主要作物の収量予測に関する研究

II, 圃場条件下における麦類の光合成作用*

清水 強・津野 幸人

(兵庫統計調査事務所 中国作況研究室)

麦類の光合成作用についての研究報告はかなり多いが、その多くは光合成作用の機作の解明を目的としたものであり、光合成作用を圃場条件下に於て子実生産に直接関連させて作物学的究明を意図したものは極めて稀で、特に本邦に於ては皆無の状態である。筆者らは収量予測の観点から、子実生産の根源である光合成作用の究明の必要性を痛感し、1956年産麦について、自然状態且つ圃場条件下での光合成作用について若干の研究を行つたのでその概要を報告する。

実験材料及び方法 稈麦赤神力、小麦農林 61 号を供試し、畦幅 2 尺、3 寸×2 寸の千鳥播、1 点 2 本仕立て、赤神力は 11 月 30 日、農林 61 号は 11 月 15 日に播種した。土壌の均一化には特に留意した。光合成作用測定方法の概要は水稻の場合(清水・津野 1956)とほぼ同様であるが、chamber 部分を改良した(第 1 図)。畑地状態での測定で最も問題となるのは、土壌中より CO_2 が放出され、それが Blank 値に影響することである。そこで chamber 内に露出する地面の面積を最小限にするよう工夫した。chamber の大きさは 32 個体を収容出来る。Blank は測定日毎に地上部を刈取り、その上に上記の chamber を覆った。太気中の CO_2 濃度と Blank chamber 内のその差は第 2 図に示されるように著しい差は見られなかつた。本試験では Blower を用いているが外気圧より chamber 内の気圧が若干高くなることも土壌中からの CO_2 放出量を低からしめたと思われる、exhauster を用いて chamber 内の気圧が低くなるような場合にはこの間の事情も変つてくると考えられる。

実験結果及び考察 1. 光合成作用の日変化 3 月 22 日では午前 9 時には既に最高能力を示し、午後 4 時頃迄そのまゝ推移する。4 月 2 日になると赤神力は矢張り梯形状を示すが、農林 61 号は日射量と平行な動きを示す。4 月 30 日、5 月 8 日では両麦共日射量の推移と完全に平行な関係になる(第 2 図)。

2. 日射量と光合成能力との関係(第 3 図)。3 月 15 日(節間伸長開始期)頃は繁茂度が小さく、光線が直接全部の葉にあたるので光飽和点は著しく低い。節間伸長を開始し群落構造が上部へ発展するにつれて光飽和点は次第に光度の大なる方へ移動し、光に対する要求度が大きくなることを示している。農林 61 号は 4 月 2 日に光と直線的な関係になり、赤神力では 4 月 30 日で初めて光飽和点が消失する。光飽和点は 3 月中旬頃には 0.3~0.4 cal. の非常に低い所にあるが、3 月下旬には 0.6 cal. 附近にあり、4 月初めには農林 61 号は認められず、赤神力では 1.0 cal. 附近となる。出穂直後(4 月 30 日)には何れも飽和点が認められない。5 月 8 日には農林 61 号は 0.9 cal. 附近に認められ 5 月中を経過するのに対し、赤神力は 5 月 8 日には尙飽和点は認められず、5 月中旬以後は農林 61 号に類似してくる。農林 61 号は出穂前に於て光に対する要求度が大きい、赤神力は出穂期後に於て大きい。生育時期により光飽和点が一定でなく或る時期は認められなくなる事実は水稻の場合と全く同様で、矢張り群落構造の発展によりもたらされる繁茂度の状態が関与するものと解したい。群落構造の発展の推移を層別刈取法によつて示したのが第 4 図である。こゝで最も必要な群落内における光度の分布が測定出来なかつたので推論の域を脱しないが、凡そ次のように解しても大過なからう。即ち節間伸長を開始するまでは群落の立体的な厚みがうすく且つ茎葉量も少いから光がよく透射して、各同化部位は光について完全な飽和に達することが出来るが、節間伸長を初め群落構造が發展すると層の厚みが増大し、同時にその時期における葉身の位置は完全な立体的分布を完了せず密集している為下層或は群落内部のものは光不足の状態におかれ、光飽和点が高い方へ移動するか或は認められなくなり、4 月中旬まで経過する。出穂前(4 月 21 日)に

Fig. 1 Plant chamber for measuring the photosynthesis under field conditions.

* 昭和 32 年 10 月 8 日第 116 回講演会に於て発表

一時、光飽和点があるのは活動中の葉が上層へセリ上げられた形となり受光条件が良くなった為であろう。出穂後には両麦共飽和点消失し、最も光を必要とする時期となる。5月中旬以後再び飽和点が認められるのは全植物体のいとなむ光合成作用のうち穂のいとなむその比率が増大して来た結果によるものではなかろうか。又一方登熟が進むにつれて葉が枯死し、群落内への光の透射が良くなることも一因であろう。穂の同化機能については Boonstra (1939) の研究があり、子実生産に対しては穂の占める役割が最も大であるとしている。全植物体の光合成能力は各同化部位の光合成能力の総和である。出穂期以後新たに同化部位として穂が参加し、然も受光条件が最も優位にあるので、穂の光合成能力の推移が全体のそれを大きく支配すると考えられる。

3. 光合成能力の推移 (第5図) 赤神力は3月中旬から下旬にかけて急激に上昇し、その後やや緩やかに上昇して出穂前に第一の頂点に達し、その後僅かに低下するが出穂後13日頃には再び高まり第二の頂点となり以後急速に低下する。農林61号は4月中旬に最高点に達しその後出穂期にかけて若干低くなるが、出穂後21日に僅かに上昇し以後急速に低下し、Thomas and Hill (1937) の小麦に於ける推移とよく類似している。

4. 日射量と乾物増加との関係 各部位の乾物重増加経過をみると、葉身は水稻の場合と同様に、出穂期前に最高となり以後漸減する。稈・葉鞘重は赤神力では出穂期後20日頃に、農林61号では出穂期後30日頃に何れも最高となり以後急減する。稈・葉鞘重の低下は主として蓄積炭水化物の減少によるものであるが、低下し始める時期に約10日間のズレが見出される。全乾物重の1日当増加量(増加速度)をみると、4月中旬まで両麦共急激に上昇するが、赤神力では出穂期にやや低くなるが出穂後13日頃再び高くなり以後急減する。農林61号では出穂期までさらに上昇し以後低下し出穂後25日頃再びやや高まって以後急速に低下する。光合成能力の推移と乾物増加速度の経過とがよく相似していることがわかる。光合成量は日射量によつて動かされるから乾物増加と日射量との間に高い関係のあることは当然であり、換言すれば炭水化物の総摂取量は光合成能力と有効日射量に左右されると言つて良からう。この点を確かめる為に次の計算を行なつた。有効日射量はその時期の光飽和点以下の日射量、光飽和点のない場合は全日射量である。各時期における毎日の有効日射を算出し、1日平均10時間の日照時間が

Fig. 2 Diurnal changes of photosynthesis and CO_2 concentration in blank chamber and normal air.

Light intensity. g. cal/min./cm² (Horizontal)

Fig. 3 Relation between photosynthetic rate and light intensity at different growing stages.

あつたと仮定してその日における平均有効日射量を求めた。各時期の光-光合成能力曲線上にその期間内における毎日の有効日射量をプロットすることにより、その日の CO_2 の総同化量が算出出来る。これからどれだけの炭水化物が生産されたかがわかる。そのうちの10%が呼吸により消耗されたとしてその量を差引き、毎日の炭水化物蓄積量を求めて理論値とし、実際の乾物増加と比較してみた(第6図)。両麦共に極めて良く合致している。このことは炭水化物の総摂取量は有効日射量と光合成能力とに左右されることを裏付けるものであり、同時に、本試験の光合成作用測定値が真実に近いことを立証するものであろう。

(引用文献省略)

Fig. 4 Structure diagram of community.

■ : Vigorous leaves.
□ : Culm and leaf-sheath.
▨ : Ear.

Stratifying in thickness of 10cm

Fig. 5 Changes in photosynthetic rate according to growth stage.

Fig. 6 Increasing process of dry weight per individual plant.

----: Theoretical curve of increase in dry matter.
—: Actual curve of increase in dry matter.

Studies on Yield Forecast in Main Crops

II. Photosynthesis of wheat and naked barley under field conditions

Tsuyoshi SHIMIZU and Yukindo TSUNO

(Hyogo Agri. Statistic and Survey Office)

Summary

Photosynthetic activities of wheat and barley, grown on a field, were measured using a plant chamber, shown in Fig. 1 which had been modified and improved from that of the previous paper. The results obtained were as follows.

1) Light intensity was the most important factor in determining the photosynthetic activities of wheat and naked barley grown on a field as already reported in the previous paper with rice plants. However, the requirement of light intensity for saturation in wheat and barley communities was considered to be comparatively lower than in rice plants.

2) Seasonal changes of photosynthetic rate of wheat and barley are shown in Fig. 5. In wheat the photosynthetic rate gradually increased with the growth, attaining maximum at the internode-elongation-stage, and remaining approximately at the same level until the milk-stage. Subsequently the rate declined with the process of ripening of the grain.

In barley, the rate increased considerably during the period from the stage of internode-elongating to that of early milk-ripening, although fluctuations in the rate were observed after heading period. In the subsequent ripening stage, the rate declined rapidly.