

水稻の乾物生産に及ぼす土壤温度の影響

第2報 光合成特性について

今 木 正

Tadashi IMAKI

Studies on the Effects of Soil Temperature upon
the Dry Matter Production in Rice Plant

II Photosynthetic Characteristics

緒 言

(1)
前報において、土壤温度33°、28°C区で生育した水稻は、分けつ期以降になると、乾物生産と葉面積の関係が対応しなくなった。これは、乾物生産と重要な関係をもつ単位光合成能力が、土壤温度33°、28°C区で特に著しく低下したと考えるよりも、受光能率が低下して、群落状態下での葉面光合成能力が低下したためと推論した。すでに著者が報告したように、単葉の光合成能力は、むしろ土壤温度33°Cで生育させた水稻で高く、上記の推論を裏づけている。本報告は、最高分けつ期から出穂期にかけての個体光合成能力と土壤温度の関係を調べて、上に述べた仮定について検討したものである。実験は、1965年京都大学農学部作物学研究室で長谷川浩教授の御指導の下に、白石洋君の協力をえて行なった。

実験材料と方法

水稻品種農林29号を供試し、7月19日に、4.8葉の苗を1ポットに1株移植して土耕栽培を行なった。土壤温度処理は33°Cと23°Cの2段階として、戸外大型土壤恒温水槽を用いて7月28日から処理を行なった。施肥方法は、前報に準じた。光合成の測定は、土壤温度を制御した水槽内にポットを入れ、鉄製枠に透明なビニールを張った同化室をかぶせ、送風機で空気を同化室内に送り込み、空気入口と出口のCO₂濃度を赤外線ガス分析器で測定する通気法によって行なった。なお測定にあたっては、個体に充分光があたるようにした。各測定日の0.8 cal/cm²/min以上の光度の時に測定した値を以ってその時期の個体光合成能力の値とした。

測定日は、つぎのとおりである。

8月28日 最高分けつ期

9月4日 穂ばらみ期

9月13日 出穂期

実験結果

1. 個体光合成能力の推移

一般に水稻の個体光合成能力は、分けつ初期に小さく、その後生育の進展するにつれて増大して、最高分けつ期に極大になり、その後一時低下して、穂ばらみ期から出穂期にかけて再び極大になり、その後多少の変化を示して低下していく。本実験では全生育期間にわたって個体光合成能力を測定していないが、第1図から、土壤温度にかかわらず、最高分けつ期頃と出穂期頃に個体光合成能力が極大に達することが読みとれる。そして本実験の範囲内では、常に33°C区は、23°C区よりも個体光

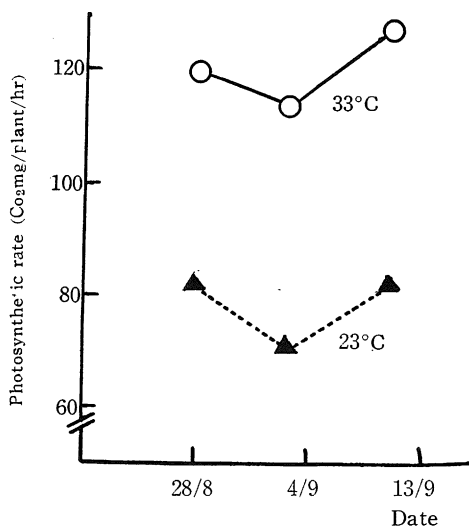


Fig. 1 Changes of photosynthetic rate per plant

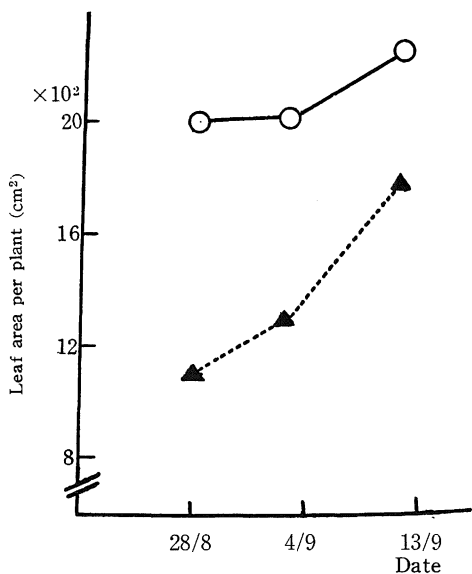


Fig. 2 Changes of leaf area per plant.

合成能力が高いことがわかった。

2. 単位（葉面積当り）光合成能力

単位光合成能力は、分けつ期に最大値を示し、その後は生育するにつれて、急激に低下していく⁽³⁾、本実験では、個体光合成能力は単位光合成能力と葉面積の積であるという考え方から、個体光合成能力を葉面積（第2図）で除して求めた。その結果は、第3図に示すように、全体としては生育の進むにつれて単位光合成能力は低下していくが、23°C区に比較して33°C区の単位光合成能力は高い傾向を示した。

考 察

以上の結果から、個体光合成能力も単位光合成能力も、土壌温度33°C区が23°C区よりも優っていることが

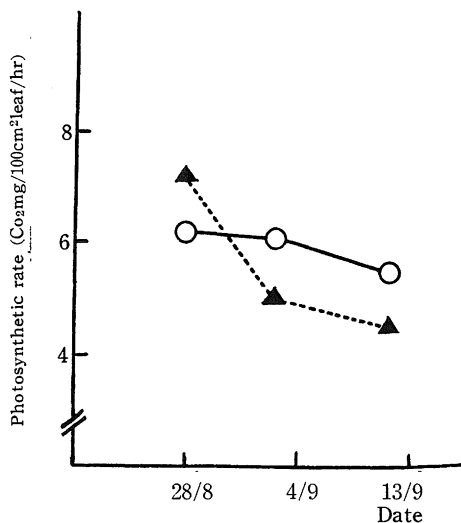


Fig. 3 Changes of photosynthetic rate per unit leaf area

証明された。これは、光合成の測定に際して、水稻体に充分光があたるようにして得た値であって、その植物体の本来の光合成能力を示しているものと言える。ところが水稻が作物である以上、孤立した状態で栽培されることはない、通常群落として栽培される。そして従来の研究から、群落内で測定した光合成能力は、植物体の本来の光合成能力と異なった値をとることが知られている。村田等⁽³⁾によると、それは群落光合成能力と呼ばれていて、次のように規定されている。

$$P = fp_0 A$$

つまり群落光合成能力Pは、単位光合成能力p₀、葉面積Aおよび受光能率fによって決定されている。

こゝで、実験の結果から、単位光合成能力と葉面積は33°C区の方が、23°C区よりも高い値を示すことがわかっている。受光能率が土壌温度によりどのように影

Table 1. Growth Analysis⁽⁷⁾ (from 28th Aug. to 13th Sept.)

Plot	33°C	23°C	
Relative growth rate (RGR)	401	412	×10 ⁻⁴
Net assimilation rate (NAR)	382	549	×10 ⁻⁹ g/cm ² /day
Leaf area ratio (LAR)	105	75	cm ² /g

$$RGR = (\log_e w_2 - \log_e w_1) / (t_2 - t_1)$$

$$NAR = (\log_e u_2 - \log_e u_1) / (u_2 - u_1) \cdot (w_2 - w_1) / (t_2 - t_1)$$

$$LAR = (\log_e w_2 - \log_e w_1) / (w_2 - w_1) \cdot (u_2 - u_1) / (\log_e u_2 - \log_e u_1)$$

w₁ and w₂: plant dry weight at times t₁ and t₂

u₁ and u₂: plant leaf area at times t₁ and t₂

響をうけているかを検討してみた。

以下村田等に準じて解析を行なう。乾物の増加推移の土壤温度による相異をより明確にするため、植物体の絶対値の違いを除去した相対生長率 (RGR) を求めてみると、第1表に示すように、本実験の期間中の33°C区の生長率は小さい。ここでRGRはLAR(葉面積比)とNAR(純同化率)の積で現わすことができる。RGRの土壤温度処理による変化をLARとNARについてみると、既報⁽²⁾と同じくNARの相異によってRGRの値が変化していることがわかる。つまり33°C区の相対生長率の低下はNARの低下によるものである。NARは単位時間、単位葉面当り乾物増加量を意味している、その計算方法⁽⁷⁾から、群落光合成量と葉面当りの呼吸との差によってほぼ決定されるものと考えられる。しかしこのNARは、呼吸とは殆んど相関⁽⁴⁾を示さず、群落光合成量とは高い相関を示すと報告されている。そこで、本実験で対象とする分けつ期以降出穂期までの間では、RGRは群落光合成能力に支配されていると考えても大きな間違いはないであろう。

そして、すでに本実験の結果から、群落光合成能力を規定する単位光合成能力や、葉面積は、33°C区のRGRの低下をひきおこす方向とは負の関係にあることが明らかにされている。したがって、33°C区のRGRの低下は、受光能率の低下によってもたらされたものである。ここに本報告の最初に述べた推論はほぼ正しいとしてよいだろう。さて、実際に受光能率が33°C区で低下しているかどうかは、測定を行っていないが、次のようなことから、確かなことだと考える。分けつ期以降になると受光能率を支配する第1の因子⁽⁴⁾は、葉面積であることがみとめられている、このことから33°C区は23°C区より葉面積が大きいから受光能率も低下しているであろう。第2に葉の形態が関与していると考えられる。一般に禾本科作物の葉は垂直に近く立つものだから、かなりの葉面積を維持していても、水平に近く葉の並ぶ豆科植物等と比較して受光能率が高いとされている。ところが33°C区の稲の葉は第4図に示すごとく、葉長に比較して巾がせまくかつ山田等⁽⁶⁾の結果と同じく薄いため、下垂しやすく、それと逆の形質をもつ23°C区の葉に比較して、相互しゃへいをおこししやすい、そのため33°C区は受光能率が低下しやすい。

以上要約するに、本実験の範囲内では土壤温度は、単位葉面当り光合成能力を高める方向に働くが、同時に形態的に受光能率を低下させる方向にも働き、分けつ期以降は群落としての生育は土壤温度が高い区ほど不良になる。

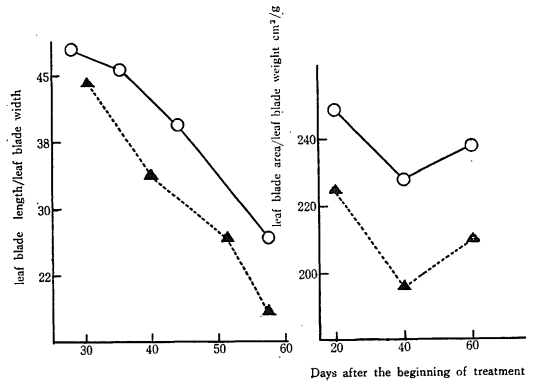


Fig 4. Changes of leaf length/width, and leaf area/weight

摘 要

33°Cと23°Cの土壤温度で生育させた水稻の光合成能力の推移を測定し、最高分けつ期から出穂期における光合成能力と乾物生産の関係に及ぼす土壤温度の影響について検討した。

1. 土壤温度33°C区は23°C区に比較して、個体光合成能力も単位光合成能力も高く、本実験の範囲内では高温区ほど光合成能力は高いことがわかった。
2. 33°C区の相対生長率は、23°C区よりも低く、これは純同化率の低下によるところが大きかった。そして純同化率は、群落光合成能力にほぼ支配されるので、33°C区の群落光合成能力は低いと推定された。
3. 33°C区は23°C区に比較して、葉面積が大きく、薄くて巾のせまい葉で構成されているので、受光能率が悪いことが考えられる。
4. 33°C区は単位光合成能力が高く、葉面積が多いが、受光能率が悪いので群落光合成能力が低くて、乾物生産がそのため低下したものと考えられる。

引用文献

1. 今木正：島根大農研報 1：8～11, 1967
2. 今木正・中野淳一・長谷川浩：近畿作・育会報 12：65～67, 1967
3. 村田吉男・長田明夫・猪山純一郎・山田登：日作紀 25：133～137, 1957
4. 村田吉男・長田明夫：日作紀 27：422～425, 1959
5. 津野幸人・清水強：日作紀 24：303～306, 1956
6. 山田一郎・長谷川浩：日作紀 29：437, 1961
7. WATSON, D. J: Advances in Agron. 4：101～145, 1952

Summary

The changes of photosynthetic rate and dry matter production in rice plants (c. v. Norin 29) grown under different soil temperature (23°C and 33°C) for the growth duration from maximum tiller number stage to heading stage have been investigated.

The following results were obtained ;

1. Both photosynthetic rate per plant and per unit leaf area were higher in plants under higher soil temperature.

2. RGR is determined by NAR and LAR. RGR of 33°C plants was lower and parallel to NAR. NAR in this duration is said to be associated with photosynthetic rate of a rice community. It seemed that 33°C plants had low photosynthetic rate of a rice community.

3. 33°C plants had larger leaf area per plant and narrow, thin leaves. They seemed to have low light-receiving coefficient.

4. Higher soil temperature made photosynthetic rate per plant and per unit leaf area higher, but in the other hand, light-receiving coefficient lower. Then photosynthetic rate of a rice community may be lower and dry matter production may be depressed in plants under higher soil temperature, in this experiment duration.