エブ&フロー灌水方式によるキャベツセル成型苗の 低コスト・省力・大量育苗システムの開発

吉岡 宏^{1*}・佐藤文生¹・藤原隆広^{1**}・福高恭史²・藤井泰志²

¹野菜茶業研究所 514-2392 三重県安芸郡安濃町草生

²株式会社クボタ 590-0823 堺市石津北町

Development of a Low-cost, Labor-saving and Mass Production Nursery System of Cabbage Plug Seedlings by Ebb and Flow Irrigation

Hiroshi Yoshioka^{1*}, Fumio Sato¹, Takahiro Fujiwara^{1**}, Kyoshi Fukutaka² and Yasushi Fujii²

¹National Institute of Vegetable and Tea Science, Ano, Mie 514-2392

²Kubota Corporation, Sakai, Osaka 590-0823

Summary

For the purpose of low-cost and labor-saving in the uniform production of cabbage plug seedlings on a large scale, an ebb and flow (E&F) irrigation system was developed. Uniform cabbage plug seedlings with high adaptability for mechanical transplantation were raised by E&F irrigation once a day for 10 minutes using 1/10 Enshi standard solution, although they showed slower growth than seedlings irrigated in an ordinary way by hand. Seedlings for more than 40 trays can be raised together by this system. Working time required for seedling production was reduced to 50% by utilizing this system compared with that required by an ordinary manual irrigation system.

キーワード： エブ&フロー灌水，育苗装置，キャベツ，セル成型苗

緒 言

キャベツ栽培におけるセル成型苗の利用は，育苗のシステム化による大量育苗や移植機との組み合わせによる定植作業の省力化などが可能なことから，近年，急速に普及している（農林水産先端技術産業振興センター，1999）。しかし，セル成型苗は，少量の培地でしかも高密度の条件で育苗されることから，苗生育の不揃いが発生しやすく，大きな問題となっている（吉岡，1999）。キャベツセル成型苗の育苗では，灌水法として頭上灌水方式が一般的に用いられているが，この灌水方式では，育苗後期に灌水むらが起こりやすく，苗生育はもとより苗質の不揃いを引き起こしやすい。一方，セル成型苗の育苗は育苗管理に熟練した技術が必要であり，キャベツ栽培農家が自ら育苗を行おうとすると，定植作業などの作業競合が起きることから，育苗管理の省力化が可能で，管理作業の簡易なセル成型苗の育苗技術が必要となる。

セル成型苗の灌水むらを防ぎ，灌水作業の自動化が可能な灌水方式として，一定時間湛水して底面給水させた後，落水するエブ&フロー（E&F）灌水方式があり，アメリカなどでは一部で実用化されている（Thomas, 1993）。我が国においても同方式によるセル成型苗育苗法の開発が進められ，特に重要となる灌水の制御法について，村田ら（1992）はテンションメーターを用いた自動制御法を，また，渋谷ら（1999）は電子天秤による蒸発散量を基に自動制御する方式を開発している。しかし，これらの灌水制御方式を採用した育苗システムでは，灌水管理の精度は高まるものの，システムが高価であることが欠点である。

そこで，既存のE&F灌水の自動制御システムより安価な方式によって，低コストで，生育の均一なキャベツセル成型苗の省力・大量育苗システムの開発を試みた。なお，技術開発に当たっては，農家に導入可能な技術とするため，開発の目標を①低コスト化と省力化のため，可能な限り単純な育苗装置と管理技術の開発，②10 a相当の苗生産が可能な育苗装置の規模とした。

2002年1月18日 受付，2002年7月26日 受理。

本報告の概要は園芸学会平成13年度秋季大会において発表した。

*Corresponding author.

**現在・近畿中国四国農業研究センター

第1図 エブ&フロー灌水方式によるセル成型育苗装置の概要

材料および方法

1 E&F 育苗装置の開発

花きなどの鉢物栽培に用いられる市販の底面給水用ベンチを利用し、E&F灌水方式の育苗装置(第1図)を試作・開発した。本装置は長辺600cm×短辺125cm×深さ12.5cmの水槽状の塩ビ製育苗ベンチ、500literの液肥タンク、液肥循環用ポンプ(テラダポンプ、CMP1-50.2TF)、ポンプ制御用タイマーおよびタンクの減水を自動補給するためのフロート弁・電磁弁・タイマーで構成した。育苗ベンチは長辺方向に幅2cm、深さ2cmの排水溝を7本備え、給排水は育苗ベンチの両端の2か所で給排水自動バルブを介して行う方式であり、給水時間はタイマーによる制御方式を採用した。セルトレイはアンダートレイに載せ、底穴を空気に曝すことで底穴からの根の伸長を抑える処理であるエアプレーニングを行うために、直径2cmの園芸用支柱を台にして育苗ベンチ上に置いた。なお、本育苗装置は、標準規格のセルトレイが最大で40枚収容できる

2 キャベツセル成型苗の育苗

開発した育苗装置を用い、1999年から2年間にわたって、キャベツセル成型苗の育苗試験を繰り返し実施した。育苗には128穴セルトレイを用い、培養土は肥料成分を含まないピートモス系の培養土(クボタ無肥料培養土)を用いた。試験区は開発した育苗装置によるE&F区と人手で散水ノズルを操作して灌水する慣行の手灌水区の2区

とした。E&F区は、別途実施した試験の結果(佐藤ら、2002)から、液肥として園試処方1/10濃度液を採用し、播種直後から1日に1回(午前9時、10分間)のE&F灌水を行った。また、育苗後期にタンク内の液肥のECを指標として園試処方標準液を加え、開始時のECレベルまで高める追肥を行った。毎日の灌水後、水道水を自動補給し、液肥タンクの水量を500literに保った。手灌水区は、金網ベンチ上での育苗とし、園試処方1/10濃度液を用い、頭上灌水方式による灌水同時施肥とした。

育苗を終えた苗は、葉数、草丈、地上部乾物重、地下部乾物重、葉色(SPAD値)などについて調査を行うとともに、農家圃場(三重県一志町)に畝幅60cmの1条畝に株間35cmで機械定植し、機械定植適性、収量などを調査した。なお、機械定植適性評価の試験にはクボタ全自動移植機(SKP-1D)を用いた。また、施肥、栽培管理などは栽培農家の慣行法に準じて行った。

育苗に要した作業時間の計測は、発芽不良等による欠株を考慮し、40枚のセルトレイ苗がキャベツ栽培の10aに相当することを前提として調査した。すなわち、各区40枚のセルトレイについて、培養土の充填、播種、覆土、液肥調整および灌水について、要する作業時間を計測した。なお、手灌水区の灌水は1日1回とし、1回に要する平均的な作業時間と育苗日数から算出した。

結果

開発したE&F育苗装置の液肥循環ポンプは、10分間

第2図 液肥のECの変化
品種・新若夏, 播種:1999年10月15日, ↓:追肥

第3図 育苗方式の違いが苗の地上部乾物重に及ぼす影響
品種・新若夏, 播種:1999年10月15日, 平均値±標準誤差 (n=10)

第1表 育苗方式の違いが定植苗の形質に及ぼす影響

区	葉 数 (枚)	草 丈 (cm)	地上部乾物重 (mg)	地下部乾物重 (mg)	T/R 比	葉 色 (SPAD 値)
E & F	3.2 ± 0.1	7.9 ± 0.1	113.9 ± 3.5	25.2 ± 1.0	4.5	38.6 ± 0.7
手灌水	3.5 ± 0.1	8.7 ± 0.3	152.9 ± 7.8	30.0 ± 1.2	5.1	36.9 ± 0.6

品種 ‘新若夏’, 播種 1999年10月15日, 育苗日数 31日, 平均値±標準誤差 (n=10)
葉色 (SPAD 値) 第2葉を葉色計 (ミノルタ SPAD-502) で測定

第2表 育苗方式の違いが機械定植精度に及ぼす影響

区	発生株の割合 (%)		
	正 常	深植え	浅植え
E & F	85.7	1.5	12.8
手灌水	82.5	1.0	16.5

品種 ‘新若夏’, 播種 1999年10月15日,
定植 1999年11月15日, 調査個体数 各区300株
深植え 子葉が埋まる以上の深植え
浅植え 根鉢上部が露出する以上の浅植え

第3表 育苗方式の違いが結球重に及ぼす影響

区	結球重 (g)
E & F	1,562
手灌水	1,528
t-test	ns

品種 ‘新若夏’, 播種 1999年10月15日,
収穫 2000年5月30日, 調査個体数 各区60株

の作動で, セルトレイの上面近くまで給水できた. また, 夏期に快晴日が続いた場合においても, 育苗の全期間, 1日1回の灌水で十分であり, 苗の著しいしおれは認められなかった. 液肥の EC は育苗開始時に 0.40 mS/cm 程度であったが, キャベツセル成型苗の生育が進むにつれて徐々に低下し, 追肥時 (育苗24日目) には 0.32 mS/cm になった (第2図). なお, 追肥を行わなかった試験では, 播種1か月後には, EC は 0.30 mS/cm 程度まで低下した.

キャベツセル成型苗の生育は, 第3図および第1表に示すように E&F 区が手灌水区よりも劣ったが, 根鉢形成には両区で大きな差は認められなかった. なお, 梅雨期のように曇雨天が続く時期の育苗では, セルトレイの底穴から根が伸長しやすい傾向が認められた. E&F 区では, 手灌水区に比べて苗が立性の草姿となり, 葉の表面に粉状のワックスが多く発生して白味を帯びた苗となったが, SPAD 値には両区間に差が認められなかった. また, 苗の生育揃いは E&F 区で高くなった. 全自動移植機に対する苗の機械定植適応性は, 根鉢形成が十分に行われていたことから, 区間に大きな差が認められなかった (第2表). また, 収量についても区間に差が認められな

第4図 育苗方式の違いが育苗作業時間に及ぼす影響
セルトレイ40枚を10a栽培相当として算出

かった (第3表). E&F 区では, タイマー制御による自動化によって灌水作業を省略できることから, 育苗に要した作業時間 (播種準備から播種, 育苗まで) は慣行の手灌水区に比べて約半減した (第4図).

考 察

開発した育苗装置によるキャベツセル成型苗の育苗では, 培養液に園試処方 1/10 濃度液を用い, 1日に1回, 10分間の E&F 灌水を行うことで, 苗生育は慣行法に比べて劣るものの, 生育の斉一性が高まり, 機械定植適性の高い立性の草姿 (藤原ら, 1999) の苗の生産が可能になった. なお, 肥料が不足気味に推移した場合, 葉にワックスが発生し, 白味を帯びた苗になることが多いが, 収量性においても慣行の頭上灌水法で育苗したセル成型苗と遜色なかった. E&F 灌水育苗で特に問題となる灌水制御については, 村田ら (1992) や渋谷ら (1999) が試みているように自動化することも可能である. しかし, 灌水制御を自動化した育苗装置では当然高価とならざるを得ない. 本育苗システムでは, タイマーのみによる灌水制御としたことから, 育苗装置は比較的安価となることが予想される. しかし, 本育苗装置を用いた育苗試験の結果から, このような灌水の制御方式でも, キャベツセル成型苗の育苗では十分に対応できることが確認できた. なお, 育苗後期の追肥の有無についての試験を実施したが, 苗の外観や収量性等にはほとんど差が認められなかった. しかし, 育苗後期に追肥を行い, 体内窒素レベルを高めた苗では定植後の活着が促されるとした報告 (Dufault, 1986) があることから, 追肥の有無についてはさら

に検討する必要がある。

本育苗システムでは、梅雨期のように曇雨天日が続いた場合や育苗ベンチの全面に育苗トレイを敷き詰めて置いた場合にセルトレイの底穴から根が伸長しやすい欠点があることが認められた。この現象を防止するためには、設置するセルトレイとセルトレイの間に最低5 cm程度の隙間を設けることで、セルトレイ下の濡れが早期に回避され、エアープルーニングによって底穴からの根の伸長が抑えられることが確認できた。一方、機械定植を前提とした育苗では、セルトレイ上での欠株は圃場における欠株発生の原因となり、大きな問題になる。一般の市販種子では100%の発芽は期待できないことから、育苗段階で苗の差し替え(欠株・不良苗の除去と健全苗の補填)によって、欠株のない状態にしてから、移植機に掛ける必要がある。この点に関して藤原ら(2001)は、簡易に苗の差し替えを行う方法を報告している。育苗途中で、この方法を用いて苗の差し替え作業を行うと、1システム(装置)当たりの育苗トレイの数は少なくなり、結果的に、セルトレイとセルトレイの間に隙間を設けることができ、これによって、底穴からの根の伸長をさらに抑えることができると思われる。

キャベツ栽培農家は、通常、複数の作型で栽培を行っている。今回開発した育苗システムでは、一度に40枚のセルトレイを収容できる。128穴セルトレイを使用し、不発芽による欠株や生育不良株の発生率を20%と仮定した場合、4,096株の苗生産が可能となり、1基当たり10 a相当のキャベツ苗が生産できることになる。例えば、作付面積が2 ha以下のキャベツ栽培農家が多い関東以西の地域において、延べ作付面積が1.5 haで、冬・春キャベツを5回の播種期に分けて栽培する農家の場合、3基の本育苗システムの導入で苗生産ができることになる。また、本育苗システムでは、播種作業が終わると、その後の育苗管理にはほとんど人手を要しないことから、育苗管理と定植・栽培管理や収穫などの作業競合が小さくなり、その結果、作付面積の拡大も可能になると考えられる。

摘 要

生育の斉一なキャベツセル成型苗を低コストで省力的

に大量育苗することを目的に、40枚の標準規格セルトレイのキャベツセル成型苗を、一度に育苗できるE&F(Ebb & Flow)灌水方式の育苗装置を開発した。同装置により、圃試処方1/10濃度液を用い、1日に1回、10分間のE&F灌水を行うことにより、慣行の手灌水による育苗法よりも苗の生育は劣るものの、苗生育が斉一で、機械定植適性の高いキャベツセル成型苗の生産が可能になった。また、同育苗システムの利用により、育苗に要する労働時間は慣行の手灌水によるセル成型苗育苗よりも半減した。

引 用 文 献

- Dufault, R. J. 1986. Influence of nutritional conditioning on muskmelon transplant quality and early yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111: 698-703.
- 藤原隆広・吉岡 宏・佐藤文生. 1999. キャベツセル成型苗の形態的・物理的性状が全自動移植機による機械定植適応性に及ぼす影響. *農作業研究*. 34: 77-84.
- 藤原隆広・吉岡 宏・佐藤文生. 2001. 吸引機を利用した苗の詰め替え作業によるキャベツセル成型苗の定植作業の省力・軽作業化. *農作業研究*. 36: 205-209.
- 村田公夫・金子一也・沖嶋壽彦・加藤 晃. 1992. 野菜育苗における水管理の自動化. *群馬農業研究*. A9: 1-8.
- 農林水産先端技術産業振興センター. 1999. 平成10年度成型苗の生産・流通に関する実態調査報告書. p.3-8.
- 佐藤文生・吉岡 宏・藤原隆広・岡田邦彦. 2002. エブ & フロー方式灌水における肥培条件がキャベツセル成型苗の生育および機械移植適性、結球重に及ぼす影響. *野菜茶研研報*. 1: 15-22.
- 渋谷俊夫・中原正一・古在豊樹. 1999. セル成型苗個体群の蒸発散量計測に基づく自動干満灌水システムの開発. *生環調*. 37: 57-61.
- Thomas, B. M. 1993. Overview of the speedling, incorporated, transplant industry operation. *HortTechnology*. 3: 406-408.
- 吉岡 宏. 1999. 苗生産の現状と課題. p.23-26. 日本施設園芸協会編. *野菜生産機械化の手引き*. 日本機械化協会. 東京.