

第 4 章

適応策立案手法の開発

1. 長野県における気候変動適応策実装へ向けた取組みとその評価

摘要

地球温暖化に伴う気候変動とその影響が顕在化しつつある。今後、気候が安定するまでには数十年から100年以上かかることが予測されており、それまでの間に各地で顕在化する気候変動による影響への適応策を、地域の特性に応じて早急に実施することが求められている。長野県では2010年より、長野県域の影響予測情報を利用した、複数分野における適応策立案のための取組を開始し、2013年には県温暖化防止県民計画に、「気候変動モニタリング（観測）体制の構築」と「信州・気候変動適応プラットフォーム」の2つからなる、適応策実装へ向けた条件整備のための取組を、施策パッケージとして位置づけた。この間、気候変動予測情報を用いた分野別適応策の構築と、条例・計画への適応策の位置づけを目標とし、「気候変動適応の方向性」¹⁾を参考に、まず県庁内で研究所主催の「適応検討会」で、その後、県温暖化対策課主催の「地球温暖化対策戦略再構築事業」の中の「適応策部門タスクフォース」で検討を行った。その結果、「気候変動適応の方向性」で示されている着手段階の取組の前に乗り越えなければならない壁があることがわかった。すなわち、適応策導入の前提とされる部局内や部局間の適応に関する共通理解の形成が困難であることが明らかとなった。適応策の具体的な取組経験がない段階で、今世紀中頃及び今世紀末までの中長期の、不確実性のある予測情報により、既存の施策との関連が見えにくい施策を追加することや、通常の施策に求められている時間的なスパン（通常は単年度または数年）より大幅に長期の期間について検討しなければならない課題への理解を広げることは難しかった。それを解決するためには、全体の共通理解や方針の共有を適応策導入の前提にするのではなく、既存の施策の適応策化を積み上げることを進めるボトムアップ手法が有効であると考えられる。また、今後、地方自治体の試験研究機関の重要な役割の一つとして、地域社会に生じる新たな「政策課題」を行政に先行して明らかにし、自治体の政策課題の萌芽として示すことが求められる。

キーワード：地方自治体 長野県 気候変動適応策 適応の方向性

1.1 はじめに

地球温暖化に伴う気候変動とその影響が顕在化しつつある。今後、気候が安定するまでには数十年から100年以上かかり、それまでの間、気候変動の各地への影響は避けることができないこと、それらの地域影響への適応策を、地域の特性に応じて早急に実施していく必要があることが指摘されている^{2)~5)}。そのため、2000年代になって以降、環境省地球環境研究総合推進費「S-4 温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合評価に関する研究(研究代表;三村信男)」(2005年~2009年)(以下、S-4と表記)などにより、国レベルでは気候変動影響とその対応について研究が始まった。2008年には「気候変動への賢い適応」が環境省によりまとめられた⁶⁾。この中では、地域毎の気候変動に対する脆弱性評価、適応能力の向上、モニタリングと警戒体制構築、適応における短期と長期の視点の区別、予測の不確実性への対応、多様なオプションの活用、適応の主流化、コベネフィットの促進、関係機関の連携・協力、自発的取組の重要性など、その後の適応策に関する議論の中で継続的に重要とされている論点が網羅的に扱われており、この成果はその後の日本における適応の方向性を示すこととなった。現在は、環境省⁷⁾、文部科学省⁸⁾、国土交通省⁹⁾、農林水産省¹⁰⁾や中央環境審議会等で気候変動影響および適応策の研究・検討が進められており¹¹⁾、2015年の夏には、国の適応計画が閣議決定される見通しである¹²⁾。しかしながら、地域における影響や脆弱性の把握およびそれらへの取組はまだ緒に就いたばかりであり、今後の地域適応のためには、地方自

治体が一定の役割を担うことが期待されている⁴⁾。

田中ら（2011）が実施した全国の66地方自治体への適応策に関する調査結果^{4),13)}によると、66自治体のうち、条例や計画に適応策を位置づけているのは3自治体のみであった（2012年の追加調査では4自治体³⁾）。また、実際に適応策として実施されている事業は、農業分野の「高温等への耐性のある品種等の開発・導入支援」22%、「畜舎環境の制御（噴霧・送風システム等）」12%などで、農業の他の項目や他分野においてはほとんど取組がなかった。その要因として、「情報が不十分」「技術・ノウハウが不十分」「予算が未確保」「部局間の連携・協力が不十分」等の回答がよせられている⁵⁾。

長野県において適応策の検討が始まった2010年段階で、長野県中期総合計画（2008～2012年度）、環境基本計画（1999年～）、温暖化対策条例（2006年～）、第二次温暖化防止県民計画（2008～2012年度）では適応策は扱われていなかったものの、第二次環境基本計画（2008～2012年度）において4つの長期戦略プロジェクトの一つ「信州クールアース推進プロジェクト」の中に「温暖化の影響の緩和・適応」項目が含まれていた。そこには、「農林業等への影響をはじめ、豪雨の多発などによる災害の増加、健康被害、生態系・水需給への影響など、温暖化の進行に伴い県内に生じる影響について予測を進めるとともに、科学的な知見に基づいた適応策を選択し、県政全般にわたって気候変動による産業や県民生活への影響を最小限にとどめる取組を推進します。」と、県内の適応策を推進する旨記載されていたが、具体的な取組は行われていなかった¹⁴⁾。

地方自治体における適応策の実装を促進するために、環境省では、S-4の後継研究として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（研究代表；三村信男）」（2010年～2014年）（以下、S-8）を立ち上げ、地方自治体における適応策立案に向けた研究を開始した⁷⁾。長野県はそのモデル自治体として位置づけられ、S-8に参加した環境保全研究所（以下「研究所」と表記）は、S-8に参加する各分野の影響予測を実施する機関から適応策立案のために必要となる複数分野における長野県域の予測情報の提供を、他の都道府県に先んじて受けると共に、情報の取り扱い等に関するアドバイスを適宜受けながら適応策の実装に取り組んできた。そして、2013年2月に策定した「長野県環境エネルギー戦略～第三次長野県地球温暖化防止県民計画～」の中に、適応策実装へ向けた条件整備のための取組を、施策パッケージとして位置づけた¹⁵⁾。この計画は2013年度から2020年度までの8年間に取り組む長野県の地球温暖化対策を、エネルギー対策をも取り込んだ形で定めたものだが、適応のための施策としては「気候変動モニタリング（観測）体制の構築」と「信州・気候変動適応プラットフォーム」を掲げている。適応策を実行するには、不確実性を伴う予測情報だけでは十分でなく、現状の気候変動の傾向を把握するためのモニタリング情報が必要と考えられるが、それを県内のさまざまな機関等の連携によって得ようとするのが前者である。また、モニタリング情報を利用して適応策の立案を促進するために、適応の手法、技術、政策を分野毎に検討する場、分野間に共通する課題に対応するための検討の場が後者である。

これを受けて、平成26年11月6日には、信州・気候変動モニタリングネットワークを設立し「気候変動モニタリング（観測）体制」の準備が整ったが、具体的なデータの収集やその検討と整理、また、「信州・気候変動適応プラットフォーム」の開催はまだ準備段階にあり、今後の課題である。

長野県のこの間の取組は、都道府県として適応策を、同時に複数分野において、影響予測情報をもとに導入しようとした最初の試みとなった。そこで、「長野県環境エネルギー戦略～第三次長野県地球温暖化防止県民計画～」に適応策を位置づけるまでの取組を整理し、都道府県レベルで適応策を実装しようとする場合の課題を明らかにすることにより、公共政策研究の一助としたい。

1.2 研究の目的及び方法

1.2.1 研究の目的

本研究では、研究所がS-8に参加し、適応策立案に向けて研究を始めた2010年から、「長野県環境エネルギー戦略」が策定された2013年までの間に取り組んだ事業とその結果を検証し、地方自治体、特に適応策を初めて導入しようとする都道府県が、その目的達成のために必要となる業務やそれらを進める際の課題を明らかにすることを目的とする。

1.2.2 研究の方法

本研究では、長野県に適応策を導入するために、研究所が主導・展開した事業、及びそれと関連して実施された長野県の事業そのものが対象となる。事業の着手（初期）段階から、計画へ適応策パッケージを位置づけるまでに実施された事象の中から、その後の展開に影響を与えるなど重要と判断されたものを選び、順を追って検討することとした。

1) 適応策への着手段階（初期）

地方自治体における適応策の立案と実施の方法については、環境省が2010年に「気候変動適応の方向性(以下、「適応の方向性」と表記)」を公表している¹⁾。そこでは、国及び地方自治体の行政組織が適応策を立案する際の配慮事項及び導入の手順について整理されている。今回の長野県における適応策導入段階では、適応策の導入手法を示す唯一のまとまった文書であった「適応の方向性」で示された手順を参考にした。そのため、本研究は「適応の方向性」で示された手順を検証することになった。

2) 取組目標の設定

田中ら(2011)は、地方自治体の地球温暖化影響の把握及び適応策への取組状況に注目して、その取組水準を「検討無し」のレベル0から「体系的な取組を実施している」レベル5までの6段階に分けている⁴⁾。それによると、自治体が計画的な適応策の取組に着手している段階と判断されるのはレベル4であり、それを①適応策の計画的体系的な取組に着手している、②適応に関する条例や計画の策定に着手している、という2つの取組がある場合としている。そして、調査時点でこのレベル4に達していた（実態は条例や計画の中に適応策を位置づけていた）のは埼玉県、鹿児島県、東京都の3都県であった。それに対して、その前段階であるレベル3では、一部分野で適応策を実施しているレベル、すなわち「適応策の特定及び一部分野での実施」という段階であり、12団体が該当した。

気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change；以下、IPCC）の評価報告書における気候変動予測結果²⁾や国の適応策への取組状況を鑑みるに、地方自治体が適応策を実施していると言い得るのはこのレベル4以上であり、地方自治体が適応策の導入を目指すのであれば、レベル4以上とすることが適当だと考えられる。

今回検証対象とした長野県での適応策導入に向けた取り組みは、県の温暖化対策を規定している温暖化対策条例及び温暖化防止県民計画に適応策を位置づけることと、気候変動の影響が現れると予測されている分野に対応する部局毎に（例えば、農業分野に対しては農政部が、自然生態系分野に対しては環境部が）適応策具体化の作業に着手してもらうことの2つとした。田中ら(2011)がレベル4として示した2つの取組は、今回の検証対象に対応している。本研究では、この2つの目標達成のために必要と考えられる作業に伴い生じた諸問題を作業内容と共に検証した。

3) 実施体制の整備と検討事項

第二次長野県環境基本計画（2008年～2012年）¹⁴⁾の「信州クールアース推進プロジェクト」に記載されていた適応策の推進と関連づけて、上述の2つの目標を掲げた新たな事業を「信州クールアース推進調査研究事業」と名付け、2010年度に、研究所が担当する、長野県環境部の主要事業として位置づけた。

それに基づき2011年1月に、県庁内に、気候変動適応の関連部局からなる適応策に関する検討ワーキンググループ（以下、適応検討会）が設置された（図1）。「長野県における地球温暖化への適応策立案手法の開発検討準備とそのための情報把握」を目的としたこの適応検討会を中心にしたこれまでの取り組みの概要を表1に示す。関連部局とは、S-8で位置づけられている適応分野に対応する7部18課とした（表2）。

「適応の方向性」に示された手順に基づき、検討会に先立ち、「総合的な温暖化対策について、組織内で一定レベルの理解を共有する」¹⁾ための勉強会（講演会）を2010年10月に開催した⁴⁾。

それを受けて、第1回の検討会（2011年1月）では、各課が保有する適応策関連情報の収集に着手し、2月14日までの1ヵ月をかけて、3つのテーマに関連する各課保有情報を提供してもらった。3つのテーマは、「a. 各課で把握している適応策立案に資するデータ」「b. 各課で把握している2010年の猛暑の影響」「c. 各課が希望する温暖化予測内容」とした。第2回検討会（2011年6月）では、県有情報及び予測情報の提供並びに適応策立案へ向けたスケジュールについて検討を行った。

2011年度には1年をかけて、長野県の地球温暖化対策全体を見直し再構築するための「地球温暖化対策戦略再構築事業」¹⁶⁾が実施された。この中で「長野県地球温暖化対策戦略検討会」が2011年9月から2012年3月まで5回開催された。この検討会の下におかれた部門ごとの検討会の一つとして産業・業務、家庭、運輸、建築物、自然エネルギーとともに「適応策部門タスクフォース（以下、タスクフォースと表記）」が設置された。タスクフォースは、上記の戦略検討会に情報を提供することを目的に設置されたが、適応策を条例・計画へ位置づけるという適応検討会と同様の目的をもっていたために、長野県に適応策を導入するための検討の場を、研究所主催の研究的な適応検討会から、県行政としてオーソライズされたタスクフォースへ引き継ぎ、2011年11月と2012年1月の2回検討を行った。

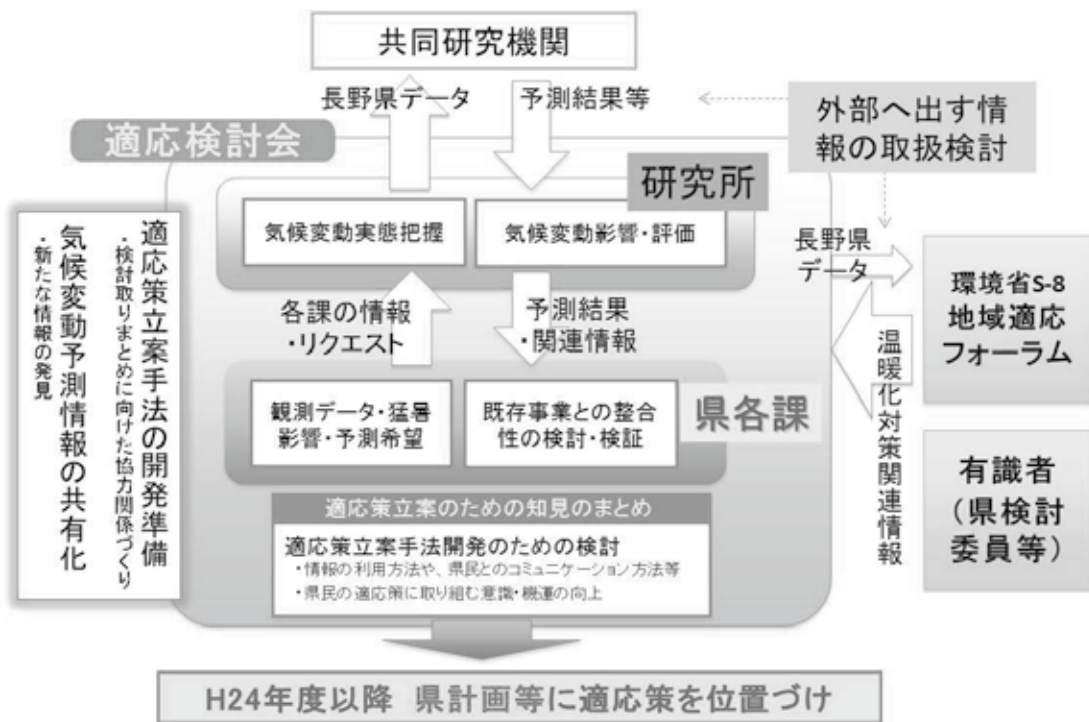


図1 長野県庁関連部局からなる適応策に関する検討会における検討の流れ（模式図）

表 1 長野県庁に設置した適応策に関する検討会での作業内容

年 / 月 / 日	実施内容	概 要
2010/10/20	勉強会（講演会）	適応策とは何かに関する専門家による講演
2011/1/14	第 1 回 適応検討会	検討会の設置目的及び業務、各課の情報及び温暖化影響情報等の取扱、温暖化情報アンケート依頼等
2011/1/14 ～ 2/14	温暖化情報 アンケート	各課で保有する関連情報、2010 年夏の猛暑影響情報、温暖化予測に関する各課の希望項目と関連情報等
2011/6/22	第 2 回 適応検討会	検討会の設置目的確認、作業スケジュール、気候変動適応の方向性、アウトプット概要、長野県の温暖化影響予測の現状等
2011/11/2	第 1 回 適応策部門 タスクフォース	・専門家による講演（S8 研究者） ・長野県における既存の適応の取り組み事例（健康福祉・砂防）、観測・予測の推進、適応技術開発、機関連携、普及啓発が必要
2012/1/20	第 2 回 適応策部門 タスクフォース	専門家による講演（S8 研究者）、簡易推計ツールとガイドライン、各課と研究所とのコミュニケーション、防災・自然生態系、影響予測を政策実務につなげる研究の必要性

表 2 長野県庁に設置した適応策に関する検討会を構成する関連部局

部	課	S-8 分野
危機管理部	消防課	健康
	危機管理防災課	（熱中症）
健康福祉部	健康福祉政策課	健康
	食品・生活衛生課	感染症
観光部	観光企画課	受益・負担
農政部	農業政策課	農業・食料
	農業技術課	
	園芸畜産課	
	農地整備課	
林務部	森林政策課	自然植生
	信州の木振興課	
	森林づくり推進課	
建設部	建設政策課	洪水氾濫 土砂災害
	河川課	
	砂防課	
環境部	水大気環境課	水資源 自然植生
	自然保護課	
	環境政策課	

研究所は、S-8 に参加する他の研究機関の協力を得ながら、適応検討会とタスクフォースにおいて、適応策を導入するために必要な情報の収集と温暖化予測情報等の関連情報の提供、ならびに適応策を県の政策として立案する際の諸課題の検討を行った。これら一連の事業そのものとともに、この過程で得られた情報を分析の対象とした。

その他、環境部が毎年まとめている「長野県の地球温暖化対策事業の概要」等を関連情報として参照した。

1.2.3 検証対象

ここでは、「適応の方向性」の手順の有効性、並びに長野県で適応策導入の際に掲げた2つの目標に向けた作業内容の内「適応検討会」「適応策部門タスクフォース」での検討経緯を検証対象とする。

1.3 結果および考察

1.3.1 適応策への着手段階～「適応の方向性」の手法

「適応の方向性」¹⁾は、国や地方自治体適応策関係部局が適応策を導入する際の実施の方向性、分野共通的な適応策具体化の基本事項を示した日本で最初の文書である。この中で、適応策具体化の前段として、地域における気候変動リスクを評価するべきと記されている。そして、特定分野だけでなく地域の気候変動によるリスク全体を確認すると共に、リスクの高い分野や地域を特定し、その結果に応じて、適応の全般的な必要性、優先順位を整理した上で、適応策を立案することが望ましいとされている。

これらは、適応策を初めて導入する際に「本来踏むべき標準的な手順」としての「A. 計画・実施のステップ（以下、A）」とされており、「地域における気候変動とその影響に関する情報がある程度蓄積されたことを前提に実施可能となる手順」であるとしている。一方、「初めて適応策に取り組もうとする場合の初動の手順」としては、「B. 初動の5つのステップ（以下、B）」が掲げられている。これは「A. の手順を簡便化し、現状で入手可能な情報を活用し、適応策に関する取組を開始するための簡易な手順」であるとしている。2つのプロセスはともに、適応策の本格的な導入と条件が整っていない段階での着手方法とされており、まずはBで取組み、その後Aで取組むことが想定されている。

Bでは、Aにないプロセスが冒頭に記されている。それは「緩和と適応からなる総合的な温暖化対策について、組織内で一定レベルの理解を共有する。その中で、適応策の重要性について理解を深める。」ことである。さらに「気候変動の影響、脆弱性、対応力、リスク、適応等の概念についても一定レベルの知識を共有する。」「関係部局間で、適応策に取り組むべきとの認識を共有する。」とある。Bのみに記されたこの最初のプロセスは、行政組織がなぜ適応策に取り組まなければならないかを理解し、各部局に取組着手への動機を与える段階と、部局間で認識を共有する段階といえる。ただしこの段階では、行政組織内で気候変動適応策がオーソライズ（予算措置のある各部局の事業として実施）されていないと考えられ、また、気候変動適応の重要性について理解されていないことが前提されているため、実際には適応策の検討に多くの労力と時間を割くことが困難な条件下にあるといえる。

この段階で長野県では、S-8 参加機関との連携及び研究所主導のもとで、以下のことを実施した。

- ① 専門家（S-8 研究代表の三村信男 茨城大学教授・S-8 総括班リーダーの脇岡靖明 国立環境研究所主任研究員・環境省地球環境局のS-8 担当者）による行政職員及び一般市民向けの適応策に関する講演会の開催
- ② 適応検討会の設置による関係各課の適応策問題への主体的な関与促進
- ③ 適応検討会において各課が自ら保有する適応策関連情報の収集作業及びそれを通じて適応策と通常業務の関連を意識してもらう
- ④ 適応検討会での災害・水資源、農業、森林自然生態系、健康分野での影響予測情報（S-8 参加機関によるS-4 成果の長野県域の切り出し等）提示

これらはいずれも適応策への理解を深め、可能な範囲で適応策に着手してもらうための取組であった。しかし、具体的な適応策への取組を求める組織的な「命令」がこのプロセスにはなかったこともあり、今回の4つの取り組みによって部局として気候変動適応策に独自に取り組む段階まで達したケースは無かった。

各部局が組織内で適応の重要性について一定レベルの理解を共有することができるようになるのは、具体的な気候変動影響への取り組みを一定程度進めた後ではないだろうか。少なくとも、適応策に関する知識が

ない段階で、仮の担当者が講演を聴いたり一部の情報を知っただけで、部局が気候変動適応を理解し自らの施策課題に位置付けることは難しい。さらに、部局間で認識を共有できるようになるには、そのための独自の取り組みが必要であろう。

長野県では2011年1月に研究所が主催する研究的な場（上記②～④）を設置してから行政上オーソライズされた「地球温暖化対策戦略再構築事業」¹⁶⁾の「適応策部門タスクフォース」での検討が終了するまでに1年3ヶ月かかっているが、この間に、Bの「緩和と適応からなる総合的な温暖化対策について、組織内で一定レベルの理解を共有する。その中で、適応策の重要性について理解を深める。」ことができていたかどうかは明らかでなかった。また、Bの「気候変動の影響、脆弱性、対応力、リスク、適応等の概念についても一定レベルの知識を共有する。」「関係部局間で、適応策に取り組むべきとの認識を共有する。」ことができている証拠も得られなかった。少なくとも各課の適応策に向けた具体的な動きは見られなかった。

1.3.2 適応策検討会での検討内容

適応検討会の中では、分野毎の予測情報を担当する各課に示したが（表3）、以下のような意見が出された。すなわち、予測そのもの（前提や条件、不確実性など）についての基本的な質問や、さらに高精度の予測がないと具体的な検討に入れない、また、時間的に困難（2011年度の途中で初めて示された予測情報から2012年度の検討に適応策案を示すためには、部局内で検討する時間が足りない）等であった。適応策の具体的な取組経験がない段階で、今世紀中頃及び今世紀末までの中長期の、不確実性のある予測情報により、既存の施策との関連が見えにくい施策を追加することや、通常の施策に求められている時間的なスパン（通常は単年度または数年）より大幅に長期の期間について検討しなければならない課題への理解を広げることは難しかった。

表3 検討会に提供した気候変動及びその影響予測情報

提供した気候変動及びその影響 予測情報（長野県域）	<ul style="list-style-type: none"> ・気温上昇量（長野県を囲む領域と日本全域） ・最大積雪深 ・日降雨極値・斜面崩壊発生確率・斜面災害に伴う土砂生産量の分布 ・斜面崩壊発生確率（都道府県別） ・デング熱媒介蚊「ネッタイシマカ」の分布可能域 ・感染症媒介蚊「ヒトスジシマカ」の分布可能域 ・健康への影響（熱ストレス死亡リスク） ・森林への影響（ブナ林分布適域） ・マツ枯れ危険域の予測 ・リンゴ栽培適地の将来予測
------------------------------	--

「適応の方向性」では、予測情報をもとに分野毎に担当各課でリスク評価を実施した上で、優先的に取り組むべき適応策を特定し、具体的な対策の検討に入る、という流れを想定している。しかし、適応検討会では予測情報を扱うこと自体が難しく、予測情報を使って各課内でリスク評価をしたという情報は得られなかった。その理由は、リスク評価をしなければならないことや、その結果をいつまでにどういう形で示したらよいかを研究所が明確に示さなかったことにもよるが、背景としては、研究所と適応検討会に参加した部局（仮の担当者）間の認知ギャップが大きく、各部局に動機が希薄だったこととともに、参加した各課に、将来予測情報に基づくリスク評価の経験がなかったこと、継続中の事業に加えて新たな事業である適応策を追加することの理解が得られなかったことなどが指摘できる。そのため、この段階では分野毎の適応

策が立案される見通しはほとんど得られなかった。また、各分野の専門性（農業や防災、保健衛生など）が研究所にはなかったため、分野毎のリスク評価の方法を事務局側（研究所）から示せなかったことや、リスク評価に必要な期間や労力について適応検討会を主催した事務局側が十分に理解していなかったこと等が原因と考えられる。それは適応検討会がその設置目的を「長野県における地球温暖化への適応策立案手法の開発検討準備とそのための情報把握」という抽象的な形でしか掲げられなかったことにも現れている。すなわち、分野別の適応策の具体的なイメージや、それらに共通する課題、適応方針としての条例や計画における位置づけ方などの案が、適応検討会設置段階ではまだ十分に描ききれていなかった。

1.3.3 長野県行政が実施している適応策関連事業（短期的適応策）

適応検討会の作業の1つとして、参加する各課が保有する「地球温暖化適応策立案手法の開発に関連する情報」の収集を実施した。これは2011年1月14日の第1回検討会の際に直接依頼した。

その結果、3テーマ合計で92項目の情報を得ることができた。内訳は、農業分野が最も多く44(48%)、次いで防災分野が19(21%)、自然・森林分野が11(12%)、健康分野が5(5%)であった。そのテーマごとの数を表4に示す。

表4 検討会で収集した適応策関連情報の項目別数

質問テーマ	分 野				
	農業	防災	自然	健康	その他
a. 適応策立案に資するデータ	39	13	6	5	8
b. 2010年の猛暑の影響	2	2	1	0	3
c. 気候変動影響予測希望	3	4	4	0	2
合 計	44	19	11	5	13

集まった情報は分野によって偏りがあった。これは、適応策の初動段階で、適応策への取り組みが進んでいる分野とそうでない分野があることを反映したものと考えられる。

長野県環境部がまとめている「長野県の地球温暖化対策事業の概要」では、2011年度版で初めて「適応策」の項目が設けられた。これは、2010年度から2011年度にかけて、行政における適応策に関する認知が変化したことを示唆している。「適応策」という認識の有無にかかわらず、近年の異常気象への個別の対策がいくつかの分野で既の実施されていたが、その中でこの「適応策」項目に含められているのは、8課題9テーマの適応策関連の事業のみであった（表5）。

この中には含まれていないが、短期的な適応と関連する事業は他にもあった。例えば、長野県農業試験場は2011年3月に、PC上で動作可能なソフト「MMV（Mesh Map View）システム」を開発した。これは、長野県で農作物の新品目導入や作付け品目の適性地判定をするための表計算ソフトウェアで動作するシステムで、品目ごとの栽培適地の絞り込みの判断を支援できる。システムでは、気象庁の1kmメッシュ気候値（1971～2000年平均値）を利用している。このシステム開発の目的は温暖化対策ではないが、ベースとしている気象情報を将来の予測値に変更することにより、適応としての品目導入や作付け変更計画の立案に役立つと考えられ、農家の適応を支援する有効なツールになる可能性がある。

長野県建設部は、2006年度に国道交通省気象庁長野地方气象台と土砂災害に関する警戒情報についての検討委員会を立ち上げた¹⁷⁾。その検討結果を受け、2007年6月から共同で土砂災害警戒情報の発表を開始した¹⁸⁾。土砂災害警戒情報は、大雨・大雪等により土石流・がけ崩れなど土砂災害の発生の危険度が高くなった際に発表される。発表は市町村単位（大きな市町村は合併前の旧市町村単位）で行われ、市町村の防災活動や避難勧告等の判断の支援や、住民の自主避難の判断に利用できる情報である。テレビ・ラジオ・インター

表5 「長野県の地球温暖化対策事業の概要」に位置づけられている適応策

課題	内容	期間	事業名
1 水稻の気象ストレス耐性品種の育成	耐冷性、耐暑性を持った早生良食味品種及び高温登熟を回避できる晩生良食味多収品種の育成	2008年 ～2012年	県単独研究開発事業
2 気象変動に対する障害回避のための総合技術の確立	高温登熟による白未熟粒、胴割れ米発生を回避する技術開発		
3 野菜における夏季昇温抑制技術開発	盛夏期での露地野菜の高品質安定栽培技術開発		
4 地域特産果樹「市田柿」生産安定技術の開発	「市田柿」の樹体管理技術の改善と収穫適期の把握方法の開発		
5 地球温暖化が農業分野に与える影響評価と適応技術の開発	りんご、ももの樹体凍害防止対策	2010年 ～2011年	農林水産省高度化等開発研究
	温暖化がレタス、ブロッコリーに及ぼす影響およびそのメカニズムの解明と品種選定を含めた対応技術開発	2010年 ～2012年	
6 気候変動に適応した大豆品種・系統の開発	発芽時の耐湿性（冠水抵抗性）強化および安定栽培が可能な高品質ダイズ品種育成	2010年 ～2014年	
7 気候温暖化に対応した寒冷地向け小麦・大麦品種開発	加工適性に優れたパン・中華麺・うどん用小麦品種、食用大麦品種と、縞萎縮病抵抗性、赤かび病抵抗性品種の育成	2011年 ～2013年	
8 地球温暖化が農林水産業に及ぼす影響の評価と高度対策技術の開発（季節的な水温変動の変化が湖沼漁業生産に与える影響の評価）	ワカサギの資源変動に及ぼす温暖化影響の評価とその適応技術の開発	2008年～ 2009年	（独）水産総合研究センター委託研究

ネットを通じて発表され、天気予報やニュースとして一般市民に報道される。長野県でもこれに対応する形でインターネット上のサイト「長野県砂防情報ステーション」で県内の土砂災害危険度等の情報を発信している¹⁹⁾。これは、1996年から整備を進めてきた雨量観測局と情報監視システムを拡充したものである。長野県内241地点（長野県建設部193地点・気象庁48地点）の降水量から算出される「土壌雨量指数」に基づき、土砂災害危険度を個々の地点ごとに見ることができる。気象庁アメダスよりもはるかに高密度の観測網が敷かれていること、それにより住民が自分の生活圏の土砂災害危険度をリアルタイムで把握できる点が特徴である。気候変動影響の一つとして土砂災害の発生確率（斜面崩壊発生確率）が増加することが予測されている²⁰⁾。土砂災害警戒情報システムは、それらの影響予測研究の成果と合流させることにより地域の適応策立案につながるものと考えられる。

また、長野県危機管理室では、2002年に長野県災害体験集を出版した²¹⁾。これは過去に発生した長野県内の災害について、その被害状況を体験談の形でまとめたものである。22の体験談のうち、18が豪雨・豪雪による気象災害となっている。本文献は、県民にとって身近な地域で実際に起きた災害の生々しい体験談を収録したものである。他にも長野県内の災害の記録としては、長野県危機管理防災課の「長野県の災害と

気象]、砂防課の「災害報告集計」、農業政策課の「農作物災害等の状況と対応」・「農作物の被害金額」、県からの水害の報告を国土交通省がとりまとめた「水害統計」がある。同様の災害が気候変動影響により増える可能性がある場合、これらの記録は住民の適応力を高める素材として活用可能である。

また、比較的冷涼な気候の長野県でも2010年夏の猛暑で熱中症が多発したことから、長野県健康福祉部では「熱中症に御用心」サイトを立ち上げ、住民の予防対策や対応処置に関する情報提供を行っている。

農業や防災分野の上述の事業は、気候変動予測情報を取り込むことで適応策支援ツールとして有効なものとなる。また熱中症情報サイトの運営は、既に生じつつある影響への短期的な適応に含まれるものである。同様の事業が他にも存在する可能性がある⁶⁾。「長野県の地球温暖化対策事業の概要」には掲載されていないこのような事業の存在は、今後、施策担当者の認識次第で、目に見える「適応策」が急速に拡充する可能性を示している。

1.3.4 適応策部門タスクフォースでの検討内容

今回の長野県の「地球温暖化対策戦略再構築事業」においては、2012年度以降に改定される条例・計画の中に、「適応策」をいかに位置づけるかが主たる目標となった。「適応の方向性」においては、①過去のデータの分析や点検、②モニタリングの実施、③将来予測の実施、④影響・脆弱性・対応力の評価やリスク評価を分野毎に担当部局が実施した上で、適応策間の相互調整、分野横断的な取組の有無の確認や、有の場合の調整、関係部局の連携体制の構築などを図り、合理的で効率的な実施計画を策定することが想定されている。つまり、適応すべき個別の事象、個々の分野の適応をどの程度具体化できればよいか、どの範囲までを分野共通事項とするか（気候予測までか、進捗評価や効果判定の指標策定までか等）、分野共通事項に係る業務をどこが担当するか、などを検討課題とするかどうか部局間で共有されている必要がある。研究所だけではなく、参加する部局がすべて、適応策を早期に実施するべきであるとの認識をもって検討の場に臨んでいなければ、このような検討はできないであろう。

適応策を早期に導入するためには、2011年度のタスクフォースの中でそのような前提で適応策が検討される必要があったが、そのためには、分野毎の具体的な個々の適応策検討が一定程度進んでいることが望まれた。しかし、各課において個別適応策の検討ない状況下で適応検討会が開催され、それをほぼそのまま引き継ぐ形でタスクフォースが開催された。

第1回タスクフォースは2011年11月2日に開催され、県環境部長も参加する中、S-8研究代表の三村信男茨城大学教授とS-8地域班リーダーで県戦略検討会の委員も務める田中充法政大学教授の講演、並びに長野県における既存の適応の取り組み事例（健康福祉・防災等）の確認、適応策を進めるための今後の課題（観測・予測の推進体制や適応技術開発、関係機関の連携、市民への普及啓発の必要性など）についての検討がなされた。第2回は2012年1月20日に開催され、S-8総括班リーダーの脇岡靖明国立環境研究所主任研究員による講演と地域の適応策を進めるための簡易推計ツールとガイドラインの内容及び使い方の検討などが行われ、各課と研究所のコミュニケーションの進め方や影響予測情報を政策実務へつなげる研究のあり方などについて意見交換を行った。これらの検討結果は、2012年3月に「長野県地球温暖化対策戦略検討会提言書」²²⁾の一部としてまとめられ、また、研究所も適応検討会とタスクフォースでの検討の到達状況を報告書として公表した²³⁾。

2012年度、県は議論の場を「地球温暖化対策新制度構築事業」に移行した。ここでは、県内のエネルギー戦略までを含めた新たな緩和策の構築が主目的となっており、適応策の検討はほぼ環境保全研究所に任せられ、「適応の方向性」で示されたような適応策に関する踏み込んだ検討を部局内で実施することはなかった。

1.3.5 適応策導入のためのガイドラインの点検と順応的適応

S-8では、法政大学が中心となり、長野県での適応策導入に向けた取組状況などを参考にしながら、適応策を導入しようとする地方自治体向けの「適応策ガイドライン」を作成した。2012年度の最初の版(バージョン1)²⁴⁾を2013年に改定し、バージョン2を作成し²⁵⁾、両方をインターネット上で公表している。このガイドラインは、環境省の「適応の方向性」をベースに、適応策研究のさまざまな知見を参照しつつ改良を加えてきた。バージョン2では、簡易推計ツールを利用した導入方法について具体例を示しつつ解説している。

バージョン2では、「適応策に関する知識と認識の共有」「気候変動影響のリスクの把握・整理」「既往の適応策の点検と追加的に実施すべき施策の整理」「適応に関する基本方針の策定と進行管理」「利害関係者とのリスクコミュニケーション」「適応策の計画策定と進行管理」の順で適応策を実行するという手順を示している。バージョン1では、この「基本方針」のところが「施策体系と施策方針」となっており、「全体計画」を早めに策定するようになっていたが、それが実際には困難であることが各地の取組から明らかとなった結果、修正されている。確かに、自治体の方針として適応策を導入することが決まり、部局間でそれが共有できた段階の手続きとしては、取り組みやすくなっているが、適応策導入手順の骨子は「適応の方向性」と同じである。

一方で、部局内や部局間で目標設定の共有が困難な状況下では、基本方針を策定することは困難である。そのような場合には、方針作りより前に、「既存施策の適応策化」から検討を開始した方が取り組みやすいのではないだろうか。つまり、既に実施している事業に予測情報を追加適用することが、直ちに適応策になるような事業(長野県の農業分野における作付け支援システム等)を実際に適応策化していくことと、そのような既存施策の適応策化を積み上げていくことである。それと同時に、近い未来への対応を準備するために、影響予測情報をもとに、例えば1°C上昇レベルの気候変動影響、1.5°Cレベル影響などのレベル毎の影響への対応案を準備しておき、同時に気候のモニタリング体制を構築することである。予め到達点を固定するような計画的な適応ではなく、このような順応的な適応であれば、予測される影響が近づいた段階で、つまり不確実性の少ない段階で適応策の整備が可能である。これらの対応は、現状の施策を否定したり、また大幅に改変したり異質な施策を導入したりせず、既存のものを活かすタイプの対応であり、受け入れられやすいと考えられる。

「既存施策の適応策化」には、「気候変動影響のリスクの把握・整理」が含まれるため「既往の適応策の点検と追加的に実施すべき施策の整理」が伴う。その過程で、「適応策に関する知識と認識の共有」を並行して進めていくことが可能である。つまり、ボトムアップにより適応策間の共通課題を把握し修正していくという方法である。

1.3.6 自治体研究機関の役割

長野県の取組からは、行政機関においては、適応策を実施せよとの「命令」が無い段階で「適応の方向性」の手順を実施するのはかなり困難であることがわかった。

Aの手順は、条例等で適応策立案がオーソライズされた後に、各課が条例等に基づいて具体的に新事業を構築するという通常のスキームを想定している。また、初動の段階から、適応策に取組むべきとの確固たる認識を各部局が主体的に持つことを前提としている。各部局が気候変動影響の証拠(IPCC報告書やS-4、S-8等の予測科学の成果、近年の「異常気象」関連情報等)を積極的に取り込み、気候変動やその影響、適応に関する認識を深め、課題を設定して事業を立案するというプロセスを前提とした上で、その有効な進め方についての解説がAの手順であると言える。

また、Bでは、適応策に取組むべきとの確固たる認識を各部局が主体的に持つために「緩和と適応からなる総合的な温暖化対策について、組織内で一定レベルの理解を共有する。その中で、適応策の重要性につい

て理解を深める。」というプロセスが初動の取組となっている。しかし、そもそも適応への主体的な動機を持たない段階では、このようなプロセスは進行しないということも明らかとなった。

行政の施策立案のプロセスに乗る前の段階で、気候変動影響の証拠に関する情報収集や、適応策を検討すべきであるとの認識を持つことが可能なのが、自治体の試験研究機関である。しかし、一般に自治体の試験研究機関は、行政課題の範囲内で研究を実施するよう設計されており、行政課題になっていない課題を研究し行政へ提案するような仕組みが無いが、あっても部分的である。今後、試験研究機関に求められる重要な役割の一つは、地域社会に生じる新たな「政策課題」を行政に先行して明らかにし、自治体の政策課題の萌芽として示すことではないだろうか。

1.4 おわりに

長野県における取組をもとに、地方自治体（行政）が適応策を新たに導入する際の課題について検討をおこなった。その結果、適応を進めたいと考える側（今回は研究所等）が既存の施策と異質の施策を各部局に追加することや既存の施策の不十分さが明らかになるような対応を求めたり、施策そのものの否定につながったりするような提案では、検討がまともならず関係部局の協力も得にくいことがわかった。また一方では、新たな政策課題を行政に先行して明らかにするという試験研究機関の新たな重要な役割についても指摘した。

その点で、地方自治体が適応策という新たな施策を導入する際の手順を示している「気候変動適応の方向性」や「適応策ガイドライン」は、初動の段階で、施策立案に関する独自の未解決の課題を包含しているといえる。今回の結果は、その課題解決に向けた一つの整理でもある。

今後、国の適応計画等が整備されてくると、通常の行政スキームで自治体に適応策の検討が要請されることが想定される。そうすると今回の事例とは状況が異なってくることが予想され、さらに別の課題が生じる可能性もある。

また、今回の研究成果は、現場での適応の進め方を直接扱うものではなかった。行政の施策としての適応策は、最終的には気候変動影響への現場対応を促すことを目指してはいるものの、行政施策と現場対応とは距離があり、施策を立案できたからといって直ちに現場での適応が進むとは限らない。また、行政施策とは無関係に現場で独自に適応が進むことも十分に予想される。現に、農家は猛暑や遅霜など、道路管理者等は豪雨等の「異状気象」への対応にすでに動き始めている。

今後は、現場の適応をいかに促進できるかという視点からの行政施策立案手法の点検が必要になるだろう。さらに、現場の適応を促進するための研究が、行政とは独立に現場とつながることもあり得るだろうから、研究成果と現場の動きの関係等の動向を把握することも重要になるだろう。

要は、住民の安全・安心が適応の目的である。とすれば、重要なことは、現場がいち早く的確に効率よく動くことができるようなサポート体制である。その条件整備が求められている。今回は行政の施策に関わる問題のみを扱ったが、実際の適応を実施する主体は一般の企業や団体、個人など地域で生業を担う人々である。そのような実施主体が抱える適応への課題については、別途検討をする必要がある。

日本国内では適応への取組はまだ始まったばかりである。地方自治体の試験研究機関は、各地域内の気候変動適応の推進のために、変化してゆくであろう状況を的確に把握しながら、引き続き新たな課題へ関わりつつ、研究を継続する必要があるだろう。

文 献

- 1) 気候変動適応の方向性に関する検討会（環境省）（2010）「気候変動適応の方向性」
- 2) IPCC 第 5 次評価報告書第 1 作業部会報告書, 2013. <http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/#WG1>（参照 2015-1-30）
- 3) 田中充・白井信雄（編）, 地域適応研究会（著）（2013）気候変動に適応する社会, 技報堂出版, 188 pp.
- 4) 田中充・白井信雄・山本多恵・木村浩巳（2011）地方自治体における温暖化影響適応策の動向と課題, 第 39 回環境システム研究論文発表会講演集, 309-314.
- 5) 温暖化影響総合予測プロジェクトチーム（2009）地球温暖化「日本への影響」－長期的な気候安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究 第 2 回報告書.
- 6) 環境省 地球温暖化影響・適応研究委員会（2008）「気候変動への賢い適応－地球温暖化影響・適応研究委員会報告書－」
- 7) 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 http://www.nies.go.jp/s8_project/index.html（参照 2015-1-30）
- 8) 文部科学省：気候変動適応研究推進プログラム (RECCA) <http://www.mext-isacc.jp/>（参照 2015-1-30）
- 9) 国土交通省：気候変動への適応策 http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_mn_000013.html（参照 2015-1-30）
- 10) 農林水産省：地球温暖化適応策関係レポートについて <http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/report.html>（参照 2015-1-30）
- 11) 中央環境審議会 地球環境部会 気候変動影響評価等小委員会 <https://www.env.go.jp/council/06earth/yoshi06-16.html>（参照 2015-1-30）
- 12) 環境省報道発表資料「「日本における気候変動による将来影響の報告と今後の課題について（中間報告）」の公表について（お知らせ）平成 26 年 3 月 27 日 <http://www.env.go.jp/press/17943.html>（参照 2015-1-15）
- 13) 法政大学地域研究センター（2011）自治体レベルでの影響評価と総合的適応策に関する研究報告書.
- 14) 長野県（2008）第二次長野県環境基本計画. <http://www.pref.nagano.lg.jp/kankyo/kurashi/kankyo/shisaku/2ji/index.html>（参照 2015-1-30）
- 15) 長野県（2013）長野県環境エネルギー戦略～第三次長野県地球温暖化防止県民計画～ <http://www.pref.nagano.lg.jp/ontai/kurashi/ondanka/shisaku/senryaku.html>（参照 2015-1-30）
- 16) 長野県地球温暖化対策戦略検討会の開催状況 更新日:2014 年 6 月 16 日 <http://www.pref.nagano.lg.jp/ontai/kurashi/ondanka/shisaku/keka/jokyo/index.html>（参照 2015-1-30）
- 17) 日本気象協会：平成 18 年度国補総合流域防災事業（砂防・急傾斜）（情報基盤緊急整備事業）「気象台と連携した土砂災害警戒情報に関する検討業務」報告書, 2007.
- 18) 長野県建設部砂防課：土砂災害警戒情報 . 更新日 :2014 年 11 月 26 日 <http://www.pref.nagano.lg.jp/sabo/infra/sabo/dosha/hinan/doshakei.html>（参照 2015-1-30）
- 19) 長野県砂防情報ステーション <http://www.sabo-nagano.jp/dps/pages/DispManager.jsp?disp=000000>（参照 2015-1-30）
- 20) 川越清樹, 風間聡（2009）温暖化に対する土砂災害の影響評価. 地球環境 14(2):143-152.
- 21) 長野県危機管理室：長野県災害体験集, 東京法令出版, 2002.
- 22) 長野県地球温暖化対策戦略検討会提言書（2012）

http://www.pref.nagano.lg.jp/ontai/kurashi/ondanka/shisaku/keka/documents/teigensyo_2.pdf (参照 2015-1-30)

- 23) 長野県環境保全研究所 (2012) 長野県における適応策立案手法開発のための検討報告.

http://www.pref.nagano.lg.jp/kanken/chosa/kenkyu/coolearth/documents/adaptation_report_nagano120328.pdf (参照 2015-1-30)

- 24) 法政大学地域研究センター (2012) 「適応策ガイドラン～適応策の検討手順とまとめ方 V E R. 1」

<http://www.adapt-forum.jp/tool/index.html> (参照 2015-1-30)

- 25) 法政大学地域研究センター (2012) 「適応策ガイドラン～地方公共団体の適 2 応策検討における成果目

標と検討手順 VER.2 (案)」 <http://www.adapt-forum.jp/tool/index.html> (参照 2015-1-30)

(陸 齊・田中博春・浜田 崇)

1. 長野県における気候変動影響予測

1.1 はじめに

S-8では、様々な分野の気候変動影響予測が実施され、その概要は2014年発行のS-8報告書¹⁾に掲載されている。ここでは、この報告書に掲載の予測結果の再掲載と、その中から、長野県部分を切り出した結果について紹介する。長野県を切り出した図もしくはデータの一部は国立環境研究所より提供いただいたものである。特に断り書きが無い予測結果については、S-8共通シナリオ第2版²⁾の気候シナリオのうち、気候モデルにMIROC5、温室効果ガスの排出シナリオにRCP8.5を利用した結果を示している。それ以外の気候シナリオを利用した場合は、本文と図のキャプションにその旨を記した。予測の基準期間は1981～2000年であり、予測対象期間は2031～2050年と2080～2100年である。いずれも20年間平均値を対象としており、それぞれの期間の値、または予測期間と予測期間の差、もしくは比を表示している。基準期間や予測対象期間が上記と異なる場合についても、その旨を記した。

1.2 防災・水資源分野

(a) 水災害

口絵22(a)～(b)に、100年に一回の洪水が生じた際の単位面積当たりの洪水被害額(速報値)^{1),3)}の県内分布予測を示した。被害額の算定は、氾濫モデルから得られた浸水深と浸水期間を被害額単価に乗じている。ここでは、現在の治水水準である50年に一回の洪水に対する防護レベルを越えた際の被害額が、洪水被害額として求められている。県内の分布を見ると、資産価値の高い低平地で洪水被害額が高い傾向が認められた。気温上昇量が大きめの気候シナリオを使っており、2081～2100年には、中信と南信の都市域の一部で、1km²あたり5000万円を超える洪水被害が発生する予測となっている(図中の赤色域)。

またこの影響予測に対する適応策として、洪水の防護レベルを現状の50年に一回生じる最大洪水流量から、70年に1回生じる最大洪水流量とした場合の推定被害額^{1),3)}を口絵22(c)～(d)に示した。適応策を講じた場合、1km²あたり5000万円を超える洪水被害が予測される領域は縮小している。

口絵23に、2081～2100年における100年に一回の豪雨が生じた際の斜面崩壊発生確率(a)と、斜面崩壊被害額(b)の県内分布予測^{1),4)}を示した。被害額は砂防事業の費用便益分析マニュアルを基に算出し、その値に発生確率を乗じて求められている¹⁾。両図ともに県内の地すべり地帯などにおける値が高い予想となっている。

(b) 浮遊砂・河川流量

全国の一級河川の浮遊砂生産量の現状比^{1),5)}を口絵24に示した。現状比とは、1990年代の浮遊砂生産量に対する、MIROC5の降水量予測値から推定した2090年代の浮遊砂生産量の変化率を示している。図から、長野県内の浮遊砂の現状比は、概ね50～100%増加すると予測されている。全国的にみると、浮遊砂は9月の台風シーズンに増加が著しい予測結果となっている。

口絵25に、1981～2000年と比較した2081～2100年の河川流量の変化率の予測^{1),6)}を示した。県内においては、河川流量が増えるメッシュと若干減るメッシュが混在する予測となっている(最少0.9倍、最大1.6倍)。県内メッシュの平均値は1.15倍であった。

(c) 豪雨による濁度上昇適応力

気候変動により降水量が増加すると、土砂の流出量が増加し、河川水中の濁度が上昇する。そこで、水道事業の気候変動適応力の指標のひとつとして、水源の濁度上昇適応力の全国分布図が作成されている^{1),7)} (口絵 26)。この水源の濁度上昇適応力は、地下水利用率、高度処理導入率、応急給水能力、および財政的対応力の4つの業務指標に基づく総合的な指標であり、5段階評価により判定されている。沿岸部の大都市周辺は比較的適応力が高いことがわかる。また、図からは、長野県内でも適応力が高い水道事業者が散見されるが、面積的に半数以上の水道事業者は、豪雨による濁度上昇に対する適応度が低め(適応力0～40%)の判定結果となっている。

気候変動による降水量の増加は、河川流量を増加させる一方で、河川水の濁度の上昇やダム湖水の藻類濃度の上昇などの水質悪化もたらすと言われている。気候変動の影響を受けやすい地域では、施設の老朽化や、資金制約の中で、浄水場の処理機能の強化や、配水池などの貯留施設を増設する必要があるとされる。

(d) 水資源

口絵 11 (左) と口絵 13 (a) では、北アルプスを中心とした山岳域で最大積雪深の減少量が大きいことが示された。また口絵 13 (e) では、将来気候(2076～2095年)において、北アルプスでは最大積雪深1m以上の日数が1ヶ月間前後(20～40日)減少すると予測された。

以上の予測結果から、河川流量の減少や春の流量ピーク時期の前進が考えられ、雪解け水を利用した農業灌漑用水への影響が懸念される。また高山帯では雪融け時期が重要な環境要因であることから、これまで多雪環境に順応してきた動植物の生息環境が変化することによる影響が懸念される。

1.3 健康分野

(a) 感染症(ヒトスジシマカの分布可能域)

2014年8月末に東京都の代々木公園から始まった熱帯性感染症デング熱の感染拡大は記憶に新しい。デング熱ウイルス媒介蚊であるヒトスジシマカの分布域を規定する気候パラメータは年平均気温11°Cであることが、これまでの調査から判明している⁸⁾。ヒトスジシマカの分布域は年々北上を続けており、現在東北地方北部に達している。

口絵 27 は、年平均気温11°Cをしきい値とした、ヒトスジシマカ生息可能域¹⁾の長野県内の変化予測である。県内の低平地の一部は、20世紀末の時点で既にヒトスジシマカの生息可能域となっている。今後の気温上昇に伴い分布域の拡大が予測され、21世紀中頃には県内低平地の多くで、21世紀末には山岳地を除いた居住可能範囲のほぼすべてがヒトスジシマカの分布可能域となることが予測された。

予測結果利用上の注意点としては、以下の事項が挙げられる。本図は気温条件からみたヒトスジシマカの分布可能域の予測図であり、分布可能域に入ると即座にデング熱に感染するのではない。ヒトスジシマカが分布可能域に侵入し、デング熱感染者が分布可能域でヒトスジシマカに刺され、ウイルスを持った蚊が非感染者を刺すことがなければデング熱の感染は拡大しない。すなわち、2014年に代々木公園で発生した事態と同様のことがなければ、分布可能域であってもデング熱の感染拡大は発生しないことになる。このような注意事項は、以下に記載のマツ枯れの予測や生物の生息域拡大に関する予測に共通する内容である。また、気温上昇量が大きい気候シナリオを使った予測結果を利用しているため、分布可能域の拡大が早めの傾向がある点にも注意が必要である。

この影響に対する適応策としては、蚊に刺されないようにすること、蚊の産卵場所をなくすことなどがあり、空き缶や廃タイヤなどの水がたまる場所の排除が挙げられている¹⁾。

(b) 熱中症

S-8 報告書¹⁾では、熱中症への気候変動影響予測として、年齢階級別の熱中症搬送者数と、熱ストレス超過死亡者数の予測が実施されている。熱ストレス超過死亡者数とは、死亡者数は熱くも寒くもない気温（至適気温）で最少となり、ある気温での死亡数から至適気温での死亡数を引いた数で定義されている¹⁾。至適気温は地域によって異なるが、地域の日最高気温の 84 パーセンタイル値が、ほぼその地域の至適気温に相当する結果が得られている⁹⁾。

熱中症の症状は高齢者で重くなる傾向にある。表 1 は、長野県を対象とした 65 歳以上の熱中症搬送者数と、熱ストレス超過死亡者数の変化予測である。ここでは、気候モデルに MIROC5、排出シナリオに RCP2.6、RCP4.5、RCP8.5 を利用した予測結果を、予測期間の基準期間に対する比率（倍）で示した。予測された結果は、21 世紀中頃より 21 世紀末の方が、温室効果ガスの排出量が多い RCP の値の高い予測の方が、熱中症搬送者数も熱ストレス超過死亡者数も増加する予測となっている。RCP8.5 を利用した予測では、長野県の 65 歳以上の熱中症搬送者数は 21 世紀末には 20 世紀末の 5.0 倍、熱ストレス超過死亡者数は 7.4 倍となっている。また、排出シナリオの違いによる予測の幅は、熱中症搬送者数は 1.9 ～ 5.0 倍、熱ストレス超過死亡者数は 2.5 ～ 7.4 倍であった。

表 1 長野県を対象とした 65 歳以上の熱中症搬送者数（左）と熱ストレス超過死亡者数（右）の変化予測（単位：倍） 排出シナリオ RCP8.5、気候モデル MIROC5。1981 ～ 2000 年を基準とした、2031 ～ 2050 年と 2081 ～ 2100 年の比率

シナリオ	2031～2050年	2081～2100年	シナリオ	2031～2050年	2081～2100年
RCP2.6	1.9	1.9	RCP2.6	2.4	2.5
RCP4.5	1.9	2.6	RCP4.5	2.5	3.7
RCP8.5	2.1	5.0	RCP8.5	2.8	7.4

口絵 28 は、熱ストレス死亡リスクの県内分布の変化予測である。熱ストレス死亡リスクは、ひとりの人間が 1 年間に熱ストレスで死亡する確率であり、人口 1000 万人当たりの死亡数として定義されている。この予測は、排出シナリオに A2、気候モデルに気象庁気象研究所が日本域を対象として開発した地域気候モデル RCM20^{10,11)} を組み合わせて実施したものである（予測の水平解像度は 20km）。予測の結果、県内の低平地の多くで、20 世紀末の長野市と同等かそれ以上の熱ストレス死亡リスクを示す結果が得られた。表 1 の値は長野県全域の平均値であり、県内でも気温の高い場所では、熱中症のリスクはより高くなることが考えられる。

1.4 自然生態系分野

(a) 森林の潜在生育域

口絵 29 に、長野県内のハイマツ（寒帯林）、シラビソ（亜寒帯林）、ブナ（冷温帯林）、アカガシ（暖温帯林）の潜在生育域の変化予測を示した^{12),13)}。また、口絵 30 には、自然植生 12 種の潜在生育域の分布変化予測を示した（アカガシ以外の上記 3 種を含む）。これらの予測は、排出シナリオに A1B、気候モデルに MIROC3.2 hires を利用した結果である。予測期間は、いずれの図も 20 世紀末（1981 ～ 2000 年）と 21 世紀末（2081 ～ 2100 年）の分布図となっている。ただし、口絵 29 では潜在生育域のみだが、口絵 30 では生育適域（赤色）とその縁辺域（緑色）とに分けて描画されている。

ハイマツ、シラビソ、ブナなどの寒帯から冷温帯に属する 9 樹種は潜在生育域が減少する。また、チシマ

ザサ・チマキザサは県南部で適域が大きく減少するものの、県北部では減少率が小さい。一方、ミヤコザサ・スズタケは適域が大きく減少し、より標高の高い場所が適域となる。イヌシデは、今回の予測条件では県内に適域が無くなる予測となり、ハイマツも口絵 30 の適域はひとつのメッシュのみに減少すると予測された。オヒョウは高山の山頂部のみで適域が縮小し、ミズメは、木曽地域の多くが潜在的な生育適域から外れ、北アルプス飛騨山脈の南部に生育適域が移ると予測された。

逆に、暖温帯に属するアカガシ、アカシデ、ケヤキ、エノキは潜在分布域が拡大する予測となった。長野盆地を中心とした低平地に分布するエノキは、県内の多くの低平地とその周辺山地に潜在的な適域が拡大する。同じく低平地を中心に分布するケヤキは、現在の適域の多くが生育適域から外れ、周辺山地に適域が拡大する。県南部を中心に分布するアカシデも同様の傾向であった。

以上から、寒帯から冷温帯に属する樹種は潜在的な生育適域の面積が減少し、暖温帯の樹種は潜在的な生育適域面積が拡大する傾向が認められた。

予測結果の利用上の注意点としては、自然林の潜在的な生育適域とは気候条件から予測された分布域であることである。たとえば、ブナが潜在生育適域から外れるということは、現在生息しているブナがすぐに枯れてしまうということではなく、今後ブナの更新が起こらなくなる（新しいブナが芽生えず、他の樹種が侵入し徐々に置き換わる）ことを意味する。また、潜在生育適域の予測は気温以外の要因も加味されている。このため、ブナのように適域面積の減少は気温よりも降水量の変化予測と整合的であったり、気温上昇量が小さい気候シナリオでは、生育適域の面積に若干の増加が認められたりするものもある。潜在的な生育適域の変化は単純に気温の上昇だけで決まるものではなく、それ以外の要因の影響も大きい。

(b) ブナの潜在生育域と適応策

ブナについては気候変動影響の適応策として、将来、現在の自然保護区外となる潜在生育域を保護区に加える方策が提案されている¹⁾。口絵 29(e) の薄黄色の領域が新たに設定するとした保護区の地域となっている。新たに保護区を加える場合を適応あり、従来の保護区を変更しない場合を適応なしとした。適応ありの場合は、口絵 29 の緑色と黄色を合わせた地域がブナの潜在生息域となる。しかし、適応なしの場合は、現在保護区に設定されている緑色の地域では生息の可能性が高いが、現在保護区外である薄黄色の地域は開発などで保護されない可能性があり、ブナの潜在生育域が減少することとなる。

日本全域の集計では、気温上昇が 5°C 未満の場合は、適応策を行うことで被害額を少なく抑えることができるが、 5°C を超えると適応策の有無に関わらず被害額は同程度になると予測されている¹⁾。これは、平均気温が 5°C を超えるとブナの潜在生育域自体がほとんどなくなるためである。

また、口絵 29、口絵 30 で示したように、長野県内のブナの潜在生息域は減少する予測であるが、高山を有する長野県は他県と比較すればブナの潜在生育域の減少率は低いと想定される。このため、長野県の高山帯は、ブナの逃避地となる可能性がある。

(c) 自然生態系にもたらす積雪深減少の影響

最大積雪深の減少量を予測した口絵 11 (左) では、総じて山岳域では最大積雪深の減少量が大きい傾向が認められた。特に北アルプス北部などの山岳域の山頂部では最大 90cm の最大積雪深の減少が予測された。高山帯で生育・生息する動植物にとっては雪解け時期が重要な環境要因となることが多い。このため、積雪期間が減少することで、これまでの多雪環境に適応してきた動植物の生育・生息に影響がおよぶことが懸念される。

1.5 林業分野

(a) マツ枯れ

マツ枯れ危険域の分布と気温分布には相関がある¹⁴⁾。そこで、口絵 31 に、将来気温が上昇すると仮定し、その上昇量に応じた長野県内におけるマツ枯れ危険域の変化予測を示した。この予測は、マツ枯れ発生の原因となるマツノザイセンチュウやその媒介者であるマツノマダラカミキリの活動が気温によって制限されるという関係を利用したものである。国内のマツ林では、15°Cをしきい値とする積算気温（MB 指数：月平均気温から 15°Cを引いた値を毎月求め、それがプラスとなる月の値を合計して求められる）を用いてマツ枯れリスクの高い地域を推定できる。

計算に使用した気温データは、気象庁が作成した「メッシュ気候値 2000¹⁵⁾」に収録された 1km メッシュの月平均気温である。「現在」の分布域は、メッシュ気候値 2000 の気温（1971 年～ 2000 年の平均値）を利用して MB 指数を計算し、「+ 1°C」～「+ 6°C」の図は、それぞれ「現在」から月平均気温が 1°C～ 6°C単純に上昇したと仮定して MB 指数を計算している。

MB 指数と松枯れの危険度の関係は、MB 指数が 19 未満は自然抑制域（気温が低いため、マツノザイセンチュウやマツノマダラカミキリの活動が自然に抑制される領域）、MB 指数が 19 以上 22 未満は移行域（場所によりマツ枯れが起り始める領域）、MB 指数が 22 以上は危険域（マツ枯れが発生する危険性が高い領域）となっている。「現在」では県内の平地とその縁辺部に限られるマツ枯れ危険域が、気温が上昇するにつれ、より標高の高い場所へ広がるという計算結果となった。平均気温が 6°C上昇すると県内の標高約 1700m 未満の地域は、ほぼ全域がマツ枯れ危険域になると予測された。

口絵 32 は、上記の予測を基に作成した、気温条件からみたマツ枯れ発生高度の変化予測図である。口絵 31 のデータを 1km メッシュ単位で集計している。この結果から、気温 1°Cの上昇につきマツ枯れ危険域は約 190m 上昇することとなる。

この予測結果を利用する際には、県内の全メッシュがマツ枯れの自然抑制域・移行域・危険域のいずれかに分類されているが、実際にはマツが生育していない場所も含まれていることに注意が必要である。また、この図は気温条件からみたマツ枯れ危険域の推移の予測図であり、無降水期間などの条件は考慮されていない。マツ枯れの移行域・危険域に入ると即座にマツ枯れが発生するわけではなく、マツノマダラカミキリがマツ林に入り、マツノザイセンチュウがマツの個体内に侵入しなければマツ枯れは発生しない。さらに、この予測結果は、今後の気温の上昇量に対する影響を図示したにすぎず、いつごろどの程度の影響が生じるかについては、口絵 2,3 で示した今後の気温上昇量の予測と組み合わせて判断する必要がある。

1.6 観光分野

(a) スキー産業

気候変動による積雪深への影響予測の結果（口絵 11～ 13）は、総じて将来的に県内の積雪深が減少する結果を示している。このことは長野県の観光産業のひとつであるスキー産業にとっては懸念材料になる可能性を示唆している。

最大積雪深の減少量を予測した口絵 11（左）では、県内の山岳域では最大積雪深の減少量が大きい傾向が認められた。特に北アルプス北部などの山岳域の稜線付近では最大 90cm の最大積雪深の減少が予測された。また、最大積雪深の減少率を予測した口絵 11（右）では、県内で特に最大積雪深の減少率が大きい標高帯として、北信では標高 500～ 1000m 付近、中信・南信では標高 1000～ 1500m 付近となった。この

標高帯は、県内のスキー場の立地標高と重なっている。県内の多くのスキー場では、1990年代と比較して、2030年代に15～30%程度最大積雪深が減少する予測となった。

スキー場の営業可能期間を積雪深で判定する基準には、スキー場の運営に十分な積雪量が積雪深30cm以上という経済協力開発機構（OECD）のものがある¹⁶⁾。これを根拠にすると、長野県内のスキー場営業可能期間への影響が、最大積雪深20cm以上の日数（口絵13(c)）や、同50cm以上の日数（図は省略）が目安として参考になると思われる。中でも、県北部のスキー場は標高1000m前後に立地するところが多く、この標高帯では、将来気候において最大積雪深20cm以上の日数が40～60日間、最大積雪深50cm以上の日数が20～40日間減少すると予測されている。つまり、最大積雪深20cmや50cm以上の年間日数をスキー場の営業期間として読み替えると、天然雪のみを考慮した場合、県北部の標高1000m前後に立地するスキー場の営業期間は、今世紀末には1か月間前後短くなると考えられる。このような状況に対する適応策としては、スノーマシンの稼働期間や稼働台数を増やすことで人工雪を増やすことが考えられるが、スノーマシンによる人工雪の生成に必要な夜間気温が将来的に変化することも考慮する必要がある。

観光分野では、他にも積雪深や積雪日数の減少にともない山岳景観が変化することによる影響も想像される。

1.7 農業分野

(a) コメへの影響

口絵33は、排出シナリオにA1B、気候モデルにMIROC3.2 hiresを用いて予測された、全国におけるコメの全収量(生産量)の推移を20年毎に示したものである^{1),17)}。この図は、地域ごとの現行品種を現在の移植日(田植え日)のまま今後も栽培を続けるとした場合の予測であり、1981～2000年の生産量を100とした相対的な収量の推移となっている。棒グラフ内の色分けは、高温によるコメの品質低下リスク(HDD)¹⁷⁾を示している。HDDは、出穂後20日間の日平均気温26℃以上の積算値であり、コメ品質(1等米比率)と比較的明瞭な関係を示すとされる。HDDの値が低いほど高温による品質低下リスクが低い、すなわち高品質である判断される。

口絵33から、コメの全収量は21世紀中盤にかけて増加しその後も大きくは減少しないと予測された。しかし、HDDの値が高い、すなわち高温による品質低下リスクが高いコメの割合が大きく増加している。コメの品質低下を抑えるためには、出穂後20日間の気温上昇を抑えることが求められる。

そこで、コメの移植日(田植えの日)を早くするまたは遅くすることで、出穂後20日間の高温を回避するという適応策が検討された。移植日を現行移植日から±70日間の範囲において7日間間隔で移動させ、収量と品質の観点から年代ごとの最適移植日の抽出が行われている。その結果、最適移植日で栽培することで、コメの全国的な収量は期間を通して大きくは減少せず、また高温による品質低下リスクの大きいコメの割合も低く抑えられるという結果が得られた。

口絵34は、上記の結果得られた最適移植日における生産量の地理分布である。収量は増加する地域と減少する地域の偏りが極めて大きくなると予測されている。気温上昇に伴い、栽培適地、不適地の2極分化が進む可能性が示唆された。

この予測結果からは、長野県は最適移植日におけるコメの収量が比較的高い地域に属しているが、予測は10kmメッシュで行われていることに注意する必要がある。長野県は起伏が大きく、10kmメッシュの平均標高はメッシュ内の水田標高より高くなることが多い。メッシュ毎の収量は、実際にメッシュ内に分布する水田の気温より低い気温を基に算出されている可能性があり、よりメッシュサイズの細かい予測の実施が望まれる。

口絵 35 は、作期を移動する適応策を実施した場合の長野県内のコメ収量の変化予測である。予測条件は口絵 33 ～ 34 と同一とし、2031 ～ 2050 年と 2081 ～ 2100 年の収量を 1981 ～ 2000 年の収量で割った収量比の県内分布図を示した。寒色系のメッシュは収量増加、暖色系のメッシュは収量低下を示す。

作期移動による適応策は 2 種類を設定した。一つめは、高温によるコメの品質低下リスクを限定せず、収量を最大化するように移植日を移動させた場合 (A1 適応) である。A1 適応なし (口絵 35(a)) と A1 適応あり (口絵 35(b)) を比較すると、A1 適応ありの方が収量増となったが、その差はわずかであった。二つめは、高温による品質低下リスクが低いコメ (HDD < 20) のみを対象とし、収量を最大化するように移植日を移動させた場合 (A2 適応) である。A2 適応なし (口絵 35(c)) と A2 適応あり (口絵 35(d)) を比較すると、2031 ～ 2050 年には大きな差は認められないが、2080 ～ 2100 年には差が認められ、A2 適応なしの場合、長野盆地と松本盆地に相当するメッシュの一部でこの条件の収量が半分以下になる結果が得られた。

(b) リンゴへの影響

口絵 36 に、長野県内におけるリンゴの生育適地の変化予測を示した。口絵 36 (a) は、リンゴ栽培農家の分布 (2000 年時点のリンゴ栽培農家数、旧市区町村単位)¹⁸⁾ であり、図の赤が濃いほど栽培農家数が多いことを示している。口絵 36 (b) は、下記のリンゴ生育適地に関する気温条件を適用して推定されたリンゴ生育適地 (1981 ～ 2000 年時点) の分布である。この推定には、農林水産省の農業環境技術研究所が開発したアメダスメッシュ化データを利用した。口絵 36 (c) および (d) は、排出シナリオに A1B、気候モデルに MIROC3.2 hires を利用した将来のリンゴ生育適地の予測である。口絵 36 (c) は 2031 ～ 2050 年、口絵 36 (d) は 2081 ～ 2100 年における生育適地の予測結果となっている。21 世紀中頃には長野県の低平地の一部が、21 世紀末には低平地のほぼ全域が、高温のためリンゴ生育の適域から外れる予測結果となった。予測の結果は、今世紀末の気温上昇量が概ね 4℃以上になると、現在の場所において、現状の品種・栽培方法で現状の品質を維持したリンゴを栽培することが難しくなることを意味している。

予測の注意点としては、今回の生育適地の予測は、果樹指導指針¹⁹⁾ で示された長野県のリンゴの生育適地の気温条件に基づき行っているため、気温以外の気象要素や地形・土壌などの条件による影響が反映されていないことである。また、この方法では生育するリンゴの品種や栽培方法が現在のまま変化しないという前提になっている。さらに、予測に用いた気候モデル MIROC3.2 hires は、数ある気候シナリオの中では気温上昇量が高めに予測される傾向があることにも留意する必要がある。

(c) 柑橘類への影響

口絵 37 に、柑橘類の代表として、長野県におけるウンシュウミカンの生育適地の変化予測^{1),20)} を示した。この結果は、21 世紀末までに長野県内がウンシュウミカンの栽培適地とはならないことを示している。RCP8.5 を用いた予測は気温上昇量が高めに予測される傾向があるが、RCP の値が低い排出シナリオを用いて予測を行っても、長野県内がウンシュウミカンの栽培適地となる結果は得られなかった。なお、ウンシュウミカンよりさらに高温条件で生育可能なタンカンについても同様の予測²¹⁾ が実施されたが、これも同様に、長野県内が栽培適地となる結果は得られなかった。

(d) 農業灌漑用水への影響

最大積雪深の減少量を予測した口絵 11 (左) では、総じて山岳域では最大積雪深の減少量が大きい傾向が認められた。特に北アルプス北部などの山岳域の稜線部では最大 90cm の最大積雪深の減少が予測された。これに伴い、河川流量の減少や春の流量ピーク時期の前進が想像されるため、農業分野においては雪解け水を利用した農業灌漑用水への影響が懸念される。

謝 辞

口絵 32 は、大丸裕武・中村克典 (2008)¹⁴⁾ の手法に基づいて実施し、独立行政法人森林総合研究所の大丸裕武氏に助言を頂いた。

文 献

- 1) S-8 温暖化影響・適応研究プロジェクトチーム (2014) 地球温暖化「日本への影響」－新たなシナリオに基づく総合的影響予測と適応策－, 42pp.
- 2) 花崎直太・高橋潔・脇岡靖明・日下博幸・飯泉仁之直・有賀敏典・松橋啓介・三村信男 (2014) 日本の温暖化影響・適応策評価のための気候・人口・土地利用シナリオ (第2版). 環境科学会誌 27:362-373.
- 3) 手塚翔也・小野桂介・風間 聡 (2014 印刷中) 『土木学会論文集 B1 (水工学)』.
- 4) 川越清樹・風間 聡・沢本正樹 (2008) 将来気候モデルを用いた土砂崩壊リスク評価. 土木学会地球環境研究論文集 16:27-33.
- 5) Mouri, G., Golosov, V., Chalov, S., Takizawa, S., Oguma, K., Yoshimura, K., Shiiba, M., Hori, T. & Oki, T. (2013) Assessment of potential suspended sediment yield in Japan in the 21st century with reference to the general circulation model climate change scenarios. *Global and Planetary Change* 102:1-9.
- 6) 手塚翔也・小野桂介・風間 聡 (2013) 極値降雨と極値流出の関係に基づいた洪水被害分布推定. 土木学会論文集 B1 (水工学) 69(4):I_1603-I_1608.
- 7) 吉川泰代・矢部博康・小池 亮・森本達男・小熊久美子・荒巻俊也・滝沢 智 (2012) 水道ハザードマップを用いた自然災害による水道事業への影響評価. 土木学会論文集 G (環境) 68(7):III_147-III_156.
- 8) Kobayashi, M., Komagata, O. & Nihei, N. (2008) Global warming and vector-borne infectious diseases. *Journal of Disaster Research* 3(2):105-112.
- 9) Honda, Y., Kondo, M., McGregor, G., Kim, H., Guo, Y. L., Hijioka, Y., Yoshikawa, M., Oka, K., Takano, S., Hales, S. and Kovats, R. S. (2013) Heat-related mortality risk model for climate change impact projection. *Environmental Health and Preventive Medicine* 19(1):56-63.
- 10) 気象庁 (2004) 気候統一シナリオ第2版.
- 11) 気象庁 (2005) 地球温暖化予測情報第6巻.
- 12) Higa, M., Tsuyama, I., Nakao, K., Nakazono, E., Matsui, T. and Tanaka, N. (2013a) Influence of nonclimatic factors on the habitat prediction of tree species and an assessment of the impact of climate change. *Landscape and Ecological Engineering* 9(1):111-120.
- 13) Higa, M., Nakao, K., Tsuyama, I., Nakazono, E., Yasuda, M., Matsui, T. and Tanaka, N. (2013b) Indicator plant species selection for monitoring the impact of climate change based on prediction uncertainty. *Ecological Indicators* 29:307-315.
- 14) 大丸裕武・中村克典 (2008) MB 指数による温暖化時の長野県の松枯れリスクの評価, マツ枯れ. 地球温暖化「日本への影響」－最新の科学的知見－, 温暖化影響総合予測プロジェクトチーム, 環境省地球環境研究総合推進費 S-4 報告書, p.28
- 15) 気象庁 (2002) メッシュ気候値 2000 解説. メッシュ気候値 2000CD-ROM, 気象業務支援センター.
- 16) Agrawala, S. (2007) Climate change in the European Alps: adapting winter tourism and natural hazards

management. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). 128pp.

- 17) Ishigooka, Y., Kuwagata, T., Nishimori, M., Hasegawa, T. & Ohno, H. (2011) Spatial characterization of recent hot summers in Japan with agro-climatic indices related to rice production. *Journal of Agricultural Meteorology* 67(4):209-224.
- 18) 農林水産省 (2001) 2000 年世界農林業センサス第 1 巻. 都道府県別統計書：農業編.
- 19) 長野県・全国農業協同組合連合会長野県本部 (2006) 果樹指導指針. 849pp.
- 20) 杉浦俊彦, 横沢正幸 (2004) 年平均気温の変動から推定したリンゴおよびウンシュウミカンの栽培環境に対する地球温暖化の影響. *園芸学会雑誌* 73(1):72-78.
- 21) Sugiura, T., Sakamoto, D., Koshita, Y., Sugiura, H. and Asakura, T. (2014) Predicted changes in locations suitable for tankan cultivation due to global warming in Japan. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 83(2):117-121.

(田中博春)

1. メッシュ情報を利用した農業分野適応策の事例

1.1 はじめに

農業分野では1～2週間先までの気温予測が1kmメッシュで行われており、農作物の生育予測や高温・低温障害を回避するための早期警戒情報として利用されている。早期警戒情報は事前情報に基づくリスク回避型の適応策として、防災分野やアパレル産業の需要予測などでも利用されている^{1) 2)}。本節では、その農業分野での取り組みを紹介する。

1.2 メッシュ農業気象データ

農研機構中央農業総合研究センターは、全国1kmメッシュの日別の気象データを収めた「メッシュ農業気象データ」³⁾を農業利用限定で公開している。本データでは、1980年以降の過去値に加え、日々更新される今後の予測値が利用可能となっている。予測値は9日間先までは1日ごとの値、それ以降26日先までは7日間平均値となっている。本データは、比較的平易な習得内容で図化と分析が可能となっている。長野県農業試験場では、2011年9月まで県内211地点の気温予測を農業情報サイトで公開していたが、本データはこれを代替するものとして利用可能と思われる。

その作図例として、南信の松川町中央公民館の位置に該当するメッシュでの、2013年と2014年の日最低気温の経過図を図1に示した。2014年10月27日時点の作図例であり、それ以前は過去値、翌日以降は予測値が描画されている。図中の凸型をした滑らかな曲線は日最低気温の平年値であり、それを挟み激しく上下している折れ線が日々の日最低気温の過去値と予測値である。図中には、凍霜害期間の目安として、4月中旬から5月中旬の期間を四角枠で囲み、気温0°Cに横線を引いた。2013年4月下旬～5月上旬にかけて、県内では激しい凍霜害が発生した。2013年と2014年でこの期間の日最低気温の気温経過を比較すると、2013年は平年値を大きく下回り、日最低気温が0°Cを下回る日が認められるのに対し、2014年はそのような事態はなく、凍霜害も発生しなかった。

口絵38は、メッシュ農業気象データを用いて作図した、2014年4月22日の日最低気温とその平年差の分布図である。この日は、2014年4月下旬で日最低気温が最も低下し凍霜害が発生した。この日、県内は飯山市の一部と南信の一部を除いてほぼ全域が氷点下となった(口絵38(a))。県内は、飯山市の一部を除いて日最低気温が平年より5°C以上低下した。松本空港周辺では、日最低気温が平年より9度以上低下し(口絵38(a))、この地区ではおおきな被害が発生した⁴⁾。

凍霜害の被害分析は、これまでポイントデータのみで行われることが多かったが、メッシュ農業気象データを利用することで、気象条件を考慮した面的な被害状況の推定が可能になると思われる。また、9日間先までの予測値を利用して同様

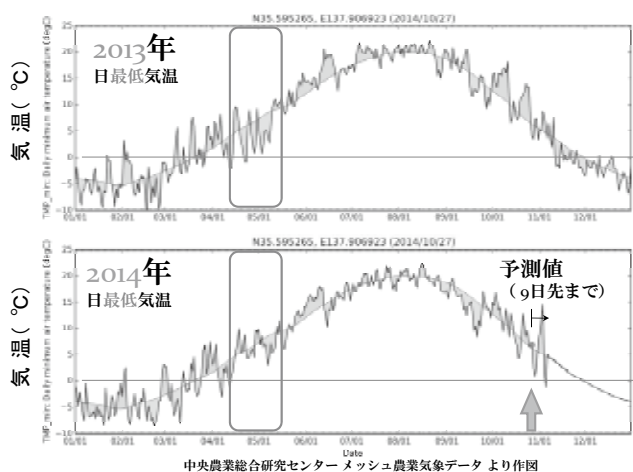


図1 メッシュ農業気象データを基に作図した2013年と2014年の日最低気温経過 松川町中央公民館メッシュ、上向き矢印以降は予測値、四角枠は4月中旬～5月中旬、横線は気温0°C

な分布図を事前作成すれば、凍霜害発生に対する早期警戒情報としても利用可能と思われる。

1.3 Google Map による気象予測データを利用した農作物警戒情報

前項のメッシュ農業気象データの公表以前から、農研機構東北農業研究センターでは、東北地方を対象とした水稻冷害早期警戒システム^{5),6)}を開発・運用している。2010年には、これを発展させたウェブシステム「Google Map による気象予測データを利用した農作物警戒情報」を開発した^{7),8)}。Google Map をベースとしたこのシステムは、生産者の圃場位置を地図上で指定し、栽培品種や作業履歴を入力することで、個々の生産者の圃場における水稻生育予測、気象被害予測、病害発生予測を可能としている。パソコンや携帯端末で利用可能であり、個々の圃場に気象被害等の発生が予測された場合は、警戒情報メールを自動発信し対策の実施を促すことができる。本システムは気象被害軽減のための栽培管理や薬剤散布の意志決定ツールとして利用されている。

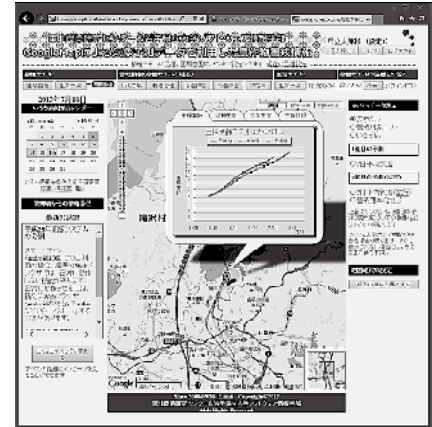


図2 ピンポイントでの生育予測表示例 出典：東北農業研究センター Google Map による気象予測データを利用した農作物警戒情報ウェブページ⁸⁾

1.4 農業情報メッシュデータ

長野県農業試験場企画経営部は、平成25年度普及に移す農業技術として、県内の農地および水稻・リンゴ・レタス栽培の状況などを1kmメッシュの分布図としてまとめた「農業情報メッシュデータ」^{9),10)}を公表した。農地や作付品目の情報を気象条件とともに1kmメッシュで整備することで、今後の地域農業振興方針の作成支援等を目指したものである。

図2は、長野農業改良普及センター管内の農地におけるリンゴ作付の有無を表示した例である。濃色のメッシュがリンゴの作付がある農地、淡色のメッシュがリンゴ作付のない農地である。本情報には1kmメッシュの作付情報と、気象要素(気温・降水量・積雪深の月別平年値)、標高が収録されており、気象条件や標高に合わせた品目および品種選択の検討などが可能になる。

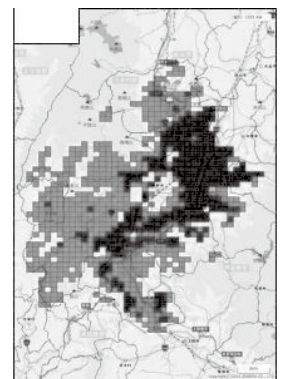


図3 長野農業改良普及センター管内の農地におけるリンゴ作付の有無 出典：地理情報システムで表示できる農業情報メッシュデータは地域農業振興方針の作成支援等に活用できる⁹⁾

1.5 雪割りによる野良イモ対策技術の開発

以下は、北海道で普及した1kmメッシュの気象予測データを利用した気候変動適応技術の開発事例の紹介である¹¹⁾。

北海道十勝地方のジャガイモ畑では、近年「野良イモ」の発生が目立つようになった。野良イモとは、前年の収穫の際に畑に残った小芋のことであり、発芽した野良イモの抜き取り作業は農繁期の重労働となった。野良イモがあると養分が取られ、病原体の温床となるが、農薬を使うことはできない。野良イモに効く農薬は、栽培中のジャガイモにも効いてしまうためである。野良イモは抜き取るしかなかった。

かつて十勝地方では深いところまで土が凍り、小芋は冬季に死滅していた。しかし、近年の気候の変化で土壤凍結深が低下し、小芋が死滅しなくなった。その主因は気温の上昇ではなく、積雪量の増加にあった。積雪地では雪は断熱材となり、地

中を保温する効果があるためである。

この対策として、生産者の間で自発的に「雪割り」が行われるようになった。積雪期にトラクターで雪を移動し地面を露出させると、地中深くまで土が凍り野良イモが死滅する。雪割りを2度行うことで、まんべんなく土壤凍結させることができる。雪割りは、農繁期の重労働を農閑期の軽作業で克服する、省力化技術として受け入れられた。

しかし、新しい技術ができて、ジャガイモ生産者には不安が残った。どのタイミングで雪割りをすれば必ず野良イモが死滅するのか、判断が難しかったためである。そこで、十勝農業協同組合連合会が、北海道農業研究センターに雪割りの研究を依頼した。その結果、雪割りの科学的メカニズムが解明され、土壤凍結深をコントロール可能になった。

雪割りは土壤凍結深制御技術として確立した。この技術は後に、土壤の改良にも利用可能であることがわかった。

また、1kmメッシュの気象予測データを利用することで、日々の土壤凍結深の予測が可能になり、2度の雪割りのタイミングも判定できるようになった。雪割りは、営農ウェブシステム「てん蔵」の機能の一部として実装され、自分の畑でいつ雪割りの作業をすればよいかを、生産者が判断できるようになった。てん蔵は、農作業の意思決定支援システムとして利用されるようになった。

気候変動を契機に新技術が誕生した。雪割りが普及した結果、冬の十勝平野の景観が変わった。土壤の凍結深をコントロールすることで、野良イモ発生の予察、雪割り作業の必要性判断、雪割り実施のタイミングの判定が可能となり、天気まかせの農業、勘と経験による農作業から脱却することに成功した。

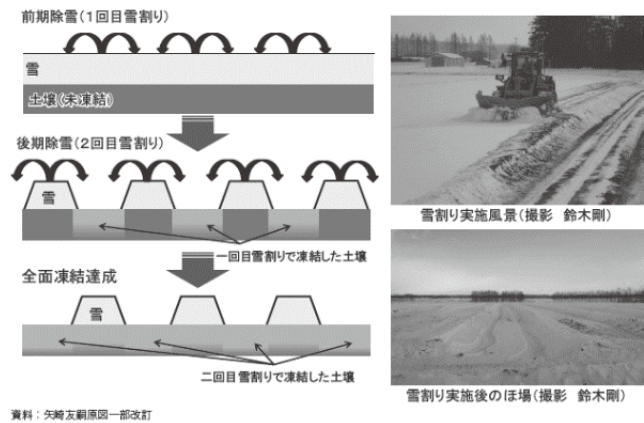


図4 雪割り作業概念図 出典：土壤凍結深の制御による野良イモ対策技術の開発¹²⁾

文 献

- 1) 気象庁、農業・食品産業技術総合研究機構 (2014) 「気候予測情報を活用した農業技術情報の高度化に関する研究」 報告書 (中間報告). 23pp.
http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/nogyo_hokoku.html (2014年2月18日閲覧)
- 2) 気象庁 (2014) 気象情報を活用して気候の影響を軽減してみませんか? 気象庁ホームページ <http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/> (2014年2月18日閲覧)
- 3) 大野 宏之 (2014) メッシュ農業気象データ利用マニュアル. 中央農業総合研究センター研究資料 9:1-77.
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/narcshiryo-09.pdf (2014年2月18日閲覧)
- 4) 長野県 (2013) 阿部知事が凍霜害による農作物被害状況の現地調査を行います. 長野県 (農政部) プレスリリース, 2013年5月9日.
<https://www.pref.nagano.lg.jp/koho/kensei/koho/chijikaiken/2013/documents/250510-2.pdf> (2014年2月18日閲覧)
- 5) 鳥越 洋一 (1998) 東北地域における水稲冷害早期警戒システム, システム農学 14(2):142-149.
- 6) 東北農業研究センター (2014) 東北農業研究センター水稲冷害早期警戒システム.
<http://www.reigai.affrc.go.jp/> (2014年2月18日閲覧)
- 7) 東北農業研究センター・岩手県立大学ソフトウェア情報学部 (2013) Google Mapによる気象予測データ

を利用した農作物警戒情報－利用手引き Ver.2 －, 42pp.

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/google_map2.pdf (2014年2月18日閲覧)

- 8) 東北農業研究センター (2014) Google Map による気象予測データを利用した農作物警戒情報.
<https://map2.wat.soft.iwate-pu.ac.jp/narct2014/newaccount/> (2014年2月18日閲覧)
- 9) 農業試験場企画経営部, 農業技術課 (2014) 地理情報システムで表示できる農業情報メッシュデータは地域農業振興方針の作成支援等に活用できる. 平成 25 年度普及に移す農業技術 (第 2 回), 1-3.
<http://www.pref.nagano.lg.jp/nogi/sangyo/nogyo/gijutsu/fukyugijutsu/201302/documents/1302h01.pdf>
(2014年2月18日閲覧)
- 10) 長野県農業試験場企画経営部 (2014) 農業情報メッシュデータ利用マニュアル. 23pp.
<http://www.pref.nagano.lg.jp/nogi/sangyo/nogyo/gijutsu/fukyugijutsu/201302/documents/1302h01-1.pdf>
(2014年2月18日閲覧)
- 11) 広田知良 (2013) 寒地農業に及ぼす気候変動・温暖化の影響解析・評価と適応対策に関する研究. 生物と気象 13:F1-15. <http://www.agrmet.jp/sk/2013/F-1.pdf> (2014年2月18日閲覧)
- 12) 広田知良 (2013) 土壌凍結深の制御による野良イモ対策技術の開発. でん粉情報 14: 35-39.
http://www.alic.go.jp/joho-d/joho08_000357.html (2014年2月18日閲覧)

(田中博春)

1. 学会や地域適応フォーラムへの貢献

1.1 地域適応フォーラムへの貢献

「気候変動適応社会をめざす地域フォーラム」(略称：地域適応フォーラム)は、環境省推進費 S-8 の研究の一環として、温暖化影響の将来予測結果などの S-8 の成果を活用して、地方自治体等における温暖化影響の把握及び適応策の計画的推進の普及を図ることを目的として設立された¹⁾。S-8 テーマ 2 の代表を務める法政大学地域研究センター(温暖化影響プロジェクト)が事務局となり、温暖化影響・適応策に関する研究や温暖影響・適応策に関する計画立案や進行管理等について、専門的なノウハウの共有、既存研究や地域施策の事例共有、人材交流・研修等を行う場として、活動されてきた。

地域適応フォーラムでは、年に一度の会合と研修会が開催されている。フォーラム会合では、気候変動影響やそれに基づく適応策について、毎年 20 件程度の発表が行われている。会合は、国の各省庁の取り組み、S-8 の影響班からの成果発表、自治体班などによる地域での活動の進展などが発表され、最後にパネルディスカッションを行うという開催スタイルである。S-8 関係者、自治体、大学、企業、NPO など、毎回 100 名以上の出席があり、年々の関心の高まりが感じられる。

2012 年と 2013 年には地域適応研修会が開催された。適応策の検討を既に進めている、またはこれから進めようとしている自治体の担当者が出席し、それぞれの進行状況と課題を発表し、今後の対応を考える内容である。各自治体やその研究機関の担当者が抱える生々しい課題とその対応についての討論は印象的で、長野県での対応を考える上で大いに参考になった。

表 1 地域適応フォーラム会合、研修会等の開催と長野県の発表題目

エコプロダクツ展併設セミナーは、地域適応フォーラムを主催する法政大学地域研究センターが主催し、フォーラムと同様の目的で開催された会合のため、関連する会合として記載

開催日時	会合名称	長野県発表題目
2011 年 10 月 13 日	第 1 回会合(キックオフ会合)	長野県における温暖化影響評価と適応策構築手法の検討
2012 年 7 月 19 日	地域適応策研修会	長野県における適応策検討の成果と課題
2012 年 11 月 15 日	第 2 回会合(気候変動適応社会へ、地域からの変革)	長野県における適応策の研究と政策検討の状況
2013 年 7 月 29 日	第 2 回地域適応策研修会	長野県における適応策の今後
2013 年 11 月 26 日	第 3 回会合(気候変動の影響と適応～地域の実践)	先行地域における適応策検討の成果・課題・展望 事例 2：長野県
2014 年 11 月 26 日	第 4 回会合(地域における気候変動適応策の離陸に向けて)	長野県内で気候変動適応を今後どのように促進するか
2014 年 12 月 11 日	エコプロダクツ展 併設セミナー	長野県における気候変動の影響評価及び適応策の推進

長野県は、S-8 におけるモデル自治体に選定されたことから、上記会合と研修会のすべてに参加し発表を行った(表 1)。長野県の取り組みは他の地方自治体の参考とされ、多くの問い合わせを頂いた。

また、地域適応フォーラムでは、これから気候変動適応策を立案・実施する自治体向けの手順書として

「適応策ガイドライン」²⁾が作成された。主に地方自治体の環境部局または企画部局の担当者向けに作成されており、適応策の基本的な考え方、適応策検討の進め方とまとめ方が記されている。適応策ガイドラインはVER.1（2012年）とVER.2（2014年）が作成され、現在VER.3の作成が進められている。ガイドラインには、長野県をはじめとした地方自治体での取り組み事例が数多く紹介されており、当研究所も、ワークシートを利用した気候変動影響と適応策立案に関する課題整理、S-8影響班などから提供頂いた長野県を対象とした各種影響予測結果の提示とその解釈（VER.1）、簡易推計ツール³⁾（温暖化影響総合評価システム AIM/Adaptation[Policy]）に収録された都道府県向けの各種影響予測の提示とその解釈（VER.2）等に貢献した。

1.2 学会への貢献

日本農業気象学会の全国大会では近年、オーガナイズドセッションとして「温暖化フォーラム」が開催されている。2013年全国大会では「温暖化適応策と農業現場での適応行動」と題した農業分野の適応策に関する内容がテーマとなった。当研究所はオーガナイザーからフォーラムの企画を依頼され、講演者の選定と依頼する講演内容の選定、開催報告文⁴⁾の取りまとめと和文学会誌への投稿を行った。

フォーラムは、地域や地方自治体における温暖化適応策の政策実装に向けた先進的な取り組みや、農業現場で起きている温暖化の適応行動を取り上げ、農業気象学の研究分野としての今後の温暖化研究戦略を考える機会となった。フォーラムでは、議論の時間を多く設け、参加者に適応策に関する多くの発言を促したことから、多様で充実した討論が行われた。その結果は、農業分野をはじめ、関連分野の今後の研究の方向性に多くの示唆を与えるものとなったと感じている。以下に総合討論での議論の概要と筆者の考えを記す。

コメンテーターとして登壇した埼玉県環境科学国際センターの増富祐司は、それまでの講演と質疑の内容を基に、以下の内容を提示した。気候変動への適応には2種類ある。「自発適応」と「計画的適応」である。農業者は気候の変化に自発的に適応する。しかし、今後予測される気候変動の速度は、農業者の自発的適応の速度を上回ってしまう事態が懸念される。

一方、行政の役割は計画的適応の推進にある。行政は自発的適応の速度を速める役割を担う。具体的には、個々の農業者では対応が困難なインフラの整備や、イノベーションを進めるための補助金の交付などが該当する。しかし、農業者が必要とする情報や利用する技術などは、農業者のおかれた事情や適応の段階により個々に異なる。そのため情報や技術の提供は、農業者のリスク認識や行動原理を把握した上で、タイミングよく行う必要がある。

研究者の役割は、農業者、行政双方への適切な情報提供にある。行政は農業者が適応するためのサポートを行うが、行政だけでは緻密なサポートは難しい。行政が農業者のリスクの認識や行動原理を把握して、補助金やインフラ整備をタイミング良く実施するために、研究者はどのような科学的な情報を提供できるかが問われている。それをうまく行うことができるようになれば、適応の速度を促進することができるかもしれない。そのためには、農業者だけでなく、行政についてもリスクの認識や行動原理を把握することが重要となる。

そこでカギになることは、人間は痛い目に合わないといけない、動かないということである。行政は特にその傾向がある。痛い目に合わないで、どのくらい危険なのかをどうやって肌で感じてもらうことができるか？ ということ、情報提供の方法などを含め研究してゆく必要がある。

本件について、筆者は総合討論に先立つ講演にて、痛い目に合わずに済む対策として、順応的管理⁵⁾、順応的適応という考え方が提

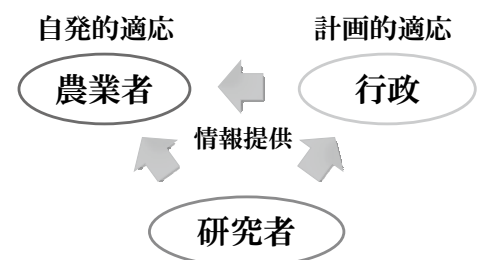


図1 農業者・行政・研究者の関係と、自発適応・計画的適応の対応関係⁴⁾

唱されていることについて触れた。被害が生じてから対策をとるのではなく、事前にリスクを把握し、予防的に対策を行う。対策を事前に準備しておき、リスクの変化が予測される場合には、その程度に合わせて取る対策を変えてゆくという考え方である。行政の事業の多くは単年度であり、計画も5年程度が多い。そのため、行政は中長期的な対応に慣れていない。そのためには、行政の事業の中に少しずつ中長期的なものを取り入れてゆくことなどが考えられる。

また、法政大学地域研究センターの馬場健司氏は、低炭素政策では東京都の政策がイノベティブであること、東京都は多くのリソースを持つため、政策立案上の不確実性をカバーできることについて触れた。東京都で先進的な対策が試みられ、それをほかの自治体が模倣する構図が出来上がっており、そうすることで、他の自治体は余計なリスクを取らずに模倣して政策を採用することができる。さらに東京都の政策には研究者を含む政策提言型NPOの寄与が大きいことを提示して頂いた。

本件について筆者は、気候変動適応策においては、S-8でモデル自治体に選定され、これまでの取り組みの蓄積がある長野県に、その役割があると感じている。また、気候変動の影響評価と自治体における適応策実施の間には、両者をつなぐ政策研究が必要であり、そこが大きく抜け落ちていることを痛感している。両者の間に、科学的研究、行政の政策、地域の実情のすべてを把握している機関が介在し、地域と行政の実情を踏まえた現実的な適応策を構築してゆくことが、今後適応策の政策実装、社会実装を行う上で重要と考える。

最後に、農研機構中央農業総合研究センターの大野宏之氏は、農業者・行政・研究者の3者の役割について触れられた。研究者は今後このようになるかもしれないというイメージは持っている（が、現場の実情は良く知らない；筆者追記）。農業者は日常の農作業から現場で起きている異変はわかっているが、その範囲でしかわからない。行政も、マスコミや解説書等が示す警鐘は認知しているが、ではどうしたら良いかはわからないといった、敵の全体像がだれにもわからない状態なのではないか？温暖化リスクのような訳が分からないものに対応するときには、それぞれの立場で見えているものをお互い共有しあって、理解し合った上で、初めて次に進めるのかなという印象を持った。自発的適応の早さを見積もれる人は実際のところ何処にもおらず、行政・農業者・研究者が相互にコミュニケーションを取って初めてなんとなく分かってくるものだと思う。そして、自発的適応よりも速やかと判断できる適応は、相互コミュニケーションの上で作出させる。そして、分からない敵に対応するには、各セクターがスクラムを組まなければいけないということなのだと感じた、と結ばれた。

大野氏がコメントされた三者が持つ情報の共有と、三者による解決策の討議を、当研究所では今後「気候変動適応プラットフォーム」（第3節参照）で行うことを検討している。当研究所は、S-8の研究の枠の中で、上記の法政大学馬場氏のグループの協力を仰ぎ、県北部の果樹農業が盛んな須高地区（須坂市・小布施町・高山村）にて、2013年に「気候変動を踏まえた須高地区の農業の未来を考える関係者会議」^{6,7)}を開催し、参加者の果樹農業関係者から様々なご意見を頂いた。本会議は今後の適応策の社会実装を考える上で様々な示唆を得るものとなった。その経験を、現在検討中の気候変動適応プラットフォームに生かしてゆきたい。

文 献

- 1) 法政大学地域研究センター (2014) 気候変動適応社会をめざす地域フォーラム（略称：地域適応フォーラム）。<http://www.adapt-forum.jp/index.html>（2014年2月18日閲覧）
- 2) 法政大学地域研究センター (2014) 適応策ガイドライン。
<http://www.adapt-forum.jp/tool/index.html>（2014年2月18日閲覧）
- 3) 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」S-8 温暖化影響・適

応研究プロジェクトチーム (2014) 簡易推計ツール.

http://www.nies.go.jp/s8_project/tool.html (2014年2月18日閲覧)

- 4) 田中博春・小林和彦・馬場健司・増富祐司・広田知良 (2013) 温暖化フォーラム (石川) 報告「温暖化適応策と農業現場での適応行動」. 生物と気象 13:B1-14.
- 5) 市橋 新 (2013) モニタリングしながら状況に応じて対応する「順応型管理」. 田中充・白井信雄 (編)・地域適応研究会 (著) 「気候変動に適応する社会」, 163-168.
- 6) 馬場健司 (2013) 気候変動リスクと適応策に関する政策対話の試み. 田中 充・白井信雄 (編)・地域適応研究会 (著) 「気候変動に適応する社会」, 173-174
- 7) 田中博春 (2014) 変化する気候への適応について, 信州くだものニュース. 長野県果樹研究会 平成 26 年 1 月 1 日号, 3.

(田中博春・陸 斉)

2. 気候変動モニタリングネットワークの構築

2.1 はじめに

長野県では「長野県環境エネルギー戦略～第三次長野県地球温暖化防止県民計画～」(2013年2月策定)にもとづく温暖化対策の一環として、温暖化適応策について検討を行っている。適応策を進めていくにあたっては、まず県内における気候変動の実態およびその影響をより詳細に把握し、かつ将来における高精度の気候変動予測を実施する必要がある。またそれと同時に、気候変動による影響を早期に検知するための仕組みが必要となる。

長野県内には降水量のみの観測地点を含めると気象庁の観測地点が45ヶ所ある。このうち4要素のアメダス観測網地点は約21km間隔に配置されている。一方、気象観測を行っている機関は気象庁以外にも国、県、市町村のほか、大学や民間会社などでも、それぞれの用途(たとえば、河川管理など)に応じて実施している。図1は、国と県が観測している長野県内の気温、降水量、積雪深の観測地点分布図である。アメダス観測網よりもはるかに多くの観測地点が存在し、特に降水量観測地点数はアメダスの約9倍にも達する。このようなデータを活用することで、県内の気候変動の実態をより詳細に把握することが可能となる。

そこで、県内の様々な機関や団体等と連携し、県内の気候変動に関する観測データや研究情報などを共有することで長野県の気候変動に関する研究の促進と気候変動の監視体制の構築を行うとした。このための組織として、2014年11月6日に信州・気候変動モニタリングネットワーク(以下、モニタリングネットワーク)を設立した。ここでは、その設立にいたる経過と現状について記載する。



図1 県内における気象観測地点の分布

2.2 経緯と構想

モニタリングネットワークの構想から設立に至るまで、約1年半の期間を要した。この間、まず気象観測データの有無やモニタリングネットワークへの期待などについて、県内にある国の機関や独立行政法人の試験場、大学、市町村および県の関係課と試験場などに対して、アンケートを実施した。これにより、県内において気象観測を実施している機関や測定している気象要素などの大まかに把握することができた。

またこれと並行して先進事例の情報収集を行った。北海道では、2011年より気候変動観測のネットワーク組織（北海道気候変動観測ネットワーク）を立ち上げていた。その事務局を担っている北海道立総合研究機構環境科学研究センターより、組織の体制や運営方法、課題などについてヒアリングを実施した。

このような準備を経て、2014年3月17日には、「気候変動モニタリング体制構築のための準備会合」を開催し、国、独立行政法人、大学および県関係各課に対して、モニタリングネットワークの構想案について広く意見をいただいた。その後、モニタリングネットワークで収集するデータやその収集・管理方法、また収集したデータを使った成果などの具体的な内容、さらには運営体制など、その構築にあたって解決すべき課題について議論を行うための準備検討会を2回開催した。その過程で、個別に各機関を訪問し、機関毎に異なるデータの収集方法などについて相談を行った。

2.3 現状と予定

こうした検討を踏まえて、モニタリングネットワークの体制を図1のように定め、以下の3つのことを実施することとした。

(1) 長野県内における気候変動に関する観測データ等の収集・発信

当研究所が、ネットワーク参加機関の所有する観測データ等を収集し、データベースとして整備を行う。このデータベースは参加機関が共有できるように

することで、長野県の気候変動に関するデータ等を効率的に利用できるようにする。また、将来的には、国内におけるさまざまな機関が利用できるようにデータベースを公開し、長野県における気候変動研究の促進を図る。

(2) 信州気候変動モニタリングレポートを刊行

収集した観測データを活用したモニタリングレポートを定期的に刊行し、県内の気候変動の状況を把握できるようにする。

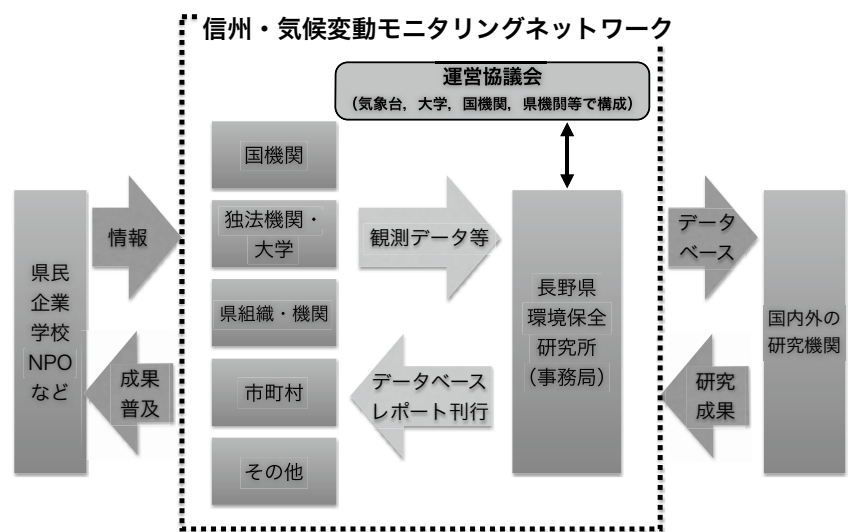


図2 体制図

(3) 研究成果発表会等の開催

長野県内における気候変動に関する研究成果の発表と、参加機関の交流を図る研究成果発表会を適宜開催する。

なお、運営に際しては、当面の間、当研究所がモニタリングネットワークの事務局的機能およびデータベース整備等の機能を担うこととした。また、別途、運営協議会を設け、モニタリングネットワークを運営していく中での課題などについて議論を行っていく予定である。

現在（2015年2月10日）、モニタリングネットワークには、50の機関に参画いただいている。また、データの収集は準備を進めているところだが、当研究所のホームページの中には、モニタリングネットワークの専用ページ（<http://www>）を開設し、すでにインターネット上で公開されている長野県内の気象情報の一覧（ポータルページ）が閲覧できるように整備を行っている。

今後は、データ収集を進めるとともに、そのデータの品質管理やメタデータの作成、フォーマットの統一などをはかり、文部科学省のDIAS（データ統合・解析システム）にデータベースを格納していく予定である。

（浜田 崇）

3. 気候変動適応プラットフォーム

長野県では「長野県環境エネルギー戦略～第三次長野県地球温暖化防止県民計画～」(2013年4月施行)に掲げられた気候変動適応策パッケージに基づき(図1)、平成26年11月に「信州・気候変動モニタリングネットワーク」を設立した。それを受け、上記気候変動適応策パッケージに掲げられた「信州・気候変動適応プラットフォーム(仮)」の設立を目指した動きを現在進めている。

県内では、工学系の大学、国や県の試験研究機関、企業の技術開発部門などで個別に気候変動への適応に係る技術開発が進められている。また、気候変動適応に適応するには、個々の適応主体のみでは対応が難しい政策的な取り組みも必要となる。そこで、それらの機関の間で気候変動の収集データや影響評価に関する情報と認識の共有を進めるとともに、適応の手法・技術・政策を分野連携で検討・推進するための情報共有・意見交換・適応策検討の場として「信州・気候変動適応プラットフォーム(仮)」を設立することを検討している。本プラットフォームで共有された様々な情報を基に、気候変動に適応した新たな技術やサービスの開発や、政策の検討が促進されることを目指し、さらにはそれらに基づく新しい産業の創出を展望するものである。

そこで、「信州・気候変動適応プラットフォーム(仮)」の設立準備の第一歩として、2015年3月12日に「長野県における気候変動適応策立案に向けた関係者会議」と題した会議を開催した。県内の気候変動影響や適応策立案に関わる関係者と DIAS (文部科学省「データ統合・解析システム」)の研究者による意見交換の場を設け、DIAS 側、長野県側双方からの情報提供を行い、双方の状況把握と、相互理解の促進により、今後の適応策立案・実施の可能性や方向性を検討した。DIAS 側からは、9 機関 14 名の研究者の方にご出席頂き、水資源・雪、健康、生態系・生物多様性、農業、都市の5分野について、DIAS などで開発された様々な適応技術や DIAS 活用事例、ユーザー便益などについて紹介いただいた。また長野県側からは、これまでの長野県の気候変動適応に向けた取り組みや、各分野の検討状況などについて情報提供した。本会議の結果を基に、今後の気候変動適応に向けた取り組みを具体化し、個々の分野における様々な適応策を立案・実施してゆく予定である。

(田中博春)

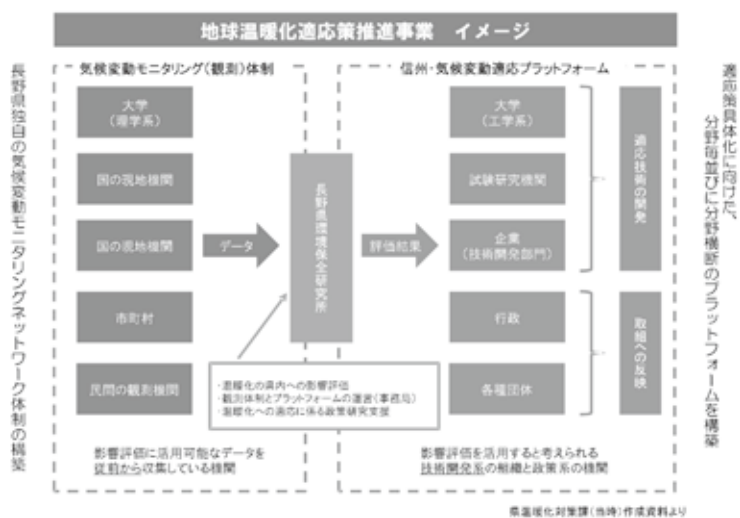


図1 気候変動モニタリング体制と適応プラットフォーム