

反射필름 멀칭이 토마토 生育에 미치는 影響

Effect of Reflective Film Mulching on Growth of Tomato Plants in Greenhouse Cultivation

조일환 · 김완순 · 김태영 · 허노열 · 권영삼
원예연구소

Ill-Hwan Cho, Wan-Soon Kim, Tae-Young Kim, Noh-Youl Heo, Young-Sam Kwon
National Horticultural Research Institute

緒 言

멀칭이란 토양표면을 여러 가지 재료로 피복하는 것을 말하며, 이용성으로는 생육촉진, 한해경감, 동해경감, 잡초억제, 토양보호, 과실의 품질향상 등이 있고, 멀칭 재료도 투명필름, 흑색필름, 벚집, 알미늄반사필름 등이 있다.

또한, 광량이 부족한 겨울철 시설재배에서는 시설내 입사광을 될 수 있는 대로 많이 할 필요가 있다. 시설내 광환경은 피복재의 오염과 수적, 골조율, 피복재의 종류에 따라 광분포가 불균일하다. 이를 위해 시설 골조율과 온실 방향 조절, 피복재의 선택, 반사판등이 이용되고 있다. 최근에는 시설내 북측벽에 반사판설치로 반사광을 이용하고 반사멀칭 필름으로 인한 광환경을 개선해 보려는 시도가 일부 화훼류인 카네이션, 국화, 유스토마, 글라디올러스, 무궁화 등에 이용되어 효과를 내고 있다. 카네이션 재배시 반사멀칭필름을 하면 30.1% 광합성유효 방사가 높아져서 광합성이 증가하고 품질향상이나 채화본수가 30~40%증수 되었다. 또한 멀칭으로서의 관수량 절감효과도 유스토마, 시크라멘등에서 인정되었다.

지금까지의 화훼류에서 반사 멀칭제에 의한 보광효과시험에서 생육 및 수량을 증대시키는 결과를 얻었음에도 불구하고 채소류에의 이용은 충분히 검토되지 못하였다. 따라서 본 연구는 토마토 시설재배에 있어서 반사필름멀칭에 의해 시설내 온도 환경 및 토마토 식물 생리적 변화는 어떻게 달라지며, 반사필름 멀칭 및 반사판 이용이 토마토 시설재배에 이용가능성을 구명하고자 수행하였다.

材料 및 方法

본 시험은 97년 1월부터 원예연구소 탐동포장에서 수행하고 있다. 공시시설은 유리온실(두께 3mm)이며, 공시작물은 토마토(*Lycopersicum esculentum* Mill CV. Momotaro)를 이용했다. 2월 5일 파종하여 3월 30일 정식하였다. 처리는 반사필름 멀칭으로 멀칭과 북벽면에 반사판 설치구와 토양에 흑색 멀칭처리의 2개의 처리로 하였다. 멀칭재료인 알미늄 반사필름(두께 0.07mm)와 흑색멀칭(두께 0.05mm)를 이용하였다. 일비액은 4월 30일 13시부터 14시까지 1시간동안 지상부 15cm의 줄기를 절단하여 채취 하였고, 일비액의 무기성분분석은 원자흡광기

(Perkin Elmer 3300)를 이용하여 분석했다. 토마토 잎의 기공저항과 증산속도의 계측은 Porometer(LI-COR-1600), 광합성 속도는 휴대용 광합성측정기(LI-COR-6400)을 이용하여 측정하였다. 토마토 잎의 기공관찰은 현미경 미분간 점위상차(Nikon optiphot-2)를 이용하였다.

結果 및 考察

그림 1은 멀칭재에 따른 지중별 지온의 변화를 나타내고 있다. 흑색멀칭의 지중 5cm의 지온은 하루 중 10℃정도와 반사멀칭처리에서는 7℃의 변화를 보이고 있다. 반면 흑색멀칭의 지중 25cm는 약 22℃, 반사멀칭에서는 약 19℃로 하루중 지온 변화가 적었다.

그림 2는 멀칭재에 따른 지상부(지상15cm) 온도변화를 나타내고 있다. 밤의 지상부 기온은 흑색멀칭이 높았다. 이는 지온이 높아서 지중으로부터 방열량이 많았기 때문이다. 낮의 지상부 기온변화는 일출 후 9시까지는 처리간 유사했으나 9시부터 12시 30분까지는 흑색멀칭이 높았다. 이는 흑색멀칭의 광흡수율이 높았기 때문이라고 생각된다.

표 1은 멀칭재에 따른 토마토의 일비액과 도관의 무기성분량을 나타내고 있다. 일반적으로 토양의 지온의 변화폭이 크거나 건조, 토양용액농도가 높거나 하면 뿌리 신초조직의 內皮에 Casparian strips이 형성되어 수분 및 무기염류의 吸收를 저해한다. 특히 根의 吸水速度는 작물에 따라 다소 차이는 있으나 根端으로부터 수 cm위의 부분에서 최대로 되며 그 부분으로부터 아래 부분에는 吸水가 적게 된다. 반면 무기성분의 흡수는 주로 根端의 附近에서 이루어지며 根端에서 멀어질수록 吸收가 저해된다고 보고했다. 따라서 흑색멀칭의 큰 지온변화폭이 근권부의 신근에 Casparian strips의 형성을 촉진했고 이에 따라 무기성분의 흡수가 저해되었고, 일비액은 큰 차이가 없었다고 생각된다.

표 2는 멀칭재에 따른 엽온, 기공저항, 증산속도, 광합성속도를 나타내고 있다. 엽온은 그림 2의 기온변화와 같이 흑색멀칭처리의 토마토 엽온이 높은 경향이 있었다. 반면 반사필름 멀칭에서는 기공저항은 높고 증산속도, 광합성속도는 낮았다. 기공개폐에 영향을 미치는 환경요인으로는 광, 공기습도, 세포간극의 탄산가스농도등이 있다. 특히 광질과 기공개폐 관계는 청색광과 적색광의 광수용체가 공변세포 원형질막의 펌프를 활성화시켜 세포내측으로부터 외측에 電流가 생기며 이 방향의 電流가 세포질에의 APT와 무기인산의 공존에서 최대가 된다고 보고되었다. 따라서 기공저항이 반사필름멀칭에서 높은 것은 토마토잎의 이면에 여러 파장의 광이 반사되어 토마토 내부 생리대사에 영향을 미쳐 기공개폐에 저항이 컸다고 생각되며 이와 함께 증산속도와 광합성속도도 연쇄적으로 마이너스 경향이 있었다고 생각된다. 특히 토마토 작물에 나타나는 이와 같은 현상에 대해 금후 깊은 연구가 필요하다.

표 3은 반사필름 멀칭에 의한 온실가루이 방제효과를 나타냈다. 반사필름멀칭에 의한 방충(온실가루이)의 효과는 인정되었다. 이는 반사필름멀칭의 반사파장

광질에 의한 곤충의 행동에 이상을 일으켰기 때문을 생각된다. 따라서 저농약 재배법의 하나로서 멀칭재의 선택적 광질의 반사에 의해 가능 하다고 생각된다.

표 4에서는 반사멀칭에 의한 반사되는 광이 토마토 잎의 氣孔조직에 형태적으로 어떤 영향이 미치는 가를 확인하기 위해 토마토 잎의 氣孔유무과 크기를 조사하였다. 토마토는 잎 앞면과 裏面에 모두 氣孔조직이 있었으며 잎 裏面이 밀도가 높았다. 또한 반사멀칭에 의해 기공의 크기는 약간 커지는 경향이었다. 일반적으로 화훼류에서는 반사필름멀칭에 의한 보광에 의해 증수되는 경향이 있으나 토마토에서는 반사필름멀칭에 의해 정식 후 약 30일경에는 근권부로부터 무기성분 흡수는 빨라지는 경향이었으나 기공저항이 크고 이와함께 증산속도와 광합성속도가 떨어지는 것은 토마토만이 갖는 작물 특유의 특성으로 판단되며 그 식물 생리 기작은 금후 연구과제라 생각된다. 그러나 반사필름멀칭에 의한 온실가루이 방제효과는 있었다.

Table 1. Difference between reflective film and black film on the exudation and mineral elements flux rate of xylem in tomato 'Momotaro'.

Treatments	Exudation ($\text{ml} \cdot \text{plant}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	Mineral elements ($\mu\text{g} \cdot \text{plant}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)			
		Ca	Mg	K	Fe
Reflective film	1.70 ± 0.72	991 ± 105	355 ± 28	$1,132 \pm 190$	6 ± 1
Black film	2.05 ± 0.86	904 ± 111	344 ± 41	679 ± 142	9 ± 2

Table 2. Effect of mulching materials on the stomatal resistance, transpiration rate, and photosynthetic rate in tomato 'Momotaro'.

Treatments	Leaf Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Stomatal resistance ($\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$)	Transpiration rate ($\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	Photosynthetic rate ($\mu\text{mol} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)
Reflective film	26.2 ± 0.24	3.97 ± 0.38	4.82 ± 0.46	9.68 ± 0.32
Black film	26.4 ± 0.33	3.04 ± 0.54	5.94 ± 0.67	11.68 ± 0.36

Table 3. Effect of mulching materials on the occurrence of greenhouse whitefly in tomato 'Momotaro'.

Treatments	No. of greenhouse whitefly per leaves	
	Larval	Adult
Reflective film	0	Few
Black film	7.6	Many

Table 4. Size and density of stomata by the different mulching materials in tomato 'Momotaro'.

Treatments	No. of stomata($\times 200$)		Size of stomata (μm)
	Upper	Lower	
Reflective film	10 ± 2	15 ± 5	34.56 ± 3.996
Black film	10 ± 2	17 ± 5	30.32 ± 5.889

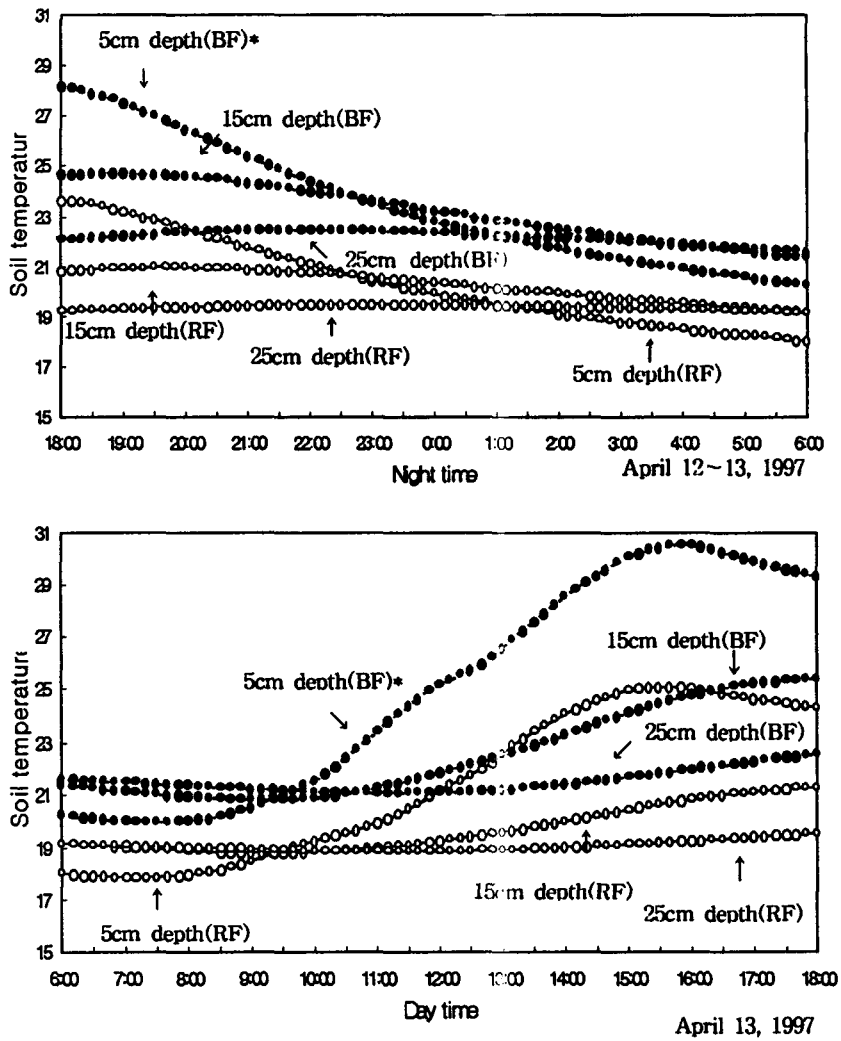


Fig. 1. Effect of mulching materials on the soil temperature of 5, 15, and 25cm depth under ground. * : BF - black film, RF - reflective film.

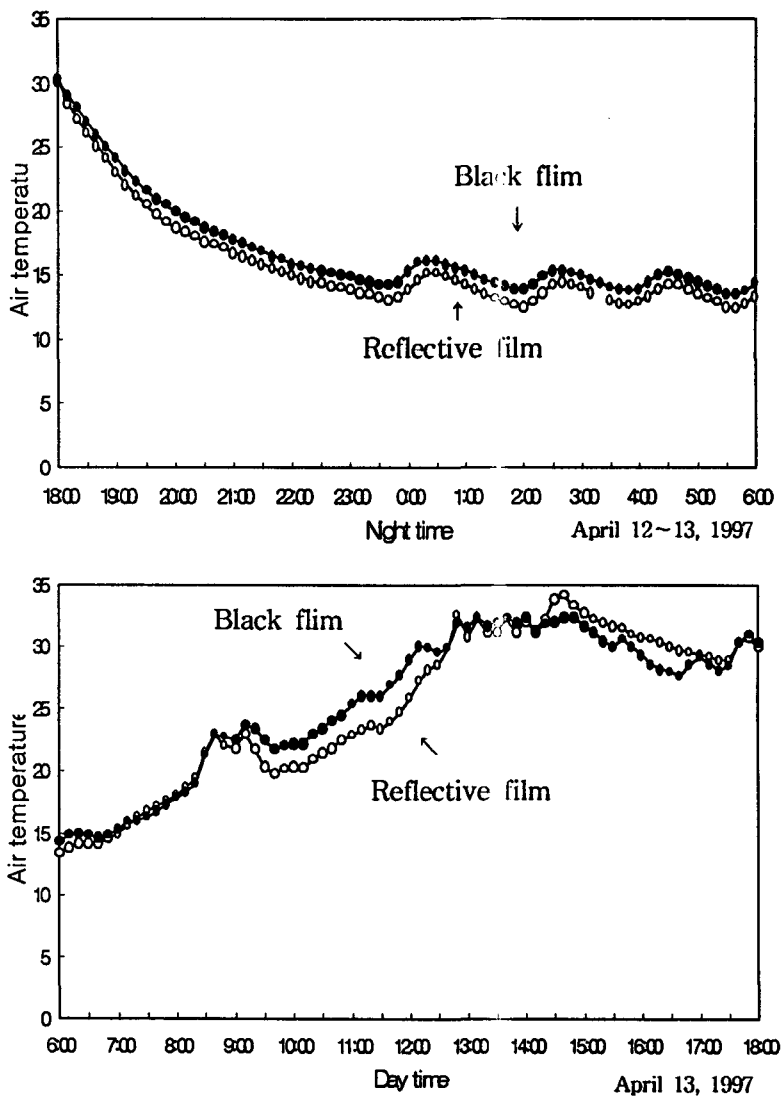


Fig. 2. Effect of mulching materials on the air temperature of 15cm above the ground. * : BF - black film, RF - reflective film.