甜菜の光合成に関する研究

第2報 日射と甜菜同化能力に就て*

大 島 栄 司

(北海道農業試験場)

前報¹⁾にて、著者は圃場条件下における甜菜同化能力の変化について報告した。同報告中に葉面積の少ない生育初期および登熟期に同化の日変化の甚しい現象がみられることをのべた。その後、この日変化の原因を明らかにしようと実験を続け、日変化を生じさせる原因の1つと考えられる結果を得ることが出来た。本報告では主にこのことに就て報告する。

実験結果

原因を明らかにするため、いくつかの実験を行なったが、それぞれについて順次説明する。

1) 明るさと気孔の開閉

甜菜の同化量(本文中の同化量とあるのは見かけの同化量である)を測定したが、ほぼ同じ葉面積のポット植の甜菜と圃場の甜菜では個体当たりでも単位面積当たりでもポット植のものが多く、また圃場に生育中の甜菜では両畦の葉が重なるか、否かによつても単位面積当たりの同化量が異なつていて、重なり合わない方が多いことは前報に示した通りである。この原因としては、上記のそれぞれの甜菜の葉の明るさが異なつているためと考えられ、さらに明るさによつて気孔の開閉も影響されるに違いないと考えられ調査を実施した。

Fig. 1 Direction of each leaf

晴天時に太陽からの光を直角に受ける場合を100%(10~11万Lux)とすると、水平では70%前後、光の方向に平行では15%前後、側方から反射光を受けている明るさはポットでは太陽に対し直角の明るさ

の10%前後、圃場では両畦の葉の重ならない時は5~6%、重なりあう時は2%である。葉を1枚通過した明るさは5%(5,000Lux)程度で、2枚の葉を通過した明るさは2%(2,000Lux)である。気孔をスンプ法等で調べると蔭になつていて葉は殆んど気孔を閉じている。各々の葉は方向および角度を異にし、明るさもまた異なつていて、気孔はそれに従い明るいほど、言いかえれば光を沢山受けていればいるほど気孔が開いていることが分つた。光を直角に受けている時は100%気孔が開いている。

2) 葉の方角の影響

圃場に生育中の葉数8枚の甜菜を試料とし、8枚の内の活動旺盛な3枚の葉について、各1枚当たりの同化量を測定した。各3枚の着生位置および方角は第1図に示される如くである。同化量の測定結果は表に示す通りである。5/8の同化量は午前より午後に漸減の傾向を示し、6/8は反対に漸増の傾向を示している。4/8は5/8および6/8ほど明らかな傾向を示すといえない。以上の結果を葉の方角と太陽の移動を考慮に入れて考察すると、5/8は北西に葉の先端があり、また地表に対し30°前後の傾斜をしているので午前から午後へ時間の経過とともに受光量は減少してゆく筈で、したがつて同化量も減少の傾向を示す筈である。6/8は5/8と凡そ対照的な位置にあり、同化量の傾向も5/8と凡そ反対の傾向を示す筈である。4/8では正確に南北に、

また地表に対し水平であれば水平日射量と同化量は平行するべきと考えられるが、本実験では多少西により傾斜、弯曲等の影響が大きく明らかなことは言い得ない。表の結果は、以上のことを概ね示していると認められる。次に1個体の同化量は各葉の同化量の合計であるが、表を検討すれば個体

Fig. 2 Assim. CO₂ and leaf area being exposed to light

第1表 各葉1枚当たりの同化量

項目	同化 CO ₂ mg				水平日射量 cal/cm ² ·min
	4/8	5/8	6/8	計	
A. M.					
10.00	0.06	0.32	0.19	0.45	0.8 cal/cm ² ·min
11.30	0.05	0.10	0.12	0.27	1.1 cal/cm ² ·min
P. M.					
1.10	0.16	0.12	0.19	0.47	0.29 cal/cm ² ·min
2.30	0.22	0.04	0.34	0.60	0.36 cal/cm ² ·min
方 角	南	北	西	東	

* 昭和35年4月1日 第127回講演会に於て発表

Fig. 3-a 14 leaves
Total leaf area 2,250 cm²

Fig. 3-b 16 //
// // 4,300 cm²

Fig. 3-c 19 //
// // 5,300 cm²

Fig. 3-d 20 //
// // 4,500 cm²

Fig. 3 Relation between number of leaves and light intensity

当りの同化量は水平日射量によるのではなく、各葉がそれぞれ受けた日射量によつて行われた同化量の合計によるとみることが分つた。またこの現象より葉数の少ない生育時期の甜菜の個体当りの同化量と受光面積の間に正比例の関係は期待し得ないことが考えられる。この確認のために圃場に生育中の甜菜について24時間継続測定を行なつた。測定中、昼間は快晴であつた。結果を第2図に示した。

3) 受光面積と同化量との関係

1) および 2) の実験結果より同化は殆んど受光葉において行われ、受光葉もまた方角、傾斜等により同化量が影響されることが分つた。またこの現象より葉数の少ない生育時期の甜菜の個体当りの同化量と受光面積の間に正比例の関係は期待し得ないことが考えられる。この確認のために圃場に生育中の甜菜について24時間継続測定を行なつた。測定中、昼間は快晴であつた。結果を第2図に示した。

この結果をみると朝、夕方の受光面積の極端に少ない時と、日中の極端に多い時には受光面積と同化量とは比例するとみなされる。日中の受光面積が比較的多い時には受光面積 % と同化量とは必ずしも平行するとは限らない。すなわち葉数の少ない時には受光面積 % の同化量に対する影響が各受光葉の受光態勢の同化量に対する影響より小さいものとみることが出来る。日中の同化の増減は各葉の水平日射量に対する受光量の不均一さが、個体では合計しても不斉であることにより生じ、かつそれが受光面積 % より大きく影響したためとみることが出来る。考え方をさらに進めると、葉数が多くなれば、個体において各葉の受光態勢の差が相殺され、日中では水平日射量に対する個体当りの受光量が水平日射量の強さに比例し、個体当りの同化量は水平日射量に比例するものと予想される。

4) 葉数と同化量との関係

3) の実験結果から葉数の増加に伴ない、各葉の受光態勢の差が互に相殺され、水平日射量と個体当りの同化量が平行するであろうと推論したが、これを確認するために各々葉数の異なる圃場に生育中の甜菜の同化量を測定した。測定時は何れの場合も快晴であり、測定方法は 3) の試験と同様に同化箱を使用した。測定結果は第3図、a, b, c, d に示した。

第3図の a, b では葉数がそれぞれ14枚と16枚であり、予期した如くに日射量と同化量との間に比例関係が成立たないことが明瞭である。c ではやや水平日射量と平行する傾向が表われて来ているもののようである。d では葉数が20枚となり、水平日射量と個体当りの同化量は平行関係にあるものとみなすことが出来る。また c, d を比較した時葉数はほぼ相似しているにもかかわらず水平日射量と同化量との関係が異なっている。c の個体の全葉面積はd より大であり、1枚当りの葉面積も c が d より大である。同一の畝幅、株間の時に全葉面積、1枚当り葉面積が大である時、殊に甜菜の如く広葉のものでは各葉の相互の遮弊の程度

が甚しく、また葉の弯曲、振れがより著しいのが普通であり、これが c および d の各葉の受光態勢に影響する所が大きいと考えられる。しかし全葉面積が大であるから、c の最高同化量は d より大なることは当然である。

摘 要

著者は同化の日変化の原因を明らかにする目的で実験を重ねたが、これ等の実験結果より次の事実が判明した。

甜菜個体の同化は、その個体の受光葉によつて行われているに違いない。明るさと気孔開閉の調査結果では、葉1枚の蔭に当たる部分の葉の明るさは約 5,000 Lux、さらに1枚下の蔭の葉の表面は 2,000 Lux となり何れも気孔は閉じている。太陽光線を受けている葉の明るさは、葉の方角、傾斜、弯曲程度によつて違ふが晴天時（水平照度で 7 万 Lux）に最高 10~11 万 Lux、最低 1.5 万 Lux 程度で、この範囲では気孔は開いている。このことより実験 2) の結果も当然であろうと考えられる。

実験 1), 2), 3), 4) の結果を総合して考察すると、比較的葉数の少ない生育時期の同化の日変化の原因の1つとして、日射に対する各葉の受光態勢の差、すなわち不均一な受光量の総和が時間の経過による水平日射量の動きに伴わず、日変化の生ずることをあげ

うる。

この1枚当り受光量と水平日射量の関係を水稻に適用すると、水稻は葉は垂直に近く、極めて葉数も多く、かつ甜菜と異なり同化に役立つ光の透過現象²⁾がみられ、受光態勢が均一化されていて水平日射量と同化量は平行しているのであろうし、日変化の現象も少ないであろう。戸刈・武田両氏の報告³⁾においても認められる所である。これは水稻のみでなく麦類、小さい葉が多く着生する作物にも適合するであろう。

なお甜菜の日変化の増減の内の減少に相当する部分は、各1枚当りの受光量の合計が少なくなつたために生じたもので、葉数の増加によつて受光態勢が整い、減少部分は少なくなるであろう。著者は第1報において、日中の炭素固定量を増加させ初期生育を良好ならしめるには葉面積の拡大の必要性を述べた。しかし本実験の結果を考慮に入れると、生育初期の受光能率を良くするために葉面積の拡大のみでなく、葉数をも増加させ受光態勢を良くし、日変化の減少部分を少なくすることも必要である。

文 献

- 1) 大島：日作紀，27 (1)，141 (1958)。
- 2) MONSI, M. and SAEKI, T.: Jap. Jour. Bot., 14, 22 (1953)。
- 2) 戸刈・武田・丸田：日作紀，23(3)，207 (1955)。

Studies on the Photosynthesis of Sugar Beet Plants

(2) Relation between light intensity and the photosynthetic ability

Eiji OSHIMA

(Hokkaido Agricultural Experiment Station)

Summary

Experiment has been carried out in order to elucidate the cause of diurnal changes of apparent assimilation of sugar beet plant.

The results obtained are briefly summarized as follows; Apparent assimilation per one plant was the sum of assimilation in each leaf exposed to light. Apparent assimilation of one leaf was closely related with the light receiving efficiency of the leaf.

The light receiving efficiency of each leaf depended on the direction of the leaf, the inclination of leaf petiole against soil surface, and the degree of bending of leaf blade.

As sugar beet plant of the growing stage has a few leaves, the variation of light receiving efficiency of each leaf largely effects on the sum of apparent assimilation of each leaf, namely, on the diurnal changes in apparent assimilation of one plant.