水稻の植傷みに関する研究

第6報 活着日数の差異が移植後の生育と収量関連形質に及ぼす影響*

山 本 由 徳・久 野 訓 弘

(高知大学農学部)

平成 2 年 4 月 30 日受理

要 旨: 普通期栽培の中生品種、黄金綿の成苗について、根あるいは葉身、および葉鞘を含む地上部の剪除程度を異にする 12 種類の苗²⁶⁾ を設けて移植し、活着日数の差異が移植後の生育と収量関連形質に及ぼす影響について検討した。

1. 移植後の初発分げつ迄日数と移植後 7~8 日目の発根量および根の活力、並びに移植後 19 日目の分げつ数との間には非常に高い有意な負の相関関係がみられたことから、初発分げつ迄日数は損傷部位および程度を異にする苗の活着日数の指標となりうるものと考えた。

2. 活着日数の増加に伴って主稈葉数は増加し、止葉展開日および出穂期は遅延した。しかし、主稈葉数と平均出葉速度との間には高い有意な正の相関関係がみられ、生育時期の遅延程度は活着日数にくらべて小さくなった。そして、活着の遅れた苗ほど移植後初期の生育は劣ったが、活着後は急速に生育速度が回復し、出穂期における個体当りの葉面積および乾物重は全葉剪除苗と全根剪除苗では無処理苗の約 90% まで、また地上部 3 cm 苗ではそれぞれ約 80% および 85% まで回復した。

3. 活着日数と最高分げつ数および穂数との間には有意な負の相関関係がみられた。しかし、活着日数と 1 穂重との間に有意な正の相関関係がみられたために、株当たり穂重に対する苗体の損傷の影響は小さく、無処理苗にくらべて多くの剪除処理苗で優った。また、株当たりわら重および全重への影響は、実験年次の気象条件等の差によって異なり、それに伴って穂重/わら重比への影響も変化した。

キーワード: 植傷み、活着日数、初発分げつ日、水稻、生育過程、生育時期、穂重、穂重/わら重比。

Studies on Transplanting Injury in Rice Plant VI. Effects of earliness of seedling establishment on the subsequent growth and the characters related to yield : Yoshinori YAMAMOTO and Kunihiro HISANO (*Faculty of Agriculture, Kochi University, Nankoku, Kochi 783, Japan*)

Abstract : The leaf blades, top (leaf blade+leaf sheath), or roots of six-leaf-aged seedlings of medium maturing rice variety were pruned to various extent and transplanted in normal season to investigate the effects of earliness of seedling establishment due to the damaged part or extent of seedlings at transplanting on the subsequent growth and the characters related to yield.

1) The number of days required to first tiller appearance (DRFTA) might be used as an indicator of the length of establishment period of seedlings with varying damaged part of extent, since DRFTA was significantly and negatively correlated with the volume and activity of new roots at 7-8 days and with tiller number at 19 days after transplanting.

2) Seedlings with longer DRFTA had more main culm leaves and delayed flag leaf expansion or heading date. However, the extent of delay in growth stages was little as compared with that of difference in DRFTA since final leaf number and leaf emergence rate were significantly and positively correlated.

Growth rate of seedlings with longer DRFTA was slow after transplanting, but quickly recovered after seedling establishment. And at the heading stage, the total dry weight and the leaf area of seedlings with all leaf blades or roots pruned were about 90% of control seedling.

3) DRFTA was negatively correlated with the maximum tiller number and the panicle number, but was positively correlated with the mean panicle weight. The relationship between DRFTA and panicle/straw weight ratio fluctuated among years because a climate considerably influenced DRFTA effects on straw weight.

Key words : Days to first tiller appearance, Earliness of seedling establishment, Growing process, Growth stage, Paddy rice, Panicle weight, Panicle/straw weight ratio, Transplanting injury.

前報²⁶⁾においては、移植時の成苗の損傷部位によって植傷みと活着に及ぼす影響が著しく異なることを明らかにした。すなわち、苗地上部の損傷につ

いては葉身のみでは 100%、葉身+葉鞘では乾物重で 50% 程度剪除されても移植直後の出葉速度は無処理区にくらべて低下せず、植傷みへの影響は小さいが、地上部の剪除程度に応じて発根が劣り、初期生育も劣った。一方、根の損傷については剪根程度

* 一部は、第 177 回講演会 (昭和 59 年 4 月) において発表。

に応じて移植直後の出葉速度が低下し、植傷みが大きくなったが発根への影響は小さく、さらに初期生育への影響も比較的小さくなった。これらの結果、損傷部位と程度を異にする苗を込みにすると、移植直後の出葉速度（植傷み）と発根（活着）との間には明瞭な対応関係が認められなかった。

このように移植に際しての苗体の損傷部位と程度は植傷みへの影響を通じて活着時期（あるいは良否）に影響を及ぼし、活着時期はその後の生育や収量に影響を及ぼすものと考えられる。

そこで本報告では、普通期栽培の中生品種の成苗について、損傷部位および程度による苗の活着日数の差異が移植後の生育と収量関連形質に及ぼす影響について検討した。

材料と方法

供試品種として黄金綿を用い、1981、82 および 85 年の 3 箇年に実験を行った。各実験年次における播種日、移植日および移植時の苗の形質を第 1 表に示した。苗の育成方法は前報²⁶⁾と同様に行った。1981 年と 82 年には、第 2 表に示した剪葉（葉身剪除）処理区 4 区、地上部剪除（苗の地上部基部より一定の高さで剪除）処理区 3 区、剪根（苗の根の基部より一定の長さで剪除）処理区 3 区と対照（無処理）区を設けて、移植後の生育経過と収量関連形質への影響を中心に検討した。なお、1982 年にはこれらの処理区以外に全葉身と全根を同時に剪除した全葉＋全根剪除処理区を設けた。また、1985 年には上記の 1981 年および 82 年の各処理の剪除程度の最も強い区、すなわち全葉剪除区、地上部 3 cm 区、剪根 0 cm（全根剪除）区と無処理区の 4 区を設けて、主に物質生産面からの検討を行った。処理の方法については前報²⁶⁾と同様である。

移植には各実験年次とも畑土を充填した約 1/1000 a ポットを用い、ポット上面（内径約 37 cm）に一辺約 17 cm となるようにとった正方形の 4 角と対角線の交点（補植用）の計 5 箇所に 1 株 1 本植

（植付け深度約 2 cm）で移植した。そして、移植後 7～10 日目の対角線の交点上の 1 本を間引いてポット当り 4 株とした。基肥は各実験年次ともポット当り硫安 10 g、過石 10 g、塩加 5 g を全層に施用した。また、1981 年および 82 年については硅カルをポット当りそれぞれ 15 g、20 g を施用した。追肥は各実験年次とも葉色をみながら移植後 30～40 日目より出穂期～穂揃期にかけて 4 回、液肥（硫安 189 g、磷酸二ナトリウム 40 g、塩加 48 g を水に溶かして 1 L としたものを）を 10～25 ml ずつ希釈して与えた。追肥に際しては前日より十分にポットの水を排水した。その他、病虫害の防除は適宜農薬散布により行った。

調査は 1981 年には各区 2 ポット、1982 年には各区 3 ポットの全個体について移植時より生育を追って出穂期まで草丈、主稈葉齢および分げつ数を 7～10 日毎（但し、移植後 20 日目迄の主稈葉齢は 1～4 日毎）に調査するとともに、成熟期（1981 年は 9 月 26 日～29 日、1982 年は 9 月 14 日～20 日）に植物体をポットより抜き取り、十分に風乾後、収量関連形質の調査を行った。この他に移植後の初発分げつ日とその節位、主稈止葉展開日と出穂日並びに株当りの出穂始日を調査した。また、1981 年には移植後 8 日目に間引きした各処理区 2 個体について、新根数と最長新根長並びに TTC 還元力⁹⁾を測定し、1982 年には主稈の節位別 1 次分げつの出現日と出現率を調査した。1985 年には各区移植後 22 日目、45 日目（幼穂分化期）、71～73 日目（出穂期）および 100～104 日目（成熟期）に 1 ポットより 4 株抜き取り、葉面積と器官別の乾物重を測定した。そして、各調査日の葉身の乾燥材料についてセミマイクロケルダール法で窒素を分析し、出穂期と成熟期の葉鞘＋稈の乾物材料について村山ら¹⁵⁾の方法で全糖と澱粉を分析した。

結果と考察

前報²⁶⁾において、移植後の植傷み程度は苗の損

Table 1. Seeding and transplanting date and some characters of seedling in each experimental year.

Year	Date of				Leaf age	Plant Ht. (cm)	No. of tillers
	seeding		transplanting				
1981	May	6	June	7	6.5	30.4	2.0
1982	May	1	May	28	6.4	33.2	2.0
1985	May	22	June	17	6.5	32.5	2.0

Fig. 1. Correlations between days to first tiller appearance and number of new roots, number of new roots $\times$ maximum new root length or root activity (TTC reduction rate) at 8 days in 1981 (upper) and at 7 days in 1982 (lower) after transplanting.

- 1) ●: Control, ○: Leaf blade pruning, △: Top (leaf blade + leaf sheath) pruning, ×: Root pruning, ⊗: Leaf blade + root pruning (Refer to Table 2).
- 2) Values of rooting and root activity in 1982 were based on the previous report²⁶⁾.

, *: Significant at 1% and 0.1%, respectively.

#: 2, 3, 5-Triphenyl Tetrazolium Chloride.

傷部位および程度によって異なることを明らかにした。しかし、苗の植傷み程度と発根の良否、さらには移植後の初期生育との間には必ずしも平行関係が見られなかった。従って、移植後の苗体の損傷に基づく生育の抑制からの回復時期や初期生育の良否は活着期の早晚によって判定する方がより妥当であると考えられた。従来、水稻苗の活着期の判定方法は、(1) 移植後の苗の乾物重が急上昇する時期⁷⁾ (2) 地上部の生存乾物重が移植時の値に回復する時期¹⁴⁾、(3) 移植後最初の分げつが出現する時期²⁸⁾あるいは(4) 移植後の出葉回復日¹³⁾ などによって行われてきた。三本¹³⁾は移植後の苗の生育パラメータの回復（急変化のあらわれる時期）は苗の葉齢および根の損傷程度に関わりなく、新根の発生>新根の伸長>出葉の回復>茎葉重の増加>分げつの発生の順にあらわれると報告している。従って、上述の(1)～(4)の判定方法はいずれも活着期の判定方法として妥当であると考えられるが、(1)、(2)の

方法は(3)、(4)の方法にくらべて測定に多数の時間を要し、さらに(4)の方法では剪葉処理区や地上部剪除処理区のように移植直後の出葉速度と新根発生数との間に比例関係がみられない場合がある²⁶⁾。これらのことを考慮すると、(3)の方法、すなわち移植後の初発分げつ日により活着時期を判定する方法は、測定方法が最も容易であること、さらに収量に関連する形質を直接測定すること^{19,20)}により、最も簡便で実用的な方法といえよう。

そこで、第1図には移植後初発分げつ迄日数と移植後8日目(1981年)および7日目(1982年)の新根発生数、新根発生数 $\times$ 最長新根長および根の活力(TTC還元力)との関係を示した。1982年の新根の発生状況および根の活力は、同一条件で育成した苗を同一月日に1/5000 a ワグネルポットに移植して栽培した前報²⁶⁾の結果を用いた。なお、前報で述べたように移植後の初発分げつ迄日数と移植時の苗の個体当りの剪除割合との間には非常に高い有

意な正の相関関係 ($r=0.897 ***$) がみられ²⁶⁾, 剪根処理区にくらべて剪葉処理区あるいは地上部剪除処理区で剪除程度の増大に伴って初発分げつ日が遅延し, 1981 年には無処理区 8.9 日～地上部 3 cm 区 16.2 日, また 1982 年には無処理区 7.2 日～地上部 3 cm 区 17.3 日の範囲にあった (第 2 表). 第 1 図より, 両年度とも移植後の初発分げつ迄日数と新根発生数, 新根発生数×最長新根長および根の活力とはいずれも非常に高い有意な負の相関関係を示した. また, この移植後の初発分げつ迄日数と初期生育の良否の指標としてみた移植後 19 日目の分げつ数との間には非常に高い有意な負の相関関係 (1981 年: $r=-0.894 ***$, 1982 年: $r=-0.946 ***$) がみられ, さらに前述の 1982 年の前報²⁶⁾ の結果で得られた移植後 17 日目の乾物重との間にも非常に高い有意な負の相関関係 ($r=-0.881 ***$) を示した. これらの結果より, 損傷部位および程度を異にする苗の移植後初発分げつ迄日数は活着期の判定指標として妥当であると考えた. そこで以下では, 損傷部位および程度を異にする苗の移植後初発分げ

つ迄日数を活着日数として, 活着日数と移植後の生育, 収量関連形質との関係について検討した.

苗体の損傷によって活着が遅延すると, 遅延程度に応じて主稈の下位節分げつの生長が抑制されたが, とくに移植時に抽出中の主稈第 7 葉身と同伸性を示す⁸⁾ 第 4 節分げつの休眠割合が高くなり, 初発分げつ節位は上昇した. また, 主稈葉身長については移植時抽出中の第 7 葉身を除き, 移植時に既に分化・発育中と推定された²⁷⁾ 第 8～11 葉身長は無処理区にくらべて短くなる傾向がみられた. 一方, 主稈葉数は増加し, 止葉展開日および出穂期は遅延した²³⁾ が, その程度は活着日数の差にくらべて小さくなった (第 2 表). すなわち, 1981, 82 年の各剪除処理区の無処理区との活着日数の差異は, それぞれ 1.4 日 (下位葉剪除区)～7.3 日 (地上部 3 cm 区), 0.6 (剪根 1 cm 区)～10.1 日 (地上部 3 cm 区) であったのに対して, 主稈止葉展開日と株当りの出穂始日の差異は 1981 年では両者とも 0.0 日 (剪根 3 cm 区)～5.0 日 (地上部 3 cm 区), 1982 年ではそれぞれ -0.1 日 (下位葉剪除区, マイナスは

Table 2. Effects of top or root pruning of rice seedlings at transplanting on the growth period and flag leaf number on the main culm.

Treatment	Days from transplanting to						Flag leaf	
	FTA*		FLE*		FH*		number	
	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982
Control	8.9	7.2	66.9	65.3	73.1	70.8	16.6	16.0
Lower LB ¹⁻¹⁾	10.3	7.9	67.1	65.2	73.5	70.8	17.0	16.2
Half LB ¹⁻²⁾	12.4	9.8	67.3	66.8	73.3	71.6	17.0	16.5
Upper LB ¹⁻³⁾	12.3	9.8	67.3	67.6	73.8	71.6	17.0	16.7
All LB ¹⁻⁴⁾	13.1	11.4	68.6	69.3	75.8	73.5	17.6	17.0
Top ²⁾ 15 cm	12.5	10.2	67.3	67.8	73.3	71.6	17.0	16.7
9 cm	13.5	12.2	67.6	68.5	75.3	72.8	17.1	17.0
3 cm	16.2	17.3	71.8	74.7	78.0	79.8	18.8	19.0
Root ³⁾ 3(5) cm	10.8	9.4	66.9	65.8	73.1	71.3	17.0	16.2
1 cm	11.4	7.8	67.5	67.8	74.8	71.3	17.1	16.8
0 cm	12.9	9.1	67.8	66.4	75.0	71.8	17.3	16.8
All LB+Root 0 cm	—	11.4	—	69.7	—	73.8	—	17.1

1-1) The 2nd, 3rd and 4th leaf blade on the main stem were pruned at their collar position.

1-2) The distal half of all leaf blades on the main stem and tillers were pruned.

1-3) The 5th and 6th leaf blade on the main stem were pruned at their collar position.

1-4) All the expanded leaf blades and expanding leaf blades on the main stem and tillers were pruned at their collar position or at the collar position of penultimate leaf, respectively.

2) Top was pruned at 15 cm, 9 cm, and 3 cm height from its base, respectively.

3) Roots were pruned at 3 cm (1981) or 5 cm (1982), 1 cm, and 0 cm length from their base, respectively.

*FTA: First tiller appearance, FLE: Flag leaf expansion, FH: First heading.

促進を示す)~9.4日(地上部3cm区), 0.0日(下位葉剪除区)~9.0日(地上部3cm区)と小さくなった。この原因として主稈葉数が多くなった区ほど平均出葉速度が速くなったため²²⁾と考えられ、両者の間には非常に高い有意な正の相関関係(1981年: $r=0.845^{**}$, 1982年: $r=0.927^{***}$)がみられた。この処理区間にみられた平均出葉速度の差異を大塚ら¹⁶⁾の折れ線モデルを用いて生育時期別に検討した。その結果、移植後の主稈の出葉経過は苗の損傷部位およびその程度にかかわりなく、2つの出葉転換点をもつ3つの回帰直線によってよくあらわされた(第3表)。第1の出葉転換点は三本¹³⁾のいう移植に伴う植傷みからの回復日を示し、第2のそれはいわゆる片山⁸⁾の出葉転換点を示している。第3表に明らかなように移植後の活着までの出葉速度(b1)は苗の損傷部位によって損傷程度に対する反応が異なり、根では損傷程度に比例して出葉速度が低下した¹³⁾のに対して、葉身では無処理区にくらべても低下せず、損傷程度の強い区ほどむしろ優る傾向がみられた。また、葉身と葉鞘とを含めた地上部剪除区においても、剪除程度が著しく強くなった地上部3cm区でのみ移植直後の出葉速度が低下した。これらの結果は、前報²⁶⁾において述べた結果と一致する。植傷みの回復~片山の出葉転換点

迄の出葉速度(b2)はb1との間に有意な負の相関関係を示し(1981年: $r=-0.838^{**}$, 1982年: $r=-0.701^{*}$)、b1が最も劣った剪根0cm区で最も速くなった。また、片山の出穂転換点~止葉展開迄の出葉速度(b3)には処理による一定の傾向は認められなかったが、無処理区にくらべて各剪除処理区で速くなった。従って、苗体の損傷によって移植後の平均出葉速度が無処理区にくらべて速くなったのは、剪葉処理区および地上部15cmと9cm区では主としてb1, b3、地上部3cm区ではb3、剪根処理区ではb2, b3の差異に基づくものと考えられた。

上述のように、移植時の苗体の損傷によって活着が遅延した場合にも、活着後に葉速度の回復とともに分げつ発生速度も回復した²²⁾(第2図)。そして、活着日数の遅延した区ほど1次分げつの出現節位が上昇した²³⁾結果、主稈の1次分げつ出現節数は6~7節で活着日数の影響は明瞭には認められなかった。1次分げつの平均最終出現節位は無処理区8.2~地上部3cm区12.0の範囲にあった。一方、葉身長も葉位の上昇に伴って回復して、上位2~3葉身長は損傷程度の強い苗ほど長くなり、葉数の増加と相まって最も活着の遅れた地上部3cm区においても移植後約2箇月目には無処理区の草丈に追い

Table 3. Coefficients of 3 regression lines($y=a+bx$) of leaf number on the main culm(y) vs days after transplanting(x)*.

Treatment**	1981			1982		
	b1	b2	b3	b1	b2	b3
Control	0.120	0.223	0.125	0.085	0.240	0.116
Lower LB	0.110	0.225	0.131	0.100	0.243	0.120
Half LB	0.137	0.217	0.133	0.085	0.239	0.120
Upper LB	0.133	0.224	0.131	0.085	0.245	0.121
ALL LB	0.176	0.212	0.132	0.100	0.241	0.116
Top 15 cm	0.165	0.227	0.132	0.103	0.254	0.123
9 cm	0.151	0.214	0.127	0.125	0.237	0.120
3 cm	0.097	0.226	0.141	0.083	0.237	0.122
Root 3(5)cm	0.119	0.233	0.133	0.070	0.255	0.128
1 cm	0.104	0.240	0.132	0.055	0.252	0.123
0 cm	0.035	0.251	0.135	0.030	0.263	0.124
All LB+Root 0 cm	—	—	—	0.085	0.240	0.122

*Ootsuka et al.¹⁶⁾.

b1: Transplanting to the pure recovery date of leaf emergence rate after transplanting(x_1)¹³⁾.

b2: x_1 to Katayama's turning point of leaf emergence rate(x_2)⁸⁾.

b3: x_2 to the flag leaf expanded date.

** : Refer to Table 2.

Fig. 2. Changes of number of tillers after transplanting.

●: Control, ○: All LB, △: Top 3 cm, ×: Root 0 cm, ⊗: All LB + Root 0 cm (Refer to Table 2).

つき、最終の草丈は処理区中最も長くなった。また、1981年には活着の遅延に伴って稈長も長くなった(第5図)。このように、移植に際して損傷を受けた苗においても活着後の分けつの出現、生長および葉身長の増大によって光合成の場である葉面積の回復とともに株当りの乾物重も急速に回復するものと考えられた。そこで、1985年には苗体の損傷に伴う活着日数の差異が物質生産特性に及ぼす影響について無処理区、全葉剪除区[個体当りの剪除割合(乾物重):40.8%],地上部3cm区(同:63.5%)および剪根0cm区(同:17.0%)を設けて検討した。

第3図には、活着日数と移植後の個体当り乾物重および相対生長率(RGR)との関係を示した。RGRは移植後22日目までの初期には活着日数の遅延とともに劣ったが、その後幼穂分化期にかけては活着日数の遅延した区ほど顕著に優った。また、幼穂分化期~出穂期にかけてのRGRも活着の遅れた区で高くなる傾向にあった。この移植後22日目~出穂期にかけてのRGRの差異は、活着の遅れた区ほど葉身の窒素含有率が高く推移し、相対葉面積生長率(RLGR)と純同化率(NAR)が高くなったためと考えられた。これらの結果、出穂期には無処理区の個体当りの乾物重(85.2g)および葉面積(3,550 cm²)に対して、全葉剪除区、剪根0cm区では両形質とも約90%,地上部3cm区ではそれぞれ約80%および約85%まで回復した(第3図)。一方、出穂期~成熟期にかけてのRGRは全葉剪除区と剪根0cm区では依然無処理区を凌駕したが、

Fig. 3. Relationships between days to first tiller appearance and total dry weight or relative growth rate after transplanting.

Symbols are the same as those in Fig. 2.

0: Transplanting, I: Tillering stage (22 days after transplanting, DAT), II: Panicle initiation stage (45 DAT), III: Heading stage (71-73 DAT), IV: Ripening atage (100-104 DAT).

*Numerals in parenthesis show the relative values to those of control (=100).

活着の最も遅れた地上部3cm区のRGRは他区にくらべて著しく劣り、また、葉面積の減少程度も最も大きかった。そして、成熟期の個体当り乾物重は全葉剪除区で無処理区(118.3g)の92%,地上部3cm区78%,剪根0cm区96%であった(第3図)。

第4図には出穂期と成熟期における葉鞘+稈の全糖および澱粉含有率と含有量を示した。全糖および

澱粉の両成分の含有率，含有量ともに出穂期には無処理区＞剪根0 cm 区＞全葉剪除区＞地上部3 cm 区の順に高かったが，含有率は全糖1.8～2.3%，澱粉23.4～25.0% で処理区間の差が小さかった。これに対して，成熟期には全糖1.5～2.8% 澱粉4.8～18.8% と含有率の差も著しくなった。そして，出穂期から成熟期にかけての全糖＋澱粉含有量の減少割合は無処理区にくらべて各剪除処理区でいずれも大きく，出穂期～成熟期にかけての葉鞘＋稈部の乾物重の減少割合が最も大きかった地上部3 cm 区で最大値を示した。

次に，苗の活着日数が収量関連形質に及ぼす影響についてみると，第5図のとおりである。苗の損傷程度に応じて活着が遅延すると，最高分げつ数が少なく，それに伴って穂数も少なくなったが，逆に1穂重が増加して株当たり穂重の低下は認められず，1981年には剪根1 cm 区（56.1 g）で，また1982年には全葉剪除区（54.6 g）で最大値を示し，ほとんどの剪除処理区で無処理区に優った²³⁾。このように，活着の遅延程度の著しい苗ほど分げつ出現節位が上昇し，株当たり全穂数および穂重に含める主稈の節位別分げつ穂数および穂重の割合は上位節において高くなって，出現時期が遅くなったにもかかわらず高い1穂重を示したことは注目された。一般に，分げつの1穂重は出現時期の早い低節位，低次分げつほど重いとされている^{11,12)}が，著者^{24,25)}および後藤・星川³⁾は下位節分げつが抑制された場合には上位節，高次分げつにおいても1穂重が低下することなく，むしろ増加することを報告している。

株当たりの全重，わら重に対する活着日数の影響は年次によって著しく異なった。すなわち，1982年には苗の損傷程度が大きく，活着が遅延した苗ほど全重，わら重が低下して，穂重/わら重比は向上した²³⁾のに対して，1981年には苗の損傷による全重，わら重への影響が全く認められなかった（第5図）。しかし，この場合にも無処理区にくらべて各剪除処理区の穂重/わら重比の低下は認められなかった。1981年には移植後の天候不良による日照不足に加えて気温が高く（第6図），移植に伴う炭水化物の蓄積が少なくなったものと推定され，従って無処理区の活着がやや早植えとなった1982年にくらべて遅れ，初発分げつ日の処理区間の差が小さくなったこと，さらには移植後25日目以降には梅雨明けとともに日照時間が多くなって，苗の損傷程度が大きく，発生の遅れた分げつでも中・後期の生

Fig. 4. Carbohydrate percentage (dry weight basis) and content in leaf sheath+culm at heading (I) and ripening (II) stage.

■: Total sugar, □: Starch, *: Refer to Table 2.

育が良好となったことなどが，各処理区間におけるわら重あるいは全重の差異が小さくなった原因と考えられる。これに対して，1982年には移植後初期の天候に恵まれ，分げつの発生は順調に行われ，1981年にくらべて分げつ数は多くなったが，最高分げつ期後の7月中・下旬には曇雨天が続き，日照時間が著しく少なくなって（第6図）有効分げつ歩合が1981年にくらべて明らかに低くなった（第2図）。そして，このような条件下では個体内で発生時期の遅い分げつほど生育が悪化して無効化し，さらに有効化した場合にも生育が劣り，分げつの発生時期の影響が大きくあらわれて，わら重に著しい差異が生じたものと推定された。また，1982年のわら重に処理区間に著しい差異がみられた原因として，出穂期から成熟期にかけての茎葉から穂への貯蔵養分の転流量の差異（第4図）も考えられよ

Fig. 5. Correlations between days to first tiller appearance after transplanting and characters related to yield in 1981 and 1982.

Symbols are the same as those in Fig. 1.

*, **, ***: Significant at 5%, 1% and 0.1%, respectively.

う^{6,7,21)}。

移植時の水稻苗の剪葉あるいは剪根処理が収量関連形質に及ぼす影響は、品種の早晩性や移植時期によって異なり、一般には移植後（すなわち処理後）の本田期間が短い早生種や晩植栽培で影響が大きく、穂重、わら重ともに無処理苗にくらべて低下するとされている^{1,10,17)}。従って本研究において、とくに穂重への苗体損傷の影響が顕著に認められず、大部分の剪除処理区で無処理区にくらべてむしろ優れたのは、本実験が中生品種を供試しての普通期栽培であり、最も活着が遅れた地上部3 cm 区においても活着～出穂期迄日数が約65日と比較的長く確保されたことが一因と考えられた。

上述のように、移植時の苗体の一部損傷に伴う活着日数の差異が収量関連形質に及ぼす影響は、移植時期や実験年次の気象条件により異なるものと考えられた。しかし、苗の葉身あるいは葉鞘を含めた地上部を損傷した苗と根を損傷した苗の移植後の基本的な生育反応の差異は生育中・後期においても各年次を通じて認められた^{22,23)}。すなわち、葉身あるいは

葉鞘を含めた地上部損傷苗では、損傷程度に応じて植傷み期間における苗体内の炭水化物量が顕著に低下するために、損傷程度に比例して分げつ発生日が遅延して²⁰⁾、その後分げつの増加速度は回復するが最高分げつ数は少なく、穂数が少なくなる傾向がみられた。しかし、移植後ある程度の出穂迄日数が確保されれば、穂数の少なくなった苗ほど1穂重が重くなり、株当りの穂重（収量）の低下は損傷程度が強い場合にも一般には小さくなるものと考えられた。そして、年次によっては収量を低下させることなく、穂重/わら重比が向上することが示された。地上部損傷苗で穂重/わら重比が向上した一因としては登熟期間における葉鞘+稈部の貯蔵炭水化物の穂への移行量^{6,7,21)}が無処理苗にくらべて大きいことが考えられる(第4図)。この点はCrockett²⁾らがトウモロコシで生育初期における茎葉切除処理によって、収穫指数が向上することを報告している結果と傾向を一にする。また、このような生育相は基肥少量栽培水稻³⁾、疎植栽培水稻⁴⁾の生育相と類似しており、今後、暖地の水稻栽培において、秋落ち

Fig. 6. Changes of air temperature and sunshine hours in each pentad after transplanting to the end of July in 1981 (—) and 1982 (-----). Arrows indicate the maximum tiller number stage in 1981 (81) and 1982 (82).

を回避して秋優り的な稲作を行うための一つの方向を示唆する。

これに対して、剪根苗では葉身あるいは地上部剪除苗にくらべて、損傷割合に対する移植後の苗体内の炭水化物の低下が小さく、従って分げつ発生日の遅延程度も小さかった²⁶⁾。そして、活着後は根の損傷程度の強い苗ほど葉身長が短くなる²²⁾こと、および新根による旺盛な養分吸収とともに出葉速度が速くなり、それに伴って分げつ発生速度も速くなったものと考えられ、最高分げつ数および穂数も苗の根の損傷程度に応じて多くなる場合がみられた。しかし、一方では1穂重の増加は剪葉苗あるいは地上部剪除苗ほどには顕著に認められず、ほぼ無処理苗と等しくなり、株当りの穂重および穂重/わら重への影響も小さかった²³⁾。

従って、移植時に地上部を著しく損傷した苗は“穂重型”の生育相を示すのに対して、根を著しく損傷した苗では“穂数型”の生育相を示すものといえよう。この点は、最近、武田ら¹⁸⁾が暖地多収穫品種には穂数型品種よりも穂重型品種が望ましいと

している点と関連して興味深い。

なお、苗の葉身と根とを全て剪除した全葉+全根剪除区の移植後の生育および収量関連形質は、初発分げつ日の等しくなった全葉剪除区とほぼ等しい値を示した。

謝辞: 本論文を取りまとめるに当たり、終始懇切なるご指導をいただいた本学部前田和美教授、故・林喜三郎教授並びに松浦正視教授（現名誉教授）に衷心より謝意を表する。また、統計解析については本学部加藤鎌司講師にご援助をいただき、供試種子は高知県農事試験場より分譲していただいた。記して謝意を表する。

引用文献

1. 青田精一・木根淵旨光・橋本 勉・永野 進 1964. 北陸地域における水稻晩植栽培の減収要因とその収量性. 北陸農試報 7: 29—58.
2. Crockett, R. P. and R. K. Crookston 1981. Accounting for increase in the harvest index of sweet corn following early leaf cutting. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 106: 117—120.
3. 後藤雄佐・星川清親 1986. 水稻の分げつ除去による茎数制限が穂の形質に及ぼす影響. 日作東北支部会報 29: 11—14.
4. 橋川 潮 1982. 暖地における早植水稻の多収生育相に関する研究. 第1報 栽培の疎密が生育相および収量性に及ぼす影響. 日作紀 51 (別 2): 27—28.
5. ———— 1982. ————. 第2報 基肥無窒素水稻にみられる多収性の事例. 日作紀 51 (別2): 29—30.
6. 石塚喜明・田中 明 1953. 水稻の生育経過に関する研究. 第2報 各種有機成分の生育経過に伴う消長. 土肥誌 23: 113—116.
7. ———— 1969. 水稻の栄養生理. 養賢堂, 東京. 102—109.
8. 片山 佃 1951. 稲・麦の分蘖研究. 養賢堂, 東京.
9. 木内知美 1975. 根の化学的活性測定法. 農林水産技術会議事務局監修, 作物分析法委員会編, 栄養診断のための栽培植物分析法. 養賢堂, 東京. 523—533.
10. 松田清勝 1939. 水稻挿秧に関し二, 三の操作が其の初期生育並びに収量に及ぼす影響 (其の一). 日作紀 11: 91—100.
11. 松尾大五郎 1951. 稲作 [1] 診断編. 養賢堂, 東京.
12. 松尾高嶺 1951. 水稻栽培の倫理と実際. 農業技術協会, 東京.
13. 三本弘乗 1982. 東北地方における水稻苗の活着に関する研究. 青森農試研報 27: 1—69.
14. 村上利男・森田弘彦・土井康生・今野一男 1982. 寒地水稻の計画栽培に関する解析的研究. 北海道農試研報 133: 61—100.
15. 村山 登・吉野 実・大島正男・塚原貞雄・川原崎裕司 1955. 水稻の生育に伴う炭水化物の集積過程に関する研究. 農技研報 B4: 123—166.

16. 大塚雄・吉原政彦 1976. 1 ないし 2 の折曲点をもつ折れ線モデルのあてはめ. 応用統計学 5: 29—39.
17. 梶本光雄 1931. 移植に於ける根部剪定が水稻の生育に及ぼす影響の生理形態学的研究. (第二報). 日作紀 3: 243—257.
18. 武田友四郎・岡 三徳・縣 和一 1984. 暖地における水稻品種の物質生産に関する研究. 第 4 報 本邦暖地品種と韓国新品種の子実生産特性の比較. 日作紀. 53: 28—34.
19. 寺中吉造・吉田善吉・近藤和夫 1976. 水稻の苗の種類による本田初期生育に及ぼす水温・日射の影響について (予報). 日作東北支部報 19: 17—19.
20. ———・—————・————— 1976. 水稻の苗素質による本田初期生育と水温との関係. 東北の農業気象 21: 10—14.
21. 戸刈義次・岡本 嘉・玖村敦彦 1954. 水稻における炭水化物の生産および行動に関する研究. 第 1 報 生育に伴う諸器官中の主要成分含有量の推移. 日作紀 22: 95—97.
22. 山本由徳 1978. 水稻苗の植付け深度および一部切除処理が移植後の主稈葉並びに分げつの生長に及ぼす影響 (予報). 日作四国支紀 14: 12—16.
23. ————1980. 水稻苗の地上部および地下部切除処理が移植後の生育・収量に及ぼす影響. 日作四国支紀 16: 23—28.
24. ————1985. 水稻の節位分げつの生産力について. 日作四国支紀 22: 5—11.
25. ———・池内浩樹 1990. 水稻の主稈における節位別分げつの子実生産力. 第 1 報 分げつ出現節数と出現節位の影響. 日作紀 59: 8—18.
26. ———・久野訓弘 1990. 水稻の植傷みに関する研究. 第 5 報 苗地上部の剪除処理が移植後の初期生育に及ぼす影響. 日作紀 59: 312—320.
27. 山崎耕宇 1963. 水稻の葉の形態形成に関する研究 1. 葉の発育過程に関する一般的観察. 日作紀 31: 371—377.
28. 八柳三郎 1960. 東北地方における稲作の計画栽培について [1]. 農及園 35: 931—934.