イネ葉鞘褐変病菌 *Pseudomonas fuscovaginae* に 寄生するファージの分離とその諸性質*

宮島 邦之**

Kuniyuki MIYAJIMA**: Isolation and Some Properties of
Bacteriophages Specific for *Pseudomonas fuscovaginae*, the
Causal Bacterium of Sheath Brown Rot of Rice Plants*

Abstract

Fifteen phages of *Pseudomonas fuscovaginae* (the pathogen of sheath brown rot of rice plants) isolated from infected flag leaf-sheaths, rotted seedlings and diseased seeds in Hokkaido prefecture, Japan, were classified into three groups by their host ranges and forms of plaques. None of phage strains FP 1, FP 2 and FP 3 attacked any of 55 species of other bacteria that included 35 species of pseudomonads. The phage particles of all strains were all tadpole-shaped, consisting of a polyhedral head and a tail. FP 1 and FP 3 had a head of 60 and 50 nm in diameter, respectively, both with a contractile tail; and FP 2 had a head of 59 nm with a long noncontractile tail. The thermal inactivation point of FP 1 was at 70 C for 10 min in PB medium, whereas for FP 2 and FP 3 it was 60 C. The optimum temperature for plaque formation was 25-28 C for all phages. The one-step growth curve of phage FP 1 indicated that the latent period was about 110 min, the rise period was 130 min, and the average burst size was 220 PFU/cell in PB medium at 25 C.

(Received September 21, 1979)

緒 言

イネ葉鞘褐変病は1962年に発見命名され⁹⁾, その発生は従来北海道に限られていたが, 1976年以降, 東北地方にも発生した^{6,14)}. 本病は寒地における良質米の生産上大きな障害となっており, その適確な防除技術の確立が望まれる。しかし, 本病防除上の基礎となる発生生態に関する報告は少く, 特に土壌中, 灌漑水中および植物体上での病原細菌の行動についてはなお不明な点が多く, これらの伝染源としての役割も明らかではない。

筆者は本病の発生生態究明にファージを利用する目的で, 葉鞘褐変病の被害イネから本病原細菌(*Pseudomonas fuscovaginae*) に特異的に寄生するファージ

を分離し, その基本的な性質を検討したので報告する。

本研究を行うに際し多大の便宜を与えられた北海道立十勝農業試験場病虫予察科長坪木和男氏および有益な助言をいただいた元北海道立中央農業試験場秋田忠彦氏, 電子顕微鏡写真に御協力いただいた同玉田哲男博士, 菌株を分譲いただいた北海道立十勝農業試験場谷井昭夫氏, 九州大学脇本哲教授, 農林水産省農業技術研究所西山幸司氏, 東北大学菊本敏雄博士, 岡山たばこ試験場小野邦明博士, 農林水産省蚕糸試験場佐藤守博士に厚く御礼を申し上げる。また本稿について種々御助言をいただいた北海道立北見農業試験場馬場徹代博士, 北海道大学宇井格生教授に衷心より感謝の意を表する。

* 本報告の一部は昭和51年度日本植物病理学会北海道部会で発表した。

** 北海道立北見農業試験場 Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Hokkaido 099-14, Japan

材料および方法

供試細菌 イネ葉鞘褐変病菌は、穂孕期の褐変葉鞘から分離した5菌株(1976年8月旭川市採集, 菌株番号7601, 7605, 7607, 7608, 7610), 腐敗苗から分離した2菌株(1976年6月音更町採集, 7633, 7638), 種籾から分離した8菌株(1976年5月旭川市採集, 101, 102, 104, 125, 1651, 1653, 1655, 2492)の計15菌株を用いた。その他の細菌は Table 1 に示した。

培地 ファージの溶菌斑形成培地として富沢¹⁶⁾のペプトン培地(PB)(ポリペプトン10g, グルコース1g, NaCl 3g, 0.1M CaCl₂ 1ml, 0.1M MgCl₂ 10ml, 0.1M KH₂PO₄ 3.2ml, 水1,000ml, pH 7.2), ペプトン上層寒天培地(ポリペプトン10g, NaCl 5g, 寒天5g, 水1,000ml, pH7.2)およびペプトン寒天培地1%寒天含有ペプトン培地を用いた。一般的な細菌培養には普通寒天培地(肉エキス10g, ペプトン10g, NaCl 5g, 寒天15g, 水1,000ml, pH7.2)を用いた。

ファージの分離 穂孕期の止葉葉鞘病斑, 腐敗苗および種籾を殺菌水中で磨砕し, このけん濁液の上澄部をファージ分離試料とした。各試料1mlおよび普通寒天培養の指示菌液1mlをペプトン培地50mlに加え, 1昼夜25℃で振とう培養(130/min)後, 培養液の一部を5,760×g, 10分間遠沈し, その上澄部5mlにクロロホルムを0.5ml加えて数分間強振した。クロロホルム

沈殿後, 水層部0.1ml, 指示菌液0.1ml(10⁸⁻⁹/mlペプトン培地)および45℃に溶解した上層寒天培地2.5mlを混和し, ペトリ皿内であらかじめ固化させたペプトン寒天培地上に重層し, 20または25℃で20時間培養した各溶菌斑は単一溶菌斑分離法を反復し, ファージ試料を得た。この方法で穂孕期の褐変葉鞘から5株, 腐敗苗から2株, 種籾から8株, 合計15株のファージを分離した。

ファージの形態 ファージ濃厚液を5,760×g, 30分間遠沈後, 上澄部を2,000×g, 90分間遠心分離した。この沈殿部を0.5mlの蒸留水で希釈してファージ液試料とし, 常法によるネガティブ染色法(2%PTA)により電子顕微鏡で観察した。ファージ粒子の大きさは, それぞれ50個測定した結果で示した。

耐熱性 ファージの不活性化と温度の関係を明らかにするためファージ液(10³⁻⁴/mlペプトン培地)1.0mlを分注した試験管を各種段階の温度に調整した恒温槽中で10分間加熱処理した。処理後直ちに水道水で冷却し, 0.1ml中の活性ファージ数を溶菌斑数によって定量した。

溶菌斑形成温度 宿主範囲を異にするFP1(P1), FP2(P33)およびFP3(P51)ファージの溶菌斑形成温度を明らかにするため, 指示菌としてそれぞれ7601, 7633および101菌株を用いた。なお, 培養温度は10, 15, 20, 25, 28および32℃とし, 20時間培養後

Table 1. The bacterial isolates used in the host range experiment of the phages

Bacterial isolate	Code of strain
<i>Aerobacter aerogenes</i> (Kruse) Beijerinck	IAM1019
<i>Agrobacterium tumefaciens</i> (Smith & Townsend) Conn	A 2-1-1
<i>Bacillus cereus</i> Frankland & Frankland	IAM 1029
<i>B. polymyxa</i> (Prazmowski) Macé	B 1-2-1
<i>B. subtilis</i> (Ehrenberg) Cohn	IAM 1140
<i>Corynebacterium michiganense</i> (Smith) Jensen	C 1-1-7
<i>C. oortii</i> Saaltink & Maas Geesteranus	On-1
<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>atroseptica</i> (van Hall) Dye	P-14, P-30
<i>E. carotovora</i> (Jones) Bergey <i>et al.</i>	EC 7, 1068
<i>Pseudomonas alboprecipitans</i> Rosen*	P 1-17-1, 7502, 7503
<i>P. syringae</i> pv. <i>aptata</i> (Brown & Jamieson) Young <i>et al.</i>	607
<i>P. syringae</i> pv. <i>atrofaciens</i> (McCulloch) Young <i>et al.</i>	P-1
<i>P. cichorii</i> (Swingle) Stapp	NC 60-1
<i>P. syringae</i> pv. <i>coronafaciens</i> (Elliott) Young <i>et al.</i>	IF 03310
<i>P. syringae</i> pv. <i>atropurpurea</i> (Reddy & Godkin) Young <i>et al.</i>	A(N)-2, RCG-2
<i>P. cruciviae</i> Gray & Thornton*	IAM 1048
<i>P. desmolytica</i> Gray & Thornton*	IAM 1508

Table 1. (continued)

Bacterial isolate	Code of strain
<i>P. diminuta</i> Leifson & Hugh	IAM 1513
<i>P. syringae</i> pv. <i>eriobotryae</i> (Takimoto) Young <i>et al.</i>	P 1-7-2
<i>P. fluorescens</i> Migula	IAM 12022
<i>P. fragi</i> (Eichholz) Gruber	IAM 1650
<i>P. glaveolens</i> Levine & Anderson*	IFO 3460
<i>P. glumae</i> Kurita & Tabei	P 1-22-1
<i>P. jaggeri</i> Stapp*	IAM 1008
<i>P. syringae</i> pv. <i>lachrymans</i> (Smith & Bryan) Young <i>et al.</i>	Cu 8
<i>P. syringae</i> pv. <i>lapsa</i> (Ark) Young <i>et al.</i>	75C-1
<i>P. syringae</i> pv. <i>maculicola</i> (McCulloch) Young <i>et al.</i>	H7311
<i>P. marginalis</i> (Brown) Stevens	Am 1-3, Cm-1, IFO 3925
<i>P. melanogenum</i> Iizuka & Komagata*	IAM 1554
<i>P. syringae</i> pv. <i>mori</i> (Boyer & Lambert) Young <i>et al.</i>	S 6802, S 6803, S 6805, S 6806, S 6809
<i>P. myxogenes</i> Fuhrmann*	IAM 1502
<i>P. ovalis</i> Chester*	P 1-12-1
<i>P. pavonaceae</i> Levine & Soppeland*	IAM 1155
<i>P. syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> (Burkholder) Young <i>et al.</i>	421, 509
<i>P. putida</i> (Trevisan) Migula	IAM 1506
<i>P. riboflavina</i> Foster*	AMS 6102
<i>P. rugosa</i> (Wright) Chester*	P 1-15-1
<i>P. saccharophila</i> Doudoroff	IAM 1504
<i>P. schuykilliensis</i> Chester*	P 1-16-2
<i>P. solanacearum</i> (Smith) Smith	P 1-18-2
<i>P. syringae</i> pv. <i>striafaciens</i> (Elliott) Young <i>et al.</i>	IFO 3309
<i>P. stutzeri</i> (Lehmann & Neumann) Sijderious	P-2
<i>P. synxantha</i> (Ehrenberg) Holland	IFO 3906
<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i> van Hall	AZ 25
<i>P. syringae</i> pv. <i>tabaci</i> (Wolf & Foster) Young <i>et al.</i>	6602, 7246
<i>Serratia marcescens</i> Bizio	IMA 1021
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> (Pammel) Dowson	X 1-1-1
<i>X. campestris</i> pv. <i>citri</i> (Hasse) Dye	X 1-2-1
<i>X. cucurbitae</i> (Bryan) Dye	X 1-3-1
<i>X. campestris</i> pv. <i>hyacinthi</i> (Wakker) Dye	X 1-4-1
<i>X. campestris</i> pv. <i>oryzae</i> (Ishiyama) Dye	X 1-5-1
<i>X. campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> (Smith) Dye	X 1-6-1
<i>X. campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> (Smith) Dye	X 1-7-1
<i>X. campestris</i> pv. <i>pisi</i> (Goto & Okabe) Dye	X 1-9-1
<i>X. campestris</i> pv. <i>pruni</i> (Smith) Dye	X 1-10-1
<i>X. campestris</i> pv. <i>translucens</i> (Jones <i>et al.</i>) Dye	X 1-11-2, 21, 33
<i>X. campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i> (Doidge) Dye	N 7001
<i>X. campestris</i> pv. <i>vitians</i> (Brown) Dye	LX 78102

The cultures were received from Fac. of Agr., Kyushu Univ., Fukuoka; Hokkaido Pr. Tokachi Agr. Exp. Sta., Memuro; Inst. of Agr. Res., Tohoku Univ., Sendai; Inst. of Appl. Microbiol., Univ. of Tokyo, Tokyo; Inst. for Fermentation, Osaka; National Inst. Agr. Sci., Tokyo; Okayama Tobacco Exp. Sta., Kurashiki; Sericultural Exp. Sta., Tokyo; Other cultures were isolated by the author.

* Species name is excluded from Approved List.

に溶菌斑数と溶菌斑直径を測定した。

ファージ抗血清の調製 ファージ濃厚液をミリポアフィルター(0.45 μ)でろ過し、ろ液を免疫原ファージ液(10¹⁰/ml)とした。ファージ液に等量の Freund の不完全アジュバントを加えてよく混合し、この乳化液をウサギに筋肉および皮下注射(1週間々隔で5回)し、全採血後、常法によってファージ抗血清を得た。しかしこの抗血清には菌体に対する抗体も含まれていることが明らかになったため、その抗体を7601菌株を用いて吸収し、遠心分離(810 $\times g$, 10分間)によって得られた上清を非働化(56 C, 10分間)したものをファージ抗血清として供試した。この血清のファージ不活化反応速度恒数K値は96であった。

一段増殖実験 脇本¹⁰⁾の方法に準じて行った。すなわち24時間普通寒天培養7601菌体をペプトン培地で10⁸⁻⁹/mlに希釈し、この菌液0.9 mlに FP 1 (P 1) ファージ液(10⁸⁻¹⁰/ml) 0.1 mlを加えた。5分後に抗ファージ血清0.1 mlを加えて未吸着のファージを不活性化した。抗血清添加5分後にペプトン培地を用いて10⁵倍に希釈し、ファージ添加10分後から10分間おきに平板法によって活性ファージの定量を行った。120分以降に10⁶倍希釈液中の活性ファージを定量し、その増殖過程を追跡した。その他細部の実験方法については各実験項目の部分で記述する。

結 果

P. fuscovaginatae に対する寄生性によるファージの類別

分離・供試した15株のファージは Table 2 に示すように明らかな宿主域の差によって3系統に分類できる。すなわち穂孕期止葉葉鞘部より分離した5菌株にのみ活性を示し、透明な0.6~1.0 mmの溶菌斑を形成するFP 1系統(Plate I. 1)、腐敗苗から分離した2菌株にのみ活性を示し、pinhole 型の溶菌斑を形成するFP 2系統(Plate I. 2)および種柄から分離した8菌株にのみ活性を示し、FP 1と類似の溶菌斑を形成するFP 3系統(Plate I. 3)である。ただしFP 3系統のうちでP 52 ファージは *P. fuscovaginatae* 1651菌株に、P 54 ファージは125, 1651および1655菌株に、P 58 ファージは1651菌株に活性を示さなかった。なお、FP 2系統は実験中に溶菌斑の形態が変異したものがあり、その直径が大きくなったものも認められたが、ファージ粒子の形態に変化が認められなかったため、その後の実験においては、そのまま供試した。

P. fuscovaginatae ファージの形態

各ファージの形態および大きさを Table 3 および Plate I. 4-7 に示した。いずれのファージも多面体の頭部を有する。FP 1(P 1) ファージは頭部の直径60nm、

Table 2. Grouping of *P. fuscovaginatae* phages according to their host range

Strain of	Phage	Indicator isolates														Origin of phage	
Phage	isolate	7601	7605	7607	7608	7610	7633	7638	101	102	104	125	1651	1653	1655		2492
FP 1	P 1	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Flag leafsheaths collected at Asahikawa in Aug. 1976
	P 5	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	P 7	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	P 8	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	P 10	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FP 2	P 33	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	Seedlings collected at Otofuke in June, 1976
	P 38	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
FP 3	P 51	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	Seeds collected at Asahikawa in May, 1976
	P 52	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	
	P 53	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
	P 54	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	
	P 55	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
	P 56	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
	P 57	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
	P 58	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	

Table 3. Morphology of three strains of *P. fuscovaginae* phage

Item		FP 1(P 1)	FP 2(P 33)	FP 3(P 51)
Diameter of head	average ^{a)}	60 (nm)	59 (nm)	50 (nm)
	range	54~62	54~62	47~55
Structure of tail		Contractile tail	Long noncontractile tail	Contractile tail
Length of tail	average	85	231	120
	range	77~92	210~254	110~126
Width of tail	average	14	9	11
	range	12~15	8~11	8~16

a) Average of fifty particles

Table 4. Thermal inactivation of *P. fuscovaginae* phages in pepton solution (pH 7.2)

Temperature (C)	Phage activity		
	FP 1 (P 1)	FP 2 (P 33)	FP 3 (P 51)
25	468 ^{a)}	583	2,980
40	474	577	3,020
45	440	510	2,900
50	445	552	2,260
55	343	465	1,860
60	358	3	2
65	275	0	0
70	0	0	0

a) The figures are the average numbers of plaques developed on 3 plates

尾部の長さ85 nm, 幅14 nm, FP 2 (P 33) ファージは頭部59 nm, 尾部231×9 nmで紐状であった。FP 3 (P 51) ファージは FP 1 ファージに類似した形態を示し, 頭部50 nm, 尾部120×11 nmの大きさをであった。また, FP 3 ファージは FP 1, FP 2 ファージにくらべて頭部と尾部が離れ易く, 両者のそなわった粒子は数が少かった。

P. fuscovaginae ファージの各種細菌に対する活性

FP 1 (P 1), FP 2 (P 33) および FP 3 (P 51) ファージの活性は各ファージ調製液 (10⁸/ml) 0.1 mlを用いて平板法による溶菌斑形成の有無で調べた。その結果, これら3系統のファージはいずれも *P. fuscovaginae* へのみ寄生性を示し, Table 1 に示した8属55種73菌株の細菌にはまったく活性を示さなかった。

P. fuscovaginae ファージの活性と温度との関係

FP 1 (P 1) ファージは 50 C 以下の温度範囲においては安定であったが, 55 C 以上になるとその活性を徐々に失い, 70 C 10分間処理では完全に不活化した。FP 2 (P 33) および FP 3 (P 51) ファージの不活化温

Table 5. Relation between temperature and plaque formation

Phage	Item	Temperature (C)					
		10	15	20	25	28	32
FP 1 (P 1)	No. of plaques developed ^{a)}	0	102	199	237	209	0
	Diam. of plaques ^{b)} (mm)	0	0.35	0.71	1.02	0.89	0
FP 2 (P 33)	No. of plaques developed	0	10	173	267	264	0
	Diam. of plaques	0	0.35	0.49	0.41	0.36	0
FP 3 (P 51)	No. of plaques developed	0	3	144	423	680	0
	Diam. of plaques	0	0.20	0.35	0.56	0.53	0

a) Average number of plaques developed on 3 plates

b) Average diameter of 50 plaques developed on 3 plates

Fig. 1. One-step growth curve of phage FP1 (P1) with *P. fuscovaginae* 7601 as host.

度は FP1 ファージよりも低く、両者とも 60 C 10 分間であった (Table 4)。

3 系統のファージの溶菌斑形成はそれぞれ培養温度によって異なった (Table 5)。すなわち FP1 ファージは 25 C で培養したとき溶菌斑数が最も多く、また溶菌斑直径も大きかった。FP2 ファージは 25~28 C で溶菌斑数が多く、溶菌斑は 20 C で最も大きかった。FP3 ファージは 28 C で溶菌斑数が最も多いが、溶菌斑は 25 C で最大であった。またいずれのファージも 10 C および 32 C では溶菌斑を形成しなかった。

P. fuscovaginae ファージの一段増殖実験

FP1 (P1) ファージの増殖過程を *P. fuscovaginae* 7601 菌株を宿主として一段増殖実験によって検討した。その結果を Fig. 1 に示した。25 C の培養温度条件下でペプトン培地中の *P. fuscovaginae* に吸着感染したとき、潜伏期は 110 分、定常期は 240 分、平均放出量は 220 であった。

考 察

植物病原細菌のファージについては、これまで 5 属 31 種以上の細菌で報告されており、それらのあるものは病原細菌の分類同定、検出・定量、発生予察および防除などの手段として用いられてきている^{11,17)}。しかしネ葉鞘褐変病菌を侵すファージに関する報告は見当らない。筆者は本菌ファージの分離およびその性状を検討した。その結果、FP1, FP2 および FP3 の

3 系統のファージを分離検出することができた。

これら 3 系統のファージはいずれも多面体の頭部と尾部を有する形態を示した。FP1 および FP3 ファージは収縮性の尾部を、また FP2 ファージは長い非収縮性の尾部をもっておりそれぞれ Bradley²⁾ の Group A, および Group B に相当する形態を示した。

Pseudomonas 属細菌のファージには種特異性の低いもの^{2,7,8)} や高いもの^{1,2,7,8,9,12,13)} が報告されているが、*P. fuscovaginae* ファージはいずれも後者に属し種特異的であり、病原細菌の分類同定、発生生態などの研究に利用価値が高いと考えられる。

温度との関係についてみると、3 系統ファージの活性は 50 C 以下では安定であるが、55 C 以上になると徐々に活性を失い、FP1 ファージは 70 C, FP2 および FP3 ファージは 60 C 10 分間ではほぼ完全に不活性化された。

寄主細菌の死滅温度は 55 C¹⁵⁾ であり、*P. caryophylli* CaPl ファージ⁹⁾ のように本ファージの不活性化温度も寄主細菌の死滅温度よりも高いといえる。また溶菌斑の形成におよぼす培養温度の影響は、*P. mori* MP1 ファージ¹³⁾ のように 28 C では溶菌斑は形成するが、32 C では形成しない。10 C では細菌の乳膜⁹⁾ ができないため溶菌斑は現われず、15 C では乳膜⁹⁾ はできるが溶菌斑形成は抑制される傾向を示した。

ファージの増殖は、ファージの系統¹⁰⁾ によって異なり、また培養基の種類¹⁸⁾ および培養温度¹⁸⁾ などによって影響されるが、ここでは FP1 ファージが 25 C の温度条件下でペプトン培地中の *P. fuscovaginae* に吸着感染した場合の増殖過程を一段増殖実験によって検討した。潜伏期および上昇期は *P. caryophylli* CaPl ファージ⁹⁾ の場合と同様にそれぞれ 110 分および 130 分であり、他のファージに比較して長時間を要した。平均放出量も *P. solanacearum* S1 ファージ¹⁰⁾, *X. pruni* XP3-1 ファージ⁴⁾ などと同様に大きく、約 220 であった。

以上、*P. fuscovaginae* ファージの諸性質を検討したが、本ファージは種特異的であり、発生生態を究明する手段として利用価値は高いものと考えられる。しかし、また系統特異性も高いので、は場の葉鞘褐変病菌すべてを検出することは困難であり、ファージ感受性菌の限られた範囲内でしか利用できないであろう。したがって、こんごさらに宿主範囲の広いファージ

ジの探索が必要である。

また、多数の菌株について溶菌型調査および本ファージを用いた検出方法については目下検討中である。

摘 要

イネ葉鞘褐変病菌 *Pseudomonas fuscovaginae* に活性を示すファージの分離を試み、穂孕期の褐変葉鞘、腐敗苗および種籾から性質の異なる3系統のファージ, FP 1, FP 2 およびFP 3 が得られた。

これらのファージはいずれも *P. fuscovaginae* 以外の8属55種の細菌には活性を示さず、高い種特異性を

示した。

FP 1 ファージは直径60 nmの頭部と85 nmの収縮性の尾部からなり、FP 2 ファージは59 nmの頭部と231 nmの非収縮性の尾部を有し、またFP 3ファージは50 nmの頭部と120 nmの収縮性の尾部からなっていた。

FP 1 ファージの不活性化温度は70 C, FP 2 およびFP 3ファージは60 Cであった。また溶菌斑形成適温はFP 1 ファージは25 C, FP 2 ファージは25~28 C, FP 3ファージは28 Cであった。

FP 1ファージの潜伏期は110分、上昇期は130分、平均放出量は220であった。

引用文献

1. 青田盾彦・真野 豊 (1971). 日植病報 37: 404 (講要).
2. Billing, E. (1970). J. appl. Bact. 33: 478-491.
3. Bradley, D. E. (1967). Bacteriol. Rev. 31: 230-314.
4. Civerolo, E. L. (1970). Phytopathology 60: 1385-1388.
5. 舟山広治・平野トシエ (1962). 日植病報 27: 264 (講要).
6. 宮島邦之・秋田忠彦・千葉末作・千葉順逸・田中 孝 (1977). 北日本病虫研報 28: 26-29.
7. 森田 昭 (1974). 日植病報 40: 401-411.
8. 向 秀夫・鍵渡徳次・陶山一夫・小林昭二 (1976). 日植病報 42: 114 (講要).
9. 西村十郎・脇本 哲 (1971). 日植病報 37: 301-306.
10. 岡部徳夫・後藤正夫 (1953). 静大農研報 3: 81-100.
11. Okabe, N. and Goto, M. (1963). Ann. Rev. Phytopath. 1: 397-418.
12. 小野邦明 (1976). 盛岡たばこ試報 11: 1-52.
13. 佐藤 守・高橋幸吉・脇本 哲 (1971). 日植病報 37: 128-135.
14. 諏訪正義・渡部 茂 (1978). 北日本病虫研報 29: 26.
15. 谷井昭夫・宮島邦之・秋田忠彦 (1976). 日植病報 42: 540-548.
16. 富沢純一 (1970). バクテリオファージの実験. 岩波書店, 東京. PP. 1-96.
17. Vidaver, A. K. (1976). Ann. Rev. Phytopath. 14: 451-465.
18. 脇本 哲 (1955). 九大農学芸誌 15: 151-160.

Explanation of Plate

Plate I.

1. Plaques developed by phage FP 1 on *Pseudomonas fuscovaginae* 7601 after 20 hr at 25 C.
 2. Plaques developed by phage FP 2 on *Pseudomonas fuscovaginae* 7633 after 20 hr at 25 C.
 3. Plaques developed by phage FP 3 on *Pseudomonas fuscovaginae* 101 after 20 hr at 25 C.
 4. (a) Electronmicrograph of FP 1 phage particles stained with 2% phosphotungstic acid (PTA). (b) High magnification of (a).
 5. Electronmicrograph of FP 2 phage particles stained with PTA.
 6. High magnification of (5).
 7. High magnification of FP 3 phage particles stained with PTA.
- Scale marks represent 100 nm.