

異なる温度と光条件下におけるスプレーギクの 光合成速度の比較

小山佳彦*・和田 修*・藤野守弘*

要 約

夏秋ギク型スプレーギクと秋ギク型スプレーギクの光合成速度を異なる温度と光条件下で比較した。両者の光合成速度を葉面温度が37.2~39.9°C, 光合成有効放射が1072~1209 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の条件で比較した場合, 夏秋ギク型品種は12.4~16.0 $\text{mg CO}_2/\text{dm}^2\cdot\text{hr}$, 秋ギク型品種は5.9~7.8 $\text{mg CO}_2/\text{dm}^2\cdot\text{hr}$ になり, 夏秋ギク型品種は秋ギク型品種に比べて明らかに高い光合成速度を示した。しかし, 葉面温度が30.5~31.0°C, 光合成有効放射が61~91 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の条件で比較した場合, 両者の光合成速度に明らかな違いは認められなかった。また, 夏秋ギク型品種の葉には秋ギク型品種より多くの葉緑素が含まれた。

Comparison of Photosynthetic Rate in Some Spray Type Chrysanthemums Under Different Temperature and Light Intensity Conditions

Yoshihiko KOYAMA, Osamu WADA and Morihiko FUJINO

Summary

Photosynthetic rates of summer to autumn flowering (SAF-Type) and autumn flowering (AF-Type) cultivars of spray chrysanthemums were compared under different conditions of temperature and light intensity. The SAF-Type had clearly higher photosynthetic rates (12.4-16.0 $\text{mg CO}_2/\text{dm}^2\cdot\text{hr}$) than that of the AF-Type (5.9-7.8 $\text{mg CO}_2/\text{dm}^2\cdot\text{hr}$) under high temperatures (37.2°-39.9°C) combined with high light intensity (1072-1209 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$). However, under high temperature (30.5°-31.0°C) with low light intensity (61-91 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$), the difference in the photosynthetic rate was not clear between the SAF-Type and the AF-Type. Further, the SAF-Type contained more chlorophyll than the AF-Type.

キーワード：秋ギク, 夏秋ギク, スプレーギク, 光合成, 葉緑素

緒 言

秋ギク型スプレーギクは1974年にオランダから我が国へ導入されたが, これらに高温期出荷を目的として短日処理を行うと, 高温のために開花が遅れたり, 草姿が乱れる問題があった¹⁾。この問題がスプレーギクの周年生産を阻んでいたが, 1983年に我が国で作出された夏秋ギク型スプレーギクは高温期にも正常に開花する優れた特性を備え, 現在では秋ギク型と夏秋ギク型を組み合わせた周年出荷体制が確立されている²⁾。

夏秋ギク型が高温条件下でも正常に開花する理由の一要因と考えられる光合成能力の観点から調査した清水・池田³⁾は, 秋ギク型と夏秋ギク型の気温変化に伴う光合

成ピークは15~20°Cにあり, 両者に差がないことを報告した。この結果は一定の光強度を設定した人工環境下で行われた実験によるもので, 実際に植物体が自然界で遭遇する光強度とは異なっている。そこで, 我々は自然環境で実際に植物が遭遇する温度と光条件において光合成速度を測定した。

材料及び方法

夏秋ギク型スプレーギク4品種('Costume', 'Utopia', 'High Crystal', 'Uncore')と秋ギク型スプレーギク3品種('Harley Queen', 'Gem', 'Pinky')を実験に供した。1993年4月6日にさし芽し, 4月30日に直径12cmのプラスチックポットに1株づつ, 1品種につき5株を定植した。栽培用土にはあらかじめ緩効性肥料を施した土壌を使用した。定植後は自然日長下のビニルハウスで管

2000年8月30日受理

* 中央農業技術センター

Table 1. Growth stage and chlorophyll content (SPAD values) of cultivars for the experiment^z.

Type	Cultivar	Plant height (cm)	Growth stage ^y	SPAD value ^x
Summer-to- autumn flowering	Costume	50.7	3	65 a
	Utopia	49.7	2	59 b
	High Crystal	44.0	2-3	56 b
	Encore	39.3	2-3	54 b
Autumn flowering	Harley Queen	64.3	1	45 c
	Gem	53.3	1	43 c
	Pinky	51.0	1	39 c

^z Growth stage was investigated on June 7.

^y 1 : non-budding, 2 : budding, 3 : coloring bud

^x The letters a, b and c signify a significant mean separation by Duncan's multiple range test. P = 0.01

理した。6月7日に生育良好な株を1品種当たり3株を次の測定に供試した。それぞれの生育状況を調査後、地際から10節目の葉を測定葉とし、葉緑素含量(ミノルタ社製葉緑素計 SPAD-501の測定値: SPAD)、光合成速度(小糸工業社製携帯用光合成ポロメーター装置 KIP-9010, 測定ヘッド KIP-90MH-A)を測定した。6月8日には前日と異なる光強度を得るために供試植物の先端から約60cmの上部位置に黒寒冷紗を水平に展開した。3時間後、前日と同じ葉の光合成速度を測定した。両日も測定は13時に開始し、14時30分に終了した。

結 果

6月7日の生育ステージは、夏秋ギク型が発らいからつぼみ着色期に達していたが、秋ギク型は未発らいであった。測定した葉の葉緑素含量(SPAD値)は夏秋ギク

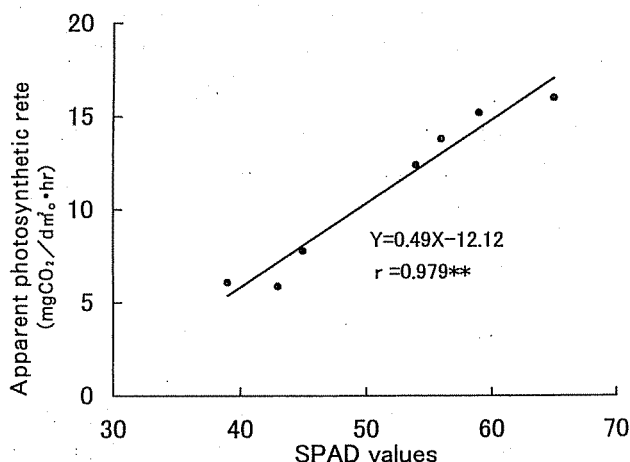


Fig 1. Correlation with photosynthetic rate and SPAD values. Airtemperature : 37.2~39.9°C, photosynthetically active radiation : 1072-1223 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$.

型が54~65, 秋ギク型が39~45で、前者が明らかに高い値を示した(第1表)。

6月7日は晴天で、葉面温度は37.2~39.9°C, 光合成有効放射は1072~1223 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ になった。この条件での光合成速度は夏秋ギク型が12.4~16.0 $\text{mgCO}_2/\text{dm}^2 \cdot \text{hr}$, 秋ギク型が5.9~7.8 $\text{mgCO}_2/\text{dm}^2 \cdot \text{hr}$ になり、夏秋ギク型で明らかに高くなった(第2表)。

夏秋ギク型品種と秋ギク型品種の光合成速度の差異の原因は葉緑素含量に由来すると考え、SPAD値と光合成速度の相関を求めたところ、 $r = 0.979$ (1%レベルで有意)と非常に高い相関が認められた(第1図)。

6月8日は曇天で、葉面温度は30.5~31.2°Cになった。'Costume' と 'Utopia' の測定時における光合成有効放射は、他品種に比べて高ったため調査対象から除外した。光合成有効放射条件の揃った(61~91 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) 残りの夏秋ギク型2品種('High Crystal', 'Uncore' と秋ギク型3品種('Harley Queen', 'Gem', 'Pinky'))を比較したところ、光合成速度は3.6~4.4 $\text{mgCO}_2/\text{dm}^2 \cdot \text{hr}$ になり、ほぼ同じであった(第3表)。

考 察

清水・池田⁵⁾は夏秋ギクと秋ギクを用いて、光強度を35klx一定の条件下で、温度を10~35°Cの範囲で光合成速度を比較し、両者に差は見られないと報告した。本試験では6月7日に清水・池田⁵⁾の行った条件を越える温度(37.2~39.9°C)と光強度(光合成有効放射: 1072~1223 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)で両者を比較したところ、光合成速度に明らかな差が見られ、清水・池田⁵⁾の報告と異なる結果になった。清水・池田⁵⁾の条件と比較して、本試験の温度は最大で約5°C高く、光強度は比較しやすいよ

Table 2. Photosynthetic rate of different cultivars under high temperature and high photosynthetically active radiation conditions.

Type	Cultivar	Leaf surface temperature (°C)	Photosynthetically active radiation ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Photosynthetic rate ² ($\text{mgCO}_2/\text{dm}^2\cdot\text{hr}$)
Summer-to-autumn flowering	Costume	37.8	1122	16.0
	Utopia	37.2	1072	15.2
	High Crystal	37.6	1223	13.8
	Encore	38.2	1201	12.4
Autumn flowering	Harley Queen	39.7	1131	7.8
	Gem	39.1	1209	5.9
	Pinky	39.9	1176	6.1

² Apparent photosynthetic rate was measured at the ambient CO₂ concentration (342-367 ppm)

Table 3. Photosynthetic rate of different cultivars under high temperature and low photosynthetically active radiation conditions.

Type	Cultivar	Leaf surface temperature (°C)	Photosynthetically active radiation ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Photosynthetic rate ² ($\text{mgCO}_2/\text{dm}^2\cdot\text{hr}$)
Summer-to-autumn flowering	High Crystal	31.0	80	3.6
	Encore	31.0	91	3.9
Autumn flowering	Harley Queen	31.2	68	3.4
	Gem	30.8	61	4.4
	Pinky	30.5	65	4.0

² Apparent photosynthetic rate was measured at the ambient CO₂ concentration (389-402 ppm)

うに稲田¹⁾の報告に基づいて本試験における光強度を照度に換算すると64~73klxになり、約2倍になる。清水・池田⁵⁾の結果と異なった要因は、温度、あるいは光強度、あるいは両者の組み合わせによるものか不明で、これを明らかにするためには、一方を一定値とし、他方をかなり幅広く変動させる試験設定が必要であろう。

本試験において、測定時の葉面温度が夏秋ギク型品種では37.2~38.2°C、秋ギク型品種では39.1~39.9°Cと夏秋ギク型品種でわずかに低くなり、この差が光合成速度に影響したことも考慮する必要がある。しかし、夏秋ギク型品種 'Encore' と秋ギク型品種 'Gem' の温度差は0.9°Cで、その時の光合成速度は 'Encore' が2倍以上高くなったことから、夏秋型品種と秋ギク型品種の光合成速度の差は有意であると考えられる。

一方で、葉面温度が30.5~31.2°C、光合成有効放射が、61~91 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (3.6~5.4klx) の条件で光合成速度を比較した場合、両者に明らかな差は見られなかった。

先ほどの高温、強日射条件下の結果と合わせ考えると、夏季の自然条件下で遭遇するような高温、強日射のもとでは、本試験に供試した夏秋ギク型品種の光合成速度が秋ギク型品種より高くなることを示している。

柴田⁵⁾は高温条件下で夏秋ギク型品種は秋ギク型品種に比べて、開花遅延は小さく、正常に開花することを報告し、秋ギク型品種の開花遅延は、高温のために光合成産物の転流が阻害されるためと推察している。本試験で夏秋ギク型品種は、高温、強日射条件で高い光合成能力を有する可能性が高いことがわかった。この結果から、秋ギク型品種の開花遅延は、高温、強日射による光合成産物の生産量が夏秋ギク型品種より少ないことも原因の一つになると考えられる。

夏秋ギク型品種と秋ギク型品種の光合成速度の差異の原因の一つに、両者における葉緑素含量の差があげられる。6月7日に測定したような高温、強日射のもとでは、夏秋ギク型品種の葉緑素含量が多いために光合成速度が

高くなったのであろう。一方、河合ら²⁾は夏秋ギク型品種の葉緑素含量が生育ステージにより異なり、発らい期前後に最も高くなることを報告している。夏秋ギク型品種の光合成速度が高かった原因が高温、強日射条件で高い光合成能力を有するのか、あるいは生育ステージが異なったためなのか、両タイプを同じ生育ステージで比較する必要がある。また、今回の試験に供試した品種は導入初期に全国に普及した品種で、両タイプの特性を代表していると考えられるが、その後、それぞれに新しい品種が続々と登場しており、さらに多数の品種を用いて比較する必要がある。

引用文献

- (1) 稲田勝美(1984):光と植物生育(養賢堂)389
- (2) 河合敏彦・長谷川清善・保科次雄(1992):夏秋型スプレーギクの養分吸収特性および葉緑素計による栄養診断:園学雑 61別1, 494-495
- (3) 小山佳彦・和田 修・三木直樹・池田幸弘(1996):高温期における日長条件が夏秋ギク型スプレーギクの生育と開花に及ぼす影響:近中農研 92, 55-59
- (4) 西尾譲一・山内高弘・米村浩二(1988):スプレーギクのシェード栽培における温度が花芽分化・発達に及ぼす影響:愛知農総試研報 20, 285-292
- (5) 柴田道夫(1997):夏秋ギク型スプレーギクの温度・日長反応と育種に関する研究:野菜茶試研報 12, 1-71
- (6) 清水明美・池田 広(1991):キクの光合成速度について:野菜茶試花き部年報 4, 5-6