

長野県における適応策立案手法開発のための検討報告書

平成 24 年 3 月
長野県環境保全研究所

目 次

1. はじめに（背景及び経緯の概要）	1
2. 長野県における温暖化の実態および予測	5
2-1. 気温	5
2-2. 積雪	7
3. 長野県への温暖化影響予測	8
3-1 山岳生態系	8
3-2 森林生態系	8
3-2-1 ブナ林	
3-2-2 マツ枯れ	
3-3 産業	10
3-3-1 スキー産業への影響	
3-1-2 農業への影響（リンゴの生育適地の変化）	
1) リンゴ生育適地の変化	
2) リンゴの生育適地に関する気象条件	
3-4. 気候変動の予測と影響評価に関する今後の動き	11
3-4-1 IPCC第5次評価報告書に向けたシナリオとモデルの開発	
1) 新社会経済シナリオ（SPP）	
2) 代表的濃度パス（RCP）	
3) 不確実性の評価手法	
3-4-2 S-8から提供される成果について	
1) 気候シナリオについて	
2) 気候予測及び気候変動の影響予測ツール	
4. 長野県で想定される適応策	13
4-1 適応策の検討	13
4-2 既存の適応策	14
5. 適応策立案の流れ	
5-1 影響把握	16
5-2 影響評価	16
5-3 対策の立案	17
5-4 モニタリング	17
5-4-1 既存のモニタリング情報（農業関連）	
5-4-2 新たなモニタリング情報と市民参加～自然の変化を市民参加で	
6. 今後に向けて	18

1. はじめに（背景及び経緯の概要）

地球温暖化対策は、これまで温室効果ガスの削減を目的とした温暖化「緩和策」を中心に進められてきた。しかし、近年の研究では、地球温暖化による影響はすでに各地で現れており、さらに今後最大限の緩和策を実施しえたとしても、これまで人為的に排出され、今後も排出される温室効果ガスによる気候変動とその影響は避けられないとされている。そのような状況への対応準備及び措置、すなわち、温暖化した気候に適応するように社会の仕組みを変えることで、気候変化の被害・影響を低減する温暖化「適応策」は各地で早急に実施していく必要がある¹⁾。気候変動に関する政府間パネルIPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change、以下IPCCと略）でも、報告を重ねるごとに適応策の重要性が増している。2001年発行の第3次評価報告書では、適応策は緩和策を補完する対策という扱いであったが、2007年発行の第4次評価報告書（統合報告書・政策決定者向け要約）は、「適応策と緩和策のどちらも、その一方だけでは全ての気候変動の影響を防ぐことができない」ことを指摘している。さらに、2013～2014年発行予定の第5次評価報告書では、第4次評価報告書では1章のみであった適応策を扱う章が4章に増加する予定である。こうした動向に対応するように、国内でも温暖化適応策をターゲットとした5つの国レベルのプロジェクトが、環境省・文部科学省・国土交通省（気象庁）・農林水産省により2010年度に開始された（参考資料 表A）。ここ数年でこれらのプロジェクトから適応策に関するさまざまな研究成果が報告される見込みである。

従来、適応策は主として気候変動の影響に脆弱な途上国、例えば南太平洋の島嶼国（ツバル・フィジー等）やアジア・アフリカのデルタ地帯などの温暖化対策として位置づけられてきた。しかし、近年の世界的な温暖化影響の顕在化により、欧米などの先進国においても適応策の取組がはじまっている（参考資料 表A・B）。また、日本でも、2009年に発表された『地球温暖化「日本への影響」—長期的な気候安定化レベルと影響リスク評価—』の中で、洪水氾濫、土砂災害、ブナ林の分布適域、マツ枯れ危険域、コメ収量、海面上昇による砂浜喪失、高潮浸水被害、熱ストレス死亡リスク等の分野において、今後、温暖化の影響が予測されること、また将来の大気中の温室効果ガス濃度を450ppmに安定化した場合でも一定の被害が生じるのは避けられないことが指摘されており、適応策の必要性が高まりつつある²⁾。

こうした中、環境省は、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などを整理した「気候変動適応の方向性」を2010年に発表した³⁾。しかし、最近行われた地方自治体に対する適応策の取組状況に関するアンケート結果によると、回答のあった66自治体のうち、条例で適応策を位置づけているのは3自治体のみであり、地方自治体のレベルでは適応策がまだ浸透していないことが明らかとなった⁴⁾。既に実施されている適応策としては、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%）や「畜舎環境の制御（噴霧・送風システム等）」（12%）などが多く、農業分野における他の項目や農業以外の分野においてはほとんど取り組まれていなかった。その要因として、適応策に関する「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。

温暖化による気候変動の現れ方や影響、脆弱性は、地域の特性に応じて異なることから、適応策は地域レベルで立案し実施する必要がある、そのためには、地域ごとの温暖化の影響予測と評価が重要になる。現在、日本における温暖化影響予測は、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」(2005年～2009年) (以下、S-4) の成果など日本全体のスケールでは示されているものの、地域スケールでの影響予測は不十分である。このため、2010年から始まった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」(以下、S-8) では、都道府県などの自治体スケールを対象とした詳細で精度の高い温暖化影響予測情報の提供と、自治体行政に応用できるような適応策の立案手法の開発が、主要な研究課題とされている⁵⁾。

長野県環境保全研究所(以下、研究所)はこのS-8へ参加し、長野県における温暖化の実態および予測、山岳生態系への影響評価、市民参加による温暖化影響モニタリング手法の開発、適応策の立案手法の開発に向けた政策研究を県環境部の主要事業「信州クールアース調査研究事業(以下、クールアース事業)」として位置づけ、県内外の研究機関の協力を得て担っている。それと同時に、S-8全体の主要なテーマの一つである自治体スケールでの温暖化影響評価と総合的適応政策に関する研究では、長野県がモデル自治体に選ばれており、農業や防災、健康、自然植生等さまざまな分野における温暖化影響予測研究の成果が、長野県における適応策立案への取組との関わりの中で活用され、その過程がすべてケーススタディとして扱われることになっている。

参考文献

- 1) IPCC 第4次評価報告書第2作業部会報告, 2007.
- 2) 温暖化影響総合予測プロジェクトチーム:地球温暖化「日本への影響」ー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, 2009.
- 3) 気候変動適応の方向性に関する検討会(環境省):気候変動適応の方向性, 2010.
- 4) 法政大学地域研究センター: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(2011年3月31日), 2011.
- 5) 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.env.go.jp/policy/kenkyu/suishin/kadai/kadai_ichiran/pdf/S-8.pdf (2012年3月1日閲覧)

参考資料（表 A） 適応策の取り組み状況（世界・日本・自治体）

<p>諸外国の状況（例）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・イギリス 2008年：「英国の気候変動適応・行動枠組」「気候変動法」 2010年：「省庁ごとの適応計画」 ・ドイツ 2008年：「気候変動へのドイツ適応戦略」 2011年：「気候変動へのドイツ適応戦略のための行動計画」 ・オランダ 2007年：「国家気候適応・空間計画戦略」 ・EU 2009年：「気候変動適応白書」「影響評価～気候変動適応」 ・アメリカ 2009年：「省庁間気候変動適応タスクフォース」 ・ニューヨーク市 2008年：「ニューヨーク市気候変動専門家委員会」 「気候変動適応に関する特別委員会」 ・オーストラリア 2010年：「オーストラリアにおける気候変動適応」 ・カナダ 「カナダにおける気候変動適応の促進」
<p>国における適応策の検討経緯と今後の取り組み</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・2005年：「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的評価に関する研究」（環境省）を開始（～2009年） ・2007年：「農林水産省地球温暖化対策総合戦略」（農林水産省）を開始 ・2008年：「気候変動への賢い適応」（環境省ほか）を作成 ・2010年：「地球温暖化対策基本法案」閣議決定 ・2010年：「気候変動適応の方向性」（環境省）を作成 ・2010年：「S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究」（環境省）を開始（～2014年） ・2010年：「RECCA 気候変動適応研究推進プログラム」（文部科学省）を開始（～2014年） ・2010年：「気候変動に対応した新たな社会の創出に向けた社会システムの改革プログラム」文部科学省委託、独立行政法人科学技術振興機構）を開始 ・2010年：「気候変動への対応策策定に資するための気候・環境変化予測に関する研究」（国土交通省（気象庁））を開始（～2014年） ・2010年：「農林水産分野における温暖化緩和技術及び適応技術の開発「温暖化2010」」（農林水産省）を開始（～2014年） ・2011年：気候変動影響統計の整備（環境省） ・2012年以降：①第4次環境基本計画（平成24年3月予定）の重点課題（温暖化対策）において適応策の検討・実施の必要性が明記（案） ②京都議定書目標達成計画の後継計画に「適応戦略」の組み込みを行うよう、国レベルの適応方針の検討を平成24年度から開始 ③「適応への挑戦2012」（環境省）を作成
<p>自治体レベルの動き</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・自治体の状況（法政大実施：全国自治体への温暖化影響把握・適応策の動向調査による） <ul style="list-style-type: none"> ・適応策を条例や計画に位置づけている：3団体 ・一部の分野で計画に位置づけがされている：12団体 ・2011年：「地域適応フォーラム」（S-8：法政大）キックオフ会合。→全国150名参加 <ul style="list-style-type: none"> ・熊本県、三重県、埼玉県などモデルスタディの動きあり
<p>参考資料</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・環境省ほか（2010）気候変動適応の方向性 ・EIC ネット（http://www.eic.or.jp）

参考資料（表 B） 海外の適応策事例

国	概要
イギリス	<p>「気候変動法（Climate Change Act）」 策定年月：2008年11月</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 2050年における二酸化炭素排出量を1990年比で60%削減する法定目標を厳格化 (2) イギリスの炭素管理の枠組みを透明化し、責任の所在を明確化 (3) 気候変動委員会を設置～役割及び独立性を強化 (4) 包括的な内容～炭素削減コミットメントの導入、廃棄物削減及びリサイクルの奨励、再生可能燃料導入義務制度の改正等 (5) 気候変動の影響に適応する 既に発生した又は発生しつつある気候変動によって生じるリスクを定期的に予測し、議会に報告する義務を政府に課する。また、それらのリスクに対応するプログラムを発表し、これを定期的（5年）に更新する義務も政府に課する。
ドイツ(1)	<p>「気候変動へのドイツ適応戦略」 (Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel) 策定年月：2008年12月</p> <p>◇連邦による取り組み</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 予期される気候変動とその影響に関する現在の知見 冬の降水量が40%（地域によっては最大70%）増加し、夏の降水量は40%減 →農林業や洪水対策への影響、アルプス地域の生物多様性や水資源への影響、自然災害のリスクの可能性 ・ 15の対策分野、特定の地域における気候変動の影響と対策オプション ・ 国際関係や、他国での適応対策へのドイツの貢献
ドイツ(2)	<p>「気候変動へのドイツ適応戦略のための行動計画」 (Aktionsplan Anpassung zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel) 策定年月：2011年8月</p> <p>◆目的 ドイツ適応戦略において定められている連邦政府の活動に関する目標の達成を実現すること</p> <p>◆4つの柱で構成</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 情報伝達や研究情報インフラの拡大、対話や参加、ネットワーキングの支援を行う連邦政府のイニシアティブ 2) 気候に配慮した都市開発の設計原則の導入、土地誘導計画（Bプラン）や土地利用計画（Fプラン）における気候変動の影響の考慮に対する自治体の権限の緩和、自然災害における設備安全分野における技術規則に気候変動の視点の導入といった法的・技術的枠組みや支援政策の改善 3) 連邦政府が所有者や施行主である土地や不動産、インフラストラクチャーにおける連邦政府による気候変動に対する責任のある活動 4) 国連気候変動会議での決定の実行や開発途上国支援、研究における共同活動など国際的に責任のある活動 <p>◇2020年ハイテク戦略や国家生物多様性戦略、国家森林戦略といった他の国家戦略とも連携 ◇2014年までに、ドイツ適応戦略と行動計画の評価報告書を作成し、改善案を提出する</p>
ニューヨーク市	<p>「ニューヨーク市気候変動専門家委員会」 (New York Panel on Climate Change) 2008年4月着手 招集者 ニューヨーク市長</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 気候研究者、法律家、保険関係者などから構成され、適応策における科学的知見やツールの提供を担う。 ・ 「知見の集積」「基本理念の明確化」「全体的アプローチの設計」「戦略策定ツール」などの策定を担当 <p>「気候変動適応に関する特別委員会」 (CCATF)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NPCC(上記専門委員会)の戦略策定ツールを基礎にして、具体的な適応計画を策定 ・ 行政から民間セクターまで幅広い層の参加による検討 <div data-bbox="861 1523 1436 1904" style="text-align: right;"> <p>© CRIEPI, Kenshi BABA</p> </div>

2. 長野県における温暖化の実態および予測

2-1. 気温

クールアース事業では、長野県における温暖化の実態を把握するため、気象庁などの気象資料の解析および、気象資料のほとんど得られない山岳地域における独自の気象観測や気候復元の調査研究を実施している。

世界、日本の年平均気温はこの 100 年間で約 1℃程度上昇しているが、長野県内でも近年気温は上昇傾向にある。県内の気象台および測候所で記録された気温も各地で上昇傾向にあり(図 1)、特に最近の 1981 年～2011 年における気温の上昇スピードは、10 年あたり 0.35～0.52℃の上昇となり、この 100 年間の上昇スピードと比較すると約 3～5 倍にも達する。

一方、既存の気象観測地点が無い山岳地域では、独自に 8ヶ所(木曾駒ヶ岳・乗鞍岳・八ヶ岳・飯綱高原・霧ヶ峰・茶臼岳・八方尾根・高峰高原)の地点において(図 2)、1996 年以降気温等の観測を開始し現在データの蓄積段階にある。これらの観測データは都市化などの人為的なバイアスが無く気候変動を正確に捉えるために重要であると同時に、温暖化に対して脆弱といわれる高山帯への影響を評価する上で有効な情報になると考えられる。

また、山岳地においては過去の気候を復元するため、木曾駒ヶ岳の高山帯で得られたハイマツの年枝伸長量の計測を行ったところ、過去 30 年間におけるハイマツの年枝伸長量は有意な増加傾向を示し

(図 3)、この値は前年の 7 月の平均気温の変化と有意な正の相関が得られた。このことから、木曾駒ヶ岳においても夏季の気温が上昇傾向にあることが推定された。

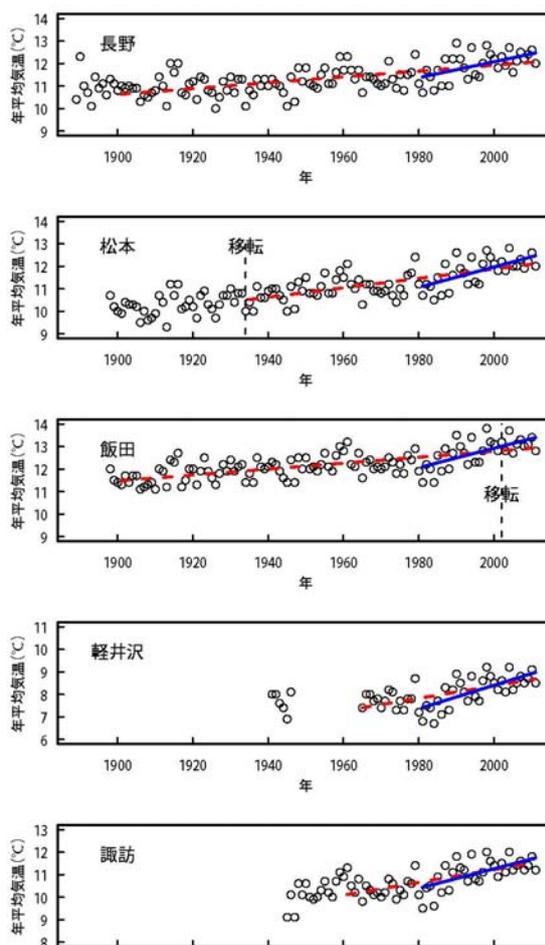


図 1 県内 5 地点における年平均気温の経年変化 (気象庁のデータより作成)

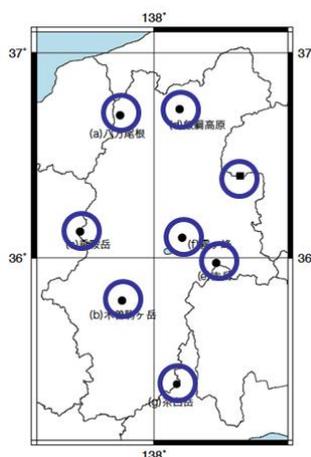


図 2 独自の気象観測地点

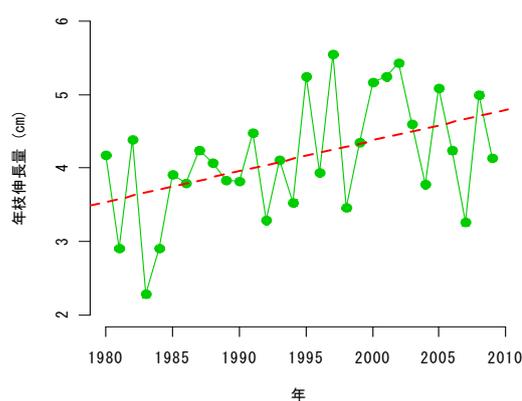


図 3 ハイマツの年枝伸長量
過去 30 年間に有意な増加傾向有り

また、S-4 の成果を活用し、日本全域及び長野県（長野県及び長野県を囲む領域）における平均気温の将来予測の結果を示す（図 4・5）。この図は、2つの気候モデル（RCM20、MIROC）を使って、1981～2000年の平均値を0とした上昇量を2001～2100年まで示したものである。2つの気候モデルによる結果には幅がみられるものの、21世紀末までの間に2～5℃の気温上昇が予測された。長野県を囲む領域の気温上昇量（図 5）は、日本全体の平均と比較して若干高めめの値に計算された。これは、一般に、北半球では北に行くほど、標高が高くなるほど上昇量が高めとなる傾向を反映したものと考えられる。

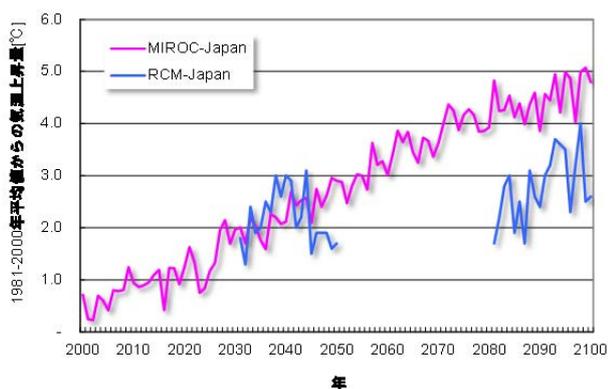


図 4 日本全域の気温上昇量の予測（2001～2100年）

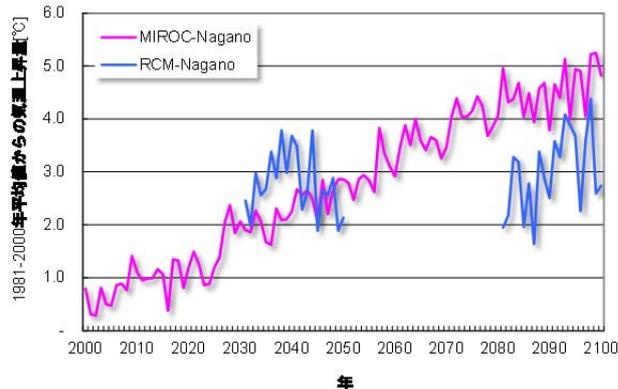


図 5 長野県を囲む領域の気温上昇量の予測（2001～2100年）

資料提供：国立環境研究所 脇岡靖明主任研究員

*社会経済シナリオ

IPCC は第 4 次評価報告書にて、将来の社会の変化を大きく分けて 4 つのシナリオで示し、シナリオごとに将来の温室効果ガスの排出量の変化、平均気温の変化、海面上昇量を予測した。上記の予測では、そのうち A1B：高成長社会シナリオ(各エネルギー源のバランスを重視)と、A2：多元化社会シナリオを利用している。A2 シナリオは、4 つの中でもっとも温室効果ガスの排出量が多いシナリオであり、A1B シナリオはそれに次いで多い。

*日本を対象とした気候モデル

日本を対象とした主な気候予測モデルは、主に以下の 2 つがある。

- **RCM20 (Regional Climate Model 20km)**：文部科学省気象庁気象研究所が開発した水平空間解像度が 20km の地域気候モデル。ここでは、A2 シナリオを元に計算。計算は、2031～2050 年と 2081～2100 年の 2 つの期間に分けて実施。
- **MIROC (Model for Interdisciplinary Research on Climate)**：東京大学・国立環境研究所・海洋研究開発機構が共同で開発を行っている大気海洋結合気候モデル。空間解像度は約 100km。ここでは、A1B シナリオを元に計算。MIROC は世界の他の全球気候モデルより高めに気温が予測される傾向がある。

2-2. 積雪

近年の温暖化傾向による積雪深への影響を明らかにするため、長野県内の5地点における過去100年～50年間の最大積雪深の変化を示した(図6)。この図から、最大積雪深には気温のような直線的な増加あるいは減少の傾向は確認されなかった。

また、長野県(中北部)と周囲の地域(日本海側)について、最大積雪深が今後どのように変化するかを予測した(図7・8)。

図7は、予測された2030年代の最大積雪深の平均値と観測された1990年代の最大積雪深の平均値との差を示した分布図である。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る。特に北アルプス北部などの山岳域では最大90cmもの最大積雪深の減少が予測されているところもある。

図8は、1990年代の最大積雪深の平均値に対する2030年代の最大積雪深の平均値の変化の割合を示している。長野県内では、標高の高い場所と標高の低い平地で最大積雪深の変化の割合が小さく、両者の間となる標高1000m前後の地域で最大積雪深の変化の割合が大きい。特に最大積雪深の減少率が大きいのは、北信では標高500～1000m付近、中信・南信では標高1000～1500m付近であった。これは、気温が0度となる標高が、県の北部で低く南部で高いことを反映していると考えられる。

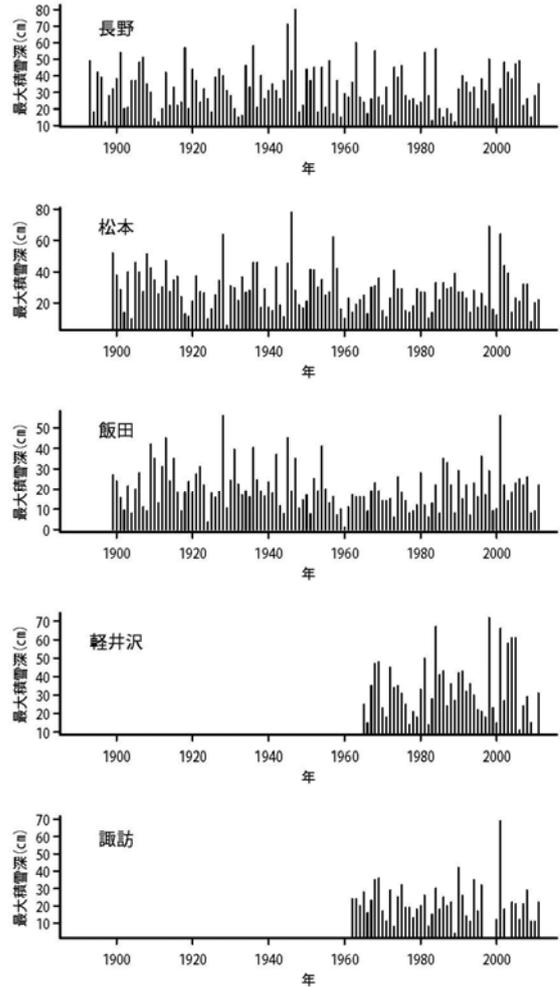


図6 県内5地点における寒候期(12月～3月)の最大積雪深の経年変化(気象庁のデータより作成)

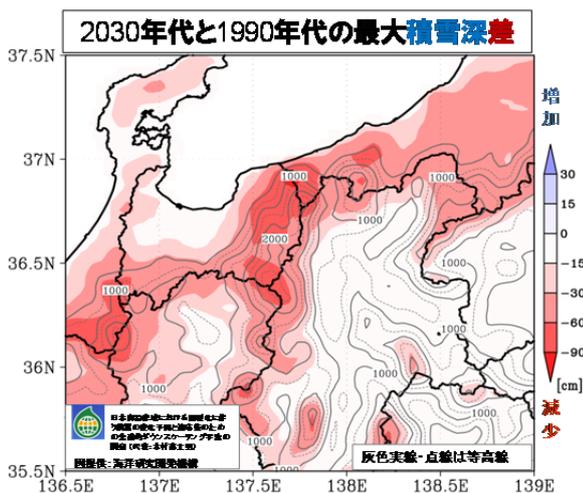


図7 2030年代と1990年代の最大積雪深差
資料提供: 海洋研究開発機構

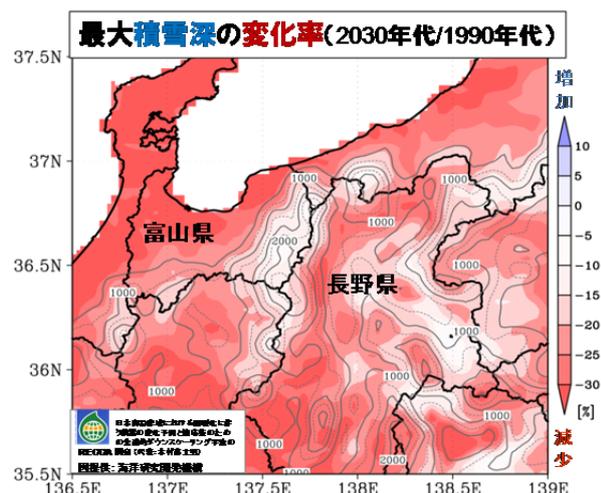


図8 1990年代に対する2030年代の最大積雪深の変化の割合
資料提供: 海洋研究開発機構

出典

独立行政法人海洋研究開発機構地球環境変動領域次世代モデルプログラム陸面課程モデリング研究チーム。本研究は、気候変動適応研究推進プログラム RECCA(Research Program on Climate Change Adaptation)と、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」の共同研究の成果である。

3. 長野県への温暖化影響予測

3-1 山岳生態系

気候変動による長野県の山岳地域への影響を把握するため、研究所では、生物分布情報を用いた温暖化影響の解析やフィールド調査をベースとした温暖化影響の把握に関する調査を行うとともに、S-8の他の研究機関と共同しながら山岳生態系への温暖化影響予測に取り組んでいる。

研究テーマは、①生物分布情報を利用した温暖化影響予測・評価（希少植物及び湿原の分布、訪花昆虫）②高地生物への温暖化影響予測・評価（高山植物・ライチョウ・開花フェノロジーとマルハナバチ・山地溪流魚への影響）であり、現在継続中である。

3-2 森林生態系

3-2-1 ブナ林

森林生態系の代表的な樹種としてブナ林をとりあげ、長野県及びその周辺域におけるブナ林の分布適域の変化を予測した(図9)。ブナ林の現在の実際の分布(A)と現在の気候条件に基づき計算されたブナ林の分布(確率)(B)を比較すると、図中の赤色の部分(分布確率が0.5より大きい箇所)がほぼ現在のブナ林と重なり、この条件を用いたモデルがブナ林の分布をよく再現していることがわかる。この関係を利用して、気候モデルのRCM20を用いた2031-2050年のブナ林の分布適域の予測(C)と2081-2100年のブナ林の分布適域の予測(E)、別の気候モデルのMIROCによる2031-2050年のブナ林の分布適域の予測(D)と2081-2100年のブナ林の分布適域の予測(F)を図に示した。RCM20とMIROCの両気候モデルともに

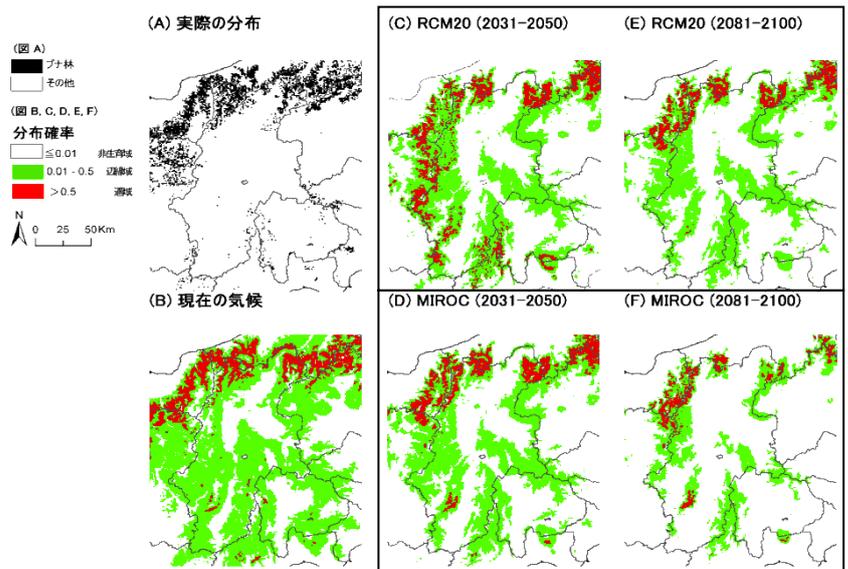


図9 ブナ林の分布適域(長野県周辺) 資料提供: 森林総合研究所

(A)実際のブナ林の分布、(B)~(F)は各気候条件におけるブナ林分布確率の予測

時間が経過するほど、赤色の箇所が減少しており、気温上昇が進むことでブナ林の分布適域が縮小し、より標高の高い部分のみが適域として残ることが予測された。このことは、現在のブナ林のうち標高の低い部分は分布適域から外れ、今後ブナ林の更新が起こらなくなる(新しいブナが生えず、他の樹種が侵入し徐々に置き換わる)ことを意味している。

出典

松井哲哉, 田中信行, 八木橋勉, 小南裕志, 津山幾太郎, 高橋潔 (2009) 温暖化にともなうブナ林の適域の変化予測と影響評価. 地球環境, 14(2), 165-174, 松井哲哉主任研究員・田中信行主任研究員(森林総合研究所)提供

3-2-2 マツ枯れ

今後、気温が上昇した場合における長野県内のマツ枯れ危険域の変化予測を行った(図10)。この予測では、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。国内の松林では、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出来る。

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2000」の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こり始める領域)、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予測結果となった。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る。

※予測結果利用上の注意点

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。本図は、気象庁のメッシュ気候値2000による現状の気候データ(1971~2000年の平均値)を利用して作成されており、水平解像度は約1kmである。

なお、本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のではなく、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。

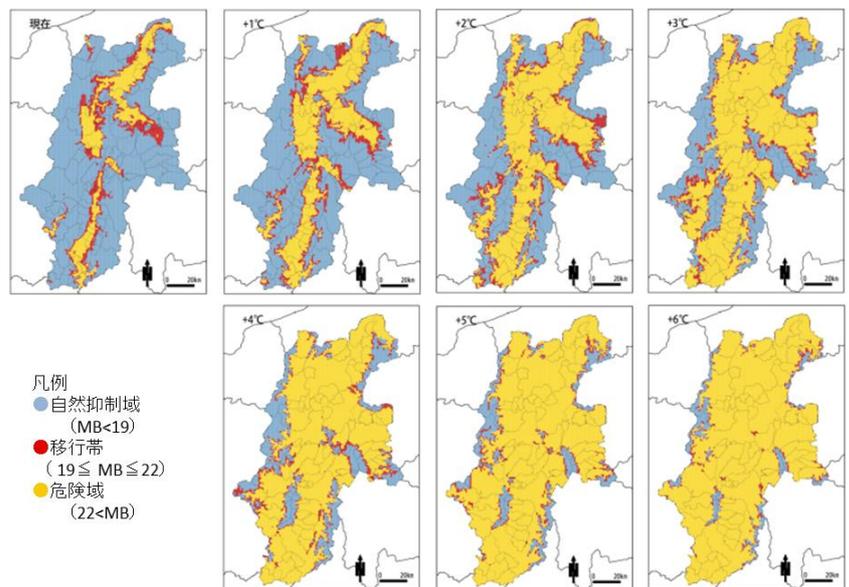


図10 マツ枯れ危険域の予測(長野県) 資料提供: 森林総合研究所

出典

1) MB指数による温暖化時の長野県の松枯れリスクの評価, 大丸裕武・中村克典(2008) 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 を改変

3-3 産業

3-3-1 スキー産業への影響

地球温暖化による積雪深への影響予測（図 7・8）の結果は、長野県のスキー産業にとって懸念材料となる可能性があることを示唆している。たとえば、2030 年代に県内のほとんどの地域で最大積雪深が現在より 15～30%程度減少することや、県内では南部で最大積雪深の減少率が高めになる傾向があることなどである。

3-1-2 農業への影響（リンゴの生育適地の変化）

長野県内におけるリンゴの生育適地がどのように変化するかについて予測を行なった（図 11）。

1) リンゴ生育適地の変化

(a) は、リンゴ栽培農家の分布（2000 年農林業センサス、2000 年時点のリンゴ栽培農家数、旧市区町村単位）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。(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。

(c)および(d)は、気候モデル（MIROC、A1B シナリオ）を利用した将来のリンゴ生育適地の予測であり、(c)は 2031～2050 年代、(d)は 2081～2100 年代における適地の予測結果となっている。予測では、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。ただし、予測に用いた気候モデル（MIROC）は、世界の他の全球気候モデルより高めに気温が予測される傾向があることに注意する必要がある。

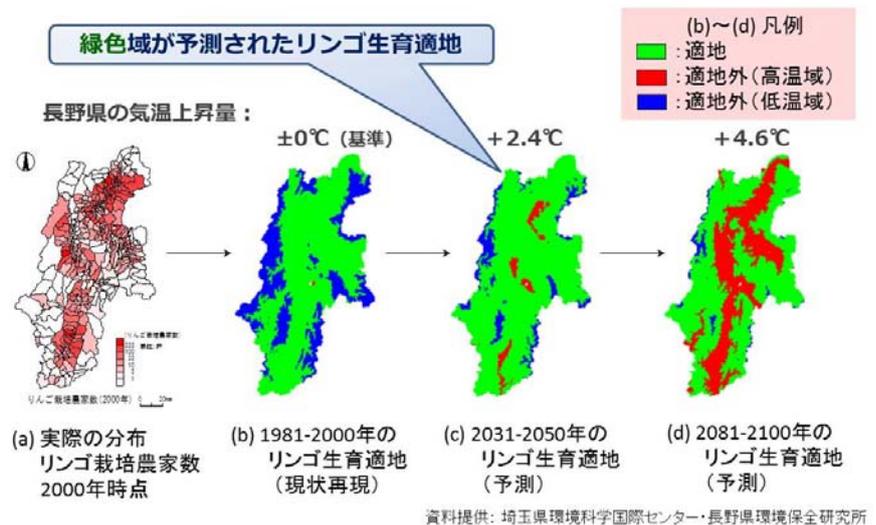


図 11 リンゴ栽培適域の将来予測（長野県）

高い経済成長が続くシナリオ(A1B)を基に、気温上昇量が比較的大きいモデルにより予測

2) リンゴの生育適地に関する気象条件

生育適地の予測は、果樹指導指針（長野県・全国農業協同組合連合会長長野県本部, 2006）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た。果樹の栽培条件としては、気温以外の気象要素や地形・土壌などの条件も関係するが、上記文献では気温以外の気象要素に関する定量的な記述がないため、今回の予測では気温条件のみで行っている。

3-4. 気候変動の予測と影響評価に関する今後の動き

自治体が適応策を準備するにあたって将来の予測情報は重要な役割を果たすことになると考えられる。今後の予測情報の精度向上や自治体での使いやすさのために、現在どのような検討がなされているかについて、IPCCとS-8の動きについて簡単に触れておく。

3-4-1 IPCC第5次評価報告書に向けたシナリオとモデルの開発

IPCCの第4次評価報告書までは、将来の社会や経済の姿を描いた社会経済シナリオSRES (Special Report on Emissions Scenarios) が用いられてきた。SRESでは、環境とグローバリゼーションが2つの評価軸に設定され、それぞれの進行程度に基づき大別して4つの将来世界の姿が描かれた。4つのシナリオは、A1「高度成長社会シナリオ」、A2「多元化社会シナリオ」、B1「持続発展型社会シナリオ」、B2「地域共存型社会シナリオ」となっている。しかし、これらのシナリオには、地球温暖化軽減のための政策（緩和策・適応策）による効果は含まれていなかった。このため、IPCC第5次評価報告書では、以下の流れで新たな社会経済シナリオを作成し、それを用いた気候予測モデルの計算と影響評価を行う事となった。

1) 新社会経済シナリオ (SSP)

SRESに代わる新しい社会経済シナリオとして、共通社会経済シナリオSSP (Shared Socio-economic Pathways) が、IPCCの第2作業部会（影響評価・適応策）と第3作業部会（緩和策）合同で開発されている。SSPでは、温暖化の緩和策と適応策を実施するうえでの困難さの程度が評価軸として設定され、SSP1「理想的社会シナリオ」、SSP2「中庸社会シナリオ」、SSP3「望ましくない社会シナリオ」、SSP4「格差社会シナリオ」（適応策進展困難）、SSP5「化石燃料依存社会シナリオ」（緩和策進展困難）が想定されている。

2) 代表的濃度パス (RCP)

IPCC第5次評価報告書では、温室効果ガスのもつ放射強制力の程度を4段階に分けた代表的濃度パスRCP (Representative Concentration Pathways) シナリオを作成し、気候モデルに暫定的に入れて予測を実施することとなった。社会経済的にはシナリオの違いに意味があっても、放射強制力が同程度ならば影響予測の結果も同程度になってしまうというSRESの反省を生かし、4つの代表的濃度パスが適度に分散するようにシナリオが設定された。それぞれの濃度パスは、RCP8.5、RCP6.0、RCP4.5、RCP2.5と呼ばれ、RCPに続く数字は、温室効果ガスによる放射強制力を表している。例えばRCP8.5は、温室効果ガスによる放射強制力が 8.5W/m^2 であることを示している。これらの濃度パスに従った場合、今世紀末の気温上昇量はそれぞれ約 5°C 、約 4°C 、約 3°C 、約 2°C と予測されている。

上記の共通社会経済シナリオSSPと代表的濃度パスRCPは時間短縮のため同時並行で開発され、IPCC第5次評価報告書にて最終的なすり合わせが行われる予定である。

3) 不確実性の評価手法

単一の社会経済シナリオ、単一の気候モデルによる気候変動予測では、シナリオとモデルの不確実性の評価が困難であることから、IPCC第4次評価報告書では、複数のシナリオ・複数のモデルを用いる評

価手法が取られた。社会経済シナリオは上述のSRESの4つのシナリオを中心とした6つのシナリオが用意され、気候モデルは第3次結合モデル相互比較プロジェクトCMIP3（Coupled Model Intercomparison Project 3）で対象となった約20の気候モデルが用いられた。これらの複数のシナリオとモデルから、どれを用いても同様の予測結果となる内容は不確実性が低く、逆にシナリオやモデルによって結果が大きく異なる予測内容は不確実性が高いと評価されるようになった。また、この手法により不確実性の程度も評価可能となった。

3-4-2 S-8から提供される成果について

1) 気候シナリオについて

日本ではS-8と文部科学省のプロジェクト「気候変動適応研究推進プログラム：RECCA」と共に、共通の社会経済シナリオ・気候シナリオを作成している。共通で利用される気候変動の予測に関するシナリオの第1版は、既に定まっており、社会経済シナリオはSRESのA1Bのみを利用し、気候シナリオはCMIP3の結果を利用する。この条件で、前世紀末・今世紀中頃・今世紀末の3期間をターゲットとし、計算結果の時間分解能は月単位、空間解像度は3次メッシュ（約1km×1km）としている。

現在はシナリオの第2版を作成中である。社会経済シナリオはSSP1～5を利用し、気候シナリオはCMIP3を改良したCMIP5が用いられる。計算結果は、10年ごとの各年代をターゲットとし、時間分解能は日単位と細かくし、力学的ダウンスケールを実施することで、時間的にも空間的にもより詳細で現実的な予測が可能となる。社会経済シナリオSSPとその評価軸に使われる適応策の内容については、日本向けに作り直すことが検討されている。ここで検討されているS-8気候シナリオは、日本の気候変動予測におけるスタンダードのシナリオとし、さらにはIPCCで採用されることも検討されつつある。

2) 気候予測及び気候変動の影響予測ツール

S-8では、気候変動予測の結果を自治体職員が扱うことができるようなツールとして、Windows PCから操作可能なアプリケーションを作成中である。

・温暖化ダウンスケーラ

気候変動の影響評価のためではなく、気候の変化予測のみを詳細に行うためのアプリケーション。将来の気温や降水量などの予測を計算することができる。空間解像度は5km～20kmが予定されており、将来的にはより汎用性をもたせるためウェブアプリケーションとすることも検討されている。

・簡易推計ツール

さまざまな気候変動の影響予測をWindows PCで行うためのアプリケーションで、自治体職員が使うことを想定している。気候変動の影響を気温上昇量と降水量の変動量で表現した影響関数を用い、地域ごとに簡易に予測を行うことができるように設計されている。計算結果の空間解像度は約20kmが予定されている。

参考文献

- 1) 花崎直太・高橋潔・脇岡靖明：日本の温暖化影響・適応策評価のための気候・社会経済シナリオ。環境科学会誌。(採択：2012年2月3日)

4. 長野県で想定される適応策

研究所はS-8に参加する他の研究機関並びに長野県行政組織の各部局の協力を得ながら、適応策を長野県に導入するために必要な情報収集と提供のノウハウ、ならびに適応策を県の政策として位置づけ立案する際の諸課題の検討を行っている。

4-1 適応策の検討

研究所は、クールアース事業の中で、2010年、県庁内に関連部局からなる適応策に関する検討会（以下、適応検討会）を設置した。

この適応検討会は、S-8で適応策の検討が進められている分野に対応した7部18課で構成され（表1）、長野県が適応策を立案するために必要となる情報の収集並びに立案手法の開発のための検討を目的とした。

適応検討会での検討内容などを表2に示す。まず検討会を立ち上げるにあたり、「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（公開講演会）を2010年10月に開催した。一般参加者を含め100名以上の参加があり、地元新聞社に適応策に関連した社説が掲載された。次に第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（各課が保有する温暖化関連データ、各課が把握した2010年夏季の猛暑影響、各課からの温暖化予測希望）の収集結果を共有し、第2回検討会では、各課に情報照会した結果得られた各課の適応策関連事業と温暖化影響予測への対応について結果公表、及びS-8の研究成果としての温暖化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。

なお、この適応策検討会は、地球温暖化対策全般をより実効性の高い施策に再構築するために、平成23年度に実施した長野県温暖化対策戦略再構築事業において「適応策部門タスクフォース」が設置されたことにともない、その検討の場を同タスクフォースに移した（表3）。

表1 長野県庁に設置した適応策検討会の構成関連部局

部	課	S-8分野
危機管理部	消防課	健康 (熱中症)
	危機管理防災課	
健康福祉部	健康福祉政策課	健康 感染症
	食品・生活衛生課	
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	

表2 県庁に設置した適応策検討会での作業内容

日時	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 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、各課の影響予測希望項目と関連情報等
2011/6/22	第2回 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

表3 適応策部門タスクフォースでの作業内容

日時	内容	概要
2011/11/2	第1回 会議	基調講演2題、長野県における気候変動適応への取組事例、タスクフォースの成果見通し
2011/12/23 ～	情報 照会	各課の温暖化適応策関連事業、及び温暖化影響予測への対応について
2012/1/13	第2回 会議	基調講演1題、気候変動への適応に関する研究の状況について

4-2 既存の適応策

これまでに県庁各課から猛暑等異常気象への対応に関する情報を収集した結果によれば、農政部で行われている一連の異常気象対応策（表4）は、温暖化対策として位置づけられているものではないものの、事実上の適応策（短期的適応策*）と考えられる。

この他にも、適応策に資する事業は各部局で実施されており、その一端が収集され始めている（表5）。これらの事業も「適応策」とは呼ばれてはいないが、近年の異常気象への対応策として実施してきた事業であったり、温暖化影響が想定される下での事業であったりする。今後、適応策への理解が広がり、適応策が条例等で位置づけられることにより、さらに多くの関連事業がリスト化されるものと考えられる。

その他の適応策の具体例として、国内で適応策研究が最も進んでいる農業分野の例を以下に簡単に紹介する^{2) 3) 4)}。

農林水産省の研究機関である農業・食品産業技術総合研究機構では、様々な温暖化対策技術を開発し、研究情報や普及技術として公表している。短期的適応策としては、現状の品種と栽培方法をベースに行う高温防止技術が挙げられる。果樹の例では、果樹上を遮光材で覆う（果樹の日焼け防止）、樹上からの散水、防霜ファンに細霧処理を施し冷却するなどがある。稲作の例では、掛け流し灌漑や深水管理（高温抑制）、栽培時期の適正化（高温障害回避）などがある。また、現状の品種のまま栽培方法を高度化する高温耐性強化技術としては、ブドウの環状剥皮処理（果実の着色向上）、果樹のマルチ・ドリップ栽培（土壌被覆・点滴灌水施肥）などが挙げられる。

中長期的適応策*としては、高温対応品種の開発が挙げられる。着色に優れたリンゴ、浮皮の少ない柑橘類、白未熟粒の少ない米が開発されてきている。さらに高温が著しい場合は、栽培する品目を変更する作物転換を検討することになる。新潟県でのミカン栽培（リンゴをミカンに転換）、三重県・埼玉県での熱帯果樹栽培とそのブランド化（アテモヤ・ドラゴンフルーツ）などの研究が進められている。

* **短期的適応策**；既に生じている気候変動に起因する可能性が高い影響への応急的な対策や復旧対策で直ちに取り組むべき対策。現在現れつつある環境変化や災害事象は、全てが気候変動に起因すると判断することは難しい。むしろさまざまな要因が重なって起こっており、気候変動はその1つと理解するべきである。しかし、これまで以上の対策を必要とするものであり、気候変動への適応の視点を組み込むことが重要である。期間は概ね10年以内を想定している。¹⁾

* **中長期的適応策**；気候変動予測モデルで一定のシナリオに基づき予測される中長期（10～100年スケール）的な気候変動及びそれに伴う影響を防止・軽減するための予防的対策。リスク評価を踏まえ、社会全体あるいは各分野の適応能力を向上させることにより対応することが必要である。¹⁾

参考文献

- 1) 気候変動適応の方向性に関する検討会（環境省）：気候変動適応の方向性，2010.
- 2) 品目別地球温暖化適応策レポート，農林水産省，2007.
- 3) 平成22年度高温適応技術レポート，農林水産省，2011.
- 4) 杉浦俊彦：農業分野における地球温暖化の今後の影響予測と適応技術の開発，国際シンポジウム「地球温暖化と農業とのかかわり」～地球温暖化に日本農業としてどのように備えるか～（2011年2月3日開催），2011.

表4 「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（短期的適応策）

課題	内容	期間	主体
1 水稲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		
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	2008～2012年	県単独研究開発事業
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	2010～2011年	
	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	2010～2012年	農林水産省高度化等開発研究
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	2010～2014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	2011～2013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	2008～2009年	(独)水産総合研究センター委託研究

表5 適応策に資する事業のうち表4に含まれていないもの

課題	実施内容	主体
1 MMV (Mesh Map View) システム	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PCソフト。適応としての品目導入や作付け変更計画の立案に利用可能	県農政部
2 土砂災害に関する警戒情報についての検討委員会(終了)	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「土砂災害警戒情報」について検討	県建設部 長野地方気象台
3 長野県砂防情報ステーション	県内の土砂災害危険度等の情報を発信するインターネット上のサイト。県内241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閲覧可能	県建設部
4 流域貯留浸透事業	塚間川流域において、公共施設等若しくは民間の施設又はその敷地を利用して、集水域に降った雨を一時に貯留し、洪水時に河川に流れ込む流量を減らし、被害の軽減を図る事業/H21～H30	県建設部
5 長野県河川水位情報	県管理河川の水位、洪水予報に関する情報を提供するサイト	県建設部
6 長野県災害体験集	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収録。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、災害の際の状況判断、それに基づく行動、身近な場所の被害状況などを収録	県危機管理部
7 「熱中症に御用心」サイト	住民の熱中症の予防対策や対応処置に関する情報提供	県健康福祉部
8 県民参画型レッドリスト改訂事業	策定から10年が経過した自然保護施策の基本となる「長野県版レッドデータリスト」を改訂する。H24～26 *温暖化などの環境変化を踏まえ、生物種の追加、カテゴリーの見直し等を実施し、今後の保護対策の推進に活用していく。	県環境部
9 ライチョウ保護ネットワーク事業	北アルプスにおいて、長野・富山・岐阜の3県が連携してライチョウの保護対策に取り組む。 *温暖化の影響を受けやすい高山帯の象徴種であるライチョウのモニタリング調査や山岳環境保全の普及啓発を実施する。H24	県環境部

10	草原環境維持・再生モデル事業	本県の特徴的景観である草原環境の維持再生のため、霧ヶ峰高原をモデルとして、実証調査を行う。 *温暖化などの環境変化によるニホンジカの食害や外来植物への対応などを実証調査し、草原環境の維持再生の手法を確立していく。H24～25	県環境部
11	生物多様性保全活動協働事業	生物多様性の保全に取り組む民間活動団体やNPO等と県が協働して、保護活動の充実・活性化を図る。 *希少野生動植物をニホンジカの食害から守るための防護柵の設置など、具体的な活動を支援していくことで、生物多様性の保全を推進する。H24～	県環境部
12	希少野生動植物保護対策事業	希少野生動植物保護条例に基づき指定希少野生動植物の保護を図るため、保護回復事業計画の策定や監視体制の整備を実施する。 *温暖化などの環境変化を踏まえた保護対策を検討する必要がある。H24～	県環境部

5. 適応策立案の流れ

温暖化の影響予測情報等をもとに、県内で必要となる適応策を立案・実行するためには、温暖化による影響の把握と評価、モニタリングが重要になると考えられる。

地方自治体が適応策を立案するために必要な手順については、既に環境省(2010)が一つの資料を提示している。ここではそれをベースに、これまでの長野県での取組を参考にひとつの案を提示する。

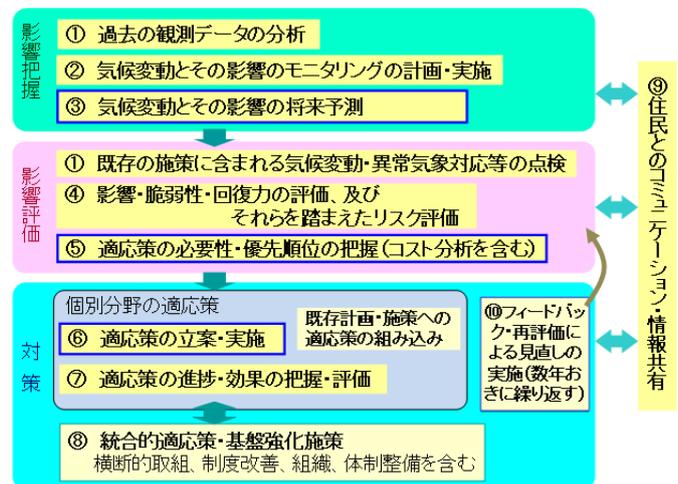


図12 適応策立案の流れ(想定図)

環境省(2010)「気候変動適応の方向性」を基に改変

5-1 影響把握

温暖化による影響の把握は、主に気候変動と

その影響に関する科学的な情報をもとに行われる必要がある。そのため科学的な情報を収集するには、「①過去の観測データの分析」「②気候変動とその影響のモニタリングの計画・実施」「③気候変動とその影響の将来予測」が重要になる(図12; 図中の○付数字・文言及び上述「」内の番号・文言は環境省2010をそのまま引用。以下同じ)。この①～③をもとに、影響やそれに伴うリスクの把握を行う役割は主に研究機関にあると考えられ、現在、クールアース事業の中で研究所が実施している。

長野県の「①過去の観測データ」としては、クールアース事業の中で得られる「長野県における温暖化の実態把握」のデータがある。この一部は、既に本報告「2. 長野県における温暖化の実態および予測」で紹介した。また、「②気候変動とその影響のモニタリングの計画・実施」については、現在、山岳生態系を中心とした影響把握とモニタリングを実施するとともに、身近な自然環境などへの影響に関しては市民参加型モニタリング手法の開発を進めているところである。これについては、後段の「5-4 モニタリング」において述べる。さらに、「③気候変動とその影響の将来予測」についても、現時点において入手できている将来予測情報は、本報告「3. 長野県への温暖化影響予測」で示したとおりである。

5-2 影響評価

温暖化の影響把握の作業によって得られた分野ごとの情報をもとに、想定される被害や新たな機会等の可能性を算定し関係者間で共有する必要がある。この作業には、適応策立案の前段階として必要な情報の収集・整理の意味があり、研究機関と行政機関の協働により実施する必要がある。まず、「①既存の施策に含まれる気候変動・異常気象対応等の点検」を実施し把握する必要がある（図12）。これは本報告「4. 長野県で想定される適応策」で紹介した。その後、「④影響・脆弱性・回復力の評価、及びそれらを踏まえたリスク評価」「⑤適応策の必要性・優先順位の把握（コスト分析を含む）」が必要になるが、現時点では脆弱性や回復力を評価する手法が十分に整っていない。これらは今後、S-8の共同研究機関である法政大学との連携により進める予定である。

温暖化の予測には不確実性が伴うため、影響予測に基づく対応策もその不確実性に依拠して幅をもたせて想定しておくべきである。例えば、マツ枯れ対策においては、昇温予測が+2.4℃と出された場合でも、不確実性を考慮し、適応策は、例えば+2~3℃の影響に対応できるよう想定しておくことが重要である。その上で、モニタリングにより対策が必要になった段階で被害を特定して対策を実施する、という流れが想定される。

5-3 対策の立案

影響評価に基づき想定される被害や新たな機会等とモニタリングのデータとを総合的に判断し、個別事象への対応策を実施する（図12）。まずは、現在の組織体制で対応可能な範囲において、個別分野ごとに対策を立案し実施する。それらは新たな事業として立案・実施する場合もあるだろうし、既存の計画・施策・事業へ温暖化リスク等への対応を組み込む形で立案することもあるだろう。或いはそれら両者の組み合わせになる場合もありうる。これは担当部局の既存の体制等の実情に応じてその時々優先度を判断し、可能な対応から着手するべきである。

「⑧統合的適応策・基盤強化施策」は、個別分野の適応策をいくつか実施していく過程で必要な対応が明らかになると考えられ、中長期的適応策において重要になってくる。例えば、県内への温暖化影響の全体的な状況について把握しておくことがリスク管理や新たな機会を捉える上で重要になると考えられることから、温暖化影響による個別事象への対応と共に、それら対応状況については、情報を一元管理しておく必要が出てくる可能性がある。すでに、研究所が実施している情報収集・提供の作業は基盤整備施策の一部と考えられる。また、条例・計画などへの位置づけ、組織体制の見直しや構築なども必要になってくる可能性があるが、今後の課題である。

対策の立案においては、「⑩フィードバック・再評価による見直しの実施（数年おきに繰り返す）」が重要である。実施した対策の結果やアウトカムについて情報を入手し、対策がどの程度リスクを軽減し、または新たな機会を有効に捉えたか等を評価することで、対策を見直すことが可能になると考えられる。イギリスの気候変動法においては、定期的（5年）に対策を更新する義務を政府に課している。

また、影響の把握、評価、対策の立案のどのレベルにおいても、「⑨住民とのコミュニケーション・情報共有」は非常に重要となる。気候変動の影響は地域レベルで現れている可能性が高く、住民が最も早く確実に関連情報を把握することが可能である。また、影響評価には、立場の異なる利害関係者が同じ情報をもとに事実について共通認識を持つことが重要になる。さらに、対策の立案段階においては、住民とのリスクコミュニケーションの有無が実施段階での合意形成に大きく影響することが考えられる²⁾。

5-4 モニタリング

不確実性のある情報を基に対策を実施する場合、いつどのようなタイミングでどの程度の対策を実施するかを決めるためには、モニタリングによる情報を基に判断をすることが不可欠となる。何を指標にどの程度の規模や範囲でモニタリングを実施するかは、個別事象や地域ごとに設定する必要があるが、モニタリング情報が対策の立案に利用可能になるまでの間は、場合によっては既存のモニタリング情報を利用することも可能である。

5-4-1 既存のモニタリング情報（農業関連）

農業関連の試験場で測定されている気象観測データは、広く農地が広がる場所で長期にわたり観測されていることが多く、都市部に立地することが多い気象庁の気象官署と比較して都市化の影響を受けにくいと、バックグラウンドデータとしての利用可能であるという点で注目されている。気象庁の観測データ等と合わせて解析することで、より多様な地点における気候変動の実態を把握することにつながる可能性がある。また、作物の生長や管理の実態を記録した「栽培歴」には長期の蓄積がある品種の掲載があり、気象庁観測の生物季節観測データと同様に、気候変動の農作物への影響を記録したデータとして利用可能と考えられる。

5-4-2 新たなモニタリング情報と市民参加

～自然の変化を市民参加で

温暖化影響の現れ方が地域特性に応じて異なることから、適応策は地域の実情に合った形で実行に移される必要がある。その際、地域住民の積極的な参加の有無が、適応策の社会への実装がうまくいくかどうかの鍵になる。そのことを念頭におき、適応策に市民の参加を促すための一つの方法として、地域の温暖化影響モニタリングを市民参加で実施する仕組みを、研究所内で構築中である（図13）。現在検討しているモニタリングは、自然環境の変化を対象としており、その結果は、自然環境の保全に関する適応策に役立てることを想定している。

現在、研究所では「モニタリング指標の選択」と「情報収集・発信の仕組み構築」のために、外部委員と研究所職員からなる市民参加型温暖化影響モニタリング手法検討委員会を研究所内に設置し、平成22年度から検討を行っている（図14）。モニ

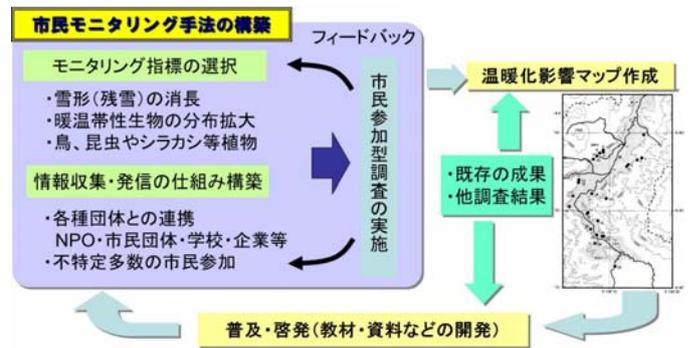


図13 市民参加型温暖化影響モニタリング手法の仕組み

市民参加によるモニタリング手法を構築し、そのデータを県内の影響予測に利用すると共に、普及啓発にも活用する。

		H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度
モニタリング	手法構築 評価	検討委員会 (2回)	検討委員会 (3回)	検討委員会 (3回)		
	一般 市民	枠組み検討	Webサイト開設 (WebGIS/12月) 試行開始	試行継続	本格稼働	
	市民 団体	枠組み検討・試行開始 既存の生物情報 (初認日、目撃等)	野鳥の会等8団体 (3月～6月) 夏鳥14種、他2種 105名、470件	継続	継続	継続
	研究所	鳥の繁殖 (初産卵日変化) 山の残雪 植物分布	継続	継続	継続	継続

図14 市民参加型温暖化影響モニタリング手法検討予定

検討委員会で手法の構築と評価を実施しつつ、一般市民、市民団体の連携によりモニタリングを実施。データ比較のために研究所による独自調査も実施。

タリングは、一般市民の参加によるものと、野鳥の会など一定の知識を持つ人たちからなる市民団体との連携によるものとの2種類で実施する計画であり、データ比較のために、研究所による独自調査も実施している。

検討委員会で扱った代表的な意見は、「参加の呼びかけ方や他団体との連携」「観察対象」「データの精度」「継続性を高める工夫」に関する内容であった。

検討会での検討を元に、インターネットでアクセス可能なeコミュニティプラットフォーム上に、ウェブサイト「信州・温暖化ウォッチャーズ」を設置した。研究所のホームページからリンクを貼り、市民からの情報収集と発信に関する試行を現在実施している（図15）。なお、このウェブサイトの構築と運用にあたっては、法政大学並びに中部大学中部高等学術研究所国際GISセンター及び株式会社ファルコンの協力を得ている。

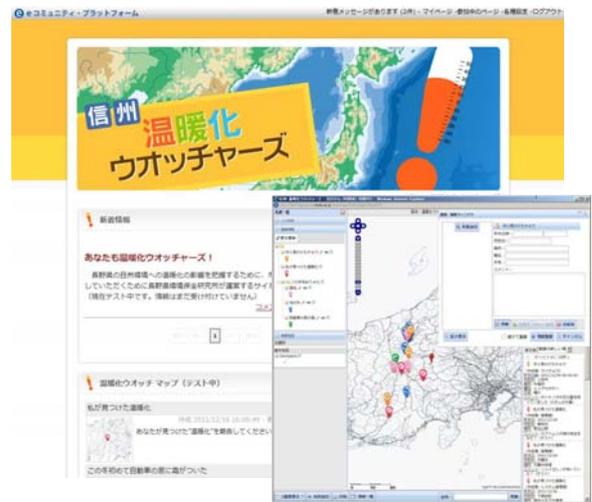


図15 市民参加型温暖化影響モニタリングウェブサイト

インターネット上で試行中の「信州・温暖化ウォッチャーズ」のスクリーンショット

参考文献

- 1) 気候変動適応の方向性に関する検討会（環境省）：気候変動適応の方向性，2010.
- 2) （独）科学技術振興機構・社会技術研究開発センター「科学技術イノベーション政策における『政策のための科学』に関する新しい研究開発プログラムの深掘り調査採択研究課題「共同事実確認(Joint Fact-Finding)によるエビデンスの収集と政策反映の枠組み構築」調査；共同事実確認(Joint Fact-Finding)の日本導入に関する国際WS[2011.02.15]開催報告および関連資料集，2011.

6. 今後に向けて

温暖化の影響はさまざまな分野と程度で現れることが想定される。今後、適応策を立案し実施していく段階で、分野ごとの影響予測を評価し、政策に反映させていかなければならない。そのためには、行政上必要となる専門的な情報を入手し利用する必要があるが、研究所が持つ専門性のみですべての分野をカバーすることは困難である。そのため、分野ごとに県が持つ試験研究機関での適応策研究が望まれると共に、各部局がそれぞれ独自に県内外の専門機関と連携をとれるような体制づくりが必要になる。

このような作業を簡素化するためにS-8で現在開発されているのが、自治体向けの簡易推計ツールである。平成24年度には実用に向けた試験が予定されており、平成25年度以降、適応策立案に利用される見込みである。

部局横断で共通する対応、また中長期的対策に必要な体制づくり等については、環境部局の任務と考えられるが、今後、個別分野の適応策を進めていく過程でどのような対応・体制が必要になるかが明確になるものと考えられる。

今後は、いくつかの分野で適応策立案に向けた取組を具体的に実施しながら、上述の適応策立案の流れ①～⑨に対応した課題の整理を行い、現実の適応に活かされるよう本報告をさらに発展させていく必要があると考える。