

圃場におけるコムギ根系の能動的吸水に影響を与える諸要因

農業研究センター 小柳敦史

作物の栽培においては、根系の養水分吸収能力を把握できなければ、適切な施肥管理や水管理を行うことはできない。このうち、養分の吸収力は同位元素をトレーサーとして用いる方法などで調べることができるとされている(田中, 1985)。一方、作物による水の吸収量は根の周囲の土壤水分の変化を測定することにより明らかにすることができる。

植物の吸水は蒸散を主な駆動力としている受動的吸水が中心的な役割を果たしている場合が多い(Kramer, 1986)。一方、茎を切除するとその断面から導管液が出液として現れることから、根により水が能動的に吸収されることも確認できる(平沢, 1994)。この根による能動的な吸水の機構は完全には解明されていないが(加藤, 1995)、主として根の代謝活動にともない溶質が蓄積され、内外に浸透圧差が生じ、これが根圧となって出液が起こると考えられている。このため、出液速度を測定することにより、能動的吸水に関わる根系の生理的な状態を把握できる可能性があると考えられる。

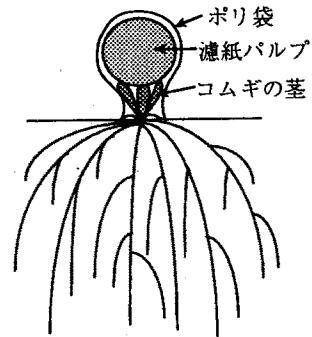
そこでここでは、茎断面からの出液を測定する方法(馬場, 1957; 石原・平沢, 1985)を改良してコムギに適用し、その有効性を検討するとともに出液速度に影響を与える要因について検討した。

材料および方法

第1図に示すように、1個体のコムギの全ての茎を地上2~3 cmの所で切り、その切り口に従来の脱脂綿に代えて濾紙パルプ(東洋濾紙)をセットし、1時間後に回収して出液による重量の増加を調べた。この濾紙パルプはあらかじめ秤量してポリ袋に包んでおいた。濾紙パルプの量は植物の生長に伴う茎の切り口の大きさの変化に合わせ、生育時期別に1~5 gとした。

農業研究センター(茨城県つくば市)の淡色黒ボク土の畑圃場で実験を行った。出液速度と根量及び根呼吸量の関係の検討には、農林61号とアサカゼコムギを用い、これらの品種を1986年10月28日及び11月13日に播種し、生育の中期に当たる翌年の3月24日に出液速度の測定を行った。また、その他の圃場実験には1988年10月28日に播種した農林61号を用いた。

根量の調査は改良モノリス法で深さ30 cmまでの根について行い、根の呼吸量はこれとは別にスコップで掘り上げた株近傍の根を水洗いした後、生重で10 g程度の根を同化箱(30×20×5 cm)中の網目の上に広げ、赤外線ガス分析装置を用いた通気法により25℃、暗黒下で二酸化炭素の増加速度を測定した(空気流量2 L/min)。その後、



第1図 濾紙パルプを用いた出液速度の測定方法

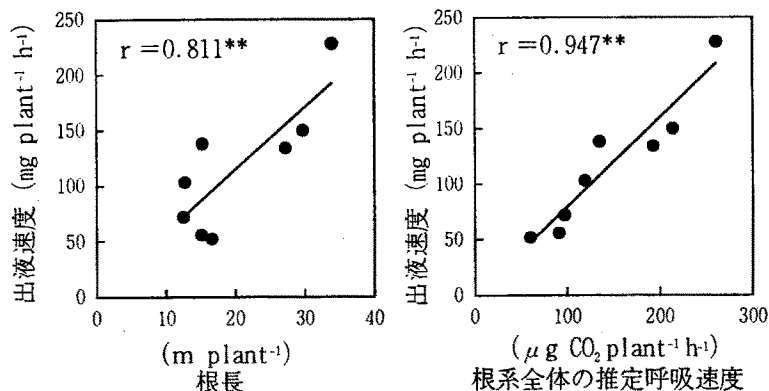
根量あたりの呼吸速度に1個体あたりの根量をかけて、根系全体の25℃における推定呼吸速度を求めた。

出液速度に及ぼす土壌水分の影響をポット実験で調べた。1/5000 a(直径20 cm)のワグネルポットを用い、圃場と同じ淡色黒ボク土を詰めて農林61号を栽培し、生育の中期に当たる2月に実験を行った。土壌水分処理は、出液速度の測定開始の16時間前に24ポットのそれぞれに異なる量の水(0~1.2 L)を加えて土壌水分を変化させて行った。

結 果

1. 根量および根の呼吸量と出液速度の関係

1987年3月24日に、播種期を変えて栽培したコムギの出液速度を調べ、その後に根量調査を行った。その結果、早播き区は遅播き区に比べて出液速度、根量とも大きい傾向にあったが、全体では第2図のように根長と出液速度の間に $r=0.811$ で1%水準で有意な相関関係が得られた。さらに、1個体あたりの根系全体の25℃における推定呼吸量(根量×根量あたり呼吸速度)を算出して出液速度との関係を調べたところ、より密接な相関関係が得られた($r=0.947$)。

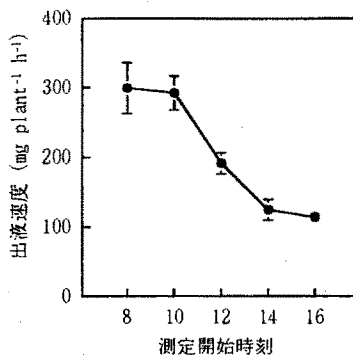


第2図 根長及び根の呼吸量と出液速度の関係
2品種×2播種期区×2反復=8データ(各区10個体)
推定呼吸速度=根量×25℃における根量あたり呼吸速度

2. 測定時刻による出液速度の変化

1989年3月21日に時刻による出液速度の変動を調べた。当日は快晴で、深さ5 cmにおける地温は6℃(8時)~11℃(14時)、土壌の含水率は約40%であった。

1つのコムギ(農林61号)の群落から生育のそろった50個体を選び、各時刻とも10個体ずつ、出液速度を測定した(測定時間は1時間)。その結果、午前10時頃までに測定を開始すれば出液速度の低下が見られないことが明らかになった(第3図)。



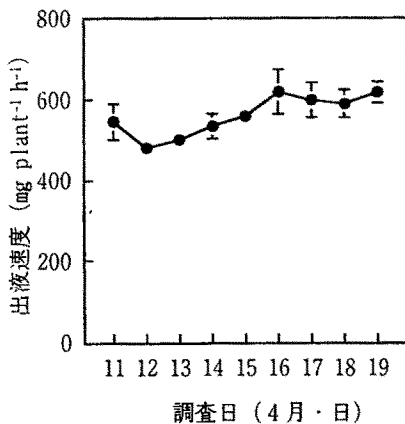
第3図 測定時刻による出液速度の変動
測定時間はそれぞれ基切断後1時間
個体あたり平均値±標準誤差

3. 測定日による出液速度の変化

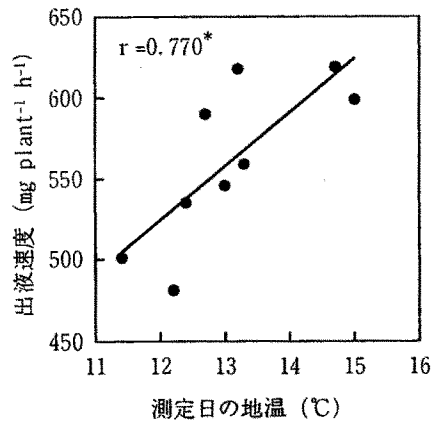
1つのコムギ(農林61号)の群落から生育のそろった90個体を選び、1989年4月11日～19日の午前9時～10時の間に毎日10個体づつ出液速度を調べた。測定の結果、調査した9日間に、出液速度は481～619 mg h⁻¹の範囲で変動した(第4図)。

測定日により出液速度が異なる理由を明らかにするため、各測定日の地温および土壤水分を検討した。深さ5 cmにおける午前9時30分における地温は11.4℃(4月13日)から15.0℃(4月17日)の範囲にあった。第5図のように、地温と出液速度の間には5%水準で有意な正の相関関係が認められ、この実験の期間中の出液速度の変動の約6割が地温で説明できることがわかった。

実験期間中の4月11日と4月16日には一時的な降雨があり、深さ5 cmにおける土壤の含水率は38.5%(4月19日)から43.7%(4月12日)の範囲で変動した。しかし、出液速度に及ぼす土壤水分の影響は比較的小さく、土壤含水率と出液速度の間には明らかな関係は認められなかった(図省略)。



第4図 測定日による出液速度の変動
個体あたり平均値±標準誤差

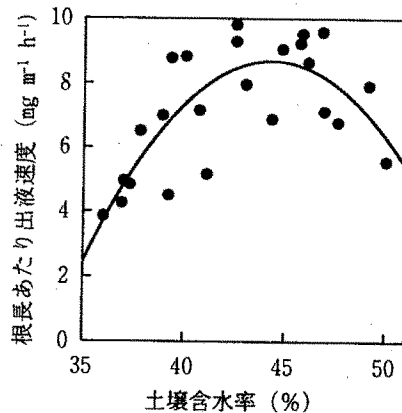


第5図 測定日の地温と出液速度の関係

4. 出液速度に及ぼす土壤水分の影響

出液速度には土壤水分が大きな影響を及ぼすと考えられるが、上述の圃場における実験では、土壤水分の影響を明らかにすることができなかった。そこで、両者の関係をポット試験で調べた。

同一の水分条件でコムギを栽培し、生育中期の2月7日に、各ポットにさまざまな量の水を加え、その16時間後に、出液速度を測定した。その結果、根1 mあたりの出液速度は、土壤の含水率45%(pF 1.6)付近で最高値を示し、その前後では低下することが明らかになった。



第6図 土壤水分と出液速度の関係

考 察

茎の切断面から溢出する出液の量を測定して根系の活力を評価しようとする試みは古くから行われてきたが(馬場, 1957), 出液速度と根量や根の呼吸速度などの生理的活性との関係を調べた例は少ない。水稻では最近, 根の基部からの出液速度が根の長さや密接な関係にあることが明らかになり(山崎・阿部, 1987), 根の呼吸速度との関係も報告されている(津野ら, 1992)。しかし, コムギについてはこれらの関係は明らかではなかった。本実験で, コムギにおいても茎の断面からの出液速度が土壌中の根の量と密接な関係にあることが確認できた。また, 出液速度は根の呼吸で代表される根の生理的活性をよく表現することが分かった。

一方, 出液速度は測定時刻や測定日により変動することが明らかになった。このうち, 測定日による変動は主として地温の変動に伴っていたが, 測定時刻による変動の原因は明らかではない。水稻では出液速度が地温に依存していることがすでに報告されているが(山口ら, 1992), 出液速度に対する土壌水分の影響はほとんど調べられていない。ここでは畑作物であるコムギについて, 出液速度が土壌水分の影響を強く受けて変化することが確認された。その他, 出液速度は前日の日射量や風の影響を受けて変化することも明らかになっている(小柳ら, 1989)ことから, 出液速度により測定される根系の能動的な吸水量は環境条件の影響を受けて大きく変化することが明らかになった。

能動的吸水は植物の水収支には必ずしも重要な役割を果たしていない(Kramer, 1986)が, これを測定することで根系の大きさや生理的な状態を把握できると考えられる。その際, 出液速度の測定に特殊な装置が不要で, 比較的簡単であることも大きな魅力となろう。

引用文献

- 馬場 起 1957. 水稻の窒素及び珪酸の栄養生理に関する研究. 溢泌液及び溢液中の珪酸について. 日作紀 25:139-140.
- 平沢 正 1994. 出液と根圧. 根ハンドブック. 根研究会編. 159-160.
- 石原 邦・平沢 正 1985. 出液速度による吸水測定法. 北條良夫・石塚潤爾編. 最新作物生理実験法. 農業技術協会. 106.
- 加藤 潔 1995. 植物の根に関する諸問題 21. 根による水の吸収. 農園 70:519-526.
- Kramer, P. J. 1986. 水環境と植物. 田崎忠良 監訳. 養賢堂. pp. 506.
- 小柳敦史・佐藤暁子・和田道宏 1989. 出液速度の測定によるコムギ根系の活力評価の試み. 出液速度に影響する環境要因の検討. 日作紀 58(別2):49-50.
- 田中典幸 1985. 根の活力の測定法. 同位元素の利用. 北條良夫・石塚潤爾 編. 最新作物生理実験法. 農業技術協会. 100.
- 津野幸人・山城 篤・中野淳一・山口武視 1992. 水稻幼植物根の出液速度の測定と出液速度に関与する根形質について. 日作紀 61(別1):254-255.
- 山口武視・津野幸人・真野玲子・中野淳一 1992. 水稻茎基部からの出液に関与する要因と出液中の無機成分と根の呼吸速度との関係. 日作紀 61(別1):252-253.
- 山崎耕宇・阿部 淳 1987. 水稻根の形態と出液速度との関係. 日作紀 56(別1):176-177.

Factors influencing active water uptake by wheat root system in the field
Atsushi OYANAGI(National Agriculture Research Center)