

전남지역 유자과원의 검은점무늬병균 포자 형성과 비산

허길현¹ · 박서기*

¹전라남도 농업기술원, 순천대학교 응용생물학과

Sporulation and Dissemination of Pycnidiospores of *Diaporthe citri* in Yuzu Tree (*Citrus junos* Sieb) in Jeonnam Area

Kil Hyun Hur¹ and Seur Kee Park*

¹Jeonnam Agricultural Research and Extension Services, Naju, Korea

Department of Applied Biology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

(Received on March 26, 2005)

Several time-course experiments were carried out to understand seasonal development of melanose on yuzu trees at koehung area, Jeonnam province, during May to October. The occurrence of dead twigs, known as a source of infection, was much more in older trees, and from June to August, mostly in July. In the experiment of pycnidia development on dead twigs seasonally collected, the number of developed pycnidia was highest on July-collected dead twigs especially with the diameter of 1.1~1.5 cm. In the collection survey of disseminated pycnidiospores, although the collected number of pycnidiospores was affected with amount of precipitation, the number of observed pycnidiospores in rainwater was relatively high from June to August, with highest in early August in 1997 and late July in 1998. In the inoculation tests on 3-year-old trees and fruits in natural condition, disease occurrences were mostly affected on twigs by inocula treatment in June, and on fruits by inocula treatment in July, respectively.

Keywords : *Diaporthe citri*, Melanose, Pycnidia, Pycnidiospore, Yuzu

유자 검은점무늬병은 잎, 가지, 과실에 발생하여 품질, 수량은 물론 상품성을 떨어뜨리는 원인이 되고 있다. 전남지역에서 검은점무늬병은 잎의 경우 5월 상순 또는 5월 하순부터 발생하기 시작하여 6월 하순에 최고에 이르고, 과실의 경우 6월 하순 또는 7월 상순부터 발생하기 시작하여 8월 상순에 최고에 이른다(허와 박, 2005). 이 병은 유목에서는 거의 발생하지 않고, 주로 15년 이상 된 성목에서 많이 발생하는데, 이는 마른가지나 과경 등이 많이 분포하고 있기 때문이다. 즉 이 병원균은 강우시 빗방울에 의해서 비교적 짧은 거리로 분산, 전파되며(田中, 1955), 전염원이 많이 분포하고 있는 오래된 성목에서 많이 발생하고 있다.

검은점무늬병균은 처음에 전염원으로 병자각 및 병포자가 발견되어 *Phomopsis citri* Fawcett(Fawcett, 1912)로

명명되었지만, 완전세대인 자낭포자가 발견됨에 따라 *Diaporthe citri*(FAW.) WOLF(Wolf, 1926; 大和, 1968, 1976; 牛山, 1973)로 명명되었다. 이 병원균은 주로 마른가지에서 병자각으로 월동하는데 병자각은 감귤뿐만 아니라 편백, 삼나무, 비파, 차나무 등의 마른가지에서도 형성된다(牛山, 1967). 마른가지에는 자낭 포자도 형성되지만 주로 병포자가 형성되고(大和, 1971), 이들 병포자는 강우시 잎, 가지, 과실 등으로 전파되어 감염된다(大和, 1971; 山本, 1991). 山本(1991)는 포자가 마른가지위에서 5~9월까지 형성되어 전염원이 되는데 5월에 형성된 마른가지에서의 포자 누출량이 더 많은 것으로 보고하였고, 감염시기는 낙화 후 1개월(大林와 松本, 1964), 3개월(山田와 山本, 1961) 등으로 보고되었다.

우리나라에서도 감귤 검은점무늬병(권, 1996)과 유자 검은점무늬병(허와 박, 2005)의 발생생태에 대해서는 보고되었지만, 병포자의 형성, 비산 등에 대해서는 보고되지 않았다. 따라서 이 연구에서는 마른가지의 발생정도 및 그 위에 형성된 병자각의 수, 병포자의 비산시기, 가지 및 과

*Corresponding author

Phone) +82-61-750-3864, Fax) +82-62-750-3208

E-mail) parksk@sunchon.ac.kr

실에서의 병 발생 정도를 시기별로 조사하여 병 방제를 위한 기초 자료로 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

마른가지의 발생 조사. 1998년 전남 고흥지역의 20년생 유자나무 과원에서 시기별로 발생한 마른가지의 양을 조사하기 위하여 4월 30일에 조사주의 아랫부분에 있는 마른가지를 전부 제거하고, 윗부분에 있는 마른가지는 계속적인 전염을 유발하기 위하여 남겨 두었다. 5월부터 10월까지 매월 30일에 아랫부분에 발생되는 전체 마른가지를 채취하여 무게와 가지 수를 조사하였다. 또한 수령별 마른가지의 발생량을 조사하기 위하여 5년, 10년, 15년, 20년된 과원에서 1998년 10월 하순에 각 과원별로 5주씩을 선정하여 전체 마른가지를 채취, 무게와 가지 수를 조사하였다. 조사된 무게와 가지 수는 5나무로부터 얻어진 값의 평균이고 1 m³의 수관 용적내에 들어 있는 값으로 환산하였다.

병자각의 형성 조사. 1998년 5월부터 10월까지 매월 말일 채취된 마른가지(직경 0.5~1.0 cm)를 5 cm의 크기로 절단 후 25°C에서 24시간 습실 처리하여 병자각수를 조사하였다. 또한 7월 말일에 채취된 마른 가지 중에서 직경 0.5 cm 미만, 0.6~1.0 cm, 1.1~1.5 cm, 1.6 cm 이상으로 구분하여 각 10개체에 대한 병자각수를 조사하였다.

병포자의 비산 조사. 1997년부터 1998년까지 2년간 5월부터 10월까지 전남 고흥 지역의 20년생 유자나무 아래에 깔때기(직경 20 cm)와 삼각후라스크(2 l)를 놓고 빗물을 수집하였다. 수집된 빗물을 슬라이드그라스위에 올려놓고 200배 현미경에서 병포자의 수를 조사하였다. 조사시기의 강우량은 고흥 기상관측소의 자료를 사용하였다.

가지 및 과실의 병 발생 조사. 1998년 전남 고흥지역의 20년생 유자나무 과원에서 조사하였다. 가지의 경우에는 5월부터 10월까지 매월 1, 2일, 3년생 유자꽃트묘 3주씩을 20년생 유자나무 아래에 두어서 접종되도록 한 다음, 매월 30일 병반면적율을 조사하였다. 얻어진 결과는 월별 및 10월의 누적 발병도로 환산하였다. 과실의 경우에는 비 오는 날(6월 24일, 7월 13일, 7월 22일, 8월 2일, 8월 23일)을 택해 과실위에 마른가지(직경 0.5~1.0 cm)를 수평으로 1개 및 5개 올려놓아 접종되도록 하였다. 접종된 과실은 비가 그친 후 비닐을 씌워서 재감염을 방지하고 한달 후 병반면적율을 조사하여 발병도로 환산하였다. 발병도(%)는 병반면적율에 따라 다음과 같이 산출하였다. 즉 $\frac{\{(A \times 1) + (B \times 3) + (C \times 5) + (D \times 7) + (E \times 9)\}}{n \times 9} \times 100$ 에서 A는 1% 미만, B는 1~5%, C는 6~25%, D는

26~50%, E는 50% 이상의 병반면적율을 나타내는 개체 수이고, n은 조사한 총 개체수이다.

결 과

수령 및 시기별 마른가지의 발생 정도. 수령별 마른가지의 발생정도를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 5년생의 유목인 경우 마른가지가 0.7 g/m³, 1.2개/m³로 적게 발생되었으며, 10년생에서는 2.1g/m³과 3.9개/m³, 15년생에서는 5.6 g/m³과 10.3개/m³, 20년생에서는 12.7 g/m³과 21.4 개/m³로 수령이 증가할수록 마른가지가 많이 발생되었다. Table 2는 시기별 마른가지의 발생량을 조사한 결과이다. 마른가지는 5월과 10월에 각각 1.1 g/m³과 0.7g/m³으로 적은양이 발생한 반면 6, 7, 8월에는 각기 2.5, 3.3, 2.7 g/m³으로 많이 발생하는 경향이었고, 특히 7월에 가장 많이 발생됨을 알 수 있었다.

마른가지위의 병자각 형성정도. 마른가지에서는 약 1 mm 크기의 병자각이 관찰되었다. 이들 병자각은 1998년 5월부터 10월까지 형성된 모든 마른가지에서 형성되었지만, 6월~8월의 마른가지에서 많이 관찰되고, 9월 이후의 마른가지에서는 적게 관찰되었다(Table 2). 또한, 7월 31일에 채취한 마른가지 중에서 직경 0.6~1.0 cm의 가

Table 1. Amount of dead branches in yuzu trees according to tree age at Koheung area in 1998

Tree age (years)	Amount of dead branches ^a	
	Weight (g)	Number
5	0.7 ^b	1.2
10	2.1	3.9
15	5.6	10.3
20	12.7	21.4

^aAmount of dead branches are investigated late of October.

^bAverage of five replications observed in the capacity of 1 m³.

Table 2. Amount of dead branches on twenty years old yuzu trees and pycnidia of *Diaporthe citri* produced on the dead branches at different period at Koheung area

Surveyed date	Amount of dead branches ^a		No. of pycnidia ^b
	Weight	Number	
May 30	1.1	1.5	22.5
Jun. 30	2.5	4.4	38.3
Jul. 31	3.3	6.7	56.3
Aug. 31	2.7	4.8	42.8
Sep. 30	1.4	1.8	21.2
Oct. 30	0.7	0.9	8.2

^aAmount of dead branches is average of five replications observed in the capacity of 1 m³.

^bNumber of pycnidia is average of ten replications observed on 5 cm of dead branches.

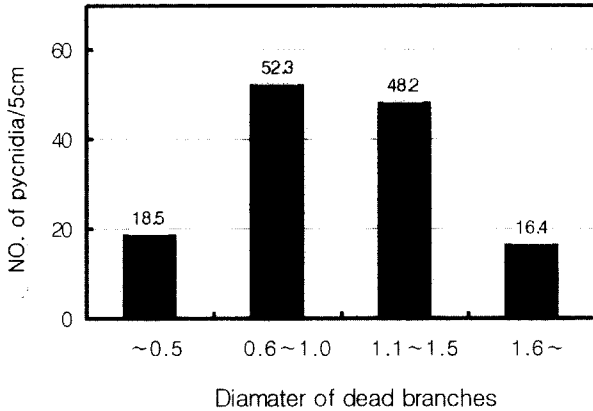


Fig. 1. Degree of production of pycnidia of *Diaporthe citri* according to various diameters of dead branches.

지에 병자각이 가장 많이 분포하였고, 그 다음으로 직경 1.1~1.5 cm의 가지이었으며 직경 0.5 cm 이하의 작은 가지와 1.6 cm 이상의 큰 가지에서는 적게 분포하고 있었다(Fig. 1).

시기별 병포자의 비산. 1997년부터 1998년까지 20년 생 유자 나무아래에서 5월부터 9월까지 빗물에 흘러내린 병포자의 수를 조사하였다. 병포자는 5월부터 9월까지의 모든 빗물에서 검출되었는데, 강우량과 조사 연도에 따라 다양한 양상을 나타냈다. 1997년의 경우 병포자는 5월보다 6, 7월에 더 많이 검출되었고 특히 8월 상순의 빗물에서 많은 포자가 검출되었으며, 그 이후에는 급격히 감소하였다. 1998년의 경우에는 5월부터 7월까지 계속 증가하다가 8월부터 감소되기 시작하여 9월 하순에는 361.5 mm의 많은 강우량에도 검출된 포자수가 매우 적었다. 년도별로 볼 때는 1997년에 비하여 1998년에 더 많은 포자가 비산되었음을 알 수 있었다(Table 3).

접종시기별 가지 및 과실의 병 발생. 1998년 전남 고흥지역의 20년생 유자나무아래에 3년생 유자 풋트묘를 5월부터 10월까지 한달 간격으로 두어 가지에 대한 발병도를 조사하였다. 10월 말의 최종 누적발병도는 5, 6월 처리구가 각각 21.7%, 19.8%로 많은 발병을 보인 반면, 7월의 접종 처리구는 10.0%로 발병이 적었으며, 8, 9, 10월의 접종처리구에서는 각각 3.4, 1.2, 0.2%의 발병도를 보여 매우 발병이 적었다. 월별 가지에 대한 검은점무늬병의 발병도는 5월에 0.8%, 6, 7월에 각각 8.5%, 6.7%, 8월에 2.2%, 9월 이후에는 0.9% 이하로서 검은점무늬병은 6, 7월에 주로 발병되며, 그 중에서도 6월에 가장 많이 발병됨을 알 수 있었다(Table 4).

과일의 경우에는 6월부터 발병을 보였는데, 7월 13일에 접종한 과일에서 발병도가 가장 높았고 그 다음으로

Table 3. Number of pycnidiospores of *Diaporthe citri* in the rainwater^a through the twenty years old yuzu trees at Koheung area in 1997 to 1998

Surveyed period	1997		1998 years		
	Pycnidiospores ^b	Precipitation ^c (mm)	Pycnidiospores	Precipitation (mm)	
May	Early	16.7	63.5	14.3	66.0
	Mid.	21.4	59.0	27.8	57.5
	Late	1.0	4.0	-	0
June	Early	24.6	26.5	38.3	59.5
	Mid.	17.4	5.5	51.3	66.5
	Late	37.6	140.0	56.8	250.0
July	Early	52.4	79.5	2.4	8.0
	Mid.	23.6	151.5	124.1	103.0
	Late	15.4	3.5	147.8	115.0
Aug.	Early	119.7	206.5	34.6	65.0
	Mid.	2.7	6.0	52.7	99.5
	Late	1.3	3.0	15.3	15.0
Sep.	Early	12.4	9.0	-	0
	Mid.	1.2	4.5	1.7	3.5
	Late	3.1	12.0	28.5	361.5

^aFunnels and flasks to collect rainwater were set under the yuzu trees of twenty years old.

^bNumber of spores are average of three replications observed in 10 µl of rainwater.

^cData was obtained from Koehung Meteorological Station.

Table 4. Disease severity of melanose on the new branches in three years old yuzu trees placed under twenty years old trees in different dates of 1998

Treated date	Disease severity (%) of branches ^a					
	5/30	6/30	7/31	8/31	9/30	10/30
May 1	0.8	9.2	17.3	19.8	21.1	21.7
Jun. 2	-	8.5	16.3	18.3	19.4	19.8
Jul. 1	-	-	6.7	9.0	9.7	10.0
Aug. 1	-	-	-	2.2	3.0	3.4
Sep. 1	-	-	-	-	0.9	1.2
Oct. 2	-	-	-	-	-	0.2

^aDisease severity (%) = [(A×1)+(B×3)+(C×5)+(D×7)+(E×9)/n×9] ×100, where A is the number of branch with infested area of less than 1%, B with 1~5%, C with 6~25%, D with 26~50%, E with more than 50%, and n is the number of total investigated branches.

7월 22일, 6월 24일, 8월 2일 순이었으며, 8월 23일 이후의 접종에서는 발병도가 매우 낮았다. 즉 과일의 경우에는 6월 하순부터 8월 상순에 걸쳐 많은 발병을 보이며 그 중에서도 7월 중순에 가장 많은 병 발생을 보였다(Table 5).

Table 5. Disease severity of melanose on the fruits under the dead branches in twenty years old yuzu trees at different period of 1998

Treated date	Precipitation ^a (mm)	Disease severity (%) of fruits ^b	
		1 twig	5 twigs
Jun. 24	31.0	3.2	15.3
Jul. 13	39.0	7.3	24.5
Jul. 22	34.5	5.1	18.7
Aug. 2	15.5	2.9	11.8
Aug. 23	15.0	1.0	3.7
Sep. 21	6.5	0.4	2.4
Uninoculated	-	0.0	0.0

^aData was obtained from Koehung Meteorological Station.

^bDisease severity (%) = [(A×1)+(B×3)+(C×5)+(D×7)+(E×9)/n×9]×100, where A is the number of fruit with infested area of less than 1%, B with 1~5%, C with 6~25%, D with 26~50%, E with more than 50%, and n is the number of total investigated fruits.

고찰

감귤류의 검은점무늬병은 마른가지에 형성된 병포자가 빗방울에 섞여 잎, 가지, 과실 등에 전파, 감염되는 것으로 알려져 있다(大和, 1971; 山本, 1991). 이것은 전염원인 병포자를 만들 수 있는 마른가지와 그 전염원을 분산, 전파시킬 수 있는 강우가 병 발생에 중요한 영향을 미칠 수 있다는 것을 의미한다.

마른가지는 역시 수령이 오래된 과원에서 많이 관찰되었다. 또한 이들 마른가지는 5월부터 10월까지 발생하였지만, 6~8월에 많이 발생하고, 특히 7월에 가장 많이 발생되었다. 마른가지에는 약 1 mm 크기의 병자각이 관찰되었지만, 이병된 잎이나 과실에서는 관찰되지 않았다. 즉 병자각은 마른가지에서만 형성된다는 것을 알 수 있었다. 또한 이들 병자각은 5월보다 6~8월의 마른가지에서 더 많이 관찰되고, 직경 0.6~1.5 cm의 가지에서 더 많이 관찰되었다. 결론적으로 유자 검은점무늬병도 마른가지에 형성된 병포자가 주요 전염원이고, 이들은 6~8월에 많이 형성된다는 것을 알 수 있었다.

병포자는 빗물에 의해서 비교적 짧은 거리로 분산되는 것으로 알려져 있다(田中, 1955). 본 조사에서도 5월~9월 사이에 내린 빗물에는 병포자가 많이 들어 있었다. 또한 잎과 과실에서 병이 더 빨리 발생하고 피해가 심했던 1998년(허와 박, 2005)에는 전년도에 비하여 6, 7월의 포자 비산량이 훨씬 더 높았음을 알 수 있었다. 검출된 병포자의 수가 강우량, 조사 년도에 따라 다양한 양상을 보였지만 1998년의 경우 병포자의 비산 양상은 마른가지의 발생과 마른가지위에 분포하고 있는 병자각의 형성 정도와 비슷

한 양상을 보였다. 즉, 병포자의 비산도 5월부터 7월까지 증가하다가 8월부터 감소되는 경향을 보여 주었다.

가지에서의 병 발생 시기 및 정도는 3년생 유자묘를 20년생 유자나무아래에 두어서 자연 접종되도록 한 다음 조사되었다. 그 결과 5, 6월부터 접종되었을 경우에는 병이 크게 발생하였지만 7월 이후의 접종에서는 1/2 이하로 급감하였다. 또한 월별 발병도에서는 6월 접종에서 병이 가장 크게 발생하였다. 잎에서도 이와 비슷한 양상을 보였지만, 가지에 비하여 5월의 발병이 약간 더 높은 대신 7월의 발병이 더 낮은 경향이였다. 이것은 잎에서의 발병이 약간 더 빨리 관찰된다는 것을 나타낸다. 잎의 발병은 5월 상순 또는 5월 하순부터 관찰되기 시작하여 6월 하순 최고에 이른다(허와 박, 2005). 가지에서도 이와 비슷한 양상으로 진전되겠지만 잎에서 약간 더 빨리 관찰될 것으로 생각된다. 위에서 마른가지는 7월에 가장 많이 형성된다고 하였는데, 그것은 마른가지에 근거했기 때문으로 생각된다.

검은점무늬병균은 최적 온도에서 12시간이면 감염이 이루어지고 2일이면 발병에 이르는 것으로 알려져 있다(有本 등, 1980). 이는 6월에 발생한 병은 6월의 전염원에 의해서 일어났다는 것을 의미한다. 따라서 가지에서 6월에 가장 높은 발병을 일으킨 것은 6월에 비산된 포자들이 영향을 미쳤다고 생각할 수 있다. 과실의 경우에는 7월 중, 하순에 접종된 과실들에서 병 발생이 더 높았다. 이것은 7월 중, 하순에 비산된 포자가 가장 중요한 역할을 했다는 것을 나타낸다. 따라서 6월에 비산된 포자는 가지, 7월에 비산된 포자는 과실의 병 발생에 중요한 역할을 한다는 것을 나타낸다. 잎과 과실에서 병 발생이 훨씬 더 심했던 1998년(허와 박, 2005)에 6, 7월의 포자 비산량이 훨씬 더 높았던 결과는 이들의 현상을 잘 뒷받침해주고 있다.

이상의 결과들은 마른가지와 병자각의 형성, 병포자의 비산 시기는 비슷한 양상으로 진전되고, 그 해의 병 발생은 6, 7월의 포자 비산량과 밀접한 관련이 있다는 것을 보여 준다. 이들은 병 방제 계획을 세우는 기초 자료로 이용될 수 있을 것이다. 일반적으로 검은점무늬병은 잎에서 병이 빨리 관찰되었을 경우 과실에서의 병 피해가 더 커진다. 따라서 앞으로는 잎에서 병이 빨리 발생할 수 있는 요인들을 조사, 분석하는 노력이 필요할 것 같다.

요약

유자 검은점무늬병이 발생하는 전남 고흥지역의 포장에서 마른가지와 병자각의 형성, 병포자의 비산, 가지 및 과실에서의 병 발생 과정 등을 조사하였다. 마른가지는 6

월~8월 사이에 많이 발생되었는데 특히 7월에 가장 많이 발생되었고, 수령이 오래된 나무일수록 더 많이 분포하고 있었다. 마른가지위에는 약 1 mm 크기의 병자각이 관찰되었는데, 6월~8월에 발생한 마른가지에서 많이 관찰되었고, 9월 이후에 발생한 마른가지에서는 적게 관찰되었다. 이들 병자각은 직경 0.5 cm 이하와 1.6 cm 이상의 가지보다 직경 0.6~1.5 cm의 마른가지에서 많이 형성되었다. 병포자는 강우량에 따라 다르나 5월~9월에 내린 빗물에서 관찰되었다. 관찰된 포자의 수는 1997년의 경우 8월 상순에 특이적으로 많았으며 1998년에는 7월에 가장 많았고 그 다음으로 6월과 8월이었으며, 8월 중순이후에는 급격히 감소하였다. 또한 1998년에는 전년도에 비하여 6월과 7월의 비산 포자 수가 훨씬 더 많았다. 자연상태에서의 접종실험에서 3년생의 유목일지라도 20년생의 성목 아래에 있을 경우에는 병이 크게 발생한다는 것을 알 수 있었고, 가지의 병은 6월, 과실의 병은 7월중, 하순의 전염원에 의해서 가장 크게 영향을 받는 것으로 분석되었다.

참고문헌

- 有本 裕, 本間保男, 見里朝正. 1980. *Diaporthe citri*によるカンキツ黒點病ならびに軸腐病に関する研究. 第2報 *D. citri*의カンキツ葉への感染過程. 日植病報. 46: 575-581.
- Fawcett, H. S. 1912. The cause of stem-end rot of citrus fruits (*Phomopsis citri*). *Phytopathology* 2: 109-113.
- 허길현, 박서기. 2005. 전남지역 유자과원에서 검은점무늬병 발생 양상. 식물병연구 11(1): 10-15.
- 권혁모. 1996. 감귤 검은점무늬병의 병원, 발생생태 및 약제방제에 관한 연구. 제주대학교 대학원 박사학위 논문. 1-79.
- 大森尚典, 松本英紀. 1964. 柑橘黒點病の感染時期に関する研究. 愛媛縣果樹試験場研究報告 4: 19-29.
- 田中彰一. 1955. 柑橘黒點病(メラノズ)に関する研究. 農業及園藝 30(6): 765-770.
- 牛山欣司. 1967. 칸킥트의傳染に関する研究(第1報)칸킥트樹以外の樹種の枯枝での菌の繁殖について. 日植病報. 33: 348.
- 牛山欣司. 1973. 温州みカンの黒點病に関する研究(第3報), 完全時代の存在と子のう胞子の原動力について. 日植病報 39(2): 120-125.
- Wolf, F. A. 1926. The perfect stage of the fungus which causes melanose of citrus. *Jour. Agri. Res.* 33: 621-625.
- 山田峻一, 山本省二. 1961. 柑橘黒點病および軸腐病の傳染に関する研究. 東海近畿農業試験場研究報告. 園藝部 6: 108-116.
- 山本省二. 1991. 칸킥트黒點病およびそばかすの生態と防除に関する研究. 和歌山縣果樹園藝試験場特別研究報告. 1-95.
- 大和浩國. 1968. 温州みカン枯枝中に形成された칸킥트黒點病菌の完全時代について. 日植病報 34(5): 390.
- 大和浩國. 1971. 日本における칸킥트黒點病菌の完全時代. 日植病報 37: 355-356.
- 大和浩國. 1976. 칸킥트에病原性を有する *Diaporthe* 屬菌の一種. 日植病報. 42: 56-59.