

(成果情報名) アルカリ性島尻マージの pH 矯正に必要な硫黄系資材施用量の算定法							
(要約) 土壌中の pH(KCl)又は交換性カルシウム測定結果から、アルカリ性島尻マージの pH 矯正に用いる硫黄系資材の施用量を簡便かつ迅速に算定することができる。							
農業研究センター・土壌環境班					連絡先	098-840-8503	
部会	野菜・花き	専門	肥料	対象	サイインゲン	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

県内のアルカリ性島尻マージのサイインゲン栽培ほ場では、マンガン欠乏が主要因と考えられる新葉の葉脈間黄化・縮れ等の現象が発生し、品質や収量の低下を招いている。対策技術として、硫黄系資材を土壌に混和し pH 矯正することにより、症状が改善することが確認されている。しかし、必要な資材量を求めるには、ほ場の土壌ごとに4週間の培養操作を伴う中和緩衝曲線を作成する必要があり時間を要する。そこで、本研究では島尻マージの pH 矯正に必要な硫黄系資材の施用量を土壌化学性の分析結果から算定する手法を開発する。

[成果の内容・特徴]

1. 中和緩衝曲線から求めた pH(H₂O)を 6.0 及び 6.5 に矯正するために必要な硫黄系資材施用量は、土壌中の交換性カルシウム（以下、Ex-CaO）及び原土 pH(KCl)との相関が高い（図 1、一部データ省略）。
2. pH(KCl)又は Ex-CaO 測定結果から作土 20cm を pH(H₂O)6.0 及び 6.5 に矯正するために必要な資材量を求めた（表 1）。

[成果の活用面・留意点]

1. 本成果はアルカリ性島尻マージのサイインゲン栽培ほ場において、指導者が pH 矯正に必要な硫黄系資材施用量を算定するための参考資料として活用できる。
2. 新葉に黄化・縮れ症状がある場合は、土壌の pH(H₂O)と pH(KCl)を測定しアルカリ性なら、pH(KCl)の結果から表中の資材量を計算する。ほ場の土壌分析データがある場合は、EX-CaO の分析値を使用する。
3. 本試験で使用した硫黄系資材の商品名は「ガッテンペーパー」（硫黄分全量 110%、株式会社生科研、6,247 円/10kg（2022 年 4 月時点））である。使用にあたっては取り扱い説明書に従う。
4. ポットによるサイインゲン栽培試験で、1.2kg/m²（仮比重 1.0、改良深 20cm 換算）の施用で生育障害が確認されていることから、最大でも 1 kg/m²を目途に施用する。
5. 資材の効果が発現するまで時間を要するため、栽培 2ヶ月前までに施用する。
6. 資材を畝内に施用した後、均一に混和する。土が乾いている場合は灌水する。機械等を使って混和した場合は、錆を防ぐためによく洗浄する。
7. pH の上昇を防ぐため、苦土石灰や鶏ふん堆肥などアルカリ性資材の使用を避ける。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]

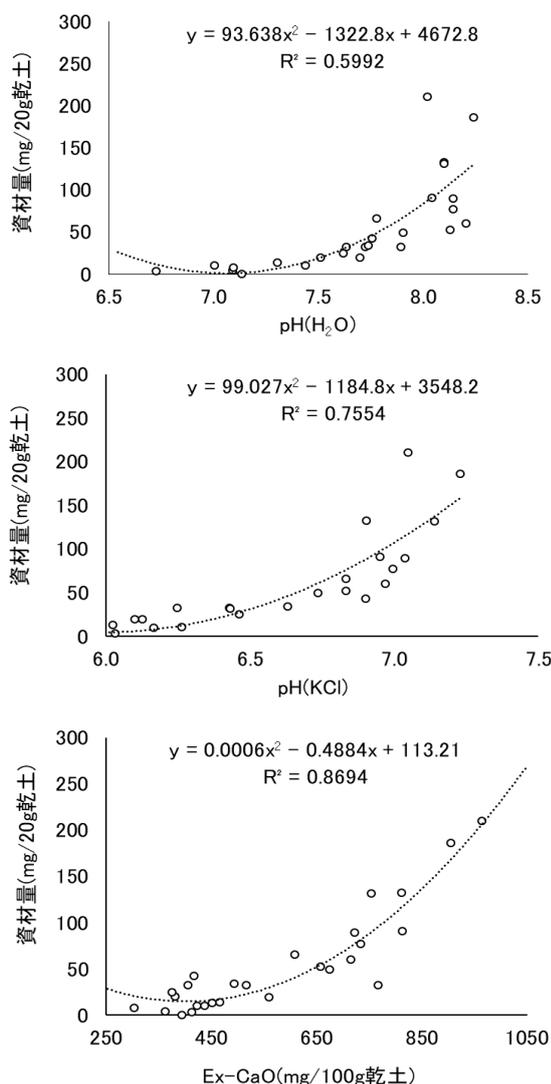


表1 島尻マージの pH 矯正に必要な硫黄系資材量

原土pH (KCl)	資材量 (kg/m ²)		Ex-CaO (mg/100g 乾土)	資材量 (kg/m ²)	
	目標pH(H ₂ O) 6.0	6.5		目標pH(H ₂ O) 6.0	6.5
6.2	0.26	0.09	400	0.28	0.15
6.3	0.34	0.14	450	0.34	0.16
6.4	0.44	0.22	500	0.43	0.21
6.5	0.56	0.31	550	0.54	0.28
6.6	0.70	0.42	600	0.68	0.39
6.7	0.85	0.55	650	0.85	0.52
6.8	1.03	0.71	700	1.05	0.69

* 表中の必要な資材量(kg/m²)は仮比重 1.0、改良深 20cm の場合である。

* pH(KCl)は KCl 溶液(pH7.0、1molL⁻¹)を使い、pH(H₂O)と同等の操作で測定する。また、pH(KCl)は土壌が持つ潜在的な酸性を示し、pH(H₂O)より、0.5~1.0 程度は低くなる。

* pH(KCl)は 2 時間程度、Ex-CaO は4時間程度で分析可能である。

図1 供試土壌の化学性と pH 矯正に必要な硫黄系資材量の関係

* 供試土壌 26 点について千葉県平成 18 年度試験研究成果普及情報「畑土壌における培養法による土壌 pH 矯正資材施用量の算出」に準じて、8週間静置後に pH、EC を測定し、資材の中和緩衝曲線を作成した。

* 硫黄系資材の中和緩衝曲線から土壌 pH(H₂O)6.5 に矯正するために必要な資材量を算出した。

[研究情報]

課題 ID : 2018 農 001

研究課題名 : 先端技術を結集した園芸品目競争力強化事業

予算区分 : 沖縄振興特別推進交付金 (先端技術を結集した園芸品目競争力強化事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2020~2021 年度 (2018~2021 年度)

研究担当者 : 寺村皓平、比嘉基晶

発表論文 : なし

野菜・花き分野

(成果情報名) 八重山地域におけるオクラの3、4月可販収量の向上に向けた12月播種体系の検討							
(要約) オクラのトンネル早熟栽培において、播種時期を12月に前進化することで、慣行の1月播種よりも、市場単価の高い3～4月の可販収量が多い。							
(担当機関) 農業研究センター石垣支所					連絡先	0980-82-4067	
部会	野菜・花き	専門	栽培	対象	オクラ	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

八重山地域では、オクラの拠点産地である石垣市を中心に、1月に播種し4月から収穫するトンネル早熟栽培が行われている。県内外の市場からは、国産オクラが少ない冬春期の出荷が求められており、生産者にとっても市場単価の高い3月以前に出荷するメリットは大きい。播種を1月から12月に前進化することで、収穫も前進化できると考えられるが、12月播種における収穫開始時期や収量についての知見は少ない。本研究では、トンネル早熟栽培における12月播種が、オクラの3、4月の収量に及ぼす影響について検討する。

[成果の内容・特徴]

- 12月播種では、播種から収穫開始までの日数が1月播種より長い傾向がみられたが、3月上、中旬から収穫できる(表1)。3月の可販収量は、すべての年度で12月播種が1月播種より多く、4月の可販収量は1月播種と同等か多い(表1)。
- 冬期のハウスオクラ栽培では、収量を高める夜間の最低温度は18℃以上(昭和63年度普及に移し得る研究成果の概要)とされている。2017年度は、試験を実施した4年間で最も長い期間、連続して旬別最低気温が18℃未満となったが、12月播種は1月播種よりも3月の可販収量が多い(図1)。
- 東京市場の月別の平均市場単価(2017～2020年)を用いて試算した3、4月の生産額の合計は、12月播種が1月播種と比較して、4年平均で85.1%高かった(図2)。

[成果の活用面・留意点]

- 本試験は、八重山地域におけるオクラの3～4月の増収に向けた栽培技術の1つとして活用できる。
- 本試験は、品種に「フィンガー5」を用いて、国頭マージ土壌の圃場で実施した。トンネル資材は210cmニトポール製トンネル、被覆資材は透明農ポリ、マルチは黒マルチを使用し実施しており、栽植様式は畝間2m、株間25cm、2条千鳥植え、1穴3本仕立てである。肥培管理は、野菜栽培要領に準じて行った。
- トンネルの開閉は手動で行い、オクラの葉が被覆資材に触れ始めた時点でトンネル被覆を除去した。
- 主枝の切り戻しは、草丈や側枝の発生状況、成長点の芯止まりにより判断し、2018年度と2019年度は、12月播種が1月播種と比較して切り戻しが早かったが、2017年度と2020年度は同日に切り戻しを行った(データ省略)。
- 12月播種および1月播種ともに、開花期以降の追肥を定期的に行い、草勢の維持に努める。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]

表1 播種時期の違いが生育および3、4月の可販収量に及ぼす影響

播種年度	播種日	トンネル 被覆除去日	トンネル 被覆日数	収穫開始日 ^z	播種-収穫開始 ^z までの日数	収穫開始 ^z 節位	可販収量(kg/10a) ^{yz}	
							3月	4月
2017	12/24	3/20	86	3/17	83.7 a	7.4 a	94.4 a	440.3 a
	1/12	3/23	70	3/24	71.7 b	4.7 b	32.1 b	184.1 b
2018	12/20	2/6	48	3/13	83.7 a	8.1 a	230.2 a	617.5
	1/11	2/25	41	3/28	76.3 b	7.4 b	19.6 b	675.4
2019	12/23	2/10	49	3/7	75.0	6.3	201.5 a	798.1 a
	1/15	2/26	42	4/1	77.3	7.4	2.6 b	494.2 b
2020	12/18	2/1	45	3/7	79.0 a	5.2	518.2 a	996.3
	1/13	2/14	32	3/23	69.0 b	4.7	161.9 b	896.9

z：数値は3区の平均値 収穫開始日以外について、同年度の異符号間に有意差あり（スチューデントのt検定 p<0.05）

y：可販収量は、A品+B品の収量

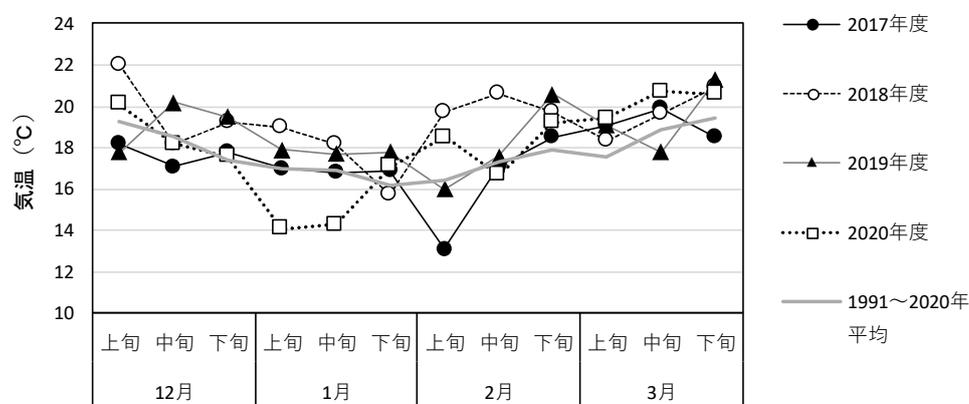


図1 年度別の旬別平均最低気温の推移
石垣島地方気象台のデータを用いた。

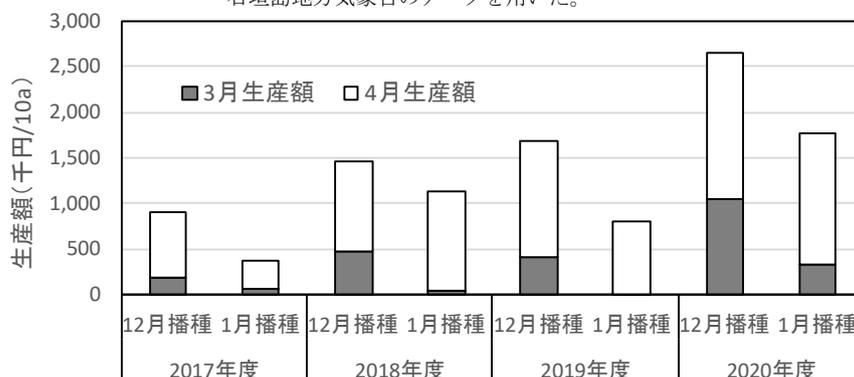


図2 播種時期の違いが3、4月の生産額に及ぼす影響

単価は東京市場の月別の平均市場単価（2017～2020年）を用いた。
3月単価は2,026円/kg、4月単価は1,600円/kgで試算した。

[研究情報]

課題 ID：2018 農 001

研究課題名：先端技術を結集した園芸品目競争力強化事業

予算区分：沖縄振興特別交付金（先端技術を結集した園芸品目競争力強化事業）

研究期間（事業全体の期間）：2017～2020年度（2018～2021年度）

研究担当者：中村朝子、井上裕嗣、田仲かおる、伊波聡、與那覇至、東嘉弥真真人、宮里進

発表論文等：なし

(成果情報名) ニガウリ種子由来の DNA を用いた効率的な遺伝子型判定法							
(要約) ニガウリ種子の種皮を除去し、胚の一部から抽出した DNA を用いることにより、種子の発芽能力を維持しながら <u>遺伝子型</u> を判定できるため、 <u>DNA マーカー</u> による効率的な個体の選抜が <u>播種前</u> に可能となる。							
(担当機関) 農業研究センター研究企画班、野菜花き班					連絡先	098-840-8513	
部会	野菜・花き	専門	育種	対象	ニガウリ	分類	基礎研究

[背景・ねらい]

ニガウリ育種において、雌性型やうどんこ病抵抗性などの重要形質について MAS (Marker assisted selection : DNA マーカー選抜育種法) による個体選抜を実施している。現在、幼苗期に葉から DNA を抽出しているため、定植までの短期間 (約 2 週間) に MAS を実施しているが、多検体からの DNA 抽出には時間を要しており、取り扱える検体数が制限されているといった課題を抱えている。そこで、雌性型判定 DNA マーカーを用いた個体選抜を例として、ニガウリ種子組織から DNA を抽出し、播種前に遺伝子型を判定する手法を開発する。

[成果の内容・特徴]

1. 乾燥種子の種皮を除去し、胚の先端部分 (2 ~ 3 mm) を DNA 抽出に用いることができる。胚の一部を切除した種子 (切除種子) は、個体識別のため 1.5 ml マイクロチューブに入れ、慣行の保存法と同様に 4℃ で保存する (図 1)。
2. 種皮は、母親の遺伝子型を示すため (データ省略)、除去する必要がある。
3. 種子の遺伝子型 (バンドパターン) は、発芽後の本葉から抽出した DNA を用いた時と同一で、検出感度に差は認められない (図 2)。
4. 切除種子は、種皮を除去した種子 (無切除種子) と比較して、保存 3 ヶ月後においても切除による発芽率の低下は認められない (図 3)。
5. 切除種子の発芽苗は子葉の先端のみに切除跡が観察され、生育への影響は小さい (図 4)。
6. 他の有用形質 (うどんこ病抵抗性および雑種性) を判別できる DNA マーカーでも活用できる (データ省略)。
7. 以上のことから、複数の DNA マーカーを用いて播種前から MAS を実施することが可能であり、作業が平準化できるため、現行よりも大規模な育種集団を取り扱うことができる。

[成果の活用面・留意点]

1. 本技術は、ニガウリ育種における MAS の効率化に活用する。
2. 供試した種子は、雌性型系統 OHB61-5 (雌花節率 100%) と混性型系統 OHB95-1A (雌花節率 3%) の F₂ 種子である。
3. DNA 抽出は DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen 社) を用いた結果である。

[残された問題点]

従来と比べ作業が平準化された一方、抽出に係る作業自体は、工程数が多く時間を要している。選抜の効率化や新たな集団からの迅速な有望系統の育成のため、抽出作業の省略化や簡略化を検討し、より多くの検体の取り扱いが可能な簡易 DNA 抽出技術を開発する必要がある。

[具体的データ]

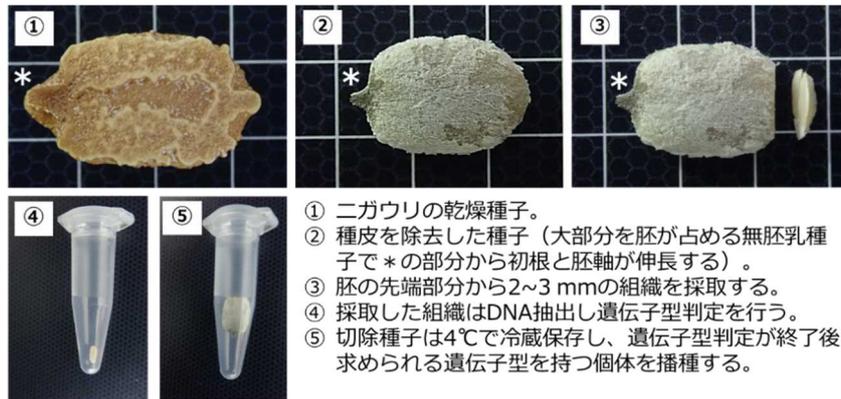


図1 ニガウリ種子からの遺伝子型判定の手順
 背景の方眼マスは5 mm。

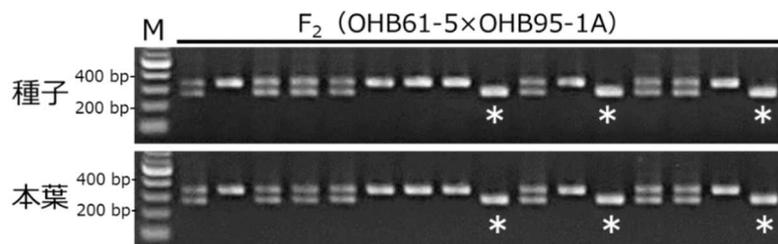


図2 アガロースゲル電気泳動による遺伝子型（バンドパターン）の判定結果の比較

同一レーンと同じ個体で上段は種子、下段は発芽後の本葉の判定結果を示す。*は雌性型の遺伝子型を持つ個体である。Mは1 kb Plus DNA Ladder (New England BioLabs社)である。

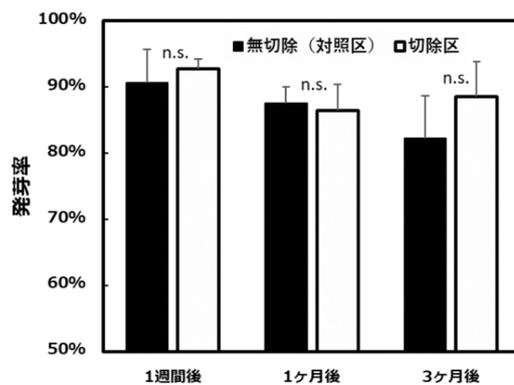


図3 切除種子の保存期間別の発芽能力

それぞれの試験区は32種子の3反復（合計96種子）で実施した。バーは標準偏差を示す。n.s.は、GLMM（binominal、logitリンク、ランダム効果：反復）による検定で有意差なしを示す。

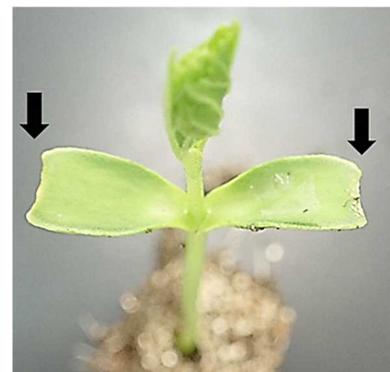


図4 切除種子の発芽苗の様子
 矢印は切除跡を示す。

[研究情報]

課題 ID：2018 農 001

研究課題名：先端技術を結集した園芸品目競争力強化事業

予算区分：沖縄振興特別推進交付金

研究期間（事業全体の期間）：2021年度（2018～2021年度）

研究担当者：太郎良和彦、伊礼彩夏、儀間康造、宮城牧

発表論文等：伊礼彩夏ら（印刷中）沖縄県農研セ研報

(成果情報名) 赤輪ギク「首里の加那」の切り花品質が向上する再電照方法							
(要約) 赤輪ギク「首里の加那」は、12～3月出荷作型において、消灯後の花芽分化が総苞形成期に達した段階で4～5日間再電照することにより、花首が短いという特性を維持したまま上位節の葉長が伸長し、舌状花が増え、切り花品質が向上する。							
(担当機関) 農業研究センター・野菜花き班					連絡先	098-840-8506	
部会	野菜・花き	専門	栽培	対象	キク	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

本県は年末から春にかけて全国の需要を賄う重要な輪ギクの産地であり、市場から高品質切り花の安定供給が求められている。輪ギク栽培では、消灯後に再び短期間の電照を行い（図1）、上位節の葉長伸長による草姿改善と、舌状花数（花弁数）増加による花のボリュームアップにより、切り花品質の向上を図っている。

赤輪ギクの新品種「首里の加那」は、従来品種と比較して花首が短いという特性を持つ。再電照栽培では通常花首が伸長することから、本品種の特性を活かせる再電照技術が必要になっている。そこで、「首里の加那」に適する再電照方法を検討する。

[成果の内容・特徴]

1. 「首里の加那」の上位節の葉長は、再電照することにより伸長する（表1、2）。
2. 花首長も再電照することにより伸長する（表1、2）。
3. 花首長は再電照期間が長いほど伸長する傾向があり、「首里の加那」の特性を活せる再電照期間は、4～5日間である（表1）。
4. 消灯後、花芽が再電照開始の目安となる発達段階（総苞形成期；図2）に達するまでの日数（消灯期間）は作型で異なり、11～15日の範囲にある（表2）。
5. 舌状花数（花弁数）は、再電照することにより増加する（表2）。
6. 11月出荷作型は、花首が長くなり、外花弁が委縮する奇形花（図3）が多く発生することから、再電照栽培には適さない（表2）。

[成果の活用面・留意点]

1. 本成果は、指導員が「首里の加那」の栽培指導において活用する。
2. 本研究は、電照資材として白熱電球を使用している。
3. 再電照の開始時期を決める花芽（総苞形成期）の確認方法は、沖縄県花き栽培要領を参照する。「首里の加那」は総苞形成期より前の段階で再電照を開始すると、花の中心部が露出し（露心花）、出荷規格外の品質になるため注意が必要である。
4. 奇形花の発生は高温が影響している（データ省略）ことから、11月出荷作型以外の作型でも消灯期間中が25℃前後の高夜温が続く場合には、再電照は行わない方が良い。

[残された問題点]

特にない。

[具体的データ]

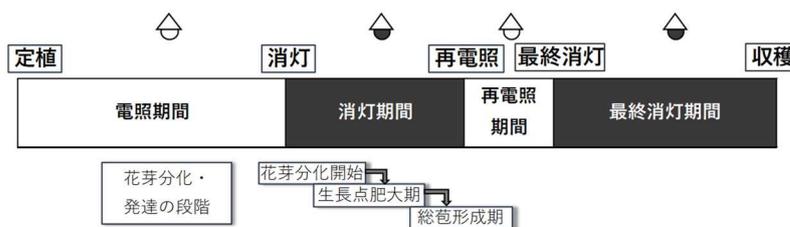


図1 輪ギクにおける再電照栽培の流れと花芽分化・発達の段階

表1 上位5葉の葉長と花首長及び再電照日数の評価

作型 (年度)	再電照 期間(日数)	葉位別葉長(mm)					花首長 (mm)	総合 評価
		葉位1	葉位2	葉位3	葉位4	葉位5		
2月 (2019)	0(対照)	24.9 a	33.4 a	40.5 a	47.3 a	53.8 a	10.8 a	
	4	36.2 b	49.5 b	57.9 b	66.1 b	70.1 b	20.0 b	○
	5	41.2 c	53.6 c	63.8 c	69.8 b	73.0 b	19.7 b	○
	7	46.3 d	60.8 d	71.1 d	79.1 c	81.9 c	25.5 c	×
3月 (2020)	0(対照)	31.6 a	39.3 a	45.0 a	49.8 a	52.7 a	10.0 a	
	4	38.5 b	53.3 b	63.3 b	71.2 b	73.5 b	18.6 b	○
	5	40.6 bc	55.4 bc	64.4 b	69.0 b	72.4 b	18.3 b	○
	6	44.9 c	57.4 bc	67.0 b	72.4 b	76.9 b	24.0 c	×
	7	41.3 bc	57.0 bc	66.4 b	74.5 b	78.8 b	21.2 bc	×
8	44.5 cd	59.6 c	66.0 b	70.5 b	72.2 b	21.3 bc	×	

再電照開始は花芽が総苞形成期に達した段階;2月は消灯期間12日、3月は15日 葉位:最上位葉(止葉)を「1」として数える。
 総合評価:○;再電照効果があり、花首長は適正、×;再電照効果があるが、花首長が長い
 表中の異なるアルファベット間は5%水準以下で有意差があることを示す。統計解析は一般化線形混合モデル(GLMM)を用い、応
 答変数:各項目、説明変数:再電照日数、ランダム効果:反復、確率分布はガンマ分布を仮定し、リンク関数:logとし、その後の多
 重比較にはTukey-Kramer法を用いた。2月作型はn=47~57、3月作型はn=20。

表2 各作型における再電照の効果と奇形花の発生及び再電照の評価

作型 (年度)	試験区	消灯期間 (日数)	上位5葉の平 均葉長(mm)	花径 (cm)	花首長 (mm)	小花数(/切花)		奇形花発 生率(%)	総合 評価
						舌状花数	管状花数		
11月 (2020,2021)	対照区	-	47.8	11.4	17.6	347	128	1.3	×
	再電照区	11	57.7 **	12.0 **	39.4 **	411 **	333 **	70.5 **	
12月 (2021)	対照区	-	38.7	12.0	6.6	294	108	0.0	○
	再電照区	11	50.6 **	11.7 ns	14.5 **	383 **	33 **	0.0	
1月 (2018)	対照区	-	42.9	12.3	14.4	282	78	-	○
	再電照区	12	52.5 **	12.3 ns	18.3 ns	370 **	45 ns	-	
2月 (2019)	対照区	-	40.4	11.6	10.8	288	81	0.0	○
	再電照区	12	56.2 **	12.6 **	20.0 **	349 **	49 **	0.0	
3月 (2020,2021)	対照区	-	45.9	11.3	7.8	279	27	0.0	○
	再電照区	15	58.2 **	11.3 ns	12.6 **	364 **	69 **	0.0	

対照区:再電照しない区 再電照区:花芽が総苞形成期に達した段階で4日間再電照した区
 消灯期間:消灯後、花芽が総苞形成期に達するまでの日数 上位5葉の平均葉長:上位1~5葉位の葉長の平均
 奇形花発生率:外花弁が萎縮した切り花本数/調査本数、-:未調査 総合評価:○;再電照栽培に適する、×;再電照栽培に不適
 表中の“**”は1%水準で有意差があることを示し、“ns”は5%水準で有意差がないことを示す。統計解析は一般化線形混合モデル(GLMM)を用い、応答変
 数:各項目、説明変数:再電照有無、ランダム効果:反復または反復と年度、確率分布は、奇形花発生率:二項分布、それ以外:ガンマ分布を仮定し、リン
 ク関数は二項分布のみlogit、それ以外はlogとした。11月作型はn=18~40、12月作型はn=8、2月作型はn=47~57、3月作型はn=18~40。



図2 総苞形成期の花芽の様子



図3 11月出荷作型で発生した奇形花

[研究情報]

課題 ID : 2018 農 001

研究課題名 : 先端技術を結集した園芸品目競争力強化事業

予算区分 : 沖縄振興特別推進交付金、先端技術を結集した園芸品目競争力強化事業

研究期間 (事業全体の期間) : 2018~2021 年度 (2018~2021 年度)

研究担当者 : 田場奏美、関塚史朗、座喜味利将、儀間直哉、亀山健太、赤嶺聖良、宮城悦子

発表論文等 : なし

(成果情報名) 秋小ギク再電照栽培時の赤色 LED が再電照効果および切り花品質に与える影響							
(要約) 秋小ギクの再電照栽培において、赤色 LED を光源として利用した場合、再電照草姿率は白熱電球よりも高く、切り花品質は白熱電球と同等である。							
(担当機関) 農業研究センター・野菜花き班					連絡先	098-840-8506	
部会	野菜・花き	専門	栽培	対象	キク	分類	基礎研究

[背景・ねらい]

キクの花芽分化抑制には赤色波長が最も効果が高く、キクの電照栽培において赤色 LED の利用が可能であることがわかっている。本県の秋小ギク電照栽培では、短期間消灯し頂花を誘導後、再度電照を行うことで側枝を伸長させボリュームや花蕾数を増やす再電照処理が行われており、重要な技術の一つとなっている（図 1、2）。しかしながら、再電照時の赤色 LED の利用が切り花品質に与える影響については明らかとなっていない。そのため、赤色 LED による再電照効果および切り花品質について調査し、慣行の白熱電球と比較を行う。

[成果の内容・特徴]

1. 赤色 LED を用いた場合の再電照草姿率は、12 月出荷作型試験で 62.5%（表 1）、2 月出荷作型試験で 85.7%（表 2）と、白熱電球を用いた場合よりいずれも有意に高い。
2. 再電照草姿において重要となる最大側枝長と花蕾数は作型にかかわらず赤色 LED と白熱電球で同等である（表 1、2）。
3. 切り花品質である、切り花長、主茎節数および切り花重または 75cm 調整重は作型にかかわらず赤色 LED と白熱電球で同等である（表 1、2）。
4. 以上から、秋小ギク再電照栽培において、赤色 LED と慣行の白熱電球を比較した結果、再電照草姿率は白熱電球よりも高く、切り花品質は白熱電球と同等である。

[成果の活用面・留意点]

1. 本成果は、指導員が赤色 LED を使用しているキク生産農家へ指導する際の資料として活用できる。
2. 本試験では、供試品種に「金秀」、供試光源に赤色 LED（エルム社製、7W、単一ピーク波長 636nm）を使用しており、指導の際は、本試験の供試光源と同等の仕様をもつ光源か確認が必要である。
3. 電球は地上 180cm 高に設置し、秋小ギク電照栽培において花芽分化抑制に必要な放射照度（畝上：71mW/m²、畝端：100mW/m²；H29 年度普及に移す技術）を確保するため、12 月出荷作型では 3×3m 間隔で、2 月出荷作型 1.5m 間隔で設置している。
4. 再電照草姿は上位 5 側枝において 2 次分枝が発生している側枝を 3 本以上持つ切り花と定義し（図 2）、再電照草姿率は再電照草姿を呈した切り花の割合とする。

[残された問題点]

なし

[具体的データ]



図1 秋小ギクの再電照の流れ

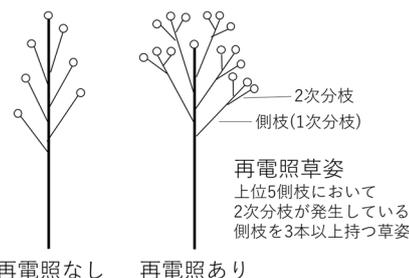


図2 再電照によるキク草姿の変化と再電照草姿

表1 光源の違いが再電照効果および切り花品質に与える影響（12月出荷作型）¹

	再電照効果			切り花品質		
	再電照草姿率(%) ²	最大側枝長(cm)	花蕾数	切り花長(cm)	主茎節数	75cm調整重(g)
赤色LED	62.5 ³	16.8 n.s.	19.2 n.s.	114.0 n.s.	44.2 n.s.	51.3 n.s.
白熱電球	40.3 ^{**}	17.2	19.7	112.3	43.3	48.3

1) 定植2020年9月7日、暗期中断4時間、消灯期間4日、再電照期間12日。1区あたり12株の2本仕立て、3反復。
 2) 再電照草姿率は全サンプルで(n=24)。その他の項目は再電照草姿を呈している切り花のみ調査を行った。(赤色LED n=14~16、白熱電球 n=5~12)
 3) 表中の“**”は1%水準で有意差があることを示し、“n.s.”は有意差なしを示す。統計解析は一般化線形混合モデル(GLMM)を用い、応答変数を各項目、説明変数を光源、ランダム効果を反復とし、確率分布は再電照草姿率は二項分布、切り花長、重さ、最大側枝長はガンマ分布、主茎節数、花蕾数はポアソン分布を仮定し、リンク関数は再電照草姿率はlogit、その他項目はlogを指定した。

表2 光源の違いが再電照効果および切り花品質に与える影響（2月出荷作型）¹

	再電照効果			切り花品質		
	再電照草姿率(%) ²	最大側枝長(cm)	花蕾数	切り花長(cm)	主茎節数	切り花重(g)
赤色LED	85.7 ^{*3}	12.8 n.s.	18.4 n.s.	116.1 n.s.	41.5 n.s.	63.3 n.s.
白熱電球	50.0	12.3	16.5	115.0	41.8	67.6

1) 定植2019年10月9日、暗期中断5時間、消灯期間4日、再電照期間12日。1区あたり12株の2本仕立て、反復設定なし。
 2) 再電照草姿率は全サンプルで調査を行い(赤色LED n=21、白熱電球 n=16)。その他の項目は再電照草姿を呈している切り花のみ調査を行った。(赤色LED n=18、白熱電球 n=8)
 3) 表中の“*”は5%水準で有意差があることを示し、“n.s.”は有意差なしを示す。統計解析は一般化線形モデル(GLM)を用い、応答変数を各項目、説明変数を光源とし、確率分布は再電照草姿率は二項分布、切り花長、重さ、最大側枝長はガンマ分布、主茎節数はポアソン分布、花蕾数は負の二項分布を仮定し、リンク関数は再電照草姿率はlogitを、その他項目はlogを指定した。

[研究情報]

課題 ID：2018 農 001

研究課題名：先端技術を結集した園芸品目競争力強化事業

予算区分：国庫、沖縄振興特別推進交付金事業（先端技術を結集した園芸品目競争力強化事業）

研究期間（事業全体の期間）：2018～2020年度（2018年度～2021年度）

研究担当者：儀間直哉、赤嶺聖良、亀山健太、関塚史朗、田場奏美

発表論文等：なし

野菜・花き分野

(成果情報名) 県内主要土壌における各作物の葉の暫定基準値							
(要約) 各土壌における健全な作物中に含まれる葉の成分の暫定的な基準値を 12 品目で作成した。							
(担当機関) 農業研究センター・土壌環境班					連絡先	098-840-8503	
部会	野菜・花き	専門	肥料	対象	作物全般	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

農業生産現場では、栽培作物に要素障害（要素欠乏・過剰症）や病害等の生育障害が発生するが紛らわしい症状も多く、農業者や普及指導員等はその判断に苦慮している。また、本県ではアルカリ性土壌や強酸性土壌が広く分布し、要素障害の発生がみられる。要素障害と思われる異常株の持ち込みは多いが、比較する健全株の基準値がないため、判断に苦慮するケースが多い。そのため、各作物の健全な株に含まれる成分基準値を作成する必要がある。

[成果の内容・特徴]

1. サトウキビ、野菜7品目、花き3品目、果樹1品目の計12品目の健全な株の葉に含まれる成分の暫定基準値案を作成した（表1）。
2. 暫定基準値は、各品目の土壌の種類ごとに健全な株の葉に含まれる成分含量を最小値から最大値の範囲で示した（表2、表3）。
3. 各作物の葉の成分含量は、品種よりも栽培土壌の違いにより成分値の範囲が異なる傾向にある（データ省略）。

[成果の活用面・留意点]

1. 本成果は、現地で発生する要素障害等の原因究明の参考資料として活用する。
2. 本暫定基準値と要素欠乏が疑われる株に含まれる成分含量を比較することで、障害を引き起こしている成分の推定が可能である。
3. 本暫定基準値の入手を希望する場合は、農業研究センター土壌環境班に問い合わせる。
4. 現地調査は、各品目の拠点産地を中心に優良農家を農業改良普及センター等の紹介により選定し、現地において障害等の発生がないことを確認したうえで生育状況の良好なものを健全株として分析に供試した。
5. 本基準値案は、作物の葉を70度で熱風乾燥後に湿式灰化しプラズマ発光分光分析装置により分析して得られた結果であり、同様の手法で分析した試料で比較する必要がある。
6. 調査件数の蓄積により今後ともデータを更新していく予定である。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]

表1 成分基準値案を作成した品目

作物	品目	調査数 ^{*1}	調査時期	採取部位	調査方法
畑作	サトウキビ	41	生育盛期	第1展開葉	現地調査
野菜類	ニガウリ	14	収穫初期、盛期	硬化した上位葉	現地調査
	トウガン	10	収穫初期、盛期	硬化した上位葉	現地調査
	カボチャ	18	交配前、後	着果前後の葉	栽培試験
	オクラ	13	収穫盛期	硬化した上位葉	現地調査
	ピーマン	12	収穫前、初期、盛期	硬化した上位葉	栽培試験
	トマト	12	収穫初期、盛期	着果前後の葉	栽培試験
	つる性サヤインゲン	17	収穫盛期	硬化した新葉	栽培試験＋現地調査
花き類	小ギク(年末出荷用)	24	生育初期、中期	上位葉、中位葉	現地調査
	輪ギク(年末出荷用)	20	生育中期、後期	上位葉、中位葉	現地調査
	トルコギキョウ	28	生育中期、後期	株全体の葉	栽培試験＋現地調査
果樹類	マンゴー	21	収穫後の栄養生長期	硬化後の最終伸長節中位葉	現地調査

*1 調査数は、現地調査では調査ほ場数、栽培試験においては反復数を示す

表2 成分基準値案の参考例(ニガウリ・収穫盛期)

土壌	調査数	P(%)		K(%)		Ca(%)		Mg(%)	
		最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値
国頭マーヅ	4	0.20	0.53	2.69	3.89	5.43	7.91	0.54	1.16
島尻マーヅ	7	0.46	0.55	3.48	4.37	3.76	5.92	0.45	0.53
ジャーガル	3	0.38	0.62	3.66	3.93	4.48	6.65	0.57	0.57

土壌	B(ppm)		Cu(ppm)		Fe(ppm)		Mn(ppm)		Zn(ppm)	
	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値
国頭マーヅ	24.4	49.0	3.7	5.2	68.4	107.6	46.5	242.4	12.8	58.1
島尻マーヅ	22.0	58.3	5.5	8.8	54.3	93.5	24.2	101.2	14.9	30.8
ジャーガル	35.1	49.8	6.1	8.9	77.7	97.5	12.4	27.1	18.3	25.4

表3 成分基準値案の参考例(トルコギキョウ・生育中期)

土壌	調査数	P(%)		K(%)		Ca(%)		Mg(%)	
		最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値
国頭マーヅ	6	0.21	0.31	2.30	5.02	0.44	0.99	0.61	0.92
島尻マーヅ	10	0.16	0.23	2.04	4.32	0.48	1.08	0.52	1.03
ジャーガル	12	0.21	0.29	1.99	4.70	0.50	0.92	0.64	0.95

土壌	B(ppm)		Cu(ppm)		Fe(ppm)		Mn(ppm)		Zn(ppm)	
	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値
国頭マーヅ	19.7	37.7	3.61	11.9	67.4	138	95.4	168	12.9	23.6
島尻マーヅ	18.3	25.5	1.22	8.34	60.9	158	95.5	254	12.5	25.4
ジャーガル	20.6	30.3	4.42	12.7	78.9	149	116	185	10.6	23.9

* Q1-1.5IQRを下回る値、Q3+1.5IQRを上回る値は外れ値とした。(Q1:第一四分位数, Q3:第三四分位数, IQR:四分位範囲)

[研究情報]

課題ID : 2018農004

研究課題名 : うちなー作物の要素欠乏・過剰症診断技術の確立

予算区分 : 県単 (沖縄県産業振興重点研究推進事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2018年度～2021年度

研究担当者 : 比嘉基晶、細川理恵、寺村皓平、親川司、崎間浩、我那覇啓

発表論文等 : なし

野菜・花き分野

(成果情報名) 要素障害の外観診断に向けた症例写真集							
(要約) 簡易水耕栽培によって発生させた作物の要素欠乏症や過剰症の画像を用いて作成した症例写真集は、生産現場で発生する <u>要素障害の外観診断</u> の目安とすることができる。							
(担当機関) 農業研究センター・土壌環境班					連絡先	098-840-8503	
部会	野菜・花き	専門	肥料	対象	作物全般	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

農業生産現場で作物に生育障害が発生した場合、要素障害（要素の欠乏症や過剰症）と病害等の区別がつかず、外観上類似した症状が多い。農業者だけでなく、普及指導員等の指導者においても判断に苦慮する例が多く、適切な対策を講じていくうえでの支障となっている。そこで、沖縄県の戦略品目や安定品目を対象に、生育障害のうち要素障害について、原因が明確に判断できる簡易水耕栽培を用いて障害の特徴を把握し、外観診断に向けた症例写真集を作成する。

[成果の内容・特徴]

1. トウガン、ピーマン、オクラ、トルコギキョウ、小ギク、サトウキビの6品目について、簡易水耕栽培（静止液法）により、各種養分の欠乏および過剰条件下の要素障害の症状をまとめた症例写真集を作成した。
2. 要素障害による葉の症状は、黄化や枯死等、外観でも判断でき、その特徴は要素によって異なる（図）。
3. 作成した症例写真集を活用することで、外観による要素障害診断の目安とすることができる（図）。

[成果の活用面・留意点]

1. 本成果による症例写真集は、関係機関および団体の指導者向け資料として電子媒体で配布する。
2. 症例集は単独の要素に起因する症状を対象としており、2要素以上の複合的な要素障害とは症状が異なることが予想される。
3. 本成果は静止液法による簡易水耕栽培（清水 1991）で作物に発現させた要素障害の特徴を基にしている。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]

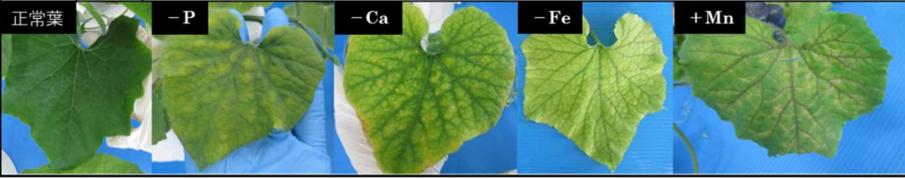
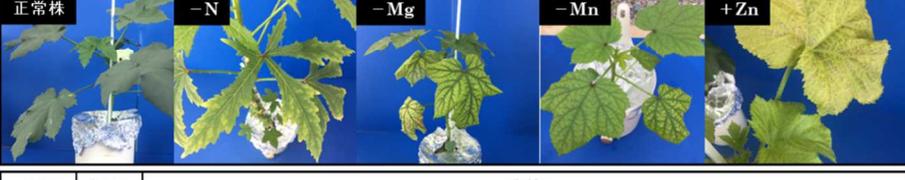
作物	処理	症状
トウモロコシ	-P	生育抑制。下位葉から黄化。葉縁に沿った黄化や葉脈間の黄化。
	-Ca	生育抑制。葉脈の緑を残して黄化。褐色斑点。新葉先端の生育が停止・壊死。
	-Fe	生育抑制。新葉の黄白化。
	+Mn	生育抑制。葉脈間に沿った黄白化、葉脈・茎の褐変。末期には葉脈間が白化し、壊死部が発生。
正常葉		
作物	処理	症状
ピーマン	-K	生育抑制。下位葉から濃緑化し葉先が褐変する。
	-Ca	生育抑制。先端葉は小型化変形し、葉縁葉肉が黄化、落葉が基だしい。果実は尻腐れを生じる。
	-Cu	生育抑制。葉は葉脈に沿って部分的に淡緑化する。
	+N	葉は濃緑化し、葉縁の褐変化、葉肉の壊死、下向きのカップ化を生じる。下位葉の落葉が基だしい。
正常株		
作物	処理	症状
オクラ	-N	葉色は薄く、黄緑色。中期には落葉し、葉が針状になり、葉色は黄緑～淡黄色。葉脈間黄化もみられる。
	-Mg	下位葉から葉脈間が淡緑～黄変し、網目状となる。順次、上位葉に及ぶ。
	-Mn	葉脈付近の緑色は残り、葉脈間が退緑し次第に淡緑～黄変。褐色小斑点が生じる。
	+Zn	下葉の葉脈間は黄化し、落葉が著しい。上位葉は葉全体が黄化する。褐色枯死斑を生じる。
正常株		
作物	処理	症状
トルコギキョウ	-N	生育抑制。株全体の黄化、矮小化。
	-Ca	生育抑制。新葉の枯れ。成長点の枯死。
	-Mg	生育抑制。下位から中位葉にかけて枯死部が出現。斑点状に現れることもある。
	+Mn	葉脈間の黄化。葉が波打つよう変形。
正常葉		

図 作物の要素障害の特徴（一部抜粋） +は過剰処理、-は欠乏処理を示す。

[研究情報]

課題 I D : 2018 農 004

研究課題名 : うちな一作物の要素欠乏・過剰症診断技術の確立

予算区分 : その他 (沖縄県産業振興重点研究推進事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2018~2020 年度 (2018~2021 年度)

研究担当者 : 比嘉基晶、崎間浩、我那覇啓、親川司、寺村皓平

発表論文等 : なし

(成果情報名) 沖縄県で発生した新たな病原菌 <i>Podosphaera xanthii</i> によるオクラうどんこ病							
(要約) 沖縄県内のオクラ葉に発生する白色粉状の菌叢で覆われ褐変・落葉する症状は、形態および rDNA-ITS 領域の塩基配列に基づく同定の結果から、わが国で初確認の <i>Podosphaera xanthii</i> によるオクラうどんこ病と同定される。							
(担当機関) 農業研究センター・病虫管理技術開発班					連絡先	098-840-8504	
部会	野菜・花き	専門	作物病害	対象	オクラ	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

本県のオクラ栽培では生育期に葉で白色粉状の菌叢を呈するうどんこ病が慢性的に発生し、草勢低下が問題となっている。国内では既に本病の病原として、舟形の分生子形態 (図 1 I) を示す *Leveillula taurica* (齊藤・倉田、1975) が報告されているが、近年、これとは異なる病徴や分生子形態を示す菌種が確認されており、新たな病原による被害の拡大が懸念される。そこで、本県のオクラ葉に発生する新たなうどんこ病菌の形態と分子系統解析による同定を行う。

[成果の内容・特徴]

1. 葉の症状は、初め表側に小型の白色粉状の菌叢が生じ、後に葉全体が菌叢で覆われ褐変・落葉する (図 1 A、B)。これは内部寄生性で葉表に淡い黄色斑紋を生じ、葉裏に薄い霜状の菌叢を呈する既報の *L. taurica* の症状 (図 1 H) とは異なる特徴を示す。
2. 分離 2 菌株 (KFM-1 および HF-1) の分生子は分生子柄上に鎖生し (図 1 C)、楕円形～卵形、無色、単胞、大きさは $25\sim 37\times 15\sim 22\mu\text{m}$ (L/W 比: 1.5~2.2) で内部にフィブリン体が認められる (図 1 D)。分生子柄は菌糸上に直立し、1~3 細胞からなり、foot-cell は円筒形である (図 1 C)。菌糸上の付着器は乳頭状である (図 1 E)。発芽管は太い棍棒状でまれに二又になる *Fibroidium* タイプである (図 1 F、G)。これらの特徴は既知の *P. xanthii* の記載 (タイプ標本株、韓国株および中国株) と全ての項目で概ね一致する (表 1)。
3. 分離 2 菌株の ITS 領域の塩基配列は、韓国と中国のオクラうどんこ病菌 *P. xanthii* (MG754404 および MH824669) と 100% の相同性を示す。また、沖縄産ニガウリうどんこ病菌 (PM 1、PM 2: 澤岬・新崎、2020) と同相同性は 100% である。分子系統樹でも分離菌株は *P. xanthii* と同一のクレードに所属する (図 2)。
4. 分離 2 菌株の分生子を用いたオクラ苗「ブルースカイ」への噴霧接種試験により、原病徴が再現され、病斑部には上記の形態的特徴を有する接種菌が再確認される (データ省略)。
5. 以上より、分離 2 菌株を *P. xanthii* と同定する。わが国のオクラでは本種を病原とするうどんこ病の記録はないことから、本病の病原に *P. xanthii* を追加する。

[成果の活用面・留意点]

1. 普及・指導員による病徴観察での圃場診断および病原菌識別による検鏡診断で活用する。
2. 分離菌株は発生生態の解明や防除法開発 (有効薬剤の選抜等) のために利用する。
3. 分離菌株はうるま市勝連の 2 施設より採集し、人工気象器内で継代培養したものである。
4. 分離・接種や分子系統解析の詳細な方法は、発表論文 (澤岬ら、2022) を参照にする。
5. 病原は日本植物病名データベース (NARO: 農業生物資源ジーンバンク) に登録する。
6. 取得した塩基配列は DDBJ に登録・公開する (KFM-1: LC647341、HF-1: LC647342)。

[残された問題点]

本菌の宿主範囲および薬剤感受性試験を行う予定である。

[具体的データ]

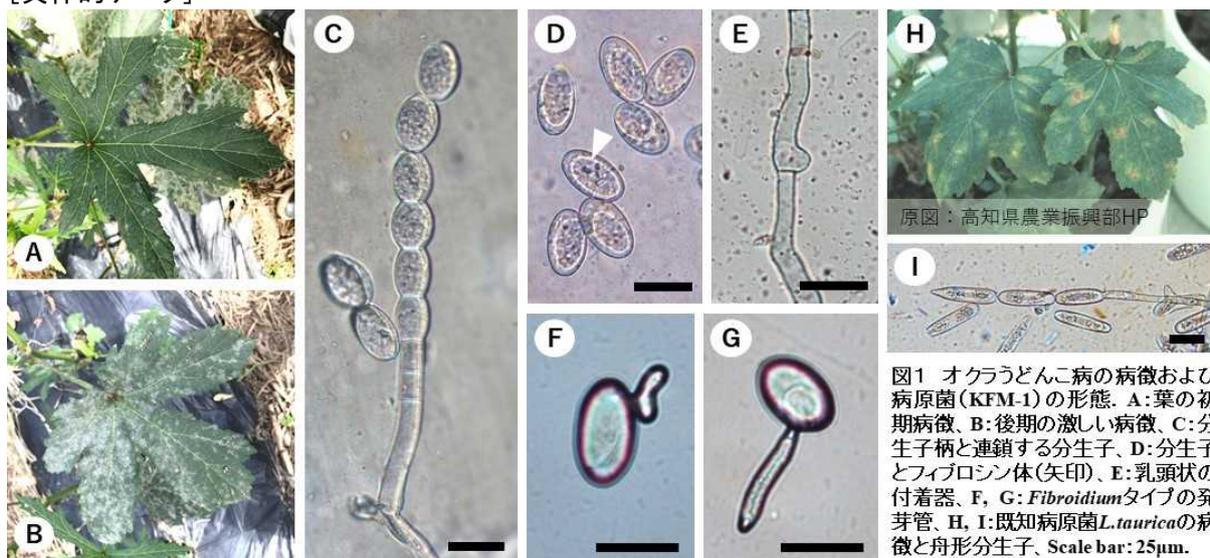


図1 オクラうどんこ病の病徴および病原菌(KFM-1)の形態。A:葉の初期病徴、B:後期の激しい病徴、C:分生子柄と連鎖する分生子、D:分生子とフィロシン体(矢印)、E:乳頭状の付着器、F、G: *Fibroidium*タイプの発芽管、H、I: 既知病原菌 *L. taurica* の病徴と舟形分生子、Scale bar: 25µm.

表1 オクラ分離菌と既知 *P. xanthii* との形態的特徴の比較

	分離菌株		<i>Podosphaera xanthii</i> ¹⁾	<i>Podosphaera xanthii</i> ²⁾	<i>Podosphaera xanthii</i> ³⁾
	KFM-1 (LC647341)	HF-1 (LC647342)	(タイプ標本株)	(韓国株: MG754404)	(中国株: MH824669)
分生子					
長さ × 幅 (µm)	27-37 × 15-21	25-36 × 15-22	25-45 × 14-22	27-38 × 17-23	25-35 × 17-22
(L/W比)	1.5-2.2	1.5-2.1	1.5-1.9	1.5-2.0	1.5-2.0
形	卵形-楕円形	卵形-楕円形	卵形-楕円形	卵形-楕円形	卵形-楕円形
formation	連鎖状	連鎖状	連鎖状	連鎖状	連鎖状
フィロシン体	有り	有り	有り	有り	有り
分生子柄					
No. of cells	1-3	1-3	1-3	-	1-3
長さ × 幅 (µm)	61-137 × 11-15	74-116 × 11-14	30-100 × 10-13	120-230 × 10-12	90-270 × 8-14
foot cell(長さ)	39-82	46-78	30-100	45-75	40-78
foot cell(形)	円筒状	円筒状	円筒状	円筒状	円筒状
付着器	乳頭状	乳頭状	乳頭状	乳頭状	乳頭状
発芽管	<i>Fibroidium</i>	<i>Fibroidium</i>	<i>Fibroidium</i>	-	-

1) Braun and Cook (2012)

2) Choi *et al.* (2018)

3) Fan *et al.* (2019)

-: 記載なし.

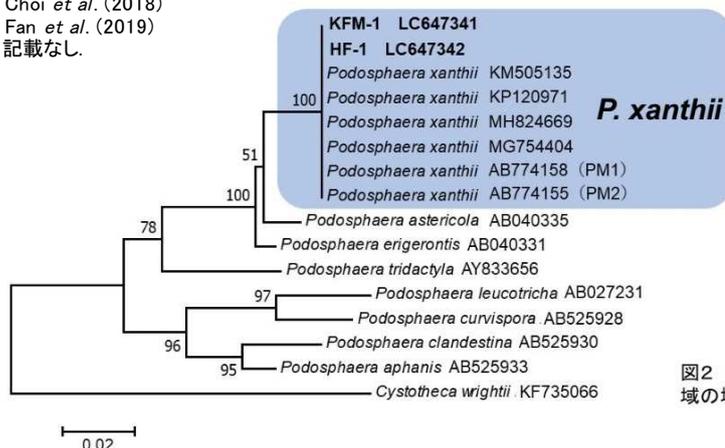


図2 オクラうどんこ病菌 *P. xanthii* のITS領域の塩基配列に基づく分子系統樹(NJ法)

[研究情報]

課題 ID : 2021 農 008

研究課題名 : 総合的病害虫管理 (IPM) 利用技術の開発

予算区分 : その他 (営農) 総合的病害虫管理技術推進事業

研究期間 (事業全体の期間) : 2021 年度 (2021~2023 年度)

研究担当者 : 澤岨哲也・山城麻希 (中部普及セ)・河野伸二・花ヶ崎敬資

発表論文等 : 澤岨哲也ら (2022) 日植病報 88 (1) : 27-30.

澤岨哲也 (2022) 植物防疫 76 (8) : 36-40.