

## 在来禾穀類における生育特性と栽培様式との対応に関する 研究 (3)

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
著者	堀内, 孝次 内藤, 謙二
巻/号	53巻4号
掲載ページ	p. 379-386
発行年月	1984年12月

## 在来禾穀類における生育特性と栽培様式との対応に関する研究

### 第3報 移植時における幼苗の体内水分バランス\*

堀内孝次・内藤謙二

(岐阜大学農学部)

昭和58年11月4日受理

直播・移植適応性に関する活着能力の大小は在来禾穀類の栽培様式(直播, 移植)を決定する上で極めて重要であり, 前報<sup>4)</sup>ではとくに乾燥土壌条件下での発根能力と活着率との関係からシコクビエ・モロコシ(移植型), アワ・キビ(直播型), ヒエ(両方の栽培様式が同程度の割合で認められる中間型)に大別しうる点を指摘した。本報では活着の良否について移植苗の体内水分バランスを中心に作物間比較を行うとともに, 活着に及ぼす苗の素質について検討した。

蒸散と吸水は作物体内の水分バランスに大きく影響する。岐阜県高根村日和田地区ではヒエの苗の先端部を剪葉して畑移植する。これは活着を容易にするために葉からの蒸散を抑制する措置である。同様な措置はイネにおいても徒長苗や大苗等の移植にもしばしばなされる。一般に移植栽培では, 苗畑から苗を抜取る際の断根により, 苗の水分吸収能力が大きく低下する。この間, 日射や風などの影響により蒸散が高まり, 植物体内の水分バランスが崩れて萎凋することがある。在来禾穀類における直播・移植適応性の差異もこのような移植時の体内水分バランスの保持力の差に基づいていることが推測される。

また, 活着は苗の素質によっても影響されやすいが<sup>1,2,3,8,9,10)</sup>, 本稿ではこの点についても異なる窒素レベルで育成した苗を対象に発根性の点から作物間比較した結果を併せて報告する。なお, 栽培事例に関する記載は岐阜県飛騨山地を中心に1978年から1981年にかけて実施した現地栽培調査結果の一部である。

### 材料と方法

供試材料はアワ, キビ, ヒエ, シコクビエ, モロコシでいずれも前報と同様にして育成した30日苗を用いた。

1. 蒸散 蒸散能力の比較として水耕培養した移植苗の吸水速度をpotometer装置(1mlメスピペット使用)によりガラス室内で測定し, 吸水速度をも

って蒸散速度とした。測定時間は13:00~17:00(5月下旬, 晴天日)で, 供試個体数は作物種毎に2個体, 3反復の計6個体とした。乾燥条件下における水分保持能力は苗床より各作物種について10個体を抜き取り, これらを人工気象室内(温度25°C, 湿度約75%, 白色蛍光灯20W, 空気循環式)の網棚の上に置いた後, 重量変化を経時的に測定して比較した。この場合, 根に付着した土は流水で洗い流し, 漏紙で附着水を吸いとった。単葉レベルでの水分保持能力も同様の方法で葉位別に測定した。その他, スンプ法による葉位別の気孔の数と大きさの観察及び個体の器官別含水率も調べた。

2. 溢泌 水分吸収に係わる要因としての根圧を取り上げ, 溢泌液量の測定を行った。地際より5cmの位置で茎を切断し, この切断面からの溢泌液をビニール袋で覆った脱脂綿に吸収させ, 15時間後の重量を測定した。反復は作物種毎に6個体とした。

3. 苗の素質 材料として異なる肥料レベルで育成した苗(5種)を用いた。すなわち, 各務原火山灰土壌を用いて準備した苗床(苗箱:長さ×幅×深さ=60cm×17cm×15cm)に化成肥料(10:10:10)を施用し, 多肥区(45g/苗箱), 標準肥区(15g/苗箱)及び無施肥区を設定してこれに播種した。栽植密度5cm×1cmで30日間苗を育成した後, 発根能力をみるため各区から生育中庸な10個体を抽出し, 発根節を傷めぬよう剪根してパーミュキュライト培地に発根節部を挿入した。これを25°C, 暗条件の人工気象室内に5日間置いた後, 発根数と最長根長を測定した。また, 同様の苗を5cm×5cmの密度で標準施肥レベルの苗床に移植し, 2週間後の地上部茎葉と根の乾物重を測定した。

### 結果及び考察

1. 蒸散 蒸散速度は, 個体当りでは第1表のようにヒエが最も大きくアワが最も小さい。この場合, 葉面積の大きさと蒸散速度とは概ね正の相関がみられるものの, 最大葉面積を示したモロコシの蒸散速度

\* 日本作物学会第166回講演会(昭和53年10月)において一部発表。

Table 1. Transpiration rate and leaf area of 30 days old plants among the different millets.

Millets	Leaf area (cm <sup>2</sup> )	Transpiration rate	
		H <sub>2</sub> O mg/plant/hr	H <sub>2</sub> O mg/dm <sup>2</sup> /hr
Italian millet	7.98±0.54	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.80±0.08 <sup>b</sup>
Common millet	18.28±0.41	0.14±0.02 <sup>b</sup>	0.76±0.11 <sup>b</sup>
Japanese barnyard millet	25.81±0.55	0.28±0.01 <sup>d</sup>	1.10±0.09 <sup>c</sup>
Sorghum	44.35±5.56	0.16±0.05 <sup>b,c</sup>	0.35±0.09 <sup>a</sup>
Finger millet	21.30±0.97	0.19±0.04 <sup>c</sup>	0.89±0.18 <sup>c</sup>

Note: The same small letters of the alphabet show non-significant difference between the millets by Duncan's New Multiple Range Test at 5% probability level.

は、より少葉面積のヒエやシコクビエよりも小さい。この傾向は単位葉面積当り蒸散速度をみると明白で、モロコシの蒸散速度が最小となっている。換言すれば供試作物中、最大の生長を示したモロコシは最も水利用効率の高い作物であるといえる。この点は一般にモロコシの要水量が少ないという記載<sup>12)</sup>とも一致している。これに対してヒエ、シコクビエは蒸散速度が大きく、とりわけヒエの値は大きい。乾燥状態を想定した場合の個体の体内水分保持能力を明らかにするため、苗床から抜き取った苗を人工気象室内(空気循環式)に置いて個体の含水率の変化を調べた。第1図よりアワの含水率が短時間のうちに最小となり、次いでシコクビエ≒モロコシで、測定開始24時間後ではヒエが最大で、水分保持能力が大きくなっている。最終測定値の含水率(対生体重比)はヒエ43%、キビ36%、シコクビエ33%、モロコシ27%、アワ25%であった。第2表に移植時の蒸散に係わるとみられる苗の含水率を器官別に示した。葉身、葉鞘+茎のいずれにおいてもアワが最小で、シコクビエが最大である。これは両者の葉の観察からも厚さの違いとして特徴づけられるが、この点は比葉面積の値とも対応している。しかし、ヒエではこの関係はみられず、ヒエとシコクビエでは植物体内の保水構造に違いのあることが考えられる。葉の水分保持能力を検討するため、シコクビエとアワの単葉による含水率の変化の比較を第2図に示した。アワは乾燥開始後5時間で含水量の減少が平衡

状態となり、含水率は上位葉は29%、下位葉23%となった。一方、シコクビエは9時間以降ほぼ平衡状態となり、含水率は上位葉21%、下位葉19%とアワよりも低い。21時間後ではアワが上位葉で28%、下位葉22%で安定しており、シコクビエは上位葉19%、下位葉18%でなお徐々に下降している。葉位間の比較をすると、測定開始直後はアワの含水率は明らかに下位葉で高い傾向を示し、シコクビエでは明瞭な差は

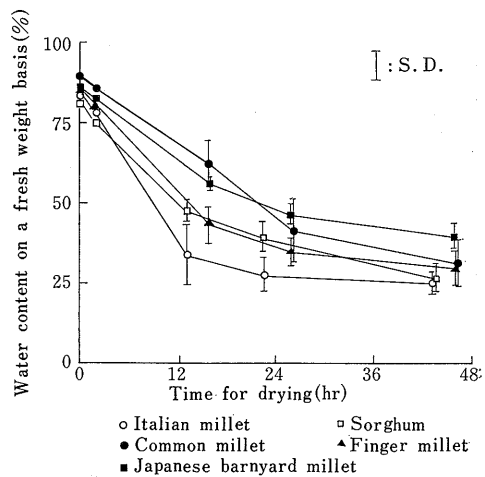


Fig. 1. Change of water content of the plants along with time in drying condition.

Table 2. Water content on a fresh weight basis in the different organs of the plant.

Millets	Leaf blade	Leaf sheath & stem	Specific leaf area
Italian millet	81.3±3.3 <sup>a</sup> (%)	86.9±1.3 <sup>a</sup> (%)	557.0(cm <sup>2</sup> /g)
Common millet	88.5±0.9 <sup>b</sup>	90.0±0.4 <sup>b,c</sup>	401.6
Japanese barnyard millet	86.0±0.6 <sup>b</sup>	91.2±2.0 <sup>c</sup>	574.0
Sorghum	83.1±1.0 <sup>a</sup>	87.3±2.0 <sup>a,b</sup>	493.6
Finger millet	88.2±1.9 <sup>b</sup>	91.2±2.3 <sup>c</sup>	455.8

Note: The same small letters of the alphabet show non-significant difference between the millets by Dunca's New Multiple Range Test at 5% probability level.

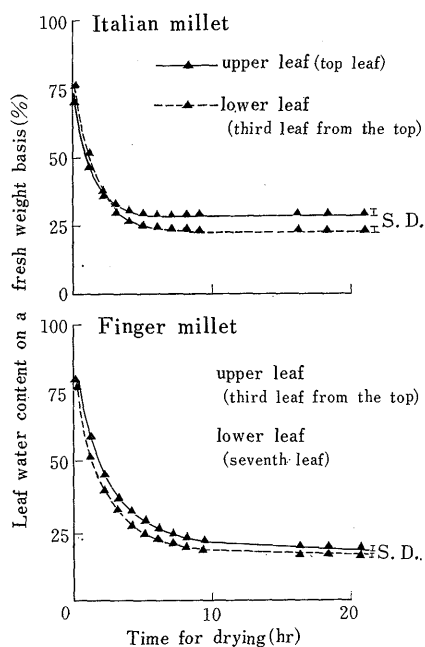


Fig. 2. Change of water content in the single leaf in drying condition.

みられない。測定後3時間あたりから、アワでは葉位間の含水率が逆転し、下位葉で小さくなっている。他方、シコクビエの含水率は葉位間に大差はないものの、測定後1時間で下位葉の方が小さくなる傾向がある。牛島<sup>13)</sup>は葉令が進行すると気孔開閉の敏感さが低下し、そのため老令の葉では若い葉に較べて水分保持能力が低下するという桑の例をあげているが、本実験においても最終段階で下位葉の含水率減少割合が大きかった理由として上位葉よりも下位葉で aging が進行している点をあげることができよう。

次に蒸散に直接関与する気孔について密度と大きさの作物間比較を第3、4図に示した。細胞の大きさは葉位によって若干異なるものの、一般的にはヒエとシコクビエで長さ、幅とも大きく、アワ、モロコシで小さい傾向がみられる。他方、単位面積当たり気孔数はアワ、キビで多く、特に前者で顕著であった。モロコシは他作物に較べて細胞の大きさが小さく、気孔数も少ない傾向がある。さらに葉位別の気孔数は概して上位葉に多い傾向にあるがシコクビエでは葉位間に明瞭な差が認められない。本実験内では気孔の開閉機能については取り上げていないが、気孔の数と大きさの点から移植苗の蒸散速度をみる限りでは、モロコシは蒸散速度が供試材料中、最も遅くなる条件を有し、逆にアワは速くなる条件を有している。気孔数と蒸散との関

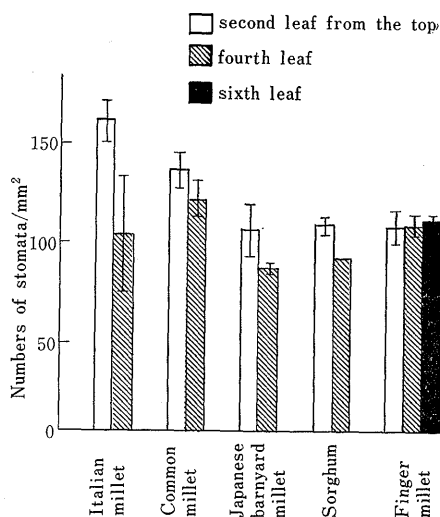


Fig. 3. Number of stomata at the different leaf positions among millets.

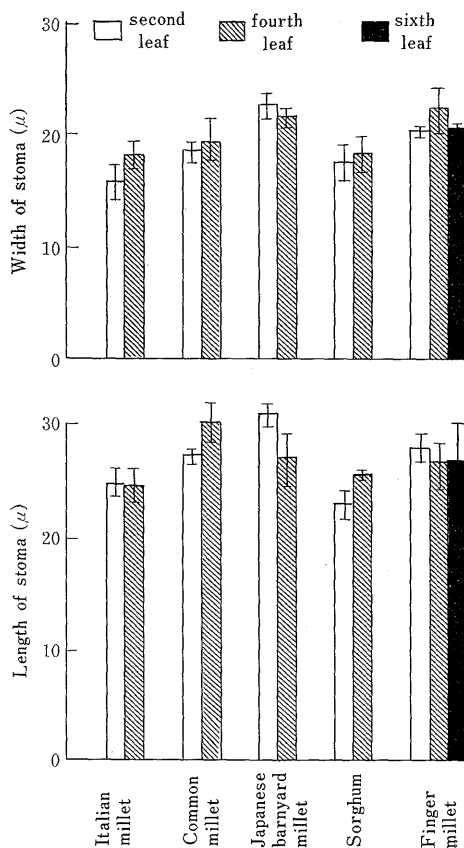


Fig. 4. Size of stomata at the different leaf positions among millets.

係について、吉田<sup>14)</sup>はオオムギを対象に止葉の気孔数の異なる集団を用いて気孔数と蒸散との関係をみており、このなかで気孔数と蒸散は高い正の相関を示すとしている。本実験で扱った移植苗では特に気孔数が少なかったモロコシの場合は、単位葉面積当り蒸散速度は供試作物種中、最低を示し、吉田と同様の結果をみたが、ヒエの場合はむしろ逆で気孔数の割には蒸散速度は大きかった。このことは植物体の水分生理的機能の差異、例えば石原<sup>9)</sup>が指摘している蒸散に及ぼす気孔閉鎖機構の影響等も考慮したより詳細な蒸散比較の必要性を示唆しているものと思われる。

2. 溢 泌 根の吸水能力を検討する上で、これまで水分吸収との関連から栄養成分の分析や転流問題等を明らかにする目的で多く測定されてきた溢泌液量をここでは根圧により吸収された水が根から茎、葉鞘へと移動していく現象の指標として、根の活力の一部とみなした。第3表より個体当りの溢泌液量はヒエが最大で、アワとキビが最小である。これらの間では蒸散速度が大きいと根圧も大きいという対応関係がみられる。これと同様モロコシはヒエに次いで個体乾物重が大きいが、この約1/2の乾物重であるキビと溢泌液量は変わらない。これはモロコシ苗の吸水性が相対的に小さいことを示すもので、蒸散実験の結果と符号している。根の乾物重1g当りで比較するとアワ、キビが極めて大きく、シコクビエ、モロコシが小さくなっている。これは少量の根で効率のよい水分吸収をしていることを示しており、T/R比との比較からも理解できる。第5図に溢泌液量/根乾物1gとT/R比の相関を示した。相関係数は $r=0.906^{***}$ と高い値であった。このようにアワ、キビではT/R比が大きいため根の単位乾物重当り吸水能力は他作物よりも高いといえる。すなわち、T/R比の小さいヒエ、シコクビエ、モロコシでは根の乾物重1g当りの吸水能力はアワ、キビに劣るが根量の多い点で水分バランスを保っていることになる。これに対し、アワ、キビは根量は少な

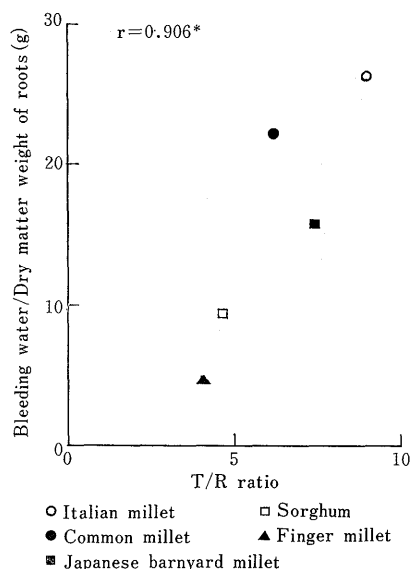


Fig. 5. Relation between bleeding water/dry matter weight of root and T/R ratio.

いものの、根の吸水能力が大きいことにより体内水分バランスが保持されているといえる。特に移植栽培においては、移植時の断根の影響がアワ、キビで大きく、このことが吸水に支障を来し、体内水分バランスを崩す結果、活着不良につながる結論される。蒸散器官としての葉の面積と吸水器官である根の重さから根乾物1g当りの葉面積を比較した場合も同様な傾向がみられ、蒸散に及ぼす根1gがもつ影響力の大きさはアワで大きく、モロコシ、シコクビエで小さくなっている。このように、在来禾穀類の移植適応性に係わる活着の良否の差は吸水低下程度の差如何によることが明らかで、これが蒸散との関連から最終的に体内水分バランス維持力の差となってあらわれるといえる。

3. 苗の素質 異なる肥料レベルで育苗した苗の発

Table 3. Bleeding water, dry matter weight and T/R ratio of 30 days old plants.

Millets	Bleeding water (g)			Dry matter weight (g)		T/R ratio
	per plant	per D.M.W. of plant	per D.M.W. of root	plant	root	
Italian millet	0.14±0.02	2.90±0.40 <sup>c</sup>	27.3±6.7 <sup>b</sup>	0.05±0.01	0.005±0.001	8.65±3.60
Common millet	0.28±0.06	3.12±0.68 <sup>c</sup>	22.3±4.8 <sup>b</sup>	0.09±0.03	0.013±0.003	6.42±2.31
Japanese barnyard millet	0.44±0.07	1.74±0.43 <sup>b</sup>	16.1±6.4 <sup>a</sup>	0.26±0.05	0.030±0.009	7.42±0.90
Sorghum	0.28±0.09	1.61±0.44 <sup>b</sup>	9.2±4.2 <sup>a</sup>	0.17±0.03	0.033±0.013	4.58±1.34
Finger millet	0.36±0.09	0.86±0.63 <sup>a</sup>	4.7±1.0 <sup>a</sup>	0.13±0.03	0.025±0.003	4.15±0.58

Note: The same small letters of the alphabet show non-significant difference between the millets by Duncan's New Multiple Range Test at 5% probability level.

Table 4. Root growth of plants after root cutting at different fertilizer levels.

Millets		Fertilizer levels		
		non-application	standard level	high level
Italian millet	Number of roots	2.7 ±0.5	3.5 ±1.0	3.3 ±0.9
	Maximum root length	1.5 ±0.5 (cm)	1.6 ±0.7 (cm)	1.5 ±0.3 (cm)
	Culm & leaf weight*	0.03±0.01 (g)	0.06±0.02 (g)	0.04±0.01 (g)
Common millet	Number of roots	3.2 ±1.4	2.7 ±0.9	—
	Maximum root length	1.7 ±0.9	1.1 ±0.3	—
	Culm & leaf weight	0.03±0.01	0.04±0.01	—
Japanese barnyard millet	Number of roots	4.3 ±1.2	5.7 ±0.9	3.7 ±0.7
	Maximum root length	4.8 ±1.4	4.3 ±1.2	4.3 ±1.0
	Culm & leaf weight	0.09±0.03	0.17±0.06	0.12±0.03
Sorghum	Number of roots	3.0 ±0.5	3.7 ±0.5	3.3 ±0.8
	Maximum root length	2.8 ±1.0	1.9 ±0.9	1.5 ±0.9
	Culm & leaf weight	0.15±0.05	0.17±0.07	0.15±0.05
Finger millet	Number of roots	2.3 ±0.5	3.4 ±0.5	4.3 ±1.0
	Maximum root length	4.7 ±0.8	3.7 ±0.7	3.2 ±1.0
	Culm & leaf weight	0.05±0.02	0.17±0.01	0.18±0.06

Note: \*...values at the time of root cutting treatment.

根性をみるため、剪根後5日目の発根数と最長根長を第4表に示した。発根数はキビの標準肥区苗が無施肥区苗と差がなかったのに対し、他の4種はいずれも施肥区苗で増えている。しかし、多肥区ではキビは正常に生育せず、いわゆる肥料まけによる根の発育不良が原因で移植に耐えず枯死に近い状態となった。このためキビの多肥区苗の数値はあげていない。ヒエ、モロコシ、アワも多肥区では減少傾向を示したが、シコクビエは発根数が減少せず他とは対照的な生育を示した。最長根長はアワが標準肥区苗でやや長い傾向がみ

られたが、その他はすべて無施肥区苗で最も長い傾向にあった。一方、茎葉重はシコクビエを除き、いずれの作物も標準肥区苗で最大であり、多肥区苗になると乾物重の増加程度が減少し、標準肥区苗よりも軽くなっている。多肥条件に対する作物間に肥料反応差のあることが明らかである。また、移植時の苗の地上部茎葉重が大きい程、発根数が多いことも認められた。

次にこれらの素質の異なる苗を移植したところ、苗はすべて活着したので2週間後に乾物重を測定し、活着後の生育をみた。この場合、水管理は移植直後の2

Table 5. Dry matter weight of plants and T/R ratio at 2 weeks after transplanting at different fertilizer levels.

Millets	Dry matter weight T/R ratio	Fertilizer levels		
		non-application	standard level	high level
Italian millet	Root weight	0.01±0.00(g)	0.03±0.01(g)	0.03±0.01(g)
	Culm & leaf weight	0.13±0.06(g)	0.20±0.09(g)	0.17±0.04(g)
	T/R ratio	13.00	6.67	5.67
Common millet	Root weight	0.01±0.00	0.02±0.01	—
	Culm & leaf weight	0.06±0.02	0.15±0.05	—
	T/R ratio	6.00	7.50	—
Japanese barnyard millet	Root weight	0.08±0.03	0.09±0.02	0.08±0.04
	Culm & leaf weight	0.25±0.07	0.33±0.05	0.30±0.08
	T/R ratio	3.13	3.67	3.50
Sorghum	Root weight	0.06±0.03	0.03±0.06	0.03±0.07
	Culm & leaf weight	0.29±0.07	0.29±0.07	0.34±0.11
	T/R ratio	4.83	4.83	4.86
Finger millet	Root weight	0.06±0.03	0.07±0.03	0.10±0.07
	Culm & leaf weight	0.14±0.08	0.19±0.02	0.30±0.08
	T/R ratio	2.33	2.14	3.00

Note: — ; almost withering.

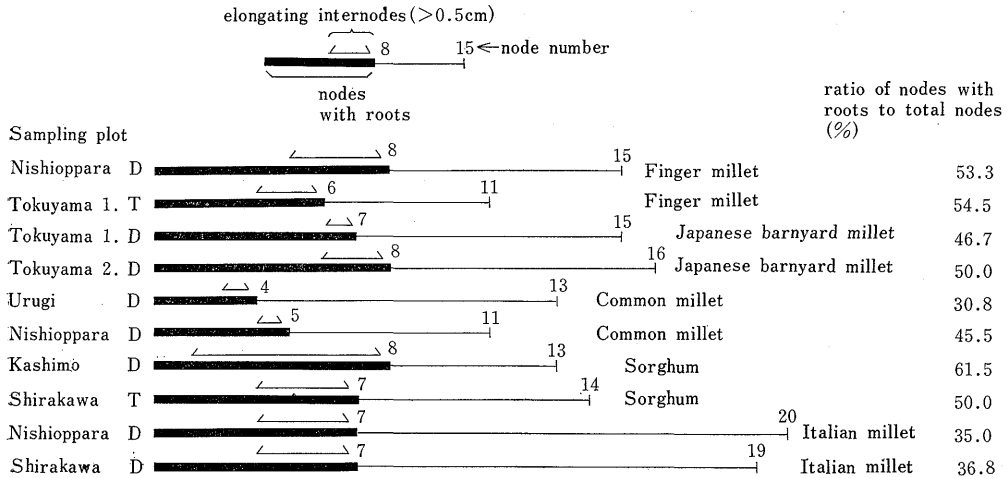


Fig. 6. Number of total nodes, nodes with roots, nodes with elongating internodes and ratio of nodes with roots to total nodes on the samples from farmers' fields.

Note : D ; direct sowing T ; transplanting.

日間灌水したのみで以降無灌水としたことから、移植時の土壌（本実験では黒ボク土）が2日間十分湿っているなら、その後の乾燥に対しても活着に支障のないことがわかる。移植後2週間目の乾物重を第5表にあげた。ここでも肥料レベルに関係なくT/R比はアワ、キビで大きい。これに較べてシコクビエ、ヒエ、モロコシはT/R比が小さい。このことから地上部に対する根部の生育割合は移植型作物の方が直播型作物により相対的に大きいことが明白である。この点は現地栽培調査において採集した個体の発根節割合（主稈全節数に対する発根節の割合、第6図）がアワ、キビの35~46%に対し、シコクビエ、モロコシが50~62%と高かったことから理解できる。苗の素質に関するこれらの結果は、育苗に当っての作物毎の適量な施肥は苗を充実させ活着を良好にすることを示唆している。

以上、本実験結果より、在来禾穀類における移植時の活着能力差は苗の植え傷みによる体内水分バランスの崩壊程度の差に起因していることが明らかであり、特にT/R比の大きいアワ、キビで水分バランスの崩れやすい傾向がみられた。なお、施肥前歴の異なる苗の素質の違いによっても発根性は異なり、シコクビエが比較的高い施肥効果を示したが、T/R比は肥料レベルに関係なくアワ、キビで大きく、シコクビエ、モロコシ、ヒエで小さかった。

摘 要

在来禾穀類における移植苗の活着能力差を体内水分

バランスの観点から明らかにする目的で、蒸散と吸水に注目し、蒸散速度、溢泌液量等について作物間比較を行い、以下の結果を得た。なお、苗の素質と発根性との関連も併わせて検討した。

1. 水耕栽培で育成した30日苗の蒸散速度は単位葉面積当りではヒエが最大でモロコシが最小であった。苗床から抜き取った移植苗の場合はアワの水分保持能力が最も小さく、キビ、ヒエで大きい傾向がみられた。

2. アワがシコクビエより水分バランスを崩しやすい理由として次の点が明確となった。

蒸散……移植苗の体内水分含量はアワが最も少なく、かつ蒸散速度も速い。この点に関しては顕鏡結果から単位葉面積当り気孔数の多いことが関係していると推察された。

吸水……アワの吸水能力は根の乾物重1g当り吸水量が多く、溢泌液量も多く根圧が高いが、T/R比は極めて大きい。このため、苗取りの際生じる断根は根量を減ずることから個体としての吸水能力を著しく低下させる原因となり、蒸散とのバランスを崩すと推定された。

他方、シコクビエは根の乾物重1g当り吸水能力は劣るが、T/R比が小さいことや、体内含水量が多いことで水分バランスが保たれている。なお、モロコシは吸水量、溢泌液量とも小さいが、単位葉面積当り蒸散速度の遅いことから少ない水分量で体内水分バランスを維持していると考えられた。ヒエはシコクビエに

近く、キビはアワに近い傾向を示した。

3. 苗の素質と発根性との関連をみるため異なる肥料レベルで育成した苗を対象に発根程度を調べたところ、全般的には標準肥区苗で発根数が増える傾向を示したが、多肥区苗ではシコクビエを除いて減少傾向にあった。最長根長は無施肥区苗でいずれも長かった。移植後2週間目の苗の生育は標準肥区苗で施肥効果がみられ増大したものの、多肥区苗ではアワ、キビ、ヒエとも標準肥区苗よりも劣った。T/R比は肥料レベルに関係なくアワ、キビで大きく、シコクビエ、モロコシ、ヒエで小さかった。この点は現地より採集した各作物の全節数に対する発根節割合の大小とも対応していた。

謝辞：本実験を遂行するに当たり、多くの助言を頂いた本学安江多輔教授、並びに本報告のまとめに際し、有益な御意見を頂いた元京都大学栗原浩教授に厚く感謝の意を表する。

#### 引用文献

1. 茶村修吾・田中芳男・下島 修・近藤武彦・小武キミ 1973. 移植後における稚苗と成苗の根系の比較. 日作紀 42(別1): 5—6.
2. 林 政衛・鈴木幸三郎 1960. 陸稲の早期栽培に関する研究 1. 早期移植栽培における苗の素質と植え傷みの関係について. 日作紀 29: 26—28.
3. 平野哲也・小野寺守一・竹村 雄 1958. 水稻苗の活着に関する研究. 日作紀 26: 199—202.
4. 堀内孝次・安江多輔 1980. 在来禾穀類における生育特性と栽培様式との対応に関する研究. 第2報 活着能力と直播及び移植栽培との対応. 日作紀 49: 593—601.
5. 石原 邦・佐合隆一・小倉忠治 1978. 水稻葉における気孔の開閉と環境条件との関係. 第5報 根群の一部を切除した場合の気孔開度の日変化. 日作紀 47: 499—505.
6. 額綱理一郎 1932. 生理植物学. 一般植物学の生理学的解説. 明文堂. 東京. 363—369.
7. マクシーモフ, N. A. 1959. 植物と水—植物の水分生理と耐乾性に関する論文集. 野口弥吉監修. 川田信一郎・菅原友太・佐藤 勇・高橋英二共訳, 刀江書院, 東京. 234—253.
8. MIRHADI, M. J., S. YOSHIDA and Y. KOBAYASHI 1979. Studies on the productivity of grain sorghum. II. Effects of wilting treatments at different stages of growth on the development, nitrogen uptake and yield of irrigated grain sorghum. Japan. Jour. Crop Sci. 48: 531—542.
9. 宮崎督三・時津忠臣・村岡洋三 1957. たばこ苗の栄養条件が定植後の生長に及ぼす影響. 日作紀 26: 141.
10. 村上利男・近藤和夫・吉田善吉 1973. 水稻の苗質に関する研究. (第2報) 苗質と活着について. 日作紀 42(別1): 3—4.
11. 村岡洋三・佐藤知義 1954. たばこ苗の生理学的研究. 第3報 窒素及び磷酸の濃度を異にして培養したたばこ苗の素質とその定植後の発育について. 日作紀 22: 15—16.
12. 戸刈義次・山田 登・林 武 1961. 作物生理講座 朝倉書店, 東京. 40.
13. 牛島忠広・佐藤秋生・田崎忠良 1975. トウモロコシ, ヒマワリ群落の光合成, 蒸散速度と無機環境要因. 日作紀 44(別2): 83—84.
14. 吉田智彦・D. N. MOSS, D. C. RASMUSSEN 1975. 大麦葉の気孔数の多少が光合成と蒸散に及ぼす影響. 日作紀 44(別2): 99—100.

## Studies on Corresponded-Relations between Plant Characters and Cultivation Methods

### III. Comparison of water balance in plants at transplanting among millets

Takatsugu HORIUCHI and Kenji NAITO

(Faculty of Agriculture, Gifu University, Gifu, 501-11)

#### Summary

Some experiments on transpiration and water absorption were conducted to determine the different rooting ability of millets at the time of transplanting from the viewpoint of water balance in the plant. This report also contains work on the effect of seedling quality on rooting. These experiments were done during the period from 1978 to 1981. The results obtained were as follows:



1. Transpiration rate per leaf area was the highest in Japanese barnyard millet and the lowest in sorghum under the condition of water culture. Among the seedlings from the nursery bed filled with volcanic soil, however, Italian millet showed the highest transpiration, and the low values were seen in common millet and Japanese barnyard millet (Table 1).

2. The reason why Italian millet was subject to losing water balance in the plant at transplanting time, compared with finger millet were as follows: (1) Water content of the plant organs was lower in Italian millet and its transpiration rate was higher. This might be due to the higher stomata density per leaf area. (2) Top/Root ratio of Italian millet is extremely high and it becomes still higher by unavoidable cutting of roots at the time of transplanting. This results in a considerable decrease in water absorption by roots, although Italian millet has high water absorption rate and high level of bleeding water per root dry matter weight. This decrease in water absorption compared to a higher transpiration rate of leaves may result in losing water balance in Italian millet. On the other hand, finger millet had lower water absorption and also lower bleeding water level per root dry matter weight. But this crop had a high water content in its plant organs and a lower ratio of Top/Root. Therefore, the water balance can be kept in the plant. In the case of sorghum, ability of water absorption and bleeding was low and the water balance in the plant may be kept with lower water contents because of its lower transpiration rate due to fewer stomata per leaf area. Japanese barnyard millet and common millet showed a similar tendency to finger millet and Italian millet, respectively (Table 2 and 3, Figs. 4—5).

3. To understand the effect of seedling quality on taking root, the rooting ability of seedlings grown at different fertilizer levels was investigated. New roots were more numerous in the seedlings of the standard fertilizer plot than the non-fertilizer application plot. The longest root was found in the seedling of the non-fertilizer plot. In the high fertilizer plot, only finger millet could produce more roots. Two weeks after transplanting, plants from the standard level plot showed greater growth, whereas common millet, Japanese barnyard millet and Italian millet displayed less growth at a higher level of fertilizer than the standard level (Table 4 and 5).

From the above results, the higher Top/Root ratio is likely to cause taking root to fail at transplanting mainly due to damage of roots by pulling seedlings from the nursery bed, and the resultant decrease of water absorption by roots and loss of water balance in the plant can be seen. Therefore, especially the direct sowing type plants such as Italian millet and common millet are not suitable for transplanting. As to the effect of seedling quality on taking root, the seedlings grown at the standard fertilizer levels generally showed good growth with many newly-emerged roots. But with a higher fertilizer level, all the millets except finger millet could not attain desirable growth.