

## 耕作放棄茶および柑橘園再生のための 矮性アボカド新品種の選抜および新規日光温室の開発（1年目）

（研究代表者）  
静岡大学 農学部  
准教授 松本和浩

### 研究の概要と成果（目標達成度）：

静岡県は茶やミカンの産地であるが、近年、価格低下や後継者不足に伴う耕作放棄地の増加が問題となっている。このような状況を打開するため、耕作放棄地に茶やミカンに代わる新たな作物を導入することが求められている。アボカドは消費が伸びている数少ない果物の一つであるが、我が国の消費量の99%は輸入品である。本研究は茶、ミカンの耕作放棄地にニーズが高いアボカドを導入し、産地化を目指すものである。

このような上位目標の達成のため、①アボカドの露地栽培試験、②凍害防止のための新規日光温室の開発、③アボカドのブランド化先進地からの知見収集、④耐凍性を有する矮性アボカド新品種の選抜を行った。①についてエンジンポンプを用いた点滴灌漑システムによる積極的灌水を行った結果、アボカド品種の一つである‘バーコン’から前年度の10倍である10個の果実を収穫し、うち7個は200 g以上の商品価値の高いものだった。②について、牧之原市に日光温室を作成した。日光温室では厳冬期でも最低気温を0℃程度に維持することができ、アボカドの耐寒温度を下回ることはなかった。③についてブランド化先進地の訪問を行い、長崎県および佐賀県の3つの団体を視察した。インタビュー調査および圃場の見学を行い、耐凍性の品種間差異や、冬季の凍害対策についての知見を得た。これを参考にした栽培管理を牧之原市の試験地にも採用している。④について、矮性品種の発芽を円滑に進められるような準備を整えており、来年度矮性形質を有する実生の選抜試験を行う予定である。

# 耕作放棄茶および柑橘園再生のための矮性アボカド新品種の選抜 および新規日光温室の開発(1年目)

松本和浩<sup>1)</sup>・岡 愛香梨<sup>1)</sup>・竹内真一<sup>2)</sup>・森口卓哉<sup>3)</sup>  
静岡大学農学部<sup>1)</sup>・東海大学海洋学部<sup>2)</sup>・  
静岡県立農林環境専門職大学生産環境経営学部<sup>3)</sup>

## 1. 研究概要

静岡県は茶やミカンの産地であるが、近年、価格低下や後継者不足に伴う耕作放棄地の増加が問題となっている。このような状況を打開するため、耕作放棄地に茶やミカンに代わる新たな作物を導入することが求められている。

アボカドは消費が伸びている数少ない果物の一つである。しかし、我が国の消費量の99%は輸入品であり、まとまった量の供給が可能な国内産地は未だに形成されていない。アボカドは温暖で水はけのよい傾斜地が栽培に適することが知られているが、静岡県は比較的温暖な気候であり、さらに、放棄された茶園や柑橘園の多くは傾斜地に存在する。このようにアボカドはニーズが高まっていることに加え、栽培条件が静岡県の気候的、環境的特徴と合致しており、耕作放棄茶園および柑橘園に導入する作物として最適な作物だと言えよう。

静岡県においてアボカド産地を形成するにあたり、検討すべき事項は厳冬期の凍害対策と、高齢者や新規参入者でも管理しやすい栽培法の確立である。本研究では、アボカドの産地形成を目指して、下記に挙げる内容の研究を各論的に行っている。

- ① アボカドの露地栽培試験: 牧之原市において、本事業に採択される以前より独自に栽培試験を行っている。2020年度はその2年目にあたり、1年目の成果はすでに農業農村工学会で発表した。本稿では2年目の検討結果を次章で述べる。
- ② 新規日光温室の開発: アボカドは幼木期の耐凍性が弱いことが知られている。そこで、幼木期の耐凍性を補助する目的で日光温室を試作した。日光温室とは内部に蓄熱体を有し、夜間にハウス表面を被覆することにより、無加温で保温する持続可能で環境にやさしい保温システムである。
- ③ アボカドのブランド化における先進地からの知見収集: アボカド栽培の先進地である長崎県および佐賀県を訪問し、耐凍性の品種間差異や越冬方法についての知見を得た。
- ④ 耐寒性を有する矮性アボカド新品種の選抜: 高齢者や新規参入者が管理しやすいよう矮性アボカド品種の選抜に向け、準備を進めている。メキシコとの共同研究を前提に開始したが、コロナ禍において、年度内の種子の輸入が間に合わなかった。代替策として発芽の最適条件決定のための栽培試験を実施中である。

## 2. 牧之原市におけるアボカドの試験栽培 —栽培2年目の結果—

静岡県の駿河湾沿岸部は比較的暖かく、ミカンの生産が盛んであるため、アボカドの

露地栽培が可能であると考えられる。このことから牧之原市の海岸線より約6 km内陸に位置する茶園跡傾斜地（南向き）を栽培試験地に選定し、実際にアボカド露地栽培を行っている。図1に示した傾斜地に設定した試験地は土壌の排水性、通気性がよく、冷気流が停滞しないアボカド栽培に適した特性を有している。加えて、南面していることから北西の北風を受けない。高標高部にはスタジイの大木があり、向かって左側の園はタケノコ生産用の竹林となっている。

ここでは、耐凍性を有するアボカド品種、‘メキシコーラ’（Aタイプ）と‘ベーコン’（Bタイプ）の2品種6個体を植栽した。表1に日本の小売店で一般的に販売されているアボカドの輸入果実の品種である‘ハス’との特性比較を示した。‘メキシコーラ’、‘ベーコン’ともに、‘ハス’に比べて耐凍性が高く、収穫時期も‘ハス’と重複せず、冬季前の年内に収穫できることがわかる。図1の中央付近にアボカド2品種を混植し、アボカドの上部にはグアバも定植している。植栽した大型のメキシコーラとベーコンを主な試験対象とし、樹液流速計測のための計測器を設置している。また試験対象樹周辺には気象観測のための装置も設置している。計測データ等は、今後査読付きの学術雑誌に発表予定であることから、以降概要のみを示す。



図1 アボカド露地栽培試験地の全景

表1 アボカドの品種の特性（ゆす村農園WEBより作成）

品種	特性	低温の生育限界温	開花型	収穫時期	1果重(g)	特徴等
メキシコーラ		-6℃	A	10月	100前後	ベーコンなどの受粉樹に
ベーコン		-4℃	B	11月	300g前後	果肉はなめらかで甘みを感じる
ハス		-2℃	A	4月	200-300	収量が多い

アボカド果実1 kgの収量を得るために必要な水量は一般に2,000 lとも言われ、当試験地においても、無降雨期には灌水が必要である。加えて、アボカドは浅根性のため、地表面近傍の乾燥は、直接、収量の低下をもたらす。そのため、灌水設備の導入は重要課題の一つである。本試験地は畑地用水が未整備であることから、低標高部の井戸からエンジンポンプを用いて高標高部に設置したタンクに揚水し、そこからは重力のみで点滴灌漑を駆動するシステムを採用し灌水を行った。水の取り出し口であるエミッター（イスラエル製）は‘メキシコーラ’に6か所、‘ベーコン’に7か所の計13か所設け、1回あたり280～300 Lの灌水を行った。灌水は5月9日に開始し、現在も継続的に灌水を行っている。本システムは、無降水期間が長く続くような特殊な気象条件でも容易に灌水が行えるため、土壌乾燥に伴う水ストレスの軽減が期待できる。

2020年度は梅雨空けが遅延した後に長期の乾燥期間が2回襲来した。連続干天日数は、7月29日からの19日間と11月23日からの34日間であった。アボカドは常緑樹であり、冬期間も蒸散活動が鈍化しないため、11月～12月にかけても灌水が必要であった。灌水開始後は、土壌水分はおよそ30%以上を維持した。ヒートパルス速度（樹液流速）は昨年度に比べて、最大値で‘メキシコーラ’で約1 cm/h、‘ベーコン’で5 cm/h増加した。一方、乾燥期の水ストレスに伴うヒートパルス速度の低下割合は、‘メキシコーラ’で0.78、‘ベーコン’で0.65となった。

今年度収穫できた‘ベーコン’は10果実であった（図2）。昨年度は238 gの1果実のみであったことから、灌水の効果で大きな進展が見られた。また、収穫した果実の新鮮重は108～288 gで平均は210 gであった。例えば橋爪農園（和歌山市）で販売されている‘ベーコン’は1玉200 g程度であることから、今回収穫した10果実のうち、7果実が商品価値を有するものであったといえる。贈答品として流通する350 g程度の大型果実の収穫を1つの目標値として、今後は芽掻きや枝の誘引などの栽培技術を用い、積極的な灌水を行うことで水ストレスを軽減させ、落果量を減少させることが課題である。



図2 試験地において収穫したベーコン果実

### 3. 新規日光温室の開発

アボカドの露地栽培においては幼木期の耐凍性が成木と比較すると劣る為、防寒対策は必要不可欠であることや、種子から苗木を育成する際に高温多湿の状態を作り出す必要があることから温室の導入を検討した。ランニングコストを抑えるために、中国東北部で野菜栽培などに用いられる無加温型の温室である日光温室を取り上げた。これは太陽熱を活用した温室であり、ボイラーなどを用いた積極的な加温は原則的に行わない代わりに、温室内部に蓄熱体を有している。昼間の太陽熱をレンガや土塊、石などで作られる蓄熱体に集熱し、外気温が低下する夜間帯には温室表面を遮光ネットなどで被覆し、温室の保温効果を高め、蓄熱体から放熱することで温室内部の保温効果を発揮するものである。ただし、天候に左右されるため、曇天や雨天の継続時には温室としての機能を発揮できない。しかし、冬期に雨が少なく、晴天が続く静岡地区への導入効果は高いと考えられる。

前出の牧之原市のアボカド露地栽培試験地の平坦農地にビニールハウス（幅190 cm、奥行き300 cm、高さ215 cm）を2棟設置した。一方の温室には蓄熱体を設置せず、もう一方の温室にのみ、単管パイプ、エキスパンダーメタルで作成した骨組みに赤土を充填した蓄熱体（幅60 cm、奥行き280 cm、高さ90 cm）を設置し（図3）、両者の性能の比較を行った。温熱環境を評価するために、両温室内の中央部に高さ45、90、180 cmに熱電対を設置した。また、蓄熱体内部の中央部の高さ30、60、90 cmの部位に熱電対を埋設した。また両温室の北側および南側の両壁面、高さ150 cmの部位に温度計（CHINO, MR5320）を設置した。さらに温室外の気温をボタン電池型温度ロガーにより測定した。

蓄熱体の検討に加え日光温室の被覆資材の検討を行うため、①被覆なし ②遮光ネットによる被覆（図4） ③古毛布による内部北側被覆 の3つの条件で実験を行った。日没前および日没後の被覆と日の出後の被覆開放作業を50日間行い、日光温室の特徴を把握した。

現在、温度データの解析作業を継続中であるが、概して次の効果が得られた。

- 被覆なしの条件下では、放射冷却により温室内温度が外気温よりも低下することがある。1月8日の結果を見ると、被覆なしでは温室内温度が-4°Cまで低下したが、被覆有り+蓄熱体では温室内温度を0°Cに保つことができた。
- 被覆条件下では、蓄熱体を有する温室内の最低気温は蓄熱体なしの温室に比べ、常に1°C以上高かった。
- 昼間の最高温度は40°Cを超える場合もあり、換気の必要性が示唆された。
- 温室内で栽培したアボカドおよびグアバの苗木をみると、蓄熱体を有する温室内のグアバの葉は緑色を維持していたが、蓄熱体なしの温室内のグアバは、1月8日の寒波で完全落葉した。
- アボカドは、蓄熱体を有する温室内で有しない温室内に比べて花序の成長が早い傾向が確認できた。



図3 日光温室



図4 遮光ネットによる温室の被覆

#### 4. ブランド化先進地における調査

温帯地域に属する日本でアボカドを栽培するためには防寒対策をはじめとした日本独自の栽培法を確立する必要がある。そこで、アボカドのブランド化に先行して取り組んでいる長崎県および佐賀県の3つの団体を訪問し調査を行った。インタビュー調査および圃場調査により、耐凍性の品種間差異および冬季の凍害対策についての知見を得た。

日本におけるアボカド栽培で最も注意が必要な事項は冬季の凍害である。露地栽培を行う場合は、耐凍性を有し、かつ年内に果実を収穫できる品種を選択することが重要である。‘ベーコン’、‘フェルテ’、‘ピンカートン’はこの特徴と合致する品種であり、露地栽培でも商品価値を有する果実が収穫可能であることが明らかとなった。しかし、これらの品種も苗木の段階では、防寒対策が必須である。長崎県、佐賀県では苗木の防寒対策としてワラやコモを用い、苗木の完全被覆を行っていた。また、防寒対策の他に灌水の重要性も明らかになった。2020年は梅雨が長期間続き、その後無降水期間が長く続いた後、台風に襲われるという気象条件であった。このように根圏の水分状態が大きく変動すると、果実の裂果や樹木の衰弱に繋がるのが散見された。長期間の無降雨により乾燥ストレスを受けた果実が台風の大雨により急激に水分を吸収すると劣果が頻発することが指摘されていた。そのため、これに見合う水管理技術の確立が安定的な収量の確保につながる事が明らかになった。これらの事例を参考に、牧之原市の茶園跡地試験地においても定植直後の苗木に対し、ワラを用いた防寒対策を試験している（図5）。



図5 苗木の防寒対策

## 5. 耐凍性を有する矮性品種の選抜に向けた発芽試験

茶やミカンの代替作物としてアボカドを導入するにあたり、高齢者や新規就農者による管理を容易にする必要がある。本研究では、この手段として矮性品種の導入に着目している。本研究では、メキシコより矮性アボカド品種の種子を輸入し、矮性形質を有する実生の選抜試験を計画している。コロナウイルスの影響により今年度は種子の輸入が実現しなかったものの、来年度の輸入に向け交渉を進めている。

また、種子の輸入が実現した際、円滑に発芽および選抜試験を開始できるよう、現在、発芽の最適条件決定のための最適化試験を行っている。発芽における湿度および植物ホルモンであるエチレンの効果を検証するため、小売店から容易に入手可能な



図6 培養装置

‘ハス’の果実を、ロットを揃えて入手し、追熟後、果実から種子を得た。種子の洗浄、乾燥後、内果皮を除去し、蒸留水または、植物成長調整剤エスレルによる24時間の浸水処理を行い、播種した。蒸留水処理、エスレル処理の種子のうち、各半数ずつは湿度100%の条件で管理している。また、産地化先進地視察時に、発芽における加温の重要性が指摘されていたことから、25℃以上に維持できる培養装置を試作し、温度管理を行っている（図6）。このように種子の輸入が実現した際、円滑に発芽および選抜試験を開始できるよう準備を整えており、来年度は矮性品種の選抜に重点的に取り組む予定である。

## 6. まとめと今後の展望

アボカドの産地形成を目的として①アボカドの露地栽培試験、②新規日光温室の開発、③アボカドブランド化先進地からの知見収集、④耐凍性を有する矮性アボカド品種の選抜に向けた発芽試験を行った。①は点滴灌漑システムによる積極的灌水を行った結果、‘ベーコン’から前年度の10倍の果実を収穫し、70%が200g以上の商品価値の高い果実であった。今後は、350gの果実の収穫を目標値に、様々な栽培技術の効果を検証するとともに灌水による水ストレスの軽減で落果量を減少させる。

②は、牧之原市に日光温室を作成した。日光温室では厳冬期でも最低気温を0℃程度に維持可能で、アボカドの耐寒温度を下回ることはなかった。今後、詳細なデータ解析を行い、次年度は詳細なアボカドの幼木の生育データを収集する予定である。

③は、ブランド化先進地の訪問調査を行った。インタビュー調査および圃場調査により、耐凍性の品種間差異や、冬季の凍害対策についての知見を得た。これを参考にした栽培管理を牧之原市の試験地に採用しており、今後生育状況を調査していく。

④は、矮性品種の発芽を円滑に進められるような準備を整えており、来年度矮性形質を有する実生の選抜試験を行う予定である。