

### トウガラシの辛味成分含有量と辛味が示す植物病原菌抑制効果の検証

渡辺, 信平

---

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院理工学・工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編 / 法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編

(巻 / Volume)

57

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

3

(発行年 / Year)

2016-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00013538>

# トウガラシの辛味成分含有量と 辛味が示す植物病原菌抑制効果の検証

QUANTITATIVE ANALYSIS OF PUNGENT COMPONENTS DURING THE RED PEPPER GROWTH  
AND VERIFICATION OF ITS INHIBITORY EFFECTS ON PLANT PATHOGENS

渡辺 信平

Shimpei WATANABE

指導教員 佐野 俊夫

法政大学大学院理工学研究科生命機能学専攻植物医科学領域修士課程

Red peppers are very popular seasonings in the world because of their strong pungency. The pungent components, named capsaicinoids, are said to have a strong antibiological activity, as well. In this study, I quantified the amount of capsaicinoids during the growth of chili pepper (*Capsicum annuum*) and examined their inhibitory effects on the growth of plant pathogens. Capsaicinoids has been shown to accumulate in placenta mostly 30 to 40 days after flowering, which was accompanied by induction of a ketoacyl synthase gene, *Kas*, involved in the capsaicinoid-biosynthesis pathway. When I examined the antibiotic activities of capsaicinoids, the growth of some fungi, such as *Phytophthora capsici*, was inhibited rather than that of bacteria. In addition, the growth of *P. capsici* inoculated on a fruit of habanero chili (*Capsicum chinense*), known as the hottest red peppers, was inhibited compared to that of bell peppers, which have little pungency. These results suggested that the red peppers could be useful for plant protection and food preservation as organic materials.

**Key word:** Pungency, Capsaicinoids, Placenta, Antibacterial activity

## 1. 諸言

トウガラシは果実に特有な風味と強力な辛味をもつ日本でもよく用いられている代表的な香辛料の一つである。その辛味を担うのはカプサイシノイドと呼ばれる物質群で、強い抗菌性があると言われている。特に食中毒に関する菌に対する抗菌効果を実証する研究が多くされている。キダチトウガラシの粗搾汁液が大腸菌 (*Escherichia coli*) やサルモネラ菌 (*Salmonella typhi*)、枯草菌 (*Bacillus subtilis*) などに対して抗菌効果を示すことが発見されている (1)。一方植物病原菌に対しては *Fusarium* 属菌などの植物病原菌に対する抗菌性が確認されている (2)。そのため、食品としての利用はもちろんのこと、食品保存や園芸分野における抗菌物質として利用されている。

本研究では、トウガラシカプサイシノイド含有量の果実

組織や開花日数 (週齢) の違いによる変化を調べ、辛いトウガラシを判別した。そして、カプサイシノイドの植物病原菌に対する抗菌効果を培地上の試験、および、果実への菌接種にて検証し、辛味の強いトウガラシを使った生物農薬などの植物防除に応用する可能性を探った。

## 2. 方法

トウガラシとしてタカノツメ (*Capsicum annuum*)、ハバネロ (*Capsicum chinense*) を4月に播種し温室・ビニールハウスで栽培した果実を使用した。7月下旬から9月上旬に収穫し、鉢ごとに収穫する時期をずらすことで様々な週齢の果実を収穫できるようにした。辛味成分含有量を測定する果実は、個々の果実の生重量を測定後、果肉、胎座に分け各重量を記録し、液体窒素で凍結し冷凍保存した。各

組織をエタノールに懸濁し、1時間超音波破碎してカプサイシノイドを抽出した。そしてカプサイシノイドとしてその80-90%を占めるカプサイシンとジヒドロカプサイシンの濃度をHPLCにより測定した。また辛味合成に関わるケトアシル合成酵素 (Keto acyl synthase, *Kas*) 遺伝子発現量変化をリアルタイム RT-PCR 法により解析した (3)。

カプサイシノイドの抗菌効果検証には4種類の細菌と5種類の真菌を使用した。細菌類に関しては細菌懸濁液を塗布した寒天培地の中央に1 mMのカプサイシノイド溶液を10  $\mu$ L 染み込ませたろ紙を置いて培養し、周囲に形成される増殖阻止円の直径を計測することで増殖抑制効果を評価した。真菌類では1 mMのカプサイシンを含む培地上に菌糸を置いて培養し、伸長した菌糸集団の直径を測定して伸長抑制効果を評価した。またハバネロと市販のピーマンに植物病原菌を接種し、4日後にそれぞれの病徴を観察することで植物上でのカプサイシノイドの抗菌効果も検証した。細菌では、タッパー内にハバネロとピーマンを置き、液体培地で振とう培養させた細菌を20 mL 噴霧接種した。真菌でも同様に培地上で培養した菌叢を貼り付け接種し4日後に観察した。

### 3. 結果

2014年には101個、2015年には85個のタカノツメ果実が収穫できた。胎座生重量は週齢40日~50日にかけて増加し、週齢増加に伴い減少した (図1)。そこで、週齢ごとに組織カプサイシノイド濃度を測定し、その含有量を計算した。

果実1つあたりのカプサイシノイド含有量は胎座重量と比例し30日~40日まで増加しそれ以降は減少傾向にあったが週齢90日の古い果実でもカプサイシノイドが高い果実も存在した (図2)。

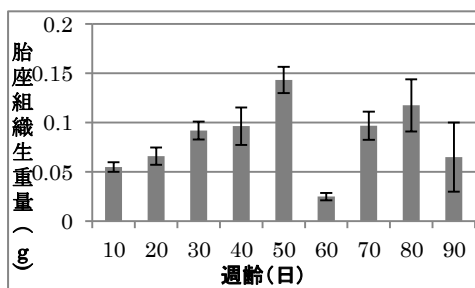


図1. 胎座生重量の週齢による変化。値は各週齢で回収した胎座 (2~20 個) から得られた平均値と標準誤差を表す。

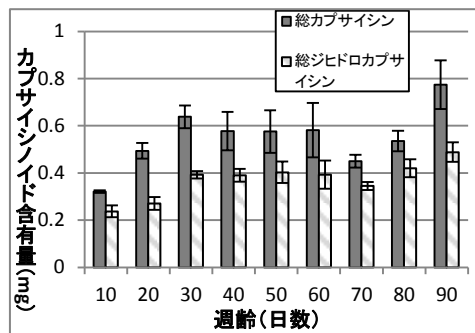


図2. タカノツメ果実のカプサイシン、ジヒドロカプサイシン含有量の開花後日数による変化。値は各週齢で回収したタカノツメ (2~20 個) から得られた平均値と標準誤差を表す。

そこでカプサイシノイド合成遺伝子の1つ、*Kas* 遺伝子の果肉に対する胎座における発現量変化を調べたところ、開花後30日での発現量比が最も高く、その後低下した (図3)。

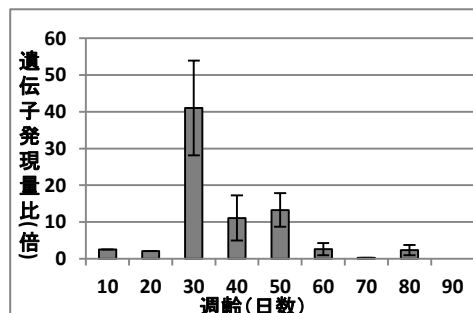


図3: *Kas* 遺伝子の胎座における果肉に対する発現量比の開花後日数による変化。値は各週齢で回収した胎座 (1~13 個) から得られた平均値と標準誤差を表す。

カプサイシノイドの抗菌効果を培地上での菌培養にて調べたところ、用いた4種類の細菌ではカプサイシノイド添加培地の増殖阻止円は滅菌水添加培地のそれらよりも大きかったが、顕著な違いは観察できなかった (図4)。

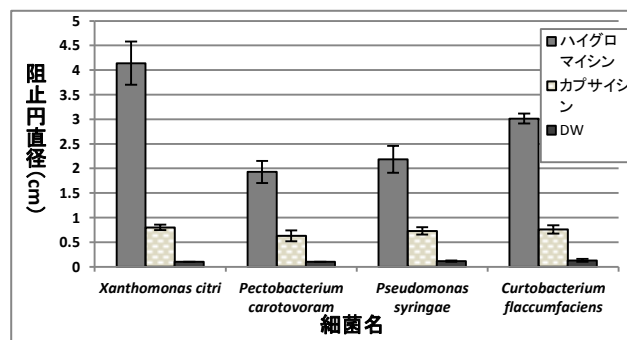


図4: 細菌類に対するカプサイシノイドの抗菌効果。培地上にカプサイシンを添加したろ紙を置いたときの増殖阻止円の直径を示す。実験7回の平均と標準誤差を示す。

真菌では、*Phytophthora capsici* と *Pythium splendens* の菌糸伸長がエタノール添加培地の半分に抑制された (図5)。

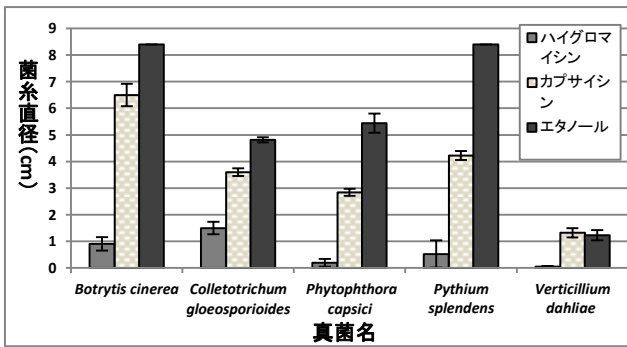


図 5：真菌類に対するカプサイシノイドの抗菌効果。カプサイシン添加培地に真菌を置床し、4日後の菌糸直径を示す。実験 8 回の平均と標準誤差を示す。

そこで週齢 40 日程度のハバネロと、市販のピーマンにそれぞれに菌類を接種した。ハバネロにはタカノツメの 3 倍程度のカプサイシンが含まれていたが、ピーマンではほとんど検出できなかった (図 6)。

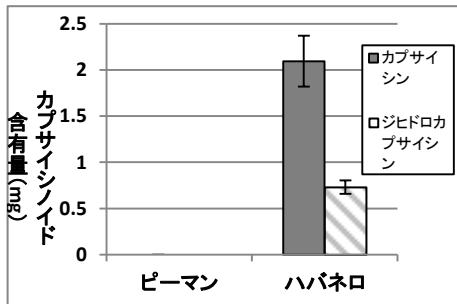


図 6. ピーマン、ハバネロ果実に含まれるカプサイシン、ジヒドロカプサイシン含有量の比較。値は回収したハバネロ (17 個) と市販のピーマンから得られた平均値と標準誤差を表す。

細菌類接種はハバネロもピーマンと同等の病徴を生じたが、真菌である *Phytophthora capsici* によるハバネロの発病程度はピーマンのその半程度に抑えられた (図 7)。

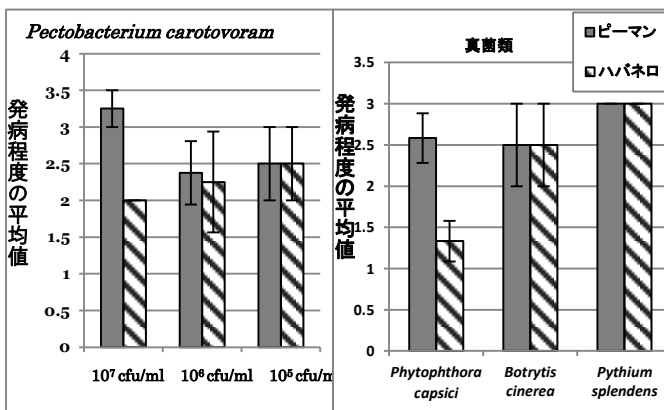


図 7：ハバネロ、ピーマンへの菌類接種による発病程度の比較。左図：*Pectobacterium carotovorum* の噴霧接種、右図：真菌類の貼り付け接種。発病程度を 0(発病なし)~4(重度)とし、接種後 4 日後に観察したものの平均値をグラフ化した。実験 2~6 回の平均値と標準誤差を示す。

#### 4. 考察

タカノツメの果実において胎座重量と比例するように週齢 30 日までカプサイシノイド含有量が増加していた。また遺伝子発現量比も週齢 30 日で増加したことから、カプサイシノイドは週齢 20 日~40 日に胎座の成長と同時に胎座で大量に合成され、その後果肉や種子へと移動することが裏付けられる。しかし、週齢 90 日の胎座においてカプサイシノイド含有量が増えるものがある。このことから一部の胎座は生重量が減少しているのにも関わらずカプサイシノイドを合成している可能性も示唆でき、週齢 90 日のカプサイシノイドがどこで合成されているのかを検証する必要があると考えている。

抗菌性効果の検証実験から、カプサイシノイドは細菌より真菌に対して抗菌効果が強いと思われる。培地実験では、細菌での阻止円の直径はカプサイシノイドの有無による差があまりなく、接種試験でもカプサイシノイドの有無に関する病徴の違いがほとんど確認されなかった。一方真菌に関しては、植物病原菌によって多少の差はあるものの、カプサイシノイド添加培地で真菌の生育が阻害された。またハバネロへの接種試験の結果より、一部の真菌に対してカプサイシノイドは抗菌効果があると考えられる。

今回の報告では真菌に対してカプサイシノイドが何らかの影響を与え生育が阻害される事が観察できた。しかし、すべての菌類で同様の結果が得られなく、すぐに実用化できるほど強い抗菌効果は確認する事ができなかった。今後、細菌と真菌へのカプサイシノイド抗菌効果の違いが起きる原因やトウガラシの農業への利用価値等を調べたい。

#### 参考文献

- (1) 岩井和夫・渡辺達夫 編 (2008) トウガラシ 辛味の科学 辛書房
- (2) Joshua J., Tewksbury JJ., Reagan KM., Machnicki NJ., Carlo TA., Haak DC., Peñalosa AL and Levey DJ. (2008) Evolutionary ecology of pungency in wild chilies. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105, 11808-11811.
- (3) 杉山 立志・志手 真人・辰尾 良秋 (2006) カプサイシン含有率と隔壁表面積計測によるトウガラシ果実におけるカプサイシン生合成能の評価 日本植物形態学会誌 18 巻 1 号 p.75 - 82