

チンゲンサイ栽培における生育時期別のかん水方法が カッピング発生に及ぼす影響

吉田 俊郎・井上 満・宇田川 雄二・青柳 森一

キーワード：チンゲンサイ カッピング 葉巻き かん水 生理障害

I 緒 言

チンゲンサイは、調理が簡便で用途が多いこと、栽培も比較的容易なことなどから多種の中国野菜のなかで、定着した品目であり、千葉県東総地域でもパイプハウスを利用した果菜類の輪作作物として栽培されている。夏期冷涼、冬期温暖である東総地域では、他の産地で良品生産が困難なことから価格が比較的高値安定する7～9月、1～3月出荷が有利である（東京青果物流通センター、1986～2000）。

しかし、高温期や低温期には種々の障害が発生する。そのひとつとして、カッピングといわれる葉の湾曲症状が挙げられる（写真1）。カッピングは、葉身中央部に比べ、葉縁部の伸張が劣ることから発生するもので、外葉に発生することは少なく、第7～10葉に発生することが多い。症状が激しい場合は、収穫時の最大葉から中位葉である第4～6葉に発生し、新葉にチップバーンを併発することがある（写真2）。

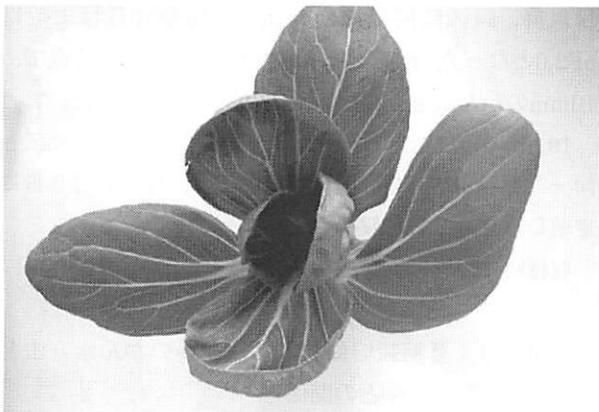


写真1 チンゲンサイのカッピング（評点4）

注) 第8葉より新しく展開した葉が内側に湾曲している（写真では第1～3葉を除去してある。写真下が第8葉）。

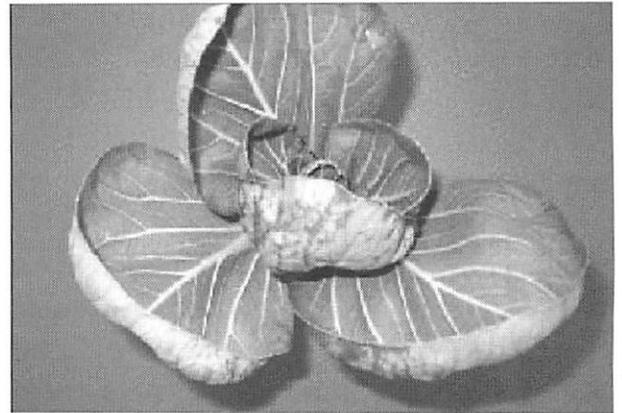


写真2 チンゲンサイのカッピング（評点5）
とチップバーンの発生

注) 第4葉より新しく展開した葉がすべて内側に湾曲し、第7葉より新しい葉にチップバーンが認められる。

高橋・大石（1994）は、チンゲンサイのカッピングと同様の症状を葉巻き症状と称し、この発生要因をホウ素及びマンガンの過剰と報告した。しかし、栽培現場では、同一の耕種条件でもカッピングの発生に差がみられることが一般的であり、健全に生育している株の中に数%～数十%のカッピング発生株が混在している。著者らの観察によれば、圃場の土壤水分条件が異なるような場合や育苗時にかん水ムラがあったような場合にカッピングが発生しているようであった。これらのことから育苗中の水ストレスが葉身の細胞分裂や肥大に作用したり、生育中の養水分の不足が収穫時期にカッピングを発生させているものと思われた。イチゴなどのチップバーンやトマトの尻腐果などは、水ストレスに起因するカルシウムの一時的な吸収や移行阻害によるものとされており、その症状は、水ストレスを受けた時期より遅れて発現することが知られている。

そこで、著者らは、チンゲンサイのセル成型苗を利用し、育苗中、定植直後、活着後のかん水方法がカッピングの発生に及ぼす影響を夏期の高温乾燥時期と冬期の低温寡日照時期について検討した。その結果、それぞれの

生育時期ごとのかん水方法がカップリング発生に影響を及ぼすことが明らかとなったので報告する。

II 材料及び方法

試験は、1994年7月から1997年2月にかけて、千葉県農業試験場北総営農技術指導所東総野菜研究室（現千葉県農業総合研究センター北総園芸研究所東総野菜研究室）で実施した。

チンゲンサイの品種は「長江」（トキタ種苗）を供試した。育苗には笠原専用培土と与作N-15との1:1混合培養土を充填した丸穴型発泡スチロール製プラグポット220号（セルトレイ、縦60cm、横30cm）を用いた。

セルトレイは、夏期に実施した試験1、試験2及び試験3は、間口5.4mのパイプハウス内の高さ20cmのベンチ上、冬期に実施した試験4、試験5及び試験6では、間口7.2mのガラス室内の最低地温を7℃に設定した温床上20cmに設置し、16時から9時まで厚さ0.02mmの透明ポリエチレンフィルムをトンネル被覆した。定植場所は、夏期及び冬期とも間口5.4mのパイプハウス内（淡色黒ボク土）とした。ハウス内に幅140cmのベッド2本を作り、夏期の試験は無マルチ栽培、冬期の試験は厚さ0.03mmの透明ポリエチレンフィルム（穴径43mm）を張ったマルチ栽培とした。

セルトレイには播種時に十分なかん水を行い、その後は試験区に従ってジョーロで規定量のかん水を行った。定植直後には蓮口付きホースで頭上かん水を、活着後にはエバーフローでチューブかん水を量水器により規定量行った。

定植時に12株の苗を抽出して草丈、葉身長及び葉身幅などの調査を行った。収穫時にカップリングの発生を24株について調査した。カップリングの発生割合は、株ごとに1（無）、2（小）、3（中）、4（大）、5（激）に評価し（写真1、写真2参照）、評点3以上を出荷上の問題となる発生割合（%）とし、評点4以上を出荷不能割合（%）とした。同時に1区当たり12株を収穫し、地上部重、最大葉の外側を除去した重（以下調製重とする）及び葉長を測定した。A品収量は調製重に評点2以下の発生割合及び栽植本数を乗じて、B品収量は調製重に評点3の発生割合及び栽植本数を乗じて算出した。また、土壌水分は試験2、試験3、試験5及び試験6で測定し、エアプール式テンシオメータ（DIK）によりベッド中央部深さ15cmの土壌水分張力（以下pF値とする）を毎日9時に測定した。

1. 試験1：夏期栽培におけるセル成型育苗中のかん水方法とカップリング発生との関係

夏期栽培におけるセル成型育苗中のかん水方法が収穫時のカップリング発生に及ぼす影響を明らかにするため、次の3区を設けた。少量多回数区（出芽後、毎日9時、12時、15時に1トレイ当たり250mlかん水）、多量少回数区（9時、12時、15時のいずれかに、苗のしおれが観察された場合に1トレイ当たり500mlかん水、15時にしおれが観察されない場合は翌日、以下同じ）及び少量少回数区（9時、12時、15時のいずれかに、苗のしおれが観察された場合に1トレイ当たり250mlかん水）とした。1区70株2反復とした。

1996年7月22日に播種し、8月5日に株間20cm、条間20cm（7条、12,800本/10a）で定植し、9月2日に収穫した。定植後5日目までは毎日2mmのかん水、6日目から10日目まではpF2.0となった時点で、以降はpF2.5となった時点で、10mmのかん水を行った。施肥は、10a当たりダブルパワー1号（10-13-10）を100kg、粒状苦土石灰を100kg施用した。

定植時に苗の生育を、収穫時にカップリング発生及び生育を調査した。

2. 試験2：夏期栽培における定植直後のかん水方法とカップリング発生との関係

夏期栽培におけるセル成型苗定植後5日間のかん水方法が収穫時のカップリング発生に及ぼす影響を明らかにするため、次の2区を設けた。少量多回数区（定植時から5日目まで毎日2mmのかん水）及び多量少回数区（定植時に10mm、以後5日間無かん水）とした。定植6日目以降、両区は同様にかん水し、定植10日目まではpF2.0となった時点で、以降はpF2.5となった時点で、10mmのかん水を行った。1区70株2反復とした。

1996年7月22日に播種し、試験1の少量多回数区と同一に管理したセル成型苗を試験1と同様に8月5日に定植し、9月2日に収穫した。

収穫時にカップリング発生及び生育を調査した。

3. 試験3：夏期栽培における活着後のかん水方法とカップリング発生との関係

夏期栽培におけるセル成型苗活着後のかん水方法が収穫時のカップリング発生に及ぼす影響を明らかにするため、次の3区を設けた。多回数区（定植時に10mmかん水後、収穫3日前までpF2.0になった時点で10mmのかん水、以後かん水なし）、少回数区（定植時に10mmかん水後、収穫15日前までpF2.4になった時点で10mmのかん水、以後かん水なし）及び無かん水区（定植直後に10mmか

ん水後、かん水なし)とした。1区120株2反復とした。

1994年7月19日に播種し、セル育苗した。育苗時のかん水の目安は苗がしおれてからとし、8月4日に株間15cm、条間20cm(6条、14,800本/10a)で定植し、9月4日に収穫した。定植から8月24日までハウス天井面積の50%に遮光率85%の黒色ネットを展張した。施肥は、10a当たりダブルパワー1号(10-13-10)を140kg、粒状苦土石灰を80kgを施用した。

収穫時にカップリング発生及び生育を調査した。

4. 試験4：冬期栽培におけるセル成型苗育苗中のかん水方法とカップリング発生との関係

冬期栽培におけるセル成型苗育苗中のかん水方法が収穫時のカップリング発生に及ぼす影響を明らかにするため、次の3区を設けた。少量多回数区(出芽後、毎日9時、12時、15時に観察し、培養土表面の乾燥が観察されたときに1トレイ当たり250~500mlかん水)、多量少回数区(9時、12時、15時のいずれかに、苗のしおれが観察された場合に1トレイ当たり500~1000mlかん水)及び少量少回数区(9時、12時、15時のいずれかに、苗のしおれが観察された場合に1トレイ当たり250mlかん水)とした。1区84株2反復とした。

1996年12月10日に播種し、1997年1月7日に株間15cm、条間20cm(7条、17,100本/10a)で定植し、2月20日に収穫した。定植時に10mmかん水後、pF2.3になった時点で10mmかん水、2月15日以後かん水なしとした。施肥は、10a当たりダブルパワー1号(10-13-10)を100kg、粒状苦土石灰を100kg施用した。

定植時に苗の生育を、収穫時にカップリング発生及び生育を調査した。

5. 試験5：冬期栽培における定植直後のかん水方法とカップリングの発生との関係

冬期栽培におけるセル成型苗定植後14日間のかん水方法が収穫時のカップリング発生に及ぼす影響を明らかにするため、次の2区を設けた。少量多回数区(定植翌日から14日目まで3日ごとに2mmかん水、15日目以後、収穫5日前までpF2.3になった時点で10mmかん水)及び少量少回数区(収穫5日前までpF2.3になった時点で10mmかん水)とした。両区のかん水時期及び量は、15

日目以降同じとした。1区84株2反復とした。

1996年12月10日に播種し、試験1の少量多回数区と同一に管理したセル成型苗を1997年1月7日に定植し、2月20日に収穫した。

収穫時にカップリング発生及び生育を調査した。

6. 試験6：冬期栽培における活着後のかん水方法とカップリングの発生との関係

冬期栽培におけるセル成型苗活着後のかん水方法が収穫時のカップリング発生に及ぼす影響を明らかにするため、次の3区を設けた。多回数区(定植時に2mmの全面かん水後、収穫10日前までpF2.1になった時点で10mmのかん水、以後かん水なし)、少回数区(定植時に2mmの全面かん水後、収穫16日前までpF2.4になった時点で10mmのかん水、以後かん水なし)及び無かん水区(定植時に2mmの全面かん水後、かん水なし)とした。1区120株2反復とした。

1994年11月1日に播種し、11月24日に株間17cm、条間17cm(8条、17,300本/10a)で定植した。育苗時のかん水の目安は培養土の表面が乾いて見えるか、苗がしおれてからとした。施肥は、10a当たりダブルパワー1号(10-13-10)を140kg、粒状苦土石灰を80kg施用した。

収穫時の生育及びカップリング調査は1997年1月9日に行った。

Ⅲ 結 果

1. 試験1：夏期栽培におけるセル成型苗育苗中のかん水方法とカップリングの発生との関係

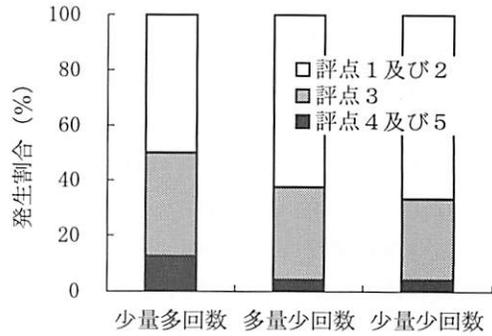
多量少回数区及び少量少回数区では播種後8日目ころから本葉のしおれが観察され、定植までの6日間はほぼ毎日、しおれがみられた。夏期セル育苗中のかん水方法が定植時の生育に及ぼす影響を第1表に示した。定植時の草丈は、少量多回数区が多量少回数区及び少量少回数区より優った。葉身長及び葉身幅も少量多回数区が多量少回数区及び少量少回数区より優る傾向があった。定植時の葉数はいずれの区も3枚程度であり、差がなかった。未展開の葉は3~4枚が確認された。定植時にはカップリングの発生は、認められなかった。

第1表 夏期セル育苗時のかん水方法を異にしたチンゲンサイの定植時の生育

試験区 (かん水法)	草丈 (cm)	葉身長 (cm)	葉身幅 (cm)	葉数 (枚)
少量多回数	9.6	5.6	3.3	3.5
多量少回数	7.3	4.6	2.7	3.5
少量少回数	6.6	4.6	2.5	3.4

注) 1996年7月22日播種、8月5日調査

夏期育苗中のかん水方法が収穫時のカッピング発生に及ぼす影響を第1図に示した。カッピングの発生割合は、多量少回数区及び少量少回数区が少なく、評点3以上でも35%前後であった。これに対して、少量多回数区では、50%の株が評点3以上となり、10%以上の株が出荷不能な評点4以上となった。夏期育苗中のかん水方法が収穫時の生育及び収量に及ぼす影響を第2表に示した。育苗時のかん水の影響は、生育には表れなかったが、A品収量は、多量少回数区及び少量少回数区が10アール当たり2.4~2.5 tと優った。B品収量は、少量少回数区が劣った。



第1図 夏期栽培におけるセル育苗中のかん水方法を異にしたチンゲンサイの収穫時のカッピング発生

注) カッピングの発生は、株ごとに1 (微~無)、2 (小)、3 (中)、4 (大)、5 (激) に評価した。

第2表 夏期栽培におけるセル育苗時のかん水方法を異にしたチンゲンサイの収穫時の生育、収量

試験区 (かん水法)	葉長 (cm)	地上部重 (g)	調製重 (g)	A品収量 (t/10a)	B品収量 (t/10a)
少量多回数	30.2	402	305	2.0	1.5
多量少回数	29.7	395	301	2.4	1.3
少量少回数	29.8	382	294	2.5	1.1

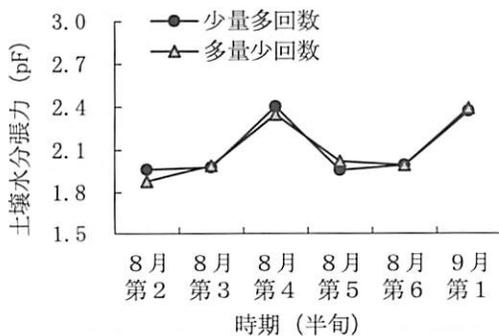
注) 1996年7月22日播種、8月5日定植、9月2日収穫調査

・A品収量は、調製重にカッピングの評点1~2まで、B品収量は、評点3の発生割合及び栽植本数 (12,800株/10a) を乗じて算出

2. 試験2：夏期栽培における定植直後のかん水方法とカッピングの発生との関係

少量多回数区では、定植後のしおれが観察されなかったが、多量少回数区では、一時的なしおれが観察された。定植直後5日間のかん水回数及びかん水量は、少量多回数区が5回で計10mm、多量少回数区が1回で10mmであった。処理後は、両区とも5回で計50mmであった。定植後のpF値の推移を第2図に示した。定植直後のかん水方法による差は認められなかった。

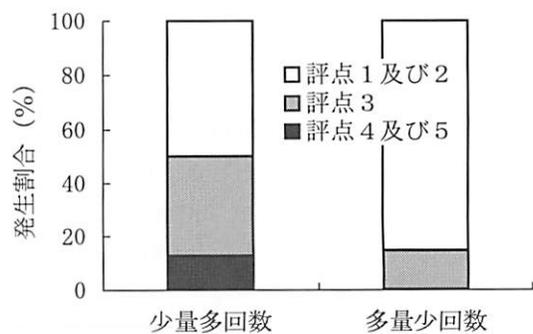
定植直後のかん水方法がカッピングの発生に及ぼす影



第2図 夏期チンゲンサイ栽培における定植直後のかん水方法を異にした土壌水分張力の推移

注) ベッド中央部の深さ15cmをエアースプルー式テンシオメータにより毎日測定、半月平均した。

響を第3図に示した。収穫時のカッピングの発生割合は、少量多回数区が50%に達し、内10%以上が出荷不能な評点4以上であったのに対し、多量少回数区では発生割合が15%と低く、評点4以上の出荷不能な株が発生しなかった。定植直後のかん水方法が収穫時の生育、収量に及ぼす影響を第3表に示した。両区の葉長は差がなく、地上部重及び調製重も多量少回数区がわずかに劣る程度であった。しかし、A品収量は多量少回数区が10a当たり、3.2 tと明らかに優り、B品収量は少量多回数区が多かった。



第3図 夏期栽培における定植直後のかん水方法を異にしたチンゲンサイの収穫時のカッピング発生

注) カッピングの発生は、株ごとに1 (微~無)、2 (小)、3 (中)、4 (大)、5 (激) に評価した。

第3表 夏期栽培における定植直後のかん水方法を異にしたチンゲンサイの収穫時の生育、収量

試験区 (かん水法)	葉長 (cm)	地上部重 (g)	調製重 (g)	A品収量 (t/10a)	B品収量 (t/10a)
少量多回数	30.2	402	305	1.9	1.46
多量少回数	29.4	369	288	3.2	0.52

注) 1996年7月22日播種、8月5日定植、9月2日収穫調査

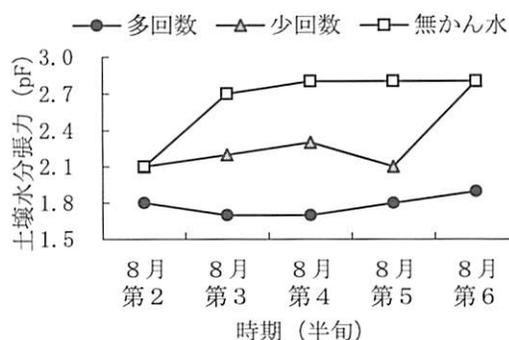
・A品収量は、調製重にカップリングの評点1～2まで、B品収量は、評点3の発生割合及び栽植本数(12,800株/10a)を乗じて算出

3. 試験3：夏期栽培における活着後のかん水回数とカップリングの発生

活着後のかん水回数及びかん水量は、多回数区が12回で計120mm、少回数区が4回で計40mm、無かん水区が0回であった。定植後のpF値を第4図に示した。多回数区のpF値は定植直後から収穫時まで1.8前後を保った。少回数区のpF値は、定植直後から2.1～2.3を推移し、収穫時には2.8になった。無かん水区のpF値は、定植数日後から収穫時まで2.7～2.8を推移した。

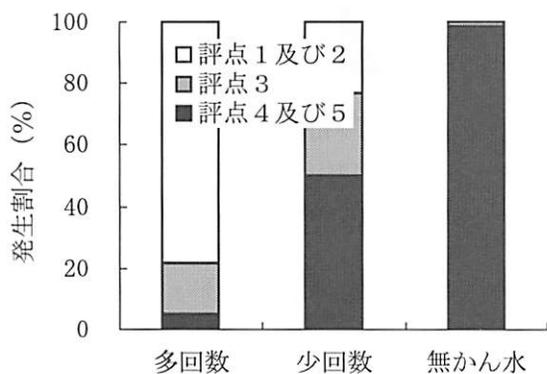
活着後のかん水方法がカップリングの発生に及ぼす影響を第5図に示した。収穫時のカップリング発生割合は、無かん水区では、出荷不能な評点4以上の株が約100%あり、評点3を含めると100%となった。少回数区も約80%の発生割合であり、50%は出荷不能な評点4以上であった。前2区に対し、多回数区では、発生割合が約20%と低く、評点4以上の割合は5%であった。この試験では、写真2に示したように新葉の葉先や葉縁が枯死するチップバーンも発生した。チップバーンの発生割合を第6図に示した。チップバーンは、無かん水区ではす

べての株に発生したが、少回数区及び多回数区ではほとんど発生しなかった。活着後のかん水方法が収穫時の生育、収量に及ぼす影響を第4表に示した。葉長、地上部重、調製重とも無かん水区が最も劣り、次いで少回数区が劣った。多回数区では調製重が203gで最も重かった。A品収量は、多回数区が10a当たり1.96tと最も多く、少回数区が0.49tであり、無かん水区が0.00tであった。B品収量は、無かん水区が0.03tとほとんどなかった。



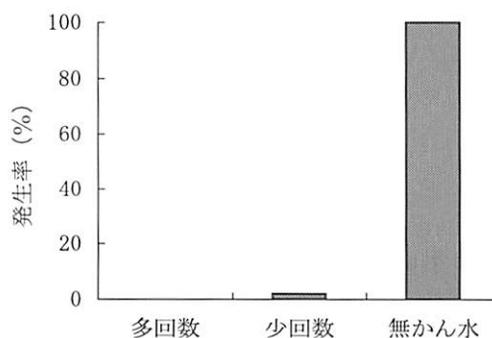
第4図 夏期チンゲンサイ栽培における活着後のかん水方法を異にした土壌水分張力の推移

注) ベッド中央部の深さ15cmをエアープール式テンシオメータにより毎日測定、半月平均した。



第5図 夏期栽培における活直後のかん水方法を異にしたチンゲンサイの収穫時のカップリング発生

注) カップリングの発生は、株ごとに1 (微～無)、2 (小)、3 (中)、4 (大)、5 (激)に評価した。



第6図 夏期栽培における活着後のかん水方法を異にしたチンゲンサイの収穫時のチップバーン発生

第4表 夏期栽培における活着後のかん水方法を異にしたチンゲンサイの収穫時の生育、収量

試験区 (かん水法)	葉長 (cm)	地上部重 (g)	調製重 (g)	A品収量 (t/10a)	B品収量 (t/10a)
多回数	29.6	311	203	1.96	0.47
少回数	29.5	247	138	0.49	0.56
無かん水	27.8	212	119	0.00	0.03

注) 1994年7月19日播種、8月4日定植、9月4日収穫調査

・A品収量は、調製重にカップングの評点1～2まで、B品収量は、評点3の発生割合及び栽植本数(11,100株/10a)を乗じて算出

4. 試験4：冬期栽培におけるセル育苗時のかん水方法とカップングの発生

育苗期間中のかん水回数及び1トレイ当たりのかん水量は、少量多回数区が13回で計4,500ml、多量少回数区が6回で計4,500ml、少量少回数区が7回で計2,500mlとなった。育苗中のしおれは、少量多回数では発生しなかったが、多量少回数区では6回、少量少回数区では7回

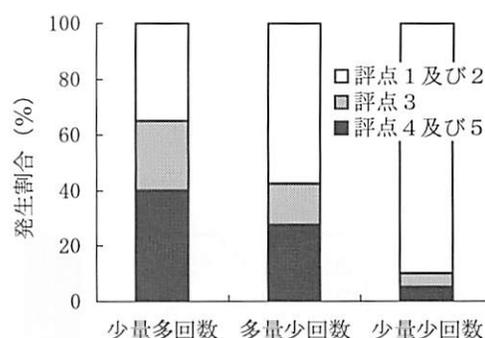
発生した。定植時の生育を第5表に示した。定植時の草丈及び葉身長は、少量多回数区及び多量少回数区が少量少回数区より優る傾向があった。葉身幅は、多量少回数区、少量多回数区の順に優った。地上部乾物重は、少量少回数区は劣る傾向があった。定植時にはカップングの発生は認められなかった。

第5表 冬期栽培におけるセル育苗時のかん水方法を異にしたチンゲンサイの定植時の生育

試験区 (かん水法)	草丈 (cm)	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)	地上部乾物重 (mg/株)
少量多回数	6.4	3.9	2.1	76.9
多量少回数	6.4	3.9	2.2	82.2
少量少回数	6.0	3.6	1.9	70.5

注) 1996年12月10日播種、1997年1月7日調査

セル育苗中のかん水方法が収穫時のカップングの発生に及ぼす影響を第7図に示した。カップングの発生割合は、少量少回数区が10%と低かったが、多量少回数区では40%以上、少量多回数区では60%以上と高く、この内、出荷不能な評点4以上の発生割合もそれぞれ、30%、40%と高かった。収穫時の生育を第6表に示した。葉長、地上部重、調製重は差がなかった。A品収量は、少量少回数区が10a当たり2.5tと最も高く、次いで多量少回数区が1.7tと高かった。



第7図 冬期栽培におけるセル育苗中のかん水方法を異にしたチンゲンサイの収穫時のカップング発生

注) カップングの発生は、株ごとに1(微～無)、2(小)、3(中)、4(大)、5(激)に評価した。

第6表 冬期栽培におけるセル育苗時のかん水方法を異にしたチンゲンサイの収穫時の生育、収量

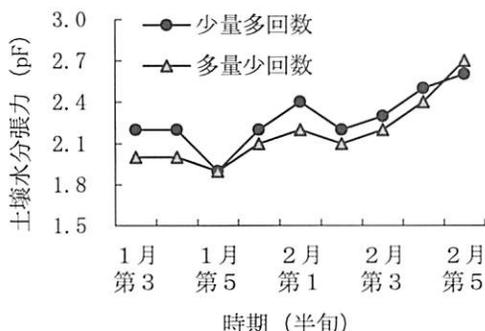
試験区 (かん水法)	葉長 (cm)	地上部重 (g)	調製重 (g)	A品収量 (t/10a)	B品収量 (t/10a)
少量多回数	22.8	213	168	1.0	0.72
多量少回数	23.6	225	174	1.7	0.45
少量少回数	23.1	213	164	2.5	0.14

注) 1996年12月10日播種、1997年1月7日定植、2月20日収穫調査

・A品収量は、調製重にカップングの評点1～2まで、B品収量は、評点3の発生割合及び栽植本数(17,100株/10a)を乗じて算出

5. 試験5：冬期栽培における定植直後のかん水方法とカップリングの発生

定植直後14日間のかん水回数及びかん水量は、少量多回数区が5回で計10mm、多量少回数区が1月20日に1回で計10mmであり、以後は両区とも2月3日に10mmのかん水を行った。pF値の推移を第8図に示した。測定期間のpF値は、少量多回数区がやや高く推移したが、ほとんど同じであった。



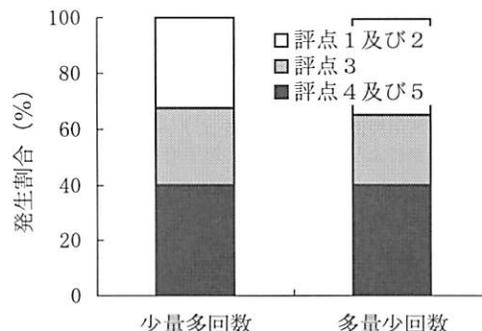
第8図 冬期チンゲンサイ栽培における定植直後のかん水方法を異にした土壌水分張力の推移

注) ベッド中央部の深さ15cmをエアール式テンシオメータにより毎日測定、半月平均した。

定植直後のしおれには、試験区の差がなかった。

定植直後のかん水方法がカップリングの発生に及ぼす影響を第9図に示した。両区ともカップリングの発生割合が高く、評点4以上の出荷不能割合も40%と高かった。

収穫時の生育及び収量を第7表に示したが、葉長、地上部重、調製重とも定植直後のかん水方法の影響はなく、収量にも差がなかった。



第9図 冬期栽培における定植直後のかん水方法を異にしたチンゲンサイの収穫時のカップリング発生

注) カップリングの発生は、株ごとに1 (微~無)、2 (小)、3 (中)、4 (大)、5 (激)に評価した。

第7表 冬期栽培における定植直後のかん水方法を異にしたチンゲンサイの収穫時の生育、収量

試験区 (かん水法)	葉長 (cm)	地上部重 (g)	調製重 (g)	A品収量 (t/10a)	B品収量 (t/10a)
少量多回数	22.7	205	165	0.91	0.77
多量少回数	22.8	213	168	1.00	0.72

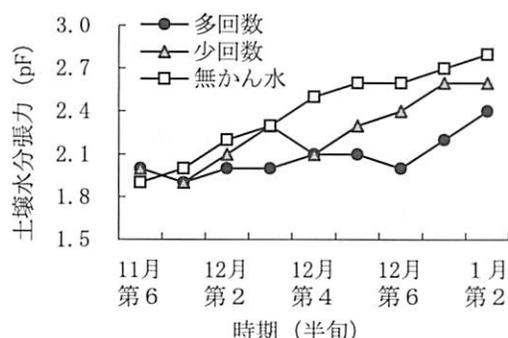
注) 1996年12月10日播種、1997年1月7日定植、2月20日収穫調査

・A品収量は、調製重にカップリングの評点1~2まで、B品収量は、評点3の発生割合及び栽植本数 (17,100株/10a) を乗じて算出

6. 試験6：冬期栽培における活着後のかん水方法とカップリングの発生との関係

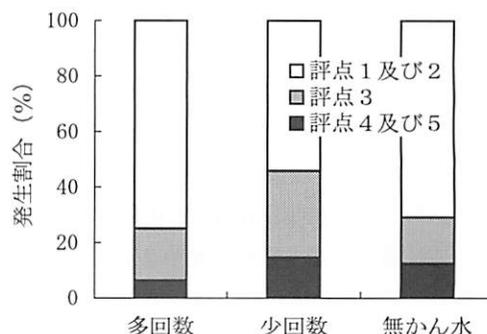
活着後のかん水回数及びかん水量は、多回数区が6回で計60mm、少回数区が2回で計20mm、無かん水区が0回であった。11月第6半月から1月第2半月までのpF値の推移を第10図に示した。多回数区のpF値は、定植時から12月第6半月まで2.0を保ち、かん水打ち切り後に2.4に達した。少回数区は定植時の2.0から上昇傾向で、12月第4半月のかん水により、いくぶん低下したが、その後に再び上昇し、収穫時には2.8に達した。無かん水区のpF値は、定植時2.0前後から緩やかに上昇し、収穫時には2.8に達した。

冬期マルチ栽培における活着後のかん水方法がカップリングの発生に及ぼす影響を第11図に示した。収穫時のカップリング発生割合は、少回数区が45%と大きく、多回数区では25%であった。評点4以上の出荷不能株の割合は、少回数区及び無かん水区が10%であり、多回数区は6%余りであった。収穫時の生育及び収量を第8表に示した。葉長、地上部重、調製重とも多回数区及び少回数区が優り、無かん水区が劣る傾向があった。A品収量は、多回数区が優り、少回数区が劣った。



第10図 冬期チンゲンサイ栽培における活着後のかん水方法を異にした土壌水分張力の推移

注) ベッド中央部の深さ15cmをエアープール式テンシオメータにより毎日測定、半月平均した。



第11図 冬期栽培における活着後のかん水方法を異にしたチンゲンサイの収穫時のカップング発生

注) カップングの発生は、株ごとに1 (微~無)、2 (小)、3 (中)、4 (大)、5 (激)に評価した。

第8表 冬期栽培における活着後のかん水方法を異にしたチンゲンサイの収穫時の生育、収量

試験区 (かん水法)	葉長 (cm)	地上部重 (g)	調製重 (g)	A品収量 (t/10a)	B品収量 (t/10a)
多回数	23.4	165	124	1.61	0.40
少回数	23.0	155	116	1.09	0.63
無かん水	22.0	132	100	1.25	0.28

注) 1994年11月1日播種、11月24日定植、1995年1月9日収穫調査

・ A品収量は、調製重にカップングの評点1~2まで、B品収量は、評点3の発生割合及び栽植本数 (17,300株/10a) を乗じて算出

IV 考 察

1. セル育苗中のかん水方法とカップングの発生との関係

定植時の生育は、夏期栽培では、少量多回数かん水区が、しおれてからかん水した多量少回数かん水区及び少量少回数かん水区より優れ、冬期栽培では、少量多回数かん水区及び多量少回数かん水区が少量少回数かん水区より優れる傾向があった。しかし、両作型とも苗にカップングが生じることはなかった。一時的にしおれても、日中は、ほぼ3時間以内にかん水が行われたため、しおれからの回復が可能であったものと思われた。かん水回数の少ない試験区では、夏期栽培の14日間の育苗期間中、定植前6日間に毎日しおれが生じ、冬期栽培の28日間の育苗期間中、育苗の後半に6回のしおれが生じた。水ストレスがカップング発生など葉の形態に及ぼす影響に関する報告は見当たらないが、藤原ら (2002) はキャベツセル成型育苗における育苗後期 (定植前の5日間) に0.3%のNaClを添加した低濃度液肥を底面給水する「塩締め順化法」により、適度な水ストレスを与えることで、地上部の水ポテンシャルを低く推移させることができた

結果、内生ABAの活性が高まり、苗の徒長が抑制され、乾燥に強い苗になったと報告している。チンゲンサイは、定植時に3~4枚程度の葉が展開し、すでに収穫時にカップングが発生する葉位も分化・発育していることが観察されることから、この「しおれ」により、内生ABAなどが関与することでストレス耐性を獲得し、収穫時のカップング発生抑制として現れたものと考えた。

夏期栽培、冬期栽培とも少量多回数かん水区が多量少回数かん水区及び少量少回数かん水区よりカップングの発生割合が高く、症状も激しかった。一方、少量少回数かん水とし、定植直前には常に苗がしおれ、草丈が劣るような育苗のほうが、収穫時のカップング発生を抑制し、収量を向上させた。かん水を制限したことによる生育の遅れは一時的なものであり、活着後、徐々に回復し、収穫時のカップングの発生が減少し、A品収量は向上した。

夏期のセル育苗では、昇温抑制も兼ねてかん水回数を増やしがちであるが、意識的な「しおれ」を生じさせるかん水管理がカップング抑制のためには必要であると思われた。

2. 定植後のかん水方法とカップング発生との関係

定植後のpF値の推移は、両作型とも試験区による差が

なかった。これは、かん水処理の差を定植直後に限定したためと思われる。

夏期栽培では、定植直後には多量少回数かん水とした方が、一時的なしおれが生じるもののカップリングの発生程度は小さかった。小寺（1996）は、キャベツセル成型苗の圃場への順化方法として、定植前の「水切り処理」が苗の徒長を抑えるばかりでなく、苗の硬化と体内成分を高め、定植後の乾燥などに対する耐性を向上させてとしている。渡邊ら（1987）は、水ストレスによりホウレンソウの糖やビタミンC含量が増大したとしている。

一般的に定植直後のしおれ防止や活着促進のために少量多回数かん水をするところがあるが、このことにより収穫時の品質を低下させることがあることを本試験でも示した。夏期栽培では、育苗期間中と同様、定植直後にも一時的にしおれさせることで、チンゲンサイが水ストレスに耐える性質を獲得したものと考えた。

3. セル成型苗活着後のかん水方法とカップリングの発生

夏期栽培では、カップリングの発生に対するかん水の影響が大きく、無かん水では、80%以上の株が出荷不能となり、多くの株でチップバーンを併発した。これは、無かん水とした結果、土壌が乾燥傾向に経過し、高温強日射環境下で、生育や葉の展開に見合うカルシウムなどの吸収や移行が不足した結果であると考えられた。

永島ら（1995）は、チンゲンサイ葉中のカルシウム濃度は、土壌が乾燥する状態で低くなり、チップバーンの発生しやすい品種では、葉柄部及び葉身基部でのカルシウム濃度が高く、先端部位への移行が少なかったと報告した。吉倉ら（1987）は、高温時期に発生しやすいシュンギクの心枯れ症状がリン酸過剰下でカルシウム吸収が不足した結果とした。

カルシウムの吸収や移行についての報告は、イチゴなどのチップバーンやトマトの尻腐に関するものが多い。イチゴのチップバーンは、カルシウムの吸収及び移行阻害が原因とされ、水分不足、多肥、カルシウム欠乏、高温によって発症するとされている（渡辺、1983）。また、トマトの尻腐は、果実肥大時のカルシウム欠乏（和田ら、1993）が主要因であるが、誘因としては、夜間の高温（橘ら、1990）と高湿度（平城ら、1988）、果実の急激な肥大（西尾・森田、1993）などが知られており、対策としてはカルシウムの葉面散布を育苗時や開花前という早い時期（和田ら、1995）に行うことが有効であったとされる。

カルシウム欠乏症は、一時的な吸収や移行阻害により生じ、発現時期が欠乏時期より遅れるため、発現してから対応では発生を軽減できないことが多い。

定植後の土壌水分は、夏期栽培の場合、多回数かん水では、収穫時まで湿潤を保ったが、少回数かん水では、定植直後から乾燥傾向に推移し、収穫時には乾燥状態に、無かん水では、定植数日後から収穫時まで乾燥状態に推移した。これは夏期の場合、無マルチであること、高温強日射条件であったことによると思われる。一方、冬期栽培の場合、多回数かん水では、定植時から湿潤状態を保ち、かん水打ち切り後にやや乾燥状態に達した。少回数かん水では、かん水により、一時的に湿潤状態になったが、収穫時には乾燥状態に達した。無かん水では、定植時に湿潤であっても緩やかに上昇し、収穫時には乾燥状態に達した。これはマルチ栽培であること、低温寡日照であったことによると思われる。

チンゲンサイでも土壌水分が急激に減少する条件や継続的に不足する条件でカップリングが生じたものと推察された。冬期より夏期のほうが、チンゲンサイの生育が旺盛であるとともに土壌水分の変化が大きく、このことがカップリング発生に及ぼすかん水回数の影響の程度を決定したものと考えた。

4. 生育時期別のかん水方法とカップリングの発生

チンゲンサイのカップリング発生には、セル育苗時及び定植直後、活着後の栽培中いずれの期間であってもかん水方法、土壌の水分状態が影響しており、発生が顕著になる2～6週間前のかん水の影響を大きく受けることが明らかとなった。

チンゲンサイの生育をステージ1：播種から第3葉（収穫時に廃棄される葉位）展開時まで、ステージ2：第4葉～第6葉展開時まで、ステージ3：第7葉展開時から収穫期までの3段階に分けた。生育初期段階であるステージ1、2での一時的な「しおれ」が収穫時のカップリング発生を抑制し、ステージ3でのかん水制限により土壌が乾燥傾向に推移することと、収穫前に生育量が急増することが相乗して、チンゲンサイが水ストレスを受け、カップリングが発生しているものと考えた。

栽培時期を比較すると、育苗時のかん水方法が定植時の生育に及ぼす影響は、夏期栽培のほうが大きかった。これは夏期のほうが日射が強く、その影響を大きく受けたためと思われる。また、収穫時のカップリング発生に及ぼす影響は、冬期栽培のほうが大きかった。これは冬期栽培のほうがかん水間隔が長く、チンゲンサイが長期にしおれ状態にあったためと考えられた。

一方、活着後のかん水方法が収穫時のカップリング発生に及ぼす影響は、夏期栽培のほうが大きかった。これは、旺盛な生育に水分などの吸収や移行が伴わなかった結果と考えられた。夏期栽培では、多回数かん水とし、一定

の土壌水分を保つことで、カップングの発生を抑制したものと考えた。冬期栽培で無かん水区の発生が少なかった理由は、無かん水としたことによりチンゲンサイの生育そのものも抑制されたためであると思われた。

VI 摘 要

チンゲンサイのセル成型苗を利用した育苗期間中、定植直後及び活着後のかん水方法がカップングの発生に及ぼす影響を夏期と冬期の作型別に明らかにした。

1. 夏期栽培、冬期栽培ともセル育苗中は、一時的に苗をしおれさせる多量少回数や少量少回数のかん水により、収穫時のカップング発生が減少し、収量性が向上した。
2. 夏期栽培の定植直後は、一時的にしおれが生じる多量少回数かん水により、収穫時のカップング発生が減少した。冬期栽培では、定植直後のかん水の影響はなかった。
3. 夏期栽培では、カップングの発生に対する活着後のかん水の影響が大きく、無かん水では、ほとんどの株が出荷不能となった。活着後は、土壌水分を一定に保つ多回数かん水により、カップングの発生が減少し、収量性が向上した。冬期栽培では、かん水の影響が小さいものの、土壌水分を一定に保つことで、カップングの発生が減少した。

引用文献

藤原隆広・中山真義・菊地 直・吉岡 宏・佐藤文生 (2002). NaCl施用によるキャベツセル成型苗の徒長抑制・順化効果. 園学雑. 71(6):796-804.
平城尚史・長島 聡・尾形亮輔・堀 裕(1988). トマト

果実のCa欠乏発症に及ぼす空気湿度の影響. 園学要旨. 昭63秋, 328-329.
永島 聡・東野裕広・嶋田永生・佐藤 直 (1995). チンゲンサイのカルシウム吸収に及ぼす土壌水分, 品種の影響. 園学雑. 64(別1): 380 - 381.
西尾敏彦・中村英司(1980). トマト果実の初期肥大生長の様相と尻ぐされ果発生について. 園学要旨. 昭55春. 252-253.
西尾敏彦・森田隆史(1993). トマト果実の肥大としり腐れ果発生. 園学雑. 62(別2). 352-353.
橘 昌司・安川央央・惟任恵子(1990). 養液栽培トマトの尻腐病が夏季の栽培で多発する理由に関する研究. 園学雑. 59(別2): 364-365
高橋和彦・大石達明 (1994). チンゲンサイの生理障害の特徴と葉中養分含有率との関係. 静岡農試研報. 38:73-83.
東京青果物流通センター (1986~2000). 東京都中央卸売市場青果物流通年報野菜編.
吉倉惇一郎・二見敬三・桑名健夫・青山喜典 (1987). シュンギクの心枯れ症の発生要因と対策. 兵庫農総七研報. 35:75-80.
渡辺和彦 (1983). 野菜の要素欠乏と過剰症. タキイ種苗(株) 広報出版部. 15-18.
渡邊幸雄・米山昌美・嶋田典司 (1987). ホウレンソウの糖, ビタミンCおよびシュウ酸含量に及ぼす水ストレス処理の影響. 土肥誌. 58:427-432.
和田光生・池田英男・池田政文(1995). トマト植物体地上部へのCa剤施与方法ならびに施与時期が尻腐れ果発生に及ぼす影響. 園学雑. 64(別1). 250-251.
和田光生・池田英男・池田政文(1993). Ca剤葉面散布がトマト果実の尻腐れ発生に及ぼす影響. 園学雑. 62(別2). 350-351.

Influence of Watering Regimes at Different Growth Stages on the Cupping Incidence of Chin-guen-tsai

Syunro YOSHIDA, Mitsuru INOUE, Yuji UDAGAWA and Shinichi AOYAGI

Key words : Chin-guen-tsai, cupping, rolling, watering, physiological disorder

Summary

The present experiments were conducted to clarify the effect of watering regimes at the three stages during transplant raising in plug trays, just after transplanting the seedlings, and after establishment of the transplants of chin-guen-tsai (*Brassica campestris L. chinensis group*) on the incidence of cupping, which were found in the middle of leaves as rolling, in the summer and the winter season crops.

1. In the summer and the winter season crops, watering of large quantity-low frequency and watering of small quantity-low frequency during plant raising, which induced temporary wilting, decreased the cupping outbreak at harvest and increased the yield and quality.
2. In the summer season crop, watering of large quantity-low frequency at just after transplanting which caused wilting of seedlings temporarily decreased the cupping outbreak at harvest. *In the* winter season crop, there was no influence of watering regimes just after transplanting.
3. In the summer season crop, there was a strong influence of watering regimes after the establishment on the growth and outbreak of the cupping. Almost no plants produced any marketable yield at the regime without watering. Watering regime with high frequency, which maintained stable soil moisture content during the growth period, decreased outbreak of cupping at harvest and increased the yield and quality. Although there was little influence of watering regimes in the winter season crop, the regimes which maintained the high soil moisture content after the establishment reduced outbreak of cupping.