

シシトウガラシ曲がり果の発生に影響を及ぼす栽培管理要因

千賀泰斗・奥野憲治¹・衛藤夏葉²・奥野直行³

和歌山県農業試験場

Effect of Cultivation Practices on the Occurrence of Curved Fruit in Small Sweet Green Pepper(*Capsicum annuum* L.)

Taito Senga, Kenji Okuno¹, Kayou Eto², Naoyuki Okuno²

Wakayama Agricultural Experiment Station

緒 言

和歌山県では有田郡有田川町を中心にシシトウガラシの栽培が盛んで、栽培面積は 19ha (2012 年)、出荷量は高知県、千葉県について第 3 位である。作型は中山間地での露地栽培が多く、一部ではビニールハウスでの半促成栽培もみられる。しかし、露地栽培において、2003 年頃からエビのように丸く曲がった果実 (以下、曲がり果) の発生が問題となってきた。

ピーマンでは果実への同化養分の転流不足が原因で種子形成されない肥大不良果 (石果) が知られており (加藤 1958b)、シシトウガラシの曲がり果においても種子形成が不十分であることから、ピーマンの石果と同様の原因によることが類推された。予備的に実施した発生実態調査から草勢の低下、土壤水分の乾湿、着果負担が関与していると推測されたため、曲がり果の発生要因として、整枝方法、かん水方法など栽培管理方法が曲がり果の発生に及ぼす影響を調査した。

材料および方法

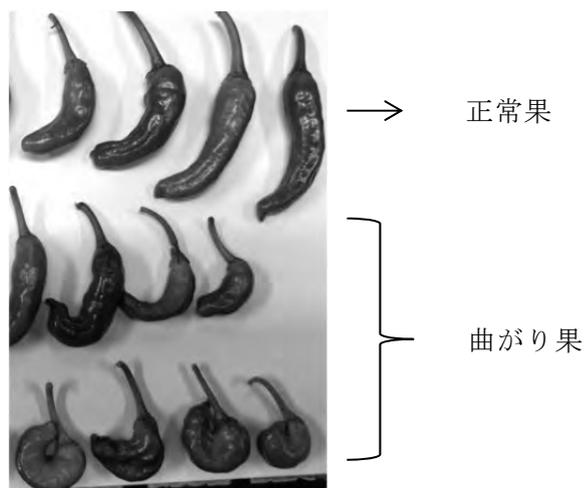
1. 発生実態調査

2007 年 8 月 31 日に有田川町のシシトウガラシ栽培 6 ほ場および 2008 年 8 月 22 日に日高川町の 2 ほ場、同年 9 月 2 日に有田川町の 8 ほ場において曲がり果の発生状況、かん水方法、生育、土壤の乾湿について調査した。作型はいずれも露地栽培 (品種は '葵ししとう') で、定植は 4 月下旬で、収穫期間は 6 月下旬~9 月下旬である。また、本研究では、果梗に対して果実の先端が 90 度以上わん曲している果実を曲がり果とした (第 1 図)。

¹現在：観光交流課

²現在：果樹園芸課

³有田振興局農業振興課 現在：過疎対策課



第1図 シシトウガラシの曲がり果

2. かん水方法が曲がり果の発生に及ぼす影響

2009年に農業試験場内(紀の川市貴志川町高尾)露地ほ場(60 m²)で試験を行った。畝幅150cm, 株間60cm間隔で5月12日に‘葵ししとう’を定植した。肥はN:P₂O₅:K₂O=1.0:0.9:1.0(kg/a), 追肥はN:P₂O₅:K₂O=0.5:0.7:0.5(kg/a)の割合で行った。整枝は吊り下げ誘引主枝4本仕立てで行った。

畝間に高さ20cm程度水をためてかん水を行う畝間かん水区と, 畝上に2本設置したかん水チューブにより株元が十分に湿るようにかん水を行うチューブかん水区を設置し, 概ね10日に1回を目途に, 植物体がしおれ始める時にかん水した。1区あたり5株(4.5 m²), 2反復とした。

収穫は6月7日から10月28日まで週2回行い, 果実の重量と曲がり果の個数を調査した。また, 土壌体積含水率は畝表面から20cmの深さに設置した土壌水分センサーEC-5プローブ(DECAGON DEVICES社製)を用いて, 8月12日~9月20日に1時間間隔で測定した。

3. 根域制限栽培におけるかん水頻度が曲がり果の発生に及ぼす影響

2011年に農業試験場内露地ほ場で試験を行った。プラスチックコンテナ(内寸35cm×50cm, 高さ:30cm)の内面に防根透水シートを敷き, 埴壤土をプラスチックコンテナの高さ25cmまで入れ栽培槽とし, シグモイド型肥効調節型肥料140日タイプ(N:P₂O₅:K₂O=14:12:13)60gを混和した後に, ‘葵ししとう’1株を4月27日に定植した。栽培槽を野外に置き, かん水チューブを設置した後, 降雨等による栽培槽への水の流入を防ぐため, 白黒マルチで土を覆った。整枝は吊り下げ誘引主枝4本仕立てで行った。

かん水を週4回行う多かん水区, 週3回行う標準区, 週2回行う少かん水区を設け, 6月15日から9月30日まで処理を行った。かん水は栽培槽の底面から水がしみ出るまで行った。1区あたり2株をまとめて集計し, 反復なしとした。

収穫は6月27日から9月30日まで週に2回行い, 果実の重量と曲がり果の個数を調査した。

4. 整枝が曲がり果の発生に及ぼす影響

2006年と2007年に、農業試験場内露地ほ場（75 m²）で試験を行った。2006年は畝幅180cm、株間60cm間隔で5月2日に‘葵ししとう’を定植した。基肥はN:P₂O₅:K₂O=2.7:2.9:2.0(kg/a)であった。2007年は畝幅150cm、株間60cm間隔で5月2日に定植した。栽培面積は60 m²で、基肥はN:P₂O₅:K₂O=0.9:0.8:0.9(kg/a)であった。整枝はいずれの年も吊り下げ誘引主枝4本仕立てで行った。

週に一回の間隔で腋芽や混み合った枝を間引く整枝区と剪定を行わない無整枝区を設け、栽培開始から調査終了時まで処理を行った。2006年は1区あたり7株（7.7 m²）、2反復とした。2007年は1区あたり3株（2.7 m²）、2反復とした。

収穫は2006年は6月5日から9月11日まで、2007年は7月4日から9月20日まで週に2回行い、それぞれの果実の重量と曲がり果の個数を調査した。

結 果

1. 発生実態調査

①, ③, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧, ⑪, ⑫ほ場では曲がり果の発生が少く、⑦以外のほ場ではチューブかん水を行い、畝土は適湿であった。一方、②, ④, ⑨, ⑩, ⑬, ⑭, ⑮ほ場では曲がり果の発生が多くみられた。②, ④, ⑨, ⑩, ⑭, ⑮ほ場では畝間かん水を行っており、⑭以外のほ場では畝間は過湿であったが畝土は乾燥しているか、ほ場全体が乾燥していた。⑬ほ場はかん水を行っておらず、ほ場全体が乾燥していた。また、②ほ場は無剪定で栽培管理を行っており、④ほ場は他のほ場に比べて明らかに生育が劣っていた。（第1表、第2表）

2. かん水方法の違いが曲がり果の発生に及ぼす影響

8月12日～9月20日の土壌体積含水率は、畝間かん水区でチューブかん水区に比べて高く推移した（第2図）。総収量に関しては畝間かん水区とチューブかん水区の間に有意な差はみられなかった。曲がり果は両区とも8月中旬から増加し、9月中旬の曲がり果発生率は畝間かん水区で27.4%と、チューブかん水区に比べて有意に高く、8月下旬以降で畝間かん水区の方が高い傾向にあった（第3表）。

3. 根域制限栽培におけるかん水頻度が曲がり果の発生に及ぼす影響

総収量は少かん水区と標準区は同程度で推移したが、多かん水区では8月上旬～9月上旬に急激に減少し、その後も標準区に比べて少なく推移した。少かん水区の曲がり果発生率は8月下旬以降標準区に比べてやや高く推移した。多かん水区の曲がり果発生率は8月下旬から増加し、9月下旬まで標準区に比べて高く推移した。（第3図）。

4. 整枝が曲がり果の発生に及ぼす影響

2006年では、整枝区と無整枝区の総収量はほぼ同様に推移した。曲がり果の発生は6月下旬から認められ、発生率は7月中旬～8月上旬に無整枝区は整枝区に比べて有意に高く、その他の時期も無整枝区で高い傾向が認められた（第4表）。

2007年では、無整枝区の総収量は整枝区に比べて多い傾向であった。曲がり果発生率は8月中旬

に上昇したが、2006年とは異なり整枝区と無整枝区の発生率はほぼ同程度で推移した。また、曲がり果の発生ピークは総収量が少なくなる8月中旬ごろであった（第5表）。

第1表 曲がり果の発生状況と栽培環境（2007年）

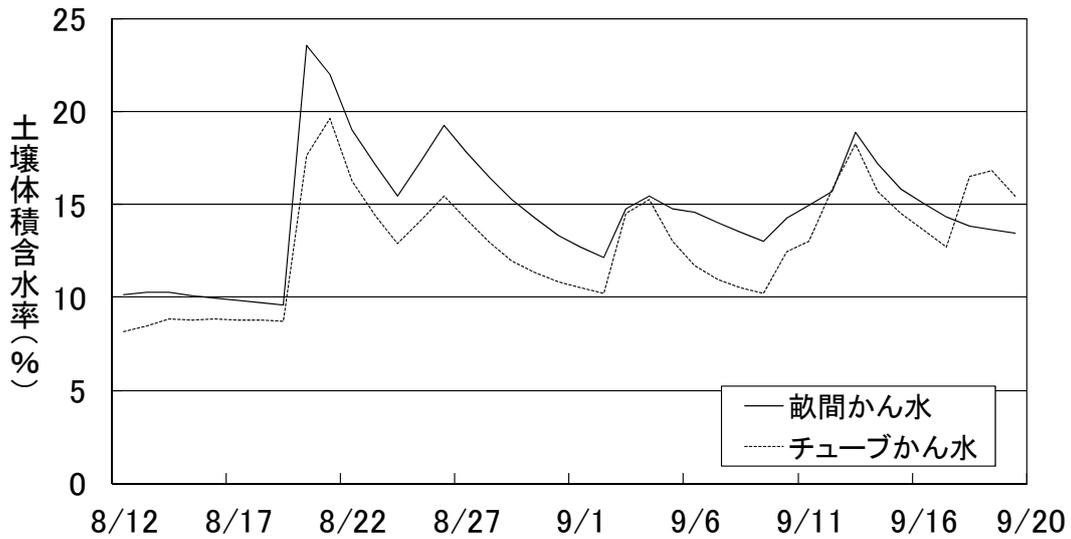
圃場番号	地区名	曲がり果発生状況 (達観)	灌水方法	土壌状態(達観)	備考
①	有田川町修理川	少	チューブ灌水	適湿	生育良好、草丈高
②	有田川町修理川	やや多	畝間	畝土:乾燥 畝間:過湿	無剪定栽培
③	有田川町谷	極少	チューブ灌水	適湿	生育良好
④	有田川町谷	多	畝間	畝土:乾燥 畝間:過湿	生育不良
⑤	有田川町長谷川	少	チューブ灌水	適湿	—

調査日：2007年8月31日。

第2表 曲がり果の発生状況と栽培環境（2008年）

圃場番号	地区名	曲がり果発生状況 (達観)	灌水方法	土壌状態(達観)
⑥	有田川町小川	少	チューブ灌水	適湿
⑦	有田川町上六川	少	畝間	適湿
⑧	有田川町修理川	極少	チューブ灌水	適湿
⑨	有田川町修理川	多	畝間	乾燥
⑩	有田川町立石	やや多	畝間	やや乾燥
⑪	有田川町谷	少	チューブ灌水	適湿
⑫	有田川町長谷川	極少	チューブ灌水	適湿
⑬	日高川町船木谷	多	かん水無し	乾燥
⑭	日高川町三百瀬	やや多	畝間	適湿
⑮	日高川町三百瀬	やや多	畝間	畝土:乾燥 畝間:適湿

調査日：有田川町は2008年9月5日、日高川町は8月22日。

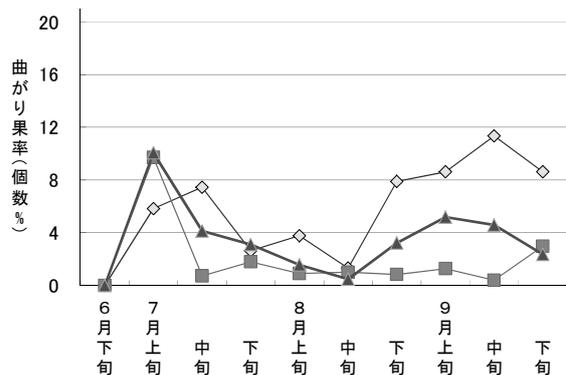
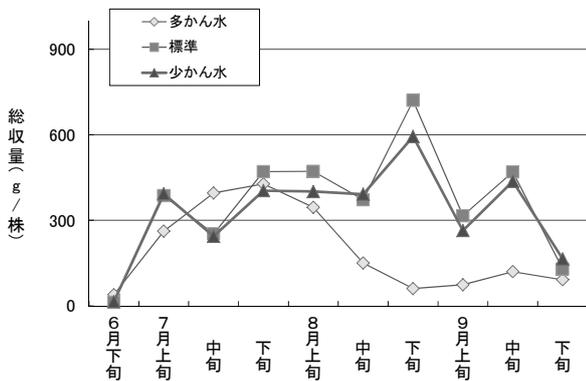


第2図 異なるかん水方法における土壌体積含水率の推移 (2009年)

第3表 かん水方法が総収量と曲がり果発生率に及ぼす影響 (2009年)

項目	試験区	7月			8月			9月			期間合計
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	
総収量 (kg/a)	畝間かん水区	23.7	77.4	58.6	98.4	38.8	80.1	135.0	130.2	16.6	658.8
	チューブかん水区	24.8	84.5	81.0	117.5	43.4	47.9	99.7	98.8	21.9	619.3
	有意性	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
曲がり果発生率 (個数%)	畝間かん水区	1.1	1.4	2.7	4.0	10.1	15.8	15.6	27.4	27.9	13.2
	チューブかん水区	2.9	1.1	4.3	4.8	12.8	12.1	11.3	12.9	23.4	8.7
	有意性	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*

* : 有意差あり $p < 0.05$, n.s. : 有意差なし (t検定)



第3図 かん水頻度が総収量と曲がり果発生率に及ぼす影響 (2011年)

第4表 整枝方法が総収量と曲がり果発生率に及ぼす影響 (2006年)

項目	試験区	6月			7月			8月			9月	期間合計
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	
総収量 (kg/a)	整枝区	2.3	9.0	30.0	81.3	53.8	97.9	72.4	44.2	105.9	131.3	628.2
	無整枝区	1.8	5.5	31.1	83.3	65.5	94.8	116.6	39.8	76.8	146.1	661.3
	有意性	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.						
曲がり果発生率 (個数%)	整枝区	0.0	0.0	0.0	0.5	1.2	3.8	0.4	3.3	1.1	2.5	1.8
	無整枝区	0.0	0.0	0.2	1.6	3.3	12.2	2.7	10.7	1.9	2.9	4.4
	有意性	-	-	-	n.s.	**	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

** : 有意差あり $p < 0.01$, * : 有意差あり $p < 0.05$, n.s. : 有意差なし (t 検定)

第5表 整枝方法が総収量と曲がり果発生率に及ぼす影響 (2007年)

項目	試験区	7月			8月			9月		期間合計
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	
総収量 (kg/a)	整枝区	51.6	77.4	96.7	22.7	28.3	88.0	106.6	83.5	554.8
	無整枝区	58.4	117.4	137.0	58.1	38.6	92.1	171.9	160.3	833.8
	有意性	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
曲がり果発生率 (個数%)	整枝区	5.1	4.4	5.2	8.1	18.1	4.2	6.1	1.9	5.4
	無整枝区	3.5	3.5	5.6	7.2	20.5	6.6	4.5	3.4	5.3
	有意性	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

* : 有意差あり $p < 0.05$, n.s. : 有意差なし (t 検定)

考 察

シシトウガラシの曲がり果では、わん曲部分より先に種子が形成されない。ナス、ピーマン果実障害である石果も同様に種子の形成が認められないがこの原因は、低夜温による花粉の稔性不良や、果実への同化養分の転流不足による種子形成不良とされる（加藤 1958b, 斉藤 2010）。また、施設栽培ピーマンにおいて、日中の高温や低夜温条件で肥大不良果、曲がり果、石果などの変形果が発生しやすく、これらの果実では種子数も少ないという事例が報告されている（沢畑ら 1980, 沢畑・小沼 1983a, 1983b）。この他に、ストレプトマイシン剤の薬害により果実内の種子数が少なくなり、果実の奇形が発生する事例（長井・深津 1971）がある。

曲がり果の発生実態調査では、畝間かん水を行っているほ場で曲がり果の発生が多く、かん水方法、かん水量が影響している可能性や着果負担の影響が考えられた。そこで、各処理区を設けて実験的に調べたところ、畝間かん水区では、畝の地表下 20cm の土壤水分がチューブかん水区に比べて湿潤に推移し、畝間かん水区で曲がり果発生率がチューブかん水区に比べて増加した。また、根域制限栽培では、多かん水区では収穫期後半にかん水過多による根腐れが原因と考えられる総収量の著しい低下とともに、曲がり果発生率が増加した。また、少かん水区でも曲がり果の発生がみられたが、これは土壤の乾燥で草勢が低下したと推測された。これらのことから、不適切な水分管理が果実への同化養分の転流不足を引き起こし、曲がり果の発生につながることを示唆された。

ピーマン、ナスなどのナス科植物では栄養生長と生殖生長を平行して行うため、担果数が増加することで養分競合により開花数が減少し、幼果や花が離脱する着果周期があることが知られている（福本ら 2004, 藤井・板木 1954, 益田ら 1966）。シシトウガラシにも同様の周期があり、着果負担によって葉面積あたりの同化量や根の吸水量が低下することが解明されている（加藤 1958a）。今回の試験でも、シシトウガラシの総収量には周期がみられ、整枝が曲がり果の発生に及ぼす影響の調査では 2 カ年とも総収量のピークを迎えた後に曲がり果発生率のピークが出現し、2006 年には整枝により曲がり果の発生が減少する傾向にあった。このことから、着果負担が同化量の低下や根の吸水量の低下などの一時的な草勢の低下を招き、曲がり果発生率が増加したと推察された。したがって、曲がり果の発生を軽減するためには、チューブかん水等による適切なかん水管理、脇芽や混み合った枝の剪除等の適正な整枝および果実の適期収穫を行う必要があると考えられる。

摘 要

シシトウガラシにおける曲がり果の発生要因解明のため、実態調査およびいくつかの栽培管理要因が曲がり果の発生に及ぼす影響について調査した。

曲がり果の発生の少ないほ場ではチューブかん水を行っており、畝土は適湿であった。一方、発生が多いほ場では畝間かん水を行っており、畝間は過湿であったが畝土は乾燥していた。

畝間かん水区とチューブかん水区の総収量に有意な差はなく、9月の曲がり果発生率は畝間かん水区でチューブかん水区に比べて多く、調査期間を通じても畝間かん水区の方が発生しやすい傾向にあった。多かん水区では根腐れと思われる症状により、総収量が急激に低下し、曲がり果が多く発生した。また、少かん水区は標準区に比べ曲がり果が多い傾向にあった。これらのことから、不適切な水分管理が、曲がり果の発生につながることを示唆された。総収量のピークを迎えた後に曲がり果発生率のピークが出現したことから、着果負担も影響していることが示唆され、かん水過多、不足などの不適切な水分管理や無剪定栽培などによる着果負担を助長する枝梢管理が曲がり果発生要因であると推察された。

引用文献

- 藤井健雄・板木利隆. 1954. 茄の着果周期に関する研究. 園学雑. 23 (1) : 1-8
- 福元康文・西村安代・島崎一彦. 2004. ピーマンの着果と着果周期に及ぼす着果負担の影響. 園学雑. 73 (2) : 171-177.
- 加藤徹. 1958a. 生理生態的特性. 農業技術体系 野菜編 ピーマン基礎編. 農山漁村文化協会. 追録第8号 : 基 12-20.
- 加藤徹. 1958b. 果実の成熟と品質. 農業技術体系 野菜編 ピーマン基礎編. 農山漁村文化協会. 追録第8号 : 基 51-69.
- 益田忠雄・平松幸雄・笹本諄一. 1966. ピーマンの生態に関する研究 主として開花結実の状態について. 岡山大学農学部学術報告. 第28号 : 37-42.
- 長井雄治・深津量栄. 1971. ピーマンに対するストレプトマイシン剤の薬害—果実の奇形と種子の欠如—. 関東東山病害虫研究会年報. 第18集 : 39.
- 斉藤隆. 2010. 果実発育の生理, 生態. 農業技術体系 野菜編 ナス基礎編. 農山漁村文化協会. 追録35号 : 基 99-114.
- 沢畑健次・小沼寛・猿田忠悦. 1980. 半促成ピーマンの変形果, 不良果および落果に関する研究. 茨城園試研報. 8 : 1-18.
- 沢畑健次・小沼寛. 1983a. 半促成ピーマンの変形果, 不良果および落果の原因 (1). 農及園. 58 : 53-56.
- 沢畑健次・小沼寛. 1983b. 半促成ピーマンの変形果, 不良果および落果の原因 (2). 農及園. 58 : 339-341.