

## イチゴの閉鎖型養液栽培に適した培養液処方

直井昌彦・畠山昭嗣<sup>1)</sup>・岡村昭子<sup>2)</sup>・稲葉幸雄<sup>3)</sup>・植木正明

**摘要** : クリプトモスを培地としたイチゴの閉鎖型養液栽培において、大塚A処方では給液量が増える2月以降に培地内電気伝導率 (EC) が上昇し、培地内へのCaおよび $\text{SO}_4^{2-}$ -S蓄積が顕著であった。そこで、Caおよび $\text{SO}_4^{2-}$ -S成分を減じた培養液処方を検討したところ、 $\text{SO}_4^{2-}$ -S成分を大塚A処方の1/2に減らした培養液処方とすることでEC上昇が抑えられ収量性も向上した。1/2 $\text{SO}_4^{2-}$ -S処方での給液管理を検討したところ、定植から頂花房開花期までEC1.0dS/m、頂花房開花期から2月末までEC1.2dS/m、3月以降EC1.0dS/mとすることで培地内への肥料成分の蓄積が低く抑えられ、収量性も優れた。これらの結果から、 $\text{SO}_4^{2-}$ -S成分を1/2に減じた処方を、「栃木いちご処方」と称することとした。

**キーワード** : イチゴ, 養液栽培, 培養液処方, クリプトモス

## Nutrient Solution Formula for a Closed Hydroponic System for Strawberries

Masahiko NAOI, Akitugu HATAKEYAMA, Akiko OKAMURA, Yukio INABA, Masaaki UEKI

**Summary** : Prior investigations showed that the electrical conductivity (EC) of solutions within hydroponic substrates increased after February or later, and that Ca and  $\text{SO}_4^{2-}$ -S accumulated in the substrates when strawberries were grown on a closed hydroponic system using the nutrient solution 'Ootsuka-A' formula. Therefore, we evaluated whether strawberries grown using a hydroponic system with several improved nutrient solution formulae would result in lower Ca and  $\text{SO}_4^{2-}$ -S levels than those observed with the 'Ootsuka-A' formula. The most effective treatment was a 1/2  $\text{SO}_4^{2-}$ -S formula. EC levels of the solution within the substrates fluctuated less, and the yield of fruits was higher with the 1/2  $\text{SO}_4^{2-}$ -S formula than with other formulae. Control of the strawberry nutrient-solution concentration was studied in a hydroponic system using the 1/2  $\text{SO}_4^{2-}$ -S formula. Adequate levels of EC in the supplying nutrient solution were 1.0 dS·m<sup>-1</sup> from planting until the flowering period, increasing to 1.2 dS·m<sup>-1</sup> from the flowering period until late February, then decreased in March to 1.0 dS·m<sup>-1</sup>. EC levels of the solution within the substrates were lower, and the yield of fruits was higher with this treatment. Therefore, we called the 1/2  $\text{SO}_4^{2-}$ -S formula 'Tochigi ichigo shoho'.

**Key words** : strawberry, hydroponics, nutrient solution formula, cryptomoss

1) 現栃木県塩谷農業振興事務所, 2) 元栃木県農業試験場栃木分場, 3) 現栃木県芳賀農業振興事務所

## I 緒言

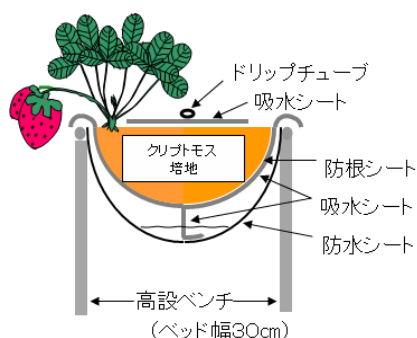
栃木県におけるイチゴの2006年度の生産状況は、作付面積647ha、生産量27,600tとともに全国第1位であり、本県園芸品目の中で最も産出額が多く、本県を代表する品目である<sup>12)</sup>。

本県のイチゴ養液栽培は、1990年代後半ロックウール栽培が主に導入されたが、使用後の培地廃棄の問題や余剰液を外部に排出することから、養液栽培システムの改善が望まれていた<sup>9)</sup>。そこで、栃木県農業試験場栃木分場において有機質培地のクリプトモス(杉皮粉碎資材)を用いた栽培システムの開発に取り組み<sup>14~16)</sup>、余剰液を毛管吸水によって再利用する「閉鎖型養液栽培システム」(以下、栃木システム)を開発した<sup>9)</sup>。本システムは2000年から現地に導入され、現在、県内約20haで栽培が行われている<sup>12)</sup>。

イチゴ養液栽培の培養液は、園試処方や大塚A処方などが広く普及している<sup>8)</sup>。本システムでは大塚A処方による給液管理を基本としていたが、給液量が増加する2月以降に培地内電気伝導率(EC)が上昇する傾向があった。イチゴの根は耐塩性が低いため、高ECでは塩類濃度障害を受けやすい<sup>11)</sup>。ECの上昇は、培地内への肥料成分の蓄積が原因と考えられ、主な成分はCa及び $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$ であることが明らかとなった。そこで、大塚A処方に比べ、収量・品質が向上し、栽培後半でもEC上昇が少なく、連用しても肥料成分が蓄積しにくい本システムに適した培養液処方及び給液管理法を検討した。

## II 材料および方法

実験は、栃木システムを用い(第1図)、品種はとちおとめを供試した。



第1図 栃木県農業試験場栃木分場開発のイチゴ閉鎖型養液栽培システム

### 実験1

供試苗は、2003年7月12日に空中採苗により10.5cmのポリポットへ仮植し、育苗期間中は錠剤肥料(ポット錠ジャンプP7, エーザイ生科研)を窒素成分で140mg施用

した。2003年8月20日から9月10日まで8時間日長、夜間10°Cで夜冷処理を行い、花芽分化確認後9月10日に株間22cm、2条千鳥植えて定植した。試験規模は1区12株2区制とした。

2003年10月27日から保温を開始し、炭酸ガスを2003年10月20日から2004年3月31日まで施用し、電照による日長延長処理を2003年11月25日から2004年2月4日まで行った。

大塚A処方を対照として、 $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$ 及びCa濃度を減じた4処方を設けた(第1表)。対照として大塚A処方を用いた。給液管理は定植から頂花房開花期までEC1.0 dS/m、頂花房開花期以降EC1.2 dS/mで行った。

第1表 イチゴ閉鎖型養液栽培試験に供試した各培養液組成

処理内容	$\text{NO}_3^- \text{-N}$ $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ P K Ca Mg $\text{SO}_4^{2-} \text{-S}$						
	me/L						
1/2 $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$	7.9	0.7	2.9	4.0	4.3	1.8	0.7
2/3Ca	7.9	0.7	1.8	5.1	2.8	1.8	1.4
2/3Ca・1/2 $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$	7.9	0.7	2.0	4.5	2.8	1.8	0.7
2/3Ca・0 $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$	7.9	0.7	2.4	4.2	2.8	1.8	0.2
大塚A(対照)	7.9	0.7	2.4	4.0	4.3	1.8	1.4

注. 組成はEC1.2 d S/mの場合

### 実験2

供試苗は、2006年7月12日に空中採苗により24穴セルトレイへ仮植し、育苗期間中は錠剤肥料(スーパータブレット50RT, オーケー産業)を窒素成分で1株当たり700mg施用した。2006年8月20日から9月14日まで8時間日長、夜間10°Cで夜冷処理を行い、花芽分化確認後9月14日に株間22cm、2条千鳥植えて定植した。試験規模は1区16株3区制とした。

2006年11月1日から保温を開始し、炭酸ガスを2006年10月20日から2007年3月31日まで施用し、電照による日長延長処理を2006年12月4日から2007年3月5日まで行った。

培養液処方は1/2 $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$ を用い、大塚A処方を対照とした(組成は第1表)。給液ECの管理は第2表により行った。微量要素肥料(大塚ハウス5号, 大塚化学)は各処理とも40mg/lになるように添加した。

第2表 イチゴ閉鎖型養液栽培試験に供試した培養液処方と給液EC

区	培養液処方	給液EC (dS/m) **		
		①	②	③
1	1/2 $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$	1.0	1.2	1.2
2	1/2 $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$	1.0	1.2	1.0
3	大塚A処方(対照)	1.0	1.2	0.8

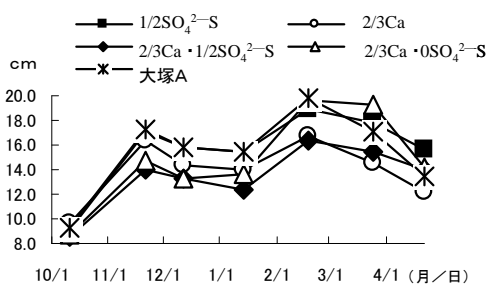
注. ①: 定植から頂花房開花期, ②頂花房開花期から1月末, ③2月以降

培地内溶液は、ポーラスカップ（ミズツール、大起理化工業）を培地内に設置して採取し、EC及びpHを測定（HORIBA、カニスターACTpHメーターD-24）した後、原子吸光分光光度計（HITACHI、Z-5310）及び分光光度計（HITACHI、U-3000）、イオンクロマトグラフィー（Shimadzu、HIC-6A）を用いて成分濃度（NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、P、K、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S、Ca、Mg）を測定した。

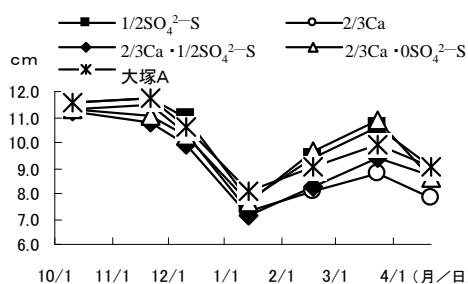
### Ⅲ 結果

#### 実験 1

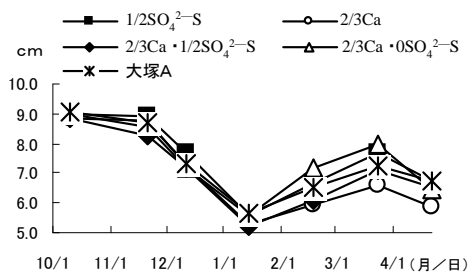
イチゴの葉柄長は生育期間を通して1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区と対照が長かった。2/3Ca区は12月以降短くなった。2/3Ca・1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区は生育期間を通して小さかった。2/3Ca・0SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区は1月中旬まで小さかったが、その後1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区および対照と同水準で推移した。葉身長及び葉幅は、1月中旬まで処理間の差が小さかったが、1月中旬以降、葉身長は1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区と2/3Ca・0SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区が大きく、2/3Ca区および2/3Ca・1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区で小さかった。葉幅についても同様の傾向だった（第2、3、4図）。



第 2 図 培養液組成の違いによるイチゴ葉柄長の推移



第 3 図 培養液組成の違いによるイチゴ葉身長の推移



第 4 図 培養液組成の違いによるイチゴ葉幅の推移  
平均開花日、収穫始期及び着花数に処理間で大きな差

は見られなかった（第3表）。

収量は、1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区が対照より13%多かった。また2/3Ca・1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区、2/3Ca・0SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区は対照よりそれぞれ8%及び10%収量が増加した。2/3Ca区は他の処理より明らかに収量が減少した。収穫果数は2/3Ca区が少なかったが、他は同程度であった。1果重は1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区、2/3Ca・1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区、2/3Ca・0SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区が対照より大きかった（第4表）。

階級別収量は、1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区、2/3Ca・1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区、2/3Ca・0SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区が、11g以上の発生が対照より多く、中でも1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区が最も多かった（第5図）。

可販果率は1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区が最も高く、2/3Ca・1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区、2/3Ca・0SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区も対照より高かった。乱形果率は処理間で差が見られなかった。不受精果率は対照が最も低かった。平均糖度及び酸度は処理間で差は見られなかった（第5表）。

かん水量の履歴から換算した処理毎の栽培期間中の無機成分施肥量を第6表に示した。収量の高かった1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区、2/3Ca・1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区、2/3Ca・0SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区ではNが2.92~3.56g/株、Pは0.76~1.24、Kは3.88~5.17g/株、Caが1.48~2.35g/株、Mgが0.58~0.70g/株であった。Sは対照が2.33g/株で、1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区、2/3Ca・1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区は約半分の1.01~1.06g/株、2/3Ca・0SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区は0.43g/株であった。

培地内のECは、10月下旬からの収穫終了時までには、対照及び2/3Ca区が他の処理区に比べ高く推移した（第6図）。

培地内溶液のpHは、12月上旬から収穫終了時まで対照が5.5~6.0程度と処理間で最も低く推移し、その他の処理区はおおむね6.5~7.0程度で推移した（第7図）。

培地内K濃度は2/3Ca区が栽培期間を通して高く推移した。1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区は1~2月にかけて濃度が低くなり、その後も処理間で最も低く推移した（第8図）。

培地内Ca及びMg濃度は対照が他の処理区に比べて常に高く推移した（第9、12図）。

培地内NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nは、3月以降に対照及び2/3Ca区が高めに推移し、1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S区は低く推移した（第13図）。

培地内溶液のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S濃度は、対照及び2/3Ca区が栽培期間を通して最も高く推移し、1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S及び2/3Ca・1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Sはその1/2~1/3程度の濃度で推移した。2/3Ca・0SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Sは培地内溶液中にSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Sがほとんど検出されなかった（第10図）。

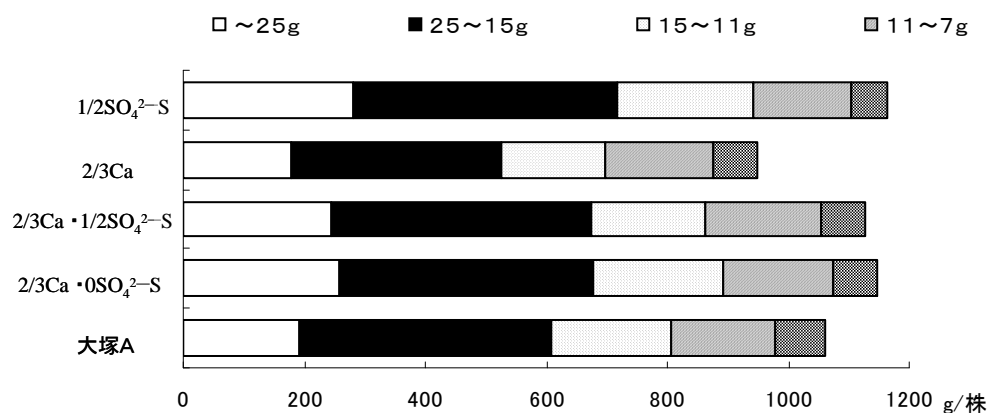
培地内Cl濃度は、一定の傾向は認められなかった（第11図）。

第3表 培養液組成がイチゴの平均開花日、着花数、収穫始期に及ぼす影響

処 理	平均開花日(月/日)			着花数(花/株)		収穫始期(月/日)		
	頂花房	1次	2次	頂花房	1次	頂花房	1次	2次
1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	10/23	12/10	1/20	17.6	20.5	11/28	1/14	2/22
2/3Ca	10/22	12/11	1/19	17.1	18.8	11/21	1/13	2/20
2/3Ca・1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	10/23	12/ 8	1/19	17.8	19.0	11/23	1/13	2/22
2/3Ca・0 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	10/23	12/ 7	1/19	18.4	17.6	11/24	1/11	2/20
大塚A	10/23	12/10	1/19	18.3	18.4	11/28	1/14	2/18

第4表 培養液組成がイチゴの収量、収穫果数、単収、1果重に及ぼす影響

処 理	月別収量(g/株)							計 (個/株)	単収 (t/10a)	1果重 (g)	収量比 (%)	
	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月					
1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	40	195	156	158	239	173	145	1106	55.4	8.3	20.0	113
2/3Ca	38	168	125	114	184	126	121	876	48.7	6.6	18.0	89
2/3Ca・1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	48	180	160	153	218	147	149	1055	55.7	7.9	18.9	108
2/3Ca・0 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	43	177	146	148	230	183	149	1076	56.7	8.1	19.0	110
大塚A	40	165	154	149	208	135	129	978	53.5	7.3	18.3	100



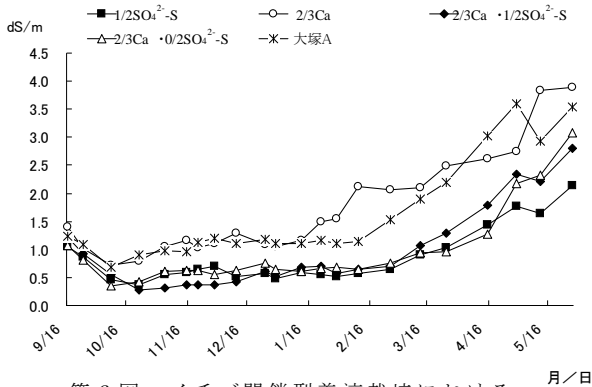
第5図 培養液組成とイチゴ階級別収量の関係

第5表 培養液組成がイチゴの可販果率、乱形果率、不受精果率、糖度、酸度に及ぼす影響

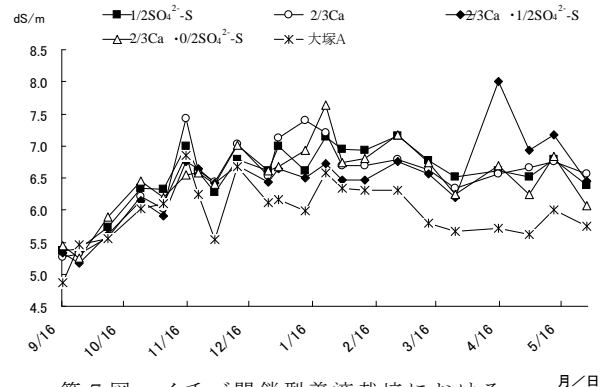
処 理	可販果率 (%)	乱形果率 (%)	不受精果率 (%)	平均糖度 (%)	平均酸度 (%)
1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	94.9	4.8	3.2	9.3	0.69
2/3Ca	92.2	4.4	5.4	9.8	0.74
2/3Ca・1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	93.5	5.2	2.6	9.6	0.72
2/3Ca・0 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	93.9	5.4	2.6	9.6	0.72
大塚A	92.1	4.2	1.6	9.3	0.68

第6表 イチゴ植物体への総施肥量 (g/株)

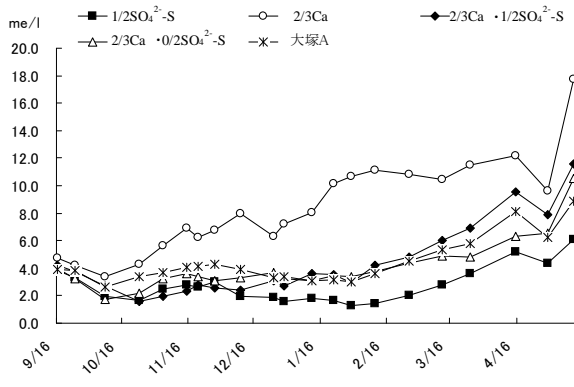
処 理	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl
1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	3.37	1.16	4.03	2.40	0.64	1.03	0.18
2/3Ca	4.06	0.84	6.74	1.96	0.82	2.07	0.20
2/3Ca・1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	3.68	0.80	5.34	1.80	0.73	1.09	0.20
2/3Ca・0 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	3.03	0.78	4.02	1.46	0.61	0.45	0.17
大塚A	3.59	0.74	4.70	2.71	0.73	2.33	0.19



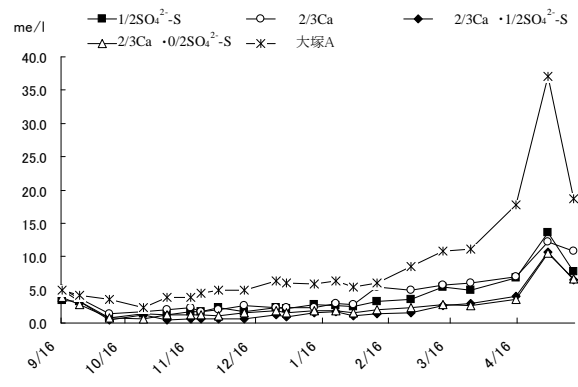
第6図 イチゴ閉鎖型養液栽培における培地内溶液 EC の推移



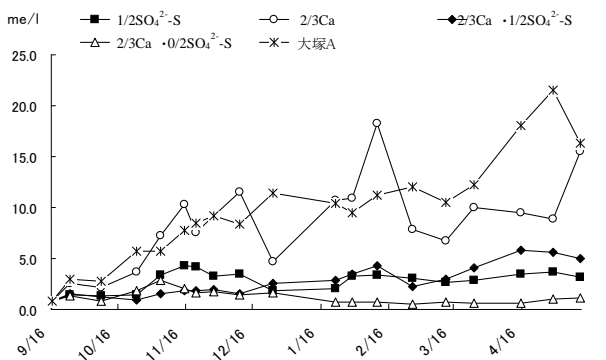
第7図 イチゴ閉鎖型養液栽培における培地内溶液 pH の推移



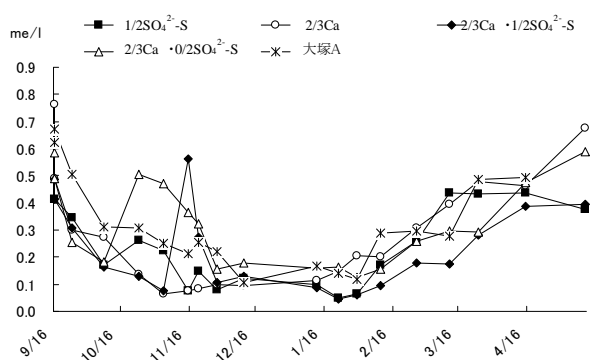
第8図 イチゴ閉鎖型養液栽培における培地内溶液 K の推移



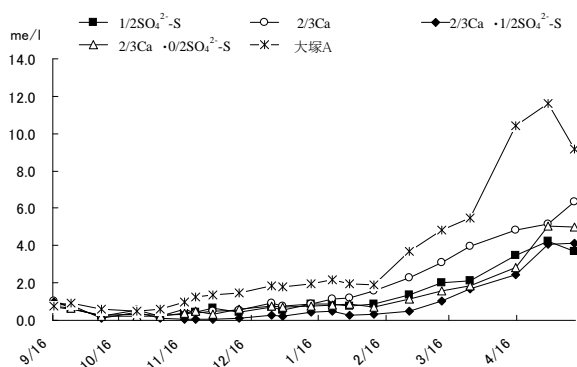
第9図 イチゴ閉鎖型養液栽培における培地内溶液 Ca の推移



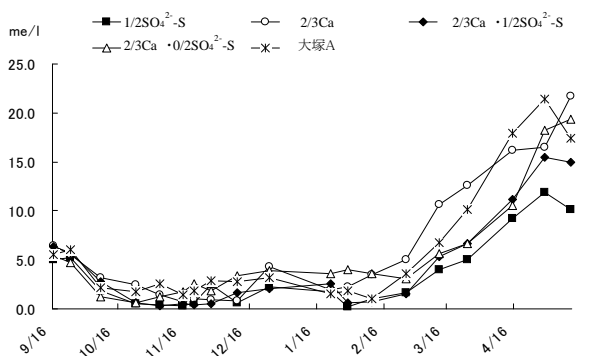
第10図 イチゴ閉鎖型養液栽培における培地内溶液 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S の推移



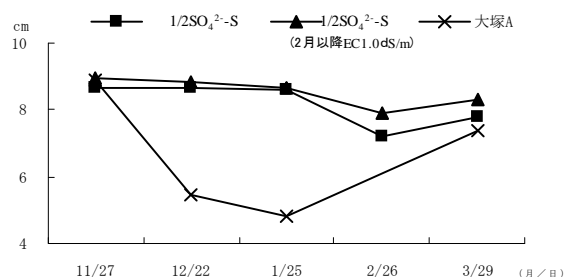
第11図 イチゴ閉鎖型養液栽培における培地内溶液 Cl の推移



第12図 イチゴ閉鎖型養液栽培における (月/日) 培地内溶液 Mg の推移



第13図 イチゴ閉鎖型養液栽培における (月/日) 培地内溶液 NO<sub>3</sub>-N の推移



第16図 イチゴ閉鎖型養液栽培における 給液管理の違いによる葉幅の推移

頂花房の開花始期は処理3が最も早く10月21日、処理1、2は10月24日であり、大きな違いはなかった。第1次腋花房の開花始期はどの処理も12月3日だった。

着花数は処理3が15.4花/株と最も多かった。頂花房収穫始期は処理3が最も早く11月20日、処理1、2は11月24日だった(第7表)。

収量は、処理3の765 g/株に対して処理2が850 g/株、収量比111%と最も多く、次いで処理1が804 g/株、収量比105%であった。処理3は2月以降の収量が他の処理に比べ低く、特に5月の収量が大きく低下した。1果重は処理2が16.7 g/株と最も多く、処理1が15.9 g/株と最も少なかった(第8表)。

階級別の収量は、処理2が25 g以上及び25 gから15 gの発生割合が他の処理に比べて多かった(第17図)。

可販果率は処理1でやや低かった。不受果果の発生は処理1が最も高く7.9%、次いで処理2が5.8%、処理3が4.7%と最も低かった。平均糖度及び平均酸度は各処理で大きな違いはなかった(第9表)。

培地内 pH は各処理とも全期間をとおして7以下で推移した(第18図)。

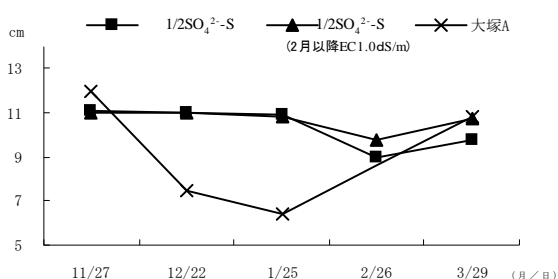
培地内 EC はすべての処理区で2月以降に上昇する傾向があり、特に処理1で EC の上昇が顕著であったが、それ以外の処理では上昇が少なかった(第19図)。

培地内中の各無機成分は、どの処理区も比較的安定していたが、3月以降に処理1で K, Ca, Mg が増加した(第20, 21, 22, 23, 24, 25図)。

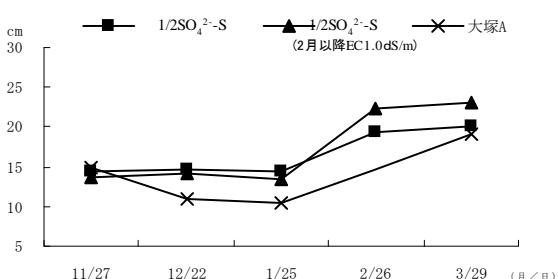
植物体中の無機成分含有量については、ほぼすべての処理区で12月に比べ5月で増加していた(第10表)。

実験 2

葉柄長、葉身長、葉幅とも11月はどの処理もほぼ同程度であったが、12月から1月にかけて処理3が他の処理に比べて低く推移し、3月は各処理ともに同程度であった(第14, 15, 16図)。



第14図 イチゴ閉鎖型養液栽培における 給液管理の違いによる葉柄長の推移

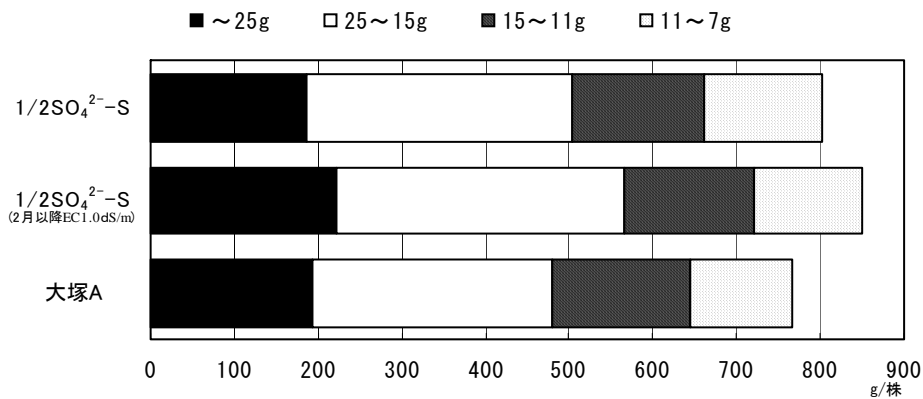


第15図 イチゴ閉鎖型養液栽培における 給液管理の違いによる葉身長の推移

第7表 培養液組成がイチゴの開花始期，着花数，収穫始期に及ぼす影響

区	培養液処方	開花始期(月/日)		頂花房着花数 (個/株)	頂花房収穫始期 (月/日)
		頂花房	1次		
1	1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	10/24	12/3	13.0	11/24
2	1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S*	10/24	12/3	12.9	11/24
3	大塚A	10/21	12/3	15.4	11/20

注. 2月以降 EC1.0dS/m



第17図 給液管理とイチゴ階級別収量の関係

第8表 培養液組成がイチゴの収量，1果重，単収に及ぼす影響

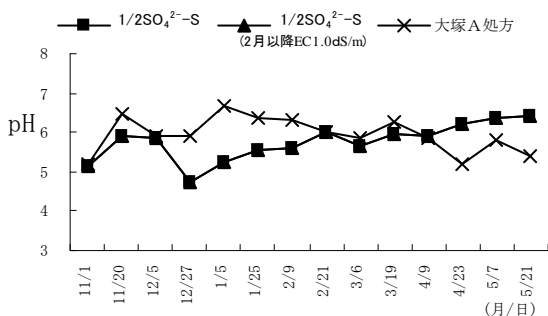
区	培養液処方	月別収量(g/株)								計	収量比	1果重 (g)	単収 (t/10a)
		11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月					
1	1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	38	126	131	125	180	107	97	804	105	15.9	6.0	
2	1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S*	32	130	173	127	201	106	81	850	111	16.7	6.4	
3	大塚A	34	137	161	110	169	96	58	765	100	16.1	5.7	

注. 2月以降 EC1.0dS/m

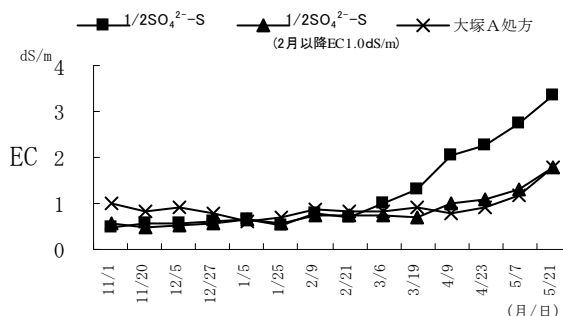
第9表 培養液組成がイチゴの可販果率，不受精果，糖度，酸度に及ぼす影響

区	培養液処方	可販果率	不受精果	平均糖度	平均酸度
		(%)	(%)	(%)	(%)
1	1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	80.0	7.9	8.9	0.69
2	1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S*	83.0	5.8	8.8	0.67
3	大塚A	84.4	4.7	8.7	0.66

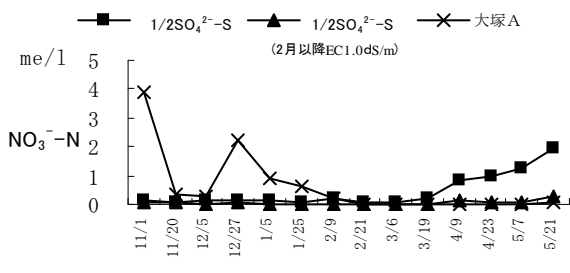
注. 2月以降 EC1.0dS/m



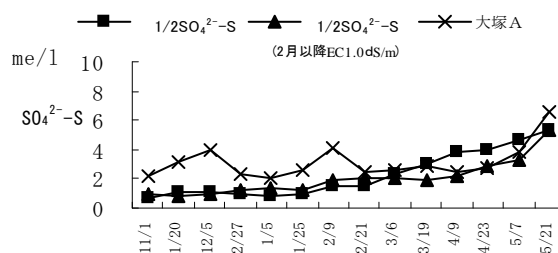
第18図 イチゴ閉鎖型養液栽培における培地内溶液 pH の推移



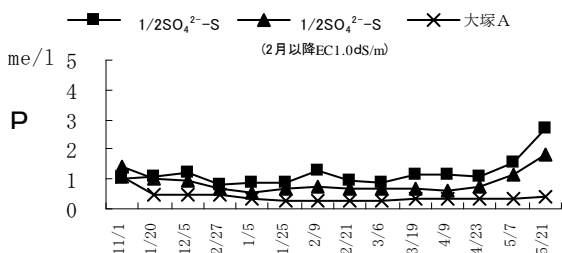
第19図 イチゴ閉鎖型養液栽培における培地内溶液 EC の推移



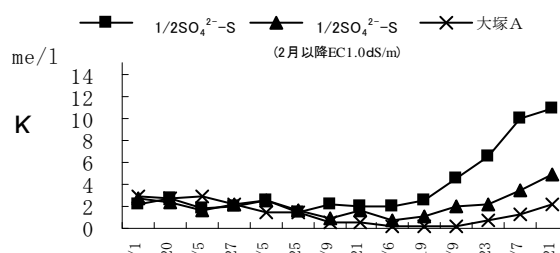
第20図 イチゴ閉鎖型養液栽培における培地内溶液 NO<sub>3</sub>-N の推移



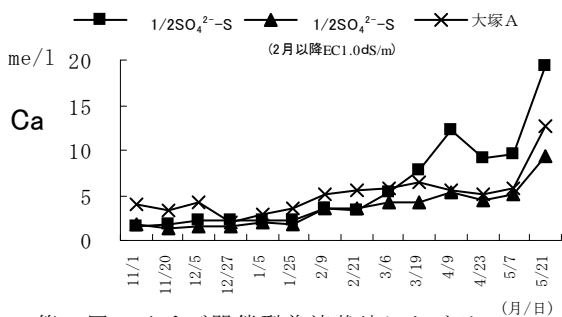
第21図 イチゴ閉鎖型養液栽培における培地内溶液 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S の推移



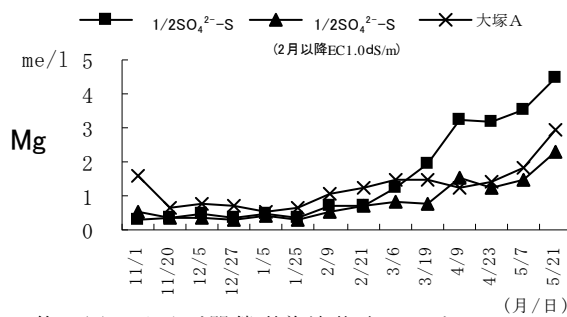
第22図 イチゴ閉鎖型養液栽培における培地内溶液 P の推移



第23図 イチゴ閉鎖型養液栽培における培地内溶液 K の推移



第24図 イチゴ閉鎖型養液栽培における培地内溶液 Ca の推移



第25図 イチゴ閉鎖型養液栽培における培地内溶液 Mg の推移



第10表 イチゴ植物体中の無機成分含有量の推移

区	培養液処方	Fe (mg/株)		Mg (mg/株)		Ca (mg/株)	
		12月	5月	12月	5月	12月	5月
1	1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	1.93	4.14	68.1	111.4	184.6	363.9
2	1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S <sup>*</sup>	3.72	3.03	78.5	78.0	236.7	284.7
3	大塚A	2.21	2.77	74.8	81.1	207.2	260.2

注. 2月以降 EC1.0dS/m

#### IV 考 察

イチゴ閉鎖型養液栽培における培養液組成を検討した結果、1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S、2/3Ca・1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S及び2/3Ca・0 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S処方が大塚A処方に比べて収量が優れた。中でも1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S処方が11g以上の果実の発生が多く、最も収量が高かった。培地内ECも全栽培期間を通して処理区中で最も低く推移した。収量は2/3Ca・1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S及び2/3Ca・0 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S処方でも向上したが、培地内K及びNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nが2月以降やや高く推移し、培地内ECも1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S処方に比べてやや高く推移した。2/3Ca処方は、着果数が48.7個/株と処理区最も少なく、他の処理に比べ明らかに収量が低下した。培地内ECも高く推移し、5月では処理区中で最も高い値を示した。

以上の結果から、本システムの培養液処方としては、1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S処方が最も有望と考えられた。本実験で行った培養液中のCaを減らす処方については、吉田ら<sup>18)</sup>は循環式栽培システム「らくちんシステム」において、イチゴに吸収されにくいCa、Mgが4月以降大量に排出され、循環利用する際問題となるため、培養液中のCa、Mgを半減させることが適当であるとしている。また、イチゴ養液栽培において生育とともにCaの排出が増加する事例はいくつか報告されており、循環型閉鎖システムの「岐阜県方式」では、Ca、P及びMgが生育とともに排液中に増加することを明らかにしている<sup>19)</sup>。安田ら<sup>17)</sup>は「濃姫」、「とよのか」の養分吸収特性から収穫時期以降は培養液中のCa及びMgを低くすることが望ましいとしている。しかし、これらはいずれも循環型システムであり、本システムではCaを減らすことが必ずしも有効ではないと考えられた。また、大塚A処方と1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Sは培養液のK濃度とCa濃度は同じ設定にもかかわらず、栽培期間中の培地内濃度は常に1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Sが低く推移した。岩崎ら<sup>4)</sup>はイチゴのロックウール栽培において養分吸収は培養液組成や濃度などの条件に影響されるとしており、本試験においても吸収量に違いがでたものと考えられた。

給液管理では、大塚A処方に比べ1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Sで葉柄長、葉身長、葉幅が大きく推移し厳寒期の生育低下が少なく、収量も多かったが、給液管理の違いによる差は少なかった。給液管理別でみると処理1は実験1と同様に生育後半は2.1~3.4dS/mまで上昇したが、処理2では2.0dS/m以下にECの上昇が抑えられていたことから2月以降EC1.0に下げる処理が有望であると考えられた。処理3も2月以降ECの上昇は処理2同様に抑えられていたが、収量は処理2のほうが優れた。EC制御のみの給液管理では、濃度を下げた管理をした場合に養分供給量が不足することがあり<sup>19)</sup>、処理3より処理2のほうが本システムに適していると考えられた。石原ら<sup>3)</sup>は、本システムと同様のクリプトモスを用いたトマト閉鎖型養液栽培で培地内ECが低く推移したほうが成分吸収速度が速く、収量性が向上したと報告しており、培地内のEC上昇をより抑えられる給液管理が望ましい。

以上の結果から、給液量が増える2月以降の培地内ECも比較的安定し、大塚A処方より収量が向上した1/2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S処方を閉鎖型養液栽培に適した培養液処方として「栃木いちご処方」と称することとした。給液管理は、収量が一番安定し、培地内ECの上昇も比較的抑えられていた、定植から頂花房開花期までEC1.0dS/m、頂花房開花期から1月末までEC1.2dS/m、2月以降EC1.0dS/mが適する。

栃木いちご処方は、単肥配合により作成するため、市販されている培養液に比べ肥料コストを抑えることができる。肥料代が高騰している現在では、肥料に係る費用の低コスト化はメリットは大きい。

これまで閉鎖養液栽培システムでの培養液組成の検討事例は少なく<sup>3)</sup>、イチゴでの知見はない。培養液中のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Sを減らした報告<sup>7)</sup>もあまりないが、土耕の施設栽培では、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Sが土壌中のECを上昇させる原因物質になることがあることが指摘されており、副産物のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Sを極少量しか含まない肥料の検討がされている。本システムにおける養分吸収特性は、概ね土耕栽培と同様であり<sup>19)</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Sを減らす「栃木いちご処方」は培地連

用による塩類集積を軽減する上で有効であると考えられる。

また、培養液濃度に対する反応は品種間差があることが指摘されており<sup>6)</sup>、今後、栃木いちご処方が他の品種でも適用可能かどうか検討する必要がある。

## 謝 辞

元栃木県農業試験場栃木分場の小倉東次郎氏、栃木県農業試験場栃木分場浅川利子氏、荒川秀樹氏には本試験の遂行にあたり栽培管理等に多大な協力をいただいた。分析等に土壤作物栄養研究室の方々にご協力いただいた。ここに記して厚く深謝の意を表する。

## 引用文献

1. 遠藤昌伸・切岩祥和・糠谷明 (2006) イチゴ‘章姫’の養液栽培におけるヤシ殻とピートの混合比率が生育、収量、水分生理特性に及ぼす影響。園学雑. 75 (4), 344-349
2. 深澤郁男 (2001) いちご「とちおとめ」の栽培技術。栃木農試新技術シリーズNo. 3
3. 石原良行・人見秀康・八巻良和 (2007) 閉鎖型養液栽培用に開発された培養液組成がトマトの成分吸収濃度に及ぼす影響。園学研. 6, 391-397
4. 岩崎泰永・佐々木丈夫 (2000) 培養液処方、培養液濃度の違いがロックウール栽培イチゴの養分吸収に及ぼす影響。園学雑. 69別2, 343
5. 越川兼行・安田雅晴 (2005) イチゴ高設ベンチ栽培における培養液閉鎖システムに関する研究 (第3報)。園学雑. 74別2, 442
6. 中島規子・田中和夫・山崎篤・高市益行 (1998) 高設栽培の培養液濃度がイチゴ品種の初期生育に及ぼす影響。園学雑. 67別2, 124
7. 中野明正・上原洋一・山内章 (2001) 施設土壌における塩類集積の現状と低硫酸根緩効性肥料による化学ストレスの改善。土壤肥科学. 72, 237~244
8. 岡野邦夫 (2001) 培養液の組成と作成。農業技術体系野菜編. 12, 87-96の8
9. 重野貴・島山昭嗣・出口美里・稲葉幸雄・深澤郁男 (2005) クリプトモスを用いた環境にやさしいいちごの養液栽培技術。栃木農試新技術シリーズNo. 5
10. 寺林敏 (2001) 養液栽培での養分の量的管理技術。農業技術体系野菜編. 12, 96の73の2-7
11. 寺林敏 (2006) 養液栽培での生育と技術イチゴ。農業技術体系野菜編. 12, 99-107
12. 栃木県農政部 (2007) まるごと栃木の農水産物2007 [統計資料編]
13. 宇田川雄二 (1996) イオン濃度制御による養液栽培イチゴ‘女峰’の養水分吸収および生育・収量。千葉県農試研報. 37, 1-11
14. 植木正明・栃木博美・島山昭嗣・稲葉幸雄・重野貴 (1999) 杉パーク「クリプトモス」を培地としたイチゴの高設ベッド栽培。園学雑. 68, 別1, 233
15. 植木正明 (2000) 杉パーク「クリプトモス」を用いたイチゴの養液栽培①。施設園芸. 2月号, 40-44
16. 植木正明 (2000) 杉パーク「クリプトモス」を用いたイチゴの養液栽培②。施設園芸. 3月号, 20-44
17. 安田雅晴・荒木陽一・高市益行・中島規子・越川兼行 (2002) イチゴの養分吸収特性に関する研究。園学雑. 71別1, 259
18. 吉田裕一・山東寛昭 (2007) イチゴの循環式養液栽培における培養液中K, Ca, Mgの的的濃度について。園学研. 6別2, 285