

어젠다코드	6 - 20 - 73		구 분	완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	C05	작목구분코드	FC-04-0103
과제종류	공동연구		세세부사업	지역특화작목기술개발	
연구과제 및 세부과제			수행기간	과제책임자 및 세부책임자	
찰옥수수 논 재배 안정생산 기술 연구			'11~'13	옥수수연구소	박기진
1) 찰옥수수 논 적응 품종선발 및 재배기술 개발			'11~'13	옥수수연구소	장은하
2) 논 재배 찰옥수수 생산성 향상을 위한 토양 선발 및 경운방법 개발			'11~'13	옥수수연구소	박기진
3) 찰옥수수 논 재배 농가실증시험			'11~'13	옥수수연구소	박종열
색인용어	찰옥수수, 논재배, 품종, 재식밀도, 경운방법				

ABSTRACT

The cultivation method at sandy paddy land transition to upland was studied in the condition of 30cm depth drainage on late April and 70×30cm individual planting density. The yield rate of two year transition to upland control was 106%. That of the first year was 71%. According to yield and income analysis, "Mibaek 2" showed the good result 81% of yield and 85% of income among 6 cultivar, compared with the yield(2,643 ears per 10a) and income(₩831,000 per 10a) of upland cultivation, in the first transition year. However, the yield and income in second transition year did not show clear differences. The experiment of proper planting density of "Mibaek 2"s transition cultivation method was practiced at the 6 level of the individual planting density of 60×25, 70×20, 70×25, 70×30, 70×35, and 70×40cm. The marketable ear yield(over 18cm ear length) was increased at wider planting density in the first as well as second year transition. The income of low ridge cultivation was shown the highest at the 70×30cm planting density(4,700 per 10a) in the second year transition and at 70×35cm planting density(4,000 per 10a) in the first year.

The yield and net income of maize in the first year for a fertile field converted from ordinary paddy were high compared with upland. In spite of rainfall fluctuation during the second and the third year, stable yield of maize was observed. The yield of maize in the sandy field converted from paddy in the third year was similar to that of the second year. Statistical difference was not found among tillage depth treatments. Demonstration trial in farms resulted in greater yield for fertile sandy field converted from paddy than for upland, resulting in high net income.

1. 연구목표

2000년부터 2010년까지 쌀 수급에서 공급이 과잉되는 현상이 발생하였다. 논 면적은 감소 추세였으나 쌀 의무수입량 증가와 쌀소비의 급격한 감소로 쌀은 생산성과는 상관없이 과잉이 수년간 지속되면서 쌀 잉여 생산을 억제하기 위한 다양한 작목 연구가 필요한 실정으로 찰옥수수는 발작물 중 상대적으로 재배가 쉽고 조수익도 높은 작물로 벼 대체 작물로 적격이라고 판단된다.

하지만 옥수수는 습해에 약한 작물이라 논 재배 시 습해 및 도복의 우려가 있어 이를 개선할 토양 물리성 개량이나 논적응성이 우량한 품종 선발이 시급하다. 최근 보급되고 있는 풋옥수수 신품종을 중심으로 논 적응성을 검정하고 발전환 연차별 수량 반응, 상품성이 높아 조수익을 높일 수 있는 재식밀도 등에 대한 검토가 필요하다. 또한 논토양의 배수를 개선하고 지하수위를 낮출 수 있는 토양관리 방법을 개발하여 습해에 약한 옥수수의 단점을 적극 보완하는 재배기술 개발이 또한 연구되어야 한다.

장기적으로는 논적응 우량 찰옥수수 품종육성이 필요하고, 논 생산성 향상과 발작물로의 유사시 대체가 가능하도록 지속적인 답전유환 방법을 개발하고, 논 발과 답으로의 상시 전용이 가능하도록 하는 기술도 개발이 필요하다고 하겠다. 논 재배의 성공은 풋옥수수의 재배지역의 단지화, 농작업의 기계화로 생산비용 절감과 저장여력이 발생하여 국내산 풋옥수수 생산, 가공과 안정적 유통을 위한 중요한 모델로서 자리 잡을 수 있을 것으로 판단되며 여기에서는 발전유환된 논에서 적응하는 품종선발, 상품성이 우량한 재식밀도, 적절한 논토양 선발, 경운깊이에 따른 수량반응을 연구하여 농가소득 및 가공산업에 기여하고자 한다.

2. 재료 및 방법

<제1세부과제 : 찰옥수수 논적응 품종선발 및 재배기술 개발>

(시험 1) 찰옥수수 논 적응 우량 품종 선발

시험품종은 찰옥수수 대표품종 “미백2호”, “미흑찰”, “흑점2호”, “일미찰”, “대학찰”, “장원찰”을 공시하였고, 재식거리는 휴폭 70cm × 주간거리 30cm로 1주 1본 직파 재배하였다. 강원도의 논토양은 사질논이 33,440ha로 가장 넓고, 미숙논 9,706ha, 습논 8,006ha, 보통논 5,545ha로 구성되어 있는데 이들 4가지 논토양 종류 중에 가장 면적이 넓은 사질논을 대표 논토양으로 선정하였고, 밭 전환 연차 간 차이를 보기 위해 밭 전환 1년차와 2년차 사질논에서 시험하였으며, 대조구로 밭토양도 추가하여 시험하였다. 파종은 강원지역 주 파종시기인 4월 하순에 실시하고자 하였으나, 2011년도에는 4월 하순 잦은 비에 의해 부득이하게 5월 15일~16일에 파종하였고, 2012년도에는 4월 19일~20일, 2013년도에는 4월 22일~23일에 파종하였다. 시험포장에는 검정시비 하였고, 논 토양의 배수를 원활하게 하기 위해 깊이 30cm로 경운하였다. 기타 재배관리는 농촌진흥청 옥수수 표준재배법에 준하였다. 시험구 면적은 12㎡(휴장 5m, 4열)로 하였으며, 시험구 배치는 난괴법 4반복으로 하였다.

(시험 2) 찰옥수수 논 재배 적정 재실밀도

시험품종은 찰옥수수 대표품종 “미백2호”를 공시하였고, 재식거리는 60×25, 70×20, 25, 30, 35, 40cm 등 6처리를 하여 1주 1본 직파 재배하였다. 강원도의 논토양은 사질논이 33,440ha로 가장 넓고, 미숙논 9,706ha, 습논 8,006ha, 보통논 5,545ha로 구성되어 있는데 이들 4가지 논토양 종류 중에 가장 면적이 넓은 사질논을 대표 논토양으로 선정하였고, 밭 전환 년차간 차이를 보기 위해 밭 전환 1년차와 2년차 사질논에서 시험하였으며. 대조구로 밭토양도 추가하여 시험하였다. 파종은 강원지역 주 파종시기인 4월 하순에 실시하고자 하였으나, 2011년도에는 4월 하순 잦은 비에 의해 부득이하게 5월 15일~16일에 파종하였고, 2012년도에는 4월 19일~20일, 2013년도에는 4월 22일~23일에 파종하였다. 시험포장에는 검정시비하였고, 논 토양의 배수를 원활하게 하기 위해 깊이 30cm로 경운하였다. 기타 재배관리는 농촌진흥청 옥수수 표준재배법에 준하였다. 시험구 면적은 12m²(휴장 5m, 4열)로 하였으며, 시험구 배치는 난과법 4반복으로 하였다.

조사방법은 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(농진청, 2003)에 준하였다. 출사기를 조사하여 출사일수를 계산하였고, 수확기에 시험구당 20개체를 채취하여 간장, 이삭길이, 이삭직경 및 이삭중 등을 조사하였으며, 시험구의 상품 이삭수를 이용하여 10a당 상품 이삭수를 계산하였다.

<제2세부과제 : 논재배 찰옥수수 생산성 향상을 위한 토양선발 및 경운방법 개발>

본 시험은 강원도농업기술원 옥수수연구소에서 2011년부터 2013년까지 수행하였다. 시험품종은 찰옥수수 대표품종 “미백2호”를 대상으로 실시하였으며 보통논(홍천군 남면 시동리 1562, 양토, 덕평통), 사질논(홍천군 두촌면 자은리 1081, 사양토, 남계통), 미숙논(홍천군 화촌면 외삼포리 1137, 식양토, 화동통)에서 수행하고 밭(홍천군 두촌면 장남리 709, 사양토)을 대조구로 하였다. 각각의 논 종류별로 밭전환 연차별(밭전환 1, 2, 3년차)을 주구로, 경운방법별(경운깊이 20, 30, 40cm)를 세구로 처리하여 생육 및 수량을 조사하였다.

시험구 면적은 논종류별 20a를 임차하여 2등분한 후 첫해(2011년도)에는 밭전환 1년차와 벼 재배구를 시험하고, 2012년에는 밭전환 2년차, 밭전환 1년차로, 2013년에는 밭전환 3년차, 밭전환 2년차로 각각 10a씩 시험하였다. 하지만 이시험구는 경운깊이 처리 작업의 어려움으로 경운깊이 처리는 반복을 두지 않고 단구제로 하여 3반복 조사하였으며 파종은 최대한 직파를 추진하고자 하였으나 파종조건이 맞지 않는 경우에는 부득이 육묘 후 정식하였고, 파종거리는 70×30cm으로, 시비는 파종전 토양을 채취하여 검정시비하고 이에 따라 시용 처리하였다.

조사항목은 생육중기의 상태를 확인하고자 6월 중순경 초장, 간경, 엽수, 엽장, 엽폭, SPAD값을 조사하였고, 수확기에는 출사기, 간장, 착수고율, 엽장, 엽폭, 엽수, 간경, SPAD값, 이삭장, 이삭착립률, 이삭경, 이삭중, 백립중, 10a 이삭수(상품성 별 이삭수), 풋이삭중 등을 조사하였다. 시험구당 20개체씩 3반복으로 조사 분석하였다. 소득효과 분석은 18.0cm 이상(상품), 16.2이상~18.0cm미만(중품), 14.6~16.2cm미만(하품)으로 상품성 구분을 한 후 가락동 찰옥수수

8kg PP포대 기준으로 상품(30개), 중품(40개) 경매가격을 기준으로 이삭당 가격을 산정하고 조사하였다.

<제3세부과제 : 찰옥수수 논재배 농가실증시험>

본 시험은 강원도농업기술원 옥수수연구소 인근 옥수수 재배에 경험이 있는 전년도에 논으로 이용한 사질논을 보유한 농가에 대하여 그 동안의 결과를 바탕으로 농가실증을 실시하고자 하였다. 미백2호를 시험품종으로 하고 경운깊이 30cm, 고휴재배와 인산을 증시를 기본으로 하며 70×30cm로 파종시기, 시비량은 농가자율로 처리하도록 하였다.

2농가를 선정하였으며 농가별 파종 및 시비내역은 다음과 같다. 농가1은 4월13일 육묘, 5월 3일 정식, 퇴비 우분 2.5톤, 시비량(N-P₂O₅-K₂O) 기비 7.3-3-6kg/10a와 추비(N, 7엽기, 출용기) 23kg/10a를 사용하였으며, 농가2는 4월22일 육묘, 5월10일 정식, 퇴비 우분 1.5톤, 시비량(N-P₂O₅-K₂O) 기비 7.3-3-6kg/10a와 추비(N, 7엽기, 출용기) 15kg/10a를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

<제1세부과제 : 찰옥수수 논적용 품종선발 및 재배기술 개발>

(시험 1) 찰옥수수 논 적용 우량 품종 선발

시험 전 논·밭 토양의 이화학성을 표 1에서 보면 pH, EC는 각각 5.5~6.8, 0.09~0.20dS/m으로 옥수수 재배 적정범위였으며, 유기물, Ca 함량은 밭 토양에서는 년차 평균이 각각 29g/kg, 4.8cmolc/kg으로 적정범위에 속하였으나, 논 토양에서는 상대적으로 낮았으며 인산 함량은 밭 토양은 391mg/kg으로 1.6배 높은 반면 논 토양에서는 낮은 함량을 보였다.

표 1. 시험 전 논·밭토양의 이화학성

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Ca	Mg	K	P ₂ O ₅ (mg/kg)	
				(cmolc/kg)				
적정범위	6.0~6.5	2.0 이하	20~30	5.0~6.0	1.5~2.5	0.45~0.55	150~250	
밭토양	1년차	5.5	0.16	26	4.1	0.8	0.55	398
	2년차	6.8	0.20	31	5.6	1.0	0.77	429
	3년차	6.4	0.13	30	4.6	0.9	0.87	347
논 밭전환 토양	1년차	6.1	0.09	18	3.9	1.0	0.20	65
	2년차	6.3	0.10	15	4.6	1.1	0.29	92
	3년차	6.3	0.10	23	5.4	1.2	0.38	118

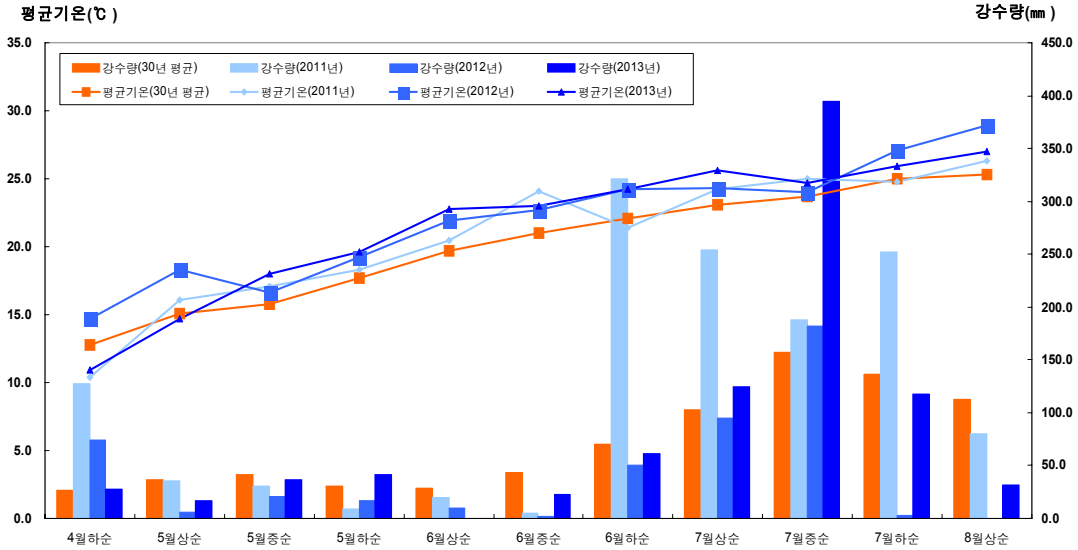


그림 1. 기온 및 강수량 현황(홍천)

시험장소인 홍천군의 기온 및 강수량 현황을 그림 1에서 보면, 찰옥수수 파종 후 전 생육 기간 동안 2011년도는 잦은 비에 의해, 2012년도는 전년도와 상반되는 가뭄으로 인해, 2013년도는 생육초기에는 가물었다가 출용기에 계속되는 비로 인해 논·밭 재배 모두 생육이 부진하였다.

논·밭 토양의 찰옥수수 품종별 이삭 특성을 표 2에서 보면, 생육 특성과 마찬가지로 밭토양 시험구의 6품종 평균 이삭보다 논 밭전환 2년차 시험구의 이삭이 더 좋았고, 논 밭전환 1년차 시험구는 이삭 품질이 떨어지는 경향을 보였다. 품종별로 이삭장을 보면 밭토양에서는 대학찰, 미백2호, 일미찰 순으로 좋았고, 논 밭전환 2년차 시험구에서는 대학찰, 일미찰, 미백2호 순으로 좋았으며, 논 밭전환 1년차 시험구에서는 대학찰, 장원찰, 미백2호 순으로 좋았다. 이삭중은 밭토양 미백2호 대비 논 밭전환 2년차 시험구의 풋옥수수 이삭중 지수가 102~131%로 높게 나타났고, 논 밭전환 1년차 시험구의 풋옥수수 이삭중 지수는 61~91% 수준으로 낮게 나타났다. 품종별로는 밭토양에서는 장원찰, 일미찰, 미백2호 순으로 좋았고, 논 밭전환 2년차 시험구에서는 장원찰, 일미찰, 흑점2호 순으로 좋았으며, 논 밭전환 1년차 시험구에서는 장원찰, 미백2호, 일미찰 순으로 이삭중이 좋았다.

논·밭 토양의 찰옥수수 품종별 근장, 생체중, 건물중을 보면 근장은 밭토양, 논 밭전환 2년차, 논 밭전환 1년차 순으로 길었지만, 생체중, 건물중은 밭토양 시험구의 6품종 평균 생체중, 건물중보다 논 밭전환 2년차 시험구의 생체중, 건물중이 더 좋았고, 논 밭전환 1년차 시험구는 생체중, 건물중은 떨어지는 경향을 보였다. 품종별로는 밭토양에서는 장원찰, 일미찰, 흑점2호 순으로 좋았고, 논 밭전환 2년차 시험구에서는 장원찰, 일미찰, 미백2호 순으로 좋았으며, 논 밭전환 1년차 시험구에서는 장원찰, 일미찰, 미흑찰 순으로 좋았다.

표 2. 논·밭토양의 품종별 이삭 특성

구 분	이삭장 (cm)	착립장 (cm)	착립율 (%)	이삭경 (mm)	이삭열수 (열)	이삭횡수 (열)	이삭중		
							(g/개)	지 수	
밭	미백2호	17.7	15.4	86	40.1	14	32	130	100
	미흑찰	17.0	14.6	86	40.5	13	30	114	87
	흑점2호	15.2	14.4	94	37.7	14	29	109	83
	일미찰	17.2	16.1	92	39.2	11	30	136	104
	대학찰	18.0	16.7	92	36.2	10	28	108	83
	장원찰	16.8	15.1	89	43.8	12	33	173	133
	평 균	17.0	15.4	90	39.6	12	30	128	
논2년차 (사질논)	미백2호	17.6	15.8	90	41.0	14	35	149	114
	미흑찰	17.2	14.5	85	39.2	13	30	152	117
	흑점2호	16.7	16.5	99	41.5	14	33	154	118
	일미찰	18.3	17.1	92	39.1	12	32	155	119
	대학찰	18.3	17.2	94	33.7	10	30	133	102
	장원찰	16.5	14.7	89	41.4	12	31	171	131
	평 균	17.4	16.0	91	39.3	12	32	152	
논1년차 (사질논)	미백2호	17.2	14.2	82	40.8	14	30	113	86
	미흑찰	15.7	13.5	84	39.6	13	29	84	64
	흑점2호	14.8	14.1	94	38.4	14	30	80	61
	일미찰	16.0	14.2	83	37.4	10	28	92	71
	대학찰	17.7	16.5	93	36.0	9	28	84	64
	장원찰	17.3	14.4	83	44.1	13	32	119	91
	평 균	16.4	14.5	86	39.4	12	29	95	

표 3. 논·밭토양의 품종별 상품율 및 수량

구 분	이삭수(개/10a)			상품율 ¹⁾ (%)	수 량 ¹⁾		
	20cm 이상	18~20cm	18cm 미만		(개/10a)	지 수	
밭	미백2호	724	1,911	2,000	57	2,634	100
	미흑찰	192	1,577	2,906	38	1,769	67
	흑점2호	265	1,831	2,607	45	2,096	80
	일미찰	696	2,075	1,696	62	2,771	105
	대학찰	586	1,640	2,443	48	2,225	84
	장원찰	1,061	1,491	1,924	57	2,551	97
	평 균	587	1,754	2,263	51	2,341	
논2년차 (사질논)	미백2호	438	2,126	2,112	55	2,564	97
	미흑찰	704	1,685	2,287	51	2,389	91
	흑점2호	1,114	1,461	2,100	55	2,574	98
	일미찰	977	1,725	1,713	62	2,702	103
	대학찰	956	1,494	2,297	52	2,449	93
	장원찰	1,248	935	2,120	51	2,182	83
	평 균	906	1,571	2,105	54	2,477	
논1년차 (사질논)	미백2호	552	1,575	2,547	46	2,127	81
	미흑찰	204	1,259	3,163	32	1,463	56
	흑점2호	29	1,208	3,378	26	1,237	47
	일미찰	967	587	2,541	37	1,555	59
	대학찰	1,177	686	2,728	41	1,862	71
	장원찰	1,025	675	2,466	39	1,699	64
	평 균	659	998	2,804	37	1,657	

※ 1) : 이삭장 18cm 이상

표 4. 논·밭토양의 품종별 소득분석

구분	수량 (개/10a)	조수입 ¹⁾ (원/10a)	경영비 (원/10a)	소득		소득율 (%)	
				(원/10a)	지수		
밭	미백2호	2,634	1,274,815	444,278	830,538	100	65
	미흑찰	1,769	1,115,446	433,991	681,455	82	61
	흑점2호	2,096	1,155,588	435,488	720,100	87	62
	일미찰	2,771	1,114,805	451,746	663,059	80	59
	대학찰	2,225	1,167,577	452,809	714,769	86	61
	장원찰	2,551	1,022,931	438,192	584,739	70	57
	평균	2,341	1,141,860	442,751	699,110		61
논2년차 (사질논)	미백2호	2,564	1,212,544	460,212	752,332	91	62
	미흑찰	2,389	1,198,935	449,198	749,737	90	63
	흑점2호	2,574	1,194,907	451,601	743,306	89	62
	일미찰	2,702	1,011,387	466,948	544,439	66	54
	대학찰	2,449	1,116,190	469,859	646,331	78	58
	장원찰	2,182	873,363	446,079	427,284	51	49
	평균	2,477	1,101,221	457,316	643,905		58
논1년차 (사질논)	미백2호	2,127	1,134,787	425,355	709,410	85	63
	미흑찰	1,463	904,636	398,920	505,716	61	56
	흑점2호	1,237	835,876	394,966	440,910	53	53
	일미찰	1,555	822,199	406,323	415,876	50	51
	대학찰	1,862	1,047,498	431,722	615,776	74	59
	장원찰	1,699	773,135	393,977	379,158	46	49
	평균	1,657	919,688	408,544	511,141		56

※ 1) : 이삭장 18cm 이상 - 가락시장 찰옥수수 8kg 상품 평균가격 적용
그 외 - 가락시장 8kg 중품 평균가격 및 알곡가격 적용



미백2호 미흑찰 흑점2호 일미찰 대학찰 장원찰
그림 2. 품종별 밭·논2·논1 이삭 (평휴재배)



미백2호 미흑찰 흑점2호 일미찰 대학찰 장원찰
그림 3. 품종별 밭·논2·논1 뿌리 (평휴재배)

논·밭 토양의 찰옥수수 품종별 상품율 및 수량을 표 3에서 보면, 밭 토양 재배 시 이삭 길이 18cm 이상의 상품성 있는 이삭 수량 2,341개/10a 대비 논 밭 전환 2년차에서는 2,477개로 106% 증수된 반면 논 밭 전환 1년차에서는 1,657개로 29% 감수 하였다. 품종별로 보면 밭 토양 재배 시 수량은 일미찰이 2,771개/10a로 가장 많았고, 그 다음은 미백2호, 장원찰, 대학찰, 흑점2호, 미흑찰 순으로 많았다. 논 밭전환 1년차 재배 시 수량은 미백2호가 2,127개/10a로 가장 많았다. 논 밭전환 2년차 재배 시 수량은 장원찰을 제외하고, 그 외 품종들은 밭 토양 재배 시의 수량과 대등하거나 더 많았다. 소득분석을 표 4에서 보면, 각 품종별 상·중·하품 판매가격을 고려해서 소득분석한 결과 논 밭전환 1년차는 미백2호, 대학찰이 각각 709천원/10a, 616천원/10a으로 가장 높았고, 논 밭전환 2년차는 미백2호와 미흑찰, 흑점2호가 밭 재배 미백2호 소득의 89%~91% 수준으로 양호하였다. 따라서, 논 적응 우량 품종 선발 결과 논 밭전환 1년차 재배 시 밭 토양 재배에 비해 6개 품종의 평균 수량이 71% 수준이지만 그 중 “미백2호”가 밭 토양 재배(2,634개/10a) 대비 논 재배(2,127개/10a) 시 수량이 81% 수준으로 가장 양호한 것으로 확인되었고, 소득도 709천원/10a으로 밭 토양 재배 대비 가장 85% 수준으로 가장 양호하였다.

(시험 2) 찰옥수수 논 재배 적정 재식밀도

논·밭 토양의 찰옥수수 재식거리 및 작휴방법별 생육 특성은 평휴재배와 고후재배 모두 밭토양 시험구의 6처리 평균 생육보다 논 밭전환 2년차 시험구의 생육이 더 좋았고, 논 밭전환 1년차 시험구는 생육이 떨어지는 경향을 보였다. 재식거리별로는 밭토양과 논 밭전환 2년차, 논 밭전환 1년차 시험구 공히 재식거리가 넓을수록 생육이 좋았고, 작휴방법별로 비교해 보면 평휴재배와 고후재배 간에 큰 차이는 없었다. 이삭 특성을 표 5, 표 6에서 보면, 생육 특성과 마찬가지로 평휴재배와 고후재배 모두 밭토양 시험구의 6품종 평균 이삭중보다 논 밭전환 2년차 시험구의 이삭중이 더 좋았다. 재식거리별로는 밭토양과 논 밭전환 2년차, 논 밭전환 1년차 시험구 공히 재식거리가 넓을수록 이삭중이 좋았고, 작휴방법별로 비교해 보면 평휴재배와 고후재배 간에 큰 차이는 없었다.



그림 4. 재식밀도시험 재배 포장 (미백2호, 70×30cm, 평휴재배)

표 5. 논·밭토양의 재식거리 및 작휴방법별 이삭 특성(평휴)

구 분	이삭장 (cm)	착립장 (cm)	착립율 (%)	이삭경 (mm)	이삭열수 (열)	이삭횡수 (열)	이삭중		
							(g/개)	지 수	
밭	60×25cm	13.7	11.2	73	33.0	11	26	79	100
	70×20	13.8	11.0	73	32.9	10	25	79	100
	70×25	16.0	13.4	80	37.8	11	28	107	135
	70×30	16.7	14.3	84	38.1	13	31	118	149
	70×35	17.8	15.4	85	40.5	13	32	133	168
	70×40	18.1	16.1	88	39.9	13	33	147	186
	평 균	16.0	13.6	81	37.0	12	29	110	
논2년차 (사질논)	60×25	14.6	12.1	83	34.7	11	27	98	124
	70×20	14.9	12.2	83	34.7	12	28	98	124
	70×25	16.6	13.9	83	38.8	13	30	125	158
	70×30	17.2	14.5	84	39.0	13	31	145	184
	70×35	18.1	15.7	86	40.0	13	33	158	200
	70×40	18.7	16.7	90	42.3	14	35	167	211
	평 균	16.7	14.2	85	38.2	12	30	132	
논1년차 (사질논)	60×25	14.0	11.4	78	35.3	12	29	53	67
	70×20	14.9	12.0	78	35.9	12	30	64	81
	70×25	16.4	13.7	82	37.7	12	31	77	97
	70×30	16.8	14.6	85	39.2	12	33	104	132
	70×35	17.4	15.9	90	40.1	13	34	139	176
	70×40	18.4	17.3	94	41.6	13	37	156	197
	평 균	16.3	14.1	84	38.3	12	32	99	

표 6. 논·밭토양의 재식거리 및 작휴방법별 이삭 특성(고휴)

구 분	이삭장 (cm)	착립장 (cm)	착립율 (%)	이삭경 (mm)	이삭열수 (열)	이삭횡수 (열)	이삭중		
							(g/개)	지 수	
밭	60×25cm	14.9	11.7	79	34.1	11	27	96	100
	70×20	13.9	10.9	78	31.7	12	25	81	84
	70×25	15.4	11.9	80	33.5	12	26	107	111
	70×30	16.4	13.5	82	36.4	12	29	125	130
	70×35	17.6	15.2	86	38.5	14	32	137	143
	70×40	17.4	15.5	89	37.6	13	32	142	148
	평 균	15.9	13.1	82	35.3	12	28	114	
논2년차 (사질논)	60×25	13.5	11.2	81	32.8	11	25	107	111
	70×20	12.8	10.5	80	30.8	11	24	98	102
	70×25	15.3	13.3	85	35.5	12	29	114	119
	70×30	16.1	14.1	87	38.4	13	31	130	135
	70×35	16.3	14.8	89	38.1	13	32	145	151
	70×40	17.4	15.9	91	39.5	13	34	150	156
	평 균	15.2	13.3	85	35.8	12	29	124	
논1년차 (사질논)	60×25	15.2	10.9	72	36.8	13	24	62	65
	70×20	15.0	10.7	67	34.8	11	20	51	53
	70×25	17.2	13.3	76	38.3	13	28	92	96
	70×30	17.4	14.8	84	38.5	12	30	111	116
	70×35	18.3	15.7	85	39.6	13	33	140	146
	70×40	18.0	16.4	90	39.3	13	33	150	156
	평 균	16.8	13.6	79	37.9	13	28	101	

표 7. 논·밭토양의 재식거리 및 작휴방법별 근장, 생체중, 건물중(평휴)

구 분	근장 (cm)	생체중(g/주)				건물중(g/주)				
		계	지상부	지하부	이삭	계	지상부	지하부	이삭	
밭	60×25cm	30.0	958.0	505.2	108.4	344.6	277.8	130.2	25.7	122.0
	70×20	28.3	945.8	514.4	119.4	312.1	263.9	125.0	29.4	109.5
	70×25	29.0	1,065.7	530.7	134.9	400.2	302.5	125.0	33.2	144.4
	70×30	32.0	1,165.5	598.1	192.1	375.5	356.2	182.2	52.8	121.3
	70×35	34.0	1,246.8	669.9	232.3	344.7	371.9	180.6	58.4	133.0
	70×40	32.8	1,275.0	677.3	195.9	401.9	385.7	183.7	56.7	145.4
	평 균	31.0	1,109.5	582.6	163.8	363.1	326.3	154.4	42.7	129.3
논2년차 (사질논)	60×25	26.0	955.5	513.7	131.3	310.7	277.4	140.4	30.3	106.7
	70×20	28.0	973.7	539.2	122.9	311.7	313.1	154.4	32.9	125.8
	70×25	29.3	1,090.1	566.8	167.9	355.4	338.1	155.2	51.7	131.3
	70×30	28.5	1,125.9	609.8	161.3	354.9	353.8	169.3	42.0	142.5
	70×35	29.3	1,233.3	623.9	202.8	406.7	406.3	200.3	48.0	158.0
	70×40	30.3	1,273.4	678.8	188.9	405.8	398.5	190.4	44.8	163.3
	평 균	28.6	1,108.6	588.7	162.5	357.5	347.8	168.3	41.6	137.9
논1년차 (사질논)	60×25	27.8	1,045.5	435.8	148.8	461.0	258.0	101.0	46.5	110.5
	70×20	22.0	836.0	338.0	66.5	431.5	200.0	78.8	20.8	100.5
	70×25	23.5	964.3	393.8	87.0	483.5	228.3	89.8	28.0	110.5
	70×30	26.0	1,026.3	402.8	115.3	508.3	243.8	92.3	36.8	114.8
	70×35	25.5	1,247.5	545.5	151.3	550.8	286.3	119.8	44.8	121.8
	70×40	28.8	1,402.3	619.3	186.5	596.5	318.5	133.3	55.0	130.3
	평 균	25.6	1,087.0	455.9	125.9	505.3	255.8	102.5	38.7	114.7

표 8. 논·밭토양의 재식거리 및 작휴방법별 근장, 생체중, 건물중(고휴)

구 분	근장 (cm)	생체중(g/주)				건물중(g/주)				
		계	지상부	지하부	이삭	계	지상부	지하부	이삭	
밭	60×25cm	31.3	1,067.4	572.1	151.4	344.1	291.3	129.2	37.4	124.8
	70×20	33.0	1,058.3	549.3	148.1	361.0	287.9	131.4	32.7	123.9
	70×25	33.8	1,098.9	569.9	163.1	365.9	307.2	138.2	37.5	127.0
	70×30	31.5	1,161.7	604.9	182.9	373.9	333.0	169.1	46.8	130.7
	70×35	34.5	1,008.9	563.1	214.8	388.2	330.4	138.3	49.5	142.7
	70×40	32.5	1,303.5	650.5	202.9	418.7	371.4	174.2	51.0	146.3
	평 균	32.8	1,116.4	584.9	177.2	375.3	320.2	146.7	42.5	140.5
논2년차 (사질논)	60×25	26.0	1,040.4	616.4	126.5	297.7	259.6	156.3	27.7	99.0
	70×20	29.3	1,104.3	626.2	157.2	321.1	271.6	160.8	35.2	127.4
	70×25	32.8	1,171.4	619.3	173.6	378.7	274.9	171.2	43.4	120.5
	70×30	37.3	1,169.9	668.4	179.3	322.3	278.5	181.7	40.8	112.3
	70×35	41.3	1,309.7	754.6	234.3	320.9	323.0	216.0	50.2	113.8
	70×40	34.0	1,269.3	692.6	212.5	364.3	294.3	176.4	45.9	109.2
	평 균	33.5	1,177.5	662.9	180.5	334.1	283.6	177.0	40.5	113.7
논1년차 (사질논)	60×25	25.3	936.8	415.3	104.5	417.0	230.3	103.5	30.8	96.0
	70×20	25.0	855.5	356.3	64.5	434.8	203.8	84.0	20.5	99.3
	70×25	28.0	996.3	409.3	102.3	484.8	237.0	96.3	30.3	110.5
	70×30	26.3	1,245.8	491.8	150.8	603.3	288.5	117.8	41.5	129.3
	70×35	29.8	1,267.3	563.8	176.0	527.5	305.8	133.3	48.5	124.0
	70×40	35.0	1,217.5	498.0	172.8	546.8	278.5	117.0	46.3	115.3
	평 균	28.2	1,086.5	455.8	128.5	502.4	257.3	108.7	36.3	112.4



60× 25cm 70× 20 × 25 × 30 × 35 × 40

그림 5. 재식거리별 뿌리 (평휴재배)



60× 25cm 70× 20 × 25 × 30 × 35 × 40

그림 6. 재식거리별 뿌리 (고휴재배)

논·밭 토양의 찰옥수수 재식거리 및 작휴방법별 근장, 생체중, 건물중을 표 7, 표 8, 그림 5, 그림 6에서 보면, 평휴재배 시 근장은 밭토양, 논 밭전환 2년차, 논 밭전환 1년차 순으로 길었지만, 생체중, 건물중은 밭토양 시험구의 6처리 평균 생체중, 건물중보다 논 밭전환 2년차 시험구의 생체중, 건물중이 더 좋았고, 논 밭전환 1년차 시험구는 생체중, 건물중은 떨어지는 경향을 보였다. 고휴재배 시 근장, 건물중은 논 밭전환 2년차, 밭토양, 논 밭전환 1년차 순으로 길었지만, 생체중은 밭토양 시험구의 6처리 평균 생체중보다 논 밭전환 2년차 시험구의 생체중이 더 좋았고, 논 밭전환 1년차 시험구는 생체중은 떨어지는 경향을 보였다.

재식거리별로는 밭토양과 논 밭전환 2년차, 논 밭전환 1년차 시험구 공히 재식거리가 넓을수록 근장, 생체중, 건물중이 좋았고, 작휴방법별로 비교해 보면 평휴재배와 고휴재배 간에 큰 차이는 없었다.

논·밭 토양의 찰옥수수 재식거리 및 작휴방법별 상품율 및 수량을 표 9, 표 10, 그림 7, 그림 8에서 보면, 전 생육기간 동안 가뭄으로 인해 습해피해를 줄이기 위한 논 재배 시 고휴재배 효과는 미미하여 오히려 평휴재배에서 수량이 더 많았다.

밭 토양 재배 시 작휴방법별 10a당 수량성은 평휴재배 시의 수량 2,038개/10a(60×25, 70×20~70×40cm, 6처리 평균) 대비 고휴재배 수량(1,671개/10a)이 82% 수준으로 낮았다. 논 밭전환 1년차의 작휴방법별 10a당 수량성은 평휴와 고휴재배 수량(1,715~1,716개/10a)이 대등하였고, 2년차는 평휴(1,916개/10a) 대비 고휴재배(1,559개/10a)가 81% 낮았다.

밭 토양 재배 시 적정 재식거리는 70×35~40cm로 평휴·고휴재배 모두 10a당 수량성은 농가 관행재배 수량 2,418개, 2,206개/10a(70×30cm) 대비 각각 110%와 108~116% 증수되었다. 논 밭전환 1년차의 적정 재식거리 및 수량은 평휴·고휴재배 모두 70×40cm에서 각각 2,816개/10a, 2,633개/10a로 우수하였고, 2년차도 마찬가지로 평휴·고휴재배 모두 70×40cm에서 각각 2,672개/10a, 2,180개/10a로 우수하였다.

표 9. 논·밭토양의 재식거리 및 작휴방법별 상품율 및 수량(평휴)

구 분	이삭수(개/10a)			상품율 ¹⁾ (%)	수 량 ¹⁾		
	20cm 이상	18~20cm	18cm 미만		(개/10a)	지 수	
밭	60×25cm	304	1,073	6,547	18	1,376	57
	70×20	81	902	5,694	15	983	41
	70×25	494	1,637	3,190	41	2,130	88
	70×30	645	1,774	2,491	53	2,418	100
	70×35	1,198	1,456	1,162	69	2,654	110
	70×40	1,380	1,285	723	78	2,664	110
	평 균	684	1,354	3,301	46	2,038	
논2년차 (사질논)	60×25	131	1,157	6,372	18	1,288	53
	70×20	41	758	6,551	11	799	33
	70×25	306	1,603	4,537	32	1,909	79
	70×30	754	1,579	2,345	50	2,333	96
	70×35	926	1,574	1,398	64	2,498	103
	70×40	1,253	1,419	762	78	2,672	110
	평 균	568	1,348	3,661	42	1,916	
논1년차 (사질논)	60×25	323	282	7,405	10	604	25
	70×20	215	515	6,978	9	730	30
	70×25	410	1,042	4,965	23	1,452	60
	70×30	523	1,535	2,592	45	2,058	85
	70×35	834	1,801	1,337	66	2,634	109
	70×40	1,266	1,550	705	80	2,816	116
	평 균	595	1,121	3,997	39	1,715	

※ 1) : 이삭장 18cm 이상

표 10. 논·밭토양의 재식거리 및 작휴방법별 상품율 및 수량(고휴)

구 분	이삭수(개/10a)			상품율 ¹⁾ (%)	수 량 ¹⁾		
	20cm 이상	18~20cm	18cm 미만		(개/10a)	지 수	
밭	60×25	165	979	6,690	16	1,143	52
	70×20	40	273	6,476	5	312	14
	70×25	337	1,099	4,054	26	1,436	65
	70×30	622	1,584	2,561	48	2,206	100
	70×35	689	1,860	1,372	65	2,549	116
	70×40	932	1,446	1,055	69	2,378	108
	평 균	464	1,207	3,701	38	1,671	
논2년차 (사질논)	60×25	149	1,152	6,475	18	1,301	59
	70×20	30	432	6,382	7	461	21
	70×25	480	997	4,052	27	1,477	67
	70×30	524	1,267	3,011	38	1,790	81
	70×35	1,047	1,100	1,765	55	2,146	97
	70×40	1,290	890	1,262	63	2,180	99
	평 균	586	973	3,824	34	1,559	
논1년차 (사질논)	60×25	205	261	7,374	7	486	22
	70×20	170	467	6,195	10	637	29
	70×25	136	1,652	3,827	47	1,788	81
	70×30	396	1,746	2,384	47	2,142	97
	70×35	1,122	1,490	1,367	66	2,611	118
	70×40	879	1,755	759	78	2,633	119
	평 균	485	1,228	3,651	42	1,716	



60× 25cm 70× 20 × 25 × 30 × 35 × 40

그림 7. 재식거리별 이삭 (평휴재배)



60× 25cm 70× 20 × 25 × 30 × 35 × 40

그림 8. 재식거리별 이삭 (고휴재배)

논·밭 토양의 착육수수 재식거리 및 작휴방법별 소득을 표 11, 표 12에서 보면, 평휴재배 시에는 농가 관행재배(70×30cm) 소득 746천원/10a 대비 논 밭 전환 1년차는 재식거리 70×35~40cm에서 756~787천원으로 101~105% 높았고, 2년차는 재식거리 70×30~35cm에서 662~665천원으로 89% 수준이었다. 고휴재배 시에는 농가 관행재배(70×30cm) 소득 645천원/10a 대비 논 재배 1년차·2년차 모두 재식거리 70×35cm에서 각각 824천원, 595천원으로 128%, 92% 수준이었다. 수량 및 소득을 종합적으로 고려해 보았을 때 평휴재배 시 논 밭전환 1년차는 재식거리 70×35cm, 2년차는 70×30cm의 수량 및 소득이 가장 양호하였고, 고휴재배는 논 밭전환 1년차·2년차 모두 재식거리 70×35cm의 수량 및 소득이 가장 양호하였다.

표 11. 논·밭토양의 재식거리 및 작휴방법별 소득분석(평휴)

구 분	수 량 (개/10a)	조수입 ¹⁾ (원/10a)	경영비 (원/10a)	소 득		소득율 (%)	
				(원/10a)	지 수		
밭	60×25cm	1,376	1,113,661	449,990	663,671	89	60
	70×20	983	974,957	433,444	541,513	73	56
	70×25	2,130	1,151,749	437,894	713,855	96	62
	70×30	2,418	1,184,596	438,736	745,860	100	63
	70×35	2,654	1,161,947	422,208	739,739	99	64
	70×40	2,664	1,089,728	410,633	679,094	91	62
	평 균	2,038	1,112,773	432,151	680,622		61
논2년차 (사질논)	60×25	1,288	1,133,620	482,835	650,785	87	57
	70×20	799	997,447	462,735	534,711	72	54
	70×25	1,909	1,121,511	472,991	648,521	87	58
	70×30	2,333	1,110,226	445,385	664,841	89	60
	70×35	2,498	1,094,390	432,438	661,952	89	60
	70×40	2,672	1,051,590	426,774	624,816	84	59
	평 균	1,916	1,084,797	453,860	630,938		58
논1년차 (사질논)	60×25	604	910,752	426,112	484,640	65	53
	70×20	730	931,304	445,045	486,259	65	52
	70×25	1,452	1,110,268	460,153	650,116	87	59
	70×30	2,058	1,139,984	428,395	711,590	95	62
	70×35	2,634	1,200,197	413,435	786,762	105	66
	70×40	2,816	1,168,845	412,493	756,353	101	65
	평 균	1,715	1,076,892	430,939	645,953		60

표 12. 논·밭토양의 재식거리 및 작휴방법별 소득분석(고휴)

구	분	수 량 (개/10a)	조수입 ¹⁾ (원/10a)	경영비 (원/10a)	소 득		소득율 (%)
					(원/10a)	지 수	
밭	60×25cm	1,143	1,153,404	482,130	671,275	104	58
	70×20	312	791,385	437,142	354,244	55	45
	70×25	1,436	939,241	439,115	500,126	78	53
	70×30	2,206	1,088,563	443,804	644,759	100	59
	70×35	2,549	1,118,966	434,219	684,748	106	61
	70×40	2,378	985,739	418,816	566,923	88	58
평 균		1,671	1,012,883	442,538	570,345		56
논2년차 (사질논)	60×25	1,301	1,176,702	485,234	691,469	107	59
	70×20	461	882,848	442,305	440,543	68	50
	70×25	1,477	959,153	441,073	518,080	80	54
	70×30	1,790	964,289	433,608	530,680	82	55
	70×35	2,146	1,017,744	423,131	594,614	92	58
	70×40	2,180	962,101	413,444	548,657	85	57
평 균		1,559	993,806	439,799	554,007		56
논1년차 (사질논)	60×25	486	945,053	433,247	511,807	79	54
	70×20	637	1,045,116	449,270	595,846	92	57
	70×25	1,788	1,122,959	433,122	689,837	107	61
	70×30	2,142	1,160,130	426,394	733,736	114	63
	70×35	2,611	1,245,248	420,938	824,310	128	66
	70×40	2,633	1,137,725	401,778	735,948	114	65
평 균		1,716	1,109,372	427,458	681,914		61

※ 1) : 이삭장 18cm 이상 - 가락시장 참옥수수 8kg 상품 평균가격 적용
그 외 - 가락시장 8kg 중품 평균가격 및 알곡가격 적용

<제2세부과제 : 논재배 활옥수수 생산성 향상을 위한 토양선발 및 경운방법 개발>

가. 시험 논토양의 특성

시험에 이용된 논토양 선정은 강원도 논토양의 구성비를 확인하여 [사질논 33,440> 미숙논 9,706> 습논 8,006> 보통논 5,545ha] 결정하였는데 습논에 대하여는 밭으로 전환하여도 옥수수 재배에 적합하지 않기에 제외하였다. 사질논, 미숙논, 보통논 시험포장에 대한 위치 및 분포는 옥수수연구소 주변 지역을 중심으로 확인한 결과 옥수수연구소(홍천군 두촌면 장남리 814) 인근의 토양은 대부분 사질논이었고, 미숙논은 화촌면 외삼포리에서, 보통논은 남면 시동리에서 경지정리된 논을 각각 연구포장으로 3년간 임차하여 활용하였다. 연구포장은 2011년도 첫해에 논 종류별로 20a(너비20m×길이100m)를 임차하여 너비10m×100m로 2등분하여 수분의 이동이 없도록 두둑을 설치한 후 윗논과 인접한 것은 논벼재배, 아랫논과 인접한 다른 하나는 밭전환 1년차를 수행하였고, 2012년도(2년차)에는 각각 윗논과 인접한 것은 밭전환 1년차, 아랫논과 인접한 다른 하나는 밭전환 2년차로, 2013년도(3년차)에는 각각 밭전환 2년차, 밭전환 3년차 연구포장으로 활용하였다.

밭전환 당해연도(1년차)에서 시험 전 논토양은 모든 논에서 인산이 적정범위 도달하지 못하였으며 밭토양은 도리어 과잉현상을 보였다. 하지만 이것을 제외하고는 보통논이 옥수수 재배에 가장 적합한 토양 이화학적성을 보여 주었다. 2012년 밭전환 2년차는 1년차보다 더 좋은 옥수수 재배조건에 적합한 상태를 보여 주었고 2013년의 밭전환 3년차는 2년차보다 더욱 옥수수 재배에 유리한 조건으로 토양의 이화학적성이 변화되었다.

표 13. 시험 전 논토양의 이화학적성(2011)

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Ca	Mg	K	P ₂ O ₅ (mg/kg)
				(cmolc/kg)			
적정범위	6.0~6.5	2.0 이하	20~30	5.0~6.0	1.5~2.5	0.45~0.55	150~250
사질논	5.7	0.1	20	3.5	0.7	0.16	66
보통논	6.5	0.3	26	7.5	1.6	0.65	67
미숙논	5.9	0.2	19	5.0	1.3	0.12	75
밭토양 ¹⁾	5.5	0.2	26	4.1	0.8	0.55	398

표 14. 시험 전 논토양의 이화학적성(2012)

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Ca	Mg	K	P ₂ O ₅ (mg/kg)	
				(cmolc/kg)				
적정범위	6.0~6.5	2.0 이하	20~30	5.0~6.0	1.5~2.5	0.45~0.55	150~250	
사질논	1년차	6.4	0.1	16	4.2	1.2	0.23	63
	2년차	6.4	0.1	12	4.0	1.1	0.37	113
보통논	1년차	7.6	0.3	28	7.4	2.2	0.86	107
	2년차	7.4	0.3	32	8.3	2.3	0.94	165
미숙논	1년차	6.3	0.3	18	5.4	1.7	0.17	36
	2년차	6.2	0.3	15	4.6	1.4	0.30	45
밭 ¹⁾	6.8	0.2	31	5.6	1.0	0.77	429	

※ 1) : 비교 대상의 밭토양

표 15. 시험 전 논토양의 이화학성(2013)

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Ca	Mg	K	P ₂ O ₅	
				(cmolc/kg)			(mg/kg)	
적정범위	6.0~6.5	2.0 이하	20~30	5.0~6.0	1.5~2.5	0.45~0.55	150~250	
사질논	2년차	6.1	0.1	17	5.2	1.1	0.20	70
	3년차	6.3	0.1	23	5.4	1.2	0.38	118
보통논	2년차	6.8	0.2	36	10.3	2.2	1.01	200
	3년차	6.9	0.1	31	8.9	2.1	0.79	116
미숙논	2년차	6.3	0.1	17	6.0	1.6	0.19	63
	3년차	6.6	0.2	21	6.3	1.5	0.28	137
밭 ¹⁾	5.4	0.1	30	4.6	0.9	0.87	347	

※ 1) : 비교 대상의 밭토양

토양분석은 강원도농업기술원 환경연구과(2011, 2013), 홍천군농업기술센터(2012)의 협조를 구하였고, 위와 같은 분석결과를 토대로 재배 전 토양별, 년차별 검정시비를 실시하여 옥수수 재배 토양조건에 적합하도록 검정시비 하였다. 보통논의 재배조건은 지속적으로 옥수수연구소에서 옥수수재배포장으로 활용한 밭 상태보다 우수하였는데 이는 농가가 자체 한우사육으로 발생하는 우분을 지속적으로 시용함으로써 전반적인 양분상태가 양호하게 관리된 결과라고 할수 있다. 토양의 물리성 검사는 2011년 연구수행 첫해에 조사한 결과, 일상적인 경운깊이는 사질논과 미숙논은 12~13cm 정도였으나 보통논은 24cm정도를 보임으로서 농가별 논의 재배조건이나 보유 경운장비 차이로 논토양의 양분 및 경운깊이에서 이미 상당한 차이가 존재했음을 확인할 수 있었다.

표 16. 논 토양별 물리성(2011)

논토양	구분	표토층 (cm)	용적밀도 (Mg/m ³)	공극률 (%)	삼상(%)			중량수분 함량(%)	야마나카 경도(mm)
					고상	액상	기상		
사질논	표토	13.0	1.41	46.7	53.3	33.8	12.9	24.1	21.5
	심토		1.60	39.5	60.5	28.4	11.1	17.7	24.5
미숙논	표토	12.5	1.34	49.6	50.4	32.4	17.2	24.3	20.0
	심토		1.54	41.8	58.2	31.3	10.5	20.3	21.0
보통논	표토	24.0	1.30	51.0	49.0	42.0	9.0	32.3	19.0
	심토		1.60	39.8	60.2	36.6	3.2	23.0	20.0

나. 기상 현황 및 피해 양상

연구기간 옥수수 재배시기 홍천지역 강수량은 평년대비 진폭이 심하였는데 2011년에는 약 556mm이 더 많았는데 파종 직전(4.19)과 6월 하순부터 7월 중순까지 다발적으로 지속적인 강우가 여러 번 내렸다. 따라서 직파가 어려워 육묘 후 정식하였고 옥수수의 외부적인 생육상태는 큰 차이 없어 보였지만 시험구의 수량은 이삭이 없는 개체가 다수 발생하여 평년보다 낮았다.

표 17. 기상 현황(4.15~7.31, 홍천)

구분	2011년도	평년대비	2012년도	평년대비	2013년도	평년대비	평년
강수량(mm)	1246	+556	459	△231	852	+162	690
일조시수 (시간)	521 4.8시간/일	-182	764 7.1시간/일	61	682 6.3시간/일	-21	703 6.5시간/일
평균기온(°C)	19.7	+0.5	20.9	+1.7	20.7	+1.8	19.2



그림 9. 평년대비 시험기간 연도별 강수량 비교

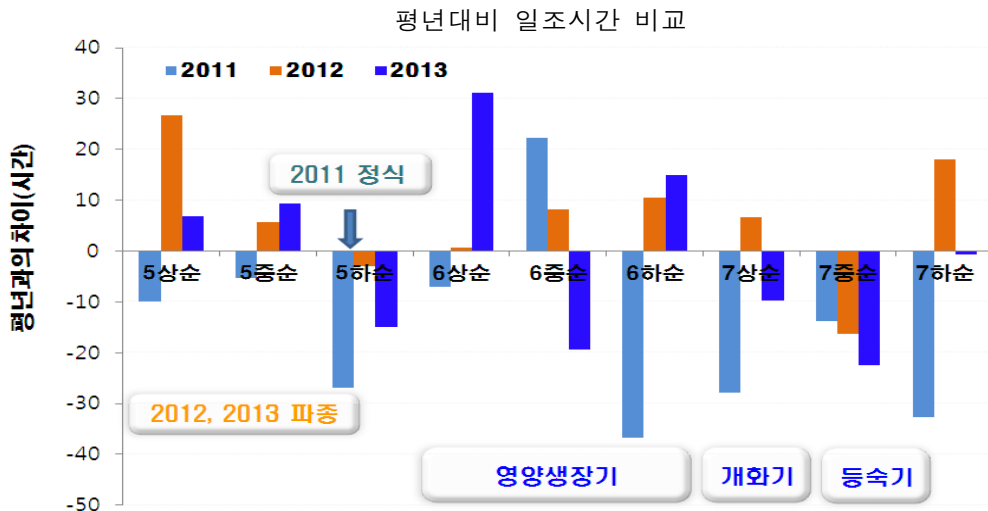


그림 10. 평년대비 시험기간 연도별 일조시수 비교

2012년에는 평년대비 약 231mm가 적었는데 전 생육기간 동안 골고루 적게 내려 밭 전환된 논에서의 옥수수 생육 및 수량은 수직배수 정도에 따라 차이가 많이 발생하였으며 대조구인 밭에서는 수분 부족현상으로 수량에 영향을 많이 주었다. 2013년에는 평년대비 약 162mm 더 많은 강우가 내렸지만 옥수수 수정후 등숙기인 7월 중순에 집중되어 결과적으로 이삭의 착립율이 낮거나 착립이 불량한 형태로 피해가 발생하여 상품성이 상당히 저조하였다.

다. 논토양별 지하수위

연구포장의 지하수위는 논토양 종류별로 상당한 차이를 보였는데 사질논 포장의 지하수위는 어떠한 강수조건에서도 지하수위를 측정할 수 없을 정도로 낮아 수직배수가 너무 양호하였으며, 보통논의 경우는 강수량이 상당히 많았던 2011년에도 지표면에 남아있는 강우가 없었으며, 미숙논의 경우에는 '11년, '13년에는 화분비산기 및 등숙기 대부분의 기간에 지하수위가 지표까지 포화되었고, '12년의 경우는 극심한 가뭄으로 인하여 지하수위가 측정되지 않았다. 이것으로 논토양별 수직배수의 정도는 사질논 > 보통논 > 미숙논 순으로 작아지는 경향이 뚜렷하였다.

라. 논토양별 옥수수 생육 및 수량

(1) 연차별 옥수수 생육 및 수량

(가) 2011년도(발전환 1년차)

발전환 1년차 생육 및 수량은 보통논에서 가장 우수하게 평가되었는데 재배기간 강수량이 평년보다 상당히 많았던 기상여건에서도, 토양산도, 유기물함량, 표토깊이, 표토깊이 등 대부분의 조사항목에서 사질논이나 미숙논보다 우수한 재배조건을 가졌던 가지고 있었던 것이 주요한 원인인 것으로 판단된다. 다만 밭재배 작물의 직접 이용에 필요한 산화인산의 함량이 낮은 것은 당해년도 시비처방으로 조건이 개선되었다고 판단되며 발전환 1년차에서 밭재배 조건보다도 우수하여 생육 및 수량, 상품성 이삭수(18cm이상 기준), 소득에서 높게 평가되었다. 보통논의 발전환 1년차의 수량성은 밭재배보다 상품성 이삭수량은 29% 증수하였고, 따라서 농가 소득은 발전환을 위한 관련 비용을 감하더라도 약 13% 소득이 증가되었다. 직파 예정시기였던 4월 중순에 많은 강우로 직파는 어려워 육묘 후 정식하였고 경운깊이에 대한 처리는 할 수 없었지만 논토양 종류별로 양분 효율 등 특성과 논으로 이용하는 기간 동안 재배관리에서 상당한 차이가 존재하여 논종류별 큰 차이를 유발하였다. 실제로 보통논의 농가는 우분퇴비를 매년 지속적으로 시용하고 20cm 정도의 경운깊이를 유지하여 발전환 1년차에서도 입단형성이 우량하는 등 밭재배 조건이 가장 우수하였고, 사질논의 경우는 양분유지력이 떨어지고 또한 장기입대 재배로 인한 관리 부족으로 이화학적 특성이 가장 불량하였다.

표 18. 논 종류별 수확시기의 수량

논종류	경운깊이 (cm)	이삭장 (cm)	착립률 (%)	이삭경 (cm)	이삭중 (g/개)	백립중 (g)	이삭수 (개/10a)	푹이삭중 (kg/10a)
사질논	30	17.1	80	4.0	143	29.7	4,603	657
보통논	25	17.9	83	3.9	148	29.0	4,762	705
미숙논	20	17.6	68	4.1	143	31.7	4,226	605

표 19. 논 종류별 이삭 상품성 수량

논종류	경운 깊이 (cm)	이삭수(개/10a)			계	상품율 ¹⁾ (%)	상품성 이삭수량 ¹⁾	
		상품수량 (18cm이상)	중품수량 (18cm미만~ 16.2cm이상)	하품수량 (16.2cm미만~ 14.6cm이상)			(개/10a)	지 수
사질논	30	1,468	2,063	813	4,344	34	1,468	62
보통논	25	3,035	1,488	0	4,522	67	3,035	129
미숙논	20	2,023	1,428	357	3,808	53	2,023	86
발포장 ²⁾	-	2,358		2,377	4,735	50	2,358	100

※ 1) : 이삭장 18cm이상
 2) : 동일날짜 직파 발포장 수량 기준

표 20. 논 종류별 소득 효과

논종류	발전환 연차	이삭수 수량(개/10a) ¹⁾			조수입 (원/10a)	경영비 ²⁾	소득	
		상품수량 (18cm이상)	중품수량 (18cm미만~ 16.2cm이상)	하품수량 (16.2cm미만~ 14.6cm이상)			(원/10a)	지 수
사질논	1년차	1,468	2,063	813	1,291,883	58,4867	707,017	61
보통논	1년차	3,035	1,488	0	1,892,072	58,4867	1,307,205	113
미숙논	1년차	2,023	1,428	357	1,384,930	58,4867	800,063	69
발		2,358	1,623	754	1,607,173	45,2924	1,154,249	100

※ 1) : 가락시장 찰옥수수 8kg 평균가격, 찰옥수수 건조알곡 가격 적용
 상품(30개) : 14,692원, 490원/개, 중품(40개) : 10,917원, 273원/개
 하품은 건조 후 알곡수매 2,500원/kg, 이삭당 50g 생산
 2) : 비용적 요소 추가 : 경운 및 로터리 추가 1회 비용 62,263원
 배수로 작업 남자 8시간*8,710원/시간 = 69,680원

(나) 2012년도(발전환 2년차, 1년차)

2012년도에는 발전환 1년차, 2년차가 동시에 논 종류별로 평가되었는데 7월 중순의 일부 기간만 제외하고 전 재배기간 동안 평년보다 강우가 적어 건조한 기후가 지속되었으며 특히 옥수수 등숙기인 7월 하순에 강우가 많이 부족한 상황이었다. 파종기의 적은 강우는 직파에 전혀 문제가 없었으며 직파 후에도 적절한 강우로 발아 및 입모 상태도 모든 처리에서 양호하였다. 증기까지의 생육은 발전환 상황임에도 생육은 발재배보다 떨어지지 않았고 도리어 높은 경향이 뚜렷하였다. 초장, 분얼수, 간경, 엽수, 엽장 등 모든 형질에서 확인할 수 있듯이 발전환 1년차보다는 2년차가 논 종류에 상관없이 우량하였고 출사기까지 영양생장 형질들과 관련된 결과는 이것이 반영되어 2년차가 1년차보다 출사기가 4~5일씩 빨랐으며 간장, 간경, 부위별 건조무게 등의 모든 조사항목에서 우수하였다. 보통논과 미숙논에서 최종적인 수량성은 2년차가 1년차보다 8~9% 증수하는 결과로 나타났다. 하지만 사질논과 발재배의 경우는 재배조건이 불리한 영양적 특성이 있더라도

지속적인 건조조건과 한창 등숙기인 7월 하순에 평년대비 150mm 적은 강수 요인에 가중되어 발조건이 더욱 근접한 2년차가 1년차보다 건조피해가 극심해서 결과적으로 낮은 수량을 보인 것으로 판단된다.

표 21. 논 종류별 발전환 연차별 풋이삭 수량

논종류	발전환 연차	경운깊이 (cm)	이삭장 (cm)	착립률 (%)	이삭경 (cm)	이삭중 (g/개)	이삭수 (개/10a)	풋이삭중 (kg/10a)
사질논	1년차	평균	18.4	84	4.2	171	4,630	793
	2년차	평균	17.9	82	4.2	170	4,154	705
		평균	18.2	83	4.2	171	4,392	749
보통논	1년차	평균	19.9	89	4.2	197	4,709	928
	2년차	평균	19.5	94	4.3	214	4,736	1,011
		평균	19.7	92	4.3	205	4,722	970
미숙논	1년차	평균	20.3	91	4.3	214	4,736	1,015
	2년차	평균	19.5	95	4.5	231	4,736	1,093
		평균	19.9	93	4.4	223	4,736	1,054
밭 ¹⁾	-	-	17.5	78	3.7	153	4,661	705

표 22. 논 종류별 이삭 상품성 수량

논종류	발전환 연차	경운 깊이 (cm)	이삭수(개/10a)				상품율 ¹⁾ (%)	상품성 이삭수량 ¹⁾	
			상품수량 (18cm이상)	중품수량 (18cm미만~16.2cm이상)	하품수량 (16.2cm미만~14.6cm이상)	계		(개/10a)	지수
사질논	1년차	평균	2,169	952	1,376	4,497	49	2,169	81
	2년차	평균	1,561	926	1,508	3,995	39	1,561	59
		평균	1,865	939	1,442	4,246	44	1,865	70
보통논	1년차	평균	3,942	106	635	4,683	84	3,942	148
	2년차	평균	4,339	291	106	4,736	92	4,339	163
		평균	4,140	198	370	4,709	88	4,140	155
미숙논	1년차	평균	4,339	132	238	4,709	92	4,339	163
	2년차	평균	4,259	370	132	4,762	89	4,259	160
		평균	4,299	251	185	4,736	91	4,299	161
밭 ²⁾	-	-	2,666	510	1,485	4,662	57	2,666	100

※ 1) : 이삭장 18cm이상, 이삭착립률이 80%이하인 이삭은 하품으로 분류

2) : 동일날짜 직파 밭포장 수량 기준

표 23. 논 종류별 소득분석

논종류	발전환 연차	경운 깊이 (cm)	이삭수 수량(개/10a) ¹⁾			조수입 (원/10a)	경영비 ²⁾	소득		소득율 (%)
			상품수량 (18cm이상)	중품수량 (18cm미만~ 16.2cm이상)	하품수량 (16.2cm미만~ 14.6cm이상)			(원/10a)	지수	
사질논	1년차	평균	2,169	952	1,376	994,003	589,118	404,886	66	40.7
	2년차	평균	1,561	926	1,508	823,366	589,118	234,248	38	28.5
		평균	1,865	939	1,442	908,685	589,118	319,567	52	35.2
보통논	1년차	평균	3,942	106	635	1,280,093	589,118	690,975	112	54.0
	2년차	평균	4,339	291	106	1,366,305	589,118	777,188	126	56.9
		평균	4,140	198	370	1,323,199	608,834	714,365	116	54.0
미숙논	1년차	평균	4,339	132	238	1,354,216	589,118	765,099	124	56.5
	2년차	평균	4,259	370	132	1,360,133	589,118	771,015	125	56.7
		평균	4,299	251	185	1,357,175	608,834	748,340	121	55.1
밭포장 ³⁾	-		2,666	510	1,485	1,077,225	459,120	618,105	100	57.4

- ※ 1) : 가락시장 찰옥수수 8kg 평균가격, 찰옥수수 건조알곡 가격 적용
 상품(30개) : 8993원, 300원/개, 중품(40개) : 7213원, 180원/개
 하품은 건조 후 알곡수매 2,500원/kg, 이삭당 50g 생산
- 2) : 비용적 요소 추가 : 경운 및 로터리 추가 횟수 20cm 0회, 30cm 1회, 40cm 2회
 배수로 작업 남자 5시간*8,856원/시간 = 44,280원
- 3) : 동일날짜 직파 밭포장 수량 기준

발전환 연차에 관계없이 논 종류별 평균 상품이삭수(18cm이상 이삭)는 밭재배 상품이삭수보다 미숙논 160%, 보통논 155% 높았고 반면에 사질논은 70%로 낮았다. 그 결과 소득은 보통논 발전환 2년차, 미숙논 발전환 2년차가 각각 78만원, 77만원으로 밭포장의 62만원보다 25~26% 더 높았다. 결과적으로 옥수수 생육기간 동안 전체 기간 동안 강수량이 일정하게 적어 밭포장과 수직배수가 잘되는 사질논의 밭재배는 가뭄 현상이 동반되어 불리하였으나 상대적으로 가뭄 피해가 적었던 나머지 논 종류의 발전환 옥수수재배는 평년의 재배조건보다 유리하여 농가소득이 높은 결과로 나타났다.



[1년차] 사질논 [2년차]

[1년차] 보통논 [2년차]

[1년차] 미숙논 [2년차]

그림 11. 논 종류별 발전환 1, 2년차 중간 생육상황

(다) 2013년도(발전환 3년차, 2년차)

2013년도는 논 종류별 발전환 2년차, 3년차로 시험되었는데 강수량은 전체 재배기간으로 보면 평년보다 다소 많은 강우로 기록되었지만, 화분비산기와 이삭비대기인 7월 상순, 중순에 강우가 집중되어 이삭의 상품성과 등숙이 불량하여 결과적으로 상품이삭수가 저조한 실정이다. 특히 강원 홍천, 원주 등의 강원중부 내륙지역은 7월 상순, 중순의 지속적인 연속강우로 일조시간이 대단히 부족하였고 꽃가루의 수정능력도 떨어져 이삭의 길이는 충분히 확보하였으나 이삭의 착립율이 상당히 낮거나 이삭의 착립열이 고르지 않거나 빠져 상품성이 대단히 낮았다.

표 24. 논 종류별 발전환 연차별 풋이삭 수량

논종류	발전환 연차	경운깊이 (cm)	이삭장 (cm)	착립률 (%)	이삭경 (cm)	이삭중 (g/개)	이삭수 (개/10a)	풋이삭중 (kg/10a)
사질논 (4.22직)	2년차	평균	18.1	77	4.1	162	4,471	726
	3년차	평균	17.4	81	4.0	159	3,677	578
		평균	17.8	79	4.1	171	4,074	652
보통논 (4.23직)	2년차	평균	17.0	83	4.0	154	3,995	614
	3년차	평균	17.2	76	4.0	157	4,180	659
		평균	17.1	80	4.0	156	4,087	637
미숙논 (4.23육, 5.14정)	2년차	평균	17.2	76	3.9	137	2,698	370
	3년차	평균	15.3	82	3.7	126	2,778	353
		평균	16.2	79	3.8	131	2,738	361
밭포장(4.22직파)	-	-	18.2	79	4.1	138	3,512	655

표 25. 논 종류별 발전환 연차별 이삭 상품성 수량

논종류	발전환 연차	경운깊이 (cm)	이삭수(개/10a)			상품율 ¹⁾ (%)	상품성 이삭수량 ¹⁾		
			상품수량 (18cm이상)	중품수량 (18cm미만~16.2cm이상)	하품수량 (16.2cm미만~14.6cm이상)		계	(개/10a)	발대비수
사질논 (4.22직)	2년차	평균	873	2,407	1,191	4,471	73.4	3,280	120
	3년차	평균	1,058	1,270	1,349	3,677	63.3	2,328	85
		평균	966	1,839	1,270	4,074	68.8	2,804	-
보통논 (4.23직)	2년차	평균	952	1,349	1,693	3,995	57.6	2,302	84
	3년차	평균	820	1,085	2,275	4,180	45.6	1,905	70
		평균	886	1,217	1,984	4,087	51.5	2,103	-
미숙논 (4.23육, 5.14정)	2년차	평균	238	1,270	1,191	2,698	55.9	1,508	55
	3년차	평균	159	608	2,011	2,778	27.6	767	28
		평균	198	939	1,601	2,738	41.5	1,138	-
밭포장(4.22직파) ²⁾	-	-	833	1905	774	3,512	78.0	2,666	100

※ 1) : 상품율은 상품(18cm이상)과 중품((18cm미만~16.2cm이상)을 합한 것으로 기상에 의한 작황불량으로 평년에 비하여 상대적으로 상품이 적었고 중품의 가격이 높아서 상품성이 있는 것으로 판단하여 포함시킴.

표 26. 논 종류별 발전환 연차별 소득분석

논종류	발전환 연차	경운 깊이 (cm)	이삭수 수량(개/10a) ¹⁾			조수입 (원/10a)	경영비 ²⁾	소득		소득율 (%)
			상품수량 (18cm이상)	중품수량 (18cm미만~16.2cm이상)	하품수량 (16.2cm미만~14.6cm이상)			(원/10a)	지수	
사질논 (4.22직)	2년차	평균	873	2,407	1,191	1,369,073	667,710	701,363	197	51
	3년차	평균	1,058	1,270	1,349	1,123,322	667,710	455,612	128	41
		평균	966	1,839	1,270	1,246,198	667,710	578,488	162	-
보통논 (4.23직)	2년차	평균	952	1,349	1,693	1,136,502	667,710	468,792	131	41
	3년차	평균	820	1,085	2,275	1,056,252	667,710	388,541	109	37
		평균	886	1,217	1,984	1,096,377	667,710	428,667	120	-
미숙논 (4.23옥, 5.14정)	2년차	평균	238	1,270	1,191	676,744	667,710	9,034	3	1
	3년차	평균	159	608	2,011	527,524	667,710	-140,186	-39	-27
		평균	198	939	1,601	602,134	667,710	-65,576	-18	-
밭포장(4.22직파)	-	-	238	2,143	1,191	954,521	598,001	356,520	100	37

※ 1) : 가락시장 찰옥수수 8kg 평균가격, 찰옥수수 건조알곡 가격 적용
 상품(30개) : 15,610원, 520원/개, 중품(40개) : 12,727원, 318원/개
 하품은 건조 후 알곡수매 2,500원/kg, 이삭당 50g 생산
 2) : 비용적 요소 추가 - 경운 및 로터리 추가 횟수 20cm 0회, 30cm 1회, 40cm 2회
 배수로 작업 남자 8시간*9,587.3원/시간 = 76,699원

생육은 영양생장기인 생육중기까지는 발전환 연차간에 상관없이 비슷한 경향이고 보통논이 다소 생육이 좋은 것으로 조사되었으나 수확기 생육 및 수량은 사질논에서 성적이 가장 좋았는데 이것은 상품의 이삭이 많았기 보다는 다른 종류보다 중품이삭수가 하품이삭보다 다소 많아 상품화율이 높아 소득이 더 높았다고 판단된다.

모든 종류의 논토양에서 발전환 2년차가 3년차보다 우수한 성적을 보인 것은 발전환 2년차와 3년차간에는 수량 차이를 확인할 수 있는 토양조건 변화가 없는 것으로 판단된다. 미숙논은 상품성 수량이 너무 낮아 소득이 전혀 발생하지 않았다.

마. 경운깊이별 옥수수 생육 및 수량

발전환 1년차인 2011년도는 4월 9일 많은 강우와 파종 전 지속되는 강우로 모든 논포장에서 직파를 수행할 수 없었고 그래도 수직배수가 잘되는 사질논에서만 경운깊이 처리를 수행할 수 있었다. 따라서 발전환 1년차에서는 사질논의 성적만으로 비교하고자 한다. 사질논에서 경운 깊이가 클수록 생육은 대부분의 형질에서 우량하였지만 출사기는 비슷하였다. 최종적인 이삭 수량은 40cm깊이 경운에서 가장 좋았고, 특히 상품화이삭비율이 가장 높아 20cm 경운깊이 대비 조수익은 515천원, 소득은 453천원이 더 높았다. 깊은 경운은 작토층의 두텁게하는 역할도 하지만 발전환 재배에서 높은 두둑을 만드는 유리한 점이 있다. 따라서 뿌리의 침수피해를 줄일수 있는 특성이 있고 2011년의 많은 강우에서도 유리한 요인으로 작용했을 것으로 판단할 수 있다.

발전환 1년차와 발전환 2년차가 동시에 시험된 2012년은 2011년과 달리 전 생육기간 동안 평년보다 강수가 적어 누적되어 오다가 7월 하순에 극심한 가뭄으로 배수성이 좋은 사질논은 수량감소가 많았을 것으로, 도리어 배수성이 가장 불량한 미숙논은 적은 강우에도 손실이 적어 높은 수량성과 상품화율을 보였다. 보통논은 토양의 토심 및 유기물 함량도 높아 건조해를 미미하게 받은 것으로 판단되며 연차의 효과가 뚜렷하여 발전환 2년차가 1년차보다 유리하였다. 경운깊이 처리는 어떤 논 종류나 발전환 연차별에 따른 차이를 확인할 수 없었다. 즉 강우가 평년보다 너무 적은 이유로 경운깊이의 효과가 발생하지 않았다고 판단된다. 하지만 20cm 경운깊이 처리의 소득이 대부분의 논종류 발전환 연차에서 높게 나타난 것은 깊게 경운함에 따라 추가적인 비용이 발생하여 결과적으로 소득이 줄어서 발생한 것이다. 적은 강우로 인하여 사질논에서 수량은 상당히 낮았고 1년차가 2년차보다 수량이 다소 높았던 이유는 건조 조건에서 논재배시 형성된 작토층이 적게 파괴되어 2년차보다 배수가 다소 어려워 수분 보유능력이 더 좋았기 때문으로 판단된다.

발전환 3년차와 2년차의 처리가 동시에 수행된 2013년은 7월 상순과 중순의 일조부족으로 이삭 착립불량 현상이 두드러져 평년이 90% 이상의 착립률(착립이삭장/이삭장*100, %)로 양호한 반면 2013년은 80%이하의 상당히 낮은 착립률로 상품성이 대단히 낮아 기상의 영향이 너무 커서 경운깊이 처리 효과를 확인하기 어려웠다. 다만 보통논의 경우는 2년차, 3년차 모두에서 경운깊이가 클수록 다소 수량이 증대하는 경향을 보였지만 추가적인 확인이 필요할 것으로 판단된다.

<제3세부과제 : 쌀옥수수 논재배 농가실증시험>

2년간의 발전환 시험으로부터 2013년 발전환 1년차가 가능한 사질논 2농가에서 실증 시험한 결과는 우분퇴비 시용으로 비옥도가 높았던 농가1의 경우 밭보다도 수량과 소득이 높아 발전환 1년차라도 좋은 결과를 도출할 수 있음을 확인하였다.

표 27. 실증시험 농가별 수확시기 생육 (1년차)

실증농가	출사기 (월일)	간장 (cm)	착수고율 (%)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (매)	간경 (mm)
농가1	7/3	215	46	80	10.0	17.5	18.2
농가2	7/8	195	52	81	9.3	16.8	16.4
밭포장	7/5	202	51	86	9.2	18.1	16.3

표 28. 실증시험 농가별 수확시기의 수량 (1년차)

실증농가	이삭장 (cm)	착립률 (%)	이삭경 (cm)	이삭중 (g/개)	이삭수 (개/10a)	풋이삭중 (kg/10a)
농가1	20.1	80	4.3	194	3,968	772
농가2	17.8	70	3.7	125	2,064	255
밭포장	18.2	79	4.1	138	3,512	655

표 29. 실증시험 농가별 이삭 상품성 수량 (발전환 1년차)

실증농가	이삭수(개/10a)				상품율 ¹⁾ (%)	상품성 이삭수량 ¹⁾	
	상품수량 (이삭장 18cm이상)	중품수량 (18cm미만~ 16.2cm이상)	하품수량 (16.2cm미만~ 14.6cm이상)	계		(개/10a)	지 수
농가1	1,825	1,984	159	3,968	96	3,810	129
농가2	1,191	1,428	357	2,064	85	1,746	86
발포장	883	1,905	774	3,512	78	2,738	100

※ 1) : 이삭장 18cm이상

표 30. 실증시험 농가별 이삭 상품성 및 소득 (발전환 1년차)

실증농가	이삭수 수량(개/10a) ¹⁾				조수입 (원/10a)	경영비 ²⁾	소득	
	상품수량 (이삭장 18cm이상)	중품수량 (18cm미만~ 16.2cm이상)	하품수량 (16.2cm미만~ 14.6cm이상)	계			(원/10a)	지 수
농가1	1,825	1,984	159	1,600,988	671,379	929,609	215	
농가2	1,191	1,428	357	835,908	671,379	164,529	38	
발포장 ³⁾	883	1,905	774	954,521	521,313	433,208	100	

※ 1) : 가락시장 찰옥수수 8kg 평균가격, 찰옥수수 건조알곡 가격 적용
 상품(30개) : 15,610원, 520원/개, 중품(40개) : 12,727원, 318원/개
 하품은 건조 후 알곡수매 2,500원/kg, 이삭당 50g 생산

2) : 비용적 요소 추가 : 경운 및 로터리 추가 횟수 1회 73,378원
 배수로 작업 남자 8시간*9,586원/시간 = 76,688원

4. 적 요

<제1세부과제 : 찰옥수수 논 적응 품종선발 및 재배기술 개발>

(시험 1) 찰옥수수 논 적응 우량 품종 선발

- 가. 찰옥수수 6품종(미백2호, 미흑찰, 흑점2호, 일미찰, 대학찰, 장원찰) 평균 수량은 발재배 (2,341개/10a) 대비 논 발전환 2년차 106%, 1년차 71% 수준이었음
- 나. 수량 및 소득을 분석한 결과 논 발전환 1년차는 미백2호가 가장 양호하였고, 발재배 수량(2,634개/10a), 소득(831천원/10a) 대비 각각 81%(2,127개/10a), 85%(709천원/10a) 수준이었음. 논 발전환 2년차는 발재배와 대차 없었음

(시험 2) 찰옥수수 논 재배 적정 재식밀도

- 가. 재식밀도 : 찰옥수수 미백2호 평휴재배 시 논 발 전환 2년차는 4,700주/10a(70×30cm), 1년차는 4,000주/10a(70×35cm)가 가장 양호하고, 고희재배 시에는 논 발 전환 2·1년차 모두 4,000주/10a(70×35cm)가 가장 양호함
- 나. 작휴방법 : 찰옥수수 미백2호 논 발전환 2·1년차 모두 재식거리 6처리 (60×25, 70×20, 25, 30, 35, 40cm) 평균 수량은 평휴(1,816개/10a)가 고희재배(1,638개) 대비 11% 증수함

<제2세부과제 : 논 재배 찰옥수수 생산성 향상을 위한 토양선발 및 경운방법 개발>

- 가. 축분 퇴비를 지속 사용하여 비옥도가 좋았던 보통논은 전환 당년에도 밭보다 수량 및 소득이 높았고, 전환 연차가 2, 3년으로 경과하면서도 수량이 높아 기상의 변이가 대단히 많았음에도 안정적인.
- 나. 사질논은 가뭄에 의한 피해가 있을 정도로 수직배수가 양호하여 밭전환 2년, 3년차에는 밭과 비슷한 수준의 수량성을 보였다.
- 다. 경운깊이 처리는 논토양의 종류에 상관없이 기상 조건인 강우량의 많고 적음에 의한 환경의 영향으로 경운깊이 처리간 차이를 확인(도출)할 수 없었음.

<제3세부과제 : 찰옥수수 논 재배 농가실증시험>

- 가. 밭전환 1년차 사질논에서 농가의 자율 육묘 재배로 토양비옥도가 높은 농가는 밭재배보다 높은 수량성을 보여 소득도 높았음.

5. 인용문헌

장은하, 박기진, 고병대, 박종열, 류시환, 방순배. 2012. 찰옥수수 논재배시 품종별 생육 및 수량특성. 한국작물학회 2012년 추계학술발표대회 논문집. p. 70.

서종호, 백성범, 권영업, 김충국, 정광호, 정건호, 이재은, 손범영, 김시주. 2012. 밭전환 논에서 심토파쇄에 따른 사료용옥수수의 수량성 변화. 한국작물학회.

Seo, J. H. and S. D. Kim. 2005. Changes of soil nitrogen supply and production of upland forage crops by cattle manure during conversion from paddy to upland condition in paddy field. Korean J. Crop. Sci. 50(6):387-393.

Kim, L. Y., I. S. Jo, K. T. Um, and H. S. Min. 1991. Changes of soil characteristics and crop productivity by the paddy-upland rotation system. 1. Changes of soil physical properties. Res. Rept. RDA(S&F) 32(2):1-7.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2012(2년)	영농활용	중·북부지방 찰옥수수 논 재배 적정 품종(중앙)
2013(3년)	영농활용	찰옥수수 “미백2호” 논 재배 적정 토양 유형(자체)
		보통논에서 찰옥수수 “미백2호” 재배시 소득 증대 효과(자체)
		중·북부지방 찰옥수수 “미백2호” 사질논 재배시 적정 재식거리(중앙)

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'11	'12	'13
과제책임자	옥수수연구소	농업연구관	박기진	과제 총괄	○	○	○
1세부책임자	〃	농업연구사	장은하	주관수행	○	○	○
2세부책임자	〃	농업연구관	박기진	〃	○	○	○
3세부책임자	〃	농업연구사	박종열	〃	○	○	○
공동연구자	〃	〃	류시환	조사업무지원	○	○	○
〃	작물연구과	〃	고병대	〃	○	○	-
〃	옥수수연구소	〃	서영호	〃	-	-	○
〃	원예연구과	농업연구관	방순배	시험연구검토	○	○	-
〃	옥수수연구소	〃	김경희	〃	-	-	○