に増員して、平成24年6月の第6回検討会で最終回とした。検討会では、委員が関わっている調査を含め既存の市民参加型調査の内容や課題を整理することから始め、参加者の確保・継続、観察対象、データの信頼性、Webサイトのデザインなどについて、委員から貴重な意見・提案をいただいた(表1)。これらの意見・提案を参考に、長野県で導入する市民参加型モニタリングの仕組みの構築を進めた。

1.2.2 Webシステムの試行

モニタリングの参加者から観察情報を収集する手段としては、Webサイトやメール、FAX、郵送などの手段が考えられる。しかし、収集した情報をすばやく公表するという点から、インターネット上の地図を介して情報をやり取りするWebGISの利用がもっとも合理的であると考え、まずWebGISを使ったシステムの構築を進めた。今回は予算等の関係もあり新規に専用システムを開発するのではなく、独立行政法人防災科学技術研究所が開発した「eコミュニティ・プラットフォーム(略称eコミ)²⁾」を利用することとした。eコミは無償で利用できるオープンソースで公開され、主として地域の防災のために、危険箇所を示す地図などを住民参加によってインターネット上で作成することができる。このeコミを基盤システムとし、我々の目的に沿った使い方ができるようにするための設定・改良作業を、法政大学地域研究センター、中部大学中部高等学術研究所国際GISセンターおよび株式会社ファルコンの協力を得て実施した。

表1 市民参加型モニタリング手法検討会での主な意見・提案

参加者の確保	<ul style="list-style-type: none"> ・新聞紙上などで呼びかけ、結果も発表してはどうか。メディアに大きく取り上げられることは、チラシを配布するより宣伝効果がある。 ・ノベルティーやランキングがあると楽しい。特典をもらった瞬間の満足度は高い。 ・普及啓発を考えると、一斉調査など期間を限定してお祭りにやる手もある。イベントに参加している共有感が得られる。定期的にイベントをやれば個別に広報する必要がない。 ・参加者を増やすには学校へのアプローチも検討すべき。夏休みの研究では、家族の誰かが興味を持っていると継続しやすい。 ・既にかかなりのデータを持っている団体との協力関係を築くことが重要。各団体で個々に集めている情報を統合化するきっかけとしてよい機会。市民団体の連携に関しては、行政が仲介することが望ましい。
参加者の継続	<ul style="list-style-type: none"> ・調査後、すぐに結果を返すことで参加者のモチベーションを高める。行政はレスポンスが遅くて失敗する。担当者がある程度専念できることが重要。 ・継続させるには、自分の情報を他の人が見ているという手ごたえが重要。 ・長期モニタリングだけではなく、短期的に何か一回やれば結果が分かる調査があるとよい。 ・調査を続ける事でどういう目標が達成できるのか、ゴールの提示が重要。モチベーションの高揚、自分の位置の確認のため。 ・年に1回程度報告し、今年の状況がわかると自分の参加した意義がわかる。オフラインの説明会も参加者の交流になる。Web だけでは参加者は減ってしまう。
観察対象	<ul style="list-style-type: none"> ・一般市民による調査対象にふさわしいのは、誤認が少なく、飽きが来ないもの。季節ごとに無理やり項目を入れなくても良い。夏は温暖化が掴みにくい。 ・咲いたかどうかではなく、3部咲き、5部咲きなどの情報の方が後から整理しやすい。咲き終わってましたという報告も温暖化の情報としてはよい。 ・イロハカエデは紅葉期間が長い。何割くらい紅葉しているかを聞いた方がよい。 ・エアコンをつけた時期、コタツ・扇風機を出した時期など、ライフスタイル調査をやるのもよい。
データの信頼性	<ul style="list-style-type: none"> ・一般市民向けの調査では、信頼性の低下はやむを得ない。報告をたくさん集めて誤差をカバーする。精度の高いデータとの比較を行い、精度を検証する。 ・事前学習しないと良いデータは出てこない。ソメイヨシノの開花はわかりやすいが、モミジは全然当てにならない。 ・専門家によるスクリーニングが必要。写真を提供してもらうことで精度を上げることも可能。 ・求める精度によって参加者と対象を変える。一般市民とは別に、自然観察をしている市民団体と協力してデータを集める。
Webサイト	<ul style="list-style-type: none"> ・年齢層により最適な伝達方法が異なる。高齢者の方は熱心だがネットの情報はあまり見ない。若い人はWeb、学生は携帯電話。携帯とPCではユーザー層が違い、宣伝方法も変えた方がよい。 ・カバーページはデザインが重要。デザインがよくないと興味をそぐ。最初に今これをやっていますということを示し、お題目は一番下かリンクでいい。デザインもコミュニケーション。相手にわかりやすくすべき。 ・観察対象の解説ページがあるといい。 ・Webでの情報提供には、サイトにアクセスしてもらうというハードルがある。メールを配信しサイトを見てもらう働きかけがあるとよい。
全体	<ul style="list-style-type: none"> ・研究所としての戦略が必要。何をやりたいのか、メリット、他の事業との連携を考えるべき。 ・試行のプロセスを含めて公開することが他地域にとって有効。最終到達点の情報と共に、その途中段階を細かく見せた方がよい。 ・成果は市民への啓発という部分と、科学的な資料としての部分の2つがある。啓発については、季節の話題としてマスコミに取り上げられる成果が生み出されるのか。戦略的に考える必要がある。

平成23年12月に、eコミを利用したサイトを「信州・温暖化ウォッチャーズ」と名付けて試験的に公開した³⁾。当初は、メンバー登録、観察情報の登録（メンバーのみ）、マップの閲覧（閲覧制限なし）が利用可能であった。観察情報の登録は、マップ画面上で観察地点をクリックして開いたウィンドウに観察日や観察場所、コメントなどを入力し、写真も添付可能とした（図1）。登録した情報はすぐにマップに反映されインターネット上で公開される。観察対象は暫定的に、冬にみかけたチョウ、今シーズン初めてみた霜柱・池の氷・自動車の窓の霜、自由項目の計5種とした。当研究所の職員のほか、市民団体の方や、一般の方にもメンバー登録をしていただき、運用方法や操作性の検証を行いながら、会議室機能の追加や観察対象の解説ページの作成など徐々に充実を図っていった。なお、サーバは中部大学のものを利用している。

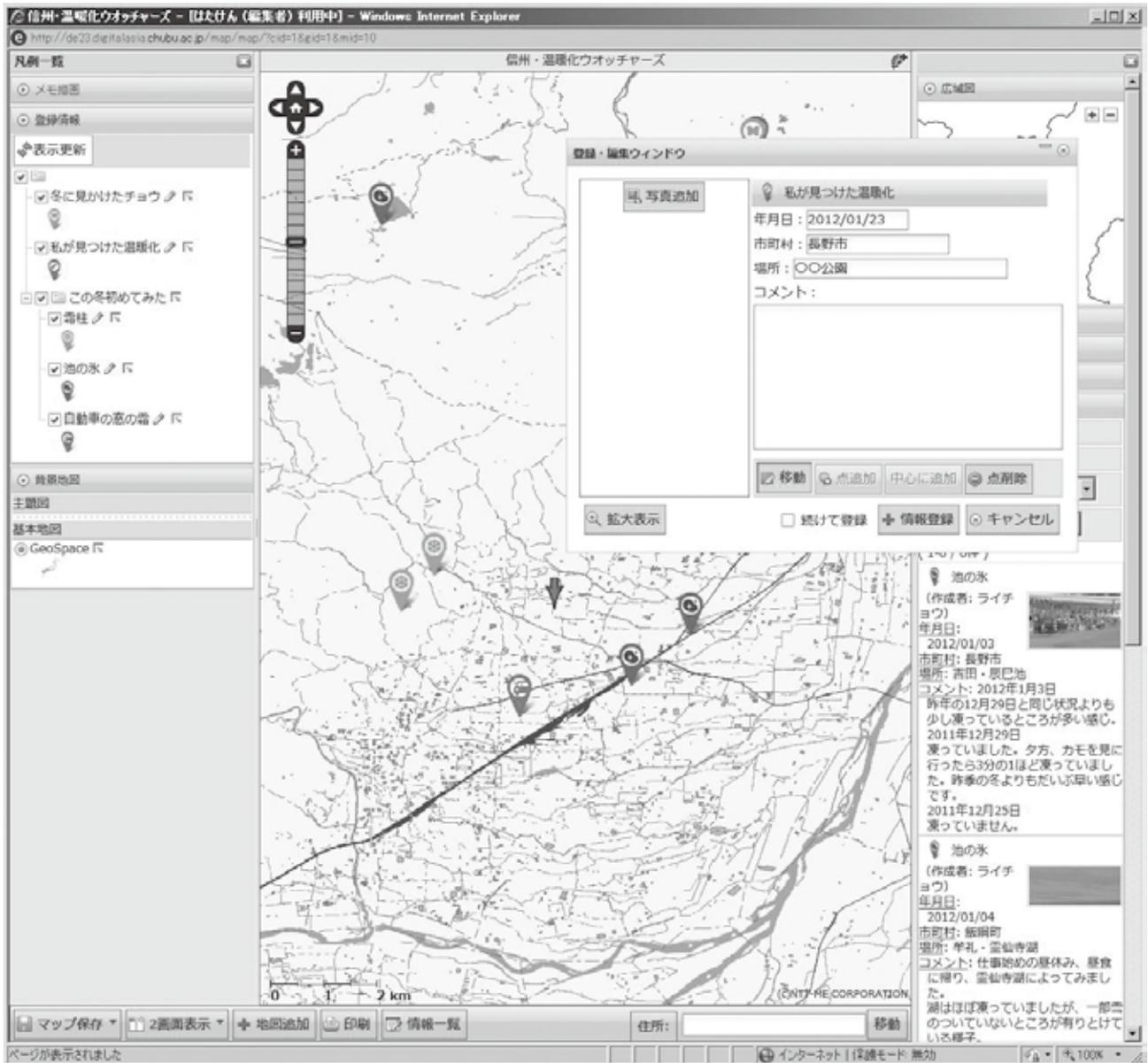


図1 観察情報の登録画面

1.2.3 観察対象の選定

観察対象については引き続き検討を行い、鳥・虫・草木・田畑・雪や氷の5つのカテゴリー別に、季節ごとに数種、合計38種を選定した(表2)。春季はウグイス・キアゲハ・ソメイヨシノ・田植えなど、夏季はナガサキアゲハ・ヤナギランなど、秋季はアサギマダラ・イロハカエデ・初雪など、冬季はジョウビタキ・池や湖の氷などである。選定にあたっては、検討会での意見を参考に、地球温暖化の進行に伴って分布を変化させたり、開花時期を早めたりすることが想定される種や、一般の市民でも誤認が少ないと思われる種を中心に選定した。花の開花については、五部咲き、満開など開花状況とともに報告していただくこととした。また、季節ごとに指定した観察対象とは別に、対象を限定せずに自由に登録してもらう「私が見つけた温暖化」という項目を通年で設定した。参加者の自由な観察に基づく“発見”を登録してもらうことで、満足度を高めることを狙っている。

表 2 観察対象一覧

観察対象	春	夏	秋	冬
鳥	ツバメ ウグイス カッコウ		モズの高鳴き	ジョウビタキ ツグミ
虫	ナミアゲハ キアゲハ ツマグロヒョウモン ウスバシロチョウ	ナガサキアゲハ クロコノマチョウ クマゼミ アブラゼミ ミンミンゼミ	アサギマダラ ツマグロヒョウモン キイロスズメバチ	冬にみかけたチョウ
草木	マンサクの花 カタクリの花 フクジュソウの花 ソメイヨシノの花	ヤナギランの花 マツムシソウの花 ニッコウキスゲの花	ヒガンバナの花 オミナエシの花 イロハカエデの紅葉	
田畑	リンゴの花 アズノ花 ナシの花 田んぼの水張り 田植え		稲刈り・はぜ掛け	
雪や氷	〇〇山の残雪がなくなった		初雪（山の初冠雪、 庭の初雪など）	池や湖の氷
自由項目	私が見つけた温暖化			

1.2.4 本格運用の開始

Web システムを試験的に公開し改良を続けてきたが、本格運用を開始するに当たっては、インターネットを使わない方も含め広く参加者を募集するために、メールや FAX、郵送での情報受付体制も整えることとした。FAX などを受けた情報は、担当者が Web システムへ入力することで、他のデータと同様に WebGIS のマップに反映させ、一括管理することとした。これら情報受付の体制を整えるとともに、観察対象や参加方法を説明したリーフレットを作成するなどの準備を進め、平成 25 年 3 月 2 日に「市民による温暖化モニタリング キックオフシンポジウム」を長野市で開催し、「信州・温暖化ウォッチャーズ」の本格運用を開始した。

本格運用開始後も引き続き Web システムの改良を進め、平成 25 年 8 月にはオープンソースの CMS プラットフォームである WordPress⁴⁾ を使ったサイト（口絵 20）に移行し、参加者の利便性の向上とともに、ページ作成の自由度を高めた。なお、WebGIS のマップについては引き続き e コミマップを利用し、WordPress のページからリンクさせている。

1.3 実施結果

本格運用開始後の登録メンバー数の推移を図 2 に示す。夏期に増加が見られるのは、イベント等での勧誘の影響が考えられる。2015 年 2 月現在約 120 名が登録している。

観察情報の報告件数の推移を表 3 に示す。春調査は 2 月中下旬、夏調査は 6 月中旬、秋調査は 9 月上旬頃にそれぞれ Web サイトを切り替え、情報の受け付けを開始している。また、秋調査と冬調査は期間を区切らずに一体で情報を受け付けている。夏調査の報告件数が他の時期に比べて少ないが、観察対象種の数が少ないことや調査期間が短いことなどが影響していると考えられる。図 3 に平成 26 年春調査の観察情報を集約したマップを示す。種別では「私が見つけた温暖化」がもっとも多く、地域的には中南信地域より東北信地域からの報告が多い。

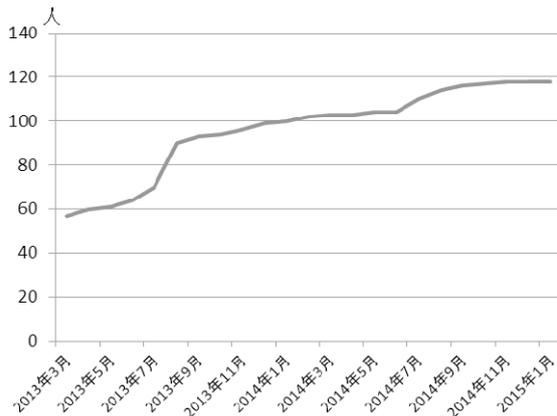


図2 登録メンバー数の推移

表3 情報登録数の推移

H26夏の報告件数には「信州まるごとセミ♪探し」は含まない

調査時期	報告件数
H25年春	151
H25年夏	92
H25年秋冬	159
H26年春	215
H26年夏	95
H26年秋冬	153

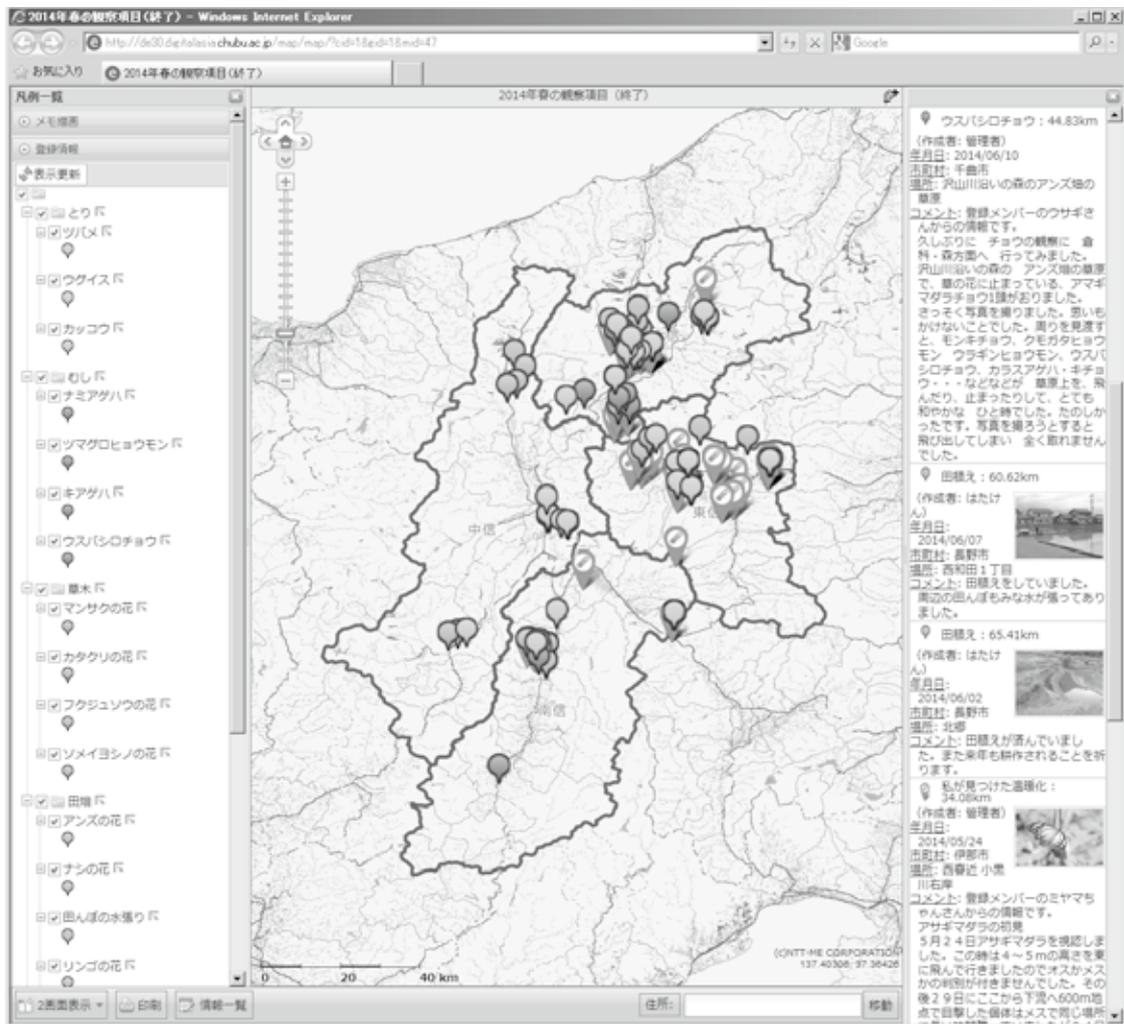


図3 平成26年春調査の結果

1.4 特別企画「信州まるごとセミ♪探し」の実施

本格運用開始後も報告件数はそれほど増えず、気候変動の影響を分析・評価していくためのデータとしては非常に少ない状況である。「信州・温暖化ウォッチャーズ」の認知度を高め、参加メンバーを増やし、報

告件数を増加させる必要がある。その試みの一つとして、平成26年7月～9月の期間に、セミの県下一斉分布調査「信州まるごとセミ♪探し」を、信州・温暖化ウォッチャーズの特別企画として実施した。長野県内には12種のセミが確認されているが、このうち主な6種を指定し、鳴き声を聞いた場合や、成虫や抜け殻を見つけた場合に報告を求め、セミの分布図を作成する。セミを集中的に取り上げることで、子供を含め、これまであまり関心がなかった層への浸透を意図している。

観察対象のセミは、長野県内の比較的どこでもみつけられるもの、夏に鳴き始めるもの、鳴き声のわかりやすいものとして、ニイニイゼミ、ヒグラシ、アブラゼミ、ミンミンゼミ、ツクツクボウシの5種を選定し、そこにクマゼミを加えた計6種とした。クマゼミは、西日本に多く生息する種で、県内では飯田市など県の南部で稀に確認されているだけであるが、今後、地球温暖化の進行によって県内での分布を北に広げるのではないかと考えられている。なお、この特別企画に限り、メンバー登録をしていない場合でも観察情報の登録を可能とした。

調査期間中の報告件数の総数は222件であった（口絵21）。種別では、ミンミンゼミが62件でもっとも多く、次いでアブラゼミが50件であった（表4）。種ごとのマップ（図4）を見ると、ニイニイゼミ、ヒグラシ、アブラゼミ、ミンミンゼミの4種は、どれも比較的似た分布を示しているが、ツクツクボウシは県北部の長野市近辺に偏った分布を示している。また、クマゼミは、県南部の飯田市と伊那市のほか、北部の長野市でも2件の報告があった。

表4 「信州まるごとセミ♪探し」の報告数

セミの種類	ニイニイゼミ	ヒグラシ	アブラゼミ	ミンミンゼミ	ツクツクボウシ	クマゼミ	合計
報告件数	42	45	50	62	19	4	222

旬別に報告件数をみると（図5）、7月上旬まではニイニイゼミの報告が多く、少し遅れてヒグラシの報告が多くなった。7月中・下旬からはアブラゼミとミンミンゼミの報告も急増した。7月下旬は、ニイニイゼミ、ヒグラシ、ミンミンゼミ、アブラゼミの4種が調査期間中の最多報告数となり、6種合計の報告数も72件で最多となった。8月に入るとツクツクボウシの報告が増加したが、他の種の報告は減少した。クマゼミは8月上・中旬に4件の報告があった。

今回6種で計200件以上の報告があったが、県全域のセミの分布を示すにはまだ不十分である。報告がなかった地域にセミが生息していないとは言い切れず、報告時期についても、セミの発生時期を必ずしも正確に表しているとは言えない。次年度以降さらに多くの方にご協力いただくことで、より正確な分布図を作成するとともに、その変化を捉えて気候変動の影響を探っていききたいと考えている。また、クマゼミも長野市で2件の報告があったが、これも継続して観察し、引き続き情報を寄せていただくことで定着しているかどうかみていきたい。長野県は南北に長く標高差も大きいことから、地域によって種構成や発生時期にどのような違いが見られるのか非常に興味をもたれる。今後の調査でこれらを解明していきたい。

1.5 今後の課題

本報では、身近な生きものなどを指標としたモニタリングを市民参加で実施するための手法開発について、その検討経過と実施結果を報告した。手法としては、Webシステムを中心とした情報の収集と発信のシステムを新たに構築したことで一定の成果が得られたと考えられるが、その実施面については、まだ成果を得るまでには多くの課題がある。

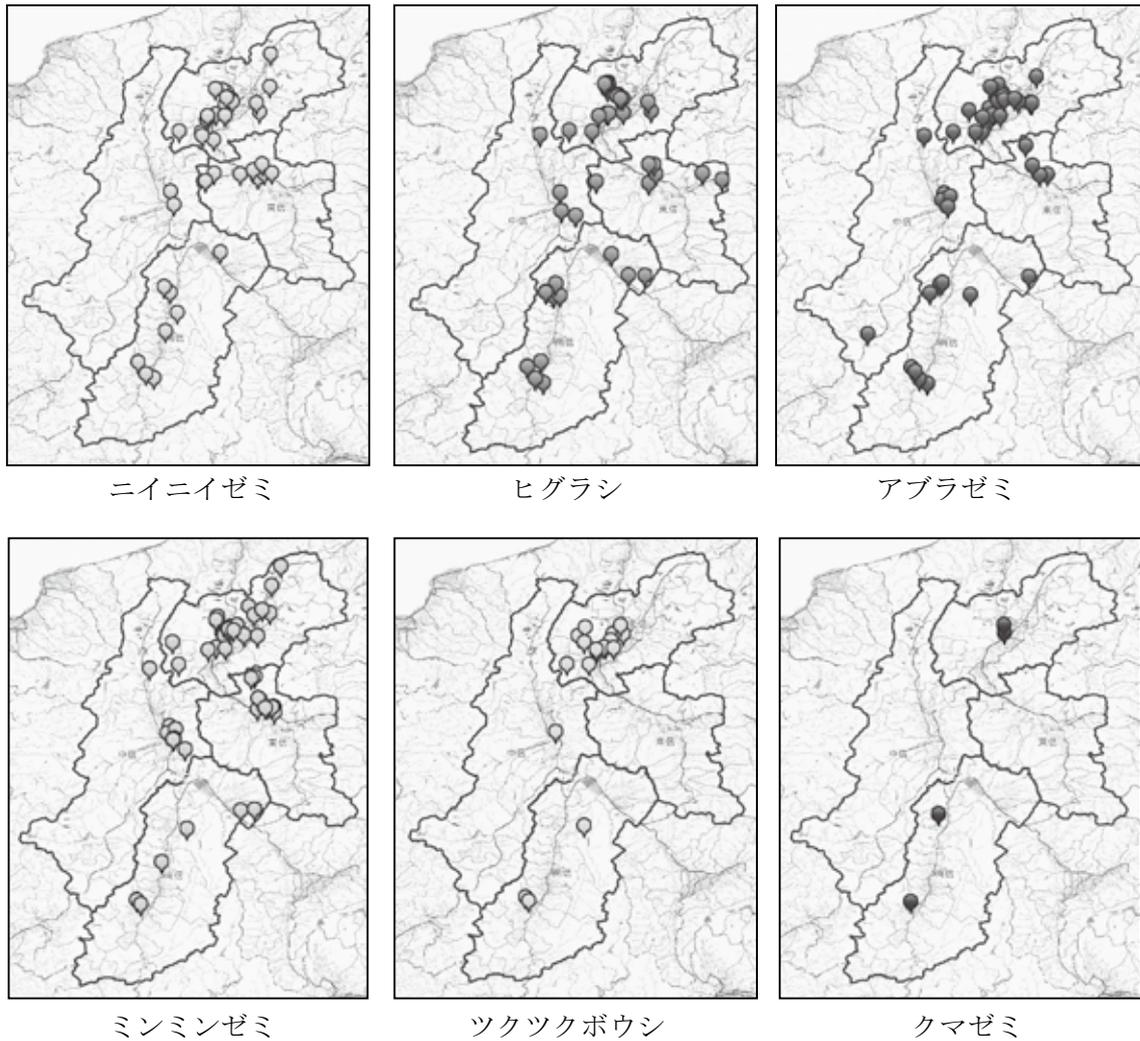


図4 「信州まるごとセミ♪探し」の種別マップ

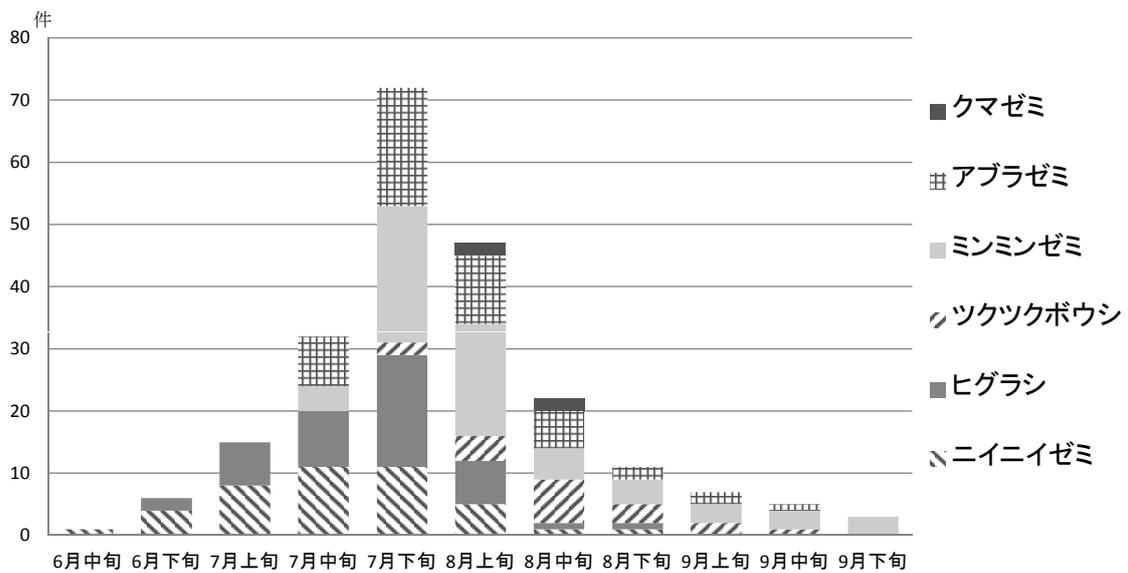


図5 「信州まるごとセミ♪探し」の旬別報告数

今後の課題としてまずあげられることは参加者数と報告数の増加である。気候変動の影響をみるための分析をするためには、現状のデータ数では少なすぎる。これまでも機会をみつけて参加協力を呼びかけてきたが、単にお知らせするだけでは参加者の増加にはなかなか結びついていない。検討会でも、学校や市町村、市民団体など既存の組織との連携、イベントの開催など、さまざまな提案をいただいております。今後は既存の団体との連携に力を入れていきたいと考えている。そのためには、画一的な手法ではなく、特定の地域や団体に応じたオーダーメイドの観察手法を用意するなど、柔軟な対応も必要であると思われる⁵⁾。

また、気候変動の影響を分析するためには、経年的にデータを蓄積して、気候の変化との相関をみるなどの分析が必要である。そのためには、メンバー登録していただいた方にも継続して観察情報を提供していただく必要があり、関心を持ち続けてもらうための工夫が必要である。現在も、観察情報の報告をいただいた場合にはお礼のメールを送信し、メールマガジンも定期的に発行している。参加者から寄せられた質問に対しても、専門の研究員のコメントを添えて返信しているが、これらを継続するとともに、さらに参加者の関心を引きつけるための工夫が必要であると考えている。検討会でも、自分が提供した情報が役に立っているという感覚が重要との意見をいただいているが、そのためにも収集したデータに分析を加え、結果を見せることが重要であると考えている。

その他、基本的な問題としてデータの精度がある。一般市民から提供していただいたデータの中には、ある程度不確かな情報が含まれることを見込む必要がある。データの信頼性を高めるために専門家のスクリーニングを加えることも必要であるかもしれないが、現状では十分にはできていない。この点についても、より多くのデータを集めることで、データ全体としての信頼性を一緒に高めていきたいと考えている。また、本システムでは、気候変動影響に関するデータの収集と普及啓発を同時に図っていくことを目指しているが、現状ではどちらも十分とは言えない。今後さらに継続しながら、目的が達成できるよう改善を図ってきたい。

1.6 関連イベントの紹介

当研究所では、「信州・温暖化ウォッチャーズ」と連携して、セミの抜け殻探しをテーマにした親子向けの講座を平成24年度から開催している。セミは種ごとに温度や樹種などに独自の嗜好をもち、それぞれに適した環境があることが知られている⁶⁾。長野県内でも最近、飯田市で西日本に多く生息するクマゼミの成虫が捕獲されるなどしており、地球温暖化によって県内に生息するセミの種構成も変化する可能性が考えられる。この講座は当研究所の自然ふれあい講座「みんなで温暖化ウォッチ～セミのぬけがらを探せ！」として開催し、会場の公園や雑木林などでセミの抜け殻を集め、その種類と数を集計し、結果を他の会場や過去の結果と比較しながら地域の気候など自然環境との関係について考察している。継続的に調査することで、セミの分布変化を捉えて温暖化との関連を調べるとともに、セミをターゲットにすることで子供の関心を引き出すことを狙っている。

平成24年は3会場、平成25年からはさらに3会場を加えて計6会場で開催した。講座の企画にあたっては、セミの抜け殻しらべ市民ネット⁷⁾の協力を得た。また、会場の選定や広報、当日のプログラムの分担・補助などで多くの団体に協力を得て実施している(表5)。講座当日のプログラムの例を表6に示す。メインのプログラムは抜け殻の採取(図6)と分類・集計(図7)であるが、その前後にアイスブレイクを兼ねて自然観察指導員らによるクイズを入れるなどして、参加者の多くを占める子供たちに楽しみながら学んでもらえるように工夫している。

表5 「セミの抜け殻を探せ！」の実施概要

参加者数の（ ）の大は大人、小は子どもを表す

開催地	長野市	上田市	飯田市	松本市	伊那市	大町市
H24開催日 参加者数	8月1日(水) 18(大7・小11)	8月5日(日) 10(大4・小6)	8月7日(火) 18(大5・小13)	—	—	—
H25開催日 参加者数	8月6日(火) 25(大10・小15)	8月9日(金) 38(大12・小26)	8月1日(木) 5(大2・小3)	8月4日(日) 17(大9・小8)	8月10日(土) 20(大6・小14)	8月8日(木) 11(大3・小8)
H26開催日 参加者数	8月5日(火) 15(大6・小9)	8月11日(月) 21(大7・小14)	8月23日(土) 15(大6・小9)	8月6日(水) 30(大20・小10)	8月7日(木) 6(大3・小3)	8月8日(金) 23(大4・小19)
時間	10:00～12:00	9:30～12:00	10:00～12:00	10:00～12:00	10:00～12:00	10:00～12:00
採取場所	八幡原史跡公園	染屋の森	かざこし子どもの森公園	アルプス公園	H25)春日神社 H26)鳩吹公園	市立大町山岳博物館
共催・ 後援等 (H26)	長野市/長野市立博物館	染屋の森の会/NPOやまぼうし自然学校/上田市/上田市教育委員会	飯田市美術館/かざこし子どもの森公園	自然観察の会ひこぼえ/TOYBOX/松本市/松本市教育委員会	伊那市	市立大町山岳博物館
協力	セミの抜け殻しらべ市民ネット / 自然観察指導員長野県連絡会					

表6 「セミの抜け殻を探せ！」のプログラム

時間	内容
10:00	主催者あいさつ・スタッフ紹介 アイスブレイク・参加者自己紹介 趣旨・調査方法等説明
10:20	自由に抜け殻採取
10:55	自然解説(鳴き声クイズ、セミの生態等)
11:05	抜け殻の分類・集計
11:30	全体集計・ランキング発表
11:40	簡易標本作成
11:50	まとめ 参加者の感想
12:00	アンケート記入



図6 抜け殻採取の様子



図7 抜け殻の分類の様子

抜け殻の分類は、見分け方を記載したフローチャート式の資料⁸⁾を配付し、スタッフの補助を受けながら参加者自身が分類する。各自の分類が終了した後に全体での集計を行い、どんな種が何個集まったかを確認する。最後に講座のまとめとして、周辺環境や地球温暖化のことにも触れながら結果の解説を行っている。

採取した抜け殻の種類は会場によって違いがみられ、標高や樹種など周辺環境が影響しているものと思われる。平成25年の結果でみると、松本会場が6種、大町会場が5種と他会場より多くの種が採取されたが(図8)、これは松本会場と大町会場の背後に森林が控えていることが要因として考えられる。一方、長野、上田、伊那の各会場は、森林から独立した公園や狭い林であることが種数の少なさの要因の一つと考えられる。また、採取数については会場の広さが大きく影響するため、単純にその地域の生息数の多寡を示している訳ではなく、年によっても大きく違う場合もある。これまでの数年間の調査だけで変化の傾向を把握することはできないが、長く続けることで気候変動などの環境変化の影響を把握していきたいと考えている。

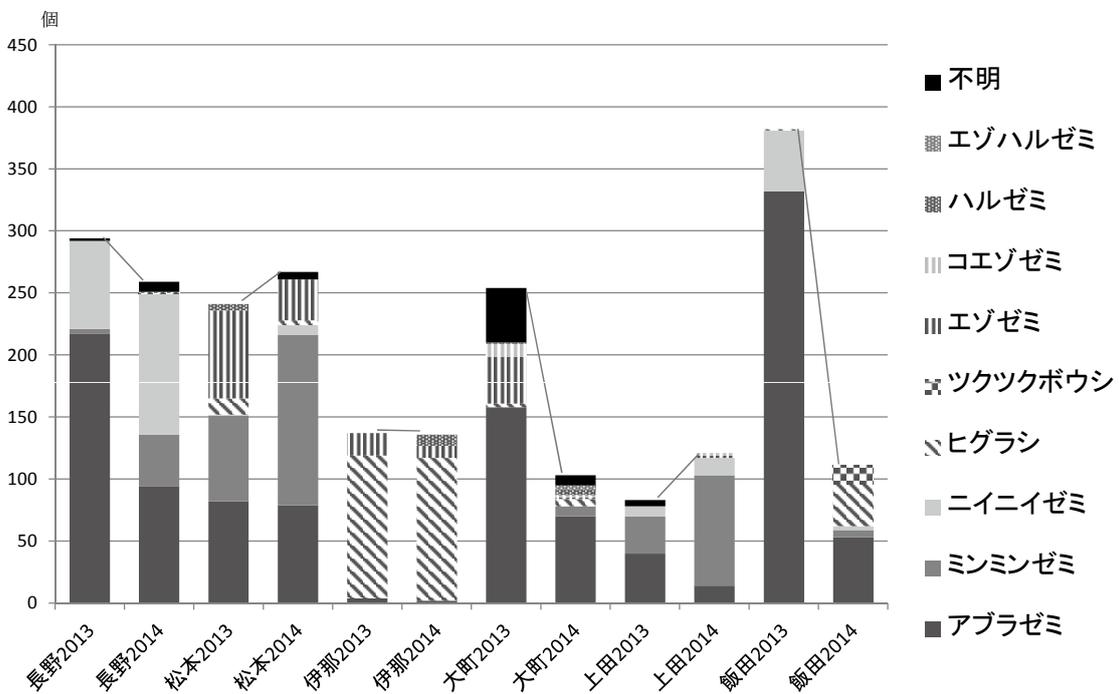


図8 抜け殻の採取結果

参加者の反応は概ね好評であった。「抜け殻をたくさん集められてよかった」、「いろいろなセミの抜け殻の種類がわかってよかった」、「セミの一生や環境問題と合わせた説明が聞けてよかった」などの感想が寄せられ、当初の目的は概ね達成できたと評価できる。セミの抜け殻を集めること自体が子ども達には楽しいことであり、さらにセミの種類を見分けることができれば満足感も一気に高まるものと思われる。しかし、一方で種の見分け方が難しいとの感想も寄せられており、より分かりやすい資料の作成と説明の工夫が必要である。今後、地球温暖化がさらに進行すると、県内におけるセミの分布も変化することが考えられる。市民参加で比較的容易に温暖化影響を"ウォッチ"する方法として、セミの抜け殻調査は有効と考えられる。今後は県内各地に協力者のネットワークを構築することでデータの蓄積と普及啓発を同時に図っていききたいと考えている。

文 献

- 1) 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.
- 2) 独立行政法人防災科学技術研究所, eコミュニティ・プラットフォーム : <http://ecom-plat.jp/>
- 3) 信州・温暖化ウォッチャーズホームページ : <http://www.pref.nagano.lg.jp/kanken/index.html> (長野県環境保全研究所ホームページ) から入る.
- 4) Wordpress : <https://wordpress.org/>
- 5) Janis L. Dickinson and Rick Bonney (Edi.)(2012) "Citizen Science: Public Participation in Environmental Research", Cornell University Press.
- 6) 林 正美・税所康正 (2011) 日本産セミ科図鑑, 誠文堂新光社.
- 7) セミの抜け殻しらべ市民ネット : <http://semigara.net/>
- 8) 環境省, 第5回緑の国勢調査'95身近な生きもの調査 調査のてびき : 6-7, http://www.biodic.go.jp/reports2/5th/95_tebiki/5_95_tebiki.pdf

(畑中健一郎・長谷川 曜・陸 斉)

1. インターバルカメラを用いた山岳地の残雪モニタリングの展開

1.1 はじめに

山岳地の積雪は山麓や下流における貴重な水資源として、あるいは高山帯においては高山植物の開花時期を決める主要な環境要素として重要である。したがって、将来の気候変動による山岳地の積雪変動の状況をモニタリングする必要がある。しかし、山岳地ではその厳しい自然条件とアクセスの難しさから、積雪に関するデータは断片的、かつ量的にも乏しいのが現状である。一方、近年では、山岳を撮影したカメラ画像を活用した残雪の把握手法が研究されている^{1),2)}。カメラは高頻度かつ高解像度での撮影が可能であることから、山岳地の積雪情報を把握するためのツールとして期待される。そこで、当研究所では、この手法を活用して長野県内における山岳地の積雪変動をモニタリングするため、現在、カメラの定点撮影地点を拡充しつつある。本報告ではその現状の整備状況について述べる。なお、本研究は独立行政法人国立環境研究所との共同研究（「カメラ画像を利用した高山帯の残雪および植物に及ぼす温暖化影響モニタリングに関する研究」平成24～平成26年度）として実施しているものである。

1.2 調査対象地と観測方法

調査方法は、定点にカメラを設置し、その画像解析により山岳地における雪の融雪過程を把握するという手法である^{2),3)}。

モニタリングの調査対象地は、当研究所が高山帯における生態調査を実施している地点や長野県内の代表的な山岳を選定した。2012年度から順次カメラの設置を行い、現在（2015年2月時点）、長野県内の5ヶ所において観測を継続している。観測の概要を表1にまとめた。

表1 観測の概要

撮影対象	機材設置場所	機材仕様	観測概況
千畳敷カール 内極楽平	千畳敷駅（ロープウェイ）駅舎内	・Nikon D7000 ・1600万画素 ・1時間おき撮影	・2012年7月開始 ・携帯電波により画像転送
南アルプス茶臼岳稜線付近	ハイランドしばそ敷地内	・ガーデンウォッチカム（Brinno社製） ・1日1回撮影 ・130万画素	・2013年 ・画像は現地回収（年2回）
北アルプス白馬三山	国設八方尾根測定所	・ガーデンウォッチカム（Brinno社製） ・4時間おきに撮影 ・130万画素	・2013年 ・画像は現地回収（年2回）
北アルプス爺ヶ岳・鹿島槍ヶ岳	市立大町山岳博物館	・（株）イートラスト製監視カメラ ・800万画素 ・1時間おき撮影	・2013年 ・携帯電波で画像転送 ・発電量不足により現在中断
北アルプス爺ヶ岳	種池山荘	・Nikon D7000 ・1600万画素 ・1時間おき撮影	・2014年9月開始 ・携帯電波で画像転送（電話状況が悪く撮影履歴のみ現在転送）

1.3 結果

図1に千畳敷カール内極楽平の2013年における残雪の変化の状況を示した。このように定点での写真撮影により、視覚的に残雪の状況を把握できるとともに、この画像に解析を施すことで、どの場所ではいつまで雪が残っていたのかを特定することが可能となる。こうした情報を蓄積していくことで、気候変動にともない山岳地の雪融け時期などがどのように変化していくのかを把握することができる。

また、この写真は雪融けの様子とともに、新緑の展葉の様子、また通年の撮影によっては紅葉の状況などの記録へも応用できる。

以下、各観測地点における現在の撮影状況における撮影状況（と問題点）について記す。

・千畳敷（極楽平）

カメラはロープウェイの駅舎内に固定され、商用電源の供給があり、かつ携帯電話の電波状況もよいため、ほとんど欠測なくデータが取得されている。

・しらびそ高原

撮影は欠測もほとんどなくできているものの、撮影対象地域との距離、カメラの向きなどが影響し、解析に使用できる画像が少ないのが課題である。現在、より解像度の高いカメラへの交換とソーラーパネルを利用し撮影頻度をあげるための準備を行っている。

・八方尾根

撮影は順調にされているが、雲の影響で対象地域が見えないケースが多い。また、カメラが設置されている地点は風が非常に強く、特に冬季の低温環境下ではカメラの故障をもらたしている。現在、カメラの故障対策を進めるとともに、撮影頻度をあげるための準備を行っている。

・北アルプス（爺ヶ岳から鹿島槍ヶ岳の遠方）

撮影は順調にされている。ただ、撮影対象までの距離があるため細かい融雪の変化を追うことは難しい。また、現在、日射量不足による発電不足のため現在休止中となっている（2015年2月現在）。

・北アルプス（爺ヶ岳）

携帯電波の状況が悪いため画像の確認はできていないが、撮影が順調に進んでいることは、撮影記録の送信結果から確認している。

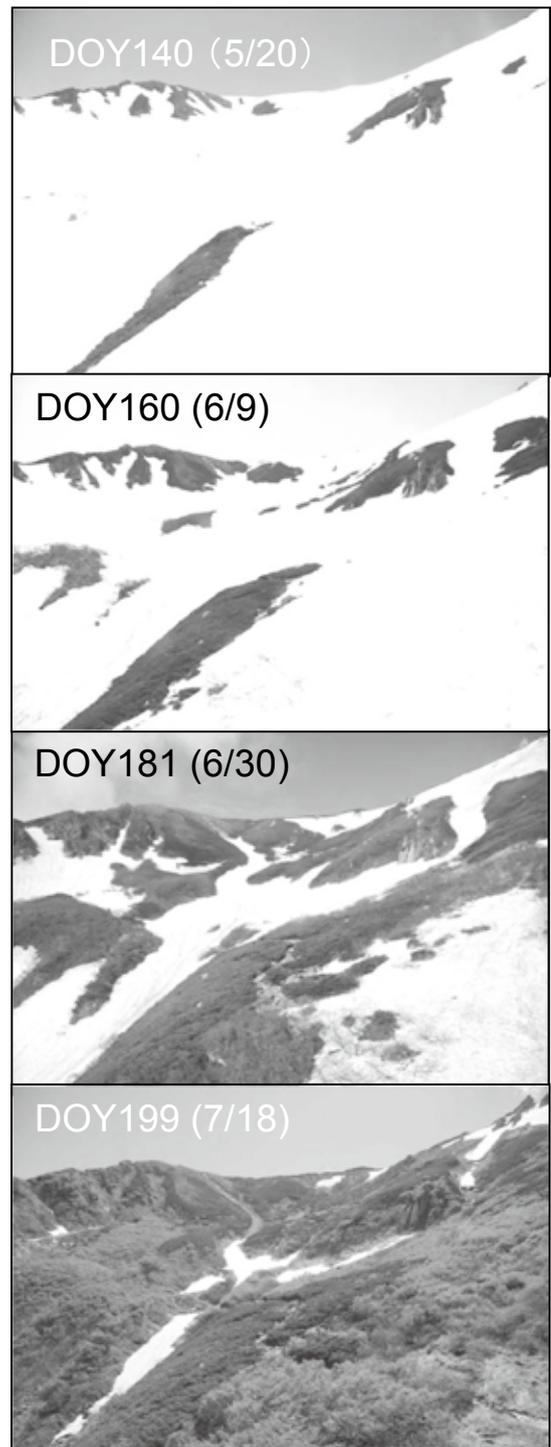


図1 極楽平の積雪変化

1.4 今後の課題

以上のように、本研究期間内に撮影を開始しているものの、千畳敷を除く他の観測地点においては、必ずしも解析に十分な質と量の画像を取得できているわけではない。これには、場所ごとの設置環境の条件やカメラの制約、通信手段の有無などが影響しており、現在、そのような課題の解決に向けた検討を進め、一部の地点ではカメラの交換などの準備が整いつつある。こうした改良を重ねながら、長期間にわたってよりよいデータを取得ができるよう試行錯誤を続けていく必要があると考える。

文 献

- 1) 浜田 崇 (2004) ライブカメラ画像を利用した山岳地の積雪モニタリング手法の検討. 環境情報科学 学術研究論文集 18:237-240.
- 2) Ide, R. and Oguma, H. (2010) Use of digital cameras for phenological observations. Ecological Informatics 5:339-347.
- 3) 小熊宏之・井手玲子 (2014) 自動撮影カメラを用いた高山植生の季節性のモニタリング. 地球環境 19:79-86.

1. 鳥類による生物季節モニタリング

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。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。本研究では、以下の2つの項目に焦点をあてて調査をおこなった。

1.1 夏鳥の初認・初鳴き調査

2011年から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種の初認と初鳴き調査を実施している。2011年には、2～6月に105名の方から470件の情報が寄せられた。市街地やその周辺に生息する鳥類、特に、ウグイスやカッコウ、ツバメの情報が多く寄せられた。2011年の詳細については、再録資料（堀田ほか；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市民団体による）を参照。2012年以降も県内の野鳥関係の市民団体会員の協力を得ながら、夏鳥の初認・初鳴き調査をおこなっているが、その季節性の変化を見るためにはより今後も長期にモニタリングし、調査を継続していく必要がある。

1.2 カラ類の初卵日と気象条件

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 *Parus major* とヒガラ *P. ater* の初卵日と気象条件との関係を調査した。標高の高い飯綱サイトでは、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。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。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。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。詳細については、再録資料（堀田ほか；長野市周辺におけるカラ類の産卵日と気象条件）を参照。

（堀田昌伸）

アブラゼミとミンミンゼミは 400 m から 1100 m、エゾゼミは 500 m から 1100 m、エゾハルゼミは 600 m から 1100 m であった。また、ニイニイゼミは 400 m から 800 m と 1100 m で、ヒグラシは 500 m から 800 m において確認された。ニイニイゼミの分布は 900 m と 1000 m を欠き、1100 m においてふたたび現れる結果となった。鳴き声を確認した期間については、エゾハルゼミが 6 月 15 日から 7 月 10 日、ニイニイゼミが 7 月 10 日から 9 月 5 日、ヒグラシが 7 月 19 日から 8 月 8 日、エゾゼミが 7 月 25 日から 9 月 5 日、アブラゼミが 7 月 19 日から 9 月 18 日、ミンミンゼミが 7 月 31 日から 9 月 26 日であった。詳細については、再録資料（浜田他；長野市浅川流域におけるセミ類種類構成の季節変化および標高分布）を参照。

2.4 常緑広葉樹シラカシの長野県における分布および逸出個体の定着時期

シラカシの長野県における分布および定着時期について、先に報告した内容（大塚他 2004, 2013, 長野県環境保全研究所編 2008, 大塚・尾関 2015 印刷中）を以下にまとめた。

2.4.1 はじめに

シラカシ *Quercus myrsinaefolia* Blume は、ブナ科コナラ属アカガシ亜属に属する常緑広葉樹で、日本では福島県・新潟県以西の本州、四国、九州に産し、朝鮮（済州島）、中国（中南部）に分布する¹⁾。長野県では、県の南部（木曾南部と上伊那南部以南）と、一部東部の白田町馬坂に分布し、中東北部では植栽木から逸出して野生化したものが見られるとされる^{2~10)}。また、自然分布としての垂直分布は、天龍村の 200m から飯島町及び白田町の 600m 付近で、伊那地方のシラカシの自然分布は、飯島町が北限であるとされている¹¹⁾。

シラカシ等の暖温帯性の植物は、地球温暖化等の気候変動により、より北方や内陸部へ分布拡大することが予測されている¹²⁾。長野県の中東北部では、従来、冬期の低温や積雪のためシラカシ等の実生の生存は困難で自然分布しないと考えられてきたが、近年それらの地域において、植栽木から逸出したシラカシの自生個体（種子による実生が生育した個体）が多く観察されるようになった。この背景の一つとして、気候変動が考えられる。日本全国の平均気温は過去 100 年で約 1.0°C 上昇したとされており、長野県でも年平均気温の上昇のほか、冬から春にかけての気温上昇が際立っている¹³⁾。このような近年の気候変動は、従来自然分布していなかった地域において、シラカシの実生が越冬し自生を可能にするための要因となりうる。

そこで、本州の内陸部に位置する長野県で、暖温帯性常緑広葉樹のシラカシについて自生分布の確認と、今後の分布拡大等の動向を把握するため、千曲川中下流地域⁸⁾、松本・安曇野地区¹⁰⁾、上伊那地域⁹⁾、木曾地域¹⁴⁾において分布調査を行った。また、上田市の自生地 2 箇所において、2005 年に樹齢と樹高を測定し、定着時期の特定を行った。

2.4.2 シラカシの分布

1) 調査地と方法

調査は、長野県東部町（現東御市）から飯山市にかけての千曲川中下流地域を 2003 年 2 月～4 月の 12 日間で、大町市から松本市にかけての安曇平を 2007 年 3 月～4 月の 10 日間で、上伊那地域を 2012 年 2 月～6 月の 7 日間で、木曾地域を 2014 年 3 月～5 月の 7 日間で行った。調査地域内を自動車で行きながら、双眼鏡もしくは目視により平地および山地での常緑広葉樹の分布地を探索し、発見された常緑広葉樹の分布地において、シラカシ（他のアカガシ亜属の種を含む、以下同様）の自生（植栽起源ではなく実生の生育によるもの）を確認した。確認されたシラカシの自生地では、より高海拔地を含む周辺地での分布確認に努めた。なお、自生個体か植栽起源の個体かの判別は、自然な状態で生えているかどうかの周囲の状況から判断し、大径木となっている個体は植栽起源のものとした。

確認された自生地では、その地名、海拔高度、斜面方位および傾斜、上層の植生（最上層の優占種に基づく相観植生）のほか、自生する常緑広葉樹の種名、個体数、最大樹高個体の樹高および胸高直径、近隣地の母樹（母樹である可能性がある樹）の有無を記録した。母樹の有無は、自生する場所から目視で確認できる範囲とした。自生地の位置については、ハンディ GPS(GPS12CX, Garmin 社)を用いて測位した。自生地の斜面方位および傾斜は、クリノメーター（改良型、(株) 神山製作所）を用いて計測した。常緑広葉樹の樹高は測棒（メジャーポール 8m、(株) 宣真工業）を用い、胸高直径は地上高 1.3m の位置で直径巻尺（ハイビスカス 直径メジャー）を用いて計測した。自生する常緑広葉樹の個体数については、6 段階の階級値（I：10 株未満、II：10～19 株、III：20～29 株、IV：30～39 株、V：40～49 株、VI：50 株以上）を用いて記録し、個体数が少ない自生地では実数を記載した。

また、シラカシ自生地の環境に関する検討のため、気象庁¹⁵⁾によるメッシュ気候値を用いて温量指数 (WI)¹⁶⁾を推定した。メッシュ気候値は、標準地域メッシュの 3 次メッシュ単位で気候値が推定されており、そのなかの月平均気温を用いて各メッシュ単位で温量指数を算出した。算出した温量指数をもとに、調査対象地域内での、暖温帯域 (WI 85～180) に相当する地域を推定した。これらのメッシュ気候値の処理にあたっては GIS(TNTmips V6.8, MicroImages 社)を用いた。

2) 結果と考察

千曲川中下流域⁸⁾においては 25 箇所ではシラカシ等の常緑広葉樹の自生が確認された (図 1、表 1)。自生地は、千曲川中流域の丸子町から、下流域の中野市までの範囲で確認され、その海拔高度は、長野市松代町の 350m から、高山村黒部の 660m までの地域であった。自生地の斜面方位は全方向にあり、一定の傾向はなかった。また、自生地はいずれも傾斜地で、傾斜は 10° から 45° であった。自生地上層植生は、コナラやクヌギの落葉広葉樹林、アカマツ林、スギ植林やそれらの混交する高木林であった。自生が確認された常緑広葉樹は全 25 箇所ではシラカシ、1 箇所（上田市）ではシラカシとともに、アラカシ *Q. glauca* Thunb. ex Murray が確認された。自生するシラカシの樹高は 2m 内外のものから 5m から 6m の個体が多く、最大樹高個体の樹高で最も高かったのは 7.9m（千曲市）で、最大樹高個体の樹高の平均は 3.6m (n=25) であった。最大樹高個体の胸高直径は 0.5cm から 6.2cm までで、平均 2.8cm (n=25) であった。個体数は、II～III 階級の箇所が多くみられたが、一部、今後植生が大きく変化する可能性も考えられる場所もみられた。自生地はほぼ温量指数 (WI)85 以上の範囲内で、海拔 500m 前後（平均 485.6m）の山麓部に集中する傾向にあった。

松本・安曇野地区¹⁰⁾では、18 箇所ではシラカシ等の常緑広葉樹の自生が確認された (図 2、表 2)。自生地は、松川村から、安曇野市、松本市の範囲で確認され、その海拔高度は、安曇野市明科の 540m から、松本市中山の 772m までの地域であった。松本市では 700m 前後の自生地が多く、千曲川中下流域に比べ、自生地の海拔高度はかなり高かった。自生地上層植生はほとんどアカマツ林であった。自生が確認された常緑広葉樹は全 18 箇所ではシラカシ、1 箇所（松本市）ではシラカシとともにアラカシが確認された。最大樹高個体の樹高で最も高かったのは 11m（松本市）であった。

上伊那地域⁹⁾では、調査カ所 52 箇所のうち、駒ヶ根市から辰野町までの 19 箇所では自生が確認された (表 3、図 3)。19 箇所の内、駒ヶ根市原新宮と下塩田の 2 箇所はアラカシの自生であった。海拔高度は駒ヶ根市古田切 630m から南箕輪村信州大学及び辰野町上辰野 770m の範囲であった。自生地は温量指数 (WI)85 以上のいわゆる暖温帯にほぼ相当する地域であったが、辰野町の自生地は暖温帯域から離れた場所であった。自生地上層植生は、ヒノキ林、アカマツ林、スギ林で、ヒノキ林が比較的多かった。個体数は 1 個体のみから 10 個体未満の自生地が 5 箇所、50 個体を超える自生地が 9 箇所と様々であった。個体数が多い自生地は、上伊那地域でも南部の駒ヶ根市、伊那市、宮田村に存在した。自生地ごとのシラカシの最大樹高は上伊那地域北部では 2m 内外の個体が多かったが、南部では 5～6m のものも多く、最大樹高個体の樹高で最も高かつ

表1 千曲川中下流域におけるシラカシの自生地と生育状況（大塚他 2004 を一部変更）

地名	海拔高度(m)	斜面の方位	傾斜(度)	上層の植生	種名	生育個体数の階級	最大樹高個体の樹高(m)	最大樹高個体の胸高直径(cm)
中野市東山	440	N35E	38	スギ林	シラカシ	VI	4.0	3.7
高山村荒井原	490	N65W	28	スギ・カラマツ林	シラカシ	VI	1.5	0.9
高山村黒部	660	N30W	10	スギ林	シラカシ	II	1.3	0.8
須坂市臥竜公園	450	N80W	30	アカマツ林	シラカシ	II	3.9	2.3
須坂市坂田	420	N30E	40	アカマツ林	シラカシ	I	3.5	2.1
長野市若槻	500	S30W	30	クヌギ・コナラ林	シラカシ	II	1.6	1.0
長野市浅川西条	460	S20E	10	カラマツ林	シラカシ	V	2.4	1.2
長野市浅川西条	480	S20E	25	スギ・カラマツ林	シラカシ	II	6.5	5.8
長野市上松	500	S60E	30	スギ林	シラカシ	I	2.5	1.1
長野市箱清水	460	S10W	30	アカマツ林	シラカシ	V	3.0	1.7
長野市小松原	410	S15E	30	コナラ林	シラカシ	I	5.0	3.0
長野市岡田	460	S20W	28	クヌギ・ケヤキ林	シラカシ	III	6.2	5.5
長野市塩崎	410	S15E	30	コナラ林	シラカシ	II	5.7	8.0
長野市松代清野	350	N50E	35	コナラ林	シラカシ	I	5.2	3.9
長野市松代豊栄	500	N80W	20	アカマツ林	シラカシ	II	1.7	0.5
千曲市更埴八幡	420	S75E	40	スギ林	シラカシ	III	2.2	1.3
千曲市戸倉自在山	550	S5W	25	スギ・カラマツ林	シラカシ	I	2.1	1.0
千曲市戸倉自在山	440	N	20	スギ・林道ぞい	シラカシ	III	7.9	6.2
坂城町南日名	560	S85W	15	アカマツ林	シラカシ	III	2.5	1.6
坂城町鼠会地	480	E	40	クヌギ・コナラ林	シラカシ	I	1.8	1.1
坂城町小網	570	S35E	25	クヌギ・アカマツ林	シラカシ	VI	5.0	4.7
上田市上塩尻	500	S45W	38	クヌギ・アカマツ林	シラカシ・アラカシ	VI	4.8	5.6
上田市上塩尻	500	S10W	25	放棄畑・林内	シラカシ	III	4.8	3.8
上田市小泉	570	S45W	27	コナラ・アカマツ林	シラカシ	II	2.6	1.5
上田市上丸子城山	560	S75E	45	アカマツ林	シラカシ	I	3.5	2.6
平均	485.6		28.6				3.6	2.8

(注) 生育個体数の階級は、I : 10株未満、II : 10~19株、III : 20~29株、IV : 30~39株、V : 40~49株、VI : 50株以上

表2 松本・安曇野地区におけるシラカシの自生地と生育状況（長野県環境保全研究所編 2008 を一部変更）

地名	海拔高度(m)	斜面の方位	傾斜(度)	上層の植生	樹種	生育個体数の階級	最大樹高個体の樹高(m)	最大樹高個体の胸高直径(cm)
松川村会染	570	S80W	25	スギ林	シラカシ	V	1.8	0.8
安曇野市明科	540	S50W	20	スギ林	シラカシ	II	2.4	1.5
安曇野市田沢	605	S40E	25	アカマツ林	シラカシ	I	0.6	—
安曇野市堀金多田井	633	S50E	8	ヒノキ・アカマツ林	シラカシ	I	0.6	—
松本市岡田 岡田神社	689	S38E	10	アカマツ林	シラカシ	VI	6.5	8.1
松本市岡田 岡田神社から山へ	773	S70W	34	アカマツ林	シラカシ	I	1.9	0.8
松本市浅間温泉 火事跡	740	S60W	35	火事跡(アカマツ林)	シラカシ	IV	5.8	7.8
松本市浅間温泉	721	N60W	20	アカマツ林	シラカシ	VI	11	13.5
松本市浅間温泉御射山神社春宮	734	S45E	30	アカマツ林	シラカシ	V	5.1	4.5
松本市浅間温泉 火事跡	727	S50W	35	アカマツ林	シラカシ	III	4.9	4
松本市美ヶ原温泉御母家付近	679	S50W	30	アカマツ・クヌギ	シラカシ	I	5.2	5.5
松本市美ヶ原温泉薬師堂付近	654	S50W	32	アカマツ・クヌギ	シラカシ	I	7.1	8.3
松本市筑摩林	637	N80W	25	アカマツ林	シラカシ	I	6.7	7.5
松本市筑摩千鹿頭 西斜面	662	S80W	35	アカマツ林	シラカシ	III	2.4	1.5
松本市筑摩千鹿頭 北斜面	654	N55E	35	アカマツ林	シラカシ	III	5.9	6.7
松本市中山	708	S18W	40	クヌギ林	シラカシ	I	1.2	—
松本市中山	727	S10E	20	アカマツ林	シラカシ	I	2.6	1.4
松本市中山 中山霊園	772	S40E	24	アカマツ林	シラカシ・アラカシ	VI	9.5	7.5
平均	679.2		26.8				4.5	5.3

(注) 生育個体数の階級は、I : 10株未満、II : 10~19株、III : 20~29株、IV : 30~39株、V : 40~49株、VI : 50株以上

表3 上伊那地域地区におけるシラカシの自生地と生育状況（大塚他 2013 を一部変更）

地名	標高(m)	斜面の方位	傾斜(度)	主な上層植生	樹種	個体数の階級 (個体数)	最高樹高個 体の樹高 (cm)	左の胸高直 径(cm)
辰野町上辰野堂ムラ	770	S50W	20	ヒノキ林	シラカシ	I (2)	262	1.5
箕輪町松島図書館うら	700	S52E	28	スギ林	シラカシ	I (6)	128	
箕輪町中箕輪明音寺うら	710	S40E	35	ヒノキ林	シラカシ	VI(約60)	250	2.0
南箕輪村塩井塩ノ井神社	700	S30E	10	ヒノキ林	シラカシ	II(12)	265	1.8
南箕輪村南殿八幡宮	700	S30E	5	ヒノキ林	シラカシ	I (1)	170	0.5
南箕輪村信大構内	770	S57E	2	アカマツ林	シラカシ	I (1)	115	
伊那市伊那上牧八幡神社	710	S44W	15	ヒノキ林	シラカシ	I (1)	15	
伊那市伊那部	660	N52W	39	アカマツ林	シラカシ	II(18)	64	
伊那市春日公園	670	S13E	35	ヒノキ林	シラカシ	VI(62)	721.5	5.1
伊那市市原藤口崇福寺うら	630	S75W	35	ヒノキ林	シラカシ	V(約40)	232.5	1.1
伊那市上手アカマツ林	640	S10W	35	アカマツ林	シラカシ	VI(約60)	578.5	7.1
伊那市車屋ヒノキ林	660	N30W	37	ヒノキ林	シラカシ	VI(約50)	541	6.1
宮田村大原	630	S30E	30	アカマツ林	シラカシ	VI(約150)	595.6	5.6
宮田村伊那峡アクアランド横	600	S42W	20	スギ林	シラカシ	VI(約80)	386.5	3.1
駒ヶ根市本曾倉桃源禅院	670	S30W	35	アカマツ林	シラカシ	III(25)	250	1.9
駒ヶ根市原新宮川岸	600	N55W	40	アカマツ林	アラカシ	VI(約80)	633	7.3
駒ヶ根市下塩田善福寺	640	S5E	15	アカマツ林	アラカシ	VI(約60)	550	
駒ヶ根市古田切	630	S40E	30	ヒノキ林	シラカシ	VI(約300)	866.5	8.2
飯島町田切中田切	740	S30W	30	アカマツ林	シラカシ	V(4)	101	
平均	675.3		26.1				354.0	4.1

表4 木曽地域におけるシラカシの自生地と生育状況（大塚・尾関 2015 印刷中を一部変更）

地名	標高(m)	斜面の方位	傾斜(度)	主な上層植生	樹種	個体数	最高樹高個 体の樹高 (m)	左の胸高直 径(cm)
大桑村殿山林	580	S15E	35	スギ林	ツクバネガシ	4	3.7	2.4
大桑村須原定勝寺裏	550	N20W	45	モウソウ竹林	シラカシ	10	1.2	—
大桑村野尻白山神社	540	S50E	40	スギ林	シラカシ	30	13.5	12.4
南木曾町十二兼木曾熊野神社	490	S5W	60	ヒノキ林	シラカシ	15	13	12.1
南木曾町柿其ナリノ糸沢橋	450	S40E	60	アラカシ等自然林	アラカシ・ウラジロガシ・シラカシ			
南木曾町与川入り口	480	N25E	80	アラカシ等自然林	アラカシ・ウラジロガシ・シラカシ			
南木曾町柿其入り口付近	430	S50E	75	アラカシ等自然林	アラカシ・ウラジロガシ・シラカシ			
南木曾町蘇南高校	440	S25W	20	アラカシ等自然林	アラカシ・ウラジロガシ・シラカシ			
南木曾町神戸	380	S45E	45	アラカシ等自然林	アラカシ・ウラジロガシ・シラカシ			
南木曾町渡島	380	N30E	80	アラカシ等自然林	アラカシ・ウラジロガシ・シラカシ			
南木曾町妻籠入り口	400	N80E	80	アラカシ等自然林	アラカシ・ウラジロガシ・シラカシ			
南木曾町田立元組	400	N80W	20	スギ林	アラカシ・シラカシ			
南木曾町田立大野正兼	500	N80W	30	スギ林	アラカシ・ウラジロガシ・シラカシ			
南木曾町田立賤母大橋	360	S15W	60	アラカシ等自然林	アラカシ・ウラジロガシ・シラカシ			
南木曾町田立	340	S5W	80	アラカシ等自然林	アラカシ・ウラジロガシ・シラカシ			
平均	448.0		54.0			14.8	7.9	9.0

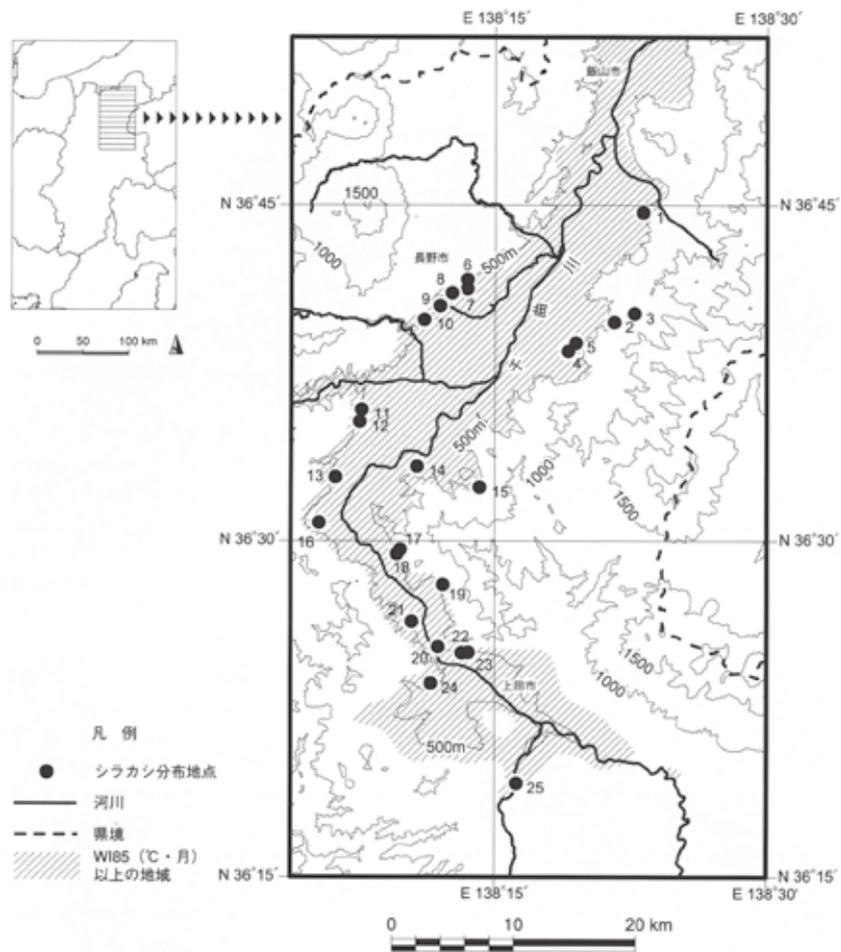


図1 千曲川中下流域におけるシラカシ分布地点（大塚他 2004）. 図中の斜線部分は、メッシュ気候値から推定した、温量指数で暖温帯域を示す地域（ $WI \geq 85$ ）. 右図の経緯度数値は旧日本測地系に基づく.

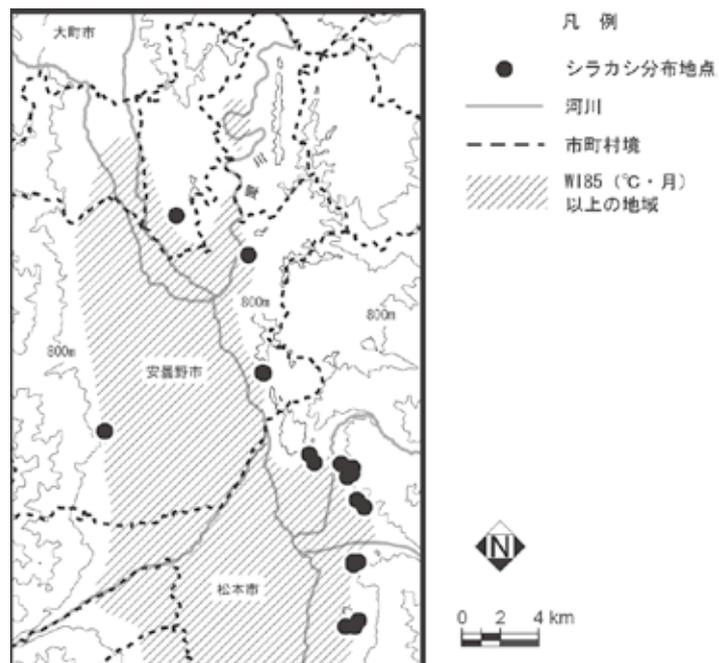


図2 松本・安曇野地区におけるシラカシ分布地点（長野県環境保全研究所編 2008）.

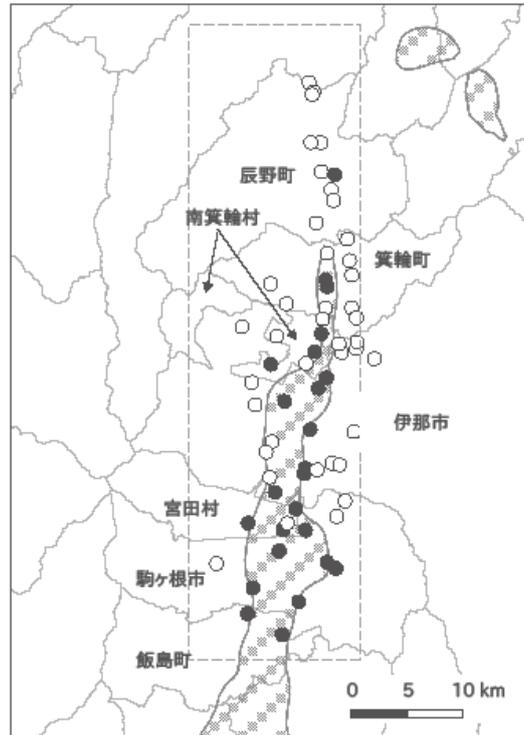


図3 上伊那地域におけるシラカシ分布地点 (大塚他 2013). ●は分布地点, ○は分布しなかった調査地点.

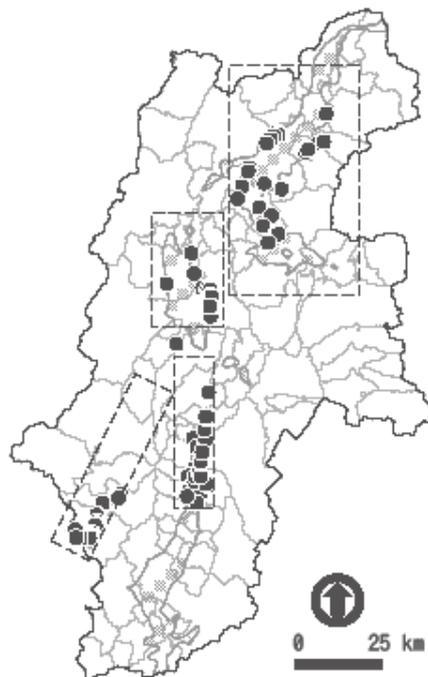


図4 長野県におけるシラカシ分布地点 (大塚・尾関 2015).

たのは 8.6m（駒ヶ根市古田切）であり、最大樹高個体の樹高の平均は 3.5m（n=19）であった。最大樹高個体の胸高直径は 0.5cm から 8.2cm までで、平均 3.9cm(n=13) であった。

木曾地域¹⁴⁾では、調査箇所 52 箇所のうち、大桑村から南木曾町までの 15 箇所で自生が確認された（表 4）。15 箇所の内、南木曾町柿其以南の 10 箇所の自生地はアラカシ・ウラジロガシを主体とした自然林であった。自生地の海拔高度は南木曾町田立の 340m から大桑村殿の 580m の範囲で、温量指数 (WI)85 以上のいわゆる暖温帯にほぼ相当する地域であった。逸出個体と考えられる自生地（大桑村殿、須原定勝寺裏、野尻白山神社、南木曾町十二兼熊野神社）の上層植生は、スギ林、ヒノキ林、モウソウチク林のいずれかであった。個体数は 4 個体から 30 個体の範囲であった。最高樹高個体の樹高は 1.2m から 13.5m までで平均 7.9m(n=4)、最高樹高個体の胸高直径は 2.4cm から 12.4cm までで平均 9.0cm(n=3) であった。自然分布していない地域である千曲川中下流域、松本・安曇野地域、上伊那地域で、シラカシが定着している状況が確認されたが、木曾地域においては、従来知られていた分布域から分布を拡大していることはなかった。木曾地域では温量指数 (WI)85 以上のいわゆる暖温帯にほぼ相当する地域は、大桑村の一部と南木曾町に限られていてそれ以北にはないこと、さらに両町村以北では植栽されたシラカシ等のアカガシ亜属の常緑広葉樹がほとんど確認されず、種子の供給源がないことなどが考えられた。長野県全体のシラカシ等の分布状況は、図 4 のとおりである。

これらシラカシ自生個体の供給源については、シラカシの自生が確認された多くの場所で、付近に植栽起原の母樹が確認された。ブナ科の種子（堅果）はカラス等の鳥類や野ネズミにより散布されることが知られており^{17,18)}、今回確認されたシラカシも、近隣の母樹から動物散布によって分散した種子によるものと考えられる。近年、冬場の緑を求めて、寒さに強い常緑広葉樹のシラカシが庭木や街路樹として多く植栽されていることから、今後さらに種子供給量の増加も考えられる。一方、神社等で古くからシラカシを植栽する例が多く、幹周囲長 2m 以上の大径木となっている例も知られる。これらの大径木からは、従来から周辺に種子が供給されていたと考えられるが、現在確認される自生個体はいずれも幼樹であり、近年生じた実生が冬期に枯死せず成長した結果と考えられる。

2.4.3 シラカシの樹齢と樹高及び定着時期

1) 調査地と方法

調査は 2005 年に、シラカシが自生分布する調査区 A（上田市常磐城）および B（上田市小泉）において実施した。任意に選んだシラカシ（上田市常磐城地区 28 個体、小泉地区 25 個体）について、樹高と胸高直径を計測した後、地際から伐採し、年輪を調べて樹齢を特定した。伐採した個体は、樹高約 1 m から、最大樹高に近いものを樹高がかたよらないよう選定して伐採した。自生地における最大樹高の個体をかならずしも伐採したわけではないが、最大樹高に近いものを含んでいる。

2) 結果と考察

調査区 A および B における 2005 年時の樹齢と樹高について図 5 に示す。調査区 A では、樹高 100cm から 463.4cm の個体、調査区 B では、110cm から 484.5cm の個体であった。個体毎の伸長量には多少差があったが、樹齢が高くなるにつれ樹高が高くなった。樹齢は 5 年から 12 年まで連続してあった。最高の樹齢は、調査区 A で 12 年、調査区 B で 11 年であった。この結果から、定着した年代は、調査区 A で 1993 年頃から、調査区 B では 1994 年頃からで、観測史上もっとも暖かな 10 年といわれる 1990 年代に符号している。

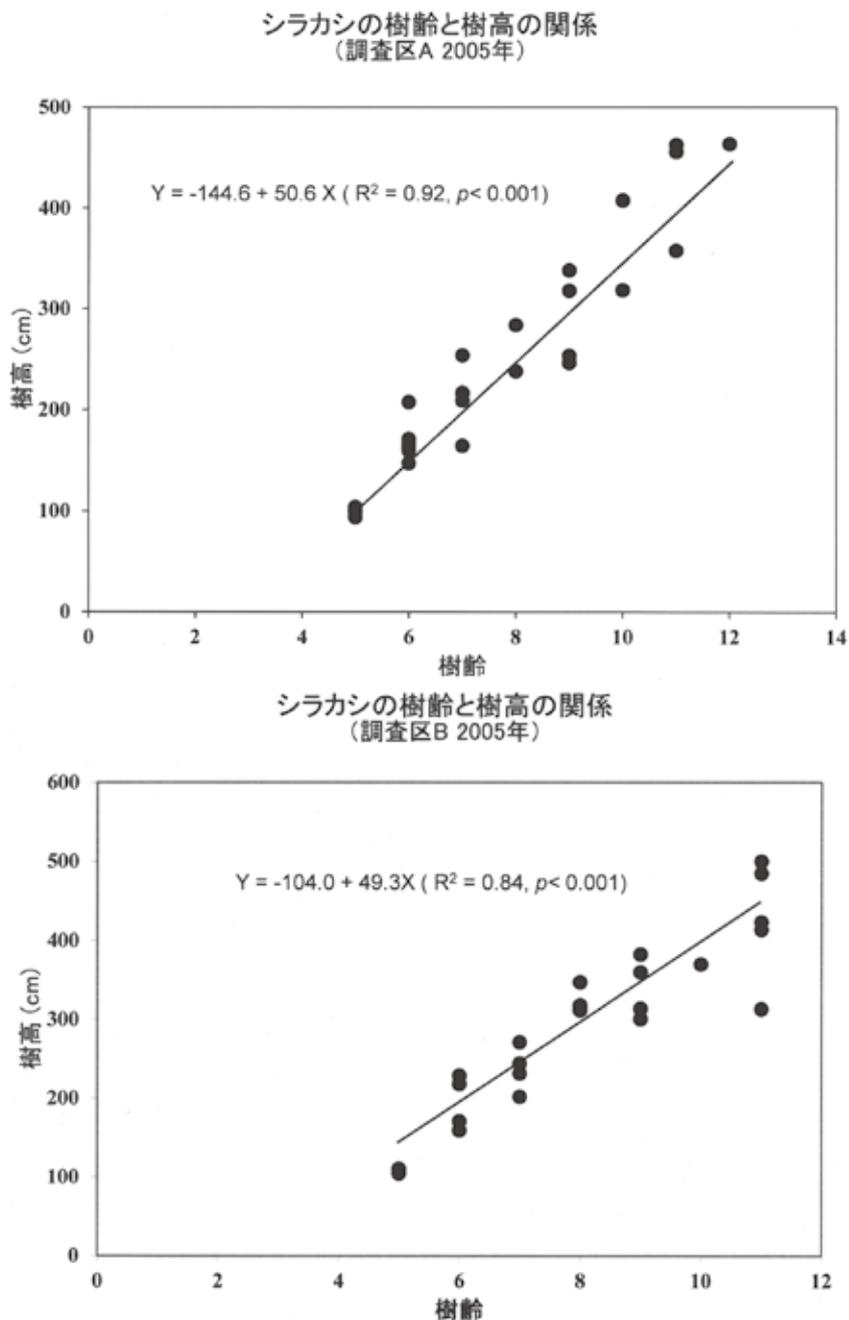


図5 シラカシの樹齢と樹高の関係（長野県環境保全研究所編 2008 を一部変更）。調査区A；上田市常磐城，調査区B；上田市小泉。

2.4.4 おわりに

地球温暖化や都市部でのヒートアイランド現象による気候変動が、生物の生育・生息域の移動に及ぼす影響については、現在、長期的な調査・観測資料が乏しい。また、すでに報告された生物への気候変動の影響に関する事例についても、気候変動との直接的な関連は必ずしも明確ではない。しかし、今後の気候変動による生物・生態系への影響を検討する上では、暖温帯性植物の分布変化など、温暖化によって生じると考えられる生物分布域の移動に関する事例の蓄積とその後のモニタリングは重要な基礎的資料となるものと考えられる。今後モニタリングを継続し、気候変動との関係や植生変化についてさらに検討していきたい。なお、この調査の実施にあたり、ご協力いただいた上田染谷森の会の皆様、自生地の土地所有者の方々に感謝します。

文 献

- 1) 大場秀章 (1989) ブナ科。「日本の野生植物 木本 I」(佐 竹義輔他編), pp 66-78. 平凡社, 東京.
- 2) 小西久充・船越眞樹 (1994) 長野県中部地方にシラカシ林は新生しつつあるのか - 逸出木群の出現と気候変動 -, 平成 5 年度文部省特定研究「生物の適応現象に関する環境・細胞生物学的研究」: 47-55.
- 3) 清水建美編 (1997) 長野県植物誌 1735pp. 信濃毎日新聞社, 長野.
- 4) 藤沢秀平・小西久光・横山祐美・船越眞樹 (1997) 長野県中部地区におけるシラカシの逸出について, 第 44 回 日本生態学会大会講演要旨集, p35.
- 5) 藤沢秀平 (1998) 松本市域におけるシラカシ *Quercus myrsinaefolia* Blume 逸出林の成立と林分構造. 信州大学大学院理学研究科修士論文 (未発表).
- 6) 岡田裕美子 (1998) 長野県におけるシラカシ *Quercus myrsinaefolia* Blume 逸出木の分布. 信州大学理学部生物科学科卒業論文 (未発表).
- 7) 木原奉文 (2001) 鎌田山のシラカシ, どんぐり通信 77:16.
- 8) 大塚孝一・尾関雅章・前河正昭 (2004) 千曲川中下流域における常緑広葉樹シラカシ (ブナ科) の自生分布, 長野県自然保護研究所紀要 7:17-22.
- 9) 大塚孝一・尾関雅章・横井力 (2013) 長野県上伊那地域における常緑広葉樹シラカシ (ブナ科) の分布, 長野県環境保全研究所研究報告 9:47-51.
- 10) 長野県環境保全研究所編 (2008) 長野県中東北部における常緑広葉樹シラカシ (ブナ科) の自生分布とモニタリング調査. 研究プロジェクト成果報告 6:35-41.
- 11) 馬場多久男 (2002) 伊那地方に常緑広葉樹が分布域を拡大し北上するきざし. 長野県自然保護研究所ニューズレター「みどりのこえ」20:6-7.
- 12) 環境省 (2001) 地球温暖化の日本への影響 2001. 環境省.
- 13) 浜田 崇 (2002) 地球温暖化. 長野県ではどうなの? 長野県自然保護研究所ニューズレター「みどりのこえ」20:2-3.
- 14) 大塚孝一・尾関雅章 (2015 印刷中) 長野県木曾地域における常緑広葉樹シラカシ (ブナ科) の分布, 長野県環境保全研究所研究報告 11.
- 15) 気象庁 (2002) メッシュ気候値 2000. 気象庁.
- 16) 吉良竜夫 (1949) 日本の森林帯. 日本林業技術協会, 東京.
- 17) 中村浩志 (1984) アニマ, 1984 年 10 月号: 22-27.
- 18) Vander Wall, S. B. (1990) Food Hoarding in Animals. The University of Chicago Press, Chicago.

(大塚孝一・尾関雅章・浜田 崇・堀田昌伸・小澤ゆきえ)