

ISSN 2185-596X

BULLETIN OF THE
KYOTO PREFECTURAL AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES
TECHNOLOGY CENTER
'AGRICULTURE SECTION'
No. 43 March 2021

京都府農林水産技術センター
農業部門 研究報告

第 43 号

令和 3 年 3 月



京都府農林水産技術センター

京都府農林水産技術センター
農林センター研究報告「農業部門」第43号

目 次

原 著

- 地下水位制御システム（FOEAS）導入ほ場における京野菜等の安定生産
浅井信一 1 ～ 7

短 報

- アイリス黄斑ウイルスの弱毒候補株作出・選抜
伊藤弓佳、三村裕、静川幸明、木村重光、古谷規行 8 ～ 13
- 賀茂ナスの果実光沢の定量的な評価手法の検討
黒須暖加 14 ～ 17

研究資料

- アズキ狭条密植栽培で問題になるホオズキ類の発生生態の基礎調査
辻 康介、杉本 充 18 ～ 22

- 所外発表研究論文抄録（2018年10月～2020年9月）
..... 23 ～ 40

- 京都府農林水産技術センター農業部門研究報告
投稿規程、編集委員会規程、執筆要領 41 ～ 43

地下水位制御システム(FOEAS)導入ほ場における京野菜等の安定生産

浅井信一*

摘要

地下水位制御システム(FOEAS)を利用して葉ネギおよび丸ダイコンを栽培する場合、地下水位高は通常-60cm(暗渠開放)とし、一時的に地下水位高を+10cm程度に上げてうね間に水を廻す方法が適する。地下かんがいの指標は、暗渠開放とした上で、土壌 pF 計をうねの頂面から-20cmに設置し、根圏の浅い生育初期の土壌水分を pF1.5~2.0、発芽が揃うか苗が活着する中期以降は pF2.0~2.7を目安に管理する。

キーワード: 地下水位制御、FOEAS、京野菜、ダイコン、葉ネギ、pF

I 緒言

水田農業における経営の安定化には、水稻に豆類、さらには収益性の高い野菜等を組み合わせた輪作が有効である。しかし、府内の水田土壌は排水不良が生じやすいグライ低地土、灰色低地土が多くを占め⁽³⁾、作土厚が浅く適正な根群域の確保が困難なほ場が多い⁽⁹⁾。そのうえ、暗渠施工等の排水対策は不十分で、パイプライン等のかんがい施設の整備が進んでいないほ場が多く、湿害や干ばつにより生産が不安定となる事例が多い。また、野菜栽培に適した土壌水分管理は品目によって異なる。

独立行政法人農村工学研究所により開発された地下水位制御システム「FOEAS(フォアス、Farm-Oriented Enhancing Aquatic System)」は、従来の暗渠排水機能を強化し、さらに地下かんがいの機能も備えている⁽²⁾⁽⁴⁾。これまでに FOEAS を利用した栽培は主に大豆で報告されており⁽¹⁾⁽¹¹⁾⁽¹⁶⁾、野菜に関しては、ネギ(白ネギ)およびブロッコリー⁽⁷⁾、キャベツ⁽⁶⁾、タマネギ⁽¹²⁾、ニンジン⁽¹⁰⁾等での報告があるが、京都の伝統野菜⁽¹⁵⁾である九条ネギ(葉ネギ)および聖護院ダイコン(丸ダイコン)での報告は確認されていない。

そこで本研究では、FOEAS を導入した水田ほ場において、収益性の高い輪作野菜品目として葉ネギ、丸ダイコンに適する地下水位高および地下かんがいの指標を検討した。

II 材料と方法

試験1 FOEAS における地下水位高の検討(2015年)

FOEAS では田面を基準として-30cmから+20cm間の深さに地下水位高を設定でき、ダイズ栽培では地下水位高-30cmを基本とする事例が多い⁽¹⁾⁽¹¹⁾。しかし、多くの野菜栽培ではうねの頂面からの地下水位高は-50~-60cmが適するとされており⁽¹³⁾、FOEAS では暗渠解放すると田面からの

地下水位高が-60cm以下となることから、通常は暗渠開放とし乾燥時には地下水位高を+10cm程度まで上げ畝間に水を廻し、再び暗渠解放する栽培も行われている⁽¹³⁾。そこで、農林センター内細粒質灰色化低地水田土の FOEAS 施工ほ場において、地下水位高を田面から-30cmとする「-30cm区」、暗渠を開放することで地下水位高を田面から-60cm以下とする「-60cm区」を設置し、さらに FOEAS を施工していない隣接ほ場を「対照区」とし(表1)、葉ネギおよび丸ダイコンを栽培することで、FOEAS における両品目に適する地下水位高を検討した。なお、試験区は 7.5 m²の3反復、収量調査は1反復につき10株で行った。

栽培は、葉ネギでは「耐病性ぼうずしらず」をセル育苗して供試し、秋冬作として移植は2015年10月8日、収穫は2016年1月25日に行った。施肥は窒素 22kg/10a、りん酸 8kg/10a、加里 16kg/10aを基肥および追肥3回に分施した。丸ダイコンでは「冬どり聖護院」を供試し、播種は8月28日、間引きを3回行った後、収穫は11月27日に行った。施肥は窒素 24kg/10a、りん酸 8kg/10a、加里 20kg/10aを基肥および追肥2回に分施した。土壌水分は、うねの頂面から-20cm(田面から-約10cm)の土壌 pF を、テンシオメーターを用いて葉ネギでは11月13日から、丸ダイコンでは8月28日から測定した。なお、いずれの試験区も作付け開始時は頭上かん水を行い、-60cm区におけるかんがいの実施は土壌水分の達観的な目安として、うね間表層が乾いて白くなったときに行った。

試験2 FOEAS における地下かんがい指標の検討(2016年)

試験1では FOEAS の-60cm区の地下かんがい開始の指標を土壌水分の達観で行ったが、生産現場適用するには数値化した指標が必要と考えられ、土壌pFを指標とした地

* 農林センター園芸部(現:環境部)

下かんがいの指標を検討した(表4)。作物生産に適した土壌水分範囲「易効性有効水」は水田土壌においては pF1.5～2.7 とされる⁶⁾ので、できるだけその範囲を維持するよう地下かんがいを調整した。なお、試験区は7.5 m²の3反復、収量調査は1反復につき10株で行った。

土壌 pF は、試験1と同様に測定し、葉ネギでは-10cmも測定した。なお、センサーが一部故障したため、葉ネギは8月2日まで、丸ダイコンでは10月12日までで測定を終了した。

栽培については、生産現場での葉ネギでは継続出荷のためほ場内で移植期をずらして植え付けることが多い。そこで、葉ネギでは「耐病性ぼうずしらず」をセル育苗し、同ほ場内で移植を2回に分けて行った。作付けは夏秋作とし、1作目は移植を5月23日に行い、収穫は8月2日、2作目は移植を6月20日に行い、収穫は9月20日とした。施肥は窒素22kg/10a、りん酸8kg/10a、加里16kg/10aを基肥および追肥3回に分施した。丸ダイコンでは、「冬どり聖護院」を供試し、播種は8月28日に行い、間引きを2回行った後、収穫は11月28日に行った。施肥は窒素24kg/10a、りん酸8kg/10a、加里20kg/10aを基肥および追肥2回に分施した。

III 結果

試験1 FOEAS における地下水位高の検討(2015年)

葉ネギでは、-60cm 区の地下かんがいは計6回行い、地下水位高は±0～+10cm としてうね間に水を廻らせた後、2時間から3時間後に落水した(図1)。土壌水分は、-30cm 区は対照区と同様に pF0～2.0 で推移し、易効性有効水(pF1.5～2.7)から判断すると湿りが強く、-60cm 区は pF0～2.2 で推移し対照区より高く推移した(図2)。収量は、調製重、草丈および葉鞘径で、-60cm 区が対照区および-30cm 区より優れ、-30cm 区は対照区と調製重と葉鞘径は同等で、草丈は劣った(表2)。

丸ダイコンでは-60cm 区の地下かんがいは計5回行い、当初はかんがい時の地下水位高を-20cm としたが株周りまで湿らせるのに1日以上かかるため、2回目からは地下水位高を±0～+20cm としてうね間に水を廻らせた後、数時間後に落水した(図3)。土壌水分は、対照区が pF0.0～2.9 と大きく変動して推移したのに対し、-30cm 区では pF0.7～2.5 と変動は小さいが対照区より湿りがちに推移した。-60cm 区では pF1.4～2.9 と対照区より高く、易効性有効水範囲の期間が長く推移した(図4)。収穫時の生育量は、最長葉長、全重、根重、根長および根径で-60cm 区が対照区と同等で-30cm 区は小さく、根の障害割合は区間の差がなかった(表3)。

試験2 FOEAS における地下かんがい指標の検討(2016年)

葉ネギでは移植直後の根圏が非常に浅いため、-60cm 区の地下かんがいは1作目の5月23日移植では当初地下水位高を+10cm としてうね間に水を廻らせ、数時間後に落水し、以後、-10cm として乾燥が進みにくくなるよう活着を促し、5日後に-60cm とした。2作目の6月20日移植では、移植翌日から10日間連続で降雨があり降水量は計140mmに達したため地下水位高は-60cm のままとした。その後、6月30日から降雨がなかったため7月5日に-60cm 区で地下かんがいを行った。7月18日以降は梅雨が明けて高温乾燥となり、葉ネギは根圏が浅いため-60cm 区の地下水位高を-30cm とし地下かんがいを行ったが、頻繁にかんがいを行う必要があったため、8月19日から8月22日までは地下水位高を-10cm に、8月27日以降は地下水位高を-20cm とした(図5)。なお、対照区も8月以降は-10cm の土壌水分が pF2.7 以上で推移し乾燥が進んだため、8月9日、12日、19日と3回頭上かん水を行った。土壌水分は、1作目の移植後7日間の間、両測定深とも-60cm 区が pF1.4～1.6 と意図したとおりに湿っていたのに対し、対照区は pF2.3 以上と乾燥していた。2作目の移植後7日間の間は降雨により両測定深および両区とも pF1.4～1.5 と湿っていた。6月30日以降は降雨が7日間なく土壌が乾燥したが、-60cm 区は7月5日に地下かんがいを行ったために pF1.4～1.5 に低下し湿っていた。梅雨明け後は-60cm 区も対照区同様高く推移した(図6、図7)。収量は、1作目2作目とも、調製重および草丈で、-60cm 区が対照区より優れた(表5)。

丸ダイコンでは、-60cm 区の地下水位高を当初-10cm とし、播種5日後以降は暗渠開放、播種7日後に地下かんがいをを行い、以後は降雨が断続的であったため地下かんがいは実施しなかった(図8)。土壌水分は、対照区が播種後に降雨のあった9月5日まで pF2.0 前後でやや乾き気味に推移したのに対し-60cm 区はそれより湿って推移し、9月5日以降は区間差が小さく推移した(図9)。収量は、-60cm 区が対照区より根径で優れたが、最長葉長、全重、根重、根長、および根の障害割合は対照区と同等であった(表6)。

IV 考察

今回の結果では、FOEAS での葉ネギおよび丸ダイコン栽培における地下水位高は、-30cm に固定すると FOEAS 無施工ほ場よりも収量が劣り、対照区と同等以上の収量を得た地下水位高-60cm(暗渠開放)が適する事が判明した。その場合のかんがい方法は、土壌 pF を測定して易効性有効水の上限値 pF2.7 になるまでにかんがいをを行う事とし、一時的

に地下水位高を+10cm 程度まで上げ、うね間に水を廻した後 2 時間から 3 時間後に落水する方法が適する。品目別には、葉ネギでは秋冬作においては地下水位高-60cm で増収が期待できる。夏秋作においては、夏季の乾燥時には地下水位高-10~-30cm を維持した上で地下かんがいを行うと増収が期待できる。一方、丸ダイコンでは FOEAS による増収効果は認められなかったが、栽培期間が秋季から冬季と乾燥しにくい時期であるため、深根性のダイコンでは栽培の後半には地下かんがいの効果が小さくなると考えられた。

これらの事から、葉ネギにおいてはほ場が乾燥しかんがいが必要になる場合、FOEAS を施工していないほ場では株毎に頭上かん水を行うか、1うね毎にうね間を堰き止めてかん水を行う等労力が多くなるのに対し、FOEAS 施工ほ場では、地下水位高を上げるだけで容易に素早くかんがいで適正な土壌水分を確保でき、特に夏秋作では大幅な増収につながる。一方、丸ダイコンにおいては、同じアブラナ科の秋冬野菜(長ダイコン、キャベツ、ブロッコリー)で FOEAS による増収効果を確認している⁽⁸⁾。また、夏季の土壌乾燥時に定植したブロッコリーでは、FOEAS による定植直後の地下かんがいにより初期生育が良好で増収する⁽⁷⁾、FOEAS の排水機能に加えてかんがい機能を生かすことで安定生産に資する⁽¹⁴⁾との報告がある。これらの事から、播種時期の違いや降水が少ない年には丸ダイコンでも FOEAS で増収する可能性は残されている。

以上の結果および考察から、FOEAS 導入ほ場における京野菜地下かんがい指標を作成した。すなわち「通常-60cm (暗渠開放)とする。pF 計(テンシオメーター等)をうねの頂面から-20cm に設置し、根圏の浅い生育初期の pF1.5~2.0、播種後発芽が揃うかまたは移植後十分に活着した中期以降の pF2.0~2.7 を目安に管理する。さらに、降雨が少なく乾燥が進んで pF2.7 を超えるときは、暗渠を閉じ地下水位高を-20cm 程度に設定し、さらに乾燥が進むときは、+10cm 程度に設定してうね間に水を廻した後、2 時間から 3 時間後に株元近くまで十分に土壌が湿ったら元の水位に戻す。」とした。詳細については、FOEAS 導入ほ場における輪作マニュアルを作成した⁽⁸⁾ので参照されたい。

なお、本研究の一部は、平成 25、26 年度「農林水産業の革新的技術緊急展開事業」(うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立)の支援を受けて実施した。

V 引用文献

- (1) 中央農研、2009、地下水制御システム(FOEAS)による大豆の安定生産マニュアル、P5~11
- (2) 中央農研、2016、水田輪作における地下水制御シス

- テム活用マニュアル増補改訂版、P1~2
- (3) 土壤保全調査事業全国協議会編、2012、『全国農耕地土壌ガイドブック』、P72~73
- (4) 藤森ら、2012、『地下水制御システム FOEAS 導入と活用のポイント』、農文協
- (5) 藤原俊六郎・安西徹郎・小川吉雄・加藤哲郎、1998、『新版土壌肥料用語辞典』、P62~64
- (6) 兵庫県立農林水産技術総合センター淡路農業技術センター、2015、地下水制御システム(FOEAS)を利用したキャベツの安定・増収技術
- (7) 細野ら、2015、重粘土地下水制御圃場へのネギ・ブロッコリーの適応性、中央農研研究報告、23、1-22
- (8) 京都府農林センター、2017、地下水制御システム(FOEAS)導入圃場における高収益輪作体系導入マニュアル、6~7
- (9) 京都府農林水産部農産流通課、2002、持続的な農業推進のための土づくり推進指導資料、9
- (10) 松尾健太郎・山本岳彦・山崎 篤、2016、地下水制御が春播きおよび夏播きニンジンの生育に及ぼす影響、農作業研究、51(2)、59-68
- (11) 望月ら、2013、ダイズ作付け期間中の深さ別土壌水分の変化による地下水制御システム(FOEAS)の機能評価、農業農村工学会、286、51-57
- (12) 中野有加・岡田邦彦、2012、地下水位の高低および変化がタマネギの根系発達に及ぼす影響、根の研究、21(3)、63~71
- (13) 中野ら、2014、地下水制御システム(FOEAS)設工ほ場における設定水位が秋まきキャベツの生育に及ぼす影響、園学研、13(2)125~133
- (14) 中野ら、2020、地下水制御システム(FOEAS)の排水と灌漑による夏播き冬どりブロッコリーの安定生産、園学研、19(4)355-364
- (15) 田中大三、1991、『京都の伝統野菜』、76
- (16) 竹田博之・佐々木良浩、2013、転換畑ダイズ不耕起栽培における地下水制御システムを利用した梅雨期および梅雨明け後播種栽培、日作紀 82(3)233-241

表1 「試験1 FOEASにおける地下水位高の検討(2015)」の試験区

試験区	FOEAS施工	地下水位高	うね頂面の高さ(cm)			
			葉ネギ		ダイコン	
			田面から	うね底から	田面から	うね底から
対照	なし	制御なし	-	16.0	-	15.0
-30cm	あり	-30cm固定とし、水位を維持するため随時入水した。	9.2	15.5	5.0	13.8
-60cm	あり	通常は暗渠開放(-60cm)で、かんがい時は一時的に水位を上げた。	9.7	16.3	4.5	13.7

注)試験区のcmおよびうね頂面の田面からの高さはFOEAS施工時の田面を基準(±0cm)。

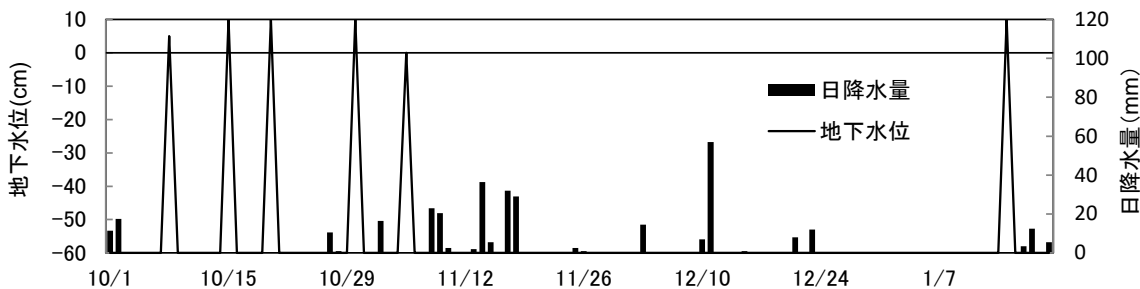


図1 FOEASほ場地下水位設定と日降水量[試験1(2015年)、葉ネギ、-60cm区]

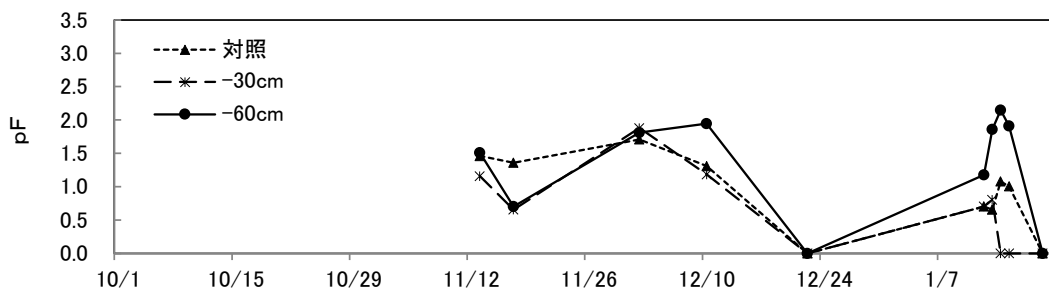


図2 土壌pFの推移[試験1(2015年)、葉ネギ、うね頂面から-20cm]

注)測定はテンシオメーターで、測定範囲は0.0~3.0

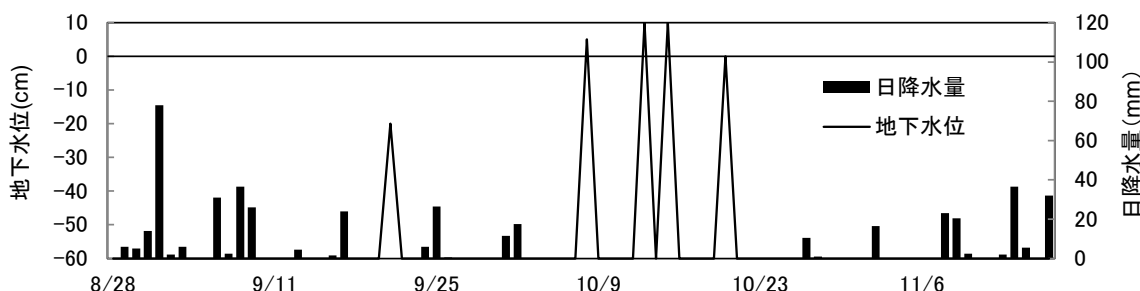


図3 FOEASほ場地下水位設定と日降水量[試験1(2015年)、丸ダイコン、-60cm区]

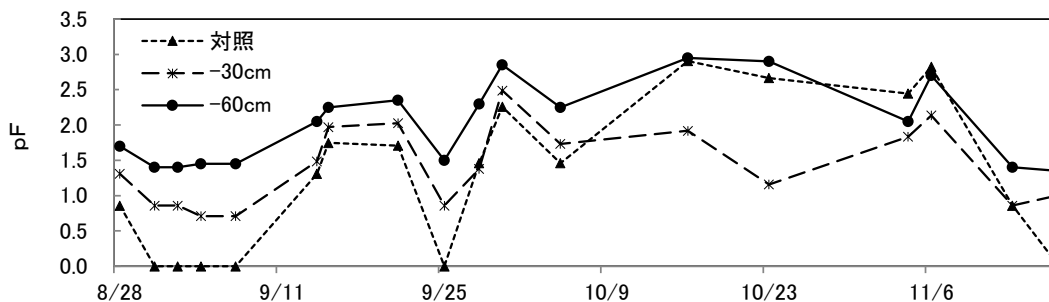


図4 土壌pFの推移[試験1(2015年)、丸ダイコン、うね頂面から-20cm]

注)測定はテンシオメーターで、測定範囲は0.0~3.0

表2 地下水位高の違いが葉ネギの生育及び収量に及ぼす影響[試験1(2015年)]

試験区	調製重(g)	草丈(cm)		本数	葉鞘径(mm)	
		株平均	最長		株平均	最大
対照	82.3 b	51.6 b	55.5 b	4.4	10.8 b	12.4 b
-30cm	65.2 b	48.2 c	52.1 c	4.4	10.2 b	12.1 b
-60cm	108.7 a	58.6 a	63.7 a	4.6	12.0 a	13.7 a

注)調査は10株3反復。異なる英文字間はTukey法により5%水準で有意差があることを示す。

表3 地下水位高の違いが丸ダイコンの生育及び収量に及ぼす影響[試験1(2015年)]

試験区	最長葉長(cm)	全重(kg)	根重(kg)	根長(cm)	根径(kg)	根の障害(%)
対照	58.2 a	2.40 a	1.82 a	15.4 a	15.4 a	40 a
-30cm	51.8 b	1.86 b	1.45 b	14.4 b	14.1 b	37 a
-60cm	54.1 ab	2.32 ab	1.83 a	15.8 a	15.1 a	29 a

注)調査は10株3反復。根重は葉を10cm残して測定。根の障害は該当株率を示す。

異なる英文字間はTukey法により5%水準で有意差があることを示し、障害は角変換後に統計処理を行った。

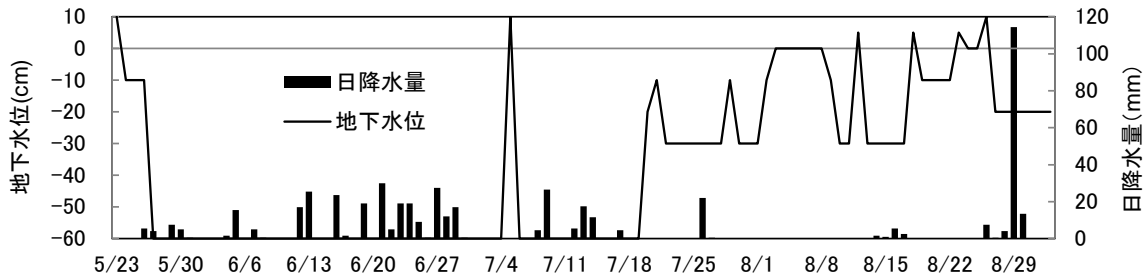


図5 FOEASほ場地下水位設定と日降水量[試験2(2016年)、葉ネギ、-60cm区]

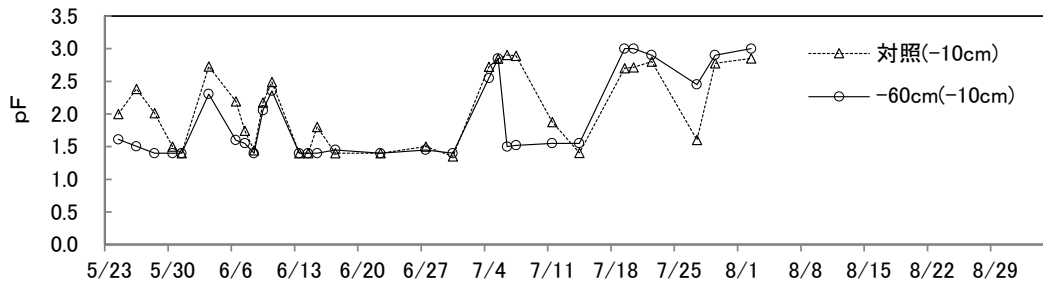


図6 土壌pFの推移[試験2(2016年)、葉ネギ、うね頂面から-10cm]

注)測定はセラミック土壌水分計で、測定範囲は1.4~3.0

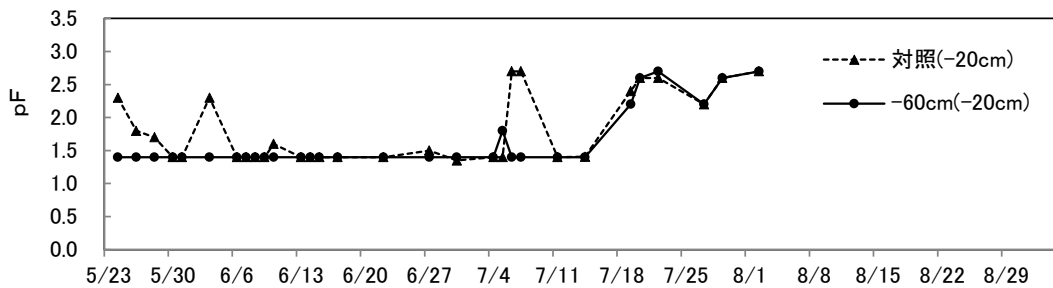


図7 土壌pFの推移[試験2(2016年)、葉ネギ、うね頂面から-20cm]

注)測定はセラミック土壌水分計で、測定範囲は1.4~3.0

表4 「試験2 FOEASにおける地下かんがい指標の検討(2016)」の試験区

試験区	FOEAS施工	地下水位高	うね頂面の高さ(cm)			
			葉ネギ		ダイコン	
			田面から	うね底から	田面から	うね底から
対照	なし	制御なし		15.3		16.5
-60cm	あり	通常は暗渠開放(-60cm)で、灌漑時は一時的に水位を上げてから落水した。	7.3	16.1	9.8	16.1

注)試験区のcmおよびうね頂面の田面からの高さはFOEAS施工時の田面を基準(±0cm)。

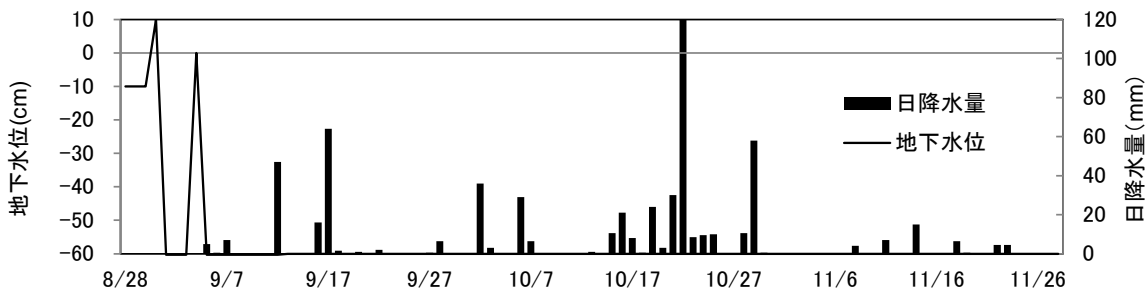


図8 FOEASほ場地下水設定と日降水量[試験2(2016年)、丸ダイコン、-60cm区]

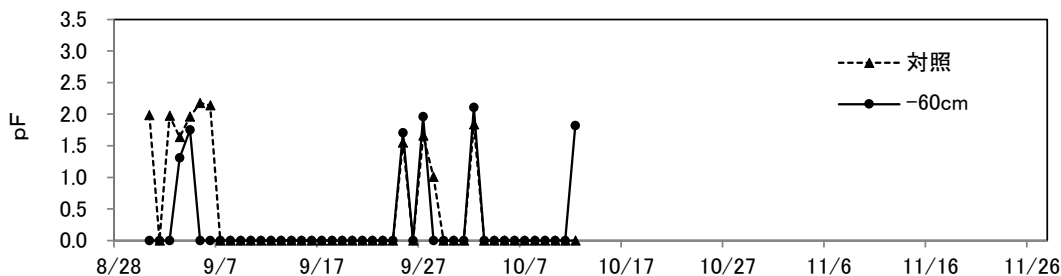


図9 土壌pFの推移[試験2(2016年)、丸ダイコン、うね頂面から-20cm]

注)測定はテンシオメーターで、測定範囲は0.0~3.0

表5 地下水位管理の違いが葉ネギの生育及び収量に及ぼす影響[試験2(2016年)]

試験区	調製重(g)	草丈(cm)		本数	葉鞘径(mm)								
		株平均	最長		株平均	最大							
1作目	対照	109.3	b	53.3	b	59.9	b	5.3	a	10.7	b	15.1	a
	-60cm	151.7	a	60.5	a	65.9	a	5.0	a	11.9	a	14.0	a
2作目	対照	90.7	b	56.4	b	63.2	b	3.6	a	9.1	a	11.3	a
	-60cm	138.3	a	65.2	a	71.5	a	4.1	a	10.3	a	12.3	a

注)調査は10株3反復。異なる英文字間にはt検定により5%水準で有意差があることを示す。

表6 地下水位管理の違いが葉ネギの生育及び収量に及ぼす影響[試験2(2016年)]

試験区	最長葉長(cm)	全重(kg)	根重(kg)	根長(cm)	根径(cm)	根の障害(%)						
対照	49.1	a	1.71	a	1.35	a	13.8	a	12.7	b	13	a
-60cm	49.4	a	1.87	a	1.52	a	14.1	a	13.9	a	33	a

注)調査は10株3反復。根重は葉を10cm残して測定。根の障害は該当株率を示す。

異なる英文字間にはt検定により5%水準で有意差があることを示し、障害は角変換後に統計処理を行った。

Stable cultivation technology of Kyoto vegetables utilizing

Farm-Oriented Enhancing Aquatic System (FOEAS)

Shinichi ASAI

Summary

When cultivating leaf green onions and round Japanese radish, which are traditional vegetables in Kyoto, using the Farm-Oriented Enhancing Aquatic System (FOEAS), the groundwater level is usually set to -60 cm (open underdrain), and the groundwater level is temporarily increased to around +10 cm. A suitable method is to raise it and sprinkle water between the ridges. As for the underground irrigation index, with the underdrain open, a pF meter is installed at -20 cm from the top of the ridge, and the pF of shallow rhizosphere early growth is 1.5 to 2.0, and after when seeds germinate or seedlings take root is pF2.0 to 2.7.

Keywords: Groundwater level control, Farm-Oriented Enhancing Aquatic System(FOEAS), Kyoto vegetables, round Japanese radish, leaf green onions, pF

アイリス黄斑ウイルスの弱毒候補株作出・選抜

伊藤弓佳*、三村裕**、静川幸明**、木村重光***、古谷規行**

キーワード: IYSV、ワクチン、タバコ (*Nicotiana benthamiana*)、トルコギキョウ、全身感染

I 緒言

アイリス黄斑ウイルス(IYSV)は、ブニヤウイルス科トスポウイルス属のウイルスであり(Ullman *et al.* 1997)、オランダにおいて 1992 年からダッチ・アイリスで発生が確認され、初めて分離された(Cortes *et al.* 1998)。日本では、2000 年前後から、ネギ、タマネギ、ニラ、ラッキョウ等のユリ科の作物や、アリストロメリアやトルコギキョウ等の植物に感染することが報告されている(土井ら 2003、善ら 2005)。

本ウイルスはネギアザミウマ(*Thrips tabaci* Lindeman)により媒介され、一度ウイルスを獲得したネギアザミウマの個体は、永続的にウイルスを伝搬する(Ullman *et al.* 1993、Wijkamp *et al.* 1993)。経卵伝染、土壌伝染、種子伝染は確認されていない。

IYSV が感染したネギの葉身には、不明瞭な退緑斑が発生し、その後淡黄色～白色のえそ条斑を呈し、「ネギえそ条斑病」と命名された(福田・中山 2007)。また、トルコギキョウでは、茎葉のえそ斑点やえそ輪紋の症状を呈する(Kritzman *et al.* 2001)。

府内においては、2014 年 6 月、ネギ産地においてネギえそ条斑病の発生が確認された(京都府 2014)。ネギが IYSV に感染すると、出荷の際に、えそ条斑を呈する葉身の除去が必要となり、出荷調製の負担や商品化率の低下による収益の減少が問題となっている。現在、本ウイルス病に効果のある農薬は実用化されておらず、媒介虫のネギアザミウマの薬剤感受性も低下している(相澤 2018)。

そこで、ウイルス病防除技術として実用性が示されている弱毒ウイルス(小坂 1997、梁ら 2010)、いわゆる「植物ワクチン」開発のため、本研究では発生地で採取した自然株(強毒株)から病原性の極めて弱い弱毒株(無病徴～軽微な病斑程度)を作出し、これら弱毒株から予防効果を有するワクチン有望株の選抜を進めた。

II 材料と方法

1 弱毒株の作出

京都市内のほ場から IYSV の病徴により採取した露地ネギの葉身を用い、カーボランダム法によりサンプルの 10 倍希釈汁液を、接種が容易で短期間でウイルスの増殖が可能なタバコ (*Nicotiana benthamiana*) に接種した(Kritzman *et al.* 2001, Bag and Pappu 2009)。タバコは、本葉 5～6 葉展開株を使用した。加温設定 22℃、換気設定 30℃のガラス温室にて、14 日間栽培を行い、病徴観察及び DAS-ELISA 検定を行なった。各代において、病徴の弱いものを選抜し、継代接種を行い、極めて弱い病徴を呈する株が発現するまで、接種試験を続けた。第 1 回、第 2 回及び第 4 回以降の継代接種では、0.1M リン酸緩衝液(pH7.2)に還元剤(ジチオトレイトール)0.1%を添加した緩衝液、第3回目の継代株接種試験においては、0.1M リン酸緩衝液(pH7.2)に還元剤(ジチオトレイトール)および界面活性剤(Tween20)0.05%を添加した緩衝液を使用した。

なお、DAS-ELISA 検定は、日本植物防疫協会製の IYSV コーティング抗体(IgG)および同抗体から作成した酵素結合抗体(コンジュゲート)を 500 倍希釈で使用し、基質液添加後に吸光度(405nm)を測定し、陽性判定を行った。

2 弱毒有望株の一次選抜

(1) 弱毒 32 株の病徴および増殖性による選抜

タバコへの継代接種で得られた弱毒株 32 株をタバコに接種して、病徴を基に選抜を行った。

精密温室内で 25℃恒温条件において、本葉 5～6 葉展開したタバコ 20 個体に各弱毒株を接種し、接種1週間後の各植物体全体に発生するえそ病斑数および接種後4週間の病徴発生個体数を基に一次選抜を行った。

(2) 弱毒有望株の二次選抜

一次選抜した弱毒株 13 株をタバコおよびトルコギキョウに接種して、病徴および感染を基に選抜を行った。

前述と同じ温室内において、一次選抜時より低い 23℃恒温条件において、タバコ 10 個体および栽培植物で機械接

* 生物資源研究センター (現 明治大学農学部)

** 生物資源研究センター

*** 生物資源研究センター (現 流通ブランド戦略課)

種が可能で、かつウイルスの移行性が報告されるトルコギキョウ (*Srinivasan et al.* 2011) の品種‘一番星’ 12 個体に弱毒株を接種し、接種後4週間の病徴観察および接種4週間後に上位葉(接種葉の 3~6 枚上の葉)を用いて DAS-ELISA 検定を行った。トルコギキョウの DAS-ELISA 検定陽性個体を後述する RT-PCR 法によりウイルス感染を再確認の上、病徴と感染を基に二次選抜を行った。

なお、RNA 抽出は、*Suehiro et al.*(2005)の方法を用い、IYSV 判定の RT-PCR には *Uga and Tsuda*(2005)の IYSV 用プライマーを用い、PCR 条件は、50°C30 分、95°C15 分の後、94°C30 秒、56°C30 秒、72°C1 分を 40 サイクルとした。

3 二次選抜した弱毒有望株の特性調査

(1) 弱毒有望株の病徴と感染(追試)

前項と同じ温室において、23°C 条件下で、二次選抜した弱毒株 4 株をタバコ 10 個体およびトルコギキョウ品種‘一番星’ 12 個体に接種し、接種 2 日後から 27°C 条件で管理し、接種後4週間の病徴観察および接種4週間後に上位葉(接種葉の 3~6 枚上の葉)を用いて DAS-ELISA 検定を行った。トルコギキョウの DAS-ELISA 検定陽性個体を RT-PCR 法によりウイルス感染の再確認を行った。

(2) 選抜弱毒株の干渉効果

25°C 恒温条件の精密温室内で、二次選抜した弱毒株 4 株をタバコに接種(一次接種)した。その後、RT-PCR により感染を確認したそれぞれ 10 個体および弱毒を接種しないタバコ 10 個体を供試し、弱毒株接種3週間後に、一次接種葉より 3~4 枚上位の葉へ強毒株のチャレンジ接種を行い、10 日後の病徴を観察した。

III 結果

1 弱毒株の作出

タバコでの1~2回目の IYSV 継代株においては、露地ほ場から採取したネギ葉に感染していた IYSV 強毒株と同様に接種葉および上位葉とも多数のえそ病斑の病徴を呈し、多くの株が枯死した。しかし、3回目の IYSV 継代接種においては、えそ病斑数や病徴の広がりが少なく、かつ DAS-ELISA 検定で IYSV 陽性が示された IYSV 感染タバコ株を、32 株得ることができた。その後、4~5 回目の継代接種をおこなったところ、病徴の強毒株への復帰は認められず、弱い病徴が維持された。

2 弱毒有望株の一次選抜

(1) 弱毒 32 株の病徴および増殖性による選抜

タバコへの継代で得られた 32 株の弱毒株をタバコへ接種し、病徴を観察したところ、接種 1 週間後の接種葉における病斑数および接種後4週間の病徴発現個体数について大きな違いが認められた(表1)。強毒株との対比で上位葉に病徴が確認されたタバコの個体数が 15 個体で5%有意水準付近となるため(フィッシャーの正確確率検定)、病徴のある個体数が 14 個体以下であった 15 株のうち、有効な接種源が得られた病斑数の少ない 13 株を一次選抜した。

(2) 弱毒有望株の二次選抜

一次選抜した 13 株について、23°C 条件下での病徴観察により上位葉への感染を確認した。その結果、タバコでは DAS-ELISA により、弱毒株 10 株で上位葉への感染する個体が確認された。このうち 4 株においては、DAS-ELISA および IYSV 検定用のプライマーを用いた RT-PCR によりトルコギキョウにおいても上位葉のウイルス感染を確認したため、これら 4 株を二次選抜した(表2)。

3 二次選抜した弱毒有望株の特性調査

(1) 弱毒有望株の病徴と感染(追試)

二次選抜した弱毒株 4 株を接種し、27°C 条件下で栽培すると、タバコでは上位葉に病徴が見られたが、トルコギキョウでは、上位葉に病徴が全く見られなかった(図1)。しかし、病徴が発生しないものの弱毒株 No.7 および No.42 では、DAS-ELISA および RT-PCR により、トルコギキョウ上位葉のウイルス感染を確認した(表3)。

(2) 選抜弱毒株の干渉効果

二次選抜した弱毒株 4 株を接種し感染を確認したタバコでは、いずれも強毒株をチャレンジ接種後も、顕著な病徴は発生しなかった。一方、強毒株のみを接種したタバコでは、すべての個体において明確な病斑が発生した(図2)。

IV 考察

ガラス温室でタバコを用いた継代接種により、病徴の弱い IYSV 弱毒株 32 株を得ることができた。うち 2 株は、接種葉から上位葉への感染が2回の接種試験で確認され、かつチャレンジ接種により強毒株に対する干渉効果が確かめられたため、ワクチン有望株として選抜された。

これまで、弱毒ウイルスは、熱、紫外線照射及び亜硝酸ナトリウムによる人為的処理やこれらを組み合わせた処理、ウイルス RNA の導入あるいは交換によって作出されてきた (*Holmes*, 1934 ; *大島ら*, 1965 ; *本吉・西口*, 1984 ; *Yeh and Gonsalves*, 1984 ; *後藤ら*, 1984 ; *Yoshida* ら, 1985 ;

Montasser *et al.*, 1991 ; Sayama *et al.*, 1993, Kobori *et al.* 2005)。変異誘発処理後の感染植物には、通常、弱毒株と強毒株が混在するとされている(小川, 2014)。また、IYSV の属するトスポウイルスは、接種継代を繰り返すと感染植物の病徴に変化を与えることがあるとされる (Resende *et al.*, 1991)。これらのことより、今後、本研究で得られたワクチン候補株については、局部病斑を呈するインパチエンス等の植物に接種し、局所病斑分離等を重ね、同一の変異を持つ弱毒株として単離を進める必要がある(福田・中山 2007)。

今回の接種試験では、強毒株は、いずれの試験でもタバコではすべての株が感染し、トルコキキョウでも大半の個体が感染した一方、弱毒株では、感染率が比較的低かった。Srinivasan ら(2011)は、異なる温度条件で、IYSV 機械接種の感染率やウイルスの移行性が異なることを報告していることから、弱毒株接種試験においてもさらに温度条件検討の上、評価することが必要と考えられた。

IYSV のネギへの人為接種については、成功していない(善ら 2005、福田・中山 2007)。また、保毒アザミウマの吸汁により感染した IYSV は、局所化することが報告されている(福田・中山, 2007)。これらのことから、ネギでは、効率的な人為的接種方法の開発そのものが難しく、開発されても局所感染で全身感染しないためワクチンの予防効果が得られないことが予想される。

一方、*Datura stramonium* に IYSV とトマト黄化えそウイルス(TSWV)を混合接種すると、TSWV のサブプレッサーがサイレンシングを抑制することで IYSV 単独では見られないウイルスの全身移行性を獲得すること(Bag *et al.* , 2012)や、TSWV の NS_sプロテインがポティウイルスの全身移行性を助けることが確認されている(Garcia-Ruiz *et al.*, 2018)。IYSV を局在させるネギの RNA サイレンシングを抑制するサブプレッサーを持つウイルスを混合感染させることで、IYSV をネギに全身感染させることが可能になると推察される。ネギの場合は、ネギに全身感染するネギ萎縮病ウイルス SYSV と IYSV の混合接種による感染性や全身移行性への影響を検討することは、ワクチン実用化に向けた可能性模索として価値があると考えられる。なお、SYSV は、ポチウイルスであり、弱毒ウイルス作出方法も確立されている(Kosaka and Fukunishi., 1993; Kobori *et al.*, 2005)。

なお、本研究は平成 30 年度研究成果展開事業 A-STEP 機能検証フェーズ(平成 30~令和元年度: グラント番号 VP30118066786)により実施した。

V 引用文献

- (1) 相澤美里、2018、ネギアザミウマの異なる生殖系統における合成ピレスロイド剤抵抗性機構と広域的・局所的分布に関する分子生態学的研究、香川県農試研報、69:1-30
- (2) Bag, S. and Pappu, H. R. (2009) Symptomatology of Iris yellow spot virus in selected indicator Hosts. *Plant Health Progress*, 10(1): doi:10.1094/PHP-2009-0824 -01- BR
- (3) Bag, S., Mitter, N., Eid, S., and Pappu, R. H. (2012). Complementation between two Tospoviruses facilitates the systemic movement of a plant virus silencing suppressor in an otherwise restrictive host. *PLOS ONE* 7(10): e44803.
- (4) Cortes, I., Livieratos, I.C., Derks, A., Peters, D. and Kormelink, R. (1998) Molecular and serological characterization of Iris yellow spot virus, a new and distinct tospovirus species. *Phytopathology* 88: 1276-1282
- (5) 土井誠・善正二郎・奥田充・中村宏子・加藤公彦・花田薫、2003、*Iris yellow spot virus* によるトルコギキョウ (*Eustoma grandiflorum*) えそ輪紋病. 日植病報、69: 181-188
- (6) Holmes, F.O. (1934) A masked strain of tobacco mosaic virus. *Phytopathology* 24, 845-873
- (7) 福田充・中山喜一、2007、アイリスイエロースポットウイルス(IYSV)によるネギえそ条斑病(新称)、関東病虫研報、54:39-42
- (8) Grasia-Ruiz, H., Sergio, M., and Patricia A. (2018) Tomato spotted wilt virus NSs Protein Supports Infection and systemic movement of a potyvirus and is a symptom determinant. *Viruses* 10, 129; doi:10.3390/ v10030129
- (9) 後藤忠則・飯塚典男・小餅昭二、1984、タバコモザイクウイルス・トウガラシ系の弱毒ウイルス作出とその利用、日植病報、50 : 221-228.
- (10) 小坂能尚、1997、ダイズウイルス病の病原ウイルスと防除法に関する研究、京都農研報、20:1-100
- (11) Kosaka, Y. and Fukunishi, T. (1993) Attenuated isolates of soybean mosaic virus derived at a low temperature. *Plant Dis.* 77: 882-886
- (12) Kobori, T., Ryang, B.-S., Natsuaki, T. and Kosaka, Y. (2005) A New Technique to Select Mild Strains of Cucumber mosaic virus. *Plant Dis.* 89: 879-882
- (13) Kritzman, A., Lampel M., Raccach, B. and Gera A. (2001) Distribution and Transmission of Iris yellow spot virus. *Plant Dis.* 85: 838-842

- (14) 京都府、2014、発生予察特殊報第1号、京都府病害虫防除所
- (15) Montasser, M. S., Tousignant, M. E., and Kaper, J. M. (1991). Satellite-mediated Protection of tomato against cucumber mosaic virus : I. Greenhouse experiments and simulated epidemic conditions in the field. *Plant Disease* 75: 86-92.
- (16) 本吉総男・西口正通、1984、ウリ類モザイク病防除のための弱毒ウイルスの作出、植物防疫、38 : 9-13.
- (17) 大島信行・小餅昭二・後藤忠則、1965、弱毒ワクチンによるウイルス病の防除 (1)トマトモザイク病の防除、北海道農試彙報、85 : 23-33.
- (18) 小川哲治、2014、本邦のジャガイモ Y ウイルスの集団遺伝構造と弱毒ウイルスに関する研究、長崎農技特研報、5:1-69
- (19) Resende,R.de O., de Haan, P., de Avila, A. C., Kitajima,E. W., Kormelink, R., Goldbach, R., and Peters,D. (1991) Generation of envelope and defective interfering RNA mutants of tomato spotted wilt virus by mechanical passage. *J. Gen. Virol.*72, 2375-2383
- (20) 梁宝成・片桐伸行・安原壽雄・小坂能尚、2010、植物ウイルス病ワクチンの製品化と普及展開、植物防疫、64(12):822-825
- (21) Sayama, H., Sato, T., Kominato, M., Natuaki, T., and Kaper, J. M. (1993). Field testing of a satellite-containing attenuated strain of cucumber mosaic virus for tomato protection in Japan. *Phytopathology* 83: 405-410
- (22) Srinivasan, R., Diffie, Stan. And Sundaraj, S. (2011) Evaluation of Lisianthus as an indicator host for Iris yellow spot virus. *Plant Dis.* 95:1520-1527
- (23) Suehiro, N., Matsuda, K., Okuda, S. and Natsuaki T. (2005) A simplified method for obtaining plant viral RNA for RT-PCR. *Journal of Virological Methods.* 125: 67-73
- (24) Uga, H. and Tsuda, S (2005) A one-step reverse transcription-polymerase chain reaction system for the simultaneous detection and identification of multiple Tospo virus infections. *Phytopathology* 95:166-171
- (25) Ullman, D. E., German, T. L., Sherwood, J. L., Westcot, D. M., and Cantone, F. A. (1993) Tospovirus replication in insect vector cells immune cytochemical evidence that the nonstructural protein encoded by the S RNA of tomato spotted wilt tospovirus is present in thrips vector cells. *Phytopathology*83, 456-463
- (26) Ullman, D. E., Sherwood, J. L., and German, T. L., (1997) Thrips as vectors of plant pathogens. (Lewis T. ed.), *Thrips as Crop Pests*, CAB International, Cambridge University Press, Cambridge, UK., pp 539-565
- (27) Wijkamp, I., Van Lent, J., Kormelink, R., Goldbach,R., and Peters, D. (1993) Multiplication of tomatospotted wilt virus in its insect vector *Frankliniella occidentalis*. *J. Gen. Virol.* 74, 341-349
- (28) Yeh, S. -D., and Gonsalves, D. (1984) Evaluation of induced mutants of papaya ringspot virus for control by cross protection. *Phytopathology* 74: 1086-1091
- (29) Yoshida, K., Goto, T. and Iizuka, N. (1985) Attenuated isolates of cucumber mosaic virus produced by satellite RNA and cross protection between attenuated isolates and virulent ones. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 51: 238-242
- (30) 善正二郎・奥田充・海老原克介・植松清治・花田薫・岩波徹・中島貞彦、2005、タマネギ (*Allium cepa*) から分離された *Iris yellow spot virus* (IYSV) の遺伝的特性および IYSV2 系統のタマネギおよびネギ (*Allium schoenoprasum*) に対する病原性、日植病報、71:123-126.



図1. トルコキキョウでの弱毒株評価
 (左) 激しい病徴の強毒株
 (右) 上位葉に病徴が見られない弱毒株



図2 *N. benthamiana*へのチャレンジ接種10日後の病徴
 (左) 強毒のみ接種した接種葉 (右) 弱毒接種後に強毒株を接種した葉

表1 IYSV強毒株および弱毒候補32株の接種による *N. benthamiana*の病徴発現程度

強毒および弱毒株No.	病徴がある個体数		病斑数 (数/個体)
	接種葉	上位葉	
強毒株	20	20	48.4
2	2	2	0.1
4	2	1	0.1
5	1	1	0.1
7	0	0	0.0
8	3	1	0.3
9	4	3	0.2
13	0	0	0.0
14	19	19	1.9
15	9	8	0.7
16	5	5	0.2
18	18	18	4.0
19	7	2	0.4
22	15	15	1.5
23	2	1	0.1
25	17	17	1.7
29	15	15	2.5
31	12	12	0.6
32	18	18	6.1
33	16	16	0.9
34	18	18	3.6
35	16	14	4.5
36	20	20	13.5
37	20	19	10.7
39	18	14	8.7
41	18	15	5.1
42	4	3	0.2
43	20	20	14.4
44	18	17	6.1
45	20	19	32.2
47	20	20	50.2
49	20	20	48.4
50	20	20	25.6

IYSV各株に対して*N.benthamiana*20個体接種した2葉/個体の病斑数を接種1週間後に調査
 病徴個体数は接種4週間後までの調査

表2 23°C恒温条件におけるIYSV強毒株および弱毒候補13株の接種による *N. benthamiana* およびトルコキキョウの病徴発現程度

強毒および弱毒株No.	<i>N. benthamiana</i>			トルコキキョウ		
	病徴がある個体数		ELISA 陽性個体数	病徴がある個体数		ELISA 陽性個体数
	接種葉	上位葉		接種葉	上位葉	
強毒株	10	10	10	8	8	8
2	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	0
5	2	0	2	0	0	0
7	3	0	2	2	0	2*
8	3	0	2	1	0	1*
9	3	0	2	1	0	1*
13	5	0	4	0	0	0
15	2	0	2	0	0	0
19	1	0	1	0	0	0
23	1	0	0	0	0	0
35	10	1	7	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0
42	7	1	6	2	1	2*

IYSV各株に対して*N.benthamiana*10個体、トルコキキョウ12個体
 病徴個体数は接種4週間後までの調査

ELISA検定には上位葉を使用
 * : RT-PCRによりIYSVを確認

表3 23°C→27°C温度条件におけるIYSV強毒株および弱毒候補4株の接種による*N. benthamiana*およびトルコキキョウの病徴発現程度

強毒および弱毒株No.	<i>N. benthamiana</i>			トルコキキョウ		
	病徴がある個体数		ELISA	病徴がある個体数		ELISA
	接種葉	上位葉	陽性個体数	接種葉	上位葉	陽性個体数
強毒株	10	10	10	12	12	12
7	4	3	1	2	0	2*
8	6	4	6	0	0	0
9	5	5	8	0	0	0
42	4	1	0	2	0	2*

IYSV各株に対して*N.benthamiana*10個体、トルコキキョウ12個体

病徴個体数は接種4週間後までの調査

ELISA検定には上位葉を使用

* : RT-PCRによりIYSVを確認

Production and selection of Attenuated Strain Candidates of Iris Yellow Spot Virus

Yumika ITO, Yutaka MIMURA, Yoshiaki SHIZUKAWA, Shigemitsu KIMURA,
Noriyuki FURUTANI

Summary

Iris yellow spot virus (IYSV), a tospovirus transmitted by thrips, has wide range of host plants and causes a serious disease in these hosts such as onion and Welsh onion. No direct method has been developed to control IYSV. Therefore, we started to develop attenuated strain of IYSV for prevention of the disease. IYSV inoculum was obtained by an infected Welsh onion in Kyoto. The attenuated virus was selected by low-temperature treatment and passage from IYSV-infected Welsh onion. The test plants, tobacco (*Nicotianabenthamiana*), were inoculated with juice inoculum by the carborundum method. After two weeks of inoculation, symptom observation and DAS-ELISA test were carried out for detecting IYSV infection.

As a result, 32 attenuated candidate strains were obtained in the 3rd subculture by subculture treatment from infected tobacco. Using these 32 strains, the symptom of inoculation to tobacco was observed again, and 13 strains with a small number of lesion-causing individuals were primarily selected.

Next, these 13 strains were inoculated to tobacco and lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) at a temperature of 23 ° C. Among the attenuated strains that were confirmed to be infected in tobacco, 4 strains that have systemic infection in lisianthus were selected and vaccinated again to lisianthus, and the migratory ability was similarly observed on some plants of two strains, No. 7 and No. 42. These strains were also confirmed and showed little symptom as a result of the challenge inoculation in tobacco. So these were selected as attenuated candidates.

Key-words : IYSV, plant vaccine, *Nicotiana benthamiana*, Lisianthus, systemic infection

賀茂ナスの果実光沢の定量的な評価手法の検討

黒須暖加*

キーワード: ナス、果実光沢、分光反射率、画像解析

I 緒言

京都府特産の大型丸ナスである‘賀茂ナス’の産地では果実の光沢の有無や果皮表面における光沢部分の割合を目視により評価しているが、生産者間で評価に差が生じている。ナスでは果実の光沢は等級を区分する際の重要な指標の一つであり、光沢の定量的な評価を可能にすることによって選果精度の向上が期待できる。また、定量化により、光沢部分の割合等の年次間差を把握でき、気象及び栽培条件と光沢との関連を詳細に解析できるため、そこから得られる知見を栽培技術の改善に活用できるものと考えられる。

果実の光沢の消失は、果皮表面に微細な凹凸^{(1),(2)}(しわ⁽³⁾)が生じ、光が乱反射することで発生する^{(1),(2)}ことが明らかにされている。このため、果皮表面の反射光の特徴を捉えるべく、分光反射特性を調べる手法^{(3),(4)}や可視光画像を解析する手法⁽²⁾が検討されてきた。

松岡らは分光反射率を測定することで同じ果皮色の果実における光沢の有無を判別している^{(3),(4)}。しかしこれらの事例は長ナスを用いたものであり、賀茂ナスのような丸ナスでの測定事例は見当たらない。また、果皮色の違いによる光沢評価への影響も示唆されている^{(3),(4)}。

可視光画像を解析する手法では、画像中の任意の色について解析できるため、果皮色に関わらず光沢を判別できることが期待できる。森本はデジタルカメラ撮影画像を処理ソフトによって解析している⁽²⁾が、この手法は使用者がやや煩雑な画像処理を行う必要がある。一方、工業分野においては、製品の光沢に応じて規格品と規格外品を撮影から短時間で判別できる小型の画像判別センサが利用されているが、農業分野での利用事例は見当たらない。

以上のことから、本研究では、賀茂ナスの果実光沢と分光反射率との関係を調べるとともに、画像判別センサを用いた画像解析による果実光沢の判別の可能性を調べ、定量的な評価手法を検討した。

II 材料と方法

京都府農林水産技術センター農林センター内の水田転換畑で、京都府野菜栽培基準⁽⁵⁾に準じて栽培した賀茂ナス

の果実(約 250g、形の違いや凹凸が少ないもの)を供試した。供試果実は目視評価で「光沢あり」と「光沢なし」及び果皮色が「黒紫色」(全面が着色しムラがないもの)と「赤紫色」(全体的に着色が薄いもの)にそれぞれ分類した。

本試験に先立ち、マイクロスコープ(株式会社キーエンス VHX-2001)で果皮表面の微細構造を観察した。試料には「黒紫色・光沢あり」と「黒紫色・光沢なし」の果実を複数供試し、それぞれの赤道面(最大径)から果皮を直径約 3cm の円状に切り出した。設定倍率は 300 倍とした。その結果、複数の果実で光沢の有無により表面構造が物理的に異なることを確認した(図 1)。

1. 分光反射率の測定

分光反射強度の測定には携帯型分光放射計(英弘精機株式会社 MS-720)を使用し、300~1130nm の分光反射強度を測定した。光源には顕微鏡用ハロゲンランプ(30W)を使用した。

試料に「黒紫色・光沢あり」及び「黒紫色・光沢なし」各 2 個、「赤紫色・光沢あり」及び「赤紫色・光沢なし」各 1 個を供試した。それぞれの赤道面周上に光源からの光が当たるようにし、光源と試料表面の距離は約 50cm、試料表面と分光放射計の距離は 5cm に固定、入射角は 20 度とした。この条件下での分光放射計による試料表面の測定範囲は直径約 3cm であった。また、光源以外から混入する光の影響を考慮し、測定は暗室内で行った。

分光反射率は、試料と同じ方法で測定した写真撮影用グレースケール(反射率 18%、銀一株式会社 シルクグレーカード)の分光反射強度を分母に、試料の分光反射強度を分子とし、相対分光反射率として算出した。

2. 画像判別システムによる画像解析

撮影には画像判別センサ(株式会社キーエンス IV-H500CA、以下、センサ)を使用し、データ処理はセンサ付属ソフトウェア(キーエンス、以下、センサと合わせて画像判別システムとする)を用いて行った。なお、センサの光源には白色 LED ライトが用いられている。

最初に光沢が強い果実 1 個を選んで撮影し、基準画像として画像判別システムに登録した。基準画像内の果実部分

* 農林センター園芸部

を萼が入り込まないように留意しつつ測定範囲として指定し、範囲内で光沢が強い部分の色を検出色として指定した(図 2)。次に試料の「黒紫色・光沢あり」及び「黒紫色・光沢なし」各 1 個を撮影し、得られた画像の測定範囲において、基準画像を 100 とした場合の検出色の画素数の比率(以下、画素数比率)を測定した。撮影は試料の赤道面周上の 4 点(回転角度 90 度)を捉えるように行い、1 点につき 5 回測定した画素数比率を平均した。

III 結果

1. 分光反射率

試料表面の分光反射強度は波長域による差が大きく、グレースケールの分光反射強度を大きく上回った波長域も見られたため、相対分光反射率は 0~983 %と幅広い値をとった(図 3 左)。光沢の有無及び果皮色に関わらず、約 300~400nm の青色光波長域と約 900nm 以上の赤外光波長域では相対分光反射率の変動が大きく、光沢及び果皮色は判別できなかった(図 3 左)。約 700~800nm の赤色光波長域では、果皮色が赤紫色の果実の相対分光反射率が高くなった。一方、同一の果皮色では光沢ありと光沢なしの果実の相対分光反射率に差が見られなかった(図 3 右)。

2. 画像判別システム

検出色の画素数比率を表 1 に示す。「光沢あり」、「光沢なし」の果実のいずれも 1 つの撮影点での画素数比率の標準偏差は小さく、値の精度は比較的高いと考えられた。「光沢あり」の果実の光の強反射部分は基準画像と同様に光沢として判別でき、画素数比率も平均 67.4%と比較的高い値を得た。一方、「光沢なし」の果実では光の強反射部分の白色が検出色と異なるものとして判別され、画素数比率は平均 13.4%と低い値であった。しかし、「光沢あり」の果実においても撮影点によっては画素数比率が低くなった。

IV 考察

マイクロスコープによる観察により、光沢の有無によって表面構造が物理的に異なることを確認できた。このため、目視評価した「光沢あり」と「光沢なし」の果実には明らかな違いがあり、少数の試料による評価が可能であると考えられた。

分光反射率では同じ果皮色の果実の光沢の有無を判別することはできなかった。この原因の一つとして、分光放射強度測定時の測定範囲が影響していると考えられる。賀茂ナスは丸型ナスであり、今回のような点光源では図 4 のように光の強反射部分の周縁に弱く光が散乱する部分が生じる。松岡らの方法^{(3) (4)}では試料果実に測定孔固定板を取り付けており、光の強反射部分のみを測定していた。一方、本

研究では将来的な現場での導入を考慮し固定板は使用せずに測定したため、測定範囲が広くなり、光の強反射部分に加えその周縁部からの弱い散乱光まで受光していた。その結果、周縁部からの散乱光の放射強度は光沢の有無による差が小さいため、こうした散乱光が入り込むことにより全体の分光反射強度が平均化され、差として検出できなかったのではないかと考えられる。

一方、画像判別システムによる画像解析は、指定した色の画素を検出する手法であるため、光の強反射部分中の特に光沢が強い部分を検出でき、固定板を使用しない撮影方法でも周縁部の散乱光の影響を受けずに光沢の有無を判別できた。また、光の強反射部分のみを解析できる点から、果皮色の違いにも影響されずに光沢の強さを評価できると考えられる。このため、果実光沢の定量的な評価手法としては、光の強反射部分の画素の色データを評価する画像解析が適していると考えられる。

しかし、今回の結果では、「光沢あり」とした果実でも撮影点によっては検出色の画素数比率が低くなるなど、変動が見られた。この主な原因としては、「光沢あり」の果実にも光沢を失っている部分が混在していたことが挙げられ、そうした部分的な光沢の差を捉えたと見られる。さらに今回は、センサに組み込まれている点光源を使用したため、光の強反射部分が小さくなり、光沢の評価が果実表面の一部に留まったことにより、このような撮影点による変動が大きく表れたと考えられる。ナスの果実光沢はムラがあることがしばしばあるため、部分的な評価では撮影角度によって光沢の有無を誤判定する恐れがあり、果実表面全体における光沢の範囲を評価することが今後の課題として挙げられる。全体的な光沢評価を目指す手法としては面光源の利用が挙げられ、面光源による果実表面全体の画像の撮影方法やその解析方法の検討が必要であると考えられる。

また、本研究では光沢の有無を判別できたが、今後現場での評価基準を定めていく場合には、光沢部分の割合や光沢の程度別に多くの測定が必要であると考えられる。

V 引用文献

- (1) 加藤ら、1970、ナスのつやなし果発生現象、農業および園芸 第 47 巻 第 10 号、91-92
- (2) 森本、2001、青果物の品質評価に関する基礎的研究—ナスのつやなし果判別手法の考察—、岡山大学大学院環境学研究科生物生産システム工学研究室ウェブサイト論文一覧、<http://mama.agr.okayama-u.ac.jp/kenkyu/01/jun/jun.html>(最終閲覧 2020 年 6 月 3 日)

- (3) 松岡ら、1996、農産物の品質判定に関する基礎的研究
(第2報)―ナス表皮の色及び光沢評価と光沢消失過程―、農業機械学会誌 58(6)、69-77
- (4) 松岡ら、1995、農産物の品質判定に関する基礎的研究
―分光反射特性によるナス光沢の定量化―、農業機械学会誌 57(1)、33-40
- (5) 京都府農林水産部、1996、京都府野菜栽培基準



図 1. 果皮表面の微細構造
(左: 光沢あり果実、右: 光沢なし果実、
それぞれ代表的な画像を示す)

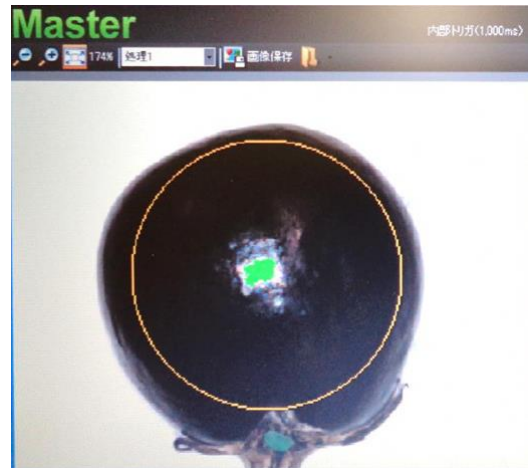


図 2. 画像判別システムでの測定範囲及び
検出色の指定

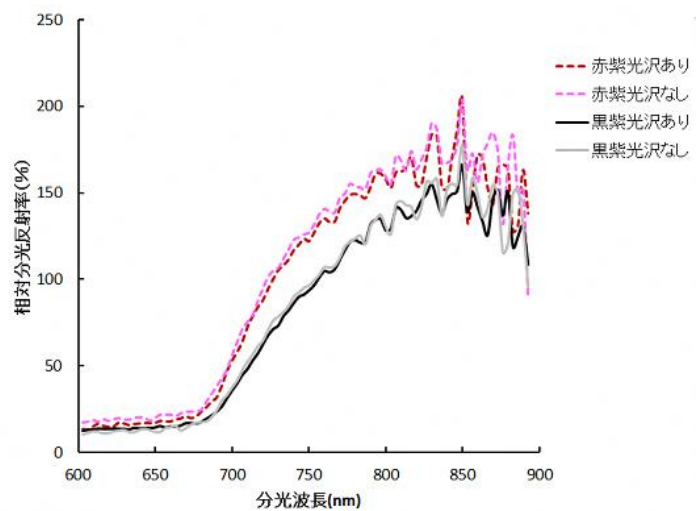
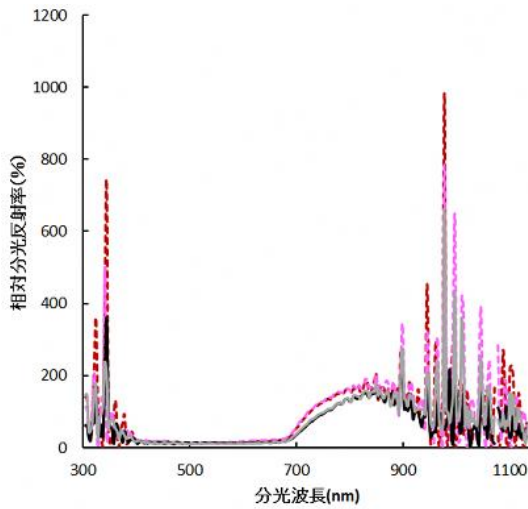


図 3. 光沢の有無及び果皮色別の果実の相対分光反射率
(左: 測定した全波長域、右: 600~900nm の波長域の拡大図)
※「黒紫色・光沢あり」、「黒紫色・光沢なし」は 2 果の平均値

表 1. 基準画像に対する撮影画像の検出色の画素数比率

撮影点	検出色の画素数比率(%)	
	光沢あり	光沢なし
1	63.4 ± 1.52	0.0 ± 0.00
2	34.6 ± 2.97	0.0 ± 0.00
3	71.4 ± 1.14	21.0 ± 0.71
4	100.0 ± 0.00	32.4 ± 1.82
平均	67.4 ± 26.9	13.4 ± 16.1

※撮影点 1~4 は 5 回測定の平均値±標準偏差、
平均は 4 撮影点の平均値±標準偏差

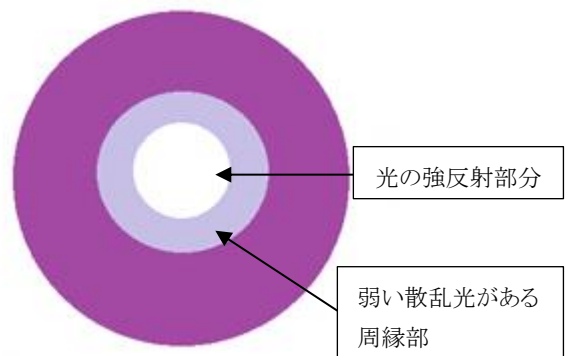


図 4. 果実表面の光の反射模式図

アズキ狭条密植栽培で問題になるホオズキ類の発生生態の基礎調査

辻 康介*、杉本 充**

I 緒言

丹波大納言アズキは、生産・流通団体と行政が一体となって進めている『京のブランド産品』に認定されるなど、京菓子にはなくてはならない原材料である⁹⁾。近年、担い手の減少による生産基盤の変化に対応して、京都府では、平成18年ごろから集落型法人を中心に大型機械化体系が導入されている⁵⁾。2019年現在、大型機械化体系によって、約50集団、200ha栽培されている。収穫には汎用コンバインが利用されるため、中耕培土を行わずに畝を立てない狭条密植栽培(条間約30cm、株間20~25cm)が普及している⁶⁾。

このような省力機械化栽培体系の導入により生産量の減少に歯止めはかかっているが、なお実需からの要望量を満たせていない。その要因の一つとして、ヒロハフウリンホオズキ(*Physalis angulata* L. var. *angulata*)を中心とした難防除外来雑草であるホオズキ類(以下、ホオズキ類)の発生が拡大してきていることが挙げられる¹⁴⁾。

ダイズ作では、九州、中国、東海地域において、本種の蔓延による減収や汚粒の発生による品質の低下等の雑草害が報告されている^{3), 4), 11)}。

アズキ作においても、ホオズキ類の雑草害による減収に加えて、収穫時に茎の汁や土によって発生する汚粒による品質低下が発生している。特に、狭条密植栽培においては、コンバイン収穫時の土の混入などの影響を避けるため畝を立てず、中耕培土行わないことが基本的な栽培体系である。雑草の抑制は、密植による早期の被陰に期待するものであるが、京都府内では、ホオズキ類がアズキよりも旺盛な繁茂を示す状況が多数生じている。このため、生産現場から早急な対策が求められている。

これまでに、ヒロハフウリンホオズキに有効な除草剤として、土壌処理剤では、フルミオキサジン水和剤及びリニユロン水和剤、全面散布可能な茎葉処理剤では、フルチアセツトメチル乳剤が報告されているが¹¹⁾、これらの除草剤はアズキには登録がない。そのため、雑草の発生生態に応じて、機械除草や耕種防除が必要である。

ダイズ作におけるヒロハフウリンホオズキの発生は、6~10月と長期におよび、要防除期間は播種後3~4週間である

* 農林センター作物部(現 農産課)

** 農林センター作物部

が¹¹⁾、アズキ作におけるホオズキ類の発生期間や種子の生産に要する期間については明らかになっておらず、要防除期間は明らかではない。

また、京都府のアズキ産地において発生しているホオズキ類はヒロハフウリンホオズキとされているが、ヒロハフウリンホオズキには、変種であるホソバフウリンホオズキ(*P. angulata* L. var. *lanceifolia*)や、同属のセンナリホオズキ(*P. pubescens* L.)が存在しており、ヒロハフウリンホオズキのみが問題となっているのかは明らかになっていない。

そのため、京都府のアズキ作におけるホオズキ類の発生実態及び発生生態について調査を行い、ホオズキ類の侵入経路や時期を考察した。また、要防除期間についても、ダイズ作と同等となるものか否かを検討した。

II 材料と方法

1 京都府内の代表的なアズキ産地である福知山市と亀岡市から採取されたホオズキ類の形態的・生態的特徴

アズキほ場内でホオズキ類の成熟が最も進展し、アズキ収穫直前の時期に当たる2016年11月14日に京都府内2市(7カ所)から、それぞれホオズキ類の発生が顕著なほ場を選び、ほ場内でホオズキ類の発生状況が中庸と考えられる場所を達観で選定して50cm四方の枠を1カ所設置し、枠内の果実をすべて採取した。採取地点は表1に示す。2017年に京都府農林水産技術センター農林センター(以下、農林センター)にて栽培し、形態及び生態を調査した。ホオズキ類の果実3個から種子を洗い出し、Y社製送風定温乾燥機(型式:DKN601)を45℃条件に設定し72時間乾燥を行い、休眠打破を行った後、室温で保管したものをを用いた。2017年6月12日に、農林センター内ホオズキ類未確認ほ場の土壌を充填した1/5000aワグネルポットに、各地域で採取した種子を播種し、栽培を行った。栽培場所は農林センターガラス室内で、適宜かん水を行った。

栽培したホオズキ類について、観察を行い、種及び変種の判別を行った。種及び変種の判別については、ヒロハフウリンホオズキ、ホソバフウリンホオズキ及び、センナリホオズキの形態的特徴^{2), 8)}である葉の形状、花冠の内面中央の色、萼の脈の色から判別した。ホオズキ類の種及び変種の形態的特徴を、表2に示す。

2 京都府亀岡市 E におけるホオズキ類の発生量調査

2017年9月6日に、集落全体でホオズキ類の発生が確認されている京都府亀岡市 E のアズキ栽培ほ場 15 筆について、ホオズキ類の発生程度及びホオズキ類の種・変種毎の存在比の調査を行った。亀岡市 E 及び F は隣接する集落である。

調査を行ったほ場は、農作業受託組合によって丹波大納言アズキの在来品種が栽培され、耕種概要は、1.6m の平畝に条間 40cm、条数 4 条、株間 25cm で 7 月下旬に播種されていた。雑草防除としては、慣行的に使用されている除草剤として、トリフルラリン乳剤をアズキ出芽前に散布しているのみであった。

雑草の発生程度は、表 3 の基準¹⁾で判断した。種の判別は、前項 1 と同様に表 1 に示す形態的特徴により判別し、存在比についても表 3 の基準で判断した。調査圃場については図 1 及び図 2 に示すとおり、便宜的に①～⑮とナンバリングを行った。

また、隣接したほ場間でのホオズキ類の発生状況を調査するため、調査ほ場④～⑮は南北方向に 400m、東西方向に 250m の範囲内に存在する隣接したほ場で調査を行った。

表1 ホオズキ類果実の採取地点

採取地域
福知山市A
福知山市B
福知山市C
福知山市D
亀岡市E
亀岡市F
農林センター(亀岡市)

3 初秋期のほ場耕うん・整地跡におけるホソバフウリンホオズキの開花・結実生態調査

調査ほ場は、ホソバフウリンホオズキ優占ほ場である農林センター内の水田転換畑(黒ダイズエダマメ、黒ダイズ、アズキを栽培している内の黒ダイズエダマメ、アズキ栽培部分)とした。当ほ場の一部では、2017年5月31日から8月16日までの期間は、黒ダイズエダマメを栽培しており、栽培終了後の2017年9月4日に耕耘・整地を行った。エダマメ栽培期間中に使用した除草剤は2017年5月28日にトリフルラリン粒剤 6g/m²(薬剤成分の投下量は 0.15g a.i./m²)を土壌全面に散布した。

2017年9月4日の耕耘・整地後に、再発生したホソバフウリンホオズキについて、2017年11月7日に個体数及び、生育状況の調査を行った。調査方法は、耕耘整地されたほ場内の一部である 220.8m² の範囲について、歩行しながら全個体数及び開花個体数の計測を行った。また、結実個体数の計測は、全開花個体について、結実の有無を観察し計測した。

また、通常のアズキ栽培期間におけるホソバフウリンホオズキの発生個体数については、同一ほ場内のアズキ栽培部分で調査を行った。アズキの耕種概要として、品種は「京大納言」で、NH 社製トラクタ(型式:T2100KL II)に M 社製アップカッター(型式:APU1610H)を牽引し、その後部

表2 ホオズキ類の種及び変種の形態的特徴

種及び変種名	本葉の形状	鋸歯	花冠内面中央の色	萼の脈の色
ヒロハフウリンホオズキ	卵形	鋭い鋸歯	褐色	褐色
センナリホオズキ	卵形	粗い鋸歯	中央が紫色	緑色
ホソバフウリンホオズキ	披針形	粗い鋸歯	褐色	褐色

浅井(2015)²⁾及び森田・浅井(2014)³⁾を参考にした。

表3 雑草発生程度の基準

雑草発生程度	雑草によるほ場の被度
無	0.01%未満
微	0.01%以上、0.1%未満
少	0.1%以上、1%未満
中	1%以上、10%未満
多	10%以上、50%未満
甚	50%以上

浅井(2011)¹⁾を参考にした。

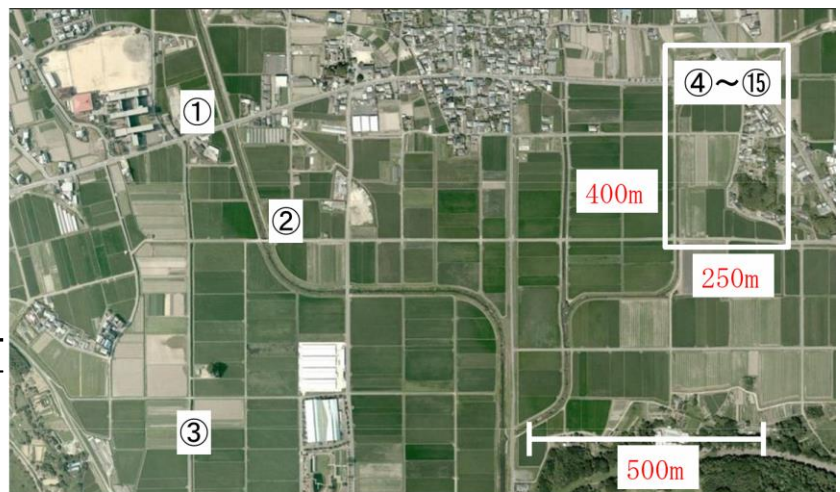


図1. 調査ほ場①～⑮の位置

詳細な位置は図2に示す。国土地理院 (<https://maps.gsi.go.jp/>) の「空撮写真」⁷⁾を基に作成。

に AY 社製施肥装置付き目皿式播種機(型式:TDRG-U)を

連結した耕耘畝立て同時播種による直播栽培とした。栽植様式については、アップカットロータリにより形成される畝間 160cm の平高畝上面に、アズキの条間が 30cm で 4 条となるよう播種機を配置し、株間 20cm を目標に、繰り出し間隔の設定を行い、播種量が 1 カ所 2 粒播種となる目皿を使用した。播種は、2017 年 7 月 24 日に行った。播種前には、既存の雑草を枯殺するためグリホサートカリウム塩液剤を登録範囲内で処理した。また、播種当日の 7 月 24 日にトリフルラリン乳剤 0.3ml/m² (希釈水量 100ml/m²) を土壌処理 (薬剤成分の投下量は 0.13g a.i./m²) した。なお、施肥は基肥のみとし、当時、京都府内の豆類栽培で慣行使用されていた一部有機資材が配合される化成肥料 (商品名: 豆有機 322 号) を用いて、N:P₂O₅:K₂O=1.2:4.8:4.8 g/m² を播種機付属の施肥装置を用いて播種同時施用した。

通常のアズキ栽培期間におけるホソバフウリンホオズキの発生個体数の調査は、2017 年 9 月 11 日に、50cm 四方の枠をアズキの播種条を 1 条含むように設置し、雑草をすべて抜き取り、ホソバフウリンホオズキの個体数を計測した。反復は 2 とした。

Ⅲ 結果と考察

1 京都府内の代表的なアズキ産地である福知山市と亀岡市から採取されたホオズキ類の形態的・生態的特徴

京都府内 2 市 (7 カ所) で採取したホオズキ類について形態面から種及び変種の判別結果を表 4 に示す。京都府内で採取したホオズキ類種子について、着果を確認するまで栽培したところ、ヒロハフウリンホオズキ、ホソバフウリンホオズキ、センナリホオズキの 3 種が存在していると確認された (表 4)。これらのことから、アズキ栽培ほ場で問題となっているホオズキ類は複数の種や変種が存在していることが明らかになった。しかし、本調査は 1 カ所あたりの調査個体数が少ないため、各地域で問題となっているホオズキ類について複数のホオズキ類が混在しているか、単一のホオズキ類かを更に調査する必要がある。

ガラスハウスでの栽培条件では、開花・着果期はヒロハフウリンホオズキで早く、ホソバフウリンホオズキが遅く、10 日程度違いが見られた (表 4)。センナリホオズキがそれらの中間型である傾向が見られた。ただし、今回の条件は、種子を強制的に休眠打破した条件での栽培であり、実際のほ場条件と同じではない。雑草の種子は、種によって、一次休眠が打破された後も、二次休眠を示すものがあり、休眠性の季節変動が見られることがある¹³⁾。そのため、アズキ栽培ほ場における、発生や開花・結実の早晩性とは必ずしも一致しない可能性がある。今後、ほ場での発生消長の確認、開花・結

実の早晩性について確認する必要がある。

2 京都府亀岡市 U 町におけるホオズキ類の発生量調査

調査を行った 15 筆のほ場におけるホオズキ類の発生程度及び種・変種の存在比を表 5 に示した。また、現地調査ほ場のうち、隣接しているほ場④～⑮について、航空写真上のそれぞれの位置に優占するホオズキ類及び、発生程度を図 2 に示した。

現地アズキほ場では、ヒロハフウリンホオズキ、ホソバフウリンホオズキ、センナリホオズキの 3 種が確認された。調査を行ったほ場では、ホオズキ類の発生程度は、すべて中以上の発生程度であった。センナリホオズキが発生しているほ場は 3 ほ場と少なく、センナリホオズキは優占しているほ場②及び③では、ホオズキ類の発生程度はともに中程度と少ない傾向であった (表 5)。ホオズキ類の発生程度も中発から甚発と差があるため、複数時期に渡り侵入したことが推察された。

畦を挟んで隣接しているほ場⑨及び⑩では、優占しているホオズキ類変種が異なっていた (図 2)。ホオズキ類の侵入経路の可能性として、水路を介した侵入、農業機械を介した侵入、堆肥を介した侵入などが挙げられる。しかし、これらの場合、同時期に全ほ場に侵入する、又は、侵入源となるほ場から連続的にほかのほ場に侵入すると考えられるため、ほ場ごとに優占するホオズキ類が異なる可能性は低いと考えられる。

これらのことから、現時点でホオズキ類の侵入経路を特定できず、侵入経路は複数、もしくは複数年にわたって重層的に存在したと考えられた。

3 初秋期のほ場耕うん・整地跡におけるホソバフウリンホオズキの開花・結実生態調査

9 月 4 日に実施した耕耘・整地後に発生したホソバフウリンホオズキの個体数を表 6 に示した。9 月 4 日以降に発生したホソバフウリンホオズキは 0.3 本/m² で、再発生した個体のうち、開花に至った個体は 0.2 本/m² であり、結実に至った個体は認められなかった (表 6)。

2017 年 5 月 28 日に施用したトリフルラリン粒剤については、処理後 3 か月以上経過しており、2017 年 9 月 4 日に耕耘・整地を行っていることから、9 月以降に残効はないと考えられた。

9 月以降に発生した個体では、開花から結実に至るまでに気温の低下や日照時間の減少によって必要な同化量が確保できず、果実や子実の発育が抑制された可能性が考え

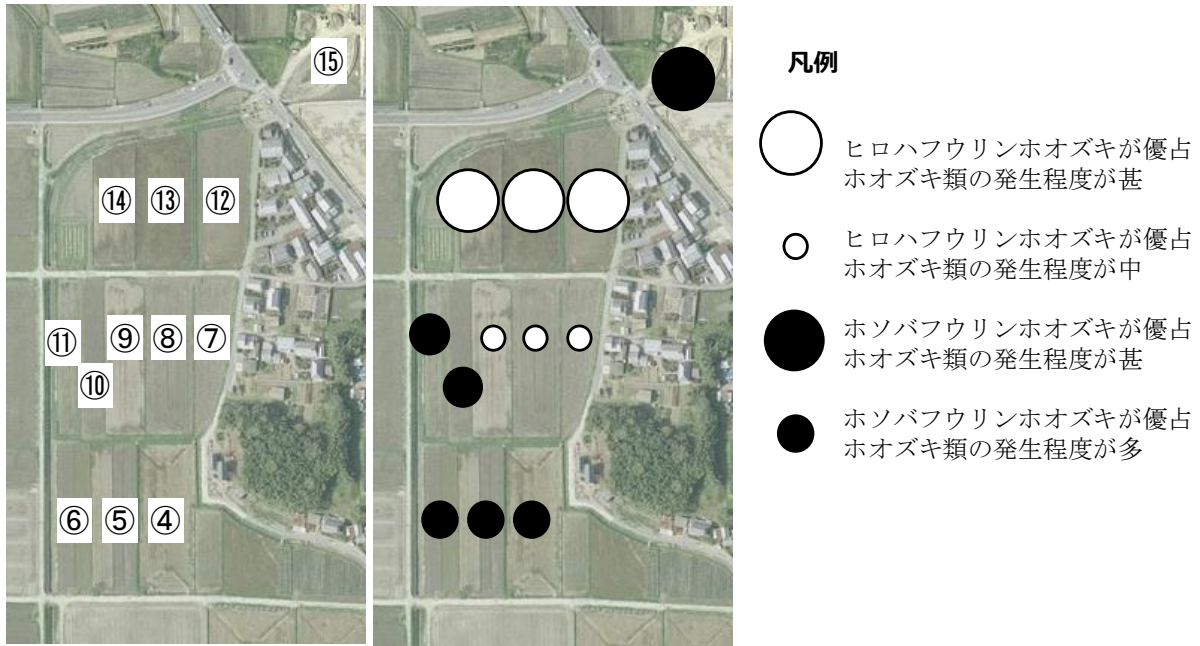


図2. 調査ほ場④～⑮の位置 (左) と各ほ場のホオズキ類の優占種と発生程度
 国土地理院 (<https://maps.gsi.go.jp/>) の「空撮写真」⁷⁾を基に作成。

表4 採取地点毎のホオズキ類の種と開花・結実日

採取地点	種*	開花日	着果日
福知山市A	ヒロハ	7月14日	7月19日
福知山市B	ヒロハ	7月14日	7月19日
福知山市C	センナリ	7月19日	7月24日
福知山市D	ホソバ	7月23日	7月29日
亀岡市E	ホソバ	7月23日	7月28日
亀岡市F	ホソバ	7月27日	8月1日
農林センター(亀岡市)	ホソバ	7月25日	7月29日

*ヒロハはヒロハフウリンホオズキ、センナリはセンナリホオズキを示し、ホソバはホソバフウリンホオズキを示す。

表5 亀岡市Eのアズキほ場におけるホオズキ類の発生程度と種・変種の存在比

調査ほ場	発生程度	圃場内におけるホオズキ類の存在比(%)		
		ホソバ	ヒロハ	センナリ
ほ場①	多	甚	中	中
ほ場②	中	無	無	甚
ほ場③	中	中	無	甚
ほ場④	多	甚	多	無
ほ場⑤	多	甚	多	無
ほ場⑥	多	甚	中	無
ほ場⑦	中	中	甚	無
ほ場⑧	中	多	甚	無
ほ場⑨	中	多	甚	無
ほ場⑩	多	甚	多	無
ほ場⑪	多	甚	多	無
ほ場⑫	甚	中	甚	無
ほ場⑬	甚	中	甚	無
ほ場⑭	甚	中	甚	無
ほ場⑮	甚	甚	中	無

ホオズキ類の存在比は達観で調査を行った。調査ほ場④～⑮は南北方向に400m、東西方向に250mの範囲内に存在する隣接したほ場である。

表6 農林センターにおける黒ダイズエダマメ栽培後ほ場に発生したホソバフウリンホオズキ発生個体数

	個体数(本/m ²)
9月耕起後発生個体数	0.3
うち開花個体数	0.2
うち結実個体数	0.0

9月耕起後発生個体数は、9月4日以降に発生した個体を11月4日に調査を行った。

表7 農林センター慣行アズキ栽培ほ場におけるホソバフウリンホオズキ発生個体数

	個体数(本/m ²)
発生個体数	8.0

発生個体数は、7月24日以降に発生した個体を9月11日に調査を行った。

られた。

また、同一のほ場での慣行のアズキ栽培期間中に発生した個体数は8.0本/m²であった(表7)。栽培管理や調査方法が異なるものの、9月上旬以降の環境条件では、アズキの播種期である7月下旬と比較して、ホソバフウリンホオズキの出芽に適した条件ではなく、出芽数が少なくなる可能性が考えられた。

これらの結果から、アズキ作におけるホオズキ類の要防除期間は、アズキ播種から9月上旬までの約40日程度である可能性が考えられた。そのため、今後同一栽培条件で、ホオズキ類の出芽時期別の生育状況について調査を行い、要防除期間を明らかにする必要がある。

今回調査を行ったホソバフウリンホオズキの再発生個体は、アズキ植物体による被陰が生じていない条件での評価であり、より詳細な調査が必要である。半田(2015)は、ダイズ作におけるヒロハフウリンホオズキは、ダイズ植物体による被陰効果で生育が抑制されることを明らかにしている³⁾。また、ダイズ作での帰化アサガオ類の防除にあつては、ダイズの草高/条間比が1に至るとその抑制が期待できる¹⁰⁾。同様に、ホオズキ類の抑制が期待できる作物群落の構造を明らかにすることは、使用できる除草剤が少ないアズキ栽培において必要であると考えられる。ただし、大橋(2008)は、アズキが地表面をすべて覆うには、約1ヶ月~1ヶ月半程度の期間を要すると報告しており¹²⁾、アズキ作においてホオズキ類の要防除期間の短縮が図れるかは不明である。今後、アズキ植物体による被陰効果とホオズキ類の生育状況を調査することで、要防除期間の短縮について検討が必要である。

IV まとめ

本研究の結果、アズキ作で問題になっているホオズキ類の草種はヒロハフウリンホオズキのみではなく、変種であるホソバフウリンホオズキや異種であるセンナリホオズキも存在していることが明らかになった。また、京都府亀岡市U町内の一部のほ場のみの結果ではあるが、隣接しているほ場間においても、ホオズキ類の優占種や発生量は異なっている場合があることが示された。ホオズキ類の侵入・拡散する経路は、現時点で特定できず、侵入経路は複数、もしくは複数年にわたって重層的に存在したと考えられた。

また、栽培条件がアズキ栽培条件とは異なるものの、アズキ播種後40日後に相当する9月上旬以降に発生したホオズキ類は、生育が著しく抑制されていたことから、ホオズキ類の要防除期間が40日程度である可能性が考えられた。今後、ホオズキ類の出芽時期別の生育状況の調査を行うこと

で、要防除期間を明らかに出来ると考えられた。しかし、問題となっているホオズキ類が単一の種ではないことから、それぞれの種についての要防除期間を検討する必要がある。

V 引用文献

- (1) 浅井元朗、2011、畑作雑草の防除対策-情報共有と早期対応、雑草と作物の制御、7:18-24
- (2) 浅井元朗、2015、『植調雑草大鑑』、全国農村教育協会、P214~215
- (3) 半田浩二、2015、筑後地域の大豆圃に発生するヒロハフウリンホオズキの生育特性と種子生産、植調、49:23-27
- (4) 池尻明彦・片山正之・杉田麻衣子・井上浩一郎、2015、山口県のダイズ圃場における成熟期の残草実態、雑草研究、60:137-143.
- (5) 岩川秀行、2014、丹波大納言小豆省力機械化栽培体系の確立、特産種苗、18:76-80.
- (6) 河合哉、2009、京都府中丹地域における土地利用型作物の産地づくり~丹波大納言小豆の機械化と売れる米づくりの支援~、豆類時報、58:23-28
- (7) 国土地理院 HP、地理院地図(簡易空撮写真 2003年撮影: <https://maps.gsi.go.jp/>、2020年4月23日確認)
- (8) 森田弘彦・浅井元朗、2014、『原色 雑草診断・防除事典』、農山漁村文化協会、P 解説畑 96
- (9) 本永治彦、2004、地産地消により京の食文化を育んできた小豆、豆類時報、61:25-30
- (10) 農研機構、2012、帰化アサガオ類まん延防止技術マニュアル:大豆畑における帰化アサガオ類の防除技術 (https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/046256.html、2020年4月23日確認)
- (11) 農研機構、2019、警戒すべき雑草「ヒロハフウリンホオズキ」(https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/080364.html、2020年4月23日確認)
- (12) 大橋善之、2008、京都府丹後地域における小豆の大規模省力機械化栽培技術、豆類時報、50:30-35
- (13) 高林実・中山兼徳、1981、主要畑雑草種子の休眠性の季節的変化、雑草研究、26:249-252
- (14) 辻康介、2019、難防除雑草の最新情報と現場で取れる対策(96) ヒロハフウリンホオズキ ホソバフウリンホオズキ、技術と普及、56(12):10-11

所外発表研究論文抄録 (2018年10月~2020年9月)**京都府の丹波黒ダイズ系エダマメ「紫ずきん3号」の種子生産に適する作型開発**

杉本充・辻康介・森大輔・蘆田哲也・岩川秀行・安川博之

日本作物学会紀事 第89号 : 224-235 (2020)

京都府の丹波黒ダイズ系エダマメ品種「紫ずきん3号」について、発芽率が高い種子が多く得られる作型の開発を試みた。播種期が遅いほど精子実重が少ないものの、裂皮粒の減少によって、粗子実に対する精子実重歩留まりが向上し、発芽率は高かった。本研究の結果から、京都府内においては7月5~10日以降が安定して高い発芽率が得られる播種期と考えられた。栽植密度が3.1~6.3株 m⁻²の範囲では、密植にするほど多収となった。加えて、表面が白色で裏面が黒色の白黒ダブルマルチを敷設すると、精子実百粒重が増加し、さらに収量が増した。これには、土壌水分の保持が影響したものと考えられた。一方、発芽率や収量に対する登熟期間中のCaや尿素の葉面散布処理の効果は、本研究の範囲においては明確ではなかった。

京都府におけるナシの花を食害するチョウ目昆虫藤本顕次・橋本 香・久木崎孝弘・浅田美里・松井稜太郎・神谷直毅・徳丸 晋・那須義次
関西病虫害研究会報 第60巻 : 143-144 (2018)

2016年4月に京都府丹後地域のナシで花を食害するチョウ目昆虫の幼虫が確認された。ナシの花を食害するチョウ目昆虫は、これまでに複数種報告されているが、当地域における発生種や発生時期は不明であった。そこで2017年3月下旬から4月下旬にかけて、京都府京丹後市でニホンナシの花を捕食する鱗翅目昆虫の種構成を調査した。その結果、発生が確認されたチョウ目昆虫は、リンゴアオナミシヤク *Pasiphila rectangulata* (Linnaeus)、シリグロハマキ *Archips nigricaudanus* (Walsingham)、およびオオギンスジアカハマキ *Ptycholoma lecheana circumclusana* (Christoph)の3種であった。3種のうち、リンゴアオナミシヤクが最も多く発生が確認された。また、本調査により、シリグロハマキはナシの葉だけでなく、花も食害することが初めて明らかになった。

ピリフルキナゾン水和剤によるネギアザミウマに対する防除効果 およびネギえそ条斑病に対する発病抑制効果

徳丸 晋・桑原大樹・久下一彦
関西病虫害研究会報 第61巻 : 37-40 (2019)

ピリフルキナゾン水和剤のネギアザミウマおよびネギえそ条斑病に対する防除効果について露地ネギ栽培ほ場において調べた。その結果、ピリフルキナゾン水和剤を3週連続で散布した区では、ネギアザミウマの成虫および幼虫の発生は無処理と比較して有意に少なく、被害度を無処理区の約2分の1に抑えた。ネギえそ条斑病の発病葉率は 0.7~2.4%の範囲で抑えられ、20株あたりの発病葉数は、無処理区の約5分の1から約3分の1に抑えられ、ともに有意な差が認められた。さらに、20株あたりのえそ条斑数は、無処理区の約3分の1に抑えられ、有意な差が認められた。

京都府におけるネギハモグリバエ別系統の発生

徳丸 晋・上杉龍士
植物防疫 第73巻 : 581-583 (2019)

2016年頃から従来のネギハモグリバエによる被害様相とは異なる被害が見られた。被害様相が変化した原因の一つとして、従来とは遺伝的に異なる系統の発生が疑われた。そこで、2018年5月から10月にかけて、京都府内のネギ栽培ほ場から採集した幼虫を実験室内で羽化させ、ミトコンドリア COI 領域 612塩基の解析をおこなった結果、従来の遺伝子型を持つ個体(以下、A系統と略記)に加えて、それとは8塩基異なる遺伝子型を持つ個体(以下、B系統と略記)を確認した。22地点中、20地点でB系統の発生を確認し、B系統が優占した。また、B系統は京都府北部の与謝野町から南部の木津川市までの広範囲で確認し、2地点ではA系統とB系統が同時に発生していた。また、B系統の20、25および30℃における産卵から羽化までの発育所要日数はA系統(徳丸, 2016)と比べて短くなり、2系統間には有意な差が認められた。35℃条件下では、B系統は孵化しなかった。

A new species of the genus *Synanthedon* [Hübner, 1819] (Lepidoptera: Sesiidae) from Japan

Hideshi Naka, Susumu Tokumaru, Takahiro Kukizaki, Takahiro Yano, Mizuki Yamagishi and Yuki Matsui

Tinea 25 (Suppl. 1): 131-137 (2019)

京都府京丹後市でナシを加害するスカシバガを採集し、*Synanthedon* 属の1新種として記載した。

Synanthedon nashivora Naka and Yano, sp. nov. ナシコスカシバ (新種・新称)

背面は国内に生息する *S. unocingulata* キオビコスカシバ、*S. haitangvora* リンゴコスカシバおよび欧州に広く分布する *S. andrenaeformis* に類似する。キオビコスカシバおよびリンゴコスカシバとは腹部腹面の色彩パターンが、*S. andrenaeformis* とは尾端総毛の色彩パターンがそれぞれ異なるため、いずれの種とも容易に区別できる。♂交尾器の形状はリンゴコスカシバに若干類似するが、*crista gnathi*、*valva*、*crista sacculi*、*aedeagus* がそれぞれ異なる。本種は現在のところ京都府丹後半島のみで採集されており、幼虫はナシから見いだされる。

野菜・花きのハモグリバエ類の発生生態と防除

徳丸 晋

植物防疫 第73巻: 653-660 (2019)

ハモグリバエは、ハエ目 (Diptera)、ハモグリバエ科 (Agromyzidae) に属する小型 (体長2~3mm) の昆虫である。ハモグリバエの雌成虫は、葉の組織内に産卵し、幼虫は葉の柵状組織または海綿状組織を食害し、白い筋状の潜孔を形成する。加害が激しい場合に葉は白化する。ハモグリバエの加害により、果菜類では、収穫対象である果実は加害されないため、加害量が少ない場合には生産物の収量と品質に影響はない。しかし、加害量が多くなると、光合成量が低下するため、収量および品質に影響を与える。一方で葉菜・花き類では、収穫対象である葉が直接加害されるので、加害量はわずかでも生産物の品質は著しく低下する。

わが国において、野菜・花きを主に加害し、被害が問題になるハモグリバエ類は、*Liriomyza* 属のトマトハモグリバエ *L. sativae* BLANCHARD、マメハモグリバエ *L. trifolii* (BURGESS)、ナスハモグリバエ *L. bryoniae* (KALTENBACH)、アシグロハモグリバエ *L. huidobrensis* (BLANCHARD) およびネギハモグリバエ *L. chinensis* KATO ならびに *Chromatomyia* 属のナモグリバエ *C. horticola* (GOUREAU) の6種である。これら6種ハモグリバエは、形態および加害様式が酷似しており、肉眼で識別することがきわめて困難である。また、6種ハモグリバエの発育、増殖能力などの生物学的特性、寄主植物、殺虫剤感受性は異なる。したがって、ハモグリバエ類の防除対策を構築するには各農作物で発生するハモグリバエの種の把握、生物学的特性および殺虫剤感受性について正しく理解することが重要となる。そこで本稿では、わが国で問題になる6種ハモグリバエの発生生態、生産現場での簡易識別法および防除法について紹介する。

Detection of quantitative trait loci for capsaanthin content in pepper (*Capsicum annuum* L.) at different fruit ripening stages

Ayako Konishi, Noriyuki Furutani¹, Yasuhiro Minamiyama and Akio Ohyama
Breeding Science 69 :30-39 (2019)

To breed pepper with high capsaanthin content by marker-assisted selection, we constructed a linkage map of doubled-haploid (DH) lines derived from a cross of two pure lines of *C. annuum* ('S3586' × 'Kyoto-Manganji No. 2'). Mapping of quantitative trait loci (QTLs) for capsaanthin content detected on linkage group 13 and 15 at different fruit ripening stage; they were designated *Cst13.1* and *Cst15.1*, respectively. This is the first identification of QTLs for capsaanthin content in any plant species.

高カプサンチン含有大型赤トウガラシ F1 品種 'DMSM188' の育成

小西あや子・尾崎耕二・末留 昇
新近畿中国四国農業研究 第 2 巻 : 20-25 (2019)

赤トウガラシ新品種 'DMSM188' を育成した。本品種は '京都万願寺 2 号' と遺伝資源 'S3586' の交配後代から作出した DH 系統と雄性不稔京都万願寺 2 号を交配した F1 品種である。'DMSM188' の果実は全体的に '京都万願寺 2 号' より小型であり、果実に含まれるカプサンチン含量が '京都万願寺 2 号' の 2 倍以上で、アスコルビン酸含量が '京都万願寺 2 号' より高く、遊離糖および遊離アミノ酸含量も高い品種である。

Molecular Phylogeny and Postharvest Morphology of Petals in Two Major *Nelumbo nucifera* Cultivars in Thailand

Nurainee Salaemae (Thaksin University), Seiji Takeda, Nakao Kubo and Samak Kaewsuksaeng
(Thaksin University)
Agriculture and Natural Resources 52:45-52 (2018)

Nelumbo nucifera is a symbolic flower of Buddhism and widely used for decoration in Asia. In most cases its buds are used as cut-flowers, which usually do not open and the outer petals turn black, leading to loss of visual quality and thus decreasing their economic value in markets. In Thailand, two major cultivars, Sattabongkot and Saddhabutra, are used and exported to foreign countries. To investigate the difference between these two cultivars, their molecular phylogeny and postharvest morphology were examined. Using 25 simple sequence repeat (SSR) markers, the cultivar Saddhabutra was very close to the cultivar Satabuto. These results showed a high bootstrap (BS) value of 96%. In contrast, lotus cultivars in Thailand including Sattabongkot and Saddhabutra, showed a BS value of 90%. Saddhabutra and Satabuto are classified in the same group with high similarity, whereas Sattabongkot shows relatively lower similarity. Petal blackening started earlier in Saddhabutra than Sattabongkot, indicating a vase-life difference among cultivars, with Sattabongkot and Saddhabutra having a vase life of 72 and 54 h, respectively. The epidermal cells of normal petals of Sattabongkot and Saddhabutra showed freshness and a round shape with turgid cells. The petal blackening was accompanied with a reduction of the area and perimeter in both cultivars. Sattabongkot had fewer stomata than Saddhabutra. The study provided a molecular classification of the Thailand lotus cultivars and provides a useful technique for the quantification of the postharvest quality of lotus cultivars.

各種植物による土壌中の根こぶ病菌密度低減効果の評価

砂田くるみ (京都府立大学)・小野愛 (京都府京都乙訓農業改良普及センター)・木村重光
・久保中央・辻元人 (京都府立大学)
関西病虫害研究会報 第60巻 : 81-84 (2018)

We investigated the effect of various plants on the population density of *Plasmodiophora brassicae*, which causes clubroot disease in crucifers. The amount of *P. brassicae* in soil samples was measured using quantitative real-time PCR (qPCR). The impact of the plants used in this study was generally small under both greenhouse and field conditions. *P. brassicae* does not cause clubroot disease in leaf radish (ha-daikon), but is known to be able to proliferate in the root hairs of the plant. The qPCR could also detect an increased density of *P. brassicae* in soil where leaf radishes were grown.

Life cycle and Genetic Diversity of *Symplocarpus nipponicus* (Araceae), An Endangered Species in Japan

Seiji Takeda, Yusuke Onishi (Kyoto Prefectural University), Yoshio Fukui (Villages at the Source of a River in Mitsuno), Takanori Ohsako (Kyoto Prefectural University) and Nakao Kubo
Plants 7:73 (2018)

Symplocarpus nipponicus, a member of the Araceae family, is an endangered plant in several prefectures in Japan. For the conservation of this wild species, we investigated the morphology, life cycle, and genetic diversity of three wild populations. By fixed-point observation over several years, we found that it takes at least four years for the plant to set the inflorescences consisting of spadices and spathes, and another two years for it to set mature seeds. To examine the genetic diversity in the wild population, we developed 11 novel microsatellite markers and investigated the genetic variation in three populations in Kyoto Prefecture: Ayabe, Hanase, and Momoi. The Ayabe population carried less genetic variation than the other two areas, suggesting the isolation of the habitat and thus a higher risk of extinction. Our results provide basic knowledge of the ecological aspects of *S. nipponicus*, as well as molecular techniques for the assessment of its genetic diversity, and thus are useful for the conservation of this endangered species.

茶葉および茶畑土壌中のアルミニウム錯体濃度

西野勝俊 (京都大学)・久保中央・福永晃士・平井伸博 (京都大学)
茶業研究報告 第126号 : 17-23 (2018)

アルミニウムイオンは通常、植物に対して毒性を示すが、チャの生育にはむしろ重要である。我々は、チャにおける水溶性アルミニウムの存在形態と濃度を明らかにするために、本叢および露天栽培の‘やぶきた’および露天栽培の‘べにふうき’と‘べにほまれ’の葉および圃場から土壌を採取し、それらに含まれる水溶性アルミニウム錯体の種類と濃度を分析した。また、京都府在来種の葉および株の周辺土壌に含まれるアルミニウム錯体の種類と濃度の変化を経時的に調べた。その結果、ほとんどの試料から錯体としてシュウ酸アルミニウム錯体とクエン酸アルミニウム錯体が、イオンとして $Al(SO_4)^+$ およびアルミニウムイオンが検出された。しかし、その種類や濃度は時期によって異なっていた。このことから、時期により葉におけるアルミニウムの存在形態がダイナミックに変動することが明らかとなった。

The combination of EthylBloc Sachet and 2,4-pyridinedicarboxylic acid reduces petal blackening and prolongs vase life of cut flowers of lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn) cvs. Sattabongkot and Saddhabutra

Nurainee Salaemae(Thaksin University), Shigeru Satoh(Ryukoku University), Wachiraya Imsabai(Kasetsart University), Seiji Takeda, Samak Kaewsuksaeng (Thaksin University)

Scientia Horticulturae 240, 133-138 (2018)

We studied the effect of EthylBloc Sachet and/or 2,4-pyridinedicarboxylic acid (PDCA) on the petal blackening and the vase life of two commercial cultivars. the treatment caused less ethylene production and less respiration in the flowers than the other treatments. This method is useful for handling in commercial cut lotus flower.

Abscisic acid-mediated developmental flexibility of pistil stigmatic papillae in response to ambient humidity in *Arabidopsis thaliana*

Seiji Takeda, Kohki Ochiai(Kyoto Prefectural University) , Yasuaki Kagaya(Mie University), Wataru Egusa, Hiroaki Morimoto, Satomi Sakazono (Tohoku University), Masaoki Osaka(Tohoku University), Moe Nabemoto(Tohoku University), Go Suzuki(Osaka Kyoiku University), Masao Watanabe(Tohoku University), Keita Suwabe(Tohoku University)

Genes & Genetic Systems 93 (5), 209-220 (2018)

Stigmatic papillae develop at the apex of the gynoecium and play an important role as a site of pollination. We found that the papillae in *Arabidopsis thaliana* change their length in response to altered ambient humidity: papillae of flowers incubated under high humidity elongated more than those under normal humidity conditions. Our data suggest a flexible regulation of papilla elongation at the post-anthesis stage, in response to abiotic stress, as an adaptation to environmental conditions.

PtdIns(3,5)P2 mediates root hair shank hardening in *Arabidopsis*

Tomoko Hirano(Kyoto Prefectural University), Hiroki Konno(Kanazawa University), Seiji Takeda, Liam Dolan, Mariko Kato, Takashi Aoyama, Takumi Higaki, Hisako Takigawa-Imamura(Kyushu University), Masa Sato(Kyoto Prefectural University)

Nature Plants 4, 888-897 (2018)

We show that phosphatidylinositol-3,5-bisphosphate (PtdIns(3,5)P2), the enzymatic product of FORMATION OF APLOID AND BINUCLEATE CELLS 1 (FAB1), is involved in the hardening of the shank in root hairs in *Arabidopsis*. These data demonstrate that root hair shank hardening requires PtdIns(3,5) P2/ROP10 signalling.

Life cycle and genetic diversity of *Symplocarpus nipponicus* (Araceae), an endangered species in Japan

Seiji Takeda*, Yusuke Onishi(Kyoto Prefectural University), Yoshio Fukui, Takanori Osaka, (Kyoto Prefectural University), Nakao Kubo

Plants 7, E73. (2018)

Symplocarpus nipponicus, a member of the Araceae family, is an endangered plant in several prefectures in Japan. For the conservation of this wild species, we investigated the morphology, life cycle, and genetic diversity of three wild populations.

Inside the horn of plenty: leaf-mining micromoth manipulates its host plant to obtain unending food provisioning

Antoine Gigue(Université de Tours), Akihisa Hamatani(Kyoto Prefectural University), Taisuke Amano(Kyoto Prefectural University), Seiji Takeda, Carlos Lopez-Vaamonde(Université de Tours), David Giron(Université de Tours), and Issei Oshima(Kyoto Prefectural University)

PLOS ONE 13 (12): e0209485 (2018)

Using an experimental approach, we show that leaf-mining larvae of micromoth, *Borboryctis euryae* (Lepidoptera: Gracillariidae), that grow on *Eurya japonica* (Pentaphylacaceae), actively induce callus proliferation within their leaf-mine at the fourth instar. This represents the first example of a leaf-miner manipulating plant development to its benefit, like a gall-inducer. We propose to name this life style "mine-galler".

The localization of rice prolamin species in protein body type I is determined by the temporal control of gene expression of the respective prolamin promoters

Ai Sasou(Kyoto Prefectural University), Takanari Shigemitsu(Kyoto Prefectural University), Shigeto Morita, Takehiro Masumura

Plant Biotechnology 35: 405-409 (2018)

Rice prolamin species form a layered structure in the protein body type I (PB-I) storage organelle. Rice prolamins are classified as 10 kDa, 13a-1, 13a-2, 13b-1, 13b-2 and 16 kDa prolamin. Prolamin species form layer structure in PB-I in order of 10 kDa core, 13b-1 layer, 13a (13a-1 and 13a-2) and 16 kDa middle layer and 13b-2 outer-most layer. In a previous study, we showed that the fusion proteins in 13b-2 prolamin-GFP, 13a-1 prolamin-GFP and 10 kDa prolamin-GFP were localized in the same layer of PB-I as the native prolamin, when they were expressed by their respective native prolamin promoters. Our preliminary study suggested that the temporal control of the native prolamin promoters was responsible for the localization of the respective prolamins. The aim of this study was to determine whether the use of a prolamin promoter other than the native prolamin promoter would change the localization of prolamin-GFP fusion proteins. For this purpose, we generated transgenic lines expressing 13b-2 prolamin-GFP and 13a-1 prolamin-GFP fusion proteins driven by each prolamin promoter other than the native prolamin promoter. As a result, the localization of the fusion protein in PB-I was changed. Based on our results, foreign protein localization in PB-I can be achieved by the temporal control of the different prolamin promoters.

Classification of Tea (*Camellia sinensis*) Landraces and Cultivars in Kyoto, Japan and Other Regions, Based on Simple Sequence Repeat Markers and Restriction Site-Associated DNA Sequencing Analysis

Nakao Kubo, Yutaka Mimura, Tomohiro Matsuda, Atsushi J. Nagano (Ryukoku University), Nobuhiro Hirai (Kyoto University), Shigekazu Higashimoto (Wazuka Town Hall), Hiromi Yoshida (Kyoto Prefectural Kizu High School), Norihiro Uemura (Fukujuen Co., Ltd.) and Takao Fujii (Kyoto Gakuen University)

Genetic Resources and Crop Evolution 66:441-451 (2019)

The tea plant (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) of Japan is now thought to have originated in China. Actual cultivation of tea plants presumably started in Kyoto, and then spread to other regions of Japan. Tea gardens used to be composed of heterogenic, seed-derived populations—landraces—selected for climatic preferences and cultivation methods. Cultivars were bred from landraces in the modern era. A number of landraces remain in Kyoto Prefecture. However, little is known about their genetic characteristics compared with other landraces. We investigated the relationships of tea landraces and cultivars from Kyoto Prefecture and other regions. A neighbor-joining phylogram was constructed from 113 lines including 68 landraces, 44 cultivars, and one wild relative, based on simple sequence repeat markers. The lines could be classified into four groups (I-IV). In group I, most of the Kyoto landraces were close to other Japanese landraces, supporting the idea of the spread of tea plants from Kyoto to other regions in the country. The remaining lines were included into groups III and IV, apart from group II, which contained Shizuoka lines. Similar results were observed by restriction site-associated DNA sequencing analysis using 44 cultivars. Our data provide valuable information for the classification of tea lines, especially for the relationships of Kyoto lines among Japanese tea varieties.

Classification of “Nabana” (*Brassica rapa*) Cultivars and Landraces Based on Simple Sequence Repeat Markers

Nakao Kubo, Kumiko Onnazaka (Kyoto Prefectural Kyoto Otokuni Agriculture Improvement Extension Center), Shinji Mizuno (Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center) and Gento Tsuji (Kyoto Prefectural University)
Breeding Science 69:179-185 (2019)

Brassica rapa or *B. napus* vegetables for eating as young inflorescences and stalks are called “nabana”. Japanese nabana includes “flower-bud type” and “stem-and-leaf type”. Chinese and European types are also known (cai-xin, zicaitai, and broccoletto). We classified nabana belonging to *B. rapa* and other *B. rapa* vegetables. In a simple sequence repeat-based phylogram, 49 ingroup samples were classified into four groups (I-IV). Flower-bud and stem-and-leaf types were separated into groups I and III, respectively, with a slight overlap in group II. Cai-xin and non-heading Chinese cabbages were included in group IV. Broccoletto was placed in group III, close to turnips. Zicaitai cultivars were included in group II. We tested for clubroot resistance (CR) and its marker genotypes in nabana because of their agronomical importance. Ten cultivars were resistant to group 4 pathogen but not to group 2. Most of the CR cultivars had heterozygous resistance alleles in the *CRb* and *Crr1* loci, consistent with inoculation tests. Our results suggest that Japanese nabana lines and foreign types were differentiated according to their consumption parts and cultivar origins, respectively. This study elucidates the relationships and CR properties of nabana and provides valuable information for the breeding of nabana cultivars.

根こぶ病が花菜（食用ナバナ）の収量に及ぼす影響

辻元人（京都府立大学）・上林勇士（京都府立大学）・堀田裕奈（京都府立大学）・
小野愛（京都府京都乙訓農業改良普及センター）・木村重光・
伊達修一（京都府立大学）・久保中央

関西病虫害研究会報 第61巻：129-132 (2019)

Clubroot disease (CD), caused by *Plasmodiophora brassicae*, is one of the most economically important diseases affecting the Brassicaceae family of plants. We investigated the effect of CD on the yield of Hanana (*Brassica rapa* var. *nippo-oleifera*), a *Brassica* vegetable cultivated for young inflorescences and stalks as edible parts. Infested field plots with different severity levels of CD were prepared, and the disease was suppressed by pre-treatment with fungicide for nearly non-infested field plot as a control. As evaluation parameter, the fresh weights of edible parts and the plant top were measured. Assessment of plant growth and disease severity was done before harvest. Compared with the control, plant weight was significantly lower for plants grown in the plot with high disease severity. The yield of edible parts showed a tendency of decrease in the infested plots. A yield reduction of 65% was shown at the highest level of disease severity (99.4), whereas yield reductions were estimated at approximately 20% in plots with the moderate level (21.1-38.3). The present study quantified crop losses in a field of Hanana, and thus may be valuable for assuming the impact of CD specific to Hanana production.

Genetic Relationships of Heirloom Turnip (*Brassica rapa*) Cultivars in Shiga Prefecture and Other Regions of Japan

Nakao Kubo, Hayato Ueoka (Kyoto Prefectural University) and Shigeru Satoh (Ryukoku University)

The Horticulture Journal 88:471-480 (2019)

In Japan, many turnip (*Brassica rapa*) cultivars are known as heirloom vegetables, especially in Shiga Prefecture, which is close to the old capital of Japan, Kyoto. Of these, ‘Omikabu’, an heirloom white turnip cultivar in Shiga Prefecture is referred to as the ancestor of the white turnip cultivars, ‘Shogoinkabu’, ‘Tennojikabu’, and ‘Yoriikabu’. Many “red turnip” cultivars that are red or purple-skinned varieties (and sometimes with colored flesh and petioles), also grow in Shiga Prefecture, and are mainly processed into pickled vegetables. However, their origins have not yet been fully verified. In this study, construction of neighbor-joining phylograms and population structure analyses were performed based on eight simple sequence repeat markers for white and red turnips, plus two non-turnip *B. rapa* vegetables (Chinese cabbage and mizuna). For the white turnip-related lines, a claim that ‘Shogoinkabu’, ‘Tennojikabu’, and ‘Yoriikabu’ are derived from ‘Omikabu’ could not be supported in this study because ‘Omikabu’ lines were separated from the above three cultivars in the phylogram. In contrast, an ‘Omikabu’ line, ‘Omikabura RU’, formed a cluster with ‘Jonansensuji mizuna’, suggesting a genetic relationship (a crossing in the past) between them. For red turnips, close placements of ‘Kisobenikabu’ - ‘Shinshukabu’, ‘Hinona’ - ‘Kitanoshokabu’, and ‘Biwakobenikabu’ - ‘Yurugikabu’ were found in the phylogram, each of which was in good agreement with the proposed cultivar’s origin. The data in this study provide useful information for understanding the genetic relationships among Japanese heirloom turnip cultivars.

近江カブの祖先種と後代種の系譜 ‘近江かぶら’ は聖護院カブの祖先種か？

佐藤茂 (龍谷大学)・久保中央
農業および園芸 第 94 巻 第 10 号 : 849-856 (2019)

近江カブ(近江かぶら)は肥大根が扁平な形の自カブで、約 400 年前から現大津市内で栽培されてきた。このカブが琵琶湖畔の堅田から京の東山に持ち出され、長年の栽培を経て球形・大型の聖護院カブになったとされている。この伝承の真偽を確かめるために、近江カブと関連カブ類の史・資料の吟味を行い、さらに DNA マーカーを用いて系統解析を行った。その結果、聖護院カブの祖先種は扁平な近江カブ(近江かぶら)ではなく、別に存在した円い大型の兵主カブであったことが示唆された。

滋賀県在来の赤カブの起源種と系譜

佐藤茂 (龍谷大学)・久保中央・中谷花詠 (龍谷大学)
農業および園芸 第94巻 第11号 : 966-971 (2019)

滋賀県在来の12品種の赤カブは、肥大根が紫赤色(アントシアニンとしてシアニジン含有、5品種)のカブと朱赤色(ペラルゴニジン含有、7品種)のカブに分けられる。前者は湖東に分布し、後者は湖北・湖西北部に分布している。シアニジン含有カブは、信州(現長野県)から持ち込まれた‘木曾紅カブ’が‘信州カブ’として定着して起源種になり、これに兵主カブ(絶滅種。近縁種として聖護院カブがある)が交雑し、‘日野菜カブ’、‘矢島カブ’、‘大藪カブ’ができ、さらに‘日野菜カブ’から‘北之庄カブ’ができたことが推定された。ペラルゴニジン含有カブは、紫赤色カブの突然変異によってできた朱赤色の‘小泉カブ’が起源種になり、これから‘入江カブ’、‘赤丸カブ’、‘万木カブ’などの多様なカブができたことが推定された。例外的に、‘山カブ’は福井県若狭地方の朱赤色カブの後代種と推定された。

Classification of "Kintoki Ninjin" And Other Groups of Carrot (*Daucus carota*) Based on Simple Sequence Repeat Markers

Nakao Kubo, Risa Yamashita (Kyoto Prefectural University), Michiyo Tani, Koji Ozaki,
Toshiro Fujiwara and Yutaka Mimura
Breeding Science 69:688-695 (2019)

Carrot (*Daucus carota*) is cultivated in temperate regions for its taproot. Eastern and Western types have been differentiated. In Japan, the former type is categorized into Kintoki, Takinogawa oonaga, and Toso, with a few local cultivars. However, their genetic relationships are unclear because of the paucity of reports. We classified the Japanese Eastern and selected Western types based on simple sequence repeat (SSR) markers. Field traits, including root weight, length, diameter, and skin color, were also examined. Our field tests showed clear differences between the Kintoki and Western-type cultivars, confirming their differentiation. A phylogram based on nine SSRs classified 24 cultivars into groups I and II. Group I included all Eastern-type carrots examined (Kintoki and Toso groups, plus two local and two foreign cultivars), with the exception of an Indian cultivar (‘Pusa rudhira red’). Among them, red carrots including Kintoki were clustered into two subgroups. Western-type, Eastern-Western hybrid, and ‘Pusa rudhira red’ were included in group II. A population structure analysis revealed the split between the Eastern and the other types. This study elucidates the genetic characteristics of the Eastern type of carrot, which will be valuable information for carrot breeding, especially when using the Eastern type as a source.

Pattern analysis suggests that phosphoenolpyruvate carboxylase in maturing soybean seeds promotes the accumulation of protein

Naoki Yamamoto(Kyoto Prefectural University), Takehiro Masumura, Kentaro Yano(Meiji University) and Toshio Sugimoto(Kobe University)

Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry 83: 2238-2243 (2019)

The protein and oil contents in soybean seeds are major factors in seed quality. Seed proteins and oils are synthesized from sucrose and nitrogenous compounds transported into maturing seeds. In this study, we compared changes in the activity of phosphoenolpyruvate carboxylase (PEPC) and the accumulation profiles of protein and oil in maturing seeds of two soybean cultivars, which exhibit different protein and oil contents in seeds, to determine the interrelationships of them. A principal component analysis indicated a concordance of seed PEPC activity with the protein content, but did not with the oil content. PEPC activity per seed was highest in the late maturation stage, when the physiological status of the vegetative organs drastically changed. The high-protein cultivar had higher PEPC activity compared to the low-protein cultivar. These results highlight the biological role of PEPC in the synthesis of protein, therefore it was implied that PEPC could be a biomarker in soybean breeding.

Detection of quantitative trait loci for capsanthin content in pepper (*Capsicum annuum* L.) at different fruit ripening stages

Ayako Konishi, Noriyuki Furutani, Yasuhiro Minamiyama(Kyoto University of Education), Akio Ohyama(NARO)

Breeding Science 69: 30-39 (2019)

Capsanthin, the main carotenoid of red pepper fruits, is beneficial for human health. To breed pepper (*Capsicum annuum* L.) with high capsanthin content by marker-assisted selection, we constructed a linkage map of doubled-haploid (DH) lines derived from a cross of two pure lines of *C. annuum* ('S3586' × 'Kyoto-Manganji No. 2'). The map, designated as the SM-DH map, consisted of 15 linkage groups and the total map distance was 1403.8 cM. Mapping of quantitative trait loci (QTLs) for capsanthin content detected one QTL on linkage group (LG) 13 at 90 days after flowering (DAF) and one on LG 15 at 45 DAF; they were designated Cst13.1 and Cst15.1, respectively. Cst13.1 explained 17.0% of phenotypic variance and Cst15.1 explained 16.1%. We grouped DH lines according to the genotypes of markers adjacent to Cst13.1 and Cst15.1 on both sides. The DH lines with the alleles of both QTLs derived from 'S3586' showed higher capsanthin content at 45 and 90 DAF than the other lines. This is the first identification of QTLs for capsanthin content in any plant species. The data obtained here will be useful in marker-assisted selection for pepper breeding for high capsanthin content.

Nitrogen fertilization affects yields and storage compound contents in seeds of field-grown soybeans cv Enrei (*Glycine max.* L) and its super-nodulating mutant En-b0-1 through changing N₂ fixation activity of the plants

Hideo Hamaguchi(Kobe University), Naoki Yamamoto(Sichuan Agricultural University), Akinori Takeda(Kobe University), Takehiro Masumura, Toshio Sugimoto(Kobe University) and Tetsushi Azuma(Kobe University)

Soil Science and Plant Nutrition (2019) doi:10.1080/00380768.2019.1692636

We compared the protein and oil contents, seed yields, and natural abundance of ¹⁵N (σ¹⁵N) of seeds from the plants of the cultivar Enrei, which has moderate nodulating ability (Enrei) with those of its two near-isogenic lines (NILs), a super-nodulating genotype of Enrei, i.e., En-b0-1, and a non-nodulating genotype of Enrei, i.e., En1282. Plants of these three genotypes were grown on four types of field plots with different types of urea coated slow-release nitrogen (N) fertilizers (CUSLNFs) which delivered N in different manners during plant growth. The seed yield of the En1282 plants was similar to that of the Enrei plants but much greater than that of the En-b0-1 plants when the plants were grown on the field to which a CUSLNF with a long lifespan was applied. The amounts of protein per seed were positively correlated with those of oil per seed in the case of En1282 plants irrespective of the field N conditions. The seed protein contents were proportional to the seed weight in both En1282 and Enrei plants. Such a relationship was not observed in the En-b0-1 plants, and the protein and oil contents in the seeds of En-b0-1 plants were negatively correlated with each other. These observations suggested that the N supply to maturing seeds was a key to the protein contents in the En1282 and Enrei plants and that the C supply to maturing seeds was a key to the protein contents in the En-b0-1 plants. The comparison of the σ¹⁵N values, protein contents, and seed yields of seeds from En1282 plants suggested that the Enrei plants assimilated considerable amounts of N from the soil during the late plant growth. We concluded that high N₂ fixation activity depressed the amounts of oil per seed and changed the protein and oil contents in soybean seeds.

Comparative analysis of ROS-producing enzymatic activity of Arabidopsis NADPH oxidases

Hidetaka Kaya(Tokyo University of Science), Seiji Takeda, Masaki J. Kobayashi(Japan International Research Center for Agricultural Sciences), Sachie Kimura(Tokyo University of Science), Ayako Iizuka(Tokyo University of Science), Aya Imai(Tokyo University of Science), Haruka Hishinuma(Tokyo University of Science), Tomoko Kawarazaki(Tokyo University of Science), Kyoichiro Mori(Tokyo University of Science), Yuta Yamamoto(Tokyo University of Science), Yuki Murakami(Tokyo University of Science), Ayuko Nakauchi(Tokyo University of Science), Mitsutomo Abe(The University of Tokyo), and Kazuyuki Kuchitsu(Tokyo University of Science)

Plant Journal 98 (2), 291-300 (2019)

With a heterologous expression system, we found a range in ROS-producing activity among the AtRbohS with differences up to 100 times, indicating that the required ROS amount is different in each situation where the AtRbohS act. Our data indicate that RbohS possess different ranges of enzymatic activity, and that some RbohS have evolved to carry specific functions in cell growth.

Pulsing with Magnesium Oxide Nanoparticles Maintains Postharvest Quality of Cut Lotus Flowers (*Nelumbo nucifera* Gaertn) ‘Sattabongkot’ and ‘Saddhabutra’

Anurag Sunpapao(Prince of Songkla University), Prisana Wonglom(Thaksin University), Shigeru Satoh, Seiji Takeda, Samak Kaewsuksaeng(Thaksin University)

The Horticulture Journal 88 (3), 420-426. (2019)

We investigated the effect of magnesium oxide nanoparticles (MgO NP) in terms of maintaining postharvest quality of the lotus cut flower buds (*Nelumbo nucifera* Gaertn) ‘Sattabongkot’ and ‘Saddhabutra’. Based on our results, we suggest that 0.1 and 0.3% MgO NP suspensions may be applied as an alternative way to preserve the postharvest quality of cut lotus flower buds.

Comparative transcriptome analysis of galls from four different host plants suggests the molecular mechanism of gall development

Seiji Takeda, Makiko Yoza(Kyoto Prefectural University), Taisuke Amano(Kyoto Prefectural University), Issei Ohshima(Kyoto Prefectural University), Tomoko Hirano, Masa H. Sato(Kyoto Prefectural University), Tomoaki Sakamoto(Kyoto Sangyo University), and Seisuke Kimura(Kyoto Sangyo University)

PLOS ONE 14 (10), e0223686 (2019)

To identify genes involved in gall development, we performed RNA-sequencing based transcriptome analysis for leaf galls. We examined the young and mature galls of *Glochidion obovatum* (Phyllanthaceae), induced by the micromoth *Caloptilia cecidophora* (Lepidoptera: Gracillariidae), the leaf gall from *Eurya japonica* (Pentaphylacaceae) induced by *Borboryctis euryae* (Lepidoptera: Gracillariidae), and the strawberry-shaped leaf gall from *Artemisia montana* (Asteraceae) induced by gall midge *Rhopalomyia yomogicola* (Oligotrophini: Cecidomyiidae). Our results suggest that gall development involves common processes across gall inducers and plant taxa, providing an initial step towards understanding how they manipulate host plant developmental systems.

滋賀県在来の赤カブの特徴と多様性

**佐藤茂 (龍谷大学)・久保中央・中谷花詠 (龍谷大学)
園芸学研究 第19巻 第1号 : 1-6 (2020)**

滋賀県在来の12品種の赤カブは、アントシアニンがペラルゴニジンのカブ(7品種、朱赤色)とシアニジンのカブ(5品種、紫赤色)に分けられた。前者は湖北・湖西北部に分布し、後者は湖東に分布していた。アントシアニン、ペラルゴニジン含有カブ品種では、カブ全球の主に表層に存在し、シアニン含有カブ品種では主に地上露出部の顕色部に存在していた。カブの皮層の単位体積当たりのアントシアニン含量は、ペラルゴニジン含有カブ品種がシアニン含有カブ品種よりも多かった。‘信州カブ’と‘木曾紅カブ’の酸性メタノール抽出液では可視部吸収スペクトルに加え、400 nm以下の紫外部吸収スペクトルが近似し両カブ品種間の近縁性が示唆された。

Investigation on The Epoxidation of Piperitenone, and Structure-Activity Relationships of Piperitenone Oxide for Differentiation-Inducing Activity

Ryohei Sato (Tokyo University of Science), Azusa Sasaki (Kyoto Prefectural University), Yuko Mori (Tokyo University of Science), Mio Komai (Kyoto Prefectural University), Shogo Kamo (Kyoto Prefectural University), Mai Onuki (Kyoto Prefectural University), Takafumi Seki (Tokyo University of Science), Zen Kawabe (Tokyo University of Science), Shu Miyajima (Tokyo University of Science), Shusuke Tomoshige (Tokyo University of Science), Tsuneomi Kawasaki (Tokyo University of Science), Shuichi Sato (Kyoto Prefectural University), Takako Nakamura (Kyoto Prefectural University), Nakao Kubo, Seiji Takeda, Shuichi Date (Kyoto Prefectural University), Shigehisa Okamoto (Kagoshima University), Panida Boonyaritthongchai (King Mongkut's University of Technology Thonburi), Krit Thirapanmethee (Mahidol University), Mullika Traidej Chomnawang (Mahidol University), Bhanubong Bongcheewin (Mahidol University), Thuy Linh Nguyen (Hanoi Medical University), Huong Lan Thi Nguyen (Hanoi Medical University), Huong Thi Le (Hanoi Medical University), Yasushi Nakamura and Kouji Kuramochi (Tokyo University of Science)
Journal of Oleo Science 69:951-958 (2020)

Piperitenone oxide, a major chemical constituent of the essential oil of spearmint, *Mentha spicata*, induces differentiation in human colon cancer RCM-1 cells. In this study, piperitenone oxide and trans-piperitenone dioxide were prepared as racemic forms by epoxidation of piperitenone. The relative configuration between two epoxides in piperitenone dioxide was determined to be trans by ^1H NMR analysis and nuclear Overhauser effect spectroscopy (NOESY) in conjunction with density functional theory (DFT) calculations. Optical resolution of (\pm)-piperitenone oxide by high-performance liquid chromatography (HPLC) using a chiral stationary phase (CSP) afforded both enantiomers with over 98% enantiomeric excess (*ee*). Evaluation of the differentiation-inducing activity of the synthetic compounds revealed that the epoxide at C-1 and C-6 in piperitenone oxide is important for the activity, and (+)-piperitenone oxide has stronger activity than (-)-piperitenone oxide. The results obtained in this study provide new information on the application of piperitenone oxide and spearmint for differentiation-inducing therapy. Furthermore, natural piperitenone oxide was isolated from *M. spicata*. The enantiomeric excess of the isolated natural piperitenone oxide was 66% *ee*. Epoxidation of piperitenone with hydrogen peroxide proceeded in a phosphate buffer under weak basic conditions to give (\pm)-piperitenone oxide. These results suggest that the nonenzymatic epoxidation of piperitenone, which causes a decrease in the enantiomeric excess of natural piperitenone oxide, is accompanied by an enzymatic epoxidation in the biosynthesis of piperitenone oxide.

The plant-type phosphoenolpyruvate carboxylase Gmppc2 is developmentally induced in immature soy seeds at the late maturation stage: a potential protein biomarker for seed chemical composition

Naoki Yamamoto(Kyoto Prefectural University), Toshio Sugimoto(Kobe University), Tomoyuki Takano(Meiji University), Ai Sasou(Kyoto Prefectural University), Shigeto Morita, Kentaro Yano(Meiji University) and Takehiro Masumura

Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry 84: 552-562 (2020)

Phosphoenolpyruvate carboxylase (PEPC) is a carbon-fixing enzyme with critical roles in seed development. Previously we observed a positive correlation between PEPC activity and protein content in mature seeds among soybean cultivars and varietal differences of PEPC activity in immature seeds, which is concordant with seed protein accumulation. Here, we report a PEPC isoform (Gmppc2) which is preferentially expressed in immature soybean seeds at the late maturation stage. *Gmppc2* was co-expressed with enzyme genes involved in starch degradation: α -amylase, hexokinase, and α -glucan phosphorylase. *Gmppc2* was developmentally induced in the external seed coats, internal seed coats, hypocotyls, and cotyledons at the late maturation stage. The expression of Gmppc2 protein was negatively regulated by the application of a nitrogen fertilizer, which suppressed nodule formation. These results imply that Gmppc2 is involved in the metabolism of nitrogen originated from nodules into seeds, and Gmppc2 might be applicable as a biomarker of seed protein content.

Stress Responses of Shade-Treated Tea Leaves to High Light Exposure after Removal of Shading

Satoshi Sano(Kyoto Prefectural University), Tetsuyuki Takemoto, Akira Ogihara(Kyoto Prefectural University), Kengo Suzuki(Kyoto Prefectural University), Takehiro Masumura, Shigeru Satoh(Ryukoku University), Kazufumi Takano(Kyoto Prefectural University), Yutaka Mimura and Shigeto Morita

Plants 9: 302 (2020) doi:10.3390/plants9030302

High-quality green tea is produced from buds and young leaves grown by the coveringculture method, which employs shading treatment for tea plants (*Camellia sinensis* L.). Shading treatment improves the quality of tea, but shaded tea plants undergo sudden exposures to high light (HL) at the end of the treatment by shade removal. In this study, the stress response of shaded tea plants to HL illumination was examined in field condition. Chl *a/b* ratio was lower in shaded plants than nonshaded control, but it increased due to exposure to HL after 14 days. Rapid decline in *Fv/Fm* values and increases in carbonylated protein level were induced by HL illumination in the shaded leaves on the first day, and they recovered thereafter between a period of one and two weeks. These results revealed that shaded tea plants temporarily suffered from oxidative damages caused by HL exposure, but they could also recover from these damages in 2 weeks. The activities of antioxidant enzymes, total ascorbate level, and ascorbate/dehydroascorbate ratio were decreased and increased in response to low light and HL conditions, respectively, suggesting that the upregulation of antioxidant defense systems plays a role in the protection of the shaded tea plants from HL stress.

Rapidly evolving phosphoenolpyruvate carboxylase *Gmppc1* and *Gmppc7* are highly expressed in the external seed coat of immature soybean seeds

Naoki Yamamoto(Meiji University), Tomoyuki Takano(Meiji University), Takehiro Masumura(Kyoto Prefectural University), Ai Sasou(Kyoto Prefectural University), Shigeto Morita, Toshio Sugimoto(Kobe University), Kentaro Yano(Meiji University)

Gene 762: 145015 (2020) doi:<https://doi.org/10.1016/j.gene.2020.145015>

Phosphoenolpyruvate carboxylase (PEPC) is a carbon fixation enzyme which probably plays crucial roles in seed development. A greater number of PEPC isoforms are encoded in the soybean genome, while most of the PEPC isoforms are functionally unknown. In this study, we investigated on soybean PEPC expressed in the external layer of seed coat (ELSC) during seed formation. PEPC activity in ELSC ranged from 0.24 to 1.0 U/g F.W., which could be comparable to those in whole seeds at U per dry matter. Public RNA-Seq data in separated soybean seed tissues revealed that six plant-type *PEPC* isogenes were substantially expressed in ELSC, and *Gmppc1* and *Gmppc7* were highly expressed in hourglass cells of ELSC. Gene Ontology enrichment of co-expressed genes with *Gmppc1* and *Gmppc7* implicated a role of these isogenes in assisting energy production and cellulose biosynthesis. Comparison of PEPC sequences from 16 leguminous species hypothesized adaptive evolution of the *Gmppc1* and *Gmppc7* lineage after divergence from the other plant-type PEPC lineages. Molecular diversification of these plant-type PEPC was possibly accomplished by adaptation to the functions of the soybean seed tissues. This study indicates that energy demand in immature seeds may be a driving force for the molecular evolution of PEPC.

Establishment of the Embryonic Shoot Meristem Involves Activation of Two Classes of Genes with Opposing Functions for Meristem Activities

Mitsuhiro Aida(Kumamoto University), Yuka Tsubakimoto(Nara Institute of Science and Technology), Satoko Shimizu(Nara Institute of Science and Technology), Hiroyuki Ogisu(Nara Institute of Science and Technology), Masako Kamiya(Nara Institute of Science and Technology), Ryosuke Iwamoto(Nara Institute of Science and Technology), Seiji Takeda, Md Rezaul Karim(Bangladesh Agricultural University), Masaharu Mizutani(Kobe University), Michael Lenhard(University of Potsdam) and Masao Tasaka(Nara Institute of Science and Technology)

International Journal of Molecular Sciences 21 (16), 5864 (2020)

We present evidence that the two *KNOX* genes *STM* and *KNAT6* together with the two other regulatory genes *BLR* and *LAS* are functionally important downstream genes of *CUC1* and *CUC2*, which are a redundant pair of genes that specify the embryonic shoot organ boundary. The results establish the roles for *CUC1* and *CUC2* in coordinating the activation of two classes of genes with opposite effects on shoot meristem activity.

京都府農林水産技術センター農業部門研究報告 投稿規程

- 1 京都府農林水産技術センター農業部門研究報告（以下、「研究報告」という）は、京都府農林水産技術センター農林センター作物部、園芸部、環境部、丹後特産部（丹後農業研究所）、宇治茶部（茶業研究所）、京都府農林水産技術センター生物資源研究センター基礎研究部、応用研究部、京都府病虫害防除所及び京都府農林水産技術センター企画室の成果を広報するために刊行する。
- 2 研究報告に投稿できる論文は、1の所属における試験研究、若しくは当該機関に在籍中に実施した他の試験研究機関等での研修中の研究業績について執筆したものである。
なお、その内容は概ね過去5年以内の試験研究の内容で、他誌で発表されていないものか、発表手続き中でないものに限る。
- 3 論文は原著、短報、研究資料とし、別に定める「京都府農林水産技術センター農業部門研究報告執筆要領」に基づいて執筆し、所属長の承認を受けた後、期日までに編集委員長に提出されたものとする。
また、2に該当する研究業績で本研究報告の他に発表された研究論文は所外発表研究論文抄録としてその摘要を掲載することとする。
- 4 投稿された論文は、別の規程で定める「京都府農林水産技術センター農業部門研究報告編集委員会（以下、「編集委員会」という）」において事前審査後、編集委員会で選定した3名の査読者による査読を受ける。査読の結果、部分修正もしくは加除を求められることがある。また、内容によっては掲載不可となる場合もある。
- 5 査読の結果を編集委員会において検討し、掲載可能とした論文は、受付日にさかのぼって受理日とする。
- 6 校正は誤植の訂正程度にとどめ、編集委員会が認めた場合以外は、文章の修正及び内容の変更はできないものとする。
- 7 論文の長さは、編集委員会により規制を受けることがある。

附則 この規程は平成14年12月26日より施行する。

附則 この規程は平成21年11月18日より施行する。

附則 この規定は令和2年1月24日より施行する。

京都府農林水産技術センター農業部門研究報告 編集委員会規程

- 1 研究報告投稿規程4にいう編集委員会は、研究報告の質的向上と円滑な刊行を図るため設置する。
- 2 編集委員会は研究報告の掲載の判定、編集を行う。
- 3 編集委員会は、定期的に年一回以上研究報告を刊行する。
- 4 編集委員会は、農林センター所長、作物部長、園芸部長、環境部長、丹後特産部長、宇治茶部長及び生物資源研究センター応用研究部長で構成する。
- 5 編集委員長は、農林センター所長があたり、編集委員会を統括する。
- 6 編集委員会の事務担当者は、農林センター内の協議により決定した部において選定する。論文は事務担当者が受け、掲載が可とされた論文は編集委員長が保管する。
- 7 編集委員長は編集委員会において、投稿された論文の体裁等を事前審査するとともに、専門性や内容等を考慮し、当該論文の査読者を3名選定し、それぞれの論文について研究報告への掲載可否について判定を委嘱する。但し、短報、研究資料の査読者は2名以上とする。なお、査読者は原則として京都府職員とする。
- 8 査読者は、当該論文の判定を行うとともに編集担当者を通じて投稿者に対し指導助言する。
- 9 編集委員会は、査読者からの判定結果を踏まえ当該論文の掲載の可否を決める。
- 10 編集委員長は、編集委員会の決定により、掲載不可となった論文は以下の理由をつけて著者に返却する。
 - (1) 規定に反するもの
 - (2) 内容に重大な誤り、あるいは疑義のあるもの
 - (3) 実験結果等と結論との間に甚だしい飛躍のあるもの
 - (4) 形式が著しく不備なもの
 - (5) その他研究報告としてふさわしくないと判断されたもの
- 11 その他この規程にない事項の決定については編集委員会の議を経て行うものとする。

附則 この規程は平成14年12月26日より施行する。

附則 平成21年11月18日改定

附則 平成24年3月8日改定

附則 令和2年1月24日改定

京都府農林水産技術センター農業部門研究報告

執筆要領

I 論文の形式

投稿論文は、原著論文、短報及び研究資料としいずれも未発表のものとする。原著論文は和文または英文、短報及び研究資料は和文とする。

- 1 原著論文は、新しい内容を含み、それ自身独立して価値のある結論あるいは事実を含む、和文または英文の論文形式のものとする。その構成は、原則として表題、著者名、摘要、キーワード、(目次)、緒言、材料と方法、結果、考察、(謝辞)、引用文献の順とし、和文にあっては、英文表題、英文著、者名、英文摘要(Summary)、英文キーワードを付記する。写真、図版等で本文に挿入しえないものは報文の最後に載せる。
- 2 短報は、限られた部分の発見など原著論文としてはまとまらないが、報告する価値のあるものとする。その構成は、原則として和文表題、著者名、キーワード、本文、引用文献の順とし、刷り上の2ページ程度とする。なお、原著論文に準じて英文表題、英文著者名、英文摘要、英文キーワードをつけてもよい。
- 3 研究資料は、既知の方法による実験ならびに調査の結果または統計などをまとめたものとする。その構成は、原則として表題、著者名、本文、引用文献の順とする。
- 4 著者の所属機関名は、論文第1ページの下に脚注の形で付記する。

II 用語・書体

- 1 文章は新かなづかいと常用漢字を用い、句読点は「、」「。」「;」「:」などとし、学術用語は各学会規定の用語に従う。
- 2 欧文人名はすべて「Thomas Booner」のように、姓名の2文字目以下はスモールキャピタルとする。
- 3 一般化している外国語は「イオン」、「セルトレイ」のようにカタカナで書く。
- 4 学名は「*C. annuum*」のようにイタリックとする。初回記載時のみ属名も「*Capsicum annuum*」のように省略せず記載する。字体の指定は原稿上でイタリックは_____、ゴシックは_____、スモールキャピタルは_____を赤の下線で示す。
- 5 図(写真含む)、表は図1、表1のように記載し、本文とは別に作成する。
- 6 物質名は、原則として「塩酸」「エタノール」のように名称を記し、化学式を用いない。ただし、複雑な化合物など化学式を用いたほうがわかりやすいときはこの限りでない。
- 7 略字、略号を用いるときは文章中最初にそれが登場する箇所で「アデノシン三リン酸(ATP)」、「窒素含有率(N%)」など正式の名称とともに記載することを原則とする。
- 8 数字は原則としてアラビア文字を用いるが、熟語となっている数字(例：二、三の例、一部分)は漢字とする。
- 9 単位記号は原則としてSI(国際単位)を用い、その他の記号は各学会で使用する単位に従う。略号にはピリオドをつけない(主な記号の略号例は表1のとおり)。
- 10 本文中における項目別記号は、原則として「I、II、III、…」 「1、2、3、…」 「(1)、(2)、(3)、…」 「a、b、 c、…」の順とする。
- 11 注釈は本文の右肩に小字で^{注1)}などを入れ、そのページの脚欄に「注1：…」などと記す。

III 引用文献

- 1 引用文献の表題は省略しない。著者名、発行年次、表題(監修、訳者)、文献・書籍名、引用箇所(巻：、ページ)の順に従って書く。なお、書籍を引用したときは著者名に二重括弧(『』)をつける。引用文献記載順序は筆頭著者名の姓のアルファベット順とし、同一筆頭著者のものは年次順とする。なお、同じ著者名及び表題の論文が続く場合には2回目の登場から_____、で示す。

- 2 本文中の文献引用形式は、該当箇所の右肩に小字で¹⁾、²⁾ などとする。

表1 記号の略号例

量	略号
長さ	km、m、mm、cm
面積	km ² 、m ² 、cm ² 、a、ha
体積	m ³ 、cm ³ 、L、mL
質量	kg、g、mg、μg、t
時間	s、min、h
濃度	mol/m ³ 、kg/m ³ 、mol/kg
温度	°C、K
電気	A、V、Ω、S、W、F
放射能	Bq、kBq、MBq
その他	J、lx、klx、Pa、pH、%、ppm

- 3 会議資料、複写刷りの成績書などを引用する場合は、脚注に「注 1」と付記し、引用文献の中に入れな
い。
- 4 引用文献記載例
- (1) 金沢夏樹、1989、『水田農業を考える』、東京大学出版会、P44~46
 - (2) 尾崎克己・木村俊彦、1992、病原性に基づくナス科野菜青枯病細菌の類別、中国農研報、10：49-58
 - (3) Fegan, M. and P. Prior. (2005) Bacterial wilt disease and the *Ralstonia solanacearum* species complex (C. Allen, P. Prior and C. Hayward eds.), APS Press, St. Paul., pp 449-461
 - (4) Wu, F., N. T. Eannetta, Y. Xu, R. Durrett, M Mazourek, M.M. Jahn and S.D. Tanksley (2009) A COSII genetic map of the pepper genome provides a detailed picture of synteny with tomato and new insights into recent chromosome evolution in the genus *Capsicum*, Theor. Appl. Genet., 114: 113-130

IV 図表の作成

- 1 表には、原則として横枠線のみを使用し、縦枠線は用いない。また、図表の周囲は枠で囲まない。
- 2 図中に入れる文字はなるべく少なくし、その説明は図の下に活字で行う。
- 3 写真原図は、余白に朱書きで表題、著者名、縮尺を記入する。電子ファイルの場合は、ファイル名を「表題_著者名_拡張子」とする。
- 4 英文 Summary には、なるべく該当する箇所に (Fig.1)、(Table1) などと表記し、Summary を読む際にも図表が参照できるようにする。

V 講演会発表についての脚注

投稿された論文の要約が講演会等において既に発表されている場合には、1 ページ目の脚注に「要約は(講演会名)、(開催期日)において発表したものである。」などと記載することとする。

VI 原稿の作成

原稿はワープロを用いて作成し、別添記載様式及び記載例に基づき A4 版用紙に 25 字×44 行に 2 段組、横書き、和文フォントを MSP 明朝 9.5pt、欧文フォントを Times New Roman 9.5Pt として記すこととし、図表及び写真等を著者が指定する位置に貼り付けて、PDF ファイル及び一太郎またはワード等の電子ファイルを編集委員会に提出する。提出に当たって、印刷時裏面に表題、著者名、図表番号等を記載した原寸大の図、表及び写真の電子ファイルも提出する。なお、印刷については原則白黒とする。

京都府農林水産技術センター
農業部門研究報告
編集委員会

委員長 末留 昇
編集委員 安川博之 松本静治 河合 哉
津田和久 神田真帆 三村 裕

京都府農林水産技術センター
農業部門研究報告
第 43 号
2021 年 3 月発行
発行者 京都府農林水産技術センター農林センター
〒621-0806
京都府亀岡市余部町和久成 9
TEL 0771-22-0424
FAX 0771-24-4661
編集 環境部
URL <http://www.pref.kyoto.jp/nosoken/index.html>

