

## 神奈川県新産のアサガオ白さび病菌による菌えい

出川 洋介・中村 静男・酒井 きみ・佐藤 豊三

Yousuke Degawa, Shizuo Nakamura, Kimi Sakai and Toyozo Sato :  
Fungal galls Caused by White rust, *Albugo ipomoeae-panduratae*,  
Newly Recorded from Kanagawa Prefecture

Abstract : Hypertrophic galls on *Ipomoea triloba* and *I. lacunosa* were found at Hiratsuka and Odawara cities in Kanagawa Prefecture respectively, in October and November 2005, 2006. The galls are produced on leaves, stems, petioles, buds, fruits and roots of the host plants and containing oospores. Usually, the white blisters (zoosporangial sori) are accompanied on the same hosts. Based on the optical microscopic observations, the fungus causing these gall formations was identified as *Albugo ipomoeae-panduratae*. This species was once reported 2000 in Japan, on cultivated *Pharbitis nil*, and its symptom is known as the “white rust of morning glory”. Asexual and sexual morphologies are described and illustrated with time lapse micrographs of the process of zoospore formation and release.

### はじめに

著者の中村は、神奈川県下の虫えいを調査する過程で、2006年11月15日、花水川河口に群生していたホシアサガオの植物体上に、大型のゴールを多数認めた。断面には昆虫の生息を示唆するものは見られず、ゴールは昆虫以外により形成されたものと考えられた。顕微鏡観察をしたところ、ゴールおよび宿主植物の葉や茎の表面に白色の胞子塊が認められた。検討の結果、このゴールは、卵菌門のシロサビビョウキン属により形成された菌えいであることが明らかになった。翌2007年10月にも同所で再発生が確認されるとともに、生命の星・地球博物館の「身近な自然発見講座」開催時に、著者の酒井ほか参加者らにより小田原市においてもマメアサガオ上に同様な病徴が確認された。従来、県下では知られなかった大型の菌えいであり、ここに報告をして諸氏の注意を喚起したい。

シロサビキン (*Albugo*) 属は、卵菌門卵菌綱ベトビョウキン目シロサビキン科に属す陸上双子葉植物の絶対寄生菌で世界から約50種、日本からは8種が知られている(小林ほか, 1992)。無性生殖構造として二本の鞭毛を伴う遊走子、有性生殖構造として配偶子嚢接着による卵胞子を形成する。伊藤(1936)を参照し、今回確認された菌はヒルガオ科植物を宿主とする *Albugo ipomoeae-panduratae* (Schwein.) Swingle と同定された。本種は、海外ではサツマイモ、瓠菜 (*Ipomoea aquatica*, 空心菜

とも)、アサガオなどのヒルガオ科植物から知られ、熱帯から温帯域のほぼ全世界に分布する。澤田(1919)は本種を台湾のヒメコガネヒルガオから記録したが、国内では佐藤ほか(2000)により、大分県の植栽アサガオの園芸品種上に発見され、新病害「アサガオ白さび病」として報告された。なお、薄葉重氏、勝本謙氏からは、県外における本菌の発生についての未発表知見の私信を頂いており別途報告される予定である。

### 方法

採集した生資料に基づいて、乳酸(99%)、乳酸アニリンブルー、KOH3%水溶液によりプレパラートを作成した。遊走子の放出は、新鮮な試料を水道水に浸して観察した。ゴールの一部は4℃に保管し、追熟を促してから卵胞子を観察した。光学顕微鏡観察には Olympus BX60 を用い、必要に応じてノマルスキー微分干渉像、位相差像を観察し、顕微鏡用デジタルカメラ DP20 で撮影をした。試料は乾燥標本として生命の星・地球博物館に保管した。

### *Albugo ipomoeae-panduratae* (Schwein.) Swingle アサガオ白さび病菌 (図 1-25.)

遊走子嚢堆(胞子嚢堆もしくは、分生子堆とも称される)は、宿主の葉裏面、茎、花柄、果実の表面に集塊をなして不規則に分布し、成熟時、表皮を破っ

て白色の遊走子嚢を散布する。遊走子嚢は、厚壁の遊走子嚢柄（分生子柄）より求基的、連鎖状に形成され、遊走子嚢間に連結部を伴い、短円筒形、直径15-21 $\mu\text{m}$ 、表面は平滑、壁は成熟に伴いわずかに肥厚し、無色だが蓄積すると白色を呈す。遊走子は、直径、8-11 $\mu\text{m}$ の球形～不定形、水中で遊走子嚢より6-8個ずつが塊となって放出され、不等毛の二本の鞭毛を伴って遊泳する。卵胞子は菌えいの組織内に形成される。生卵器は球形～長球形、直径21-34 $\mu\text{m}$ 、表面は当初平滑だが、次第にジグソーパズル様の不規則な網模様を生じる。造精器は扁平もしくは亜球形で直径10 $\mu\text{m}$ に達し、生卵器の側面に接着し、受精管を伸長の後、生卵器内に卵球を生じる。卵胞子は成熟時、球形で直径20 $\mu\text{m}$ に達し、表面はほぼ平滑、胞子壁は肥厚して約3 $\mu\text{m}$ に達し、透明～成熟時にはわずかに褐色に着色、胞子内容物は中央に球形の均質部を有すようになる。

**検討標本：**KPM-NC0014169, 平塚市唐ヶ原, 花水川河口西岸, ホシアサガオ上, 2006年11月15日, 中村採集; KPM-NC0015204, 同所, 2007年10月19日, 中村採集; KPM-NC0015102, 同所, 2007年10月26日, 出川採集; KPM-NC0015044, 小田原市風祭, マメアサガオ上, 2007年10月10日, 酒井・出川ほか採集; KPM-NC0015103, 同所, 2007年10月28日, 酒井・淵上誠・出川採集.

遊走子嚢のサイズや形状および、生卵器表面に表面紋を生じ、卵胞子表面は平滑であるという特徴から、本菌は、伊藤(1936)に掲載されているヒルガオ科を宿主とする3種のシロサビビョウキン属のうち、本種と同定された。

### 菌えいの形成

本種の菌えいは主に、宿主の花、花柄、葉柄あるいは、茎の表面に形成され、最大で長径約4cmに達するものが認められた。風祭産の一点の資料では、地中の根の表面にも形成が確認された。平塚市産のホシアサガオでは、10月19日には遊走子嚢堆のみが目立ち、顕著な菌えいは認められなかったが、10月26日には、遊走子嚢が衰退しつつある花柄や、独立した部位に遊走子嚢を伴わず新たに形成された菌えいが目立った。小田原市産のマメアサガオでは、10月10日に菌えいが見られたが、遊走子嚢堆と共存する例は少なく、独立して形成されるものが多かった。10月28日には、植物体の多くが枯死しており、菌えいも乾燥して収縮し、多くが不完全菌類 (*Cladosporium* sp., *Alternaria* sp., *Furarium* sp. など) に覆われていた。しかし、周辺の若い植物体 (子葉も含む) 上に新たな遊走子嚢堆の形成も見られた。花に生じた菌えいは白色で若いうち柔かったが、茎上の菌えいは多くは緑色から淡褐色、中実で組織は固く、カッターナイフで切断する際に抵抗が感じられた。断面に

は夥しい生卵器の形成が見られ、採集後、冷蔵庫内4℃下湿条件で保管したところ、約2週間後には褐色となり軟化した組織中に、成熟した卵胞子が多数認められた。本種は、北米産の *Ipomoea pandurata*, インド産の *Ipomoea pentaphylla*, *I. indica* 上でも同様に、遊走子嚢の形成とは別に、茎表面などに著しい菌えいを形成し、その内部に卵胞子を形成することが報告されている (Farlow, 1889; Singh & Bedi, 1966)。おそらく、生育適期には無性生殖を繰り返し、不適期を休眠状態で過ごすために菌えいを形成し、その内部に卵胞子を形成するものと推定される。菌えいは土壌中で腐敗し、散逸した卵胞子が次シーズンの発生源になるのだろう。卵胞子の発芽については今回は確認していない。また、シロサビビョウキン属では、ナズナシロサビビョウキン (*Albugo candida*) が雌雄異体であることが知られるが (Sansome & Sansome, 1974)、今回観察した材料では雌雄の菌糸体制については追求できなかった。

### 宿主について

今回観察された本菌の宿主はいずれも外来種のホシアサガオ *Ipomoea triloba* とマメアサガオ *I. lacunosa* であった。それぞれの上に発生していた菌の間に顕著な形態的差異は認められなかったことから、ここでは同一種とみなした。これらの植物は県下に広く分布しているが (秋山, 2001)、本菌の感染の分布状況については未だ不詳である。2007年10月に二宮町、大磯町寺坂の2地点で観察したマメアサガオ上には菌は確認されなかった。また、本種の感染例が知られるヒルガオ科植物として、平塚市の発生地周辺 (半径500m以内) の耕作地4地点のサツマイモ *Ipomoea batatas*, 路傍のヒルガオ *Calystegia pubescens*, および小田原市の発生地に共存していたマルバアメリカアサガオ *Ipomoea hederacea* var. *integriuscula* を観察したが、肉眼的な菌の感染は認められなかった。宿主特異性を異にするためか、感染条件が整わないだけなのか、未感染の原因は不明である。今後、接種試験による詳しい検討が望まれる。なお、我が国では上記2種の外来種に初めて *A. ipomoeae-panduratae* による発病が確認されたため、ホシアサガオおよびマメアサガオ白さび病 (英名: White rust) を提案する。

### 遊走子放出の観察

ホールスライドガラス上の水道水の液滴中に、採集直後の遊走子嚢をかきとり、室温でカバーガラスをかけて一晩置いたが、遊走子の放出は認められなかった。その後、著者の酒井が、10月28日に採集した試料をカバーガラスをかぶせずに室温下で観察したところ、セットをして約30分後から遊走子の放出が認められた。本種の遊走子放出には、カバーガラスを使用せず暗条件にすることが肝要である。放出に際し、遊走子嚢の頂端 (連鎖

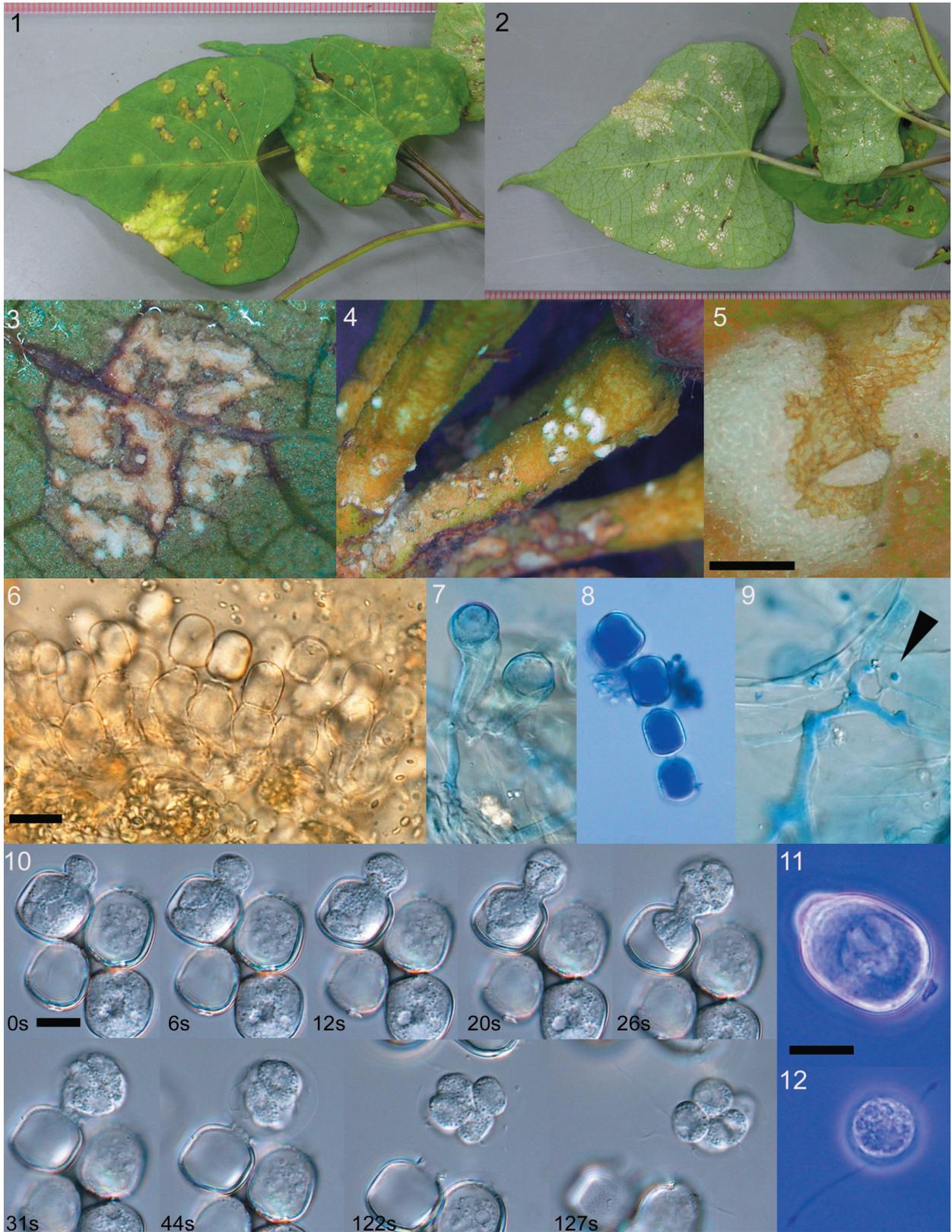


図 1-12. アサガオ白さび病菌 *Albugo ipomoeae-penduratae* の無性生殖構造 (図 4 は平塚市産ホシアサガオ上, 他は全て小田原市産マメアサガオ上).

図 1. 感染葉表面, 図 2. 感染葉裏面, 遊走子嚢堆が点在, 図 3. 葉裏面の遊走子嚢堆の拡大, 図 4. 花柄表面の遊走子嚢堆, 図 5. 遊走子嚢堆. 表皮を破って遊走子嚢が見える, 図 6. 遊走子嚢堆の断面, 図 7. 遊走子嚢柄, 壁が肥大している, 図 8. 連鎖状に繋がる分生子 (遊走子嚢), 図 9. 宿主細胞中の菌糸と吸器 (矢頭), 図 10. 遊走子嚢からの遊走子の放出過程. 同一サンプルのタイムラプス経時的観察像. 左下に経過時間 (秒) を記す. 矢頭は包囊を示す, 図 11. 遊走子放出直前の遊走子嚢. 先端部に突起を生じ, そこから放出, 図 12. 単独で遊泳する遊走子. 二本の不等毛鞭毛を伴う.

スケールは 0.5mm (図 5), 20 $\mu$ m (図 6-9), 10 $\mu$ m (図 10), 10 $\mu$ m (図 11, 12). 図 6-9 は乳酸, 図 7-9 は乳酸アニリンブルー, 図 10-12 は水道水で包埋. 図 11-12 は位相差顕微鏡像.

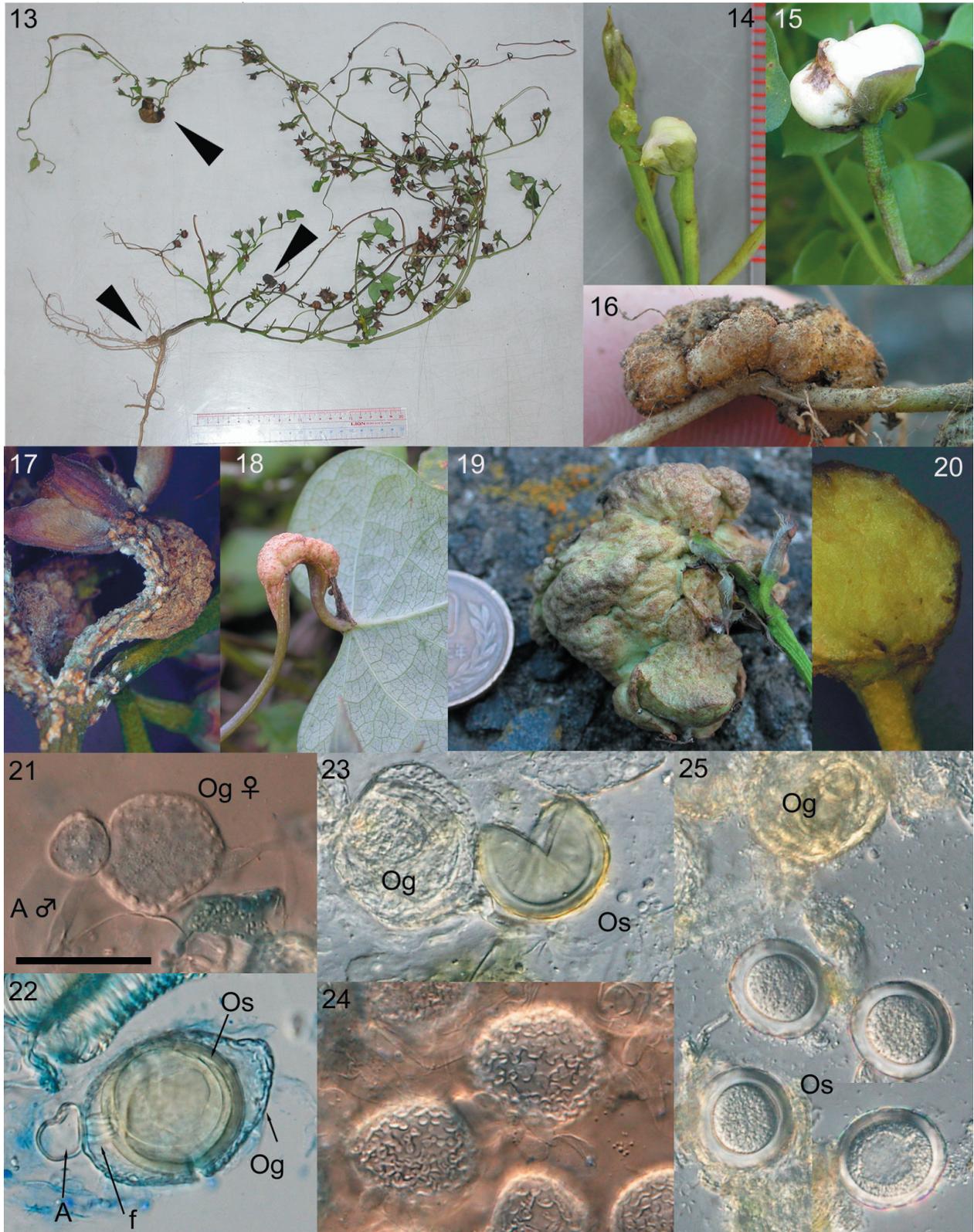


図 13-25. アサガオ白さび病菌 *Albugo ipomoeae-penduratae* の有性生殖構造 (図 17 は平塚市産ホシアサガオ上, 他は全て小田原市産マメアサガオ上).

図 13. 菌えい (矢頭) を生じた宿主植物体. 下左のものは, 根に生じている, 図 14, 15. 花の肥大による若い菌えい, 図 16. 根に生じた菌えい, 図 17. 花柄上の菌えい. 表面に遊走子囊堆も見られる, 図 18. 葉柄上の若い菌えい, 図 19. 花柄上の巨大な菌えい, 図 20. 菌えいの断面, 図 21. 若い生卵器 (Og ♀) と造精器 (A ♂), 図 22. 生卵器内で成熟しつつある卵胞子 (Os). 受精管 (f), 図 23. 同, 押しつぶしたもの, 図 24. 生卵器の表面紋, 図 25. 生卵器より押し出した, 成熟した卵胞子. スケールは 50 $\mu$ m (図 21-25). 図 21-24 は乳酸アニリンブルー, 図 25 は 3%KOH 水溶液で包埋.

の上端)に、先ず膨らみが生じる。同時に遊走子嚢内容物は、不均質となり、中央に腔所が出現する。やがて内容物が回転運動しはじめ、突起部から不定形の原形質塊が逸出する。この過程はおおよそ20秒である。外に出た原形質塊は回転運動を続け、周囲には包囊があるようにみえる。回転運動が活発になるにつれ包囊が消失し、原形質塊内で複数(6~8個)の遊走子が垂球形に分化しはじめる。次第に個々の遊走子の鞭毛が直伸して明瞭に認められるようになる。放出開始から約120秒後に、遊走子は塊をなしたまま遊走子嚢から離脱し、個々が散らばって泳ぎ去る。遊走子は、しばらく活発に遊泳を続けるが、やがて球形となり静止する。遊走子嚢の突起部は瓶の首状の放出孔を残す。ときに、遊走子嚢内部に数個の遊走子が残存することもある。以上の過程は比較的大型で観察が容易であり、菌類の遊走子観察材料として適している。

シロサビビョウキン科の菌として県下では、イヌビユ、スベリヒユ、アブラナ、ナズナに寄生する種が確認されている(出川・未発表)。このうち春先に発生するアブラナ白さび病菌 *Albugo macrospora* (Togashi) Ito はしばしば花柄に肥大を起こし人目に付きやすい。成熟時に表皮が破れて白い胞子(遊走子嚢)塊を放出している場合には本科の菌による可能性が高い。担子菌門サビキン目の菌にも白さび病を起こす種が知られ紛らわしい。これらは白いかさぶた状胞子塊を葉などに形成することから「白さび病」の病原とされているが、系統的には全く異なる(岸, 1998)。卵菌門のシロサビビョウキン属の胞子は、求基的、連鎖的に形成され、遊走子を放出することで容易に区別できる。虫えいと菌えいとは外見上、区別が難しく、内部に節足動物が確認されない場合でも、菌類以外に、線虫、バクテリア、ウイルスによるゴールもあり、丁寧に検鏡観察をして判断する必要がある。非昆虫性の顕著なゴールを発見された際には、ご一報をいただきたい。

## 謝辞

国内での発生記録、県外産の標本や情報を提供下さった薄葉重氏、勝本謙氏、高杉静江氏、採集・観察に協力下さった「身近な自然発見講座」の参加者諸氏および生命の星・地球博物館菌類ボランティア淵上誠氏、卵菌門の基礎事項について御教示下さった稲葉重樹氏(NBRC)に感謝申し上げます。

## 引用文献

- 秋山幸也, 2001. ヒルガオ科. 神奈川県植物誌調査会編, 神奈川県植物誌 2001, pp.1162-1171. 神奈川県植物誌調査会, 小田原.
- Farlow, W. G. 1889. Notes on fungi. 1. Botanical Gazette, 14: 187-190.
- 伊藤誠哉, 1936. Albuginaceae 露菌目白錆菌科. 大日本菌類誌. 第一巻藻菌類, pp.134-145. 養賢堂, 東京.
- 岸 國平編, 1998. 日本植物病害大事典. 1276 pp. 全国農村教育協会, 東京.
- 小林享夫・勝本謙・我孫子和雄・阿部恭久・柿寫眞編, 1992. 植物病原菌類図説. 685pp. 全国農村教育協会, 東京.
- Sansome, E. & F. W. Sansome, 1974. Cytology and life-history of *Peronospora parasitica* on *Capsella bursa-pastoris* and of *Albugo candida* on *C. bursa-pastoris* and on *Lunaria annua*. Transactions of the British Mycological Society, 62: 323-332.
- 佐藤豊三・岡本潤・松成茂・高橋幸吉, 2000. *Albugo ipomoeae-panduratae* によるアサガオ白さび病(新称). 日本植物病理学会報, 66(3): 271-272.
- 澤田兼吉, 1919. 臺灣産菌類調査報告第一編. 臺灣總督府農事試験場特別報告, 19: 1-695.
- Singh, H. & K. K. Bedi, 1974. Structure and development of galls on *Ipomoea pentaphylla* Jacq. caused by *Albugo*. Marcellia, 38: 11-30.

(出川: 神奈川県立生命の星・地球博物館, 中村: 神奈川県立生命の星・地球博物館植物ボランティア, 酒井: 神奈川県立生命の星・地球博物館菌類ボランティア, 佐藤: 独立行政法人農業生物資源研究所)

