

National Institute of Fruit Tree Science

# 果樹研究所 ニュース

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構



**NIFTS NEWS  
No.21**



モモ「白秋」

巻頭言 .....	2
コラム .....	2
＜研究の紹介＞	
簡易で迅速なカンキツの DNAマーカー分析法 .....	3
国内カンキツ樹からのカクヘキシア病 病原ウイロイドの検出と遺伝子診断 .....	4
カンキツ属果実における カロテノイドの集積特性 .....	5
ミヤコカブリダニの定着を 促進させる人工素材 .....	6
＜新品种紹介＞	
「ひめこなつ」「露茜」「太月」「太天」 「西南のひかり」「津之輝」 .....	7
＜イベント報告＞ .....	8
「ふるさとの食、にっぽんの食」 全国フェスティバル 科学技術週間「一般公開」 ＜お知らせ＞ .....	8
■平成20年度夏休み公開	
■つくばちびっ子博士	

## 巻頭言

### 一歩先を行く

気象庁では平成19年4月1日付けで天気予報等で用いている予報用語の全面的な見直しを行い、日最高気温が35℃以上の日について猛暑日という用語を新たに設けました。この時を待っていたかのように、早くも5月には豊後大野市、宮崎市で初めての猛暑日を記録し、8月には熊谷市、多治見市で40.9℃を観測し、74年ぶりに最高気温を記録したほか各地で最高気温を更新したのは記憶に新しいところです。まさにそのころ「またこんな時に！」という事態におちいりました。運転中、さすが猛暑日は車のエアコンもきついのかなと思っていたところ、なんと故障で、しかも修理工場は夏休みということで修理もかなわず、今後訪れるかもしれない亜熱帯とはこんなものかと肌身で感じることになりました。今年も5月1日にすでに北海道で真夏日になったほか、長期予報によるとまたもや暑い夏に悩まされそうです。

平成15～19年度に運営費交付金プロジェクト研究の「作物及び家畜生産における気候温暖化の影響解明とその制御技術の開発」（通称「気候温暖化」）を推進してきました。果樹・茶等永年作物、野菜・花き、稲・麦・大豆、畜産・草地の4つの系で温暖化が及ぼす生理・生態的なメカニズム解明や対応技術の開発を行ってきました。果樹では高温による着色不良等果実品質の低下や生育障害等が顕在化してきていたほか、熱帯・亜熱帯の重要病害であるカンキツグリーンング病の侵入など新たな病害虫の発生が懸念されてきた頃であり、まさに将来の重要問題を見据えたタイムリーなプロジェクト研究であったと思います。今後、農林水産省委託プロジェクト研究、農研機構の新運営費交付金プロジェクト研究へと引き継がれ、近未来の地球温暖化に対応可能な適応技術が開発されることを期待しています。

私が農林省に入省した昭和46年当時は、国立の試験研究機関はそれぞれの専門分野の研究を深め、農業生産を高める技術開発が重要なテーマだったと思いますが、国内総生産（GDP）に占める農業総生産が1%以下に低下する中で農業研究が求められる役割も変わってきています。生産技術だけでなく、国民、消費者の視点に立った、環境保全、食の安全・安心、バイオ燃料政策に端を発した食糧事情への対応など時代が求める諸問題に対する対応技術開発が求められるようになってきています。その時々ニーズに対応するのが精一杯で、時代を先取りした研究開発は難しいかもしれませんが、一歩先を行くゆとりと先見性を身につけたいものです。

研究管理監 吉田 幸二



### コラム

### “モモの本当の種は？—モモの種は種の中”

モモの季節となりましたが、モモを食べた時あとに残る中心部の種は意外と大きく感じるものです。実はその部分は本当の種ではなく、核（内果皮）といい、非常に硬いのですが果実の一部なのです。そして本当の種はこの核の中に入っています。

このような果実は核果と言われ、ウメやスモモも同じようなかたちをしています。

表紙の写真は、果樹研で育成したモモ「白秋（はくしゅう）」です。8月中旬が熟期で、300～400gの大玉となります。糖度も高くジューシーなモモです。

# INTRODUCTION OF RESEARCH REPORT

## 研究報告



果樹ゲノム  
研究チーム

清水徳朗

### 簡易で迅速なカンキツの DNAマーカー分析法

カンキツの育種では毎年多数の種子を播種して特性評価を行います。開花までには10年近く必要なものも多くあります。播種された実生のほとんどは選抜後に廃棄されますが、それまでの期間、多数の実生を圃場で維持、管理するためには多くの圃場面積と労力、経費を必要とします。DNAマーカーを利用して重要な形質の有無を評価することで、不要と判断された実生を早期に淘汰し、育種の労力とコストを大幅に削減することができます。

DNAマーカーを用いた分析では、1) 葉などの組織からのDNA抽出、2) 抽出したDNAの純化と定量、3) 純化したDNAを用いたPCR反応、4) 電気泳動法によるPCR産物の分離と結果の評価、の過程を経て結果が得られますが、毎年播種される種子に合わせると年間数千個体以上を分析する必要があります。

DNAの抽出に先立ち組織を細かく破碎しますが、カンキツは組織が固いために乳鉢などを用いる方法では非常に多くの労力を必要とします。そのため、凍結した試料をステンレスなどの金属球と一緒に高速度で振盪することで、DNAに損傷を与えることなく短時間で破碎する方法を開発しました(図1)。抽出したDNAを用いたPCR反応により目的のDNA断片を増幅しますが、抽出したDNAにはPCR反応を阻害するさまざまな不純物が含まれていることから、安定した結果を得るためにはさらに純化して不純物を除いておかな

ければなりません。その分どうしてもコスト高になるのが難点でしたが、純化しないままでもPCR反応を行うことは出来ないかと考えて検討した結果、不純物を多く含む試料でも阻害を受けにくい新しいPCR反応系を検討することで、不純物のために今までうまくいかなかったサンプルでも良好な結果が得られることがわかりました。またほとんど純化していない試料でも一定の結果が得られることがわかり、DNAの純化過程を大幅に簡略化することが出来ました。

以上の方法により、現在では試料の破碎からPCR分析までを一日に20サンプル行うことができます。この方法では週に100サンプル、年間で5,000サンプル以上を分析することが可能で、育種現場で求められる分析点数にほぼ対応することが出来るだけでなく、純化の過程を省略した結果、経費も大幅に削減することができました。当初はカンキツ用にこの方法を開発しましたが、その後高純度なDNAを得ることが難しい他の果樹においても適用できること、通常は良好なDNAが得にくい葉以外の組織でも良好な結果が得られることがわかってきました。今後このような方法を用いることで、さまざまな場面でDNAマーカー分析が一般的な手法として普及するものと期待しています。

参考資料) 清水他、「カンキツの簡易DNAマーカースクリーニング法の開発」DNA多型、15:110-113(2007)。

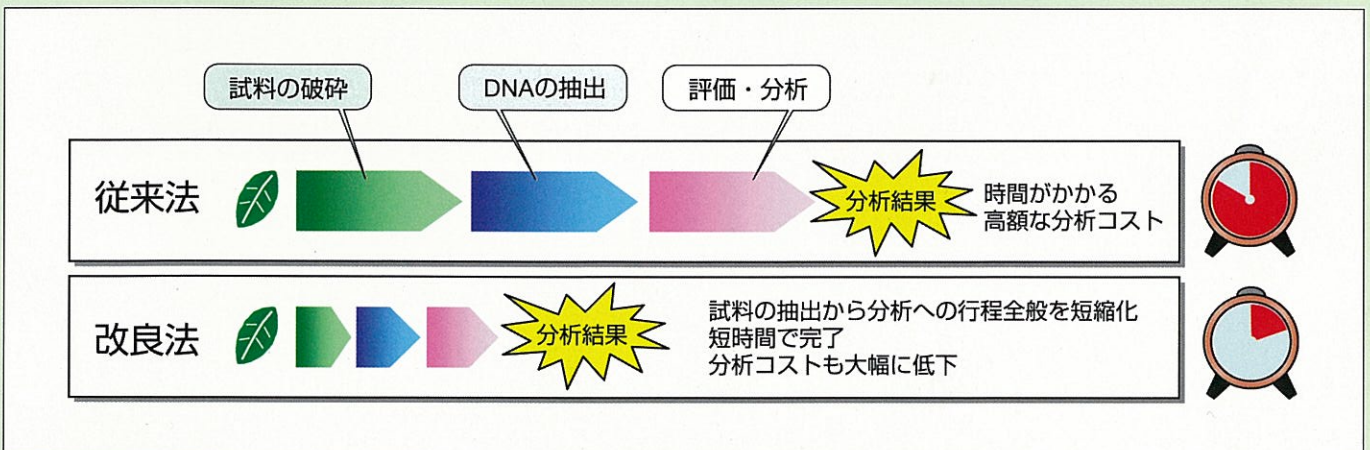


図1 従来法と改良法の比較



果樹病害  
研究チーム

伊藤隆男

### 国内カンキツ樹からのカクヘキシア病 病原ウイロイドの検出と遺伝子診断

カンキツにはカクヘキシア (cachexia) 病と言う病気があります。cachexia とは医学用語で「悪液質：がんなどによる不健康状態」と訳されます。カンキツでは、マンダリン類やその交雑種などの樹皮下にピッチングを生じ樹脂を漏出させ、樹勢衰弱を招きます(写真 1)。海外では広く分布することが知られていましたが、これまで日本国内での発生の報告は無く、植物検疫上の特定重要病害虫の一つに指定されています。

カクヘキシア病の病原はホップ矮化ウイロイド (HSVd) です。HSVd はごく短い約 300 塩基の RNA 分子のみからなり、ホップやカンキツをはじめ多くの植物に感染することが知られています。しかし、カンキツに感染する HSVd の多くは特別の病気を起こしません。カクヘキシア病を起こすのは HSVd の特殊な変異株であり、RNA 分子の約 300 塩基のうちわずかに 5 塩基が異なるだけです。

その 5 塩基の違いを検出できるプライマーを設計、利用して RT-PCR という手法による遺伝子診断を行いました。国内のカンキツ 573 樹を診断したところ 13 樹より、カクヘキシア病を引き起こす HSVd 変異株が発見されました。確認のため、カクヘキシア病に弱いパーソンズスペシャルマンダリンに接木して調べたところ、カクヘキシア病特有の病徴も確認され、国内にはカクヘキシア病の病原が存在していたことが明らかとなりました(表 1)。

これらの感染樹は、果樹研究所の保存樹 10 樹と、一般の 2 圃場から 3 樹でした。多くはカクヘキシア病に感染しても病気にならないレモンやオレンジなどで、以前から潜在感染して海外より侵入していたものと考えられました。一方で、他のウイルスやウイロイドが同じ樹に混合感染しており、それらの病徴が現れていました。そのように、他の病気による被害があったために、母樹として使われることがなく、あまり各地に広がらなかったのではないかと推察されました。感染樹に 2 樹だけウンシュウミカンがありました。ウンシュウミカンは品種によっては病気になることが知られています。しかし、品種あるいは病原の毒性の違いによるのか、他のウイルスやウイロイドによる病徴と樹全体の衰弱は見られたものの、カクヘキシア病特有の病徴は見られませんでした。

今回調べた範囲では、本病原の分布は局地的で、実害も今のところ不明です。しかし、本病は接木で簡単に伝染します。保毒穂木が流通し、本病に弱い品種に感染すれば、被害の発生が問題となることが予想されます。カクヘキシア病の遺伝子診断については果樹研ホームページで公表しています(<http://fruit.naro.affrc.go.jp/announcements/uiroidokentei.html>)。母樹の選定の際に遺伝子診断を行うなどして、分布の拡大を招かないことが重要と考えます。

表 1 カクヘキシア病の病原が検出された国内のカンキツ 13 樹

カンキツ種類 (品種名)	生物検定	
	陽性数	病徴
果樹研究所保存樹：		
レモン (Adamopoulos)		NT
レモン (Vernia setubal)	4/5	+++
レモン (Oochou Villafranca)	2/3(2)	+++
レモン (Feminello Apireno)	1/4(1)	++
レモン (Feminello Ovale)		NT
レモン (Maglene)	2/3(2)	+++
スイートオレンジ (Allanccio Belladonna)		NT
スイートオレンジ (St. Michael orange-Wakayama)		NT
サワーオレンジ (Bouquet de Fleurs)		NT
ウンシュウミカン (Satsuma Gigante)		NT
一般圃場栽培樹：		
レモン (不明)		NT
レモン (不明)		NT
ウンシュウミカン (上野早生)	2/2	+

生物検定：ラフレモン台パーソンズスペシャルマンダリンに接木した 3 年後の検定結果

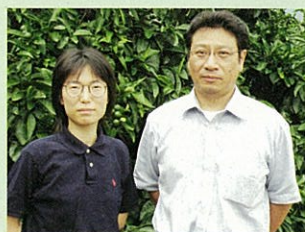
陽性数＝陽性樹数 / 検定樹数 (枯死樹数), NT：非試験

病徴＝穂木部の樹皮下のヤニとピッチング症状 (+++：激～+：極めて弱い症状)



写真 1  
カリフォルニアで発生したカクヘキシア病  
によるオーランドタンゼロの衰弱

# OF 研究報告 RESEARCH



健康機能性  
研究チーム

生駒吉識  
松本 光

## カンキツ属果実における カロテノイドの集積特性

カンキツ属果実は、生活習慣病予防効果が期待されるβ-クリプトキサンチン(BCR)等のカロテノイドを含有します。しかし、カンキツ属には様々なタイプの品種が存在し、カロテノイド集積特性も変化に富みます。そこで、カンキツ属のライム区、シトロン区、ザボン区、ダイダイ区、ユズ区、ミカン区に属する合計39品種について、カロテノイドの中でも含有量の多いフィトエン(PHY)、BCR、ビオラキサンチン(VIO)に着目して、品種毎のカロテノイドの集積特性を調査しました。

39品種のPHY、BCR、VIO含有量の季節変化パターン(10月~2月までの変化)の組み合わせが類似した品種同士を集めると、果肉ではJS-I(低含有型)、JS-II(VIO中含有型)、JS-III(VIO高含有型)、JS-IV(VIO中含有、PHY、BCR高含有型)

の4品種群に、果皮では、FL-I(低含有型)、FL-II(PHY高含有型)、FL-III(VIO高含有型)、FL-IV(VIO、BCR高含有型)、FL-V(PHY、VIO、BCR高含有型)の5品種群に分類されました(表1)。この結果、BCRやVIOの含有量が低~中程度の品種群のほとんどは、ライム区、ザボン区、ダイダイ区、ユズ区に属すること、VIOの含有量が高い品種群は、一部のダイダイ区の品種(トロピタオレンジ、ワシントンネーブルオレンジ、タンカン)とミカン区の品種(タチバナ、シークワシャー)であり、カンキツ属のなかでは少数派であること、BCRの含有量が高い品種群のほとんどは、ミカン区に属することが明らかとなりました。この結果は、BCR高含有化を目指した交配母本の選定等に役立つと考えられます。

表1 果肉と果皮の間のカロテノイド集積特性の関係

品種分類 (カロテノイド集積特性)	JS-I (低含有型)	JS-II (VIO中含有型)	JS-III (VIO高含有型)	JS-IV (VIO中含有、PHY、BCR高含有型)
FL-I (低含有型)	(A)タヒチライム (A)スイートレモン (B)ユーレカレモン (C)ヒラドブンタン (C)レッドブラッシュGF (C)マーシュGF (C)キヌカワ (D)ナルト (D)キクダイダイ (D)ヒュウガナツ (D)カワバタ (D)シュンコウカン (E)ヘンカミカン (F)カプチャー	(C)ヤマミカン (C)ハッサク (D)ナツダイダイ (D)アタニー (D)ロクガツミカン (D)ウジュキツ (F)ヤツシロ		
FL-II (PHY高含有型)	(E)ユズ			(C)テング
FL-III (VIO高含有型)		(D)イヨカン	(D)トロピタオレンジ (D)ワシントンネーブル (F)タチバナ (F)シークワシャー	
FL-IV (VIO、BCR高含有型)		(B)ラングプールライム	(D)タンカン	(B)リモニア (F)クネンボ (F)ボンカン (F)チチュウカイマンダリン (F)オオベニミカン (F)ダンシータンゲリン (F)クレオパトラ
FL-V (PHY、VIO、BCR高含有型)				(F)ウンシュウミカン (F)ヒラキシュウ

A:ライム区、B:シトロン区、C:ザボン区、D:ダイダイ区、E:ユズ区、F:ミカン区、GF:グレープフルーツ

# INTRODUCTION OF RESEARCH

## 研究報告



元果樹病害  
研究チーム

足立 礎

### ミヤコカブリダニの定着を 促進させる人工素材

害虫防除に際して、近年は総合的有害生物管理 (IPM) の考えが導入されてきています。農薬のみに依存せず、様々な防除手段を適切に組み合わせることで害虫の発生を一定のレベル以下に抑えようとする管理体系です。その主要な柱のひとつに、天敵を利用した生物的防除技術があります。天敵の活用には永続的利用法、放飼増強法および保護利用法がありますが、永年作物である果樹では園周辺の環境が比較的安定していることから、土着天敵の保護利用が有効と考えられています。つまり、園内外で土着天敵の生息場所を確保・整備し、その定着性や生存率を高められれば、害虫に対する自然制御機能を持続的に発揮できると期待されるのです。

ハダニ類は果樹の重要害虫であり、葉や果実に大きな被害を起こします。発育日数は短く、1年に10世代以上を繰り返すため、短期間に爆発的に増加します。また、薬剤に対して抵抗性を速やかに発達させることも、防除上の大きな問題です。農薬一辺倒の防除では限界があり、天敵の活用が望まれています。

ハダニには多くの天敵類がかかわっています。カブリダニもその一群で、果樹では10種以上の有力種が知られています。カブリダニ類は樹上や園周辺に生息する土着天敵であり、ハダニに対して高い捕食能力を持ちますが、一般にハダニが増加した後に増える場合が多く、遅効的に作用します。そこでハダニの発生初期から樹上のカブリダニ密度を高め、安定的に維持することができれば、ハダニの発生を効果的に抑制できると考えられます。このようなカブリダニの保護利用法は世界的に研究されていますが、下草などの周辺環境に関する

研究が主で、樹上での天敵の定着率と生存率を高める方法についてはほとんど研究されていません。

カブリダニは通常、葉の毛茸や葉脈の分岐部、クモの巣などの微細構造内に好んで生息します。この選好性が自然物のみならず人工物に対しても示されるのであれば、それはカブリダニの定着を促進する資材として活用できるでしょう。私たちは22種類の人工素材を候補に選び、有力な天敵カブリダニの1種ミヤコカブリダニを用いて定着性に関する選択実験を行いました。スクリーニングの結果、細目ウレタンフォームや遮光ネットに多くのミヤコカブリダニが定着し、それはファイトトラップ (面ファスナーに毛糸を絡めたカブリダニ捕獲器) と統計的に差のない個体数でした (図1)。さらに各素材のどこに定着していたのかを詳しく解析した結果、細目ウレタンフォームでは90%を超える個体が素材自体ではなく素材の下の隙間に、一方、遮光ネットでは95%以上の個体が素材自体に定着することがわかりました (図2)。この結果は遮光ネットが定着促進のための資材として有効であることを示しています。野外における予備実験でも遮光ネット (図3) に多くのカブリダニ類が定着しました。今後はこの素材に付加する代替餌を探索するなど、保護利用法のさらなる改良を行う予定です。

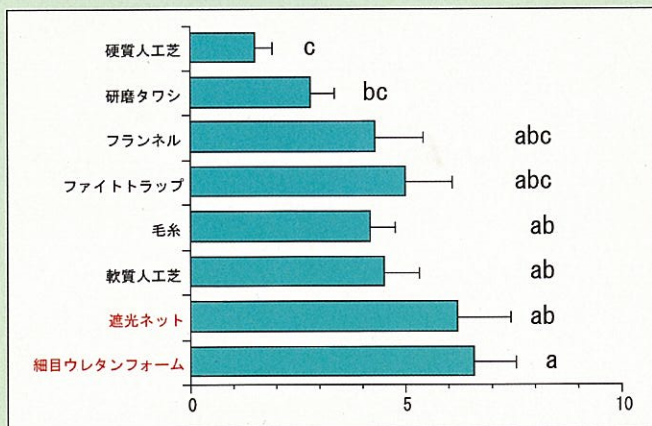


図1 定着数の多かった8素材でのミヤコカブリダニ平均個体数 (横棒は標準誤差)。プラスチック板上に各種素材を同一円周上に並び、その中心にスパイカル 18ml (平均約 53 頭のミヤコカブリダニを含む) を接種し、25℃ 16L8D 条件下で 24 時間経過した後の定着数。反復数は 20。素材間の異なる文字間で有意差あり (Steel-Dwass 法、 $p < 0.05$ )。

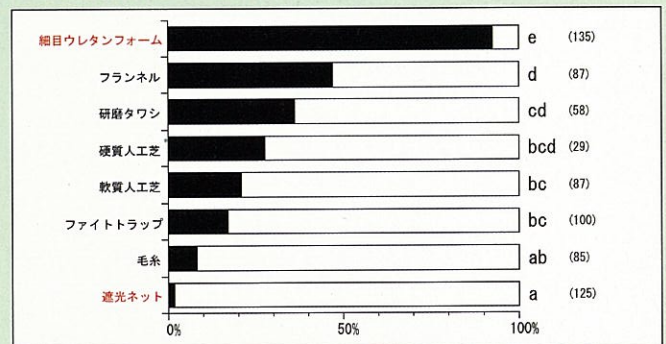


図2 各種素材下のプラスチック板上 (■)、および素材内部 (□) に定着していたミヤコカブリダニ個体数の比率。括弧内の数字は両個体数の合計。反復数は 20。



図3 遮光ネットによる予備実験

# 新品種紹介

## モモ「ひめこなつ」

花はピンクの一重咲き、正常花粉があり、自家結実性があり果実の着生は良いです。開花期はやや早く、「ちよひめ」、「あかつき」等と同時期になります。収穫期は6月上中旬となり、「ちよひめ」、「ちよまる」より10日以上早く収穫される極早生品種です。糖度は12%を超え、「ちよひめ」及び「ちよまる」より多く、酸味は少なく、渋味の発生も少ないため、極早生としては美味しいです。



ひめこなつの花



ひめこなつの結実状況

## ウメ「露茜(つゆあかね)」

開花は「南高」より1週間から10日遅くて、「李梅」と同時期となります。結実のためにはウメ、アンズ等の花粉を受粉する必要があります。結実は「南高」には劣るものの、「李梅」より優れています。「南高」及び「李梅」より3週間程度遅くなる晩生種です。果実は約70gと大きく、円形で果皮全面に鮮紅色に着色します。果肉も成熟に伴い、鮮紅色に着色し、梅酒やジュースにした場合きれいな紅色となります。



露茜の結実状況



ウメジュース(左)と梅酒(右)

## カキ「太月(たいげつ)」

「平核無」と同時期またはやや遅い時期に成熟する中生の渋ガキです。果形はやや扁平であり、果実重は著しく大きく「平核無」の約1.7倍の平均447gになります。渋抜きすると糖度は14.6%程度になり、「平核無」と同程度で多汁です。雌花の着生は多く、雌花の開花期は「平核無」より11日程度遅い時期です。単為結果力が強く、受粉樹は不要で、結実は安定しているなど栽培しやすい品種です。



太月の結実状況



太月の果実

## カキ「太天(たいてん)」

「富有」と同時期またはやや早い時期に成熟する晩生の渋ガキです。果形は扁平で、果実重は著しく大きく「富有」の約1.5倍で、平均490gになります。肉質は軟らかく、適熟果の肉質はやや粗く「太秋」に近いですが、熟するとともに滑らかで緻密な肉質となります。渋抜きすると糖度は17%程度なり、「平核無」より高く、「富有」と同程度になります。すこぶる多汁で美味しいです。



太天の結実状況



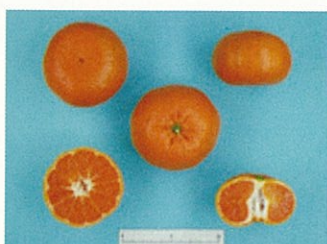
太天の果実

## みかん「西南のひかり(せいのんのひかり)」

12月上中旬に成熟する早生の品種です。露地栽培においても果汁の糖度は13%と高く、オレンジと「アンコール」を混合した芳香があり美味しいです。果実は平均180g程度になります。果皮の厚さは約2.5mmで薄くて軟らかく、剥皮は容易です。果肉は濃橙色で、肉質は軟らかく果汁量は多く、じょうのう膜は比較的薄く食べやすく、機能性成分として注目されているβ-クリプトキサンチンを高濃度含有します。



西南のひかりの結実状況



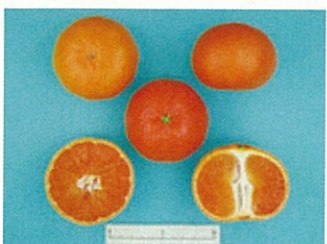
西南のひかりの果実

## みかん「津之輝(つのががやき)」

1月中旬～2月上旬に成熟する中生の品種です。露地栽培での果汁の糖度は平均13%と高く「アンコール」に似た芳香があり美味しいです。果実は露地栽培の平均で180g程度、施設栽培では250g程度になります。果皮の厚さは約3.0mmで薄く、剥皮は容易です。果肉の肉質は軟らかく果汁量は多く、じょうのう膜は薄く食べやすいです。また、機能性成分として注目されるβ-クリプトキサンチンを高濃度含有します。



津之輝の結実状況



津之輝の果実

ここで紹介した新品種の苗木は、今年の秋以降、社団法人 日本果樹種苗協会(略称:果種協)を通じて全国の種苗会社から販売開始になります。

# イベント報告

## ■ 「ふるさとの食、にっぽんの食」全国フェスティバル (3月22日(土)・23日(日))

渋谷NHK放送センターにおいて、「ふるさとの食、にっぽんの食」全国フェスティバルが開催されました。「地産地消」や「食育」等をテーマとして、今回が7回目となります。農研機構では「ふるさとの食を体験しよう」コーナーにおいて、ポン菓子体験や縄ない機の実演、研究成果の展示を行いました。果樹研からはカンキツの機能性や新しく育成した品種を紹介するとともに、β-クリプトキサンチン入りの「みかんジュースβ」の試飲、カンキツ「清見」の試食配布を行いました。

「みかんジュースβ」の試飲、カンキツ「清見」の配布の際には、時間前から行列ができ、大変盛況でした。



## ■ 科学技術週間「一般公開」(4月19日(金)・20日(土))

平成20年度につくばでの一般公開は、2日間開催となりました。初日は、「くらしを彩(いろど)る花とくだもの」をテーマに、花き研との合同で実施しました。

内容は昨年に準じた形式で、第1会場(果樹研・参観者講話室)ではミニ講演会を行いました。「果樹栽培の一年」、「カーネーションの話」、「温暖化が果樹栽培に与える影響」として、身近な話題から最先端技術まで3つのテーマで計3回の講演が行われ、熱心にメモをとる視聴者も見受けられました。

展示については、第2会場(果樹研・大会議室)、第3会場(花き研・共用会議室)の2か所で行いました。展示コーナーは「おいしい果物・美しい花」など各テーマに沿って育成した果実・花の品種などの現物やパネルを展示しました。また、業務科職員による接ぎ木の実演コーナーを設け、鮮やかなテクニックが披露され、注目を集めていました。技術相談についても盛況でした。



その他には今年も「クイズラリー」を行い、クイズに答えていただきながら、スタンプ(果樹研究所と花き研究所のマーク)を押してもらい、ラリーを完走した方にはプレゼント(みかんジュースβとニチニチソウの苗)をプレゼントしました。

2日目は技会筑波事務所において、花き研、生物研、種苗管理センターと合同で展示を行いました。前日とは違って変わって良い天気にも恵まれました。前日の展示内容の中から、果樹研育成品種、カンキツの健康機能性、いろいろな果物などの出前展示を行いました。また、参観者にはみかんジュースβをプレゼントしました。

なお、初日の参観者数は、1,313人、2日目が908人でした。

## お知らせ

### ■ 平成20年度夏休み公開

期 日：平成20年7月26日(土)  
時 間：10:00～16:00まで  
場 所：「食と農の科学館」  
(リサーチギャラリー)  
問合せ：電話 029-838-6447

### ■ つくばちびっこ博士

期 日：平成20年7月30日(水)、8月6日(水)、  
8月20日(水)の3日間  
時 間：10:00～16:00まで  
(但し、15:30受付終了)  
場 所：農研機構 果樹研究所  
問合せ：電話 029-838-6447



### 果樹研究所ニュース 第21号(平成20年6月30日)

編集・発行：独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹研究所 National Institute of Fruit Tree Science  
事務局：企画管理部 情報広報課 TEL 029-838-6454  
住 所：〒305-8605 茨城県つくば市藤本2-1 <http://fruit.naro.affrc.go.jp/>

