

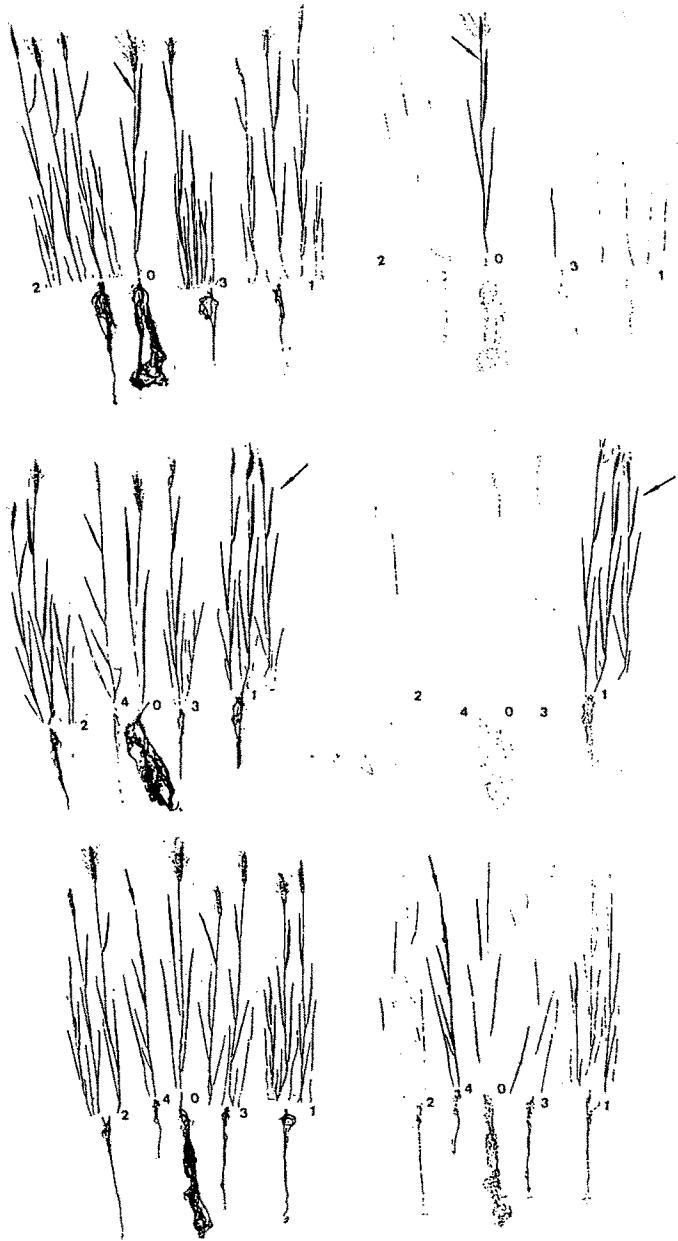
根の機能と作物の生産(2)

信濃卓郎、大崎満(北海道大学農学部・作物栄養学講座)

前半*では肥沃な圃場で生育する作物の根の養分吸収における役割が、特に生育の初期においては地上部の生長そのものが養分吸収と密接につながっており、生育後半にいたっては地上部から光合成産物の供給に基づく根の活性が重要であるとの考え方を示した。後半では実際にハルコムギとダイズにおいて地上部から根への光合成産物の分配を調査した結果を基にphyton theoryを再検討しつつ、地上部と根の関係を考察する。

ハルコムギとダイズの登熟初期にハルコムギでは主茎、第1分けつ、第4分けつ全体、ダイズでは第3葉、第5葉、第7葉に $^{14}\text{CO}_2$ を同化し、4日目の ^{14}C の分配をトレースした(第4、5図; Matsumoto et al. 1995)。ハルコムギでは主茎と第1分けつではそれぞれの根に ^{14}C が分配されるのみであったが、第4分けつからは主茎、その他の分けつの根に対しても多量の ^{14}C が分配されていた。一方、ダイズでは第7葉、第5葉では主に同化葉とソース・シンクユニットを構成している収穫部位に多量に分配され、根への分配は少なかった。一方、第3葉に同化した場合には根に多量に分配し、根を経由して作物体全体に ^{14}C が分配されていた。このように、光合成産物の分配について植物体の構造的な要因が強く関与していることは明らかである。植物を構成する葉、分枝(分けつ)、根は節ごとにその原基が形成され、節間により区別されるこれらの集まりをphytonもしくはphytomerと呼び、植物体をこのphytonの連続体と考えるphyton theoryがある(Evans and Grover 1940, Kawata et al. 1963)。このphyton theoryによると節を挟んで上位節に下位根と分枝、下位節に上位根と葉が形成される。つまり、同一phytonの下位根・分枝と上位根・葉は別の葉序に属することになる。Kuriharaらはバレイショは双子葉植物であるので単子葉植物のような明瞭な節は存在しないが、基本的には単子葉植物と同様なphytonが存在することを指摘した(Kurihara et al. 1978)。バレイショでは地下部では葉原基は退化し、分枝はストロンに分化し、その先端が肥大して塊茎を形成し、地上部では根原基は退化し、葉と分枝が生長する。そこでバレイショについて $^{14}\text{CO}_2$ を特定の葉に同化しその分配を調べた結果、 ^{14}C 化合物は同一葉序に属する側の枝、塊茎、上位根、下位根に主に分配されており(大崎他1991)、光合成産物の分配から見る限りphyton theoryには不都合がある。そこで、節を挟んで上下に存在する器官を一つのphytonと再定義すると各器官の生育・生理を考える上で理解しやすい。この概念に基づき、根への光合成産物の分配を解析すると、イネ科の作物では幼穂形成期以前に形成された節においては葉と根が存在しているが、幼穂形成期を境に節は伸張し、それらの節に根は形成されなくなる。そのため、根への光合成産物の供給は、この時期以前に形成された葉に主に依存することになる(第4図)。一方、双子葉植物においては地上部のphyton内には根が無く、各葉からの光合成産物の分配による(第5図)。つまり、葉と根は異なるphytonに属するため、根と葉の関係はphytonの構造によらず、維管束系の構造に基づいた形をとる。Phyton内に収穫部位のような強力なシンクが形成されると、光合成産物の流れは大きく変わり、強力なシンクに流れ込むようになるため、根への光合成産物の供給が著しく低下する。また、イネ科作物の多くは分けつを盛んに行い、多くの場合、生育のかなり後半まで新たなphytonの形成に基づく新規の根を形成しようとするみ込まれる。そのため、イネ科の根では下位のphytonの葉のみならず、分けつのphytonからの

*前半は本誌第4巻第1号に掲載された。



主茎に同化

第1分けつに同化

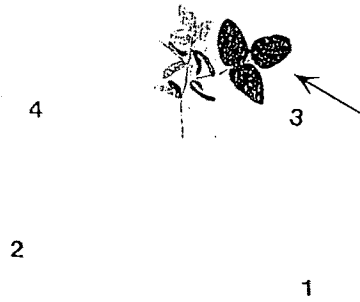
第4分けつに同化

乾物標本

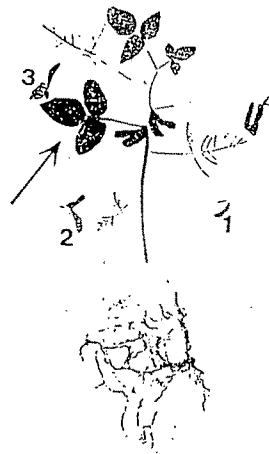
オートラジオグラフ

← 同化
数字は分けつを示す

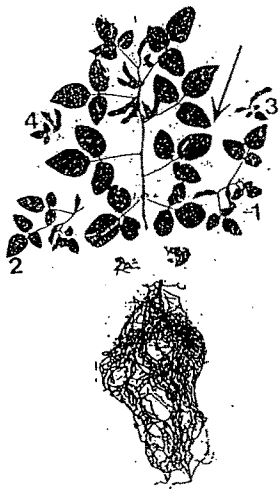
第4図 ハルコムギの登熟初期に主茎と第1、4分けつに同化した¹⁴Cの挙動



上位葉 (第7葉) に同化



中位葉 (第5葉) に同化



下位葉 (第3葉) に同化

乾物標本

オートラジオグラフ

← 同化葉
数字は分枝を示す

第5図 ダイズの登熟初期に第3、5、7葉に同化した¹⁴Cの挙動

光合成産物の供給が行われていると考えられる。したがって、単にphytonの関係のみに基づいて根重/地上部比を考えると、マメ科ではイネ科に比較して小さく推移すると予想され、実際そのような結果が得られている。しかし、同じ双子葉植物においても、特にキク科植物は根の生育が極めて旺盛であり、光合成産物の根への供給は構造的な要因だけでは理解できない側面もある。生理的な要因については現在解析中である。

根では養分吸収という機能の他にホルモン（特にサイトカイニン）の生産の場としても知られている。サイトカイニンは地上部に運ばれて、葉の老化を抑制し、光合成能を高く維持すると考えられ、また、多収性のイネの品種の溢液には標準品種と比較して高濃度のサイトカイニンが登熟期まで含まれている(Soejima et al. 1992)。このことと多収性との関連性を考えると、根の活性と葉の活性が養分のみならず、ホルモンのような内的制御の面でも密接に調節されていることが期待され、この点に関しても現在解析を進めている。

以上のことから、地上部と根部の生長および養分吸収は地上部と根部の相互作用による側面が強いことを述べた。従来のような単純な養分吸収のkineticsではとうていこれらの複雑な相互関係を解明しえないことは明らかである。kineticsで得られたパラメータ値はむしろ単葉光合成能と同様に潜在能を示すものと理解し、作物の養分吸収の限界を解明することに限定して活用すべきであろう。

引用文献

- Evans, M.W. and Grover, F.O. 1940: Developmental morphology of the growing point of the shoot and inflorescence in grass. *J. Agr. Res.*, **61**, 481-520
- Kawata, S., Yamazaki, K., Ishihara, K., Shibayama, H., and Lai, K-L 1963: Studies on root system formation in rice plants in a paddy. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan*, **32**, 163-180
- Kurihara, H., Kuroda, T., and Kinoshita, O. 1978: Morphological bases of shoot growth to estimate tuber yields with special reference to phytomer concept in potato plant. *Jpn. J. Crop Sci.*, **47**, 690-698
- Matsumoto, M., Shinano, T., Osaki, M. and Tadano, T. 1995 (Submitted)
- Osaki, M., Shinano, T. and Tadano, T. 1992: Carbon-Nitrogen Interaction in Field Crop Production. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **38**, 553-564
- Osaki, M., Morikawa, K., Yoshida, M., Shinano, T. and Tadano, T. 1991: Productivity of High-Yielding Crops. I. Comparison of Growth and Productivity among High-Yielding Crops. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **37**, 331-339
- 大崎満、小柳淳、信濃卓郎、田中明 1991: バレイシヨの生育各時期に各葉から同化した¹⁴Cの各器官への転流。土肥誌, **62**, 274-281
- Osaki, M., Shinano, T., Matsumoto, M., Ushiki, J., Shinano-Mori, Urayama, M., and Tadano, T. 1995: Productivity of high-yielding crops. V. Root growth and specific absorption rate on nitrogen. *Soil Sci. Plant Nutr.*, (in press)
- Shinano, T., Osaki, M., Yamada, S. and Tadano, T. 1994: Comparison of root growth and nitrogen absorbing ability between Gramineae and Leguminosae. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **40**, 485-495
- Soejima, H., Sugiyama, T. and Ishihara, K. 1992: Changes in cytokinin activities and mass spectrometric analysis of cytokinins in root exudates of rice plant (*Oryza sativa* L.) *Plant Physiol.*, **100**, 1724-1729

Root function and crop production

Takuro SHINANO and Mitsuru OSAKI (Faculty of Agriculture, Hokkaido University)