

1983年青森県における リンゴ陸奥等実割れの発生実態

渡辺政弘・山谷秀明・雪田金助
石山正行・清藤盛正

Splitting of 'Mutsu' Apple Fruit during the Growing
Season of 1983 in Aomori

Masahiro WATANABE, Hideaki YAMAYA, Kinsuke YUKITA
Masayuki ISHIYAMA and Morimasa SEITO

目 次

| | | |
|-----|------------------------|-----|
| I | 緒 言 | 85 |
| II | 実割れの症状 | 85 |
| 1. | 前期発生型の症状 | 85 |
| 2. | 後期発生型の症状 | 86 |
| 3. | 前期発生型実割れ果の形態的特徴 | 86 |
| III | 実割れの発生実態 | 88 |
| 1. | 県内における陸奥等実割れの発生状況 | 88 |
| 2. | 弘前地区の実割れ発生状況 | 88 |
| 3. | 実割れの時期別発生状況 | 89 |
| 4. | 実割れの品種別発生率 | 90 |
| 5. | 台木の種類と実割れの発生 | 91 |
| IV | 実割れの発生要因の検討 | 91 |
| 1. | 1983年の気象, 生態及び果実肥大の経過 | 91 |
| (1) | 気 象 | 91 |
| (2) | 生 態 | 93 |
| (3) | 果実の肥大 | 93 |
| 2. | 果実の初期発育と実割れの発生 | 94 |
| (1) | 陸奥の果形指数及び果実の初期発育と気温の関係 | 94 |
| (2) | 実割れの多少と果実の大きさ | 96 |
| (3) | 実割れ果と健全果の肥大量の時期別変化 | 96 |
| 3. | 栽培管理の違いと実割れの発生 | 97 |
| (1) | 被袋の有無と実割れの発生 | 97 |
| (2) | カルシウム塩散布と実割れの発生 | 97 |
| V | 考 察 | 97 |
| VI | 摘 要 | 98 |
| | 引用文献 | 99 |
| | Summary | 100 |
| | 写真図版 | 101 |

I 緒 言

青森県における陸奥の栽培面積は農林水産統計⁴⁾によれば1983年現在1150haで、全栽培面積の4.6%を占めている。また、その生産量は25,200tで、全生産量の4.9%を占め、ふじ、デリシャス系に次いでいる。このように、主要品種の一角を占めている陸奥に1983年7月以降、これまで記録になかった実割れが、青森県の各地で発生した。実割れ果は程度にもよるが、被害の著しい果実では果形がゆがみ、果面まで裂開しているために外観を基だしく損ね、果実によっては腐敗するなど商品性が極度に低下した。また、軽症果では外観から被害果であることが見分けられないことが多く、貯蔵及び流通上に懸念がもたれた。

発生率は20%程度で、被害量はおよそ5,000tと推察され、被害額は、実割れ果が加工用に需要があると見て、当年の市場価格から算出すると14.2億円に達すると推察される。もっとも、後述するように実割れ障害は陸奥に限らず、他の品種にも発生しているの、被害はさらに上回るものと見られる。

なお、本年における青森県以外での実割れの発生は、山形県及び長野県では認められていないが、北海道、秋田県、岩手県、宮城県及び福島県で確認されている。岩手県及び秋田県では局部的に多発し、岩手県では陸奥、つがる、スターキングデリシャス及び鶴の卵に発生した。同県北上市六原の岩手県農業短期大学農場では鶴の卵が全果実割れし、また、花巻市太田地区の一般生産園では陸奥の普通台樹に20.7%、つがるのわい性台樹に6.0%、そしてスターキングデリシャス普通台樹に0.6%の実割れが認められている。秋田県の県北では陸奥が10%程度実割れしたほかジョナゴールドにも発生が認められている。

従来、リンゴの実割れは、梗あぶなど果実表面に見られるき裂が一般的に知られているが、今年、発生した実割れは、りんご試験場においてはこれまで鶴の卵、生娘、ノプロ、黄龍及び鳳凰卵など一部の在来種で観察されているだけで、現在、本県で栽培している主要品種の中に

はその記録がない果実の内部から裂開する症状である。鶴の卵については、これまで2、3の報告があり、栃内(1934年)⁵⁾及び井藤(1941)⁶⁾によれば、鶴の卵の実割れは発生時期が明らかでないが、リンゴ品種の中では特異的に多い。実割れ果の外観は、見かけは大果で、果実表面の肩部あるいは中胴部よりていあ部にかけて筋状のくぼみが数筋生じている。果形は扁平で、重症果では、がくあ及びていあ部から心皮にわたって大きく縦裂して褐変し、時には果心から横方向にもき裂するとしている。したがって、これらの報告に照して今年の実割れの症状を見ると、鶴の卵の実割れに著しく類似している。

このようなことから、筆者らは青森県内の陸奥を主体に実割れの発生実態を調査し、今後の防止対策の一助とするため地域や栽培条件と被害程度の関係あるいは実割れ症状の進展の有無及び実割れの発生要因等について若干の検討を行ったので報告する。

本調査にあたっては多数の方々のご協力、御援助をいただいた。青森県りんご試験場工藤祐基場長、同相馬盛雄次長及び同小原信実栽培部長の各氏には、本調査に深い御理解をいただき、適切な御助言並びに激励を賜った。県内各地における調査は、青森県りんご課、青森県畑作園芸試験場、青森県各地区農林事務所など各機関の職員及びりんご試験場各科職員の絶大な御協力のもとに実施できた。また、本県外の実割れ発生状況については、北海道中央農業試験場渡辺久昭研究職員、岩手県園芸試験場伊藤明治果樹部長、秋田県果樹試験場久米靖穂主任専門研究員、山形県園芸試験場木戸啓二果樹部長、宮城県園芸試験場川原田忠信果樹科長、福島県果樹試験場後藤久太郎専門研究員、同会津試験地鈴木正安専門研究員並びに長野県果樹試験場塚原一幸研究員等の御協力を賜った。さらに、本報告のとりまとめにあたっては農林水産省北海道農業試験場千葉和彦園芸作物第一研究室長の御援助をいただいた。ここに各位に対し、深甚なる謝意を表するとともに厚くお礼申し上げます。

II 実割れの症状

青森県内の実割れは7月以降に確認されたが、その出方は発生時期及び症状から見て、7月(前期)の発生型と9月以降(後期)の発生型に類別される。次に、それぞれの発生型について症状を記すが、実割れ障害は多数の品種に発生しているものの、大同小異と見られる症状なので陸奥を中心にのべる。また、実割れ症状の観察記録とは別に、実割れ果の形態的特徴を把握するために実

割れ果と健全果を計測調査し比較検討を行った。

1. 前期発生型の症状

前期発生型実割れは、りんご試験場圃場では7月16日に認められたが、県内生産者からの聞き取り調査ではこれより早く、7月上旬と見られる。

実割れ果の外観は、被害の軽微な果実では異状が見られないが、症状の進んだものでは果形は扁平で(写真

9), 筋状のくぼみがていあ部から梗あ部にかけて数方向に走り, 果面は甚しく凹凸し奇形化した(写真1, 2, 3)。果実の内部から発したき裂は, 果実内部にとどまらずてい部及び梗あ部の果面まで達し(写真2, 3), 果実によっては果梗まで裂け, 果心部に間隙が生じて透けて見えるほど裂開した。ていあ部の果面にはき裂した際に生じたと思われる果汁の浸み出た果実もみられた。果面のゆがみは果実の肥大に伴なって顕著になった。

内部的には, 障害の軽微な果実では果心線とがく筒部の間に, 横方向に長さ2, 3mmのき裂が認められ, き裂した果肉面は褐変していた(写真4)。また, この程度の被害果ではほとんどの場合, ていあ部側の果心内に乳白色のカルス塊が認められ(写真5), 時間の経過とともに褐変した。他方, これより症状の進んだ実割れ果では, ていあ部側の果心線とていあ部の間を起点に大きく裂開した。裂開方向はていあ部果面及び梗あ部果面に達し, 果心部を中心に大きな空洞となった(写真6左)。き裂は一文字, Y字, 十字状など数方向に生じ(写真7, 8), き裂した果肉面は, 裂開して間もない果実では淡褐色を呈しているが, 時間が経過するにつれて灰褐色~褐色となりコルク化した(写真9)。このように変色したのは裂開面が空気に触れて酸化したためと考えられる。裂開した果肉面の褐変は果肉の表層に限られ, 内部は健全であった(写真6)。内部裂開した果実の中には果心内にカビが発生していたが, これは裂開後に侵入して寄生したものと思われる。なお, 実割れした果実の一部は7月中旬から落果し, 収穫期まで続いた。収穫期近くの落果は地色が黄色となり, 健全果に比較して明らかに熟期の進んでいるものが多かった。また, 実割れした果実には腐敗したものが一部に認められた。腐敗の原因は裂開及び心カビによるものがほとんどであった。

2. 後期発生型の症状

9月以降に発生が確認された実割れは, 前期発生型同様, 県内各地に見られたが, 被害率は前期発生型よりかなり低かった。後期に実割れした果実の外観は, 軽症果には異状が認められなかった。しかし, 症状の進んだものでは前期発生型とは様相を異にした。すなわち, ていあ部の果面にき裂が認められるが, 前期発生型のように果面が著しくゆがむことはなく, ていあ部に多少凹凸を呈する程度であった(写真11)。

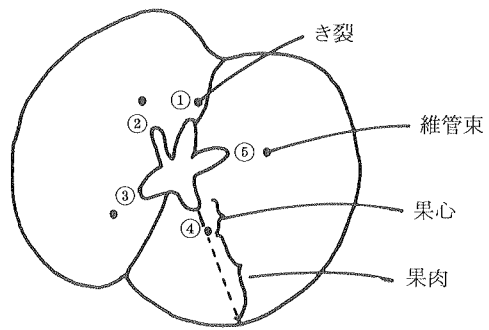
内部的には, 軽症果ではていあ部側の果心線とていあ部の間に小さなき裂, あるいはていあ部側の果心内にカルスを形成し, 褐変していた(写真4, 5)。被害が著しい果実では, き裂が横方向に同心円状に生じ, 裂開した果肉の表面は褐変し, コルク化していた(写真12)。き裂が激しいものでは横方向に生じたき裂が, 果心線と

果面のほぼ中央部で縦方向に進み, ていあ部方向に生じたき裂は果面まで到達した(写真13, 14)。

3. 前期発生型実割れ果の形態的特徴

調査方法

7月18日に陸奥, 8月12日に青リ3号(東光×リチャードデリシヤス)をそれぞれ実割れ果と健全果各15果採取し, 果心部及び果肉部の厚さをノギスで測定した。この場合果心部の厚さは, 心室の先端部と維管束までの間とし, 果肉の厚さは維管束から果皮までとした。また, 種子は胚乳が十分入っていないものでも, 大きさが胚乳の十分入っている種子と同等な場合は種子とみなし, 各心室ごとにその数を調査した。実割れ果ではき裂の入っている心室を便宜的に起点①とし, 左廻りに②, ③, ④, ⑤(第1図)の符号をつけ, 各心室ごとに種子数を調査する一方, き裂の発生部位についても調査した。でん粉の集積状況は果実横断面にヨウ素・ヨードカリ液を塗布して調査した。



第1図 果実横断面

結果

果実の大きさについて実割れ果と健全果を比較してみると, 陸奥及び青リ3号とも縦・横径の長径では差がないが, 短径では両品種とも実割れ果が健全果より小さい傾向があった(第1表)。果実内部のき裂の生じ方は本調査の陸奥では心室①と③, ④間の二方向が多く, 青リ3号では多方向にき裂が生じる果実が多かった(第2, 3表)。また, き裂が生じた部位の果肉の厚さを心室①でみると両品種とも健全果より薄く, 青リ3号の実割れ果では果心部の厚さも健全果より薄かった(第4表)。

実割れ果の1果当たり種子数及び1心室当たり種子数は両品種とも健全果と差がないが(5, 6表), 種子乾物重量は陸奥及び青リ3号ともき裂が100%であった心室①では健全果より軽く, 陸奥では他の心室の種子も健全果より軽かった(第7表)。

実割れ果の果心部におけるでん粉反応は健全果に比較して弱く、き裂に沿って果肉部のでん粉は消失していた(写真10)。

第1表 果実の大きさ

| 品種名 | | 陸奥 | | 青リ3号 | | | |
|-----|-----|--------------------|--------------------|------|--------------------|--------------------|-----|
| | | 実割れ果 | 健全果 | 有意性 | 実割れ果 | 健全果 | 有意性 |
| 果径 | 横長径 | 7.30 ^{cm} | 7.16 ^{cm} | NS | 7.63 ^{cm} | 7.66 ^{cm} | NS |
| | 短径 | 6.16 | 6.76 | * | 6.99 | 7.39 | NS |
| 縦径 | 長径 | 6.58 | 6.64 | NS | 6.47 | 6.78 | NS |
| | 短径 | 5.65 | 6.20 | * | 5.61 | 6.28 | * |

第2表 実割れ果の心室別き裂の発生状況

| 品種名 | き裂が生じた心室の割合 (%) | | |
|-----|-----------------|---|------|
| | 陸奥 | 奥 | 青リ3号 |
| ① | 100 | | 100 |
| ② | 0 | | 47 |
| ③ | 20 | | 60 |
| ④ | 13 | | 47 |
| ⑤ | 0 | | 29 |

第3表 実割れ果の心室間のき裂発生状況

| 品種名 | 心室間のき裂発生割合 (%) | | |
|-----|----------------|---|------|
| | 陸奥 | 奥 | 青リ3号 |
| ①と② | 0 | | 0 |
| ②と③ | 0 | | 13 |
| ③と④ | 87 | | 47 |
| ④と⑤ | 0 | | 40 |
| ⑤と① | 7 | | 0 |

第4表 果肉及び果心部の厚さ

| 品種名 | 青リ3号 | | |
|-------|----------------------|----------------------|---------------------|
| | 陸奥 | 奥 | 青リ3号 |
| 心室部位 | 果肉 | 果肉 | 果心 |
| ① | 18.9 ^{mm} a | 22.0 ^{mm} a | 6.5 ^{mm} a |
| ② | 22.0 b | 24.1 b | 7.8 a b |
| 実割れ果③ | 21.5 b | 24.7 b | 7.7 a b |
| ④ | 21.1 b | 24.4 b | 8.0 b |
| ⑤ | 22.3 b | 24.6 b | 8.5 b c |
| 健全果 | 22.6 b | 25.5 b | 9.7 c |

注. 異なるアルファベット間で1%水準で有意差

第5表 種子数

| 品種名 | 1果当たり種子数 | |
|------|----------|--------|
| | 陸奥 | 青リ3号 |
| 実割れ果 | 7.53 個 | 7.60 個 |
| 健全果 | 8.93 | 6.53 |
| 有意性 | NS | NS |

第6表 心室別種子数

| 品種名 | 各心室の種子数 | |
|-------|---------|--------|
| | 陸奥 | 青リ3号 |
| 心室 | 陸奥 | 青リ3号 |
| ① | 1.33 個 | 1.06 個 |
| ② | 1.67 | 1.46 |
| 実割れ果③ | 1.33 | 1.20 |
| ④ | 1.53 | 1.20 |
| ⑤ | 1.60 | 1.60 |
| 健全果 | 1.63 | 1.53 |
| 有意性 | NS | NS |

注. 健全果の種子数は1心室当たりで示した。

第7表 種子乾物重量

| 品種名 | 種子乾物重量 (g/100粒) | | |
|------|-----------------|------|------|
| | 陸奥 | 奥 | 青リ3号 |
| 区分 | 心室 | 陸奥 | 青リ3号 |
| 実割れ果 | ① | 1.26 | 2.33 |
| | ②③④⑤ | 1.27 | 2.74 |
| 健全果 | | 1.35 | 2.64 |

Ⅲ 実割れの発生実態

県内で、陸奥主体に実割れ果が多発したために、実割れの症状別発生率及び実割れ被害の進行状況を調査する一方、地域や園地による実割れ果率の相違を検討するために開花の早晚、土壌の種類及び土壌の乾湿等との関連についても実態調査を行った。また、実割れ被害の品種間差異や、果実の肥大と実割れの関係についても検討を加えた。さらに、台木の種類と実割れの関係を追究するために、マルバカイドウを対照として数種の台木についても検討を行った。

1. 県内における陸奥等実割れの発生状況

調査方法

7月25日及び10月12、13日の2回にわたり調査したが、7月には25地区33園、10月には32地区40園を対象に1園3樹、1樹当たり100果について実割れ果率を調査した。また、1樹当りの落果数及び落果の実割れ果率を1園30果について調査した。なお、10月に調査した40園中15園は7月にも調査した園地であり、津軽地方の31園では樹上健全果の縦、横径を1園30果についてノギスで測定した。

実割れ果発生率の算出については、10月の実割れ果率が7月より低い園では、実割れ果率が低下していない園の7月時点の実割れ果発生率の逆正弦変換値(X)と10月時点の実割れ果発生率の逆正弦変換値(Y)との回帰式 $Y=0.749X+12.9$ ($n=9$, $r=0.719^*$) から実割れ果率を推定した。

結果

実割れ果の発生率を奥羽山系を境に日本海側の津軽地方と太平洋側の県南地方に区分して見ると、7月調査では前者が12.2%に対して後者が3.9%、10月調査では前者の22.4%に対して後者が29.6%の発生率で、両地方とも調査時期が収穫期近くなって発生率が高くなっているが、地域間の差は園地によるふれが大きく有意差はなかった(第8表)。また、開花の早晚、土壌の乾湿及び土壌の種類による実割れ果率の差もみられなかった(第9、10、11表)。

第8表 地域と実割れ果率

| 地域 | 時期 調査数 | 7月 | | 10月 | |
|---------------|-----------|-----|------------|-----|------------|
| | | 園地数 | 発生率 (%) | 園地数 | 発生率 (%) |
| 津 | 軽 | 15 | 12.2 | 15 | 22.4 |
| 県 | 南 | 6 | 3.9 | 8 | 29.6 |
| 有意性 (t-検定) | | NS | | NS | |

第9表 開花の早晚と実割れ果率

| 開花 時期 | 園地数 | 発生率(%) |
|---------------|-----|--------|
| 早 | 11 | 14.7 |
| 晩 | 18 | 16.7 |
| 有意性 (t-検定) | | NS |

第10表 土壌の乾湿と実割れ果率

| 乾湿の 程度 | 園地数 | 発生率(%) |
|---------------|-----|--------|
| 乾 燥 | 16 | 16.0 |
| 湿 潤 | 16 | 15.2 |
| 有意性 (t-検定) | | NS |

第11表 土壌の種類と実割れ果率

| 土壌の 種類 | 発生率(7園地平均)(%) | |
|---------------|---------------|----|
| 沖積土 | 8.8 | |
| 残積土 | 17.9 | |
| 火山灰土 | 18.9 | |
| 有意差 (t-検定) | | NS |

1樹当たりの落果数は、7月調査では6.8果、10月調査では8.4果で、落果の実割れ果率はそれぞれ88%及び38%であった。

10月調査果で、健全果の縦、横径、果形指数(横径/縦径)と実割れ果発生率の逆正弦変換値との相関係数を検討したところ、それぞれ0.510***、0.418**、-0.228NSで、果実の大きい園地ほど実割れ果率が高い傾向にあった。

2. 弘前地区の実割れ発生状況

弘前管内のリンゴ栽培面積は6,170haで、県内の26.3%を占める有数の生産地であることから、同管内の実割れの発生実態について、ふじ、スターキングデリシャス及び陸奥を対象に調査した。

調査方法

8月30日に管内の18園，1園地3樹を供試し，上記3品種を対象に，1樹当たり30～34果について外観から実割れの有無を調査した。また，13園においては1園から落果1～6果，樹上果10果を採取して種子数を調査し，比較検討した。

結果

実割れの品種別発生率は陸奥が約10%で高く，ふじ及びスターキングデリシャスは1%台か，それ以下で低かった(第12表)。

落果数は実割れが多かった陸奥では1樹当たり2.3果あり，このうち73%は実割れ果であった。また，落果と樹上果で種子数には差がなかった(第13表)。

第12表 主要三品種の実割れ発生状況

| 品 種 名 | 発 生 率 (%) |
|-------------|-----------|
| ふ じ | 1.11 a |
| スターキングデリシャス | 0.73 a |
| 陸 奥 | 9.83 b |

ダンカンの多重検定による。異なるアルファベット間で1%水準で有意差あり。

第13表 陸奥の落果と樹上果の種子数

| 区 分 | 種 子 数 | | |
|---------|--------|--------|--------|
| | 完全種子 | 不完全種子 | 合 計 |
| 落 果 | 1.80 個 | 4.54 個 | 6.34 個 |
| 樹 上 果 | 2.43 | 4.23 | 6.66 |
| ※ 有 意 性 | NS | NS | NS |

※ 対応のある場合のt-検定

3. 実割れの時期別発生状況

調査方法

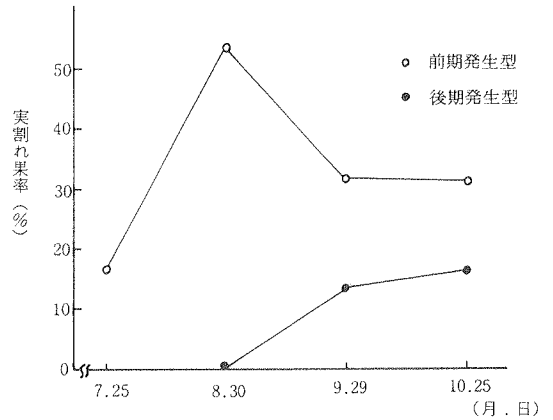
実割れ被害の進行状況を検討するために，岩木町新岡，板柳町横沢，浪岡町源常平及びびりご試験場圃場のマルバカイドウ台陸奥成木を対象に，現地では1地区3樹から計46～100果について7月25日以降10月25日までに4

回調査した。調査方法として，7月25日の調査は着果しているものについて肉眼観察で行ったが，8月以降は果実を採取，切断して実割れの有無及び症状を調査した。また，りんご試験場圃場においては3樹，計60果にラベルし，6月1日から10月21日までは10日ごとに肉眼観察を続け，実割れの有無及び落果調査を行ったが，11月1日にはラベルしたものの全果を採取，切断して実割れの有無及び症状を調査した。

結果

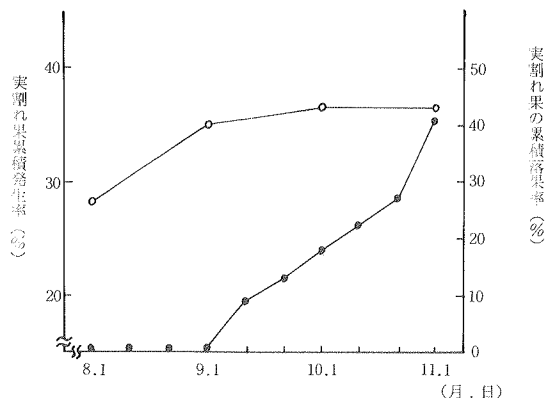
現地3地区における実割れの発生は，いずれの地区でも7月から見られ，既述したように前期発生型及び後期発生型の両タイプの実割れが認められた。前期発生型実割れの時期別発生率は，8月の54%がピークで，その前後が低かったが，7月は肉眼観察で果実を切断して調査しなかったために発生率が低く，9月以降は実割れ果に落果が多く，これが園外に撤去されたために低率となったものと考えられる(第2図)。

後期発生型実割れは9月に発生し，収穫期まで増え続け17%に達したが，前期発生型実割れ果率よりかなり少なかった(第2図)。



第2図 現地における実割れ果率の変化

他方，りんご試験場圃場の実割れは，前期及び後期発生型とも認められたが，両発生型の合計値で推移を見ると，果実の外観から確認できる実割れは，8月1日には28.3%で以後増加し，9月21日には36.7%に達し，その後，横ばいで経過した(第3図)。また，11月1日には果実を採取して切断調査した結果，裂開が果実内部にとどまり，外観上実割れと判別出来なかったものが11.7%あった。したがって，外観から判別困難なものを加えた実割れ果の総発生率は48.3%に及んだ。実割れ果の落果は9月に入って認められ，その後も増え続けて収穫期の11月1日には40.9%に達した。



第3図 りんご試験場内の実割果累積発生率 (○) と実割れ果の累積落果率 (●)

4. 実割れの品種別発生率

調査方法

りんご試験場の黒石圃場及び藤崎圃場に栽植している M26, 1部M9A, M27, MM102及びマルバカイドウ

台の23品種、樹齢7～8年生1部28年生樹を供試し、各品種の成熟期に37～190果を収穫し、果実を切断して実割れの有無及び果実の大きさを調査した。

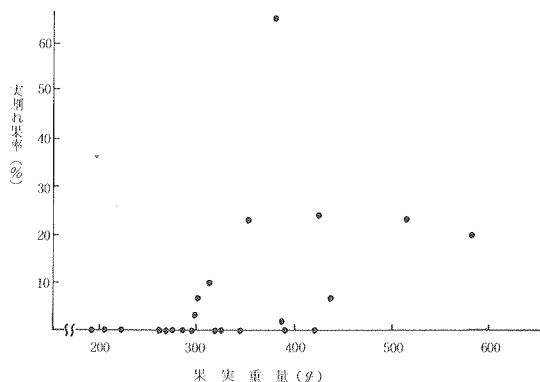
結果

実割れ果の品種別発生率は第14表のとおりである。鶴の卵が60%台で圧倒的に高く、次いでプライムゴールド、陸奥、東光及び世界一が20%台、つがる、ジョナゴールド、青リ3号、ニューサマーキング及びリチャードデリシャスが10%台の発生率で、レッドゴールド、紅玉、スターキングデリシャス、ふじ、金星、国光、ゴールデンデリシャス、恵、はつあき、ガラ、旭、祝及び北の幸の13品種には実割れがなかった。ただし、レッドゴールド、スターキングデリシャス及びふじについては、りんご試験場の本調査対象以外の一般圃場及び県内の一般生産園で発生が認められている。その他、第14表以外の品種ではジュライレッド、ビスタベラ、モリーズデリシャス、北斗、スパイゴールド、4-23 (ふじ×マヘ7)、19号 (ゴールデンデリシャス×印度)、マヘ7 (〔印度×ゴールデンデリシャス〕×旭) 及びNYE-18 (生娘×不明) などで実割れが観察された。

第14表 品種別実割れ発生率

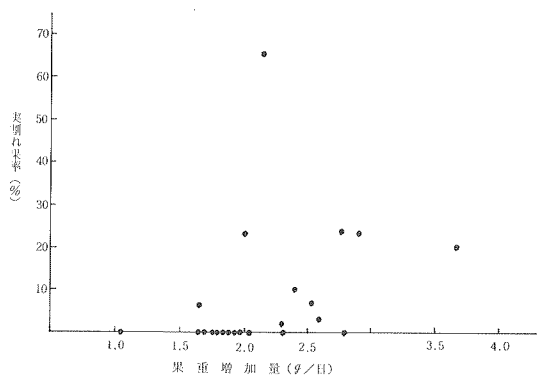
| 品種名 | 区分 | 収穫 | 調査 | 果重 | 実割れ | 実割れ | 備考 |
|-------------|----|-------|-----|-----|-----|------|------------|
| | 月日 | 月日 | 果数 | 重量 | 果数 | 果率 | |
| 鶴の卵 | | 月日 | | g | | % | |
| 鶴の卵 | | 11.9 | 37 | 381 | 24 | 64.9 | M9A. 8年生 |
| プライムゴールド | | 10.7 | 46 | 426 | 11 | 23.9 | M26. " |
| 陸奥 | | 10.28 | 190 | 519 | 44 | 23.2 | マルバ. 28年生 |
| 東光 | | 10.28 | 56 | 353 | 13 | 23.2 | M26. 8年生 |
| 世界一 (俗称) | | 10.12 | 60 | 583 | 12 | 20.0 | " " |
| つがる | | 9.14 | 60 | 314 | 6 | 10.0 | " " |
| ジョナゴールド | | 10.24 | 69 | 437 | 5 | 7.2 | " " |
| 青リ3号 | | 11.1 | 60 | 302 | 4 | 6.7 | " " |
| ニューサマーキング | | 8.30 | 60 | 300 | 2 | 3.3 | " " |
| リチャードデリシャス | | 10.21 | 60 | 388 | 1 | 1.8 | " " |
| 紅玉 | | 10.13 | 53 | 264 | 0 | 0 | " " |
| レッドゴールド | | 10.12 | 60 | 297 | 0 | 0 | " " |
| スターキングデリシャス | | 10.12 | 55 | 270 | 0 | 0 | " " |
| 金星 | | 11.9 | 60 | 321 | 0 | 0 | " " |
| ふじ | | 11.2 | 60 | 323 | 0 | 0 | " " |
| 国光 | | 11.2 | 60 | 190 | 0 | 0 | " " |
| ゴールデンデリシャス | | 10.21 | 53 | 347 | 0 | 0 | " " |
| 恵 | | 10.28 | 56 | 322 | 0 | 0 | " " |
| はつあき | | 9.27 | 60 | 391 | 0 | 0 | MM102. 7年生 |
| ガラ | | 9.27 | 60 | 272 | 0 | 0 | M26. 8年生 |
| 旭 | | 9.27 | 60 | 286 | 0 | 0 | M9A. 7年生 |
| 祝 | | 8.23 | 60 | 223 | 0 | 0 | M27. 7年生 |
| 北の幸 | | 8.23 | 60 | 200 | 0 | 0 | M26. 8年生 |

また、第14表から各品種の果実重量と実割れ果率の関係を見ると、第4図のとおりである。すなわち、果実重量が300g未滿の品種は8品種あるが、本調査ではいずれにも実割れの発生はなかった。これに対して、300g以上の品種では15品種中10品種に実割れの発生があり、大玉系品種で実割れの発生が認められた。しかし、300g以上の品種の中で果実重量と実割れの発生率の間に相関はなかった。なお、実割れの発生率が、大玉系品種で高



第4図 各品種の果実重量と実割れ果率との関係

いことから、各品種の満開日から収穫日までの期間において、果実重量1日当たりの増加量と実割れ発生率の関係を検討した結果、1日当たりの果重増加量が2g以上の品種で実割れが多く、12品種中9品種に実割れが認められた。これに対して、1日当たりの果重増加量が2g未滿の品種では実割れが少なく、11品種の中で実割れの認められた品種は1品種のみであった(第5図)。



第5図 各品種の果重増加量と実割れ果率との関係

5. 台木の種類と実割れの発生

調査方法

りんご試験場圃場のM26, M7, MM102, MM106及びマルバカイドウ台陸奥を各7樹供試して、10月7日に着果している全果について外観から認められる実割れ状況を調査し、台木間差を検討した。なお、実割れ発生率は逆正弦変換して、その値の違いに差があるかどうか検討した。

結果

各台木に接いだ陸奥の実割れ状況は、MM102及びM26台がMM106、マルバカイドウ、M7台より少なかった(第15表)。

第15表 台木の種類別実割れ発生率

| 台 | 木 | 調査果数 | 実割れ果率(%) |
|----|---------|------|----------|
| MM | 102 | 57 | 1.7 a |
| M | 26 | 38 | 2.9 a |
| MM | 106 | 87 | 11.2 b |
| | マルバカイドウ | 454 | 13.2 b |
| M | 7 | 159 | 13.9 b |

注. 異なるアルファベット間で5%水準で有意(ダンカンの多重検定)

IV 実割れの発生要因の検討

本年、陸奥等に多発した実割れは極めて特異的な生理現象と見られる。このため、本年の気象、生態及び果実肥大の経過を精査し、平年値と比較検討した。特に、果実の肥大については本年の場合、大きさ及び果径の発育過程が平年とかなり様相を異にしていることから、陸奥中心に果実の発育経過と実割れの関係について検討した。

また、栽培管理の違いと実割れの関係を究明するために被袋の有無及びカルシウム塩の散布などの点からも検討した。

1. 1983年の気象、生態及び果実肥大の経過

(1) 気象

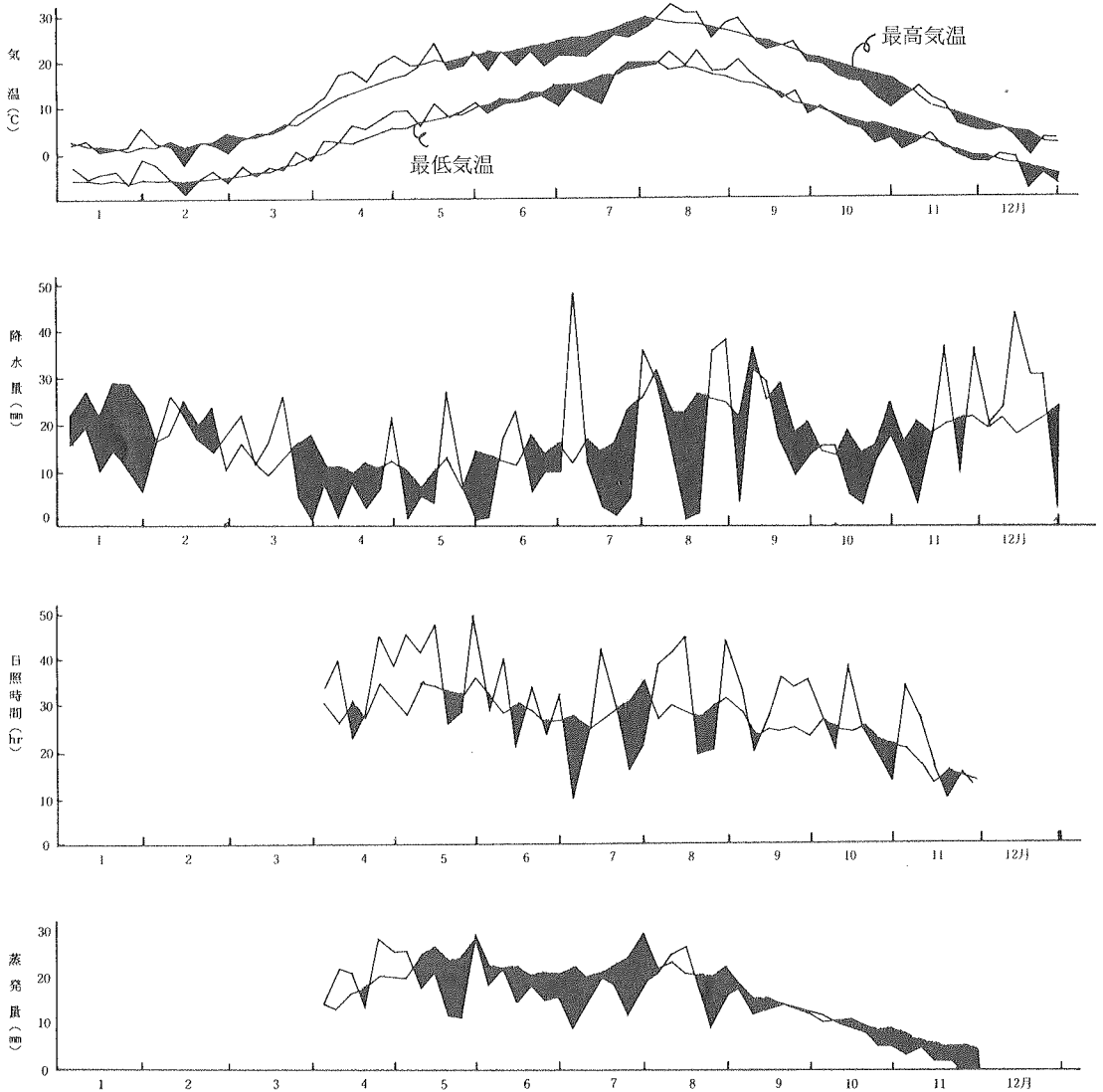
りんご試験場(東経140度37分, 北緯40度38分, 海拔

約70m)における気象観測結果から半旬別に気温、降水量、日照時間及び蒸発量の経過をみると次のとおりである。

気温：前年12月からの暖冬傾向は2月1半旬まで続き、平年より最高、最低気温ともおおむね高めに経過した。その後、3月3半旬までは最低気温はほぼ平年並であったが、最高気温は平年より低かった。ところが、3月5半旬から5月3半旬にかけて高温に転じ、最高気温は4月2、3、5、6半旬及び5月3半旬が3.6~5.0℃、最低気温は4月3、6半旬、5月1及び3半旬は3.3~

4.3℃平年よりそれぞれ高かった。しかし、5月4半旬以降7月6半旬までは低温となり、最高気温は6月1、3、5半旬、7月1、2及び5半旬が3.0~4.4℃、最低気温は6月6半旬、7月2、3半旬が3.4~5.5℃平年よりそれぞれ低かった。8月以降9月5半旬までは平年より総じて高く、中でも8月2、3、4半旬の最高気温は30℃以上を記録した。9月6半旬以降は平年より高い時期もあったが、平年より全般に低かった。

降水量：前年12月からの少雨傾向は2月5半旬まで続き、この間の雨量は平年の377.6mmに対して、本年は25



注．気象は平年差を表わしたもので、白地は平年より高く、黒地は平年より低いことを示す。

第6図 1983年の気温、降水量、日照時間及び蒸発量

7.5mmで平年比68.3%であった。しかし、2月6半旬から3月4半旬までは多雨となり、平年の50.0mmに対し、本年は95.3mmで平年比190.6%であった。その後、4月6半旬から8月6半旬までは4半旬ないし5半旬ごとに平年を上回る降水量があったが、全般的に少雨であった。とりわけ、3月5半旬から5月3半旬までは平年の124.8mmに対して、本年は63.7mmで平年比51.0%、8月1半旬から同4半旬までは平年の103.4mmに対して、本年は46.1mmで平年比44.6%で少なかった。また、9月以降も雨量が少なく、この傾向は11月3半旬まで続き、平年の301.8mmに対して、本年は208.6mmで平年比69.1%であった。11月4半旬以降は平年比125.7%で多雨であった。この結果、月別にみても平年より多雨であったのは12月のみで、2月、7月及び11月は平年並、他の月はいずれも平年より少なく、年間の降水量は平年の1304.9mmに対して、本年は1104.3mmで平年比84.6%であった。また、生育期間の4月から10月までについてみるとさらに少なく、平年の716.1mmに対して本年は564.0mmで平年比78.8%であった。特に夏期の6月から8月は土壌の乾湿の変動が大きく、6月始めより月半ばにかけて、深さ30cmの土壌水分は、テンションメーター示度 (cm/H₂O) が600前後で灌水を必要とするほど土壌が乾燥した。

日照時期：4月以降11月までの観測結果をみると、平年より連続的に多照を記録した時期は4月1、2半旬、4月4半旬から5月3半旬、7月3、4半旬、8月1、2、3半旬、8月6半旬から9月1半旬、9月3半旬から10月1半旬及び11月1、2、3半旬であった。反対に平年より連続的に少照であった時期は5月4、5半旬、7月5、6半旬、8月4、5半旬、10月4、5、6半旬及び11月4、5半旬であった。この結果、4月から11月までの日照時間は平年の1013.8時間に対して、本年は1450.8時間で平年比143.1%で多かった。

蒸発量：4月以降11月までの観測によれば、平年より全般的に多かった時期は4月から5月1半旬までの時期で、平年の122.4mmに対して、本年は150.7mmで平年比123.1%であった。しかし、5月2半旬から8月1半旬及び10月3半旬以降はいずれも平年より少なく、特に前期の蒸発量は著しく少なく、平年の416.1mmに対して、本年は312.7mmで平年比75.2%であった。また、8月2半旬から10月2半旬まではおおむね平年並であった(第6図)。

以上の結果をリンゴ陸奥を中心とした生理生態の関連でその特徴をみると、休眠期前半の2月始めまでは高温、多照、少雨(雪)で経過した。その後は、低温、多雨(雪)の時期もあって消雪日は3月11日となり、平年より2日遅れた。ところが、発芽日近い3月下旬から幼

果期前半の5月中旬までは高温、少雨、多照であった。しかし、新根、新梢伸長の盛期を迎える6月以降、8月始めにかけては低温、多照で、降雨は4半旬から5半旬ごとに平年を上回る変動著しい降り方であった。このため、6月は月始めから月半ばにかけて、深さ30cm地点の土壌でも灌水が必要なほど乾燥した。また、果実肥大の盛期である8月から9月にかけては高温、多照であったが、降雨は前半と後半が少なく変動が大きかった。成熟期の10月は低温、少雨で、日照は変動大きいが、月間としてはほぼ平年並であった。その他、本年は5月6日に県内全域に降霜があり、県南地方の一部で果実にサビが見られ、果実によっては奇形となる被害があった。また、開花期中は強風の日が多かった。

(2) 生態

本年のりんご試験場圃場における陸奥の生態は第16表のとおりである。本年の生育は平年より発芽日が4日、展葉日が6日、また、開花始め日、満開日及び落花日がそれぞれ12日早く、1947年以降、調査史上、展葉日が2番目に早く、開花始め日、満開日及び落花日は最早を記録した。

また、発芽日から、展葉日、開花始め日、満開日及び落花日までの所要日数は平年よりそれぞれ2日、6日、7日、7日短く、とりわけ開花始め日、満開日及び落花日までの所要日数は、1970年に次ぐ短い記録であった。展葉日から開花始め日、満開日及び落花日までの所要日数も平年より5～6日短く、調査史上、1970年に次いで短かった。ただし、開花始め日から満開日、落花日までの所要日数はほぼ平年並であった。

なお、このように生育の進みが早かったのは陸奥に限らず他の品種も同様の傾向であった。

(3) 果実の肥大

陸奥の果実肥大を6月1日より、収穫期の11月1日まで、およそ10日ごとに測定した結果は第7図のとおりである。それによれば、本年の肥大は幼果期から顕著で、6月1日現在の縦径及び横径は平年より1cm以上も大きく、平年比は縦径で166.0%、横径で201.5%であり、特に横径で際立った。その後の肥大は、一時肥大率で平年より鈍った時期もあるが、初期生育が良好であったこともあって、各時期とも平年を上回って推移した。したがって、収穫果も大きく、重量、縦径及び横径の平年比はそれぞれ133.2%、114.4%、111.1%であった。また、本年の肥大経過の特徴として、後述するように果形指数(横径/縦径)の1になる時期が大幅に早まった。すなわち、果形指数が1になる時期は平年では満開日42日後の6月25日であるが、本年は満開日17日後の5月20日で25日早まった。なお、陸奥以外の品種も同様に果実が大きく、平年比108～149%であった(第7図)。

第16表 1983年度主要品種の生態

| 品種 | つがる | | | 紅玉 | | | デリシャス系 | | | 陸奥 | | | 王林 | | | ふじ | | | 印度 | | | 国光 | | | |
|-----------|-----------|------|-----|------|------|-----|--------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|----|
| | 木 | 平 | 年 | 木 | 平 | 年 | 木 | 平 | 年 | 木 | 平 | 年 | 木 | 平 | 年 | 木 | 平 | 年 | 木 | 平 | 年 | 木 | 平 | 年 | |
| 調査項目 | 年 | 年 | 差 | 年 | 年 | 差 | 年 | 年 | 差 | 年 | 年 | 差 | 年 | 年 | 差 | 年 | 年 | 差 | 年 | 年 | 差 | 年 | 年 | 差 | |
| 発芽日 | 月日 | 月日 | - | 月日 | 月日 | - | 月日 | 月日 | - | 月日 | 月日 | - | 月日 | 月日 | - | 月日 | 月日 | - | 月日 | 月日 | - | 月日 | 月日 | - | |
| 展葉日 | 4.7 | 4.11 | -4 | 4.7 | 4.9 | -2 | 4.8 | 4.11 | -3 | 4.5 | 4.9 | -4 | 4.8 | 4.9 | -1 | 4.7 | 4.11 | -4 | 4.6 | 4.6 | 0 | 4.13 | 4.18 | -5 | |
| 開花始め日 | 4.17 | 4.24 | -7 | 4.15 | 4.20 | -5 | 4.16 | 4.22 | -6 | 4.14 | 4.20 | -6 | 4.16 | 4.23 | -7 | 4.15 | 4.21 | -6 | 4.15 | 4.20 | -5 | 4.24 | 4.29 | -5 | |
| 満開日 | 4.28 | 5.11 | -13 | 4.29 | 5.9 | -10 | 4.30 | 5.10 | -10 | 4.28 | 5.9 | -11 | 4.27 | 5.11 | -14 | 4.29 | 5.10 | -11 | 4.28 | 5.8 | -10 | 5.2 | 5.12 | -10 | |
| 落花日 | 5.3 | 5.16 | -13 | 5.4 | 5.14 | -10 | 5.6 | 5.15 | -9 | 5.3 | 5.14 | -11 | 5.3 | 5.16 | -13 | 5.3 | 5.14 | -11 | 5.3 | 5.13 | -10 | 5.8 | 5.19 | -11 | |
| 落花日 | 5.8 | 5.22 | -14 | 5.9 | 5.20 | -11 | 5.11 | 5.21 | -10 | 5.7 | 5.19 | -12 | 5.7 | 5.22 | -15 | 5.7 | 5.20 | -13 | 5.7 | 5.18 | -11 | 5.13 | 5.25 | -12 | |
| 所要日 | 発芽日~展葉日 | 10 | 13 | -3 | 8 | 11 | -3 | 8 | 11 | -3 | 9 | 11 | -2 | 8 | 14 | -6 | 8 | 10 | -2 | 9 | 14 | -5 | 11 | 11 | 0 |
| | ~開花始め日 | 21 | 30 | -9 | 32 | 30 | -8 | 22 | 29 | -7 | 24 | 30 | -6 | 19 | 32 | -13 | 22 | 29 | -7 | 22 | 32 | -10 | 19 | 24 | -5 |
| | ~満開日 | 26 | 35 | -9 | 27 | 35 | -8 | 28 | 34 | -6 | 28 | 35 | -7 | 25 | 37 | -12 | 26 | 33 | -7 | 27 | 37 | -10 | 25 | 31 | -6 |
| | ~落花日 | 31 | 41 | -10 | 32 | 41 | -9 | 33 | 40 | -7 | 32 | 40 | -8 | 29 | 43 | -14 | 30 | 39 | -9 | 31 | 42 | -11 | 30 | 37 | -7 |
| 日数 | 展葉日~開花始め日 | 11 | 17 | -6 | 14 | 19 | -5 | 14 | 18 | -4 | 14 | 19 | -5 | 11 | 18 | -7 | 14 | 19 | -5 | 13 | 18 | -5 | 8 | 13 | -5 |
| | ~満開日 | 16 | 22 | -6 | 19 | 24 | -5 | 20 | 23 | -3 | 19 | 24 | -5 | 17 | 23 | -6 | 18 | 23 | -5 | 18 | 23 | -5 | 14 | 20 | -6 |
| | ~落花日 | 21 | 28 | -7 | 24 | 30 | -6 | 25 | 29 | -4 | 23 | 29 | -6 | 21 | 29 | -8 | 22 | 29 | -7 | 22 | 28 | -6 | 19 | 26 | -7 |
| 開花始め日~満開日 | 5 | 5 | 0 | 5 | 5 | 0 | 6 | 5 | +1 | 5 | 5 | 0 | 6 | 5 | +1 | 4 | 4 | 0 | 5 | 5 | 0 | 6 | 7 | -1 | |
| ~落花日 | 10 | 11 | -1 | 10 | 11 | -1 | 11 | 11 | 0 | 9 | 10 | -1 | 10 | 11 | -1 | 8 | 10 | -2 | 9 | 10 | -1 | 11 | 13 | -2 | |
| 満開日~落花日 | 5 | 6 | -1 | 5 | 6 | -1 | 5 | 6 | -1 | 4 | 5 | -1 | 4 | 6 | -2 | 4 | 6 | -2 | 4 | 5 | -1 | 5 | 6 | -1 | |

注 1. 生態の調査は次のように行った。

- 発芽日……頂芽の頂部が破れ、青味の現われたものを3個以上認めるとき。
- 展葉日……正しく葉形を認められる葉が1枚でも展開したとき。
- 開花始め日……1~2花開花したとき。
- 満開日……頂花芽の70~80%開花したとき。
- 落花日……頂花芽の70~80%落花したとき。

2. 平年は印度、紅玉、ふじ、陸奥、デリシャス系、国光が1967~1982年の16カ年平均、つがるが1974~1982年の9カ年平均、王林が1979~1982年の4カ年の平均である。

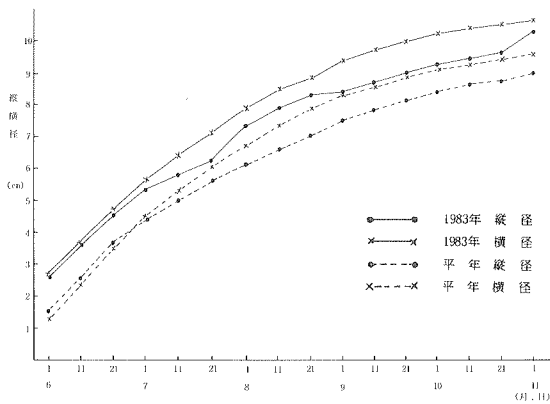
2. 果実の初期発育と実割れの発生

(1) 陸奥の果形指数及び果実の初期発育と気温の関係 調査方法

1964年以降、りんご試験場圃場における陸奥の果実肥大の調査結果をもとに、各年次の6月1日、同11日及び同21日の測定値を直線で結び、満開日30日後の横径、縦径及び果形指数(横径/縦径)を推定した。また、縦、横径値の交叉日を果形指数1.00になる日とし、果形指数が1.00に達した満開日後の日数を推定し、本年と過年度の差異を検討した。さらに、同品種の果実の初期肥大と気温の関係を検討した。

結果

1964年から1982年において、果形指数が1.00に達する満開日後の日数の平均値は42.1日(標準偏差6.2日)であるが、本年は17日で平均値より25日も早く、果実肥大の調査開始以来最も短時間で果形指数が1.00に達し、満



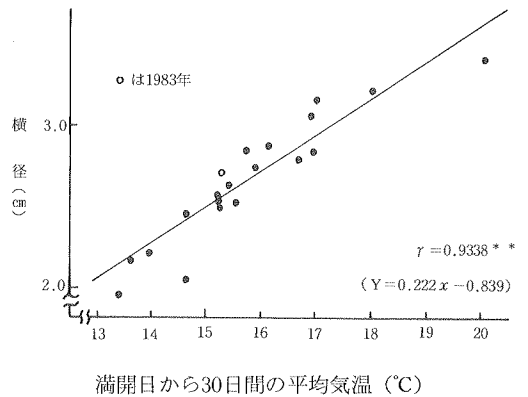
注. 平年値は、1958~1982年までの平均

第7図 陸奥の果実肥大の推移

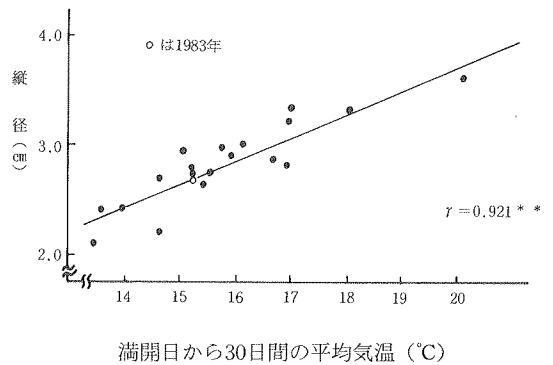
開日30日後以前に果形指数が1.00を越えたのは本年だけであった（第17表）。

第17表 陸奥の満開日30日後の果実の大きさと果形指数が1.00に達する満開日後所要日数

| 年次 | 満開日 | 横径 | 縦径 | 果形指数 | 果形指数1.00に達した満開日後所要日数 |
|------|------|------|------|------|----------------------|
| 年 | 月日 | cm | cm | | 日 |
| 1964 | 5.12 | 2.54 | 2.72 | 0.93 | 40 |
| 1965 | 21 | 2.88 | 2.82 | 1.02 | 30 |
| 1966 | 15 | 2.22 | 2.42 | 0.92 | 40 |
| 1967 | 13 | 2.89 | 3.01 | 0.96 | 34 |
| 1968 | 13 | 2.05 | 2.21 | 0.93 | 39 |
| 1969 | 11 | 1.95 | 2.12 | 0.92 | 45 |
| 1970 | 13 | 2.82 | 2.88 | 0.98 | 40 |
| 1971 | 17 | 2.76 | 2.91 | 0.95 | 40 |
| 1972 | 8 | 2.52 | 2.78 | 0.91 | 54 |
| 1973 | 11 | 2.46 | 2.70 | 0.91 | 51 |
| 1974 | 16 | 3.08 | 3.24 | 0.95 | 40 |
| 1975 | 12 | 2.65 | 2.67 | 0.99 | 44 |
| 1976 | 16 | 3.18 | 3.35 | 0.95 | 39 |
| 1977 | 14 | 2.53 | 2.74 | 0.92 | 48 |
| 1978 | 15 | 2.86 | 2.98 | 0.96 | 40 |
| 1979 | 22 | 3.23 | 3.31 | 0.98 | 40 |
| 1980 | 19 | 3.44 | 3.66 | 0.94 | 41 |
| 1981 | 14 | 2.19 | 2.43 | 0.90 | 55 |
| 1982 | 11 | 2.58 | 2.95 | 0.87 | 41 |
| 1983 | 3 | 2.74 | 2.69 | 1.02 | 17 |



第8図 満開日30日後の横径と平均気温



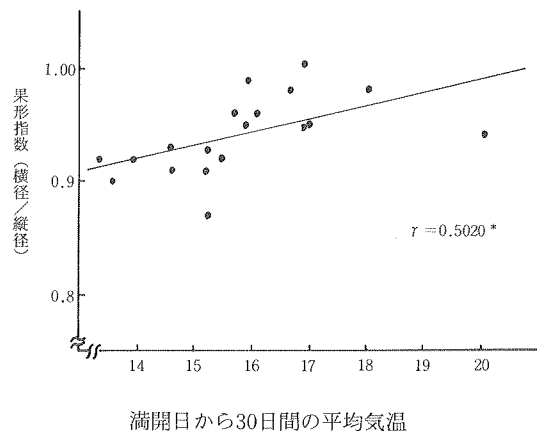
第9図 満開日30日後の縦径と平均気温

果実の初期発育と気温の関係については満開日から満開日30日後までの肥大量とこの間の平均気温が高いほど横径、縦径が大きくなった（第8、9図）。また、果形指数は、異常値と思われる1983年を除いた過年度でも同様の傾向があった（第10図）。なお、本年の4月は前述したとおり、高温で経過したので、4月の気温と果形指数との関係についても検討した。すなわち、従属変数として果形指数（Y）、説明変数として各年次の4月の平均気温（X₁）、満開日から30日間の平均気温（X₂）で重回帰分析したところ、次式に示すような結果で、果形指数に対する4月の平均気温の影響はほとんどなかった。

$$Y = 0.459 + 0.012X_1 + 0.023X_2 \quad R = 0.565$$

(2.3683**) (1.1925) (2.863*)

注（ ）の数値は、推定された係数に対する t 値



第10図 満開日30日後の果形指数と平均気温

(2) 実割れの多少と果実の大きさ

調査方法

岩木町新岡の青り3号（東光×リチャードデリシャス）の実割れ少発生樹3樹及び多発生樹2樹を供試し、それぞれの樹の健全果50果についてノギスで縦、横径を測定して、実割れの発生程度と果実の大きさとの関係を検討した。調査は8月12日に行ったが、実割れの有無は1樹当たり2～3本の結実母枝群を任意に選び、全果について観察調査した。

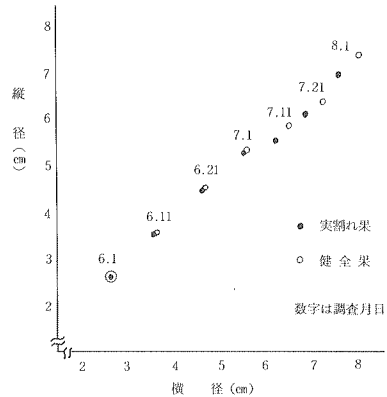
結果

実割れ果率は少発生樹で11.5%，多発生樹で32.9%であり、それぞれの果実の大きさは縦径では差がなかったが、横径では実割れ多発生樹が少発生樹を上回った（第18表）。

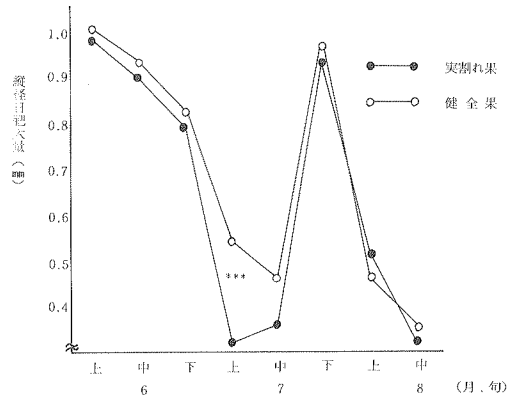
第18表 実割れ果率の多少と果実の大きさ

| 実割れ果 率の多少 | 実割れ 果 率 | 横 径 | | 縦 径 |
|--------------|------------|------|------|------|
| | | 長 径 | 短 径 | |
| | % | cm | cm | cm |
| 多 | 32.9 | 7.65 | 7.29 | 6.87 |
| 少 | 11.5 | 7.31 | 6.99 | 6.76 |
| 有意性（t検定） | | * | * | NS |

注. 果実の大きさについては健全果を対象に測定した。



第11図 果実の横径、縦径の変化



注. ***は0.1%水準で有意差（t-検定）

第12図 縦径日肥大量の経時変化

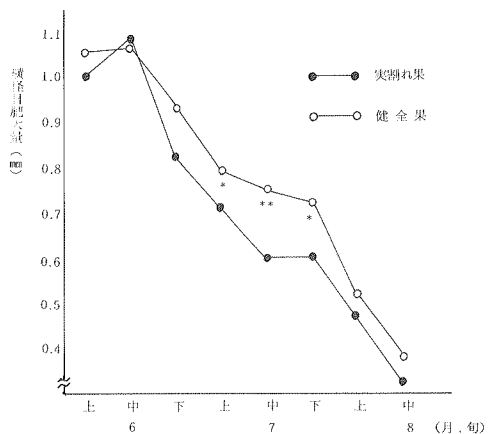
(3) 実割れ果と健全果の肥大量の時期別変化

調査方法

りんご試験場の果実肥大調査対象樹の陸奥（マルバカイドウ台16年生，6月1日以降10日ごと調査）に8月1日実割れ果の発生を確認した。このため、実割れ果と健全果を夫々16果抽出し、6月上旬から8月中旬までの肥大状況を継続調査し比較検討した。

結果

健全果と実割れ果の大きさに差がみられた時期は7月11日以降で、実割れ果が健全果より小さかった（第11図）。これは、縦・横径の日肥大量が7月上旬に実割れ果が健全果に比べて少ない結果によるためである。ちなみに、日肥大量は縦径は7月上旬、横径は7月中旬がいずれも実割れ果が健全果に比較して劣った（第12、13図）。



注. *は5%水準，**は1%水準で有意差（t-検定）

第13図 横径日肥大量の経時変化

3. 栽培管理の違いと実割れの発生

(1) 被袋の有無と実割れの発生

調査方法

りんご試験場で高接した陸奥の成木に1部被袋した5樹を供試し、10月上旬に被袋の有無による実割れ果率の相違を検討した。なお、有袋区の小袋がけは6月6～7日に行い、大袋へのかけかえは7月4日に行った。実割れの発生率は逆正弦変換し、統計処理した。

結果

被袋の有無で、実割れ果率には差がなく、この結果は、10月に津軽地方において31園を対象に行った実割れの発生実態でも同様で、有袋園と無袋園で実割れ果率に差がなかった(第19表)。

第19表 被袋の有無と実割れ発生率

| 被袋の有無 | 実割れ発生率 |
|-------|--------|
| 有袋 | 15.8 % |
| 無袋 | 21.6 |
| 有意性※ | NS |

※ 対応のある場合のt検定

(2) カルシウム塩散布と実割れの発生

調査方法

りんご試験場内のM26台陸奥8年生樹に炭酸カルシウム(0.27%)、乳酸カルシウム(0.41%)、塩化カルシウム(0.2, 0.4%)、硝酸カルシウム(0.25, 0.49)、酢酸カルシウム(0.24, 0.48%)を5月20日から7月6日までに5回散布し、カルシウム塩類の実割れ防止効果を検討した。実割れの有無及び果実の大きさは7月20日に調査したが、実割れ果率は全果について、また、果実の大きさは、1樹当たり5果について横径を測定した。実割れ発生率は逆正弦変換し、統計処理した。

結果

カルシウム塩を散布した樹では実割れ果がなかったが、果実は無散布樹より小さかった(第20表)。

第20表 カルシウム塩散布と実割れの発生

| 処 理 | 樹 数 | 実 割 れ 率 | 果実横径 |
|---------------|-----|---------|---------|
| カルシウム塩散布 | 8 本 | 0 % | 6.72 cm |
| 無 散 布 | 8 | 6.2 | 7.10 |
| 有意性 (t-検定) | | *** | * |

V 考 察

前期発生型の実割れの発生時期は、陸奥の場合、果実の外観から確認されたのはりんご試験場圃場では7月16日であったが、果実内部で実割れした時期はこれより早かったものと考えられる。すなわち、6月以降において実割れ果と健全果の日肥大量を縦・横径で比較してみると7月上旬は前者が明らかに劣り、7月11日現在の果径は実割れ果が健全果より小さい。このことは実割れしたために肥大が鈍化したと見られることから、果実の内部にき裂が生じ始めた時期は7月上旬で、その後症状が進み、7月中旬に至ってき裂が果面まで及んだものであり、実割れの原因が生じた時期は7月上旬かそれ以前と考えられる。実割れ果率は収穫期まで増え続け、一部は熟期が早まって落果した。また、後期発生型の実割れは9月に入って認められ、収穫期まで増加し続けた。このように実割れ果が収穫期まで増加傾向をたどったことは、果実の肥大が収穫期まで続いていることに関係があるものと考えられる。

本症状に類似した実割れに関する報告は緒言でも述べ

たとおり、これまで鶴の卵のみであり、その症状は枳内⁹⁾は北海道において、がくあ及びていあ部から心皮にかけて縦に割裂し、果実によっては果心から横に裂けることもある。しかし、いずれにしても割裂が果面に及ぶことはなく、外観に異状は認められないとし、また、井藤¹⁾は岩手県の同品種について枳内とほぼ同様のことを報告しているが、被害が著しい果実では外観にも影響があり、肩部あるいは中胴部よりていあ部にかけて数筋の凹陷を生じ、果形がゆがむとしている。本調査の陸奥の例では既に述べたような症状で、前期発生型の実割れはき裂の発生部位、き裂の生じ方から見て鶴の卵に類似し、果面のゆがみ方もおおむね井藤の調査結果と同様であった。ただし、後期発生型については、発生時期及びき裂の生じ方が前期発生型と明らかに異なり、その兆候も7月頃の幼果期にあったか否かは明らかでない。

実割れ果の形態的特徴として、枳内⁹⁾は鶴の卵の実割れ果では一般に大きく、果実の發育に均等を欠き不正形を呈しているものが多いとし、井藤¹⁾は同品種の実割れ

は果形が扁平で種子数の多い果実が多発し、果実は裂開しているために見かけは大きいものの重量では健全果と差がないとしている。一方、本年の実割れは果実重量が300g以上の品種、果実の大きい樹で多発の傾向があったが、これらのことを総合してみると果実の肥大と実割れの発生には密接な関係が示唆される。実割れ果の果形については不正形あるいは扁平現象は鶴の卵と類似しているが、この現象は果実の内部が縦裂した実割れが原因と考えられる。なお、実割れ果の種子数は健全果と差がなかったが、実割れ果ではき裂した心室内の種子の乾物重が健全果のものより軽く、き裂は果肉の薄い部位に多く見られた。このことは実割れしたために種子が発育不全に陥ったと見ることもできるが、果肉の薄い部位でき裂が生じていることから種子の発育が最初から劣り、しかも、種子の発育が悪い部位は肥大もよくなることからき裂したとも考えられるのでさらに検討が必要である。また、実割れ果では果心部のでん粉が少なかったが、これは実割れしたことに伴って熟度が進んだためで、実割れ果の地色が黄色に変化し、収穫前落果が多発していることから理解される。

次に、実割れの多少について開花の早晚、土壌の種類及び乾湿等から地域差、台木の種類、被袋の有無、カルシウム塩散布の有無等栽培の違い及び品種間差を検討した結果、地域差及び被袋の有無による差は認められなかった⁶⁾が、樹勢の強い樹及び果実肥大の良好な樹で実割れが多い傾向があった。品種別では300g以上の大玉種、あるいは1日当たりの果重増加量が2g以上の品種で実割れするものが多かった。また、カルシウム塩散布樹では実割れの発生はなかったが、散布樹の果実は無散布樹より小さく⁷⁾、この結果は、カルシウム塩の散布効果か、カルシウム塩散布で果実の肥大が抑制されたためか必ずしも明らかでないが、樹勢の強弱及び玉伸びの多少と実割れには緊密な関係があるものと推察される。ただし、その機構については今後の検討課題である。なお、台木別実割れの発生率は、MM102及びM26台がM106、マルバカイドウ及びM7台に比較して少ないが、M26台などでは樹勢が落ちついているためか、それとも台木の特性が明らかでない。

次に、実割れの発生要因について柄内⁸⁾は鶴の卵の実割れ果は概して不正形をきたし、不均等な肥大生長を

すものが多いことから、果実のある部分が不均等に急速な肥大生長をするので、果肉組織にき裂を招来すると述べ、井藤⁹⁾は同品種は扁平果に実割れが多いことから、縦軸生長と横軸生長の比において、後者が平衡状態以上に肥大がまさる時に機械的に裂開するとしている。また、尾形^{2,3)}は、デリシャス系スパータタイプの開花時及び同14日後にサイトカニン様物質を散布した実験で、果実ていあ部の肥大が著しく、がく筒部が極端に開くことを認めた。このことから、陸奥の実割れにもサイトカニンの関与していることを示唆し、樹体内における植物生長調節物質の果実への移行のバランスが崩れた可能性も考えられるとしている。

本調査の結果からは陸奥の実割れの発生要因を明確に解明することは困難であるが、発芽、展葉、開花及び落花などの花芽の進み及び果実の肥大は平年と大きく相違しており、このことが実割れの発生と密接な関係があるものと考えられる。すなわち、本年の生態は平年に比較して早く、とりわけ開花始め、満開及び落花日は調査史上最早を記録した。のみならず、発芽日から開花始め、満開及び落花日までの所要日数は1970年に次ぎ調査史上2番目に短い年であった。したがって、発芽後急速な勢いで生育が進んだために、花器の形成が正常に発育をなし得えなかったことも考えられる。また、果実の発育は平年より全般に良好であったが、特に初期発育は著しく、しかも果形指数が1.00に達する満開日からの日数が平年の42.1日に対して、本年は17日で極端に早まっていることなどから、このような肥大の経緯も実割れとの関連性があるのではないかと推察される。他方このような生育の経過には気象の関与しているところが大きいものと考えられる。つまり、本年の場合、平年に対比して発芽日近い3月下旬から幼果期前半の5月中旬までは高温、多照、少雨、6月以降8月初めまでは低温、多照で、降雨は4半旬ないしは5半旬ごとに多雨であったが、6月前半は深さ30cm地点の土壌でも灌水が必要なほど乾燥した。8月から9月にかけては高温、多照であったが、降雨は前半と後半が少なかった。このように今年は変動の大きい気象であったが、果実の肥大は促進された。しかし、実割れが発生したことから、気象と実割れの関係についても今後の解明がさらに必要である。

Ⅵ 摘 要

1983年は青森県において主要品種の陸奥等にこれまで記録になかった実割れが発生した。この実割れは本県のみならず北海道、秋田県、岩手県、宮城県及び福島県にも発生した。青森県における陸奥の実割れによる被害量

は5,000t、被害金額は14.2億円と推定された。このため、筆者らは青森県内の実割れの発生実態を陸奥を主体に調査するとともに、実割れの発生要因について若干の検討を行った。その結果の概要は次のとおりである。

1. 本年発生した実割れは、従来、一般的に知られている果実表面に見られるき裂とは異なり、き裂が果実の内部から生じるものである。発生時期及び症状から見て、前期（7月）発生型と後期（9月）発生型に類別される。

前期発生型は7月中旬に確認され、実割れ果の外観は被害の軽微な果実では異状が認められないが、被害甚果では扁平で、筋状のくぼみがてい部から梗あ部にかけて数方向に及び奇形化した。き裂は果心線とていあ部間に生じ、これがていあ部果面及び梗あ部果面に達し、果実によっては果梗まで裂け、間隙が生じて透けて見えるほど裂開して商品性を著しく損じた。実割れ果の果心線内は早くからでん粉が消失し、地色が黄色となって早熟となり、一部は落果したり腐敗した。なお、実割れの症状はこれまでに報告されている鶴の卵と類似している。

2. 後期発生型実割れは9月以降に発生したが、その症状は被害甚果ではていあ部表面までき裂が達し、商品性が低下した。き裂の発生部位は前期発生型と同じであるが、き裂は横方向に同心円状に生じ、被害の著しい果実では果心線と果面のほぼ中央で梗あ部方向までき裂した。

3. 県内における陸奥の実割れ果率は20%強に達した。また、実割れの地域差を検討するために開花の早晚、土壌の種類、乾湿等から調査したが差がなかった。

4. 実割れの発生率に台木の種類、被袋の有無及びカルシウム塩散布の有無等栽培の違いによる差を検討した結果、被袋の有無では差がなく、台木別ではMM102、M26台がMM106、マルバカイドウ及びM7台より少な

かった。カルシウム塩散布樹は無散布樹より少なかったが、これは散布樹の果実が小さいことが影響しているとも考えられる。また、各樹における実割れの発生率は、樹勢の強い樹及び果実肥大の良好な樹で高い傾向があった。

5. 実割れの品種別発生率を23品種を対象に調査した結果、鶴の卵、プライムゴールド、陸奥、東光及び世界一などが20%以上で多かった。また、実割れは概して大玉品種で多いことから、果実重量と実割れ果率の関係を吟味したところ300g以上の品種で実割れするものが多かった。

6. 実割れの発生要因は判然としなかったが、平年に比較して花芽の発育が早く、しかも発芽日から開花及び落花日までの所要日数が短い年で、果実の肥大も良好であった。特に初期肥大は顕著で、果形指数が1.00に達する満開日からの日数が平年の42日に対して、本年は17日で25日も早かった。したがって、このような生態及び果実肥大の急激な変化が実割れに影響したものと考えられる。

7. なお、本年の気象は平年に対比して、3月下旬から5月中旬までは高温、多照、少雨、6月以降8月始めまでは低温、多照で降雨は4、5半旬ごとに多雨であった。8月から9月にかけては高温、多照で降雨は前半と後半に少なかった。したがって、このような気象の変動が本年の実割れの発生に影響したことも考えられるが、今後の検討を要する問題である。

引 用 文 献

1. 井藤正一：1941. 苹果鶴の卵の実割果に就ての2、3の観察、農業及び園芸16：853～856.
2. 尾形克輔・菊地秀喜・畑山富男：1984. リンゴオレゴンスパーの果形に対する二つの新合成サイトカイニン様物質の影響、園芸学会研究発表要旨（秋季大会）：78～79.
3. 尾形克輔：果樹の生理障害、化学と生物. 22—6：356～357.
4. 東北農政局青森統計情報事務所：1984. 第31次青森農林水産統計年度：52～53.
5. 柄内吉彦：1934. 苹果鶴の卵の実割病に就て、病虫害雑誌. 21：17～21.
6. 渡辺政弘・山谷秀明・雪田金助・清藤盛正：1984. リンゴ陸奥の実割れ（内部裂開）の発生実態. 東北農業研究35：199～200.

Splitting of 'Mutsu' Apple Fruit during the Growing
Season of 1983 in Aomori

Masahiro WATANABE, Hideaki YAMAYA, Kinsuke YUKITA
Masayuki ISHIYAMA and Morimasa SEITO

Aomori Apple Experiment Station
Kuroishi, Aomori, 036-03, Japan

Summary

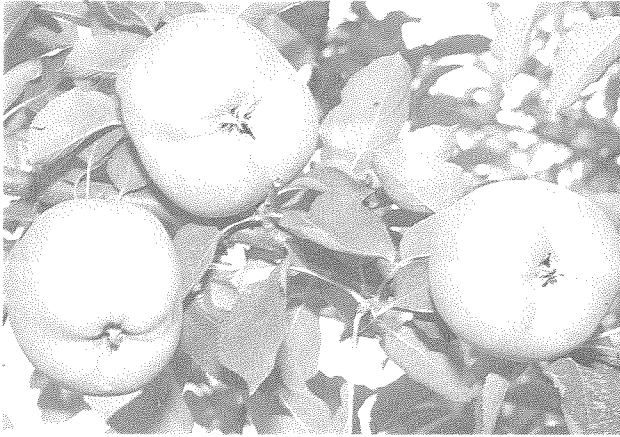
Fruit splitting occurred during the growing season of 1983 in Aomori prefecture. The phenomenon occurred twice during the development of fruit. The first splitting was found in mid July and the second one in early September. The affected fruits in the first splitting had longitudinal cracks running from the core cavity into the flesh and larger ruptures were occasionally found reached the flesh near the stem. The affected fruits in the second case had the same cracks but they were only found around the calyx end.

Fruit splitting with the same symptoms was recorded from Akita, Iwate, Miyagi, Fukushima and Hokkaido. The affected cultivars were Ortley, Prime Gold, Toko, Sekaiichi, Tsugaru, Jonagold, Aori No.3 (Toko x Richared Delicious), New Summer King, Richared Delicious and Mutsu.

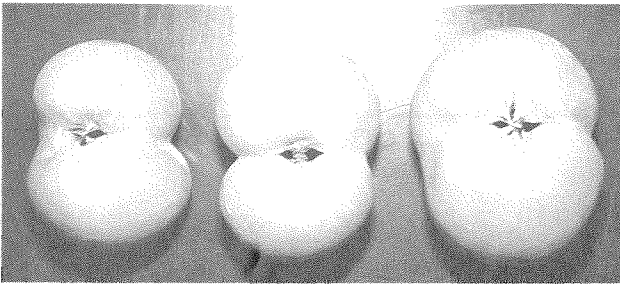
In Aomori prefecture a survey that was carried out at forty commercial orchards and the experimental orchard of the Aomori Apple Experiment Station between July and December in 1983 showed,

1. 48% of all the Mutsu crop was affected at the experimental orchard.
2. Larger fruit was more susceptible to splitting.
3. Fruits on MM 106, Maruba Kaido and M 7 were more susceptible than those on MM 102 and M 26.
4. Lime sprays applied between late May and early July to prevent bitter pit decreased fruit size and greatly reduced splitting.
5. Neither soil types nor soil moisture levels had clear effect on the susceptibility to splitting.
6. Paper bagging (used to produce well-colored fruit) did not reduce splitting.
7. The average number of the developed seed of the affected fruit did not differ from that of a normal one.

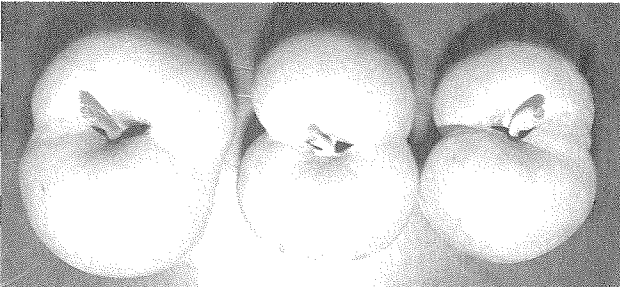
In conclusion, although a large number of factors are involved in determining fruit size, it is commonly assumed earlier blossoming leads to larger fruits. The date of full bloom for Mutsu in 1983 was May 3 at the Aomori Apple Experiment Station, 11 days earlier than the 36 year-average. This indicated that the occurrence of the fruit splitting in 1983 was closely associated with the conditions which caused rapid fruit growth in the early stages.



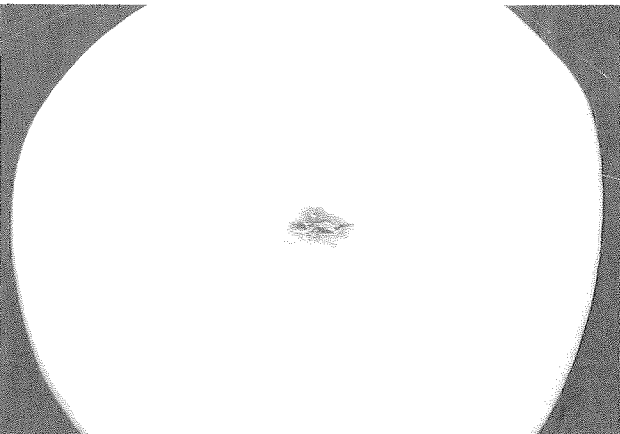
①



②



③



④



⑤

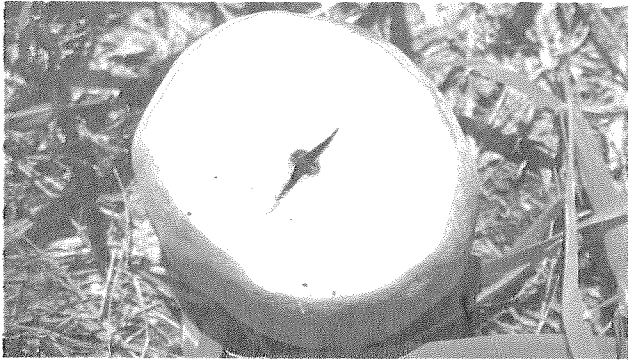
写真説明 1

- ① 陸奥前期発生型実割れで7月下旬の樹上果被害
- ② 陸奥前期発生型実割れで8月におけるがく筒部の裂開状況（被害，甚）
- ③ 陸奥前期発生型実割れで8月における梗あ部の裂開状況（被害，甚）
- ④ 果心線とがく筒部に生じたき裂（被害，少）
- ⑤ がく筒側果心内に形成したカルス塊



写真説明 2

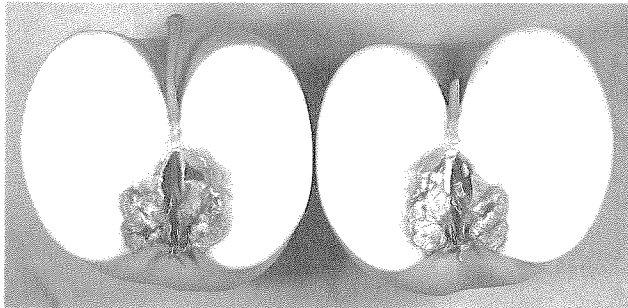
- ⑥ 陸奥前期発生理型実割れで
左2果は裂開対称面
右2果は裂開面



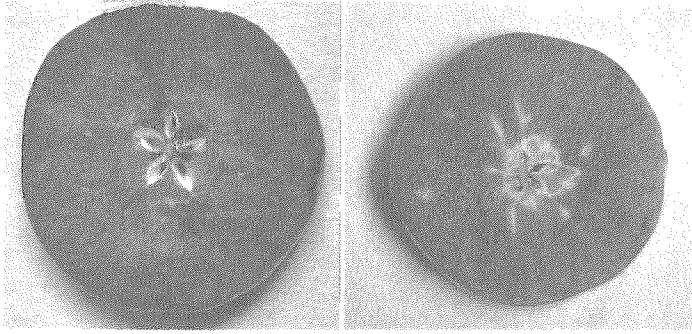
⑦ 陸奥前期発生理型実割れ
一文字状裂開



⑧ 陸奥前期発生理型実割れ
多方向裂開

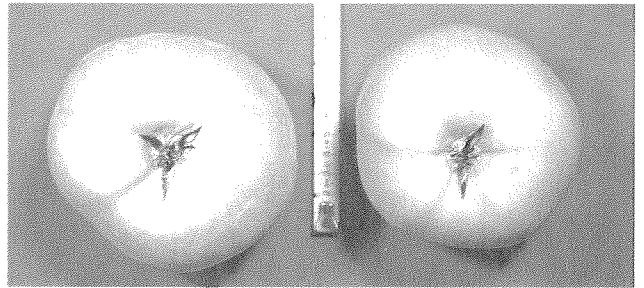


⑨ 陸奥前期発生理型実割れ
裂開面のコルク化(被害, 中)

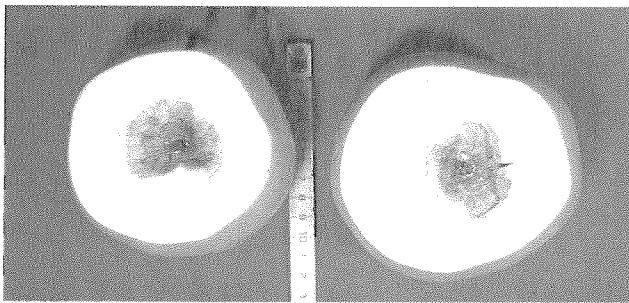


写真説明 3

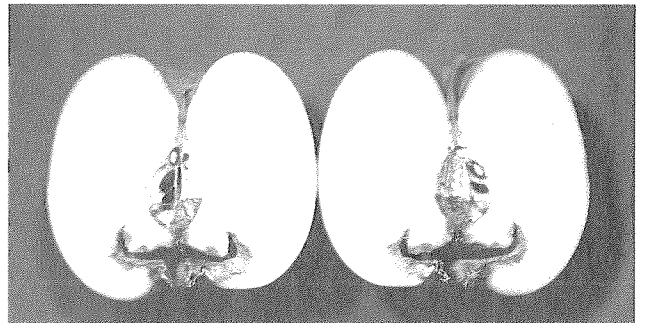
- ⑩ 実割れ果肉面のヨード反応
 左、健全果、
 右、実割れ果



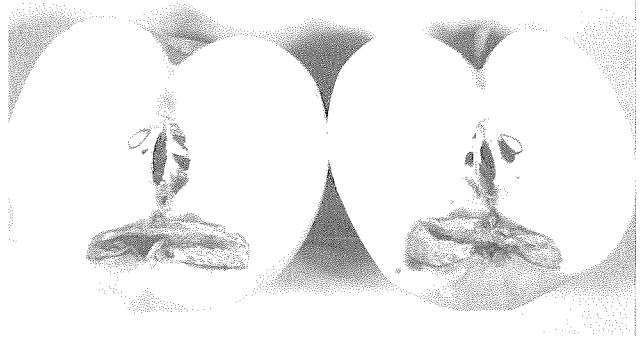
⑪ 陸奥後期発生理型実割れ
 ていあ部の裂開



⑫ 陸奥後期発生理型実割れ、果実内部
 の同心円状裂開



⑬ 陸奥後期発生理型実割れで、果心線
 とがく筒部間に横方向に生じたき
 裂が、果心線と果面のほぼ中央部
 で縦方向に進んだ被害果

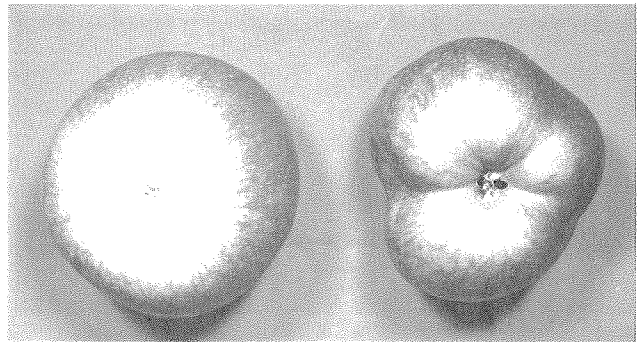


写真説明 4

- ⑭ 写真⑬と同様に生じたき裂がてい
あ部果面までおよんだ被害果

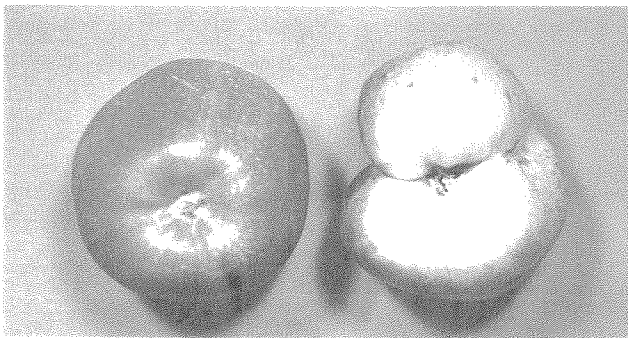


⑬ 鶴の卵の実割れ状況



⑯ ふじの実割れ状況

- 左、健全果
右、実割れ果



⑰ デリシヤス系の実割れ

- 左、健全果
右、実割れ果