

いもち菌胞子の発芽、付着器形成に及ぼす温度の影響

鈴木 穂 積 (農林省北陸農業試験場)

いもち病の発生と温度との関係は古くから研究されている。しかし発病を付着胞子の発芽、付着器形成、侵入、組織内進展に区分して考えると、これらの侵入、進展過程と温度との関係は明瞭になっているわけではない。例えば、感染の初期の段階とみられる付着器形成についてみても、その適温範囲は研究者によって様々である¹⁾²⁾³⁾⁵⁾。この原因は、付着器形成の要因が、十分に解明されていないために、実験時によって温度に対する形成反応が変動することによると考えられる。

著者は、採集胞子数によって、いもち病発生予察を行なう場合に、付着胞子の侵入可能胞子数、即ち付着器形成胞子数によって、採集胞子数を補正し、より正確な予察が可能になることを報告したが、胞子の付着器形成は温度の影響が強いと推定されたので 2・3 の実験を行なった結果を報告する。

I 付着器形成と温度との関係

1 圃場試験 試験方法 いもち病多発田の畦間中央に、スライドを水平においた。スライドの高さは常時草冠高に位置するようにした。スライド露出時間は、年間で晴天日にもっとも葉上水滴存在時間の短いときを基準として、18時から翌日6時まで行ない、スライドに自然に落下し付着する胞子の付着器形成率を調査した。試験期間は5月20日から10月31日まで毎日、1967、'68年の2カ年行なった。温度はスライド側近にサーミスター温度計を設置して、その部分の気温を測定した。

試験結果 著者はさきに、雨滴と露・溢液とでは付着器形成に対し異質に作用することを報告した。そこで得られた結果は晴天・曇天と雨天とに分けて、温度別に集計した。このときの温度は23時から6時までの平均値であり、最低と最高の差は平均1.9°Cであった。また、各温度の少数点以下は切下げた。その結果は第1表に示すとおりである。

この表からわかるように、測定し得た温度範囲は晴天・曇天日では9~11°Cおよび15~26°Cであり、雨天日は9~24°Cであった。そして、いずれの温度でも雨天は晴天・曇天にくらべ高い付着器形成率を示している。

温度別に付着器形成率をみると、晴天では形成率は10%以下で、温度差が明瞭でないが、16°Cから24°Cまでやや形成率が高いようであり、11°C以下、26°C以上で

第1表 自然落下付着胞子の付着器形成率と温度との関係

温 度 (C°)	晴 天・曇 天	雨 天
9	0%	0%
10	0	0
11	0	14
12	—	25
13	—	28
14	—	23
15	2	24
16	7	49
17	6	37
18	7	32
19	7	45
20	8	36
21	8	44
22	10	48
23	7	52
24	7	48
25	3	—
26	0	—

形成が認められなかった。雨天では多少の変動はあるが晴天同様16°Cから24°Cにおいて付着器形成率が良好で15°C以下ではややおとるように思われる。また、10°C以下では形成が認められなかったが、25°C以上の場合は該当気温がなく不明である。したがって、付着器形成は従来一般に考えられてきた発芽温度、培地上の菌糸伸長温度にくらべ、適温が低く、しかもその適温範囲は自然下の場合かなり広いものであることがわかる。

2 室内実験 前試験から付着器形成は、かなり低温下でも行なわれるような結果が得られ、従来の付着器形成に対する温度の影響についての定説とは異なっているように思われたので、この点を明確にするために実験を行なった。

試験方法 中国農試式で形成させた胞子形成面に水滴をおき、胞子の懸濁した水滴をスポイドでビンに集め、振盪後、これをスライド上に1滴とり、所定温度下で実験した。温度は31、28、25、20、16、14、5°Cの7温度段階である。発芽床はスライド、アルコールに1日以上浸漬保存したタマネギ表皮、セロファン⁶⁾の3種である。使用菌は研60—19であるが、菌株間の比較のために研53—33、研64—52、長87、研64—138、広65—182、北373、研64—38、研54—04、稲168、長61—14の10菌株を用いた。

試験結果 発芽と温度との関係をみると第2表に示

第2表 温度と発芽率との関係

発芽床	胞子の水中における状態	温度 (°C)	懸濁後の時間 (時)		
			2	3	4
スライド	沈下	31	1%	27%	52%
		28	1	11	87
		25	0	16	70
		20	0	15	66
		16	0	6	55
	14	0	0	54	
	5	0	0	0	
	浮上	31	0	17	56
		28	0	7	68
		25	0	14	58
20		0	14	66	
16		0	3	69	
14	0	0	52		
5	0	0	0		
タマネギ表皮	沈下	31	17	65	78
		28	45	86	82
		25	28	68	77
		20	9	28	40
		16	5	12	29
		14	2	8	12
5	0	0	0		
セロファン	沈下	31	55	88	96
		28	42	80	95
		25	36	70	91
		20	5	19	44
		16	1	8	19
		14	0	4	7
5	0	0	0		

すとおりである。

まず、発芽床別にみると、タマネギ表皮、セロファンはスライドより発芽が早い。また沈下胞子と浮上胞子間には発芽に差が認められない。発芽の経時変化をみるとスライドの場合は28°C以上では懸濁2時間目より認められ、16~25°Cでは3時間目より、14°Cでは4時間目より認められる。しかし5°Cでは8時間目になっても発芽が認められない。4時間目発芽率は28°Cでもっともよく、ついで25°C、20°Cの順で、16、14、31°Cでは同程度の発芽率であった。浮上胞子の場合には16~31°Cでは3時間目より発芽が始まり、14°Cでは4時間目より認められる。4時間目発芽率は14~31°Cまで同程度であった。タマネギの場合には14°C以上で2時間目より始まり、4時間目発芽率は28°Cでもっともよく、ついで31°Cと25°Cで、20°C、16°C、14°Cの順に発芽率が低下する。セロファンの場合も16°C以上で2時間後に発芽が始まり、14°Cでは3時間後に始まる。4時間目発芽率は多少の差はあるが、31°C、28°C、25°Cでもっとも高く、20°Cから急減し、16°C、14°Cの順に少なくなっている。以上は研60-19菌による結果であるが、他の供試菌株でも温度との関係は同一傾向を示し

第3表 温度と発芽管長

項目	温度 (°C)	平均発芽管長 (μ)	標準偏差
付着器を形成しない発芽管長	31	152.1	55
	28	131.7	49
	25	119.2	50
	20	65.6	44
	16	31.6	31
	14	18.5	19
	11	20.2	20
付着器を形成した発芽管長	31	121.7	51
	28	90.2	39
	25	71.8	39
	20	43.6	40
	16	24.9	26
	14	15.1	15
	11	15.8	14

第4表 温度と付着器形成率

発芽床	胞子の懸濁液内状態	温度 (°C)	懸濁後の時間 (時)							
			3	4	6	8	10	12	14	16
スライド	沈下	31	0%	1%	1%	1%	1%	1%	—%	—%
		28	0	1	1	8	10	14	14	15
		25	1	7	19	30	55	63	68	85
		20	0	2	29	65	72	96	96	83
		16	0	2	28	43	64	61	83	77
	14	0	0	6	29	31	58	64	81	
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	
	浮上	31	0	0	0	0	0	0	0	0
		28	0	0	0	2	9	10	13	32
		25	0	0	4	16	26	71	72	67
20		0	0	12	7	6	47	80	67	
16		0	0	3	6	12	44	83	89	
14	0	0	1	2	13	37	64	92		
5	0	0	0	0	0	0	0	0		
タマネギ表皮	沈下	31	—	0	1	3	10	12	13	12
		28	—	0	2	5	5	22	26	29
		25	—	0	2	22	46	67	69	75
		20	—	0	1	15	56	80	90	94
		16	—	0	0	4	29	57	75	87
		14	—	0	0	3	11	46	91	93
5	—	0	0	0	0	0	0	0		
イネ葉	沈下	31	—	1	2	23	31	27	35	46
		28	—	1	2	27	40	29	52	54
		25	—	3	11	30	39	55	67	69
		20	—	1	1	8	15	65	38	42
		16	—	1	1	3	7	53	16	28
		14	—	0	0	3	4	23	6	22
5	—	0	0	0	0	0	0	0		

注：イネ葉の形成率は概数

た。

発芽管長と温度との関係をみると第3表に示すとおりで

である。この表からわかるように、付着器形成の有無にかかわらず発芽管長は温度の高いほど長い。しかも高温ほど変動が多く、低温では変動が少ない。

次に付着器形成と温度との関係をみると第4表に示す

とおりである。

この表からわかるように、発芽床をスライドとした場合、沈下胞子では付着器形成始めは25°Cでは3時間目より、16°C、20°C、28°C、31°Cでは4時間目より、14°Cでは6時間目より認められる。12時間目の付着器形成状態をみると20°Cがもっとも高く、ついで25°C、16°C、14°Cの順で28°C、31°Cでは低い。浮上胞子では形成始めは14~25°Cで6時間目より、28°Cで8時間目より始まり、沈下胞子より遅い。12時間目の形成率は25°Cがもっとも高く、ついで20°C、16°C、14°C、28°Cの順であるが、14時間目以降になると、形成率は16°C、20°C、25°C、14°Cの順に低くなり、12時間目の場合と一致しない。これは浮上胞子は沈下胞子より付着器を形成しにくく、形成条件がととのうと集团的に形成が行なわれるためと考えられる。

タマネギ表皮の場合は形成始めは20~31°Cで6時間目より、14°C、16°Cで8時間目より行なわれ、12時間目の形成率は、20°C、25°C、16°C、14°C、28°C、31°Cの順となり、28°C以上の高温区ではスライドの場合より形成率が高い。イネ葉の場合には形成始めは16~31°Cで4時間目より、14°Cで8時間目より形成が始まる。12時間後形成率は20°C、25°C、16°C、28°C、31°C、14°Cの順となるが、温度間の差が少なく、タマネギの場合と同様にスライドよりも高温区における形成率が高い。なお他の菌株について行なった結果も同一傾向であった。

以上の結果から、付着器形成の適温は20°Cで、ついで25°C、16°C、14°Cとなり、28°C以上の高温は形成には適していないように思われた。そこで、発芽温度を同一にし、付着器形成時の温度を変えて、その影響を調べると第5表に示すとおりとなった。

第5表 温度と付着器形成率

温 度 (°C)		付 着 器 形 成 率	
懸 濁 前 期 間 2 時 間	懸 濁 後 期 間 9 時 間	沈 下 胞 子	浮 上 胞 子
28	28	27%	1%
	16	81	48
	5	14	5
20	28	22	9
	20	93	39
	16	97	29
	5	18	1
16	28	27	2
	20	95	20
	16	95	7
5	28	13	3
	20	88	5
	16	42	7
	5	0	0

この表からわかるように、発芽時の温度が16~28°C範囲では、どの温度でも付着器形成時に16~20°Cの低温区が形成率が高く、28°Cの高温区は形成率が低かった。しかし発芽時5°Cにおいたものでは、付着器形成時に20°C区がもっとも形成率が高く、16°Cでは形成率がかなり低下した。28°Cでは他の場合と同様、形成率は低かった。発芽温度5°Cでは胞子の発芽行動は停止し、付着器形成時の温度に移されてから発芽および付着器形成が始まるためと考えられる。

II 気温と葉上水滴の温度との関係

自然下において、いもち菌の胞子の発芽および付着器形成は、イネ体上に存在する水滴内で行なわれる。そこで水滴の温度が胞子の発芽、付着器形成に直接関係する。上記のIの実験では気温と発芽および付着器形成との関係を観察しているの、葉上水滴の温度と気温との関係を知る必要があり、この点について実験を行なった。

試験方法 葉上水滴の温度の測定には、芝浦電子製作所の表面型感熱部を持つサーミスター温度計を用い、気温の測定は、測定葉側近にサーミスター温度計を設置して、その部分の気温を測定し比較した。

試験結果 晴天日における葉上水滴の温度と側近気温との関係の時刻変化を調べた結果は第6表に示すとおりである。

第6表 晴天日における葉上水滴の温度と気温との関係

測 定 時 間 月・日・時	気 温 (°C)	葉上水滴温度 (°C)	較 差 (°C)	
7・12・19	23.0	22.3	0.7	
	20	21.5	1.0	
	21	20.5	1.1	
	22	20.2	1.0	
	23	21.0	19.5	1.5
13・0	20.8	19.4	1.4	
	1	20.6	19.5	1.1
	2	20.5	19.5	1.0
	3	20.3	19.4	0.9
	4	20.5	19.5	1.0
	5	21.5	19.8	1.7
	6	21.8	19.8	2.0
	7	22.0	20.9	1.1
	8	24.0	23.5	0.5
	9	27.0	26.0	1.0

この表からわかるように、気温との較差をみると19時から23時までは時刻とともに温度差がひろく、24時から3時までは時刻とともに差が少なくなり、4時から6時まで再び温度差がひろき、以後時刻とともに温度差が少

なくなる。温度差のもっとも多い時刻は、露皿の急増する23～0時と、日の出後、気温の上昇する5～6時のようである。温度差のもっとも少ないときで0.5°C、もっとも多いときで2°Cで、平均1.1°C水滴温度が低い。

つぎに雨天における葉上の水滴の温度と気温との関係を、7月2日17時から3日14時まで1～3時間ごとに調べた。その結果、降雨始めの時刻に多少気温より低い傾向がみられるが、水滴温度と気温とはほぼ同温とみてよい。

日あたりのよい位置の葉上の水滴、あるいは日蔭の位置の葉上水滴の温度と気温との関係を調べるために、植被層の葉の位置を上、中、下に分けて、晴天、雨天、曇天に分けて調べた結果、晴天の場合からみると、6時ではどの位置の葉上水滴の温度差も同じであるが、7時には上位葉は他の葉位の温度差よりも少なく、8時になると下位葉で水滴温度が気温より低く、中位葉で温度差はみられない。

III むすび

自然における付着器形成は、胞子のイネ体付着時刻と葉上水滴存在時刻とからみて、主として夜間に行なわれるものと考え。夜間温度は一般に低く、付着器形成の適温範囲もかなり広いので、付着器形成は温度条件によ

って支配されることが少いように考えられる。発芽と付着器形成との関係は、胞子の発芽は28°Cまでは高温ほど、促進するが、付着器形成はむしろ低温の方がよく、発芽管の伸長が抑制される条件において、付着器形成が良好となるような、相反した関係がある。葉上水滴の温度は晴天において、約1°C気温より低いが、雨天にはほぼ同一である。したがって侵入に関与する温度の測定は水滴温を測定しないでも、草冠高の気温を測定すれば十分であろう。

参 考 文 献

- 1) 安部卓爾・安田康(1961)イモチ病菌の分生胞子の発芽による付着器の形成とその病理学的意義について。京都府大学術報告農学13:36～44。
- 2) 伊藤誠哉・栗林敦衛(1931)稲熱病=関スル研究。I。農林省農務局農事改良資料, 30:1～81。
- 3) 鈴木橋雄・橋本好夫(1953)稲熱病菌分生胞子の付着器形成に及ぼす温度の影響について。(講要)日植病報 18(1-2):73～74。
- 4) 鈴木穂積(1968)胞子の拡散および侵入可能胞子数を考慮に入れたいもち病発生予察法。北陸農研資料 15。
- 5) 藤川隆・宇都宮務・岡留善次郎(1954)稲熱病菌分生胞子の付着器形成と温度関係の系統間差異 (講要) 日植病報 18(3-4):161。

いもち菌の生存とその要因

鈴木 穂積・小野小三郎* (農林省北陸農業試験場)

北陸のような秋季以降多雨・積雪地帯におけるいもち菌の越冬は主として、屋内あるいは被覆物によって、比較的乾燥状態で保たれた被害わらによって行なわれ、野外に放置された被害わら、イネ以外の植物および土壌面⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾などでは越冬しないという報告が多い。しかし最近⁽⁴⁾はコンバインによる生わら施用、施肥法の一つとしての生わら施用も一部で行なわれるようになった。このことはいもち菌の越冬にも何らかの影響があるのではないかと思われるので、温度、水分、微生物等といもち菌の生存との関係について究明しておくことが重要と考え、3の実験を行なった。

I 温度と生存

試験方法 自然発病の穂くび部を長さ2cmに切り、これを直接水の中に入れ凍らせたもの、乾燥状態で試験管に入れてこれを所定の温度に保ったもの、および試験管の中に水を入れ、その中に被害穂くびを入れて所定温度に保ったものの3区を作った。これらの材料を3日ごとにとり出し、温室に並べ、28°Cで24時間後に胞子形成の有無を調べた。

試験結果 胞子形成の有無によって、被害穂くびの菌の生存率を調査した結果が第1表である。

水の中(-4°C)におきたいもち菌は約1週間で死滅するようである。乾燥区は何れの温度でも1ヵ月後100%の生存をしていたが、湿潤区では4°Cの場合24日ま

* 現武田薬品工業株式会社農薬試験部長