

마늘 2차생장 경감기술 연구

이우승* · 문종학** · 김승기** · 이하윤**

(*경북대학교 원예학과 교수 · **경북대학교 원예학과 대학원생)

Studies for reduction of secondary growth in garlic

Woo-Sung Lee* · Jong-Hak Mun** · Sung-Ki Kim** · Ha-Yoon Lee**

Dept. of Horticulture, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

적 요

대구지방에서 난지형 압해마늘(중국 연운항 경유 도입계)을 1997년 8월 30일 파종후 흑색 플라스틱필름멀칭(흑색멀칭) 시기를 달리해서 피복하고 관행의 투명 플라스틱필름멀칭(투명멀칭)과 비교하여 2차생장의 경감에 관한 재배시험을 실시하였다.

대구지방에서 난지형마늘의 투명멀칭재배시 화서 및 인편분화개시기는 2월하순, 추대개시기는 4월 중순이었으며 흑색멀칭은 투명멀칭에 비하여 추대개시 시기가 늦었다.

2차생장의 발생시기는 흑색멀칭은 투명멀칭에 비해 늦었으며 4월 20일 조사에서 2차생장 발생율은 투명멀칭구 34.2%에 비해 월동전 10월 11일 흑색멀칭구는 1.5%, 2월 15일 흑색멀칭구 4.5%, 3월 13일 흑색멀칭구 17.6%, 3월 21일 흑색멀칭구 23.4%였다. 수확시에 2차생장 발생율은 투명멀칭구 69.2%에 비해 월동전 10월 11일 흑색멀칭구 24.4%, 인편분화기 직전인 2월 15일 흑색멀칭구 35.3%로서 흑색멀칭은 투명멀칭에 비해 2차생장을 유의성 있게 경감시켰다. 2차생장 발생주의 2차생장 정도는 흑색멀칭은 투명멀칭에 비해 월등히 낮았다.

큰 인편의 파종은 2차생장이 많았다. 월동전 흑색멀칭으로 생산된 구중은 투명멀칭과는 차이가 나타나지 않았다. 마늘의 조기재배 이외에는 파종시에 흑색멀칭재배하면 2차생장을 현저히 경감시키고 상품성 향상과 안정생산 될 것으로 사료되었다.

1. 서론

우리나라에서 마늘의 생산량은 1995년에는 462,000톤, 1996년에는 456,000톤에 달하고 생산액은 각각 1조 2,189억원과 7,467억원에 달하는 중요 채소²⁶⁾로서 작황에 따라 가격변동이 심하여 문제점이 많다.

마늘은 월동작물로서 토양에 일정한 습도가 유지되는 곳에서 재배가 잘 되므로 강수량이 적은 지방에서는 겨울을 지나는 동안 건조의 피해가 크다. 가을에 마늘을 파종후 건조방지와 방한을 위해 종래에는 벧짚이나 미숙퇴비로 피복하였으나 근년 피복재

료의 부족과 재배규모가 커짐에 따라 투명 폴리에틸렌필름 멀칭(투명멀칭)이 보급되었다. 투명멀칭재배에서는 무멀칭에 비해 토양수분유지, 지온상승효과, 비료양분의 유실억제, 토양물리성 악화에 대한 억제 효과 등 마늘의 생육에 유리하게 작용하여 생산성을 높이고 있으며 더욱 월동후의 초기생육과 수확기 촉진으로 수도작의 작부체계상 유리한 점이 많다. 그러나 해에 따라서는 마늘의 2차생장(별마늘)이 심하여 상품성의 저하로 마늘생산에 있어 크게 문제가 되고 있다. 특히 1998년에는 해동후 마늘 생육시기인 3~5월에 고온과 적은 일조량, 잦은 강우 등 엘리뇨에 따른 이상기온으로 마늘재배에서 2차생장의 대량발생

(지역에 따라 70~80%)으로 상품성 저하와 작황부진 현상이 보도된 바 있다^{23,24)}.

마늘의 2차생장은 인편분화후 인편비대기 사이에 인편의 구성엽으로 될 보호엽, 저장엽, 맹아엽들이 이상성장하여 보통엽으로 성장되는 것을 가리킨다^{18,33,34)}. 2차생장의 발생양상은 몇가지 유형으로 구분할 수 있는데 인편의 보호엽이 엽신을 발생시키는 것, 보호엽과 함께 저장엽, 맹아엽 및 보통엽이 순차적으로 성장하는 것, 2차생장이 진전되어 엽액에 2차인편이 착생되는 것, 2차생장이 더욱 진전되어 새로운 화경이 몇 개 신장하고 소인편들이 착생되는 것 등이 있다. 대체로 2차생장이 심한 개체에서는 2차성장한 조직들이 지상의 엽초부를 뚫고 나오는 것이 보통인데 이러한 마늘을 벌마늘이라고 한다. 이와같이 2차생장이 심한 개체에서는 2차인편이 분화되어 다수의 작은 인편을 착생시켜 마늘의 상품가치를 떨어뜨리고 수량에도 영향을 준다.

2차생장의 원인은 유전적인 요인과 환경적인 요인으로 나눌 수 있다. 유전적인 요인으로는 품종간 차이^{1,8,11,15,16,17,18,19,25,30)}가 있고 남해백마늘과 상해조생은 2차생장이 적은 것으로 알려져 있다. 환경요인으로는 기후환경과 재배환으로 나눌 수 있다. 기후환경에서는 난동^{18,19,30)}, 강우로 토양수분 과다^{1,5,19,30)}, 재배환경면에서는 큰 인편의 파종^{5,18,35)}, 저온경과정도^{2,3,4,8,10,11,12,19,20,25,27,31,32,34,35,36,37)}, 조파^{8,18,19,32)}, 단일조건^{12,3,13,14,19,22,29,31)}, 추비 및 질소질비료 과다^{1,2,7,10,19,28,35)}, 관수 과다^{1,5,19,30)}, 투명폴리에틸렌필름 터널 및 멀칭^{5,6,7,9,10)} 등이다. 이들 환경요인의 대부분은 마늘의 영양생장을 촉진하는 조건들로 화서 및 인편분화 적은 13°C³³⁾를 만나 분화된 인편이 저장엽화(구비대)에 필요한 일장(품종에 따라 다르다) 및 온도(20°C 부근) 요구도의 부족으로 인편의 구성엽들이 발육을 계속하는 것을 2차생장이라고 한다.

흑색 폴리에틸렌필름 멀칭(흑색멀칭)은 투명멀칭보다 지온상승효과가 적고 마늘의 수량은 떨어지는 경향이 있으나 잡초방제의 생력화와 비료양분 수탈의 억제 등 유리하다는 보고⁷⁾와 2차생장이 적고⁵⁾, 상품성이 높다⁹⁾는 보고가 있으나 실용화할 수 있는 충분한 자료를 제시하고 있지 못하여 흑색멀칭의 보급

은 전무상태이다.

본 연구에서는 마늘의 상품가치를 떨어뜨리는 2차생장을 경감시키는 실용적인 재배기술 자료를 얻음 목적으로 난지형에서 2차생장의 발생이 잘되는 계통을 공시하여 인편분화기 전후에 지온상승을 억제하는 흑색멀칭재배 시험을 실시한 결과를 보고코자 한다.

본 연구는 1997년도 대산농촌문화재단의 연구비 지원에 의하여 수행된 것으로서 동 재단에 깊은 사의를 표하는 바이다.

II. 재료 및 방법

난지형마늘은 1994년 여름 증구용으로 중국으로부터 대량으로 도입된 마늘 중 1995년 5월하순~6월상순 마늘 수확기에 남부지역에서 불결구엽상화(소위 스폰지마늘)가 대량으로 발생되어 원인조사차 전남 신안군 압해면을 답사중 불결구엽상화가 70%이상 발생된 포장에서 정상구는 대구이고 품질이 유망할 것으로 생각되어 현지 농협 상무를 통해서 두점을 구입하여 2개년동안 재배하였던 바 상해조생에 비해 속기가 다소 늦고 2차생장 발생이 뚜렷하였으므로 난지형마늘(중국계 압해마늘: 1994년여름 중국 連雲港 선적 도입계통)로서 공시하였다.

시험구는 관행의 투명멀칭구(대조용), 10월 11일 흑색멀칭구, 인편분화기 직전인 2월 15일 흑색멀칭구, 인편분화기 직후인 3월 13일 흑색멀칭구, 3월 21일 흑색멀칭구 등 5개 처리구를 설치하였다. 흑색멀칭과 투명멀칭은 0.03mm의 폴리에틸렌필름을 이용하였다. 마늘은 인편의 크기가 같지 않으므로 마늘구로부터 인편을 분리하여 인편중이 5~6g, 6~7g, 7~8g인 것을 각각 2반복으로 처리당 6반복이 되도록 하였다.

1반복구에 105개의 인편을 1997년 8월 30일에 20×15cm 거리로 파종하였고 동년 9월 18일에 투명멀칭을 설치하면서 맹아된 마늘을 비닐위로 빼올렸다. 인편분화 조사용으로는 별도로 함께 파종하였다. 기타 재배관리는 관행에 준하였다.

조사는 인편분화 가능시기에 경시적으로 마늘 식물체를 채취해서 인편 분화상태를 해부현미경으로 관찰, 조사하였고 추대와 2차생장 발생도 경시적으로

조사하였으며 수확시에 2차생장의 유무와 2차생장의 정도를 조사하고 1개월간 음건후 구중을 측정하였다. 그리고 멀칭재배시 지온의 변화를 알기 위하여 Data Logger(LI-COR LI-1000)을 마늘포장에 설치하여 흑색 및 투명멀칭내의 기온과 지온을 측정하였다. 지온은 지표로부터 5cm 위치였다.

III. 결과 및 고찰

1997년 8월 30일 난지형(압해)마늘을 포장에 파종하고 관행의 투명플라스틱필름멀칭(투명멀칭) 재배에서 인편분화기는 (Table 1)에서 보는 바와 같이 2월 하순~3월초(2월20일~3월5일)였다. 난지형마늘에서는 파종후 곧 맹아되어 월동전에 상당한 크기로 자라다가 2월초까지 동토가 계속되어 생육이 중지되어 있는 시기에는 인편분화하지 않았다. 2월 상중순부터 해동이 조금씩 진행되면서 엽생장이 진행되었고 2월 하순 엽생장이 뚜렷이 육안으로 관찰되는 시기에 인편분화가 진행되었다. 1998년 2월 16일 시판의 잎마늘(제주도산으로 추정)을 구입해서 생장점의 상태를 해부현미경으로 관찰하였던 바 인편분화가 확인되었고 인편의 분화 발육상태로 보아 2월 상순에 분화된 것으로 추정되었다. 이는 재배지의 기후차이에 의해 인편분화의 조만이 있음을 나타내는 것이다. 화서 및 인편분화는 동시에 진행되지만^{10,34,36)} 화서분화보다 인편분화의 확인이 용이한 것 같았다. 인편분화는 마늘의 발육과정의 중요기점이면서 2차생장의 출발점이라 할 수 있다. 인편분화기의 발육도와 환경요인은 2차생장의 조장여부에 관계하므로 지역별로 인편분화기의 파악은 마늘재배상 필요한 것이라 하겠다.

추대기는 개체에 따라 조만이 있고, (Table 2)에서 보는 바와 같이 4월중순부터 5월중순까지 1개월이 소요되었다. 난지형마늘의 흑색멀칭 시기에 따른 시기별 추대율은 4월 20일에 투명멀칭구 42.7%에 비해 월동전 10월 11일 멀칭구 5.7%, 월동직후인 2월 15일 흑색멀칭구 4.7%, 3월 13일 흑색멀칭구 19.5%, 3월 21일 흑색멀칭구 26.0%로서 흑색멀칭에 의해 추대시기가 늦어졌으며 특히 인편분화기 전인 2월 15일 이전에 흑색멀칭한 것은 추대를 현저히 지연시켰다. 추대

율 50%의 시기는 투명멀칭구 4월 22일, 10월 11일, 3월 13일 및 3월 21일의 흑색멀칭구는 4월 24일, 2월 15일 흑색멀칭구는 4월 25일이였다. 흑색멀칭에 의해서 추대시기가 다소 늦어지는 것은 지온상승 억제에 의한 것이며 월동전 흑색멀칭은 인편분화기 지연에도 영향이 있는 것으로 추정되었다. 투명멀칭에서 추대는 4월 10일경에 시작되어 4월 25일경에는 70%에 달하였고 월동전인 10월 11일 흑색멀칭에서는 추대가 4월 14일에 시작되어 4월 26일에는 70%에 달하였으므로 추대기간은 2주일 내외 소요되었는데 이는 화서 및 인편분화가 개체에 따라 조만의 차에 기인하는 것으로 생각된다.

2차생장에 의해서 자라난 잎들이 지엽의 엽신기부 밖으로 나타난 것을 지표로 해서 흑색멀칭 시기별 2차생장된 포기를 조사한 결과는 (Table 3)과 같다. 대구지방에 있어서 난지형마늘의 투명멀칭재배에서 2차생장이 관찰되는 시기는 4월중순이었으며 2차생장은 수확시까지 진행되었다. 4월 20일 조사에서 2차생장 발생율이 투명멀칭구 34.2%에 비해 월동전인 10월 11일 흑색멀칭구는 1.5%, 인편분화 직전인 2월 15일 멀칭구 3.5%, 인편분화 직후인 3월 13일 흑색멀칭구 17.6%, 3월 21일 흑색멀칭구 23.4%로서 흑색멀칭 시기가 빠를수록 2차생장의 지연이 뚜렷하였다.

5월 24일 수확하여 외관상 2차생장의 발생이 없는 마늘구와 2차생장주를 구별하고 다시 2차생장주는 경미한 것과 특히 심한 것 등으로 구분해서 조사한 결과는 (Table 3, 4)에서와 같이 흑색멀칭에 의한 2차생장의 경감효과가 뚜렷하였다. 투명멀칭(대조용)의 2차생장 발생율은 69.2%에 비해 월동전 10월 11일에 흑색멀칭에서는 24.4%, 월동직후 인편분화기 직전인 2월 15일 흑색멀칭에서는 35.3%로서 유의성 있게 경감하였다. 인편분화후인 3월 13일 흑색멀칭구의 2차생장율은 62.0%, 3월 21일 흑색멀칭구의 2차생장율은 66.6%로서 효과를 보이지 않았으며 인편분화기 이전에 흑색멀칭은 2차생장을 현저히 줄일 수 있었다. 2차생장의 외관적 관찰시기는 총포가 최종엽초 밖으로 나오는 추대기 이후이나 간혹 총포가 최종엽신 밖으로 신장되지 아니하고 엽초내에 머무는 개체에서는 추대없이도 2차생장된 잎들이 최종엽신 기부

Table 1. Growing southern strain garlic(Abhae) at the inflorescence and clove differentiation stage².

Date	No. of leaves produced	Plant height ^y (cm)	Dia. of leaf Seath(cm)			Inflorescence and clove differentiation stage
			Bulb (A)	Neck (B)	B/A	
Jan. 30	8,7					A little enlargement of 12th to 13th leaf base.
Feb. 11	9,7	25,0	2,14	1,42	1,5	Enlargement of 13th to 15th leaf base.
	21	33,7	2,05	1,56	1,3	Enlargement of 13th leaf base, flat and unevenness of apex of 15th.
	25	11,7	2,00	1,39	1,4	Enlargement of 12th to 14th leaf base, flat and unevenness of apex.
	28	12,3	2,15	1,69	1,3	Enlargement of 13th to 15th leaf base, appearance of inflorescence and clove differentiation of 14th to 16th leaf base primordiums.
Mar. 5	12,8	38,9	1,90	1,45	1,3	Enlargement of 14th to 15th leaf base, appearance of inflorescence and clove differentiation of 15th to 17th leaf base primordiums.
	9	15,0	2,00	1,61	1,2	1) Four and three cloves in the axiles of 16th and 17th leaf base, respectively. 2) Four and three cloves in the axiles of 18th and 19th leaf base, respectively. 3) Four and three cloves in the axiles of 15th and 16th leaf base, respectively.
	15	8,0 ^x	1,37	1,11	1,2	Four and three cloves in the axiles of 9th and 10th leaf base, respectively.
	20	13,5	2,20	1,75	1,3	Four and four cloves in the axiles of 14th and 15th leaf base, respectively.
	30	14,0	2,69	2,07	1,3	1) Appearance of secondary growth in 3 out of 5 primary cloves in the axile of 14th leaf base, Appearance of secondary growth in 1 out 3 primary cloves in the axile of 15th leaf base, scape length of 2.5cm. 2) Appearance of secondary growth in 1 out of 6 primary cloves in the axile of 14th leaf base, five cloves in the axiles of 15th leaf base. 3) Appearance of secondary growth in 3 out of 4 primary cloves in the axile of 14th leaf base, appearance of secondary growth in 3 out 5 primary cloves in the axile of 15th leaf base, scape length of 1.5cm.

²Mean of five plants, ^yFrom basal plate to the upper end of green leaves, ^xNumber of green leaves.

Table 2. Percentage of bolting of southern strain garlic as influenced by the time of mulching with black polyethylene film².

Date	Bolting percentage(%)				Clear P.E. (Control)
	Date of mulching with black polyethylene film				
	Oct. 11	Feb. 15	Mar. 13	Mar. 21	Oct. 11
Apr. 14	0.5	0.8	1.1	0.9	8.0
17	1.5	1.6	3.1	3.0	19.3
20	5.7	4.7	19.5	26.0	42.7
22	23.5	15.1	28.8	36.8	52.9
24	58.6	38.1	57.3	58.0	66.0
25	68.0	52.5	63.8	63.8	68.4
26	69.8	56.0	64.2	64.0	68.4
27	76.7	65.2	71.2	69.2	72.3
28	79.7	66.6	71.9	69.2	72.5
29	86.5	71.3	74.6	69.8	72.7
30	92.7	74.7	75.2	70.5	72.8
May. 2	94.7	79.4	79.2	74.5	75.9
4	95.2	81.1	80.5	75.6	76.2
8	96.1	83.1	81.4	77.4	77.8
12	97.5	85.8	83.8	79.4	79.7
15	98.0	86.4	84.8	80.3	82.0
18	98.5	86.5	85.2	82.5	82.7
Leaf type of nonbulbing	1.5	13.5	14.8	17.5	17.3

Table 3. Occurrence of secondary growth as influenced by the time of mulching with black polyethylene film in southern strain garlic².

Exam. Date	Percentage of secondary growth(%)				Clear P.E. (Control)
	Date of mulching with black polyethylene film				
	Oct. 11	Feb. 15	Mar. 13	Mar. 21	Oct. 11
Apr. 20	1.5	3.5	17.6	23.4	34.2
26	16.4	24.4	52.9	52.4	59.0
27	18.1	24.4	54.5	54.0	61.6
27	20.4	28.5	57.6	60.9	65.4
May. 2	20.4	31.0	59.5	64.8	66.1
18	20.7	31.3	60.5	64.8	66.7
24 ^y	24.4	35.3	62.0	66.6	69.2

²Planting date: Aug. 30, 1997, ^yHarvest date: May. 24, 1998.

Table 4. Percentage of occurrence of secondary growth, normal bulb and leaf-type plant of nonbulbing of southern strain garlic as influenced by the time of mulching with black polyethylene film².

Date of mulching	Planting clove weight (g)	Normal bulb	Percentage(%)					Degree of secondary growth	Leaf-type of nonbulbing plant of secondary growth
			Degree of secondary growth ³						
			I	II	III	IV	Total		
Oct. 11	5~6	88.7	8.1	2.5	0.7	-	11.3	-	1.35
	6~7	74.3	16.7	4.9	1.3	0.7	23.6	2.1	1.41
	7~8	59.2	25.0	7.9	4.6	0.7	38.2	2.6	1.50
	Mean	74.1 a	16.6	5.1	2.2	0.5	24.4 a	1.5	1.42
Black P.E.	5~6	71.8	16.2	2.7	1.3	0.7	20.9	7.3	1.38
	6~7	44.8	27.5	9.1	4.7	2.7	44.0	11.2	1.60
	7~8	36.9	15.3	14.1	4.9	6.9	41.2	21.9	2.08
	Mean	51.2 b	19.7	8.6	3.6	3.4	35.3 a	13.5	1.69
P.E.	5~6	27.7	32.9	12.4	11.7	5.9	62.9	9.4	1.85
	6~7	22.1	14.4	18.6	15.2	14.5	62.7	15.2	2.48
	7~8	19.8	20.7	16.5	13.1	10.0	60.3	19.9	2.21
	Mean	23.2 c	22.7	15.8	13.3	10.2	62.0 b	14.8	2.18
Mar. 13	5~6	24.9	18.6	17.9	18.0	12.6	67.1	8.0	2.37
	6~7	14.8	26.2	10.9	12.0	23.4	72.5	12.7	2.45
	7~8	8.0	17.7	20.2	7.6	14.7	60.2	31.8	2.32
	Mean	15.9 c	20.8	16.4	12.5	16.9	66.6 b	17.5	2.38
Mar. 21	5~6	17.2	16.5	13.1	14.6	17.6	61.8	21.0	2.54
	6~7	12.0	14.6	15.5	12.7	33.1	75.9	12.1	2.85
	7~8	11.4	14.2	16.1	14.4	25.1	69.8	18.8	3.00
	Mean	13.5 c	15.1	14.9	13.8	25.3	69.2 b	17.3	2.80
Clear P.E. (Control)	Oct. 11								

²Planting date: Aug. 30, 1997, ³Degree of secondary growth: I : slight, II : middle, III : severe, IV : very severe.

밖으로 나타나는 경우도 간혹 있었다. 금년은 해동후 마늘 생육기에 잦은 강우로 2차생장이 많이 발생되는 해^{23,24})로서 인편분화기 이전에 흑색멸칭으로 2차생장의 경감효과가 뚜렷이 나타났다.

(Table 4)에서 보면 중묘인편의 크기별로 2차생장 발생은 흑색과 투명멸칭에 관계없이 큰 인편을 중묘로 사용된 것은 작은 인편을 중묘로 사용한 것에 비해 2차생장의 발생이 많았다. 이것은 큰 인편의 파종에 의한 발육도와 관계한다는 보고^(5,18,35)와 일치하는 것이다.

2차생장된 포기의 2차생장정도를 나타내는 지수를 보면 투명멸칭구 2.80에 비해 월동전인 10월 11일 흑색멸칭에서는 1.42, 인편분화기 직전인 2월 15일은 1.69였으며 이는 흑색멸칭에서는 2차생장 개체라도 2차생장 정도는 심하지 않다는 것을 나타내는 것이다.

본 시험에서 특기할만한 사실은 불결구엽상화의 발생이다(Table 2, 4). 월동전인 10월 11일 흑색멸칭구에서는 불결구엽상화 개체의 출현율이 1.5%인데 비하여 인편분화기 직전인 2월 15일 흑색멸칭구 13.5%, 3월 13일 흑색멸칭구 14.8%, 3월 21일 흑색멸

칭구 17.5%, 투명멸칭구 17.3%로서 흥미로운 결과가 나타났으며 여기에 대해서는 다음 기회에 자세히 보고코자 한다.

수확 음건 1개월후에 구중조사결과 (Table 5)에서 보는 바와 같이 정상구에 비해 2차생장이 심한 포기일수록 구중이 무거웠는데 이는 2차생장으로 품질은 떨어지나 소인편의 수가 많은데 연유하는 것이다. 차후 완전건조후 인편특성을 조사하면 더욱 분명해질 것이다. (Table 6)에서 구중비교를 보면 흑색멸칭은 투명멸칭에 비해 유의차를 보이지 않았으므로 흑색

멸칭의 이용에서도 수량에는 영향을 주지 않는다는 것을 보여주는 것이다.

마늘이 화서 및 인편분화는 저온녹식물체감응형으로 저온경과와 일정크기의 생육을 요하는 것으로 대구지방에서 난지형은 녹엽상태에서 월동하고 해동과 동시에 화서 및 인편분화하게 되는데 그 시기가 식물체의 발육도에 조만이 있는 것 같다. 인편분화기는 2월 21일경~3월초였으나 총포가 최종엽 밖으로 나타나는 추대시기가 대부분은 4월중순~4월하순인 것으로부터 추정하면 화서 및 인편분화기간은 2주일 내

Table 5. Bulb weight of occurrence of secondary growth and normal bulb of southern strain garlic as influenced by the time of mulching with black polyethylene film².

Date of mulching	Planting clove weight (g)	Bulb weight (g)				
		Normal bulb	Degree of secondary growth ³			
			I	II	III	IV
Oct. 11	5-6g	54.3	55.4	61.3	54.0	-
	6-7g	52.5	52.8	54.7	62.8	58.2
	7-8g	58.9	55.2	57.6	60.1	66.0
	Mean	55.2	54.5	57.9	59.0	62.4
Feb. 15	5-6g	51.2	55.4	53.4	67.9	55.0
	6-7g	52.3	51.9	52.6	55.9	65.2
	7-8g	54.9	54.5	52.9	55.6	60.7
	Mean	52.8	53.9	53.0	59.8	60.3
Mar. 13	5-6g	47.8	48.0	52.8	54.6	56.0
	6-7g	47.4	47.5	52.2	51.8	54.0
	7-8g	49.3	49.5	53.5	59.5	53.5
	Mean	48.2	48.3	52.8	55.3	54.5
Mar. 21	5-6g	46.0	49.3	49.8	53.0	55.2
	6-7g	44.4	50.2	54.1	55.4	50.4
	7-8g	40.4	51.1	53.0	58.8	59.4
	Mean	43.6	50.2	52.3	55.7	55.0
Oct. 11 (Control)	5-6g	48.0	54.7	54.2	58.9	62.2
	6-7g	50.3	49.8	52.7	52.6	56.1
	7-8g	47.9	49.2	59.4	62.2	61.2
	Mean	48.7	51.2	55.4	57.9	59.8

²planting date: Aug. 30, 1997, ³degree of secondary growth: I: slight, II: middle, III: severe, IV: extremely severe.

외로 개체에 따라 인편분화기의 조만과 이에 따른 추대기의 조만이 나타나는 것으로 생각된다. 2차생장의 개체별 조만도 발육도에 영향을 주는 것으로 생각된다. 관행의 플라스틱필름 투명멀칭재배에서 추대율 50%의 시기가 난지형에서는 4월 22일로 인편분화기로부터 약 60일이 소요되었다. 2차생장은 난지형에서 추대후 곧 관찰할 수 있는데 식물체의 조건에 따라 식물체내에서 화서 및 인편분화후 2차생장이 계속되므로 화서 및 인편분화기 이전에 식물체의 조건과 환경조건에 영향을 받는 것으로 생각된다. 화서 및 인편분화기 직전에 흑색멀칭은 투명멀칭에 비해 2차생장을 유의성있게 감소시켰으나 월동전에 흑색멀칭

에 비하면 2차생장이 많은 것은 2차생장은 인편분화기 이전의 요인이 관여하는 것이 분명하다는 것을 나타내는 것이다.

난지형에서 투명멀칭에 비해 흑색멀칭 시기에 따라 2차생장 발생율과 정도에 차이를 나타내는 원인은 지온이 가장 크게 관여하고 있는 것으로 생각된다. 동시에 일장과 영양조건도 관계할 것이다. 투명멀칭 재배는 해동후 지온상승으로 마늘의 생육촉진, 인편분화 촉진으로 이어지나 구비대 일장이 뒤따르지 않으면 2차생장이 진행될 것이다. 특히 금년은 해동기 이후 기상조건이 강우가 잦아 질소흡수 과다 등이 수반될 수 있었으므로 2차생장이 조장될 수 있었다.

Table 6. Bulb weight as influenced the time of mulching with black polyethylene film and clove weight of southern strain garlic^z.

Date of mulching	Bulb weight of harvesting (g)			Mean	
	Clove weight of planting (g)				
	5-6g	6-7g	7-8g		
Black P. F	Oct. 11	54.4	52.9	57.8	55.0 a
	Feb. 15	52.5	52.8	55.3	53.5 a
	Mar. 13	53.2	50.4	52.0	51.9 a
	Mar. 21	50.0	50.4	52.2	50.9 a
Clear P. F (Control)	Oct. 11	55.0	53.0	57.0	55.0 a

^zPlanting date : Aug. 30, 1997.

Table 7. Effect of clear and black plastic mulches on average of air and soil temperature(°C) above and under the mulch during 37 days from Oct. 13 to Nov. 18 in 1997 in a garlic field Taegu.

Time	Soil line air temp. (°C)	Air temp. Under(°C)		Field soil temp. ^z (°C)	Soil temp. ^z under(°C)	
		Clear plastic mulch	Black plastic mulch		Clear plastic mulch	Black plastic mulch
AM 6	6.7±3.5	13.7±3.4	11.1±3.5	11.5±3.4	8.6±3.9	7.0±4.3
PM 2	22.5±6.9	25.1±5.7	20.3±5.0	17.3±3.9	38.2±9.3	26.6±7.5

^zSoil temp. measured at 5cm depth.

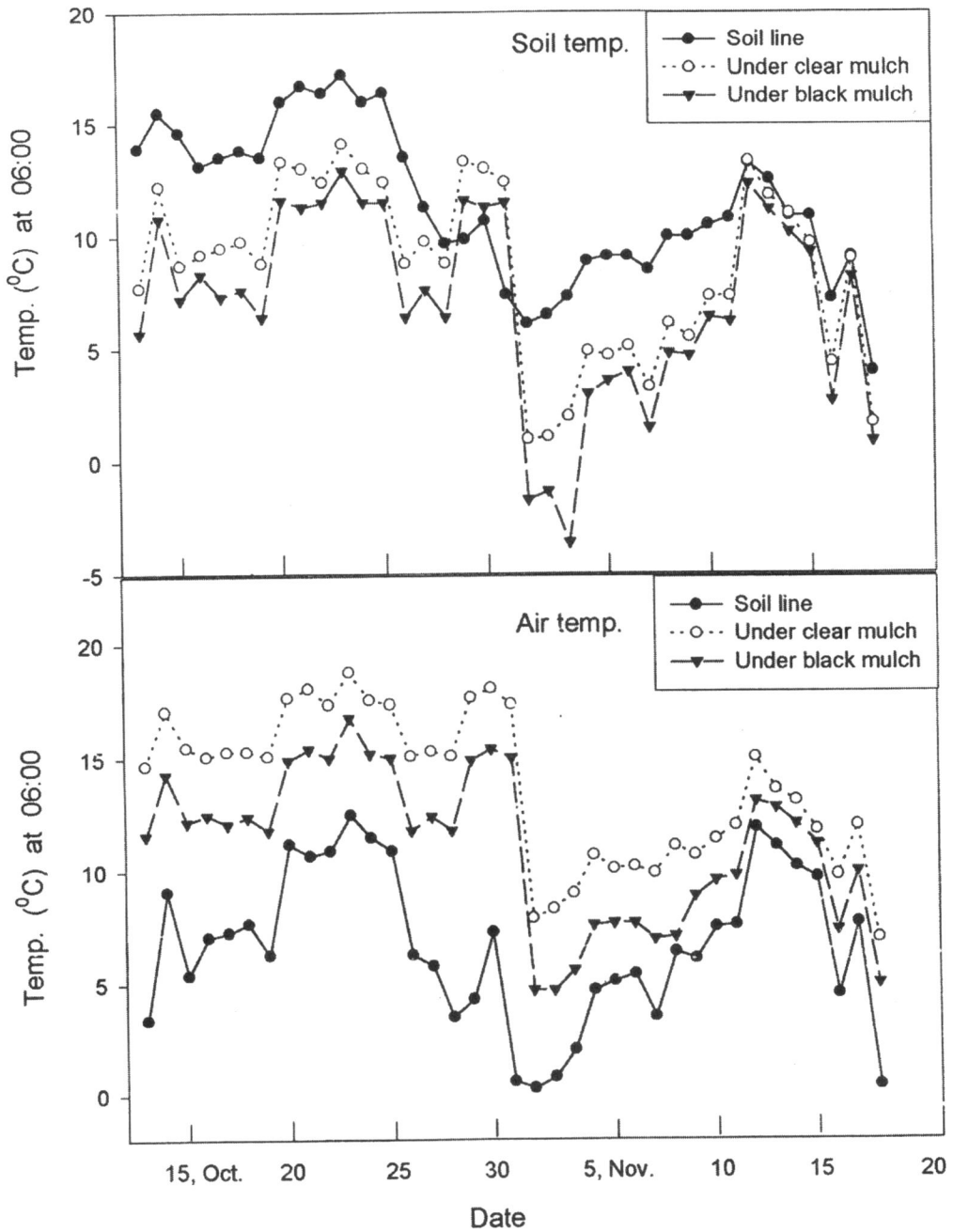


Fig. 1. Changes in air temp. at soil line, under clear plastic mulch and under black plastic mulch, and soil temp. under clear plastic mulch and black plastic mulch at 06:00 in a garlic field from Oct. 13 to Nov. 18 in 1997 (soil temp. measured at 5cm depth).

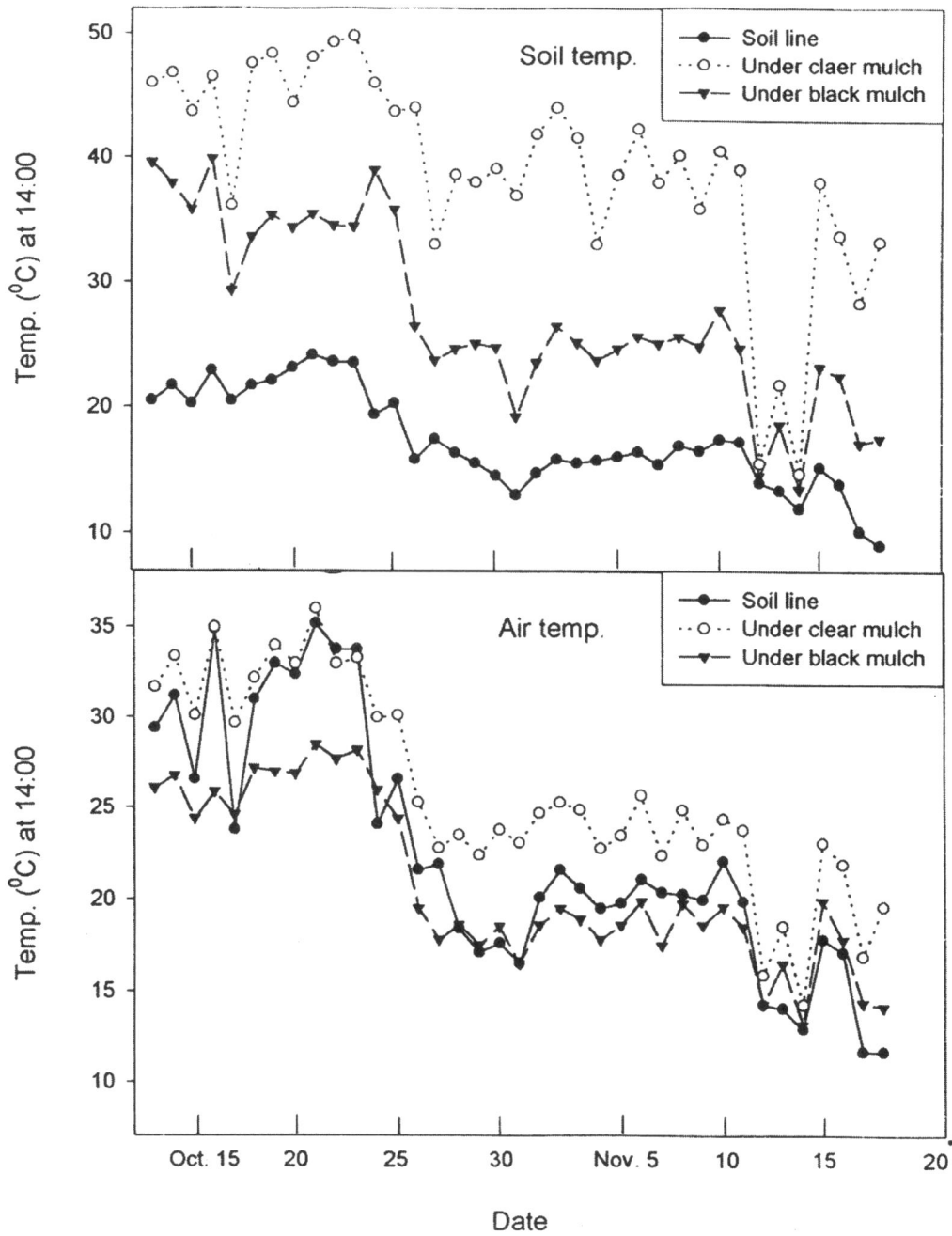


Fig. 2. Changes in air temp. at soil line, under clear plastic mulch and under black plastic mulch, and soil temp. under clear plastic mulch and black plastic mulch at 14:00 in a garlic field from Oct. 13 to Nov. 18 in 1997 (soil temp. measured at 5cm dept).

흑색멸칭은 해동기의 지온상승 억제로 2차생장을 경감시켰으며 특히 화서 및 인편분화기 이전의 흑색멸칭은 2차생장을 유의성있게 경감시킬 수 있었으므로 실용화할 수 있을 것이다. 월동전 흑색멸칭과 월동직후 인편분화 직전에 흑색멸칭간에 정상구의 비율에 유의성은 없었으나 2차생장은 10.9%의 차이를 보였고 2차생장을 나타내는 지수에서도 차이가 있는 것은 인편분화기 이전부터 2차생장에 관여하는 요인이 축적되는 것으로 생각되므로 흑색멸칭은 월동전부터 실시하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

흑색멸칭에 의해 2차생장의 경감요인을 검토하기 위해 마늘시험재배 전기간의 지온변화 파악을 시도했으나 기기 사정으로 전 생육기간의 파악은 얻지 못했고 1997년 10월 13일부터 11월 18일까지 37일간 난지형 시험포장의 지온에 대해서 1일중 거의 최고로 되는 시각과 최저로 되는 시각⁷⁾에 지표로부터 5cm 위치의 지온의 일변화와 평균지온을 보면 (Fig. 1~2) 및 (Table 7)과 같다. 일별 지온변화를 보면 흑색멸칭은 투명멸칭에 비해 오전 6시에는 차이가 적었으나 오후 2시에는 많은 차이를 보여 평균 11.6°C의 차이를 보였다. 10월중순~11월중순의 오후 2시에 투명멸칭의 평균지온이 38.2°C로서 마늘의 생육온도를 크게 벗어난 고온이었고 흑색멸칭의 평균지온은 26.6°C로서 마늘의 생육온도를 크게 벗어나고 있지 않다. 이러한 사실로부터 고찰하면 해동후에도 투명멸칭에서는 지온이 과상승할 것이고 이는 마늘생육의 과촉진으로 2차생장이 조장될 것이나 흑색멸칭에서는 지온상승 억제로 2차생장을 뚜렷이 경감시킨 것으로 사료된다.

투명멸칭은 2차생장을 월등히 많게 하는데^{5,6,7,9,10,22,28)} 비해 흑색멸칭은 투명멸칭보다 지온을 높이는 효과가 적고^{5,7)} 일반적으로 작물수량은 떨어지는 경향이 있으나 마늘의 경우 상품성을 높이고^{5,7,9)} 잡초방제의 생력화, 잡초에 의한 비료양분 수탈억제 등 흑색멸칭이 유리하다는 보고⁷⁾가 있다. 결국 투명멸칭은 지온상승, 생육촉진, 인편분화기 촉진으로 이어지고 이때 영양생장이 촉진될 수 있는 환경조건 즉 일장부족, 강우로 질소질비료 흡수과다 등이 겹치면 인편 구성엽들이 발육하여 2차생장이 되는 것이다. 이에 비해

흑색멸칭은 지온상승억제, 초기생육 지연, 충실한 생장, 생육후기 지온상승 억제 등으로 2차생장을 경감시키고 저장성 향상에도 효과가 있을 것이다. 조기재배가 목적이 아니고 작부체계상 별 지장이 없는 지역에서는 마늘의 품질향상과 저장성 향상을 위해서 흑색멸칭재배의 권장이 필요할 것이다. 흑색멸칭의 경우 맹아 유인작업의 난점이 있으나 흑색 플라스틱 필름에 재식거리별로 구멍뚫린 제품으로 멸칭한 후 파종하는 방법으로 해결할 수 있을 것이다.

IV. 결론

마늘재배시 투명멸칭의 2차생장은 69.2%였는데 비하여 월동전 흑색멸칭의 2차 생장은 24.4%로서 약 3분의 2를 경감시킬 수 있었고 인편분화기 직전 흑색멸칭은 2차생장을 35.3%로서 투명멸칭에 비해 2분의 1로 경감시킬 수 있었다. 수확구 중에는 유의차가 없었으므로 영향을 주지 않았다. 이 기술을 조속히 농가에 보급함으로써 마늘생산에 있어 품질향상에 기여할 수 있을 것이다. 투명멸칭재배는 지온상승으로 해에 따라서는 마늘의 2차생장이 심하여 품질저하와 상품성 저하 등 문제가 많으므로 조기재배 이외에는 권장할 수 없다.

실용적으로는 마늘재배시 처음부터 흑색멸칭후 마늘을 파종함으로써 잡초방제의 생력화와 지온상승을 억제하여 2차생장의 경감, 상품성 향상 및 저장성에도 유리할 것이다.

참고문헌

1. 阿部隆, 吉池卓藏, 高橋慶一, 1983, ニンニク 2次生長の發生原因について, 日園學會秋研發要旨, pp.148-149.
2. 阿部泰典, 木藤繁樹, 1975, ビニルハウス利用によるニンニクの早出し栽培, 農業 および園藝 50(7), pp.898-902.
3. 青葉高, 1966, ニンニクの球形形成に關す研究(第1報) タネ球の大きさ, 日長, 品種が球形形成および花序の分化, 發育に及ぼす影響, 日園學雜

- 35(3), pp.284-290.
4. 青葉高, 1971, ニンニクの球形成に關す研究(第2報) 低溫處理の影響, 山形農林學會報 28, pp.35-40.
 5. 반채돈, 황재문, 1979, 마늘 2次生長에 관한 試驗, 園試研報, pp.249-259.
 6. 조진태, 송영준, 1979, 마늘에 대한 비닐效果 試驗, 忠北農振研報, pp.286-289.
 7. 五島一成, 1982, ニンニクのマルチ栽培における施肥法, 農業および園藝 57(9), pp.1176-1180.
 8. 平尾陸郎, 1983, 中國の野菜(10)-その品種と栽培概況-農業および園藝 58(3), pp.34-38.
 9. 황재문, 조동, 1988, 멀칭材料와 方法이 마늘의 生育에 미치는 影響, 密陽農蠶專門大學 論文集 第22輯, pp.79-85.
 10. 勝又廣太郎, 1974, ニンニクの早出し栽培, 農業および園藝 49(9), pp.1147-1150.
 11. 勝又廣太郎, 1975, ニンニクの生態と栽培(1), 農業および園藝 50(1), pp.177-180.
 12. 川崎重治, 1971, ニンニクに關する研究(第一報) 種球の溫度處理に關する研究, 日園學會春研發要旨, p.416.
 13. 김병운, 이병일, 문원, 표현구, 1979, 마늘의 生育 및 球形成에 관한 研究(2), 時間 및 光質을 달리한 光中斷이 6쪽마늘의 生育 및 鱗莖肥大에 미치는 影響, 韓園誌 第20卷 第1號, pp.5-18.
 14. 이병일, 문원, 김충기, 1982, 時間과 回數를 달리한 光中斷處理가 마늘의 生育 및 鱗莖肥大에 미치는 影響, 韓園誌 23(1), pp.1-7.
 15. 李愚升, 1968, 마늘·생강, 松園文化社.
 16. 李愚升, 1974, 韓國産의 마늘의 鱗片特性에 關한 研究, 韓園誌 15(1), pp.20-29.
 17. 李愚升, 1974, 韓國産 地方마늘의 休眠에 關한 研究, 韓園誌 15(2), pp.119-141.
 18. 李愚升, 1994, 韓國의 菜蔬, 慶北大 出版部, pp.345-370.
 19. 李愚升 外, 1994, 百合科 菜蔬栽培 技術, 慶北大 出版部, pp.58-61.
 20. Mann, L.K, and P.A, Minges, 1958, Growth and bulbing of garlic (*Allium sativum* L.) in responses to storage temperature of planting stocks, daylength, and planting date, Hilgardia 27(15), pp.385-419.
 21. 文源, 李炳駟, 1980, 短日處理가 마늘의 生育 및 體內生長調節物質의 消長에 미치는 影響, 韓園誌 24(3), pp.175-180.
 22. 文源, 李炳駟, 1985, 마늘의 2次生長 發生要因에 關한 研究, 1. 2次生長의 發達樣相 및 몇가지 環境要因에 대한 檢討, 韓園誌 26(2), pp.103-112.
 23. 農民新聞, 1998, 벌마늘 대량발생, 1998. 6. 10. 15면24, 農民新聞, 1998, 마늘생산 예상보다 크게 줄 듯, 1998. 6. 12. 9면.
 25. 農文協, 1992, 野菜園藝大百科 10, 네기·ニンニク·ラッキョウ·ニラ·ワケギ·その他のネギ類, 農山漁村文化協會, pp.285-296.
 26. 農林部, 1997, '96 農林統計年報.
 27. 小川勉, 森憲昭, 1970, ニンニクの結球に關す研究, 結球 發育に及ぼす溫度, 日長 の關係について, 日園學會春研發要旨, p.120.
 28. 박경양, 변상린, 1975, 마늘에 대한 벌마늘 發生 試驗, 忠北農振研報, pp.398-401.
 29. 박용봉, 이병일, 1979, 마늘의 生育 및 球形成에 關한 研究 (1), 日長이 6쪽마늘의 球形成 및 2次生長에 미치는 影響, 韓園誌 第20卷 第1號, pp.1-4.
 30. 表鉉九, 崔廷一, 李庚熙, 1979, 菜蔬園藝各論, 鄉文社, pp.254-268.
 31. 표현구, 이병일, 문원, 우종규, 1979, 마늘 栽培 技術 開發에 關한 研究(1), 種球의 低溫處理, 光中斷 및 補光이 하우스栽培 마늘의 生育과 鱗莖肥大에 미치는 影響, 韓園誌 第20卷 第1號, pp.19-27.
 32. 신성련, 이우승, 1988, 마늘의 播種期別 低溫處理의 差異가 生育 및 收量에 미치는 影響, 慶北大 農學誌 6, pp.49-69.
 33. 高樹英明, 青葉高, 1972, ニンニクの球形成に關す研究(第四報) 花序分化に及ぼす溫度と日長の

影響, 日園學秋季研發要旨, pp.170-171.

34. 高樹英明, 1979, ニンニクの球形形成と休眠に関する研究, 山形大學紀要(農學) 8(2), pp.215-307.
35. 高樹英明, 1983, ニンニクの二次生長の形態, 日園學秋季研發要旨, p.588.
36. 山田嘉夫, 1959, にんにくの栽培溫度條件と冷蔵效果について I, 佐賀大學農學彙報 8, pp.23-24.
37. 山田嘉夫, 1963, 蒴の栽培に関する實驗的研究, 佐賀大學農學彙報 17, pp.1-38.