

試 験 研 究
— 2020～2022年度 —

1. 研究報告

キャベツ苗の高温および強日射ストレス遭遇時間が 葉の白化と腋芽の萌芽に及ぼす影響

鳥越胡美・熊谷和樹（岡山大学大学院自然環境生命科学研究科）

中川ほのか（（株）エーアンドエス，笠岡市）

安場健一郎・後藤丹十郎・吉田裕一（農学部附属山陽圏フィールド科学センター）

Abstract

Cabbage seedlings that were exposed to high temperatures of 50°C for 30 minutes in a growth chamber showed bleaching of the expanded leaves when exposed to excessive solar radiation at temperatures below 28°C. Furthermore, in the damaged seedlings in which expanded leaves had bleached and died, the axillary buds of the lower nodes sprouted and developed into multiple shoots, even if the apical bud had not died. This suggests that the bleaching and multiple heads formation of cabbage seedlings under high temperature and excess light conditions may be caused by water stress and photooxidative stress immediately after planting. Even in midsummer, if planting was done by 9:00 a.m. and irrigation could be done within an hour, it was possible to minimize the occurrence of minor damage even if the plant was then exposed to high temperatures and excessive radiation. This showed that to ensure stable production of summer-sown cabbage planted in midsummer, it is necessary to establish a work program that allows irrigation promptly after planting, and to plant in the early morning or in the evening.

緒 言

キャベツの生産は業務需要の増大を受けて、スマート化による機械化、大規模化と作期の拡大が進んでいる。しかし、温暖化が顕著になるにしたがって高冷地の夏どり栽培と中間地の秋どり栽培は不安定になり、端境期に当たる10月の供給は不足する傾向にある。需給のギャップを埋めるためには、冷涼な気候を好むキャベツの苗を盛夏期に定植する作型の作付けを拡大する必要がある。しかし、笠岡湾干拓でキャベツ栽培を行っている（有）エーアンドエスでは、大型移植機を利用して大面積に定植すると、初期に定植した苗への灌水が遅れがちになり、しばしば本葉に白化症状が起こることが確認されている。白化の症状は、除草剤パラコート処理や連続光下でナスの葉に生じる症状（Murage・Masuda, 1997; Murage et al., 1996）に類似しており、30分以上50°Cの高温に遭遇した後、夏の晴天日中に定

植すると発生することを前報で報告した（鳥越ら，投稿中）。ただし，定植苗が本圃でどの程度の高温・強日射による乾燥ストレスと酸化ストレスに耐えられるのかは明らかにされていない。また，白化が発生した苗では，枯死を免れたとしても初期生育が抑制されて生育が不ぞろいになる上に，しばしば分球が多発する（大平，私信）。夏まき栽培ではハイマダラノメイガ等の食害によって頂芽が損傷すると複数の腋芽が萌芽して分球が発生する（牧，2012）。しかし，定植苗の白化と分球との関係については報告されていない。そこで，本研究では，定植後の気温や日射量，定植から灌水開始までの時間がキャベツ苗の初期生育，特に葉の白化と分球の初期過程と考えられる腋芽の発生に及ぼす影響について比較的耐暑性が高いとされている複数の寒玉系品種を用いて調査した。

材料および方法

共通の育苗・栽培方法と気象情報の取得

実験は2022年に実施し、高温期に定植する夏まき初秋どり作型と加工・業務用に適する3品種のキャベツ‘おきな’、‘彩里’（以上（株）タキイ種苗）、‘藍天’（（株）サカタのタネ）を供試した。スミソイルN-100（（株）住化農業資材）を詰めた220穴セルトレイ（（株）みのる産業）に播種した。前報（鳥越ら、投稿中）と同様に底面給水（滋賀県農業技術振興センター、2016）によって毎朝7時に5分間灌水した。また、灌水過剰による徒長を避けるため2度目の灌水（3分間）は14時までに戸外の積算日射量が $10 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ を超えた場合のみ実施して播種後3～5週間育苗した。灌水制御は標準のセンサーで測定した日射量に基づいて複合環境制御装置（YoshiMax,（株）三基計装）で行った。露地圃場の気温、日照時間、降水量については岡山大学津島キャンパス内に設置された気象観測所（アメダス観測所番号66408）のデータを用いた（気象庁HP, <https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index.php>）。

播種後3.5～5週齢に達した苗を用い、晴天日を選んで露地圃場または露天の大型セルトレイ（24穴または35穴すくすくトレイ、（株）丸三産業）に定植した。トレイの培養土には育苗ハウス内で乾燥させた岡山大学農学部研究圃場の土を用いた。定植直後もしくは一定時間経過後に十分量（30mm以上）灌水し、夕方（16時～18時）に再度十分に灌水した。障害の有無は、定植時と夕方または翌日の朝に目視で確認し、その後の成長を観察した。

実験1. 50℃の高温処理の影響（5月中旬）

4月21日に播種した4週齢の‘おきな’の苗を用いて、前報（鳥越ら、投稿中）と比較して外気温が低い5月18日に、人工気象器（（株）日本医科器械製作所, LH-240S, PPFD 約 $300 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ）を用いて50℃で0.5, 1.0, 2.0時間の高温処理を行った（ $n=24$ ）。処理終了時刻をそろえ、屋外へ搬出し、午前11時30分ごろに圃場の土を詰めた24穴トレイに定植した。定植直後には十分に灌水を行った。定植時と夕方17時ごろにそれぞれ苗の萎凋または障害の有無を確認し、その後の成長を観察した。

実験2-1. 定植時刻と灌水までの時間の影響（6月下旬）

‘おきな’と‘彩里’の2品種を6月1日に播種した。6月29日に4週齢の苗を圃場の土を詰めた35穴トレイに午前8, 10, 12時に定植し、定植1時間後または2時間後に灌水した（ $n=12$ ）。17時にも十分に灌水し、障害の有無を確認した。また、翌日および1週間後にも同様に障害の有無を確認した。

実験2-2. 定植時刻と灌水までの時間の影響（8月上旬）

‘おきな’、‘綾里’および‘藍天’を7月4日に播種し、8月2日に4週齢の苗を圃場の土を詰めた35穴トレイに午前9, 11時に定植し、定植1時間後または3時間後に灌水した（ $n=10$ ）。16時に再度十分に灌水を行い、翌日に障害の有無を確認した。

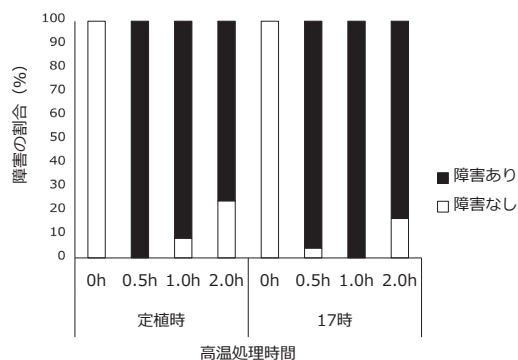
実験3. 定植から灌水までの時間と苗齢の影響（8月上旬）

7月4日と15日に‘おきな’、‘綾里’、‘藍天’の3品種を播種した。3.5週齢と5週齢に達した8月9日に岡山大学農学部の露地圃場に定植した。定植4日前の8月5日13時から14時の間に51mmの集中豪雨が記録されたが、その後定植まで晴天が続く、圃場の土壌は深さ5cm程度まで白く乾燥した状態であった。定植は午前10時に行い、1時間後または3時間後に灌水した（ $n=44$ ）。定植日の16時にもう一度十分灌水し、翌日に障害の有無、9日後に障害程度を評価した。その後、栽培を続け、2週間および3週間後に生存が確認できる苗を抜き取り、地上部の乾物重を測定した。

結果および考察

実験1. 50℃の高温処理の影響

5月18日の天気は晴で最高気温は27.4℃であった。0～2時間の50℃の高温処理が、定植時と17時の観察時の障害発生に及ぼす影響を第1図に示した。無処理区では障害は見られなかったが、0.5時間以上処理した苗では、定植時にほぼすべての苗で葉の萎凋が確認され、高温処理時間が長くなるほど若い上位の葉まで萎凋していた。激しく萎凋していた葉は夕方にはほぼすべてが白化し、比較的短時間の

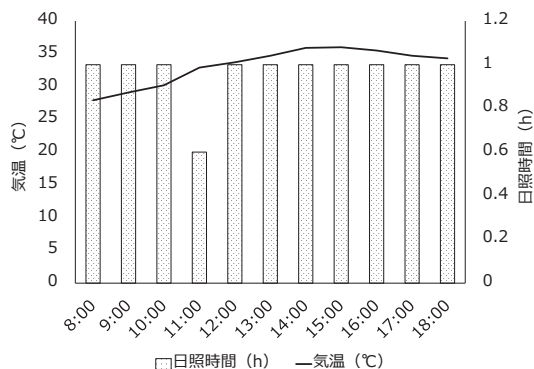


第1図 50℃ 0～2時間の高温処理が定植時と同日17時における障害発生に及ぼす影響 (n=24)



第2図 白化した葉が枯死しているが、頂芽が生存しており、通常は頂芽優勢で休眠状態である下位節の腋芽が萌芽したキャベツ（‘おきな’）。

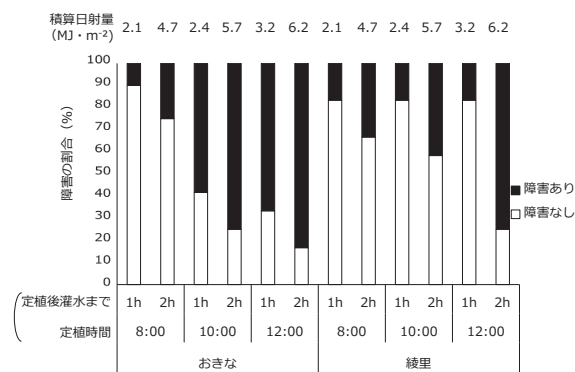
高温処理によって急激に萎凋した場合には、5月の晴天日であれば30℃に達しない温度でも苗が白化することが確認された。また、夕方に頂芽が枯死していた苗では1～2週間後に残った複数の節から腋芽が萌芽し、これらの腋芽が成長して分球した個体になると考えられた。2～3週間観察を続けると、展開葉が白化して頂芽の成長が抑制された場合には、頂芽が枯死していなくても下位節から腋芽が複数発生する個体の存在が確認された（第2図）。



第3図 2022年6月29日の8時から18時台の気温と日照時間

実験2－1. 定植時刻と灌水までの時間の影響（6月下旬）

第3図に定植日の8時から18時台の日照時間と気温の推移を示した。日中の天気は晴、8～10時、10～12時、12～14時の平均気温はそれぞれ28.5℃、31.6℃、34.2℃であった。第4図には定植時刻と定植後灌水までの時間が翌日の障害の有無に及ぼす影響を示した。グラフ上部には定植から灌水までの積算日射量を示した。‘おきな’、‘綾里’両品種ともに定植から灌水を始めるまでの時間が長くなるほど、また定植後の気温と積算日射量が増大するほど障害発生株が増加した。ただし、気温が30℃に達していない8時に定植し、1時間後に灌水した処理区でも軽度の葉の萎凋が観察され、両品種の一部に白化が発生した。品種間、定植時刻、定植後灌水までの時間のすべてにおいて障害の有無には5%水準で有意な差が認められた（F検定）。

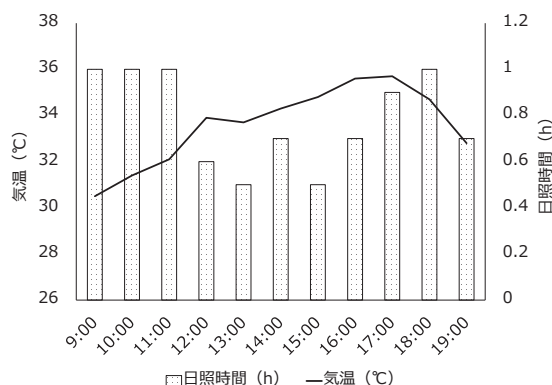


第4図 定植時刻と定植後灌水までの時間が翌日の障害発生に及ぼす影響。図上部の数値は定植から灌水までの積算日射量（‘おきな’の8時定植1時間後灌水区はn=10、それ以外の処理区はn=12）

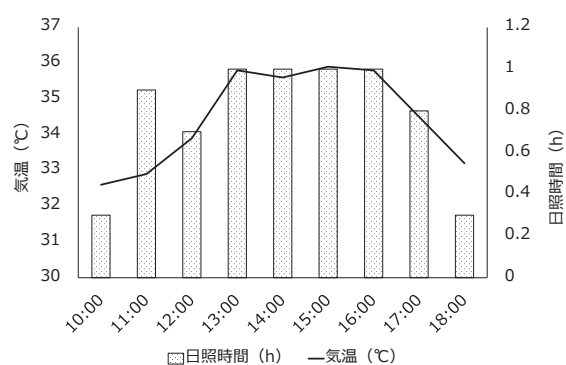
気温が30℃に達しなくとも、盛夏期に近い日射条件に遭遇した場合には、白化を伴う葉の萎凋が生じることが確認された。定植から灌水するまでの気温が高く、積算日射量が増えるほど障害発生個体が増加する傾向にあった。したがって、白化の発生を回避するためには定植後できるだけ速やかに灌水するか、より気温が低く、日射量も少ない時間帯に定植する必要があると考えられる。

実験2－2. 定植時刻と灌水までの時間の影響（8月上旬）

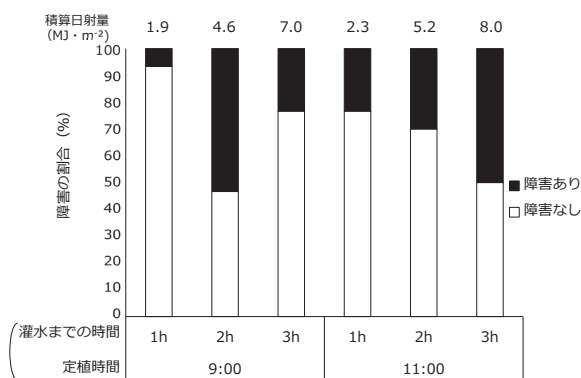
第5図に定植日の9時から19時までの日照時間と



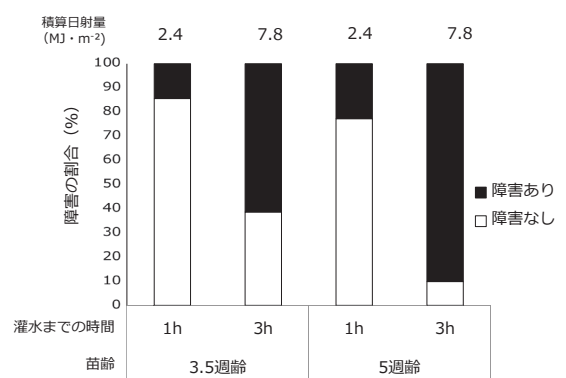
第5図 2022年8月2日の9時から19時台の気温と日照時間



第7図 2022年8月9日の10時から18時台の気温と日照時間



第6図 定植時間と定植後灌水までの時間が障害の有無に及ぼす影響 (n=30, 3品種の平均). 図上部の数値は定植から灌水までの積算日射量



第8図 定植後灌水までの時間と苗齢の違いが翌日の障害発生に及ぼす影響 (n=132). 図上部の数値は定植から灌水までの積算日射量

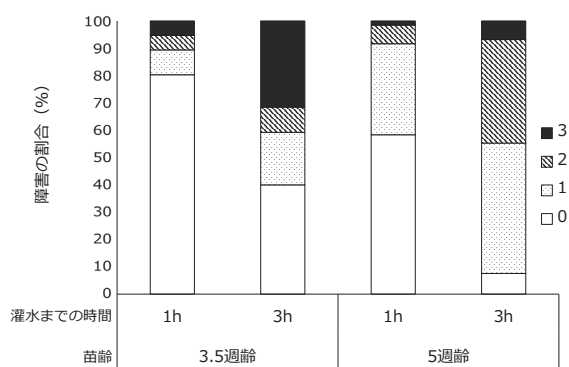
気温の推移を示した. 日中の天気は晴一時曇, 9時と11時の気温は30.5℃と32.1℃, 9時から14時までの平均気温は32.7℃であった. 本実験では品種間で障害発生に有意な差は確認できなかった (F検定) ため, 第6図には定植時刻と定植後灌水までの時間が障害程度に及ぼす影響を3品種の平均値として示した. グラフの上部には, 定植から灌水開始までの積算日射量を示した. 実験2-1と同様に定植から灌水開始までの積算日射量が増加するにつれて障害発生個体が増加した. 11時定植では1時間後灌水区でも2割以上の苗で障害が確認された.

定植後灌水までの時間が長くなるほど障害株の発生率が高くなった. 8月8日に, 5週齢の苗を用いて全く同じ実験系で実験を行ったところ, 9時定植1時間後灌水区では翌朝に障害が確認できなかったが, 3時間後灌水区では30株中9株であった (図省略). 実験2-1と同様に, 定植から灌水までの平均気温および積算日射量が障害発生に大きな影響を及ぼすことが確認された.

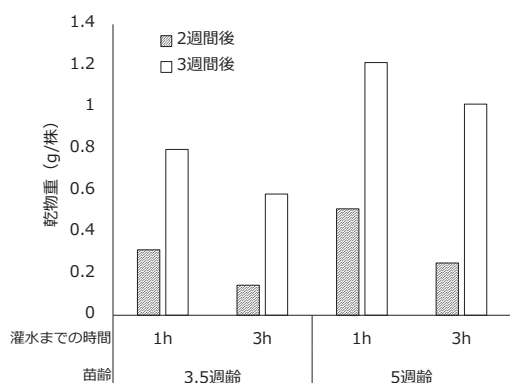
実験3. 定植から灌水までの時間と苗齢の影響

第7図に定植日の10時から18時までの日照時間と気温の推移を示した. 日中の天気は晴一時曇, 10時から17時までの平均気温は34.6℃であった. 品種間で障害の有無に有意な差が認められなかったことから, 第8図には, 定植後灌水までの時間と苗齢の違いが翌日の障害の有無に及ぼす影響を3品種の平均値で示した. 定植3時間後灌水区は1時間後灌水区と比較して障害発生株率が高かった. 3.5週齢の苗よりも5週齢の苗のほうが, 障害を確認できる苗がやや多かったが有意差は認められなかった (F検定). 定植9日後に障害の程度を評価した結果を第9図に示した. 障害株の発生率は5週齢のほうが高かったが, 枯死株 (評価3) の割合は3.5週齢のほうが高く, 若齢苗のほうが深刻な障害がおこりやすいことが示唆された. 苗齢と定植後灌水までの時間の違いが定植2週間後と3週間後の乾物重に及ぼす影響を第10図に示した (n=6~10). 3元配置分散分析の結果, いずれの調査日においても, 地上部乾物重には品種間に差が認められず, 3時間後灌水

区は1時間後灌水区よりも、また、3.5週齢の苗は5週齢の苗よりも定植初期の生育が劣っていた（F検定）。



第9図 定植後灌水までの時間と苗齢の違いが9日後の障害程度に及ぼす影響（ $n=132$ ）。障害程度の評価は0：障害なし，1：本葉が1枚白化，2：本葉が2枚以上白化，3：枯死とする。



第10図 苗齢と定植後灌水までの時間の違いが定植2週間後と3週間後の乾物重に及ぼす影響（ $n=6\sim10$ ）

結 論

人工気象器中で30分程度の比較的短時間の高温に遭遇し、急激に展開葉が脱水した状態で光酸化ストレスを受けると、適温に近い28℃未満の気温条件下であっても高温条件下（鳥越ら，投稿中）と同様に展開葉が白化することが確認された（第1図）。また、白化して展開葉が枯死した個体は頂芽が枯死して少なくとも頂芽優勢による休眠が打破され、下位節の腋芽が萌芽して分球することが確認された（第2図）。以上のことから、高温強光条件下におけるキャベツ苗の白化と分球の発生は、定植直後の水ストレスと光酸化ストレス（Nakano・Asada, 1981）によって引き起こされる可能性が高いと考えてよいであろう。高温、強光と乾燥はいずれも、多くの作物が盛夏期の晴天日に同時に遭遇することが多い環

境ストレスである。地球温暖化にともなう、今後激化すると懸念される夏場の高温障害を回避するためには、それぞれの環境要因が白化などの障害発生に作用するプロセスについて詳細に検討する必要があると考えられる。

前報（鳥越ら，投稿中）では、播種後3週間を過ぎるとキャベツセル成型苗の高温（50℃）に対する耐性が徐々に向上することを報告した。しかし、本研究の実験3においては5週齢で定植した苗は3.5週齢の苗と比較して、定植1，3時間後の萎れの症状が顕著で、翌日の障害発生株率がやや高くなった。ただし、定植9日後の枯死株率は5週齢のほうが低く、定植2週間および3週間後の乾物重も5週齢の苗のほうが有意に大きかった。播種3週目以降にキャベツセル苗への肥料供給を停止すると最大葉長やの茎長の増加が停滞するが、葉数は5週目まで増加する（村井ら，2010）。本研究においても5週齢の苗は3.5週齢の苗と比較して展開葉数が1枚以上多かった（データ省略）。全葉面積が大きい5週齢の苗は蒸散による水分損失が大きく、過酷な高温、強光条件下で定植後急速に萎凋したものと考えられる。しかし、若い苗より枯死株率が低く、初期生育も旺盛であった（第9，10図）。村井ら（2010）も3週齢の苗と比較して、肥料を制限した6～12週齢の苗は初期生育が遅れるが、定植後3週間で同等となると報告しており、苗齢が進んだ苗のほうが耐暑性は向上すると考えてよいであろう。キャベツの葉境期解消に向けては、灌水のみの長期育苗で育成可能で乾物率が高く、乾燥や病害虫に対する耐性が優れているスーパーセル苗（村井，2022）の積極的な利用法について検討することが必要であろう。

キャベツ品種の耐暑性について、寒玉系の耐暑性品種である‘Sousyu’とサワー系品種の‘YR Kinshun’の間には明らかな品種間差が認められている（Chauhan・Senboku, 1996）。本研究でも梅雨期に実施した実験2－1においていずれも寒玉系の耐暑性品種とされる‘おきな’と‘綾里’の間に有意な差が認められた。しかし、8月に実施した実験2－2と実験3においては品種間に有意な差が認められなかったことから、耐暑性が強いとされ、適応作型や形態的特性が類似している品種間においては過酷な高温強光条件下で常に明らかな差が認め

られるほど大きな違いはないものと推察される。

以上のように、真夏の高温強光条件下でキャベツを乾燥した土壌に定植すると急激な蒸散によって展開葉が急速に萎凋し、強光によって生じる光酸化ストレスによって展開葉が白化する。さらに乾燥状態が続くと苗が枯死することを免れたとしても、頂芽の枯死や弱勢化は避けられず、分球が多発することになる。しかし、午前9時までに定植して1時間程度で灌水を行うことができれば、その後高温強光で経過したとしても軽微な障害発生にとどめられることが確認された(第9, 10図)。夏の猛暑日が年々増加する中で、夏まきキャベツの生産安定を図るには、苗の運搬、機械定植やスプリンクラーの設置など一連の作業の効率化を進め、定植後速やかに灌水することが可能な作業工程を確立することが必須といえる。その上で、早朝や夕刻を中心に一連の定植作業を実施することが当面の対策として重要と考えられる。

摘 要

人工気象器中で50℃ 30分間高温処理した苗は、28℃未満の気温条件下であっても強光時に定植すると高温条件下と同様に展開葉が白化する。また、白化して展開葉が枯死した個体は頂芽が枯死していても下位節の腋芽が萌芽して分球が発生することから、高温強光条件下におけるキャベツ苗の白化と分球の発生は、定植直後の水ストレスと光酸化ストレスによって引き起こされと考えられる。盛夏期であっても、午前9時までに定植して1時間程度で灌水を行うことができれば、その後高温強光で経過したとしても軽微な障害発生にとどめることが可能であった。盛夏期に定植する夏まきキャベツの生産安定を図るには、定植後速やかに灌水することが可能な作業工程を確立した上で、定植を早朝や夕刻中心に実施する必要があることが示された。

引用文献

- 唐橋需, 井上喬二郎, 澤村宣志. 1981. 結球野菜収穫機の開発研究. 農事試験場研究報告33: 19-56.
- 河野充憲. 1999. いわゆる老化苗を用いたキャベツ栽培に関する研究(第1報) 長期育苗が生育・収量に及ぼす影響. 園学雑. 68(別1): 463.
- 牧浩之. 2012. 街中菜園の「生理障害対策講座」～起こりがちな生理障害と対処方法～7キャベツに見られる生理障害. タキイ最前線夏号. <https://www.takii.co.jp/tsk/bn/pdf/20120671.pdf>
- Murage, E. N. and M. Masuda. 1997. Continuous light induced changes in activities of antioxidant enzymes in pepper and eggplant seedlings. HortScience. 70: 269- 279.
- Murage, E. N., N. Watashiro, M. Masuda. 1996. Leaf chlorosis and carbon metabolism of eggplant in response to continuous light and carbon dioxide. HortScience 67, 27-37.
- 村井恒治. 2004. ブロッコリーのセル成型苗における長期常温貯蔵が可能な育苗方法. 農耕と園芸. 59: 171-175.
- 村井恒治, 中西一朗, 淨閑正史, 箕作和彦, 山崎識知, 田中秀幸, 小田雅行. 2010. 肥料制限により長期貯蔵したキャベツセル成型苗の特性および定植後の生育・収量. 園学研. 9: 293-298.
- 村井恒治. 2022. 野菜類における肥料制限育苗法の開発—常温貯蔵が可能で不良環境・病害虫に強いスーパーセル苗の開発—. 研究功労者表彰式発表資料. <https://www.jataff.or.jp/project/kenkyu-kourou/PDF/R4/10徳島・村井恒治.pdf>.
- Nakano, Y. and K. Asada. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. Plant Cell Physiol. 22: 867-880.
- Yashvir S. Chauhan and T. Senboku. 1996. Thermostabilities of cell-membrane and photosynthesis in cabbage cultivars differing in heat tolerance. J. Plant Physiol. 149: 729-734.

2. 技術部の研究継続課題

(1) 野菜・花き部門

担当者：宮地大介・谷岡浩史

- 1) トマトの養液栽培
- 2) 養液栽培イチゴの品質向上と花芽分化促進
- 3) 果菜類の接ぎ木・順化技術の確立
- 4) 葉菜類の水耕栽培
- 5) 葉根菜類の効率的作付け体系の構築
- 6) 露地野菜に対する有機物の施用効果

(2) 水田部門

担当者：出江嘉朗・多田正人

- 1) 水稻栽培における緩効性窒素肥料の肥効効果
- 2) 水田の地力向上に対する生わら連用の効果
- 3) 八浜水田におけるカキ殻部分への肥効効果

(3) 果樹部門

担当者：近藤毅典・酒井富美子

- 1) 教育・研究用果樹の管理法
- 2) 果樹の特性，作業能率，労力の軽減を考えた落葉果樹の栽培

(4) 畜産部門

担当者：青山哲也・野久保隆

- 1) 山地畜産開発による肉用牛の生産技術
- 2) 受精卵移植技術を用いた岡山和牛の改良
- 3) 放牧草地における集約的利用管理技術
- 4) 放牧による野草地の省力管理技術
- 5) ラップサイレージを組み入れた省力的粗飼料生産体系の構築

3. センターを利用した研究課題一覧

研 究 課 題	利用コース等（学部）
日射比例給液制御による果菜類の養液栽培および隔離床栽培技術の確立	応用植物科学（農）
低コスト園芸ハウスの開発と複合環境制御の最適化	応用植物科学（農）
野菜の Ca・B 栄養に関する研究	応用植物科学（農）
イチゴの花芽分化に関する研究	応用植物科学（農）
日本在来稲コアコレクションを用いた遺伝資源の評価	応用植物科学（農）
登熟期の高温による水稻白未熟粒発生の品種間差異	応用植物科学（農）
Cultivar Differences in Nitrogen Use Efficiency of Field Grown Rice Plants at Different Levels of Nitrogen Fertilizer	応用植物科学（農）
Effect of high-temperature and shading on growth, yield and dry-matter production of Vietnamese rice cultivars (<i>Oriza sativa</i> L.) in the paddy field.	応用植物科学（農）
鉄コーティング種子を用いた湛水直播栽培における飼料用水稲品種の適応性に関する研究	応用植物科学（農）
世界のダイズコアコレクションを用いた収量関連形質の遺伝的変異の解析	応用植物科学（農）
ダイズの子実生産に及ぼす播種期と栽植密度の影響	応用植物科学（農）
ダイズの日射乾物変換効率におよぼす播種期と栽植密度の影響	応用植物科学（農）
果実の軟化機構に関する研究	応用植物科学（農）
モモの赤肉果の細胞壁成分について	応用植物科学（農）
モモの果実品質に及ぼす果実発育日数の影響	応用植物科学（農）
モモの非破壊評価技術の開発	応用植物科学（農）
ブドウの着色障害（斑状）の発生の解析と対策	応用植物科学（農）
モモの低温貯蔵における障害発生温度の解明	応用植物科学（農）
新規発情同期化技術の開発に関する研究	応用動物科学（農）
発酵飼料の調製に関する研究	応用動物科学（農）
黒毛和種の哺育・育成過程における腸内フローラの解析	応用動物科学（農）
津高牧場生産子牛の初期成長形質に関する研究	応用動物科学（農）
岡山黒毛和牛の繁殖効率向上に関する研究	応用動物科学（農）
サツマイモの形質支配遺伝子マッピングのための系統特性調査	応用植物科学（農）
水田と大気と温室効果ガス（CO ₂ ・メタン・水蒸気）交換量の測定	環境管理工学（環理）
コンポスト実験のための作物のごみの採取	環境デザイン工学（環理）
微生物由来のナノ構造制御鉄酸化物の革新的機能創出	自然科学研究科

4. センターを利用した研究の著書・原著論文・報告書・口頭発表一覧

2020年度

(1) 著書・雑誌など

吉田裕一：図説園芸学，4 施設栽培 (32-41)，6 野菜 (花き) の形態と生理生態的特性 (52-61)，8 野菜／果菜類の特性 (72-81)，荻原 勲編，朝倉書店 (東京) (2020)

福田文夫，河井崇，中野龍平：音響装置を用いたモモの非破壊内部診断. 最新農業技術 果樹vol.13 (農文協編). p. 217-221. 2020.

福田文夫：高性能冷蔵コンテナによる貯蔵試験報告. 果樹，74 (7)：18-21. 2020.

福田文夫：携帯型果実硬度測定器について—モモでの利用—. 果樹，74 (1)：22-25. 2020.

(2) 総説

Yoshida, Y. and T. Nishimoto: Propagation and floral induction of transplant for forcing long-term production of seasonal flowering strawberries in Japan, Horticulture Journal, 89: 87-95c (2020)

(3) 原著論文

Nguyen Q. C., H. T. T. Nguyen, K. Saitoh: Effect of System of Rice Intensification (SRI) on growth and yield performance in Nam Dong district, Thua Thien Hue province, Vietnam. Scientific Reports of the Faculty of Agriculture Okayama University 109, 13-20. (2020)

Indeche, A. K., Y. Yoshida, D. Miyaji, T. Goto, K., Yasuba and Y. Tnanaka: Effect of defoliation on blossom-end rot incidence and calcium transport into fruit of tomato Cultivars under moderate water stress, The Horticulture Journal, 89: 22-29. (2020)

Indeche, A. K., Y. Yoshida, T. Goto, K., Yasuba and Y. Tnanaka: Defoliating to 12-15 leaves increases calcium concentration and

decreases blossom-end rot incidence in fruit of tomato plant grown under moderate water stress, Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University, 109, 21-27. (2020)

Thao, T. P., S. Sasaki, K. Fukushima, Y. Tanaka, K. Yasuba, Y. Yoshida and T. Goto: Effects of intermittent low temperature storage duration and cycle on the growth and flowering of Eustoma (*Eustoma grandiflorum* L.) seedlings raised in the summer stress, The Horticulture-Journal, 89: 292-299. (2020)

Tanaka, Y., A. Mitani, N. Shimizu, T. Goto, Y. Yoshida, K. Yasuba: Characterization and bulk segregant analysis of a novel seedless mutant tn-1 of chili pepper (*Capsicum annuum*), Scientia Horticulturae, 276. (2021)

内村優希・吉田裕一・後藤丹十郎・安場健一郎：機械学習を利用したキャベツ選果システムの開発，園芸学研究，20，469-475. (2021)

Cam, N. T., N. Sunagawa, M. Sesumi, Y. Kitamura, Y. Tanaka, T. Goto, K. Yasuba and Y. Yoshida: Fasciation in strawberry floral organs and possible implications for floral transition, The Horticulture Journal, 91: 58-67. (2022)

Nakano, R., T. Kawai, Y. Fukamatsu, K. Akita, S. Watanabe, T. Asano, D. Takata, M. Sato, F. Fukuda, K. Ushijima : Postharvest properties of ultra-late maturing peach cultivars and their attributions to melting flesh (M) locus: Re-evaluation of M locus in association with flesh texture. Frontiers in Plant Science <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.554158> (2020)

武田知明，衛藤夏葉，岡室美絵子，井沼崇，中野龍平，福田文夫，河井崇，深松陽介，西銘玲子：薬剤散布および薬剤への展着剤の加用がシンガポールへの低温海上輸送後に発生するウンシュウミカ

ン果実の腐敗に及ぼす影響. 関西病虫害研究会報, 62: 113-119. (2020)

古田貴裕, 和中学, 熊本昌平, 池永裕一, 西銘玲子, 河井 崇, 深松陽介, 福田文夫, 久保康隆, 中野龍平: 海上輸送によるカキ ‘中谷早生’ の東南アジア輸出時の軟化抑制技術の確立. 園芸学研究, 19: 299-307. (2020)

河井崇, 秋田香雅里, 渡邊咲音, 深松陽介, 高田大輔, 佐藤 守, 牛島幸一郎, 福田文夫, 中野龍平: モモ ‘桃水’ のエチレン生成と軟化特性. 園芸学研究, 19: 61-67. (2020)

福田文夫, 近藤毅典, 藤井雄一郎, 河井崇, 平野 健, 森永邦久: モモ ‘紅清水’ における赤肉果の音響振動法による非破壊判別の可能性. 岡山大学農学部附属山陽圏フィールド科学センター報告 41: 9-13. (2020)

(4) 報告書他

なし

(5) 口頭発表 (ポスター発表を含む)

田中義行・三谷重実・清水のどか・後藤丹十郎・吉田裕一・安場健一郎: トウガラシにおける少種子突然変異体とその遺伝解析. 園芸学会令和2年度春季大会 (小金井市, 2020.3.21-22) 園学研, 19 (別1): 161

Nguyen, Thi Cam・砂川直徹・瀬角美穂・田中義行・後藤丹十郎・安場健一郎・吉田裕一: Changes in TFL1 gene expression in strawberry cultivars, 園芸学会令和2年度春季大会 (小金井市, 2020.3.21-22) 園学研, 19 (別1): 289

263) 内村優希・吉田裕一・後藤丹十郎・田中義行・山本晃・大平貴之・安場健一郎: Raspberry Pi で動作するAIを利用したキャベツ選果システムの開発. 園芸学会令和2年度春季大会 (小金井市, 2020.3.21-22) 園学研, 19 (別1): 304

264) 根本和香那・野喜亮祐・後藤丹十郎・吉田裕一・安場健一郎・土井元章・田中義行: トウガラシの辛味強弱調整のための変異型pAMT遺伝子マーカーを用いた戻し交雑育種. 園芸学会令和2年度春季大会 (小金井市, 2020.3.21-22) 園学研, 19 (別1): 329

265) Phan, Thu Thao・福島啓吾・田中義行・安場健一郎・吉田裕一・後藤丹十郎: Germination of Eustoma ‘Exe Lavender’ seed is enhanced after long-term storage by pre-treated PEG-6000 priming, 園芸学会令和2年度春季大会 (小金井市, 2020.3.21-22) 園学研, 19 (別1): 425

266) 後藤丹十郎・河合実花・安場健一郎・吉田裕一: 育苗期間と根域容量がデルフィニウム・エラータム系の抽苔および切り花形質に及ぼす影響. 園芸学会令和2年度春季大会 (小金井市, 2020.3.21-22) 園学研, 19 (別1): 429

河井崇, 牛島幸一郎, 三宅春奈, 草加芽衣, 深松陽介, 原美由紀, 鶴木悠治郎, 日原誠介, 中野龍平, 小田賢司, 福田文夫: モモ ‘冬桃がたり’ の極晩生成熟特性のF1後代における遺伝様式. 園芸学会令和2年度春季大会 (小金井市, 2020.3.21-22) 園学研, 19 (別1): 39. (2020)

柚木秀雄, 岩井綾平, 中野葉子, 河井崇, 平野健, 福田文夫: ブドウ ‘シャインマスカット’ の香気成分に及ぼす台木およびABA処理の影響. 園芸学会令和2年度春季大会 (小金井市, 2020.3.21-22) 園学研, 19 (別1): 62. (2020)

岩井綾平, 河井崇, 樋野友之, 藤井雄一郎, Ivan Galis, 平野健, 中野龍平, 福田文夫: 晩生モモ ‘白露’ の0℃貯蔵の成否と熟度との関係および香気成分への影響. 園芸学会令和2年度春季大会 (小金井市, 2020.3.21-22) 園学研, 19 (別1): 260. (2020)

福田文夫, 岩井綾平, 高嶋樹, 河井崇, 平野健, 櫻井直樹: 音響振動法によるモモ ‘白鳳’ の水浸状果肉果の非破壊判別. 園芸学会令和2年度春季大会 (小金井市, 2020.3.21-22) 園学研, 19 (別1): 263. (2020)

2021年度

(1) 著書・雑誌など

福田文夫: よくわかる果樹用語解説 2. 植物ホルモン. 果樹, 75 (3): 16-19. (2021)

福田文夫: よくわかる果樹用語解説 1. 核割れと生理的落果. 果樹, 75 (1): 20-23. (2021)

(2) 総説

なし

(3) 原著論文

Nguyen S. M., H. D. Dao, M. Nakashima, K. Kumamoto, T. T. T. Nguyen, T. Kobata, K. Saitoh, Y. Hirai: Identification and validation of QTLs for yield and yield components under long-term salt stress using IR64 CSSLs in the genetic background of Koshihikari and their backcross progenies. *Agriculture* 11, 777 (2021)

Nguyen H. T. T., T. Kobata, K. Saitoh: Simplified quantitative description of root distribution across soil depth in rice (*Oryza sativa* L.) under different soil moisture conditions. *Journal of the Japanese Society of Agricultural Technology Management* 28, 9-16 (2021)

小田川信哉, 中島映信, 齊藤邦行: スマート農業における籾黄化率の推定技術に関する室内試験. 写真測量とリモートセンシング60, 344-349. (2021)

Tanaka, Y., A. Mitani, N. Shimizu, T. Goto, Y. Yoshida, K. Yasuba: Characterization and bulk segregant analysis of a novel seedless mutant tn-1 of chili pepper (*Capsicum annuum*), *Scientia Horticulturae*, 276 (2021) 109729

内村優希・吉田裕一・後藤丹十郎・安場健一郎: 機械学習を利用したキャベツ選果システムの開発, 園芸学研究20, 469-475. (2021)

Kawai, T., T. Ichioka, A. Ikeda, T. Ohashi, G. Inohara, K. Hirano, R. Nakano, F. Fukuda : Effect of split pit on maturation of 'Shimizu Hakuto' peach on trees. *The Horticulture Journal* 90 : 365-373. (2021)

古田貴裕・大槻 巧・岡田留伊・河井 崇・福田文夫・牛島幸一郎・久保康隆・中野龍平: 海上輸送による北米地域への輸出に向けた渋ガキ 3 品種の軟化抑制技術の検討. 園芸学研究, 20:455-461. (2021)

兼田朋子・中村宣貴・安永円理子・志水基修・馬場正・福田文夫・中野龍平: イチゴの東南アジア向け海上輸出実現に向けた輸送環境および包装によ

る品質保持効果. 日本食品保蔵科学会誌 47 : 221-231. (2021)

藤井雄一郎・森永邦久・村瀬拓也・岸本里奈・嶋田真耶・北小路明久・池田征弥・荒川徹・江見登吉・寺村学・荒木有朋・樋野友之・河井崇・平野健・福田文夫: モモ '清水白桃' の赤肉果発生に及ぼす気温の影響および障害を抑制する機能性果実袋の開発. 園芸学研究, 20 : 189-197. (2021)

福田文夫・玉木由佳・河井崇・牛島幸一郎・平野健・小田賢司・原美由紀・深松陽介・森永邦久・中野龍平: 極晩生モモにおける果実肥大および成熟様相. 園芸学研究, 20 : 65-71. (2021)

(4) 報告書他

なし

(5) 口頭発表 (ポスター発表を含む)

富田朝美, 齊藤大樹, 福田善通, 平井儀彦, 齊藤邦行, 小葉田亨: インド型イネ品種IR64の遺伝的背景を有する染色体断片系統群における地表根発生と光との関係. 日本作物学会第251回講演会 (オンライン, 2021.3.29), 日本作物学会講演要旨集 251 : 101

水田葉月, 秋元唯, 平井儀彦, 齊藤邦行, 富田朝美: 異なる塩濃度条件がイネNew Plant Type品種の染色体断片を有する系統の穂数および有効茎歩合に与える影響. 日本作物学会第252回講演会 (オンライン, 2021.9.10), 日本作物学会講演要旨集 252 : 101

Hien Thi Thanh Nguyen, Tohru Kobata, Kuniyuki Saitoh: Simplified quantitative description of root distribution across soil depth in rice (*Oryza sativa* L.) under different soil moisture conditions. 10th Asian Crop Science Association Conference (On-line, 2021.9.9), <https://confit.atlas.jp/guide/event/acsac10/advanced?query=Kuniyuki+Saitoh&searchType=subject>

吉田裕一: イチゴ異常果の発生要因と対策, 第91回日本養液栽培研究会・佐賀大会, 佐賀市, 2021.11.9
安場健一郎, 岸上朋菜, 藤尾拓也, 中川ほのか, 北村嘉邦, 後藤丹十郎, 吉田裕一: キュウリ隔離床

栽培におけるかん水方法の違いが果実収量に及ぼす影響, 園芸学会令和3年度春季大会(オンライン, 2021.3.27-28)

山中良祐, 矢野孝喜, 遠藤みのり, 吉越恆, 川嶋浩樹, 香西修志, 山崎敬亮, 安場健一郎, 吉田裕一: データ共通化に向けたイチゴの生育調査手法の検討(第1報)葉位の検討, 園芸学会令和3年度秋季大会(オンライン, 2021.9.11-12)

安場健一郎, 安見明香里, 中川ほのか, 北村嘉邦, 後藤丹十郎, 吉田裕一: ポット栽培を行ったキュウリの果実の有無が吸水特性に及ぼす影響, 園芸学会令和3年度秋季大会(オンライン, 2021.9.11-12)

吉田裕一, 中川ほのか, 北村嘉邦, 後藤丹十郎, 大平貴之, 安場健一郎: スマート化による大規模機械化栽培を前提としたキャベツ肥料制限苗の耐暑性評価, 園芸学会令和3年度秋季大会(オンライン, 2021.9.11-12)

河合実花, 後藤丹十郎, 北村嘉邦, 安場健一郎, 吉田裕一: 間欠冷蔵による大苗の育苗がエラータム系デルフィニウムの切り花品質に及ぼす影響, 園芸学会令和3年度秋季大会(オンライン, 2021.9.11-12)

北村嘉邦, 深澤拓也, 山藤由華, 安場健一郎, 吉田裕一, 後藤丹十郎八重咲きユリ品種の花被片の展開・着色と心皮様器官の存在との関係, 園芸学会令和3年度秋季大会(オンライン, 2021.9.11-12)

牛島幸一郎, 河井崇, 秋田香雅里, 渡邊咲音, 浅野貴洋, 高田大輔, 佐藤守, 福田文夫, 中野龍平: モモ果肉の溶質・不溶質を制御するMelting Flesh (M) 遺伝子座のサクラ属における進化, 園芸学会令和3年度春季大会(オンライン, 2021.3.27-28) 園芸学研究, 20(別1):36. (2021)

河井崇, 牛島幸一郎, 秋田香雅里, 渡邊咲音, 浅野貴洋, 高田大輔, 佐藤守, 福田文夫, 中野龍平: 日本の主要モモ品種におけるMelting Flesh (M) 遺伝子座のハプロタイプ識別, 園芸学会令和3年度春季大会(オンライン, 2021.3.27-28) 園芸学研究, 20(別1):179. (2021)

福田文夫, 河井崇, 猪原豪, 西口杏菜, 市岡智也, 吉村諒介, 高嶋樹, 平野健, 櫻井直樹: モモ果実の核割れ発生や熟度の把握への一点式センサーに

よる音響振動法の利用可能性, 園芸学会令和3年度春季大会(オンライン, 2021.3.27-28) 園芸学研究, 20(別1):181. (2021)

市岡智也, 河井崇, 池田朱里, 大橋民, 猪原豪, 中野龍平, 福田文夫: 核割れがモモ‘清水白桃’の果実成熟に及ぼす影響, 園芸学会令和3年度春季大会(オンライン, 2021.3.27-28) 園芸学研究, 20(別1):183. (2021)

佐藤守, 高田大輔, 田村尚之, 河井崇, 牛島幸一郎, 福田文夫, 中野龍平: モモ‘紅博桃’の新規枝変わり‘福島大学1号’, 園芸学会令和3年度秋季大会(オンライン, 2021.9.11-12) 園芸学研究, 20(別2):112. (2021)

谷口裕起, 牛島幸一郎, 河井崇, 田村尚之, 福田文夫, 高田大輔, 佐藤守, 西村和紗, 間合絵里, 元木航, 山崎彬, 中崎鉄也, 中野龍平: モモ‘紅博桃’の新規枝変わりの第4染色体に検出された大規模なヘテロ接合性の消失, 園芸学会令和3年度秋季大会(オンライン, 2021.9.11-12) 園芸学研究, 20(別2):113. (2021)

小坂勇貴, 河井崇, 田原慎也, 福田文夫: 極晩生モモ‘冬桃がたり’の果実発育過程における果肉細胞の数と大きさの変化, 園芸学会令和3年度秋季大会(オンライン, 2021.9.11-12) 園芸学研究, 20(別2):259. (2021)

渡邊咲音, 河井崇, 那須優香, 吉田侑城, 高田大輔, 佐藤守, 牛島幸一郎, 久保康隆, 中野龍平, 福田文夫: 果肉質が異なるモモ品種の低温貯蔵時のエチレン生成と軟化特性, 園芸学会令和3年度秋季大会(オンライン, 2021.9.11-12) 園芸学研究, 20(別2):260. (2021)

那須優香, 河井崇, 渡邊咲音, 吉田侑城, 高田大輔, 佐藤守, 牛島幸一郎, 中野龍平, 福田文夫: 晩生モモ品種の軟化特性と二つの果肉質制御遺伝子座の関係, 園芸学会令和3年度秋季大会(オンライン, 2021.9.11-12) 園芸学研究, 20(別2):261. (2021)

浅野貴洋, 河井崇, 鶴木悠治郎, 日原誠介, 白澤健太, 赤木剛士, 久保康隆, 高田大輔, 中野龍平, 福田文夫, 山本幹博, 牛島幸一郎: モモにおける黒斑病菌の宿主特異的毒素の感受性に関与する候補遺伝子の特定, 園芸学会令和3年度秋季大会(オン

ライン, 2021.9.11-12) 園芸学研究, 20 (別 2): 262. (2021)

2022年度

(1) 著書・雑誌など

福田文夫, 河井崇, 中野龍平: 果樹研究最前線 (303) 高性能冷蔵コンテナを利用したシャインマスカット長期貯蔵. 果実日本, 77: 78-81. (2022)

福田文夫: モモの結実のメカニズムと結実影響要因 (温度) について. 果樹, 76 (3): 2-5. (2022)

(2) 総説

なし

(3) 原著論文

Cam, N. T., N. Sunagawa, M. Sesumi, Y. Kitamura, Y. Tanaka, T. Goto, K. Yasuba and Y. Yoshida: Fasciation in strawberry floral organs and possible implications for floral transition, *The Horticulture Journal*, 91: 58-67 (2022)

Low Jasmonic Acid Accumulation Causes the Defect in the Tepal Expansion in Double-flowered Green Lily Cultivar, 'Doubleen'. Fukasawa, T., M. Kojima, Y. Takebayashi, H. Sakakibara, K. Matsushima, K. Yasuba, Y. Yoshida, T. Goto, and Y. Kitamura, *Scientia Horticulturae*, 308 (2022) 111539.

Tanaka, Y., M. Yokota, N. Goto, T. Goto, Y. Yoshida, K. Yasuba, S. Ohno, and M. Doi: Morphological and Gene Expression Characterization of maf-1, a Floral Chili Pepper Mutant Caused by a Nonsense Mutation in CaLFY, *Mol Breeding*, 42, 32 (2022)

Phan, T., K. Fukushima, Y. Tanaka, K. Yasuba, Y. Yoshida, and T. Goto: Effect of Re-Drying and Storage after 10°C Wet Treatment on Germination and Growth of Five *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn Cultivars, *Sci. Fac. Agr. Okayama Univ.*, 111, 1-6 (2022)

(4) 報告書他

なし

(5) 口頭発表 (ポスター発表を含む)

Hiroto Yamanaka, Hien Thi Thanh Nguyen, Tohru Kobata, Yoshihiko Hirai, Kuniyuki Saitoh: Contribution of water use and water use efficiency to plant matter production in NERICA rice subjected to desiccated soils. 日本作物学会第235回講演会 (オンライン, 2022.3.27) 日本作物学会講演要旨集 253: 102

吉田裕一: 施設イチゴ栽培研究の動向—果実発育を中心に—, 「知」の集積による産学連携支援事業「施設イチゴの栽培技術の向上とICT活用」, 岡山市, 2022.12.8

吉田裕一, 多胡果純, 後藤丹十郎, 北村嘉邦, 田中義行, 安場健一郎: イチゴ品種の心止まり発生に及ぼす施肥中断の影響, 園芸学会令和4年度春季大会 (オンライン, 2022.3.20-21)

山中良祐, 矢野孝喜, 遠藤みのり, 吉越恆, 川嶋浩樹, 香西修志, 山崎敬亮, 安場健一郎, 吉田裕一: イチゴの生育調査に適した葉位判定基準の検討, 園芸学会令和4年度秋季大会 (鶴岡市, オンライン, 2022.9.7-13)

小川鈴, 松嶋大貴, 北村嘉邦, 田中義行, 安場健一郎, 吉田裕一, 後藤丹十郎: 夏季の夜間冷房温度と時期がダリアの露芯花の発生に及ぼす影響, 園芸学会令和4年度秋季大会 (鶴岡市, オンライン, 2022.9.7-13)

矢野孝喜, 山中良祐, 遠藤みのり, 安場健一郎, 吉田裕一: イチゴ促成栽培における花成促進処理としての苗への短期間の冷蔵処理の検討, 園芸学会令和4年度秋季大会 (鶴岡市, オンライン, 2022.9.7-13)

谷口大基, 佃優季, 北村嘉邦, 後藤丹十郎, 吉田裕一, 安場健一郎: AIを利用したイチゴの訪花昆虫の訪花時間計測ソフトウェアの試作, 園芸学会令和4年度秋季大会 (鶴岡市, オンライン, 2022.9.7-13)

北村嘉邦, 岸本さやか, 三上友理恵, 安場健一郎, 吉田裕一, 後藤丹十郎: アジサイの装飾的萼片で認められる厚壁柔組織の分化に関与する遺伝子群の選抜, 園芸学会令和4年度秋季大会 (鶴岡市, オンライン, 2022.9.7-13)

河井崇, 渡邊咲音, 那須優香, 吉田侑城, 高田大輔,

佐藤守, 樋野友之, 藤井雄一郎, 福田文夫, 中野龍平, 牛島幸一郎: モモのMelting flesh (M) 遺伝子座におけるpoligalacturonase (PG) 遺伝子の発現差異. 園芸学会令和4年度春季大会(オンライン, 2022.3.20-21) 園芸学研究, 21(別1): 49. (2022)

平野健, 福田文夫, 河井崇, 野上庄吾, 志村富男: ブドウ品種‘ほほえみ’と‘シャインマスカット’の果実品質比較. 園芸学会令和4年度春季大会(オンライン, 2022.3.20-21) 園芸学研究, 21(別1): 164. (2022)

福田文夫, 河井崇, 近藤毅典, 酒井富美子, 平野健, 高嶋樹, 櫻井直樹, 中野龍平: ブドウ‘シャインマスカット’果実発育中の音響振動法での果粒硬度測定を検討. 園芸学会令和4年度春季大会(オンライン, 2022.3.20-21) 園芸学研究, 21(別1): 165. (2022)

牛島幸一郎, 河井崇, 浅野貴洋, 福田文夫, 中野龍平: 日本モモ品種‘あかつき’および極晩生品種‘冬桃がたり’の高精度参照ゲノムの作成. 園芸学会令和4年度春季大会(オンライン, 2022.3.20-21) 園芸学研究, 21(別1): 187. (2022)

吉村諒介, 猪原豪, 西口杏菜, 向井琉晴, 河井崇, 平野健, 福田文夫: モモ‘白鳳’における“水

浸状果肉褐変症”果の特徴と未熟果果肉の形態変化. 園芸学会令和4年度春季大会(オンライン, 2022.3.20-21) 園芸学研究21(別1): 189. (2022)

柏本知晟, 河井崇, 沼口孝司, 大江孝明, 赤木剛士, 久保康隆, 福田文夫, 牛島幸一郎: 日本の栽培ウメと台湾由来ウメにおける果実肥大およびエチレン生成様相. 園芸学会令和4年度秋季大会(鶴岡市, オンライン, 2022.9.7-13) 園芸学研究21(別2): 108. (2022)

河井崇, 福田文夫: サリチル酸処理がモモの縮葉病発生に及ぼす影響. 園芸学会令和4年度秋季大会(鶴岡市, オンライン, 2022.9.7-13) 園芸学研究21(別2): 271. (2022)

猪原豪, 吉村諒介, 西口杏菜, 向井琉晴, 河井崇, 平野健, 福田文夫: モモ‘清水白桃’における音響振動装置を用いた樹上での核割れ果の判別除去が収穫ロスに及ぼす影響. 園芸学会令和4年度秋季大会(鶴岡市, オンライン, 2022.9.7-13) 園芸学研究21(別2): 272. (2022)

向井琉晴, 西口杏菜, 猪原豪, 吉村諒介, 河井崇, 平野健, 福田文夫: モモ‘白麗’の収穫への音響振動装置の適用. 園芸学会中四国支部大会(岡山市, 2022.10.1) 園芸学会中四国支部大会要旨 60: 7. (2022)