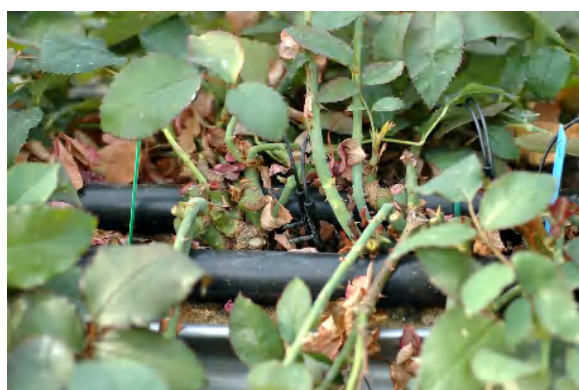
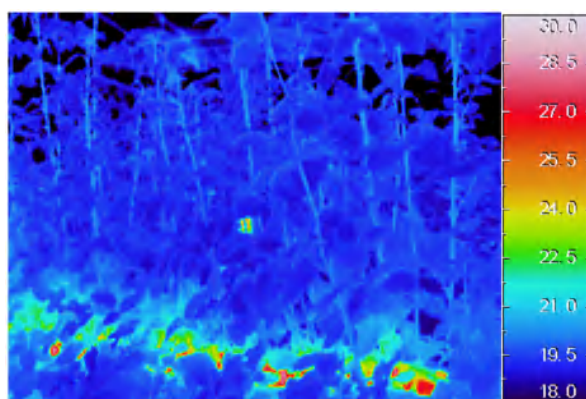


新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業(平成21～23年度)

省エネルギー高生産を目指した バラ株元加温技術

導入マニュアル



平成24年2月

神奈川県農業技術センター
(独)農研機構 近畿中国四国農業研究センター
日本大学
ネポン株式会社

目 次

	(頁)
1 研究の背景と目的	1
2 バラ株元加温とは	2
3 システムの特徴・効果	
(1) 株元加温の効果	3
(2) 室温を下げた時の株元加温の効果	4
(3) 株元加温導入による省エネルギー効果	5
(4) 最適な循環水温	6
(5) 品種の選定	6
4 実用的なシステム	
(1) 株元加温設置の必要部材	7
(2) 温水供給装置	7
(3) 熱源（エネルギー源）	8
(4) ヒートポンプチラーの経済性	9
(5) 温湯パイプの素材	10
(6) 放熱効果	11
(7) 配管システム	12
(8) 配管方法とエア抜き	13
(9) 具体的なパイプの設置方法	14
5 植物生理から見た株元加温の効果	16
6 生産者実証事例	17

1 研究の背景と目的

バラは花き園芸の中でも加温温度が高い作目の一つであり、温室内を18℃に保って栽培するのが一般的です。そのため、多大な石油燃料が必要となり、経営を圧迫しているのが現状です。そこで新たな加温技術として株元を局所的に加温し、暖房費を削減しつつ、生産性及び品質の確保を目的とするシステムの開発に取り組みました。

【背景】

バラ栽培は冬に温室全体を18℃で加温して栽培

- 【経営環境】
- ・ 多くの燃料が必要
 - ・ 重油価格の高騰
 - ・ 輸入増による販売価格の低迷

【影響】
経営収支
の悪化

- 【農家の対応】
- ・ 低い温度で生産をする
(生産性・品質の低下)
 - ・ 冬期の採花をあきらめる
 - ・ 他の作物へ転換

【研究課題】
暖房費を抑えて生産性、
品質を維持する

株元加温技術（省エネ）の開発

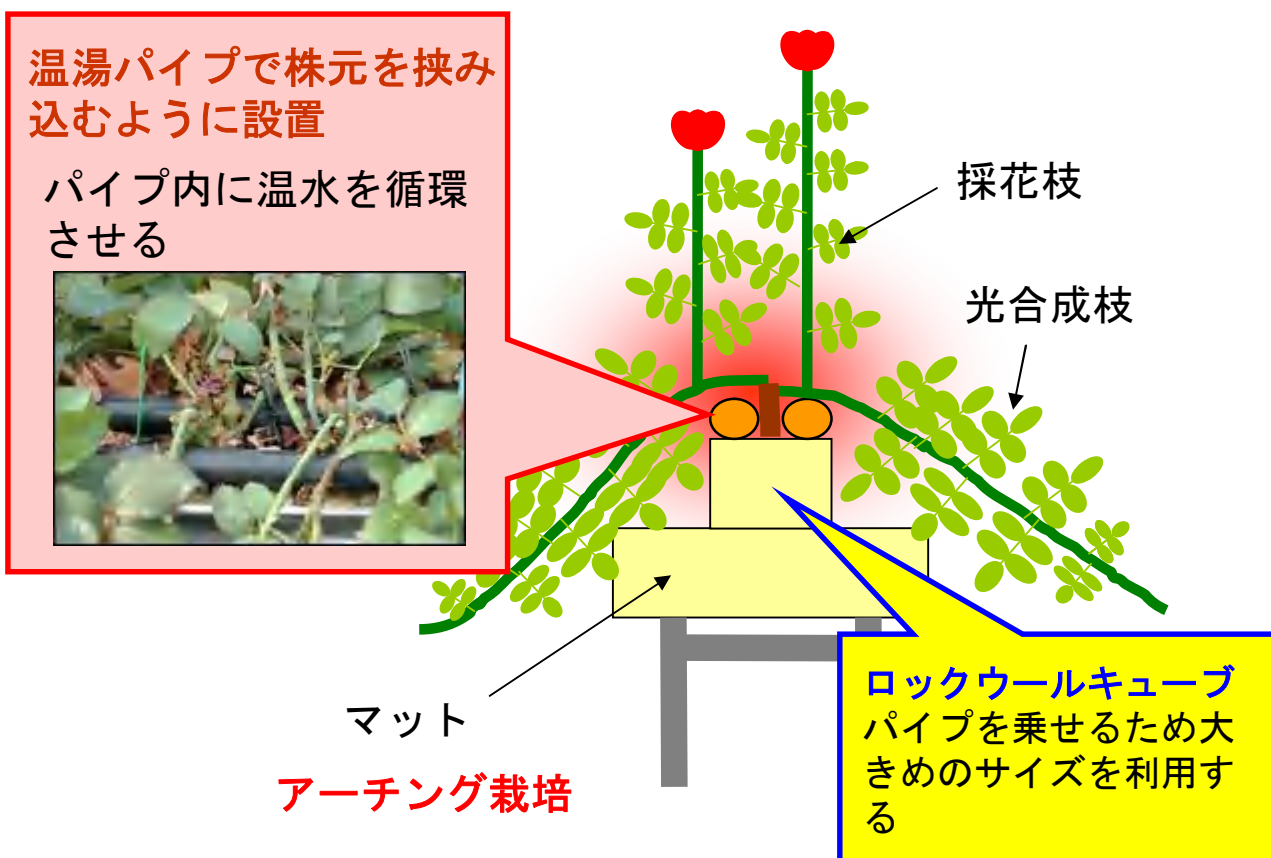
【目標】

- ・ 暖房費の3割削減
- ・ 生産性、品質の維持
- ・ 経費削減による安定したバラ経営の確立

2 バラ株元加温とは

バラの株元加温は、アーチング仕立ての株元に温湯パイプを設置し、その上に光合成枝を折り曲げ、パイプ内に水を循環させ株元を効率的に暖めるシステムです（特開2010-119311）。

アーチング仕立てでは、伸長した枝を折り曲げ、株元より低い位置に光合成枝を配することにより株元付近の芽が頂芽となり、出芽・伸長により常に株元付近で採花が行われます。そこで、株元に温湯パイプを設置し、加温した水を循環させることにより、省エネルギーを目的に室温を低下させても局所的に株元付近を最適な温度環境に保つことで切り花の生産性、品質を確保することができます。



株元加温システム図（特開2010-119311）

3 システムの特徴・効果

(1) 株元加温の効果

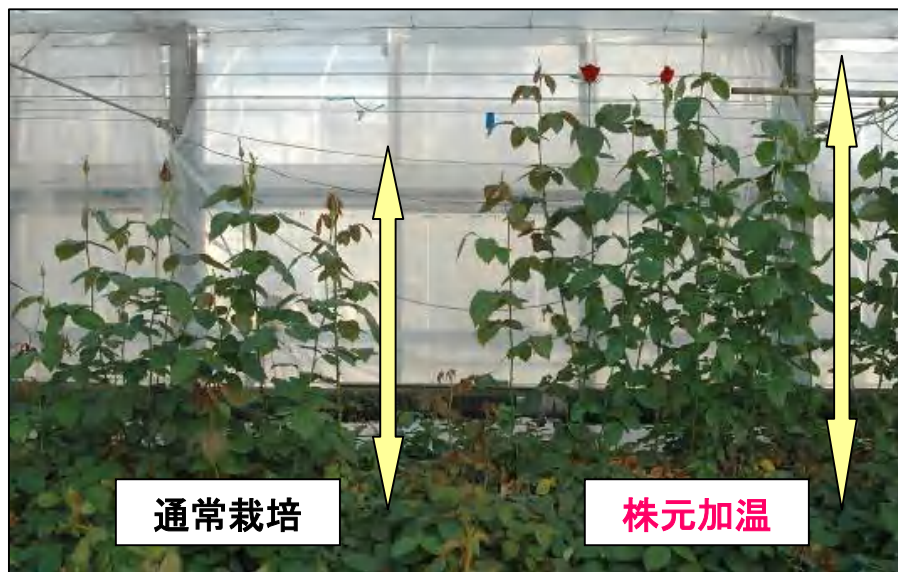
水温30°Cで株元加温を行うと、株元が効率よく加温され、通常栽培と比較して以下のような効果が得られます（栽培品種によって効果は異なります。）

- ・ 到花日数が約3日短縮される。
- ・ 採花本数が2～3割増加する。
- ・ 切り花長が約10cm長くなる。
- ・ 節数が約2節増加する。

室温18°Cにおける株元加温の効果

株元加温	到花日数 (日)	採花本数 (本)	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	節数 (節)
あり	53.7	9.2	99.5	50.3	14.6
なし	56.8	7.1	90.9	48.2	12.7

供試品種：‘ローテローゼ’ 株元加温水温：30°C終日循環
暖房期間及び調査期間：2009年11月～2010年4月

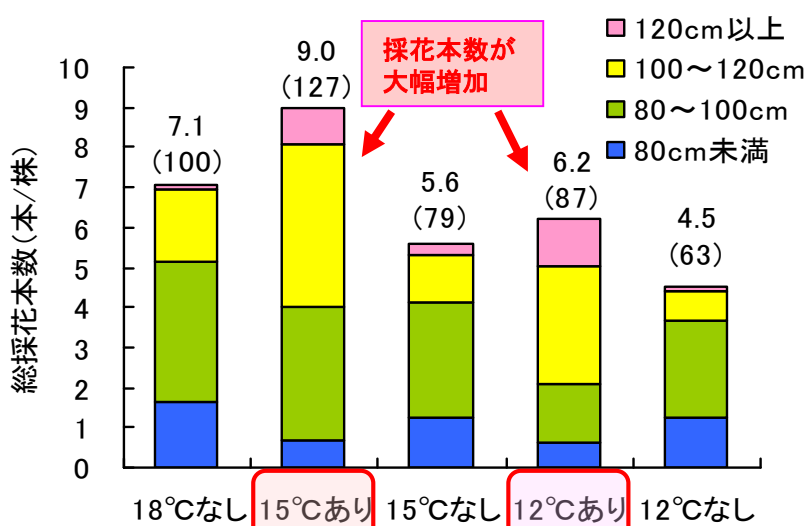


株元加温における茎伸長の違い
(供試品種 ‘ローテローゼ’)

(2) 室温を下げた時の株元加温の効果

室温を通常加温18℃より低い15℃に下げても、株元加温を導入することにより、高い生産性を確保することができます。室温12℃株元加温ありでは、同温株元加温なしに比べ生産性は向上し、通常加温の18℃と比べても大幅な生産性低減はみられません。到花日数は、室温18℃に比べ室温15℃では3日程度、室温12℃では8日程度遅延します。

切り花品質は、室温を低下させると花の大きさが増大し、ボリューム感が増します。



供試品種：‘ローテローゼ’ 株元加温水温：30℃終日循環
暖房期間及び調査期間：2009年11月～2010年4月
() の数値は、18℃株元加温なしを100とした時の比率

室温条件と株元加温の有無における到花日数

室温	株元加温	到花日数
18℃	なし	56.8
15℃	あり	59.8
15℃	なし	63.5
12℃	あり	64.8
12℃	なし	68.1

供試品種、栽培条件は左図と同様

室温条件と株元加温の有無における切り花長別採花本数



室温条件と花の大きさ

供試品種：‘ローテローゼ’

※品種によっては、低温により、花色の変化、花形の奇形を生じることがあるので、注意が必要である（P6参照）。

(3) 株元加温導入による省エネルギー効果

バラの株元加温システムを導入すると、暖房熱量（株元加温の暖房熱量と温室の暖房熱量の和）は、18℃株元加温なし（慣行）と比べ、15℃株元加温ありのときで約2割、12℃株元加温ありのときで約6割削減されます。

採花本数当たりの使用A重油は、18℃株元加温なし（慣行）と比べ、15℃株元加温ありのときで約4割、12℃株元加温ありのときで約5割削減されます。

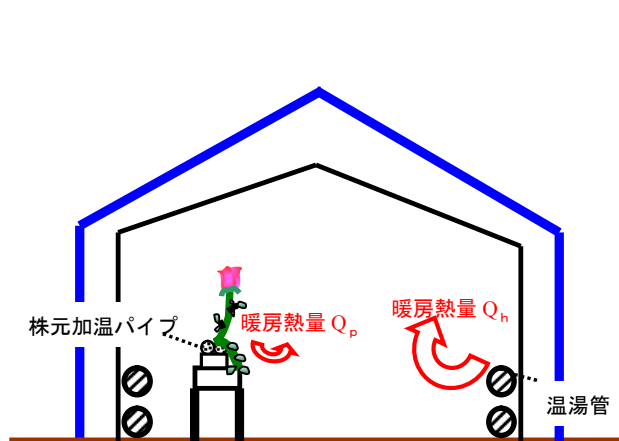
供試温室における投入熱量及びA重油使用量

栽培条件	温室暖房熱量 Q_h (MJ)	株元暖房熱量 Q_p (MJ)	投入熱量 Q_h+Q_p (MJ)	A重油使用量 ² (L)	採花本数 (本)	採花本数当たりの熱量 (MJ/本)
12℃株元加温あり	18,382(75)	11,749	30,131(59)	771	1,736	17.4
15℃株元加温あり	48,082(35)	11,162	59,244(19)	1,515	2,520	23.5
18℃株元加温なし	73,507(0)	0	73,507(0)	1,880	1,988	37.0

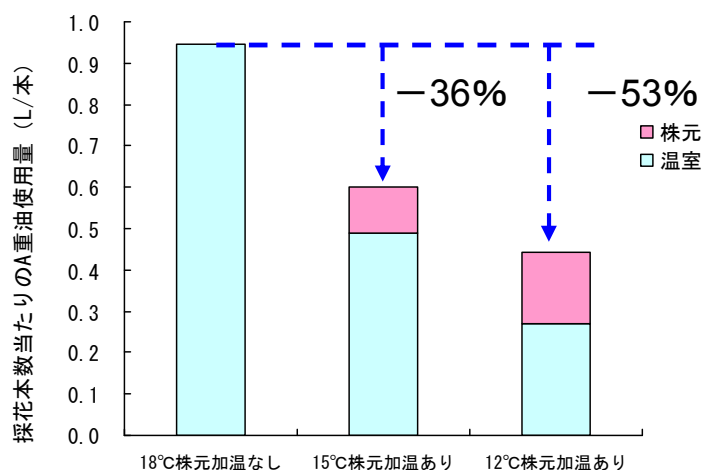
() 内：18℃株元加温なしに対する削減率

算定期間：2009年11月6日～2010年4月30日 試験場所：神奈川県平塚市
試験温室：床面積79 m² 体積290 m³ 株元加温する水温：30℃

² 発熱量39.1 MJ/Lとして算定。投入熱量のすべてをA重油使用として算定



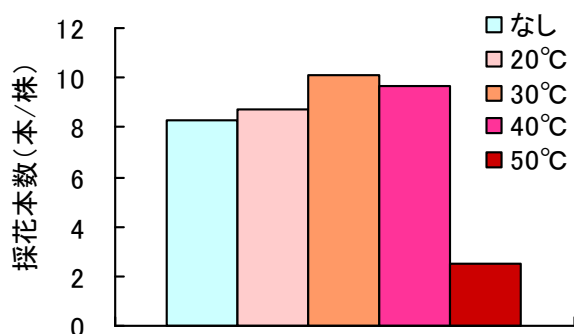
温室へ投入される暖房熱量



採花本数当たりのA重油使用量
2009年11月6日～2010年4月30日

(4) 最適な循環水温

温湯パイプ（ポリエチレン製）の中に通す循環水温は、30～35℃程度が最適です。これより低い水温では株元加温効果は少なく、40℃以上では高温により株が枯死し、切り花長および切り花重等の品質が低下します。



供試品種：‘ローテローゼ’
暖房期間及び調査期間：2010年11月～2011年4月
室温15℃における循環水温の違いによる採花本数



高水温による枝の枯死

(5) 品種の選定

採花本数が増加するとステムの細化、軟弱化する品種がみられます。また、室温が低い環境でバラを栽培すると、品種によっては花色の変化や奇形を生じることがあります。品種特性を把握することが大切です。

花色の変化

赤系は濃くなりやすく、花弁に濃赤斑を生じることがあります。また、黄・オレンジ系は花色が薄くなる傾向にあります。

花形の変化

花の巻きが悪い、花弁の縁に過度なウェーブがのる、花芯が下がる等の症状がみられることがあります。



奇形になった‘ローテローゼ’

4 実用的なシステム

(1) 株元加温設置の必要部材

株元加温のシステムは、熱源、ポンプ、配管類で構成され、以下のような仕様のものが必要です。

部材の仕様、能力等

部材名		仕様、能力等	
		床面積1000㎡	床面積2000㎡
熱源	温水供給装置 (温水機等)	熱出力 20kW以上	熱出力 40kW以上
ポンプ	温水用循環ポンプ	40A 0.4kW	40A 0.75kW
配管類	メイン管 (塩ビ管)	VP40 60m	VP50 120m
	温湯パイプ (ポリ管)	1400m (φ20or φ25mm)	2800m (φ20or φ25mm)
	バルブ、エルボ等	栽培設備に応じて用意	

※栽培面積1000㎡あたり栽培ベッド総延長700mとした場合の目安

(2) 温水供給装置

株元加温では、30～40℃の温水が安定して供給できる温水供給装置を使用します。

- 石油・ガス温水機
- ヒートポンプチラー
- その他温水機

(木質ボイラ、太陽熱温水器等)

能力、設備費、運転経費、操作性、安全性、耐久性などを判断基準として選択します。

(3) 熱源（エネルギー源）

ハウス栽培では石油温水機が広く使用されていますが、設備は安価なものの運転経費は石油価格に左右されます。

一般的には、石油温水機はトータルバランスが良いといえますが、近年、石油価格が上昇して運転経費の負担も大きくなってきています。

それぞれの熱源の特徴をよく理解し、利用環境に適したものを選択することが大切です。



石油温水機

各熱源（エネルギー源）の比較

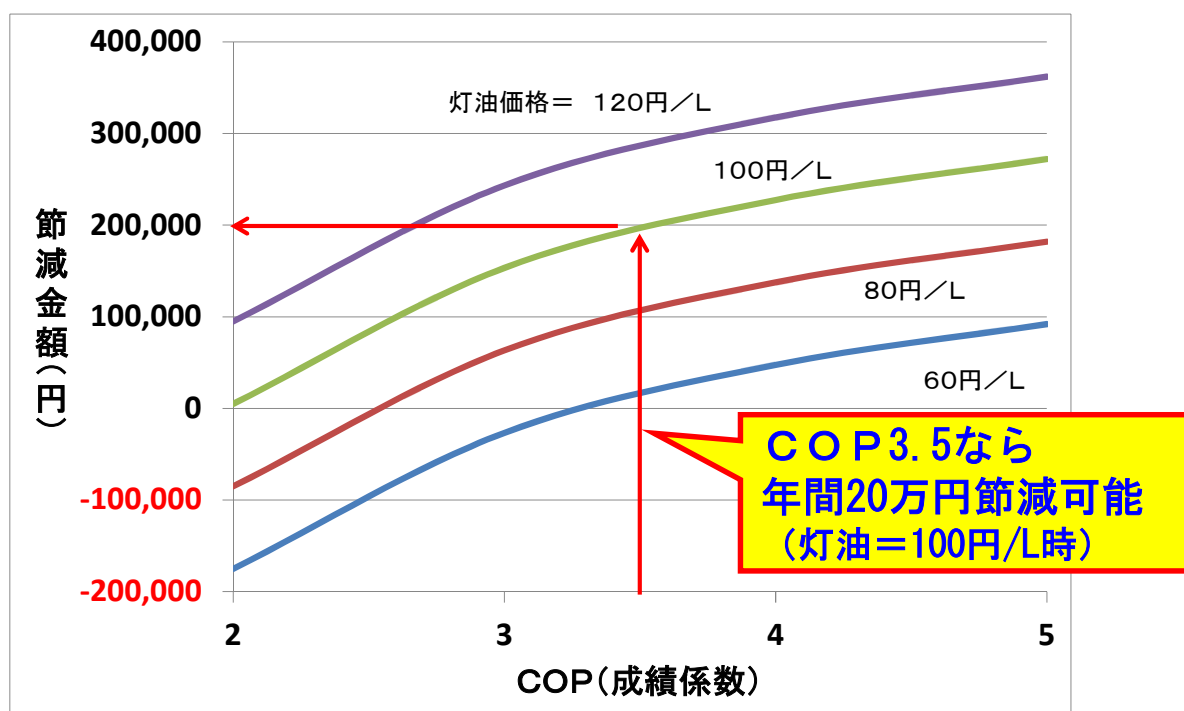
熱源	供給体制	設備費	運転経費	備考
石油	◎	◎	△	最も使いやすい
ガス	○	○	△	地域による価格差大
電気	◎	◎	×	小規模なら電気ヒータも
ヒートポンプチャラー	◎	△	○	熱効率高い
木質ペレット	△	×	△	供給、価格とも地域差大
太陽熱	△	×	◎	熱量確保が課題
温泉熱	×	△	◎	条件あえば魅力あり

脱石油の最有力候補は熱効率の高いヒートポンプチャラーですが、設備費が高いため設備償却が課題です。
再生可能エネルギーは一長一短あって条件次第、一般的とはいえません（今後の技術革新が期待されます）。

(4) ヒートポンプチラーの経済性

ヒートポンプチラーは熱効率が高く、株元加温でも利用が期待されます。ただし、設備費が高いため、運転経費の節減状況をよく吟味して導入する必要があります。

ヒートポンプチラーの性能はCOP（成績係数）によって異なります。COPが高いほど節減額も大きくなります。



灯油価格とCOPによる運転経費の節減金額
※栽培面積1000㎡あたりの年間運転経費試算例

ヒートポンプチラー導入時の注意

ヒートポンプチラーの熱出力やCOPは、使用する気温や水温によって変動します。

一般的に使用される空冷式ヒートポンプチラーでは、外気温が低い時には熱出力もCOPも低下します。

見かけの能力だけで選択すると期待した導入効果が得られないことがあり、慎重な判断が必要です。

(5) 温湯パイプの素材

バラの株元加温には、柔軟性のある安価なプラスチックパイプに温湯を循環させる方法が適していますが、**素材によってはバラのトゲが貫通して破損する危険があります。**

バラのトゲが貫通する割合は、養液栽培などの主管に用いられているポリエチレンパイプが最小（15%未満）でした。実際には、同パイプの貫通に必要な荷重が加わる状態は起こり得ないことから、**十分な強度を持つポリエチレンパイプが株元加温に適しています。**

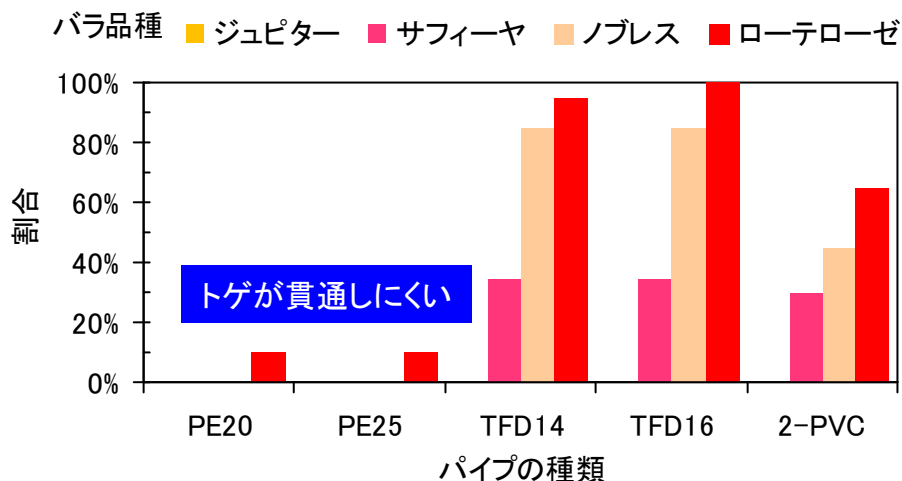


ポリエチレンパイプ

強度を測定したプラスチックパイプ

品名	材質	図表表記	外径 mm	内径 mm	厚さ mm
ポリエチレンパイプ ¹	ポリエチレン	PE20	20.0	16.0	2.0
ポリエチレンパイプ ¹	ポリエチレン	PE25	25.0	21.0	2.0
ドレンホース	ポリエチレン	TFD14	19.0	14.0	0.7
ドレンホース	ポリエチレン	TFD16	21.0	16.0	0.7
軟質塩ビ製2連チューブ	軟質塩化ビニル	2-PVC	12*30	10.0	1.4

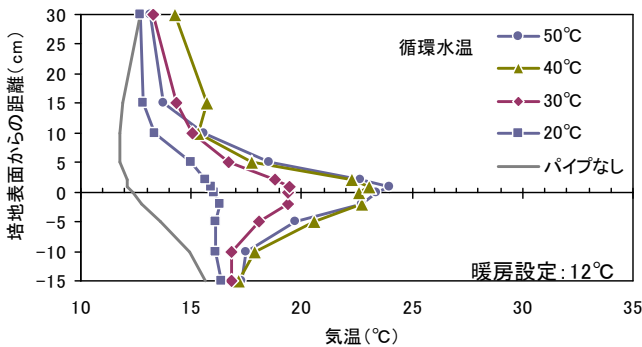
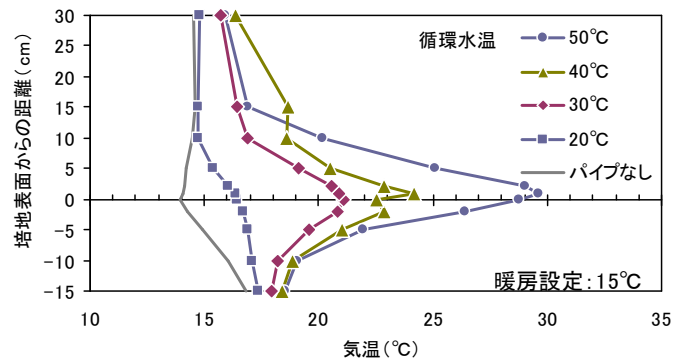
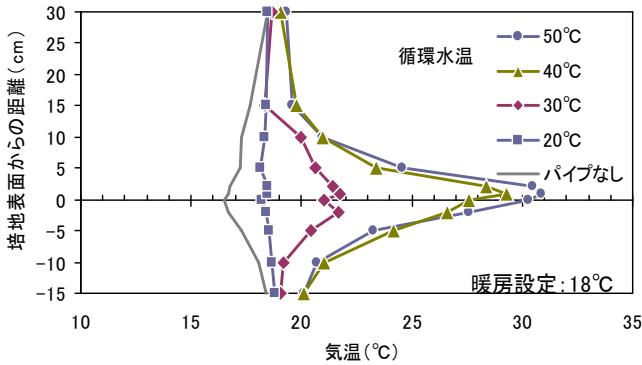
1) 内径・厚さは取扱メーカーにより異なる場合があります



バラのトゲがプラスチックパイプを貫通する割合

(6) 放熱効果

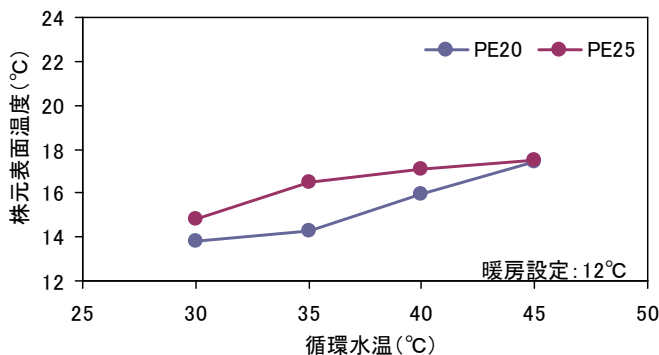
株元にある温湯パイプは、パイプ周辺の温度を局所的に上昇させます。その加温効果はパイプ内の水温と温室全体の暖房設定温度に関係します。



PE25パイプ周辺の垂直温度分布

2月2日から4日の0:00~6:00の平均値
 温湯暖房により温室全体を加温、内張は側面が0.1mmポリエチレン、天井はポリエステル不織布
 栽培品種は‘ローテローゼ’

外径20mm (PE20) と25mm (PE25) のポリエチレンパイプを比較すると、暖房設定温度を18°Cから12°Cに下げた場合、同じ温湯温度でも20mmの細いパイプでは、花芽分化の起こる株元付近の温度上昇に必要な放熱量が不足する可能性があります。



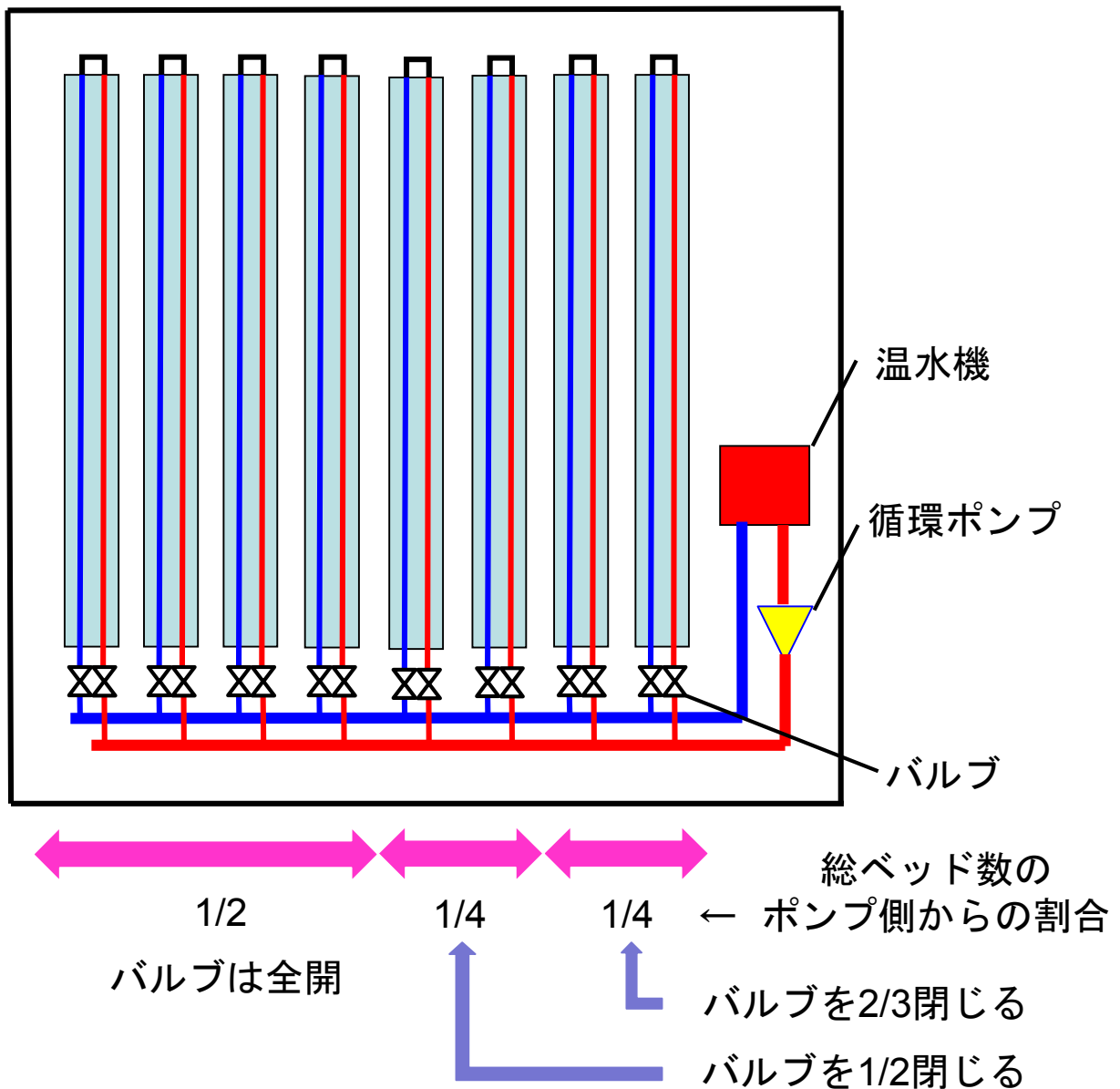
パイプ寸法と株元表面温度

恒温室での室内実験の結果
 栽培品種は‘ローテローゼ’

(7) 配管システム

配管は、温度ムラがおきにくいように、個別の栽培ベッドごとに温湯が流れるようにします。

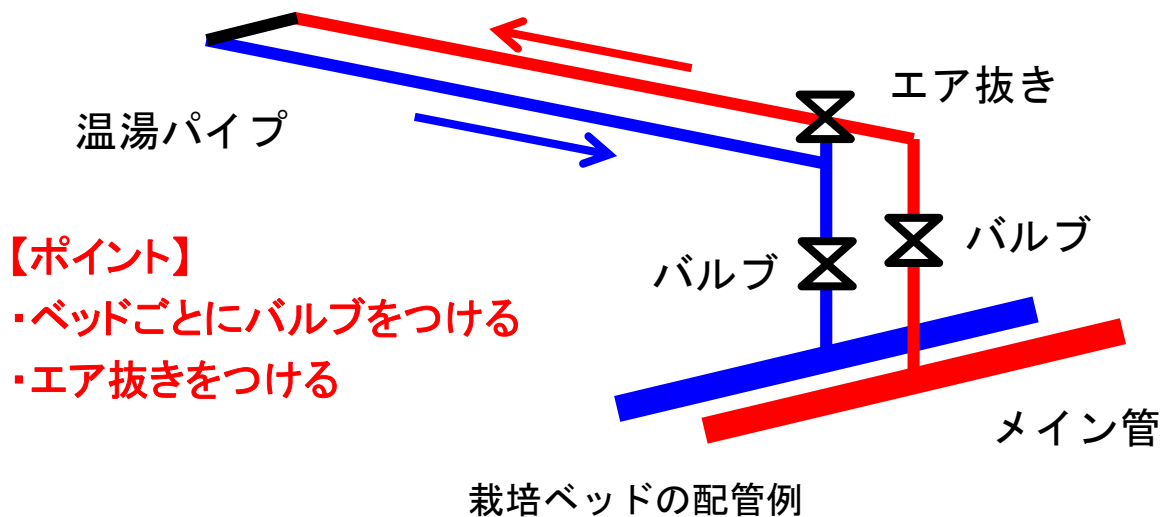
下図のような配管システムでは、流量ができるだけ均一に流れるように、ベッドごとの戻り側のバルブを調整します。



標準配管システムと温湯パイプに均等に流すための調整方法

(8) 配管方法とエア抜き

複数の栽培ベッド全体を加熱する株元加熱では、適切な配管方法で、しっかりとエア抜き作業をすることが必要です。そうしないと配管ごとの流れにムラができ、温度ムラを招いて十分な株元加熱効果を得られなくなります。



エア抜きの手順

- ①全体のベッドを4分割し、1区画だけバルブを開く（全開）
- ②ポンプを最大流量で運転する
- ③エア抜きを開け、ベッドごとの空気を抜く
- ④空気が出なくなったら、次の区画のバルブを全開にする
- ⑤前の区画のバルブを閉め、次の区画のエア抜きをする
- ⑥以降、繰り返し（エア抜き後に前頁のバルブ調整をする）

多系統配管となるため、エア抜き不足による温度ムラが発生しやすくなります。ベッドごとにバルブを入れ、エア抜きを必ずつけます。



(9) 具体的なパイプの設置方法



1 ポリエチレンパイプを固定するためにU字型に加工した被覆番線を用意します。ポリエチレンパイプは巻き癖が強いので、事前にベンチの長さに切り、伸ばしておきます。



2 光合成枝を折り曲げる前の定植苗のキューブにパイプをのせ、株元に添わせ、U字型番線をキューブに挿して固定します。反対側にも同様にパイプを固定し、株を挟むようにセットします。



3 温水機からの配管、パイプの端部にはU字型に加工した塩ビ管を接続します。ポリエチレンパイプ25×21mmにはΦ16の塩ビ管、ポリエチレンパイプ20×16mmにはΦ13の塩ビ管で接続できます。

塩ビ管をU字型に加工するには、砂をぎっしり詰めた塩ビ管に180℃に熱した油をかけ、柔らかくなったところで曲げると、つぶれずにきれいに曲げることができます。





4 設置したパイプの上に光合成枝を折り曲げます。光合成枝は、できるだけパイプに接触するように折り曲げると効果的です。



5 通水するときはエア・ロックを防止するためエア抜きを行います。各ベットの戻り側の配管に、エア抜きのためのバルブを設置し、開閉します。

2条植えの場合



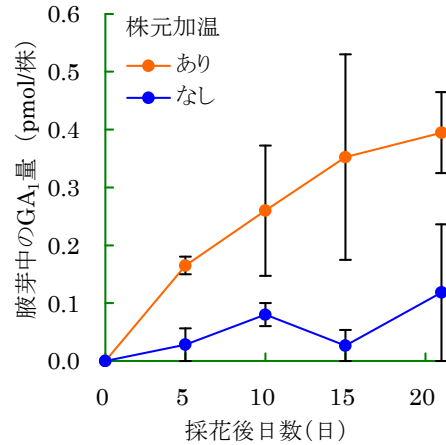
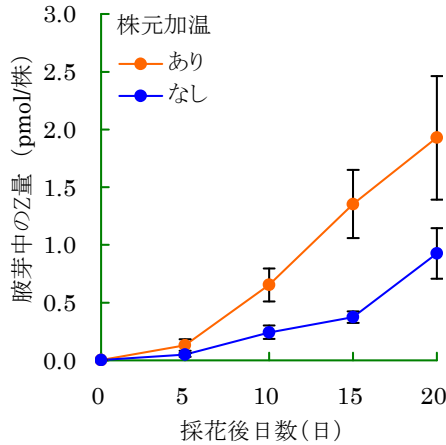
一般的に光合成枝を片側に倒すことから、パイプは倒伏防止の棒の代わりにもなります。苗作りでは、パイプをキューブの上へのせやすいように、穂木を中央からややずらした位置に挿し、伸長した枝がパイプ上にスムーズに倒せるよう、芽を外側に向けて定植するのがポイントです。



ただし、パイプ1本の場合は熱源が減少することから株元加温効果が低減します。また、採光条件が不良の場合は多く出た芽が、細く軟弱に育つこともあるので注意が必要です。

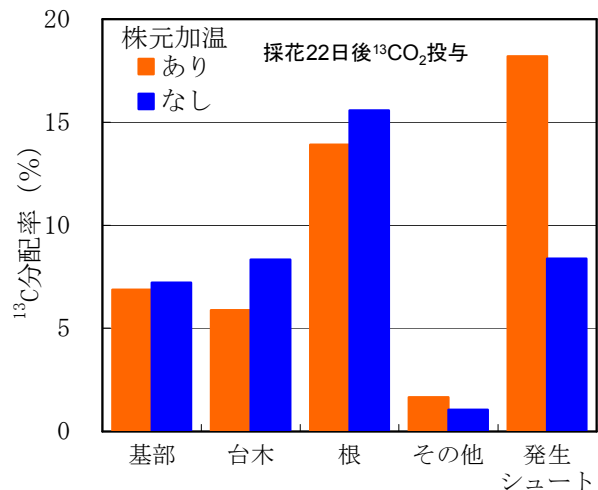
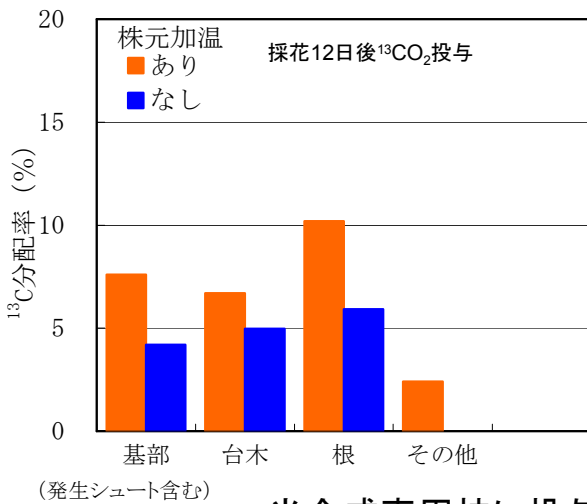
5 植物生理から見た株元加温の効果

株元加温がジベレリン(GA)とサイトカイニン(CK)の動態に及ぼす影響と光合成専用枝からの ^{13}C の転流に及ぼす影響について調査しました。



腋芽に含まれる活性型CK(Z)量および活性型GA(GA₁)量の変化

ZとGA₁量は採花5日後以降から著しく増加したことから、**株元加温はZとGA₁の内生量を増加させ腋芽の発生を促進していることがわかりました。**



光合成専用枝に投与した ^{13}C の各部位への分配率

株元加温では、採花12日後に各部位の ^{13}C 分配率が高くなります。採花22日後には発生シュートに対する分配率が著しく高くなり、投与された ^{13}C が発生シュートに多く転流していることがわかりました。

株元加温は腋芽のZとGA₁量を増加させ、腋芽の発生を促すとともに、光合成専用枝からの ^{13}C の転流を増加させ、腋芽の発達を促進し、増収につながるものと考えられました。

6 生産者実証事例

バラ株元加温を実際に生産者ほ場に設置し、その効果について検証しました。

温室設定

実証温室 (730㎡)

室温15℃ 換気温度21℃

室温20℃以下の時、水温35℃で

株元加温 (10月18日～)

対照温室 (801㎡)

室温18℃ 換気温度24℃

調査品種：「スプレーウイット」



現地実証ほ場
(神奈川県平塚市)

**実証温室の方が室温を下
げたにもかかわらず冬期の
採花本数が多く、採花本数
当たりの投入エネルギーも
大幅に削減されました。**

採花本数および切り花重

処理	総採花本数 (本/株)	切り花重 (g/本)
実証温室	6.6	34.7
対照温室	4.4	34.5

採花期間：2010年10月～2011年3月15日

供試温室における熱量

処理	温室暖房 熱量 ^z (MJ)	株元投入 熱量 (MJ)	総投入 熱量 (MJ)	採花本数 ^y (本)	採花本数当 たりの熱量 (MJ/本)
実証温室	291,701	121,542	413,243	29,029	14.2 (40.4)
対照温室	504,742	0	504,742	21,134	23.9

() 内：対照温室に対する削減率

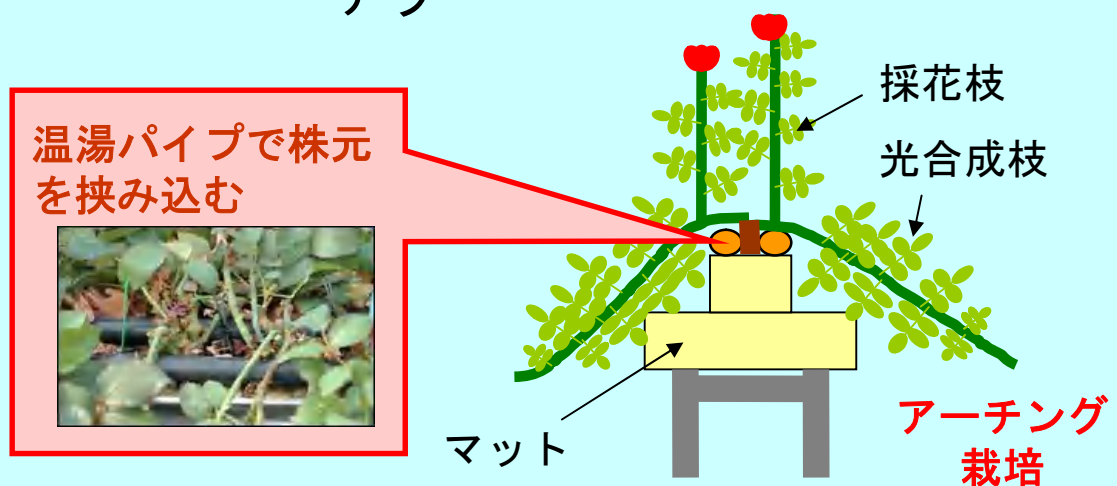
算定期間：2010年10月18日17時00分 (暖房開始日) ～2011年3月11日14時30分

z) A重油発熱量42.7MJ/kg 密度0.86 効率0.85として算定

y) 温室内植栽株すべてが「スプレーウイット」として算定。採花本数から算定。

技術のまとめ

- ・ 室温：15℃
- ・ 温湯の循環水温：30℃
- ・ パイプの素材：ポリエチレンパイプ
- ・ パイプの太さ：φ25mm
- ・ 設置方法：株元を温湯パイプで挟むように設置
- ・ 配管方法：栽培ベットごとに温湯が流れるように設置し、流量を均一にする
- ・ 温水供給装置：石油温水機またはヒートポンプ
チラー



編集・発行 神奈川県農業技術センター

【問い合わせ先】 神奈川県農業技術センター果樹花き研究部
平塚市上吉沢1617 電話0463-58-0333

<http://www.agri-kanagawa.jp/nosoken/nosoken.asp>