

VOL. 17 2017

横断的共同研究報告

Reports of Division Crossing Cooperative Research

平成 29 (2017) 年度

栃木県試験研究機関連絡協議会

はじめに

地域における産業の振興や環境の保全などの様々な分野の課題を解決するために、科学技術の果たす役割は大きなものがあります。また、その振興による県民生活の向上が期待されています。

栃木県試験研究機関連絡協議会は、県試験研究機関相互の技術交流・情報交換及び横断的共同研究の円滑な推進により、科学技術の振興に資することを目的として、平成11（1999）年度に設置されました。林業系、保健環境系、工業系、農業・畜産・水産系の7つの県試験研究機関で構成されております。

本書は、当連絡協議会が行った平成29（2017）年度の横断的共同研究の研究成果を取りまとめたものです。

この研究成果が広範に活用されますとともに、本県科学技術振興の一助となれば幸甚に存じます。

平成31（2019）年1月

栃木県試験研究機関連絡協議会

目 次

〔横断的共同研究報告〕

○ハイドロゲルのいちご苗生産における実用性研究

－ナトリウムフリーゲルによる苗の生育阻害防止の試み－

栃木県産業技術センター 材料技術部

県南技術支援センター

栃木県農業試験場 いちご研究所

..... 1

〔栃木県試験研究機関連絡協議会設置要領〕

..... 5

ハイドロゲルのいちご苗生産における実用性研究

—ナトリウムフリーゲルによる苗の生育阻害防止の試み—

中田 あゆ美* 大和 弘之* 小林 愛雲** 小島 夏実*** 大橋 隆***

Utility Study in the Strawberry Seedling Production of Hydrogel
—Trial of the Prevention of Growth Inhibition of the Seedling with
the Sodium-free gel—

Ayumi NAKADA, Hiroyuki YAMATO, Azumi KOBAYASHI, Natsumi KOJIMA and Takashi OHASHI

HEC水溶液をEGDEで架橋することによりハイドロゲル(Na⁺フリーゲル)を調製した。調製したゲル及び比較のためのNa⁺入りゲルを2mm角に切断し、それぞれ10,20 vol%の割合でいちご育苗における慣行培地に混合した。これら培地を温度条件40°Cで8時間保持し、続けて25°Cで16時間保持した時の体積変動を評価した。ゲル混合培地の体積変動は慣行培地と同等以下であり、僅かであった。これらのゲル混合培地を用いて、いちごの育苗試験を行った。育苗試験を実施したすべての条件において、苗の活着率は100%であり、花芽の生育にNa⁺による遅れは見られなかった。

Key words: ゲル, いちご, 育苗, 保水材, 灌水省力化

1 はじめに

いちごの育苗においては、土壤病害の発生が課題となっている。高温多湿条件で発生する炭疽病や、高温乾燥条件で発生する萎黄病は特効性の化学農薬がなく、蔓延すると苗が全滅する恐れがある。土壤病害の発生を予防するためには、育苗培地の水分管理が重要である。水分管理は作業者の経験に基づく1日2~3回の灌水作業により行っているが、作業の負担が大きく省力化、効率化が求められている。

ハイドロゲル(以下ゲル)は、高分子が架橋されて三次元の網目を作り、水を吸収して膨潤したものである^{1,2)}。ゲルは自重の数十倍から数百倍の水を吸収、保持することができ、紙おむつの吸水体やコンタクトレンズ等として使われている。高い保水性を有するゲルを育苗培地に混合することで培地の保水性を高め、灌水作業の省力化が期待されている³⁾。そこで平成27年度の研究⁴⁾においてゲルを慣行培地に混合し、いちご苗生産での実用性を検討したところ、ゲルのサイズや混合割合等が育苗期間中の培地の体積減少を引き起こし、苗の生育に悪影響(活着率の低下)を及ぼすことが示唆された。平成28年度の研究⁵⁾では、ゲル混合培地の体積変動を緩和するために、膨潤復元の速いゲ

ルを調製し、培地に混合するゲルのサイズを慣行培地と同じ2mmにすることで、苗の活着率が100%となった。しかし、ゲルの混合割合が高いほど花芽の生育が遅れる傾向が見られた。植物の生育にナトリウムイオン(Na⁺)が悪影響を及ぼすことが知られていることから、調製したゲルの原料に含まれるNa⁺による影響と推察された。そこで本研究では、Na⁺を含まないゲル(Na⁺フリーゲル)を調製し、ゲルの原料や培地への混合割合を検討し、いちご苗への影響を調査することで、いちご苗生産に対するゲルの実用性を検討する。

2 研究の方法

2.1 ゲルの調製

用いたポリマーは、Na⁺を含有しない2-ヒドロキシエチルセルロース(HEC)(ALDRICH, average Mw=90,000、250,000、720,000、1,300,000)である。ポリマーの平均分子量及び濃度、架橋剤の濃度を変化させ、各種ゲルを調製した(Na⁺フリーゲル)。また、比較対象としてカルボキシメチルセルロースナトリウム塩(CMC)(ACROS ORGANICS, Mw=250,000, DS=0.9)を用い、昨年度と同様の条件(5 wt% HEC(Mw=250,000)/2 wt% CMC・10 wt% EGDE)でNa⁺入りゲルも調製した。ポリマーを蒸留水に溶解し、水溶液を調製した。調製したポリマー水溶液にエチレングリコールジグリシジルエーテル(EGDE)(東京化成)と5 M 水酸

* 栃木県産業技術センター材料技術部

** 栃木県産業技術センター県南技術支援センター

*** 栃木県農業試験場いちご研究所

化カリウム (KOH) 水溶液を加え pH=12.8 のプレゲル溶液を調製した。調製したプレゲル溶液を 60°C で 24 時間反応させることで各種ゲルを調製した。調製したゲルを多量の 50 wt% イソプロピルアルコール (IPA) 水溶液に浸漬することで未反応の EGDE を除去した。IPA 浸漬後のゲルを多量の水道水に浸漬することで洗浄した。

2. 2 ゲルの膨潤度測定

ゲルを 10 mm 角に切断し、22°C で 2 日間乾燥した。この乾燥ゲルを蒸留水 (22°C) に浸漬した。15 分後、ゲルの重量 (湿重量: W_{wet}) を測定し、再び蒸留水に浸漬した。この操作を繰り返すことで、膨潤度の経時変化を測定した。ゲルを送風定温乾燥機を用いて 60°C で予備乾燥した後、105°C で 24 時間程度加熱乾燥した。このときの重量を乾燥重量 (W_{dry}) とし、次式 (1) によりゲルの膨潤度 Q を算出した。

$$Q = W_{wet} / W_{dry} \quad (1)$$

2. 3 ゲル混合培地の体積変動評価

ゲル混合培地は、いちご育苗における慣行培地 (鹿沼土: くん炭=2:1 混合培地) に、調製したゲルの混合割合を変えて調製した。ゲルのサイズは 2 mm 角とし、混合割合はそれぞれ 10, 20 vol% とした。調製したゲル混合培地を、いちご育苗用 24 穴セルトレイ (容量: 1 穴あたり約 175 cm³) に充填した。同様に慣行培地をセルトレイに充填した。充填した培地に灌水 (1 穴あたり約 100 ml) し、セルトレイの淵から培地までの高さ (充填初期高さ: h_0) を測定した (図 1)。測定後のセルトレイを送風定温乾燥機で乾燥した。乾燥機の温度条件は、育苗時の環境を想定し 40°C で 8 時間の後、25°C で 16 時間とした。所定時間経過後、セルトレイを取り出し、セルトレイの縁から培地までの高さ (時間 t における高さ: h_t) を測定した後、再度乾燥機に入れた。この操作を繰り返す行い、培地の高さ変動 (体積変動) を次式 (2) により算出した。

$$\Delta h = h_0 - h_t \quad (2)$$

灌水は、体積変動評価開始時 ($t=0$)、及び 24 時間経過後 ($t=24$) の高さ測定前に行った。

2. 4 ゲル混合培地を用いたいちご育苗試験

慣行培地 (鹿沼土: くん炭=2:1 混合培地) に混合するゲルの種類 (Na⁺フリーゲルまたは Na⁺入りゲル) と混合割合 (10 または 20 vol%) を組合せ、ゲル混合培地 4 処理区

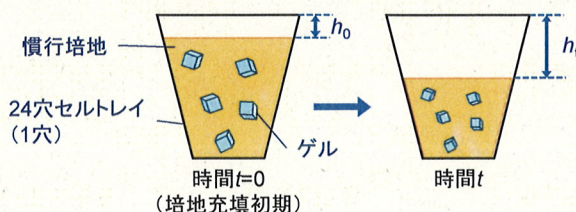


図1 ゲル混合培地の体積変動評価の模式図

(Na⁺フリーゲル 10%区及び 20%区, Na⁺入りゲル 10%区及び 20%区) を調製した。供試品種は栃木 i27 号 (スカイベリー) とし、2017 年 7 月 4 日に採苗し、ゲル混合培地及び慣行培地を充填した 24 穴セルトレイに仮植した。灌水回数は、仮植後 27 日 (7 月 31 日) までは苗の生育に応じて 1 日数回行い、以降はゲル混合区が午前 1 回、慣行区は午前と午後の 2 回行い、培地の乾燥が進んだ場合には適宜追加で灌水した。定植は 9 月 19 日に行った。調査項目は、仮植後 1 ヶ月後の生育 (葉長及び活着率)、育苗終了時の生育 (葉長及び枯死株率)、1 日あたりの灌水回数、定植時の苗質 (クラウン径、地上部重、地下部重、花芽分化指数、内生葉数)、頂花房の開花日とした。

3 結果及び考察

3. 1 ハイドロゲルの膨潤復元性

調製したゲルの 15 分膨潤度を表 1 に示す。調製したゲルのうち、膨潤度が 10 を超えると水中で形を留めず、数日から数週間で溶解してしまう現象が起こった。3wt% HEC (Mw=1,300,000) ・ 2wt% EGDE の条件で調製したゲルの扱いが容易で膨潤度が高いため、このゲルを以後の研究に用いることとした。

表 1 Na⁺フリーゲル (10mm 角, 22°C 乾燥) を 15 分間蒸留水に浸漬した際の膨潤度 ($Q = W_{wet} / W_{dry}$)

HEC		EGDE wt%				
分子量	wt%	5	4	3	2	1
90,000	7	6.7				
250,000	7	3.9				
720,000	7	3.3				
"	5	3.6				
"	3	8.5	8.6	10.5	x	x
"	2	17.5				
"	1	x				
1,300,000	7	3.4				
"	5	3.5				
"	3	7.5	5.7	6.5	9.2	11.6
"	2	10.3				
"	1	x				

* 表中「x」は扱いが困難で膨潤度測定不可能

3. 2 ゲル混合培地の体積変動

Na⁺フリーゲル (3wt% HEC (Mw=1,300,000) ・ 2wt% EGDE) 及び Na⁺入りゲル (5 wt% HEC (Mw=250,000) / 2 wt% CMC ・ 10 wt% EGDE) 混合培地並びに慣行培地の高さ変動 (体積変動) を図 2 に示す。Na⁺フリーゲル混合培地の体積変動は慣行培地と同等以下であり、僅かであった。

3. 3 いちご育苗試験結果

仮植後 28 日の生育を表 2 に示す。生育は、慣行に比べ、Na⁺フリーゲル 20%区で葉長が大きく、Na⁺フリーゲル 10%区で葉柄長及び葉身長が小さい傾向が見られた。活着率は、いずれの処理区も 100%であった。

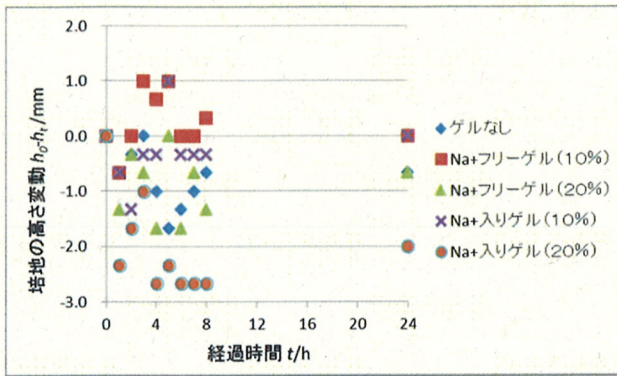


図2 培地の高さ変動

(試験条件：40℃，8時間→25℃，16時間)

育苗終了時の生育及び1日当たりの灌水回数を表3に示す。生育は、葉柄長、葉身長及び葉幅のいずれにおいてもNa⁺フリーゲル20%区が最も大きく、慣行区で最も小さかった。混合割合別では、慣行区に比べ葉柄長が10%、20%の順に大きかった。育苗終了時の枯死株率は、処理区間で大きな差は見られなかった。1日当たりの灌水回数は、慣行区に比べゲル混合区で同等に少なかった。

育苗終了時の苗質を表4に示す。地上部重はNa⁺フリーゲル20%区で慣行区よりも大きかった。地下部重は慣行区に比べ、ゲル混合区で大きかった。また、ゲルの種類別では、地上部重が慣行区に比べNa⁺フリーゲルで大きかった。花芽分化指数は、処理区間で明らかな違いはなかった。内生葉数は慣行区に比べ、Na⁺入りゲル20%区を除いたゲル混合区で少ない傾向が見られた。

表2 仮植後28日の生育及び活着率

ゲルの種類	混合割合	葉柄長 (cm)	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)	活着率 (%)
Na ⁺ 入りゲル	10%	9.0	5.6	4.0	100
	20%	9.1	5.8	4.2	100
Na ⁺ フリーゲル	10%	8.0	5.4	4.0	100
	20%	9.2	6.1	4.5	100
慣行	0%	8.7	5.7	3.9	100
Na ⁺ 入りゲル		9.1	5.7	4.1	100
Na ⁺ フリーゲル		8.6	5.8	4.3	100
	10%	8.5	5.5	4.0	100
	20%	9.2	6.0	4.4	100

* 生育は、展開第2葉を調査した。

表3 育苗終了時の生育及び1日当たりの灌水回数

ハイドロゲルの種類	混合割合	葉柄長 (cm)	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)	枯死株率 (%)	灌水回数 (回/日)
Na ⁺ 入りゲル	10%	16.6	9.0	5.5	0.0	1.1
	20%	17.7	9.0	5.5	2.1	1.1
Na ⁺ フリーゲル	10%	16.6	9.0	5.5	0.0	1.1
	20%	18.2	9.2	5.7	0.0	1.1
慣行	0%	15.5	8.5	5.3	2.1	2.0
Na ⁺ 入りゲル		17.2	9.0	5.5	1.0	1.1
Na ⁺ フリーゲル		17.4	9.1	5.6	0.0	1.1
	10%	16.6	9.0	5.5	0.0	1.1
	20%	18.0	9.1	5.6	1.0	1.1

* 生育は、展開第3葉を調査した。

頂花房の平均開花日を表5に示す。いずれの処理区も同程度だった。

以上の結果から、今回供試した育苗培地の中ではNa⁺フリーゲル20%区が適していると考えられた。

表4 定植時の苗質

ゲルの種類	混合割合	クラウン径 (mm)	地上部重 (g)	地下部重 (g)	花芽分化指数	内生葉数 (枚)
Na ⁺ 入りゲル	10%	7.3	8.1	5.3	3.0	3.0
	20%	8.7	9.4	4.9	3.2	3.6
Na ⁺ フリーゲル	10%	8.5	9.3	5.1	2.8	3.0
	20%	7.7	10.1	5.4	2.4	3.0
慣行	0%	8.5	8.6	4.6	3.2	3.8
Na ⁺ 入りゲル		8.0	8.7	5.1	3.1	3.3
Na ⁺ フリーゲル		8.1	9.7	5.3	2.6	3.0
	10%	7.9	8.7	5.2	2.9	3.0
	20%	8.2	9.8	5.2	2.8	3.3

* 花芽分化指数：0；未分化、1；肥厚期、2；分化期、3；花房分化期、4；ガク片形成期

表5 頂花房の開花日

ゲルの種類	混合割合	開花日 (月/日)	標準偏差
Na ⁺ 入りゲル	10%	11/4	2.8
	20%	11/5	2.4
Na ⁺ フリーゲル	10%	11/5	1.5
	20%	11/5	2.4
慣行	0%	11/4	2.5

* 開花日は調査区の株全ての開花日の平均とする。

4 おわりに

Na⁺フリーゲルを調整し、ゲルの原料や培地への混合割合を検討した。調製したゲル混合培地を用いて、いちごの育苗を行った。その結果、以下の知見を得た。

- (1) 体積変動は慣行培地と同等以下であるNa⁺フリーゲル(3wt%HEC (Mw=1,300,000)・2wt%EGDE)ゲルを調製できた。
- (2) 仮植後28日の活着率及び定植前までの枯死株率は、処理区間で大きな差はなかった。
- (3) 1日当たりの灌水回数の削減効果及び地下部重は各ゲル培地で同等に優れ、地上部の生育はNa⁺フリーゲル20%区で優れた。
- (4) Na⁺による花芽の生育の遅れはなく、平均開花日は処理区間で大きな差は見られなかった。

参考文献

- 1) 山内愛造，廣川能嗣：「高分子素材 One Point-24 「機能性ゲル」」，共立出版，(1990)
- 2) 荻野一善，長田義仁，伏見隆夫，山内愛造：「ゲルソフトマテリアルの基礎と応用」，産業図書，(1991)

- 3) 龍勝利, 井手治, 森山友幸, 奥幸一郎: "福岡県農業総合試験場研究報告", 27, 59-63, (2008)
- 4) 仁平淳史, 小林愛雲, 大橋隆, 鶴見理沙: "栃木県産業技術センター研究報告", 13, 78-80, (2016)
- 5) 小林愛雲, 大和弘之, 小島夏実, 大橋隆: "栃木県産業技術センター研究報告", 14, 87-90, (2017)

栃木県試験研究機関連絡協議会設置要領

(目的)

第1条 この協議会は、栃木県科学技術振興指針を踏まえ、県試験研究機関相互の技術交流・情報交換及び横断的共同研究の円滑な推進を図り、もって科学技術の振興に資することを目的とする。

(名称)

第2条 この協議会は、栃木県試験研究機関連絡協議会（以下「連絡協議会」という。）と称する。

(事業)

第3条 連絡協議会は、第1条の目的を達成するため、次の各号に掲げる事業を行う。

- (1) 県試験研究機関相互の技術交流・情報交換
- (2) 県試験研究機関の横断的共同研究
- (3) その他特に目的を達成するために必要な事業

(組織)

第4条 連絡協議会は、別表に掲げる機関（以下「構成機関」という。）をもって構成する。

- 2 会長は、産業技術センター所長の職にある者をもって充てる。
- 3 会長は、連絡協議会を代表し、会務を総理する。
- 4 会長に事故ある時は、会長があらかじめ指名する者がその職務を代理する。

(総会)

第5条 総会は、連絡協議会の事業及び運営に関する事項について審議、決定する。

- 2 総会は、会長が招集し、これを主宰する。
- 3 総会は、構成機関の過半数により成立する。
- 4 総会の議事は、出席機関の過半数で決し、可否同数の場合は、会長の決するところによる。

(幹事)

第6条 連絡協議会に幹事を置く。

- 2 幹事は、構成機関の長が選任した者をもって充てる。
- 3 幹事は、第3条に規定する事業の計画等に関する事項、その他会長が必要と認める事項について、審議、処理する。

(事務局)

第7条 連絡協議会の事務局は、産業技術センターに置く。ただし、連絡協議会の円滑な運営に必要な部局間調整、予算管理事務については、工業振興課において処理する。

(その他)

第8条 この要領に定めるもののほか、連絡協議会の運営に関し必要な事項は、別に定める。

附 則

この要領は、平成11年4月30日から適用する。

附 則

この改正後の要領は、平成12年4月1日から適用する。

附 則

この改正後の要領は、平成15年4月1日から適用する。

附 則

この改正後の要領は、平成16年4月1日から適用する。

附 則

この改正後の要領は、平成21年6月5日から適用する。

附 則

この改正後の要領は、平成23年6月9日から適用する。

附 則

この改正後の要領は、平成25年6月12日から適用する。

附 則

この改正後の要領は、平成29年3月24日から適用する。

別表（第4条関係）

栃木県試験研究機関連絡協議会構成機関

林	業	セ	ン	タ	ー				
保	健	環	境	セ	ン	タ	ー		
産	業	技	術	セ	ン	タ	ー		
農	業	試	験	場					
水	産	試	験	場					
県	央	家	畜	保	健	衛	生	所	
畜	産	酪	農	研	究	セ	ン	タ	ー

平成 29 (2017) 年度

横断的共同研究報告

Reports of Division Crossing Cooperative Research

平成 31 (2019) 年 1 月 発行

発行 栃木県試験研究機関連絡協議会

編集 栃木県産業技術センター技術交流部

〒321-3226 宇都宮市ゆいの杜 1-5-20

TEL 028-670-3391 FAX 028-667-9430