

チューリップの光合成について

吉野 蕃人[※]

Shigeto YOSHINO

Apparent Photosynthesis in Tulip (cv. Apeldoorn)
Grown in Field Condition

緒 言

主要な光合成作用は葉においてなされる。したがって葉面積の大小は収量の上に大きな影響をきたすことは当然で、各種の作物について葉面積と収量との関係について調査がなされてきたし、著者⁽¹⁾も葉面積がチューリップ球根収量を左右する要因であることを明らかにした。光合成についてはチューリップ球根生産の立場からみて重要なことであるにかかわらず、これについての研究は見当らない。光合成の測定については、葉や個体でもって行なう方法もあるが、球根栽培の立場からはチューリップを栽培集団としてとらえた光合成が問題となるので、実際に経済栽培の行なわれている材料に基づいてほ場で測定を行ない、チューリップの球根生産面における光合成の意義を明らかにしようとしたものである。

実験材料および方法

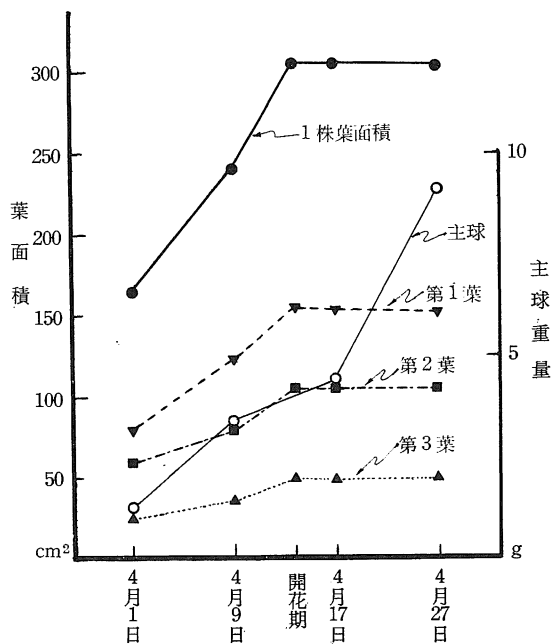
1967年および1968年、島根大学農学部附属神西砂丘農場で球根生産を目的として栽培してあるチューリップ、Apeldoorn を測定材料として用いた。測定はすべて打抜法により、日変化の測定以外は、8時と14時に任意多数の個体から、それぞれ2cm²の葉片30枚を採集して乾物を秤量し見掛けの光合成量を求めた。

実験結果および考察

(1) 光合成量の時期別推移

チューリップは秋植付後地中で越冬し、3月上旬地上に出芽してくる。その後地上部の葉の生育は遅滞としているが、3月下旬外界が暖気を増すとともに展葉発育が盛んとなり、4月上旬からの発育はいちじろしく速まり4月中旬開花におよぶ。この展葉期から開花期にいたるあいだ葉面積を拡大していくが、開花期以降は葉の拡大

を行なわない。第1図はチューリップの葉面積の拡大と、新しく形成された主球の肥大を示したものである。葉面積の拡大と光合成量の関係は、集団化されることによりて減はみるが、やはり栽培集団の同化工場の生産規模を表わすことになる。展葉期の3月28日より茎葉黄変期の5月20日まで、毎日測定した結果を半月ごとに整理したものが第1表である。この結果をみると展葉期より



第1図 葉面積と主球の発育経過 (1958)
Apeldoorn 8cm球

※ 附属農場

第1表 時期別見掛けの光合成量 (1957)

期	間	平均光合成量	平均9時気温	平均最高気温	平均風速	平均日照	降雨日数	雨 量
月	日	mg/m ² /h	C°	C°	m/s	h	day	mm
3.	28 ~ 31	939	10.1	15.6	2.7	2.5	1	5
4.	1 ~ 5	890	11.8	16.3	3.0	3.2	1	3
	6 ~ 10	829	13.8	17.3	2.5	3.1	2	4
	11 ~ 15	795	10.9	14.4	3.7	2.8	—	—
	16 ~ 20	478	12.1	15.5	2.7	0	5	17
	21 ~ 25	845	14.7	18.3	3.1	5.9	—	—
	26 ~ 30	815	20.1	24.6	2.7	3.9	1	8
5.	1 ~ 5	680	16.6	20.6	1.5	4.4	1	11
	6 ~ 10	614	17.0	19.5	2.0	2.3	1	5
	11 ~ 15	464	18.8	23.2	1.9	5.8	—	—
	16 ~ 20	495	19.6	23.2	1.7	5.5	—	—

4月一杯の間は、1時間に1m²の単位葉面積で800~900mgの見掛けの光合成を行なっている。4月16~20日に光合成量がいちじるしく低下しているのは、連日の降雨により光合成に必要な日射を全く欠いた結果によるものである。この外の期間は展葉初期にやゝ多目である外は大きな変化は見られず、生育初期から開花期まで葉面積の拡大に伴って、個体当りの光合成量は増加していることがわかる。この間光合成によって生産された同化物質は第1図にみられるとおり、茎葉発育期には、茎の伸長、葉面積の拡大、開花などに用いられ、開花期後は重点的に新球根の肥大に用いられている。5月に入り老化状態に入ったチューリップ葉の光合成はやゝ低下をきたし、さらに11日以降止葉より逐次葉が黄味を加え老熟しだすとともに光合成量は急速に低下をしているが、盛時の約50%程度の光合成を茎葉の枯死に至るまで続けている。この結果は開花期後の茎葉の重要性を如実に示している。

夏季の種球の貯蔵、施肥、灌水、病虫害防除などの巧拙は球根の収量を左右する要因としてあげられるが、これを栽培上標準化してしまえば、その年の豊凶を左右するものは生育中の光合成量の多少ということになってくる。日照皆無はこれを端的に示しており、生育中に悪天候が多ければ光合成量は減じ収量を低下することとなる。トーマスおよびヒル⁽²⁾は小麦およびアルファルファーについては場に密生している状態に似せた状況のもとで、日射量と光合成量の関係を見た結果、両作物ともに日射量と光合成との間にきわめて密接な関係を有し、晴天日の光合成量は多く、曇天の程度がはなはだしくなる

につれて光合成量は低下することを認めている。しかし日射量が晴天日の約52%低下するまでは光合成量は減少しないとしている。チューリップでも日々の測定結果からこの傾向がみられ、生育時極端な日照不足の場合を除いては光合成量の顕著な減少をみていない。これははなはだ興味深い問題であり、高温多照を必要としない時期に生育するチューリップそのものにとって、光合成の制限要因としての限界日射量を知ることは必要である。

(2) 光合成量の日変化

展葉伸長期の4月6日、葉の拡大を終り開花期後の4月22日と葉の働きが減少しだす5月3日のそれぞれ6時から18時までの2時間ずつの見掛けの光合成量を測定した結果が第2表である。午前6時日の出とともに光合成が行なわれ、測定日によって若干の相違が生じているが、この3日の平均の値をみると、6~8時の光合成量ももっとも多く、この間の見掛けの光合成量を100とすると、8~10時が75、10~12時が88となり午前中は多くの光合成がなされている。これに対し午後になると12~14時で40、14~16時で24と午前と比べていちじるしく低下し、16~18時には蓄積より転流、消耗が多く、測定日が早いほど日没が早いため、4月6日では17時40分には微弱光となり、22日でもともにこの2時間の乾物量は測定開始時より減少している。

一般的に光合成と日射量の経過から考えると、1日中における光合成の推移は、早朝日の出とともに開始され、光が強くなるにつれて増加し、光が飽和値に達した後はそれ以上増加せず、雲が日光を遮って日射量に変化を与えない限り、ほぼ一定の光合成を保って夕方に至

第2表 見掛けの光合成量の日変化(1957)

時刻	4月6日			4月22日			5月3日			光合成量平均
	気温	葉温	光合成量	気温	葉温	光合成量	気温	葉温	光合成量	
時	C°	C°	mg/m ² /h	C°	C°	mg/m ² /h	C°	C°	mg/m ² /h	mg/m ² /h
6	6.0	4.4	1,240	11.0	8.8	1,730	10.5	6.5	980	1,317
8	14.0	12.0		815	17.0		14.3	1,059		
10	19.0	15.3	1,071	22.0	17.0	1,486	21.7	17.8	902	1,153
12	20.8	17.7	- 117	22.0	17.6	955	22.2	18.3	729	522
14	20.3	16.9	447	21.2	19.1	- 190	22.2	18.5	694	317
16	19.0	12.6	- 869	17.9	13.3	- 241	21.2	13.5	120	- 330
18	14.5	8.6		16.0	6.8		18.0	12.9		

り、光度が衰えるにつれて減少すると想像できるが、測定日は晴天であったにもかかわらず第2表のとおりの見掛けの光合成量の変化を生じた。午前6時はチューリップは場の日の出にあたり未だ光量も低いにもかかわらず6~8時に最高の光合成量を示しているのは、それまでの同化物質の飢餓状態もあろうがチューリップの光合成にとっては光の飽和値がかなり低いところにあることを示しているものと思われる。また他作物にも光合成低下の現象が特に高温気象の下でおこり、光合成の日中低下とか光合成の午睡と呼ばれているが、チューリップの場合気温・葉温の測定結果からみても、高温下の他作物の場合といささか様子が異っている。チューリップが特に午後になって見掛けの光合成量を急速に減少する原因は不明であるが、午前中の光合成同化物質の集積飽和による減少か、あるいは午前と比べ午後は光合成に必要なチューリップ体内水分が減少した結果か、それとも午後に入ると同化物質の転流が著しくなるためのいずれかの現象によるものではないかと思われる。

(3) 葉の位置と光合成量

12cm 球を植付けた場合 Apeldoorn は4枚の葉を展開する。そこで葉の位置によって光合成量に差が生ずるか否かを測定したものが第3表である。最下位葉の第1葉より上位葉におよぶにしたがって光合成量は増加して

第3表 葉の位置と見掛けの光合成量(1957)

	4月5日		4月21日		光合成量平均
	光合成量	含水率	光合成量	含水率	
	mg/m ² /h	%	mg/m ² /h	%	mg/m ² /h
第1葉	916	90.95	895	90.59	905
第2葉	1,019	90.71	1,021	90.37	1,020
第3葉	1,182	90.14	1,175	90.18	1,178
第4葉	1,600	88.10	1,580	89.22	1,590

いる。すなわち最下位葉の見掛けの光合成量を100とす

ると、第2葉は113、第3葉は130、第4葉は176の比率を示している。下位葉に比べて上位葉の光合成量が多くなっている原因について考えると、まず下位葉ほど上位葉または隣接株の蔭になって日射量が低下し、ひいては光合成量が低下するのではないかということである。小林⁽⁴⁾はぶどうで実験した結果、葉面を葉片でおおうと、無処理に比べて日光強度が18%程度に低下し、それにもなって光合成量が27%程度に減少すると報じていることから察知できる。今一つは葉中水分が著しく減少すれば光合成は低下することを知られているが、同一株のチューリップが下位葉よりも上位葉ほど第3表のとおり含水率がわずかずつ低いことは、葉中物質濃度が高いことを意味し、光合成作用をなす葉緑素が新鮮葉中にそれだけ多く存し、葉緑素量の増加しているだけ光合成量が多くなるのではないかも考えられる。

(4) 風速と光合成量

自然条件下において風速は常に変化しており、3月28日から5月10日の間の測定時間の平均風速においても、最低は0.0m/sec. から最高6.5m/sec. の間、それぞれの日によってまちまちであった。もともと暴風を除き風は植物の蒸散作用を助長し、また炭酸ガスに欠乏した空

第4表 風速の違いと見掛けの光合成量(1957)

風速	日照	
	4月8日	4月14日
	0.5h	6.0h
m/sec.	mg/m ² /h	mg/m ² /h
9.0	223	1,405
3.5	203	1,105
0.0	212	905

気をおし払って比較的その含量の多い空気を送り込み光合成作用にも好結果をもたらすものとされている。風速

と光合成との関係を知るため、ほ場に送風機を設置し、アネモメーターで風速を測定、測定時間中9.0、3.5、0.0m/sec. になるように保ち、8~14時の間の見掛けの光合成量を測定した結果が第4表である。晴天時には風速が強いほど光合成量を増し、0.0m/sec. を100とすれば3.5m/sec. で122、9.0m/sec. で155を示している。しかし曇天時には0.0m/sec. の100に対し3.5m/sec. で96、9.0m/sec. 105とほとんど変化がみられなかった。4月8日は測定時間6時間中30分しか日照時間がなく、6時間完全日照の4月14日に比べて約20%程度しか光合成量がなく、光合成にもっとも影響を及ぼす日射量が不足しているため、その中での風速による差はほとんど現われなかったものと思われる。一方光合作用に必要な充分な日射のある場合は、空気の動揺すなわち風はチューリップの蒸散を促しひいては光合成量を増すものと思われる。

(5) 栽植密度と光合成

1m幅の植床に4条植とした Apeldoorn 9cm 球をアール当り4,560球から8,400球までの6段階の栽植密度とし、施肥量を窒素10、燐酸11、加里20の比率として1球当り窒素成分0.3gを与えて栽培したものを4月10日から20日の間の晴天日に3回測定した結果が第5表である。密植になるにしたがい草丈は高くなり、葉の長さも長くなるが、葉幅は6,000球植を中心として粗密ともに

第5表 栽植密度と見掛けの光合成量 (1958)

栽植密度		光合成量 mg/m ² /h	草丈 cm	第1葉	
アール当り 付球数	1条1m あたり 植付球数			葉長 cm	葉幅 cm
4,560	19	1,168	35.4	20.3	10.9
5,280	22	1,077	36.7	20.7	11.6
6,000	25	1,176	38.1	21.9	12.0
6,720	28	971	39.0	22.5	11.8
7,440	31	533	40.8	22.6	11.1
8,400	35	504	40.5	22.8	11.1

わずかずつ減少していた。それぞれの区の光合成量は、6,000球植までは、4,560球植、5,280球植との間にあま

り差は生じなかったが、6,720球植では4,560球植を100とすると83、7,440球植で46、8,400球植で43と密植になるにしたがい光合成量がどんどんと低下している。これはチューリップの栽培集団として光合成をみていく場合、栽植密度およびその栽培様式、そこからくる繁茂の程度によって相互しゃへいを生じ日射の利用のされ方が違ってくることを明らかに示している。4条植とした場合アール当り6,000球を越した密植では著しく光合成量が低下し、ひいては球根の収量も減じている。その大きな原因は密植が過度になるとチューリップは徒長的になって相互の葉によってしゃへいしあって光合成に必要な日射をさまたげ、さらに地中で単位面積のもとの根の競合など悪条件を累積さすこととなる。このことは栽培集団としての光合成量からみた適正な栽植密度と様式を、チューリップ栽培の経済的立場も加味した上で検討していかなければならないことを示唆している。

摘 要

1. 半旬ごと平均したチューリップの見掛けの光合成量は、3月28日から4月30日までは800~900mg/m²/hを示し、極端な日射不足の時期を除いてはおおむね変化がなくほぼ一定であった。さらに5月に入ってからは低下する傾向にあるが、茎葉が枯死するまで盛時の約50%程度が保たれた。
2. 光合成量は日の出とともに急激に高まり、午前中高いレベルを維持し、午後低減した。
3. 光合成量は下位葉より上位葉が多かった。また晴天日では毎秒9mまでの風は光合成を促進した。
4. 光合成量はアール当り6,000球までの栽植密度の範囲ではほとんど変化しなかったが、これ以上の密植では低下した。

引用文献

1. 小林章：果樹の栄養生理 1958 朝倉、東京P30
2. 戸刈義次・山田登・杉山直儀・原田登五郎・林武：作物の生理生態 1955 朝倉、東京P18~30
3. 吉野蕃人：島根農大研報10：20~22, 1962

Summary

1. Mean amount of apparent photosynthesis of tulip (cv. Apeldoorn) in every 5 days from May 28 to April 30 was shown to be almost consistent ranging from 800 to 900 mg/m²/hr, except under the extremely low radiation due to rainy weather. Then after the mean amount became lower gradually but it was kept to about 50% of the maximum amount until withering period.
2. Apparent photosynthesis increased with sun rise keeping high level until noon, then declined.
3. Upper leaves were more active in apparent photosynthesis than lower leaves. The wind up to 9m/sec. promoted apparent photosynthesis on the fine day.
4. The spacing hardly affect on apparent photosynthesis until the plant number per are increased to 6,000 and the close spacing resulted in the lower apparent photosynthesis.