

## 小野庄士\*: ミズゴケ属の胞子発芽と初期発生

Syoshi ONO\*: Spore germination and early stages  
of development in the genus *Sphagnum*

ミズゴケ類は1科1属で世界中で100-150種知られている。ミズゴケ類の分類に関しては、各国で古くからよく研究されているが、ミズゴケ属の亜属または節の分類に関してはまだまだとまった見解はない。

筆者は、これまで日本産のミズゴケ類を中心に形態学及び発生学の研究を進め、ミズゴケ類の体系化を試みている。その一部としてミズゴケ類15種における胞子発芽の実験を行なった。尚、ミズゴケ類における現在までの胞子発芽の研究はTab. 1のように4節10種類に関して行なわれている。今回は6節15種類において発芽実験を行ない (Tab. 2.)、新たに2節10種類の発芽パターンを明らかにし、いくつかの新知見を得たのでここに報告する。

**材料と方法** 材料の採集日時と場所はTab. 2で示した。胞子は2倍に稀釈したKnop液の3%寒天培地 (pH 6.0-6.5) に播き、培養器に入れて培養した。培養器内の環境条件は16時間明期、8時間暗期、温度20度、照度3000-4000 luxである。

**胞子発芽と原糸体の発達過程** 今回観察に用いた種類は全て基本的に同じ発達をするので、主としてワタミズゴケ (*Sphagnum tenellum*) を中心に述べたい。

胞子発芽: 培養して数日で葉縁体が形成され、胞子内に充満し、10日~14日後に胞子外膜が破られ、胞子発芽が開始される (Fig. 1-1)。発芽は胞子が第一分裂をおこない、隔壁を形成することで始まる。隔壁の形成方向は発芽方向に対して斜め、垂直、平行など同一環境下で様々であり、普遍性はみられない (Fig. 1-2, 3)。またこの傾向は、ワタミズゴケに限らず、他の14種においても同様である。

ところで、この第一分裂により形成される隔壁の方向が、その後の原糸体の形態、特に糸状原糸体、葉状原糸体及び仮根の形成に大きな影響を与えていることが明らかとなった。発芽方向に対し隔壁が直角に形成された場合、第一分裂に続いて起こる第二分裂以後の分裂もすべて直角方向となり糸状原糸体が発達する (Fig. 1-11)。仮根は葉状原糸体が形成されたのち生じるか、あるいは、糸状原糸体が分岐し、伸長したのち、分裂せずそのまま仮根となるものがある (Fig. 1-5-7)。また、発芽方向に対し平行あるいは斜めに隔壁が形成された場合はどちらか一方が仮根となり、他方が糸状原糸体に発

\* 山形県立米沢東高等学校 生物学研究室, Biological Laboratory, Yonezawa-Higashi High School, Marunouchi, Yonezawa City, Yamagata Pref. 992.

Tab. 1. History of the study of spore germination in *Sphagnum*.

Section	Species	Workers
Sphagnum	<i>S. palustre</i> (= <i>S. cymbifolium</i> )	Chalaud 1932, Bold 1948, Nishida 1978.
	<i>S. imbricatum</i>	Nehira 1963.
	<i>S. papillosum</i>	Boatman 1978.
Squarrosa	<i>S. squarrosum</i>	Noguchi 1958.
Acutifolia	<i>S. jimbriatum</i>	Nishida 1978.
	<i>S. girgensohnii</i>	Noguchi 1958.
	<i>S. junguhnianum</i> ssp. <i>pseudomolle</i>	Nishida 1970.
	<i>S. meridense</i>	Anderson & Crosby 1965.
	<i>S. nemoreum</i> (= <i>S. acutifolium</i> )	Hofmeister 1854, Schimper 1858.
Cuspidata	<i>S. cuspidatum</i>	Goebel 1905, Parihar 1948. Goebell 905, Nishida & Saito 1961, Jones 1978.

Tab. 2. Materials and their localities.

Section	Species	Locality	Date
Sphagnum	<i>S. papillosum</i> Lindb.	Kushiro-moor, Hokkaido.	Aug. 1983
	<i>S. imbricatum</i> Hornsch. ex Russ.	Kushiro-moor, Hokkaido.	Aug. 1983
	<i>S. magellanicum</i> Brid.	Kushiro-moor, Hokkaido.	Aug. 1983
Rigida	<i>S. compactum</i> Lam. et Card.	Mt. Zao, Yamagata Pref.	Aug. 1983
Squarrosa	<i>S. squarrosum</i> Crom.	Mt. Iide, Yamagata Pref.	Aug. 1980
Acutifolia	<i>S. girgensohnii</i> Russ.	Mt. Zao, Yamagata Pref.	Aug. 1983
	<i>S. nemoreum</i> Scop.	Mt. Azuma, Yamagata Pref.	Aug. 1983
	<i>S. warnstorfi</i> Russ.	Ochiishi-moor, Hokkaido.	Aug. 1983
	<i>S. rubellum</i> Wils.	Ochiishi-moor, Hokkaido.	Aug. 1983
	<i>S. subfulvum</i> Sjoer.	Kushiro-moor, Hokkaido.	Aug. 1983
	<i>S. fuscum</i> (Schimp.) Klinggr.	Kushiro-moor, Hokkaido.	Aug. 1983
	Cuspidata	<i>S. apiculatum</i> Lindb.	Kushiro-moor, Hokkaido.
<i>S. tenellum</i> Ehrh. ex Hoffn.		Mt. Zao, Yamagata Pref.	Aug. 1983
Subsecunda	<i>S. kushiroensis</i> Suzuki	Kushiro-moor, Hokkaido.	Aug. 1983
	<i>S. subobesum</i> Warnst.	Hananomaki, Iwate Pref.	July 1984

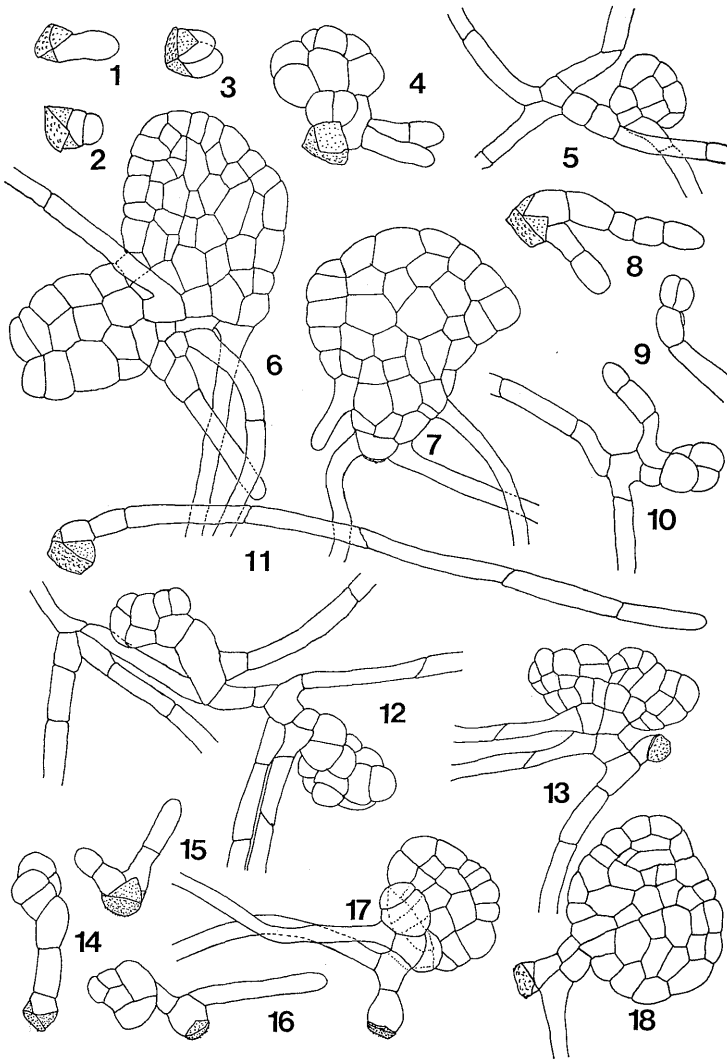


Fig. 1. Protonema of *Sphagnum tenellum* Ehrh. ex Hoffn. (1-12),  $\times 170$ , *S. nemoreum* Scop. (13),  $\times 170$ , *S. girgensohnii* Russ. (14, 17),  $\times 170$ , *S. compactum* Lam. et Card. (15, 16),  $\times 170$  and *S. squarrosum* Crom. (18),  $\times 130$ .

達する (Fig. 1- 8)。

糸状原糸体形成：ワタミズゴケでは糸状原糸体が30~35以上の細胞からなる非常に長く、かつ多方向に分岐するものから、ほとんど糸状原糸体が形成されず、発芽後直ちに葉状原糸体を形成するものまでである (Fig. 1- 4, 7)。糸状原糸体が長くなり、分岐までするものは本種の他に、スギバミズゴケ (*S. nemoreum*) とウロコミズゴケ (*S. squarrosus*) で観察された (Fig. 2- 1, 4)。この現象は Noguchi (1958) がウロコミズゴケ, Nishida & Saito (1961) がホソバミズゴケ (*S. girgensohnii*), Nehira (1963, 1970) がクシノハミズゴケ (*S. imbricatum*), ハリミズゴケ (*S. cuspidatum*) で観察している。Nishida (1970) によると、糸状原糸体が長くなる傾向は液体培養した場合によく観察される現象であり、種特有の性質とは認めがたいとしている。しかし、同一条件下で培養した場合、糸状原糸体の形成にワタミズゴケのように大きな変異幅をもつ種から、長い糸状原糸体の形成がつねにみられる場合もあり、種類により糸状原糸体形成には特有の変異幅があると言える。

葉状原糸体形成：ワタミズゴケにおける葉状原糸体の形成過程は多様である。葉状原糸体が2-4細胞からなる糸状原糸体に連続して形成される場合、30細胞以上の長さののびた糸状原糸体の先端に形成される場合 (Fig. 1- 9)、またはその糸状原糸体の途中で二次的に発達する場合 (Fig. 1- 5, 10) などがある。このように多様になるのは他にスギバミズゴケがある (Fig. 1- 13, Fig. 2- 1, 4)。同様の現象は Nishida (1970) がハリミズゴケで報告している。しかし、その他の種では一様に数細胞からなる糸状原糸体の先端から葉状原糸体が発達する (Fig. 1- 14, 16-18, Fig. 2- 2, 5-10, Fig. 3- 1. 4- 7, 9, 10)。

また、まれにホソバミズゴケ、クシロミズゴケ (*S. kushiroensis*)、ムラサキミズゴケ (*S. magellanicum*) などでは、糸状原糸体の先端細胞が三次元分裂を行ない、数個から数十個の細胞からなる塊状原糸体を形成することが観察された (Fig. 3- 8)。しかし、この原糸体からは直接幼芽が形成されることは全くみられなく、塊状原糸体の一部から改めて葉状原糸体が形成される。

葉状原糸体は、多くの種数では、糸状原糸体上に1個形成されるのが普通であるが、ワタミズゴケでは、多岐に分れた糸状原糸体上に2個の葉状原糸体がほぼ同じ大きさで発達しているのが観察された (Fig. 1-12)。これと同じ現象がムラサキミズゴケおよびタミズゴケでも観察され、また Bold (1948) はオオミズゴケ (*S. palustre*) で観察している。これらの現象は分岐した糸状原糸体の各々の分岐が葉状原糸体形成力をもつことを示していて、多くの種類では一度糸状原糸体上に葉状原糸体形成がはじまると、他の部分では葉状原糸体への分化がなんらかの原因で抑制されると考えられる。

**考察** ミズゴケの胞子発芽様式について Nishida (1970) は胞子発芽につづき糸状原糸体が形成され、この先端に一層からなる葉状原糸体が形成されることから、ミズゴケ

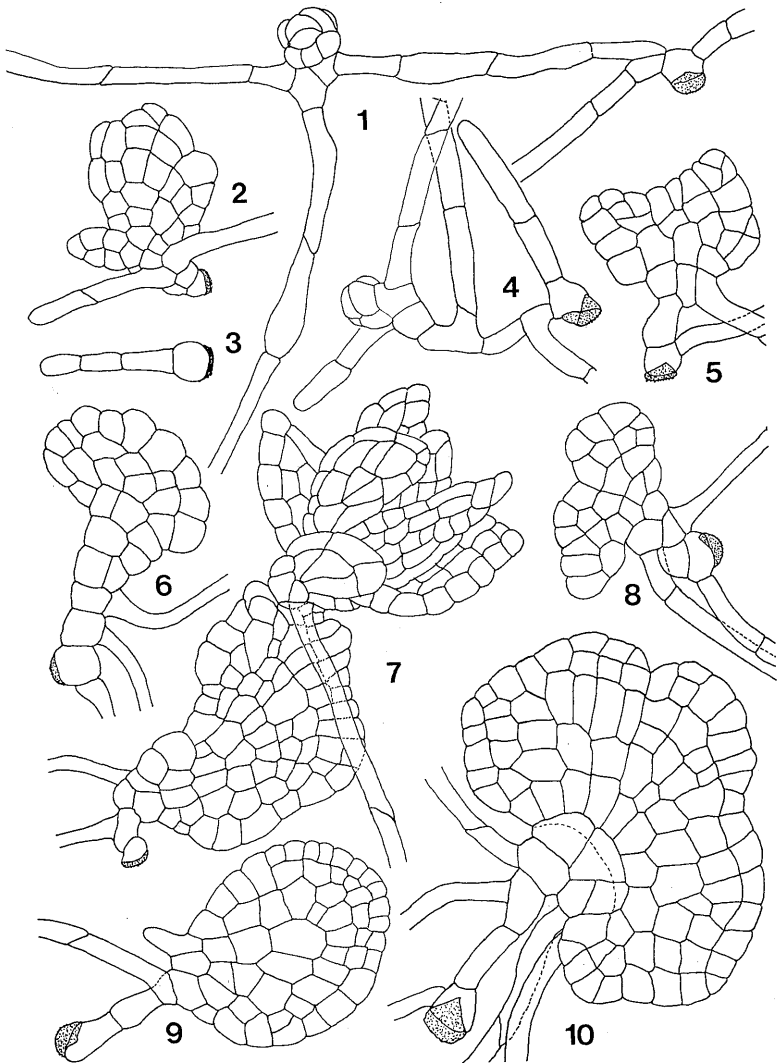


Fig. 2. Protonema of *Sphagnum nemoreum* Scop. (1, 4), *S. fuscum* (Schimp.) Klinggr. (2, 3), *S. girgensohnii* Russ. (5), *S. subfulvum* Sjur. (6), *S. warnstorffii* Russ. (7), *S. apiculatum* Lindb. (8, 9) and *S. papillosum* Lindb. (10). All figs.  $\times 170$ .

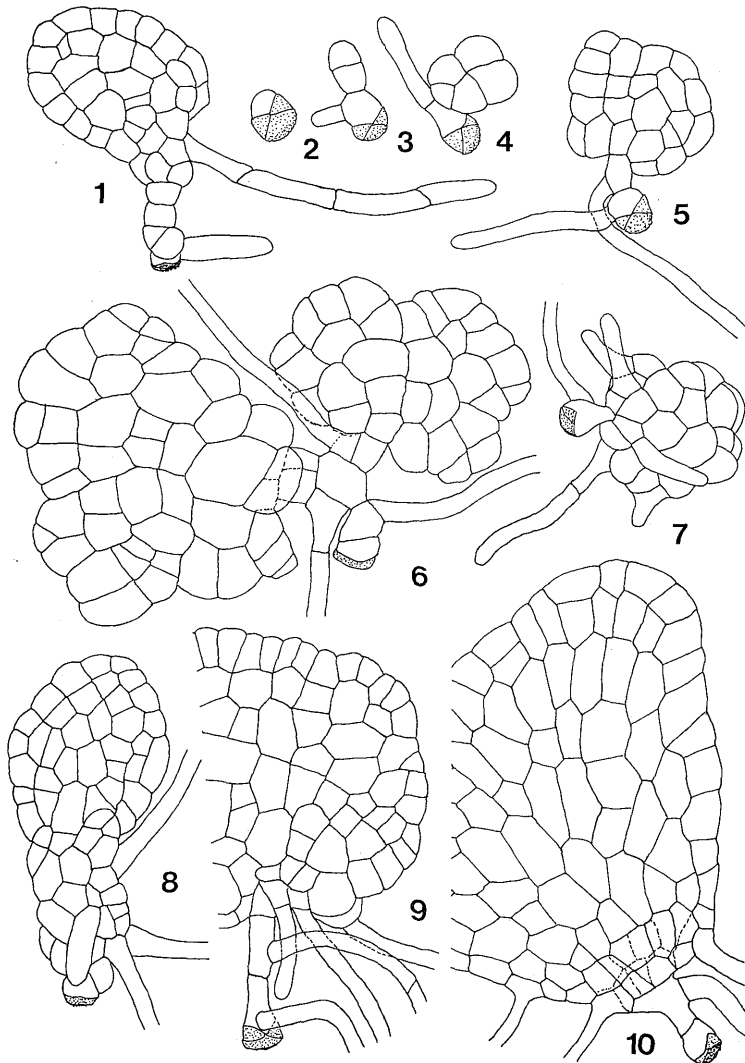


Fig. 3. Protonema of *Sphagnum rubellum* Wils. (1), *S. kushiroensis* Suzuki (2-5, 7), *S. subobesum* Warnst. (6, 9), *S. magellanicum* Brid. (8) and *S. imbricatum* Hornsch. ex Russ. (10). All figs.  $\times 170$ .

属にみられる原糸体分化のパターンを *Sphagnum* type とした。

今回の実験においてもこの分化の形式は基本的にはすべての種類で同じであることが確認されたが、糸状原糸体の長さ、葉状原糸体が形成される場所及び数などは種類によりまたは環境により差がみられることが明らかとなった。特にホソバミズゴケ、クシロミズゴケ及びムラサキミズゴケ等において観察された塊状原糸体はこれまでミズゴケ類には未知の型である。しかし塊状原糸体からの幼芽形成がなく、必ずこれから葉状原糸体が形成される点は特異的である。上に述べたミズゴケ類の孢子発芽ならびに原糸体の発達はミズゴケ属の節間の相違は全くなく、すべての種において基本的に同じパターンを示す。このことは、他の多くの蘚苔類の科または属が孢子発芽及び原糸体形成で同一パターンを示すとする多くの研究 (Fulford 1956, Inoue 1960, Nehira 1966, 1983, Nishida 1970) とも一致する。

ミズゴケ類にみられるような原糸体形成パターンは他の蘚類には見られないものである。葉状原糸体が形成されるのはクロゴケ類及びマゴケ類のヨツバゴケ属においてみられるが、これらの蘚類は糸状原糸体が形成されない。しかし、ミズゴケ類においても、例えばワタミズゴケ (Fig. 1- 4, 7), ワラミズゴケ (Fig. 2- 2) などのように、糸状原糸体が全く形成されず、葉状原糸体がほとんど直接に孢子発芽後形成されることもまれにみられる。このようなことは、ミズゴケ類とクロゴケ類ないしはマゴケ類の系統を考える上で重要と考えられる。

本稿をまとめるにあたり終始御指導いただいた国立科学博物館井上浩博士に心から感謝致します。

### Summary

The 15 species in 6 sections of *Sphagnum* (Tab. 2) were studied for their spore germination and protonema development. They showed nearly same pattern of development as those previously described for *Sphagnum*, but the globose or massive protonema were found to develop sometime on the filamentous protonema in *S. tenellum* and *S. magellanicum*; the globose or massive protonema never produces the young leafy gametophyte but produces always a single thallose protonema.

### Literature Cited

Anderson, L.E. & M.R. Crosby. 1965. The protonema of *Sphagnum meridense* (Hampe) C. Muell. *Bryologist* 68: 47-54. Bold, H.C. 1948. The prothallium of *Sphagnum palustre*. *Bryologist* 51: 55-63. Boatman, D.J. 1978. Experi-

ments on the growth of protonemata of *Sphagnum papillosum*. Bull. Brit. Bryol. Soc. 31: 10. Cambell, D. H. 1928. The structure and development of mosses and ferns. 708 pp. Macmillan, N. Y. Chalaud, G. 1932. Germination des spores et phase protonemique. In F. Verdoorn (ed.), Manual of bryology, Chapt. IV., pp. 89-108. The Hague. Fulford, 1956. The young stages of the leafy Hepaticae. Phytomorphology 6: 199-235. Goebel, K. V. 1905. Organography of plants, especially of the Archegoniatae and Spermatophyta. Part II. Special organography. Oxford. Hofmeister, W. 1854. Zur Morphologie der Moose. Ber. der Königl. sachsischen Gesellsch. der Wissenschaften, pp. 94-106. Inoue, H. 1960. Studies in spore germination and the earlier stages of gametophyte development in Marchantiales. J. Hattori Bot. Lab. 23: 148-191. Jones, D. G. 1978. Aspects of growth and development of *Sphagnum cuspidatum*. Bull. Brit. Bryol. Soc. 31: 8-10. Nehira, K. 1966. Sporelings in Jungermanniales. J. Sci. Hiroshima Univ. ser. B, div. 2, 11: 1-49. — 1963. The germination of spores in Musci 1. *Sphagnum imbricatum* (Hornsch.) Russ., *Andreaea fauriei* Besch. and *Dicranum caesium* Mitt. Hikobia 3: 288-294. — 1983. Spore germination, protonema and sporeling development. In R. M. Schuster (ed), New manual of bryology. 1: 343-385. Nishida, Y. 1970. Studies on the differentiation of the protonema in two species of the Sphagnaceae. Bot. Mag. Tokyo 83: 249-253. — 1978. Studies on the sporeling types in mosses. J. Hattori Bot. Lab. 44: 371-454. — & S. Saito. 1961. Studies of the germination of the spore in some mosses II. Bot. Mag. Tokyo 74: 91-97. Noguchi, A., 1958. Germination of spores in two species of *Sphagnum*. J. Hattori Bot. Lab. 19: 71-75. Rhuland, W. 1924. Musci. Allgemeiner Teil. In A. Engler & K. Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2 Aufl. 10: 1-100. Schimper, W. P. 1858. Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Torfmoose. Stuttgart.

□小林義雄：続分裂子 208pp. 1984. 自費出版。国立科学博物館退官時の記念随筆集「分裂子」の続編として、喜寿を記念して編まれたもの。紀行，故人を偲ぶ，雑記，旧満州国（中国）点描，わが思い出の半生記の5部からなる。菌学研究に従事すること半世紀をこえ，今なお海外調査に意気衰えることなく，博学多識で機知に富んだ著者ならではの興味ある話が並んでいる。入手は直接に著者に連絡するとよい（273 船橋市 ■■■■■ 送料共 2,800 円）。

（三浦宏一郎）