

## 肥大初期における甘藷塊根の組織学的研究 ——主として 澱粉集積機能の品種間差異との関連において

第2報 甘藷諸品種における肥大初期の塊根組織の二，三特性と  
収穫時塊根乾物歩合との相関\*

宮 司 佑 三 ・ 国 分 禎 二

### Studies on the Structure of Young Tubers of Sweet Potatoes, *Ipomoea batatas* Lam., with Special Reference to Varietal Differences in the Capacity of Accumulating Starch

II. Correlation between some Structural Characteristics of Young Tubers and the Dry Matter Percentage of Matured Tubers in Several Varieties of Sweet Potatoes.

Yuzo MIYAJI and Teiji KOKUBU  
(Laboratory of Plant Breeding)

#### I. 緒 言

前報において高澱粉品種九州34号と低澱粉品種沖縄100号の塊根組織の分化発達過程を比較し、2, 3の組織特性について品種間差異を認め、この報告は前報の結果を澱粉含有量を異にする多数品種について検討し、これらの組織特性と生育後期における塊根の澱粉含量との関連性を追求したものである。

本実験は主として1962年に実施された。

本研究に要した研究費の一部は農林省応用的科学研究費の援助によった。記して謝意を表したい。本研究の契機と助言を与えられた京都大学教授赤藤克己博士、品種の選定や苗の分譲を快諾された九州農業試験場坂井健吉博士、安藤隆夫技官に深謝する。

#### II. 実験材料および方法

供試品種は沖縄100号、九州34号の外15品種で、九州農業試験場より苗の分譲を受け、'62年6月17日に前報とほぼ同様の方法で栽植した。

材料の採取は前報の知見に基き挿苗20日後と30日後の2回行った。採取方法および組織標本の作成は前報に準じた。

栽植材料の一部はそのまま圃場に栽培し9月25日に収穫して各品種の澱粉含量の目安として乾物歩合を測定した。乾物歩合の測定は各品種の塊根2kgを千切機にかけ、これより100gr 2点を採り、通風電気乾燥機で、75°C 15時間、その後105°C 4時間乾燥し、秤量した。

#### III. 実験結果

組織標本作成に供用した肥大初期の塊根の性状および、収穫時の乾物歩合を Table 1 に示す。根径（最肥大部最大径）および最肥大部位（根の茎着生部からの長さ）共にそれぞれ品種間差異が認

\* 本稿の内容は1962年日本育種学会第22回講演会で発表された。

められる。

Table. 1 Morphological data on young tubers used for preparing the slides and the dry matter percentage of matured tubers of 17 varieties studied.

Varieties	Number of days from planting				Dry matter percentage
	20		30		
	Diameter	Portion of the greatest thickening	Diameter	Portion of the greatest thickening	
	mm	cm	mm	cm	%
Nōrin NO.2	1.3 ± 0.16	7.0*	7.9 ± 1.00	7.1 ± 2.94	36.2
Kyushu NO.34	1.6 ± 0.30	10.0*	7.0 ± 1.56	13.0 ± 3.24	35.2
Kyushu NO.38	2.8 ± 0.81	6.6 ± 1.26	9.7 ± 0.40	6.6 ± 1.79	34.9
Naka-murasaki	2.1 ± 0.59	10.0*	8.3 ± 1.02	9.9 ± 0.88	33.5
Nōrin NO.1	2.2 ± 0.63	7.3 ± 2.15	7.6 ± 1.31	8.6 ± 3.03	33.3
Nōrin NO.3	1.7 ± 0.36	5.0*	10.6 ± 0.92	5.2 ± 0.85	33.2
Kyushu NO.1	1.1 ± 0.12	7.0*	6.4 ± 1.76	7.0 ± 2.19	32.5
Tsurunashi-genji	1.6 ± 0.23	7.5*	8.6 ± 0.16	7.7 ± 1.11	32.0
Tama-yutaka	1.5 ± 0.27	9.0*	7.1 ± 1.99	9.1 ± 0.70	31.4
Kyushu NO.31	2.5 ± 0.63	6.5 ± 1.27	9.3 ± 0.81	7.6 ± 1.31	31.2
4-33	2.8 ± 0.66	6.3 ± 0.58	11.8 ± 1.80	6.2 ± 1.28	31.1
Kyushu NO.39	1.6 ± 0.24	6.8*	9.9 ± 1.36	6.2 ± 2.10	31.0
Beni-sengan	2.1 ± 0.37	7.0 ± 1.00	10.2 ± 0.85	9.0 ± 1.97	30.0
Nōrin NO.9	2.4 ± 0.26	6.2 ± 1.03	8.3 ± 0.61	7.0 ± 1.05	27.8
Okinawa No.100	3.0 ± 1.06	6.5 ± 1.88	8.1 ± 0.98	7.3 ± 1.69	27.7
Shiro-sengan	1.9 ± 0.61	8.0*	10.9 ± 2.40	8.0 ± 1.36	27.1
Murasakibaru NO.3	1.9 ± 0.36	7.0 ± 1.44	10.7 ± 1.23	7.6 ± 1.36	26.1

\* As the thickening of roots have not occurred, the portion was presumed according to the data 30 days after planting.

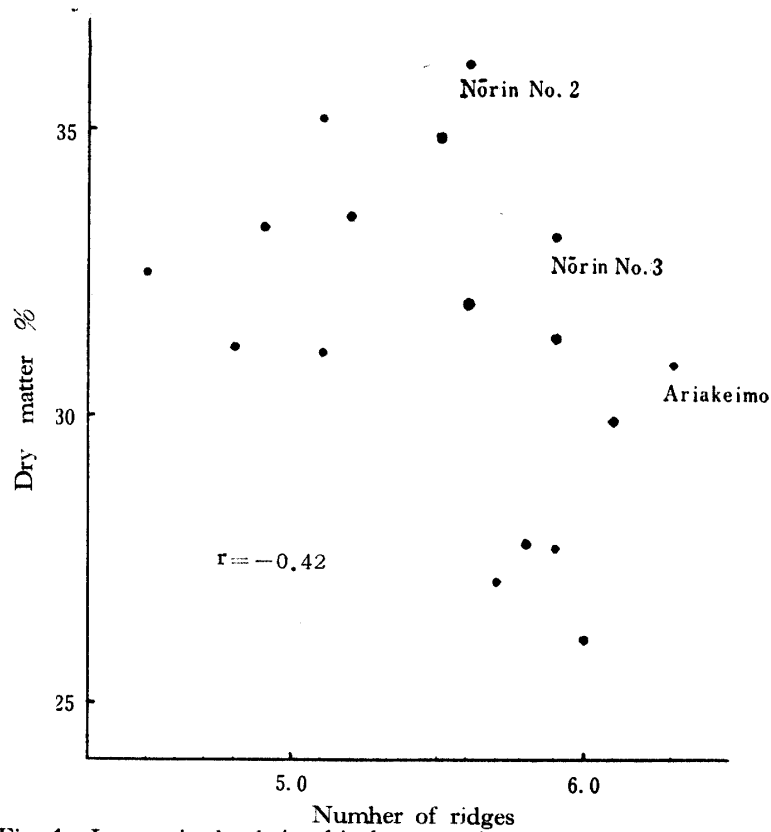


Fig. 1 Intervarietal relationship between the number of radially arranged ridges in protoxylem system and the dry matter percentage of matured tubers.

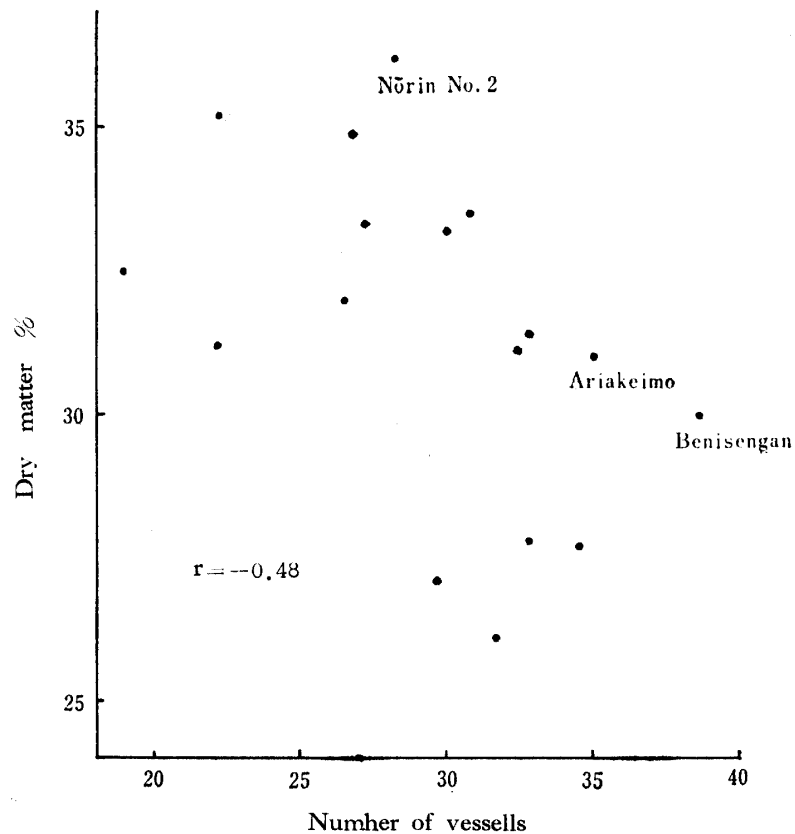


Fig. 2 Intervarietal relationship between the number of vessels constituting radially arranged ridges in protoxylem system and the dry matter percentage of matured tubers.

### I. 原生木部放射列数および原生木部道管数と収穫時の塊根乾物歩合との相関

原生木部放射列数およびその構成道管数を挿苗20日後の材料について調査した。これらと収穫時の塊根乾物歩合との相関を Fig. 1 および Fig. 2 に示す。相関係数はそれぞれ $-0.42$ 、 $-0.48$ で、統計的には有意ではない。

### II. 原生木部放射列と中央道管との間に介在する柔組織発達程度と収穫時の塊根乾物歩合との相関

原生木部放射列と中央道管との間に介在する柔組織の発達程度を挿苗30日後の材料について検討した。介在柔細胞は品種によっては極めて多層となっており、層数の算定は正確を欠ぐ場合があ

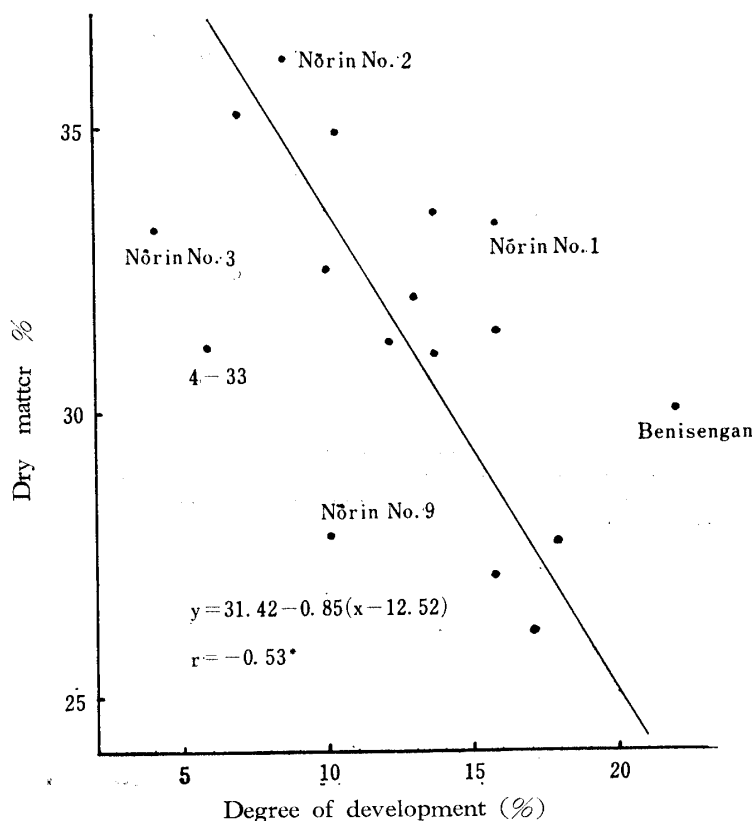


Fig. 3 Intervarietal relationship between the degree of development\* of the Parenchyma tissue surrounding the central vessel and the dry matter percentage of matured tubers.

\* Estimated by dividing the mean distance from the innermost vessel of each protoxylem ridge to the central vessel by the diameter of the tubers.

り、また塊根の肥大程度にも多少の変異が認められるので、中央道管と各原生木部放射列の最内側道管との間隔を測定し、その平均値を根径で除した値を介在柔組織発達程度の指標とした。各品種の介在柔組織発達程度とその収穫時の塊根乾物歩合との相関を Fig. 3 に示す。両者間には5%水準で有意な相関が認められる。即ち前報の高澱粉品種九州34号と低澱粉品種沖繩100号で認められた介在柔組織発達程度の差は澱粉含有量を異にする品種間の一般的傾向と認められるようで、高澱粉品種には介在柔組織の発達が不良で原生木部は中央道管に接して塊根のほぼ中央に星状に位置するものが多く、低澱粉品種には介在柔細胞の分裂が旺盛で、原生木部は中央道管から離れて塊根の比較的周辺部に位置するものが多いようである。しかし、乾物歩合の割に、農林1号、ベニセンガンでは介在柔組織の発達が良好であり、農林3号、4-33、農林9号ではその発達が不良であるな

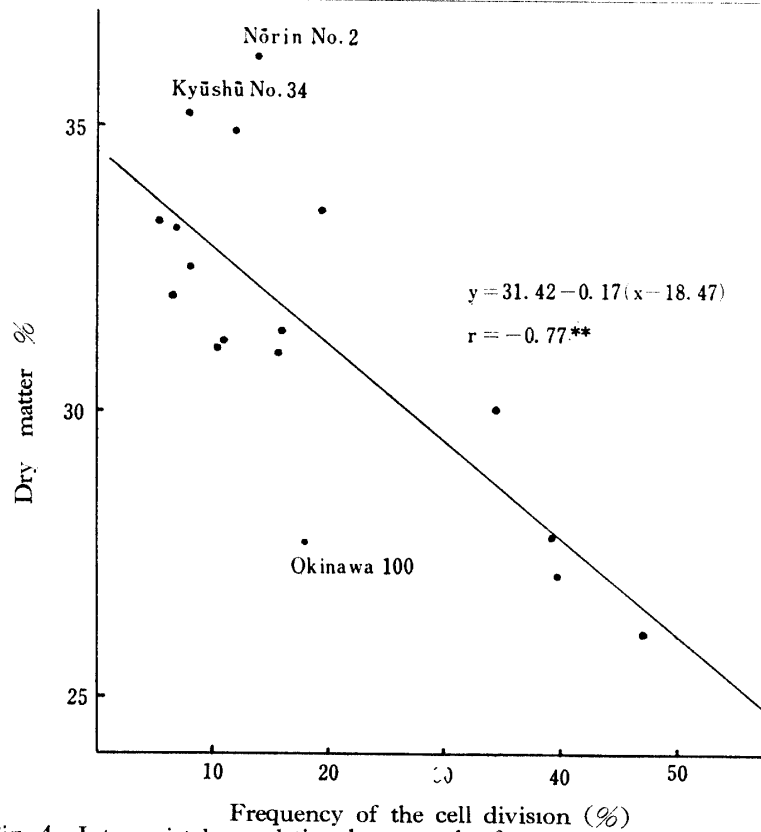


Fig. 4 Intervarietal correlation between the frequency of the division of fully enlarged parenchyma cells in xylem tissue and the dry matter percentage of the matured tubers.

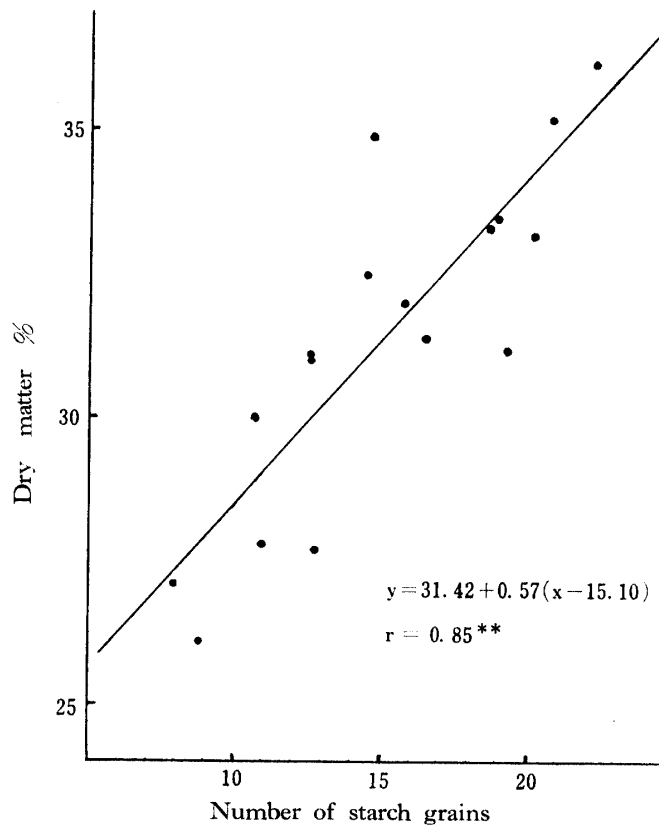


Fig. 5 Intervarietal correlation between the mean number of starch grains contained in a parenchyma cell in the xylem of young tuber 30 days after planting and the dry matter percentage of matured tubers.

ど、二、三の例外的な品種もある。

### III. 木部柔組織における大型柔細胞分裂の頻度と収穫時の塊根乾物歩合との相関

前報と同様の方法により挿苗30日後の材料の木部柔組織における大型柔細胞分裂の頻度を測定した。これと収穫時の塊根乾物歩合との関係を Fig. 4 に示す。供試品種の中で、乾物歩合が比較的高い品種ではこの柔細胞分裂の頻度は少く、乾物歩合が極く低い品種では、高頻度の分裂が認められる。両者間の相関は  $r=0.77$ 、1%水準で有意である。

### IV. 木部柔細胞内澱粉粒数と収穫時の塊根乾物歩合との相関

前報で挿苗30日後において既に木部柔組織細胞の澱粉集積程度に品種の特性を認めたが今回供用した品種群についてもほぼ同様の結果を得た。Fig. 5 は前報と同様の方法によって算定した木部柔組織の1細胞内平均澱粉粒数と収穫時の塊根乾物歩合との相関である。両者の間には高い相関が認められる。

なお、塊根組織中で周辺の第一次形成層の外側の篩部柔組織において最も澱粉粒の集積は良好で、次が木部柔組織内の新しい篩部柔組織、最もすくないのは木部柔組織であることはいずれの品種においても同様である。とりわけ木部柔組織の澱粉粒数は品種間の変異が大きく、これによって澱粉集積機能を判定するのが合理的と思われる。

## IV. 考 察

前報では、沖縄100号は九州34号にくらべて原生木部放射列数および放射列構成道管数が大であった。今回多数品種について両形質と乾物歩合との相関係数を求めると、それぞれ $-0.42$ 、 $-0.48$ でともに有意とはならない。しかし分布は右下りで供試品種数も充分多数とは言えないので、実験方法によっては負の相関を確証することも不可能ではあるまい。ただここに注意すべきは、Fig. 1では農林2号、農林3号、アリアケイモ、Fig. 2では農林2号、アリアケイモ、ベニセンガンなど澱粉歩留と収量との二面から見て実用性の高い品種が乾物歩合の割には放射列数または構成道管数の多いことである。従って両形質と乾物歩合との相関が認められても、早期検定の目標形質として余り多くは期待出来ぬものと思われる。

既往の文献<sup>(1)(4)(5)(6)(7)</sup>では、甘藷塊根の柔細胞増生は形成層によるものと、道管および篩管の周囲に新生される分裂細胞層によるものとが注目されている。大根では渡辺<sup>(8)</sup>はこの2種の柔細胞増生のほかに、播種後15日頃から一般の柔細胞自身も分裂するようになり、肥大成長は道管の放射配列、多環状配列および木部主要基本組織の扇形発達と云う3つの基本的発達様式によって推進されるとしている。甘藷の塊根でも柔細胞自身の分裂による増生はかなり頻繁に起るようで、第一次形成層あるいは道管に近接した小型の柔細胞ではしばしば切線方向の細胞膜によって2分されたものを見受ける。第一次形成層または道管などから離れた部位では大型の柔細胞の分裂が起るが、この場合の分裂は方向が一定しない。

大型柔細胞の分裂と乾物歩合との間に負の有意相関が認められたが (Fig. 4)、低澱粉品種では大型柔細胞ばかりでなく、柔細胞一般に分裂機能が旺盛であり、中央道管周辺の介在柔組織の発達が良好なことも (Fig. 3)、また前報に述べた沖縄100号における柔細胞の不整配列 (低澱粉品種一般に見受けられる) も、一つには柔細胞自身の分裂活性によるものであろう。他面において、原形質に富み、分裂活性の旺盛な柔細胞の多いことは澱粉含有細胞数を低下させ、また Fig. 5 に見るごとく個々の澱粉細胞においてもその集積量を低めている。以上の事項を総合すると、低澱粉品種では柔細胞から澱粉細胞への転化が不完全で、澱粉細胞は高澱粉品種のそれにくらべてより多く未成性<sup>(3)</sup>を保有するものと思われる。

高澱粉品種は、一般に原生木部放射列数、その構成道管数はすくなく**2, 3**例外的な品種も見受け  
るが一般に道管の周辺に木化した小道管を伴うことが多く柔細胞の分裂活性は低く、従来の研究者  
が肥大しえぬ根に認めた多くの組織特性を有する。乾物歩合と肥大に関係する諸形質の多くが負の  
相関を有することは、高澱粉多収性品種の育種上に多くの問題点を残すものと云いえよう。

## V. 摘 要

1. 肥大初期における塊根の**2, 3**組織特性と収穫時における塊根の乾物歩合との相関を、沖縄  
100号、九州34号を含めた17品種について調査した。
2. 原生木部放射列数、放射列構成道管数は成熟塊根の乾物歩合に対して有意な相関を示さない  
(Fig. 1 および Fig. 2)。
3. 中央道管周辺の介在柔組織の発達程度と乾物歩合との相関係数は**-0.53**で**5%**水準で有意で  
ある (Fig. 3)。
4. 木部における大型柔細胞の分裂頻度と乾物歩合との相関係数は**-0.77**で**1%**水準で有意であ  
る (Fig. 4)。
5. 木部柔細胞の含有澱粉粒数と乾物歩合との相関係数は**0.85**で**1%**水準で有意である (Fig. 5)。
6. 上記の所見に基いて次の**3**点に関して考察を試みた。
  - a). 原生木部放射列数および列構成道管数は、成熟塊根の澱粉含有量に関する早期検定の指標と  
して多くの期待は寄せられない。
  - b). 3), 4), 5), の事実から、低澱粉品種では柔細胞から澱粉細胞への転化が不完全で、澱粉細  
胞には多分に未成的傾向が保存されている。
  - c). 高澱粉品種の組織特性の多くが、塊根の肥大性と負の相関関係にあることは、高澱粉多収品  
種の育種に問題を残すものである。

## 文 献

- |                |  |
|----------------|--|
| 1. ARTSCHWAGER | <i>J. Agr. Res.</i> <b>27</b> 3: 157-166 (1924) <b>39</b> . 126-153 (1951) |
| 2. 加藤 一 男      | 発生と増殖 226-258 共立出版 (1961)  |
| 3. MCCORMICK   | <i>Bot. Gaz.</i> <b>61</b> 5: 388-398 (1916)                               |
| 4. 小倉 謙        | 農及円 <b>20</b> 8: 331-334 (1945)  |
| 5. 小倉 謙        | 農及円 <b>20</b> 9: 381-383 (1945)  |
| 6. 戸 苺 義 次     | 農林省農事試験場報告 68 1-96 (1950)  |
| 7. 渡 辺 光太郎     | 日本の大根 79-97 日本学術振興会 (1958)   |

## R é s u m é

- 1) The relationship between some structural characteristics of young tubers and the dry matter percentage at the harvesting stage was put under observation using 17 varieties of sweet potatoes including Okinawa No. 100 and Kyushu No. 34.
- 2) To the dry matter percentage of matured tubers, no significant relationship was observed both in the number of the ridges radially arranged in protoxylem and in the number of vessels constituting a ridge. (Fig. 1 and Fig. 2).
- 3) Correlation coefficient between the development degree of intercalated parenchyma surrounding the central vessel and the dry matter percentage was **-0.53**, being significant at **5%** level (Fig. 3).

- 4) Correlation coefficient between the frequency of the division of enlarged parenchyma cells in xylem and the dry matter percentage was  $-0.77$  and was significant at 1% level (Fig. 4).
- 5) Correlation coefficient between the number of starch grains contained in xylem parenchyma cells and the dry matter percentage was  $0.85$  and was significant at 1% level (Fig. 5).
- 6) Basing on the results described above, the writers tried to discuss on the following 3 points:
  - a) As the indicator to discriminate the starch content of matured tubers in early growth stage, little is to be expected from the number of the ridges radially arranged and that of the vessels constituting a ridge.
  - b) According to the facts described in 3), 4), and 5), it was considered that in low starch varieties, specialization from parenchyma cells to starch cells remains imperfect. In other words, the starch cells of low-starch-content-varieties generally leave more embryonalitic property than high starch ones do.
  - c) The negative correlation between the structural characteristics in high starch content and the tuber enlargement may well be regarded as a bottleneck in the development of the breeding of varieties of high starch content and high yield capacity.