傾斜ハウスおよび傾斜地対応型養液供給システムによる夏秋トマトの実証栽培

東出忠桐*・伊吹俊彦・笠原賢明・角川 修・迫田登稔・木下貴文

農業・食品産業技術総合研究機構近畿中国四国農業研究センター 765-0053 香川県善通寺市

Cultivation of Tomato in a Sloped Greenhouse by a Fertigation System Suitable for Use on Sloping Land

Tadahisa Higashide*, Toshihiko Ibuki, Yoshiaki Kasahara,
Osamu Sumikawa, Takatoshi Sakoda and Takafumi Kinoshita

National Agricultural Center for Western Region (WeNarc), National Agricultural and Food Research Organization (NARO), Zentsuji, Kagawa 765-0053

Abstract

To produce tomato in summer and autumn seasons in hilly and mountain areas steadily, we developed a sloped greenhouse and a fertigation system suitable for use on sloping land. We installed and tested the greenhouse and the fertigation system in three tomato-growing farms in Mikamo, Tokushima (about 300–370 m above sea level, 4–20° inclination). Cost of materials of the greenhouse and the fertigation system were ¥3,000,000 and ¥500,000 per 1000 m², respectively. Between 2002 and 2005, we compared tomato cultivation using a sloped greenhouse and fertigation system to cultivation under the conventional rain shelters. The number of times using insecticides under the greenhouse with an insect screen were lower than that under the conventional rain shelters. There was no consistent tendency in the number of times germicides were applied in the greenhouse compared to that under conventional rain shelters. Tomato yields from greenhouse cultivation with fertigation system for all years and all three growers were higher than those under the conventional rain shelters. Compared to the greenhouses, tomato yields under the conventional rain shelter demonstrated sharp fluctuations because of damage due to typhoon or plant diseases. We considered that installing a sloped greenhouse and fertigation system increased the tomato yield and income of the grower, although the initial costs were more expensive than those of installing conventional rain shelters.

Key Words : hilly and mountainous area, low input of agricultural chemicals, rain shelters, soilless culture, yield

キーワード : 雨よけ, 中山間, 減農薬, 収量, 養液栽培

緒 言

四国の中山間傾斜地では、夏季の冷涼な気候を利用し、夏秋トマトの栽培を行っている。傾斜地のトマト栽培は、プラスチックシートで畝ごとに簡単な被覆を行う簡易雨よけ施設によって行われているが、側面が開放状態のため強風や害虫、降雨によって生産が不安定となっている。傾斜地では、一般のアーチ型パイプハウスの建設は極めて困難であることから、傾斜地用の栽培施設として平張型傾斜ハウス（以下、傾斜ハウス）が開発され、傾斜地での安定的な施設栽培が可能となった（近畿中国四国農業研究センター、2002; 長崎、2005 ; 長崎ら、1999）。

一方、傾斜地では、圃場表土が傾斜上部から下部に向かって落ちるため、栽培開始前の土揚げ作業が必須となっており、長年の連作による土壌伝染性病害も深刻である。筆者らは、これらの問題を回避するため、傾斜地でも均一に給液できる傾斜地対応型の養液供給技術を開発するとともに、

傾斜地用の養液栽培システムを開発した（東出、2006; 東出ら、2005）。

本報では、夏秋トマトの安定生産をめざし、開発した傾斜ハウスおよび養液供給システムを中山間傾斜地の生産者に導入して行った実証栽培に基づいて、これらの技術の効果について報告する。

材料および方法

栽培試験は、徳島県三加茂町（現、東みよし町）K地区において行った。この地区は、標高300～600 m、傾斜度4～25°の山腹型傾斜畑地域であり、傾斜が急なために通常ハウスの建設は極めて困難である。現状では、簡易雨よけ施設によって夏秋トマトの栽培を行っているが、気象要因による裂果などの発生や病虫害の多発、価格の低迷など多くの問題点がある（迫田ら、2005）。

そこで、K地区の3戸のトマト生産者に第1図のような傾斜ハウスおよび傾斜地対応型養液供給システムを導入した。各傾斜ハウスは生産者Aでは傾斜度20°の東南東斜面に2002年に建設し、面積は440 m²であり、生産者Bでは傾斜度4°の北斜面に2003年に建設し、面積は283.5 m²で

あり、生産者Cでは傾斜度6°の東斜面に2004年に建設し、面積は495 m²であった。傾斜ハウスの初期投資額（資材費）は10 aあたり約300万円であった。また、傾斜地対応型養液供給システムは、主に原水の水圧を原動力として給液および肥料混入を行う低コスト・省エネルギー型のシステムであり、給液が不均一になることを防ぐため、管内水圧が一定以下になると液の吐出が停止する点滴資材を用い、本管の途中に逆止弁を設置して給液バルブを閉鎖した後の培養液の漏出を防止することができるものである（第1図、東出ら、2005）。傾斜地対応型養液システムは容易に自作でき、資材費は10 aあたり50万円であった。養液栽培（樹皮、ロックウール培地など）を行う場合はさらに66万円程度必要であった。

実証栽培試験は、生産者Aでは2002～2005年、生産者Bでは2003～2005年、生産者Cでは2004～2005年に行い、傾斜ハウスおよび養液供給システムを利用した栽培（以

第1図 傾斜ハウスおよび傾斜地対応型養液供給システム

下、ハウス養液栽培）と慣行の簡易雨よけ栽培とを比較した。なお、ハウス養液栽培では、生産者Aは養液土耕栽培を、生産者BおよびCはロックウールおよび樹皮培地による養液栽培を行った。慣行の雨よけ栽培は晩霜のおそれがない時期に定植し、低温により収穫が不可能になるまで栽培するものであるが、ハウス養液栽培では、施設により霜や低温の影響を受けにくいと考えられるため、第2図に示すような作型を設定した。また、傾斜ハウスにおいては、慣行雨よけ栽培では施設の構造上設置が困難な防虫ネット（目合い0.6 mm）および非散布型製剤（黄色テープ）を利用した。農薬散布は、各生産者の判断で病害虫の発生状況に応じて行った。

第1表に、試験期間中のハウス養液栽培および慣行雨よけ栽培における生産者、年ごとの使用品種、定植日、収穫終了日および栽植密度などを示した。ハウス養液栽培では、2003年のみ加温を行い、他の年は無加温で栽培した。養液供給システムでは、大塚SA処方の培養液を使用し、ECを1.2～2.5 dS・m⁻¹とし、給液は24時間タイマーとサブタイマーで制御した。1日の給液量は株当たり0.3～1.75 L程度とし、天候や生育ステージに応じて1日10回～20回程

作 型	月											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
ハウス養液	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○
慣行雨よけ	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○

○:播種 ▲:接ぎ木 ◎:定植 #:雨よけ
:育苗期間 ———:本圃育成期間:収穫

第2図 標高300 m以上の中山間傾斜地における夏秋トマト栽培の作型

第1表 ハウス養液および慣行雨よけ栽培における使用品種、定植日および栽植密度

生産者	年	ハウス養液				慣行雨よけ			
		品種	定植日 (月/日)	収穫終了日 (月/日)	栽植密度 (本・10 a ⁻¹)	品種	定植日 (月/日)	収穫終了日 (月/日)	栽植密度 (本・10 a ⁻¹)
A	2002	桃太郎 8	5/29	12/25	2200	桃太郎 8	5/17, 5/31	11/18	2200
	2003	桃太郎 ファイト	4/29	12/18	2350	桃太郎 ファイト	5/19	11/7	2280
	2004	桃太郎 8	4/19	12/1	2273	桃太郎 8	6/1	9/8	2471
	2005	桃太郎 8	4/26	12/1	2282	—	—	—	—
	2006	—	—	—	—	—	—	—	—
B	2002	— ²	—	—	—	—	—	—	—
	2003	桃太郎 ファイト	4/25	12/11	2266	桃太郎 8	5/16, 5/17	11/21	2200
	2004	桃太郎 ファイト	4/19, 5/1	11/19	2200	桃太郎 ファイト	6/1	11/19	2202
	2005	桃太郎 8	5/4, 5/16	12/26	2557	桃太郎 ファイト	5/20, 6/1	11/3	2275
	2006	—	—	—	—	—	—	—	—
C	2002	—	—	—	—	—	—	—	—
	2003	—	—	—	—	—	—	—	—
	2004	桃太郎 8	4/23, 5/4	11/16	2198	桃太郎 ファイト	5/21, 5/22	11/4	2200
	2005	桃太郎 8	5/4, 5/11, 21	12/4	2626	桃太郎 ファイト	5/20, 5/21	11/3	2200
	2006	—	—	—	—	—	—	—	—

²栽培なし

度に分けて給液を行った。雨よけ栽培では、灌水は生産者の判断で行い、施肥については、生産者 A はパーク堆肥による元肥と養液栽培と同一な液肥による追肥を行い、生産者 B および C はこの地域の慣行施肥と同様に、土壌分析に基づいて元肥を施肥し、化成肥料による追肥を行った。収穫終了段数は、いずれの年度、生産者とも、ハウス養液栽培では 14～16 段、慣行雨よけ栽培では 10～13 段とした。生産者ごとにハウス養液栽培および慣行雨よけ栽培におけるトマト果実の収量、A 品率などを調査した。

結果および考察

殺虫剤の使用回数は、慣行雨よけ栽培に比べてハウス養液栽培の方が少ない傾向がみられた（第 2 表）。慣行雨よけ栽培ではコナジラミ類の発生が著しく、これに対応するために多くの回数の殺虫剤散布が必要であった。一方、ハウス養液栽培では、ハウス内でのコナジラミ類の発生は少なかった。これは、防虫ネットおよび非散布型製剤（黄色テープ）の効果によるものと考えられた。殺菌剤の使用回数は、ハウス養液栽培および慣行雨よけ栽培との間で明確な差はみられなかったが、ハウス養液栽培では栽培期間が慣行雨よけ栽培よりも 1～2 か月も長かったことから、使用頻度としては低かった。一方、ハウス養液栽培では、栽培期間の拡大に伴い、栽培後期の夜間にハウスを閉め切ることから、結露や高湿度による灰色かび病などの病害が発生しやすい傾向がみられた。なお、殺菌剤のうち、特定農薬および微生物農薬については生産者が使用方法を習熟しておらず、発病初期の散布が効果的な薬剤を全く発生のおそれのない時期に散布したり、発病前に散布すべき薬剤を病害が蔓延してから散布したりなど、効果が低い状況での散布も多かった。また、生産者 A の 2005 年の農薬使用回数が他者に比べて著しく多いのは、実証栽培試験以外のハウスで必要となった防除を兼ねて行ったからであり、ハウス養液裁

培の場合に多くの農薬散布が必要であったわけではなかった。これは、生産者にとっては農薬の削減は経費削減にはなるが、それ以上の利点は少なく、1 回の散布で複数の圃場に対応するための作業的な面を優先した結果である。

今回、各生産者ともハウス養液栽培と慣行雨よけ栽培のトマトを分けて出荷した結果、出荷価格はハウス養液栽培でやや高い傾向がみられた。市場出荷を行う現状の出荷形態では、生産者個人レベルでの農薬削減が出荷価格に反映されることは少ないものとみられることから、この出荷価格の差が何に由来するものかは特定することはできなかった。

トマト果実の収量は、すべての生産者および栽培年において、ハウス養液栽培で慣行雨よけ栽培に比べて著しく多く、ハウス養液栽培の収量は、2005 年にはどの生産者においても 10 a 当たり 14 t を超えた（第 3 表）。一方、慣行雨よけ栽培では、収量が低だけでなく、生産者による違いや年による差も大きく、生産は不安定であった。慣行雨よけ栽培の収量が低い原因としては、台風や病害などの影響が大きいと考えられる。台風の被害としては、2004 年 8 月 30 日の台風 16 号および同年 9 月 7 日の台風 18 号による記録的な豪雨と暴風による被害が大きかった。地域の観測点における最大瞬間風速は台風 16 号で $41.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 、台風 18 号で $36.7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ であり、簡易雨よけ施設の一部は壊滅的な被害を受けた。そのため生産者 A は慣行雨よけ栽培を途中で打ち切るとともに、翌年以降、慣行雨よけ栽培を取り止めることとなった。病害としては、生産者 A の雨よけ栽培では 2002 年には青枯れ病が多発し、翌年以降も一部の圃場の作付けを中止しており、2003 年には萎凋病も発生した。生産者 B および C でも 2004 年に青枯れ病および軟腐病の発生がみられた。生産者 C では、2005 年に黄化萎縮病などのウイルス病が多発した。生産者 B における 2003 年の慣行雨よけ栽培の収量が著しく低い理由は特定できないが、北斜面の圃場であるため天候不順による日射不足や土

第 2 表 ハウス養液および慣行雨よけ栽培における農薬使用回数

生産者	年	農薬使用回数（剤・回）					
		ハウス養液			慣行雨よけ		
		殺虫剤	殺菌剤 ^z	殺菌剤 ^y	殺虫剤	殺菌剤 ^z	殺菌剤 ^y
A	2002	2	7	0	12	8	0
	2003	2	12	17	13	16	0
	2004	5	9	13	11	4	4
	2005	26	18	1	—	—	—
B	2002	— ^x	—	—	—	—	—
	2003	3	3	8	4	6	3
	2004	— ^w	—	—	—	—	—
	2005	9	13	3	9	8	0
C	2002	—	—	—	—	—	—
	2003	—	—	—	—	—	—
	2004	9	8	4	11	6	2
	2005	11	11	1	13	12	0

^z 化学合成農薬, ^y 特定農薬または微生物農薬, ^x 栽培なし, ^w データなし

第3表 ハウス養液および慣行雨よけ栽培における収量およびA品率

生産者 年	収量 (t・10a ⁻¹)		A 品率 (%)	
	ハウス養液	慣行雨よけ	ハウス養液	慣行雨よけ
A 2002	13.14	7.27	78.6	78.9
	2003	15.01	7.37	79.7
	2004	12.74	9.16	79.8
	2005	15.45	— ^z	76.9
B 2002	—	—	—	—
	2003	12.83	3.62	96.7 ^y
	2004	12.36	8.46	97.4
	2005	14.08	10.71	98.0 ^y
C 2002	—	—	—	—
	2003	—	—	—
	2004	13.32	9.91	88.9
	2005	14.09	9.70	90.4

^z 栽培なし, ^y 一部 (農協出荷分以外) 未調査

壤水分の過剰, 栽培管理の不備が考えられる. 慣行雨よけ栽培では追肥の効果が天候によって大きく左右されるため, 養水分の過不足による障害がしばしばみられた. 具体的には, 養水分過剰による異常茎 (窓開き, 芯止まり) の発生や, 逆に養水分不足によって成長点付近の茎が細くなり, 着果数が減少する現象も多く, 短期的な収量の変動がみられた. 以上の点から, ハウス養液栽培において収量が大幅に増加した要因としては, 無加温でも慣行雨よけ栽培に比べて収穫期間が前後に拡大されたこと, 病害や天候による被害が回避でき, 樹勢が適正に維持されたことが考えられる. A 品率は, 生産者によって程度の差はあるが, ハウス養液栽培が高い傾向がみられた. また, 数値では示せないが, 生産者や市場関係者からは, ハウス養液栽培の果実の方が雨よけ栽培よりも果皮が薄く食感がよく, 表面にシミや汚れなどがなくきれいであるという意見が多かった. これは, 畝の上部しか被覆しない簡易雨よけ施設では雨滴が直接, 果実を濡らすのに対し, 傾斜ハウスでは雨滴が作物を直接濡らすことはないからであると考えられる.

簡易雨よけ施設による夏秋トマト栽培は岐阜県の中山間地に始まり (二ツ寺ら, 1976), 各地に広がったものであり (高橋ら, 1983; 富田ら, 1981; 雪竹, 1982), 露地栽培に比べると収穫期間や収量が向上するのが特徴である (山本ら, 1983). しかし, 本研究の結果から示されるように, 傾斜ハウスと比べると簡易雨よけ栽培では病虫害や台風などの被害を受けやすく, 生産は不安定であるといえる.

簡易雨よけ施設の資材費は10a当たり約60万円と安価であるが, 傾斜ハウスの資材費は, 通常のパイプハウスと同程度の10a当たり約300万円である (迫田ら, 2005). これに養液供給システムを入れると約350万円となる. 日本施設園芸協会 (2005) は, 施設園芸に関する将来ビジョンにおいて, 小規模パイプハウスによる高冷地・中山間地の夏秋トマト栽培の収量を現状の10a当たり8tから, 将来

は10a当たり約11tに増加すると試算している. 先に示したように, 本試験の傾斜ハウスに養液供給システムを導入した場合の収量は, この試算の11tを超え, 10a当たり14t以上であった. トマトの出荷単価を300円・kg⁻¹とすると6tの収量の増加に伴い, 農家収入は180万円増加すると試算されることから, 傾斜ハウスおよび養液供給システムの導入効果は大きいと判断される. 日本施設園芸協会の試算では, パイプハウスの施設費を10a当たり136万円としており, 傾斜ハウスよりも安価である. しかし, 傾斜地に簡易ハウスを建設することは非常に困難であり, さらに傾斜ハウスは簡易ハウスよりも強度的に優れる (伊吹ら, 2006) ことから, 台風などの被害も受けにくいと考えられる.

傾斜ハウスおよび養液システム導入によるその他の効果としては, 慣行雨よけ栽培に比べて栽培期間が2か月程度拡大したのにも関わらず, 殺虫剤使用量を削減できることがあげられる. また, トマト栽培の後に他の作物を導入して, 施設や装置を有効利用することも可能である. さらに傾斜ハウスの導入により, 雨天時でも作業ができることは生産者にとって大きな利点である. さらに養液栽培を導入すると, 土壌病害, 土作り, 傾斜地特有の土揚げ作業などが回避できるなど, 利点は多い. 一方, 今後の課題としては, 夏季の高温, 栽培期間後半に発生しやすいかび病類への対策などがあげられる.

摘 要

中山間傾斜地における夏秋トマトの安定生産のために開発した傾斜ハウスおよび傾斜地用養液供給システムを, 徳島県三加茂町 K 地区 (標高 300 ~ 600 m, 傾斜度 4 ~ 25°), 山腹型傾斜畑地域の3戸のトマト生産者に導入し, その効果を検討した. 傾斜ハウスの資材費は10a当たり300万円程度, 傾斜地対応型養液供給システムの資材費は10a当たり50万円であり, 養液栽培を行う場合はさらに66万円程度必要であった.

2002 ~ 2005 年に傾斜ハウスおよび養液供給システムを利用した栽培 (ハウス養液栽培) と慣行の簡易雨よけ栽培とを比較した. ハウス養液栽培では, 慣行雨よけ栽培では設置が困難な防虫ネットおよび非散布型製剤の利用により, 殺虫剤の使用回数を減らすことができた. 殺菌剤の使用回数は, ハウス養液栽培と慣行雨よけ栽培との間で明確な差はみられなかった. トマト果実の収量は, すべての生産者および栽培年において, ハウス養液栽培の方が慣行雨よけ栽培に比べて著しく多かった. 雨よけ栽培では, 収量が少ないだけでなく, 台風や病虫害の影響を大きく受けて収量が変動しやすいことが推察された. 以上より, 傾斜ハウスおよび養液供給システムは, 安価な簡易雨よけ施設に比べるとコストはかかるものの, 収量の増加と安定生産によって農家収入も増加することから, 導入効果は大きいと判断される.

謝 辞 本研究は, 農業・生物系特定産業技術研究機構,

地域先導技術総合研究「傾斜地特性を活用した野菜等の高付加価値生産技術体系の確立(2002～2006)」の一部として行われた。本試験の実施に協力頂いた徳島県三加茂町トマト生産者の谷操氏, 久保春好氏, 久保治氏およびご家族のみなさまに深く感謝します。

引用文献

- ニッ寺勉・小池法雄・羽賀 豊. 1976. 冷涼地夏秋トマトの新作型設定に関する研究. 岐阜高冷地農試研報. 1: 1-63.
- 東出忠桐. 2006. 山間の傾斜地を利用したトマトの施設生産. 野茶研集報. 3: 85-90.
- 東出忠桐・笠原賢明・伊吹俊彦・角川 修. 2005. 傾斜地トマト栽培のための低コスト・閉鎖系養液栽培システムの開発. 園学研. 4: 33-40.
- 伊吹俊彦・角川 修・東出忠桐・笠原賢明・篠 和夫. 2006. 平張型傾斜ハウスの構造変更による適用性拡大. 平成17年度近畿中国四国農業研究成果情報. 177-178.
- 近畿中国四国農業研究センター. 2002. 平張型傾斜ハウスの施工マニュアル. 26 pp.
- 長崎裕司. 2005. 中山間傾斜地の施設生産における省力化・快適化の現状と課題. 野茶研集報. 2: 45-50.
- 長崎裕司・川嶋浩樹・野中瑞生・吉川省子. 1999. 不整形な傾斜圃場に適した低コスト平張型傾斜ハウス. 平成11年度四国農業研究成果情報. 18-19.
- 日本施設園芸協会. 2005. 6. 施設園芸に関する将来ビジョン体系5-1 小規模簡易ハウス高付加価値栽培トマト(高冷地・中山間地). 平成16年度最先端施設園芸技術実用化促進事業報告書. 147-152, 184-188.
- 迫田登稔・室岡順一・島 義史. 2005. 四国傾斜畑地域における営農に対する新技術導入の効果と課題. 農林漁業問題研究. 158: 135-140.
- 高橋春實・高井隆次. 1983. 寒冷地における夏秋トマト栽培に関する研究. 秋田県農短大研報. 9: 119-127.
- 富田秀弘・柳田雅芳・大場貞信・岩瀬利己. 1981. 寒冷地における雨よけ栽培トマトの品質について. 東北農研. 29: 247-248.
- 山本忠志・佐藤忠弘・長谷川一. 1983. 夏秋トマト栽培に関する研究, 第1報 雨よけ施設の経済性. 東北農研. 33: 221-222.
- 雪竹照信. 1982. 中山間地域における夏秋トマトの簡易被覆栽培法に関する研究. 佐賀農試研報. 22: 39-63.