

## 植物斑点性病害に於ける放射性同位元素P32の集積と 澱粉集積との関係について

野中, 福次  
九州大学農学部植物病理学教室

<https://doi.org/10.15017/21389>

---

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 15 (4), pp.425-430, 1956-03. 九州大学農学部  
バージョン：  
権利関係：

# 植物斑点性病害に於ける放射性同位元素 $P^{32}$ の 集積と澱粉集積との関係について\*†

野 中 福 次

Relation between the accumulation of radioactive  
phosphorus-32 and that of starch at the  
lesions of some spotted diseases

Fukuji Nonaka

## I 緒 言

放射性同位元素  $P^{32}$  が病斑部に特異的に集積することを報告したのものには Gottlieb 及び Garner,<sup>1)</sup> Yarwood 及び Jacobson,<sup>11,12,13)</sup> Shaw 及び Jones,<sup>10)</sup> 吉井ら<sup>14,15)</sup> 及び野中<sup>7)</sup> らがあるが, Yarwood ら<sup>13)</sup> は銹病, 白濁病を始め 19 種類の病害の病斑部に放射性化合物 Radiochemicals ( $P^{32}$ ,  $S^{35}$ ,  $C^{14}$ ) が健全部より多く集積することを認め, 特に  $P^{32}$  の移行による集積が顕著であることを報告した. 又 Shaw, Brown 及び Jones<sup>10)</sup> も純寄生菌の *Puccinia graminis*, *P. helianthi* の病斑部に非常に多く  $P^{32}$ ,  $C^{14}$  が集積し, これらの病斑部には澱粉が明瞭な ring をなして沈着しているのを認めて, これら澱粉の集積と  $P^{32}$ ,  $C^{14}$  の集積との相関を認めている.

筆者は前報告<sup>7,14,15)</sup> に引き続いて実験を行い,  $P^{32}$  を各種斑点性病害に罹つた葉に吸収せしめて, これらの病斑部への移行, 集積を調べ, 一方病斑に於ける澱粉集積の有無を調べ, 両者の関係を確めたのでここにその結果を報告する.

## II 実 験 方 法

1. 供試材料及び  $P^{32}$  供与方法: 前報告<sup>7)</sup>と同様にして行つた. 即ち, 先づ野外に於て自然発病した又は接種によつて形成せしめた各種斑点性病害罹病植物を, 晴天の午後採集し, 根をつけたまま, 又は切枝として植物体 1 個当り, 葉面積の大小に応じて  $0.2\sim 5.0 \mu\text{c}$  の  $P^{32}$  を  $\text{H}_2\text{P}^{32}\text{O}_4$  の水溶液として直射日光下で吸収せしめた. この液を完全に吸収した後は材料採取まで明るい場所に静置し, 井水を加えて水耕を行つた. 尚, Virus による壊死病斑はいずれも接種によつて形成せしめた.

2.  $P^{32}$  集積の検出法:  $P^{32}$  を吸収せしめて 2~3 日後病斑葉を採取し,  $70^\circ\text{C}$  で 1 昼夜乾燥して, これを X-線フィルムによる Autoradiograph の Contact method で, 6~7 日間暗室内で露出し, 現像後  $P^{32}$  集積の有無を調べた.

3. 罹病葉の澱粉反応: 供試材料の 1 部を採取して直ちに熱湯で 1 分間処理し, 95% ethyl alcohol で葉緑素を除き, ヨード反応により病斑部の澱粉集積の有無を調べた.

\* 九州大学農学部植物病理学教室業績.

† 本試験を行うに当り種々御教示賜つた吉井教授, 木場助教授に深謝の意を表す.

## III 実 験 結 果

病斑部に於ける  $P^{32}$  の集積が健全部より甚しく多いものとしては、*Albugo macrospora*, *Peronospora brassicae*, *Oidium evonymi-japonicae*, *Erysiphe graminis*, *Septoria astericola*, *Gymnosporangium haraeaeum*, *Uromyces alopecuri*, *Puccinia anomala*, *Uromyces fabae*, *Cercospora beticola*, *Xanthomonas purni*, *Venturia pirina*, *Colletotrichum tabacum*, *Alternaria brassicae*, *Phytophthora infestans*, *Cochliobolus miyabeanus*, の侵害によつて形成された病斑であつた。これに対して病斑部の  $P^{32}$  集積と健全部の集積に差のないもの又は健全部より少いものとしては、*Botrytis fabae*, *Septoria chrysanthemi-indici*, *Pseudomonas tabacum*, *Cephalosporium gramineum*, *Gloeosporium kaki*, *Alternaria porri*, *Sphaerulina rhodaeae*, *Phyllosticta batatas*, の侵害による病斑が認められた。

一方これらの病斑に於ける澱粉の集積がみられたものとしては、*Peronospora brassicae*, *Oidium evonymi-japonicae*, *Erysiphe graminis*, *Septoria astericola*, *Uromyces alopecuri*, *Puccinia anomala*, *Uromyces fabae*, *Cercospora beticola*, *Xanthomonas purni*, *Colletotrichum tabacum*, *Alternaria brassicae*, *Cochliobolus miyabeanus* による病斑であつた。この結果から *Albugo macrospora* と *Gymnosporangium haraeaeum* を除き、 $P^{32}$  の集積がみられた病斑には澱粉の集積もみられることがわかる。又 *Xanthomonas purni* の侵害によるモモ穿孔病斑では、穿孔前には  $P^{32}$  の集積も澱粉の集積もみられるが、穿孔後は両者共集積はみられない。

Virus に基因する壊死病斑についてみると、TMV の *Nicotiana glutinosa* 上の壊死病斑、Cucumber virus のアサザ上の壊死病斑、X virus のセン＝チソウ上の壊死病斑、Y virus の *Physalis floridana* 上の壊死病斑にはいずれも  $P^{32}$  の集積が認められた。又これらの病斑の澱粉集積は X virus のセン＝チソウ上の壊死病斑にみられる他はいずれの壊死病斑にも認められなかつた。これに対し TMV の *Nicotiana tabacum* Xanthi モザイク病斑上には  $P^{32}$  の集積も澱粉の集積も見られなかつた。

小麦の生理的斑点病(黄色斑点病)斑には、 $P^{32}$  の集積も澱粉の集積も見られず、又タバコ葉の  $KClO_3$  による人為偽似病斑には  $P^{32}$  の集積は見られたが澱粉の集積は見られなかつた。

## IV 考 察

Gottlieb 及び Garner<sup>(1)</sup> は小麦の幼植物に  $P^{32}$  ( $KH_2P^{32}O_4$ ) を吸収させ、これに *Puccinia graminis* を接種すれば、その病斑部に  $P^{32}$  が健全部より多く集積することを認め、この集積を病原菌による吸収と、寄主細胞に於ける集積とに分け、両者のいずれに多く集積するかを比較した結果、病原菌も  $P^{32}$  を吸収していたが、寄主の罹病部の方が  $P^{32}$  集積量の多いことを認めた。これに対し Yarwood 及び Jacobson<sup>(11)</sup> は *Erysiphe polygoni*, *Uromyces phaseoli* 等の病斑部に於ける Radioactive chemicals の集積は、病原菌である白粉病菌や銹病菌の方が選択的に多く吸収するためであるとして、これらの菌に対する殺菌剤が有効に利用されることを予測している。本試験に供試した植物はいず

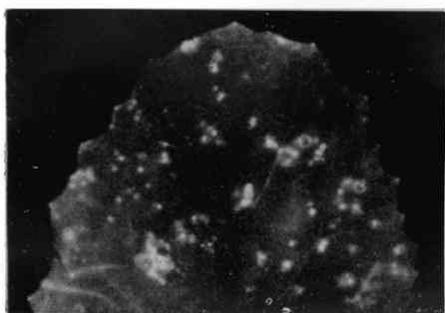


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

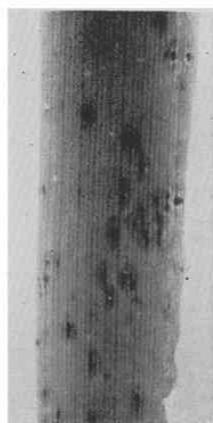


Fig. 4



Fig. 5

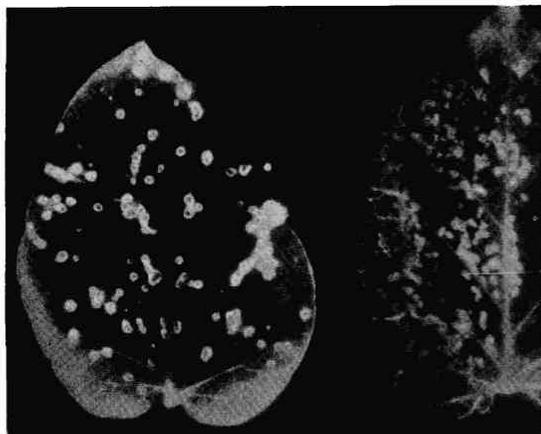


Fig. 8.



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 9.

Table 1. Relation between the accumulation of radioactive Phosphorus-32 and that of starch at the lesions of some spotted diseases.

Host	Pathogen	$P^{32}$ accumulation	Starch accumulation
<i>Allium fistulosum</i> (ネギ)	<i>Alternaria porri</i>	—	—
<i>Alopecurus geniculatus</i> (スズメノテツボウ)	<i>Uromyces alopecuri</i>	卅	卅
<i>Aster tataricus</i> (シオン)	<i>Septoria astericola</i>	卅	卅
<i>Beta vulgaris cicla</i> (フダンソウ)	<i>Cercospora beticola</i>	卅	卅
<i>Brassica napus</i> (ナタネ)	<i>Albugo macropsora</i>	卅	±
<i>Brassica oleracea capitata</i> (カブラ)	<i>Peronospora brassicae</i>	卅	卅
do	<i>Alternaria brassicae</i>	卅	卅
<i>Chenopodium album</i> (アカザ)	CMV	卅	±
<i>Chrysanthemum molifolium</i> (キク)	<i>Septoria chrysanthemi-indici</i>	—	±
<i>Diospyros kaki</i> (カキ)	<i>Gloeosporium kaki</i>	—	±
<i>Euonymus japonica</i> (マサキ)	<i>Oidium euonymi-japonicae</i>	+	+
<i>Gomphrena globosa</i> (センニチソウ)	Potato X virus	卅	卅
<i>Hordeum vulgare</i> (ハダカムギ)	<i>Puccinia anomala</i>	卅	+
do	<i>Rhynchosporium secalis</i>	±	±
<i>Ipomoea batatas</i> (サツマイモ)	<i>Phyllosticta batatas</i>	—	—
<i>Nicotiana glutinosa</i> (グルチノーザ)	TMV	卅	—
do	<i>Pseudomonas tabaci</i>	—	…
do	<i>Colletotrichum tabacum</i>	卅	卅
do	Artificial lesions ( $KClO_3$ )	+	—
do	TMV	—	—
<i>Oryza sativa</i> (イネ)	<i>Cochliobolus miyabeanus</i>	卅	+
do	<i>Piricularia oryzae</i>	±	±
<i>Poulownia tomentosa</i> (キリ)	<i>Gloeosporium kawakamii</i>	—	…
<i>Physalis floridana</i>	Potato Y virus	+	±
<i>Pirus serotina</i> (ナシ)	<i>Venturia pirina</i>	卅	…
do	<i>Gymnosporangium haraeaeum</i>	卅	±
<i>Prunus persica</i> (モモ)	<i>Xanthomonas pruni</i>	卅(—)	卅(—)
<i>Rhodea japonica</i> (オモト)	<i>Sphaerulina rhodeae</i>	—	—
<i>Solanum tuberosum</i> (ジャガイモ)	<i>Phytophthora infestans</i>	+	±
<i>Triticum aestivum</i> (コムギ)	Physiological lesions	—	—
do	<i>Erysiphe graminis</i>	卅	卅
do	<i>Cephalosporium gramineum</i>	—	±
<i>Vicia fabae</i> (ソラマメ)	<i>Botrytis fabae</i>	—	—
do	<i>Uromyces fabae</i>	卅	+
do	<i>Ascochyta fabae</i>	±	±

れも既に明瞭な病斑を形成している罹病植物で、これに根から  $P^{32}$  を吸収せしめたものであるから、病斑部の集積は主として寄主細胞に於ける集積と考えられるが、純寄生菌である銹病菌、白濁病菌の場合は明瞭な壊死斑を生じないため、菌による吸収も相当あると思われる。然しこれを確めるためには病斑部の micro な解析が必要となつてくる。Yarwood ら<sup>12,13)</sup> の実験は  $P^{32}$ ,  $C^{14}$  を吸収させる際、これらの液に罹病葉を直接液面に浮かべるか、全葉を浸漬して吸収せしめたもので、本実験で行つたように  $P^{32}$  を根から吸収せしめて、これが体内を移行し集積した結果とを同一視することは出来ない。Yarwood らの方法によれば銹病斑の pustule のように、外部に開口した傷痕部を有することが吸収量を高めるのではないかと考えられる。然し Gottlieb, Shaw, Yarwood らの場合と同様に、本試験の結果も純寄生菌病の銹病、白濁病の病斑に於ける集積が殺生菌による病斑の集積より多い傾向が見られた。

病原菌による病斑部での  $P^{32}$  の集積と澱粉集積との関係を見ると、澱粉の集積の顕著な場合には必ず  $P^{32}$  の集積も顕著であつた。又  $P^{32}$  の集積が見られた病斑部には 1, 2 の例外を除き澱粉の集積が認められ、Shaw, Brown 及び Jones<sup>10)</sup> が小麦の *Helminthosporium* sp. やカラスムギの *Pseudomonas coronafaciens* の病斑で得た結果と大体一致した結果を得た。磷酸が澱粉合成の過程に於て終始重要な役割をなすことは、Bonner<sup>5)</sup>, Baldwin<sup>2)</sup> を始め多くの研究の認めるところであり、澱粉集積部が  $P^{32}$  の集積部に一致することは予測される。このことは葉面に黒紙を貼り光合成(澱粉合成)を阻止すると、その部には  $P^{32}$  の集積が見られない<sup>9)</sup> ことから裏づけられ、このように合成反応の活潑に行われている所に  $P^{32}$  が多く集つて行くことは一般に認められている。又病斑形成に必要なエネルギーや菌の侵入に抵抗的に働くエネルギー(ATPの関与によると考えられている)等もすべて高エネルギー磷酸化合物の分解によつて産出されると考えられている。 $P^{32}$  の病斑部への集積を、このことから直ちにすべてこれらのエネルギーに関係あるものと考えすることは妥当ではないが、Manigault<sup>6)</sup> は *Agrobacterium tumefaciens* に侵された *Petargonium zonale* の罹病部の  $P^{32}$  集積部位が Phosphatase activity の強い部位と一致することを明らかにし、又 Atkinson 及び Shaw<sup>1)</sup> は *Puccinia graminis* と *Erysiphe graminis* の吸器に Acid phosphatase activity の強いことを認めていることなどから、 $P^{32}$  の集積を indicator とすれば Yarwood ら<sup>13)</sup> も述べているように、病斑部の代謝活性が旺盛に行われていることが磷の集積によつて推定出来るのであつて、これを植物病害抵抗性の一つの解明手段に利用出来ると考える。

Gottlieb と Garner<sup>4)</sup> は又 *Puccinia graminis* に犯された小麦病斑部に於ける  $P^{32}$  の集積は、接種後 4 日目、肉眼的に病斑が認められた時に始まり、その後 9 日目まで、即ち胞子が表皮を破つて飛散し始めるまでその集積は増加することを認め、吉井ら<sup>15)</sup> 及び野中<sup>9)</sup> は *N. glutinosa* の TMV による壊死病斑に於ても、接種して 48 時間後壊死病斑が形成された時に  $P^{32}$  の集積も認められ、その後集積は 6 日迄増加することを認めている。このように同一病原菌による病斑でも病斑形成過程によつて集積度が異なる。本実験に供試した病斑は野外から採集し、又接種によつて得た病斑で、同一状態のものでないためすべての病斑を一様に論ずることは適当でない。同様なことは病斑部の澱粉集積についても云える。このことから本実験で  $P^{32}$  の集積を見なかつた病斑でもその病斑形成のある過程又

は形成後のある時期に集積することがあるかも知れない。又このことは澱粉についても云えることで、既に木場<sup>9)</sup>はこれについて報告している。この実験は同一種類の病斑での  $P^{32}$  の集積と澱粉集積との相関を調べたものであるが、これを基礎にして今後各種病斑の比較実験が進められなければならない。

## V 摘 要

1. 植物斑点性病害の病斑部並びに Virus による壊死病斑に於ける放射性同位元素  $P^{32}$  の集積と澱粉集積との関係を調べた。
2. 病原菌による病斑部の  $P^{32}$  集積と澱粉集積とは 1, 2 の例外を除き相関が見られ、澱粉の集積するものには必ず  $P^{32}$  が伴つて集積している。
3. Virus による壊死病斑部に於ては、 $P^{32}$  の集積と澱粉の集積とに相関は見られなかつた。

## Explanation of Plates

- Fig. 1. Phosphorus-32 accumulation in the rape leaf affected by white rust.
- Fig. 2. Phosphorus-32 accumulation in the cabbage leaf affected by downy mildew.
- Fig. 3. Phosphorus-32 accumulation in the leaf of *Alopecurus pratensis* affected by rust. The pale portions correspond to the position of the rust pustules.
- Fig. 4. Accumulation of starch around the pustules of the *Alopecurus pratensis* leaf affected by rust.
- Fig. 5. Phosphorus-32 accumulation in the *Chenopodium album* leaf inoculated with cucumber mosaic virus. The pale circular areas correspond to the position of the virus local lesion.
- Fig. 6. Phosphorus-32 accumulation in the peach leaf affected by the bacterial spot in the state just before the shot-hole performed.
- Fig. 7. No accumulation of the isotope in the peach leaf affected by the bacterial spot in the state after the shot-hole performed.
- Fig. 8. Phosphorus-32 accumulation in the leaves of *Nicotiana glutinosa* with necrotic spots inoculated with TMV. The pale areas correspond to the position of the virus local lesions.
- Fig. 9. No accumulation of starch around the local lesions in the leaves of *N. glutinosa* inoculated with TMV.
- Fig. 1-3 and 5-8 are autoradiographs of leaves in which the pale portions indicate high radioactivity.

## 引 用 文 献

1. Atkinson, T. G., Shaw, M. (1955) *Nature*, **175**, 993-994.
2. Baldwin, E. (1957) *Dynamic aspects of biochemistry*.
3. Bonner, J. (1950) *Plant Biochemistry*.
4. Gottlieb, D., Garner, J. M. (1946) *Phytopath.* **36**, 557-564.

5. 木場三朗 (1953) 九州大学農学部学芸雑誌, 14, 35-42.
6. Manigault, P. (1953) Ann. Inst. Pasteur. 85, 602-620.
7. 野中福次 (1955) 九州病虫害研究報告, 1, 36-39.
8. ——— (1956) 植物病疫投稿中.
9. ——— 未発表.
10. Shaw M., Brown S. A., Jones, D. R. (1954) Nature, 173, 768-769.
11. Yarwood, C. E., Jacobson, L. (1950) Nature, 165, 973-974.
12. ———, ——— (1952) Phytopath. 42, 478.
13. ———, ——— (1955) Phytopath. 45, 43-48.
14. 吉井 甫, 徳重陽山, 野中福次 (1955) 九州大学農学部学芸雑誌, 15, 139-144.
15. ———, ———, ——— (1955) 日本植物病理学会誌, 20, 16-20.

### R é s u m é

Several diseased plants affected with varied pathogens (downy mildews, powdery mildews, rusts, leaf spot fungi) and with some viruses were inserted into the radioactive phosphorus-32 solution and the accumulation at the leaf lesions of radioactive phosphorus absorbed through roots was followed by means of autoradiograph. On the other hand starch accumulation at those lesions was investigated by Jode-jode kali reaction.

There was a greater accumulation of the phosphorus-32 in the diseased than in the healthy tissue in 16 host-pathogen combinations, lesser accumulation or no clear difference in 12 cases.

Interrelation between radioactive phosphorus-32 accumulation and that of starch at the lesions caused by pathogenic organisms was observed with one or two exceptions, while no interrelation was found in the case of the necrotic lesions caused by the viruses (TMV, CMV, and potato virus X).

Laboratory of Plant Pathology  
Faculty of Agriculture  
Kyushu University