

고추疫病에 對한 有機物施用 効果

尹 世 永*

Effect of Organic Matter Application on Inhibition of occurrence of Root Rot of Red Pepper

Sei-Young Yun*

SUMMARY

Results as follows are obtained from the pot experiment to examine effect of application of organic substances on inhibition of occurrence of root rot of red pepper.

1. As for effects of applying organic materials on inhibition of red pepper root rot, it is more effective to apply in autumn than to apply in summer, when the temperature is high.

In addition, organic substance which is not decomposed completely such as rice straw is more effective than matured compost types.

As for effects of applying organic substances on composition of soil microorganisms, increase of fungi and bacteria in view of numbers is remarkable, especially in case of applying rice straw.

2. From the examination of *Phytophthora capsici* in soil at the 1st cultivation period in autumn, no *P. capsici* can be isolated in early stage of growth of red pepper in nontreated soil and in soil applied compost. However, as the time goes on, *P. capsici* are detected. While in early stage of cultivation, *P. capsici* are detected in soil applied with rice straw, *P. capsici* are not isolated after middle stage of cultivation.

3. It is recognized that there are many differences according to the types of organic materials applied in the result of identification of fungi in each treatment. And, proportion of antagonistic fungi to total fungi in soil applied rice straw is proved to be significantly higher compared to other treatments.

緒 言

고추역병은 토양서식병원균인 *Phytophthora capsici*에 의해 발생하는 병해로 고추생산에 있어서 치명적인 병해중의 하나이다. 일반적으로 토양서식병원균에 의해 발생하는 병해는 그 방제가 매우 어려우나 특히 고추역병의 경우에는 수매전염성으로 장마철을 경과하면서 크게 만연하므로 약제방제가 용이하지 않다¹⁾. 이러한 토양병해의 방제의 한 방법으로서 기

존의 농약등을 이용한 화학적방제가 아닌 생물적방제에 대한 관심이 높아지고 있다²⁾. 생물학적방제 연구는 주로 토양으로부터 길항미생물을 분리 증식하여 罹病土壤에 접종하여 방제효과를 얻고자 하는 것과 유기물을 사용하므로써 토양중의 미생물상에 영향을 주어 병원균의 번식을 억제하고자 하는것으로 대별할 수 있다^{3, 8, 13, 17)}. 본 연구는 농가에서 흔히 사용하는 유기물원을 사용하여 고추역병방제의 가능성을 검토하기 위하여 수행하였다.

* 尚志大學校 農科大學(College of Agriculture, Sanji University, Wonju, Korea)

材料 및 方法

본시험에 공시된 토양은 九州大學校 부속농장의 밭토양으로 토성은 사양토에 속하였다. 시용유기물은 볏짚, 우분퇴비, 돈분퇴비가 사용되었는데 우분퇴비는 일본 벤토나이트공업의 제품으로 네오·노빌이라는 이름으로 시판되고 있는 발효우분퇴비를 사용하였다. 돈분퇴비는 九大부속농장에서 3개월간 퇴적한 것을 사용하였다. 공시유기물의 T-C, T-N 및 C/N율은 표 1에서 보는 바와 같다.

이들 유기물은 풍건하여 사용하기전에 분쇄하여 2 mm체에 통과시켜 토양과 잘 혼합하여 포트에 넣고 고추를 재배하였다. 유기물사용량은 토양중량비로서 볏짚은 2%, 우분 및 돈분퇴비는 4% 량이었다. 본시험에 공시한 고추품종은 홍산호로서 역병균에 대하여 저항성이 약한 품종이었다. 고추의 육묘는 버미큐라이트를 상토로 사용하였으며 육묘기간중의 시비는 일주간에 액비(I-卜原液, N : P : K : Mg(%) = 6 : 6 : 6 : 1)를 1,000배액으로 희석하여 2회 사용하였다.

정식은 30일 묘중에서 생육상태가 균일한 것을 택하여 포트에 심고 여름재배시에는 6월22일 정식하여 7월21일까지, 가을재배는 10월14일 정식하여 11월30일까지 재배하였다. 시비량은 재배기간이 짧기 때문에 고추의 표준시비량(N : P : K = 39 : 24 : 36kg/10 a)의 반량을 유기물처리시에 기비로서 사용하였다. 포트는 1/5,000a의 것을 사용하고 포트당고추 1본을 심고 5반복으로 재배하였다.

1. 역병균의 토양집중

공시역병균은 한국농업기술연구소 병리과의 보존균주 *Phytophthora capsici* No. 617을 사용하였다. 균주의 배양은 PDA배지중에서 한천을 제거한 액체배지를 250ml의 삼각후라스크에 100ml를 넣고 역병균을 접종한 후 30°C에서 2주간 배양하였다. 배양 후 배양

Table 1. C/N ratio of organic substances used

Organic matter	T-C(%)	T-N(%)	C/N ratio
Rice straw	36.89	0.54	68.3
Cow feces compost	36.25	1.63	22.2
Pig feces compost	13.68	1.43	9.6

액을 걸러서 제거하고 균사만을 모은 다음 호모지나 이저로 균사를 마쇄하였다. 이 균사의 마쇄물에 살균수 300ml를 가한 다음 잘 흔들어 혼합한 후 포트당 10ml씩 접종하였다⁴⁾.

역병균 접종 2주일 후에 고추를 포트에 정식하고 역병의 발생을 조사하였다.

2. 토양미생물상의 조사

토양의 미생물상의 조사는 희석평판법¹⁰⁾에 의하였으며 세균과 방선균의 배지로서는 Egg albumin Agar¹⁸⁾, 사상균은 Rosebengal agar¹⁸⁾, 토양중의 역병균의 분리계수에는 Tsao의 배지¹⁹⁾를 사용하였다.

토양서식 사상균상의 동정을 위하여는 Domsch등의 Compendium of Soil Fungi(I, II)^{6,7)}, Domsch와 Game의 Fungi in Agricultural Soil⁵⁾, Barnett와 Hunter의 Illustrated Genera of Imperfect Fungi³⁾를 참고하였다.

結果 및 考察

1. 고추역병발생에 미치는 유기물사용의 영향

유기물사용이 고추역병의 발생에 미치는 영향은 그림1에서 보는 바와 같이 夏作期の 각처리구에 있어서 역병의 발생율은 볏짚시용구, 우분퇴비 및 돈분퇴비등 모든 처리구에서 80~100%의 발병율을 보여 유기물 사용에 의한 발병억제 효과를 얻지 못하였다. 그러나, 가을에 동일한 처리조건에서 고추를 재배한 결과 볏짚퇴비시용구와 돈분퇴비시용구에서 여름재배에 비하여 발병율이 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 유기물을 사용하지 않은 대조구에 비하여는 볏짚시용구를 제외한 우분퇴비 및 돈분퇴비는 발병억제의 경향을 볼 수 없었을 뿐 아니라 우분퇴비구에서는 여름재배시보다도 발병율이 증가하는 경향마저 보였다.

여름에 고추를栽培하고 그 토양에 有機物을 施用하지 않고 가을에 고추를 連作한(2作) 처리에 있어서는 볏짚시용구, 牛糞堆肥區, 豚糞堆肥區 모두 대조구에 비하여 발병율이 현저히 減少하는 경향을 나타내었다.

기온이 높은 여름에 고추를 재배한 경우에는 볏짚을 비롯하여 모든 有機物施用區에서 無處理에 比하

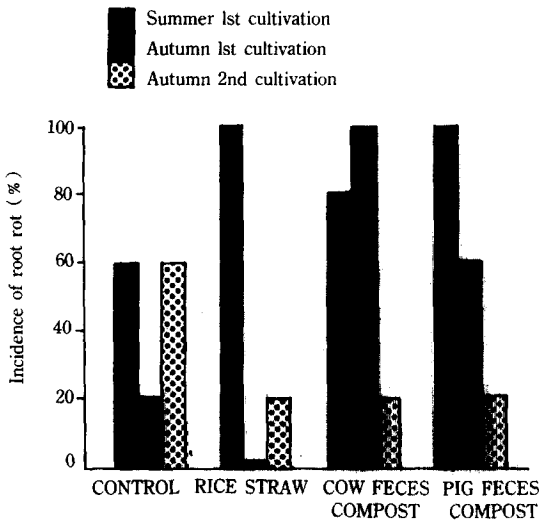


Fig. 1. Effect of organic matter application on root rot of red pepper.

여 疫病이 증가하는 것으로 나타났다. 여기에서 高温期에 有機物을 施用한 경우에 疫病의 발생이 증가한 현상은 有機物이 疫病균의 營養源으로 이용되었기 때문으로 생각할 수 있다. 토양에 有機物 특히 볏짚과 같은 新鮮有機物을 施用하였을 때 시간의 경과에 따른 絲狀菌相의 변동에 대하여 小倉¹⁴⁾은 다음과 같이 보고하고 있다.

일반적으로 토양에 볏짚을 添加하여 시간이 經過함에 따라 出現하는 絲狀菌相을 조사하면 다음과 같이 4群으로 大別된다고 하였다. A群은 볏짚의 施用直後 볏짚에 着生하는 菌群이며, B, C群은 A群보다 약간 늦게 착생하나 B群은 C群보다 活性을 갖는 時間이 길고 종류는 적으나 菌數가 많다고 한다. 또 B群은 C群보다도 死滅한 菌絲와 살아있는 菌絲가 장기간에 걸쳐서 混在하는 경우가 종종 관찰되기도 한다고 한다.

D群은 菌의 種類나 菌數도 적고 出現하는 시기도 늦을 뿐 아니라 이 시기가 되면 施用한 볏짚은 그 原形을 알아볼수 없다. 病原菌은 이들 群중에서 A群이나 B群에 속하는 것이 많고 A群은 炭素源 특히 糖消費型의 菌群이라고 한다. 疫病菌이나 Pythium이 속하는 卵菌類의 대부분이 A群에 屬한다고 보고하고 있다.

駒田¹⁵⁾도 新鮮한 有機物을 토양중에 添加하면 분

해의 초기에 *Phytophthora*속과 *Pythium*속을 포함하는 未分化寄生菌의 生育을 촉진하는 것을 보고하고 있다. 본재배시험에서 고추疫病的 발생이 정식 후 7일 전후의 빠른 시기에 발생한 것과 여름재배시 볏짚시용구에서 疫病의 발생이 더욱 증가한 것은 小倉의 조사결과와 일치한다고 보여진다. 이상의 보고와 본시험의 결과를 종합해 볼 때 高温時에는 有機物의 분해가 빠르고 그것을 영양源으로 이용하여 疫病균의 증식도 빨라져 糞肥시용구보다도 빠르게 菌 밀도가 높아지므로 고추疫病的 발생이 증대한 것으로 생각된다.

그러나 볏짚시용구에서 가을재배시에 대조구에 비하여 현저히 발병율이 감소한 현상에 대하여는 설명하기 어렵다. 沢田¹⁵⁾에 의하면 레드크로바를 봄에 사용하면 *Phthium*이 활성화하여 施用후 13일 이내에 사탕무우를 과중하면 발아 害를 받으며, 연맥은 발아 害까지는 받지 않으나 뿌리가 갈변하는 현상을 일으킨다고 하였다. 이러한 害는 거의 모든 발작물에서 일어나나 가을에 施用하면 이러한 현상을 관찰할 수 없었다고 보고하고 있다. 본시험에서 有機物을 저온기에 施用하였을 때 疫病의 발생이 감소하였던 사실은 沢田의 보고와 일치하고 있다.

2. 시험기간중의 平均氣溫 및 相對濕度

고추재배 시험기간중의 福岡地方의 平均氣溫 및 相對濕度는 그림 2와 같이 평균기온은 6월 상순의 약 20℃에서 점차 상승하여 8월에는 약 30℃의 고온을 나타내었다. 그러나 2작기인 가을의 평균기온은 10월상순의 17℃전후로 부터 일시적으로 24℃까지 상승한 경우를 제외하고는 계속 하강하여 고추재배를 종료한 12월상순에는 7.5℃였다. 상대습도는 전재배기간을 통하여 여름과 가을간에 커다란 차이를 보이지 않았는데 이것은 자주 비가 내리는 福岡地方 기후의 특징에 기인하는 것이었다.

이와같은 기상조건에 비추어 볼때 양 재배기간중의 발병의 차이는 상대습도보다는 기온의 차이와 밀접한 관계가 있는 것으로 생각되었다.

3. 有機物施用土壤의 微生物相

각처리에 있어서 微生物상의 變動을 그림3, 4, 5에

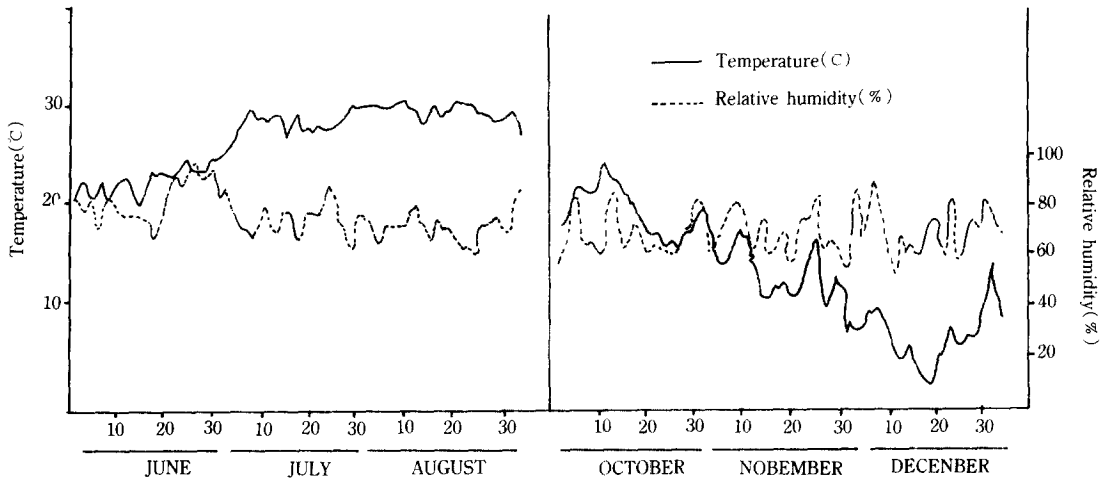


Fig. 2. Seasonal change of temperature and relative humidity

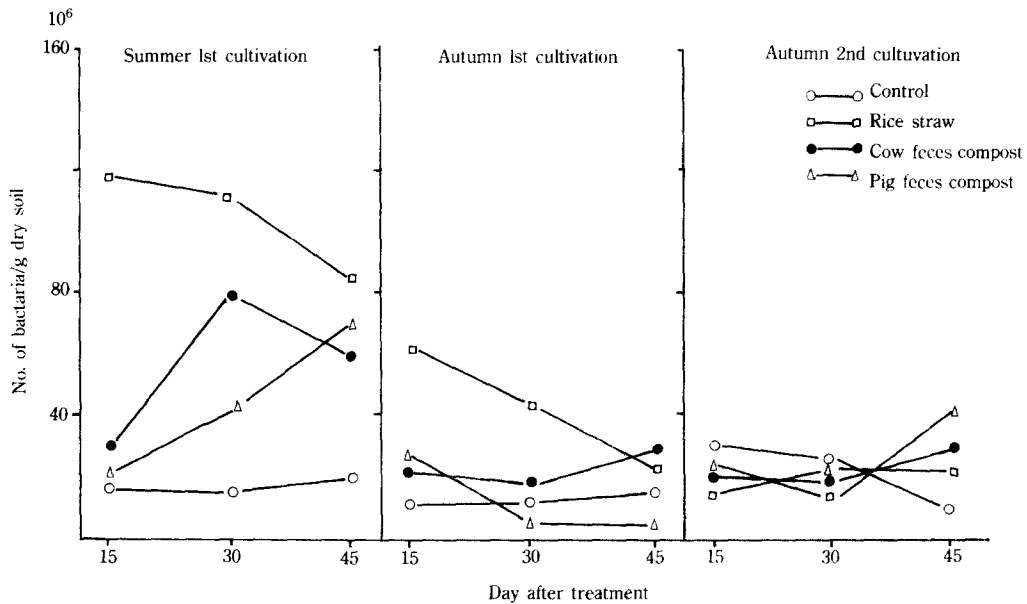


Fig. 3. Change of number of bacteria in soil organic matter applied

나타내었다. 세균수는 그림3에서 보는 바와같이 여름 1작과 가을 1작의 새로운 유기물이 첨가된 區에서 증가하고 있다. 그러나 여름 1작에서는 유기물을 사용하였으나 가을 2작에서는 유기물을 사용하지 않았던 토양에서는 재배기간중 대조구에 비한 균수의 증가를 볼 수 없었다. 처리간을 비교하면 볏짚과 같은 미분해 유기물을 사용하였을 때에 현저한 증가를 보이고 있으나 일단 분해가 완료된 것으로 볼수 있는

우분퇴비와 돈분퇴비 사용구에서는 여름에는 균수의 증가가 인정되나 가을 사용시에는 균수에 커다란 변동이 없었다. 또한 가을 2기작의 각 처리구의 세균수는 여름재배 기간중에 분해가 진행된 점도 있어서 각처리간에 커다란 차이가 없었다.

방선균수(그림 4)는 우분퇴비구에서 여름과 가을 재배의 어느 경우에도 다른 유기물 사용구에 비하여 증대의 경향을 보였다. 또, 가을 1기작에서 볏짚 시

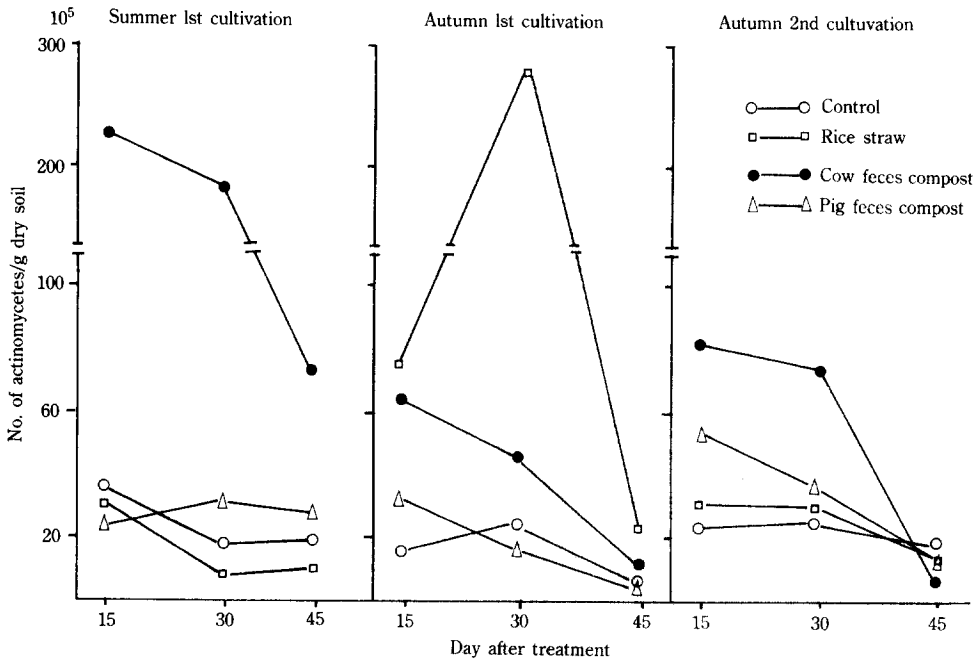


Fig. 4. Change of number of actinomycetes in soil organic matter applied

용구에서 방선균수가 현저히 증가한 것으로 나타났으나 그 원인은 분명치 않다. 돈분퇴비구 및 부처리구 토양에서는 방선균수의 증가는 볼 수 없었다. 사상균수(그림 5)는 유기물의 종류에 따라 커다란 차이를 보여 볏짚 시용구, 우분퇴비구의 순으로 균수의 증가가 크고 돈분퇴비구에서는 부처리구에 비하여 거의 증가를 볼 수 없었다. 특히 볏짚시용구에서는 2작기에서도 다른 처리에 비하여 매우 높은 균수를 유지하였다.

B/F(Bacteria/Fungi)치는 그림6에서 보는 바와 같이 각 유기물시용구의 사상균수의 변도에 크게 영향을 받아 볏짚시용구가 가장 낮은 값을 나타내었으며 각각기에 있어서 비교적 높은 B/F치를 나타낸 처리는 돈분퇴비구였다. 鈴木¹⁶⁾와 加藤等⁹⁾은 일반적으로 B/F치가 높은 토양에서는 토양병해의 발생이 적다고 말하고 있으나 본시험의 결과에서는 고추역병의 발생과 B/F치간에 명백한 상관관계는 인정할 수 없었다.

以上の各有機物施用土壤の 미생물상의變動樣狀을 검토해 볼 때 고추역병의 발병율과 각 미생물수와의 사이에도 일정한 경향을 찾아볼 수 없었다. 특

히 볏짚 시용구와 같이 여름과 가을 시용시기에 있어서 균수의 변동양상은 거의 유사하게 나타났음에도 불구하고 발병의 역치효과는 가을에만 발현된 것을 볼 때 더욱 그러하였다.

이러한 결과는 균수의 증대보다는 그 활성의 변화를 찾을 때 유기물시용의 효과를 보다 정확하게 판단할 수 있을 것으로 생각되었다.

4. 역병균의 분리

고추재배 토양중의 역병균수의 변동을 조사하기 위하여 Tsao의 선택분리 배지¹⁷⁾를 이용하여 역병균의 분리를 행하였다(표2). 그러나 여름재배 토양에서는 역병균의 분리가 불가능하였다. 가을재배 기간중에는 역병의 발생이 많았던 1작기토양에서는 균을 분리할 수 있었으나 역병의 발생이 적었던 2작기 토양에서는 균을 분리할 수 없었다. 이처럼 토양으로 부터 역병균의 분리계수가 용이하지 않았던 점은 발병토양에 있어서도 역병균수가 매우 적었기 때문에 10¹ 회식의 현탁용액을 배지에 접종하게 되어 역병균의 다른 미생물의 발현을 억제하기 위하여 항생제를 첨가하여도 세균의 발현을 완전히 억제할 수 없었기

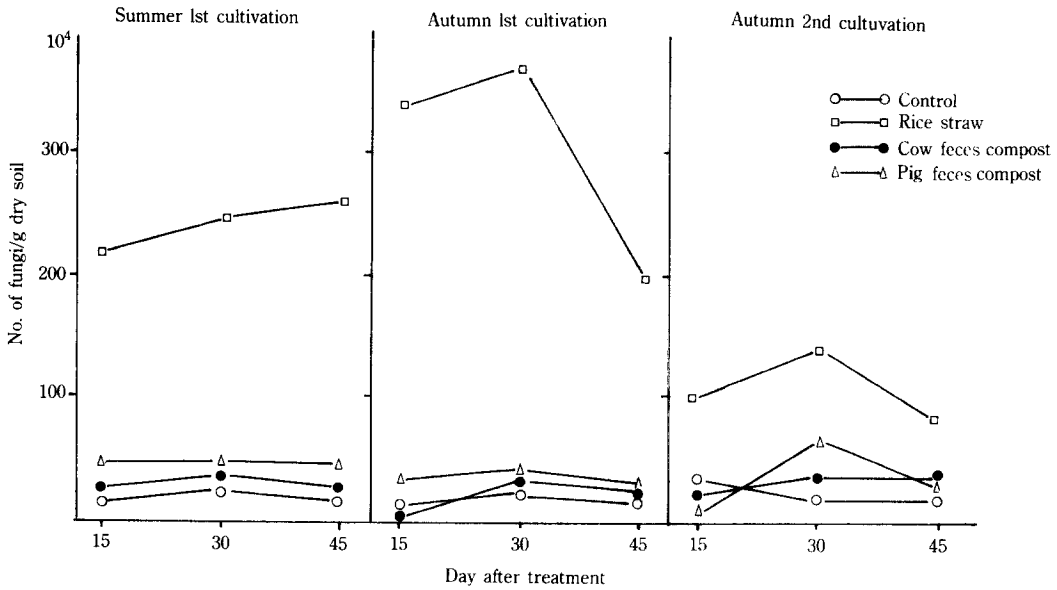


Fig. 5. Change of number of fungi in soil organic matter applied

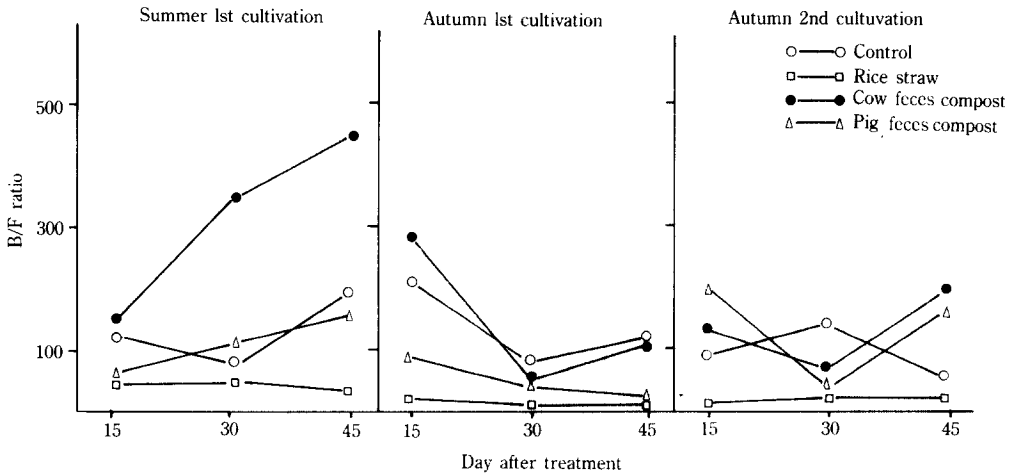


Fig. 6. Change of B/F ratio in soil organic matter applied

때문에 역병균의 Colony의 형성을 저해한 데에 기인한 것으로 생각되었다. 가을 1작기의 토양에서 역병균을 분리한 결과를 보면 표2에서 보는 바와 같이 가을 1작기의 역병발생의 경향과 거의 일치하고 있다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 역병의 발생이 매우 심한 처리에 있어서도 그 균수가 매우 적어 토양주의 역병균수가 10¹/g건토 이상이 되면 병의 발생이

심해지는 것으로 생각되었다.

표3은 가을 1작기 토양의 사상균중에서 역병균에 대해 길항능력을 나타내는 균수의 비율을 조사한 것으로 역병의 발생이 심하였던 우분퇴비, 돈분퇴비 시용구에서는 그 비율이 적은 것을 알 수 있었다.

各有機物 施用土壤에 있어서 가을 1작기 土壤中の 絲狀菌相을 조사한 결과는 표4와 같다. 표에서 보는

Table 2. Isolation of *Phytophthora capsici* from soil organic matter applied

Day after treatment	Control	Rice straw	Cow feces compost	Pig feces compost
15th	-	+	-	-
30th	+	-	+	+
45th	+	-	+	+

* Isolation of *P. capsici* was taken during autumn 1st cultivating period.

Table 3. Proportion of antagonistic fungi to total fungi in soil organic materials applied

Control	Rice straw	Cow feces compost	Pig feces compost
90.5	93.7	41.2	75.0

* autumn 1st cultivating period

Table 4. Identification of fungi in soil organic matter applied* ($\times 10^3$)

Genus of fungi	Control	Rice straw	Cow feces compost	Pig feces compost	Total
<i>Penicillium</i> sp.	8.0	580.0	4.0	6.0	598.0
<i>Rhizopus</i> sp.	-	35.0	-	1.0	36.0
<i>Trichoderma</i> sp.	1.5	10.0	1.0	-	12.5
<i>Acremonium</i> sp.	-	-	10.0	1.0	11.0
the others	1.0	5.0	2.0	-	8.0
Total	10.5	630.0	17.0	8.0	-

*

바와 같이 각처리 토양에 있어서 공통적인 우점종은 *Penicillium*속이었다. *Penicillium*속 이외의 균종은 처리에 따라 차이는 있으나 *Rhizopus*속, *Trichoderma*속, *Acremonium*속의 순이었으며 그 밖의 균종은 數的으로 매우 적었다. 사상균상에 있어서 특징적인 처리구는 벧짚 시용구와 우분퇴비 시용구였다. 벧짚 시용구에서는 *Penicillium*속이 우점종인 점은 다른 처리와 다르지 않으나 *Rhizopus*속과 *Trichoderma*속의 수가 많았다. *Rhizopus*속은 구분류체계에서는 역병균과 함께 藻菌類로 분류되었으나 신분류체계에서 *Rhizopus*속은 接合菌類로, 疫病菌은 卵菌類로 再分類

된 균종으로 벧짚과 같은 신선 유기물의 분해 초기에 관여하는 것으로 알려지고 있다. 또 *Trichoderma*속은 대표적인 Cellulose 분해균으로 대부분의 토양 서식 병원균에 대한 길항균으로 알려져 있다.

牛糞堆肥 施用區에는 *Acremonium*속이 우점종으로 나타나 다른 처리에서 보여지는 *Penicillium* 優占의 菌相과는 매우 다른 양상을 나타내었다.

이 균종은 역병균과 對峙 培養時에 역병균의 생육을 억제하지 않았던 점으로 미루어 볼때 우분퇴비 시용구에서 고추역병균에 대하여 길항성을 나타내는 사상균의 비율이 낮고 발병율도 높았던 점과 깊은 관련이 있는 것으로 생각되었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 고추역병에 대한 유기물 시용의 효과는 유기물의 종류와 시용시기에 따라 달랐다. 시용시기는 기온이 낮은 가을에 사용하는 것이 보다 효과적인 것으로 나타났으며 유기물의 종류별로는 퇴비류보다는 미분해 유기물인 벧짚의 시용이 효과적이었다. 이러한 현상은 유기물의 종류가 다르면 당연히 그 함유성분이 다르므로 토양중의 미생물상과 병원균과의 항생 및 경쟁관계등 상호작용이 변화하는데 기인하는 것으로 추찰되었다.

摘 要

有機物の 施用이 고추역병의 발생에 미치는 영향을 조사하기 위하여 포트시험을 수행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 고추역병의 억지에 대한 유기물시용의 효과는 기온이 높은 여름보다는 가을시용이 효과적이었다. 또, 유기물의 種類別로는 堆肥類보다는 新鮮有機物인 벧짚의 시용효과가 컸다.
2. 土壤微生物相에 대한 有機物施用의 影響은 특히 벧짚시용에서 가장 커서 絲狀菌 및 細菌數의 증가가 현저하였다.
3. 가을 1作期의 토양의 고추 疫病菌 조사결과 유기물 무시용구 및 퇴비류 시용구에서는 고추재배 초기에는 역병균을 분리할 수 없었으나 시기가 경과함에 따라서 역병균이 검출되었다. 벧짚 시용구에서는 재배 초기에는 역병균이 검출되었으나 재배중기 이후에는 검출되지 않았다. 이러한 현상은 벧짚과 퇴비류가 토양중 역병균의 생존에 미치는 영향이 다른데

에 기인하는 것으로 생각되었다.

4. 각 처리구의 사상균을 분리 동정한 결과 사용한 유기물의 종류에 따라 현저한 차이가 인정되었다.

5. 볏짚사용구의 全絲狀菌數에 대한 拮抗絲狀菌數의 비율은 다른 처리구에 비하여 매우 높은 것으로 나타났다.

引用文獻

1. Baker, K.F. and Cook, R.J. 1982. Examples of biological control. ; in Biological control of plant pathogens, ed. Baker, K.F. and Cook, R.J., The Amer. Phytopathol. Soc. St. Paul, Mn. 61~106.
2. Baker, K.F. and Cook, R.J., 1982. Biological control of plant pathogens, The Amer. Phytopathol. Soc. St. Paul, Mn.
3. Barnett, H.L. and Hunter, B.B. 1973. Illustrated genera of imperfect fungi, Burgess publishing company(3rd edition).
4. 崔聖浩, 1983. 참깨疫病에 對한 品種抵抗性檢定方法에 關한 研究 碩士論文.
5. Domsch, K.H. and Game, W. 1970. Fungi in agricultural soils. Translated from the German by P.S.Hudson, London
6. Domsch, K.H., Gams, W. and Anderson, Traute-Heidi. 1980. Compendium of soil fungi, vol. I. Academic Press.
7. Domsch, K.H., Gams, W. and Anderson, Traute-Heidi. 1980. Compendium of soil fungi, vol. II. Academic Press.
8. Hoitink, H.A.J., and Fahy, P.C., 1986. Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. Ann. Rev. Phytopathol. 24 : 93~114.
9. 加藤邦彦·鈴木達彦, 1977. 各種土壤의 B/F值 (細菌數/糸狀菌數) について, 土と微生物, 第19号 : 1~4.
10. 近藤照, 加藤邦彦. 1975. 土壤中の微生物の計數法 (稀積平板法), 土壤微生物實驗法, 土壤微生物研究會編 p.21~23.
11. 桂崎一, 1971. 植物の疫病·理論と實際, 誠文堂新光社.
12. 駒田 旦, 1984. 有機物と土壤病害, 土と微生物, 第26号 : 13~20.
13. Nesbitt, H. J., Malajczuk, N., and Glenn, A. R., 1978. Effect of organic matter on the survival of *Phytophthora cinnamomi* Rands in soil. Soil Biol. Biochem. vol. 11 : 133~136.
14. 小倉寛典, 1965. 幼苗立ち枯れ病を起こす *Pellicularia filamentosa* (Pat.) Roger의 腐生相に關する研究, 高知大學農學部紀要, 15, 1~60.
15. 沢田泰男, 1969. 綠肥の分解に伴う畑作物の生育障害に關する研究, 北海道農試報告, 76 : 1~62.
16. 鈴木達彦·設樂惣助·福田修一·辰巳弘祐·松田幸久·塚内芳巳, 1980. 作物根圏の微生物, 土と微生物, 第22号 : 47~63.
17. Sivan, A., Elad, Y. and Chet, I., 1984. Biological control effects of a new isolates of *Trichoderma harzianum* on *Pythium aphanidermatum*. Phytopathol vol. 74. No. 4. 498~501.
18. 土壤微生物實驗法, 1971. 土壤微生物研究會編, 養賢堂, 431~434.
19. Tsao, P.H. and Ocana, G. 1969. Selective isolation of species of *Phytophthora* from natural soils on an improved antibiotic medium. Nature, 223 : 636~638.