

Synchytrium minutum によるクズ肥大組織の電顕観察

野 津 幹 雄*

Mikio Nozu

Electron Microscopy of Hypertrophied Tissue
of *Pueraria thunbergiana* Infected with
Synchytrium minutum

はじめに

微生物により植物組織が肥大する場合の微生物と植物細胞の相互関係を微細構造の立場から検討する目的で、各種罹病組織を電子顕微鏡で観察している。一般に菌えい組織に微生物が増殖しても、細胞間隙に存在する場合が多く、細胞壁を侵害する能力があっても、細胞膜を貫通しない場合が多い。しかし菌類で菌糸体を欠く、*Plasmodiophora*¹⁾、*Olpidium*²⁾、筆者らが扱っている *Sorosphaera*^{3,4,5)} などの変形体は原形質の塊りとして植物細胞の細胞質部分に侵入している。このように病原体が植物細胞の細胞質部分に侵入して増殖するにもかかわらず、被侵入細胞はすぐに死に至らず、むしろ病原体(変形体)と宿主細胞は共生的であり、細胞の肥大や増生を惹起することは興味がある。ここでは *Synchytrium minutum* によるクズ肥大組織の微細構造に関し、今までに得られた結果について述べる。なお本病は「クズ赤渋病」と呼ばれ、クズが自生する山野で、6月頃から普通に見られる病害である。典型的病徴は、初秋クズの茎、葉柄、葉に見られ、葉では葉脈部に遊走子のう堆を形成する。肉眼では、あたかもさび病菌の孢子堆のように見える。遊走子のうは室温水中で発芽して遊走子を放出する。

実験材料と方法

Synchytrium minutum (Patouillard) Gäumann によるクズ赤渋病罹病葉を主として松江市西川津町、福富町、八束郡宍道町島根県林業試験場構内で採集した。

* 植物病学研究室

罹病組織をグルタルアルデヒドとオスミウム酸で二重固定し、アルコール系列で脱水し、エポキシに埋包して超薄切片を作成した。走査電顕用試料はアルコールを酢酸イソアミールに置換し、 $L\text{-CO}_2$ 臨界点乾燥後、イオンスプッターで金をコートして観察した。

結果と考察

Synchytrium 属菌は罹病組織内に遊走子のうや変形体を生ずると説明されている。また一般に菌類の栄養体は菌糸であり、純寄生菌では吸器を挿入して養分を摂取していると云われている。筆者らが観察している *Sorosphaera veronicae* 菌は吸器様構造はなく、その菌体(変形体)は植物細胞の細胞質部分に存在し、液胞には存在しない。^{4,5)} *S. veronicae* 菌は地上部細胞内に孢子球、地下部細胞内に遊走子のうを形成する。⁵⁾ *Synchytrium minutum* の場合も変形体は植物細胞の細胞質部分にのみ存在する。変形体が遊走子のう堆へ発達するに伴い被侵入細胞は巨大細胞に変化する。この巨大細胞を増生した細胞がとり囲む形で菌えいを形成している。

SEM 像 : 図1は *Synchytrium* 属菌によりクズの葉脈部が肥大した状態を示したもので、表皮組織が裂開していない。このような場合でも肉眼では黄色に見える。このような状態の菌えいを葉脈に沿ってカミソリで切断すると図2のように変形体(PL)の部分が見える。すなわち組織内の円形のくぼみは変形体や遊走子のうが発達した宿主細胞で、1個の巨大な細胞に変化したことがわかる(図2, GC)。また同一組織であっても巨大細胞内で変形体は独立して発達することを示している。巨大細胞は健全組織細胞の数百倍の体積になることもまれで

はない(図2, 3)。巨大細胞の周辺の細胞は、あたかも巨大細胞に圧迫されたかのように扁平な細胞になっている。裂開しない肥大組織内の遊走子のうは相互に圧迫し合っ多角体であり(図3)、組織が裂開した場合には遊走子のうはほぼ球形で(図4)、その表面は平滑である(図5)。図2・3・5から遊走子のう堆の直径(巨大細胞の直径)は300–400 μm 、場合によっては500 μm 、遊走子のうの直径は20 μm 前後で、小形のもの12 μm のものもある。なお変形体は、ほぼ巨大細胞の大きさにまで発達することが考えられる(図2)。

TEM 像：本菌の変形体には多数の液胞、ミトコンドリア、高電子密度の物質を含むベシクル(図13)などを持ち、単位膜に囲まれた原形質の塊りとして植物細胞の細胞質部分に存在する(図6, 12)。変形体が植物細胞の液胞に存在しないことは *Plasmodiophora*, *Olpidium*, *Sorosphaera* などと同じであると考え。すなわち図6に示すように変形体(図6, PL)は1枚の膜(変形体の細胞膜)に包まれ、宿主細胞(HC)の細胞質に接触している。この細胞質部分には未発達であるが、葉緑体(CH)も存在し、その形態も保持されていることから、この細胞が活着していることを示す。変形体が、いわゆる多核変形体になり(図12)、変形体細胞の分裂がはじまる時期(図12, 14の矢印)になると、変形体が存在する宿主細胞(巨大細胞)の微細構造は不明になり、細胞としての働きは失われると思われる。しかしこの時期になっても巨大細胞に隣接した宿主細胞(増生した細胞)の構造は明瞭である(図14)。一般に、増生した細胞は圧迫され、扁平になっており、その細胞壁は厚い部分と薄い部分の差が大きい(図6, CW)。これらの細胞には発達した中央液胞はほとんどなく、細胞質の電子密度も低い。主としてでんぷんを含む葉緑体、脂質球、小胞体が観察され、原形質分離は認められなかった。増生細胞は光顕では透明なカルス様組織として見える。巨大細胞が形成された段階(図6)では巨大細胞の葉緑体はプロプラスチッドに近い形を示し、それに隣接した細胞の葉緑体ではでんぷんを持たず、ラメラが未発達で、巨大細胞から離れるに従って、多量のでんぷんの蓄積が見られるようになり(図6・9)、アミロプラスト様(図8)になる。このように異常組織細胞にでんぷんが蓄積するのは菌糸組織の特徴のひとつでもある。扁平な細胞であっても健全組織に近い細胞にはラメラが発達した葉緑体が認められる場合(図10)やラメラが異常発達した後、膨潤したものもある。なお図11は健全組織細胞の葉緑体である。異常組織細胞の核は健全細胞の核と同じようなものから(図7)、複葉形のもの、複数の仁を持つ場合もあった。このような現象は微生物による各種肥大

組織でしばしば観察できる。本実験に用いた罹病組織は、直径400 μm にも達する変形体と変形体内の多数の液胞やベシクル、さらにこれを含む巨大細胞、増生した多数の細胞を同時に固定し、超薄切片の作成を試みたもので、今後の観察には電顕用試料作成に一層の工夫が必要である。

摘 要

Synchytrium minutum が侵入しても、肥大組織を形成しない場合もあるが、一般にクズの茎、葉柄、葉脈に遊走子のう堆を含む宿主の巨大細胞を中心に増生した透明なカルス様細胞が多数見られる。本菌の変形体は多数の液胞、ミトコンドリア、高電子密度の物質を含むベシクル、多数の核を持ち、単位膜に囲まれた原形質の塊りとして、宿主細胞の細胞質内に存在する。発達した変形体を持つ宿主巨大細胞の細胞質は変形体により細胞壁に押し付けられた状態になる。このような細胞質部分にある葉緑体はラメラが未発達であるが、その形態が保持されていることから、本菌が侵入した細胞は長期間活着していることがわかる。変形体はさらに多数の核を持つようになり、細胞分裂をはじめめるが、この段階では巨大細胞の細胞内器官は崩壊する。変形体はさらに発達して遊走子のう堆になる。肥大組織が裂開するまで遊走子のうは相互に圧迫しあい多角体であるが、組織が裂開したものはほぼ球形で、遊走子のうの表面は平滑である。巨大細胞をとり囲む増生したカルス様細胞には原形質分離も認められず、核、葉緑体、ミトコンドリアの形は保持されている。増生細胞の葉緑体はプロプラスチッドに近い形から、アミロプラストに近い形のものであり、なかには健全葉細胞の葉緑体と区別ができないものや、ラメラが異常に発達した後、膨潤したものもある。増生細胞の核は複葉形になったり、複数の仁を持つ場合もあった。

引用文献

1. WILLIAMS, P. H. and YUKAWA, Y. B. : *Phytopathology* **57** : 672–678, 1967.
2. TEMMINK, T. H. M. and CAMPBELL, R. N. : *Can. J. Botany* **47** : 421–424, 1967.
3. 山本昌木・野津幹雄 : 日菌報 **11** : 72–75, 1970.
4. 山本昌木・野津幹雄・石原義光 : 日菌報 **17** : 391–400, 1976.
5. 野津幹雄・城野洋一郎・山本昌木 : 日菌報 **23** : 245–254, 1982.
6. 野津幹雄・糸井節美 : 日植病報 **46** : 94, 1980. (要旨)
7. 野津幹雄・山本昌木 : 日植病報 **42** : 106, 1975. (要旨)

図 の 説 明

(SEM 像, 1-5)

- 図 1. *Synchytrium minutum* によるクズ葉脈部の肥大. ×60
- 図 2. クズ葉脈部肥大組織の縦断面.
PL: 変形体, GC: 巨大細胞. ×60
- 図 3. *Synchytrium minutum* の遊走子のう堆.
肥大組織が裂開していない時期の遊走子のうは多角体. ×170
- 図 4. 遊走子のう堆部の裂開. ×120
- 図 5. 遊走子のう (Z). 図 4 枠部分の拡大. ×600
(TEM 像 6-14)
- 図 6. 変形体と宿主細胞の関係. PL: 変形体,
HC: 宿主細胞, CW: 細胞壁 ×8000
- 図 7. 増生細胞の葉緑体と核. ×12000

- 図 8. 増生細胞の葉緑体とでんぷん蓄積. ×10000
- 図 9. 増生細胞と葉緑体. ×4000
- 図 10. 増生細胞の発達した葉緑体. ×20000
- 図 11. 健全部細胞の葉緑体. ×20000
- 図 12. 多核変形体と宿主細胞.
宿主巨大細胞は崩壊している. ×8000
- 図 13. 多角変形体の一部. ×16000
- 図 14. 多核変形体の分裂と隣接宿主細胞.
図 12 の矢印部分の拡大. ×12000

図中の記号

- CH: 葉緑体 CW: 細胞壁 ER: 小胞体 DV: 高電子密度の物質を含むベシクル GC: 巨大細胞
- HC: 宿主細胞 L: 脂質球 M: ミトコンドリア
- N: 核 T: トノプラスト V: 液胞 Z: 遊走子のう

Summary

Ultrastructure of hypertrophied tissue of *Pueraria thunbergiana* Benth. infected with *Synchytrium minutum* (Patouillard) Gäumann was observed by means of electron microscope. The results were shown in Figs. 1-14. Pathogenic fungus (PL: plasmodium) was recognized in host cell which had been enlarged by infection (Figs. 2, 3. G: giant cell). Plasmodium was observed in the cytoplasmic area of the host cell (Figs. 6, 12, 14. PL: plasmodium, HC: host cell). Plasmodium was surrounded by cell membrane of plasmodium which was adjacent to cytoplasmic matrix of host cell. Numerous nuclei, mitochondria and vesicles with electron-dense material were observed in plasmodium (Figs. 12, 13.). When the plasmodia (Figs. 2, 6. PL) became a certain stage of their life history, they were divided into uninucleate plasmodium (Figs. 12, 14.) and developed to zoosporangia (Figs. 3, 4, 5.). Zoosporangia were smooth surface, spherical and about 20 μ m in diameter. Plasmolysis was not detected in the cell of hypertrophied tissue. Plastids in the hypertrophied tissue cells consisted of various types, i. e. amyloplast-like (Figs. 8, 9.), proplastid-like structure and rallery, developed chloroplast (Figs. 7, 10. Fig. 11: chloroplast in control).







