

水田転換後の経過年数に伴う雪腐病菌の変遷

竹中 重仁

Shigehito TAKENAKA: Annual changes in kinds of snow mold fungi in converted paddy fields

Summary

The purpose of this study was to clarify annual changes in kinds of snow mold fungi distributed in clayey gley converted paddy fields with continuous cropping of winter cereals. During winter months of 1987-1988 and 1988-1989, snow mold fungi were isolated from both soils and rotted barley leaves in converted paddy fields having different cultivation histories, where changes in the isolation frequencies of pathogens were investigated for four years. Only *Pythium paddicum* was detected in converted paddy fields where barley was planted for the first, second and third times. When the cultivation of barley continued for more than three years, *P. iwayamai* could be also isolated simultaneously with *P. paddicum* from the converted paddy field. In converted fields where the cultivation of winter cereals continued for more than 10 years, *P. iwayamai* and *Typhula incarnata* were prevalent. These results indicate that kinds of snow mold fungi distributed in converted paddy fields change from *P. paddicum* to *P. iwayamai* and *T. incarnata* with continuous cropping of winter cereals. When the fields where *P. iwayamai* and *T. incarnata* had been prevalent were flooded for 46 days in summer, *T. incarnata* population remarkably decreased, but *P. iwayamai* population was not reduced even when the treatment continued for four years. This result suggests that there are unknown factors other than high CO₂ concentrations influencing the different distributions of *P. paddicum* and *P. iwayamai*.

北陸地域で主に発生する雪腐病は、褐色雪腐病 (*Pythium paddicum*, *P. iwayamai*)、雪腐褐色小粒菌核病 (*Typhula incarnata*) および紅色雪腐病 (*Fusarium nivale*) の3種類である。これら雪腐病の発生生態に関する既往の報告によれば、褐色雪腐病菌は典型的な土壌生息菌であり、土壌条件の違いにより病原菌の種類が異なる。すなわち水田土壌中には *P. paddicum* が、畑土壌中には *P. iwayamai* が主に生息しており、そこに麦類を栽培すると、各土壌に生息している菌による褐色雪腐病が発生する⁶⁾。また、雪腐褐色小粒菌核病は水田より畑でその発生量が多く、その原因は菌核が畑状態では越冬できるのに対し、水田状態では越冬できないためである⁹⁾。紅色雪腐病は比較的排水良好な場所に局部的に発生し、当地域では罹病種子が本病の第一次伝染源として重要な役割を果たしている³⁾。

そこで本研究では、来歴の異なる圃場に生息する菌の種類と密度の推移の法則性を明らかにするため、4年間来歴の異なる圃場を用いて、そこに分布する雪腐病菌の種類とそれに伴うムギの被害程度を調査したので、その結果をここに報告する。

本研究を行うに当たり、元北陸農業試験場水田利用部病害研究室長の鈴木穂積氏および現病害研究室長山元剛氏には有益な御助言を頂いた。ここに記して深謝の意を表

する。

材料および方法

1. 来歴の異なる圃場に分布する雪腐病菌の種類とムギの被害程度との関係

1) 実験 I (1987年秋期~1988年春期)

北陸農業試験場内の水田転換初年畑 (圃場番号Na.1)、10年以上のムギ連作畑 (Na.2 圃場) およびNa.2 圃場の一部を夏期に46日間湛水処理した畑 (Na.2' 圃場) にオオムギ品種カシマムギを10月5日に播種し、以下の調査を行った。

積雪前における各圃場からの雪腐病菌の検出: 12月9日 (根雪前46日) に、上記3圃場の数カ所から表層土を採集し、室温で1日風乾した後、孔径4mmのふるいを通して被検土を調製した。また被検土中の雪腐病菌の捕捉用植物として、耐雪性弱のコムギ品種農林61号を20×1.5×5cmの薄型塩化ビニール製ポットに10粒ずつ播種し、20℃の人工気象室で1週間育苗した1葉齢の幼苗を用いた。上記被検土を20.5×27×5cmの箱に、乾土計算で450g敷き詰め、その上に植物体が触れるようにポットを倒し、吸水脱脂綿をのせて0.5℃の冷蔵庫内に収納した (以下捕捉法Iと呼ぶ)。45日後にポットを取り出して腐敗葉を水洗した後、70%エタノール液および0.1%次亜塩素酸ナトリウム液で順次表面殺菌した。その後2.5%葉寒天培地上に置床し、0.5℃で約2週間培養し、

伸長してきた菌糸をトウモロコシ粗粉培地あるいはジャガイモ寒天培地に移植して、各器官の形態から種を同定した。

積雪下で各圃場に発生した雪腐病の種類とムギの被害程度の調査：本年度の根雪始めは1月24日、融雪日が3月17日で根雪日数は53日であった。そのため、根雪日数60日と75日の試験区は、発泡スチロールと断熱シートを用いて融雪遅延処理を行った。上記3圃場の積雪下における雪腐病の発病経過を調査するため、根雪日数30日、40日、60日および75日後に雪を掘り、各圃場からムギの腐敗葉を採取して菌の分離・同定を行った。また、各圃場当たり30個体のムギを株上げし、ガラス室で再生させ、生存基率を調査した。

2) 実験II (1988年秋期～1989年春期)

供試圃場として、北陸農試内のオオムギ品種ミノリムギを播種した①水田転換初年畑(No.3圃場)、②水田転換2年畑(前年のNo.1圃場)、ムギ連作畑(前年のNo.2圃場)、④No.2圃場に隣接した前年までダイズ作のムギ作初年畑(No.4圃場)、⑤連作畑を2年連続して夏期に46日間湛水処理した畑(前年のNo.2圃場)を用いた。積雪前における各圃場からの雪腐病菌の検出は、実験Iと同様に、捕捉法Iを用いた。ただし、0.5℃の低温室内の収納期間を10、20、30、40日間の4水準設け、所定の期間後に植物体を低温室から取り出し、一部の植物体については腐敗葉(腐敗葉がない場合は葉先)から菌を分離・同定した。また残りの植物体については、ガラス室で再生させ生存株率を調査し、各圃場の発病力を比較した。

本年度は少雪年で10cm以上の積雪日数が0日であったため、圃場で実際に感染していた被害株からの菌の分離・同定はできなかった。

2. 水田転換後の経過年数に伴う雪腐病菌の変遷

同一圃場を用いて転換後の経過年数とそこに生息する雪腐病菌の推移を調査した事例がないため、1989年秋期～1990年春期と1990年秋期～1991年春期の2年間、引続き実験Iと同一の圃場から、積雪前および根雪下にそれぞれ菌を検出した。

実験Iで供試したNo.1、No.2およびNo.2'圃場にオオム

ギ品種ミノリムギを播種し、積雪前は土壌から、積雪下は植物体から各々菌を分離・同定した。No.2'圃場は実験I、IIと同様、2年とも夏期に46日間湛水処理を行った。積雪前における各圃場からの雪腐病菌の検出には1989年秋期～1990年春期は捕捉法Iを用いた。1990年秋期～1991年春期は、33×56.5×12cmのポットで茎数約8本まで育苗したミノリムギを捕捉植物として供試し、被検土をポット当たり1,000mlずつ敷き詰め、植物体をその上に倒し、吸水脱脂綿をのせて0.5℃の冷蔵庫内に8日間収納して土壌中の雪腐病菌を捕捉させた。

1989年～1990年は少雪年で10cm以上の積雪日数が29日間しかなかったため、発泡スチロールと断熱シートを用いて融雪遅延処理を行い、根雪日数44日区を設け、被害株から菌を分離・同定した。1990年～1991年は根雪日数が60日間あり、融雪後に各圃場より罹病組織を採取して菌を分離・同定した。

結 果

1. 来歴の異なる圃場に分布する雪腐病菌の種類とムギの被害程度との関係

1) 実験I

根雪前に各圃場の土壌中から分離された雪腐病菌は、転換初年畑からは *P. paddicum* と *P. okanoganense* の2菌が、連作畑からは *P. paddicum*、*P. iwayamai* および *T. incarnata* の3菌が、湛水畑からは *P. paddicum* と *P. iwayamai* の2菌が、それぞれ分離された(Table 1)。各菌の分離頻度は転換初年畑では *P. paddicum* が、連作畑と湛水畑では *P. iwayamai* が最も高かった。

積雪下における各圃場のムギの腐敗葉から分離された雪腐病菌は、根雪日数30～75日の間、転換初年畑からは *P. paddicum* のみが、連作畑からは主に *P. iwayamai* が分離され、*T. incarnata* は根雪日数45日以降から分離され始めた。一方、湛水畑からは *T. incarnata* は分離されず、主に *P. iwayamai* が分離された(Table 2)。

各圃場でのムギの生存基率は根雪日数45および60日において、連作畑が初年畑および湛水畑に比べて明らかに低かったが、根雪日数75日では連作畑と湛水畑の間に

Table 1. Isolation frequency of snow mold fungi from soils of fields having different cultivation histories before snow cover using a indexing method¹⁾ (1987-1988)

Field ²⁾	Number of leaf pieces used	Number of isolates			
		<i>P. paddicum</i>	<i>P. iwayamai</i>	<i>P. okanoganense</i>	<i>T. incarnata</i>
No. 1	26	20	0	1	0
No. 2	28	5	12	0	3
No. 2'	29	1	7	0	0

1) Wheat seedlings (cv. Norin No. 61) were incubated at 0.5℃ for 45 days with each soil collected from survey fields before snow cover.

2) No. 1 : a converted paddy field where barley was first planted.

No. 2 : a converted paddy field where the cultivation of winter cereals continued for more than 10 years.

No. 2' : Part of No. 2 flooded for 46 days in summer.

Table 2. Isolation frequency of snow mold fungi from rotted barley leaves in fields having different cultivation histories under snow cover (1987-1988)

Continuous snow cover duration	Field ¹⁾	Number of leaf pieces used	Number of isolates			
			<i>P. paddicum</i>	<i>P. iwayamai</i>	<i>P. okanoganense</i>	<i>T. incarnata</i>
30 days	No. 1	4	1	0	0	0
	No. 2	10	0	10	0	0
	No. 2'	4	0	3	0	0
45 days	No. 1	8	7	0	0	0
	No. 2	13	0	7	0	5
	No. 2'	6	0	2	0	0
60 days	No. 1	10	10	0	0	0
	No. 2	10	0	5	0	5
	No. 2'	10	1	10	0	0
75 days	No. 1	10	7	0	0	0
	No. 2	10	0	4	0	3
	No. 2'	9	0	5	0	0

1) No. 1 : a converted paddy field where barley was first planted.

No. 2 : a converted paddy field where the cultivation of winter cereals continued for more than 10 years.

No. 2' : Part of No. 2 flooded for 46 days in summer.

有意差は認められなかった。しかし、連作畑と転換初年畑の生存莖率間には根雪後75日でも有意差が認められた (Fig. 1)。

2) 実験II

転換初年畑のNo. 3 圃場の土壌からは *P. paddicum* が、本年は転換2年目に相当するNo. 1 圃場からは、前年と同様、*P. paddicum* のみが分離されたが、その分離頻度はNo. 3 圃場に比べて高い値を示した (Table 3)。連作畑のNo. 2 圃場は前年と同様、主に *P. iwayamai* が分離され、前年に引き続き夏期に46日間湛水処理したNo. 2' 圃場でも、相変わらず *P. iwayamai* がNo. 2 圃場と同程度分離された。前年までダイズ作であったムギ初年畑のNo. 4 圃場も *P. iwayamai* が分離されたが、低温期間20日での本菌の分離頻度は連作畑、湛水畑に比べ低かった。また *T. incarnata* は連作畑からのみ分離された。

低温期間30日における生存株率は、転換初年畑 > 2年畑 > ムギ作初年畑 > 湛水畑 > 連作畑の順で高く、低温期間40日になると、連作畑、ムギ作初年畑および湛水畑での生存株率が同程度になったが、これらと転換初年畑および2年畑との間には有意な差があった (Fig. 2)。

2. 水田転換後の経過年数に伴う雪腐病菌の変遷

1989~1990年と1990~1991年の2年間に、根雪前および積雪下の各圃場から分離された雪腐病菌は Table 4の通りである。No. 1 圃場からは、転換後3年目でも依然として *P. paddicum* しか分離されなかったが、転換4年目になると *P. paddicum* と *P. iwayamai* の2菌が分離され、積雪下における罹病植物からは後者が前者より若干多く分離された。連作畑であるNo. 2 圃場からは、ほぼ *P.*

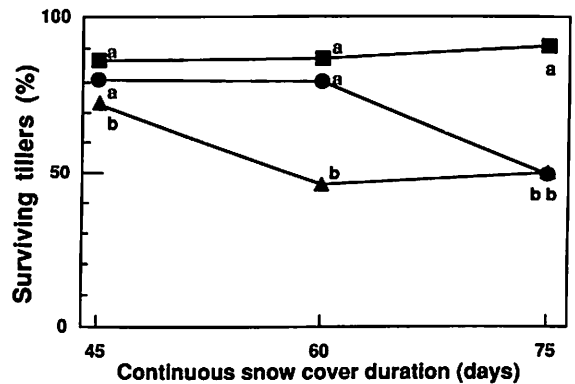


Fig. 1. Survival of winter barleys in the fields No. 1 (■), No. 2 (●) and No. 2' (▲) after varying duration of continuous snow cover during 1987-1988.

No.1: a converted paddy field where barley was first planted.

No.2: a converted paddy field where the cultivation of winter cereals continued for more than 10 years.

No.2': Part of No. 2 flooded for 46 days in summer.

Data are the means of 30 plants.

For statistical comparison, arc sin $\sqrt{\%}$ transformed values are used. Values at each snow cover duration followed by the same letter do not differ at $p=0.05$, using Duncan's multiple range test.

Table 3. Isolation frequency of snow mold fungi from soils of fields having different cultivation histories before snow cover using an indexing method¹⁾(1988-1989)

Incubation period at 0.5°C	Field ²⁾	Number of leaf pieces used	Number of isolates		
			<i>P. paddicum</i>	<i>P. iwayamai</i>	<i>T. incarnata</i>
10 days	No. 3	15	2	0	0
	No. 1	15	0	0	0
	No. 4	15	0	0	0
	No. 2	15	0	2	0
	No. 2'	15	0	0	0
20 days	No. 3	15	2	0	0
	No. 1	15	7	0	0
	No. 4	15	0	3	0
	No. 2	15	0	10	0
	No. 2'	14	0	7	0
30 days	No. 3	15	2	0	0
	No. 1	14	11	0	0
	No. 4	15	0	12	0
	No. 2	15	1	7	0
	No. 2'	13	0	9	0
40 days	No. 3	15	6	0	0
	No. 1	15	11	0	0
	No. 4	15	0	10	0
	No. 2	15	0	3	2
	No. 2'	13	0	6	0

- 1) Wheat seedlings (cv. Norin No. 61) were incubated at 0.5°C for 10 to 45 days with each soil collected from survey fields before snow cover.
- 2) No. 3 : a converted paddy field where barley was first planted.
 No. 1 : a converted paddy field where barley was planted for the second time.
 No. 4 : a converted paddy field where the cultivation of soybean continued for more than 10 years.
 No. 2 : a converted paddy field where the cultivation of winter cereals continued for more than 10 years.
 No. 2' : Part of No. 2 flooded for 46 days in summer on two successive years.

iwayamai のみが分離され、前年まで分離されていた *T. incarnata* がこの2年間は分離されなかった。No. 2'圃場からは両年とも *P. iwayamai* がNo. 2と同程度分離され、連作畑を4年連続して夏期に湛水しても、*P. iwayamai* は一向に抑制されなかった。

考 察

畑地のムギに発生する褐色雪腐病は *P. iwayamai* が主要な病原菌で、水田転作のムギに発生する褐色雪腐病の病原菌は *P. paddicum* であることが、平根¹⁾により初めて報告された。その後、高松ら²⁾はより広い地域を対象に精力的な調査を行い、水田転作初年畑でも排水程度の違いにより被害株から分離される菌の種類が異なり、排水の悪い湿田からは *P. paddicum* が、排水の良い乾田からは本菌の他に *P. iwayamai* も分離されることを報告している。また、ムギの栽培歴がない圃場にも褐色雪腐病菌は普遍的に生息し、水田土壌中には *P. paddicum* が、畑土壌中には *P. iwayamai* が生息していることを明

らかにした³⁾。しかし、今まで水田転作後の経過年数とそこに生息する雪腐病菌の推移を調べた事例がないため、本試験では、北陸農試内の来歴の異なる圃場を用いて、そこに分布する菌の種類とムギの被害程度を比較した。また、同一圃場に分布する菌の種類を4年間にわたって調査した。

本試験に用いた北陸農試内の水田転換初年畑は排水不良の細粒強グライ土で、ほぼ *P. paddicum* のみが分離され、転換2年畑でも初年畑と同様、本菌のみが分布していた。しかし両者の分離頻度および発病力の比較から、ムギを栽培することにより *P. paddicum* の菌量が増加するものと考えられる。一方ムギ連作畑では *P. iwayamai* と *T. incarnata* が主要な雪腐病菌であり、根雪前半は前者が主に分離され、根雪後半は後者であった。この結果は、竹中ら⁴⁾の観察および高松⁷⁾の分離試験の結果とほぼ一致した。またムギ初年畑は連作畑と同様 *P. iwayamai* が主に分布していたが、分離率と発病力の比較から *P. iwayamai* の分布密度は連作畑に比べて低い

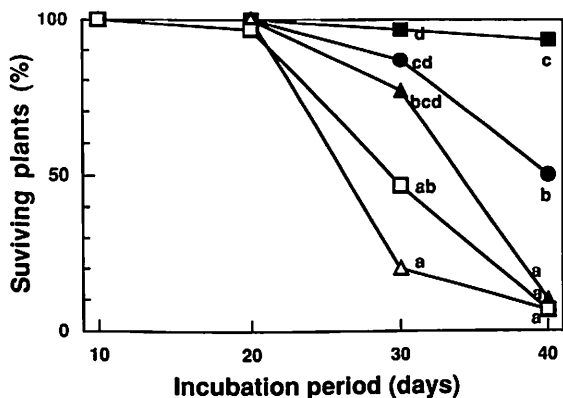


Fig. 2. Survival of indicator plants (wheat cultivar Norin No. 61) after incubation at 0.5°C with soils of fields No. 3 (■), No. 1 (●), No. 4 (▲), No. 2 (△) and No. 2' (□).

No.3: a converted paddy field where barley was first planted.

No.1: a converted paddy field where barley was planted for the second time.

No.4: a converted paddy field where the cultivation of soybean continued for more than 10 years.

No.2: a converted paddy field where the cultivation of winter cereals continued for more than 10 years.

No.2': Part of No.2 flooded for 46 days in summer on two successive years.

Data are the means of 3 pots (10 plants per pot).

For statistical comparison, arc sin $\sqrt{\%}$ transformed values are used. Values at each snow cover duration followed by the same letter do not differ at $p=0.05$, using Duncan's multiple range test.

と推察された。つまり、ムギを連作することにより、畑では *P. iwayamai* の密度が増加するものと考えられる。上記3菌の内では *P. iwayamai* が最も病原力が強いことが知られており⁴⁾、その *P. iwayamai* が分布する圃場では、同菌の分布しない圃場に比べてムギの被害程度が高くなること、各試験圃場におけるムギの被害程度調査の結果から明らかとなった。さらに *T. incarnata* と本菌が共存する連作畑では被害がより一層高まることが判明した。

P. paddicum のみが生息する水田転換初年畑に4年間ムギを連作して、そこに生息する菌の推移を調べた結果、転換3年目まではほぼ *P. paddicum* しか分離されなかったが、4年目になると *P. iwayamai* も分離され始め、両菌が共存した。本試験圃場は典型的な細粒強グライ土であったため、畑地化が遅く4年後になって *P. iwayamai* が定着し始めたが、乾田ではもっと短期間で

畑地化が進むことから、*P. iwayamai* の定着も早いものと考えられる。しかし *P. iwayamai* が、どこから侵入して定着し始めるのかは不明で、今後明らかにする必要がある。

高松⁷⁾は水田土壌中に *P. paddicum* が生息し、*P. iwayamai* が生息できない理由を、両菌の CO_2 に対する耐性の違いで説明している。しかし、本試験で *P. iwayamai* が主に生息する連作畑を、4年連続で夏期に湛水処理し、高濃度 CO_2 状態にしても、*P. iwayamai* の分布密度は無処理区と同等でほとんど減少しなかった。このことから、両菌の分布を制限している要因として、 CO_2 濃度に対する耐性以外の要因も主に関与しているものと思われる。

本試験において *T. incarnata* は連作畑からのみ分離され、その他の圃場では検出できなかった。このことから、本菌はムギを連作することにより、菌密度が増加するものと思われる。一方、本菌は *P. iwayamai* と異なり、湛水処理すると検出されてこなくなり、菌核が畑状態では越冬できるが、水田状態では越冬できないという山元の報告⁹⁾と一致した。しかし、1989年～1991年の2年間は融雪後の被害葉から連作畑の一部で菌核が観察されたものの、本菌が分離されなかった。この理由は前年の3年間で少雪年であったため、根雪後半に主に蔓延する *T. incarnata* が十分に活動できる期間が短く、菌の分布密度がかなり減少した結果分離されなかったものと思われる。転換初年畑でも時々被害葉上に *T. incarnata* の菌核が形成されているの観察されることから、Matsumoto et al.²⁾は本菌の担子胞子による空気伝染の可能性を指摘している。しかし、①研究期間中連作畑において本菌の子実体を観察できなかったことおよび②夏期に湛水すると融雪後に本菌が検出されなかったことから、北陸地域では *T. incarnata* の担子胞子による空気伝染の頻度は低く、土壌伝染が主体と考えられる。

以上4年間にわたる試験結果から、来歴の異なる圃場に生息する雪腐病菌の種類と密度の推移の法則性を推論することができた。すなわち、細粒強グライ土の水田転換初年畑には病原力の弱い *P. paddicum* が生息しており、そこにムギを栽培することにより本菌による雪腐病が発生する。その後ムギの連作により本菌の菌量がある程度増加するが、転換4年目頃から生息菌が *P. paddicum* から病原力の強い *P. iwayamai* へと質的に変化する。また *T. incarnata* も、ムギの連作および土壌の畑地化に伴い分布密度が増加することから、その後さらにムギを連作することにより、生息菌が *P. paddicum* から *P. iwayamai* と *T. incarnata* にほぼ完全に変化し、それによりムギの被害が増大する。しかし、これら3菌の分布密度の推移は、あくまでも各菌が十分活動できるだけの降雪が毎年続いた場合を想定しており、少雪年では特に *T. incarnata* の分布密度が減少するものと思われる。

Table 4. Changes in isolation frequency of snow mold fungi from fields having different cultivation histories

Field	Pathogen	1989-1990		1990-1991	
		Before snow cover ¹⁾	Just after snow melt ²⁾	Before snow cover ³⁾	Just after snow melt ⁴⁾
No. 1	<i>P. paddicum</i>	0/15 ⁵⁾	5/12	10/15	3/15
	<i>P. iwayamai</i>	0/15	0/12	3/15	5/15
	<i>T. incarnata</i>	0/15	0/12	0/15	0/15
No. 2	<i>P. paddicum</i>	1/15	0/14	0/15	0/15
	<i>P. iwayamai</i>	6/15	5/14	6/15	9/15
	<i>T. incarnata</i>	0/15	0/14	0/15	0/15
No. 2 ⁶⁾	<i>P. paddicum</i>	1/15	—	0/15	0/15
	<i>P. iwayamai</i>	7/15	—	7/15	12/15
	<i>T. incarnata</i>	0/15	—	0/15	0/15

- 1) Wheat seedlings (cv. Norin No. 61) were incubated at 0.5°C for 40 days with each soil collected from survey fields before snow cover.
- 2) After 44 days of the continuous snow cover.
- 3) Barley plants (cv. Minorimugi) were incubated at 0.5°C for 81 days with each soil collected from survey fields before snow cover.
- 4) After 60 days of the continuous snow cover.
- 5) Ratio of number of isolates to that of leaf pieces used.
- 6) Part of No. 2 was flooded for 46 days in every summer.

摘 要

圃場の前歴からそこに分布する雪腐病菌の種類と密度を推定できるようにするため、来歴の異なる圃場に生息する菌の種類と密度の推移の法則性を明らかにした。その結果、細粒強グライ土の水田転換初年畑にはほぼ *P. paddicum* のみが生息しており、そこにムギを栽培することにより本菌の菌量が増加する。その後ムギを連作することにより、転換4年目頃から生息菌が *P. paddicum* から *P. iwayamai* へと質的に変化する。また、北陸地域では *T. incarnata* は土壌伝染が主で、ムギを連作することにより、そこに分布する雪腐病菌が *P. paddicum* からほぼ完全に *P. iwayamai* と *T. incarnata* になり、ムギの被害が増大することが明らかとなった。また、4年連続して *P. iwayamai* の分布する圃場を夏期46日間湛水状態にしても本菌は抑制されなかったことから、*P. paddicum* と *P. iwayamai* との分布を制限している要因として、既に報告されている CO₂ 濃度以外の要因も主に関与しているものと考えられた。

引用文献

- 1) 平根誠一 (1955) 麦類褐色雪腐病の防除に関する研究. 農業改良技術資料 60: 1~86.
- 2) Matsumoto, N. and Tajimi, A. (1985) Field survival

of sclerotia of *Typhula incarnata* and of *T. ishikariensis* biotype A. Can. J. Bot. 63: 1126~1128.

- 3) 高松進・川久保幸雄・今村和夫 (1986) 福井県嶺北地方におけるムギ雪腐病の発生状況. 福井農試報 23: 27~40.
- 4) 高松進・川久保幸雄・杉本達美 (1987) 数種ムギ褐色雪腐病菌の病原力比較. 福井農試報 24: 15~24.
- 5) 高松進・一谷多喜郎 (1987) 水田転換畑および畑地で栽培されたムギ類からの主要な褐色雪腐病の検出. 日植病報 53: 56~59.
- 6) Takamatsu, S. and Ichitani, T. (1987) Detection of Pythium snow rot fungi in the soils having no cultivation history of wheat and barley. Ann. Phytopath. Soc. Japan 53: 82~85.
- 7) 高松進 (1989) 麦類雪腐病—とくに褐色雪腐病の発生生態に関する研究. 福井県農業試験場特別報告 9: 1~135.
- 8) 竹中重仁・吉野嶺一・山田昌雄 (1986) 圃場におけるムギ雪腐病の発生経過と被害の品種差. 日植病報 52: 102.
- 9) 山元剛 (1983) 水田転作とイネ科作物雪腐褐色小粒菌核病. 今月の農業 27: 24~30.

(1991年 11月22日 受領)