

撒水裝置를 利用한 송이산 管理에 關한 研究

鄭相燁* · 金哲洙¹

상지대학교 산림과학과, ¹국립산림과학원

Use of Sprinkler System for Production Forest Management of Pine Mushroom (*Tricholoma matsutake*)

Sang Bae Chung* and Chul Su Kim¹

Department of Forest Science, Sangji University, Wonju 220-702, Korea

¹Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

요 약: 송이발생임지내의 지면에 살수장치를 고정설치하고 이를 이용하여, 솔잎혹파리의 우화기간 동안에는 성충활동 최성 시각에 저농도의 약제(deltamethrin 1% EC, 2000배액)를 매일 1회씩 살포, 성충을 살충시킴으로써 솔잎혹파리 피해를 효과적으로 방제하는 한편, 방제후에는 주기적으로 관수를 실시하여 송이의 증수 및 품질을 향상시킬 목적으로 강원도 양양군에서 2000년도부터 2년간 실시하였다. 솔잎혹파리의 평균우화시기는 5월 하순-7월 상순까지 약 40일간, 50% 우화일은 6월6일, 우화최성기는 6월상순이며 이 기간의 우화율은 전체의 80%이상이었다. 지면약제살포구의 총영형성율은 3.5%로 대조구의 51.3%에 비하여 92.3%의 높은 방제효과(수간주사: 82.6%)가 있었다. 송이 발생시기는 9월 중순부터 10월 상순까지 약 35일간이며 발생최성기는 9월 하순-10월 상순까지 약 15일간으로 이 기간의 평균발생율은 총 발생량의 80% 범위였다. 지면약제 살포 후 2개월(8월-10월)간 주기적(주간 30 mm)으로 관수실시지역은 74.3%(중량비 110%)의 송이 증수효과가 있었으며, 품등도 우량한 것으로 나타났다. 살수장치를 이용한 송이산 관리지역의 ha당 송이생산 가격은 8,670천원으로서, 시설 및 관리에 소요된 비용(4,360천원)을 제한 순수익 4,310천원은 대조구에 비하여 당년에 약 5%의 경제적인 효과가 있었으며 시설의 사용기간(5년 이상)을 감안하면 경제성은 높은 것으로 분석되었다.

Abstract: In order to prevent the pine mushrooms, *Tricholoma matsutake*, from being damaged by the pine needle gall midges, *Thecodiplosis japonensis*, and thereby, to increase their production and improve their quality, a sprinkler system was installed on the mushroom field. A low-concentration insecticide (deltamethrin 1% EC, x2,000) was sprayed once at insects' most active time every day during the period of insects' adult occurrence and thereafter, the irrigation by ground water spraying was periodically enforced. Such a test was conducted at Yangyang-Gun, Kwangwon-do, Korea for 2 years from 2000 through 2001. The pine needle gall midges generally emerged for about 40 days from late May to early July. 50% emergence of them was about June 6, and peak emergence (more than 80%) was early or mid-June. Gall formation rate was 3.5% on average with this ground insecticide spraying, while 51.3% when not treated. Control effectiveness of this insecticide spraying was 92.3%, which was higher than 82.5% by the conventional injection of insecticide into tree stems. Pine mushrooms emerged for about 35 days from mid-September through earlier October, and around 80% of them did for about 15 days from late September through early October. As a result of the periodic ground water-spraying (30 mm per week) for 2 months (from August to October), the production of mushrooms increased by 74.3% (110% in terms of weight), with their quality improvement. The mushrooms produced from the treated stand by the spraying system were priced 8,670,000 won per hectare, and thus, the net income deducting the facility and management cost was 4,310,000 won, about 5% higher than value from the control stand. It was analyzed that this treatment was significantly cost effective when the facilities are used more than 5 years.

Key words: forest stand, insecticide, sprinkler system, irrigation, deltamethrin, gall formation

서 론

솔잎혹파리 피해는 송이생산량의 감소에 결정적인 원인이 되므로 지속적인 송이생산을 위해서는 솔잎혹파리의 피해를

방제하여 건전한 소나무림으로 유지시켜야 한다(임업연구원, 1999). 솔잎혹파리의 총영형성율 60% 이상이면 수량과 중량에서 송이발생의 급격한 감소 현상이 나타나며, 30%의 총영형성율 범위에서는 12% 정도의 송이 균환의 신장량 감소가 발생하므로 이 시기 전에 방제가 요구된다(정상배, 1987). 소나무의 활력이 우량한 임분에서는 송이품질도 양질의 것이 대량 발생하고 송이 발생시기의 관수처리는 6-17배의 송이 발생량 증가와 13-35%의 중량효과가 있으므로 온도와 더불어

*Corresponding author

E-mail: sbchung@hanmail.net

이 논문은 2001年度 尙志大學校 校內研究費 支援에 의한 것임.

토양수분은 송이발생량에 가장 큰 영향을 미치며(가강현, 1999; 구창덕, 2000), 특히 6월의 강수량과 기온은 당년의 송이 발생량을 좌우한다(이태수 등, 1981; 조덕현과 이경준, 1995). 한편 송이발생지의 식생환경과 관련하여 송이생산을 지속가능하게 하기 위한 소나무림의 하층식생 정리작업은 15년 동안 내부 수익율이 20.7%에 이를 정도로 수익성이 높다(구창덕과 Bilek, 1998).

솔잎혹파리는 13시경부터 지표면에서 우화하여 생식활동을 시작, 교미가 끝난 성충은 즉시 소나무 신엽에 산란을 시작하며 18-19시 사이에 가장 활발한 산란습성을 보이다가 23시가 되면 산란을 중지하고 폐사한다(고재호, 1977). 정상배와 김철수(1994)는 솔잎혹파리 성충우화기에 소나무 수관상부에 분무장치를 설치, 분수에 의한 솔잎혹파리의 산란행동을 방해 또는 교란시킨 결과 90%이상의 높은 방제효과가 있었으며, 피해목의 신초생장도 15-18%증가하여 임목의 활력증진에 효과가 있음을 발표하였으며, 또한 분무장치를 지면에 설치하고 델타린 1% 및 페니트로치온 50%유제를 2,000배의 저농도로 우화최성시각(17시)에 30초씩 우화기간 동안 매일 1회씩 살포한 결과 90%수준의 높은 방제효과가 있었으며 이와 같은 저농도의 약제살포는 거미, 개미 등 지표서식동물의 밀도에 별 영향이 없음을 보고하였다(정상배, 1998).

일본에서는 三村(1908)에 의하여 송이가 소나무의 뿌리에 근균(菌根)을 만드는 사실을 발표한 이래 최근까지송이 인공 번식시험을 비롯한 많은 연구가 시도되었으나 아직 완성된재 배기술에는 이르지 못하고 있으며, 枯木(1980)과 小川等(1980)의 송이발생림의 적지관정에 관한 연구를 비롯하여 伊藤과 小川(1979)의 송이발생 환경조절 연구, 富永(1979)의 시로의 보육과 증산기술 연구, 伊藤와 藤田(1979)의 송이균의 임지이식 등의 연구결과가 있다.

본 연구는 송이발생임지내의 지면에 살수장치를 고정설치하고 이를 이용한 솔잎혹파리방제효과를 검증하고, 방제 후 주기적인 관수가 송이의 증수 및 품질 향상에 미치는 영향을 검증하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시험지 개황

본 연구는 강원도 양양군 현북면 원일전리에 위치한 지역으로서 과거부터 송이가 발생(연평균 30-100 kg)하고 있는 사유림에서 2년간(2000-2001)실시되었다.

시험지는 수년전부터 누적된 솔잎혹파리피해에 의한 수세 쇠약과 고사목의 발생으로 임분은 소개되고 떡갈나무를 비롯한 활참목과 초류가 하층식생을 이루고 있다. 최근 2회에 걸친 수간주사에 의한 방제로 수세가 다소 회복되었으나 시험 실시 전 현재 약 34-51%의 높은 솔잎혹파리 충영형성율을 보이고 있으며, 송이생산량은 연차적으로 감소되고 임상은 퇴화하고 있다. 각 시험지별 입지조건은 Table 1과 같다.

2. 시험방법

1) 살수장치 시설

모형도(Figure 1)와 같이 수원(水源)으로부터 산정부까지 급수가 가능한 위치에 급수장치를 설치하고, 이와 연계하여 인공강수 및 지면약제살포에 적당하도록 지상 약 1m 높이에 미니스프링클러(이스라엘 제품)를 이용한 살수장치를 정방형(6×6m 간격)으로 전 면적에 고정 설치하였다. 급수원은 시

Table 1. General description of the experimental stand

Characteristics	Conditions
Altitude (m)	300
Aspect	S
Slope (degree)	25-38
Stand age (Yrs)	23-75
Mean Height (m)	12.5
Mean DBH (cm)	25.3
Tree density (trees/ha)	1100
Gall formation (%)	51.3

Fairy ring of pine mushroom is distributed all over the area of the experimental stands.

협림에 인접한 농업용 수로(水路)를, 그리고 급수(분수) 및 약제살포용 전원은 이 지역의 송이산 관리를 위하여 기 시설된 농업용 전기시설을 이용하였다.

2) 솔잎혹파리 방제 및 관수시험

(1) 솔잎혹파리 방제

약제살포시기의 효과적인 조절을 위하여 임지내에 우화상(3개×3 반복)을 설치하고 2일 간격으로 솔잎혹파리 우화상황을 조사, 이를 근거로 약 30일간(5월 하순-6월 하순)의 솔잎혹파리 우화기간 동안 하루 중의 교미활동이 가장 활발한 시각(17:00시)에 델타린(deltamethrin) 1% EC를 2,000배액의 저농도로 30초씩 매일(1회) 지면 살포 후 10월에 방제효과를 조사하였다. 효과조사는 각 처리별로 9본(3본×3반복)의 조사목을 무작위로 선정하고 조사목당 수관 상하부위에서 4방향으로 각각 5개의 신초를 채취, 충영형성율을 조사하여 무처리구 및 인접한 동일년도의 수간주사지역과 비교분석하였다.

(2) 관수

지면약제살포시험구 중 50%(1,260 m²)는 송이발생시기 전인 8월 중순부터 10월 상순까지 2개월간 7일 간격으로 약 30 mm 씩 주간(낮)에 인공살수에 의한 전면적 관수를 실시하고 송이 증수 효과를 조사하였다.

3) 송이발생량 조사

지면약제살포, 지면약제살포 및 관수, 무처리 등 각 시험구 별로 동일조건에 고정조사구를 1,260 m²(420 m²×3 반복)씩 설정하고 송이발생시기, 발생량 및 품질을 비교 조사하였다.

4) 경제성 분석

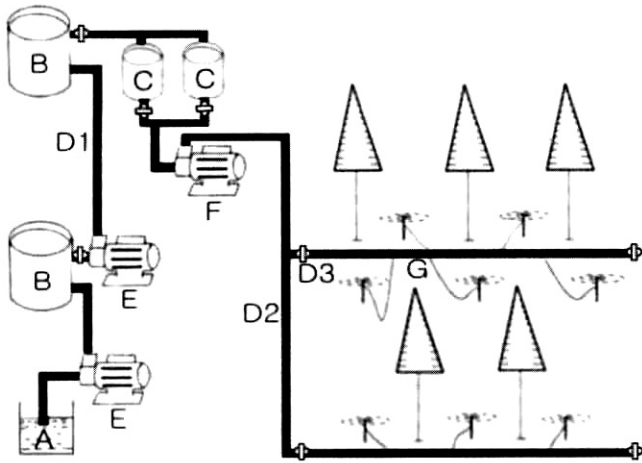
경제성 분석은 살수장치를 이용한 솔잎혹파리방제 및 인공강수를 실시하였을 때 발생하는 송이생산량과 무처리지역의 생산량과의 가격(시세)을 비교분석하였다.

결과 및 고찰

1. 솔잎혹파리 방제효과

1) 솔잎혹파리 우화소장

양양지역의 2000년도 및 2001년도의 솔잎혹파리 우화시기는 5월 하순부터 7월 상순까지 약 40일간이었으며 우화최성기는 각각 6월 중순과 상순으로, 2년간의 평균누적 50% 우화일은 6월 6일, 그리고 80% 이상의 우화빈도를 보인 기간은 6월 2일부터 22일까지의 약 20일간으로 조사되었다(Figure 2).



A : source of water supply B : water tank(supply)
 C : chemical tank, E : water pump(raising. 2hp)
 F : water pump(supply. 2hp), D1 : water pipe(50mm)
 D2 : hose pipe(40mm), D3 : hose(13mm), G : spray tube(4mm)

Figure 1. Model picture of sprinkler system for the control of pine needle gall-midge and irrigation of the pine mushroom production stands.

2년간의 우화율 변동은 우화시기에서는 별 차이를 보이지 않았으나 2001년도의 우화율은 2000년도와 비교하여 6월 상순에 집중됨으로서 연도 간에는 상당한 차이가 있었다. 이 같은 우화소장조사 결과는 금후 양양지역에 있어서의 솔잎혹파리의 효과적인 방제를 위하여 중요한 자료로 제공될 것이다.

2) 솔잎혹파리 방제효과

송이 발생임분에 대한 새로운 솔잎혹파리 방제법을 개발하기 위하여 살수장치를 이용한 지면약제살포법을 실시하여 Table 2의 결과를 얻었다. 처리 당년도의 지면약제살포구의 총영형성율은 3.5%로 대조구의 51.3%와 비교하여 93.2%의 높은 방제효과를 보였으며, 이것은 수간주사구(Table 3)의 방제효과인 82.6% 보다도 10.6%의 높은 방제효과가 있는 것이다. 이

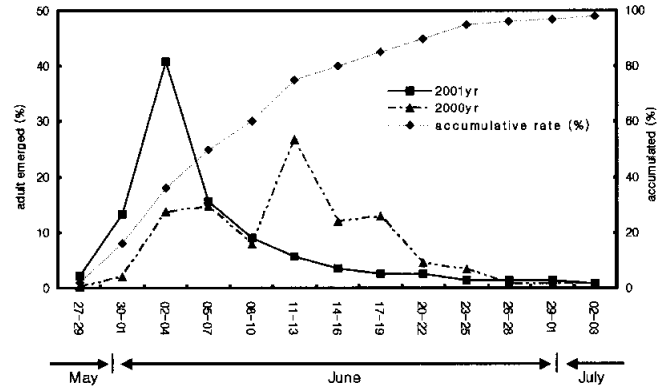


Figure 2. Seasonal occurrence of the pine needle gall midge in Yangyang-Gun.

결과는 전년(2000년)도 실시지역에서의 시험결과(방제효과: 89.6%)와도 유사하며, 또한 정상배(1997)의 결과(방제효과 89.44%)와는 거의 일치하는 것이다. 특히 주목할 것은 살수장치에 의한 지면약제가 실시된 임분에 대한 2차년도의 평균총영형성율은 4.5%로서 관행법인 수간주사에 의한 방제임분과 비교하여 높은 방제효과가 있으며, 이러한 방제효과는 금후 수년간 지속될 것으로 사료된다.

본 시험에서 얻어진 살수장치에 의한 지면약제살포 결과는 금후 실용화함으로써 현재 송이산의 솔잎혹파리방제를 위하여 실시되고 있는 수간주사(천공)에 의한 수목의 피해를 막을 수 있을 뿐만 아니라 지속적인 송이생산을 위한 건전한 소나무림 보호에 기여 할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 송이발생량 조사

1) 송이 발생시기

시험지 내에서 2개년 간 조사한 송이 발생시기는 9월 중순부터 10월 상순까지 약 35일간이며 발생최성기는 9월 하순부터 10월 상순까지 약 15일간으로 이 기간동안의 2개년간 평균발생율은 총발생량의 78.5%였으며, 특히 2001년도의 발생

Table 2. Results of ground application by deltamethrin 1% EC with sprinkler system against pine needle gall-midge

Insecticide	Gall formation (%)				Control value ¹⁾
	plot I	II	III	Mean	
Deltamethrin (2,000 x)	3.0	3.2	5.4	3.5a ²⁾	93.2
Untreated	52.7	69.1	32.5	51.3b	-

¹⁾Control value = $\frac{[\text{gall formation}(\%) \text{ of untreated} - \text{gall formation}(\%) \text{ of treatment}]}{\text{gall formation}(\%) \text{ of untreated}} \times 100.$

²⁾Significantly different at 5% level.

Table 3. Effect of trunk injection by pospham 50% EC against pine needle gall midge Yangyang region in 2001

Treatment	Mortality (%)				Control value ¹⁾
	plot I	II	III	Mean	
Pospham (50% EC)	81.5 (81.7) ²⁾	85.1 (48.5)	82.3 (81.9)	83.0a (70.7)	82.6
Untreated	2.3 (74.5)	1.8 (66.3)	2.8 (56.7)	2.3b (65.8)	-

¹⁾Control value = $\frac{[\text{mortality}(\%) \text{ of treatment} - \text{mortality}(\%) \text{ of untreated}]}{100 - \text{mortality}(\%) \text{ of untreated}} \times 100.$

²⁾() = gall formation (%) by infestation of pine needle gall midge.

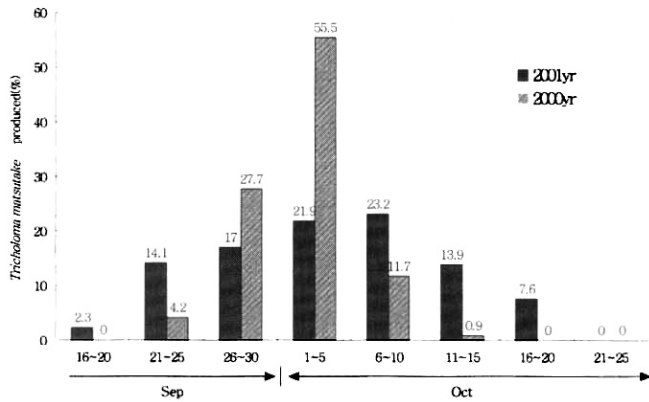


Figure 3. Seasonal production of *Tricholoma matsutake* of 2000 and 2001 in Yangyang.

은 전체 발생량의 83.2%로서 이 기간동안에 집중된 것으로 조사되었다(Figure 3).

2) 처리별 송이 발생량 비교

살수장치에 의한 솔잎혹파리 방제 및 관수가 송이발생에 미치는 영향을 검토하기 위하여 각 처리별로 1,260 m²(420 m²×3반복)의 고정조사지역내에서 송이발생량을 조사하여 Table 4의 결과를 얻었다. 3,780 m²의 조사구에서 발생한 총개체수는 168개이며 전체 및 개당 평균중량은 각각 9.26 kg과 54.0 g이며, 이들 발생량을 처리별로 비교하면 솔잎혹파리방제 후 주기적인 관수처리구는 61개로서, 대조구의 35개에 비하여

74.3%(중량비 110%)의 증수효과가 있었으며, 방제 후 미관수 처리구의 발생량 38개에 비하여는 62.3% (중량비(80%)의 높은 증수효과가 있었다. 한편 방제 후 미관수처리구는 대조구와 비교하여 발생량과 중량에서 10%범위의 증수효과가 있는 것으로 조사되었다.

3) 처리별 송이 품등비교

살수장치를 이용한 처리별 발생송이에 대한 총길이, 자루길이, 자루직경 및 갓직경을 비교한 결과는 Table 5와 같다. 지면약제살포 후 관수처리구는 대조구를 비롯한 기타 처리구보다 중량을 포함한 모든 조사항목에서 비교적 높은 품등차이를 보였으나 기타의 처리 간에는 별 차이가 없는 것으로 나타났다.

4) 경제성 분석

송이는 생산년도와 생산량, 생산지역과 생산시기 및 품등에 따라서 가격이 천차만별이다. 살수장치를 이용한 인공강수를 실시하였을 때 발생한 송이 생산액과 대조구에서 발생한 송이가격과 비교하여 경제성을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 본 분석에 있어서 살수장치의 시설경비는 시험실시 과정에서 실제로 소요된 자재구입 및 시설의 설치금액으로 하였으며, 송이가격은 양양지역에서 2001년도 10월 중순의 시세(30만-48만원)를 가지고 분석한 것이다. Table 6에서 보인 바와 같이 관수시설을 이용한 지역에서 생산된 ha당의 송이가격은 8,670천원으로서, 시설 및 관리에 소요된 비용(4,360천원)을 제한 순수익 4,310천원은 무처리구 4,110천원에 비하여 약 5%의 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 시설투자액에 대한 이자는

Table 4. Comparison of pine mushroom production between chemical application and irrigation after chemical application using sprinkler system

Treatments	Irrigation after chemical application	Chemical application	Untreatment	Total
Total number (%)	61 (174.3)	38 (108.6)	35 (100.0)	168
Total weight (kg) (%)	3.64 (210.4)	2.02 (116.8)	1.73 (100.0)	9.26
Individual weight (g) (%)	59 (120.4)	53 (108.2)	49 (100.0)	

*(): Ratio against one hundred percent in control of total number, total weight and individual weight, respectively.

Table 5. Quality comparison of pine mushroom between chemical application and irrigation after chemical application using sprinkler system

Treatments	Irrigation after chemical application	Chemical application	Untreatment
Whole length (cm)	11.9 ± 1.3	10.6 ± 0.9	10.6 ± 1.5
Stalk length (cm)	8.1 ± 0.8	7.6 ± 0.2	7.5 ± 0.6
Stalk diameter (cm)	2.8 ± 0.3	2.6 ± 0.1	2.5 ± 0.0
Pileus diameter (cm)	5.8 ± 0.4	5.4 ± 0.5	5.3 ± 0.8
Weight (g)	61.0 ± 3.9	50.0 ± 6.3	50.0 ± 7.7

Table 6. Economic analysis of pine mushroom production using sprinkler system (Unit: 1,000 won/ha)

Classification	Facilities and management expenses				Prise of mushroom			Earnings (%)
	facilities	wages	consumption charge	total cost	quantity (kg)	unit cost	total amount	
Sprinkler system treated	4,000	160	200	4,360	28.9	300	8,670	4,310 (104.9)
Untreated	-	-	-	-	13.7	300	4,110	4,110 (100.0)

*Labor cost: 8 weeks × 0.5 person × 40,000 won, Consumption charge: electrical charges and others.

고려되지 않았다. 본 시설은 1회 설치로 5년 이상 사용 할 수 있음을 감안하면 송이산의 관수 시설은 높은 경제적 가치가 있는 것으로 평가된다.

본 시험결과는 조사지 내에서의 과거의 송이 발생량을 정확히 파악할 수 없을 뿐만 아니라 1-2년간의 결과이므로 효과의 정도를 단정하기에는 다소 이른 감이 있겠으나 최근의 송이발생입분에 대한 관수효과는 이미 송이생산자와 국내외 연구자들에 의하여 입증되고 있음을 고려할 때 금후 보다 구체적인 시험과 분석을 통하여 실용화 될 수 있을 것으로 기대된다.

결 론

송이의 지속적인 생산과 증산 및 품질향상을 위한 소나무의 건전한 관리대책으로 가장 중요한 것은 송이발생에 절대적인 영향을 미치는 솔잎혹파리의 피해를 효과적으로 방제하는 것이다.

본 시험결과에서 나타난 바와 같이 살수장치를 송이 발생 임지 내에 고정 설치하고 이를 이용, 솔잎혹파리의 우화기간 동안에는 델타린유제(1%)를 저농도로 지면에 살포하여 솔잎혹파리 피해를 효과적으로 방제하고, 송이발생시기에는 주기적으로 임지 내에 적절한 관수를 실시함으로써 송이증산 및 품질향상을 촉진시킬 수 있을 뿐만 아니라 지속적인 송이생산과 건전한 소나무림으로 보호될 수 있을 것으로 사료된다.

인용문헌

1. 가강현. 1999. 송이산업 활성화와 저장. 한국임업신문주간 세미

나자료집 pp. 31-55.
 2. 고재호. 1977. 솔잎혹파리의 보란잔수 조사. 한국응용곤충학회지 7(1): 25-28.
 3. 具昌德, E. M. Bilek. 1998. 송이生産을 持續可能하게 하기 爲한 소나무 林內整理作業의 經濟性分析. 한국임학회지 87(4): 519-527.
 4. 具昌德. 2000. 송이 生産과 소나무 年輪生長과의 相關關係. 韓國林學會誌 89(2): 232-240.
 5. 具昌德, 金載水, 朴在仁, 賈康鉉. 2000. 송이와 소나무간의 共生關係에서 外生菌根의 時-空間的 構造變化. 韓國林學會誌 89(3): 389-396.
 6. 산림청임업연구원. 1999. 송이증수 및 인공재배 연구. 임업연구원 연구자료 153: 94-95.
 7. 이태수 등. 1981. 송이버섯균 감염묘에 의한 인공증식시험. 임업시험연구보고서 pp. 604-608.
 8. 정상배, 변병호, 이범영, 정영진. 1987. 피해선단지의 솔잎혹파리방제에 관한 연구(송이발생지의 솔잎혹파리 방제시험). 임업연구원시험연구보고서 pp. 889-915.
 9. 鄭相煥, 金哲洙. 1994. 噴霧裝置를 利用한 솔잎혹파리 防除에 關한 研究. 韓國林學會誌 83(3): 311-321.
 10. 鄭相煥. 1998. 噴霧裝置를 利用한 솔잎혹파리 防除에 關한 研究. II. 低濃度 地面藥劑 撒布效果. 韓國林學會誌 87(4): 571-576.
 11. 조덕현, 이경준. 1995. 29개 지역의 10년간 송이발생림의 기상인자와 송이발생량과의 상관계수. 한국임학회지 84(3): 277-285.
 12. 伊藤武, 小川眞. 1979. マツダケ菌の増殖法 (II) 林内植生の手入れとマツダケのシロの増加. 日林誌 61: 163-173.
 13. 伊藤武, 藤田博美. 1979. きのこ胞子の採取方法. 日菌講 23: 17.
 14. 枯木能人. 1980. マツダケ山をよみがえらせる山の手入れ法. きのこetc 2(2): 15-36.
 15. 小川眞, 伊藤武, 下川利之. 1980. マツダケ山つくりと微生物相の調節. 日菌講 24: 15-17.
 16. 富永保人. 1979. マツダケのトンネル方式栽培へ關する研究 (III). 1976年度の促成栽培について. 廣島農短大報 5: 399-408.

(2004년 12월 24일 접수; 2005년 1월 21일 채택)