

無支柱栽培トマトの加工適性に関する研究 (第3報)

貯蔵適性について

飯島 隆志・中村 俊昭*

信州大学農学部 食品化学研究室

加工原料用トマトの具備すべき条件については、すでに飯島^{1,2)}ほか種々^{3,4,5)}の提言があり、1) 生産の安定性(栽培の容易, 収量の大きい), 収穫の容易 2) 品質の良好, 特に色調の良さ 3) 貯蔵, 輸送上の適性などの3条件に大きく分類することができよう。

これらのうち、先に筆者らはジュースおよびピューレーの歩留りとそれらの収量, 安定性⁶⁾と輸送適性⁷⁾について報告し、また品質についても一部食品工業学会において報告をした^{8,9)}。

今回は貯蔵適性特に野積み中の損耗率を判断するために、2, 3の試験を行なったのでその結果を報告する。なお本報告の一部は1967年春季園芸学会利用部会において報告済みである。また本研究は試料その他において信州大学農学部附属農場の御援助を受け、さらに文部省科学研究費の御援助によるもの一部であるので、ここにこれら関係者に対し深く謝意を表する。

実 験 方 法

1 実験材料

1963年に Heinz 社から導入した無支柱栽培トマト品種(determinate type variety)^{10,11)} H. 1350, H. 1370, E. S. 24, E. S. 58と、すでに日本で栽培して来た Roma および対照として有支柱栽培トマト品種(indeterminate type variety)の大豊の6品種を供試した。

これらのうち大豊は大粒やや偏円, Heinz 系および E. S. 系は中粒球型(うち H. 1350のみアメリカでは大粒と報告されているが^{10,11)}、筆者らの扱ったものは中粒種であった), Roma は小粒長卵型である。また大豊と H. 1350 のみが生食と加工兼用種で、他は加工専用種とされている品種である。

栽培は信州大学農学部附属農場で行い、1965年4月5日電熱温床に播種、4月27日ビニールトンネル内へ移植、6月6日定植、その後の管理は一般の栽培基準に従った。8月下旬～10月上旬にかけて加工適熟果、すなわち完全着色果を採取して試験に供した。

2 実験方法

コンテナーとして木製透かし箱を使用し、各品種毎に適熟果を20kgずつ入れ、これを輸送無しで収穫直後から貯蔵した区と収穫直後無舗装道路を4時間トラック輸送した区とに分け

* 現 宏栄化成株式会社
昭和50年4月30日受理

て、おのおの4列5段につきあげて4日間野積みして毎日調査した。収穫から加工までの期間は普通には2日ぐらいであるが、結果を明確にするために日数を多くとったものである。なお実験は3回の繰返しを行なって、平均値で示した。

1) 環境要因の調査

野積み中の裂果、腐敗果、目減りおよび成分変化などに影響を及ぼすと思われる外気の温度、湿度およびコンテナ内の温度、湿度、ガス組成ならびに果実温の日変化を調査した。

これらには完全互換式サーミスター温度計、通風乾湿計、オルザットガス分析計を用いた。

2) 裂果、腐敗果、目減りの調査

各品種とも完全に着色した無傷のものを用い、前記のような野積みを行った試料について、毎日裂果、腐敗果の重量および目減り量を測定して重量比率で示した。

3) 成分分析

前記のように野積みした各試験区の試料について、毎日還元糖、有機酸、L-アスコルビン酸を定量した。

還元糖は一試料にトマト果実10個ずつを用い、ミキサーで破碎した後直ちに蒸気を5分間通して酵素を不活性にするとともに気泡を除いた後、一定量(約30g)を精秤し、蒸留水で100gにし、これを濾過した後、その濾液を用いてベルTRAN法で定量した。

有機酸は上記試料の溶液を用い、N/10 NaOHで滴定し、クエン酸として算出した。

L-アスコルビン酸は各区とも10個の果実を輪切りとし、各個体から1片ずつ精秤して計10片を混合し2%のメタリン酸溶液を加え、乳鉢中で磨碎して均一状態にしたものを濾過し、その濾液を用いて、インドフェノール法で定量した。

実験結果と考察

1 野積み中における環境条件

1) 野積み中の温度、湿度の変化

野積み中の外気の温度および湿度、野積み中の外気の温度および湿度、積荷中心部コンテナ内の温度および湿度、果実温の日変化は図1に示すとおりであり、また外側部と内側部のコンテナ内の温度および外気温の日変化を比較したのが図2に示すとおりであった。

この結果によると、内側部の温度、湿度は外側部に比して高く、トマト果実温も同様に高く、夜間でもあまり低下しなかった。一方外側部のもは外気に似て日中上昇し夜間下る変化を示した。

これらのことは、野積み中の果実

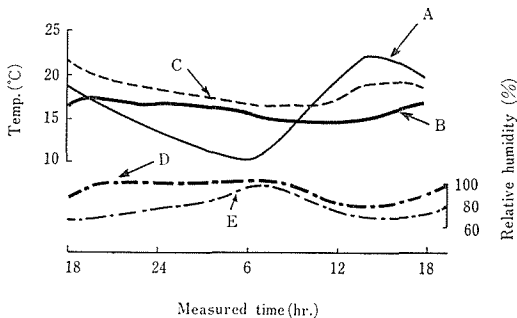


Fig. 1. Daily variations of temperature and relative humidity during storage of tomato fruits at field before processing

A: Temp. of open air. B: Average temp. of fruits. C: Average temp. in containers. D: Average humidity in containers. E: Humidity of open air.

の軟化、呼吸による消耗、微生物の繁殖、ひいては腐敗の促進に関連が深いものと考えられる。

2) 野積み中のガス組成の変化

野積み中における内側部箱内のガス組成の日変化について測定した結果は表1のとおりであった。これによると、CO₂の量は野積み後4時間で約0.4%まで増加し、その後は大きな変化を示さなかった。これは野積み直後から呼吸が盛んになるが、約4時間後には通気と呼吸が平衡状態になるためと考えられる。

野積みは以上のような環境条件下で行われているものと云えよう。

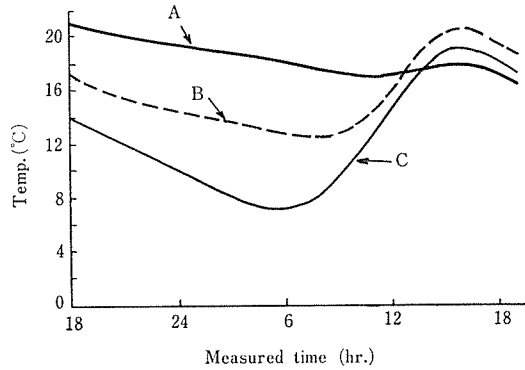


Fig. 2. Daily variations of the air temperatures in inside and outside containers during storage at field before processing
A: Average temp. in inside containers.
B: Average temp. in outside containers.
C: Temp. of open air.

Table 1. Changes of CO₂ and O₂ in the containers packed with tomato fruits during field storage before processing

Measured time (hr.)	Item					
	18	22	3	8	13	18
CO ₂ %	0.03	0.4	0.4	0.4	0.6	0.5
O ₂ %	21.0	20.6	20.6	20.6	20.4	20.5

2 野積み中における裂果、腐敗果および目減りの発生

1) 無輸送野積み実験結果

裂果、腐敗果発生率の品種別比較結果が図3および表2に、目減りについての比較結果が表3に示すとおりであった。各品種とも腐敗果よりも裂果の発生率が高く、目減りは各品種とも低かった。

a. 裂果

品種別では、E. S. 24 (4日目で0.6%)、ついで Roma (同1.0%) が少なく、H. 1370 (同3.7%) も比較的少ない方であったが、他の3品種はこれらに比べるとかなり高かった。大豊 10.7%、E. S. 58 9.4%、

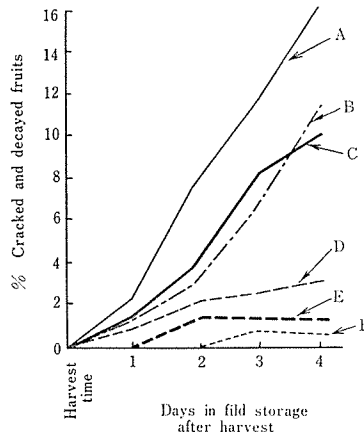


Fig. 3. Comparison among 6 varieties concerning cracking and decaying of tomato fruits during storage at field before processing under non-transporting
A: Taiho B: H. 1350 C: E. S. 58
D: H. 1370 E: Roma F: E. S. 24

Table 2. Comparison among 6 varieties concerning the rate of cracked or decayed tomato fruits during field storage before processing under non-transporting

Days after harvest	Variety		Taiho	Roma	H. 1370	H. 1350	E. S. 58	E. S. 24
	Item							
1	Cracked fruits	%	2.3	0	0.5	1.2	1.3	0
	Decayed fruits	%	0	0	0	0	0	0
2	Cracked fruits	%	6.1	1.3	2.1	2.4	3.8	0
	Decayed fruits	%	1.5	0	0	0.6	0	0
3	Cracked fruits	%	7.6	1.0	2.6	4.2	8.1	0.6
	Decayed fruits	%	3.8	0	0	2.4	0	0
4	Cracked fruits	%	10.7	1.0	3.7	8.4	9.4	0.6
	Decayed fruits	%	5.3	0	0.5	3.0	0.6	0

The mean value of 3 repetitions and the ratio of wt. were indicated respectively.

Table 3. Comparison among 6 varieties concerning the loss in weight of tomato fruits during field storage before processing under non-transporting

Measured time	Variety		Taiho	Roma	H. 1370	H. 1350	E. S. 58	E. S. 24
	Item							
Harvest day	Wt. of fruits	kg	17.9	15.5	20.1	20.3	20.1	20.3
1 day after harvest	Wt. of fruits	kg	17.8	15.4	20.1	20.3	20.1	20.3
	Loss in wt.	{ wt. kg	0.1	0.1	0	0	0	0
{ %		0.55	0.64	0	0	0	0	
2 days after harvest	Wt. of fruits	kg	17.7	15.3	20.0	20.3	20.1	20.1
	Loss in wt.	{ wt. kg	0.2	0.2	0.1	0	0	0.2
{ %		1.1	1.3	0.5	0	0	1.0	
3 days after harvest	Wt. of fruits	kg	17.5	15.3	20.0	19.8	20.0	20.0
	Loss in wt.	{ wt. kg	0.4	0.2	0.1	0.5	0.1	0.3
{ %		2.2	1.3	0.5	2.5	0.5	1.5	
4 days after harvest	Wt. of fruits	kg	17.2	15.1	19.7	19.8	19.7	20.0
	Loss in wt.	{ wt. kg	0.7	0.4	0.4	0.5	0.4	0.3
{ %		3.9	2.6	2.0	2.5	2.0	1.5	

The mean value of 3 repetitions was indicated respectively.

H. 1350 8.4%で、果皮の硬い E. S. 24あるいは果型の小さい Roma のような加工専用種が少なく、大豊、H. 1350 などのような果皮が軟く、果型のやや大きな生食兼用種に多くの裂果を生じたものと考えられる。

なお裂果は生理的裂果よりも箱の角などで生ずる物理的裂果によるものが多いことが観察されたので、容器の改良も必要であることが示唆された。

b. 腐敗果

E. S. 24, Roma が共にもっとも少なく (4日目で0%), H. 1370 (同0.5%), E. S. 58 (同0.6%) も少なかったが、大豊 (同5.3%), H. 1350 (同3.0%) では多かった。腐敗の場合には主に裂果を生じた部分から起るのが見られるので、大豊、H. 1350 に腐敗果を多く生じたのは当然であろう。ただし腐敗果の一部は軟化された部分からも起ることが観察された。

次に貯蔵日数の面から考察すると、収穫後2日目までは裂果、腐敗果ともに少ないが、3日目から急激に増加した。この結果、収穫後2日目までに加工を終えるように計画すべきであろう。

c. 目減り

E. S. 24 (4日目で1.5%) が最も少なく、次に H. 1370 (同2.0%), E. S. 58 (同2.0%) が少ない方で、大豊 (同3.9%) が最も多かった。目減りは主に蒸散、呼吸などによって生ずるものと考えられるので、一般的に裂果、腐敗果の多い品種にそれらが多かったことは当然であろう。ただし Roma のみは裂果が少ないのに、目減りがやや多かった (同2.6%) ことは、その果皮が比較的薄い⁷⁾ためではないかと思われた。

2) 輸送後の野積み実験結果

a. 裂果、腐敗果

収穫直後4時間無舗装道路をトラック輸送をした後に野積みした場合の裂果・腐敗果の発生率の品種別、貯蔵日数別に比較した結果が図4に示すとおりであった。

この結果によると、輸送後の野積みによる裂果・腐敗果の発生率は Roma (4日目で約8.5%) がもっとも少なく、ついで H. 1370 (同18.6%), E. S. 24 (同19.2%) がこれにつき、高い品種は大豊 (同42.9%), H. 1350 (同40.2%), E. S. 58 (同38.8%) であった。この品種上の傾向は無輸送時の試験結果と殆んど一致した。

なお無輸送時の実験結果と比較すると、輸送後の実験結果では各品種とも裂果・腐敗果の比率は著しく大

であった。これは輸送中の振動により、果肉または果皮に異常を来し、裂果をまねぎ、結果として腐敗果も多くなったものと考えられる。

b. 目減り

結果は表4に示すとおりであった。輸送後の野積みにおける目減りは、E. S. 58 (4日目で2.8%) がもっとも少なく、ついで H. 1370 (同3.0%), E. S. 24 (同3.2%) などが少ない方で、多い方では H. 1350 (同7.4%), 大豊 (同5.4%) であった。なお輸送後の野積みによる目減りは、無輸送時の野積み結果におけるよりも、かなり著しかった。このことも、裂果や腐敗果を多く生ずるために、呼吸や蒸散を促進する結果によるものと考えられる。なおこの場合も野積み3日目での目減りが急増した。

3) 野積み中における裂果・腐敗果および目減り発生のコンテナの位置による比較

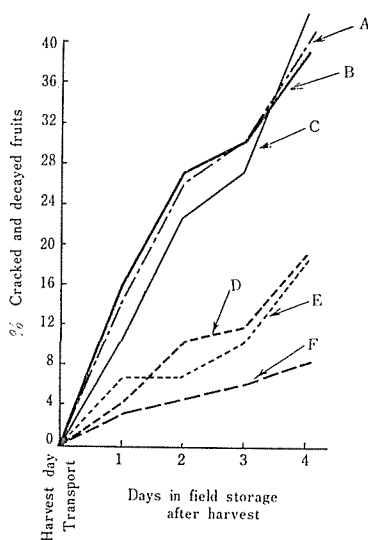


Fig. 4. Comparison among 6 varieties concerning cracking and decaying of tomato fruits during storage at field after transporting before processing

A: H. 1350 B: E. S. 58 C: Taiho
D: E. S. 24 E: H. 1370 F: Roma

Table 4. Comparison among 6 varieties concerning the loss in weight of tomato fruits during field storage before processing after transporting

Measured time	Variety		Taiho	Roma	H. 1370	H. 1350	E. S. 58	E. S. 24
	Item							
Harvest day before transporting	Wt. of fruits kg		16.8	20.9	19.9	13.6	18.0	18.7
	Wt. of fruits kg		16.7	20.8	19.9	13.5	17.8	18.7
1 day after harvest	Loss in wt. {	wt. kg	0.1	0.1	0	0.1	0.2	0
		%	0.6	0.5	0	0.7	1.1	0
2 days after harvest	Loss in wt. {	wt. kg	0.3	0.3	0.3	0.6	0.2	0.3
		%	1.8	1.4	1.5	4.4	1.1	1.6
3 days after harvest	Loss in wt. {	wt. kg	0.8	0.6	0.6	1.0	0.4	0.6
		%	4.8	2.9	3.0	7.4	2.2	3.2
4 days after harvest	Loss in wt. {	wt. kg	0.9	0.9	0.6	1.0	0.5	0.6
		%	5.4	4.3	3.0	7.4	2.8	3.2

The mean value of 3 repetitions was indicated respectively. Transporting was performed with a truck for 4 hours on a non-paved road on the harvest day.

Table 5. Comparison among 6 varieties concerning the chemical compositions of tomato fruits during field storage before processing under non-transporting

Item	Variety		Taiho	H. 1350	H. 1370	E. S. 24	E. S. 58	Roma
	Measured day							
Reducing sugar (% fresh wt.)	Harvest day		6.44	4.12	4.55	5.84	5.25	4.44
	1 day after harvest		6.34	3.82	3.72	5.64	4.93	4.62
	2 days after harvest		6.25	3.81	4.39	5.38	5.04	4.61
	3 days after harvest		5.82	4.19	4.56	5.00	5.09	4.60
Titratable acidity (as citric acid, % fresh wt.)	Harvest day		0.42	0.33	0.44	0.47	0.43	0.42
	1 day after harvest		0.46	0.37	0.42	0.50	0.40	0.41
	2 days after harvest		0.43	0.35	0.45	0.45	0.42	0.42
	3 days after harvest		0.38	0.32	0.41	0.44	0.40	0.41
L-ascorbic acid (mg % fresh wt.)	Harvest day		21.60	19.37	17.45	21.97	21.77	15.47
	1 day after harvest		18.54	16.83	17.34	21.67	19.17	14.44
	2 days after harvest		19.20	16.71	15.94	21.23	20.48	14.22
	3 days after harvest		18.61	16.62	16.07	20.18	20.74	13.87

品種1370を供し、無輸送で野積み中の内側部と外側部の位置に置かれたコンテナ内のトマト果実の裂果・腐敗果および目減りの発生率を比較した結果が図5に示すとおりであった。

これによると、裂果および目減りは外側部に多く、腐敗果は逆に内側部にやや多かった。このことは裂果と目減りは通風の良い程発生し易いために外側に多いものと考えられ、逆に腐敗果は湿度の高い所で発生し易いために内側に多いものと云えよう。

3. 野積み中における成分変化

無輸送で野積みし、収穫日から4日間毎日還元糖、有機酸、L-アスコルビン酸を定量し、品種別、貯蔵日数別に比較した結果が表5のとおりであった。

これによると、貯蔵中にL-アスコルビン酸がやや減少したほかは、大きな変化が認められなかった。なお色素含量の変化については別に報告する予定であるが、普通の温度であれば貯蔵日数が多い程、そのピークに達するまではリコピン含量が多くなる傾向にあるので、4日間ぐらいの野積みでは普通の成分的ロスについてはあまり気にする必要はないように思われる。ただし腐敗による退色と悪臭については注意を要するであろう。

以上をまとめて見ると加工前の原料用トマト貯蔵で、品種別ではE. S. 24, H. 1370(以上いずれも indeterminate type) の球型中型の表皮の厚い加工専用品種が裂果、腐敗果、目減りの上でともに少なく、優れていた。表皮のうすいRomaは裂果・腐敗果の発生は少なかったが目減りは多かった。E. S. 58は目減りは少なかったが、裂果、腐敗果が多かった。生食兼用品種の大豊(indeterminate type)と H. 1350(determinate type) はともにいずれの面でも劣っていた。

またトラック輸送を行うことにより、貯蔵性が著しくそこなわれることがわかった。

なおこの実験で気づいたことは、野積み中の裂果・腐敗果発生の原因は、その多くが物理的な傷みが起因のようで、したがって収穫時および輸送時の取り扱い、容器の選択などの留意が必要であろう。

貯蔵日数を出来るだけ少なくし、輸送も近くに、日射をさけるなどして貯蔵中の温度を下げ、また貯蔵適性のある品種を選択することなどが必要であろう。

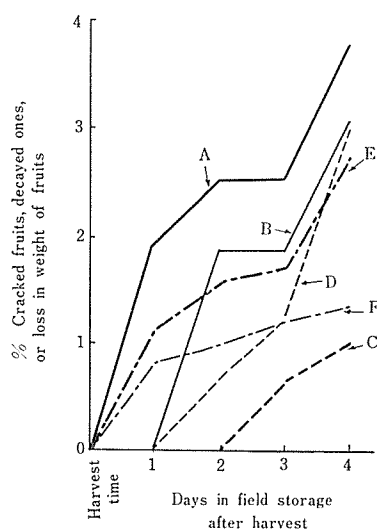


Fig. 5. Comparison of inside containers with outside ones concerning cracking, decaying and losing in weight of tomato fruits during storage at field before processing under non-transporting (Variety H. 1370)

- A: Cracked fruits in outside containers.
- B: Cracked fruits in inside containers.
- C: Decayed fruits in outside containers.
- D: Decayed fruits in inside containers.
- E: Loss in weight of fruits in outside containers.
- F: Loss in weight in inside containers.

要 約

1963年に Heinz 社から導入の無支柱栽培トマト品種(determinate type variety) H. 1350, H. 1370, E. S. 24, E. S. 58と、すでに日本で栽培中の Roma および有支柱栽培トマト品種(indeterminate type variety)の大豊との6品種を供試して、1965年に収穫後4日間の野積み実験を各3回の繰返しによって行ない、野積み中の環境条件を調査し、また、裂果・腐敗果、目減りおよび成分変化について、品種別、貯蔵日数別、輸送の有無、コンテナの位置によ

る差などを比較し、これらの面から加工原料用トマトの貯蔵適性について検討し、以下の結果を得た。

1. 野積み中の環境条件では、内側部コンテナ内の温度、湿度、果実温は外側部のそれらに比してかなり高く、夜間も余り下らなかつたが、外側部のものは外気のそれらと似た変化を示した。

内側部コンテナ内のCO₂は野積み後4時間で0.4%にまで増加したが、その後は大きな変化を示さなかつた。

2. 野積み中の裂果・腐敗果の発生は、輸送しない場合も輸送した場合でも、ともにE. S. 24, Roma, H. 1370が少なく、大豊がもっとも多かつた。また収穫後2日以内の野積みであれば、被害は比較的少ないが、以後は急増し、特に輸送後の貯蔵において著しかつた。

3. 野積み中の果実の目減りは、輸送しない場合でも輸送した場合でも、ともにE. S. 24, H. 1370, E. S. 58が少なく、H. 1350, 大豊が多かつた。

4. 野積み中のコンテナの位置では、裂果および目減りの発生は、内側部より外側部にやや多く、腐敗果は内側部に多かつた。

5. 野積み中の果実の還元糖、有機酸、L-アスコルビン酸を貯蔵日数別、品種別に測定した結果、貯蔵日数を増すにしたがつて、L-アスコルビン酸がやや減少したほかは、成分的に大きな変化を示さなかつた。

以上により、野積み中における加工原料用トマト果実の損耗は品種間差異が大きく、供試品種中では加工専用種のE. S. 24, H. 1370がすぐれ、生食加工兼用種の大豊, H. 1350が劣り、野積み日数は2日以内が望ましく、野積み前の輸送はきわめて悪影響を及ぼすことがわかつた。

文 献

- 1) 飯島隆志：食品工誌 **12** (5), 192~205 (1965).
- 2) ———：缶詰技術 **11** (7), 308~391 (1970).
- 3) 農水産技術会議事務局：昭和43年度加工原料トマトの素質改善に関する特別研究推進会議資料 1~21 (1969).
- 4) ———：昭和44年度同上 1~11 (1970).
- 5) 山崎守正, 山田憲司, 竹田一昭：缶詰時報, **44** (7), 35~39 (1965).
- 6) 飯島隆志, 中村怜之輔, 村瀬史郎, 堀俊夫：園学雑誌 **34** (2), 139~144 (1965).
- 7) ———, 石原紀男：信大農紀要 **7** (2), 93~100 (1971).
- 8) ———, 羽生田義夫, 重盛恭彦：食品工学会要旨 **15**, 16 (1969).
- 9) ———, 村上雄一：食品工学会要旨 **16**, 15 (1970).
- 10) Garden seed Research Committee, American Seed Trade Association: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., **82**, 657 (1963).
- 11) ———：Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., **84**, 670 (1964).
- 12) C. B. HALL: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., **85**, 502~506 (1964).
- 13) L. H. HALSEY: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., **83**, 710~716 (1963).
- 14) R. J. ARMSTRONG and A. E. THOMPSON: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., **91**, 505~513 (1967).
- 15) S. D. COTNER, E. E. BURNS and P. W. LEEPER: J. Amer. Soc. Hort., **94**, 137 (1969).

Processing Adaptability of Determinate Type Tomato Varieties (3)
Adaptability of Tomato Fruits for Field
Storage before Processing

By **Takashi IJIMA** and **Toshiaki NAKAMURA**

Laboratory of Food Chemistry, Fac. Agric., Shinshu Univ.

Summary

In this experiment, the injuries of tomato fruits during storage at field before processing were investigated. As the materials, the fruits of five determinate type tomato varieties, H. 1350, H. 1370, E. S. 24, E. S. 58, and Roma and one indeterminate type variety, Taiho as a contrast were used. The results obtained from the comparison among these varieties and from some other tests on adaptability of the tomato fruits for field storage before processing were summarized below.

1. The average temperature of fruits, the average temperature and relative humidity of air in inside containers were higher than those in outside ones during storage at field. The average temperatures of fruits and air in outside containers changed with a similar tendency to those in open air but those in inside ones did not drop at night. Carbon dioxide in inside containers was increased up to 0.4% for 4 hours but it did not increase remarkably after that.

2. The resistances to cracking and decay of tomato fruits of E. S. 24, Roma and H. 1370 were higher than those of the other varieties. That of Taiho was the lowest. During storage after transporting, the resistance of Roma to cracking or decay was the largest and those of H. 1370, E. S. 24, were higher than those of the other varieties. Those of all varieties transported were remarkably lower than those of non-transported ones. The storage at field in less than two days after harvest had not a hard injury.

3. Concerning the loss in weight of fruits during field storage under non-transporting or after transporting, those of E. S. 24, H. 1370 and E. S. 58 were lower than those of the other varieties and that of Taiho was the highest in either case.

4. The resistances to cracking and the loss in weight of fruits in outside containers were slightly lower than those in inside ones but that to decay was low in inside ones.

5. L-ascorvic acid was slightly decreased with increasing of storage period. The changes of reducing and titratable acidity in tomato fruits during field storage were not clear.

The results of this study suggest below. The injuries of tomato fruits stored at field before processing have a considerable variation among varieties and the varieties which are used commonly for processing only are excellent for field storage but those

which are used commonly for fresh vegetables only or both fresh vegetables and processing are inferior.

It is to be desired that the days in field storage before processing are less than two days after harvest. Transporting before storage is not to be desired.