

3 地球温暖化で変わる、農産物の適地地図



杉浦 俊彦
SUGIURA Toshihiko

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）
果樹茶葉研究部門 研究推進部／主席研究員

地球温暖化の進行により、農産物の栽培適地は大きくゆらぎつつある。特に果樹では影響が顕著で、経済的要因と相まって、北限や南限といった境界が移動している。果樹の適地移動の実態と将来予測を紹介し、求められる対応策について解説する。

農業は生産する地域の気候に依存した産業です。生産される農産物は多種多様ですが、それぞれの農作物ごとに、栽培に適した適地があります。適地を決める条件には多くの要素がありますが、このうち重要なのが地域の気候です。特に、南北に長い日本では気温の影響が大きく、そのため、適地の低温側の境界は「北限」、高温側の境界は「南限」と呼ばれます。

現在、進行している地球規模の気候変動は、この適地を北側へ動かそうとしています。農産物の中でも果樹の適地移動は大きく、地域経済に大きなインパクトを与える規模になると考えられています。そこで本稿では、適地とは何か、なぜ果樹が影響を受けるのか、そして、予測される適地移動と、それに対して人や地域はいかに対応（適応）すべきかについて考察します。

果樹の栽培適地とは

適地の線引きをするためには、適地とは何かを明確にする必要があります。生物学的な観点から見た適地は、果樹が生育でき、結実して繁殖することが可能な場所を指します。庭木として果樹を植えるのであれば、これで十分ですが、農業における適地は、十分な収量と品質を確保でき、経済的に成り立つ栽培が可能な地域を指します。そのため、栽培適地の判断には、生物学的要因と経済的要因が関わります。

例えば、果実の市場価格が上昇すれば、これまで

採算が合わなかった地域でも経済栽培が可能となり、栽培適地は広がります。パイナップルは、かつて鹿児島県や東京都の島しょ部でも広く栽培されていました。しかし、沖縄返還（1972年）や関税措置の縮小を経て、現在では沖縄県より北の地域ではほとんど栽培されなくなりました。これは、社会・経済的条件の変化が一つの要因となって栽培適地が移動した例です。

栽培適地を決める要因には、気象条件、土壌条件、社会的立地条件などがありますが、最も重要な要因は気温です。適地の北限は、冬の厳しい低温に対する樹体の耐性や、果実が生育・成熟するために必要な温暖な期間の長さによって決まります。一方、南限は、高温障害の発生頻度や花芽の休眠覚醒に必要な低温時間が影響します。栽培適地における気温の範囲（適温域）は、人工気象室などを用いた生物学的実験だけでなく、社会・経済的条件を考慮するために、産地として成立している地域の気象データを用い、総合的に判断することが必要です。

果樹が温暖化の影響を大きく受ける理由

「北のリンゴ、南のカンキツ」と言われるように、果樹生産では地域ごとに栽培される樹種がはっきりと分かれています。これは、北海道から九州まで広く栽培されている水稻や主要な野菜と比べて、気候に適応できる幅が狭いことを示しています。一年性作物の場合、気温の影響を受ける期間は比較的短



写真1 ウンシュウミカンの日焼け

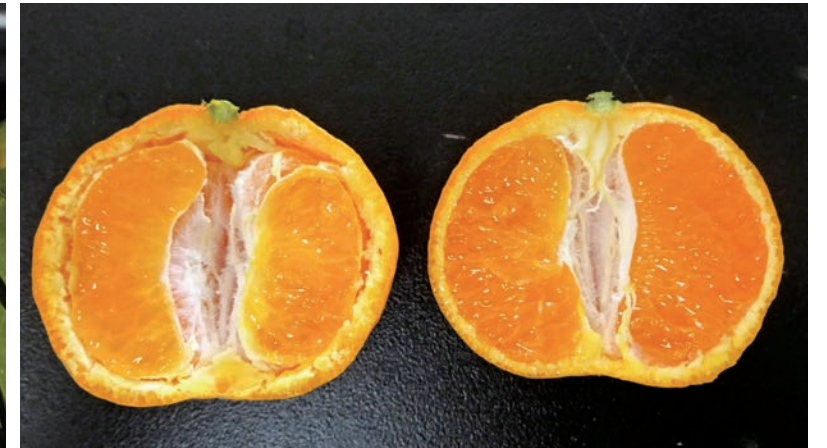


写真2 ウンシュウミカンの浮皮（右は健全果）



写真3 リンゴの着色不良

くなります。例えば、春に播種^{はしゅ}して夏に収穫する作物であれば、播種時期を早めて全体の作期を前倒しすることで、温暖化に対応できます。温暖化の影響を緩和する方法として作期の移動は有効な手段ですが、永年性作物の果樹では作期を移動させることは容易ではありません。

そのため、果樹は温暖化によりすでに大きな影響を受けています。例えば、ウンシュウミカンは、日本で最も栽培面積が広い重要な果樹ですが、日焼け（写真1）や浮皮（写真2）といった高温による障害が多発しています。リンゴやブドウ、カキなど多くの果樹でも日焼けや着色不良（写真3）といった高温の被害が多発し問題になっています。

ウンシュウミカンの適地北上

果樹は、植え付け直後は収量が低く、経済的に成り立たせるために、同じ樹で30年程度生産を継続する作物です。今後は、将来の気候変化を見据えた

長期的な生産計画を、産地ごとに検討する必要があります。農研機構では、これを支援するため、将来の適地移動予測を公表しています。この予測では、将来の気温として、温室効果ガス排出が非常に多い（SSP5- RCP8.5）、中程度（SSP2- RCP4.5）、少ない（SSP1- RCP2.6）ことを想定した気候シナリオを用いています。

ウンシュウミカンの場合、栽培に適した気温の範囲は年平均気温でおおむね15～18℃です。また年平均気温が適正でも、冬季の冷え込みが厳しい地域は寒害が発生する可能性があります。栽培に向けた温度帯は、現在では南関東以西の太平洋側の沿岸部や九州の沿岸部に主に分布しており、主要産地の分布とほぼ一致しています（図1a）。

気候シナリオを用いてシミュレーションした結果、ウンシュウミカンの適地は、北へ移動し、今世紀半ばには、どのシナリオでも、日本海側では北陸以南の沿岸部、太平洋側では現在の適地よりも内陸側の地域に拡大することが示されました（図1b、c、d）。

一方で、温室効果ガス排出量が中程度以上のシナリオでは、九州南部の一部地域などにおいて、ウンシュウミカンの適温域を超える高温条件となることが予測されました。さらに今世紀末には、適地よりも高温となる地域が、関東南部以西の太平洋沿岸部に広く出現すると予測されています（図1f、g）。

現在のウンシュウミカンの栽培適地が将来どのように変化するかは、気候シナリオによって大きく異なります。排出が少ないシナリオでは、現在のウンシュウミカン適地面積のおよそ80%が今世紀末において引き続き適地として存続する一方、多いシナ

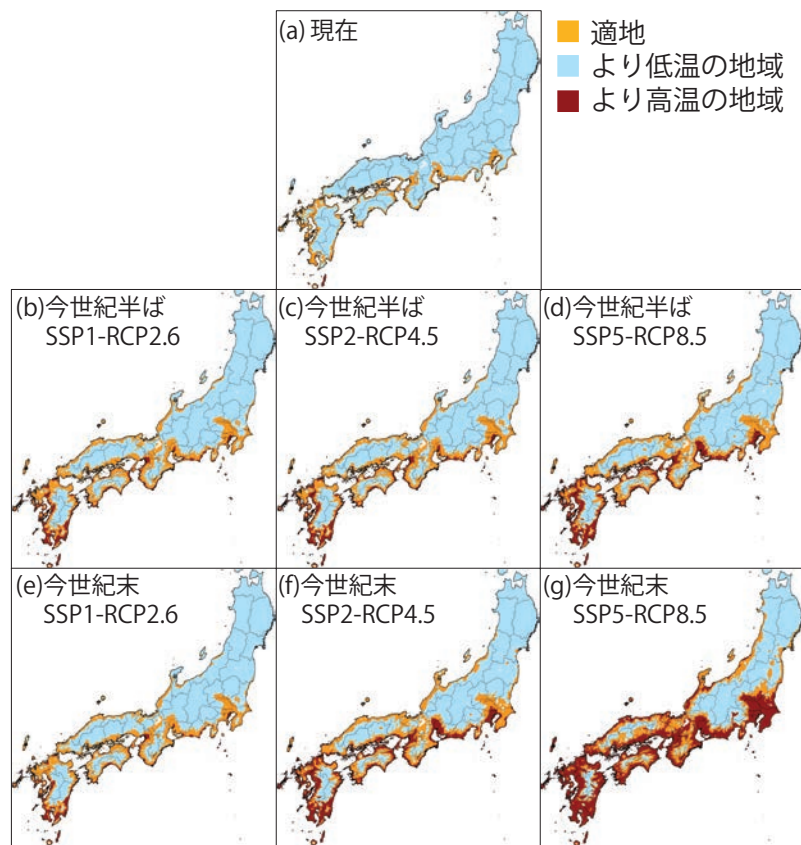


図1 ウンシュウミカンの適地移動。温室効果ガス排出が少ない (b、e)、中程度 (c、f)、非常に多い (d、g) シナリオによる推定 (doi.org/10.2480/agrmet.D-24-00017)

リオでは、適地として存続可能な地域がほぼすべて消失すると推定されました (図2)。このことは、現在のミカン産地の将来が、地球規模での温室効果ガス排出量の動向に強く依存していることを示しています。

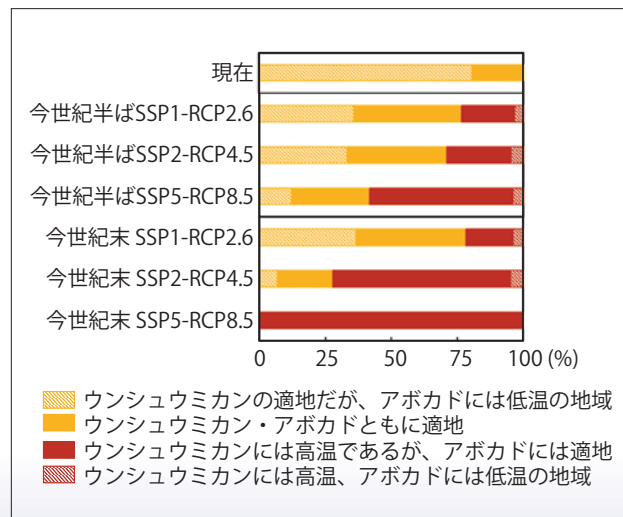


図2 現在のミカン適地の変化。現在のミカン適地面積を100%とする

アボカドの適地拡大

ウンシュウミカン、リンゴ、ナシ、モモ、カキなどの国内で流通している生果の多くは、国産果実です。一方、生果の輸入 (2025年) は、多い順にバナナ、パイナップル、キウイフルーツ、オレンジ、アボカドですが、キウイフルーツ以外は、亜熱帯・熱帯果樹です。

亜熱帯・熱帯果樹の多くが輸入に依存しているのは、国内で生産できる地域が島しょ部などに限られているためです。熱帯果樹は、今後気温が上昇したとしても、栽培適地は島しょ部に限られますが、熱帯果樹と比べ、ある程度の耐寒性がある亜熱帯果樹については、将来的に本州などにも栽培適地が拡大する可能性があります。

亜熱帯果樹には、国内ではまだなじみの薄いものも多く、果実生産に成功しても、消費者に受け入れられず、販売面で苦戦する可能性があります。その点、すでに輸入果実が広く販売されているアボカド (写真4) は、生産量が

増加しても比較的販売しやすい果樹といえます。アボカドは、健康に良い食材として注目され、輸入量は1990年代の年間約5千トンから徐々に増加し、2010年以降は10倍以上の6万トン程度で推移しています。



写真4 アボカドの国内の主力品種「ペーコン」

国産アボカドの生産量は、2014年以降徐々に増加して約30トン (2023年) となりましたが、自給率は0.1%未満と非常に低い水準にあります。仮に、アボカドの輸入量の5%が国産に置き換わった場合、その生産量は、国産果樹主要13品目に含まれるビワの年間生産量である2千～3千トンを上回るようになります。このことから、国産化に成功すれば、アボカドは産業として一定規模の展開が期待できる果樹であるといえます。

将来予測の結果、アボカドの栽培適地は、現状 (図3a) と比べて今後徐々に拡大すると見込まれました。今世紀半ば (図3b、c、d) には、現在のウンシュウミカンの適地の一部が、アボカドの適地へと移行することが示されました (図2)。気候シナリオによっては今世紀末までに、アボカドの適地はさらに拡大すると予測されました (図3f、g)。アボカドに適すると推定された地域の総面積は、現在と比べて今世紀半ばには約2.5～3.7倍、今世紀末には約2.4～7.7倍に増加すると考えられます。

適地を南に広げる戦い

こうした将来予測のシミュレーションは、あくまで現在の技術をベースにしているところに一つの限界があります。上述のように経済情勢で適地は変わりますが、技術革新も適地を変える要因です。

すでに顕在化している高温の被害に対抗するため、さまざまな対策技術 (温暖化適応策) が開発されています。例えばウンシュウミカンでは、日焼けに対して、遮光ネット (写真5) やカルシウム剤散布で高温から果実を守る技術や、浮皮に対してマルドリ栽培やホルモン剤散布といった軽減策が開発され、実用化されています。また、樹の上部や表層の日当たりのよい場所は高温になりやすいため、下部や内側に集中的に着果させる栽培法も広がっています。一方、浮皮が少ないウンシュウミカンの品種や、浮皮が発生しないオレンジとウンシュウミカンとのハイブリッド品種も多く開発されています。

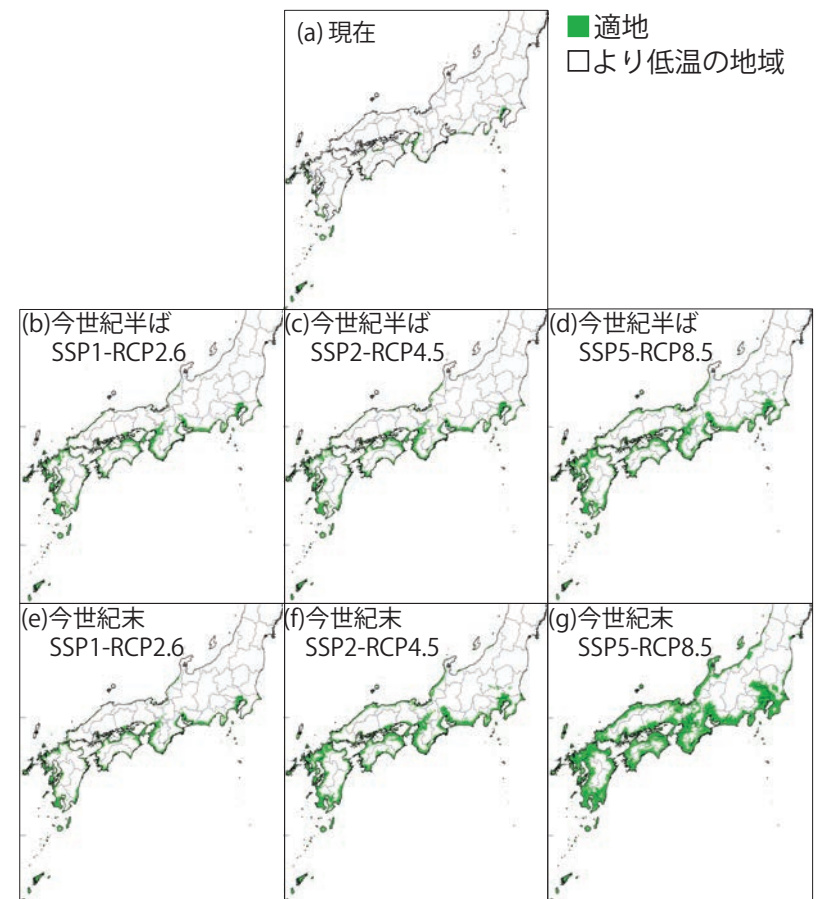


図3 アボカドの適地移動。温室効果ガス排出が少ない (b、e)、中程度 (c、f)、非常に多い (d、g) シナリオによる推定 (doi.org/10.2480/agrmet.D-24-00017)



写真5 遮光ネットによるウンシュウミカンの被覆

こうした温暖化適応策や温暖化適応品種の開発は南限の北上を遅らせる、または南に拡大する可能性があります。今後は、各産地において適応策の導入、適応品種への改植、そして適地移動に合わせた新規樹種の導入の3方向から、温暖化との戦いを続けていく必要があります。