

令和元年度『食育セミナー及び農場見学会』

～旬の「くだもの」を大学農場で発見！
上手な保存方法も知ろう！～

旬のくだものはこうして保存！

2019年10月18日

大阪府立大学

大学院生命環境科学研究科

今堀 義洋

くだものの旬とは？

- ・ 果物など、最も味のよい出盛りの時期
- ・ 果実などが最も美味な時期をいい，収穫量の多い出盛り期
- ・ 果物など、季節の食物が出盛りの時、物がよく熟し、最も味がよい季節

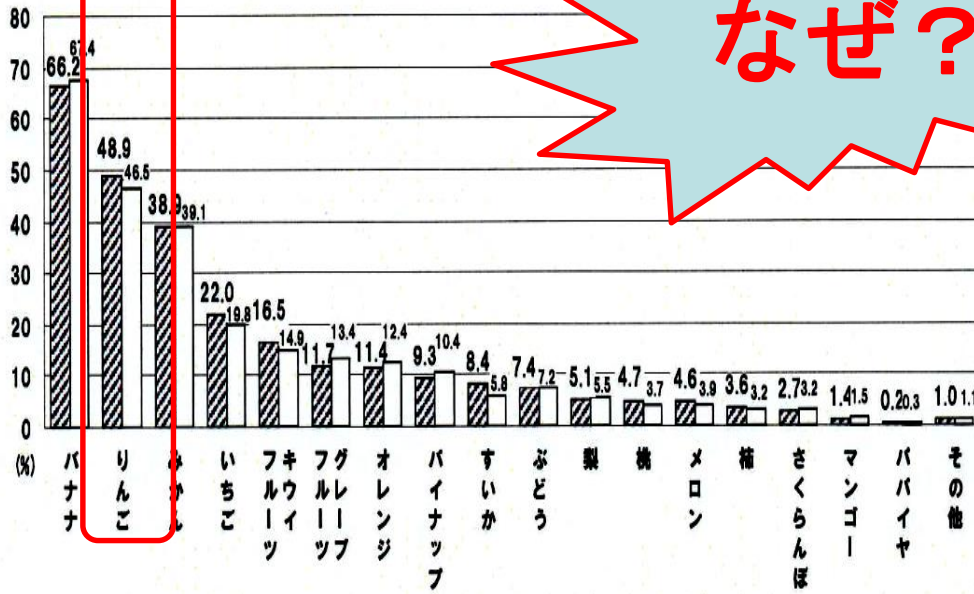
▼ 果物の種類	地域	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
いちご	>	15	18	23	18	10	1	0	0	0	0	3	11
その他柑橘	>	12	19	23	17	10	4	2	2	2	2	2	5
びわ	>	0	0	4	19	40	36	1	0	0	0	0	0
さくらんぼ	>	0	0	0	1	8	69	22	0	0	0	0	0
メロン	>	2	2	3	5	17	26	19	11	6	4	2	3
すいか	>	0	0	1	5	15	23	30	22	3	0	0	0
あんず	>	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0	0	0
すもも	>	0	0	0	0	1	18	40	27	13	2	0	0
もも	>	0	0	0	0	0	8	43	38	10	0	0	0
ぶどう	>	1	0	1	1	2	4	9	24	33	18	5	2
▼ 果物の種類	地域	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
いちじく	>	0	0	0	1	3	4	6	34	27	20	5	0
日本梨	>	0	0	0	0	0	0	4	34	43	15	4	1
くり	>	0	0	0	0	0	0	0	2	52	35	5	0
かき	>	2	1	0	0	0	0	0	0	12	42	31	11
西洋梨	>	3	0	0	0	0	0	0	2	12	23	38	22
りんご	>	9	10	10	8	6	4	3	4	9	13	12	10
みかん	>	15	9	2	0	0	1	1	1	3	14	21	32

リンゴは日本人によく食べられている 果実で、1年中食べることができる



なぜ？

2013年:1,245 2012年:1,311 (果物を月1日以上食べる人)



開花期(春)

収穫期(秋)



中心花と側花



花弁が落ち、がく片が内側に
向かって閉じていきます。



6月上旬の様子



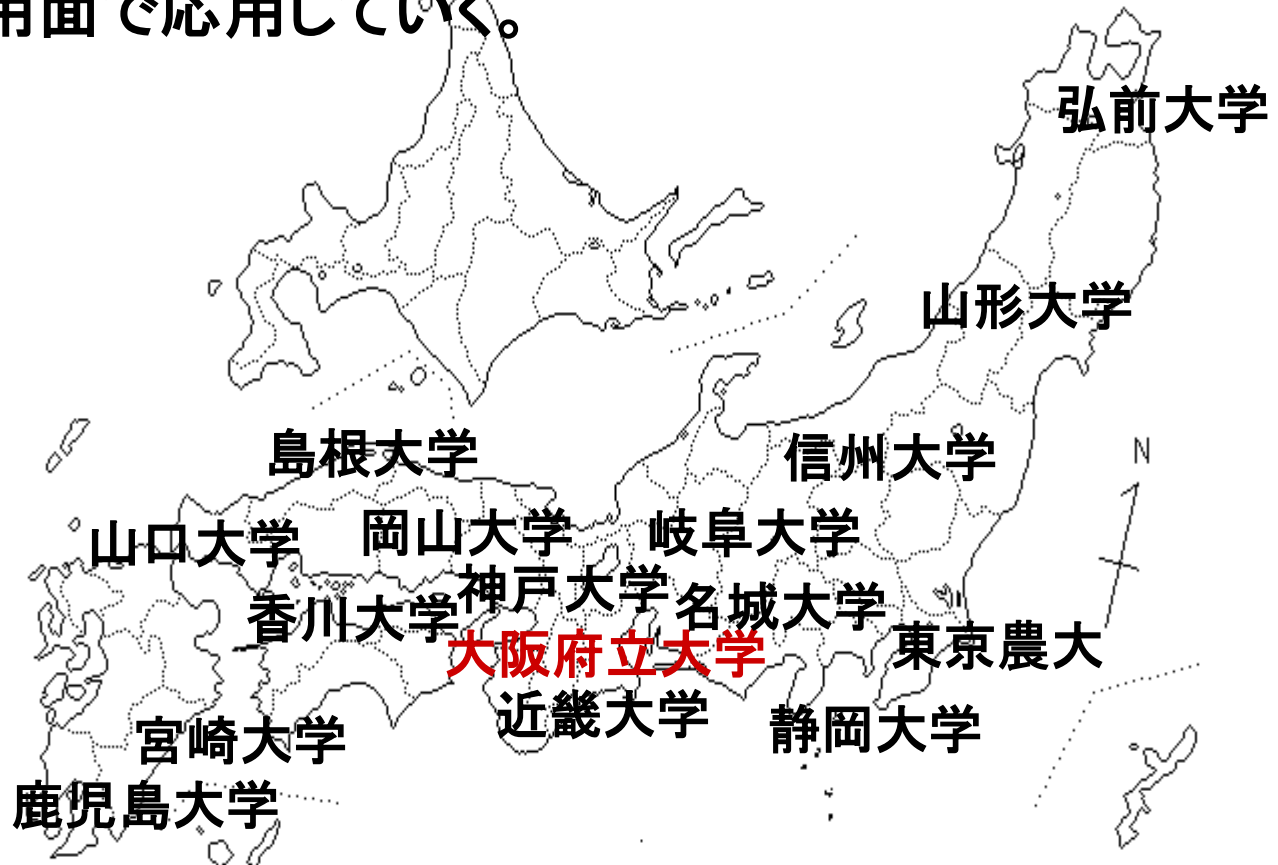
成長し、大きくなりました。
果実が下を向いています。

収穫後生理学(園芸利用学)について

- ・園芸生産物は収穫後も生体として機能し、それらは生体を維持するための様々な生理的反応の変化を示す。
- ・園芸生産物を一つの生命体と捉え、その生理および生化学反応における代謝調節機構を追求して、得られた知見を収穫後の園芸生産物について実用面で応用していく。



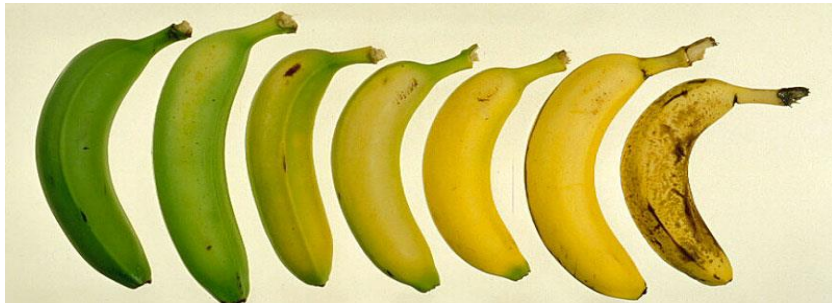
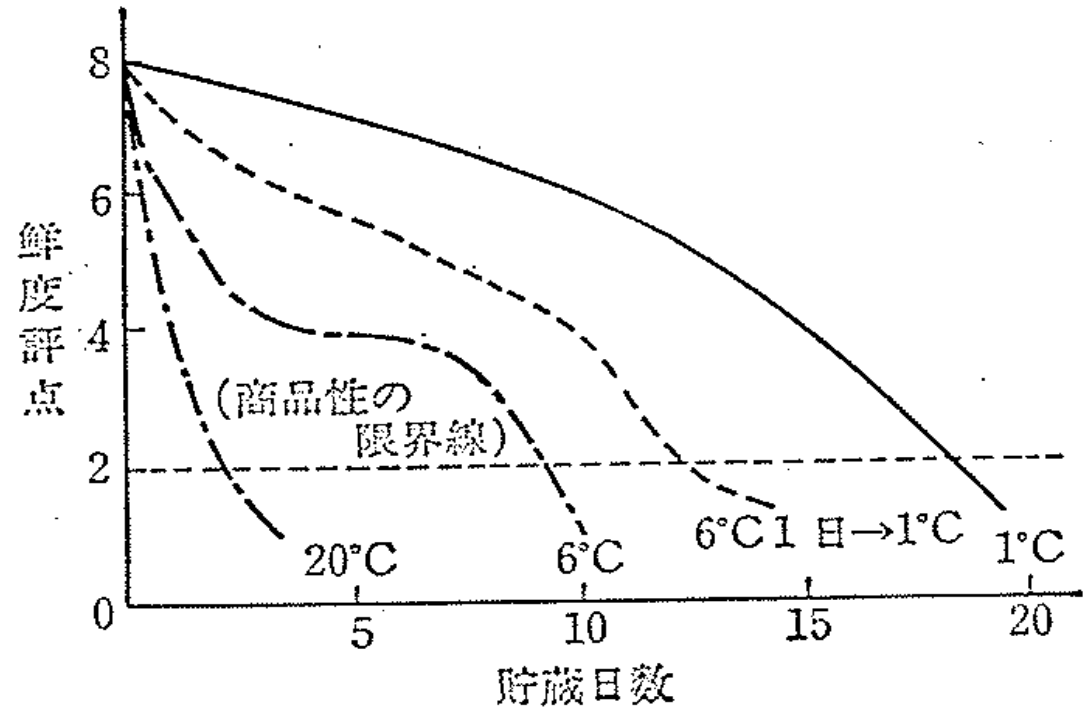
1961年
大阪府立大学に
日本で最初に設置
される



その他 国、地方の試験場

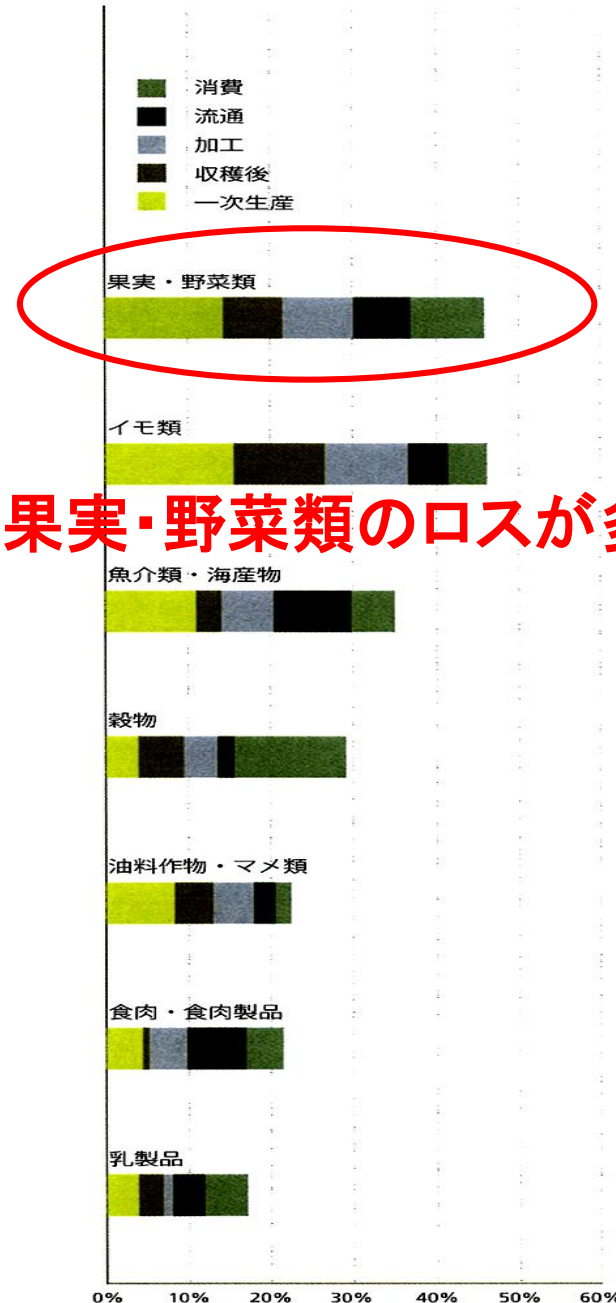
園芸生産物は生鮮食品のため品質劣化がはやい

イチゴ果実の貯蔵温度と貯蔵性



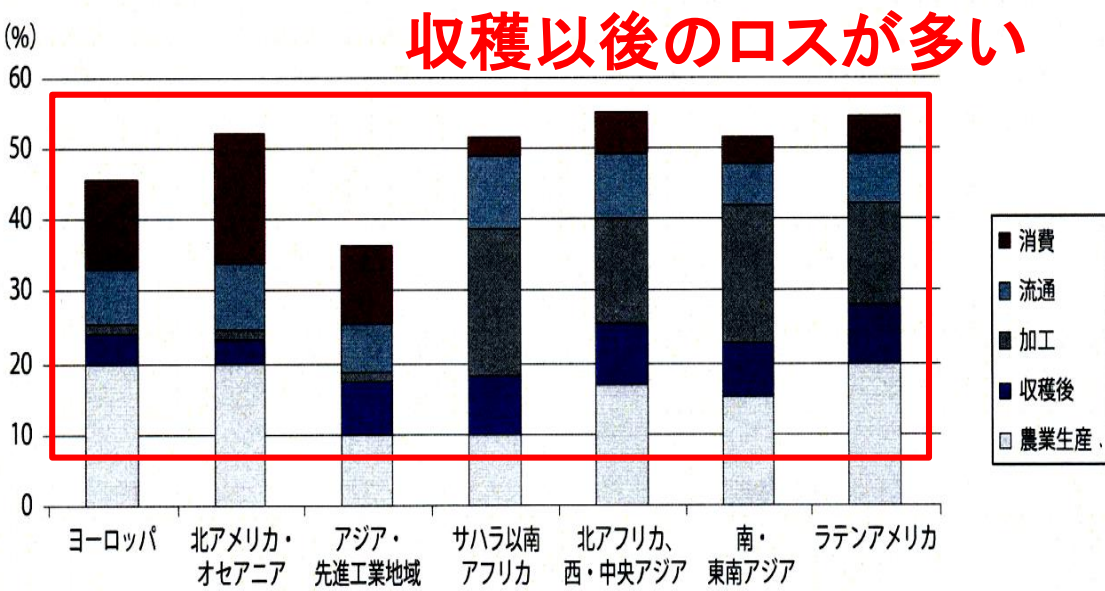
- 8: 非常に新鮮
- 6: 鮮度やや低下
- 4: 鮮度低下明らか
- 2: 鮮度低下著しい(商品性の限界)
- 0: 商品性なし

世界で生産された食料の種類毎の流通段階別で発生した廃棄量の割合



果実・野菜類のロスが多い

果実・野菜の地域別、流通段階別で発生した廃棄量の当初生産量に占める割合



多量の果実・野菜の廃棄



(世界の食料ロスと食料廃棄 - その規模、原因および防止策 FAO)

園芸生産物(果実・野菜)の輸送・流通

生産



流通



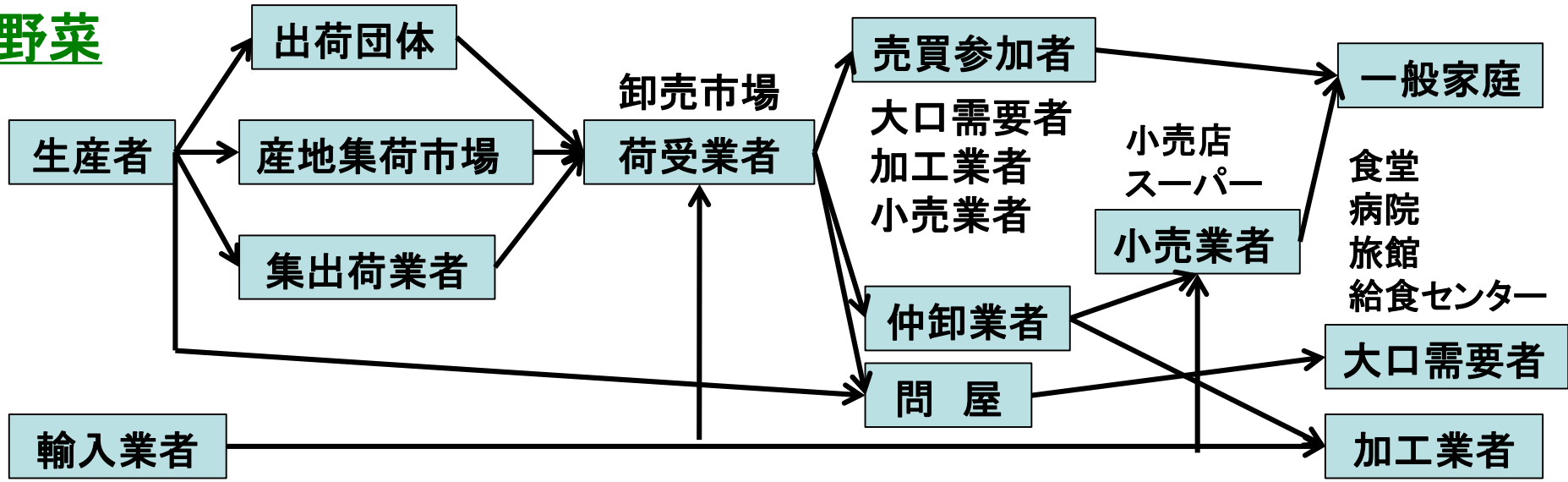
消費



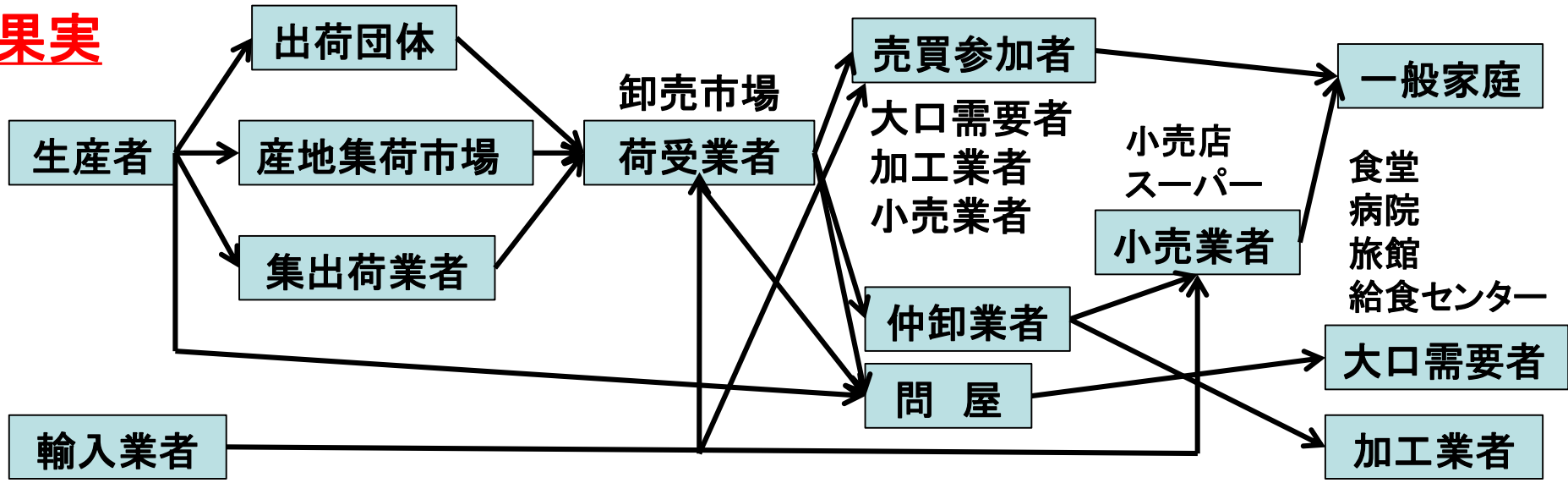
日本国内の園芸生産物の流通経路概略

生産段階 集出荷段階 荷受卸売段階 仲卸・問屋段階 小売り段階 消費段階

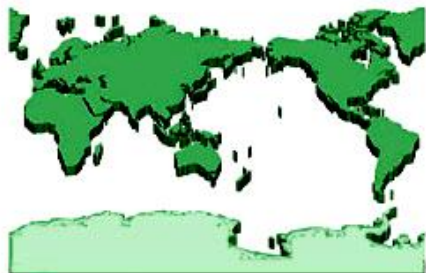
野菜



果実



世界の
食料援助量



日本の
食品ロス



2014年
約320万トン

年間
約632万トン

政府広報オンライン

日本の食料の多くは海外に依存
フード・マイルージが大きい

国名	総量	国民一人 当たり
日本	9002億800万	7093
韓国	3171億6900万	6637
アメリカ合衆国	2958億2100万	1051
イギリス	1879億8600万	3195
ドイツ	1717億5100万	2090
フランス	1044億700万	1738

フード・マイルージ = 輸入相手国別の食料輸入量 × 輸出国から日本までの輸送距離
t・km (トン・キロメートル)

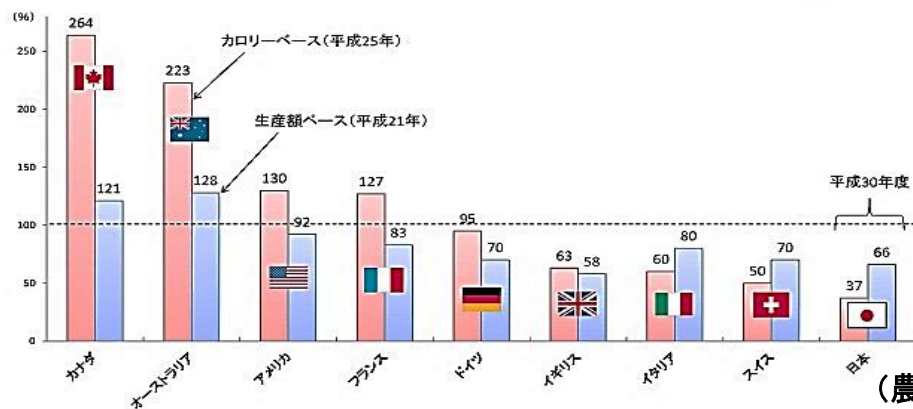
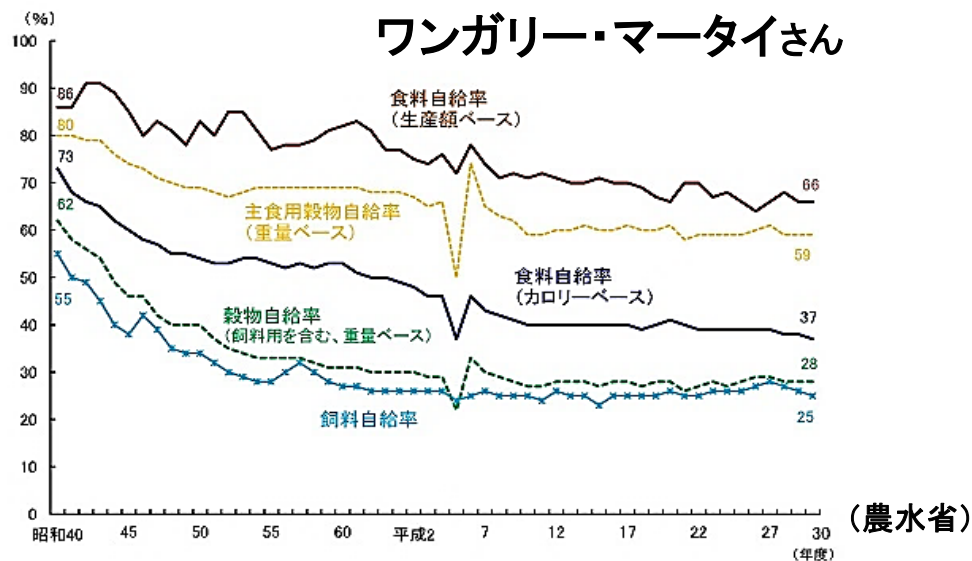
平成26年の「食品ロス」年間約632万トン
1人1日お茶碗約1杯分(約136g)の
食料が捨てられている日本

「MOTTAINAI」

ケニアのノーベル賞受賞者



ワンガリー・マータイさん



食品

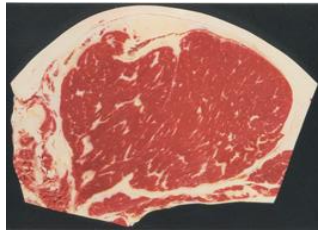
植物性食品

穀類、豆類、野菜、果実、キノコ



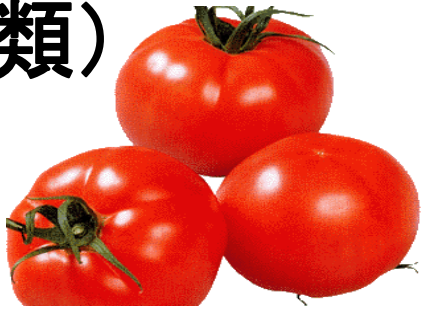
動物性食品

水産食品(魚、貝、エビ)、畜産食品(肉、乳)

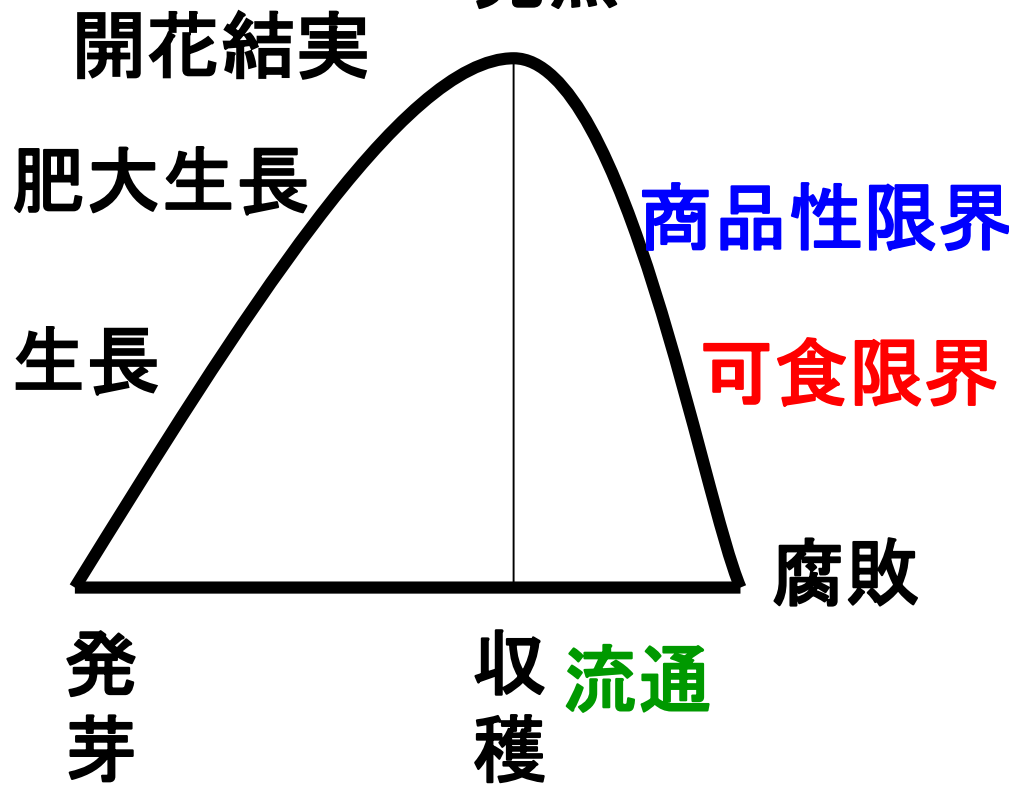


植物学からみた一生と食品からみた一生とは異なる

トマト(果菜類)



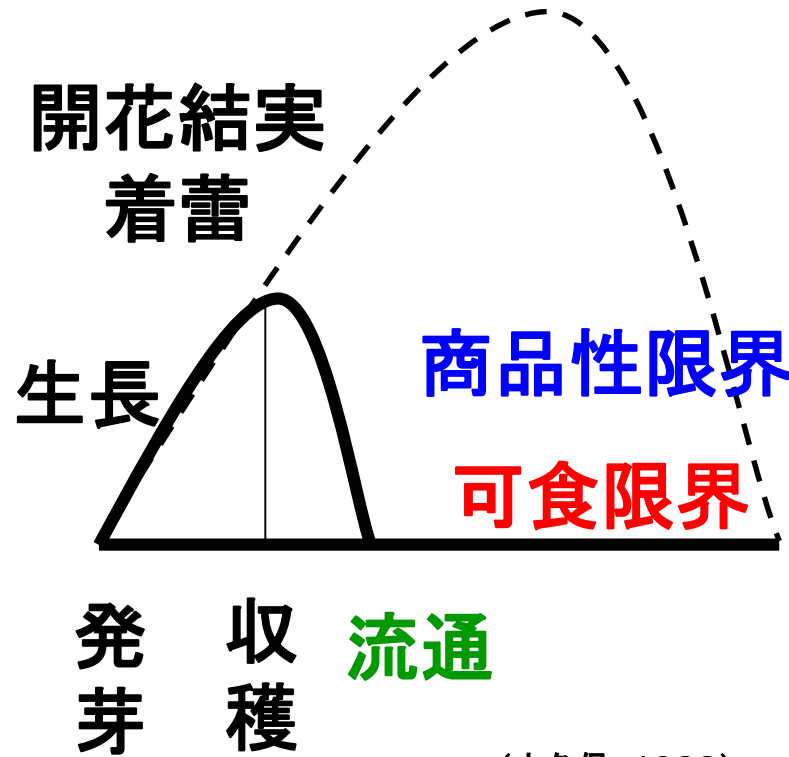
完熟



ブロッコリー(花菜類)



完熟



園芸生産物の品質低下の要因と状態

内的要因

蒸散作用
呼吸作用
熟度の進行
継続的生長
次代的生長

萎び 組織の劣化
成分の損耗 発熱
組織の軟化 変色 変質
異状伸長 組織の硬化
発芽 発根 抽台

外的要因

生物被害
損傷
動的加重
静的加重
薬害
異常低温
異常高温
異常環境ガス

食害 市場病害
傷つき
振動 衝撃 打撲
重圧 組織のつぶれ
異状生理 変色 変質
低温障害 凍結障害
生理の促進 高温障害
ガス障害

園芸生産物の追熟

果実がある一定の段階まで発育していると、緑熟な時に収穫されても成熟する

収穫後の果実でみられる成熟現象

果実の色の変化、
果実の軟化、
芳香の発生 など

バナナ、マンゴー、アボカド
などの熱帯原産果実
リンゴ、モモ、ヨウナシ、
キウイフルーツ
などの果実類
メロン、トマト
などの果菜類





Mature green

Breaker

Turning

Pink

Light Red

Red



エチレン

植物ホルモンのひとつ

気体ホルモン、成熟ホルモン

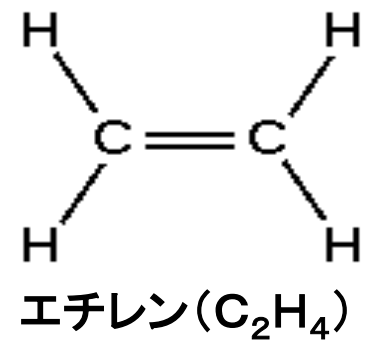
生理作用

- 果実の成熟
- 果実の追熟促進
- クロロフィルの分解
- 花卉の老化促進
- 離層形成
- 休眠打破
- 茎、葉の伸長生長阻害

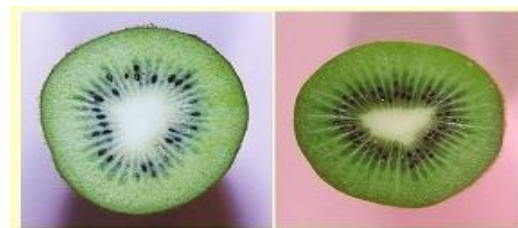
生成されたエチレンが影響する場合

周りの果実から発生するエチレンによって追熟が誘発

未熟のキウイフルーツとリンゴの例



炭化水素の一つ



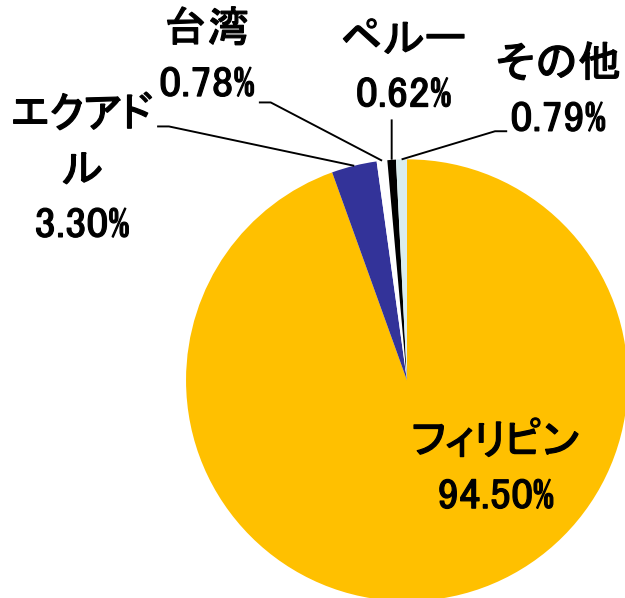
未熟果

適熟果

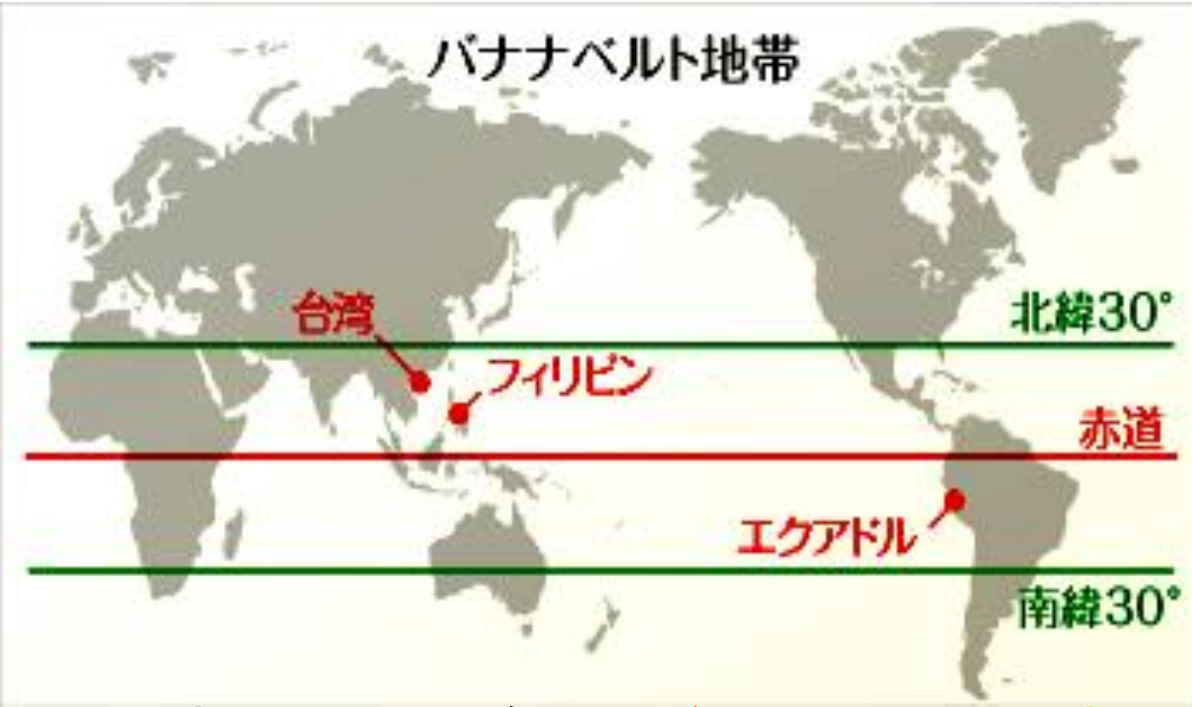
追熟現象をうまく利用した事例＝バナナ果実の流通



学名 : *Musa* spp.
英名 : Banana
和名 : バナナ
バショウ科
原産地 : 東南アジアの熱帯地域



バナナ果実の輸入国



バナナの生産地は熱帯、亜熱帯地域に分布し、バナナベルト地帯と呼ばれる赤道をはさんで南緯30°から北緯30°の間で栽培される。



バナナ果実の追熟処理による果実の変化(21→13°C、エチレン500ppm)



処理0日



3日



4日



5日

園芸生産物の貯蔵および品質保持技術

- ・ **環境温度を調節することで、園芸生産物の物質代謝を抑えて、品質を保持する**
 - ・ 予冷
 - ・ 低温貯蔵
- ・ **環境ガス条件を変更をすることで、園芸生産物の物質代謝を抑えて、品質を保持する**
 - ・ CA貯蔵
 - ・ MA貯蔵
- ・ **昆虫、微生物の侵害から園芸生産物を守る**

予冷

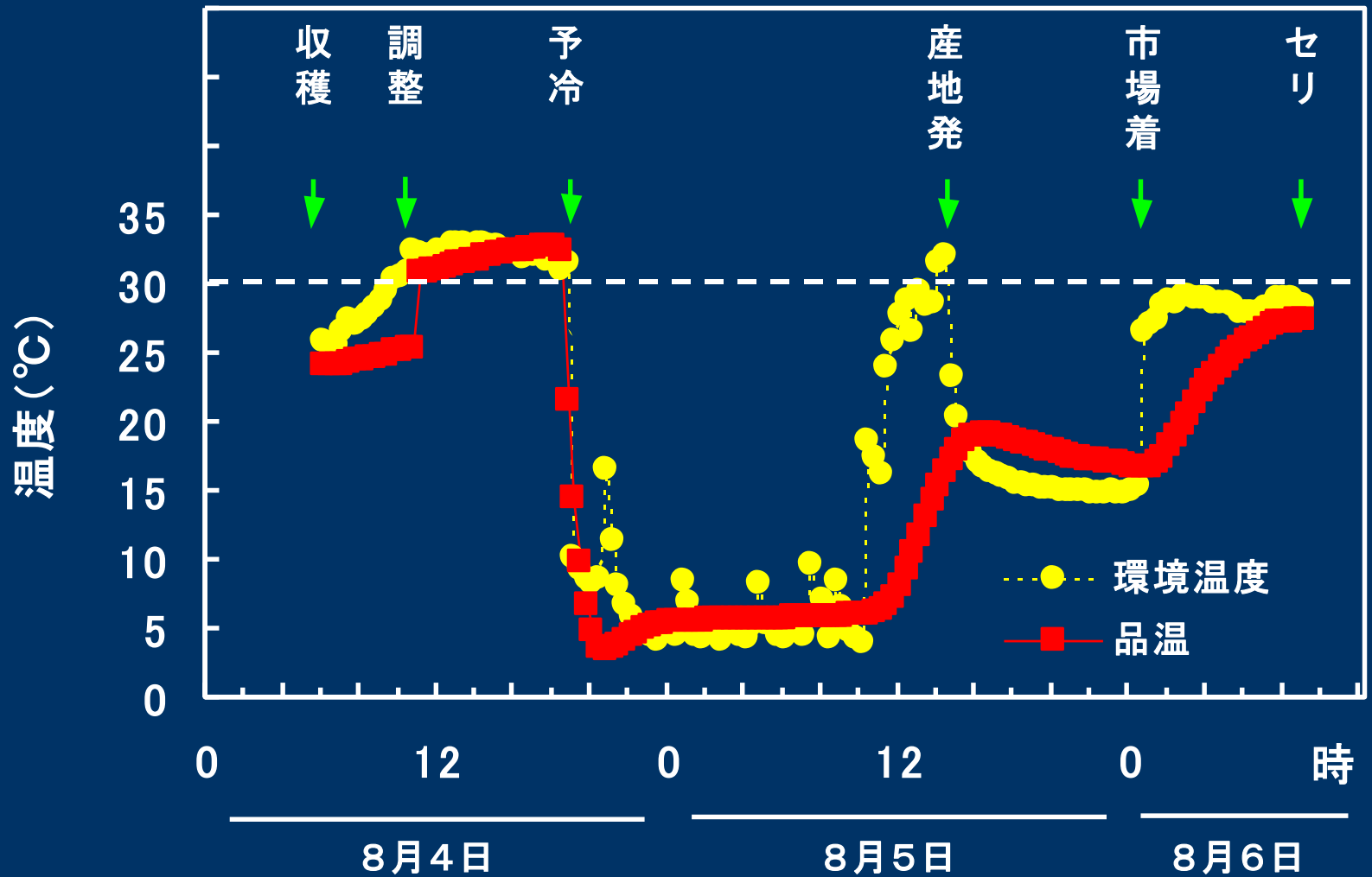
園芸生産物の出荷に際し、収穫後速やかに、その品質を維持するために最適温度まで急速に冷却する

コールドチェーンの整備 科学技術庁資源調査会(1965年1月)
「食生活の体系的改善に資する食料流通体系の近代化に関する勧告」

予冷の種類

- ・ 強制通風冷却予冷
- ・ 差圧通風冷却予冷
- ・ 真空冷却予冷(バキュームクーリング)
- ・ 冷水冷却予冷(ハイドロクーリング)
- ・ 細氷冷却予冷
- ・ 輸送冷却予冷

園芸生産物(ニラ)の流通



ニラの流通温度の推移

ニラの強制通風冷却予冷



イチゴの差圧冷却予冷



キクナの真空冷却予冷



ブロッコリーの細氷冷却予冷



コールドチェーンとして
そのまま輸送もできる

スタインベックの小説
「エデンの東」でのレタス輸送

ハウレンソウの冷水冷却予冷

園芸生産物の予冷方法

方 法	適 用 作 物	備 考
強制通風冷却 room cooling	すべての園芸生産物	冷却速度遅い、コンテナの積み方、入庫量によって冷却速度が異なる。
差圧通風冷却 forced-air cooling	すべての園芸生産物	積み重ねたコンテナと冷蔵庫内の間にファンを用いて差圧を生じさせて冷気をコンテナに導入する。冷却速度は比較的速い。
真空冷却 vacuum cooling	葉菜、花菜、茎菜	耐圧容器に生産物を入れ、減圧下で水を蒸発させ、その蒸気潜熱による冷却。冷却速度速く、均一、水分損失あり。
冷水冷却 hydro-cooling	葉菜、茎菜、 ある種の果実	冷水散水、冷水浸漬、冷却速度速く均一、ぬれる問題あり。耐水性コンテナ使用。日本では採用されていない。
細氷冷却 package-icing	根茎菜、ネギ、花菜、 芽キャベツ	冷却速度速い。細氷との接触に耐える生産物。耐水性コンテナ使用。
輸送冷却 transit cooling	特定の生産物	冷却遅く不均一。冷凍機による冷却と細氷による冷却。

園芸生産物の低温貯蔵

イチゴ果実の低温貯蔵



ネクタリン果実の低温貯蔵



イチゴ果実の炭酸ガス処理

米国の西海岸から
東海岸に輸送



園芸生産物の適正な低温貯蔵温度

アボカド 7~13 °C

イチゴ -0.6~0

オレンジ 0~1

スイカ 2~5

バナナ 13

マンゴ 10

ミカン 5~10

ネクタリン 0

リンゴ 0

キャベツ 0 °C

ブロッコリー 0

レタス 0

カボチャ 10~13

キュウリ 7~10

ナス 7~10

サツマイモ 13~16

ジャガイモ 3~10

ダイコン 0

ホウレンソウ 0

バナナが風邪をひく

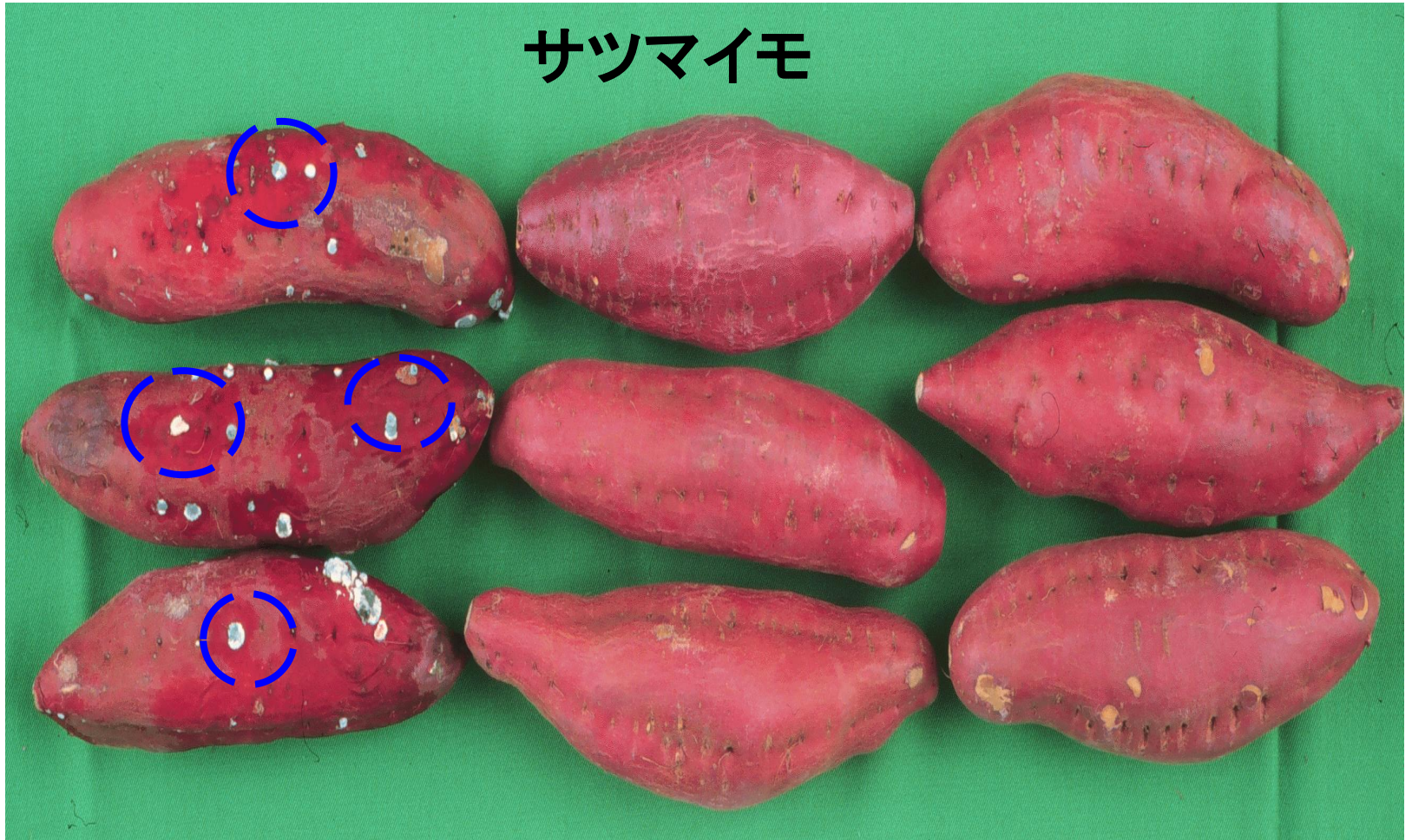


バナナ果実を 13°C 以下に貯蔵するとバナナの果皮が黒くすんでくる
低温障害 (chilling injury)

園芸生産物の貯蔵温度管理はむずかしい

サツマイモの低温障害の症状

サツマイモ



1°C

13°C

20°C

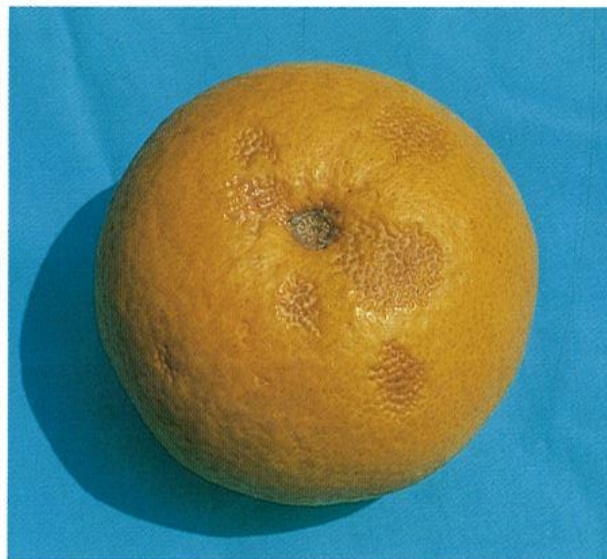
貯蔵11週

カンキツの低温障害

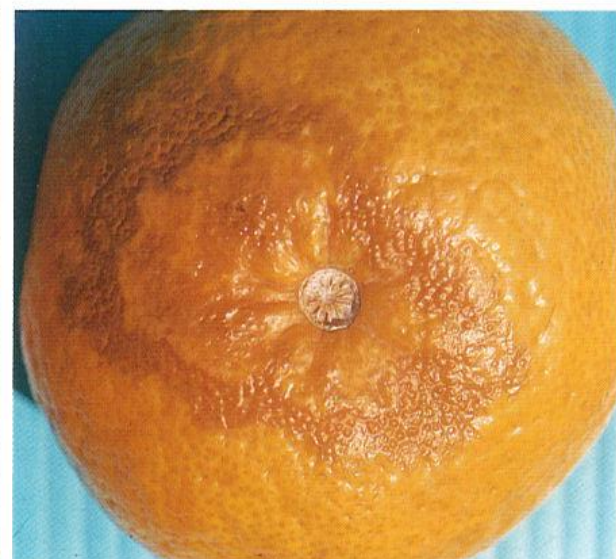
こ班症



ウンシュウミカン

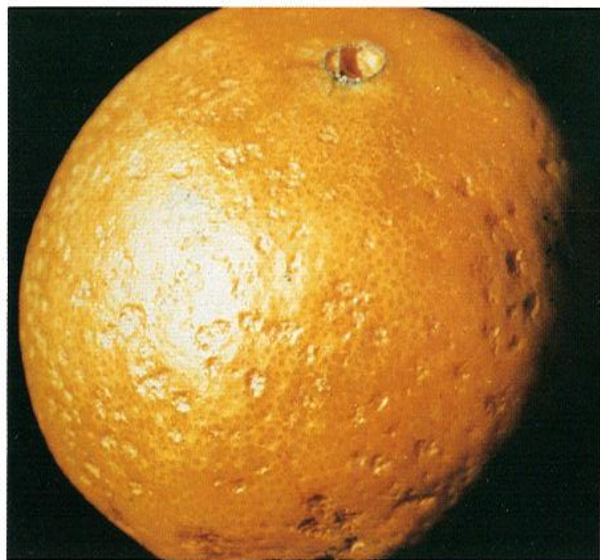


ハッサク



アマナツ

ピッティング



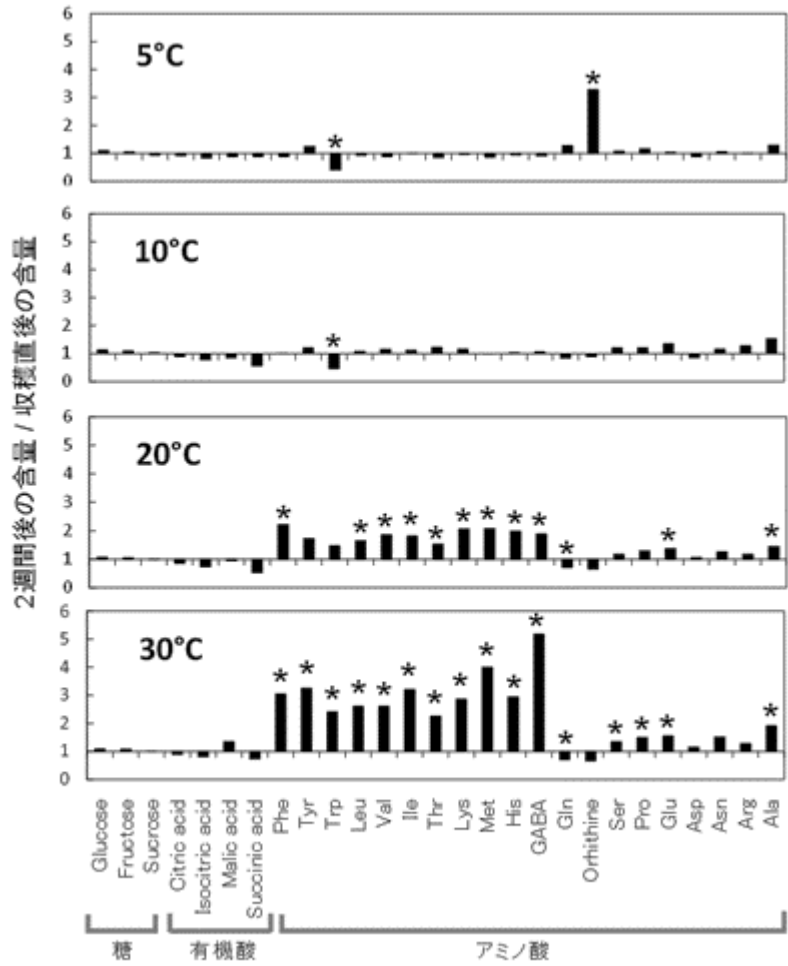
低温、低湿で起こりやすい

乾燥予措

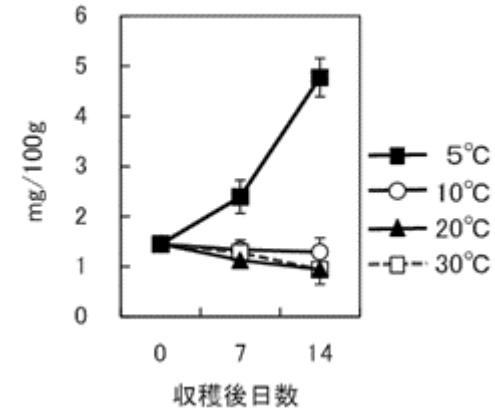
果実重量3～4%減を目安に、
70～80%の湿度に1～2週間おき、
果皮を乾燥させる

ネーブルオレンジ

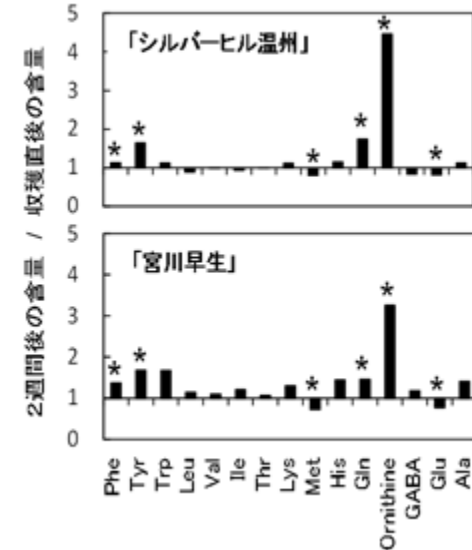
ウンシュウミカンの食味関連成分の変化を少なくする貯蔵温度



青島温州の貯蔵温度の違いによる果肉中の内容成分含量変化



青島温州の貯蔵温度の違いによる果肉中のオルニチン含量変化



5°C貯蔵での果肉中のオルニチン含量変化

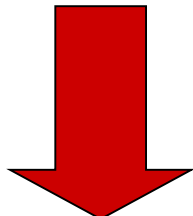
貯蔵温度5°C、貯蔵湿度85%



貯蔵温度10°C、貯蔵湿度85%

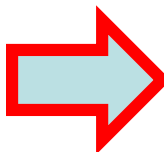
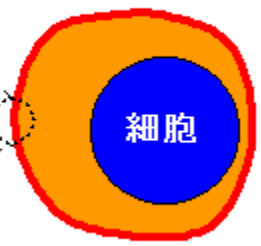
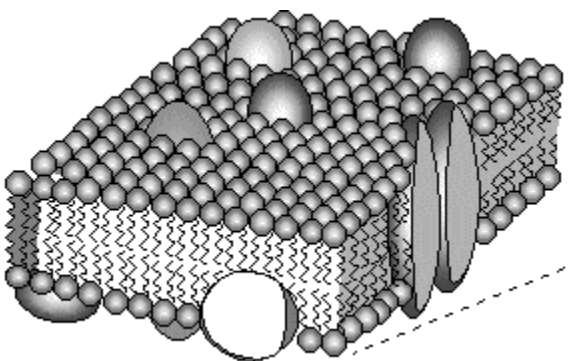
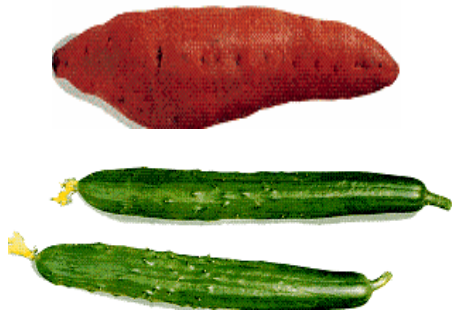
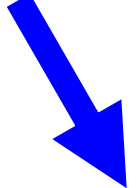
園芸生産物の低温に対する反応と低温障害

低温に遭遇するとむしろ品質が低下する

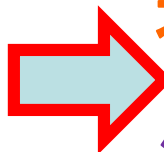


生理障害(低温障害)の発生

低温ストレス



生体膜の変質



過酸化脂質の生成

活性酸素種の生成

園芸生産物(果実・野菜)の種類と低温障害発生温度および症状

種類	科名	原産地	発生温度(°C)	症状
オクラ	アオイ	東アフリカ	7.2	水浸状斑点、腐敗
キュウリ	ウリ	中近東	7.2	ピットティング、水浸状軟化
メロン	ウリ	アフリカ	7.0~10	ピットティング、追熟不良
サツマイモ	ヒルガオ	南洋	10	水浸状軟化、腐敗、内部褐変
ナス	ナス	インド	7.2	ピットティング、やけ
ピーマン	ナス	南米	7.2	ピットティング、種子褐変
ウメ	バラ	東アジア	5~6	ピットティング、腐敗
レモン(緑熟果)	カンキツ	インド	11~14.5	ピットティング、追熟不良
レモン(黄熟果)			0~4.5	ピットティング、じょうのう褐変
バナナ	バショウ	熱帯アジア	12~14.5	果皮褐変、追熟不良
マンゴー	ウルシ	熱帯アジア	7~11	追熟不良

**貯蔵環境ガス(酸素、二酸化炭素)濃度
を変更することで収穫後の園芸生産物
の物質代謝を抑えて、品質を保持する**



酸素

二酸化炭素

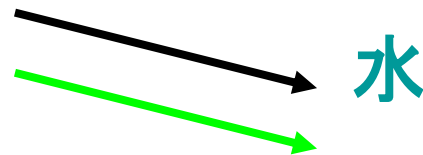
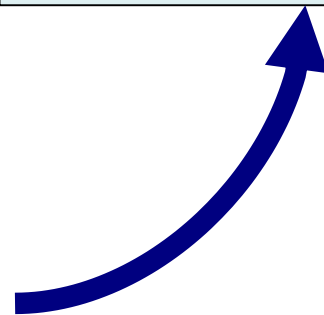


生命活動、呼吸作用

炭水化物、タンパク質、脂質

酸素濃度を下げる

二酸化炭素濃度を上げる



水

エネルギー

収穫後の
園芸生産物
の品質保持

環境ガス濃度を変えることで、
園芸生産物の物質代謝を抑えて、品質を保持する



CA貯蔵(Controlled Atmosphere storage)

貯蔵環境ガス条件を人為的に厳密に調節した貯蔵方法

MA貯蔵(Modified Atmosphere storage)

貯蔵環境ガス条件を人為的に調節することなしに、
園芸生産物の呼吸作用によって貯蔵環境ガス条件を
変更させた貯蔵方法

1929年 英国ケンブリッジ大学
キッドとウェストがリンゴで実用化

1941年 米国コーネル大学
スモックがCA貯蔵を提唱

リンゴ果実のCA貯蔵



炭酸ガス除去装置

収穫後の園芸生産物(果実・野菜)のCA条件

	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	温 度 (°C)	湿 度 (%)	貯蔵期間 (月)
リンゴ	3	3	0	90~95	6~7
ニホンナシ	3~4	4~5	0	85~95	6~7
カキ	7~8	2~3	0	90~95	5~6
クリ	5~7	2~4	0	80~90	7~8
ジャガイモ	3~5	3~5	3	85~90	8
ナガイモ	2~4	4~7	3	90~95	4~7
ニンニク	5~8	2~4	0	80~85	10
トマト(緑熟果)	2~3	3~5	10~12	90~95	2
レタス	2~3	3~5	0	90~95	1.5

MA貯蔵(MA包装、プラスチックフィルム包装)



ブロッコリーのMA貯蔵



貯蔵0日



空気下



MA貯蔵

貯蔵7日

貯蔵温度15°C, ポリエチレンフィルム厚さ0.03mm



ブロッコリーの花

プラスチックフィルム（ポリプロピレンフィルム）の特性の違い によるブロッコリーの品質変化の違い



全長1.8cmのV字型の切込み



微細孔フィルム

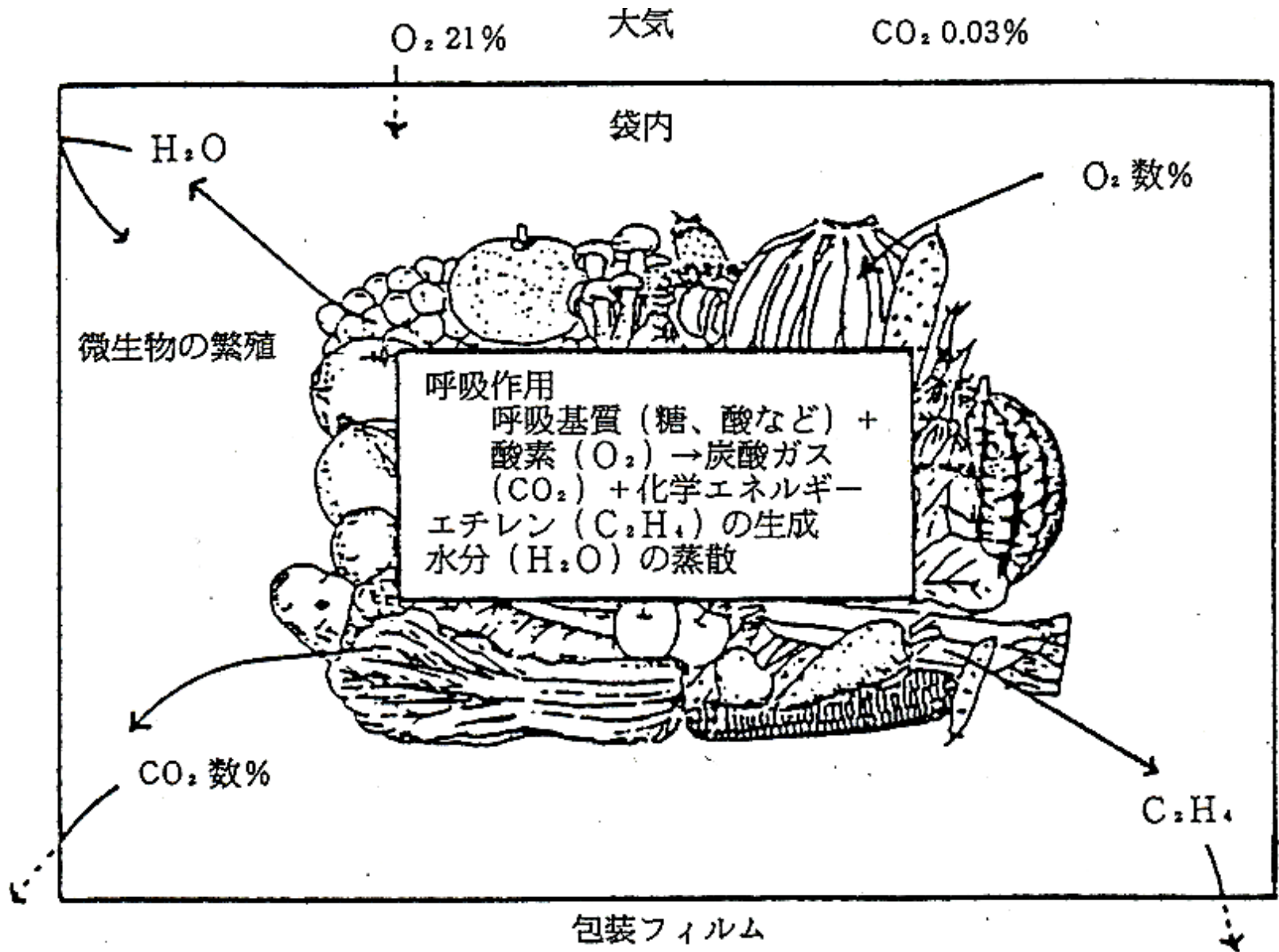


4個の直径0.6mmの有孔

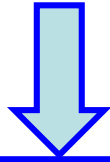


貯蔵5日 貯蔵温度20℃

MA包装内の状態



酸素濃度を下げる



呼吸速度の低下
呼吸基質の酸化の減少
クライマテリック果実の追熟遅延
貯蔵性の延長
クロロフィル分解の遅延
エチレン生成の抑制
脂肪酸生成系の抑制
可溶性ペクチン分解の減少
オフフレーバや異臭の発生
テクスチャーの変化
生理障害の発達

二酸化炭素濃度を上げる



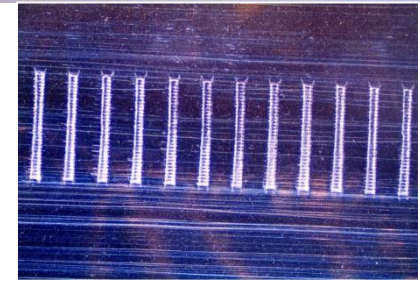
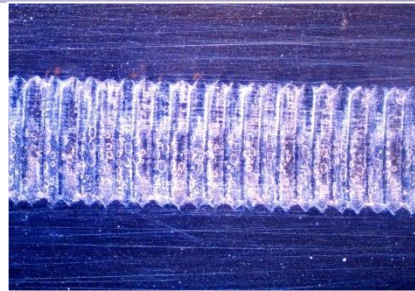
クライマテリック果実の
生成反応抑制
酵素反応の抑制
揮発性成分の生成抑制
有機酸代謝の制御
ペクチン物質の分解速度の抑制
クロロフィル分解の抑制
オフフレーバの発生
生理障害発生
カビの発生抑制
エチレン作用の抑制
ジャガイモの糖組成への影響
ジャガイモの発芽への影響
収穫後の生長制御
変色程度の軽減

ニラのパーシャルシール包装（機能性フィルム）



従来包装

パーシャルシール包装



センターシール形状

昆虫の侵害から園芸生産物を守る マンゴ果実の日本への流通



学名 : *Mangifera indica* L.

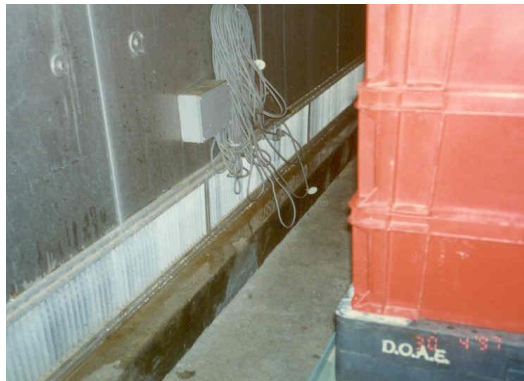
英名 : mango

和名 : マンゴ

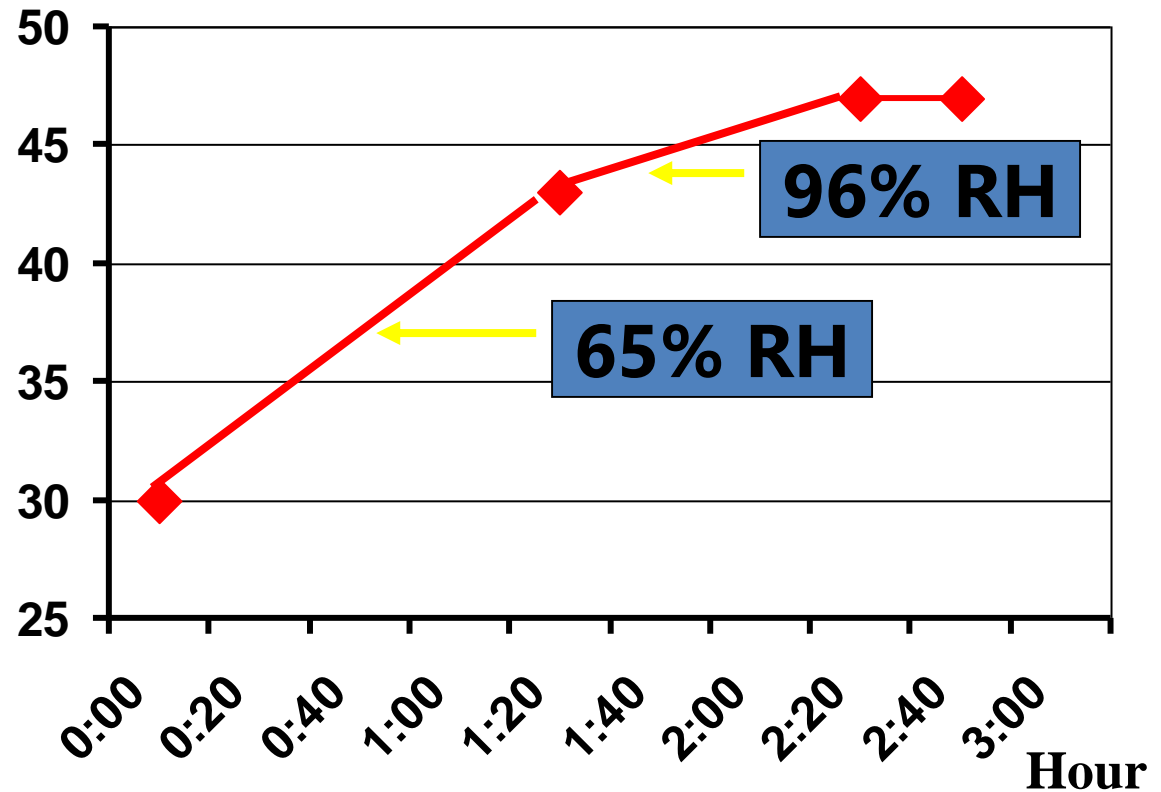
ウルシ科



マンゴ果実の蒸熱処理 (Vapor heat treatment (VHT))



◆ Temp.



ジャガイモの放射線照射処理による発芽抑制

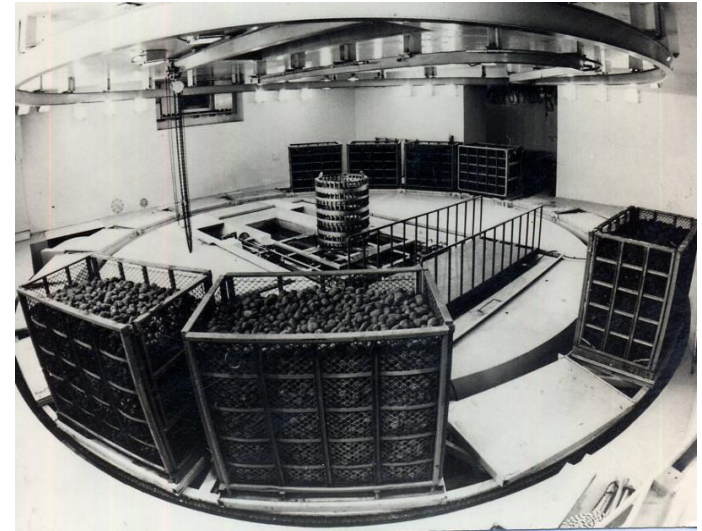


非照射 0.05kGy 0.1kGy 0.2kGy

室温貯蔵 15ヶ月

放射線照射の食品への利用

発芽抑制	0.03 ~ 0.15 kGy
殺虫・殺卵	0.1 ~ 1.0
熟度調節	0.5 ~ 1.0
表面殺菌	1.0 ~ 10.0
完全殺菌	20.0 ~ 50.0



北海道士幌農協

線源	コバルト60
照射線量	0.06 ~ 0.15 kGy
処理時間	コンテナ1個当たり 約60分×2回(両面)
処理能力	15トン/時 (10コンテナ/時)
稼動期間	9月21日~

12月31日頃

カキについて

10月26日は「柿の日」

柿食へば鐘が鳴るなり法隆寺(正岡子規)

正岡子規が明治28年10月26日からの奈良旅行を記念して
全国果樹研究連合会のカキ部会が制定



▼ 果物の種類	地域	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
いちご	>	15	18	23	18	10	1	0	0	0	0	3	11
その他柑橘	>	12	19	23	17	10	4	2	2	2	2	2	5
びわ	>	0	0	4	19	40	36	1	0	0	0	0	0
さくらんぼ	>	0	0	0	1	8	69	22	0	0	0	0	0
メロン	>	2	2	3	5	17	26	19	11	6	4	2	3
すいか	>	0	0	1	5	15	23	30	22	3	0	0	0
あんず	>	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0	0	0
すもも	>	0	0	0	0	1	18	40	27	13	2	0	0
もも	>	0	0	0	0	0	8	43	38	10	0	0	0
ぶどう	>	1	0	1	1	2	4	9	24	33	18	5	2
▼ 果物の種類	地域	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
いちじく	>	0	0	0	1	3	4	6	34	27	20	5	0
日本梨	>	0	0	0	0	0	0	4	34	43	15	4	1
くり	>	0	0	0	0	0	0	0	2	57	35	5	0
かき	>	2	1	0	0	0	0	0	0	12	42	31	11
西洋梨	>	3	0	0	0	0	0	0	2	12	23	38	22
りんご	>	9	10	10	8	6	4	3	4	9	13	12	10
みかん	>	15	9	2	0	0	1	1	1	3	14	21	32

甘ガキと渋ガキ

完全甘ガキ : 種子の有無にかかわらず熟し、甘くなるもの
富有、次郎など



富有

不完全甘ガキ: 種子の数が多いと、甘く、種子の数が少ないと渋くなる
西村早生、禅寺丸など

完全渋ガキ : 種子の有無にかかわらず、常に渋いもの
蜂屋、西条など

不完全渋ガキ: 渋ガキではあるが、種子ができると、不完全だが
渋が抜け、褐斑が出る
種子の周囲にゴマができて、その部分が甘くなるもの
平核無、会津身不知



平核無

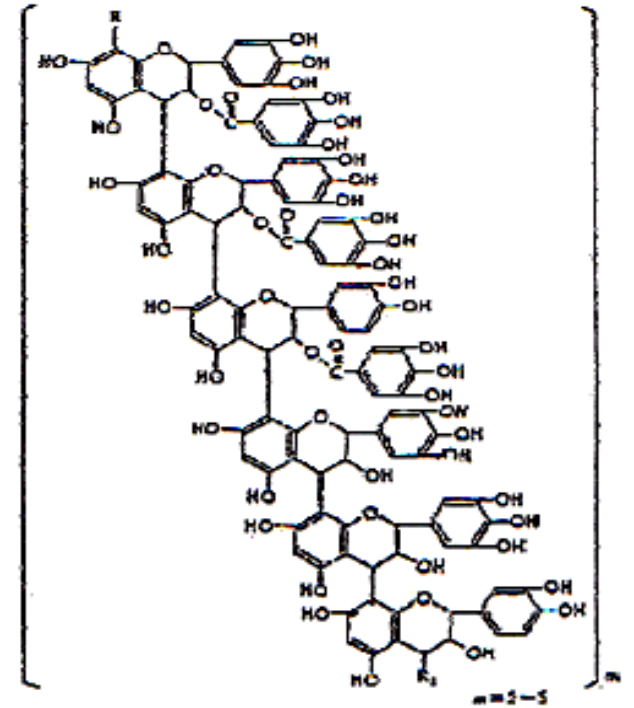
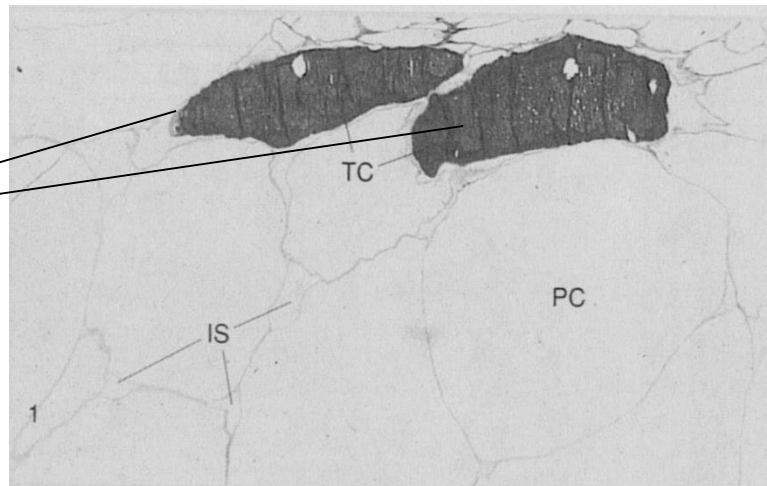
カキの渋味の原因物質

カキタンニン（プロアントシアニジンポリマー）

渋ガキの成熟果 約2%

0.2%以下になるとほとんど渋味を感じない

タンニン細胞



カキタンニンの推定構造

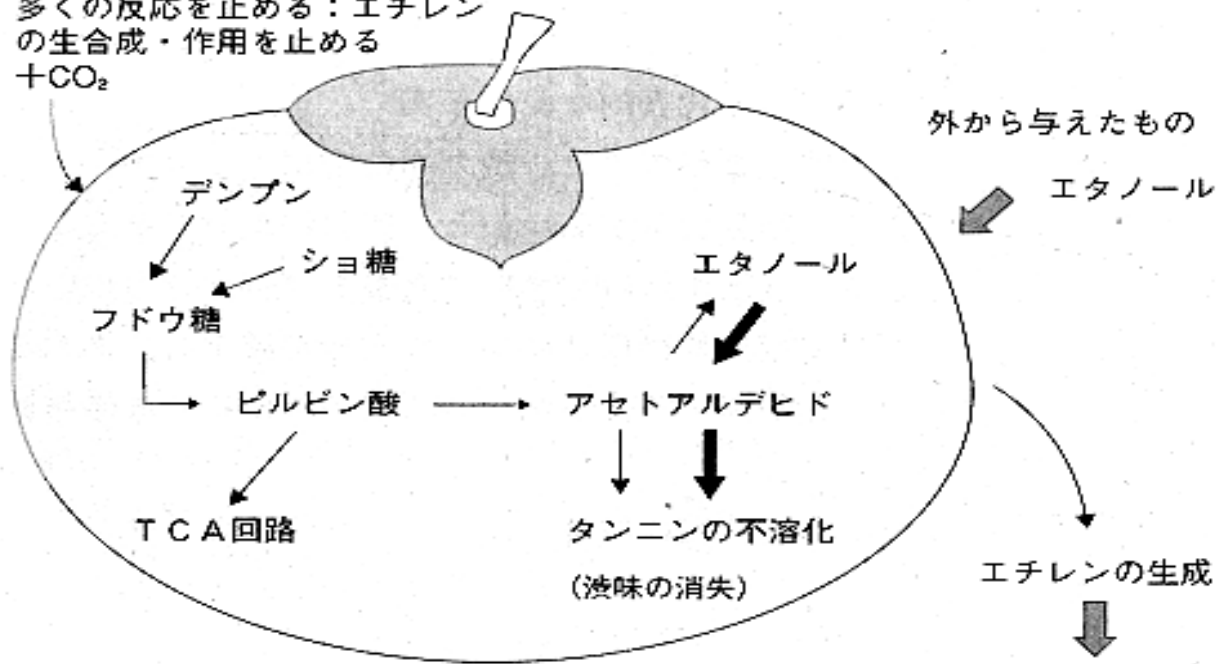
(松尾・伊藤 1978)

渋味原因物質を減らすと、渋ガキをおいしく食べることができる

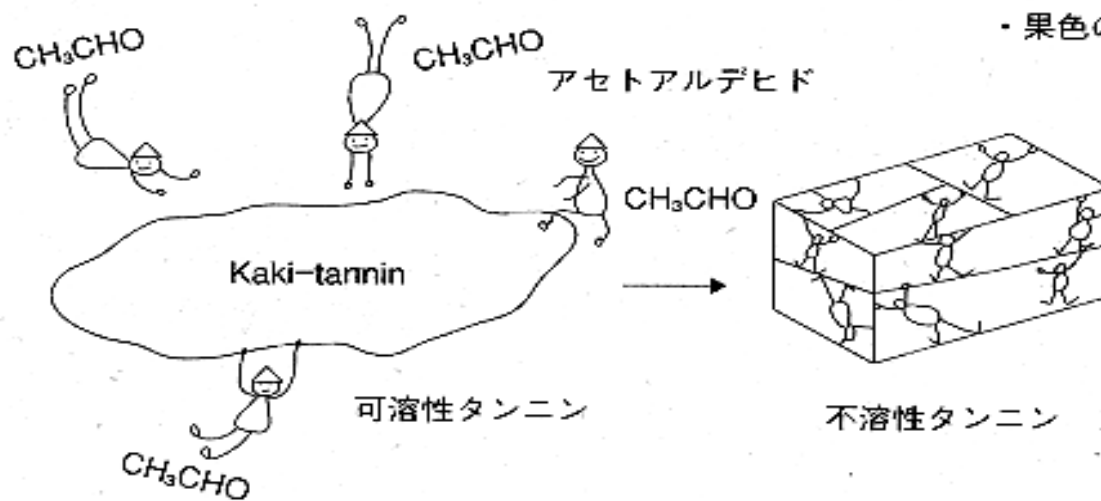


渋ガキの脱渋

多くの反応を止める：エチレン
の生合成・作用を止める
+CO₂



刀根早生

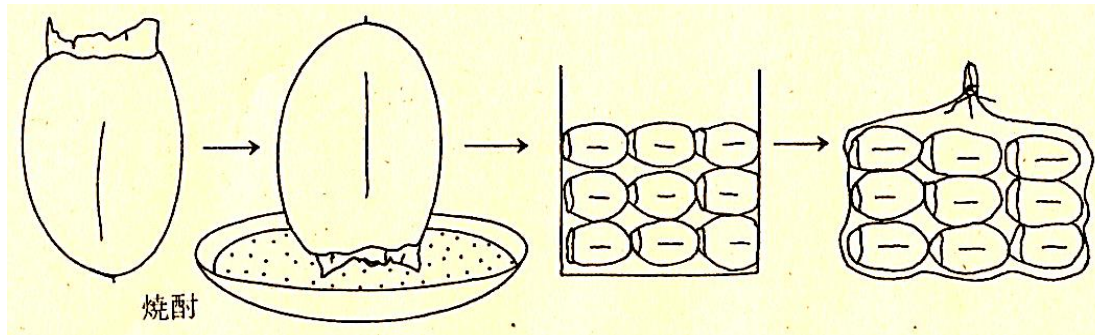


平核無

渋ガキの脱渋法

1. アルコール脱渋法

収穫したカキを35～40%エタノールにガク(へた)の部分に浸し、
20℃下で4～5日密封しておく



2. 樹上脱渋法

樹上中のカキが果頂部が色づき始めたころに固形アルコールを入れた
プラスチックフィルム袋で覆う
ガクがエタノールで変色する

へただし法

樹上脱渋法でガクはプラスチックフィルム袋では覆わない



3. 湯抜き法

40°C前後の温湯に15~24時間浸漬

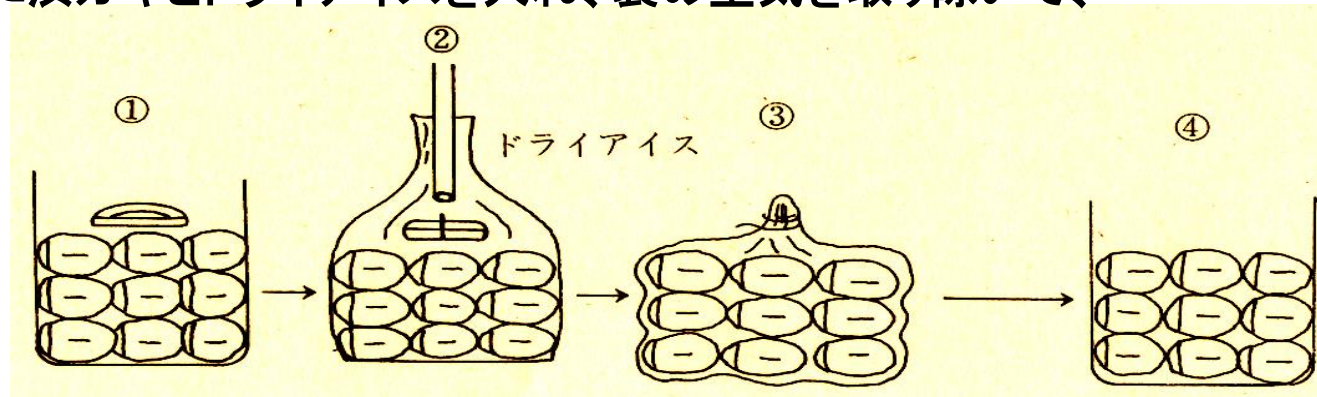
4. 炭酸ガス脱渋法

CTSD (Constant Temperature Short Duration 定温短時間処理)法

100%炭酸ガスで20~30°C下で1~2日間処理した後、開放後2~3日間放置

5. ドライアイス法

プラスチックフィルム袋に渋ガキとドライアイスを入れ、袋の空気を取り除いて、23°Cに2~5日間貯蔵



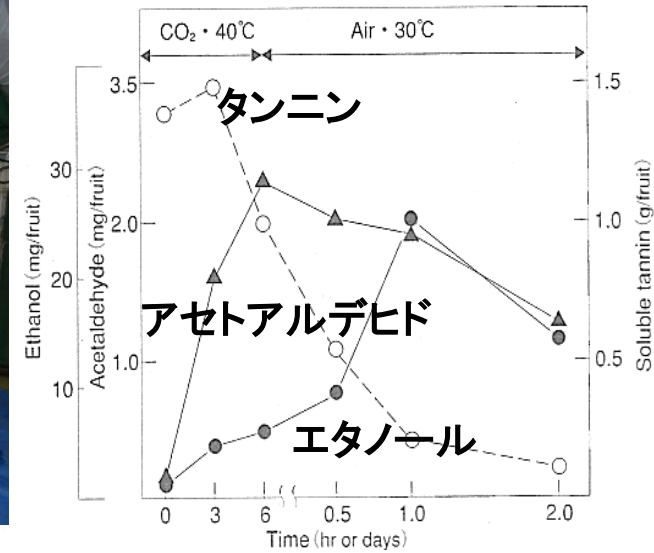
6. 凍結による脱渋法

渋ガキを-20°C前後に凍結

7. 干しカキ



CTSD炭酸ガス (Constant Temperature Short Duration)法



CTSD脱渋法での
タンニン、アセトアルデヒド
およびエタノール含量の変化

(松尾、2007)



2トンの脱渋装置



脱渋処理施設：20トン×2室、60トン×6室、計400トン
保温処理施設：60トン×4室、計240トン



平成24年度「産地再生関連施設緊急整備事業」
(180 t の保温処理施設を増設)

平成24年度「産地再生関連施設緊急整備事業」により、180 t の保温処理施設の増設により柿収納最大820 t



平成27年に太陽光発電処理を行う為、
屋根面積4,628.3㎡に2,031.2㎡の
ソーラーパネルを設置。JA全農と
共同により環境保全対策の取組み。

「建物」

鉄骨2階建て

延べ面積：8,410.22㎡

地下床面積：41.52㎡

一階床面積：5,669.94㎡

二階床面積：2,698.76㎡

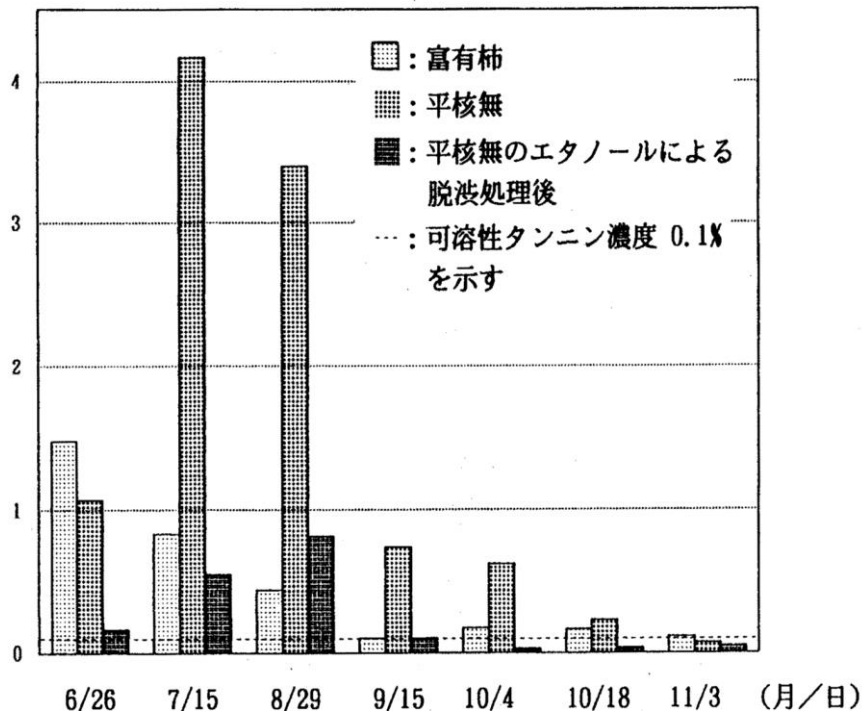
脱渋条件 果実温度 23～25℃

処理時間 ハウス(刀根早生)16時間、露地(刀根早生)20時間、

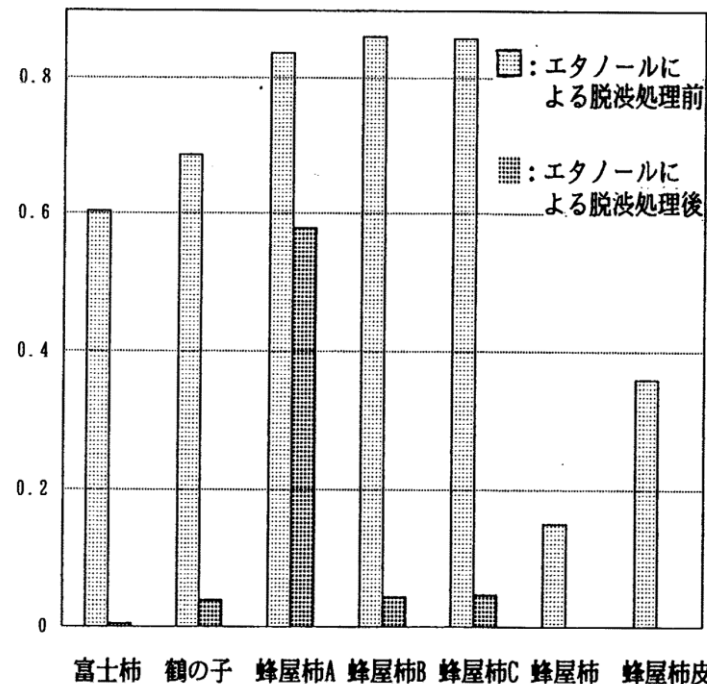
平核無24時間

その後保温 2～3日

可溶性タンニン (%)



可溶性タンニン (%)



成長過程の富有、平種無の可溶性タンニンの変化 アルコール脱渋による可溶性タンニンの変化

渋味の官能測定結果

	タンニン酸濃度 (%)				
	0.00	0.05	0.10	0.20	0.30
水	-	-	+	++	++
7%グルコース+ 7%フラクトース	-	-	+	++	++
柿ジュース (柿:水=1:1)	-	-	±	+	++

- 渋味を感じない, + 渋味を感じる, ++ 非常に渋味を感じる。パネリスト: 岐阜女子大学学生 24 名

脱渋カキ果実中に認められるタンニン細胞の分類

タンニン細胞の型	タンニン細胞の状態	甘ガキ	渋ガキの脱渋法				
			アル コール	炭酸 ガス	湯抜き	乾燥	凍結
褐変型	細胞内容が褐変し、収縮、凝固している	◎					
収縮型	細胞全体が収縮し、細胞内容も凝固、収縮している					◎	
凝固型	細胞内容が単に凝集している	○	◎	◎	◎	○	○
分離型	細胞内容は凝固せず、原形質分離を起こしている	◎	○				
破裂型	細胞が破裂しており、細胞内容の一部または全部が吐出している						◎

◎ 多数認められる、○ 認められる

(北川、1968)

ご清聴ありがとうございました

