

トマトの水耕栽培にともなう培養液組成の変動

山本満寿夫、茅野誠司、加藤泰正

信州大学繊維学部

はじめに

果菜類の養液栽培は概して長期にわたるため、培養液の養分組成と該当作物の養分吸収特性とが合致していないと、栽培の進行とともに培養液中の養分バランスが次第にくずれてゆき、やがて作物の栄養障害をひき起こす原因となる。現在培養液濃度のチェックは電気伝導度計により行なわれているが、これはイオン全体の濃度を与えるのみで、個々のイオン濃度については何の情報も与えない。したがって培養液組成が適切に保たれているかどうかは、通常作物の栄養状態の観察によって判断するほかないのが現状である。一方長期間の栽培を通じて培養液組成の変化を追跡した事例も比較的少ないように思われる。

そこで筆者らは、市販の水耕用肥料（大塚ハウス1号および2号）を供試し、1988年12月から1989年11月に至る約1年間、培養液の更新を一切行わずにトマトの栽培を継続し、その間の培養液組成の変化を調査したので報告する。

栽培および管理の概略

本養液栽培装置（図1）は、根を垂直方向に發育せしめる特殊なもので、栽培ベットの外壁部分にトタンの波板が使われ、内部に防根布と強親水性不織布の二種類の繊維が重ねてある。根の發育部である繊維は、上部パイプより供給される溶液を適度に保持し、余剰の液は培養液タンクに戻り、循環的に利用される。

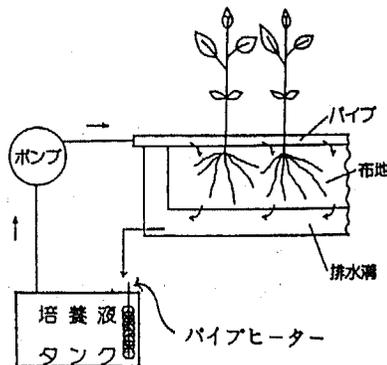


図1. 養液栽培装置

栽培は信州大学繊維学部付属農場のガラス室で行い、50m²内に設置した長さ9 mの3基の水耕装置にトマト（品種サターン）を114株栽植した。作型は年一作の長期多段どりで、1988年12月22日、ウレタンフォームに播種し、子葉展開時（12月26日）に水耕装置に移植した。栽培歴を図2に示す。暖房は、培養液（タンク容量約90ℓ）のみ20℃付近に加温してベッドに間断供給し、ベッド上に設けたビニールトンネルで苗の保温をはかった。養分の補給は水の自動供給と連動させて、ロータリーポンプにより液肥を供給した。また必要に応じロータリーポンプの回転数を調節し、目標とするECを保つようにした。栽植本数に比し培養液量が少ないため、pHの変動が大きかったが、主として酸性に傾いたので、アルカリ（NaOH、Ca(OH)₂など）を用いて頻繁にpHの矯正を行った。

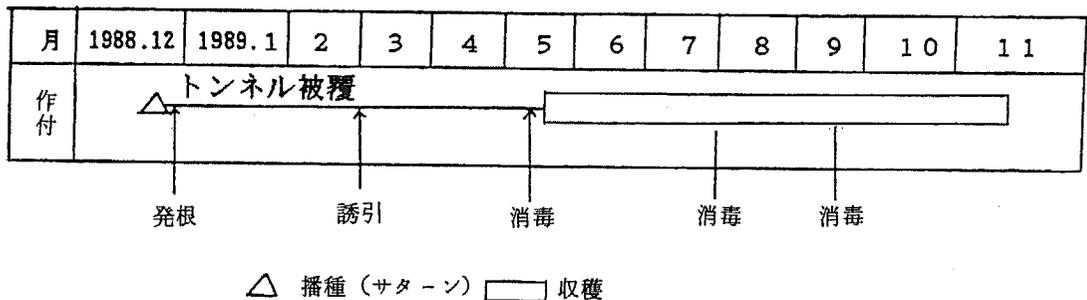


図2. 作付と作業の推移

培養液の分析方法

栽培開始後2ヶ月経過した1989年3月から、翌年11月末栽培終了までの間、10日間隔で水耕液を採取して、ICP 発光分光分析法とイオンメーターにより養分の分析を行った。測定はMg、Ca、P、Fe、Zn、Cu、Bについては前者により、K、N (NO₃-N) は後者の方法で行った。

結 果

養分の吸収経過（表1）をみると、各要素ともやや不規則な変動を伴っているが、全体としては、6月下旬から9月中旬に至る高温期に、培養液中の各要素濃度が高まる傾向を示している。施肥結果（表2）からわかるように、6月から8月にかけての平均施肥量はやや低下しており、夏期高温下においては、水の吸収速度が相対的に養分吸収速度より速くなって、その結果培養液中の養分が濃縮されたものと思われる。同じ時期にEC値（図3）が高くなっているのも、このことの反映であろう。

表1. トマト栽培養液分析結果 (1989年3月10日-11月27日)

	Ca mM		Mg mM		P mM		K mM		N mM		Fe μM		Zn μM	Cu μM	B μM	
EC=1.54*ms/cm	3.41*	100	1.56*	100	1.13*	100	3.48*	100	13.2*	100	25.0*	100	—	—	33.2*	100
3月10日	1.71	50.2	0.58	36.9	0.24	20.8	2.69	77.2	8.0	60.6	0.00	0.0	4.74	0.31	10.17	30.6
3月20日	2.64	77.6	1.09	69.6	0.33	28.8	3.22	92.6	8.5	64.4	10.03	40.1	7.80	0.31	17.56	52.9
3月30日	2.17	63.7	0.73	46.9	0.18	16.2	2.61	75.0	8.8	66.6	5.55	22.2	5.20	0.16	11.09	33.4
4月10日	2.31	67.6	1.31	84.1	0.10	8.9	1.75	50.4	13.4	101.7	13.25	53.0	9.03	0.47	18.48	55.7
4月20日	4.12	120.7	2.60	166.8	0.32	27.9	0.79	22.6	10.6	80.6	83.62	334.5	17.60	1.26	34.20	103.0
5月1日	2.87	84.1	0.99	63.3	0.20	17.5	0.52	15.1	6.7	50.6	10.21	40.8	6.27	0.31	12.01	36.2
5月10日	3.42	100.2	1.53	98.1	0.33	29.0	0.68	19.5	4.9	36.9	0.00	0.0	7.50	0.47	15.71	47.3
5月20日	1.30	38.1	0.79	50.6	0.31	27.4	1.53	44.1	7.0	52.8	0.00	0.0	3.83	0.31	8.32	25.1
5月30日	1.56	45.7	0.67	43.0	0.25	22.4	2.10	60.3	8.6	64.9	0.00	0.0	2.14	0.16	7.39	22.3
6月10日	3.19	93.7	1.25	80.1	0.33	26.4	0.49	14.2	9.0	68.2	10.92	43.7	4.74	0.63	12.94	39.0
6月21日	3.02	88.5	1.26	80.7	0.29	25.7	0.90	25.9	9.6	73.1	10.92	43.7	5.97	0.47	13.86	41.8
7月1日	3.27	95.8	2.34	150.2	0.64	56.2	1.22	35.1	8.5	64.4	43.33	173.3	9.95	1.57	24.95	75.2
7月10日	3.74	109.8	2.24	143.4	0.57	50.2	2.79	80.1	16.8	127.2	35.45	141.8	8.42	1.57	24.95	75.2
7月20日	2.67	78.3	1.56	100.2	0.45	39.8	4.04	116.1	16.1	121.8	18.62	74.5	5.97	0.94	14.79	44.5
7月29日	2.67	78.3	1.23	79.1	0.34	29.7	2.49	71.7	9.1	69.3	13.97	55.9	5.81	0.63	11.09	33.4
8月10日	3.27	95.8	2.21	141.8	0.45	39.6	3.91	112.4	15.1	114.7	31.33	125.3	11.32	0.63	20.33	61.2
8月19日	3.42	100.2	1.95	125.2	0.53	46.7	3.48	100.0	12.6	95.8	30.98	123.9	8.88	0.94	19.41	58.5
8月29日	1.85	54.2	1.38	88.6	0.40	35.0	4.73	136.0	11.3	85.5	27.93	111.7	9.03	0.94	13.86	41.8
9月11日	2.77	81.2	1.81	116.0	0.86	76.1	4.30	123.5	15.6	118.0	42.97	171.9	8.26	1.57	20.33	61.2
9月20日	2.79	81.9	1.54	98.6	0.83	73.3	6.11	175.6	20.5	155.3	88.99	356.0	7.50	1.10	30.50	91.9
10月2日	2.97	87.1	1.02	65.1	0.50	44.5	2.21	63.6	12.9	97.4	23.81	95.3	6.58	1.26	12.01	36.2
10月12日	1.13	33.1	1.27	81.2	0.79	69.7	1.75	50.4	7.7	58.4	36.17	144.7	4.74	1.89	16.64	50.1
10月20日	2.35	68.9	1.20	77.0	0.79	69.5	1.56	44.8	9.4	70.9	28.83	115.3	4.28	1.89	13.86	41.8
10月30日	3.04	89.3	1.53	98.1	0.81	71.5	2.89	83.0	8.4	63.9	39.57	158.3	5.20	2.05	17.56	52.9
11月11日	2.89	84.9	1.51	96.7	0.59	52.0	3.04	87.5	8.9	67.1	33.66	134.6	3.98	1.42	16.64	50.1
11月20日	2.38	69.7	1.27	81.2	0.51	45.4	3.89	111.7	7.5	56.8	18.44	73.8	3.37	0.16	15.71	47.3
11月27日	3.09	90.7	2.12	136.0	1.08	95.6	6.04	173.4	12.8	96.9	43.69	174.8	4.44	0.31	23.11	69.6
平均	2.69		1.44		0.48		2.66		10.68		26.01		6.76	0.88	16.94	

*栽培期間中におけるECの平均値およびそれに相当する各元素のmM、μM.

表2. 水耕トマト施肥量

1988年12月-1989年11月 (単位: kg)

年月	大塚1号	大塚2号	N	P	K	Mg	Ca	Fe	B	Mn
'88.12	3	2	0.52	0.24	0.690	0.150	0.46	0.0054	0.0030	0.0030
'89.1										
2	1.5	1.0	0.25	0.12	0.345	0.075	0.23	0.0027	0.0015	0.0015
3	3	2	0.52	0.24	0.690	0.150	0.46	0.0054	0.0030	0.0030
4	3	2	0.52	0.24	0.690	0.150	0.46	0.0054	0.0030	0.0030
5	3	2	0.52	0.24	0.690	0.150	0.46	0.0054	0.0030	0.0030
6	1.5	1.0	0.26	0.12	0.345	0.075	0.23	0.0027	0.0015	0.0015
7	3	2	0.52	0.24	0.690	0.150	0.46	0.0054	0.0030	0.0030
8	1.5	1.0	0.26	0.12	0.345	0.075	0.23	0.0027	0.0015	0.0015
9	4.5	3	0.78	0.36	1.035	0.225	0.69	0.0081	0.0045	0.0045
10	3	2	0.52	0.24	0.690	0.150	0.46	0.0054	0.0030	0.0030
11	3	2	0.52	0.24	0.690	0.150	0.46	0.0054	0.0030	0.0030
合計	30	20	5.20	2.40	6.90	1.50	4.60	0.054	0.030	0.030

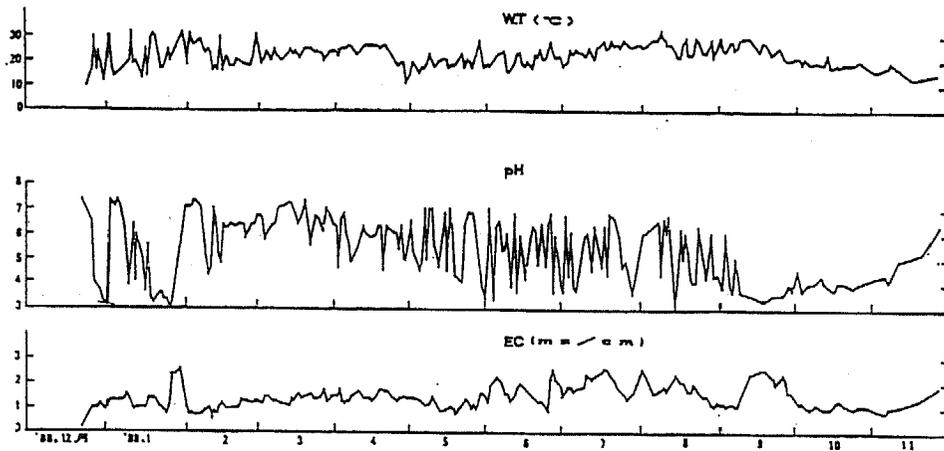


図3 . 水耕液の水温、pH、ECの日変化

また夏期には培養液 pH の変動（図3）が特に著しくみられたが、これは培養液 pH が速やかに酸性に傾くことによるものであり、夏期高温時には、窒素源としてアンモニア性窒素の吸収が相対的に促されていることがうかがわれる。

以上のように、培養液成分については季節的ないしは不時の変動が見られたものの、実験開始時の各要素濃度と成育期間中の平均濃度（表1）との間には、リンおよびホウ素を除きそれ程大きな差はなく、培養液の組成は、長期栽培にもかかわらず、比較的一定に保持されたものとみなしうる。

作物の成育に関しても、養分組成の変化に基づくとおもわれるような障害はみられず、10a 当り19.9トンという収量を得たことから、トマトの成育はまず順調であったといえよう。

本実験の養分供給は、自動給水時にロータリーポンプを連動させ、濃厚な養分原液を水に混入するというシンプルな方式であったが、長期栽培にもかかわらず、培養液組成の変化は、トマトの生育上許容しうる範囲のものであったといえることができる。