世界のおうとう産業 生産・流通の現状と品種・栽培流通技術

2024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、おうとうは栽培面積が増加し、価格も上昇傾向です。米国からのおうとう輸入 は減少傾向ですが、最大の生産国であるトルコから平成 17 年にあった輸入解禁要請が協 議対象検疫有害動植物の特定の段階に進み、その動向が注目されています。

世界的に見ると、おうとう産業はここ 20 年ほどで劇的に変化しました。トルコ、チリ、中国は急速に生産量を増やし、トルコ、チリは世界1,2位の輸出国となりました。中国も施設栽培が発達し、非公式には世界最大ともいわれる生産量を誇るまでになっています。

おうとうについては、海外の生産・流通、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、世界のおうとう産業、特に生産・流通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、おうとう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6年3月

公益財団法人 中央果実協会 理事長 村上 秀德

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
\bigcirc	調査結果の要旨	2
Ι	はじめに	4
II	日本のおうとう生産と流通	5
III	世界のおうとう生産と流通	11
IV	トルコのおうとう生産	17
V	米国のおうとう生産	23
V	生産国の気象と気象災害	28
1.	気温と降水量	28
2.	裂果	30
3.	休眠、低温要求量	31
4.	晚霜害	33
5.	双子果	34
VI	果実品質、健康機能性	35
VII	世界のおうとう品種	36
1.	おうとう品種開発のトレンド	36
2.	主要生産国の品種	38
3.	主要生産国の台木	41
VIII	栽培技術	43
1.	おうとうの労働時間と機械化	43
2.	樹形、整枝・せん定	44
3.	受粉、摘花摘果	46
4.	水管理	48
5.	施設栽培	48
IX	流通貯蔵技術	49
1.	収穫選果	49
2.	流通貯蔵	50
X	まとめ	51

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、我が国の果樹関連施策の立案、国内の関連技術の開発・普及に資するよう報告書をとりまとめる。

近年、おうとうは栽培面積が増加し、価格も上昇傾向である。米国からのおうとう輸入は減少傾向であるが、最大の生産国であるトルコから平成 17 年にあった輸入解禁要請が協議対象検疫有害動植物の特定の段階に進み、その動向が注目されている。

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、世界のおうとう産業、特に生産・流通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。

2. 調査の方法および内容

(1)調査の実施期間

令和5年4月~令和6年3月

(2)調査の方法

おうとう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・流通動向、栽培流通関連技術の実態を整理した。

(3)調查担当者

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. 日本のおうとう生産・流通、栽培技術等を踏まえ、世界のおうとう産業についてその実態を多角 的に取りまとめた。調査内容は、生産・流通、気象条件、品種、栽培技術、流通貯蔵技術である。
- 2. 日本では、おうとうの結果樹面積は近年増加傾向であったが 2006 年をピークにゆるやかに減少している。収穫量は平均すると 1.7万 t 程度である。晩霜害、低温等による受精不良、降雨による裂果により収穫量が減少することから、おうとうは気象要因の影響が大きい品目である。主要品種は、佐藤錦、紅秀峰であり、栽培面積が増えている品種は紅秀峰、紅さやかである。輸入量は減少傾向である。輸入先国は米国が大部分で、一部、チリ、カナダ等からも輸入されている。おうとうは労働力を多く必要とする品目であり、授粉・摘果、収穫・調製、包装・荷造りの労働時間が長い。
- 3. 世界のおうとう生産は、1990年代以降増加傾向を示し、2021年には273万トンに達している。生産量の多い国は、中国、トルコ、米国、チリ、ウズベキスタン、イラン、イタリアである。輸出量の多い国は、チリ、トルコ、米国、ウズベキスタンであり、輸入量の多い国は中国、ロシア、ドイツ、オーストリア、カナダである。アジアでのおうとう人気は高く、特に、中国は春節もありチリから多く輸入している。韓国、ベトナム、台湾も、日本より多く輸入している。輸出先については、トルコは、ロシア、ドイツが多く、米国はカナダ、韓国、中国が多く、チリはほとんどが中国向けである。
- 4. トルコのおうとう栽培面積、生産量は 2000 年ごろから急増している。産地は、おうとうの原産地ということもあり広い地域に分布している。トルコの果実輸出額は、柑橘類が1、2位、おうとうは3位を占めるが、品目別にみるとおうとうは最重要果実ともいえる。トルコのおうとう産業は、弱みを抱えながらも世界トップクラスの生産国、輸出国であり、将来的には、強みや機会を生かして発展していくことが考えられる。
- 5. 米国のおうとう生産量は、近年伸びは停滞しているものの、もも、すももに比べて増加傾向である。甘果おうとうは、西部のワシントン州、カリフォルニア州、オレゴン州が主要生産州である。 米国でもおうとうの生産量は、年次変動が大きく、春季の低温、晩霜害、休眠不良、裂果の影響を受けることが多い。
- 6. おうとう原産地は、比較定冷涼で乾燥した地域と考えられるが、現在の栽培地域は比較的温暖な地域や降水量の多い地域にも広がっている。裂果対策として、雨除け栽培が世界的に普及している。新たな裂果のメカニズムが提案されている。
- 7. 温暖地では低温不足による開花不良が発生することがあり、低温が不足する年には休眠打破剤が利用されている。今後、さらに温暖化が進むと少低温要求性品種が必要になる。
- 8. 晩霜害は日本でも 2021 年に大きな被害が発生したが、世界的に見ても各地で発生している。特に、 早春季に高温で経過した後に、低温が来ると大きな被害となる。新たな防霜法としてセルロース ナノクリスタルの散布処理が注目されている。
- 9. 果実品質では、大きさ、糖度、糖酸比、果皮色、硬さ等が重要である。健康機能性の研究は活発であり、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ている。こうした情報は、消費拡大等に利用されている。
- 10. 主要品種は、Bing、Burlat、0900Ziraat 等の古い品種もあるが、近年、カナダで育成された自家和合性品種が普及している。自家和合品種は、受粉樹を必要とせず、結実が安定しやすい特徴がある。国別の主要品種は、トルコは 0900Ziraat、米国ワシントン州は Bing、カリフォルニア州は Coral Champagne、Bing、チリは Lapins、Santina、フランスは Burlat、Belge、カナダは Staccato、

- Lapins、中国はHongden(紅灯)である。Lapins、Santina、Staccato は自家和合性品種である。
- 11. 主な台木には、マザード、マハレブ、コルト、MaxMa、GiSelA、Krymsk 等がある。GiSelA、Krymsk はわい性台木である。
- 12. おうとうの樹形は、栽植密度を低くして、樹を大きく育てるのが一般的であったが、わい性台木の利用が進み、普通台木でもせん定を工夫した低樹高樹形が開発されている。おうとうの代表的な樹形には、Steep Leader、KGB、スピンドル、UFO等がある。UFO樹形は機械化、スマート化、精密化、ロボット利用に適するプラットフォームとして注目されている。
- 13. 受粉・受精は、対照品種と受粉樹のS遺伝子型と開花時期、受粉媒介昆虫の活動、受粉時の気温等に影響される。気温が低いと受粉媒介昆虫が活動しなくなり、花粉管の伸長も遅くなる、一方、気温が高すぎると胚珠の寿命が短くなる。実用的な摘花摘果剤はなく、機械摘花は一般的でない。
- 14. おうとうの施設栽培は、裂果を防ぐための雨除けが多く、一部で雨除け効果に加えて熟期を早めるハウス、温室等がある。中国では、日光温室(無加温)と大型プラスチックフィルムハウスが広く普及し、北部地域では暗黒処理や休眠打破剤を使い、3月中旬~4月の収穫を実現している。
- 15. おうとうは、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。収穫後から選果の過程での水分損失は鮮度低下につながるので注意が必要である。その場合、果梗からの蒸散はかなり多く果実全体の1/3程度である。最新の選果ラインでは、果実の大きさ、色、傷、病害等により選果規格を判別できる。
- 16. 好適貯蔵条件は、温度−1~0℃、相対湿度 95%であり、ももで見られる低温障害は発生しない。 ノンクリマクテリック型果実であり、収穫時の品質が最も良く、その後は品質が低下していく。 おうとうは高 CO₂濃度条件に耐えることができ、MA 包装 (Modified Atmosphere Packaging) に適 する果実である。MA 包装により 45 日程度の貯蔵が可能であり、輸出にも利用されている。
- 17. 日本でも、おうとう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

我が国のおうとうは、季節感を感じられる高級果物として人気であり、結果樹面積は 1970 年代に比べて 2 倍になっている。輸入は米国からがほとんどで、その量は減少傾向である。

そうした中、トルコから平成 17 年にあった輸入解禁要請が、次の手続きの段階に進んでいる。トルコは、近年、生産量を急速に伸ばし世界最大の生産国となり、欧州市場に大量に輸出している。このようなことから、日本への輸入が解禁された場合、その影響が懸念されている。

米国は依然として主要なおうとう生産国であり、トルコやチリの生産量の増加はすさまじいものがある。チリは、輸出の大部分は中国向けであるものの、一部は日本向けである。

おうとうは気象の影響を受けやすい果樹と考えられ、今後、ますます気候変動が激しくなることから、 晩霜害や裂果、休眠不良が頻発するのではと懸念されている。世界的にみると、品種や栽培流通技術に ついては、2000 年代以降、自家和合性品種の増加、わい性台木や低樹高樹形の普及、雨よけ・施設栽 培の普及、選果流通貯蔵技術の高度化等大きな変化がある。こうした情報は、今後の我が国のおうとう 産業にも有用であると考えられる。

こうしたことから、日本のおうとう生産の状況を整理するとともに、トルコ、米国を中心に、世界のおうとう生産、流通、品種、栽培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行った。

1) 日本の現状

生産の状況、品種、輸入、労働時間と省力化、気象条件

2) 世界の現状

生産の状況、輸出、輸入、輸出先

- 3) トルコの現状
- 4) 米国の現状
- 5) 気象条件と気象災害、生理障害 主要国の気温・降水量、裂果、休眠・低温要求量、晩霜害、双子果
- 6) 果実品質、健康機能性
- 7)世界のおうとう品種 品種開発のトレンド、主要生産国の品種と台木
- 8) 栽培技術

労働時間と機械化、樹形、摘花摘果、水管理、施設栽培

9)流通貯蔵技術

収穫選果、流通貯蔵

10) まとめ

本報告書では断りのない限り、おうとうは甘果おうとうを示す。一部、酸果おうとうについても記述している箇所がある。海外の品種名(一部商品名)は英語表記とした。

II 日本のおうとう生産と流通

日本のおうとう結果樹面積は 1980 年に 2,440ha でありその後やや減少したが、1980 年代後半から増加に転じ 2006 年には 4,490ha に達した(図 1) 1 。その後はゆるやかに減少し、2022 年は 4,230ha となっている。収穫量は平均すると 1.7万 1 であり、2020 年は 1.61 万 1 である。

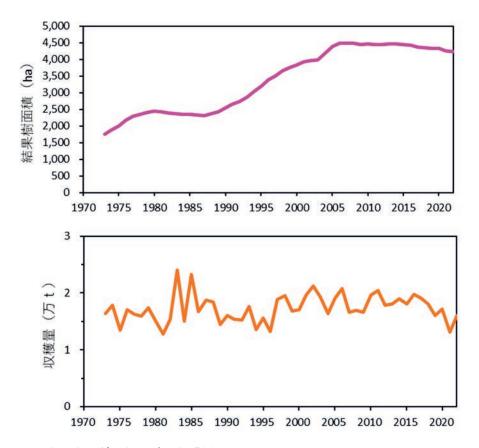


図1 おうとうの結果樹面積、収穫量

全国と山形県のおうとう収穫量を比較すると、山形県のおうとうは全国の 3/4 を占めている(図2) り。山形県の減収要因をみると晩霜害、開花期の低温、裂果の影響が大きく、これら要因が収穫量の大きな変動要因になっていることが考えられる。2021 年には、山形県で晩霜害が発生したが、4月の低温や降霜により雌しべの枯死が発生したことや開花期の天候不順により着果数が少なくなったことが報告されている。

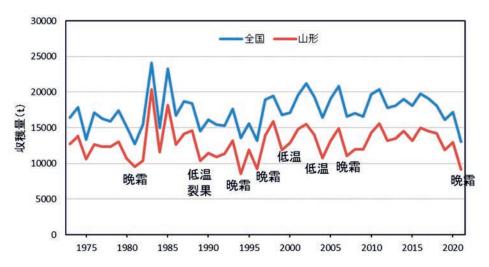


図2 全国および山形県のおうとう収穫量の推移と山形県の減収要因

山形県につぐ産地である北海道、青森県、山梨県の収穫量をみると、その変動は非常に大きいことが わかる(図3)¹⁾。

開花期の晩霜害や低温等による受精不良、降雨による裂果により収穫量が減少することから、おうとうは気象要因の影響が特に大きい品目であると考えられる。

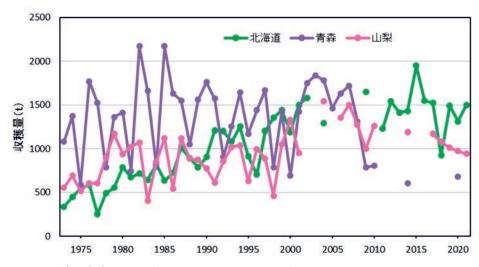
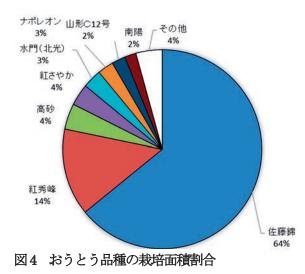


図3 北海道、青森県、山梨県のおうとう収穫量の推移



栽培面積の多い品種は、佐藤錦 64%、紅秀峰 14%、高砂 4%、紅さやか 4%である (図 4) ²。

主要品種の栽培面積の推移をみると、主要品種の佐藤錦は 2010 年頃よりやや減少傾向である(図5)2。増加が顕著な品種は紅秀峰、紅さやかである。山形 C12 号(やまがた紅王)は、佐藤錦と紅秀峰の間の時期に収穫できる大果品種であり、今後の伸びが注目される。2000 年代初めまで第 2 位であったナポレオンは、減少が激しく、高砂、水門(北光)も減少している。

図4、5の品種はすべて自家不和合成であり、 自分の花粉では結実せず、S遺伝子型の異なる受粉 樹が必要になる。海外では自家和合性品種が増え

ているが、日本で育成された自家和合性品種は、紅きらりだけである。

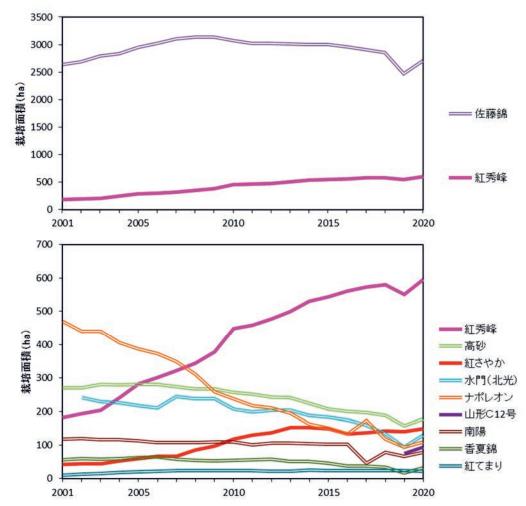


図5 主要おうとう品種の栽培面積の変化

おうとう卸売市場価格は、2010 年ころまでは減少傾向であったが、その後は上昇している(図 6)3。近年の高めの卸売市場価格は、国産、輸入とも卸売数量の減少の影響が大きいと考えられる(図 7)3。 国産果実の卸売市場価格は、数量の多い年に低下し、数量の少ない年に上昇し、特に 2017 年頃からの数量の急減にともない、価格が急増している。卸売数量の低下は、産直流通等の流通経路の多様化が関係しているかもしれない。輸入果実については、数量にかかわらず価格は安定していたが、2013 年頃からの数量の低下は価格を上昇させている。

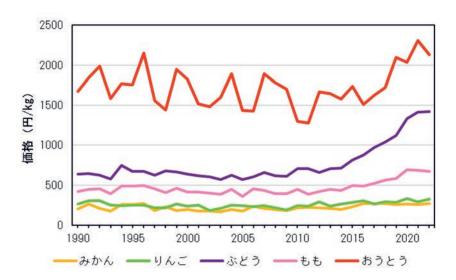


図6 代表的な果樹の卸売市場価格

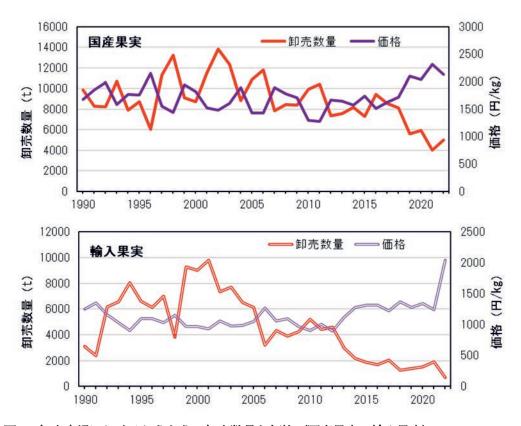


図7 卸売市場におけるおうとうの卸売数量と価格(国産果実、輸入果実)

おうとうの輸入量、輸入額とも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 8) 4 。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 9) 4 。輸入量の増減は、国内需要だけでなく主要輸入先である米国、チリでの生産量、輸出量、輸出先の動向に影響される。

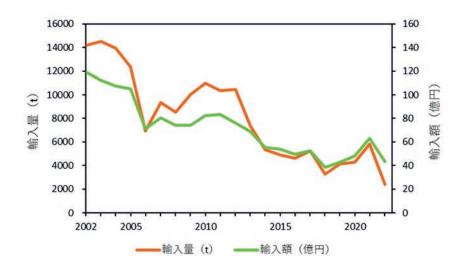


図8 おうとうの輸入量、輸入額

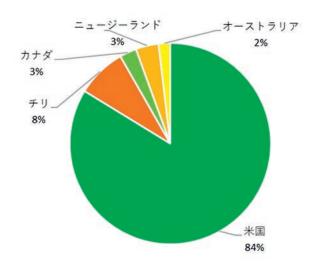


図9 おうとうの輸入先国の占有割合

日本に輸入される米国産おうとう品種は、カリフォルニア州からは 2021 年統計では Bing 17 万 3,000 箱、Coral Champagne 14 万 4,000 箱、Brooks 1 万 3,000 箱、Rainier 1 万 2,000 箱、Tulare 7,000 箱、品種混合 3 万 1,000 箱である(1 箱 18 ポンド)である 5。果皮色については Bing、Coral Champagne、Tulare、Royal Tioga は紫黒色、Brooks は赤から紫黒色、Rainier は黄色地に赤色である。

ワシントン州やオレゴン州からは、2022年統計ではRainier以外の紫黒色品種581.5 short ton、Rainier 124.61 short ton である(short ton は約0.9トン)⁶。

Rainier は日本品種と同様の外観であり、Brooks も赤に近いものがあり、米国産といっても紫黒色だけでないことに注意する必要がある。

核果類および主要果樹の作業別労働時間を見ると、おうとう 407 時間であり、ぶどう (露地) 429 時間に比べれば少ないものの、もも 315 時間、すもも 337 時間、うめ 174 時間、なし 349 時間、りんご 241 時間、かき 214 時間、みかん 208 時間に比べ多い (図 10) つ。おうとう栽培で労働時間が多いのは、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。 おうとうの基幹技術はY字仕立て、雨よけ施設栽培であり、労働時間411時間としている。

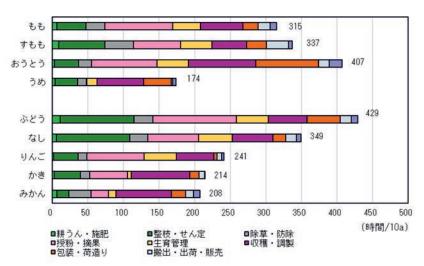


図10 核果類および代表的な果樹の労働時間

平成 29 年度に行われた省力樹形に関するアンケート調査では、おうとうの省力樹形では、平棚仕立て、Y字仕立て、垣根仕立て、V字仕立てが取り組まれている 9。

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、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 8。

おうとうの施設栽培面積は 269.2ha であり、面積が多いのは山形県 146.4ha、福島県 49.5ha、長野県 17.1ha、北海道 16.9ha、山梨県 7.6ha である 10 。山形県農林水産部農業技術環境課調べでは、山形県のおうとうの加温ハウスは 29.0ha、無加温ハウスは 16.8ha であり、雨除け施設の設置率は 87.9%である 10 。

引用・参照文献

- 1. 農林水產省.果樹生產出荷統計.
- 2. 農林水產省.令和元年產特產果樹生產動態等調查.
- 3. 農林水産省 青果物卸売市場調査報告.
- 4. 財務省. 貿易統計.
- 5. California Cherry Export Shipment 2021.
- Northwest cherry growers 2022 statistics.
- 7. 農林水產省. 令和2年営農類型別経営統計.
- 8. 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).
- 9. 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.
- 10. 農林水産省. 園芸用施設等の設置状況(令和2年).
- 11. 山形県ホームページ. 山形県及び全国のさくらんぼの生産・流通等の状況. (2023.11.24 閲覧)

III 世界のおうとう生産と流通

世界のおうとう(甘果)生産量は、1960年代から1970年代にかけては130万トンで推移していたが、1990年代以降増加傾向を示し、2021年には273万トンに達した(図11)¹²。このようなおうとう生産量の増加は、消費者の人気とともに、新品種の導入や栽培流通技術の進展が関係している。

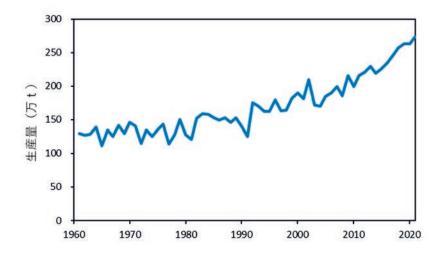


図11 世界のおうとう生産量

トルコのおうとう生産量は、72.5万トンで1位である。次いで、米国29.5万トン、チリ25.5万トン、ウズベキスタン18.5 万トン、イラン16.4 万トン、イタリア10.4 万トン、ギリシャ9.4 万トン、スペイン8.2 万トンである(図12、 $13)¹²。南半球の生産国は、北半球の冬季を中心に出荷が可能である。主要産地は、ほぼ北緯<math>35\sim50$ °、南緯 $30\sim40$ °にある。

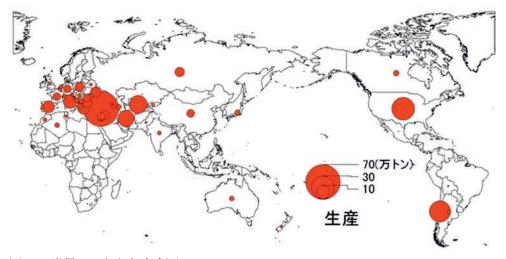


図12 世界のおうとう生産国

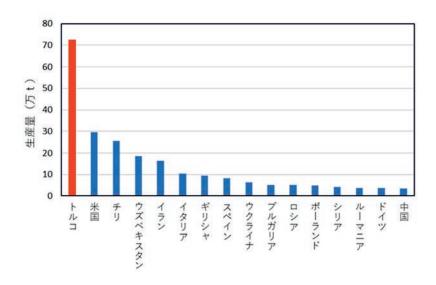


図13 主要国のおうとう生産量

主要国のおうとう生産量の推移を見ると、トルコ、チリ、ウズベキスタンは 2000 年以降急増している (図 14) ¹²。米国も増加しているが、これら3国に比べ緩やかである。

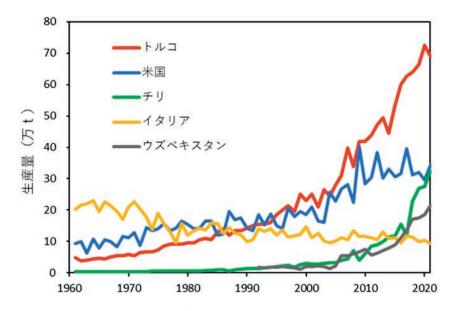


図14 おうとう主要国の生産量推移

欧州では、1960 年代にイタリアとともに世界有数の生産国であったドイツ、フランスはその後、生産量が減少し、特に 2000 年代以降ドイツの減少が顕著である(図 15)¹²。一方、スペイン、ギリシャは増加傾向である。このように欧州やその近隣国であるトルコ、ウズベキスタンにおいて、おうとう生産に大きな変化が認められる。近年、生産量の急増しているトルコ、チリ、ウズベキスタンの生産・輸出動向に注視していく必要がある。

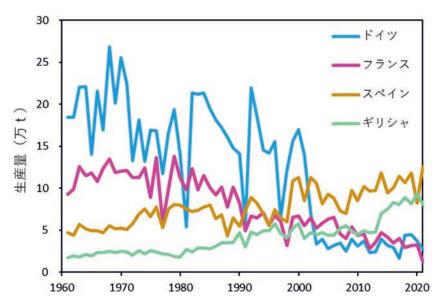


図15 イタリアを除く欧州主要国のおうとう生産量の推移

中国の生産量は、FAO 統計では3.5万トンであるが、米国農務省は65万トン (2022/23年) としている13。2016年と古いデータであるが、栽培面積18万 ha、生産量70万 t との報告もある14。一方、令和5年5月北京で開催された国際園芸学会第9回オウトウシンポジウムでは170万トンと報告されている。これらのことから中国は世界最大のおうとう生産国となっていると考えられる。中国の主要産地は、山東省山東半島、遼寧省遼東半島、陝西省、河南省、甘粛省である(図16)14。

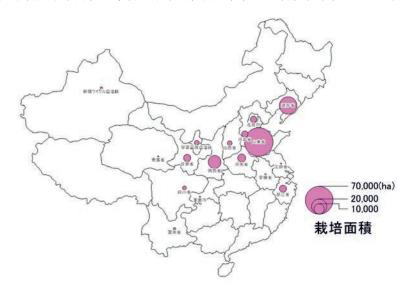


図16 中国の省・自治区別おうとう栽培面積

輸出量の多い国は、チリ、トルコ、米国、ウズベキスタン、ギリシャ、アゼルバイジャン、オーストリア、スペインである(図 17) ¹²。中国については、図 17 では中国本土と香港を分けて表示している。香港は、輸出入とも多いが、香港へ入ったもののうちかなりの量が中国本土へ輸送されているものと考えられる。

輸入量の多い国は、中国、ロシア、ドイツ、オーストリア、カナダ、カザフスタン、イタリア、韓国、英国、ベトナム、米国である。オーストリアは主要生産国ではないが、輸出・輸入市場で大きな地位を占めている。アジアでは、中国が圧倒的に多くの輸入量を占めるが、韓国、ベトナム、台湾は、日本と比べてかなり多いのが注目される。

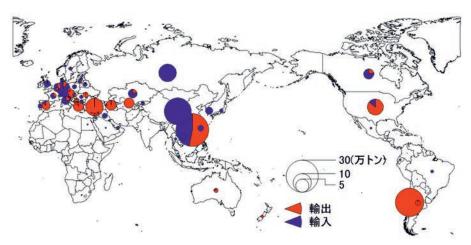


図17 世界のおうとう輸出量と輸入量

トルコは、2000年には世界第1位の輸出国となり、その後の増加は目覚ましいものがある(図 18) ¹³。米国の輸出量も増加しているが、2010年代になると増加は認められていない。1960年代に最大の輸出国であったイタリアは、徐々に減少している。チリ、ウズベキスタンも、生産量と同様、輸出量も急増している。2020年におけるトルコの生産量は72.5万トン、輸出量は8.7万トンであり、輸出の割合は約12%である。

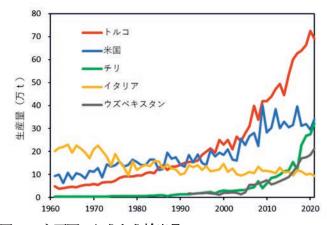


図18 主要国のおうとう輸出量

図 19 はトルコおよびアジア向け輸出の多い国のおうとう輸出先である(図 19) ^{15~20}。トルコの輸出 先は、ロシア、ドイツが多く、次いでイラク、オーストリア、イタリアである。米国は、カナダが多く、 次いで韓国、中国、台湾、日本である。チリは、圧倒的に中国が多く、一部を米国、韓国、台湾、英国 等に輸出している。チリは、北半球の産地と反対の時期に出荷でき、中国の春節に合わせて出荷する等 有利販売が可能である。チリは、輸出先が中国に集中していることのリスクがあり、輸出先の拡大が課題となっている。

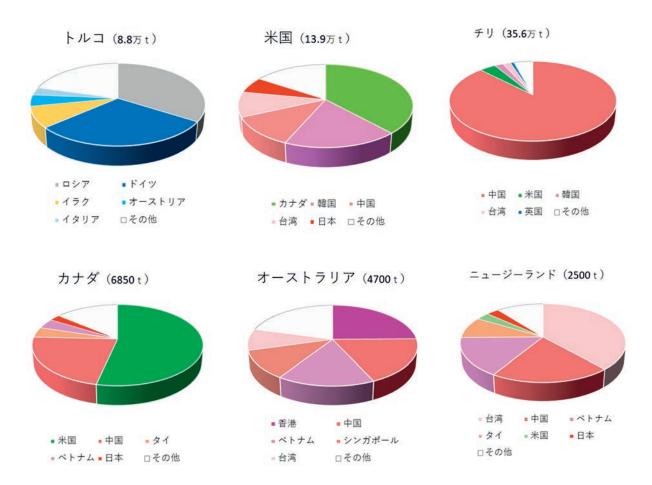


図19 トルコおよびアジア向け輸出の多い国のおうとう輸出先

米国は、カナダ、韓国、中国、台湾への輸出が多い。中国向け輸出は、両国関係の影響を受けやすい。 カナダは、米国、中国向けが多い。米国、カナダは、出荷時期が重ならないように輸出している。オーストラリア、ニュージーランドはほとんどアジア向けであり、チリに比べ数量は少ないが、チリと競合関係にある。

米国産おうとうの日本への輸出については、輸入解禁は 1978 年である 20。当初は、輸入期間の制限がありワシントン州、オレゴン州からしか輸入できなかった。その後、輸入期間は前進し、1987 年からカリフォルニア州からも輸入できることになった。このころから輸出量は急増した。1990~2005 年は日本向けが最大であるが、その後はカナダが最大となっている。

世界第4位の生産国であるウズベキスタンは、主要輸出先はカザフタン、ロシア、キルギスタンの 3 国であり、韓国にも輸出している 223 。中国向けは 2019 年 600 トンであったが、その後 3 年連続で減少し 2022 年には 3 トンとなっている 24 。

引用・参照文献

- 12. FAO. FAOSTAT
- 13. USDA Foreign Agricultural Service (2022). Turkey. Stone fruit annual.
- 14. Zhang, K. et al. (2019). Sweet cherry growing in China. Acta Horticulturae, 1235: 133-140.

- 15. USDA Foreign Agricultural Service (2022). Turkey. Stone fruit annual.
- 16. USDA Foreign Agricultural Service (2022). Chile. Stone fruit annual.
- 17. USA Trade Tables Cherries. 2020.
- 18. USDA Foreign Agricultural Service (2022). Australia. Stone fruit annual.
- 19. Statistical Overview of Canadian Fruit Industry 2020.
- 20. New Zealand Horticulture Export Authority.
- 21. 池田勇治 (1991). オウトウ市場の国際化と産地の適応. 農村研究、73:11-23.
- 22. Tridge. Upward production but downward export trends with Uzbekistan fresh sweet cherries. (2024.1.12 閲覧)
- 23. Tashmuratov, A. et al. Joint research Avalue chain analysis of the Uzbekistan cherry industry. Korea Rural Economic Institute.
- 24. Uzbekistan sets an anti-record for cherry exports to China in 2022. EastFruit. Dec.6, 2022.

IV トルコのおうとう生産

トルコのおうとう栽培面積、生産量は、2000年ごろから急増している(図 20) ²⁵。その要因として、 好適品種の選定とせん定等栽培技術の普及がある ²⁶。

1970年代から80年代にかけての適応性試験で、ローカル品種である0900Ziraatが選抜され普及した。0900Ziraatは自家不和合性品種であり、開花期の雨による受精不良・低収量の課題があり、受粉樹としてLambert、Stark Goldが選定された。

1996 年にトルコで初めて、大学教授等によるせん定のセミナーや講習会が開催され、その後、各産地で講習会が開催され、新品種やせん定技術が普及した。

1997 年にトルコ全国おうとうワーキンググループ(Turkish National Cherry Working Group)が結成され、おうとうに関する課題解決に向け、せん定、品種、施肥、台木、灌水、収穫、予冷、貯蔵、選果、病虫害に関する研究が行われた。こうした研究成果をもとに、整枝せん定、台木、栽培技術に関するセミナーや大会が主要産地で開催された。これにより、収量の増加と品質の向上が図られた。

台木については、ほとんどが普通台木で、一部でわい性台木が普及している。雨よけ栽培は普及していない。

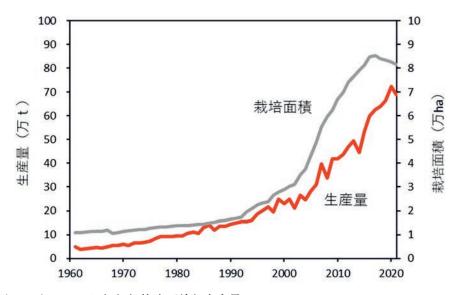


図20 トルコのおうとう栽培面積と生産量

トルコのおうとう産地

トルコのおうとう産地は、東部の寒冷地域、中部の乾燥地を除いて、全国的に分布している(図 21) ²⁷。主要産地は、エーゲ海地方のイズミル、マニサ、マルマラ地方のブルサ、中央アナトリア地方のコンヤ、エーゲ海地方のウスパルタ、黒海地方のアマスヤである。

おうとうの原産地は、黒海とカスピ海の間のイラン北部からウクライナ南部周辺、トルコとされ、特に、甘果おうとうは黒海とカスピ海の間のカフカス山脈南部と考えられている20。こうしたことからも、トルコはおうとう栽培に適する地域が多いと考えられる。

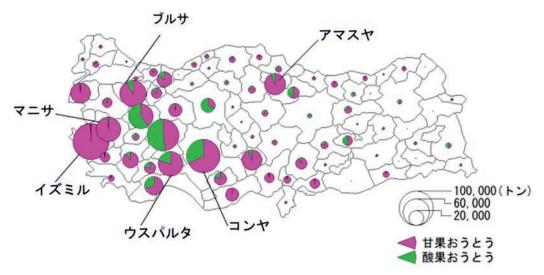


図21 トルコの省別の甘果おうとう、酸果おうとう生産量

トルコの果樹産業とおうとうの重要性

トルコの果樹は、生産量で見るとりんご、柑橘類、ぶどうが主要三大果樹であり、次いで、もも・ネクタリン、バナナ、おうとう、ザクロ、セイヨウナシである(表 1) $^{\mathfrak{D}}$ 。生産量の伸び率の大きい品目は、バナナ、ザクロ、キウイフルーツ、かき、アボカドである。おうとうについては、甘果おうとうが 2.1 倍と酸果おうとうの 1.2 倍に比べ大きい。

主要果樹 (りんご、柑橘類、ぶどう、バナナ、オリーブ) の生産県を見ると、南部の地中海地方から 西部のエーゲ海地方に集中している (図 22) ²⁷。これら樹種に比較して、おうとうの産地は広域にわたっているのがわかる。

表1 トルコの主要果樹の生産量、生産量伸び率

品目	生産量(万トン)	生産量伸び率(倍)	特徴的な品目・品種と倍率(倍率)
			ゴールデン・スターキング・アマスヤ・
りんご	481.8	1.8	グラニースミス以外のりんご6.5、グラ
			ニースミス4.8
			オレンジ1.1、レモン・ライム1.9
柑橘類	471.1	1.6	サツママンダリン・クレメンティン・キ
			ングマンダリン以外のマンダリン3.5
ぶどう	416.5	1.1	有核ぶどう1.0、無核ぶどう1.2
もも・ネクタリン	100.8	1.7	もも1.6、ネクタリン3.5
バナナ	99.7	4.3	
おうとう	83.3	1.8	甘果おうとう2.1、酸果おうとう1.2
ザクロ	68.1	6.3	
セイヨウナシ	55.1	1.6	
キウイ	10.1	6.7	
かき	9.8	3.3	
アボカド	4.0	19.2	
オリーブ	297.6	1.3	

生産量:2022年

伸び率: (2018~2022の平均) / (2004~2008の平均)

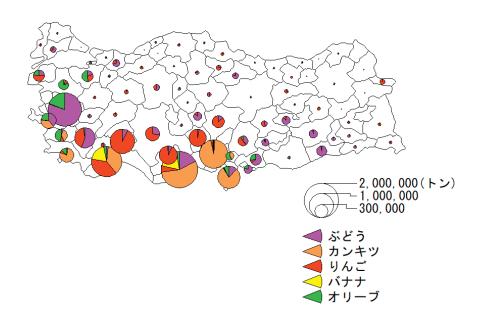


図22 トルコの省別のぶどう、カンキツ、りんご、バナナ、オリーブ生産量

トルコのおうとうは、生産量で見ると7番目であるが、輸出額で見ると3番目であり、品目ごとに分けると、トルコの最重要果樹といってもよいと考えられる(図23)²⁷。

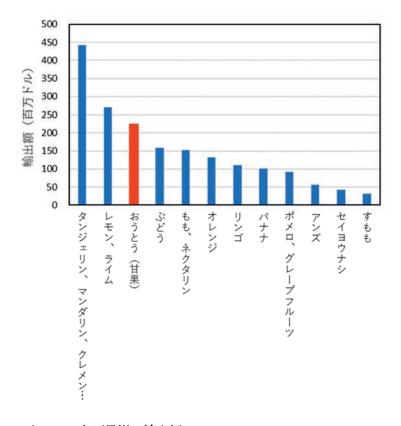


図23 トルコの主要果樹の輸出額

トルコのおうとう生産の課題

トルコのおうとう生産者を対象に行われた2つの対面調査、すなわち、最大産地イズミル県ケマルパシャ地区の生産上の損失分析20、主要生産6県の生産者の経営分析30から、おうとう生産の経営状況や課題を紹介する。

イズミル県の生産者のおうとう栽培面積は、 $1.1\sim2.9$ ha の生産者 43%、1.0ha 以下 27.5%、 $3.0\sim4.9$ ha16.7%、5.0ha 以上 12.8%となっている。主要生産 6 県の生産者の平均おうとう栽培面積は 2.7ha であり、欧州諸国と比べても規模は小さいと考えられる。

おうとう生産者の経営分析では、経営規模が大きいほど収益率(総生産額/生産費)が高く、利益が 出る価格で出荷できるようにすることが課題となっている30。また、以下の提言を行っている。

- ・地域に適する、市場が望む高品質品種の果樹園を新たに作り、果実を関係企業に直接出荷する。
- ・生産者の技術的ノウハウが不十分であることから、普及組織を利用して支援するとともに、新しい技 術を指導する。
- ・生産者組織、生産者組合、企業による生産者支援を行う。
- 包括的な海外市場調査を行う。

生産上の損失分析では、回答割合が多いのは季節的な要因 43.1%、要因不明 22.5%、病虫害 14.7%、 労働者のミス 9.8%、不適切な台木使用 5%である 29。季節的な要因は、低温不足による開花不揃い、 開花期間の延長、天候不良による受粉不良と考えられる。

おうとう栽培経験や一般的な農業経験があること、GAP等の認証生産であると損失は少なくなることから、GAPや有機生産、公的な普及教育サービス、生産者組織の存在が損失低下につながる。イズミル県では、おうとう生産者組合が存在したが、現在は活動していない。

おうとう輸出産業におけるチリの特徴とトルコの課題

チリ、トルコは、近年おうとう輸出量が急増している。ここでは、圧倒的な力を持つチリのおうとう 輸出産業と比較しながら、トルコのおうとう輸出の課題を紹介する。

チリのおうとう産業の特徴は、輸出業者が主導するグローバルバリューチェーン(果樹園の設立、栽培、選果・冷蔵、輸送、販売)であり、重要部分は自前で行うが、一部は関連企業や外部に委託する体制である³⁰。

- ・果樹園の設立: 想定される市場と顧客の明確化、品質や収穫期に応じた品種の選定、栽培設計を行い、 果樹園の設立準備を行う。
- ・栽培: せん定のサービス、市場要求に合わせた防除サービス、受粉用ハチの契約、収穫労働者の契約・監督、選果場までの輸送を行う。
- ・選果・冷蔵:選果場の設計・機器の選定調達、選果労働者の雇用、選果・箱詰め、検査・品質管理を行う。

配送:配送先の決定、買い手との交渉、配送を行う。

トルコのおうとう輸出業者に対して行われたアンケート調査によると、おうとうを輸出する際の問題 点として以下の事項があげられている3%。

- ・輸出手続き(果実の検査、検疫管理、書類準備等)に時間がかかることによる輸出の遅れや果実の鮮度低下
- ・生産者の不適切な農薬使用による残留農薬や果実品質上の問題

- ・おうとう価格の変動
- 輸送車両の手配
- ・運送人や輸送業者の不適切な取扱いによる果実損失
- ・気象災害により必要量の果実を確保できないことがある。

トルコの生産者は、地元市場に出荷するとともにロシア等輸出向けに出荷する。輸出向けに出荷する ことにより、地元市場の商人との価格交渉が有利になる30。

チリでは、輸出市場を想定した計画的な品種選定・栽培設計、必要な栽培支援を行い、収穫した果実を高速高精度で選果し、スムーズに出荷する体制ができている。北半球市場が遠いという点についても、温度管理や MA 包装等により収穫から選果、輸送段階の品質保持ができている 310。チリから中国までの海上輸送日数は、最短で 21 日である 320。

トルコでは、スムーズな出荷が行いにくく検疫上の問題もチリに比べ発生しやすいことが考えられる。

トルコのおうとう産業のSWOT(強み、弱み、機会、脅威)

トルコのおうとう産業の SWOT 分析によると、強みは、原産地であり栽培適地であること、欧州、ロシア、中東等へ輸出しやすい地理的条件であることである(表2)^{30,35,30}。弱みは、果樹農家は小規模で、集荷や選果も効率的でなく、生産者団体がなく、研究・普及も遅れていて生産者の技術レベルも低いことである。機会としては、新品種を導入して、生産者、加工業者、流通業者を垂直統合すれば、品質向上につながり輸出向けに出せる割合も増加することが期待されている。脅威は、国際市場での競争の激化や気候変動、地下水資源の減少である。

トルコのおうとう産業は、弱みを抱えながらも公式には世界第1位の生産国、輸出国であり、将来的には、強みや機会を生かして発展していくことが考えられる。

表2 トルコのおうとう産業のSWOT分析

強み	おうとうの原産地であり、栽培適地である。 欧州、ロシア、中東に近く輸出しやすい地理的条件にある。 人件費が安い。 病気や害虫の密度が低く、有機生産に適する。
弱み	果樹農家は小規模で園地も細分化され、集荷や選果も効率的でない。 生産者団体がない(組織化が弱い)。 研究が比較的遅れている。普及が弱く生産者の技術レベルも低い。
機会	新品種の導入 生産者、加工業者、流通業者などの垂直統合 東欧や中近東での輸出先拡大の可能性
脅威	国際市場での競争激化 気候変動の激化、地下水資源の減少

引用・参照文献

- 25. FAO. FAOSTAT
- 26. Küden, A. et al. (2022). Recent Techniques and Developments on Cherry Growing in Turkey. DOI: http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.104081.
- 27. Turkish Statistical Institute. TURKSTAT.
- 28. Kappel, F. et al. (2012). Cherry. Badenes, M. L. & Byrne, D. H. (Eds) Fruit breeding, 459-504. Springer Science & Business Media.
- 29. Kantaroğlu, M., & Demirbaş, N. (2020). Technical and economic factors affecting losses in sweet cherry production: Acase study from Turkey. *International Journal of Fruit Science*, 20(sup3), S1994-S2004.
- 30. Gül, M. et al. (2020). Evaluation of economic structure of cherry growing in Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 62(1), 13-20.
- 31. Bamber, P., & Fernandez-Stark, K. (2015). Fresh cherry industry in Chile. Services in global value chains: Manufacturing-related services, 701-741. APEC Policy Support Unit.
- 32. Delivering the best of Chile's cherries: The critical role of an integrated cold chain for export success. *FreshPlaza*, Fri. 14, 2023.
- 33. Gul, M. et al. (2016). Opportunities and constraints for cherry exporters in Turkey. *Custos e Agronegocio*, 12(2), 156-169.
- 34. Turkey: Cherry production down 20% in Kemalpasa. FreshPlaza, May 3, 2018.
- 35. Bal, T., & Cercinli, F. (2013). The analysis of cherry production and trade in Turkey: the case of Uluborlu district. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(3), 398-415.
- 36. ÇeliİK Y & Sarialtin, H. K. (2019). Structural analysis of cherry production in Turkey. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 6(4), 596-607. (原文トルコ語).

V 米国のおうとう生産

米国のおうとう生産量は近年停滞気味であるものの、長期的に見ると、もも、すももに比べて増加傾向である(図 24) 37 。

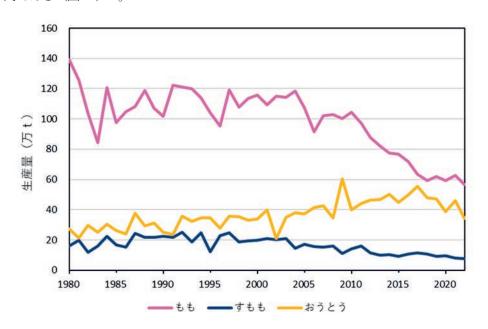


図24 米国のおうとう、もも、すもも生産量

甘果おうとうは、西部のワシントン州、カリフォルニア州、オレゴン州が主要生産州であり、五大湖地域のミシガン州にも産地がある(図 25)³⁸。酸果おうとうの主要生産州はミシガン州であり、その他、ユタ州、ワシントン州、ウィスコンシン州、ニューヨーク州にも産地がある。

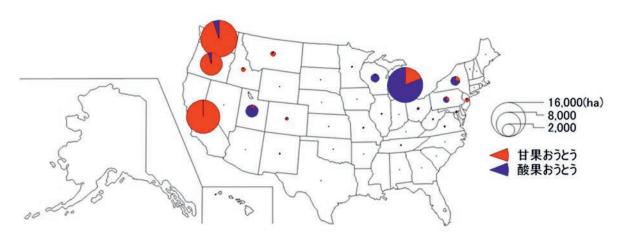


図25 米国の州別甘果おうとう、酸果おうとう栽培面積

生産量は甘果おうとう約30万 t、酸果おうとう約10万 t である(図26)39。甘果おうとうの主要生産州であるワシントン州、カリフォルニア州の生産量は、年次変動が大きく、ワシントン州では、春季の低温による結実不良、裂果、カリフォルニア州では休眠不良や晩霜害が減収要因となっている(図27)40。Lang(2019)は、過去20年でワシントン州やオレゴン州では防霜対策としてウィンドマシーンの導入が進み、おうとうの安定生産につながったとしている40。しかし、2022年には、春季低温による被害が発生している。出荷時期は、カリフォルニア州では5月から6月中旬、ワシントン州・オレゴン州では6月後半から8月である40。

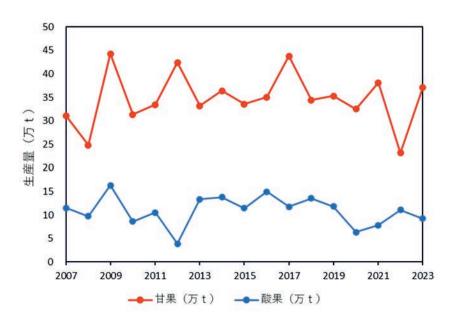


図26 米国の甘果おうとう、酸果おうとう生産量

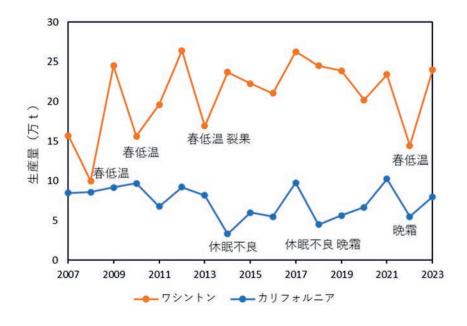


図27 ワシントン州、カリフォルニア州のおうとう生産量

酸果おうとう生産量は、2012年に前年比 68%減となった(図 26)が、それはミシガン州で発生した 晩霜害によるものである 40。2012年は、3月に熱波とも呼ばれる高温で生育が1月以上(5.5 週間)早まり、4月の晩霜害、低温による結実不良が発生した。最大の酸果おうとう生産州であるミシガン州のシカゴでは日最高気温が、3月 14日~18日には 27℃を超え3月 21日には 31℃を記録している 40。2020年、2021年の不作も、晩霜害や多雨が関係している。

生産者のおうとう出荷価格は、カリフォルニア州、ワシントン州とも増加傾向である(図 28) 39。 2014年のカリフォルニア州の価格上昇は休眠不良による生産量の減少を反映している。2010年までは 両州の価格は同様であるが、それ以降カリフォルニア州のほうが高めである。カリフォルニア州では、 早生品種が増加していることから、それを反映しているのかもしれない。

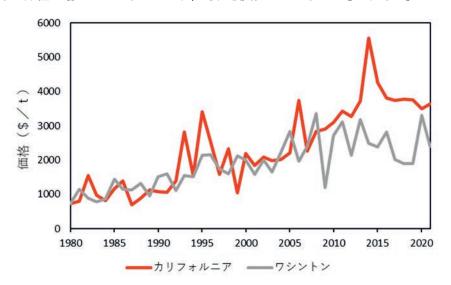


図28 ワシントン州とカリフォルニア州おうとうの生産者出荷価格

図 29 は、米国おうとう生産者について、面積の階級別にそこに含まれる生産者の面積を合計したものである 30。100 acre 以上の階級で面積が増加しており、特に 250 acre 以上でその傾向が顕著である。階級別の生産者数は明らかでないが、おうとう生産者の規模が拡大していると見ることができる。

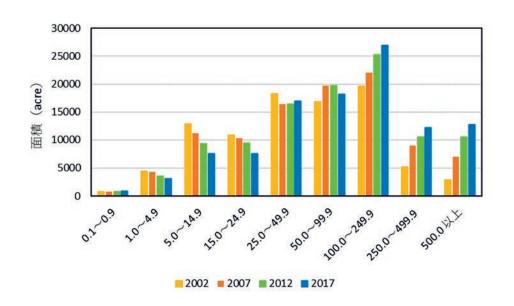


図29 米国おうとう生産者の生産規模別に積算した栽培面積の変化

カリフォルニア州やワシントン州には、おうとうに関するマーケティングオーダーがある。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。カリフォルニア州おうとう委員会(California Cherry Board)、ワシントン州おうとうマーケティング委員会(Washington Cherry Marketing Committee)、北西部おうとう生産者組合は、ワシントン州だけでなく、オレゴン州、アイダホ州、モンタナ州、ユタ州を含む連邦マーケティングオーダーである。カリフォルニア州おうとう委員会は、国内外の宣伝活動、海外市場拡大、健康機能性研究推進、レシピ提供等を行っている。ワシントン州果実委員会(Washington State Fruit Commission)は核果類を扱うが、おうとうについても消費拡大、機能性研究推進、レシピ提供を行っている。

酸化おうとうは、2000 年以降大規模化が進み、小規模生産者は園地を大規模生産者に売り渡したり、他の作目に転換している40。従来の加工用向けは、生産者のマーケティングオーダーにより数量が決められ、生産量や価格の変動を抑えている。それでも価格は大きく変動し、減収年である2012年のように価格が大幅に増加することもある(図30)30。一方、従来の加工向け以外の、乾燥果実やジュース用の市場が拡大している。また、健康サプリメント向けの拡大も期待されている。

酸果おうとうは、気候変動だけでなく、トルコ産おうとう(ジュース、乾果)やオウトウショウジョウバエも米国の酸果おうとう産業界の脅威になっている 44~47。 さらに、酸果おうとうの生産コストは、0.44ドル/lb との評価もあり 49、価格の状況を見ても厳しい状況にあると考えられる。

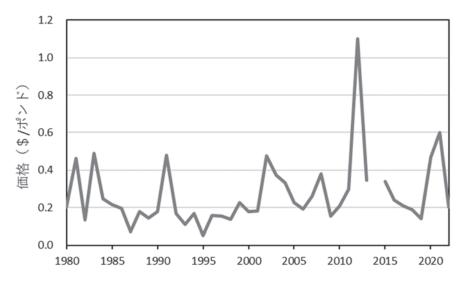


図30 ミシガン州の酸果おうとうの生産者出荷価格

引用・参照文献

- 37. USDA Fruit and Tree Nuts Yearbook Tables
- 38. USDA. Census of Agriculture 2002, 2007, 2012, 2017.
- 39. USDA. Quick Stats.
- 40. USDA, National Agricultural Statistics Service (NASS). Cherry production.
- 41. Lang, G. A. (2019). The cherry industries in the USA: current trends and future perspectives. *Acta Horticulturae*, 1235, 119-132.
- 42. Northwest Cherries. Annual report 2022
- 43. March 2012 North American heat wave. Wikipedia. (2023.12.11 閲覧)
- 44. Tart cherry trade wars. Good Fruit Grower. Jan. 23, 2020.
- 45. Tart cherry troubles for U.S. growers. Good Fruit Grower, Jan. 11, 2024.
- 46. Lagoudakis, A. et al. (2020). Incorporating producer opinions into a SWOT analysis of the US tart cherry industry. *International Food and Agribusiness Management Review*, 23(4), 547-561.
- 47. Cherry capital of nothing: Is northern Michigan at risk of losing global cherry growing? *Northern Express*, July 2, 2022.
- 48. Bardenhagen, C. et al. (2022). Michigan tart cherry cost of production study 2022. Cherry Marketing Institute & Michigan State University Extension.

1. 気温と降水量

おうとうの原産地は、黒海とカスピ海の間のイラン北部からウクライナ南部周辺、トルコとされ、特に、甘果おうとうは黒海とカスピ海の間のカフカス山脈南部と考えられている 49。原産地は、比較定冷涼で乾燥した地域と考えられるが、現在の栽培地域は比較的温暖な地域や降水量の多い地域にも広がっている 49~59。図 31 は、主要生産国について生育期(北半球は 4~8 月、南半球は 10~2 月)の平均気温と積算降水量の関係を示したものである。

日本、中国は降水量が多く、米国、チリ、トルコは少ない。日本は、気温の高い順に、甲府、山形、 八戸(青森)、余市(北海道)となり、一般的に、出荷時期はこの順で早い。米国は、カリフォルニア 州南部のフレズノ、中部のストックトン、ワシントン州のヤキマの順に出荷される。ワシントン州の北 に隣接するカナダのブリティッシュコロンビア州のケロウナは、さらに気温が低い。

トルコは、エーゲ海地方のイズミル、マニサの気温が高く、標高の高いウスパルタ、コンヤの気温は低い(産地の位置は図21参照)。チリは、産地が首都サンチアゴに近い地方に集中しており、主産地の気象条件は似ている。

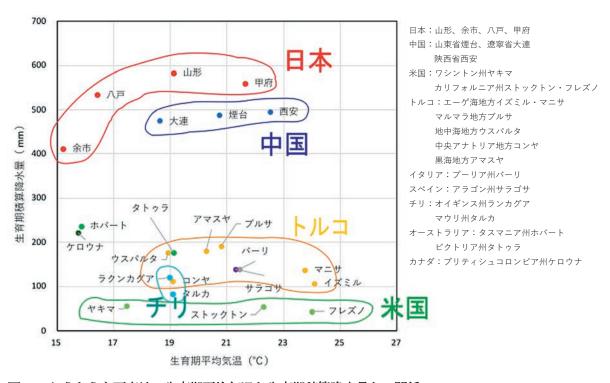


図31 おうとう主要産地の生育期平均気温と生育期積算降水量との関係

月別平均気温について、米国のカリフォルニア州フレズノ、ワシントン州ヤキマ、カナダのブリティッシュコロンビア州ケロウナと日本の山梨、山形、余市を比較すると、温度の高いのはフレズノであり、次いで甲府、山形、ヤキマ、ケロウナ、余市である。フレズノの平均気温は、7月28.6℃、1月8.9℃である。

中国と日本との比較では、山形と遼寧省大連は似た傾向であり、山東省煙台はそれに比べ3月から7月の気温がやや高い。西安は、年の前半はやや高い気温である。

トルコのエーゲ海地方にあるイズミルは甲府より気温が高く、米国ヤキマとほぼ同じである。ブルサは季節による多少の差はあるものの甲府と同じような気温である。コンヤは山形と似ている。

イタリアのバーリ、スペインのサラゴサは、甲府に比べ冬季の気温は高いが、それ以外の季節は似ている。チリのタルカ、ランカグア、オーストラリアのタトゥラ、ホバートは年較差が小さい。

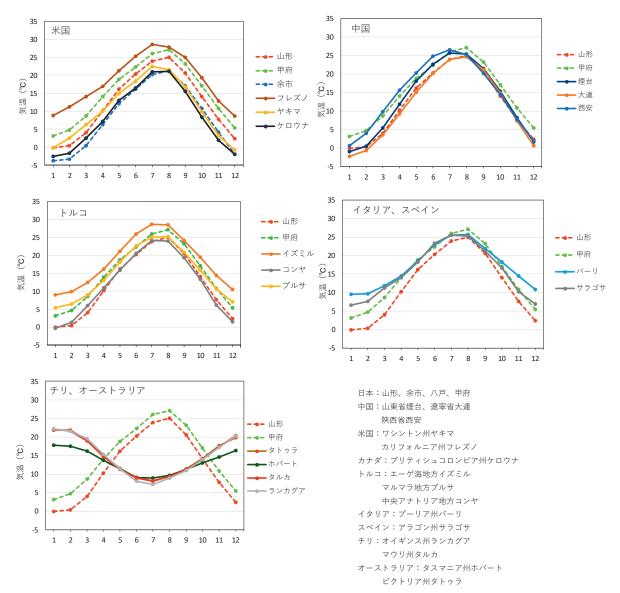


図32 おうとう主要産地の月別平均気温

引用·参照文献

- 49. Kappel, F. et al. (2012). Cherry. Badenes, M. L., & Byrne, D. H. (Eds.). (2012). Fruit breeding (Vol. 8). (pp 459-504). Springer Science & Business Media.
- 50. 気象庁.ホームページ.
- 51. U.S. NOAA. フレズノ、ヤキマ
- 52. Climate-Data.org. ケロウナ、煙台、大連、西安、バーリ、サラゴサ、ランカグア、タルカ
- 53. Australian Government Bureau of Meteorology. Climate statistics for Australian locations. ホバート、タトゥラ

2. 裂果

おうとうの裂果は雨が多い地域だけでなく、雨が少ない乾燥地でも発生し、年により大きな被害となることがある。裂果のメカニズムとして提唱されているのは、果実組織の浸透ポテンシャルは低く、果皮から水分を吸水し、組織圧(膨圧)が高まり、その組織圧が限界を超えると裂果するというものであるが、果実表面で水分が滞留しやすいのは、こうあ部、果頂部、近接・接触する果実の間である。果皮からの給水は、クチクラの微小亀裂からと考えられている。果実成長2期には、クチクラ、ワックスの合成が抑制され、3期には果実肥大により微小亀裂が入りやすくなる。特に、微小亀裂の発生は果皮の濡れや高湿度条件で顕著になるとされている。土壌水分が多い場合も、根から吸水された水分が果実に移行する。裂果しやすさには品種間差があり、Bing、Brooks、Rainier は裂果しやすいとされている。

先の発生メカニズムに基づいて、果実を 50 果収穫して蒸留水中での裂果数から評価する裂果指数 (Cracking Index) が提案されている 50。しかし、この指数を利用して品種間差や圃場観察との比較が 行われているが、一定の傾向が認められず、育種の選抜指標としても有効でない 50。 さらに、成熟果実の防圧は低く果実を吸水させても影響されない、水中に果実を保持しても膨圧は増加しない、果皮は 膨圧に影響しない、実験的に水分を失わせても裂果が起こる、など従来仮説では説明できないことが明らかになってきた 58~50。

最近、詳細な実験をもとにして、以下のようなジッパー仮説とでもいうような新たな仮説が提案されている 59~60。

亀裂や傷から中果皮の外側細胞(果肉の部分で果皮に接する細胞)に水が浸入する。この細胞は表皮細胞に比べ大きく、薄い細胞壁で水ポテンシャルが低い。吸水した中果皮の外側にある細胞が破裂し、細胞間隙に糖、酸が移動し、表皮細胞の膨圧が低下し原形質分離を引き起こす。リンゴ酸は細胞壁のカルシウムを遊離させて細胞膜の透過性を増す。これにより周辺細胞にも同様の影響を及ぼす。細胞内容物の漏出と膨圧損失は細胞壁の膨潤、中層(細胞同士を接着するペクチン質)の膨潤を引き起こす。細胞の膨潤により、果皮がジッパーのように開き裂け目が広がるというものである。

裂果対策として最も効果が高いのは、ハウスや雨よけ施設により果実に雨が当たらないようにすることである。雨よけ施設の普及面積は少ないものの、多くの国で導入されている。果実への給水は、雨だけでなく根からの給水を通じて行われるので、雨よけしても裂果が発生する場合がある。

カルシウム剤の散布処理は有効な場合もあるが、その効果は不安定である。 圃場でカルシウムを処理 すると裂果抑制効果が不安定であるが、果実を浸漬してカルシウム処理すると効果が高い。 カルシウム は細胞壁の強化に役立ち、ジッパーが開かなくする効果があるものの、クチクラを透過しにくいので、 圃場処理では不安定になることが考えられている ⁶⁰。

引用・参照文献

- 54. 富田 晃、米野智弥(2020). 基礎からわかるおいしいオウトウ栽培.農文協.
- 55. Long, L. et al. (Eds.). (2020). Sweet cherries. Crop Production Science in Horticulture, 35. Cabi.
- Knoche, M., & Winkler, A. (2017). Rain-induced cracking of sweet cherries. In Cherries: botany, production and uses (pp. 140-165). Wallingford UK: CABI.
- 57. Kappel, F. et al. (2012). Cherry. Badenes, M. L., & Byrne, D. H. (Eds.). Fruit breeding (Vol. 8). (pp 459-504). Springer Science & Business Media.
- 58. Schumann, C., & Knoche, M. (2020). Swelling of cell walls in mature sweet cherry fruit factors and mechanisms. *Planta*, 251, 1-16.

- Knoche, M. and Winkler, A. (2019) The mechanism of rain cracking of sweet cherry fruit', *Italus Hortus*, 26, 59-65.
- 60. Knoche, M. et al. (2022). The unzipping of sweet cherry fruit skin and strategies to prevent it. *Italus Hortus*, 29, 1-13.

3. 休眠、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び、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^{61,62}。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。低温不足の影響は大きく、発芽の遅延や延長(だらだら進む)、開花や成熟の不揃いが発生し、ひどい場合は開花しなくなる。

カリフォルニア州、トルコ、チリ、オーストラリア、スペイン、イタリアでは、年・品種・地域により低温時間が少なくなる場合がある。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による高値販売が可能になる。一方開花が早まると、その後の低温で晩霜害に遭いやすく開花の遅い品種に比べ晩霜害の危険度が高い。

低温要求量を評価する、低温時間(Chill Hours) 62 、チルユニット(Chill Unit) 63 、ダイナミック (Chill Portion) 64 の各モデルはいずれも、ももを用いて作成されたものであり、おうとうについても それらを利用している。

海外のおうとう主要品種の低温要求量は、400~1100 時間(Chill Hours)である ⁶⁹。例えば、Bing 1000-1100 時間、Kordia 700-750 時間、Lapins 400-450 時間、0900Ziraat 600-650 時間である。なかには、Cristobalina のように 176 時間の品種もある。

おうとうの低温要求量のデータは少なく、特に暖地では評価が難しいと考えられる (% 67)。低温要求時間に比べて精度が高いとされるユタモデルのチルユニットも冷涼な地域で作られたモデルであり、暖地では誤差が大きくなることも考えられる。暖地に適するとされるダイナミックモデルによるチルポーションのデータは不足している。

低温量が少ない場合の対策としてシアナミド等の休眠打破剤が使われる (8~71)。シアナミドは発芽促進、開花促進効果は高いが EU やオーストラリアでは使用が禁止されている。その他の剤として、Erger (アンモニア性窒素、硝酸性窒素)、CAN-17 (硝酸アンモニウムカルシウム)、Waiken (脂肪酸メチルエステル) がある。

休眠打破剤は適期に処理する必要があり、処理が早すぎると効果がなく、遅いと効果がないだけでなく薬害が発生する場合もある。適期の判断はモデルで行い、寒冷地ではチルユニット、暖地ではチルポーションで行うことが多い。低温時間を使う場合もあるが、チルユニットやチルポーションとは傾向が異なる場合もある。カリフォルニア州ではチルポーションが利用されている。特に、低温量が少ない条件では、正確な評価が求められる。低温量が多い条件では、多少のずれは問題なく、低温量が十分であれば休眠打破剤も必要ない。

カリフォルニアでは暖冬でも休眠打破剤(シアナミド、CAN-17)を利用することにより営利栽培が可能である。しかし、近年の異常気象傾向により、以前に比べ効果が不安定になってきている。 Dynamic model は気温を入力するが、気温と樹体温度の差が大きくなっている可能性が指摘されている 型。以前は、霧が発生することが多く、気温と樹体温度の差は少なかったが、霧が発生しない晴天日には、気温と樹体温度の差は非常に大きくなる。低温が十分にある場合の影響は少ないが、低温が少ない場合は、日射や湿度を考慮したほうがよいとされる。

気候温暖化により、温暖地にある産地では将来にわたって安定しておうとうを栽培していけるか、低温量の将来予測が行われている。

スペインのサラゴサについて、最も温暖化が進む RCP8.5 シナリオ (温室効果ガス多量放出) では 低温要求性の高い品種は 2050 年代には栽培が困難になると予測されている 79。

オーストラリアでは、産地ごとに低温量の予測が行われ、その地域である品種が栽培していけるのかどうか評価されている 74。例えば、比較的低温要求量の少ない Lapins でも、最悪の温暖化シナリオではほとんどの産地で栽培が困難になると予測されていている。

カリフォルニア州では、21 世紀半ばから後半にかけて、主要果樹の中には栽培が難しくなるものが出てくる。少低温要求性品種や休眠打破剤等の適応策が必要になるで。

チリの北部では、低温量の減少が激しく、樹種によっては栽培が困難になると予測されている™。この試験は、特におうとうを対象にしたものではないが、低温要求性の高い品種は問題になると考えられる。

ももでは少低温要求性品種育種が積極的に行われているが、おうとうでは遅れている。おうとうでは、 ももで見られる高度な少低温要求性を示す品種はないといわれているが、Cristobalina は、少低温要求 性であり自家和合性であることから育種素材として重要視されているです。Zaiger genetics 社や IFG (International Fruit Genetics) 社は、少低温要求性品種の育種を進めているです。

引用・参照文献

- 61. Wenden, B. et al. (2017). Climatic limiting factors: temperature. In Cherries: botany, production and uses (pp. 166-188). Wallingford UK: CABI.
- 62. Weinberger, J. H. (1950). Chilling requirements of peach varieties. *Proceedings of American Society for Horticultural Science*, 56,122-28.
- 63. 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.
- 64. Erez, A. et al. (1990). The dynamic model for rest completion in peach buds. *Acta Horticulturae*, 276, 165-174.
- 65. Fadón, E. et al. (2020). Chilling and heat requirements of temperate stone fruit trees (Prunus sp.). *Agronomy*, 10(3), 409.
- 66. Küden, A. B. et al. (2012). Chilling requirements of cherries grown under subtropical conditions of Adana. *Middle East Journal of Scientific Research*, 12(11), 1497-1501.
- 67. Alburquerque, N. et al. (2008). Chilling and heat requirements of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements. *Environmental and Experimental Botany*, 64(2), 162-170.
- 68. Clayton, M. et al. (2003). Postharvest quality of 'Bing' cherries following preharvest treatment with hydrogen cyanamide, calcium ammonium nitrate, or gibberellic acid. *HortScience*, 38(3), 407-411.
- 69. Wan, L. et al. (2016). Impact of chilling accumulation and hydrogen cyanamide on floral organ development of sweet cherry in a warm region. *Journal of Integrative Agriculture*, 15(11), 2529-2538.
- 70. Bound, S. A. et al. (2022). The impact of dormancy breakers on hormone profiles, fruit growth and quality in sweet cherry. *Agriculture*, 12(2), 270.
- 71. Guillamón, J. G. et al. (2022). Advancing endodormancy release in temperate fruit trees using agrochemical treatments. *Frontiers in Plant Science*, 12, 812621.

- 72. The chill factor in waking up cherry trees. Good Fruit Grower, Feb.8, 2023.
- 73. Fadón, E. et al. (2023). Agroclimatic requirements and adaptation potential to global warming of Spanish cultivars of sweet cherry (Prunus avium L.). *European Journal of Agronomy*, 145, 126774.
- 74. Australian Cherry Growers Guide 2017. Chill and heat requirements: From dormancy to flowering.
- 75. Luedeling, E. et al. (2009). Climatic changes lead to declining winter chill for fruit and nut trees in California during 1950–2099. *PloS one*, 4(7), e6166.
- 76. Fernandez, E. et al. (2020). Prospects of decreasing winter chill for deciduous fruit production in Chile throughout the 21st century. *Climatic Change*, 159, 423-439.
- 77. Cherries without the chill. Good Fruit Grower, June 24, 2021.
- 78. Fruit breeder expands cherry season window with low-chill cherries. FreshPlaza, 26 Apr. 2023.
- 79. 'Royal' cherry varieties gaining popularity. *The Packer*; May 3, 2017.

4. 晚霜害

おうとうは、冬季には $-20\sim-25$ [°]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 80^{-80} 。

晩霜害の発生は、花器の耐凍性と最低気温の関係で決まる。近年の晩霜害は、3月後半から4月初めにかけて気温が高く発育が進んだ後に、低温が来て被害を受けることが多い 83.84。例えば、2007 年、2010 年、2012 年の米国、1995 年のフランス、2011 年と 2016 年のスイス、ドイツ、北フランス、2021 年(令和3年)の日本である。2021 年に山形県で発生した果樹被害は 129 億円に達し、東根の最低気温は4月 11 日 $(-3.5^{\circ}C)$ 、15 日 (-1.1)、27 日 (-2.2) となったが、3 月から4月上旬の気温は高めであり4月3日には最高気温 $21.8^{\circ}C$ を記録した 89。2012 年の米国ミシガン州の晩霜害では、3 月下旬に熱波と呼ぶような最高気温 $31^{\circ}C$ を記録した 89。

気候温暖化により晩霜害が増えるのか、減るのかが注目されているめ。気候温暖化により、最低気温、最高気温とも上昇傾向にある。近年は、最低気温の上昇程度に比べ最高気温の上昇程度が大きい傾向がある。最低気温が上昇すれば、終霜日は早まり降霜頻度は減少する。一方で、最高気温(平均気温)が上昇すれば、植物の生育は早まり、早期に花器の耐凍性は失われる。ただし、気温が高く休眠打破が遅れる場合は、花器の発育が遅れる場合もある。花器の耐凍性が早期に失われても、被害を受けるまでに気温が低下しなければ晩霜害は発生しない。

チェコでは、1924 年から 2012 年の間に、開花初め、開花終わりはそれぞれ 13.9 日、8.1 日早まり、開花期間は 4.1 日長くなった 80。開花期における降霜日数は、低緯度地域で 0.3 日少なくなり、高緯度地域では 1.2 日多くなった。さらに高緯度地域では、開花期における最低気温は減少傾向にあることから、晩霜害の危険度は高まっている。

スイスでは、1975年から 2016年かけて全体的に温暖化しても晩霜害の被害は減っていない 8%。植物の生育促進が終霜日の前進する速度より速くなる高度 800m以上では、晩霜害リスクは高まり、それ未満の高度では変化なしとしている。

ギリシャ北部とドイツ西部で1984年から2018年にかけての温度化、開花日、低温量、開花時期の降霜が検討されている90。 ギリシャ北部では、開花の促進度合いは少なく開花時期の降霜はほとんどない。温暖化しても低温量は十分であり降霜はないので、温暖化しても悪影響は少なく、5月に収穫して、欧州北部に輸出できることから有利になる。ドイツ西部では、開花の促進度合いが大きく開花時期の降霜リスクがあり防霜対策が必要としている。

防霜対策を考えるうえで、植物の発育をモデルで予測することが有効であり、そのためには開花日等

生態データが極めて重要である 90。欧州では各国機関が連携したデータ収集の取組が行われている 92.93。 具体的な防霜対策には、燃焼法、送風法 (ワインドマシーン)、散水法がある。施設栽培では、燃焼 法の効果が高い。最近、セルロースナノクリスタル (植物細胞壁の主成分であるセルロース由来の天然 ポリマー) の散布処理が注目されている 94.50。セルロースナノクリスタルは、熱伝導率が極めて低く (0.061 W m K⁻¹)、最も耐凍性の弱い花弁露出期の花芽の耐凍性を 2~4°C改善させる効果がある。

引用・参照文献

- 80. Wenden, B. et al. (2017). Climatic limiting factors: temperature. In Cherries: botany, production and uses (pp. 166-188). Wallingford UK: CABI.
- 81. 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.
- 82. Ballard, L. et al. (1982). Critical temperatures for blossom buds: Cherries. Washington State University Cooperative Extension, EB1128.
- 83. Vitasse, Y., & Rebetez, M. (2018). Unprecedented risk of spring frost damage in Switzerland and Germany in 2017. *Climatic Change*, 149(2), 233-246.
- 84. 中央果実協会(2023). 世界のもも産業 生産・消費動向と栽培流通技術.
- 85. 山形県・山形気象台.(2021).山形県農業気象災害速報.令和3年4月の凍霜害による農業被害.
- 86. March 2012 North American heat wave. Wikipedia. (2023.12.11 閲覧)
- 87. Zohner, C. M. et al. (2020). Late-spring frost risk between 1959 and 2017 decreased in North America but increased in Europe and Asia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(22), 12192-12200.
- 88. Hájková, L. et al. (2023). Increasing risk of spring frost occurrence during the cherry tree flowering in times of climate change. *Water*, 15(3), 497.
- 89. Vitasse, Y., et al. (2018). Increase in the risk of exposure of forest and fruit trees to spring frosts at higher elevations in Switzerland over the last four decades. *Agricultural and forest meteorology*, 248, 60-69.
- 90. Drogoudi, P. et al. (2020). Effects of climate change on cherry production in Naoussa, Greece and Bonn, Germany: adaptation strategies. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 5, 1-6.
- 91. Miranda, C. (2019). EIP-AGRI Focus Group. Protecting fruit production from frost damage.
- 92. Wenden, B. et al. (2016). A collection of European sweet cherry phenology data for assessing climate change. *Scientific data*, 3(1), 1-10.
- 93. Wenden, B. et al. (2017). Statistical analysis of trends in sweet cherry flowering data across Europe. *Acta Horticulturae*, 1160, 215-220.
- 94. Alhamid, J. O. et al. (2018). Cellulose nanocrystals reduce cold damage to reproductive buds in fruit crops. *Biosystems engineering*, 172, 124-133.
- 95. Cold coat commercialization. Good Fruit Grower, March 24, 2021.
- 96. Cellulose nanocrystals insulate crops against frost damage. Washington State University Tri-Cities News, Feb. 9, 2021.

5. 双子果

双子果は、2果が接合した状態で果梗は1本である。花芽分化期の高温により雌しべが2本になり、その発生温度は30 C以上である97.98。双子果となるのは翌年であり、双子果は摘果により除くことができるが、多くの労力が必要である。ワシントン州の選果場の非公式調査では、年や品種によって異な

るが、5~15%の発生率であり、カリフォルニア州ではさらい多いと考えられる ⁹⁹。 Tieton は双子果が発生しやすく、ワシントン州では50%の発生率であり中国でも多い ^{93,100})。

引用·参照文献

- 97. Wenden, B. et al. (2017). Climatic limiting factors: temperature. In Cherries: botany, production and uses (pp. 166-188). Wallingford UK: CABI.
- 98. Beppu, K., & Kataoka, I. (2011). Studies on pistil doubling and fruit set of sweet cherry in warm climate. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 80(1), 1-13.
- 99. Whiting, M. & Martin, R. (2021). When and how to reduce doubling in sweet cherry. WSU Tree Fruit. https://treefruit.wsu.edu/when-and-how-to-reduce-doubling-in-sweet-cherry/
- 100. Zhang, C. et al. (2023). Investigation of fruit doubling and development of doubling-free cultivar of sweet cherry in China. 9th International Cherry Symposium Abstractbook.

VI 果実品質、健康機能性

果実等青果物の品質は、一般的に外観(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 100。また、品質を評価する側が、生産者、流通業者、消費者、研究者によっても変わる。さらに、消費者の果実に対する反応は、国、地域、文化、歴史、社会経済的状況によって影響される 100。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が関係する。

おうとうでは、果実の大きさ、糖度、糖酸比、果皮色、硬さ等が重要である。米国での食味試験では、糖度は高い方がよく(試験品種の糖度 $19.1\sim22.7$) 109 、消費者の受容度は、糖含量が 16%を下回ると低下する 104 。カナダで行われた食味試験では、消費者が好む果実は、糖含量 $17\sim19\%$ 以上であり、大果 $11\sim12\,\mathrm{g}$ である 106 。

日本ではおうとうの果皮色といえば帯赤黄斑色(黄色の地に鮮やかな赤色の着色がみられる果色)である。一方、米国、欧州、中国等多くの国では、紫黒色の品種がほとんどである。チリ、トルコ、日本、イタリア、ブルガリア、ハンガリー、ラトビアの消費者を対象にした嗜好調査では、いずれの国も重要視するのは、味(甘味、酸味)であり、次いで果皮色である 1000。果皮色は、日本は帯赤黄斑色を好み、他の国はすべて紫黒色を好む人が多い。紫黒色と呼ばれる品種でも、濃赤から黒と果皮色に差がある。

台湾では、大果、紫黒色を好み、多く輸入している品種は、Lapins、Skeena 等である ¹⁰⁵。Rainer (帯赤黄色で佐藤錦と同様の果皮色) も特徴的な果皮色、良食味で人気を得ている ¹⁰⁸。台湾では、一般的に、果実は大きければ大きいほどよく (横径 30mm~31mm)、贈答向けとしてパッケージングも重要である ¹⁰⁹。

おうとうは、ももに比べ健康機能性の研究が活発である ¹¹⁰。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ている ^{111~114}。健康機能性研究は、甘果おうとうに比べ酸果おうとうを使った研究が多い。その理由として、酸果おうとうは健康機能性に関係すると考えられる総フェノール含量が多く(甘果おうとう 44.3~192/gFW、酸果おうとう 74.0~754/gFW) ¹¹⁴、加工品を使うことにより摂取試験がしやすいことも関係していると考えられる。日本の品種に近い帯赤黄色品種の Rainier は、ほとんど

アントシアニンを含まないが、総フェノール含量(果皮、果肉)は紫黒色品種の Lapins と同程度であり多く含む Kordia の 1/3 程度である 115。

おうとうの機能性研究が積極的に行われている理由として、米国のマーケティングオーダー¹¹⁰ の存在がある。その例として、California Cherry Board、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)がある。California Cherry Board(本部サクラメント)は約850 生産者、22 パッカーからなり、情報提供、国内外の宣伝活動、宣伝活動の基礎となる機能性研究支援を行っている。

引用・参照文献

- Kader, A.A. (2001). Quality assurance of harvested horticultural perishables. Acta Horticulturae. 553, 51 56.
- Romano, G. S. et al. (2006). Sweet cherry quality in the horticultural production chain. Stewart Postharvest Review, 6(2), 1-9.
- 103. Turner, J. et al. (2007). Consumer sensory evaluation of sweet cherry cultivars in Oregon, USA. Acta Horticulturae. 795, 781-786.
- 104. Crisosto, C. H. et al. (2003). Consumer acceptance of Brooks' and Bing' cherries is mainly dependent on fruit SSC and visual skin color. *Postharvest Biology and Technology*, 28(1), 159-167.
- Kappel, F. et al. (1996). Fruit characteristics and sensory attributes of an ideal sweet cherry. HortScience, 31(3), 443-446.
- 106. Bujdosó, G. et al. (2020). What kind of sweet cherries do the final consumers prefer. South-western Journal of Horticulture, Biology and Environment, 11(1), 37-48.
- 107. USDA Foreign Agricultural Service (2022). Taiwan. Stone fruit annual.
- 108. Taiwan Becomes Sixth Largest Export Market for US Cherries. Produce Report. August 27, 2020.
- 109. Australian Trade and Investment Commission. Tasmanian Cherries to Taiwan.
- 110. 中央果実協会(2023). 世界のもも産業 生産・消費動向と栽培流通技術.
- 111. Kelley, D. S. et al. (2018). A review of the health benefits of cherries. Nutrients, 10(3), 368.
- 112. Faienza, M. F. et al. (2020). Novel insights in health-promoting properties of sweet cherries. *Journal of functional foods*, 69, 103945.
- 113. Bell, P.G. et al. (2014). The role of cherries in exercise and health. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(3), 477-490.
- 114. Serradilla, M. J. et al. (2017). Fuit chemistry, nutritional benefits and social aspects of cherries. In Cherries: botany, production and uses (pp. 420-441). Wallingford UK: CABI.
- Reyes-Manríquez, S. et al. (2022). Biochemical characterization of seven sweet cherry (Prunus avium L.) cultivars in Chile. *Italus Hortus*, 29,25-35.

VII 世界のおうとう品種

1. おうとう品種開発のトレンド

おうとう品種のなかで有名のものといえば、米国では Bing、欧州では Burlat である。両品種とも主要品種であるが、その歴史は古く Bing は 1875 年にオレゴン州の園芸家 Seth Lewelling と農場主任である満州人のAh Bing により作出された品種で、Ah Bing にちなんで命名された 116 。Burlat (Early Burlat)

は、1936年にモロッコからフランスに導入され Leonard Burlat 氏により 1938 に選抜された ¹¹⁷。欧州では、来歴や組み合わせの不明な古い品種である、トルコの 0900 Ziraat、フランスの Belge、スペインの Ambrunes、イタリアの Ferrovia 等も主要品種となっている ¹¹⁸。

近年のおうとうの主要育種目標は、自家和合性、収穫期拡大・少低温要求性、大果、硬い硬度、高糖度、裂果耐性、双子果になりにくい、機械収穫への適応、病虫害抵抗性である^{119,120}。

自家和合性品種は、そのほとんどが JI 2420 を起源としている ^{121,129}。JI 2420 は Emperor Francis 実生 × X線照射した Napoleon 花粉の組み合わせによりカナダで作出された系統であり、S 遺伝子型 S₄を持っている。Lambert×JI 2420 から Stella が作出され、Stella を親として多くの自家和合性品種がカナダのブリティッシュコロンビア州にある研究所(Pacific Agri-Food Research Centre)で作出された。自家和合品種は、受粉樹を必要とせず、結実が安定しやすい特徴があり、急速に普及している。

欧州の地方品種であるスペインの Cristobalina、イタリアの Kronio も自家和合性品種の育成に利用されている ¹²⁹。山形県で育成された自家和合性品種紅きらりは、Rainier × Compact Stella であり ¹²⁴、Compact Stella は Stella にX線照射して得られた半わい性系統である ¹¹⁷。

おうとうは収穫期間が短く、収穫期拡大のために早生や晩生で品質のよい品種が求められている。早生品種は高値で販売されることが多く、一方、主要品種より晩生品種であれば価格競争を避けやすい。また暖地では低温量が少なく、産地によっては休眠打破剤を利用しながら栽培している状況であり、加えて気候温暖化が急速に進む中、将来的に従来品種では栽培が困難になることが予測されている。そのため、今後ますます少低温要求性の品種開発が求められている。カリフォルニア州のZaiger Genetics 社やIFG 社は、少低温要求性とされる品種を発表している 125,1260。休眠打破後は、開花までの積算温度が多いものが晩霜害を回避する意味で望ましいが、暖地で開花が遅いと温度が高いことによる結実不良が発生することも考えられる。

果実特性では、大果で硬度は硬めで、糖含量が高く風味がよい果実が求められる。果実の大きさは市場価格を決定する大きな要因で、生産者も大果品種を求めている。大果品種には、Regina, Summit, Sunburst, Skeena, Samba, Tieton, Glacier, Grace Star等がある。果実の硬い品種は、収穫調製選果の各作業で傷がつきにくい。新しい品種は、従来品種より硬い傾向であり、標準品種であるBingの硬度は170g/mmであるが、新しい品種のSweetheart は299g/mmである。

裂果耐性は非常に重要であるが、裂果のメカニズムが明らかでなく、選抜指標がないことから育種が効率的に進まない状況である。裂果指標として Cracking index が開発されているが、圃場での観察と一致せず、選抜指標として利用されていない。Summit、Regina、Lapins は裂果しにくい傾向である。温暖化傾向が強まり、施設栽培も普及していることから、双子果が出にくいことも重要である。

今後、ますます労働力が不足していくことが考えられ、機械収穫に対する関心も高まってきている。機械収穫は加工用果実で行われてきたが、生食用果実は高い品質基準に合致することが重要である ¹²⁷。機械収穫は振動収穫が主流になると考えられ、エセホンのような剤を使わなくても果梗が取れやすく、果梗と果実の接合部から傷みにくいようにかさぶたができやすい品種がよいとされている。果梗のない果実が消費者に受け入れられるかという課題もある。スペインの Ambrunes は、ブランド名 Picota として果梗がなくても高品質果実として高い評価を受けている。

引用·参照文献

- 116. Long, L. Bing cherry. Oregon Encyclopedia. (2023.11.29 閲覧)
- 117. Foundation Plant Servis. Prunus cultivar. University of California.
- 118. Quero-García, J. et al. (Eds.). (2017). Sweet cherry varieties and improvement. In Cherries: botany,

- production and uses (pp. 60-94). Wallingford UK: CABI.
- 119. Kappel, F. et al. (2012). Cherry. Badenes, M. L., & Byrne, D. H. (Eds.). Fruit breeding (Vol. 8). (pp 459-504). Springer Science & Business Media.
- 120. Quero García, J. et al. (2019). Advances and challenges in cherry breeding. Achieving sustainable cultivation of temperate zone tree fruits and berries, 55-88.
- 121. Lapins, K. O. (1971). Stella, a self-fruitful sweet cherry. Canadian Journal of Plant Science, 51(3), 252-253.
- 122. Andersen, C. C & Robert L. (2001). Variable fruit set in self-fertile sweet cherry. *Canadian Journal of Plant Science*, 81.4, 753-760.
- 123. Herrero, M. et al. (2017). Flowering, fruit set and development. In Cherries: botany, production and uses (pp. 14-35). Wallingford UK: CABI.
- 124. 高橋由信ら (2018) .オウトウの自家不和合性対立遺伝子型判定法の開発と交雑(不)和合群の分類. 山形県農業研究報告. 10,15-27.
- 125. Cherries without the chill. Good Fruit Grower, June 24, 2021.
- 126. Fruit breeder expands cherry season window with low-chill cherries. FreshPlaza, 26 Apr. 2023.
- 127. Whiting, M. D. & Perry, R. L. (2017). Fruit harvest methods and technologies. In Cherries: botany, production and uses (pp. 442-459). Wallingford UK: CABI.

2. 主要生産国の品種

主要生産国について、どのような品種が栽培されているか図 33 に整理した ^{128~139}。トルコのおうと う品種は、0900Ziraat が 70%であり、その受粉用に適する Lambert、Stark Gold がそれぞれ6%である。0900Ziraat は、ドイツの Schneiders、イタリアの Ferrovia と同じ品種と考えられている ^{134,135}。その他、裂果しにくい品種として Regina と Kordia、輸出に適する品種として Sweetheart が一部地域に普及している。トルコでは、国内産地ごとに気温にかなりの差があり同じ 0900Ziraat でも生育の差は大きく、出回り時期も長くなる。しかし、ある地域に限れば収穫期の集中により多くの労働力を必要とすることになり、規模拡大も難しくなる。また品種の多様化が進んでいないためリスク分散ができず、開花不良、着果不良、気象災害、裂果が発生すると、大きな被害となりやすい。

チリは、国内主要産地で気温差は少ないが、自家和合性品種が多く、成熟期も異なる品種をそろえている。Lapins、Santina、Sweetheart は、自家和合性である。以前は、米国の定番品種である Bing や欧州品種の Early Burlat が多かったが、結実が不安定であったり貯蔵性が劣るという課題があった 13分。現在では Bing より早生品種として、Santina、Royal Dawn が、晩生品種として Lapins、Regina、Sweetheart が多く栽培されている 13分。

米国ワシントン州では、半分は Bing であり、日本の品種に似た黄色地に赤が入る大玉の Rainier や、大玉の自家和合性品種である Sweetheart、Skeena、Lapins を栽培している。 Sweetheart、Lapins は Bing より収量が多く、栽培面積が増加している 1380。カリフォルニア州は、Bing が多かったが低温不足の影響もあり、特に、南部の地方では、低温要求量の少ない Coral Champagne や Brooks が普及していて、収穫時期も早い 1390。 Coral Champagne は暖地で問題となりやすい双子果の発生も少ない。

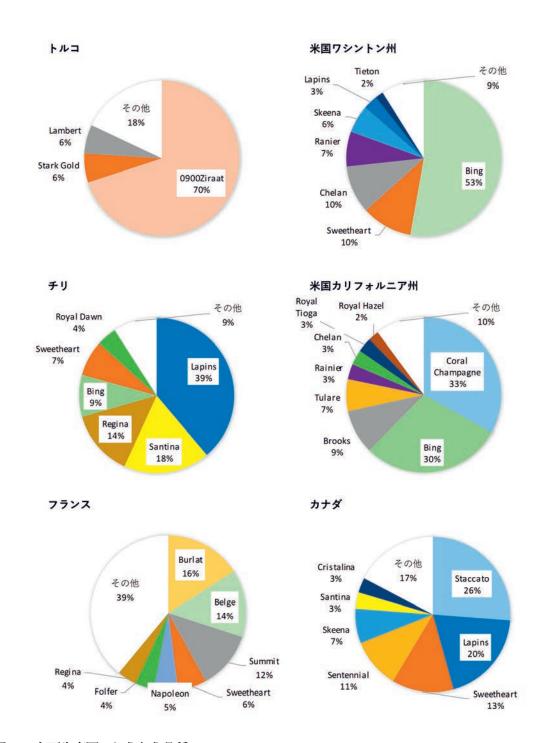


図33 主要生産国のおうとう品種

カナダは、晩生の自家和合性品種である、Staccato、Lapins、Sweetheart、Sentennial、Skeena が多い。これら品種は、Bing に比べて 10~30 日熟期が遅く、ワシントン州と出荷時期が重ならないようにしている 140。

フランスは、古い品種である Burlat、Belge、Napoleon とカナダで育成された Summit、Sweetheart が多い。

イタリアの品種は、Burlat、Early Lory、Giorgia、Van、Ferrovia、スペインは早生の Earlise、Burlat、Chelan、中生の New Star、Star Giant Hardy、Santina、晩生の Ambrunes、Lambert 等である。

中国は、Hongden(紅灯)が約半分で、その他、Tieton、Brooks、Summit、Sunburst、KpynHonzioдная、Lapins、Rainier、Regina、Kordia、Russian 8、Hongmi がある 141)。

カリフォルニア州について品種別の輸出量をみると、Bing、Brooks、Tulare は減少傾向であり、Coral Champagne が急増しているのがわかる ¹⁴²。日本の品種に近い果色の Rainer も増えている。Royal Hazel、Royal Tioga は、少低温要求性の品種で Coral Champagne よりさらに早い出荷が可能で、今後どの程度増えるか注目される ¹⁴³。

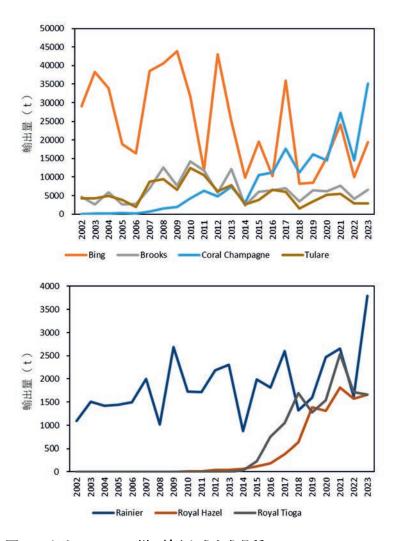


図34 カリフォルニア州の輸出おうとう品種

酸果オウトウの主要品種は、欧州では、ドイツや欧州中部・東部の国で 18 世紀から栽培されてきた古い品種である Schattenmorelle (地域によって別名で呼ばれる) であり、米国では 400 年前にフランスから導入した古い品種である Montmorency である 144 。 両品種とも自家和合性で多収である。果皮色は、Schattenmorelle は紫赤色、Montmorency は鮮紅色である。

おうとうの品種名については、世界的に見ると消費者は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も合わせて)、生食用ぶどうは品種名を表示すること

になっているが、世界的に、おうとうは甘果おうとうとすればよく品種名は任意である ^{145,146}。おうとうは果皮色や果形からだけでは品種の判別が難しく、通常、紫黒色品種 (Dark-Skinned) と赤黄色品種 (Light-Skinned) とに分けられる。両方の特徴のある Brooks を別に 赤黄色・紫黒色 (Light-Skinned & Dark-Skinned) とする場合もある ¹⁴⁷。

引用・参照文献

- 128. Demirsoy, H. et al. (2017). Sweet cherry growing in Turkey a brief overview. *Acta Horticulturae*. 1161, 111-116.
- 129. iQonsulting. Anuario Cereza 2020-2021.
- USDA National Agricultural Statistics Service Northwest Regional Field Office. Washington Tree Fruit Acreage Report 2017.
- 131. California Cherries. Historical variety report.
- 132. British Columbia, Ministry of Agriculture, Food and Fisheries. 2020 B.C. Cherry and apple acreage report.
- 133. Bujdosó, G. & Hrotkó, K. (2017). Cherry Production. In Cherries: botany, production and uses (pp. 1-13). Wallingford UK: CABI.
- 134. Long, L. et al. (Eds.). (2020). Sweet cherries. Crop Production Science in Horticulture, 35. Cabi.
- 135. Cherry double? 0900 Ziraat appears to be the old German variety Schneiders. *Good Fruit Grower,* Jan. 1,2007.
- 136. Cherries in Chile. Good Fruit Grower, Jan. 15, 2010.
- 137. Donoso, J.M. et al. (2019). Evolution of the sweet cherry industry in Chile. *Acta Horticulturae*. 1235, 141-148
- 138. Bing dethroned. Good Fruit Grower, June 1, 2013.
- 139. Low chill hurts California cherry crop. Good Fruit Grower, June 26, 2014.
- 140. Carew, R., & Looney, N. E. (2007). How the introduction of late season sweet cherry cultivars and changing demand conditions impacted industry competitiveness: Evidence from British Columbia. *Canadian journal* of plant science, 87(1), 105-113.
- 141. Zhang, K. et al. (2019). Sweet cherry growing in China. Acta Horticulturae, 1235: 133-140.
- 142. California cherry export shipment report.
- 143. 'Royal' cherry varieties gaining popularity. *The Packer*, May 3, 2017.
- 144. Schuster, M. et al. (2017). Sour cherry varieties and improvement. In Cherries: botany, production and uses (pp. 95-116). Wallingford UK: CABI.
- 145. UNECF STANDARD FFV- Cherries 2017 edition
- 146. Washington Cherry Standards (WA Cherry Standards WAC 16-414).
- 147. USDA. Sweet cherries inspection instruction.

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、繁殖性、接ぎ木親和性、樹勢、早期結実性、耐寒性、センチュウ抵抗性、耐湿性、アルカリ土壌に対する耐性等を考慮して台木が選択されている。おうとうでは、以前は夢であったわい性台木が出てきている 148。主な台木 149~154

を以下に紹介する。

マザード (*Prunus avium*) は、種子繁殖が容易で比較的均一であり、幅広い土壌に適する。早期結実性は劣るが豊産性である。

マハレブ (*P. mahaleb*) は種子繁殖であり乾燥には強いが、湛水条件には極めて弱い。排水の良い壌土、砂質土、石灰質土壌(スペイン、イタリア)に適する。Chelan、Tieton には不親和である。SL 64 は、フランスで選抜された強勢のマハレブであるが、砂質土壌ではそれほど強勢にならない、多収性かつ早期結実で挿し木繁殖も容易である。

コルトは、英国イーストモーリング試験場で育成された台木である(マザード×シロハナカラミザクラ (カラミザクラ))。挿し木または茎頂培養で繁殖する。マザードと同程度の樹勢であり、耐乾性は劣るものの欧州で広く使われている。カリフォルニア州では、ステムピッティング病 cherry stem pitting に抵抗性であることから広く用いられている。

MaxMa 14 (*P. mahaleb*×*P. avium*)は、オレゴン州で作出された台木で、石灰質土壌にも適することから、フランスで多く使用されている。

GiSelA は、ドイツのギーセン大学で育成されたわい性台木である(*P. cerasus*×*P. canescens*)。わい化度の異なるシリーズがある。

Krymsk 5,6 はロシアの黒海沿岸にあるクリムスクで作出されたわい性台木であり、寒冷地、温暖地、重粘土状にも適する。

Weiroot は、ミュンヘン工科大学で選抜されたたわい性台木である。CAB6P は、酸果おうとう台木 (P. cerasus) でありオウトウ樹脂細菌病に強い。

わい化度は、マザード、マハレブ、コルト、MaxMa 60 を 100%とすると、GiSelA 12、Krymsk 5、MaxMa 14 は 90+%、GiSelA 12、Krymsk 6 は 80~90%、GiSelA 5 は 50~60%である。

主な生産国における台木利用の状況は以下の通りである。

ワシントン州、オレゴン州では、GiSelA 6、GiSelA 5、GiSelA 12、Krymsk 5、Krymsk 6、カリフォルニア州ではマザード、マハレブ、コルト、MaxMa 14 である 149,150,150 。 苗木商によるとワシントン州、オレゴン州では以前は Gisela 6 が人気であったが、現在は Gisela 12 が最も人気で次いで Gisela 6、Krymsk 5 である 150 。

スペインではSL64がほとんどであり、一部でMaxMa 14 とコルト、イタリアでは、マハレブ、コルト、P.cerasus (スミミザクラ)、MaxMa 60, GiSelA 6、CAB 6P、フランスではMaxMa 14、マハレブ、マザード、チリではマザード、マハレブ、コルト、F12/1、中国ではDaqingye (P.pseudocerasus)、GiSelA、マハレブ、オーストラリアではマザード、コルトである 155 。

トルコでは、マザード、マハレブ、GiSelA5 である 150 。GiSelA5 は、管理がよくなく減少傾向であり、SL64、GiSelA6 等が有望と判断されている。

引用・参照文献

- 148. Hrotkó, K. (2008). Progress in cherry rootstock research. Acta Horticulturae, 795:171-178.
- Long, L.E. & Kaiser, C. (2010). Sweet cherry rootstocks. A Pacific Northwest Extension Publication. PNW619.
- 150. Long, L.E. et al (2022). Sweet Cherry Rootstocks for the Pacific Northwest. https://extension.oregonstate.edu/catalog/pub/pnw-619-sweet-cherry-rootstocks-pacific-northwest.
- 151. Hrotkó, K. & Rozpara, E. (2017). Rootstock and improvement. In Cherries: botany, production and

- uses (pp. 117-139). Wallingford UK: CABI.
- 152. Long, L. et al. (Eds.). (2020). Sweet cherries. Crop Production Science in Horticulture, 35. Cabi.
- 153. Gruppe, W. (1985). An overview of the cherry rootstock breeding program at Giessen 1965–1984. *Acta Horticulturae*, 169,189-198.
- 154. Rootstocks from Krymsk, Russia, with love. Good Fruit Grower, Jan. 29, 2020.
- 155. UC Davis. Fruit & Nut Research & Information Center. Cherry Scion & Rootstock Selection.
- 156. Alot of choices for cherry rootstocks. Good Fruit Grower. May 17, 2022.
- 157. Bujdosó, G. & Hrotkó, K. (2017). Cherry production. In Cherries: botany, production and uses (pp. 1-13). Wallingford UK: CABI.
- 158. Demirsoy, H. et al. (2017). Sweet cherry growing in Turkey a brief overview. *Acta Horticulturae*. 1161, 111-116.

VIII 栽培技術

1. おうとうの労働時間と機械化

おうとう栽培の労働時間は、日本では 10a 当たり 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 ¹⁵⁹。カリフォルニア州では 118 時間、ワシントン州では 115 時間である ^{160,161}。作業時間が多いのは、収穫を手作業で行うことから収穫・調製作業である。

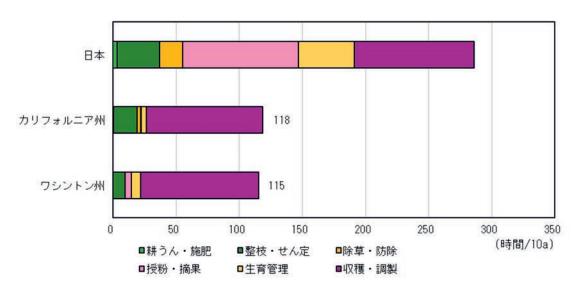


図35 日本とカリフォルニア州、ワシントン州における核果類果樹の労働時間

酸果おうとうでは機械収穫が導入されている。従来、酸果おうとう樹は大きく、収穫はトランクシェーカーで加振し果実を落下させて、樹冠下で集める方法で行われていた。現在では、垣根栽培のように樹を小さく作り、樹冠をまたぐような収穫機 (OTR, over the row harvester) を走らせながら、果実を収穫する方法が開発されている 1620。樹体を大きくする必要がないため成園化が早く、収穫効率もよく主幹や果実の傷も少ない。

引用·参照文献

159. 農林水産省. 令和2年営農類型別経営統計.

- 160. Grant, J.A. et al. (2017). Sample cost to establish and produce sweet cherries. San Joaquin Valley North-2017. University of California, Cooperative Extension.
- Gallardo, K. & Galinato, S. P. (2022). 2021-2022 Cost estimates of establishing, producing, and packing Sweetheart sweet cherries in Washington State. Washington State University Extension. TB83E.
- Lang, G.A. (2019). The cherry industries in the USA: current trends and future perspectives. Acta Horticulturae, 1235, 119-132.

2. 樹形、整枝・せん定

おうとうは自然林では $40 \, \mathrm{m}$ を超える場合もあり、頂芽優性が強く高木になりやすい。おうとうの樹形は、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ったが、わい性台木の利用やや普通台でもせん定を工夫した低樹高栽培や平面的樹形の検討も進められている。おうとうの代表的な樹形には、各種の開心形、スピンドル樹形、V字、垣根仕立て、UFO等がある(図 36) 163° 167 。

Steep Leader はワシントン州の生産者が開発した樹形で、主枝をあまり広げずに立てて配置する。3から4本の主枝を出し、そこから横に側枝を配置し樹冠全体がピラミッド型になるようにする。強勢台木を用いれば、樹高は5.5~6mになる。

スパニッシュブッシュは、スペインで最も一般的な樹形である ¹⁶³。樹間は 4×3 m から 5×3 m で、 樹高は 2.5 m の低樹高密植栽培である。スペインのように生育期乾燥した環境に適した樹形で、樹高は 夏と秋のせん定、灌水制限で調整する。定植後に苗を地上 30~40 cm の高さで切り、枝の発生を促す。 樹勢が十分であれば、同じ年の晩春から初夏に、新梢の 4~5 芽の位置まで切り戻し、そこから新たな 枝の発生を促す。初年度終わりには、コンパクトな樹形で、8~10 本の新梢が出ている状態になる。1、 2年目のせん定は、枝の長さでなく、直径に基づいて行う。内部の枝は日当たりを考えて、適宜除く。 灌水は、樹勢調製と結実促進を考えて減らす。3年目から量は少ないが収穫が可能である。成木の夏季 せん定は、収穫後に樹幹の上部と通路側側面について機械で行い樹幹内部の日当たりをよくする。

KGB はオーストラリアの生産者 Kym Green が開発した樹形である 160°。強勢台木を使い、定植後 2、3年は切り戻しを行い、25~30本のリーダー(側枝)をつくり樹勢を分散させるというマルチリーダーの考えを取り入れた樹形である。大きな側枝は毎年切り戻して、側枝の更新を行う。その結果、樹体の多くは生理的に若い状態を維持でき、高品質果実を生産できる。樹高は、上部を機械せん定することで低樹高を維持できる。単純な樹形であり脚立の使用は最低限で省力化が可能である。KGB は、強勢台木と Lapins のような上に伸びやすく花束状短果枝が主体の品種に適し、Kordia や Regina のように花束状短果枝が少なく一年枝の基部に果実が付きやすい品種には適さない。

トールスピンドルは、りんごのトールスピンドル(細がた紡錘形)のような樹形である。側枝は水平に誘引し、葉果比や着果量を考慮して切り戻す。古い側枝は更新する。わい性台木や半わい性台木が適するが、やせ地の場合は強勢台木を利用する。

スーパースピンドルは、スピンドル樹形を小さく仕立てた樹形で、密植栽培を行う。側枝(1年枝)は、基部の花芽と葉芽を1,2 芽残してせん定する 167,168 。 Musacchi ら(2015)は、GiSelA 5 台木で、列間 $3.5~\mathrm{m}$ 、樹間 $0.5~\mathrm{m}$ としている 168 。成園化は早く、樹高は低いので省力で機械化もしやすいが、経費は高く、長期にわたって多収、品質を維持するのが難しいようである。

UFO は、1999 年からワシントン州立大学の Greg Lang が、醸造用ぶどうのコルドン樹形を参考に開発を開始した樹形である $^{169^{\sim}17!}$ 。12 $^{\sim}15$ 本の中庸なリーダー(側枝)を立て、トレリスを使って樹冠幅の狭い 2 次元的な樹形とする。コルドンを両側に出したり、リーダーを ∇ 字にする場合もある。比較的均一に日光が当たるので、生育がそろいやすい。平面的で作業がしやすく、側枝本数を調整するこ

とで、幅広い樹勢の台木に適用できる。UFO 樹形、は機械化、スマート化、精密化、ロボットに適するプラットフォームとしても注目されている 17%。

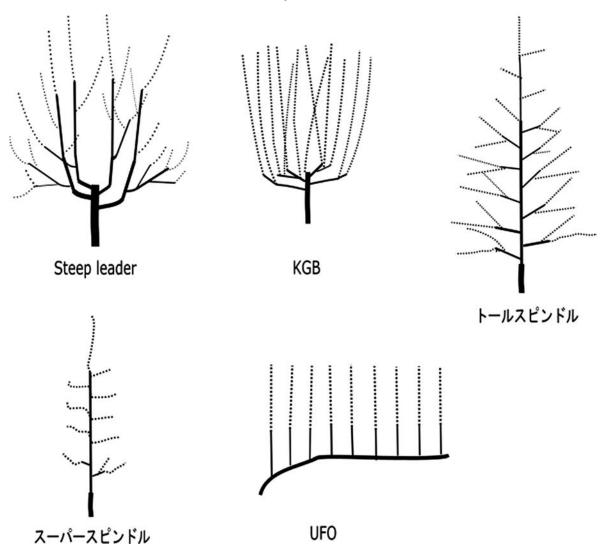


図36 代表的なおうとう樹形の例

米国では、NC-140 という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が行われている。NC-140 でわい性台木とともに樹形の影響が検討されている「スマシ)。品種は、着果が中程度の Bing、Regina と着果が多い自家結実性品種の Lapins、Sweetheart、台木はマザード、マハレブ、GiSelA 3、GiSelA 5、GiSelA 6、樹形は KGB、トールスピンドル、UFO、スーパースピンドルである。樹勢、収量、積算収量は場所により傾向は異なるが、一般的には台木は Gisela 3 が多収であり、樹形は UFO、トールスピンドルが多収となった。こうした樹形の比較試験は、イタリアやトルコでも行われている 174,175。

引用・参照文献

163. Long, L. et al. (Eds.). (2020). Sweet cherries. Crop Production Science in Horticulture, 35. Cabi.164. Long, L. et al. (2015). Cherry training systems. A Pacific Northwest Extension Publication. PNW667.

- 165. Negueroles Pérez, J. (2005). Cherry cultivation in Spain. Acta Horticulturae, 667, 293-302.
- 166. Green, K. (2005). High density cherry systems in Australia. Acta Horticulturae. 667, 319-324
- 167. Musacchi, S. et al. (2015). New training systems for high-density planting of sweet cherry. *HortScience*, 50(1), 59-67.
- 168. Lugli, S. et al. (2010). Ultra high-density sweet cherry plantings. Compact Fruit Tree, April 2010, 15-19.
- 169. Law, T. L., & Lang, G. A. (2016). Planting angle and meristem management influence sweet cherry canopy development in the "Upright fruiting offshoots" training system. *HortScience*, 51(8), 1010-1015.
- 170. Whiting, M. D., & Lang, G. A. (2021). Canopy architecture-optimizing the interface between fruit physiology, precision crop management, and mechanical/robotic efficiencies. *Acta Horticulturae*, 1314, 287-296.
- 171. Ampatzidis, Y. G., & Whiting, M. D. (2013). Training system affects sweet cherry harvest efficiency. *HortScience*, 48(5), 547-555.
- 172. Borrenpohl, D., & Karkee, M. (2023). Automated pruning decisions in dormant sweet cherry canopies using instance segmentation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 207, 107716.
- 173. Lang, G.A. et al. (2022). Ten-year conclusions from the NC-140 sweet cherry canopy architecture-rootstock trials in North America. *Acta Horticulturae* 1346, 661-668.
- 174. Dallabetta, N. et al. (2019). Training systems for high-density cherry orchards in Trento province. *Acta Horticulturae*. 1235, 177-182
- 175. Soysal, D. et al. (2019). The applicability of new training systems for sweet cherry in Turkey. *Turkish journal of agriculture and forestry*, 43(3), 318-325.

3. 受粉、摘花摘果

おうとうの収量変動は大きく、その大きな要因の一つに受粉・受精不良による着果数の減少がある。 受粉・受精は、対照品種と受粉樹のS遺伝子型と開花時期、受粉媒介昆虫の活動、受粉時の気温等気象 条件等に影響される^{176~179}。

最近育成された多くの品種は自家和合性で、受粉樹は不要であるが、多くの古い品種は自家不和合成で品種と同時期に開花する受粉樹が必要である。人工授粉を行わない場合は、受粉媒介昆虫を利用する。自家和合性品種でも、受粉媒介昆虫が必要である。花粉媒介昆虫の活動は温度に影響され、ミツバチは、10°Cで活動しなくなるが、マルハナバチは 7°Cでも活動する。強風、低湿度、低温は柱頭への花粉の付着や発芽率が低下する。

受精するには、柱頭に付着した花粉の花粉管が胚珠にまで到達する必要がある。EFP (Effective Pollination Period, 有効受粉期間) は、胚珠の寿命(退化するまでの時間)と花粉管が胚珠に到達するのに要する時間との差である。

品種によっても異なるが、おうとうの EFP は 9 日程度である。22℃を超えると、胚珠の寿命が短くなり 25℃では EFP は顕著に低下する。一方、13℃未満では、花粉管の伸長が遅く胚珠にたどりつかずに受精しないこともある。そのため、暖地では EFP の短さにより結実不良が発生することがある。カリフォルニア州のように暖地でも、気温の低い早春に開花すれば、気温も高すぎず受粉にも好適な条件となる。ただし、場所や年によっては、晩霜害の危険もある

2022 年、ワシントン州は大幅な減収となった。ワシントン州は記録的に低い気温が 2 週間続き(図 37)、さらに雪、雨、風によりハチの活動が抑えられた 180 。

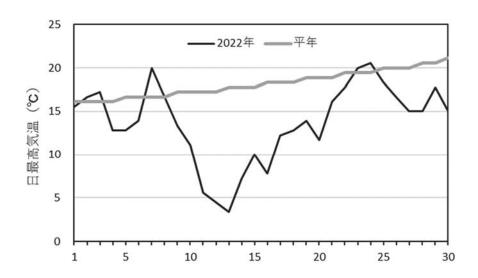


図37 ワシントン州ヤキマの2022年4月の日最高気温の推移

摘花摘果は、手作業では時間や労働力を必要とするため、おうとうではそれほど一般的でないとされている ^{178,181}。自家和合性品種は着果過多になりやすい。着果過多になると品質は低下し、成熟も遅れ、果実が密着すると傷がつきやすく収穫作業をしにくい。

一方、チリ、スペインをはじめ、ワシントン州、オレゴン州でも、高品質果実生産のためにかなりの 生産者は摘花しているという ¹⁷⁹。特に、花がまとまってつきやすい部位の摘花を行う。日本で用いられる摘芽は労力が必要であることから行われていない。

もも、ネクタリンでは一部で Darwin 式の機械摘花 ¹⁸⁹ が行われているが、おうとうでは過剰摘花、 葉への傷害(おうとうはももと異なり、開花期には展葉している)、樹形が平面的でなく3次元的等の 課題があり研究段階である ¹⁸⁹。手持ち式の摘花機械も利用されている。

おうとうの摘花摘果剤は、多くの試験があるが信頼できる実用的な剤はないようである181,184。

引用・参照文献

- 176. Koumanov, K. S. & Ling, L. E. (2017). Site preparation and orchard infrastructure. In Cherries: botany, production and uses (pp. 223-243). Wallingford UK: CABI.
- 177. Herrero, M. et al. (2017). Flowering, fruit set and development. In Cherries: botany, production and uses (pp. 14-35). Wallingford UK: CABI.
- 178. Long, L. et al. (Eds.). (2020). Sweet cherries. Crop Production Science in Horticulture, 35. Cabi.
- 179. Taylor, K. C. (2019). Advancing artificial pollination systems in sweet cherry. Master of Science in Horticulture. Washington State University.
- 180. Degrees of extremes for Northwest growers. Good Fruit Grower, June 2, 2022.
- 181. Rutkowski, K., & Łysiak, G. P. (2022). Thinning methods to regulate sweet cherry crops—Areview. *Applied Sciences*, 12(3), 1280.
- 182. 中央果実協会(2023). 世界のもも産業 生産・消費動向と栽培流通技術.
- 183. Mechanical thinning of cherries. Good Fruit Grower, Mar. 15, 2012.
- 184. Whiting, M. D. et al. (2006). Chemical blossom thinners vary in their effect on sweet cherry fruit set, yield,

fruit quality, and crop value. Hort Technology, 16(1), 66-70.

4. 水管理

おうとうは、水分が多すぎると裂果のリスクがあるが、雨よけ栽培の普及もあり図 31 のように乾燥地だけでなく比較的降水量の多い地域にも産地がある。おうとうでは必要水分量を調べた試験例は少ないが、生育に必要な水分量は、ほぼ蒸発散量に相当すると考えられる。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 1850。

$ET=Kc\times ET_0$

実蒸発散量=作物係数×可能蒸発散量

生育期の必要灌水量は、ワシントン州のような乾燥地では 750~1,000mm、スペインのリェイダ県のようなより湿潤な地域では 600~650mm、カナダのブリティッシュコロンビア州では 550~700mmとされている 180。

灌水判断の指標には、蒸発計蒸発量、土壌水分、体内水分指標(葉の水ポテンシャル、主幹径の変化、 リモートセンシング)等がある。

わい性台木を使うと水ストレスを受けやすくなることから、わい性台木を利用した高密植栽培には、 ドリップ灌水のような効率的な灌水法が必要である。

スペインで行われた節水栽培試験では、顕著な収量減や品質低下は認められず、85%EToでは果実が小さめであるものの糖度は高めの傾向である 1870。また、収穫後の節水の影響は少なく、精密な節水管理である RDI、SDI は裂果が優位に減少するとしている。

気候変動との関係では、気温上昇や熱波の増加だけでなく、雨の降り方の変化による干ばつや豪雨の恐れが予想される。

引用·参照文献

- 185. 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.
- 186. Neilsen, G. H. et al. (2017). Environmental limiting factors for cherry production. In Cherries: botany, production and uses (pp. 189-223). Wallingford UK: CABI.
- 187. Blanco, V. et al. (2020). Influence of regulated deficit irrigation and environmental conditions on reproductive response of sweet cherry trees. *Plants*, 9(1), 94.

5. 施設栽培

おうとうの施設栽培は、裂果を防ぐための雨除けが多く、一部で雨除け効果に加えて熟期を早めるハウス、温室等がある 188~191)。その他、晩霜害防止、生産地域拡大、農薬削減等の利点がある。オウトウショウジョウバエを防ぐネットも普及している。日本では古くから雨よけ施設が普及しているが、世界的には雨よけ施設が急速に普及したのは 2000 年以降である。

雨除け施設の方式には、簡易テント、ハイトンネル、開閉式システム等がある 192)。簡易テントは、 樹列の両端に柱を立て、樹冠上に細長い簡易なテントを張る方式で最も安価である。ハイトンネルは、 大型トンネル状の構造の屋根部分にフィルムを張る方式である (妻面とすそは無被覆)。開閉式は、被 覆材を巻き取るか折りたたむ方式である。被覆材には、防雹ネットの上に、片側を固定したフラップ (プラスチックフィルム)を付けた構造のものもある。この資材では、雨が降るとフラップが防雹ネッ トに付着し、雨が内部に入らず、雨が降らなければ、フラップの隙間を通じて換気される。

中国の施設栽培面積は 2016 年時点で 1 万 ha と多く、9 万 t の生産量がある 100 。施設は、日光温室(無加温)と大型プラスチックフィルムハウスに分かれる。日光温室は東西棟で棟高 4.5m、間口 9~ 12m であり、大型プラスチックフィルムハウスは棟高 7~10m、間口 20m、奥行 60~100m でいずれも大型の施設である。両方式とも、巻き取り式の厚手被覆材(布団資材)で保温する。

中国北部の早期出荷は、10月中下旬から12月中下旬に厚手資材でハウスを覆う暗黒処理を行い0~7℃に維持し、被覆除去日にシアナミド処理を行う194。品種は、紅灯、Tieton等である。紅灯の収穫日は3月20日で最も早く、開花から収穫までは45日である。Tietonは、大果で裂果も少なく紅灯より硬く流通適性がある。3月中旬~4月に収穫でき、この時期には海外産もないため、きわめて高値での販売が可能である。

引用·参照文献

- 188. Lang, G. A. (2014). Growing sweet cherries under plastic covers and tunnels: physiological aspects and practical considerations. *Acta Horticulturae*, 1020. 303-312.
- 189. Salvadores, Y., & Bastías, R. M. (2023). Environmental factors and physiological responses of sweet cherry production under protective cover systems: Areview. *Chilean journal of agricultural research*, 83(4), 484-498.
- 190. Zhang, K. et al. (2019). Sweet cherry growing in China. Acta Horticulturae, 1235: 133-140.
- 191. 富田 晃、米野智弥(2020). 基礎からわかるおいしいオウトウ栽培.農文協.
- 192. Lang, G. A. et al. Ten years of studies on systems to modify sweet cherry production environments: Retractable roofs, high tunnels, and rain-shelters. https://www.canr.msu.edu/hrt/uploads/535/78639/IHC-Modified-Cherry-Environment.pdf
- 193. Zhang, K. et al. (2019). Sweet cherry growing in China. Acta Horticulturae, 1235: 133-140.
- 194. Zhang, Q. J. et al. (2017). A model system for off-season sweet cherry production in northern China. *Acta Horticulturae*, 1130: 179-183.

IX 流通貯蔵技術

1. 収穫選果

おうとうの収穫適期は果皮色で判断する 195,190。品種によって収穫に好適な果皮色は異なる。収穫が早すぎると糖度が低く風味も悪く、収穫が遅すぎると軟化して日持ちしない。適期収穫の日数は短く、特に収穫が高温の時期になる場合は傷みやすく早朝に短時間で行う必要がある。おうとうは、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。硬度の硬い品種のほうが、傷みにくい。

生産量の増加、労働コストの上昇、労働力確保の困難さがあり、生鮮用についても機械収穫への関心が高まっている。おうとうでも Shake and catch 方式である、V 字樹形の主幹を振動させ樹冠下で落下果実を集める方式、電動のレシプロ型ノコギリを応用した加振機で枝を振動させて下で落下果実を集める方式が検討されている 197~200。 Shake and catch 方式では、事前にエスレル処理を行うため果梗がついていない果実となる。果実を検出して果梗を把持して収穫する方法も検討されている 2010。

収穫後は日射や高温をさけ、速やかに冷却処理し選果する必要がある 200。予冷には、室内予冷

(room cooling)、冷風冷却(forced-air cooling)、冷水冷却(hydrocooling)がある。収穫後から選果の過程での水分損失は鮮度低下につながるので注意が必要である。その場合は、果梗からの蒸散はかなり多く果実全体の1/3程度であり、蒸散される水分は果実から供給される200。

果梗基部で複数の果実がつながっている場合、おうとうの選果ラインでは回転する刃物で確実に分離する必要がある ²⁰⁴。最新の選果ラインでは、果実の大きさ、色、傷により品質規格を判定できる。また、果実を全体的に確認するため下からのアングルや近接での画像により、果梗のカビやわずかの傷でも判別できる ²⁰⁵。

引用・参照文献

- 195. Whiting, M. D. & Perry, R. L. (2017). Fruit harvest methods and technologies. In Cherries: botany, production and uses (pp. 442-459). Wallingford UK: CABI.
- 196. Mattheis, J. & Fellman, J. (2016). Cherry (Sweet). USDA. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. 282-285.
- 197. Peterson, D. L. et al. (2003). Fresh-market quality tree fruit harvester part I: sweet cherry. *Applied Engineering in Agriculture*, 19(5), 539.
- 198. Sweet cherry harvester not forgotten. Good Fruit Grower, Dec.17, 2020.
- Chen, D. et al. (2012). Performance evaluation of mechanical cherry harvesters for fresh market grade fruits.
 Applied Engineering in Agriculture, 28(4), 483-489.
- 200. Zhou, J. et al. (2016). Field evaluation of a mechanical-assist cherry harvesting system. *Engineering in agriculture, environment and food*, 9(4), 324-331.
- 201. Tanigaki, K. et al. (2008). Cherry-harvesting robot. Computers and electronics in agriculture, 63(1), 65-72.
- 202. Zoffloli, et al. (2017). Postharvest biology and handling for fresh markets In Cherries: botany, production and uses (pp. 460-484). Wallingford UK: CABI.
- 203. Athoo, T. O. et al. (2015). Pedicel transpiration in sweet cherry fruit mechanisms, pathways, and factors. Journal of the American Society for Horticultural Science, 140(2), 136-143.
- 204. Koger, C. (2023). Technology revolutionizes cherry, small fruit grading, packing. *Fruit Growers News*, May 8, 2023.
- 205. Golding, J. Review of international best practice for postharvest management of sweet cherries. Hort Innovation (CY17000).

2. 流通貯蔵

おうとうの好適貯蔵条件は、温度 $-1\sim0^\circ$ C、相対湿度 95%である 206,207 。ももで見られる低温障害は発生しない。ノンクリマクテリック果実であり、収穫時の品質が最も良く、収穫後は品質が低下していく。

おうとう輸出に貢献している貯蔵流通技術は、MA 包装(Modified Atmosphere Packaging)である 200 。MA 包装は呼吸している青果物をポリフィルムで封をして、内部の酸素、二酸化炭素濃度を変化させて鮮度を保持する技術である。おうとうは高 CO_2 濃度条件に耐えることがでることから、MA 包装に適する果実である。好適 MA 包装条件は、 $5\sim10\%O_2$ 、 $5\sim15\%CO_2$ 、気温 $0\sim5$ $^{\circ}$ $^{\circ}$ $^{\circ}$ であり、果皮の変色、酸と硬度の低下、腐敗菌の成長、果梗褐変等を抑制できる。エチレン発生は非常に少ないが、外生や傷害のエチレンには反応し、呼吸が上昇し品質が低下する。1-MCP 処理は推奨されていない。

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

が、0°Cの MA 包装で Bing、Rainier、Lapins、Sweetheart 等は 45 日程度の貯蔵が可能である 2009。

引用·参照文献

- 206. Zoffloli, et al. (2017). Postharvest biology and handling for fresh markets In Cherries: botany, production and uses (pp. 460-484). Wallingford UK: CABI.
- 207. Mattheis, J. & Fellman, J. (2016). Cherry (Sweet). USDA. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. 282-285.
- 208. Mir, N. & Beaudry, M. (2016). Modified atmosphere packaging. USDA. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. 42-53.
- 209. Giacalone, G., & Chiabrando, V. (2013). Modified atmosphere packaging of sweet cherries with biodegradable films. *International Food Research Journal*, 20(3), 1263.
- 210. Hort Innovation Final report: Review of international best practice for postharvest management of sweet cherries (CY17000).

X まとめ

日本のおうとう生産・流通、栽培技術等を踏まえ、世界のおうとう産業についてその実態を多角的に 取りまとめた。

おうとうは季節感を感じられる高級果実として世界的に人気が高まり、世界のおうとう産業はここ 20 年ほどで劇的に変化している。特に、中国、トルコ、チリでは、2000 年頃より生産量が急増している。米国は依然として有数の生産国であるものの、ドイツ、イタリア、フランスの生産量は大幅に低下している。中国は、世界最大の生産国になったものと考えられ、他方、春節に合わせてチリより大量に輸入している。チリは、中国向けとして生産量を急速に拡大している。トルコは、欧州、ロシア向け輸出が多く、アジア向けについてもその拡大を目指している。日本のおうとう輸入量は減少傾向にあるものの、アジアは世界が注目する市場であり、輸出国の動向に注視していく必要がある。

品種、栽培流通技術についても、自家和合性品種、わい性台木、低樹高樹形、雨除け・施設栽培、高精度高速選果機、MA 包装等、近年、大きな進展がある。こうした技術を使うことにより、チリは急速に有数の生産国・輸出国になった。中国は、省力樹形、施設栽培が普及し、栽培技術も高度である。トルコは、生産組織、栽培・流通技術等課題はあるものの、栽培適地で人件費が安い等の強みがあり、今後の生産、輸出の動向が注目される。

日本でも、おうとう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。

(朝倉利員)

海外果樹農業情報 刊行物一覧

	传》个未倒辰来间刊 「川」物 見	
No.	調査報告書名	発行年月
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	プ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
120	世外の主要未来の主座制化 ZDI3 中版 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 14. 10
123	世界の主要果実の生産概況 2014年版	
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に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
157	世界のもも産業 生産・消費動向と栽培流通技術	23, 3
158	世界の主要果実の生産・貿易概況2022年版	23, 3
159	日本の果実の貿易概況 2022 年版	23, 3
160	海外の果樹産業ニュース2023年度上期版	23, 7
161	海外の果樹産業ニュース2023年度中期版	23, 11
162	世界の主要果実の生産・貿易概況2023年版	23, 1
	1	

