

## 竹稈における維管束の配列状態について

太田, 基  
九州大学農学部

杉, 修吉  
九州大学農学部

<https://doi.org/10.15017/15785>

---

出版情報 : 演習林集報. 1, pp.79-90, 1953-10-30. Kyushu University Forests  
バージョン :  
権利関係 :



# 竹稈における維管束の配列状態について

太 田 基・杉 修 吉

Motoi ŌTA and Shukichi SUGI: On the Arrangement of the Vascular Bundle in the Bamboo Stem.

## I 緒 言

竹材の性質が部位によつて異り、又材質に対して維管束が大きな影響を及ぼす事は、既に多くの報告から知られて居るところである。即ち竹材の圧縮強度及び比重は維管束鞘の占める割合に正比例する事<sup>1,2)</sup> 又維管束鞘の占める割合、比重及び強度は根本部分よりも梢端部分が或る点迄は大となる傾向の存在する事<sup>3,4,5,6)</sup> 等がこれである。然るに維管束鞘の占める割合は、1個の維管束中の維管束鞘の量と維管束の個数とによつて決定され、且つそれは竹稈の部位によつて異なる事が当然予想され得る。

竹稈の維管束は節間部分では軸方向に平行して通直に走るが、節の部分では複雑な走行状態を示し未だ不明な点が多く残されて居る。故に竹稈部位による維管束数の変化と節部分の維管束の走行状態を究明するために本研究を行つた。

本研究に際し御指導を受けた渡辺治人教授並びに研究材料の採取に便宜を供与した青木尊重教官に深い謝意を表する次第である。又本研究の経費の一部には文部省科学研究費を使用した事を附記する。

## II 実 験

### A. 実験 1. 竹稈部位による維管束数の変化

維管束鞘の竹材において占める割合が材質に影響を与える事は既に述べた通りである。その割合の竹稈部位による変化を解明する一手段としてまず維管束数の変化状態について実験した。実験材料は福岡県粕屋郡山田村産のマダケ2年生である。2年生の比較的柔い竹稈を選択した理由は切削が容易であるし観察に便利のためである。

1. 実験方法 竹稈の部位を表現するために節及び節間に番号を附けた。その方法は根の着生しない最下部の節を第1節、又第1節と第2節との間の節間を第1節間とし、上方に向つて順次番号を付けた。

節間部分では竹材の組織及び細胞は総べて稈軸方向に連続して居るから、維管束数の測定材料には隔壁を中央にしてその上下を組織の乱れの無い部分で横断した短い筒を使用した。

予備実験として隔壁のない竹筒を8個の小試験片に割つて、夫々の上面と下面との維管束数を低倍率の顕微鏡によつて測定した結果を比較すれば、第1表のように試験片によつて上面の維管束数が下面よりも多いもの、反対に下面が多いもの或は等しいものがあつて一定の傾向が見られない。又1個の維管束が分割されたものもある。

Table 1. Number of Vascular Bundle

| Specimen       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8      |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Upper end face | 82(5) | 75(4) | 77(5) | 86(2) | 65(3) | 75(1) | 80(7) | 106(2) |
| Lower end face | 91(4) | 75(2) | 77(1) | 84(3) | 69(3) | 73(4) | 79(2) | 107(4) |

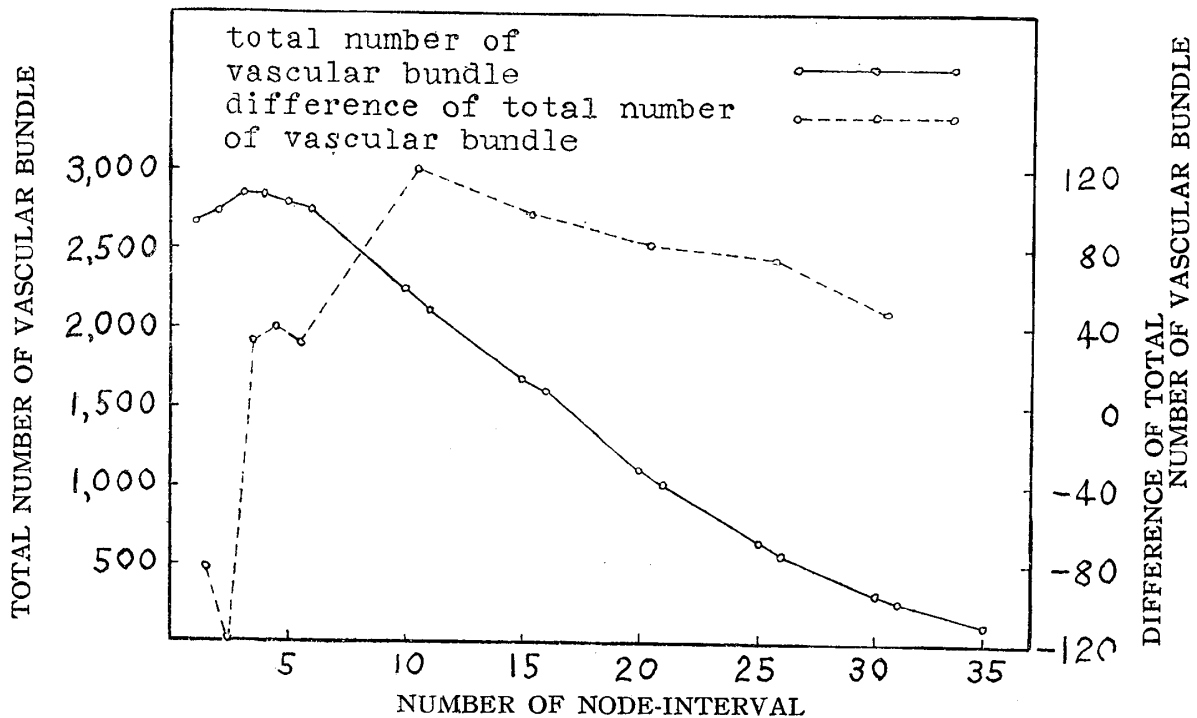
故に維管束数の測定には奇麗に鉋で仕上げた上下の全横断面について行つた。

2. 実験結果 維管束数は第2表及び第1図に示すように根本から上方(梢)に向つて緩慢に増加し、第3節間で最大値に達した後は緩かに減少し、第6節間から第25節間迄は直線的に比較的急激に減少するが、第26節間からは再び緩慢に減少する。

Table 2. Total Number of Vascular Bundle

|                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Number of node-interval         | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 10   | 11   | 15   |
| Total number of vascular bundle | 2674 | 2756 | 2877 | 2844 | 2793 | 2763 | 2240 | 2120 | 1687 |
| Number of node-interval         | 16   | 20   | 21   | 25   | 26   | 30   | 31   | 35   |      |
| Total number of vascular bundle | 1589 | 1117 | 1035 | 641  | 570  | 307  | 261  | 122  |      |

Fig. 1. Variation and Difference of Total Number of Vascular Bundle



又隣接する2個の節間において下方の節間の維管束数から上方の維管束数を減じた差、即ち1個の節を下から上に通過する事によつて生ずる維管束数の変化を示せば第1図のように根本から上方に向つて急激に増加し、第11節において最大値を示し其後は殆んど直線的に緩かに減少して居る。第1枝が第11節から出て居る点から考えて、枝の存在と維管束数の差の変化との間に或る種の関係が予想される。

又枝の出る節の上下及び枝の維管束数を測定した結果は

|                     |        |
|---------------------|--------|
| 上部                  | 下部     |
| $1446 + 927 = 2373$ | $1470$ |
| (稈部) (枝)            | (稈部)   |

であつて枝に入つた維管束数は節の上部の総計の39%、上方節間の64%、下方節間の63%に相当して居る。節の上部の総計は下方節間の約1.6倍に増加し、約900個の維管束がこの節の部分において分枝により増加した事が予想される。

#### B. 実験2. 節における維管束の状態

前節Aで予想された節部における維管束の分枝、枝並びに筍皮に入る維管束及び維管束の複雑な配列状態を調査するために本実験を行つた。

1. 実験方法. 実験1と同じ材料を稈軸方向に沿つて半径方向に割り、半径面(木材では柁目面に相当する)を鉋で仕上げ肉眼で平面的な観察を行つた。更に苛性曹達水溶液中で煮沸し軟化して水洗後、ピンで基本組織を除き維管束を残してその配列状態を立体的に観察した。

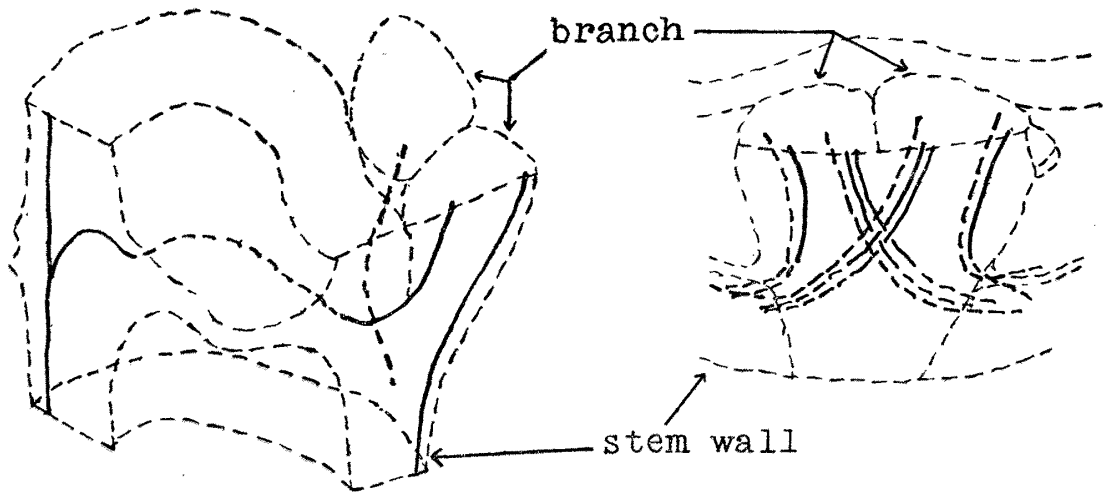
又隔壁における維管束の配列状態についても同様に、隔壁の上面と下面とを稈軸方向に直角に切断し、更に苛性曹達水溶液中で煮沸して平面的並びに立体的に観察をした。

2. 実験結果 観察し得た事実を整理して列挙すれば次のようになる。

##### a. 節部の維管束の配列状態

- (1) 竹稈に沿つて縦走する。節間部分から上昇する維管束の大部分はこの種類のものである。
- (2) 筍皮に入る。筍皮の附着して居た部分で切れ、Plate 1, Fig. 1 に示すように稈壁を斜に外側に上昇して筍皮に入るものである。
- (3) 枝に入る。節間部分の約63%に達する維管束が枝に存在する事は既に記載したところであり、又竹の生育上当然である。更に枝に入る維管束は次の2種類に分類出来る。
  - (i) 竹稈から直接枝に入る。枝の着生部分直下の維管束は節間部分から直接斜に上昇して枝に入る事は Plate 1, Fig. 2 及び Plate 2, Fig. 1, 2 に示す通りである。枝が2本並んで居る場合には枝の接する側の維管束は第2図に示すように、相対する枝の方向から交叉して入り、接しない側の維管束は夫々のその方向から交叉せずに枝に入る傾向が観察される。これは枝の補強上重大な役割を果すものと考えられる。
  - (ii) 隔壁から単独か或いは帯状に集合して枝に入る。木材の髄線と同様に縦走する維管束を押分けて枝に入るが、大部分のこの種の維管束は Plate 1, Fig. 2 及び Plate 2, Fig. 2 のように帯状に集合して居る。それは Plate 2, Fig. 2 に見られるように後述する隔壁の上側を迂廻し維管束の束が枝に入る場合である。

Fig. 2. Arrangement of Vascular Bundle



(4) 節間部分から上昇して隔壁に入る。節間部分から上昇した維管束は Plate 2, Fig. 3 のように節において内側に彎曲して隔壁に入るが，稈壁の外側よりも内側を上昇した維管束の方が多く隔壁に入るようである。

(5) 隔壁から竹稈に出て節間部分を上昇する。Plate 2, Fig. 4 に示すように (4) とは反対に隔壁から出て節間部分を上昇するが，稈壁の内側を上昇するものが多いようである。

#### b. 隔壁における維管束の配列状態

(1) 隔壁内部を走る。維管束が隔壁内を不規則に走る事<sup>7)</sup> は既に知られて居り，観察の結果も大体同様である。併し乍ら Plate 1, Fig. 3 及び Plate 2, Fig. 5 に見られるように，隔壁内の維管束は，細かく屈曲し乍ら稈壁から中心部に向つて走るが，その殆んど大部分は中心部附近で方向転換をして再び稈壁に歸り，再び節間部分を上昇するか又は枝に入る。隔壁内を走る維管束で隔壁の中心部を通過するものは僅少で，従つて中心部には維管束の分布が少い。この種の維管束は稈壁の内側部分から入つたものに多く見られるようである。

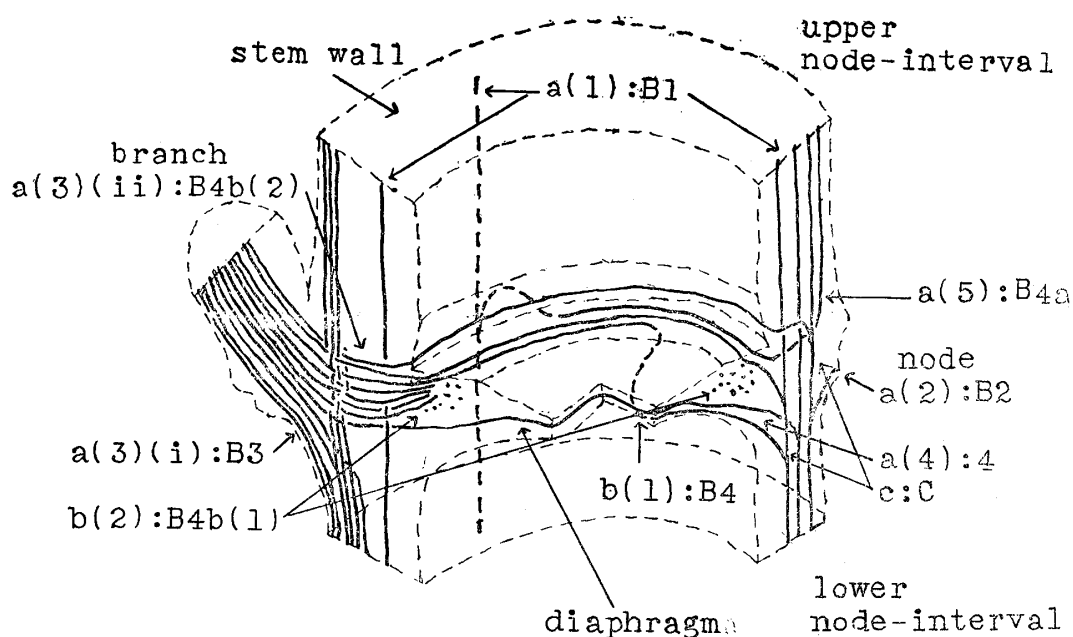
(2) 隔壁上側において稈壁に沿ひ集合して走る。Plate 1, Fig. 2, 4 及び Plate 2, Fig. 2 に示すように，稈壁から内側に曲り隔壁上側を稈壁に沿つて維管束は束になつて走り，枝に向つて帯状となり縦走する維管束を押分けて入る。併し乍ら廻走の途中において束から離れて隔壁の中心部附近迄出て再び戻るものもある。この種の維管束は稈壁の外側部から隔壁に入つたものに多く見られるようである。廻走の方向は一定せず，枝に入る附近と枝の反対側においても，束状に集合した維管束の数には殆んど差異は認められなかつた。この廻走する維管束の束は竹稈に対して丁度桶の箍の作用を為し，竹稈の強度保持上に重要な意義を有するものと考えられる。

#### c. 維管束の分枝

既に認められて居る<sup>7)</sup> が維管束の分枝状態を検討して Plate 2, Fig. 3 に示すように，その事実を確認した。

節部における維管束の配列状態を綜合して第3図に示す。

Fig. 3. Arrangement of Vascular Bundle



The former symbols are introduced from result of experiment 2 and the latter from résumé.

### c. 実験 3 維管束分枝の顕微鏡的観察

維管束が分枝する場合にはその性質上当然通導器管である導管及び篩管も亦分枝する筈である。本実験においては切片及び単細胞について顕微鏡により、実験 2 よりも更に詳細に観察した。

1. 実験方法 節部を 1cm 角長さ 2cm に切り取つて水で煮沸し幾分軟化した後、マイクロームで切片を作成しフクシンで染色した。切片は半径面と横断面との 2 種類とし、特に横断面では連続切片とした。半径面において、維管束の分枝を確かめるために導管を基準とし、導管が分枝しその両側に維管束鞘の見られるものを、維管束の分枝した状態と看做した。

又シュルツ氏液によつて組織を解離して導管節を観察し、分枝した痕跡を探した。

### 2. 実験 結果

#### a. 半 径 面

隔壁の下方において導管は分枝するが最初は殆んど相接して平行的に上昇するが、分枝した導管は除々に離れて斜行する。導管の両側に見える維管束鞘を構成する韌皮繊維は夫々の導管に平行して居る。(Plate 4, Fig. 1) 又 Plate 4, Fig. 2 に示すように、同一導管から相前後して分枝した 2 個の維管束が再び結合して 1 個の維管束になると考えられる状態も観察された。

#### b. 横 断 面

隔壁の下方から上方に順次に作成した連続切片を検鏡した結果を取纏めれば次のようである。

- (1) 正常の型をした維管束 (Plate 3, Fig. 1) は、維管束鞘内部の細胞が増加し孔紋導管に接して細い分枝した紋と考えられる孔紋導管 (Plate 3, Fig. 2) が出現する。
- (2) 分枝した孔紋導管は以前からの孔紋導管と同等に太くなると同時に除々に離れる。(Plate 3, Fig. 3)
- (3) 分枝したと考えられる孔紋導管の数は更に増加 (Plate 3, Fig. 4) する。
- (4) 維管束鞘が維管束の内部に侵入して維管束の正常な型は壊れる。(Plate 3, Fig. 5) この段階が半径面において観察された孔紋導管が離反して斜行を開始する部分に相当するものと考えられる。
- (5) 維管束は完全に破壊されて新しい数個の維管束が形成される。(Plate 3, Fig. 6)
- (6) 新しく分枝した維管束は正常の型を整えながら斜走して離れて行く。(Plate 3, Fig. 7)

### c. 分枝部分の孔紋導管節

隔壁下部の稈壁をシュルツ氏液で解離した孔紋導管節中に僅少ではあるが、その端末附近に単穿孔 2~3 個を有するもの (Plate 4, Fig. 3, 4) が観察された。これは分枝した孔紋導管節との結合箇所と考えられる。穿孔数が 3 個の場合は前に記載したように、1 個の維管束から数個の維管束が分枝する結果から説明出来る。

## III 結 論

竹稈内に存在する維管束の配列状態は次のように区分出来る。

- A. 節間部分維管束は根本から梢に向つて竹稈の軸に平行して通直に走る。
- B. 節 部 分
  1. 維管束は根本から梢に向つて、幾分外側或いは内側に彎曲はするが大體通直に走る。
  2. 維管束が筍皮に入る。
  3. 維管束が枝に入る。
  4. 維管束が一旦隔壁に入る。
    - a. 上方の節間部に入る。
    - b. 枝に入る。
      - (1) 数個の維管束が束になつて隔壁上側を稈壁に沿つて廻つた後帯状になつて枝に入る。
      - (2) 枝の着生部分附近では隔壁から直接枝に入る。

又根本から上昇して来た維管束には節の下部で分枝して数個の維管束となるものがある。分枝した維管束の配列状態は前記の B.2.~B.4. の何れかに属する。

故に維管束の数は節部における分枝によつて増加するが、又一方筍皮及び枝に入つて減少し、節を通過する事によつて節間部分の維管束数は変化する。

節間部分の維管束数が根本から梢頭部に向つて、最初は増加して最大値に達した後減少する現象は、根本部分附近の維管束数の増加は分枝による維管束数の増加が筍皮に入る事による減少よりも大である、最大値附近からは増加と減少の関係が逆となり、更に枝の着生部分から上方部分の維管束数の急激な減少状態は枝に入る維管束の存在を考えれば説明が

出来る。

#### IV 摘 要

マダケを材料として竹稈部位による維管束数の変化を測定して、その変化を生ずる原因を確かめるために、節の部分における維管束の配列状態を肉眼的及び顕微鏡的に観察した。

本研究において確かめ得られた事項は次の如し。

- A. 節間部分の維管束数は根本から上方に向つて緩慢に増加し、第3節間附近で最大値に達した後に緩慢に減少するが、第7節間附近から急激に、又第25節間附近からは再び緩慢に減少する。(第1, 2表, 第1図参照) 維管束は節間部分では竹稈の軸に平行して通直に配列して居るから、維管束数が竹稈の部位によつて変化する原因は節の部分における維管束の配列状態にある。
- B. 節の部分における維管束の配列状態。(第2, 3図参照)
1. 維管束は節の下方から上方に幾分外側或いは内側に彎曲するが通直に走る。
  2. 維管束は筍皮に入る。(Plate 1, Fig. 1 参照)
  3. 維管束は枝に入る。(Plate 1, Fig. 2, 4; Plate 2, Fig. 1, 2 参照)
  4. 維管束は一旦隔壁に入つて大部分は不規則に走り、再び出て行く。(Plate 1, Fig. 3; Plate 2, Fig. 5 参照)
    - a. 上方の節間部分に入る。(Plate 2, Fig. 4 参照)
    - b. 枝に入る。
      - (1) 数個の維管束が束になつて隔壁上側に稈壁に沿つて廻り帯状になつて枝に入る。(Plate 1, Fig. 2, 4; Plate 2, Fig. 2, 5 参照)
      - (2) 枝着生部分附近では隔壁から直接枝に入る。(Plate 1, Fig. 2 参照)
- C. 節の下部で数個に分枝する維管束がある。(第2, 3図, Plate 2, Fig. 3; Plate 2, Fig. 1~7; Plate 3, Fig. 1~4参照)
- D. 節を通過する事によつて生ずる維管束の増加は維管束の分枝により又その減少は枝及び筍皮に入る維管束の存在によつて説明が出来る。

#### 参 考 文 献

- 1) 太田 基：竹材の性質に関する研究。第2報。構造因子と物理的性質との関係。日本林学会誌。第32巻。第2号。1949.
- 2) 太田 基：竹材の性質に関する研究。第7報。竹片の構成因子と比重及び圧縮強度。九州大学農学部演習林報告。第19号。1950.
- 3) 平田 満穂：マダケの樹形, 比重, 灰分量及び化学成分に就て。日本林学会誌。第9巻。第5号。1928.
- 4) 鈴木 寧：竹材の研究。第I報。伊豆産モウソウチクの部分による材質の相違。東京大学農学部演習林報告。第36号。1948.
- 5) 鈴木 寧：竹林の研究。第III報。本邦各地産モウソウチクの竹稈内比重分布並びに曲げ強さ分布に就て。東京大学農学部演習林報告。第36号。1948.
- 6) 太田 基：マダケとハチクの絶乾比重に就て。日本林学会九州支部。第3回研究抄報。1950
- 7) 竹内 叔雄：竹の研究。1932.

## R é s u m é

The variation of the total number of vascular bundles in the node-interval wall of bamboo stem was measured with MA-DAKE (*plyllostachys reticulata* C. Koch), and the arrangement of vascular bundles in the node was observed with the naked eye and microscopically to find the cause of the variation.

The facts ascertained in this study are as follows:

A. The total number of vascular bundles in the node-interval stem wall varies with the position in the bamboo stem and it increase gradually until it reaches the maximum value (at about the 3rd node-interval) with the rising of position from the root part and then decrease gradually, decreasing sharply from around the 7th node-interval and again gradually from around the 25th node-interval. (see Tables 1, 2 and Fig. 1)

Since the vascular bundles run straight in parellel with the axis of bamboo stem in the node-interval, the cause of the variation of the total number of the vascular bundles with the position in the bamboo stem is the irregular arrangement of the vascular bundles in the node.

B. The arrangement of vascular bundles in the stem wall at the node. (see Figs. 2, 3)

1. The vascular bundles run straight through the stem wall of the node curving somewhat outwardly or inwardly.

2. The vascular bndles run into the bamboo-sheath. (see Prate 1, Fig. 1)

3. The vascular bundles run into the branch. (see Plates 1, Figs. 2,4 and Plate 2, Figs. 1, 2)

4. The vascular bundles run into the diaphragm, most of them run irregularly in it, and then they run out. (see Plates 1, Fig. 3 and Plate 2, Fig. 5)

a. The vascular bundles run into the upper node-interval wall. (see Plate 2, Fig. 4)

b. The vascular bundles run into branches.

(1) The vascular bundles go round in bundle along the base of the bamboo stem wall in the upper border of diaphragm and run into the branch in a band like shape. (see Plate 1, Figs. 2, 4 and Plate 2, Figs. 2, 5)

(2) The vascular bundles run into the branch directly from the diaphragm, near the branch.

C. There are some vascular bundles branching off in the lower part of the node. (see Figs. 2, 3; Plate 2, Fig 3; Plate 3, Figs.1~5 and plate 4, Figs. 1, 2)

D. The increase of the total number of vascular bundles through the node can be explained by the branching off of vascular bundles and the decrease by the entering of bundles into the branch and the bamboo-sheath.

Plate 1

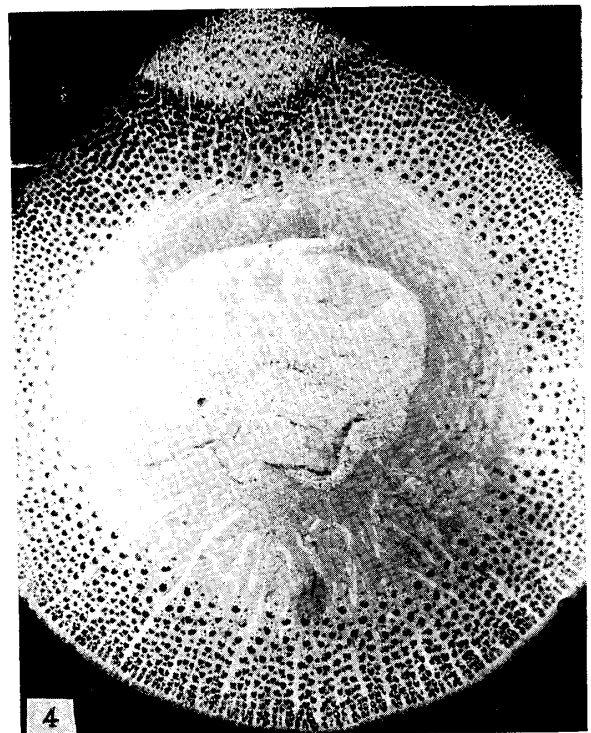
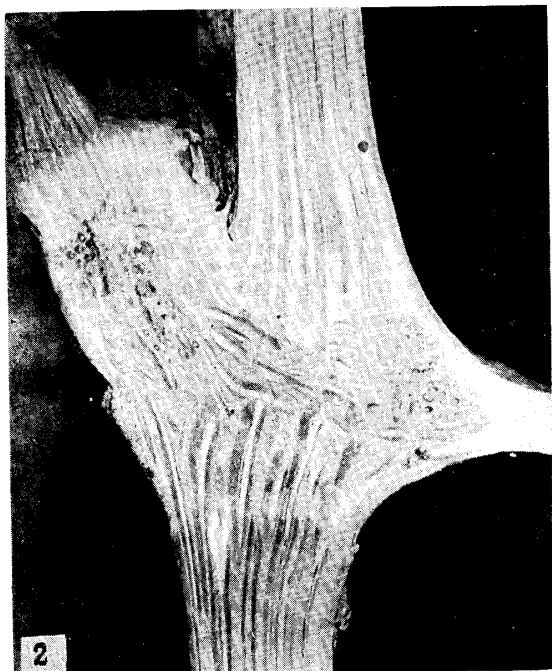
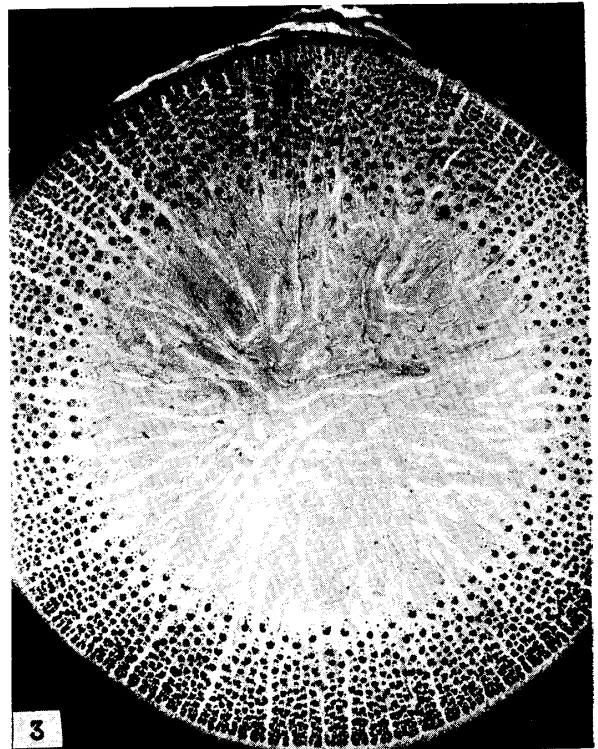
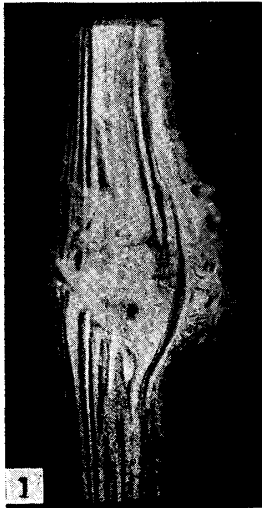


Plate 2

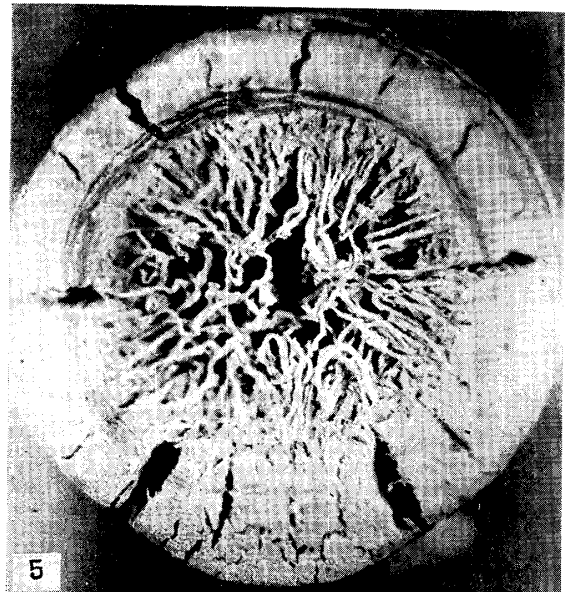
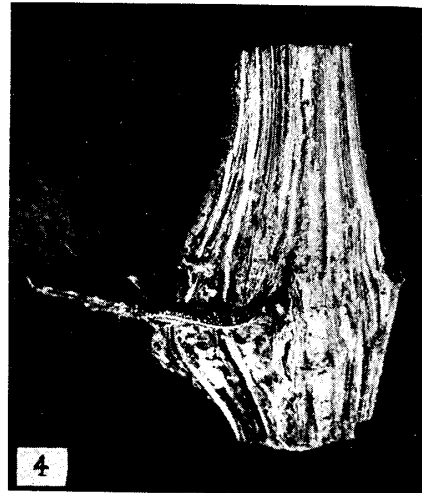
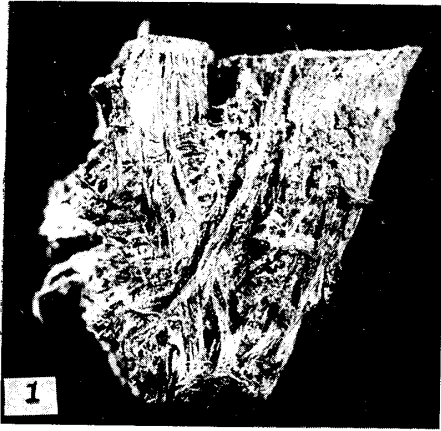


Plate 3

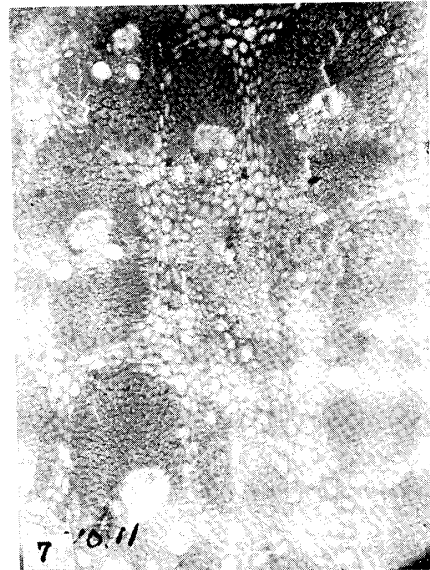
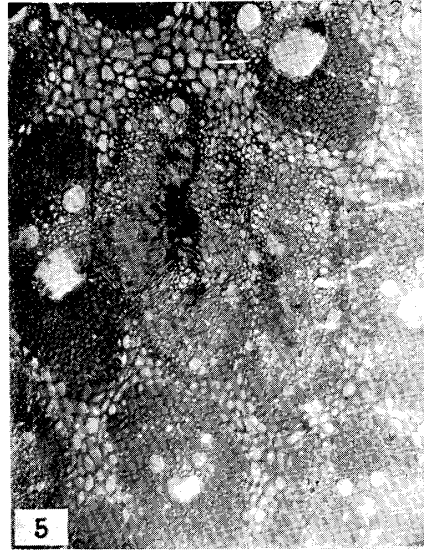
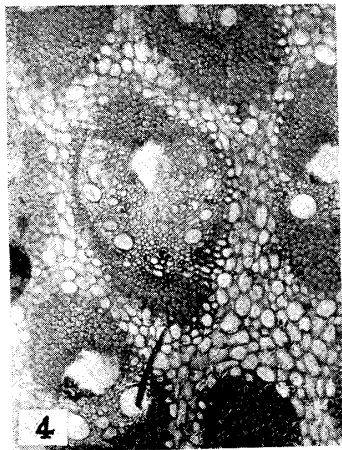
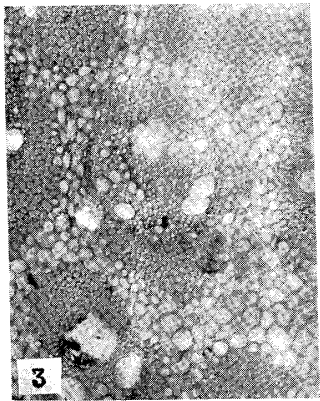
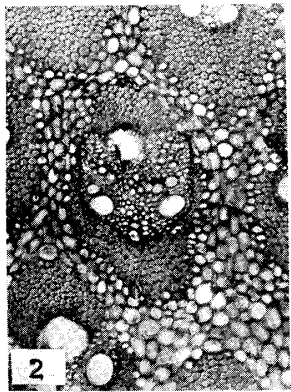
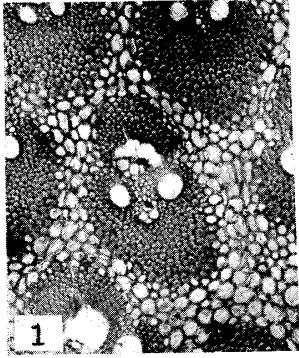


Plate 4

