

馬鈴薯体内に見られるマイクロボディーについて

山本昌木[※]・野津幹雄[※]

Masaki YAMAMOTO and Miki Nozu
Microbodies in Potatoes

はじめに

感受体と病原体との相互関係の解明は、植物病理学の基本命題のうちで最も重要なものである。この解明には機能と結びついた形態構造の究明が必要である。電子顕微鏡の発達と共に、病的現象についても従来の光学顕微鏡では問題とされなかった微細構造も明らかとなり、細胞内器官についても検討がなされている。マイクロボディー(Microbody)は、1954年 Rhodin¹⁾ がラット腎において粒状基質の周囲を一重膜で包まれた細胞内顆粒に対し命名したもので、霊長類 (*Saimuri sciureus* 猿)²⁾ から原生動物に至るまで広く認められる。植物学領域で最初にマイクロボディーの用語を使用したのは Mollenhauer³⁾ であり、現在マイクロボディーは peroxisome, glyoxisome, 緑葉パーオキシソームなどと呼ばれている。植物病理学領域でマイクロボディーを取り扱った報告はほとんどないようである。最近マイクロボディーに関する総説が二、三見られる⁵⁾⁻⁸⁾。本報告は、馬鈴薯体内のマイクロボディーについての観察結果である。実験に協力された本学学生重光善光君・山本節子嬢に感謝する。

実験材料と方法

供試馬鈴薯品種は、農林1号と男爵薯(罹病性因子r)、種間雑種96-56(抵抗性因子R₁)、1506-(b)9(抵抗性因子R₁R₄)、供試疫病菌はRace 0である。馬鈴薯塊茎を、ルベロン水溶液(7%)に7分間浸漬して暗室内室温で発芽させ、約2cmとなった幼芽をカミソリで切り取り、菜豆寒天で20°C 2週間培養した疫病菌から遊走子を10°Cで逸出させ、21°Cで接種72時間後の罹病組織を用いた。対照区は無接種幼芽である。また18-21°Cで鉢植の馬鈴薯の抽苔したものにも同様にして接

種140時間後の病斑をも供試した。これらの組織を10×1.0×0.5mmに切り取り、りん酸緩衝液(pH 7.3)で調製した4%グルタルアルデヒド溶液で5時間固定、1%りん酸緩衝液で6時間洗浄、1%オスミウム酸溶液に3時間浸漬固定、エタノール系列で脱水、プロピレンオキサイドを通しエポキシに包埋した。日本電子JUM-5B型ウルトラミクロトームで超薄切片を作成し酢酸ウラニル飽和水溶液で2時間電子染色、真空蒸着装置でカーボン補強、HS-6型電子顕微鏡で観察した。

実験結果

第1-6図に示すように、男爵薯、農林1号、種間雑種1506-(b)9、96-56の幼芽において、疫病菌接種区・対照無接種区ともマイクロボディーと考えられる小体が観察された。また種間雑種1506-(b)9葉に疫病菌Race 0を接種したものにおいてもマイクロボディーが観察された。マイクロボディーは、380-790mμでミトコンドリアとはほぼ同じ大きさ(ミトコンドリアは380-1100mμ)、ミトコンドリアは長円形、マイクロボディーは円形のものが多かった。マイクロボディーは一枚の限界膜で包まれ、その厚さはミトコンドリアや小胞体のそれとほぼ一致する。マイクロボディーは顆粒を持ち、切片では正方形、台形、三角形、ひし形などに見えるので立方体と考えられる結晶体を含有する。結晶体は格子状であるらしいがくわしい内部構造はまだ観察されていない。マイクロボディーは小胞体の多く存在するところによく認められた。また疫病菌接種をした種間雑種1506-(b)9においてマイクロボディーが多く認められた。

考 察

Rhodin¹⁾ は、マウスの腎細胞内に粒状構造を持ち、一重膜に包まれた細胞内顆粒をマイクロボディーと名付けた。動物と植物のマイクロボディーが同一の細胞器官

※ 植物病理学研究室

と同等されたのは1969年である^{9)–11)}。Thornton ら¹²⁾は、カラスムギの子葉鞘中に直径 1μ 以下の限界膜をもつ多数の小体を観察し、格子状結晶体を含むので *crystal containing body* と命名した。マイクロボディーの *crystalloid* と呼ばれる結晶構造は、動物では管状、植物では格子が基本構造であるといわれる。筆者らの観察したマイクロボディー内の結晶体の内部構造の詳細についてはまだ明らかでない。タバコ XD-6S 細胞のマイクロボディー中には直径 75\AA の棒状で中心に2個、その周囲に6個の電子密度の高い芯があるという¹³⁾。またカラスムギの子葉鞘結晶体格子間隔は $125\text{--}160\text{\AA}$ であるという¹²⁾。馬鈴薯については今後検討する必要がある。マイクロボディーの由来については、ゴルジ体由来説・小胞体由来説・自己増殖説などがある。筆者らの今回の観察で、マイクロボディーはミトコンドリアや小胞体の多く存在するところに認められたがその由来について言及することはできない。タバコ XD-6S 細胞では¹³⁾粗面小胞体とマイクロボディーの一重膜とが連続しており、発達した段階では外膜が不連続となるという。カラスムギの子葉鞘ではマイクロボディーと *crystal containing body* との移行型が観察され、両者が互いに密接な関係であると考えられる¹⁰⁾。マイクロボディーの機能については、動物では H_2O_2 産生をもたらす酸化酵素が多く見られ、市販の *urate oxidase* はマイクロボディーの *nucleoid* そのものであるともいわれ、植物では *glyoxylate* 回路に関係する酵素群が見られるという。筆者らは、まだマイクロボディーの機能との関連について実験を進めていないが、今後 *catalase* 活性に対する染色などを行なって確かめて行かねばならない。Zimmer⁹⁾ は、ベニバナの銹病菌に対する抵抗性品種の抵抗性が活性である場合において *crystal containing body* が存在し、銹病感染が進むに従いマイクロボディーが消失し、感受体一病原親和性に対し重要な役割を演ずるといふ。筆者らの実験では、罹病性・抵抗性両品種の健全区・罹病区のいずれにもマイクロボディーが見られたので、馬鈴薯幼芽において疫病に対する抵抗性とマイクロボディーとの関係は速断されないが、抵抗性種間雑種に疫病菌を接種したものにおいて *crystal containing body* の群存が認められたことから、従来山本¹⁴⁾¹⁵⁾ や富山¹⁶⁾¹⁷⁾ により光学顕微鏡(位相差顕微鏡も含む)観察で、抵抗性品種に非親和性疫病菌が侵入する場合に認められた疫病菌侵入部付近の顆粒の集合には、マイクロボディー等も関係することが考えられよう。この部分の顆粒はヤースス緑Bによる生体染色からミトコンドリアの関与が想像されたが、今後マイクロボ

ディー等についても検討することが必要であろう。

摘 要

馬鈴薯品種農林1号・男爵薯・種間雑種96-56, 1506-(b)9の塊茎より暗黒下で発芽させた幼芽に疫病菌 Race 0 の遊走子を接種したものと接種しない健全対照区組織を6%グルタルアルデヒド溶液と1%オスミウム酸で二重固定し、超薄切片を作り電子顕微鏡で観察した。組織内にミトコンドリアとほぼ同じ大きさのマイクロボディーと考えられる小体が認められた。この小体内に切片では正方形・台形・三角形・ひし形などに見える結晶体を含有する。このマイクロボディーは小胞体の多く存在するところに認められた。また抵抗性種間雑種 1506-(b)9に疫病菌を接種したものにおいてマイクロボディーが多く認められた。

引用文献

1. RHODIN, J.: Doctorate thesis. Karolinska Institute. Stockholm I 1954.
2. DELA IGLESIA, F. A., PORTA, E. A. and HARTROFT, W. S.: J. Histochem. Cytochem. **14**: 685–687, 1966.
3. MOLLENHAUER, H. H., James Morre, D. and KELLY, A. G.: Protoplasm **62**: 44, 1966.
4. ZIMMER, D. E.: Phytopathology **60**: 1157–1163 1970.
5. 塚田英之・望月洋一・後藤幹雄: 細胞生物学シンポジウム **21**: 263–278, 1970.
6. 遠山益・STOCKING, C. R., WEIER, T. E.: 植雑 **83**(989): 373–386, 1970.
7. 塚田英之: 細胞 **2**(12): 2–11, 1970.
8. 松島久: 細胞 **2**(12): 12–26, 1970.
9. FREDERICK, S. E. and NEWCOMB, E. H.: Science **163**: 1353–1355, 1969.
10. FREDERICK, S. E., NEWCOMB, E. H., VIGIL, E. L. and WERGIN, W. P.: Planta **81**: 229, 1968
11. VIGIL, E. L.: J. Histochem. Cytochem. **17**: 425, 1969.
12. THORNTON, R. M. and THIMANN, K. V.: J. Cell. Biol. **20**: 345–350, 1964.
13. 松島久・和田正三・竹内正幸: 植雑 **82**(977): 417–423, 1969.
14. YAMAMOTO, M.: Ann. Phytopath. Soc. Japan **22**: 148–152, 1957.
15. YAMAMOTO, M.: Tagungsberichte Nr. **74**: 175–199, 1965.

16. 富山宏平：日植病報 19(3-4)：149-154, 1955
 17. TOMIYAMA, K.: Ann. Phytopath. Soc. Japan
 21(2-3)：54-62, 1956.

- 第4図 農林1号 幼芽 ×85,000
 第5図 農林1号 成葉 ×23,000
 第6図 農林1号 幼芽 ×26,000

図 の 説 明

- 第1図 種間雑種96-56 幼芽 ×26,000
 第2図 種間雑種1506-(b)9 幼芽 ×19,000
 第3図 男爵薯 幼芽 ×26,000

- 図中の略号 CW 細胞壁
 ER 小胞体
 M ミトコンドリア
 MB マイクロボディー
 V 液胞

Summary

Ultrastructure of young shoots and leaves of potatoes (Irish Cobbler and Norin No. 1 — compatible to *Phytophthora infestans* Race 0 and Interspecific hybrid 1506-(b)9 and 96-56 — incompatible to Race 0) inoculated with *P. infestans* was observed under electron microscope. Crystal-containing microbodies with single membrane were observed in potato cells. They were recognized in both resistant and susceptible varieties on the healthy control and inoculated plots, but sometimes crystal-containing microbodies were abundant in cells of resistant interspecific hybrid 1506-(b)9 infected with *Phytophthora infestans* Race 0. Microbodies were observed frequently near endoplasmic reticulum in the potato cytoplasm.



