

平成23年 1月21日

施設栽培における省エネルギー対策

<<<平成 20 年 9 月福島県農林水産部発行「原油価格等高騰に伴う農作物等の技術対策」抜粋>>>
福島県農林水産部研究技術室

平成23年 1月21日、仙台管区气象台発表の「東北地方 1 か月予報」によると、向こう 1 か月の平均気温は低い確率が50%となっています。今後の気象情報に注意するとともに、農作物の管理には十分注意しましょう。

また、灯油や重油などの値上がりにより、野菜や花き等の施設栽培では生産コストが上昇し、農業経営に対する影響が心配されます。既存技術と生産コストの見直しにより、省エネルギー対策に努めましょう。

1 環境調節項目

作物の生産性を高めるための環境調節項目は、図 1 のとおりです。これらの環境調節項目を総合的にとらえ、省エネルギー対策に取り組むことが必要です。

	〔項目〕	〔具体的事項〕
施設内	光条件	遮光、補光、光質、日長の制御
	温度条件	暖房、冷房、変温、複合制御
	湿度条件	加湿、除湿
	空気流動	換気、攪拌
	二酸化炭素濃度	二酸化炭素施用
	土壌水分	かん水、排水
	作物栄養	施肥、除塩
施設外	土壌の物理性	団粒化、保水性
	防風	防風垣、防風ネット
	防寒	寒風防止用の遮へい物
	防雪	防雪垣や柵
	排水溝	排水溝

図 1 作物の生産性を高める環境調節項目

2 共通技術対策

(1) 暖房機の清掃・点検による暖房効率の向上

ア 清掃、点検の時は、必ず電源を切り、燃料バルブを閉めてから行います。

イ A 重油を燃料とする場合は、燃料に含まれる硫黄や灰分等がカスとして、缶内に蓄積します。掃除をしないと、煙管が詰まって黒煙を発生したり、不着火になったりと故障の原因となります。

(ア) 暖房装置のメンテナンス

最低でも 1 年に 1 回は点検、清掃を実施しましょう。

(イ) 熱交換面（缶体）の清掃

缶体にたまったカスは、そのまま長期間放置しておく、缶体の腐食につながり、また、乾燥すると固まり掃除がしにくくなります。暖房終了後は早めに清掃しておきましょう。また、暖房前に点検、清掃しておきましょう。

(ウ) バ - ナ - ノズル周辺の清掃、交換

バ - ナ - ノズル周辺の燃焼カスによる汚れは、暖房効率を低下させるので、定期的な清掃を行いましょ。また、燃料噴射ノズルは、使用とともに摩耗しますので、定期的な交換しましょ。(交換の目安は、1 シ - ズン毎または10K L 消費毎です。)

(エ) エア - シャッター - の調整

エア - シャッター - を調整することで、燃料効率を高めることができます。白煙が出る場合は閉じぎみに、黒煙が出る場合は、開け気味にして調整します。排煙が無色になったら、エア - シャッター - の固定ネジを締めます。

(2) 多層被覆による保温性向上

ア 被覆資材の保温性能

- (ア) 内張力 - テンの保温効果は、多層被覆になるほど高くなりますが、透光性は悪くなるので注意が必要です。
- (イ) 保温方法と被覆資材による熱節減率は、被覆材を通過する熱量を算出する際の係数で大きいほど保温効果が高くなります。

表1 保温方法と被覆資材の効果

保温方法	被覆資材	熱節減率		(参考) 保温効果*	
		ガラス室	ビニールハウス	ガラス室	ビニールハウス
一層カーテン	ポリエチレンフィルム (農ポリ)	0.30	0.35	100.0	100.0
	塩化ビニルフィルム (農ビ)	0.35	0.40	107.6	108.3
	不織布	0.25	0.30	93.4	92.9
	反射フィルム				
	アルミ粉末混入フィルム	0.40	0.45	116.7	118.2
	アルミ蒸着フィルム	0.50	0.55	140.1	144.5
	アルミ箔ポリエチレンラミネートフィルム	0.50	0.55	140.1	144.5
二層カーテン	ポリオレフィンフィルム+ポリオレフィンフィルム	0.45	0.45	127.2	118.2
	ポリオレフィンフィルム+アルミ蒸着フィルム	0.65	0.65	200.0	185.9
	ポリオレフィンフィルム+アルミ箔ポリオレフィンラミネートフィルム	0.65	0.65	200.0	185.9

注：熱節減率は、被覆材を通過する熱量を算出する際の係数で大きいほど保温効果が高い。

詳細は「施設園芸ハンドブック」(施設園芸協会) P.127参照 (出典：岡田1980 一部改変)

*保温効果：一層カーテンポリエチレンフィルムを100 とした場合の相対値。

- (ウ) 保温フィルムの保温効果は、不織布 < 農ポリ < 農サクビ < 農PO < 農ビ (塩ビ) < 反射フィルムの順に保温性が高くなります。保温性能の高い被覆資材を使用した場合、春先の温度上昇にも注意が必要です (特にイチゴ栽培では注意してください)。

注)「農サクビ」は、EVA樹脂 (酢酸ビニル、酢酸ビニル共重樹脂) を原料とするフィルム。「農PO」は、農業用ポリオレフィン系特殊フィルムの略称。

イ カ - テンの方式

(ア) 一層カーテン

できるだけ保温性、透光性ともに優れた資材を選定します。農ポリよりも農サクビ、農ビの方が適します。農ビはカ - テン保温用として改良が加えられた粘着性の低い操作性の良い物を選定します。開閉の仕方は、朝方ハウス内が十分に昇温してから開き、夕方早めに閉めましょう。

(イ) 二層カーテン

一本のシャフトで二層を操作する一軸二層の場合は、いずれも透光性、保温性の優れた資材を選定します (例：塩ビ + 塩ビ)。

各層ごとに操作する二軸二層の場合は、一層は上層に反射資材、下層に透光性、保温性の優れた資材を用いますが、反射フィルムは、透光性が極めて悪いので、温度上昇が不十分でも作物生育のために日中はカ - テンを開放する必要があります。

農ビと農ポリの場合は、下層に農ポリ、上層に農ビを張るようにします。保温性の低いフィルム (熱節減率の小さい資材) を下層に、保温性の高いフィルム (熱節減率の大きい資材) を上層に入れます。

ウ 各資材の使用方法

(ア) 二層カ - テンの層間隔

適正な間隔は、保温性、作業性等を考慮して20cm程度が良いと考えられます。

(イ) 反射フィルム

反射フィルムで反射率の高い面と低い面がある場合、反射の高い面を上にした方が保温性が良くなります。また、アルミ剤を含むフィルムでは、アルミ粉末をフィルムに練り込んだものより、フィルムにアルミ剤を蒸着させたものの方が反射率が高く、断熱性に優れます。しかし、透光性が極めて悪いのでカ-テンに利用する時は、自動開閉装置の設置が必要です。二軸二層の場合でないと開閉は手動となってしまいますので、設置は困難です。開閉の仕方は、透光性が悪いので、朝方早めに開けて、夕方遅く閉めるようにします。

(ウ) 不織布

透光性は透明フィルムより低く、保温性も農ポリよりやや低くなります。しかし、透湿、透水性があるので、室内の高湿と作物への水滴落下を防止できます。導入する場合は、下層に入れます。

エ 設置方法

(ア) 施設の外部被覆や二重被覆の隙間をなくし、保温性を高めます。特に施設の北側や西側は、冷えやすいので、保温に注意します。

肩部分を遮蔽することで、保温効果を高めることができます。また、内外の被覆資材のやぶれや隙間等がないかどうか良く点検し、補修しておきましょう。また、出入り口のカ-テンを二重、三重に重ね合わせることで、保温性を高めます(図2)。

(「施設園芸省エネルギー-生産管理マニュアル」(平成20年3月 農林水産省生産局園芸課)を参考)

(イ) 施設内の温度ムラは病害の発生や生育不良の原因となるため、温風ダクトの適切な設置や室内循環扇を使い温度の均一性を高めましょう。

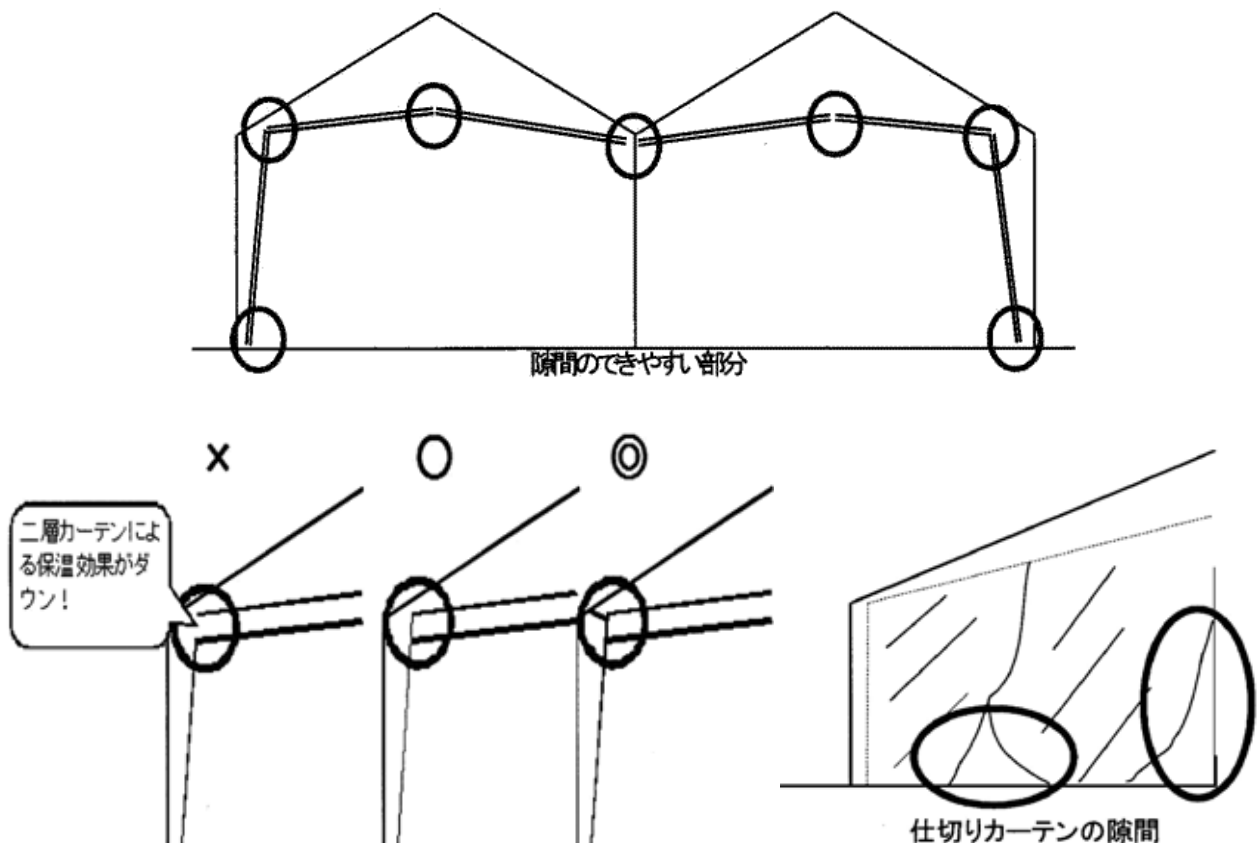
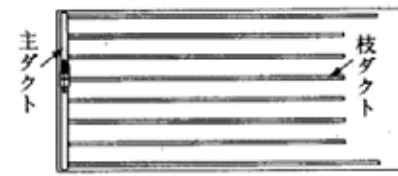


図2 すきまのできやすい部分

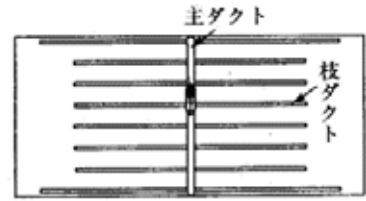
(ウ) 温風ダクトの設置

下吹き出しの場合は、分枝ダクトを長めにしておき、温度を測定しながら、その結果にもとづきダクトを切断します。(図3)

A. 下吹き出しのダクト配置例



(a) 表面設置の例



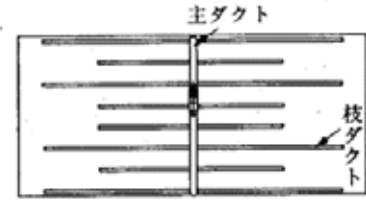
(c) 中央設置の例

オ その他

(ア) 施設内への光線透過率を高めるため、外部被覆資材を水で洗浄したり、内部被覆資材も古くなった物は交換しましょう。また、ハウス内で使用しない資材や機械は、日陰の原因となるため、ハウスの外に移動しましょう。



(b) 表面設置の例



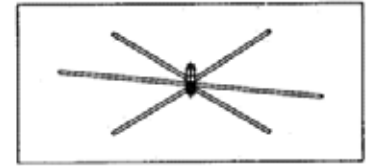
(d) 中央設置の例

(イ) フィルムマルチを行い、地温の確保に努めましょう。透明のマルチが地温の確保には望ましいですが雑草の発生に注意しましょう。透明、黒マルチの中間的性質を持つグリーンマルチは地温上昇と雑草抑制効果があります。

B. 上吹き出しのダクト配置例



(f) 表面設置の例



(g) 中央設置の例

図3 温風ダクトの設置方法

(五訂 施設園芸ハンドブック (社)日本施設園芸協会より)

A : 下吹き出しのダクトの場合は、室内空気の循環が困難な草丈の高い作物に適します。
B : 上吹き出しのダクトの場合は、室内空気の循環が容易な草丈の低い作物に適します。

(ウ) 暖房温度の設定は作物生理に合わせた変温管理を行い、節油を図ります。

(エ) 施設内温度は暖房機の設定温度でなく、実際に測定して管理します。

(3) 変温管理方法について

ア 変温管理とは、図4のとおり、作物の生理にあわせ、夕方から時間ごとに温度設定を変えて管理する方法です。

イ 果菜類では、昼間の光合成によって生成された養分が夕方から数時間で転流が始まるので、この時間帯の施設内温度をやや高めにし、転流促進を図り、その後は、呼吸の消費を抑制するために最低温度で管理します。更に、日の出とともに始まる光合成作用を促進するため、早朝に温度を高めます。

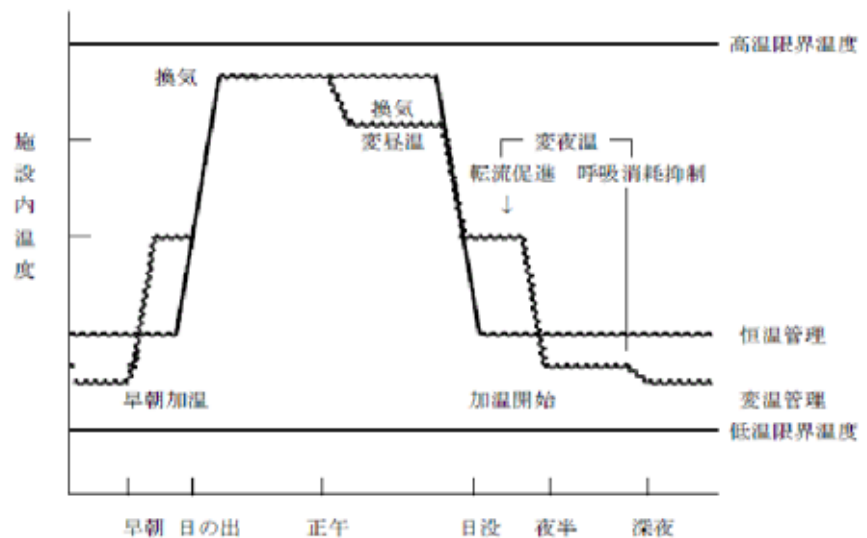


図4 変温管理の概念図(高橋)

ウ 変温管理による節油効果は、作型や栽培期間中の外気温、設定温度により異なりますが10%程度といわれています。

エ 早朝加温については、設定する温度によって節油効果が相殺されることがありますので、注意してください。

オ 栽培する作物の生理にあわせた変温管理を実施します。

(4) 栽培管理における対策

ア 作付け準備

(ア) 作付け前に有機物施用や深耕を行い、根張りを改善し、耐低温性を高めます。

(イ) 接ぎ木が可能な作物は、低温伸長性の良い台木を利用します。

(ウ) 複数の施設で栽培する場合、利用するハウスをできるだけ集約化して燃料費を節約します。

(エ) 作付体系の見直しや低温に強い品種、他作物へ一部を転換するなど経営計画の見直しを行います。

(オ) 栽培管理全般を見直し、一層のコスト削減を徹底します。

イ 栽培管理技術について

(ア) かん水は、地温の低下を避けるため、少量多頻度かん水にします。

(イ) 追肥は、肥効が発現しやすい硝酸系窒素を用い、少量多回数施用とします。

(ウ) 葉色が薄かったり、草勢が衰えた場合は、液肥の葉面散布を併用します。

(エ) 訪花昆虫の活動が悪い場合は、登録ホルモン剤により着果促進を図ります。

(5) 病害虫防除対策

ア 施設栽培では、冬期の温湿度管理が不十分になると生育が悪くなり病害に侵されやすくなります。また、低温のため、夜間中高湿度になりやすく、灰色かび病等の病気が発生します。

イ 長時間結露する場合には暖房機による送風運転、循環扇の作動等を組み合わせて室内の空気を循環させます。

ウ 伝染源の密度を下げるため罹病した葉などは処分します。また、適期薬剤防除を心がけてください。

エ 施設栽培における天敵農薬や微生物農薬は、低温になると効果が低下したり定着できなくなるため、利用時の環境条件に注意してください。

参考資料【野菜の主要病害と発病条件】

病害名	多湿	乾燥	発病適温 (°C)
トマト疫病	○(100)		20
葉かび病	○(80~100)		20~23
灰色かび病	○(90~100)		20
斑点細菌病	○		27~30
うどんこ病		○(85~95)	23
キュウリべと病	○(95~100)		20~25
灰色かび病	○		20
菌核病	○		18~20
黒星病	○		17
斑点細菌病	○(90~100)		25
疫病	○		28~30
つる枯病	○(95~100)		20~24
うどんこ病		○(45~75)	25
イチゴ灰色かび病	○		20
うどんこ病		○(45~95)	20

()内の数字は相対湿度 (%) (四訂増補版施設園芸ハンドブック園芸情報センター)

3 野菜

(1) トマト

ア 変温管理の留意点

(ア) 栽培における最低室温は10℃で、8℃以下では生育が鈍り5℃で生育はほとんど停止します。

(イ) 適地温は17℃前後で、15℃以上確保してください。

(ウ) 極端な低温管理は厳寒期の草勢の不安定を招く恐れがあり、草勢等の生育状況には十分注意し、適温管理に努めてください。

表2 トマトの変温管理と省エネ対策

(単位:℃)

	午前	午後	夕方から 3時間程度	夜半から深夜	深夜から早朝	厳寒期晴天時早朝 (日の出30分前)
基本	25~28	23~25	13~15	夕方と早朝に設定した 中間の温度	10~12	15~16
省エネ	〃	〃	基本設定温度の1~2の低下と時間短縮			10以上

最低夜温10℃以上の確保は不可欠であるため、必ず実測すること。

(2) キュウリ

ア 変温管理の留意点

(ア) 栽培における最低室温は10℃です。

(イ) 適地温は18~23℃で、16℃以上を確保してください。

(ウ) 低温管理は、厳寒期の草勢の低下を招き、かんだし症状や肩こけ果の発生が懸念されますので、草勢等の生育状況には十分注意し、適温管理に努めてください。

表3 キュウリの変温管理及び省エネ対策

(単位:℃)

	午前	午後	夕方から 4時間程度	夜半から深夜	深夜から早朝	厳寒期晴天時早朝 (日の出30分前)
基本	28~30	23~24	15~16	夕方と早朝に設定した 中間の温度	10~12	18
省エネ	〃	〃	基本設定温度の1~2の低下と時間短縮			10以上

最低夜温10℃以上の確保は不可欠であるため、必ず実測すること。

(3) イチゴ

ア 変温管理の留意点

(ア) 栽培における最低室温は、土耕栽培で6~8℃、高設ベンチ栽培で10~12℃です。

(イ) 地温は15℃以上を確保してください。

(ウ) 厳寒期の低温管理は草勢の低下を招きやすいので、生育状況には十分注意し、適温管理に努めてください。

表4 イチゴの変温管理及び省エネ対策

(単位:℃)

	午前	午後	夕方から 4時間程度	夜半から深夜	深夜から早朝	厳寒期晴天時早朝 (日の出30分前)
基本	27~28	25~26	10~12	夕方と早朝に設定した 中間の温度	6~8	10~12
省エネ	〃	〃	基本設定温度の1~2の低下と時間短縮			土耕 6以上 高設 10以上

最低夜温土耕で6℃、高設で10℃以上の確保は不可欠であるため、必ず実測すること。

4 花 き

(1) スプレ - ギク

ア 変温管理の留意点

- (ア) スプレ - ギクの品種は非常に多く、生育開花特性は品種群によって異なります。
- (イ) 花芽の分化と発達には日長と温度が大きく関わっており、生育全期間を最低16℃以上で管理します。
- (ウ) 花芽分化に影響が大きい電照終了前1週間から終了後2～3週間の間は、温度が下がると切り花品質が低下することから、この期間は最低気温18℃で管理します。日中は25℃以上にならないよう換気を徹底します。
- (エ) 日中(朝夕を含む)の極端な換気は、開花遅延の原因となります。

イ 省エネ対策

- (ア) 無摘心栽培で本ぼの栽培期間を短くすることにより、省エネを図ります。
- (イ) 二層カーテンに用いるフィルムは、保温効果の高い資材に換えます。

(2) トルコギキョウ

ア 変温管理の留意点

- (ア) 発芽後は18～23℃で育苗すると良い苗が得られます。
- (イ) 半耐寒性なので、生育低温限界は7～8℃前後と考えられますが、切り花品質を考慮した場合の生育適温は、昼温25℃、夜温15℃程度です。
- (ウ) 花芽分化は最低夜温に影響され、高温ほど分化が促進されます。分化の低温限界は夜温10℃付近で、適温は15℃前後です。
- (エ) 開花には比較的高温を必要とし、10℃前後の加温では、無加温と開花期はほとんど変わりません。
- (オ) 低温管理により開花が遅延することで、同ほ場の後作の作付けが遅くなるなど影響を及ぼすことがあるので注意が必要です。

イ 省エネ対策

- (ア) 二層カーテン、トンネルに用いるフィルムは、保温効果の高い資材に変えます。
- (イ) 育苗は、カーテンなどで仕切るなどにより、保温効果を高めます。

(3) 鉢 花

ア 変温管理の留意点

- (ア) 品目・品種によって適温に大きな差がありますので注意が必要です。
- (イ) カーネーションなど需要期が限定される品目については、低温で管理することによって需要期に出荷できなくなり、低価格になるなど販売に大きく影響することがあるので注意が必要です。

イ 省エネ対策

- (ア) 品目によって温度反応が異なるため、類似した品目を施設ごとに集めたり、施設を仕切り加温する面積を制限します。
- (イ) 作型や仕立て法を変えることにより、厳寒期の加温面積を少なくすることも可能です。