接ぎ木したトマト‘華小町’の部位別ミネラル含有量の特徴と生産性との関係

定政哲雄^{*1)}・山浦寛子²⁾・中野明正^{*3)}・安藤郁奈¹⁾・佐藤信仁¹⁾

1) 福井県農業試験場園芸研究センター

2) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構野菜花き研究部門

3) 国立学校法人千葉大学学術研究・イノベーション推進機構

要 旨：接ぎ木により中玉トマト‘華小町’の生産性が向上した。これは主要な元素の吸収量が増加することによるものと推定された。つまり、茎葉における多量元素 K, P, Ca の乾物あたりの含有量が接ぎ木によりそれぞれ 7%, 13%, 15% 増加した。一方で Mg は 26% 減少した。根の多量元素含有量は、接ぎ木により 8 ~ 28% の増加を示した。微量元素では、接ぎ木により茎葉の Mn と Fe の含有量がそれぞれ 28% と 27% 増加したが、根ではそれぞれ 50% と 27% と著しく減少した。出液速度は接ぎ木により 1.56 倍となったが、この時の根の乾物量の接ぎ木による増加は 1.32 倍であった。根の乾物率が接ぎ木品種の方が低いことから、リグニン化の進んでいない活性の高い根の割合が高いことも出液速度を高く維持することに寄与していると推定された。

キーワード：生産性、接ぎ木、ミネラル、養分吸収。

Relationship between productivity and mineral content of plant parts on grafted tomato ‘Hanakomachi’ : Tetsuo SADAMASA^{**1)}, Hiroko YAMAURA²⁾, Akimasa NAKANO^{*3)}, Kana ANDO¹⁾ and Nobuhito SATO¹⁾ (¹⁾Fukui Agricultural Experiment Station Horticultural Research Center, ²⁾National Agriculture and Food Research Organization, ³⁾Chiba University Innovation Management Organization)

Abstract : Productivity of medium size tomato ‘Hanakomachi’ is improved by grafting. These results attributed to increase of macronutrient (K, P, Ca) content of stem and leaf, which indicate 7%, 13% and 15% increase to control by grafting respectively. Whereas Mg content decreased 26% by grafting. Macronutrient content of root also increased 8% to 28%. Among micronutrient, content of Mn and Fe increased 28% and 27% on the stem and leaf by grafting, whereas decreased 50% and 27% on roots respectively. Because these contents of root are quite higher than these of stem and leaf, root ability of exudation or oxidation related with Fe and Mn accumulation might differed between scion and grafted root. Bleeding rate increased 1.56 times by grafting, when root dry matter increased 1.32 times. That indicated only increase of root dry matter was not attributed to increase of bleeding rate (root activity). Because dry matter content of grafted root was lower than scion root, higher percentage of high activity root with non-lignification might keep higher bleeding rate on grafting.

Keywords : Grafting, Mineral, Nutrient uptake, Productivity.

緒言

土壌病害の回避を目的に接木は広く活用されている技術であるが、近年、トマトなどでは土壌病害のリスクが少ない養液栽培でも活用されるようになってきている。これは、長期の草勢維持、強化が目的であり、日本でも長期栽培が普及するようになったためである。一方で年 1 作の長期獲りが一般的であるオランダでは通常取り入れられている技術である (Higashide et al., 2014)。

筆者らは、循環式湛液噴霧水耕 (スプレーポニック) における強勢台木利用による中玉トマト栽培で、増収効果を確認し、また、根の直径との関係を報告した (定

政ら, 2019b)。接ぎ木で根が太くなる傾向が認められ、特に強草勢の‘フォルタミーノ’に接ぎ木した‘華小町’は栽培終期まで茎径が太く活性が維持された。太い根が養分供給のシンクとして機能することや、根が白く総体的な生理活性が高いことが、収量の増加に寄与した可能性があるかと推定している。この時の養分吸収が生育に影響を与えていることが考えられたが、それについての評価はされていなかった。

トマト品種を収量の差異から評価した場合、Ca 吸収量の違いが大きいなど (中野ら, 2015)、元素の吸収の違いが明らかとなっている。また、根域の温度が Mg 等の元素の吸収に影響を及ぼしていることも報告され (中野ら, 2008)、これらは収量に影響を与える。

2020 年 4 月 17 日受付 2020 年 6 月 19 日受理

* 連絡先 〒 277-0882 千葉県柏市柏の葉 6 丁目 2-1 E-mail: anakano@chiba-u.jp

** 現在、福井県農林水産部園芸振興課

本報告の一部は、農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業 (うち経営体強化プロジェクト)」の支援を受けて実施した。

トマトの接ぎ木については、台木別の養分吸収の差異を評価した研究はあるが、現在ではほとんど使われていない品種であったり(甲田・萩原, 1984), ナス属を台木に使い病害を主に評価したりした研究であり(松添ら, 1995), 養液栽培において実用的な知見で、多収を目的とした評価事例はない。病害回避以外に、接ぎ木により収量が増加する場合、根の違いが元素の吸収に影響を及ぼすことが想定されるが、このことについて調査された例は少ない。

そこで本報告では、前報においてトマト‘華小町’の草勢強化と増収効果が顕著であった台木‘フォルタミーノ’に接ぎ木した場合と、自根で栽培した場合のそれぞれで、分析事例の少ない植物体部位別の微量元素含有量に着目し評価し、養分吸収の違いとそれらが多収に関連する機構について考察した。

材料と方法

1. 栽培条件

試験は2019年2月～2020年1月に福井農業試験場園芸研究センター内の連棟鉄骨ハウス(縦27 m × 横10 m × 4 棟)で行った。栽培システムには循環式湛液噴霧水耕装置(スプレーボニック: カネコ種苗)を用いた。供試した品種は中玉の‘華小町’(福井シード)であり、この品種の自根を対照として、‘フォルタミーノ’(ENZA ZADEN 社)に‘華小町’を接ぎ木したものを比較した。2019年2月26日に株間12.8 cm (2.5 株 m⁻²)で定植し、主枝1本仕立て、左右振り分け誘引とした。主茎が誘引線に達した都度つる下ろしを行い、2019年11月15日にその時点での最上位開花房の上2葉を残して摘心した。つる下ろしの際には毎回下葉を2～3枚摘除した。施肥はスプレーボニック処方(N: 228 ppm, P₂O₅: 175 ppm, K₂O: 597 ppm, CaO: 352 ppm, MgO: 48 ppm, Mn: 0.74 ppm, B: 0.45 ppm, Fe: 2.28 ppm, Cu: 0.09 ppm, Zn: 0.18 ppm, Mo: 0.04 ppm)に準じ、窒素については、量管理を実施し、13～100 mg 株⁻¹日⁻¹になるように生育に合わせ施用した。養液タンクの硝酸濃度を定期的に測定し、30～200 ppmの範囲にあることを確認した。ECは1.0～2.3 dS m⁻¹, pHは5.5～6.5で管理した。養液交換は2019年5月28日, 7月5日, 8月14日, 9月24日, 12月25日の計5回行った。栽培期間中CO₂施用は400 ppm以上保つように実施した。なお、低温期には、ヒートポンプと重油式暖房機を併用して加温した(日中16℃, 夜間12℃になると暖房運転開始に設定)。夏季の高温時には、日中はパット & ファンによる気化冷却(28℃になると冷却運転開始に設定)を行い、夜間はヒートポンプ稼働による夜冷(20℃になると冷房運転開始に設定)を行った。クロマルハナバチ(アグリセクト)お

よびトマトトーン(石原バイオサイエンス)により着果を促進し、摘果は行わなかった。

2. 地上部および根部の評価

(1) 収量および品質

収穫は2019年5月20日～2020年1月31日まで、週1～2回行った。各区無作為に選定した5株について、収穫果実ごとの1果重を測定し合計値を株あたりの収量とした。その過程で障害果の種類(乱形果, 裂果, 尻腐果, ひび果)ごとの果数を計測しそれぞれの割合を算出した。また、正常果については果実ごとに果汁のBrixを糖度計(PAL-1, ATAGO 社)により測定した。

(2) 新鮮重および乾物重

トマトの作物体の新鮮重および乾物重については、栽培終了時(2020年1月31日)に調査を実施した。各区収穫調査を行った5株について、茎葉, 根および収穫に至らなかった未成熟果実(残存果実)に分けて新鮮重を測定した。

根については、栽培ベッドが連続しているため株毎に切り離すことは実質的に不可能であった。そこで、株と株の間の中央までの根を1株に割り当てられる根系とみなし、マット状になった根について、株元を中心に左右12.8 cmの幅(株間25.6 cmで隣接する株間の中心)で切り出した。その後、水道水の流水で約3分間洗浄, 蒸留水にさらした。このようにして洗浄した根をネットに入れ、洗濯機で1分間脱水処理(約3 Gに相当)した後、新鮮重を測定した。

いずれの部位も新鮮重測定後、通風乾燥機で80℃, 3日間以上乾燥し、乾物重を測定した。

(3) 出液速度

出液速度は栽培終了時に測定した。各区無作為に5株選定し、栽培ベッド上約10 cmの部位(接ぎ木の接合部よりも上部に当たる)で茎を切断し、あらかじめ秤量した乾燥脱脂綿で切断部を覆い、その上からラップを被せて輪ゴムで固定した。1時間後に脱脂綿の重量を測定し、増加分を1時間あたりの出液速度とした。

3. 元素分析

元素分析は農研機構野菜花き部門(つくば研究拠点)で行った。乾物重測定に用いた茎葉, 根および未成熟果実を微粉碎し、無機元素分析に用いた。各微粉碎試料100 mgに濃硝酸3 mLと過塩素酸1 mLを添加し、105℃で5時間加熱分解した。希釈液をICP発光分析装置(iCAP6300DUO, サーモフィッシャーサイエンスティフィック社)により分析し、P, K, Ca, Mg, Fe,

■ ‘華小町’ 自根 □ ‘フォルタミーノ’

第1図 接ぎ木がトマト‘華小町’の収量に及ぼす影響。
図中の縦棒は標準誤差を表す (n = 5)。

Z) **: $p < 0.01$ (t-test).

■ ‘華小町’ 自根 □ ‘フォルタミーノ’

第2図 接ぎ木がトマト‘華小町’の地上部および地下部の新鮮重に及ぼす影響。
図中の縦棒は標準誤差を表す (n = 5)。

Z) **: $p < 0.01$, ns: 有意差なし (t-test).

Y) 測定した果実は、栽培終了時 (2020年1月31日) までに収穫に至らなかった未成熟果実 (残存果実) を株毎にまとめた値。

第1表 接ぎ木がトマト‘華小町’の果実に及ぼす影響。

	1果重 (g)	Brix (%)	乱形果 (%)	裂果 (%)	尻腐果 (%)	ひび果 (%)
‘華小町’ 自根	23.9	7.7	3.9	0.6	1.0	2.3
‘フォルタミーノ’	26.9	7.4	8.3	2.7	0.6	1.9
t-test ^{Z)}	ns	*	*	**	ns	ns

Z) **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, ns: 有意差なし, 乱形果, 裂果, 尻腐果, ひび果の割合については逆正弦変換後検定。

Mn, Zn, Cu の乾物あたりの含有量を求めた。

結果

1. 接ぎ木がトマトの収量と品質に及ぼす影響

株あたりの総収量, 可販果収量 (福井県の中玉トマト出荷規格による, 15 ~ 60 g の果実のうち障害果を除いた収量) とし, ‘フォルタミーノ’ に接ぎ木した方が ‘華小町’ 自根よりも有意に多かった (第1図)。また, 同様に総収穫果数と可販果数 (上記可販収量の果数) も, ‘フォルタミーノ’ の方が ‘華小町’ 自根よりも多かった (図省略)。収穫物については, 1果重に有意な差は認められなかったが, 果汁の糖度 (Brix %) は ‘フォルタミーノ’ に接ぎ木した方が ‘華小町’ 自根よりも低下し (第1表), 自根 7.7% に対して接ぎ木で 7.4% と 0.3° Bx 減少した。障害果の割合では, 乱形果と裂果は ‘フォルタミーノ’ に接ぎ木した方が ‘華小町’ 自根よりも有意に多かった。尻腐果とひび果は ‘華小町’ 自根の方が若干多かったが, 有意な差は認められなかった。

2. 接ぎ木が各部位の生産量と乾物率に及ぼす影響

‘華小町’ の地上部の新鮮重は, ‘フォルタミーノ’ への接ぎ木により茎葉で増加する傾向が認められたが, 有意差は認められなかった (第2図)。果実 (残存果実) 重量では接ぎ木の効果は認められなかった。一方, 根の新鮮重は, 接ぎ木つまり ‘フォルタミーノ’ の方が 333 g 株⁻¹ となり ‘華小町’ 自根 194 g 株⁻¹ よりも有意に大きくなった。

乾物率は, 全体的に接ぎ木により低下する傾向があった (第3図)。茎葉, 残存果実では有意な差は認められなかったが, 根では ‘華小町’ 自根の 16.1% に対して, ‘フォルタミーノ’ で 12.3% となり, 有意に低かった。

3. 接ぎ木がトマトの出液速度に及ぼす影響

茎の切断部からの出液の速度は, ‘フォルタミーノ’ に接ぎ木した方が ‘華小町’ 自根よりも有意に速くなった (第4図)。4.2 mL 株⁻¹ h⁻¹ から 6.6 mL 株⁻¹ h⁻¹ へと 1.57 倍に増加した。

4. 接ぎ木がトマトの各部位の元素含有量に及ぼす影響

トマトの茎葉における各元素の含有量について, K, Ca, Mn, Zn は ‘フォルタミーノ’ に接ぎ木した方が ‘華小町’ 自根よりも有意に多く, Mg と Cu は有意に少なかった (第2表)。P と Fe については有意な差が認められなかった。残存果実では, Zn は ‘フォルタミーノ’ に接ぎ木した方が ‘華小町’ 自根よりも有意に多く,

第3図 接ぎ木がトマト「華小町」の地上部および地下部の乾物率に及ぼす影響。

図中の縦棒は標準誤差を表す (n = 5)。

Z) **: p < 0.01, ns: 有意差なし (逆正変換後 t-test)。

Y) 測定した果実は、栽培終了時 (2020年1月31日) までに収穫に至らなかった未成熟果実 (残存果実) を株毎にまとめ計測した値。

第4図 接ぎ木がトマト「華小町」の出液速度に及ぼす影響。

図中の縦棒は標準誤差を表す (n = 5)。

Z) **: p < 0.01 (t-test)。

Mg は有意に少なかった。その他の元素については有意な差が認められなかった。根では、K と Zn は「フォルタミーノ」に接ぎ木した方が「華小町」自根よりも有意に多く、Mn と Fe は有意に少なくなった。P, Ca,

Mg, については増加, Cu については減少する傾向認められたが有意な差ではなかった。

考察

1. 接ぎ木が生産性に及ぼす影響

強勢台木として「フォルタミーノ」を採用し、「華小町」を接ぎ木した栽培試験は過去2回実施した。2017年～2018年にかけての越冬作型と2018年の抑制作型である (定政ら, 2018; 定政ら, 2019b)。本報告では、2月定植の夏越し作型であり、前2例の作型とは異なるが、「華小町」の「フォルタミーノ」への接ぎ木により自根より収量が増加した。そして今回の収量差 (38%増加) は、過去2回の試験結果 (越冬作型で27%増加, 抑制作型で25%増加) を上回った。いずれの作型でも接ぎ木が増収に有効であることが示された。

増収の直接的な要素は、1果重の増加よりも果数の増加にあった。強勢台木では葉齢が早く進み、夏季の高温期でも草勢が維持されるとともに (定政ら, 2019a)、収穫果房段位が早く進み着果数が増加したことが増収の要因と考えられた。「華小町」自根に比べ「フォルタミーノ」への接ぎ木で、糖度の低下、乱形果および裂果が増加することも既報と同じ傾向であり、作型を変えても再現性が認められた。一方で、これらの割合は越冬作型に比べ非常に小さいことから、夏越しの作型においては、実用的な収益向上技術として、接ぎ木がより有効な手段となると考えられる。植物体全体の物質生産量も既報と同じ傾向であると考えられた。茎葉では有意な差は認められないものの「フォルタミーノ」への接ぎ木で増加する傾向を示し、根については有意差が認められた。以上のことから、根量の増加が地上部の乾物生産量増加に寄与し、収量増加に結び付いたと考えられた。

さらに、茎切断部からの出液速度が「華小町」自根に比べ「フォルタミーノ」に接ぎ木した方で顕著に速くなった。これは前報告 (定政ら, 2019b) では未解明であったが、速度としては1.57倍に増加しており、根径の大きいこと (定政ら, 2019b) や活性の高いことが吸水を高め、収量を高める一方で、果実糖度を低下させたと考えられる。

第3図に示すように、接ぎ木により乾物率は全体的に低下する傾向にあり、これは根の量や活性が高く維持されていたために、吸水が十分行われ水ストレスがかかりにくかったことを示している。また、果実において、糖度が接ぎ木により低下するのは (第1表)、水ストレスが接ぎ木により負荷されにくくなっているためであると推定される。糖度は自根7.7%に対して接ぎ木で7.4%に減少し、前報 (定政ら, 2019b) でも、自根7.5%に対して接ぎ木で7.2%に減少しており、再

第2表 接ぎ木がトマト‘華小町’の各部位における元素含有量^{Y)}に及ぼす影響。

		K	P	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn
		mg · g DW ⁻¹				μg · g DW ⁻¹			
茎葉	‘華小町’自根	45.0	6.33	16.7	2.96	60.8	56.2	74.9	25.2
	‘フォルタミーノ’	48.0	7.12	19.2	2.20	77.7	71.2	62.1	30.3
	t-test ^{Z)}	**	ns	**	**	**	ns	*	*
残存果実 ^{X)}	‘華小町’自根	30.4	4.02	1.21	1.47	8.6	44.6	8.5	11.2
	‘フォルタミーノ’	31.5	4.33	1.33	1.33	9.9	54.4	9.0	12.9
	t-test ^{Z)}	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*
根	‘華小町’自根	25.8	44.2	48.6	2.38	980	6,162	154	83
	‘フォルタミーノ’	33.1	56.9	61.8	2.57	488	4,523	147	115
	t-test ^{Z)}	*	ns	ns	ns	**	*	ns	**

Z) 各部位の台木間で, ** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$, ns : 有意差なし。Y) 多量要素は mg · g DW (乾物)⁻¹, 微量元素 : μg · g DW (乾物)⁻¹を示す。

X) 元素分析に使用した果実は, 栽培終了時 (2020年1月31日) までに収穫に至らなかった未成熟果実 (残存果実) を株毎にまとめて乾燥し調整した試料の分析値。

現性の高い結果となった。糖度 7.2% は十分高品質ではあるが, 栽培に際しては, 接ぎ木により 0.3° Bx 程度の糖度の減少があることに留意する。障害果の割合では, 乱形果と裂果は‘フォルタミーノ’に接ぎ木した方が‘華小町’自根よりも有意に多かった。尻腐果とひび割れ果は‘華小町’自根の方が若干多かったが, 有意な差は認められなかった。これらの結果も前報 (定政ら, 2019b) の結果を再現しており, 樹勢が旺盛になることより説明できるが, 植物ホルモンの測定などでその機構を解明する必要もある。

収量と品質の関係は, 接ぎ木条件においても, 一定のトレードオフの関係が認められる。トマトの接ぎ木栽培で台木に‘KNVF’, ‘くろがね’, ‘BF101 号’, ‘大型瑞光’を供試し, 台木別トマトの生育, 養分吸収, 光合成特性を調査した研究によると (甲田・荻原, 1984), 総収量は‘くろがね’台で増加するが, 条腐果が多発し, 果実の内容成分では還元糖は‘くろがね’台がやや少なくなっていた。

今回の結果からも, 強勢化に伴う果実の生産性への影響の傾向は, 気象条件など生産年が異なる場合でも再現され, ある程度普遍性のある結果が得られた。実用的には, 障害果の発生を環境制御等により, さらに低下させる技術開発が必要である。

2. 接ぎ木が各部位の元素組成に及ぼす影響

最初に, 多量要素 K, P, Ca, Mg と, 微量元素 Mn, Fe, Cu, Zn について含有量が大きく異なるので分けて考察する。茎葉部の K, P, Ca, Mg については接ぎ木により, K, P, Ca が増加の傾向, Mg が減少の傾向にある。増加元素の中では Ca の接ぎ木によ

る増加割合が自根の 1.15 倍になりもっとも顕著である。これは, 樹勢が強いオランダ品種の場合でも Ca が特異的に増加する傾向がある (Nakano et al., 2017) ことと類似する。また, この場合も出液速度の高さと相関している。今回の出液速度の増加も Ca 濃度の増加の一因であることを示唆している。乾物率の低下 (第3図) や果実糖度の低下 (第1表) の結果からも, 接ぎ木により植物体がストレスをより受けにくくなっていることが推定された。松添ら (1995) によると, 施肥量の増加に伴い, N, P, K と異なり Ca 含有量の低下が認められた。これは Ca がマスフローにより依存する吸収割合が大きいことによるもの, つまり土壌環境の浸透圧の増加が根への水の流入を鋭敏に制限するためと考えられる。一方で, 施肥量の増加で Ca 含有量が低下する中であっても, 接ぎ木によりその含有量が増加することが示されている。接ぎ木により Ca 吸収が向上することが共通して報告されている。カリウムその他 (第2表), 光合成産物等の増加により浸透圧は高まっている可能性がある。

本報告では部位別のミネラル含有量の特性も明確になった。K も接ぎ木で高い傾向を示しているが, 茎葉と根で K と Ca の含有量が逆転している。つまり, K では根よりも茎葉の含有量が高いが, Ca では根の濃度が高い。これは P でも同様の傾向であり, 根から上部への移行のしやすさと関連している。多量要素の K, P, Ca, Mg では Mg のみ挙動が異なる。Mg は施肥量の増加に伴い減少する傾向は Ca と同一ではあるが (松添ら, 1995), Ca とは異なり接ぎ木により減少する傾向が認められている。一般に接ぎ木として使用される品種ではないが *S. sisymbriifolium* 台では Ca の含有量

が高まり、Mgの吸収抑制も緩慢であったため、台木として有望であるとしている(松添ら, 1995)。これらの結果からMgは接ぎ木により生育が旺盛になった場合、地上部の増加に見合う量が供給されない可能性が明らかとなった。そのため、施用量を増やす必要があるかもしれない。また、根のCa含有量は器官の間で比較した場合、相対的に非常に高いことが明らかとなった。根には存在するが十分果実に移行されていないと考えられるので、葉からの過蒸散が発生しないように環境制御を十分行う必要がある(中野, 2015)。

微量元素Mn, Fe, Cu, Znについて考察する。部位別の含有量の接ぎ木による変化の特徴としては、MnとFeが同一の傾向を示し、Cuは比較的变化が少なく、Znは多量要素に類似している。つまり、接ぎ木によりMnとFeは地上部の含有率が増加し、一方で根での含有量は減少する。これは、他の多くの元素で根の含有量が接ぎ木により反対に増加していることを考え合わせると、他の元素とは根における吸収機構が大きく異なると考えられる。また、MnとFeはCuとZnに比べ根における含有率が数倍以上高くなっている。このことも、他との異なる吸収および移行機構であることを示唆している。MnやFeの吸収については、酸化還元が重要な要因になり、根の表面での酵素や根から分泌されるポリフェノールなどの還元剤の組み合わせが影響する(Neumann and Römhild, 2012)。「華小町」自根では「フォルタミーノ」に比べ、MnとFeを根に蓄積しやすいと考えられる。上記の機作によりMnとFeが根に留まり、地上部への移行が阻害されている可能性がある。また「フォルタミーノ」への接ぎ木は地上部の光合成を促進していると考えられる。そのためMnやFeを根の組織内から光合成産物である分泌物により排除する能力が高い可能性もある。つまり、過剰に蓄積するFeとMnを排除する能力が「フォルタミーノ」で強く、適正なMnとFe濃度が維持され、地上部への移行が十分に行われている可能性がある。

Znに関しては過剰なリンで吸収や移行が阻害される事例が一般的に報告されているが(Broadley et al., 2012)、接ぎ木による挙動の変化は多量元素のパターンと同様であり、MnやFeとは挙動が異なっていた。そのためZnは接ぎ木においては特段の注意は必要がない元素と考えられた。つまり根においては、過剰にFeやMnなどの微量元素が存在してもZnの相互作用が少なく地上部に移行しやすい元素と考えられる。

Cuについては、MnやFeとは異なるが、Znのような多量要素に類似する挙動とも異なった。つまりMgと類似するが茎葉でやや吸収が抑制され、果実や根では接ぎ木により変化しないという結果であった。Cuについて果実についてはあるが、日本品種と多収の

オランダ品種を比較した場合、Mn, Fe, Znが増加した一方Cuは増加しないという結果であり(Nakano et al., 2017)、これらの元素の傾向が一致したことは、多収機構の解明においても微量元素の動態は着目すべき点であることを示唆している。樹勢の強弱において元素組成で共通の傾向が認められることについては、今後、根の部位を分けて微量元素を分析することによりその理由が明確になる可能性があり、同位体等を活用してそれぞれの元素の吸収機構を解明する必要がある。

元素についてまとめると、地上部全体として最も顕著に増加傾向が認められたのは、多量要素ではCaであり微量元素ではMnであった。一般に接ぎ木として使用される品種ではないが、*S. sisymbriifolium* 台ではCaとMnの含有量が高くなっていると特徴が認められている(松添ら, 1995)。CaとMnが高い傾向は、収量が高いオランダ品種においても示されており(Nakano et al., 2017)、トマトの多収化全般を考える上で重要な元素である可能性がある。根の活性化による収量増加の機構の中で、地上部へのこれらの元素の重要性が示されたことも共通している。今回明らかとなったのは、根の含有量においてCaが増加するがMnにおいては減少するという知見である。Mnの地上部への移行量増加はCaとは異なり、根に蓄積させずに地上部に効率的に移動させることが重要であることを示唆している。

多収と根量と根の活性について最後に考察する。今回の結果では出液速度は接ぎ木により1.56倍(第4図)となったが、この時の根の乾物重の接ぎ木による増加は1.32倍であった。根の活性(出液速度)は単純に根量の増加だけではないことがここでも示された。根の乾物率が接ぎ木品種の方が低いことから(第3図)、リグニン化の進んでいない活性の高い根の割合が高いことも出液速度を高く維持することに寄与していると推定した。

引用文献

- Broadley, M., Brown, P., Cakmak, I., Rengel, Z., Zhao F. 2012. Function of nutrients: Micronutrients. In Marschner P. ed., Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. pp. 191-248.
- Higashide, T., Nakano, A., Yasuba, K. 2014. Yield and dry matter production of a Japanese tomato 'Momotaro York' are improved by grafting onto a Dutch rootstock 'Maxifort'. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 83: 235-243.
- 甲田暢男, 萩原佐太郎 1984. トマトの接ぎ木栽培における台木別の生育・養分吸収・光合成特性. 千葉農試研報 25: 101-111.
- 松添直隆, 間浩美, 花田勝美, モハメドアリ, 大久保敬, 藤枝國光 1995. ナス属植物を台木とした接ぎ木トマトの養分吸収特性.

- 九大農芸誌 3-4: 143-148.
- 中野明正 2015. トマト多収生産とカルシウム. 土づくりとエコ農業 47: 17-22.
- 中野明正, 安東赫, 東出忠桐 2015. トマトのオランダ品種は日本品種に比べカルシウム吸収・移行活性が高い. 野菜茶業研究所研究報告 14: 57-63.
- Nakano, A., Higashide, T., Ahn, D.-H. 2017. Relationships between yield, mineral content of fruits, and sap bleeding rate in Dutch and Japanese tomato cultivars. JARQ 51: 69-75.
- 中野明正, 河崎靖, 佐々木英和, 中野有加, 安場健一郎, 鈴木克己, 高市益行 2008. トマトの根域加温はマグネシウムの吸収を促進することにより葉の黄化を抑制する. 根の研究 17: 41-44.
- Neumann, G., Römhild, V. 2012. Rhizosphere chemistry in relation to plant nutrition. In Marschner P. ed., Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. pp. 347-368.
- 定政哲雄, 安藤郁奈, 佐藤信仁 2019a. 夏越し作型における台木の違いが養液栽培トマト‘華小町’の生育に及ぼす影響. 園芸学会北陸支部令和元年度研究発表要旨・シンポジウム講演要旨: 4.
- 定政哲雄, 中野明正, 佐藤信仁, 安藤郁奈 2019b. スプレーポニックにおけるトマト‘華小町’の台木による多収化と根の特徴. 根の研究 28: 43-48.
- 定政哲雄, 佐藤信仁, 安藤郁奈 2018. 水耕栽培における台木の違いがトマト‘華小町’の収量に及ぼす影響. 園芸学会北陸支部平成 30 年度研究発表要旨・シンポジウム講演要旨: 32.