

食用カンナにおける不定根の呼吸速度

細井淳・今井勝*

(明治大学農学部)

要旨: 食用カンナ (*Canna edulis* Ker-Gawl.) の不定根は、地中深く貫入する垂直根と地表近くに分布する水平根とに区分できるが、垂直根のほとんどは2本1組となって発生する不定根のうち根茎基部側の1本に由来する傾向があり、垂直根と水平根における機能分化の視点で呼吸速度の差異について検討した。気相型酸素電極装置を用いて、一定の長さに切断した不定根の呼吸速度を生育時期別、株元からの距離別、伸長方向別に測定した。その結果、老化した根ほど呼吸速度は低くなり、生育初期の垂直根を除いて水平根と垂直根の間での速度の差異は認められなかった。したがって、本作物の養分吸収については水平根と垂直根の「質的」な差よりも、むしろ地中における不定根の「量的」な差、すなわち、多量に存在する水平根が主要な役割を担うものと考えられた。

キーワード: *Canna edulis*, 気相型酸素電極, 酸素消費速度, 垂直根, 水平根。

食用カンナは、ペルーを中心とする地域で古くから栽培されるカンナ科の多年生草本である。生育は旺盛で草高約3 mに達し、デンプンを含む根茎を多数形成する。日本での研究では、受光態勢が良好で収穫指数は低いものの、約半年の生育期間に25~40 t ha⁻¹の乾物生産を示し、デンプン原料や家畜飼料としての用途開発は魅力的である (Imaiら 1994)。本作物は、2本1組となった太い不定根を有し (細井・今井 2001)、旺盛な生育を反映した高い養分吸収能を有している (今井ら 1990)。根茎の長軸に対して基部側に位置する太い不定根のうちの一部が特異的に地中深く伸びることによって形成される根群 (垂直根) と、地中浅く水平方向に伸長する多数のやや細い不定根によって形成される根群 (水平根) の物理的特性はかなり異なることがわかった (細井・今井 2002)。本研究では、垂直根と水平根の呼吸速度を気相型酸素電極装置を用いて測定し、それらの養分吸収機能との関連について考察した。

材料と方法

明治大学で保存している“青茎系”を用いた (Imaiら 1993)。2001年4月22日、実験圃場に生体重約200 gの根茎を、畝間2.0 m×株間2.0 mとして植え付けた。化学肥料 (75 g m⁻²; N, P₂O₅, K₂O=8, 8, 8%) を全量基肥として与え、天水条件下で栽培した。生育初期 (7月5~10日)、中期 (9月17~21日)、および後期 (11月12~16日) に生育が中庸な各5個体を選び、Free-standing soil monolith法の改良法 (細井・今井 2002) により不定根を回収した。調査対象は、水平根および垂直根別に、根茎際 (株元の中心付近)、水平距離または深さ40 cmおよび80 cmの部位とした。

付着土壌を除去し、側根が付いた状態の不定根を供試した。各生育時期とも5個体について調査したが、対象部位の不定根を長さ3 cmに切断し、太さに応じて3~4本の根を1サンプル (生体重で約0.3~0.4 g) として、1個体あたり4サンプル (生育初期のみ1~4サンプル) の呼吸

測定を行った。測定には気相型酸素電極装置 (ハンザテック社, ガス相酸素測定システム) を用いた。装置のチャンバー内温度は循環型恒温水槽を用いて25°Cに保ち、根をチャンバーへ封入した2分後から測定を開始し、その後の1分間に減少した酸素量から呼吸速度 (単位乾物重あたり) を算出した。なお、測定時に蒸留水で湿らせた濾紙 (アドバンテック東洋, 定性濾紙 No. 2) で根を覆って乾燥を防止した。測定を終えた不定根は80°C下で48時間通風乾燥した後、秤量して呼吸速度の計算に供した。

結 果

測定を行った全ての部位において、不定根の呼吸速度は生育が進むにつれて低下した (第1表)。さらに、生育各時期において、根茎際に近い部位ほど発生から時間が長く

第1表 株元からの距離および伸長方向を異にする不定根の呼吸速度。

	呼吸速度 (×10 ⁻² μ mol g ⁻¹ s ⁻¹)		
	生育初期	生育中期	生育後期
水平キワ	1.54 d	0.65 fgh	0.42 gh
垂直キワ	2.70 b	0.68 efgh	0.30 h
水平40	1.68 cd	1.16 de	0.55 gh
垂直40	4.26 a	0.81 efg	0.42 gh
水平80	-	2.33 b	1.11 def
垂直80	-	2.18 bc	0.86 efg

同一アルファベット間にはLSD 5%で有意差無し。

水平キワは根茎際から回収した水平根、水平40は株元の中心から40 cmの水平距離より回収した水平根、水平80は株元の中心から80 cmの水平距離より回収した水平根、垂直キワは根茎際から回収した垂直根、垂直40は株元の中心から40 cmの深さより回収した垂直根、垂直80は株元の中心から80 cmの深さより回収した垂直根。

経過している根が多数を占めるため、それを反映して呼吸速度も低い値を示した。また、水平根と垂直根間における呼吸速度の差異は、生育初期以外ではみられなかった。

考 察

根の呼吸速度は養分吸収能力の指標として度々用いられるが、その測定には従来、ワールブルグ検圧計による方法(苧住・寺田 1960)、水相型酸素電極法(Chae and Lee 1979)、O₂ アップテスター法(本間 1999)などが採用されてきた。気相型酸素電極法については、水稻の葉、節間、穂についての呼吸速度測定(斎藤 1996)があるが、根での報告は皆無といえる。前記の3方法はリン酸緩衝液や水中に浸漬した状態で測定を行うため、根は乾燥しないが、気相型酸素電極法では空気中に曝露した状態で測定を行うため、根の乾燥が大きな問題となる。そこで著者は、湿らせた濾紙で不定根を覆うことにより乾燥を防止し、かつ正常な測定が可能であることを示した(第1表)。

根の老化が進むとその呼吸速度も低下するという現象は数種の樹木(苧住・寺田 1960)やイネ(Chae and Lee 1979)でも知られており、われわれの食用カンナの場合もそれらと類似した結果であった。生育初期における垂直根の呼吸速度が他よりも特に高かった理由は不明であるが、生育初期には垂直方向に伸長する根の量が極端に少なく、十分なサンプル数の根を確保できなかったために生じた測定上の問題(artifact)である可能性が高い。気相型酸素電極法で用いるチャンバーは容積が約5 mLと、従来の測定法と比べても一度に測定できる根の容積が小さいので、安定した値を得るためには均質なサンプルで、かつ反復を多くとって問題を解決する必要がある。

生育初期を除き、水平根と垂直根の呼吸速度には差異がみられなかったことから、食用カンナにおける個体レベルでの高い養分吸収能力(今井ら 1990)は、水平根と垂直根という根の「質的」な機能差に由来するものではなく、

他作物と比較しても十分に数の多い不定根が、地中において水平根数:垂直根数=4:1の比率で偏在する(細井・今井 2002)ことにより、表土付近の養分吸収機能を「量的」に多い水平根が主として担っている可能性が高いと考えられる。今後、気相型酸素電極法を用いた他作物の根での呼吸測定や、トレーサー法などによる圃場での養分吸収に関する調査を行い、比較検討してみたい。

引用文献

- Chae, J.C. and E.W. Lee 1979. Studies on the measurement of root respiration of paddy rice using oxygen electrode. Seoul Natl. Univ. Coll. Agric. Bull. 4:189-204.*
- 本間知夫 1999. 根の呼吸速度測定法と問題点—酸素電極法およびO₂ アップテスター法—. 根の研究 8:96-99.
- 細井淳・今井勝 2001. 食用カンナにおける根の形態形成—特に不定根の発生について—. 日作紀 70:234-237.
- 細井淳・今井勝 2002. 食用カンナにおける不定根の形態形成と物理的特性. 日作紀 71:500-505.
- 今井勝・足立修士・頼高塩実 1990. 食用カンナの物質生産に関する研究—無機養分吸収—. 日作紀 59(別2):89-90.
- Imai, K., T. Kawana, K. Shimabe, K. Intabon and K. Tanaka 1993. Studies on matter production of edible canna (*Canna edulis* Ker.). II. Changes of dry matter production with growth. Jpn. J. Crop Sci. 62:601-608.
- Imai, K., K. Shimabe, K. Tanaka and T. Kawana, 1994. Studies on matter production of edible canna (*Canna edulis* Ker.). III. Changes of production structure with growth. Jpn. J. Crop Sci. 63:345-351.
- 苧住昇・寺田正男 1960. 林木の根の呼吸について. 第70回日本林学会大会講演集 209-211.
- 斎藤邦行 1996. 気相型酸素電極による水稻微小部位の暗呼吸速度の測定. 日作紀 65:143-144.

*韓国語

Respiration of Adventitious Roots in Edible Canna : Jun HOSOI and Katsu IMAI* (*Sch. of Agric., Meiji Univ., Kawasaki 214-8571, Japan*)

Abstract : The adventitious roots of edible canna (*Canna edulis* Ker-Gawl.), are classified as the 'vertical' roots, which penetrate deep in soil, and the 'horizontal' roots, which run shallow underground. Most of the vertical roots are comprised of the basal ones, which generate in pairs at the nodal part of rhizome. From the viewpoint of functional differentiation of the two types of roots, their respiration rates were compared at different stages of growth, distances from stock and direction of root elongation by the use of a gas-phase oxygen electrode system. Root respiration rates decreased with age, but a difference between the two types of roots was not observed except in the early growth stage. Root activity, such as nutrient absorption in this crop, was considered to be performed mainly by a large quantity of horizontal roots rather than the qualitative difference between horizontal and vertical roots.

Key words : *Canna edulis*, Gas-phase oxygen electrode, Horizontal root, Oxygen consumption rate, Vertical root.