

籾殻燻炭利用によるそ菜の養液栽培(第3報)

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	丹原, 一寛 ほか3名,
巻/号	45巻4号
掲載ページ	p. 193-196
発行年月	1974年4月

籾殻燻炭利用によるそ菜の養液栽培 (第3報)

培地内における養液の毛管運動および養液組成の分布について

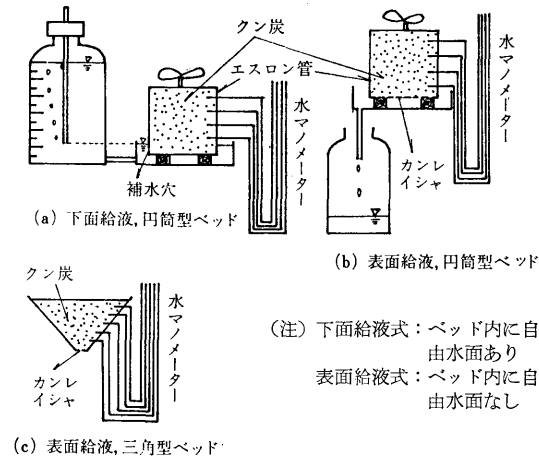
丹原一寛*・近藤武由*・栗原 肇*・宮本豊博*

1. まえがき

籾殻燻炭を固形培地とするそ菜の養液栽培について、筆者らは作物の生育状態が、燻炭培地を流下する養液の流れと関連があることをみとめ、培地内の養液流動の状態に影響するベッドの勾配、長さ、給液量などについて検討してきた²⁾。しかし燻炭耕の栽培技術を確立するためには、さらに培地内の養液の毛管上昇や流動の特徴、養水分の消長などを明らかにし、給液方法やベッド構造および栽培方法を確立する基礎にしなければならない。本報告はこれらの諸点を検討した成績である。

2. 実験方法

第1図に実験方法とその内容をしめした。下面給液法は、養液を排出する途中、培地の下部に自由水面が残存する場合を想定したもので、養液の供給は燻炭の下面からの毛管上昇によって行ない、マリョット瓶の減量から消費水量を読みとった。



第1図 実験装置

表面給液法は、培地の排水が終わり、自由水面が消失したのち、作物の養水分給源が燻炭内の毛管水に依存する場合を想定しており、養液は燻炭表面から供給し、下面から浸透流出する液を回収して秤量し、供給量との差を消費水量とした。

* 愛媛県農試 (松山市道後一万1番2号)
昭和48年1月22日受理
日本土壤肥料学雑誌 第45巻 第4号 p.193~196 (1974)

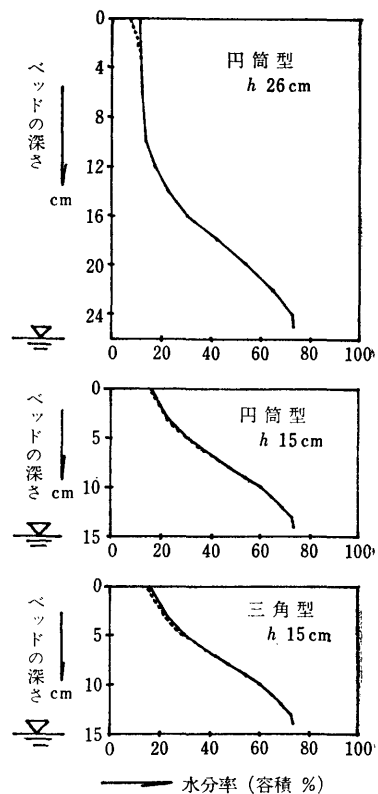
これらの培地には、側壁に前報²⁾ で用いたものと同じテンションメーターを設置し、その示度から培地内の水の動きを読みとった。ベッドには円筒型とV字型(断面が三角型)を用いた。下面給液法、表面給液法ともに裸地区と作付区を設け、供試作物はキュウリ (F₁長日落合2号), 1972年6月16日播種, 6月22日定植し, 8月9日まで栽培を続けた。

培養液は大塚ハウス肥料の純水800倍液を用いたが、その組成は第2表のとおりである。

3. 結果および考察

3-1. ベッド断面の形状と水分の毛管伝導

第2図は、高さ26cmと15cmの培地の下端に自由水面を与え、表面に温風を送って水分を蒸発させた場合



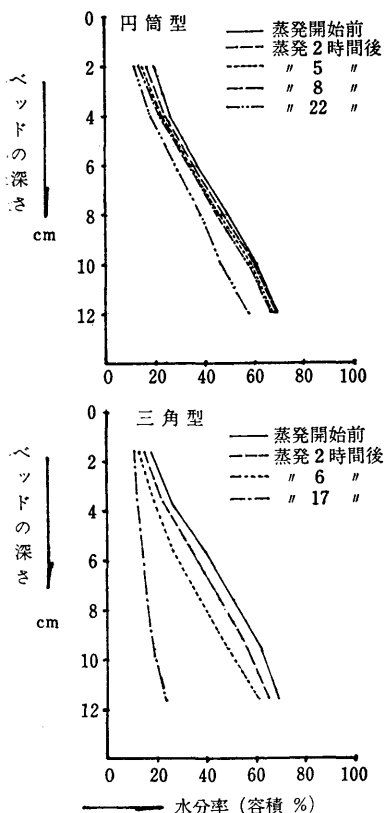
第2図 自由水面を有する場合のベッド内の水分分布

の培地内の水分状態の変化を示した成績である。高さ26 cm では自由水面上およそ 16cm を境に、上部は懸垂水、下部は毛管水帯と二分されたが^{1,3)}、高さ 15 cm では円筒型、三角型ともに毛管水帯領域の水分分布となった。蒸発開始 24 時間後には、26 cm 培地では表層 0~4 cm 付近の水分減少が著しかったが、15 cm 培地では蒸発前の水分状態を維持した。

第 1 表 水分消費量 (mm/日)

時刻	ベッドの種類		
	円筒型 S: 180cm ² h: 26cm	円筒型 S: 180cm ² h: 15cm	三角型 S: 540cm ² h: 15cm
9.00~14.00	8.1	10.9	26.7
14.00~20.00	2.3	13.6	25.8
20.00~9.00	0	14.6	24.0

第 1 表はこれら 3 例の消費水量を求めた成績である。15 cm 培地では円筒型と三角型の容器の表面積が異なるので蒸発量も異なっているが、いずれも連続した水分消失を示すのに対し、26 cm 培地では次第に水分消費が減少し、ついにゼロとなった。これは懸垂水と毛管水帯の



第 3 図 自由水面を排除した場合、蒸発に伴う水分分布の変化

境界付近であっても、懸垂水の状態では水分の毛管伝導がなくなり、表層での蒸発に対する下層からの毛管上昇による水分の供給がないことを示すものと思われる。

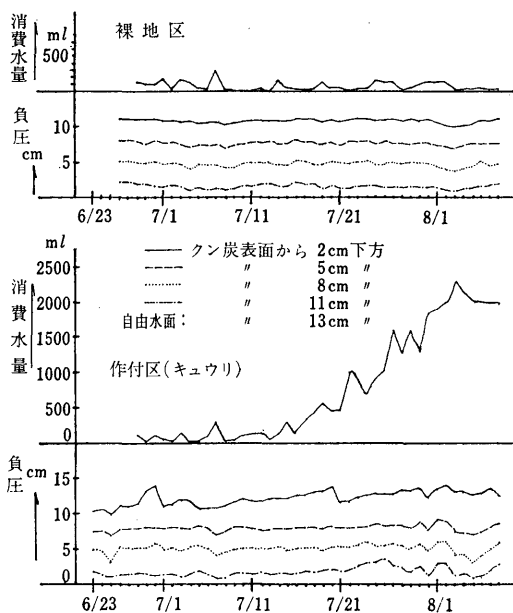
第 3 図は培地の高さを 15 cm として、ベッド内の自由水面を排除して、蒸発による培地内水分の変化を示した成績である。

表層から十分な水量を供給したのち、全層が毛管平衡に達するまでに約 6 時間を要した。このときの水分分布は、円筒型、三角型とも自由水面を有する場合の水分分布と一致したが、これは燠炭間隙の下側にも毛管水のメニスカスが生じ、疑似水面として毛管水帯を支える作用によるものと思われる⁴⁾。蒸発を促進したときは、円筒型では断面を通じてほぼ様な水分減少を示したが、三角型では下層の水分減少が大きく、時間が経過するにつれて全層が懸垂水の水分含量に接近する傾向がみられた。これは三角容器では下部ほど水分保有量が小さいことによるのであろう。

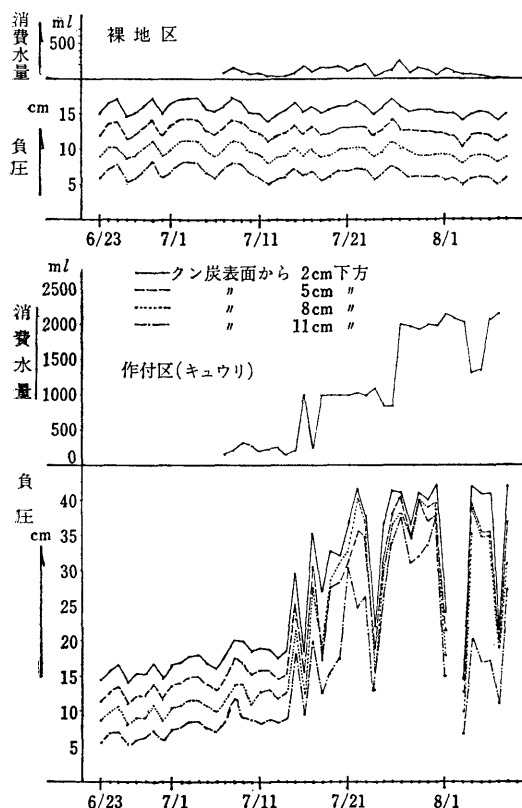
3-2. 作物生育に伴う培地内の水分移動

第 4 図はベッド内に自由水面を有する 15 cm の円筒型培地の裸地区と作付区について、消費水量と培地内の水圧分布を示した成績で、第 1 図の下面給液法に相当する。

裸地区では消費水量が少なく、水圧分布もほぼ一定の負圧を維持した。作付区は定植後 20 日目頃から消費水量が増大し、これに伴って最上層ではいくぶん負圧を増大するが、2 層以下はほぼ一定の負圧を保ち、蒸発散による消費量と毛管上昇による供給量がほぼ平衡した。



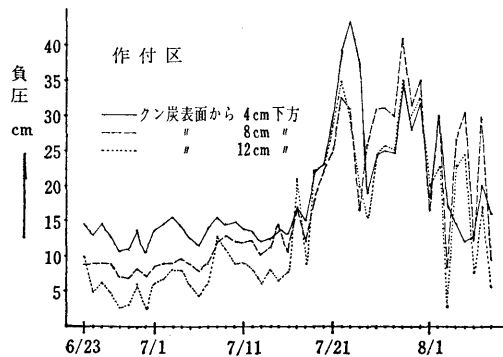
第 4 図 下面給液、円筒型ベッドの消費水量と水圧分布の変化



第5図 表面給液、円筒型ベッドの消費水量と水圧分布の変化

第5図は、ベッド内の自由水面を排除した場合の消費水量と負圧の変化を示した成績で、第1図の表面給液法に相当するものである。給液は毎日2回ずつ行ない、負圧は午前9時の測定値である。裸地区の消費水量は少ないが、その日変化はかならずしも自由水面を有する場合と一致しなかった。負圧の変化は小刻みな波状を示すが変化の傾向は測定期間中ほぼ一定していたといえる。作付区では定植後20日頃から消費水量が増し、これに対応して負圧の増大も著しく、最高は表層で42cm、下層で37cmを示したが、これらの値は培地内の水分が毛管水帯の上限を超え、懸垂水の領域に入ったことを示す¹⁾。毎回の給液量は、いずれも容器下端から200~500mlの浸透液が回収できる程度としたが、給液によって作物定植当時の負圧の状態までに回復することは少なかった。これは給液を行なっても燻炭内の毛管孔隙を十分飽和することなく、養液が浸透流下するためであろう。

第6図は三角型ベッド内の負圧の変化を示したもので、円筒型の場合とはほぼ同様の傾向で経過しているが、下層の負圧が表層より大きい場合がみられ、下層が乾燥しやすい状態であった。



第6図 表面給液、三角型ベッドの水圧水分の変化

3-3. 培地内残存養液の濃度および組成

第2表はキュウリ除去後、燻炭ベッド内に保持される養液を遠心分離法で採取し分析した成績である。

裸地区をみると、下面給液法ではEC値は表層が高く下層が低かった。また表層はNO₃-N, K, Ca, Mg, Naが多く、下層ではNaを除く他の成分はいずれも低かったが、表面給液法ではEC値は下面給液法よりも低く、成分濃度についても層ごとによる差は少なかった。下面給液法では養液が毛管上昇し、表層で塩類集積が生じるのに対し、表面給液法では給液のたびに培地が洗浄され、養液が更新されるためであろう。

作付区については、表面給液法では第5図、第6図から推定されるように、8月9日の燻炭採取時における負圧が三角型より円筒型で高く、円筒型の方が乾燥状態にあった。しかし培地内残存液の成分濃度は、下層では下面給液法が表面給液法（円筒型、三角型とも）より低く、表層では、N, Pなどは下面給液法が表面給液法より低かったが、Ca, Mgなどは下面給液法の方が高かった。

このように下面給液法は表面給液法より層ごとの成分濃度が不均一で、この傾向は裸地区より作付区が顕著となっているが、これは作物の養分選択的吸収による養液組成の不均衡⁵⁾が、液の毛管上昇による塩類集積によっていっそう拡大したと思われる。一方表面給液法では、給液による培地内の養液の更新によって⁶⁾このような現象を回避したのでであろう。

3-4. 作物の生育状態

第3表は上にのべた作付区のキュウリの生育調査の成績である。

6月27日（定植後5日目）頃までは、3例とも目立った差はなかったが、7月4日には三角型、円筒型ともに表面給液法の葉数が増加し、その後は草丈、葉数ともに表面給液法がまさった。しかし7月中旬以後には下面給液法の生育が進む一方、表面給液法ではしばしば萎凋

第2表 燻炭に保持される養液の組成 (me/l)*

形式	処理, 層		pH	EC	NH ₄ -N	NO ₃ -N	P	K	Na	Ca	Mg	
下面給液型	円筒型	裸地	表層	5.6	4.7	1.0	27.7	5.5	13.3	14.4	13.0	10.8
			下層	6.6	2.3	0.7	5.4	4.0	5.3	13.6	3.0	4.0
	植付	表層	5.4	5.4	0.6	3.6	3.7	14.0	21.7	24.0	26.2	
		下層	7.2	1.9	0.4	0.7	3.7	6.1	3.8	2.0	8.0	
表面給液型	円筒型	裸地	表層	5.4	2.3	1.0	12.1	5.4	6.6	2.4	8.0	7.1
			下層	5.2	2.0	1.0	10.7	4.8	6.6	2.9	5.0	6.5
		植付	表層	6.0	5.0	0.8	26.1	5.9	13.0	7.4	15.0	17.1
			下層	6.4	5.5	0.8	28.3	5.1	13.2	12.5	18.0	19.2
	三角型	植付	表層	6.8	7.0	1.5	17.5	5.4	19.6	22.0	13.0	16.2
			下層	7.3	5.0	1.0	6.9	4.2	14.9	17.9	7.0	12.1
新鮮養液**			3.8	1.4	0.8	8.0	2.7	4.7	0.3	4.8	2.2	

* 昭47.8.11. 採液 ** 大塚ハウス肥料, 純水 800 倍液, 表層: 0~5cm, 下層: 10cm 付近

第3表 キュウリの生育状態

月日	下面給液, 円筒型		表面給液, 円筒型		表面給液, 三角型	
	草丈 cm	葉数	草丈 cm	葉数	草丈 cm	葉数
6.27	6		6		5	
7.4	9	1	11	2	8	2
11	23	3	48	6	42	4
17	53	8	110	13	102	11
24	125	16	188	21	172	18
31	200	23	220	25	210	23
8.7	270	30	265	29	250	26

昭 47.6.16 播種. 6.22 定植

があらわれ, 8月7日には両者とも同様の生育となった。このような両者の生育の違いは, 培地内の養水分の消長から, およそ次のように考えることができる。

下面給液法では, 作物の養水分の給源は培地内を毛管作用によって上昇する養液に依存するため, 消費水量の少ない生育初期では養液の毛管上昇が少なく, 作物が多量に吸収する成分は漸次濃度を低下し, 吸収の少ない成分は表層へ集積して, 培地内の養液成分は次第に不均衡となるものと思われる。一方表面給液法では給液のたびに培地が洗浄され, 養液が更新されるので培地内の養液組成は比較的一定に保たれるであろう。作物の初期生育の差異はこのような理由によると考えられる。

作物の生育が進み, 消費水量が増加すると, 表面給液法では水分不足が生じやすいが, 下面給液法では培地内の毛管上昇による液の更新が進むとともに, ベッド下部の帯水層部分にも根が伸長し, この部位からも養水分が摂取され, 生育後半の作物の生育が促進されたものと考え

えられる。

4. 要約

燻炭を利用したそ菜の養液栽培において, 培地内の養水分の消長と作物生育との関係を検討した。

1) 培地の下部に自由水面が存在し, 作物の養水分の給源が自由水面からの毛管上昇に依存する場合には, 作物による養水分の吸収や表層への塩類集積の結果, 培地内養液組成は不均一な分布をとり, 培地内で残存液と供給液が十分更新されるように工夫した栽培法にくらべて, 作物の生育は劣った。

2) 燻炭内の毛管孔隙に保持される養液が作物の養水分の給源で, 自由水面からの毛管上昇がない場合には, 作物の水分消費の増加に伴い培地が乾燥しやすく, 給液を行なっても, 燻炭間隙を十分に毛管飽和することなく液が流下し, 作物の水分不足がみとめられた。

終わりに, 本報告については農林省四国農試美園繁栽培部長, 前愛媛農試秋川久樹場長らのご校閲をいただいたので, 心からお礼申し上げる次第である。

文 献

- 1) 丹原一寛・近藤武由・栗原 肇・宮本豊博: 土肥誌, 44, 421 (1973)
- 2) 丹原一寛・近藤武由・栗原 肇・宮本豊博: 土肥誌, 44, 428 (1973)
- 3) 山崎不二夫監修: 土壤物理, p. 103, 養賢堂 (1969)
- 4) ローゼ, A. A. (山崎監訳): 土壌と水, 東京大学出版会 (1965)
- 5) HOAGLAND, D. R.: Lectures on the Inorganic Nutrition of Plants (1944)
- 6) HEWITT, E. J.: Sand and Water Culture Methods Used in the Study of Plant Nutrition, 2nd ed., p. 247-287 (1966)