

トマト生育に及ぼす土壤酸度の影響

(1) 生態的变化について

高橋敏秋

Influence of Soil acidity on the Growth of Tomatoes.

(1) Ecological difference.

TOSHIAKI TAKAHASHI

緒 論

新鮮蔬菜として重要な価値を有するトマトの栽培上に於ける研究は今日迄幾多の研究論文があり実際栽培上極めて貢献している。しかしトマトに及ぼす環境要素の中、土壤の反応に就ては種々な報告があり、その結果も一定していない。勿論栽培条件に依つて土壤の反応には変化があり、土耕栽培と水耕栽培砂耕栽培についても変化がある。即ち Emmert⁽²⁾ (1930) によればトマトの生育に適した PH は 7.5~8.0 とし、Parker⁽¹⁰⁾ (1934) で 6.2~6.4 が最適とのべている。此の外 Arnon⁽¹⁾ 他 (1942), Hartman⁽⁵⁾ 他 (1938), Hester⁽⁶⁾ 他 (1936), 川島⁽⁷⁾ (1938), 奥田⁽⁸⁾ (1947) 等々により報告又は記載され、何れも中性か或は微酸性側にトマトの生育に好適の範囲があるとのべている。しかるに Weiske⁽¹¹⁾ (1929) によればトマトの最適 PH は 8 とされているが、これについては並河、杉本両氏⁽⁹⁾ (1935) の述べられている様に実験の PH のきざみが粗いので、これを細かく区分すれば中性或は酸性側に傾くのではないかと思われる。斯様に研究者により夫々異なる土壤酸度の値が出ているが、本実験に於ても砂耕栽培を行い、トマトの生育が土壤酸度により如何に影響され、且体内成分に如何なる変化を及ぼすかを検討して、トマトの生育に適した PH 値を得る目的で行われたものである。第 1 報として生態に及ぼす影響を述べる。本実験を遂行するに当り終始御指導を載いた京都大学農学部附属農場主事、福田助教授並に御援助を載いた畑作部御一同に感謝の意を表す。

実験材料及び方法

実験は 1954 年京都大学農学部附属摂津農場に於て行つた。使用したトマトは種苗商より購入した一代雑種世界一である。4 月 10 日 C20° の温床に播種し、4 月 23 日一回移植 (3 寸×3 寸) を行い、5 月 28 日よく揃つた苗を予め用意した直径 1 尺の素焼鉢に定植した。用いた砂は淀川筋の山崎にて採取された川砂である。水素イオン濃度は PH 5 より PH 9 までの間を 0.5 宛に区切つて 9 区とし、各区は素焼鉢 5 ケを以つて 1 区とした。

肥料溶液の構成としては、その成分割合として第 1 表の如くにし、毎週月曜日及び金曜日に各鉢に 2 立宛夫々施要した。又微量肥量要素の缺乏を防ぐために第 2 表の割合にして 2 週間に一回各鉢に施要した。灌水は毎日 1 回原則として晴雨にかゝらずに行い、特に乾燥した場合は 2 回灌水を行つた。各鉢の灌水量は 1 回 2 立とした。肥料溶液及び灌水は予め各区毎に

PH を調節したものを用いた。即ち酸性側に於ては塩酸にて、アルカリ性側に於ては苛性曹達にて調節を行つた。実験はトマトの活着した 6 月 1 日から行い、7 月 15 日に全株を掘り上げ生体重、乾物重を測定

第 1 表 肥料成分

成分	濃 度
N ₂	80p. p. m
P ₂ O ₅	40p. p. m
K ₂ O	40p. p. m

第 2 表 微量成分

成分	1 鉢当り施要量
MgSO ₄ · 7 H ₂ O	0.5g
MnSO ₄ · 4 H ₂ O	0.002g
Na ₃ B ₄ O ₇ · 10H ₂ O	0.04g
FeCl ₃	0.02g
ZnSO ₄ · 7 H ₂ O	0.4mg
CuSO ₄ · 5 H ₂ O	0.2mg

した。尚乾物は成分含量調査の為に使用した。生育中は夫々の鉢に就て草丈の測定を行い、各植物体の各花房に就いて第1花の開花期の調査を行い、各区の果実の肥大状況を調査した。又6月24日に各区に於て同日開花した花より花粉をとり、花粉の発芽力試験を行つた。

実験結果

6月1日より実験を開始したので此の時期に於ては各区とも、トマトの葉数は8~9枚を有し、且播種名50日を経過しているの、藤井氏⁽⁴⁾ (1947)、江口氏⁽⁵⁾他 (1938) 等によれば既に第1及び第2花房の花芽形成が行われているのであるから本実験のトマトの第1花房第1花の開花期は6月8日~9日であり、第2花房第一花の開花時期は6月18日~20日であつた。第3花房及び第4花房の第1花の開花日は第3表の如くであつた。即ちPH6.5及び7の区に於ては開花は正常であるが、それよりも酸性側

第3表 トマトの開花日

区	第3花房 第1花	第4花房 第1花
P. H. 5	6月28日	7月6日
5.5	" 26日	" 5日
6	" 26日	" 5日
6.5	" 22日	" 3日
7	" 23日	" 3日
7.5	" 28日	" 8日
8	" 28日	" 8日
8.5	" 30日	" 8日
9	7月1日	—

第4表 トマト花粉発芽試験

区	検 鏡 花粉数	発 芽 花粉数	発 芽 率 (%)
P. H. 5	245	115	46.0
5.5	244	123	50.4
6	267	134	50.2
6.5	291	141	49.9
7	88	51	58.0
7.5	332	182	51.8
8	182	85	46.6
8.5	281	128	45.8
9	193	73	37.9

註 寒天1% 蔗糖6%の発芽床を用いた。

或はアルカリ側に於ては次第に開花日が遅れている。特にPH9においては掘り取りの7月15日に於ても第4花房は開花するに至らなかつた。次に6月24日に開花した花を用いて花粉発芽力試験を行つた成績は第4表の如くである。この表について見ると発芽率はPH7の58%を最高にしてPH9の37.9%が最低となつている。この場合発芽床のPHは6.4であつた。この様に花粉の発芽力も水素イオン濃度により低下する事はトマト体内にPHの影響が表われたものと考えられる。

次にトマトの草丈の変化を調査したものが第5表である。即ち5月28日定植時の長さを100として、

第5表 土壌酸度がトマトの草丈に及ぼす影響

P. H.	日 時	28/5	4/6	10	17	24	1/7	8/7	15/7
5		100	101.4	110.8	123.3	149.6	178.7	193.3	206.9
5.5		100	102.5	112.6	122.9	148.3	174.5	186.9	196.9
6		100	103.8	116.9	132.1	159.6	192.8	214.6	227.2
6.5		100	110.5	120.1	140.8	172.2	210.1	231.2	241.8
7		100	104.1	119.2	139.1	171.5	208.4	227.2	242.7
7.5		100	106.0	118.2	132.5	171.2	207.8	227.6	235.7
8		100	104.2	120.1	134.1	170.8	193.5	209.3	226.3
8.5		100	104.9	119.9	133.4	166.1	200.5	219.1	237.8
9		100	106.7	123.5	139.4	172.4	203.5	213.6	224.5

註 草丈は5月28日の長さを各区とも100としてその比数で示した。

掘取時の7月15日まで測定した長さをその比数で表わしたものである。この表について見られる如く最もよく伸長を示したのはPH6.5及び7の両区であり他は夫々低下している。しかしその低下の割合はそれ程顕著ではないのであつて、この様な生育を示した事は当事の気象関係並に砂耕栽培という事に大

きな関係があるのではないかと考えられる。又 PH8.5 の区に於ては草丈の伸長歩合もよく且又生体重並びに乾物重も大きいことは如何なる原因によるものかは判断できないが今後検定を行う予定である。

第6表 トマト生体重

区	地下部重 (g)	果実重 (g)	葉重 (g)	莖重 (g)	地上部重 (除果実g)	地上部重 (含果実g)	T/R (率)
P.H. 5	35.2	108.0	60.6	48.6	113.2	213.0	5.7
5.5	27.0	243.5	68.0	49.0	117.0	360.5	3.4
6	30.8	249.8	73.6	51.6	125.2	375.0	4.2
6.5	38.6	204.8	79.6	55.2	134.8	339.4	3.6
7	37.4	336.6	81.4	53.4	134.8	471.4	4.4
7.5	29.2	324.0	69.2	52.0	121.8	445.8	4.2
8	32.0	189.4	65.8	48.2	114.0	283.4	4.2
8.5	32.0	206.2	86.0	61.6	147.6	353.8	4.8
9	30.0	213.4	76.6	50.8	129.4	341.0	4.6

次に7月15日に掘上げたトマトの生体重の変化を示したのが第6表である。根の重量に於ては中性域は PH6.5 に於て大でそれよりアルカリ性側或は酸性側において減少している。地上部重量の変化に於ても PH 7, 6.5 を中心として次第に減少している。所が T/R 率に於ては反対の現象を呈し中性近くに於ては減少し、酸性、アルカリ性側に於て高くなる傾向を示している。これは酸性及びアルカリ性に於ては地上部の發育に比して地下部の發育がそれ程發育しないという事が考えられ、この事は水素イオン濃度

第7表 トマトの乾物重及び乾物率

区	地下部		葉		莖		地上部 (除果実)	
	乾物重 (g)	乾物率 (%)	乾物重 (g)	乾物率 (%)	乾物重 (g)	乾物率 (%)	乾物重 (g)	乾物率 (%)
P.H. 5	2.3	6.53	7.2	11.87	6.9	14.18	14.1	12.45
5.5	2.6	9.61	8.6	12.64	6.7	13.65	15.3	13.05
6	3.4	11.00	9.1	12.35	8.0	15.51	17.1	13.64
6.5	3.8	9.87	10.1	12.70	8.0	14.51	18.1	13.45
7	3.8	9.90	10.3	12.68	7.4	13.86	17.7	13.16
7.5	3.9	13.35	8.8	12.70	6.8	13.09	15.6	12.82
8	4.1	12.80	8.2	12.47	6.7	13.92	14.9	13.07
8.5	3.6	11.24	10.2	11.88	7.8	12.64	18.0	12.21
9	3.5	11.68	8.3	10.80	7.8	15.35	16.1	12.63

第8表 トマト果実肥大生長 (横径) (cm)

区	月日	28/6	29	30	2/7	3	6	7	9	13	15日
P.H. 5	5	0.8	0.9	1.37	1.85	2.10	2.86	2.15	3.53	4.00	4.15
5.5	5.5	—	1.0	1.39	1.73	2.21	3.28	3.52	4.00	4.42	4.55
6	6	0.92	1.22	1.52	1.78	2.08	2.64	2.91	3.19	3.89	4.33
6.5	6.5	1.01	1.39	1.89	2.62	3.04	3.98	4.21	4.71	4.98	5.67
7	7	0.76	0.81	0.20	1.69	2.06	3.01	3.34	3.94	4.54	4.8
7.5	7.5	※	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	8	—	0.60	0.69	0.97	1.00	1.61	1.73	2.44	3.29	4.02
8.5	8.5	1.0	1.25	1.62	2.09	2.27	2.75	2.80	3.10	3.62	4.37
9	9	—	—	0.68	0.76	0.83	1.17	1.20	1.75	2.70	3.41

註 P.H. 7.5 の区は落果により測定中止。

によつて地下部の生育が抑制されると考えられるのである。

次に乾物重及び乾物率の変化については第7表の如くである。地下部の乾物重の多少は生体重と同様な傾向を示しているが、乾物率に於ては酸性側がアルカリ側に比して幾分減少している。しかるに葉に於ける乾物率は中性附近に於て大でそれより酸性及びアルカリ性に於て減少している。地上部全体について乾物率を見ると、PH 6, 6.5において最大を示し、この事はその水素イオン濃度においてトマト植物の充実の程度がよい事を示すものと考えられる。次に6月28日に結果した果実につき果実の肥大成長を測定したものが第8表の如くである。この表に於てはPH 6.5の区にみられるが肥大は相当に進んでいるので他の区との比較は困難ではあるが、しかし時期別の肥大量を考えると他の区よりも肥大の程度が大である。斯様に果実の肥大状態もPH 6.5及びPH 7に於て良好とみられるのである。即ちトマトの生育が如何なる土壤酸度に於て正常に行われるかは本実験に於ける砂耕栽培に於てPH 6.5~PH 7ではないかと考えられる。

考 察

植物の生育に対する水素イオン濃度は夫々の植物に於て或る巾を持つてゐるものである事は既に知られて居り、且夫々の研究者によつても土壤反応が特定の作物に対して一定してゐない。これは並河、杉本⁽⁹⁾両氏(1935)の調査に於ても見受けられるものである。

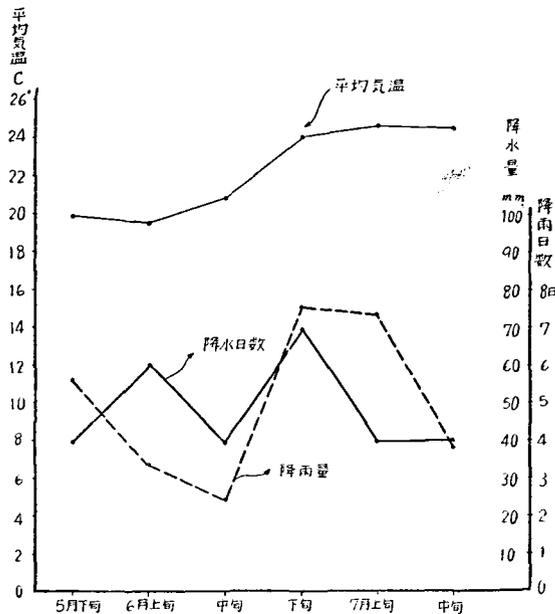
本実験に於て行つたトマトの砂耕栽培について考察すると、まづトマトの開花日の問題がある。実験開始当時既に花芽分化を行つている第1, 第2花房は土壤酸度が変化しても開花期を遅延される事なく第1花房の第1花で6月8日~9日に、第2花房第1花で6月18日~20日に開花している。しかし未分花であつた第3, 第4花房に於ては土壤酸度の影響を受けて3表に見る様に開花期の遅延が認められ、実験終了時の7月15日に於てもPH 9の区では開花してゐないのである。この事は上述の様に土壤酸度が開花を遅らしているのであるが、換言すれば植物体の生育を抑制する為に起る現象であると考えられる。生育量即ち草丈の変化についての土壤酸度の影響は5表に示した如くである。トマトの生育が土壤が強い酸性或はアルカリ性を呈する時は抑制され、生育不能になる事は既に Emert⁽²⁾(1930), Hartman⁽⁵⁾他(1938), 其の他の人々により研究されている事ではあるが、本実験に於ては、PH 5, PH 9等の強い酸性或はアルカリ性に於ても生育不能になる様な事はなく、草丈に於てはPH 7, PH 6.5に比して稍々劣る程度のものである。しかしながら花粉の発芽力試験に於ては強アルカリ性土壤であるPH 9の区に於て発芽率は中性土壤であるPH 7に比べて低下し、その65%程度の発芽率しかない事である。斯様に土壤酸度の影響が花粉の発芽力に及ぼす事は、果実の肥大にも表われる様になり、8表にある如く肥大生長がPH 6.5を中心としてPH 9及びPH 5になるに随ひ肥大が遅れている。この事は果実は充分に發育できない事であり、トマトの目的とする果実の収量に土壤酸度の影響が大であることが認められる。

又トマトが生育するに當つては充分な根の伸長があつて初めて地上部の生育が順調に行われる事は勿論である。土壤酸度が高いか或は低くなると根の發育は充分に行われぬ事は6表の地下部の重量によつても伺える事である。この為には地上部の生育が制約されてゐる事は草丈や地上部重に於てわかる事ができる。又地上部の重量があまり変化が見られなくてもT/R率にて考えられることは、その値はあまり高くなる事は地下部との生育の均衡がとれなくなり、植物体が不健全な生育状態となりPH 5の様には果実の生産は期待できない。

斯様に土壤酸度の強弱はトマトの生育に及ぼす影響は大なるものがある。本実験に於いて砂耕栽培によりトマトの生育に適する土壤酸度はPH 6.5~PH 7の範囲にある様に考えられる。しかし他のPH 5~PH 6, PH 7.5~PH 9の各地区に於いても、生態の変化はPH 6.5, PH 7の両区に比して極端な減少もなく、又枯死する程でもない結果を得たのであるから、トマトは土壤反応に対して適応性の広い

植物であるとも云えるのであるが、本実験は屋外に於て行い実験期間中は丁度梅雨に遭遇したために、PHを調節した溶液及び灌水は雨水により稀釈され或は流出した為に 斯様な実験結果となり、土壤酸度の影響はトマトの植物体に軽減されて上記の様な実験結果となつたのではないかと考えられる。当時の気象状況は第1図に表した如くである。

第1図 実験期間中に於ける気象



摘 要

1 土壤酸度がトマトの生育に及ぼす影響について砂耕栽培により1954年6月より京都大学農学部附属農場に於て実施した。実験はPH 5よりPH 9までの間を0.5に区切つて9区とし各区は素焼鉢5個を以つて1区とした。肥料溶液及び灌水は予めPHを調節した液を用いた。

2 草丈はPH 6.5及び7が生育よく、他の区は生育が抑制された。開花日は第1及び第2花房は各区とも差がなかつたが、第3及び第4花房に於てはPH 6.5及び7の区以外は遅延した。花粉の発芽試験においてはPH 7が58%で最高でありPH 9が37.9%で最低であつた。果実の肥大生長に於てもPH 6.5の区が最もよかつた。

3 根の生体重に於てはPH 6.5に於て最も重く、又地上部の重量も同区に於て重く他の区はそれよりも減少している。T/R率では中性附近に於て低く酸性及びアルカリ性になるに随い高くなる。乾物重も生体重と同様な傾向があり、葉の乾物率は中性に於て高い。

4 本実験においてトマトの生育にはPH 6.5~PH 7の土壤酸度が適当であると考えられる。

参 考 文 献

1. Arnon, D.L., Fratzke, W.E. and Jackson, C.H. : Hydrogen ion concentration in relation to absorption of inorganic materials by higher plants. *plant physiol.* 17 : 515—524 1942
2. Emmert, E. M. : The effect of soil reaction of soil nutrient relationships and the yields of tomatoes, potatoes and lettuce. *proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 27 : 529—533 1930
3. 江口庸雄, 高山治久, 谷川 茂 : 育苗中の移植が茄, 蕃茄の花芽分化, 花芽の發育並に開花結果を及ぼす影響に就て, 園芸学会雑誌 Vol.9 no.3, 1938

4. 藤井健雄：蔬菜園芸学総論 p.252. 1947
5. Hartman, J.D. and Stair, E.C. : Soil acidity for greenhouse lettuce and tomatoes. *pro. Amer. Soc. Hort. Sci.* 36 : 715—720 1938
6. Hester, T.B., Parker, H.H. and Jimmerley, H.P. : Liming coastal plain soil. *virg. Truck. Exp. Sta. Bull.* 91 1936 [藤井健雄, 蔬菜園芸学各論 p.203 より引用]
7. 川島 祿郎：土壤の反応並びに其石灰含量と作物の生育に就て, 土肥雑, 11 1938
8. 奥田 東：土壤肥料綜説 1947
9. 並河 功, 杉本公三：蔬菜の生育と土壤の反応に就て, 農及園 10 : 1609—1614 1935
10. Parker, M.M. : The influence of soil reaction upon the growth of the tomatoe plant. *Ibid.* 31 : 544—545 1934
11. Weiske : Beobachtungen über den Einfluss der Bodenreaktion auf die Entwicklung von Gartengewächsen. *Landw. Jb.* 66 : 125—144 1927

Summary

1. Experiments carried out from June in 1954 on experimental farm of agricultural faculty of Kyoto university as to for influence of soil acidity on the growth of tomato plants. There was put nine plots separated at 0.5 from pH 5 as far as pH 9 and each plot was a plot with five pots. Manure solution and irrigation were applied to previous controlled solution.

2. Plant length in pH 6.5 and pH 7 were good and other plots were regulated the growth. Flowering of the first and the second corolla without distinguished, but the third and the fourth without pH 6.5 on pH 7 were lated. The perecentage of pollen germination on pH 7 was the highest and pH 9 was the lowest of all the plots. On the fruits enlargment of pH 6.5 were the most quickly of all the peots.

3. At the green weight of the roots and the tops were the most weight in pH 6.5 than in other plots. In the T/R ratio were the lowest in pH 7 than in other plots. At the dry weight of tomato plants were as to as green weight and dry cofficient of leaves were high in the pH 7.

4. In this experiment there was thought that the growth of tomato fit to pH 6.5~pH 7 of soil acidity.