

# 土壌水分制御による砂ベッドおよび砂地野菜栽培

Vegetable cultivation in sand-bed and sand dune field by soil moisture control

井上光弘

INOUE Mitsuhiko

## 1. まえがき

近年、野菜栽培に対する消費者のニーズは、外観だけでなく品質面も重視するようになってきた。筆者は数年に渡ってハウス内の砂ベッドおよび砂地の、コマツナ、メロン、サラダナ、ホウレンソウの野菜栽培試験に携わってきた。

ここでは、企画セッション「高品質化と畑地かんがい」に参画し、その中で、土壌水分制御によるハウス内の砂ベッドおよび砂地野菜栽培について話題提供し、土壌水分制御が、野菜の収量と品質に、どのように影響を及ぼすか、について、実験結果を紹介するものである。

## 2. 自動灌漑システム

自動灌漑システムは、設備投資を行うので、それに見合う効果を必要とする。例えば、自動化による労働力の軽減によって生み出された時間を他に転用できる。あるいは、均等な灌漑によって野菜生産物の大きさや品質が揃い、安定した商品（高品質ほど高値がつく）を確保できる。適切な水分管理によって作物の生育期間を短縮できる。適切な土壌管理によってハウス内の砂ベッド野菜栽培の連作が可能となる。などの効果がある。

本研究では、共同開発した感圧センサー（サンケイ理化（株）SK-5500ET、商品名、アンサク）と灌水制御器（サンケイ理化（株）SK-5801）を使用した。灌水制御器は、例えば、10秒灌漑して、その後30秒間給水を休止するというサイクルを繰り返すことが可能なシステムである。砂は土壌中の浸潤速度が他の土壌に比べて大きいので、点滴灌漑のエミッターからの散水強度を小さく調節できる機能を有することが、根群域から下方への浸透損失を少なくするために必要である。

## 3. 砂ベッド栽培

砂ベッド試験区の実験では、長さ30m×幅60cm×厚さ7cmの砂ベッド（住友電気工業（株）、登録商標サンドボックス）を用い、砂ベッドの土壌面は地面から高さ70cmにあり、

膝を曲げないで野菜の栽培管理ができるという特徴を有する。また、2台1組の砂ベッドと隣の1組の砂ベッドとの間は通路で、小さな押車による運搬が可能で、定植、除草、収穫などの作業が容易で、これに自動灌漑装置を整備することによって、さらに労働力の軽減を図ることができる栽培システムである。点滴灌漑システムは、ライン間隔30cm、エミッター間隔25cmで、砂ベッド全体へ均等に灌漑されることを確認した。砂ベッドの中央、深さ4cm（セラミック円筒の中心の位置）に感圧センサーを埋設した。

### 3.1 異なる水分制御範囲と収量

最適な土壌水分管理を検討するために、異なる水分制御範囲（吸引圧水頭34~38、26~30、24~28、22~26、20~24、14~18cm）を設定して、砂ベッドでサラダナを栽培（5月22日播種、条間15cm、株間25cmの4条）し、定植後27日目の地上部乾物重、地上部生体重、ならびに水利用効率（1Lの灌漑で何gの乾物量を生産するか）を比較した。その結果、吸引圧水頭が26~30cmの範囲で制御した試験区の生育収量と水利用効率が高い結果が得られた。

### 3.2 タイマー制御による生育収量との比較

砂ベッドでサラダナを供試し、感圧センサーを用いて吸引圧水頭を25~30cmの範囲に制御した砂ベッド区と、タイマー制御による砂ベッド区を設け、サラダナ栽培による生育収量（10月22日定植）を比較した。ここで、タイマー区は、定植後30日まで1回12分間の灌漑を1日3回、それ以降は1回15分間の灌漑を1日2回行った。定植後20日から2日毎に、草丈、葉数、地上部生体重、地下部生体重、葉面積を10個体無作為抽出で測定し、定植後42日に乾物重を測定した。

タイマー区の生育量を100%として、センサー区の生育量と比較した結果、定植後42日目のセンサー区の乾物重は125.5%と良好であった。市場への出荷サイズは、地上部生体重が1株あたり100g程度である。定植後30日目ま

では地上部生体重の差異はほとんどないが、その後、センサー区は定植後 35 日目、タイマー区は 43 日目にその生育状態に達し、センサー区の方がタイマー区よりも 8 日も早く収穫基準値に到達した。センサー区の水分管理は、生育期間を短縮して栽培することができ、年間の作付け回数を 9 作以上に増やすことが可能であり、経済効果が高いことが明らかになった。タイマー制御とセンサー制御との差異は、前者が灌漑水量を一定に、後者が土壌水分状態を一定の範囲に維持するように制御して水分管理している。タイマー制御は、日射や温度等の天候の差異、作物の根による吸引に応じた水分管理が困難で、定時に灌漑を開始する。しかし、感圧センサーによる自動灌漑は灌水作業の省力化とともに、適切な水分管理を行えば、栽培期間の短縮が図れるため、砂ベッドの野菜栽培において有効な方法である。

#### 4. 砂地栽培

ハウス内砂地試験区の実験では、幅 60cm 長さ 6m の試験区を 3 つ作成し、長辺方向中央に 1 本と、この両側に 20cm 間隔で、合計 3 本の点滴ライン(エミッター間隔 10cm の T テープ)を設置した。灌漑試験期間は、2 本のラテラルラインの中間、深さ 5cm に感圧センサーを埋設した。吸引圧水頭が 10~20cm, 20~30cm, 30~40cm になるように自動灌漑装置で制御した。野菜として、ホウレンソウを供試した。砂地圃場に基肥として、10 アール当たり、N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O をそれぞれ 28kg, 26kg, 27.2kg 与えた。10 月 21 日に播種し、最初の 15 日間は各試験区ともジョロで 1 日 3 L (0.83mm 相当) 与え、播種後 15 日から 60 日は、前述の深さ 5cm の土壌水分状態で自動灌漑した。また、播種後 60 日から 70 日までは慣行に従って水切りを行った。各試験区 (3.6 m<sup>2</sup>) の植栽間隔は 10cm で、ラテラルラインから 5cm 離して播種した。したがって、試験区の全株数は、ちどり植えて 242 株である。

播種後、30 日、45 日、60 日に生育調査、70 日に収量調査を行った。岩井らによると、収量(新鮮物)は秋播きのもので 1.5~2.0 t/10a が標準である。これを我が国の基準商品として判断すると、20~30cm 水分制御試験区の 1.91 t/10a が合格で、30~40cm 水分制御試験区の水分的ストレスを与えた場合は 0.83 t/10a となり生産性が劣る。

次に、品質の面からホウレンソウの青みを葉緑素で比較してみた。方法は葉緑素計を用いて、

クロロフィル含量(mg/100cm<sup>2</sup>)を求めた。また、ヒドラジン法によって、アスコルビン酸(ビタミン C)を測定した。その結果、吸引圧水頭 20~30cm の水分制御試験区はクロロフィル含量が 5.1 (mg/100cm<sup>2</sup>)になり、品質として合格であった。また、アスコルビン酸についても、同様に、20~30cm に制御した試験区がダンカンの多重検定によって有意な差があると認められた。しかし、他の水分制御試験区は、これらの測定値が低く品質に問題があると推察された。

以上、葉野菜のホウレンソウを例に、砂地試験区で栽培した結果、野菜の商品価値から収量と品質を考えると、今回の実験のように吸引圧水頭 20~30cm (pF1.3~1.48 に相当)で水分制御する方法が好ましいことが明らかになった。

#### 5. あとがき

野菜栽培に適した壤土と比較して、砂という特殊土壌は、灌漑後の透水性が高いことから、保水性や保肥力に乏しく、栽培に多くの水や肥料が必要とされてきた。しかし、点滴灌漑による水管理や施肥管理を適切に行うことによって、逆に砂の排水性が高いという特徴を生かすことができる。水切りなどによる糖度の増加、リーチングによる連作の可能性、水分制御による収量と品質の増加などの現象がその良い事例である。砂ベッドおよび砂地野菜栽培の自動灌漑に感圧センサーを採用し、これまで困難であるとされてきた砂の土壌水分状態を正確に制御できるようになったことがシステム構築のポイントである。頂部に空気溜めのある圧力変換器付きのテンシオメータは温度依存があり、絶乾から飽和まで測定できる誘電率水分計は、安価でも、施肥状態や温度によって水分誤差が大きく、正確な水分制御ができないセンサーもあるので、採用する場合には注意を要する。

土壌中の水分管理は、野菜の収量と品質を決定づける重要な因子であることを示した。今後、作物ごとに適切な水分制御範囲の模索が必要で、数多くの実証試験が繰り返されるであろう。

#### 引用文献

- 井上光弘 (1994) 埋設型土壌感圧水分センサー . 日本砂丘学会誌, 41(2) : 74 - 79
- 井上光弘・竹内芳親 (1997) 砂ベッド野菜栽培における埋設型土壌感圧水分センサーによる土壌水分制御 . 日本砂丘学会誌, 44(1) : 30 - 35
- 井上光弘・竹内芳親 (2000) 土壌水分制御によるハウス内の砂ベッドおよび砂地野菜栽培 . 農業及び園芸, 75(5) : 64 - 75
- Nishihara, E., M. Inoue, K. Kondo, K. Takahashi, and N. Nakata (2001) Agricultural Water Management, 51: 217-229