作物の呼吸作用に関する研究*

(第6報) 水稻根に対する地上部からの酸素の供給

山田 登・村田吉男・長田明夫・猪山純一郎

(農林省農業技術研究所生理遺伝部)

Study on the respiration of crop plants

(6) Oxygen supply to the rice root through the aerial part of plant

Noboru YAMADA, Yoshio MURATA, Akio OSADA and Junichiro IYAMA

(National Institute of Agricultural Sciences)

第3報では圃場に生育する水稻につき、体内に含まれるガス中の酸素及び炭酸ガス濃度を測定して、地上部から根に酸素が送られること、その酸素の一部は地上部の光合成で発生するものらしいことを認めた。本報では圃場に於ける根の実際の呼吸量と含有ガス成分の両者から根に対する酸素供給の量及びその中で光合成に由来する酸素の割合を量的に明かにせんとした。

1. 材料及び方法 水稻農林 36 号を供試し、7 月中の晴天の日 3 日を選んで試料を採取した。遮光区及び地上部切除区並びに無処理区の三区を設け、遮光区は採取当日早朝に、白キャラコ 1~2 枚(日射量は対照区の 1/2~1/5)を用いて植物上を覆い、切除区は測定前日に地上部を根際から約 10cm の部分で切断除去した。根の呼吸測定は電気伝導度式炭酸ガス測定装置及びワールブルグ検圧計により、ガス分析は第3報と同様な方法である。

2. 結果 根中ガスの酸素濃度は第1図に示す如く、切除区は対照区に比し明かに高く、遮光区は対照区との間に差異がない。尚お第1図は3回の実験中7月24日に行つた結果を示し、他は省略した。

第1図 各処理を受けた水稻の根部ガス内の酸素濃度

Fig. 1. Oxygen content in the internal atmosphere of root.

——: Control plant: Shaded plant
-----: Aerial part was removed

ガス分析用試料の採取と同時に採取した各区の根につき、それぞれ採取時の地温(地表下5cm)に等しい温度の下で、酸素20%の空气中に於ける呼吸量を求めると第2図の如く各区間に差異があり、遮光区は対照区の82~99%, 平均90%, 切除区は62~81%, 平均71%の大きさである。上の値は実際の地温と等しい温度の下で測定したものであるが酸素分圧は20%の大気中である。しかし実際の根の呼吸はそれぞれの根が含むガスの酸素分圧の下で行われている筈である。そこで対照区及び遮光区の根について酸素分圧の低下により根の呼吸がいかに変化するかを測定すると、酸素分圧10%の下での呼吸量(酸素消費量)は酸素分圧20%下での値を100とすれば対照区では68%, 遮光区では67%となり(図省略)、大体酸素20%から10%前後に至る範囲内では、酸素分圧の低下による呼吸の減少は各区間で同様であると認められるので、第3図に示す如き酸素分圧-呼吸曲線が得られる。

以上データをを用いて各区に於ける根の呼吸量が圃場に於ける実際の温度、実際の酸素分圧下ではどの位であるかを算出する。その際、根が外部に分泌する酸素及び水と共に吸収する酸素の量は無視し得る程度であると仮定すれば、根の呼吸による酸素消費量と地上部からの酸素供給量とはバランスを保っている筈であるから算出された数値は即ち酸素供給量に等しいと考える。よつて7月24日のデータから次表の如き計算によつて酸素供給量を得る。

これによれば地上部から根への酸素供給量は対照区が最も多く、1個体1時間当り0.60mgであり、遮光区及び切除区はそれぞれその87%及び78%である。切除区では光合成が全く行われないとすれば、対照区の酸素供給量の約20%は光合成によつて供給されていると推定する事が出来る。測定に用いた根の総断面積(基部に於ける)は個体当り0.77cm²であるから、根の基部の断面1cm²を1時間に0.78, 即ち約0.8mgの酸素が送られている。又1株の水稻が1日中に根に送る酸素量は7月下旬の日長を仮りに14時間として、

* 昭和27年12月13日 日本作物学会第97回講演会に於て発表 同日受理
日本作物学会紀事 第22巻 第3~4号 (昭和29年6月)

第2図 空气中で測定せる根の炭酸ガス呼出量
(測定温度は水田地温に等しい温度とす)

Fig. 2. Respiration rate of root measured in air, but under temperature similar to the actual temperature of paddy soil in which the root was growing.

第3図 水稻根に於ける酸素分圧—酸素消費曲線

Fig. 3. Curve showing the relationship between oxygen uptake and oxygen tension measured with rice root.

測 定	処 理 区 (Treatment)			測 定 値 Source of data
	対照区 (Control)	遮光区 (Shaded)	切除区 (Top removed)	
根中ガスの酸素 % (Oxygen content in the gas in root tissue)	9.0	9.1	11.2	第1図 (Fig. 1)
空气中での CO ₂ 呼出量 (Q _{CO₂}) (CO ₂ output of root, measured in air)	5.84	5.03	3.95	第2図 (Fig. 2)
Q _{O₂} (= Q _{CO₂} × 1/1.34 × 32/44) : 空气中での酸素消費 (Amt. of O ₂ consumption of root in air)	3.17	2.73	2.14	酸素20%下の RQ=1.34 (RQ=1.34, as measured in air) 第3図 (Fig. 3)
m (各 O ₂ % 下の酸素消費量の 20% O ₂ 下の量に対する比) (Ratio of O ₂ uptake at each O ₂ tension to that in air)	0.63	0.63	0.73	
tO ₂ (= Q _{O₂} × m. 根乾物 1gr 当り酸素供給量) (Amt. of O ₂ supply per 1gr dry weight of root)	1.99	1.72	1.56	
D.W (個体当り根の乾物重) (Dry weight of root/plant)	0.30	0.30	0.30	
TO ₂ (= tO ₂ × D.W. 個体当り酸素供給量) (Amt. of O ₂ supply/plant)	0.60	0.52	0.47	
同上比率 (Relative amt. of O ₂ supply/plant)	100	87	78	

$$(0.60 \times 14) + (0.60 \times 0.8 \times 10) = 13.2 \text{ mg O}_2 / 24 \text{ hrs/plant}$$

であり、この量は水温 30°C の水約 1.7l 中に溶存する飽和酸素の量に等しいことになる。

Résumé Using the data obtained for the oxygen content in the internal atmosphere of rice root growing in the paddy field, under different treatments (normally growing; light limited; and aerial part removed), and the values of respiration rate of each of these roots, as well as the relationship found between oxygen uptake and oxygen tension, we calculated the amount of oxygen supply to the root from aerial part of rice plant. Approximately 0.8 mg. of oxygen is found to be supplied per hr. per 1cm². of cross section of root. About 20% of the total amount of oxygen supplied was estimated to be derived from the oxygen evolved by the photosynthesis of the aerial part of plant.