

トマトの生育・品質におよぼす 環境要因の影響

Ⅳ 生理障害果, アミトマト・軟弱果 の果実特性

相馬 暁* 岩渕 晴郎*

Effect of Cultivation Environments on the Growth and Quality of Tomatoes

4. The properties of abnormal fruits, Ami-tomato and softened fruits

Satoru SOUMA* and Haruo IWABUCHI*

生理障害果としての、アミトマト・軟弱果の果実特性を、果実の熟度（外見的熟度と内部熟度）・果皮の肥厚・果皮硬度・果実内成分の面から総合的に検討した。その結果、正常果と比べて、アミトマトは一般的に内部熟度の進展が遅く、果実内酸濃度が高い状態にあった。さらに外見的熟度の進展は早い、熟度の進展に伴う果皮硬度の低下が緩慢であるにもかかわらず、追熟中に急激な果皮硬度の低下をひきおこした。そして果皮の肥厚自体が抑制されていた。一方、軟弱果も内部熟度の進み方が遅く、外見的熟度の進展が早い点で、アミトマトに類似していた。しかし、果皮の肥厚はより一層強く抑えられ、さらに外見的熟度の進展に伴う果皮硬度の低下が著しい点で、アミトマトと異なっていた。

結 言

北海道における夏秋トマトの生育・収量・異常果（アミトマト及び軟弱果）の発生に影響を及ぼす諸要因について、著者らは二・三の検討を行ない報告した³⁾⁹⁾¹¹⁾¹²⁾。それらは栽培環境及び作物体の栄養状態を中心に検討したものであり、対策試験と言えよう。それに対し、本報は異常果そのものの、果実のみを対象に検討し、異常果の特色・果実特性を、果実熟度の進展状況、果皮の肥厚、果皮硬度・果実内成分の面から、総合的にとりまとめ、異常果の全体像を模索したものである。なお、

果実内成分の詳細な検討と、その面からの異常果発生要因の解明については、次の機会に行うことにした。

なお、本稿のご校閲をいただいた北海道立中央農業試験場化学部・後藤計二部長、園芸部細貝節夫部長に深く感謝を表する。

試 験 方 法

1. 果実の着色及び追熟調査

果実の着色（外見的熟度）は大久保ら⁷⁾の方法を一部簡略化した ripeness score 7 段階法によった。すなわち、果頂部が白っぽくならないが、着色は全然していない状態を ripeness score 0 とし、1 は果頂部がわずかに着色開始、着色程度が 3% 以下、2 は果頂部の着色程度が 4~30%、3

1978年11月11日受理

• 北海道立中央農業試験場 夕張郡長沼町

は果頂部の橙赤色が果腹部に広がり、着色程度が 31~50%，4 は着色程度が 51~70% のもの、5 は果実特有の赤色が更に広がり、着色程度が 71~97% で、果低部が緑色であるもの。6 は肉質は硬いが完全に着色したもの、着色程度 98~100%，7 は赤色が黒みを帯び、組織崩壊がはじまったもの、とした。

果実の内部熟度は、果実を赤道面で切断し、子室の着色程度を赤・黄緑・緑の三段階にわけ、赤色又は緑色の子室割合で示した。

2. 果実の大・小及び果皮厚

果実の大小はその重量で、2 L は 240 g 以上、L は 240~200 g、M は 200~140 g、S は 140~120 g、2 S は 120~90 g、90 g 以下を 3 S (屑) とした、なお便宜的に、2 L と L を大玉、M を中玉、S と 2 S を小玉とした。

果皮の厚さは果実を赤道面で切断し、最も厚い所 (最大値) と、もっとも薄い所 (最小値) を各々ノギスで計測した。なお、本報で云う果皮とは、外果皮・中果皮・内果皮の三者を一括したものである。

3. 果肉・果皮の硬さ

果皮・果肉 (芯-中心柱) の硬度は、テクスチュロメーター GTX-2 型で測定した。測定法は果皮・果肉を各果 5~8 カ所ずつ、コルクボーラ (18 mm) で打ち抜いて調整したサンプルについて、岡部の報文⁶⁾に従い、plunger : Lucite, 13 mm.

Platform : Flat. Clearance : 18 mm. Voltage : 2.0 V. Speed : 750 mm/min. の設定条件下で行った。

4. 果実の酸・還元糖・アミノ酸の測定

トマト果実をジューサーにかけ、得られた果汁を濾紙で濾過しサンプルとした。全酸は Amberlite-IR-120 (H 型) を通したのち、0.1 N-NaOH で滴定し、結合酸は全酸から遊離酸を差引いて得た。遊離酸は 10 ml の果汁をとり、0.1 N-NaOH で滴定して得た。糖はソモジー法で、アミノ酸はニンヒドリン発色法によった。

結 果

1. 果実の熟度 (昭和 50 年)

果実の熟度を外見的熟度 (果実表面の着色) と内部熟度にわけ、前者を ripeness-score で表示し、後者を子室部分の着色割合で示し、両者の関係を収穫時期別及び果実の正常、異常果別に検討し、図 1 に示した。

その結果、1) 7 月下旬・8 月中旬・8 月下旬と収穫時期が遅くなるほど、外見的熟度の割に内部熟度の進み方が早く、例えば正常果においては、子室部分 (ゼラチン様物質) の緑色が完全に消えるのは 7 月下旬で、外見的熟度が 6 の段階であった。しかし 8 月中旬では外見的熟度 4 で、8 月下旬では外見的熟度 3 の段階で緑色が消えた。なお、内部熟度の進み方は年次により遅速がみられた。

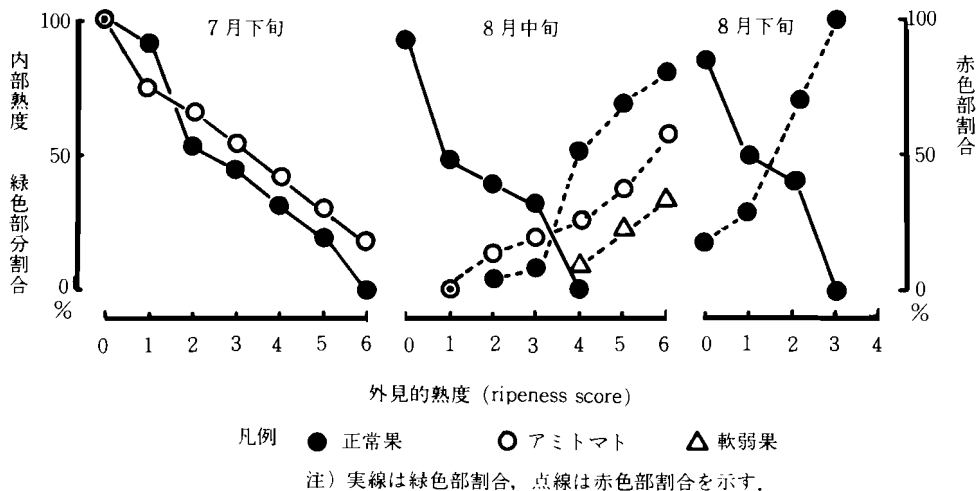


図 1 収穫時期別外見的熟度と内部熟度

2) 正常果にくらべ、外見的熟度が同一段階では、アミトマト・軟弱果の内部熟度が明らかに遅れており、緑色部が多かった。

2. 果皮の厚さ (昭和49~52年)

4ヵ年にわたって総数約900個のトマト果実の果皮を測定した上で、正常果・異常果を時期別・果房別・試験処理別にほぼ対応させ得た356点の測定値について、図2にとりまとめた。

その結果、正常果では、1) 果実の大・小別では大玉(2L+L)・中玉(M)の間にはあまり明確な差異はないが、小玉(S+2S)クラスの果実の果皮は明らかに薄かった。2) 異常果は一般的に正常果に比べて果皮が薄く、その差は果実の大きなものほど顕著であった。特に軟弱果の果皮は部分的に非常に薄くなっていた。なお、時期別・果房別果実の果皮の厚さを検討したところ、あまり明確な差異は認められなかった。しかし、苗素質の影響がみられ老化苗の低位果房の果実肥大が不良で、果皮もやや薄い傾向にあり、作物体の栄養状態との関連が推測された。

3. 果皮・果肉(芯)の硬さ (昭和49・50年)

テクスチュロメーターは本来所定の厚さのサン

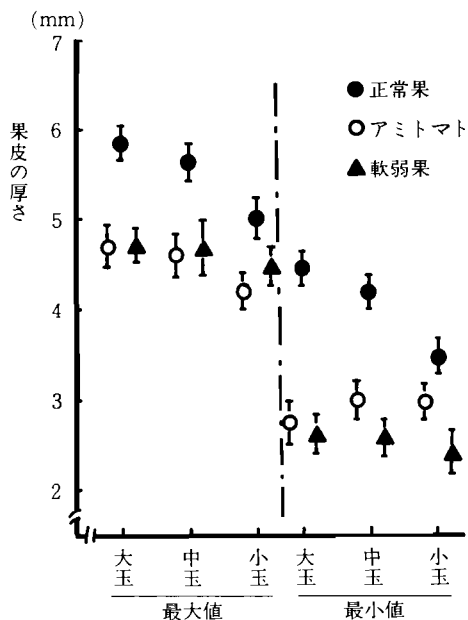


図2 果実大小別の果皮厚
注) 大玉: 200 g 以上
中玉: 140~200 g
小玉: 90~140 g

プルの硬さを計るものなので、トマトの果皮のような厚さの異なるものの硬度を測定するにあたって、まず、果肉・果皮の厚さと関係を検討した。外見的熟度(ripeness score)が1のトマトの芯(中心柱)をコルクボーラーで打ち抜き、その両端(果頂部と果底部)を除いた中心部を任意の厚さに切り、厚さと硬度の関係をみた。結果は図3に示すとうりである。

同じ熟度の芯の部分なら、組織・硬度も比較的均質であるはずであるが、厚さと硬度の間に一定の傾向は認められなかった。一方、外見的熟度5のトマトの果皮についても測定した。果皮厚がおよそ7 mm 以上ではむしろ硬度が低いために、厚さと硬度の間には一定の傾向が認められなかった。また、これら切片をさらに、完全に色づいたもの(+2)、色づいたもの(+1)、まだ色がついていないもの(-1)にわけると、その間には差異が認められた。そこで、一応果皮の厚さを4~6 mm の間のものを選び、切片熟度を考慮しながら、比較検討することにした。

外見的熟度と果皮の硬さの関係を、図4に示した。なお、サンプル切片は1果実当たり赤道面より5片とり、3~5個体測定後、その平均値を求めた。

アミトマト・正常果とも外見的熟度がすすにつれ、果皮の硬度は低下し、熟度の進展(着色)が組織(果皮・果肉)の軟化を伴うことが確認された。またアミトマトは、外見的熟度が低い段階では、正常果よりむしろ果皮硬度は低い、熟度の進展につれ、正常果より相対的に果皮硬度の低下

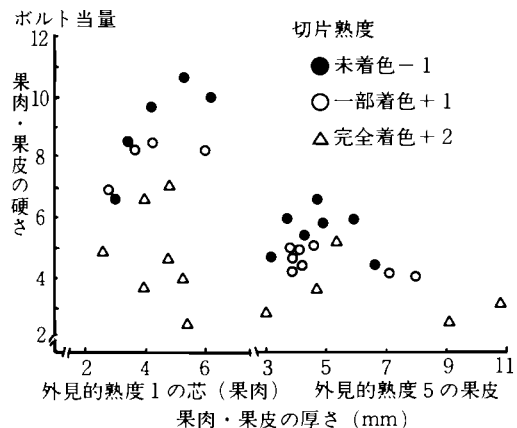


図3 果肉・果皮の厚さと硬さ

が少なく、そのため完熟段階では正常果より、むしろ果皮硬度が高くなっていた。

さらに、追熟中の果皮の硬度低下について、図 5 に示した。外見的熟度 5・6 のサンプルでは収穫時の果皮硬度は、アミトマト〈正常果〉軟弱果の順であったが、室温追熟 4 日後には、正常果の果皮硬度の落ち込みが少ないのに対し、アミトマトは顕著に軟化した。また軟弱果の果皮硬度はその俗称のとおり著しく低いが、追熟中にも低下が大で、正常果より軟化が激しかった。

次に、環境要因としての水分条件が、果皮硬度に及ぼす影響について検討し、表 1 に示した。そ

の結果は、1) 外見的熟度の進展は、図 4 と同様に、各処理区において果皮硬度の低下を明らかにうながしていた。2) かん水処理(水分条件)の差が果皮硬度の変化にあまり明確な影響を与えていなかったが、多水分条件は果皮硬度が比較的低く推移し、少水分条件では熟度進展に伴う硬度低下がやや緩慢なように思われた。

なお、果皮厚 4.70~6.89 mm の間での実測果皮硬度の傾向と mm 当たり硬度の傾向がほぼ一致する。しかし mm 当たり硬度の方が外見的熟度と

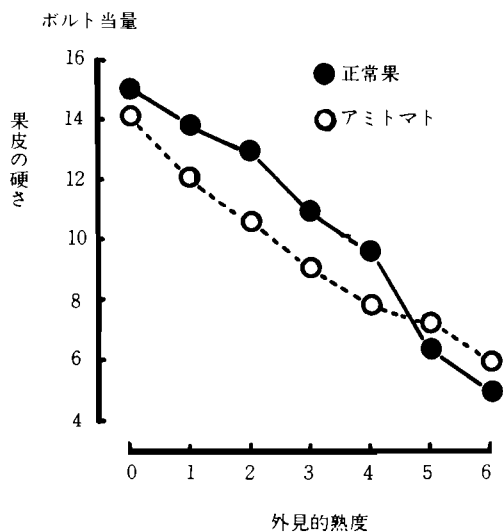


図 4 外見的熟度と果皮の硬さ
注) 7 月下旬収穫の第 2 果房の
果実を調査した。

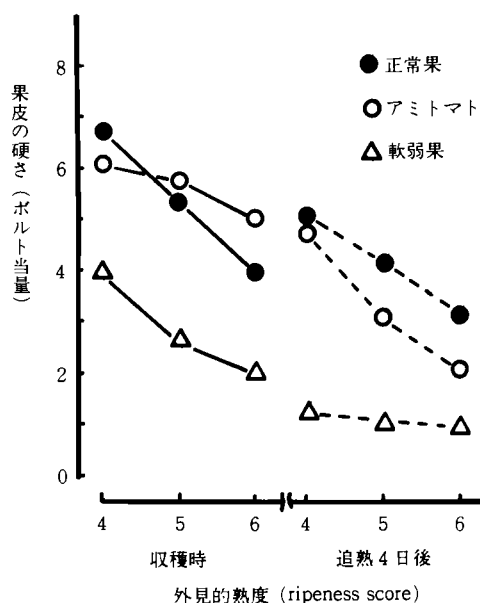


図 5 追熟による果皮硬度の低下

表 1 水分条件と果皮硬度

ripeness score	多 水 分 条 件			中 水 分 条 件			少 水 分 条 件		
	平均果皮厚	硬 度	硬度/mm	平均果皮厚	硬 度	硬度/mm	平均果皮厚	硬 度	硬度/mm
0	5.01	13.62	2.72	5.40	11.33	2.10	5.67	12.13	2.14
1	—	—	—	5.92	11.95	2.02	5.80	10.91	1.88
2	5.94	9.77	1.64	6.28	10.55	1.68	—	—	—
3	4.70	6.18	1.31	5.80	9.10	1.57	5.71	9.65	1.69
4	4.90	4.51	0.92	6.12	9.36	1.53	4.82	7.95	1.65
5	5.20	3.42	0.66	5.25	4.26	0.81	5.81	4.63	0.80
6	5.45	2.48	0.46	5.43	2.71	0.50	5.61	2.79	0.61

注 1) 多水分条件: 毎日かん水

中水分条件: 1 日おきかん水

少水分条件: 3 日おきかん水

注 2) 平均果皮厚は mm 単位、硬度は実測値で volt・当量単位、硬度/mm は 1 mm 当たり硬度である。

より一致するようであった。この点、果皮の厚さの影響を受けている傾向がやや認められるので、今後、再度詳細に検討する必要があると思う。

果実の部位別硬度について検討した結果を表2に示す。すなわち、1) 各部位においても外見的熟度の進展に伴ない硬度が低下していた。2) 外見的熟度が完熟段階 (ripeness score 6) では、果皮部分はどの部分においてもあまり差異はなかった。3) 外見的熟度の低い段階 (ripeness score 1) では果皮の測定部位による差異が認められ、果頂部<同側方<赤道面(側部)<底部側方の順に硬度がましていた。4) 芯(果肉)の部分は果皮より硬度が一般的に低かった。

4. 果実の酸・糖・アミノ酸濃度(昭和50～52年)

熟度別果実内成分の推移を表3に示した。各熟度とも4果を調査対象とし、その平均一果重は表

に示すとうりである。なお、果実の大小をサンプル確保の上でそろえられなかった。

結果について、まず、1) 外見的熟度との関係を検討するならば、内部熟度は外見的熟度の進展につれ高まり、全酸濃度は ripeness score 3～4 程度まで上昇し、その後低下した。還元糖・アミノ酸もほぼ同様な傾向を示した。ただし、完熟に伴ない酸濃度の低下に対して、糖の低下が少ないので甘/酸比は高まっていた。

次に、2) アミトマトと正常果の差異を検討するなら、全酸濃度は明らかにアミトマトで高く、遊離酸・結合酸も多い傾向にあった。一方、アミノ酸は完熟段階 (ripeness score 5～6) で正常果に比べて多いが、前半はむしろ少なく、還元糖は逆に前半で高く、完熟段階で低くなっていた。

なお、果実内成分に及ぼすN施肥量と水分処理

表2 果肉及び部位別果皮の硬度に及ぼす熟度の影響

ripeness score	芯 (果肉)		果 頂 部 側 方		赤 道 面		底 部 側 方	
	硬 度	硬度/mm	硬 度	硬度/mm	硬 度	硬度/mm	硬 度	硬度/mm
1	6.69	1.40	10.56	1.85	11.95	2.02	15.39	2.71
2	5.54	1.20	—	—	10.55	1.69	9.23	1.53
5	—	—	—	—	4.26	0.81	5.49	0.79
6	1.49	0.41	3.07	0.55	2.71	0.50	2.59	0.51

注1) 硬度は実測値でvolt・当量単位である。
硬度/mmは実測値を果皮厚で割った1mm当たり硬度で示したものである。

表3 熟度別果実内成分

正・異別	平均1果重 (g)	外見的熟度	内部熟度緑 色部分 (%)	全 酸	遊 離 酸	結 合 酸	還 元 糖	アミノ酸*
				m.e./100cc果汁			新鮮物%	mg/100g 新鮮物
正 常 果	84	0	100	9.76	3.15	6.61	2.76	337
	135	1	89	11.56	7.65	3.91	2.70	277
	121	2	63	10.80	6.58	4.22	2.96	318
	125	3	53	12.44	7.85	4.59	2.99	364
	190	4	26	12.40	7.65	4.75	3.27	450
	155	5	16	10.60	6.44	4.16	3.18	342
	169	6	0	7.13	5.32	1.81	2.97	382
異 常 果	120	0	100	14.66	9.05	5.61	2.94	290
	90	1	93	15.00	9.78	5.22	2.94	311
	118	2	77	16.50	10.32	6.18	3.08	310
	116	3	66	17.60	11.16	6.44	3.09	345
	122	4	37	16.64	10.62	6.02	3.01	352
	83	5	20	16.36	10.05	5.55	3.01	377
	104	6	6	14.90	9.35	6.31	2.90	415

* アミノ酸は、ロイシンとして表示した。

注) 還元糖とアミノ酸は新鮮物当たりで表示した。

表 4 水分条件及びN施肥量と果実大小別の果実内成分

	全 酸		遊 離 酸		ア ミ ノ 酸		還 元 糖		甘 / 酸 比	
	大	小	大	小	大	小	大	小	大	小
L	13.62	12.87	8.23	8.23	788	756	5.91	5.69	0.43	0.44
水分処理 M	13.18	12.78	9.00	8.33	768	716	5.44	5.56	0.41	0.44
H	14.50	13.30	9.37	9.17	668	648	4.77	5.39	0.33	0.41
10	13.14	12.23	8.47	7.38	666	625	4.82	5.71	0.37	0.47
N施肥量 20	13.40	13.93	8.50	8.92	758	729	5.75	5.45	0.43	0.39
40	14.63	12.78	9.63	9.43	790	767	5.55	5.51	0.38	0.43
	乾 物 率 %		全 酸 対 乾 物 %		T-N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	大	小	大	小	大	小	大	小	大	小
L	6.90	6.67	0.226	0.238	1.46	1.57	0.69	0.71	5.38	5.57
水分処理 M	7.28	6.93	0.233	0.228	1.58	1.61	0.67	0.67	5.22	5.24
H	7.49	7.68	0.235	0.217	1.65	1.64	0.66	0.65	5.03	4.77
10	7.58	7.39	0.213	0.199	1.29	1.12	0.78	0.73	5.21	4.91
N施肥量 20	7.11	7.08	0.234	0.232	1.49	1.69	0.66	0.70	5.26	5.24
40	6.97	6.80	0.247	0.252	1.90	2.02	0.59	0.59	5.16	5.43

注 1) 全酸、遊離酸はm.e./100cc果汁, アミノ酸はmg/100g新鮮重, 糖はm.e./100g新鮮重, T-N, P₂O₅, K₂Oは対乾物%である。

注 2) 水分処理はL: 多水分 (pF2.0かん水) M: 中水分 (pF2.3かん水)、H: 少水分 (pF2.6かん水) である。N施肥量は10a当たり10kg, 20kg, 40kgである。

の影響を、表4にとりまとめた。まず、1) 処理と成分含量の関係をみると、乾物率は多水分条件になるほど、果実の大・小にかかわらず、低下した。全酸・遊離酸もほぼ同様に多水分条件で少なかった。それに対し、アミノ酸・糖濃度は多水分条件ほど逆に多く、そのため甘/酸比は多水分条件になるほど高まった。一方、N施肥量の増加は乾物率を低下させるが、全酸・遊離酸濃度を高める傾向にあり、またアミノ酸濃度も高めた。しかし甘/酸比は一定の傾向がみられなかった。

次に、2) 果実の大・小別についてふれると、全酸・遊離酸・アミノ酸濃度は一般的に大玉ほど高く、少水分・N 40 kg 条件でその差が顕著であった。糖濃度は処理区によって傾向を異にするが、甘/酸比は概して小玉の方が高かった。

論 議

トマト果実の着色は、環境条件や栄養状態に影響を受けるが⁸⁾、カロチノイド色素の生成に関与する要因のうちで、最も重要なものは温度であり、リコピンの生成適温は19~24℃とされている^{8,14,15)}。このような果実の着色度合で外見的熟度を規

定した ripeness scoring の方法は現在の所一定のものではなく、試験の目的に応じて適当な段階に区分した熟度基準をつくり、それに従って採点している¹⁾。著者らは、大久保ら⁷⁾の方法を簡略化した基準をもって、外見的熟度を7段階にわけた。このような外見的熟度 (ripeness score) あるいは着色過程とトマト果実の色素であるリピン含量の間には一定の関係が認められ^{8,10)}、外見的な観察による識別 (熟度基準) が色素生成量によって裏打ちされ、定量化し得ることがわかっている。

一方、このような外見的熟度にくらべて、果実の内部熟度 (子室の胎座及び子室組織~ゼラチン様物質~) についての検討は従来からなされていない。そこで著者らは、まず収穫時期別に外見的熟度と内部熟度の関係を検討したところ、両者の進展にズレが生じていることに気づいた (図1)。すなわち、収穫時期が遅くなるほど、外見的熟度 (果皮の着色) の進み方に比べて内部熟度の進展 (子室組織の色づき) が早くなっていた。なお、このことは我々の経験・観察ともよく一致するところであり、収穫時期が遅いトマトほど、外見的な色づきが悪くとも、内部は真赤に熟しているも

のである。

ところで、時期的に外見的熟度と内部熟度の進みに差異が生ずると言うことは、温度・光条件に強く影響される果皮部の色素生成と、内部・子室組織のゼラチン様物質の着色が完全に連動したものでなく、異なる過程を進んでいることを推測させた。

次に、著者らが従来より検討を続けてきた生理障害果であるアミトマト・軟弱果^{3,9,10,11)}が正常果に比べて、内部熟度の進展が遅れていることがわかった(図1)。なお、附言するならば、著者らは従来からある程度の検討がなされている外見的熟度^{1,7)}を基準に内部熟度を検討し、その遅速を論じてきたのであり、基準を内部熟度におくならば、逆にアミトマトは外見的熟度、すなわち着色が正常果に比べて早いと言えるし、また収穫時期が遅くなるほど内部熟度の進展に比べて、着色(外見的熟度)が遅くなることを意味する。

このように内部熟度に基準をおきなおして考えるなら、収穫時期が7月下旬・8月中旬・8月下旬と遅くなるにつけ、内部熟度に比べ果皮の着色(外部熟度)がおくれるのは、温度及び光条件の影響と解釈できる。すなわち、果実肥大が終り、着色が進行する期間の温度が7月下旬・8月中旬・同下旬と順次低くなり、かつ栄養生長の進んだ作物体はややもすると果実に対し、遮光的に作用することが原因として考えられる。高橋ら^{14,15)}は色素生成を阻害する要因として、低温と受光量の低下をあげているが、これは著者らの推測と一致する。

また、このような考え方は、異常果の着色(外見的熟度)が早いと云う事実をも良く説明しうる。すなわち、アミトマト発生要因の一つと考えられる栄養生長の抑制条件、とくに上位茎葉の抑制^{9,11)}は果実の昇温、受光量増大をもたらし、色素生成を促進すると考えることができる。

次に、果皮の厚さ(外・中・内果皮の三者の厚さ)は、(S+2S)の小玉とそれ以上の中・大玉との間には明らかな差が認められ、一般的に小玉の果皮は中・大玉より薄かった。なお、アミトマトや軟弱果は大・中・小玉とも果皮の厚さが明らかに正常果より薄く、特に(2L+L)の大玉において顕著な差がついていた。このような果皮の薄いことが、子室組織の着色が悪い(内部熟度の

遅れ)ことと相俟って、その部分がグスベリ状あるいは打身様に薄黒くみえ、特に軟弱果において顕著な特徴となっていた。

さて、このようにみえてくると、アミトマト・軟弱果は内部熟度が遅れると云った生理的ステージの遅延・停滞、裏返えて言うならば、外見的熟度の促進、と同時に、果皮の肥厚不良をも伴っていた。特に、果実の肥大が促進され大玉となる時、果皮の肥厚に顕著な抑制が生じていた(図2)。

トマト果実の堅さについては、主としてアメリカにおいてHamson²⁾Kattan⁴⁾によって、その測定法が確立されて以来、多くの報告があり、日本でも上村ら⁵⁾によって、果実を全体的に計測する方法が報告されている。それらの報告においても、果皮・果肉の強度が果実の堅さに深く関与していることが指摘されている。

そこで著者らは、乳産品などの品質管理や米質研究に使用されているテクスチュロメーターの応用により、果肉及び果皮の硬さを測定しようと試みた。その結果、果皮・果肉(芯)の外見的熟度の進展につれ、その硬度は明らかに低下し(図4)、サンプル切片の熟度でも同様な傾向が認められた(図3)。すなわち、外見的熟度(果皮着色)の進展は色素生成のみならず、組織の軟化を伴っていた。

さて、異常果について検討すると、アミトマトは外見的熟度の進展に伴う果皮の軟化が正常果より遅いが(図4)、追熟中の果皮硬度の低下は著しかった(図5)。この結果は、アミトマトが追熟中に正常果に比べて果実の組織崩壊(軟化)が早く、日もちが悪いとの従来報告³⁾とも一致した。

一方、果皮硬度に関しては、軟弱果はアミトマトとやや事情を異にし、完熟段階の収穫時に、すでに果皮硬度は正常果より明らかに低く、追熟中にも著しい硬度低下が認められた。すなわち、アミトマトは外見的熟度の進展に伴う果皮硬度の低下にブレーキがかかっており、軟弱果は逆に加速されていた。なお、アミトマトは追熟過程でブレーキがはずれ、一気に加速され、著しい果皮硬度の低下が生じたと言えよう。

トマト果実中の酸含量の推移について、崎山ら³⁾は、外見的熟度の進展に伴ない、全酸・遊離酸とも一方的に減少すると報告しているが、著者らの結果は必ずしも一致せず、むしろ大久保ら⁷⁾の

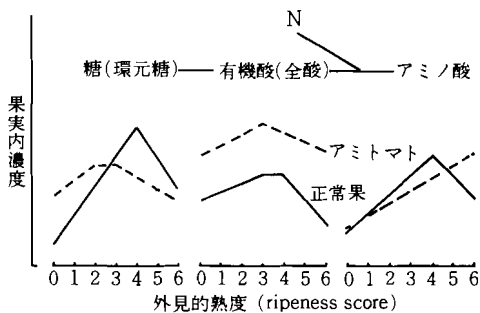


図 6 トマト果実内の成分推移模式図

結果に近かった。すなわち ripeness score 3 程度までは全酸濃度は高まり、その後低下した。一方、アミトマトの全酸・遊離酸含量は正常果と比べて明らかに高く、内部熟度の遅れと一致するよう思われた。

しかし、内部熟度の遅れ、具体的に言うならば酸含量の多い子室ゼラチン様物質が青いまま残っているの、酸含量が高いと単純に考えるだけでなく、さらに一步進んで、図 6 に模式的に示すような、糖（還元糖）－有機酸（全酸）－アミノ酸と云った物質の流れを果実内に考え、その中で、アミトマトは正常果と比べて糖濃度が低く、かつ濃度低下が早く起るが、全酸濃度は全般的に高い。そしてアミノ酸は熟度の進展につれ高まり、正常果のような濃度低下は認められない。すなわち、果実内の物質配分が、酸・アミノ酸優位の状態にあり、糖濃度の低いことがアミトマトの果実内成分特性と思われた。

次に、水分条件・N 施肥量の影響を検討してみると、少水分条件になるほど、果実内の全酸濃度は高く、糖濃度は低くなる。なお、アミノ酸は必ずしも高くならないが、T-N 濃度は高まっていた。これは全体的にみて、アミトマトの果実内状況に類似しており、少水分条件でアミトマトが多発した従来の結果¹²⁾とも強い関連性がうかがわれた。また、少水分条件ほど外見的熟度の進展に伴う果皮硬度の低下が緩慢であることも、アミトマトに類似していた。

一方、多 N 条件は果実内の全酸濃度を高め、アミノ酸・T-N 濃度を高めるが、糖濃度の低下をもたらした。アミトマトの果実内状況と類似している。しかし従来の結果では多 N 条件が必ずしもアミトマトの多発をもたらしていない。この点、条

件を整理した上で、今後一層の検討を行ないたいと思う。

最後に、異常果について総括するならば、アミトマトは一般的に内部熟度の進展が遅く、果実内成分的には、酸が多く、糖が少ない状態（甘/酸比の小さい状態）にあった。また果皮の着色（外見的熟度）の進展は早い、熟度の進展に伴う果皮硬度の低下は緩慢で、収穫後（追熟中）急激に低下する。そして果皮の肥厚自体が抑制されていることもわかった。一方、軟弱果は内部熟度の進展が遅く、外見的熟度の進み方が早いのは、アミトマトに類似するが、果皮の肥厚が著しく抑制され、外見的熟度の進展に伴う果皮硬度の低下が著しい点で異なった。

文 献

- 1) 藤井虎雄, 岩間誠造, "トマト", 誠文堂新光社, 1960.
- 2) Hamson, A. R. "Measuring firmness of tomatoes in a breeding program". Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. **60**, 425-433 (1952).
- 3) 平井義孝, 相馬暁, 岩淵晴郎, 末永勝輝, 西村勝義, "三笠市にみられたトマト異常果の発生について, I, とくにグスベリ果の発生要因", 北農, **41** (1), 27-39 (1974).
- 4) Kattan, A. A. "The Firm-O-Meter for measuring firmness in tomatoes". Arkansas Farm Res. **6** (1), 1-7 (1957).
- 5) 上村昭二, 吉川宏昭, 伊藤喜三男, "トマト果実の堅さ性に関する育種学的研究, I, 果実の堅さの測定法と堅さを支配する果実形質", 園試報, **C**, **8**, 13-25 (1973).
- 6) 岡部元雄, "テクスチュロメーターによる新しい考察", 調理科学, **4** (3), 156-162 (1971).
- 7) 大久保増太郎, 前沢辰雄, "青果の鮮度保持に関する研究, II, 長距離輸送トマトの追熟におよぼす温度, 採取熟度およびポリエチレン包装の影響", 千葉農試報, **6**, 181-190 (1965).
- 8) 斉藤隆, "生育ステージと生理, 生態", 農業技術大系, 野菜編 2, トマト, 農山漁村文化協会, 1973, 基, p 137-151.
- 9) 相馬暁, 平井義孝, 岩淵晴郎, "トマトの生育・品質におよぼす環境要因の影響, I, トマトの生育及び異常果と土壌水分の関係", 北海道立農試集報, **30**, 45-52 (1974).
- 10) ———, ———, ———, "トマト異常果(グスベリ果及び軟弱果)の形態的差異について", 道園芸談話会報, **8**, 10-11 (1975).

- 11) ———, ———, ———. "トマトの生育・品質におよぼす環境要因の影響. II. 育苗日数の相違がトマトの生育・収量・異常果の発生に及ぼす影響". 北海道立農試集報, **34**, 32-42 (1976).
- 12) ———, ———, ———. "———. III. 水分条件と窒素用量が生育・収量・異常果の発生に及ぼす影響". 北海道立農試集報, **37**, 35-44 (1977).
- 13) 崎山亮三. "トマト果実内酸含量の発育中の変化". 園学雑, **35**, 36-42 (1966):
- 14) 高橋敏秋, 中山昌明. "トマト果実の着色に関する研究III. 果実の色素含量に及ぼす光線の影響について". 園学雑, **28**, 165-169 (1959).
- 15) ———, ———. "———. VII. 色素含量におよぼす貯蔵温度の影響". 園学雑, **31**, 325-328 (1962).

Effect of Cultivation Environments on the Growth and Quality of Tomatoes

4. The properties of abnormal fruits, Ami-tomato and softened fruits

Satoru SOUMA* and Haruo IWABUCHI*

Summary

As a part of studies on the properties of abnormal fruits, maturing speed, thickness and hardness of rind, and components affecting the fruit palatability of Ami-tomato (= gooseberry fruits) and softened fruits have been examined.

Results with Ami-tomato are as follows compared with normal fruits, gelatinous matter in locule matured slowly. The total and titratable acidities were very high during development. As judged by the progress of ripeness score, coloring took place rapidly, but hardness of rind decreased slowly. After harvest, the rind lost its hardness rapidly. The thickness was also repressed at harvest.

On the other hand, softened fruits gave results similar to Ami-tomato with respect to the progress of ripeness score and maturity of gelatinous matter. In contract, the thickness of rind was strongly repressed and the hardness of rind decreased rapidly with the progress of ripeness score.

* Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-13 Japan.