

利尻・礼文島の雪腐病菌

星野 保・切明路子

〒 062-8517 北海道札幌市豊平区月寒東2条17丁目2-1 産業技術総合研究所

Snow Mold Fungi in Rishiri and Rebun Islands

Tamotsu HOSHINO and Michiko KIRIAKI

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 2-17-2-1,
Tsukisamu-higashi, Toyohira-ku, Sapporo, Hokkaido, 062-8517 Japan

Abstract. Several snow mold fungi, *Microdochium nivale*, *Sclerotinia borealis*, *Typhula phacorrhiza*, *T. incarnata* and *T. ishikariensis* were collected from Rishiri and Rebun Islands (where *S. borealis* was not found on Rebun Island). This is first report of the snow mold fungi from both islands. Some isolates of *T. ishikariensis* biological species I from Rebun Island belonged to the super vegetative compatibility group that is predominant vegetative compatibility group in Northern and Eastern parts of Hokkaido.

はじめに

雪腐病菌は小麦や牧草など越冬性作物に対して病害を示す糸状菌の総称であり、卵菌類から子囊菌類、担子菌類まで幅広い分類群に存在する (Iriki et al., 2001; 成田, 1980). これら雪腐病菌は本道では重要な植物病原菌であるが、農業が主要産業では無い利尻・礼文両島では過去に多くの菌類調査が行われているにも関わらず、その存在はこれまで報告されていない (岩垂, 1971, 1973; 成田, 1980).

著者の一人はロシア側研究者と共同で2001年5月にサハリン南部において雪腐病菌調査を行い、石山 (1936) が報告した子囊菌雪腐大粒菌核病菌 (*Sclerotinia borealis* syn. *S. graminearum* = *Sclerotium* sp., 田中・福地, 1946), 担子菌フユガレガマノホタケ (*T. incarnata* syn. *T. Itoana*) に加え、イシカリガマノホタケ (雪腐黒色小粒菌核病菌 *Typhula ishikariensis*) が主要菌種を構成し、この他、アカエガマノホタケ (*T. phacorrhiza*) が分布することを明らかにした (Hoshino et al., 未発表).

また、イシカリガマノホタケでは交配型の異なる半種である生物種Iおよび生物種IIが存在し (松本, 1997), このうち生物種Iでは、さらに北海道北部・東部に広く分布するスーパーVCG (Vegetative Compatibility Group, Matsumoto & Tajimi, 1993; Matsumoto et al., 1996) と呼ばれる菌群と同じ体細胞和合性を有する菌株がサハリン南部に存在するのを見出した (Hoshino et al., 未発表). 北海道とサハリンは過去に2回、氷河期に陸続きとなり、この際にイシカリガマノホタケはサハリン方面から道内に侵入したと考えられている (Matsumoto et al., 2000). この仮説を信じれば、イシカリガマノホタケスーパーVCGは過去、陸橋となった利尻・礼文両島に分布している可能性が高い。本論文ではこれまで調査が行われていない両島の雪腐病菌の分布およびイシカリガマノホタケスーパーVCGの存在の有無を明らかにすることを試みた。

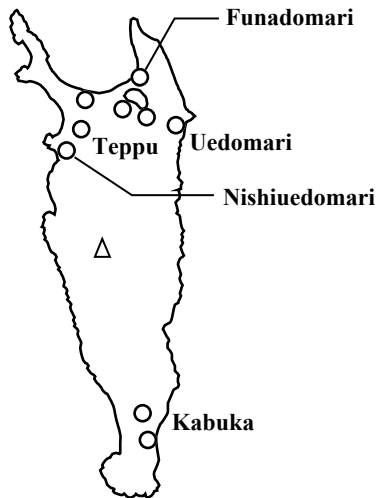
調査結果の報告に先立ち、次の方々にお礼申し上げます。宮本誠一郎氏 (レブンクル自然館) から

は利尻・礼文両島の気象条件や雪腐病菌の存在が予想される牧草地の場所などの有益な情報を多数戴いた。利尻島での調査では佐藤雅彦氏（利尻町立博物館）に多大な御協力を戴いた。また、イシカリガマノホタケ交配型の同定に必要なモノカリオン（1核化菌系）およびスーパー VCG 株は松本直幸氏（農業環境技術研究所）、川上 顕氏（農業技術研究機構 北海道農業研究センター）から分与を受けた。この場を借りて、皆様に心からお礼を述べたい。

調査および実験方法

図1に示した調査地において2002年4月14日から18日まで調査を行った。採取した菌核は封筒

○ Rebun Island



Rishiri Island



図1. 調査地域. Figure 1. Research sites in this study.

に入れ、風乾の後、研究室に持ち帰った。採取したイシカリガマノホタケ菌核は70%(v/v) エタノールおよび次亜塩素酸ナトリウム水溶液（有効塩素濃度0.5%）で表面殺菌を行った後、ジャガイモ・デキストロース寒天培地に接種し、4℃にて培養を行った。

イシカリガマノホタケについては得られた菌株の菌核およびコロニーの形態、テスターモノカリオンとの交配試験 (Bruehl et al., 1975) により、生物種 I および II を同定した。また、体細胞和合性はオートミール寒天培地上で採取した菌株間あるいは枝幸より採取したスーパー VCG 株と対峙培養を行い、両コロニー間に境界線を形成しない菌株を同じ VCG に属するものとした (Matsumoto & Tajimi, 1993)。

結果および考察

表1に病徴あるいは菌核の形態を基にした雪腐病菌の簡易検索表を示した。今回の調査では以下に示す菌の存在を確認した。

利尻・礼文両島で採取した雪腐病菌とその特徴

担子菌類

アカエガマノホタケ (図2 A, B)

Typhula phacorrhiza (Reich.) Fr.

利尻島：鴛泊，杳形，仙法志，野中，南浜，金崎，鬼脇，石崎，旭浜，野塚

礼文島：香深，尺忍，上泊，久種湖畔，道場牧場跡，船泊，浜中，鉄府，西上泊

利尻・礼文両島の低地に広く分布する。他の菌に比較すると比較的、人の影響の少ない場所にも見ることができる。チシマザサの枯葉上にも菌核を形成するなど腐生性が高く、この性質から両島の優占種となっていると推定され

表 1. 北海道産雪腐病菌簡易検索表.

Table 1. Key to species of snow mold fungi in Hokkaido.

-
- A. 宿主上で菌核を形成する.
1. 菌核は褐色から暗褐色
 - I. 菌核は比較的大形 (5mm 前後), 円盤型もしくは楕円形, 下部に微少な柄を形成し, 宿主に固定する.
アカエガマノホタケ (*Typhula phacorrhiza* 図 2 A, B)
 - II. 菌核は小型 (2mm 以下), 褐色, 球形から楕円形, 俵型. 宿主に強く固着する.
フユガレガマノホタケ, 雪腐黒色小粒菌核病菌 (*Typhula incarnata* 図 2 C)
 - III. 菌核は小型 (2mm 以下), 暗褐色, 球形から楕円形. 宿主から容易に外れる.
イシカリガマノホタケ, 雪腐黒色小粒菌核病菌生物種 I (*Typhula ishikariensis* 図 2 D)
 - IV. 菌核は比較的大形 (5 mm 以下), かさぶた状で宿主の基部に形成するものが多い.
スッポヌケ病菌 (未同定菌: 今回, 両島で発見できず)
 2. 菌核は黒色
 - V. 菌核は小型 (2mm 以下), 球形もしくは楕円形, 宿主内に埋没していることが多い.
イシカリガマノホタケ, 雪腐黒色小粒菌核病菌生物種 II (*Typhula ishikariensis*)
 - VI. 菌核は比較的大形 (5mm 前後), ネズミの糞状
雪腐大粒菌核病菌 (*Sclerotinia borealis*: 今回, 礼文島では発見できず 図 2 E)
- B. 宿主上で菌核を形成しない.
- VII. 病徴はピンク色. 乾燥後, 三日月型の子嚢胞子が観察される.
紅色雪腐病菌 (*Microdochium nivale* 図 2 F)
 - VIII. 病徴に色は無い. 宿主の細胞内に卵胞子を形成.
褐色雪腐病菌 (*Pythium iwayamai* など: 今回, 両島で発見できず)
-

る. 菌核は明褐色のものから黒色に近い暗褐色のものまで存在するが, 生育条件によるものなのか, 後述のイシカリガマノホタケのように遺伝型の差によるものかは不明である.

フユガレガマノホタケ 雪腐褐色小粒菌核病菌 (図 2 C)

Typhula incarnata Lasch ex Fr.

利尻島: 鴛泊, 杓形, 仙法志, 金崎, 石崎, 野塚
礼文島: 香深, 尺忍, 道場牧場跡, 船泊, 鉄府, 西上泊

利尻・礼文両島の低地に広く分布する. 旧牧草地や芝生など人の影響の大きな環境に多く見られる. アカエガマノホタケやイシカリガマノホタケと混発することが多いが, 優占種とはなることは少ない.

イシカリガマノホタケ 雪腐黒色小粒菌核病菌 (図 2 D)

Typhula ishikariensis Imai

利尻島: 鴛泊, 杓形, 仙法志, 南浜, 金崎, 鬼脇, 旭浜

礼文島: 香深, 尺忍, 久種湖畔, 道場牧場跡, 船泊, 浜中, 鉄府

利尻・礼文両島の低地に広く分布する. 2種の異なる交配型 (生物種 I および II) が存在し, 両者は菌核の色から判別することができる. 両島での生物種 I, II の分離頻度は異なり, 礼文島では両者の分離率はほぼ同じであるが, 利尻島では生物種 II が優占種となり, 生物種 I は鴛泊でのみ採取された (表 2).

子嚢菌類

雪腐大粒菌核病菌 (図 2 E)

Sclerotinia borealis Bub. & Vleug.

利尻島: 杓形

礼文島: 採取できず

利尻島杓形の登山道入口側の農地 1ヶ所にて採集. 道東, 道北の土壤凍結地帯では牧草地で多発し (岩垂, 1971, 1973; 成田, 1980), サハリンでも代表的な雪腐病菌として知られている (石山, 1936). しかし, 利尻島では本菌による病害の発生は極めて少ないと思われる.

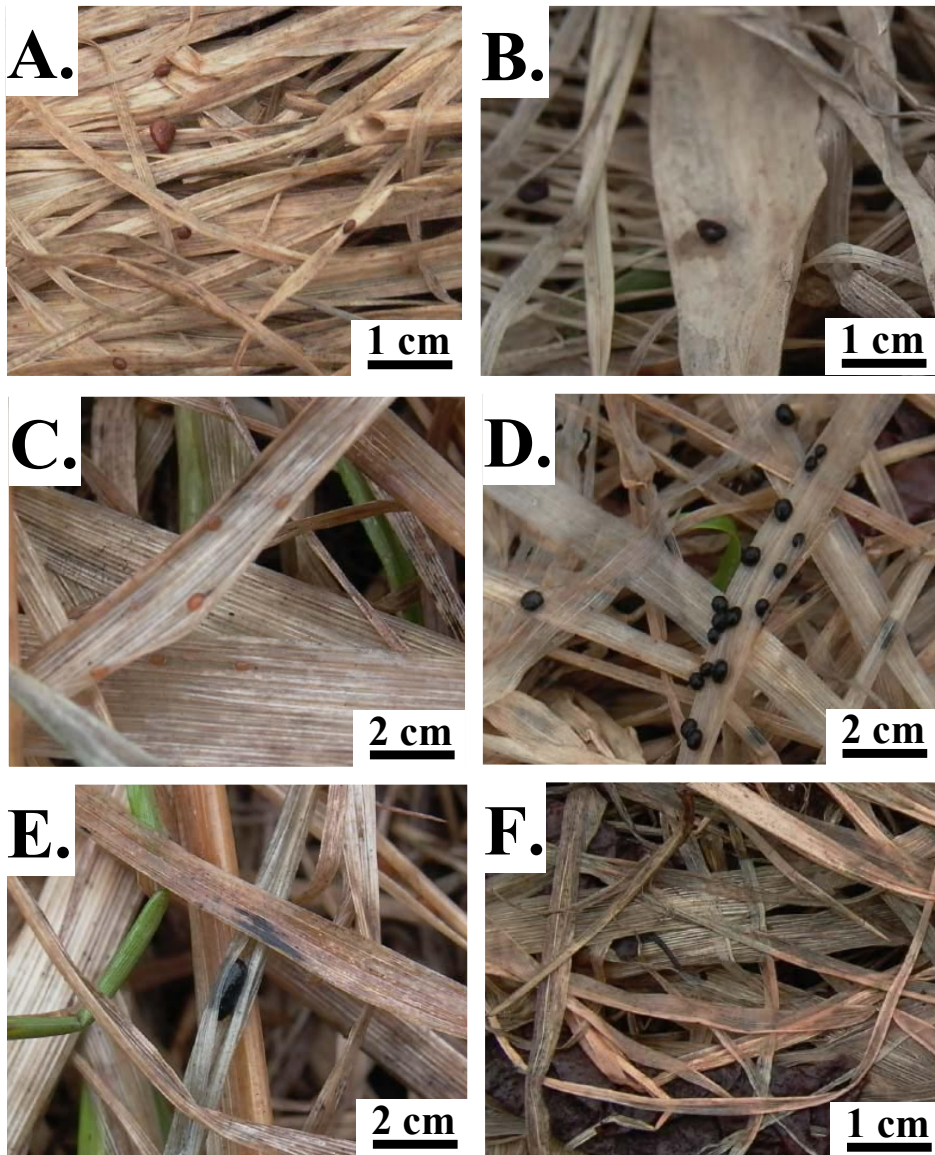


図2. 雪腐病菌の病徴.

A. イネ科牧草上のアカエガマノホタケの菌核 (鉄府, 礼文島); B. ササの葉の上に形成したアカエガマノホタケの菌核 (鉄府, 礼文島); C. イネ科牧草上のフユガレガマノホタケの菌核 (杓形, 利尻島); D. イネ科牧草上のイシカリガマノホタケの菌核 (杓形, 利尻島); E. イネ科牧草上の雪腐大粒菌核病菌の菌核 (杓形, 利尻島); F. イネ科牧草上の紅色雪腐病菌の病徴 (杓形, 利尻島)

Figure 2. Symptoms of snow mold fungi from Rishiri and Rebun Islands.

A. Sclerotia of *Typhula phacorrhiza* on meadow grasses (Teppu, Rebun Is.); B. Sclerotia of *Typhula phacorrhiza* on bamboo leaves (Teppu, Rebun Is.); C. Sclerotia of grey snow mold, *Typhula incarnata* on meadow grasses (Kutsugata, Rishiri Is.); D. Sclerotia of speckled snow mold, *Typhula ishikariensis* on meadow grasses (Kutsugata, Rishiri Is.); E. Sclerotium of sclerotinia snow mold, *Sclerotinia borealis* on meadow grasses (Kutsugata, Rishiri Is.); F. Symptom of pink snow mold, *Microdochium nivale* on meadow grasses (Kutsugata, Rishiri Is.).

紅色雪腐病菌 (図 2F)

Microdochium nivale (Fr.) Samuels and Hallet

完全世代 *Monographella nivalis* (Schaf.) E. Müller

利尻島：鴛泊，沓形，仙法志，野中，金崎

礼文島：香深，尺忍，道場牧場跡，船泊，鉄府

利尻・礼文両島の低地に広く分布する。他の雪腐病菌と混発することが多いが、優占種とはなることは少ない。

利尻・礼文両島におけるイシカリガマノホタケの個体群構造

両島から採取したイシカリガマノホタケ生物種 I および II の分離頻度を表 2 に示した。利尻島では鴛泊を除く、他の 6 ケ所の採取地では生物種 II しか確認できなかった。鴛泊で採取された生物種 I の大多数は利尻富士町舎周辺の芝生から得られたものであることから、鴛泊で採取した生物種 I は道北の他地域から人為的に持ち込まれた可能性が高いと推察される。一方、礼文島では浜中を除き、他の 6 ケ所ではいずれも生物種 I が高頻度で分離されてい

る。特に久種湖畔のように人の影響の少ない場所は植物病原菌にとって余り快適な生息場所では無い。

宿主は「野良生え」のクローバーであったが、周囲の環境を考慮すると利尻島（鴛泊）の生物種 I の様に人為的に持ち込まれた菌株ではないように思われる。サハリン島ユジノサハリンスク市周辺におけるイシカリガマノホタケの分離割合（全分離株数：28 株中）、生物種 I / 生物種 II は 1.23 であった。一方、利尻島（同：220 株）での生物種 I / 生物種 II は 0.38、礼文島（同：191 株）での値は 0.73 となり、礼文島はサハリンに近い傾向を示した。

利尻島の中心に存在する利尻山は約 20 万年前から数千年前まで火山活動が継続したことが知られている（石塚, 1999）。過去の利尻山の噴火によって、同島の植生に大きな影響を受けたことは容易に想像される。大規模な噴火によってイシカリガマノホタケの宿主となる植物群の分布域は狭められ、イシカリガマノホタケも個体数を減らしたかも知れない。植生の回復後、イシカリガマノホタケの個体数も増加に転じ、その際には病原性（適応度）の高い生物種 II の増加率が高く、利尻島における優占種に

表 2 利尻・礼文両島におけるイシカリガマノホタケ生物種 I および II の分離頻度

Table II. Isolations of *Typhula ishikariensis* biological species I and II from Rishiri and Rebun Island.

採取地名	生物種 I (%)	生物種 II (%)	生物種 I の分離総数	生物種 I 内 VCG* 総数	スーパー VCG の有無
Localities	Biological species I	Biological species II	Total number of BS I **	Total number of VCGs in BSI	Presence of super VCG
利尻島 / Rishiri Island					
鴛泊 / Oshidomari					
市街地 / town	62.5	37.5	57	6	有 / + ***
旧牧草地 / meadows	33.3	66.7	3	2	有 / +
沓形 / Kutsugata	0.0	100.0	0	0	
仙法志 / Senhoushi	0.0	100.0	0	0	
南浜 / Minamihama	0.0	100.0	0	0	
金崎 / Kanesaki	0.0	100.0	0	0	
鬼脇 / Oniwaki	0.0	100.0	0	0	
旭浜 / Asahihama	0.0	100.0	0	0	
礼文島 / Rebun Island					
香深 / Kabuka	33.3	66.7	10	4	無 / - ****
尺忍 / Shakunin	100.0	0.0	17	4	有 / +
船泊 / Funadomari	50.0	50.0	12	4	無 / -
道場牧場跡地 / old Dôjyo meadow	20.0	80.0	10	1	有 / +
久種湖畔 / Kushu lake	100.0	0.0	20	5	有 / +
鉄府 / Teppu	50.0	50.0	15	5	無 / -
浜中 / Hamanaka	0.0	100.0	0	0	

* VCG : vegetative compatibility group, **BS I : biological species I, *** + : presence of super VCG, **** - : absence of super VCG.

なつたと想像される。一方、礼文島は火山島では無いため、隣接する利尻島の噴火の影響を受けるものの、イシカリガマノホタケがサハリン周辺から南下した際のより古い個体群構造を保持しているのかも知れない。この点については、以下に示すスーパー VCG の遺伝子分析と共に今後の課題としたい。

利尻・礼文両島におけるイシカリガマノホタケスーパー VCG の分布

今回採取した菌株内のスーパー VCG の有無について表 2 に示した。両島で採取した生物種 I の中にはいずれも枝幸で採取したスーパー VCG 菌株と体細胞和合性を示す菌株が存在した。先に示したように利尻島の生物種 I は人為的分布の可能性が高いが、礼文島ではその可能性は低い。礼文島にはイシカリガマノホタケが氷河期にサハリン周辺から南下した際の遺存種と思われる菌群が存在する可能性が高いと推定される。今後、サハリン、礼文島、道北のスーパー VCG の RAPD あるいはマイクロサテライト法などの DNA レベルでの比較を行い、この仮説の検証を行う予定である。

引用文献

- Bruehl, G. W., Machtmes, R. & Kiyomoto, R., 1975. Taxonomic relationships among *Typhula* species as revealed by mating experiments. *Phytopathology*, 65: 1109-1114.
- Iriki, N., Gaudet, D. A., Tronsmo, A. M., Matsumoto, N., Yoshida, M. & Nishimune, A. (eds.), 2001. Low Temperature Plant Microbe Interactions under Snow. Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Sapporo.
- 石山哲爾, 1936. 樺太農作物病害雑記 (二). 病虫害雑誌, 23: 263-270.
- 石塚吉浩, 1999. 北海道北部, 利尻火山の形成史. 火山, 44: 23-40.
- 岩垂悟, 1971. 農林植物病害. 雑草に関する北海道文献目録 1881-1969 その I, II, III. 岩垂悟, 札幌.
- 岩垂悟, 1973. 北海道農作物病害目録 1881-1971. 岩垂悟, 札幌.
- Matsumoto, N. & Tajimi, A., 1993. Effect of cropping history on the population structure of *Typhula incarnata* and *T. ishikariensis*. *Canadian Journal of Botany*, 71: 1434-1440.
- Matsumoto, N., Uchiyama, K & Tsushima, S. 1996. Genets of *Typhula ishikariensis* biotype A belonging to a vegetative compatibility group. *Canadian Journal of Botany*, 74: 1695-1700.
- 松本直幸, 1997. 雪腐病菌における進化・適応. 土と微生物, 50: 13-19.
- Matsumoto, N., Kawakami, A. & Izutsu, S. 2000. Distribution of *Typhula ishikariensis* Biotype A isolates belonging to a predominant mycelial compatibility group. *Journal of General Plant Pathology*, 66: 103-108.
- 成田武四, 1980. 北海道農作物病害総覧. 北海道農務部改良課, 札幌.
- 田中一郎・福地宏平, 1946. 北海道に於いて麦類大粒菌核病を惹起する *Sclerotinia graminearum* ELEN. に就て. 農業及園芸, 21: 141-142.