

大量の吸水を伴う場合の葉面吸収後のP-32の移行経路について

前田, 敏
九州大学農学部植物学教室

小島, 均
九州大学農学部植物学教室

<https://doi.org/10.15017/21476>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 17 (1), pp.33-39, 1959-03. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：

大量の吸水を伴う場合の葉面吸収後の P-32 の移行経路について*

前 田 敏・小 島 均

On the passway in the stem of P-32 which was absorbed
through leaf surface in company with a
large amount of water*

Satoshi Maeda and Hitoshi Kojima

I. 緒 言

葉面吸収に際して特に大量の吸水を伴わない場合には、吸収物質は主として師管を通つて下り、^{1-4,6,11)} 師管^{1,4)} 或いは道管^{2,11)} を通つて上る。

然るに Colwell⁹⁾ は大量の吸水を伴う場合には一部は師管を通るが、大部分は道管を通ると云う。

物質の移行には細胞の代謝活性が密接な関連をもつ事は勿論であるが、蒸散流の影響も決して見逃し得ない。^{5,10,12)}

これらの点についてなお検討を要すると認め、筆者らは1枚の葉を全部液中につけて大量の吸水を伴う場合の P-32 の葉面吸収後の移行経路を主として microautoradiography によつて観察した。

II. 材 料 植 物

Vicia faba L., *Broussonetia kazinoki* Sieb., *Euonymus japonica* Thunb., *Hydrangea macrophylla* Seringe var. *otakusa* Makino を用いた。

移行の tracer としては P-32 を M/50-, M/20-, M/10-KH₂PO₄aq. に加えて使用した。(この溶液の濃度及び radioactivity は実験の年度、及び種類によつて異なるのでその都度記載する。)

Autoradiography に使用した film 及び plate は macroautoradiography には Fuji medical X-ray film, microautoradiography には Fuji autoradiograph stripping emulsion plate 及び Fuji plates high speed orthochromatic A1 を使用した。

* Contribution from the Botanical Laboratory, Fac. of Agric., Kyushu University.
九大農学部植物学教室業績。

III. 実験方法及び結果

(1) Macroautoradiography による P-32 移行の観察

1957年, 3月20日, P-32 $8 \mu\text{c./cc}$ の $\text{M/20-KH}_2\text{PO}_4\text{aq.}$ にソラマメの葉を24時間浸けて葉面吸収させ, 後直ちにこの葉を切除し, 残った植物体を濾紙に挟んでアイロンで扁平に乾かし, 台紙にはりつけてからセロファン膜で包み, contact method によりカセット内で Fuji X-ray film に50時間露出した. Fig. 1, B に示す様に, 下方の茎の部分,

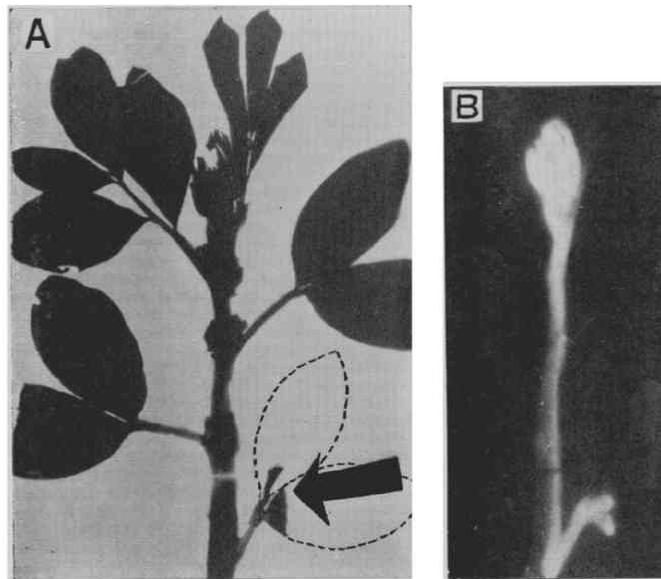


Fig. 1. A: A part of the stem of *Vicia faba*; P-32 was absorbed from the leaf (outlined with the dotted line) denoted by the arrow, which was removed afterward. After pressing and desiccation, this shoot was contacted upon the normal photographic paper, then exposed to the light and developed.

B: Macroautoradiograph of the same material with A; the X-ray film, on which the material was laid, was exposed and developed.

即ち吸収させた葉の近くでは P-32 をあたえた葉の側がよく感光しているが, 先端の若い茎では全体にわたって感光が認められた.

(2) 葉面吸収後の P-32 の移行に及ぼす管束系の連絡の影響

1955年, 6月18日, 20日, 26日の3回にわたりコノゾの側枝(1/2 互生葉)の先から4番目(A, B), 或いは7番目(C)の葉をそれぞれ P-32 $2 \mu\text{c./cc}$ の $\text{M/10-KH}_2\text{PO}_4\text{aq.}$ に48時間(A), 24時間(B), 又は2時間(C)つけて上下の各葉への P-32 の移行量をしらべた.

P-32 移行量の測定は、採取した葉を青写真で葉型をとつておき、その葉を乾燥粉末化して電気炉で灰化し（約 350°C）、その灰を HCl にとかして小型シャーレにとり、乾燥後 G. M. counter で灰の radioactivity を測定した。なお、各葉への P-32 移行量は number of counts/leaf dim., 100 cm²/min. で表示した。

この結果は Fig. 2 に示す様に、P-32 をあたえた葉と同側の葉に多く、反対側の葉に少く分布する傾向が認められた。即ちこの材料植物の枝では葉が 1/2 互生に着生しているので、P-32 を吸収させた葉の側の管束に接続した葉に多くの移行が認められる。

(3) Microautoradiography による葉中における P-32 分布の観察

a) 1955 年、6 月 17 日につくつた P-32 2 μ .c./cc の M/10-KH₂PO₄aq. に、7 月 21 日マサキの葉をつけて 4 時間吸収させた後、直ちにその葉の上下の茎を切りとり、生のまま paraffine に包埋し、厚さ 20 μ の切片をつくり、スライドにはりつけてその上に KBr 50 mg/l aq. を用いて剝離した Fuji-stripping plate の乳剤膜をはりつけ、扇風器で速かに乾燥後 39 日間露出した。

この結果、P-32 を吸収させた葉より上方の茎の切片に像が認められ、その銀粒子は道管の位置に多く集っている。例えば Fig. 3 の A, B は乳剤膜面に焦点を合せたものであり、その各々の組織切片に焦点を合せたものが Fig. 3 の a, b である。この様に、P-32 の局所的濃度は道管部に相当する位置に大きいと判断される。

b) 1957 年、3 月 28 日、約 30 μ .c./cc の P-32 の M/20-KH₂PO₄aq. にソラマメの先端から 5 番目の葉を 3 時間つけて、P-32 を吸収移行させ、その葉の上部の茎の節間部を切りとり、80% alcohol で固定した後、Xylol に移し 50~60°C で paraffine に包埋した。この試料から約 10 μ の切片をつくり、スライドにはりつけ、この上に前記の様に剝離した Fuji stripping emulsion か、或いは Fuji orthochromatic plate, A 1 の emulsion (5% HF aq. で剝離) をはりつけて、乾燥後 14 日間露出したこの乳剤膜では銀粒子は大體、道管部に相当する位置を中心に放射状にひろがっている。

例えば Fig. 4, a 及び b の道管部の乳剤膜に焦点を合せて拡大したものは Fig. 4, A 及び B である。

c) 1958 年、8 月中旬に 80 μ .c./cc の P-32 の M/50-KH₂PO₄aq. にアジサイの葉をつけて 10 分間吸収移行させ、直ちにその葉の上の茎を切りとり、約 40 μ の凍結切片、或いは carbowax 包埋による 20 μ の切片をつくり、スライドにはりつけて上から celloidin

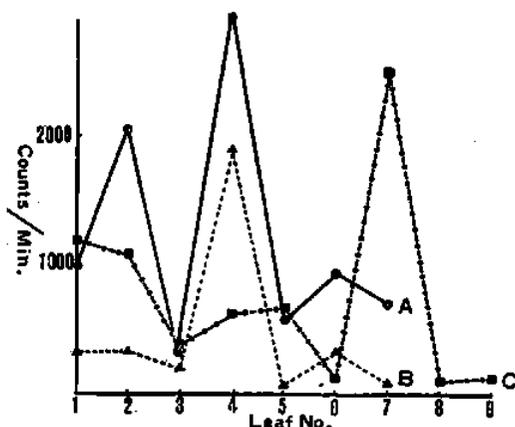


Fig. 2. Radioactivity (number of counts/min.) of leaves of several shoots of *Broussonetia kajinoki*. In A and B, P-32 was absorbed from the fourth leaf; in C, from the seventh (the leaves were numbered from the top of shoot).

液をぬり、1日放置してよく乾かしてから前記の様に乳剤膜をはりつけ、約1ヵ月露出して観察した。この場合も銀粒子は木部の上にみられるのが常であつた。

Fig. 5 の A, B, C はその内の 3 例である。

IV. 考 察

ソラマメに於ける macroautoradiography によると P-32 はあたえた葉の側の管束を通過して茎中を上に移行するのが認められ、更にコノゾの側枝 (1/2 互生葉) で行つた移行実験では、あたえた葉の側の管束につながつた葉に比較的に多くの移行が認められた。

これら二つの結果から、葉面から吸収された物質はその葉の葉跡が接続した管束系を通過して茎を上下に移行するものと思われる。

Biddulph & Markle¹⁾ 及び Biddulph²⁾ も葉跡と茎の管束間の anatomical な移行の研究を行い同様な結果を認めている。

この様に生長した茎に於ては、cell to cell diffusion による移行よりも、管束系を通過しての伝達が優先するものと思われるが、先端の方の若い茎では macroautoradiography

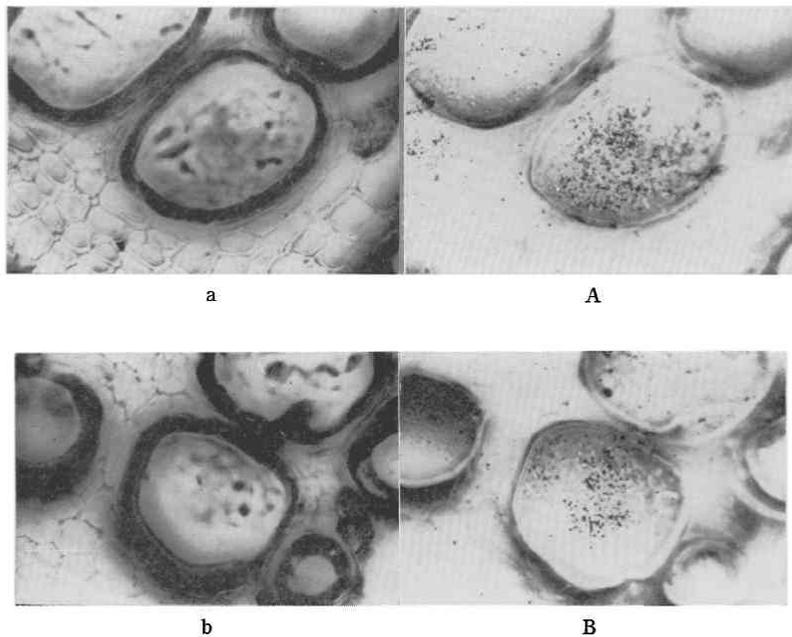


Fig. 3. a, b: The cross sections of the stem of *Euonymus japonica* which absorbed P-32 from a leaf. A, B: The silver granules on the emulsion (microautoradiographs) which covered the cross sections a and b respectively. a, A and b, B are microscopic photographs from the same preparations, respectively; a, b, photographed at the level of plant tissue; A, B, at the emulsion level.

に示される様に横への移行も起ると思われる。恐らく道管部の隔離性が弱く代謝活性に応じて移動するのであろう。

次に茎の横断切片の microautoradiograph による局所的な radioactivity の強さをしらべた結果、アジサイ、ソラマメ、マサキ等に於て P-32 を吸収させた葉の上の茎では明らかに道管部に銀粒子の集団が認められた。

物質の移行には細胞の代謝活性が密接な関連をもつ事は周知の通りであるが、移行に及ぼす蒸散流の影響も決して見逃し得ない。^{5,10,12)}

特に木部を通つての移行には蒸散流が大きな影響をあたえると云う。^{7,8,9)}

Colwell⁶⁾ によると葉面吸収の後の物質の移行は、その葉から他部への蒸散流の有無によつて大きな影響をうけ、葉面吸収に際して葉面から大量の吸水を伴つた場合には、茎の上方への移行は勿論の事、下方への移行も大部分木部を通るものとしており、筆者らの上記の種々な実験に於てもおおむね同様な結果を得た。従つてこの様な大量の葉面吸水を伴い、葉から葉柄を経て上方に大量の水が転流する場合には、根からの吸収移行と同様に道管を通るものと考えられる。又下方に位する蒸散葉へ向つての移動も恐らく同様に木部を経由するものと想像される。

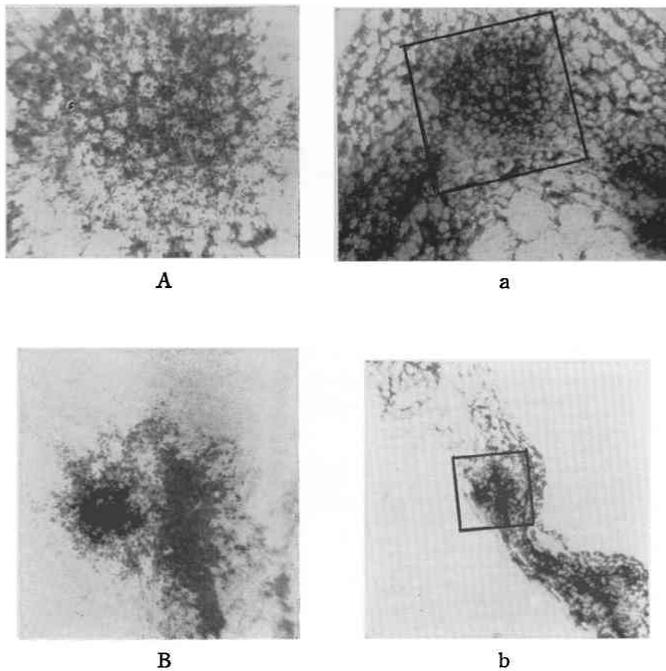


Fig. 4. a, b: The cross sections of the stem of *Vicia faba* which absorbed P-32 from a leaf. A, B: The silver granules on the emulsion which superimposed the cross sections a and b respectively. The silver granules were arranged as if they spread out radially from the xylem.

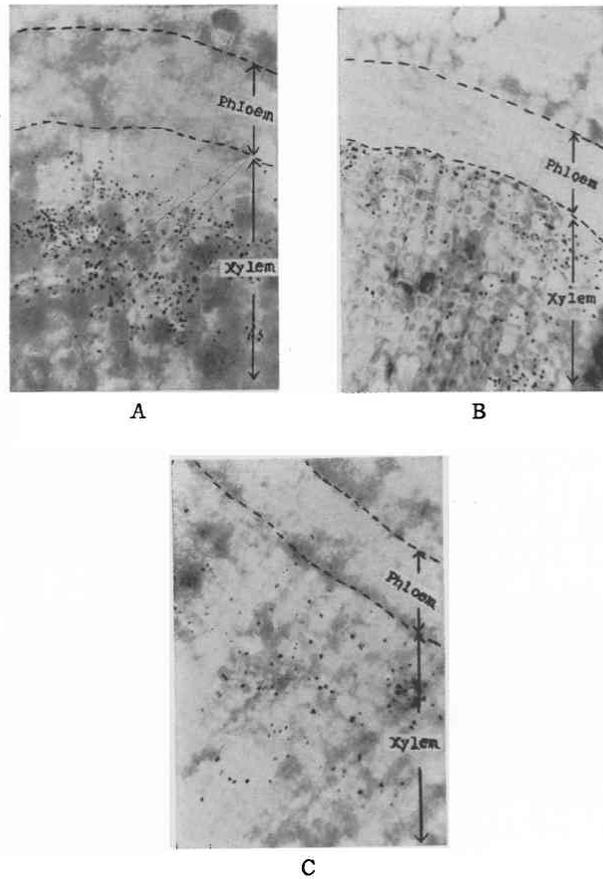


Fig. 5. A, B, C: Macroautoradiographs on the cross section of the stem of *Hydrangea macrophylla* var. *otakusa*. The focus was adjusted at the emulsion which covered the cross sections; The silver granules were seen only in the xylem position, and were relatively bigger than in the other cases.

V. 要 旨

葉面吸収後の物質の移行経路は、一般に師管を通じて上下するか、或いは道管を経て上り、師管を経て下るものとされている。

しかし、葉面吸収に際し大量の吸水を伴う場合には蒸散流の影響のため上下向とも主として木部を通ると云う報告があり、筆者らはこれを microautoradiography によつて検討した。

その他 macroautoradiography 及び G. M. counter による組織の radioactivity の測定等の知見から次の様なことが云える。

葉を P-32 水溶液につけて P-32 と共に大量の水を吸わせると、水は吸収させた葉から葉柄を経て上方下方に進むが、此の様な場合には、P-32 は根からの上方への移行と同様に大部分道管を通つて上方に移動するものと思われる。

文 献

- 1) Biddulph, O. & Markle J., 1944. *Amer. Jour. Bot.*, **31**: 65.
- 2) Biddulph, O., 1941. *Amer. Jour. Bot.*, **28**: 348.
- 3) Biddulph, S. F., 1956. *Amer. Jour. Bot.*, **43**: 143.
- 4) Chen, S. L., 1951. *Amer. Jour. Bot.*, **38**: 203.
- 5) Clements, H. F. & Engard C. J., 1938. *Plant Physiol.*, **13**, 103.
- 6) Colwell, R. N., 1942. *Amer. Jour. Bot.*, **29**: 798.
- 7) Hitchcock, A. E. & Zimmerman, P. W., 1935. *Contr. Boyce Thompson Inst.*, **7**: 447.
- 8) Loomis, W. E., Smith, E. V., Bissey, R. & Arnold, L. E., 1933. *Jour. Amer. Soc. Agron.*, **25**: 724.
- 9) Skoog, F., 1938. *Amer. Jour. Bot.*, **25**: 361.
- 10) Stout, P. R. & Hoagland D. R., 1939. *Amer. Jour. Bot.*, **26**: 320.
- 11) 谷田沢道彦・磯田流三, 1954. *日土肥誌*, **25**: 1.
- 12) Wright, K. E., 1939. *Plant Physiol.*, **14**: 171.

S u m m a r y

It was said that, in general, foliar-absorbed P-32 moves through the phloem of the stem both upward and downward from the leaf, or ascends the stem through the xylem and descends through the phloem. However, it was also reported that, when the radiophosphorus was accompanied by a large amount of water, it was transported in the stem both upward and downward chiefly through the xylem.

As the more definitive observations on these problems were desirable the authors made researches with the macro- as well as microautoradiography method.

Submerging the leaf entirely in a P-32 aq., the radiophosphorus was absorbed with relatively rich amount of water through the leaf surface. Then the P-32 moved upward and downward in the stem; and the microautoradiograph on the section of stem above the leaf which absorbed the solution showed that the radioactive substance was found merely in the contents of the vessel or in the xylem.

The macroautoradiograph of the total stem of the plant and the radioactivity (measured with the G. M. counter) in the ash of leaves of the plant also proved that the radioactive phosphorus moved through the vascular bundle system.