

## ユズ果皮が持つ抗アレルギー能—大分地区の産官学連携事業

大分大学工学部 石川雄一\*、信岡かおる、北岡賢  
大分県立看護科学大学 市瀬孝道、定金香里、吉田成一  
大分大学医学部 伊波英克  
(株) つえエーピー 長谷部建美、長谷部知秀  
ファームテック (株) 古川治彦、原豊喜、大田一郎

### 1. 概要

人為的に喘息、アトピー性皮膚炎を発症させたマウス体内では、IgE, IL-5, IL-13 等 I 型アレルギー疾患の指標となるバイオマーカーの発現亢進、患部への好酸球浸潤が誘導される。完熟ユズ果皮のエタノール抽出成分を、これらの疾病モデルマウスに経口投与すると炎症バイオマーカーは低減し病態の軽減も観察された<sup>1)</sup>。この結果を踏まえて、経済産業省の平成 19、20 年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「日田産ユズの免疫制御成分を活用したアレルギー軽減飲料の開発」事業に展開した ((有) 大分 TLO のマネージメント)。国際的に高い評価を受けている (モンドセレクション Ground Gold Medal 2008 年まで 5 年連続受賞) ユズ加工食品を母体として、ユズ果皮抽出液をブレンドすることにより、果皮エキス濃度の高さが特徴の、おいしい飲料を商品化し、2009 年 4 月に (株) つえエーピー <http://www.tennensouko.com> から販売する。また、近年のユズ加工食品ブームにより、生ユズ果の取引値が高騰してきており、生ユズ果実が品不足になっている。このため隔年結果になりやすいユズ果実の生産能向上についても、上記の事業の中で、大分県佐伯市のファームテック (株)、並びに、日田市役所農政課と連携して検討した。大分大学とファームテック社が持つ、「液状の炭素源」を葉から強制的に補給する基本概念の葉面散布剤<sup>6)</sup>の活用により、隔年結果の改善を認めた。ユズの隔年結果と葉面散布剤に関する詳細なデータは、ファームテック社の HP (技術ページ) を参考にされたい <http://www.saiki.tv/~farmtec/index.html>。

### 2. 津江地区とユズについて

サッカーの「カメルーン」誘致で話題になった、九州山地中央に位置する中山間地の「津江 (日田市)」地区は、過疎高齢化に悩んでおり、一次産業の振興による地域再生を切望している。この津江地区の深くて清らかな自然で育まれた「生わさび」と「ユズ」が特産物であり、これら一次産品の生産とその加工による地域活性化を目指して (株) つえエーピー (長谷部建美社長) が、日田市の第三セクターとして稼働している。

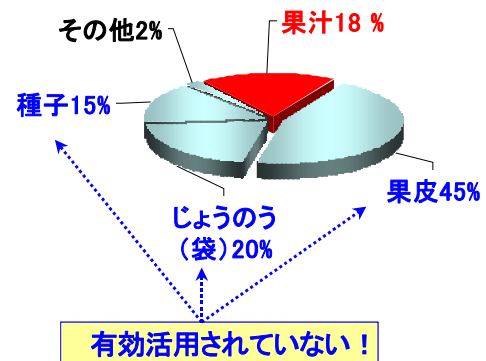


図 1. 生ユズ果実の構成 (重量比)

(株) つえエーピーの目玉商品であるユズ飲料 [商標:ゆずはちみつ] は、その優れた風味が国際的に評価されている。図 1 に示すように、温州みかんなどと異なり、生ユズ果実は果汁成分が 2 割未満と少ないため、ユズ加工で多量の固形残渣 (果皮、じょうのう、種子など)

が生じる。これら加工残渣は、これまで、その一部が細々と活用されていた。しかし、生のままだとカビを呼び込みやすく、味も苦く、乾燥するとその費用がかさむ事から、固形残渣のほとんどは産業廃棄物として処理されていた。

図1にも示すように、ユズの加工残渣を大別すると、果皮と種の二つがある。前者は必ず抗アレルギー作用を示すのに対し、後者は必ずしも有効ではない事をマウス実験から実証した。さらに、種の抽出物にはリモノイド誘導体が多いため、非常に苦く、売りやすい食品としては致命的な欠点が認められたため、本事業では、ユズの種ではなく、果皮を使用することにした。

柑橘は、その樹の部分部分をみれば、「オモテ年、ウラ年」とも呼ばれる隔年結果を繰り返す農作物で、多くの圃場では、樹全体でならせる部分と、ならせない部分とのバランスをとりながら隔年結果の被害が低減される事が多い。黄化完熟後に収穫するユズ(柚子 C. junos) の実は、柑橘の中でも養分の吸収力が大きく、広い範囲から養分を吸収する。さらに、ユズの葉果比は100位と、柑橘の中ではユズの葉は小さく、冬季の地下部に移行する貯蔵養分(炭水化物)の生成が、他の柑橘よりも劣ってしまう。これらの事から、ユズは、柑橘の中でも、特に、隔年結果になりやすい常緑木で、生産性が低い柑橘種である。また、ユズは、接木苗を定植しても収穫開始できるまでに8年前後必要で、早急なユズ市場の供給量の増加要求に

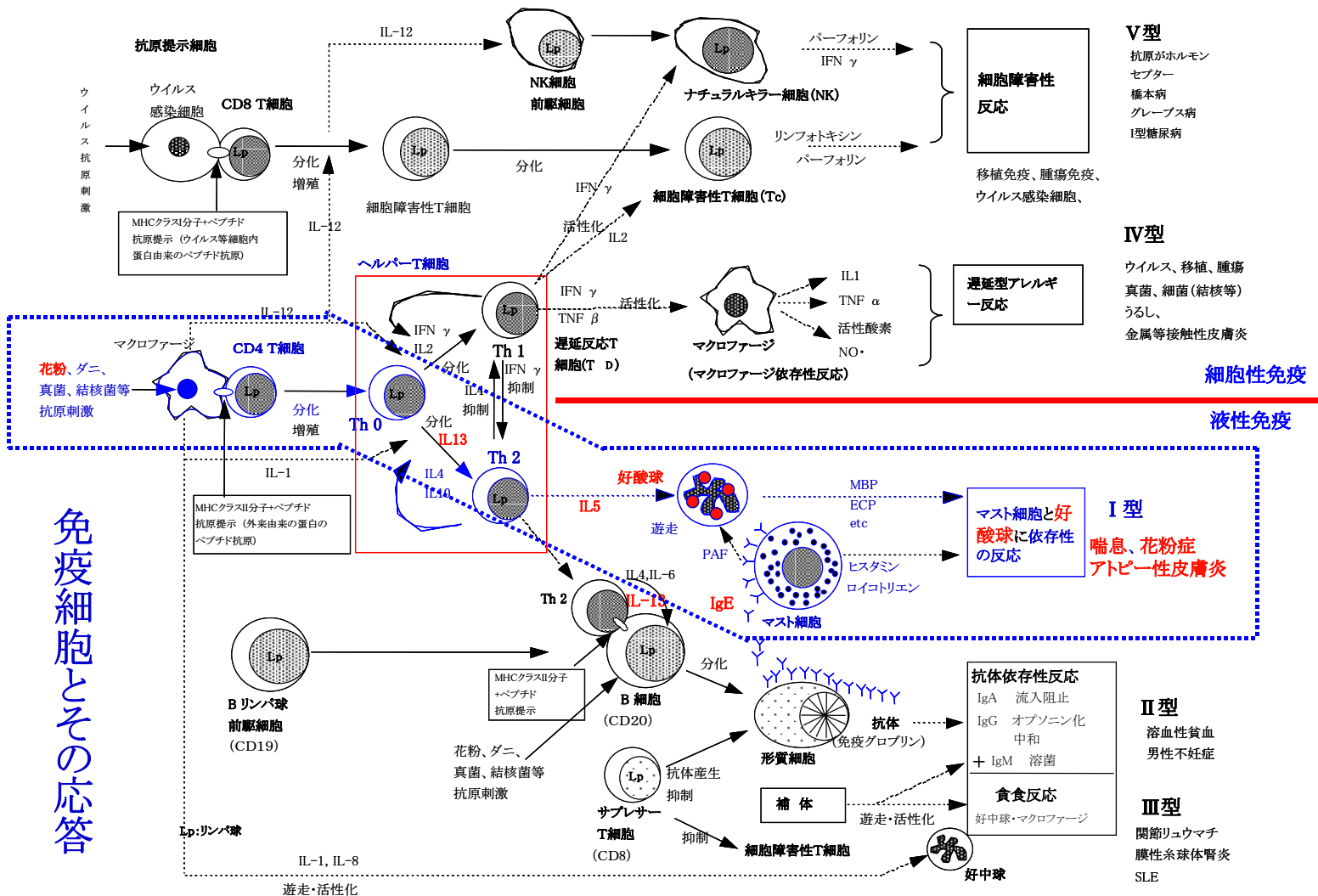


図2. I型からV型アレルギーに関与した免疫細胞、サイトカインとその応答の模式図 (市瀬作成)

は対応できない。現在、栽培されているユズの樹からの生産性を向上させる技術が、求められている。

### 3. アレルギー性鼻炎・結膜炎（花粉症）など I 型アレルギー症状の発現機序

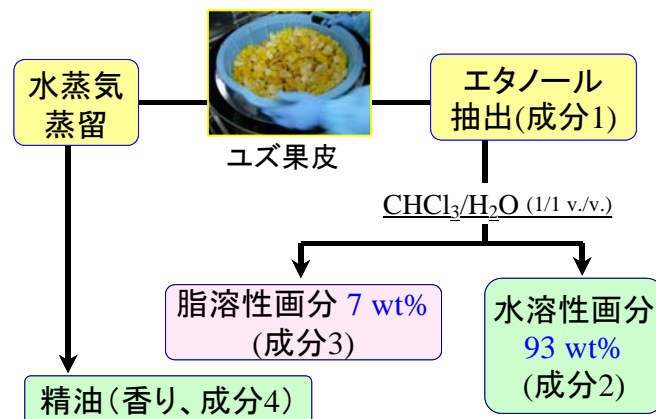
花粉、ダニや真菌などの抗原（アレルゲン）が体内に取り込まれた際の免疫細胞とその応答を図 2 に模式的にまとめている（市瀬による）。多様なアレルギー反応が存在するが、抗原の暴露から数分から 30 分程度で、症状が発現する I 型アレルギーは、青い点線で囲んだ機構で発症する。I 型アレルギーの代表的な疾患には、アレルギー性鼻炎・結膜炎、気管支喘息、アトピー性皮膚炎などがある。この I 型のアレルギーは、IgE 抗体（タンパク質）の異常な産生によって引き起こされることが特徴である。従って、I 型アレルギーの症状緩和に有効な化学成分であるか否かを判断する必要条件は、「亢進した IgE 抗体が、その成分の投与により減少すること」を実証しなければならない。さらに、IgE 抗体の産生のために、IL-5、IL-13 などの炎症性サイトカイン（タンパク質）濃度も高まる。このため、亢進したこれらサイトカイン濃度の低減が、ある成分の投与により可能になれば、IgE 抗体の産生も抑えられる。また、アレルギー性鼻炎・結膜炎、アトピー性気管支喘息、アトピー性皮膚炎は、いずれも外界からの抗原に暴露される部位でマスト細胞を中心とした好酸球などの炎症細胞が集積する。このような炎症作用の原因の軽減観察も、I 型アレルギー症状緩和の判断に有効となる。

I 型アレルギーの発症を大きく眺めると、(1)抗原の認識過程、(2)アレルギー情報の変換伝達過程（IL-5、IL-13 サイトカインなど）、最後に(3)発症する過程（IgE 抗体）に分けて把握できる。

### 4. ユズ果皮抽出物のアレルギー 一疾病マウスへの投与効果

#### (4-1). ユズ果皮抽出物とその分画

黄色い生ユズ果を乾燥させると、褐変化と同時に、香り（6Z,8E-undeca-6,8,10-triene-3-one などの揮発性油）も減少しやすい。（株）つえーピーは、色と香りの大部分を保ったまま、乾燥するシステムを導入しており、鮮やかな黄色ユズ果皮粉末が、生ユズ果皮から入手できる。この鮮やかな黄色ユズ果皮粉末を、固液連続抽出装置により、発酵 95%エタノールで抽出した。得られたエタノール溶液から、抽出溶媒を減圧加熱下で留去すると、高粘性の黒褐色液体（成分 1）が生成する。抽出溶媒として発酵エタノールを選定したのは、食品へ展開するためである。このエタノール抽出物を、クロロホルム/水で分液処理し、水溶性成分（成分 2）と、脂溶性成分（成分 3）に分画できる。これらとは別に、揮発性の精油成分（テルペノイド、成分 4）は、乾燥していない生の果皮を水蒸気蒸留し、それに次いで、エーテル抽出する事から得る



スキーム I. ユズ果皮成分の分画

精油成分（テルペノイド、成分 4）は、乾燥していない生の果皮を水蒸気蒸留し、それに次いで、エーテル抽出する事から得る

ことが可能である。成分3は、揮発可能な程の低分子（精）油と、揮発しづらい重質油成分が混在することになる。ユズ果皮に含まれる有効成分を特定するために、これらの四つのユズ果皮抽出成分をクロマトグラフィー操作により、細かく分画した成分に対し、疾病マウス投与実験を、現在展開している。本稿では、紙面の関係もあり、エタノール抽出物そのものである成分1のみについて、病態観察、血清中のアレルギー発症に関連したサイトカイン(IgE, IL-5, IL-13)、炎症細胞の好酸球量に及ぼす影響を説明する。

#### (4-2). 疾病マウス実験

アトピー性皮膚炎と喘息の二種類のモデルマウスを用いた。前者はNC/Ngaマウス（雄）、後者はICR6マウス（雄）を、各々、一群あたり10から16匹用意した。アトピー性皮膚炎モデルマウスの実験群として、(1)対照群（非疾病誘発＋非ユズ投与）、(2)Dp群（疾病誘発＋非ユズ投与）、(3)Dp＋ユズ0.3mg投与群、(4)Dp＋ユズ1.5mg投与群、(5)Dp＋ユズ7.5mg投与群である。アトピー性皮膚炎を誘発する抗原としては、ダニ抗原(Dp; 5 μg/マウス、耳介に皮下投与)を用いた。喘息モデルマウスの場合は、抗原として卵白アルブミン(OVA)を用い、Alum アジュバント 1.5 mg と OVA 1 mg を初回投与後、二週間後からOVAのみを複数回、数日間隔で連続して投与した。実験群は、(1)対照群（非疾病誘発＋非ユズ投与）、(2)OVA群（疾病誘発＋非ユズ投与）、(3)OVA＋ユズ0.5mg投与群、(4)OVA＋ユズ2mg投与群、(5)OVA＋ユズ8mg投与群である。ユズ果皮の抽出物の投与は、抗原の種類によらず、抗原投与間隔の間に複数回「経口投与」した。図3に、アトピー性皮膚炎モデルマウスの実験プロトコールを一例として模

動物：NC/Ngaマウス(♂) 10~12匹/群

- 実験群： 1) Control群（非アトピー誘発／非ユズ果皮）  
 2) ダニ抗原(Dp)群（アトピー誘発）  
 3) Dp+ユズ果皮 0.3 mg群（アトピー誘発＋ユズ）  
 4) Dp+ユズ果皮 1.5 mg群（ " ）  
 5) Dp+ユズ果皮 7.5 mg群（ " ）

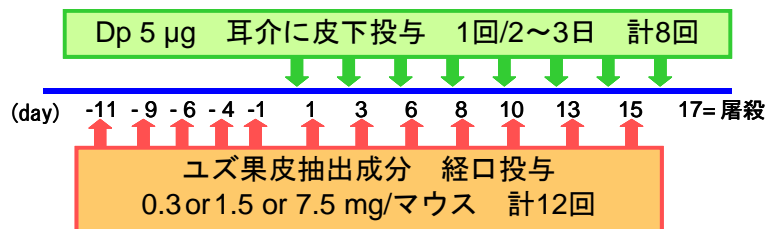


図3. アトピー性皮膚炎マウスへのユズ抽出液投与実験の概略

NC/Ngaマウス(♂)の耳介像（屠殺直前）10-12匹群

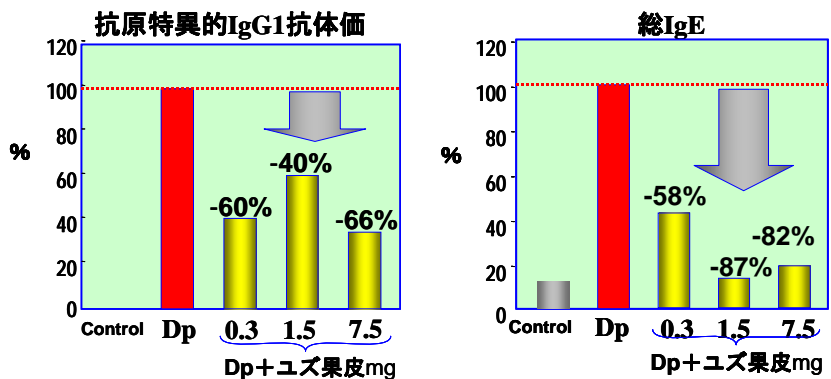
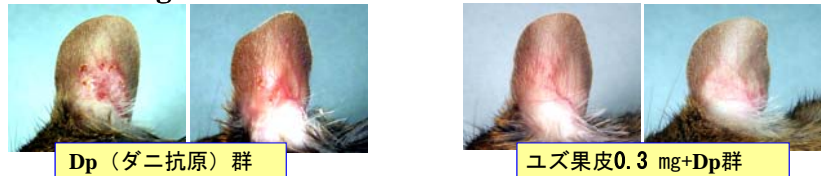


図4. ユズ抽出原液（成分1）のアトピー性皮膚炎マウスへの投与効果。抗体価は、疾病状態の最大値に対する相対値で示している。写真は、9回のユズ果皮抽出物投与後の耳に現れた皮膚炎の状態。

図3に、アトピー性皮膚炎モデルマウスの実験プロトコールを一例として模



式図で示している。これらの疾病マウス実験の詳細は、市瀬らの黄砂と花粉症<sup>2-4</sup>、酸化油とアレルギー<sup>5</sup>に関する論文を参照にされたい。

#### (4-3). アトピー性皮膚炎マウスへのユズ抽出液の投与効果

分画操作を施していないユズ抽出物（成分1）を、アトピー性皮膚炎モデルマウスに投与した。結果を図4にまとめている。血清中のIgE抗体量は、抗原Dpの投与で増加する。この増加した抗体量が、ユズ果皮抽出液の投与によって低下した。但し、対照群の値までは、低下がおよばなかった。IgG1抗体量についても全く同じ事が観察された。同時に、マウスの耳に出現したアトピー性皮膚炎の程度は、ユズ果皮0.3mg投与群（9回投与後）で軽減効果が見られた( $p<0.05$ )。図4の写真に例示するように痂皮やびらんなどの症状を生じなかった。

#### (4-4). 喘息マウスへのユズ抽出液の投与効果

分画操作を施していないユズ抽出物（成分1）を、ぜん息マウスに投与した際の、血清中の好酸球数、炎症性サイトカインIL-5とIL-13、IgE抗体量に与える結果を図5にまとめている。

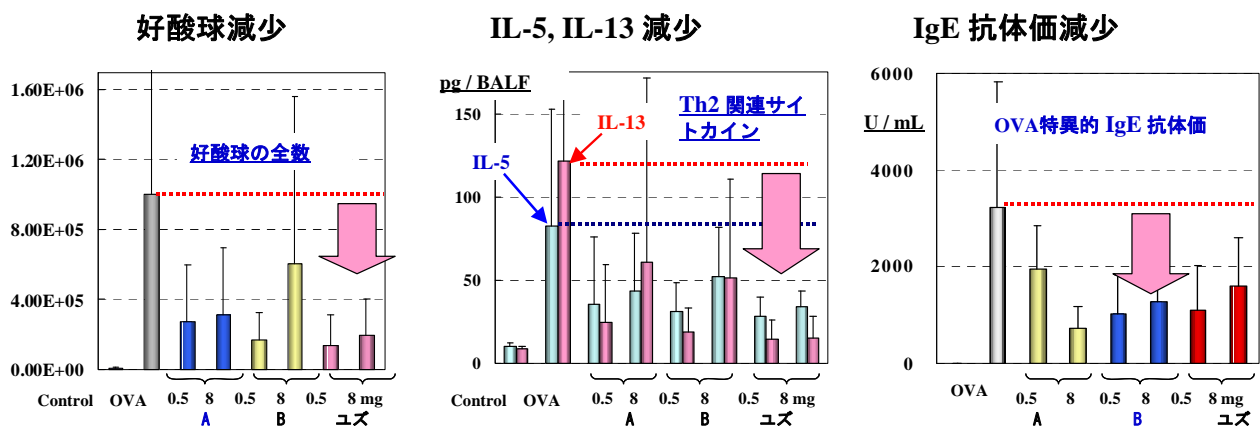


図5. 喘息マウスへのユズ果皮抽出液の投与効果。屠殺後の血清中の好酸球とサイトカイン量。AとBは、ユズと異なる植物抽出液。

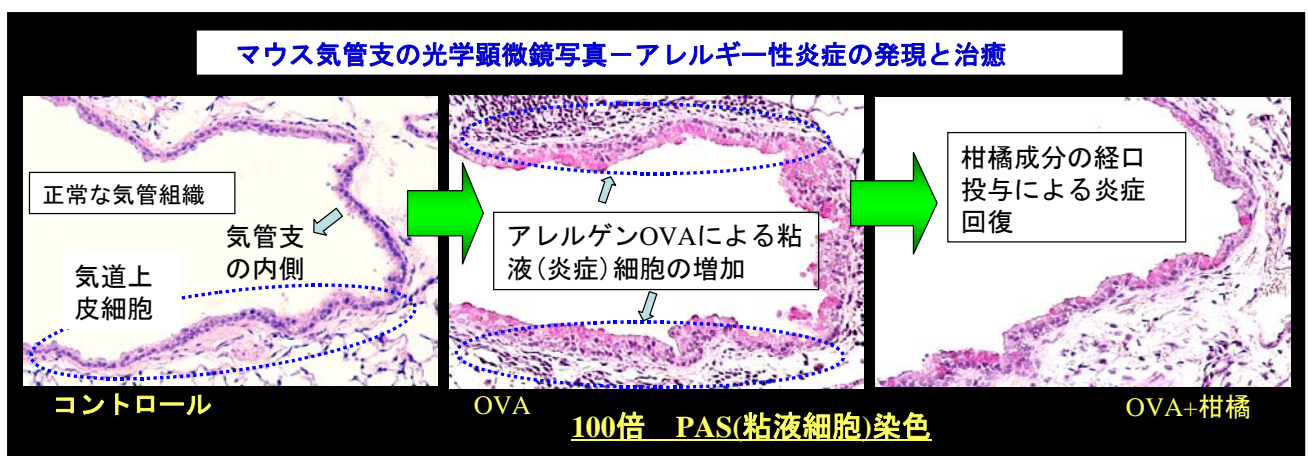


図6. 喘息マウスの器官組織の光学顕微鏡写真。アレルギー状態にある好酸球を多量に含む肥大した粘液細胞（中央）が、ユズ果皮抽出液の投与により改善する（右）。

る。いずれの濃度も、抗原 OVA の投与で疾病状態となり、最大値を示す。ユズ果皮の経口投与により、増加した好酸球数、IL-5 と IL-13、そして、IgE が減少する。OVA 抗原による ICR6 マウスの亢進した抗体価がユズ抽出液で低下する現象は、図 4 で示す Dp 抗原による NC/Nga マウスで認められる現象と同じである。血清中の亢進した IgE 濃度が、ユズ果皮抽出液で低下するのは、まちがいない。

図 6 には、気管組織（空気が通る白い部分と着色した細胞組織）の光学顕微鏡写真を載せている。左の写真の正常な気道上皮細胞に比較すると、中央の抗原が投与されてアレルギー状態になっている写真では、粘液細胞が肥大し、激しい炎症状態にある。この肥大した粘液細胞領域には、黒く染色された好酸球が集積していることも観察できる。この炎症状態が、ユズ抽出液の投与により、右の写真へと変化し、正常な気道上皮へ回復していることが判る。図 5 の血清中の好酸球濃度に与える効果と矛盾しない。

## 5. 生ユズ果実の量産技術の開発－隔年結果を軽減する葉面散布剤

### (5-1). 植物の葉面散布剤

葉面散布剤は、成分欠乏症を農作物が示した際に、緊急的に使用される「不足肥料成分の補給薬」として認識されることが多い。不足肥料成分とは、窒素、リン、カリ、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  とホウ素やモリブデンなどの微量元素であり、これまで「炭素」自身が、葉面からの補給の対象と考えられることはなかった。大分大学とファームテック社は、「液状の炭素源」を葉から強制的に補給する基本概念の葉面散布剤を特許出願<sup>9)</sup>し、既に複数の商品を上市している。「液状の炭素源」とは、(1)酢酸や乳酸などの有機酸、(2)エタノール、(3)スクロースやグルコースなどの糖、(4)アミノ酸とペプチド類の弱酸性(ca. pH 3.8)の混合水溶液に、(5)弱酸のマグネシウム塩(酢酸マグネシウムなど)を添加して得られる pH 緩衝液(ca.pH 6.5)である。大分大学とファームテック社は、低価格でこの炭素源水溶液を得るために、製糖廃棄物としての糖蜜濃縮液(ca. Brix 40%)に、脱脂粉乳を添加し、酵母菌、乳酸菌、枯草菌による嫌気発酵の手法を活用している。工業的な純粋化合物を使用すると高価格になり、換金作物の圃場現場で使用する事ができないためである。低価格の農業商品は、競争力のある商品開発にとり非常に重要な因子である。

植物は、二酸化炭素を炭素源として光合成により固定化し、根から吸収した窒素源と結合し、炭素と窒素の化合物であるアミノ酸などが合成される。植物体内のアミノ酸量の増加は、一般的に、野菜などの「味」の向上に加えて、残留硝酸低減による棚持ちの良さ(日持ち向上)、樹勢向上にともなう低農薬化や、増収につながる。大気中から光合成で固定化される炭素に加えて、葉から液状の炭素源を強制的に補給すると、植物体内の炭素濃度が急激に増加し、それに伴い、根から窒素などの肥料成分を旺盛に吸引し、土壌の肥料分が激減する。換金作物の生産現場で、液状炭素源を葉面散布することにより、ネギ類、トマト、ピーマン、キュウリなどの果菜類、ほうれん草などの葉菜類の樹勢向上による増収と、その経済効果を認めている (特許文献<sup>9)</sup>、ファームテック社 HP <http://www.saiki.tv/~farmtec/index.html>)。

### (5-2). ユズ隔年結果に対する液状炭素溶液（商品名：ルビスク）の葉面散布効果

大分県日田地区の熱心なユズ生産者である穴井さん一家は、ユズ苗木の定植、圃場拡大、

生産を 40 年近く実施されている方である。このユズ生産者のご協力を得て、「ユズの隔年結果の低減が、ルビスクの葉面散布で可能であるか？」2007 年度と 2008 年度の二年間散布試験を継続した。

試験に使用した葉面散布剤は、ユズの葉にも展着できるように、ルビスクの展着能を向上させた改良型を用いた。この葉面散布剤の 500 倍希釈液を、ゴールデンウイーク後から秋まで、月に二回の頻度で、継続散布を、2007 年度と 2008 年度の二年間、合計 17 回実施した。ユズの樹は、2007 年度がオモテ年、2008 年度がウラ年の樹を選定し、全く同じ樹に対して散布を継続した。試験区の樹は、実の数を評価するために摘果作業を実施しなかった。表 1 にそのデータを示す。

表 1. ウラ年に相当する 2008 年 11 月下旬における収量調査。2007 年はオモテ年で 10 回の葉面散布 2008 年は 7 回の葉面散布を 5 月から 10 月期で実施。

	樹番号	主分岐枝数	総個数	枝当たり個数	総重量 kg	一個当たり重量 g
改良ルビスク散布区	1	4	543	136	85.6	158
	2	3	455	152	果皮の表面がなめらか。	
	3	2	363	182		
	4	4	698	175		
	5	3	324	108		
	6	3	316	105		
	SD		149	32		
	平均		450	143		
無処理区	1	3	145	48		
	2	4	65	16	果皮の表面が凹凸、でこぼこしている。	
	3	3	82	27		
	4	4	294	74		
	5	4	161	40		
	6	3	124	41		
	7	4	191	48		
	SD		76	18		
平均		153	41			

主分岐枝の数え方概念図

孫以降の分岐は数えない

主分岐枝1番      主分岐枝2番      主分岐枝3番

ユズ樹

土壌

土壌 硝酸 3~4 mg/100g, pH 6.5 ~ 7.1, EC 0.62 ~0.64 mS/cm

\* p = 0.0002 有意差有り

ユズの樹は、放任栽培すると真っ直ぐに一本立ちし、巨木化する。穴井氏は、ヒトの背丈に枝を分岐誘因し、低木栽培されている。このためユズの樹の果実総数に加えて、主な分けつ枝数当たりのユズ果実数もまとめた。2008 年がウラ年にあたる試験区の設定通り、無散布区の方は、極端に果実数が少ない。これに対し、同じ圃場で改良ルビスクを二年間葉面散布した樹群は、総個数で 450 個、主枝当たり 143 個と、無散布区の樹群のそれら 153 個と 41 個より、はるかに多くの果実を与えた。

果実数を決定する花芽分化は前年の夏期に決まる点を考えると、2008 年の隔年結果は 2007 年度の散布効果が、「花芽の数（着花数）」に対して出ているのかもしれない。また、2007 年の収穫後の樹液（炭素）濃度が上昇し、冬場の根の炭素濃度が高まり、翌年（ウラ年予定）の生理落果率を改善した（着果数）とも考えられる。温州みかんの CN 比（枝、根）と着花数との相関は高いことが一般的に確認されている<sup>6-8)</sup>が、ユズの場合も、収穫後の、枝の CN 比、冬の根の CN 比測定が必要と考えている。また、2008 年ウラ年の隔年結果を回避した樹が、2009 年度にどのような生産能を示すのか、さらなる継続散布評価が必要である。

ここで認められた葉面散布による隔年結果の改善効果が、土壌や気象条件が異なる、他の



ユズの樹でも同じ散布効果が認められるか、否かは、さらなる取組が必要であろう。御興味を持たれた方で、他の柑橘や、他の果樹へのルビスクの散布をご希望の方は、ファームテック社の原 (tel 0972-46-1600) まで、ご一報頂きたい。また、一般野菜に対する散布効果も同社の HP <http://www.saiki.tv/~farmtec/index.html> に著者と原が、執筆しているので参考にして頂けると幸いである。

## 6. さいごに

「ユズ果皮」には、I型アレルギーに関して、亢進した免疫タンパク質の活性を抑制する成分があることを、大分大学と、大分県立看護科学大学は、化学、分子生物学、アレルギー学の手法で、疾病マウス実験から科学的に実証し、さらに研究を展開している。

図7は、2009年度4月に、(株)つええピーから「柚子の力」の商品名で販売が開始される商品のパンフレットである。多くのユズ関係食品のなかでも、果皮含有量の高さがセールスポイントとなる。

2008年2月から4月の関東地区における試飲モニター評価を、地域の元気商品を専門的に取り扱っている(有)良品工房<sup>7)</sup>(白田典子社長

<http://www.iimono-pro.com/index.html>

)に依頼して実施した。評価内容は、味に加えて、多様な角度の質問から構成されている。春先における消費者の試飲後の感想を、(有)良品工房(担当:佐藤氏)にお尋ね頂けると

幸いである。一般に、柑橘果皮は、苦み成分のリモノイド類を含む。このため「柚子の力」の味が気になったが、味の項目に関するアンケート結果は極めて好意的な返答が多かった。

繰り返しになるが、本事業の取組における科学的な実証内容は、疾病マウスの亢進した IgE, IL-5, IL-13, 好酸球量を、ユズ果皮エキスは低減できる<sup>1)</sup>ことであり、「柚子の力」をヒトが試飲した場合に生じる IgE 量の変動は、追跡していない。確かに、上記アンケートでも、申請者がうれしくなる結果を得ている。しかし、それは、医師の診断でない。このため、ヒトの IgE 値の変動に与える「柚子の力」の継続飲用効果を、医師により評価する予定である(2010年の春先)。

大分大学と大分県立看護科学大学では、ユズが持つ抗アレルギー能を活用した「おいしい」食

九州産ゆず 100%

産学官共同開発商品 柚子皮エキス増強品

濃縮タイプドリンク

柚子のちから

天然

株式会社つええピーでは、九州経済産業局の支援を受け、特産のゆずを活用した商品開発を、大分大学工学部と医学部、大分県立看護科学大学と共同で、4年間にわたり、果皮の健康成分に関して、さまざまな実験・研究を重ねてまいりました。その結果、誕生したのが柚子皮エキスを増強した「柚子の力」です。

「柚子の力」の母液の「ゆずはちみつ」は、モンドセレクション5年連続最高金賞 (Grand Gold Medal) を受賞し、ゆずはちみつの製造ノウハウがいたるところで活かされ、お子様からご年配の方まで、美味しく召し上がっていただける濃縮タイプのドリンクです。

九州経済産業局の事業で実施した、春先の関東地区でのモニター調査(有)良品工房、白田典子社長)でも、多くの方々からおいしい、ぜひ飲み続けたい、と高い評価をいただきました。

九州経済産業局とは…九州の特性を生かした地域や中小企業の活性化を推進する国の行政機関。中小企業の新事業創出を図るため、新事業に挑戦する意欲のある企業への取り組みを支援し、関係省庁とも連携して新商品や新サービスの事業化を総合的に支援しています。

柚子皮から元気をもらい、いつも爽やかに!

お召し上がり方  
1回15mlを朝晩、水またはお湯で8割に薄めてお召し上がりください

株式会社つええピー  
〒877-0301 大分県日田市中央2丁目2791-1  
TEL 0973-64-3210 FAX 0973-64-3308  
E-mail: tsuee@tan-nansouko.com  
<http://www.tan-nansouko.com>

OITA UNIVERSITY 大分大学  
大分県立看護科学大学  
伊藤研究室

図7. 2009年春から販売予定の産官学連携事業により上市される「ゆずはちみつ黒」のパンフレット案。



品開発による日田市の過疎地の地域経済活性化に、連携して取り組んでいる。味の良さの追求を忘れず、それと同時に、科学的実証を伴った機能性飲料の開発から、一次産業の振興まで還元できる過疎地域経済の循環に役立ちたいと願っている。

#### 参考文献

1. 発明者 伊波英克、市瀬孝道、石川雄一、特開2008-273860。
2. T. Ichinose, K. Sadakane, H. Takano, R. Yanagisawa, M. Nishikawa, I. Mori, H. Kawazato, A. Yasuda, K. Hiyoshi and T. Shibamoto, *J. Toxicol. Environ. Health. A*, 2006, **69**, 1571-1585.
3. T. Ichinose, S. Yoshida, K. Hiyoshi, K. Sadakane, H. Takano, M. Nishikawa, I. Mori, R. Yanagisawa, H. Kawazato, A. Yasuda and T. Shibamoto, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 2008, **55**, 348-357.
4. T. Ichinose, S. Yoshida, K. Sadakane, H. Takano, R. Yanagisawa, K. Inoue, M. Nishikawa, I. Mori, H. Kawazato, A. Yasuda and T. Shibamoto, *Inhal. Toxicol.*, 2008, **20**, 685-694.
5. K. Sadakane, T. Ichinose, H. Takano, M. Abe, N. Sera, R. Yanagisawa, H. Ochi, K. Fujioka, K. G. Lee and T. Shibamoto, *Food Chem. Toxicol.*, 2006, **44**, 1372-1376.
6. (a) 発明者 石川雄一、河野忠俊、原豊喜、特願2008-188382、(b) 発明者 石川雄一、原豊喜、特開2008-184454、(c) 発明者 石川雄一、原豊喜、特開2007-63213、(d) 発明者 石川雄一、原豊喜、特開2006-265199、(e) 発明者 石川雄一、原豊喜、特開2006-36684.
7. この会社は、全国的な地域起こし加工食品を消費者の視点から発信して、経済産業省「e物産市プロジェクト」などに深く関与し、地域商品のバイヤーの方々から重要視されるようになった会社である。