

# 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

|     |   |
|-----|---|
| 著者  | 佐藤 文生, 吉岡 宏, 藤原 隆広, 岡田 邦彦   |
| 雑誌名 | 野菜茶業研究所研究報告   |
| 巻   | 1   |
| ページ | 15-22   |
| 発行年 | 2002-03-30  |
| URL | <a href="http://doi.org/10.24514/00001477">http://doi.org/10.24514/00001477</a> |

doi: 10.24514/00001477

# 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<sup>†</sup>

佐藤 文生\*・吉岡 宏\*\*・藤原 隆広\*\*\*・岡田 邦彦

(平成 13 年 11 月 26 日受理)

## Effects of Fertilization Conditions on Growth, Adaptability to Automatic Transplanter, and Head Weight in Cabbage Plugs raised under Ebb & Flow Irrigation System

Fumio SATO, Hiroshi YOSHIOKA, Takahiro FUJIWARA and Kunihiko OKADA

### Synopsis

We investigated the effects of fertilization conditions on the growth, adaptability to an automatic transplanter, and head weight in cabbage plugs raised under the Ebb & Flow Irrigation System. The results obtained here indicate that the growth of the cabbage plugs raised under the Ebb & Flow irrigation system was affected by the fertilization timing and nutrient concentration at the start of fertilization, and suggest that these parameters could be used for growth regulation under this irrigation system.

**Key Words:** Ebb & Flow irrigation, cabbage plugs, fertilization condition, adaptability to automatic transplanter

### I 緒 言

近年, 野菜栽培における労力軽減のために購入苗を利用する農家が増加し, それに伴って, 育苗センターなどの大規模施設による専門的な苗生産が進んでいる. このような専門的な育苗施設では, 苗の生産効率に優れ, 育苗管理の機械化が図りやすいセル成型苗が, 積極的に導入されている. しかし, セル成型苗は, 地床苗やポット苗に比べて, 培養土量が極端に少なく, 栽植密度が高いことから, 苗の生育が環境条件によって左右されやすく, 周年を通じて良質で均一な苗を生産するためには, 灌水・肥培管理に熟練した経験と技術を必要とする. 特に, こ

れらの管理が膨大な面積に及ぶ専門的な育苗施設では, 管理作業に多大な労力を要し, 経験の浅い作業者が管理を行う場面も多いことから, 省力的で簡素化された灌水・肥培管理法のマニュアル化が強く望まれている.

セル成型育苗の灌水・肥培管理には, スプリンクラーなどによる液肥の頭上灌水が一般に用いられているが, この方法では, 液肥灌水時に液肥の補給・調整を行う必要があり, 育苗後期に葉の遮蔽による灌水むらが起こりやすいことが問題点として指摘されている(藤原ら, 1998). 一方, 一時的にトレイを灌水液に浸し, トレイ底面より給液するエブ&フロー方式灌水は, 灌水むらがなく, 頭上灌水に比べ省力的である(藤原ら, 2001), 灌水液を循環利用するため余剰灌水液の系外への排出が

〒514-2392 三重県安芸郡安濃町草生 360  
葉根菜研究部

\* 現生産システム研究チーム つくば市観音台 3-1-1

\*\* 現企画調整部

\*\*\* 現中国近畿四国農業研究センター野菜部

† 本論文の一部は日本生物環境調節学会 2000 年大会(宮崎)において発表した.

ない（渋谷ら，1999）などの利点をもつことに加え，葉に水が直接かからないため水滴を介した病原菌伝播や葉面散布された薬剤の流亡の軽減などの効果も期待できることから，セル成型育苗における効果的な灌水・肥培管理法と考えられる。

キャベツのような個体当たりの葉面積が比較的大きいセル成型苗では，育苗後半に茎葉部が過繁茂となって徒長しやすく，移植適期幅が短いことから，育苗後半に苗の生育を抑え，徒長を回避することが必要である（菅沼ら，1993；FRANZら，1998）。しかし，エブ&フロー方式灌水では，天候や苗の生育段階に関わらず，培養土に十分な水分量を安定的に保つことは可能である（村田ら，1992；渋谷ら，1999）ものの，一回当たりの灌水量を厳密に制御することが難しく，灌水量が常に圃場容水量に達するため，苗の生育を抑制する程度まで灌水量を制限することは困難である。

エブ&フロー方式灌水がすでに実用化されている花き類の鉢物栽培では，灌水液に添加する肥料の添加時期や濃度の調節が植物の生育を調節する上で有効であることが報告されている（須田ら，1996）が，セル成型苗への適用は試みられていない。そこで本報告では，エブ&フロー方式灌水によるキャベツセル成型育苗において，灌水液に添加する肥料の添加時期および添加時の肥料濃度が，苗の生育に及ぼす影響を調査し，肥培環境調節による苗の生育制御の可能性について検討した。加えて，この方式により育成された苗の機械移植適性，収穫時の結球重を調査し，その実用性についても検討した。

## II 材料および方法

### 1. エブ&フロー方式灌水装置

試作した小型のエブ&フロー方式灌水装置（第1図）は，1試験区当たり貯液タンク1個と育苗コンテナ2個で構成される。育苗コンテナは透明の亚克力製で，1

個の育苗コンテナには，育苗箱に入れた2個のセルトレイを設置した。セルトレイと育苗コンテナ底板との間に亚克力製の角棒（長さ40cm，太さ1cm）を平行に2本おいて1cmの空間を設け，トレイ底面部が通気されるようにした。給液時はタンク内の灌水液を家庭用水中ポンプ（N-30P，松下電器）で育苗コンテナに給液した。ポンプの動作はタイマーによって制御し，1日2回（午前7時と午後2時），各10分間ポンプが作動するように設定した。育苗コンテナには，オーバーフロー用の排水口を設け，コンテナ内の灌水液の水位が，トレイの底面から4cmの高さに達した時点で一定となるようにした。ポンプ停止後は自然排水によって育苗コンテナの余剰灌水液を全て貯液タンクに回収し，再び灌水に利用した。

### 2. 供試材料

育苗は1999年から2000年にかけて秋期，冬期，夏期の3時期に行い，いずれの育苗時期においても供試材料に，キャベツ（*Brassica oleracea* L.）品種“松波”を用いた。1999年10月4日（秋期），2000年1月11日（冬期），6月28日（夏期）に，肥料成分を含まないピートモス系の培養土を詰めた128穴トレイに播種した。育苗は冬期のみ加温された当研究所内ガラス室（三重県安濃町）で行い，播種後直ちにトレイを小型エブ&フロー方式灌水装置に設置した。育苗は，後述する後半1/5区および後半1/10区の苗が第3葉展開期を迎えた播種後32日（秋期），37日（冬期），28日（夏期）まで行った。育苗期間の平均，最高，最低温度は，それぞれ，秋期で22.3℃，37.9℃，9.1℃，冬期で17.7℃，27.2℃，6.7℃，夏期で28.3℃，41.3℃，18.9℃であった。いずれの時期においても，長期的な雨天や曇天はなく，天候は概ね良好であった。

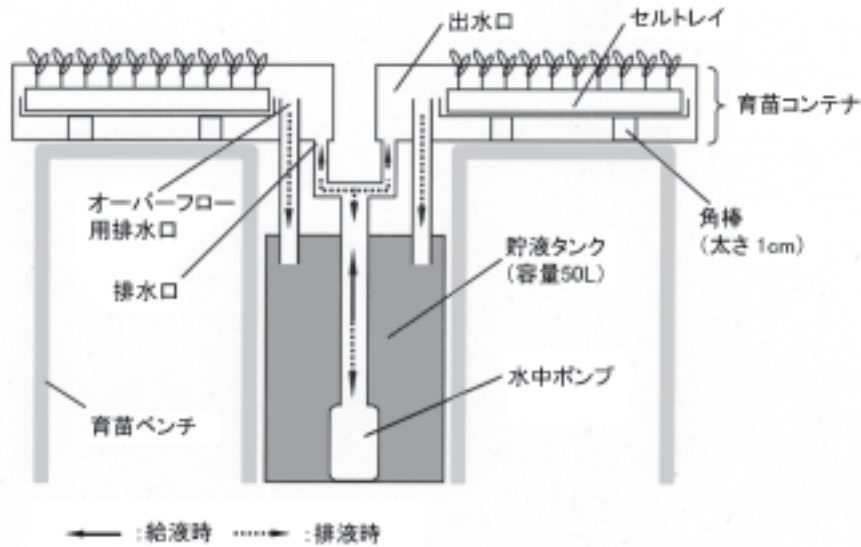
### 3. 試験区

本試験では，後述する後半1/5区および後半1/10区

第1表. 育苗時における肥料の添加時期および添加時の肥料濃度が移植時の苗の乾物重に及ぼす影響

| 試験区     | 秋 期                          |                              | 冬 期                          |                              | 夏 期                          |                              |
|---------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|         | 茎葉部<br>(mg・株 <sup>-1</sup> ) | 根 部<br>(mg・株 <sup>-1</sup> ) | 茎葉部<br>(mg・株 <sup>-1</sup> ) | 根 部<br>(mg・株 <sup>-1</sup> ) | 茎葉部<br>(mg・株 <sup>-1</sup> ) | 根 部<br>(mg・株 <sup>-1</sup> ) |
| 1/5区    | 184.0a <sup>z</sup>          | 36.7a                        | 172.3a                       | 37.7a                        | 300.7a                       | 34.4a                        |
| 1/10区   | 123.4b                       | 29.5b                        | 139.5b                       | 32.9b                        | 185.7b                       | 30.8a                        |
| 後半1/5区  | 28.1b                        | 102.4c                       | 103.6c                       | 23.9c                        | 116.6c                       | 22.3b                        |
| 後半1/10区 | 88.4d                        | 24.4c                        | 93.1c                        | 22.5c                        | 103.2c                       | 21.5b                        |

z：異なる英文字間にLSDで5%水準の有意差あり



第1図 エブ&フロー方式灌水による育苗装置の概要（1試験区あたりの仕様を示す）

の苗の第2葉が展開し始めた1.5葉期（秋期：播種後21日，冬期：播種後28日，夏期：播種後18日）を境に育苗前半・後半とし，試験区に肥料を添加する時期と添加時の肥料濃度を変えた計4区を設定した．すなわち，播種直後より貯液タンクの灌水液を園試処方1/5濃度，1/10濃度となるように肥料を添加した区を1/5区，1/10区とし，また，育苗前半の灌水液は水道水のみとし，育苗後半から園試処方1/5濃度，1/10濃度となるように肥料を添加した区を後半1/5区，後半1/10区とした．タンク内の灌水液は試験期間を通して常に50L一定とし，培養土からの蒸発や苗の蒸散による減少分は水道水で補った．

#### 4. 調査方法

##### ア) 灌水液の EC

後半1/5区および後半1/10区の第1葉が展開し始めた播種後14日（秋期），19日（冬期），12日（夏期）より，携帯型 EC メーター（SC-32，横河電気）で経時的に貯液タンク内の灌水液の EC を測定した．

##### イ) 苗の生育

各試験区ごとにトレイの中央部から苗を10個体抽出し，後半1/5区および後半1/10区の第1葉が展開し始めた播種後14日（秋期），19日（冬期），12日（夏期）から育苗終了時にかけて苗の葉面積と草丈を経時的に調査した．葉面積は葉身長と葉身幅の積との間に高い相関関係（ $r=0.99$ ）が認められたので，葉身長と葉身幅を測定し，得られた一次回帰式（葉面積 $=0.737 \times$ 葉身長

$\times$ 葉身幅 $-0.048$ ）より算出した．また，育苗終了時に各試験区ごとに10個体の苗を採集し，茎葉部・根部乾物重を測定した．

##### ウ) 機械移植適性および結球重

機械移植適性および結球重の調査は，当研究所近隣地域における供試品種の作型と適合する夏期育苗の苗について行った．当研究所内圃場に畝間60cm，畝高20cmの1条畝を設け，育苗終了時（7月27日）に苗を市販の全自動移植機（ACP-1WP，ヤンマー）を用いて株間33cmの間隔で移植した．移植後，所定の位置に移植されなかった苗（欠株）に加え，移植の際に葉身や葉鞘が損傷した苗（損傷株），苗の大半が土中に埋没した状態や根鉢が露出した状態の苗（不良植付姿勢株）を調査し，移植に用いた全株に占めるこれらの苗の発生割合（非適正移植株発生割合）を算出した．その後，非適正移植株を植え直し，慣行法に準じて栽培した．10月27日に一斉収穫し，収穫株の結球重を調査した．非適正移植株の発生割合および結球重の調査個体は，ともに一区60株4反復とした．

## III 結 果

### 1. 灌水液の EC の推移

灌水液の EC の変化を第2図に示した．肥料を添加する前の原水の EC はおよそ  $0.2 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$  であった．肥料添加によって EC は1/5区と後半1/5区で  $0.6 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ，1/10区と後半1/10区で  $0.4 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$  に上昇したが，そ

の後、いずれの試験区においても徐々に低下し、肥料添加前の値に収束する傾向が認められた。また、冬期に比べ貯液タンクへの水道水の補充量が多かった夏期や秋期では、灌水液の EC 低下が早かった。

2. 苗の生育

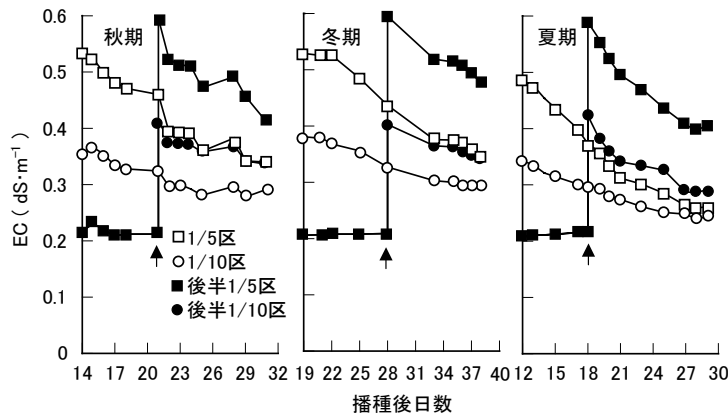
育苗中の草丈の推移を第3図に示した。いずれの育苗時期においても、肥料の添加時期が同じ試験区間では、灌水液の EC が高いほど草丈の伸長が大きかった。一方、後半 1/5 区と後半 1/10 区では、肥料添加によって灌水液の EC がそれぞれ 1/5 区と 1/10 区より増加したものの、その後の伸長は緩慢で、添加時期の遅れによって生じた草丈の差は育苗期間を通じて縮小されなかった。育苗中の葉面積の推移を第4図に示した。肥培条件に対する反応は草丈の推移とほぼ同様の傾向を示し、添加時の肥料濃度が高いほど、また、肥料の添加時期が早いほど、

葉数の増加が早く、個葉の展開も速かったため、苗全体の葉面積は大きかった。草丈や葉面積の増加量が最も大きかった 1/5 区では、育苗時期によってこれらの増加程度に大きな差が認められたのに対し、1/10 区、後半 1/5 区、後半 1/10 区と、草丈と葉面積の増加が遅い試験区ほど、育苗時期による差は小さくなった。

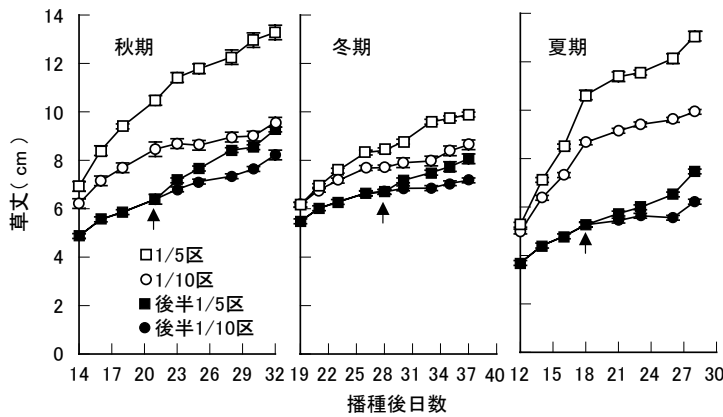
育苗終了時における苗の乾物重を第3表に示した。茎葉部の乾物重は葉面積の大きさを反映しており、いずれの育苗時期においても、肥料添加時期が早いほど、また、添加時の肥料濃度が高いほど重かった。根部の乾物重も茎葉部とほぼ同様の傾向を示したが、処理による影響は、茎葉部に比べ小さかった。

3. 機械移植適性および結球重

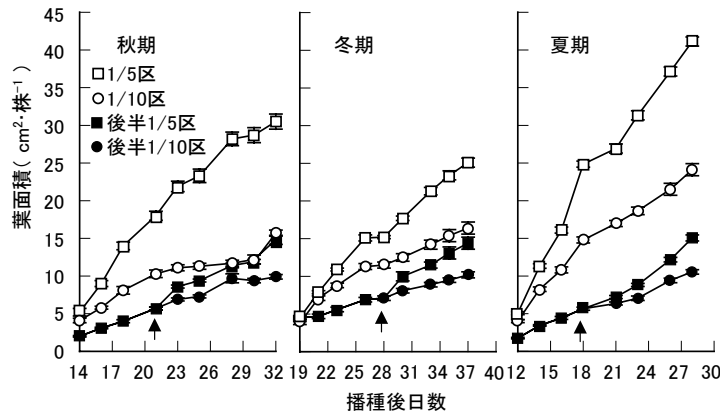
全自動移植機による移植時の非適正移植株発生割合を第5図に示した。苗が最も大きかった 1/5 区では、非



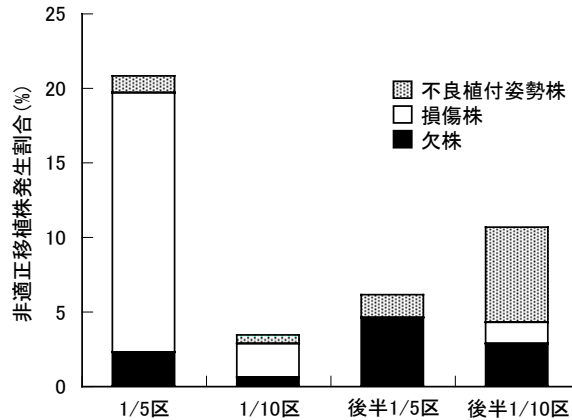
第2図 灌水液の EC の変化  
矢印は後半肥料添加区における肥料添加時期を示す。



第3図 育苗時における肥料の添加時期および添加時の肥料濃度が草丈に及ぼす影響  
矢印は後半肥料添加区における肥料添加時期を示す。  
I : 標準誤差 (n=10)



第4図 育苗時における肥料の添加時期および添加時の肥料濃度が葉面積に及ぼす影響  
 矢印は後半肥料添加区における肥料添加時期を示す。  
 I：標準誤差 (n=10)



第5図 育苗時における肥料の添加時期および添加時の肥料濃度が機械移植時の非適正移植株発生割合に及ぼす影響

適正移植株発生割合が 20.8%と最も高く、そのほとんどが損傷株であった。1/10区は3.4%と処理区の中で最も低く、後半1/5区、後半1/10区と苗が小さくなるに従って、6.1%、10.3%と再び増加し、そのほとんどが不良姿勢株と欠株であった。収穫時の結球重を第6図に示した。結球重の平均値は1/5区が他区よりやや高かったものの、これらの試験区間に有意差 ( $P < 0.01$ ) は認められなかった。

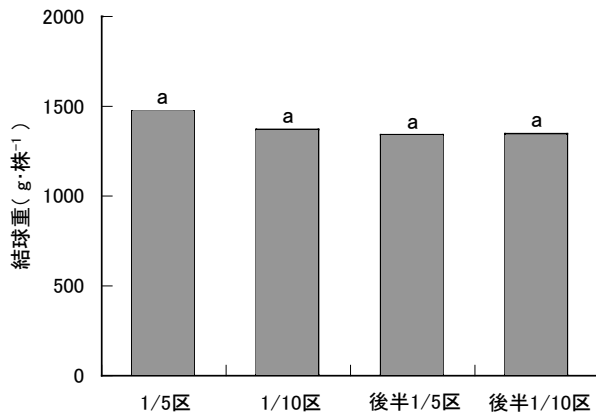
#### IV 考 察

一般にセル成型育苗では液肥灌水が行われるが、菅沼ら (1993) は、頭上灌水法によるキャベツセル成型育苗では、苗の大きさが移植適期に達した時点で灌水時の液肥施用を中止し、水のみを施用することで、その後の苗

の生育が抑制され、移植に適した状態を長期間維持することが可能であることを報告している。しかし、貯液タンク内の灌水液を循環利用するエブ&フロー方式灌水で、この方法を用いる場合、液肥灌水を中断する際に貯液タンク内の灌水液を全て入れ替える必要がある。このようなエブ&フロー方式灌水では、肥料の添加時期および添加時の肥料濃度の調節が省力的に肥培条件を調節する有効な手法と考えられ、これらの調節によって、移植に適した苗の状態を省力的に長期間維持するためには、肥培条件が苗の生育にどのように影響するかを把握することが必要である。そこで本試験では、肥料の添加時期および添加時の肥料濃度が異なる条件下での、灌水液の肥料濃度の変化に対する苗の生育反応について調査した。

育苗中の草丈や葉面積の増加は、肥料の添加時期が同じ場合には、添加時の肥料濃度が高いほど大きくなる傾





第6図 育苗時の肥料の添加時期および添加時の肥料濃度が収穫時の結球重に及ぼす影響異なる文字間にLSDで1%水準で有意差あり

向を示した。しかし、添加時の肥料濃度が同じでも、育苗後半より肥料を添加した区では、育苗前半から添加した区に比べ育苗後半に灌水液のECが高まったにもかかわらず、肥料添加時期の遅れによって生じた生育差は縮小されなかった。このことから、育苗の早い時期より肥料を添加すると、その後灌水液の肥料成分が希釈されても、生育量は低下しにくいのに対し、肥料の添加時期が遅くなるにしたがって、灌水液の肥料濃度を高めても苗の生育量は増大しにくくなると考えられる。

この点に関しては、固形培地を用いる養液栽培では多量の肥料成分が培地に集積すること（岩崎ら，1999；峯ら，2000）が知られているように、エブ&フロー灌水においても、多量の肥料成分が培養土表層に集積していると予測されることから、育苗前半から添加した区では、後半に灌水液のECが低下しても、培養土に集積した肥料成分の作用によって旺盛な生長が持続された可能性が推測される。また、MACDUFFら（1993）はエンドウで、WALKERら（2001）はレタスで、窒素制限によって植物の生育が一時的に抑制されると、窒素制限解除後の生育は、窒素制限が課せられた期間やその程度によって異なることを認め、窒素制限が課せられた期間に分化した葉では、その影響が不可逆的となること、その原因であると考察している。このことから、育苗後半から肥料を添加した区では、育苗前半より存在していた葉で、育苗後半においても無肥料条件の影響が続いたことも、肥料添加後の灌水液のECが高まったとしても苗の生育が比較的遅かった原因の一つと推測される。

秋期、冬期、夏期で苗の生育を比較すると、生育が緩慢となった試験区ほど、育苗時期による生育差は少なく、

苗の生育は安定的であった。肥料添加量の低下や添加時期の遅れにより肥料の供給が制限されるに従って、肥培条件が葉面積や草丈の増加を律速する要因として強く現れた結果、気温など他の環境条件の影響が小さくなったためと考えられる。

このように、エブ&フロー方式灌水では、肥料の添加時期を遅らせ、添加時の肥料濃度を低くすることで、育苗後半の生育は緩慢となり、そのような条件下では、季節変化に対し苗の生育は安定的であった。しかし、移植時の苗の大きさは移植後の生育や収量に影響し、また、機械移植を前提として利用されるキャベツセル成型育苗では、移植機に適した性状を持つ苗が求められる（藤原ら，1999）ことから、実用場面において支障のない程度の苗の大きさを維持する必要がある。

夏期育苗の苗について機械移植適性を調査した結果、機械移植時の非適正移植株発生割合は1/5区で最も高く、そのほとんどが損傷株で占められていた。西本ら（1996）は、育苗期における苗の倒伏や葉柄の伸長による隣接苗への茎葉のはみ出しが損傷の発生を助長すると報告している。このことから、生育が最も旺盛であった1/5区では、苗がやや徒長し、茎葉が絡み合った状態で移植されたために、損傷株の発生が高まったものと推測される。また、1/5区に次いで非適正移植株発生割合が高かった後半1/10区については、そのほとんどが不良植付姿勢株と欠株で占められていた。現在市販されているセル成型育苗全自動移植機のほとんどは、2本の針状金具を培養土に差し込み、苗を抜き取る苗取出し爪式が採用されている（日本施設園芸協会，1999）。この方式では、抜き取り時に根鉢が壊れやすいと、苗がトレイより抜き取られなかったり、植え付け時の苗の姿勢が不安定となる。後半1/10区では、苗が小さいため蒸散量が少なくと推測され、植え付け時の根鉢はかなり湿った状態にあった。また、根量も少なかったことから、後半1/10区では根鉢が壊れやすい状態にあったために、不良植付姿勢株と欠株が増加したものと考えられる。一方、上記の2区に対し、苗の性状が中間的なものとなった1/10区と後半1/5区では、非適正移植株発生割合が比較的少ないことから、機械移植に適した性状であるといえる。これらの区では他の育苗時期においても、苗の性状が夏期育苗における両区の範囲内にあることから、同様に非適正移植株発生割合を抑えられるものと推測される。

結球重について調査した結果、移植時では苗の大きさに顕著な差があったが、収穫時では試験区間において結球重に有意差は認められなかった。移植直後における苗

への水分の供給は根鉢に含まれる水分に依存し、移植後における根鉢の乾燥は、その後の生育を遅らせることが報告されている（藤原ら，1998）。茎葉部が大きく、また、根鉢の根密度が高い苗では、水分の消耗が激しく、根鉢がより早く乾燥すると予測される。特に、高温期は土壌が乾燥しやすいことから、この現象がより顕著に現れ、大きい苗ほど移植後の生育が抑制された結果、移植後の生育が均一化されていったものと考えられる。

以上の結果より本試験では、エブ&フロー方式灌水によるキャベツセル成型苗の生育速度や生育量は、肥料の添加時期と添加時の肥料濃度によって異なることが認められた。これらの適切な調節により、簡易的に苗の生育制御が図れるものと考えられ、本試験で用いたエブ&フロー方式灌水装置による夏期育苗では、1/10区、または、後半1/5区の肥料施用条件とすることで、育苗後半の生育を比較的緩慢にしつつ、実用上支障のない程度の大きさを確保することが可能であった。これらの結果は、無肥料の培養土を用いた試験で得られたものであり、一般に流通している肥料成分を含んだ培養土を用いて、エブ&フロー方式灌水を行う場合には、培養土に含まれる肥料成分の量や溶出程度を勘案した肥培管理が必要であろう。したがって、エブ&フロー方式灌水の肥培管理において、簡素化を図るためには、頭上灌水法で用いられてきた培養土や肥料をそのまま流用するだけでなく、エブ&フロー方式灌水に適した培養土の選定や肥料成分の調整なども重要と考えられる。前述したようにエブ&フロー方式灌水では、頭上灌水に比べ、培養土への肥料成分の集積がより顕著になると予想されることから、培養土における肥料成分の吸着や溶出など理化学的性質をより重視しなければならず、その点も含めて解明すべき課題は多く、さらに詳細な検討が必要である。

## V 摘 要

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、収穫時の結球重に及ぼす影響を検討した。試験では、肥料成分を含まない培養土を用い、播種直後に灌水液の肥料濃度を園試処方1/5濃度（1/5区）と1/10濃度（1/10区）、または、1.5葉期にそれぞれの濃度（後半1/5区、後半1/10区）として苗を育苗した。肥料の添加時期が同じ試験区間では、灌水液のECが高いほど草丈と葉面積の増加は旺盛となった。添加時の肥料濃度が同じ試験区間では、肥料の添加時期が遅いほど草丈と葉面積の増加は遅く、肥料

添加時期の遅れにより生じた生育差は、育苗期間を通して縮小されなかった。夏期育苗では、1/10区と後半1/5区の苗は1/5区と後半1/10区の苗に比べ、機械移植適性が高く、これらの処理区間で収穫時の結球重に有意な差はなかった。

以上の結果より、エブ&フロー方式灌水によるキャベツセル成型苗の生育は、肥料の添加時期および添加時の肥料濃度によって異なることが認められ、これらの調節はこの灌水方法での苗の生育制御に有効であると考えられた。

## 引 用 文 献

- FRANTZ, J. M., G. E. WELBAUM, Z. SHEN and R. MORSE (1998) : Comparison of cabbage seedling growth in four transplant production system. *Hortscience*, **33**, 976-979.
- 藤原隆広・吉岡 宏・佐藤文生 (2001) : エブ&フロー灌水と培養液へのNaCl添加によるセル成型育苗の省力化とキャベツ苗品質の向上. *農作業研究*, **36**, 153-161.
- 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期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 (1998) : キャベツセル成型苗の定植時における根鉢水分状態が活着と生育の斉一性に及ぼす影響. *園学雑*, **67**, 773-777.
- 岩崎泰永・佐々木丈夫・千葉佳朗・三枝正彦 (1999) : 土壌を培地としたトマトの循環型灌水施肥システムにおける排水イオン組成の変動. *園学雑*, **68**, 1161-1169.
- MACDUFF, J. H., S. C. JARVIS, C-M. LARSSON and P. OSCARSON (1993) : Plant growth in relation to the supply and uptake of  $\text{NO}_3^-$  : A comparison between relative addition rate and external concentration as driving variables. *J. Exp. Bot.*, **44**, 1475-1484.
- 峯 洋子・稲永 忍・崎山亮三・坂 齊 (2000) : 緩速砂ろ過が NFT システムにおける循環培養液の無機要素と菌濃度に及ぼす影響. *園学雑*, **69**, 323-331.
- 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.
- 西本登志・泰松恒男 (1996) : キャベツ苗の耐倒伏性の品種間差について. *奈良農試験*, **27**, 17-23.
- 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.
- 須田 晃・西尾謙一・福田正夫 (1996) : シクラメンのエブ・アンド・フローシステムにおける培養液窒素濃度と給液開始点が生育・開花に及ぼす影響. *愛知農総試研報*, **28**, 219-225.
- 菅沼健二・岩瀬博貞 (1993) : キャベツセル成型苗における苗質と生育及び収量. *愛知農総試研報*, **25**, 179-186.
- WALKER, R. L., I. G. BURNS and J. M. MOORBY (2001) : Responses of plant growth rate to nitrogen supply : A comparison of relative addition and N interruption treatments. *J. Exp. Bot.*, **52**, 309-317.
- 日本施設園芸協会編 (1999) : 野菜生産機械化の手引き, pp75-95. 日本農業機械化協会.



Effects of Fertilization Conditions on Growth, Adaptability to Automatic Transplanter, and Head Weight in Cabbage Plugs raised under Ebb & Flow Irrigation System

Fumio SATO, Hiroshi YOSHIOKA, Takahiro FUJIWARA and Kunihiro OKADA

**Summary**

We investigated the effects of fertilization conditions on the growth, adaptability to an automatic transplanter, and head weight in cabbage plugs raised under the Ebb & Flow irrigation system. Plugs were treated with 1/5- and 1/10- strength Enshi solution just after sowing (1/5, 1/10), or at the 1.5-leaf stage (1/5-Later, 1/10-Later). Among the treatments with the same fertilization timing, the increase in the stem length and leaf area was more remarkable with the increase of the electric conductivity of the nutrient solution. Among the treatments with the same nutrient concentration at the start of fertilization, the increase in the stem length and leaf area was slower when the fertilization timing was delayed and the growth difference caused by the delay in fertilization was not reduced throughout the raising. The seedlings in the 1/10 and 1/5-Later treatments raised in summer exhibited a higher adaptability to the automatic transplanter than those in the 1/5 and 1/10-Later treatments and the head weight at harvest was not significantly different among the treatments.

These observations indicate that the growth of cabbage plugs raised under the Ebb & Flow irrigation system was affected by the fertilization timing and nutrient concentration at the start of fertilization, and suggest that these parameters could be used for growth regulation under this irrigation system.

---

Received: November 26, 2001

Department of Leaf and Root Vegetables  
360 Kusawa, Ano, Mie, 514-2392, Japan

Present Address:

Vegetable Cultivation System Research Team  
3-1-1 Kannondai, Tsukuba, 305-8666, Japan