

## 멀칭종이, 기름먹인 멀칭종이 및 요소피복 멀칭종이를 이용한 봄감자 재배시 생육과 수량

崔日鮮\* · 李泮雨\*<sup>†</sup> · 李鶴來\*\*

\*서울대학교 농업생명과학대학 농학과, \*\*서울대학교 농업생명과학대학 임산공학과

### Growth and Yield of Potato as Affected by Paper, Oil-treated Paper and Urea-coated Paper Mulching in Spring Season Culture

Ri-Xian Cui\*, Byun-Woo Lee\*<sup>†</sup> and Hac-lae Lee\*\*

\*Dept. of Agronomy, Seoul National Univ., Suwon, Korea 441-744

\*\*Dept. of Forest Products, Seoul National Univ., Suwon, Korea 441-744

**ABSTRACT:** A field study was carried out to compare the performances of mulching with recycled paper, oil-treated paper and urea-coated paper in spring season potato culture. Soil temperature, weed occurrence, and the growth and yield of potato (cv. Sumi) were compared with unmulched control. The average soil temperatures at 5 cm soil depth during the first 10 days after planting were 18.9°C under paper mulch and 20.6°C under oil-treated paper mulch, being lower 0.8°C and higher 1.2°C, respectively, than unmulched control. Paper mulch lowered maximum soil temperature by 4.6°C on a fine day, while oil-treated paper mulch elevated it by over 6.6°C. Urea-coated paper was decomposed faster than the mulch paper without urea coating. The former was decomposed 50% by 80 days after mulching, but the later only 20%. In all mulch treatments, weeds were effectively controled throughout the potato growing season. The percent emergence of potato was not different significantly among treatments. However, a little lower emergence and poor early growth were observed under oil-treated paper mulch because of higher soil temperature. Except oil-treated paper mulch, the paper mulches with and without urea coating showed no difference in growth and yield of potato from the unmulched control. The growth and yield performances were poorest under oil-treated paper mulch. Oil-treated paper mulch would result in different growth and yield performances if potato is planted earlier than April 15 in the present experiment. Further researches are needed for this aspect.

**Keywords :** potato, spring season culture, yield, paper mulch, soil temperature.

작물을 재배하는 지표면을 비닐, 종이, 짚 등으로 피복하는 것을 멀칭이라고 한다. 멀칭은 대부분의 작물생장환경 요인을 변화시키는데 일반적으로 지온 조절, 토양수분 보존, 토양침식 방지, 양분의 유실방지, 잡초발생 억제 등의 효과를 얻고자 멀칭을 한다(Lamb and Chapman, 1943; Courter, 1964; Jensen, 1988; Adam, 1967; Anderson *et al.*, 1995; Clarkson, 1960).

한국에서의 감자재배는 일반적으로 봄감자 재배가 주류를 이루고 있으며, 가을 감자재배는 종서 생산에서만 일부 이루어지고 있다. 가을 감자 재배에서는 파종기의 높은 지온을 낮추기 위하여 짚 멀칭 등이 많이 이용되며(崔 등, 1978), 열대 지방에서도 식물 잔여물의 멀칭으로 지나친 지온의 상승을 억제한다(Manrique, 1995). 한편, 봄감자 재배에서는 안전다수확을 위하여 조기파종과 출이촉진을 도모하는 동시에 서리 피해를 방지하여 보다 긴 생육기간을 확보하는 것이 중요하다. 따라서 보온효과가 큰 멀칭자재가 보다 유리하며 또 이제까지 많이 사용되고 있는 실정이다.

멀칭자재의 사용에 있어서 폴리에틸렌필름은 지온 상승이나 수분손실억제에 매우 효과적이며 이에 따라 작물의 수량향상과 조기출아 등이 가능하고 또한 가격이 저렴할 뿐만 아니라 내구성이 좋고 사용이 편리한 이유 등으로 작물재배에서 가장 보편적으로 사용되고 있다(Jenson, 1988; Schales and Shel-drake, 1966; Unger, 1978). 그런데 산업의 급속한 발전과 경제적 생활수준의 향상에 따라 환경오염과 농산물의 안전성에 대한 우려가 증대되고 있으며, 이에 따라 멀칭관련 연구에서도 변화가 일어나고 있다. 즉 폴리에틸렌 필름은 효과성이나 내구성은 좋지만 재질 자체의 난분해성 때문에 사용 후 제거해야 하는 번거로움이 있고 또 잔재가 남아 있을 경우 토양이 오염되는 결점이 지적되고 있다. 이러한 문제의 해결책으로 생분해성 및 광분해성 멀칭재료의 개발과 이용이 활발하게 이루어

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-331-290-2303 (E-mail) leebw@snu.ac.kr

<Received May 17, 2000>

어지고 있다(이 등, 1997, 1998; Anderson 등, 1995; Umezaki 등, 1998, 山内, 1997). 종이는 생분해성 자재로서 잘 분해되어 플라스틱 필름의 단점을 보완할 수 있고 또한 고지를 이용하여 제조하는 경우 자원의 재활용면에서 유리하다. 그러나 종이는 투광이 잘 안되어 지온을 낮추기 때문에 저온기에 이용하는 데는 문제점이 있다. 그러나 종이멀칭의 표면에 폐식용유를 도포함으로써 지온을 상승시킬 수 있었으며 또한 멀칭지의 표면에 비료를 도포하거나 농약을 혼합하여 노력절감의 효과를 얻을 수 있다고 한다(Anderson 등, 1995; Schonbeck, 1995; 中山 등, 1968).

따라서 본 연구는 국내에서 고지로 개발한 멀칭지, 이 멀칭지에 폐식용유를 처리한 멀칭지 및 요소를 피복한 멀칭지의 분해, 멀칭에 따른 잡초발생 억제 효과, 토양온도에 대한 영향, 감자의 생육 및 수량에 대한 영향을 봄감자 재배에서 비교검토하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

### 재료 및 방법

본 실험은 서울대학교 농업생명과학대학 부속농장에서 수행되었으며 공시토양은 양토이다. 멀칭처리는 멀칭종이, 기름먹인 멀칭종이 및 요소피복 멀칭종이였다. 멀칭종이는 콘테이너 박스 고지로 제조되었는데(동일제지), 평량은 110 g/m<sup>2</sup>이고 두께는 0.1 mm이며, 요소피복멀칭종이는 멀칭종이의 표면에 요소 11 g/m<sup>2</sup>(5 kg N/10a)을 피복하였고, 기름먹인 멀칭종이는 멀칭종이에 폐식용유를 처리하여 광의 투과성을 증대시킨 것이다. 30cm 넓이에 8m 길이로 시험구를 피복하였고 전 생육기간 멀칭하였다. 감자를 파종한 위치의 멀칭종이를 십자형으로(5 cm) 찢어놓아 감자싹이 나오도록 하였다. 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다. 감자 품종은 수미(秀美)를 사용하였으며, 씨감자를 60 g 정도로 절단하여 4월 15일 열간 45 cm, 주간 30cm로 파종하였으며, 요소피복멀칭종이 처리를 제외한 나머지 처리에서는 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O를 각각 100 kg, 100 kg, 120 kg/ha씩 전량 기비로 사용하였다. 요소피복 멀칭지처리에서는 요소 피복량 만큼의 질소를 줄여서 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O를 각각 50kg, 100kg, 120 kg/ha를 전량 기비로 사용하였다.

시험기간 중 5 cm 깊이에 thermocouple(chromel-alumel)을 매설하여 10분 간격의 평균치를 data logger(Campbell Inc. Model CR10)로 기록하였다.

멀칭종이를 10×10 cm씩 잘라내어 건조시킨 후 무게를 달아 멀칭종이의 경시적 분해과정을 조사하였다. 잡초 발생량 및 잡초건물중을 파종 후 40일에 조사하였다. 감자의 출아기에는 처리별 출아율을 조사하였으며 감자 생육기간에는 2회에 걸쳐 감자의 생육상황을 조사하였으며 수량은 7월2일에 시험구내의 모든 株의 감자를 굴취하여 직경이 2 cm 이상인 것만을 수량 조사에 포함시켰다.

### 결과 및 고찰

#### 멀칭처리에 따른 토양온도의 변화

감자 파종 후 출아기 10여일간의 5cm 깊이의 지온변화는 Fig. 1과 같다. 이 기간동안 일반 멀칭종이에서의 평균지온은 18.9°C이었고, 기름먹인 멀칭종이의 처리에서는 20.6°C이었으며, 무멀칭에서의 평균지온은 19.4°C로, 무멀칭처리에 비해 멀칭종이에서는 0.5°C 낮아졌고, 기름먹인 멀칭종이에서는 1.2°C 정도 높아졌다. 요소피복 멀칭종이는 일반 멀칭종이와 차이가 없었다.

한편, 멀칭처리에 따른 지온의 일 변화는 기후상황에 따라 달라지는데, 일사량이 많고 기온이 비교적 높았던 1999년 4월 24일(일사총량: 20.6 MJ/m<sup>2</sup>/day, 평균기온: 19.3°C)의 경우 5 cm 깊이 토양의 일 최고지온은 일반 멀칭종이에서 25.5°C로 30.1°C인 무멀칭처리에 비해 4.6°C 낮아졌고, 기름먹인 멀칭종

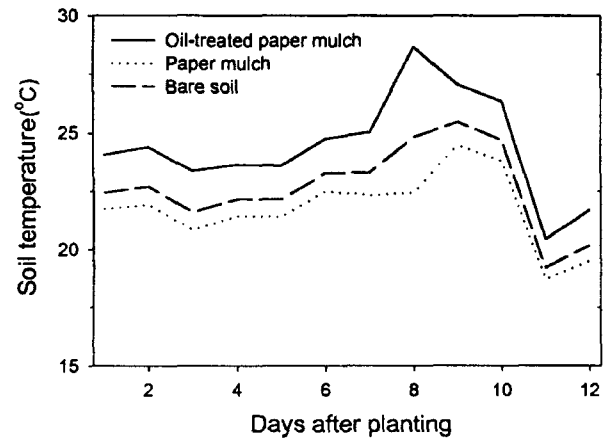


Fig. 1. Changes in daily mean soil temperature at 5 cm depth as influenced by type of mulch during the first 10 days after planting in 1999 at Suwon.

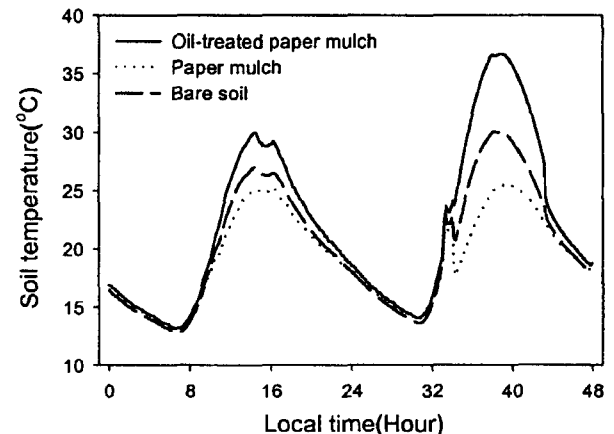


Fig. 2. Diurnal changes of soil temperature at 5 cm depth of soil as influenced by type of paper mulch on April 22 to 23, 1999 at Suwon.

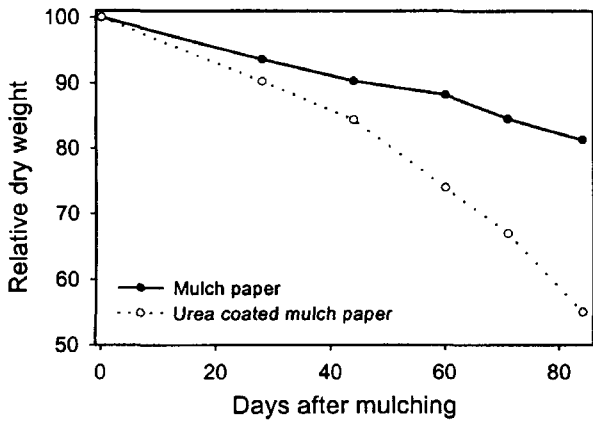


Fig. 3. Temporal degradation of mulch paper in field condition in 1999.

이에서는 36.7°C로 일반 멀칭종이에 비해 10°C 이상 높아졌고 무멀칭처리보다도 6.6°C 높았다. 한편, 1999년 4월24일에 비해 기온도 낮고 일사량도 적었던 1999년 4월23일(일사총량: 15.7 MJ/m<sup>2</sup>/day, 평균기온: 17.5°C)의 경우에는 그 차이가 적어졌다(Fig. 2).

**멀칭종이의 분해 및 잡초 발생**

Fig. 3은 감자 재배기간 중 포장상태에서의 멀칭종이 분해 과정을 나타낸 것이다. 멀칭 후 80일까지 일반 멀칭종이는 약 20%정도만 분해되었으며 요소피복 멀칭종이는 일반 멀칭종이 보다 분해가 빨리되어 피복 후 80일에 약 50% 정도가 분해 되지 않고 남아있었다. 한편 기름먹인 멀칭종이는 일반 멀칭종이에 비하여 다소 분해가 지연되었다. Table 1은 멀칭처리에 따른 잡초의 발생수 및 잡초건물중을 감자 파종 후 40일 후에 조사한 것이다. 일반 멀칭종이, 요소피복 멀칭종이 및 기름먹인 멀칭종이의 멀칭에서는 잡초가 발생되지 않았으며, 무멀칭에서는 많은 잡초가 발생되었다. 종이 멀칭처리에서 잡초가 발생되지 않은 것은 멀칭종이에 의해 日射가 차단되어 발아가 억제되고 출아된 잡초라도 광합성을 할 수 없어 고사된 것으로 판단되었다. 卞(1985), 稻田(1971) 등도 짚 멀칭, 흑색 폴리에틸렌 필름 멀칭에서는 광합성이 억제되어 잡초가 고사된다고 하였다.

Table 1. Weed numbers and dry weight as influenced by mulching treatment in spring season potato culture in 1999.

	Treatment			
	Bare soil	Paper mulch	Oil-treated paper	Urea-coated paper
Weed number/m <sup>2</sup>	438	0	0	0
Dry weight(g/m <sup>2</sup> )	104	0	0	0

Urea-coated paper : mulch paper coated with urea of 11 g/m<sup>2</sup>.

Table 2. Seedling emergence of potato as influenced by type of paper mulch.

	Treatment			
	Bare	Paper mulch	Oil-treated paper	Urea-coated paper <sup>†</sup>
Emergence (%)	85.6	87.1	83.3	84.2

<sup>†</sup>Urea-coated paper : mulch paper coated with urea of 11 g/m<sup>2</sup>.

Table 3. Shoot and Root dry weight of spring season potato as influenced by type of paper mulch in 1999.

Sampling date	Dry weight (g/m <sup>2</sup> )	Treatment			
		Bare	Paper mulch	Oil-treated paper	Urea-coated paper <sup>†</sup>
May 25	Shoot	88.4b*	100.6ab	52.9c	119.7a
	Root	10.1	9.7	5.3	10.9
June 14	Shoot	227.5a	241.6a	205.6b	235.9a
	Root	16.7	19.6	15.9	20.8

<sup>†</sup>Urea-coated paper : mulch paper coated with urea of 11g/m<sup>2</sup>.

\*The same letters within the row mean no significant difference by Duncan's multiple range test at probability level of 5%

**감자의 생육 및 수량**

멀칭처리에 따른 감자의 출아율 변화를 나타낸 것이 Table 2인데, 처리간 출아율은 통계적인 차이는 인정되지 않았으나, 기름먹인 멀칭종이에서 다른 처리에 비해 다소 낮았으며, 씨감자의 부패도 많았고 감자의 초기생육도 다른 처리에 비해 부진하였다(Table 2). 그 원인은 다른 처리에 비해 상대적으로 출아기 지온이 지나치게 높아져 출아를 포함한 감자의 초기생육에 영향을 미쳤기 때문인 것으로 판단되었다.

감자 생육기간동안 2회에 걸쳐 감자의 지상부 및 뿌리 건물중을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 기름먹인 멀칭종이의 멀칭처리에서 지상부 및 뿌리 건물중이 다른 처리에 비해 낮았는데, 이는 출아기의 다른 처리에 비해 출아기에 상대적으로 높은 지온에 의해 감자의 생육이 억제된 것이 그 원인이라고 판단되었다. 일반 멀칭종이, 요소피복 멀칭종이 및 무멀칭에서의 생육후기 감자 생육은 큰 차이가 없었지만 생육초기에는 요소피복 멀칭종이에서 다른 처리에 비해 생육이 좋았다. 감자의 수량은 초기생육이 부진한 기름먹인 멀칭종이에서 다른

Table 4. Tuber yield of spring season potato as influenced by type of paper mulch.

Bare	Paper mulch	Oil-treated paper	Urea-coated paper <sup>†</sup>
----- kg/10a -----			
4261 <sup>a*</sup>	4162 <sup>a</sup>	3459 <sup>b</sup>	4309 <sup>a</sup>

<sup>†</sup>Urea-coated paper : mulch paper coated with urea of 11g/m<sup>2</sup>.

\*The same letters within the row mean no significant difference by Duncan's multiple range test at probability level of 5%

처리에 비해 현저히 낮았으며, 일반 멀칭종이, 요소피복 멀칭 종이 및 무멀칭 사이에는 유의한 차이가 없었다.

이상의 결과로 볼 때 일반 멀칭종이는 지온을 다소 하강시키 나 감자의 출아, 생육 및 수량은 무멀칭과 차이가 없었으며, 잡 초의 발생도 효과적으로 억제하여 봄감자재배에 효과적으로 이용할 수 있을 것으로 판단되었다. 요소를 피복한 멀칭종이 의 경우 일반 멀칭종이보다 분해속도가 빨랐으나 감자 생육기 간을 통하여 잡초를 효과적으로 억제할 수 있었으며, 또한 초 기생육이 다른 처리에 비하여 우수하였다. 따라서 멀칭종이의 다기능화와 수량 향상면에서 요소피복 멀칭종이에 대한 연구 검토가 더 이루어 져야할 것으로 생각되었다. 한편, 기름먹인 멀칭종이는 지온상승효과가 탁월하여 일반 멀칭종이가 지온을 하강시키는 단점을 보완할 수 있을 것으로 생각되었다. 다만 본 연구에서는 출아기 고온으로 씨감자의 부패 및 초기생육이 억제되었으며 이에 따라 수량이 낮아졌는데, 본 실험의 파종 기(4월 15일)보다 일찍 파종하는 경우는 본 연구결과와 다를 것으로 생각되며 다른 작물 재배에서의 적용 여부 등에 대해 서 추가적인 검토가 이루어지면 프라스틱 필름 멀칭으로 인한 토양환경 오염경감 등에 흥미있는 결과가 있을 것으로 보인다.

## 적 요

고지로 개발된 멀칭종이, 여기에 폐식용유를 먹인 멀칭종이 및 요소를 피복한 멀칭종이의 봄감자 멀칭재배에서 잡초발생, 토양온도와 감자의 생육 및 수량 변화를 조사한 결과를 요약 하면 다음과 같다.

1. 감자 파종 직후 약 10일간의 평균지온(5 cm)은 일반 멀 칭종이에서 18.9°C로 무멀칭처리보다 0.5°C 낮았고, 기름먹인 멀칭종이의 지온은 20.6°C로 무멀칭처리보다 1.2°C 높았다. 한 편, 맑은 날 최고기온은 무멀칭에 비하여 기름먹인 멀칭종이 의 경우는 6.6°C 높아졌으며 일반 멀칭종이는 무멀칭에 비하 여 4.6°C 낮아졌다.

2. 멀칭 후 80일까지 일반 멀칭종이는 약 20% 정도만 분해 되었고, 비료를 피복한 멀칭종이의 분해는 이보다 빨랐지만 멀 칭 후 80일까지 약 50% 정도가 분해되었다. 기름먹인 멀칭종 이는 일반 멀칭종이에 비하여 분해가 다소 지연되었다. 모든 멀칭종이 처리에서 감자 전 생육기간에 걸쳐서 잡초의 발생이 효과적으로 억제되었다.

3. 감자의 출아율은 처리간 유의한 차이는 없었으나 기름먹 인 종이에서 다른 처리에 비해 다소 낮았으며, 감자의 지상부 및 뿌리건물중도 기름먹인 종이에서 다른 처리에 비해 낮았다. 감자의 수량은 기름먹인 멀칭종이가 다른 처리에 비해 유의하 게 낮았으며, 일반 멀칭종이, 요소피복 멀칭종이 및 무멀칭처 리간에는 감자 수량에 유의한 차이가 없었다.

4. 기름먹인 멀칭종이는 출아기 및 생육초기 고온으로 씨감 자의 부패가 많았으며 초기생육도 억제되어 수량이 낮았다. 그

러나 본 실험(4월15일 파종)에서보다 조기에 파종하는 경우는 본 연구결과와 다를 것으로 생각되며 이에 대해서는 추가적인 검토가 필요하다.

## 謝 辭

이 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구비 및 BK21사업 지원에 의하여 수행된 것임.

## 인용문헌

- Adam, J. E. 1967. Effect of mulches and bed congiguration. I. Early-season soil temperature and emergence of grain sorghum and corn. *Agron. J.* 59:595-599.
- Anderson, D. F., Garisto, M. A., Bourrut, J. C., Schonbeck, M. W., Jaye, R. Wurzberger, A. and Degregorio, R. 1995. Evaluation of a paper mulch made from recycled materials as an alternative to plastic film mulch for vegetables. *J. Sustain. Agric.* 7:39-61.
- 卞種英. 1985. 着色 폴리에틸렌 필름 멀칭이 雜草의 發芽, 發生 및 生長에 미치는 영향. *韓國雜草學會誌.* 5:19-23.
- 崔重鉉, 曹載英. 1978. 被覆處理가 감자秋作에 미치는 영향. *韓國作物學會誌.* 23:126-132.
- Clarkson, V. A. 1960. Effect of black polyethylene mulch on soil microclimate temperature and nitrate level. *Agron. J.* 52:307-309.
- Courter, H. J. 1964. comparisons of paper and polyethylene mulching on yield of certain vegetable crops. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 85: 526-531.
- 稻田勝美, 山木雅子. 1971. マルチ用着色フィルムに關する研究. *日本作物學會紀事* 40:132-140.
- Jensen, M. H. 1988. The achievements on the use of plastics in agriculture. In: International seminar on the utilization of the plastics in agriculture. 1988. FFTC & RDA. pp:1-17.
- Lamb, J. and Chapman, J. E. 1943. Effect of surface stones on erosion, evaporation, soil temperature, and soil moisture. *J. Amer. Soc. Agron.* 35:567-578.
- 李泮雨, 崔日鮮, 李鶴來. 1997. 종이멀칭 이앙재배에서 잡초발생과 벼의 생육 및 수량. *韓國雜草學會誌.* 17:351-357.
- 李泮雨, 崔日鮮. 1998. 乾畚直播栽培에서 再生紙 멀칭에 따른 雜草發生과 벼의 生育 및 收量. *韓國雜草學會誌.* 18:281-285.
- Manrique, L. A., 1995. Mulching in potato systems in the tropics. *J. Plant Nutri.* 18:593-616.
- 中山兼徳, 小岩 武, 野口勝可, 1968. 除草劑フィルム開發に關する 研究. *日本作物學會紀事.* 37:645-649.
- Schales, F. D. and Sheldrake, R. 1966. Mulch effects on soil conditions and muskmelon response. *Rroc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 88:425-430.
- Schonbeck, M. W. 1995. Evaluation of recycled paper film mulch and organic mulches as alternatives to black plastic mulch in vegetable horticulture. Agriculture in Concert with the Environment ACE research projects Southern Region. 1995.
- Umezaki, T. and Tsuno, K., 1998. Effects of used-paper mulching on growth of early-season culture rice. *Jpn. J. Crop Sci.* 67:143-148.
- Unger, P. W. 1978. Straw mulch effects on soil temperatures and sorghum germination and growth. *Agron. J.* 70:858-864.
- 山内 稔. 1997. 水稻の再生紙マルチ直播技術開發の現状と發展方向. *日本作物學會紀事.* 66:710-713.