

## 特集 とうがらし・わさび

## 【総説】

## トウガラシ、ワサビに関する研究の現状

農林水産省農林水産技術会議事務局 谷口 郁也

## はじめに

香辛料は、植物を原料とし、食品に色、味、香りを加える素材である。食欲増進効果や保存効果などの有益な効果を持つことから人類に古くから利用されてきた。ヨーロッパでは、魚や肉の長期保存にコショウやクロブを使う文化があり、古代ローマ時代から貿易上の重要アイテムとして扱われてきた。また、大航海時代にも、香辛料貿易をめぐって激しい主導権争いが繰り広げられた。日本でも古事記にショウガやサンショウを利用していたと考えられる記述があり歴史は古い。さらに江戸時代には、庶民の生活にまで本格的に幅広く使われるようになった。第二次世界大戦後は、日本人の食生活が大きく変わり、洋食、中華、エスニック料理と多様な食事が広まる中で、それぞれに合った香辛料も多く利用されるようになってきた。現在、香辛料の種類は100を超えるとされ、それぞれが食生活を豊かにするとともに疲労回復、消化吸収促進、殺菌など健康維持にも効果があることが報告されている。中でも、トウガラシとワサビは最も我々の食生活に溶け込んでいる香辛料である。そのため、生産効率を向上させるための品種や栽培技術に関する研究に加えて、香辛料としての味や香りを形成する成分に関する研究が盛んに行われてきた。

一方、香辛料作物は、地域の気候、風土に合わせて、それぞれの地域に根差した利用がなされてきた。その分、主要作物などと比べて国を挙げての生産の振興に力がそそがれることは少なかった。そのため、地域によっては、生産が衰退し、生産の担い手が減少し、それに伴い在来品種の消失など様々な問題点が顕在化した。ところが、最近、地域の伝統文化を見直そうという考えが広まり、地域の伝統食品を有効利用して地域おこしに

取り組むケースが増えてきている。特に、トウガラシやワサビでは、各地で地域に特色がある取り組みが多く期待が高まっている。本稿では、2つの香辛料作物について、利用の歴史や研究の取り組み、さらには今後の展望について概略を紹介する。

## トウガラシ

トウガラシは、ナス科の植物であり、トウガラシ(*Capsicum*)属の中のいくつかの種を含む総称である。このうち、日本で栽培されているトウガラシのほとんどは *Capsicum annuum* であるが、沖縄地方では果実が小さく辛みが非常に強い *C. frutescens* が一部栽培されている。このほかにトウガラシ属では、*C. baccatum*、*C. chinense*、*C. pubescens* などが利用されている。

原産地は中南米と考えられている<sup>1)</sup>。世界中で利用され始めたのは500年程度前であるが、ペルーの中部山岳地帯では紀元前7000~8000年に、メキシコでも紀元前7000年頃には栽培されていたことが考古学的に明らかにされており、非常に歴史の古い作物の一つである。トウガラシは、コロンブスが15世紀末にアメリカ大陸に到達した後、はじめてヨーロッパに持ち帰って紹介されたが、日本には16世紀後半に伝えられたとされている。日本へ伝播した経路には諸説あり、ポルトガル人によってもたらされたという説や朝鮮半島からもたらされたという説もある。江戸時代初めには七味唐辛子が売り出されたのを契機として、そばやうどんの薬味として広く利用されるようになった。現代では、キムチや辛子明太子、カレー、ソースなど様々な食品に利用され日本人にとって身近な香辛料となっている。

国内での辛味トウガラシの生産は、全国で約

140トンである。病害虫にも比較的強いので栽培は比較的容易である。辛味トウガラシ栽培には、「鷹の爪」や「本鷹」など古くから存在する在来品種も利用されているが、新品種開発は、香辛料を取り扱う食品メーカー、県、大学、個人育種家などで行われている。近年の辛味トウガラシ用の品種は香辛料を生産する食品メーカー育成のものが多く。

トウガラシの世界生産量は、300万トンを超えるとされ、インド、中国を筆頭に数多くの国で栽培されている。トウガラシの研究についても、国内外で行われているが、最近のトピックとしては、ゲノム配列の解読であろう<sup>2)</sup>。トウガラシを含むナス科作物ではトマト<sup>3)</sup>、ナス<sup>4)</sup>などですでにゲノム配列が解読されており研究も進んでいることから、比較ゲノム解析なども利用しながらトウガラシの育種や辛味成分の制御に関する研究が加速化していくことが期待される。

トウガラシといえば、その辛味が最大の特長である。これまで、辛味成分に関する研究も非常に精力的に行われてきた。辛味成分は、カプサイシノイドとよばれる化合物群であり、これまでに14種類の化合物が報告されているが、カプサイシン、ジヒドロカプサイシン、ノルジヒドロカプサイシンの3種で大部分を占める。これらの含有量は、トウガラシ属の種間および種内で変異があり、「ハバネロ」のように非常に辛い品種から、ほとんど辛味を持たない品種、シシトウのように環境条件によって辛味を発現するものもある。小仁所ら<sup>5)</sup>はトウガラシ属5属145系統のカプシノイドを幅広く分析した。*C. chinense*と*C. frutescens*はカプシノイド含量が高い系統が多く、*C. annuum*、*C. pubescense*、*C. baccatum*は、低含量のものが多かった。*C. annuum*は、カプサイシン、ジヒドロカプサイシン、ノルジヒドロカプサイシンの成分組成比は多様であることが明らかにしている。

トウガラシの辛味に関する生化学的、分子生物学的研究もさかんに行われ、カプサイシノイドの生合成に関わる遺伝子も多く単離されている<sup>6)</sup>。また、辛味発現を制御する遺伝子についても研究が進んでいる。古くから単一の優性遺伝子Cによって辛味の発現が支配されていることが明らか

になっていたが、これはアシルトランスフェラーゼ Pun 1のプロモーター領域の変異によることが明らかになった<sup>7)</sup>。辛味発現を制御する因子はこれ以外にもあり、矢澤ら<sup>8)</sup>は、タイから導入した辛味品種「CH-19」の後代からほとんど辛味を呈しない個体を見出して「CH-19甘」と名付け、その非辛味性は、C遺伝子とは異なることを明らかにした。この「CH-19甘」は、辛味を呈しないカプサイシノイド類似物質を含むことが明らかになり、カプシエイト、ジヒドロカプシエイト、ノルジヒドロカプシエイトと名付けられ総称はカプシノイドと呼ばれるようになった<sup>1)</sup>。「CH-19甘」の非辛味性原因遺伝子は、カプシノイド生合成の途中経路でバニリンからバニルアミンを合成するアミノトランスフェラーゼ pAMT1に機能欠損があることが明らかにされた<sup>9)</sup>。

カプシノイドは、辛味という味覚に関する機能だけでなく、さまざまな生理活性を持つことが明らかになっている。これまでに、エネルギー代謝が亢進し体熱産生が増加すること<sup>10,11)</sup>、抗菌活性<sup>12)</sup>、免疫活性化作用<sup>13)</sup>、鎮痛作用<sup>14)</sup>などが知られている。しかし、これらの生理活性を活用しようとした際に、その辛味がネックとなる。一方、上記の「CH-19甘」がもつカプシノイドは、辛味を呈さないが、カプサイシノイドと同様な生理活性を示すため、サプリメント等への利用が進んでいる<sup>15)</sup>。

トウガラシは、各地で古くから様々な在来品種が形成されて利用されてきたが、現在国内で消費されているトウガラシの圧倒的多数は輸入品であり、国内の生産は全消費量の1%程度である。そのため、昔から地域で守られてきた在来品種は栽培がされなくなりつつある。

ところが、近年、伝統野菜としてその良さを見直し、地域特産物として生産を振興するための産地の取り組みも盛んに行われるようになってきた。本特集では、これらの取り組みについても紹介される。

## わさび

ワサビは、日本で栽培化された数少ない作物の一つであり、日本の食文化形成に重要な役割を果

たしてきた。現在では、海外でも日本食の人気の高まるのにもなって需要が増加している。ワサビ (*Eutrema japonicum* (Miq.) Kiudz.) は、アブラナ科のワサビ属の多年生草本植物である。ワサビは日本で利用が始まったのは飛鳥時代からと考えられている<sup>16)</sup>。当初は、山間地に自生していたワサビの葉や茎を利用していたようで、丸々と太った根茎を利用するようになったのは、江戸時代からで、このころから様々な料理の薬味として庶民に親しまれるようになったと考えられている。

ワサビは、古くは、自生のものを採取、利用していたが、約400年前の慶長年間に静岡県静岡川上流域で最初に栽培化が起こったと考えられている<sup>17)</sup>。自生ワサビは、日本国内各地で見られ、これら自生のワサビから選抜した在来品種が現在栽培されている品種のルーツとなっている。そのうち、静岡由来の「だるま」、鳥根由来の「鳥根3号」、紀伊地方由来の「真妻」が、交配母本として頻繁に用いられ、これらの後代から多くの品種が育成されてきた<sup>17)</sup>。現在、ワサビの育種は、静岡県、山口県、鳥根県の公設試のほか食品メーカー、民間育種家により行われているが、主要な育種目標は、種子繁殖性の改善、病害抵抗性、耐暑性などである。最新の成果としては、静岡県農林技術研究所伊豆農業研究センターで、育成された「静系18号」である。「静系18号」は、12~18か月と従来よりも短期間で収穫が可能であり、根茎の大きさの揃いも良く、食味も良好な種子繁殖性品種である<sup>18)</sup>。

多くの作物に共通することであるが、ワサビにおいても、近代品種の普及が進んでいく中で、在来品種の多くは消失してきた。また、乱獲や森林の開発などにより自生ワサビも消失が急速に進んできた。今後、ワサビの品種改良を継続していくためには、多様な遺伝資源を確保しておくことが必須であり、そのためには、在来品種や自生ワサビなどを、消失が進む前に収集、保存を行っていく必要がある。

ワサビ栽培では、近年、軟腐病やアオムシ、アブラムシ類などの病害虫の発生が多く、有効な防除技術の開発が求められていた。しかし、ワサビ

では適用農薬が少なく、また水系への影響の懸念から適用拡大は難しい。そこで、静岡県農林技術研究所が中核機関となり、「環境に配慮したワサビにおける総合的作物管理システムの確立」という研究課題を新たな農林水産政策を実現する実用技術開発事業において2006年から3年間実施した。その成果として、育苗期における防虫ネット栽培や、アブラムシ類、コナガ、うどんこ病、白さび病などの化学防除法、ワサビ田定植後のパイプ栽培や、防虫ネット栽培法、天敵の利用技術などをまとめた「ワサビの総合的作物管理 (ICM) マニュアル」を作成した。本課題は、全国わさび生産者協議会と共同で取り組んだ研究であり、普及に向けた取り組みが期待される。

また、ワサビの栽培技術に関しては、植物工場を利用した栽培技術の確立を目指した研究も進められている。というのも、ワサビ田のように自然条件に近い現行の栽培方法では、冷涼で湧き水が大量に確保できる栽培地が必要であること、用水かけ流しのため施肥が困難なこと、収穫までに1年半と長期間必要なこと、大雨、台風など気象災害に影響されやすいことなど、不利な条件が多いからである。一方、植物工場を用いれば栽培環境を人工的に制御することにより安定して栽培を行うことができ、養液栽培を用いることにより十分な栄養源を供給できることから収量の増加も期待できる。通常、13℃が生育最適温度とされているが、田中ら<sup>19)</sup>は、養液栽培における諸条件の検討を行い、根圏環境への十分な酸素供給を行えば、20℃でも13℃と同等の生育を確保できることを明らかにした。現在までに、大学、民間のさまざまな機関で太陽光利用型もしくは完全人工光型の植物工場によるワサビ栽培の研究開発がスタートしており、今後、技術の蓄積により自然条件や病害虫による被害に影響されないワサビの安定生産体系が確立されることが期待される。

ワサビについても、日本で栽培化された作物であるということもあり、その長い歴史から、国内各地で地域特産物として栽培が継承されてきた。しかし、生産者の減少により、日本の各地で伝承されてきたワサビの栽培技術やワサビを利用した食文化の存続も安泰ではない。これに対して、長

野県、静岡県、岩手県などでは主要なワサビの産地として様々な取り組みがなされており、今後も生産の振興と地域活性化に貢献していくことが期待される。

#### 参考文献

- 1) 岩井、渡辺編 (2000) トウガラシ 辛味の化学、幸書房
- 2) Kim et al. (2014) Nature Genetics, 46, 270-279
- 3) Tomato Genome Consortium (2012) Nature, 485, 635-641.
- 4) Hirakawa et al. (2014) DNA Res. 21, 649-660
- 5) 小仁所ら (2005) 園芸学雑誌、4、153-158
- 6) 田中ら (2012) 京大農場報告, 21, 9-14
- 7) Stewart et al. (2005) Plant J. 42, 675-688
- 8) 矢澤ら (1989) 園芸学雑誌、58、601
- 9) Lang et al. (2009) Plant J. 59, 953-961
- 10) 岩井 (1998) Clinical Neuroscience, 6, 98
- 11) 岩井、河田 (岩井、中谷編)、香辛料成分の食品機能、光生館 (1989)、p 97
- 12) Gal (1968) Z. Lebensm. Unters. Forsch, 138, 86
- 13) Yu et al. (1997) Int. J. Vit. Nutr. Res. 68, 114
- 14) Nagy (1982) Trends Neurosci 5, 362
- 15) 伏木 (2006) 日本味と匂学会誌、13、169-174
- 16) 山根 (2010) 日本食品保存科学会誌、36、189-196
- 17) 山根 (2014) Biostory, 2, 54-57
- 18) 馬場、久松 (2013) 静岡県農林技術研究所試験研究成果の概要集 農業一般編・伊豆農業編 (野菜・花き関係)、191-192
- 19) 田中ら (2009) 植物環境工学21、175-178