

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	연구실	책임자
친환경 토양 및 시비관리 연구		농업환경	'16~'19	농업기술원 환경농업연구과	박중수
농업 비점오염 경감기술 현장적용 연구		농업환경	'17~'18	농업기술원 환경농업연구과	박중수
색인용어	비점오염원, 벼, 시비방법				

ABSTRACT

This study was conducted for 2 years from 2017 to investigate effectiveness of farmers field application during rice cultivation according to reduce non-point pollutants methods. Precipitation from May 21 to October 20 in 2017 and 2018 during the rice cultivation was 924mm and 862mm, respectively, which was 155% and 138% more compared to the normal years of 596mm. Total nitrogen of surface water in the rice paddy field was 32% less in the plot of SAFST(single application fertilizer applied at seedling trays), compared with conventional practice. In addition, Total phosphorous of surface water in the rice paddy field was 48% less in the plot of SAFST, compared with conventional practice. Rice sheath blight disease in the rice paddy field at 115 days after transplanting was degree 2 less in the plot of SAFST, compared with conventional practice of degree 4~5. The rice yield in the field of conventional practice was 485kg/10a and it was increased by 7% at SAFST plot. As a result, the treatment of SAFST, which reduced total nitrogen by 32%, total phosphorous by 48% without yield reduction compared with conventional practice, was the most effective to reduce non-point pollutants in rice cultivation.

Key words : Non-point source pollutants, Paddy rice, Fertilizer application methods

1. 연구목표

최근 지구온난화에 따른 기온 상승과 각종 수질오염원의 수계유입으로 인해 하천수 조류 발생이 증가하고 있다. 수질오염을 유발하는 오염원은 크게 점오염원과 비점오염원으로 구분된다(Lee and Bae, 2002). 점오염원은 오염물질이 특정한 지점 또는 비교적 좁은 지역에서 발생하는 것으로 생활하수, 산업폐수, 축산폐수 등이 있고 이러한 오폐수는 배수종말처리

장에서 수질을 정화하여 하천수로 배출시키고 있다. 이에 반해 비점오염원은 ‘도시, 도로, 농지, 산지, 공사장 등 불특정 장소에서 불특정하게 수질오염물질을 배출하는 배출원’으로 발생 특성상 배수종말처리장을 거치지 않고 하천수로 바로 유입되고 있다.

비점오염원 중 인(P)의 발생요인은 농경지를 포함한 토지계가 56%, 축산 31%, 생활하수 13% 등으로 보고되고 있어(환경부, 2013), 농경지에서도 비점오염원 발생 경감을 위한 기술 개발이 필요한 실정이다. 우리나라 농업지역의 주요 비점오염 유발원은 작물재배를 위해 사용하는 가축분뇨 퇴액비, 비료 등이며, 농경지에서 농업활동에 의한 비점오염 기여율은 5~10%로 추정되고 있다(김 등, 2013). 2013년 6월부터 ‘한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률’로 할당부하량 초과시 신규허가 제한을 골자로 하는 한강수계(26개 시군) 수질오염총량관리제가 시행되고 있다. 정부에서는 지금까지 배수로, 사면안정공법 등의 구조적인 비점오염 저감을 위해 받기반정비사업을 우선적으로 시행해 왔기 때문에 시비방법 개선 등과 같은 농업에 적용이 용이한 비구조적인 저감방안들에 대한 저감효과 구명은 매우 미흡한 실정이다.

농경지 중 논은 평지로 강우시 물 저장에 따른 홍수조절 효과가 있고 경사지인 밭에 비해 상대적으로 토양유실량이 적어 비점오염 발생량도 적을 것으로 추정되며, 벼는 대면적으로 재배되고 있으므로 벼 시비방법에 따른 비점오염 경감기술의 현장적용이 비교적 용이한 장점이 있다. 또한 지속가능한 농업생산기반 보전을 위해서는 쌀 수량성은 유지하면서 비점오염 부하를 최소화할 수 있는 벼 논 발생 비점오염 유출특성 구명과 농가 현장의 경감기술 확대 보급은 시급한 실정이다.

따라서, 본 연구는 벼 재배시 비점오염 경감기술 보급 확대를 위한 경감기술의 농가 현장 적용 효과를 구명코자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구는 논 비점오염 경감기술 현장적용을 위해 경기도 안성시 공도읍에 위치한 안성천 인근 농가답에서 추청벼를 시험품종으로 하여 2017년부터 2018년까지 2년간 수행하였다. 처리내용은 비점오염 경감기술 적용으로 용출제어형 완효성 파종상 1회시비 비료(롱스타), 경감기술 비적용으로는 농가 관행시비로 하여 처리하였으며 각 처리별로 3필지씩 선정하였다. 시험전 논토양 토양화학성은 표 1과 같이 파종상 시비구는 pH 5.5~5.7, 유기물과 유효규산함량은 보통논 수준이었고, 관행시비구는 pH가 파종상 시비구에 비해 다소 높은 6.0~6.5이었으나, 유기물과 유효인산, 유효규산함량은 보통논 수준이었다. 농가 시비방법은 표 2와 같이 파종상 시비구는 벼 육묘를 위한 볍씨 육묘상자 파종시 10a당 파종상 비료 15kg(질소-인산-칼리=4.5-0.9-0.9kg/10a)를 27상자에 전량 균등시비하였으며, 관행시비구는 안성 지역 농협에서 공급하는 맞춤형 복합비료를 이용하였는데 기비는 ‘맞춤 16호’, 수비는 ‘맞춤

30호'로 분시하였고 총시비량은 질소-인산-칼리=10-3.0-5.2kg/10a 이었다. 벼는 25~30일간 부직포육묘법으로 논에서 육묘 후 5월 20일에 재식밀도 30×14cm로 하여 각 농가별로 이양하였다.

토양화학성 분석은 농촌진흥청 종합검정실 분석 매뉴얼(RDA, 2013)에 준하여 pH는 초자전극법, OM은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법, 치환성양이온은 1N-NaOAc로 추출하여 ICP(GBC Integra XL) 분석법으로 분석하였다. 수질분석은 수질오염공정시험법(Choi et al, 2004) 및 APHA의 Standard method(APHA, 1995)에 준하여 T-N, T-P는 각각 자외선흡광광도법(UV2550PC, Perkin-Elmer) 및 아스코르빈산환원법(UV2550PC, Perkin-Elme)으로 분석하였다. 벼 생육 및 수량조사 등은 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사분석 기준(2013)에 준하여 조사하였으며, 토양은 시험전 그리고 이양후 50일, 90일, 120일에 채취하여 직사광선을 피하여 건조하고 2mm체에 통과한 토양시료를 분석에 사용하였다.

표 1. 시험전 토양의 화학성

처 리 내 용	pH (1:5)	OM (g kg ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	SiO ₂ (mg kg ⁻¹)	Ex.Cations (cmol kg ⁻¹)			CEC (cmol kg ⁻¹)
					K	Ca	Mg	
1) 파종상 시비 1	5.6	27.8	176	145	0.19	4.7	0.99	9.81
2) 파종상 시비 2	5.5	23.1	59	155	0.26	5.8	1.37	11.63
3) 파종상 시비 3	5.7	21.6	64	229	0.25	5.9	1.31	11.10
평 균	5.6	24.7	100	176	0.23	5.5	1.22	10.85
4) 관행시비 1	6.1	24.8	149	296	0.29	5.0	1.23	9.73
5) 관행시비 2	6.0	24.9	194	273	0.16	4.6	0.99	9.19
6) 관행시비 3	6.5	23.9	115	240	0.40	6.7	1.93	12.06
평 균	6.2	24.5	153	270	0.28	5.4	1.38	10.33

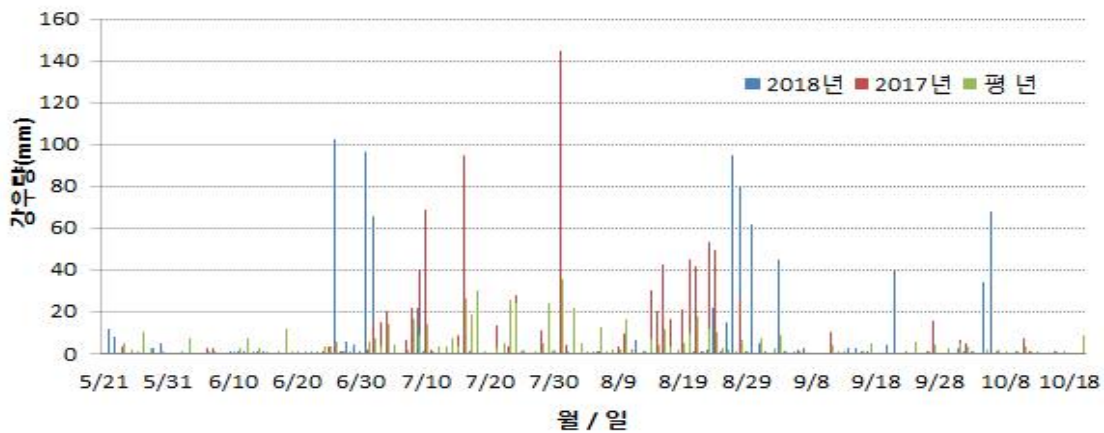
표 2. 농가 시비량

구 분	3요소 시비량(kg 10a ⁻¹)			시비자재	비 고	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
경남 기술 적용	1) 파종상 시비 1	4.5	0.9	0.9	파종상 1회시비 비료(롱스타)	생우분 시용 (3년 1회)
	2) 파종상 시비 2	4.5	0.9	0.9	"	생우분 무시용
	3) 파종상 시비 3	4.5	0.9	0.9	"	생우분 무시용
경남 기술 비적용	4) 관행시비 1	10.0	3.0	5.2	기비(맞춤16호), 수비(맞춤30호)	생우분 시용 (3년 1회)
	5) 관행시비 2	10.0	3.0	5.2	"	"
	6) 관행시비 3	10.0	3.0	5.2	"	"

3. 결과 및 고찰

가. 년도별 강우량

벼 재배기간(5. 21~10. 20) 중 년도별 강우량은 그림 1과 같다. 강우량은 2017년 924mm, 2018년 826mm로 평년(596mm) 대비 각각 155%, 138% 많았다. 년도별 강우형태는 2017년에는 5월 21일부터 6월 하순까지 누적강우량이 15mm로 매우 적어 봄 가뭄이 심했으며, 이후 7월 상순~8월 하순에는 강우가 빈번하였고 9월 이후에는 강우가 적었다. 이에 비해 2018년에는 5월 21일부터 6월 하순까지 누적강우량이 145mm로 많아 봄 가뭄이 없었으며, 이후에는 8월 중순~하순, 9월 중순, 10월 상순에 걸쳐 강우가 있었다. 특히, 2017년에는 봄 가뭄이 심해 6월 1일부터 6월 30일까지 저수지 관개용수 부족에 따른 공급중단으로 지표 관정을 이용한 최소관개를 실시하였고, 이후에는 7월 상순의 강우로 7월 16일부터 저수지 관개용수 공급이 재개되었다.



※ 강우량(5. 21~10. 20) : 2017년 924mm(155), 2018년 826mm(138), 평년 596mm(100)

그림 1. 년도별 강우량

나. 년도 및 시기별 논 표면수의 T-N, T-P함량 변화

년도 및 시기별 논 표면수의 T-N함량은 그림 2와 같다. 2017년 논 표면수의 T-N함량은 경감기술 비적용인 관행시비가 경감기술 적용 파종상 시비에 비해 5월 하순~6월 상순, 6월 하순~8월 중순까지 높았으며, 2018년에는 7월 중순, 8월 상순을 제외한 모든 시기에서 높았다. 특히 2017년 5월 하순~6월 상순에는 경감기술 비적용인 관행시비가 경감기술 적용 파종상 시비에 비해 일시적으로 농도가 매우 높았는데 이는 파종상 1회시비 비료는 용출제 어형 완효성 비료로서 이양후 시기별로 질소가 서서히 용출되는 데 비해 관행시비는 기비 질소가 일시에 논물에 녹기 때문으로 생각되며, 2017년에는 봄 가뭄이 심해 관개용수 부족에 따라 논물 관개량이 적어 관행시비의 질소성분이 논 표면수에 많이 농축되었기 때문으로 생각되었다.

년도 및 시기별 논 표면수의 T-P함량은 그림 3과 같다. 2017년 논 표면수의 T-P함량은 경감기술 비적용인 관행시비가 경감기술 적용 파종상 시비에 비해 7월 하순을 제외한 벼 재배기간 동안 같거나 높았고, 2018년에는 벼 재배기간 모든 조사시기에서 높게 나타났다. 특히 2017년 5월 하순~6월 상순에는 경감기술 비적용인 관행시비가 경감기술 적용 파종상 1회 시비에 비해 일시적으로 농도가 매우 높았던 것은 T-N함량에서와 같이 2017년의 봄 가뭄으로 인한 관개수 부족으로 인산성분이 논 표면수에 많이 농축되었기 때문으로 생각되었다. 2017년과 2018년 모두 경감기술 적용인 파종상 시비는 대부분의 벼 재배기간동안 논 표면수의 T-N, T-P함량이 경감기술 비적용 관행시비 비해 낮아 논 비점오염 저감측면에서 볼 때 관행시비에 비해 유리한 것으로 나타났다.

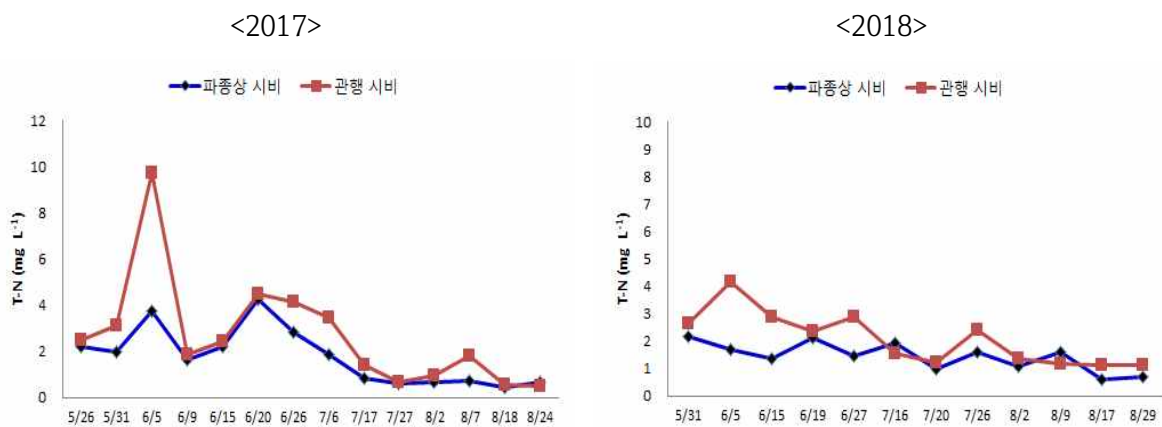


그림 2. 년도 및 시기별 논 표면수 T-N함량

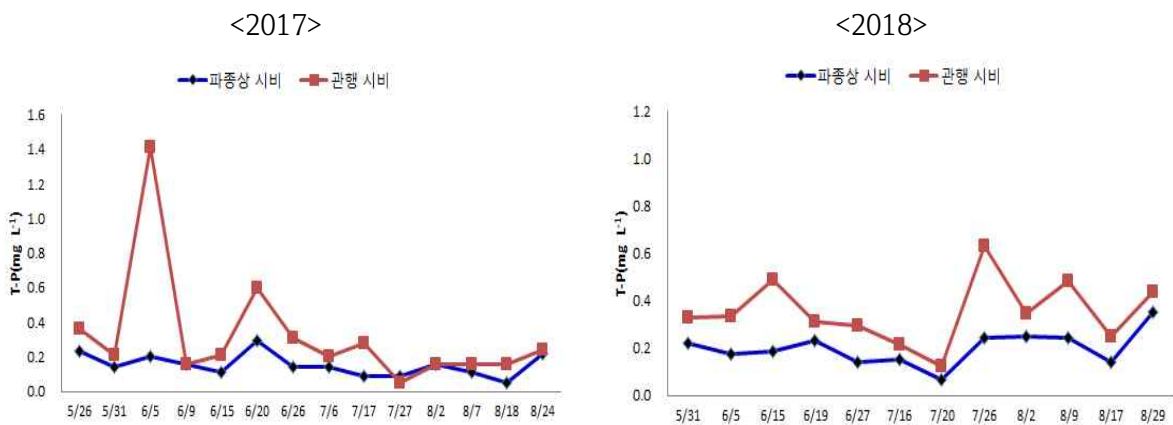


그림 3. 년도 및 시기별 논 표면수 T-P함량

논 표면수의 수질은 표 3과 같이 2017년에는 5월 26일부터 8월 24일까지 총 14회, 2018년에는 5월 31일부터 8월 29일까지 총 12회 조사하였다. 2년 평균 T-N함량은 관행시비(2.36mg L⁻¹) 대비 파종상 시비가 32%, T-P함량은 관행시비(0.33mg L⁻¹) 대비 파종상 시비가 48% 낮았으며, SS(부유물질)는 관행시비(59.9mg L⁻¹) 대비 파종상 시비가 51% 적었다. 이와 같이 비점오염 경감기술 적용인 파종상 1회시비 비료를 처리한 논 표면수의 T-N, T-P함량이 관행시비 대비 낮았던 것은 파종상 1회시비 비료가 완효성 비료로서 용출이 시기별로 서서히 이루어지는 특성이 있고, 또한 벼 육묘 파종상에 시비하여 벼 이앙후 비료가 뿌리부분에 위치함으로써 논 표면수와 격리되는 효과가 있기 때문으로 생각되었다.

표 3. 논 표면수 수질(T-N, T-P, SS)

처 리 내 용	T-N(mg L ⁻¹)				T-P(mg L ⁻¹)				SS(mg L ⁻¹)			
	2017	2018	평균	지수	2017	2018	평균	지수	2017	2018	평균	지수
1) 파종상시비	1.76	1.44	1.60	68	0.15	0.20	0.17	52	35.9	22.6	29.2	49
2) 관행 시비	2.66	2.07	2.36	100	0.32	0.35	0.33	100	66.0	53.9	59.9	100

※ 수질조사 : 2017년 14회(5. 26~8. 24), 2018년 12회(5. 31~8. 29)

다. 토양화학성 변화 및 벼 생육, 수량

재배기간 중 논 토양화학성 변화는 표 4와 같다. 유효인산함량은 이앙후 50일, 90일, 120일 조사 모두 파종상 1회 시비에 비해 관행시비에서 높았는데, 이는 파종상시비 논 2필지는 생우분을 시용하지 않은 데 비해 파종상 시비 논 1필지와 관행시비 논 3필지는 3년에 1회씩 생우분을 시용하기 때문으로 생각되었다. 치환성칼리는 관행시비에 비해 파종상 시비는 이앙후 50일에는 높았으며, 이앙후 90일과 120일에는 다소 낮았다. 암모늄태질소는 관행시비에 비해 파종상 시비는 이앙후 50일, 90일에는 낮았고, 이앙후 120일에는 다소 높은 경향이 있었다.

이앙후 55일의 벼 생육 및 엽색도는 표 5와 같다. 초장은 관행시비(64.3cm) 대비 파종상 시비는 62.1cm로 적었고, 주당경수는 관행시비(33.6개/주) 대비 파종상 시비는 34.6개로 많았으며, 엽색도는 관행시비에 비해 파종상 시비가 다소 높은 경향이 있었다.

표 4. 토양화학성 변화

처리 내용	pH (1:5)	OM (g kg ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	SiO ₂ (mg kg ⁻¹)	Ex.Cations(cmol kg ⁻¹)			NH ₄ -N (mg kg ⁻¹)	
					K	Ca	Mg		
50 D A T	1) 파종상 시비 1	6.1	22.3	135	184	0.28	5.5	1.6	4.5
	2) 파종상 시비 2	6.0	19.2	109	141	0.46	6.5	1.8	7.8
	3) 파종상 시비 3	5.9	22.1	126	152	0.36	5.2	1.4	11.4
	평균	6.0	21.2	123	159	0.37	5.7	1.6	7.9
	4) 관행 시비 1	5.9	21.8	168	234	0.31	5.1	1.3	12.9
	5) 관행 시비 2	5.8	21.8	208	171	0.29	4.0	1.0	7.0
	6) 관행 시비 3	5.9	26.7	202	113	0.31	4.7	1.2	9.5
	평균	5.9	23.4	192	172	0.30	4.6	1.1	9.8
90 D A T	1) 파종상 시비 1	5.6	20.8	173	64	0.19	3.3	0.8	4.0
	2) 파종상 시비 2	5.7	17.4	109	112	0.14	3.2	0.8	4.5
	3) 파종상 시비 3	5.7	18.0	124	170	0.12	3.8	0.9	4.2
	평균	5.6	18.7	135	115	0.15	3.4	0.8	4.2
	4) 관행 시비 1	5.6	20.1	189	124	0.20	3.8	0.9	4.5
	5) 관행 시비 2	5.8	21.9	174	109	0.19	4.1	1.1	4.4
	6) 관행 시비 3	6.0	21.5	171	107	0.31	4.8	1.3	4.6
	평균	5.8	21.1	178	113	0.23	4.2	1.1	4.5
120 D A T	1) 파종상 시비 1	5.3	21.6	142	76	0.17	3.2	0.7	2.4
	2) 파종상 시비 2	5.6	19.5	104	147	0.18	3.8	0.9	1.9
	3) 파종상 시비 3	5.3	20.4	119	144	0.23	3.8	0.9	2.3
	평균	5.4	20.5	122	122	0.19	3.6	0.8	2.2
	4) 관행 시비 1	5.8	21.9	173	152	0.16	3.8	0.9	2.3
	5) 관행 시비 2	5.3	22.8	185	95	0.22	3.3	0.8	1.8
	6) 관행 시비 3	5.9	25.1	160	124	0.30	5.7	1.3	1.7
	평균	5.6	23.2	172	123	0.23	4.2	1.0	1.9

※ DAT : 이양후 일

표 5. 벼 생육(55DAT)

처리 내용	초 장(cm)	경 수(개 주 ⁻¹)	엽색도(SPAD)
1) 파종상 1회시비 1	62.3	34.2	32.9
2) 파종상 1회시비 2	63.0	35.4	33.3
3) 파종상 1회시비 3	61.1	34.4	33.9
평균	62.1	34.6	33.3
4) 관행시비 1	65.1	34.2	32.0
5) 관행시비 2	64.8	36.6	33.3
6) 관행시비 3	63.0	29.9	32.6
평균	64.3	33.6	32.6

※ 중간낙수 : 이양후 40일 ~ 55일, DAT : 이양후 일

출수기 및 병해충 피해 정도는 표 6과 같다. 출수기는 관행시비(2017년 8월 18일, 2018년 8월 16일)에 비해 파종상 시비는 2017년, 2018년 모두 1일정도 지연되었고, 해충인 흑명나방은 년도 및 처리별 대차 없었다. 이양후 95일과 이양후 115일에 2회 조사한 잎집무늬마름병은 이양후 95일에는 파종상 시비는 2017년, 2018년 모두 병 발생이 없었는데 비해 관행시비는 2017년 1정도, 2018년 2정도로 발생하였으며, 이양후 115일에는 파종상 시비는 2017년과 2018년 모두 2정도로 경미하게 발생하였는데 비해 관행시비는 2017년 4정도, 2018년 5정도로 발생정도가 많았다. 잎집무늬마름병 발생은 7~8월 고온다습 조건에서 밀식, 질소 다비시 주로 발병하는 것으로 알려져 있으며, 관행시비에 비해 파종상 시비에서 잎집무늬마름병 발병율이 낮았던 것은 관행시비에 비해 파종상 1회시비 비료는 총시비량이 적고 완효성 비료로서 시기별로 비료성분의 용출이 서서히 이루어졌기 때문으로 생각되었다.

표 6. 출수기 및 병해충 피해 정도

처 리 내 용	출수기 (월. 일)		흑명나방 (0~9)		잎집무늬마름병(0~9)			
					95DAT		115DAT	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
1) 파종상 시비 1	8. 19	8. 17	1	0	0	0	2	2
2) 파종상 시비 2	8. 19	8. 17	1	0	0	0	2	2
3) 파종상 시비 3	8. 20	8. 17	1	0	0	0	1	1
평 균	8. 19	8. 17	1	0	0	0	2	2
4) 관행 시비 1	8. 18	8. 16	1	0	1	1	4	3
5) 관행 시비 2	8. 18	8. 17	1	0	1	3	4	7
6) 관행 시비 3	8. 19	8. 16	1	0	1	2	5	5
평 균	8. 18	8. 16	1	0	1	2	4	5

※ DAT : 이양후 일

벼 성숙기 생육은 표 7과 같다. 수장은 처리간 대차없었고, 간장은 관행시비에 비해 파종상 시비가 2017년에는 다소 길었으나 2018년에는 다소 짧은 것으로 나타났으며 수수도 간장과 같은 경향으로 년차간 일정한 경향이 없었다. 수당립수, 등숙비율 및 현미 천립중은 표 8과 같이 2017년, 2018년 모두 관행시비에 비해 파종상 시비가 수당립수는 많고 등숙비율은 다소 높은 경향이었으나 현미천립중은 처리간 대차없었다.

표 7. 벼 성숙기 생육

처 리 내 용	간 장(cm)		수 장(cm)		수 수(개 주 ¹)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
1) 파종상 시비 1	87	82	19	20	26.2	27.5
2) 파종상 시비 2	89	81	18	20	25.6	25.9
3) 파종상 시비 3	88	78	19	19	25.4	26.7
평 균	88	80	19	20	25.7	26.7
4) 관행 시비 1	88	78	19	20	27.3	24.7
5) 관행 시비 2	86	87	19	20	24.8	29.7
6) 관행 시비 3	86	85	18	20	22.8	26.0
평 균	87	83	19	20	25.0	27.7

표 8. 수당립수, 등숙비율 및 현미 천립중

처 리 내 용	수당립수(립)		등숙비율(%)		현미 천립중(g)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
1) 파종상 시비 1	74	83	93.8	89.9	22.6	22.0
2) 파종상 시비 2	75	79	93.6	88.3	22.0	21.9
3) 파종상 시비 3	71	79	93.6	85.4	22.2	21.7
평 균	73	80	93.7	87.9	22.2	21.9
4) 관행 시비 1	72	64	92.6	85.8	22.1	22.4
5) 관행 시비 2	64	68	91.9	75.9	21.7	21.4
6) 관행 시비 3	63	85	93.5	80.3	21.3	20.8
평 균	66	66	92.7	80.6	21.7	21.6

쌀 수량은 표 9와 같이 경감기술 비적용 관행시비(485kg/10a) 대비 경감기술 적용 파종상 시비가 7% 증수하였다. 현미 품위는 표 10과 같이 정상립비율은 경감기술 비적용 관행시비 65.5% 대비 경감기술 적용 파종상 시비가 77.2%로 높았다.

이상의 결과에서 벼 재배시 논 비점오염원 경감을 위해서는 관행시비 대비 벼 수량에 차이가 없으면서 T-N 32%, T-P 48% 감소되었던 파종상 1회시비 처리가 효과적이었다. 특히 파종상 1회시비 비료는 본 시험 결과의 비점오염원 경감효과 외에도 시비노력이 관행 3회에서 묘판 1회 시비로 절감(49.2%)되는 효과도 크므로(지 등, 2013), 농업생산성은 유지하면서 한강수계 상수원 보호구역 및 수질오염총량관리제(도내 26개 시군) 시행권역내 벼 재배농가에 비점오염 부하를 최소화할 수 있는 경감대책 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단되었다.

표 9. 쌀 수량

처 리 내 용	백미 수량(kg 10a ⁻¹)			
	2017	2018	평균	지수
1) 파종상 시비 1	536	547	541	
2) 파종상 시비 2	538	490	514	
3) 파종상 시비 3	532	478	505	
평 균	535	505	520	107
4) 관행 시비 1	529	433	481	
5) 관행 시비 2	494	525	509	
6) 관행 시비 3	480	449	464	
평 균	501	469	485	100

표 10. 현미 품위

(단위 : %)

처 리 내 용	정상립	미숙립	피해립	사미
1) 파종상 시비 1	76.5	19.7	2.6	0.3
2) 파종상 시비 2	75.1	20.9	2.3	0.7
3) 파종상 시비 3	80.1	16.6	1.8	0.5
평 균	77.2	19.1	2.2	0.5
4) 관행 시비 1	65.5	29.2	3.0	0.8
5) 관행 시비 2	63.1	30.8	3.7	1.3
6) 관행 시비 3	67.9	28.5	2.4	0.9
평 균	65.5	29.5	3.0	1.0

4. 적 요

벼 재배시 비점오염 경감기술 보급 확대를 위한 경감기술의 농가 현장적용 효과를 구명코자 2017년부터 2년간 수행한 결과는 다음과 같다.

가. 벼 재배기간(5. 21~10. 20) 중의 강우량은 2017년 924mm, 2018년 862mm로 평년(596mm)에 비해 각각 155%, 138% 많았다.

나. 벼 재배기간 중 논 표면수(2017년 14회, 2018년 12회 조사) T-N함량은 관행시비 대비 파종상 시비가 32%, T-P함량은 관행시비 대비 파종상 시비가 48% 경감되었다.

다. 잎집무늬마름병 발병 정도(이양후 115일)는 관행시비 4~5정도 대비 파종상 시비는 2 정도로 피해가 경미하였다.

라. 쌀 수량은 관행시비(485kg/10a) 대비 파종상 시비가 7% 증수하였다.

마. 이상의 결과로 벼 재배시 파종상 1회시비 비료를 이용한 비점오염 경감기술의 농가 현장적용은 관행시비 대비 쌀 수량 차이가 없으면서 논 표면수 중 총질소(T-N) 32%, 총인(T-P) 48% 경감효과가 있어 대면적으로 확대 보급시 그 효과가 우수할 것으로 판단되었다.

5. 인용문헌

- 김민경, 권순익, 홍성창, 채미진, 정구복. 2013. 논 저류지를 이용한 논 비점오염 저감효과. 한토비지(춘계학술발표 초록집). p. 301.
- 농촌진흥청. 2013. 농업과학기술 연구조사분석 기준.
- 농촌진흥청. 2013. 종합검정실 분석 매뉴얼(토양, 식물체, 수질, 중금속)
- 지정현, 최병열, 조광래, 김순재, 권오연. 2013. 이양직전 벼 육묘상자 살포용 완효성 비료의 처리효과. 한작지 58(1):8-14.
- 환경부. 2013. 비점오염원 홍보사이트(<http://nonpoint.me.go.kr>).
- APHA, AWWA, WCF. 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th ed. American Public Health Association, Washington, DC, p. 4-112.
- Choi, K.C., O.U. Kwun, Y.D. Kim, Y.H. Kim, W.S. Lee, J.Y. Lee, S.J. Jun and S.K. Jung. 2004. Annotation for standard methods of water quality. Printed in Dong Hwa Technology Publishing Co. Korea.
- Lee, H.D., and C.H. Bae. 2002. Runoff characteristics and strategies for non-point source reduction. KSWQ. 18:569-576.

6. 연구결과 활용제목

- 논 비점오염 경감을 위한 환경친화형 농자재 지원 건의(정책제안)

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
농업 비점오염 경감기술 현장 적용 연구	책임자	농업기술원 환경농업연구과	농업연구관	박중수	연구수행 총괄	'17~'18
	공동연구자	"	농업연구사	노안성	자료 조사	'17~'18
	"	"	"	박영수	성분 분석	'17~'18
	"	"	"	신민우	생육 조사	'17~'18
	"	"	농업연구관	홍순성	시험결과 검토	'18