



Title	トウガラシ果実の発育に伴う成分の消長特に辛味成分について
Author(s)	嵯峨, 紘一; SAGA, Koichi; 田村, 勉 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 7(2), 294-300
Issue Date	1970
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11799
Type	departmental bulletin paper
File Information	7(2)_p294-300.pdf



トウガラシ果実の発育に伴う成分の消長 特に辛味成分について

嵯峨 紘一・田村 勉

(北海道大学農学部農学科果樹蔬菜園芸学教室)

Studies on the changes of some constituents in the fruits in
relation to the growth of pepper fruits, especially
on development of capsaicin in the fruits

Koichi SAGA and Tsutomu TAMURA

(Department of Agronomy, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

Received August 1, 1969

緒 論

トウガラシ (*Capsicum annuum*) は辛味性の存否により、辛味性のあるものを赤トウガラシ、又は辛トウガラシ (Red pepper, Hot pepper, Chilli pepper) と呼び、一方存在しないものを甘トウガラシ (Green pepper, Sweet pepper) と呼ばれている。前者は特にその辛味性の存在により、食用、香辛味料用、そしてまた医薬用として重要であり、世界各地で広く栽培されている作物である。

辛味成分の定量分析法の確立とあわせてその成分含量の増加を意図した園芸学ならびに育種学的面での研究は、筆者らの知る範囲では少なく、熊沢ら¹³⁾ が本邦品種の生態について、太田^{18,19,21,22)} は辛味成分の生理と遺伝について、また RAMANUJAM²³⁾ は高辛味性品種の育成について述べているにすぎない。

辛味成分についての化学的研究は、古くから数多く行なわれ、辛味成分の分離に成功し、さらに構造式が決定され^{14,15,16)}、capsaicin と名付けられた。しかし小菅らは¹¹⁾ 従来一つとされていた capsaicin は二種存在し、一方を capsaicin もう一方を dehydrocapsaicin と名付けた。さらに BENNETT ら¹⁾ は capsaicin が五種以上の vanillyl amide の混合体である事を示し、小菅ら¹²⁾ は最近 capsaicin III, VI の構造を決定している。またその定量方法も味覚にたよるといふ不安定な方法から化学的に種々検討が加えられ、最近では藤田ら³⁾ のペーパークロマトグラフを用いた方法、小菅ら^{9,10)} のバニリン

比色法、及び紫外部吸光度法、その他 BRAUER²⁾、KARAWYA⁸⁾、HEATH⁵⁾ により多くの方法が報告されている。

トウガラシでの capsaicin の生成ならびに蓄積器官は果実内に限定されていることが NEUMAN¹⁷⁾ によって報告され、古谷ら⁴⁾ は果実の隔壁の全表面に水泡状を呈して分泌されていると述べている。さらに太田²¹⁾ は分泌器官は胎座および隔壁下の細胞であると推定している。RAMANUJAM は capsaicin 含量を決定する構成要素たる胎座での capsaicin 含有率と胎座の全果実において占める割合はそれぞれ独立に遺伝することを述べている。

一方、NEUMAN¹⁷⁾ は、放射性炭素トレーサー法を用いて capsaicin の生合成について報告しており、それによれば、同化された放射性炭素は2~3日後に Capsaicin 中に認められた。

さらに最近 BENNETT ら¹⁾ は capsaicin がシキミ酸経路を経て合成される事を示唆している。従って capsaicin は含窒素化合物である酸アミドであることから、辛トウガラシと甘トウガラシの胎座における炭水化物代謝ならびに窒素代謝の相違が capsaicin の生成、蓄積に関連しているものと考えられる。

従って筆者らは高辛味性鷹ノ爪、甘味性伏見甘長、ならびに大果群に属するカリホルニアワンダーの三品種を用い、果皮部、胎座部での生長に伴う各部での capsaicin 生成消長の比較、及び胎座での炭水化物、窒素化合物の変化を比較検討したので報告する。

実験材料及び方法

供試品種は、鷹ノ爪品種群に属する鷹ノ爪、伏見甘長群の伏見甘長、獅子トウガラシ群に属するカリホルニアワンダーの三品種である。

1967年5月4日に播種し、6月19日に移植した。開花始めは鷹ノ爪が7月24日、伏見甘長は7月16日、カリホルニアワンダーは8月10日で、三品種ともほぼ開花の揃った8月18日に開花中の花に対し、各品種約200花づつ毛糸で標識をつけた。以後10日おきに収穫し、すなわち8月27日、9月7日、9月17日、9月27日、10月7日に収穫したものをそれぞれ開花後10日、20日、30日、40日、50日、の材料として取扱った。なお鷹ノ爪においては開花後60日迄収穫を行なった。

収穫した果実は直ちに生体重を測定した後、果皮、胎座、種子部に分離し、各々の生体重、乾物重を測定した。

果皮及び胎座について capsaicin 含有率を、胎座の乾物については、窒素化合物及び炭水化物含有率を測定した。

窒素化合物についてはアルコール可溶部を可溶態窒素、不溶部を不溶態窒素として、セミマイクロケルダール法で定量した。

炭水化物については80%熱アルコール抽出物につき全糖、還元糖を Somogii-Nelson 法で定量し、その差を非還元糖として glucose 量で表わした。

capsaicin については、最近小菅ら^{11,12)}、BENNETTら¹⁾はいままで一種のみとされてきたトウガラシ辛味成分に異性体のある事を見出したが、本実験の範囲では総量として扱うため、小菅ら⁹⁾のバニリン比色法によった。

実験結果

1. 果実の生長

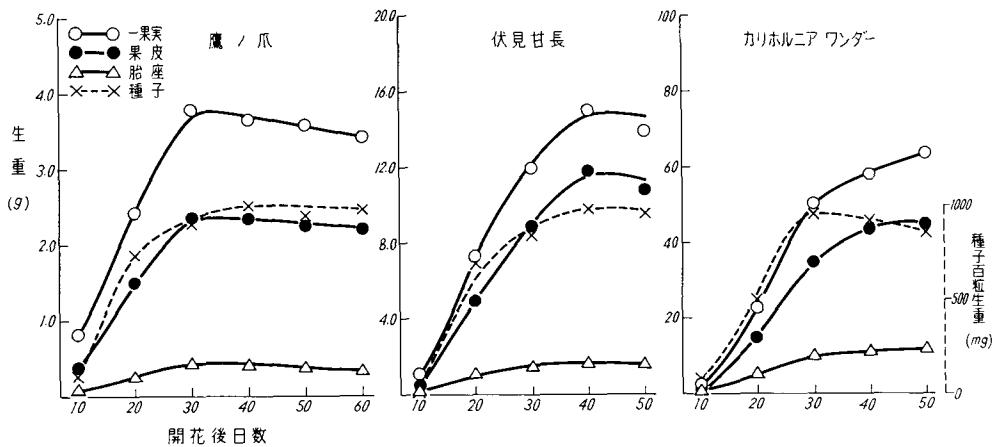
(1) 生体重量： 供試三品種での一果実、果皮、胎座、及び、種子100粒の生体重量の変化を第1図に示した。一果実重では三品種ともほぼシグモイド曲線を示しているが、ピークに達する時期では鷹ノ爪が開花後30日、伏見甘長は40日、カリホルニアワンダーは調査期間内では最高値を示すに至っていない。果皮重においては一果実重とほぼ同様の変化がみられる。胎座重においては三品種はほぼ30日でピークに達している。種子100粒重では鷹ノ爪、カリホルニアワンダーは開花後30日でピークに達し、伏見甘長では40日である。

(2) 乾物重量： 供試三品種での一果実、果皮、胎座、及び種子100粒の乾物重量の変化を第2図に示した。

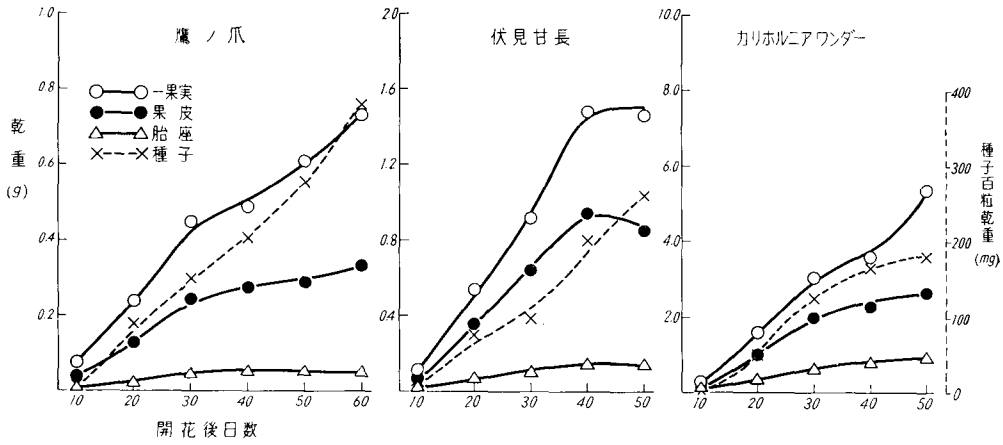
一果実重では鷹ノ爪、カリホルニアワンダーは調査期間内では直線的に増加が継続する傾向がみられるが、伏見甘長は開花後40日でピークに達している。果皮では鷹ノ爪は30日以後の増加量が減少し、伏見甘長は40日でピークに達しているが、カリホルニアワンダーは依然増加の傾向が続いている。胎座では鷹ノ爪が開花後30日、伏見甘長は40日ではほぼピークに達しているが、カリホルニアワンダーはゆるやかな増加が続いている。種子100粒重においては鷹ノ爪、伏見甘長とも調査期間では増加の傾向が続くが、カリホルニアワンダーは開花後40日で増加が停止している。

2. Capsaicin

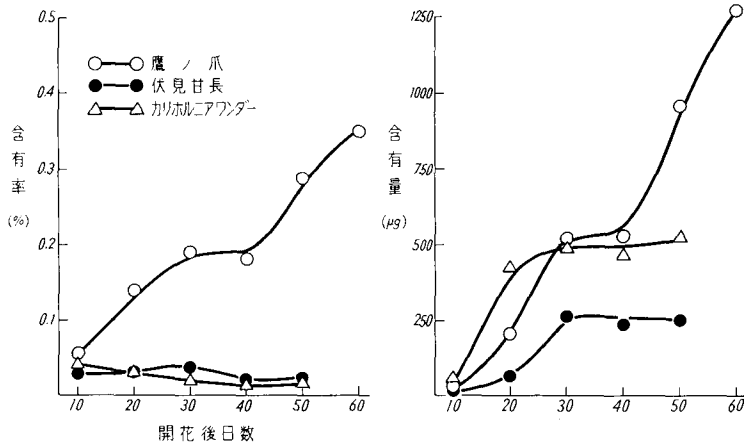
(1) 果実全体に含まれる Capsaicin： 供試三品種での一果実に含まれる Capsaicin の含有率及び含有量の変化を第3図に示した。



第1図 生体重量の変化



第2図 乾物重量の変化



第3図 果実中の Capsaicin の変化

鷹ノ爪での含有率は開花後30~40日に増加が一担停止するが、その後再び増加の傾向がみられ、含有量に換算した場合もほぼ同様の傾向が認められた。伏見甘長及びカリホルニアワンダーでは特に大きな変化はなく、含有率はほぼ0.03%以下と僅少であって、含有量に換算した場合も30日以降の増加はほとんどみられない。

(2) 果皮に含まれる Capsaicin: 供試三品種での果皮に含まれる Capsaicin の含有率、含有量の変化を第4図に示した。

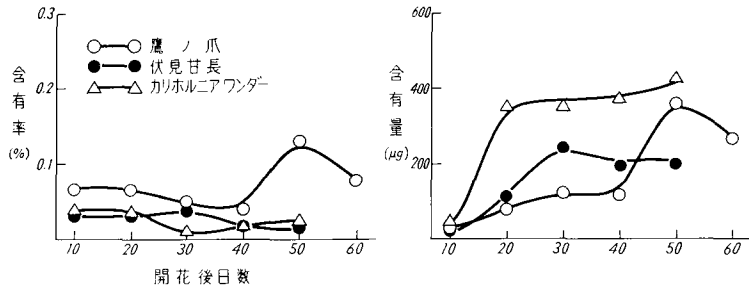
含有率においては鷹ノ爪は開花後40~50日に若干増加がみられる以外は殆んど変化がみられず、伏見甘長、カリホルニアワンダーにおいてもほぼ同様で、変化はない。含有量においては鷹ノ爪は開花後40日まで徐々に増加し、開花後40~50日に明らかな増加がみとめられる。

一方カリホルニアワンダーは20日以降、伏見甘長では30日以降の増加はみられない。

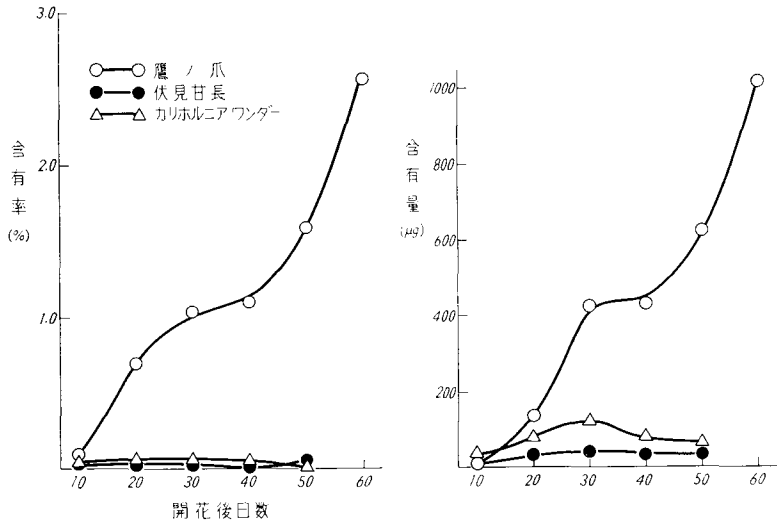
(3) 胎座に含まれる Capsaicin: 供試三品種での胎座に含まれる Capsaicin 含有率及び含有量の変化を第5図に示した。

含有率においては、三品種とも一果実における含有率とほぼ同様な変化を示している。すなわち、鷹ノ爪では開花後30~40日に一担増加が停止し、以後再び増加がみられる。カリホルニアワンダー及び伏見甘長では殆んど増加の傾向がみとめられず、0.03%以下である。

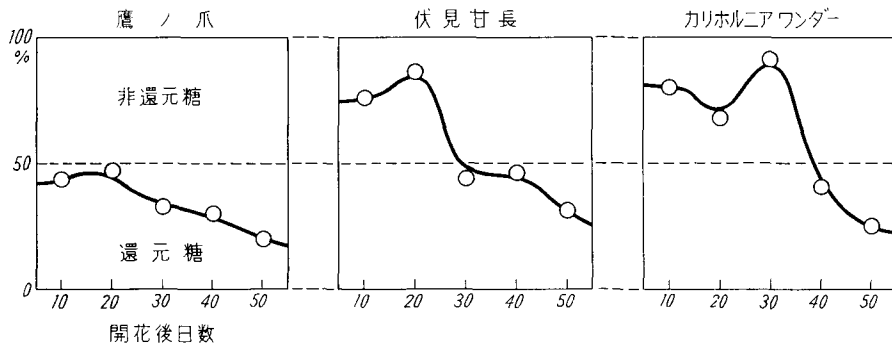
含有量においては、鷹ノ爪は含有率とほぼ同様の傾向がみられる。すなわち開花後30~40日に一たん増加が停止する以外は増加の傾向が続いた。伏見甘長、カリホルニアワンダーはともに含有量が少なく、大きな変化はみられない。



第4図 果皮中の Capsaicin の変化



第5図 胎座中の Capsaicin の変化



第6図 全糖に対する還元糖の占める割合の変化

3. 炭水化物

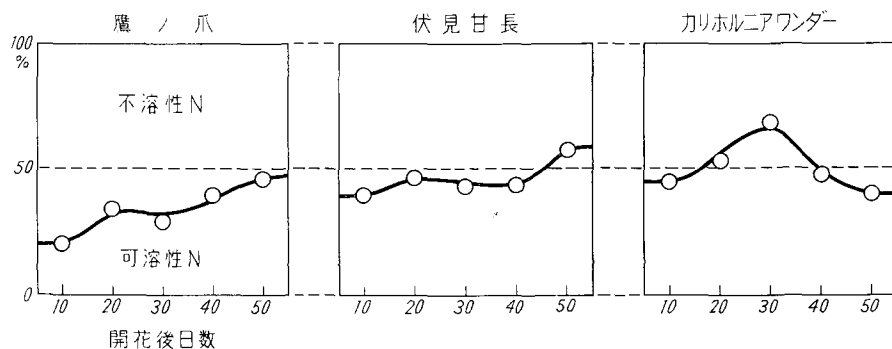
供試三品種での胎座における全糖に対する還元糖の占める割合の変化を第6図に示した。

三品種とも生育が進むにつれ還元糖の占める割合が減少し、逆に非還元糖の占める割合の増加がみられる。し

かし鷹ノ爪は他の三品種と比較して明白に生育前期での還元糖の占める割合が少ない。

4. 窒素化合物

供試三品種での胎座における全窒素に対する可溶性窒素の占める割合の変化を第7図に示した。



第7図 全Nに対する可溶性Nの占める割合の変化

鷹ノ爪では生育に伴い可溶性窒素の割合が増加し、伏見甘長においては大きな変化がなく、カリホルニアワンダーでは開花後30日で減少している。三品種を比較した場合、鷹ノ爪は他の二品種よりも可溶性窒素の占める割合が少なく、特に生育前期において顕著である。

考 察

トウガラシの代表的な品種である鷹ノ爪、伏見甘長、カリホルニアワンダーにおける生育調査結果から、生体重量においては鷹ノ爪は開花後30日、伏見甘長は40日、カリホルニアワンダーでは50日でピークに達している。一方乾物重量では鷹ノ爪、カリホルニアワンダーにおいては開花後60日ではまだ増加の傾向が続き、伏見甘長では40日ではほぼピークに達したと思われるのであって、各品種とも他の一般果実と良く一致した生育過程をとり、ほぼシグモイドカーブを示すものである。このことは狩野¹⁹が伏見甘長での横径、縦径の変化について調査した結果と一致している。

鷹ノ爪、伏見甘長、カリホルニアワンダーとも、生体重量の増加は主に果皮での増加に依存しており、乾物重量では生育前期においては各組織部(果皮、胎座、種子)の増加、後期においては種子での増加に依存していると考えられる。三品種間での生体重量、乾物重量の組織別によるピークの相違は、品種の早晩性及び果実の熟期の相違によるものと思われる。

果実での Capsaicin 含有率では鷹ノ爪が他の二品種よりはるかに高く、開花後30~40日に一たん増加が停止した以外は全生育期間を通じて増加の傾向がみられ、50日では約0.3%に達するが、伏見甘長、カリホルニアワンダーでは痕跡程度(0.03%以下)であった。含有量に換算した場合、カリホルニアワンダーは20日、伏見甘長は30日でピークに達したが、鷹ノ爪では含有率と同様に増加がみられ、開花後10日では殆んど存在せず、20日

以降になってから増加が始まり、40~50日に特に著しい増加がみられた。しかし太田²⁰の報告では開花後約2~3週間て最大量に達し、以後含有率は低下するが、含有量では一定の量を保ちつづくと述べており、本実験の結果とかなりの相違がみとめられる。

これは太田¹⁹が報告の中で述べている如く、Capsaicin 蓄積にとって、遺伝因子の外に生育環境条件も重要な要因であり、高温長日条件が Capsaicin の蓄積にとって最も重要であるということから考えると、本実験と太田の実験環境条件とを比較した場合、本実験では比較的低温下で果実が生育したということによるのではないかと考えられる。

果肉部を果皮と胎座に分けて Capsaicin の蓄積状態をみると、果皮部での Capsaicin 含有率は三品種とも特に大きな変化はみとめられず、含有率ではカリホルニアワンダーが開花後10~20日に一時増加がみとめられた以外は三品種とも明らかな傾向はみとめられなかった。一方胎座での Capsaicin 含有率は一果実の含有率とほぼ同様の変化がみられた。含有量では鷹ノ爪は含有率の場合と同様の傾向がみとめられ、カリホルニアワンダー、伏見甘長ではその量は僅少であった。このことから鷹ノ爪では高濃度の Capsaicin が胎座に集積されており、カリホルニアワンダー及び伏見甘長では低濃度の Capsaicin が果実全体に比較的均一に分布しているといえる。辛トウガラシでの Capsaicin 蓄積の大部分は胎座及び隔壁でなされるということが、すでに宮古²¹、太田²²により報告されている。すなわち、太田は Capsaicin の分泌器官及び貯蔵器官は胎座と隔壁に存在することを組織学的に明らかにしており、本実験の結果もまたそれを良く裏書きしている。果皮中に検出された Capsaicin は果実から胎座を分離する際、胎座から飛散したものとみなすのが妥当であるのかもしれない。

炭水化物及び窒素化合物の代謝における辛トウガラシ

である鷹ノ爪と他の二品種との相違については、鷹ノ爪が他の二品種と比べ、全窒素に対する可溶性窒素、及び全糖に対する還元糖の占める割合が小さく、この傾向は特に生育前期において著しかった。

これらの事と Capsaicin 生成蓄積とを直接結びつけて考えるにはさらに多くの実験が必要であるが、時期的に鷹ノ爪の胎座において Capsaicin の出現する頃と一致しており、又 Capsaicin は明らかに炭水化物代謝を経て生成される事実¹⁷⁾ から、特に胎座組織における炭水化物代謝が Capsaicin の生成及び蓄積と密接な関係にあるものと考えられる。

摘 要

トウガラシの主要品種である鷹ノ爪、伏見甘長、カリホルニアワンダーの果実の果皮、胎座、種子における発育に伴う生体重量、乾物重量、胎座及び果皮における Capsaicin 及び胎座における全糖、還元糖、全窒素、可溶性窒素の時期的変化について調査した。

1. 生体重量の消長では三品種ともシグモイドカーブを示した。すなわち鷹ノ爪は開花後 30 日、伏見甘長は 40 日、カリホルニアワンダーは 50 日でピークに達したが、それらの変化は果皮のそれと一致した。胎座及び種子重では 30 日前後ではほぼ増加が停止した。

2. 乾物重量では鷹ノ爪、カリホルニアワンダーは開花後 60 日でなお増加の傾向が続いたが、伏見甘長は 40 日でピークに達した。乾物重量の増加は三品種とも生育前半は各部の増加、後半は主に種子での増加によると思われる。

3. Capsaicin は鷹ノ爪では胎座部に局在し、含有率も高いが、伏見甘長、カリホルニアワンダーは低濃度で各器官に均一に分布していると思われ、含有率は極めて僅少であった。Capsaicin の変化は鷹ノ爪は生育に伴い増加がみられたが、伏見甘長及びカリホルニアワンダーは 20 日以降の変化は殆んどみられなかった。

4. 炭水化物については胎座での全糖に対する還元糖の割合の変化について調査した結果、鷹ノ爪が生育前半において他の二品種より明らかに小さかった。

5. 窒素化合物については全窒素に対する可溶性窒素の割合の変化について調査した結果、鷹ノ爪が生育前半において他の二品種と比べ明らかに小さかった。

以上のことから Capsaicin は鷹ノ爪の胎座組織に多く蓄積され、その胎座組織での窒素代謝並びに炭水化物代謝と Capsaicin 生成蓄積とは密接な関連があると推論される。

引用文献

- 1) BENNETT, D. J. and G. W. KIRBY 1968. J. Chem. Soc. (c): 442.
- 2) BRAUER, O. and W. J. SHÖN 1962. Ang. Bot. 36: 25.
- 3) 藤田路一・古谷 力・川名 明 1954. 薬学雑誌. 74: 766.
- 4) 古谷 力・橋本かず 1954. 薬学雑誌. 74: 771.
- 5) HEATH, H. B. 1959. Analyst. 84. 603.
- 6) ----- 1964. Analyst. 89: 377.
- 7) KANO, K. T. FUJIWARA T. HIROSE and Y. TSUKAMOTO 1969. Mem. Res. Insti. Food Sci. Kyoto Univ. 12: 45.
- 8) KARAWYA, M. S. S. I. BALBAA A. N. GIRGIS and N. Z. YOUSSEF 1967. Analyst 92: 581.
- 9) 小菅貞良・稲垣幸男 1959. 農化誌. 33: 470.
- 10) ----- 1959. 農化誌. 33: 918.
- 11) ----- 奥村 弘 1961. 農化誌. 35: 923.
- 12) ----- 吉田政治・石黒幸雄・奥村 弘 1968. 日本農芸化学会中部支部例会報: 5.
- 13) 熊沢三郎・小原 起・二井内清之 1955. 園芸学雑誌. 23: 152.
- 14) NELSON, E. K. and E. L. DAWSON, 1919. J. Amer. Chem. Soc. 41: 1115.
- 15) ----- 1920. J. Amer. Chem. Soc. 42: 597.
- 16) ----- 1923. J. Amer. Chem. Soc. 45: 2179.
- 17) NEUMAN, D. 1966. Naturwissenschaften. 53: 131.
- 18) 太田泰雄 1960. 生研時報. 11: 63.
- 19) ----- 1960. 生研時報. 11: 73.
- 20) ----- 1962. 遺伝学雑誌. 37: 86.
- 21) ----- 1962. 育種学雑誌. 12: 43.
- 22) ----- 1962. 遺伝学雑誌. 37: 169.
- 23) RAMANUJAM, S. and D. K. TIRUMALACHAR. 1966. Ind. J. Gen Plant Br. 26: 227.

Summary

In the present paper, in order to clarify the relationship between the growth of pepper fruits and the constituents thereof, fresh matter, dry matter, capsaicin, carbohydrate and nitrogen in the pepper fruits were determined periodically throughout the development of the fruits.

The fruits of Takanotsune, Fushimi Amanaga and California Wonder, typical varieties of pepper in Japan, were used as materials.

The results obtained are as follows:

- (1) The growth curve of fresh matter in pepper

showed a sigmoid curve. The flesh weight of Takanotsume attained its maximum on the 30th day after flowering, Fushimi Amanaga on the 40th day, and California Wonder on the 50th day. The change pattern was similar to that of the pericarp. In all varieties, the growth of the placenta and seeds terminated on the 30th day.

(2) The dry weight of Takanotsume and California Wonder increased throughout the entire course of the investigation, but the dry weight of Fushimi Amanaga reached its maximum on the 40th day after flowering. It seemed that in all varieties tested, the increase of dry matter depended on all tissue parts of the fruit in the early growing period, whereas it depended on the seed tissue in the later growing period.

(3) The capsaicin in the fruit of Takanotsume was

accumulated in the placenta tissue in high concentrations, while in Amanaga and California Wonder it was found stored in all parts of the fruit tissue in low concentrations on the 20th day after flowering.

(4) In the Takanotsume, the variation of the ratio of reducing sugar to total sugar in its placenta was remarkably lower than that in other varieties in the early growing period.

(5) In the Takanotsume, the variation of the ratio of soluble nitrogen in the placenta was lower than that in other varieties in the early growing period.

(6) From the above mentioned results, it was suggested that the capsaicin in the fruit of Takanotsume is produced and accumulated in the placenta tissue, and that there is a close connection between nitrogen and carbohydrate metabolism and production and accumulation of capsaicin.