

コンピューター画像解析による根長測定法の検討

田中 実秋・山内 章・河野 恭廣
(名古屋大学農学部)

Measurement of Plant Root Length with Computer
Image Analysis.

Saneaki TANAKA, Akira YAMAUCHI and Yasuhiro KONO
(School of Agriculture, Nagoya University)

植物の根系の成長・発達程度を捉えるために、根長は重要なパラメーターである。しかし、直接根長を測定するためには、多大な時間と労力が必要となる。この労力のかかる直接法に代わり、ライン交差点法やルートスキャナーを用いる方法、またコンピューターによる画像解析法など、より簡便な方法が用いられるようになってきた。しかし、実際に根長を測定する場合、根の重なりあい等により短く細い側根が正確に測定されているかという点については疑問の残るところである。そこで、本研究では根の太さの異なる水稻、トウモロコシ、ダイズを用いてルートスキャナー法、コンピューターによる画像解析法、定規を用いて計測する直接法により根長を求め、その精度を検討した。

材料及び方法

土壌条件で3週間生息させた植物体から根系の一部を採取し、計測に供した。1サンプルの根量はルートスキャナーで計測した値が約5mになる量とした。各サンプルをルートスキャナーで計測後、コンピューターと連動させたイメージスキャナー (EPSON, GT-6000) により、画像の大きさ15cm×10cm、モノクロ256階調、150DPI (ドット/インチ) で根系の画像を取り込み光磁器ディスクに記憶させた。その後、根の長さを定規で計測した。また画像解析法で計測するに当り、直径25 μ mのステンレス製の針金と直径500 μ mのナイロン製の糸を用いて、精度の検討を行なった。コンピューターに取り込んだ画像を2値化、細線化処理を行い、根系象をピクセル幅が1の細線像とし、その画像のピクセル数に1ピクセルの長さを乗じて根長を求めた。同じピクセル数で表される直線でも、水平または垂直方向と角度が生じた場合、誤差を生じる。水平となす角度が45度の場合、最も大きな誤差を生じるので、画面上に根がランダムに配置されていると仮定し、0度から45度までの角度をなす直線の読み取り値の平均を求め、真の値に対する平均値の割合の逆数1.10を補正值とした。

結果及び考察

第1表に異なる直径の糸の計測値を示した。各サンプル計測値は高い精度を示し、また、糸の直径にも関係なくほぼ正確な値が得られた。水稻の細い側根の直径は30~80 μ mであるから、水稻の根長を計

測する場合にも有効な手法といえる。第2表にダイズ、トウモロコシ、水稻の根系をルートスキャナー法 (R.L.S.), 画像解析法 (I.A.), 直接法 (D.M.) により計測した値を示した。各サンプルの直接法で計測した値を100とし、他の方法の値は直接法に対する割合で表示した。ダイズ、トウモロコシでは、画像解析法ではほぼ近似値が得られた。なお、ルートスキャナー法でやや低い値を示しているが、これは計測に供した根量が約5 mと少なかったもので、誤差が生じたものと考えられる。水稻の場合、ルートスキャナー法で22.6%と計測値が小さいが、ルートスキャナーでは100 μ m以下の直径の根は正確に読み取ることができないので、側根の読み落としによるものと考えられる。それに反し、画像解析法では、約90%の値を示した。ダイズやトウモロコシに比べると値は低いですが、これは、水稻の側根密度がダイズやトウモロコシに比べて高く、またそれらの細かくて短い側根が重なりあい、誤差を生じたものと思われる。いずれにせよ、コンピューターによる画像解析法により、高い精度で根長測定が可能であり、また、根長測定にかかる時間及び労力もはるかに少なく、有効な方法であることを認めた。

Table 1. Measured length of thread with two different diameter.

Diameter (μ m)	Actual length (cm)	Calculated length (cm)*	S.D.
25	100	99.36	1.16
500	100	99.87	1.60

*Values are means of 4 measurements.

Table 2. Comparison of three methods for measuring root length.

Species	R.L.S. (%)	I.A. (%)	D.M. (%)
Soybean	89.1 \pm 9.5	99.9 \pm 3.5	100
Maize	81.3 \pm 7.5	99.0 \pm 3.1	100
Rice	22.6 \pm 1.4	90.6 \pm 4.3	100

6 replications for Soybean and Maize,
3 replications for Rice.