

雑穀類の栄養器官および通導組織間の量的相互関係

第2報 葉における通導組織の量的観察

中 元 朋 実*・山 崎 耕 宇

(東京大学農学部)

昭和63年1月11日受理

要 旨 : 7種類の雑穀類を供試し、葉身の基部および葉鞘の中央部における横断面において、通導組織の量的観察を行い(第1図)、以下に示すような共通した特徴を見出した。

要素別にみると、葉身基部および葉鞘中央部における大、小維管束の数は向頂的に増加し、高位要素においては、大、小維管束とも大型化する傾向にあった(第2, 3図)。

個々の維管束の内部形態は、維管束の大きさに対応して変動した。大維管束においては、篩部断面積、木部断面積および後生木部大導管の断面積はいずれも、維管束の大きさ(断面積)とほぼ比例関係にあった(第1, 2, 3表)が、小維管束においては、維管束が小さくなるにしたがい、木部の占める割合が相対的に小さくなる傾向にあった(第2表)。

葉身基部と葉鞘中央部に存在する篩部あるいは木部の総断面積は葉面積の増加にともない増加した。同一要素の葉についてみると、木部断面積は葉鞘において、篩部断面積は葉身においてより大であった(第4図)。

単位葉面積当りの篩部あるいは木部断面積は、葉面積の小さい低位要素で顕著に大きく、葉面積の大きい高位の要素に向かって減少した(第4図)。

以上えられた器官あるいは組織間の量的関係について、発生過程や機能的な均衡と関連づけて考察した。

キーワード : 維管束, 雑穀, 篩部, 通導組織, 木部, 葉面積。

Quantitative Relationships among Vegetative Organs and Their Conductive Tissues in Several Millets

II. Quantitative observation of conductive tissues in leaves: Tomomi NAKAMOTO* and Kooou YAMAZAKI (Faculty of Agriculture, The University of Tokyo, Tokyo 113, Japan)

Abstract : The number, size and morphology of vascular bundles were observed in transverse section at the base of leaf blades and at the center of leaf sheaths. The results were fundamentally the same in seven species of millets examined.

The number and size of both large and small vascular bundles increased as the leaf position (shoot-unit) became higher (Fig. 2,3).

In the large vascular bundles, cross sectional area of phloem, cross sectional area of xylem and diameter of late metaxylem vessel were proportional to the size of the bundle (Table 1,2,3). But in the small vascular bundles, the cross sectional area of xylem was not in proportion to the size of the bundle, and smaller small vascular bundles had relatively smaller amount of xylem (Table 2).

The total cross sectional area of phloem at the base of a leaf blade was larger than that at the center of leaf sheath. But the total cross sectional area of xylem in the leaf blade was smaller than that in the leaf sheath (Fig. 4). Large leaves had large total cross sectional areas of phloem and xylem, but the total cross sectional areas of phloem and xylem per unit leaf area were smaller than that of small leaves.

The determining process and functional meaning of a quantitative relationship between the amount of conducting tissues and leaf were discussed.

Key words : Conductive tissue, Leaf area, Millet, Phloem, Vascular bundle, Xylem.

前報⁴⁾では、雑穀類の要素を構成する各器官の数、大きさなど、もっとも基本的な外部形態の諸形質について、向頂的な推移を観察した。これら各器

官中に存在し、また器官相互を連絡している通導組織は、養水分や光合成産物など諸物質移動の主要な径路として、各器官の生長や機能に密接に関与している。したがって、前報で問題とした要素を構成する各器官の大きさや数、あるいはそれらの相互関係は、通導組織の量と関連づけて検討しうる面が大きいと考えられる。このような視点から、本報告にお

* 現在：東京大学農学部附属農場。

Present address: Experimental Farm, Faculty of Agriculture, the University of Tokyo, Midori-cho 1-1-1, Tanashi-shi, Tokyo 188, Japan.

いては、前報と同じ雑穀類を用い、要素別に葉の通導組織の量的観察を試みた。

以下では、1) 要素別の葉の通導組織 (維管束) の数あるいは大きさの量的推移を明らかにするとともに、個々の通導組織の大きさに対応して変動する各レベルの構成要素、すなわち篩部・木部、あるいは導管などの量的な関係を観察した。また2) 個葉の大きさ (葉面積) とそれを支える通導組織量 (篩部および木部断面積) との関係について検討を行った。得られた結果を通じて、雑穀類に共通して認められる特徴を明らかにすることに努めた。

材料と方法

アワ (*Setaria italica* Beauv.), モロコシ (*Sorghum bicolor* Moench), トウジンビエ (*Pennisetum typhoideum* Rich.), キビ (*Panicum miliaceum* L.), ヒエ (*Echinochloa frumentacea* Link.), シコクビエ (*Eleusine coracana* Gaertn.), およびジュズダマ (*Coix lacryma-jobi* L.) の7種の作物について観察を行った。これらの材料は、前報⁴⁾ で用いたものとまったく同一で、畑状態で通常の方法にしたがって栽培したものである。

各作物の生育期間中、順次主茎の低位から高位にいたる4つの要素の完全展開葉各2枚を採取した。自動葉面積計で葉身の葉面積を測定した後、葉身部 (葉関節より約5mmの部位) および葉鞘中央部の約3mmの長さの試料を切り取り、通常のパラフィン法によって横断切片 (厚さ10 μ m, タンニン酸一塩化第2鉄, サフラニンおよびファストグリーンにより3重染色) を作成し、光学顕微鏡下で以下の観察・測定を行った。

1. 要素別の大・小維管束の数・大きさの測定

大維管束と小維管束とは、後生木部に2本の大導管が存在するか否かによって判別した (第1図)。キビ、シコクビエの維管束はクランツ鞘の内側にさらにメストーム鞘をもつ点で他の作物と異なっていたが、いずれの場合も、維管束横断面において、クランツ鞘の内側の細胞壁を境界とし、葉面に直交する方向 (長径) およびこれに平行する方向 (短径) の維管束径をマイクロメータで測定し、その相乗平均を維管束直径とし、維管束の大きさを表わす指標とした (第1図)。

維管束直径および大・小維管束の数は、葉の横断面にみられるすべての維管束について測定し、兩種維管束それぞれについて大きさ別の頻度分布を求め

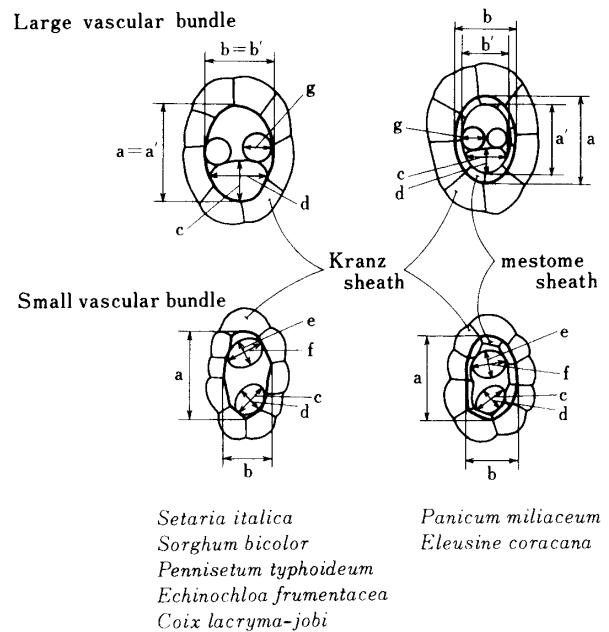


Fig. 1. Diagram of large and small vascular bundles of leaf blade and sheath in cross section. The followings were calculated from the diameters measured, diameter of vascular bundle (\sqrt{ab}), area of phloem (\sqrt{cd}) and xylem ($\sqrt{a'b'} \cdot \sqrt{c'd'}$ for large vascular bundle, \sqrt{ef} for small vascular bundle), and diameter of vessel (g).

た。

2. 個々の維管束の内部形態の観察

それぞれの葉の属する要素、あるいは葉の横断面において、中肋から葉縁に至る位置の相違を区別せず、葉身、葉鞘の大・小維管束ごとに、無作為に選出された約20~30本の維管束を対象に、下記に示す所定の部位の長さをマイクロメータを用いて測定した (詳細は第1図参照)。

大・小いずれの維管束についても、維管束の全体および篩部の横断面を楕円形とみなし、その長径と短径とを測定し、それぞれの断面積を計算によって求めた。大維管束の木部断面積は、維管束断面積から篩部断面積を差し引くことによって求めた。小維管束の木部の横断面は多くの場合不定形であったが、楕円に準じて断面積を計算した。さらに大維管束については、大導管 (後生木部にみられる2本の大導管) の内径を測定し大導管直径とした。以上えられた諸形質値は、いずれも維管束直径との関係において検討した。すなわち、維管束直径を x , 他の形質値を y とし、両者の間に、

$$y = ax^b$$

なるアロメトリー式をあてはめ、係数 b により維

管束の大きさ（直径あるいは断面積）との関係を判定した。

3. 葉面積と葉の横断面の通導組織量との関係

まず、個葉について、葉身および葉鞘の所定の部位の横断面における維管束の総断面積（以下単に維

管束総断面積と呼ぶことにする）を求めた。維管束総断面積は、前記第1項で求めた個葉の維管束の直径の頻度分布（第2, 3図）から算出した。

つづいて、個葉の葉面積と、葉身基部および葉鞘中央部断面における篩部あるいは木部総断面積との

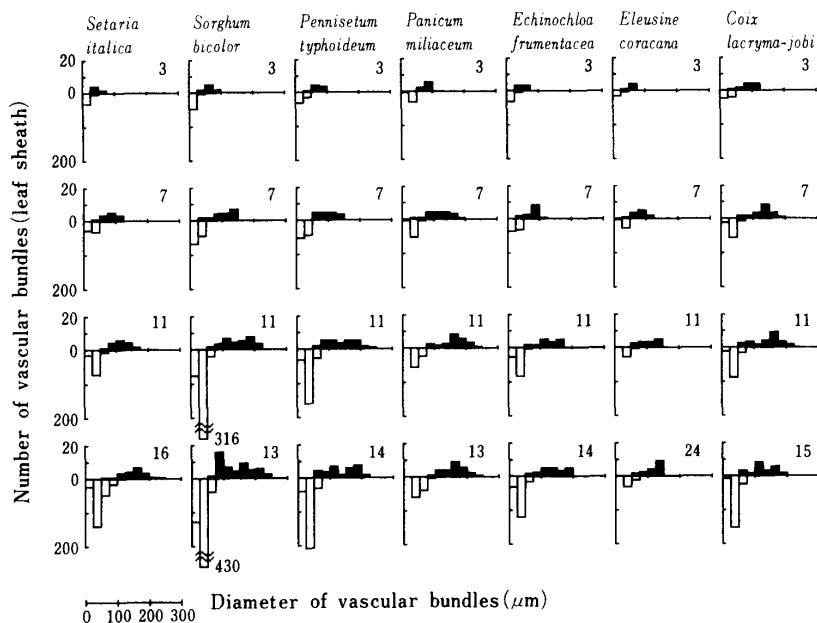


Fig. 2. Frequency distribution of vascular bundles at the base of leaf blades. Large vascular bundles are shown on the upper side and small ones on the lower side. Numerals on right side of figures show the short-unit number.

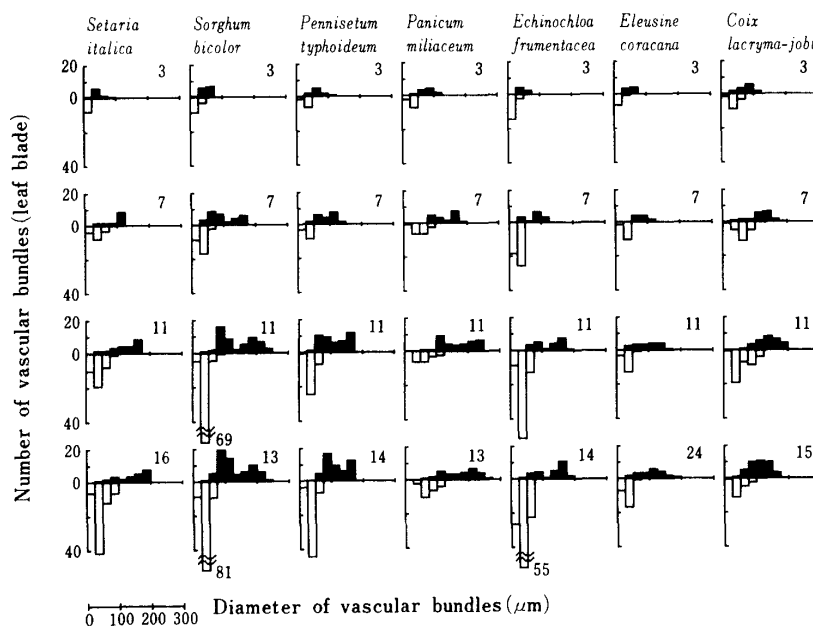


Fig. 3. Frequency distribution of vascular bundles at the center of leaf sheaths. Large vascular bundles are shown on the upper side and small ones on the lower side. Numerals on right side on figures show the shoot-unit number.

量的関係を検討した。篩部あるいは木部総断面積は、維管束直径ごとの頻度分布（第2, 3図）に、前記第2項で求めた個々の維管束の維管束直径と篩部、木部断面積との量的関係（第2, 3表）を適用することによって算出した。

結 果

1. 維管束の数と頻度分布

各作物を通じて、葉身（第2図）と葉鞘（第3図）のいずれにおいても、高位要素の葉面積の大きい葉ほど、大・小維管束の数がともに増加する傾向にあった。同一要素で比較すると、葉鞘は葉身に比べて、大維管束の数が若干多かったのに対し、小維管束の数は著しく少なかった（第2図と第3図では小維管束について縦軸の尺度が異なることに注意されたい）。

葉身および葉鞘の大・小維管束はともに高位要素において、維管束直径の大きいものの占める割合が高かった。小維管束の維管束直径には、葉身では約100 μm 、葉鞘では約120 μm の上限があるとみられ、変異の幅が小さかった。これに対し、大維管束の維管束直径には、約30 μm から250 μm までの大きな変異がみられた。

2. 維管束の内部形態

維管束直径と維管束の内部形態に関する諸形質との量的関係に関しては、以下に示すように、多くの場合相関係数の値は1に近く、アロメトリー式による回帰が適当と判断された。

(1) 維管束直径と篩部断面積との関係

大維管束においては、葉身、葉鞘いずれについても、各作物を通じて係数 b は2に近い値を示すものが多く、維管束断面積にほぼ比例して、篩部断面

Table 1. Relationships between the diameter of vascular bundles and the cross sectional area of their phloems.

	Leaf blade								Leaf sheath							
	Large vascular bundle				Small vascular bundle				Large vascular bundle				Small vascular bundle			
	a	b	r	n	a	b	r	n	a	b	r	n	a	b	r	n
<i>Setaria italica</i>	0.47	1.74	0.98	24	0.12	2.20	0.98	24	1.28	1.50	0.99	23	0.79	1.72	0.98	20
<i>Sorghum bicolor</i>	0.03	2.35	0.99	28	0.07	2.36	0.98	28	0.08	2.16	0.99	25	0.48	1.82	0.96	23
<i>Pennisetum typhoideum</i>	0.16	2.02	0.99	28	0.04	2.46	0.98	28	0.17	2.03	0.99	28	0.34	1.96	0.95	27
<i>Panicum miliaceum</i>	0.20	1.85	0.98	28	0.04	2.36	0.95	28	0.08	2.06	0.98	28	0.08	2.20	0.98	26
<i>Echinochloa frumentacea</i>	0.09	2.15	0.99	28	0.007	2.98	0.95	28	0.21	1.98	0.99	28	0.11	2.26	0.96	28
<i>Eleusine coracana</i>	0.06	2.21	0.95	26	0.08	2.23	0.95	24	0.14	2.01	0.98	22	0.19	1.94	0.92	21
<i>Coix lacryma-jobi</i>	0.12	2.09	0.97	28	0.06	2.42	0.96	28	0.64	1.73	0.98	24	0.48	1.80	0.95	24

a, b : coefficients of allometry ($y = ax^b$).

(x = diameter of vascular bundle (μm), y = cross sectional area of phloem (μm^2)).

r : coefficient of correlation.

n : number of vascular bundles observed.

Table 2. Relationships between the diameter of vascular bundles and the cross sectional area of their xylems.

	Leaf blade								Leaf sheath							
	Large vascular bundle				Small vascular bundle				Large vascular bundle				Small vascular bundle			
	a	b	r	n	a	b	r	n	a	b	r	n	a	b	r	n
<i>Setaria italica</i>	0.43	2.08	1.00	24	0.011	2.65	0.96	24	0.32	2.15	1.00	23	0.04	2.42	0.96	20
<i>Sorghum bicolor</i>	0.93	1.91	1.00	28	0.008	2.92	0.98	28	0.72	1.97	1.00	25	0.03	2.61	0.99	23
<i>Pennisetum typhoideum</i>	0.57	2.01	1.00	28	0.004	2.99	0.91	28	0.54	2.02	1.00	28	0.01	2.69	0.98	27
<i>Panicum miliaceum</i>	0.10	2.28	1.00	28	0.005	2.72	0.92	28	0.13	2.22	0.99	28	0.003	2.90	0.98	26
<i>Echinochloa frumentacea</i>	0.67	1.97	1.00	28	0.003	3.07	0.93	28	0.55	2.02	1.00	28	0.02	2.60	0.97	28
<i>Eleusine coracana</i>	0.05	2.43	0.98	26	0.005	2.78	0.84	22	0.08	2.33	1.00	22	0.06	2.00	0.85	21
<i>Coix lacryma-jobi</i>	0.58	2.01	1.00	28	0.05	2.46	0.95	28	0.28	2.16	1.00	24	0.05	2.54	0.97	24

a, b : coefficients of allometry ($y = ax^b$).

(x = diameter of vascular bundle (μm), y = cross sectional area of phloem (μm^2)).

r : coefficient of correlation.

n : number of vascular bundles observed.

積が増加するものとみられた (第1表)。小維管束については、 b の値は多様であったが、葉身においては2より大となる場合が一般的であった。

(2) 維管束直径と木部断面積との関係

大維管束においては、多くの b が2に近い値を示し (第2表)、維管束の断面積と木部断面積とがほぼ比例関係を保っていた。小維管束においては、ほとんどの場合に b は2より大きく、維管束断面積が増加するにしたがい、木部の占める割合が相対的に大きくなった。

(3) 維管束直径と大導管直径との関係

b の値は、葉鞘の大維管束において、葉身に比べてやや大きい傾向にあったが、いずれの場合もおおよそ1に近い値を保っていた (第3表)。すなわち、維管束断面積 (直径) にほぼ比例して、大導管の断面積 (直径) が増加した。

以上の結果より、大維管束においては、作物間に若干の相違はあるが、維管束断面積、木部断面積および大導管断面積の3者はほぼ比例関係を保っていた。これに対して、小維管束では、維管束が大きくなるほど、木部の占める割合が高くなることが明らかになった。

3. 個葉の葉面積と通導組織量との関係

(1) 個葉維管束総断面積

葉身基部および葉鞘中央部における個葉維管束総断面積は第4表に示した通りであった。いずれの作物についても、向頂的に葉面積が増加するとともに、個葉維管束総断面積が増加した。個々の要素に着目すると、葉身基部と葉鞘中央部における維管束総断面積はほぼ等しかった。

(2) 篩部総断面積、木部総断面積

各作物とも葉面積が大きいほど、葉身および葉鞘における、篩部、木部総断面積が大きかった (第4図)。しかしながら、葉面積に対して篩部、木部総断面積をプロットすると、概して上に凸の折れ線がえられ、葉面積が小さいほど篩部、木部総断面積が相対的に大きく、葉面積が大きくなると篩部、木部総断面積が相対的に小さかった。

葉面積と篩部、木部総断面積との関係は、いずれの作物についても数量的にきわめて類似しており、作物間の種類による差異は大きくなかった。

なお、同一要素において葉身と葉鞘の篩部総断面積を比較すると、両者は近い値を示したが、葉身の篩部総断面積が葉鞘に比べて常にやや大きかった (第4図)。これに対して、木部総断面積を比較して

みると、いずれの場合にも、葉鞘において葉身より大きな値が得られた。

考 察

1. 雑穀類を通じて、葉面積とそれを支える葉身の基部あるいは葉鞘における通導組織量との間には、作物の種類の相違にかかわらず、ほぼ共通の量的関係が保たれていることが明らかになった (第4図)。

個葉の発生過程に着目して上記の事実をみた場合、形成される通導組織の量が最終的な葉面積を規定しているのではないかと、という可能性が考えられる。すでにイネにおいては、葉身長および葉身幅が最終値に達するのに先んじて、葉身の維管束数が決定されることが明らかにされている⁹⁾。また、ダイズにおいては、葉面積の拡大に先んじて、葉柄および葉枕の篩部および木部量が決定される⁹⁾。このように、葉面積の拡大の過程は、これら先行的に決定される維管束を通じて送られる物質に規定され、その結果として、本研究で明らかにしたような、葉面積と通導組織量との間に一定の量的関係が保たれるのではないかと、ということが推察される。

一方、機能面からみるならば、完成した葉身における光合成機能は、これに必要とされる養水分の供給量や生成された光合成産物の転流量と密接に関係していると考えられる。したがって、葉面積と通導組織量との間に、本研究で明らかにしたような密接な関係が存在していることは、機能的にも十分に理解しうるところである。ラッカセイとダイズにおいては、遮光条件下において生長した葉は光合成速度が低下し、これに対応して葉面積に比して葉柄の篩部横断面積が相対的に減少することが明らかにされている⁶⁾。本研究の結果をもあわせ、機能と組織量との間に密接な関係のあることを示す事例とみることができよう。

2. ただし、詳細にみると、いずれの作物についてみても、葉面積の大きい葉ほど相対的に少量の通導組織系によって支持されているという事実も同時に指摘しておかなければならない (第4図)。イネ科以外の植物においても、葉面積と篩部総断面積⁹⁾あるいは木部総断面積^{3,6,7)}との間に、同様の関係が認められている。このように面積の大きい葉で、支持部分の篩部や木部の断面積が相対的に少なくなるという現象は、植物の種類を問わず共通してみられる一つの一般則とみることができないのではないかと

Table 3. Relationships between the diameter of vascular bundles and the diameter of their large vessels.

	Leaf blade				Leaf sheath			
	a	b	r	n	a	b	r	n
<i>Setaria italica</i>	0.29	1.00	0.97	24	0.11	1.18	0.98	23
<i>Sorghum bicolor</i>	0.21	1.09	0.98	28	0.18	1.11	0.98	25
<i>Pennisetum typhoideum</i>	0.20	1.09	0.98	28	0.13	1.16	0.97	28
<i>Panicum miliaceum</i>	0.14	1.10	0.93	28	0.03	1.36	0.97	28
<i>Echinochloa frumentacea</i>	0.22	1.06	0.99	28	0.11	1.18	0.97	28
<i>Eleusine coracana</i>	0.05	1.32	0.98	26	0.05	1.31	0.98	22
<i>Coix lacryma-jobi</i>	0.45	0.93	0.99	28	0.20	1.06	0.98	24

a,b : coefficients of allometry ($y=ax^b$).(x=diameter of vascular bundle (μm), y=cross sectional area of phloem (μm^2)).

r : coefficient of correlation.

n : number of vascular bundles observed.

Table 4. Leaf area and cross sectional area of vascular bundles.

	Shoot unit	Leaf area (mm^2)	Cross sectional area of vascular bundles at the base of blade (mm^2)	Cross sectional area of vascular bundles at the center of sheath (mm^2)
<i>Setaria italica</i>	3	1.3	0.02	0.02
	7	19	0.11	0.12
	11	60	0.30	0.35
	16	130	0.74	0.53
<i>Sorghum bicolor</i>	3	4.6	0.04	0.03
	7	57	0.24	0.28
	11	288	0.93	1.04
	13	383	1.41	1.12
<i>Pennisetum typhoideum</i>	3	5.4	0.05	0.04
	7	31	0.18	0.19
	11	180	0.73	0.70
	14	272	0.82	0.77
<i>Panicum miliaceum</i>	3	3.5	0.07	0.05
	7	39	0.28	0.27
	11	113	0.66	0.76
	13	125	0.76	0.73
<i>Echinochloa frumentacea</i>	3	1.4	0.02	0.02
	7	17	0.10	0.11
	11	86	0.32	0.39
	14	154	0.52	0.49
<i>Eleusine coracana</i>	3	1.2	0.02	0.02
	7	8.3	0.08	0.08
	11	30	0.18	0.17
	24	47	0.28	0.22
<i>Coix lacryma-jobi</i>	3	15	0.10	0.09
	7	73	0.34	0.30
	11	183	0.60	0.59
	15	111	0.57	0.43

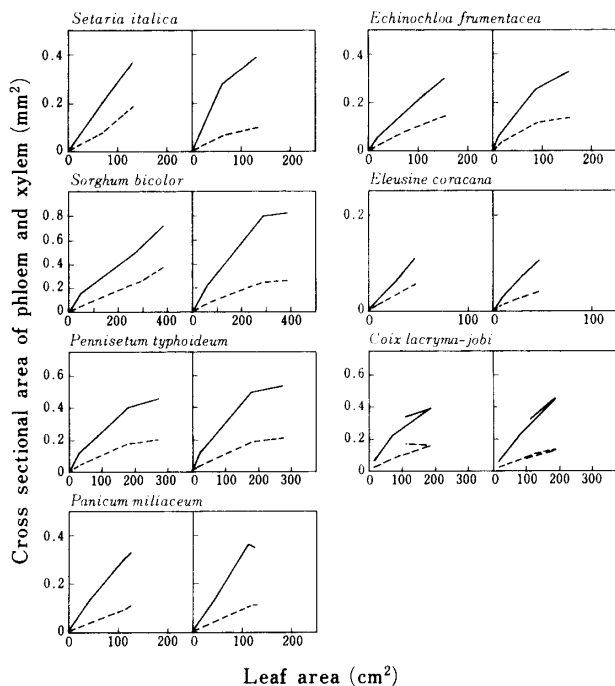


Fig. 4. Relationships between leaf area and the cross sectional area of phloem (broken line) and xylem (solid line) at the base of leaf blade (left side) and at the center of leaf sheath (right side). Lines were drawn along the sequence of shoot-units.

考える。この点については、面積の大きい葉の支持部分には直径の大きな維管束が多く存在し (第2, 3図), これら太い維管束が太い導管や篩管を含む点で、高い通導能力を示すと推察されること等が関係しているのではないと思われる。

また、各作物の通導組織を要素別に比較した場合、葉身と葉鞘における維管束総断面積がほぼ等しかった (第1表) にもかかわらず、篩部総断面積は葉身で、木部総断面積は葉鞘でそれぞれ大きくなっていった (第4図) という事実は、機能的にみて関心を呼ぶところと考えられる。周知のように、成熟葉においては、葉身で生産された光合成産物は篩部を通過して基部側へ、根から吸収された養水分は木部を通過して葉身へ輸送されるのがふつうである。木部は基部 (葉鞘)、篩部は先端部 (葉身) と、いずれも通導する物質の供給側に近い部位において組織量が多いという本研究でえられた結果はこの点で示唆的と考えられる。ただし、この点に関連して、サトウキビの葉においては、篩部および木部を構成する篩管および導管部分の横断面積はいずれも、葉身・葉鞘を通じて基部側ほど大きくなっているという、本研究結果とは必ずしも一致しない観察結果が報告さ

れており¹⁾、植物体内の通導組織の量的分布については、今後追求すべき興味深い問題が少なくないと思う。

3. 大維管束では、諸組織の量的構成が葉身・葉鞘ごとに一定に保たれており、維管束の大きさに相似的に、篩部、木部および導管の大きさが変化していた (第2~4表)。これに対して小維管束では、その大きさが異なると内部の組織構成が変化し、大型の小維管束ほど篩部や木部の占める割合が高くなっていた (第2, 3表)。

トウモロコシ、サトウキビなどのイネ科植物では、大、小維管束のほかに中維管束 (intermediate bundle) を区別する場合がある²⁾。中維管束は2本の大導管をもたないが、維管束鞘延長部 (bundle sheath extension) が、大維管束と同様に葉の表裏の表皮にまで達し、形態的には大、小維管束の中間的なものと考えられる。本研究においても、葉縁部から中肋部に向かって、小維管束は増大し、大きさの変動にともなって中維管束的な形態を示すものが認められた。このような中維管束の存在を考慮するならば、大、小維管束の組織構造の違いを統一的に理解することが可能であろう。すなわち、維管束を大きさの順に配列してみると、小さなもの (小型の小維管束) では篩部や木部の占める割合が著しく低く、維管束が大きくなる (大型の小維管束あるいは中維管束に相当するもの) にしたがって次第に篩部および木部の占める割合が増加していく。そして木部がある大きさに達した段階が2本の大導管を有する維管束であり、大維管束が大型化する場合には、内部の諸組織の量的割合は一定に保たれる、といった図式が描かれるのではないかとすることである。葉内の1本の維管束を葉の軸に沿って追跡してみると、大、中、小と維管束の形態変化が順次認められるという観察結果¹⁾も、各種維管束の連続性を反映した現象ではないかと考えられる。

引用文献

- Colbert, J. T. and R.F. Evert 1982. Leaf vasculature in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Planta* 156: 136-151.
- Evert, R.F. 1980. Vascular anatomy of angiospermous leaves, with special consideration of the maize leaf. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 93: 43-55.
- 中元朋実・山崎耕字 1984. ダイズ個葉における葉面積と葉枕、葉柄の木部・篩部量との関係。日作紀 53 (別1): 142-143.
- ・——— 1988. 雑穀類の栄養器官および

- 通導組織間の量的相互関係. 第1報 要素構造からみた雑穀類の形態. 日作紀 57: 476—481.
5. Segovia, A.J. and R.H. Brown 1978. Relationship of phloem size to leaf size and position. *Crop Sci.* 18: 90—93.
 6. White, D.J.B. 1954. The development of the runner-bean leaf with special reference to the relation between the sizes of the lamina and of the petiolar xylem. I. The relation between lamina area and petiolar xylem. *Ann. Bot.* 71: 327—335.
 7. Woodhouse, R.M. and P.S. Nobel 1982. Stipule anatomy, water potentials, and xylem conductance in seven species of ferns (Filicopsida). *Amer. J. Bot.* 69: 135—140.
 8. 山崎耕宇 1963. 水稻の葉の形態形成に関する研究. I. 葉の発育経過に関する一般的観察. 日作紀 31: 371—378.
-