

レンコンの輸出を視野に入れた長期品質保持技術

■はじめに

国は青果物の輸出額を2020年までに250億円にする目標を掲げており、それを受けて茨城県も2020年までに3.5億円にする目標を掲げ、県産青果物の輸出促進を図っています。茨城県では、これまで米、サツマイモ、ナシ、メロン、イチゴを重要品目として輸出の促進を図ってきましたが、今後はその他の品目にも注目しています。その中に、全国の約半分を生産しているレンコンがあります。海外では「和食」に関心が高まっており、マーケットを作っていく良い機会となっています。しかし、レンコンは、他の農産物と比較して、表面の変色やカビ等腐敗の発生が早く、品質維持が困難な作物の一つです。

そこで、輸出、特に茨城県の主力輸送手段の船便（空輸より多く安く運べるが時間がかかる）に耐えうる品質保持技術について検討しました。

■レンコンの長期輸送（貯蔵）に適する温度

まず、多くの農産物の貯蔵において品質保持に影響のある温度について検討しました。レンコンをポリエチレン製フィルムに入れ（非密封）、一定温度で貯蔵して劣化状況を確認したところ、茨城県栽培品種では、いずれも常温（春秋冬15℃、夏25℃）→5℃→0℃と低温になるに従い、カビ等腐敗や変色の発生が遅くなりました（データ省略）。

■レンコンの長期輸送（貯蔵）に適するガス濃度

次に、やはり農産物の品質保持に影響のある貯蔵中のガス濃度環境（酸素濃度・二酸化炭素濃度）について検討しました。この特性を把握すると包装資材や輸送コンテナを選ぶ際の参考になります。2018年に、（国研）農研機構食品研究部門の施設（つくば市）をお借りし、船便輸送の概ね平均温度である5℃で6酸素濃度条件（1, 3, 5, 8, 10, 21%：二酸化炭素濃度はいずれも0%）を設定して14日間レンコンを貯蔵しました。カビ等

腐敗の発生が全くみられなかった1%と3%が適すると判断しました（表1）。また、5℃で6二酸化炭素濃度条件（0, 1, 3, 5, 10, 20%：酸素濃度はいずれも21%）を設定して13日間貯蔵しました。カビ等腐敗の発生が少なく変色も抑制された10%が適すると判断しました。

表1 酸素濃度の違いが5℃・14日間貯蔵後の生レンコンの外観品質と食味に及ぼす影響(2018)¹⁾

| 酸素濃度 | カビ等腐敗発生率 (%) | 表面色の变色程度 指数 ²⁾ | 切口の色の变色程度 指数 ³⁾ | 食味 評価 ⁴⁾ |
|------|--------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|
| 1% | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.4 |
| 3% | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.5 |
| 5% | 33.3 | 0.3 | 0.0 | 3.5 |
| 8% | 33.3 | 0.0 | 0.0 | 3.6 |
| 10% | 33.3 | 0.0 | 0.3 | 3.8 |
| 21% | 33.3 | 0.3 | 0.0 | 3.7 |

1)品種は「金澄34号」。CO₂濃度は0%で統一。

農研機構食品部門の施設を利用して実施。

2)表面色の变色程度の指数は、次のとおり評価。

0:地肌が白く、押しや傷等の後も目立たない、

1:地肌が白いが押しや傷等が薄い茶色、

2:地肌が茶色く変色あるいは押しや傷等が焦げ茶色

3)切口の色の变色程度の指数は、次のとおり評価。

0:全体が白い(肌色の薄いものも含む)、

1:一部が濃い肌色あるいは全体が薄い茶色に変色、

2:全体が濃い茶色や黒ずんだ色に変色

4)評価者は所員10名。貯蔵前の評価は3.0。

評価基準:不良1点(品質が劣化し購入できない)、

やや不良2点(品質が劣り購入を控えたい)、

やや良好3点(多少品質が劣るが購入できる)、

良好4点(問題なく購入できる)

■レンコン1節位毎個包装における防カビ機能付、結露防止機能付のMAフィルムの効果

酸素濃度が低い方が品質を保持することがわかりましたので、ガス透過性によりフィルム内を低酸素濃度、高二酸化炭素濃度にして農作物の呼吸を抑えて養分の消耗を防ぎ品質を保持する、MAフィルムについて検討しました。

船便輸送行程の平均的な温度である5℃での約1か月の貯蔵において、防カビ機能付あるいは結露防止機能付のMAフィルム(サイズ180×270mm)で1節位毎に密封個包装したレンコンは、保湿だけのポリエチレン製フィルム非密封包装と比べ、カビ等腐敗の発生が見られず、結露防止機能付の

方は変色もやや抑制しました。食味評価は、防カビ機能付あるいは結露防止機能付のMAフィルムのいずれもやや高い傾向がみられました。MAフィルムよりもさらに低酸素にする真空パックは、カビ等腐敗の発生が見られず、変色が最も抑制されましたが、食味評価がやや低下する傾向がみられました(表2, 図1)。

表2 種々のMAフィルム小袋の1節位毎個包装で5℃約1か月貯蔵後の生レンコンの外観品質と食味評価

| 試験区名 ¹⁾ | カビ等腐敗発生率 (%) | 表面色の変色程度 指数 ²⁾ | 切口の色の 変色程度 指数 ³⁾ | 臭い 発生程度 指数 ⁴⁾ | 食味 評価 ⁵⁾ |
|----------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------|
| (2017-2018:5℃27日間) | | | | | |
| MAフィルム密封 (防カビ機能付) | 0.0 | 1.0 | 0.8 | 0.8 | 3.6 |
| ポリエチレン製フィルム非密封 (対照1) | 60.0 | 0.8 | 1.0 | 0.0 | 3.3 |
| 真空パック (真空度80) (対照2) | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 1.2 | 2.6 |
| (2018:5℃28日間) | | | | | |
| MAフィルム密封 (結露防止機能付) | 0.0 | 0.8 | 0.0 | — | 3.2 |
| ポリエチレン製フィルム非密封 (対照1) | 60.0 | 1.4 | 1.4 | — | 2.8 |

1) n=5。いずれの区も小袋で肥大茎1節位毎の個包装。品種は‘金澄34号’。使用MAフィルム:住友ベークライト社製。

2)3)表1に同じ。

4)臭い発生程度指数は、次のとおり評価。

0:感じない, 1:少し感じる, 2:強く感じる

5)評価者は所員8名あるいは13名。評価基準は表1に同じ。



図1 5℃貯蔵27日後のレンコン肥大茎の外観

■レンコン1箱単位包装における結露防止機能付MAフィルムの効果

次に、1箱単位の大きいMAフィルム(結露防止機能付:試作品)の品質保持効果を検討しました。慣行フィルムには、県内産地の一部で使用の遠赤外線機能付フィルムを用いて、船便輸出想定条件で貯蔵し、外観品質及び食味を比較しました。

結露防止機能付のMAフィルム包装のレンコンは、慣行フィルムと比べ、カビ等腐敗の発生が見られず、変色もやや抑制されました(表3, 図2)。

表3 MAフィルム大袋1箱包装で船便輸出温度変化条件21日貯蔵後¹⁾の生レンコンの外観品質と食味評価(2018)

| 試験区名 ²⁾ | カビ等腐敗発生率 (%) | 表面色の 変色程度 指数 ³⁾ | 切口の色の 変色程度 指数 ⁴⁾ | 食味評価 ⁵⁾ |
|--------------------|--------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| MAフィルム密封 (結露防止機能付) | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 3.5 |
| 遠赤外線機能付フィルム非密封(慣行) | 53.6 | 1.0 | 1.2 | 3.2 |

1) 常温2日(国内流通)→5℃2日(国内港倉庫)→2℃12日(船便輸送)→5℃2日(輸出先倉庫)→5℃3日(輸出先レストラン冷蔵庫)の計21日間貯蔵。()内は想定

2) n=5~7。品種‘金澄34号’。MAフィルム:住友ベークライト社製。

3)4)表1に同じ。

5)評価者は所員13名。評価基準は表1に同じ。



図2 船便温度条件21日貯蔵後のレンコン肥大茎外観

■まとめ

品質保持が難しいレンコンにおいて、MAフィルム(防カビ機能付, 結露防止機能付)を用いて、肥大茎1節位毎個包装及び1箱単位の包装により、船便輸送を想定した3~4週間の品質保持が可能であることが明らかになりました。

船便輸出は、販売期間も含めると約1か月近い流通になります。そこでの注意点としまして、まずは5℃以下の低温で輸送・保管し、現地店舗も10℃以下の冷蔵ショーケース等で販売、コールドチェーンで輸送・保管・販売することが重要です。その上で、MAフィルム、特に防カビ機能や結露防止機能付のもので高い品質保持効果が得られました。また、実際に輸出する際は、産地の優良系統が海外に流出しないよう、芽は必ず切って出荷しましょう。(流通加工研究室 渡辺万里)

携帯型果実非破壊測定器を用いた渋ガキの樹上脱渋果褐斑程度判定

渋ガキ「平核無」や「大核無」を樹上脱渋により脱渋し、果肉に褐斑（ゴマ）が入った状態を付加価値販売に結びつけている事例があります。そこで、携帯型果実非破壊測定器「おいし果」を利用し、果肉の褐斑程度を判定できる技術を明らかにしました。

カキ「平核無」において樹上脱渋を行っていない果肉褐斑程度が「無」の果実を 0.1、樹上脱渋処理を行い果肉褐斑程度が「多」の果実を 20 と仮定して、褐斑程度を推定する検量式を作成しました。

この検量式により、果肉褐斑程度が「無」の果実は 0 程度、「少」の果実は 12 程度、「中」の果実は 15 程度、「多」の果実は 20 程度で出力され、果肉褐斑程度を推定できます（図 1）。また、「大核無」においても同じ検量式を用いて褐斑程度を推定できます。脱渋されていない部位は出力値がほぼ 0 であるため、脱渋が不十分である果実を除去することができます。

「平核無」、「大核無」において 9 月上旬～中旬の樹上脱渋処理した果実は 10 月上旬処理や無処理の果実果肉褐斑程度が高い傾向があります。

（果樹研究室）



| | | | | |
|--------|-------|-------|-------|------|
| 果肉褐斑程度 | ‘多’ | ‘中’ | ‘少’ | ‘無’ |
| 測定値 | 20 程度 | 15 程度 | 12 程度 | 0 程度 |

図 1 カキ「平核無」における果肉褐斑程度と出力値の関係

初夏どりキャベツに発生する石灰欠乏症の発生生態

キャベツの初夏どり（6～7 月収穫）作型では、葉縁部に発生する石灰欠乏症（図 1、以下巻き込み）の発生により返品される場合があります。現場からは対応策が求められていますが、発生要因さえ明らかにされていません。そこで、対策を講じるために、巻き込み症状の発生生態を明らかにしようと思いました。

巻き込み症状が出やすい「YCR げっこう」を用い、3 月 13 日には種、4 月 17 日に定植し、県栽培基準に従って栽培しました。

その結果、巻き込みの発生に対して、窒素施用



図 1 巻き込み症状

量、石灰質肥料の種類、石灰施用量及び土壌水分は影響しませんでした（データ省略）。

最終葉数は定植日の違いに関わらず 120 枚程度で一定で、葉数の増加曲線及び巻き込み初発日は定植日に応じてずれていきます。また、巻き込み初発葉位は定植日にかかわらず 60 枚目程度でした。一方、巻き込み初発日は初発葉位の分化日と異なることから、巻き込みは発生葉の分化期に決定されるものではないことが推察されました（データ省略）。さらに、巻き込み症状は葉数が 101 枚を超えると発生し始め、その後生育とともに急激に増加していくことがわかりました（図 2）。

このように、巻き込み症状の発生は葉数の増加と高い相関があることから、強い生長の結果発生する可能性が示唆されました。

（野菜研究室）

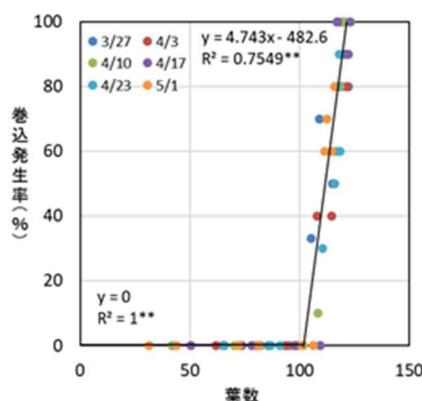


図 2 巻込発生率と葉数との関係

グラジオラスの連作障害と緑肥作物の導入効果

グラジオラスは連作障害が発生しやすい品目といわれ、生産現場では野菜や水稲との輪作により栽培をしています。その一方で、土地利用の効率化や施設化を念頭に、圃場の固定化を望む声がありますが、連作障害の実態を詳細に調査した報告はありませんでした。そこで、研究所内に連作圃場を作成し、生育障害の状況と緑肥作物の導入効果について検討しました。

試験では季咲き栽培の年1作と、季咲きと抑制栽培の年2作を検討しました。3年目の結果になりますが、年1作の連作では、切り花長や切り花重などがやや減少しますが、毎年ソルゴーの緑肥作物を導入すると、生育は改善されます。年2作の季咲き栽培では、切り花長や切り花重などが減少し、採花率もやや低下しますが、エンバクの緑肥導入で回復します。しかしながら、抑制栽培で

は、草丈の伸びが悪くなり、葉が黄化して出穂することもなく採花率は0%です。エンバクを導入しても改善効果は限定的です。

このため、年1作の連作体系において、ソルゴーの緑肥導入が効果的であると分かりました。

表 連作3年目の生育(品種:ハンティングソング、H30)

| 体系 | 試験区 | 切り花長 | 切り花重 | 採花率 |
|-----|--------|------|------|-----|
| | | cm | g | % |
| 年1作 | 連作 | 94 | 67 | 100 |
| | 季咲 | 109 | 110 | 100 |
| | 定植4/10 | 96 | 76 | 100 |
| 年2作 | 連作 | 86 | 65 | 97 |
| | 季咲 | 102 | 87 | 100 |
| | 定植4/10 | 96 | 76 | 100 |
| 年2作 | 連作 | - | - | 0 |
| | 抑制 | 89 | 76 | 47 |
| | 定植8/1 | 99 | 77 | 87 |

(花き研究室)

ナシ補植時の土壌高温水処理は初期収量を増大させる

本県のナシは、高樹齢化による収量低下が顕著であり、改植が必要となっています。しかし、枯死樹跡地に補植しても良好に生育しない問題があります。そこで、定植後の幼木の生育を促進する土壌処理技術を開発しました。

ナシ樹の抜根後に温水処理機を用いて60℃の高温水を点滴処理します。土壌中の微生物相への影響を考慮して、地温測定する3か所(チューブ直下でない場所、30cm深)の温度が全てで55℃を25分以上、または全てで45℃を125分以上超えたら処理を終了します。

初結実から3年間の累積収量は、「恵水」(1株1樹植え)では処理区が7,147kg/10a、無処理区が3,132kg/10a、「幸水」(1株3樹植え)では処理区が7,024kg/10a、無処理区が5,325kg/10aであり、両品種とも処理区のほうが優れました(図)。

高温水処理を利用した補植(5株/10a)を

実施した場合における初結実から3年間の所得は、通常の補植を実施した場合と比較して、「恵水」(1株1樹植え)では118,320円、「幸水」(1株3樹植え)では23,500円高くなり、経営的メリットがあります。

(土壌肥料研究室)

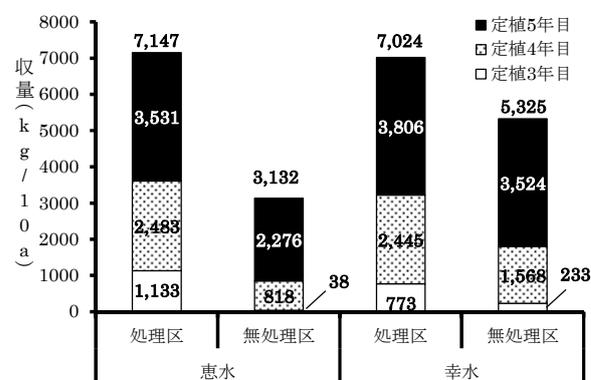


図 高温水処理が初結実から3年間(定植3~5年目)の累積収量に及ぼす影響

注) 恵水は1樹/株植え、幸水は3樹/株植え。10aあたり収量は75株/10a(栽植間隔3.6m×3.6m)で換算

県南・県西地域に発生するネギアザミウマの薬剤感受性に 応じた防除法

近年、ネギ栽培で発生するネギアザミウマは、各種系統の薬剤に対する感受性の低下により防除が困難になっています。そこで、特に薬剤感受性の低下が著しい県南・県西地域のネギアザミウマに対する有効薬剤を室内試験により明らかにし、それら有効薬剤を用いた体系処理の有効性を検討しました。

11 薬剤を用いた薬剤検定の結果、5 系統 7 薬剤を有効薬剤として選抜しました (表)。そのなか

表 県南・県西地域から採集したネギアザミウマに対する各薬剤の殺虫効果

| 系統 | 供試薬剤 ¹⁾²⁾ | 検定地点数 | 補正死亡率 ³⁾ 70%以上 ⁴⁾ の 地点率(%) | 有効 薬剤 ⁵⁾ |
|------------|----------------------|-------|--|------------------------|
| ピレスロイド系 | シベルメトリン | 18 | 0 | × |
| | アセタミプリド | 18 | 78 | ○ |
| ネオニコチノイド系 | イダダクロプリド | 18 | 94 | ○ |
| | チアトキサム | 18 | 83 | ○ |
| | ジノテフラン | 17 | 41 | × |
| | クロチアニジン | 17 | 35 | × |
| スピノシン系 | スピネトラム | 12 | 100 | ○ |
| | スピノサド | 11 | 45 | × |
| マクロライド系 | アバメクチン | 14 | 79 | ○ |
| ネライストキシシン系 | チオンクラム | 15 | 80 | ○ |
| ジアミド系 | シアントラニプロロール | 15 | 73 | ○ |

1)剤型は省略。 2)令和元年7月10日現在、ネギのアザミウマ類またはネギアザミウマに登録がある薬剤。

3)補正死亡率=(無処理の生存率 - 処理の生存率)/無処理の生存率×100。

4)補正死亡率70%以上で殺虫効果があると判定した。

5)殺虫効果があると判定した地点割合が70%以上を「○」、70%未満を「×」とした。

ら異なる系統の薬剤を組み合わせ、収穫予定4週間前から1週間間隔で薬剤を散布したところ、成幼虫数および食害程度は減少しました(図)。本体系は薬剤感受性が低下した個体が優占する地域においても有効な防除法であると考えられました。

(病虫研究室)

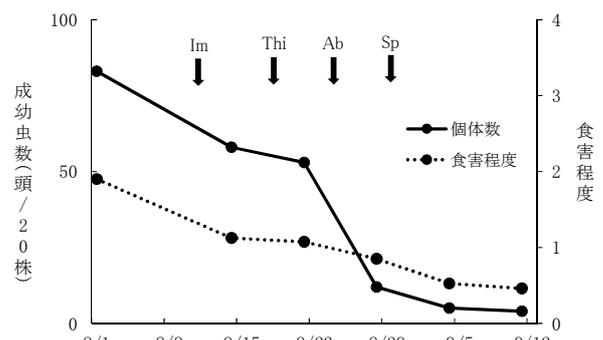


図 有効薬剤を用いた体系処理によるネギアザミウマ成幼虫数および食害程度の推移(結城市圃場)

矢印は薬剤散布日を示す。Im:イダダクロプリド、Thi:チオンクラム、Ab: アバメクチン、Sp: スピネトラムを示す。食害程度については以下の基準で評価し、平均値を算出した。0: 食害なし、1:1~10%の食害、2:11~20%の食害、3:21~30%の食害、4:31%以上

サツマイモ「べにはるか」「ほしこがね」における 長期貯蔵等原料いもの干しいも加工時の色調改善技術

干しいも用サツマイモ品種は、近年、長年主力だった「タマユタカ」に代わって、色合いの明るい干しいもができる「べにはるか」「ほしこがね」等の新品种が急速に増加しました。しかし、原料いもの低温遭遇や長期貯蔵によると思われる加工時の変色(暗い色)が問題になっていました。そこで、加工時変色の抑制技術を検討しました。具体的には、現地生産者からの経験的な情報や食品の非酵素的褐変反応も温度が高いと酸素の影響を受けやすいという報告もあり、原料いもの蒸煮・皮むき後、内部が酸素に多く触れるスライスまでに積極的な冷却を行いました。

約3か月貯蔵の原料いもにおいて、慣行区のスライス時の内部温度は約60℃で、最終的に加工された干しいもの明るい色調の割合は、「べにはるか」で41.7%、「ほしこがね」で16.9%でした。

それに対し、扇風機で1時間冷却し、原料いも内部温度を約30℃まで下げてから、スライスして干しいも加工すると、明るい色調の割合は1割程度改善し、可販率は「べにはるか」で20%、「ほしこがね」で9%増加しました(図1、表1)。

(流通加工研究室)

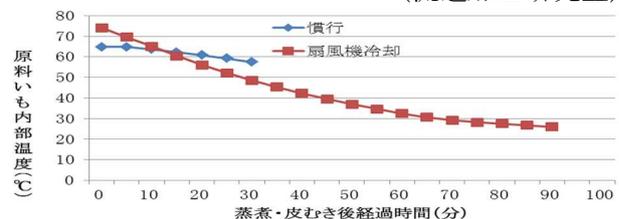


図1 原料いも蒸煮・皮むき後、スライスまでの冷却方法の違いと内部温度の推移(H29)

表1 原料いもの蒸煮・皮むき後冷却が干しいも仕上がり時の色調に及ぼす影響(H29)¹⁾

| 品種名 | 試験区名 ²⁾ | 加工した干しいもの表面色における各色調の占める割合(%) ³⁾ | | | 可販率(%) ⁴⁾ |
|---------|--------------------|--|------|--------|----------------------|
| | | 明るい色調 | 暗い色調 | その他の色調 | |
| 「べにはるか」 | 扇風機冷却 | 51.6 | 41.9 | 6.5 | 100 |
| | 慣行 | 41.7 | 52.4 | 5.9 | 80 |
| 「ほしこがね」 | 扇風機冷却 | 27.5 | 64.9 | 7.7 | 100 |
| | 慣行 | 16.9 | 78.2 | 4.9 | 91 |

注1) 使用原料いも:10/17収穫→直ちにキューリング処理→13℃で1/5まで貯蔵

注2) 慣行区の加工工程は、蒸煮→皮むき→スライス→乾燥。扇風機冷却区は、皮むき後に扇風機で1時間冷却

注3) 食品外観分析装置(商品名:ビジュアルアナライザー)で、干しいもを4~5枚並べ、それをまとめて色の種類と占有面積を測定した。表内の数値は、明度(L*)50以上を「明るい色調」、50以下を「暗い色調」とし、占有面積率1%以下の色調を「その他の色調」とし、百分率(%)で表した。

注4) 遠隔により評価した。

園芸研究所主催（共催）の現地検討会から

いばらき農業アカデミー 「タマネギの機械化一貫体系による省力・多収化技術の確立」

令和元年 6 月 26 日（水）、園芸研究所において「タマネギの機械化一貫体系による省力・多収化技術の確立」と題し、いばらき農業アカデミーを開催しました。県内タマネギ生産者、農機及び種苗メーカー、全農茨城、JA、普及・行政等、計 35 名の出席がありました。

タマネギは加工・業務用の割合が 60%と高く、実需から周年的安定供給を求められています。国産の 70%を北海道が占め、本州産に切り替わる 5～8 月の出荷量が少なくなっています。また、米価の低迷により大規模水田作経営の収益性確保に、転換畑への野菜作導入が課題となっています。



そこで、園芸研究所から「タマネギの端境期出荷のための安定生産技術及び施肥量削減・機械化技術開発」、農業研究所から「転換畑における導入条件」について、これまでの成果及び進捗状況を紹介し、端境期出荷及び転換畑への導入について協議・検討しました。

総合討論では、春移植作型に取り組む現地事例や慣行作型における栽培上の課題等について意見交換を行いました。今後も加工業務用野菜の安定供給や転換畑での野菜の安定生産技術の開発に取り組んでいきます。

（野菜研究室）



なし「恵水」栽培技術研修会

令和元年 6 月 28 日（金）、園芸研究所において、茨城県梨組合連合会及び J A グループ茨城なし流通部会、県の共催で、なし「恵水」栽培技術研修会を開催しました。当日は生産者 40 名、普及・行政等関係機関 21 名の計 61 名の出席がありました。

「恵水」は、今年度から本県農産物のトップブランド育成品目として位置づけられ、本県産梨の牽引役として大きな期待を寄せられています。研修会では、「恵水」の品種育成経過と特性について説明を行った後、「恵水」の出荷規格や販売

戦略に合わせた高品質果実の安定生産のための技術として、適正着果量等に係る試験の進捗状況を紹介し、室内及びほ場検討・意見交換を行いました。

出席した生産者の方からは、「恵水」の摘果を行う際の着果量の目安を実際に目で確認することができ参考になった等の声が寄せられました。園芸研究所では、今後も「恵水」の出荷量の安定確保と生産者の経営安定に寄与できる技術開発を目指します。

（果樹研究室）

