

病原性を異にするPeronospora Parasitica分離菌の感染に 及ぼすアブラナ科植物子葉への接種前熱処理の影響

誌名	日本植物病理學會報 = Annals of the Phytopathological Society of Japan
ISSN	00319473
著者	吉田, 克志 大口, 富三
巻/号	65巻1号
掲載ページ	p. 76-82
発行年月	1999年2月

病原性を異にする *Peronospora parasitica* 分離菌の感染に及ぼす アブラナ科植物子葉への接種前熱処理の影響

吉田 克志*・大口 富三*

Katsuyuki YOSHIDA* and Tomizo OHGUCHI* : Effects of Pre-inoculation Heat Treatment of Cotyledons of Cruciferous Species on Infection by *Peronospora parasitica* Isolates

Abstract

Cotyledons of Japanese radish, oil seed and broccoli were inoculated with four isolates [Japanese radish (*Rs*), oil seed (*Bc*), broccoli (*Bo*) and shepherd's purse (*Cb*)] of *Peronospora parasitica* Pers. ex Fr. after heat treatment with 47.5°C or 50°C for 30 sec. The treatment induced conidiation by avirulent isolates except by the *Cb* isolate on all plant species. However, these isolates formed fewer conidia on the treated cotyledons than that on those of the virulent isolate. Cytological observations revealed that formation of the haustorial sheath and death of haustoria-containing cells were suppressed in the treated cotyledons inoculated with avirulent isolates without the *Cb* isolate. Suppression of papilla formation and promotion of hyphal development were observed in heat-treated cotyledons inoculated with the *Cb* isolate. By 24 to 48 hr after inoculation, however, death of cells with haustoria and formation of sheaths were observed. The period of suppression was different for each combination of isolate and plant species. These results suggest that pre-inoculation heat treatment of cruciferous plant cotyledons suppresses defense reactions against *P. parasitica*, and that pathogenicity of the *Cb* isolate differs considerably from the other three isolate. The continuous suppression of the plant defense reaction after formation of haustoria may be necessary for success of infection by the fungus.

(Received March 6, 1998 ; Accepted November 6, 1998)

Key words : *Peronospora parasitica*, cruciferous plant, heat-induced susceptibility.

緒 言

植物に種々の人為処理を行って抵抗性の変化の有無を調査することは植物-病原菌相互反応を解明するための有効な手段の一つになる。植物に一定温度以上の熱処理を加えた場合、通常感染できない非親和性レースおよび非親和性菌の感染が誘導されることが、Salmon¹⁾以来、多くの植物-病原菌間の組み合わせで報告されており、絶対寄生菌に関しても、うどんこ病菌^{2,9,10)}およびさび病菌^{3,4,15)}で多くの研究が行われてきた。しかしながら、べと病菌感染に対する熱誘導感受性についての報告は、レタスべと病菌の非親和性レース感染による過敏感細胞死の接種前熱処理による抑制に関する研究報告¹³⁾以外非常に少なく、検討するべき点が多く残されている。

前報¹⁸⁾で筆者らはダイコン、アブラナ、ブロッコリーおよびナズナから分離したアブラナ科植物べと病菌 *Peronospora parasitica* Pers. ex Fr. の4種類の分離菌を人工気象器で栽培した宿主および非宿主の子葉に接種し、べ

と病菌の生育と植物の抵抗反応を蛍光顕微鏡を用いて観察した。その結果、非宿主子葉にべと病菌を接種した場合には、抵抗反応として吸器のカロースによる被覆および吸器形成細胞死が誘導されるが、その程度は植物-分離菌の組み合わせで差異が認められ、特にナズナ分離菌は吸器形成率が低く、パピラ形成のような強い抵抗反応が誘導されることを観察した¹⁸⁾。宿主子葉に接種した場合にはこれらの抵抗反応はほとんど観察されないことから、これらの宿主-寄生菌相互反応の差異は各分離菌の病原性の差異に起因すると推定される。

本研究ではダイコン、アブラナおよびブロッコリー子葉に接種前に熱処理を行って、植物の生理学的機能に影響を与えた場合のべと病菌-子葉細胞相互反応、特に非親和性菌に対する抵抗反応に及ぼす熱処理の影響について調査し、熱誘導感受性の特徴ならびにアブラナ科植物べと病菌の病原性について検討した。

* 愛媛大学農学部 College of Agriculture, Ehime University, Matsuyama 790-0905, Japan

材料および方法

供試菌 アブラナ科植物べと病菌 (*Peronospora parasitica* Pers. ex Fr.) のダイコン, アブラナ, ブロッコリーおよびナズナ分離菌を供試し, それぞれ既報⁷⁾に従って準備した。以下, ダイコン分離菌を *Rs* 菌, ブロッコリー分離菌を *Bo* 菌, アブラナ分離菌を *Bc* 菌およびナズナ分離菌を *Cb* 菌と表記する。また, これらの分離菌はそれぞれの宿主植物上でのみ分生子形成が可能であり, その場合を親和性とし, それ以外の植物に接種した場合を非親和性とした¹⁸⁾。

供試植物 供試植物はすべて人工気象器で栽培し, その子葉を実験に供試した。ダイコン (*Raphanus sativus* L. var. *hortensis*, 栽培品種: 白首宮重) は播種4日後, アブラナ (*Brassica campestris* L., 栽培品種: 食用菜の花) は播種5日後, ブロッコリー (*Brassica oleracea* L., 栽培品種: みかも) は播種7日後の子苗を既報^{7,18)}に従い準備した。

熱処理法 熱処理は, あらかじめ根部を切除した子苗20個体をステンレスの籠に入れ, 恒温槽中のビーカーに入れた滅菌水 (700 ml, 47.5°C ないし 50°C) に浸漬することにより行った。処理後, 子苗は速やかに 10°C の冷却滅菌水に移し, 10 分間冷却した。対照区には 20°C の滅菌水中で 30 秒間処理を行った子苗を用いた。その後, 子葉表面の水分を除去した後に, 既報⁷⁾に従って修正クノップ液を用いた温室ペトリ皿に入れた。

接種法 分生子懸濁液は既報¹⁶⁾に従って準備し, 分生子濃度を 5×10^4 個/ml に調整した。その後, 子葉裏面に各2箇所 5 μ l 滴下し, 20°C-1000 lux でインキュベートした。また, 熱処理子葉を 20°C-1000 lux で 24 時間静置したあとで接種を行い, 熱処理効果の持続時間を調査した。

観察法 熱処理子葉接種面における分生子形成を接種1週間後に解剖顕微鏡 (25 倍) で調査した。また, べと病菌感染部位の観察には子葉を 80% エタノールで 1 週間, 15% KOH で一晩脱色後に, アルカリアニリンブルー蛍光観察

法¹⁶⁾を用いて行った。吸器が形成された細胞 (以後吸器形成細胞と略す) の反応については, 既報¹⁸⁾に従って, 非親和性の場合にはそれら細胞のすべてを調査し, 親和性および熱誘導感受性が観察された場合は侵入部位から数えて 25 個の吸器形成細胞を調査した。

結 果

熱処理子葉における非親和性菌の分生子形成

子葉に対する熱処理の影響を調査したところ, ダイコンでは 50°C-30 秒間, アブラナおよびブロッコリーでは 47.5°C-30 秒間の熱処理では処理 10 日後まで著しい変化は認められなかった。それ以上の温度および処理時間では処理後 2~3 日のうちに子葉は軟化し, 水浸状を呈した。したがって, 以後の実験での熱処理温度および時間をダイコンでは 50°C-30 秒間, 他の子葉では 47.5°C-30 秒間に設定した。まず, 子葉に熱処理を行い, 親和性の組み合わせの分離菌を接種すると, 無処理の場合に比較して早くかつ多量の分生子形成が観察された。熱処理子葉に非親和性の組み合わせの分離菌を接種した場合にも, *Cb* 菌接種の場合を除き, すべての非親和性の組み合わせで菌糸塊⁹⁾および分生子形成が観察された (Table 1)。しかしながら, 分生子形成量は無処理子葉と親和性菌との組み合わせに比較すると著しく少なく, 分生子形成は葉面積の 1/4 以下でしか観察されなかった。また, *Cb* 菌を熱処理子葉に接種した場合には, 分生子形成は全く認められず (Table 1), 無処理子葉に比較して大きな壊死病斑の形成が認められた。このため, *Cb* 菌の感染に及ぼす熱処理の影響はほかの 3 分離菌とは別個に解析した。

細胞間菌糸の生育伸長

熱処理子葉に親和性菌を接種した場合には, 無処理子葉に比較すると細胞間菌糸の生育は増大し, 接種 48 時間後には菌糸塊形成, 接種 72 時間後には分生子形成が認められた (Table 2)。一方, 非親和性菌接種の場合では, 無処理子葉に接種すると細胞間菌糸の生育伸長は接種 24 時間後以降は停止するが, 熱処理子葉ではその後も細胞間菌糸

Table 1. Effect of pre-inoculation heat treatment on conidiation by *Peronospora parasitica* on cruciferous plant cotyledons

Host plant	Treatment		Frequency of conidiation (%) ^{a)}			
	Temperature (°C)	Time sec	Isolate ^{b)}			
			<i>Rs</i>	<i>Bc</i>	<i>Bo</i>	<i>Cb</i>
Japanese radish	20	30	100.0	0.0	0.0	0.0
	50	30	100.0	100.0	91.6	0.0
Oil seed	20	30	0.0	100.0	0.0	0.0
	47.5	30	58.3	100.0	88.8	0.0
Broccoli	20	30	0.0	0.0	100.0	0.0
	47.5	30	80.0	80.3	100.0	0.0

a) Eighty inoculation sites were observed.

b) The abbreviations for the isolates are as follows: *Rs*, Japanese radish; *Bc*, oil seed; *Bo*, broccoli; *Cb*, shepherd's purse.

Table 2. Effect of pre-inoculation heat treatment on hyphal development of *Peronospora parasitica* in cruciferous plant cotyledons

Host plant	Isolate ^{a)}	Hyphal length (μm) ^{b)}					
		Time after inoculation (hr)					
		24		48		72	
		Cont	Heat	Cont	Heat	Cont	Heat
Japanese radish	<i>Rs</i>	715.2	831.7	MH	MH	CF	CF
	<i>Bc</i>	209.8	356.1	462.7	EX	388.7	CF
	<i>Bo</i>	137.6	374.6	192.1	EX	211.6	MH
Oil seed	<i>Rs</i>	78.6	388.9	95.9	EX	104.4	CF
	<i>Bc</i>	348.3	488.3	MH	MH	CF	CF
	<i>Bo</i>	151.6	488.3	142.0	MH	164.0	CF
Broccoli	<i>Rs</i>	144.5	755.8	144.5	EX	190.7	CF
	<i>Bc</i>	210.4	488.3	207.1	EX	226.0	EX
	<i>Bo</i>	485.3	502.4	MH	MH	CF	CF

a) Abbreviations are listed in Table 1.

b) Cotyledons were treated with 20°C (Cont), or 47.5–50°C (Heat) for 30 sec, respectively. Fifty infection hyphae were observed. The abbreviations are as follows: EX, extensive hyphal development ($>1000 \mu\text{m}$); MH, massive hyphae formation; CF, conidiation.

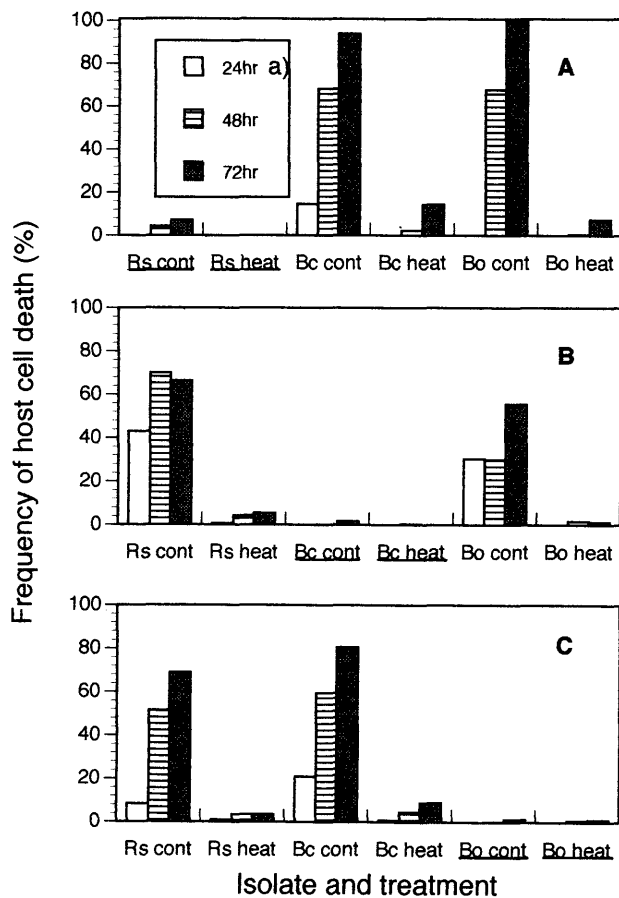


Fig. 1. Effect of pre-inoculation heat treatment on host cell death in cruciferous plant cotyledons infected with *Peronospora parasitica*. Twenty-five cells with haustoria per 50 infection sites for each plant-isolate combination were observed. A: Japanese radish, B: oil seed, C: broccoli, cont: treatment with 20°C for 30 sec, heat: treatment with 50°C for 30 sec (A) or 47.5°C for 30 sec (B and C). Underlines indicate compatible interactions. a) Time after inoculation.

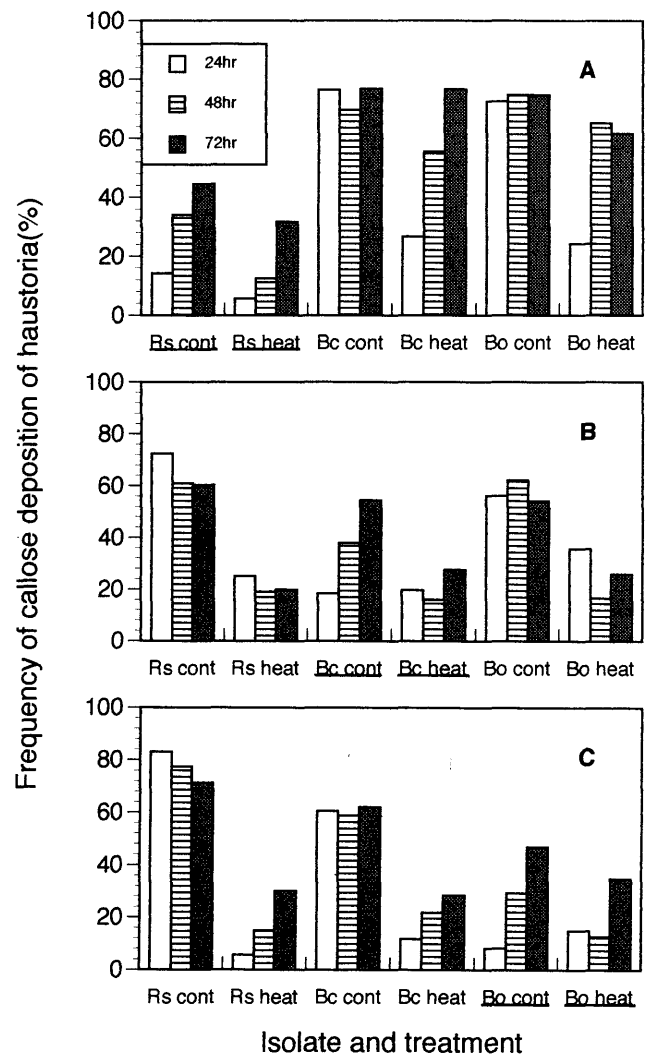


Fig. 2. Effect of pre-inoculation heat treatment on callose deposition around haustorium of *Peronospora parasitica* in cruciferous plant cotyledons. Abbreviations are listed in Fig. 1.

の伸長増大が認められ、接種 72 時間後までその伸長は持続した。しかし、その長さは親和性菌より短かった (Table 1)。

宿主細胞死に及ぼす熱処理の影響

子葉に熱処理を行った後で親和性菌を接種した場合には、すべての栽培品種で無処理の場合と同様に吸器形成細胞の壊死はほとんど観察されなかった (Fig. 1)。無処理子葉に非親和性菌の接種を行うと、すべての供試植物で接種 48 時間後以降に吸器形成細胞の壊死率が顕著に増加するが、熱処理子葉では無処理子葉に比較して、吸器形成細胞の壊死の著しい抑制が認められ、熱誘導感受性が確認された (Fig. 1)。

吸器のカロース被覆化に及ぼす熱処理の影響

無処理子葉に親和性および非親和性の組み合わせで分離菌を接種すると、非親和性の場合には接種 24 時間後から吸器全体がカロースに覆われる被覆化が生じ、親和性の場合も接種 48 時間以降に、形成後時間が経過した吸器で被覆化が観察された (Fig. 2)。吸器被覆化に及ぼす熱処理の影響を調査したところ、親和性の組み合わせではほとんど影響が認められなかった (Fig. 2)。一方、非親和性の場合には接種 24 時間後の吸器のカロース被覆化の顕著な抑制が観察された (Fig. 2)。しかしながら、ダイコンでは接種 48 時間以降、被覆率が顕著に増加し、72 時間後では無処理の場合とほぼ同一の被覆率になった (Fig. 2 A)。また、ブロッコリーでも同様の現象が観察されたが被覆率の増大はダイ

コンほどではなく、またアブラナでは被覆率の変化は少なかった (Fig. 2 B, C)。

熱誘導感受性の持続時間

熱処理子葉を 20°C-1000 lux で 24 時間インキュベートした後に各分離菌を接種し、べと病菌-植物相互反応を調査した。親和性の場合にはすべての組み合わせで、無処理と熱処理子葉の反応に差異は観察されなかったが、非親和性菌接種の場合には供試子葉間で差異が観察された。ダイコン子葉の場合には、*Bc* および *Bo* 菌の感染は無処理子葉と同様であり、接種 48 時間以後には完全な抵抗性の回復が観察された (Table 3; Figs. 3, 4)。これに対し、アブラナおよびブロッコリー子葉では抵抗性の回復は不完全であった。アブラナ子葉では *Rs* 菌の細胞間菌糸の生育は接種 48 ~72 時間後にかけてほぼ停止するが、*Bo* 菌の場合は生育は持続していた (Table 3)。また、*Bo* 菌接種の場合には *Rs* 菌の場合に比較して接種 24 時間後のカロース被覆化率は高いものの、細胞死の頻度が低いことが観察された (Figs. 3, 4)。また、ブロッコリー子葉では非親和性菌の細胞間菌糸の生育は接種 72 時間後以降も持続し、菌糸塊形成も認められた (Table 3)。また、*Rs* 菌および *Bc* 菌の吸器形成細胞における細胞死の抑制が認められたが、*Bc* 菌の場合は抑制の程度は低かった (Fig. 3)。一方、*Rs* 菌および *Bc* 菌のカロース被覆化率は経時的な減少が認められたが、これは細胞間菌糸の伸長が 24 時間後以降も持続し、かつカロースの蓄積が認められない吸器の形成数が増加した

Table 3. Effect of aging after heat treatment on heat-induced susceptibility of cruciferous plant cotyledons to *Peronospora parasitica* and on hyphal elongation

Host plant	Isolate ^{a)}	Pre-treatment ^{b)} Temp (°C)	Hyphal length (μm) ^{c)}		
			Time after inoculation (hr)		
			24	48	72
Japanese radish	<i>Rs</i>	20	675.4±187.7	EX	MH
		50	545.1±174.1	EX	MH
	<i>Bc</i>	20	113.7±74.7	82.0±39.2	114.3±77.1
		50	98.2±40.0	134.3±65.7	95.0±47.8
	<i>Bo</i>	20	85.8±49.9	102.7±48.6	119.7±46.3
		50	108.3±58.1	122.2±59.8	142.4±104.7
Oil seed	<i>Rs</i>	20	112.6±30.1	130.0±32.3	180.6±52.3
		47.5	126.5±48.5	207.8±82.5	287.8±119.6
	<i>Bc</i>	20	377.3±104.2	EX	CF
		47.5	366.8±75.7	MH	CF
	<i>Bo</i>	20	101.6±29.1	248.4±102.0	351.9±152.7
		47.5	144.3±60.8	260.7±90.1	428.3±135.5
Broccoli	<i>Rs</i>	20	166.7±44.6	226.6±95.7	319.8±131.8
		47.5	203.4±75.1	351.1±143.0	MH
	<i>Bc</i>	20	171.4±48.3	206.4±60.7	236.7±96.5
		47.5	195.8±76.3	533.1±194.7	MH
	<i>Bo</i>	20	441.1±130.7	EX	CF
		47.5	430.0±113.3	MH	CF

a) Abbreviations are listed in Table 1.

b) Cotyledons were treated with 20 or 47.5-50°C for 30 sec, 24 hr before inoculation, respectively.

c) Fifty infection hyphae were observed. Abbreviations are listed in Table 2. ± indicates standard deviation.

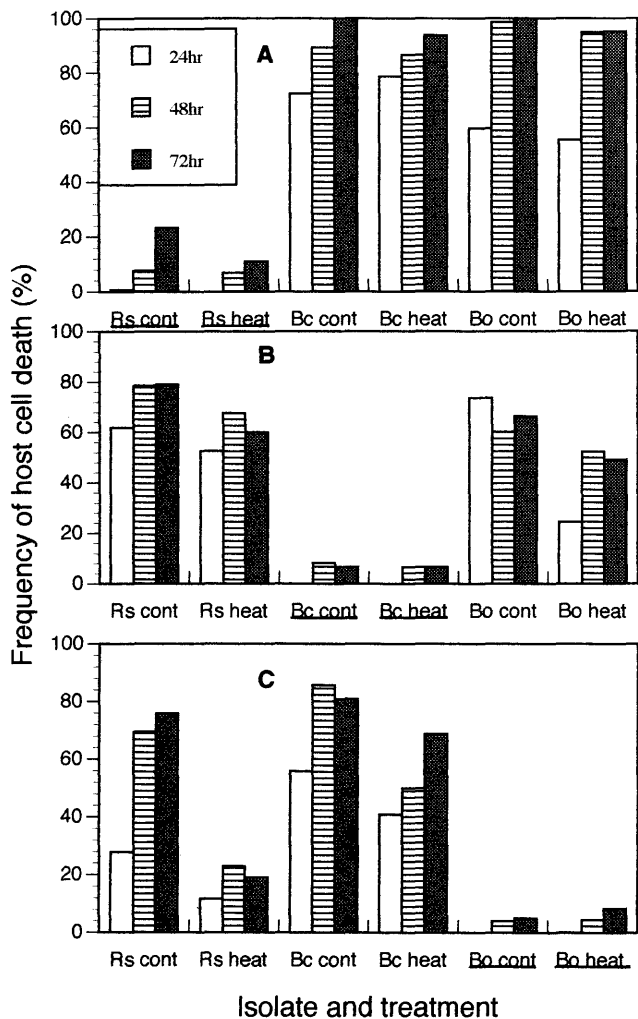


Fig. 3. Effect of aging after heat treatment on heat-induced susceptibility of cruciferous plant cotyledons to *Peronospora parasitica*: Frequency of death of cells with haustoria. Abbreviations are listed in Fig. 1.

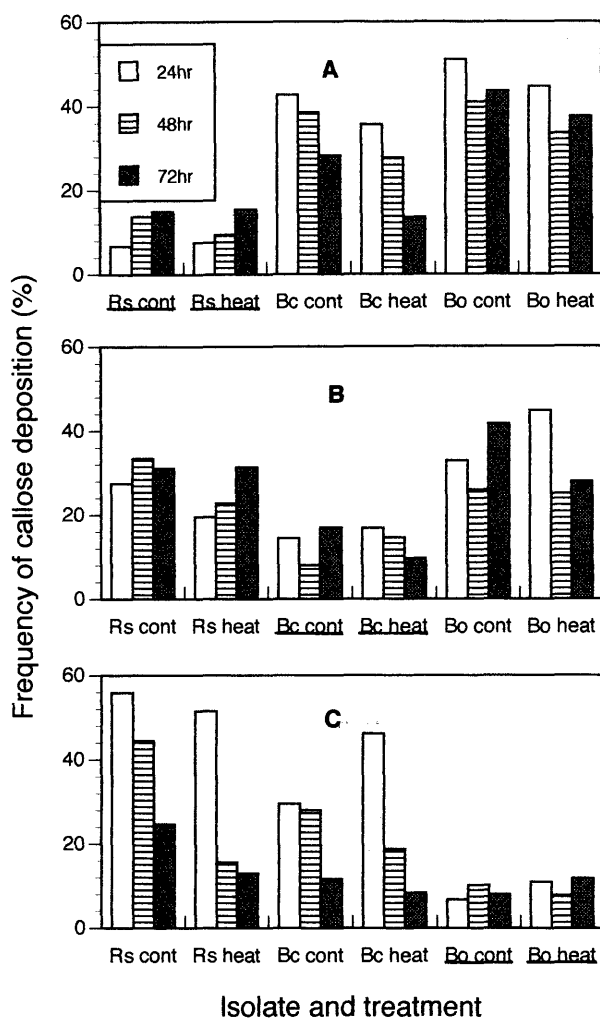


Fig. 4. Effect of aging after heat treatment on heat-induced susceptibility of cruciferous plant cotyledons to *Peronospora parasitica*: Callose deposition around haustorium. Abbreviations are listed in Fig. 1.

ために、相対的にカロースの被覆率が低下したためである (Fig. 4)。

ナズナと病菌感染に及ぼす熱処理の影響

Cb 菌を無処理のアブラナ科蔬菜類子葉に接種した場合には、吸器形成はパピラにより阻害されて、ほとんど認められず、細胞間菌糸の伸長も著しく短かった (Table 4)。非宿主であるアブラナ科蔬菜の熱処理子葉における *Cb* 菌感染部位を観察すると、いずれの場合も無処理子葉に比べ吸器形成率が顕著に増加し、細胞間菌糸の長さも著しく増大したが、その生育は接種 24 時間後には停止した (Table 4)。熱処理ダイコン子葉で形成された *Cb* 菌吸器はその全体がカロースに被覆され、接種 48 時間後にはほぼすべての吸器形成細胞に壊死が認められた (Fig. 5)。アブラナおよびブロッコリーの熱処理子葉に *Cb* 菌を接種した場合にも、吸器へのカロース蓄積および吸器形成細胞の壊死が観

察されたが、ダイコン子葉の場合に比較するとその頻度は低率であった (Fig. 5)。

考 察

筆者らは前報¹⁸⁾で *P. parasitica* の *Rs* 菌、*Bc* 菌、*Bo* 菌および *Cb* 菌と 10 種類のアブラナ科植物子葉を用いて交差接種を行い、親和性の組み合わせでは分生子形成が認められるが、非親和性の場合には植物の抵抗反応により侵入菌糸の生育は接種後 48 時間以内に停止すること、特に *Cb* 菌の場合には、非常に強い抵抗反応が観察され、吸器形成率が低く、他の 3 分離菌とは病原性が著しく異なることを報告した。今回、非親和性の子葉に熱処理を行って *Rs*、*Bc* および *Bo* 菌を接種したところ、わずかではあるが、分生子形成が認められるまでに生育した。これらの接種部位を組織学的に観察すると、吸器形成細胞死が顕著に抑制さ

Table 4. Effect of pre-inoculation heat treatment on infection by shepherd's purse (*Cb*) isolate of three cruciferous plant cotyledons

Host plant	Treatment (°C-sec)	Fungal development (%) ^{a)}				Hyphal length (μm) ^{b)}		
		Ha	Pa	Hy	Ap	24 hr	48 hr	72 hr
Japanese radish	20-30	0.0	96.4	0.9	2.7	51.4±15.0	52.6±12.7	49.5±15.3
	50-30	100.0	0.0	0.0	0.0	214.5±57.3	217.4±50.6	216.3±39.7
Oil seed	20-30	7.8	90.1	0.4	1.7	71.9±20.1	75.3±16.0	74.1±15.3
	47.5-30	97.5	2.5	0.0	0.0	178.3±46.0	175.4±50.4	184.3±49.9
Broccoli	20-30	9.2	87.6	1.6	1.6	72.6±20.4	68.0±15.9	75.0±21.4
	47.5-30	100.0	0.0	0.0	0.0	301.4±58.5	269.7±72.1	283.4±85.1

a) One hundred infection sites were observed 24 hr after inoculation. Ha: Haustorium; Pa: Papilla present, but no haustorium; Hy: Only infection hypha; Ap: Appressorium failed to invade into plant tissues.

b) Fifty infection hyphae were measured.

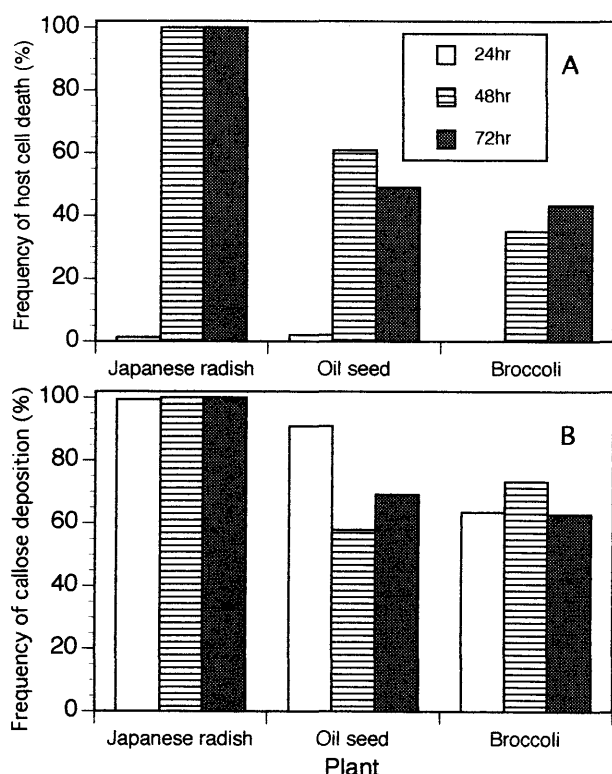


Fig. 5. Time-course changes in death of host cells with haustoria and callose deposition on haustoria of shepherd's purse isolate (*Cb*) in heat-treated (47.5-50°C/30 sec) cruciferous plant cotyledons. A) Frequency of death of host cells with haustoria. B) Frequency of callose deposition around haustorium.

れ、さらにカロースによる吸器被覆化の抑制も観察された。一方、*Cb* 菌を熱処理したアブラナ科蔬菜子葉に接種した場合には、吸器形成率の増加と細胞間菌糸の生育伸長が無処理子葉に比較して増加したが、接種 24~48 時間後に顕著な抵抗反応の回復が認められ、分生子形成は全く観察されなかった。抵抗性遺伝子に制御される病害抵抗反応の熱処理による抑制として、過敏細胞死の抑制^{2,9-11)}、吸器形成後の 2 次菌糸の伸長促進^{2,9,10)}、分生子形成の誘導⁹⁾

が報告されている。*Rs* 菌、*Bc* 菌および *Bo* 菌を非親和性のアブラナ科蔬菜子葉に接種すると植物の抵抗反応 (I) に大きな影響を受けることなく吸器を形成するが、吸器形成後の抵抗反応 (II) により、吸器-宿主細胞の寄生関係を維持することができず、感染に失敗する。この抵抗反応 (I と II) は熱感受性であり、熱処理により抵抗反応 (II) が低下すると、非親和性の子葉上で分生子形成が可能になるまで吸器-宿主細胞の寄生関係を保つことができたと考えられ、この現象は真性抵抗性遺伝子に制御される抵抗性の熱処理による打破⁹⁾に類似していた。一方、*Cb* 菌の場合には非親和性の子葉では吸器形成ができないほどの強い抵抗反応 (I) を受けるが、熱処理子葉ではこの抵抗反応 (I) が抑制され、吸器が形成される。しかしながら、*Cb* 菌の吸器が形成された細胞では接種 24~48 時間後に顕著な抵抗反応 (II) の発現が認められ、それ以降の生育は完全に停止する。この現象は熱処理を行ったキャベツ子葉に非病原菌であるササゲさび病菌を接種した場合の接種 48 時間後以降の吸器へのカロース蓄積ならびに宿主細胞死³⁾が観察される非宿主抵抗性と類似していた。以上の結果は *Rs* 菌、*Bc* 菌および *Bo* 菌感染に対するアブラナ科蔬菜子葉の抵抗性と *Cb* 菌に対する抵抗性はその性質が著しく異なっていることを示しており、同時に各分離菌の病原性の差異を示唆している。

熱処理により植物の抵抗反応 (II) を抑制すると、*Rs* 菌、*Bc* 菌および *Bo* 菌は非宿主植物上で分生子形成が可能になるまで生育することから、べと病菌は吸器形成細胞で持続して植物の抵抗反応を抑制することが示唆された。親和性の場合には、無処理子葉でも抵抗反応はきわめて弱いことから、べと病菌は宿主植物に抵抗反応を誘導する物質を生産しないか、吸器から抵抗反応を抑制する物質を放出するために、感染が可能になると推定され、吸器の形成やその発育により、植物の抵抗反応が制御されると考えられる。今後、べと病菌が植物に感染するときに放出する物質を調査することにより、べと病菌の感染成立機構が明らかになると考えられる。

この熱誘導感受性の持続効果について検討したところ、熱処理24時間後に接種した場合、ダイコン子葉では *Bc* および *Bo* 菌感染誘導は認められず、抵抗性が回復していたが、アブラナおよびブロッコリーでは熱処理誘導感受性が弱いながらも持続していた。これは熱処理から回復するのに要する時間の各植物子葉間の差異に基づくものと思われる。一方、オオムギ¹²⁾ やエンバク¹⁴⁾ では熱処理により、植物の抵抗性が強化される場合も報告されているが、予備実験の段階でさまざまな温度・処理時間で子葉に熱処理を行い、親和性菌の分生子形成に及ぼす影響を調査したが、抵抗性が強化される例は認められなかった。

熱処理による感受性誘導の生理学的機構は明らかではない。熱処理により誘導される植物細胞の生理学的変化として、heat shock protein⁹⁾ の出現、mRNA の発現阻害¹⁾ などが報告されている。また、ダイコン根組織では細胞壁の木化誘導の抑制⁶⁾、ATPase 活性の低下¹⁷⁾ が確認されていることから、今回の熱処理による病害抵抗反応の抑制は抵抗性に関与する情報伝達機構ならびに遺伝子発現の抑制に起因すると推定されるがこれらの点については今後詳細に検討する必要がある。

摘 要

ダイコン、アブラナおよびブロッコリーの子葉に熱処理を行い、病原性の異なる *P. parasitica* Pers. ex Fr. のダイコン (*Rs*)、アブラナ (*Bc*)、ブロッコリー (*Bo*) およびナズナ (*Cb*) 分離菌4種類の分離菌を交差接種した。子葉に47.5~50°Cで30秒間熱処理を行って非親和性菌を接種した場合、アブラナ科蔬菜の3分離菌ではわずかながら、分生子形成が認められたが、*Cb* 菌では分生子形成は認められなかった。感染部位の蛍光顕微鏡観察により、アブラナ科蔬菜の3分離菌を非親和性菌として接種した熱処理子葉では吸器形成細胞死や吸器の被覆化など植物の抵抗反応が顕著に抑制されていた。一方、*Cb* 菌接種の場合には、熱誘導性の感受性は接種48時間に失われ、顕著な抵抗反応の回復が観察された。以上の結果から、*Rs* 菌、*Bc* 菌および *Bo* 菌と *Cb* 菌に対する植物の抵抗反応に著しい差異があることが確認され、これらの分離菌の病原性の差異が明らかになった。また、べと病菌の感染には植物の抵抗反応の抑制が必要であり、これは吸器の形成および発育によって制御されると考えられる。

引用文献

- Hadwiger, L.A. and Wagoner, W. (1983). Effects of heat shock on the mRNA-directed disease resistance of peas. *Plant Physiol.* 72: 553-556.
- Hazen, B.F. and Bushnell, W.R. (1983). Inhibition of the hypersensitive reaction in barley to powdery mildew by heat shock and cytochalasin B. *Physiol. Plant Pathol.* 23: 421-438.
- Heath, M.C. (1979). Effects of heat shock, actinomycin D, cycloheximide and blasticidin S on non-host reactions with rust fungi. *Physiol. Plant Pathol.* 15: 211-218.
- Ikegami, H. (1968). Heat-induced susceptibility of beans to rust. *Phytopathology* 58: 773-775.
- 米田好文・高橋 卓 (1992). 熱ショック蛋白質遺伝子の発現様式. 蛋白質・核酸・酵素 37: 1200-1205.
- Matsumoto, I., Ohguchi, T., Inoue, M. and Asada, Y. (1978). Lignin induction in roots of Japanese radish by an homogenate of downy mildew-infected root tissue. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 44: 22-27.
- 大口富三・吉田克志・Ismail, M.Y.・浅田泰次 (1989). ダイコン幼苗の本葉および子葉を用いたべと病菌の室内増殖法. 日植病報 55: 561-566.
- Ohguchi, T., Nagao, Y. and Yoshida, K. (1991). Massive hypha formation of downy mildew fungus on Japanese radish. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 57: 702-705.
- Ouchi, S., Nakabayashi, H. and Oku, H. (1977). Effect of predisposition temperature on subsequent hyphal growth and colony development of *Erysiphe graminis hordei* on barley leaves. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 43: 455-461.
- Ouchi, S., Oku, H., Nakabayashi, H. and Oka, K. (1975). Some characteristics of the heat-induced susceptibility demonstrated in powdery mildew of barley. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 41: 453-460.
- Salmon, E.S. (1904). Cultural experiments with biologic forms of *Erysiphaceae*. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Biol. Sci.* 197: 107-122.
- Schweizer, P., Vallelan-Bindschedler, L. and Mosinger, E. (1995). Heat induced resistance in barley to the powdery mildew fungus *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 47: 51-66.
- Woods, A.M., Fagg, J. and Mansfield, J.W. (1989). Effects of heat-shock and inhibitors of protein synthesis on irreversible membrane damage occurring the hypersensitive reactions of *Lactuca sativa* L. to *Bremia lactucae* Regal. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 34: 531-544.
- 山本弘幸・谷 利一 (1987). 高温ストレスによるエンバクの冠さび病抵抗性誘導. 日植病報 53: 616-621.
- Yarwood, C.E. and Hooker, A.L. (1966). Heat predisposition to corn rust. *Phytopathology* 56: 510-511.
- 吉田克志・松本 勲・大口富三 (1993). ダイコンべと病菌とナズナべと病菌のダイコン根組織における感染行動の組織化学的比較観察. 日植病報 59: 163-170.
- 吉田克志・大村谷聡・大口富三 (1994). ダイコン根組織細胞膜 ATPase の諸性質と各種処理のこれに及ぼす影響. 愛媛大学農学部紀要 38: 305-317.
- 吉田克志・大口富三 (1998). 病原性を異にするアブラナ科植物べと病菌の各種アブラナ科植物子葉における感染行動の比較観察. 日植病報 64: 315-322.