

# 地球温暖化に伴う気候変動への適応策

地球温暖化は、高温障害だけでなく豪雨などの気象災害を引き起こし、農作物に多大な被害を及ぼす。国際的な取り決めに対応し、農林水産省でも被害の防止と軽減を図る「気候変動適応計画」を策定し取り組んできた。さらに新しい知見や適応策を活かすために、継続的に見直し最適化を図っていく。

## 緩和策と適応策を一体的に推進

近年、高温による農産物や水産物などの生育障害や品質低下、観測記録を塗り替える高温、豪雨などによる大きな災害が、わが国の農林水産業・農山漁村の生産や生活の基盤を揺るがしかねない状況となっています。二〇一八年夏の豪雨や猛暑では、農作物や農地・農業用施設などへの被害が発生しました。WMO（世界気象機関）では、日本を始め世界中で観測された顕著な降水や高温の増加傾向は、長期的な地球温暖化と関係しているという見解を示しています。

一八年一二月のCOP24（国連気候変動枠組条約第二四回締約国会議）では、二〇年以降のパリ協定の本格運用に向けて、先進国と途上国を差異化する二分論によることなく、全ての国

に共通に適用されるパリ協定の実施指針が採択されました。実施指針に基づき、パリ協定の下でも、引き続きわが国の森林や農地土壌による温室効果ガス吸収量を削減目標の達成に活用することが可能となります。

一方、地球温暖化は人類共通の課題であり、気候変動を防止する「緩和策」とともに、その影響に対応する「適応策」を一体的に推進することが重要です。

これまでわが国においては、「地球温暖化対策の推進に関する法律」（平成一〇年法律第一一七号）の下で、「緩和策」である温室効果ガスの排出削減対策を進めてきましたが、気候変動の影響による被害を防止・軽減する「適応策」は法的に位置付けられていませんでした。

気候変動に対処し、国民の生命・財産を将来に



農林水産省大臣官房環境政策室長

久保 牧衣子 *Maiko Kubo*

くぼ まいこ  
1998年東京大学農学部卒業後、農林水産省入省。農林水産省環境バイオマス政策課課長補佐、ジェトロパリ事務所出向、食料産業局輸出促進課課長補佐、ミラノ万博日本館副館長、大臣官房政策課企画官などを経て、2019年4月より現職。

わたって守り、経済・社会の持続可能な発展を実現するためには、温室効果ガスの長期大幅削減に全力で取り組むことはもちろん、現在生じており、また将来予測される被害の防止・軽減などを図る気候変動への適応に、多様な関係者の連携・協働の下、一丸となって取り組むことが一層重要となっています。

こうした状況を踏まえ、気候変動への適応を初めて法的に位置付け、これを推進するための措置を講ずる「気候変動適応法」（平成三〇年法律第五〇号）が一八年六月二三日に公布され、同年一二月一日に施行されました。

## 気候変動の適応計画を策定

「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」は、二〇一四年、今世紀末までの約一〇〇年で世

図1 農林水産分野の主な適応策

<p><b>水 稲</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高温による品質の低下。</li> <li>・高温耐性品種への転換が進まない場合、全国的に一等米比率が低下する可能性。</li> <li>・高温耐性品種の開発・普及</li> <li>・肥培管理、水管理等の基本技術の徹底</li> </ul>	<p><b>果 樹</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・リンゴやブドウの着色不良、温州ミカンの浮皮や日焼け、日本ナシの発芽不良などの発生。</li> <li>・リンゴ、温州ミカンの栽培適地が年次を追うごとに北上する可能性。</li> <li>・リンゴやブドウでは、優良着色系統や黄緑色系統の導入</li> <li>・温州ミカンよりも温暖な気候を好む中晩柑（アラドオレンジなど）への転換</li> </ul>
<p><b>畜 産</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高温による乳用牛の乳量・乳成分・繁殖成績の低下。</li> <li>・肉用牛、豚、肉用鶏の増体率の低下。</li> <li>・高温・小雨などによる飼料作物の夏枯れや虫害。</li> <li>・畜舎内の散水、換気など暑熱対策の普及</li> <li>・栄養管理の適正化など生産性向上技術の開発</li> <li>・飼料作物の高温・小雨に適応した栽培体系・品種の確立</li> </ul>	<p><b>農業生産基盤</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・年降水量の変動幅が大きくなり、短期間に強く雨が降る傾向。</li> <li>・田植え時期や水管理の変更など水需要に影響。</li> <li>・農地の湛水被害などのリスクが増加する可能性。</li> <li>・排水機場・排水路などの整備、ハザードマップの策定など、ハード・ソフト対策を適切に組み合わせ、農村地域の防災・減災機能を維持・向上</li> </ul>
<p><b>森林・林業</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・森林の有する山地災害防止機能の限界を超えた山腹崩壊などに伴う流木災害の発生。</li> <li>・豪雨の発生頻度の増加により、山腹崩壊や土石流などの山地災害の発生リスクが増加する可能性。</li> <li>・降水量の少ない地域でスギ人工林の生育が不適になる地域が増加する可能性。</li> <li>・治山施設の設置や森林の整備等による山地災害の防止</li> <li>・気候変動の森林・林業への影響について調査・研究</li> </ul>	<p><b>水産業</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日本海でブリ、サワラ漁獲量の増加、スルメイカの減少。</li> <li>・南方系魚種の増加、北方系魚種の減少。</li> <li>・養殖ノリの種付け時期の遅れ、収穫量の減少。</li> <li>・海洋の生産力が低下する可能性。</li> <li>・産卵海域や主要漁場における海洋環境調査や資源量の把握・予測</li> <li>・高水温耐性を有する養殖品種の開発</li> </ul>

図2 気候変動がもたらす機会の活用の例

<p><b>ブラッドオレンジ</b> (愛媛県)</p> <p>愛媛県南予地域では、温暖化による影響や柑橘周年供給に向けて、2003年頃よりブラッドオレンジ（「タロッコ」「モロ」）の導入、普及に向けた取り組みにより、着実な産地化が進められている。 ※栽培面積 2008年：7.9ha → 16年：32.1ha</p>	<p><b>モモ</b> (青森県)</p> <p>青森県において、リンゴ栽培面積の7割を占める中南地域で、近年、モモの生産振興が図られており、高品質生産、産地ブランド化に向け、有望品種の検討や栽培技術の向上などの取り組みがなされている。 ※出荷量 2007年：45t → 17年：340t</p>
<p><b>アボカド</b> (愛媛県)</p> <p>愛媛県松山市の島しよ部や海岸部において、2008年頃よりアボカドの導入、普及が進められている。 今後は、安定生産のための栽培技術を確立し、2025年に10haまで栽培面積を拡大することを目標としている。 ※2016年：101戸、4.5haで栽培。</p>	<p><b>ヒノキ</b> (山形県)</p> <p>暖地型作物導入プロジェクトの一環として、これまで山形県では育成が困難であったヒノキ等新規樹木の植栽試験を実施し、成長経過や気象害、病虫獣害の発生等についてモニタリングを行い、温暖化適応樹種としての可能性を検討している。</p>
<p><b>アテモヤ</b> (三重県)</p> <p>三重県の温暖な気候を活かした亜熱帯果樹の特産品化を目指して、アテモヤの栽培適応性について検討し、優良品種の選定及び安定生産のための栽培技術を確立した。 施設栽培が必須ではあるが、冬季は凍らない程度の加温で栽培可能であり、県内ほぼ全域で8戸が生産に取り組んでいる。 ※2008年：2戸 → 16年：8戸</p>	<p><b>ブリ加工品</b> (北海道)</p> <p>2011年以降、北海道（函館港など）におけるブリの水揚量の増加を活用し、加工品の商品開発などに取り組んでいる。 ※ブリ（生鮮・加工品）水揚量 2010年：2,190t → 16年：11,882t</p>

界平均地上気温が〇・三〜四・八度、世界平均海面水位が二六〜八二センチメートル上昇すると予測を行うとともに、気候変動への適応策を行わなければならない。今後の気候変動が主要作物の生産に負の影響を及ぼすなどの第五次評価報告書を公表しました。

わが国では、一五年三月、中央環境審議会気候変動影響評価等小委員会が、今世紀末までの

が国における気候変動による影響に関して、農林水産業を含む七つの分野、五六項目について、重大性、緊急性、確信度の三つの観点から総合的に評価し、「日本における気候変動による影響に関する評価報告書」（以下「気候変動影響評価報告書」）を公表するとともに、影響予測などの研究の一層の推進や地方公共団体の取り組み支援などの重要性を指摘しました。

農林水産省は、気候変動影響評価報告書における農林水産分野の影響評価の結果を踏まえ、一五年八月に「農林水産省気候変動適応計画」を策定し、その内容は同年十一月に閣議決定された政府全体の「気候変動の影響への適応計画」に積極的に位置付けられ、影響予測、技術開発、各種施策などを国と地方の連携を通じて強力に推進してきたところです。

一八年一月二七日に気候変動適応法第七条に定める「気候変動適応計画」が閣議決定されたことを踏まえ、農林水産省気候変動適応計画を改定しました。同計画では、今世紀末までの影響評価を踏まえつつ、分野・品目ごとに当面一〇年程度に必要な取り組みを計画として整理しています。同計画に基づく農林水産分野の主な適応策は図1、気候変動がもたらす機会を活用する取り組みの例は図2の通りです。農業生産全般において、高温などの影響を回避・軽減する適応技術や高温耐性品種などの導入など適応策の生産現場への普及指導や新たな適応技術の導入実証などの取り組みが行われています。

ここでは、気候変動影響評価報告書において、重要性が大きく、緊急性および確信度が高いと評価された「水稲」「果樹」「病害虫・雑草」の適応策についてご紹介します。

**米は技術的対応と品種改良**

水稲の高温対策としては、肥培管理、水管理などの基本技術の徹底を図るとともに、高温耐性品種の開発・普及を推進しています。また、病害虫対策として、発生予察情報を活用した適期防

除などの徹底を図っています。

今後は、これまでの取り組みに加え、以下の対策に取り組みます。

品種開発に当たっては、高温による品質低下が起こりにくい高温耐性を付与した品種の開発を基本とします。また、現在でも極端な高温年には収量の減少が見られており、将来的にはさらなる高温が見込まれることから、収量減少に対応できるような高温不稔に対する耐性を併せ持つ育種素材の開発を推進します。高温に対応した肥培管理、水管理などの基本技術の徹底を図るとともに、高温耐性品種の作付け拡大を図るため、生産者、実需者などが一体となった、高温耐性品種の導入実証の取り組みを支援します。

また、発生予察情報を活用した適期防除など病害虫対策の徹底を図るとともに、温暖化の進行に伴い発生増加が予想される紋枯病や縞葉枯病などの病害虫に対する被害軽減技術を、今年をめどに開発しその普及を図ります。

### 長期的視野が必要な果樹

温州ミカンでは、高温・強日射による日焼け果などの発生を軽減するため、直射日光が当たる樹冠上部の摘果を推進しています。また、浮皮果の発生を軽減するため、カルシウム剤などの植物成長調整剤の活用などを推進しています。さらに、着色不良対策として、摘果目的に使用するフィガロン乳剤散布の普及を進めています。

また、温州ミカンよりも温暖な気候を好む不知火(デコポン)、ブラッドオレンジなど中晩柑への転換を図るための改植などを推進していま

す。

リンゴでは、着色不良対策として、「秋映」などの優良着色系品種や黄色系品種の導入のほか、日焼け果・着色不良対策として、かん水や反射シートの導入を進めています。

モモ、黄桃などを含めた品目共通の干ばつ対策として、マルチシートなどによる水分蒸発抑制等の普及や、土壤水分を維持するための休眠期の深耕・有機物投入、干ばつ時に発生しやすいハダニ類の適期防除を推進しています。また、開花期における晩霜などによる凍霜害への対策として、凍霜害警戒体制の整備を推進しています。

気候変動による着色不良果実の発生に対する品目共通の対応策の一つとして、このような果実も果汁用原料として積極的に活用できるように、加工用果実の生産流通体制を整備しています。

今後は、これまでの取り組みに加え、以下の対策に取り組みます。

温州ミカンでは、浮皮果の発生を軽減させるジベレリン・プロヒドロジャスモン混用散布、果実の日焼けを防止する遮光資材の積極的活用などによる栽培管理技術の普及を加速させます。また、着花を安定させるため、施肥方法、水分管理等の改善による生産安定技術の開発に着手します。

リンゴでは、高温下での着色不良および日焼け発生を減少させるための栽培管理技術の開発を推進します。また、栽培適地が移動するとの将来予測を踏まえ、より標高の高い地帯で栽培を行えるよう、栽培実証や品種を転換するための改植に対する支援を行います。

ブドウでは、着色不良対策として、引き続き

「グロースクローネ」などの優良着色系品種や「シャインマスカット」などの黄緑系品種の導入を推進するとともに、成熟期の高温による着色障害の発生を軽減するため、環状剥皮などの生産安定技術の普及を推進します。

日本ナシでは、発芽不良の被害を軽減するため、発芽促進剤の利用、肥料の施用時期の変更などの技術対策の導入・普及を推進するとともに、土壤改良等により暖地における生産安定技術の開発を推進します。

一方、育種の側面からは、温州ミカン、リンゴ、日本ナシでは、本年をめどに高温条件に適応する育種素材を開発、その後、当該品種を育成し、産地に実証導入を図ります。

このほか、気候変動により温暖化が進んだ場合、亜熱帯・熱帯果樹の施設栽培が可能な地域が拡大するものと予想されることから、高付加価値な亜熱帯・熱帯果樹(アテモヤ、アボカド、マンゴ、ライチなど)の導入実証に取り組み、産地の選択により、既存果樹からの転換などを推進します。また、温暖化の進展により、リンゴなどにおいて、栽培に有利な温度帯が北上した場合、新たな地域において、産地形成することが可能になると考えられます。このような新たな産地形成に際しては、低コスト省力化園地整備などを推進します。

果樹は永年性作物であり、結果するまでに一定期間を要すること、また、需給バランスの崩れから価格の変動を招きやすいことから、他の作物にも増して、長期的視野に立って対策を講じ

ていくことが不可欠です。従って、産地において、温暖化の影響やその適応策などの情報の共有化や行動計画の検討などが的確に行われるよう、主要産地や主要県との間のネットワーク体制の整備を行う必要があります。

### 侵入防止と防除技術向上が要

国内で発生している病害虫については、発生状況や被害状況を的確に捉えることが重要です。そこで、指定有害動植物を対象とした発生予察事業を引き続き実施し、発生状況や被害状況などの変化を調査するとともに、適時、適切な病害虫防除のために情報発信を行います。さらに、気候変動に応じて、発生予察の指定有害動植物の見直しや、気候変動に対応した病害虫防除体系の確立に取り組みます。

国内で未発生、もしくは一部のみで発生している重要病害虫については、海外からの侵入を防止するための輸入検疫、国内でのまん延を防ぐための国内検疫、侵入警戒調査および侵入病害虫の防除を引き続き実施するとともに、国内外の情報に基づいた病害虫のリスク評価も進めます。さらに、病害虫のリスクの検証・評価、およびその結果に基づいた検疫措置の検討に取り組みます。

また、国内で既に発生している重要病害虫については、未発生地域における侵入警戒調査の精度向上や、防除技術の高度化などに向けた技術開発に順次取り組みます。長距離移動性害虫については、海外からの飛来状況（飛来時期や飛来量）の変動把握技術や、国内における分布域変

動（越冬可能域の北上や発生・移動の早期化）の将来予測技術の確立に取り組みます。

また、水田などで発生増加が予測される紋枯病や縞葉枯病などの病害虫について、水稻の収量などへの影響の解明と対策技術の開発を推進します。雑草については、大豆収穫期まで残存する雑草量の増加による汚損粒の発生リスクを評価するとともに、被害を軽減する技術の開発を推進します。

このような「水稻」「果樹」「病害虫・雑草」の対策のほか、その他の品目については、これまで取り組んできた対策を引き続き推進するとともに、今後の影響予測も踏まえ、新たな適応品種や栽培管理技術などの開発、またはそのための基礎研究に取り組みます。

引き続き地方公共団体（もしくは関係機関など）と連携し、温暖化による影響などのモニタリングに取り組むとともに、「地球温暖化影響調査レポート」などの適応策に関する情報を農林水産省ホームページで発信します。

### 継続的な見直しで最適化を図る

気候変動適応計画の見直しは、二〇二〇年をめぐりとする第二次気候変動影響評価や年度単位で取りまとめる進捗報告書の内容などを踏まえて二一年に行うことを目指しています。農林水産省においても、第二次気候変動影響評価などを踏まえ、農林水産省気候変動適応計画について必要な見直しを行います。気候変動への適応について、IPCCなどの最新の科学的な知見が得られる機会などを契機として、研究成果を

踏まえた最新の評価や技術的な知見と適応策の実施により得られた情報を基に農林水産分野における専門的な視点から、継続的な見直しにより最適化を図りつつ推進しています。

また、一五年九月には、持続可能な世界を実現するための一七のゴール・一六九のターゲットから構成される「持続可能な開発目標（SDGs）」が国連総会において採択され、わが国でも、SDGsの実現に向けた取り組みを進めています。SDGsには、気候変動、さらには、食料、生物多様性、森林、海洋などの環境保全など、適応に関連する目標が多く含まれており、パリ協定の下での適応とSDGsは、気候変動に対応できる強靱で持続可能な社会を構築するという共通の目標を有しており、国際的にこれらの目標などの間で連携を図ることが重要です。

さらに、わが国の国土は南北に長く、北は亜寒帯から南は亜熱帯までさまざまな気候区分があり、地域ごとに多様な農林水産業が営まれていることから、適応策の実施に当たっては、地域ごとの特徴を踏まえることが不可欠で、国の取り組みと連携して地方の取り組みを促進することが重要です。農林水産省では、「農林水産分野における地域の気候変動適応計画調査・分析事業」（事業実施期間：二〇一六～一八年度）において、地域における気候予測、影響評価、適応策等にかかる知見を収集・整理するとともに、一九年度以降においても、環境省をはじめ関係府省庁と連携し、都道府県への情報提供その他の必要な援助に努め、地域における取り組みを強力にサポートしていきます。



# 米の高温登熟耐性品種、研究開発最前線

地球温暖化で米の白未熟粒の発生や胴割米の多発という高温障害が出ている。農研機構では、出穂から成熟までの登熟期に高温でも品質が劣化しない高温登熟耐性品種の開発を進めてきた。さらに、病害虫に強く、水稻の開花期の高温でも不稔にならない新たな品種の開発にも取り組んでいる。

## 高温耐性品種への転換進める

わが国の年平均気温は、百年当たり一・一九度の割合で上昇しており、今世紀後半には現在よりも一・一〜四・四度上昇するものと予測されている。一方、「平成二七年九月関東・東北豪雨」や「平成三〇年七月西日本豪雨」に見られるように、五〇ミメートル以上／時間の豪雨の年間発生回数も増加傾向にある。

このような地球温暖化が進行している中で、東北以南の水稻生産現場では、高温年における白未熟粒（乳白粒、心白粒、腹白粒、背白粒および基部未熟粒）や胴割米の多発、炊飯米の食味低下が報告されている。特に白未熟粒の発生は、一等米比率を低下させる要因として農家所得に与える影響が大きい。

そこで、高温登熟耐性品種が次々に開発されている。

出穂から成熟までの登熟期の高温による白未熟粒の発生程度には品種間差がある。日本各地において現在開発されている高温登熟耐性品種は、「きぬむすめ」にこまる「つや姫」および「おいでまい」などが挙げられる。従来品種を高温登熟耐性品種へ作付け置換することにより、年間一〇〇億円の経済効果が期待できるとの試算もある。記録的猛暑であった二〇一〇年以降、高温登熟耐性品種への作付け転換が徐々に進み、一六年現在、高温登熟耐性品種は計九・一百万畝作付けされている。

しかしながら、それらの普及面積は全国の水稲作付面積全体のわずか六・六％にすぎないのが現状である。



前国立研究開発法人 農研機構 次世代作物開発研究センター 稲研究領域 稲育種ユニット

佐藤 宏之 *Hiroyuki Sato*

さとう ひろゆき  
1997年愛媛大学大学院連合農学研究科博士課程修了。同年農林水産省農業研究センター入省。作物開発研究センターおよび九州沖縄農業研究センターで水稻品種改良に従事。近年は主に地球温暖化に適応する品種開発を担当。2019年4月より農林水産省研究調査官。農学博士。

高温登熟耐性品種への転換が遅れている原因として、それらの多くがトビイロウンカ、縞葉枯病およびいもち病などの病虫害抵抗性を備えていないこと、さらに従来品種に比べ冷涼年に登熟が遅れる傾向があることが挙げられる（九頁、図1）。一例を挙げると、一三年度に、主に九州地方において、トビイロウンカによる被害が一〇億円に達したが、高温登熟耐性品種の方が一般品種より被害が大きかったことが知られている。

その後の研究により、トビイロウンカが、高温登熟耐性品種を選択的に嗜好している可能性が示唆されている。温暖化の進行に伴い、病虫害の発生自体も増加傾向にあるため、今後、耐病虫害などを備えた高温登熟耐性品種および高温登熟性をより高めた品種の新規開発が喫緊の課題で

表 高温登熟性の強弱を比較する標準品種

地域区分	生態型	弱	やや弱	中	やや強	強
寒冷地北部・中部	極早生・早生	駒の舞初星		むつほまれあきたこまち	ふ系227号里のうたこころまち	ふさおとめ
	中生	ササニシキ		ひとめぼれはえぬき	みねはるか	
	晩生・極晩生			コシヒカリ	つや姫	笑みの絆
寒冷地南部	極早生・早生	初星		あきたこまちひとめぼれ	ハナエチゼン	
	中生	ともほなみ	コシヒカリ			笑みの絆
	晩生・極晩生	祭り晴		日本晴みずほの輝き	あきさかり	
温暖地東部	極早生・早生	初星あかね空		あきたこまちコシヒカリ	とちぎの星	ふさおとめ笑みの絆
	中生	彩のかがやきさとじまん		日本晴	なつほのか	
	晩生・極晩生	葵の風ヒノヒカリ		シンレイ	コガネマサリ	
温暖地西部	極早生・早生		キヌヒカリ	あきたこまちひとめぼれコシヒカリ	ハナエチゼンつや姫	ふさおとめ
	中生	祭り晴		日本晴		
	晩生・極晩生	葵の風ヒノヒカリ			コガネマサリ	
暖地	極早生・早生	初星祭り晴	黄金晴	日本晴	みねはるか	なつほのか
	中生	ヒノヒカリ	シンレイ	にこまる	コガネマサリ	おてんとそだち
	晩生・極晩生	あきさやか	たちはるか		ニシヒカリ	

ある。  
農林水産省は、高温登熟耐性品種の新規育成・普及を拡大するため「既存普及品種の高温登熟耐性の評価と種苗登録に必要な標準品種群の作成」と、「気候変動に適応する新たな水稲品種系統の開発」を行う五カ年計画のプロジェクト研究を立ち上げた。  
本稿ではこれら二つの取り組みによる主要成果とともに今後の技術開発の展望について述べ

てみたい。  
**高温登熟性の分類基準**  
既存普及品種の高温登熟耐性の評価と種苗登録に必要な標準品種群の作成について、現在普及している品種の高温登熟性のレベルを正確に評価するため、二〇一六年度農林水産省の委託事業「種苗特性分類調査(稲種)」により、寒冷地北部・中部、寒冷地南部、温暖地東部、温暖地西

部および暖地の地域区分にそれぞれ属する五つの研究所(東北農研、中央農研、次世代作物開発センター、西日本農研および九州沖縄農研)において、各地域区分の極早生・早生、中生および晩生・極晩生の各熟期区分に対応した延べ六八品種・系統の高温登熟性を調査した。  
この試験では、早植え栽培、ガラス質栽培およびほ場をビニール被覆するなどの処置により、通常より高い温度に遭遇するよう工夫がなされた。収穫した玄米の外観品質を達観および穀粒判別器で調査し、全六八供試材料の高温登熟性を「強」から「弱」まで五段階に分類した(表)。  
わが国の作付け上位品種である「コシヒカリ」「あきたこまち」「ひとめぼれ」および「はえぬき」の高温登熟性は「中」に分類された。なお種苗登録から一四年経過した高温登熟耐性品種「にこまる」は、現在の暖地の品種群の中では「中」に分類されるなど、「にこまる」以上の品種を目標とした近年の水稲育種の成果が認められる結果となった。一方、高温登熟性が「強」あるいは「やや強」と判定された品種には、各地域で育成された高温登熟耐性品種である「ふさおとめ」「笑みの絆」「なつほのか」「おてんとそだち」「ハナエチゼン」「つや姫」および「とちぎの星」が含まれた。  
また、高温登熟性が「弱」の品種には、暖地で品質低下が問題となっている「ヒノヒカリ」の他、「初星」「彩のかがやき」などが分類された。  
今後新たに登録出願される品種の高温登熟性の強弱程度は、表に示した標準品種との比較により決定されることとなる。なお、表は、種苗法(平成一〇年法律第八三号)に基づく品種登録審

査の基礎資料として農林水産省ホームページ上に公開されている。

## 収量と品質低下を抑える

次に、気候変動に適応する新たな水稲品種・系統の開発について。農林水産省の気候変動対策プロジェクト研究「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発」では、二〇一五年度から五年間の計画で、大課題「温暖化の進行に適応する品種育種素材の開発（品種・育種素材）」を設定し、水稲、麦類・飼料作物、大豆および園芸作物を対象に、平均気温が現在より二度以上上昇した気象条件下での収量および品質低下の影響を二分の一以下に抑えることのできる育種素材を二〇種以上開発することを目標としている。

水稲の品種・育種素材開発に関しては、高温障害耐性素材（高温登熟耐性、高温不稔耐性および胴割耐性）、病虫害抵抗性素材（トビイロウンカ抵抗性、カメムシ抵抗性、もみ枯細菌病抵抗性および、ごま葉枯病抵抗性）および高温登熟耐性と耐冷性を兼ね備えた素材の開発を行っている。この取り組みにより、本プロジェクト開始から三年目までに、新たな品種を二品種育成し（「秋はるか」「にじのきらめき」）、精度の高い高温不稔の評価システムを開発したほか、多様な遺伝資源を利用した遺伝分析などを通じて、今後新品種となることが期待される系統を複数開発したところである。育成した新たな品種「秋はるか」「にじのきらめき」を説明しよう（図2）。

まず「秋はるか」だが、佐賀県では、いもち病被害が深刻化した一四年度（作況指数九二）より、いもち病抵抗性を備えた暖地向き品種の早期育成が実需者より強く求められていた。「秋はるか」は、強度のいもち病抵抗性を保有し、高温登熟性に優れる良質・多収系統であることから、佐賀県で有望視され、一七年に品種登録出願を行った。「秋はるか」は、西日本の主力品種「ヒノヒカリ」熟期のうるち種である。収量性は、「ヒノヒカリ」に対して、多肥栽培では二二%多収である。玄米外観品質は「ヒノヒカリ」より明らかに優れ、高温登熟耐性は、「にこまる」に優る「やや強」である。いもち病、縞葉枯病およびトビイロウンカに対する抵抗性遺伝子を併せ持つ。炊飯米の食味は「ヒノヒカリ」よりやや劣る「上下」であるが、弁当用米として主に佐賀県に作付けされており、推定普及面積は一八年度現在六〇〇haである。

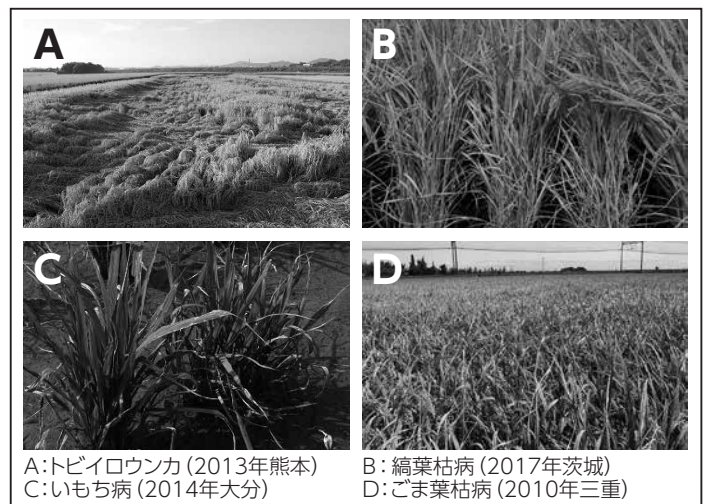
「秋はるか」の命名の由来であるが、秋に稲穂が遙か彼方まで広がっている風景を表したものである。

次に「にじのきらめき」を紹介しよう。

近年「コシヒカリ」の玄米外観品質低下による価格低下および同品種の倒伏による収穫作業効率の低下が問題となっており、高温登熟耐性・耐倒伏性を備えた「コシヒカリ」熟期の業務用米向け品種の育成が、実需者より強く求められていた。「にじのきらめき」は、耐倒伏性および高温登熟性に優れる良食味系統であり、また縞葉枯病抵抗性を備えていることから、同病害の常発地帯である群馬県で実需者に主に有望視され、二〇一八年に品種登録出願を行った。

「にじのきらめき」は、出穂期は「コシヒカリ」

図1 温暖化に伴い水稲生産現場で近年顕著にみられる病虫害

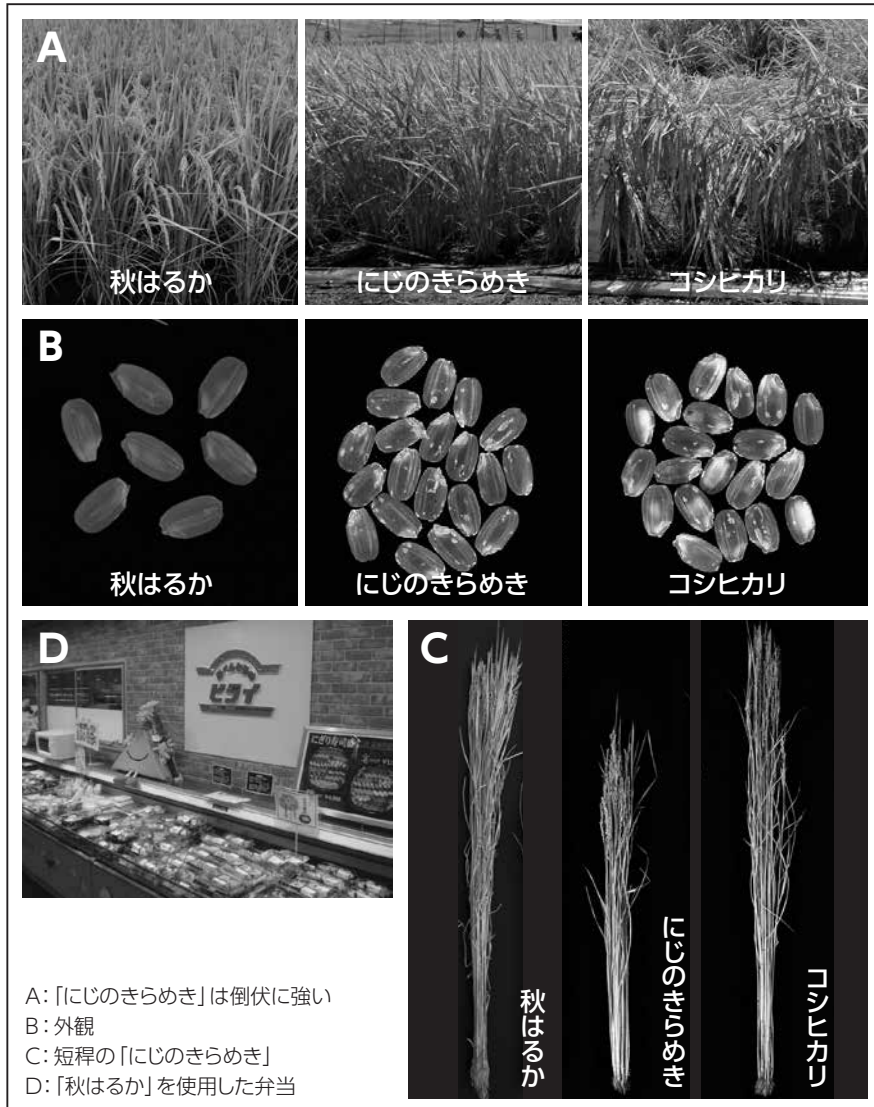


熟期のうるち種である。収量性は、「コシヒカリ」に対して多肥栽培で約三〇%多収である。短稈であり、耐倒伏性は「コシヒカリ」より明らかに勝る「強」である。玄米外観品質は「コシヒカリ」より優れ、高温登熟耐性は「やや強」である。縞葉枯病抵抗性遺伝子 *Stvb1* を保有し、縞葉枯病に抵抗性である。炊飯米の食味は「コシヒカリ」並みの「上中」である。なお「にじのきらめき」の命名の由来であるが、虹のように多彩な特性を持ち、ご飯が艶やかであることに由来する。

## 新たな高温障害に向けた研究

地球温暖化の進行により、水稲の開花期の高温により不受精となる高温不稔の発生頻度が今

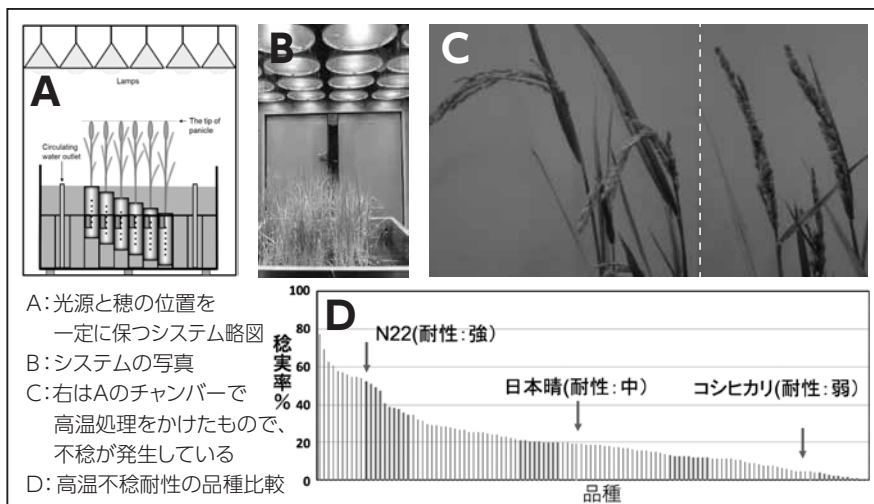
図2 水稻新品種「秋はるか」と「にじのきらめき」



後増加し、二〇九〇年代には主に筑紫平野、佐賀平野、和歌山平野および濃尾平野において、収量低下リスクが高まるものと予想されている。このため、高温不稔の発生は、将来の米の安定供給を揺るがしかねない極めて重要な問題である。高温不稔の発生程度には品種間差があり、インド品種「N二二」などが高温不稔耐性を持つことが知られている。しかしながら、品種育成の現場では、高温不稔の発生程度を再現良く評価できるシステムがないことが一因となり、耐性品種

の開発が進んでいないのが現状である。九州沖縄農業研究センターでは、人工気象室内において、熱源ランプから穂までの距離を個体間で一定に保ち、稈長が異なる多数の水稲品種・系統の高温不稔耐性を、年間を通して同一条件（二五度（昼一二三時間）／二九度（夜一二時間））で再現良く評価することができるシステムを構築した（図3）。このシステムを用いて、遺伝資源一六点をスクリーニングしたところ、インドの高温不稔耐性品種「N二二」並みか、それ以上

図3 再現性の高い高温不稔評価システムを構築（九州沖縄農業研究センター）



に高温不稔に強い一〇品種を新たに選抜することができた。これら遺伝資源を用いて今後育種素材を開発する予定である。本稿で紹介した成果以外にも、胴割米、もみ枯細菌病、ごま葉枯病、カメムシおよびトビイロウンカ抵抗性に関して、今後の品種育成に寄与すると考えられる重要な遺伝解析結果などが得られている。今後これらの情報を活用した気候変動適応型水稲品種開発が行われることを期待したい。



# 温暖化活かしリスクに挑む北海道農業

北海道の農業は、地球温暖化による影響が複雑な形で現れ始めている。本州に比べて冷涼で、気温上昇がプラスに働く側面があるものの、一方でこれまで直面したことのないような気象災害が増える可能性もある。産地ではできるだけマイナス面を回避しつつ、新たな農業振興に結びつける試みが広がっている。

## 気候を活かし本州と連携

全国一位の農業生産額を誇る北海道。耕種部門で一位の売上高となっている野菜は、気候変動の影響を受けやすい品目だ。北海道の野菜農家は変化の波に直面している。

二つの大型農家を訪ねた。「暑い。ここでよく作れるなあ、というのが正直な感想でした」

群馬の高原野菜産地を夏に視察した時の感想を話してくれたのは、壮瞥町の有限会社ミナミアグリシステム代表取締役の南和孝さん（五三歳）だ。一五二畝でブロッコリーを中心とした野菜生産を続けている。本州の夏野菜産地が、年々上昇する気温と、長年の連作障害などで困難な事態に直面していることを強く感じている。や

はり高温で栽培が難しくなった四国のレタス農家から「北海道で農地はないか」と相談も受けたという。

「私たちも真夏の暑さが厳しいと感じる時もあるが、本州の比ではない。ある意味では北海道にとってチャンス」と南さんは考えている。

ミナミアグリシステムが主力とするブロッコリーは長崎県の青果物業者と組んで出荷している。周辺の農家と合わせると、地域のブロッコリー栽培面積は三〇〇畝に達するという。南さんは青果物業者とジャガイモの販売を通じて知り合った。四年前、「九州では冬場に作れるが、夏の産地も欲しい」という申し出を受けて、地域の農家に声を掛け、ブロッコリー生産をスタートした。

全量買い取る「畑買い」の仕組みを導入したこ



農業ジャーナリスト

山田 優 Masaru Yamada

やまだまさる  
1955年東京都生まれ。東京農工大学連合大学院修了。農学博士。日本農業新聞記者を経てフリーランスの農業ジャーナリストに。日本農業新聞や週刊東洋経済、ニュースソクラなどに執筆。著書に『亡国の密約』（共著、新潮社）、『農業問題の基層とは何か』（共著、ミネルヴァ書房）など。

とで地域のブロッコリー生産は短期間に急成長した。加えて青果物業者は夏場になると北海道に滞在し、数十人で契約したブロッコリーの畑を回り収穫する。青果物業者は年間雇用によって優れた人材を確保できるほか、周年でブロッコリーを供給できるため、販売先の量販店との関係を強化できるのが強みだ。北海道の農家も、収益性の高い園芸作目を栽培できる利点がある。真狩村で一〇〇畝を経営するベジタブルワーカー株式会社代表取締役の佐々木伸さん（三九歳）は、「三〇年以上前に地域で父親がブロッコリーを初めて本格的に導入しました」と話す。気温の関係もあって周辺で多く栽培されていたのはパレイシヨと小豆、ビートで、それまで野菜は少なかった。しかし、ちょうど北海道で気温が上昇し始めたこともあって、佐々木さんらはセロ



上：ミナミアグリシステムの南和孝さんは温暖化をチャンスと捉えプロッコリーの生産団地を築いた  
下：温暖化による気象災害リスク対策を講じるベジタブルワークスの佐々木伸さん

リやプロッコリーなどの栽培を軌道に乗せることができたという。若い時に経営移譲された佐々木さんにとって、回転の速い野菜栽培は経験を積むのに好都合だった。

バレイシヨなどの畑作物は年に一作だが、「プロッコリーの場合は作型を複数取り入れることで短い期間に複数の体験ができました」と佐々木さん。試行錯誤を重ねたことで、現在は減農薬・減化学肥料で農林水産省が定める特別栽培基準に準じて出荷している。「消費者が安心して食べられる野菜作りに取り組んでいる」と言う。

出荷するなど、品質本位を経営の軸としている。独自の収穫機械の開発など、新しい試みにも足を踏み出す。

ベジタブルワークスの特徴の一つは、地の利を活かしていることだ。真狩村は冬の観光リゾートとして世界に名高いニセコに隣接する。冬場、多くの若者が、パウダースノーに引かれて滞在する。たつぷりとスノーボードがしたくて家業を継ぎ地元に残った佐々木さんは、彼らの気持ちがよく分かる。

そこで、冬にスノーボードやスキーをしに来た若者に声を掛けて雇う。従業員五〇人の平均年齢は三五歳。一番若い従業員は一九歳だ。だから、今の時点で人手不足は感じない。

佐々木さんは、涼しい北海道の気候と、豊富な労働力を活かして通年で野菜を供給する経営を目指す。本州の夏野菜産地の経営が厳しさを増す中、青果市場からは増産の要請が相次ぐ。こうした需要に応じながら、さらなる経営の安定化を目指し加工分野への進出も計画 중이다。

今、取り組んでいるのはスイートコーンのレトルト加工だ。ゆでたものをパックする。非常に甘い品種を利用し、普通のスイートコーンを使ったレトルト商品とはひと味違う高級路線を狙う。トウモロコシは収穫後急速に糖度が低下してしまう。加工場への移動には氷漬けにするなどきめ細かい配慮をしながら品質保持に気を配る。

「この辺りはインバウンドの観光客が多い。製品をホテルに置くと、飛ぶように売れていきます。加工を内製化してコストを下げたり、販売期間を延ばしたりすることも検討中です」と、佐々木さんは今後も規模拡大や六次産業化に向けて投資を続ける考えだ。

### 良質米産地になった北海道

北海道の耕種部門で野菜に次ぐ二位の生産額である米も、気候変動の影響を受けてきた。

消費者が抱く北海道農業のイメージが変わったことを印象付けたのが、バイヤーズ・ガイドが三年前に発表した、「四七都道府県入食のイメージ調査二〇二六」の結果だろう。これは一年間に食べた食品で、消費者の印象に残った都道府県を数値化したものだ。この年、「米」の分野で北海道が新潟県を抜き、全国一位になった。新潟

県に限らず全国の米産地に大きな驚きをもたらした。

北海道米は最近まとめられた一八年版の調査まで三年連続して一位の座を守り通している。

主力の「ななつぼし」「ゆめぴりか」は、日本穀物検定協会が今年二月末に発表した一八年産米の食味ランキングでも、最高評価の「特A」に連続して格付けされている。イメージといういわば素人の消費者の人気を集めるだけではなく、米を格付けする専門家の舌も引きつけた。

北海道の米生産の歴史はマイナスイメージから始まった。米栽培の北限に近く、他の産地からは「不毛の大地」と呼ばれる時代が続いた。冷害で収穫量が安定せず、品種改良では、耐冷性や耐病性が重要視されてきた。

おいしい北海道米を目指す試みが北海道庁や試験研究機関、農業団体で本格的に始まったのは一九八〇年代に入ってからだ。試みの中心となったのは良質米品種の早期開発。さらに栽培方法の改善も進められた。「冷涼な気候でも他の産地に負けない味の米を北海道に根付かせたい」という熱意が背中を押した。

北海道農政部は「一九八八年にデビューしたきさら397をきっかけに、その後、ななつぼし(二〇〇二年)、ゆめぴりか(二〇〇八年)で北海道は良食味米産地としての地位が確立されました」と語る。

北海道米の躍進は、産地がまとまって良食味米開発に取り組んだ成果であることは間違いないが、この間の気温上昇も追い風になった。

札幌管区気象台によると「一九六〇年代後半

から八〇年代半ばまでのやや低温の時期を経て、九〇年ごろに急速に気温が上昇した」という。北海道産米の評価が高まったのは、ちょうど北海道が暖かくなった時期と重なる。

北海道は過去一〇〇年余りの間、年平均気温が全国平均の一・一六度を上回る、一・五九度上昇した(図)。「気候変動との直接的な関係は明確ではない」(札幌管区気象台)ものの、一九五三年以降の桜開花日(道内八地点)は五三年から二〇一五年にわたって一〇年当たり〇・九日の割合で早くなっている。同じ時期にカエデ紅葉日(道内四地点)も二・七日の割合で遅くなった。植物は近年の暖かさに対応し始めている。

北海道立総合研究機構中央農業試験場作物開発部の担当者は「この時期に冷害や低温が減ったことで、米の品質低下が回避できました。気温上昇によって、開発した良食味米が持つ本来の味を、安定して供給することができたことは確かでしょう」と解説する。

### ワイン用ブドウ産地の可能性

気候変動を見据え、世界でワイン産地の移動が始まっている。北半球では既存産地の北限が、さらに北に移り、従来は無理とされていた英国でも高品質ワイン用ブドウが栽培されるようになってきた。また、平地に比べて冷涼な山麓など標高の高い場所でワイン用ブドウの栽培も広がっている。

日本も例外ではない。北海道では以前からワイン用ブドウの栽培、ワイン醸造が盛んであり、二〇一六年六月には国税庁からワイン産地とし

て「北海道」の指定を受けたことなどによりワイン用ブドウの需要が高まり、道内のワイン醸造所の数は過去一〇年間で二倍以上に拡大した。山梨や長野などでまとまった農地を手に入れるのが難しいという事情も背景にあった。

アサヒビール株式会社は今年に入って、傘下の農業生産法人を通じて余市町にブドウ畑二畝を取得した。二年前に近くで取得した四畝の農地と合わせて六畝を北海道内で手当てしたことになる。日本ワインの需要拡大をにらんだ戦略だ。

余市町は北海道の中でも比較的温暖で、縄文時代からの遺跡が多く残る。果樹栽培に適している、明治時代には日本で初めてリンゴが栽培されたことなどで知られる。気候が欧州と共通することから、ウイスキー、ワインの製造の歴史も長い。

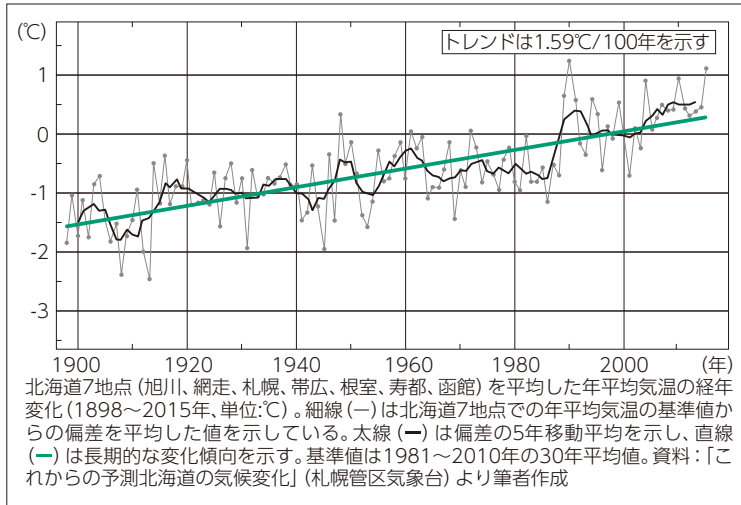
最近、道内のワイン用ブドウ栽培で、変化が生まれている。北海道農政部では次のように語っている。

「北海道のワイン用ブドウ生産は、近年、寒さに強いドイツ系品種に加え、フランス系品種の導入も進んでいます。生産者の努力と工夫により、北海道におけるワイン用ブドウの産地としての可能性が高まっています」

一〇年前に脱サラして東京から余市町にワイン農家として入植した登醸造代表取締役の小西史明さん(四八歳)は、次のように説明する。

「周辺でも新規参入が見られます。私自身はドイツ・オーストリア系のブドウを栽培していますが、参入する農家の多くがフランス系の品種を採用しています。少しずつ暖かくなって品種

図 年平均気温偏差 (北海道7地点平均)



選択の幅が広がったと感じています」

### 気温上昇によるマイナス面も

地球規模の温暖化傾向が、もともと冷涼な気候の北海道農業にとってプラスとなった側面はあるものの、事態はそう単純ではない。道内で取材した人たちの多くからそんな話を聞いた。

北海道大学農学部准教授の東山寛さんは次のように指摘する。

「温度の上昇と日照量の増加が、寒冷地の北海道農業に好影響を与えているのは間違いないでしょう。反対に温暖化は、本州の産地にはマイナスに働くことが多い。例えば山形県の施設園芸

であるサクランボは、夏場が暑すぎて、嚴重な遮熱対策が欠かせない。本州の産地も北海道に注目しており、これから北海道の施設園芸の伸び代はあると思います」

気温上昇が明るい要素になる可能性がある一方で、近年顕著なように、北海道内で台風や大雨など気象災害が増えていると強調する。

「北海道のように、あまり必要ないとされていたところでも、ほ場の排水対策や育種、栽培技術の開発などが新たな課題となってきました。程度は異なりますが本州と同じように温暖化のマイナスに立ち向かわなくてはなりません」というのが東山准教授の見立てだ。

また、北海道農政部も「温暖化に伴う降雨量の極端な増加は、バレイシヨやタマネギ、ビートなど根物にとって大敵です。実際、台風や大雨で災害被害も増えており、これまで以上の対策が必要ですよ」と話し、北海道農業の課題が山積みになっていると指摘する。

### 農家もリスク分散策練る

農家の側も、そうしたマイナス面はひしひしと感じている。

ミニミアグリシステムの南さんは、規模拡大のため畑作に適した農地を道内で手当てしているが、最近では効率性だけを追求しないようになってきた。

南さんは言う。「温暖化の影響で、あえて離れたところに農地を確保して栽培する利点が出てきたように感じます。一カ所に栽培地が固まると、災害によって全部の畑が作付けできない確

率が高まり、逆に場所が離れていれば、そのリスクは低下します。作業性を見ながら、遠い場所でも積極的に農地を引き受けるようになってきました」

ベジタブルワークスの佐々木さんも、四〜五年前から気象が変わってきたと感じる。夏場の降雨が激しく地面を叩くような強さになってきた。かつてはなかったことだ。

「これからの北海道農業にとって排水対策はとても大切。私たちもバックホーを買って、土壌の排水に力を入れたり、雨で土が流れないように有機物を多投したりします。悪天候に耐えられるよう畑のスペックを上げていくことが欠かせません」と佐々木さんは言い切る。

札幌管区気象台の予測では、「二一世紀末に北海道で約一〇％降水量が増加する」見込みだ。降水量だけではなく、同気象台の報告書では「一時間降水量三〇mm以上の豪雨の年間回数が増える」と予測している。北海道はここ数年、激しい気象災害に見舞われた。こうした予測の中身が、すでに現実に忍び寄っているようにも見える。冷害をしばしば受けてきた北海道農業にとっても地球温暖化は警戒する対象である。

※

地球温暖化に対して、「緩和策」とともに進められている「適応策」。二〇一五年一月に閣議決定された「気候変動の影響への適応計画」では「地域の適応の推進」が基本戦略の一つとなっているが、今回訪ねた北海道の農家は、アンテナを高く張って栽培環境や市場の変化を機敏に察知し、新たなビジネスに挑んでいた。

