

ピーマンの結実・肥大に関する研究(第1報)

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
著者	加藤, 徹 田中, 守敏
巻/号	40巻4号
掲載ページ	p. 359-366
発行年月	1971年12月

ピーマンの結実・肥大に関する研究(第1報)

着果習性について

加藤 徹・田中守敏*

(高知大学農学部)

Studies on the fruit setting and development of sweet peppers

I. Fruiting behavior

Toru KATO and Moritoshi TANAKA

Faculty of Agriculture, University of Kochi, Nankoku, Kochi

Summary

Fruiting behavior of sweet peppers (var. Mie-kairyo and Sakigake-midori) was investigated under greenhouse conditions using sand culture technique.

At the same time the effect of heavy nitrogen application and low light intensity on the fruiting behavior was evaluated.

1. With an increase in the number of flowers a rapid increase in the bearing number of fruits was found, but subsequent flowering was arrested showing the lowest number of flowers at about the time of the highest number of bearing fruits.

2. Both in autumn and spring crops a rapid increase in the bearing number of fruits to a peak value occurred about one month after the commencing of the fruit setting. This was followed by a decline, reaching the lowest value one month after a peak value. Then the second increase was induced again.

3. As the number of bearing fruits increased, the percentage of fruit setting rapidly decreased and reached the lowest value at the time of the peak value of bearing fruits. And then fruit setting increased again with a decrease in the bearing fruits.

4. Thus it was clearly found that cyclic fruiting occurred on alternate months.

5. From the data it appears that fruit setting is affected by internal factors than by daily weather conditions.

The percentage of fruit setting on main stem was fairly constant showing about 80 percent, while that of lateral branches showed 30 percent on the average, but the fruit setting varied in the range of 10 percent at the time of the peak value of bearing fruits to almost 100 percent at the time of the lowest value.

6. Flowering was considerably inhibited by rainy or cloudy days. However, in spite of successive bad weather conditions flower buds eventually opened.

7. It was clearly shown that fruit development was affected by night temperature than by day temperature. The higher the night temperature in the range of 22 to 16°C, the more rapid the fruit develops.

8. Heavy nitrogen application or low light intensity did not induce a change in cyclic fruit rhythm, but induced low peaks and deep valley compared with plants grown under high light intensity and medium nitrogen application. Apparently low light intensity gave greater changes in the percentage of fruit setting than heavy nitrogen applications.

まえがき

ピーマンはビタミン豊富なやさいとして著しく消費が高まり、それにつれて栽培面積も増加し、作型も多様化して周年供給が行なわれるようになってきた。

しかしながら研究報告^{2,4,8,9,15,18,19,20}も多くなり、なお生産安定にいくたの問題をかかえているように思われる。

生産安定には結実・肥大に関する知見を多くすること

1971年7月12日受理

* 現在 高知県農業技術課

が何よりも重要である。

そこでまずピーマンの着果の様相を追求し、自然条件下での結実・肥大のあり方を明らかにしようとした。

すでに開花結実については柴崎¹⁸や益田¹⁵の報告があるが、第1報として着果習性について報告する次第である。

材料および方法

1969年は“三重改良”を、1970年には“さきがけみどり”を供試し、砂耕法によつてガラス室内で栽培し、結実・肥大の調査を行なった。

すなわち、1969年7月16日に発芽種子を5千分の1アールのワグネルポットにつめた洗浄した砂にまぎ、7月25日より砂耕液にて培養した(秋作)。同様に1970年3月27日に2千分の1アールワグネルポットの砂にまぎ、4月1日より砂耕を開始した(春作)。砂耕液の組成はつぎのとおりである。

チッソは硝酸カルシウム、硝安を使用して200ppm、リンサンはリン酸カルシウムで200ppm、カリは硫酸カリで200ppm、カルシウムは硝酸カルシウムの外に塩化カルシウムを使用し、カルシウムとして134ppmを補給した。マグネシウムは硫酸マグネシウムで24ppm、その他微量元素として3ppmの鉄キレート、0.5ppmのマンガン、0.5ppmのホウソウ、0.01ppmのモリブデン、0.05ppmの亜鉛、0.02ppmの銅を加えた。

栽培期間中砂耕液を初期は2~3回、中期以降は4ないし6回循環させるとともに、1970年の夏期においては随時葉面散水して乾燥を防いだ。

また適時消毒剤を散布し、生育の万全を期した。

実験期間中毎日開花した花にラベルをつけ、実験終了後これにもとづき、図を作成し、これによつて結実率、開花数、果実数および担果数を調査した。

果実の収穫は三重みどりでは開花後15日、“さきがけみどり”では20日±1日の範囲で行ない、重さおよび個数を調査した。したがつて収穫は一般に週に2~3回行なわれたこととなる。

なお多チッソおよび日照低下の影響を調査するために“さきがけみどり”を供試した実験をあわせ行なつた。

多チッソ区はチッソだけを標準区の2倍の400ppmにして施した。またしや光区は5月15日より寒冷紗を使用し、標準区の50%の照度になるように二重にして処理した。

1969年には7株中結実良好な4株を選んで調査し、

1970年には5株中4株を実験終了時選り調査した。

この期間中毎日の最高、最低温度を測定するとともに天気についても記録し、結実肥大との関係についても検討された。天気の判定は雨の日を除き雲量によつて決定された。

なお4本を主枝として誘引し、他は側枝として取扱つた。整枝は行なわなかつた。

実験結果

開花・結実の周期

2か年間にわたる調査結果は第1, 2図のとおりで、担果数、開花数ならびに結実率に周期がみとめられる。すなわち、開花始め後結実によつて担果数が増加しはじめると、まず結実率が低下しはじめ、ややおくれて開花数も減じはじめる。一方結実の低下と収穫などで担果数が減少しはじめると、まず結実率が高まり、ついで開花数も増加し、その結果また担果数が増加しはじめるという相互周期がみとめられる。

担果数の周期 秋作の場合8月25日に着果し、後次第に着果が増加し、10月5日に担果数が最高に達している。その後減少しはじめ、10月29日に最低の担果数となつている。その後担果数が増加しはじめている。結実はじめから第1回の谷まで約2か月を要している。この傾向は春作でもみとめられる。また担果数のピークからピークまで(7月4日ごろから9月3日ごろまで)も約2か月あつて、担果数の周期として約1か月ごとに山と谷が交互に現われる様相がみとめられる。

結実率の周期 開花初期は結実率がよく、ほとんど着果するが、後次第に担果数の増加とともに結実率は低下し、担果数の最も多い時期に最低となつている。しかしその後担果数が減少しはじめると結実率もよくなり、担果数の少ない谷になると最高の結実率を示すようである。

以上のように結実率にも周期があつて、担果数の周期

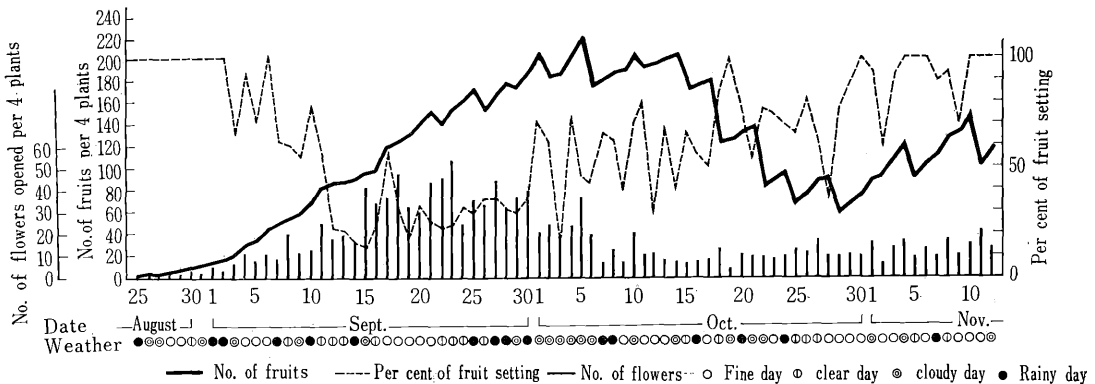


Fig. 1. Seasonal changes in the number of bearing fruits and opened flowers, and percentage of fruit setting in autumn crops.

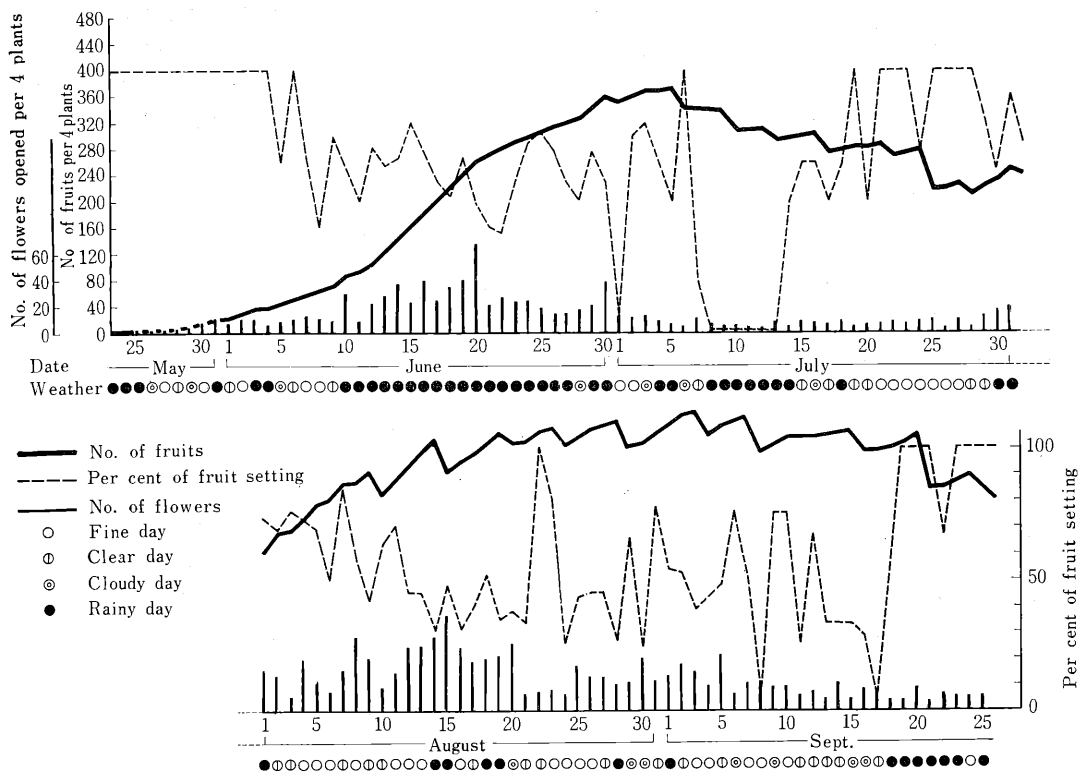


Fig. 2. Seasonal changes in the number of bearing fruits and opened flowers, and percentage of fruit setting in spring crops.

とはちょうど逆の関係となつていて、担果数の山は結実率の谷に相当し、谷は結実率の山となつている。

結実率の周期を主枝と側枝に分けてまとめてみると第3図のようで、春作でも秋作でも同様な関係がみられた。すなわち主枝の花の結実はひじょうによく、安定しているのに対し、側枝の花の結実はひじょうに変動し、担果数の多くなるときは著しく結実率が低下し、第3図の9月中旬のように10%以下のときがみられる。しかし担

果数が減少し、結実率がよくなつてくると、側枝の花もよく結実するようになってきている。

したがつて結実率の周期は主枝によるよりも側枝の花の結実に大いに影響されていることが示された。

つぎに全生育期間中の結実状況をみても、春・秋作とも主枝では80%以上で、いたつて安定している様子がかがえるのに対し、側枝では秋作で43.8%、春作で53.3%と開花した花の約半分は落花している（第1表）。

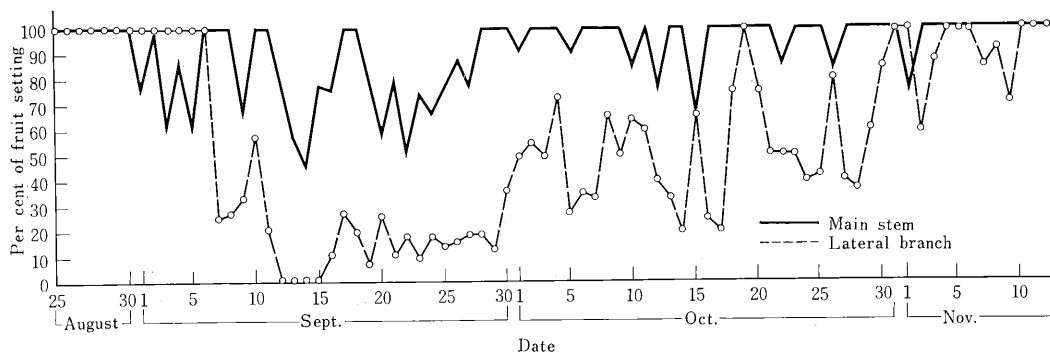


Fig. 3. Percentage of fruit setting on the main stem and lateral branches.

また結実率と天候との関係を見ると、秋作の9月3日
や春作の6月22日、7月1日あるいは7月10日前後

のように曇天、雨天が続いているとき結実率の低下して
いる日もみられるが、全く影響のみられない時もあり、

Table 1. Fruit setting on the main stem and lateral
branches (per plant).

Branch	Season	No. of flowers	No. of fruits harvested	percentage of fruit setting
Main stem	Autumn crop	96.3	83.0	86.2
	Spring crop	68.0	55.0	80.8
Lateral branches	Autumn crop	261.5	115.0	43.8
	Spring crop	486.5	259.5	53.3

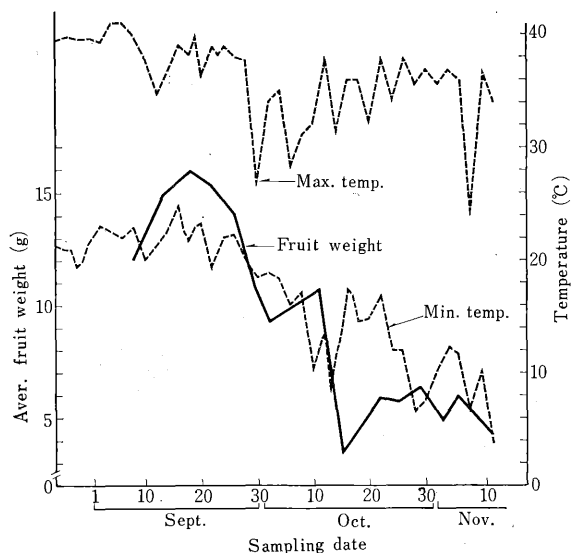


Fig. 4. Relationship between fruit development and
air temperature in autumn crops.

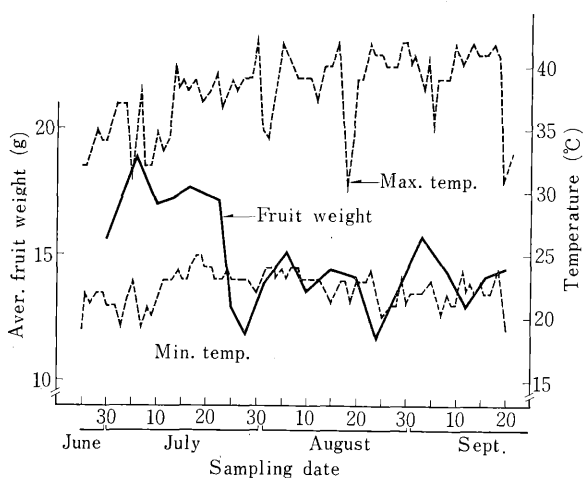


Fig. 5. Relationship between fruit development and
air temperature in spring crops.

結実率と天候との関係は明らかでないようである。
また結実率と温度との関係についても一定の関係
がみつめられなかった。

開花数の周期 開花ははじめから次第に開花数が
増加し、結実率が最低に近づくころ、すなわち担果
数の最大のころ、秋作では9月25日前後、春作で
は6月20日前後と8月15日前後に最高に達し、
その後減少している。開花数が最少になるのは担果
数の山がやや下りはじめる時期で、秋作で10月20
日前後、春作で7月15日前後と9月15日前後に
みられた。

以上からも開花数の周期は約2か月おきで、山と
谷との間隔は約1か月位と思われた。

つぎに開花数と天候との関係を見ると、曇雨天に
よつて開花がおくられる傾向があつて開花数が減
少する。たとえば、秋作の10月1~8日あるいは
春作の6月中下旬から7月上旬にかけてその傾向が
みられる。しかし何日も曇雨天が続いているときは
開花遅延の花が集中的に開いて開花数が増加してい
る日みられる。

以上のように曇雨天によつてある程度開花が抑制
されるが、花が成熟してくると曇雨天にかかわらず
開花するようになるものと思われる。

果実の肥大と気温との関係

収穫された果実の大きさと気温との関係は第4、5
図のとおりである。

果実の肥大は日中温度より夜温によつて影響され
ている。

秋作の三重改良でみられるように高夜温の方が低
夜温より果実の肥大が良好である。とくに20°C以
上のときは15日間に約15g位となり、1日約1g
の増大がみられるのに対し、夜温が20°C以下にな
ると、温度が低下するほど肥大が低下している。こ
の傾向は夜温が16°C以下になるとますます著しく、
肥大がひじょうに抑制される。

一方春作の“さきがけみどり”についてみると、
夜温が23°C以下のとき肥大は良好である。すなわ
ち、23°C以上の温度が続きはじめる初期の7月中
旬はまだ肥大良好であるが、7月25日頃から肥大
が低下していることから考えて夜温の高いことが肥
大を良好にするとしても22°C位まで、それ以上
の温度の継続は肥大不良を招来するものと思われ
る。

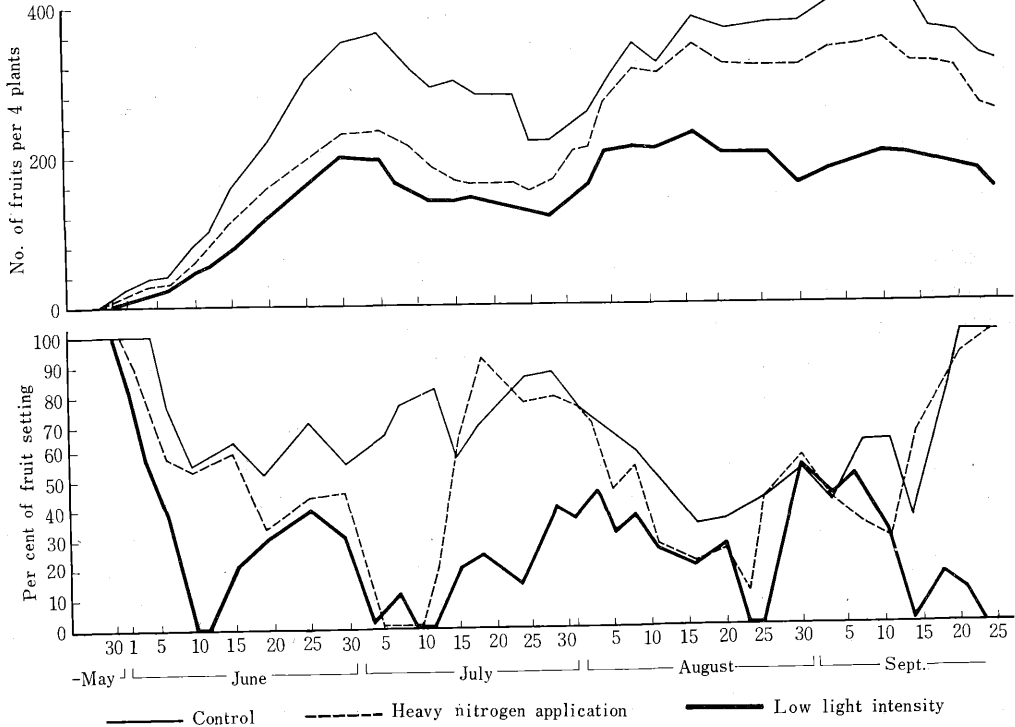


Fig. 6. Effect of heavy nitrogen application and low light intensity on the cyclic fruiting behavior.

一方9月に入つて夜温が 23°C 以下になり、いくぶん肥大が促進されていることも上述の推察を裏付けているように思われる。

着果周期および栄養条件の影響

チッソ濃度および日照の強さを変えて着果周期にどのように影響するかを調査した結果は第6図のとおりで、担果数の周期は多チッソ区でもしや光区でも標準区と変りないが、担果数の山と谷との推移が多チッソ区、しや光区となるにつれて明らかでなくなり、いわゆる平らになつてきている。その上その数のレベルも著しく低くなつてきている。

一方、結実率は担果数の増加につれて低下しているが、しや光区で最も早く結実率が低下しはじめ、しかも急激に低下している。その上低結実率の期間が長く続き、しかる後じよじよに結実率が高まつている。これに対し、標準区はおそく結実率の低下が起り、しかも緩やかに低下している。そして最低の結実率が約50%に達して後、また結実率が上昇している。

多チッソ区はしや光区と標準区との中間の様相を示している。

つぎに開花数についてみると、第7図のとおりで、標準区にくらべ、しや光区は開花数が少なく、調査打ち切り時約100花位の差がみられた。一方多チッソ区では開花初期には標準区より少ないが、中期になつて開花数が増加して標準区に近づき、また後期になつて開花数が減少し、結局標準区よりやや少なかつた。

以上のようにしや光によつて著しく開花数の減少がみられたのに対し、多チッソ区では初期および後期に開花がやや抑制される傾向がみとめられた。

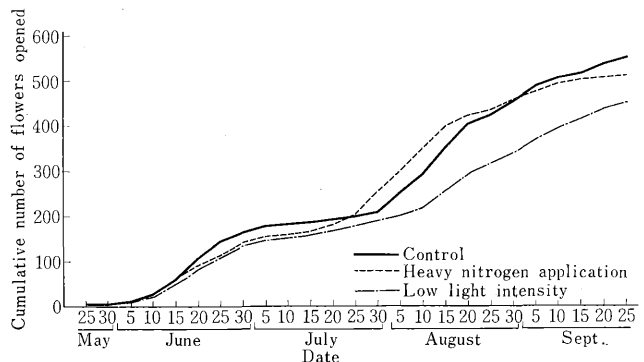


Fig. 7. Cumulative number of flowers as related to heavy nitrogen application and low light intensity.

Table 2. Effects of heavy nitrogen application and low light intensity on fruit setting and yield.

Treatment	No. of flowers opened	No. of fruits set	Percentage of fruit setting			Fruit weight (g)	No. of fruits harvested	Aver. fruit weight (g)
			whole plant	main stem	lateral branches			
Control	554.5	314.5	56.7	80.8	52.9	3476.5	239.5	14.5
Heavy nitrogen application	507.4	251.5	48.5	76.3	43.2	2419.0	189.5	12.7
low light intensity	451.0	200.0	44.3	66.4	40.0	2141.5	163	13.1

以上をまとめてみると第2表のようである。しや光区では標準区に比べ、開花数が少なく、しかも開花した花の素質が主枝、側枝にも不良で結実率が不良である。これに対し、多チッソ区では開花数に著しい低下はないが、側枝の花の素質が不良で、結実率がとくに低下している。

また果実の肥大をみると、多チッソ区の果実は平均12.7gで標準区の14.5gよりも少なく、肥大が抑制されているのに対し、しや光区では13.1gで多少抑制されている程度である。

考 察

果菜類に着果周期がみとめられることはすでに数多く報告^{1,3,5,7,10,12,13,16})され、ピーマンについても益田¹⁵⁾、柴崎¹⁸⁾によつてみとめられている。本調査においても明らかに約1か月おきに山と谷とが交互に現われる。この傾向は秋作の“三重みどり”でも春作の“さきがけみどり”でもみられ、栽培時期や品種にあまり関係のない着果習性のように思われる。

第1,2図でみとめられたように担果数の増加あるいは低下が結実歩合および開花数に影響を与えている。これは結実・肥大がいかに新たに形成される花の素質を左右し、開花にも影響を与えているかを明らかに示している。

着果によつて茎葉根の発育が抑制されるばかりでなく^{7,14)}、花の素質にも著しく影響が与えられること¹¹⁾はナスを供試して調査されている。また果実の肥大が落花果の原因になつていいると考えている報告¹³⁾もみられる。

一方開花数の増減も担果数によつて影響されることを柴崎¹⁸⁾、益田¹⁵⁾はピーマンで、藤井・板木⁷⁾はナスで調査している。

以上から考えてみると、果菜類の特性として結実・肥大が新たに形成される花の分化速度や、形成された花の素質を左右し、着果周期の発現を招来することになるものと思われる。

担果数の山と谷が日照普通、チッソ適量区では明らかにみとめられるが、多チッソ区やしや光区では山が低く

なり、山と谷との高低がなくなる傾向がみられる。しかも担果数のレベルも次第に低下し、ひじょうに少ない担果数となつている。この傾向は多チッソ区よりしや光区の方が著しく、日照不良の方が多チッソより影響が大きいように思われる。

このことから日照を十分に植物体にあてることがひじょうに大切であるし、肥料を施しすぎないことも大切であることを意味している。

また山と谷とが明らかにみられる方が山と谷が明らかでない場合よりいつも収穫が高いのではないだろうか。これからの実験によつても確かめたいと思う。

ピーマンでは主枝の結実率がほぼ80%以上で安定しているのに対し、側枝では平均40~50%で、主枝にくらべて著しく低い傾向がみられる。このことは柴崎¹⁸⁾も認めている事実であるが、側枝での結実率は担果数の多いときは10%前後とひじょうに低いし、担果数の少ないときは100%の場合もみられる(第3図)ほど変動がある。この傾向は多チッソ施肥、しや光によつて一層助長されしや光区では結実・肥大すると急激にその後の結実率が低下し、全く結実のみられない時もあるほど低結実率の状態になる。かつこの期間が長く続くのがみられる(第6図)。

以上のことから担果数の状態が花の素質、とくに側枝の花の素質に影響を与え、日照不良、多チッソ状態がますますこの側枝の花の素質を不良にするわけである。

藤井⁶⁾は果菜類の落花果と環境との関係を研究し、斎藤・伊東¹⁷⁾もナスで研究し、不良環境が花の素質を不良にすることを報告している。以上の報告はこれらの結果を裏付けているものと思われる。

一方開花数も担果数によつて影響されるが、多チッソおよび日照不良によつて一層その影響が助長されている。

以上から果実肥大が株の栄養状態に影響を与え、その結果花の分化・素質に影響を与えるようになるもので、日照不良や多チッソによつて一層この栄養不良の状態が誘発されるものであろう。日照不良の影響の大きいことから同化生産物の可不足が株の栄養状態を強く左右して

いるように思う。

このような考え方は藤井ら⁷⁾、CUNNINGHAM⁹⁾、DORLAND⁴⁾および上野²⁰⁾と一致しているものの、LENZ¹¹⁾の考え方——新たに發育してくる花の素質の低下は肥大果実から樹体内に放出されてくるオーキシンによるオーキシンレベルの上昇によるものであろうと推定している——とは一致しない。

以上の結果を実際栽培と関連して考察すれば主枝主体の整枝密植栽培や側枝の花の結実促進の方策などがとり上げられるだろう。

果実の肥大に対しては昼温より夜温が密接に関係しており、22°Cまでは高い温度ほど肥大が良好である。しかし23°C以上が続くと肥大は阻害されるようになるし、16°C以下になると極端に肥大不良となるようである（第4、5図）。これに対し、上野²⁰⁾は昼温の方が夜温より果実肥大に大きな影響を与えると考えており、われわれの結果と異なっている。この点についても今後の実験によって確かめたいと思っている。

摘 要

“三重改良”，“さきがけみどり”を供試し、砂耕法によつて培養し、着果習性について調査した。なお、日照不良および多チッソ施与の着果習性におよぼす影響についても検討を加えた。

1. 開花結実後担果数が増加しはじめると、まず結実歩合が低下しはじめ、担果数が最大に達するころよりまた結実歩合が上昇する。そして担果数が最小になるころ結実歩合は最高になるようである。一方担果数は開花数が増加するにつれて増加し、担果数が最大になる少し前に開花数が最大となり、後減少し始め、担果数の最小になる少し前に最小の開花数となり、やがてまた増加しはじめている。

以上のように担果数、結実歩合、開花数に周期をみとめ、山と谷との間は約1か月で、交互に現われている。

2. 結実歩合はほとんど気象条件や温度に影響されないが、開花数は曇雨天によつてやや減少する。しかし曇雨天が継続するときは花が成熟して開花するようになる。

3. 主枝の結実歩合はほぼ安定していて、80%以上であるが、側枝の花のそれは担果数の多いときは10%以下で、担果数の少ないときは100%に近く、平均約30%である。

4. 果実の肥大は高夜温によつて促進されるが、22°Cまでで、23°C以上が続くと肥大が抑制されるようである。一方20°C以下になると肥大が阻害されるけれど、16°C以下になるとその阻害が一層はげしくなる。

5. 多チッソおよびしや光によつて担果数の周期は日照普通・標準チッソ区と変りはないけれど担果数の山が低く平坦になつて谷との差が次第に明らかでなくなる傾向がみられる。とくにしや光区において著しい。同様に多チッソおよびしや光によつて結実歩合は急激に低下し、しかも低結実歩合の期間が標準区より長く続いても結実が高まつている。この傾向はしや光区の方が多チッソ区より著しい。

また開花数は日照普通・標準チッソ区、多チッソ区、しや光区の順に減少している。

引用文献

1. BUSHNELL, J. W. 1920. The fertility and fruit setting habit of the cucurbita. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 17: 47—51.
2. COCHRAN, H. L. 1932. Factors affecting flowering and fruit setting in the pepper. Ibid. 29: 434—437.
3. CUNNINGHAM, R. C. 1939. Fruit setting of water melons. Ibid. 37: 811—814.
4. DORLAND, R. E., and F. W. WENT. 1947. Plant growth under controlled conditions. VIII. Growth and fruiting of the chili pepper (*Capsicum annuum*). Amer. J. Bot. 34: 393—401.
5. 江口庸雄. 1935. 温室胡瓜の栽培管理と生産費について. 農及園. 9: 335—365.
6. 藤井健雄. 1948. 果菜類の落果に関する研究. 河出書房. 東京.
7. ———. 板木利隆. 1954. 茄の着果周期に関する研究. 園学雑. 23: 1—8.
8. 広瀬忠彦. 1965. トウガラシの育種に関する基礎的研究. 京都府大農. そ菜園芸研特別報告. 2.
9. 堀 裕・新井和夫・土岐知久. 1970. 培地温と気温の組合せがそ菜の生育ならびに養分吸収に及ぼす影響. 園試報. A. 9: 189—219.
10. 片山俊雄・本用 弘. 1934. 南瓜の人工授粉と結果数に関する研究. 園芸に関する報告: 83—87. 桜会.
11. LENZ, F. 1970. Effect of fruit on sex expression in eggplant (*Solanum melongena* L.). Hort. Res. 10: 81—82.
12. MURNEEK, A. E. 1926. Effects of correlation between vegetative and reproductive function in the tomato. Plant Physiol. 1: 3—56.
13. MANN, L. K., and J. ROBINSON. 1950. Fertilization, seed development and fruit growth as related to fruit set in the cantaloupe. Amer. J. Bot. 37: 685—697.
14. MOCHIZUKI, T. 1959. The carbon metabolism of eggplants as affected by bearing fruits. Bull. Fac. Agr. Hirosaki Univ. 5: 28—31.
15. 益田忠雄・平松幸雄・笹本淳一. 1966. ピーマンの生態に関する研究. 主として開花結実の状態に

- ついて. 岡山大農学報. 28 : 37—42.
16. ROSA, J. T. 1924. Fruiting habit and pollination of cantaloupe. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 21 : 51—57.
 17. 斎藤 隆・伊東秀夫. 1965. ナスの開花・結実に関する研究. 園芸学会昭和 40 年春季大会研究発表要旨.
 18. 柴崎 臣. 1966. ピーマンの生育並びに開花・結実に関する研究 (第1報) 開花・結実について. 三重農試研報. 1 : 78—82.
 19. ————. 1969. ピーマンの栽培生理に関する研究抄録. 楠農報. 23 (2) : 16—20.
 20. 上野善和. 1971. ピーマンのハウス栽培における温度管理. 農及園. 46 : 762—766.
 21. 吉村昌二・松田盛行・山村 治. 1935. 胡瓜の果実の発育に関する実験. 農及園. 10 : 941—1008.