

走査電顕によるアボカドの異常花の形態観察と発生頻度について

井上弘明・高橋文次郎

日本大学農獣医学部 252 藤沢市亀井野

Scanning Electron Microscope Observation of Abnormal Flowers and Their Frequency in Avocado Trees

Hiroaki Inoue and Bunjiro Takahashi

College of Agriculture and Veterinary Medicine, Nihon University, Fujisawa, Kanagawa 252

Summary

1. In order to determine avocado trees (*Persea americana* Mill.) flower morphology and abnormality percentages in Japan, flowers of the cultivars 'Zutano', 'Bacon' and 'Fuerte' were studied by scanning electron microscope (SEM) in 1981-1983.

2. The normal flower was as follows. 1) Perianth number was six. 2) There were nine stamens, three in each of three whorls, each anther with four pollen sacs. The third stamen whorl had a pair of nectaries attached to each filament. 3) The fourth (innermost) stamen whorl has changed its function, having evolved into three staminodes. 4) At the flower center is a primitive pistil.

3. Flower abnormality was most common in the pistil, including no pistil, short style, naked ovule, curved style, excess style number. The most common pistil abnormality was curved style, followed by naked ovule and style number, for all three cultivars. The maximum abnormality percentages were: Curved style, 87.8% in 'Zutano', naked ovule, 35.6% in 'Fuerte' more than one style, 11.1% in 'Bacon'.

4. Stamen number ranged from 1 to 13, usually near the normal 9. Flowers abnormal in this respect varied among the three cvs. from 11.3 to 30.8% in 1981.

5. Number of perianth parts ranged from 3 to 11, with abnormal numbers usually a little greater than the normal 6. Abnormal flowers varied from 0.7 to 15.3% in 1982, among the three cvs.

6. Abnormalities involving these various flower parts were observed in all combinations, including single flower abnormal for all of: Perianth parts plus stamen number plus style number plus curved style plus naked ovule.

7. In terms of flowering date, perianth and stamen abnormalities were more common in early and mid-season flowers, whereas late bloom was associated more often with pistil abnormalities.

緒言

わが国におけるアボカドの開花期は4月下旬から6月下旬に至る比較的長い期間である(6)。花は両性花であるが、雌雄異熟なので、着花は多いが結実率は0.05%以下と極めて低い(1,3)。とくに、生理的落花(果)が激しく、落花の大部分を占める第1次落花は5月上旬から6月上旬で、第2次落果は6月中旬である(5)。結実

率の極めて低い原因としては雌雄異熟であることおよび異常花の多いことがあげられる。

異常花の雌ずいおよび雄ずいの形態については、Robinson(14)が1931年に、Schroeder(16)が1940年にそれぞれ報告している。

本報告は、わが国におけるアボカド栽培での結実安定をはかる研究の一環として、走査型電子顕微鏡(SEM)による異常花の形態観察と異常花の発生頻度について調査したものである。

1989年12月25日 受理。わが国におけるアボカドの開花・結実生理に関する研究。(第3報)。

材料および方法

供試材料は静岡県沼津市西浦久連地区の山田寿太郎氏園に栽植されているアボカドを用いた。品種は中生種の‘Zutano’ (8・9・14年生, 3樹), ‘Bacon’ (6・14年生(2樹), 3樹), ‘Fuerte’ (6・12・22年生(2樹)・30年生, 5樹)の3品種11樹を用いた。わが国で栽培されている‘Jalna-J’は導入先であるアメリカの‘Jalna’と花型および果実形質が相違しているので, 第2報(9)においては‘Jalna-J’として取り扱ったが, その後カリフォルニア大学Dr. B. O. Berghの協力では‘Bacon’であることが確認された。以後‘Jalna-J’を‘Bacon’として取り扱うことにした。

調査は次のごとく行った。

調査1は1983年5月4日の開花時に各品種の正常花および異常花を採取し, 70%アルコールに固定した。その後, 30%エタノールに浸漬した後, グルタルアルデヒド溶液, リン酸緩衝液で洗浄, 2%オスミウム酸溶液+0.2 mol リン酸緩衝液で固定した。50~100%のエタノールシリーズで脱水, 酢酸イソアミルに貯蔵した。その後, 臨界点乾燥装置で乾燥を行い, イオンコーターで試料面に金蒸着を行った後, 走査型電子顕微鏡(日立・S-450型)によって花器の形態観察を行った。

調査2は1981年5月17, 22, 23, 24日の4回にわたり, 活動期にある花の雌ずいおよび雄ずいの異常について調査を行った。供試雌ずい数は‘Zutano’591個, ‘Bacon’1,246個ならびに‘Fuerte’1,188個, 雄ずい数は‘Zutano’493個, ‘Bacon’1,106個ならびに‘Fuerte’1,356個である。

調査3は1982年5月3, 8, 9, 10, 14, 16, 17日の7回にわたり, ‘Zutano’2,150個, ‘Bacon’1,820個, ‘Fuerte’4,580個の花を供試して異常花を調査した。

実験結果

1. 花器構造の形態観察

調査1(1983)に供試したアボカドの花式図を第1図に, 走査型電子顕微鏡観察による正常花の花器構造を第2図に示した。花器は両性花で大きさは直径が8~9 mmで黄緑色, がく片や花弁がなく, 花被6片(外花被3片, 内花被3片)をもっている。その内側は4輪になっていて, 外側から1輪, 2輪, 3輪にそれぞれ3本の雄ずいがある。3輪の雄ずい(3本)にはそれぞれの基部に1対の蜜腺をもち, また4輪には退化して短くなった仮雄ずいが着生している。やくにはそれぞれ4個の開やくが備わっている。雌ずいは1本, 子房

は1室, 胚珠は1個, 柱頭は1個で花柱は細い。花被, 雄ずい, 花糸, 子房ならびに花柱は微細毛で覆われていた。

2. 異常花の形態観察

調査1, 2, 3を通じて, 形態的異常は花被, 雄ずいおよび雌ずいにみられた。花被は正常花6片に対して異常花はこれより少ないもの, あるいは多いものがあった。雄ずいは正常花が9本に対して, 異常花はこれより少ないもの, あるいは多いものがあった。雌ずいの形態は花被, 雄ずいを除去し, 走査型電子顕微鏡によって観察した。正常な雌ずいを第3図Aに示した。異常花には雌ずいの欠如しているもの, 花柱が湾曲しているもの(第3図B), 花柱が2本(第3図C, D), あるいは3または4本あるもの, 花柱の短いもの, 柱頭の欠如したもの, 子房から裸の胚珠が突出しているもの(第3図E, F)などがあつた。また, 子房から裸の胚珠が突出して2本の花柱をもつ二重異常花(第3図G, H)も観察された。

3. 異常花の発生頻度

第1表に調査2(1981)での雌ずいの異常花発生率を示した。湾曲した花柱の発生率は‘Zutano’が87.8%, ‘Bacon’が84.0%, ‘Fuerte’が47.5%であつた。子房から裸の胚珠が突出しているものの割合は‘Fuerte’が35.6%と高く, ついで, ‘Bacon’の2.9%, ‘Zutano’の0.7%であつた。2本の花柱をもつ雌ずいの比率は, ‘Bacon’が11.1%, ‘Fuerte’が6.0%, ‘Zutano’が0.5%であり, 発生率は各品種とも低かつた。

第2表に調査2(1981)での雄ずいの異常花発生率を示した。正常花の雄ずい数は9本であるが, ‘Zutano’では4~11本, ‘Bacon’では3~12本, ‘Fuerte’では1~13本の範囲に分布したが, 比率の高いのは‘Fuerte’

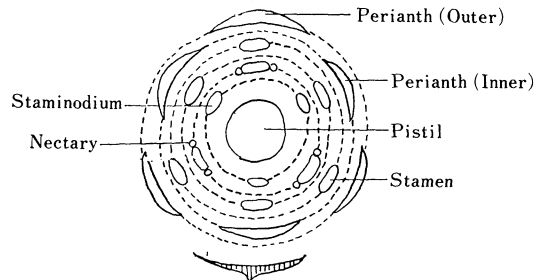


Fig. 1. Floral diagram of the avocado flower.

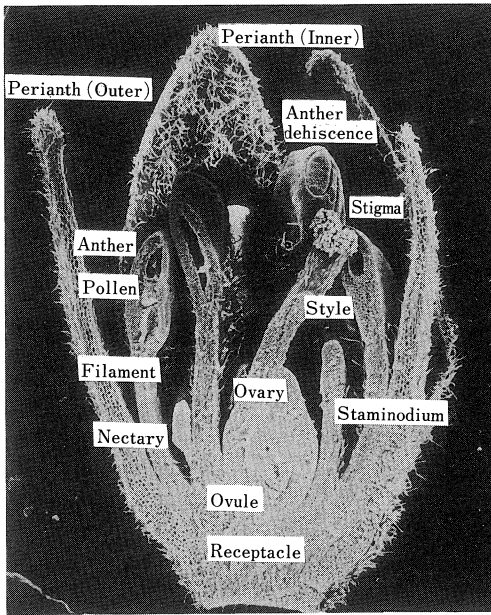


Fig. 2. Scanning electron microscope observation of longitudinal section of normal flower ('Fuerte') (1983).

の10本が14.1%、'Bacon'の8本が11.9%と高かった。雄ずい数の異常については'Bacon'が30.8%と高く、ついで、'Fuerte'の22.9%、'Zutano'の11.3%であった。

第3表に調査3(1982)における異常器官別の発生率を示した。弯曲した花柱の割合は'Bacon'が49.4%、'Fuerte'が45.9%と高く、'Zutano'で27.1%であった。花柱本数の異常では'Zutano'で6.1%、'Bacon'で14.1%、'Fuerte'で6.4%であった。花被枚数の異常では'Bacon'が10.7%で、他の品種はこれより低かった。裸の胚珠をもつ子房は'Fuerte'が28.0%と高く、他の品種は低かった。3品種を通じて、弯曲した花柱の割合が最も高く、ついで、裸の胚珠を着生した子房、花柱本数の異常の順であった。

第4表に調査3(1982)における雌ずい数と花柱数を示した。正常花は1本の雌ずいをもつが、異常花には雌ずいの欠如のもの、あるいは2本の雌ずいをもつものがあつたが、各品種ともそれらの発生率は極めて少なかった。また、正常花の花柱は1本であるが、2あるいは3本の花柱をもつ異常花がみられ、その発生率は'Bacon'が24.5%と高く、他の品種は低かった。

第5表に調査3(1982)における雄ずい数を異にする花の発生率を示した。雄ずい数の分布は'Zutano'が6

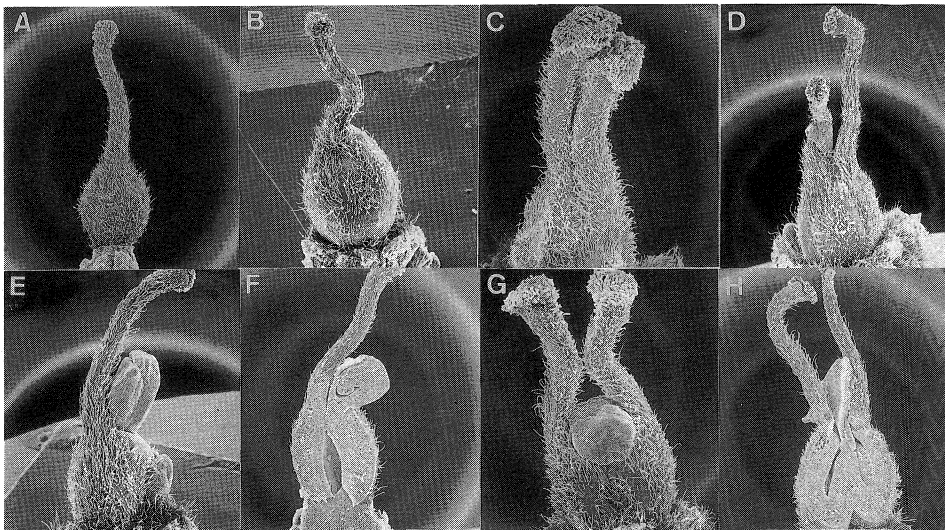


Fig. 3. Scanning electron microscope observation of normal and abnormal pistil types in 'Fuerte' cultivar (1983). A: Normal pistil ($\times 25$), B: Curved style ($\times 30$), C: Double pistils ($\times 40$), D: Abnormal double pistils with short style ($\times 30$), E: Pistil with naked ovules ($\times 30$), F: Longitudinal section of pistils with naked ovules ($\times 30$), G: Double pistils with naked ovules ($\times 30$), H: Longitudinal section of double pistil with naked ovules ($\times 30$).

Table 1. Percentage distribution of abnormal flowers of different types with reference to the pistil (1981).

Cultivar	Total number of flowers	Normal flowers		Abnormal flowers							
		Number	(%)	Number	(%)	Percentage distribution with type of abnormal pistil					
						Non-pistil	Short pistil	Naked ovules	Curved style	Double styles	Triple styles
Zutano	591	63	10.7	528	89.3	0.3	0	0.7	87.8	0.5	0
Bacon	1,246	21	1.7	1,225	98.3	0.2	0	2.9	84.0	11.1	0.1
Fuerte	1,188	123	10.4	1,065	89.6	0.2	0.3	35.6	47.5	6.0	0

Table 2. Percentage distribution of abnormal flowers of different types with reference to the stamens (1981).

Cultivar	Total number of flowers	Normal flowers		Abnormal flowers														
		Number	(%)	Number	(%)	Percentage distribution with number of stamens												
						1	2	3	4	5	6	7	8	9 ^z	10	11	12	13
Zutano	493	437	88.7	56	11.3	0	0	0	0.2	0.4	3.2	3.2	3.2	—	0.2	0.9	0	0
Bacon	1,106	765	68.2	341	30.8	0	0	0.1	0	0.1	3.5	6.3	11.9	—	5.9	2.0	1.0	0
Fuerte	1,356	1,046	77.1	310	22.9	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.7	1.1	—	14.1	4.5	1.9	0.1

^z Normal number of stamens=9.**Table 3.** Percentage distribution of abnormal flowers of different types with reference to the floral organ parts (1982).

Cultivar	Total number of flowers	Normal flowers		Abnormal flowers									
		Number	(%)	Number	(%)	Percentage distribution with abnormal floral parts							
						Perianth number	Stamen number	Pistil number	Pistil short	Pistil with naked ovules	Style curved	Style number	Stigma number
Zutano	2,150	1,313	61.1	837	38.9	0.7	0.9	0.2	0.1	3.7	27.1	6.1	0.1
Bacon	1,820	203	11.2	1,617	88.8	10.7	10.6	0.1	0.1	3.7	49.4	14.1	0.1
Fuerte	4,580	598	13.1	3,982	86.9	1.4	4.6	0.3	0.2	28.0	45.9	6.4	0.1

Table 4. Percentage distribution of flowers with abnormal numbers of pistils and styles (1982).

Cultivar	Number of pistils			Number of styles (one ovary)		
	0	2	Total	2	3	Total
Zutano	0.2	0	0.2	7.8	0.1	7.9
Bacon	0.1	0	0.1	24.4	0.1	24.5
Fuerte	0.6	0.1	0.7	11.7	0.1	11.8

Normal number of pistil and style=1.

～12本, 'Bacon'が5～12本, 'Fuerte'が4～13本の範囲であった。異常雄ずい数は各品種とも8または10本にピークがあり, この傾向は調査2と同じで, 異常雄ずい数の発生率は'Bacon'が17.7%と高かった。

第6表に調査3(1982)における花被数別の割合を示した。1花に着生する花被数は3～11片の範囲に分布している。品種別には'Zutano'が4～9片, 'Bacon'が5～11片, 'Fuerte'が3～8片の範囲にあり, 発生ピークは3品種とも7～8片であった。6片の花被を有する正常花に対し, それより多少の花被をもつ異常花発生割合は'Bacon'が15.3%と高く, 'Fuerte'が2.6%, 'Zutano'が0.9%で低かった。

調査2(1981)および調査3(1982)を通じて異常花発生率を器官別にみると, 雌ずいの形態的な異常が最も多く, ついで, 雄ずい数, 花被数の順であった。

第7表に調査3(1982)における器官の組み合わせによる異常花発生率を示した。花被の枚数, 雄ずいの本数, 花柱の本数, 花柱の弯曲ならびに裸の胚珠をそれぞれの組み合わせ, 形態的異常花の発生率をみると, 花芽分化後における発達過程が早い花被の枚数や雄ずいの本数などの組み合わせによる異常花の発生率は各品種とも低く, 発達過程の遅い器官, とくに, 裸の胚珠や花柱の弯曲の組み合わせによる異常花の発生率が高かった。品種別には, 花柱本数の異常と花柱の弯曲の組み合わせで, 'Bacon'が11.7%, 裸の胚珠と花柱の弯曲との組み合わせで'Fuerte'が38.0%と高い割合を示していた。

考 察

Reece(12)は1939年に初めてアボカドの花器構造を解剖学的に観察し, 花器構造は花被, 仮雄ずい, とくに開やく弁に特徴のあることを述べている。近年, Scholefield(15)が走査型電子顕微鏡により, 雄ずいと雌ずいの活動を形態的に観察している。本実験においても走査型電子顕微鏡によって, アボカドの花器構造に多くの特徴のあることを観察した。すなわち, 花被6片が花弁の代用をしており, 9本の雄ずいは外側からの3輪上に各々3本ずつ配列され, うち3本の雄ずいには各1対の蜜腺を持ち, 最も内側の4輪には3本の仮雄ずいがある。9本の雄ずいのやくには, それぞれ4個の開やく弁があった。雌ずいは1本で子房は1室1胚である。これら雄ずいと雌ずいは同時に活動することなく, 交互に活動し雌雄異熟現象を呈している。

異常花の発生については, Robinson(14)が1931年に2本の花柱と露出した胚珠をもつ子房の異常を観察している。さらに, Schroeder(16)は1939～1940年に, カリフォルニア州のロサンゼルス, ベンチュラならびにサンディエゴのアボカド園で, 'Fuerte'およびMexican系の実生株から9,000個の花を採取して観察した結果, 数種の異常花を報告している。すなわち, 異常花は雌ずい, 雄ずいおよび花被数の増減と花被の融合, 裸の胚珠を着生した雌ずい, 仮雄ずいから雄ずいへの転換などを観察し, さらに, 1花に36片の花被, 62本の雄ずい, 13本の雌ずいなどをもつものがあったことを報告している。しかし, 着花数が多いために異常花があつ

Table 5. Percentage distribution of abnormal stamen numbers (1982).

Cultivar	Number of stamens										Total
	4	5	6	7	8	9 ²	10	11	12	13	
Zutano	0	0	0.2	0.2	0.4	98.7	0.3	0.1	0.1	0	100
Bacon	0	0.6	2.5	2.6	6.7	82.3	3.8	0.9	0.6	0	100
Fuerte	0.1	0.3	0.3	0.6	0.9	91.4	3.2	1.6	1.4	0.2	100

² Normal number of stamens=9.

Table 6. Percentage distribution of abnormal perianth part numbers (1982).

Cultivar	Number of perianth parts									Total
	3	4	5	6 ²	7	8	9	10	11	
Zutano	0	0.1	0.1	99.1	0.4	0.2	0.1	0	0	100
Bacon	0	0	0.1	84.7	4.0	8.0	3.0	0	0.2	100
Fuerte	0.1	0.6	0.4	97.3	0.8	0.8	0	0	0	100

² Normal number of perianth parts=6.

Table 7. Percentage distribution of abnormal flowers of different types with reference to the combination of floral organs (1983).

Combination of abnormalities	Zutano	Bacon	Fuerte
No. perianth parts	0.1	0.2	0.1
No. perianth parts+No. stamens	0.2	0.9	0.2
No. perianth parts+No. stamens+No. styles	0.1	0.6	0.2
No. perianth parts+No. stamens+Curved style	0.3	8.9	0.7
No. perianth parts+No. stamens+Naked ovules	0	0.5	0.7
No. perianth parts+No. stamens+No. styles+Curved styles	0.1	2.2	0.1
No. perianth parts+No. stamens+No. styles+Naked ovules	0	0.1	0
No. perianth parts+No. stamens+No. styles+Curved styles+Naked ovules	0.1	0.8	0.2
No. perianth parts+No. styles	0.1	0.1	0
No. perianth parts+Curved styles	0	2.5	0.3
No. perianth parts+No. styles+Curved styles	0	0.7	0
No. perianth parts+Curved styles+Naked ovules	0	0.2	0.1
No. stamens	0.1	0.2	0.5
No. stamens+No. styles	0	0.2	0.1
No. stamens+Curved styles	0.2	2.1	1.5
No. stamens+No. styles+Curved styles	0.1	0.8	0.3
No. stamens+No. styles+Curved styles+Naked ovules	0.1	0.2	1.1
No. stamens+Curved styles+Naked ovules	0	0.1	2.6
No. stamens+Naked ovules	0	0	0.1
No. styles	3.0	3.9	0.6
Naked ovules	0.3	0.1	1.0
Curved styles	27.3	47.4	28.4
No. styles+Curved styles	2.3	11.7	2.4
No. styles+Naked ovules	0.2	0.2	0.2
No. styles+Naked ovules+Curved styles	2.0	2.0	6.5
Naked ovules+Curved styles	2.0	2.0	38.0
Other combinations	0.3	0.2	1.0
Total	38.9	88.8	86.9

でも、直接には結実に影響しないとしている。また、Bergh(2)によればアボカドの多くの花には、その器官になんらかの異常があり、形態的、数量的ならびに変態的な器官異常がしばしば発生する。すなわち、裸の胚珠をもつ子房は開花した花の8%以上も発生し、また、多くの雄ずいをもつ花は明らかに花被が雄ずいへと変態したものである。また、Bergh(2)は最も発生が多い変態の器官は仮雄ずいが雄ずいへと変化することで、とくに、'Bacon'に多くみられ、これらの現象は花芽の分化発達過程の後期に形成される雌ずいに多く観察されたと述べている。本実験においては、以上の報告と同様の形態異常花が観察された。すなわち、走査型電子顕微鏡による形態観察で、裸の胚珠を断面的に観察し、子房内に空洞のあることを認めた。さらに、弯曲した花柱や2本の花柱をもつ花や裸の胚珠と2本の花柱を具備する二重異常花などが観察された。花器の異常を器官別にみると、花被の枚数や雄ずいおよび花柱の本数の多少、雌ずいの短小、欠如、裸の胚珠、

弯曲した花柱などに異常が認められたが、Schroeder(16)の報告しているような、36片の花被をもつ花、62本の雄ずいをもつ花あるいは13本の雌ずいをもつ花はみられなかった。

異常花の発生頻度についてみると、各品種を通じて、最も異常花発生割合の高い器官は雌ずいで、器官別にみると弯曲した花柱が調査2(1981)で47.5~87.8%、調査3(1982)では27.1~49.4%と高い割合を示した。調査2と3の相違は、調査2(1981)の年次は例年と比較して低温であったため、異常花が多く発生したと考えられる。ついで、裸の胚珠が28.0~35.6%であり、とくに、'Fuerte'に多く発生していた。このことはSchroeder(16)も裸の胚珠は'Fuerte'に多く発生することを認めている。

胚珠の異常についてKadmanら(10)、Tomerら(20, 21, 22)ならびにSedgleyら(19)は、数種の異常な胚珠の発育と2個の胚を含む胚珠、退化した胚および胚の欠如した胚珠などを観察している。とくに、Tomerら

(20)は、'Fuerte'、'Ettinger'、'Hass'、'Tova'の4品種について正常と異常な胚珠の発生割合を調査し、正常胚珠の割合は収量と関係がなかったことを述べている。また、Tomerら(21)は開花時における胚珠の異常の発生は早期の胚珠心の始原細胞期や胚の四分分子期に起こるとしている。

異常器官の組み合わせ別でみた発生率は、雌ずいの異常器官である花柱の弯曲や花柱の本数ならびに裸の胚珠の組み合わせで高く、花芽分化発達過程の初期・中期に生ずる花被や雄ずいよりも、後期に生ずる雌ずい器官に異常が多く発生しているのがみられた。

フロリダ(13)やカリフォルニア(17, 18)では、アボカドは10月上旬に花芽が分化し、順調に發育して3月に開花するが、わが国におけるアボカドの花芽分化は11月上～下旬であり、花粉・胚珠形成は2月上旬、心皮縫合・花器完成期は3月中旬である。花器の發育段階からみると冬季の低温期がその完成期に当たっているため、異常花率を一層高めているように思われる(8)。

中島(11)はヒュウガナツの冬季の夜温と異常花の発生の関係を調べ、冬季の最低気温を5℃以上に保つと異常花の発生は減少するが、自然状態では異常花が開花数の70%以上も発生し、とくに、それは有葉花より直花に多いことを報告している。モモにみられる雌ずいの黒変した異常花の発生原因を藤井(4)は凍結によるものとし、間接的原因として貯蔵養分の不足をあげているが、雌ずいの短小や欠如は貯蔵養分の不足のみに帰因しないと述べている。著者ら(7)はモモの雌ずいの形態的異常花を分類し、それらの発現と結果枝の性状との関連から貯蔵養分の少ない短果枝や横向枝に多く発現することを認めた。一方、上野・松山(23)はウメの不完全花の発生は開花初期と後期に多く、前者の場合は雌ずいが未完成のまま開花に至るもので、冬季が温暖で開花の早い年にこの現象が著しいとし、後者の場合は貯蔵養分の不足によるとしている。しかるに、わが国のアボカドの場合は貯蔵養分よりも、冬季の低温遭遇による器官異常、とくに、雌ずいの発達が妨げられて異常花が多発することから、ヒュウガナツに類似しているように思われる(11)。

海外のアボカド生産地は、海岸線に近い無霜地帯の南向き傾斜地で、開花期間は25℃前後の気温が保たれる温暖地で栽培が行われている。わが国ではそのような環境下で栽培できる地域は極く限られており、大部分の地帯が冬季の低温に大きく影響されて、異常花の発生が多くなり、それが収量に影響しているものと思

われる。

摘 要

1. 静岡県沼津市西浦久連の山田寿太郎氏園に栽植の'Zutano'、'Bacon'および'Fuerte'を用い、1981年から1983年まで3回にわたって、走査型電子顕微鏡による異常花の形態観察と発生頻度について調査した。

2. 走査型電子顕微鏡による花器の構造観察から、花器には花被が6片、9本の雄ずいが外側から1, 2, 3輪に3本ずつ並び、3輪上の雄ずいの3本に各々1対の蜜腺があり、4輪には3本の仮雄ずいが認められた。仮雄ずいを除く9本の雄ずいのやくには各々4個の開やく弁があった。

3. 異常花における器官異常の発生は、花被、雄ずいよりも雌ずいに多く、それは花柱の欠如や短小、裸の胚珠、および花柱の弯曲など形態的異常と花柱数の量的異常であった。

4. 雌ずいの異常花発生率は、各品種とも弯曲花柱の割合がとくに多く、ついで、裸の胚珠、花柱数であった。品種別にみると'Zutano'は弯曲した花柱をもった花の割合が87.8%、'Fuerte'は裸の胚珠のそれが35.6%、'Bacon'は花柱数の異常花が11.1%とそれぞれの比率が高かった。

5. 雄ずい数は、1～13本の範囲に分布し、各品種とも8または10本の比率が高かった。花被数は、3～11片の範囲に分布し、7～9片の比率が高かった。

6. 異常花は、花芽分化・発達過程における初期・中期に分化する花被、雄ずいより、後期に形成される雌ずいの異常によるものが多いので、冬季の低温が異常花発生に関係あるように思われた。

謝 辞 本研究を実施するに当たり、ご助言を賜った元日本大学教授伊東秀夫先生、有益なご教示を賜ったカリフォルニア大学 Dr. B. O. Bergh、および農林水産省果樹試験場間苧谷徹栽培第一研究室長に深く謝意を表します。また、貴重な材料を提供して頂きました山田寿太郎氏および調査にご協力頂きました山田寿樹氏、本学の果樹蔬菜園芸学研究室の諸氏に深謝致します。

引用文献

1. Bergh, B. O. 1975. Avocados. p. 541-567. In: Janick and J. N. Moore (eds.). Advances in fruit breeding. Purdue Univ. Press, West Lafayette, Ind.
2. Bergh, B. O. 1986. *Persea americana*. p. 253-268. In: A. H. Halevy (eds.). CRC Handbook of

- flowering. Vol. V. CRC Press Inc., Florida.
3. Davenport, T. L. 1986. Avocado flowering. Horticultural Reviews 8 : 257-289.
 4. 藤井利重. 1962. モモの雌蕊異常花による落果とその対策. 農および園. 37 : 1455-1458.
 5. 井上弘明・山田寿樹・高橋文次郎. 1981. アボカドの開花・結実に関する研究. (第2報). 果実の発育と落花果について. 園学要旨. 昭56春 : 44-46.
 6. 井上弘明・山田寿樹・高橋文次郎. 1982. アボカドの導入と栽培現況. 農および園. 57 : 1394-1398.
 7. 井上弘明・伊東秀夫・高橋敏夫・武田昌敏. 1982. モモにおける不完全花の発現と落花果の分離層に関する研究. 日大農獣医学報. 39 : 24-34.
 8. 井上弘明・高橋文次郎. 1989. アボカド (*Persea americana* Mill.) の花芽分化及び発育について. 園学雑. 58 : 105-111.
 9. 井上弘明・高橋文次郎. 1990. アボカド品種の開花型, とくに開花時の気温が開花習性に及ぼす影響. 園学雑. 58 : 927-934.
 10. Kadman, A., E. Tomer and M. Gottreich. 1974. Some abnormalities observed in avocado fruits and flowers. Calif. Avocado Soc. Yrbk. 57 : 115-117.
 11. 中島芳和. 1979. カンキツの異常花発生に関する研究. I. ヒュウガナツの冬季における夜温の影響について. 高知大学研報. 28 : 95-98.
 12. Reece, P. C. 1939. The floral anatomy of the avocado. Amer. J. Bot. 26 : 429-433.
 13. Reece, P. C. 1942. Differentiation of avocado blossom buds in Florida. Bot. Gaz. 104 : 323-328.
 14. Robinson, T. R. 1931. Some aberrant forms of flower mechanism in the avocado. Calif. Avocado Ass. Yrbk. 15 : 107-111.
 15. Scholefield, P. B. 1982. A scanning electron microscope study of flowers of avocado, litchi, macadamia and mango. Scientia Hort. 16 : 263-272.
 16. Schroeder, C. A. 1940. Floral abnormality in the avocado. Calif. Avocado Ass. Yrbk. 24 : 36-39.
 17. Schroeder, C. A. 1951. Flower bud development in the avocado. Calif. Avocado Soc. Yrbk. 35 : 159-163.
 18. Schroeder, C. A. 1952. Floral development sporogenesis, and embryology in the avocado, *Persea americana*. Bot. Gaz. 113 : 270-278.
 19. Sedgley, M. and M. S. Buttrose. 1978. Structure of the stigma and style of the avocado. Aust. J. Bot. 26 : 663-682.
 20. Tomer, E., M. Gottreich and S. Gazit. 1976. Defective ovules in avocado cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 : 620-623.
 21. Tomer, E. and M. Gottreich. 1978. Abnormalities in avocado (*Persea americana* Mill.) ovule development. Bot. Gaz. 139 : 81-86.
 22. Tomer, E. and S. Gazit. 1979. Early stage in avocado (*Persea americana* Mill.) fruit development : Anatomical aspects. Bot. Gaz. 140 : 304-309.
 23. 上野晴久・松山良樹. 1967. ウメの生産安定に関する研究. (第1報). 花および果実について. 和歌山果試研報. 2 : 1-8.