

## 2. 0-2 農林水産業における気候変動影響に関する調査

### 2.1 概要

#### 2.1.1 背景・目的

##### 1) 気象の極端化に対応した果樹の適応策の導入に係る影響調査（リスクに関する調査）

果樹は永年性作物であることから、一年生作物に比べて気候に対する適応性の幅が狭く、気候変動に対して脆弱な作物とされ、果実品質の低下をはじめとして、隔年結果の増大、生理落果の助長等の影響を受けやすい。そこで本調査では、極端な高温や低温、乾燥、多雨など気象の極端化に対応した果樹の適応策の導入に係る現状と課題を分析することを目的に、自治体や民間事業者を対象として調査・検討を行った。

##### 2) 農林水産業における気候変動がもたらす機会の活用に係る調査（チャンスに関する調査）

農林水産物は、今後、低温被害の減少による産地の拡大、温暖化が進んだ場合に今まで生産できなかったアボカド、アテモヤ、ピタヤ（ドラゴンフルーツ）、アセロラなど亜熱帯・熱帯作物の新規導入や転換、産地の育成、積雪期間の短縮による栽培可能な期間の延長及び地域の拡大による生産量の増大等、気候変動がもたらす機会を活用することが重要であるため、特産化が期待される新品種の導入可能性など農林水産分野における気候変動がもたらす機会の活用について現状と課題を分析することを目的に、自治体や民間事業者を対象として調査・検討を行った。

#### 2.1.2 実施体制

本調査における実施体制及びアドバイザーを以下に示す（図 2.1-1）。

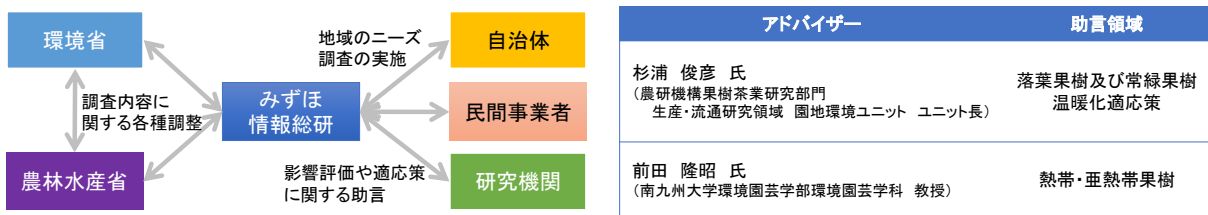


図 2.1-1 実施体制及びアドバイザー

#### 2.1.3 実施スケジュール（実績）

本調査における実施スケジュール（実績）を以下に示す（図 2.1-2）。

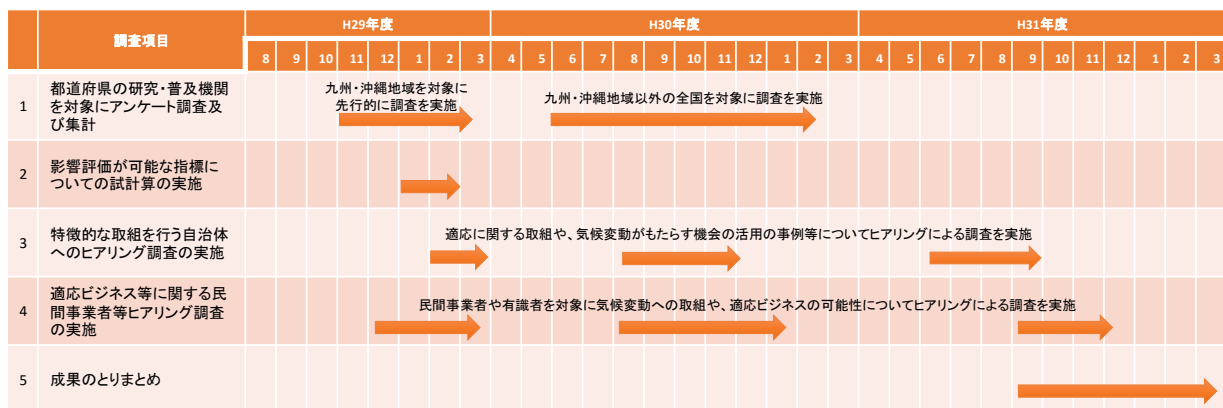


図 2.1-2 実施スケジュール（実績）

## 2.2 気候変動影響に関する調査手法

### 1) アンケート調査

全国 47 都道府県の果樹試験研究機関（以下、試験機関とする）及び普及指導機関（以下、普及機関とする）に対し、気候変動が果樹に及ぼすリスクやチャンス等に関する取り組み状況や課題を把握するために、アンケート調査を行った。調査の概要を下表 2.2-1 に記載する。調査内容は各機関の業務目的の違いに鑑み、試験機関と普及機関では設問が一部異なっている。調査実施の際に、農林水産省にご協力頂いた。

表 2.2-1 アンケート調査概要

アンケート調査概要	
実施期間	2017年11月～2018年1月 九州・沖縄地域の8県を対象 2018年6月～2018年8月 九州・沖縄地域を除いた39都道府県を対象
対象機関	全国47都道府県の試験機関（各県1～2箇所程度）及び普及機関（各県数箇所程度）にアンケート調査を依頼
回答状況	43都道府県の98機関（40試験機関、58普及機関）より回答
調査方法	電子メールによるファイルの授受または媒体の郵送による記名式質問紙調査
主な調査内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気候変動が果樹に及ぼす現在・将来の影響と対策&lt;リスクに関する調査&gt;</li> <li>・将来的に減産・増産したい果樹品目、品種等&lt;リスクに関する調査&gt;&lt;チャンスに関する調査&gt;</li> <li>・気候予測や影響予測、適応策検討に関する課題</li> <li>・地域での気候観測データ、果樹栽培データ、適応策関連データの収集・整理状況 等</li> </ul>

## 2) ヒアリング調査

アンケート調査の回答内容に基づき、気候変動が果樹に及ぼすリスクやチャンス等に関する取組み状況や課題をさらに詳細に把握するため、先進的な取組や特徴的な取組を行っている地方公共団体に対し、ヒアリング調査を行った。

また、ビジネス上の取組状況や課題の把握のために、産地化が進んでいる果樹等の気候変動に対する取組等について、民間事業者に対してもヒアリング調査を行った。各調査の概要を下表 2.2-2 に記載する。

表 2.2-2 ヒアリング調査概要

ヒアリング調査概要		
調査対象	地方公共団体の農林水産部局・試験機関・普及機関	民間事業者（有識者を含む）
選定対象	<p>&lt;リスクに関する調査&gt; 他県に例がない特徴的な取組や、先進的な取組を行っている機関</p> <p>&lt;チャンスに関する調査&gt; 温暖化を活用する取組として亜熱帯果樹等の導入に取り組んでいる機関</p>	<p>&lt;リスクに関する調査&gt; &lt;チャンスに関する調査&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>温暖化対策に取り組んでいる、あるいは将来の温暖化を見越して取り組む等している事業者</li> <li>国内の果樹全般について広く情報を有している事業者</li> </ul>
調査方法	現地訪問による面接調査	現地訪問による面接調査
調査状況	11 都道府県 14 箇所 27 人に調査	11 都道府県 17 箇所 27 人に調査
主な調査内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動による影響や、取組状況について</li> <li>新規果樹品目の栽培について</li> <li>データの収集・活用について</li> <li>気候予測、影響予測、適応策の検討に関する課題について</li> <li>アンケート回答内容について 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動による影響や、取組状況について</li> <li>商品化で対象とする果樹について</li> <li>商品化を進めていく上での課題・成功要因</li> <li>気候変動関連（国産果樹の調達への影響、温暖化に対応するために必要な情報等）等</li> </ul>

果樹生産はわが国の農林水産業において大きな産業であり、研究開発から生産を経て、消費者の元に届くまでに多くのステークホルダーが関与している。生産段階で発生した気候変動影響が、その後の各段階において異なる課題となり、当事者らが取り得る対策は異なる。

そのため、各段階における影響や対策、現状と課題を把握するため、図 2.2-1 のように果樹生産の上流から下流までのサプライチェーンに着目し、ヒアリング対象を選定し、調査を実施した。

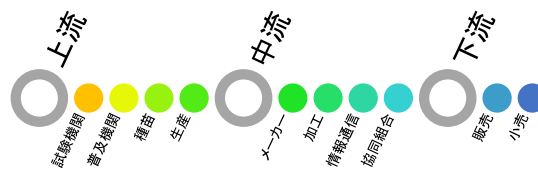


図 2.2-1 ヒアリング対象の選定方法

## 2.3 調査結果概要

### 2.3.1 アンケート調査結果概要

#### (i) 気候変動が果樹に及ぼす現在・将来の影響（リスクに関する調査）

現在および将来の気候変動による果樹への影響と対策についての回答は、図 2.3-1 の通りとなった。ほとんどの地方公共団体から既に影響が発生していると回答され、対策も多くとられている。一方、将来影響の顕在化についても危惧され、対策が可能と考えられる影響もあるということが分かった。

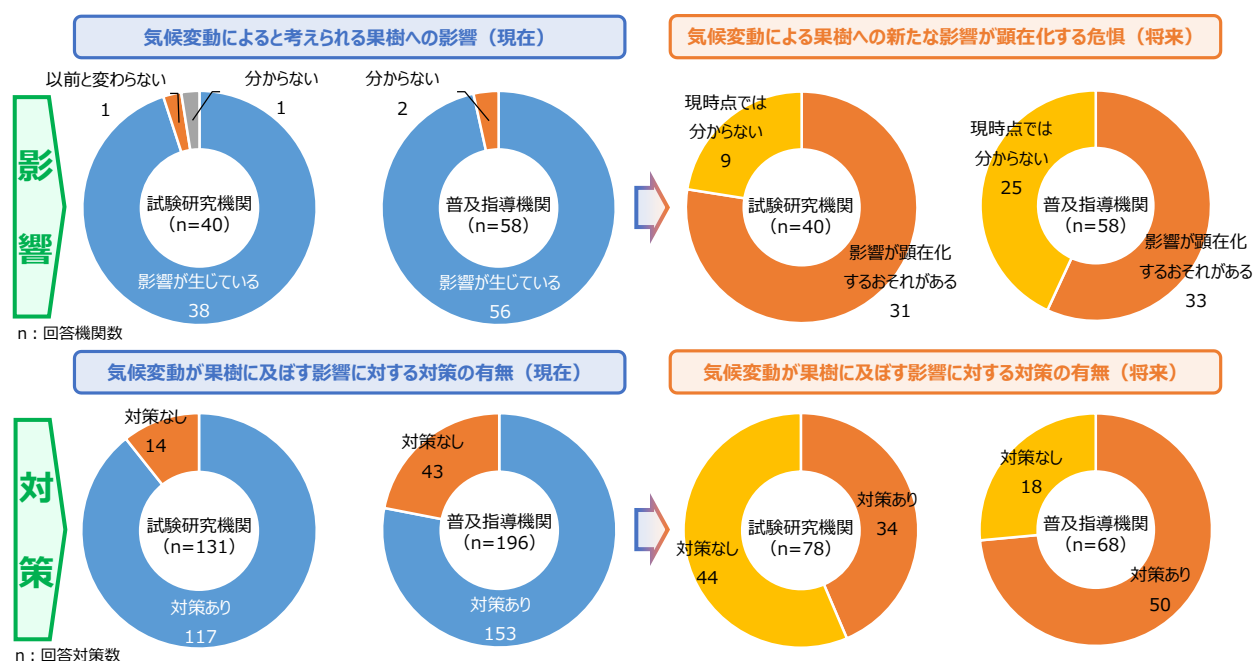


図 2.3-1 現在および将来の気候変動によると考えられる果樹への影響と対策

#### (ii) 将来的に減産したい果樹品目等（リスクに関する調査）

地域によって減産したい品目・品種は様々であるが、着色不良・遅延、生産不安定化、開花期のずれ、果肉軟化、凍霜害、品質低下、浮皮などの影響が発生している品目・品種の中で、いくつかについて減産したいという回答が得られた。温暖化影響の出現は、地域や品種、圃場条件や土壌、その他の栽培環境等によって様々であり、一律に地域において将来影響が発生することを意味するものではない。

#### (iii) 将来的に増産したい果樹品目等（チャンスに関する調査）

地域に応じ、イチジク、ニホンナシ、ブドウ、モモ、リンゴ、スモモ、ウンシュウミカン、ブラッドオレンジ、レモン、カンキツ新品種、アボカド、インドナツメ、キンカン、ドラゴンフルーツ、アセロラ等の各品種に増産したいという回答が得られた。それまでに生産していた品目に変えて新に気候変動に強い品目を生産したいという回答も見られるものの、現在の品目のままで品種を気候変動の影響を受けにくいものに変更して増産したいという回答が注目される。着色不良が発生しにくいリンゴ、浮皮が発生しにくいウンシュウミカン、

着色不良の心配が不要な白系ブドウ等、既存の生産様式を大きく変更することなく産地を維持したいという意向が伺える。また、西南暖地においては常緑果樹や熱帯系果樹に注目していることが伺えた。

(iv) 気候・影響予測・適応策に関する課題

気候予測、影響予測に関する課題としては、気候予測や影響予測の不確実性、気候変動と影響の要因解析の困難さ、観測データの限界等の課題が挙げられた。適応策に関する課題としては、適応策に関する設備や体制の構築に関する課題、技術的、予算的な観点からの実証実験の困難さ等の課題が挙げられた。

### 2.3.2 ヒアリング調査結果概要

前項に基づいて行ったヒアリング調査結果の概要を表 2.3-1 に示す。

表 2.3-1 ヒアリング調査結果概要

	調査実施日	地域	対象種別	業態	調査対象果樹	調査観点
1	2017/12/20	関東	民間	情報通信	カンキツ	リスク・チャンス
2	2017/12/21	中部	民間	生産組合	パッションフルーツ	チャンス
3	2018/01/11	北海道・東北	民間	種苗	オウトウ	リスク
4	2018/01/22	中国四国	民間	生産・加工	ウンシュウミカン・ブラッドオレンジ	リスク・チャンス
5	2018/01/23	九州・沖縄	民間	生産	ライチ	チャンス
6	2018/01/31	北海道・東北	民間	生産・加工・販売	ブドウ	リスク・チャンス
7	2018/02/13	九州・沖縄	地方公共団体	農林水産部局	熱帯果樹	チャンス
8	2018/03/01	九州・沖縄	地方公共団体	普及・試験機関	ブドウ・ニホンナシ	リスク
9	2018/03/02	近畿	民間	メーカー(酒造)	果樹全般	チャンス
10	2018/03/08	九州・沖縄	地方公共団体	普及機関	熱帯果樹	チャンス
11	2018/03/08	九州・沖縄	地方公共団体	試験機関	熱帯果樹	チャンス
12	2018/03/09	九州・沖縄	地方公共団体	試験機関	カンキツ・ピワ	リスク
13	2018/03/09	九州・沖縄	民間/地方公共団体	普及・生産組合	ウンシュウミカン	リスク
14	2018/08/02	関東	民間	協同組合	果樹全般	リスク・チャンス
15	2018/08/09	関東	民間	小売	果樹全般	リスク
16	2018/08/10	関東	地方公共団体	試験機関	ウンシュウミカン	リスク
17	2018/08/30	中部	地方公共団体	試験機関	パッションフルーツ・カキ	チャンス
18	2018/09/06	関東	民間	メーカー(農薬)	ウンシュウミカン・リンゴ・ブドウ	リスク・チャンス
19	2018/10/16	関東	地方公共団体	試験機関	ニホンナシ	リスク
20	2018/11/16	中部	地方公共団体	試験機関	カンキツ・アテモヤ・パッションフルーツ	リスク・チャンス

	調査実施日	地域	対象種別	業態	調査対象果樹	調査観点
21	2018/12/18	中部	民間	生産	ブドウ	リスク
22	2019/01/18	九州・沖縄	民間	種苗	アボカド・熱帯果樹	チャンス
23	2019/06/11	中国四国	地方公共団体	普及機関	レモン・ウンシュウミカン・ブドウ・ニホンナシ	リスク・チャンス
24	2019/07/12	中部	地方公共団体	試験機関	リンゴ	リスク
25	2019/07/22	中部	地方公共団体	試験機関	リンゴ・モモ・ブドウ・カキ	リスク
26	2019/09/09	九州・沖縄	地方公共団体	試験機関	熱帯果樹・カンキツ・ブドウ・ニホンナシ	リスク・チャンス
27	2019/09/09	九州・沖縄	民間	有識者	熱帯果樹	チャンス
28	2019/09/18	九州・沖縄	民間	有識者	熱帯果樹	チャンス
29	2019/10/04	関東	民間	有識者	落葉果樹・常緑果樹	リスク・チャンス
30	2019/11/26	関東	民間	流通・小売	パパイア	チャンス

## 2.4 調査結果

### 2.4.1 リスクに関する調査結果

(i) 現在生じている気候変動の影響について（ヒアリング調査より）

アンケート調査結果概要より、ほとんどの地方公共団体で既に気候変動影響が発生していると回答された。ヒアリング調査では各箇所への共通的な質問事項として、生産現場でどのような気候変動を感じているかについて質問したところ、表 2.4-2 のような共通的な回答が得られた。

表 2.4-1 生産現場で感じられている気候変動影響

温度	<ul style="list-style-type: none"> <li>気温の上がり方が今までとは異なっており、これまでの生産のノウハウが通用しなくなってきた。</li> <li>夏がいつまでも長く、秋口が高温になる。秋がなかなか来ないという印象。</li> <li>夜温が下がらなく、気温の寒暖差が生じにくくなっているため、従来に比べ果実の着色が進まない。</li> <li>春先が高温となる。春が来るのが早い。</li> <li>全体的に冬が暖かくなっているが、油断をしていると強い寒波が来ることがあり、寒さに弱い果樹がやられてしまう。</li> </ul>
降水	<ul style="list-style-type: none"> <li>雨の降り方が以前とは変わってきている。</li> <li>秋に雨が多くなっていると感じる。</li> <li>短時間強雨の発生など、気象の極端化が進んでいると感じる。</li> </ul>
病害虫	<ul style="list-style-type: none"> <li>かつては病害虫対策が必要なかった品目でも、現在は対策が欠かせないものがある。</li> <li>冬が以前よりも暖かくなり、虫が越冬してしまっている。</li> <li>防除のタイミングが変わり、回数が増えている。</li> <li>今まで見かけなかった虫を見かける。</li> <li>厄介な虫が侵入してくることを警戒している。</li> </ul>
鳥獣害	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動の影響のみではないと考えられるが、イノシシ、シカ等の鳥獣害が増加している。</li> </ul>

(ii) 主な品目における影響と対策例（アンケート・ヒアリング両調査より）

アンケート調査及びヒアリング調査結果より、主な果樹品目における主な気候変動影響と対策例や、特徴的な対策例、主な課題と将来への取組等を、以降に整理する。

●ウンシュウミカン

1) 主な影響と対策（アンケート調査より）

影響	対策
浮皮	<ul style="list-style-type: none"><li>・浮皮しにくい系統の導入</li><li>・カルシウム剤散布</li><li>・乾燥予措の徹底</li><li>・ジベレリン+プロヒドロジャスモンの混用散布</li><li>・新品種開発</li><li>・摘果方法の改善</li><li>・マルチ栽培の導入</li></ul>
干害	<ul style="list-style-type: none"><li>・灌漑施設整備</li><li>・マルドリ方式の導入</li></ul>
生理障害	<ul style="list-style-type: none"><li>・カルシウム剤樹冠散布</li><li>・簡易被覆</li><li>・植物成長調整剤利用</li><li>・適期収穫</li></ul>
着色不良	<ul style="list-style-type: none"><li>・収穫時期の調整</li><li>・着色良好品種の導入</li><li>・中晩柑等の導入</li><li>・品種改良</li><li>・フィガロンの散布</li><li>・マルチ被覆</li></ul>
鳥獣害	<ul style="list-style-type: none"><li>・捕獲装置の設置</li><li>・ワイヤーメッシュ、ネットの設置</li></ul>
貯蔵病害の増加	<ul style="list-style-type: none"><li>・薬剤の適正散布</li><li>・冷風貯蔵</li></ul>
日焼け果	<ul style="list-style-type: none"><li>・果実袋被覆</li><li>・カルシウム剤散布</li><li>・シートマルチ栽培</li><li>・遮光資材</li><li>・新品種の導入</li><li>・摘果、樹勢調整</li></ul>
病害虫	<ul style="list-style-type: none"><li>・簡易被覆</li><li>・耕種的防除</li><li>・発生消長の確認による防除適期の把握</li><li>・薬剤適期散布</li></ul>

2) 特徴的な影響と対策（ヒアリング調査より）

上流	夏季の高温の影響が秋口まで続き、秋の早い時期に収穫を迎える極早生種のミカンに、日焼けや浮皮などの影響が出ています。浮皮が発生しにくい品種の開発を進めており導入も始まっています。また、皮が厚いため浮皮が発生しにくい中晩柑類や、レモン等、他のカンキツ品種への転換も進めています。（試験機関）
上流	温暖化による浮皮発生にジベレリンとプロヒドロジャスモンを用いた対策の研究を長年行っています。また、浮皮による貯蔵中の果実腐敗の対策として、ミカンに波長の短い可視光を照射し、カビの発生を抑制する技術を開発しました。これらを組み合わせ、品質向上に取り組んでいます。（試験機関）
下流	露地栽培のミカンに、少しずつ温暖化の影響が出ています。傾斜地で栽培されるミカンは、高品質のものが採れる箇所が徐々に標高の高いところへ移っています。当社ではミカンが年末の主力商品となるため、中卸業者と協力し、常によい品質のミカンを仕入れることができるよう努めています。（果物小売）

3) 主な課題（ヒアリング調査より）

中流	当地ではミカンが特産品であり、地域の主要産業となっています。そのため、気候変動が進みミカンの品質が悪くなりつつありますが、ミカン産業をやめるわけにはいきません。高温に強い品種を導入するなど、主に技術的な対策を進め、気候変動に適応していくことを考えています。（生産組合・普及機関）
中流	今まで発生しなかった病気が発生し、南方から病害虫が入ってきています。現在ある薬剤で対処可能であればそれほど問題はありませんが、厄介な病害が発生すると、産地全体に影響するため、大変懸念しています。（協同組合）

4) 将来の気候変動への取組（アンケート・ヒアリング両調査より）

精密気象予測システムの開発	
	カンキツ類の圃場は地形の起伏が大きい中山間地域に広がる箇所も多く、圃場内の標高差が大きいためアメダスの気象情報だけでは不十分という生産者もいます。ピンポイントで自分の圃場の気象を知りたいというニーズに応えるため、50m 四方レベルで気象予測可能なシステムの開発を進めており、実用化されれば安定生産向上に結びつきます。（情報通信／関東地域）



●リンゴ

1) 主な影響と対策（アンケート調査より）

影響	対策
果肉の軟化	・植物成長調整剤の使用
収穫期の前進化	・適期収穫
着色不良	・黄色系品種や優良着色系統の導入 ・窒素施肥量の削減 ・着色促進剤の使用 ・着果管理 ・反射シート敷設、日当たり改善
凍霜害	・凍結散水法 ・燃焼資材の利用 ・白塗材塗布 ・被覆資材 ・防霜ファンの設置
日焼け果	・かん水設備の設置 ・遮光資材の利用 ・樹上散水、ミストの設置 ・摘果判断指標 ・土壌水分管理
病害の多発	・適切な薬剤散布 ・予察の徹底

2) 特徴的な影響と対策（ヒアリング調査より）

上流	当地のリンゴ栽培では、以前から多少の日焼け果の発生が見られていましたが、近年の気温上昇により発生率が高まったため、課題化しました。細霧冷房装置を矮化栽培園地に導入し、費用対効果を検証し、有効な対策であることが確認されました。今後の普及に向けて取組を進めています。（試験機関）
上流	当県では従来品種よりも着色に強い品種を開発しました。夏場の高温が続いても着色が良く進み、また、JAも普及に力を入れているため、県内での生産が増加しています。将来的には、当県における主要品種の一つになると考えています。（試験機関）
中流	当社の植物成長調整剤は、主に中部地域でリンゴの着色不良対策として用いられ、盆前の高単価期の出荷が可能になり、産地の評価を得ています。温暖化が進めば、より北の地方の産地のリンゴ産地でも、当社の製品がお役に立てるかもしれません。（メーカー（農薬））

3) 主な課題（ヒアリング調査より）

上流	リンゴの影響評価研究を進めています。温暖化が進むと生産不適地になるという将来予測がありますが、不確実性がある中で予測結果のみを公表しても生産者の不安を招くだけであり適切ではありません。科学的に正しいだけでは現場には通用せず、影響評価結果は適応策とセットで示すことが必要です。（試験機関）
上流	旧来から生産している品種に近年、気候変動影響が発生しており、品種の転換を促したいと考えています。しかし、既にブランドが確立され消費者に人気のある品種であるため高単価で流通されており、生産者には品種転換に抵抗があります。今後栽培技術の向上により品種を維持していくことを考えています。（試験機関）

4) 将来の気候変動への取組（アンケート・ヒアリング両調査より）

温暖化再現施設	
<p>将来の「2℃上昇」を見すえ、温暖化が進んだ 21 世紀中ごろの産地の環境を再現するため、「現在気温+2℃」が再現できる施設を作り、樹体及び果実への「+2℃」の影響を調べています。この結果、気温上昇はリンゴ栽培に様々な影響を及ぼすことが明らかになりました。また、強雨の増加の影響を調べるために人工降雨装置を用いて、病害防除の影響を調べています。降水量や降水強度の増加により、薬剤の流亡が増加し、効果が低下することが分かりました。いずれも今後の産地における対策の検討に役立てられます。（試験機関／中部地域）</p>	

●ブドウ

1) 主な影響と対策（アンケート調査より）

影響	対策
着色不良	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環状剥皮処理</li> <li>・細霧散水による冷却</li> <li>・植物成長調整剤による処理</li> <li>・適正着果量の維持</li> <li>・白色系品種、着色系品種の導入</li> <li>・反射マルチシート</li> <li>・日当たり改善</li> </ul>
凍霜害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・樹体保護</li> <li>・白塗材塗布</li> <li>・被覆資材</li> <li>・防霜ファンの設置</li> </ul>
日焼け果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・果実袋の改善</li> <li>・かん水</li> <li>・最適な葉面積指数の探索</li> <li>・遮光</li> <li>・新梢管理の工夫</li> </ul>
病虫害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・早期発見</li> <li>・袋かけ等による物理的防除</li> <li>・薬剤散布</li> </ul>

2) 特徴的な影響と対策（ヒアリング調査より）

上流	<p>当県では高温環境下でも着色が進みやすい品種を開発し、昨年からは県外にも生産を許可しました。着色不良対策として効果が高いだけでなく、種がなく、皮ごと食べられる点がこれまでのブドウ品種と比べて優れている点であり、広く認められれば普及が進むと考えています。（試験機関）</p>
上流	<p>当地ではブドウの着色不良対策として、環状剥皮処理、ジベレリン処理、着果量調整等の対策を行っています。中でも当地では環状剥皮処理に高い効果が認められ、試験機関で技術を開発し、技術セミナーや意見交換会などを開き、技術者や普及機関が生産現場に広めていきました。（普及機関）</p>
中流	<p>着色不良の心配が不要な青色系品種としてシャインマスカットの導入が急速に広がっています。シャインマスカットは適応品種として優れているだけでなく、収量が多い他、良食味、食べやすさなどの点で消費者の人气が高く、高単価で販売されることが生産者の導入を後押しし、品種転換が進んでいます。（協同組合）</p>

### 3) 主な課題（ヒアリング調査より）

上流	ブドウ栽培にとって雨は大敵です。当地はこれまで雨が少ない地域でしたが近年、降雨状況の変化を感じており、収穫期の品質悪化を懸念しています。当社は露地栽培を行っていますが圃場面積が広い為、限られた人数では降雨対策には限りがあり、これ以上の降雨状況の悪化を危惧しています。（生産）
上流	果樹の多くは一度植えると果実が採れるまでに数年の時間を要し、その後、長くて20～30年程度果実を採り続けます。そのため、当社が生産するブドウは、30年先の気候を踏まえ、いま試験栽培を行っています。現在は、気候予測の専門家の協力を得ながら試験に取り組んでいます。（生産・加工・販売）

### 4) 将来の気候変動への取組（アンケート・ヒアリング両調査より）

標高変化による栽培適地移動	
以前から標高400m付近において醸造用ブドウの栽培に取り組んでいましたが、気温上昇により、品質のいいブドウが徐々に栽培できなくなってきました。そのため、13年前に標高600m付近に圃場を移し栽培を開始したところ、標高を上げた効果は大きく、品質は大きく向上しました。将来を考慮し、6年前には標高800m付近にも圃場を開き栽培を行っていますが、現時点では600mと800mとの大きな品質の違いはありません。栽培地の移動には困難も伴いますが、地元行政と連携し、地域ぐるみで取り組むことが重要であると考えています。（生産／中部地域）	

### ●ニホンナシ

#### 1) 主な影響と対策（アンケート調査より）

影響	対策
休眠・開花期の不安定化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・開花予測システムの運用</li> <li>・休眠打破剤の使用</li> <li>・数品種の混植</li> <li>・施肥体系の見直し</li> </ul>
収穫期の前進化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・適期収穫</li> <li>・適切な情報提供</li> </ul>
生理障害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カルシウム剤散布</li> <li>・かん水</li> <li>・遮光</li> <li>・適期収穫</li> <li>・品種更新</li> <li>・マルチの設置</li> </ul>
凍霜害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・散水氷結法</li> <li>・詳細な気象観測</li> <li>・新梢管理</li> <li>・施肥時期の変更</li> <li>・燃焼資材</li> <li>・品種の変更</li> <li>・防霜ファンの利用</li> </ul>
発芽不良	<ul style="list-style-type: none"> <li>・休眠打破剤の散布</li> <li>・樹上散水による樹体温低下</li> <li>・剪定方法の変更</li> <li>・施肥基準、時期の見直し</li> <li>・台木の活用</li> <li>・優良品種へ改植</li> </ul>

影響	対策
日焼け果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改植による園地の若返り</li> <li>・かん水施設の整備による乾燥防止</li> <li>・樹上散水</li> <li>・樹勢の強化</li> <li>・着果位置調整</li> <li>・適期収穫</li> <li>・葉枚数の確保</li> </ul>
病害の多発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・IPMの活用</li> <li>・雨よけ栽培</li> <li>・耕種的対策</li> <li>・防除薬剤散布</li> </ul>

## 2) 特徴的な影響と対策（ヒアリング調査より）

上流	<p>近年の気候変動は、ニホンナシの生育の全てのステージに影響を及ぼしており、特に休眠・開花期の変動が生じています。ニホンナシの開花時期は一週間に満たない短期間であり、この期間に適切に受粉を行わないと十分に実をつけることができないため、大変重要な作業です。これまでは生産者の従来の経験側により作業を行ってききましたが、年変動が大きいと経験則が通用しなくなり、開花・受粉の時期を科学的見地から予測する「ナシ開花予測システム」を開発しました。予測と実測のずれは2日程度であり、安定生産環境の向上に役立っています。（試験機関）</p>
上流	<p>これまで露地栽培では施肥を秋季から冬季に行っていましたが、九州地域で発芽不良対策に効果があるとして実施されている例を参考に、春季に施肥を実施する体系を試しています。まだ発芽不良は顕著ではありませんが、温暖化が進んだ場合、施肥時期を変更することになると考えています。（普及機関・試験機関）</p>

## 3) 主な課題（ヒアリング調査より）

上流	<p>当地の南部の温暖なエリアではモデル上、あと数年でナシの現行品種が開花しなくなると予測されています。高温に強い品種への改植が対策として考えられますが、一方で消費者の現行品種に対する根強いニーズがあるため、生産者が新品种の導入に消極的です。中・長期的視点に立った品種更新の必要性を生産者に納得できる形で伝えることは難しいと考えています。（試験機関）</p>
上流	<p>当地は地勢的に潮風害の被害を受けることがあり、また、強風等により栽培施設にも大きな被害を生じます。潮風害に対する事前の対策は全くなく、今後の気候変動によって台風の増加や大型化が進むと生産に大きく影響してしまうため大変危惧しています。（試験機関）</p>

## 4) 将来の気候変動への取組（アンケート・ヒアリング両調査より）

影響	対策
果肉障害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遮光</li> <li>・適期収穫</li> <li>・品種転換</li> <li>・部分マルチ敷設</li> </ul>
成熟経過の変化、収穫期の前進化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・経過の情報提供</li> <li>・適期収穫</li> </ul>

影響	対策
凍霜害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・耐凍性台木の利用</li> <li>・燃焼資材の利用</li> <li>・白塗材塗布</li> <li>・被覆資材</li> <li>・防霜ファンの利用</li> </ul>
発芽不良	<ul style="list-style-type: none"> <li>・少低温要求性品種の育成及び適応性調査</li> <li>・植物成長調整剤の利用</li> <li>・台木の利用</li> </ul>
病害の多発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雨よけ栽培</li> <li>・耕種的対策</li> <li>・防除薬剤の散布</li> </ul>

●モモ

1) 主な影響と対策（アンケート調査より）

影響	対策
果肉障害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遮光</li> <li>・適期収穫</li> <li>・品種転換</li> <li>・部分マルチ敷設</li> </ul>
成熟経過の変化、収穫期の前進化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・経過の情報提供</li> <li>・適期収穫</li> </ul>
凍霜害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・耐凍性台木の利用</li> <li>・燃焼資材の利用</li> <li>・白塗材塗布</li> <li>・被覆資材</li> <li>・防霜ファンの利用</li> </ul>
発芽不良	<ul style="list-style-type: none"> <li>・少低温要求性品種の育成及び適応性調査</li> <li>・植物成長調整剤の利用</li> <li>・台木の利用</li> </ul>
病害の多発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雨よけ栽培</li> <li>・耕種的対策</li> <li>・防除薬剤の散布</li> </ul>

2) 特徴的な影響と対策（ヒアリング調査より）

上流	<p>当県では以前よりモモに凍霜害が発生しており、冬が暖かくなってきている近年は、スモモやアンズ等にも発生がみられ、特に重要な課題です。凍霜害の発生のしやすさは品種によっても異なりますが、凍害に強い台木を使用する他、木に藁を巻き保温することが現時点では最も有効な対策となっています。（試験機関）</p>
上流	<p>モモの凍害については30年近く研究されてきましたが、台木の影響がモモの耐凍性に関連することが明らかになり、耐凍性台木を開発しました。現在ではモモの苗木の販売時に台木もセットで販売されており、一般的な対策として広まっています。（試験機関）</p>

●カキ

1) 主な影響と対策（アンケート調査より）

影響	対策
着色不良	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 枝別環状剥皮</li> <li>・ 摘葉</li> <li>・ マルチシート敷設</li> <li>・ 優良品種、系統の導入</li> </ul>
凍霜害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 正確な気象情報の提供</li> <li>・ 燃焼法</li> <li>・ 防霜ファン</li> </ul>
発芽不良	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 耐寒性向上</li> <li>・ 優良系統選抜</li> </ul>
日焼け果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 摘果による適正着果</li> </ul>

2) 特徴的な影響と対策（ヒアリング調査より）

上流	<p>当地ではカキの生産が盛んですが、気候の影響により生産の上流である収穫期が大幅に遅れると、収穫期に合わせて事前に広告宣伝等の準備を進めていた下流の流通や小売業者に、販売上の影響を及ぼしてしまいます。そのため、気温と収穫日の関係を調べ、カキの収穫期予測の方法を確立しました。これにより、流通や小売業者が精度よく販売計画を立てられ、生産者も安心して生産できるようになりました。（試験機関）</p>
----	--

3) 主な課題（ヒアリング調査より）

上流	<p>当地は寒冷な気候のため伝統的に渋柿品種の生産が盛んです。近年秋季の気温が高く、気温が高いうちにカキを干すとカビが発生してしまうので、ある程度温度が下がるまで待つ必要がありますが、待ちすぎると果実が熟しすぎて柔らかくなり過ぎてしまいます。ドライアイスで渋を抜く処理をすることは可能ですが、大変手間がかかります。温暖化により甘柿品種の生産が可能になるとも考えられ、試験を行っていますが、積算温度不足により渋が抜けない年もあり、完全には甘柿品種にシフトできません。（試験機関）</p>
----	--

●オウトウ

1) 主な影響と対策（アンケート調査より）

影響	対策
着色不良	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 整枝剪定による日当たり改善</li> <li>・ 適正着果の徹底</li> </ul>
凍霜害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 燃焼法</li> <li>・ 散水氷結法</li> </ul>

2) 将来の気候変動への取組（アンケート・ヒアリング両調査より）

生産地の北方移動
<p>将来の気候変動の進行による現在地での生産量の減少、長期的な会社の存続に危機感を持ち、北海道に圃場を準備しています。果樹は植えてから安定的に収穫できるまで年月を要するため、徐々に対応していく必要があると考えました。試験栽培を行った結果、最も寒い地区でも気候的には栽培可能であることが分かりましたが、安定的に生産を続けるためには獣害（特にシカ）対策を進める必要があります。（種苗／北海道・東北地域）</p>

### ●イチジク

#### 1) 主な影響と対策（アンケート調査より）

影響	対策
生理障害（裂果）	・屋根かけ
着色不良	・遮光資材 ・植物成長調整剤散布
凍霜害や低温による 発芽不良	・樹体保護資材の利用 ・白塗剤の主枝へ塗布
日焼け果	・遮光資材
病害虫	・笠掛け ・白色マルチシートの敷設

### ●ウメ

#### 1) 主な影響と対策（アンケート調査より）

影響	対策
開花期のズレ	・自家和合性品種の導入 ・主要品種と開花期のズレが小さい授粉品種選定
病害虫	・病害虫抵抗性育種素材の開発

### ●キウイフルーツ

#### 1) 主な影響と対策（アンケート調査より）

影響	対策
果実の肥大不足	・かん水 ・強めのせん定
日焼け果	・笠かけ
病害虫	・雨よけ栽培 ・抵抗性品種の育成

### ●クリ

#### 1) 主な影響と対策（アンケート調査より）

影響	対策
凍霜害	・株ゆるめ処理 ・高畝マルチ処理
日焼け果	・収穫後の低温貯蔵
病害虫	・適期薬剤散布 ・冷蔵貯蔵

### ●ビワ

#### 1) 主な影響と対策（アンケート調査より）

影響	対策
収穫期の変動	・収穫期予測法及び利用促進ソフトの開発
凍霜害	・施設栽培の導入 ・耐寒性が強い品種の育成
日焼け果	・高温障害が少ない品種の育成

●マンゴー

1)主な影響と対策（アンケート調査より）

影響	対策
着花の不安定	・収穫後の弱剪定
花芽分化のばらつき	・ヒートポンプによる秋季の冷房
日焼け果	・遮光ネット、果実袋の利用
病害虫	・新たな防除体系の導入

2.4.2 チャンスに関する調査結果

(i) 熱帯果樹に関する取組

アンケート調査結果概要より、今後の気候変動に対応可能な果樹品目の増産の意向が示唆されたが、中長期的観点では、気候変動がもたらす機会の活用として、熱帯果樹の導入が注目されている。いくつかの地方公共団体や民間事業者においては、既に熱帯果樹の生産に取り組まれており、これらに対して現状や課題についてヒアリング調査を行った。(表 2.4-2)

表 2.4-2 注目される熱帯果樹の優位性や課題等

品目	主な取組地域	優位性	課題等
青パパイヤ	九州・沖縄地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>・露地栽培可能</li> <li>・栽培が簡便で生育が早い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・消費者の認知度が低いため、機能性の高さ等を周知することにより、まずは定着が必要。</li> <li>・台風により大きな被害が発生することがあり、生産が安定しない。</li> </ul>
アテモヤ	中部地域 九州・沖縄地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>・良食味である</li> <li>・高単価である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・技術的には高品質のものを栽培できるようになったが、消費者の認知度が低いため、市場が広がらない。</li> <li>・収穫後の追熟が必要であり、食べ頃の見極めが難しい。</li> </ul>
アボカド	九州・沖縄地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>・消費者の認知度が高い</li> <li>・カンキツ類と栽培技術が近い</li> <li>・高単価である</li> <li>・病害虫に比較的強い</li> <li>・国産品が優位である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・露地栽培を目指して取組んでいるが、冬季の1回の寒波により被害を受けることがあり、現在は施設栽培を併用している。</li> <li>・品種によって果皮色が変化しないものもあり、収穫時期や食べ頃の見極めが難しい。</li> <li>・対応できる農薬がまだ登録されていない。</li> </ul>
パインアップル	九州・沖縄地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既に市場がある</li> <li>・植替えが容易である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・冬季に寒波が入り込むと品質が低下してしまう。</li> <li>・気温の他に、酸性土壌が必要である。</li> </ul>



品目	主な取組地域	優位性	課題等
パッションフルーツ	中部地域 九州・沖縄地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>栽培が比較的簡便である</li> <li>年一作型は越冬の必要がない</li> <li>加工品として使いやすい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>亜熱帯性果樹であるが、高温になりすぎても生育に影響が出る。</li> <li>露地栽培で生産を安定化させる技術の開発に取り組んでいる。</li> <li>以前より知られるようになってきてはいるものの、まだ消費者の認知度が低いため、市場拡大が急務である。</li> </ul>
ライチ	九州・沖縄地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>消費者の認知度が高い</li> <li>高単価である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5℃を下回ると生産が難しくなるため、施設栽培が必要であるが、温暖化の進行により、栽培しやすくなりつつある。</li> <li>生果では鮮度維持期間が短いため、鮮度維持の拡大に取り組んでいる。</li> </ul>

(ii) 高温等に強い品目への転換の取組

主に九州・沖縄地域で熱帯果樹への取組が進んでいる例を挙げたが、それほど気温が高くない中国四国地域では、ウンシュウミカンの代替品目として既存の技術や生産基盤を活用し、より高温や乾燥に強い品目への転換が進む例が見られる（表 2.4-3）。

表 2.4-3 高温や乾燥等に強い品目への転換の例

品目	主な取組地域	優位性	課題等
ブラッドオレンジ	中国四国地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>高温に強い</li> <li>既存技術が使える</li> <li>高単価である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>まだ消費者の認知度が低いため、市場の拡大が必要。</li> <li>冬季の寒波に弱い。</li> <li>鳥獣害対策が必要である。</li> </ul>
レモン	中国四国地域ほか	<ul style="list-style-type: none"> <li>乾燥に強い</li> <li>既存技術が使える</li> <li>既に市場がある</li> <li>高単価である</li> <li>国産品が優位である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>冬季の寒波に弱く、効果的な対策がない。</li> <li>枝にとげがあり、強風や台風によりとげが果実や葉に傷をつけてしまうため、風が強い地域では栽培できない。</li> </ul>

(iii) 将来有望と考えられる品目

気候変動がさらに進んだ際に、将来有望と思われる品目とその優位性を調査した。既に取り組まれている品目以外に、以下のような品目が有望ではないかと示唆された。ナッツ類への言及が見られた。（表 2.4-4）

表 2.4-4 将来有望と思われる品目とその優位性

品目	優位性
アーモンド	<ul style="list-style-type: none"> <li>栽培が比較的簡便である</li> </ul>
インドナツメ	<ul style="list-style-type: none"> <li>低温要求性が低い</li> <li>棚栽培を用いることにより台風の影響を受けにくい</li> </ul>

品目	優位性
バナナ	・既に市場がある
マカダミアナッツ	・消費者の認知度が高い

(iv) その他、温暖化を活用した取組

気候変動がもたらす機会を活用した取組には、低温期間の短縮や最低気温の上昇等により、それまで栽培できなかった品種が新たに栽培可能になったり、南方の産地で栽培されてきた品種等が北方の産地で新たに栽培可能になったりする取組も含まれる。既存産地の生産技術を参考にできるため、比較的導入が進み易い（表 2.4-5）。

表 2.4-5 その他、温暖化を活用した取り組みの特徴と課題等

品目	主な取組地域	活用の特徴	課題等
ブドウ	北海道・東北地域 中部地域	・気温の上昇とともに、暖かい環境に適した品種が栽培可能となり、商品の幅が広がった。	・気温の上昇だけでなく、降雨も増えている。ブドウ栽培には雨は大敵であるため、新たな対策が必要となる。 ・暖かい環境に適した品種は冬季の寒さに弱いものがあり、低温に起因する新たな病気が発生することがある。
ニホンナシ	関東地域	・開花期の前進に伴い収穫期も前進し、高単価となる盆前出荷が実現し、生産者の収入が増加した。	・近年では、盆前の高単価期よりもさらに出荷時期が前進しており、収穫期の前進化が止まらない。今後徐々に価格が下がることが危惧される。

### 2.4.3 課題解決の参考事例

§ 2.4.1 および § 2.4.2 では品目ごとに影響とその対策、課題の解決方法や将来に向けた取組について整理したが、果樹生産においてはこれら以外にも様々な多くの課題が発生することが避けられない。その際に、各場面においてどのような課題が発生し、どのように対応するとスムーズな導入につながるのか、上流から下流への各業態にポイントをヒアリングした。（表 2.4-6～表 2.4-10）

各適応策が実際に採用され、生産現場に導入される際には課題解決の例として参考となると考えられる。

表 2.4-6 新技術導入時のポイント

	業態	主なポイント
上流	生産	生産者のみでの新技術導入にはやはり限度があるため、県の試験場や普及指導員との技術協力が必要である。
	試験機関	これまでの試験研究結果をまとめ、マニュアルを作成し公開した。

	業態	主なポイント
	試験機関	当地では地域の生産者団体が研究会の役割を果たしており、積極的な情報交換が行われている。新しい技術等を導入する際は、このような会を利用して他箇所の好事例を具体的に伝えるよう心がけると効果的である。伝え方を工夫することも重要である。
	試験機関	生産者団体、試験場、普及機関、JA、装置メーカーとともに協議会を組織し、新しい装置の導入拡大に取り組んでいる。
中流	メーカー (農薬) 試験機関	新しい技術を現場に導入しようとする際には抵抗があることもある。まず地域で主導的な立場にある篤農家に2~3年の実証を依頼すると効果的である。各地域には周辺の農家が追随するような中心的な人物がいるので、日頃から部会や篤農家、JAとは密なコミュニケーションを心がけておき、生産者の立場に立った細やかな対応をする必要がある。

表 2.4-7 品種転換・品種開発時のポイント

	業態	主なポイント
上流	有識者	“将来の温暖化により生産が難しくなる”という理由では生産者による品種転換はなかなか進まない。転換後の品種の方が高価格で売れる見込みがないと、生産者は多少品質が悪くならうとも既存品種の生産を継続することを選択する。その観点から、ブドウ生産におけるシャインマスカットは品種転換がうまく進んだ例であるといえる。
	試験機関	品種開発では高温に強い品種を作るのは勿論であるが、シャインマスカットの人気に見られるように、消費者が食べ易い品種を開発することが導入・普及の観点からは重要であり、今後は必要な観点となってくるだろう。
	普及機関	既存品種を新しい品種に転換する際は、部会やJAが主導的役割を果たす。例えば、品質が下がり、今後の生産を行わないと決めた既存品種には5年程度の改植予備期間を与え、期限を区切りその後はJAが取り扱わないと決める等、半強制的に品種転換を進める。
	普及機関	新品种の苗木の供給を安価でスムーズに行えるようにJAが体制を整備するなど、補助的な制度も地域内での転換が進みやすい。

表 2.4-8 新品目導入、産地移動時のポイント

	業態	主なポイント
上流	有識者	品目転換に取り組む際には、転換前の品目に比べ高価格で販売できる見込みは高いが、新しい作物に取り組むことになるため安定生産技術の確立までに時間と労力を要する。転換前の品目と技術的に近い品目に転換することがポイントである。
	種苗	新しいものに挑戦するときは、失敗が付き物である。これまでに経験したたくさんの失敗の経験を多くの生産者と共有することにより、地域全体で栽培技術の向上を図るとよい。
	種苗 生産	栽培地移動により新しい土地に進出して生産を開始する際には、現地の生産者とトラブルが発生することがある。じっくり時間をかけた丁寧な説明をして理解を得られるよう心がけるとともに、現地の行政に間に入ってもらえるとスムーズに進むことが多い。その際、生産後の流通・販売の段階も見据え、大きな消費地の近くに進出することが重要である。

表 2.4-9 商品開発・商品化時のポイント

	業態	主なポイント
上流	試験機関	農業の世界では伝統的に品種名で売る習慣があるが、販売上の戦略として品種名ではなく、商品名などで認知を得る方法がある。品種名で認知されると、品種改良の都度改めて認知を得る必要があるが、商品名であれば多少品種が変わってもブランドが維持できるためである。
	有識者 試験機関	消費者にあまり認知されていない新しい果樹品目を販売しようとする際、消費者は特徴や食べ方を知らないため、ただ店頭に並べただけでは売れない。食べ方と食べ頃をカードなどで示して販売する、対面で説明しながら販売する、直接宅配で届けるなど、消費者の立場に立った販売上の工夫が必要である。
中流	食品加工 販売 協同組合	地域の生産者、加工業者、J A、行政等、関係者間で協議会を設立し、相互に十分な連携を取ることで産地化の成功へと導くことができた。いずれも単独では進まなかったことであり、最終的に大手の民間事業者と連携できたことが大きかった。
	試験機関 協同組合 小売	産地化、商品化にはある程度まとまった生産量と安定生産が必要であり、そのためには10～15軒程度の生産者は必要である。生産量が少ない場合は、直販などで販売している生産者もいる。
	メーカー (酒造)	自治体からご当地果樹を用いた商品を開発しないかという問い合わせが来ることがある。自治体には地域活性化のメリットがあり、当社にもメリットがあり、商品化の成功につながる。全国販売が可能な量の果樹が確保できなくても、販売地域や販売期間を限定することで季節感や限定感が出るため、商品化は可能である。当社から自治体に声をかけて巻き込むこともある。
	メーカー (酒造)	新しい果樹生産には初期コストがかかるため、高単価になりがちであるが、そのままでは知名度が低く、販売が難しい。そのため、知名度が向上するまでの数年間は補助金を使い、適正価格に抑えながら、販売先を拡大すると良い。
下流	小売	新商品を取り扱う際は、まず試食販売を店頭で積極的に行う。お客様には、おいしさにご納得いただいてから初めてご購入いただくということが重要であるからである。商品に値札をつけるだけでは売れない。最初は利益が出なくても、本当においしければ後で売れるようになる。
	流通・小 売	消費者にとってなじみのない果物を定着させるためには、安定性と継続性が重要である。国産品の提供を前提としながらも、国産品が手に入らない時期は輸入品を用いる等して、常に店頭においてある状況を作り、消費者がいつでも手に取ることができる体制を整備することが、消費者認知の拡大に有効である。

表 2.4-10 生産におけるリスク管理上のポイント

	業態	主なポイント
上流	試験機関	現時点では将来予測される影響に備えた具体的な対策はとっていないが、例えば当県より南方の県で現在生じている影響が、将来当県でも発生する可能性があること意識することや、予測で示される当県の将来の気温と、現時点でその気温に当てはまる県の実情を今から調べて知っておくことは重要である。
	種苗	亜熱帯果樹の栽培は冬季の寒波に弱いなど、まだまだ栽培リスクが高い品目である。そのため、一度に大きく始めるのではなく、既存作物を残しながら徐々に面積を拡大させていくやり方が現実的である。

	業態	主なポイント
	生産	現在生産している果樹品目が、今後は生産できなくなる可能性についても考え、他に有望なものを模索していろいろな品目について試験をしている。
	普及機関	カンキツ類の生産者はこれまで果樹共済への加入者が少なく、大きな被害が発生した際に補償が得られないことが多かったが、平成31年から収入保険制度が導入されたため、被害の軽減のために多くの生産者に利用していただきたい。
中流	協同組合	同じカンキツ品種でも、極早生→早生→中生→晩生→中晩柑というように、圃場にいくつかの品種を植えて、作業時期、出荷時期をうまくリレーさせて分散を図っている生産者もいる。一つの品種だけを栽培すると台風などにより全滅してしまうこともあり得るため、このようなやり方は有効である。

## 2.4.4 地域が感じている課題

§2.4.1 および§2.4.2 では品目ごとの現状と課題の把握について、また§2.4.3 ではサプライチェーンの各局面における課題解決のポイントを整理したが、アンケート・ヒアリング両調査において、適応策の検討に当たりどのようなことが課題であるか調査した（表 2.4-11～表 2.4-14）。

ここでは果樹生産において、「気候予測」、「果樹への影響予測」、「適応策の導入」、「データの利活用」の各観点から挙げられた主な課題を整理した。現時点で必ずしも解決方法が見つかる課題だけとは限らず、今後の検討材料となりうる。

表 2.4-11 気候予測に関する課題

	課題
解像度	園地ごとに細かな気象予測をする技術が必要。
気候要素	気温の他に、集中豪雨や豪雪、台風、降雹、降霜、異常低温、異常高温など災害につながる気象予測データがあるとよい。
信頼性	毎年極端な天候が発生することが多く、気候予測がどこまで活用できるか分からない。
不確実性	予測に不確実性があると産地の理解が進みにくいため、精度の向上が求められる。
モデル・シナリオ	予測のモデル・シナリオが多数あり、どの予測モデル・シナリオを利用すべきか分からない。
予測時期	産地計画での品目・品種選定のために近い将来の気候予測が必要。将来の何年頃の気象予測かを具体的に示さないと産地内で議論できず、理解が得られない。
	50年先、100年先の予測を提示されても現場レベルでは使用できない。精度の高い短期的シミュレーションが必要。

表 2.4-12 果樹への影響予測に関する課題

	課題
影響要因	果樹の生育や品質については気候以外の要因も影響するが、これらの影響を排除した試験設置は難しく、気候変動のみが生育や品質に与える影響が判然としない。
	永年性作物では生育段階のいつの時期のいつの気象条件が現在の障害をもたらしているかの要因分析が複雑となるため、解析が困難。

	課題
	果樹では当年の気象の影響だけでなく、数年間の気象の影響が蓄積されるため、どの要因が、どの程度、いつまで影響を及ぼすかが不明。
	気候変動による影響は様々であり、果樹で生じている問題の要因を特定することは容易ではない。
	平均気温の上昇予測モデルにより栽培適地が示されているが、厳冬期の極温予測も必要。
	平均気温の上昇予測モデルにより栽培適地が示されているが、厳冬期の極温予測も必要。
障壁	果樹は個体が大きく、供試できる樹体数にも限度があるため、現地での実証・再現試験に限界がある。
	影響予測研究のためには人工気象室が実証のために必要となるが、予算確保が課題。
	落葉果樹では休眠など質的な変化があるため積算温度の研究が進んでいるが、カンキツ類では温度変化に対する反応が鈍く、予測が不安定と思われる。

表 2.4-13 適応策の導入に関する課題

	課題
予測精度	適応策の検討には、正確な生育予測が必要。
不確実性	不確実性があり具体的に示せないものの品目選択、技術開発の課題化、予算化は困難。
可視化	栽培適地マップのようなものが多くの品目で作成されると良い。
品目転換	品目転換の際には、生育特性の解明、栽培技術の確立が必要。
品種転換	当面は新品種の開発や改良が最も有効な解決策と考えられるため、系統適応性試験等の取組を充実させる必要がある。
病虫害対策	ドローンや AI を活用したスマート農業による防除体系の確立が必要。
施設化	台風、干ばつなど気象災害の増加が予想されることから、防災能力を有する栽培施設の開発が課題。
	露地栽培では、気候変動に対しての根本的な対策は難しく、何らかの施設導入が必要。
生産現場	果樹農家の多くは高齢であり、気候変動に対応する技術や品種の導入の必要性に理解を得ることや、メリットを感じてもらうことが困難。
	障害が目立つようになってからでないと、具体的な対策は受け入れられにくい。
コスト・補助	適応策を普及させるにはコスト面の支援策が必要。
	成園化までに年数を要するため新品目、品種の提案には慎重を要す。現地栽培適応性試験が必須であり、そのための経費、労力が課題。
	高品質果実の生産のためには、何らかの施設化が必要だが、コストを生産者だけが負担するには限界があり、補助事業等が必要。
消費者	新品目の導入に当たっては技術開発だけでなく、なじみのない果実を消費者に販売できる環境整備が必要であり、社会科学分野との連携が不可欠。
	新品種、新系統の導入については、栽培技術の確立の他、消費者ニーズへの対応も課題。
費用対効果	適応策の効果と経済性を適正に評価する必要がある。
地域内連携	抜本的な品目転換や新たな設備の整備が必要な場合、産地構造改

	課題
	革となるため、多くの関係者の合意に基づく長期計画が必要。
地域間連携	適応策の検討は都道府県単位で個別に小規模に行うのではなく、国や主要生産県で連携し、計画的、体系的に行う必要がある。 本県では気候変動の影響が小さく、影響が出ている西南地域などの知見を活用できることから、地域間での連携、情報共有を進める必要がある。
適応策の有効期間	温暖化が進行している中で適応策を検討していても、結果がまとまる頃にはさらに温暖化が進行し、利用できないものになってしまう可能性がある。

表 2.4-14 データの利活用における課題

	課題
活用・整備	様々なデータが様々な箇所から出ており、どのデータがどの程度必要であるかが分かりにくい。体系的に整理されたものがあるともっと地域に活用されるのではないかと。 これまでの経験値をデータベース化する必要があると考えているが、まだ整備できるところまで対応できていない。 生のデータを生産者に示してもほとんど活用できないため、試験研究機関が生データを解析し、生産者にとって意味のある情報に加工して提供する必要がある。
情報伝達	結果の活用にあたり、産地にとって将来的に不利益となるような情報は公表できない点に苦慮している。
長期的取組	果樹栽培は、植樹から商品化までに数年を要し、その後 20 年程度は生産が続く。長期的視野に立ち、数十年後の気候に適した品種を現時点から検討、試験する必要がある。
人材	これまでのデータの蓄積はあり、活用次第で大きな結果を生み出す可能性があるが、統計解析の技術を有しデータをうまく翻訳できる人材が少ないと感じている。

## 2.5 適応策の導入における考察

### 2.5.1 適応策の段階的な導入について

主にリスクに関するこれまでの調査から、既に発生している気候変動影響に対しては多くの対策が取られ、将来起こると危惧される影響に対しても、取りうる対策があるとされた。杉浦（2018）<sup>5</sup>は、適応策はその規模と時間軸により、以下の 3 つのステージに整理可能であるとした。適応オプションの選択にあたり、採用可能な適応策を判断する際に、次の“適応策の時間軸”の考え方が参考となる。（図 2.5-1）



図 2.5-1 適応策の導入における時間軸と適応オプションの規模

<sup>5</sup> 杉浦俊彦「農業における温暖化影響と適応策」, JIR 常陽産研 NEWS, 2018.11

本調査で実際に導入されていた適応策の多くは以下の「①短期的適応策」であったが、中長期的将来を見越した「②中期的適応策」や「③長期的適応策」への取組みが進んでいる例も見られた（表 2.5-1）。

表 2.5-1 適応策の各時間軸における特徴と対策例

適応策の時間軸	特徴	対策の例
①短期的適応策 生産技術による 対応	農業という産業の特性上、気候対策の一つとして高温対策は古くから研究・実践されてきており、既に生産現場において導入・普及しているものも多い。既存の高温対策技術も、適応に相当する取組みとして活用でき、すぐに導入できるものも多いが、一般的に対策の継続時間は短い。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遮光</li> <li>・かん水</li> <li>・摘果調整</li> <li>・薬剤の使用 等</li> </ul>
②中期的適応策 温暖化対応品種 の利用	樹木である果樹は新品種を開発するのに20年程度の時間を必要とし、品目によっては一度植栽した樹は30年以上栽培を継続するため、改植は容易でないが、いくつかの果樹では温暖化に対応した品種が導入されつつある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低温要求量が少ない品種</li> <li>・着色良好品種</li> <li>・浮皮しにくい品種 等</li> </ul>
③長期的適応策 作物転換	果樹は気候に対する適応の幅が狭く、栽培できる地域が限られているため、将来その適地が北上し、それに合わせた樹種の転換が進む可能性がある。その土地での既存作物よりも暖地向きの新たな品目の栽培作物への転換となるため、栽培技術の確立や販路の新規開拓など、時間や労力の点から困難も伴う。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・産地移動</li> <li>・品目転換 等</li> </ul>

### 2.5.2 適応策の導入意向の要因

主にチャンスに関する調査から、熱帯果樹等の導入や将来の有用可能性について（§ 2.4.2）、選択理由には、優位性として下図 2.5-2 のような特徴が挙げられた。馬場ら（2019）<sup>6</sup>では、農業分野における適応技術の波及・伝播の要因について整理されているが、本調査においてもその導入要因については同様に分類可能であることが整理された。

熱帯果樹等の新品目の導入は生産者にとってリスクが高いため、経済的優位性が意向要因として高いが、その他の導入意向要因として「技術」・「社会」・「制度」等の優位性にも言及された。

<sup>6</sup> 馬場健司 他「農業分野における気候変動適応技術の地域間での波及要因の事例分析」, 土木学会論文集 G (環境), 75(5), I\_47-I\_55, 2019.9



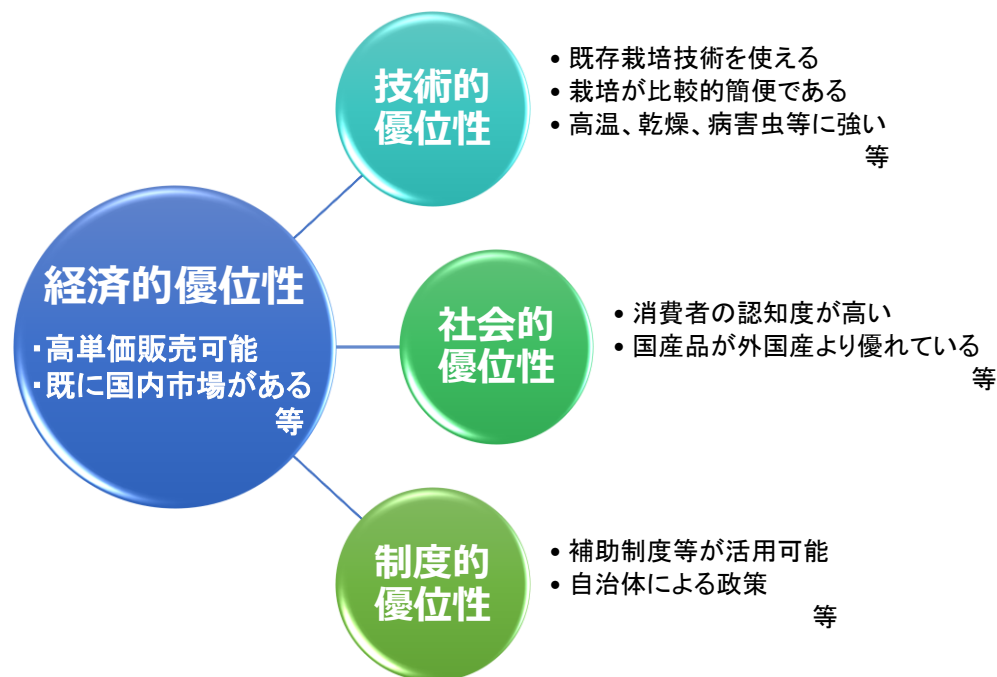


図 2.5-2 適応策の導入要因における優位性と具体例

## 2.6 まとめ

最後に、本調査を通じて明らかになったことについて、「全体」・「リスク」・「チャンス」の各観点から、要点を整理して総括する。

### 2.6.1 全体を通じて

#### 農業の歴史は気候対策の歴史でもある

農業は気候の影響を大変受け易い産業であり、古くから気候への対策が講じられてきた。特に果樹生産は、多くが露地栽培であるため気候の影響を受け易いばかりか、野菜や水稻等と異なり、一度植樹すると植え替えが容易ではなく、気候変動の影響を大きく受ける分野である。

#### これまでのやり方では間に合わなくなりつつある

高温、低温、降雨、乾燥、風、霜、病害虫など、多くの気候影響に対し、これまで農家の長年の勘や経験、従来技術等を用いて対処してきたが、近年では対処できる範囲を超えるほど、気候が極端になっている。さらに気候の極端化が進むと、より大きな影響が出ることが危惧される。

#### 既に多くの影響が出ている

本調査を通じ、ほとんどの都道府県で、気候変動によると見られる果樹への影響が生じていると回答された。果樹生産は品目や品種によって栽培できる気候条件が狭く、栽培可能な地域に限られるものが多いため、「〇〇りんご」や、「△△みかん」のように、その地域を代表する特徴を持つものも多い。地域を支える主要な産業となっているものもあり、気候変動の影響は地域の産業全体に影響を及ぼす可能性があり、早急な対策を講じることが求められる。

## 2.6.2 リスクに関する調査を通じて

<b>地域に応じて、様々な対策がとられている</b>
生産現場では、これまでの対策技術の延長ではあるものの、遮光やかん水、薬剤の使用等、様々な気候変動対策が講じられており、これらは短期的に適応策となるものである。一方で、試験機関や先進的な農家では、品種転換や品目転換、産地移動等、中長期的将来を見越した適応策が実施されている。
<b>適応策の導入には、地域での協力が有効</b>
新技術の導入や品種の転換には、地域内でのリーダー的役割である篤農家や、部会、協同組合、協議会等の組織が大きな役割を果たすことが示唆された。篤農家や協同組合の指導員らが周囲の農家に成功事例を見せる等、技術指導や情報共有を通じ、適応策が個々の農家に導入されていく。
<b>農家にとってのメリットが大きいと、対策は大きく進む</b>
気候変動対策として有効であるというだけで、新技術や品種が農家に浸透することは難しい。費用対効果の面などから、適応策の導入が農家にとって具体的にメリットであると認識されると、導入が大きく進む。
<b>果樹生産は数十年先を見越した対策がいま、求められる</b>
果樹の品種開発には数年から10年程度を要し、植樹後は30年程度実をつけるものもある。そのため、数十年後の気候変動予測に基づいて、将来の気候に耐えられる品種開発を今から行う必要がある。

## 2.6.3 チャンスに関する調査を通じて

<b>温暖化を活用した取組み</b>
気温の上昇によりこれまでは寒すぎて作れなかった品種が栽培できるようになったり、既存の品目に変えて、より高温や乾燥に対応した品目を導入したりする例が見られる。新規品目による新たな産地が形成される等のメリットがある一方、暖地であっても冬の寒波により被害が出る等、課題もある。
<b>熱帯果樹の栽培に注目が集まっている</b>
九州・沖縄地域等の西南暖地では、これまで生産してきた果樹に徐々に採れにくくなってきているものがある一方、アボカド、パッションフルーツ、青パパイヤ等の熱帯果樹の栽培への取組が始まっている。本州でも比較的温暖な地域で熱帯果樹栽培に取り組んでいる例があるが、まだ課題も多い。
<b>優位性が導入のカギ</b>
今後の気候変動に対応可能な熱帯果樹品目を選定するにあたり、技術的な栽培のしやすさ、販売価格の高さ、消費者の認知度、補助制度の有無等、いくつかの優位性が導入の要因として挙げられる。例えばアボカドは多くが輸入されているため、既に国内に市場が形成されているという優位性がある。
<b>安定生産と販路の確保</b>
気温上昇により新しいものが作れるようになっていても、売れなければ農家にとってメリットはない。新たな品目を生産する際は、販路が確保されている必要がある一方、販売には安定生産が必要でもある。そのため、農家、自治体、協同組合、民間事業者等の商品開発における連携と協力が必要である。