

ポストハーベストってなあに？

～収穫からお口に入るまで～

2018年7月30日

第35回

サイエンスカフェ

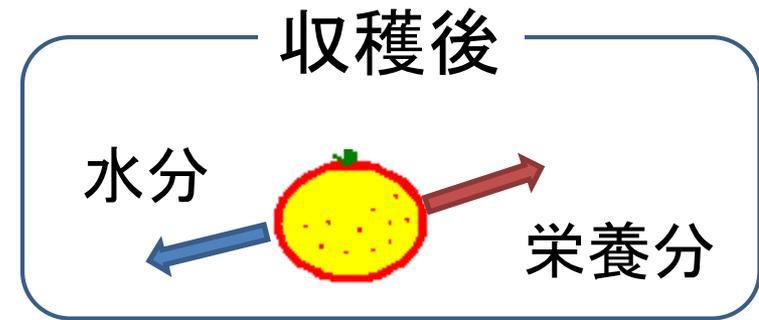
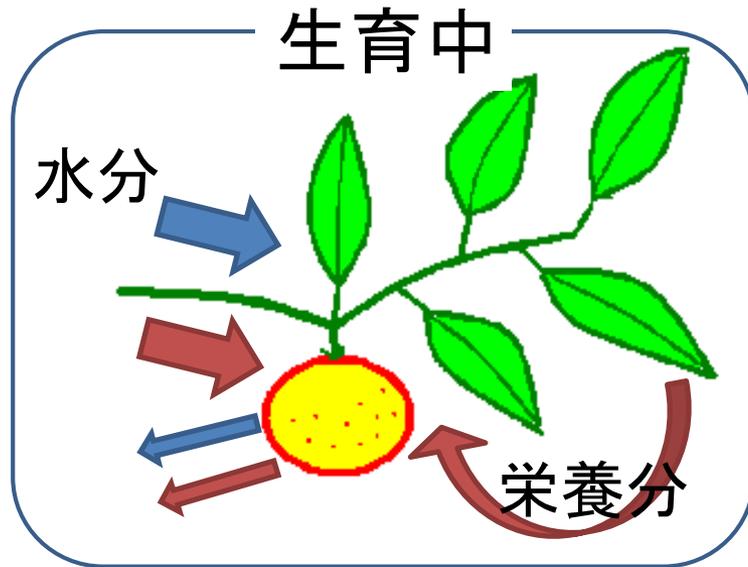


ポストハーベストとは？

- 収穫後の農産物の保蔵に関わる技術全般を指す：乾燥・貯蔵・冷蔵・冷凍，加工，調理，輸送などに関わる技術)
- ポストハーベスト農薬を意味するのではない！

収穫後(ポストハーベスト)の生理と品質

- 農産物は、収穫後も生命活動を維持するために、**呼吸**を行っている。



地中からの栄養分の供給は断たれ、空気中の O_2 を吸収し、 CO_2 を排出(呼吸)し、生命保持のためのエネルギーの獲得を図る。

品質低下の要因

呼吸, 蒸散作用による水分低下
→ 表皮組織等の軟弱化

- 糖質や有機酸の分解
- 栄養価の減少
- 呼吸熱の発生

呼吸作用

蒸散作用

- 重量減少
- 生体重5%の損耗で商品価値なし

- 微生物による抵抗力が低下
- 損傷部より腐敗菌が体内に侵入

微生物作用

気孔, 損傷組織から



◇ 品質低下の第1の要因

◇ 個々の細胞が営んでいる種々の生化学的反応の総計

野菜の種類と呼吸量

品名	CO ₂ 排出量 (mg kg ⁻¹ h ⁻¹)		
	0°C	4.5°C	21°C
アスパラガス	44	82	222
ブロッコリー	20	97	310
キャベツ	6	10	38
セロリ	7	11	64
スイートコーン	30	43	228
レタス	11	17	55
ジャガイモ	3	6	13
ホウレンソウ	21	46	230
カボチャ	12	16	91
タマネギ	16	25	117

- 初期の生育ステージで収穫される葉茎菜類(アスパラガス, ブロッコリー, ホウレンソウ)や, 未熟な果実(スイートコーン)が概して呼吸量大きい.
- 成熟して収穫する果菜類(トマト)は, 中間的な呼吸量.
- 貯蔵器官や根菜類(ジャガイモ, タマネギ, カボチャ)は, 呼吸量小さい.
- 結球性の方が非結球性の作物より呼吸量小さい傾向.

呼吸量の小さいものほど, 貯蔵性高い

呼吸量を抑制＝鮮度保持

■ 呼吸量を制御する要因

温度

湿度

環境ガス

機械的損傷

振動

コールドチェーン勧告

■ 1965年(昭和40年)に当時の科学技術庁資源調査会から「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」(いわゆる「コールドチェーン勧告」)が出された。

■ 勧告事項

- 1. コールドチェーン(低温流通機構)の整備
- 2. 食品の等級・規格および検査制度の確立
- 3. 食料流通に関する情報体系の整備
- 4. 生産地、中継地加工体制の確立
- 5. 食料流通に関する研究開発

(許容温度時間, 加工, 包装, 等級・規格)

予冷

- **予冷**: 野菜の品質を保持するために、収穫後できるだけ早期に、また急速に品温を下げ、野菜の生理活性を抑制する操作.
- 予冷を行った後に、一時貯留、貯蔵、輸送、販売などの流通工程がある.
- このフードチェーンでも、連続して適正な低温を保持することで、鮮度や高品質を維持することができる.

呼吸の抑制、追熟・老化の防止、水分損失の防止、有害微生物の増殖抑制、発芽の阻止など

低温障害

- 冷蔵保存に不向きな青果物を低温で保存した場合に発生する障害のこと。主に熱帯や亜熱帯原産の作物で生じやすい。
- 表面に褐変や窪んだ斑点（ピットティング）などが出るほか、水っぽくなったり、軟らかくなる等の追熟不良やビタミンCの減少などの栄養価の損失を招く。

表 青果物の低温に対する感受性

低温感受性	野菜の種類
大	キュウリ, ナス, ペッパー, サツマイモ, カボチャ, トマト, ジャガイモ, バナナ, レモン, パイナップル, マンゴー, アボカド
中	ブロッコリー, セルリー, レタス, タマネギ, パセリ
小	アスパラガス, メキャベツ, キャベツ, ニンジン, カリフラワー, ホウレンソウ, カブ

(大久保編著, 1993)

ピットティング・褐変

■ 低温障害による発生する症状



ナスのピットティング

バナナの褐変



CA (Controlled Atmosphere) 貯蔵



低温
高湿度
低O₂濃度
高CO₂濃度

例) リンゴ
通常貯蔵条件:
温度: 0°C
湿度: 約90%
2月頃まで販売

3月以降販売
O₂濃度: 約2%
CO₂濃度: 2%

包装

外界との遮断による 食品品質の保持

- 微生物, 害虫侵入の防止
- ビタミン分解, 変色の防止
- 水分, 香気の蒸散による風味低下の防止

輸送時などの機械 的損傷の防止

包装の 役割

食品のイメージ アップ

取扱上の簡便性 の向上

MA (Modified Atmosphere) 包装



プラスチックフィルムのガス透過特性と青果物自身の呼吸と蒸散によって創出される一種のCA環境下で青果物の鮮度保持を図る方法

機能性フィルム

追熟抑制フィルム エチレン吸着・除去能をもっている

- エチレンの除去は、野菜の鮮度保持のためには、きわめて重要である。
- 過マンガン酸カリウムなどの分解型の除去剤の効果が高く、キウイフルーツの貯蔵に使用。

ガス制御フィルム 低酸素，高二酸化炭素(CA)貯蔵条件が好ましい。

- フィルムに数ミクロンの孔を開けた微細孔フィルムが主流。
- 「P-プラス」が大きなシェアを占めている。博多万能ねぎ，カット野菜，もやし等の包装に使用。

防曇フィルム 結露を防止するフィルム。

- フィルム内面に非イオン系界面活性剤(主として、食品添加物として認可されているグリセリン脂肪酸エステルなど)を処理。
- 表面を親水化して、水滴を水膜に変え、曇りを防止する。

水分抑制フィルム 過湿障害を防止するフィルム

- 紙おむつで用いられる高分子吸水ポリマー樹脂をフィルムラミネートし、袋内の水分を吸着。
- 柑橘類の長期貯蔵に用いられる。

抗菌性フィルム 腐敗を防ぐためのフィルム

- 銀ゼオライト，ヒノチキオール(ヒバ類)，アリルイソチオシアネート(ワサビの辛味成分)などの抗菌性物質を練りこんだフィルム

機能性段ボール, 容器

- レンゴ

- イチゴを衝撃から守る「宙吊りトレイ」

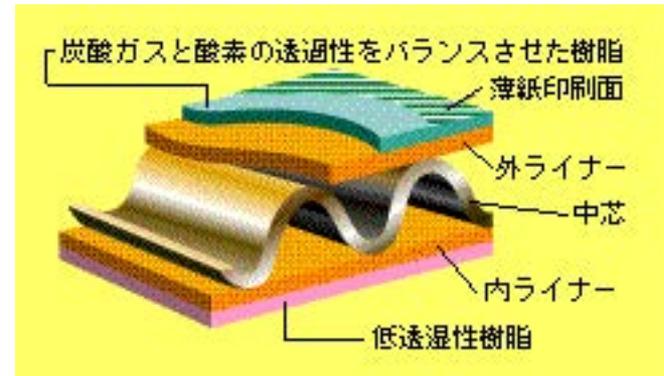


- ノンステープル段ボール

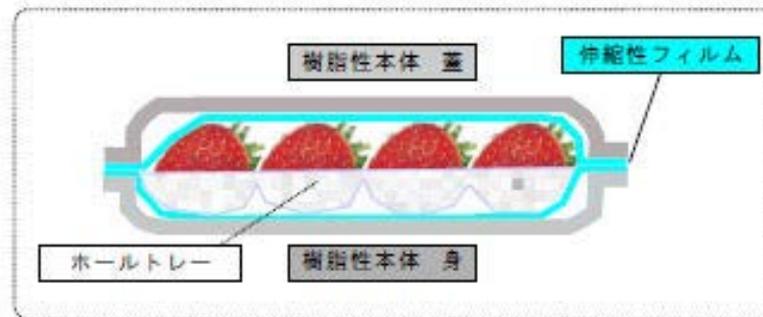


- 日本トーカンパッケージ

- T-CA (鮮度保持段ボール TOKAN CONTROLLED ATMOSPHERE)

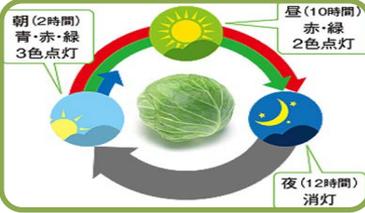


- フルテクター



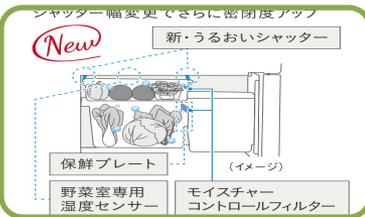
身近な例：冷蔵庫

三菱電機



- 朝どれ野菜室
- 3色LEDを照射し、ビタミンCや糖含量を増大

パナソニック



- Wシャキシャキ野菜室
- ナノイー効果で、ポリフェノールやビタミンA等の栄養素をアップ

東芝



- 5つ星VEGETA
- 水分たっぷりのうるおい冷気が、ミストチャージユニット(透湿ユニット)を通過。風を防ぎ、うるおいだけを野菜室に入れる。

日立



- 新鮮スリープ野菜室
- 野菜を眠らせるように保存して栄養素を守り、水分を閉じ込めて乾燥を抑えます。

洗浄・殺菌

洗浄

土壌，農薬，微生物を洗浄除去する。

- 浸漬式，攪拌式，ドラム式，ブラシロール式，散水式などを併用して使用する。

加熱殺菌

食品を加熱し，付着，混入している微生物を殺す。

- 加熱変性を伴うため，生鮮野菜の処理は困難。
- マンゴーなどの一部の果実に対し，温湯処理として利用。（追熟抑制効果もある。）

薬剤殺菌

食品に使用できる薬剤とその用途で使用基準がある。

- 殺菌料：サラシ粉，次亜塩素酸，次亜塩素酸ナトリウムなど
- 漂白剤，発色剤：過酸化水素，亜硝酸ナトリウムには殺菌効果あるが，殺菌剤としての使用は不可

紫外線照射殺菌

UV-C(100~280nm)の中で，200~280nmを殺菌線とよぶ。

- 250~260nmの波長は，強い殺菌力があることが知られている。
- 分子や電子を電離するほどのエネルギーはないが，DNAに損傷を与え細胞分裂を阻害し，微生物を死に至らしめる。

農産物のフードチェーン

収穫地から小売店の店頭へ青果物が並ぶまで



ハウス内のシュンギク



収穫作業



包装されたシュンギク



農家からJAへ



小売店店頭へ到着



青果市場内の低温貯蔵庫

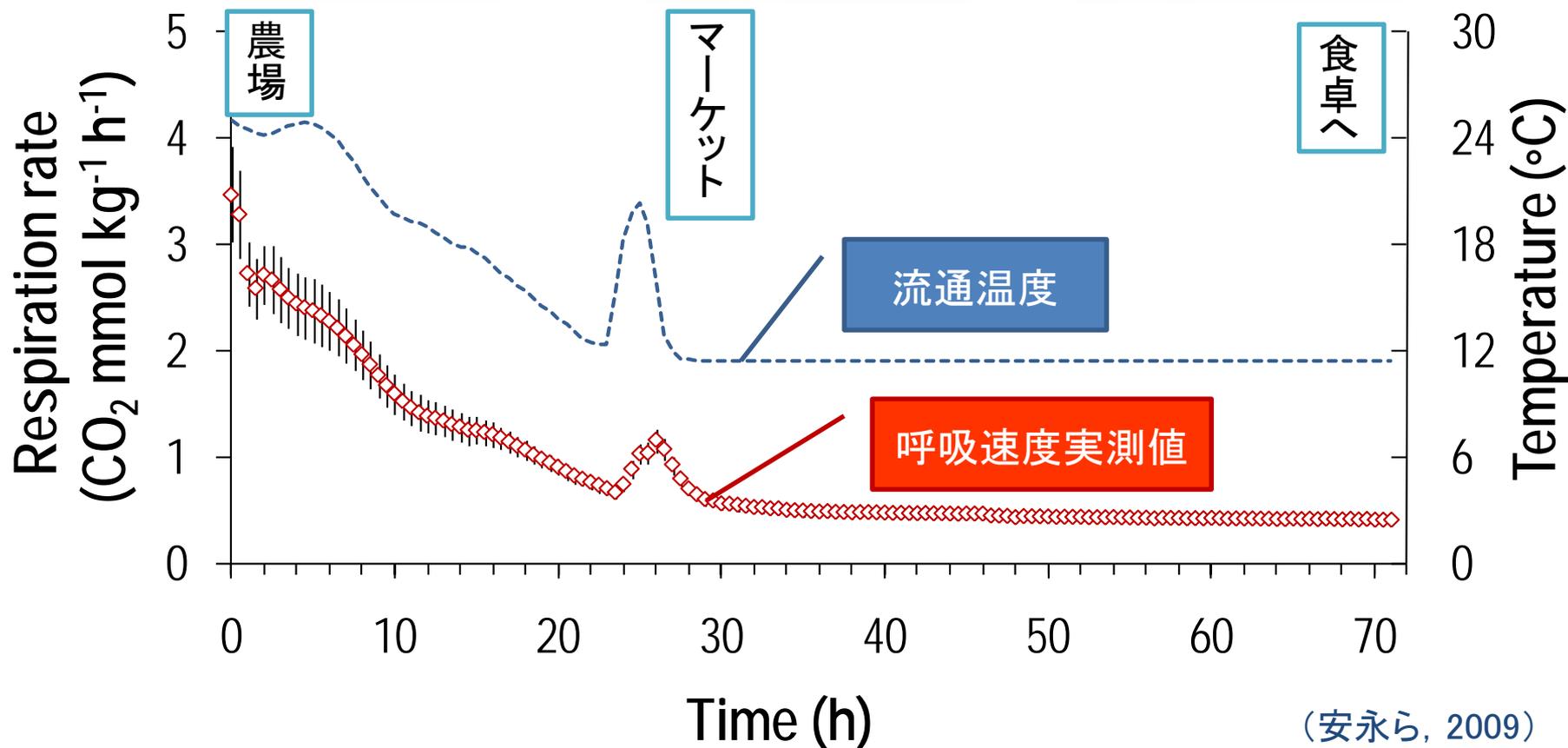


JAから青果市場へ



JA内で品質検査

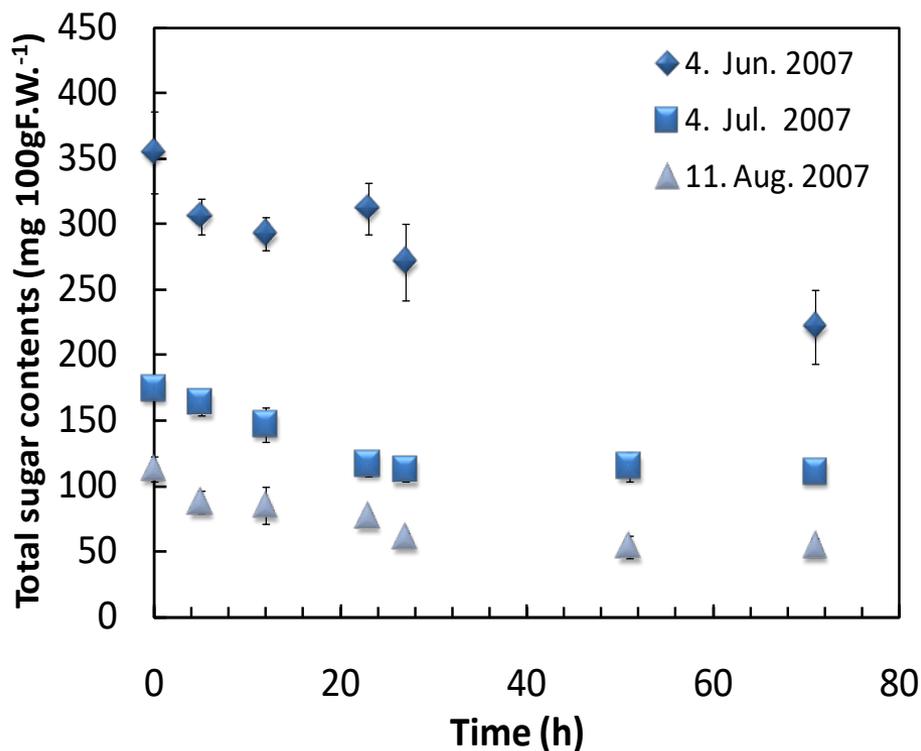
流通温度下のシュンギクの呼吸速度 R_c の経時変化



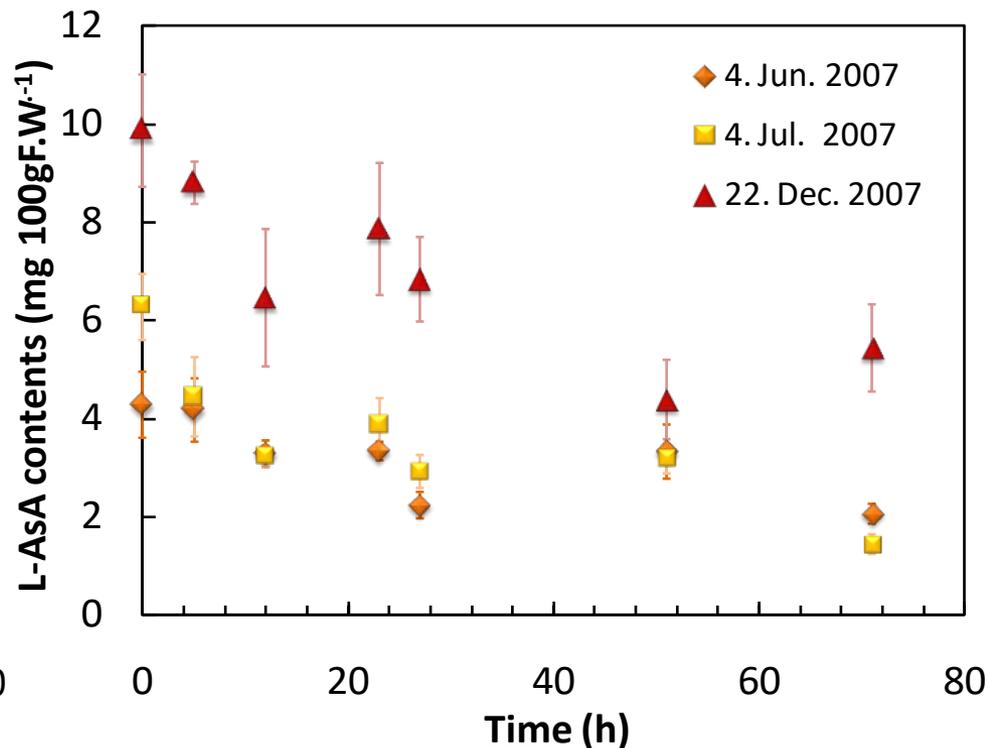
(安永ら, 2009)

流通温度下の全糖, ビタミンC含量の経時変化

全糖(Fru+Glu+Suc)

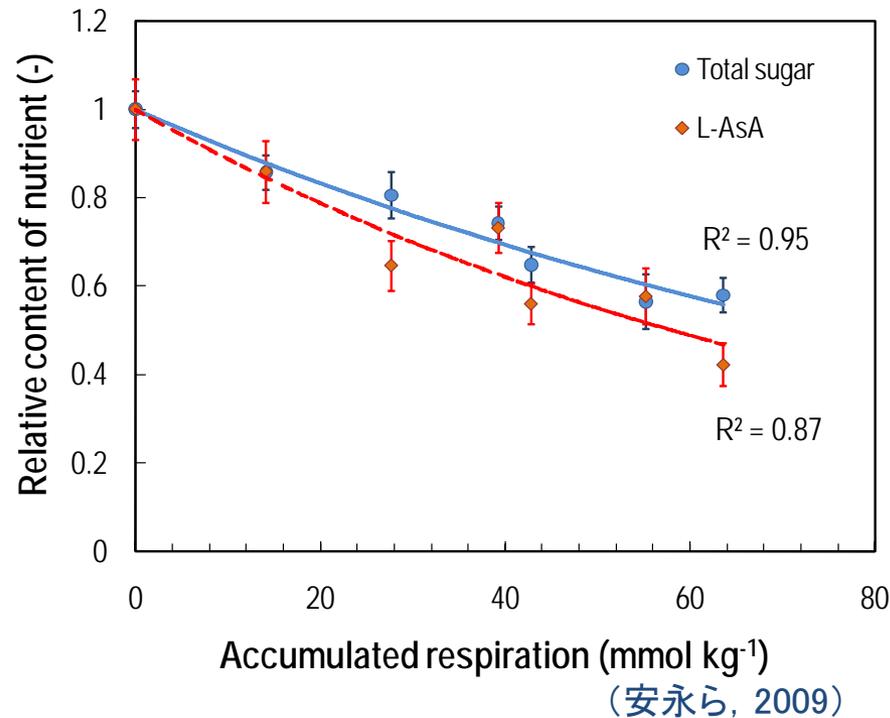
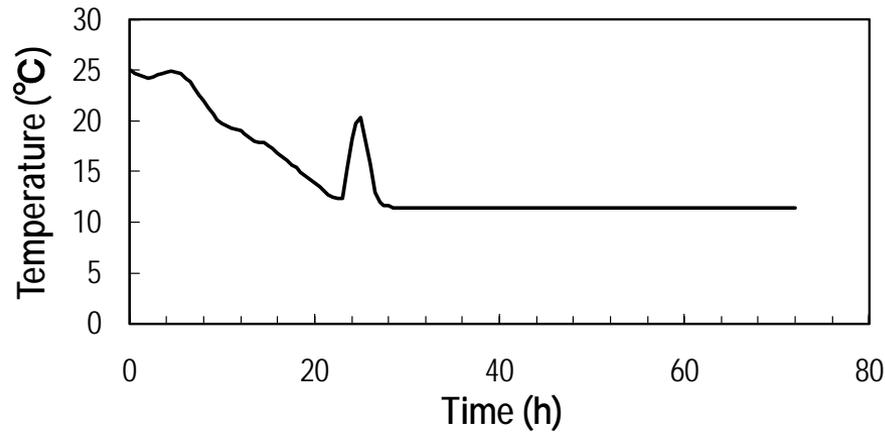


ビタミンC



(安永ら, 2009)

呼吸による内容成分含量の減少



$C_{At}[-]$: 実験開始からの経過時間 $t[h]$ におけるL-AsA相対含有量

$$C_{At} = \frac{A_t}{A_0}$$

$$= \exp\left(\beta_A \int_0^t \left[K_1 \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right) \{1 + K_2 \exp(-k_d t)\} \right] dt \right)$$

積算呼吸量

β_A [kg mmol⁻¹]: 呼吸速度とL-AsA相対含有量を関連付けるパラメータ

	β_A or β_S [kg mmol ⁻¹]	RMSE [dimensionless]
Ascorbic Acid	11.93×10^{-3}	0.058
Total sugar	9.14×10^{-3}	0.029

積算呼吸量と成分含量変化の関係を表すモデル式によって、流通中の青果物の品質変化が予測できることを明らかとした。

果実を輸入するためには…

- 関税分類番号 (HSコード) : 果実 : HS08
- 輸入時の規制
 - 関税定率法/関税暫定措置法
 - 植物検疫法 (条件付きで認められる場合もある)
 - 食品衛生法 (残留農薬基準)
- 販売時の規制
 - 農産物資の規格化および品質表示の適正化に関する法律 (JAS法)
 - 食品表示法

植物検疫証明書, 衛生証明書

COPY


 0100 P.Q. 01-0
 Form P.Q. 7-1

Department of Agriculture
 Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand
Phytosanitary Certificate

Plant Protection Organization of Thailand
 TO Plant Protection Organization (s) of JAPAN No. 4277094

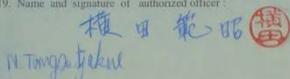
1. Name and address of exporter: SIAM EXPORT MART CO., LTD. 101/1 MANEENYA 3 SOI 8 RATTANATHIBET RD. MUANG NONTHABURI 11000 THAILAND.	2. Declared name and address of consignee: ASSOC. PROF. DR. EIRIKO YASUNAGA INSTITUTE FOR SUSTAINABLE AGRO-ECOSYSTEM SERVICE (ISAS) GRADUATE SCHOOL OF AGRICULTURAL AND LIFE SCIENCES THE UNIVERSITY OF TOKYO 1-1-1 MIDORI-CHO, NISHITOKYO, TOKYO, 188-0002, JAPAN.	
3. Number and description of packages: 28 CARTONS	4. Distinguishing marks:	
5. Place of origin: THAILAND	6. Declared means of conveyance: AIR	7. Declared point of entry: NAKITA, JAPAN
8. Name of produce and quantity declared: MANGO 140,000 KG.(S) (NAM DOKMAI)	9. Botanical name of plants: MANGIFERA INDICA LINN.	

This is to certify that the plants, plant products or other regulated articles described herein have been inspected and/or tested according to appropriate official procedures and are considered to be free from the quarantine pests specified by the importing contracting party and to conform with the current phytosanitary requirements of the importing contracting party, including those for regulated non-quarantine pests.

Additional Declaration

VAPOR HEAT TREATED NAM DOKMAI MANGO FREE FROM MANGO FLY BACTROCEBA DORSALIS SPECIES COMPLEX AND MELON FLY BACTROCEBA CUCURBITAE COQUILLETT.

Disinfestation and/or Disinfection Treatment

10. Date: MAY 26, 2014	11. Treatment: VAPOR HEAT TREATMENT	12. Chemical (active ingredient): --
13. Duration and temperature: 47 DEGREE CELSIUS FOR 30 MIN.	14. Concentration: --	15. Additional information: --
16. Stamp of organization: 	17. Place of issue: PLANT QUARANTINE RESEARCH GROUP, BANGKOK THAILAND	19. Name and signature of authorized officer:  MS. NUALNISA TANGSATJAKUL FOR CHIEF, PLANT QUARANTINE RESEARCH GROUP PLANT QUARANTINE STATION
18. Date: MAY 26, 2014		

NOTE: No financial liability with respect to this certificate shall attach to the Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand or to any officers or representatives of that Ministry.

450497

ORIGINAL


 0100 P.Q. 01-0
 Form P.Q. 11-1

Department of Agriculture
 Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand
Health Certificate

No. AC 0926H10957857

1. GAP code of farm: AC 03-9001-2552-36078841125 (MR. WORATHEP) AC 03-9001-2552-3608273125 (MR. SAYAM) AC 03-9001-2849-36086541125 (MR. SU. THIP)	2. GMP code of packing house: AC 03-9035-2010-01321451100	
3. Laboratory number: AC 0926003	4. Laboratory sample number: 57/07269-001	5. Shipment date: 28 APRIL 2014
6. Name and address of exporter: SIAM EXPORT MART CO., LTD. 101/1 MANEENYA 3 SOI 8, RATTANATHIBET RD., MUANG, NONTHABURI 11000, THAILAND REGISTRATION NUMB JP-09-007		
7. Name and address of consignee: DR. EIRIKO YASUNAGA INSTITUTE FOR SUSTAINABLE AGRO-ECOSYSTEM SERVICE (ISAS) GRADUATE SCHOOL OF AGRICULTURAL AND LIFE SCIENCES THE UNIVERSITY OF TOKYO 1-1-1 MIDORI-CHO, NISHITOKYO, TOKYO, 188-0002, JAPAN		
8. Declared point of entry: JAPAN	9. Declared means of conveyance: AIR	
10. Description of goods and weight: MANGG-NAM DOKMAI 500 KG. <i>Mangifera indica Linn.</i>		

Declaration

METHOD OF ANALYSIS: (1) In-house method TE-CH-030, TE-CH-031 and TE-CH-032 based on Schramm et al., Universal 5 min On-Line Method for Extracting and Isolating Pesticide Residues and Industrial Chemicals. Pesticides Z Anal. Chem., 322(1995) 752-754.
 (2) In-house method based on QuEChERS method by L.C. McMS

DETERMINATION: Organophosphates, pyrethroids, carbamate and other residues.
 RESULT: Based on sample submitted (analytical group 1) and

This certificate is issued to replace the certificate No. AC 0926H10756157

Chlorpyrifos residue: LOD = 0.01 mg/kg	Organophosphate group: Not Detected
Propiconazole residue: LOD = 0.005 mg/kg	Pyrethroid group: Not Detected
	Endosulfan: Not Detected
	Propiconazole: Not Detected
	Carbamate group: Not Detected

Organophosphates group(1): DDDV, methidathion, diazinon, chlorpyrifos, pirimiphos ethyl, pirimiphos methyl, parathion, parathion methyl, mevinphos, malathion, profenofos, prothiofos, monocrotophos, dimethoate, omethoate, dicrotophos, phosalone, azoxystrobin, fenitrothion, methidathion, ethion, EPN and azinphos ethyl
 Pyrethroids group(1): permethrin, cypermethrin, cyhalothrin, fenvalerate, cyfluthrin and deltamethrin
 Carbamate group(1): methidathion, carbaryl, BPMC(fenothiocarb), carbosulfan, 3-hydroxy carbosulfan, methidathion, isoprocarb, propoxycarb
 Others group: endosulfan(1), propiconazole(2)

Remarks: The above product is produced, packed and exported under control measures for pesticide management in mango exported to Japan and conforms to Japanese Agricultural Chemicals Residue Limits.

ANALYST KANNIKAR BUTTHO

11. Stamp of Organization: 	12. Date of issue: 19 APRIL 2014	14. Name and signature of authorized officer:  (Miss. Kulwilai Suthi-eksanavasin) FOR DIRECTOR GENERAL, DEPARTMENT OF AGRICULTURE
	13. Date of expiry: 03 MAY 2014	

030498

植物検疫@成田空港



余談ですが・・・

マンゴー120kg(350個)を日本に輸入するため
果実の代金: 7,500HB (約25,000円)

輸送費: 9,000THB (約30,000円)

関税: 3,400円

蔵置料: 5,460円

ポジティブリスト制度

ポジティブリスト制度：一定量以上の農薬が残留する食品の流通を禁止する制度

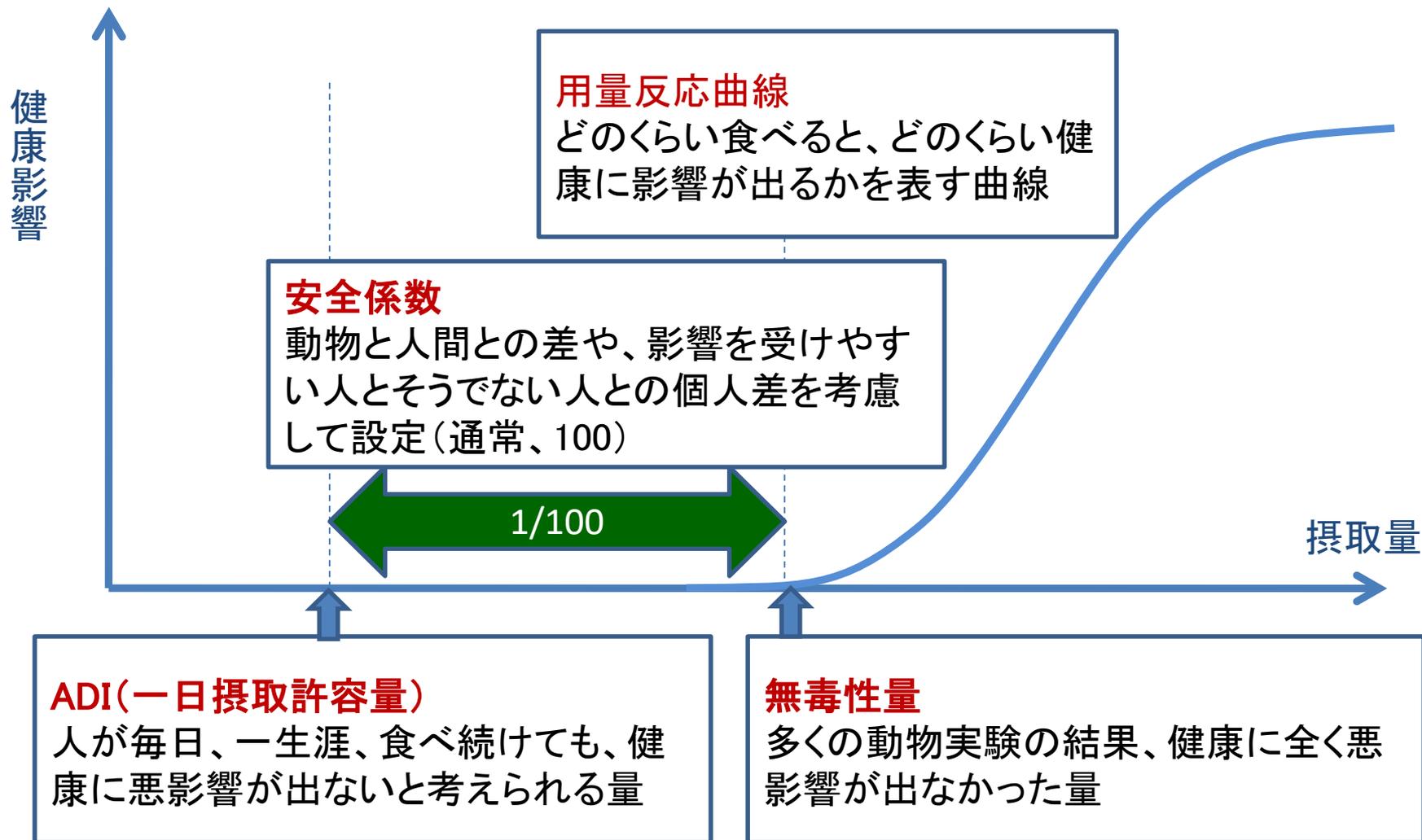
平成18年5月29日食品衛生法が改定されポジティブリスト制が施行。

全ての農薬・動物用医薬品・飼料添加物について、加工食品を含む全ての食品が規制対象



安全確保のための基準設定の考え方 (閾値がある場合)

食品安全委員会の資料（「一日摂取許容量（ADI）とは（メタミドホスの場合）」より一部転載



防カビ剤（食品添加物）

- 防かび剤が一般的にポストハーベスト農薬と認識されている。

イマザリル：かんきつ類（みかんを除く）、バナナ

- かんきつ類ではワックス処理液に浸漬して使用，バナナでは処理液に浸漬したり，スプレーしたりして使用される。

オルトフェニルフェノール（OPP），オルトフェニルフェノールナトリウム：かんきつ類

- かんきつ類の表皮に散布または塗布することにより使用される。

チアベンダゾール（TBZ）：かんきつ類，バナナ

- 広い抗菌スペクトルを示す抗菌剤で，農薬，食品添加物のほかに，動物用医薬品としても広く使用される。
- 防かび剤としては，かんきつ類には，ワックスエマルジョンに混入し，収穫後の果物を浸漬する方法が一般的。バナナには，溶液に浸漬するか，収穫時にスプレーする方法が用いられる。

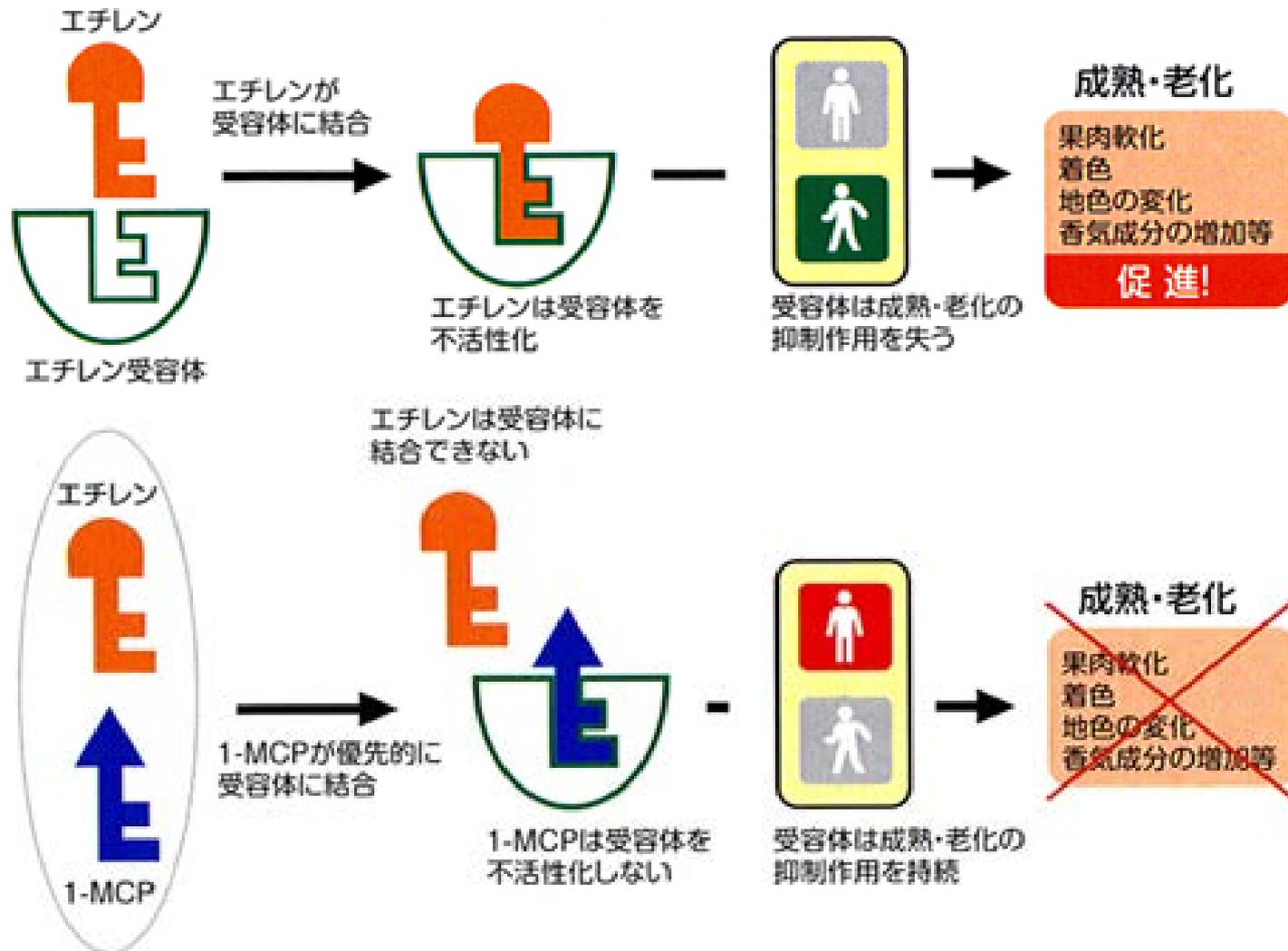
フルジオキシニル：アンズ，オウトウ，かんきつ類（みかんを除く），キウイ，ザクロ，スモモ，西洋ナシ，ネクタリン，びわ，マルメロ，モモ，りんご

- 孢子発芽，発芽管伸長及び菌糸の生育阻害を示すことから，農薬としてだけでなく，収穫後の果実の防かび目的にも使用される。

1-MCP（エチレン作用阻害剤）

- 構造的には植物ホルモンのエチレンと類似している
- 商業的には、果実の成熟を抑制したり、カット青果物の傷みを抑制したり、観賞用の植物の鮮度保持に用いられる
- 商品名：Smart Freshで、アメリカ合衆国で承認を受け、アメリカ合衆国、EU諸国、オーストラリア、中国など31カ国で使用が認可されている
- 日本でも、リンゴ、ニホンナシ、セイヨウナシ、カキを対象に農薬登録が認可された（2010年11月9日）
- 処理濃度が0.5～1ppmと少量で効果が出る（気密性が高い容器内で反応させる）

エチレン受容体の作用機構（榎村，2004）



(http://www.fruit-safety.com/faq/qa_keyword/046.html参照)

花蕾の色の経時変化



処理前(0日)

