

燐の吸収移動に対するマグネシウムの 影響について

中 上 川 浩 一

KOICHI NAKAMIGAWA : On the Influence of Mg to the Absorption and
Translocation of P³²

1. 緒 言

植物の行う燐(P)代謝に対して、Mg が密接な関聯を有することを示す報告は多く、例えばMg が欠乏すると P の利用が悪くなると云われる。¹⁾この様なことは P が代謝のいはゞ基幹的な元素であり、²⁾一方 Mg は K と共に凡ての生体を通じて必須の二個の cations の一つであり、特に Mg の生理的役割が生体内の重要な enzyme systems に於ける activator としてにあることを思えば、当然予想されるところである。しかしながら、植物体に於ける P の代謝は、化学的代謝の行われる前提として、物理的代謝—化学的代謝の行われる組織・器官への移行—を必要とする。云いかえるならば、植物体内に於ける P と Mg の関聯を論ずる場合には、まず植物による P の吸収及び移行に対する Mg の影響を確める必要がある。一般に生育期にある植物の根より吸収された P は、無機か又はそれに近い形態で、⁴⁾大部分は茎葉部に移行するものと思われる。⁵⁾本実験に於いては、植物が Mg 欠乏状態にある時、かゝる P の行動に如何なる影響があるかを験した。即ちトマト幼植物を用い、植物が Mg の不足をきたした時に培養液に P³² を添加し、P³² の吸収量並びに植物体中での移行にどのような影響があるかを験したので報告する。

2. 実 験 方 法

植物培養法：1952年6月30日砂上に播種したトマトの幼芽を、大略ノイベルヒの発芽皿と同型の瑠璃製ポット（径12cm, 高さ7cm）に7月14日移植した。ポットには濃塩酸及び水道水で洗滌した白砂を充し、培養液500ml を、一日一回、約5時間の間に滴々滴下流動した。液は4日目毎に更新した。尙完全区の培養液は、次の組成のものを用い、水道水を使用した。

N : 40p.p.m. (as Ca (NO₃)₂) ; K : 40p.p.m. (as K₂SO₄) ;

Mg : 20p.p.m. (as Mg SO₄) ; P : 20p.p.m. (as Na₂HPO₄) ;

Fe : 2p.p.m. (as Fe-citrate)

区分け：完全区、Na₂HPO₄ を欠く無 P 区、MgSO₄ を欠く無 Mg 区、その両者を欠く無 Mg, P 区の四区とした。各区6連制とし、計24ポットを用いて行つた。

P³² の添加：8月4日ポットの砂を水道水で3回 flushing した後、翌日各ポット当り約3 μ c. の P³² を次に示す組成の培養液と共に添加した。

N : 40p.p.m. (as KNO₃) ; P : 20p.p.m. (as Na₂HPO₄)

植物体の分析：P³² 添加培養液を4日間用いた後、8月9日収穫、水洗後直ちに、根・茎・葉に切断し、乾重を測定した。硝酸及び過塩素酸により wet ashing を行い、定容とし、その1mlを小皿上で乾固し、Geiger-Müller Counter にて P³² の放射能を8月15日に計数した。磷酸は Deniges の比色定量法により、Mg は Titan yellow による発色を光電比色計により、夫々定量した。

3. 実験結果並に考察

収穫時において、完全区の生長が最も優り、無 Mg 区は略々之に近く、無 P 区は相当劣り、無 Mg, P 区は更に劣っていたが、chlorosis その他の特異な欠乏症状は、外観的には全く認めなかつた。植物体の分析結果は Table 1 の如くであつた。表中の数値は、各区6ポットの平均値である。

Table 1. Analytical data of tomato plants

	Treatment	Dry matter mg.	P ³² Counts/min./10mg. dry matter.	Total counts unit 100	P% dry matter basis	Mg% dry matter basis
Total plant	Control	575	244	140.3	0.63	0.45
	no Mg	529	259	137.1	0.62	0.23
	no P	416	782	322.5	0.72	0.48
	no Mg, P	272	777	211.4	0.74	0.23
Leaves	Control	351	243	85.3	0.62	0.47
	no Mg	318	258	82.0	0.63	0.20
	no P	261	905	236.2	0.78	0.53
	no Mg, P	161	927	149.2	0.83	0.25
Stems	Control	141	212	29.9	0.57	0.48
	no Mg	130	208	27.0	0.60	0.32
	no P	99	510	50.5	0.68	0.47
	no Mg, P	71	497	35.3	0.67	0.22
Roots	Control	83	303	25.1	0.68	0.30
	no Mg	81	347	28.1	0.67	0.22
	no P	56	640	35.8	0.55	0.26
	no Mg, P	40	672	26.9	0.56	0.16

Mg の影響：Table 1 の乾物重に示される如く、Mg 添加区系の乾重は無添加区系に優つたが、Mg 添加の効果は P 無添加の場合の方が顯著であつた。植物体の Mg 含量%は、Mg 添加区系は無添加区系の約2倍を示した。又、P の添加、無添加が Mg の分布に及ぼす影響は認められなかつた。

P³²の吸収及分布：**P³²**の吸収総量は Table 1 の Total counts で示される如く、完全区と無 Mg 区とは大略等しく、無 P 区はその約2.3倍、無 Mg, P 区は約1.5倍を吸収した。之等の P 無添加区系が、矮小な植物体にも拘らず、収穫前の4日間に非常に旺盛な P の吸収を行つた結果、P 含量%では P 添加区系を凌駕する結果になつたものと思われる。次に此の吸収された **P³²**の移動を見ると、Table 2 に示す如く、P 添加区系では、葉に約60%、莖に約20%、根に

Table 2. Distribution of **P³²** in tomato plants

Treatment	Total plant	Leaves	Stems	Roots
Control	100	60.8	21.3	17.9
no Mg	100	59.8	19.7	20.5
no P	100	73.2	15.7	11.1
no Mg, P	100	70.7	16.6	12.7

約20%であるのに対し、P 無添加区系では、葉に約70%強、莖に約15%強、根に約10%強を示し欠乏状態にある植物にPが与えられる時には、特に葉に集約的に移行する事を認めた。又、以上に示した如く、P添加区系(完全区と無Mg区)とP無添加区系(無P区と無Mg.P区)は、夫々大略一致した結果を示し、Pの吸収及び移動にMgの欠乏は何等認め得べき程の影響を与えなかつた。

P³²の濃度：**P³²**の植物体中に於ける濃度を示せば、Table 3 (完全区を100とした場合)の如くであつた。即ち、乾物当りの濃度では、全植物体につき、P 無添加区系のもは添加区系の3倍以上を示し、特に葉に於いては4倍近くを示した。この濃度分布に於いても、完全区と無 Mg

Table 3. Concentration of **P³²** in tomato plants. dry matterbasis

Treatment	Total plants	Leaves	Stems	Roots
Control	100	100	100	100
no Mg	106	106	98	115
no P	320	372	241	211
no Mg, P	381	381	234	222

区、無 P 区と無 Mg, P 区、は大略同一の結果を示し、Mg の影響は認め得なかつた。

以上の如く、P の吸収及びその直後の移動に対し、P の欠乏する植物は吸収も旺盛であり、且つ直ちに之を葉に集約的に移行することが解る。然しこの場合、植物が相当程度の Mg 欠乏状態にあつても、同様の結果を得るのであつて、Mg が P の吸収及び移行に少くとも直接的な役割を果しているものとは考え難い。勿論 Mg がより強度に欠乏する時には、植物の生活力が衰え、従つて P の吸収及び移行とゆう機能にも二次的な影響を与えるであろうことは予想される。又吸収された P を植物が利用する際には、云いかえると P の化学的代謝に関しては、Mg が密接な役割を果しているものと考えられる。本実験に於いて、P が十分に供給されている場合(完全区と無 Mg 区の比較)よりも、P の欠乏している場合(無 P 区と無 Mg, P 区の比較)の方が、Mg 添加の効果の大きかつたことは、上述の事実を示すものと思われる。同様の傾向は、私

が *Aspergillus niger* を用い、Mg 及び P を種々の濃度で加へて行つた実験でも認められた。即ち、次に示す組成の培養液 25 ml を用い、30°C で 10日間培養し、生育した菌体乾重を秤量した。

培養液の組成：N：200 p. p. m. (as NH_4NO_3)；K：20 p. p. m. (as KCl)；Fe：trace (as Fecitrate)；P as NaH_2PO_4 ；Mg as MgSO_4 ；Glucose 20g/l.

その結果は、Table 4 に示す如くであつた。P：0 p.p.m. 区系及び Mg：0 p.p.m. 区系の生育が極端に悪いのは当然であるが、注意すべきことは、Pのみが制限因子である場合(生育量25mg)

Table 4. Dried mold pellicles of *Aspergillus niger* (mg.)

P added p. p. m.	Mg added p. p. m.		
	0	5	20
0	12	19	25
5	30	57	81
20	29	80	93

又は Mg のみが制限因子である場合(生育量30mg)よりも、両者を共に欠く場合の生育量(12mg)の劣ることで、このことは両者の欠乏による生育制限の効果が相乗的であることを示している。又、P：5 p.p.m.区系に於いては、Mg：20 p.p.m. 区は Mg：5 p.p.m.区より生育量が約42%大であつたのに対し、P：20 p.p.m. 区系では17%にすぎない。以上の如く、トマトあるいは *A.niger* による実験例によれば、植物が P 欠乏状態にある時に、限られた少量の P を最大限に有効に利用する為には、植物は十分な Mg の供給を受けることが必要であると推察される。

4. 要 約

砂耕・流動法により、トマト幼植物を培養し、完全区、無 Mg 区、無 P 区、無 Mg, P 区を設け、 P^{32} を与えた後直ちに収穫し、その吸収並びに移動を調べた。

(1) P 無添加区系の植物は P 添加区系に比し、遙かに多量の P^{32} を吸収し且集約的に葉に集積することを知つた。

(2) 以上の P^{32} の吸収並びにその直後の移動に Mg は何等の直接的な役割を果すものとは考えられない。

(3) 然し、植物体中に於いて円滑な P の化学的代謝が行われる為には、十分な量の Mg の存在が必要である。

本実験について御指導御助言を賜つた京都大学奥田東教授をはじめ企研究室各位に深甚の謝意を表す。

參 考 文 獻

- 1) 坂村・植物生理學 (1943).
- 2) 田宮, 吉田: 科學 **22**, 516 (1952).
- 3) ABELSON and ALDOUS: J. Bact. **60**, 401 (1950).
- 4) 谷田澤, 東野: 日土肥誌 **23**, 297 (1953).
- 5) 奥田, 葛西, 安馬: 京大食研報告 **7** 14 (1951).

S u m m a r y

It was investigated that the influence of Mg to the absorption and translocation of P^{32} in the sand-cultured young tomato plants. The conclusions were as follows.

1. Phosphor deficient plants absorbed more P^{32} and accumulated them intensively in the leaves as compared with phosphor sufficient plants.
2. Mg had no direct influence to the absorption and the following translocation of P^{32} .
3. It was supposed when phosphorus chemical metabolism performed without a hitch in the plants, the existence of sufficient Mg was necessary.