

世界のもも産業

生産・消費動向と栽培流通技術

2023年3月

公益財団法人 中央果実協会
[JAPAN FRUIT ASSOCIATION]

本書の内容について、ご質問やお気づきの点がありましたら、
下記あてにご連絡下さるようお願いいたします。

公益財団法人 中央果実協会 情報部

〒100-0011 東京都千代田区内幸町1-2-1 日土地内幸町ビル

【電 話】03-6910-2922 (代)

【F A X】03-6910-2923

序 文

令和2年4月に公表された果樹農業振興基本方針に即して、都道府県の果樹農業振興計画や果樹産地構造改革計画の策定が進められ、また令和2年度からは果樹農業生産力増強総合対策事業が実施されています。

近年、ももは栽培面積、収穫量が減少していますが、価格は上昇傾向であり輸出量も増加しています。一方、令和3年には、米国産にほんすももの輸入が解禁され、令和4年には米国産ももの輸入解禁要請があり、その動向が注目されるところです。

ももについては、海外の生産、消費動向や栽培流通技術の実態については整理が不十分であり、まとまった調査が行われていません。

このようなことから、海外果樹情報収集・分析調査の一環として、本年度は、世界のもも産業、特に生産・消費動向と栽培流通技術について調査報告書として取りまとめることとしました。

本調査報告書が、我が国の果樹関連施策の立案、ももの栽培流通等関連技術の開発に少しでもお役に立てば幸いです。

令和5年3月

公益財団法人 中央果実協会
理事長 村上 秀徳

目次

調査の概要	1
1. 調査の目的	1
2. 調査の方法および内容	1
○ 調査結果の要旨	2
I はじめに	4
II 日本の核果類生産と流通	5
III 米国の核果類生産と消費	13
IV 世界のもも生産・流通・消費	23
1. 世界のもも生産	23
2. 世界のもも流通	25
3. 世界のもも消費	31
V 生産国の気象と気象災害	35
1. 気温と降水量	35
2. 低温要求量	37
3. 晩霜害	39
4. 干ばつ	41
VI 果実品質と消費者嗜好	42
VII 世界のもも品種	44
1. もも品種開発のトレンド	44
2. 主要生産国の品種	46
3. 主要生産国の台木	50
VIII 栽培技術	52
1. 核果類果樹の労働時間と機械化	52
2. 樹形、整枝・せん定	53
3. 摘花、摘果	55
4. 水管理	57
5. 施設栽培	59
IX 流通貯蔵技術	60
1. 収穫選果	60
2. 低温障害、流通貯蔵	61
X まとめ	62

調査の概要

1. 調査の目的

我が国における果樹生産の競争力確保に関する対策の検討に資するため、主要生産国の現状および品種や栽培流通に関する研究・技術開発の動向等を文献調査し、国内の関連技術の開発、普及に資するよう報告書を取りまとめる。

令和3年に米国産にほんすももの輸入が解禁され、さらに令和4年2月には米国産ももの輸入解禁要請があったことから、本年度は、ももについて米国等主要生産国および輸出国を対象に文献調査を行う。

2. 調査の方法および内容

(1) 調査の実施期間

令和4年4月～令和5年3月

(2) 調査の方法

もも等核果類果樹に関する海外の論文、調査報告書、インターネット情報、書籍等を可能な限り収集した。本調査では、最初に日本と米国の核果類生産の生産・消費について整理し、比較しやすいようにした。その後、世界の主要産地、輸出量の多い産地、特徴的な産地について生産・消費動向、栽培流通関連技術の実態を整理した。

(3) 調査担当者

文献資料の収集・整理、調査報告書の取りまとめは、朝倉利員審議役が行った。

○ 調査結果の要旨

1. 世界のもも産業について、日本の生産、流通、栽培技術等を踏まえ、その実態を多角的に取りまとめた。調査内容は、生産と流通、消費、気象条件、品種、栽培技術、流通貯蔵技術である。
2. 日本では、ももの結果樹面積の減少は、近年ゆるやかになっているものの、収穫量の減少は続いている。特に、ここ 20 年ほど 10a 当たり収量の減少が顕著である。主要品種は、あかつき、白鳳、川中島白桃であり、近年、なつっこが増加している。消費量の指標となる国内供給量を見ると、主要果樹の中で、ももの減少が顕著である。一方、バナナ、アボカド、キウイフルーツは増加している。ももは比較的労働力を必要とする品目であり、授粉・摘果、収穫・調製の労働時間が長い。
3. 米国のもも生産量は、2010 年頃から減少傾向が顕著であり、一人当たり消費量も大幅に減少している。一方、バナナ、アボカド等熱帯果樹、ベリー類の増加が顕著であり、こうした状況は日本と似ている。米国では、もも等核果類果樹の缶詰も消費量の低下が激しい。
4. 米国最大のもも生産州はカリフォルニア州であり、全米の生食用ももの 56%、加工用ももの 96% を生産している。そのほか、東南部のサウスカロライナ州、ジョージア州にも産地がある。カリフォルニア州の核果類果樹はセントラルバレーで栽培されている。生食用もも、ネクタリンの産地は、セントラルバレー南部のフレズノ郡、ツラレー郡である。
5. 米国のもも生産者について生産規模別に積算した栽培面積をみると、中小規模生産者が減少し大規模生産者の占める割合が増加する傾向である。カリフォルニア州の生食用ももについては、マーケティングオーダーと呼ぶ、生産者から拠出金を集め、市場拡大や販売促進、調査研究等を実施する仕組みがあったが、2011 年の投票で更新されず現在はない状況である。小規模生産者は、研究技術情報の提供がなく販売促進活動も行われなため影響が大きいと考えられる。さらに、労賃の上昇、労働力確保の困難さ、地下水利用制限も大きな課題となっている。一方、大規模生産者は、統一規格の制約がなく、独自のブランド展開もしやすくなっている。
6. もも生産量の多い国は、中国、スペイン、イタリア、トルコ、ギリシャ、イラン、米国、エジプト、チリ、インド、アルゼンチン、ブラジルである。中国は、近年、幅広い地域で生産が行われ生産量が急増している。山東省だけでも、生産量 2 位のスペインの 2 倍以上ある。もも・ネクタリンのうち、ネクタリンの占める割合は日本では非常に少ないが、主要生産国、輸出国ではかなり多い。
7. もも輸出量の多い国は、スペイン、トルコ、ギリシャ、チリ、ウズベキスタン、中国、イタリア、米国である。輸出先は、近隣の消費地に出荷することがほとんどであり、日持ち性が低いことが関係している。スペインは、国内の気象条件を利用して、4 月から 10 月まで長期にわたり輸出している。南半球のチリやオーストラリアから北半球向けに輸出されるが、その量は少ない。
8. 世界のもも消費量をみると、減少が顕著なのは米国、日本であり、他の国ではそのような傾向はない。中国では、生産量の増加を受けて、消費量も増加している。
9. 世界のもも産地の多くは、日本より暖かく、降水量の少ない気象条件である。ももが正常に発芽、開花するには、一定量の低温に遭遇する必要（低温要求量）がある。暖かい地域への栽培拡大や温暖化影響緩和のため少低温要求性品種の育種が盛んである。
10. 近年、温暖化影響もあり早春季の気温が高い年には発育が進み、その後の低温で晩霜害を受けることがあり、米国東南部や欧州で大きな被害が発生している。降水量の少ない産地では、干ばつが大きな脅威である。欧州、カリフォルニア州では過去最悪ともいえるような干ばつが発生している。カリフォルニア州では表面水、地下水利用が厳しくなり、特に、小規模生産者は存続が困

難な状況になっている。

11. 米国では消費量が減少傾向を示す中、「消費者が望む果実を提供できているか？」ということから果実の品質評価とともに、消費者の嗜好調査が行われている。ももでは糖度、酸度、硬度とともに香りが重要である。ももの機能性研究は、おうとうに比べ遅れている。
12. ももの品種開発の傾向は、公立機関での育種の減少、わい性台木等樹形の検討、求められる品種（化学農薬使用の削減のための病虫害抵抗性品種、少低温要求性品種、ネクタリンや蟠桃（バン・トウ）品種、多様な果色や果肉の品種、高品質品種）の育成である。
13. 世界で栽培される品種の多くは、カリフォルニア州で育成されたものである。ネクタリンの **Big Top** は欧州のネクタリン産業、市場に大きな影響を与えた品種である。もも、ネクタリンの品種は非常に多く、消費者はどのような品種かわかりにくく、品種の認知もりんごやぶどうに比べ低い。
14. ももは、気象、土壌、穂品種に適する台木が必要であり、接ぎ木親和性、樹勢、耐寒性、センチユウ抵抗性、耐湿性、アルカリ土壌に対する耐性、少低温要求性等多様な特性を持つ台木が育成されている。樹勢については、わい性台木候補となる台木が育成され、適応性試験が続けられている。
15. カリフォルニア州のもも栽培の労働時間は、日本の1/3であり、作業時間が多いのは、収穫・調製、授粉・摘果、整枝・せん定である。
16. 一般的な樹形は、低樹高開心形、V字やY字樹形、主幹形であり、トレリスを使い平面的な樹形にすることも行われている。超高密植栽培の可能性についても検討されている。
17. 摘花については、多数のコードを回転させる摘花機械が普及している。植物成長調整剤については、最近、エチレン前駆体である ACC を含む剤が実用化の段階にある。
18. ももの施設栽培は、中国で多く日光温室やハウスが利用されている。中国では、ネクタリンが多く栽培されている。
19. ももは、収穫時の熟度が、風味、日持ち、品質に大きく影響する。遠距離市場向けには、選果ラインでの機械的障害を避けるため早めの収穫となりやすい。
20. ももは、常温では成熟、老化が進みやすく、低温条件（2～7℃）では低温障害が発生しやすくなる。低温障害が発生すると、外観が健全でも、内部の褐変や、粉質化してジューシー感が失われる。低温障害は、ももに比べネクタリンでは発生しにくく、品種によっても異なる。
21. 米国のもも産業は、生産、消費量の低下、気象災害、労働力確保等の課題があり、全体としては活気があるとはいえない状況である。一方、全体的な生産量の減少は価格の上昇傾向を引き起こすことから、大規模生産者にとっては有利な状況ともいえる。今後、大規模生産者は消費者嗜好に合致する品種の選択、省力栽培の導入、独自の販売戦略等を進めていくものと考えられる。
22. 日本でも、もも産業について世界のトレンドを注視しつつ、将来の姿を考えていく必要がある。

I はじめに

我が国のももは、栽培面積、収穫量とも減少を続け、消費量の指標となる国内供給量（生産量+輸入量-輸出量）の減少も他の樹種に比べ顕著である。一方、ももの輸出量は増加傾向であり、台湾等アジア市場では日本産ももは米国産ももと競合関係にある。

こうした中で、令和4年には、米国の植物検疫当局から、ももの生果実に関する植物検疫に係る輸入解禁要請があり、輸入が解禁された場合の影響が懸念されるところとなった。米国産のネクタリンは昭和63年に、にほんすももについては、平成3年8月に解禁されている。

世界的に見ると、ももは2000年代以降、中国やスペインの生産量拡大、スペインの輸出量拡大、米国の生産量・消費量の急減、干ばつや晩霜害等気象災害の頻発、消費者嗜好を重視した品種選択、ネクタリンや蟠桃等品目の多様化、摘花や樹形、わい性台木等省力化技術、低温障害対策等貯蔵流通技術の進展等、大きな変化があった。こうした情報は、今後の我が国のもも品種開発、生産技術を考えるうえでも有用であると考えられる。

こうしたことから、日本の核果類生産の状況を整理するとともに、米国のももを中心に、世界の生産、消費動向、生産流通技術について調査した。

本調査では以下のような観点から取りまとめをおこなった。

1) 日本の現状

生産の状況、品種、消費量（国内供給量）、輸出入、労働時間と省力化、気象条件

2) 米国の現状

主要生産州の生産状況、生食・加工用仕向け量、生果・加工品の消費量、価格、生産者の生産規模の変化、農業マーケティングプログラムと生産団体

3) 世界の現状

世界の生産状況、ネクタリンの重要性、輸出量と主要輸出国の輸出先、主要生産国の月別出荷量

4) 世界のもも消費量の動向

主要国の消費動向

5) 気象条件、低温要求量、晩霜害、干ばつ

主要生産国の温度・降水量、適地変化や出荷時期に係る低温要求量、温暖化気象変動で懸念される晩霜害、干ばつ

6) 果実品質

果実品質に係る要因、消費者嗜好、機能性研究

7) 世界のもも品種開発

品種開発のトレンド、主要生産国の品種、台木、品種の認知

8) 栽培技術

日本とカリフォルニア州の核果類生産の労働時間、樹形・整枝せん定、摘花摘果、水管理、施設栽培

9) 貯蔵流通技術

収穫調製、低温障害、貯蔵流通

10) まとめ

ここでは、ももとネクタリンを区別して扱うが、統計資料によっては合わせて、ももとしている場合もある。海外のももの品種名、商品名は原則英語表記とした。

II 日本の核果類生産と流通

日本のもも結果樹面積は減少を続け1973年に17,000haであったものが、2020年には9,290haにまで低下した(図1)¹⁾。この間の減少率は1995年頃までが急激で、その後はゆるやかである。

すももは、1979年に2,170haであり1994年には3,770haにまで上昇し、その後は減少に転じ2020年には2,730haとなった。おうとうは、全体的には上昇傾向であり、1973年の1,750haが2006年には4,490haとなり、その後はその水準をほぼ維持し2020年には4,320haとなった。うめは、1979年に14,100haであり2003年には18,200haにまで上昇し、その後は減少に転じ2020年には14,100haとなった。

収穫量は、結果樹面積の推移を反映した傾向であり、2020年には、もも98,900t、すもも16,500t、おうとう17,200t、うめ71,100tである(図2)。ももの結果樹面積の減少は、1997年以降緩やかであるが、収穫量は1995年から2005年頃の変化は少ないがそれを除けばほぼ直線的に減少している。10a当たりの収穫量を見ると、ももは2005年頃までは1.5tを維持していたが、その後減少傾向となり2020年には1.1tにまで低下している(図3)。このような減少傾向は、他の主要果樹では認められない。なしでは、1970~80年代に低下しているが、多収品種から高品質変種への転換によるものと考えられる。

ももの10a当たり収穫量の減少は、品質を重視した生産出荷、品種の変化等が考えられるが詳しい理由は明らかでない。糖度の非破壊測定を行う光センサーの導入が1989年から始まっていることから、その普及拡大と関係があるかもしれない。

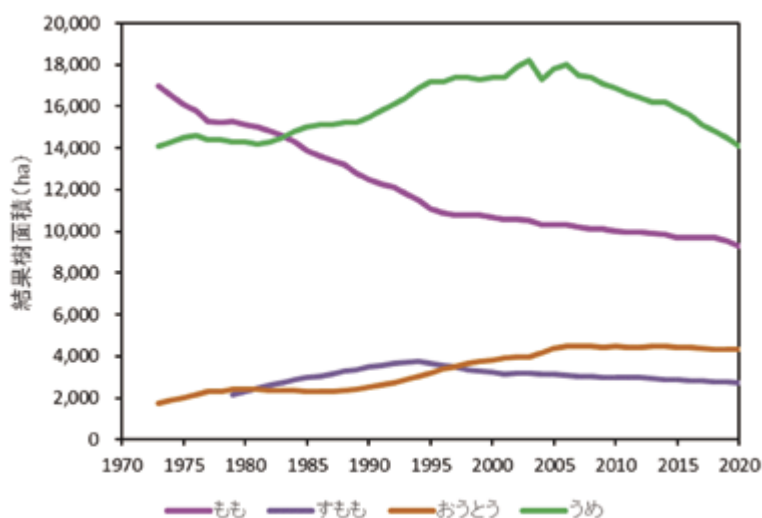


図1 核果類果樹の結果樹面積

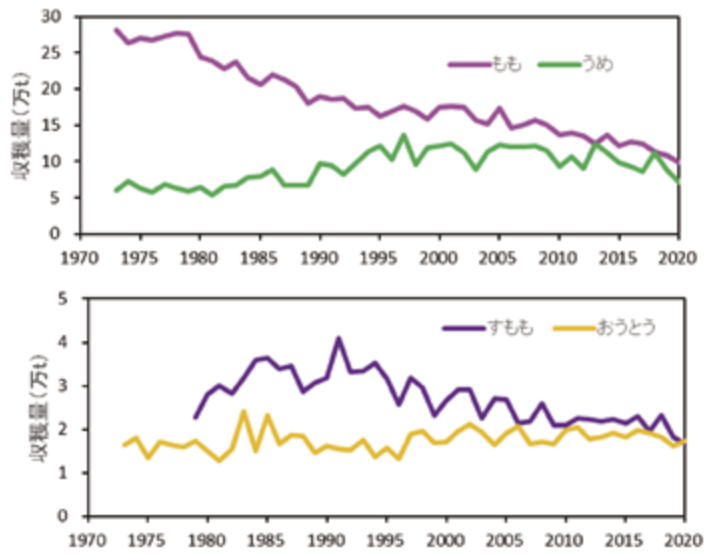


図2 核果類果樹の収穫量

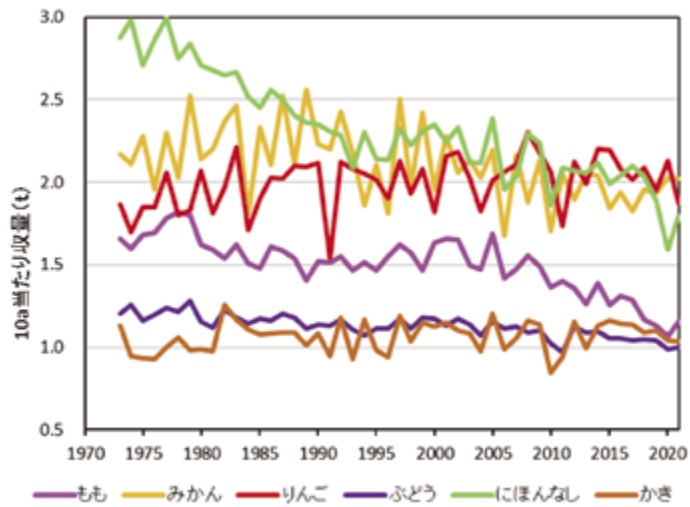


図3 主要果樹の10a当たり収量

核果類の品目別の結果樹面積および全体に占める割合（令和元年産）は、生食用もも 7,245.5ha（33.6%）、加工用もも 25.3ha（0.1%）、ネクタリン 112.8ha（0.5%）、すもも 1,456.8ha（6.7%）、プルーン 337.7ha（1.6%）、おうとう 3,766.4ha（17.4%）、うめ 8,651.3ha（40.1%）となっている（図4）²⁾。プルーンは、乾燥果実にも利用できる品種であるが、大部分は生食用と考えられる。加工用については、ももやネクタリンについてはその割合が少なく、うめは多い。

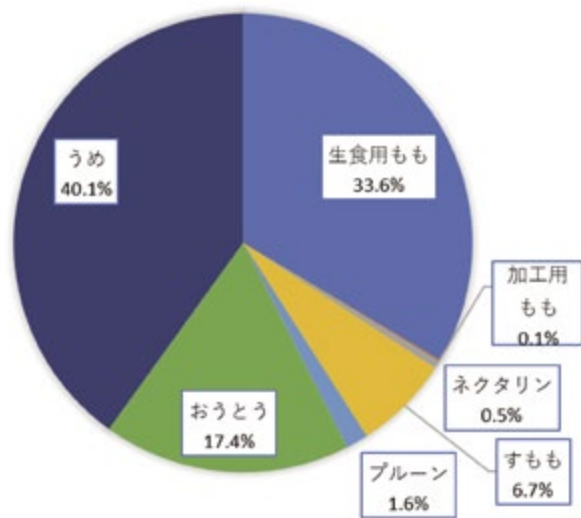


図4 核果類果樹の結果樹面積の割合

もも生食用品種の面積割合（令和元年産）を見ると、主要品種は、あかつき、白鳳、川中島白桃、日川白鳳、なつっこ、清水白桃、まどか、浅間白桃である（図5）。面積の推移を見ると多くの主要品種で減少傾向であるが、なつっこ、まどか、夢みずきは増加している（図6）。

加工用もも品種は、もちづき、大久保であり、缶詰用と考えられる。

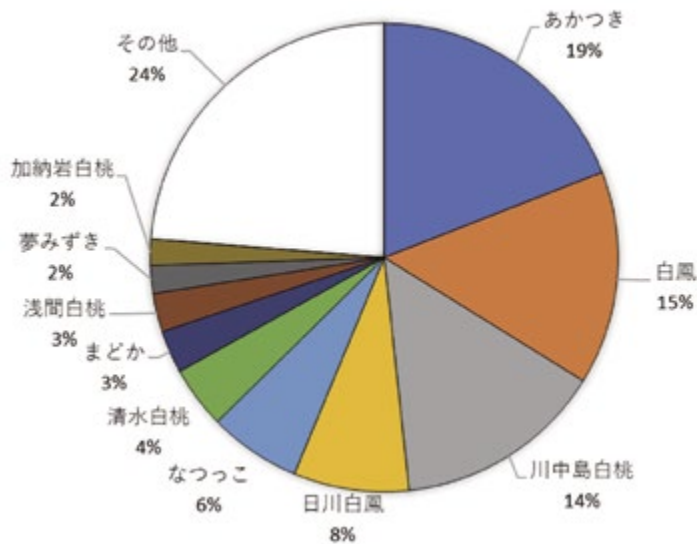


図5 生食用もも品種の栽培面積割合

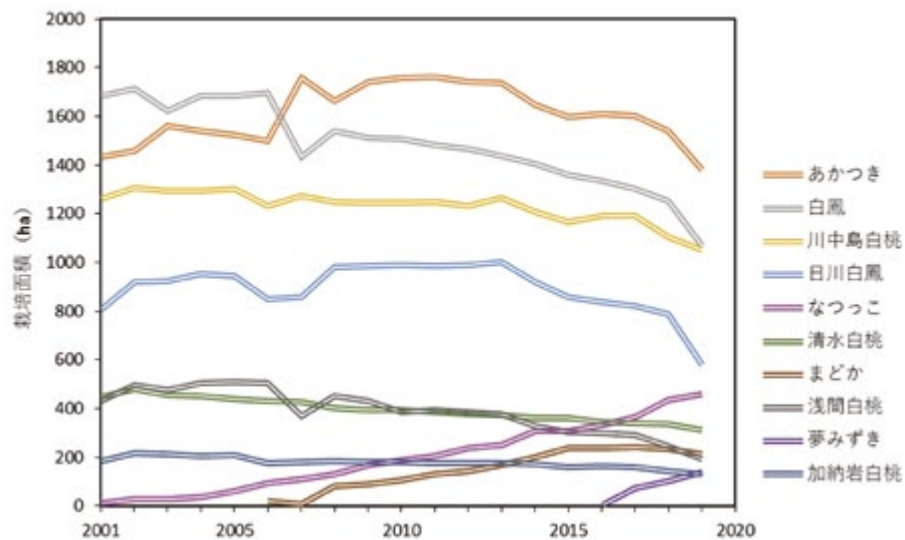


図6 主要もも品種の栽培面積

すももの主要品種は、大石早生すもも、ソルダム、太陽、秋姫、貴陽、ガラリ、サマーエンジェル、サンタローザである（図7）。

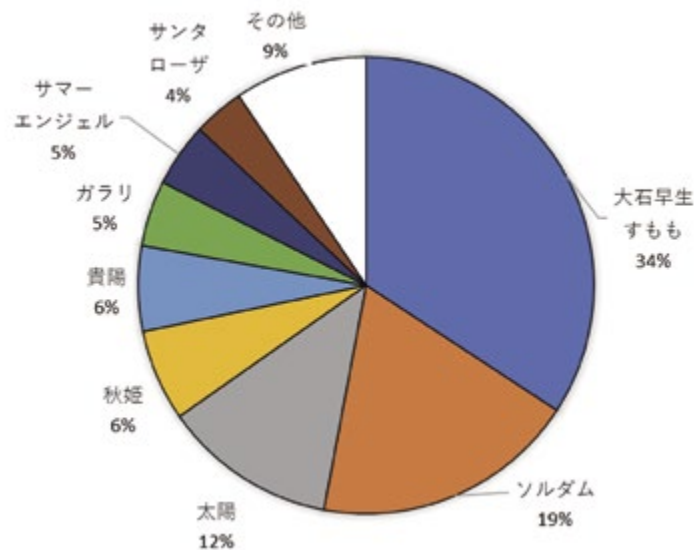


図7 すもも品種の栽培面積割合

消費量の指標となる国内供給量（生産量+輸入量-輸出量）の推移を見ると、りんご、もも、なし、ぶどう、かきは減少傾向であり、特にももの減少は顕著である（図8）³⁾。一方、バナナ、アボカド、キウイ等は増加している。ももについては、1970年代に比べ2010年代には国内供給量が半減しており、消費量も半減していると考えられる（図9）。

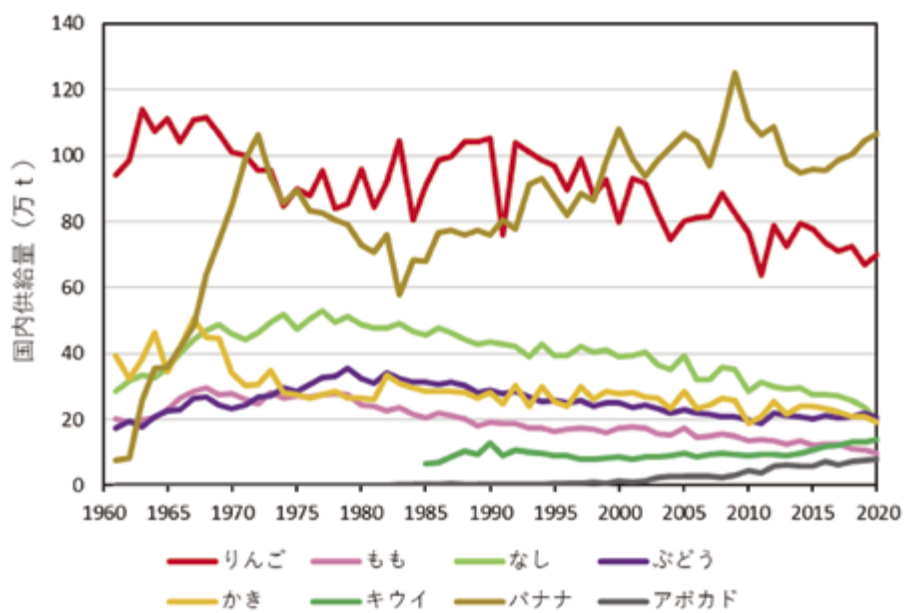


図8 代表的な果樹の国内供給量

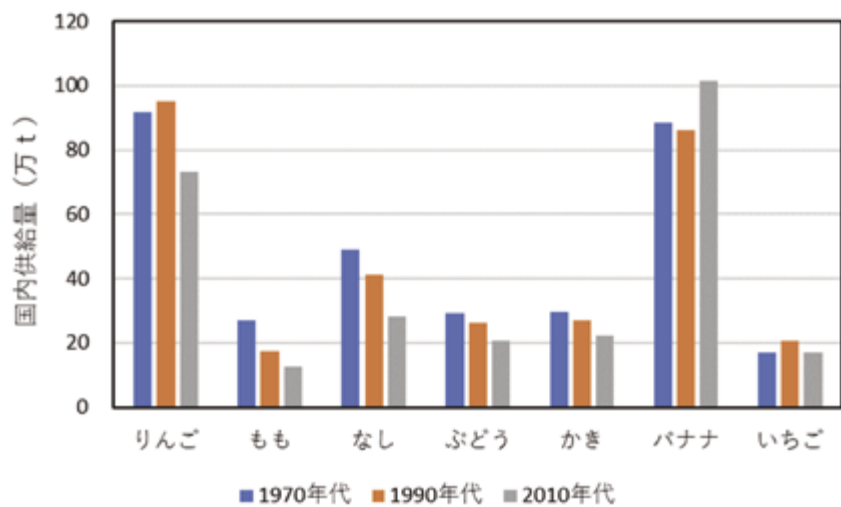


図9 代表的な果樹といちごの年代別国内供給量

卸売市場における果物価格の推移を見ると、みかん、りんごの上昇は少ないが、近年、ぶどう、ももの上昇は顕著である（図 10）⁴⁾。ももは、生産量が減少していることから、少量高値販売の傾向が強まっていると考えられる。

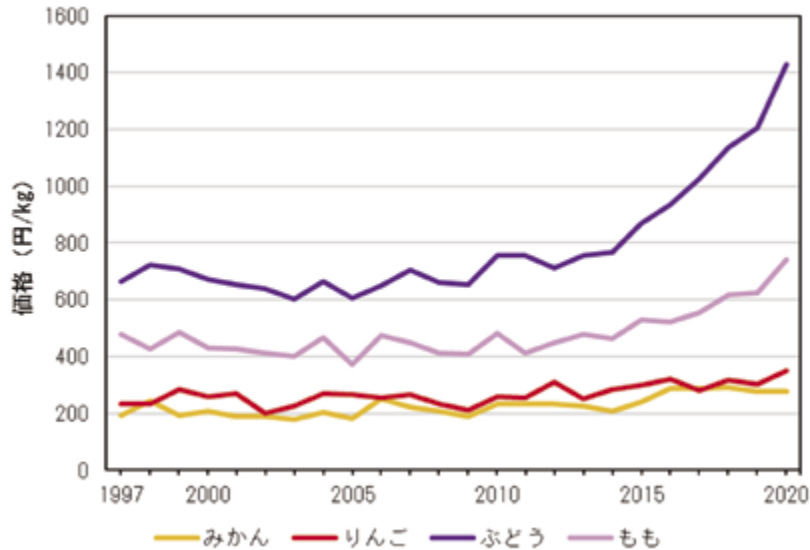


図 10 代表的な果樹の卸売市場価格

日本からのもも輸出は、量も金額も上昇し、2021年には1926.3t、23.2億円に達している（図 11）⁵⁾。輸出先は、香港1461t、台湾388t、シンガポール46tである。

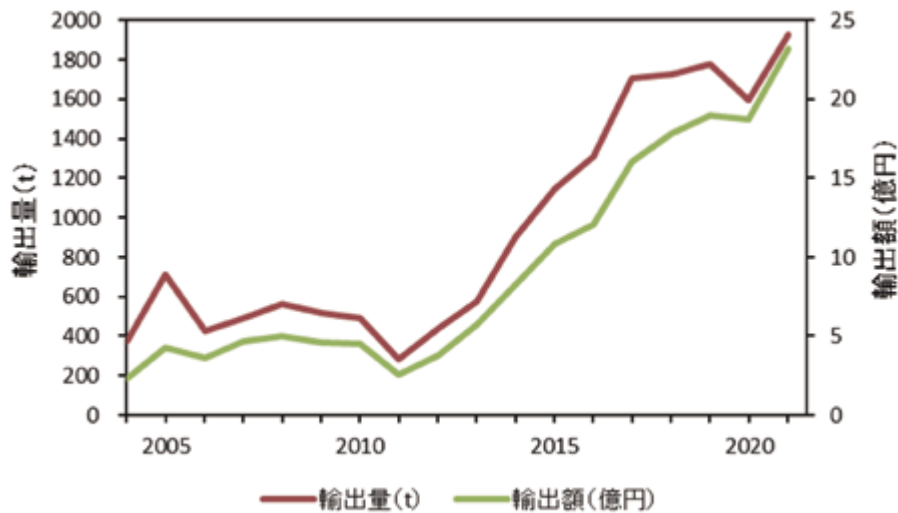


図 11 ももの輸出量、輸出額

輸入についてはネクタリンが米国から輸入されている。年次による差は大きいですが、近年、輸入量、輸入額とも増加傾向であり、2021年には332.3t、2.3億円に達している（図 12）。

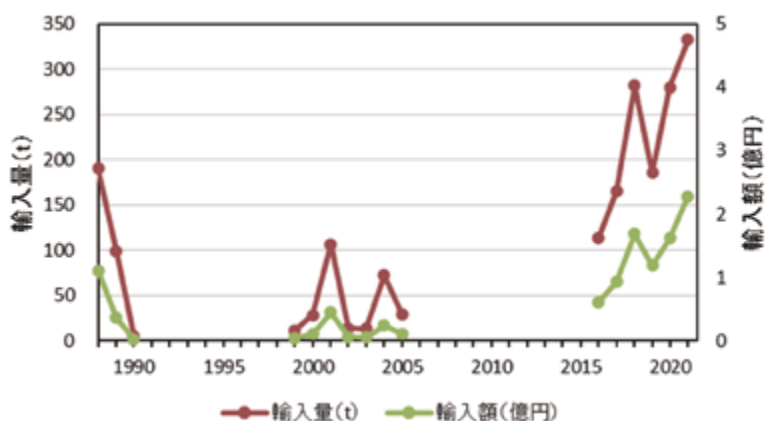


図12 ネクタリンの輸入量、輸入額

おうとうの輸入は、全体的には減少傾向であり、2021年には輸入量5,827.6t、輸入額62.9億円である(図13)。輸入先は、大部分が米国であり、その他、チリ、カナダ、ニュージーランド、オーストラリアからも輸入されている。

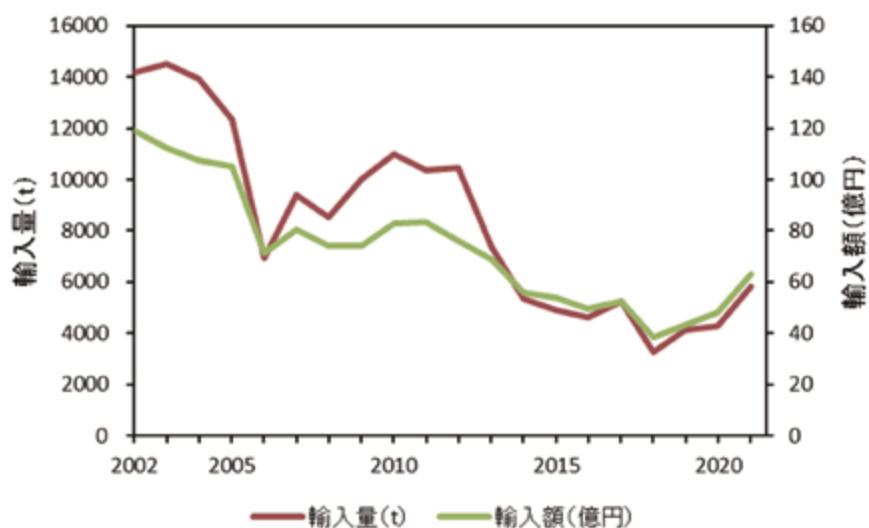


図13 おうとうの輸入量、輸入額

核果類および主要果樹の作業別労働時間を見ると、もも315時間、すもも337時間、おうとう407時間、うめ174時間、ぶどう(露地)429時間、なし349時間、りんご241時間、かき214時間、みかん208時間である(図14)⁶⁾。

もも栽培で労働力を必要とする作業は、授粉・摘果95時間、収穫・調製60時間である。すももでは、授粉・摘果66時間、整枝・せん定65時間である。おうとうでは、収穫・調製95時間、授粉・摘果92時間、包装・荷造88時間である。

果樹農業振興基本方針(令和2年)では、近代的果樹園経営の指標が樹種別に取りまとめられている⁷⁾。ももについては、基幹技術は低樹高栽培、スマート農機(自動走行車両、自走式SS等)であり、10a当たり労働時間は309時間としている。おうとうは、基幹技術はY字仕立て、雨よけ施設栽培であ

り、411時間としている。すもも、うめの労働時間は、それぞれ、184時間、117時間としている。

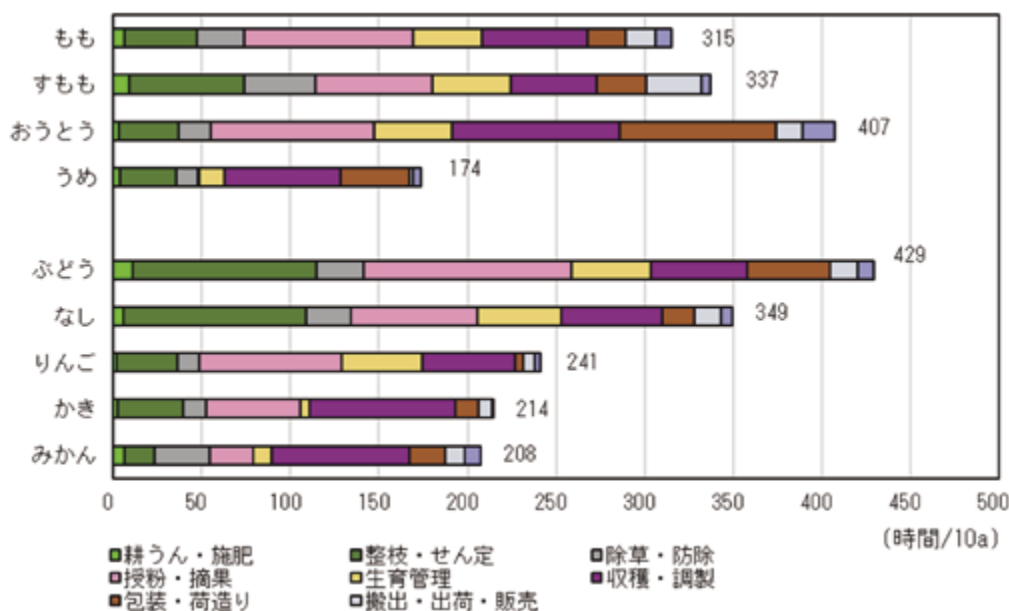


図14 核果類および代表的な果樹の労働時間

ももの省力樹形としては、果樹をめぐる情勢（別冊）省力樹形に関する資料では、根圏制御栽培とジョイント栽培を取り上げている。

平成 29 年度に行われたアンケート調査では面積は限られるものの、ももの省力樹形として、斜立主幹形仕立て、平棚栽培、低樹高仕立て、Y 字仕立て、ジョイント栽培、わい化栽培、おうとうでは、Y 字仕立て、平棚仕立て、斜立主幹形仕立て、垣根仕立て、V 字仕立て、すももではジョイント栽培が普及していることが示されている⁸⁾。

果樹農業振興基本方針の栽培に適する自然的条件に関する基準では、ももについては、年平均気温 9℃以上、生育期平気温 15℃以上、冬季の最低極温 -15℃以上、低温要求時間 1,000 時間以上、すももは、年平均気温 7℃以上、生育期平気温 15℃以上、冬季の最低極温 -18℃以上、低温要求時間 1,000 時間以上（台湾系品種を除く）、おうとうは、年平均気温 7℃以上 15℃以下、生育期平気温 14℃以上 21℃以下、冬季の最低極温 -15℃以上、低温要求時間 1,400 時間以上としている。

施設栽培面積は、もも 49.1ha、おうとう 282.2ha である。ももの施設栽培面積が多いのは、福岡県、熊本県、山梨県、長崎県、佐賀県である⁹⁾。

引用・参照文献

1. 農林水産省. 果樹生産出荷統計.
2. 農林水産省. 令和元年産特産果樹生産動態等調査.
3. FAO. FAOSTAT.
4. 農林水産省. 青果物卸売市場調査報告.
5. 財務省. 貿易統計.
6. 農林水産省. 令和2年営農類型別経営統計.
7. 農林水産省 (2020). 果樹農業の振興を図るための基本方針（果樹農業振興基本方針）.
8. 中央果実協会. 平成 29 年度省力樹形等新たな果樹生産技術調査報告書.
9. 農林水産省. 園芸用施設等の設置状況（令和2年）.

III 米国の核果類生産と消費

米国の核果類生産量は、もも、ネクタリン、すももは減少し、おうとうは増加している（図 15）¹⁰⁾。もも、すももともに 2005 年頃からの減少傾向が顕著である。おうとうは、ここ数年わずかに減少しているものの、1980 年以降順調に増加している。ネクタリンは、2002 年をピークに減少している。こうした傾向は日本と同様である。

ぶどう、りんごの生産量は全体的な傾向としては増加傾向であり、なしは 2010 年頃から減少に転じている（図 16）。

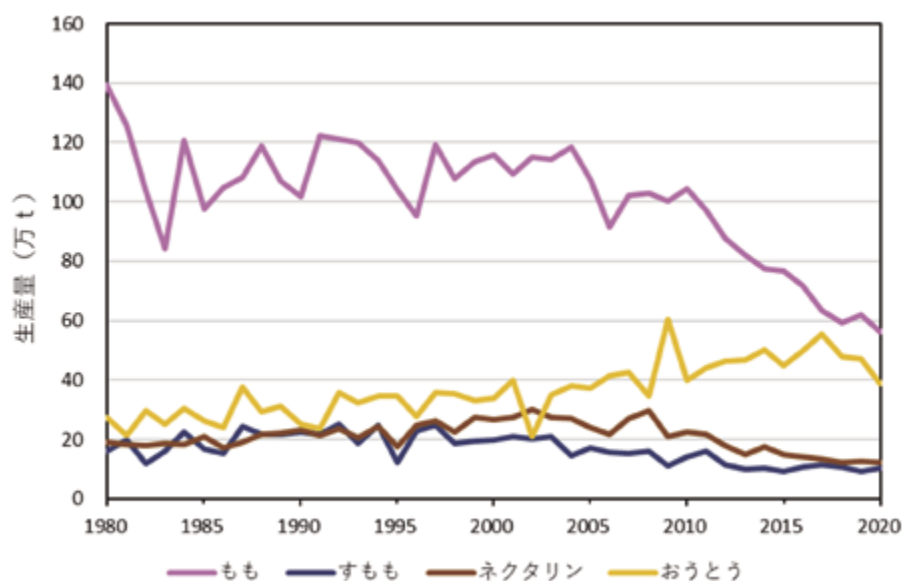


図 15 米国における核果類果樹の生産量

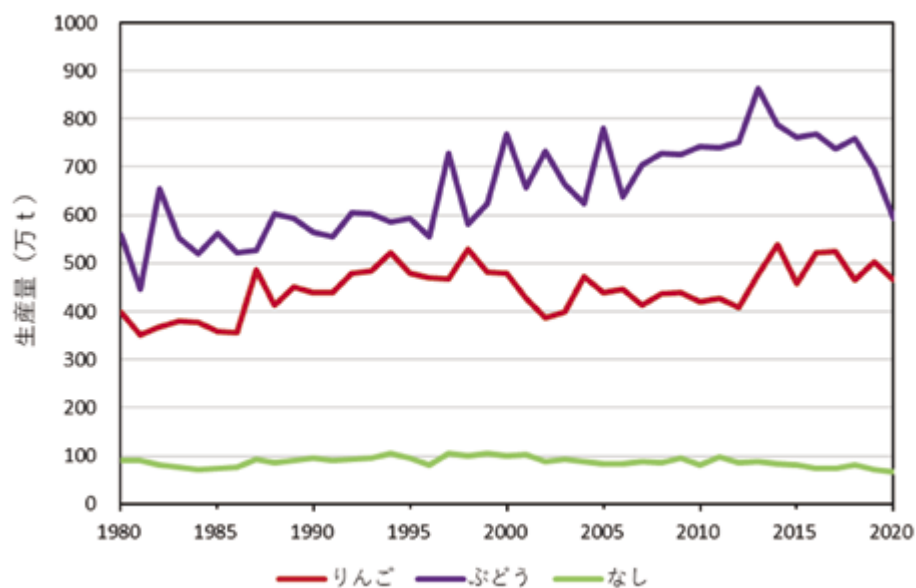


図 16 米国における代表的な果樹の生産量

米国において、ももの栽培面積が多いのは、カリフォルニア州と東南部のサウスカロライナ州、ジョージアである（図 17）¹¹⁾。その他、東部のペンシルバニア州、ニュージャージー州、五大湖沿岸のミシガン州、中西部のコロラド州、南部のテキサス州やフロリダ州にも産地がある。カリフォルニア州の栽培面積は 18,200ha であり、離核品種が粘核品種よりやや多い。カリフォルニア州では、離核品種は生食用に、粘核品種は加工用に利用されることが多い¹²⁾。カリフォルニア州は、全米の生食用ももの 56%、加工用ももの 96%を生産している。2017 年の統計では、全米で 55%が加工に仕向けられ、そのうちの 83%が缶詰用、17%が冷凍用である。サウスカロライナ州の粘核品種の割合は 1/4 であり、フロリダ州ではほとんどが粘核品種である。これらは、缶詰用ではなく、ごく一部を除いて生食用と考えられる。

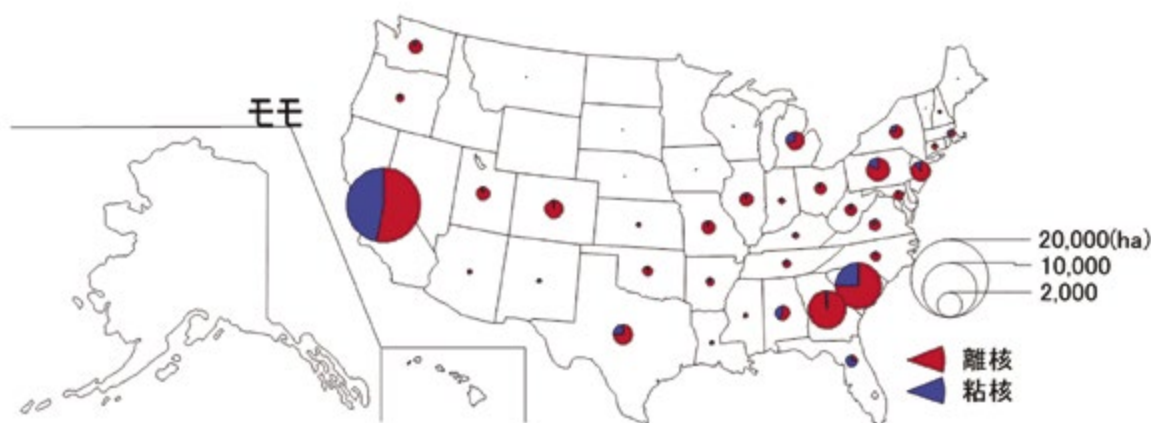


図 17 米国州別の離核もも、粘核もも栽培面積

カリフォルニア州の核果類の産地は、州の中央部に位置するセントラルバレーであり、生食用もも（離核）、ネクタリン、すもも産地は、フレズノ郡とツラーレ群である（図 18）¹²⁾。加工用もも（粘核）の産地は、北部のサッター群、スタニスラウス郡、ユバ郡、甘果おうとうの産地は、サンホアキン群、フレズノ郡、スモモ（乾果）の産地は北部のサッター郡、ビュート郡、ユバ郡である。

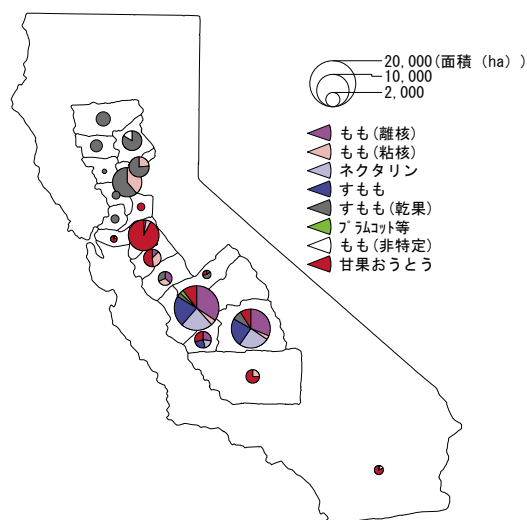


図 18 カリフォルニア州の郡別核果類栽培面積

州別に生産量の推移を見ると、カリフォルニア州の生産量は減少傾向が続き、2007年から2022年の15年間で半減している（図19）¹⁰。第2位のサウスカロライナ州は調査年度が限られるが、生産量の変化が激しく2007年には大幅減収となっている。ジョージア州は2007年、2017年の減収が激しい。こうした減収は、早春季の気温が高まり開花が促進され、その後の寒波で晩霜害を受けたものである¹³。米国東南部や中西部では、この2年以外にも1943年、1955年、1964年、1996年に大きな被害を受けている^{14,15}。

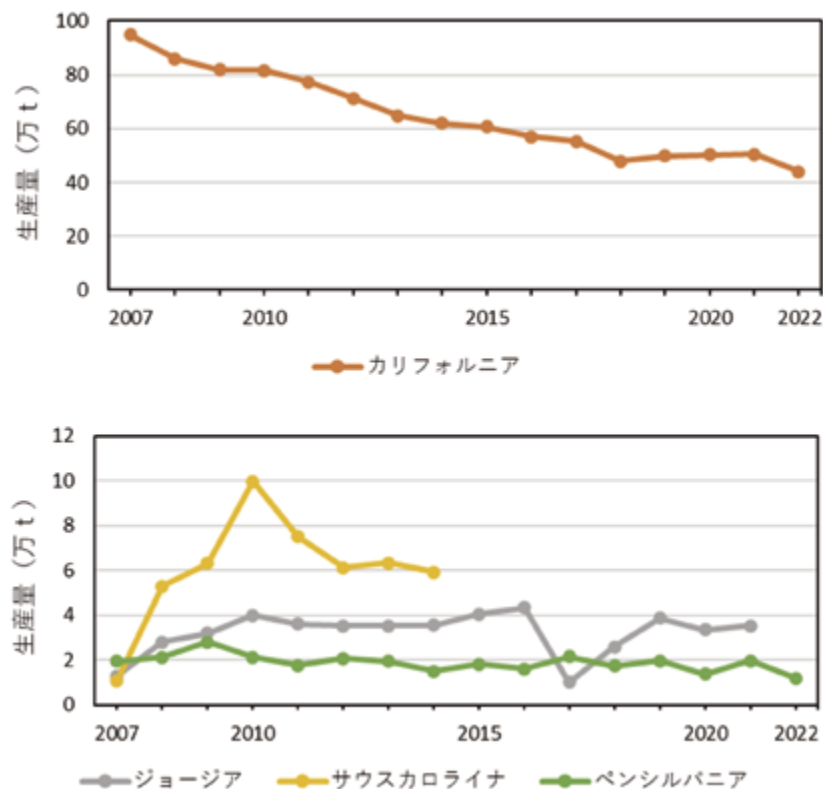


図19 米国におけるもも主要生産州の生産量

カリフォルニア州の離核ももと粘核ももの生産量推移を見ると、いずれも2010年頃より直線的に減少している（図20）¹⁰。離核ももを生食用、加工向けに分けて仕向け量の推移を見ると、加工向けは2009年頃以降は、それ以前に比べてやや減少しているが、その程度は小さい。一方、生食量は2012年頃から急減している。離核の加工向けは、冷凍向けが多く、その他に乾燥用がある。このように、冷凍用ももは堅調であるが、減少傾向が激しいのは生食用と缶詰用のももである。

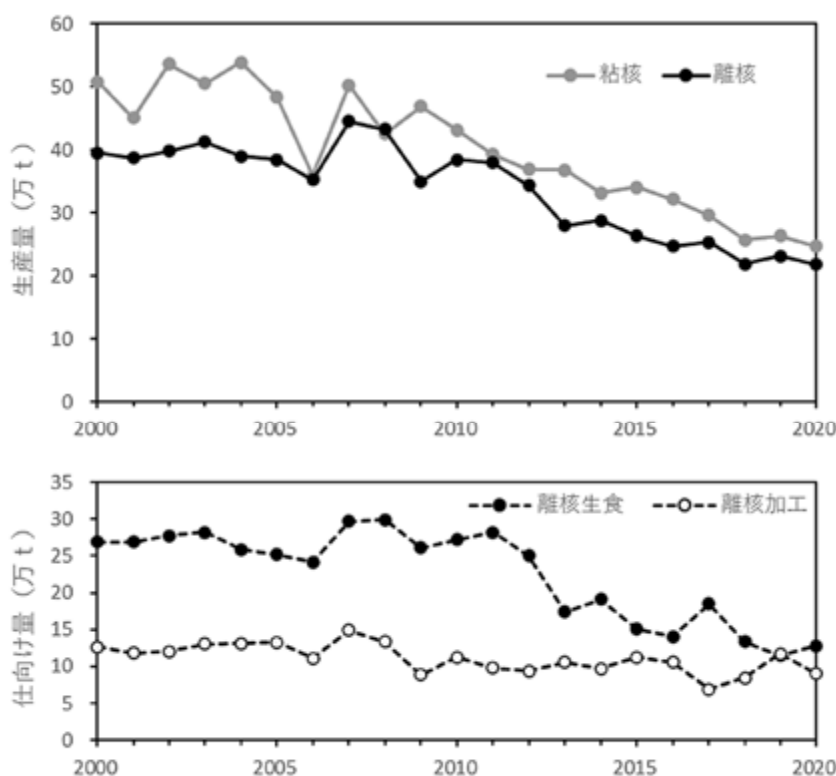


図20 カリフォルニア州における粘核もも、離核ももの生産量並びに離核ももの生食・加工仕向け量

カリフォルニア州の2020年のもも生産量は46.6万tであり、そのうち生食用の離核ももは12.8万t、加工用の離核ももは9.0万t、加工用の粘核ももは24.8万tである。ネクタリンの生産量12.0万tの多くは、生食用と考えられる。すなわち、カリフォルニア州では生食用ももは、離核もも12.8万tとネクタリン12.0万tを合わせた24.8万tであり、生食用ももにおけるネクタリンの重要性を示している。

米国のもも生産量、消費量は過去40年間減少傾向であり、2010年頃よりその傾向が激しくなっている(図21)¹⁰。おうとうについては、全体的に増加傾向である。

米国におけるももの一人当たりの年間消費量(生果)は、1980年頃には3,000gあったものが、2010年には2,000gとなり、それからわずか10年たった2020年には1,000gと急激に減少している。すももは、1980年に700gあったものが、2020年には300gと半減している。おうとうは、2008年頃まで急増し、その後は600g程度を維持している。

その他の主要果樹、熱帯果樹、ベリー類についてみると、りんご、ぶどう、柑橘類、なしは多少の傾向の違いはあるものの、大きな減少は認められていない(図22)¹⁰。一方、熱帯果樹、ベリー類の増加は顕著であり、特に、熱帯果樹はりんごと柑橘類を合わせた量にまで増加している。

果樹ごとに2020年の消費量と対もも消費量比を見ると、熱帯果樹21,914g(23.7倍)、りんご7,337g(7.9倍)、ぶどう3,718g(4.0倍)、ベリー類3,948g(4.3倍)、なし1,326g(1.4倍)である。熱帯果樹は、バナナ12,347g(13.3倍)、アボカド4,047g(4.4倍)、パインアップル3,310g(3.6倍)、マンゴー1,645g(1.8倍)、パパイヤ565g(0.6倍)を合わせたものである。

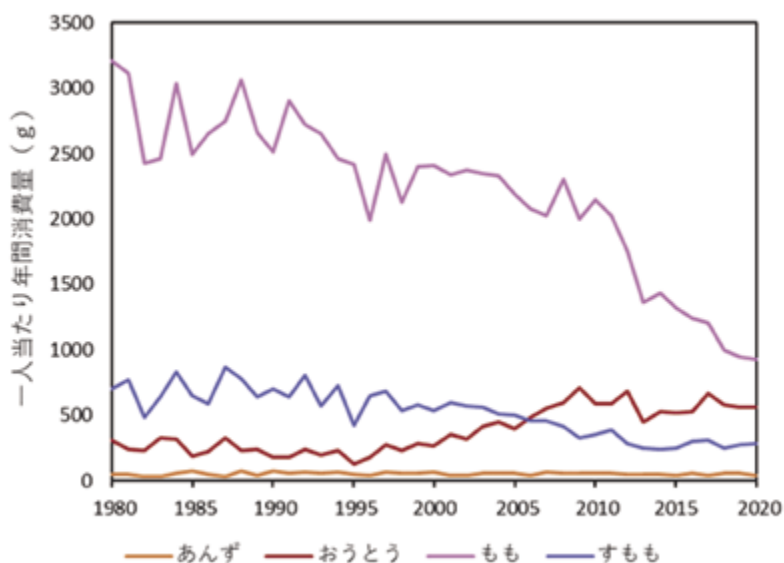


図 21 米国における核果類果樹の一人当たり年間消費量

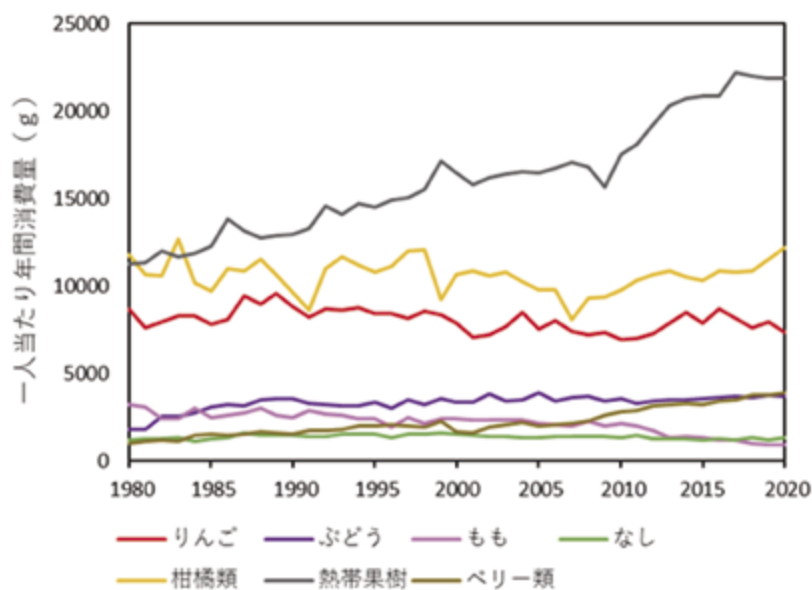


図 22 米国における代表的な果樹の一人当たり年間消費量

米国のももの加工用途について、缶詰と冷凍の動向を紹介する。缶詰は1980年に3,000gあったものが、2020年には1,000gと大幅に減少している(図 23)¹⁶⁾。この傾向は、あんず、甘果おうとう、酸果おうとう、すももの缶詰も同様であり、缶詰の人気の急速に低下していることを示している(図 24)¹⁶⁾。冷凍用については、200g程度の消費量で維持されている。

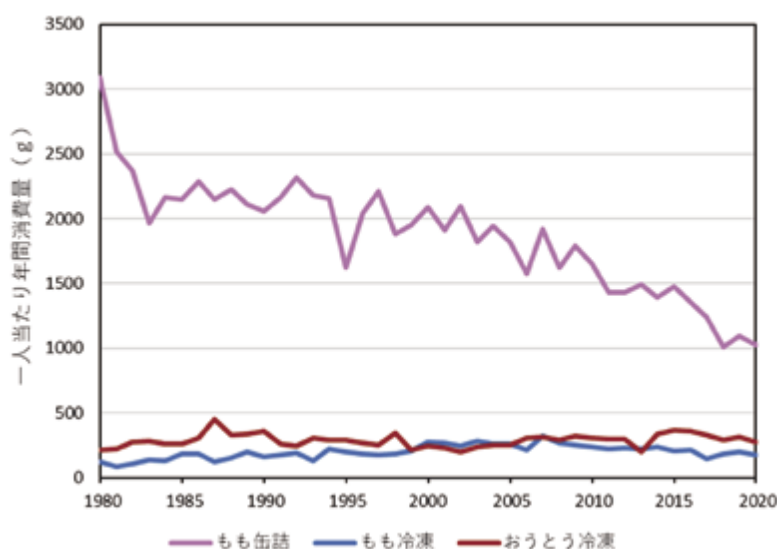


図 23 米国におけるもも缶詰、もも冷凍、おうとう冷凍の一人当たり年間消費量

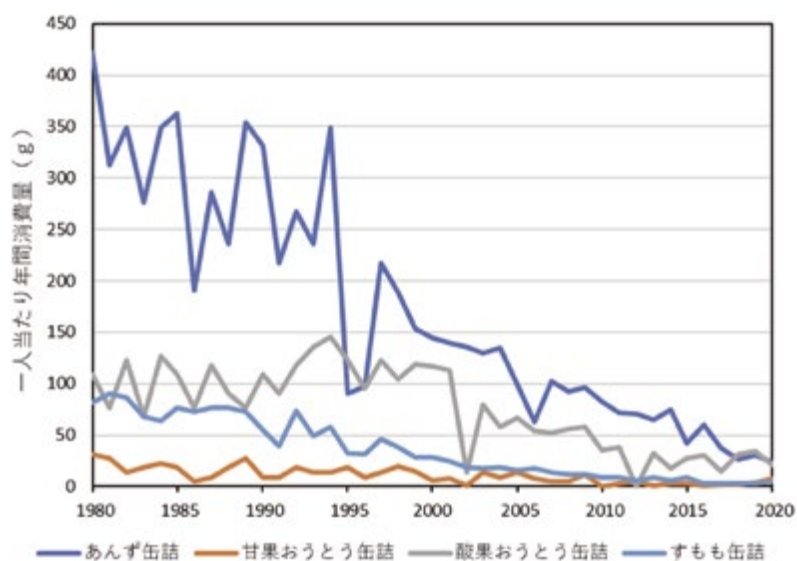


図 24 米国における核果類缶詰の一人当たり年間消費量

米国州別の生産者受取価格は、カリフォルニア州で低く、コロラド州は高く、ジョージア州とサウスカロライナ州は、それらの中間である（図 25）¹⁰。カリフォルニア州の価格が低いのは、生食用としての離核品種の価格は高いが、加工用がほとんどの粘核品種の価格が安いことが関係している（図 26）¹⁰。生食用の価格を比較すると、カリフォルニア州はジョージア州とサウスカロライナ州と同様である。コロラド州の価格が高いのは、気象条件に恵まれて品質がよいこと、近距離向けに完熟で出荷していることが関係していると思われる。

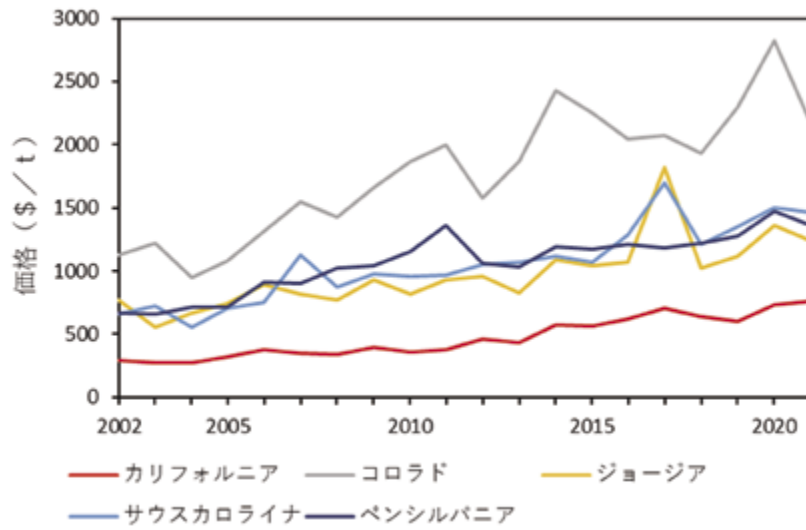


図25 米国主要生産州における生産者のもも出荷価格

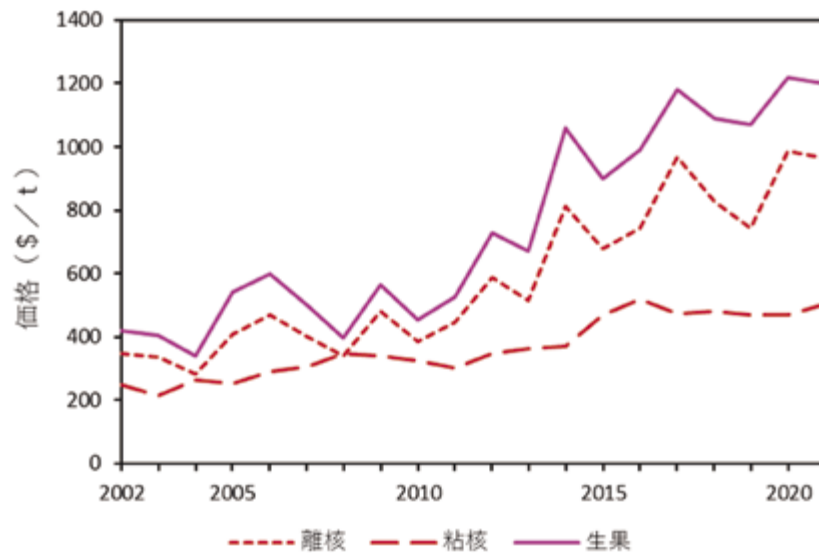


図26 カリフォルニア州もも生産者の離核、粘核および生果用出荷価格

おとうの価格は、全般的に上昇傾向である（図 27）¹⁰。カリフォルニア州の価格は、ここ 10 年ほどは、ワシントン州より高めに推移している。

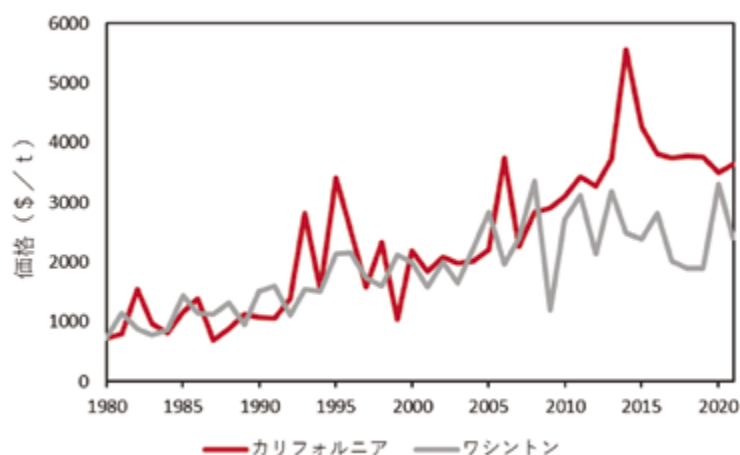


図27 カリフォルニア州、ワシントン州のおうとう生産者の出荷価格

米国のもも、おうとうについて、生産規模別に積算した栽培面積の年度別推移を見ると、1,000acre以上では増加しているが、その他の階層ではほぼ減少を続けている（図28, 29）¹⁶。おうとうは44.9acre以下で減少傾向であり、50.0～99.9acreでは変化が認められず、100acre以上では増加している。このように、ももについては、500acre未満の小中規模生産者が減少し、10,000acre以上の大規模生産者の占める割合が増加している。おうとうは、25acre未満の小規模生産者は減少しているが、25～99.9acreの中規模生産者の変化は少なく、100acre以上の生産者の占める割合は増加している。

こうした大規模化は、米国果樹産業の大きなトレンドの一つである¹⁷。2019年には、2012年の核果類面積ランキングで全米1、2位のGerawan Farming社（9,168acre）とWawona Packing社（6,836acre）が合併してPrima®Wawona社となっている^{18,19}。両社はいずれも、カリフォルニア州所在であり、生産だけでなく選果販売を行っている。Wawona Packing社は、2018年にはカリフォルニア州の苗木生産者Burchell Nursery社から核果類の育種事業、60もの高品質品種の権利を取得している。

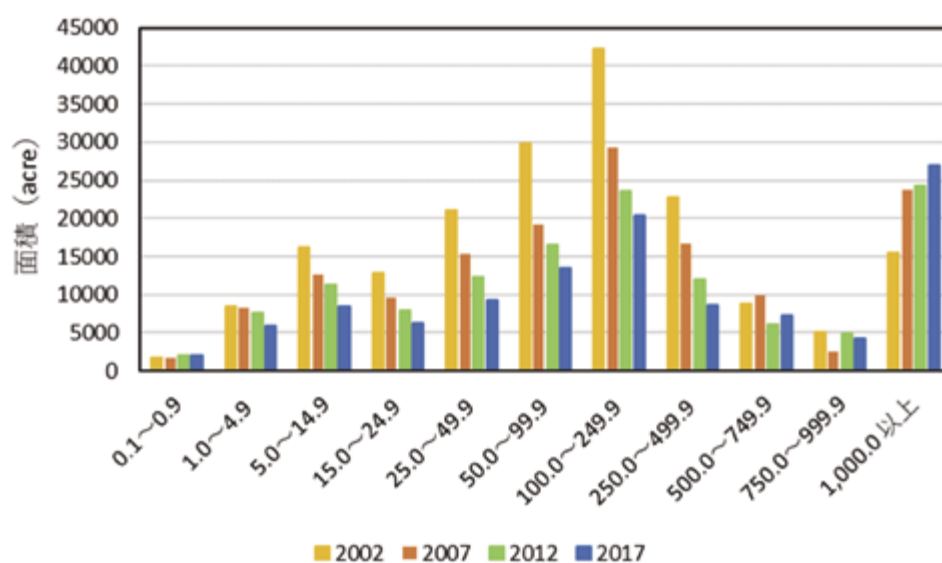


図28 米国もも生産者について生産規模別に積算した栽培面積の推移

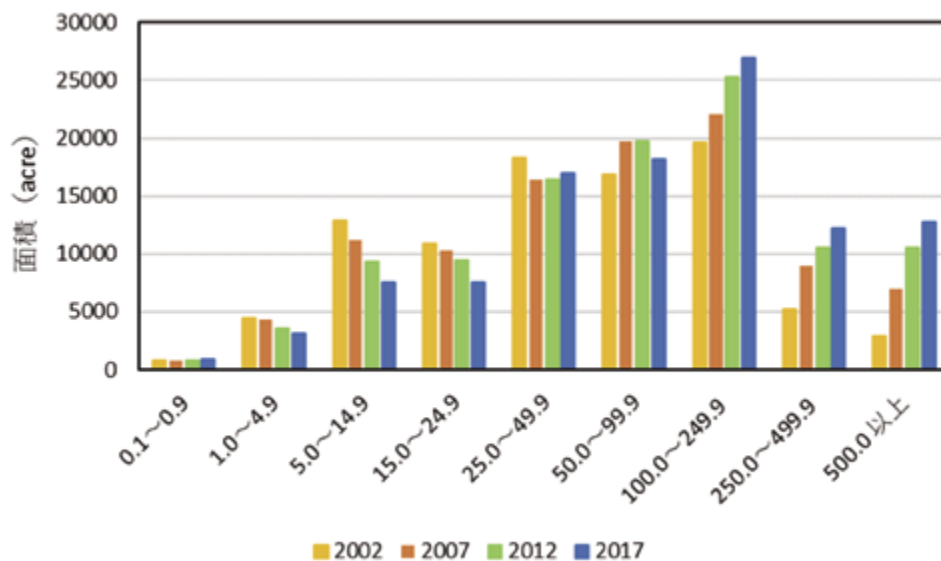


図29 米国おうとう生産者について生産規模別に積算した栽培面積の推移

こうしたものの生産者構造の変化に関連しているものとして、生産者団体のマーケティングオーダーの廃止がある²⁰⁾²¹⁾。マーケティングオーダーとは、特定の農業生産品目について生産者から拠出金を集め、市場拡大や販売促進、調査研究等を実施する仕組みである。

例えば、カリフォルニア州には、りんご、なし、カンキツ研究、カンキツ苗木、生食用ぶどう、ぶどう台木、粘核もも、おうとう、プルーン、アボカド、ブルーベリーでそのような仕組みがある。生食用もも、ネクタリンのマーケティングオーダーは、それぞれ1939年、1958年に制定され、1933年に設立されたCTFA (California Tree Fruit Agreement) で管理されてきた。マーケティングオーダーでは、マーケティングと貯蔵流通技術向上による消費拡大、栽培技術開発による生産費の低減、統一した品質基準による産業界全体に対する消費者のイメージ向上が行われてきた。大学等の関連研究推進においても、その資金は大きな役割を果たしてきた。

マーケティングオーダーにおけるもも、ネクタリンの果実品質は、熟度、形、色、傷によりランク分けされていた。しかし、近年、販売業者は大規模な生産者や取引業者との直接取引を行い、独自の品質基準での販売を行う動きが進んできた²¹⁾²²⁾。また、生産者の中には、独自の販売方針をとり消費者嗜好に合う果実を提供したいという要望も出てきた。このようなことから、2011年の投票でマーケティングオーダーの停止が決定された。マーケティングオーダーの維持に賛成したのは小規模生産者で、反対したのは大規模生産者が多い²²⁾。また、有機栽培生産者は、関連成果の研究成果を期待して賛成した人が多い。マーケティングオーダー停止後、生産者の中には果実品質の多様化と高度化、販売活動や研究活動の強化を進める動きが出ている。

マーケティングオーダーがないことにより、情報収集活動が停止され、新規情報の確保が困難になった。そのため小規模生産者の販売戦略にはリスクが伴うことになった。また、CTFAからの研究資金がなくなることから、カリフォルニア大学等の生食用もも、ネクタリン研究推進にも大きな影響があったと考えられる。

カリフォルニア州の生食用果物の団体としては、CFFA (California Fresh Fruit Association) がある²³⁾。CFFAの取扱品目は、生食用ぶどう、りんご、なし、もも、ネクタリン、すもも、アンズ、おうとう、

ブルーベリー、キウイフルーツ、かき、いちじくであり、カリフォルニア産の 95%の落葉果樹と 85%の生食用ぶどうを出荷している。CFFA は、自発的な事業者団体であり、構成員のために公共政策課題を重点に扱っている。重要課題としては、労賃の上昇、地下水利用制限、短期的・長期的な労働力の安定的確保（移民政策）等がある^{24 25}。こうした課題も、生産量の減少や中小規模生産者の減少等生産構造の変化につながっていると考えられる。

米国のもも生産量の減少や研究資金の減少は、全体で見ればもも産業の弱体化とみることができる。一方、生産量が少なく価格が上昇すれば、大規模生産者にとって有利ともいえるのではないかと考えられる。統一規格の制約がなく、独自ブランドでの展開もしやすくなる。研究についても、大規模生産者は独自の研究チームを持ち、最新の情報を収集しながら活動を行っているようである^{26 27}。今後、消費者嗜好に合致する品種を選択し、省力技術を導入しながら低コスト化を図っていくものと考えられる。

引用・参照文献

10. USDA. Quick Stats.
11. USDA. Census of Agriculture 2002, 2007, 2012, 2017.
12. California Department of Food & Agriculture. California Agricultural Statistics Review.
13. Weathers, H. E. (2017). News. Freezing temperatures devastates South Carolina farmers. South Carolina Department of Agriculture.
14. Okie, W. R. et al. (1998). Spring freeze damage to the 1996 peach and nectarine crop in the southeastern United States. *HortTechnology*, 8(3), 381-386.
15. Chun, S. E., & Changnon, D. (2019). Predicting major peach yield reductions in the Midwest and Southeast United States. *Meteorological Applications*, 26(1), 97-107.
16. USDA. Fruit and Tree Nuts Yearbook Tables
17. Ridley, W., & Devadoss, S. (2021). Challenges for the US fruit industry. *Choices*, 36(2), 1-6.
18. Rusnak, P. (2012). 2012 Top 25 Stone Fruit Growers. *Growing Produce*. July, 19, 2012.
19. Merger of stone fruit producers Gerawan Farming and Wawona Packing. *FreshPlaza*, Sep 25, 2019.
20. 中央果実基金 (1999) . 農業マーケティングプログラム制度. 米国における果樹産業政策・制度・体制等に関する調査報告書.
21. Plakias, Z. T. et al. (2015). Producer attitudes toward mandatory agricultural marketing organizations: Evidence from the California fresh peach and nectarine industry (No. 330-2016-13803).
22. Plakias, Z. et al. (2020). Terminated marketing order provided resources to California peach and nectarine growers. *California Agriculture*, 74(3), 155-162.
23. California Fresh Fruit Association. Annual report 2020-2021.
24. Asci, S. & Ramaswamy, K. (2021). Issues facing the California fruit sector: *Choices*, 36(2), 1-7.
25. Sparks B. (2014). California stone fruit market steady after rocky years. *Growing Produce*. Mar.4.
26. Courtney, R. & Mullinax, T. J. (2022). Efficiencies of flavor. *Good Fruit Grower*: July 14, 2022
27. Courtney, R. & Mullinax, T. J. (2022). Tests of taste help find the right flavor. *Good Fruit Grower*: July 14, 2022

IV 世界のもも生産・流通・消費

1. 世界のもも生産

世界のもも生産量（ネクタリン含む）は、1961年に516.7万t、1990年に939.7万t、2020年には2,457.0万tに達している（図30）²⁸⁾。世界最大の生産国は中国であり、1961年に43.2万t、1990年127.9万t、2020年1501.6万tである。世界の生産量が1990年以降大幅に増加しているのは、ほとんどが中国での生産拡大が関係している。

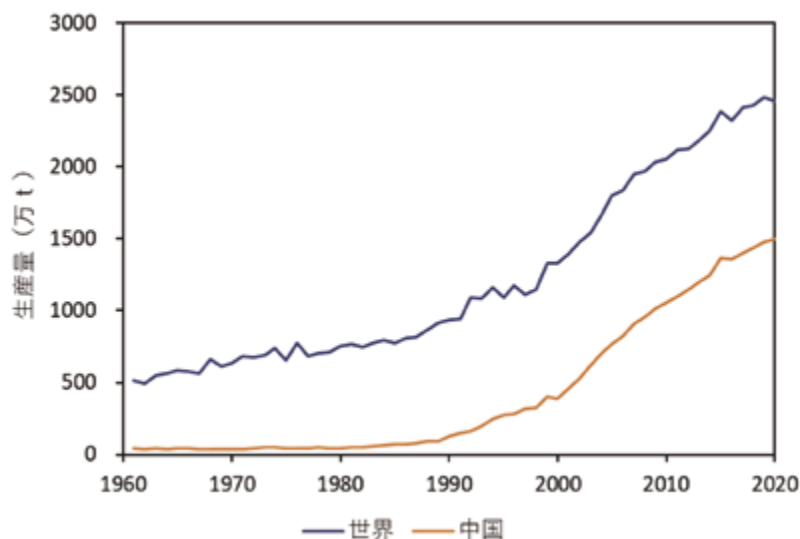


図30 世界および中国のもも生産量

もも、ネクタリン生産の多い国は、中国1,500万t、スペイン130.6万t、イタリア101.5万t、トルコ89.2万t、ギリシャ89.1万t、イラン66.4万t、米国56.0万t、エジプト34.0万t、チリ30.8万t、インド26.6万t、アルゼンチン22.2万t、ブラジル20.2万t、韓国18.9万t、アルジェリア18.6万t、ウズベキスタン18.4万t、フランス17.9万t、メキシコ17.3万t、南アフリカ17.2万tである（図31）²⁸⁾。



図31 世界のもも生産量

中国以外の主要生産国について見ると、米国とイタリアは生産量1，2位を競ってきたが、1990年代半ばには中国が1位となり、2010年代半ばにはスペインにも抜かれている（図32）²⁸。米国は2000年頃より減少し、2010年頃からは特にその傾向が激しく生産量は5位となっている。イタリアも、2010年頃より減少している。スペイン、トルコは直線的に増加し、2020年にはそれぞれ2位，4位となっている。

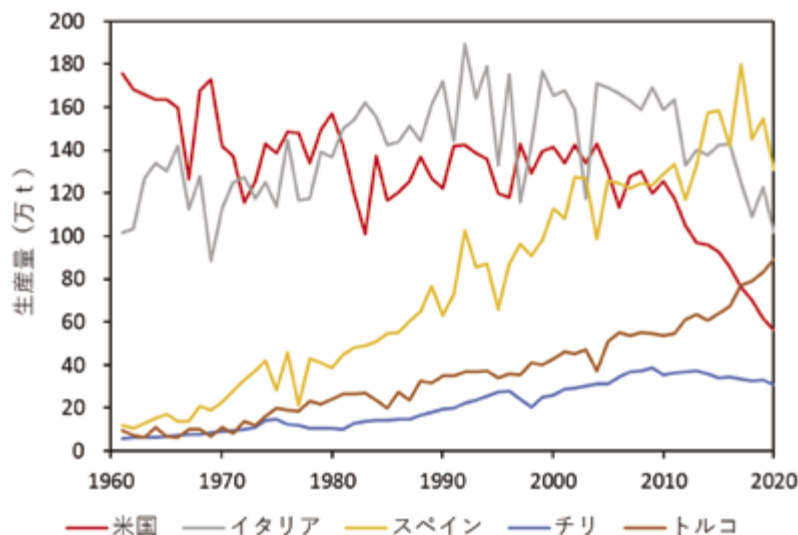


図32 主要国のもも生産量

中国の生産量が多い理由は、幅広い地域で生産が行われていることによる（図33）²⁹。生産量が多い省は、山東省293.6万t、河北省202.1万t、河南省127.8万t、陝西省102.8万t、湖北省97.4万tである。生産量第2位のスペインの130.6万tと比べると、山東省だけでもスペインの2倍以上である。



図33 中国における省・自治区別のもも生産量

FAO の生産量は、ももとネクタリンを合わせた数値となっている。そこで、主要生産国、輸出国について、もも・ネクタリンに対してネクタリンがどの程度の割合を占めるかを調べた。ネクタリンの割合は日本では 1.5%と少ないが、主要生産国、輸出国では多く、スペイン 38.0%、イタリア 28.0%、フランス 49.2%、米国 14.5%、オーストラリア 61.7%、チリ 37.6%は、南アフリカ 27.7%でありネクタリンの占める割合はかなり多い (図 34) ^{24~30)}。中国については、明確な数値はないが、ネクタリンの生産量は市場の 20%とされている ³⁰⁾。ネクタリンは、ほとんどが生食用であり、ももは加工用も含むことから、生食用について考えると、ネクタリンの重要性が指摘できる。

もも缶詰生産の多い国は、米国、ギリシャ、スペイン、チリ、南アフリカである。

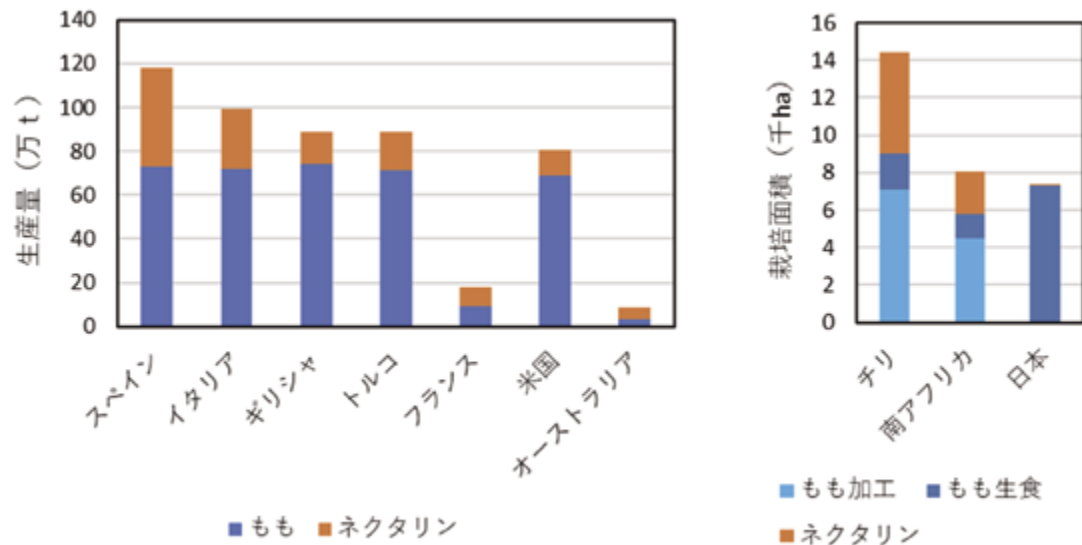


図 34 主要国のもも、ネクタリンの生産量、栽培面積

2. 世界のもも流通

主要果実の世界の輸出量を見ると、ももは 180.8 万 t であり、バナナ 2449.7 万 t、りんご、820.1 万 t、オレンジ 771.6 万 t、ぶどう 493.2 万 t、アボカド 280 万 t に比べ少ない ²⁵⁾。

もも・ネクタリンの輸出量の多い国は、スペイン 65.7 万 t、トルコ 16.3 万 t、ギリシャ 15.5 万 t、チリ 10.2 万 t、ウズベキスタン 8.6 万 t、中国 7.8 万 t、イタリア 7.7 万 t、米国 6.2 万 t、ヨルダン 5.5 万 t、フランス 2.6 万 t である (図 35) ²⁵⁾。

輸入量の多い国は、ロシア 240 万 t、ドイツ 23.5 万 t、フランス 13.5 万 t、イタリア 11.1 万 t、ポーランド 6.8 万 t、イギリス 6.8 万 t、カザフスタン 5.3 万 t、オランダ 5.0 万 t、ポルトガル 5.0 万 t、サウジアラビア 4.9 万 t、ウクライナ 4.8 万 t、ルーマニア 4.3 万 t、イラク 4.3 万 t、カナダ 4.1 万 t、中国 3.7 万 t、米国 3.1 万 t である。

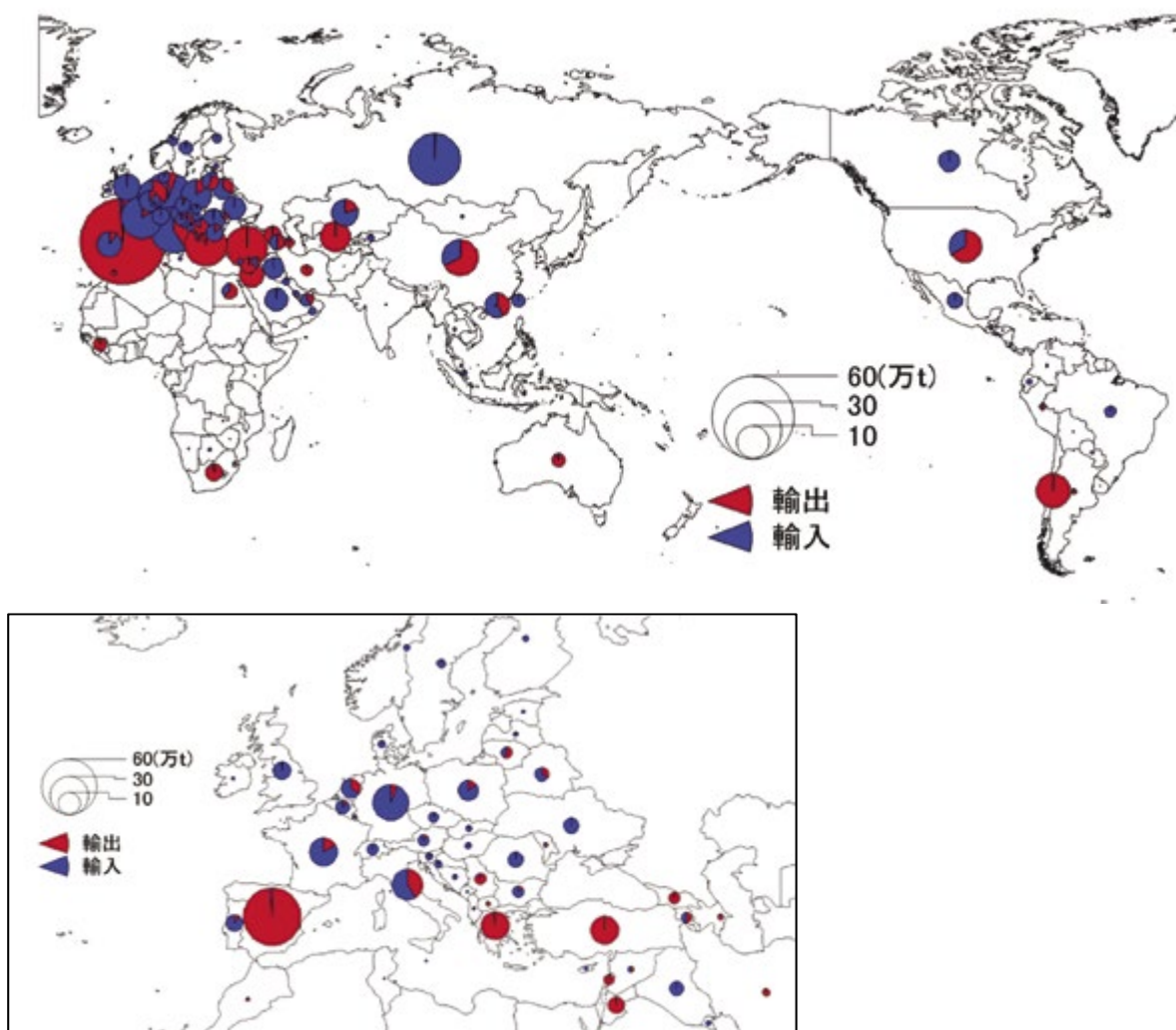


図 35 世界、欧州におけるもも輸出量と輸入量

世界のもも・ネクタリン輸出量の推移を見ると、右肩上がり増加していることがわかる（図 36）²³⁾。イタリアは 1995 年頃まで世界の輸出市場の半分強を占めていたが、その後、徐々に減少した。それに代わってスペインは、2000 年頃から急増し、今では世界市場の 1/3 を占めている。ギリシャは、年々の変動は大きい傾向が認められるが、全体としては大きな変化はない。

米国、チリは 1980～2000 年にかけて増加したが、2010 年代には低下した。中国、トルコは 2000 年から増加が顕著である。

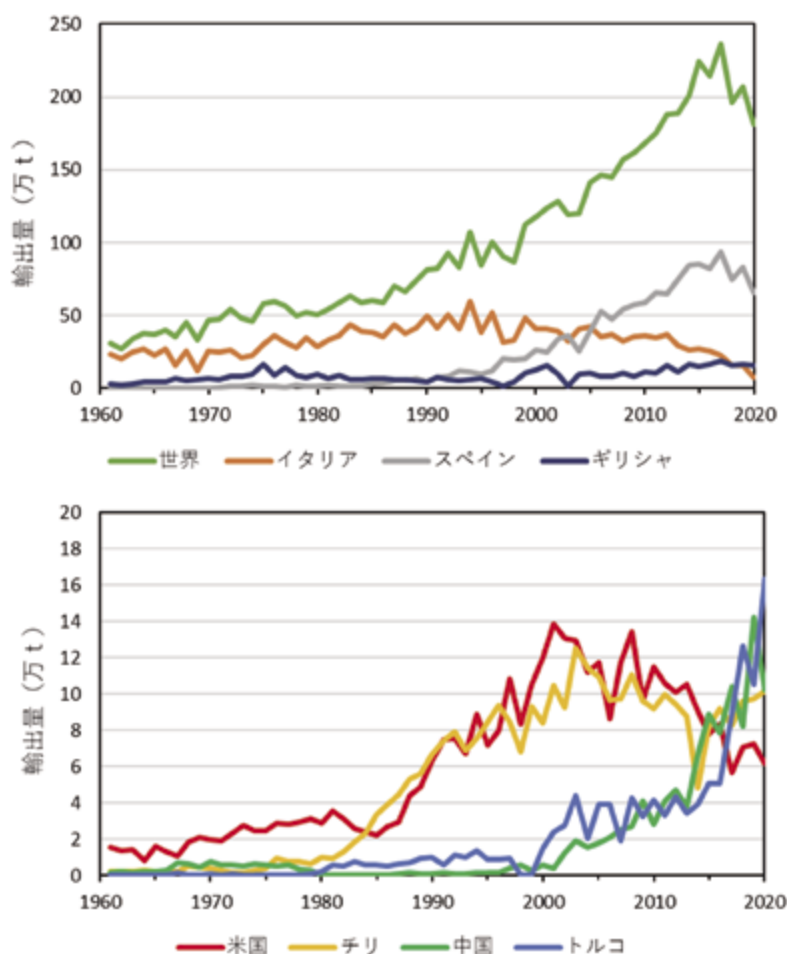


図36 世界および主要もも輸出国の輸出量

主要な輸出国について、輸出先を色分けして示した(図37)^{28,29,33~35)}。国名の後ろの括弧は、2020年の輸出量である。1列目は、欧州およびトルコ、2列目は中国と米国、3列目は南半球の輸出国であり、横の順番は地理的な位置の順になっている。おおまかな輸出先を区分けするために、欧州は青系統、ロシア、ウクライナ、カザフスタンはグレー系統、北米は緑系統、アジアは赤系統、中東は黄系統で示した。

最大の輸出国であるスペインは、欧州域内のドイツ、フランス、イタリア、英国に、イタリアはドイツ、オーストリア、チェコ、ポーランドに、トルコはロシアが圧倒的に多く、イラク、ウクライナ、ルーマニアにも輸出している。

中国は、ベトナム向けが多く、次いでカザフスタン、ロシアである。ベトナムでは、熟していないももを食べる習慣があり、中国産が受け入れられやすいと考えられる。米国は、カナダ向けが多く、次いでメキシコ、台湾である。

南アフリカは、英国、オランダ、UAE、サウジアラビアに、オーストラリアは中国、サウジアラビア、シンガポール、UAEに輸出している。チリは、米国、中国、メキシコ、ブラジル、オランダ、台湾と世界各地に輸出しているのが特徴である。

ももの輸出先は全体的に近隣の消費地に出荷することがほとんどであり、ももの日持ち性が低いことも影響している。

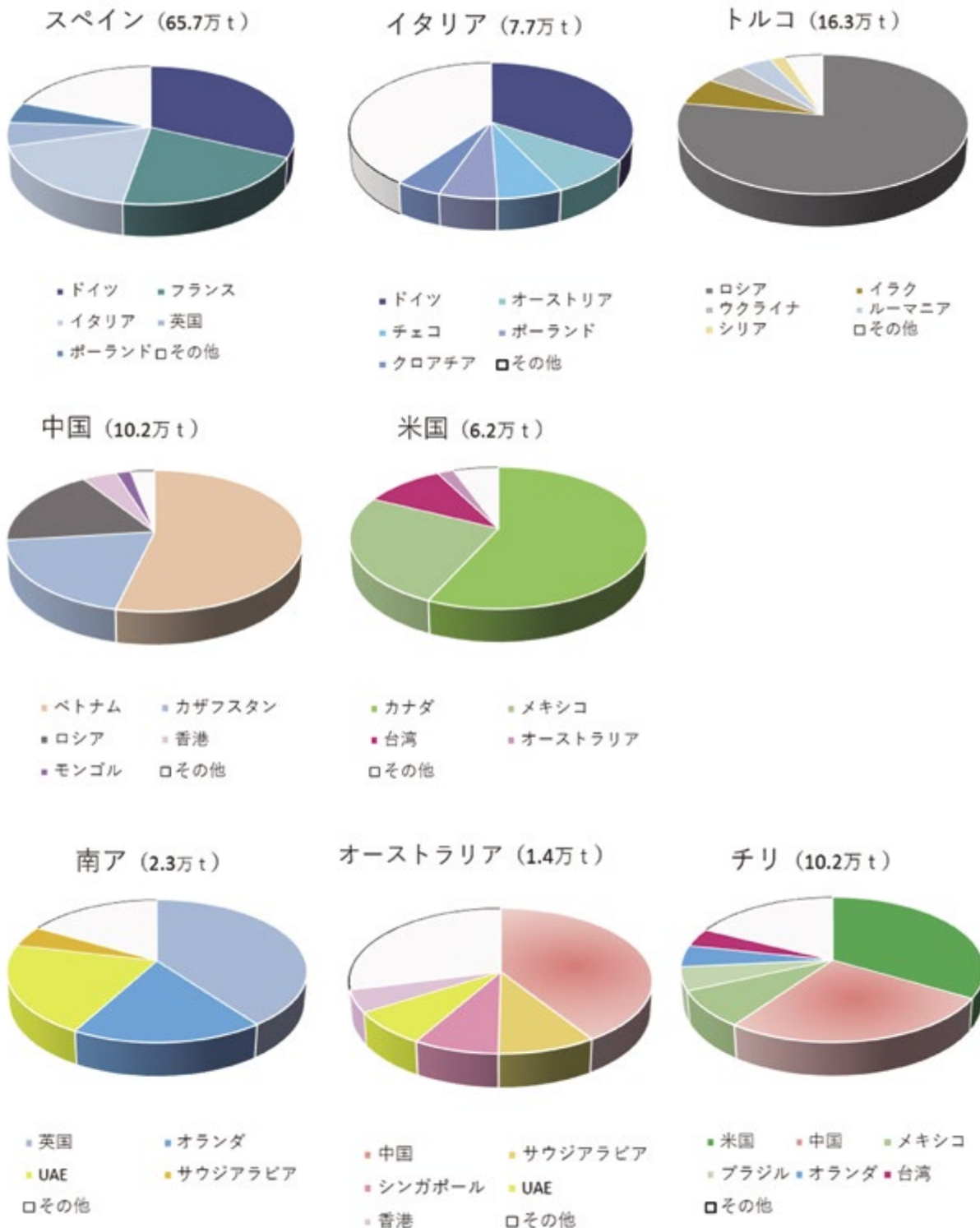


図 37 主要もも輸出国における輸出先

主要輸出国について、月別の輸出量を示した（図 38）^{29,30,33,36}。北半球の生産国のピークは7、8月である。スペインは、出荷期間、出荷量とも圧倒的な影響力を持っている。5月や10月には、欧州や南半球からのものはほとんどなく、ほぼ独占的な販売が可能である。スペインで早期出荷が可能なのは、低温要求量の少ない品種を温暖な地域で栽培しているからである。出荷は、南西部のアンダルシア州の4月中旬から始まり、地中海沿岸に沿ってムルシア州とバレンシア州、西部のエストレマドゥーラ州、その後東部のアラゴン州、カタルーニア州となり10月終わりまで続く（図 39）³⁷。スペインは欧州の大消費国に近く、もも、ネクタリン、蟠桃等多様なももを出荷している。

イタリア、ギリシャ、フランス、米国の輸出時期は、6月から9月である。米国でもフロリダ州は量は少ないものの、3月下旬から5月と大産地より早い時期に出荷している。

南半球からも北半球向けに輸出されるが、その量は少ない。出荷のピークは、南アフリカ11、12月、オーストラリア1月、チリ2月である。

生食用ぶどうは、世界各地で高品質品種が栽培され、それが輸入品を含めて年間を通して供給されている。ペルーでは生食用ぶどうの栽培・輸出は急増しているが、ももは低温要求性があり、日持ち性も低いこともあり、ももの栽培はほとんど行われていない。

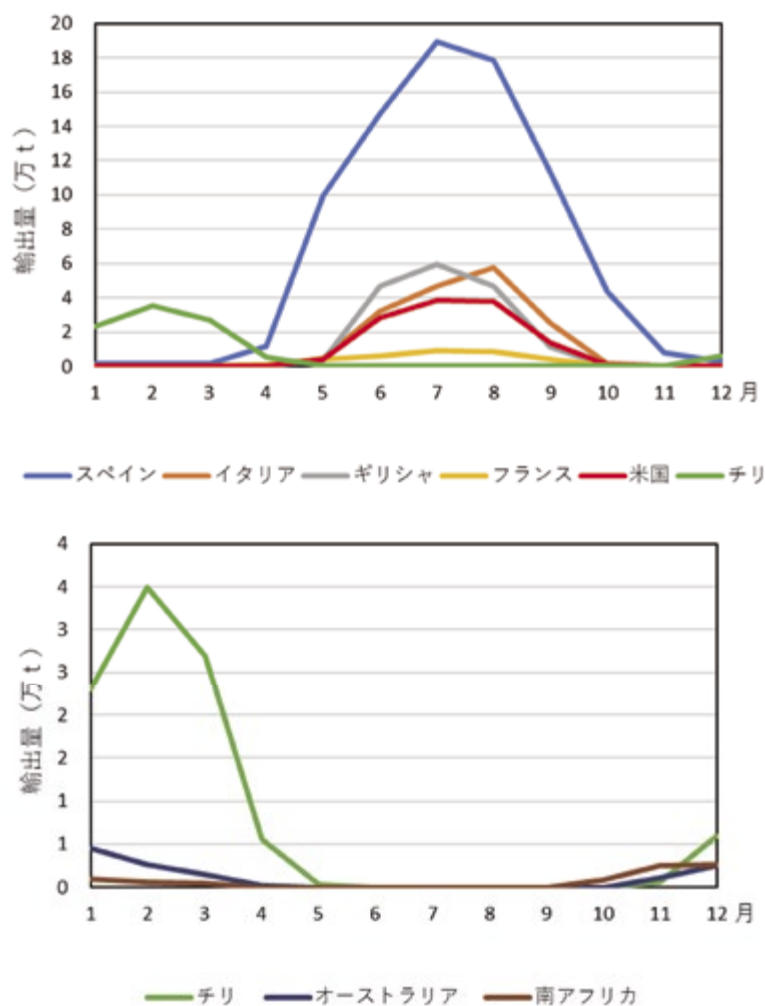


図 38 主要もも輸出国における月別輸出量

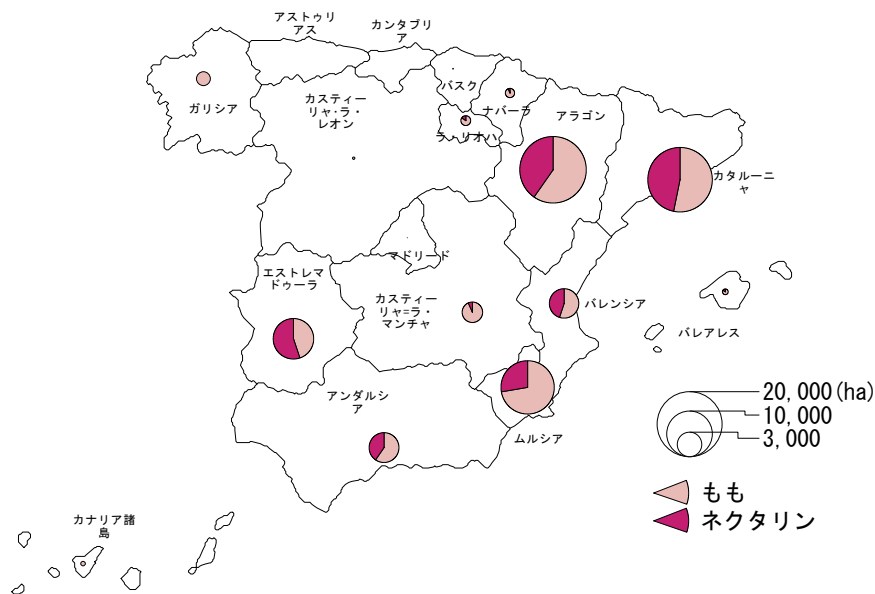


図 39 スペインにおける州別のもも、ネクタリン生産量

引用・参照文献

28. FAO. FAOSTAT
29. USDA. China stone fruit annual 2018. GAIN Report.
30. EU Fruit and Vegetables Market Observatory, Stone Fruit Sub-Group (2020). The peaches and nectarines market in the EU 27: trade on fresh products.
31. USDA Economic Research Service. Peaches Imports and Exports.
32. Turkey. Turkstat.
33. Horticulture Innovation Australia. Australian Horticulture Statistics Handbook, 2020/21.
34. USDA Foreign Agricultural Service (2022). Chile Stone Fruit Annual.
35. HORTGRO. Key Deciduous Fruit Statistics 2021.
36. USDA Foreign Agricultural Service (2022). China Stone Fruit Annual.
37. Statista. Peach: Spanish exports by EU country.
38. USDA Economic Research Service. Peaches Imports and Exports.
39. USDA Foreign Agricultural Service (2022). Turkey Stone Fruit Annual.
40. Sellina Wamuchi. Peaches Market Insights.
41. European Commission (2022). The peaches and nectarines market in the EU27: trade on fresh products.
42. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion Spain.

3. 世界のもも消費

先に米国のもも消費量が減少していることを示した。ここでは、その傾向が世界的なものかどうかを調べた。ここでの年間消費量は、FAO の統計を使い、生産量と輸入量の和から輸出量を引いた年間供給量を人口で割ったものである。

図 40 は年間消費量が減少傾向にある主な国の例として、米国に加えフランス、カナダ、日本を示した⁴⁹。米国の減少傾向は 1960 年代にはすでに大きく、特に 2010 年代に顕著である。フランスは 1990 年代から、カナダは 2000 年代から減少傾向が大きくなっている。日本は 1980 年代から減少している。2020 年の消費量を 1960 年と比べると、米国は 1/5 にまで減少しているが、フランス、カナダ、日本は半分程度である。

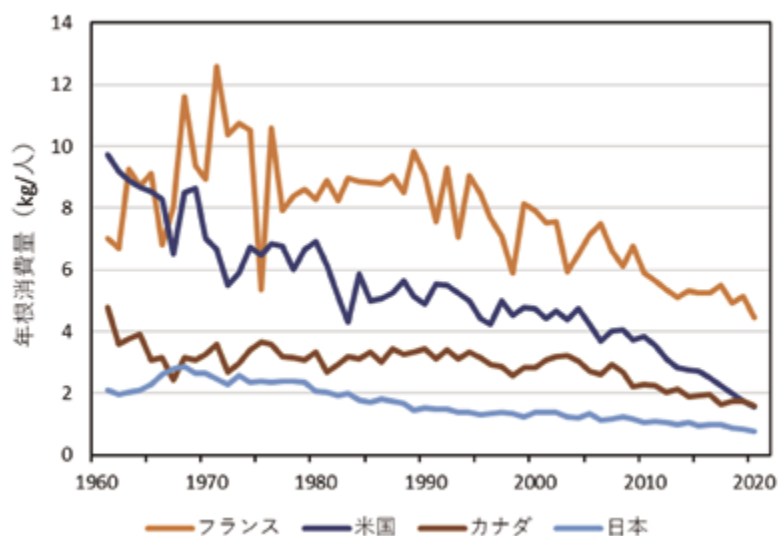


図 40 フランス、米国、カナダ、日本の一人当たり年間もも消費量

図 41 には、年間消費量の多い国と近年増加が顕著な国の例として、イタリア、スペイン、チリ、中国、ポーランド、ロシアを示した⁴⁹。

イタリアは、長期にわたり高い消費量を維持し、年間で一人当たり 20kg を消費している。スペインは、生産量が大幅に増加し、輸出量も多いが国内供給量も増加し 15kg にまで達している。中国は、生産量の急拡大もあり、年間消費量は 10kg にも達し、日本の 13.5 倍となり人気の高さを示している。ポーランド、ロシアの生産量は少なく、近年、輸入量、消費量が増加している。

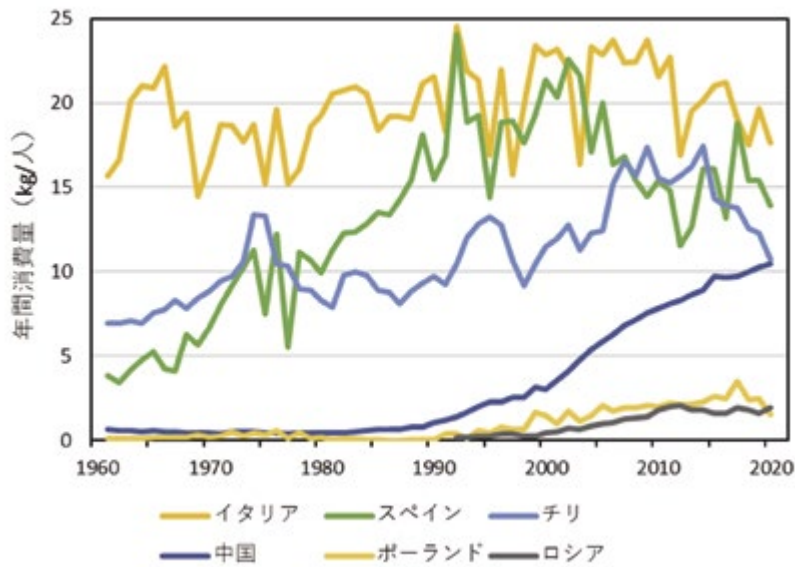


図41 イタリア、スペイン、チリ、中国、ポーランド、ロシアの一人当たり年間もも消費量

ドイツの生産量は非常に少ないが、輸入量は安定し消費量も多く約3kgである(図42)⁴⁹⁾。英国も大部分が輸入で、消費量は約1kgである。ブラジルは、輸入量は少なく、国内向けに亜熱帯で栽培が行われていて、消費量は1kgである。

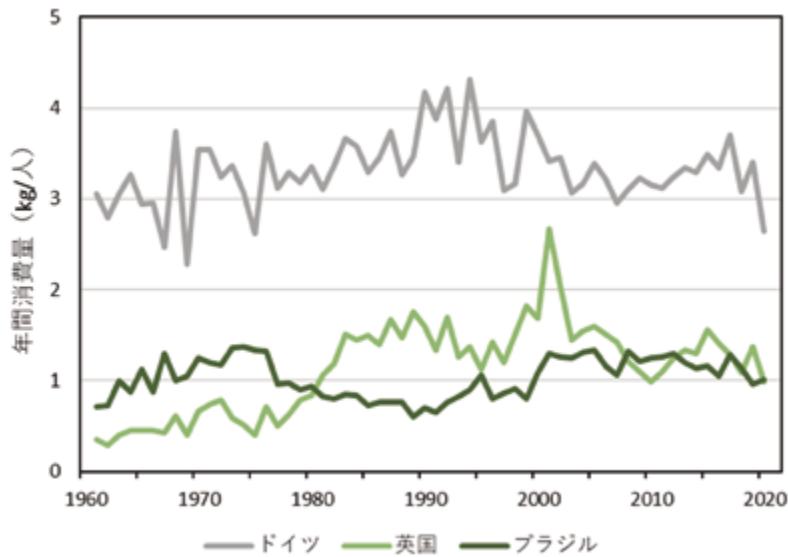


図42 ドイツ、英国、ブラジルの一人当たり年間もも消費量

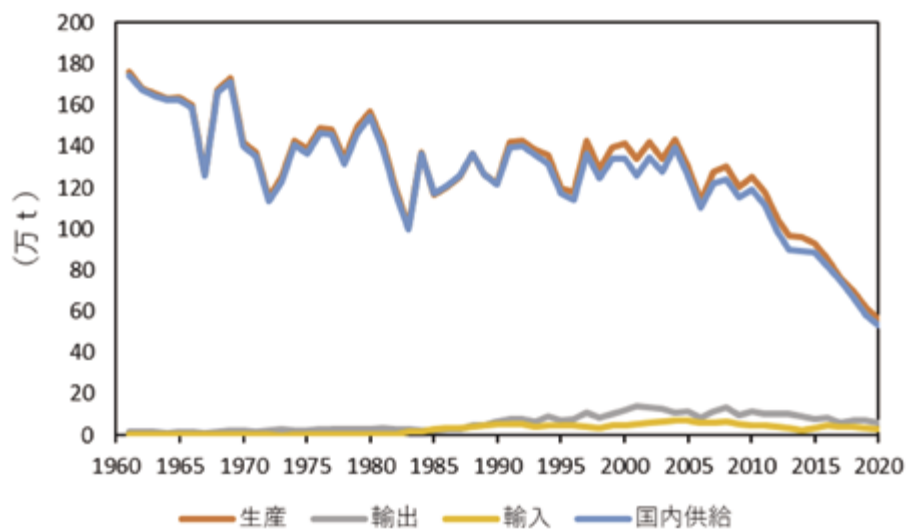


図 43 米国におけるももの生産量、輸出量、輸入量、国内供給量

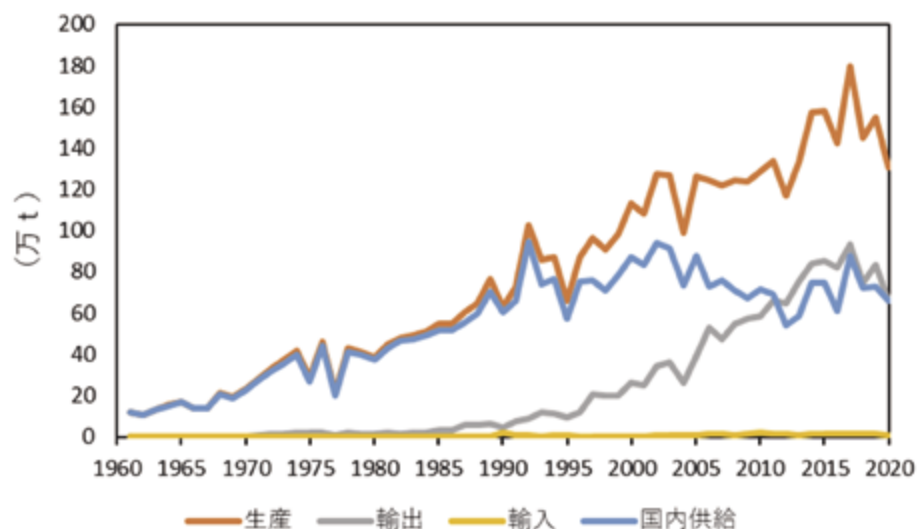


図 44 スペインにおけるももの生産量、輸出量、輸入量、国内供給量

米国の消費量の減少は、世界的に見て異例ともいえるものであることが示された。国内供給量についてその内訳を見ると、生産量に比べ輸出量、輸入量はそれほど多くなく、国内供給量の減少が生産量の減少によりもたらされている（図 43）⁴⁹。また、1960年から2020年にかけて、人口が1.8億人から3.4億人に増加しており、一人当たりで見ると消費量の低下が促進された。

一方、スペインは、生産量は右肩上がり増加し、それに伴い国内供給量も増加した（図 44）⁴⁹。1990年頃より輸出量も増加し、2005年頃には輸出の伸びが生産量の伸びを上回り、国内供給量の伸びは鈍化した。

欧州5か国消費者について、ももの消費習慣が調査されている⁴⁴⁾。もも、ネクタリンの手に入りやすい、フランス、イタリア、スペインで食べる頻度、量が多く、手に入りにくいドイツやポーランドで少ない。また、高齢層（61～70歳）が最も食べ、若年層（15～35歳）は少なく、男性は女性より少ないことが示された。ももの消費量減少傾向と若年層が食べないことに関連がある可能性があり、それを考えると深刻な影響が出てくることも懸念されている。

1990年代には、すでにももの消費低迷が指摘され、その要因として未熟果、低温障害果、品質のばらつきが指摘された⁴⁵⁾。また、以前は、内部品質に比べ大果であることが重要視され、果実が大きいほど出荷価格、販売価格は上昇し、糖度が高くても出荷価格には関係しなかった⁴⁶⁾。販売価格については糖度の上昇につれ多少上昇するが果実の大きさに比べその程度は小さかった。さらに、内部品質がよくても果実が出荷できないこともあった⁴⁷⁾。

米国では栽培面積・生産量の低下、消費量の低下を受けて、消費者の嗜好把握に基づく品質向上等消費拡大に向けた取り組みが行われてきた⁴⁸⁾⁵⁰⁾。特に低温障害の回避と食べごろ果実の提供が取り組まれた。低温障害は、貯蔵に関係した障害で、外見は健全でも、風味がない、ジューシーさがなく（ゲル状の果肉）、内部褐変等が起こる。果実品質や消費者嗜好調査、低温障害については、後述する。

引用・参考文献

43. FAO. FAOSTAT.
44. Konopacka, D. et al. (2010). Apple and peach consumption habits across European countries. *Appetite*, 55(3), 478-483.
45. Byrne, D. H. (2005). Trends in stone fruit cultivar development. *HortTechnology* 15(3), 494-500.
46. Parker, D. et al. (1991). How quality relates to price in California fresh peaches. *California Agriculture*, 45(2), 14-16.
47. Bruhn, C. M. (1995). Consumer and retailer satisfaction with the quality and size of California peaches and nectarines. *Journal of Food Quality*, 18(3), 241-256.
48. Crisosto, C. (2002). How do we increase peach consumption? *Acta Horticulturae*, 592, 601-605.
49. Crisosto, C. H. et al. (2003). Understanding consumer acceptance of peach, nectarine and plum cultivars. *Acta Horticulturae*, 604, 115-119.
50. Crisosto, C. H. (2006). Peach quality and postharvest technology. *Acta Horticulturae* 713, 479-488.

V 生産国の気象と気象災害

1. 気温と降水量

ももの原生地は中国であり、そこからアジアに広がり、1500～2000年前に日本に伝わり、西へはシルクロードを通りペルシャ（現イラン）を經由して、2000年前頃に欧州に伝わった。アメリカ大陸には16世紀頃にスペイン人、ポルトガル人により持ち込まれ、そこから南北アメリカに広がった⁵¹⁾。

ももの現在の主要産地は、緯度南北30～45度の範囲にあり、北米ではカナダ南部からフロリダ北部、イタリア、スペイン、ギリシャ、トルコ、中国の主要産地、チリ南部、オーストラリア南部、南アフリカ南部がこの範囲に相当する。こうした栽培限界は、北限（南半球では南限）は冬季の凍害により、南限（南半球では北限）は低温不足が関係する。この範囲より暖かい産地では、標高が高い地域に、低温要求量の少ない品種を栽培していることが多い。

世界の代表的な産地と甲府、鹿児島について、月別の平均気温を示した（図45）⁵²⁾⁵⁶⁾。米国のカリフォルニア州フレズノ、ジョージア州メイコン、コロラド州パラセイド、フロリダ州レイクランドについて、フレズノ、メイコンは甲府と似ており、パラセイドは低く、レイクランドは鹿児島よりもかなり高い。

スペインの産地は、夏季の気温は比較的似ているが、冬季春季の気温は、出荷時期の早い地域ほど高い傾向である。甲府、鹿児島と比較すると、全体的にスペインの産地は、冬季は鹿児島に、夏季は山梨と似た傾向である。イタリア南部のカンパニア州カゼルタ、トルコ西部のチャナッカレ県チャナッカレは甲府と似た傾向であり、中国東部の山東省泰安は、夏季の気温は甲府と似ているが秋冬季は低い。泰安はコロラド州パラセイドと似た気温傾向である。

ブラジル南部のリオグランデ・ド・スル州のペロータス、南アフリカ南部の西ケープ州のロバートソン、オーストラリア南西部のニューサウスウェールズ州ゴールバーン、チリ中部のサンチアゴの気温年較差は小さく、冬季は暖かく夏季は涼しい傾向である。ペロータス、ロバートソンの最寒月の気温は、10℃以上である。

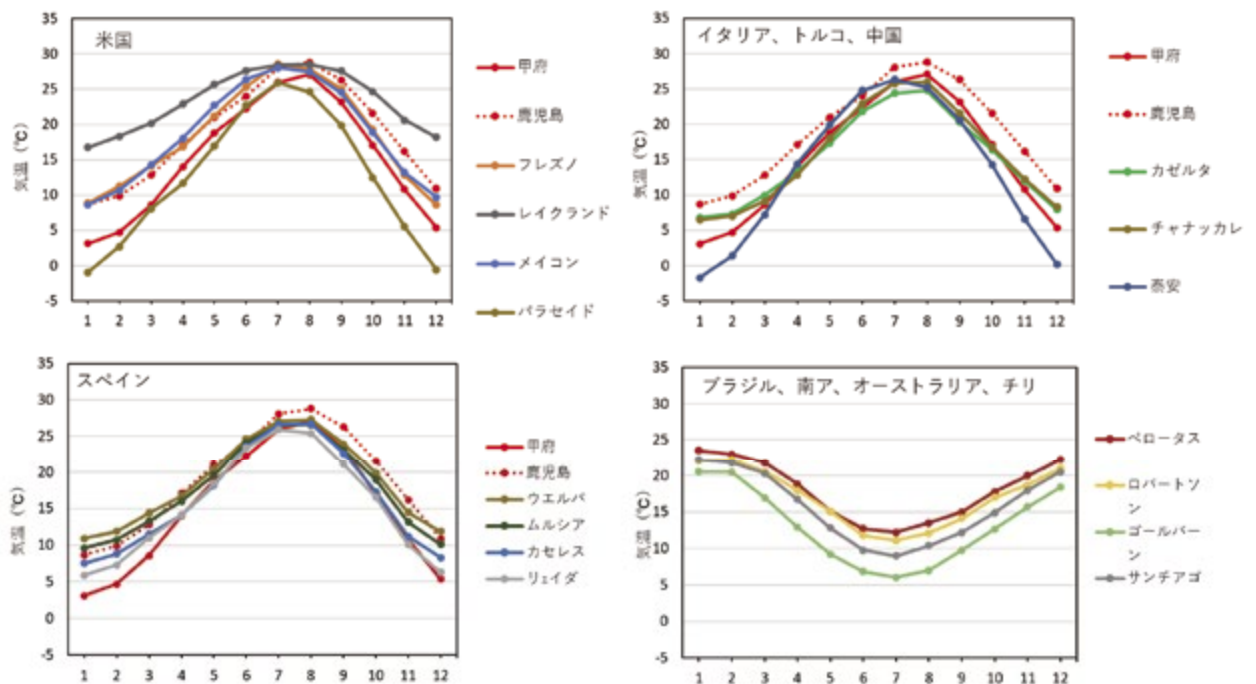


図 45 世界のもも生産国の月別気温

生育期（北半球は4月～10月、南半球は10月～4月）の平均気温と積算降水量の関係を整理した（図 46）^{52～56}。ここでは図示していないが、鹿児島は生育期の平均気温と積算降水量は、それぞれ 23.8°C、1,887mm である。

生育期の降水量は、甲府、레이크ランドとメイコン、ペロータス、泰安は 600mm 以上と比較的多いが、他は 500mm 以下で少ない産地が多い。레이크ランドは、6月から降水量が多くなるが、その前に収穫を終える早出し産地である。フレズノとパラセイド、スペインのウエルバとムルシア、チリのサンチアゴは 200mm 未満である。降水量の少ない産地は、灌水が必要になる。

生育期の平均気温は、甲府より高い産地が多く、米国のフレズノやメイコンは鹿児島に近い気温となっている。

気温湿度条件は病害発生にも関係する。一般に、高温多湿では、モモ灰星病、モモ炭疽病が発生しやすく、また、冷涼条件では、うどんこ病、縮葉病が発生しやすい⁵¹。また、風が強いとモモせん孔細菌病に罹患しやすい。

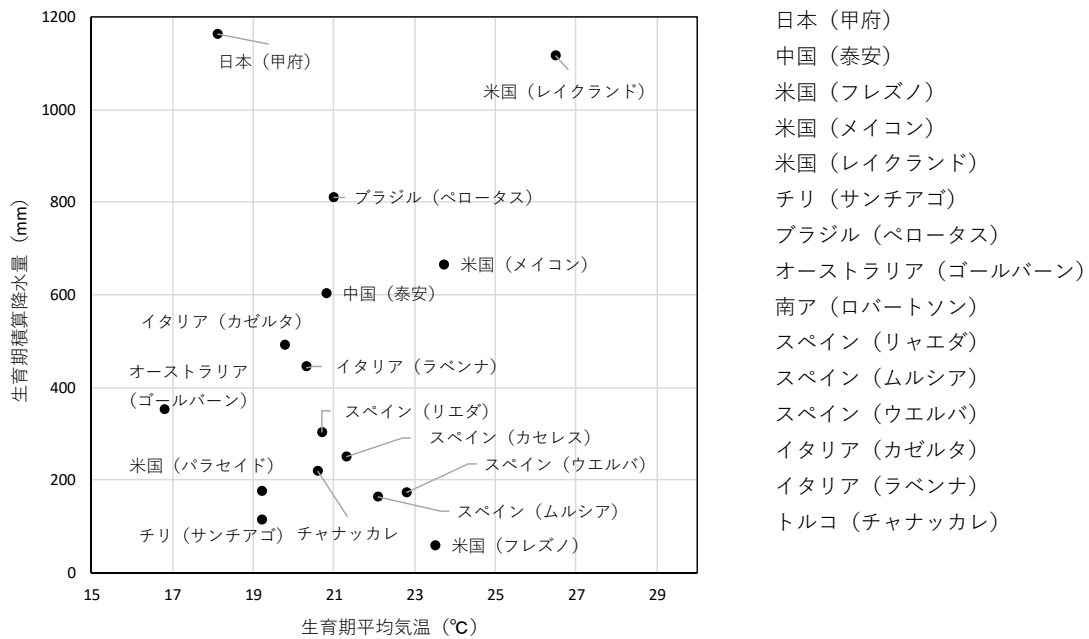


図 46 世界のもも産地の生育期平均気温と生育期積算降水量

引用・参考文献

51. Byrne, D.H. et al. (2012). Peaches. Badenes, M. L., & Byrne, D. H. (Eds.). (2012). Fruit breeding (Vol. 8). Springer Science & Business Media.
52. 気象庁. ホームページ.
53. Climate-Data.org. カゼルタ、ウエルバ、ムルシア、カセレス、リエダ、サンチアゴ、ロバートソン
54. Wikipedia. 泰安、チャナッカレ、ペロータス
55. U.S. NOAA. フレズノ、メイコン、パラセイド、レイクランド
56. Australian Government Bureau of Meteorology. Climate statistics for Australian locations. ゴールバーン

2. 低温要求量

落葉果樹の花芽は、冬には見かけ上眠っている状態にあり、それを休眠と呼ぶ⁵⁷⁻⁵⁸⁾。花芽が休眠から覚醒して正常に発芽開花するためには、一定量の低温に遭遇する必要があり、それを低温要求量と呼ぶ。低温要求量の多い果樹、品種を暖地で栽培すると、低温が不足し開花不良が発生し栽培が困難になる場合がある。

低温要求量を評価するためのモデル、低温時間 (Chilling hours)、チルクニット (Chill Unit)、ダイナミック (Chill Portion) の各モデルはいずれも、ももを研究材料として開発された⁵⁹⁻⁶¹⁾。このように、ももの休眠生理の解明や低温要求量の把握は重要な課題であった。ダイナミックモデルは、低温量の少ない条件でも適用しやすいとして、温暖地の低温量積算や温暖化影響評価によく使われている。

世界的に見ると、多くのもも産地は南緯、北緯ともほぼ 30° ~45° に位置しているか、これより緯度の低い地域では標高の高いところに産地がある。これより暖かい地域に産地を拡大するためには、低

温要求量の少ない少低温要求性（低低温要求性）品種が必要になる。

世界の少低温要求性もも育種を行っている主な研究機関は、米国（フロリダ、テキサス、カリフォルニア）メキシコ、ブラジル、オーストラリア、台湾等にあり、これらは、緯度 19~30 度、最寒月の平均気温 12~16°Cにある⁵⁷⁾。

低温要求量の少ない品種は開花が早まることから、成熟も早まり早期出荷、高値販売が可能になる⁵⁸⁾。さらに開花から果実成熟までの期間が短い品種では、農薬の散布回数を少なくでき、地域によっては、雨期が始まる前に収穫できる等のメリットもある⁵⁹⁾。一方、開花が早まると、その後の低温によって晩霜害に遭いやすく、低温要求量が多く開花の遅い品種に比べ晩霜害に遭う危険性が高くなる。

世界各地で栽培されている、もも、ネクタリン品種の低温要求量が整理されている。Fadón ら (2020) は、米国、スペイン、イタリア、アルゼンチン、ブラジル、中国、韓国、日本、イラン等のもも 216 品種（蟠桃 7、ネクタリン 25、もも 172）の低温要求量を整理し、低温時間（71~1,390CH）、チルユニット（5~1,220 CU）、チルポーション（1~1221.8CP）の範囲ににあるとしている⁶⁰⁾。また、Sawamura ら (2017) は、日本の主要品種は 880~1,350CU であり、最近育成された Momo Tsukuba127（さくひめ）は 652CU としている⁶¹⁾。

今後、ますます温暖化が進むと考えられ、今後、温暖地ではもも栽培への影響が懸念されている。カリフォルニア州では、低温要求量 700 時間の品種の場合、セントラルバレーの適地割合を見ると、IPCC のシナリオによって異なるが、2041~2060 年には 23~46%、2080~2099 年には 2~10%になる。21 世紀末には、低温要求量の多い品種の栽培は困難になることが予測されている⁶²⁾。樹種別の影響評価では、ももは、他樹種に比べ低温要求量の育種が盛んであり、カリフォルニア州では低温要求量の多いりんご、なし、おうとうのほうが、ももより影響が大きいと考えられている⁶³⁾。

米国東南部のジョージア、サウスカロライナは、ピーチステート（もも州）として、ももは産業としてだけでなく文化的にも重要である。ジョージア州、サウスカロライナ州、フロリダ州のもも産地における平年（1981~2017 年平均）低温時間は、500~1,500 時間であり、大産地であるジョージア州中部では 1,100 時間、サウスカロライナのピエドモントは 1,350 時間である⁶⁴⁾。ジョージア州、サウスカロライナ州の産地では、暖冬年の 2017 年には、低温時間がこれよりそれぞれ最大で、430 時間、360 時間少なくなり、低温要求量の多い品種では、開花不良が発生した。

温暖化予測をもとに 21 世紀中ごろの低温要求時間を見ると、ジョージア州では 40%の年で低温不足が予測されることから、適応策としての少低温要求性品種の育種が重要である⁶⁵⁾。晩霜害の影響を考えると、早期に休眠打破されても開花は遅い品種が望ましい。

スペインでも、温暖化により低温積算が減少し、低温要求量の多い品種は、栽培が困難になる^{66) 70)}。

低温量が少ない場合の対策として休眠打破剤シアナミドを使う場合がある。シアナミドは葉芽に対しては効果があり、葉芽の発芽展葉を促し枝の枯れこみを防ぐ効果はあるが、花芽に対する効果は不十分である^{71~74)}。植物に対する毒性（phytotoxic）があり、EU やニュージーランドでは使用が禁止されている。

引用・参考文献

57. Topp, B. L. et al. (2008). Low-chill cultivar development. The peach: botany, production and uses. CAB international, Wallingford, UK, 106-138.

58. 別府賢治・片岡郁雄(2019). 少低温要求性品種 KU-PP1 と KU-PP2. 最新農業技術. Vol12, 29-33. 農山

漁村文化協会.

59. Weinberger, J. H. (1950). Chilling requirements of peach varieties. *Proceedings of American Society for Horticultural Science*, 56,122-28.
60. Richardson, E. A. et al. (1974). A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach Trees. *HortScience*, 9(4), 331-332.
61. Erez, A. et al. (1990). The dynamic model for rest completion in peach buds. *Acta Horticulturae*,276, 165-174.
62. Andersen, P. C. et al. (2001). Low chill peach and nectarine cultivars from the University of Florida breeding program: 50 years of progress. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 114, 33-36.
63. Fadón, E. et al. (2020). Chilling and heat requirements of temperate stone fruit trees (*Prunus* sp.). *Agronomy*, 10(3), 409.
64. Sawamura, Y. et al. (2017). Chilling requirements and blooming dates of leading peach cultivars and a promising early maturing peach selection, Momo Tsukuba 127. *The Horticulture Journal*,86, 426-436.
65. Luedeling, E. et al. (2009). Climatic changes lead to declining winter chill for fruit and nut trees in California during 1950–2009. *PLOS ONE*, 4(7), e6166.
66. Pathak, T. B. et al. (2018). Climate change trends and impacts on California agriculture: a detailed review. *Agronomy*, 8(3), 25.
67. Parker, L. E., & Abatzoglou, J. T. (2019). Warming winters reduce chill accumulation for peach production in the Southeastern United States. *Climate*, 7(8), 94.
68. Gibbens, S. (2021). Can the iconic Georgia peach keep growing in a warming South? *National Geographic*, Sep. 28.
69. Egea, J. A. et al. (2022). Agroclimatic metrics for the main stone fruit producing areas in Spain in current and future climate change scenarios: Implications from an adaptive point of view. *Frontiers in Plant Science*, 13.
70. Rodríguez, A. et al. (2021). Viability of temperate fruit tree varieties in Spain under climate change according to chilling accumulation. *Agricultural Systems*, 186, 102961.
71. Dozier, W.A. et al. (1990). Hydrogen cyanamide induces budbreak of peaches and nectarines following inadequate chilling. *HortScience*, 25(12), 1573-1575.
72. Chen, C., & Beckman, T. G. (2019). Effect of a late spring application of hydrogen cyanamide on high-chill peaches. *Agronomy*, 9(11), 726.
73. Siller-Cepeda, J. H. et al. (1992). Hydrogen cyanamide-induced budbreak and phytotoxicity in 'Redhaven' peach buds. *HortScience*, 27(8), 874-876.
74. Sánchez-Pérez, R. et al. (2022). Advancing endodormancy release in temperate fruit trees using agrochemical treatments. *Frontiers in Plant Science*. 12,1-9.

3. 晩霜害

ももは、冬季には $-20\sim-25^{\circ}\text{C}$ 程度まで耐えられるが、休眠が明けて芽が動き出すと耐凍性は徐々に低下し開花時には約 -2°C で被害が発生する⁷⁵⁾⁷⁶⁾。特に、開花前の時期が高温で発育が進み、その後寒波が襲来して低温になると被害が大きくなる。

米国では、カリフォルニア州での被害は少ないが、中西部や南東部では壊滅的な被害を受けることがある。2004年に出された報告によると、ジョージア州では、晩霜害で壊滅的な被害を受けた年は、1955、

1996, 1998年であり、低温不足で開花不良になった年が1949, 1974年であり、開花不良と晩霜害の両方の被害を受けたのが1950, 1964年となっている⁷⁾。これ以外にも、2007年、2017年に壊滅的な被害が発生している。

2007年は、3月の高温（記録上第2位の高温）とその後の低温により、サウスカロライナ州では前年比85%減、ジョージア州では前年比68%減となり、被害を受けた11州の総計では前年比78%減となった⁷⁾。

2017年は、暖かい冬（12～2月）となり特に2月が高温で、南東部の低温時間は600時間未満となった。低温不足による開花不良に加え、樹体が発育が進んだことにより3月の低温で大きな被害となった⁷⁾。被害はジョージア州、サウスカロライナ州では80～90%の減収となった⁸⁾。

欧州でも、2021年、2022年には晩霜害により大きな被害を受けた⁸⁾。今後、気候変動下で晩霜害が増えるかどうかについては、リスクは高まっていると考えられている⁷⁾。

晩霜害対策としては、散水氷結法、送風法（ウインドマシン）、燃焼法がある^{84)~86)}。米国南東部では放射冷却というより寒気が移流することにより発生していることから、送風法や燃焼法では効果が不十分として、散水氷結法を使い場合が多い。

引用・参照文献

75. Proebsting, E. L., & Mills, H. H. (1978). Low temperature resistance of developing flower buds of six deciduous fruit species. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 103(2), 192-198.
76. Miranda, C. (2019). EIP-AGRI Focus Group. Protecting fruit production from frost damage.
77. Scherm, H. et al. (2004). Georgia's peach industry in a historical context. *Journal of tree fruit production*, 3(2), 1-9.
78. The Easter freeze of 2007. A NOAA/USDA Technical Report. 2008-01.
79. Crouch, J. (2017) Bad news for Southeast peaches: Something freezing this way came. NOAA.
80. Chun, S. E., & Changnon, D. (2019). Predicting major peach yield reductions in the Midwest and Southeast United States. *Meteorological Applications*, 26(1), 97-107.
81. The frost in Spain in the third weekend of March caused damage worth 55 million euro. *FreshPlaza*, Apr. 8, 2021.
82. This is the worst one-off incident suffered by the Spanish countryside over the 42-year history of agrarian insurance. *FreshPlaza*, Apr. 26, 2022.
83. Lamichhane, J. R. (2021). Rising risks of late-spring frosts in a changing climate. *Nature Climate Change*, 11(7), 554-555.
84. Frost, Critical Temperatures, and Frost Protection. Penn State Extension, April 9, 2021.
85. Simnitt, S. et al. (2017). Frost protection for Georgia peach varieties: Current practices and information needs. *HortTechnology*, 27(3), 344-353.
86. Bradley, T. et al. (2020). Frost Protection Irrigation for Florida Peaches: Economic Considerations: FE980, EDIS.

4. 干ばつ

近年、カリフォルニア、スペイン、イタリア、チリ等の乾燥地では、干ばつが大きな問題となっている⁸⁷⁻⁹⁰。2022年の干ばつは、カリフォルニアでは1,200年間で最悪、欧州でも500年間で最悪と言われている。また、乾燥だけでなく、高温の影響も指摘されている。

カリフォルニア州の農業、果樹産地は、セントラルバレーであり、幅60~100km、長さ720kmにも及ぶ地域である。降水量はセントラルバレーの北部では比較的多いが、南部は非常に少ない。灌水の水源は、東部のシエラネバダ山脈の降雪であり、気候変動により降雪が減少傾向であり、降雪が少ないと、表面水、地下水も減少することになる⁹¹⁻⁹⁴。

カリフォルニア州では表面水だけでは不足するため、地下水の利用が進んでいる。これにより、地下水位の急激な低下、貯水量の低下、海水の侵入、地盤沈下、表面水への影響等が認められている。表面水は水利権があり、古くからの権利者は有利であり、大規模生産者は水利権を購入したりすることもできるが、表面水を使えない生産者は、井水に頼らざるを得ない。地下水位が低下すると、浅い井戸しかない生産者は井戸が枯れて灌水できないことになる。近所で、深い井戸が掘られると、浅い井戸は特に枯れやすい。2014年に持続的地下水管理法（Sustainable Groundwater Management Act）が制定され、過剰な地下水のくみ上げが制限されることになった。表面水、地下水の利用が厳しくなると、小規模生産者は存続が困難になる⁹⁵。

スペインの核果類の産地の降水量は、年間200~500mmであり、夏季の降水は少なく、経年変化が大きい⁹⁶⁻⁹⁷。将来も、温暖化による蒸発散量の増加、気候変動の激化により干ばつのリスクは深刻化することが懸念されている。

引用・参考文献

87. California suffers the worst drought in 1,200years. *FreshPlaza*. 19 Jul 2022.
88. Newburger, E. (2022). Europe is experiencing its worst drought in at least 500 years. CNBC. Aug.23, 2022.
89. Spain faces the most serious water deficit of the past fifteen years. *FreshPlaza*. 16 Aug 2022.
90. The Federation of French Fruit Producers wants the irrigation ban lifted. Drought: French fruit producers in despair. *FreshPlaza*. 16 Aug 2022.
91. Cooley, H. et al. (2015). Impacts of California's ongoing drought: agriculture. Pacific Institute: Oakland, CA, USA, 24.
92. Sunding, D., & Roland-Holst, D. (2020). Blueprint economic impact analysis: Phase one results. Berkeley, CA: University of California, Berkeley, Working Paper.
93. Anderson, R. G. (2019). Irrigation in California: overview and relation to energy. Presentation to FUPWG, May 2019.
94. Mote, P. W. et al. (2018). Dramatic declines in snowpack in the western US. *Npj Climate and Atmospheric Science*, 1(1), 1-6.
95. Cagle, S. (2020). Without water we can't grow anything: can small farms survive California's landmark water law? *The Guardian*, Feb. 27, 2020.
96. Vargas, J., & Paneque, P. (2019). Challenges for the integration of water resource and drought-risk management in Spain. *Sustainability*, 11(2), 308.
97. Hervás-Gámez, C., & Delgado-Ramos, F. (2019). Drought management planning policy: From Europe to Spain. *Sustainability*, 11(7), 1862.

VI 果実品質と消費者嗜好

果実等青果物の品質は、外観（大きさ、形、色、艶、傷や腐り）、食感（硬さ、噛み切りやすさ、ジューシーさ、粉質感）、風味（甘味、酸味、渋み、香り）、栄養価（ビタミン、ミネラル、食物繊維、機能性成分）が関係する。これら要素の重要度は、果実の種類によっても変化するが、ももについては、特に、風味が重要であり、甘味、酸味とともに香りが食味に大きく影響する⁹⁸⁻¹⁰⁰。

果実品質は、評価する側が、生産者、流通業者、消費者、研究者によっても変わる。消費者は、購入時には外観を重要視し、リピーターになるかどうかは、食べてみて風味や食感がよくおいしいかどうかに関係する。もものおいしさは、外観で判断するのが難しく、外観がすばらしくても甘さや香りが不足する場合もある。

ももの消費が減少傾向を示す中、「消費者が望む果実を提供できているか？」ということから、果実の品質評価とともに、消費者の嗜好調査が行われている。こうした調査では、機器測定・分析による品質調査 官能評価パネルによる評価、消費者の嗜好調査が行われている。

甘味、酸味については、糖酸と消費者の受容度との関係が調査されている¹⁰¹。酸の高い品種（滴定酸度 0.7~0.9%）では、糖度の上昇につれ消費者の受容度は高まるが、ある糖度以上では上昇しなくなり、受容度 90%で頭打ちとなる。その時の糖度は、Elegant Lady では 11~12%、Spring Bright では 10~11%である。一方、酸の低い品種（滴定酸度 0.3~0.5%）では、こうした頭打ちが認められず、糖度の上昇につれて消費者受容も高まる。受容度が 100%になるのは、Ivory Princess で 16%、Honey Kist で 15%である。このように、消費者の受容度は、糖度だけでなく酸も重要であり、こうした関係は品種によっても異なる。

香りの重要性については、最近、各種知見が出されている。われわれ人間は、食べ物をたべるときに、鼻先から入ってくる香りや喉越しから鼻から吐く息によって感じる香の二種類の香りを感じている。食べ物を食べて「おいしい」とか「風味がいい」と表現するとき、かなりの部分が後者の喉越しから鼻への香りに由来する¹⁰²。この香りを風味と呼ぶ場合もあり、味覚と嗅覚を総合した食の味わいという意味での風味と区別するために、口中香と呼ぶ場合もある。

味覚と口中香は、脳で風味としてイメージがつけられ認知される。トマトについて、味覚と口中香かとはお互いを強調する顕著な傾向がある。トマトの感知された甘さの程度は、糖濃度が高いほど高まる¹⁰³。さらに同じ糖度でもフルーティーな揮発性成分は、甘さを増強する。ももについても同じことがいえると考えられる。幼少期、思春期に本来食べ物が持つ味や香りの多様性にふれると、五感のなかでも特に味覚と嗅覚の適切な成長が育まれる。こうした経験がないと適切な味覚と嗅覚が育まれずに食材の良さもわからない大人が増えることが懸念されている¹⁰⁴。

ももの香りについては、中国のグループが精力的に研究している¹⁰⁵⁻¹⁰⁶。もも、ネクタリン、蟠桃の糖および酸の組成、香氣成分を分析するとともに消費者の受容度が調査されている¹⁰⁷。それによると、糖酸の組成は大きな違いはないが、ももの種類によって特徴的な香氣成分は異なり、糖、酸、ラクトン類が、特徴的な風味を決定するとしている。

貯蔵した場合、ももでは香りが消費者の受容に大きく影響する。-0.5°Cで最大 40 日間まで貯蔵し、その後 20°Cで追熟した場合の、糖度、酸度、色、硬度、香氣成分並びに消費者の受容が調査されている¹⁰⁸。貯蔵しても糖度、酸度、色の変化は少ないが、硬度の減少（軟化）と香氣成分には大きな変化が認められ、特に香氣成分の組成と量の変化が、消費者受容に影響する。

消費者嗜好は国によっても異なる。フランス、ドイツ、イタリア、ポーランド、スペインの消費者を対象に、もも・ネクタリン 10 品種の評価が行われている¹⁰⁹⁾。ももは 6 品種（離核 4、粘核 1、蟠桃 1）であり、ネクタリンは 4 品種で 2 品種は収穫熟度を変えている。果実生産地は、スペイン、フランス、イタリアであり、同一サンプルで熟度がそろうように提供された。その結果、ネクタリンかももというように果実の種類で選ぶ人が多く、フランス、ドイツ、イタリアでは最も重要視している。平均スコアはネクタリン 6.8、もも 5.8 でネクタリンの人気の高い。味も重要であり、酸の少ない品種の人気の高い。ネクタリン Nectaperle が 1 番人気であり、粘核もも Mountain Gold はスペインでは Nectaperle とほぼ同じ評価であるが、他の 4 か国では非常に低い評価である。蟠桃 Sweet Cap は、イタリア、ポーランド、スペインで高評価である。ポーランドでは、他国に比べ全体的に高い評価である。Nectareine は収穫熟度が変わっても同じ高い評価であり、生産者、販売者にとって扱いやすい品種である。

Nectaperle、Nectareine は、高品質ネクタリンである Big Top（p 47 参照）を片親としてフランスで育成された品種である。

米国消費者を対象にしたももについてのオンラインアンケート調査では、経験重視型の消費者 48.8%、探索重視型の消費者 33.7%、経験探索バランス型の消費者 17.5%となった¹¹⁰⁾。経験重視型は、食味した経験に基づいて購入し、女性に多い。甘さや風味を重要視し、試供品や試食が販売促進に役立つ。探索重視型は、甘さに加え外観、値段を重視し、男性に多い。経験探索バランス型は、女性に多い。販売戦略の例として、探索重視型の消費者が多い男性にはクーポンの提供、経験重視型の消費者が多い女性には人気産地ブランドや地理的表示の果実入荷のような広告等をあげている。

農研機構では、青果物のおいしさを非破壊的に計測する技術が開発されている¹¹¹⁾。人が食べて感じる「食味」や「食感」を、AI 技術で光センサーに学習させることによって、トマトの「おいしさ」を計測する。果実を光センサーの上に置くだけで、「甘味」「うまみ」「ジューシー感」「かたさ」などのおいしさの特徴を、糖度やリコピン含有量などと一緒に瞬時に表示できる。今のところ、香りについては測定できないが、こうした手法はももの品質向上や販売促進にも役立つものと考えられる。

健康機能性は、品質要素としても販売促進の上からも重要である。ももについては、カロテノイド、ポリフェノール等の成分分析、抗酸化性の評価が行われている^{112 113)}。人試験の報告は、見当たらないようである。おうとうでは、人試験を含め総説が出され、酸化ストレス緩和、運動による筋肉痛・筋力低下の緩和、血圧、関節炎、睡眠の改善、生活習慣病との関係が報告され^{115 116)}、販売促進にも利用されている。

引用・参考文献

98. Kader, A. A. (2001). Quality assurance of harvested horticultural perishables. *Acta Horticulturae*, 553, 51-56.
99. Kader, A. A. (2008). Flavor quality of fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(11), 1863-1868.
100. Shewfelt, R. L. (1999). What is quality? *Postharvest Biology and Technology*, 15(3), 197-200.
101. Crisosto, C. H., Crisosto, G., & Neri, F. (2006). Understanding tree fruit quality based on consumer acceptance. *Acta Horticulturae* 712, 183-190.
102. 東原和成 (2008) .嗅覚研究・臨床の進歩—匂い感知における嗅粘液の重要性と脳への信号伝達—.

- 日本耳鼻咽喉科学会会報. 111,475-480.
103. Bartoshuk, L. M., & Klee, H. J. (2013). Better fruits and vegetables through sensory analysis. *Current Biology*, 23(9), R374-R378.
 104. 東原和成 (2007) . 香りとおいしさ : 食品化学のなかの嗅覚研究. 化学と生物. 45 (8)、564-569.
 105. El Hadi, M. A. M. et al. (2013). Advances in fruit aroma volatile research. *Molecules*, 18(7), 8200-8229.
 106. Zhang, Y. et al. (2022). Analysis of volatile compounds and their potential regulators in four high-quality peach (*Prunus persica* L.) cultivars with unique aromas. *LWT*, 160, 113195.
 107. Wanpeng, X. I. et al. (2017). Comparative analysis of three types of peaches: Identification of the key individual characteristic flavor compounds by integrating consumers' acceptability with flavor quality. *Horticultural Plant Journal*, 3(1), 1-12.
 108. Cano-Salazar, J. et al. (2012). Cold-storage potential of four yellow-fleshed peach cultivars defined by their volatile compounds emissions, standard quality parameters, and consumer acceptance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(5), 1266-1282.
 109. Bonany, J. et al. (2014). Eating quality and European consumer acceptance of different peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) varieties. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 12, 67-72.
 110. Zhou, R. et al. (2018). Using market segmentation analysis to identify consumer preferences for fresh peach attributes. *HortScience*, 53(11), 1664-1668.
 111. 農研機構プレスリリース (2021) . (研究成果) 青果物のおいしさを非破壊的に計測 - 人が感じる食味・食感を直接 AI 学習させた光センサーを開発 - .
 112. Vizzotto, M. et al. (2007). Large variation found in the phytochemical and antioxidant activity of peach and plum germplasm. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 132(3), 334-340.
 113. Byrne, D. H. et al. (2009). Health benefits of peach, nectarine and plums. *Acta Horticulturae*, 841, 267-274.
 114. Mrázová, M. et al. (2021). Determination of selected beneficial substances in peach fruits. *Sustainability*, 13(24), 14028.
 115. Kelley, D. S. et al. (2018). A review of the health benefits of cherries. *Nutrients*, 10(3), 368.
 116. Faienza, M. F. et al. (2020). Novel insights in health-promoting properties of sweet cherries. *Journal of Functional Foods*, 69, 103945.

VII 世界のもも品種

1. もも品種開発のトレンド

テキサス A&M 大学で、長く核果類の育種に取り組んできた Byrne 教授は、2005 年に当時の核果類品種開発の傾向をまとめている。それは、公立機関での育種の減少、樹形の変化、化学農薬使用に対する懸念、生産地の拡大、果実の多様化、果実の健康機能への関心の高まり、品質向上への要望、貯蔵性改善の要望である¹¹⁷⁾。基本的には、現在もその方向で品種開発が進んでいる¹¹⁸⁻¹³⁰⁾。

世界で広く栽培されている核果類果樹品種の多くは、カリフォルニア州の米国農務省農業研究局の研究所や民間企業で育成されたものである。しかし、米国では公立機関における育種計画、育種家の地位並びに政府の財政支援が低下しており、現在の育種活動レベルの継続が困難な状況である¹¹⁸⁾。公立機関の研究エフォートは、品種育成 36%、遺伝資源 36%、遺伝学研究 28%であり、民間は品種育成 91%、遺伝資源 6%、遺伝学研究 3%となっている¹¹⁹⁾。

樹形や樹の大きさの変化については、省力化、機械化に向けて重要であり、育種の面でもわい性台木、

樹形（わい性、しだれ性）の検討が進められている。わい性台木については、いくつか候補が出てきた段階である。

農薬使用に対する関心の高まりについては、作業員・消費者に対する安全性への関心、環境汚染の可能性により、農薬使用の制限強化と化学農薬によらない管理法の推進が望まれている。病虫害抵抗性については、モモ灰星病、うどんこ病、せん孔細菌病、ウメ輪紋ウイルス（プラムポックスウイルス、PPV）が重要視され、センチュウやならたけ病については抵抗性台木の育成が進められている。

栽培地域の拡大については、少低温要求性品種は温暖地への安定栽培や施設栽培に必要であり、出荷期間の前進による有利販売も可能になる。国際市場への周年供給を考えると、生産量の少ない時期である、北半球では4、5月、南半球では10月から12月中旬に熟する品種の開発が望まれている。

果実種類の多様化については、世界的なネクタリンの生産量急拡大と蟠桃の普及が顕著である。伝統的な嗜好については、日本、中国では果肉が白く酸の少ない品種、米国では果肉が黄色で酸のある品種、スペイン、ラテンアメリカ諸国では、不溶質で果肉が黄色の品種であるが、消費者の嗜好は多様化している。

果物の健康機能性に対する関心は高まっているが、ももについては研究が進んでいるとは言えない。おうとうについては、California Cherries、Northwest Cherry Growers（ワシントン州、オレゴン州、アイダホ州、ユタ州、モンタナ州）では活発に宣伝活動を行っている。

高品質果実生産の要望については、りんご、ぶどうに比べももは品質のばらつきが大きく、外観がよくても味が満足できない場合がある。良好な収穫後特性、コンビニエンス（簡便さ）、世界市場に向けた日持ち性の向上、低温障害を受けにくい等の特性が望まれている。最近では、より熟度が進んだ状態まで樹上における不溶質品種や、軟化やエチレン生成が遅く完熟してから溶けた肉質となる硬肉に似た溶質品種の育成が進められている。前者の例には、韓国で育成された Yumyeoung やイタリアで育成された Ghiaccio がある。後者の例は、ネクタリンの Big Top、ももの Rich Lady や Diamond Princess である。

引用・参考文献

117. Byrne, D. H. (2005). Trends in stone fruit cultivar development. *HortTechnology*, 15(3), 494-500.
118. Shelton, A. C., & Tracy, W. F. (2017). Cultivar development in the US public sector. *Crop Science*, 57(4), 1823-1835.
119. Coe, M. T. et al. (2020). Plant breeding capacity in US public institutions. *Crop Science*, 60(5), 2373-2385.
120. Byrne, D.H. et al. (2012). Peaches. Badenes, M. L., & Byrne, D. H. (Eds.). (2012). *Fruit breeding* (Vol. 8). Springer Science & Business Media.
121. Scorza, R. et al. (2006). Developing peach cultivars with novel tree growth habits. *Acta Horticulturae*, 713, 61-64.
122. Byrne, D. H. (2004). Trends and progress of low-chill stone fruit breeding. Production technologies for low-chill temperate fruits. ACIAR Technical Reports No. 61.
123. Topp, B. L. et al. (2008). Low-chill cultivar development. *The peach: botany, production and uses*. CAB international, Wallingford, UK, 106-138.
124. Gallardo, R. K. et al. (2012). An investigation of trait prioritization in rosaceous fruit breeding programs. *HortScience*, 47(6), 771-776.
125. Yue, C. et al. (2014). An evaluation of US peach producers' trait prioritization: Evidence from audience surveys. *HortScience*, 49(10), 1309-1314.

126. Iezzoni, A. F. et al. (2020). RosBREED: bridging the chasm between discovery and application to enable DNA-informed breeding in rosaceous crops. *Horticulture Research*, 7.
127. Infante, R. et al. (2008). Quality oriented fruit breeding: Peach [*Prunus persica* (L.) Batsch]. *Journal of Food Agriculture and Environment*.
128. Liverani, A. et al. (2015). Superior taste and keeping quality are steady goals of the peach breeding activity at CRA-FRF, Italy. *Acta Horticulturae*, 1084, 179-185.
129. Olmstead, M. A. et al. (2015). In pursuit of the perfect peach: Consumer-assisted selection of peach fruit traits. *HortScience*, 50(8), 1202-1212.
130. Batlle, I. et al. (2012). The peach breeding programme IRTA-ASF: aiming for high fruit quality. *Acta Horticulturae*. 940,75-78.

2. 主要生産国の品種

主要生産国、輸出国の主な栽培品種の例として、カリフォルニア州（表1）、スペイン（表2）、チリ（表3）、南アフリカ（表4）、中国（表5）を公表資料¹³¹⁻¹³⁵から整理した。

カリフォルニア州の調査は、CTFAによるもので、2011年以降はマーケティングオーダーが更新されなかったため、データがない。もも、ネクタリン品種の多くは、Zaiger Genetics 社、Bradford Genetics 社、Burchell Nursery 社の育成である。

表1 カリフォルニア州の代表的なもも、ネクタリン品種

もも	育成	出荷量*	ネクタリン	育成	出荷量*
Autumn Flame	J,Doyle	0.813	August Fire	N. Waldner	1.198
Elegant Lady	Merril	0.668	Zee Fire	Zaiger	1.006
Sweet Dream	Zaiger	0.821	September Bright	Bradford	0.642
July Flame (Burpeachfive)	Burchell	0.714	Diamond Bright	Bradford	0.638
O'Henry	Merril	0.506	Spring Bright	Bradford	0.753
Brittney Lane	Zaiger	0.455	Arctic Pride	Zaiger	0.439
Crimson Lady	Bradford	0.458	Arctic Snow	Zaiger	0.322
Rich Lady	Zaiger	0.391	August Red	Bradford	0.438
Spring Snow	Zaiger	0.459	Diamond Ray	Bradford	0.305
Summer Sweet	Zaiger	0.421	Honey Blaze	Zaiger	0.476
Super Rich	Zaiger	0.276	Honey Royale	Zaiger	0.575
Zee Lady	Zaiger	0.584	Ruby Diamond	Bradford	0.279
September Sun	Chamberlin	0.329	Summer Bright	Bradford	0.412

(* : 2010年の出荷量 (100万箱))

加工用品種については、加工場の稼働率を上げるために、原料果実の安定供給が重要である¹³⁶⁻¹³⁷。早生から晩生まで継続して高品質原料が入荷するように、ある時期に品質の劣る品種、病気に弱い品種（例 モモ灰星病）があればそれに代わる品種の育成を行うことになる。

フロリダ州はごく小規模の産地であるが、フロリダ大学では1952年から育種が開始され、多数の少低温要求性品種が育成されてきた¹³⁸⁻¹³⁹。「Florida」のつく品種、Flordaking、Flordaprince、Flordabest

等の品種は通常の溶質ももであり、「Sun」のつく、Sunbest、Sunraycer は溶質ネクタリンであり、「UF」がつく UFO（蟠桃）、UFBest、UFBeauty、UFQueen、UFRoyal は、新世代不溶質のもも、ネクタリンである。これ以外にも、「Gulf」がつく GulfSnow、Gulfprince、Gulfking、Gulfcrest は、フロリダ大学、米国農務省農業研究局（ジョージア州）、ジョージア大学の共同育成品種である。フロリダ大学の育成品種は、オーストラリア、南ア、モロッコ、エジプトでも栽培されている。また台木品種の Flordaguard を育成している。米国農務省農業研究局（ジョージア州）も、語尾に「prince」のつく、Juneprince、Julyprince、Fireprince、Goldprince、Augustprince 等を育成している¹⁴⁰⁾。

スペインは、離核もも、生食用の粘核もも、ネクタリン、蟠桃と多様な品目、品種を栽培している。ネクタリンの Big Top は、カリフォルニアの Zaiger Genetics 社の育成であるが、25 年ほど前に欧州に導入され、欧州のネクタリン産業、市場に大きな影響を与えた品種である^{138) 141) 142)}。多くの産地で導入され、スペインでは黄肉生食用品種で最も重要な位置を占めている。着色がよく、硬肉品種のような硬さを持ち高糖度で、成熟の最終段階でエチレンを出し軟化することから取り扱いやすく、栽培面でも、着花数が少なく摘花、摘果が省力的である。スペインでは、世界各国から積極的に品種を導入し適応性試験を行い、好適品種の探索を進めている。

チリでは、アメリカやイタリアから導入された品種を栽培している。南アフリカでは、農業研究機構（ARC Infruitec）の育成品種が多い。輸出の多い品種は、ももでは Ambercrest、Temptation であり、ネクタリンでは Alpine、August Red である。

表2 スペインの代表的なもも、ネクタリン、蟠桃品種

もも（離核）	育成	ネクタリン	育成
Ruby Rich	Zaiger	Big Top	Zaiger
Summer Rich	Zaiger	Nectaprima	Maillard, France
Rich Lady	Zaiger	Big Bang	Maillard, France
Crimson Lady	Bradford	Noracila	PSB, Spain
Elegant Lady	Merril	Gardeta	PSB, Spain
Rome Star	CRA-ISF Rome, Italy	Extreme Red	Provedo, Spain
O'Henry	Merril	Diamond Ray	Bradford

もも（粘核）	育成	蟠桃	育成
Romea		Sweet Cap	Maillard, France
Catherina		UFO-3	Nicotra and Conte, Italy
Carson		UFO-4	Nicotra and Conte, Italy
Mountain Gold			
Baby Gold			

表3 チリの代表的なもも、ネクタリン品種

もも	育成	ネクタリン	育成
Zee Lady	Zaiger	Bright Pearl	Bradford
Elegant Lady	Merril	August Red	Bradford
O'Henly	Merril	Venus	CRA-ISF Rome, Italy
September Sun	Chamberlin	Ruby Diamond	Bradford
		Arctic Snow	Zaiger
		Maria Dolce	Bellini, Italy

表4 南アフリカの代表的なもも、ネクタリン品種

もも	育成	ネクタリン	育成
Summer Sun	ARC Infruitec, South Africa	Alpine	ARC Infruitec, South Africa
Transvalia	ARC Infruitec, South Africa	August Red	Bradford
Witzenberg		Tiffany	PSB, Spain
Cederberg	ARC Infruitec, South Africa	Super Star	Sun World
Temptation	ARC Infruitec, South Africa	Boreal	PSB, Spain
Ambercrest	Sun World		

表5 中国の代表的なもも、ネクタリン、蟠桃品種

もも	育成	ネクタリン	育成
Chunlei	上海市農業科学院	Shuguang	中国農業科学院鄭州果樹研究所
Jingyu	北京市農林科学院	Zhongyou 4	中国農業科学院鄭州果樹研究所
Chunmei	中国農業科学院鄭州果樹研究所	Zhongnong Jinhui	中国農業科学院鄭州果樹研究所
Chunmi	中国農業科学院鄭州果樹研究所	Zhongyou 16	中国農業科学院鄭州果樹研究所
Xiacui	江蘇省農業科学院		

蟠桃	育成
Zhongpan 11	中国農業科学院鄭州果樹研究所
Zhongyoupan 7	中国農業科学院鄭州果樹研究所
Zhongyoupan 9	中国農業科学院鄭州果樹研究所
Jinxia Youpan	江蘇省農業科学院
Jinxia Zaoyoupan	江蘇省農業科学院

中国では、主要品種は 54 あり、そのうちもも 23、ネクタリン 9、蟠桃 7 (もも)、蟠桃 8 (ネクタリン)、観賞用 7 であり、85.2%が中国育成品種である¹³⁵⁾。倉方早生、大久保も主要品種に含まれている。もも、ネクタリン生産量の 70%が白肉ももであるが、黄肉ももや蟠桃の人気も高まっている¹⁴³⁾。ネクタリンも人気が高く、市場の 20%はネクタリンである。

もも、ネクタリンの品種は非常に多く、外観や品種名が示す言葉からは、どのような品種か消費者はわかりにくい。米国や欧州で多数の品種が出てくる理由として、交配から 10 年に満たないうちに新品種が公表されることもあたりまえの状況となっていることが関係している¹⁴⁴⁾。これには、短期での投資利益を望む苗木業界からの圧力、新品種の占有権を巡る生産者や生産団体の競争が関係していて、十

分な試験を経ないで新品種が公表される。この中から最適な品種を見いだすのにかかる経費は、生産者が負担することになる。

消費者は、ももの品種名をそれほど認知していないと考えられる。欧州では、りんごは品種名（商品名を出すときは品種名と合わせて）、生食用ぶどうは品種名を表示することになっているが、もも、ネクタリンは品種名を出すことは任意となっている¹⁴⁵⁻¹⁴⁷。

米国では、2006年までは出荷箱に品種名を明記していたが現在ではその必要はなくなっている。品種が多く品種更新も速い、日持ちが短いので商品棚での品種変化が速いことから、品種名を明記しないことは、生産者、販売者にとって煩わしくなく、売り手も専門的な知識が不要である¹⁴⁸。生産者も、購入した果樹園の品種が不明であったり、品質が悪いと判定された品種は販売しにくい等の事情もある。消費者は、こうした状況もあり、もも品種の認知は低いと考えられる。

引用・参考文献

131. University of California Fruit Report. California stone fruit varieties.
132. Iglesias, I. (2013, February). Peach production in Spain: current situation and trends, from production to consumption. In Proceedings of the 4th conference “Innovations in Fruit Growing-Improving peach and apricot production”. University in Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade (pp. 75-98).
133. Peaches, Nectarines. <https://fruitsfromchile.com/fruit/>
134. HORTGRO. Key Deciduous Fruit Statistics 2021.
135. Li, Y. & Wang, L. (2020). Genetic resources, breeding programs in China, and gene mining of peach: A review. *Horticultural Plant Journal*, 6(4), 205-215.
136. California Cling Peach Advisory Board. 2015 Annual Report
137. Gradziel, T. M. & McCaa, J. P. (2008). 7 Processing peach cultivar development. *The Peach: Botany, Production and Uses*, CAB International, Wallingford, 37-60.
138. Andersen, P. C. et al. (2001). Low chill peach and nectarine cultivars from the University of Florida breeding program: 50 years of progress. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 114, 33-36.
139. Olmstead, M. et al. (2013). Florida peach and nectarine varieties. University of Florida, IFAS Extension.
140. Chen, C., & Okie, W. R. (2020). ‘Liberty Joy’ peach. *HortScience*, 55(6), 951-952.
141. Bassi, D., & Foschi, S. (2013, February). Trends in apricot and peach industries in Italy. In Proceedings of the 4th conference “Innovations in Fruit Growing-Improving peach and apricot production”. University in Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade (pp. 49-73).
142. Ghiani, A. et al. (2011). Melting of ‘Big Top’ nectarine fruit: Some physiological, biochemical, and molecular aspects. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 136(1), 61-68.
143. USDA Foreign Agricultural Service (2022). China Stone fruit annual.
144. Byrne, D.H. et al. (2012). Peaches. Badenes, M. L., & Byrne, D. H. (Eds.). (2012). *Fruit breeding* (Vol. 8). Springer Science & Business Media.
145. Marketing standard for peaches and nectarines. Commission implementing regulation (EU) No 543/2011
146. Marketing standard for apples. Commission implementing regulation (EU) 543/2011
147. Marketing standard for table grapes. Commission implementing regulation (EU) 543/2011
148. Karp, D. (2010). Fruit varieties: Identity crisis in the produce aisle. *Los Angeles Times*. June 24, 2010.

3. 主要生産国の台木

果樹生産では、園地の生産性、管理のしやすさが重要である。これらを実現するためには、樹体が枯死することなく健全で、長期にわたって適度な樹勢を維持し、収量性や品質の面でも十分であることが求められる。そのためには、気象、土壌、穂品種に適する台木が必要であり、接ぎ木親和性、樹勢、耐寒性、センチュウ抵抗性（ネコブセンチュウ、ネグサレサンチュウ）、耐湿性、アルカリ土壌に対する耐性、少低温要求性等多様な台木が育成選抜されている¹⁴⁹。台木には、もも、すもも、アーモンド、ミロバランスモモ、ユスラウメ、これらの交雑種が用いられる。

りんごでは、生産効率の高いわい性台木が普及しているが、ももはわい化しても生産効率が低くわい性台木は普及してこなかった¹⁵⁰。日本では、ユスラウメ台木を使ったわい化栽培が実用化されたが、わい化度合いが強すぎることで、樹勢が低下しやすいことから普及していない^{151, 152}。

欧州では、フランス国立農学研究所（INRA）で選抜された GF-677（モモ×アーモンド）が幅広く普及している^{153, 154}。GF-677は、強勢台木で連作障害が起きにくく、やせた乾燥地にも適し、石灰質アルカリ土壌でも鉄欠乏になりにくい。もも、ネクタリン品種との親和性が高く組織培養により大量増殖が可能で苗木生産が容易である。スペインの石灰質アルカリ土壌でないアンダルシア州やエストレマドゥーラ州では、INRA GF-305、Montclarがよく使われている。イタリアでは、栽植密度・樹形に合わせて、好適な台木が示されている。最近、スペインの世界的な苗木商である Agromillora で開発されたわい性台木である Rootpac シリーズが注目されている¹⁵⁵。

GF-677は米国に導入されたが、アルカリ土壌では比較的よいが、樹勢が強すぎるとの評価である¹⁵⁶。Rootpacもカナダでの短期間の評価では、わい化効果はないとしている¹⁵⁷。このように、海外で有望とされた台木を導入しても、気象、土壌、土壌病害、病害虫等の条件が異なるので、問題が発生することも多い¹⁵⁸。

米国ではももの自然交雑実生である、Lovell、Halford、Nemaguard、Nemared、Bailey、Guardian が主な台木である¹⁵⁹。カリフォルニア州では、北部は耐寒性、耐湿性の面から Lovell を、南部ではセンチュウ抵抗性の面から Nemaguard がよく使われている¹⁶⁰。

米国南東部では、早期枯死症状（Peach Tree Short Life）とならたけ病の被害が多く、早期枯死症状に有効であるとして Guardian が広く普及している。ならたけ病は、土壌伝染性の担子菌であり、根の接触により感染することから密植栽培では注意を要する¹⁶¹。根が枯死し収量減となり、ひどい場合は樹体枯死に至る。枯死樹を伐根しても、被害根が残っていると再発しやすい。Guardian はならたけ病に弱いことから、新たに抵抗性のある MP-29 が育成されている¹⁶²。

わい性台木については、カリフォルニア大学で Controller 7、Controller 8 が育成され¹⁶³、適応性試験が続けられている。

米国では、NC-140 という台木を中心とした研究プロジェクトが行われている¹⁶⁴⁻¹⁶⁹。NC-140は、北中部を中心とする北米地域の研究グループが連携して、台木に焦点を当てながら経済的で持続可能な温帯果樹生産を推進する研究プロジェクトである。ももについては、1984年に Redhaven を用いた9種の台木樹を、2001年には Redtop、Redhaven または Cresthaven を用いた14種の台木樹を定植した。さらに、2009年には Redhaven を用いたわい化度・樹冠の大きさの異なる13~18種類の台木（米国11、イタリア3、スペイン1、ロシア3）樹を定植した。

2009年度定植の試験では、Controller 7、Controller 8 は生産効率が高く、高密植栽培に適用できる可能性が示された¹⁶⁹。生産効率は、1樹収量/主幹断面積で示される。樹冠の大きさは、対照の Lovell（共

台) を 100 とすると、Controller 7 は 80, Controller 8 は 90 となり、主幹断面積は Lovell の 70~75% で積算生産効率は 1.15~1.18 となり、Lovell の 1.04 を上回った。

カリフォルニア大学でわい性台木のスクリーニング試験が始まったのが 1986 年であり、1996 年から候補台木樹の特性試験が行われて有望台木が選抜された¹⁶³⁾。その有望台木が高密植栽培に適用できる可能性が示されたのが 2020 年であり、わい性台木の評価には時間がかかる。

イタリアやスペインでも、世界から有望台木を導入し、栽培試験で評価が行われている^{167~169)}。

引用・参考文献

149. Reighard, G. L. & Loreti, F. (2008). 8 Rootstock development. *The Peach: Botany, Production and Uses*, CAB International, Wallingford, 193-220.
150. Marini, R. (2021). The Changing Peach Rootstock Picture. Penn State Extension. March 2, 2021.
151. 中野幹夫、島村和夫 (1983) . ユスラウメ台及び共台のモモの生育と収量. 岡山大農学報、61, 67-75.
152. 原田良平・富田 晃(2019). モモ栽培技術の歴史. 最新農業技術. Vol12, 9-20. 農山漁村文化協会.
153. Bassi, D., & Foschi, S. (2013, February). Trends in apricot and peach industries in Italy. In Proceedings of the 4th conference “Innovations in Fruit Growing-Improving peach and apricot production”. University in Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade (pp. 49-73).
154. Iglesias, I. (2013, February). Peach production in Spain: current situation and trends, from production to consumption. In Proceedings of the 4th conference “Innovations in Fruit Growing-Improving peach and apricot production”. University in Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade (pp. 75-98).
155. Anthony, B. M., & Minas, I. S. (2021). Optimizing peach tree canopy architecture for efficient light use, increased productivity and improved fruit quality. *Agronomy*, 11(10), 1961.
156. Perry, R. (2000). Performance of the 1984 NC-140 cooperative peach rootstock planting. *Journal of the American Pomological Society*, 54(1), 6-10.
157. Cline, J. A., & Bakker, C. J. (2021). Early performance of several Prunus interspecific hybrid rootstocks for Redhaven peach in southern Ontario. *Canadian Journal of Plant Science*, 102(2), 385-393.
158. Reighard, G. L. (2000). Peach rootstocks for the United States: Are foreign rootstocks the answer? *HortTechnology*, 10(4), 714-718.
159. Lesmes-Vesga, R. A. et al. (2022). Rootstocks for commercial peach production in the Southeastern United States: Current research, challenges, and opportunities. *Horticulturae*, 8(7), 602.
160. UC Davis Fruit & Nut Research & Information Center. Peach & Nectarine Scion & Rootstock Selection.
161. Herrin, G. (2022). An Economic Impact and Investment Analysis of Armillaria Root Rot in the United States Peach Industry. All Theses. 3949. https://tigerprints.clemson.edu/all_theses/3949.
162. Beckman, T. G. et al. (2019). Disease resistance of ‘MP-29’, a clonal interspecific hybrid rootstock for peach, in post-release trials. *HortScience*, 54(4), 638-641.
163. DeJong, T. M. et al. (2004). Growth, yield and physiological behavior of size-controlling peach rootstocks developed in California. *Acta Horticulturae*, 658, 449-455.
164. Perry, R. (2000). Performance of the 1984 NC-140 cooperative peach rootstock planting. *Journal of the American Pomological Society*, 54(1), 6-10.
165. Reighard, G. L. et al. (2011). Six-year performance of 14 prunus rootstocks at 11 sites in the 2001 NC-140 peach trial. *Journal of the American Pomological Society*, 65(1), 26.

166. Reighard, G. et al. (2020). Nine-year rootstock performance of the NC-1 40 'Redhaven' peach trial across 13 states. *Journal of the American Pomological Society*, 74(1): 45-56.
167. Giorgi, M. et al. (2005). The rootstock effects on plant adaptability, production, fruit quality, and nutrition in the peach (cv. 'Suncrest'). *Scientia Horticulturae*, 107(1), 36-42.
168. Iglesias, I. et al. (2019). Rootstock affects quality and phytochemical composition of 'Big Top' nectarine fruits grown under hot climatic conditions. *Scientia Horticulturae*, 256, 108586.
169. Reig, G. et al. (2020). Long-term agronomical performance and iron chlorosis susceptibility of several *Prunus* rootstocks grown under loamy and calcareous soil conditions. *Scientia Horticulturae*, 262, 109035.

VIII 栽培技術

1. 核果類果樹の労働時間と機械化

もも栽培の労働時間は、日本では 10a 当たり 268 時間である (図 47)¹⁷⁰⁾。労働時間の多い作業は、授粉・摘果の 95 時間、収穫・調製の 60 時間である。すももの労働時間は 273 時間であり、整枝・せん定での 65 時間は、ももの 41 時間に比べ多い。おうとうは 286 時間であり、労働時間の多い作業は、授粉・摘果の 62 時間、収穫・調整の 95 時間である。核果類果樹は、開花から収穫までの期間が短く、春から夏にかけての短い期間に作業が集中するのが特徴である。

カリフォルニアの核果類果樹の労働時間は、もも生食 89 時間、もも加工 92 時間、すもも 45 時間、おうとう 118 時間であり¹⁷¹⁻¹⁷⁶⁾、日本と比べるとももは 1/3、すももは 1/6、おうとうは 2/5 である。作業時間の多いのは、収穫・調製、授粉・摘果、整枝・せん定である。おうとうの収穫・調製作業は 92 時間であり、日本と同様である。

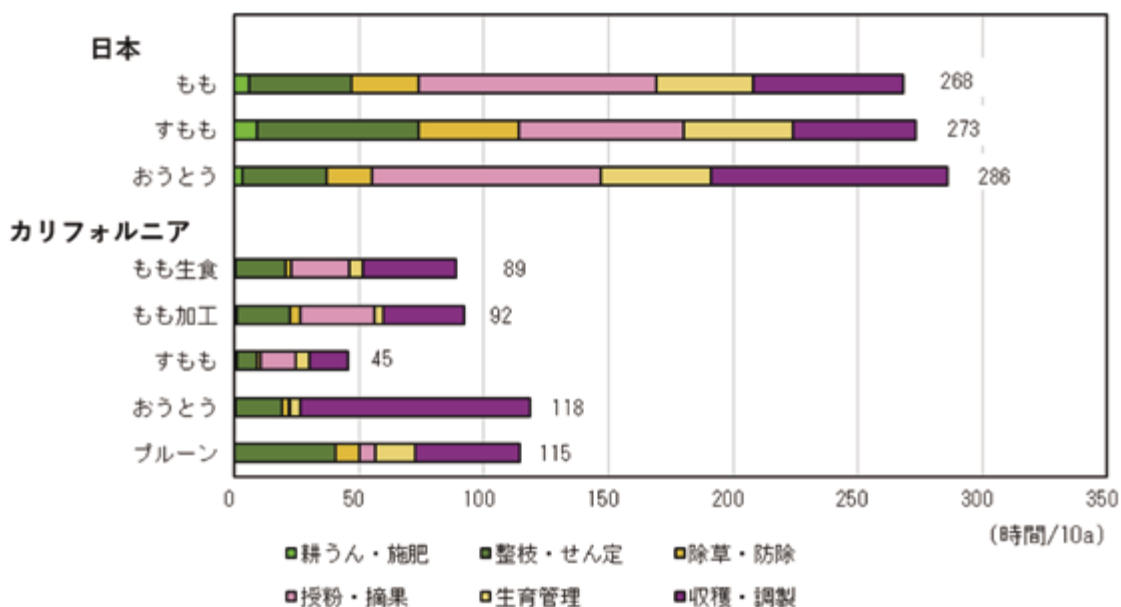


図 47 日本とカリフォルニア州における核果類果樹の労働時間

機械収穫は、缶詰用ももで一部導入されている。樹幹や枝を振動させて果実を落下させ、それを下で集める方式である。カリフォルニア粘核モモ協会の統計では、生産量 22.5 万トンに対して、加工業者の引き受け量のうち機械収穫によるものが 16,840 トンであり、その割合は 7.5%である¹⁷⁷⁾。機械収穫で

は、果実に傷がつきやすいことから、変色する前に速やかに加工する必要がある。

機械による摘花・摘果は、一部で普及している。平面的な樹形と組み合わせれば、大幅な省力化が期待できる。

引用・参考文献

170. 農林水産省. 令和2年営農類型別経営統計.
171. Day, K.R. et al. (2009). Sample costs to establish and produce peaches, Fresh market, San Joaquin Valley South- 2009. University of California, Cooperative Extension.
172. Hasey, J. et al. (2017). Sample costs to establish and produce peaches, Cling and Freestone Extra-early Harvested Varieties, Sacramento and San Joaquin Valley 2017. University of California, Cooperative Extension.
173. Day, K.R. et al. (2016). Sample costs to establish and produce plums, Fresh market, San Joaquin Valley South- 2016. University of California, Cooperative Extension.
174. Day, K.R. et al. (2016). Sample costs to establish and produce plums, Fresh market, San Joaquin Valley South- 2016. University of California, Cooperative Extension.
175. Grant, J.A. et al. (2017). Sample costs for sweet cherries, Fresh market, San Joaquin Valley North- 2017. University of California, Cooperative Extension.
176. Niederholzer, F. et al. (2018). Sample costs to establish an orchard and produce prunes, French varieties (Dried plums), Sacramento Valley. University of California, Cooperative Extension.
177. California Cling Peach Association. Industry Statistics.

2. 樹形、整枝・せん定

ももの樹形は、大きく開心形、主幹形に分けられる。歴史的に見ると、栽植密度を低くして、樹を大きく育てるのが一般的である。しかし、樹冠は3次元で、樹ごとに異なる個性をもち篤農家的な管理が必要になる。果実生産は長期にわたって可能となるが、作業性は低下する。

りんごでは作業性をよくするため、平面的な樹形が一般的となっている。ももでは、確立されたわい性台木がないが、作業性の高い樹形の検討が進められている。ももの代表的な樹形には、開心形、V字、Y字、主幹形がある(図48)^{178~181)}。高密植栽培の普及はりんごに比べ遅れているが、ももでも研究が進んできている。

開心形は、世界で広く利用されている最も一般的な樹形である。高品質果実生産が期待できるが、平面的樹形でなく機械利用が難しい。樹高が高い場合は脚立が必要になる。

スペインで開発された低樹高開心形は、カタランベース (Catalan vase) と呼ばれる^{182, 183)}。定植後1年目に主幹の低い位置 (50cm) から新梢を発生させ、最初の夏季せん定を行い、さらに100cmの高さで、2回目の夏季せん定を行う。2年目からは機械せん定を行い、3回目2mと4回目2.5mの時に機械による夏季せん定を行い、最終的に2.5mになるようにする。4回目の時には、主枝を4、5本になるようにせん定する。カタランベースは夏季せん定により枝数を増やし、早期に樹冠を形成する。3年目からある程度の収穫が期待でき、4年目には成園となる。このように早期成園化するためには強勢台木を利用し、樹勢を強く維持する。樹形が完成した後は、必要に応じて植物成長調整剤パクロブトラゾール (ジベレリン合成阻害剤) を利用して樹勢を落ち着ける。この樹形では、収穫はほとんど脚立なしで行える。せん定は、樹冠上部は機械でトップピングする。

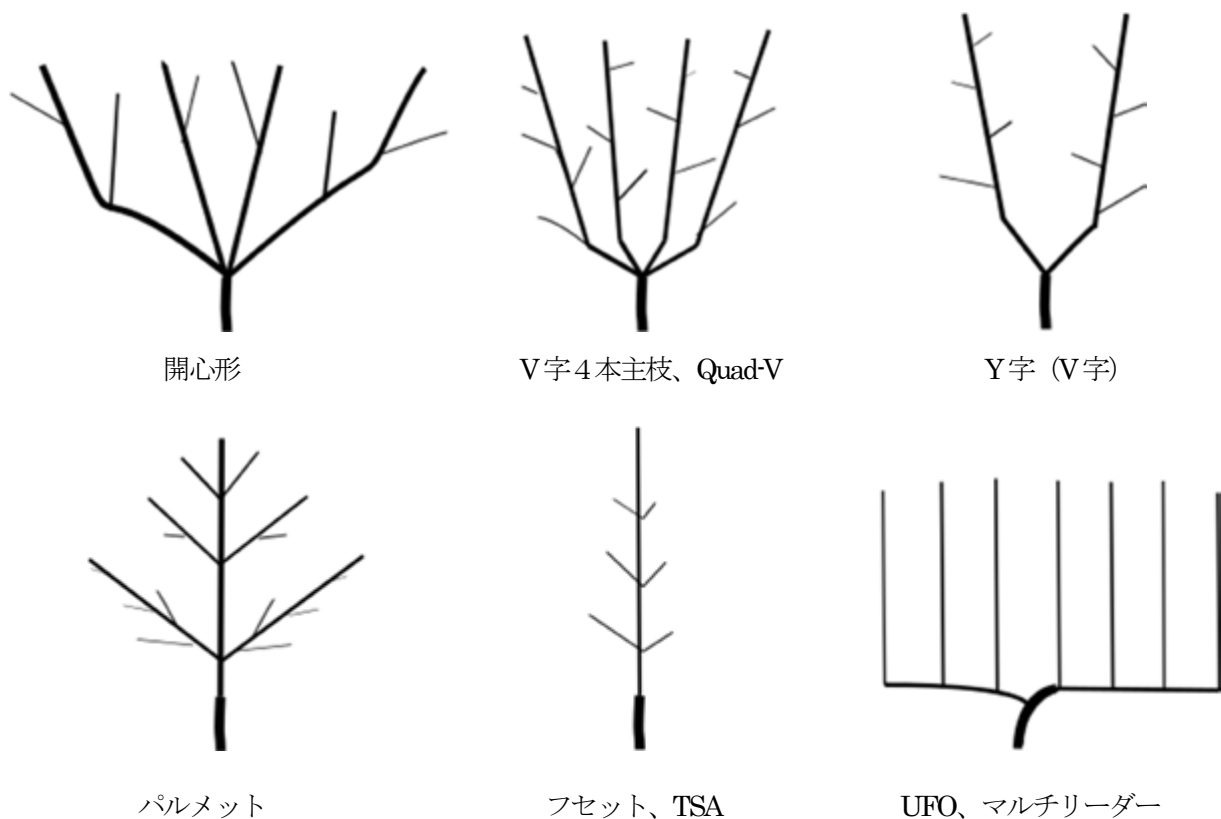


図48 ももの代表的な樹形

カリフォルニア州では、KAC-V、Quad-VのようなV字（Y字）樹形が一般的である^{179）184）}。開心形よりも密植が可能で、樹冠が平面的で管理がしやすく、収量も多い。必ずしもトレリスは必要ないが、トレリスを使えば平面的な樹形にすることも可能であり、機械化にも適する。KACは、カリフォルニア大学 Kearney Agricultural Center で開発されたことによる。

パルメットは、イタリア中部・北部で利用されている主幹形樹形で、樹高は4～5mにもなる^{179）181）}。晩霜害は地表面に近い部分が逆転層により被害を受けやすいが、この樹形であれば低い位置に枝が少なく被害を受けにくい。脚立や高所作業台車が必須である。樹冠幅を狭くして平面的樹形にすれば、せん定や収穫が機械化しやすくなる。イタリア南部では、開心自然形が多いが、カタランベースも導入されている^{185）186）}。フセットはリンゴのスレンダースピンドルブッシュに似た樹形で、樹間2m、列間4mとした方式がイタリアで検討されている。TSA（トールスピンドル）も同様の樹形であるが、やや樹高が高い。

UFO、マルチリーダー樹形は、ぶどうのコルドンのような平面的な樹形であり、脚立は必要ない。カリフォルニア州で行われた試験では、栄養成長が盛んになりせん定コストが上昇し、果実への同化産物の分配が少なく収量も少なくなった^{184）187）}。UFOは、おうとうでの有効性が認められたことから、ももでもわい性台木を含めた各種台木を使い、結果枝リーダーを何本にするか等検討が進められている^{188）}。

超高密植栽培は、スペインの世界的な苗木業者（Agromillora）が進めている方式である¹⁸⁹⁻¹⁹⁰。すでに、オリーブでは超高密植栽培、機械作業体系が開発され、わい性品種を利用し160樹/10a植えとし、せん定・収穫等も機械で行う。ももでも、わい性台木（Rootpacシリーズ）、省力機械を組み合わせさせた試験が進められている。

引用・参考文献

178. Corelli-Grappadelli, L. & Marini, R.P. (2008). 11 Orchard planting systems. *The Peach: Botany, Production and Uses*, CAB International, Wallingford, 264-288.
179. Neri, D. et al. (2022). Current trends and future perspectives towards sustainable and economically viable peach training systems. *Scientia Horticulturae*, 305, 111348.
180. Day, K. et al. (2005). Orchard-system configurations increase efficiency, improve profits in peaches and nectarines. *California Agriculture*, 59(2), 75-79.
181. Anthony, B. M., & Minas, I. S. (2021). Optimizing peach tree canopy architecture for efficient light use, increased productivity and improved fruit quality. *Agronomy*, 11(10), 1961.
182. Iglesias, I. (2013, February). Peach production in Spain: current situation and trends, from production to consumption. In Proceedings of the 4th conference “Innovations in Fruit Growing-Improving peach and apricot production”. University in Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade (pp. 75-98).
183. D. Neri & Massetani, F. (2011). Spring and summer pruning in Apricot and Peach orchards, *Advances in Horticultural Science*, 25(3), 170-178.
184. DeJong, T.M. et al. (1999). Comparative economic efficiency of four peach production systems in California. *HortScience*, 34(1), 73-78.
185. Caruso, T. (2008). Peach planting systems in southern Italy: ecophysiological aspects and technical developments. *Acta Horticulturae*. 772, 423-430.
186. Caruso, T. et al. (2015). Yield and profitability of modified Spanish bush and Y-trellis training systems for peach. *HortScience*, 50(8), 1160-1164.
187. Dejong, T.M. et al. (1997). Do high density systems really pay? Evaluation of high density systems for cling peaches. *Acta Horticulturae*. 451, 599-604
188. Pullano, G. (2019). UFO peach system finds favor at Windy Ridge. *Fruit Growers News*. Jun 3, 2019.
189. Agromillora. Super high density stonefruit tree cultivations. <https://www.agromillora.com/shd-stone-fruit-trees/> (2022.9.29 閲覧)
190. Iglesias, I. (2021). Towards enhanced peach fruit quality and reduction of production cost: a proposal of efficient training systems for future orchards. Peach Webinars - June 1-4 2021. 10th ISHS International Peach Symposium in 2022.

3. 摘花、摘果

摘花・摘果は収穫と並んで最も労働力の必要な作業であり、花・果実数を制限して、果実肥大の促進、果実品質向上、隔年結果の防止、着果過多による枝折れ防止のために行う¹⁹¹⁻¹⁹²。

ももは、葉が展葉する前に開花するので、花や初期幼果の成長は貯蔵養分に依存する。そのため、摘蕾摘花が摘果に比べ樹体成長には有利である。世界的に見ると手作業による摘蕾摘花は一般的でなく、開花後40～60日後の幼果を減らす摘果が一般的である。作業には、熟練労働者が多数必要で、樹高が高い場合には、脚立や高所作業台車を利用した作業となる。

ドイツで開発された摘花機械 (Darwin String Thinner) も一部で普及している^{193~196)}。多数のコードを回転させるアタッチメントをトラクターに装着させ、アタッチメントの位置や角度を樹形に合わせて調整し摘花を行う。開心形の上部も摘花は可能であるが、平面的樹形のほうが作業効率がよい。手持ち式の摘花機械も市販されている^{197, 198)}。

機械摘花で果実数が少なくなっているのが、摘果作業を省力化できる。さらに摘果のみを行うのに比べ、果実が大きくなる効果も期待できる。



図49 トラクター装着式の摘花機械
(Fruit Tec 社提供)

晩霜害の危険度の高い地域では、摘花を行った後で晩霜に遭うと、果数を確保できず減収になることがある。そうした地域では、晩霜害の危険の少ない摘果を重視して行う。

摘果機械としては、多数のナイロン丸棒を装着したドラムを回転して摘果する機械が米国農務省により開発されている¹⁹⁹⁾。

植物成長調整剤については、ももでは樹体条件、環境条件が異なれば反応が異なる等、安定して利用できるものがなかった^{191, 192, 200)}。

最近、ACC (商品名 *Accede* (10%ACC)) が注目されている^{201~206)}。ACCは、自然界に存在するアミノ酸の一種で、エチレンの前駆体である。植物細胞にある ACC 酸化酵素が、ACC をエチレンに変換し、そのエチレンが落花、落果に作用する。満開期から落弁期の ACC 処理で 15~30%着果数が減少する。さらなる削減が必要であれば、最初の処理から1週間後に2回目の処理を行う。他のエチレン発生剤では樹脂病のリスクがあるとされるが、本剤ではその懸念がない。開花期から幼果期まで効果が認められているが²⁰²⁾、現時点で幼果期の使用は認められていない。リンゴでは摘果剤としての利用もできる。

引用・参考文献

191. Costa, G., & Vizzotto, G. (2000). Fruit thinning of peach trees. *Plant Growth Regulation*, 31(1), 113-119.
192. Marini, R.P. & Reighard, G.L. (2008). 12 Crop load management. *The Peach: Botany, Production and Uses*, CAB International, Wallingford, 289-302.
193. Schupp, J. R. et al. (2008). Mechanical thinning of peach and apple trees reduces labor input and increases fruit size. *HortTechnology*, 18(4), 660-670.
194. Baugher, T. A. et al. (2010). String blossom thinner designed for variable tree forms increases crop load management efficiency in trials in four United States peach-growing regions. *HortTechnology*, 20(2), 409-

414.

195. Schupp, J. R., & Baugher, T. A. (2011). Peach blossom string thinner performance improved with selective pruning. *HortScience*, 46(11), 1486-1492.
196. Baugher, T. A. et al. (2009). Horizontal string blossom thinner reduces labor input and increases fruit size in peach trees trained to open-center systems. *HortTechnology*, 19(4), 755-761.
197. Martin-Gorriz, B. et al. (2011). Feasibility of peach bloom thinning with hand-held mechanical devices. *Scientia Horticulturae*, 129(1), 91-97.
198. Martin-Gorriz, B. et al. (2012). Post-bloom mechanical thinning for can peaches using a hand-held electrical device. *Scientia Horticulturae*, 144, 179-186.
199. Miller, S. S. et al. (2011). Performance of mechanical thinners for bloom or green fruit thinning in peaches. *HortScience*, 46(1), 43-51.
200. Steenkamp, H. (2015). New chemical thinning strategies for stone fruit (Doctoral dissertation, Stellenbosch: Stellenbosch University).
201. Theron, K. I. et al. (2017). Efficacy of ACC (1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid) as a chemical thinner alone or combined with mechanical thinning for Japanese plums (*Prunus salicina*). *HortScience*, 52(1), 110-115.
202. Cline, J. A. et al. (2020). Thinning response of 'Redhaven' peaches to 1-aminocyclopropane carboxylic acid (ACC). *Canadian Journal of Plant Science*, 101(1), 17-29.
203. Francescato, P. (2022). ACC(Accede) What it is and how it works.
<https://www.youtube.com/watch?v=fojYF04Gm0w> (2022.9.29 閲覧)
204. Technical Information Bulletin Accede Plant Growth Regulator: Valent.
205. Costa, G. (2022). Peach chemical fruit thinning: where we are, where we can go. Peach Webinars - June 1-4 2021. 10th ISHS International Peach Symposium in 2022.
206. Milkovich, M. (2022). New stone fruit thinner now available. *Good Fruit Grower*: March 21, 2022.

4. 水管理

中国でももの遺伝資源が多い地域は、湿潤な気象条件である²⁰⁷⁾。ももは、比較的水が必要な果樹であり、乾燥地では灌水栽培されることが多い。一方、モモは湛水や嫌气的条件には最も弱い果樹の一つであり、水が過剰な条件では生育が困難である²⁰⁸⁾。また、雨が多く多湿条件では、病害の発生が多くなる。

生育に必要な水分量は、ほぼ蒸発散量に相当する。降雨や地下補給水で不足する分は灌水する必要がある。蒸発散量は以下の式から推定できる²⁰⁹⁾。

$$ET = Kc \times ET_0$$

実蒸発散量 = 作物係数 × 可能蒸発散量

カリフォルニア州の果樹生産地帯であるセントラルバレーの可能蒸発散量は、年間 1,300~1,500mm にも達する²¹⁰⁾。収穫期の最も蒸散が多い月の可能蒸発散量は月間約 200mm で作物係数はほぼ 1.0 である。夏季にほとんど雨が降らないので灌水が必要になる^{211) 212)}。

カリフォルニア州では、ももについて早生品種、中晩生品種で節水灌水を行う場合の考え方として、以下のような指針がある²¹³⁾。

早生品種の生育期は蒸発散量の少ない時期であり、早生品種は果実が小さいことから肥大を抑制する

節水管理は行わない。収穫後は、節水管理を行う。

中晩生品種は、樹体の水ストレスを測定または評価しながら節水栽培が可能である。節水栽培をすれば果実糖度が上がるかもしれないが、果実が小さくなりやすい。

過度の節水管理は、小玉果、変形果、虫害、樹体の健全性低下等があり、水源が十分であれば行わないのが望ましい。

スペインでは、節水栽培は、果実肥大のⅠ期（細胞分裂期）、Ⅱ期（硬核期）、収穫後に行い、Ⅲ期（果実肥大期）は、最終的な1果重に影響するので、十分に灌水するとしている²¹⁴。水管理の指標となる生体情報としては、葉の水ポテンシャル、幹径や果径の微小変位、蒸散流、樹冠の温度、気孔開度等がある²¹⁵ ²¹⁶。

ももは、過度な栄養成長により収量低下が起きる場合がある。そこで、密植栽培と節水栽培により根圏をコンパクトにし適度な栄養成長とすることで、収量を増やすことができるとの考えから、精密な灌水管理としてRDI、PRDが提案されている²¹⁷ ²¹⁸。

節水管理による水ストレスで果実品質が向上するかについて試験が行われている。果実発育Ⅲ期（細胞肥大期）の水管理の違いにより収量、1果重、糖度が異なり、水ストレスで糖度は上昇するが、収量と1果重は低下する²¹⁹。また、QualiTree modelという樹体成長、果実の成長や品質に関する炭素のソースシンクモデルを使って、水ストレスの影響が解析されている²²⁰ ²²¹。それによると、水ストレスは、直接的に栄養器官のシンク能を低下させ、それにより間接的に光合成を抑制する。果実成分に対する水ストレスの影響は大きくはなく、水ストレスによって果実糖度が増加するのは、果実での糖蓄積の増加というより果実への水分の移行が抑制されることによるとしている。

果実への水分の移行については、果実への道管流、篩管流が実測され、果実からの蒸散がこうした水分移行に影響することが明らかにされている²²²。このことは、大気の飽差が果実からの蒸散を通じて、果実品質に影響することを示唆している。

引用・参考文献

207. Byrne, D.H. et al. (2012). Peaches. Badenes, M. L., & Byrne, D. H. (Eds.). (2012). Fruit breeding (Vol. 8). Springer Science & Business Media.
208. Johnson, R. S. (2008). 13 Nutrient and water requirements of peach trees. *The Peach: Botany, Production and Uses*, CAB International, Wallingford, 303-331.
209. Allen, R. G. et al. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome, 300(9), D05109.
210. California Department of Water Resources. (2012). Reference evapotranspiration (ET0) zones.
211. Johnson, S. et al. (2004). Improving a Model for Predicting Peach Tree Evapotranspiration. *Acta Horticulturae*, 664,341-346.
212. Ayars, J. E. et al. (2003). Water use by drip-irrigated late-season peaches. *Irrigation Science*, 22(3), 187-194.
213. University of California Fruit Report. Deficit irrigation strategies.
https://ucanr.edu/sites/fruitreport/Irrigation/Deficit_Irrigation_Strategies/
214. Ruiz-Sanchez, M. C. et al. (2010). Deficit irrigation in fruit trees and vines in Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8, 5-20.
215. Fernández García, I. et al. (2020). Trends and challenges in irrigation scheduling in the semi-arid area of

- Spain. *Water*, 12(3), 785.
216. Fernández, J. E. (2017). Plant-based methods for irrigation scheduling of woody crops. *Horticulturae*, 3(2), 35.
217. Chalmers, D. J. et al. (1981). Control of peach tree growth and productivity by regulated water supply, tree density, and summer pruning. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 106(3), 307-312.
218. Girona, J. et al. (2003). Peach tree response to single and combined regulated deficit irrigation regimes under shallow soils. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128(3), 432-440.
219. Mercier, V. et al. (2009). Effects of different irrigation regimes applied during the final stage of rapid growth on an early maturing peach cultivar. *Irrigation Science*, 27(4), 297-306.
220. Miras-Avalos, J. M. et al. (2013). Assessment of the water stress effects on peach fruit quality and size using a fruit tree model, QualiTree. *Agricultural Water Management*, 128, 1-12.
221. Rahmati, M. et al. (2018). Disentangling the effects of water stress on carbon acquisition, vegetative growth, and fruit quality of peach trees by means of the QualiTree model. *Frontiers in Plant Science*, 9, 3.
222. Grappadelli, L. C. et al. (2019). Advances and challenges in sustainable peach production. Achieving sustainable cultivation of temperate zone tree fruits and berries, Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK, 25-54.

5. 施設栽培

ももの施設栽培は、雨の影響を少なくするとともに、生育を促進させ収穫を早めることができる²²³⁾。施設栽培が最も多いのは中国の 16,000ha であり、そのうち 80% がネクタリンである²²⁴⁾。中国におけるももの施設栽培は、1995 年に山東省農業大学で始まったとされ、それほど長い歴史があるわけではない。施設栽培が多いのは、山東省 5,300ha、遼寧省 3,400ha、河北省 2,800ha である。施設栽培の効果は、早出し、裂果防止（特にネクタリン）、水分過剰防止、霜害防止、生産地域拡大、農薬削減等である²²⁵⁾。

中国の栽培施設は大きく、日光温室²²⁶⁾ とハウスとに分けられる²²⁴⁾。日光温室は東西棟で、ハウスは南北棟である。両方式とも、夜間低温時の場合は外側を巻き取り式の厚手保温資材で被覆する。早出し栽培では、少低温要求性品種が用いられる。北部地方では抑制栽培もおこなわれ、春季に 7℃未滿に施設内を維持して発芽を遅延させることにより、成熟を 10~30 日遅くすることができる。

栽培法は、1m×2m で密植し、収穫後の夏季せん定により当年の新梢を除去し、新たな新梢発生を促し、先端を摘心しながら花芽形成を促す。

近年、中国ではももの供給は過剰で、品質も不十分で価格も安い²²⁷⁾。早生品種、施設栽培果実も安値で、おうとうも同様の傾向である。密閉度の高い施設では、昼間は二酸化炭素濃度が低下し光合成が抑制されやすい。そこで、炭酸ガス施用で、品質を向上させようとする試験も行われている²²⁸⁾。

スペインのウエルバには、核果類の施設栽培が 1,000ha ある²²³⁾。スペインの Plus Berries 社は、施設栽培 200ha、中晩生品種の露地栽培 700ha を所有し、周年供給（4~10 月はスペイン産で、それ以外は南アフリカ産を販売）している²²⁹⁾。出荷初めの露地栽培果実は糖度が低いですが、施設栽培果実の糖度は高く、高値で取引されている。

引用・参考文献

223. Martínez-Gómez, P. et al. (2021). Principles and prospects of prunus cultivation in greenhouse. *Agronomy*, 11(3), 474.
224. Layne, D. R. et al. (2013). Protected cultivation of peach and nectarine in China—Industry observations and

- assessments. *Journal of the American Pomological Society*, 67(1), 18-28.
225. Huang, et al. (2008). 2 Cultivation and trends in China. *The Peach: Botany, Production and Uses*, CAB International, Wallingford, 37-60.
226. Gao, L. H. et al. (2010). Structure, function, application, and ecological benefit of a single-slope, energy-efficient solar greenhouse in China. *HortTechnology*, 20(3), 626-631.
227. USDA Foreign Agricultural Service (2022). *China Stone Fruit Annual*.
228. Xi, W. et al. (2014). Improvement of flavour quality and consumer acceptance during postharvest ripening in greenhouse peaches by carbon dioxide enrichment. *Food Chemistry*, 164, 219-227.
229. The Spanish stone fruit harvest begins in Huelva, two weeks early. *FreshPlaza*. Mar. 25, 2020.

IX 流通貯蔵技術

1. 収穫選果

ももは、収穫時の熟度が風味、日持ち、品質に大きく影響する²³⁰⁻²³²。収穫が早すぎると正常に成熟せず品種本来の品質が得られない。また、過熟で収穫すると、果肉が柔らかく日持ちしない。

ももは、押し傷、擦り傷等の機械的障害を受けやすく、収穫、搬送、選果等では丁寧な取り扱いが必要である。海外では、選果ラインで傷がつかないように、軟化する前の硬めの果実が収穫される。遠距離市場向けに出荷する場合には、早めの収穫となりやすい²³³。欧州では、収穫調製で傷が付きにくい限界の硬度（maximum maturity index）が推奨されている。不溶質品種は、溶質に比べ完熟近くまで樹上に置くことができる²³⁴。こうしたことから、品種ごと用途ごとに適切な熟度で収穫することが重要である。

ももの代表的な熟度指標は地色であり、カラーチャートが利用されている²³⁵⁻²³⁸。品種や用途ごとに適期収穫の地色を決定する。地色は果実のクロロフィル含量と関係があり、成熟に伴いクロロフィル含量が低下する。それをクロロフィル a の 2 つの波長ピークの差（ $IAD=A670-A720$ ）から評価する携帯用の機械（DAmeter）が市販されている。携帯用の近赤外糖度計も研究用に使用されている^{239, 240}。

収穫した果実は速やかに選果場に運ぶか、または予冷施設へ輸送する^{230, 231}。貯蔵流通期間が1か月以上になるような場合には、低温障害を防ぐために箱詰めしたのちに2日程度温度処理を行う場合もある。選果場ではゴミが除かれ、塩素水で洗浄しももの毛はブラシで除かれることが多い。必要に応じて、出荷先の制限条項に従いワックスや農薬処理が行われる。一部では、圃場選果（ranch pack, field pack）が行われ、十分に熟した果実をそのまま手選果する²⁴¹。選果ラインでは、大きさ、色、形、傷の有無、糖度等が測定され、それに従い箱詰めされる。非破壊糖度選果（光センサー）については、日本ほどには普及していないと思われる。海外でも、糖度は重要視されるようになってきたが、欧州のマーケティング基準は8 Brix 以上と低めの設定である²⁴⁶。

引用・参考文献

230. Crisosto, C. H., & Valero, D. (2008). 22 Harvesting and Postharvest Handling of Peaches for the Fresh Market. *The Peach: Botany, Production and Uses*, CAB International, Wallingford, 575-596.
231. Taylor, K. C., & Rushing, J. W. (2012). Harvesting and handling peaches. *Southeastern peach growers' handbook*. Univ. Georgia College Agr. Environ. Sci. Bul. FS100, 107-126.

232. Shinya, P. et al. (2013). Peach ripening: Segregation at harvest and postharvest flesh softening. *Postharvest Biology and Technology*, 86, 472-478.
233. Taiti, C. et al. (2021). Are peach cultivars used in conventional long food supply chains suitable for the high-quality short markets? *Foods*, 10(6), 1253.
234. Kao, M. W. S. et al. (2020). Optimum harvest of low-chill melting and non-melting flesh peach cultivars for direct ripening and ripening following low temperature storage. *HortScience*, 55(4), 487-495.
235. Crisosto, C. H. (1994). Stone fruit maturity indices: a descriptive review. *Postharvest News and Information*, 5(6), 65N-68N.
236. 鈴木勝征ら (1981) . 果実の成熟度判定のためのカラーチャートの作成とその利用に関する研究 (3). 果樹試験場報告 A8, 85-100.
237. Infante, R. (2012). Harvest maturity indicators in the stone fruit industry. *Stewart Postharvest Review*, 8(1), 1-6.
238. Zerbini, P. E. et al. (1994). Selection and experimental use of colour charts as a maturity index for peach and nectarine harvesting. *Advances in Horticultural Science*, 107-113.
239. Tijksens, L. M. M. et al. (2007). Assessing harvest maturity in nectarines. *Postharvest Biology and Technology*, 45(2), 204-213.
240. Ziosi, V. et al. (2008). A new index based on vis spectroscopy to characterize the progression of ripening in peach fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 49(3), 319-329.
241. Lurie, S. et al. (2013). Maturity assessment at harvest and prediction of softening in an early and late season melting peach. *Postharvest Biology and Technology*, 76, 10-16.
242. Frisina, C., & Stefanelli, D. (2016). The DA-Meter, from theory to practice. *Australian Stonefruit Grower*; 36-40.
243. Walsh, K. B. et al. (2020). Visible-NIR 'point' spectroscopy in postharvest fruit and vegetable assessment: The science behind three decades of commercial use. *Postharvest Biology and Technology*, 168, 111246.
244. Minas, I. S. (2021). Revealing the true impact of preharvest factors on peach fruit quality development and metabolism. Peach Webinars - June 1-4 2021. 10th ISHS International Peach Symposium in 2022.
245. Guarnieri, A. et al. (2014). Harvesting and field packing of tree-ripened peach fruits, critical evaluation. *Italian Journal of Food Science*, 26(2), 190.
246. Marketing standard for peaches and nectarines. Commission implementing regulation (EU) No 543/2011

2. 低温障害、流通貯蔵

ももの好適貯蔵条件は、温度 $-1\sim 0^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 90~95%である^{247~249}。収穫後、ももは常温では成熟、老化が急速に進みやすい。低温では、成熟、老化がゆっくりとなるが、低温条件 ($2\sim 7^{\circ}\text{C}$) に長く保持すると低温障害が発生しやすくなる^{250, 251}。低温障害は、外観は健全でも、内部が褐変したり、粉質化してジューシー感が失われたりして商品価値が失われる。そのため、低温障害の起きやすい $2\sim 7^{\circ}\text{C}$ の低温は、致死温度帯 (killing temperature zone) と呼ばれ、長期保存を目指すには 0°C 付近の温度が推奨されている。 0°C でも長期に貯蔵すると、低温障害が発生する。

このような低温障害果が流通すると、消費者の信頼を失うことになるため、輸出や遠隔地に輸送する場合の大きな課題となっている。一般に、北半球と南半球との間での輸出 (海上輸送) では少なくとも3~5週間の貯蔵が必要になる。

カリフォルニアの代表的なもも、ネクタリン品種について、0℃と5℃の貯蔵温度に対する低温障害の程度からA形、B型、C型の3つに分類されている²⁵³⁾。0℃、または5℃で5週間貯蔵しても低温障害が発生しないA型品種(もも: Brittney Lane、Spring Snow、ネクタリン: Diamond Bright、Ruby Sweet)、0℃では5週間貯蔵可能だが5℃では5週間もたないB型品種(もも: Ivory Princess、Snow Fire、ネクタリン: Arctic Snow、Summer Blush)、0℃または5℃で5週間貯蔵すると、いずれの温度でも低温障害が発生するC型(もも: Autumn Flame、Sweet Dream、ネクタリン: August Glo、Grand Pearl)の3つである。一般に、ネクタリンは、ももより低温障害を受けにくい。

低温障害対策には、CA貯蔵、エチレンやエチレン阻害剤、貯蔵前の温度処理(1~2日、20℃)等が有効とされるが、品種や熟度によっても効果が異なる^{252) 254)}。

引用・参考文献

247. Crisosto, C. H. et al. (1996). Peach and nectarine recommendations for maintaining postharvest quality. Postharvest Technology Center, University of California: Davis, CA, USA.
248. Crisosto, C. H., & Kader, A. A. (1999). Peach. Postharvest quality maintenance guidelines. Department of Pomology. University of California. Davis.
249. Crisosto, C. H. & Kader, A. A. (2016). Peach. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. USDA Agricultural Handbook, No. 66. 466-470.
250. Crisosto, C. H. et al. (1999). Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine, and plum cultivars grown in California. *HortScience*, 34(6), 1116-1118.
251. 梶浦一郎 (1972) . モモの低温貯蔵障害に及ぼす温度と貯蔵前追熟処理の影響. 日本食品工業学会誌. 19(1), 31-33.
252. Lurie, S., & Crisosto, C. H. (2005). Chilling injury in peach and nectarine. *Postharvest Biology and Technology*, 37(3), 195-208.
253. Crisosto, C. H. et al. (2008). Market life update for peach, nectarine, and plum cultivars grown in California. Market Life Update for Peach, Nectarine, and Plum Cultivars Grown in California, 1000-1004.
254. Rodrigues, C. et al. (2022). Review on techniques and treatments toward the mitigation of the chilling injury of peaches. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(8), e14358.

X まとめ

日本、米国ともに、ももの生産量、消費量は減少傾向であり、バナナやアボカドの消費量は増加している。こうした傾向は、両国に特徴的なものと考えられる。

米国では、労賃の上昇、労働力不足、水資源の不足、晩霜害や干ばつ、温暖化影響等の多くの課題がある。カリフォルニア州では、生食用もものマーケティングオーダーがなくなり、小規模生産者の減少、大規模生産への集約が起きている。大規模生産者は、統一規格の制約がなく、独自のブランド展開もしやすくなっている。

ももの生産量が増加しているのは、中国、スペインである。中国は、近年、幅広い地域で生産が行われ生産量が急増している。スペインは世界最大の輸出国であり、国内の多様な気象条件を利用して、長期にわたり欧州市場に出荷している。ももは日持ちしにくいこともあり、世界の輸出量は主要果樹の中ではそれほど多くない。

米国では、ももの消費量が低迷する中、「消費者が望む果実を提供できているか？」ということから

果実の品質評価とともに、消費者の嗜好調査が行われている。ももでは、特に、糖度、酸度、硬度とともに香りが重要である。もも、ネクタリンの品種は非常に多く、消費者はどのような品種かわかりにくく、品種の認知もりんごやぶどうに比べ低いと考えられる。

品種開発では、少低温要求性品種、ネクタリンや蟠桃品種、多様な果色や果肉の品種、高品質品種が育成され、栽培技術では、樹形開発、わい性台木候補の適応性評価、機械利用や植物調整剤による摘花等、省力化に向けた技術開発が進んでいる。流通貯蔵技術では、依然として低温障害が大きな課題である。

米国のもも産業は、生産・消費量の低下、気象災害、労働力確保等の課題があり、全体としては活気があるとはいえない状況である。一方、全体的な生産量の減少は価格の上昇傾向を引き起こすことから、大規模生産者にとっては有利な状況ともいえる。今後、大規模生産者は消費者嗜好に合致する品種の選択、省力栽培の導入、独自の販売戦略をしていくものと考えられる。

日本でも、もも産業について世界のトレンドを注視しつつ、将来の姿を考えていく必要がある。

(朝倉)

海外果樹農業情報 刊行物一覧

No.	調査報告書名	発行年月
98	ドイツ・オランダにおける果実・果実加工品の生産・流通状況調査報告書	09. 2
99	台湾における日本産果実の生産・流通・消費実態調査報告書	09. 6
100	世界の主要果実の生産・貿易概況 2009年版	09. 11
101	中国におけるポンカン生産・流通実態調査報告書—福建省及び浙江省を中心として—	09. 11
102	米国におけるリンゴの加工品等実態調査報告書	10. 2
103	ロシアにおける日本産果実の販売可能性及び同国の果樹農業・政策基礎調査報告書	10. 7
104	米国連邦行政組織による果実消費拡大に向けた取組みに係る調査報告書	10. 8
105	台湾における日本産果実の流通・消費実態調査報告書	10. 8
106	グローバリゼーション下の米国の果汁産業及び新たな生産流通システム実態調査報告書	10. 8
107	インドにおける日本産果実の販売可能性及びインド産ブドウの対日輸出可能性調査報告書	10. 10
108	カナダの果樹農業・政策実態調査報告書	11. 3
109	米国カリフォルニア州におけるオウトウの生産・流通事情調査報告書	11. 6
110	台湾における果実の生産・流通・消費等実態調査報告書	11. 6
111	中東における日本産果実の販売可能性調査	11. 8
112	ブラジルにおけるオレンジ及びオレンジ果汁を中心とした生産・流通事情調査報告書	11. 9
113	中国の主要都市における日本産果実の販売可能性及び中国のオウトウ産地調査報告書	11. 10
114	世界の主要果実の生産・貿易概況 2012年版	12. 3
115	台湾における日本産果実の流通状況等実態調査報告書	12. 6
116	中国におけるブドウの生産・流通・消費調査報告書	12. 10
117	韓国の対米国 FTA 締結による韓国果樹産業への影響等調査報告書	12. 11
118	台湾における東日本大震災後の日本産果実等流通状況実態調査報告書	13. 3
119	中国におけるモモの生産・流通・消費調査報告書	13. 3
120	世界の主要果実の生産概況 2013年版	13. 10
121	台湾における日本産果実の流通状況及び輸入に関連する規制等に係る調査報告書	14. 3
122	世界の主要果実の貿易概況 2013年版	14. 3
123	世界の主要果実の生産概況 2014年版	14. 10
124	世界の主要果実の生産概況 2015年版	15. 3
125	台湾における日本産果実の流通及び輸入促進に向けた諸課題に係る調査	15. 3
126	ニュージーランドの果樹農業及び香港の日本食品・果実事情調査報告書	15. 8
127	海外の果樹産業ニュース 2015年度版	16. 3
128	台湾における日本産食品の輸入規制強化こともなう日本産果実の流通への影響に係る調査報告書	16. 3
129	海外の果樹産業ニュース 2016年度上期版	16. 10
130	世界の主要果実の生産概況 2016年版	17. 2
131	海外の果樹産業ニュース 2016年度下期版	17. 3
132	台湾における日本産果実の流通状況及び輸入促進に向けた諸課題に係る調査	17. 3
133	海外の果樹産業ニュース 2017年度上期版	17. 9
134	世界の主要果実の生産概況 2017年版	18. 2
135	世界の果樹産業ニュース 2017年度下期版	18. 3
136	台湾における日本産果実の流通・消費の状況及び輸入促進に向けた諸課題に係る調査	18. 3
137	海外の果樹産業ニュース 2018年度上期版	18. 10
138	世界の主要果実の生産概況 2018年版	19. 2
139	海外の果樹産業ニュース 2018年度下期版	19. 3
140	米国ワシントン州のりんご生産の現状と省力・機械化技術に関する調査報告書	19. 3
141	海外の果樹産業ニュース 2019年度上期版	19. 10
142	欧州及びイタリアの果樹農業の現状とスマート農業に関する調査報告書	20. 3
143	海外の果樹産業ニュース 2019年度下期版	20. 3
144	世界の主要果実の生産概況 2019年版	20. 3
145	海外の果樹産業ニュース 2020年度上期版	20. 9
146	世界の主要果実の生産概況 2020年版	21. 3
147	海外の果樹産業ニュース 2020年度下期版	21. 3
148	世界の醸造用ぶどう栽培の動向 気候変動対応と持続可能性の取組	21. 3
149	世界の主要果実の貿易概況 2021年版	21. 5
150	海外の果樹産業ニュース 2021年度上期版	21. 9
151	世界の主要果実の生産概況 2021年版	22. 3
152	海外の果樹産業ニュース 2021年度下期版	22. 3
153	世界の生食用ぶどう産業 品種動向と栽培流通技術	22. 3
154	世界の主要果実の貿易概況 2022年版	22. 5
155	海外の果樹産業ニュース 2022年度上期版	22. 9
156	海外の果樹産業ニュース 2022年度下期版	23. 3

