

## 水耕栽培におけるオオムギの生育に及ぼす マンノースの影響

柴坂三根夫・宮田 将彦\*・秋山佳子・河崎利夫\*\*

Effects of Mannose on Hydroponically Grown Barley

Mineo SHIBASAKA, Masahiko MIYATA\*, Yoshiko AKIYAMA,  
and Toshio KAWASAKI\*\*

To examine the effects of mannose on ion absorption of barley roots, barley was hydroponically grown for 36 days in a greenhouse. Potassium and phosphate contents of barley plants grown in a diluted mannose solution were observed at similar levels as the controls. On the other hand, some morphological changes were observed in mannose-treated barley plants.

**Key words:** Barley, Hydroponics, Mannose, Potassium, Phosphate

### 緒 言

土壌中にはグルコース、ガラクトース、マンノースなどの数多くの糖が含まれている。これらの糖は、主に土壌の植物遺体中に含まれるセルロースやヘミセルロースなどが分解される過程で生じたものである。土壌に含まれている糖の量は、土壌の種類によってかなりの相違があるが土壌有機物 1 kg 当たり数 mg から数百 mg のオーダーであると言われている。また、植物根からもグルコース、フラクトース、シュクロースなどの糖が多量に分泌されることが知られている。Matsumoto *et al.* (1979) はエンドウ及びトウモロコシをそれぞれ20日間水耕栽培し、培養液中に分泌された糖の量を調べた結果、還元糖としてエンドウでは2.9~4.3 mg (乾物重の0.14~0.23%に相当)、トウモロコシでは5.3~8.2 mg (乾物重の0.23~0.35%に相当) が分泌されることを報告している。

糖が植物の養分吸収に影響を及ぼすことは以前から知られており、オオムギ根のカリウム

---

Research Institute for Bioresources, Okayama University, Kurashiki 710, Japan

平成7年1月11日受理 (Received January 11, 1995)

本研究の一部は平成5年度~7年度文部省特定研究「資源生物における作用物質の動態解析に関する研究」によって行われた。

\*現 岡山県阿新地方振興局, \*\*岡山大学名誉教授

吸収は10 mM マンノースの添加により阻害される (Jackson and Adams 1963). また, マンノースはオオムギ根のリン酸吸収に対してはほとんど影響を及ぼさないが, 根から地上部へのリン酸の移行を阻害するという報告もある (Loughman 1966). オオムギ切断根のカリウム吸収に関しても数種の糖の影響について報告されている (大山・本田 1962). しかし, これらの研究では土壌中の糖濃度に比べかなり高い条件で実験されているので, 実際の生育環境で植物体がどのような影響を受けるかは予想がつかない.

そこで, 我々は土壌中の糖濃度に近い条件を用いて, オオムギ切断根のカリウム吸収に及ぼす12種類の糖の影響を調べた (Miyata *et al.* 1993). この中で, シュクロースとマンノースがカリウム吸収を顕著に促進したので, マンノースの効果を更に詳しく調べるために, オオムギを水耕栽培で育てる時に, マンノースを添加することによって, 生育や養分吸収にどのような影響が現れるか調べてみた.

本論文を校閲していただいた中島進博士に感謝いたします.

## 材料および方法

**1. 植物材料及び水耕栽培** オオムギ品種赤神力 (*Hordeum vulgare* L. cv. Akashinriki) を用い, 発芽後7~10日間育成した幼植物を3.5 lのポットに4本ずつ移植し, ガラス温室内で絶えず通気しながら水耕栽培実験を行った. 培養液組成は  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  1.0 mM,  $\text{NaNO}_3$  3.0 mM,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  4.0 mM,  $\text{CaCl}_2$  2.0 mM,  $\text{MgSO}_4$  1.0 mM, Fe 1.0 mg/l, B 0.5 mg/l, Mn 0.5 mg/l, Zn 0.05 mg/l, Cu 0.02 mg/l, Mo 0.01 mg/l で, カリウムはKClを用いて, 1.0, 0.2及び0.04 mMの3段階, マンノース濃度を0と0.2 mMの2段階の組み合わせで試験した. 培養液の更新は1週間に2回行い, 2日ごとに培地のpHを5.5に調整し, 鉄の添加を行った.

## 2. カリウム及びリン酸の定量

36日間栽培後, 草丈を測定し, 地上部と地下部に分けて収穫した. 水道水で洗浄後, 脱イオン水で洗浄し, 熱風乾燥後, 乾物重を測定した. 乾燥試料を粉碎し, 400°C, 8時間の灰化処理後, 1:1塩酸に溶解し, 脱塩水で50 mlに希釈した. カリウムは原子吸光分析法, リン酸はバナドモリブデン法のそれぞれの常法にしたがい定量した.

## 結 果

異なったカリウム供給条件における植物生育とカリウム吸収に対するマンノースの影響について検討した. 培地中のカリウム濃度を1.0, 0.2, 0.04 mMの3段階に設定し, それぞれの場合について0.2 mM マンノース添加区と無添加区を設けた.

### 1. 植物体の生育状態

それぞれの処理における収穫時の植物体の外観を Fig. 1 に示す. 見かけ上はマンノース処理区の方が, 無処理区より若干生育状態がよいように見えるが, マンノースの有無による差



Fig. 1. Growth of barley plants at different concentrations of potassium chloride and mannose.

よりもカリウム濃度の違いによる生育の違いが大きかった。マンノースの有無に拘らず、カリウム1.0 mM区と0.2 mM区を比較するとあまり差はないものの後者の生育が若干悪く、両処理区に比べ0.04 mM区の生育は著しく悪かった。

本試験に用いた植物は水耕栽培すると、株が大きくなるにつれ、株の外側の茎が倒れる傾向を示す (Fig. 1上)。マンノース処理区では茎の倒伏がほとんど見られなかった (Fig. 1下)。定量的計測は行っていないが、葉身の傾斜角度も、マンノース処理区でより垂直に近くように見えた。

収穫直前に計測した草丈を Fig. 2に示す。草丈は各処理区間でほとんど違いは無く、最も生長の悪いカリウム0.04 mM区でも、カリウム1.0 mM区の86%以上の値を示した。マンノース添加は無添加に比べどのカリウム濃度においても、草丈が小さくなる傾向を示した。

収穫した植物体の収量を、地上部と地下部別に、ポット当たりの乾燥重量で示すと Fig. 3のようになる。地上部も地下部も、マンノースの有無に拘らず、培地中のカリウム濃度の減少に伴い収量は低下した。カリウム濃度1.0 mMと0.04 mM区ではマンノース添加で収量が低下したが、カリウム濃度0.2 mM区では、若干ではあるが、逆にマンノース添加処理で収量が増加した。

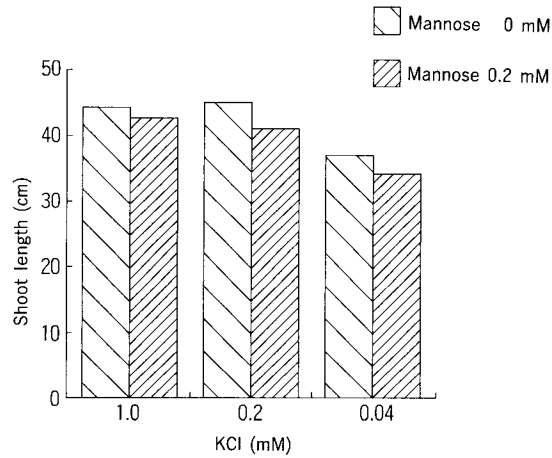


Fig. 2. Length of barley plants at different levels of KCl and mannose.

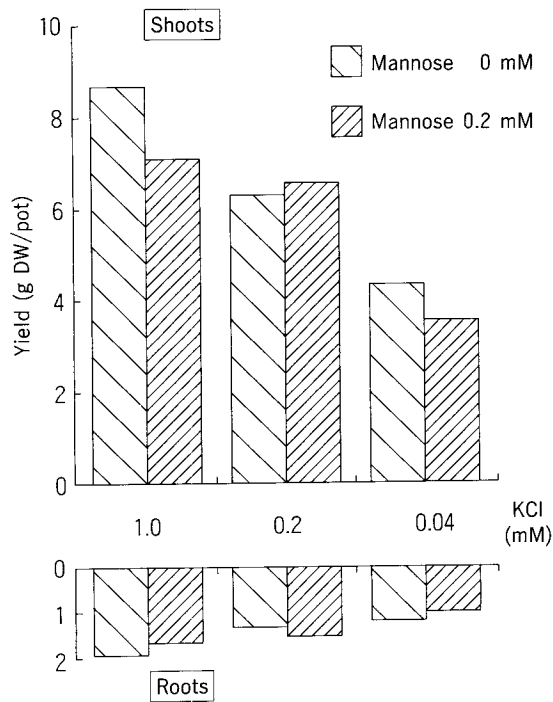


Fig. 3. Yield of barley plants at different levels of KCl and mannose.

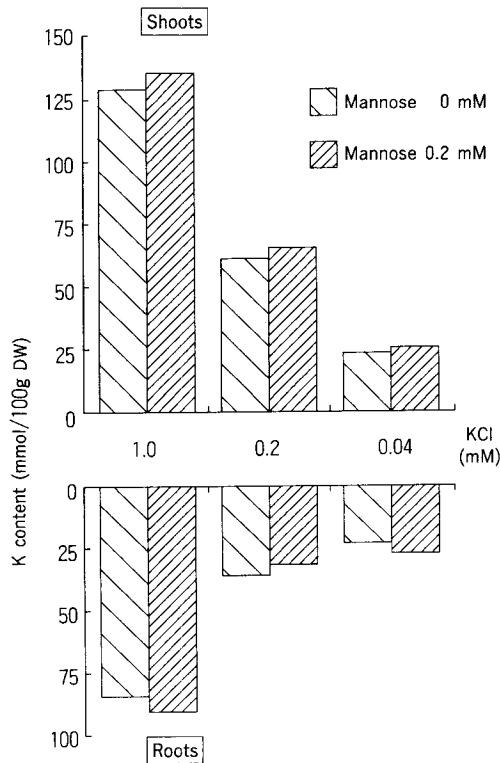


Fig. 4. Effects of different levels of KCl and mannose on potassium contents of barley plants.

## 2. 植物体のカリウム及びリン酸含量

植物体のカリウム含量はマンノースの有無に拘らず、培養液のカリウム濃度の減少に伴い減少して行くが、カリウム0.2 mM 区の地下部を除くと、全ての場合において、マンノース添加により若干のカリウム含量の増加が見られた (Fig. 4)。

植物体のリン酸含量は、地上部では培養液のカリウム濃度の減少に伴い減少して行く傾向を示したが、地下部ではカリウム濃度は植物体のリン酸含量にほとんど影響を与えなかった。マンノースの添加による影響は全体的には一定の傾向が見いだせなかったが、根の乾燥重量当たりのリン酸含量はマンノース添加で若干増加する傾向が見られた (Fig. 5)。

## 考 察

同一品種のオオムギ切断根によるカリウム吸収が0.2 mM マンノースの添加により約100%の促進を受けることを既に報告した (Miyata *et al.* 1993)。本研究は、この現象が実際に植物体が生長する過程でどのような意味を持つのかを探るために実施された。土を用いた栽培では、与える養分やマンノースの濃度を再現性よく制御することは困難なので、水耕栽培

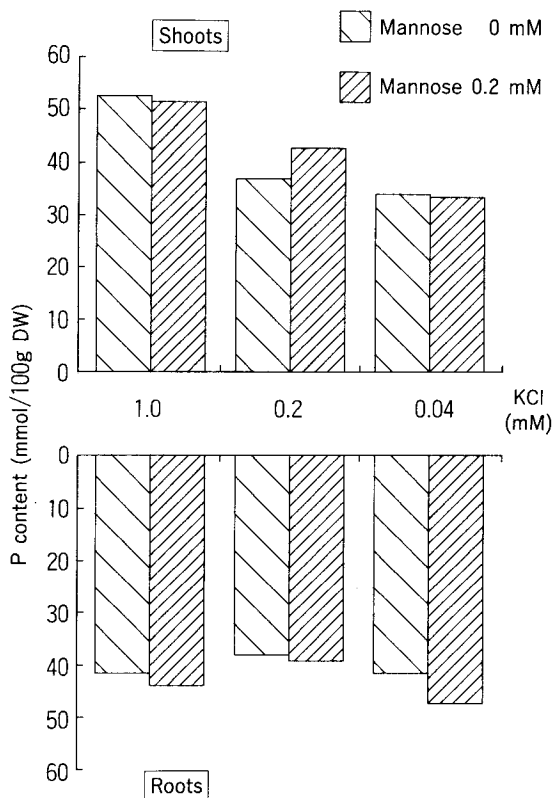


Fig. 5. Effects of different levels of KCl and mannose on phosphate contents of barley plants.

を採用した。

本実験の水耕栽培条件は無菌ではないので、培養液中に有機物であるマンノースを添加することにより、バクテリアなどの微生物の増殖が予想されたため、培養液の更新は通常より早く行うことにし、1週に2回更新した。しかしながら、植物体に付着して増殖する微生物の増殖を防ぐことができず、マンノース添加区ではオオムギの根部に粘稠な物質の付着が著しく、微生物からの影響を受けている可能性は大きいので、より厳密な議論をするためには、完全な無菌条件で再試することが必要である。

オオムギ赤神力は本研究に用いた水耕栽培の条件では、大きく生長すると株の外側の茎が外側に向かって倒れる傾向が強い。しかし、興味深いことに、マンノース添加区では、茎の倒伏がほとんど見られなかった(Fig. 1)。前述のように、マンノース処理すると植物体は微生物の影響をより大きく受けるように見えるので、マンノースの影響と言うよりは、微生物の感染に対する抵抗機構の一環として、細胞壁強度が増加しているためかもしれない。マンノース添加区は無添加区に比べ、乾重量、草丈ともに低下したが、この原因及び意味は現在のところ不明である。

Loughman(1966)はマンノースはオオムギ根のリン酸吸収に対してはほとんど影響を及ぼさないが、根から地上部へのリン酸の移行を阻害すると報告している。本実験では、根の乾

乾燥重量当たりのリン酸含量はマンノース添加で若干増加する傾向が見られ、地上部の乾燥重量当たりのリン酸含量はマンノースの添加によって有意に減少することはなかった (Fig. 5)。本実験と Loughman (1966) の実験の異なった結果の原因は明かでないが、与えたマンノースの濃度が本実験のほうが数十分の一の薄さであったことが原因の一つであろうと思われる。

マンノースはオオムギ切断根のカリウム吸収を顕著に促進する (Miyata *et al.* 1993)。しかし本実験では、水耕栽培で生育させたオオムギ植物体のカリウム含量は、マンノースの添加による影響をほとんど受けなかった (Fig. 4)。このことは、本実験では、インタクトな植物体の正味のカリウム吸収に、切断根の吸収特性が単純には反映しなかったことを意味している。インタクト植物では物質の輸送には様々な制御機構が働いていると思われるが、切断根の吸収実験では輸送されたカリウムのシンクとなるのが簡単な組成の溶液に満たされた単純空間なので、シンクからの制御がかからない。このような違いがインタクト植物と切断根の実験結果の違いの理由になったと考えられる。

### 摘 要

薄いマンノース溶液がオオムギの養分吸収に及ぼす影響を調べるために、水耕栽培実験を行った。マンノース添加の有無は植物体のカリウム及びリン酸含量にはほとんど影響しなかったが、植物体の形態に若干の影響を与えた。

**キーワード：**オオムギ、水耕栽培、マンノース、カリウム、リン酸

### 引 用 文 献

- Miyata, M., Shibasaka, M. and Kawasaki, T. 1993. Effects of sugars on potassium translocation in excised barley roots. *Soil Sci. Plant Nutr.* 39: 445-453.
- Matsumoto, H., Okada, K. and Takahashi, E. 1979. Excretion products of maize roots from seedling to seed development stage. *Plant and Soil* 53: 17-26.
- Jackson, P.C. and Adams, H.R. 1963. Cation-anion balance during potassium and sodium absorption by barley roots. *J. Gen. Physiol.* 46: 369-386.
- Loughman, B.C. 1966. The mechanism of absorption and utilization of phosphate by barley plants in relation to subsequent transport to the shoot. *New Phytol.* 65: 388-398.
- 大山秀夫・本田幸一郎. 1962. オオムギ切断根のカリウム吸収とグルコース代謝について. *日土肥誌* 33: 222-226.