

高収益イチゴ経営を目指して

複合環境制御装置YoshiMax導入パンフレット

複合環境制御装置YoshiMaxで

環境制御＋低コスト化

- 温度とCO₂の複合制御で生産効率Up↑
- 環境に優しい日射比例給液で肥料代削減



こんなに違う！
資材選びコスト削減術

高収益経営

複合環境制御装置
YoshiMax 設定例付き

はじめに



本パンフレットは、生研支援センターの革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）「低コスト化・強靱化を実現する建設足場資材を利用した園芸用ハウスの開発」の成果として作成されました。

国立大学法人 岡山大学 農学部
吉田裕一、安場健一郎

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 西日本農業研究センター
矢野孝喜、山中良祐、山崎敬亮

奈良県農業研究開発センター
西本登志、東井君枝、嶋岡龍平、厚見治之

島根県農業技術センター
金森健一、椋 重芳、石津文人

静岡県農林技術研究所
河田智明、松田考平、井狩 徹※ ※現静岡県中部農林事務所

複合環境制御装置（YoshiMax）は、農林水産省の攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業（うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立）「地域間連携による低投入型・高収益施設野菜生産技術体系の実証」を活用して開発されました。

イチゴの促成栽培で高い収量と品質を両立させるためには、ハウス内の気温やCO₂などの環境条件をできる限り好適にする必要があります。しかし、換気扇や天窓による換気とハウス内のCO₂濃度制御を、サーモスタットやCO₂濃度計などでそれぞれ独立して動作させるだけでは、時々刻々変化する天候や季節的な変動に対応して好適条件を維持し続けることが難しく、人手でのオン・オフや頻繁な設定値変更が必要になります。

複合環境制御装置（^{ヨシマックス}YoshiMax）は岡山大学を中心に開発されたもので、イチゴ栽培に必要な各種の設備を自動協調運転させることができる低コストで導入可能な司令塔です。YoshiMaxを使うことで、従来のタイマーなどによる個別運転よりも最適な生育条件を維持し続けやすくなり、燃料や肥料の無駄を省くこともできます。

複合環境制御のプログラムは、「換気とCO₂施用の連動」と「日射量に応じた給液量の自動制御」を中心に、栽培現場での工夫から省力化につながるよう考えた動作シナリオを積み重ねたもので、特に難しいものではありません。しかし、馴染みのない皆さんの中には、まず「どんな設定にすれば何がどうなるのか、さっぱりわからない」ので、導入すべきかどうか判断できないという方もおられるでしょう。

本研究コンソーシアムでは、気象条件の異なる地域やそれぞれの品種に合った運転方法を明らかにするため、生研支援センターの支援を受けてYoshiMaxの実証研究を実施しています。このたび、その途中経過を踏まえて、「イチゴ栽培に何が重要でYoshiMaxに何ができるのか」を簡単にこのパンフレットにまとめました。まずは、複合環境制御に取り組んでみたいと考えている皆さんが、イチゴの高品質・多収を実現するためのヒントになれば幸いです。

平成31年1月

岡山大学農学部 吉田裕一

目次

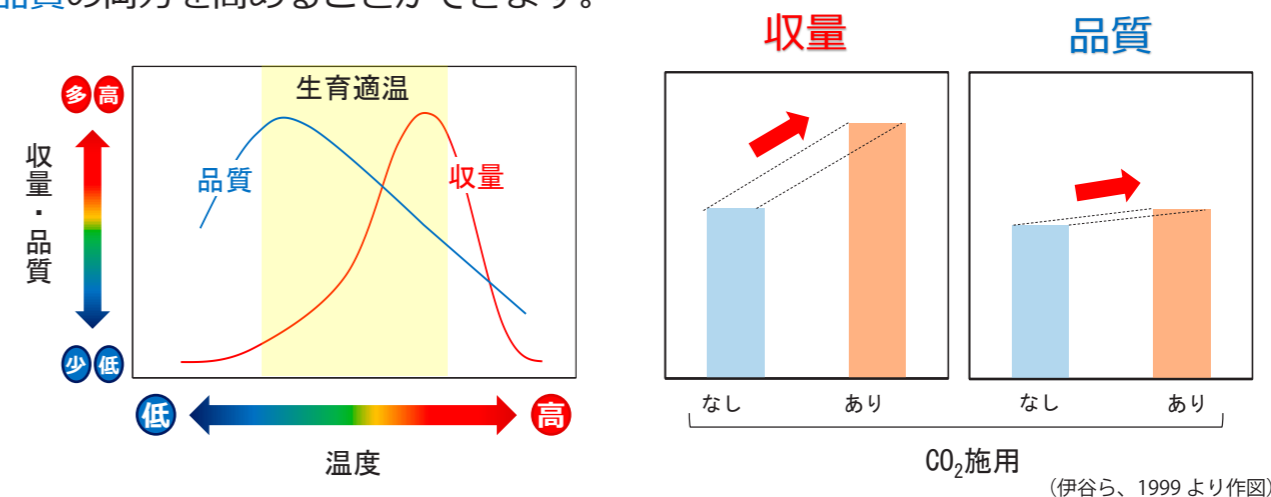
1. 収益向上のための戦略-高収量・高品質化と低コスト化-
2. 温度管理について
3. CO₂管理について
4. 肥培管理（養液栽培）について
5. 複合環境制御装置YoshiMaxとは
6. YoshiMax導入時の栽培システム構成例



1. 収益向上のための戦略-高収量・高品質化と低コスト化-

収量と品質の向上による収益の向上

イチゴの生産で収益を向上させるためには、**品質の良い（ばらつきの少ない）果実をより多く収穫**することがポイントです。栽培温度を生育に適した温度域内で高めに保ち、そこにCO₂施用を効率よく組み合わせることで、**収量と品質**の両方を高めることができます。



コストの抑制

収益を向上させるためには、資材にかかるコストを抑制することが重要です。例えば、栽培槽をハンモック式から角型プランターに、また、角型プランターから**丸型プランター**に変更することで、使用する培地量を減らし、コストを削減することができます。



ハンモック



角型プランター

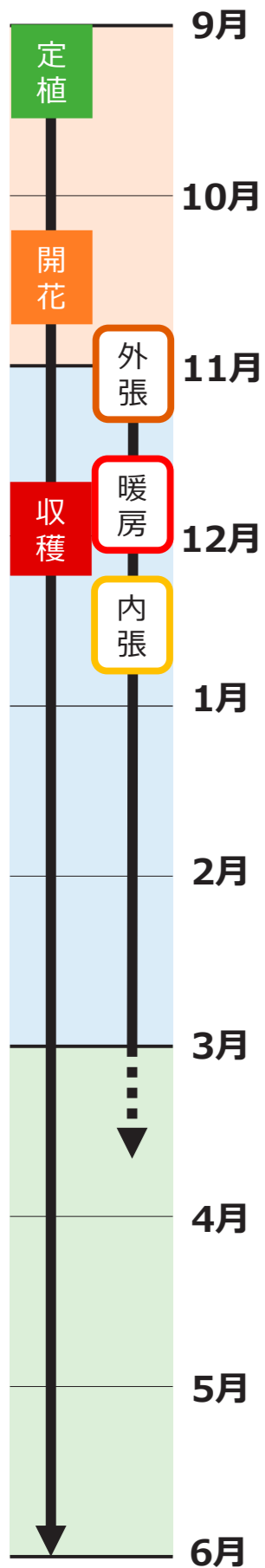


丸型プランター

	ハンモック	角型プランター	丸型プランター
1株当たりの栽培槽価格	24円	63円	35円
(1m当たりの株数)	(10)	(10)	(12)
1株当たりの培地量	4.00 L	2.75 L	1.50 L
10a当たりの金額	798,000円	884,125円	481,250円
<small>※10aあたり7,000株定植時</small>			
<small>※※ピートモス200L当たり4,500円で試算</small>			

(P14-15 参照)

2. 温度管理について



9～10月

- 日中・夜間ともに低めの温度管理を心掛ける。
- ✓ 一季成り性品種のイチゴは低温短日条件で花芽分化する。
- ✓ 第1次腋花房の花芽分化促進のために、できる限り涼しくする（日平均気温20℃以下）。

11～2月

- 日中の温度 … 20～25℃を目安に管理。
- ✓ ミツバチの訪花活動は20～25℃で旺盛。
- 夜間の温度 … 5～12℃を目安に管理。
- ✓ 日射量と日照時間が少ない冬季は、草勢を維持し、休眠を防ぐために暖房する。
- ✓ 省エネルギーのため、開閉式の内張りカーテンを用いて暖房費の削減を図る。

▶ イチゴ栽培の温度管理では、①低温短日条件で花芽分化すること、②日中は授粉昆虫が活動できる温度に保つこと、③冬季は、休眠に入らない温度に保つことなどに留意する。

①低温短日条件で花芽分化すること、②日中は授粉昆虫が活動できる温度に保つこと、③冬季は、休眠に入らない温度に保つことなどに留意する。

3～5月

- 日中・夜間ともに低めの温度管理を心掛ける（特に4月以降）。
- ✓ 夜間の冷え込みが厳しい日は暖房が必要。
- ✓ 日平均温度が上昇し、日長が長くなり、花芽分化が停止しやすくなるため、できる限り涼しくする。

ミツバチを考慮した日中の温度管理

晴天



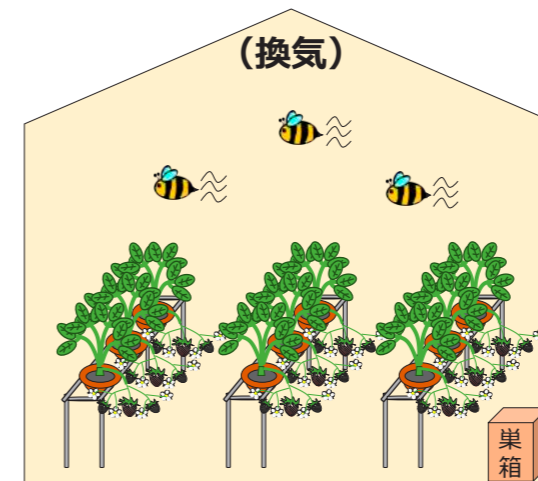
暖房無しでも、ハウス内の温度が高くミツバチの活動が旺盛。高温にならないよう換気で温度調整する。

曇雨天

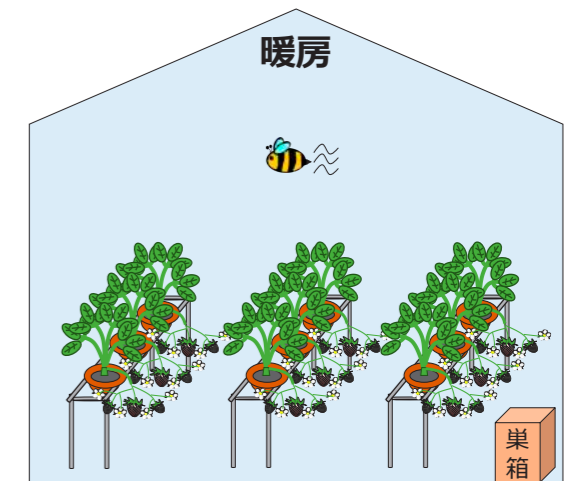


ハウス内の温度が上がらないので、ミツバチの活動が低下。暖房で温度を高める。

(換気)

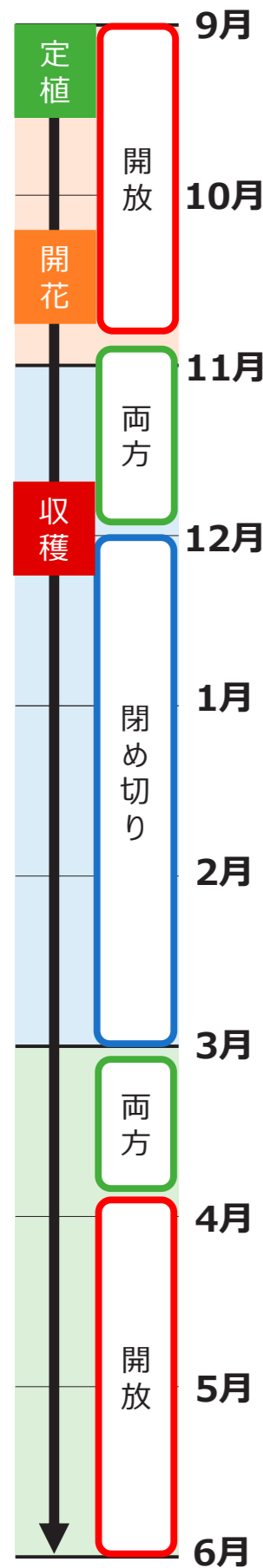


暖房



3. CO₂管理について

- タイマー制御 …………… 時間帯を決めてCO₂を施用。無駄を防ぐため、早朝～午前中の換気が行われない時間に使用。
- 濃度制御 …………… ハウス内のCO₂濃度に基づいてCO₂を施用。無駄な施用を減らせるが、制御装置が必要。



9～10月 & 4～5月

- 温度を下げるために、側窓・天窓を開けたり、換気扇を使用することで、ハウスを開放する。
- ✓ ハウスが開放されて外気からCO₂が供給されるため、CO₂施用を行わない場合が多い。

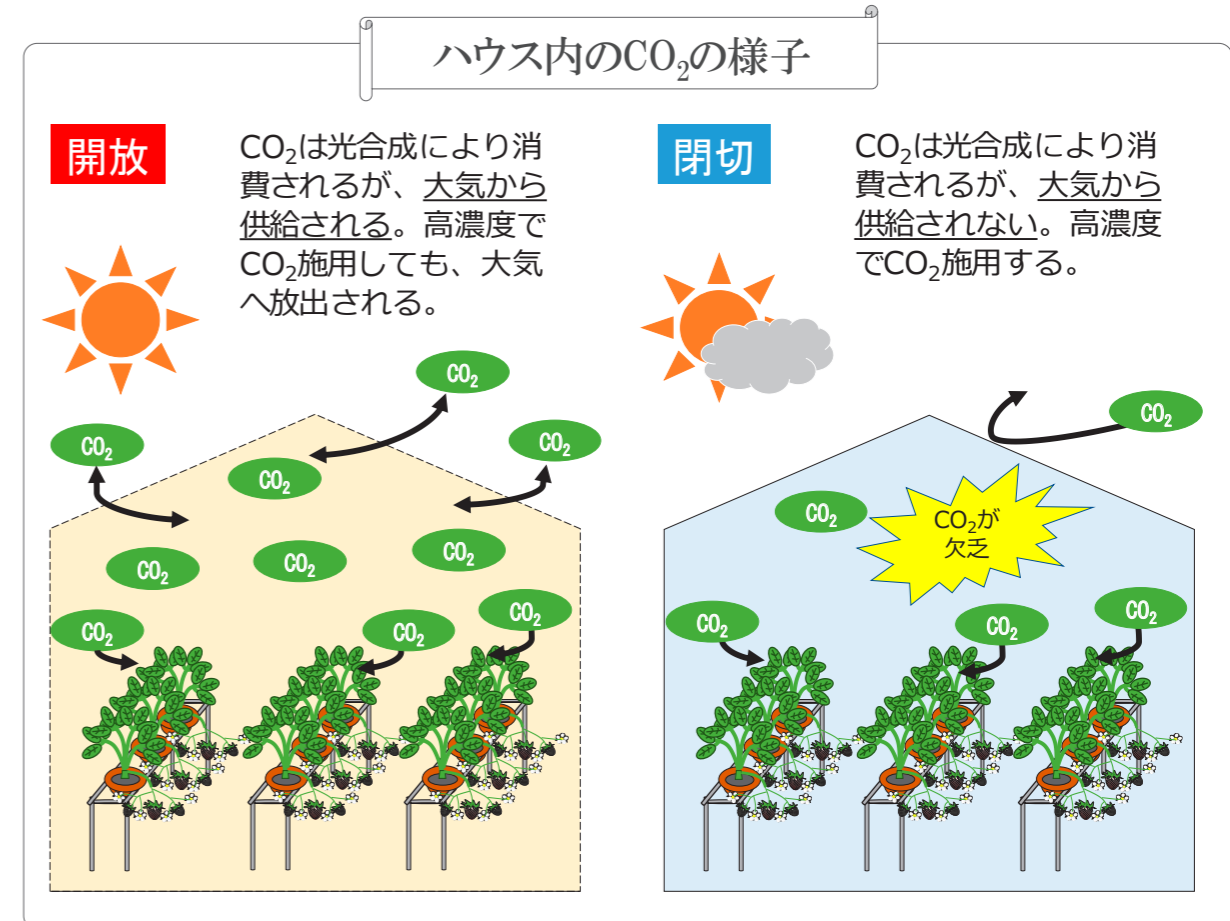
12～2月

- 日中
 - ① 閉め切り時 …… 高濃度でCO₂施用する。
 - ② 日中晴天時 …… 低濃度でCO₂施用する。
- ✓ 日中の閉め切り時、外気からのCO₂供給がなく、ハウス内のCO₂濃度が低下する。
- ✓ 日中閉め切り時は無駄なくCO₂施用できるので、高濃度で施用する。
- ✓ 頻繁に換気が行われる日中晴天時は、ハウス内のCO₂濃度が外気並みに保たれるように、低濃度でCO₂施用する。

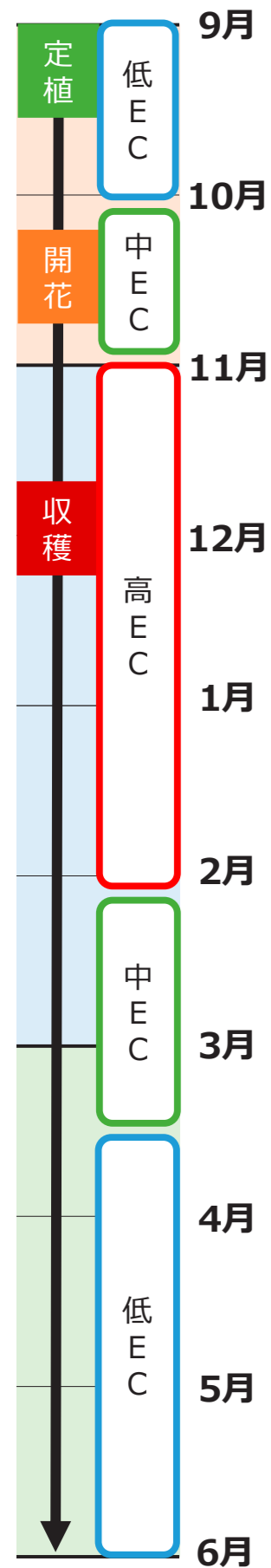
- 夜間 …… 閉め切って、CO₂施用しない。
- ✓ 夜間にイチゴは光合成せず、呼吸のみ行うのでハウス内のCO₂濃度は高まる。

11月 & 3月

- 日中
 - ① 日中晴天時 …… 低濃度でCO₂施用する。
 - ② 閉め切り時（寒い日） …… 高濃度でCO₂施用する。
- ✓ 換気扇などを温度で自動制御した場合、天気が悪いと一日中閉め切られる日がある。
- 夜間 …… 閉め切って、CO₂施用しない。



4. 肥培管理（養液栽培）について



9月 & 3~5月

■ 培養液のECを低め ($0.6 \sim 0.8 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$) にして、給液量を増やす。

✓ 温度が高くて日射量も多く、イチゴの蒸散量が増えるため、給液量を多くする。

✓ イチゴの吸水を促進し、また、肥料過多になるのを防ぐために、培養液のECは低めにする。

11~1月

■ 培養液のECを高め ($0.8 \sim 1.2 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$) にして、給液量を減らす。

✓ 温度が低くて日射量も少なく、イチゴの蒸散量が減るため、給液量を減らす。

✓ 吸水量が少ない中で必要な肥料分をイチゴに吸収させるために、培養液のECは高めにする。

- イチゴは耐塩性が低いため、培養液のECは $0.6 \sim 1.2 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 程度で管理する。
- 排水率（排水量／給液量）が20～30%となるように給液する。

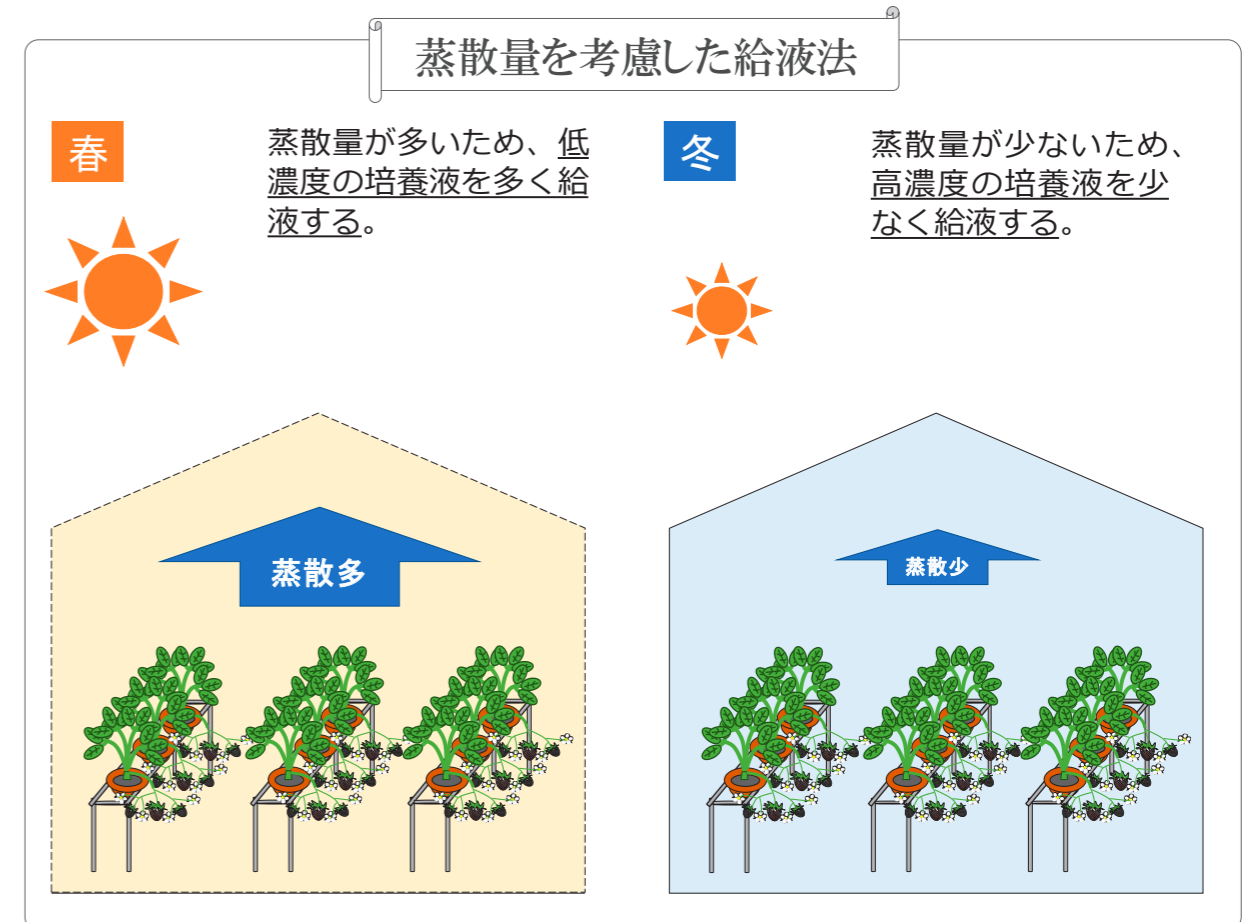
10月 & 2月

■ 10月 … 培養液のECを中程度 ($0.7 \sim 1.0 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$) に上げ、給液量は維持する。

✓ 10月は温度と日射量が徐々に下がるが、株が大きくなるため、イチゴの蒸散量の変化は小さいが、養分吸収量は徐々に増える。

■ 2月 … 培養液のECを中程度に下げ、給液量をやや増やす。

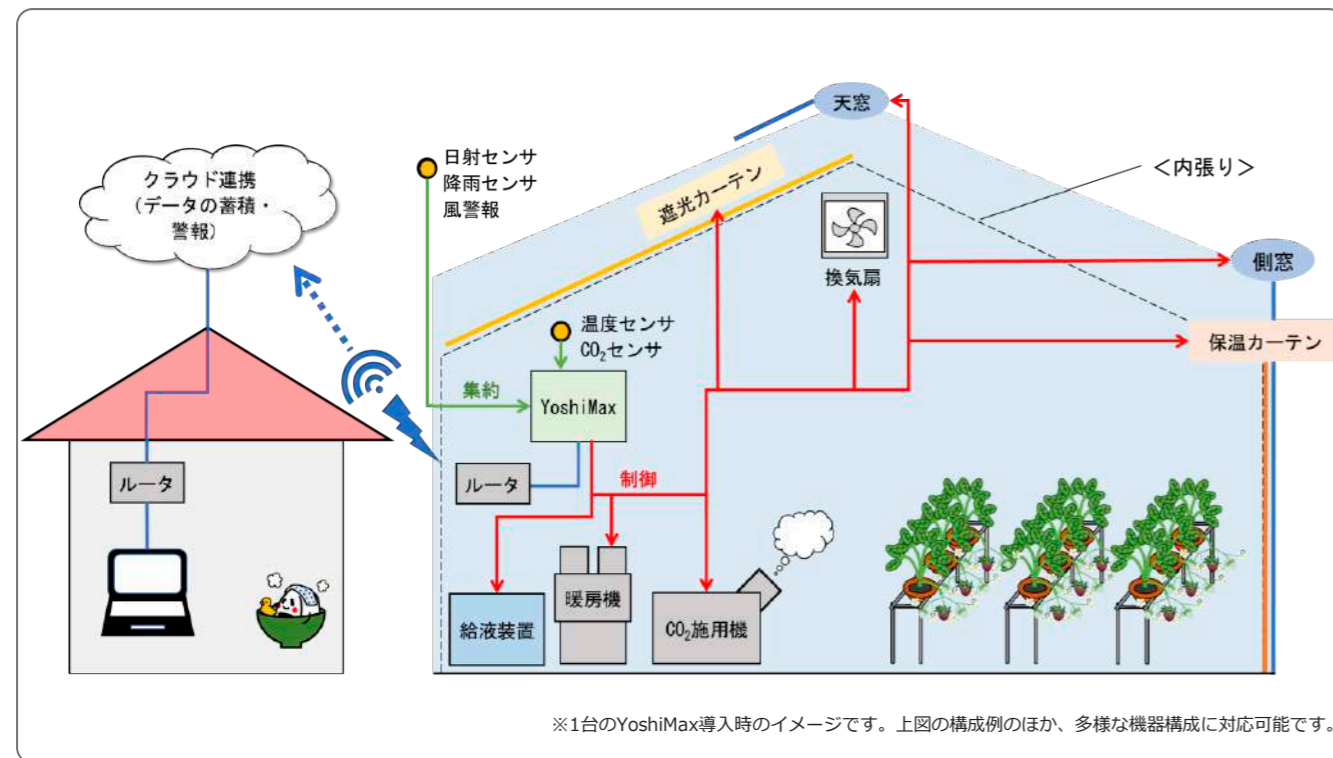
✓ 2月は温度が低いものの、日射量が徐々に増えるため、イチゴの蒸散量も徐々に増える。



5. 複合環境制御装置YoshiMaxとは

YoshiMaxにできること

YoshiMaxはハウス内に設置したセンサーによりモニタリングした環境データを集約し、YoshiMaxに接続した各種機器を**自動協調運転**させることができます。動作設定や現在の環境と制御状況の確認は、LANケーブルで接続したPCから行います。また、クラウド連携（別途、ルータとクラウドサービスの契約が必要）した場合、自宅にいながらハウス内の環境をモニタリングことができ、さらに、クラウド上でデータを一元管理するため、過去のハウス内の環境をいつでも知ることができます。

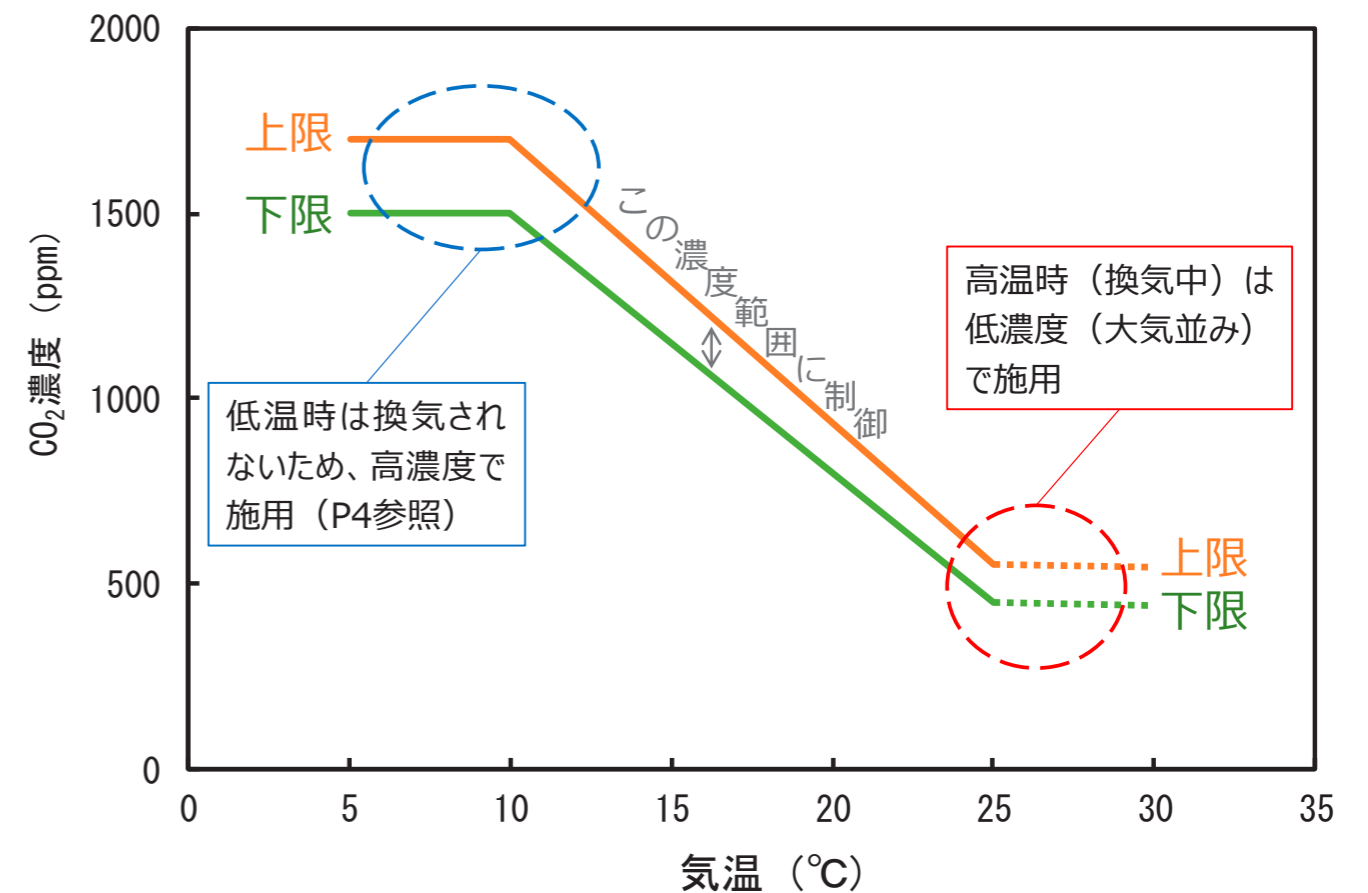


(YoshiMaxユーザーガイドより転載、一部改変)

温度とCO₂の複合環境制御

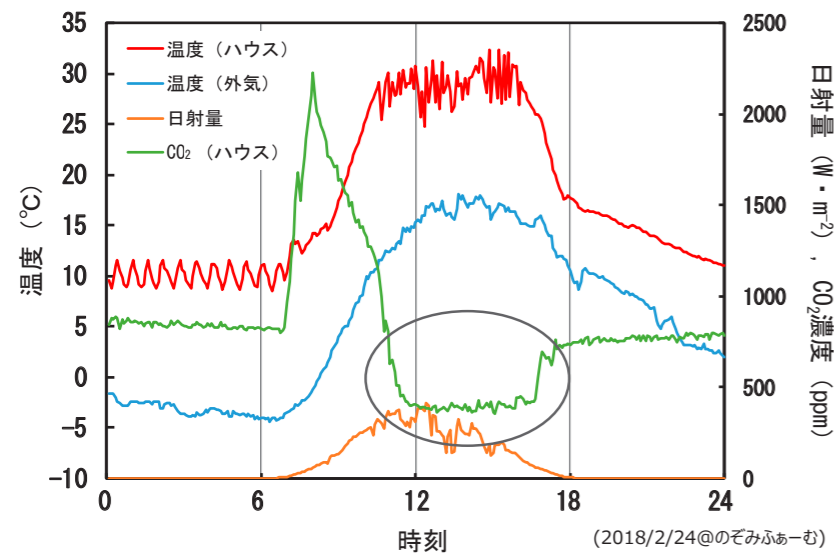
YoshiMaxでは、暖房機と換気装置（換気扇や側窓、天窓など）をまとめて制御することで効率よく日中のハウス内のCO₂濃度を高めることができます。さらに、燃烧式のCO₂施用機を補助暖房として上記の制御に組み込むことで、ハウス内の温度とCO₂濃度の維持をより効率化できます。

YoshiMaxによる 日中のCO₂制御イメージ



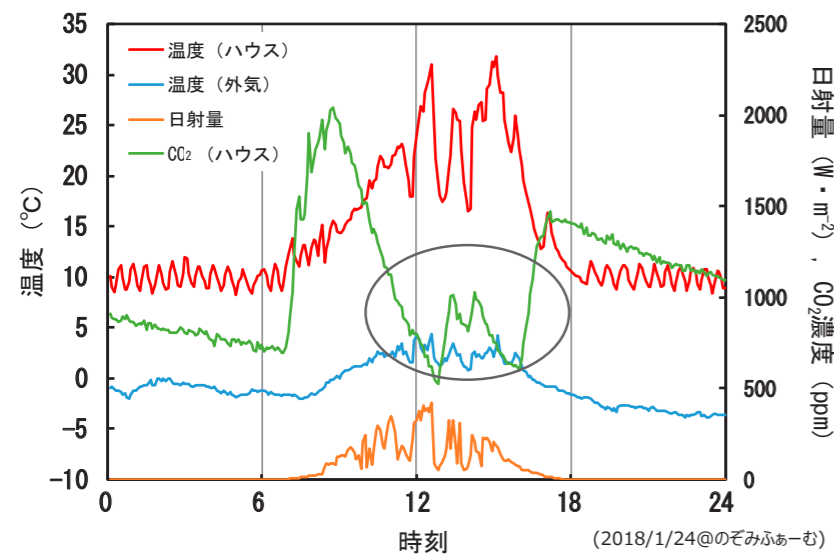
〈気温別CO₂設定濃度〉

例1) 晴天日 (換気扇が頻繁に動く)



天気が良くハウス内の温度が高くなる
↓
温度を下げるために、換気扇が頻繁に動く
↓
CO₂施用の無駄を避けるため、日中のCO₂濃度を外気並みに維持する

例2) 曇り時々晴れ (日中に換気扇が時々動く)

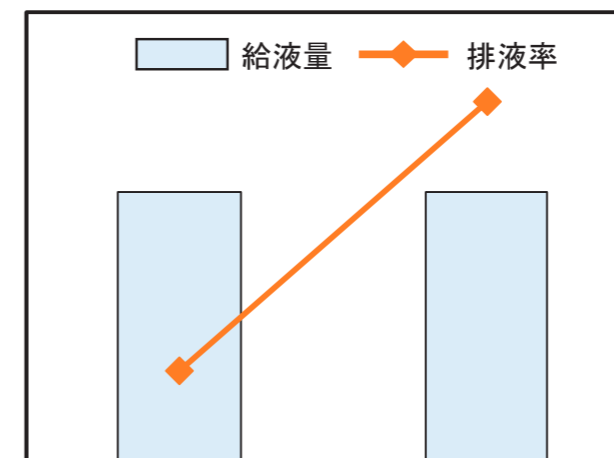


日中、曇りの時間が長い
↓
晴れ間になり、温度が高くなると換気扇が動かない (時々動く)
↓
日中のCO₂濃度を外気より高く維持しても、施用の無駄が少ない

日射比例給液制御

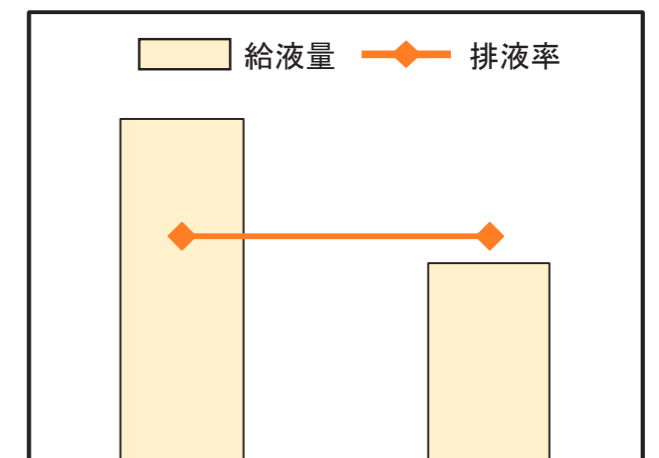
養液栽培では多くの場合、培養液の給液をタイマー制御により行いますが、①晴天日に給液不足に陥り、光合成の妨げになったり、培地に塩類が集積して、生育不良になることがある (最悪の場合枯れる)、②曇雨天日に給液が過剰となる (排水が多くなり、肥料の無駄と環境への負荷が大きい) といったことが起こります。YoshiMaxでは、その日の日射量に応じて給液を行う日射比例給液ができます。これにより、その日の天候に合わせてタイマーの設定を変更するといった手間なく、イチゴに必要な量の給液を無駄なく行えます。

タイマー給液



晴天日 曇雨天日

日射比例給液



晴天日 曇雨天日

排水率 ... 給液量に対する排水量 (植物に吸収されず流れた液量) の割合。低すぎると給液不足の可能性があり、高すぎると無駄が多いことを示す。

培養液の供給量が均一でない、生育のばらつきの原因となるため、ポタンドリッパーを用いることが望ましい (P14-15参照)。



YoshiMaxによる複合環境制御の例 (@のぞみふぁーむ)

YoshiMaxを使って環境を適切に管理するためには、下表のように機器・装置類（換気扇、 暖房機など）を動かす設定を時期別・時間帯別に決める必要があります。

(時刻)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
9月～	換気扇ON 天窓/側窓 開 暖房ON CO ₂ 施用	35℃以上 10℃以上（原則開放） 終日off 終日off																							
10月下旬～ (開花 はじめ頃)	換気扇ON 天窓/側窓 開 暖房ON CO ₂ 施用				28以上				35以上		35以上		27以上		27以上		28以上					28以上			
					13以上				30以上		30以上		20以上		17以上		25以上					13以上			
					9以下				9以下		12以下		9以下		9以下		9以下					9以下			
					off				on		on		on		on		off					off			
11月上旬～ (最低気温 10℃未満)	換気扇ON 天窓/側窓 開 暖房ON CO ₂ 施用				28以上				27.5以上		27.5以上		25.5以上		26以上		27以上					28以上			
					30以上				30以上		30以上		30以上		30以上		30以上					30以上			
					9以下				12以下		14以下		14以下		14以下		14以下					9以下			
					off				on		on		on		on		on					off			
2月上旬～	換気扇ON 天窓/側窓 開 暖房ON CO ₂ 施用				28以上				27.5以上		27.0以上		25.5以上		26以上		27以上					28以上			
					30以上				30以上		30以上		30以上		30以上		30以上					30以上			
					8以下				12以下		14以下		14以下		14以下		14以下					8以下			
					off				on		on		on		on		on					off			
3月中旬～ (最高気温 20℃未満)	換気扇ON 天窓/側窓 開 暖房ON CO ₂ 施用				28以上				27.5以上		27以上				28以上		27以上					28以上			
					28以上				30以上		30以上				22以上		25以上					28以上			
					8以下				10以下		10以下				12以下		12以下					8以下			
					off				on		on				on		on					off			
4月上旬～ (最低気温 8～15℃)	換気扇ON 天窓/側窓 開 暖房ON CO ₂ 施用				30以上				27.5以上		28以上		28以上		28以上		30以上					30以上			
					10以上				30以上		27以上		18.5以上		17以上		10以上					10以上			
					9以下				9以下		9以下		9以下		9以下		9以下					9以下			
					off				on		off		off		off		off					off			
4月下旬～ (最低気温 14℃以上)	換気扇ON 天窓/側窓 開 暖房ON CO ₂ 施用	35以上 10以上（原則開放） 9以下 終日off																							

赤字は設定変更が行われたことを示す

6. YoshiMax導入時の栽培システム構成例

10 a (20×50 m) ハウス、7000株定植の場合

ハウスの形状やベッド位置、配管の状況によって変動します。掲載品以外を使用する場合は接続・動作を確認 してください。

用途	品名	メーカー/販売元	型式、規格等	個数	単位	参考単価 (定価)	合計金額	
複合環境制御装置	複合環境制御装置*	三基計装	YoshiMax	1	台	¥980,000	¥980,000	
換気装置	側窓換気	くるファミAceⅢ	誠和	1	式	¥100,000	¥100,000	
	谷換気	ウインドリーマー	誠和	2	式	-	-	
	換気扇	施設園芸専用換気扇	フルタ電機	1	式	¥531,000	¥531,000	
暖房	ハウス加温機	ネポン	HK3027-TCV (A重油焚)	1	台	¥3,000,000	¥3,000,000	
CO ₂ 施用	光合成促進機タンセラ*	バリテック新潟	TC2000-S、C-1R (中継BOX)	1	台	¥276,000	¥276,000	
例 1	給液	よくばりタイマーⅢ*	住化農業資材	8chタイプ	1	台	¥120,000	¥120,000
	液肥混入	液肥混入機ドサトロン	ドサトロン	DR-7	2	台	¥110,000	¥220,000
例 2	給液+液肥混入	液肥混入機	OATアグリオ	TT750	1	台	¥500,000	¥500,000
原水タンク	ホームローリー	スイコー	500L、黒色	1	個	¥15,000	¥15,000	
圧送ポンプ	サンソー浅井戸ポンプ	三相電機	PAZ-2531BR、単相100V60Hz、押上揚程19m	1	台	¥67,000	¥67,000	
原液タンク	スイコーMH型容器50L	スイコー	MH-50BL、ふた付き、黒色	2	個	¥10,000	¥20,000	
電磁弁	ソレノイド付コントロールバルブ*	ネタフィム	DC24V用、径3/4インチ、樹脂製	10	個	¥9,000	¥90,000	
ポタンドリッパー 一式 (推奨)	アーカルディスクフィルター	ネタフィム	1インチショート、120メッシュ	2	台	¥7,500	¥15,000	
	ポタンドリッパー (赤)	ネタフィム	吐出量2L/H (1.0bar)	1750	個	¥40	¥70,000	
	ポタンドリッパー用スタビライザー	ネタフィム		1750	本	¥20	¥35,000	
	3×5mmチューブ用ティー・バーブコネクター	ネタフィム		875	個	¥20	¥17,500	
	3×5mmSSPEチューブ	ネタフィム	3×5mm、黒色、1巻100m	9	巻	¥4,000	¥36,000	
	ポリエチレンパイプ	ネタフィム	外径20mm、肉厚1.2mm、黒色、1巻100m	8	巻	¥9,800	¥78,400	
	プラシム・ワンタッチ継手	ネタフィム	オス・カップリング、20mm×3/4インチ	15	個	¥360	¥5,400	
栽培槽関連 (推奨)	丸型プランター	ヴァンテック	ボールポット10号	1750	個	¥140	¥245,000	
	pH未調整ピートモス	イワタニアグリグリーン	BP-1粗目	50	袋	¥4,500	¥225,000	
	炭酸苦土石灰	(不問)		5	袋	¥2,000	¥10,000	
	OATハウス1号	OATアグリオ		50	袋	¥5,000	¥250,000	
	OATハウス2号	OATアグリオ		50	袋	¥5,000	¥250,000	

*YoshiMax導入時に追加の必要があると想定されるもの。

**YoshiMax設置時には別途工事費用等が必要。

<参考文献>

Yoshida, Y., Y. Morimoto and K. Yokoyama. 1997. Soil organic substances positively affect carbon dioxide environment in greenhouse and yield in strawberry. J.Japan.Soc.Hort. Sci. 65: 791-799

伊谷慈博, 原 圭美, ワサナ ナ ファン, 藤目幸擴, 吉田裕一. 1999. ピートバッグ栽培におけるイチゴの収量, 果実品質と養水分吸収に及ぼすCO₂施用と栽植密度の影響. 生物環境調節. 37: 171-177

農文協編. 2004. 野菜園芸大百科第2版 イチゴ. 社団法人農山漁村文化協会. 東京.

近畿中国四国農業研究センター環境保全型野菜研究領域 (綾部研究拠点). 2013. 高温期の花成誘導に貢献するイチゴ高設栽培の気化潜熱利用培地冷却技術.

高収益イチゴ経営を目指して 複合環境制御装置YoshiMax導入パンフレット

発行・編集 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

西日本農業研究センター 山中良祐、矢野孝喜、吉越 恆

〒765-8508 香川県善通寺市仙遊町 1 - 3 - 1

Tel : 0877-62-0800 (代表)

