

田植機用育苗箱における水稻の光合成

ならびに呼吸作用の測定

堀 内 悦 夫

I 緒 言

田植作業の機械化は、我が国、稲作関係者の永年にわたる悲願でもあった。難行とも言うべき田植からの解放をはかるために昭和37年頃^{2),3)}から農村労力不足にともない田植機の開発と利用に関する研究が進められ、最近においてようやく実用化される運びとなった。愛媛県における田植機の導入台数は、昭和44年度、251台に対し、昭和45年度630台と急速に伸展し、今後ともますます普及するものと考えられる。このような状況に対応する育苗技術の確立と、その作物的究明が切望されることは多言を要しない。そこで田植機用育苗箱における水稻苗の光合成および呼吸作用の実態を明らかにし、合理的な育苗法確立のための資料を得る目的で本実験を行なった。

なお、田植機による栽培技術の報告例^{2),3)}は数多く見受けられるが、育苗箱を対象とした水稻苗の光合成ならびに呼吸作用の実態を明らかにした報告例は見られず、一応ある程度の知見を得たのでここに報告する。

本実験は、本学部作物学研究室において、津野幸人助教授の御指導の下に行なわれたものである。さらに、川合通資教授からは、懇篤なる御指導を賜り、佐藤亨助手からは、つねに御支援をいただいた。なお、文部技官小原孟、小原重雄両氏の御協力を得た。

ここに以上の各位に衷心からの感謝を捧げる次第である。

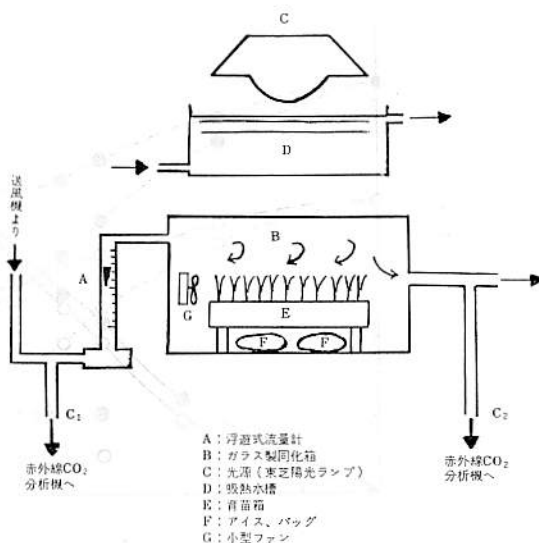
II 実験材料および方法

水稻品種、日本晴および愛農1号(仮称)を供試し、比重1.13の塩水選とウスブルン1,000倍液による消毒とを行なった後、7月7日(1970年)に育苗箱(28×58cm)に無肥料で、両品種1箱当たり250gずつ播種した。

1 光合成測定装置

室内の光合成測定装置は、津野助教授により考案作成されたものである。以下装置の構造(第1図)ならびに使用方法の概要を記述する。

まず送風機によって送られた空気は、浮遊式流量計(A)により所定流量に調節される。そこで送風量はCO₂の供給不足を生ぜしめないように毎時800~1800ℓの空気が育苗



第1図 光合成測定装置

箱 (E) の置かれたガラス製の同化箱 (B) (75×45×30cm) に送られる。

光源 (C) は陽光ランプを使用し、これを上下して光強度を調整した。葉面に到着する光の強さは、最大80kluxまでは可能であり、照度の測定は東芝光度計 S P I - 1 を用いた。

同化箱内の温度の調節は、光源と同化箱の中間に設けた吸熱水槽 (D) の水深を加減したり、あるいは冷房機で冷風を同化箱にあてたり、時には箱内にアイスバッグ (F) を入れたりとした。温度の測定には熱電対を使用した。

同化箱に供給された空気は、小型ファン (G) によって良く攪拌され、材料と接触したのち、空気取出孔より外部に排出される。

また、呼吸作用の測定は、同化箱を黒布で覆うほかは、原理的には光合成の測定とまったく同じである。

光合成・呼吸作用の計算は、同化室に入る前の空気中のCO₂濃度 (C₁) と、同化室を出たあとの空気中のCO₂濃度 (C₂) を測定し、その濃度差をもとにして、これに通気量を乗じて、光合成量または呼吸量を計算した。

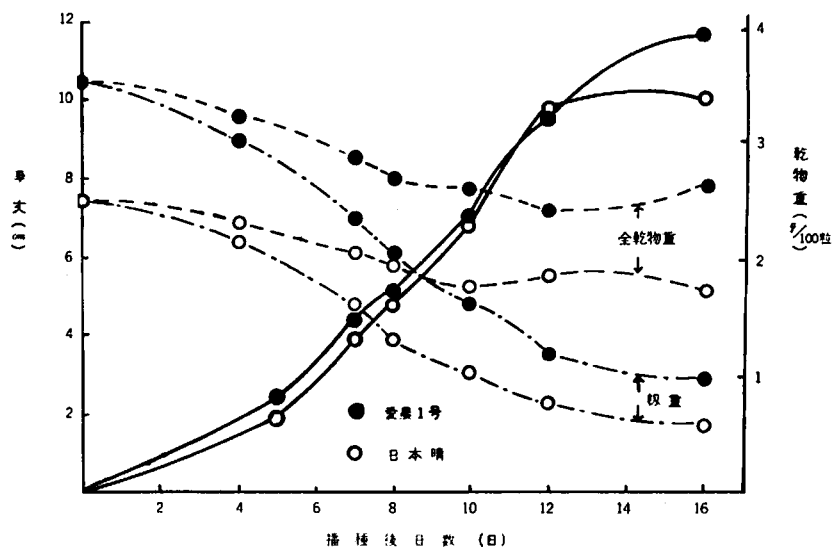
以上の方法で、育苗箱を対象とした光合成・呼吸作用の測定には十分に目的を達することができた。

2 遮光処理

実際の育苗過程で、光の生長に対する影響度を調査するため、7月18日より25日までの8日間に、遮光処理を行なった。寒冷紗1重張、および3重張の遮光枠を作り、その中に育苗箱を入れた。自然光に対し、それぞれ1重張り (弱遮光) 区は71%、3重張り (強遮光) 区は54%の相対照度が得られた。照度の測定には東芝照度計 S P I - 1 を用いた。

III 実験結果および考察

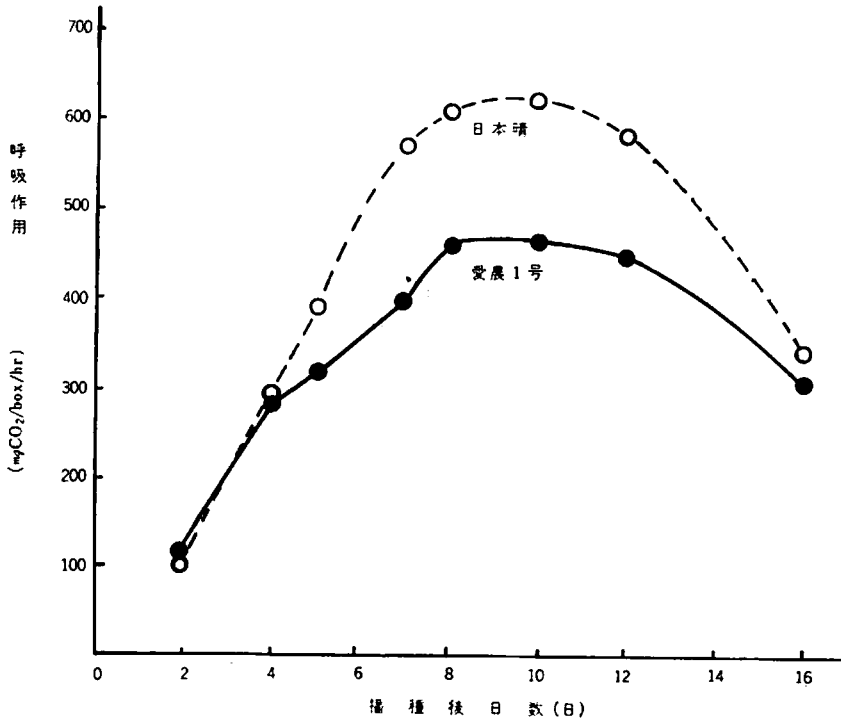
草丈および乾物重の推移は第2図に示される。草丈は両品種とも、急速に伸長し、播種後16日で10~12cmに達した。これは、この育苗期間が高気温であったためと思われる。乾物重は播種後10~12日までは減少するが (胚乳養分の減少による)、その後は草丈の増大にともなってあまり減少せず、むしろいくぶん増加の傾向が見られる。なお、日本晴に比べて愛農1号の



第2図 草丈および乾物重の推移

乾物重が大であるのは、籾干粒重が重いことによる。籾重は胚乳貯蔵養分の消耗により、日数の経過とともに急速に減少していく。全乾物重と籾重との差が芽および根重であるが、この両部位の増加は播種後5日頃より認められ、次第に増加する。檀上¹⁾は胚乳の消尽期における水稻苗の成育度はほぼ本葉が4枚発生したところで、それは無肥区において播種から11日目(高温時)、または19日目であったと述べているが、本実験でも大よそ、そのような結果が見られた。

30°Cに補正した呼吸作用の推移は第3図に示される。これによると、播種後8日までは急

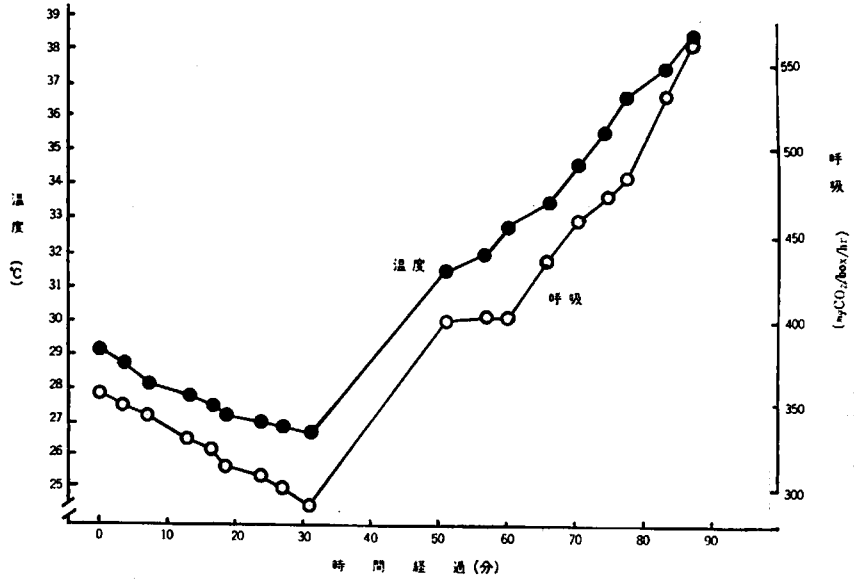


第3図 呼吸作用の推移

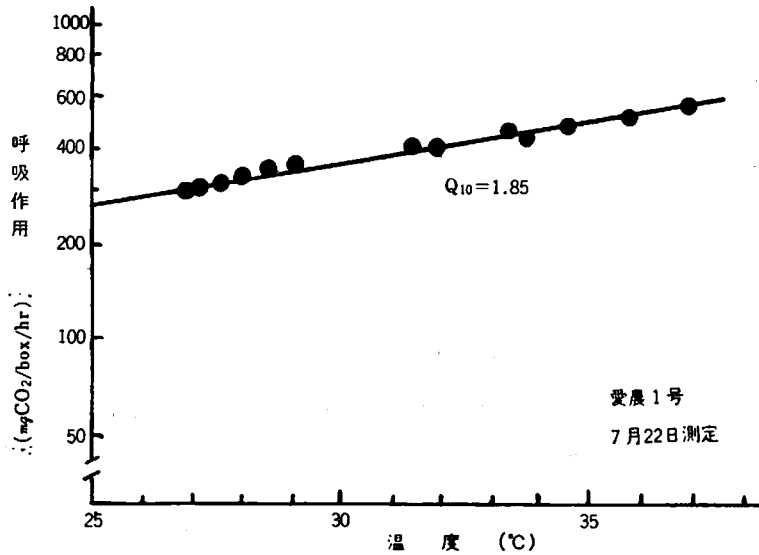
速に高くなって、その後一定となり、16日には低下をみた。呼吸速度の最高値は、日本晴では育苗箱当たり 600mgCO₂/hr、愛農1号では 450mgCO₂/hrであった。これを100個体当たりに換算すると、それぞれ7.5mgCO₂/hr、8.2mgCO₂/hrで日本晴の呼吸速度は、育苗箱当たりでは高く、個体当たりでは低くなっている。これは、日本晴では乾物重は小さいが育苗箱当たりの苗立密度(8000粒/箱)が大で、愛農1号(5500粒/箱)よりも総個体数の多いことによるものと考えられる。川合ら⁹⁾は発芽の進行とO₂排出速度は平行的で、芽長の長いものは呼吸速度が大で、呼吸/光合成比率は第3葉期ごろには高くなるが、さらに生育が進むとその比率は低下し、20%程度となることを認めたが、本実験の結果も類似の経過を示している。

温度を種々に調節して、それにとまう呼吸の変化を測定した結果を第4図に示す。これにみられるように、呼吸作用は温度に敏感に対応して変化する。この結果を片対数目盛であらはすと(第5図)、両者には直線的な関係が認められ、温度係数Q₁₀=1.85となった。山田ら⁹⁾は15~40°Cの間における水稻の呼吸作用の温度係数Q₁₀は時期によって1.66~2.06の範囲の変動を示し、平均1.87であると指摘しているが、本実験の結果はこの平均値と良く一致している。

次に生育の各時期における光合成と照度との関係を第6図に示す。播種後8日(両品種とも



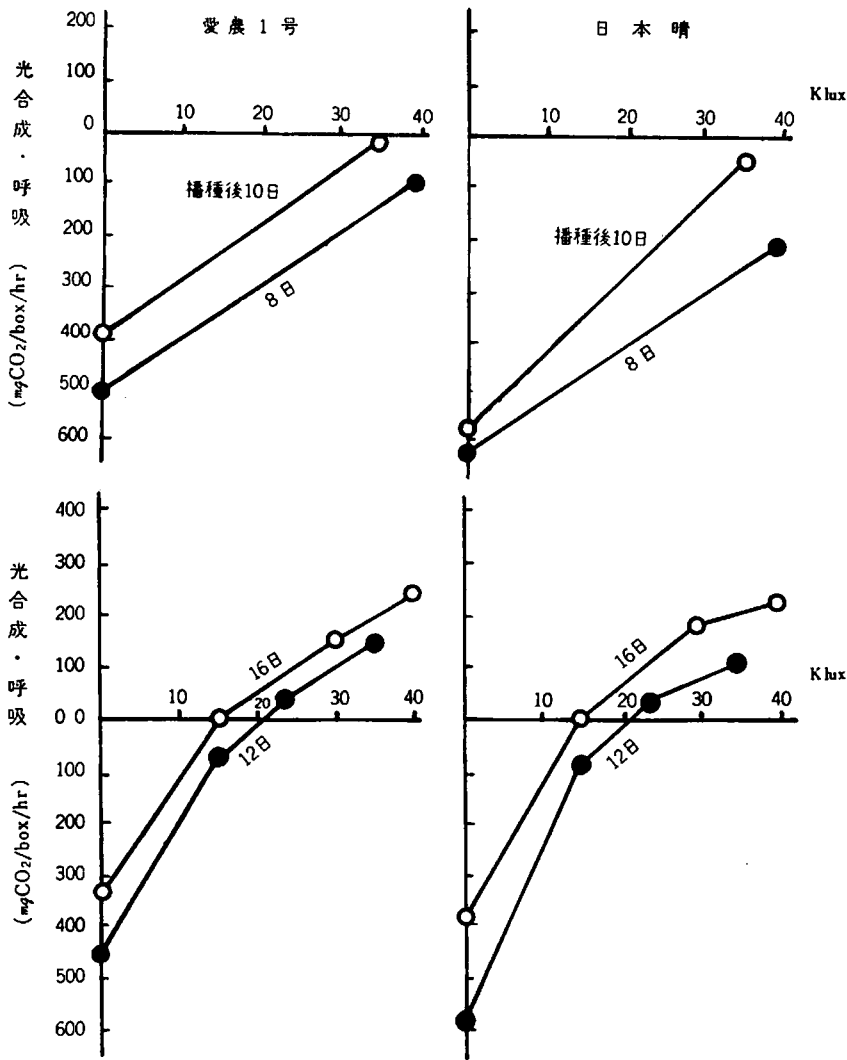
第4図 温度変化にともなう呼吸の変化



第5図 温度と呼吸との関係

芽長5cm)には、光合成能力は認められたが、見かけの光合成は照度40kluxでは認められない。播種後10日(芽長7cm)でも同様で、照度40klux附近が光補償点になっている。播種後12日(芽長10cm)において、両品種とも光補償点が照度20kluxとなり、さらに播種後16日では16kluxまで低下した。武田^らは、苗令4葉程度の苗では、35klux前後の光があれば十分な光合成をなし得ると述べ、村田^らは穂ばらみ期に光-同化曲線によって光の補償点を求めると、500~1,000klux程度の値が得られたと述べている。これらの結果を比較すると、育苗箱の光合成においては、光補償点はかなり高く、呼吸が光合成に対して大きな割合を占めているのが特長としてあげられる。

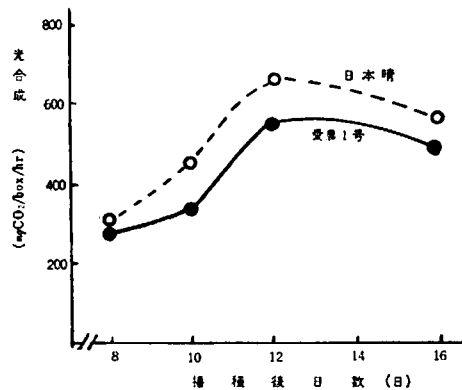
照度30kluxのもとにおける真の光合成能力の推移(第7図)をみると、両品種とも播種後12



第6図 生育各時期における光合成と照度との関係

日までは高まり、それ以後はやゝ低下の傾向を示した。光合成能力の最高値は1箱当たり、日本晴 $670\text{mgCO}_2/\text{hr}$ 、愛農1号 $550\text{mgCO}_2/\text{hr}$ を示し、日本晴では愛農1号より高くなっているが、これはさきに述べたとおり、個体数が多いことによるものと思われる。

ここで苗箱の純光合成を第2図、ならびに第3図の結果より推定した(第1表)。すなわち、呼吸作用の値から、苗が全期間暗所におかれたと仮定した場合の乾物重の推定減少量を算出し、自然状態における乾物重の減量



第7図 照度30kluxのもとにおける真の光合成能力の推移

第1表 純光合成量の推定

期 間 (播種後日数)		0~4	4~7	7~8	8~10	10~12	12~16
愛 農 1 号	平均呼吸速度 mgCO ₂ /box/hr	200	330	430	460	455	390
	暗所における推定減量 g/box (A)	11.7	14.5	6.3	13.5	13.3	17.1
	明所(自然状態)における減量 g/box (B)	14.0	18.0	8.4	5.3	11.6	12.3
	A-B (純光合成量) g/box	- 2.3	- 3.5	- 2.1	8.2	1.7	29.6
	1日当たり純光合成量 g/box	- 0.58	- 1.17	- 2.1	4.1	0.85	7.61
日 本 晴	平均呼吸速度 mgCO ₂ /box/hr	200	440	590	620	600	460
	暗所における推定減量 g/box (A)	11.7	19.3	8.6	18.2	17.6	26.9
	明所(自然状態)における減量 g/box (B)	14.7	21.8	5.5	13.9	3.9	10.0
	A-B (純光合成量) g/box	- 3.0	- 2.5	3.1	4.3	20.5	36.9
	1日当たり純光合成量 g/box	- 0.75	- 0.83	3.1	2.15	10.25	9.25

との差を純光合成とみなして、これを算出すると、光合成が明らかに重量的にとらえられるのは、日本晴では7日以後、愛農1号では8日以後である。その後、光合成が盛んになっても、12日ころまでは種子貯蔵養分の減少の方が大で、それをカバーすることはできないことが認められる。つまり、そのころまでは胚乳依存型の成長をし、播種後16日ころ(胚乳養分消尽期とみられる)から独立栄養の段階に入ることが推定される。

次に、育苗後期における乾物生産と、光との定量的な関係を求めるために、8日間の遮光処理を行なった(第2表)。草丈は日本晴では処理によって長くなり、愛農1号ではほとんど変化はなかった。また葉令は両品種とも小となり、出葉がおくれるようにみられた。しかし、乾物重は愛農1号で減少の傾向がみられたが著しくはなく、日本晴ではむしろ僅か増加し遮光の影響は明確ではない。すなわち、育苗後期における光のウエイトは軽いように考えられる。これは、処理期間および試験実施の場所が、かなり高温であったため、自然光区は呼吸消耗がはげしく、一方遮光区は作物体温が低下して呼吸消耗を少なくし、それが乾物生産にむしろ効果的であったのではないかと考えられる。

第2表 遮光処理が生育におよぼす影響

	光 強 度	草 丈		葉 令		乾 物 重	
		実 数	指 数	実 数	指 数	実 数	指 数
愛 農 1 号	自 然 光 (100)	11.9	100.0%	2.7	100.0%	1.96	100.0%
	弱 遮 光 (71)	12.1	101.7	2.3	85.2	1.80	91.8
	強 遮 光 (54)	12.0	100.8	2.3	85.2	1.91	97.4
日 本 晴	自 然 光 (100)	10.3	100.0	3.1	100.0	1.37	100.0
	弱 遮 光 (71)	11.0	106.8	2.9	93.5	1.46	106.6
	強 遮 光 (54)	12.0	116.5	3.0	96.8	1.49	108.8

遮光期間：7月18日～7月25日，測定日：7月26日

以上の結果を総合すると、田植機育苗箱においては、光合成に対して相対的に呼吸作用が強く、物質生産の収支の上からは、貯蔵養分の消耗およびその転形が主体をなしており、光合

成量はこれを補なう程度のものであることが推定される。したがって、育苗箱の管理においては、初期は高温による必要以上の呼吸作用を促進しないよう、温度管理を主体に考え、発芽1週間以後は光条件をも考慮に入れた管理を行なうべきであろう。それも光の量的効果はあまり主視しなくてもよいようであって、質的影響を重視し、つまり葉緑素形成や、芽長の調整に力点をおいて光管理を行なうのが合理的ではないかと思われる。

IV 摘 要

水稻品種、日本晴、愛農1号(仮称)を7月7日に育苗箱(28×58cm)に250gあて播種した。出芽より呼吸作用を、また播種8日後より光合成作用をそれぞれ測定した。光合成・呼吸の測定にはガラス製の同化箱に苗箱を入れ、これに800~1800ℓ/時の空気を送り、吸収または排出される炭酸ガス量を赤外線CO₂分析機でとらえた。

得られた結果は次の通りである。

- 1 呼吸速度は、両品種とも、播種後8日まで急速に高まって後、12日まで一定となり、16日後には低下をみた。呼吸速度の最高値は30°Cにおいて、育苗箱当たり、日本晴600mgCO₂/hr、愛農1号450mgCO₂/hrであった。これは100個体当たり、それぞれ7.5mgCO₂/hr、8.2mgCO₂/hrである。この差異は籾重の大小に基づく苗立密度のちがいによるものと思はれた。
- 2 呼吸作用は温度の変化に敏感に対応して変化し、温度係数Q₁₀=1.85であった。
- 3 光合成作用は播種後8日で認められ、照度40klux附近が光補償点であった。播種後12日においては、両品種とも光補償点は照度20kluxとなり、播種後16日では16kluxまで低下した。
- 4 乾物重の推移は、両品種とも播種後10日までは急速に減少した(種子重の21%減)。
- 5 呼吸作用から推定した暗所における乾物重の減量と、実際の減量との差を純光合成とみなして算出してみると、光合成が明らかに重量的にとらえられるのは、播種後8日以後である。

参 考 文 献

- 1 檀上 勉：日作紀19：251—254、(1951)
- 2 泉 清一・藤井定吉：農及園、169—172、(1967)
- 3 川合通資・津野幸人・佐藤亨・福山寿雄：日作紀、第145回講演要旨、27—28・(1968)
- 4 村田吉男：農技研究報告、D—9：1—170・(1961)
- 5 齊藤栄賢：農及園、773—776・(1968)
- 6 武田友四郎・丸田 宏：日作紀24：34—37・(1956)
- 7 津野幸人・藤瀬一馬：農技研報告、D—13：1—131・(1965)
- 8 山田 登・村田吉男・長田明夫・猪山純一郎：日作紀、23：214—222・(1955)