

水稻の植傷みに関する研究
Ⅶ. 蒸散抑制剤および移植後の灌漑水深が
植傷みと活着並びに初期生育に及ぼす影響

山 本 由 徳
(農学部作物・育種学研究室)

Studies on Transplanting Injury in Rice Plant
Ⅶ. Effects of Antitranspirant and Irrigation Water Depth on the
Transplanting Injury, Rooting and Early Growth

Yoshinori YAMAMOTO
Laboratory of Crop Science and Plant Breeding, Faculty of Agriculture

Abstract : Using 6 or 7 leaf-aged seedlings without pruning roots or with pruning roots to the different extent, the effects of spraying 4% water solution of antitranspirant [OED (Oxyethylene docosanol) Green] to the seedlings just before transplanting and of irrigation water depth (0, 5, 10, 20cm) on the transplanting injury, rooting and early growth by the change of carbohydrate content in seedlings after transplanting were studied. Regardless of the extent of root pruning in seedling, the elongation rate of leaf on the main stem was accelerated by spraying the antitranspirant solution to the seedlings just before transplanting or deep irrigation water up to 20cm after transplanting. This result shows that transplanting injury was decreased by the inhibition of transpiration due to the lowering of decrease of water content or wilting of leaf blade, especially in seedlings with severely pruned roots. However, the development of new roots and tillers in these treated seedlings were depressed, because photosynthesis might be depressed concomitantly with transpiration and carbohydrate content in top part resulted in decrease as compared with that of non-treated seedlings, except the seedlings with completely pruned roots were promoted the rooting in parallel with the elongation rate of leaf up to 10cm deep irrigation water due to the increase of carbohydrate content in top part. Consequently, these results suggested that the carbohydrate contained in top of seedling just after transplanting play a very important role for the rooting, as we reported in the previous paper²⁰⁾, and moreover, the decrease of transplanting injury did not always resulted in the promotion of rooting or early growth in rice seedlings.

緒 言

一般に水稻苗は移植に伴う断根により、移植後の蒸散量に比して吸水量の低下が大となり、それに伴って出葉速度が低下し、さらに断根の著しい場合には葉身が萎凋・枯死して植傷みが生じるものと考えられる¹⁻⁴⁾。著者は吸水計を用いて、苗の損傷程度(土付き苗、根洗い苗、剪根苗)に応じて蒸散量に比して吸水量の低下が大きく、蒸散量/吸水量比が増大することを実験的に明らかにし

た(未発表)。従って、移植に伴う植傷みを軽減するためには、葉面からの蒸散を抑制することが有効であり⁹⁾、蒸散の抑制効果は苗の断根程度によって異なるものと考えられる。

苗の葉面からの蒸散を抑制する方法としては、移植時の苗への蒸散抑制剤処理や移植後の本田の深水管理が有効と思われる。従来、本田の水管理に関しては水稻成苗の移植後数日間6~10cmの水深に保つことが植傷みを防止して、活着の促進を計る上で必要であるとされている⁶⁻¹¹⁾。一方、梶木・田嶋²⁾は苗の断根が著しい場合に、移植時の苗への蒸散抑制剤(OEDグリーン)処理が移植後の苗の水ストレスを緩和し、伸長生長を促進することを報告している。また、星川ら¹²⁾は水稻苗の剪葉貯蔵に関して、剪葉処理と蒸散抑制剤(グリーンナー)処理を併用することにより、低温下移植苗の草丈の伸長が良好となり活着促進に有効であるとしている。しかし、蒸散抑制剤処理や移植後の深水管理による葉面からの蒸散の抑制は同時に光合成作用を抑制するものと考えられ¹³⁻¹⁹⁾、このことは移植直後の苗体内の炭水化物含有量を低下させて、苗の発根を悪化させ²⁰⁾、活着促進の上からはむしろマイナスの効果をもたらす可能性がある。前報²⁰⁾において、移植時の苗の葉身あるいは葉鞘を含む地上部の剪除により、移植直後の苗の蒸散を抑制すると出葉速度の低下は軽減されるが、葉身の剪除に伴って苗体内の炭水化物含有量の増加程度の減少あるいは低下により苗の発根が劣り、初期生育も劣ることを明らかにした。この結果は、植傷みの軽減は必ずしも活着および初期生育の促進を意味しないことを示している。従って植傷み軽減効果の検討に当たっては、同時に活着および初期生育への影響についても検討することが必要であると考えられる。

本報告では成苗を用い、移植時の苗への蒸散抑制剤 [OED (オキシエチレンドコサノール) グリーン] の散布処理および移植後の灌漑水深が、苗体内の炭水化物含有量の変化を通して、植傷みと活着並びに移植後の初期生育に及ぼす影響について、苗の断根程度との関係から検討した。

実験材料および方法

供試品種として黄金錦を用い、次の2つの実験を行った。

実験1：苗への蒸散抑制剤散布処理の影響

前報²¹⁾と同様の方法で1983年5月21日に1/5000aワグネルポットに播種して育苗した。6月19日にOEDグリーン4%水溶液(OED区)または蒸留水(対照区)を噴霧器で苗全体に葉先からしたたりおちるまで散布し、散布後約3時間後にポットに深く手を差入れて根をできるだけ切らないように苗を抜き取った。そして、両処理区とも生育の揃った苗(葉齢7.3, 草丈37cm, 分けつ4本)を選び、根に付着した土を水で洗い落として、そのまま(無剪根苗)あるいは根の基部から3, 1, 0cm(全根剪除)で剪除(以下ではそれぞれ剪根3cm, 1cm, 0cm苗と呼ぶ)し、元のポットに各区ともポット当たり2株、1株2本植で深さ約2cmに移植した。そして、移植終了後、化成肥料(15-15-10)をポット当たり1gずつ追肥し、雨を避けるために上面にのみビニールを張ったパイプハウス内にポットを搬入した。

調査は移植後1~5日毎に主茎葉身の伸長速度(葉鞘からの葉身の抽出速度)、草丈、および分けつ数について行った。移植後3日目には各区1ポットより植物体を抜取り、新根数と最長新根長および地上部の器官別乾物重(95℃で1時間、65℃で2日以上通風乾燥)を測定した。また、移植後15日目には各区2ポットから植物体を抜取り、生育調査後、部位別の乾物重を測定した。乾物材料の一部については前報²²⁾と同様の方法で窒素(全窒素および非蛋白態窒素)と炭水化物(全糖および澱粉)を分析した。なお、移植後3日目には各区の主茎第6, 第7葉身の含水率(対乾物重%)を測定し、さらに移植後8日目には同じく主茎第6, 第7葉身の枯死葉長率(枯死部葉身長/全葉身長×100)を測定した。

実験2: 移植後の灌漑水深の影響

前報²⁰⁾と同様の方法でプラスチック製のバットに1983年4月23日に3×2cmの密度に播種して育苗した。5月23日に生育の揃った苗(葉齢6.4, 草丈30.4cm, 分けつ数2本)を選び, 無剪根苗(最長根長22cm, 根数24本)と剪根(全根剪除)苗を設けて, 前報²⁰⁾と同様に調整した1/5000aワグネルポットにポット当り4株, 1株2本植で約2cmの深さに移植した。そして, 移植後直ちに灌漑水深(以下水深と略す)処理を開始した。水深処理には上面にのみビニールを張ったパイプハウス内に設置した100×100×40cmのプラスチック製の水槽を用い, 厚さの異なるブロックを水槽内にしずめ, その上にポットを置くことにより, 水面からポットの上面までの水深が0, 5, 10, 20cmとなるように調節した。但し, ポットの上面よりポット内の土壌面までは約2cmあり, 従って, 土壌面からの実際の水深は約2, 7, 12, 22cmとなった。なお, この水深処理によって水面上に出ている葉身は, 0cm区: 主茎, 分けつの全葉身, 5cm区: 主茎の第2葉身と第2節分けつの第1葉身を除く全葉身, 10cm区: 主茎の第6, 第7葉身の全てと第2節分けつの第3, 第4葉身の約1/2, 20cm区: 主茎の第7葉身の1/2~1/3であった。

調査は移植(水深処理開始)後8日目に, 各区とも8個体について主茎の抽出葉身長, 新根数と最長新根長を測定し, さらに地上部乾物重を測定した。そして, 地上部の乾物材料について全窒素と全糖および澱粉を前報²⁰⁾と同様の方法で分析した。

実験結果および考察

実験1: 無剪根苗では移植に伴う葉身の萎凋はみられなかったが, 剪根3cm苗では上位葉身の先端部が, また剪根1cm苗と0cm苗では主に上位葉身が著しく萎凋した。しかし, その程度は対照区にくらべてOED区で軽いことが観察された²³⁾。Table 1には主茎第6, 第7葉身の移植後3日目における

Table 1. Effect of spraying 4% water solution of antitranspirant OED Green on the water content and dead portion of the leaf blade on the main stem of seedlings

Item	Strength of root pruning 1)	6th leaf blade		7th leaf blade	
		Control	OED	Control	OED
Water Content (%) ²⁾	NP	247.6	252.9	260.9	276.6
	3cm	242.7	252.1	215.2	260.0
	1cm	231.9	245.2	168.3	240.1
	0cm	228.5	230.1	77.4	137.2
Dead portion (%) ³⁾	NP	1.9	0.0	6.3	0.0
	3cm	1.6	0.7	22.7	2.6
	1cm	1.1	0.4	44.2	14.6
	0cm	6.0	4.3	87.0	56.3

Note 1) NP: Seedlings without pruning roots, 3cm, 1cm, and 0cm: Seedlings pruned roots at 3cm, 1cm, and 0cm from their base, respectively.

2) Measured at 3days after transplanting (% of dry weight basis).

3) Measured at 8 days after transplanting (% of dead portion to total length of leaf blade).

含水率と移植後8日目に調査した枯死葉長率を示した。まず, 含水率をみると対照区, OED区ともに剪根程度が強い苗ほど低下したが, 同じ剪根程度の苗で比較すると, いずれもOED区が対照区にくらべて高くなった。そして, OED散布効果は第6葉身にくらべて上位の第7葉身で大きく, また第7葉身では剪根程度の強い苗ほど大きく認められた。一方, 第6, 第7葉身の枯死葉長率は対照区, OED区ともに剪根程度が強い苗ほど高くなったが, 同じ剪根程度の苗で比較すると, いずれもOED

区が対照区にくらべて低く、とくに第6葉身にくらべて第7葉身で効果が大きく認められた。そして、第6、第7葉身の移植後3日目の含水率と枯死葉長率との間には有意な負の相関関係がみられた (Fig. 1A)。このように、OED 散布により移植後の水ストレスが緩和された²⁾結果、移植直後、すなわち移植後3日間における主茎葉身の伸長速度は、剪根程度が同じ苗では OED 区で対照区にくらべて

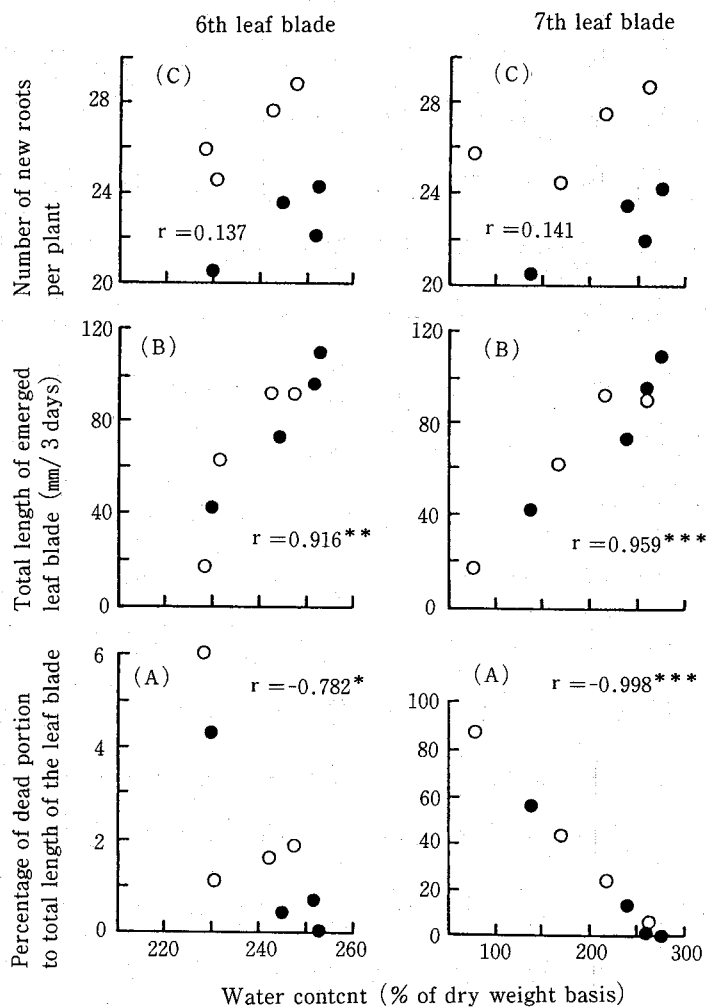


Fig. 1. Correlation between water content of the 6th or 7th leaf blade on the main stem at 3 days after transplanting and percentage of dead portion to total length of the leaf blade (A), total length of leaf blade on the main stem (B) or number of roots (C) emerged in 3 days after transplanting.

○ : Control, ● : OED.

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

速くなり、植傷みは軽減された^{21,22)}が、とくに剪根0cm苗で最も大きな効果が認められた(Table 2)。

Table 2. Effect of spraying 4% water solution of anitranspirant OED Green on the some growth characters after transplanting

Strength of root pruning*	Treatment	L. E. R. ¹⁾ (mm/day)	Growth of new roots at 3 DAT ²⁾		Growth per plant at 15 DAT ²⁾		
			Number/plant	Max. length(cm)	No. of tillers	Top dry Wt.(g)	Root dry Wt.(g)
NP	Control	31(100)**	28.8(100)	7.1(100)	13.4(100)	2.95(100)	0.55(100)
	OED	37(119)	24.3(84)	6.4(90)	12.1(90)	2.74(93)	0.52(95)
3cm	Control	31(100)	27.5(100)	8.3(100)	12.6(100)	2.96(100)	0.52(100)
	OED	32(103)	22.0(80)	7.3(88)	11.9(94)	2.53(85)	0.39(75)
1cm	Control	21(100)	24.5(100)	7.7(100)	13.1(100)	2.71(100)	0.41(100)
	OED	24(114)	23.5(96)	6.8(88)	11.6(89)	2.35(87)	0.38(93)
0cm	Control	6(100)	25.8(100)	4.8(100)	11.4(100)	2.24(100)	0.31(100)
	OED	14(233)	20.5(79)	4.4(92)	8.1(71)	1.99(89)	0.29(94)

1) Leaf elongation rate on the main stem in 3 days after transplanting.

2) Days after transplanting.

*Refer to Table 1. **Values in parenthesis show the relative values of OED plot to control plot(=100).

そして、移植後3日目の主茎第6、第7葉身の含水率と移植後3日間の主茎葉身の抽出長との間にはそれぞれ $r = 0.916^{**}$, $r = 0.959^{***}$ と非常に高い有意な正の相関関係がみられた (Fig. 1B)。この OED 散布による主茎葉身の伸長促進効果は、移植後5~6日目まで認められた。しかし、移植後3日目における新根数と最長新根長についてみると、苗の剪根程度にかかわらず、いずれも対照区が OED 区にくらべて優り (Table 2)、移植後3日目の第6、第7葉身の含水率と新根数との間には有意な相関関係はみられなかった (Fig. 1C)。その結果、移植後3日間の葉身の伸長速度と発根数との間には平行関係が認められなかった。また、移植後15日目の分けつ数、地上部および根乾物重についてみると、対照区、OED 区ともに剪根程度が強い苗ほど劣る傾向がみられた²⁴⁾が、いずれも同じ剪根苗では対照区が OED 区にくらべて優れた (Table 2)。この対照区と OED 区の地上部乾物重の差異を主茎と分けつに分けてみると、対照区に対する OED 区の主茎の乾物重の比率は 98~106% に対して、分けつ乾物重の比率は 81~89% であり、主茎乾物重は対照区と同等またはむしろ重くなる傾向がみられたが、分けつ乾物重は 10~20% 低下した (Table 3)。そして、さらに分けつ乾物重を節位別にみると、移植時に抽出中の第8葉身と同伸性を示す第5節分けつに対照区と OED 区の差が最も顕著に認められ、両処理区の差は剪根程度が強い苗ほど大きくなる傾向がみられた。三原・菰原²³⁾は水稻苗(本葉5枚)を OED 3% および 5% 乳液に全体を浸して移植すると、対照無処理苗にくらべて移植直後の葉身の萎凋が軽減され、さらに枯死は全く起こらず、移植後14日目の乾物重がそれぞれ 34%、41% 優ったと報告している。本実験では OED 処理によりこの三原・菰原の結果と同様に移植直後の葉身の含水量の低下および萎凋、枯死の軽減効果は認められたが、移植後初期(15日目)の乾物重の増加は認められず、異なった。この点については、本実験に供試した苗が 1/5000a ワグネルポットの 3 箇所に 2 本立で育成した極薄播きの 7 葉齢の健苗であったことが密接に関係しているものと考えられ、今後さらに苗素質との関係からの OED 処理効果の検討も必要であると思われる。

前報までに移植直後の苗体内の炭水化物含有量は活着の良否を通して初期生育に著しい影響を及ぼしていることを明らかにした^{20-22,25)}。そこで、移植後3日目における葉身および葉鞘+茎内の成分含有率をみると Fig. 2 のとおりである。両器官とも剪根程度の強い苗ほど窒素含有率が高く、炭水化物含有率は低くなる傾向がみられ、前報^{22,25)}の結果と一致した。また、両器官とも剪根程度が同

Table 3. Effect of spraying 4% water solution of antitranspirant OED Green on the dry weight of main stem and each nodal tiller on the main stem at 15 days after transplanting

Main stem or tiller	Strength of root pruning *	Dry weight (mg/plant)		OED/Control (%)
		Control	OED	
Main stem	NP	677	716	106
	3cm	715	719	100
	1cm	674	662	98
	0cm	600	624	104
2nd nodal tiller	NP	959	808	84
	3cm	903	816	90
	1cm	824	754	91
	0cm	673	657	98
3rd nodal tiller	NP	705	681	97
	3cm	701	569	81
	1cm	649	566	87
	0cm	538	438	82
4nd nodal tiller	NP	380	391	103
	3cm	406	299	74
	1cm	361	270	75
	0cm	332	244	73
5nd nodal tiller	NP	121	28	23
	3cm	127	26	21
	1cm	98	10	10
	0cm	29	0.4	1
6nd nodal tiller	NP	83	79	95
	3cm	89	66	74
	1cm	70	44	63
	0cm	48	13	27
7nd nodal tiller	NP	26	34	130
	3cm	23	35	156
	1cm	30	37	122
	0cm	20	16	82
8nd nodal tiller	NP	—	1.9	—
	3cm	—	1.3	—
	1cm	0.1	3.8	3800
	0cm	0.9	1.8	200
Total tiller	NP	2274	2023	89
	3cm	2249	1812	81
	1cm	2032	1685	83
	0cm	1641	1370	84

* Refer to Table 1.

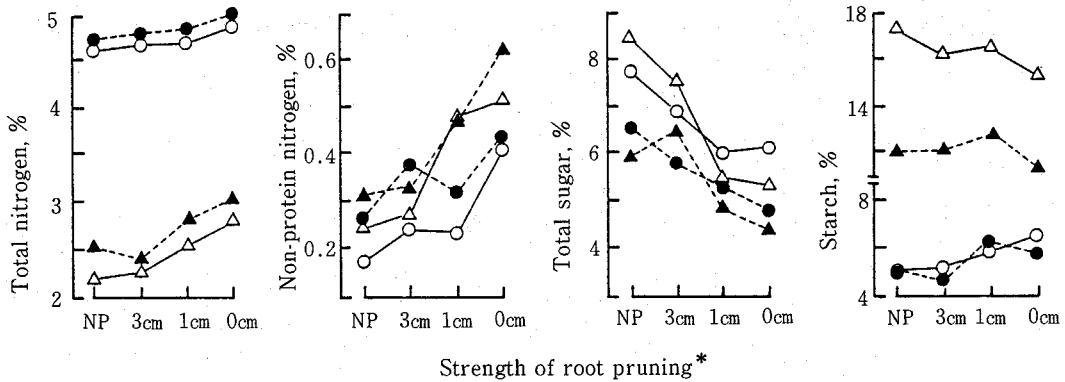


Fig. 2. Effect of spraying 4 % water solution of antitranspirant OED Green to the seedlings just before transplanting on the percentage of nitrogen and carbohydrate as dry weight basis in leaf blade (○, ●) and leaf sheath + stem (△, ▲) at 3 days after transplanting.
○, △ : Control, ●, ▲ : OED.
* Refer to Table 1.

じ苗では全糖および澱粉含有率は対照区がOED区にくらべて高く、全窒素および非蛋白態窒素含有率は逆にOED区が対照区にくらべて高くなった。とくに、葉鞘+茎の澱粉含有率には対照区とOED区に間に剪根程度にかかわりなく4~5%の差がみられた。これらの結果は、Slatyerら¹⁷⁾がワタで報告しているようにOED散布により蒸散作用とともに光合成作用も抑制されていることを示しているものと推定される。また、蒸散の抑制に伴う葉温の上昇¹⁵⁻¹⁸⁾により、呼吸速度が増大したことも一因として考えられよう。OEDと同様に、葉の表面に薄膜を形成して蒸散を低下させる蒸散抑制剤では、蒸散と同時に光合成作用も低下することが報告されているが、蒸散と光合成作用の抑制程度(すなわち蒸散比)は蒸散抑制剤の種類や濃度等によって異なるものと考えられる¹³⁻¹⁸⁾。この蒸散抑制剤による光合成低下の原因は、主として気孔閉鎖に伴う葉肉細胞へのCO₂の拡散抵抗の増大によるもの¹³⁻¹⁸⁾と考えられるが、一部はOEDの光合成代謝過程への直接的抑制作用¹⁷⁾も考えられよう。そして、移植後3日目の苗地上部の成分含有率と移植後3日目の新根発生数および移植後15日目の分けつ数、乾物重との関係を見ると、いずれも全窒素含有率とは有意な負の、全糖+澱粉含有率とは全乾物重を除き有意な正の相関関係を示した(Fig. 3)。これらの結果は、移植直後の苗体内の炭水化物が苗の活着や初期生育に重要な役割を果たしていることを示唆しており、前報^{20-22, 24, 25)}で既に明らかにした結果を追認するものである。

実験2 : 実験期間中(8日間)のパイプハウス内の平均最高、最低気温はそれぞれ28.2℃, 17.1℃であり、平均気温は22.7℃であった。また、水槽の水面下5, 10, 15cmにおける水温にはほとんど差がみられず、これら3箇所の平均最高、最低水温はそれぞれ29.3℃, 25.1℃であり、平均水温は27.2℃であった。

移植後、無剪根苗ではいずれの水深下においても葉身の萎凋は観察されなかったが、剪根苗では水深20cm区を除き、いずれも著しく萎凋した。但し、水深10cm区では0, 5cm区にくらべて萎凋の程度が軽かった。そして、剪根苗においても新根の発生、伸長に伴って移植後3日目頃から葉身の萎凋は回復したが、水深0, 5, 10cm区では葉身の一部が枯死し、その程度は移植時の葉身乾物重に

対して0cm区29.2%, 5cm区15.2%, 10cm区3.6%と水深が深いほど軽かった。また、剪根苗の水深20cm区では萎凋に伴う枯死はみられなかったが黄化が著しく¹⁹⁾、移植後8日目における黄化葉身乾物重は移植時の葉身乾物重に対する割合で16.7%であった。

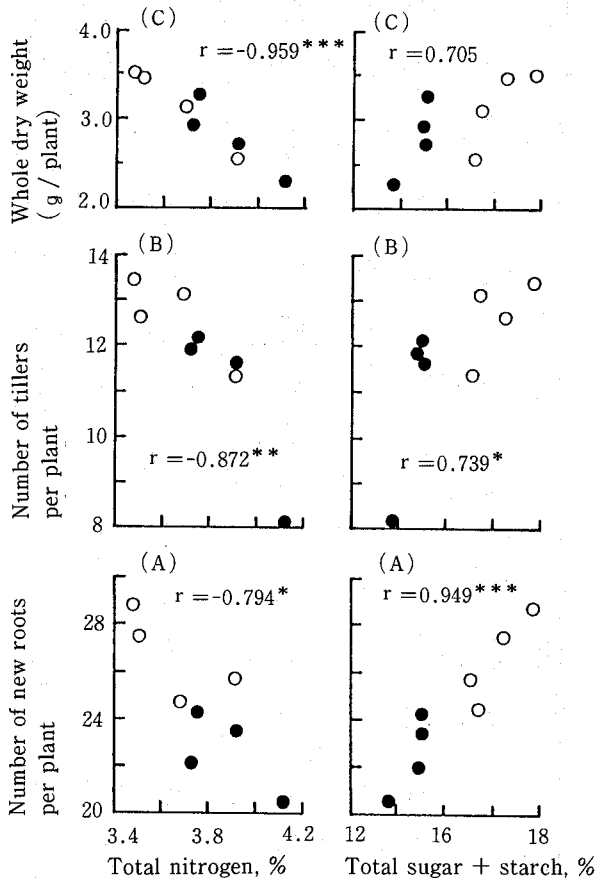


Fig. 3 . Correlation between percentage of total nitrogen or total sugar + starch as dry weight basis in top part at 3 days after transplanting and number of new roots emerged in 3 days (A), number of tillers (B) or whole dry weight (C) at 15 days after transplanting.

Symbols are the same as those in Fig. 1 .

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

Fig. 4には移植後8日目における生育状況を示した。両苗とも水深が深いほど葉身の伸長速度は速くなったが、同一の水深下では常に無剪根苗が剪根苗にくらべて速かった (Fig. 4A)。しかし、水深が深くなるにつれて両苗の差は小さくなり、無剪根苗に対する剪根苗の比率は水深0cm区では45%であったのに対して、水深20cm区では79%となった。深水下で水稻の出葉速度が促進されることは山田¹⁹⁾および山口²⁵⁾によって報告されているが、本実験では移植直後の苗であることを考慮すると、深水によって葉面からの蒸散が抑制されて、水ストレスが緩和され、植傷みが軽減されたことも一因と考えられ、無剪根区と剪根区の葉身の伸長速度の差は水深の深い区ほど小さくなった

ものと推定された。

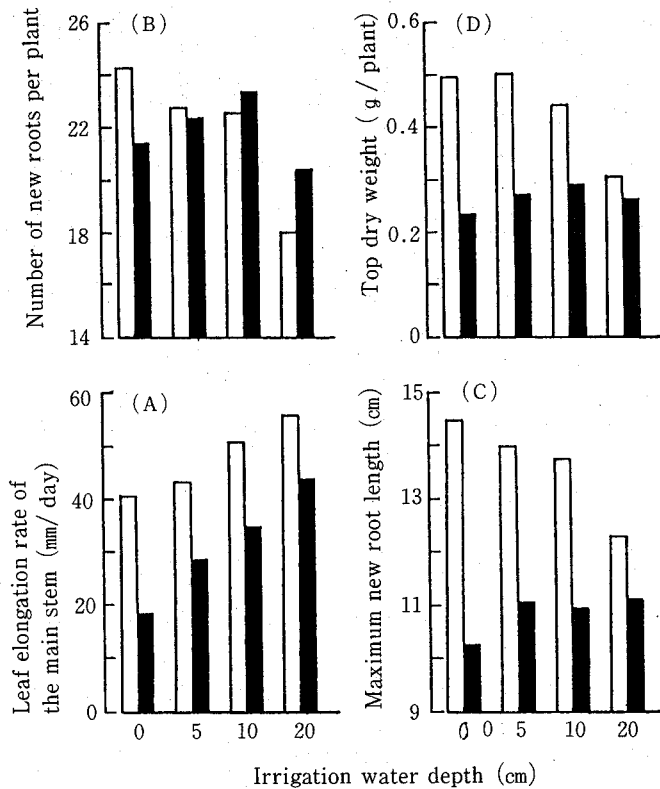


Fig. 4. Effect of irrigation water depth on the growth of seedlings at 8 days after transplanting.

□ : Seedlings without pruning roots, ■ : Seedlings with pruning roots.

次に、発根状態をみると、無剪根苗では浅水区ほど新根の発生、伸長ともに優る傾向がみられたが、水深0, 5, 10cm区の差は比較的小さく、水深20cm区ではこれらの区にくらべて著しく劣った (Fig. 4 B,C)。これに対して、剪根苗では新根数は水深10cm区で最も多く、以下水深5, 0, 20cm区となり、最長新根長は水深5, 10, 20cm区間では大差なく、水深0cm区では他区にくらべて劣った。そして、無剪根苗と剪根苗を比較すると、最長新根長はいずれの水深においても無剪根苗で剪根苗にくらべて長くなったが、その差は深水区ほど小さかった。また、新根数については水深0, 5cm区では無剪根苗が剪根苗にくらべて多くなったものの、水深10, 20cm区では剪根苗が無剪根苗にくらべて優った。深水区で光合成作用の抑制が大きくなると¹⁹⁾、根への同化産物の転流量が低下し、無剪根苗では旧根との養分競合により発根が剪根苗にくらべて劣ったものと推定された。そして、葉身の伸長速度と新根発生数との間には、無剪根苗では負の相関関係が、また剪根苗では水深10cmまでの範囲では

正の相関関係がみられた。

地上部乾物重は無剪根苗では水深0cm区と5cm区の差は僅少であったが、水深が浅いほど優る傾向がみられたのに対して、剪根苗では水深10cm区で最大値を示し、水深0cm区は20cm区にくらべても劣った (Fig. 4D)。そして、無剪根苗と剪根苗とを比較すると移植後の水深が深い区ほど地上部乾物重の差が小さくなる傾向がみられた。

Fig. 5には移植後8日目の苗地上部の成分含有率を示した。全窒素含有率は剪根の有無や移植後の水深にかかわらず、各区とも3.4~3.7%の範囲にあり、大差は認められなかった。また、全糖含有率にも剪根の有無および水深による差は比較的小さかった。これに対して、澱粉含有率は無剪根苗では水深が浅い区ほど明らかに高くなり、また剪根苗では水深10cm区で最大値を示し、水深20cm区では劣った。そして、無剪根苗と剪根苗との地上部の澱粉含有率は水深0, 5cm区では無剪根苗で、水深10, 20cm区では逆に剪根苗で高くなった。このように、移植直後の苗地上部の澱粉含有率に著しい差異がみられたのは、第一義的には苗の剪根の有無による葉身の萎凋程度および水深による葉身の水没程度を通しての光合成速度の差異に起因するものと推定される。すなわち、無剪根苗では移植後葉身の萎凋が認められなかったために、葉身の水没程度の少ない水深が浅い区ほど光合成作用が盛んで、地上部の生長抑制 (Fig. 4A) と相まって苗地上部の澱粉含有率が高くなったものと考えられる。冠水下においても水稻の葉身は光合成作用を営むが、非冠水下のものにくらべて光合成速度は低下することは山田¹⁹⁾によって報告されている。これに対して、剪根区では水深による葉身の萎凋の緩和程度と、葉身の水没による光合成作用の抑制程度の両者によって苗個体当りの光合成量が最大となる水深が決まり、本実験では主茎の第6, 第7葉身の全てと第2節分げつの第3, 第4葉身が約1/2水面に出た水深10cm区で澱粉含有率が最大となったものと考えられる。そして、水深0cmおよび5cm区では葉身の萎凋程度が大きいために、また水深20cm区では葉身の水没程度が大きいために、それぞれ光合成作用の抑制程度が水深10cm区にくらべて大きくなり、澱粉含有率が劣ったものと推定された。これら以外に、深水下では苗の剪根の有無に関わりなく伸長生長が促進され (Fig. 4A)、光合成作用の抑制とともに体内の澱粉が急速に分解され^{19,25)}、生長や呼吸基質として利用されたことも深水下での含有率が低下した一因として推定される。とくに、水深10cmおよび20cm下では、葉身の伸長速度 (Fig. 4A) が優れた無剪根区で剪根区にくらべて澱粉含有率が低くなったものと考えられた。そして、移植後8日目の苗地上部の全糖+澱粉含有率と新根発生数との間には高い有意な正の相関関係がみられた (Fig. 6)。

従来、本田の水管理に関連して水稻成苗の移植後数日間は6~10cmの水深に保つこと⁶⁻¹¹⁾が、苗の動揺、腰折れ、植傷みを防ぎ^{8,9)}、また寒冷地では低気温から苗を保護し¹⁰⁾、活着を促進する上で必要であり、活着期は幼穂分化期~出穂期とともに最も用水が必要である時期とされている^{6,7)}。成苗の健苗を用いた本実験の結果においても、剪根苗において10cm区で移植直後の葉身の萎凋・枯死が軽減され、発根が最も良好であり、また初期生育が促進された。しかし、無剪根苗のように断根の程度が小さく、水深0cm区においても葉身の萎凋がほとんど認められない場合には、深水管理により水面下に没する葉身の割合が増大するといわずらに苗の光合成量を低下させ、移植直後の苗体内の炭水化物の蓄積が少なくなり、さらにそれらの新葉の生長への分配割合を高めるために発根が劣り、移植後の初期生育も劣るものと推定された。従って、移植後の苗の植傷みを軽減し、活着を促進して初期生育を旺盛にするための活着期間における深水の効果は苗の断根程度によって異なり、これらを考慮した上で水管理を行うことが重要であることが示唆された。

以上に述べたように、移植時の苗への蒸散抑制剤処理や移植後の深水処理によって苗の葉面からの蒸散を抑制すると、剪根程度の著しい苗においても水ストレスが緩和され、葉身の伸長速度の低

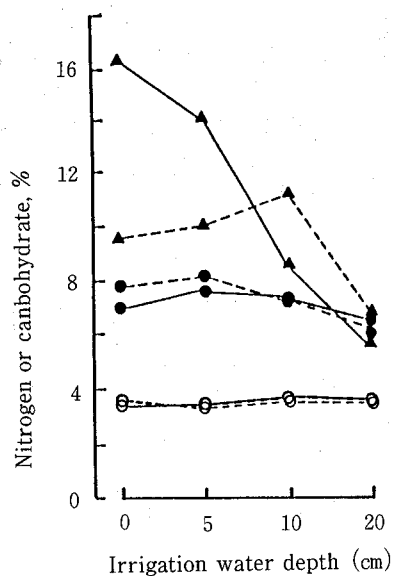


Fig. 5. Effect of irrigation water depth on the percentage of nitrogen and carbohydrate as dry weight basis in top part at 8 days after transplanting.

— : Seedlings without pruning roots,
 : Seedlings with pruning roots.
 ○ : Total nitrogen, ● : Total sugar, ▲ :
 Starch.

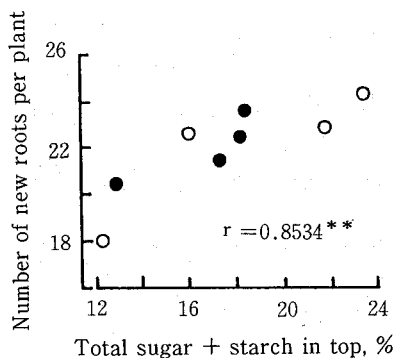


Fig. 6. Correlation between percentage of carbohydrate as dry weight basis in top part and number of new roots emerged at 8 days after transplanting. Symbols are the same as those in Fig. 5.

** Significant at 1 %.

下や枯死程度が軽くなり、植傷みは軽減された。しかし、蒸散作用とともに光合成作用も抑制されたものと推定され、移植直後の苗体内の炭水化物含有量が低下し、その結果葉身の伸長と平行した発根がみられず、初期生育は劣った。これらの結果は、前報²⁰⁾の剪葉処理苗の結果と一致した。植傷みの軽減と平行して発根が促進されたのは、全根剪除苗の水深10cm区のように蒸散抑制処理によってもなおかつ苗体内の炭水化物の蓄積量が増加した場合であった。従って、このような場合には葉身の枯死程度や葉の伸長（出葉）速度のみで活着の判定^{7,12,27-29)}はできないと考えられる。

要 約

移植時の苗への蒸散抑制剤（OEDグリーン4%水溶液、以下OEDと略す）散布処理、および移植後8日間の灌漑水深（0, 5, 10, 20cm、以下水深と略す）が剪根程度を異にする水稻成苗の植傷みと活着、さらには初期生育に及ぼす影響について、とくに苗体内の炭水化物含有量の変化との関連において検討した。

苗へのOED散布処理および移植後の深水処理により、苗の葉面からの蒸散を抑制すると、剪根程度の著しい苗においても水ストレスが緩和され、葉身の伸長速度の低下や枯死程度が軽くなり、植傷みが軽減された。この植傷み軽減効果は、剪根程度の強い苗ほど大きかった。一方、苗の発根は、剪根程度に関わりなくこれらの蒸散抑制処理により多くの場合に劣り、それに伴って初期生育も劣った。移植直後の苗の発根数は、苗地上部の炭水化物含有率と密接な関係を示したことから、蒸散抑制処理は同時に光合成作用を抑制した結果、苗体内の炭水化物含有率が低下して、発根が劣ったものと推定された。

以上の結果は、前報²⁰⁾において、苗の損傷部位と程度を異にする苗を用いて明らかにした結果と同様に、苗の活着には移植直後の苗体内の炭水化物含有量の多少が密接に関係していることを示しており、苗への蒸散抑制剤処理や移植後の深水管理による植傷み軽減は必ずしも活着および初期生育の促進につながらないものと考えられた。そして、本実験において、植傷みの軽減と平行して発根が促進されたのは、全根剪除苗の水深10cm区で、この場合には処理によって移植直後の苗体内の炭水化物含有量が水深10cm以下および以上の区にくらべて増加した。

引 用 文 献

- 1) 林 政衛・鈴木幸三郎：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(1960).
- 2) 椛木信幸・田嶋公一：水稻苗の活着に及ぼす低温と水分ストレスの影響. 日作紀, 51, 185-189(1982).
- 3) 木根淵旨光・青田精一：北陸地域における水稻晩植栽培に関する研究. 第1報 晩植水稻の植傷み発現について. 日作紀, 30, 302-304(1962).
- 4) 椛本光雄：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2報) 品種の熟性の早晚と根部剪定との関係. 日作紀, 3, 243-257(1931).
- 5) 林 政衛：稲の早期栽培と早植栽培, p.252-260, 養賢堂, 東京(1966).
- 6) 嵐 嘉一：暖地の灌排水. 戸荻義次・松尾孝嶺編 稲作講座3, p.190-204, 朝倉書店, 東京(1956).
- 7) 泉 清一・中江克己：水田作業の改善, p.129-138, 朝倉書店, 東京(1960).
- 8) 森本 勝：温暖地の稲作, 産業図書, p.80-82, 東京(1970).
- 9) 田畑清水・森本 勝：温暖地稲作改善と増収技術, p.213-222, 博友社, 東京(1952).
- 10) 田中 稔：寒地の灌排水. 戸荻義次・松尾孝嶺編 稲作講座3, p.204-213, 朝倉書店, 東京(1956).

- 11) 東条健二・佐藤 庚: 水稻の灌漑. 佐々木喬監修 総合作物学食用作物編, 稲作の部, p.75-118, 地球出版, 東京(1951).
- 12) 星川清親・庄司駒男: 水稻苗の剪葉効果について. 日作東北支部報, 25, 3-6(1982).
- 13) Anderson, J.E. and Kreith F.: Effects of film-forming and silicone antitranspirants on four herbaceous plant species. *Plant and Soil*, 49, 161-173(1978).
- 14) Davenport, D. C., Uriu K. and Hagan R.M.: Effects of film antitranspirants on growth. *J. Exp. Bot*, 25, 410-419(1974).
- 15) Gale, J. and Hagen M.: Plant antitranspirants. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 17, 269-281(1966).
- 16) Kramer, P. J.: 水環境と植物. 田崎忠良監修, 石原 邦・倉石 晋・田崎忠良・橋本 康共訳, p. 429-431, 養賢堂, 東京(1986).
- 17) Slatyer, R. D. and Bierhuizen J.F.: The influence of several transpiration suppressants on transpiration, photosynthesis, and water-use efficiency of cotton leaves. *Aust. J. Biol. Sci.*, 17, 131-146(1964).
- 18) Solárová, J., Pospíšilová J. and Slavík B.: Gas exchange regulation by changing of epidermal conductance with antitranspirants. *Photosynthetica*, 15, 365-400(1981).
- 19) 山田 登: 水稻の冠水抵抗に関する生理的研究. 農技研報, D8, 1-110(1959).
- 20) 山本由徳・久野訓弘: 水稻の植傷みに関する研究 第5報 苗地上部の剪除程度が移植後の初期生育に及ぼす影響. 日作紀, 59, 312-320(1990).
- 21) 山本由徳・久野訓弘: 水稻の植傷みに関する研究 第4報 植傷みの発現と回復の様相. 日作紀, 59, 40-47(1990).
- 22) 山本由徳: 水稻の植傷みに関する研究 第3報 苗の剪根の有無が移植後初期の器官別の体内成分含有量と活着に及ぼす影響. 日作紀, 58, 535-540(1989).
- 23) 三原義秋・菟原美代子: OED 乳液の展着による多分子膜の蒸発散抑制 (予報). 農及園, 35, 1883-1885(1960).
- 24) 山本由徳・前田和美・林喜三郎: 水稻の植傷みに関する研究. 第1報 移植後の初期生育に及ぼす苗の剪根程度の影響. 日作紀, 47, 31-38(1978).
- 25) 山本由徳・前田和美・林喜三郎: 水稻の植傷みに関する研究. 第2報 移植後の体内成分含有量並びに生長速度に及ぼす剪根程度の影響. 日作紀, 47, 39-47(1978).
- 26) 山口 禎: 浮稲に関する研究. 第3報 水位の上昇が生育および炭水化物含量におよぼす影響. 日作紀, 42, 29-34(1973).
- 27) 三本弘乗: 東北地方北部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(1983).
- 28) 寺中吉造・吉田善吉・近藤和夫: 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(1976).
- 29) 寺中吉造・吉田善吉・近藤和夫: 水稻の苗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(1976).

(1990年 9月29日受理)

(1990年12月27日発行)

