

深耕、高畝処理が露地栽培の小ギクの根域及び切り花品質に及ぼす影響

地宗紀良¹⁾・瀧 勝俊²⁾・大竹敏也²⁾

摘要:露地栽培の小ギクにおいて、根域と切り花品質との関係を明らかにするため、深耕、高畝処理が切り花品質に及ぼす影響を明らかにした。深耕処理、高畝処理により、膨軟な土壌の容積が大きくなり、その効果が収穫終了時まで持続したことで根域が広がった。さらに、高畝+深耕区では切り花の調整重45 g以上の優良階級の割合が高くなる傾向がみられた。一方、高畝処理及び部分深耕処理ではその効果はやや不安定であった。露地栽培では土壌の膨軟部の容積を広げること、根域を広げ、根の水分ストレスの緩和につながることを示唆された。

キーワード:露地栽培、小ギク、深耕、高畝、根域

Effects of Deep Plowing or High-Ridge Cultivation on Root-Zone and Quality of Openly Cultivated Small-Flowered Spray-Type Chrysanthemums

CHISO Noriyoshi, TAKI Katsutoshi, and OTAKE Toshiya

Abstract : We investigated the effects of deep plowing or high-ridge cultivation on the root zone and the quality of openly cultivated small-flowered spray-type chrysanthemums. Deep plowing and high-ridge cultivation increased the volume of soft soil until the end of harvest, expanding the root area. In addition, the high-quality proportion increased in the high-ridge + deep plowing cultivation. However, the effects of high-ridge cultivation and partial deep plowing were somewhat unstable. In open cultivation, it was suggested that increasing the range of soil loosening would expand the root zone and alleviate water stress of the roots.

Key Words: Open cultivation, Small-flowered spray-type chrysanthemums, Deep plowing, High-ridge cultivation, Root zone

本研究の一部は令和元年度園芸学会東海支部研究発表会及び(2019年8月)及び園芸学会令和2年度春季大会(2020年3月)において発表した。

¹⁾ 山間農業研究所(現園芸研究部) ²⁾山間農業研究所(現環境基盤研究部)

(2021.9.8受理)

緒言

愛知県の中山間地域では、夏季の冷涼な気候を活かして高品質な小ギクが露地で栽培されている。小ギクは、仏花として特に8月のお盆、9月の彼岸の物日で需要が高く、中山間地域の主力特産物になっている。

近年、生産者の高齢化等により、小ギクの生産量は減少傾向にある。特に、当地域は、小ギクの栽培に適した耕地に限りがあり、産地を維持するためには、単位面積あたりの収量を向上して出荷量を安定化させるとともに、Lサイズ以上の優良階級の割合を高め、切り花品質を向上させる必要がある。

キクの栽培では、根域容量が増加するにつれ側枝総重量が重くなること¹⁾、また、トルコギキョウを始め様々な品目では深耕処理を行うことで根域が広がり、品質や収量が向上することが報告されている²⁻⁵⁾。小ギクについては、生産性が高いほ場では根域が広い傾向にあると言われているものの、県内において調査された事例はない。

そこで、生産性の高い小ギクほ場の土壌調査を行うとともに、根域と切り花品質との関係を明らかにするため、深耕、高畝等の処理が根域や切り花品質に及ぼす影響を検討した。

材料及び方法

1 小ギクの現地栽培ほ場の土壌断面調査(2017年)

(1) 対象ほ場

豊田市及び新城市の小ギクの栽培ほ場で、生育が良好なほ場2か所、中庸及び不良なほ場各1か所を選定した。

(2) 土壌調査方法

日置ら⁶⁾の方法を参考にし、収穫終了後の2017年9月20日から10月10日の間に根域の土壌断面を作成した。すなわち、畝の片側40 cm、深さは根が確認できなくなる深さまでの範囲について、土壌断面を水平方向に10 cm、垂直方向に5 cmの間隔で区切り、区画ごとの根量を、5:極めて多、4:多、3:有り、2:まれ、1:なしの5段階で達観評価した。

土壌緻密度(以下、緻密度)は、土壌の特性が明らかに変わる層位で分け、層位ごとに山中式土壌硬度計(株式会社藤原製作所、東京)を用いて測定した。

地上部の生育は生産者の達観により判断した結果を聞き取った。

2 根域拡大試験

(1) 試験場所

2018年から2020年の3か年に山間農業研究所内の露地ほ場(豊田市、標高505 m、壤土)で実施した。

(2) 試験年次と試験区の構成

7月咲きの小ギク「めざめ」を供試した。試験区は高畝+深耕区、深耕区、高畝区、部分深耕区、無処理区の5区を設け、各年次の試験区は表1のとおり設置した。試験規模は1区20株(約1.1 m²)2反復とした。

(3) 土壌の処理方法

表1 試験区の構成及び耕種概要

試験年次	試験区					耕種概要				
	高畝+深耕	深耕	高畝	部分深耕	無処理	土壌処理	挿し芽	定植	摘心	根域調査
						月/日	月/日	月/日	月/日	月/日
2018年		○			○	3/27	4/7	4/21	5/1	10/22
2019年	○	○	○		○	3/20	3/29	4/21	4/30	9/3
2020年	○	○	○	○	○	3/12	4/2	4/21	4/30	8/26

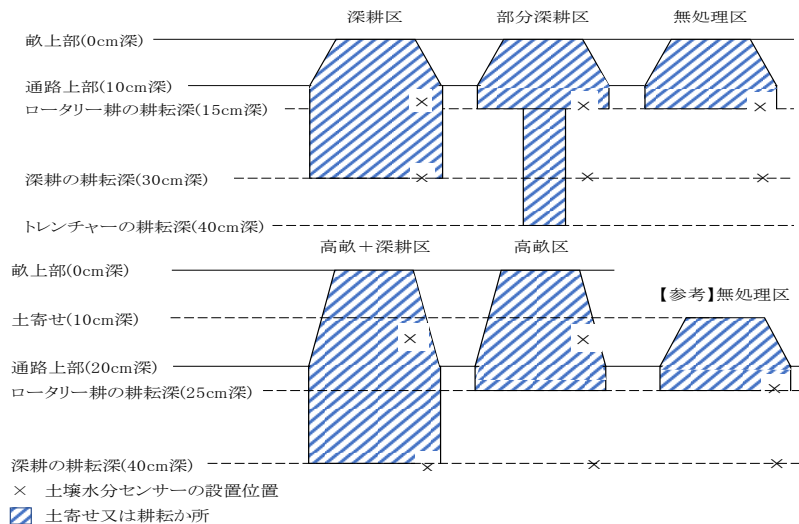


図1 試験区の模式図(2018年~2020年)

この試験では、ロータリー耕耕転機では場全体を耕した後、無処理区は畝の幅80 cm・高さ10 cm・上部表面から深さ15 cmが膨軟となるよう畝立て機で作畝した。この処理に加え、深耕区は幅約120 cm、深さ約30 cmを作土層と下層を混和しないよう人力で深耕した。高畝区は畝の幅80 cm、高さ20 cmとなるよう10 cm土寄せした。部分深耕区は、生産現場での実用化に向け、当地域のジネンジョ栽培で使用されているトレンチャーを用い、80 cmの畝の中央部約20 cmを畝上部から深さ40 cmまで溝切りし、再び埋め戻した。高畝+深耕区は深耕区と同じ深耕処理を行った後、高畝区と同じ高畝処理を行った。なお、畝の上部表面からの土壌の膨軟部の深さが深耕区、高畝区、部分深耕区及び高畝+深耕区が30 cm、25 cm、15 cm一部40 cm及び40 cmとなるよう調整した(図1)。

(4) 耕種概要

ア 苗作り

いずれの年次においても、開花した株を採穂の前年の10月に露地ほ場から掘り上げて無加温ビニルハウスに移植した。

各試験の耕種概要を表1に示した。試験に用いた挿し穂は株元から発生した冬至芽を1~2回摘心した後に発生した側枝を用いた。供試する苗は挿し穂を6 cmに調整し、市販の挿し芽用土を詰めた育苗トレイに挿し、無加温ガラス温室内で約50%遮光ネットを展張し、育苗した。2018年次のみ、培地温が16°C以上となるよう設定した温床マットに載せて育苗した。

イ 施肥、畝立て

深耕、高畝及び部分深耕の各土壌処理を行った後、菊有機ひとまきくん(12-5-6、70日タイプ、JAグループ)を窒素量で25 kg/10aを全量基肥として混和した後、80 cm幅となるよう作畝し、黒マルチで被覆した。

ウ 定植、栽培方法

定植は、畝上部に展張したフラワーネット(目合い18 cm幅3目)の中央部を除く両端の目に1目当たり2株ずつ千鳥植えとした。定植後、葉を5枚程度残して摘心し、その後発生した側枝が10~15 cmに伸長した時、1株3本に整枝した。

灌水は定植時のみ行い、以降は降雨のみとした。開花調節のための日長操作及び植物成長調整剤の散布は行わなかった。

(5) 調査方法

ア 土壌調査

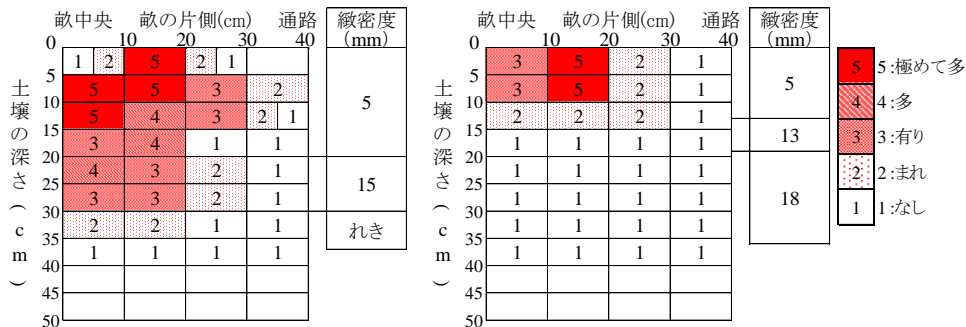
収穫終了後に1(2)と同じ方法で調査した。ただし、2019年次及び2020年次では、緻密度は、垂直方向に5 cmの間隔で区切り、各層で測定した。

イ 土壌水分

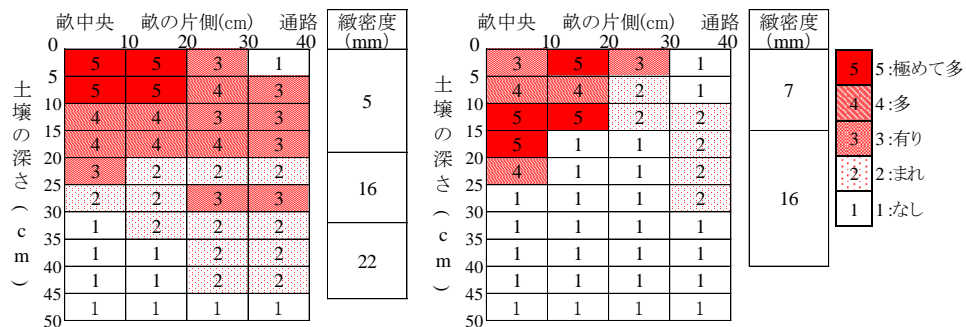
2020年次のみ、各区の土壌体積含水率を土壌水分はECH20プローブ(EC-5、METER社製、米国)で計測した。それぞれのセンサーの値が同等の値を示すことを埋設前に確

表2 根域調査ほ場の土性と地上部の生育状況(2017年)

番号	生産者	土性	地上部の生育
①	A	L	良好
②	B	L	中庸
③	C	CL	良好
④	C	CL	不良



①生育良好 ②生育中庸
図2 同地区・同土性ほ場における根域と緻密度(2017年)



③生育良好 ④生育不良
図3 同一ほ場における生育良好・不良か所での根域と緻密度(2017年)

認め、計測位置は各区の畝上部から15 cm深及び通路上部から20 cm深(高畝+深耕区及び高畝区は40 cm深、深耕区、部分深耕区及び無処理区は30 cm深)とした(図1)。

ウ 開花調査

各側枝の4つの花蕾の花弁が伸長し始めた日を開花日とし、摘心日から開花日までの日数を到花日数とした。また、切り花品質として、反復ごとに開花日が中庸な側枝を20本選び、各処理区40本について切り花長、節数、分枝数、花蕾数、切り花重及び調整重を調査した。調整重は切り花長が75 cmとなるよう切り戻し、切り口から20 cm内に着生する下位葉を取り除いて計測し、その値が55 g以上は「A」、45 g以上55 g未満は「L」、30 g以上45g未満は「M」、24 g以上30 g未満は「S」、24 g未満は「S未満」の5つの階級に分類した。

試験結果

1 小ギクの現地栽培ほ場の土壌断面調査(2017年)

現地土壌断面調査実施ほ場の土性と地上部の生育状況を表2に示した。生産者からの聞き取りによる地上部の生育は①のほ場は良好、②のほ場は中庸、③のほ場は良好、④のほ場は不良であった。各ほ場の土壌断面の根域と緻密度を図2、3に示した。一般的に緻密度が20 mmを超えると根の伸長が阻害される⁷⁾とされている。同一土性で地上部の生育が良好であった①のほ場では約30 cmより深い区画はれき層であったが、根は畝中央から水平に20 cm・垂直に35 cmの区画まで分布しており、れき層内まで到達していた。地上部の生育が中庸であった②のほ場では約18 cmより深い区画は緻密度が18 mmであったが、根が認められなかった(図2)。同一生産者のほ場で地上部の生育が良好であった③では約30 cmより深い区画は緻密度が22 mmであったものの、

全般的に根量が多く、畝中央から水平に20~40 cm、垂直に30~45 cmの区画でもわずかではあるものの根の分布が認められた。一方、生育が不良であった④では、約40 cmでも緻密度は16 mmであり、生育良好か所と比べて高くはなかったが、30 cmより深くなると根が認められなかった。なお、40 cmより深くなると達観では土壌の湿り気が多かった。

2 根域拡大試験

(1) 深耕処理の有無が生育・開花及び根域に及ぼす影響(2018年)

深耕により、切り花長は有意に長く、花蕾数及び調整重は有意に多かった(表3)。一方、到花日数及びその他の切り花品質には差がみられなかった。階級割合は、L以上が約14ポイント高かった(図4)。

深耕区の根域は30 cmまで伸長し、特に15 cm深までの根量が多かった。また、緻密度は無処理区では17 cm深より深い区画では16 mmであったが、深耕区では22 cm深より深い区画では18 mmであった(図5)。

(2) 深耕、高畝及びその組み合わせの土壌処理が開花及び切り花品質並びに根域に及ぼす影響(2019年)

到花日数は、いずれの処理区でも無処理区より、有意に少なかった。切り花品質について、無処理区に対し、切り花

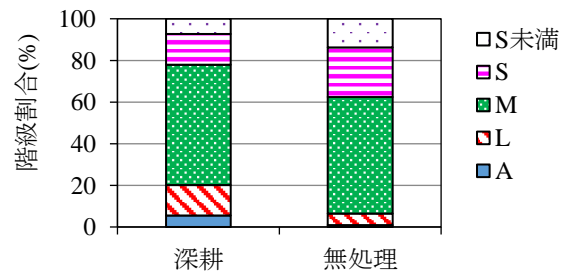


図4 深耕処理の有無と階級割合(2018年)

表3 深耕処理の有無と開花及び切り花品質(2018年)

土壌処理	開花日 月/日	到花日数 日	切り花品質					
			切り花長 cm	節数 節	分枝数 本	花蕾数 花	切り花重 g	調整重 g
深耕	7/19	80.7	88.4	35.6	9.1	21.4	46.0	36.8
無処理	7/19	80.2	86.1	35.2	8.6	18.1	41.0	32.2
有意性 ¹⁾		n.s.	*	n.s.	n.s.	**	n.s.	*

1) 分散分析により、**は1%水準、*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし

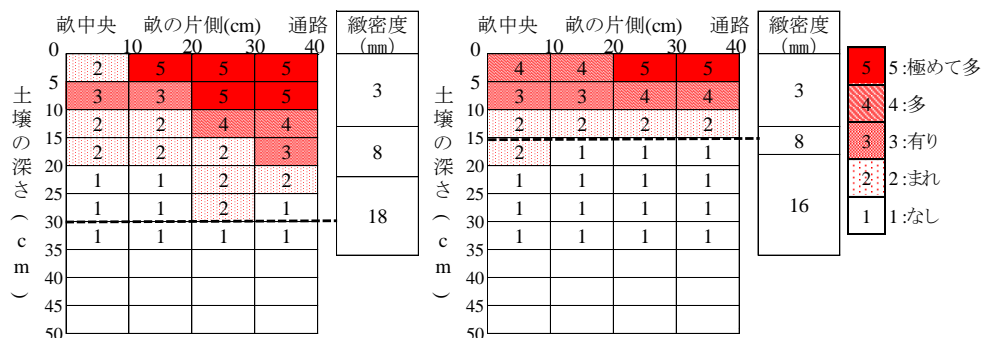


図5 深耕処理の有無と根域及び緻密度(2018年)

図中の点線は試験開始時の耕起深さを示す。

長は高畝区のみ有意に短かった。花蕾数は高畝+深耕区及び深耕区で有意に多かった。切り花重及び調整重は高畝+深耕区及び高畝区で有意に重かった。その他の切り花品質では差がみられなかった(表4)。階級別割合について、無処理区に対し、L以上の上位階級がいずれも高く、さらに、高畝+深耕区ではS未満が低かったことから、高畝+深耕区が最も品質がよかった(図6)。

根域について、無処理区が15 cm深の区画までにとどまっていたのに対し、高畝+深耕区が25~35 cm深、高畝区が35 cm深、深耕区が25 cm深の区画まで分布し、根量も多かった。また、緻密度は無処理区では約15 cm深より深い区画で16 mmであったが、高畝+深耕区では35~40 cm深の区画でも11 mm、深耕区では25 cm深より深い区画で18 mm、高畝区では35~40 cm深の区画でも14 mmであった(図7)。

(3) 深耕、高畝及びその組み合わせ、部分深耕の処理が生育・開花、根域及び土壌水分に及ぼす影響(2020年)

到花日数は無処理区に対し、高畝区のみ有意に多かった。品質について、無処理区に対し、切り花長は高畝+深耕

区、高畝区及び部分深耕区で有意に長かった。花蕾数は高畝+深耕区のみ有意に多かった(表5)。高畝+深耕区のL以上の階級別割合は無処理区より高く、また、S未満の割合は全ての処理区で無処理区より低かった(図8)。

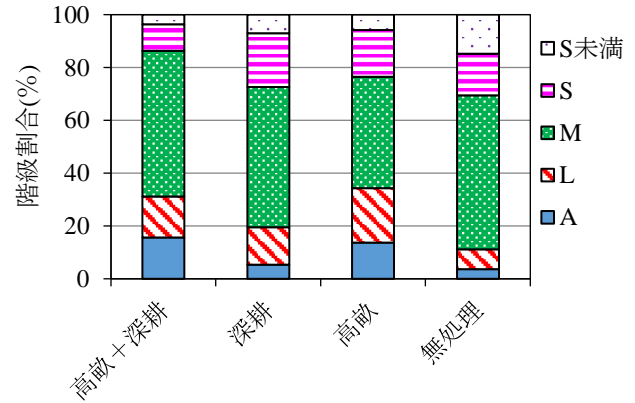


図6 階級割合における深耕処理と高畝処理の比較(2019年)

表4 開花及び切り花品質における深耕処理と高畝処理の比較(2019年)

土壌処理	開花日 月/日	到花日数 日	切り花品質						
			切り花長		節数	分枝数	花蕾数	切り花重	調整重
			cm	節	本	花	g	g	
高畝+深耕	7/27	88.7 b ¹⁾	89.0 bc	36.2	7.9	18.0 a	54.0 a	40.9 a	
深耕	7/26	87.7 b	92.9 a	37.7	7.8	17.1 a	50.2 ab	35.5 bc	
高畝	7/27	88.9 b	87.8 c	36.9	n.s.	8.2 n.s.	15.9 ab	54.9 a	40.4 ab
無処理	7/29	90.1 a	90.7 ab	37.7		7.4	13.4 b	44.3 b	32.9 c

1) 同一列の異なる英小文字間には、Tukey-Kramer法によりP<0.05で有意差あり

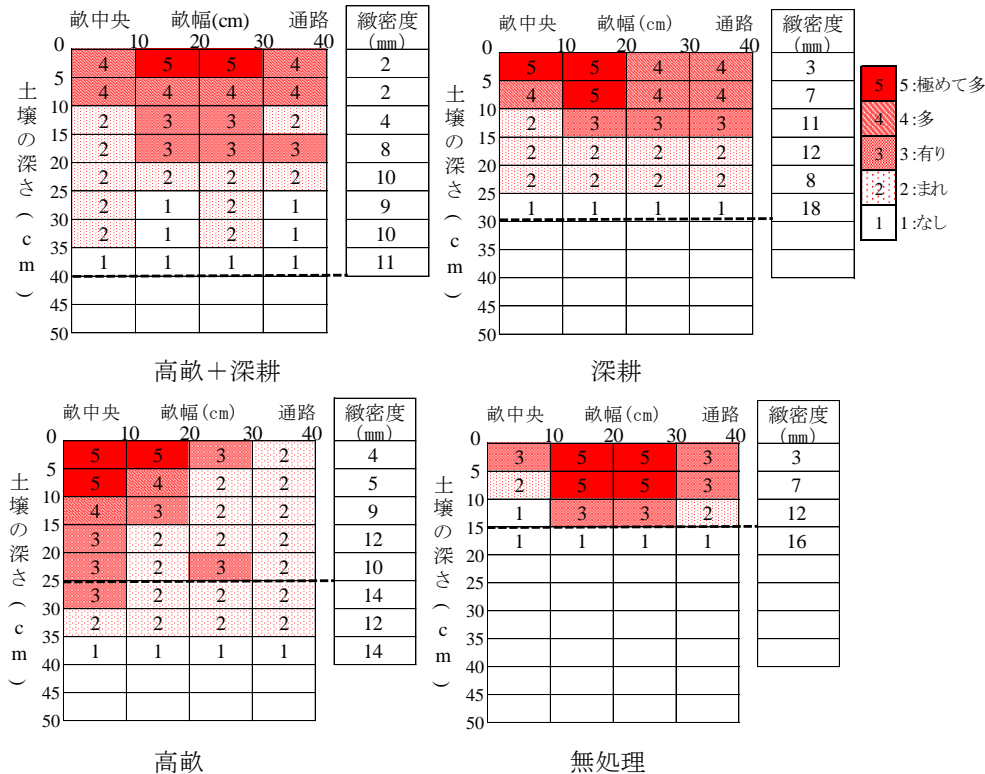


図7 根域及び緻密度における深耕処理と高畝処理の比較(2019年)

図中の点線は試験開始時の耕起深さを示す。

根域について、無処理区が約15 cm深までであったが、高畝+深耕区は約45 cm深、高畝区は約30 cm深、深耕区は約40 cm深、及び部分深耕区はトレンチャーにより部分深耕をした畝の中央部のみ約40 cm深まで分布し、根量も多かった。また、緻密度は無処理区では15 cm深より深い区画で15 mm以上であった。高畝+深耕区でも15~20 cm深の区画で15~17 mmであったが、20~40 cm深の区画では9~14 mm、45 cm深より深い区画で19 mmであった。深耕区では40~45 cm深の区画で16 mm、高畝区では30~35cm深の区画で18 mmであった。部分深耕区では部分深耕した中央部は40 cm深より深い区画ではれきであり、肩部は25 cm深より深い区画で17~19 mmであった(図9)。

土壌水分については、全期間を通じて高畝区の土壌含水率が低く、乾燥状態が継続した。生育初期において、1時間当たりの降水量が5 mm程度観測された時に高畝、深耕、部

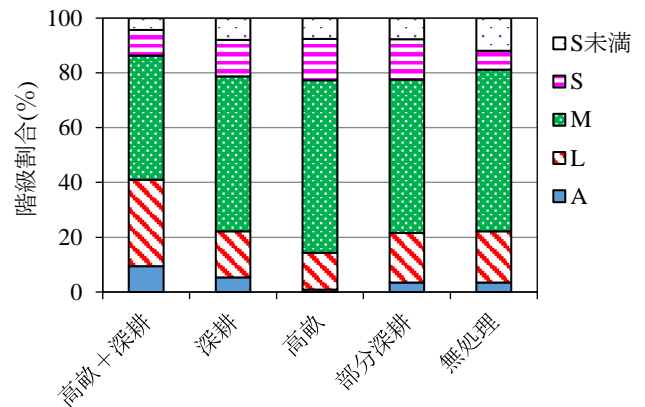


図8 階級割合における深耕処理、高畝処理及び部分深耕処理の比較(2020年)

表5 開花及び切り花品質における深耕処理、高畝処理及び部分深耕処理の比較(2020年)

土壌処理	開花日 月/日	到花日数 日	切り花品質					
			切り花長 cm	節数 節	分枝数 本	花蕾数 花	切り花重 g	調整重 g
高畝+深耕	7/24	85.4 b ¹⁾	86.5 a	35.9	6.4	16.0 a	51.1 a	41.7 a
深耕	7/25	86.4 ab	84.8 ab	36.0	5.8	14.8 ab	46.3 ab	37.7 ab
高畝	7/25	86.8 a	86.7 a	36.1 n.s.	6.0 n.s.	14.6 ab	42.4 b	35.3 b
部分深耕	7/23	85.0 b	86.9 a	36.0	5.8	13.0 b	43.9 ab	35.7 b
無処理	7/24	85.3 b	83.1 b	34.6	6.1	13.2 b	43.9 ab	36.6 ab

1) 同一列の異なる英小文字間には、Tukey-Kramer法によりP<0.05で有意差あり

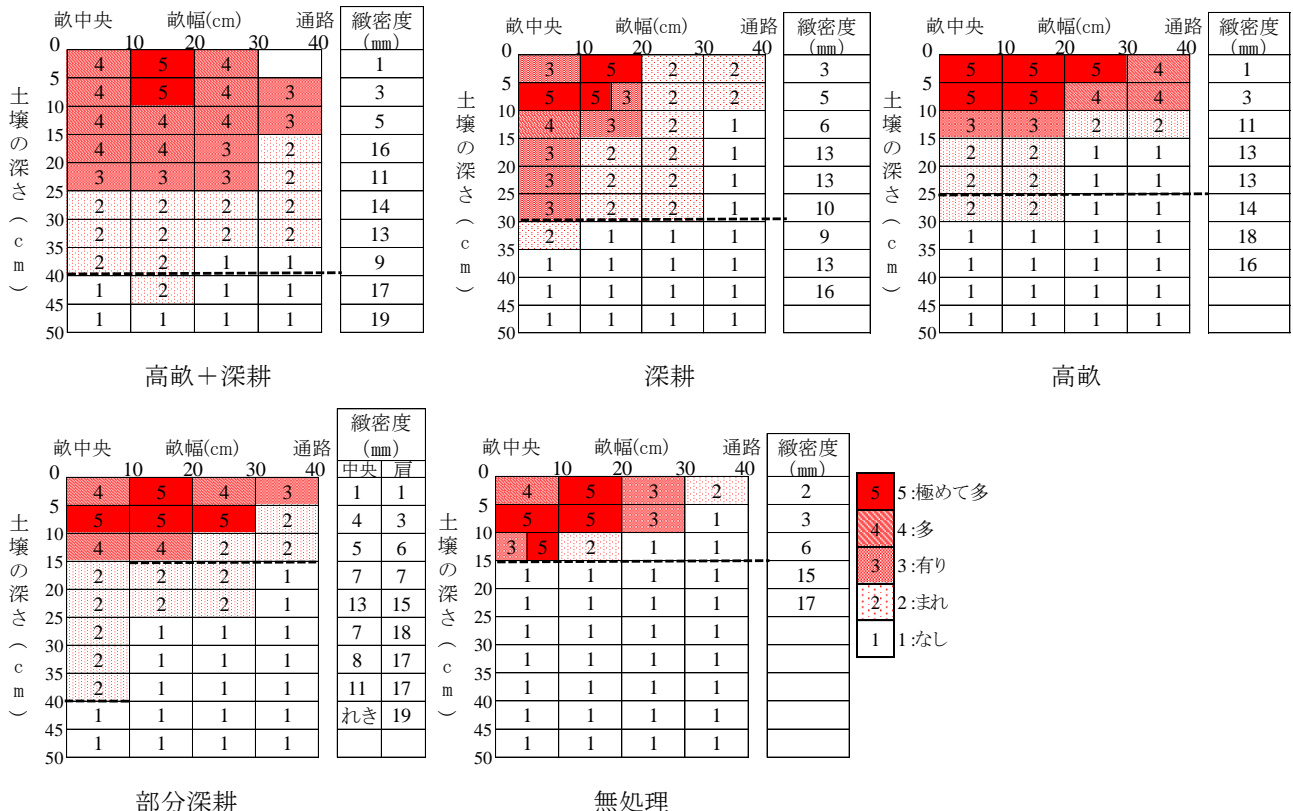


図9 根域及び緻密度における深耕処理、高畝処理及び部分深耕処理の比較(2020年)

図中の点線は試験開始時の耕起深さを示す。

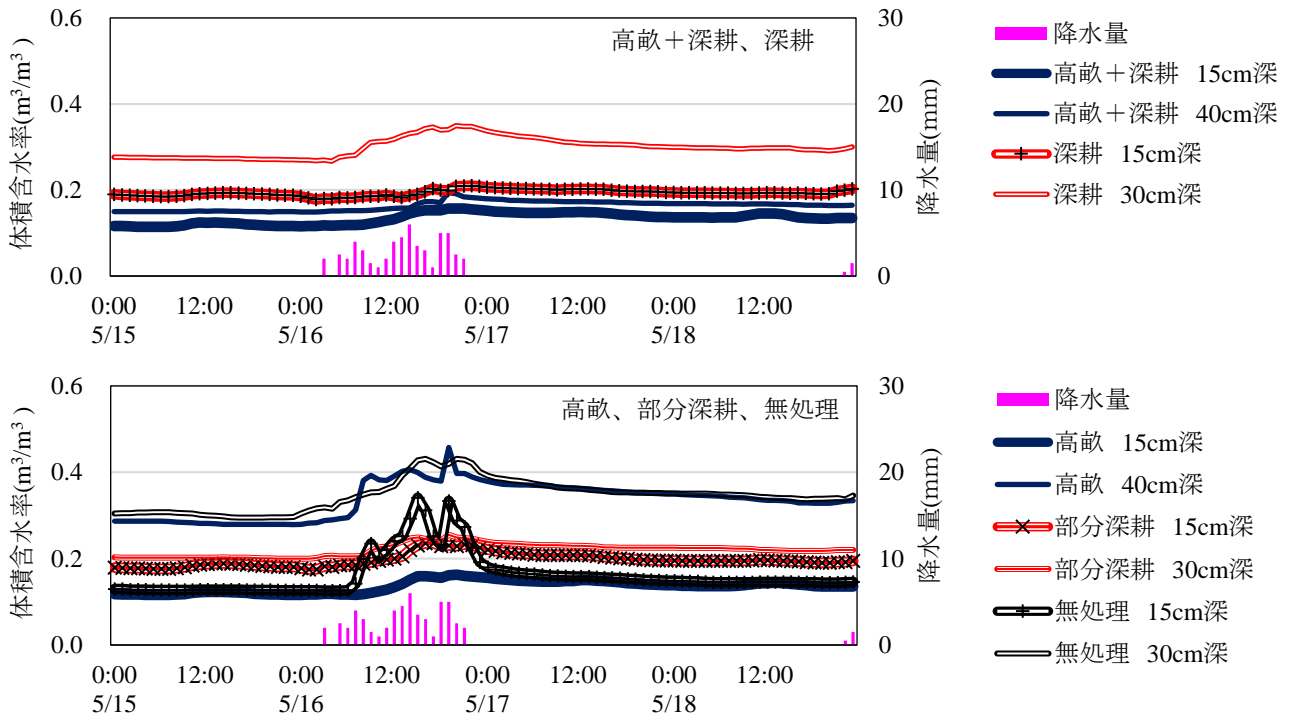


図10 土壌処理が生育初期における土壌の体積含水率に及ぼす影響(2020年5月15日～5月18日)
降水量はアメダスデータ(気象庁愛知県稲武)から引用

分深耕の土壌処理をした区ではいずれの区も15 cm深では体積含水率の変動が少なかったが、無処理区では体積含水率が急激に高まった(図10)。生育後期において、1時間あたりの降水量が30 mmを超えた時でも高畝または深耕処理をした区では15 cm深での体積含水率の変動は小さかったが、部分深耕区及び無処理区では、15 cm深でも体積含水率が急激に高まった(図11)。

考察

露地栽培の小ギクの切り花品質の向上技術の確立に向け、根域と地上部の生育との関連を検討した。

現地の小ギクの栽培ほ場の土壌断面調査結果では、小ギクの根は緻密度が16 mmより低い場所で多く確認できたため、土壌の緻密度と根域には関連性が高いことが考えられた。また、地上部の生育がよいほ場では根域が広がったため、露地栽培の小ギクにおいて、根域と地上部の生育の間に関連性があることが示唆された。

深耕、高畝及びトレンチャーによる部分深耕のいずれの処理においても耕耘したところは土壌が膨軟になり、収穫終了後でもその効果が持続することを確認できた。土壌が膨軟となったところに根の分布が多くなり、根域が広がっていた。一般的に緻密度が20 mmを超えると根の伸長が阻害される⁷⁾とされているが、本試験においては概ね16 mmを超えると根の伸長が抑えられていた。ただし、土性等の条件により根の伸長と緻密度の関係は変わる可能性があるため、さらなる検討が必要である。また、高畝または深耕処理を行うことで、膨軟部の容積が増え、透水性が土壌の深いところまで高まる

ことで体積含水率の急激な変化を抑制することができ、根の水分ストレスを抑制できる可能性が示唆された。一方、部分深耕区では、1時間あたりの降水量が30 mmを超えた時は、15 cm深でも体積含水率が急激に高まったことから、短時間に多量の雨が降った際は排水効果が小さいことが示唆された。ただし、今回は畝の中央部を部分深耕しただけであり、部分深耕したところに雨水が溜まり、過湿となった可能性があるため、暗渠排水の敷設などほ場外への排水ができるよう溝を掘ることで結果が変わる可能性がある。土壌の処理と水分との関係については今後さらに検討する必要がある。

次に、根域の広がりや地上部の生育との関係について、年次によりやや度合いは異なるものの、膨軟な土壌の容積が大きい高畝+深耕区及び深耕区ではL以上の優良階級の割合が高い傾向がみられた。そのうち、最も効果の高かったのは膨軟な土壌の容積が最も大きい高畝+深耕区であった。これは、根域容量と地上重に相関があるとする後藤らの報告⁹⁾と一致した。しかし、トレンチャーでの部分深耕処理は他の品目では品質の向上効果が確認されている^{8,9)}が、本試験では向上には至らなかった。また、高畝処理は年次により効果の不安定さが認められた。部分深耕区では上述のとおり降雨後の土壌の体積含水率の急激な上昇が、高畝区では土壌の乾燥傾向などによる根へのストレスが小ギクの生育に影響を及ぼした可能性が考えられた。後藤らは根域制限によるキクの植物体の生育抑制の最大の要因は養水分ストレスであること¹⁰⁾を報告している。また、日置らは愛知県における施設野菜では、根系全体の広がりや収量との間には明確な相関は認められなかったが、特定の区画の根量と収量との有意な相関が認められ、施肥削減や収量性を高める上で効果的な施肥を行うためには、この部位での根量を増加させる

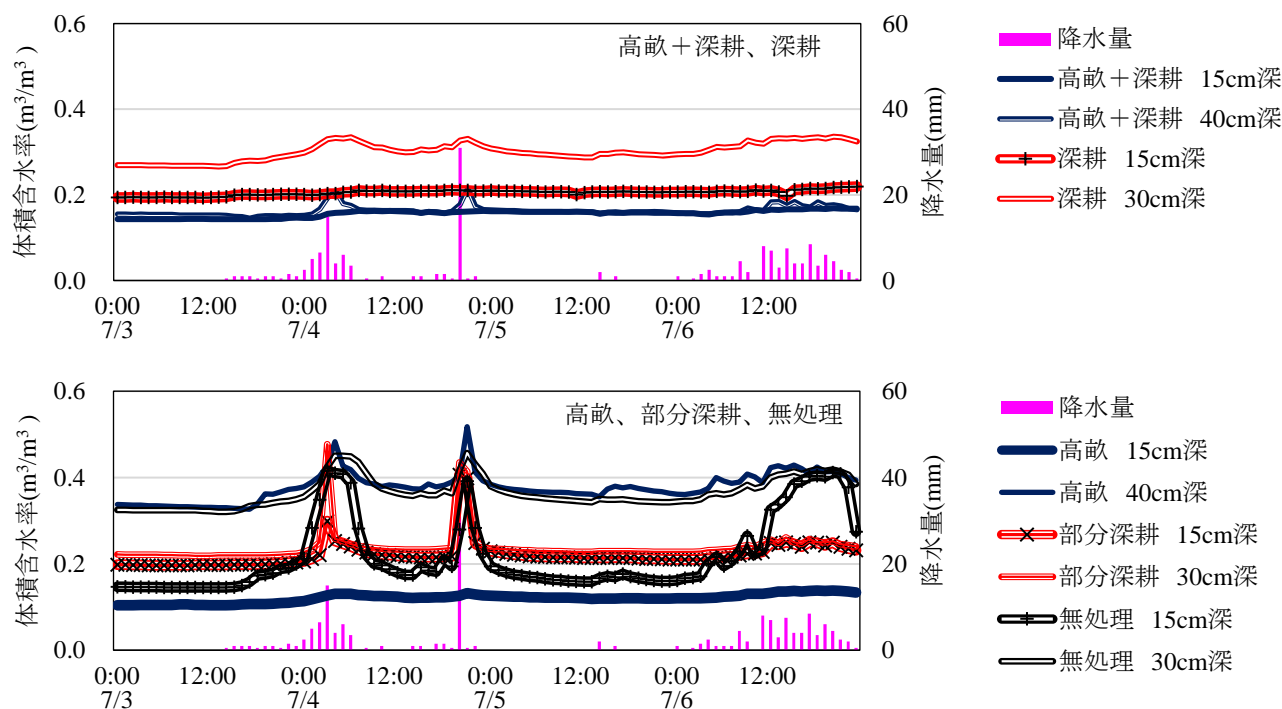


図11 土壌処理が生育後期における土壌の体積含水率に及ぼす影響(2020年7月3日～7月6日)
降水量はアメダスデータ(気象庁愛知県稲武)から引用

ことが必要であろうと報告している。今回の調査や試験結果から、根域が広がりかつその部分の水分状態が安定していることが、収量や品質に好影響を及ぼすことが明らかとなった。しかし、中山間地域の露地栽培では、用水や電力の設備が行き渡っておらず、細かい養水分の管理を行うことが困難な場合が多い。そのため、限られた根域部の水分状態を安定的に良好な状態に保つことは難しい。そこで、根域を広げ水分状態の安定化にもつなげる膨軟部の容積を広げる処理をすることが品質向上のためには重要であると考え。今後、土壌の種類の違いによる効果的な膨軟化処理方法、日持ち性の向上等さらなる切り花品質の向上方法を明らかにする必要があると考え。

謝辞: 現地調査の遂行に当たり、あいち豊田農業協同組合 下山高原花生産組合及び稲武高原花き部会、愛知東農業協同組合小ギク生産者、豊田加茂農林水産事務所農業改良普及課及び新城設楽農林水産事務所農業改良普及課の多大なる協力をいただいた。ここに記し、厚く感謝の意を表す。

引用文献

- 後藤丹十郎, 影山詳弘, 小西国義. 根域容量がシュクコンカスミノウ、カーネーションおよびキクの主枝と側枝の生長に及ぼす影響. 岡山大学農学部学術報告. 86, 43-49(1997)
- 甲谷潤, 末留昇. トルコギキョウ養液土耕栽培における土壌類型別の土壌・かん水管理技術の解明. 京都府農業研究所研究報告. 27, 33-49(2007)
- 小田原孝治, 藤田彰, 黒柳直彦, 酒井憲一, 渡邊敏朗. 深耕と牛ふん堆肥施用がキャベツの収量及び養分吸収に及ぼす影響. 福岡県農業総合試験場研究報告. 21, 1-5(2002)
- 東田修司, 山神正弘. 畑地に対する深耕と堆肥施用が土壌特性と作物生育に及ぼす影響. 北海道立農業試験場集報. 84, 55-64(2003)
- 片山勝之, 川崎洋平, 山崎諒, 亀井雅浩. 山間地域水田転換畑のチゼルプラウ耕は排水性改善によりダイズの生育・収量を向上させた. 日本作物学会記事. 87(4), 312-318(2018)
- 日置雅之, 堀田行敏, 伊藤裕朗. 愛知県における施設野菜の根量分布. 日本土壌肥料学雑誌. 81(6), 598-602(2010)
- 安西徹郎. 土壌学概論. 朝倉書店. 東京. p.68-69(2001)
- 井口武夫, 沢畑秀, 財津昌幸. トレンチャーによる部分深耕の効果. 九州農業研究. 36, 62-64(1974)
- 飯嶋桂, 鈴木幸三郎, 武田英之, 渡辺春朗, 安氏優. トレンチャー掘削深耕地の多回数利用法. 千葉県農業試験場研究報告. 21, 61-70(1980)
- 後藤丹十郎, 高谷憲之, 吉岡直子, 吉田祐一, 影山詳弘, 小西国義. 根域制限下でのキクの生育抑制に及ぼす養水分ストレスの影響. 園藝学会雑誌. 70(6), 760-766(2001)