

토마토(*Lycopersicon esculentum*)의 移植期 浸水 處理에 따른 生育 反應

具滋玉 · 盧相彥¹⁾ · 鞠龍仁 · 千相旭 · 李榮萬 · 吳潤鎭²⁾

전남대학교 농과대학, ¹⁾(주)동양화학, ²⁾영남농업시험장

Effects of Depth and Duration of Flooding on Growth and Yield at Transplanting Stages in Tomato(*Lycopersicon esculentum*).

Ja-Ock Guh, Sang-Eun Roh¹⁾, Yong-In Kuk, Sang-Uk Chon, Young-Man Lee and Yun-Jin Oh(College of Agriculture, Chonnam National University, Kwangju, 500-757 ; ¹⁾Oriental Chemical Industries, Seoul, 100-070 ; ²⁾National Yeongnam Agricultural Experiment Station, Milyang, 627-130)

Abstract : Tomatoes are flooded differently 0, 5, 10 and 15 cm, according to the developing stages such as transplanting stage under the condition of green house. Along with this, they are treated according to the time condition such as 6, 12, 24, 48 and 120 hours. The results obtained are summarized as follows.

As the depth of flooding got deeper and the hours got longer, plant height, number of leaves, shoot and root decreased significantly. Flowering was possible for 24 hours in the flooding of 0 cm, for 6 hours in 5~10 cm, but not possible after 6 hours in 15 cm.

Without regard to the depth of flooding, adventitious root came into being before or after 48 hours of the treatment.

Root activity diminished gradually as hours of treatment went by, but diminished rapidly over the depth of 5 cm. Chlorophyll content decreased similarly as in the case of root activity. Diffusion resistance of stomata cell increased as hours of treatment passed and depth increased. Photosynthesis and respiration diminished according as the hours and depth of treatment increased. Respiration diminished a little gradually but photosynthesis weakened greatly as the depth of treatment became greater and after 48 hours of treatment.

Diseases occurred remarkably in proportion to the depth of treatment and the increase of hours. The possibility of preventing by means of insecticide treatment showed the same tendency as in the seedling stage. But its effect was not significant.

After 120 hours yields could not be expected because tomatoes died without regard to the depth of flooding. Instead of the depth, numbers of fruits per plant decrease of individuals or variation of average weight of a fruit was recognized. Especially average weight increased in accordance with the increase of the depth.

There was positive correlation between all the characters, such as plant height, number of leaves, fresh weight, chlorophyll content, root activity and yield traits, but negative correlation between these and epinastic curvature, diffusion resistance and adventitious root.

Key words : Tomato, Flooding

緒 論

작물의 침수 피해는 침수가 작물의 어느 생육 단계에서 일어났는가, 또한 어느 계절에 일어났는가에 따라 그 정도가 달라지며¹⁻³⁾, 또한 침수 시간에 따라서도 다르다.

자연 상태에서 침수가 어느 계절에 일어나느냐에 따라 침수에 의한 피해 정도의 차이를 나타내고 있다. rabbiteye blueberry와 highbush blueberry도 침수에 대한 내성이 가을과 겨울에 더 컸으며, 여름보다는 이른 봄에 더 컸다⁴⁾. Crane 등²⁾도 이들의 침수 처리에서 줄기 신장이나

잎 생장이 봄에 침수되었을 때는 침수 15일 후부터 나타났으나, 여름에 침수되었을 때는 침수 7일 후부터 나타났고, 무처리와 비교하면 줄기 생장은 41%, 엽면적은 78%로 나타나 봄 침수보다 피해가 컸으며, 화아수도 여름 침수가 30~70%로 감소하였음을 보고하였다. Abbott 등¹⁾은 highbush blueberry를 12월, 4월, 8월에 각각 침수 처리한 것이 생식 생장에 미치는 영향을 조사한 결과, 침수 처리가 무처리보다 화아수 61~77%, 꽃수 55~66%, 착과수 45%로 감소하였고, 과실 무게, 크기, 고형물비도 감소하였으며, 계절적으로는 4월 침수가 가장 피해가 컸

음을 보고하였다. 침수에 의한 피해 정도의 차이는 작물이나 같은 종내의 품종간의 차이뿐만 아니라 환경 조건에 따라서도 큰 차이를 보이고 있다.

본 연구에서는 침수 피해가 잘 나타나는 토마토에서 생육 단계별로 침수의 깊이와 시간에 따른 생육 저해 정도와 수량 감소 및 이와 관련된 광합성, 호흡 등의 차이를 비교 검토하여 침수 피해에 따른 피해 정도의 예측에 기초 자료로 활용하기 위하여 실시하였다.

材料 및 方法

식물재료 및 시험조건과 방법은 前報⁵⁾와 동일하였다. 이식기 침수처리는 본엽이 5~6매이고 초장이 40~45 cm의 범위에 있었을 무렵 처리하였다. 상편생장정도는 침수처리 종료후 5일에 줄기와 엽병사이를 투명 각도기를 사용하여 측정하였으며, 부정근 발생정도는 달관적으로 가장 많이 발생한 것은 5, 전혀 발생하지 않은 것을 0으로 표시하였다.

結果 및 考察

이식기의 토마토는 화아분화가 시작되어 화분과 화분모세포를 형성하는 시기에 이르며⁶⁾, 대체로 화아분화 초기를 경과하게 된다. 이 시기는 파종후 25~30일경으로서 이미 자엽기부터 생성 축적된 화성물질의 영향을 받게 되며, 이 시기에 이식을 하게 되면 단근이 되어 일시적으로 생육이 늦어지고 화아분화가 지연되어 결과적으로는 화아분화수가 감소케 된다고 한다⁷⁾.

본 시험에서는 이식기의 토마토 묘에 침수 깊이와 시간을 달리 하여 처리한 결과(표 1), 침수처리 깊이가 깊어질수록, 그리고 처리시간이 길어질수록 초장, 개체당 엽수, 지상 및 지하부 생체중의 감소가 초래되었다. 0 cm 침수에서는 어느 정도 성장 감소가 적었지만, 12시간 이상의 침수에서는 유의적인 감소가 나타났기 때문에, 특히 이식기 유묘의 경우에는 가급적 최소한의 침수피해도 받지 않도록 배수에 철저를 기해야 할 것이다.

침수처리후 15일의 회복시간을 거쳐 조사된 결과이지만, 초장보다는 개체당 엽수에서, 지상부보다는 지하부 생체중에서 성장억제가 컸다. 유사한 결과는 位田⁸⁾이 보고한 바 있는데, 이식할 때 영양분 흡수의 주체가 되는 근모가 소실됨으로 16일간 회복기간을 가진 뒤에도 생체중 성장지수의 약 50%에 이르는 저해가 나타났는데, 이는 N과 K 흡수제한에 따른 cytokinin 감소로 경엽생장의 저해까지 초래케 되었다고 하였다.

이들 과정을 본 시험에서는 침수정도에 따른 부정근의 발생정도, 근활력 변화, 상편생장정도의 증대, 엽록소 함량, 기공세포의 확산저항성 및 광합성과 호흡률의 변화를 통하여 확인하였고, 아울러 개화 여부도 조사하였다.

Table 1. Variation in growth traits (% of control) of tomato plants as affected by different flooding treatments through transplanting stage.

Flooding	Plant height (cm)	No. of leaves per plant	Shoot (g/plant)	Root (g/plant)	
					Depth(Cm)
0	6	99	100	96	90
	12	98	92	96	94
	24	96	92	96	92
	48	96	92	92	90
	120	92	92	87	87
5	6	90	85	98	89
	12	84	77	70	63
	24	76	77	65	62
	48	62	69	44	34
	120	59	62	40	25
10	6	95	85	94	87
	12	86	85	70	68
	24	78	77	70	61
	48	65	69	37	30
	120	55	46	24	11
15	6	94	85	98	75
	12	94	81	70	85
	24	88	69	56	58
	48	59	58	33	22
	120	53	31	24	4
LSD 5%		4	7	11	8
1%		5	9	15	10
F-test					
Depth		**	**	**	**
Duration		**	**	**	**
Depth x Duration		**	**	**	**

*DAW : Days after flooding treatment

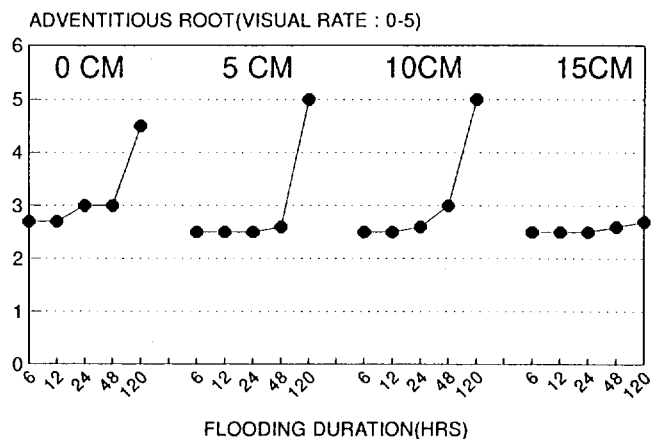


Fig. 1. Change in adventitious root(visual rate : 0~5) of tomato plants as affected by different flooding treatments through transplanting stage.

부정근의 발생(그림 1)은 침수 깊이에 관계없이 48시간 침수를 전후하여 발생이 증대되었으나, 즉 15 cm 침수에서는 120시간 경과에서도 발생증대가 크게 나타나지 않았다. 부정근의 발생은 일종의 스트레스 극복과 생존

기능으로 유도되는데 15 cm 침수에서는 침수시간이 경과되더라도 부정근 발생이 어려웠던 것으로 보인다.

位田⁸⁾도 토양통기율을 10% 전후로 처리하여 생육 증감현상을 관찰하였던 바, 토양 통기율 감소로 부정근이 돌출하며 경엽의 상편생장 각도가 커지다가 심한 경우 고사에 이른다고 하였다. 이들 부정근이 산소가 있는 조건에 접하여 뿌리기능을 가지게 되면 토양 등의 원뿌리 기능을 대체케 되어 생존에 유리할 것이며, 이런 기능 회복에 대한 구체적 시험에는 Kramer⁹⁾나 Kuo 등¹⁰⁾에 의하여도 보고된 바가 있다.

본 시험의 경우, 처리에 따른 근활력의 감소 경향을 조사하였던 바(그림 2), 0 cm 침수에서는 시간 경과에 따라 완만한 감소경향을 보였으나 5 cm 이상의 침수에서는 시간 경과에 따라 급격한 감소를 보였을 뿐만 아니라, 침수 깊이가 깊어질수록 감소 수준이 더욱 낮게 떨어지는 경향이였다.

근활력의 감퇴는 양수분 흡수력 저하와 더불어 잎의

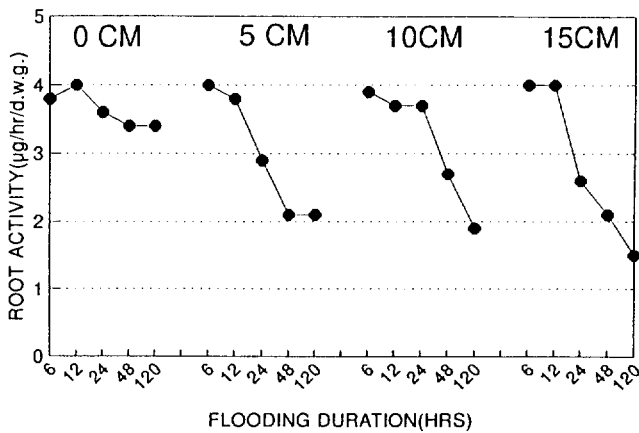


Fig. 2. Change in root activity(µg/hr/d.w.g.) of tomato plants as affected by different flooding treatments through transplanting stage.

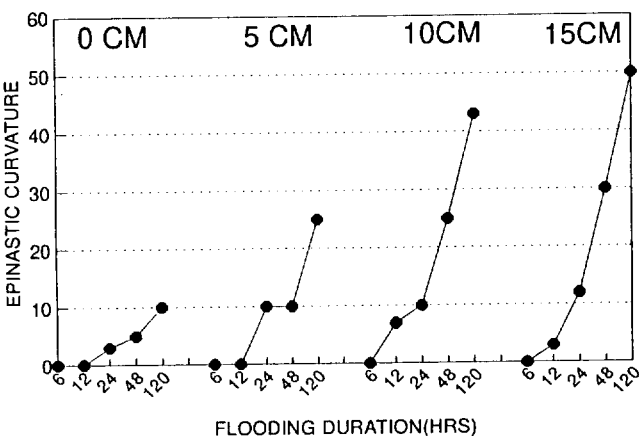


Fig. 3. Change in epinastic curvature(degree of angle) of tomato plants as affected by different flooding treatments through transplanting stage.

광합성 활력을 떨어뜨리고, 또한 지상부 생장을 감소시키는 원인이 될 것이다^{5,11,12)}. 본 시험에서도 근활력을 퇴조시켰던 침수처리, 즉 침수깊이가 깊어지고 침수시간이 경과될수록 상편생장이 현저히 커지는 경향을 나타내었다(그림 3).

이는 高橋¹³⁾의 보고에서와 같이 영양흡수 감퇴와 이로 인한 cytokinin 부족에 의한 경엽생장 저하를 초래케 되는 것으로 생각된다. 침수처리로 야기된 엽록소 함량 감퇴(그림 4)는 근활력에서의 유사한 양상으로 나타났고 또한 경엽수 증대와 반비례적으로 나타난 점에서 확인할 수 있었다.

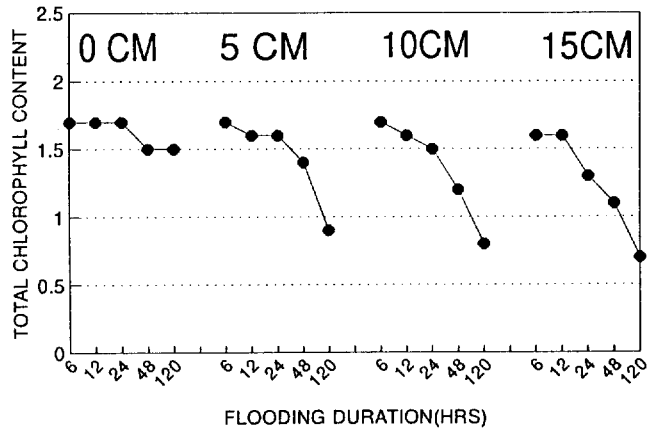


Fig. 4. Change in total chlorophyll content of tomato plants as affected by different flooding treatments through transplanting stage.

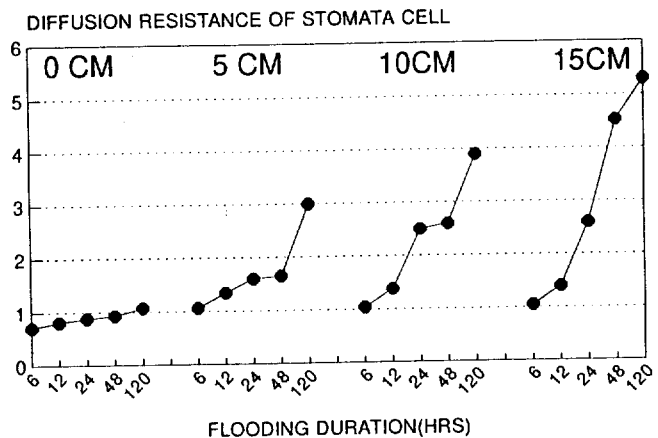


Fig. 5. Change in diffusion resistance of stomata cell of tomato plants as affected by different flooding treatments through transplanting stage.

즉 0 cm 포화수 상태에서는 엽록소함량 감퇴가 48시간 처리를 전후하여 회복세를 보이는 전환점을 나타내었으나, 5 cm와 10 cm에서는 24시간을, 그리고 15 cm에서는 12시간을 전환점으로 하여 엽록소 함량이 급격히 떨어지는 경향을 보였다.

마찬가지로 식물체의 물질생산 기능을 나타내는 한

지표로서 기공세포의 확산저항성 증감을 들 수 있는데, 본 시험에서는 침수처리에 의한 반응 결과(그림 5)이므로 침수깊이와 시간경과에 따라 더욱 민감하고 더욱 큰 폭으로 확산 저항성이 증대됨으로써 광합성 저하를 가져와 생산력이 떨어지는 조건이 되었다.

결과적으로 광합성과 호흡률은 침수 깊이와 시간 경과에 따라 감소경향을 나타내었다(그림 6). 그러나 호흡률의 감소는 비교적 완만한 반응이었으나 48시간 침수의 경우 광합성은 침수 깊이가 깊어짐에 따라 유의적인 차이를 두고 감퇴하였으며, 침수 시간 경과가 120시간이었을 경우에는 침수 깊이에 관계없이 광합성률은 극히 저조한 수준에 머물렀다. 이와 같이, 단시간의 수분 문제는 토마토의 성장 회복력으로 쉽게 회복될 수 있지만, 시간 연장하에서는 회복이 어려웠다는 高橋¹³⁾의 보고와 유사성이 있었다.

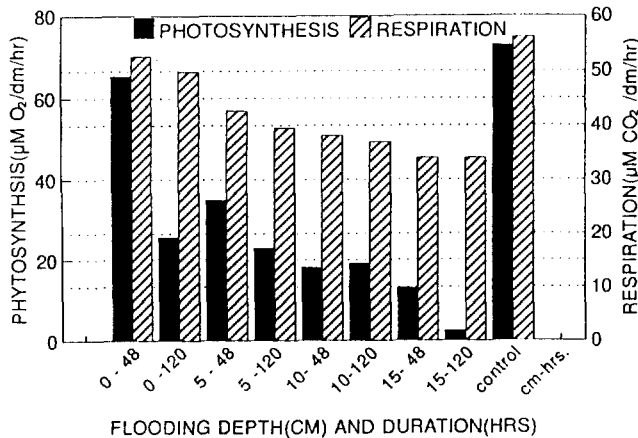


Fig. 6. Rates of photosynthesis and respiration of tomato plant as affected by different flooding treatments through transplanting stage.

한편, 이식기 토마토 유묘에 대한 침수처리는 개화 반응에도 차이를 보였다(표 2). 즉, 0 cm 포화수 상태에서는

Table 2. Floral initiation of tomato plants at 15 days after the end of flooding as affected by different depths and durations of flooding at transplanting stage.

Flooding Depth(Cm)	Duration(hr)				
	6	12	24	48	120
Control	O	O	O	O	O
0	O	O	O	X	X
5	O	X	X	X	X
10	O	X	X	X	X
15	X	X	X	X	X

*X means no flowering initiation.

24시간 경과까지 개화가 되었으나, 5~10 cm 침수에서는 불과 6시간 경과까지만 가능하였고, 15 cm 침수에서는 6시간 경과에서도 개화가 되지 않았다. 개화의 내적요인은 화아의 정상적인 분화에 기인하는데, 화아분화는 양수분

흡수를 하는 뿌리의 기능에 좌우되고, 특히 C/N률의 균형에 의하여 영향을 받게 되는 것으로 알려지고 있다¹⁴⁾. 따라서 본 시험의 결과는, 이식기 침수는 가급적 빠른 시간 안에 조치토록 할 필요가 있으며, 개화결실의 장애는 토양수분 조건이나 통기 조건의 직접적인 문제에 기인하지 않으므로, 문제 해결 이후의 조속한 영양조절을 통한 회복방안이 강구되어야 할 것으로 생각된다.

결과적으로, 이식기 토마토 유묘의 침수처리 후 생육 회복을 통한 수량특성조사 결과는 표 3에 제시한 바와 같다. 즉, 침수처리 120시간 경과에서는 침수 깊이에 관계없이 식물체 치사로 수량조사가 이루어지지 못하였으며, 48시간까지의 침수처리 경과에서는 어느 정도의 수량을 기대할 수 있었다. 그러나 침수 깊이보다도 침수시간 차이에 따른 개체당 총과수의 감소나 평균중의 변이가 인정되었으며, 특히 평균과중은 침수 깊이의 증대로 과수 감소로 오히려 커지는 경향이였다. 이와 같은 결과는 앞의 유묘의 토마토에 대한 침수반응 결과⁵⁾에서와 유사하였던 것으로 해석이 된다.

Stanley 등¹⁵⁾은 콩을 예로 하여 수행한 침수시험을 통하여 일시적 침수영향이 생육단계별로 다르게 나타났으

Table 3. Variation in yielding traits (% of control) of tomato plants as affected by different flooding treatments through transplanting stage.

Flooding Depth(Cm)	Flooding Duration(h)	No. of fruits per plant	Average weight of a fruit(g)	Weight of fruit per plant(g)
Control		100	100	100
0	6	75	97	73
	12	80	86	70
	24	65	95	62
	48	65	76	49
	120			
5	6	70	99	70
	12	65	95	61
	24	50	94	48
	48	50	75	38
	120	0	0	0
10	6	62	98	73
	12	55	106	58
	24	50	105	53
	48	50	80	40
	120	0	0	0
15	6	67	113	76
	12	70	106	75
	24	47	106	50
	48	45	81	37
	120	0	0	0

LSD 5% 7 22 5
 1% 10 30 7

F-test			
Depth	**	NS	**
Duration	**	**	**
Depth x Duration	**	NS	**

Table 4. Correlation coefficients among growth, yielding traits and some anatomical and physiological traits of tomato plants as affected by flooding experiment at transplanting stage.

	PH	NL	FWS	FWR	EC	DR	CC	AR	RA	NF	AF	WF
Plant height(PH)	0.87		0.90**	0.96**	-0.82	-0.70	0.77	0.44	0.82	0.78	0.62	0.84
NO.leaves/plant(NL)	0.87		0.91**	0.91**	-0.79	-0.80	0.82	0.26	0.77	0.80	0.37	0.72
Fresh weight(Shoot,FWS)	0.90**	0.91**		0.94**	-0.87	-0.80	0.88	0.04	0.84	0.82	0.51	0.82
Fresh weight(Root)(FWR)	0.96**	0.91**	0.94**		-0.86	-0.79	0.87	0.06	0.84	0.82	0.52	0.82
Epinastic curvature(EC)	-0.82	-0.79	-0.87	-0.86		0.89	-0.94	0.22	-0.81	-0.79	-0.51	-0.83
Diffusion resistance(DR)	-0.70	-0.80	-0.80	-0.79	0.89		-0.89	-0.05	-0.68	-0.73	-0.31	-0.64
Chlorophyll content(CC)	0.77	0.82	0.88	0.87	-0.94	0.89		-0.20	0.86	0.80	0.45	0.84
Adventitious root(AR)	0.04	0.26	0.04	0.06	0.22	0.05	-0.20		-0.14	0.09	-0.41	-0.29
Root activity (RA)	0.82	0.77	0.84	0.84	-0.81	0.68	0.86	-0.14		0.79	0.63	0.92
NO. fruits/plant(NF)	0.78	0.80	0.82	0.82	-0.79	0.73	0.80	0.09	0.79		0.23	0.81
Average weight(Fruit)(AF)	0.62	0.37	0.51	0.52	-0.51	0.31	0.45	-0.41	0.63	0.23		0.64
Weight fruit/plant(WF)	0.84	0.72	0.82	0.82	-0.83	0.64	0.84	-0.30	0.92	0.81	0.64	

Table 5. Visual rate of disease injury of tomato plants in fungicide treatment as affected by different depths and durations of flooding at transplanting stage.

Flooding		5 DAT		13 DAT	
Depth(Cm)	Duration(h)	No treatment	Treatment	No treatment	Treatment
0	6	0	0	1	0
	12	0	0	1	0
	24	0	0	2	0
	48	0	0	1	0
	120	0	0	1	0.5
5	6	1	0	2	0
	12	1	0	2.5	0
	24	1	0.5	2	1
	48	1	0	1	1
	120	2	2	2	2
10	6	0	0	1.5	0
	12	2	0	2	0
	24	0	0	1.5	0.5
	48	1	1	2	2
	120	3	1	3	0.5
15	6	0	0	1	0
	12	1	1	1	0.5
	24	1	0	2	0.5
	48	2	1	5	2
	120	5	3	7	3

*Visual rate : 0 : no disease, 9 : death, DAT : Days after treatment

며, 7일 이내의 침수는 이후의 배수처리로 회복이 될 수 있었고, 착엽 직전이나 착엽 이후의 영향이 아닌 한 개화전의 영향으로는 일시적인 생장정지가 되었으나, 이후 회복이 가능하다고 하였다.

앞에서 비교검토한 각 특성들 상호간의 단순상관 분석을 한 결과는 다음 표 4에 나타낸 바와 같다. 즉, 영양생장 정도를 나타내는 초장, 엽수, 생체중과 엽록소 함량, 근활력 및 수량특성 제 형질들 상호간에는 정의 상관관계가 인정되었으며, 이들 형질과 상편생장성, 기공 확산저항성, 부정근 발생량 등의 제 형질들과는 부의 상

관관계를 갖는 것으로 인정되었다. 또한 평균과중과 다른 수량형질들, 즉 개체당 총과수나 개체당 총과중간에도 부의 상관관계가 나타나지 않았던 것은, 이식기의 침수 처리 영향이 수확기까지 대체로 회복되었거나, 또한 개체당 총과수 확보에 영향을 크게 미치지 않았기 때문에 나타난 결과로 보인다.

침수로 인한 병해와 생리장해로서의 병해를 예방 치료하기 위한 살균제 처리효과도 앞의 유묘기 토마토 묘에 대한 결과와 유사하였다(표 5). 그러나 효과는 다소 미흡한 정도에 머물렀으며, 이는 식물체의 생장에 따른 체적증대와 이로 인한 병발생의 다양성에 기인한 약제 처리효과의 미흡현상으로 판단된다.

뿐만 아니라, 침수로 인한 뿌리 기능 감퇴와 이로 인한 양분 흡수 저하 현상을 해소하기 위하여 요소 엽면 처리 결과(표 6), 대부분 침수처리에서의 피해 정도는 유의적인 회복세로 전환되지 못하였다. Trought 등⁴⁾에 의하면 침수 조건하에서 식물체내의 N·P·K성분이 급감하며, 이로 인하여 광합성이나 건물축적 저하보다는 특정 이온의 축적에 의한 문제를 더 치명적으로 일으킬 수 있다고 하였다. 그럼에도 불구하고 본 시험의 이와 같은 결과는, 유묘기 토마토에서 초래되었던 시험 결과와 대체로 유사하게 생육회복이나 문제해소의 가능성을 보이지는 못하였던 것으로 생각된다.

摘 要

이식기의 토마토에 각각 침수깊이를 지면 위 0, 5, 10, 15 cm의 4개 처리에, 각각 시간을 6, 12, 24, 48, 120시간 조합 처리 후 생육저해정도, 생리적 변화 및 수량 감소 등을 비교 검토하였다.

침수의 깊이가 깊어질수록, 그리고 시간이 길어질수록 초장, 개체당 엽수, 지상부 및 지하부 생체중이 유의적으로 감소했고, 개화는 0 cm 침수에서 24시간, 5~10 cm에서 6시간까지 개화가 가능하였으나, 15 cm에서는 6시간 경

Table 6. Plant height and number of leaves(% of control) of tomato plants at 15 days after nitrogen treatment as affected by different depths and durations of flooding at transplanting stage.

Flooding		Plant height (cm)			No. of leaves per plant			Fresh weight					
Depth(cm)	Duration(h)	N.T.	T.	t-test	N.T.	T.	t-test	Shoot			Root		
		N.T.	T.	t-test	N.T.	T.	t-test	N.T.	T.	t-test	N.T.	T.	t-test
0	6	101	100	NS	113	104	NS	102	102	NS	100	97	NS
	12	100	99	NS	108	100	NS	104	100	NS	100	102	NS
	24	99	96	NS	108	100	NS	104	100	NS	97	104	NS
	48	99	97	NS	104	96	NS	98	96	NS	95	94	NS
	120	94	94	NS	98	90	NS	94	95	NS	91	92	NS
5	6	92	94	NS	98	90	NS	102	100	NS	95	95	NS
	12	90	92	NS	92	85	NS	74	81	NS	72	88	NS
	24	78	83	*	92	85	NS	69	68	NS	66	69	NS
	48	64	70	*	83	77	NS	45	57	NS	34	38	NS
	120	61	64	NS	76	70	NS	42	47	NS	28	36	NS
10	6	88	97	*	100	92	NS	100	98	NS	92	92	NS
	12	87	89	NS	96	88	NS	75	94	*	74	77	NS
	24	80	77	NS	83	77	NS	43	59	*	33	34	NS
	48	67	75	*	83	77	NS	43	58	*	33	36	NS
	120	57	58	NS	67	62	NS	26	53	*	12	21	*
15	6	96	97	NS	98	91	NS	102	102	NS	93	95	NS
	12	96	94	NS	92	85	NS	75	81	NS	95	95	NS
	24	90	93	NS	83	77	NS	73	56	**	62	64	NS
	48	60	61	NS	73	67	NS	32	53	NS	24	43	NS
	120	54	57	NS	42	38	NS	26	27	NS	12	3	NS

N.T. : No treatment T. : Treatment

과에서도 이루어지지 않았다.

부정근의 발생은 침수깊이에 관계없이 48시간 침수를 전후하여 발생이 증대되었다.

근활력은 포화수 상태에서는 시간 경과에 따라 완만한 감소경향을 보였으나, 5 cm 이상의 침수에서는 따라 급격한 감소를 보였다. 엽록소 함량감소는 근활력에서와 유사한 경향을 보였다. 잎의 기공저항성은 침수깊이와 시간경과에 따라 증대되었다. 광합성과 호흡률은 침수깊이와 시간경과에 따라 감소 하였으며 호흡률의 감소는 비교적 완만하였으나, 광합성은 침수깊이가 깊어지고 시간이 48시간이상시 극히 저조하였다.

발병은 침수처리깊이와 시간 증대에 비례하여 커졌고, 살균제 처리에 따른 방제 가능성은 유묘기와 같은 경향이었으나 효과는 미흡한 정도였다. 요소엽면시비에 의한 효과는 유의적으로 없었다.

120시간경과에서는 침수깊이에 관계없이 식물체가 고사되어 수량을 기대할 수 없었다. 그러나 침수의 깊이보다도 시간 차이에 따른 개체당 총 과수 감소나 평균중의 변이가 인정되었으며, 특히 평균 과중은 침수깊이의 증대로 오히려 커졌다.

초장, 엽수, 생체중과 엽록소 함량, 근활력 및 수량 특성 제형질들 상호간에는 정의 상관관계가 있었으며, 이들 형질과 상편생장정도, 기공확산저항성, 부정근 발생 등의 제형질간에는 부의 상관관계가 있었다.

參 考 文 獻

- Abbott, J.D. and R.E. Gough. 1987. Reproductive response of the highbush blueberry to root-zone flooding. Hort Sci. 22 : 40~42.
- Crane, J.H. and F.S. Davies. 1988. Flooding duration and seasonal effects on growth and development of young rabbiteye blueberry plant. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113 : 180~184.
- Davies, F.S. and D. Wilcox. 1983. Flooding tolerance of rabbiteye blueberry in Florida. Hort. Sci. 18 : 69~69 (Abstr.).
- Troughtm, M.C.U., and Drew, M.C. 1980. The development of waterlogging damage in young wheat plants in anaerobic solution culture. J. Exp. Bot. 31 : 1573~1585.
- 具滋玉, 盧相彦, 鞠龍仁, 千相旭, 李榮萬, 吳潤鎮. 1996. 토마토(*Lycopersicon esculentum* Mill.)의 發芽期 및 幼苗期 浸水 處理에 따른 生育 反應. 韓國環境農學會誌. 15(4) : 406~418.
- 藤井健雄, 鈴木弘. 1943. 蕃茄の花の發育に就て. 園學雜 14 : 26~36.
- Howlett, F.S. 1939. The modification of flower structure by environment in varieties of *Lycopersicon esculentum*. J. Agr. Res. 58 : 79~117.
- 位田藤久太郎. 1956 : 土壤通氣の酸素濃度か “果菜類の

- 生育, 養水吸収に及ぼす影響. 園學雜 25 : 85~93.
9. Kramer, P.J. 1951. Causes of injury to plants resulting from flooding of the soil. *Plant Physiol.* 26 : 722~736.
 10. Kuo, C.G. and B.W. Chen. 1980. Physiological responses of tomato cultivars to flooding. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105 : 751~755.
 11. Erickson, A.E. and Van Duren, D.M. 1960. The relation of plant growth and yield to soil oxygen availability. *Trans. Int. Congr. Soil Sci.* 7th 4 : 428~434.
 12. Greenwood, D.J. 1967. Studies on the transport of oxygen through the stems and roots of vegetable seedlings. *New Phytol.* 66 : 337~347.
 13. 高橋和彦. 1960. 温床床土に関する研究(第2報). 床土の土壤水分が“トスト苗の生育に及ぼす影響”. 園學雜 29 : 313~321.
 14. Salter, P.J. 1954. Watering tomatoes under glass. *Univ. Nottingham Dep. Hort. Res. Rep. for 1954* : 13.
 15. Stanley, C.D., Kaspar, T.C. and Taylor, H.M. 1980. Soybean top and root response to temporary water-tables imposed at three different stages of growth. *Agron. J.* 72 : 341~346.