稲の通気組織に関する一知見*

有 門 博 樹 (三重大学農学部)

Some considerations on the ventilating system special reference
to anatomical observations in the rice plant

Hiroki ARIKADO

(Department of Agriculture, Mie University)

佐藤・森田両氏(1943)は水稻の水耕に於て、液中の溶存酸素の消費量は穂孕期に於て1時間につき水耕液1l 当り 1.07 mg の程度であると云い、Taylor 氏(1942)及び三浦氏(1933)は稲の地下部に通気を行うと根の成長が良好となり、之に伴つて地上部の成長も大になると述べ、前者は稲は他の禾穀類に比し高度に発達した無気呼吸系を有している点を認め、後者は根細胞の分子間呼吸及び生体内の塩類還元を立証している。尙前記佐藤・森田両氏も水耕液中の酸素は7時間後に於て根の呼吸のため殆んど消耗されるが、植物体は外觀異常なしに、其後7日を経過しても生育を続けるのは多分無気呼吸系によるものであらうと考えた。佐々木氏(1932)は稲の湛水栽培と節水栽培とで根域の発育型が異なることを指摘し、根自身の生育も自然土壌空気を追つて行われることを示している。之等の事実は水稻の根が土壌中(水中)から直接酸素を摂ることを証明するものである。之に反し、熊田(1945)及び三井氏(1949)は土壌の還元層中に於ける根の先端活動部から酸素が出されると推定し、Sturgis 氏(1936)は水稻の根の外部に対する酸化力は根から酸素の分泌又は拡散があるためであらうと云い、Van Raalte 氏(1940, 1941)は酸素が気孔から入り通導組織を通つて根まで達する考えた。又最近山崎氏(1952)は湿害に関する詳細な研究を行い、耐湿性の大小は地上部茎葉からの酸素の供給能力によつて左右されるものとして一応説明出来ると述べている。Vlamis 及び Davis 両氏(1944)はトマト、大麦、水稻等の分離根の酸素要求度を実測したところ、その量には何等差異が認められなかつたにも不拘、之等の植物を培養する場合、根に於ける嫌気的狀態に対して異つた反応を示すのは茎を通じて根に酸素を運搬する能力の差に基くためであると云い、畑作物はその能力に乏しく酸素が土壌から直接根に供給される可能性を示唆している。之等の事実は水稻の根の呼吸作用に必要な酸素が地上部から供給される可能性を示している。尙位田氏(1952)、菅原氏(1951)及び土井氏(1950)等の研究もこの問題に関連し興味深いものである。

筆者は大豆の通気組織 aerenchyma に就て研究中のところ、今年稲及び二三水陸生植物に於て、大豆とはその起源を異にするが、節部に特殊な組織があり、こゝに多量の空気を保持していることを認め、この組織が茎葉から根元酸素が供給される場合極めて重要な役割を果していると考えられたので、不備な点を顧ず取敢えず水稻に於ける解剖的觀察の結果のみを報告したい。本報を草するに当り、植田幸輔、山崎守正、片山仰、長戸一雄及び輪田潔の諸氏に負う処多く、記して謝意を表する。

觀察は主として 1952 年 7 月~10 月に行つた。正常に植付けられた水稻(愛知旭)では所謂分蘖節位には外觀上節間部と認むべき部分を欠いているが、内部隔壁の状態からは数節から成つており、こゝに冠根及び分蘖茎を着生している。之に反し、深植された稲では中間に伸長した節間を挟み、分蘖節位は上下の二部に分れ、冠根は両部から発生しているが、分蘖は概ね上部の後生分蘖節位から発生している。深植稲に於けるが如く異常環境に置かれた場合を除き、一般に正常な分蘖節位は葉鞘附着部(隔壁部)と根帯部とから成つていと云える。

葉鞘附着部の顕微鏡所見は第1図に示す如く、最内部に髓即ち隔壁部があり、順次外方に向い、分離した維管束群(分離維管束と略称する)、連鎖した維管束群(連鎖維管束と略称する)、分裂組織、厚皮(この組織の中に見られる維管束は葉鞘に連絡する)及び表皮が配列されている。而して厚皮は内外の二部に區別され、外側部は通常の組織であるが、内側部は明かに小形薄膜の細胞からなり細胞間隙に富み著しく多量の空気を含む。以下便宜上この部分を通気組織と呼ぶ。この通気組織は茎の周囲数ヶ所に於て求心的に隔壁部に連絡している。

* 昭和 27 年 4 月 2 日 第 95 回講演会に於て発表

Fig. 1. Portion of attachment of leaf-sheath to node and partition.

ae.....aerenchyma
 cv.....consolidated vascular bundles
 ep.....epidermis
 sv.....separated vascular bundles
 oc.....outer cortex
 pa.....partition

Fig. 2. Root zone and developing root.

ac.....cavity
 cr.....crown root
 me.....meristematic layer
 li.....lysigenic intercellular spaces
 ls.....leaf-sheath

次に根帯部に於ける観察の結果は第2図に示す如く、内部から外部に向い、空洞、分離維管束、連鎖維管束、分裂組織、厚皮(通気組織を含む)及び表皮からなり、その外側に既に茎から分離した葉鞘が取り囲んでいる。分裂組織は保護組織の形成と冠根の新生に関与する。冠根の新生するときは根帯中の通気組織から酸素の供給を受け、冠根の厚皮は山崎氏(1952)の指摘する如く細胞は直列に並び細胞間隙に多量の空気を含む。この空気は根帯中の通気組織から移行したものと考えられる。

一般に通気系は同化、蒸散及び呼吸の三つの生理作用を営む上に密接な関係を有するものであるが、上述した通気組織は呼吸蒸散の両作用と特に関係深いものであろうと推定される。即ち地下部にあり且つ葉緑素を含まない(地上部の節部ではこの組織中に葉緑素が含まれている)等の諸点から推定される。呼吸作用の面から考察すれば、東条氏(1951)が「葉鞘が附着する節部に通気組織の存在することが解剖的に実証されぬから、茎葉部から根部への酸素供給を否定する人もある」と述べていることに対し、極めて興味ある事実を提供するものと云えよう。

斯くして、水稻に於ては地上部から根部に酸素が供給されると云う説を肯定する解剖学的手懸りが得られた様に考えられるので、筆者はその運搬経路に関し次の如き仮説を提出する。「気孔から葉鞘の崩壊細胞間隙を通つて下行した空気は葉鞘附着部の通気組織から根帯部の通気組織に侵入し、そこから初期の分蘖茎及び冠根等の生長の旺盛な部位に送られる。又隔壁の通気組織を経て空洞中に拡散した空気は茎の上下に連絡を保ち、連鎖維管束より内部にある組織の呼吸に役立った後再び隔壁部の通気組織に帰る。根に運搬された空気は根の呼吸作用に必要な酸素を之に供給し且つ根が還元状態に置かれた場合には酸素の一部は土壤中(水中)に分泌又は拡散される。従つて植物体内では酸素分圧の傾斜が生じ、空気は絶えず根端に向つて供給される。根の呼吸作用のため生じた炭酸ガスの一部は同様の理により上記と逆の順路を辿り空气中に排出される可能性もある(山田及び村田両氏, 1951, 日・作・紀 19, 3-4, 参照)。然るに、酸素の充分な土壤中(水中)に於ける水稻の根は酸素を土壤中(水中)から直接体内に取り入れ得ることは一般畑作物の場合と同様であり、又炭酸ガスも主として H_2CO_3 の形で根から直接外圍に排出される」。

尙将来、稻及びその他の作物に就てこの組織に関する分類学的調査を行うと共に、発生学的並びに生理生態学的研究を重ねることによつて本組織の機能に就て充分検討を加え前記仮説を立証したいと考えている。本報告の詳細は三重大学学術報告第6号に掲載する予定である。(文献省略)。

Résumé Well-developed aerenchyma was found in the node of the rice plant. It may be interesting not only from anatomico-physiological but also taxonomical and ecological stand points of view. (For full information, refer to Bul. 6, Agr. Fac. Mie Univ. 1953).