

葉面吸収後のP³²の移行に関する二三の研究

前田, 敏
九州大学農学部植物学教室

<https://doi.org/10.15017/21511>

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 17 (4), pp.403-409, 1960-03. 九州大学農学部
バージョン :
権利関係 :

葉面吸収後の P^{32} の移行に関する二三の研究

前 田 敏

Studies on the translocation of P^{32} , absorbed
through leaf surface

Satoshi Maeda

緒 言

葉面吸収に於て吸収された溶質は、通常、師管を通つて上下する。^{1,2,3,4,5,15)}しかし場合によつては上方への移行に限つてかなり道管を通ることもあるらしい。^{1,15)}さらに吸収葉から大量の吸水を伴つた場合には上方は勿論、下方へも道管を通つて移行し、^{6,7)}この移行にはとくに蒸散流が関与するようである。

これをさらに検討するため、吸収葉から各蒸散葉への蒸散流の有無が葉面吸収後の P^{32} の各葉への移行に及ぼす影響をしらべるとともに、 P^{32} の移行のもう一つの原動力となる各部の代謝活性の差が各葉への P^{32} の移行に及ぼす効果についても検討した。

なお本実験にはコウゾの斜行枝を用いたが、これは外観的にはかなり 1/2 互生状に葉が着生している。クワの斜行枝は、その背腹性に伴つて、葉序に変化を来し、1/2 互生になると言うが、¹⁰⁾コウゾでも同様な変化がおり得るのではないか、また葉面吸収後の P^{32} の移行状態⁷⁾からもこの可能性が考えられ、実験材料の性質をより明確にする意味で、この斜行枝の葉跡と茎の管束間の連絡を横断連続切片をつくつて確かめた。

この論文発表に際し種々御助言を賜つた江原教授に深謝する。

実 験 材 料

材料植物としては、前記のようにコウゾ (*Broussonetia Kajinoki* Sieb.) の斜行枝を用い、移行の tracer としては、 P^{32} を $M/50$ KH_2PO_4 aq. に加えて使用した (この溶液の 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)。

実験方法及び結果

(1) コウゾの側枝の各葉跡と茎の管束との形態的連絡性

コウゾの斜行枝の葉柄と茎の接続部を約 30 μ の厚さの横断切片とし、葉跡と茎の管束間の連絡を観察した。この連続切片のうちから適当に間隔をおいて6枚の切片をえらび Fig. 1 に示すように並べると、葉跡は3つに分れて茎の管束に入るのがわかる。この3つに分れた葉跡の主脈は残りの2つの支脈の中間を走り、管束の最も近い部分に入る。さらに2つの支脈は主脈からそれぞれ左右に 90° まわつた相対する位置の管束に入っている。

いま茎の管束を縦に4つに分割し、しかもその1分割の中央に主脈が来るようにすると、その左右の2分割には各々支脈が入っているが、主脈の入つた分割の対側部には葉跡は全く入らない。この関係を立

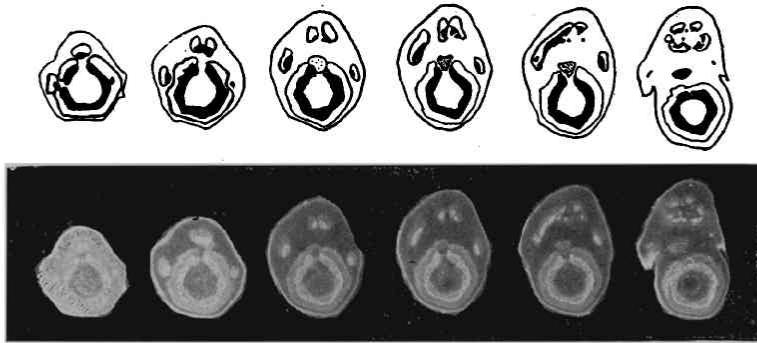


Fig. 1. Cross-sections of a part of the lateral shoot, offshooting a petiole. Three vascular traces of the petiole join separately to the vascular cylinder of the shoot.

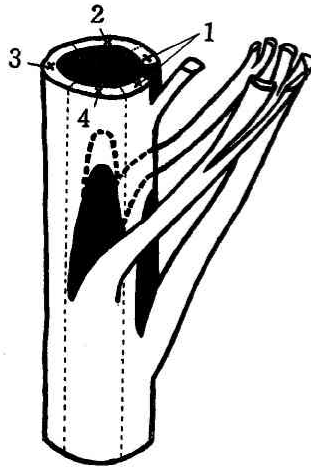


Fig. 2. Diagrammatic explanation of the joining of the vascular traces from the petiole to the vascular cylinder of the stem.

The first quarter (1) of the vascular cylinder of the shoot contains the main vascular trace, both the second (2) and the fourth (4) ones have one lateral trace respectively, and the third (3) one has no direct connection with the vascular trace of the petiole.

体的に図示すると Fig. 2 のようになる。

さらにコウゾの斜行枝は緒言に述べたように前実験⁷⁾の結果からみても、葉が 1/2 互生に着生するものと想像されるのであるが、剥皮してこれを観察した結果、葉跡は茎の腹側寄りに大約 120° の角度で 2 列をなして交互に認められる。この関係をよりわかりやすく表現するために Fig. 3 を示す。これは斜行枝を長軸方向からみた平面図で、*V* は斜行枝の円筒状管束、*C*、*C'* はいずれも葉跡の主脈、*L*、*L'* は支脈を意味する。これからわかるように相隣る 2 つの葉柄の葉跡は円筒状管束の左右対側（即ち開度 180°）の位置に入るのではなく、ともにすこし腹側にずれた位置（即ち開度 120°）で入っている。したがって左右の葉の葉跡の支脈の一部は平面的にみれば腹側で重複した状態をなしている。

(2) 葉面吸収後の P³² の移行に及ぼす蒸散流の影響

a. 7 月 9 日, 11 日, 12 日の 3 回にわたり, コウゾの側枝の (1/2 互生葉) 先から 4 番目

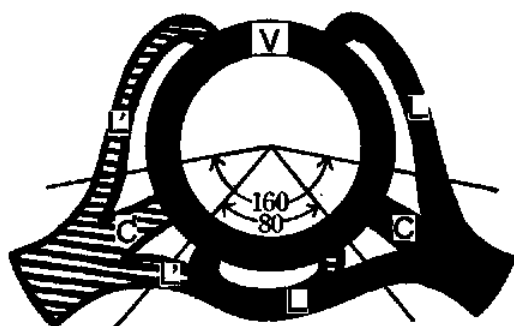


Fig. 3. A projective diagram of joining of vascular traces of successive two leaves with the vascular cylinder of the lateral shoot in longitudinal view.

V, vascular cylinder of the lateral shoot; C, C', central traces from petioles; L, L', lateral traces from petioles.

の葉を P^{32} $2\mu\text{c}/\text{cc}$ の $M/50 \text{ KH}_2\text{PO}_4$ aq. に、さらに上下共一つおいて次の葉、すなわち 2 番目と 6 番目の葉を水中につけた。つけてから 48 時間、24 時間、3 時間後に上下の各葉への P^{32} の移行量を測ると Table 1a に示す結果を得た (移行量の測定法は前報⁷⁾を参照)。

これによると P^{32} をあたえた葉と同側の水中につけた葉に少なく、反対側の葉に多く移行するのが認められた。

しかし本来なら 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、

Table 1. Radioactivity in the leaves of the shoot of *Broussonetia Kajinoki*.

a) P^{32} was absorbed from the 4th leaf, the 2nd and the 6th leaves were immersed in water, and the others were left in the air.

Date	Leaf no.* Treatment	2nd Immersed in water	3rd Situating in the air	4th Immersed in P^{32} aq.	5th Situating in the air	6th Immersed in water
	Duration of absorbing					
9/VII	48 hrs.	126†	293	—	192	41
11/VII	24 hrs.	158	235	—	185	62
12/VII	3 hrs.	68	120	—	101	32

b)† P^{32} was absorbed from the 4th leaf, and the others were left in the air.

Date	Leaf no.* Treatment	2nd Situating in the air	3rd Situating in the air	4th Immersed in P^{32} aq.	5th Situating in the air	6th Situating in the air
	Duration of absorbing					
18/VII	48 hrs.	2080†	362	—	497	971
20/VII	24 hrs.	305	240	—	44	273
26/VII	3 hrs.	683	61	—	52	68

* The leaves were numbered from the top of the shoot.

† Radioactivity: number of counts/min./100 cm².

‡ These data were the results of the previous report.⁷⁾

比較の便を考慮して前報⁷⁾の数値を Table 1b に付記する。

b. 7月21日, 26日に同じく枝の先からそれぞれ4番目, 6番目又は2番目の葉を P^{32} $2\mu\text{c}/\text{cc}$, $M/50 \text{ KH}_2\text{PO}_4$ aq. につけて, 残りの葉を全部水中につけ, 24時間おいて上下の各葉への P^{32} の移行をしらべた。

Table 2. Radioactivity in the leaves of the shoot of *Broussonetia Kajinoki* (P^{32} was absorbed from the 2nd, the 4th, or the 6th leaf and all the other leaves were immersed in water.).

Date	Leaf no.* Duration of absorbing	2nd	3rd	4th	5th	6th
		W† 93‡	W 49	P^{32} —	W 46	W 40
21/VII	24 hrs.	W 132	W 94	W 71	W 69	P^{32} —
21/VII	24 hrs.	P^{32} —	W 70	W 52	W 35	W 30
26/VII	24 hrs.					

* The leaves were numbered from the top of the shoot.

† W: Immersed in water; P^{32} : immersed in P^{32} aq.

‡ Radioactivity: number of counts/min./100 cm².

その結果は Table 2 に示すように P^{32} をあたえた葉と同側・反対側の葉の別なく, 条の先の若い葉に多く, 順次条の下部の古い葉に移行量の減少が認められた。

(3) 葉面吸収後の P^{32} の移行に及ぼす光の効果

6月24日, 25日, 7月4日, 27日の4回にわたり, 枝の先から4番目の葉を P^{32} $3\mu\text{c}/\text{cc}$ の $M/50 \text{ KH}_2\text{PO}_4$ aq. につけて, 残りの葉は水中につけ, 反対側又同側の葉を明或いは暗の条件において, それぞれの葉への P^{32} の移行量をしらべた。

Table 3. Radioactivity in the leaves of the shoot of *Broussonetia Kajinoki* (P^{32} was absorbed from the 4th leaf and all the other leaves were immersed in water under dark or light condition.).

Date	Leaf no.* Immersed Duration of absorbing	2nd	3rd	4th	5th	6th
		in water	in water	in P^{32} aq.	in water	in water
27/VI	5 hrs. (from 11 a.m.)	in dark 143†	in light 66	—	in light 60	in dark 52
4/VII	7 hrs. (from 9 a.m.)	in light 94	in dark 51	—	in dark 54	in light 52
24/VI	7 hrs. (from 9 a.m.)	in light 282	in dark 73	—	in dark 62	in light 83
25/VI	7 hrs. (from 9 a.m.)	in light 126	in dark 68	—	in dark 49	in light 72

* The leaves were numbered from the top of the shoot.

† Radioactivity: number of counts/min./100 cm².

その結果は, Table 3 のようにこの測定範囲内では最も先の2番目の葉が光の有無にかかわらず移行量が多い。3, 5, 6番目の葉では, 光を照射した葉の方が暗い条件においた

葉よりも P^{32} の移行量が多少多い様である。特に同側の葉（2番目、6番目）を明にした場合の方が、反対側の葉に光を照射した場合に比べて光の移行に及ぼす効果が顕著であるように見える。

考 察

Biddulph & Markle²⁾ 及び Biddulph³⁾ は葉跡と茎の管束間の解剖学的な移行の研究を行い、 P^{32} は主としてあたえた葉の側の管束を通つて茎中を移行するのを認めている。

筆者はソラマメの P^{32} 葉面吸収後の移行を macroautoradiography でしらべて同様な結果を認め、⁷⁾ さらにコウゾの側枝では、 P^{32} をあたえた葉と同側の葉に比較的多くの移行を認めた。⁷⁾ コウゾの斜行枝は外観的にはほとんど 1/2 互生状に葉の着生をみるので、上記の移行状態とにちみ合わせて同側の葉は同じ管束で連絡されているため移行し易いと考へた。

このたび行なつた解剖学的な研究の結果も、斜行枝の左右両側の葉の葉跡は大体左右2列に並んでいることをたしかめた。ただし枝の下側（腹側）で左右の葉の葉跡の主脈及び支脈の一部が互いにかなり近接した状態にあり、師管又は若い木化不十分な道管を通つて移行がなされる場合には、拡散による対側の葉への移行の懸念が皆無とは云えないが、充分木化した道管を通つて移行する場合には隔離性が強いので対側の葉への移行は比較的少ないと思われる。また木部を通つての P^{32} の移行には、蒸散流が大きな役割をはたしていると考えられるが、本来なら多くの移行が認められるべき同側の葉を水中につけてその葉の蒸散を制御すると、吸収葉からの蒸散流が停止するため、これらの葉への移行が制限されるのがわかつた。したがつて同側の葉への移行に蒸散流が大きな役割をはたしていると云つてよい。

さらに蒸散流の助けによる木部を通つての移行だけでなく、その他の何等かの能動的な働きによる移行が認められる。すなわち前記の水につけた葉に向つては蒸散流は動かないと思われるにも関わらず、かなりの P^{32} の移行がみられる。この移行は蒸散流によるものではなく、また移行速度からみて木部中を拡散によつて移行した結果とも考えられない。恐らくこれは師管を通しての移行によつて説明されるものだろう。

P^{32} の吸収葉以外の葉を全部水につけると、吸収葉に対して同側・対側の別なく葉の先の若い葉から順次古い葉へと P^{32} 移行量の漸減が認められるが、これは蒸散流の影響ではなく、むしろ葉の生理的年令に応じた代謝活性に対して磷の供給がなされたものと解釈される。

さらに P^{32} の吸収葉以外の葉を全部水につけ、反対側又は同側の葉を明又は暗の条件におくことによつて各葉の代謝活性を変えると、葉の生理的年令に応じての P^{32} 移行がみだれ、とくに若い葉を除いて大体光を照射した葉に多くの移行が認められた。

葉面に糖をあたえると葉面からの磷酸の吸収が増大し、^{12,14)} 葉への P^{32} の吸収は光により左右され、⁹⁾ 葉に無機磷酸をあたえると光があるときには、吸収されて高エネルギー磷酸化合物になる。¹¹⁾ 磷酸のエステル化はこのように光合成磷酸結合及び光合成産物の酸化によつても生ずる。したがつたとえ水につかつた葉でも光があたると無機磷の有機化を媒介として P^{32} の移行量がふえたと考えてよいであろう。

磷酸は植物体内で連続的に循環し、^{1,3,6,9,10)} これには一次的な蒸散流による道管を通つて

の移行と、⁹⁾ 二次的な代謝活性に応じた篩管を通つての移行がある⁹⁾と云う。

葉面吸収後の移行に於てもこの原則には変りはなく、蒸散流と代謝活性の影響がみられ、これらは互いに補い合つて物質の移行循環を円滑化していると思われる。

要 旨

1) 前報⁷⁾の microautoradiography による研究によつて、葉から吸収された P^{32} は枝条のうち主として木部を通り、同側の葉 (1/2 互生) に多く移行することを見たが、本報では葉からの葉跡と枝条の維管束との関係を解剖学的に研究して、前報の結果の妥当を認めた。

2) 枝条の一葉から P^{32} を吸収させ残りの葉のあるものを水中につけ、他の葉を空気中に放置してそのカウント数を比較することによつて、 P^{32} の移行に蒸散流が大きく作用している事が確かめられた。

3) P^{32} 吸収の葉以外の葉を水中に漬けて蒸散流の存在しない状態では吸収された P^{32} は枝条の上部すなわち若い葉に多量に存在し、下部すなわち古い葉にいたるに従つて漸次減少している。

4) 蒸散流のない状態で、光にあてた葉と、暗所に置いた葉とを比較すると、光中の葉の方により多くの P^{32} を認めた。

5) 以上の実験結果から葉面吸収された P^{32} の移動は一方蒸散流に影響され (道管を經由)、他方組織の生理的年令乃至代謝活性の差によつて影響を受けている (篩管を經由) と著者は言及している。

文 献

- 1) Biddulph, O., 1941. Amer. Jour. Bot., 28: 348.
- 2) Biddulph, O., & Markle, J., 1944. Ibid., 31: 65.
- 3) Biddulph, S. F., 1956. Ibid., 43: 143.
- 4) Chen, S. L., 1951. Ibid., 38: 203.
- 5) Colwell, R. N., 1942. Ibid., 29: 798.
- 6) Helder, R. J., 1957. International Conference on Radioisotopes in Scientific Research, Paris, Sept. (Biddulph, O. et al, 1958. Plant Physiol., 33: 293 より引用).
- 7) 前田 敏・小島 均, 1959. 九大農芸誌, 17: 33.
- 8) 前田 敏・小島 均, 1959. Ibid., 17: 91
- 9) Mason, T. G. & Masekl, E. J., 1931. Ann. Bot., 45: 126.
- 10) Milliams, R. F., Plant Physiol., 6: 25.
- 11) 野口弥吉, 1954. 葉面散布に関する研究.
- 12) Ono, H. & Konagamitsu, Y., 1955. Sieboldia, 1: 223.
- 13) 小倉 謙, 1958. 植物解剖及形態学: 134.
- 14) Simonis, W. & Grube, K. H., 1953. Z. Naturforsch., 8b: 312 (Ann. Rev. Plant Physiol., 1956. 7: 331 より引用).
- 15) Stout, P. R. & Hoagland, D. R., 1954. Amer. Jour. Bot., 25: 1.

Summary

1. In the previous report the authors assumed from the study of the micro-autoradiography that submerging the leaf entirely in a P^{32} aq. the absorbed P^{32} was moved through chiefly xylem and, further, that in the lateral shoot of *Broussonetia Kajinoki* Sieb., foliar-absorbed P^{32} translocated relatively more to the leaves of the same side of the absorbed leaf. The trusty of these facts was proved more strongly by the present study—— morphological research for joining of vascular traces from the petiole with the vascular cylinder of the shoot.

2. In a shoot with several leaves, through one of which P^{32} was absorbed, difference in count numbers of the leaf immersed in water as well as of the leaf left in the air proved that the translocation of foliar-absorbed P^{32} was affected strongly by the presence of the transpiration stream.

3. In the shoot, all leaves of which beside one, used for P^{32} absorption, were immersed in water, and thus, in which no transpiration stream was seen, the foliar-absorbed P^{32} was abundant in the leaves of the upper part of the stem (the leaves were young and active) and diminished gradually according as the leaves became older and the situation of them on the shoot fell.

4. In the shoot without transpiration stream, the amount of P^{32} was richer in the leaves in the light than in those in the dark.

5. From the above-mentioned facts the author stated that the translocation of foliar-absorbed P^{32} was affected by the transpiration stream (through xylem) and on the other hand it was also influenced by the physiological age or the metabolic activity of the tissue (through phloem).