

水稻の育苗をめぐる技術問題

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
著者	宮坂, 昭
巻/号	2巻5号
掲載ページ	p. 25-31
発行年月	1979年5月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



水稲の育苗をめぐる技術問題



宮 坂 昭*

1. はじめに

田植機を使つての水稲作付面積は、昭和53年には86%に達している（第1表参照）。その8年前の昭和45年（万国博覧会の年）には普及率わずかに3%であったものが、よくぞ広がったものである。

田植機の普及に伴つて育苗の様式も変つて来た。田植機開発の当初には、慣行の成苗を植えることに主目標を置いていたが、それが細苗を使うようになり、さらにマット苗が主体となるようになって今日に及んでいる。最近では型枠苗やポット苗の特性も評価され、それぞれ普及を伸ばしつつある。

このように、田植機出現前とは全く違つた育苗法が幅をきかしている今日ではあるが、その安定性はどうか。本田での問題はさておき、育苗の問題だけに限つてみても、育苗様式の選択の誤り、技術の未熟や手抜きによる失敗がまだ跡を絶たないようである。ここでは、水稲の育苗をめぐるいくつかの問題を考えてみよう。

2. 中苗の特徴とその増加の傾向

田植機用の苗の目標形質を苗の種類別に示すと第2表のようである。

稚苗は箱当りの播種量が乾粃で200~250g（催芽粃で250~300g）であり、育苗日数も短いため、その苗長・葉令・茎葉乾物重は他種の苗に比べて小さい。

中苗は稚苗に比べて播種密度が疎で、箱当りの播

第1表 昭和53年の田植機利用作付面積および面積割合

農業地域	作付面積 (9)	稚苗面積		中成苗面積	
		面積割合 (10)	面積割合 (11)	面積割合 (12)	面積割合 (12)
全 国	2,168,000	86	62	38	
北 海 道	158,300	90	25	75	
東 北	567,300	94	48	52	
北 陸	243,700	79	76	24	
東 山	373,300	84	60	40	
東 海	148,100	80	81	19	
近 畿	155,700	82	63	37	
中 国	159,500	77	79	21	
四 国	78,900	82	68	32	
九 州	283,100	87	77	23	
沖 縄	80	6	35	65	
札 函	124,200	92	23	77	
帯 広	23,300	82	40	60	
北 見	6,470	91	20	80	
	4,280	84	0	100	
青 森	69,800	88	3	97	
岩 手	79,600	91	61	39	
宮 城	111,400	98	59	41	
秋 田	115,500	95	41	59	
山 形	95,600	97	57	43	
福 島	95,400	93	57	43	
茨 城	84,700	81	77	23	
栃 木	88,700	95	74	26	
群 馬	26,000	86	27	73	
埼 玉	51,100	91	51	49	
千 葉	64,700	78	55	45	
東 京	367	42	47	53	
神 奈 川	4,710	78	98	2	
新 潟	129,100	79	69	31	
富 山	53,600	87	99	1	
石 川	27,600	67	74	26	
福 井	33,400	82	69	31	
山 梨	7,190	75	54	46	
長 野	45,800	78	32	68	

* 農事試験場作物部研究室長

農業地域	作付面積 (9)	面積割合 (10)	稚苗面積		中成苗面積割合	
			割	%	割合	%
岐静愛三	阜岡	35,800	78	68	32	
	知重	23,800	76	95	5	
		42,500	80	73	27	
		46,000	86	90	10	
滋京大兵奈和	賀都	46,800	92	64	36	
	阪庫	20,600	79	47	53	
	良山	6,450	52	84	16	
		57,800	86	71	29	
	歌	12,800	70	19	81	
鳥島岡広山	取根	19,200	83	79	21	
	山島	28,100	77	73	27	
	島口	36,400	64	86	14	
		40,000	86	76	24	
		35,800	82	80	20	
徳香愛高	島川	17,600	90	85	15	
	媛知	23,200	92	59	41	
		22,500	82	48	52	
		15,600	65	89	11	
福佐長熊大宮鹿	岡賀	66,500	94	84	16	
	崎本	37,100	85	96	4	
	分崎	19,100	78	98	2	
	島	56,100	83	28	72	
		35,500	86	84	16	
	児	29,000	83	84	16	
沖	39,800	91	98	2		
	80	6	35	65		

種量が乾籾で80~120gであり、育苗日数も長いため、苗長・葉令・乾物重ともに稚苗に比べて大き

第2表 機械移植用苗の目標形質（農林水産省農産課）

	苗長(cm)	葉令	茎葉乾物重(mg)	育苗日数(日)
稚苗	10~15	2.0~2.5	10~15	15~20
中苗	15~20	3.5~4.5	20~30	30~45
型 梓 苗	15~20	3.5~4.5	25~50	30~35
ペーパーポット苗	15~20	4.0~4.5	30~45	30~40

- 注) 1. 北海道などの寒地での稚苗は苗長8~15cm, 育苗日数15~20日を目標としている。
 2. 中苗の葉令・苗長は、寒地と暖地とで若干異なり、一般に寒地では葉令が若く、暖地ではやや進んだものになる。北海道などの寒地では葉令3.1~3.5, 苗長13~20cmを目標としている。

第3表 1株1本仕立ての場合の1穂穎花数

	農林29号		日本晴		トヨニシキ		シモキタ	
	実数	比率	実数	比率	実数	比率	実数	比率
成 苗	188.3	100 %	164.6	100 %	158.4	100 %	160.9	100 %
中 苗	183.7	97.6	159.5	96.9	154.9	97.8	154.7	96.1
稚 苗	170.1	90.3	154.0	93.6	148.8	93.9	152.6	94.8

注) 栽植密度：30cm×18cm

い。このため、中苗を植えた稲は稚苗の稲に比べて一般には出穂期が早く、また1株苗数が少ないこと・分けつが発生節位が高いこともあずかって本田での茎数増加がゆるやかである。そのために過繁茂になるおそれは少ない。また、1穂当りの穎花数も異なる。1穂当りの穎花数には、成苗>中苗>稚苗の関係が一般的にみられるが、m²当りの穂数では、稚苗>中苗>成苗というように1穂穎花数とは逆の関係がある。ところで、m²当りの穂数が多くなると1穂穎花数が少なくなるとい一般的傾向があるので、前述の苗の種類による1穂穎花数の差はm²当り穂数の差によるものか、苗の本性に基づくものかは調べてみないと分らない。そのために、稚苗・中苗・成苗を1本植とし、出てくる分けつをすべて剪除し、主稈だけを残すようにして1穂穎花数を比較してみた。その結果が第3表である。この結果から中苗の穎花数が稚苗のそれにまさることは苗自身の特性が関与していることがわかる。

中苗の出穂が稚苗に比べて早いという特性は冷害年次に高く評価され、また、麦・タバコ・イグサなどの収穫後の晩植でも有利な条件となっている。昭和53年度における苗別の作付面積は既に示した第1表のようであるが、寒冷な北海道・東北・長野や晩植面積が多い熊本などでは前年に比べて稚苗の作付面積が減少し、中苗の作付面積が増加して来ている。

3. 冷害ではっきりした苗

の種類の違い

昭和51年の冷害では、北日本を中心とした各地で大きな被害を受けた。特に、北海道ではその東北部と勇払から石狩低地にかけての冷い偏東風が吹き抜けた地帯、東北地方では北上山地、阿武隈山地、奥羽山脈に沿った高冷地が、遅延型冷害によって大きな減収を受けた。これらの、遅延型冷害を発生した地帯では、苗の種類によって収量にかなりの差が見

られ、稚苗よりも中苗が、箱苗の中苗よりはポット苗や成苗がまさったようである。

第4表は阿武隈山間の標高300mの地帯で品種フジミノリを用い、稚苗・中苗・成苗を6月15日に植えた例であるが、これをみると苗の種類の違いが収穫期・収量・米の品質にはっきり現われることがわかる。この場合、稚苗の収量が中苗に比べて低いのは、主としてその収穫期が遅いためではあるが、それとともに稚苗で植えた稲には本質的に低温に弱いという特性があり、このことも関係しているようである。第5表は東北農業試験場栽培第1部(大曲)の試験

第4表 苗の種類と収穫期・収量(福島農試)

標高	収穫期(月日)				玄米重 kg/a				玄米の等級			
	200m	300m	400m	500m	200m	300m	400m	500m	200m	300m	400m	500m
稚苗	8.28	8.29	9.6	9.11	45.9	34.8	5.7	0.1	3	未甲	等外	等外
中苗	8.23	8.25	8.30	9.8	51.9	46.8	17.9	0.3	3	4	未甲	未甲
成苗	8.20	8.23	8.29	8.29	55.8	46.3	37.0	1.4	3	4	未甲	未乙

- 注) 1. 太字は登熟可能範囲
 2. 品種フジミノリ
 3. 6月15日植(昭和51年・福島県阿武隈山間)

第5表 苗の種類別にみた冷水掛流しの影響

(金ら, 1978)

	稚苗	中苗	成苗
対照区	651	621	660
幼穂形成期に7日間冷水掛流し	331	634	655
収穫期に7日間冷水掛流し	665	637	646

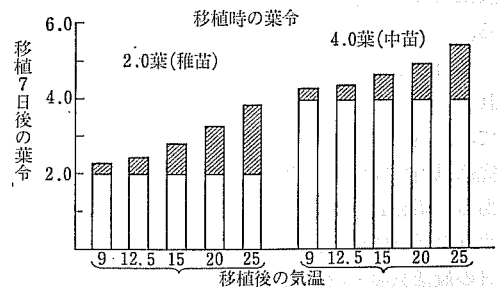
単位: ㎡当り玄米重(g)

結果である。冷水を掛け流すことによって収量が減少するが、その減少の程度が苗の種類によって異なることを示している。

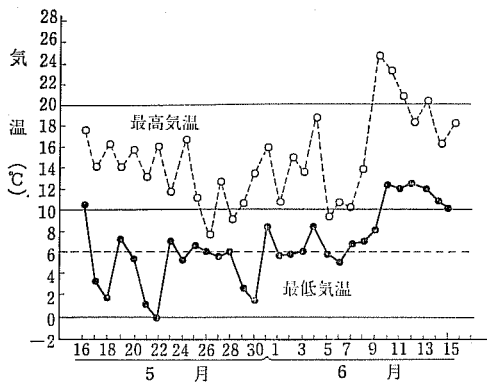
冷い井戸水を掛け流すことによって、田面の水温が下がり、最低水温が8—12℃となり、夏季の最高水温でも16—18℃となるが、表では幼穂形成期に7日間の低温処理を与えた区で苗による収量差が大きくあらわれ、稚苗の収量が著しく低下している。これはこの稚苗の掛け流し区で登熟粒数が減少し、不稔粒の割合が多くなったためであるが、このことは、稚苗から育った稲は本田の中期になっても、他の苗からの稲とは異なった生理的特性をもち続けていることを示している。

一方、活着の早さについても苗の種類による差が

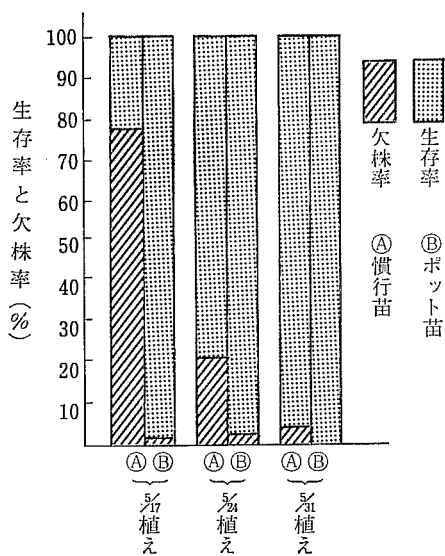
存在するという説がある。これは、低温条件下での活着は中苗よりも稚苗が早いというもので、中苗(健苗)の活着下限温度(日平均)が13.0℃であるのに対し、稚苗(健苗)のそれは11.5—12.0℃で中苗よりも低く、このことから稚苗の方が活着のための低温抵抗性が高いというのである。しかし、人工気象箱を用いた筆者らの研究の結果は、第1図のようで、葉令2.0の稚苗も葉令4.0の中苗も、従来いわれてきた下限温度よりもさらに低い9℃という温度で葉数を僅かながらも増しているのである。したがって、この範囲からみれば、稚苗と中苗の活着



第1図 移植時の葉令と移植後の気温・移植後の葉令の関係(宮坂、太刀川未発表)



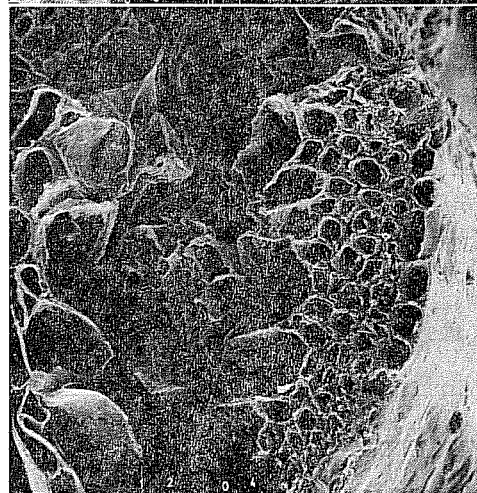
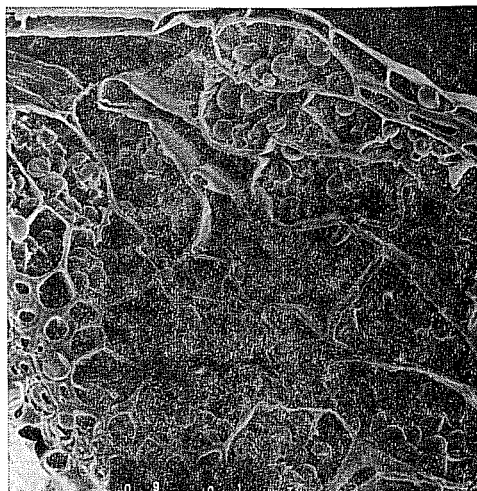
第2図 昭和44年、札幌の5月～6月の気温



第3図 昭和44年、北海道における田植え後の低温によるイネの欠株率

のための最低温度は従来の説よりも低く、しかもそれには稚苗と中苗の差がみられないということになる。

稚苗・中苗に比べて、低温活着性がまさると思われるものにポット苗がある。この三種の苗について、上述のように温度を厳密に設定して比較した研究は見当たらないが、北海道の中央部現地での実証がある。昭和44年の5月中下旬、この地方では季節はずれの低温に襲われた。5月16日から1カ月間の毎日の最低気温・最高気温を示してみると、第2図のようである。最低気温が0°Cに達した日もあり、6°C以下になった日が30日の間に16日もある。このため稚苗・中苗・慣行の成苗(畑苗)を植えた水田では



第4図 苗の葉鞘の貯蔵デンプン
注) A:ポット苗, B:稚苗

低温によって枯れたり腐ったりする株が続出し、多くの欠株を生じた。しかし、ポット苗を植えた水田では欠株が極めて少なかったのである。第3図のように、5月17日に植えた場合には、畑苗の成苗区が多数の欠株を生じているのに対し、ポット苗区では僅かの欠株を生じたにすぎない。5月24日植・5月31日植の場合には気温が上がって来たので、慣行苗でも欠株率が少なくなっているが、やはりポット苗に比べると欠株率が大きい。

このように、低温条件においてもポット苗が耐えられるというのは、ポットの中に土を保持しており、その中に無疵の健全な根をもっているということと、第4図の写真に示されるように、稚苗などに比べて葉鞘内の貯蔵デンプンを多くもっているという事実に基づくものと思われる。

4. 新しい育苗テクニック

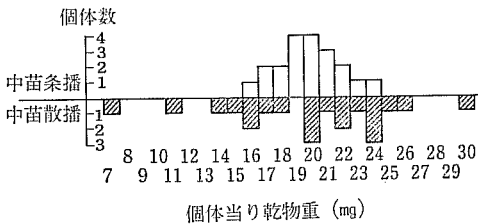
(1) 条播

すでに第2表に示したように、中苗は稚苗に比べて、草丈・乾物重・根数が大であるが、稚苗に比べて箱当りの播種量が少ないことと、播種ムラが生じやすいこととによって、本田10a当りの苗箱数を多く要している。この箱数が稚苗に比べて多いという事は、設置床の面積が広い事と共に、できれば改善したい事項である。ところが、最近、条播にすることによって播きムラを少なくし、箱数を節減できるという見通しがえられるようになった。

まず、条播苗と散播苗の播きムラに伴う生育ムラを比較してみよう。苗の生育ムラが条播にすることによって小さくなることは第6表により理解され、条播苗の変異係数（標準偏差を平均値で割った値に100を乗じたもの）が小さいことが注目される。これを図示してみると第5図のようで、個々の苗の乾物重の変異は散播に比べて条播の方が小さくなっており、条播による播きムラの減少は、田植時の欠株率の減少にもつながっている。

第6表 中苗の個体当り乾物重の分散、標準偏差、変異係数～条播と散播の比較～

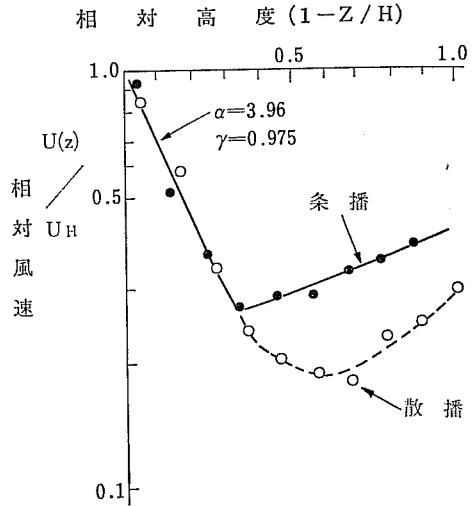
	平均値 (mg)	分散	標準偏差	変異係数 (%)
中苗条播	19.80	4,274	2,067	10.4
中苗散播	19.65	30,345	5,509	28.0



第5図 苗乾物重の分布状態—中苗の散播と条播の比較

条播器には縦条の方式（育苗箱の長い方の辺と平行の条ができる）と横条の方式（育苗箱の短い方の辺と平行の条ができる）とがある。いずれも、条播した直後には種粒がはっきりした条をなしているが、苗の生育が進んでくると、条が不明瞭になり、外見上はバラまきとあまり変わらないようにさえ見え

てくる。しかし、風洞実験により風速の垂直分布を調べてみると、条播の方が風通しが良いことがわかる。育苗箱の苗群落上の位置での風速を $U(m)$ とし、これに対する苗群落内の任意の高さ Z 区における風速を $U(z)$ とし、両者の相対値 $U(z)/U(m)$ と、群落内の相対高度 $(1-Z/H)$ との関係を示すと第6図のようになる（ここで、草高を H とし、床土表面における高度を 0 とする）。図では群落内葉層における



第6図 散播中苗と条播中苗の風速分布

相対風速は条播区の方が散播区に比べて明らかに大きくなっている。このように、条播区での相対風速が大きいということは蒸散の促進、病害の回避にも有効と思われる。通風が不良の条件で発生しやすい病害としては、リゾクトニア・白絹病・イモチ病・リゾプス・モミ枯れ細菌病などがあげられているが、条播はこれらの病害の発生抑制に効果をもつものと期待される。

育苗箱内の苗群落での光の透過率も散播に比べて条播の方が大きい（第7表）。

第7表 育苗箱内の苗群落の光透過率 (%)

	播種後		
	10日目	20日目	30日目
条播	19.0	6.7	3.2
散播	18.4	3.5	2.2

次に、条播によって中苗の苗箱必要数を節減できる見通しができたことによつておきたい。本田10a当りに必要な育苗箱の数は一般には稚苗の15—18に対し、中苗では30—43となっている。この違い

ば、(1)中苗では稚苗に比べて薄播きであり、(2)そのために播種ムラを生じやすく、(3)播種ムラが大きいと欠株を生じやすいので植付時の苗ブロックを大きくする。こういった理由によるものである。しかし、条播によって、中苗の苗立ちのムラを少なくすることができれば、欠株の発生率を高めることなく苗ブロックの大きさを小さくすることができる(ただし1株苗数は少なくなる)。苗ブロックを小さくすれば、1箱から掻き取る株の数を増すことになるから、結局10a当りの苗箱数を少くすることができるのである。

(2) 剪 葉

最近、育苗の途中で箱苗に剪葉処理を加えるという方法が注目されてきた。田植が延期され苗の丈が伸びすぎた場合に苗の上部を切り取るという方法は、以前からも行われて来たが、そのような目的だけでなく、別の意図をもった剪葉が脚光を浴び始めている。

これには、第2本葉が展開した時期に第2葉身の上半分を剪除し、さらに第3本葉が展開した時期に第3葉身の上半分を剪葉するという方法(2回剪葉)と、第3葉身の展開時に第3葉身の上半分だけを剪除する方法(1回剪葉)がある。

(イ) 葉面積指数(繁茂程度を示す尺度)への影響

稚苗で剪葉を2回行った場合について調べた結果は次のようである。第2本葉が展開し終る時期の葉面積指数は3.5程度であるが、第2葉身の上半分を剪除すると葉面積指数は2.0となる。その後、第3本葉が展開する時期には稚苗の葉面積指数は約5(第2本葉を剪葉しないもの)となっているが、第2本葉展開時に剪葉したものの、この時期の葉面積指数は4.5で、剪葉の影響は残ってはいるものの、比較的小さい。しかし第3本葉を剪葉するとその葉面積指数に与える影響はもっと大きく、第3葉展開後10日目の葉面積指数(無剪葉区)が13.5であるに対し、剪葉区では11.5となっている。このように、剪葉処理は葉身の一部を剪除することによって葉面積指数を小さくし、過繁茂の程度を少なくするが、剪葉の効果はその他の特性にもあらわれてくる。

(ロ) 葉令に及ぼす影響

剪葉を行なうと、それが刺激となって出葉が早くなるという特性がある。稚苗・中苗の場合、その程度は、0.1~0.5葉の促進であるが、葉令を進めようという場合には有効な手段となる。ポット苗の田植

第8表 剪葉および剪葉直後の追肥が田植時における苗基部の太さに及ぼす影響

	長 径(mm)	短 径(mm)
無追肥・無剪葉区	1.66	0.96
無追肥・剪葉区	1.95	1.03
追肥・無剪葉区	1.81	0.99
追肥・剪葉区	2.15	1.11

- 注) 1. 苗の基部から1cmの高さにおける葉鞘の長径と短径を測定した。
 2. 剪葉処理は第2葉が完全に展開した直後に葉身の1/2を剪除し、次いで第3葉が完全に展開した直後に葉身の1/2を剪除した。
 3. 追肥区では剪葉の都度、剪葉直後に箱当り0.5gの窒素を施用した。
 4. 播種密度は箱当り乾糶200gである。

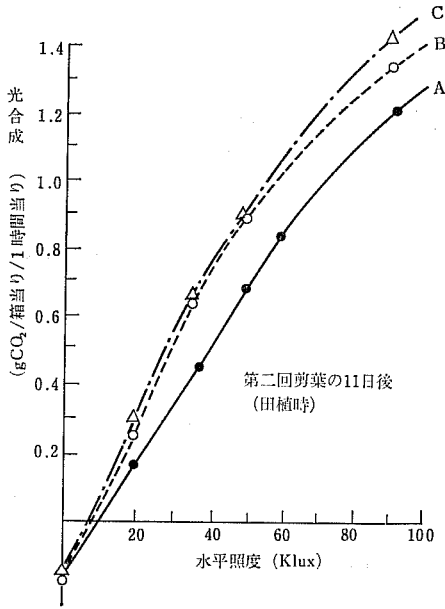
時の葉令は4.0~4.5が普通であるが、剪葉によって5葉苗がえられたという報告がある(四国農業試験場)。

(ハ) 苗基部の太さに及ぼす影響

剪葉すると茎の基部が太くなる。結果は第8表のようであるが、剪葉直後に速効性の窒素肥料(成分で箱当り0.5g)を追肥すると太さの増大はさらに促進される。剪葉した苗は太く、手ざわりが硬く感じられるようになる。

(ニ) 乾物重および光合成に及ぼす影響

剪葉処理をすれば切り取られた葉の分だけ苗の体重が減少するのは当然である。しかし、剪葉が刺激となって乾物重の増加が促される。第2本葉の上半分を剪除した苗でも第3本葉展開時には無剪葉の苗に比べて、その乾物重は劣らなくなっている。第3本葉の上半分を剪除した場合にも、剪除による乾物重減少を補おうとする作用が働くが、第2本葉の葉身重に比べて第3本葉の葉身重が大きいために、その剪除による乾物重の減少程度も大きく、そのために処理の10日後においても剪葉区の苗乾物重は無剪葉区のそれに比べて小さい。しかし、この場合にも剪葉による苗乾物重の損失を補なおうという働きが存在することは、光合成の測定結果からも証明されるのである。第7図は、第3本葉に剪葉処理(葉身の上半分を切り取る)を加えてから10日後に、育苗箱当りの光合成を測定した結果であるが、無剪葉の苗に比べて剪葉した苗の光合成量は大きく、このことが剪葉による乾物重減少を補なうことにあづかっている。剪葉の直後に窒素を追肥すれば、光合成が増大されるということも図に示されている。



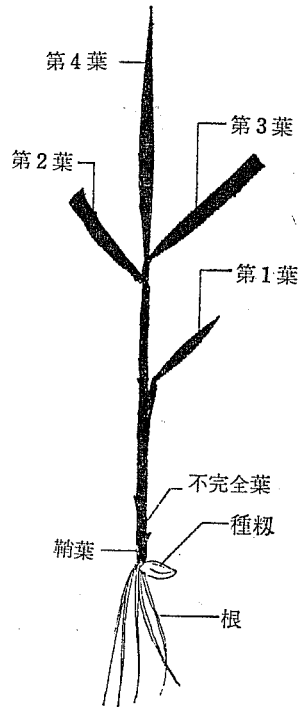
第7図 剪葉処理および窒素追肥が光合成に及ぼす影響

注) A: 無剪葉, 無追肥 B: 剪葉, 無追肥
C: 剪葉, 追肥

(*) 葉身の窒素含有率を高める

前述のように、剪葉は苗の光合成の増大を促し、その結果として苗乾物重の回復がはかられるのであるが、このことを支える一つの条件として茎葉の窒素含有率の増大をあげることができる。第3葉を剪葉してから10日後に苗茎葉の窒素含有率を測定してみると、無剪葉区の1.84%に比べ、剪葉したものは2.00%で高く、剪葉し、その直後に窒素を追肥したものの窒素含有率は2.24%となっていた。

このように、苗生育の途中における剪葉は過繁茂の軽減だけでなく、茎の太いガッチリした苗を作り、また、茎葉の窒素含有率の増大を通して光合成



第8図 剪葉処理を与えた苗

を増し、その結果として乾物生産にも好影響を及ぼしているのである。

単なる窒素追肥は苗の過繁茂を促すが、第8図のような剪葉は過繁茂になるのを抑えながら窒素含有率を高めている。

箱苗の剪葉には専用の機械が開発されており、人力用とエンジンつきの兩種がある。

なお、本稿では2回剪葉の試験成績だけを示したが、第3本葉展開時の1回の剪葉でも類似の効果があげられるようである。

(みやさか・あきら)

