

# メロン及び甜瓜果実の發育に関する研究

(第1報) ハネデュー種とニューメロン種について

益田 忠雄・林 清史

## Studies on the Thickening Growth of Melon Fruits.

### I. On the Honey Dew and New Melon.

By Tadao MASUDA and Kiyoshi HAYASHI

The thickness of wall and the quality of flesh of melon fruits is the most important things to determine the market price.

The author thought that it is a fundamental knowledge to make clear the relation between cell division and cell enlargement in the wall of melon fruits to increase the thickness of wall and to improve the quality of flesh in cultivation.

Studies on the thickening growth of fruit, many investigators reported - tomatoes (HOUGHTALING, 1935; HUTCHINS, 1935; MAC ARTHUR and BUTLER, 1938), cucurbits (SINNOT, 1939; SINNOT and FRANKLIN, 1943;) apples (TETLEY, 1929; SMITH, 1940; TUKEY and YOUNG, 1942; SMITH, 1950), peaches (ADDOMS, NIGHTINGALE and BLAKE, 1930; RAGLAND, 1934) pears (TOYAMA and HAYASHI, 1942, 1957), cushaw, egg-plant and pepper (KANO, FUJIMURA, HIROSE and TSUKAMOTO, 1957) and others.

This experiment was carried out to observe the growth of melon fruit in the Faculty of Agriculture Okayama University in 1958.

The methods for observing on melon fruits, two varieties Honey Dew (*Cucumis melo* L. var. *inodorous* NAUDIN) and New melon (*Cucumis melo* L. var. *Makuwa* MAKINO) were used.

Experimental method. Most fruits were sampled from which were bore in the first node of lateral that comes out from the 20th node of main stem in Honey Dew. But in New Melon, fruits were sampled from the first node of sub-lateral that comes out from the 10th to 13th node of lateral.

Five fruits were sampled in each observation. All materials were fixed in formalin-acetic-alcohol, and hand sectioned.

All measurements of cell size were carried out under the microscope.

For each determination, 20 cells were selected at random in the field of projection, and in their measurements, care being taken to focus up and down until each cell in turn appeared in its maximum cross-section. Very much enlarged, very small or abnormally elongated cells, which occasionally appeared in the field, were excluded from the measurement.

To obtain the growth curve of the fruits, measurement of the length of the two major dimensions of the developing fruits was made by use of vernier calliper. And each measurement of the thickness of wall was carried out under the microscope until the sixth after anthesis.

For measuring the cell size of the middle wall, the middle of each vascular bundle were observed. To estimate the relation between cell division and cell enlargement, the theory of HUXLEY and TEISSIER was used.

Results. From Fig. 1. it can be seen that the growth of Honey Dew ovary is slow to about four days after anthesis. But during from four to ten days after anthesis, the growth curve turns very rapid and the curve of both longitudinal and transverse diameter are almost climbing upward as a straight lines.

From Fig. 2. it can be noted that the growth curve of New Melon ovary starts upward immediately after anthesis and the curve are not so rapid compared with Honey Dew.

The growth curve of the wall and cell of Honey Dew and New Melon are shown in Fig. 3. and Fig. 4. It shows that the growth curve of Honey Dew are very rapid compared with New Melon and Honey Dew surpasses New Melon in the thickness of wall.

However, the cell diameter of New Melon are larger than Honey Dew for several days after anthesis, but in later Honey Dew surpasses New Melon.

Relative growth of cell diameter to ovary diameter in Honey Dew and New Melon are shown in Fig. 5. and Fig. 6. We can estimate from this figure that the cell division finished in about five days in Honey Dew and three to four days in New Melon after anthesis, therefore their division do not occur after inflexion point. From above reasons we can determine why the New Melon has thin wall compared with Honey Dew.

果実の発育に関する研究は、外国ではトマト (Houghtaling, 1935; Hutchins, 1935; Mac Arther and Butler, 1938), 瓜類 (SINNOT, 1939; SINNOT and FRANKLIN, 1943), 苹果 (TETLEY, 1929; SMITH, 1940; MAC ARTHUR and WETMORE, 1941; TUKEY and YOUNG, 1942; SMITH, 1950), 桃 (ADDOMS, NIGHTINGALE and BLAKE, 1930; RAGLAND, 1934), 桜桃 (Tukey and Young, 1939), レモン (Ford, 1942) 等の研究が報告され、我が国では梨 (遠山・林 1953,) 957), 南瓜, 茄, 唐辛子 (狩野・藤村・広瀬・塚本) の研究が報告されておる。筆者 (益田・小寺 1953) 等もメロンの Earls Favourite, Honey Dew, Emerald Gem の3品種を用いて、果実の発育状態を調査し報告した。

本実験は、メロン果実の発育において果肉部細胞の分裂と肥大がどのような状態で行われているかを明らかにすることは、優れた品質の果実を生産するためには重要な基礎問題であると考えたので、ハネデュー (*Cucumis melo* L. var. *inodorous* Naudin) とニューメロン (*Cucumis melo* L. var. *Makuwa Makino*) の2品種を用いて行つたものである。

## I. 実験材料及び方法

供試品種のハネデューは前年度当研究室において選抜した個体より採種したもので純度は高かつた。播種日は4月12日、鉢取り4月16日、定植は5月9日で本葉3枚になつたものの中より生育の均一なものを選んだ。施肥、整枝等の栽培管理は慣行に従つた。

測定に使用した着果節位は主として20節であつたが、適当な材料が得られない場合には、19~22節のものも使用した。なお開花日の6月20日前後のものを出るだけ選んだ。採果方法は開花前2日より開花後20日迄は2日おきに、それ以後は4日おきとし、果形の略々完成する開花後30日目迄採果を行つた。

なお1回の採果数は5個で、出来るだけ順調に生育したものを選んだ。

ニューメロンは8月3日に播種し、鉢取り後8月11日に定植を行つた。整枝は本葉5枚目が展開した折、4枚を残して摘芯し、子蔓を発生させた後、2本を残して2本仕立とし、各子蔓は25節で摘芯した。採果節位は10~13節で、9月16日より19日の間に開花したもの・中より生育中庸なものを5個選んだ。採果方法は開花後8日目迄は毎日採果を行つたが、それ以後は適宜であつた。

子房の大きさの測定は縦横径共に最大部位をキャリパーを用いて測定し、果肉の厚さは開花後6日目迄は顕微鏡下で、マイクロメーターを用い、その後はキャリパーを用いて測定した。

果肉細胞の測定は、中果肉部の維管束間の比較的大き目のものを選んで、1個体当たり20個ずつ顕微鏡下でマイクロメーターを用いて横断面の縦横径を測定し、その平均値をもつて1つの細胞の大きさとした。

果径(横径)と細胞の相対生長は HUXLEY と TEISSIER の相対生長の理論に依つた。

即ち  $x$  を果径、 $y$  を細胞の大きさとする  $y = bx^{\alpha}$  で表され、 $\log y = Y$   $\log x = X$  とすると、 $Y = B + \alpha X$  となつて、対数方眼紙で直線となる。若し  $\alpha < 1$  の場合は、 $x$  の増加は  $y$  の増加より大となつて細胞分裂が行われておることを示し、 $\alpha = 1$  の場合は  $x$  の増加と  $y$  の増加は等しくて、 $\alpha > 1$  の場合と同じく細胞分裂は行われておらない分である。

各生長期の果径を横軸とし、それに対する細胞の大きさを縦軸として直角座標で各々の点を求めて直線を決定すれば、果肉細胞の分裂期を推定出来る。

## II. 実験結果

ハネデュー果実の縦横径の発育は開花後4日目頃迄は余り発育を示さないが、4日目を過ぎる頃より急速に発育を開始し、肥大曲線はほとんど直線を呈する。横径の発育も縦径の発育と大体同じような傾向である。

果肉の厚さ及び果重の増加、細胞の肥大は果実の縦横径の発育と同一傾向を示す。中果肉部における細胞は開花後4日目迄はほとんど肥大を認めることが出来ないが、それ以後になると急速に肥大を起して、その曲線は直線的である。

果実の横径と細胞の相対生長を見ると開花後4日目迄は  $y = 24.78x^{0.225}$  それ以後は  $y = 1.0501^{1.0105}$  の直線式であらわされ、開花後4日目迄は  $\alpha < 1$  で  $\alpha$  の値も 0.225 と小さいから、細胞分裂は顕著に行われ、開花後6日以後は  $\alpha > 1$  となつて細胞分裂は認められず、果肉の肥大は細胞の肥大に依つて行われておることが推定出来る。

両直線の反曲点は開花後4日目と6日目の間にあつて、大体開花後5日目位に相当する。そして反曲点における果径(横)は 29.65 mm, 細胞の大きさは 53.09  $\mu$  であつた。

ニューメロンにおける果実の縦横径の肥大、果肉の厚さ及び重量の増加、細胞の肥大は、ハネデューが開花後4日目迄は余り認められないのに比べて、謝花後より始まつておる。

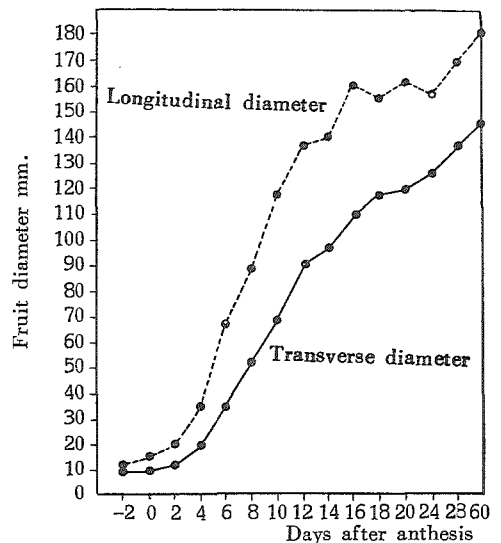


Fig. 1. Growth curve of Honey Dew.

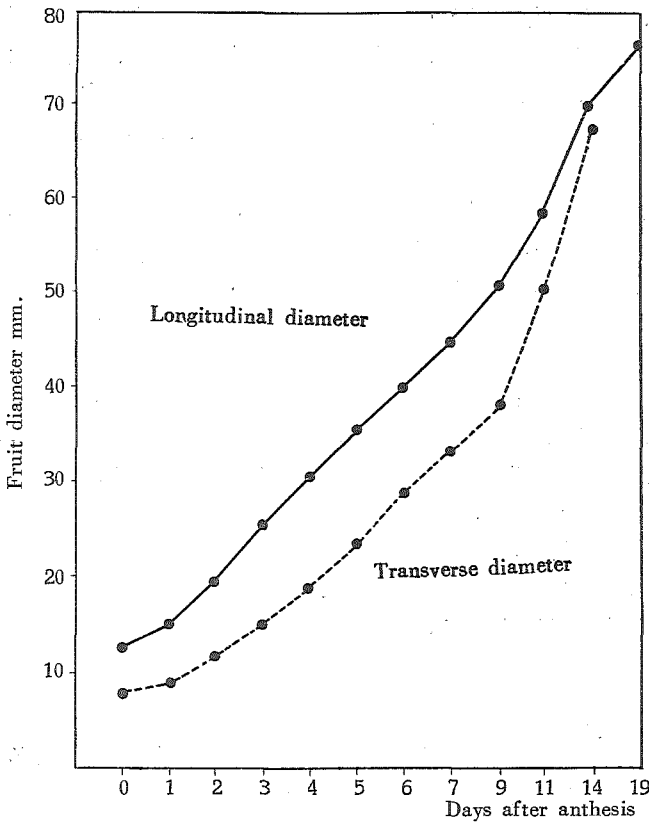


Fig. 2. Growth curve of New Melon.

縦横径の肥大，果肉の厚さの増加曲線はハネデューに比べて緩やかである。

果実の横径と細胞の相対生長は反曲点迄は  $y=22.41x^{0.3043}$  で  $\alpha$  の値は 0.3043 と 1 より小さいから，細胞分裂は行われておることが推定出来，反曲点以後においては  $y=4.101x^{0.8825}$  で  $\alpha$  の値は 0.8825 とほとんど 1 に近いから，細胞分裂は行われず，例え行われていても非常に僅少であつて，果実の肥大は主として細胞の肥大に依つて行われておることが推定される。なお，反曲点における果径（横）は 18.86 mm，細胞の大きさは 54.79  $\mu$  で，反曲点は開花後 3～4 日目の間にあることが推定出来る。

III. 考 察

筆者は先にメロンの 3 品種を用

Table 1. Thickening Growth of the Honey Dew Fruits.

Days after anthesis	Longitudinal diameter (mm.)	Transverse diameter (mm.)	Thickness of the wall (mm.)	Weight (gr.)	Cell diameter ( $\mu$ )
- 2	11.34	8.82	1.87	579	39.53
0 *	14.66	9.24	1.89	648	42.00
2	18.60	12.06	2.14	1,439	42.82
4	33.33	18.91	3.92	6,360	48.56
6	66.27	35.40	7.47	42,280	69.08
8	87.88	51.28	10.70	112,020	90.26
10	118.22	68.23	14.52	277,720	123.17
12	136.30	89.75	18.20	544,460	167.53
14	140.03	95.50	20.70	658,000	169.02
16	161.26	109.60	22.30	881,170	137.42
18	155.60	118.23	26.23	913,300	234.26
20	162.60	120.00	24.83	1012,000	252.13
24	157.60	126.17	28.66	1108,000	272.62
28	169.80	136.13	29.66	1293,000	219.13
60	183.00	145.00	37.10	1590,000	331.82

\* Flowering day

いて果実の肥大生長を観察して報告したが、ハネデューにおいては本実験における結果も前実験の結果と略々等しい傾向であつた。即ち果実の肥大は謝花後数日間余り認められないが、それ以後になると肥大は急速に始まり、肥大曲線はほとんど直線に近い状態を示し、開花後約20日もたつと果形は収穫時のそれに近くなる。然しながら細胞の肥大、果肉の厚さの増加、或いは果重の増加は縦横径の発育よりも遅れて収穫時のそれに近くなる。

ニューメロンにおける果実の肥大生長はハネデューのそれとは多少異なり、縦横径の肥大は謝花後直ちに始まるも、肥大曲線はハネデューが直線的であるのに比較して緩やかである。

又、果肉の厚さの増加は、ハネデューが数日間余り増加を示さないのに比較して、謝花後直ぐに始まつておるが、増加曲線は非常に緩慢で、果肉の厚さもハネデュー

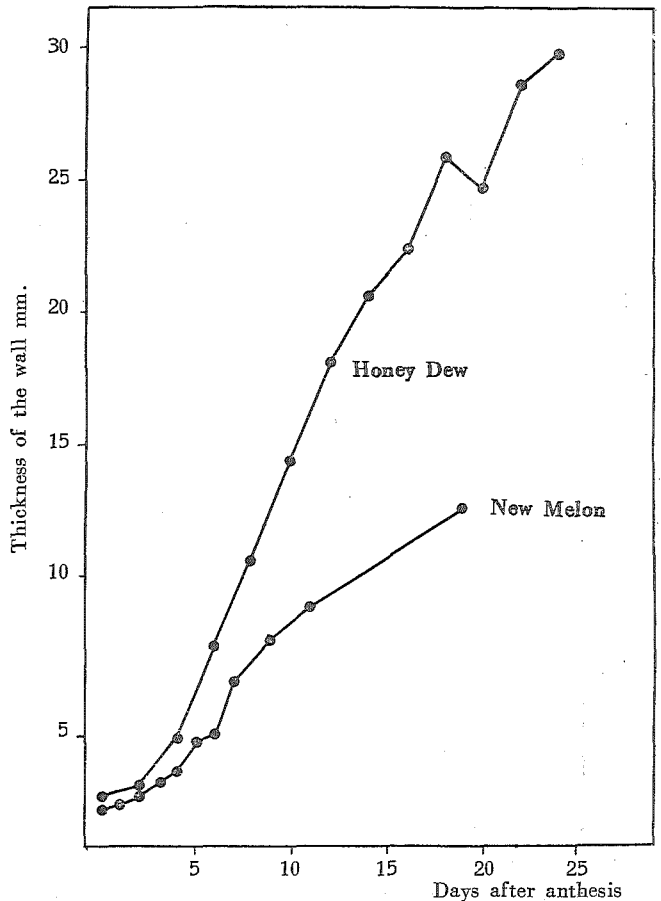


Fig. 3. Growth curve of the wall of Honey Dew and New Melon.

Table 2. Thickening growth of the New Melon Fruits.

Days after anthesis	Longitudinal diameter (mm.)	Transverse diameter (mm.)	Thickness of the wall (mm.)	Weight (gr.)	Cell diameter (μ)
0 *	12.78	8.12	1.38	521	42.17
1	15.60	9.23	1.59	796	44.71
2	19.62	11.97	1.93	1,903	47.48
3	25.53	15.41	2.34	3,219	51.46
4	30.26	19.30	2.92	6,752	58.37
5	35.23	23.56	3.98	11,081	68.33
6	39.95	29.32	4.25	17,100	76.93
7	44.44	33.58	6.08	26,171	92.01
9	50.11	37.97	7.71	41,069	101.43
11	58.18	50.15	9.04	77,731	126.82
14	69.55	67.38	10.22	164,810	157.07
19	78.38	78.38	12.60	260,400	206.18

\* Flowering day

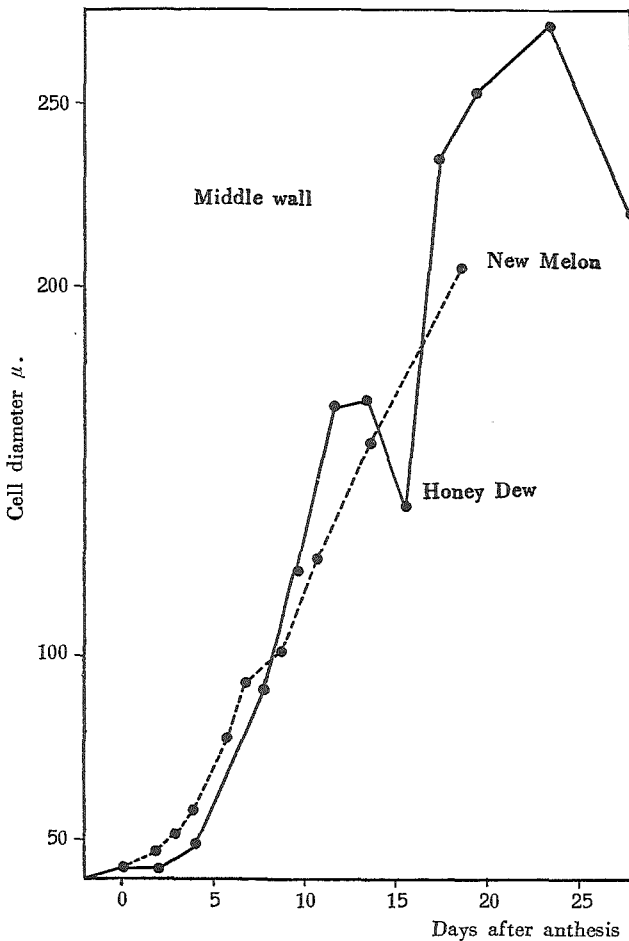


Fig. 4. Growth curve of the cell of Honey Dew and New Melon.

ニューメロンの2品種について細胞分裂の期間を調べた結果は、ハネデューは謝花後5日目位迄であることが推定され、分裂が終つた謝花後6日目の果実の横径及び細胞の大きさを開花2日前のそれと比較して見ると、横径は4.01倍になつておるにもかかわらず、細胞の大きさは1.75倍になつておるに過ぎないので此の間に細胞分裂は旺んに行われたことが分る。

又、謝花後6日目の果実と収穫果の横径、細胞の大きさを比較して見ると、増加率は各々4.1倍、4.8倍で果実の肥大は細胞の肥大に依ることをあらわしておる。

ニューメロンは謝花後3~4日で細胞分裂は終り、それ以後の果実の肥大は細胞の肥大に依ることが推定された。

細胞の分裂速度を示す反曲点以前の方向指数  $\alpha$  は、ハネデューで0.225、ニューメロンで0.3043と、ハネデューの方がニューメロンより謝花後数日間の細胞分裂は旺んである。

此の方向指数  $\alpha$  は可変的なものであると考えられるから、 $\alpha$  を変化させる環境因子の影響を明らかにすることは、優れたメロンを生産するための重要な基礎問題であると考えらる。

よりも遙かに劣つておる。

甜瓜類の果肉は概してメロンの果肉よりも薄く、引いては甜瓜の市場性を減ずる重要な原因なのであるが (1) 開花当時の細胞の大きさは両品種が略々同一であるのにハネデューの果肉がニューメロンより厚いこと、(2) 謝花後数日間はニューメロンの細胞がハネデューよりも大きいのに、果肉の厚さにおいては逆にニューメロンがハネデューよりも薄いこと、加えて (3) 細胞の分裂期間と分裂速度においてハネデューがニューメロンに優ることを併せて考察すると、後になつてハネデューの細胞がニューメロンの細胞よりも大きくなるという点を考慮に入れても、ニューメロンの果肉がハネデューの果肉と比較して薄い原因は主として細胞数の少ないことにあると考えられる。このことは遠山・林両氏の20世紀梨において大果は小果に比して細胞数が多く、又果肉細胞も大きいという報告と一致する。

本実験においてハネデュー・ニューメロンの2品種について細胞分裂の期間を調べた結果は、ハネデューは謝花後5日目位迄であることが推定され、分裂が終つた謝花後6日目の果実の横径及び細胞の大きさを開花2日前のそれと比較して見ると、横径は4.01倍になつておるにもかかわらず、細胞の大きさは1.75倍になつておるに過ぎないので此の間に細胞分裂は旺んに行われたことが分る。

又、謝花後6日目の果実と収穫果の横径、細胞の大きさを比較して見ると、増加率は各々4.1倍、4.8倍で果実の肥大は細胞の肥大に依ることをあらわしておる。

ニューメロンは謝花後3~4日で細胞分裂は終り、それ以後の果実の肥大は細胞の肥大に依ることが推定された。

ニューメロンは謝花後3~4日で細胞分裂は終り、それ以後の果実の肥大は細胞の肥大に依ることが推定された。

細胞の分裂速度を示す反曲点以前の方向指数  $\alpha$  は、ハネデューで0.225、ニューメロンで0.3043と、ハネデューの方がニューメロンより謝花後数日間の細胞分裂は旺んである。

此の方向指数  $\alpha$  は可変的なものであると考えられるから、 $\alpha$  を変化させる環境因子の影響を明らかにすることは、優れたメロンを生産するための重要な基礎問題であると考えらる。

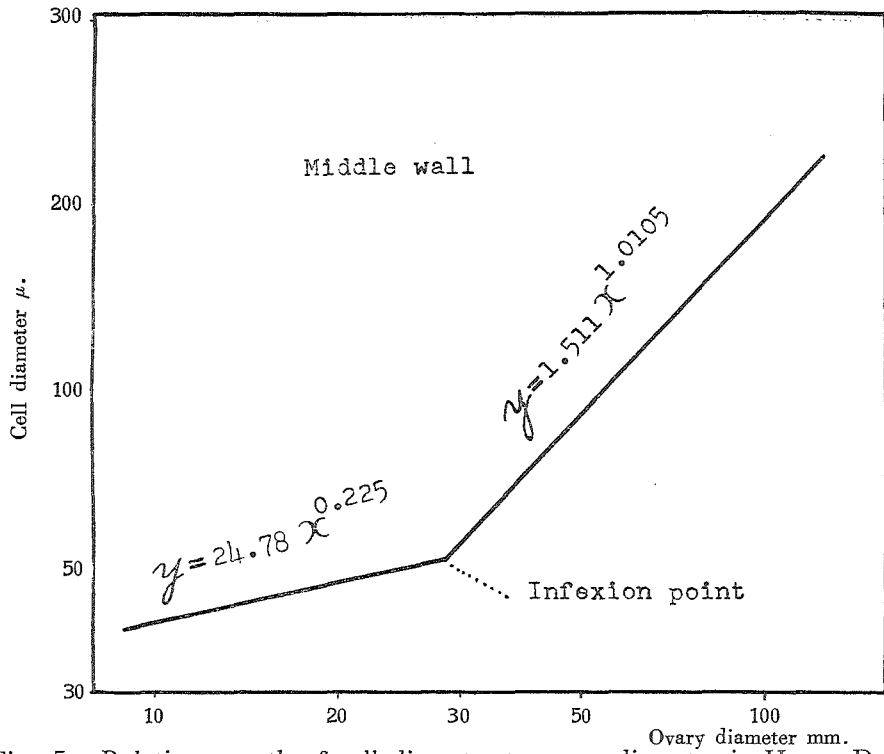


Fig. 5. Relative growth of cell diameter to ovary diameter in Honey Dew.

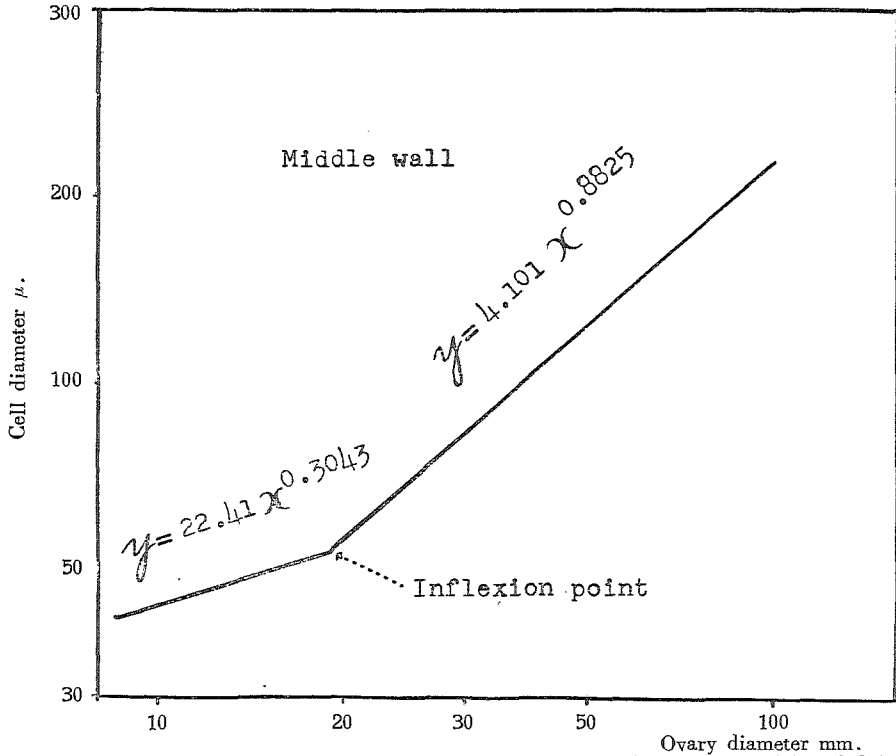


Fig. 6. Relative growth of cell diameter to ovary diameter in New Melon.

## IV. 摘 要

1) 本実験はメロン及び甜瓜類の果実の發育特に果肉部における細胞分裂の状態を観察するために、ハネデュー、ユームロンの2品種を用いて行つた。

2) ハネデューにおける反曲点は謝花後5日目位にあつて、反曲点以前の方向指数 $\alpha$ は0.215にして細胞分裂が行われておることを示し、反曲点以後の $\alpha$ は1.0105で細胞分裂は認められ無い。反曲点における果径(横)は29.65 mm, 細胞の大きさは53.09  $\mu$ であつた。

3) ユームロンにおいては、反曲点は謝花後3~4日目の間にあつて、反曲点以前の方向指数 $\alpha$ は0.3043で細胞分裂が行われておることを示し、反曲点以後の $\alpha$ は0.8825で細胞分裂は行われていないものと推定出来る。

反曲点における果径(横)は18.86 mm, 細胞の大きさは54.79  $\mu$ であつた。

4) ハネデューの果肉がユームロンのそれと比較して遙かに厚いのは、ハネデューはユームロンに比較して、果肉細胞数が多く、又細胞も大きいためである。

## 文 献

- 1) ADDOMS, R. M., NIGHTINGALE, G. J. and BLAKE, M. A. : Development and ripening of peaches as correlated with physical characteristics, chemical position, and histological structure of the fruit flesh. *Histology and microchemistry*. N. J. Agr. Exp. Sta. Bull. **507** ; 3~19, 1930.
- 2) BAIN, J. N. and ROBERTSON, R. N. : The physiology of growth in apple fruits. 1. Cell size, cell number, and fruit development. *Austral. Jour. Sci. Res. Ser. B. Bio. Sci.* **4** : 75~91. (Cited from Hort. Abstr. 1952) 1951.
- 3) FORD, E. S. : Anatomy and histology of Eureka lemon. *Bot. Gaz.* **104** ; 208~305, 1942.
- 4) GROTH, B. H. A. : Structure of tomato fruits. N. J. Agr. Exp. Bull. 228, 1910 (Cited from SCHROEDER, 1953).
- 5) HOUGHTALING, H. B. : A developmental analysis of size and shape in tomato fruits. *Bull. Torrey Bot. Club* **62** ; 243~252, 1935.
- 6) KANO, K., FUJIMURA, T., HIROSE, T. and TSUKAMOTO, Y. : Studies on the thickening growth of garden fruits. Reprinted from the memoris of the Research Institute for Food Science, Kyoto University. No. 12, March, 1957.
- 7) MACARTHER, J. W. and BUTLER, L. : Size inheritance and geometric growth processes in the tomato fruit. *Genetics* **23** ; 253~268, 1938.
- 8) MACARTHER, M. and WETMORE, R. H. : Developmental studies of the apple fruit in the varieties MacIntosh Red and Wagner. An analysis of development. *Can. J. Res., C.* **19** ; 311~382, 1941. (Cited from TUKEY and YOUNG 1942).
- 9) RAGLAND, C. T. : The development of the peach fruit with special reference to split-pit and gumming. *Proc. Amer. Soc. Hor. Sci.* **31** ; 1~21, 1934.
- 10) REEVE, R. M. : Fruit histogenesis in *Rubus strigosus*. 1. Outer epidermis, parenchyma, and receptacle. *Amer. Jour. Bot.* **41** ; 151~160, 1954.
- 11) SINNOT, E. W. : A developmental analysis of the relation between cell size and fruit size in cucurbits. *Amer. Jour. Bot.* **26** ; 119~189, 1939.
- 12) SINNOT, E. W. and FRANKLIN, A. H. : A developmental analysis of the fruit in tetraploid as compared with diploid races of cucurbits. *Amer. Jour. Bot.* **30** ; 87~94, 1943.
- 13) STERING, C. : Developmental anatomy of the fruit of *prunus domestica*. L. *Bull. Torrey Bot.*



Club 80 ; 457~477, 1953.

- 14) SMITH, W. H. : Cell-multiplication and cell-enlargement in the development of the flesh of the apple fruit. *Ann. Bot. n. s.* **14** ; 23~38, 1950.
- 15) TETLEY, U. M. : A study of the anatomical development of the apple and some observations on the "pectic constituents" of the cell-walls. *Jour. Pomol. Hort. Sci.* **8** ; 153~172, 1929.
- 16) TUKEY, H. B. and YOUNG, J. O. : Gross morphology and histology of developing fruit of the apple. *Bot. Gaz.* **104** ; 3~25, 1942.
- 17) TOYAMA, M. and HAYASHI, S. : On the fruit development of NIJUSSEKI pear. *Tottori Soc. Agr. Sci.* **10** ; 1~7, 1953. (in Japanese)
- 18) TUKEY, H. B. and YOUNG, J. O. : Histological study of the developing fruit of the sour cherry. *Bot. Gaz.* **100** ; 723~749, 1939.
- 19) MASUDA, T. and KODERA, M. : Studies on cultivation of the melon. On the development of fruits. Reprinted from the Scientific Reports of the Faculty of Agriculture Okayama University. No. 2, 1953. (in Japanese).