

대관령 지방에 발생하는 감자역병균의 생리형

함영일* · 강응희*

Physiologic Races of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary at Alpine Area, Korea during the Period from 1971 to 1973

Hahm, Y.I.* and E.H. Kang,*

Abstract

During the period from 1971 to 73 physiologic races of potato late blight pathogen, *Phytophthora infestans*, causing severe losses of seed potato production at Alpine area, Korea, were investigated.

In 1971, 68 isolates of the pathogen from various potato varieties were identified by the use of differential host plants, and found that there were 10 races; 0, 1, 2, 3, 1.3, 1.4, 3.4, 1.3.4, 2.3.4. The most predominant races for the year were 0 and 3.

In 1972, the same procedure was repeated with 62 isolates of the pathogen, and found 5 different races; 0, 1, 4, 1.3 and 1.3.4. The most predominant race for the year was race 0.

In 1973, six races; 0, 3, 4, 1.3, 3.4 and 1.3.4 were found from 76 isolates of the year, and the race 0 and 4 appeared as the most predominant races for the year.

Total of 11 races; 0, 1, 3, 4, 1.3, 1.4, 3.4, 1.3.4, 2.3.4 and 1.2.3.4, were found during the period from 1971 to 73 at Alpine area, among which the most predominant races were race 0, 3, and 4.

The investigation indicated that the annual incidence of these races largely depended on the climatic conditions of the year.

1. 서 론

최근 우리나라의 식량증산에 일익을 담당하게된 감자는 매년 수요증가에 의한 재배지역의 확대에 따라 씨감자 생산량의 절대부족으로 씨감자생산이 절실히 요구되고 있는 이때에 씨감자 주생산지인 고령지대에 매년 감자역병(*Phytophthora infestans*)에 의한 감수는 상당량에 이르고 있으며 최근에는 담전지대에서도 발병을 볼수있어 저지대의 역병발생에 대한 연구가 요청된다. 본병은 감자 괴경 비대기에 감자잎에 이병되어 감자생산에 직접적인 영향을준다. 또한 본병은 해에 따라 다르나 주로 이지역에서는 7월초순부터 발병하게되는데 온도가 낮은 15~18°C이고 비가 자주와 습도가 높으면 심하게 발생하며 전염속도가 대단히 빨라 대

면적을 순식간에 이병시키게 된다. 이러한 역병균은 감자의 품종과 지역에 따라 또 매년 기상조건에 따라 병원성에 차이가 있는 몇가지 생리형으로 나누어 지는데 이러한 생리형을 분류등정 하므로써 저항성 신품종 육성과 기존 품종 저항성 검정 그리고 본병의 효과적인 방제를 위해 1971년부터 이지역에서 수집, 분리한 역병균의 생리형을 보고 하는 바이다.

2. 연구사

감자 역병균의 생리적 특성을 가진 몇가지 계통에 대한 연구는 1932년 Shick⁽²¹⁾가 몇가지 역병 계통을 집중한 결과 계통에 따른 병원성의 차이를 보고 했으며 1933년 Reddick와 Willard⁽¹⁷⁾도 생리적 특성에 관하여 보고 했으며 Kathermann⁽¹³⁾ (1933)과 1953년

※ 농촌진흥청 고령지시험장

※ Alpine Experiment Station, O.R.D., Korea

John⁽¹²⁾은 저항성계통이 얼마후 다시 어떤 계통의 역병에 이병됨을 시사 했으며 Reddick⁽¹⁸⁾ (1940)는 또다시 생태형의 분화에 관한 연구에서 역병의 신계통 발생을 인정했다.

1952년 Black⁽¹⁾은 R₁, R₂, R₃, R₄ 등의 우성유전자들 단독 또는 조합으로 가지고 있는 감자의 이병성 정도를 기준으로 Scotland에서 10개 생리형을 밝혀냈다. 이하하여 1953년 Masternbrock와 Black⁽¹⁴⁾ 등은 역병균의 생리형을 Race 0 외 15가지로 국제적 명명법을 제안하여 분류법을 통일했다.

Raul⁽¹⁶⁾ (1952)은 역병균의 생리형을 병원성의 생태적 차이에 따라 4가지 형태로 분류 했으며 1955년⁽⁹⁾ Graham⁽¹⁵⁾은 캐나다의 9개주에서 수집한 역병균은 8개의 생리형에 속하며 그중 Race 0와 Race 4가 제일 많았고 1955년 Reiner⁽¹⁹⁾와 Webb도 미국 Main주에서 11가지 생리형이 있다고 보고 했으며 1956년 일본의 Takase와 Takakuwa는 Race 0, 1, 2, 4, 1.4, 등 5가지의 생리형을 유별 했으며 Howatt⁽¹⁰⁾ (1957)는 캐나다에서 14가지 생리형을 발표 했는데 Race 4가 제일 많았다고 했고 지역적으로 발생정도와 Race의 차이를 인정 하였다 Ciccarone⁽⁴⁾ (1959) 등은 Brazil의 감자역병 생리형 중에 Race 4와 Race 1.4가 지배적인 Race이며 1961년 Ciccarone⁽⁵⁾은 Italy에는 Race 4가 Predominated 라고 했으며 본병균과 도마도와의 병원성의 상관관계를 기술 했으며 Golovin⁽⁸⁾ (1960)등은 쓰련의 여러 지역에서 채집한 균주를 분리한 결과 13가지 생리형을 유별 했으며 이들 생리형 간의 최적온도 및 형태상의 차이 및 특성을 보고했다.

1962년 일본의 Takakuwa⁽²⁴⁾는 다시 Race 1, 2, 3, 1.2, 1.4, 2.4, 3.4, 1.3.4, 등을 보고 하였으며 1964년 Ozinskaya⁽¹⁵⁾등은 Poland에서 몇가지 생리형을 분류했는데 그중 Race 1.4와 1.3.4가 보통 많았으며 Race 1.2.3.4,를 Jalitkowo 지방의 Kransnofimski 품종에서 처음으로 분리 됐다고 보고했다.

Sara⁽²⁰⁾ (1965)는 Portugal의 일반 재배지대에는 Race 0와 4가 제일 많았다고 보고했고 같은해 Storozhenko⁽²³⁾는 Khabarovsk에서 10가지 Race를 1961~1964년 Sakhalin에서 Race 6를 포함한 13개 Race를 발표 했으며 1967년 Cherepanova⁽²⁾는 1962~65년에 Leningred 지방의 13개소에서 감자와 도마도의 여러 품종에서 취한 300 균주중에서 Race 0, 1, 3, 4, 1.2, 1.3, 1.4, 2.4, 3.4, 1.2.3, 1.2.3.4(?) 등이 있으며 이들중 Race 4가 제일 많았다고 보고했다.

한편 Dorozinski와 Ramneva⁽⁷⁾ (1959)는 역병균의 병원성의 지역에 따른 차이를 인정 했으며 같은해

Thuston⁽²⁶⁾ 등이 몇가지가 합성배지상에서의 생육상태와 병원성의 유전문제를 발표했으며 1966년에는 동저자가 다시 쓰련 Byelorussia 지방에는 Race 4가 제일 널리 분포되어 있으며 이들은 매년 기후 조건에 따라 이들 생리형의 발생 종류가 다름을 보고 했고 한편 1961년 Shick⁽²²⁾등은 Berlin에서 Black et al⁽¹⁴⁾등의 분류 방법에 맞지않는 gene 즉 R₍₆₊₀₎ 및 S₋₍₀₊₆₎를 보고하기도 했다. 1961년 Cherepanova와 Pshedetskaya⁽³⁾는 감자와 도마도 역병의 몇가지 계통의 형태와 상호간의 병원성의 정도 그리고 몇가지 감자에 나타내는 병원성의 차이에 대해보고 했으며 1961년 Cruz⁽⁶⁾등은 몇가지 감자 Clone에 대한 역병 Race의 이병성을 실내시험과 포장 저항성에 대한 반응의 차이와 Brazil의 San Paulo 지방에서 Race 1.4를 처음분리 했다고 보고했다.

한편 본 시험장에서는 1968년 Kang과 Kang 이⁽¹¹⁾ 이지역의 역병균을 분리 동정하여 5가지 생리형을 보고한바 있었다.

3. 재료 및 방법

① 관별 기주 식물과 유전인자형

Irish Cobbler(R)	Kennebec(R ₁)
1512(C)16 (R ₂)	Pentland Ace(R ₃)
201402 (R ₄)	203901 (R ₁ R ₂)
B5006-15(R ₁ R ₃)	B5052-14(R ₁ R ₄)
203801(R ₂ R ₄)	1584(10) (R ₃ R ₄)
215621 (R ₁ R ₄)	205625 (R ₁ R ₃ R ₄)

② 공시균주

본 시험장 포장에 재식되어 있는 품종 및 육성계통에서 수집한 역병균주.

③ 병원균의 배양방법

병징이 뚜렷한 감자잎과 괴경에서 채집한 균주를 감자(r인자형을 가진)의 Slice(5mm 두께)에 옮겨 15~18°C의 항온 습실에 처리하여 포자를 다량 형성시켜 균주로 사용하여 Rye-seed-agar 배지에 옮겨서 유지 보관했다.

④ 병원균의 접종방법

2개월이상 자란 관별기주식물의 중위엽 이런 혹은 괴경절단면에다 항온습실에서 다량형성된 포자를 10°C의 증류수에 2~3시간 처리하면 유주자 (Zoospore)가 생기는데 이 유주자 현탁액(50 spore/mm³)을 0.2cc 떨어뜨려 온도 15~18°C이고 포화습도인 항온습실에 일주일 정도 넣어두었다.

⑤ 조사방법

관별기주식물에 접종후 2일부터 잎과 괴경에 나타나는 갈변현상, 피사상태와 포자 형성 유무로 병원성을

검정하는데 그 기준은 다음과 같다.

- [R] : 접종 부위에 아무런 증상이 없거나 한정된 작은 갈변현상.
- [R'] : 접종 부위에 갈변, 괴사현상.
- [S] : 접종 부위가 갈변, 괴사되고 포자형성

4. 결과 및 고찰

- 1) 1971년도 역병 생리형 판별
71년도 본 시험장 포장에서 채집 분리한 68계통의 균주를 8가지 판별기주 식물에 접종한 결과 다음 표 1에 표시 한바와 같았다.

Table 1. Physiologic races of *P. infestans* at Alpine area, Korea, 1971.

Number of Isolates from	Differential host plants/genotype								Race
	I.C	Kenne- bec	1512(b) 16	Pent- land Ace	201404	B500615	B505214	41518(10)	
	r	R1	R2	R3	R4	R1R3	R1R4	R3R4	
Sebago and 32 others	S	R	R	R	R	R	R	R	0
Seco	S	S	R	R	R	R	R	R	1
320-06	S	R	S	R	R	R	R	R	2
Ginekee and 16 others	S	R	R	S	R	R	R	R	6
Cherokee and 5 others	S	S	R	S	R	S	R	R	1.3
Menter and 1 others	S	S	R	R	S	R	S	R	1.4
650591 and 1 others	S	R	R	S	S	R	R	S	3.4
653101 and 3 others	S	S	R	S	S	S	S	S	1.3.4
1512(c)16	S	R	S	S	S	R	R	S	2.3.4
A-9	S	S	S	S	S	S	S	S	1.2.3.4

표1 에서 보는바와 같이 Race 0, Race 1 Race 2, Race 3, Race 1.3, Race 1.4, Race 3.4, Race 1.3.4, Race 2.3.4, Race 1.2.3.4 등 10가지 생리형이 나타났으며 그중 Race 0는 Sebago의 32개 균주에서 Race 3은 Ginekee의 16 균주에서 분리되어 이들 2가

지 생리형이 제일 많이 분포 되어있었다.

2) 72년도 생리형 판별.

72년도 에도 본 시험장 포장에서 채집분리한 62계통의 역병 균주를 판별기주품종에 접종 하였던바 표 2와 같이 나타났다.

Table 2. Physiologic races of *P. infestans* at Alpine area, Korea, 1972.

Number of Isolates From	Differential host plants/genotype											Race
	I.C	Kenne- bec	1512 c16	Pant- land	201404	203901	B5006 -15	B5052 -14	203899	1518 (10)	215621	
	r	R1	R2	R3	R4	R1R2	R1R3	R1R4	R2R4	R3R4	R134	
Grata and 52 others	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	0
680502 and 2 others	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	1
Pur and 1 other	S	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	4
B6603-6 and 2 others	S	S	R	S	R	R	S	R	R	R	R	1.
B60510	S	S	R	R'	R'	R'	S	S	R	R'	R'	1.3.43

표 2에서 보는 바와 같이 72년도에는 Race 0, Race 1, Race 4, Race 1.3, Race 1.3.4등 5가지 생리형을 판별 해 냈는데 전해에 나타났던 몇가지 생리형이 나타나지 않았으며 새로이 Race 4가 발견 됐으며 Race 0가 전 해와 같이 계속 제일 많은 분포를 나타내고 있다.

3) 73년 생리형 판별.

73년도에도 본시험장 포장에서 역시 감자품종과 육

성계통에서 채집 분리한 76계통을 판별기주식물에 접 종한 결과 표 3과 같이 나타났다.

표 3에서 보여준 바와 같이 Race 0, Race 3, Race 1.3, Race 3.4, Race 1.3.4 등 6가지 생리형이 판별 됐는 데 Race 0가 Hokkai-17의 32균주에서 Race 4가 L-7의 33 계통에서 판별되어 이들 2가지 생리형이 본해에는 제일 지배력이 강한 생리형으로 나타났다.

Table 2. Physiologic races of *P. infestans* at Alpine area, Korea, 1973.

Number of Isolates From	I.C r	Differential host plants with genotype											Race
		Kenne bec	1512 c16	Pent- land	2014 04	2039 01	B5006 15	B5052 14	2038 99	1584 (10)	2156 21	2156 25	
		R1	R2	R3	R4	R1.2	P1.3	R1.4	R2.4	R3.4	R123	R1234	
Hokkai-17 and 32 others	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	0
Hamnaback and 2 others	S	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	3
L-9 and 33 others	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	4
Kennebec	S	S	R	S	R	R	S	R	R	R	R	R	1.3
L-7 and 3 others	S	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R	R	3.4
Shimabara	S	S	R	S	S	R	S	S	R	S	S	R	1.3.4

5. 적 요

본 시험은 우리나라 씨감자 주요 생산지인 대관령지 방에 분포되어 있는 역병균의 생리형을 조사 판별하기 위해 71-73년에 걸쳐 수행되었던바.

1. 1971년에는 68계통을 분리 접종 했는데 Race 0, Race 1, Race 2, Race 3, Race 1.3, Race 1.4, Race 3.4, Race 1.3.4, Race 2.3.4, Race 1.2.3.4 등 10가지 생리형이 판별 되었으며 그중 Race 0와 Race 3가 제일 널리 분포 되었었고

2. 1972년에는 62계통을 분리 하였던바 Race 0, Race 1, Race 4, Race 1.3, Race 1.3.4 등 5 가지 생리형이 나타났으며 그중 전체에 이어 Race 0가 널리 분포되어 있었다.

3. 1973년에는 76계통에서 Race 0, Race 3, Race 4, Race 1.3, Race 3.4 Race 1.3.4 등 9 가지 생리형이 나타났던바 Race 0와 Race 4가 가장 널리 분포 되어 있는 생리형으로 나타났다.

4. 이로써 우리나라에는 Race 0, Race 1, Race 2, Race 3, Race 4, Race 1.3, Race 1.4, Race 3.4, Race 1.3.4, Race 2.3.4, Race 1.2.3.4 등 11가지 Race가 존재함이 밝혀졌으며 Race 0, Race 3과 Race 4가 가장 널리 분포 되어 있는 생리형으로 나타났다.

5. 이와 같이 생리형은 매년 기후조건에 따라 발생정도가 다를 수 있다.

인 용 문 헌

1. Black, W. 1952. A genetical basis for the identification of strains of *P. infestans*. Proc. Roy. Sci. Edin. B65 (36-51)
2. Cherepanova, N.P and L.I. Pshedetskaya. 1967.

The composition of race *P. infestans* in the Leningrad region. Mikol. Fitopatol. 1(7):45-52 (RAM 46(1)1 596)

3. _____ and _____ 1961. The comparative character of strains of *P. infestans* from potato and tomato. Vestn. Leninger. Uni. Ser. Biol. 16(2):144-148.
4. Ciccarons, A., W. Black, and Cruz (B.P.B). 1959. The preliminary observations on the races of *P. infestans* in the state of San Paulo, Brazil. Agr. Inst. Biol. S. Paulo. 26(177-184).
5. dan Mallcolmson, J.F, 1961. The identification of *P. infestans* on potato and tomato material collected in 4 regions of Italy. Phytopha. Mdit (1)2 49-53.
6. Cruz (B.P.B). O.J. Boock, and Rossetti. 1961. Reactions of I.A.C potato clones to infection by physiological races of *P. infestans* in the field. Agr. Inst. Biol. S. Paulo. 28(7-11).
7. Dorozinskin, N.A and Z. I, Remneva. 1959. Investigation of the virulenc of different populations of *P. infestans* in potatoes. Ser. Biol. Scio. 4(34-36)
8. Golovin, D.N. Cherepanova and Bshedetskaya. 1960. Acomparative study of *P. infestans* strains. Bot. Zh. S.S.S.R 45(LL):1600-1618.
9. Graham, K.M 1955 Distribution of physiological races of *P. infestans* in Canada. Amer. Pota. Jour. 232(277-82).
10. Howatt, J.L. 1957. The blight disease of potatoes and its causal fungus in Canada. Amer. Pota. Jour. 34:183-192.
11. Kang, E.H, and K.Y. Kang. 1968. 농촌진흥청,

- 시험연구보고서 교령지시험장 339-3549.
12. John, S., W.R. Mills, and Niederhauser 1953. Observation on races of *P. infestans* in Mexico. Phuto. 43: (456-457).
 13. Kathrmann, G.H and Wenk 1633. DER zuchter 5:129-132.
 14. Masternbrock, W.R and W. Black, 1953. A proposal for an international nomenclature of race of *P. infestans* and of genes controlling immunity in *Solanum demissum* derivaties. Euphytica 2.168-178.
 15. Osinskaya, M.,K. Swiszczewska, and Cieslewicz. 1964. Studies on the identification of physiological races of potato blight (*P. infestans*) occurring on potato in Poland. Hodowla. Rosl. Aklim. 3 (2):227-26(RA3.M 44(7):1935).
 16. Paul, E.Waggoner and J.R, Wallin 1952. Variations in pathogenicity among isolates of *P. infestans* on tomato and potato. Phytopathol. 42(645-)
 17. Raddick, D. and Willard Rosier. 1933. Physiological specialization in *P. infestans*. Amer. Pota Jour. 10:129-134.
 18. _____ and _____ 1940. Problems in breeding (R. A. M. 13:239) for disease resistance. Chronica. Bot. 6 73-77.
 19. Reiner Bonde and R.E, Webb. 1955. Physiological race of late blight fungus from potato demp-heap plants in Main in 1955. Amer. Pota. Jour 33: 53-55.
 20. Sera, M. Deloureiro 1964. *P. infestans* in Portugal. R. A. M 44:304.
 21. Shick, R 1932. Under das Verhalten von *Solanum demissum*, *S. tuberosum* und ihrenB astarden gegenüber vershieden herkunften von *P.infestans*. Der Zuchter. 4.233-237.
 22. _____ and E Scihck, 1961. Some peculiarities in the inheritance of *P. infestans* of *S. stoloniferum* and the possibility arising there from of breeding *P. infestans* resistant potato varieties. Der Zuchter 31(4):180-183.
 23. Strozhenko, R.G. 1965. Race composition of *P. infestans* on potato far east. Nauka-sel Khozs hskh, inform, nauch, Uchrezh, Dal, Vost Khabarosc. 22-23(R. A.M)46:529).
 24. Takauwa, M. 1962. On the distributions of races of *P. infestans* in Hokkaido Island, Japan. 북해도 농업시험장취보 제77호.
 25. Takase, N. and M.Takakuwa 1956. Studies on resistance to late blight in potatoes. 2 Field infection of inter-specific hybrid potatoes with newly appeared strain of *P. infestans*. Jap. Jour. on, H.D. Breeding. 6.1-4.
 26. Thurston. H. D., P. Wilde, and T.W Sudia, 1959 Growth of six races of *P. infestans* on artificial media (R. A.M 39(1)-369)