

試 験 研 究
— 2009年度 —

1. 研究成果

根域制限栽培におけるトマト品種の生育・収量と果実品質

吉田裕一・松野大樹・後藤丹十郎（岡山大学大学院自然科学研究科）

高田圭太（岡山大学農学部附属農場，現在茨城大学農学部附属フィールド教育研究センター）

緒 言

トマトは世界中で最も生産量が多い野菜で，2007年の生産量は1.3億トンと見込まれており（FAO，2009），その多くがケチャップやジュースなどに加工されている。我が国の生産量はそのおおよそ0.6%で約73万トンに過ぎないが，加工用の生産量は僅かではほとんどが生食用として流通している（農林水産省，2009）。国内の生産量は1990年頃から70万トン台で推移しており，生産と消費はほぼ横ばいで安定した状態にある。その中で，可溶性固形物濃度が8%を超える高糖度トマトは，高単価で取引されており，各地でトマト栽培の収益性向上を目的として，隔離ベッドや高浸透圧培養液の供給による高糖度トマト栽培技術の開発が試みられている（石上ら，1994）。筆者らは，根域制限と日射比例給液制御を組み合わせることによって，適度なストレス状態を安定的に維持することが可能であり，尻腐れ果発生の少ない高糖度トマト生産システムの構築が可能であることを先に報告した（吉田ら，2007）。

植物体にストレスをかけて生産される高糖度トマトは，アミノ酸濃度も高く，コクのある濃厚な食味を持っている（Francoら，1999）。しかし，可溶性固形物濃度が8%を超えるような高糖度の果実は果実重が80g程度しかなく，収量は通常のトマト栽培と比較して著しく少ない。一方で，ミニトマトは一般の大玉トマトと比較して明らかに果実糖度が高く，比較的容易に可溶性固形物濃度（TSS）が8%以上の果実を生産することができる。しかし，果実重が10～15gに過ぎず，収量性と収穫・出荷労力面で大面積の栽培が困難である。近年では，果実重が30～60g程度の中玉トマトと呼ばれる品種が市販され，栽培面積が増加する傾向にある。中玉品種は果実のサイズだけでなく，果実品質も大玉品種とミニトマトの中間的な形質で，通常の栽培でもTSS

が6%以上でとなる品種が多く，高品質の果実が比較的容易に収穫可能である。

農学部附属フィールド科学センターでは，筆者らが開発したシステム（吉田ら，2007）を2000年7月に4aのガラス室に設置して実用規模に近い形で栽培に取り組んでいる。そこで，根域制限と日射比例給液を組み合わせた栽培条件に適する品種の選定を目的として，大玉品種と中玉品種の生育・収量特性について比較検討した結果について報告する。

材料および方法

実験1 半促成栽培における品種間差異

トマトの大玉3品種‘ハウス桃太郎’（タキイ種苗），‘試交42号’，‘レディファースト’（以上愛三種苗）と中玉2品種‘レッドオーレ’（カネコ種苗），‘チェルシーミニ’（サカタのタネ）を2000年2月8日にピートモス3：パーライト1（v/v）の培地に播種した。2月22日に7g・L⁻¹の苦土石灰でpH調整したピートモスを詰めたイチゴ育苗用トレイ（セル容量130mL，すくすくトレイ，丸三産業）に移植した。適宜OKF-1（1000倍液，大塚化学）を施用して育苗し，3月21日に先と同様のピートモスを用いて4号プラスチックポット（根域容量500mL）に移植した。農学部のプラスチックハウス内に条間110cm，株間25cmで高さ50cmの架台上に設置した。ポットドリッパー（Netafim，吐出量2L/hr）を用いて大塚A処方培養液（大塚化学）を日射比例制御により給液した。制御方法と培養液管理は前報（吉田，2007）と同様とし，毎週3回，供給培養液と各処理区の排水を採取し，その量とECを測定した。測定結果に基づいて‘ハウス桃太郎’の排水率10～20%を目標に給液基準日射量と1回あたりの給液量を調整した。培養液濃度は，排水EC 250～500 mS/mを目標に大塚A処方の濃度を標準濃度（N 18.6，P

1.7, K 8.6, Ca 4.1, Mg 1.5 mM, 微量元素を含む) から 1/2 濃度まで適宜低下させた (第 1 図)。

各果房の 1 番花が開花した日を記録し、腋芽は適宜取り除いた。大玉の 3 品種は各果房 5 花となるように摘花したが、中玉品種については果数制限を行わなかった。乱形果が多発する‘レディファースト’については、各花房の 1 番花を開花前に摘除した。いずれの品種も第 5 果房まではトマトーン 100 倍液を散布したが、第 6 果房からは散布しなかった。大玉品種は 3 花開花時に、中玉品種は 3 花開花時と 8 花開花時の 2 回散布処理した。尻腐れ果は発生が確認された時点で記録して除去し、成熟した果実を正常果、窓空き果 (チャック果を含む)、ビタービット (果実頂部に直径 2~5 mm の淡褐色斑点が発生した果実) に分別して収穫し、その数と重量を記録した。

各品種 4 個体の第 1, 3, 5 果房から 1 果ずつ採取して冷凍保存し、解凍後、果汁の可溶性固形物濃度を測定した。果汁 2 g と脱塩水 8 g を混合し、10000rpm で 15 分間遠心分離し、上澄み液を 0.45 μ m のメンブラン

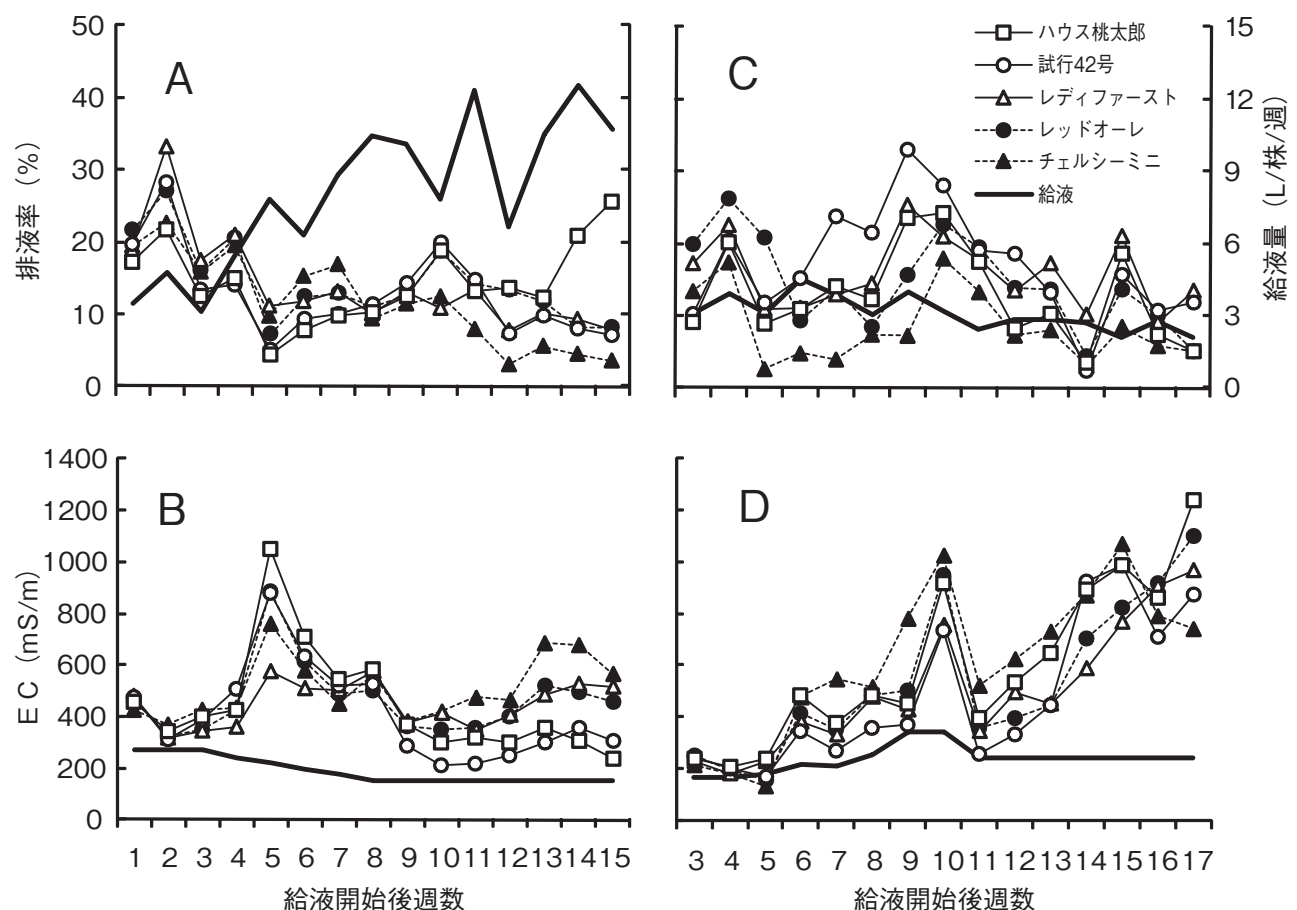
フィルターでろ過した。HPLC を用いて有機酸 (クエン酸, リンゴ酸; カラム SHIMADZU SCR-102) と糖 (スクロース, フルクトース, グルコース; カラム Shodex KS-801) を分離定量した。

実験 2 抑制栽培における品種間差異

実験 1 と同様に 5 品種を 2000 年 7 月 27 日に播種した。発芽後は OKF-1 (1000 倍液) を適宜与えた。8 月 14 日に 600mL のピートモスを入れた 12cm 黒ポリポットに移植した。9 月 8 日に各品種 5 個体ずつフィールド科学センターガラス室内の点滴給液装置に条間 110cm, 株間 25cm で配置した。

培養液は大塚 A 処方を用い、1/2 濃度で給液を開始し、排液 EC350 ~ 500mS/m を目標に標準濃度まで適宜濃度を上昇させた (第 1 図)。給液量は実験 1 と同様に ‘ハウス桃太郎’ の排液率 10 ~ 20% を目標に適宜調節した。

トマトーンによる単為結果処理は各品種第 4 果房まで行った。第 5 果房から 3 葉展開したところで



第 1 図 ハウス半促成栽培(実験 1)とガラス室抑制栽培(実験 2)における給液量・排液率(A 半促成, C 抑制)と給・排液 EC(B 半促成, D 抑制)の変化. それぞれ太実線は給液量の実測値と給液した培養液 EC の設定値

摘心した。その他の管理は、実験1と同様とした。果汁中糖・有機酸の分析は第1, 3果房についてのみ行った。

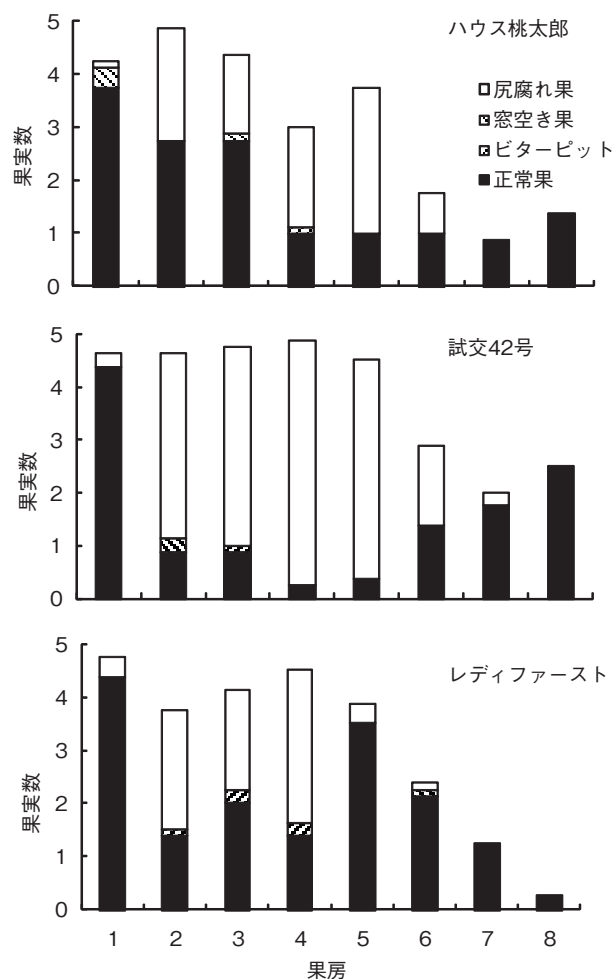
結 果

排液率と排液EC

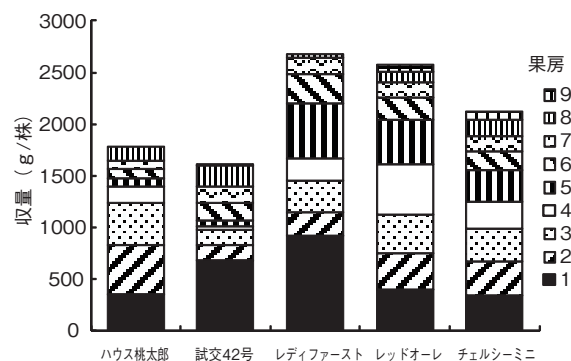
葉面積の増加やハウスのサイド換気開始などによって日射量あたりの吸水量が徐々に増加する半促成栽培の実験1では、給液量を適宜増加させるこ

とによってほぼ目標どおりに‘ハウス桃太郎’の排液率を調節することができた。抑制栽培の実験2でも生育初期には葉面積の増大によって日射量あたりの吸水量が増加した。しかし、10月以降は保温開始や外気温・日射量の低下による換気頻度の減少などの影響で日射量あたりの吸水量は生育が進むにしたがって低下する傾向にあり、排液率は半促成栽培より高めに推移した。

排液のEC値についても、実験1では草勢が旺盛で生育後半の排液率が10%未満で推移した‘チェルシーミニ’を除いてほぼ目標とした範囲で経過した。実験2では、排液のECは生育が進むにしたがって上昇する傾向にあった。また、他の品種と比較して草勢が旺盛であった‘チェルシーミニ’は、実験1と同様に排液率が低く推移し、排液ECは他の品種より高く経過する傾向にあった。



第2図 半促成栽培における果実形質の品種間差異



第3図 半促成栽培における果房別正常果収量の品種間差異(実験1)

収量と果実品質

半促成栽培の大玉品種では、前報と同様に尻腐れ果が多発した(第2図)。第1果房についてはほとんどが正常果であったが、‘試交42号’では第2果房から第5果房まで75%以上が尻腐れ果であった。しかし、ホルモン処理を行わなかった第6～8果房ではいずれの品種も着果率が低下し、果実肥大も劣ったが、尻腐れ果発生率は低くなった。着果した果実全体での尻腐れ果発生率は、‘試交42号’が59%であったのに対して、‘ハウス桃太郎’では38%、‘レディファースト’では31%と品種間に差が認められた。抑制栽培では大玉品種においても尻腐れ果発生は認められず、中玉品種ではいずれの作型においても尻腐れ果は発生しなかった。

半促成栽培における正常果収量は、大玉品種の中では‘レディファースト’が他の2品種より有意に多かった、収穫果数については有意な差は認められなかったが、平均果実重は‘レディファースト’が約40g大きかった。‘レッドオーレ’と‘チェルシーミニ’の平均果実重はそれぞれ33gと21gでカタログ上の値より20%程度小さかった。尻腐れ果が発生せず、ほとんどが正常果であったため、収量については‘レディファースト’よりわずかに少ないだけであった(第1表)。抑制栽培においては、‘試交42号’を除いた4品種の収量が半促成栽培より少な

第1表 半促成栽培と抑制栽培における収量構成の品種間差異

品 種	半促成栽培（実験1）			抑制栽培（実験2）		
	正常果数	正常果収量 (g/株)	平均果実重 (g)	正常果数	正常果収量 (g/株)	平均果実重 (g)
ハウス桃太郎	14.5 a	1777 a	122.6	14.8 ab	1490 ab	100.7
試交42号	12.4 a	1604 a	129.4	12.6 a	1680 b	133.4
レディファースト	16.3 a	2678 b	164.3	9.8 a	1321 ab	134.8
レッドオーレ	77.9 b	2572 b	33.0	19.6 b	817 a	41.7
チェルシーミニ	101.8 c	2127 ab	20.9	47.4 c	1125 ab	23.7

^a異なる文字間に5%水準で有意な差があることを示す（Tukey's HSD test）

第2表 半促成栽培と抑制栽培における果汁中可溶性固形物（TSS）、糖、有機酸濃度の品種間差異

品 種	半促成栽培（実験1）			抑制栽培（実験2）		
	TSS (%)	全糖 (mg・mL ⁻¹)	有機酸 (mg・mL ⁻¹)	TSS (%)	全糖 (mg・mL ⁻¹)	有機酸 (mg・mL ⁻¹)
ハウス桃太郎	5.8 ab	53.7 ab ^a	5.49 a	4.3 a	32.1 a	5.5 a
試交42号	5.2 a	48.8 a	6.68 ab	4.0 a	31.1 a	5.1 a
レディファースト	5.7 ab	52.4 ab	7.88 b	4.3 a	35.1 a	6.9 ab
レッドオーレ	6.4 b	59.1 b	6.75 ab	5.8 b	47.2 b	6.6 ab
チェルシーミニ	6.0 ab	55.7 ab	5.60 a	5.2 ab	46.0 b	7.7 b

^a異なる文字間に5%水準で有意な差があることを示す（Tukey's HSD test）

かった。‘レディファースト’と‘チェルシーミニ’では約2分の1、‘レッドオーレ’ではわずかに約3分の1であった。抑制栽培の実験2では、第5果房上で摘心したため収穫果房数が少ないこともあったが、半促成栽培と比較して着果が不安定で収穫果実数が少なくなった。ただし、‘レッドオーレ’と‘チェルシーミニ’の平均果実重は、半促成栽培よりも大きくなった。

果汁中の可溶性固形物と全糖濃度は、いずれの作型においても‘レッドオーレ’が最も高く、ついで‘チェルシーミニ’で、‘試交42号’が最も低かった（第2表）。また、抑制栽培の果実の糖濃度が半促成栽培より明らかに低く、大玉品種では半促成の約60%にまで低下したが、中玉品種では80%程度にとどまった。全有機酸濃度については、作型によって異なり、一定の傾向を見いだすことができなかった。

考 察

トマトやメロン・ミカンなど様々な植物で、植物体の吸水を抑制し、水ストレスを加えることによっ

て果実糖度が高まることが知られている。フルーツトマトと呼ばれるような高糖度トマトは市場で高単価が得られるため、近年栽培面積が増加しているが、可溶性固形物濃度が8%を超える高糖度トマト生産を目標として養水分管理を行うと、過度の水ストレスの結果として尻腐れ果の多発を招くことが多い（Saure, 2001）。本実験においても、根域容量500mLとして排液率20%程度で給液すると半促成栽培では大玉品種で尻腐れ果が多発した。ただし、前報（吉田ら, 2007）のとおりに、根域を250mLにまで制限してより強い水ストレス下におき、排液率が10%以下となるように日射比例による給液量を絞り込むことによって、尻腐れ果の発生は軽減した上で高糖度のトマト果実を生産することが可能である。

‘ハウス桃太郎’を基準として品種を比較すると、‘試交42号’は抑制栽培での着果性と果実肥大が優れ、もっとも多収であったが、半促成栽培では尻腐れ果が多発し、収量性ももっとも低かった。‘レディファースト’は、半促成栽培で尻腐れ果発生率が低く、もっとも多収であったが抑制栽培における収量

は大玉品種の中でもっとも低かった。通常果実重が150g以上に肥大する大玉系品種を用い、高塩類濃度や灌水制限によって水ストレスを与えて生産された高糖度トマトは、果実重が60～80g程度にしか達しない(石上ら, 1994)。一方、果実が100g以上に成長するような条件下では、通常可溶性固形物濃度は6%程度までしか上昇しない。したがって、高糖度と多収を両立させることは困難であるといえる。しかし、‘レディファースト’については、第5, 6果房の着果率、正常果率がともに高く、上位果房の収量が他の2品種と比較して高かった。前報(吉田ら, 2007)において、‘ハウス桃太郎’ではより小さな根域で給液量を制限して栽培することによって、高品質の果実が得られていることから、大玉トマトの高糖度果実生産には‘ハウス桃太郎’より適している可能性が高いと考えられ、今後検討する必要がある。

一方、中玉トマトは、本実験では比較的給液量が多かったため、得られた果実の品質が十分とはいえなかったが、半促成栽培の水ストレス条件下においても尻腐れ果の発生は認められなかった。抑制栽培では、十分な収量が得られなかったが、半促成栽培での収量性は高かった。本実験でも示されたように、近年栽培面積が増加している中玉トマトは、同じ条件で栽培すると大玉系品種より可溶性固形物濃度が高い。果実は30～50gと小さいが、極端な水ストレス下で生産される高糖度トマトと比較した場合、その差はあまり大きくない。着果数が多いため収穫調整の労力負担は大きくなるが、軽度のストレス条件下で栽培しても高い糖度の果実が得られることから、経済栽培として生産する場合には、無理なストレス条件下で生産された大玉品種の高糖度トマトより、高い収益性が確保できる可能性が高いと考えられた。特に‘レッドオーレ’については大玉品種より明らかに糖濃度の高い果実が得られたことから、本実験で供試した品種の中ではポットを用いた根域制限栽培にもっとも適した品種であると考えられる。

植物の養分吸収は、高炭酸ガス濃度条件下で促進されることが知られている。炭酸ガス施与条件下で養液栽培されるイチゴでは、日射量が少なくなる低温期ほど炭酸ガス濃度が高く維持されるため、見かけの養分吸収濃度は高くなる(伊谷ら, 1998)。トマトについても炭酸ガス濃度が養分吸収に大きな影

響を及ぼし、炭酸ガス施与条件下では見かけの養分吸収濃度(n/w)が高くなることが明らかにされている(吉田・伊谷, 1994)。本実験の抑制栽培(実験2)では生育後半に排液ECの著しい上昇が認められたが(第1図)、実験を実施したガラス室には炭酸ガス施与を行うことができなかった。保温開始後には炭酸ガス飢餓によって光合成が抑制されたため、養分吸収量が少なくなり、生育後半の排液ECが上昇したものと考えられる。

本実験において、抑制栽培では半促成栽培より収穫果房数が少なく、大玉品種で尻腐れ果が発生しなかったこともあり、‘ハウス桃太郎’と‘試交42号’の収量については作型による差はわずかであった。しかし、‘レディファースト’と中玉の2品種では抑制栽培の収量が半促成栽培の30～50%に過ぎなかった。また、いずれの品種においても抑制栽培では半促成栽培より明らかに果実品質が劣った。イチゴ(伊谷ら, 1999)とトマト(Islamら, 1996)の果実品質は、炭酸ガス施用によって著しく向上することから、抑制栽培においても栽培環境を改善することによって大幅な生産性の向上が期待される。秋・冬季を経過するハウス抑制栽培や促成栽培においては太陽高度が低く、不足気味に経過する日射をトマトが十分に利用できるよう、炭酸ガス施肥装置を導入して光合成を促進することが重要と考えられる。今後は、炭酸ガス施用条件下における検討を進め、好適品種を選定する必要がある。

引用文献

- 1) FAO, 2009, FAOSTAT (<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>)
- 2) Franco, J. A., P. J. Pérez-Saura, J. A. Fernández, M. Parra and A. L. García, 1999, Effect of two irrigation rates on yield, incidence of blossom-end rot, mineral content and free amino acid levels in tomato cultivated under drip irrigation using saline water. *J. Hort. Sci. Biotechnol.*, 74, 430-435
- 3) 石上 清, 堀内正美, 中畠輝子, 松浦英之, 1994, 根域を制限した循環式養液栽培装置による高糖度トマト生産. *静岡農試研報*, 38, 61-72
- 4) Islam, M. S., Matsui, T. and Yoshida, Y., 1996, Influence of preharvest elevated CO₂ on the

- storage life and composition of ripened tomatoes. ASEAN Food J., 11, 19-25
- 5) 伊谷慈博, 吉田裕一, 藤目幸擴, 1998, NFT栽培におけるイチゴの養水分吸収に及ぼすCO₂施用の影響, 生物環境調節, 36, 145-150
- 6) 伊谷慈博, 原 圭美, ワサナ ナ ファン, 藤目幸擴, 吉田裕一, 1999, ピートバッグ栽培におけるイチゴの収量, 果実品質と養水分吸収に及ぼすCO₂施用と栽植密度の影響, 生物環境調節, 37, 171-177
- 7) 農林水産省, 2009, 平成19年産野菜生産出荷統計平成19年産トマトの作付面積, 収穫量及び出荷量 (<http://www.e-stat.go.jp/SG1/toukeidb/GH07010201Forward.do>)
- 8) Saure, M. C., 2001, Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) – a calcium- or a stress-related disorder? Sci. Hortic., 90, 193-208
- 9) 吉田裕一, 伊谷慈博, 1994, NFTトマトの養水分吸収に対するCO₂施肥の影響, 園芸学会中四国支部平成6年度大会発表要旨, 32
- 10) 吉田裕一, 松野太樹, 新開 礼, 後藤丹十郎, 2007, 根域容量と日射比例給液制御による給液量がトマトの生育・収量と果実品質に及ぼす影響, 岡山大学農学部学術報告, 96, 37-42

培養液濃度が根域制限－日射比例給液栽培トマトの 生育・収量と果実品質に及ぼす影響

吉田裕一・松野大樹・後藤丹十郎（岡山大学大学院自然科学研究科）

高田圭太（岡山大学農学部附属農場，現在茨城大学農学部附属フィールド教育研究センター）

緒 言

日本国内のトマト生産量は1990年頃から70万t台で推移しており，生産と消費はほぼ横ばいで安定した状態にある（農林水産省，2009）。その中で，可溶性固形物濃度が8%を超える高糖度トマトはフルーツトマトと呼ばれ，高単価で取引されている。近年では，全国各地でトマト栽培の収益性向上を目的として，隔離ベッドや高浸透圧培養液の供給による高糖度トマト栽培技術の開発が試みられている（石上ら，1994）。筆者らは，根域制限と日射比例給液制御を組み合わせることによって，簡便な設備で高糖度トマトを安定的に生産することが可能であることを先に報告した（吉田ら，2007）。

農学部附属フィールド科学センターでは，筆者らが開発したシステム（吉田ら，2007）を2000年7月に4aのガラス室に設置して実用規模に近い形で実証栽培に取り組んでおり，その一環として，栽培体系の中で適応性の高い栽培品種の選定を行っている（吉田ら，2010）。そこで，根域制限－日射比例給液栽培条件下における培養液濃度が半促成栽培のトマトの生育・収量特性に及ぼす影響について，複数の大玉品種と中玉品種を用いて比較検討した。

材料および方法

2001年1月24日に‘ハウス桃太郎’（タキイ種苗），‘レディファースト’，‘試交112号’（以上愛三種苗）および‘レッドオーレ’（カネコ種苗）をピートモス3：パーライト1（v/v）の培地で満たした播種箱に播種した。2月7日に $7\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ の苦土石灰でpH調整したピートモスを詰めたイチゴ育苗用トレイ（セル容量130mL，すくすくトレイ，丸三産業）に移植した。適宜OKF-1（1000倍液，大塚化学）を施用して育苗し，3月6日に先と同様のピートモスを用いて4号プラスチックポット（根域容量500mL）

に移植し，条間110cm，株間25cmで架台上に設置した。その後1日1回標準濃度（1単位）の大塚A処方（N 18.6, P 1.7, K 8.6, Ca 4.1, Mg 1.5 mM, 微量元素を含む）培養液を施用した。‘越のルビー’（福井県）（岩本，1997）については，福井県立大学から譲渡された発根苗を4月10日に4号プラスチックポットに鉢上げして実験を開始した。7月9日に全ての果実を収穫して実験を打ち切った。

培養液濃度は以下の3水準とした。

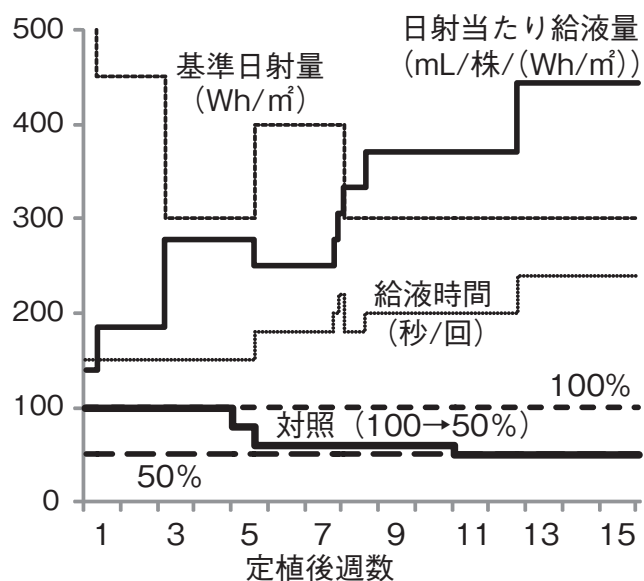
対照区：大塚A処方標準濃度（100%）で給液を開始し，排液EC 800 mS/m以内を目標に適宜50%濃度まで低下させる

1単位区：実験期間を通して大塚A処方標準濃度

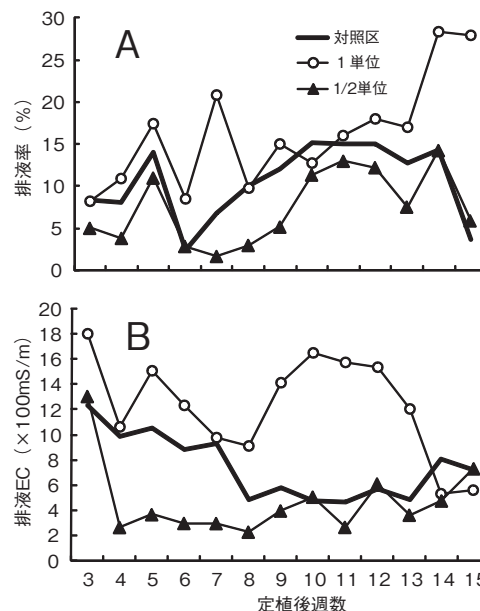
1/2単位区：実験期間を通して大塚A処方50%濃度

培養液濃度以外の条件（給液間隔や給液時間）は3処理区すべて同一として，第1花房の1番花が開花し始めた3月21日から日射比例制御による給液を開始した。給液量は，‘ハウス桃太郎’の対照区の排液率10～20%を目安に基準日射量と1回当たりの給液時間を調節した。‘ハウス桃太郎’については鉢底から流出する排液を回収して，週に3回給排液の重量とECを測定した。実験期間中の培養液濃度と日射比例給液制御の設定値，日射量あたりの給液量を第1図に示した。上記の5品種を用い，培養液濃度3水準，各処理区6個体で計90個体を用いた。

各花房の1番花が開花した日を記録し，腋芽は適宜取り除いた。大玉の2品種は各果房5花となるように摘花したが，中玉品種については果数制限を行わなかった。乱形果が多発する‘レディファースト’については，各花房の1番花を開花前に摘除した。大玉品種は3花開花時に，中玉品種は3花開花時と8花開花時の2回トマトーン100倍液を散布処理した。全ての植物体は第6果房の上3葉を残して摘



第1図 実験期間中の培養液濃度 (EC, mS/m) と日射量当たりの給液量 (2L/h×1回当たりの給液時間/基準日射量) の設定値



第2図 ‘ハウス桃太郎’の排水率(A)と排水のEC(B)の変化に及ぼす培養液ECの影響

心した。

尻腐れ果は発生した時点で除去し、完熟した果実を収穫して重量を測定し、裂果や奇形果を記録した。第1, 3, 5果房の果実を各処理区4果ずつサンプリングし、前報(吉田ら, 2010)と同様に可溶性固形物と糖、有機酸濃度を測定した。

結果および考察

実験期間中の排水率と排水ECの推移を第2図に示した。対照区の排水率と排水ECは、実験期間を通してほぼ目標どおりに維持することができた。排水率は、培養液濃度が高かった定植後9週目までは低く、培養液濃度が低下した10週目以降は1単位区よりも低くなった。1単位区は排水率が他の処理区よりも常に高く、高濃度培養液による水ポテンシャル低下によって吸水が抑制されるとともに、実験後半には水分ストレスによって生育が抑制され、葉面積が低下したことも影響したと考えられる。全塩類濃度が低い1/2単位区の排水率が13%を超えることはなく、水分の供給が不足気味に経過した可能性が高いが、排水率が5%以下で推移した定植後6～8週目においても顕著な排水ECの上昇は認められなかった。1単位区の排水ECは13週目まで常に高かったが、排水率が20%を超えた14, 15週目には急激に低下し、対照区よりも低くなった。対照区は実験初期に与えた培養液の濃度が高かったため排水EC

が高かったが、培養液濃度を低下させ始めた定植後5週目以降徐々に低下し、8週目以降は1/2単位より少し高い値で経過した。イチゴでは、一般的に供給する培養液濃度が高く、排水率が低いほど排水ECが高くなる傾向にあるが(吉田, 1999)。本実験のトマトでは定植後11週目以降は対照区と1/2単位区の培養液濃度が同じで、排水率は1/2単位区が対照区より低かったにもかかわらず、排水ECはわずかではあるが対照区のほうが高かった。対照区では、標準濃度培養液を供給した生育初期にCaやMgが不溶化して培地中に蓄積し、生育後半に徐々に溶出したことが影響したのではないかと考えられる。

収量構成と果実品質を第1表に示した。収量に及ぼす培養液濃度の影響は品種によって若干異なったが、5品種を平均すると全収量、正常果収量ともに1/2単位区がもっとも多く、1単位区がもっとも少なかった。‘越のルビー’は後述するように裂果や奇形果による収量の減少がなかったが、品種間で比較すると正常果収量がもっとも少なかった。着果させた果房数は同じであったが、栄養繁殖した挿し木苗を譲り受けて定植したこともあり、定植期が遅かった。第1, 2花房は十分株が充実する前に開花したため、着果数が少なかったことが大きく影響したと考えられる。他の中玉2品種と大玉2品種を比較すると、前報(吉田ら, 2010)の半促成栽培と同様に、中玉品種のほうが大玉品種より全収量、正常

第1表 培養液濃度がトマト品種の収量構成と果実の可溶性固形物濃度 (TSS), 糖濃度, 有機酸濃度および糖／有機酸比に及ぼす影響

	収量 (g/株)		平均果実重 (g)	裂果率 (%) ^z	尻腐れ果率 (%) ^{z,y}	TSS (%)	全糖 (mg・mL ⁻¹)	有機酸 (mg・mL ⁻¹)	糖／有機酸
	全体	正常果							
培養液濃度									
対照区	1698	1362	72.3	25.6	4.1	5.61	40.1	6.8	6.18
1 単位	1508	1070	61.6	22.1	11.5	6.13	42.8	7.4	6.08
1/2単位	1963	1448	91.0	18.5	5.0	5.06	36.4	6.0	6.23
品種									
ハウス桃太郎	1829	1423	102.3	12.9	11.4	5.57	39.9	6.7	6.38
レディーファースト	1806	1231	159.9	32.7	2.4	5.13	34.9	7.3	4.98
レッドオーレ	1947	1476	29.6	24.2	— ^y	6.32	43.3	6.8	6.53
試交112号	2153	1457	53.6	40.5	— ^y	4.95	34.6	6.8	5.28
越のルビー	879	879	29.4	0.0	— ^y	6.03	45.2	6.1	7.59
有意性 ^x									
培養液濃度	**	**	**	*	NS	**	**	**	NS
品種	**	**	**	**	**	**	**	**	**
交互作用	NS	**	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^z百分率をアークサイン変換後分散分析

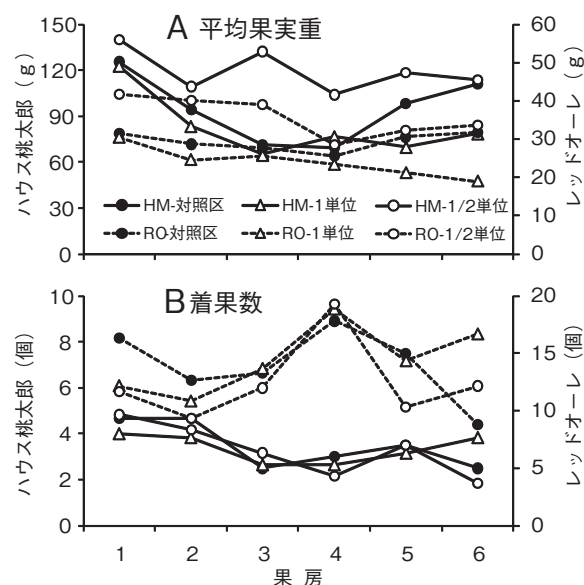
^y中玉品種は尻腐れ果が発生しなかったため、分散分析の対象から除外

^xNS 有意差なし, * 5%, ** 1%水準で有意であることを示す (2元配置分散分析)

果収量ともに多かった。全収量に占める正常果収量の割合は、裂果発生率が40%, 33%と高かった‘試交112号’と‘レディファースト’が約68%と低く, ‘ハウス桃太郎’と‘レッドオーレ’はそれぞれ76%と78%と前記2品種より高かった。

平均果実重は、いずれの品種においても全収量が多い1/2単位区が大きく、全収量の少ない1単位区が小さく、対照区はこれらの中間であった (第1表, 第3図A)。品種間で比較すると、大玉品種と中玉品種それぞれの中では‘レディファースト’と‘試交112号’が‘ハウス桃太郎’と‘レッドオーレ’より大きかったが、ともに着果数が少なかった。品種、個体によって若干の変動があるが、大玉品種では第3果房より上位の果房で、中玉品種では上位の第5, 6果房で着果数が減少する傾向が強かったことから (第3図B), 低段位の果房や果房内の上位果との競合により、着果が阻害されたと考えられる。本実験のように、500mLという限られた根域で葉面積の拡大が抑制され、約3600株/10aという密植条件下におかれた場合、ホルモン処理によって単位結果させてもトマト果実の肥大発育には着果負担の大小が特に大きく影響するものと考えられる。

大玉品種ではチャック果や窓空き果などの奇形



第3図 ‘ハウス桃太郎’(実線)と‘レッドオーレ’(破線)の平均果実重(A)と着果数(B)の変化に及ぼす培養液濃度の影響

果が4～9%をしめたが、中玉品種では果実の形態が安定しており奇形果発生は観察されなかった。裂果発生率は、‘試交112号’が41%, ‘レディファースト’が33%と肥大の優れる品種ほど高かったが, ‘越のルビー’では全く発生が認められなかった。軽微な同心円上裂果がほとんどであったが, ‘レッドオーレ’でも20%以上の果実で裂果発生が認められたことと比較すると, ‘越のルビー’の高い

正常果率は注目に値する形質であるといえる。

尻腐れ果については、中玉3品種ではいずれの培養液濃度区でも全く観察されなかった。‘ハウス桃太郎’の発生率が‘レディファースト’より高く、両品種とも上位の第5, 6果房を中心に発生が認められた。また、1単位区の発生率が高く、対照区と1/2単位区の間にはほとんど差が認められなかった。

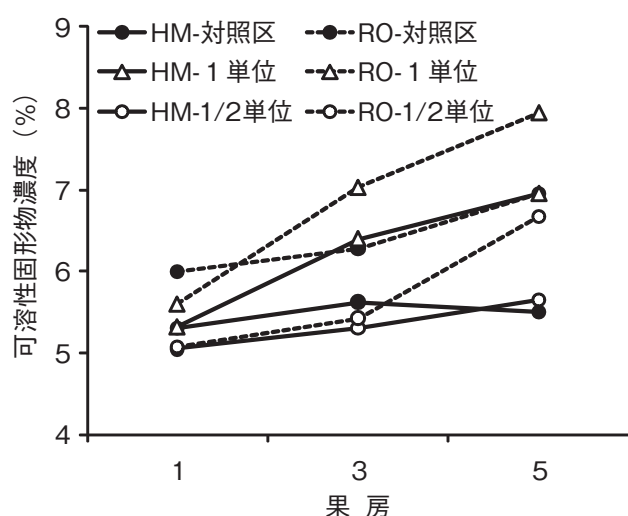
果実品質の指標となる可溶性固形物濃度と全糖濃度を品種間で比較すると、‘レッドオーレ’が最も高く、ついで‘越のルビー’であった。もっとも収量が多かった‘試交112号’は中玉品種でありながら、可溶性固形物、全糖濃度ともに5品種の中でもっとも低かった。培養液濃度処理区の中では、全期間高濃度の培養液を施用した1単位区の品質が明らかに優れ、1/2単位区は劣った。排水EC800mS/mを目標に培養液濃度を1単位から1/2単位まで適宜減少させた対照区はその中間の値となった。また、可溶性固形物濃度はいずれの品種でも第1果房では低く、果実肥大が抑制され、尻腐れ果発生率が高くなった上位の果房ほど高くなる傾向にあった。給液量の違いにより水分ストレスの強さを変えた吉田ら(2007)の結果と同様に、高濃度で水ポテンシャルの低い培養液を施用して強度の水分ストレスを与えることによって、果実品質が高くなるが、収量が減少することが示された。

石上ら(1994)も根域制限条件下では培養液濃度が高いほど果実品質が高くなることを報告している。図師と松添(2004)は高塩類濃度による水

ストレスは、給水制限による水ストレスより果実の糖濃度を向上させる効果が高いと述べており、根域制限条件下においても塩類濃度の高い培養液を施用することが望ましいと考えられる。前報では、根域容量250mLとしてより強い水ストレスを与えることによって尻腐れ果発生が抑制されたことから、対照区より高い濃度で栽培を開始して排水EC1000mS/m程度を目安に濃度を調整し、最終濃度を1単位区と同程度とすることによって、大玉トマトの高品質果実を安定的に生産することが可能になると考えられる。

石上ら(1997)は水ストレス条件下で育てたトマトの果実重と糖濃度との間に負の相関があることを明らかにしており、大玉品種で100g以上の大きさにまで肥大するような果実は、糖濃度が十分に上昇しないと考察している。本実験においても‘ハウス桃太郎’で可溶性固形物濃度が8%以上に達していた果実は、50~80gにまでしか肥大せず、われわれのこれまでの実験(吉田ら, 2007, 2010)においても、大玉品種の100g以上の果実は可溶性固形物濃度が7%未満であった。ファースト系品種のような果実肥大性の優れる品種を用いた場合でも、100gを超えるような高糖度トマトを生産することは困難と推察される。一方、‘レッドオーレ’や‘越のルビー’のような中玉品種は大玉品種より明らかに糖度が高く、尻腐れ果の発生も認められなかった。果実品質の向上を目的として根域制限下で栽培すると平均果実重30g程度と果実は小さくなるが、大玉品種と比較して収量と果実品質の安定性が高かった。

根域制限による高糖度トマト生産には糖蓄積能力の高い中玉系品種が適すると考えられるが、‘試交112号’については果実肥大性と収量性に優れるが、‘ハウス桃太郎’や‘レディファースト’より品質が劣るため適応性は低いといえる。福井県立大学から譲り受けた‘越のルビー’については、定植時期が遅かったこともあり収量性が劣ったが、裂果の発生が全く認められず、糖濃度、糖/有機酸が高く果実品質は優れていた。‘越のルビー’は他の品種よりも株がコンパクトであったため、さらなる密植により収量性については改善される可能性もあり、根域制限栽培に適した品種と判断された。しか



第4図 ‘ハウス桃太郎’(実線)と‘レッドオーレ’(破線)果汁の可溶性固形物濃度に及ぼす培養液濃度の影響

し、‘レッドオーレ’は可溶性固形物濃度が最も高く、収量性も優れることから、本実験で用いた品種の中ではもっとも適した品種であると考えられる。

謝 辞

福井県立大学教授大城 閑博士より、研究用個体として‘越のルビー’の苗をご提供いただいた。ここに記して感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 石上 清, 堀内正美, 中畠輝子, 松浦英之, 1994, 根域を制限した循環式養液栽培装置による高糖度トマト生産, 静岡農試研報, 38, 61-72
- 2) 岩本昭夫, 1997, 中玉・高糖度トマト(ミディトマト)の栽培, 農業技術体系野菜編2トマト, p.基645-647, 農山漁村文化協会, 東京
- 3) 農林水産省, 2009, 平成19年産野菜生産出荷

統計平成19年産トマトの作付面積, 収穫量及び出荷量 (<http://www.e-stat.go.jp/SG1/toukeidb/GH07010201Forward.do>)

- 4) 吉田裕一, 花岡俊弘, 溝渕俊明, 1999, 香川型イチゴピート栽培システム“らくちん”の開発(第6報) 排水ECと排水中養分濃度の関係に対する培養液組成とCO₂施用の影響, 園学雑, 68(別1), 90
- 5) 吉田裕一, 松野太樹, 新開 礼, 後藤丹十郎, 2007, 根域容量と日射比例給液制御による給液量がトマトの生育・収量と果実品質に及ぼす影響, 岡山大学農学部学術報告, 96, 37-42
- 6) 吉田裕一, 松野太樹, 高田圭太, 2010, 根域制限栽培におけるトマト品種の生育・収量と果実品質, 岡山大学農学部センター報告, 32, 9-14
- 7) 圖師一文, 松添直隆, 2004, 水ストレスおよび塩ストレス下で栽培したトマト果実のアミノ酸含量の比較, 園学雑, 73(別1), 93

2. 技術部の研究継続課題

(1) 野菜・花き部門

担当者：山奥 隆・宮地大輔

- 1) 少量培地によるトマトの養液栽培
- 2) イチゴ栽培における糖度の向上と収量の安定化
- 3) スイカの省力栽培

(2) 水田部門

担当者：多田正人

- 1) 水稻栽培における緩効性窒素肥料の肥効試験
- 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試験
- 4) 元肥に発行鶏糞を用いた減化学肥料水稻栽培

(3) 果樹部門

担当者：近藤毅典・山本 昭・酒井富美子

- 1) 品質向上を目的とした栽培方法の改善
- 2) 落葉果樹の栽培における施設化による省力化の検討
- 3) 教育・研究用果樹の管理

(4) 畜産部門

担当者：野久保隆・三島愛架

- 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

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）
気温上昇がコムギの生育収量、品質におよぼす影響	応用植物科学（農）
深層追肥栽培がタカナリの生育収量におよぼす影響	〃
異なる施肥条件下における水稻多収性品種モミロマンの生育収量と乾物生産特性	〃
ジャガイモの乾物生産と暗呼吸のおよぼす窒素施肥の影響	〃
サツマイモの乾物生産と暗呼吸におよぼす窒素施肥の影響	〃
日射比例給液制御による果菜類の養液栽培技術の確立	〃
野菜のCa栄養に関する研究	〃
根域制限による養水分ストレスがトマト果実の品質と成熟に及ぼす影響	〃
イチゴの「心止まり」発生に関する研究	〃
イチゴの花芽分化に関する研究	〃
イチゴ花卉の老化と離脱に関する研究	〃
イチゴ果実の発育と着色に関する研究	〃
イチゴの果実着色関連形質の遺伝に関する研究	〃
果実の軟化機構に関する研究	〃
モモ「清水白桃」の落果抑制に及ぼすジベレリン処理の影響	〃
モモの果実品質に及ぼす開花日および果実発育日数の影響	〃
モモの果肉障害“水浸状果肉褐変症”の特徴	〃
モモ「清水白桃」の果実における成熟時期および品質に及ぼす果実袋とエテホン処理の影響	〃
ブドウ果実における収穫後の香気成分変化	〃
イネ「短銀坊主」の採種に関する研究	〃
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）
津高牧場生産肥育牛の格付成績に関する研究	〃
アヒルー麦同時作に関する研究	〃
養分循環型家畜生産に関する研究	〃
有機畜産に関する研究	〃
子牛の体尺測定値に関する遺伝的分析	〃
アヒルを導入した樹園地の抑草効果	〃
地表面熱収支・水収支連続測定に関する研究	地球物質循環学（理）
水田での微気象・二酸化炭素・水蒸気フラックスの測定	環境管理工学（環理）
土壌の物理構造と微生物のすみかの研究	〃
クリーニング作物導入による窒素溶脱と亜酸化窒素発生削減効果の検証	〃
地下水に含まれる鉄バクテリアの採取	機能分子科学（自然科学）

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

(1) 著書・雑誌など

齊藤邦行 (pp.144, 146, 147)・吉田裕一 (pp.154-156)・福田文夫 (pp.153, 158, 159)・及川卓郎 (pp.9-11, 26-29)・岸田芳朗 (pp.194, 242-244): 基礎演習産業生物科学, 岡山大学出版会 (岡山).

齊藤邦行: 気温上昇がダイズの生育収量に及ぼす影響, 齊藤邦行, 農文協編, 最新農業技術 作物, 農文協 (東京), vol.1, 171-176.

齊藤邦行: 気温上昇がダイズの生育収量に及ぼす影響, 齊藤邦行, 農業技術大系, 農文協 (東京), 6 巻 追録30号, 技30の7の9の2, 1-6.

吉田裕一: イチゴの生理障害, 農業技術体系土壌施肥編4土壌診断・生育診断, 農山漁村文化協会 (東京), 実際392の2-12

福田文夫: 園芸学会春季大会報告, 果樹, 63 (6), 21-23.

福田文夫: 技術相談室, 果樹, 64 (2), 54-55.

(2) 原著論文

齊藤邦行・多田正人・沼野義和・小林恭子・Trinh Thi Sen, 「岡大ライス」の候補品種の選定, 岡山大農センター報告, 31, 9-12.

Petrovic, A., Y. Yoshida and T. Ohmori. Ammonium in foliar tissue: a possible cause of interveinal chlorosis in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Nyoho). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 84, 181-186

久保田尚浩・ポジャナピモン チャイワット・福田文夫・藤井雄一郎・小野俊朗・倉藤祐輝・尾頃敦郎・功刀幸博・小林和司・茂原 泉・山下裕之・藤島宏之: 積算温度によるブドウの芽の休眠完了予測, 岡山大学農学部学術報告, 98, 9-16.

Potjanapimon, C., F. Fukuda and N. Kubota: Effect of temperatures on 'Pione' grapevine budbreaking at different stages of dormancy, *Sci. Rep. Fac. Agr. Okayama Univ.*, 99, 35-42.

小山かおる・野久保隆・三島愛架・岸田芳朗・富山

雅光・及川卓郎: 黒毛和種の体尺測定値に及ぼす母牛の産次の効果, 岡山大学農学部センター報告 31: 13-18.

(3) 報告書他

岸田芳朗: 岡山大学発の合鴨水稲同時作に関する生産システム, 第4回有機農業技術総合研究大会資料集, 158-167.

岸田芳朗: 心つなぐ住民運営の市, 岡山日日新聞

岸田芳朗: 社会学連携で実践的教育, 岡山日日新聞

岸田芳朗: ブドウで無農薬・無化学肥料, 岡山日日新聞

岸田芳朗: 生活者が明日を変える, 岡山日日新聞

岸田芳朗: 新庄村自立の決断と実践, 岡山日日新聞

岸田芳朗: 優れた食生活を取り戻そう, 岡山日日新聞

岸田芳朗: 住民主導の農に学会動く, 岡山日日新聞

岸田芳朗: 農再生へ知恵の樺つなぐ, 岡山日日新聞

岸田芳朗: 農・林・漁業再生への行動を, 岡山日日新聞

(4) 口頭発表 (ポスター発表を含む)

Saitoh, K.: Morphological and physical traits of soybean related to lodging and their cultivar differences, What is causing the lodging?, NARO Symposium, Enhancing Soybean Productivity for 21st Century - Strategy and Tactics, Satellite Seminar, Tsukuba, March 30.

矢部亮・齊藤邦行・黒田俊郎: 深層追肥栽培がタカナリの生育収量におよぼす影響, 日本作物学会中国支部研究集録, 50, 19-20.

安崎佑規・齊藤邦行・黒田俊郎: 気温上昇がコムギの生育収量, 品質におよぼす影響, 日本作物学会中国支部研究集録, 50, 41-42.

吉田裕一, 中山雄介: 「章姫」の心止まり発生に及ぼす温度と日長の影響, 園芸学会平成21年度春季大会

吉田裕一, 尾崎英治, 本村 翔: イチゴ「女峰」の

頂花房と腋花房の分化に及ぼす赤外線カット
フィルムの効果, 園芸学会平成21年度春季大会
吉田裕一, 入江宣行: 培養液中Ca/K比率が根域制
限栽培したトマト果実の水溶性Ca濃度と尻腐
れ果発生に及ぼす影響, 園芸学会中四国支部平
成21年度大会
吉田裕一, 尾崎英治: 間欠冷蔵処理によるイチゴ‘女
峰’の花芽分化促進, 園芸学会平成21年度秋
季大会
吉田裕一, 難波博史, 阿部由美子: トウガラシ果実
中Ca濃度と尻腐れ果発生に及ぼす培養液中Ca:K
比率の影響, 園芸学会平成21年度秋季大会
小野綾子・弘中宏治・福田文夫・久保田尚浩: モモ
‘清水白桃’のジベレリン処理による落果抑制,
園芸学会中四国支部平成21年度大会.

山田正隼・福田文夫・久保田尚浩: モモの収穫前落
果および果梗離脱果の特徴, 園芸学会中四国支
部平成21年度大会.
津谷健太・福田文夫・久保田尚浩: 剪定強度が異な
るモモ‘紅清水’の果実の大きさや果汁糖度に
及ぼす果実発育日数と着果位置の影響, 園芸学
会中四国支部平成21年度大会.
津谷健太・福田文夫・久保田尚浩: モモ‘紅清水’
の果肉障害の発生に及ぼす果実発育日数の影
響, 園芸学会平成21年度秋季大会.
福田文夫: シンポジウムⅠ 果実の生理的障害研究
の到達点と課題 4. モモの生理的落果と種子
発育との関係, 園芸学会平成21年度秋季大会.
福田文夫: モモ果実の成熟と果肉障害について, 平
成21年度岡山県もも推進大会.