総 説

トマトの加工の諸問題

木 村 進*

Problemes on Processing Tomato

SUSUMU KIMURA

トマトは南アメリカのアンデス山系高原（ペルー）が原産といわれ、ナス科の一年生草本である。19世紀ごろから生食用、料理の調味素材、または飲料として世界各国で広く食用に供せられている重要な野菜である。

わが国においては、約250年前に渡来し“アカナス”といわれ明治初年までは観賞用として栽培され、食用には供されなかった。明治中期ごろからわずかに生食されたが、加工品の原料として対象になりはじめたのは、明治32年に現在のカゴメ株式会社の創始者蟹江一太郎が愛知県でトマトソース（現在のトマトピューレーに相当）を製造しはじめてからである。

このようにわが国においてはトマトが食べ物として考えられるようになった歴史は比較的浅く、いまだにトマトのニオイをきらう人々もあるわけである。しかし昨今は食事の内容が洋風化するとともにトマトケチャップの消費は拡大し、さらに天然果汁飲料としてわが国では唯一の純粋品であるトマトジュースが、清涼飲料としてではなく食前、食後の天然果汁として飲用されるようになってきている。アメリカのようにトマトジュースの消費量が柑橘果汁の消費量にほぼ等しいというような傾向はわが国においては現われないと思われるが、将来トマト加工品が現在より需要が増大することは想像される。

わが国のトマト加工は前述のようにトマトソースからはじまったが、その後トマトケチャップにかわり、第2次大戦まではトマト加工品はケチャップで代表され、わずかにサンマ、イワシなど魚類トマト漬佐詰用のピューレーおよびソリッドバックまたはホールトマトと呼ばれるトマト果実そのものの缶詰が製造されていた。昭和30年に国産のトマトジュースがはじめて製造されるように

なり、このころから加工のためのトマト栽培が本格的に考えられるようになった。

従来わが国ではトマトケチャップは赤いものという概念からカロチノイド含量の少ない生食用のトマトを原料に相当量の赤色合成着色料を添加して赤色の濃いトマトケチャップが製造されていた。逆にいえば合成着色料に

第1表 加工用トマトおよびトマト加工品の生産量

	原料トマト生産量				製品生産量 (トン)
	昭和40年	41	42	43	
青 森	1,305	1,742	4,237	4,025	1,786
岩 手	786	722	3,326	4,500	2,279
福 島	6,265	7,000	10,3525	18,455	3,368
茨 城	18,008	24,190	43,782	50,778	10,130
栃 木	8,359	7,759	10,137	9,555	12,460
群 馬	2,438	3,292	5,929	6,814	3,831
山 梨	2,093	3,023	5,368		—
長 野	26,711	36,392	65,871	71,033	37,960
富 山	864	386	535		206
愛 知	16,300	13,110	15,590	23,730	11,044
岐 阜	1,147	3,023	4,118	5,671	—
兵 庫	22	156	1,916		81
奈 良	498	1,226	1,692	1,619	699
鳥 取	1,099	1,359	1,224		653
愛 媛	—	827	—		584
熊 本	750	530	532		362
大 分	970	1,500	721		198
小 計 (17県)	87,615	105,946	178,503		85,561
その他 (10県)	9,752	2,866	5,708	34,000	3,725
合 計 (27県)	97,367	108,812	184,211	231,679	89,286

*農林省食糧研究所（東京都江東区塩浜1-4-12）

Food Research Institute, Ministry of Agriculture and Forestry, Koto-ku, Tokyo.

たよらなければトマトケチャップのイメージを与える製品ができなかった。しかし最近では食品衛生の面から合成着色料の使用が批判されていること、加工専用の原料品種が育成されカロチノイドの多い赤い色調の原料が加工の対象になっていること、トマト加工品の貿易自由化問題（現時点では非自由化品目）に刺戟されていることなどから、昨今では人工的に着色しないトマトケチャップが製造されはじめている。近い将来にはトマト製品はすべて人工着色しないものに代わることが予測される。（現在市販されている缶詰トマトジュースは人工的に着色しているものはない。すべてトマトそのものの色である。）

このようにトマト加工は昭和30年以降技術的に急速な進歩をとげ、生産量も年々増加（第1表参照）してきて、従来家内工業的な感覚でみられていたトマト加工は昨今ではトマト加工工業またはトマト加工産業ともいうべき200億円以上の売上げの産業に成長した。

しかし今後トマト加工品の貿易の自由化が行なわれ、欧米のトマト製品がわが国の市場に現われた場合に品質および価格ともに競争に耐え得て、わが国のトマト加工産業の発展とそれに付随するトマト原料生産者の発展をささえ得るかという問題に対して、判然と答えることができ得るであろうか。このような観点からトマト加工品の品質の向上、トマト加工工程の合理化、トマト加工品の国際競争力賦与の面にいかなる問題点があるかについて、トマト加工原料の栽培・収穫・輸送・加工工程・製品に至る過程を考察してみる。

1. トマトの生産量および加工原料

トマト加工産業を考える場合にまず問題となることはわが国においてトマトがどの程度に生産されているか、またそれを加工という見地からみた場合に、その内容がどのようなものであるかについて見る必要がある。

(1) わが国における加工用トマトの生産

わが国においては生食用、加工用を含めて85万トン程度が生産され、その内約28% (235,000 t) が加工原料となっている。昭和35年から43年にいたるトマト生産量の推移をみると第1図のごとくである。また加工原料トマトの県別にみた生産量は第1表のごとくである。第1表に示された数量をみると、主要生産県の数量は毎年増加の傾向を示し、数量からみると長野県がもっとも多くつぎに茨城、愛知、福岡、栃木、群馬、山梨、青森、岐阜の順である。このことは加工用トマトはおもにその色調の面および生産費の面から、長野県、北関東、山梨県、東北地方など高原または夏季の気温の低い地域に移動していることがわかる。

第1図 トマト生産量の推移
(農林作物統計, 加工用は園芸局経済課)

2. 加工原料用品種の推移

いずれの加工製品も、その品質の良否および製品価格は原料に支配されることは当然のことであるが、トマトはとくに原料の色調が製品の品質に大きな影響をもち、果実の形および強度、弾性が製品の歩止まりに関係するので柑橘、リンゴ、桃などのように生食用または生食加工兼用品種を使用することは好ましくない。したがって加工専用品種が使用されなければならない。数年前までは加工専用品種を原料とする観念がうすかったが、昨今では加工専用品種が主原料として加工されるようになってきている。

加工原料ということからは、原料価格と加工シーズン中に平均に原料が工場に搬入されることが望ましい。このことから栽培に手間をかけることなしに一定の収量が得られる品種が要望され、いわゆる“無支柱栽培”の可能な品種が3~4年前から導入されるようになった。すなわち従来トマト栽培というと、支柱を立て1本1本側芽をつみとり、果房を5~10段に仕立て、下の果房から順次収穫していたわけである。無支柱はこれに対し、定植後は単に施肥および薬剤散布を行なうだけで、地面に無制限にはわせ、その他の管理はほとんど必要としない省力栽培可能な品種である。

現在栽培されている主要な加工用品種をみると、有支柱品種はマスター2号が圧倒的に多く、その他の品種としては大豊、赤福3号、えんれい、福寿などである。無支柱品種はH-1370が全国的に栽培され、東北地方ではクリコマ、盛岡7号などで、愛知、岐阜県では早生ダルマ、ダルマなどの品種が多く、チコー、ローマ、ファイヤーボール、桔交などの品種がわずかず全国的に栽培

されている。

無支柱および有支柱品種の栽培比率は生産農家の労力不足の面から年とともに無支柱品種の比率が高くなってきている。すなわち昭和41年度は全国平均で無支柱36%有支柱56%であったものが、昭和43年には無支柱 70%、有支柱 30% と変わっている。また無支柱品種をもっともはや導入した長野県では昭和43年には 90% 以上が無支柱栽培の品種に切りかえられている。

また加工工場側は加工原料の一定数量の確保ということから生産農家と契約し、契約面積から収穫されるものを引取る方式、すなわち原料の契約栽培方式を採用している。このことは原料の確保という点で好ましいが、原料の品質という点では、のちにのべるような好ましくない問題もある。問題点を包含してはいるが原料確保ということから、加工されるトマトの 95~97% は契約栽培によったものであるのが現状である。

(3) 加工原料の規格および価格

農林省はトマト加工品の品質の向上と、加工原料の適正な取引をはかる目的で、昭和40年6月から加工用原料トマトの農林規格を設定しこれを実施している。(漸定規格、指導規格) 検査の実施は生産者および出荷団体の自主検査である。この検査の内容はおもに果実の着色の程度により等級を決定し、1等、2等、等外の3段階にわけられ、等外は奇形果、裂果、病害果などが含まれている。

わが国において野菜の加工品の加工原料に等級が設定され、これを実行しているのは、おそらくトマトのみであろう。原料等級検査は加工工程の管理、製品の品質管理上きわめて有意義なことであるが、問題はその検査をいかに厳正に実行するか点にある。トマトにおいては昭和40年から実施し、自主検査である点に問題があるようである。たとえば工場に搬入された原料を筆者その他の第3者が検査した結果は、1等品のなかに 30% 以上も2等品が混入されているものが多く、場合によっては50%も2等品または等外品が混入されているものも見受けられた。この点は今後のトマト生産者への指導、検査員の教育、規格品の価格の設定などの点で十分に検討を要するし、検査を公正化するために国および都道府県による第3者の検査も必要ではないかと思われる。

原料トマトの 1kg 当たりの価格は栽培地域およびその年の天候、他の農産物の価格によって異なるが、昭和43年においては、規格1等品は 13~14 円、2等品は 9~10 円であった。

原料の輸送費および輸送保管に付随する諸経費を含め

第2表 加工用原料トマトの価格 (円/トン)

	日 本		アメリカ		イタリア	
	生食用	加工用	生食用	加工用	生食用	加工用
1960	37,000	11,350	62,640	10,440	20,160	10,080
1961	45,000	13,360	59,400	11,880	18,360	8,280
1962	53,000	14,390	59,040	11,160	25,920	9,720
1963	56,000	14,810	60,120	10,440	41,040	14,400
1964	57,000	14,590	69,480	12,240	27,360	16,560
1965	75,000	14,840	74,520	14,760	24,840	14,400
1966	62,000	15,950	73,800	14,040	25,920	11,880

注：加工用国内価格は、全国トマト工業会調、生食用価格は東京中央卸売市場 アメリカ、イタリアの価格は FAO Production Year Book による

た、工場における原料価格をアメリカ、イタリアと比較すると第2表のごとくである。第2表をみるとわが国の加工用トマトは外国に比較しわずかに高い。第2表は単に重量のみで比較しているが、原料のリコピン含量、糖度、全固形物など質的な要素を含めて考えると、その差はさらに大きい。なぜならば、わが国の原料トマトはリコピン含量、糖度の点で外国のそれより 20% 程度低い場合が多いからである。これらの点から考える、加工原料という見地からだけでも製品の国際競争力にわずかに欠ける点があることを指摘せざるを得ない。

反面、わが国の農家の現金収入のための作物としてみた場合には、加工用トマトは10アール当たり少なくとも4トン、多い場合には10トン以上の収穫がある。したがって10アール当たり45,000~150,000円の価格となり、栽培経費を考慮してもすぐれた換金作物であるといえることができる。

2. 原料から製品に至るまでの諸問題

農産物を工業的に加工する場合には原料の収穫時期および期間、収穫方法、輸送および原料保管など原料そのものの取扱いなどと、加工方法および条件を含めた総合的な考え方をしないと、製造歩止、製品品質、製品価格をうねぬんすることはできない。とくにトマトのように他の農産物より果実そのものの強度、硬度が低く、貯蔵期間の短い対象物の場合には原料の取扱いおよび保管は重要な問題である。このような観点から原料トマトの収穫から製品にいたるまでの問題について論ずる。

(1) 原料の収穫

トマトは種をまいてから約4カ月後から果実の収穫が始まり、約50日間収穫が可能である。しかし収穫のピークは10~15日間である。したがって加工工場の稼働期間は早生型、晩生型の品種を使用するとしても2~3カ

月という短期間である。そこでかぎられた期間内に効率よく、しかも品質のよい製品を製造するためには、完熟した健全な果実が損傷なしに収穫されることが望ましい。しいていうならば収穫のピークが10日間程度に異なる品種が3~4品種栽培されることが望ましい。

現在収穫は人手によって行なわれているので収穫時における果実の損傷はほとんど問題はないが、意外に未熟果が収穫される率が多いので、この点は加工の場合の選別能率、製品の品質(色調)に直接関係するもので、今後十分に注意すべき問題である。

(2) 原料の輸送

i) 通い箱の問題……わが国ではトマトの輸送容器は収穫箱をかねている。またわが国のトマトは硬度、弾性の面から振動、衝撃に対し破損しやすいために20kg詰めの木箱(すかし箱)またはプラスチック成型箱が使用されている。木箱は安価(150~200円)であるが、破損しやすく(耐用年数約3年)、水を吸収して重量が増加し作業しにくく、使用後に洗浄しにくく非衛生で、果実に損傷を与えやすい、破損片が原料に混入するおそれもあるなどの欠点がある。これに対しプラスチック成型箱は高価ではあるが(500~550円)軽量で、洗浄および取扱いしやすく、衛生的で、耐久性がある(耐用年数5年以上)などの長所がある。したがって現在では通い箱の約30%がプラスチック成型箱におきかえられている。将来大半がプラスチック成型箱におきかわるであろう。

しかしここで問題になることは、1日500トン程度以上の原料処理能力のある大規模工場において使用されているトマトアンローダー(Tomato unloader)にプラスチック成型箱を使用すると、プラスチックの摩擦係数が低いために機械的操作の点で問題があることが指摘されている(アンローダーは1分間に通い箱50箱を半転し、洗浄槽へトマトを投入する能力をもっている。アンローダーを採用すると作業員15~18名節減でき、原料および通い箱の損傷が少ない。)

また20kg詰めを通い箱は1日500トンの処理能力をもつ工場では25,000箱が必要である。したがって従来の木箱をプラスチック成型箱に切りかえるには、その経費も莫大なものとなる。その上にプラスチック成型箱は消耗資材としてではなく固定資産として税金の対照となるなど経済的な問題も含まれている点に問題がある。

将来、果実の硬度、弾性の高い品種が開発され、道路事情が好転するならば、100~500kg単位の大型の通い箱(bulk bin)を使用し、トラックの積み上げ積みおろし、洗浄槽への投入などの合理化が可能となるわけである。

ii) 原料の輸送距離……圃場と処理工場との距離が近いことはすべての面から好ましいことではあるが、わが国においては、圃場と工場間の距離の短縮は将来とも短縮される可能性は少ない。現在では輸送距離は20km以内の場合が多く、長距離の場合60~70kmである。またトマト栽培地帯は70%は未舗装道路である。輸送中における原料の破損は輸送距離と道路事情により異なるが、調査の結果では5~10%以内であることがわかった。破損は輸送中より、トラックの積み上げ、積みおろしの場合、すなわち荷扱いの時点のほうが多いことも認められている。この点はパレットおよびフォークリフトを使用することにより改善できるわけである。

(3) 原料の保管

収穫後早いものは約5時間、おそいものでも24時間以内には処理工場に搬入される。処理工場においても2~24時間以内に加工処理されるわけである。したがって果実の軟化、腐敗の現象がおこる以前に処理されるのが通常であるが、降雨後に収穫されたり、降雨中に輸送された場合には裂果発生率が多くなり、これを露天に放置した場合はさらに裂果が増加し、微生物による腐敗が進み、製造歩止まりは明らかに低下する。たとえば健全果の洗浄歩止まりは95%以上であるが、降雨時の傷害果、2~3日露天に放置した原料の洗浄歩止まりは70%以下であり、極端な場合は50%以下となる。したがってこのような原料の場合は製造歩止まりの低下はもちろん、洗浄廃水中にトマト果肉、果皮、種子が移行し廃水による公害問題にも結びつく問題となる。

したがって原料の保管には雨および太陽から遮断できるような考慮をはらうべきである。

(4) 原料の洗浄

いかなる農産物を加工する場合においても原料の洗浄は土砂、農薬、枯れ葉その他の異物の除去というきわめて基本的な重要な工程であるが、トマトの場合には果実が軟弱であることから、物理的にも化学的にもきわめて弱い条件を与えなければならないこと、またすでにのべたように無支柱栽培のものが多く、土砂、枯れ葉の付着している率が多いことなど他の農産物に比較し洗浄には問題点が多い。たとえばリンゴ加工の場合にはアルカリを使用し相当強度の摩擦力も与えて洗浄が可能で、モソの加工の場合にはブランピングもかねて熱水または強アルカリによる剝皮処理が与えられるし、ミカンの加工の場合には機械的に剝皮が可能であるからいずれも原料の洗浄の工程における問題点はほとんどない。これに対しトマトの場合は果皮果肉が軟弱なために裂果をおこしや

すく、洗浄効果を上げるためにアルカリを使用することは、製品への移行があり不可能であり、熱水を使用することは裂果を促進することになり、温水の使用は微生物の繁殖、酵素の作用などの問題があり、機械的に強い力を与えることは歩止まりに大きな影響を与えることになる。したがって現状ではロータリー、ブラッシュ、スプレーワッシャーなどが使用され、補助的に中性洗剤や稀薄な次亜塩素酸ナトリウム溶液などが使用されている。

筆者が昭和42,43年にトマト加工工場を調査した結果では、水または温水に浸漬されている時間が長いほど、またブラッシュワッシャーとスプレーワッシャーを併用し果面に機械的な摩擦を与える時間が長いほど、洗浄効果が高いことが認められた。残された問題として、無支柱栽培による原料は黒変している枯れ葉が果面に密着しており、これが前述のような処理を行わないと完全に除去できないことが多いことである。別な観点から見ると、無支柱栽培によって加工適性をそなえた原料が得られるようになったわけであるから、この原料に適合した洗浄方法、洗浄装置が開発されなければならないことを物語っている。

以上のように、洗浄不十分は製品への異物の混入、農薬の移行、製品の色調の低下、モールドカランの増加など多くの問題につながるもので、洗浄工程はトマト加工においてはまず第一に考慮すべき重要な問題となっている。

(5) 加工前の原料の選別、調整

洗浄された原料はつぎに破碎、搾汁の工程（ホールトマトの場合のみブランチング、剥皮）に入るが、その前に混入している未熟果、病害果など2等果、等外果の選別工程がある。原料検査が厳正に行なわれていればこの工程は当然省略または短縮し得るものであるが、すでにのべたように現時点では原料検査が十分に適確に行なわれていないために、選別工程においては移動ベルト上の洗浄トマトを工員が監視し、不良果を1時間当たり1.5～2.0トンの割合で除去しているのが現状である。

また選別後においては果実の不良部分を切断除去する調整の工程があるが、この場合も原料検査が十分でないために選別と同様に不必要に人員が投入されているのが現状である。

これらの工程の合理化にはまず原料検査の厳正化とともに光電管を使用する色彩判別装置などの導入も検討されるべきであろう。

(6) 破 碎

トマトジュース、ピューレー、ペーストの製造におい

ては清浄な調整トマトをただちに破碎したのちに予熱搾汁する方式（cold break）と、トマトを熱湯または蒸気で予熱処理したのちに搾汁する方式（hot break）とがある。現在わが国ではほとんどが前者を採用している。したがって破碎の工程は原料の洗浄、選別、調整後ただちにこなわれる。

破碎は、芯部の白色繊維状組織が製品に混入されぬ程度にあらく破碎されればよいので、突起付のダブルドラム、チョッパー、ギャクラッシャーなどにより破碎される。トマトは軟弱な組織をもつものであるから上記のいかなる装置を使用するにしても問題点はほとんどない。

(7) 予 熱

破碎後つぎの工程にいたる間におこる酵素的変質防止と熱可溶性ペクチンの可溶化とを目的とした工程で、通常横型チューブラー熱交換機を使用し85～90℃の温度まで加熱する。熱交換機を使用すれば20～30秒で前記温度に到達するので、破碎物中に包含される空気の影響はほとんどみられない。もしこの工程を2重釜または直火釜で行なう場合には、当然のことながら到達温度に達するまでに時間がかかり、酵素および空気による品質の変化はまぬかれない。

(8) 搾 汁

トマトジュース、ピューレー、ペーストはいずれも透明果汁ではなく、パルプが存在するものであるから、搾汁というより裏漙しという方が適當であるが、一般に搾汁といわれている。トマトジュースの場合はトマトエキストラクターで70～80%の搾汁率で搾汁され、トマトピューレーペーストの場合はトマトバルバーおよびフィニッシャーで90%以上の搾汁率になるように搾汁される。現時点において搾汁工程においてはほとんど問題ないようである。

(9) トマトジュースの製造

エキストラクターで搾汁されたものに、ただちに品質規格に合致するように糖、食塩、ビタミンCなどが添加され、これを多管式熱交換機またはプレート式熱交換機により118～120℃の温度で40～60秒の瞬間殺菌を行ない、清浄な空缶に熱間満注方式（約90℃のジュースを空缶いっぱい充填）により密封し、さらに品温を93～95℃に保ち約10～20分殺菌し、ただちに冷水で10分以内に品温40℃まで冷却して製品とする。この方法はわが国でもっとも効率的で適正な方法として採用されているものである。したがってこの方法によれば品質的にも衛生的にも問題はほとんどない。殺菌前に脱気および

ホモジナイザーによる均質化を行なうこともあるが、この処理は消費者の嗜好の傾向いかんによって決定さるべきものであろう。熱時満注方式は缶詰後における缶内の上部空隙 (head space) の酸素を皆無にし、内容品の酸化による品質低下を防止し、さらに缶内面の錫の溶出を防止するにきわめて有効な方法である。

上記方式によらず搾汁を調味したものを空缶にただちに充填するような場合は、必ず脱気処理を行ない 70~80°C 以上の温度で熱間満注方式により充填し、密封してから殺菌しないと製品の品質低下はすみやかである。

(10) トマトピューレー、ペーストの製造

バルパー、フィニッシャーで搾汁されたものをホモジナイザーにより均質化し (この工程は省略する場合もある) 後に常圧または減圧下で容量として約 1/2, 比重で 1.04 程度まで濃縮する。現在クックモアコイルタンク (cook more coil tank) による常圧下における開放濃縮を行なうものが多いが、この場合は 100°C で 40~60 分加熱する必要があるため、濃縮中の熱変性はまぬかれない。すぐれた製品を得るには、40~45°C 以下の温度で減圧濃縮を行なうべきである。

トマトペーストは搾汁を容量で約 1/3, 無塩固形物 30% 以上まで濃縮したものである。この場合には濃縮程度が上がるほど熱変性は進むので減圧濃縮を採用する必要がある。

以上のように濃縮したものは 85~90°C に加熱し、製品容器に充填し放冷するか (殺菌、冷却)、2~3 時間放冷したのち冷水中で品温 40°C 以下に冷却する必要がある。

現在製造されているトマトピューレーはトマトケチャップ原料とされるものが多いので、その容器としては 1ℓ 缶が使用されている。製品の殺菌、冷却、貯蔵、輸送という見地からはさらに大形の貯蔵容器または大量貯蔵槽の開発が望まれている。

(11) その他の問題

i) 工場用水……原料 1 トンを最終製品まで処理するのに要する水の量は洗浄、殺菌、冷却その他の工程を合計すると約 7.5~10.0 トンであり、1 日 500 トン原料を処理する工場においては実に 5000 トンの水を使用することになる。したがって、工場用水の有効利用の面から、殺菌工程における冷却水を原料洗浄の際の洗浄水として再使用するなどの考慮をするべきである。

ii) 製造残渣の処理……ジュースエキストラクター、バルパーフィニッシャーの残渣はさらに圧搾搾汁し、その搾汁はソース原料にするとか、残渣は家畜の飼料とし

て活用されるときで、トマト加工品の製造残渣は他の農産物加工品の残渣のように廃棄のために困窮するようなことはないのが現状である。

今後さらに加工数量が増加するならば、製造残渣を単に飼料とするのみでなく、種子の脂肪または蛋白質を抽出利用することなど開発的な検討も必要であろう。

iii) 工場廃水……前述のように原料 1 トンに対し約 7.5~10.0 トンの水を使用するわけであるから、工場廃水の量は当然多量である。原料トマトが不良な場合、とくに腐敗果、裂果の多い場合にはその果肉、果皮、種子および果肉成分が洗浄水とともに廃水として排出するわけである。極端に検査不良の原料また裂果の多い原料を使用した場合に、この廃水を直接川河に流した場合は流域 1 km にわたり赤色となり、約 2 km 以上に“も”が発生することがあり、水田に廃水が取入れられた場合には窒素分の過多により稲の徒長が現われるといわれている。したがって廃水の公害問題が起こる可能性がある。この点からも原料検査の厳正化、選別および調整工程の適正化が必要であり、廃水の沈澱槽の構造、活性汚泥その他による浄化など検討すべき問題がある。

以上の問題点のうち原料の問題については農林省園芸試験場 (盛岡支場、久留米支場) において①裂果抵抗性品種の育成 ②耐輸送性品種の育成 ③品質的に加工適性をもった品種の育成 ④収穫ピークの解消について⑤暖地加工トマトの育成、などの研究が推進され、加工の問題については農林省食糧研究所において①原料トマトの加工処理時における品質評価 ②原料トマト、トマト加工品の規準分析法の確立 ③トマト加工品の品質変化の防止 ④加工工程の合理化、などの研究が推進されている。

3. トマト加工製品の品質の諸問題

トマト加工品の品質はまず第一に色調によって評価され、つぎに味、粘稠性、かおりの順である。これら加工品の品質は加工条件によっても左右されるが、適正な加工条件が与えられるとするならば、その品質はおもに原料そのものの品質によって決定されるわけである。そこで加工原料トマトの品質と加工製品の品質との関係についてのべる。

(1) 原料トマトの物理性と加工

i) 果形……洗浄効果および調整 (トリミング) という点からは、球形または卵形のものが望ましく、凹凸がなく蒂部の浅いもので、花落の陥没していないものが望ましい。

ii) 果重……選別およびトリミングの作業性からみて

150~200 g 程度のものが望まれる。

iii) 果皮、果肉の硬度および弾性……園芸試験場盛岡支場の研究によれば、裂果および輸送中の破損は果皮の引張り強度と果肉の弾性とが大きく関係するもので、引張り強度の強い果皮と弾性の高い果肉の品種が望まれ、これが果実の熟度に余り影響されないものが望ましいとされている。このような形質をそなえた原料であればすでにのべた輸送中の損傷もなく、したがって洗浄および製造止まりも高く、作業性がよいために、廃水の公害問題も解消されるわけである。

(2) 原料トマトの成分と加工品の品質

i) 屈折計示度……加工原料を加工の現場で評価する場合にまず糖用屈折計の示度で評価することが多い。すなわち原料の搾汁中の可溶性成分の相対的な数値を測定して加工原料としての適性を判定するものである（屈折計示度は糖、有機酸、その他の可溶性成分などの屈折値の合計である）。わが国の加工原料トマトは3.0~6.0の範囲に入るが通常4.0~5.0の範囲のものが多く、一般に東北地方または1000 m以上の高地のものは低い数値のものが多く、したがってトマトジュースの製造の場合には補糖の必要があり、トマトピューレーのように糖度または全固形物で取りきされる製品の場合には濃縮程度を高めなければならないなどの問題が生ずる。（糖度の低い原料を余り濃縮すると粘度だけが高くなってしまふ欠点がある）。アメリカで加工される原料は一般に6.0程度の示度を示すものが多いといわれている。したがってこの点からみてもわが国のトマトの問題点がある（製品の品質および製造経費の点からみて）。

ii) pH……加工品の殺菌条件に関係があるが、一般には4.1~4.5の範囲に入る。すでにのべた殺菌条件を与える場合には4.3以下のものが望ましい。

iii) 固形物……全固形物 (TS) 可溶性固形物 (SS) および不溶性固形物 (IS) にわけて考える必要があり、SSは糖、酸、遊離アミノ酸、水溶性および熱可溶性ペクチン、アスコルビン酸などであり、おもに加工品の味および粘稠性に関係する重要なもので、4.0~5.5%程度が望ましい。ISは繊維、ヘミセルロース、熱水不溶性ペクチンその他の高分子物質で0.5~0.6%程度である。TSはSSとISとの和で、加工品の相対的な風味に関係があり、一般に5.0~7.0%のものが望まれている。この量はトマトピューレーの製造の場合に濃縮時間、濃縮経費に大きく関係するものである。たとえばトマトピューレー2.7トンで製造しようとする場合に、TS 4.5%の原料では8.0トンが必要とし、これに反してTS 7.0%の

原料の場合は5.2トンで十分であるからである。

iv) 色素……完熟して赤色となったトマトの色はカロチノイドの色で、そのほかにわずかにフラボノイドが存在する。もし緑色（クロロフィル）が残っているような原料を加工した場合には加工品の色調は暗色化してしまう。赤色になったトマトの色調は深紅色と赤色系とに大別されるが、その差はカロチノイドの含量およびカロチノイドの組成によって決定さる。前者はリコピン含量が全カロチノイドの85~90%を占め8~12mg%程度であるもので、後者はリコピンの含量が全カロチノイドの70~80%のものである。トマトのカロチノイドのうちリコピン以外のものは β および γ カロチン、およびキサントフィル類である。いずれにしてもトマトの色調の良否は含有されているカロチノイドの絶対量によって決定されるものである。わが国に栽培されている加工用品種では、原料規格1等品であれば7~10mg%の範囲に入る。加工原料としては8~10mg%以上のものが望ましい。

トマトのカロチノイドの含量は品種によって異なるが生育、栽培環境によって品種間差異が無視されるほどの差異が生ずる。カロチノイドの生成と成育中の温度（平均温度、積算温度、昼夜の温度差）、日照時間、降雨量、肥料、土壌の状態などを総合した研究結果は少ない。

わが国の加工原料トマトのカロチノイド含量が少ないために合成着色料によって着色せざるを得ない場合が多いが、昨今の加工用トマトはカロチノイド含量の多いものが育成されているので、圃場における収穫、検査の厳正化をはかれば合成着色料の使用の必要はないわけである。

果実および加工品の色調の評価は光電光度計、分光光度計による一定波長に対する吸収および反射率の測定による光電的な方法（Hunter color difference meter, Gardner color difference meter, Agtronなどの測定器）、有機溶媒によりカロチノイドを抽出して、その絶対量を測定する化学的方法とがある。簡易な化学的方法については筆者が本学会第16回大会に発表した。

アミノ酸……搾汁中の遊離アミノ酸をバンスライク法により測定すると60~85mg%の範囲に入る。トマトは他の野菜に比較して特有の味をもっているが、これは遊離アミノ酸が多いことと、とくにグルタミン酸が多くつぎにアスパラギン酸、アラニン、セリン、チロジン、フェニルアラニンなどを含有することによるものである。

アミノ酸の含量とその組成割合と加工品の味との関係についての十分な研究結果はないが、加工原料としては

第3表 原料トマト中の NO₃-N と缶詰の錫の溶出

トマト中の NO ₃ -N (ppm)	室温貯蔵		38°C貯蔵		50°C貯蔵 4週間
	1ヵ月	4ヵ月	1ヵ月	4ヵ月	
12.25	91	142	138	146	193
7.50	52	78	92	119	140
5.50	60	78	82	109	151
4.90	39	57	73	96	139
4.30	39	55	67	90	125
3.50	41	53	54	87	110
1.75	40	48	55	84	79
1.00	30	36	54	62	64

品 種	NO ₃ -N (ppm)	37°C貯蔵		室 温	
		1ヵ月	3ヵ月	1ヵ月	3ヵ月
大 豊	5.4	92	192	80	150
	2.8	45	96	43	80
	1.4	35	63	34	40
H 1 3 7 0	5.8	102	250	82	187
	2.8	26	81	25	43
	1.8	23	45	22	34

70~75 mg % の含量が望まれている。

酸……クエン酸およびリンゴ酸がトマトの主要な酸でいずれも味に関係がある重要な成分である。トマトには遊離酸として 0.35~0.55%, 無機物と結合している結合酸は 0.50~0.60% である。加工用としては遊離酸 0.40~0.45% 程度のものが望ましい。

糖……トマトには蔗糖はほとんど存在せず、ブドウ糖 1.5~2.5%, 果糖 0.5~1.3% 程度が存在する。加工原料としては還元糖として 3.5% 以上含有していることが望ましい。

ペクチン……水溶性、熱可溶性、塩類可溶性および不溶性ペクチンの4種類のペクチンが存在するが、いずれも製品の粘稠性に関係があり、とくに水溶性および熱可溶性ペクチンは粘稠性との関係が深い。しかし各種ペクチン含量と加工品の粘稠性との関係についての研究は少ない。

揮発性成分……トマト特有のニオイは種々の揮発性成分によることはもちろんであるが、好ましいニオイまたは刺激臭、トマトを加工した場合のこれら成分の変化などについての研究は少ない。

硝酸態窒素……トマト果実中 NO₃-N の量と缶詰の錫メッキからの錫の溶出量とは明らかに相関があることがわかり、原料中に NO₃-N が 6 ppm 以上の含量があった場合にはトマト加工品(缶詰)の錫含量が缶詰食品に許

第4表 主要加工用品種から製造されたトマトジュースの品質 (1967年度産)

品 種 採取期日	くりこま			チ コ ー			H 1370		
	8.22	9.6	9.13	8.22	9.6	9.13	8.22	9.8	9.13
搾汁時	屈折計示度 (Bx°)								
	4.4	4.1	4.0	4.2	4.9	4.3	4.5	4.8	3.6
pH	pH								
	4.23	4.40	4.35	4.23	4.36	4.28	4.14	4.34	4.35
缶 内	真空度 (Cm)								
	38	36	47	35	41	41	38	31	45
容 量 (g)	容 量 (g)								
	452	451	437	454	449	451	447	455	438
屈折計示度 (Bx°)	屈折計示度 (Bx°)								
	5.1	4.8	4.3	5.4	5.5	4.9	5.3	3.0	4.7
pH	pH								
	4.31	4.34	4.29	4.30	4.27	4.31	4.37	4.32	4.38
全 固 形 物 (%)	全 固 形 物 (%)								
	5.17	4.67	4.24	5.38	5.15	4.93	5.21	5.10	4.64
不溶性固形物 (%)	不溶性固形物 (%)								
	0.60	0.61	0.56	0.54	0.53	0.56	0.56	0.53	0.57
遠 心 沈 澱 量	遠 心 沈 澱 量								
	4.0	4.4	3.9	4.2	4.8	4.4	4.1	3.5	4.0
比 粘 度	比 粘 度								
	3.01	3.37	3.16	3.23	3.74	4.25	3.12	2.48	2.62
リコピン (mg %)	リコピン (mg %)								
	8.5	7.6	6.3	7.2	7.7	8.0	6.0	6.3	4.9
色 L	L								
	24.4	25.5	25.7	24.2	24.8	24.6	26.0	26.2	27.9
色 a	a								
	21.2	21.2	20.3	19.2	20.6	21.2	19.2	20.2	19.8
色 b	b								
	10.4	11.1	11.3	10.2	10.6	10.9	11.2	11.3	12.1
$\sqrt{a^2+b^2}$	$\sqrt{a^2+b^2}$								
	23.6	23.9	23.3	21.7	23.2	23.8	22.2	23.1	23.2
調 a/b	a/b								
	2.04	1.91	1.81	1.88	1.94	1.94	1.71	1.79	1.64
L b/a	L b/a								
	12.0	13.4	14.2	12.9	12.8	12.8	15.2	14.7	17.1
アミノ態窒素 (mg %)	アミノ態窒素 (mg %)								
	76	82	76	76	83	82	64	66	63
遊離酸 (g/dl)	遊離酸 (g/dl)								
	0.42	0.43	0.40	0.39	0.43	0.39	0.45	0.46	0.39
結合酸 (〃)	結合酸 (〃)								
	0.52	0.54	0.49	0.51	0.51	0.49	0.51	0.52	0.50
ブドウ糖 (〃)	ブドウ糖 (〃)								
	1.98	1.52	1.42	2.12	1.88	1.82	2.08	1.48	1.60
果 糖 (〃)	果 糖 (〃)								
	0.47	0.41	0.39	1.16	0.61	0.50	0.46	0.64	0.60
糖 合 計 (〃)	糖 合 計 (〃)								
	2.45	1.95	1.71	3.28	2.49	2.32	2.54	2.12	2.20

(農林省食糧研究所)

容されている錫の量すなわち 150 ppm 以上になる危険性が多分にある。(第3表参照)したがって昨今では原料中に 3 ppm 以上を含む場合にはトマトジュース以外の製品の加工原料に仕向けている。

原料の NO₃-N の量は品種によって差異があることは判明しているが、生育環境、栽培方法との間には相関が判然としていないのが現状である。

(3) わが国のトマト加工品の国際競争力

わが国に栽培される加工用品種から製造されたトマトジュース(調味していないもの)の品質について分析した結果は第4表のごとくである。

また第2, 3図はわが国に市販され日本農林規格を受検した製品のリコピン含量を測定した結果である。トマトジュースは人工着色を行なわないという農林規格のためから、原料トマト1等品を厳正に選別して製造さ

第2図 トマトジュースのリコピン含量ヒストグラム
(全国トマト工業会)

第3図 トマトケチャップのリコピン含量ヒストグラム
(全国トマト工業会)

れている。トマト加工品の日本農林規格が設定されたのが昭和42年であることから、第2図をみると42年度製品にはリコピン含量のきわめて低い製品もみられるが、43年度製品にはそれがないことは規格が認識され、まもられはじめたことをものがたっている。しかし43年のリコピンの含量平均が低いのは43年の天候がリコピンの生成に不適当な条件であったことがうかがわれる。外国製品のトマトジュースのリコピン含量は9～10mg%のものが多くに比較し、わが国の製品はわずかに低い数値である。製品の国際競争力ということからはさらに原料品種の検討と原料検査の厳正化が望まれるわけである。トマトケチャップも昭和42年度より43年度のほうが一般にリコピン含量が高くなってきている。これは加工業界において製品品質の向上をはかろうとする努力の現われと思われる。しかし外国製品のほとんどは人工着色を行わないものであることから、単に色調に關与するリコピン含量のみをとり上げてみて原料の品質の向上をはからねば貿易自由化の場合には外国製品との競争は不可能であろう。

4. わが国のトマト産業

わが国のトマト加工企業は昭和43年11月現在で100社112工場といわれているが、中小企業がほとんどで、資本金5000万円以下の企業が70%を占め、従業員100名以下の企業が80%を占めている。またその特徴は上位数社で総生産の約80%以上を占めていることである。

わが国のトマト加工の最上位の企業であってもアメリカの6～7位に位する企業と同程度の売上げ高である。

このようにわが国のトマト産業の内容はいささか寒心に耐えないが、昭和37年に社団法人全国トマト工業会が設立されて、トマト加工業界の足なみがそい技術改善、製造合理化による業界の体質改善と製品品質の向上がはかられ、農林規格の設定により商品としての品質保証も行なうよう努力が積み重ねられていること、農林省において

第5表 年次別品目別製品生産状況

(単位: トン)

	トマト ベース ト	トマト ピュー レー	トマト ジュ ース	トマト ケチャ ップ	トマト ソリバ ック (トマト かん詰)	その他 (スープ を含む)	計	製品総 生産量 の伸び 率 (35年 =100)
35年	8,180		5,370	16,700	1,117	353	31,720	100
38	372	9,481	12,515	32,569	357	698	55,991	177
39	505	23,764	12,592	34,216	263	240	72,080	227
40	934	10,536	11,408	27,342	394	231	50,844	160
41	682	11,138	16,237	26,357	360	10	54,784	173
42	1,557	18,191	30,320	36,652	471	2,095	89,286	281
43 (推定)	1,437	18,010	32,797	43,823	710	4,850	101,627	321

(資料: 園芸局園芸経済課で主産県の報告を集計した数字である。)

はトマト加工産業振興対策研究会(昭和39, 40年)により, 原料生産および加工業界の問題点の指摘を行ない, 昭和42年から園芸試験場, 食糧研究所において特別研究として, 加工原料トマト素質改善に関する研究が開始されるなど, 業界の生産技術の向上のための裏付けを行な

第6表 ケチャップの消費状況(全国一人当たり)

(単位: 150グラム, 円)

	38年	39	40	41	42
金額	48	56	58	67	68
数量	1.74	2.09	2.21	2.58	2.70
価格	27.66	26.58	26.32	25.6	25.36
前年比	金額	...	116.7	103.6	115.5
	数量	...	120.1	105.7	116.7
	価格	...	96.1	99.0	98.6

総理府「家計調査」

っているので, 近い将来には, わが国のトマト産業は国際競争力をもつに至ることと思われる。

おわりに, わが国における最近のトマト加工品の生産状況およびトマトケチャップの消費状況をみると第5, 6表のごとくである。これらの表からみるとトマト加工品の生産および消費は徐々に増加していることがうかがわれる。