

桑芽枯病菌分生胞子の発芽に及ぼす超短波の効果と温度との関係について*

松尾卓見・塩入勤

(1951年11月30日受理)

Takken MATUO AND Tsutomu SHIOIRI : ON THE RELATION BETWEEN THE EFFECT OF ULTRA SHORT WAVES UPON THE GERMINATION OF THE MACROCONIDIA OF *Gibberella lateritium* (NEES) S. et H. AND THE TEMPERATURE.

緒言

生物に対する超短波照射の効果の本質については、照射に伴う温度上昇の影響によると見做すものと超短波の特殊作用に帰せしめるものの両論がある。温度上昇の影響によるといつても普通の外部加熱或は通電加熱の場合とは機構が異い、いわゆる中骨発熱作用と選択発熱作用がその特徴とされている。松尾⁵⁾は、桑芽枯病菌分生胞子の懸濁液に2m, 5m及び10.2mの超短波を照射したところ、三者の中2m及び5mのものに発芽抑制効果がみられた。この場合、照射を受けた懸濁液の分散媒は温度上昇を示したが、いづれも35°C以下にとどまつた。一般に外部加熱の場合にはこの温度では本菌分生胞子の発芽抑制がみられないから、若しこの発芽抑制を温度上昇の影響に帰して考えるならば、超短波が胞子を選択発熱せしめ局部的に発芽抑制温度迄上昇させた結果と見做さねばならない。この発芽抑制がかかる選択発熱作用によるものか又は温度作用とは別個の超短波の特殊作用によるものかの検討は実験操作の上から多くの困難が予想されるものである。

筆者等は、超短波照射の効果と温湯による加熱効果とを比較検討して前報の結果を確認すると共に、一方に於ては桑芽枯病菌分生胞子の発芽に及ぼす超短波照射の効果と環境温度との関係について実験を試みた。これらの結果は上述の論議に対し、又超短波の実際応用面に対し示唆するところ多いものと信ずる。起稿に当り、超短波機械使用の便宜を興えられた本学部衛生教授に対して深甚なる謝意を表する。

I. 大型分生胞子の発芽に及ぼす超短波照射の効果と温湯による加熱効果との比較実験

本菌大型分生胞子の懸濁液に超短波を照射すれば、懸濁液は温度上昇を示すが、その温度と同一に、外部加熱によつて懸濁液を保温した区を設け、分生胞子の発芽が如何に影響されるかを比較検討した。

1. 実験方法 電波照射区は、分生胞子の1%葡萄糖加水溶液懸濁液を内径3.5cm深さ0.5cmの硝子製小型肉池(無蓋)の中へ2cc宛注入したものを本学部装置の発振機(非整流型)の極板の間に挿入し、 $\lambda 5m$, P.V. 600v/cmに於て60分間照射した。なお照射前に予め極板間の温度を35~37°Cに電熱器で保温しておいた。照射中の懸濁液の温度は、照射後暫くして38°Cに一定に保たれた。

温湯加熱区は、大型湯煎鍋の水温を38~39°Cに保ち、そこに電波照射区に供用したものと同時に作った懸濁液を2cc注入した試験管を立て、60分間38°Cに保温した。

次に発芽試験の目的で両区の懸濁液をスライドガラスの上に点滴としてとり、25°Cの温室に一定時間保つて、胞子の発芽率並に発芽管長を比較調査した。

* 信州大学繊維学部植物病理学研究室業績第8号

なお両試験区に標準区として上の操作の中で電波照射及び温湯加熱をしないものを設けた。

2. 実験結果 実験は1950年の2月23日から3月6日に亘つて4回行われたが、その結果をTable 1に示す。統計処理は百分率の場合に於ても Bliss 表で変換せず近似的に行つた。

Table 1. Comparison between the effect of the ultra short wave ($\lambda:5m$) and that of hot water upon the germination of macroconidia of *Gibberella lateritium*

	Germinability(%)				Average length of the germination tube ($l=2\mu$)			
	Ultra short wave (P.V.600v/cm,60')		Hot water		Ultra short wave (P.V.600v/cm,60')		Hot water	
	Non-irradiated	irradiated *	Non-heated	Heated *	Non-irradiated	irradiated *	Non-heated	Heated *
1	85.45	1.25	79.84	63.80	5.7	0.4	5.5	2.1
2	81.76	4.70	92.08	57.36	4.7	0.7	5.5	3.9
3	93.66	1.65	87.00	80.87	5.5	0.4	4.8	5.6
4	78.06	6.44	83.60	57.63	6.1	0.6	4.8	5.2
mean	84.73	3.51	85.63	64.92	5.5	0.5	5.2	4.2

$D \geq 15.09$ Difference between means is significant at 1% level.

$D \geq 2.11$ Difference between means is significant at 1% level.

* The Suspension of the conidia was kept at about 38°C for 60 minutes.

3. 考察並に結論 Table 1を通覧すれば、超短波照射区並に温湯加熱区共に処理区は標準区に比して1%の有意水準で発芽率が抑制されるものと判定出来る。又超短波照射区と温湯保温区を比較すれば、やはり高度に於て効果について有意の差異を認め得るものである。同様なことを平均発芽管長についてもいうことが出来る。

要するに本実験の結果は、5mの超短波照射による発芽抑制効果が、温湯によつて懸濁液を同一温度に同一時間加熱した場合の効果よりも著しいことを示すものであり、桑芽枯病菌大型分生胞子に対する5m超短波の効果についての松尾⁽⁵⁾の前報告を再確認するものである。

II. 大型分生胞子の発芽に及ぼす超短波照射の効果と環境温度との関係

電熱器で環境温度を変更して照射する実験と、時季を異にして照射する実験の両実験を行つた。

1. 電熱器使用の実験 室温区と電熱器による加温区の両区を設け、他の条件は両区に於て共通にしたものである。波長2mと5mのものについて検討したが、前者は1949年11月28日から12月23日に亘つて7回繰返し、後者は1950年3月23日から4月5日に亘つて4回繰返した。室温は前者の場合は12~17°C、後者の場合は5.5~14°Cであつた。加温区の気温はいづれの場合も33°Cに保つた。超短波照射方法及び発芽試験の方法は前節の実験と全く同様である。なお照射のP.V.は2mの場合は600v/cm、5mの場合は100 v/cmにした。

Table 2及びTable 3に実験結果を示すが、統計処理はやはり百分率数値を Bliss 表で変換することなく近似的に行つた。

Table 2. Relation between the effect of the 2m (λ) ultra short wave upon the germination of the macroconidia of *Gibberella lateritium* and the environmental temperature ; germinability(%) is shown.

	Non-heated plot (air t. 12—17°C)			Heated plot (air t. 33°C)		
	0'	10'	20'	0'	10'	20'
1	71.07	90.78	95.96	89.77	90.93	90.70
2	94.29	97.23	94.69	94.16	91.95	90.96
3	87.10	91.90	92.50	86.30	91.50	95.80
4	92.64	92.03	92.76	92.14	96.69	88.77
5	87.97	93.38	97.16	87.95	98.03	86.63
6	78.77	89.24	95.67	87.43	91.29	86.95
7	79.36	92.10	90.37	90.49	96.61	81.37
mean	84.46	92.38	94.16	89.75	93.86	88.74

$D \geq 5.61$ Difference between means is significant at 5% level.

$D \geq 4.60$ Difference between means is significant at 5% level.

Table 3. Relation between the effect of the 5m (λ) ultra short wave upon the germination of the macroconidia of *Gibberella lateritium* and the environmental temperature; germinability(%) is shown

	Non-heated plot (air t. 5.5—14°C)			Heated plot (air t. 33°C)		
	0'	10'	20'	0'	10'	20'
1	66.46	77.81	81.03	74.24	81.86	80.79
2	77.78	85.07	90.67	88.00	87.78	81.62
3	75.51	78.88	86.49	77.73	78.15	79.88
4	88.67	91.11	96.50	85.39	86.73	82.74
mean	77.11	83.22	88.67	81.34	83.63	81.26

$D \geq 2.66$ Difference between means is significant at 5% level.

$D \geq 5.32$ Difference between means is significant at 5% level.

Fig.1 Relation between the effect of the 2m (λ) ultra short wave upon the germination of the macroconidia of *Gibberella lateritium* and the environmental temperature; average values of all experiments are shown

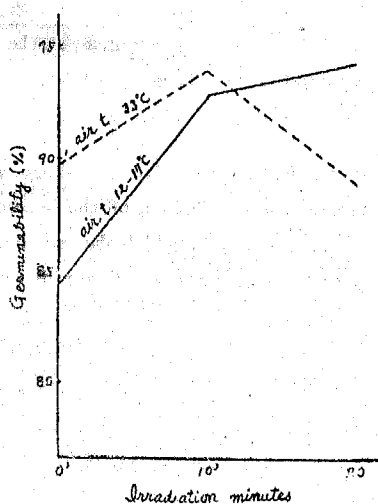


Fig.2 Relation between the effect of the 5m (λ) ultra short wave upon the germination of the macroconidia of *Gibberella lateritium* and the environmental temperature; average values of all experiments are shown

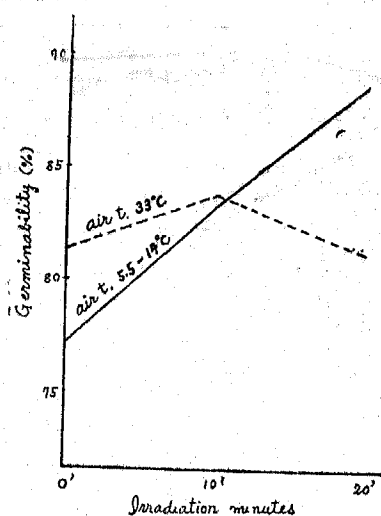


Table 2 を通覧して波長 2 m の場合について照射効果を検討すれば、室温 (12~17°C) 区にあつては照射区 (10 分及び 20 分) は不照射区に比し いづれも 5% の有意水準に於て発芽促進効果を認めうるものである。これに対し加温区 (33°C) にあつては照射区 (10 分及び 20 分) はいづれも 5% の有意水準に於て不照射区に比して効果を認めることが出来ない。然るに後者の場合 10 分照射区と 20 分照射区とを比較すれば 5% の有意水準に於て逆に発芽抑制効果を認めうるものである。理解の便宜上各区の平均値をグラフにしてみると Fig. 1 の如くなる。これによつてみると、室温区は照射によつて発芽率を漸増し、加温区は 10 分照射では促進するが、20 分照射では抑制する傾向があることを示している。次に Table. 3 及び Fig. 2 によつて波長 5 m の場合に於ける照射効果を検討すれば、2 m の場合とほぼ同様のことをいうことが出来る。

要するに超短波照射の効果は、2m の場合も 5m の場合も環境温度によつて可なり著しく影響されるものと認めうると思う。

2. 時季を異にして照射した場合 照射の波長・出力・時間並に発芽試験の方法などを同様にし、たゞ試験の時季を異にした場合、超短波照射が大型分生胞子の発芽に如何なる影響を及ぼすかについて比較検討した。照射条件は波長 5 m のものを P. V. 900 v/cm で 1 分照射 1 分休止の間歇で 20 回、25 回及び 30 回照射した。供試胞子はそれぞれ 1% 葡萄糖加馬鈴薯煎汁寒天培養基に 25°C で 1 ヶ月間培養して得たものである。照射の方法及び発芽試験の方法は前と同様である。試験の時季は 10 月上旬 (10 月 1, 2, 4 日) 及び 11 月上旬 (11 月 20, 21, 25 日) に行つた。

Table 4. Relation between the effect of the ultra short wave ($\lambda: 5\text{ m}$, P. V.: 900 v/cm) upon the germination of the macroconidia of *G. lateritium* and the season in which the experiments were carried out; means of 3 times' experiments are shown

	Times of irradiation *	number of investigated spores	Germinability (%)	Average length of germination tubes (μ)	Average length of the longest germination tubes (μ)
Former decade of Oct. (air t. 14~16°C)	0	1170	93.85	128.4	241.0
	20	1360	89.70	110.5	211.0
	25	1362	84.73	99.5	130.0
	30	1274	67.17	88.3	128.5
Latter decade of Nov. (air t. 5~7°C)	0	1458	97.43	98.2	110.0
	20	1620	99.63	103.0	158.0
	25	1470	99.46	110.0	130.0
	30	1560	98.72	105.0	140.0

* Each irradiation was carried on for a minute at the intervals of a minute's rest.

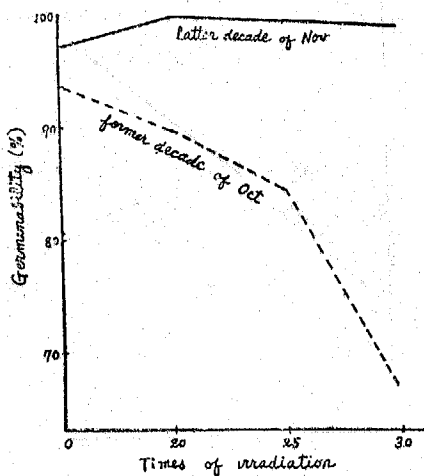


Fig. 3 Relation between the effect of the ultra short wave ($\lambda: 5\text{ m}$, P. V. 900 v/cm) upon the germination of the macroconidia of *G. lateritium* and the season in which the experiments were carried out; average values of all experiments are shown.

Table. 4 及び Fig. 3 を通覧すれば、10月上旬区は標準区に比して20回照射区、25回照射区及び30回照射区と発芽率を漸減するに対し、11月下旬区は標準区に比し各照射区とも発芽率がよい結果を示した。こゝには3回実験の総平均を示したが、各回の内容について検討するも、概ね同様の傾向を示した。この10月上旬試験と11月下旬試験に於ける効果の差異も主として環境温度の差異に基くものであろう。

3. 結論 以上の実験結果から、桑芽枯病菌大型分生胞子の発芽に及ぼす超短波（波長2m及び5m）照射の効果は環境温度によつて著しく影響されるとい得ると思う。

II. 桑芽枯病—治療法としての超短波照射の適用についての考察

超短波を人体疾病の治療に利用する試は各国で活潑に行われ、既に実用に供せられるに至つてゐる。その治療効果のねらいは、非伝染性疾病に対しては寄主体の生理作用を活潑にすることであり、伝染性疾病に対しては寄主体の抵抗性を増すこと病原体の活力を滅殺することの両作用又はそのどちらかの作用を利用する点にある。植物疾病に対する応用については、IMSHENTZKI・NAZAROVA⁽²⁾、TYERSKOY⁽⁷⁾・GIER⁽¹⁾、門脇・島田⁽³⁾、河村⁽⁷⁾及び宮本・因藤⁽⁵⁾等の研究があるが、まだ実用の域には至つていないようである。

松尾⁽⁵⁾はさきに桑芽枯病菌大型分生胞子に及ぼす超短波照射の影響について検討した。その結果は、胞子の懸濁液に2m、5m及び10.2mの超短波を照射すれば三者のうち2m及び5mに発芽抑制効果がみられた。この場合照射区の懸濁液の温度はいづれも3°C以下であり、その効果を簡単な外部加熱作用に帰しえないことをしつた。なお桑條に対する作用を予備的に検討したところでは、いくぶん菌侵害に対する抵抗性を増高するような成績が得られた。本論文に於ては、超短波照射の効果と温湯による加熱効果とを比較検討して桑芽枯病菌大型分生胞子に対する超短波照射の効果についての前報告を確認すると共に、その効果と環境温度との関係についての実験結果を報ずるところがあつた。その結果は、超短波照射の効果は環境温度によつてかなり著しく影響されるものであることがわかつた。即ち環境温度の如何によつて効果の程度に差異が生ずるのみならず場合によつては全く逆な効果さえみられた。これ迄一般に生物に対する超短波照射の効果が実験ごとにとかくまちまちの傾向を示した理由の一つは、各実験に於て波長・出力・照射時間を一定にすることにのみ留意し環境温度についてはそれ程顧慮しなかつたことによるものと思われる。

とにかく植物体又は病原菌は常に外界の温度と共に体温を変動するものであるから、超短波照射を治療法として利用する試みには單に照射出力及び時間のみならず環境温度を大いに考慮せねばならないことになる。その点体温が概ね一定している人体の場合とは大いに異なることになる。従つて実際に超短波を治療法として利用するためには、前以てあらゆる気温の場合に備えた予備実験が必要であることはいうまでもないが、又一方に於ては植物体の生育期や病原菌の生理状態によつても照射効果が左右されるであろうから、条件が複雑であり、実施の上には多くの困難が予想されるものである。

以上の論議は、筆者等のこれ迄の実験に基く限りのものであり、今後特に卓効ある波長が見出されるならば、修正を要するであろう。

摘 要

本論文に於ては桑芽枯病菌分生胞子の発芽に及ぼす超短波照射の効果と温度についての実験結果を記載した。

1) 分生胞子の発芽に及ぼす波長5mの超短波照射の効果と温湯による加熱効果とを比較実験したところ、前者の発芽抑制効果は明かに後者のそれよりも著しいことが分つた。

2) 分生胞子の発芽に及ぼす超短波(波長2m及び5m)照射の効果と環境温度との関係を検討したところ、その照射効果は環境温度によつて著しく左右され、場合によつては全く相反した結果がもたらされるものであることがわかつた。このことは桑芽枯病の一治療法として超短波を實際利用せんとする試みに困難を予想させるものである。

引用文献

1. GIER, L. J.: Effects of ultra short radio waves and ultra violet light on microorganisms. Trans. Kans. Acad. Sci., XI: 55—57, 1938.
2. IMSHENETZKI, A. A. and NAZAROVA, Mme E. S.: The action of ultra-short waves on wood-destroying fungi (*Merulius laezymans* SCHUM. and *Poria vaporaria* PERS.) Bull. Acad. Sci. U. R. S. S., (Ser. biol.), 1: 221—230, 1937.
3. 門脇又男・島田昌一: 稻熱病に対する電気の影響. 農業及園芸, XIX: 313—314, 1944.
4. 河村貞之助・星野正和: 甘藷黒斑病菌及び甘藷健全苗・同罹病苗に及ぼす超短波照射の影響について(講演要旨). 日本植物病理学会報, XIV: 103, 1950.
5. 松尾卓見: 桑芽枯病菌大型分生胞子並に桑條に及ぼす超短波照射の影響について. 逸見武雄先生還暦記念論文集: 115—118, 1951.
6. 宮本雄一・因藤壽: 馬鈴薯ウイルスに対する高周波の影響に就いて 日本植物病理学会報, XV: 127—130, 1951.
7. TVERSKOY, D. I.: Effect of short and ultra-short radio waves on fungi and bacteria pathogenic to plants. pl. prot., Leningr., XIII: 3—28, 1937.

Summary

This paper deals with the results of the writer's investigations on the relation between the effect of the ultra short waves upon the germination of the macroconidia of *Gibberella lateritium* (NEES) S. et H. and the temperature.

According to the results of the comparative experiments on the effect of the short wave (λ : 5m) and that of hot water upon the germination of the macroconidia, it is clear that the effect of the former is larger than that of the latter. In this comparative experiments, the irradiation of the ultra short wave was carried out in the small glass dishes into which the conidial suspension was poured. In the course of the irradiation (for 60 minutes), the temperature of the conidial suspension was kept at about 38°C. On the other hand, the conidial suspension which was poured in test tubes was heated with hot water in a large pan and was kept at 38°C for 60 minutes.

The relation between the effect of the ultra short waves (λ : 2m and 5m) and the environmental temperature was investigated. The writer made the grades of the environmental temperature by using an electric heater or by performing the irradiation experiments in different seasons. The irradiation of the ultra short waves was carried out by the same method as in the previous investigation. The results of the experiments showed that the effect of the ultra short waves upon the germination of macroconidia of *Gibberella lateritium* (NEES) S. et H. was influenced very much by the environmental temperature. This fact seems to suggest that the application of the ultra short waves as one of the therapeutic methods to the bud blight of mulberry trees is difficult. (The Laboratory of Phytopathology and Mycology in the Faculty of Textiles and Sericulture, Shinshū University, Ueda, Japan.)