

어젠다코드	3 - 14 - 48		구분	부분완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	C04	작목구분코드	FC-05-0599
과제종류	기관고유		세세부사업	-	
연구과제 및 세부과제			수행기간	소속	과제책임자
대서마 고품질 생산기술 연구			'14~'16	특화작물연구소	이안수
1) 대서마 바이러스 무병종근 생산 연구			'14~'16	특화작물연구소	이안수
2) 대서마 관수효과 구명			'15	특화작물연구소	이안수
색인용어	대서마, 관수, 관수간격, 토양수분, 생산성				

ABSTRACT

This study was aimed for examining how to irrigate *Dioscorea alata*, of which place of origin estimated to be Indonesia. Recently we have lower precipitation during April to June than the common year. In this season, rainfall is important because it's time to seeding and early growing of *D. alata*. The results is as below.

In field culture, the yields and dry matter content of tuberous root of *D. alata* appeared to be affected by drip-watering during May and June, while average weights and yields of root were affected by drip-watering during August and September. During May and June, the yield and dry matter contents in watering plot of every 10 days didn't show any increase comparing to the plot of conventional practice, but those in watering plot of every 5 days showed significant increase. It could be predicted that as the amount of watering is raised during May and June, the yield and quality of *D. alata* would be elevated. During August and September, the yield of tuberous root didn't show any difference between the watering plots, and moreover the percentage of dry matter was highest in the watering plot of every 10 days, while the average weight of tuberous root was highest in watering plot of every 5 days. In conclusion, the proper drip-watering method for the yield and quality of *D. alata* was watering for 30 minutes every 5 days during May and June, and watering for 30 minutes every 10 days during August and September.

1. 연구목표

대서마(*D. alata*)는 백합목 마과에 속하는 덩굴성 다년생 초본식물로서, 유전적 유연관계 분석결과 원산지는 인도네시아이며 *D. opposita*와는 뚜렷이 구별되는 종이다. 국내에서 재배되는 재래마보다 줄기가 굵고 길게 뻗어 올라가며, 잎이 큰 삼각형 또는 심장형이고 초세가 강하여 생육속도가 빠르며 기존 재배종에 비하여 수확량도 많다. 또한 포기당 괴근의 개수가

많고 그 깊이가 비교적 얇아 땅속작물 수확기를 활용한 기계수확이 가능한 장점이 있으며, 내병성이 높아 친환경재배 적응성도 높다. 대서마의 괴근 형태는 장마(긴원주형)와 단마(짧은 동등이형)의 중간적인 형태로 장타원형이다. 괴근의 아랫부분이 둥글어 ‘둥근대마’ 또는 ‘큰둥근마’라고도 불린다. 작토층이 얇거나 비교적 단단한 토양에서는 단마의 형태를 닮을 수도 있으나 토심이 깊고 배수가 양호하며 흙이 부드러우면 괴근형태가 매우 우수한 고품질의 대서마가 생산된다. 마 종류별 수확량은 단마 < 장마 < 대서마 순으로 대서마가 가장 높고, 괴경의 형태적 품질은 단마 < 대서마 = 장마 순으로 좋다.

동해안지에는 봄감자-단무지무를 2모작으로 재배하는 단순작형이 주를 이루는데 대서마는 동해안지 밭작물의 신소득작물로 유망할 것으로 판단되며, 2014년에는 농업인 모임인 ‘강릉시 둥근대마 재배기술 연구회’가 결성되어 활동 중이다.

특화작물연구소에서는 국외에서 9종의 대서마를 수집하여 특성검정하였고 이중 유전적으로 차별성을 보이는 일본 수집종 등 4종을 보유중이며, 그중 일본 수집종 3을 우수 수집종으로 선발하였다. 종근증식을 위하여 기내배양, 줄기삽목, 트레이묘를 활용한 종근생산기술 연구개발하였고, 경제적인 지주모형으로 사각뿔형을 선발하였으며, 동계 저장성이 취약한 부분을 개선하기 위하여 수확후 큐어링 및 장기저장기술을 개발하였다. 현재 성장점 배양으로 획득한 바이러스 무병묘를 보유중이며 이를 농가보급하기 위한 증식연구를 수행중이다. 금후에는 대서마 친환경재배를 위한 연구가 필요한 것으로 보인다.

대서마는 저장기술이 개발된 이후인 2013년부터 본격 생산 보급되고 있는데, 2014년 580kg(35농가)을 시작으로 2015년 1036kg(37농가)이 농가보급되었고 2016년에는 2,500kg을 농가 보급할 계획이다.

최근 5, 6월에 봄가뭄이 해마다 반복되고 있는데, 이 시기는 대서마 파종, 출아, 초기생육이 이루어지는 시기로 초기생육이 늦춰질수록 괴근 비대기간이 짧아져 수량감소는 불가피할 것으로 보인다. 따라서 본 연구에서는 초기생육기 및 괴근비대기에 점적관수에 따른 수량과 품질을 조사하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

<제2세부과제 : 대서마 관수효과 구명>

본 연구는 2015년도에 강릉에 소재한 강원도농업기술원 특화작물연구소에서 수행하였다. 대서마 대만 수집종을 4월초에 약 40~50g 크기로 절편하고 스포탁 2,000배액에 10분간 침지소독하여 28℃ 환경에서 3일간 큐어링후 25℃ 상대습도 60%에서 최아유도하였다(김, 2013). 파종예정일 10일전부터는 최아속도가 빠르다는 판단하에 온도를 20℃로 낮추어 관리하였고 파종 당시에 최아의 길이가 약 0.5~1.0cm가 되도록 조절하였다. 파종 2일 전에 최아된 종근을 저장고에서 꺼내어 음지에서 2일간 외부환경에 적응처리하였다. 파종 예정일 7일전에 비

가림하우스와 노지에 유박 200kg/10a 수준으로 사용하고 질소-인산-가리를 20-16-17kg/10a 수준으로 시비하여 트랙터로 경운한 후 썩레질하고 75cm 간격의 휴립을 만들었으며 흑색비닐로 멀칭하였다. 5월 7일에 주간거리 30cm, 난피법 3반복으로 파종하였다.

관수방법은 멀칭비닐 안쪽에 점적호스를 설치하여 파종일부터 비가림재배에서는 5, 10, 15일 간격, 노지재배에서는 5, 10일 및 무관수(관행)의 관수간격을 두고, 5~6월, 8~9월에 각 2개월간 30분간 관수하였다. 이때 포기당 관수량은 약 400ml였다. 토양수분은 4채널 마이크로 스테이션 로거(H21-002)에 토양수분센서(S-SMD-M005)를 연결하고 피복비닐안 토양속 10cm 깊이에 꽂아 5월초부터 수확일까지 매시간 토양수분을 측정하였다.

MS excel 2007을 이용하여 도표를 그리고, SAS를 이용 통계처리하였는데, 이때 관수량과 수량특성간의 통계처리를 위하여 관수량의 표기는 무처리 0, 10일간격 1, 5일간격을 2로 표기하였다.

강수량은 기상청 자료를 활용하였고, 대서마 조사항목 및 방법은 관행에 따라 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

<제2세부과제 : 대서마 관수효과 구명>

2015년에는 5월부터 10월까지 전반적으로 강수량이 평년 및 최근 5년대비 적었던 것으로 나타나(표 1) 본 연구에서 관수처리의 효과가 잘 나타날 것으로 기대되었다. 대서마 파종기인 5월에는 4mm에 그쳐 가뭄이 매우 심하게 나타났고 6월에는 다소 많았지만, 7월부터 수확기 10월 중순까지 평년대비 24~134mm 적어 대서마 생육기간중 강수량은 평년대비 577mm 적었다.

표 1. 대서마 재배기간 중 강수량(기상청 자료)

연도	5월	6월	7월	8월	9월	10월중	계
금년	4	170	61	177	53	8	472
최근 5년	50	114	195	187	182	32	760
평년	89	122	243	286	254	55	1,049
최근5년 대비	-46	56	-134	-10	-129	-24	-288
평년 대비	-86	48	-183	-109	-201	-47	-577

비가림하우스와 노지 토양수분함량은 표 2, 3과 같았다. 토양수분 센서로 측정한 성적이 실제 수분함량과는 다소 차이가 있을 것으로 보이지만 전반적인 경향은 알 수 있었다. 비가림하우스 내에는 5일간격 관수 시 타처리에 비해 수분함량이 높았지만 노지에 비해 전반적으로 매우 낮았는데, 이것은 실제 필요한 양에 비해 관수량이 적었을 것이라고 추정되었다. 노지에서는 5일간격 관수 시 5월에는 17.1%였고 이후 9월까지 20% 이상을 유지하여 타처리보다 수분함량이 많았다.

표 2. 관수간격별 비가림하우스내 토양수분(%)

관수간격	5월	6월	7월	8월	9월	10월
5일	12.2	12.1	6.0	7.8	5.1	2.7
10일	10.4	10.0	6.1	6.0	3.0	0.9
15일	9.7	5.4	5.3	2.0	0.6	1.2

표 3. 관수간격별 노지 토양수분(%)

관수간격	5월	6월	7월	8월	9월	10월
5일	17.1	21.0	22.6	22.2	21.6	16.1
10일	14.4	20.9	23.4	19.1	18.9	15.7
무관수(관행)	13.7	16.8	23.4	13.9	11.1	8.0

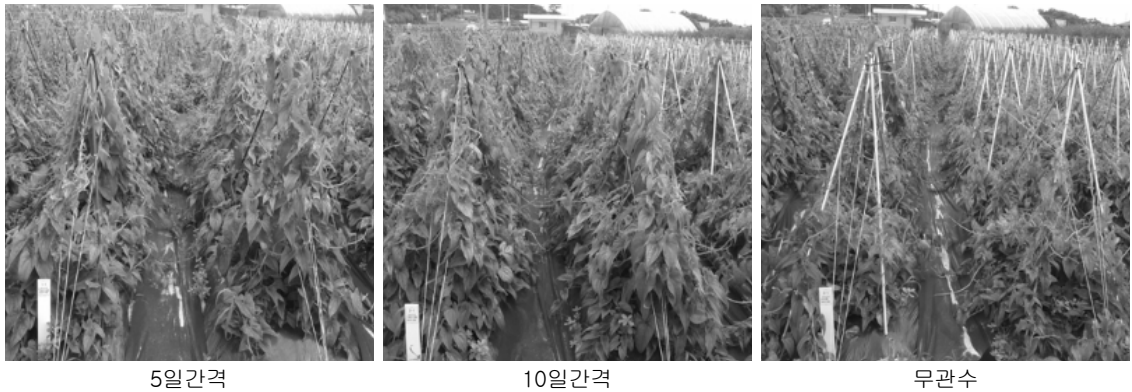


그림 1. 관수간격별 노지 대서마 지상부 생육 비교(8월)

8월경 노지 대서마의 지상부 생육양상은 그림 1과 같았다. 5일 및 10일 간격 관수처리구는 지주의 상단부까지 경엽이 자랐지만, 무처리구에서는 지주의 중간까지 자랐을 뿐이었다. 관수 처리시 생육속도가 무처리구보다 빨라져서 괴근비대기간도 늘어났을 것으로 추정되었다. 대서마는 10월 하순 이후에는 저온으로 냉해를 받기 쉬우므로 안정적인 수확한계기를 10월 20일로 잡고 있다. 따라서 지상부 생육이 빠르면 그만큼 괴근비대기간이 늘어나서 수량이 증가할 것으로 기대된다.

관수간격별 괴근 수량과 품질은 표 4, 5와 같았다. 비가림재배에서는 관수량이 부족했던 것이 수량에 그대로 반영되었는데 5일간격 관수처리 시 수량이 가장 높게 나타났고 건물율은 경향치가 보이지 않았다. 전체적으로 수분부족으로 정상적으로 괴근이 비대하지 않았다는 것을 알 수 있었다. 그러나 비닐하우스내의 고온으로 인하여 지상부 생육량은 노지보다 과번무하여 육안으로는 수분 부족을 알 수 없었다. 노지에서는 5, 6월에는 5일 간격으로 관수한 처리에서 수량이 가장 높았고 8, 9월에는 5일과 10일간격 관수처리의 수량차이는 적었으나 건물율은 10일 간격에서 높았다. 다른 처리에서도 8, 9월에는 10일 간격 관수 시 건물율이 가장 높게 나타났는데 그 이유는 알 수 없었다. 조 등(1965)이 장마와 단마의 괴근형성기와 괴

근비대기에 관수할 경우 괴근중과 상품성이 모두 우수하였다고 보고하였는데, 본 연구에서 대서마도 비슷한 결과를 보였다.

표 4. 대서마 비가림 재배시 관수간격별 괴근 수량 및 품질

관수간격		출현율(%)		초세 (7월)	지상부 (9월)	괴근수 (개/주)	괴근중 (g/개)	주당수량 (g/주)	수량 (kg/10a)	건물율 (%)
5,6월	8,9월	5/27	6/30							
	5					3.0	156	467	2,592	24.0
5	10	97	100	빠름	과번무	2.6	162	425	2,359	21.4
	15					2.4	166	402	2,231	25.6
	5					3.0	108	325	1,804	20.8
10	10	97	100	빠름	과번무	2.4	115	280	1,554	27.1
	15					2.1	130	270	1,499	26.3
	5					2.1	163	339	1,881	21.0
15	10	97	100	보통	번무	2.2	116	253	1,401	21.0
	15					2.6	78	253	1,124	31.2

표 5. 대서마 노지 재배시 관수간격별 괴근 수량 및 품질

관수간격		출현율(%)		초세 (7월)	지상부 (9월)	괴근수 (개/주)	괴근중 (g/개)	주당수량 (g/주)	수량 (kg/10a)	건물율 (%)
5,6월	8,9월	5/27	6/30							
	5					3.1	195	609	3,380	24.9
5	10	88	100	빠름	보통	3.2	179	578	3,205	26.6
	무관수					3.9	142	558	3,097	23.6
	5					2.7	207	549	3,047	20.4
10	10	79	100	보통	보통	3.7	151	551	3,055	23.3
	무관수					2.9	168	488	2,706	19.5
	5					2.9	180	526	2,907	20.6
무관수	10	75	100	보통	보통	3.4	168	563	3,125	21.1
	무관수					2.9	166	486	2,695	20.4

표 6. 조사항목간 2차회귀에 의한 결정계수(R²)

- 비가림재배

- 노지재배

구분	괴근수	평균중	수량	건물율	구분	괴근수	평균중	수량	건물율
괴근수	-				괴근수	-			
평균중	0.035	-			평균중	0.720**	-		
수량	0.339	0.775**	-		수량	0.224	0.127	-	
건물율	0.235	0.412*	0.481*	-	건물율	0.612**	0.164	0.616**	-
관수량 (5, 6월)	0.240	0.478*	0.782**	0.018	관수량 (5, 6월)	0.198	0.009	0.465*	0.736**
관수량 (8, 9월)	0.187	0.065	0.186	0.537*	관수량 (8, 9월)	0.313	0.633**	0.421*	0.203

표 6에는 시기별 관수량과 대서마 피근 수량특성간의 2차 회귀 결정계수를 나타내었다. 비가림 재배에서 5-6월 관수량은 평균피근중과 수량과 상관성이 높게 나타났고, 8-9월에는 건물율과 상관성이 높았다. 8-9월에는 10일간격 관수시 건물율이 다른 처리에 비하여 크게 높아지는 경향을 보였다. 노지에서 높은 상관성을 보인 항목은 그림 2와 3과 같이 산포도 및 추세선을 그려보았다. 5-6월에 5일간격 관수처리구에서 수량과 건물율이 가장 높았는데, 관수간격이 짧을수록 수량과 건물율의 증가폭이 더 커지는 양상을 보였다. 이것은 5일 간격 30분간의 점적관수량도 부족하였다는 것을 의미하고, 관수시간을 더 늘리거나 관수간격을 줄이면 수량과 건물율이 더 증가될 것이라는 추정이 가능하였다.

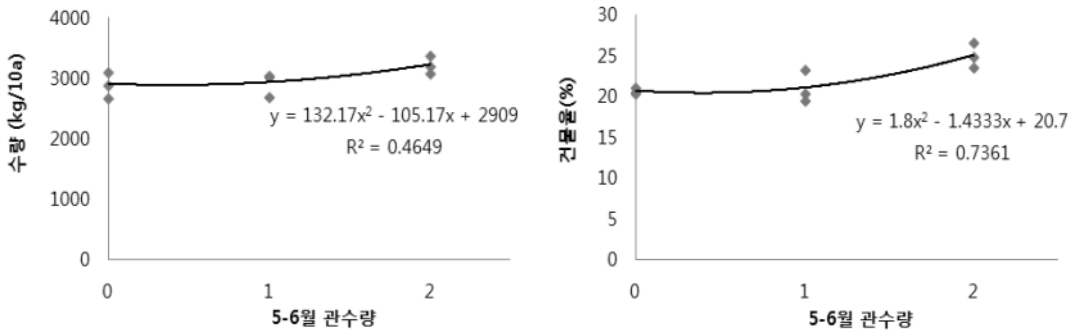


그림 2. 노지에서 5, 6월 관수간격과 조사항목간 산포도
 ※ 관수량 표기 : 0(무관수), 1(10일간격 관수), 2(5일간격 관수)

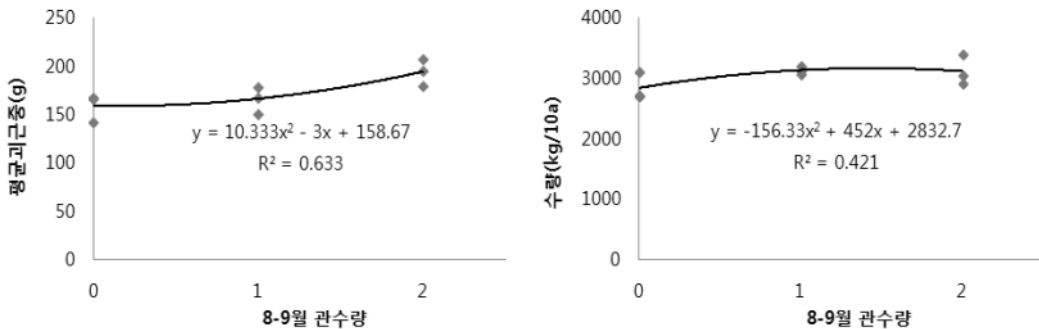


그림 3. 노지에서 8, 9월 관수간격과 조사항목간 산포도
 ※ 관수량 표기 : 0(무관수), 1(10일간격 관수), 2(5일간격 관수)

그림 3에서 평균피근중이 5일간격 관수처리구에서 크게 증가되었으나 수량은 더 이상 증가되지 않았다. 피근이 커졌는데 수량은 변함없다는 것은 피근갯수가 적었다는 것을 의미한다. 즉, 관수하지 않아 건조한 환경에서는 새로운 피근을 형성하여 평균중이 적어지고, 반대로 관수하여 토양수분이 부족하지 않은 환경에서는 피근비대 환경이 좋아서 새로운 피근을 형성할 필요가 없었다는 것을 의미한다. 또한 표 5에서 이미 대서마 품질향상을 위해서는 8, 9월에는 10일의 관수간격이 적당하다는 것을 확인한 바 있다.

4. 적 요

<제2세부과제 : 대서마 관수효과 구명>

- 가. 노지재배에서 점적관수 시 5~6월에는 수량과 건물율이 유의하게 변화되었고, 8~9월에는 최근평균중과 수량에 영향을 미치는 것으로 나타났다.
- 나. 노지에서 5~6월에 관수 시 대서마 최근수량과 건물율이 10일간격 관수구에서는 큰 변화가 없었으나 5일 간격처리에서는 크게 증가되는 양상을 보였는데, 관수량을 늘리면 수량과 건물율이 더욱 증가할 것으로 기대되었다.
- 다. 노지에서 8~9월에 10일간격 관수 시 수량은 5일간격 관수구와 비슷하였고, 건물함량이 가장 높았다.
- 라. 따라서 대서마 재배 시 점적관수방법은 5~6월에는 5일간격 30분 이상, 8~9월에는 10일 간격으로 30분간 관수하는 것이 최근 수확량이 많고 품질이 높을 것으로 보였다.

5. 인용문헌

- 김기선. 2013. 둥근마(*Dioscorea alata*) 계통특성 비교와 안정생산 및 저장기술. 강릉원주대학교 박사학위논문
- 조지형, 오세명, 이승필, 배성동. 1965. 관수시기가 마의 생육 및 수량에 미치는 영향. 약작지 4(3) : 205-211

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2015(2년)	기초자료	대서마 재배 시 관수에 따른 증수효과

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
					'15
과제책임자	특화작물연구소	농업연구사	이안수	과제 총괄	○
2세부책임자	특화작물연구소	농업연구사	이안수	세부주관 수행	○
공동연구자	특화작물연구소	농업연구사	전신재	품질평가 지원	○
	특화작물연구소	농업연구사	맹진희	품질평가 지원	○
	특화작물연구소	농업연구사	최성진	결과해석 지원	○
	원에연구과	농업연구관	김중환	연구방향 제시	○
	환경농업연구과	농업연구관	김인중	연구방향 제시	○
	특화작물연구소	농업연구관	최준근	보고자료 검토	○