



Title	微生物と昆虫
Author(s)	山縣, 敬
Citation	makoto. 1984, 47, p. 2-7
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/86041
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

微生物と昆虫

近畿大学教授 山 縣 敬

(応用微生物学教室)

はじめに

菌類は自然界で全般的に広く分布、その生息環境から土壌菌、水生菌、空中菌、糞生菌、腐生菌、菌生菌、寄生菌、極限環境菌などに分けられ、これら菌類の胞子が風、水、昆虫動物などの媒介により伝播し生態系を構成している。またこれら菌種の機能特性よりその生活形態に差がみられ、それぞれ腐生、共生、寄生、寄生-共生、補食性を示す。菌類と昆虫は直接、密接な関係にある。即ち、昆虫がベクターとして、また昆虫の体表面、消化管を通して、昆虫糞を媒介として伝播する。またその一部は寄生、共生などによる寄生-寄主関係にあり、昆虫寄生菌、昆虫病原菌として微生物学的コントロールに役割を

果している。菌類と昆虫との関係について一例をあげると、かつて筆者はカビ保存株がコナダニによって食害、菌株をほとんどたやした苦い経験をもつ。これら菌類を攻撃補食摂取するダニは特に空中で優勢を示すアオカビ、キカビなどに多くみられ、菌株を一定期間保存するとき、その綿栓から侵入、斜面は粉状を呈し、検鏡するとダニの体表部はこれらの胞子により完全に覆れている。これらのダニは人間をとりまく環境特に室内汚染の一因ともなっている。また子のう菌類の木材青変菌は樹皮、樹液に集まるバークビートル、キククイムシなどがベクターとなり、オランダニレやオークなどの木材に感染、枯死させる。酵母などは花の蜜、発酵食品、樹木のヤニ

表1 菌類の分類と昆虫寄生

<p>I. 変形菌門</p> <p>A. アクラシス綱</p> <p>B. 変形菌綱</p> <p>C. ネコブカビ綱</p>	<p>3. 子のう菌亜門</p> <p>A. 半子のう菌綱</p> <p>B. 不整子のう菌綱</p> <p>C. 核菌綱</p> <p>バツカクキン科(寄)</p> <p>ボタンタケ科(ニグサキン科)(寄)</p> <p>D. 小房子のう菌綱</p> <p>ミリアンギウム目(寄)</p> <p>ドチデア目(共)</p> <p>E. 盤菌綱</p> <p>F. ラブルベニア綱(寄)※</p> <p>4. 担子菌亜門</p> <p>A. 半担子菌綱</p> <p>B. 菌草綱</p> <p>モンバキン目(寄-共)</p> <p>C. 腹菌綱</p> <p>5. 不完全菌亜門</p> <p>A. 不完全酵母菌綱(出芽菌綱)</p> <p>B. 不完全糸状菌綱(線菌綱)(寄)(補)</p> <p>C. 分生子果不完全菌綱</p> <p>スフェロプシス目(寄)</p>
<p>II. 真(正)菌門</p> <p>1. 鞭毛菌亜門</p> <p>A. ツボカビ綱</p> <p>ユウマクノウキン目(寄)</p> <p>B. サカゲカビ綱</p> <p>C. 卵菌綱</p> <p>ミズカビ目(寄)</p> <p>ツユカビ目(補)</p> <p>2. 接合菌亜門</p> <p>A. 接合菌綱</p> <p>トリモチカビ目(補)</p> <p>ハエカビ目(寄)</p> <p>B. トリコミケーテス綱(共)</p> <p>アメジウム目(共)</p> <p>ハルペラ目(共)</p>	

注：(寄)寄生菌、(共)共生菌、(補)補食菌、(寄-共)寄生-共生菌

※ 表3参照

表2 昆虫寄生菌

鞭毛菌亜門	<i>Euryancale sacciospora</i> (寄)	不完全菌亜門
<i>Coelomomyces psorophorae</i> (寄)	<i>Amoebidium parasiticum</i> (共)	<i>Beauveria bassiana</i> (寄)
<i>Catenaria anguillulae</i> (寄)	<i>Paramoebidium sp.</i> (共)	<i>Meria coniospora</i> (寄)
<i>Zoophagus insidians</i> (補)	<i>Harpella sp.</i> (共)	<i>M. laricis</i> (寄)
<i>Haphtoglossa heterospora</i> (寄)	<i>Smittium sp. etc</i> ※※(共)	<i>Harposporium anguill- alae</i> (補)
接合菌亜門	子のう菌亜門	<i>Dactylella bembicoides</i> (補)
<i>Massospora sp.</i> (寄)	<i>Cordyceps militaris</i> (寄)	<i>D. cionopaga</i> (補)
<i>Entomophthora muscae</i> (寄)	<i>Nectria flammea</i> (寄)	<i>D. passalopaga</i> (補)
<i>E. culicis</i> (寄)	<i>Laboulbenia flagell- ata. etc</i> ※(寄)	<i>Dactylaria bronchopaga</i> (補)
<i>E. forficulae</i> (寄)	<i>Myriangium sp.</i> (寄)	<i>D. candida</i> (補)
<i>Conidiobolus coronatus</i> (寄)	<i>Angatia sp.</i> (寄)	<i>Arthrotrys dactyloides</i> (補)
<i>Strongwellia castrans</i> (寄)	<i>Capnodium salicinum</i> (共)	<i>A. oligaspora</i> (補)
<i>Gonimochaete horridula</i> (寄)	担子菌亜門	<i>A. arthrotryoides</i> (補)
<i>Meristacrum asterospermum</i> (寄)	<i>Septobasidium fumigatum</i> (寄-共)	<i>Aschersonia tahitensis</i> (寄)
<i>Acaulopage tetraceros</i> (補)	<i>S. burtii</i> (寄-共)	
<i>A. pectospora</i> (補)	<i>Uredinella sp.</i> (寄-共)	
<i>Cochlonema verrucosum</i> (寄)		
<i>C. cylindricum</i> (寄)		
<i>Endocochlus gigas</i> (寄)		

※ 表3参照

※※ 表4参照

などに集まるショウジョウバエ、ハチ、アブ、働きアリ、蝶、蛾、甲虫などにより媒介され伝播します。他方芽胞子菌 *Bacillus thuringiensis* によるオオタバコ蛾を初めとする幼虫防除の野外評価試験、またカビを用いて、イエバエ発生抑制の研究がある。これらは昆虫寄生菌が微生物学コントロールとして殺虫に応用された例である。ここではカビを対照として昆虫との関連について紹介する。

菌類の分類と昆虫寄生

菌類は昆虫(線虫、原生動物も含む)に寄生、寄生-共生、共生、補食性を示す菌株がある。現在寄生菌48属、寄生-共生菌2属、共生菌34属、補食菌6属、計90属にわたり、その中で特に昆虫に広く寄生するラブルベニヤ菌綱、節足動物、水生昆虫に絶対共生のトリコミケーテス綱が著明である。菌類の分類と昆虫寄生関連菌を第1表に示す。

菌類は変形体 *Plasmodium*、擬似変形体 *Pseudop-*

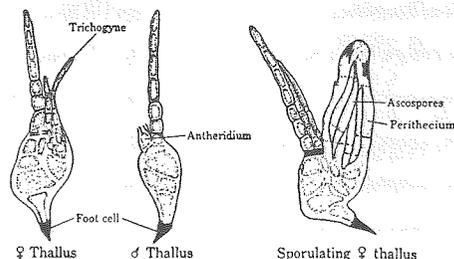
lasmodium を生活環にもつ変形菌門とその器管を欠き特徴的な糸状体をもつ真菌菌門に先づ大別される。変形菌門の菌株を変形菌(粘菌)と称し、一般に自然界では腐生、中には種子植物、藻類、真菌類に絶対寄生菌も含む。変形体の構造、アミーバ細胞、寄生種の差から変形菌門をアクラシス綱、変形菌綱、ネコブカビ綱の3綱に分類する。一方真正菌門は自動相をもつ鞭毛菌亜門、自動細胞をかく接合菌亜門、子のう菌亜門、担子菌亜門、不完全菌亜門、これらを完全態(有性世代はそれぞれ接合胞子、子のう胞子、担子胞子)、不完全態(有性世代を欠き無性世代のみ)の存在によりそれぞれ5亜門に分類する。これら菌類の中で昆虫関連菌は表に如す如く、寄生菌は鞭毛菌の中でコウマクノキン目、ミズカビ目の菌種、接合菌の中でハエカビ目、子のう菌の中で、バツカクキン科、ボタンタケ科、ミリアンギウム目、ラブルベニア目、不完全菌の中で線菌綱、スフェロ

ブシ目菌種があげられる。共生菌はトリコミケ-テス綱、ドチデア目、などの菌種である。菌茸綱モンパキン目の菌種は寄生-共生菌でカイガラムシを捕食、菌糸マットで覆い不妊、受精不能とする。昆虫補食菌の鞭毛菌ツユカビ目、接合菌トリモチカビ目の菌種は純粋培養不可能にたいし、不完全菌に含まれる菌種は純粋培養可能である。これら昆虫関連菌90属の菌種の約50%は純粋培養が不可能でその開発が望まれている。寄生昆虫は蚊、ハエ、ブヨ、ハサミムシ、セミ、甲虫、キククイムシ、白アリ、アリマキ、アブラムシ、ダニ、コナジラミ、カゲロウ、蛾、蝶、カイガラムシ、クワンシロカイガラムシ、コケムシ、ハネカクシ、テントウムシ、コキノコムシ、ハナカメムシ、ヒメマキムシ、イツカクチユウ、アリヅカムシ、ガムシ、オサムシ、ゴキブリ、ゲンゴロウ、コガシラミズムシ、ゴミムシダマシ、ミズムシ(半翅目)、ムクゲキノコムシなどの鞘翅目、双翅目、鱗翅目、その他水生ワムシ、ミゼンコ、ボウフラ、アカボウフラ、アミーバ、有殻アミーバ、線虫、カイコなどに広くおよんでいる。

昆虫寄生菌

昆虫寄生菌には内部寄生、外部寄生、寄生-共生を示すものがありこれらをまとめて表2にあげる。

鞭毛菌、ボウフラキン *Coelomomyces psorophorae* は蚊 *Culiseta inornata* の幼虫に内部寄生、純粋培養は可能である。*Catenaria anguillular* , *Haphtoglossa heterospora* の両種は線虫に内部寄生、純粋培養は不可能である。接合菌の *Massospora sp.* はセミに内部寄生、ハエカビ *Entomophthoramuscae* はハエ、*E. culicis* はハエ、ブヨ、蚊、*E. forficulae* はハエ、ハサミムシにそれぞれ内部寄生する。また *Strongwellia castrans* はハエ成虫に寄生、イエバエに感染、抑制に効果があり、純粋培養も可能である。ハエカビ近縁種 *Conidiobolus coronatus* は白アリ、アリマキ、アブラムシに感染、純粋培養も可能、防除に有効、しかしこの菌の特徴



第1図 *Laboulbenia formicarum*
R.K. Benjamin & L. Shanor (1950)

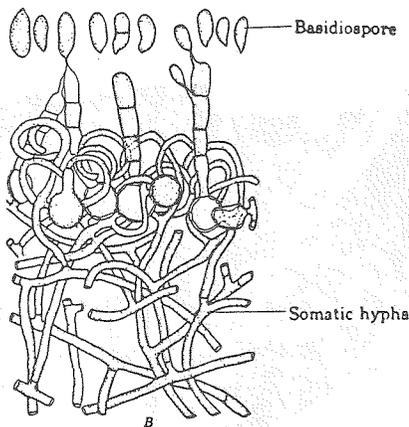
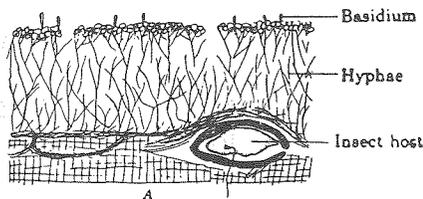
第3表 ラブルベニア菌綱の菌種

<i>Laboulbeniaceae</i> 科	<i>Ceratomycetaceae</i> 科
<i>Laboulbenia flagellata</i>	<i>Zodiomyces vorticellarus</i>
<i>Stigmatomyces ceratophorus</i>	<i>Rhynchophoromyces sperchopsis</i>
<i>Corethromyces mirabilis</i>	<i>Autoicomycetes recurvatus</i>
<i>Cochliomyces sp.</i>	<i>Ceratomyces mirabilis</i>
<i>Tetratomyces mirificus</i>	<i>Peyritschiellaceae</i> 科
<i>Coreomyces corisae</i>	<i>Monoicomycetes sp.</i>
<i>Scaphidiomyces baeaceri</i>	<i>Cantharomyces bledii</i>
<i>Hesperomyces virescens</i>	<i>Eucantharomyces sp.</i>
<i>Acompsomyces brunneolus</i>	<i>Haplomyces texanus</i>
<i>Autophagomyces bryaxalis</i>	<i>Chitonomyces melanurus</i>
<i>Rhachomyces philonthinus</i>	<i>Rickia minuta</i>
<i>Ecteinomyces trichopterophilus</i>	<i>Dichomyces vulgatus</i>
<i>Amorphomyces falagriae</i>	<i>Peyritschiella clivinae</i>
<i>Herpomyces ectobiae</i>	<i>Dimorphomyces sp.</i>
<i>Dioicomycetes spiniger</i>	<i>Dimeromyces africanus</i>

として哺乳動物、人間にたいして病原性をもつ難題が残されている。*Gonimochaete horridula*, *Meristacrum asterospermum*, *Euryancale sacciospora*, は線虫に内部寄生、純粋培養が不可能である。*Cochlonema verrucosum*, *C. cylindricum*, *Endocochlus gigas* はアミーバ、有殻アミーバに内部寄生、純粋培養が不可能である。子のう菌類の *Nectria flammea*, *Myriangium sp.*, *Angatia sp.* はカイガラムシに外部寄生、純粋培養可能であ



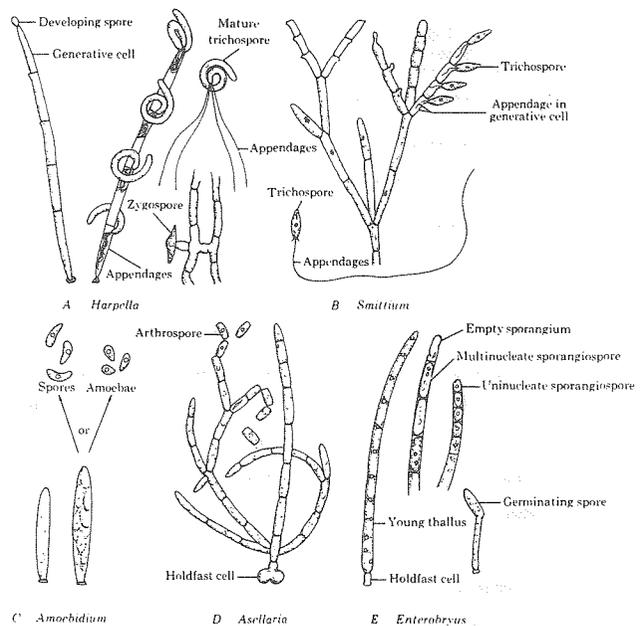
第2図 昆虫の肢体骨格に外部寄生のラブルベニア菌 三浦宏一郎 (1978)



第3図 *Septobasidium fumigatum*の昆虫捕捉と菌糸 J.N. Couch (1938)

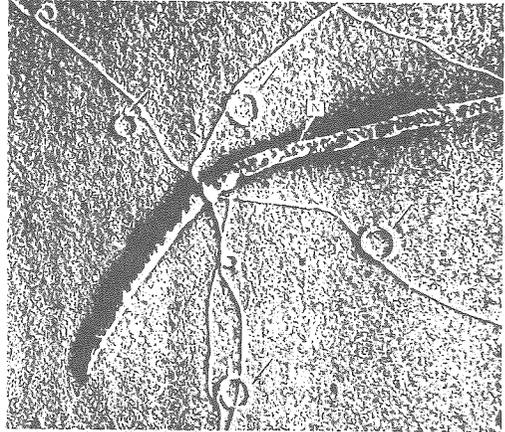
る。サナギタケ(キサナギタケ) *Cordyceps militaris* は蝶、蛾の幼虫に寄生する。

不完全菌類の *Meria coniospora*, *M. laricis* は線虫に内部寄生純粋培養可能である。*Aschersonia tahitensis* はコナジラミ、カイガラムシに寄生する。*Beauveria bassiana* はカイコに内部寄生、この菌は養蚕業者に驚異で大被害を与える。純粋培養可能である。子のう菌ラブルベニア菌綱の菌種を表3に示す。単一目からなり雄精子、生殖器托、子のう殻、造精器、付属器の構造、雌雄同株または異株、寄主などにより3科29属を含む。これらの菌は鞘翅目昆虫の全般に及びハネカクシ科、オサムシ科、ガムシ科に寄生する菌種が多くそのほかダニ目、コキブリ目、双翅目(ハエ)、半翅目の昆虫に広く外部寄生する。中には寄主選択性をしめず菌種がある。例えば *Zodiomyces* は鞘翅目ガムシ科、*Coreomyces* 半翅目ミズムシ科、*Herpomyces* コキブリ目、*Amorphomyces* ハネカクシ科 *Aleocharinae* 亜科、*Haplomyces* はハネカクシ科 *Bledius*の種のみそれぞれ寄生する。菌糸体を形成せず、寄主の体表部に



第4図 トリコミケーテス綱の形態的特徴 R.W. Lichtwardt (1973)

付着した子のう胞子は foot を形成、吸器 *haustorium* を伸ばし発達、ついには昆虫の体骨格に子のう果を形成する。第1図は *Laboulbenia formicarum* の子のう果発達を示す。左側は受精毛をもつ葉状細胞(♀)中央は造精器をもつ葉状細胞(♂)、これらは重り、受精毛は造精器から放出された不動精子をとらえ右側の子のう果細胞(♀)となり受精毛を消失する。子のう果は子のう殻、子のう胞子を形成する。第2図は昆虫の肢の体骨格に外部寄生したラブルベニア菌の状態を示す。しかしこれら菌種は寄主昆虫にたいして決定的な打撃を与えない。純粋培養法もすすみ最近多くの研究がみられる。これらの菌による害虫駆除、防除への効果はあまり期待



第5図 *Dactylaria brochopaga* による菌糸わなしめつけ法による線虫捕捉
J.A.Dowsett, J.Reid&L.V.Caesele (1977)

第4表 トリコミケーテス菌綱

(1977)

ハルペラ目	<i>Trichozygospora</i>	<i>Taeniellopsis</i>
<i>Harpella</i>	<i>Pennella</i>	<i>Alacrinella</i>
<i>Stachylina</i>	<i>Genistellospora</i>	<i>Enteromyces</i>
<i>Carouxella</i>	アセラリア目	<i>Enterobryus</i>
<i>Orphella</i>	<i>Trichoceridium</i>	<i>Eccrinoides</i>
<i>Smittium</i>	<i>Asellaria</i>	<i>Eccrinidus</i>
<i>Pteromaktron</i>	<i>Orchesellaria</i>	<i>Arundinula</i>
<i>Spartiella</i>	エクリナ目	<i>Taeniella</i>
<i>Graminella</i>	<i>Palavascia</i>	アメジウム目
<i>Glutzia</i>	<i>Parataeniella</i>	<i>Amoebidium</i>
<i>Stipella</i>	<i>Lajassiella</i>	<i>Paramoebidium</i>
<i>Genistella</i>	<i>Ramacrinella</i>	
<i>Simulimyces</i>	<i>Astreptonema</i>	

できない。担子菌亜門、菌茸綱モンバキン目の *Septobasidium fumigatum*, *S.burtii*, *Uredinella* sp は昆虫との間に興味をもたれ、クワシロカイガラムシ、カイガラムシに外部寄生、または寄生-共生関係にある。昆虫は菌に接触すると昆虫上に網目状菌糸マットを形成捕捉する。第3図は *Septobasidium fumigatum* の体細胞菌糸、担子胞子と寄主昆虫の捕捉を示す。⁴⁾ 捕捉された昆虫は死滅までにいたらず不妊または受精不能とし昆虫コントロールに働く。*Septobasidium* はカイガラムシ昆虫の全般におよぶのにたいし、*Uredinella* は単一昆虫のみに限定される。



第6図 *Dactylaria candida* による網目状菌糸マットによる線虫捕捉
J.A.Dowsett & J.Reid (1977)

昆虫共生菌

昆虫共生菌は節足動物に絶対共生のトリコミケーテス綱、カイガラムシ、アブラムシ、コナジラミなどに共生する小房子のう菌ドチデア目 *Capnodium salicinum* などである。第4表に示す如くトリコミケーテス綱は4目、7科、33属⁵⁾からなり、節足動物に絶対共生、葉状体はそれぞれ水生未熟昆虫の直腸、または小腸部、等脚目甲殻類(フダンゴムシ *Armadillidium vulgare* やフナムシ *Ligia exotica* など)の直腸、ヤスデ端脚目(ハマトビムシ)、十脚目(エビ、カニ)の直腸や前腸に吸着、片利共生寄主選択性を示す菌種もある。例えば *Trichocecidium* は双翅目(アブ、ハエ)の幼虫直腸に吸着、*Asellaria* は等脚目、*Orchesellaria* はトビムシ、*Enteromyces* は十脚目の胃、*Parataeniella*、*Alacrinella* は等脚目、*Eccrinoides*、*Eccrinidus* はヤスデ、*Ramacrinella*、*Asterptonema*、*Taeniellopsis* などは端脚目の直腸または前腸に寄主選択性をもつ。これら菌種の検索は寄主、葉状体の分岐、トリコ胞子の形状、基部細胞、付属器、アミーバ細胞の構造などにより分類される。その中で代表5属の特徴を第4図に示す。これら菌種の寄主は地理的に広く分布、海洋、淡水や陸生節足動物におよんでいる。昆虫のほとんどは水生双翅目の幼虫、カゲロウの幼虫、甲虫など直腸、中腸、前腸部にこれらの菌が吸着する。

昆虫補食菌

昆虫補食菌の昆虫捕捉の仕くみが菌種によって異なり、例えば *Arthrobotrys* sp. の如くクモノス式補食器官で捕捉する方法、*Dactylaria* sp. の如く菌糸のわなで首をしめるようからめたり、また網目状の菌糸マットで捕捉する3方法がある。

菌の純粋培養も接合菌に属する補食菌は不可能、しかし不完全菌に属する補食菌は純粋培養可能である。鞭毛菌ツウカビ目の *Zoophagus insidians* は水生ワムシ、接合菌トリモチカビ目の *Acaulopage tetraceros*、*A. pectospora* はそれぞれアミーバ、線虫を補食する。不完全菌、線菌綱の *Harposporium anguillalae*、*Dactylella bembicoides*、*D. cionopaga*、*D. passalopaga*、*Dactylaria bronchopaga*、*D. candida*、*Arthrobotrys bactyloides*、*A. oligospora*、*A. arthrotryoides* などは線虫、有殻アミーバを補食する。第5図は *Dactylaria bronchopaga* にみられる菌糸わな線虫をしめつけ、⁶⁾

また第6図は *D. candida* による網目状菌糸マット線虫捕捉⁷⁾である。さらに前述の如く *Arthrobotrys* sp. によるクモノス式補捉法がある。菌類の大部分は腐生、糞生が多く、寄生では植物寄生菌が最も多い。特に昆虫寄生菌はその一部にすぎない。この様な昆虫寄生菌の利用について、一部哺乳動物、人間に感染症を示す菌種があり、選択毒性、汚染などの安全性、昆虫生態系特に天敵などを考慮し、適正な取扱い方が肝要である。菌類と昆虫との関係は最初にも記述した如く、大部分はベクターとして、また昆虫体表部、消化管を通して糞などにより媒介伝播される。一部寄生-寄主関係が存在し、昆虫病原菌、寄生菌、共生関係、また線虫、アミーバ、有殻アミーバにみられる補食関係、またモンバキン目にみられる寄生-共生関係がある。酵母については紙数の通合上省略します。

参考文献

- 1) G. C. Ainsworth, F. K. Sparrow and A. S. Sussman (eds)
The Fungi Vol IV A Academic Press New York and London (1973)
- 2) R. K. Benjamin and L. Shanor : Science 111 (1950)
- 3) 三浦宏一郎 菌類図鑑下 宇田川、椿著 (1978)
- 4) J. N. Couch Univ. North Carolina Press Chapel Hill (1938)
- 5) G. C. Ainsworth - The Fungi Vol IV B Academic Press New York (1973)
- 6) J. A. Dowsett, J. Reid and L. V. Caesele : Can. J. Bot. 55 (1977)
- 7) J. A. Dowsett and J. Reid : Can. J. Bot. 55 (1977)

編集後記

☆ 暑さのきびしい季節となって来ました。如何がお過しですか、お伺い申し上げます。
☆ 山縣、星野先生には、お忙しいところ、ご寄稿賜り、厚くお礼申し上げます。
☆ 本号より「まこと」を「makoto」と改めました。今後ともよろしくご指導賜りますようお願い申し上げます。表紙の写真は当協会着本部長補佐が交野市の「源氏の滝」で写したものです。ニコンF₂ ニッコール35mm F 8 1/125 ネオパンSS。