

# 地域貢献・地方創生への想いを形に ～ Sudachi × SDGs in Tokushima pref. ～

徳島県は平成5年から平成16年の12年間「糖尿病死亡率全国ワースト1」であった。このことから同県は、平成17年に「糖尿病緊急事態宣言」を発令し、徳島大学や地域の企業などと産官学連携体を構築し、その対策に取り組んできた。その成果として、すだちの果皮に含まれているポリフェノールの一種であるスタチチンに、抗糖尿病作用 (*in vivo*)<sup>\*</sup>があることを見出した。本稿では、各ステークホルダーと地方創生への想いと課題を共有し、堅牢なるパートナーシップにより実現を目指してきた、また近年、世界的に注目されているSDGsの理念にも合致する、すだち果皮関連商品の事業化に向けた池田薬草の取り組みについて紹介する。

## 1. 産官学連携体について

徳島県は平成5年から平成16年にかけて12年連続で「糖尿病死亡率全国ワースト1」が続き、平成20年から平成25年にかけても全国ワースト1という結果を残した。一方、徳島県のすだちの年間収穫量は5,000～6,000トンに上り、そのうちの半分は青果として出荷、残りはポン酢やジュース用の果汁として搾汁され、大量の搾汁粕 (図1) が発生している<sup>1)</sup>。搾汁粕の一部はフルーツ魚であるすだち鰯といった魚用の飼料に利用されているが、大部分は堆肥化や産業廃棄物として処分されている。このことから、果皮など搾汁粕の利用方法の構築や価値の創成が求められていた。



図1 すだち搾汁粕イメージ

このような状況の下、徳島県では平成21年度から平成25年度までの5年間、文部科学省の地域イノベーション戦略支援プログラムにおいて、徳島大学を中心とする産官学連携体を基に、抗糖尿病に関する研究や商品開発を推進した。その一環として、徳島県立工

業技術センターは徳島大学らと共同で、地域特産物に含まれる抗糖尿病作用を有した成分の探索研究を実施した。その成果として、すだちの果皮に含まれるスタチチンに抗糖尿病作用 (*in vivo*)<sup>2)</sup>があることを見出した<sup>2)</sup>。

これを受け、当社はこのスタチチンの事業化を検討した。保有する抽出設備などを活用することで、未利用資源の再資源化や高付加価値化が図れる、総スタチチン1%品であるすだち果皮エキス末や、すだち果皮エキス末を配合した健康食品の開発製品化に着手した。なお、開発資金は徳島県や中小企業庁などの競争的資金への応募などで調達し、技術的支援は徳島県から得た。成果物の科学的根拠は徳島大学に依頼し、成果のアウトプットは産官学連携で実施する、という完全地域密着型の産官学コンソーシアムを基に事業を進めてきた<sup>3~5)</sup>。

## 2. 徳島県について

徳島県は人口約74万人 (平成30年8月現在) で、東は紀伊水道に面し、北は香川県、南は高知県、西は愛媛県に接する。同県のおおよそ8割は山地が占める。最も高い山は1,955mの剣山で、西日本第2位の高山である。剣山の北方を流れる吉野川は、日本三大暴れ川の1つに数えられる。水源を高知県に発し、徳島県に入って大歩危・小歩危の深い溪谷を作り、三好市から東に転じ、東流するにしたがって楔形の徳島平野をつくる。また、すだち、ゆず、ゆこう、阿波すず香とさまざまな香酸柑橘があり、日本有数の生産量を誇

る<sup>6)</sup>。現在、徳島大学・徳島県を中心に、これら4つを「徳島クワトロシトラス」という呼称でブランド化を進め、香酸柑橘の普及に努めている。

歴史的には、古代、忌部氏 (阿波忌部氏の三木家は、大嘗祭の「あらたえ」を調進) が吉野川流域を開拓した際、粟がよく実ったので粟の国と呼ばれ、大化の改新以降、阿波の国と呼ばれるようになったようである。中世、室町時代は細川氏が勢力を張っていたが、応仁の乱を経て、三好氏の時代となり、三好長慶 (一説では、三好市三野町出身) は一時畿内まで勢力を伸ばしている。しかし、やがて衰え、土佐の長宗我部氏の時代を経た後、阿波の国は蜂須賀氏が治めている。蜂須賀氏は、江戸時代265年もの間、藍や葉たばこの専売により莫大な富を築いた。

## 3. すだちについて

すだち (学名: Citrus Sudachi) はミカン科カンキツ属の常緑樹で、ユズ、シークワーサーやカボスと同じ香酸柑橘類である (図2)。5月頃には純白の花を咲かせ (図3) 夏頃に果実が実る。徳島県のすだち生産量は2015年では約5,374トンで、全国生産量の

98%以上を占めている<sup>7)</sup>ことから、同県を代表的する特産農作物といえる。そのほかの産地は、佐賀県 (約40トン/年) や高知県 (約30トン/年) である。近年は山形県でも栽培が始められ、「庄内産北限のすだち」と銘打ってPRが図られている。なお、韓国でもすだちの栽培が行われており、その加工食品の日本市場への提案が始まっている。

徳島県産すだちには路地物とハウス物があり、ハウス物の生産により1年を通して購入できるようになった。路地物は爽やかな風味が強く果皮が厚いことから、果汁は少ない。一方、ハウス物は風味や酸味がまるやかで、果汁は多い。いずれもその実が青いうちに収穫し適正温度で保管の上、出荷される。なお、青いすだちを室温で放置するとLemonのような黄色となり、すだち特有の風味は弱まる (図4)。

すだちの利用方法は、すだちを2つ切りにし、焼き魚やみそ汁などいろいろな料理に搾りかけたり、果皮を搾り葉味としたりして利用される。なお、平成5年から登場した徳島県の公式マスコットは、すだちをモチーフとしている (図5)。それほど、徳島県の特産農作物といえば、すだちといえる。



図2 すだち



図3 すだちの花



図4 変色過程



図5 すだちくん

#### 4. スダチチンおよびその機能性について

スダチチンは健康増進作用があるポリフェノールの一種であり、すだちの果皮に含まれている(図6)。スダチチンの構造と似ている物質に、同じくポリフェノールの一種であるノビレチンがある(図7)。ノビレチンはミカンの皮(生薬名:陳皮)、カボスやシークワーサーに含まれ、抗糖尿病作用<sup>8)</sup>、抗認知症作用<sup>9)</sup>やサーカディアンリズム(体内時計)調整作用<sup>10)</sup>を示す。構造活性相関の観点から、スダチチンはノビレチンと同様の作用を期待できる。さらに、フェノール性水酸基が全てメトキシル化されているノビレチンと比べ、フリーの水酸基を有するスダチチンは化学修飾が容易である。このことからスダチチンの潜在的なポテンシャルや、その合成や精製コストに依存するが、“機能性表示食品”に含まれる機能性関与成分という位置付けに留まらず、それ以上のことも期待できると考える。

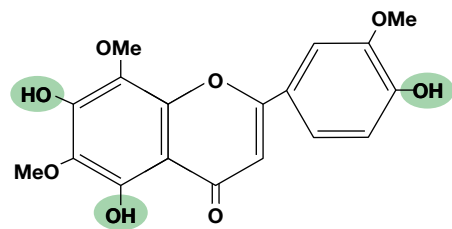


図6 スダチチン (PubMed: 論文数12)

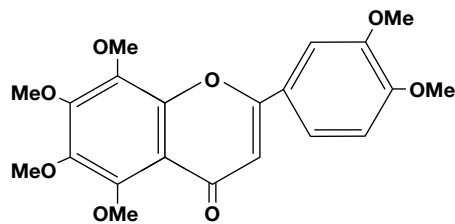


図7 ノビレチン (PubMed: 論文数492)

スダチチンは、徳島大学や徳島県などの研究グループの実験により、2014年に次の機能性が明らかとなっている。

『C57BL/6マウスに高脂肪食または対照食を与え、スダチチン投与群には5mg/kg/dayのスダチチンを0.2%DMSOに溶解したものを、対照群には

0.2%DMSO溶液をそれぞれ12週間経口投与し、体重、中性脂肪、皮下・内臓脂肪量、糖・脂質代謝関連遺伝子発現などを確認した結果、スダチチン投与8週間目より、高脂肪食飼育マウスは対照群と比較して体重増加が有意に抑制された。高脂肪食飼育マウスにおいてスダチチン投与群は対照群と比較して総脂肪量、皮下脂肪量および内臓脂肪量が有意に少なく、特に血清中性脂肪は有意に低値を示した。一方、対照食を摂取させたマウスにおいてはスダチチン投与による影響はみられなかった。高脂肪食投与マウスの肝臓および脂肪組織より抽出した遺伝子を解析すると、スダチチン投与群において肝臓脂肪分解関連遺伝子の発現増加および脂質合成関連遺伝子の有意な発現低下が認められた。』

すなわちマウスの実験ではスダチチンを投与することで体重増加抑制効果が認められたということである。

付け加えると、徳島大学が付与したスダチチンという名称も秀逸で、成分名にも関わらず原料のすだちを連想し易い。クワトロシトラス含めスダチチンのブランド化が実現できれば、すだちの需要の高まりも期待できる。

#### 5. スダチ果皮エキス末Sudachin®の機能性および健康食品への展開について

スダチチンに抗肥満作用が明らかにされたことから、当社で開発したSudachin(総スダチチン1%品)の抗肥満作用を、スダチチンの抗肥満作用を見出した徳島大学に依頼し検証(in vivo)した。その結果、図8のとおり、Sudachinも高脂肪食投与マウスの体重増加を有意に抑制した<sup>11)</sup>。

これを受け、2019年6月から、徳島県の『平成30年度健康・医療関連企業雇用拡大推進事業』の事業費を活用し、Sudachinのヒト臨床試験を実施した。

また今後はSudachinを配合したサプリメントの製造販売を実施する予定である。さらにスダチチン10%品という高含量品の開発を推進し、スダチチン高含量品を配合した機能性表示食品の製造販売、ならびにスダチチン抽出後の抽出残渣の有効利用を本格的に検討したい。

スダチチン抽出後の抽出残渣をすだち蠟などに展開できれば、産業廃棄物として扱われていた搾汁後の果皮が、完全なる資源循環型商品へと昇華する。

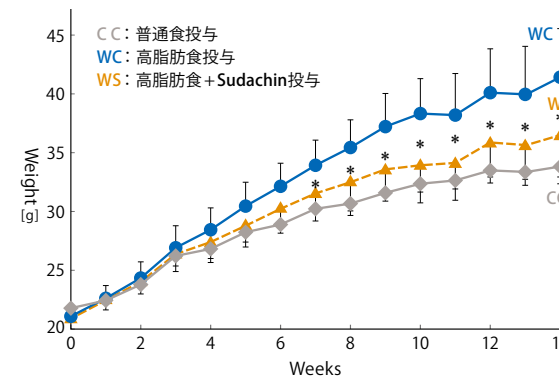
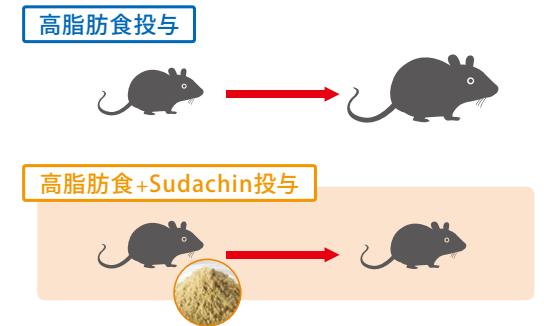


図8 Sudachinによるマウスの体重増加抑制効果



#### 6. 事業化達成時の成果と波及効果

本事業は、すだち果皮の絶対量とスダチチンのもつ潜在的な機能性に依存することもあり、スモールビジネスの領域を越えるのは難しいかもしれない。しかしながら、事業化を達成することができれば、次のことで徳島県に貢献できる(図9)。

- イ) 未病改善・維持に向けた、糖尿病予防の一つのツールを提案 (SDGs3)
- ロ) 食育を通じ、郷土愛を醸成 (SDGs4、8、11)
- ハ) 未利用資源の再資源化 (SDGs8、9、12、14)
- ニ) すだち需要の高まりによるすだち農家数の維持・増加 (SDGs11、13、15)
- ホ) 徳島県や徳島大学の社会的プレゼンスの向上 (SDGs10、11、17)
- ヘ) 当社の売上向上および三好地区での雇用創出 (SDGs8、10、11)

また、達成時の経済効果が高ければ、徳島県や徳島大学、徳島県の小企業が産官学連携で創造した、ローカルイノベーション事業の一つの成功モデルとなる。

最後に、「一燈照隅 万燈照国」という言葉で締めくくりたい。1つの燈は1つの隅しか照らさない、しかしながらその数が増えれば、国をも照らす。平安時代から平成を経て令和になっても、不変の、一つの真理だと思う。今後も地域への想いを共有する方々と知恵を出し合い、独創的なアプローチですだち搾汁粕の事業化を進め、徳島県という1つの隅を、多彩な色で彩りたい。



図9 徳島県への貢献目標

#### 《参考文献》

- 1) 徳島県立工業技術センター研究報告Vol.23、p.15 (2014)
- 2) Nutrition & Metabolism 11、p.32-45 (2014)
- 3) FOOD STYLE 21 Vol.18、No.7 (2014)
- 4) FOOD STYLE 21 Vol.20、No.4 (2016)
- 5) 日本食品科学工学会誌 投稿中、66巻、7月号 (2019)
- 6) Yukubon、国立大学法人 徳島大学院医歯薬学研究部 代謝栄養学分野 (2019)
- 7) 農林水産省2015年度特産果樹生産動態等調査
- 8) The Journal of Nutritional Biochemistry 24、p.156-162 (2014)
- 9) Rain Res.,1292、p.218-229 (2009)
- 10) https://news.infoseek.co.jp/article/healthpress\_5534
- 11) The Journal of Medical Investigation Vol. 64 (2017)

#### 《用語説明》

in vivo : 動物試験



敷島 康普 しきしま やすひろ  
池田薬草株式会社  
取締役 品質管理部長  
薬学博士(薬剤師)