

果樹根域制限栽培における環境制御システムの開発 ～ブドウ栽培における実証事例～



令和6年3月26日

公益財団法人東京都農林水産振興財団
ヤンマーアグリジャパン株式会社関東甲信越支社

背景と目的

- 直売で人気の品目で、高収益を目指せるブドウに着目した。
- しかし、ブドウ栽培においては様々な問題もある。
- 公益財団法人東京都農林水産振興財団東京都農林総合研究センター（以下農総研）とヤンマーアグリジャパン株式会社関東甲信越支社（以下ヤンマー）との研究成果を融合した東京型ブドウ環境制御栽培システムを開発する。
- ブドウ栽培の高品質・高収量・早期成園化を実現する試験栽培実証を行う。

東京都における果樹産出額

品目	2018年	2019年	2020年
1位 ナシ	1670	1602	1594
2位 ブルーベリー	681	695	658
3位 ブドウ	586	548	558

（出典：東京都農産物生産状況調査報告書）

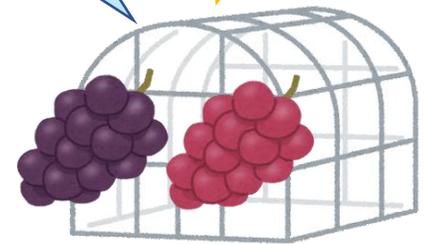
【ブドウ栽培上の問題点】

- 天候により収量が不安定
- 高樹齢化による収量の低下
- 高温などによる着色不良
- 薬散、騒音等の周辺への配慮が必要



農総研
 ◎根域制限栽培
 ◎ネット&ファン

ヤンマー
 ○灌水装置
 ○防除機



**東京型ブドウ環境
 制御栽培システム**

実証内容及び期待される効果

実証内容（2021～2023年度、3ヶ年）

- 1) 東京型ブドウ環境制御ハウスの開発による労働力の抑制とブドウの高品質化・高収量化
 - 細霧冷房（ネット＆ファン）の導入による温度の自動制御を行い、ブドウの着色不良の改善法を検討する。
 - 換気の自動制御で生産環境の最適化を検討する。

- 2) ブドウ用根域制限栽培用灌水装置および自走防除機の実証
 - 成長速度の調整や裂果防止対策に有効な灌水装置を開発する。
 - 省力的な防除方法を開発する。

期待される効果

- 環境制御により、天候に左右されない適正管理
- それにより果実高品質化、高収量化
- 施設化により収穫時期が前進化し、露地との差別化、作業分散
- 早期成園化の実現
- 周辺環境への配慮により、都民の理解と支持を獲得

東京型環境制御ハウスの概要

- 都市部を想定した小型ハウス
- 静音性の高い換気扇（DCモーター型）
- 「ネット&ファン」システムを導入（農総研設計）

【実証試験ハウスの主な仕様】

面積		384㎡
施設規模		間口8m×奥行24m×2連棟 軒高2.6m
換気	換気扇	換気扇(DC24 200V 400W) 両側排気
	サイド	2段巻き上げ
	循環扇	各棟2基 両サイド向き
ミスト		あり（ネット&ファンシステム）
フィルム		POフィルム（0.15mm厚）
サイドネット	内張	防虫ネット（0.6mm目）
	外張	防風ネット（4.0mm目）



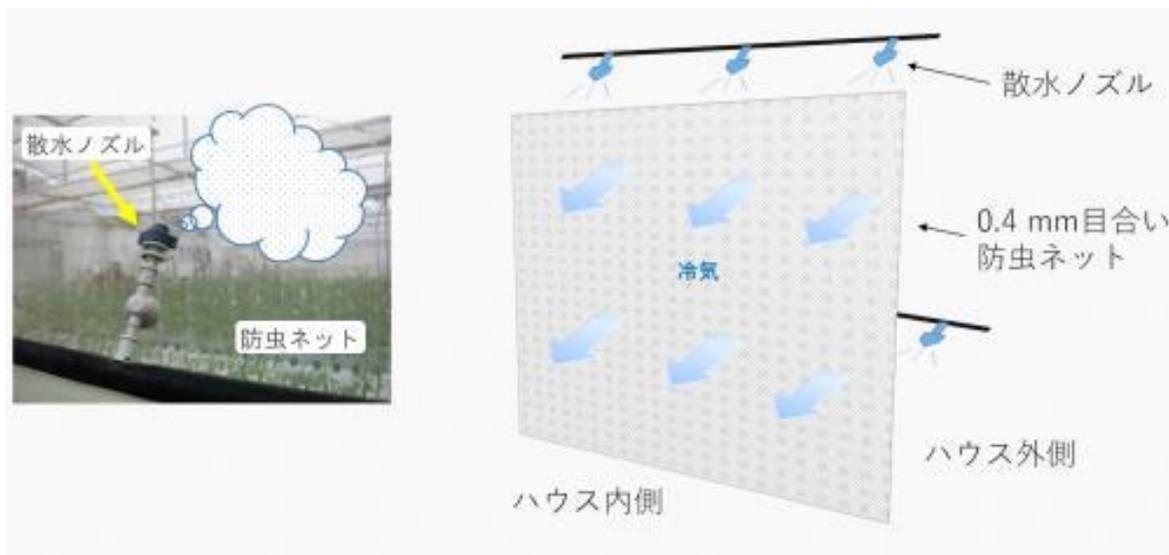
換気扇
(DCモーター型)



実証ハウス

ネット&ファンシステム

- 暑熱対策として、水が蒸発する際の気化熱を利用したシステムを採用
- ハウス側面は、側窓フィルム、外張ネット、ミストノズル、内張ネットで構成される二重構造
- ミストを内張ネットに噴霧し、外気が濡れたネットを通る際に気化熱によって空気を冷却する
- 冷却された空気をハウス内に取り込むことで温度を下げる
- ハウス内の空気は妻面上部に設置した換気扇から排気する



ネット&ファン
(二重ネット)

実証システムの概要

- ヤンマーとの共同研究（機器実証）
- 灌水システム：盛土式根圏制御栽培専用灌水システム
- 防除システム：自走防除機

盛土式根圏制御栽培法専用 灌水システム



灌水制御ユニット

灌水バルブと液肥装置を決められたパターンに従いコントロールし、作物の根圏に対し最適な灌水量となるよう制御できるシステムです。タッチパネル式なので、スマホやタブレットのように画面を押すだけで作物に合わせた複雑な灌水パターンを管理できます。



灌水制御盤

タッチパネル

散水状態		散水待機		経過時間
散水無	増	灌水3	増	17:24
0.0L/日		6.0L/日		
灌水2	増	灌水4	増	
12.0L/日		26.0L/日		

イメージ図



電磁弁



液肥混入器



ストレーナー



逆止弁



Y字樹形で
ラクラク
無人防除！

灌水システムの概要

- 盛土式根圏制御栽培法向けに開発され、都内でもナシで導入あり
(2016~2018年革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト))
- ドリッパーによる少量多灌水方式
- これまで農総研慣行栽培ではスプリンクラー型のタイマー灌水方式を使用
- 本システムでも利用可能か実証
- ナシ根圏制御栽培用に設定されているため、本システム栽培様式に合わせて灌水量を変更



ナシ盛土式根圏制御栽培



自動灌水システム



ブドウ拡大型根域制限栽培



スプリンクラー型
灌水
(農総研慣行法)

防除システムの概要

- 盛土式根圏制御栽培法向けに開発
(2016～2018年革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト))
- ブドウ短梢仕立てでも使用できるように、樹形に合わせてノズル角度・長さを変更
(2019～2020年共同研究)
- 本栽培システムで利用可能か実証



ナシ根圏制御栽培用ノズル
(V字、ロング)



ブドウ短梢仕立て用ノズル
(T字、ショート)



防除機ガイドレール
(φ25直管パイプ)

栽培方式の概要

- 肥培管理がしやすい根域制限栽培（拡大型根域制限栽培）
- 農総研慣行よりも、よりコンパクトな樹形（4m→3m）
- 樹形に合わせて用土量も減少（400L→200L）

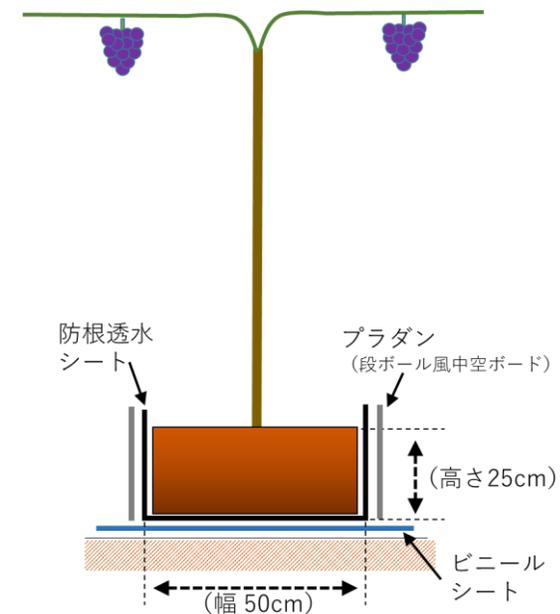
項目	内容
仕立て	一文字短梢
主枝長	3 m（1.5m×2本）
植栽密度	133本/10a （列間2.5m、栽培槽幅0.5m）
根域制限	拡大型根域制限栽培
用土量	200L/樹（定植時120L）
用土	赤玉土6 + ヤシガラ資材4
供試品種	シャインマスカット（白） 巨峰（黒） クイーンニーナ（赤）



樹体の様子



根域制限栽培槽



栽培槽イメージ

栽培環境

- ネット & ファンシステムを中心に制御（下記表）
- 稼働時間は、住宅地内を想定し設定
- 換気時間や設定温度は任意に設定でき、遠隔での操作も可能

【主な環境制御機器の制御条件】

機器	制御条件
サイド換気	常時開放
換気扇	7:00-18:00（タイマー制御）に設定温度（15°C）以下で稼働
ミスト	換気扇稼働でも設定温度以下に下がらなかった場合、噴霧開始 噴霧時間 = (ハウス内外気温差) × (係数 (秒/°C)) + (基準秒数)
循環扇	常時稼働

注) 温度は120秒周期で測定し、機器に反映



制御画面（本体）

栽培実証結果

1) ブドウ栽培実証

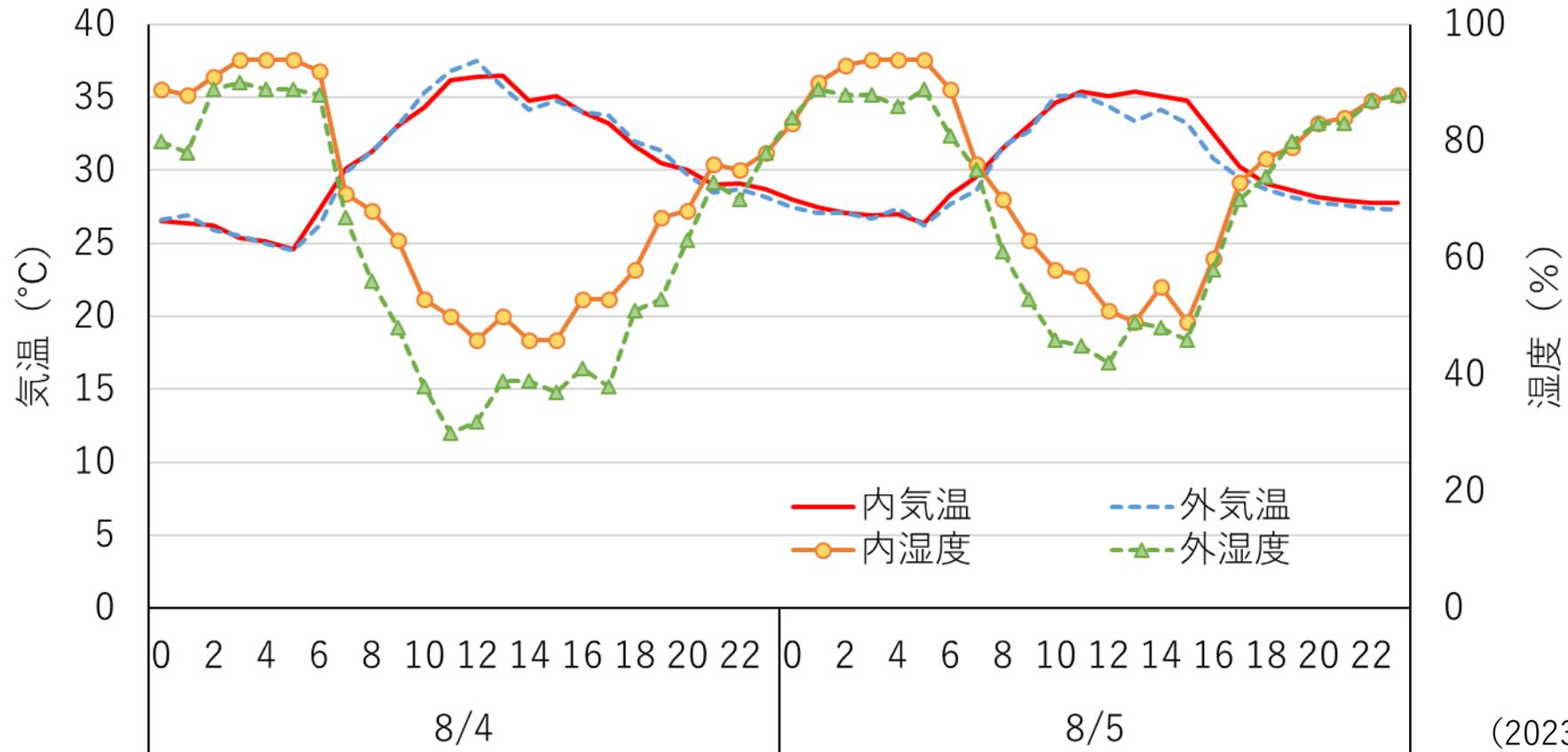
- 栽培環境（システム制御、ハウス内温湿度）
- 樹体生育
- 収量および果実品質

2) 灌水装置及び防除機実証

- 灌水装置
- 防除システム

夏季の温度・湿度状況

- 夏季（晴天時）でも外気温と比べ、昼夜間の温度はほぼ同等、最大で1.1°C差
- 昼間は内湿度が高い
- 暑熱対策効果を確認



(2023年8月4~5日)

樹体生育

- 定植3年目まで、全ての品種で枯死はなく、枝の発生等、問題なく生育
- 品種間差はあるが、目標とする枝数は確保できている
枝数目安：20～25cm間隔で結果枝を確保（新梢数は空枝含む）

品種		節間長 (cm)	新梢数 (/樹)	萌芽期 (月/日)	満開日 (月/日)	収穫盛期 (月/日)
シャイン マスカット	2年目	24.2	25.3	—	5/20	9/1
	3年目	23.6	39.9	4/6	5/12	9/4
クイーン ニーナ	2年目	23.0	26.4	—	5/20	9/1
	3年目	22.7	35.3	4/10	5/12	8/31
巨峰	2年目	20.8	29.2	—	5/18	9/12
	3年目	20.2	36.2	4/10	5/8	9/11

注) 2年目萌芽期のデータ欠損



着果状況 (23/08/24)

収量および平均房重

- 総収量は全品種で2年目に比べ多くなった
- 「シャインマスカット、巨峰」は下物果率が増
- 夏季の高温多日照により、「シャインマスカット」ではかすり症を含む下物果が多発
- 「クイーンニーナ」は健全果率も高く、平均房重也大

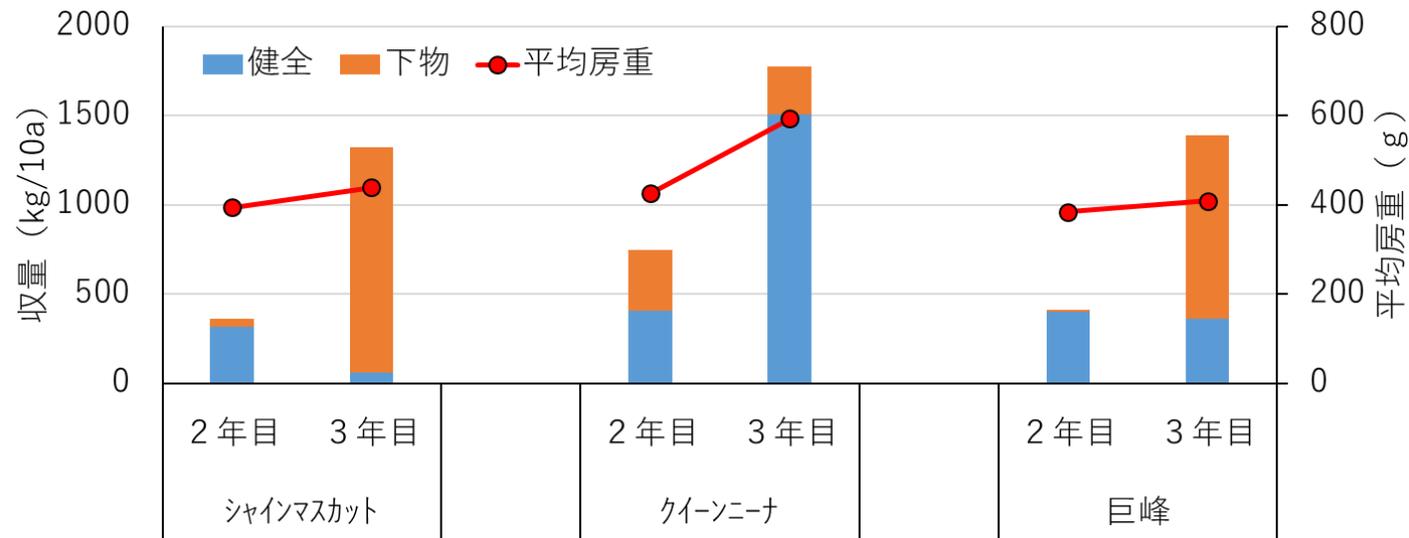


シャインマスカット



かすり症

「シャインマスカット」下物割合
 ・黄化 98% (かすり症含む)
 ・その他 2%



クイーンニーナ



巨峰

「巨峰」下物割合
 ・着色不良 93%
 ・その他 7%

果実品質

定植後3年目の果実品質は

- シャインマスカット : 1粒重は小さかったが、糖度に差はない
- クイーンニーナ : 糖度はやや低かったが、他に差はない
- 巨峰 : 果皮色は低かったが、他に差はない

品種	年度	定植後 年数	房重 (g)	1粒重 (g)	果皮色 (C.C.)	糖度 (Brix%)	酸度 (mg/100g)	含核数 (個/房)
シャインマスカット	2023	3年目	499.4	7.9	4.7	24.7	0.29	0.0
		慣行(13)	579.2	11.8	4.3	23.3	0.45	0.0
クイーンニーナ	2023	3年目	667.4	16.0	4.3	21.5	0.38	0.1
		慣行(5)	690.7	15.8	4.6	23.2	0.36	0.1
巨峰	2023	3年目	440.8	11.2	7.0	17.8	0.41	0.4
		慣行(4)	488.9	11.1	9.2	18.8	0.35	0.7

注) 慣行は定植3年目と同作の農総研慣行ハウスのデータ (樹齢)

参考：定植後2年目の果実品質

品種	年度	定植後 年数	房重 (g)	1粒重 (g)	果皮色 (C.C.)	糖度 (Brix%)	酸度 (mg/100g)	含核数 (個/房)
シャインマスカット	2022	2年目	416.0	7.9	4.0	20.4	0.23	2.8
クイーンニーナ	2022	2年目	466.4	12.2	4.8	21.1	0.32	0.1
巨峰	2022	2年目	406.4	11.0	6.8	18.3	0.38	2.0

ブドウ栽培に合わせた灌水量の変更

- ブドウの吸水量や用土量に合わせて灌水量を再計算

参考：根域制限栽培ブドウ灌水量（「果樹の根圏制御栽培法導入マニュアル樹種編」より）

- パネル表示量の1.5倍量が出るため、設定で調整

- 用土内の乾湿の差はなく、樹体生育に問題なし

実際の灌水量（L/樹・日）

年数	生育始期～ 新梢伸長期	開花期	開花後日数				
			0～ 30日	31～ 60日	61～ 90日	91～ 120日	121日～ 落葉期
1年目	3.0	6.0	6.0	9.0	9.0	6.0	3.0
2年目	12.0	15.0	21.0	30.0	27.0	15.0	15.0
3年目	12.0	21.0	30.0	51.0	30.0	21.0	21.0
4年目以降	15.0	27.0	36.0	51.0	30.0	21.0	21.0

防除システムによる病害虫管理

- 定植3年目の1作すべての防除を本機で実施したが、病害虫の発生は特に確認できなかった
- 一般職員でも操作可能で、ドリフトなど作業者の負担軽減が図れる

定植3年目（2023年度）散布農薬一覧

作業日	薬剤名	登録病害虫	希釈倍数
4/20	スカウトFL	チャキロアザミウマ、ハマキムシ類	2,000倍
5/25	スミチオン乳剤	アブラムシ類	2,000倍
6/15	コルト顆粒水和剤	チャキロアザミウマ	3,000倍
	オンリーワンFL	黒とう、晩腐、うどんこ	2,000倍
6/24	スミチオン乳剤	コガネムシ類	2,000倍
6/27	ストロビーDF	べと、黒とう、晩腐、うどんこ	3,000倍
	アドマイヤー顆粒水和剤	チャキロアザミウマ	10,000倍
10/4	コテツFL	コガネムシ類	2,000倍



注) 作業時間、使用液量等は自走式防除機カタログを参照（ヤンマーアグリジャパン社）。

まとめ

実証結果

- 環境制御システムを用いて3年間の栽培試験を行い、ブドウ栽培ができることを実証した。
- ネット＆ファンシステムにより夏季の温度を外気並みに制御可能で、樹体生育は順調である。
- 灌水装置により、少量多灌水での管理を実証した。
- 自走式防除機により、病害虫防除、作業負担軽減を実証した。
- 根域制限での早期成園化により、3年目から本格的に収穫が開始できた（1.3～1.7t/10a）。
- しかし、3年目は想定外の気候要因（高温・強日照）により、露地栽培同様、「シャインマスカット・巨峰」では着色不良果が多かった。

残された課題と今後の予定

- 定植3年目までの結果であり、定植4年日以降も調査を継続する。
- 着色不良など下物果率の改善を目指し、より効率的な環境制御方法を検討する。

