農作業研究（Japanese Journal of Farm Work Research）41(1)：1～11, 2006

原著論文

# セル成型苗育苗における播種後のミスト灌水処理がホウレンソウの出芽に及ぼす影響

高田健一郎*・藤原隆広**・熊倉裕史**・吉田祐子***
*富山農業普及指導センター
**近畿中国四国農業研究センター野菜部

Effects of Mist Irrigation Treatment after Sowing on Emergence of Spinach Seed for Plug Transplants Nursery System

Kenichiro TAKATA*, Takahiro FUJIWARA**, Hiroshi KUMAKURA** and Yuko YOSHIDA**
*Toyama Agricultural Extention Center
**National Agricultural Research Center for Western Region, Department of Vegetable Science

## 1．緒言

ホウレンソウの移植栽培は，高温期栽培における発芽の斉一化と苗立ち率の確保が可能であり（山本ら 1996），高温期に頻発する立枯病（*Pythium spp.*）や萎ちょう病（*Fusarium oxysporum f. sp. spinacae*）などの土壌病害を回避できる（荒井ら 1984，千葉ら 2000，村上ら 2000，高城ら 2001）．高温期の直播栽培では，高温による出芽率の低下を見込んで播種粒数を増やす場合があるが天候条件によっては予想に反して出芽率が高くなり，間引き作業を行う必要が生じるなど計画的生産が困難なのに対して，移植栽培では間引き作業が不要で（荒井ら 1982），より計画的生産が可能となる．また，播種から収穫までの期間は長くなるものの，在圃期間の短縮ができるため年間作付け回数の増加が見込める利点がある（亀田 1999，鈴木 1996，田村ら 1998）．このように，移植栽培の導入は，これまで夏の高温期には経済栽培が不可能とされていた地域での生産や，連作障害に直面している産地，さらには都市型農業や中山間地での零細農家など限られた栽培面積での集約的生産に有効であると考えられる．

これまでホウレンソウで検討されてきた移植栽培法には連結ペーパーポット（千葉ら 2000，井上ら 2000，亀田 1999，村上ら 2000，鈴木 1996，高城ら 2001，田村ら 1998），ソイルブロック（荒井ら 1982，1984，岡山ら 1983），改良ソイルブロック（村上ら 2000），セル成型苗（以下，セル苗と表記する）（亀田 1999，村上ら 2000，山本ら 1996）などがある．セル苗を用いた移植栽培では，既に他作物で活用されているセル苗供給システムを利用できること，連結ペーパーポットと比較して資材費が少ないこと，株間の調節が可能であること，ソイルブロックと比較して作付け規模拡大が容易であることなどの長所が挙げられる．その反面，本技術が実際に普及するための必要条件として移植作業の省力化が不可欠である（亀田，1999）が，ホウレンソウセル苗の移植栽培に適した移植機はこれまでになかった．

著者らは，雨よけ施設栽培に適応した電動型半自動多条移植機（亀井，2005）を開発し，この移植機を導入したホウレンソウのセル苗移植栽培技術体系の確立に取り組んでいる（藤原ら，2005）．育苗に関しては，高温期の栽培では288穴トレイよりも200穴トレイで定植後の生育が優れ斉一性

平成17年1月28日受付
平成18年2月20日受理
Corresponding author
藤原隆広　Takahiro FUJIWARA
〒623-0035 京都府綾部市上野町上野200
200 Ueno, Uenocho, Ayabe, Kyoto, 623-0035
E-mail：tfuji@affrc.go.jp

も高くなること（藤原ら2003），育苗管理作業の軽労化と技術の平準化の視点からエブ＆フロー灌水システム（藤原ら2004，亀田ら2001）の使用が有効であり，この灌水システムでは無肥料培養土の使用が好ましいことを明らかにしている．また，ピートモスを主体とした市販の培養土に擂り潰したモミガラを1／3程度添加して用いることで根鉢が抜けやすくなり育苗期間の短縮が可能になる一方で，出芽率が低下する傾向があること（藤原ら，2004）を報告している．

セル苗を利用したホウレンソウの移植栽培をより実用的な生産技術とするためには，播種後の培地内環境によって大きく変動する出芽率を高く安定させる必要がある．先に挙げたエブ＆フロー灌水システムを播種直後から用いる場合，出芽率の低下と出芽後の生育のばらつきが大きくなることを認めており，これが播種後の温度条件と水分条件の複合的な影響により生じているものと推察している．ホウレンソウの移植栽培では播種後のトレイの移動が容易で，直播栽培と比較して播種後の温度環境制御が容易であることから，高温期や低温期のように育苗ハウス内の温度環境が発芽適温域から外れる場合には，発芽庫等を用いて最適温度環境下で出芽させてから育苗ハウスに移行して栽培するのが最も合理的である．

ところが，これまでの予備実験や観察結果から，ホウレンソウ種子は発芽適温であっても十分に発芽しない場合があり，セル苗育苗においては灌水量の多寡が影響しているものと推察された．そこで，本研究では，これまでの研究・観察結果を踏まえて，灌水量を調整しやすいミスト灌水法を行った場合のセル苗育苗における播種後の灌水量制御による出芽促進技術の開発に取り組んだ結果，セル成型苗を用いたホウレンソウの移植栽培技術体系を組み立てる上で有益な一定の成果が挙げられたので報告する．

## 2．材料および方法

1）実験1：播種後のミスト灌水がホウレンソウの出芽率に及ぼす影響

実験はすべて2004年に行った．種子は，品種‘アクティブ’（プライマックス種子）を供試し，好適発芽環境下で出芽率80％を保証するものであった（実験2および実験3で用いたすべての種子についても同様）．培養土は市販の無肥料培養土（信濃培養土株式会社，セル成型苗用培養土（葉菜類育苗用）無肥料型）（以下，培養土Aと表示する），培養土Aに擂潰処理したモミガラ（北川鉄工所製パーソナル型もみがら擂潰装置：MILL KURUを使用）を培養土：モミガラ＝2：1となるよう添加した培養土（以下，培養土Bと表示する），市販の肥料入り培養土（ヤンマー株式会社，ナプラ養土Sタイプ：播種後10日間の肥効を持たせたもの：培地1L当たりのN：P：K含量が各50mg：500mg：100mg以上）（以下，培養土Cと表記する）の3種類を供試した．なお，培養土Aと培養土Bはエブ＆フロー灌水システムでの使用，培養土Cはベンチ育苗での使用を前提としている．

200穴トレイに培養土を詰め，1穴当たり1粒ずつ播種した後，灌水した．灌水量については，①灌水しない区（0 ml区），200穴トレイ当たり② 100ml（100ml 区），③ 200ml（200ml 区），④400ml（400ml区），⑤600ml（600ml区），⑥800ml（800ml区）を灌水した区，⑦底面給水により飽和状態となるまで灌水した区（多灌水区）の7区を設けた．ただし②～⑥までは噴霧器（株式会社フルプラ，プレッシャー式噴霧器ダイヤスプレーNo.7720）を用いたミスト灌水とし，灌水量は秤を用いて100ml当たり100gに換算して均一に灌水した．灌水後，バーミキュライトで覆土したのち培養土の乾燥を防ぐため，覆土した直後に，コピー用紙で覆い4角をセロハンテープで固定した（紙は播種後4日目に除去した）．

播種後のトレイは，気温20℃，明期／暗期の時間を14hr/10hrに設定したグロースチャンバー（SANYO，MLR-350）に入庫した．グロースチャンバー内は湿度が低下しないように水を入れたトレイと濡らした布を入れた状態とした（実験2でも同様とした）．なお，明期の光合成有効光量子束密度は40 $\mu$ mol・$m^{-2}$・$sec^{-1}$程度であった．

播種後3日目と6日目に底面給水により灌水した．出芽率を播種後10日間明期開始後1～2時間以内に経時的に調査した．なお，各種培養土の灌水前後の三相分布と含水率を計測した．三相分布はデジタル容積計（株式会社藤原製作所，FV-466型）を用いて測定し，ミスト灌水および底面給水した区ではトレイに詰めた培養土に灌水処理した後再度培養土を集めて速やかに計測した．

2）実験2：播種後のミスト灌水処理と播種後3日間の温度管理が高温条件下でのホウレンソウセル成型苗の出芽率に及ぼす影響

培養土Bを詰めた200穴トレイに，‘アクティブ’（プライマックス種子）を1粒播種した後，実験1と同様7区を設け灌水処理した．灌水処理後バーミキュライトで覆土し，これらのトレイを，グロースチャンバー（SANYO MLR-350）に入庫し，実験1と同様に管理した．

入庫後の環境設定について，温度環境について，全期間25℃で管理（対照区），播種後3日間まで20℃ 4日目から25℃で管理（初期20℃管理区），播種後3日間まで15℃ 4日目から25℃で管理（初期15℃管理区），以上3区を設けた．

光環境は，対照区では明期／暗期を14hr/10hr一定とし，初期20℃管理区と初期15℃管理区では播種後3日間は暗黒条件，4日以降は14hr/10hrとした．明期の光合成有効光量子束密度は40 $\mu$ mol・$m^{-2}$・$sec^{-1}$程度であった．灌水は播種後3日目と6日目に底面給水で行った．出芽率を播種後10日間明期開始後1～2時間以内に経時的に調査した．

3）実験3：異なる種子プライミング処理条件下での播種後のミスト灌水処理がホウレンソウセル成型苗の出芽率に及ぼす影響

‘晩抽パルク’と‘強力オーライ’について，①無処理種子（プライミング処理等をしていない種子），②無処理種子を浸種処理したもの，③各種苗メーカー独自の発芽促進処理を施した種子，以上3つの種子処理条件下での播種後のミスト灌水処理による出芽率への影響を調査した．

②の浸種処理は，無処理種子を12時間水道水からの流水に浸した後，脱水機で脱水し，24時間4 ℃の冷蔵庫に置いた．また，③は‘晩抽パルク’ではプライマックス種子といわれる，殻に割れ目を入れることで吸水が速やかに行われるようにした殻付き種子であり，‘強力オーライ’ではネーキッド種子といわれる，殻を除去した種子である．

10月21日に培養土Bを詰めた200穴トレイに1粒播種し，灌水処理した．灌水処理は実験1から多灌水（底面吸水処理）区を除いた6区を設けた．播種後20℃に設定した予冷庫に入庫し，32時間後（翌日の夕方）に育苗ハウスに搬出した．予冷庫内ではトレイを入れた棚をビニル資材で被覆し，棚の一番下に水を入れたプラスチックトレイを置くことで乾燥を抑えた．育苗ハウス内では如雨露を用いて毎朝上部から灌水（播種後48時間経過してから灌水開始）し，出芽率を播種後10日間毎朝9時～10時に経時的に調査した．このときの育苗ハウス内の平均気温は15.5℃，平均最高気温26.7℃，平均最低気温10.5℃であった．

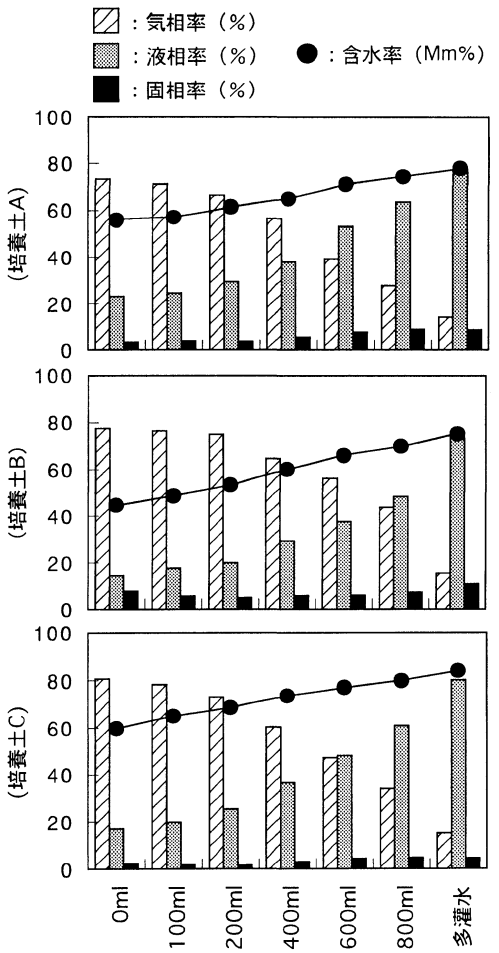


図1　ミスト灌水処理が培地の3相分布と含水率に及ぼす影響

## 3．結果

1）実験1：播種後のミスト灌水がホウレンソウの出芽率に及ぼす影響

（1）培養土の三相分布と含水率

供試した3種類の培養土について灌水処理後の3相分布と含水率を図1に示した（灌水前の供試

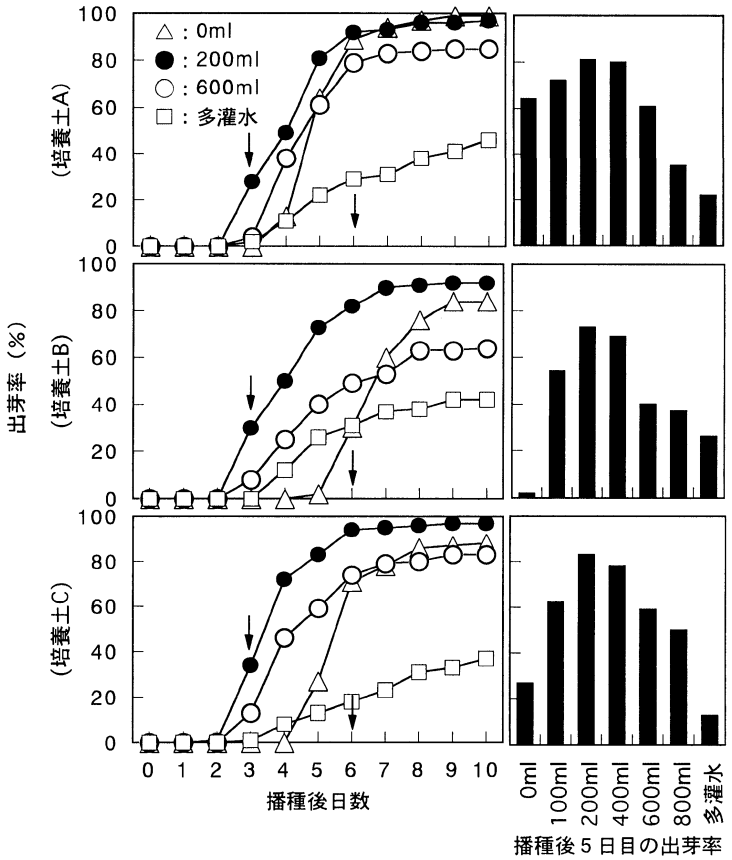


図2　播種後のミスト灌水処理がホウレンソウセル成型苗の出芽率に及ぼす影響
注1）供試品種：アクティブ（プライマックス種子）
注2）矢印（↓）は底面給水による灌水を示す

培養土のデータは0 ml区に相当）．3相分布はいずれの培養土でも気相率が70～80%と高く，液相率が15～22%，固相率は10%未満といったセル苗育苗用培養土特有の3相分布を示した．灌水処理による3相分布への影響は特に灌水量の増加に伴う気相率の減少となって認められ，培養土Aでは400～600ml，培養土Bでは600～800ml，培養土Cではほぼ600mlを境界に気相率と液相率が逆転した．いずれの培養土においても400ml以下の灌水量の区では気相率の割合が50%以上であり液相率の1.5～2倍の値となった．

底面給水をした多灌水区では気相率20%以下，液相率80%前後であった．含水率は灌水量と比例して増加した．播種後3日間の含水率の低下は，培養土Aと培養土Cでは5～15%程度，培養土Bでは10～20%程度認められた．3日目の底面給水による灌水後の含水率は，多灌水区と同様であったものと推察された．

（2）灌水量と出芽率

播種後10日間の出芽率の推移を4つの試験区（0 ml区，200ml区，600ml区，多灌水区）を抜粋して図2の折れ線グラフに，また，全試験区の播種後5日目の出芽率について図2の棒グラフに示した．5日目の出芽率は200～400ml区で最も高くなった．いずれの培養土を用いた場合でも多灌水区では出芽率が50%以下と極めて低くなった．培養土Aと培養土Cでは，0ml区，200ml区，600ml区ともに80%以上となったが，培養土Bでは灌水量の違いにより10日目の出芽率の変動幅が大きかった．0ml灌水区は，10日目の出芽率は良かったものの出芽が遅れる傾向が認められた．10日間の出芽率の調査結果から200～

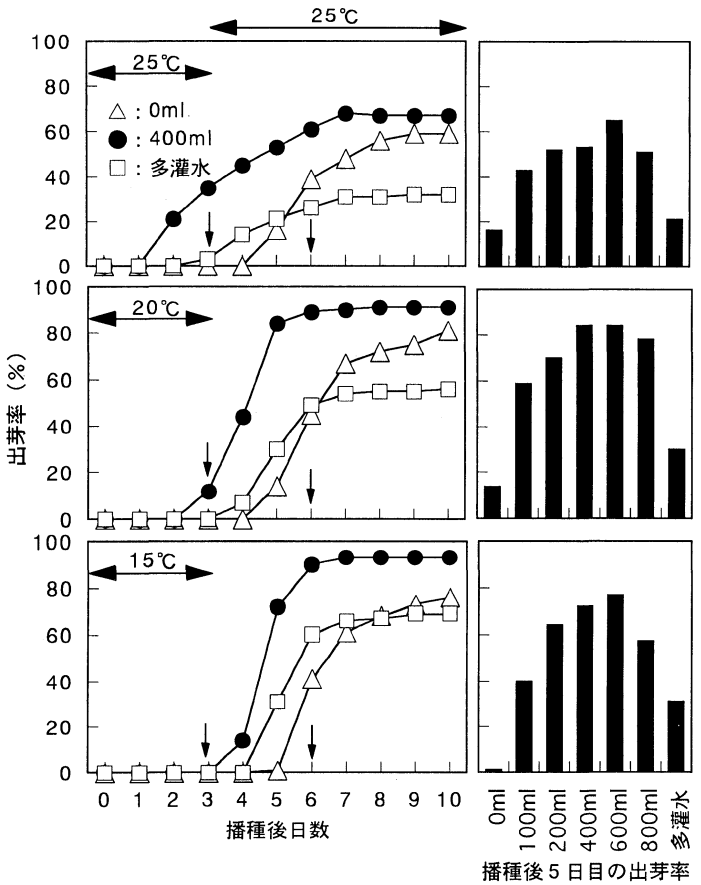


図3　播種後のミスト灌水処理と播種後3日間の温度管理がその後の高温条件下でのホウレンソウセル成型苗の出芽率に及ぼす影響
注1）供試品種：アクティブ（プライマックス種子）
注2）供試培養土：培養土B
注3）矢印（↓）は底面給水による灌水を示す

400ml灌水区で最も出芽が促進された．

2）実験2：播種後のミスト灌水処理と播種後3日間の温度管理が高温条件下でのホウレンソウセル成型苗の出芽率に及ぼす影響

播種後10日間の出芽率の推移を3つの試験区（0 ml区，400ml区，多灌水区）を抜粋して図3の折れ線グラフに，また，全試験区の播種後5日目の出芽率について図3の棒グラフに示した．ミスト灌水処理による効果は，5日目の出芽率は400～600mlで優れる傾向を示しているが，播種後10日間の推移は200～600mlでほぼ同様の傾向を示したことから400mlのみをミスト灌水区の代表として棒グラフに示している．全期間25℃で管理した対照区では，出芽は他の区よりも早く認められたがその後の出芽が悪く，いずれの区でも10日目の出芽率は70%未満であった．

これに対して初期15℃管理区と初期20℃管理区のミスト灌水区（400ml灌水区）では90%前後の高い出芽率が得られた．0ml区と多灌水区の出芽率はいずれの温度環境下でもミスト灌水処理区(400ml区)よりも劣り，特に多灌水区では20%以上の開きが認められた．

3）実験3：異なる種子プライミング処理条件下での播種後のミスト灌水処理がホウレンソウセル成型苗の出芽率に及ぼす影響

（1）無処理種子の出芽

播種後10日間の出芽率の推移を0 ml区，400ml区，800ml区の3試験区を抜粋して図4の

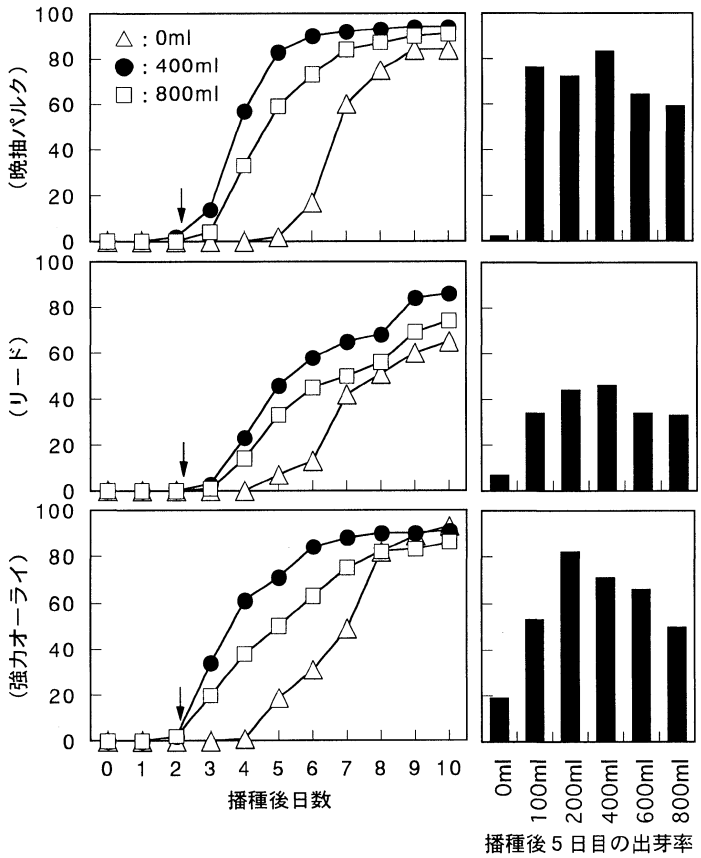


図4　播種後のミスト灌水処理がホウレンソウセル成型苗の出芽率に及ぼす影響（無処理種子を利用した場合）
注）矢印（↓）は灌水開始時期を示す

折れ線グラフに，全試験区の播種後5日目の出芽率について図4の棒グラフに示した．播種後5日目の出芽率は，いずれの品種でも200mlまたは400ml区で高くなる結果となった．播種後10日間の出芽率の推移は，400ml区（200ml区も同様）で良好であり，いずれの品種でも90%前後の高い出芽率が得られた．また，800ml区は400ml区よりも劣る傾向が認められ，0ml区では播種後の出芽が大きく遅れた．

以上のように無処理種子を用いた場合，播種後200～400mlのミスト灌水を行うことで80%以上の出芽率を得ることができた．

（2）浸種した無処理種子の出芽

播種後10日間の出芽率の推移と播種後5日目の出芽率について（1）と同じ様式で図5に示した．播種後5日目の出芽率は，いずれの品種でも400～800ml区で優れる結果となった．また，播種後10日間の出芽率の推移は，400～800mlで良好であり，いずれの品種でも80%以上の高い出芽率が得られた．0ml区では10日目の出芽率では80%以上の高い出芽率となったが，播種後の出芽が遅れることから苗生育が劣る傾向が認められた．以上のように浸漬した無処理種子を用いる場合，播種後400～800mlのミスト灌水を行うことで最も好ましい出芽が認められた．

（3）プライマックス種子およびネーキッド種子の出芽

播種後10日間の出芽率の推移と播種後5日目の出芽率について（1）と同じ様式で図6に示した．播種後5日目の出芽率は，プライマックス処理種子（‘晩中パルク’，‘リード’）では200～400ml区で，ネーキッド処理では400～800mlで

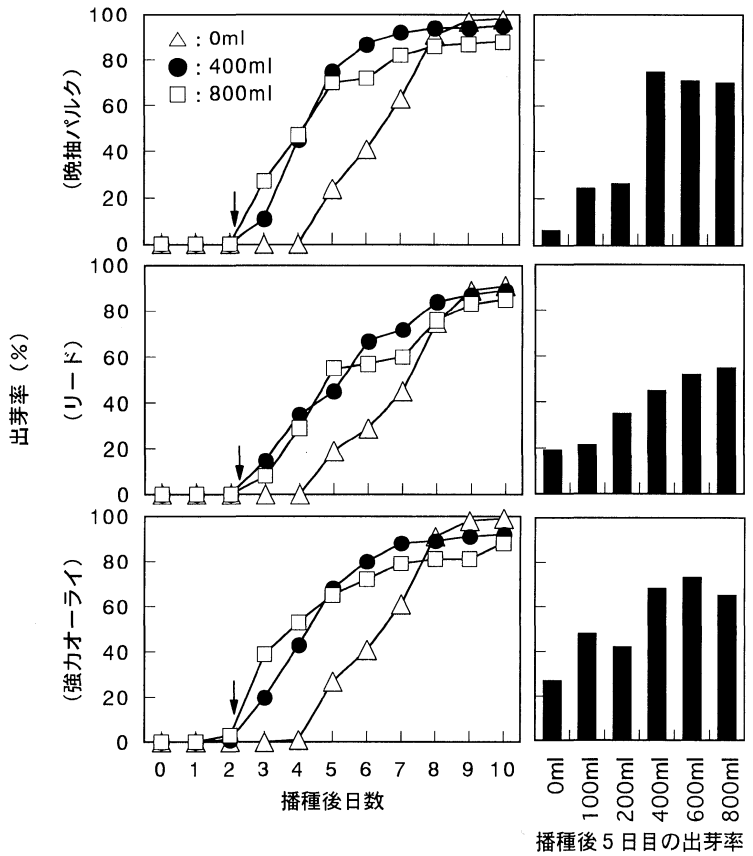


図5　播種後のミスト灌水処理がホウレンソウセル成型苗の出芽率に及ぼす影響（浸漬処理種子を利用した場合）
注）矢印（↓）は灌水開始時期を示す

最も優れる結果となった．播種後10日間の推移をみると，プライマックス種子では800ml区で400ml区よりも出芽が劣る傾向が認められ10日目の出芽率も15～20%劣る結果となった．また，ネーキッド種子（‘強力オーライ’）では800ml区でも400ml区と同程度の出芽が認められた．

## 4．考察

1）ミスト灌水処理とホウレンソウの出芽率

培地の含水率がホウレンソウの出芽に及ぼす影響について，ソイルブロック培地では，含水率が低いほど発芽率が向上し，含水率が高いほど発芽率が低下する（岡山ら1983）．本研究では，一般的なホウレンソウ種子（‘アクティブ’プライマックス種子）を供試し，セル苗育苗時の灌水システムの違いを考慮して無肥料培養土，モミガラ添加無肥料培養土（エブ&フロー灌水用の培養土）ならびに肥料入り培養土（上面散布灌水用の培養土）の複数の培養土を用いて，ミスト灌水処理における灌水量を検討した．

その結果，10日目の出芽率が90%以上となった200ml程度が最適灌水量であると推察され，これより灌水量が多くても少なくても出芽が劣る傾向が認められた．また，底面給水した多灌水区では，最適灌水量の場合と比較して出芽率が半分以下に低下した．ホウレンソウ種子は播種後の灌水量が多いと，果皮が水分を多く吸収するために果皮の通気が不良となって種子内部が酸素不足となり，発芽が不良となる（萩谷1949，杉山1944）．また，硫酸処理によりホウレンソウ種子の発芽率が高まるが，これは硫酸処理による果皮クチクラの崩壊により胚への酸素透過性が高まることが理由

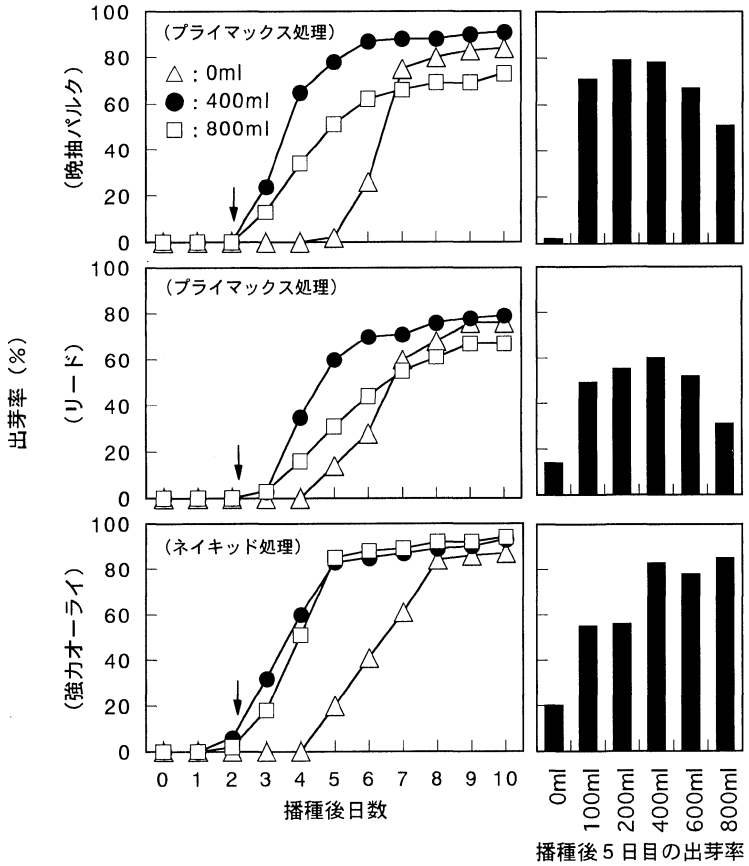


図6　播種後のミスト灌水処理がホウレンソウセル成型苗の出芽率に及ぼす影響（プライミング処理種子を利用した場合）
注）矢印（↓）は灌水開始時期を示す

と考えられている（桝田ら 1993）.

これらのことからセルトレイ当たりの灌水量が多い場合に出芽率が低下するのは，果皮が多く水分を吸収し，種子内部が酸素不足となることによるものと考えられる．また，いずれの培養土でも，播種後に灌水しない場合（0 ml区）は他の区より2～3日出芽が遅れた．これらは上記と逆に出芽に必要な水分が十分に供給されなかったことによると推察される.

ほとんどのセル苗育苗用培地はピートモスを主体とした軽量のものであるが，使用の際の一般的な水分含量の目安は2回握った際に培地が崩れる程度とされている，このような培地について一般的な状況範囲内で灌水しその含水率を調べた結果，いずれの培地もほぼ50～60%の範囲内であった（未発表）．市販の培地は購入後の保管状況によって含水率が低下する場合があるが，このような場合には，水を加えて作業しやすい含水率に調整するのが普通であり，このような場合でも50～60%程度の状態で播種しているものと推察される.

よって，実際のセル苗育苗では，ホウレンソウ‘アクティブ’のプライマックス種子を用いた場合は，200ml程度のミスト灌水を行い15～20℃の発芽適温で湿度を高く保ちながら3日間経過させてから十分な灌水を行うことで安定した出芽が得られるものと考えられる.

出芽後にエブ＆フロー灌水を行う育苗システムではセル苗育苗用の培養土にモミガラを30%程度加えることで苗の抜き取りが容易となり育苗期間の短縮が可能になる反面，出芽率の低下が実用上の問題点となっていた（藤原ら 2004）．本実験では藤原ら（2004）と同様のモミガラ添加培養土

を用いた際のミスト灌水処理における灌水量と出芽率について検討した結果，播種後の灌水量を200mlとしたときの出芽率が最も高く，灌水前の培地の含水量が50%以下と他の培地より低いにもかかわらず400～800mlの灌水量では出芽率が低くなる傾向が強かった．

400～800mlの灌水量で出芽率が低下した理由は，土壌の3相分布による説明がつけにくく，モミガラに含まれるとされる発芽抑制物質などの化学的抑制要因が働いている可能性もあるがはっきりした原因については不明であり，今後の研究で明らかにしてゆく必要がある．本実験結果からは，モミガラを添加した培養土でもミスト灌水処理における灌水量の最適値（1トレイ当たり200ml程度）が存在しその最適幅が狭いため精度の高い灌水処理を行うことによって高い出芽率が得られることが明らかになった．

このように播種から出芽までの灌水方法の改善により，培地へのモミガラ添加による育苗期間の短縮と高い出芽率の両立が可能であることが示唆された．

2）播種後のミスト灌水処理と播種後3日間の適温管理による高温条件下での出芽促進

ホウレンソウの移植栽培は，直播栽培と比較して夏期生産への導入メリットが大きい．夏期生産では高温環境下でいかにして高い出芽率を維持できるかが経済栽培できるか否かの分岐点であるといえる．

本研究では，出芽率が70%以下となるような25℃の高温環境条件下でも，400ml程度のミスト灌水を行い，播種後3日間だけ発芽適温（15～20℃）に置くことで90%程度の高い出芽率が得られた．このことから，播種後，ミスト灌水処理した後15～20℃に設定した予冷庫などに3日間程度置くことで，その後の高温期の育苗ハウス内でも高い出芽率を保つことが可能であると考えられる．ただし，出芽後も暗黒状態の予冷庫に置くと苗が徒長する恐れがある．本実験では25℃条件下では播種後2日目から出芽が認められたが，20℃または15℃条件では播種後3日目までに出芽は認められなかった．

よって，15～20℃に設定した予冷庫の利用を想定した場合，播種後3日間置くことで，4日目からは高温期の育苗ハウスに移しても出芽率が高く維持できるものと考えられる．ただし，品種によっては播種から出芽までの日数が異なることから，播種したトレイを予冷庫に何日間置くかについては品種別の検討が必要である．

また，実際の夏期の生産における育苗ハウスの気温は，25℃よりもはるかに高温で推移する．1回のみの事例であるが，本実験と同じ条件でミスト灌水処理後20℃で3日間重ね置きした後，高温期の育苗ハウス（平均気温24.8℃，最高／最低気温35.5/18.5℃）に移して育苗したところ80%以上の出芽率が得られた（未発表）．実際の育苗ハウスの温度は1日で大きく変化することから，ミスト灌水処理後の3日間の適温管理処理による効果がどれだけの高温に耐えうるかついては，今後さらに栽培事例を重ねてゆく予定である．

3）異なる種子プライミング処理条件下でのミスト灌水処理の効果

ホウレンソウでは，無処理種子の他，各種メーカー独自のプライミング処理を施した種子が市販されている．ホウレンソウ栽培は直播栽培が前提であることから，移植栽培における種子の種類の影響については不明な点が多い．そこで，種子プライミング処理の有無やその種類の違いがセル苗育苗における播種後のミスト灌水処理によって出芽にどのような影響を及ぼすのかについてそれぞれの種子処理グループ別に調べた．

無処理種子では，播種後の1トレイ当たりの灌水量が600ml以上で出芽率が低下する傾向があり，灌水量を100～400mlとすることで，90%程度の高い出芽率が得られた．さらに，無処理種子を浸漬してから播種した場合でも出芽率は無処理種子と大差はなく，本実験では浸種を行う特段のメリットは認められなかった．

種苗会社独自に処理された種子について，プライマックス種子では，播種後の灌水量が多い場合の出芽率の低下が，他の形態の種子より大きい傾向にあり，200穴トレイ当たり200ml程度がミスト灌水処理の際の最適灌水量であると考えられた．種苗会社はプライマックス種子の詳細な生産方法を明らかにしていないが，使用上の注意として，「水に浸漬すると吸水過多により，発芽率が低下する」と記載している．プライマックス種子は，無処理種子などと比較して吸水しやすくなっており，播種後十分に灌水を行うセル苗の一般的な栽

培管理（多灌水）を行った場合には種子内部が酸素不足となって発芽率が低下しやすいと考えられる．よって，プライマックス種子では播種後の多灌水は厳禁であるといえる．

次にネーキッド種子については播種後の灌水量の違いは最終的な出芽率に大きな影響を及ぼさなかった．ホウレンソウ果皮の中には発芽抑制物質が存在するほか，果皮の機械的強度やガスの透過性などの物理性の関与によって発芽が抑制されると考えられている（菅沼ら 1984）が，ネーキッド種子は無果皮種子であるため，果皮が付随することによるこれらの発芽抑制要因が除かれたことで播種後の灌水量に出芽率が左右されにくかったものと考えられる．留森ら（1997）は無果皮種子では出芽率が高く出芽日数が短縮されることを報告している．なお，播種後の灌水量が1トレイ当たり200ml以下の場合には，それより多く灌水した場合と比較して出芽が遅れる傾向にあったので，ネーキッド種子では播種後のミスト灌水時の灌水量は1トレイ当たり400～800mlとすることが適切と考えられた．

このように，播種後のミスト灌水処理における灌水量は，種苗会社の種子処理方法によって異なることから，種子の種類にあわせて灌水量を調節する必要がある．以上，ホウレンソウのセル苗育苗では種子の種類によって適切な灌水量があることが分かったが，特に注目すべき結果は播種後のミスト灌水により無処理種子でも90%以上の高い出芽率が得られたことである．無処理種子は慣行の直播栽培ではプライミング種子よりも発芽率が劣り生産が不安定になりやすいというのが一般的な知見であるが，移植栽培においては，本研究の成果を活用することでこのような種子でも安定した出芽が得られると考えられる．

## 5．摘要

1）ホウレンソウのセル苗育苗における播種後のミスト灌水処理時の灌水量が出芽に及ぼす影響を検討した結果，セル苗育苗用培養土では播種後の灌水量を200穴トレイ当たり200ml程度とすることで，90%程度の高い出芽率が得られた．また，底面給水による多灌水処理では出芽率が大きく低下した．

2）70%程度であった連続25℃条件下での出芽率は，播種後ミスト灌水してから3日間発芽適温環境（15～20℃）に置くことで20%程度増加した．

3）発芽適温環境下（平均気温19.1℃）での最適ミスト灌水量は種子の種類によって異なった．1トレイ（200穴）当たりの播種後の最適ミスト灌水量は，無処理種子（果皮の付いたもの）と浸種した無処理種子で100～400ml，プライマックス種子で200ml，ネーキッド種子で400～800mlであった．

## キーワード

ホウレンソウ，セル成型苗，育苗，種子，出芽，温度，水分，プライミング

## 謝　辞

本研究の遂行に当り，ご協力とご指導をいただいた野菜部主任研究官　堀兼明氏に深く感謝いたします．

## Summary

We investigated the effects of the watering level after sowing on the emergence of spinach（'Active'：primax seeds）in a plug－transplant nursery system. An emergence rate over 90% was obtained by providing about 200ml of water per plug tray（200 cells per tray, 13ml per cell）regardless of the culture soil component. Contradictorily, a low emergency rate was observed after excessive watering. The emergence rate under a consecutive 25℃ condition was 70% or less. The rate was improved by 1）watering with 400－600ml per tray, and 2）subjecting trays to 15-20℃（optimal temperatures for germination）for 3 days after sowing. These management methods promoted about 90% emergence rate even if trays were exposed to a 25℃condition from the fourth day onward. The optimal watering level per plug tray for seed emergence under a condition of 19.1℃ were, 100－400ml for normal seeds（with pericarp）and presoaked normal seeds, 200ml for primax seeds, and 400-800ml for naked seeds, respectively. In an optimal watering level, about 90% seeds emerged promptly within 10 days.

## Keywords

Spinach, Plug - transplant, Nursery, Seed, Emergence, Temperature, Moisture, Priming

## 引用文献

荒井　滋・岡山健夫（1982）：ホウレンソウの移植栽培法に関する研究（第1報）栽植密度および定植時期が生育，収量におよぼす影響について，奈良農試研報 13；31-37.

荒井　滋・岡山健夫・小畠博文（1984）：ホウレンソウの移植栽培法に関する研究（第3報）ホウレンソウ萎ちょう病の耕種的防除法について，奈良農試研報 15；10-20.

千葉佳朗・武田良和・上山啓一・木村恭子（2000）：移植栽培によるホウレンソウ萎凋病の発生軽減と根圏の糸状菌フロラの関係，宮城園試研報 12；25-34.

藤原隆広・亀井雅浩・内藤和男・熊倉裕史・高田健一郎・吉田祐子（2005）：電動型半自動移植機を利用したホウレンソウ移植栽培技術確立のための2，3の栽培的知見，農作業研究40（別1）；61-62.

藤原隆広・熊倉裕史・中川　泉・吉田祐子（2003）：ホウレンソウセル成型苗育苗におけるセルサイズと播種粒数が定植後の生育に及ぼす影響，農作業研究 38 別1；115-116.

藤原隆広・熊倉裕史・吉田祐子（2004）：エブ＆フロー灌水方法を用いたホウレンソウセル成型苗育苗における培地へのモミガラ添加が根鉢形成に及ぼす影響，農作業研究 39 別1；105-106.

萩屋　薫（1949）：ホウレンソウ種子の発芽遅延に就て，園学雑 18（4）；198-201.

井上昭司・村上健二・熊倉裕史・荒木陽一（2000）：環境改善によるホウレンソウ生産の安定化，中国農研報 21；13-40.

亀田修二（1999）：ホウレンソウ（*Spinacia oleracea* L.）移植栽培法と周年連続栽培体系，鳥取県園試報 3；37-47.

亀田修二・吉岡　宏・佐藤文生・藤原隆広（2001）：エブ＆フロー方式育苗におけるホウレンソウセル成型苗の苗質評価と定植適期，園学雑 70 別2；282.

亀井雅浩・藤原隆広・内藤和男・熊倉裕史・高田健一郎・吉田祐子・窪田　潤（2005）：ホウレンソウセル成型苗利用移植栽培への電動型半自動移植機導入による労働負担軽減効果，農作業研究 40（別1）；63-64.

桝田正治・小西国義（1993）：Improvement of high-temperature germination of spinach seed with acid scarification and priming with polyethylene glycol 6000，園学雑 62（2）；419-424.

村上健二・熊倉裕史・井上昭司・荒木陽一（2000）：移植栽培による高温期ホウレンソウ生産の安定化，近畿中国農研 100；38-43.

岡山健夫・荒井滋（1983）：ホウレンソウの移植栽培法に関する研究（第2報），奈良農試研報 14；29-39.

菅沼教生・大野　始（1984）：Role of pericarp in reducing spinach (*Spinacia oleracea* L.) seed germination at supra-optimal temperatures，園学雑 53（1）；45-51.

杉山直義（1944）：ホウレンソウ種子の発芽試験法，農業および園芸 19（4）；21-22.

鈴木敏征（1996）：連結ペーパーポット苗利用による夏播きホウレンソウ移植栽培，農耕と園芸 51（7）；98-99.

高城保志・勝部和則・諏訪正義（2001）：チェーンポット苗移植栽培と非病原性フザリウム菌の組合せによるホウレンソウ萎凋病防除技術，東北農業研究 54；177-178.

田村晃・田口多喜子（1998）：冬期葉菜類の移植と直播栽培の組み合わせによるハウス利用の効率化，東北農業研究 51；183-184.

留森寿士・池尻朗・竹内芳親（1997）：ホウレンソウ種子の発芽・出芽における無果皮処理の有効性，生物環境調節 35（1）；35-39.

山本幸彦・満田幸恵（1996）：セル成型苗移植栽培，農業技術体系野菜編7　ホウレンソウ基礎編；114（2-15）.