

## レンコンにおける窒素適正施肥技術の開発

## ■はじめに

茨城県におけるレンコンの作付面積は、2021年は1,710haであり、全国で最も多くなっています。県内の主要産地は霞ヶ浦・北浦に隣接しており、レンコン田から流出する肥料成分がこれらの水質に影響を及ぼすことが懸念されています。また、近年肥料価格が高騰しており、減肥技術のニーズが高まっています。

そこで本県では、レンコンにおける窒素適正施肥技術の開発に取り組み、3つの技術を開発しました(図1)。その結果を取りまとめた「れんこんの適正施肥マニュアル」(図2)を作成しましたので、その内容について紹介します。

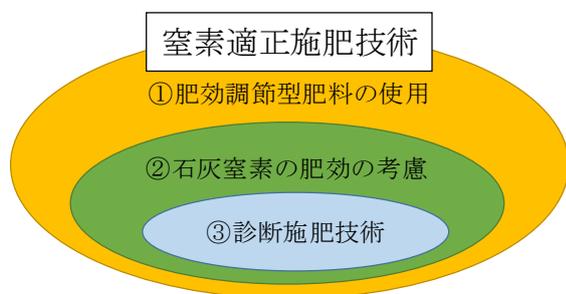


図1 3つの窒素適正施肥技術の関係



図2 「れんこんの適正施肥マニュアル」の表紙(左)とQRコード(右)



## ①肥効調節型肥料の使用

レンコン生育中の養分吸収量を調査した結果、窒素吸収量は、生育初期である6月中旬頃までは少なく、8月下旬にかけて大きく増加することを明らかにしました。本成果を基に、園芸研究所は肥料メーカーと連携し、初期の窒素溶出を抑えた被覆尿素が主体の「レンコンキング II 茨城プレミアム」、「蓮のきらめき」、「レンコンアタック V」、「えこはす」等の肥効調節型肥料を開発しました。これらの肥効調節型肥料を用いることで、レンコンの窒素吸収パターンに応じた肥料供給が可能になり、無駄の少ない施肥ができます(図3)。

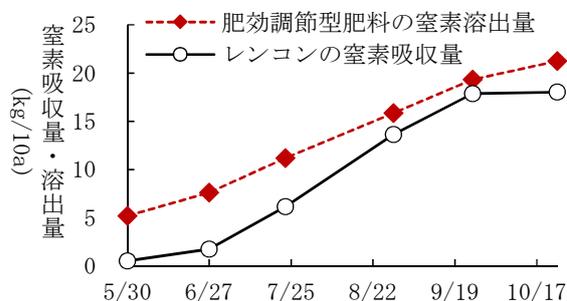


図3 肥効調節型肥料の窒素溶出量とレンコンの窒素吸収量

## ②石灰窒素の肥効の考慮

レンコンにおいては、病虫害防除のため定植前に石灰窒素を施用することがありますが、石灰窒素は農薬であるとともに、窒素が20%含まれる肥料でもあります。

石灰窒素を春期(2~4月)に施用するとき、石灰窒素中の窒素は、一般的な肥料の50%程度の肥効をもつことを明らかにしました。すなわち、石灰窒素を100 kg/10a施用する場合、石灰窒素の窒素肥効は約10 kg/10aであり、その分の施肥窒素量を基肥から減らすことができます。

石灰窒素の施用を前提として窒素成分を9%と低く設計した肥効調節型肥料に、「えこはす」があります。石灰窒素を100 kg/10a 施用した場合、「えこはす」を160kg/10a 施肥することで、合計の施肥窒素量は慣行と同様の24 kg/10a 程度となります(図4)。このように石灰窒素の肥効を評価して施肥窒素量を最適化することで、慣行施肥と同等の収量を得られ、約14,000 円/10a の肥料費が削減できます。

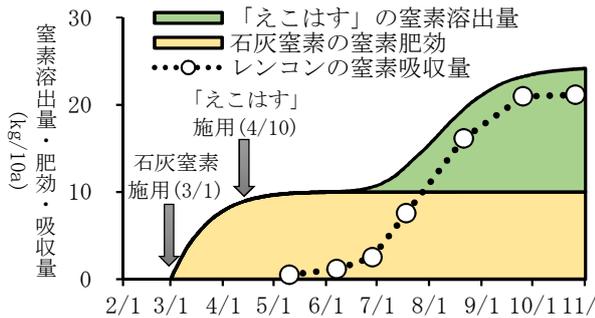


図4 「えこはす」の窒素溶出量及び石灰窒素の窒素肥効とレンコンの窒素吸収量

### ③診断施肥技術

レンコンが吸収する窒素の形態は「アンモニア態」ですが、レンコン田土壌中のアンモニア態窒素の残存量は、圃場により差があります(図5)。

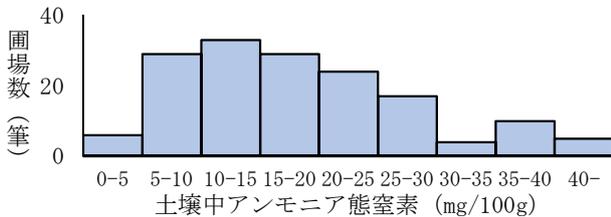


図5 県内レンコン田の土壌中アンモニア態窒素ごとの圃場数の分布(110筆)

診断施肥技術は、土壌中アンモニア態窒素や石灰窒素の肥効を評価し、レンコンの生育に不足している窒素量を施肥する技術です。それらを考慮して、施肥窒素量を算出できる診断施肥式を作成しました(図6)。

$$\text{施肥窒素量}^{※1} (\text{kg}/10\text{a}) = 36 - \text{土壌中アンモニア態窒素}^{※2} (\text{kg}/10\text{a}) - \text{石灰窒素肥効分} (\text{kg}/10\text{a})$$

図6 レンコンにおける診断施肥式

※1) 施肥窒素量は最大で24 kg/10a とする

※2) 土壌中アンモニア態窒素 (kg/10a) = 土壌中アンモニア態窒素 (mg/100g) × 作土深 (cm) × 仮比重 (g/ml) ÷ 10

### ○診断施肥技術の実証試験

現地レンコン田において、診断施肥式により施肥窒素量を決定した診断施肥区と、慣行区を設置して栽培試験を行いました。診断施肥区の施肥窒素量は5~20 kg/10a、慣行区の施肥窒素量は23~24kg/10a であり、診断施肥区において、慣行区と比較して11~78%の窒素減肥となりました。また各試験地において、診断施肥区の収量は慣行区と同等以上となることを実証しました(図7)。

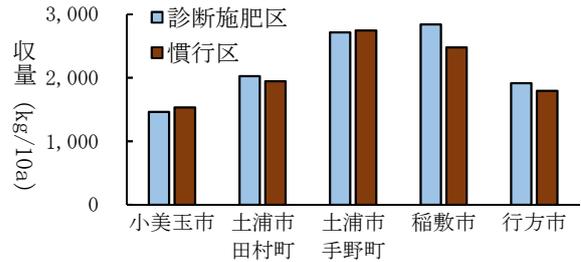


図7 各試験地の診断施肥区と慣行区の収量

### ○診断施肥技術のための土壌採取方法

診断施肥技術を活用するためには土壌中アンモニア態窒素を測定する必要がありますが、これまでレンコン田土壌の採取方法は確立されていませんでした。そこで身近な器具である移植ごてを用いた、簡易な土壌採取法を開発しました。

一般的に販売されている移植ごてを用い、後述の方法で土壌30cm までを均一に採取します。①土壌の0~15cm を採取します。②土壌の15~30cm までを①と大体同量採取します。土壌中アンモニア態窒素は圃場内ではばらつくことがあるので、圃場の四隅と中心の5点から土壌を採取しよく混合したものを圃場の土壌サンプルとします。

レンコン田の土壌中アンモニア態窒素は、JA 全農いばらき分析センターで分析できます。土壌サンプルは、乾燥前の土(生土)と乾燥した土(風乾土)の2種類が必要です。生土は仮比重の測定に、風乾土はアンモニア態窒素の測定に使用します。また測定後に示される処方箋には、その圃場の適正施肥量が記載されますので、そちらを参考に施肥してください。

これらの窒素適正施肥技術を活用して、環境への負荷を低減しながら、施肥コストの削減と安定生産に取り組みましょう。

(土壌肥料研究室 鹿島啓司)

## ナシ「甘太」の収穫始期予測及び適期収穫方法

ナシ新品種「甘太」は農研機構で育成された良食味の晩生品種ですが、収穫期の判断が難しいことが問題となっています。そこで、平均気温を用いた収穫始期予測と、果実品質と地色等の関係性に基づく適期収穫の目安について検討しました。

当所における過去9年間の「甘太」の収穫始期の満開後日数は平均159日でした。収穫始期は満開後1～34日間の平均気温との相関が高く、回帰式〔 $y = -4.5766x + 230.81$ 、 $y$ ：収穫始期の満開後日数、 $x$ ：満開後1～34日間の平均気温〕により平均誤差3日程度（最大誤差6日）で予測できることが分かりました。また、果実品質の調査により、果実重400g以上、赤道部の地色カラーチャート値が2～3以上で食味が良く（図）、ていあ部地色カラーチャート値2～2.5を目安とすることで適期収穫できることが分かりました。なお実際の収穫の際は試食を行い、食味を確認してから収穫を開始してください。（果樹研究室）

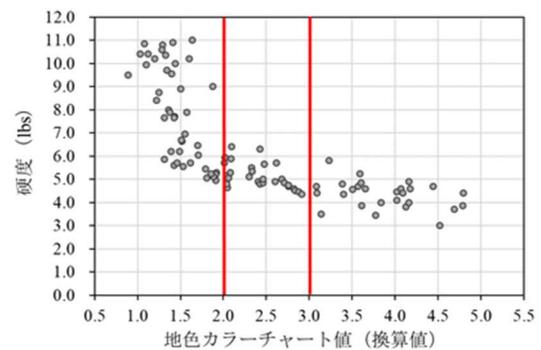
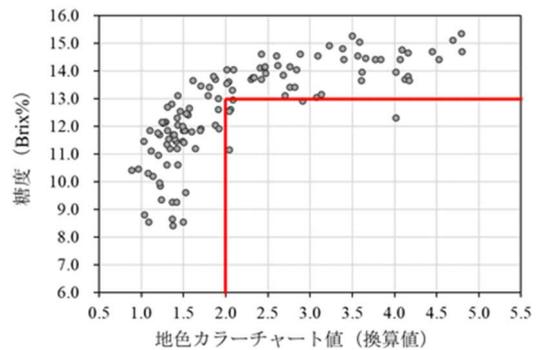


図 赤道部の地色カラーチャート値と糖度（上）、硬度（下）の関係性

## 年内掘り向けレンコン「パワー」の栽植密度とすねあがりの関係

レンコンの収量に影響を及ぼす肥大後のすねあがり（レンコン基部の老化）による歩留まりの低下は、栽植密度などの栽培条件が影響を及ぼしていると言われていています。そこで、年内掘り向けの優良系統「パワー」について、小美玉市玉里地区の現地圃場において9月（R4年）及び12月（R3年）に収穫調査を実施し、栽植密度とすねあがりの関係を解析しました。

試験は栽植密度200～300本/10aの範囲で行いましたが、親ハスは栽植密度が低くなるにつれて歩留まりが高くなりました。また、子ハスでは、親ハスほど明確な傾向はみられませんでした。12月収穫（R3年）では栽植密度が低くなるにつれて歩留まりが高くなりました（表）。

以上のことから、年内掘り向け優良系統「パワー」は栽植密度が低くなるにつれて、すねあがりによる歩留まりの低下が抑制されることが明らかとなりました。本試験の結果は「パワー」年内

掘り作型の栽培指標として活用できるものと考えています。（野菜研究室）

表 レンコン「パワー」の親ハス、子ハスの重量

収穫日	部位	栽植密度	すねあがり 調製前重量 (g)	すねあがり 調製後重量 (g)	歩留まり (%)
令和4年 9月	親 ハス	300本/10 a	1703	1321	78
		250本/10 a	1689	1394	83
		200本/10 a	1718	1584	92
	子 ハス	300本/10 a	198	143	86
		250本/10 a	164	147	93
		200本/10 a	150	125	84
令和3年 12月	親 ハス	300本/10 a	1852	824	45
		250本/10 a	1879	1046	56
		200本/10 a	1850	1181	64
	子 ハス	300本/10 a	286	225	53
		250本/10 a	313	222	60
		200本/10 a	343	238	65

定植日 4/19（令和4年） 4/6（令和3年）

収穫日 9/14～16（令和4年） 12/8～10（令和3年）

## 小ギク移植機は作業時間を1/3以下に削減できる

小ギクでは特定の時期（物日）に需要が高まるため、それに合わせた定植や収穫・調整作業の労力が一時期に集中することが課題となっています。そこで、機械化により作業時間の短縮を図るため、小ギク移植機の性能や導入効果について評価しました。

その結果、設定通りの株間で移植することができ、慣行の手植えと比較して、採花日や切り花品質に大きな差は見られませんでした。



写真 機械植えの様子  
ISEKI 社製の二条植え乗用半自動移植機（PVHR200-120KL3WD）

また、1aあたりの作業時間は手植えが73.8分に対し機械植えが23.4分となり、機械植えは作業時間が1/3程度に削減できました（図）。さらに、移植機には自動かん水装置が標準装備されており、事前の植穴開けの作業も必要なくなるため、移植後のかん水を自動に切り替える場合や、これまで移植前に植穴を開けていた場合は、さらなる作業時間短縮が図れます。（花き研究室）

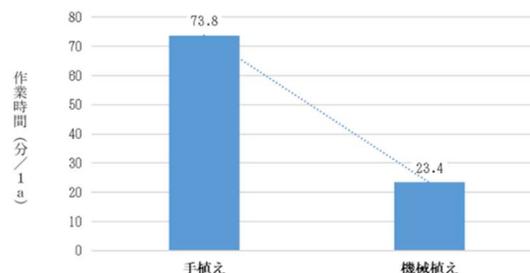


図 移植作業時間の比較（1a1250株あたり）  
1aあたり1250株として、100株あたりの移植作業時間の平均から換算した。作業者は1名、機械植えでは移植機を最も遅い設定で操作し、1aにつき旋回（16s）3回とした

## 秋冬ネギにおける混合堆肥複合肥料を利用した施肥法

原料の多くを海外に依存する肥料の価格は高騰が続き、生産現場からは施肥コスト低減技術が求められています。一方、近年に規格化された混合堆肥複合肥料（以下、混堆肥料）は、普通肥料に比較的安価な家畜ふん堆肥等を混合（乾物重で50%以下）した肥料であるため、肥料コストの低減が期待されています。そこで、県内の主要な露地野菜であり栽培期間が長い秋冬ネギ栽培において、混堆肥料を利用した施肥法を開発しました。

開発した施肥法は、混堆肥料を基肥と追肥（定植70日後に1回）に施肥する方法であり、慣行の

施肥法（基肥+追肥3回）と比べて、施肥回数を低減でき省力的です。混堆肥料を利用した施肥法の収量は慣行の施肥法と同等であり、品質は販売単価の高いL・M品の割合が多くなります（表）。また、混堆肥料の価格は用いた慣行肥料よりも安価であることから、施肥窒素量（25kg/10a）にかかる肥料費は、慣行が53,000円に対し、混堆肥料では32,950円となりました（表）。混堆肥料を利用した施肥法は、収量を維持しつつ肥料コストの低減につながります。（土壌肥料研究室）

表 混堆肥料を利用した施肥法が秋冬ネギの収量および肥料費に及ぼす影響

施肥方法 <sup>※1</sup>	規格別割合 <sup>※2</sup> (%)						収量 (kg/10a)	肥料価格 <sup>※3</sup> (円/20kg)	肥料費 <sup>※4</sup> (円/10a)
	2L	L	M	S	2S	細			
混合堆肥複合肥料 (追肥1回/定植70日後)	0.0	21.7	53.3	16.7	8.3	0	4792	2,636	32,950
慣行肥料(有機質肥料) (追肥3回/定植70, 100, 130日後)	1.7	18.3	41.7	25.0	13.3	0	4822	4,240	53,000

※1 混堆肥料は、成分量がN-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=10-5-5、豚ふん堆肥の混合割合が乾物重で約50%のものを使用した(商品名:エレクト055)。

※2 「茨城県青果物標準出荷規格」を参考にネギの葉鞘径から判断した。

2L: 2.3cm以上 L: 2.0cm以上~2.3cm未満 M: 1.7cm以上~2.0cm未満

S: 1.5cm以上~1.7cm未満 2S: 1.2cm以上~1.5cm未満 細: 1.0cm以上~1.2cm未満

※3 JA全農茨城県本部への聞き取りによる春肥(R4.11月~R5.5月)の価格を参考に流通時の価格を算出した参考値。

※4 施肥窒素量(25kg/10a)から肥料の使用量を算出し、肥料の使用量と肥料価格から試算した(土壌改良資材は除く)。

## ネギハモグリバエ別系統の多発時期に対応した防除体系

近年、県内ネギ産地でネギハモグリバエの従来の系統と異なる別系統が発生し、多大な被害を与えています。効果的な対策が無く、対応に苦慮しています。そこで、葉内の幼虫に効果が高い6薬剤を選定し(表)、それらを被害の多発時期に定期的に散布するハモグリバエ主体防除区と、現地慣行のアザミウマ防除を目的としたアザミウマ主体防除区を設け効果を検討しました。

その結果、被害度はアザミウマ主体防除区では10月中旬には無処理区と同様に上昇しましたが、ハモグリバエ主体防除区では期間を通じ低く推移しました(図)。防除上の留意点として、薬剤抵抗性の発達を抑えるため異なる系統の薬剤をローテーション散布する、表に示した剤であっても地域により抵抗性の発達により効果が低い場合もあるため、散布後の圃場での効果の確認等を行って下さい。(病虫研究室)

表 各試験区における薬剤散布履歴(令和3年、所内)

散布日	ハモグリバエ主体防除区 <sup>1)</sup>	アザミウマ主体防除区 <sup>2)</sup>	無処理区
8/12	チオシクラム(14)	イミダクロプリド(4A)	
8/23	シアントラニプロール(28)	プロチオホス(1B)	
9/1	アバメクチン(6)	アセタミプリド(4A)	
9/10	フルキサメタミド(30)	メソミル(1A)	
9/17	スピネトラム(5)	ニテンピラム(4A)	薬剤散布なし
9/27	チアメトキサム(4A)	ジノテフラン(4A)	
10/7	チオシクラム(14)	イミダクロプリド(4A)	
10/19	シアントラニプロール(28)	プロチオホス(1B)	
10/27	アバメクチン(6)	アセタミプリド(4A)	

※ 散布薬剤の剤型は省略。括弧内の数字はIRACコードを示す。

- 令和5年1月25日現在ネギのネギハモグリバエまたはハモグリバエ類に登録のある薬剤。
- 令和5年1月25日現在ネギのネギアザミウマまたはアザミウマ類に登録のある薬剤。

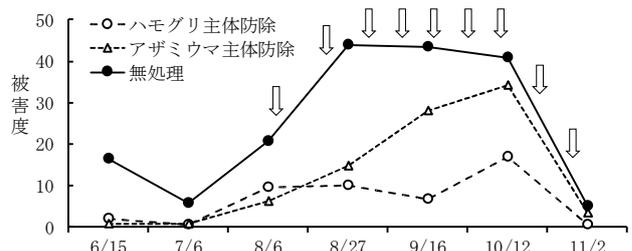


図 各試験区におけるネギハモグリバエの被害度(令和3年、所内)。矢印は各試験区における薬剤散布を示す(薬剤の詳細は表を参照)。

被害度は下記の被害程度と式を用いて算出。

被害程度: 0:被害なし、1:産卵痕のみもしくは1本の軽微な食痕、2::複数本の軽微な食痕、3:複数本の食痕が癒合し、葉の一部が白化、4:葉全体に複数本の食痕の癒合が見られ、葉全体が白化。

$$\text{被害度} = \{ \sum (\text{被害程度} \times \text{被害程度別葉数}) / (\text{調査葉数} \times 4) \} \times 100$$

## ナシ「恵水」カット果実の果肉褐変抑制方法

ナシ「恵水」は、カットすると他品種よりも果肉の褐変が早いことが問題となっています。そこで、褐変抑制剤を用いたカット果実の果肉褐変抑制方法を検討しました。

試験は、カットした果実を複数の濃度に調製した褐変抑制剤水溶液(ビタミンCまたは食塩)に10分間浸漬し、水切り後、60分または30分後に果肉色を測定し、60分後に官能評価を実施しました。その結果、いずれの試験区でも無処理区よりも果肉色のa\*値及びb\*値が低く、官能評価の外観または色の評価において評価が高く、褐変抑制効果がみられました。官能評価は、ビタミンCまたは食塩それぞれの処理区において、いずれの試験年度においても、それぞれ濃度の低い試験区の方が、官能評価の総合評価が高くなりました(表1、表2)。

以上のことから、ナシ「恵水」はビタミンC 0.1%水溶液または食塩 0.2~0.25%水溶液に浸漬することで、カット果実の果肉褐変を抑制

でき、食味への影響も少ないことが分かりました。また、カラーチャート値3より2.5で収穫した果実の方が、カット後60分においても果肉が褐変せず、変色しにくいことが分かりました(データ省略)。(流通加工研究室)

表1 褐変抑制剤浸漬がナシ「恵水」カラーチャート値2.5~3切断果実の果肉色と官能評価に及ぼす影響(R3)

試験区	果肉色(30分後) <sup>1)</sup>		官能評価(60分後) <sup>2)</sup>				
	a*	b*	外観	香り	甘味	酸味	総合
浸漬前	0.2	10.0	-	-	-	-	-
無処理(無浸漬)	0.8	11.6	2.4	3.5	3.4	3.3	3.3
ビタミンC 0.1%	0.2	10.3	3.4	2.9	2.8	3.0	3.1
食塩 0.25%	0.4	10.8	3.4	3.5	2.9	3.1	3.1

※ 収穫日は9月21日、調査日は11月9日、n=8。調査方法は、1つの果実を等分に切り分け、各試験区に振り分けた。無処理区は室内に静置し、その他の区は各水溶液に10分浸漬して水切りした。水溶液の水切り開始時を0分とした。

注1) 分光測色計で測定。果実切片2か所測定の平均値。a\*値は+方向に赤色、-方向に緑色を示す。b\*値は+方向に黄色、-方向に青色を示す。

注2) 官能評価は所内評価者(8名)による結果。評価は、5:良い~1:悪い

表2 褐変抑制剤浸漬がナシ「恵水」カラーチャート値3切断果実の果肉色と官能評価に及ぼす影響(R4)

試験区	果肉色(30分後) <sup>1)</sup>		官能評価(60分後) <sup>2)</sup>				
	a*	b*	色	香り	甘味	酸味や塩気	総合
浸漬前	0.0	9.3	-	-	-	-	-
無処理(無浸漬)	0.2	10.4	3.0	3.3	3.3	4.0	2.7
ビタミンC 0.1%	0.1	9.6	3.9	4.0	4.4	4.3	4.1
食塩 0.2%	0.1	9.7	4.1	3.4	4.0	3.1	3.6

※ 収穫日は9月15日、調査日は12月16日、n=5。調査方法は表1の※と同様。

注1) 表1の注1)と同様。

注2) 官能評価は所内評価者(7名)による結果。1名分が同一果実となるよう供試した。[香り]、[甘味]、[色]、[総合]は

## トピックス

### クリのせん定講習会を開催しました

令和4年12月13日に園芸研究所において、茨城県くり生産者連絡協議会主催のクリ若木せん定講習会を開催しました。

クリは若木から成木になるにつれて収量が増加していきますが、放任的な栽培とすると着果負担が原因の衰弱につながるため、せん定は重要な作業です。しかし、若木は樹形を作りながら収量も確保していく時期であり、成木とは違う視点が求められます。そこで、せん定の基礎知識の確認と実演により、若木のせん定において重要なポイントを確認しました。質疑応答では品種別の早期収量確保や成木になった時の注意点等があり、収益を持続的に上げていきたいという意気込みが

感じられました。今後も多様化するニーズの中で生産者が対応していけるように生産性・品質の向上技術の研究開発を行っていきます。

(果樹研究室)



せん定講習会の様子

## トピックス

### 主要課題現地検討会「ICTを活用したキャベツ出荷予測技術」を開催

令和4年11月17日、主要課題現地検討会「ICTを活用した加工・業務用キャベツの出荷予測技術」（いばらき農業アカデミー）を開催し、加工・業務用キャベツ生産者、県関係者等、計25名の参加がありました。

本検討会は、研究内容や成果を紹介し、生産者等からいただいたご意見を、今後の研究に活かすことを目的としています。担当研究員からは、令和4年度「普及に移す成果」として公表した「簡易な出荷期予測シート」の利用方法について、実演を交えて紹介し、所内試験ほ場では試験栽培の様子や他品種への適用などの説明を行いました。

また、県央農林事務所経営・普及部門より、現地キャベツ生産部会を対象にした、出荷期予測シートの活用状況や今後の取組予定等の情報提供を行いました。

生産者代表の方からは「今後は空撮画像による出荷予測システムの早期開発を期待したい」「気候変動等で経験や勘だけでは予測が難しくなっているが、開発した出荷期予測シートは適合度が高く、今後のさらなる技術改良に期待したい」等のご意見をいただきました。

今後は、いただいたご意見等を参考にしながら、キャベツ出荷予測システムの改良と普及に取り組んでいく予定です。

(野菜研究室)



室内検討の状況



希望者を対象とした「ほ場見学」

## トピックス バラ、トルコギキョウの主要課題現地検討会を開催しました

園芸研究所において、令和4年11月18日にバラ増収、省エネ技術や県有望系統、12月16日にトルコギキョウ開花前進技術をテーマに、主要課題現地検討会を開催しました。当日は県内の生産者含め、それぞれ21、32名の参加がありました。バラ検討会では、LED補光や整枝剪定方法の改善による増収効果や、変温管理による経済性等を説明したほか、バラ有望系統「ひたち1号」、「ひたち2号」の現地適応性試験、市場性調査の結果や立毛の確認を行いました。トルコギキョウ検討会では、遠赤色光LED照射による開花前進や切り花品質への影響を説明し、切り花展示により、切り花長増大効果についても確認いただきました。

両品目とも、数年ぶりの集合研修での開催となったことから、出席者からテーマに限らず様々な要望や意見があがるなど、貴重な情報交換の機会となりました。(花き研究室)



バラ立毛確認(上)、トルコギキョウ室内検討の様子

## トピックス レンコン診断施肥技術に向けた採土実演会を開催

茨城県と全農茨城県本部は、令和4年11月8日にJA水郷つくばれんこんセンターにおいて、レンコン診断施肥技術に向けた採土実演会を開催しました。当日は、関係するJAや普及センターの担当者等、19名の参加がありました。

採土実演会ではまず、レンコンの窒素減肥技術である診断施肥技術の概要について解説しました。続いて、診断施肥技術に用いる土壌分析のための土壌採取方法について、圃場内で実演を交えながら説明しました。

その後、全農の担当者より、採取した土壌の乾燥方法や分析の申し込み方法、分析後に示される処方箋の読み方等について説明がありました。

近年は肥料価格が高騰しており、減肥技術の必要性が高まっています。レンコン診断施肥技術は、本刊の1～2ページでも紹介していますが、土壌

のアンモニア態窒素を測定してその肥効を評価することで適切な施肥窒素量を決定できるという、取り組みやすい減肥技術です。

興味や関心をお持ちの方は、当所または最寄りの農林事務所経営・普及部門、地域農業改良普及センターまでご連絡ください。

(土壌肥料研究室)



図 土壌の採取方法を説明する様子