

발 간 등 록 번 호

11-1543000-001903-01

벼 시비량 노동력 절감 모델 개발 최종보고서

2017. 11.

주관연구기관 / 전북대학교 산학협력단
협동연구기관 / 경기도 농업기술원

농림축산식품부

보안과제(), 일반과제() 과제번호

벼 시비량·노동력 절감 모델 개발

(Development of fertilizer and labor-saving model in rice)

경기도농업기술원

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “주요곡물·조사료 자급률 제고 사업단 (과제명 : 벼 시비량·노동력 절감 모델 개발 실증연구)”의 최종의 보고서로 제출합니다.

2017 년 1 월 일

실증연구기관명 : 경기도농업기술원

실증연구책임자 경기도농업기술원 임갑준

경기도농업기술원 한상욱

경기도농업기술원 소호섭

경기도농업기술원 원태진

경기도농업기술원 조광래(전 농업연구관)

요 약 문

I. 과제명 : 벼 시비량·노동력 절감 모델 개발 실증연구

II. 연구성과 목표 대비 실적

- 한국토양비료학회 1건, 한국작물학회 1건 등 총 2건을 계획 대비 100% 학술발표하고, 농민을 대상으로 7회(117%) 교육지도하였으며, 농가에 파종상비료를 판매하고 전남 지역에 보조사업을 지원하는 등 사업화 200% 각각 달성하였다.
- 파종상비료 벼 대규모 재배단지 확산 위한 1건(100%)를 정책제안하였고, 파종상비료 보급을 위한 팜플렛을 제작하여 홍보하였고, 각종 심포지움 등에 실물을 전시하는 등 133% 달성하고 농민의 영농활용 등을 위한 기타 실적 200%를 각각 초과 달성하였다.
- 그러나 지적재산권 1건과 논문게재 2건은 성과목표에 계획이 수립되어 있었으나 빈번한 담당자의 교체로 실행하지 못하였다.

III. 연구개발 목적 및 필요성

- 벼 재배시 비료살포 회수는 2~3회로 시비노동력이 11시간/ha 소요되는 고된 작업이다. 이에 경기도농업기술원에서는 시비노동력을 줄이면서 농번기에 부족한 일손을 해결하여 생산비를 낮추기 위한 용출제어형 1회 시비 비료인 파종상비료를 개발하여 시험재배하였다. 그러나 토성과 연용에 따른 수량성 검정, 특이토양(염해답) 적용 기술, 파종상비료 시용농가의 경제성 분석 등이 부족한 실정이다. 따라서 벼 모판 1회 시비용 파종상비료 최적 효과 실증을 통한 쌀 생산 비용절감, 화학비료 절감 및 안정생산으로 자급률을 제고하는데 목적이 있다.
- 우리나라 질소수지('02~'04년)는 240kg/ha으로 네덜란드 229kg/ha, 일본 166kg/ha에 비하여 높아, 무기질비료 절감 국가목표를 ('12년) 236kg/ha에서 ('18년) 200kg/ha 설정 추진중으로 화학비료 절감목표 조기달성을 위한 고효율 비료 확대 보급이 필요하다.
- 우리나라 온실가스 감축 목표는 2020년까지 BAU(business as usual, 온실가스배출량전망치) 대비 30% 저감으로 농업분야 온실가스 저감목표 달성 및 환경오염 부하 저감형 비료 개발이 필요하다
 - 농업분야 온실가스발생(GWP) : 논지 9,038(논 6,717, 밭 2,321), 비료생산 6,000천톤
 - 부영양화 물질 부하량(T-P) : 57,616kg/일

IV. 연구개발 내용 및 범위

- 1차년도에는 현장관찰, 면접조사, 연구문헌조사 등을 통하여 2014년 농촌진흥청 시범사업 지역을 대상으로 파종상비료 적용시 육묘관리, 이앙 및 본답 관리시 실패사례를 조사하고 중부, 호남, 영남지역의 들녘경영체 11개 농가를 대상으로 파종상비료에 대한 벼 수량성과 미질 및 연용에 따른 수량성, 간척지 적용 가능성 등을 검토하였으며, 파종상비료의 경제적 효과 등을 분석하였다.

- 2차년도에도 1년차와 연계하여 지역을 달리한 중부, 호남, 영남지역의 들녘경영체 8개 농가를 대상으로 과종상비료에 대한 벼 수량성과 미질, 연용에 따른 수량성 및 간척지 적용 가능성 등을 검토하여 과종상비료 확대보급 방안을 발굴하고 이를 정책건의하였다.

V. 연구개발결과

- 1차년도에는 중부, 호남, 영남지역의 들녘경영체 농가에서 과종상비료에 대한 벼 수량성과 연용시 수량 반응 및 간척지 적용 기술 등 실증연구를 수행하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.
1. 지역별 과종상비료 적용 실증 : 실증과제 추진은 중부지역(경기 평택, 경기 안성, 충남 홍성), 호남지역(전남 나주, 전남 장성, 전남 함평), 영남지역(경남 밀양, 경남 창녕, 경남 함안) 등 3 지역 9개소에서 추청, 진백, 운광, 황금누리, 새누리, 새일미, 동진1호 등 7품종을 공시하여 수행하였다.
 - 가. 과종상비료구의 쌀수량은 농가관행과 같거나 다소 감소하는 경향이었음 : 중부지역에서의 과종상비료구 쌀수량은 농가관행 대비 95~100%, 호남지역에서는 92~97%, 영남지역에서는 96~97% 수준이었다.
 - 나. 토성별 과종상비료구의 질소이용율은 중부와 호남지역은 양토> 미사질양토> 사양토, 영남지역은 사양토> 미사질양토> 양토 순으로 높은 경향이였다.
 - 다. 과종상비료구의 쌀중 단백질 함량은 지역에 따라 다소 차이가 있었음 : 중부지역에서는 과종상비료구의 쌀중 단백질 함량은 농가관행에 비해 낮았고 호남지역에서는 같거나 높았으며 영남지역에서는 같거나 낮아지는 경향이였다
 - 라. 과종상비료구의 완전미율은 지역간에 다소의 차이가 있었음 : 중부지역에서의 과종상비료구 완전미율은 농가관행에 비해 높았고 호남지역에서는 낮았으며 영남지역에서는 낮거나 높아지는 경향이였다.
 - 마. 9개 시범농가에 대한 비료 사용량을 조사한 결과 관행비료는 평균 26.6kg/10a, 과종상비료는 6.3kg/10a 시용하였으며 관행비료 대비 시비량이 74%(57~83%) 절감되었고 과종상비료의 시비노동력 절감율은 9개 농가 평균 95%(84~98%) 이었음
 - 바. 따라서 농작업이 몰려 있는 농번기에 과종상비료를 사용하면 시비노동력이 절감되어 농촌의 일손 부족이 일부 해결될 수 있으리라 생각되었다.
 2. 과종상비료 연용에 따른 벼 생육 및 수량 : 실증과제 추진은 중부지역의 경기 용인에서 벼 품종은 참드림으로 수행하였다.
 - 가. 과종상비료구의 쌀수량은 농가관행 513kg/10a 대비 96% 수준이었다.
 - 나. 쌀 단백질함량은 농가관행 4.4%에 비해 과종상비료구는 0.1% 적었으며 완전미율은 농가관행 91.8%에 비해 과종상비료구는 0.1% 높은 경향이였다.
 - 다. 과종상비료의 10a 당 시용량은 6.3kg으로 관행비료 33.0kg 대비 81%, 시비노동력은 과종상비료구가 0.108hr/ha으로 98% 각각 절감되었다.
 3. 과종상비료 간척지 적용기술 : 실증과제 추진은 중부지역으로 충남 당진 미숙 염해 답에서

벼 품종은 삼광을 공시하여 수행하였다.

가. 과종상비료구의 쌀수량은 농가관행 514kg/10a에 비해 4~35% 감소하는 경향이었으며 (육묘상자 당 과종상비료를 500g에서 600g까지 증시할수록 쌀수량은 증가하다가 그 후 부터는 다시 감소함) 쌀중 단백질 함량은 관행 5.64%에 비해 과종상비료구는 5.05~5.22%로 낮은 경향이였다.

나. 쌀수량, 쌀단백질 함량, 완전미율 등으로 보아 간척지에서 벼 재배시 과종상비료의 시용량은 육묘상자 당 600g이 안정하리라 생각되었다.

다. 따라서 간척지에 벼 재배시 과종상비료를 사용하면 생육초기에 염농도가 농가관행 비료에 비해 낮아져 벼의 초기활착이 좋아지리라 판단되었다.

○ 2차년도에도 1년차와 연계하여 지역을 달리한 중부, 호남, 영남지역의 들녘경영체 농가에서 과종상비료의 벼 수량성과 연용시 수량 반응 및 간척지 적용 기술 등 실증연구하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 지역별 과종상비료 적용 실증 : 실증과제 추진은 중부지역(경기 평택 청북, 경기 평택 팽성), 호남지역(전북 익산 만석동, 전북 익산 금강동), 영남지역(경남 산청 신안면, 경남 합천 적중) 등 3지역 6개소에서 고시히카리, 신동진, 새누리 등 3품종으로 수행하였다.

가. 벼 품종별 쌀수량은 차이 없이 대등하였음 : 과종상비료구의 쌀수량은 농가관행에 비해 청북지역에서는 2% 많았으나 팽성지역에서는 1% 적었으며 만석동에서의 쌀수량은 표준시비구에서 1%, 과종상비료구에서 2% 각각 적었고 금강동에서는 표준시비구와 과종상비료구 모두 3% 적었다. 산청에서의 과종상비료구 쌀수량은 농가관행과 같았으며, 합천에서는 농가관행과 표준시비구는 같았으나 과종상비료구는 1% 적은 경향이였다.

나. 과종상비료구의 쌀단백질 함량은 품종에 관계 없이 농가관행과 표준시비구에 비해 낮았다.

다. 즉, 과종상비료를 사용한 결과 쌀수량은 농가관행이나 표준시비구에 비해 크게 감소하지 않고 대등한 수준을 보였으며, 단백질 함량도 낮아 과종상비료가 효과적이라 생각 되었다.

라. 농가관행이나 표준시비구 및 과종상비료구의 시험 후 토양중 유효인산과 치환성칼륨 함량은 시험 전에 비해 큰 증 감의 차이가 없었다. 따라서 과종상비료내에는 인산과 칼륨 함량이 적다고 해서 토양내 기존의 양분이 벼에 의해 크게 소모되지는 않을 것으로 사료되었다.

2. 과종상비료 연용에 따른 벼 생육 및 수량 : 실증은 중부지역으로 경기 안성에서 벼 품종은 고시히카리로 수행하였다.

가. 과종상비료구의 쌀수량은 509kg/10a로 농가관행에 비해 3% 많은 경향이였다.

나. 시험 후 농가관행의 토양내 유효인산 함량은 시험전에 비해 4.7% 줄어 들고 과종상

비료구는 5.1% 감소하여 처리간 감소율은 비슷하였고 치환성칼륨 함량은 시험전에 비해 16.3%, 파종상비료구는 16.2% 각각 낮아져 감소폭이 대등하여 파종상비료의 시용에 의한 유효인산과 치환성칼륨 부족 현상은 적을 것으로 판단되었다.

3. 파종상비료 간척지 적용방법 : 실증과제 추진은 중부지역으로 충남 서산에서 벼 품종은 대보로 수행하였다.

가. 파종상비료구의 쌀수량은 633kg/10a으로 농가관행 611kg에 비해 높은 경향이였으며 쌀중 단백질 함량은 5.5%로 농가관행 6.4%에 비해 낮았다.

나. 농가관행의 시험 후 토양내 유효인산 함량은 시험전에 비해 22.7%, 파종상비료구는 31.6% 증가하였으며 치환성칼륨 함량은 농가관행은 6.8%, 파종상비료구는 6.2% 각각 감소하였고 염농도는 농가관행 30.0%, 파종상비료구 33.3% 각각 감소하는 경향이였다.

○ 파종상비료 들녘경영체 적용 경제성 분석 : 1차년도에 파종상비료 적용 9개 시범농가를 대상으로 2015년 쌀 생산에 투입되는 농업 생산비 및 소득 등을 직접 설문조사하였다.

1. 파종상비료 가격이 50,000원/15kg 유지된다면 관행농법과 비교하여 ha당 26,157원, 들녘경영체와 비교하면 58,896원이 더 투입되는 것으로 나타났으며, 9%가 낮은 45,500원으로 판매된다면 관행농법 대비 ha당 18,843원의 생산비 절감 효과가 확인되었다.

2. 그리고 들녘경영체의 경우는 현재가 대비 19% 낮은 40,500원/15kg으로 파종상비료 가격이 결정된다면 36,104원/ha의 생산비 절감효과가 발생되고 더불어 CO₂의 절감효과 까지 고려한다면 생산비의 실질적 하락 효과는 ha당 관행농법과 비교하여 73,543원, 들녘경영체와 비교하면 40,804원의 절감효과가 발생할 것으로 파악되었다.

VI. 연구 성과 및 성과활용 계획

1. 파종상비료 녹색제품 등록 추진(2017년 2월말 등록예정) : 한강수계관리위원회 규정 제121호에 의거 녹색제품 구매촉진에 관한 법률에 의한 녹색제품으로 등록할 계획이다.

2. 농촌 비점오염저감 시범사업 추진(환경부 공동) : 청미천 최상류인 설성천 소유역 대상 시범사업 중 논 24.4ha에 파종상비료를 비점오염 경감 주 요인으로 조사하고 본 시범사업 성공시 환경부와 전국수계 확대 적용 추진 예정이다.

3. 파종상비료+농약 혼합제 개발(농약관리법 시행규칙 개정 요구 중) 계획이다.

SUMMARY

I. Subject name : Development of fertilizer and labor-saving model in rice

II. Performance compared to research goals.

- We published 2 (KSSSF, KSCS) academic statements, Educated 7 cases (117% compared plan) to farmers. We sold CRF to farmhouse and supported ancillary enterprises in Jeollanam-do area(200% compared to plan).
- We suggested the policy of using CRF in large rice planting complex, Made a pamphlet for supporting CRF and displayed in various kind of symposium(133% as planned).
- However, 1 case of intellectual property rights and 2 case of publishing a paper were not implemented, because of frequent replacement of the person in charge.

III. Research & development purpose and necessity

- When cultivating the rice, spraying fertilizer 2 or 3 times for 11h/ha is too hard work. So we developed and tested CRF to make lower cost and lower labor force. However, the analysis of the trial farms are too small scale to verify the soil characteristics and verification of yield ability based on continuous use, applied technique on peculiar soil(salty paddy field), CRF used based on farm's economical analysis. Therefore, it was aimed to achieve stable yield production to enhance and self-sustainability for most optimized single use of CRF applied on seedbed of the rice.
- Korea's nitrogen balance (240kg/ha) is high compared to the Netherlands (229kg/ha) and Japan(166kg/ha). So we need to increase to use high efficiency fertilizer to reduce fertilizer consumption from 236kg/ha(12Y) to 200kg/ha(18Y).
- Korea's aim of green-house gas reduction policy by year 2020 is to achieve 30% decrease comparing to the BAU, so that the development of the eco-friendly fertilizer is unavoidable to achieve a goal of decreasing the green-house gas target in agricultural sector.
 - Agricultural sector's GWP : farmland 9,038(paddy 6,717, upland 2,321), fertilizer production 6million ton.
 - Eutrophication substance loading dose (T-P) : 57,616kg/day(58.9%)

IV. Research & development results

- In the first year, substantiation research were executed by farmhouse's use of CRF's application technique on yield ability and quality in Central, Honam,

Yeongnam area and tested continuous use on the rice bed and use at the reclaimed land. the summary of the research result are as written below.

1. CRF's substantiation research by 3 regions

- Rice's yield with CRF tendency were lower or equal to farmhouse's conventional yield : Comparing to the farmhouse convention CRF's yield was 95~100% in Central region, 92~97% in Honam, and 96~97% in Yeongnam.
- CRF's nitrogen availability ratio on soil types on Central & Honam region was loam>silt loam>sandy loam in order and were shown with high tendency, and sandy loam>silt loam>loam in Yeongnam region
- Whole rice grain ratio with CRF showed difference to a certain degree.: the tendency of whole rice grain ratio with CRF from Central region were higher than farmhouse convention, lower in Honam, and lower or higher in Yeongnam.
- Research on usage of the conventional fertilizer on 9 trial farmhouses were 26.6kg/10a on an average in saving 74%(57~83%) compared with 6.3kg/10a of CRF, labor of spraying fertilizer on 9 farmhouse were saved 95%(84~98%).
- Therefore, farming season where the farming labor is concentrated, the spraying fertilizer labor was effectively saved and alleviated escalating labor shortage in the farming area.

2. Effect of continuous use of CRF on rice growth and quantity

- Rice yield with CRF use were 96% of 513kg/10ha in farmhouse convention.
- Protein content of rice shows 4.4% in farmhouse convention and 0.1% lower in CRF.
- CRF usage per 10ha was 6.3kg which was 81%(33kg) lower, spraying labor was reduced to 98%(0.108hr/ha).

3. Applied technique of CRF on Reclaimed land

- The yield quantity showed tendency of decrease by 4~35% (increased in rice quantity until adding of CRF 500~600g per nursery box but showed decrease in yield quantity)
- Based on the yield quantity, protein content, and whole rice grain ratio, it is thought to be stable to use 600g per nursery box in reclaimed land.
- In conclusion, using CRF while in nursery stage of rice in reclaimed land, salt concentration is lower than using the farmhouse convention fertilizers probably due to earlier phase of rooting.

○ On following year, at different area of Central, Honam, Yeongnam, rice yield ability and continuous use reaction and applied technique on reclaimed land at the Deuleokgyeongyoungche farmland were substantiated. the summary are as shown below;

1. CRF's substantiation research at 3 regions

- The yield quantity were equal between the rice varieties
- The protein content of rice grown by the CRF were lower than the farmhouse convention and standard fertilization regardless of the varieties of the rice. Using of the CRF showed no distinctive difference in yield quantity compared to the farmhouse convention or standard fertilization and having lower protein content, it is thought to be effective to use CRF.
- After the farmhouse convention, standard fertilization and CRF test, available phosphate and replaceable potassium content did not show distinctive increase. Therefore, it is presumed that having lower phosphate and potassium content will not use up the nutrient in the soil because of the crop.

2. Rice growth and yield on the continuous use of CRF

- Yield tendency at the use of CRF showed 3% higher as 509kg/10ha
- Results of comparing in soil after treatment of CRF fertilizer and Customary fertilizer were that the thought to be scarce of available phosphate and replaceable potassium affect is low.

3. Applied technique of CRF on Reclaimed land

- CRF's yield quantity was 633kg/10ha which was higher than the farmhouse convention which was 611kg, and protein content of the rice was 5.5% lower than farmhouse convention 6.4%.
- After the farmhouse convention test, available phosphate were increased 22.7% prior to the test, CRF 31.6%, the replaceable potassium content were decreased 6.8% in farmhouse convention, 6.2% CRF, the salt concentration were decreased 30% in farmhouse convention, 33.3% in CRF.

○ The economical analysis of CRF Deuleokgyeongyoungche efficiency : on first year, the survey of 9 test farmhouses applied CRF were taken place in year 2015 regarding the production cost and income on rice production.

1. If CRF production cost of 50,000won per ha is maintained, comparing to the farmhouse convention 26,157won per ha, comparing to the Deuleokgyeongyoungche, 58,896won were additionally costed. If current price is to be sold at 9% lower

(45,500won), the production cost is expected to save 18,843won per ha compared to farmhouse convention.

2. Furthermore, if CRF cost is to sold at 19% lower price (40,500won), it is expected to save 36,104won in production cost. Also cutting-effect of CO₂ is taken in to consideration, actual cost saving in production cost would amount to 73,543won per ha compare to farmhouse convention, 40,804won in Deuleokgyeongyoungche.

V. Research achievement and plan for practical use of result.

1. Registration of CRF on Green Product (expected to register by the end of February 2017) : by the regulation clause 121 of Han River Water Management Committee
2. Plan for nonpoint pollutants treatment demonstration business in farming area : it is plan to survey the demonstration business on rice paddy on 24.4ha and take survey for nonpoint pollution. When it is successful, it is expected to expand nation wide with the Ministry of Environment.
3. Plan of producing the mixtured CRF with pesticides (administration law of pesticides enforcement regulation) is expected.

CONTENTS

Chapter 1. Overview and performance objective for an substantiation task

Paragraph 1. Necessity and purpose of the substantiation task

Paragraph 2. Scope and contents of an substantiation task

1. First year.

A. Search for the case of failure about the controlled release fertilizer(CRF).

B. Substantiation of CRF application on regional basis.

C. Analysis of economic effect on farm household economy.

2. Second year

A. Substantiation of CRF application on regional basis.

B. Find extended supply plan and propose new policy on CRF.

Paragraph 3. Substantiation, objective and plan.

Chapter 2. Current research situation about reduction of fertilizer use in domestic and foreign.

Paragraph 1. Type of CRF and current research situation.

1. Functional fertilizer.

2. Slow-release fertilizer.

A. Domestic production and market status.

B. Production in overseas and market status.

C. Technical difference in the second generation products, polymer-coated slow release fertilizer

Paragraph 2. Concepts of CRF and its features

1. Concept.

2. Type.

3. Nitrogen utilization rate.

4. Characteristics of rice CRF.

Chapter 3. Details and results of substantiation task

Paragraph 1. Details and results of the first year

1. Substantiation of CRF application on regional basis.
2. Growth and yield of rice according to continuous usage.
3. Application technology of CRF to the reclaimed land.

Paragraph 2. Details and results of the second year.

1. Substantiation of CRF application on regional basis.
2. Growth and yield of rice according to continuous usage.
3. Application technology of CRF to the reclaimed land.

Paragraph 3. Economics analysis of Deuleokgyeongyoungche using CRF.

1. Synopsis.
 - A. Necessity and purpose of analysis.
 - B. Scope and methods of analysis.
2. Current status of rice industry in domestic market.
 - A. Basic information on rice industry.
 - B. Current status of rice production cost.
 - C. Current status of Deuleokgyeongyoungche.
3. An analysis of the production cost and satisfaction in CRF pilot farms.
 - A. Individual business comparison in 9 farms.
 - B. Integrated business comparison in whole farms.
4. Analysis scenario.
 - A. Basic process.
 - B. Basic comparison.
 - C. A comparison of the selling price.
 - D. Economic effect of using CRF.
5. Summary and Overall comments.
 - A. Summary.
 - B. Overall comments.

Paragraph 4. Issues and countermeasures of CRF.

Chapter. 4 Achievement to goals and the level of contribution to related fields.

Paragraph 1. Achievement to goals.

Paragraph 2. Level of contribution to related fields.

Chapter 5. Achievement of an substantiation task and utilization plan.

Paragraph 1. Performance of an substantiation task.

1. Paper presentation in domestic and international academic society.
2. Lists of implemented trainings and extension services
3. Commercialization.
4. Promotion and exhibition.
5. Other use and promotion result.

Paragraph 2. Utilization plan.

Chapter 6. Reference booklet.

목 차

제 1 장 실증과제의 개요 및 성과목표	1
제 1 절 실증과제의 필요성 및 목적	1
제 2 절 실증과제의 범위 및 내용	2
1. 1차년도	2
가. 과중상비료 적용 실패사례 발굴	2
나. 지역별 과중상비료 적용 실증	2
다. 과중상비료의 농가 경제적 효과 분석	2
2. 2차년도	2
가. 지역별 과중상비료 적용 실증	2
나. 과중상비료 확대보급 방안 발굴 및 정책건의	3
제 3 절 실증성과 목표 및 계획	3
제 2 장 국내외 시비절감형비료 연구개발 현황	4
제 1 절 용출제어형비료 종류 및 연구현황	4
1. 기능성비료	4
2. 완효성비료	4
가. 국내 제품생산 및 시장현황	4
나. 국외 제품생산 및 시장현황	5
다. 제 2세대 Polymer-Coated 완효성비료의 기술력 차이	6
제 2 절 용출제어형비료 개념 및 특징	6
1. 용출제어형비료 개념	6
2. 용출제어형비료 Type	7
3. 용출제어형비료 질소이용율	9
4. 용출제어형 비 과중상비료 특징	9
제 3 절 과중상비료 적정 시용량 산정	11
1. 과중상비료 용출량 변화 및 묘 양분함량	11
2. 벼 생육기간중 식물체 양분함량 및 질소흡수이용율 변화	12
3. 쌀 수량구성요소 및 과중상비료 적정 시용량	15

제 3 장 실증과제 수행내용 및 결과	16
제 1 절 1차년도 수행내용 및 결과	16
1. 지역별 과중상비료 적용 실증	16
2. 과중상비료 연용에 따른 벼 생육 및 수량	21
3. 과중상비료 간척지 적용기술	22
제 2 절 2차년도 수행내용 및 결과	25
1. 지역별 과중상비료 적용 실증	25
2. 과중상비료 연용에 따른 벼 생육 및 수량	29
3. 과중상비료 간척지 적용방법	31
제 3 절 과중상비료 들녘경영체 적용 경제성 분석	32
1. 개요	32
가. 분석의 필요성 및 목적	32
나. 분석의 범위 및 방법	33
2. 국내 쌀 산업 현황	34
가. 국내 쌀 산업 기초현황	34
나. 국내 쌀 생산비 현황	39
다. 들녘경영체 현황	42
3. 과중상비료 적용 시범농가 생산비 및 만족도 분석	43
가. 9개 농가 개별 사업성 비교	43
나. 전체 농가 통합 사업성 비교	63
4. 시나리오 분석	65
가. 기초 가정	65
나. 기초 비교	66
다. 과중상비료 판매가 하락을 가정한 비교	68
라. 과중상비료를 시용한 농법 적용의 경제적 효과	71
제 4 절 과중상비료 문제점 및 대책	77
제 5 절 요약 및 종합의견	80

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	81
제 1 절 목표달성도	81
제 2 절 관련분야에의 기여도	82
제 5 장 실증과제 성과 및 성과활용계획	83
제 1 절 실증과제성과	83
1. 국내 및 국제 학술회의 발표	83
2. 교육 및 지도활용 내역	83
3. 사업화	84
4. 홍보/전시	84
5. 기타활용 및 홍보실적	85
제 2 절 성과활용 계획	85
제 6 장 참고문헌	86

〈표 차례〉

표 1 실증성과 목표 및 실적	3
표 2 용출제어형비료 장단점	7
표 3 과중상비료와 완효성비료 가격비교	11
표 4 실증장소 및 재배개요	16
표 5 시험전 토양화학성	16
표 6 벼 시기별 생육상황	17
표 7 벼 식물체 양분함량	18
표 8 수량구성요소 및 쌀수량	19
표 9 비료 및 시비노동력 절감율	20
표 10 토성별 질소이용율	20
표 11 실증장소 및 재배개요	21
표 12 시험전 토양화학성	21
표 13 벼 시기별 생육상황	21
표 14 벼 식물체 양분함량	22
표 15 수량구성요소 및 수량	22
표 16 비료 및 시비노동력 절감율	22
표 17 실증장소 및 재배개요	23
표 18 시험전 토양화학성	23
표 19 벼 생육상황	23
표 20 벼 식물체 양분함량	23
표 21 수량구성요소 및 쌀 수량	24
표 22 논물 EC농도 변화	24
표 23 실증장소 및 재배개요	25
표 24 실증장소별 시비량	25
표 25 시험전 토양화학성	26
표 26 벼 시기별 생육상황	26
표 27 벼 식물체 양분함량	27
표 28 수량구성요소 및 쌀수량	28
표 29 시험전, 후 토양화학성 변화	29
표 30 실증장소 및 재배개요	29
표 31 시험전 토양화학성	29
표 32 벼 시기별 생육상황	30
표 33 벼 식물체 양분함량	30

표 34	수량구성요소 및 쌀수량	30
표 35	시험전, 후 토양화학성 변화	30
표 36	실증장소 및 재배개요	31
표 37	시험전 토양화학성	31
표 38	벼 시기별 생육상황	31
표 39	벼 식물체 양분함량	31
표 40	수량구성요소 및 쌀수량	32
표 41	시험전, 후 토양화학성 변화	32
표 42	전국 논벼 생산량 및 재배면적(조곡기준)	35
표 43	쌀 재배규모별 농가수 변화추이	35
표 44	전국 및 농가 고령인구비율	36
표 45	논벼 생산농가 연령별 변화추이	36
표 46	농가 호당 소득변화 추이	37
표 47	농가 호당 농업총수입 추이	38
표 48	1인당 연간 쌀 소비량	38
표 49	사업체부문 쌀 소비량	39
표 50	논벼(쌀) 생산비 동향	39
표 51	논벼(쌀) 수익성 현황	40
표 52	10a당 쌀 생산비 및 노동비	41
표 53	10a당 쌀 생산비 및 비료비	41
표 54	들녘경영체 등록 현황	42
표 55	들녘경영체 쌀 재배면적 변화현황	42
표 56	들녘경영체 운영주체에 따른 작업별 공동작업비율	43
표 57	함안군 시범농가 기초자료	44
표 58	함안군 시범농가 논벼 생산비 비교	45
표 59	밀양시 시범농가 기초자료	46
표 60	밀양시 시범농가 논벼 생산비 비교	47
표 61	창녕군 시범농가 기초자료	48
표 62	창녕군 시범농가 논벼 생산비 비교	49
표 63	장성군 시범농가 기초자료	50
표 64	장성군 시범농가 논벼 생산비 비교	51
표 65	나주시 시범농가 기초자료	52
표 66	나주시 시범농가 논벼 생산비 비교	53
표 67	함평군 시범농가 기초자료	54
표 68	함평군 시범농가 논벼 생산비 비교	56

표 69	안성시 시범농가 기초자료	57
표 70	안성시 시범농가 논벼 생산비 비교	58
표 71	평택시 시범농가 기초자료	59
표 72	평택시 시범농가 논벼 생산비 비교	60
표 73	홍성군 시범농가 기초자료	61
표 74	홍성군 시범농가 논벼 생산비 비교	62
표 75	전체 시범농가 논벼 생산비 비교	64
표 76	시나리오 분석을 위한 기본 가정	65
표 77	과중상비료를 활용한 농법 적용에 따른 일반 농가 생산비 변화	66
표 78	2014년 들녘경영체 생산비(예상치)	67
표 79	과중상비료를 활용한 농법 적용에 따른 들녘경영체 생산비 변화	68
표 80	적용 농법에 따른 생산비 비교	69
표 81	적용 농법에 따른 생산비 비교(CO2 절감효과 감안)	70
표 82	과중상비료 경제성 분석 기본 가정	71
표 83	과중상비료 관행 대비 경제성 분석	72
표 84	과중상비료 경제성 분석 기본 가정	73
표 85	과중상비료 들녘경영체 대비 경제성 분석	74
표 86	과중상비료 판매가격별 논벼 생산비 비교	75
표 87	과중상비료 활용을 통한 경제적 편익 분석	76
표 88	연도별 쌀수량 변화	82
표 89	토양중 유효인산과 치환성칼륨 함량 변화	82
표 90	지역별 벼 수량구성요소 및 쌀 수량	82

<그림 차례>

그림 1	Linear type CRF	7
그림 2	Linear type 용출 패턴	8
그림 3	Sigmoid type CRF	8
그림 4	Sigmoid type 용출 패턴	8
그림 5	CRF 질소이용율	9
그림 6	시비방법 모식도	9
그림 7	과중상비료 처리후 육묘상태	10
그림 8	비종별 수질오염 부하량	10
그림 9	과중상비료 기술의 경제적 수명주기 곡선	72
그림 10	과중상비료 기술의 경제적 수명주기 곡선	74

제 1 장 실증과제의 개요 및 성과목표

제 1 절 실증과제의 필요성 및 목적

- 우리나라 질소수지('02~'04년)는 240kg/ha으로 네덜란드 229kg/ha, 일본 166kg/ha에 비하여 높아, 무기질비료 절감 국가목표를 ('12년) 236kg/ha에서 ('18년) 200kg/ha 설정 추진중으로 화학비료 절감목표 조기달성을 위한 고효율 비료 확대 보급 필요
- 벼 재배시 비료살포회수는 2~3회로 시비노동력이 11시간/ha 소요되는 고된 작업 중 하나이며 생산비 가중 요인임으로 용출제어 기술을 응용한 1회 시비형 비료 개발 필요
- 우리나라 온실가스 감축 목표는 2020년까지 BAU 대비 30% 저감으로 농업분야 온실가스 저감목표 달성 및 환경오염 부하 저감형 비료개발 필요
 - 농업분야 온실가스발생(GWP) : 농지 9,038(논 6,717, 밭 2,321), 비료생산 6,000천톤
 - ('04년) '4대강 비점오염원 관리 종합대책'의 보완 및 제2차('12~20년) 세부추진계획 수립
 - 비료성분 중 수계 부영양화 물질 : 인산과 질소 지정
 - 부영양화 물질 부하량(T-P) : 57,616kg/일
- 벼 재배농가 현장실태조사결과 농촌진흥청의 시비추천량 보다 많은 양이 시비되고 있고 유출되는 질소성분도 증가한다고 보고되어 있음
 - 시비형태와 시비량에 따른 질소 유출량 조사한 결과
 - 전층시비보다 표층시비했을 때 : 1.7배
 - 시비량을 표준량보다 2배나 더 시비했을 때 : 1.5배
- 생력형 화학비료 및 온실가스 저감을 위한 파종상비료 확대보급 필요
 - 추천시비량(192kg/ha) 대비 58% 절감형 파종상비료 개발완료(경기도농업기술원, 2011)
 - 파종상비료는 보통답 중만생종에 대한 시비기술로 토성별 지역적용 확대시험 필요
 - 파종상비료 연용시 생육 및 토양화학성 변화 및 지역 적용농가의 경제성 분석 필요
- 벼 모판 1회 시비용 파종상비료 최적 효과 실증을 통한 쌀 비용절감, 화학비료 절감 및 안정생산으로 자급률 제고
 - 지역별(토성별) 파종상비료 벼 생육 및 수량성 검정
 - 파종상비료 연용에 따른 벼 생육 및 수량성 검정
 - 파종상비료 특이토양(염해답) 적용 확대
 - 지역별 파종상비료 시용농가 경제성 분석
 - 파종상비료 농가적용 우수 및 실패사례 발굴 및 확대보급방안 정책건의 등

제 2 절 실증과제의 범위 및 내용

1. 1차년도

가. 파종상비료 적용 실패사례 발굴

- 2014년 농촌진흥청 시범사업 대상지역 등 조사
- 육묘관리, 이양시 및 본답 관리시 실패사례
- 조사방법 : 현장관찰, 면접조사, 연구문헌조사

나. 지역별 파종상비료 적용 실증

<실험1> 지역별 벼 생육

- 재배지역 : 3지역(중부, 호남, 영남 들녘경영체), 지역별(토성별) 3농가
- 처리내용 : 농가관행, 파종상비료 500g/육묘상자
- 주요 조사항목 : 벼 생육, 농가반응 등

<실험2> 파종상비료 연용에 따른 벼 생육

- 재배지역 : 중부 1개소('14년 농진청 시범사업지)
- 처리내용(1년차 시용) : 농가관행, 파종상비료 500g/육묘상자
- 주요 조사항목 : 벼 생육, 토양 Av.P₂O₅, Ex-K 함량 등 변화

<실험3> 파종상비료 간척지 적용기술

- 재배지 토양유형(지역) : 미숙 염해답(중부 1개소)
- 처리내용 : 농가관행, 파종상비료 500g/육묘상자
- 주요 조사항목 : 벼 생육, 토양 Av.P₂O₅, Ex-K 함량 등 변화

다. 파종상비료의 농가 경제적 효과 분석

- 조사지역 : <실험1>의 3지역(중부, 호남, 영남)

2. 2차년도

가. 지역별 파종상비료 적용 실증

<실험1> 벼 생육 및 수량

- 재배지역 : 3지역(중부, 호남, 영남 들녘경영체), 지역별(토성별) 3농가
- 처리내용 : 농가관행, 파종상비료 15kg/10a
- 주요 조사항목 : 벼 생육 및 수량, 미질분석, 농가반응 등

<실험2> 파종상비료 연용에 따른 벼 생육 및 수량

- 재배지역 : 중부지역 1개소
- 처리내용(2년차 시용) : 농가관행, 파종상비료 15kg/10a

- 주요 조사항목 : 벼 생육 및 수량, 미질분석, 토양 Av.P₂O₅, Ex-K 함량 등 변화

<실험3> 파종상비료 간척지 적용방법

- 재배지 토양유형(지역) : 미숙 염해담(중부지역 1개소)
- 처리내용 : 농가관행, 파종상비료 500g/육묘상자
- 주요 조사항목 : 벼 생육 및 수량, 미질분석, 토양 Av.P₂O₅, Ex-K 함량 등 변화

나. 파종상비료 확대보급 방안 발굴 및 정책건의

- 조사항목 : 확대보급방안 및 지원정책 도출

제 3 절 실증성과 목표 및 계획

표 1 실증성과 목표 및 실적

성과목표	지식재산권		논문		학술 발표	기술 거래	교육 지도	사업 화	정책 활용	홍보 전시	기타
	출원	등록	SCI	비 SCI							
최종목표	1	-	-	2	2	-	6	1	1	6	1
실적	-	-	-	-	2	-	7	2	1	8	2
달성율 (%)	0	-	-	0	100	-	117	200	100	133	200

제 2 장 국내외 시비절감형비료 연구개발 현황

제 1 절 용출제어형비료 종류 및 연구현황

1. 기능성비료

- 요소 가수분해 억제제 : ATS(Ammonium thiosulfate), 요소태질소의 암모니아화를 제어 혹은 질산태질소로 변화된 이후의 비료손실 경감(Tessengerlo Kerley(美), Plant Food Company)
- 질산화 억제제 : 암모니아태질소의 질산화 전환을 제어시켜 용탈저감(Dow AgroSciences)
- Polyaspartic acid : 음이온인 질산태질소를 Polyaspartic acid의 “+”charge와 결합시켜 용탈 제어(Donlar사(미), 경기도농업기술원(韓))

2. 완효성비료

- 제 2세대 완효성비료 : 용출도를 고도화시킨 시그모이드 타입의 비료 개발
 - 세계적으로 3개업체 기술보유[Chisso-Asahi(日), Scott사(美), 경기도와 동부팜한농(韓)]
 - 일본은 이 기술을 이용하여 '04년도에 수도용 파종상을 개발 출시함
 - 미국의 Scott사는 주 시장인 화훼나 잔디밭 쪽으로 고부가가치 제품으로 판매
 - 국내는 '13년도에 세계 2번째 수도용 파종상 비료를 개발 출시

가. 국내 제품생산 및 시장 현황

(1) 제 1세대 완효성 비료

- '89년도에 농업기술연구소가 UF비료를 전작용 완효성복합비료로 연구를 하였으나 경쟁력이 부족하여 제품 출시는 하지 못하였고
- (주)비왕산업에서 일본의 CDU를 도입하고 있으나 '94년도 출시에 시장은 미미함
- 또한 경기화학에서 '94년도에 일본의 IBDU함유 비료를 도입하여 판매하였으나 시장 정착에 실패
- '79년에 황코팅 비료인 SCU제조에 성공하였으나 요소 대비 가격이 고가(2.6~3배)로 제품으로 출시는 못함

(2) 제 2세대 완효성 비료

- 완효성비료인 Latex Coated Urea(LCD)는 조선비료(주)[현 조비]에서 일반비료와 혼합하여 국내 최초 개발
- '92년도엔 남해화학(주)과 농업기술연구소가 새로운 피복물질 개발에 성공하여 '04년 남해가 완효성 공장을 준공하여 국내 2번째로 완효성 비료를 출시

- '08년도에는 경기도농업기술원과 (주)동부팜한농이 시그모이드형 Polymer-Coated 기술 개발을 추진하여 '13년도에 세계 2번째로 파종상비료를 출시

(3) 완효성 비료 시장

- 국내에서 시장을 점차 확대하고 있는 완효성 축조시비는 코팅요소 24%와 일반 화학 비료를 76% 혼합한 제품으로 현재 조비, 남해, 동부팜한농, 풍농, KG, 협화에서 출시 되어 판매중임
- 또한 현재의 축조시비용 완효성비료는 요소만을 코팅함으로써 벼 등숙기에 광합성에 필요한 가리 공급이 어려워 진정한 1회 시비용 비료가 아니며, 시비량도 추천시비량 보다 많이 시비함으로 생력화비료이지 환경부하를 줄여주는 친환경비료로 보기는 어려움
- 벼 파종상비료는 개발된 시그모이드 코팅기술을 활용하여 현재 축조시비 완효성비료의 단점인 벼 등숙기에 가리 공급을 못해주는 문제를 해결하고 비료 시비량을 50%이상 줄임으로써 환경 부하도 획기적으로 줄이고 파종시 1회만 사용해도 되는 파종상비료를 '13년도에 세계 2번째로 출시

나. 국외 제품생산 및 시장 현황

(1) 완효성 비료 개발 진행 현황 및 시장 변화

(가) 완효성비료의 개발 진행 현황

- 제 1세대 완효성비료 : 합성 완효성비료, 황코팅 완효성비료가 70년대 개발 출시
- 그러나 제 1세대 완효성 비료는 비료 용출을 조절하지 못하고 단지 비료가 서서히 용출 되는 지효성 비료의 특성을 지니고 있어 비료효과가 늦게까지 유지 된다는 장점은 있으나 작물이 필요할 때 용출되는 특성은 지니지 못함
- 제 2세대 완효성비료 : '80년부터 개발이 본격화 된 Polymer-Coated 완효성비료는 일본의 Chisso-Asahi을 중심으로 개발이 추진되어 '86년에 리니어타입의 비료를 "마이스터" 라는 상표명으로 출시하였고 이후 '90년대엔 용출도를 고도화시킨 시그모이드 타입의 비료를 개발을 시작하여 '2004년도에 범씨와 함께 시비하는 "파종상비료"를 출시

(나) 완효성비료 시장

- 지난 10년간('01~'10년) 전체시장은 약 2.9%의 증가세임
- 제 1세대 완효성비료인 합성 완효성비료와 황코팅 완효성 비료는 비료용출도 조절이 어려워 합성완효성 비료는 연간 0.2%씩 감소하고, 황코팅비료는 약 2.1% 미미하게 증가
- 제 2세대 완효성비료인 Polymer-Coated 비료는 용출도 조절이 가능하고 시그모이드 타입과 같은 새로운 형태의 비료가 개발 보급되면서 연간 약 8.1% 증가

다. 제 2세대 Polymer-Coated 완효성 비료의 기술력 차이

(1) 리니어 타입

- 리니어 타입 : 국내 및 외국 대부분의 회사에서 생산 가능하며, 기술이 보편화되어 있음
- 특히 중국에서 생산이 이루어 짐으로써 국내 비료 업계가 도입판매 중으로 국내 업체의 가격 경쟁력이 저하 됨

(2) 시그모이드 타입

(가) 제품 개발 및 기술력 차이

- 전 세계적으로 3개 업체에서만 개발이 가능한 기술임
[Chisso-Asahi(日), Scott사(美), 경기도농업기술원(韓)]
- 일본은 이 기술을 이용하여 '04년도에 수도용 파종상을 개발 출시
- Scott사는 주 시장인 화훼나 잔디밭 쪽으로 고부가가치 제품으로 판매 중
- 팜한농은 '13년도에 세계 2번째 수도용 파종상 비료를 개발 출시하였으나 아직 보급은 미흡함. 또한 '15년도에는 세계 최초로 측조완효성 비료를 대치하고자 이양동시 처리비료를 개발중임

(나) 시그모이드 타입 제품의 차별성

- 질소 성분에 의한 온실가스 발생량을 절감하며, 질소와 인산에 의한 비점오염을 획기적으로 줄일 수 있는 제품임
- 외국 선진사에 비해 개발은 늦었으나 세계 최초로 이양동시 처리비료를 개발 중으로 외국 제품이 국내 시장에 들어오기 전에 국산화 및 수출비료화 하기 위해 개발 집중이 필요함

제 2 절 용출제어형비료 개념 및 특징

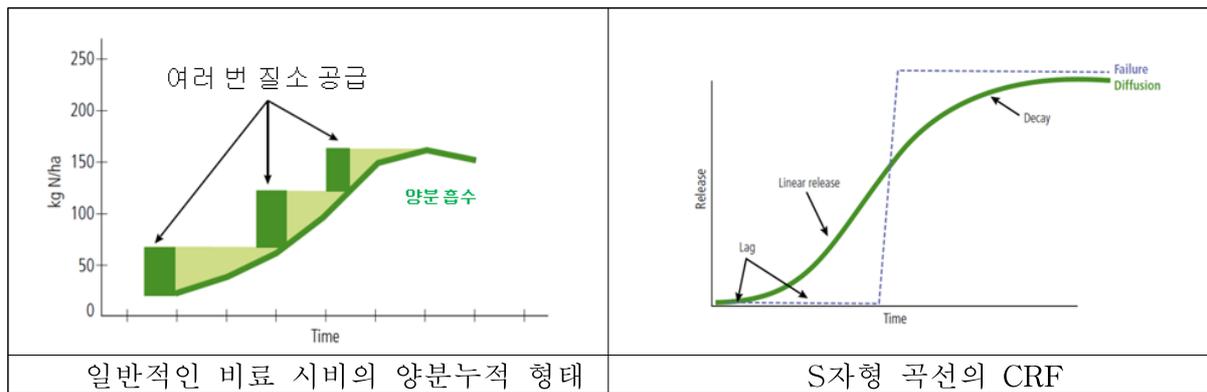
1. 용출제어형비료 개념

- 식물이 필요로 하는 비료성분의 양을 작물의 전 생육기간 동안 토양 속에서 지속적으로 과부족 없이 공급할 수 있도록 만들어진 비료
→ 20일 미만의 속효성 비료를 30일~최대 2년까지 용출도를 조절 가능
- 통상적인 질소(N) 및 칼리(K) 비료의 대부분은 용해가 잘 되는 속효성 비료로서 비료이용률이 28~33%로 매우 낮음
→ CRF(Controlled Release Fertilizer) 사용시 비료이용률을 50%이상 높일 수 있으므로 비료 효율성 증대

표 2 용출제어형비료 장단점

구분	용출기간	비료이용률	시비횟수 (벼재배시)	장점	단점
일반비료	20일 이내	28~33%	4회	작물의 성장 조절이 용이	노동력 증대 비료유실 다량
CRF	1~24개월 조절가능	50% 이상	1~2회	노동력절감 비료효율성 증대 환경오염 감소	가격 고가 작물별, 토양별 조절기술 필요

○ 양분흡수의 누적 형태를 보면 S 자형의 비료 용출이 가장 알맞은 형태임



2. 용출제어형비료 Type

○ Linear type CRF

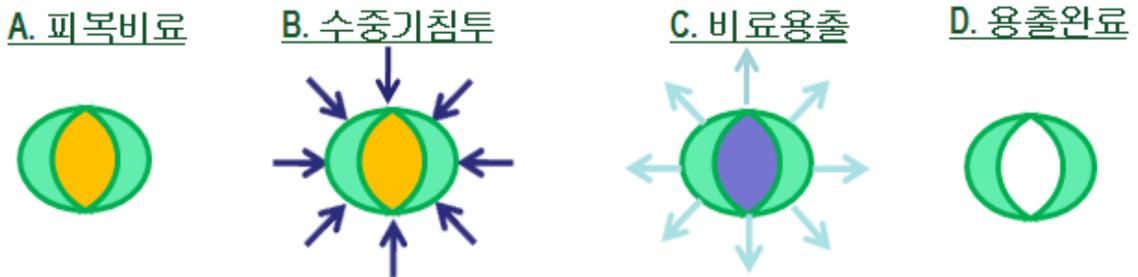


그림 1 Linear type CRF

- CRF 주위에 외부 수분이 없는 상태
- CRF 피복 표면의 용출제어 물질과 외부수분이 접촉하게 되며, 외부 수증기가 용출제어 물질 및 코팅재의 미세 코어로 침투하게 됨
- 흡습된 수증기가 내부의 비료와 접촉해 비료성분을 녹이게 되며, 미세코어를 통해 삼투압으로 비료 성분이 용출됨
- B와 C과정이 일정기간 피복의 두께와 피복재질성분비에 의해 조절되며 용출이 완료됨

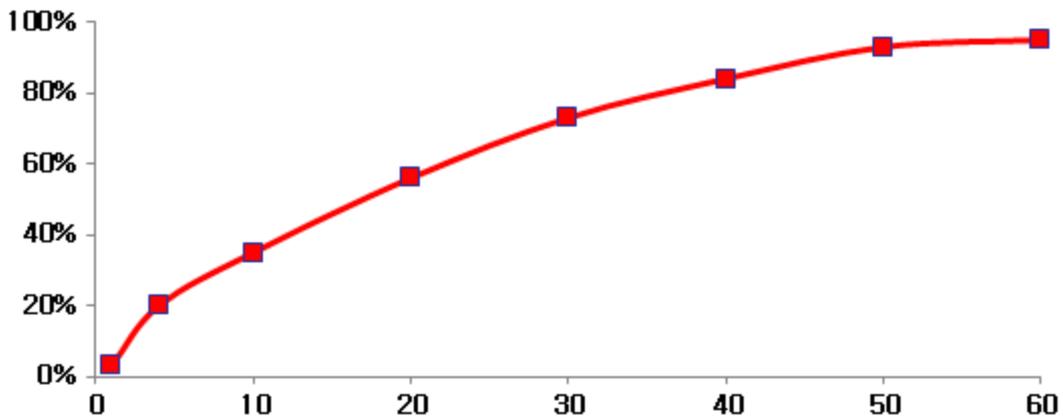


그림 2 Linear type 용출 패턴

○ Sigmoid type CRF

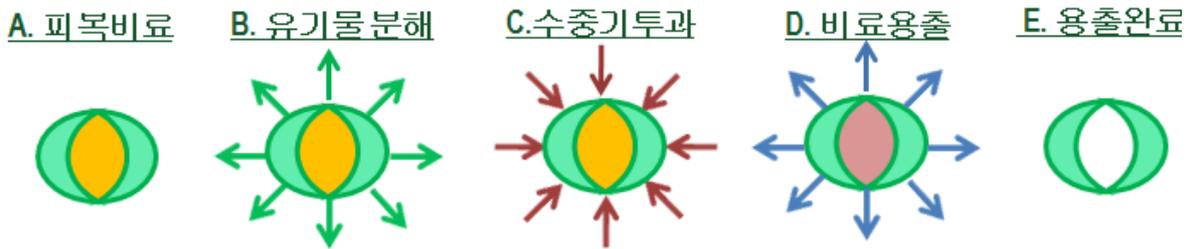


그림 3 Sigmoid type CRF

- CRF 주위에 외부 수분이 없는 상태
- CRF 피복의 유기물이 서서히 분해 및 용해되며, 미세 코어 생성됨. 미세 코어 형성 시 유기물의 분해시간까지 비료 미용출
- CRF 피복 표면의 용출제어 물질과 외부수분이 접촉하게 되며, 외부 수증기가 용출 제어 물질 및 코팅재의 미세 코어로 침투하게 됨
- 흡습된 수증기가 내부의 비료성분을 녹이게 되며, 미세코어를 통해 삼투압으로 비료 성분이 용출
- B와 C과정이 일정기간 피복의 두께와 피복재질성분비에 의해 조절되며 용출이 완료됨

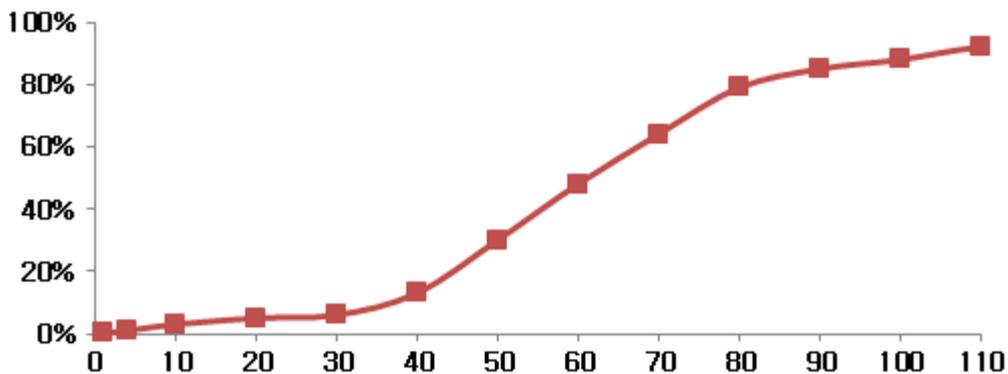


그림 4 Sigmoid type 용출 패턴

3. 용출제어형비료 질소이용율

- 일반화학비료 표면시비 질소이용율 9.3%에 비하여 용출제어형비료 대폭 증가함
 - CRF 표면 60.5%, 뿌리옆 77.7%, 뿌리 83.2%

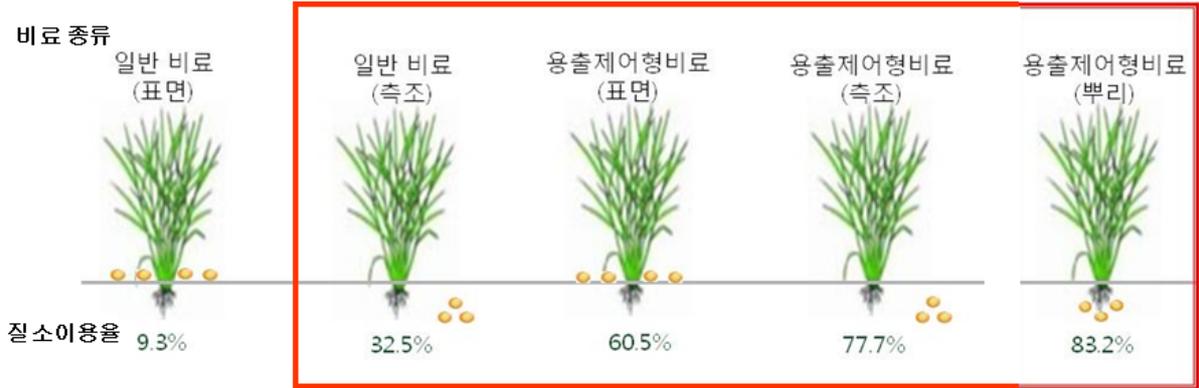


그림 5 CRF 질소이용율

4. 용출제어형 벼 파종상비료 특징

- 벼 육묘시 종자와 같이 1회 시비하여 분담 시비가 필요 없음
- 생분해성 수지 코팅으로 100% 자연분해 되어 토양이나 수계에 축적되지 않음



그림 6 시비방법 모식도



그림 7 파종상비료 처리후 육묘상태

- 비료 사용량 68% 절감(19.2kg → 6.24kg/ha) 효과
- 수질 오염부하량 경감효과 우수(1.562kg/ha → 1.337kg/ha)

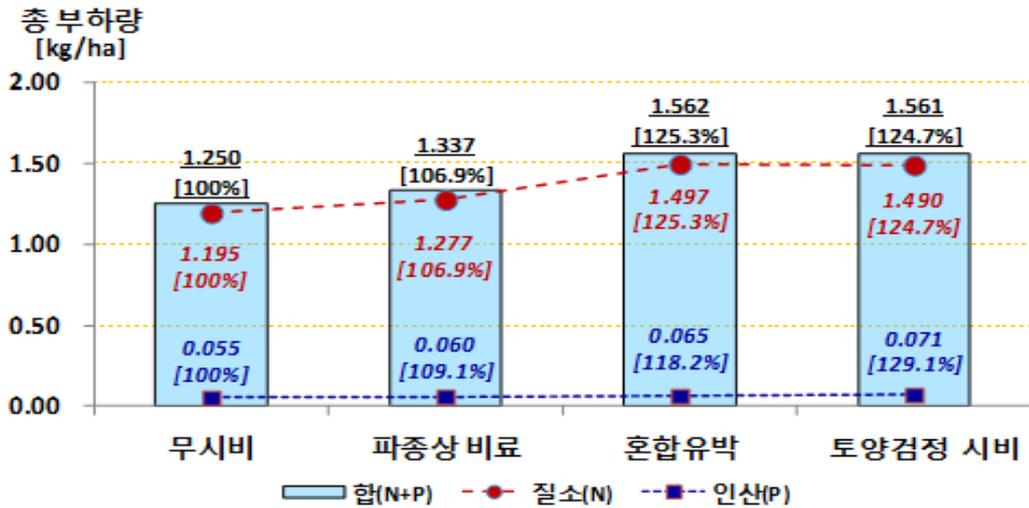
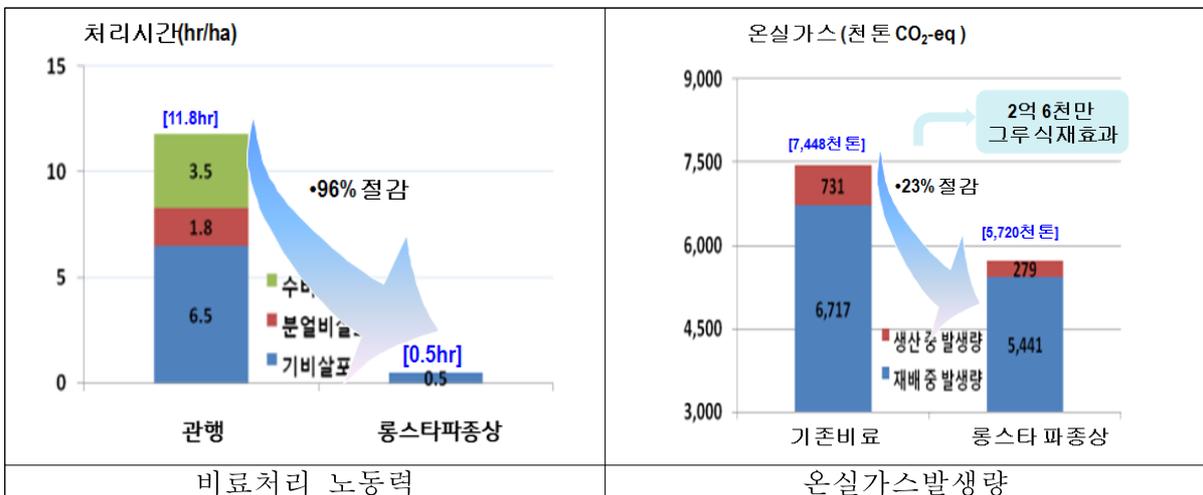


그림 8 비종별 수질오염 부하량

- 비료 살포 노동력 96% 절감(11.8h → 0.5h/ha) 가능
- 온실가스 발생량 23% 저감(7,448천톤 → 5,720천톤)



○ 완효성비료 대비 가격 7,190원/10a 낮음

표 3 파종상비료와 완효성비료 가격비교

구 분	10a당 사용량(kg)	1포당 단가(원)	10a당 가격(원)	10a당 비료성분		
				질소	인산	칼리
파종상비료 (A)	15	55,000 (15kg/포)	55,000	4.5	0.9	0.9
완효성비료 (B)	50~60	20,730 (20kg/포)	51,825(50kg/10a) 62,190(60kg/10a)	10.8	4.2	5.4
B-A	45	-	7,190	6.3	3.3	4.5

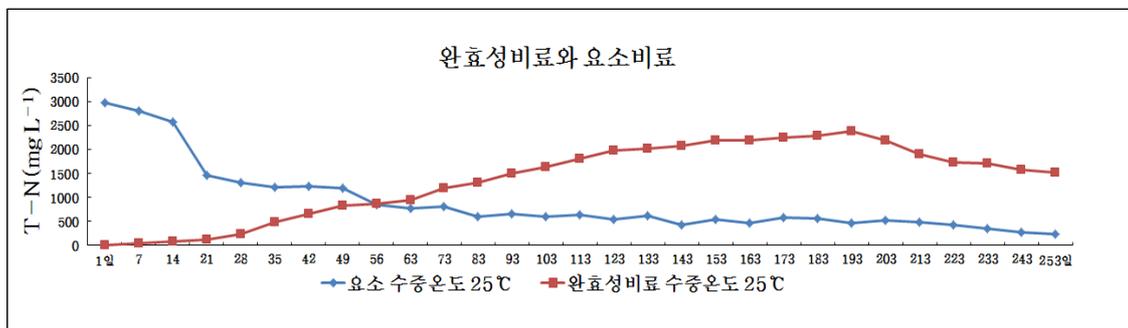
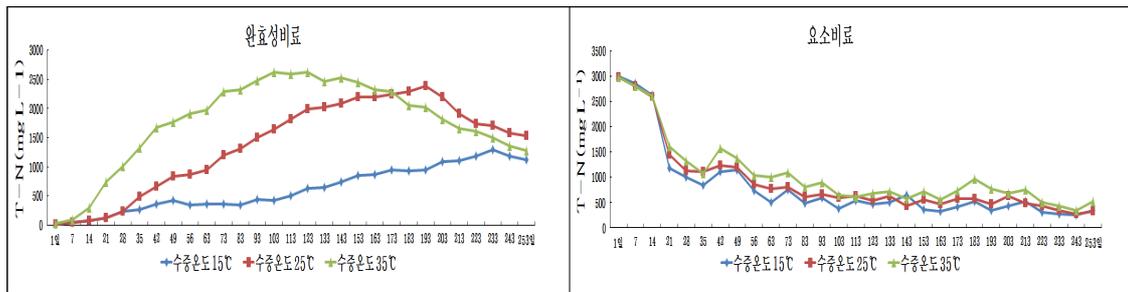
Ⓐ 파종상 완효성비료 : N-P-K = 30-6-6, 가격 : 55,000원/15kg/포('17. 팜한농 판매가)

Ⓑ 단한번 완효성비료 : N-P-K = 18-7-9, 가격 : 20,730원/20kg/포('17. 농협 판매가)

제 3 절 파종상비료 적정 시용량 산정

1. 파종상비료 용출량 변화 및 묘 양분함량

- 파종상비료의 T-N 용출량은 수중온도 35℃ > 25℃ > 15℃ 순으로 많았음
- 25℃ 에서 요소의 T-N 용출량은 처리 후 1일에서 최고점에 도달한 후 계속 감소하였으나 파종상비료는 190일까지 지속적으로 용출되는 경향이었음



○ 과종상비료를 처리한 20일 묘의 N, P₂O₅, K₂O 함량은 무처리에 비해 높은 경향이었음

처리내용	T-N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
1. 0g/육묘상자(대조)	20.5	20.2	15.3	12.3	51.6	36.7
2. 200g	25.1	-	17.3	-	57.4	-
3. 300g	30.1	30.1	16.2	14.8	56.7	44.0
4. 400g	30.7	34.7	16.0	15.7	53.8	42.7
5. 500g	37.0	36.5	15.4	16.6	52.6	42.4
6. 600g	-	37.1	-	16.8	-	40.5

2. 벼 생육기간중 식물체 양분함량 및 질소흡수이용을 변화

○ T-N 함량은 2010년에는 대조구와 과종상비료 300~500g 시용구간에 차이가 없었으나, 2011년에는 이앙 후 15일부터 30일까지 모든 과종상비료 시용구에서 T-N 함량이 부족하였으며 이앙 후 45일부터는 과종상비료 500~600g 시용구에서만 대조구와 차이가 없었음

- 2010년

처리내용	이앙후 15일	30일	45일ns [♯]	60일ns	110일
1. 토양검정(대조)	16.8a [♯]	20.4a	14.6	10.9	8.0a
2. 0g/육묘상자(무처리)	12.3b	17.0b	13.8	9.1	6.1b
3. 200g	14.9ab	17.6b	14.2	10.1	6.2b
4. 300g	15.7a	19.2a	14.4	10.4	7.3ab
5. 400g	16.6a	19.9a	14.6	10.7	8.1a
6. 500g	18.0a	20.1a	14.8	11.3	8.2a

[♯]DMRT(α=0.05) [♯]not significant

- 2011년

처리내용	이앙후 15일	30일	45일	60일	110일ns [♯]
1. 토양검정(대조)	30.7a [♯]	26.9a	21.3ab	12.1ab	6.2
2. 0g/상자(무처리)	19.2c	20.2d	19.3c	10.3c	5.4
3. 300g	19.5c	20.7cd	20.2bc	10.9bc	5.6
4. 400g	19.7c	22.2c	20.5bc	12.0ab	6.0
5. 500g	25.8b	24.2b	22.1a	12.6a	6.3
6. 600g	26.4ab	24.5b	22.6a	13.0a	6.4

[♯]DMRT(α=0.05) [♯]not significant

○ 대조구에 비해 과종상비료 500g 시용구의 P₂O₅ 함량은 2010년에는 다소 부족하였으나 2011년에는 비슷하였으며, 흡수량은 대조구와 대등하였음

- 2010년

처리내용	이양후 15일	30일	45일	60일	110일
1. 토양검정(대조)	6.9	7.4	7.8	7.1	4.9
2. 0g/상자(무처리)	5.8	6.7	7.1	6.6	4.7
3. 200g	6.0	6.9	7.3	6.8	4.8
4. 300g	6.2	7.2	7.4	6.8	4.8
5. 400g	6.3	7.3	7.5	6.9	4.8
6. 500g	6.6	7.4	7.7	6.9	4.9

- 2011년

처리내용	이양후 15일	30일	45일	60일	110일
1. 토양검정(대조)	6.7	8.5	6.7	5.2	3.6
2. 0g/상자(무처리)	5.4	6.8	6.0	4.6	3.4
3. 300g	5.5	7.0	6.3	5.0	3.5
4. 400g	6.3	7.8	6.8	5.3	3.6
5. 500g	6.7	8.0	7.2	5.5	3.8
6. 600g	6.8	8.0	7.3	5.6	3.9

○ 파종상비료 500g 시용구의 K₂O 함량은 대조구에 비해 이양후 15일부터 60일까지는 낮았으나 110일에서는 대등하였으며, 흡수량은 현저한 차이가 없었음

- 2010년

처리내용	이양후 15일	30일	45일	60일	110일
1. 토양검정(대조)	27.6	29.9	37.2	29.4	18.3
2. 0g/상자(무처리)	20.5	27.8	33.1	26.6	17.2
3. 200g	23.9	29.5	36.1	29.1	17.4
4. 300g	23.8	29.3	34.9	28.8	18.0
5. 400g	22.6	29.0	34.5	28.7	18.2
6. 500g	22.2	28.8	34.2	27.8	18.5

- 2011년

처리내용	이양후 15일	30일	45일	60일	110일
1. 토양검정(대조)	24.3	35.5	34.0	29.7	17.7
2. 0g/상자(무처리)	18.4	29.1	28.8	26.6	14.8
3. 300g	18.9	29.8	29.3	28.3	15.7
4. 400g	19.1	31.3	31.4	28.7	16.6
5. 500g	20.8	32.2	33.9	29.3	17.9
6. 600g	21.1	32.4	34.7	30.7	18.5

○ 벼 수확기에 벼짚중의 T-N 함량은 대조구와 파종상비료 400~600g 시용구간에 차이가 없었음

- 2010년

처리내용	벼짚			곡물		
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. 토양검정(대조)	5.0a [↓]	2.4	27.5	10.9	5.8	2.5
2. 0g/상자(무처리)	4.3c	2.1	23.8	10.5	5.4	2.0
3. 200g	4.5bc	2.2	24.3	10.6	5.5	2.1
4. 300g	4.6bc	2.3	25.9	10.7	5.7	2.2
5. 400g	4.8ab	2.4	26.1	11.1	5.8	2.4
6. 500g	5.0a	2.6	26.3	11.2	6.1	2.5

[↓]DMRT(α=0.05)

- 2011년

처리내용	벼짚			곡물		
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. 토양검정(대조)	5.0ab [↓]	2.1	19.2	8.9	5.9	2.8
2. 0g/상자(무처리)	4.1d	1.5	17.9	8.0	5.2	2.6
3. 300g	4.4cd	1.6	18.3	8.3	5.3	2.7
4. 400g	4.7bc	1.8	19.2	8.8	5.9	2.8
5. 500g	5.1ab	2.1	19.8	9.0	6.0	3.0
6. 600g	5.2a	2.3	20.2	9.2	6.1	3.1

[↓]DMRT(α=0.05)

○ 벼 수확기 파종상비료 시용구의 질소흡수이용율(%)은 대조구에 비해 높았음

- 2010년

처리내용	이양후 15일	30일	45일ns [↓]	60일	110일	수확기 (150일)
1. 토양검정(대조)	2a [↓]	7ab	14	27ab	35b	24b
3. 200g/상자	3a	9a	19	44a	39b	37ab
4. 300g	3a	12a	22	53a	78a	39ab
5. 400g	3a	15a	28	60a	94a	53a
6. 500g	3a	12a	29	58a	83a	56a

[↓]DMRT(α=0.05) [↓]not significant

- 2011년

처리내용	이양후 15일	30일ns [↓]	45일	60일	110일	수확기 (150일)
1. 토양검정(대조)	4a [↓]	10	20c	31b	18ab	31b
3. 300g/상자	4a	7	20c	34b	41a	54a
4. 400g	3a	14	30b	51ab	47a	57a
5. 500g	4a	16	42a	66a	49a	76a
6. 600g	4a	13	36ab	58a	42a	72a

[↓]DMRT(α=0.05) [↓]not significant

3. 쌀 수량구성요소 및 파종상비료 적정 시용량

- 쌀수량은 2010년에는 파종상비료의 시용량 증가에 따라 통계적으로 증가하였으며, 대조구와 대등한 파종상비료의 시용수준은 500g 이었고, 2011년의 경우도 2010년과 같은 경향으로 파종상비료의 시용량 증가에 따라 쌀수량이 증가하였으며, 대조구와 대등한 파종상비료의 시용수준은 500g~600g 이었음

- 2010년

처리내용	수수 (개/주)	수당입수 (개)	등숙율 (%)	현미 천립중 (g)	쌀수량 (kg 10a ⁻¹)
1. 토양검정(대조)	17.6	76.6	92.8	20.9	509a [↓]
2. 0g/상자(무처리)	12.2	66.7	93.6	21.4	412e
3. 200g	15.1	73.3	93.0	21.0	438d
4. 300g	15.8	74.8	92.6	20.8	454c
5. 400g	16.9	76.0	92.3	21.0	485b
6. 500g	17.4	76.9	92.2	20.8	504a

[↓]DMRT(α=0.05)

- 2011년

처리내용	수수 (개/주)	수당입수 (개)	등숙율 (%)	현미 천립중 (g)	쌀수량 (kg 10a ⁻¹)
1. 토양검정(대조)	15.4	76.4	94.1	21.2	505a [↓]
2. 0g/상자(무처리)	9.7	70.9	95.3	21.5	344c
3. 300g	10.8	74.1	94.6	21.3	430b
4. 400g	12.4	75.8	94.8	21.6	444b
5. 500g	15.3	76.0	94.5	21.4	492a
6. 600g	15.4	76.5	94.8	20.9	507a

[↓]DMRT(α=0.05)

- 파종상비료 시용량과 쌀 수량과의 2차 회귀식에 의거 산출한 벼 육묘상자 당 파종상비료 적정 시용량 500g 산정

- 파종상비료 육묘상자 당 시용량과 쌀 수량과의 관계

· 2010년 : $Y = 0.0002x^2 + 0.0963x + 411.6 (R^2 : 0.9922)$

* Y : 벼 육묘상자 당 파종상비료 시용량별 쌀 수량(kg 10a⁻¹)

* x : 벼 육묘상자 당 파종상비료 시용량(g)

· 2011년 : $Y = 8E-6x^2 + 0.2723x + 344.04 (R^2 : 0.9864)$

* Y : 벼 육묘상자 당 파종상비료 시용량별 쌀 수량(kg 10a⁻¹),

* x : 벼 육묘상자 당 파종상비료 시용량(g)

- 토양검정시비구 쌀 수량에 해당하는 벼 육묘상자 당 파종상비료 적정 시용량

· 상기 2차 회귀식 Y에 토양검정시비구 쌀수량(kg 10a⁻¹) 대입하여 x(g) 값 산출

* 2010년 : 498g, 2011년 : 513g

* 파종상비료 적정 시용량 : $(498 \sim 513g) / 2 = 505.5g \approx 500g$

제 3 장 실증과제 수행내용 및 결과

제 1 절 1차년도 수행내용 및 결과

1. 지역별 파종상비료 적용 실증

- 실증과제 추진은 중부지역, 호남지역, 영남지역 등 3지역 9개소에서 추청, 진백, 운광, 황금누리, 새누리, 새일미, 동진1호 등 7품종으로 수행하였음
 - 중부(3개소) : 경기 평택, 경기 안성, 충남 홍성
 - 호남(3개소) : 전남 나주, 전남 장성, 전남 함평
 - 영남(3개소) : 경남 밀양, 경남 창녕, 경남 함안
- 벼 이앙은 5월 14일부터 6월 27일까지였으며, 출수기는 벼 품종별 생태형과 지역에 따라 8월 7일부터 8월 30일까지였음
- 농가관행 시비량은 표4와 같고 파종상비료는 500g/상자(30상자 기준/10a)이었음

표 4 실증장소 및 재배개요

지역 (기후대)	시험장소	시험품종	관행 시비량 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ Okg/10a)	이 앙 (월.일)	출수기 (월.일)
중 부 (중서부평야)	○ 경기 평택 청북 어연리	추청	10.2-5.5-5.7	5.14	8.18
	○ 경기 안성 공도 옹교리	추청	8.4-2.2-4.0	5.19	8.13
	○ 충남 홍성 금마 화양리	진백	15.1-10.3-11.5	6. 4	8.25
호 남 (호남내륙)	○ 전남 나주 세지 죽동리	운광	12.1-4.0-3.2	6. 3	8.15
	○ 전남 장성 남면 삼태리	황금누리	14.4-7.2-9.6	5.28	8.16
	○ 전남 함평 월야 월야리	새누리	10.8-3.0-4.8	5.28	8.15
영 남 (영남내륙)	○ 경남 밀양 상남 기산리	새일미	12.7-10.3-10.3	6.15	8.30
	○ 경남 창녕 창녕 여초리	동진1호	12.5-10.2-10.2	5.25	8.7
	○ 경남 함안 칠서 청계리	새일미	12.9-8.5-9.7	6.27	8.30
3지역 (3기후대)	9개소	7품종		5.14~ 6.27	8.7~ 8.30

표 5 시험전 토양화학성

구 분		pH (1:5)	OM (g kg ⁻¹)	Av. P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex.Cations (cmol kg ⁻¹)				Av. SiO ₂ (mg kg ⁻¹)	
					K	Ca	Mg	Na		
중부 지역	경기 평택	농가관행	6.8	21	309	0.35	5.9	1.5	0.41	108
		파종상비료	6.3	20	386	0.37	6.5	1.3	0.42	87
	경기 안성	농가관행	5.9	20	80	0.27	3.7	1.9	0.19	104
		파종상비료	5.4	19	69	0.22	5.6	1.5	0.24	92
	충남 홍성	농가관행	5.6	23	56	0.30	5.7	1.9	0.17	158
		파종상비료	5.6	26	59	0.32	6.4	2.4	0.25	144

구 분			pH (1:5)	OM (g kg ⁻¹)	Av. P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex.Cations (cmol kg ⁻¹)				Av. SiO ₂ (mg kg ⁻¹)
						K	Ca	Mg	Na	
호남 지역	전남 나주	농가관행	5.3	31	223	0.36	5.3	1.1	0.15	188
		파종상비료	5.2	29	156	0.30	3.9	0.8	0.15	145
	전남 장성	농가관행	5.4	21	65	0.18	4.9	1.6	0.15	154
		파종상비료	5.6	29	78	0.21	6.0	2.1	0.22	110
	전남 함평	농가관행	5.8	29	12	0.28	7.3	2.0	0.20	229
		파종상비료	5.9	29	25	0.26	8.0	1.8	0.20	246
영남 지역	경남 밀양	농가관행	5.2	33	312	0.16	4.4	1.0	0.16	42
		파종상비료	5.3	33	278	0.18	5.5	1.1	0.16	67
	경남 창녕	농가관행	6.4	34	263	0.70	8.4	2.0	0.09	184
		파종상비료	6.9	38	348	0.89	10.7	2.4	0.13	417
	경남 함안	농가관행	5.5	32	322	0.58	5.5	1.1	0.28	73
		파종상비료	5.8	31	373	0.65	5.1	1.1	0.12	57

○ 벼 시기별 생육상황은 지역에 관계 없이 생육 초, 중기에 파종상비료 처리가 농가관행 처리에 비해 초장이 작고 분얼수가 적은 경향이었음

표 6 벼 시기별 생육상황

구 분		초장(cm)		분얼수(개 주 ⁻¹)	
		이양후 30일	60일	이양후 30일	60일
경기 평택	농가관행	26.7	57.3	18.4	27.2
	파종상비료	25.9	52.0	17.1	24.9
경기 안성	농가관행	36.0	57.6	15.9	28.3
	파종상비료	26.8	49.1	14.7	27.1
충남 홍성	농가관행	41.7	85.3	24.0	27.8
	파종상비료	35.5	83.0	22.1	25.8
전남 나주	농가관행	37.2	77.1	21.9	23.2
	파종상비료	35.3	77.2	17.5	19.2
전남 장성	농가관행	36.6	74.5	16.8	21.7
	파종상비료	34.6	73.1	15.2	20.0
전남 함평	농가관행	39.3	80.5	21.5	24.6
	파종상비료	35.9	77.7	16.9	19.0

구 분		초장(cm)		분얼수(개 주 ⁻¹)	
		이양후 30일	60일	이양후 30일	60일
경남 밀양	농가관행	39.3	80.4	20.4	23.5
	파종상비료	34.0	69.8	18.6	19.8
경남 창녕	농가관행	47.7	78.9	21.8	24.1
	파종상비료	41.0	73.6	19.1	21.6
경남 함안	농가관행	52.3	85.5	24.5	27.3
	파종상비료	43.9	73.1	21.8	28.3

○ 벼 식물체 양분함량은 T-N, P₂O₅, K₂O 모두 생육 초·중기까지는 파종상비료가 농가 관행에 비해 다소 낮았으나, 수확기에는 큰 차이 없는 경향이었음

표 7 벼 식물체 양분함량(g kg⁻¹)

구 분		T-N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
		이양후 30일	60일	수확기	이양후 30일	60일	수확기	이양후 30일	60일	수확기
경기 평택	농가관행	29.3	20.8	4.3	11.8	7.0	2.3	27.8	24.2	15.6
	파종상비료	28.4	19.4	4.2	11.4	6.7	2.2	26.8	23.8	15.7
경기 안성	농가관행	26.3	14.8	3.8	9.8	7.5	2.3	27.9	24.5	13.9
	파종상비료	25.5	14.5	3.9	9.6	7.0	2.4	27.1	23.6	13.9
충남 홍성	농가관행	21.0	13.6	4.5	8.6	6.9	2.1	29.9	23.7	15.4
	파종상비료	19.9	13.1	4.5	8.4	6.8	1.8	27.4	23.1	14.9
전남 나주	농가관행	24.1	14.2	5.6	10.9	9.6	2.8	35.7	25.3	18.8
	파종상비료	23.7	13.9	5.5	10.7	9.5	2.7	34.4	24.9	18.3
전남 장성	농가관행	25.0	15.3	5.0	8.0	7.7	1.9	29.8	23.8	17.7
	파종상비료	24.0	14.9	4.8	7.5	7.6	1.8	29.6	23.5	17.1
전남 함평	농가관행	25.8	14.6	3.2	7.5	6.7	1.8	37.3	26.4	18.8
	파종상비료	25.2	14.1	3.3	7.3	6.4	2.0	36.7	25.9	17.9
전남 나주	농가관행	24.1	14.2	5.6	10.9	9.6	2.8	35.7	25.3	18.8
	파종상비료	23.7	13.9	5.5	10.7	9.5	2.7	34.4	24.9	18.3
전남 장성	농가관행	25.0	15.3	5.0	8.0	7.7	1.9	29.8	23.8	17.7
	파종상비료	24.0	14.9	4.8	7.5	7.6	1.8	29.6	23.5	17.1
전남 함평	농가관행	25.8	14.6	3.2	7.5	6.7	1.8	37.3	26.4	18.8
	파종상비료	25.2	14.1	3.3	7.3	6.4	2.0	36.7	25.9	17.9

○ 파종상비료구의 쌀수량은 농가관행과 같거나 다소 감소하는 경향이었음

- 중부지역 파종상비료구의 쌀수량 : 농가관행 대비 95~100% 수준이었음
- 호남지역 파종상비료구의 쌀수량 : 농가관행 대비 92~97% 수준이었음
- 영남지역 파종상비료구의 쌀수량 : 농가관행 대비 96~97% 수준이었음

○ 파종상비료구의 쌀중 단백질 함량은 지역에 따라 다소 차이가 있었음

- 중부지역 파종상비료구의 쌀중 단백질 함량 : 농가관행에 비해 낮았음
- 호남지역 파종상비료구의 쌀중 단백질 함량 : 농가관행과 같거나 높았음
- 영남지역 파종상비료구의 쌀중 단백질 함량 : 농가관행과 같거나 낮았음
- 파종상비료구의 완전미율은 지역간에 다소의 차이가 있었음
 - 중부지역 파종상비료구의 완전미율 : 농가관행에 비해 높았음
 - 호남지역 파종상비료구의 완전미율 : 농가관행에 비해 낮았음
 - 영남지역 파종상비료구의 완전미율 : 농가관행에 비해 낮거나 높았음

표 8 수량구성요소 및 쌀수량

구 분		수수 (개/주)	수당입수 (개)	등숙율 (%)	현미천립중 (g)	쌀수량 (kg/10a)	쌀단백질 함량(%)	완전미율 (%)
경기 평택	농가관행	24.2	74	92.9	22.1	591(100)	5.0	93.5
	파종상비료	23.9	71	94.8	22.0	581(98)	4.9	94.0
경기 안성	농가관행	23.8	72	92.8	21.7	618(100)	4.9	91.3
	파종상비료	22.3	71	93.6	21.1	616(100)	4.6	93.2
충남 홍성	농가관행	21.0	106	90.0	24.5	583(100)	7.5	94.4
	파종상비료	20.4	103	90.5	24.5	556(95)	7.4	95.5
전남 나주	농가관행	18.0	112	85.5	23.8	604(100)	5.8	88.8
	파종상비료	17.7	112	84.6	23.5	572(95)	5.9	87.1
전남 장성	농가관행	18.5	113	92.8	24.3	614(100)	5.1	95.0
	파종상비료	18.1	112	91.1	23.9	596(97)	5.1	93.9
전남 함평	농가관행	20.1	88	93.9	25.2	627(100)	5.6	95.5
	파종상비료	18.6	82	91.9	24.9	576(92)	5.8	94.2
경남 밀양	농가관행	19.1	92	92.2	21.6	605(100)	6.0	95.0
	파종상비료	18.6	90	90.2	21.7	582(96)	5.9	96.0
경남 창녕	농가관행	20.6	89	84.0	23.8	622(100)	6.2	96.0
	파종상비료	19.8	87	83.5	23.6	600(96)	6.2	95.8
경남 함안	농가관행	24.5	88	86.2	21.6	556(100)	6.1	92.7
	파종상비료	23.7	85	87.5	21.3	541(97)	5.9	93.0

- 9개 시범농가에 대한 비료 사용량을 조사한 결과 관행비료는 평균 26.6kg/10a, 파종상비료는 6.3kg/10a 사용하였으며 관행비료 대비 파종상비료는 74%(57~83%) 절감되었음
 - 비료 절감율은 영남지역 > 호남지역 > 중부지역 순으로 높았음
 - 관행비료 시용량이 증가 함에 따라 비료사용 절감율은 높아졌음($r=0.9774^{**}$)
- 관행비료 대비 파종상비료의 시비노동력 절감율은 9개 농가 평균 95%(84~98%) 이었음
 - 시비노동력 절감율은 중부지역 > 영남지역 > 호남지역 순으로 높았음
- 따라서 농작업이 물려 있는 농번기에 파종상비료를 사용하면 시비노동력이 절감되어 농촌의 일손 부족이 일부 해결될 수 있으리라 생각됨

표 9 비료 및 시비노동력 절감율

실증지역		비료량 ^㉔ (kg/10a)			시비노동력(hr/ha)		
		관행비료	파종상비료	절감율 (%)	관행비료 ^㉕	파종상비료 ^㉖	절감율 (%)
중부 지역	경기 평택	21.4	6.3	71	5.4	0.168	97
	경기 안성	14.6	6.3	57	5.4	0.115	98
	충남 홍성	36.9	6.3	83	5.4	0.126	98
호남 지역	전남 나주	19.3	6.3	67	0.8	0.126	84
	전남 장성	31.2	6.3	80	5.4	0.112	98
	전남 함평	18.6	6.5	65	5.4	0.107	98
영남 지역	경남 밀양	33.3	6.3	81	1.4	0.126	91
	경남 창녕	32.9	6.3	81	5.4	0.126	98
	경남 함안	31.1	6.3	80	4.8	0.126	97

㉔ : 비료량 = N+P₂O₅+K₂O

㉕ : 기비 1.4hr/ha, 분얼비 4.0, 수비 4.0, 측조시비 0.8hr/ha

㉖ : (ha당 농가 이앙모판수/hr당 파종모판수 480개)×0.2(파종단계 파종상비료살포비율)

○ 토성별 파종상비료 시용구의 질소이용율은 중부와 호남지역은 양토> 미사질양토> 사양토, 영남지역은 사양토> 미사질양토> 양토 순으로 높은 경향이었음

표 10 토성별 질소이용율

지역	토성		쌀 N 이용율 (%)	관행 대비 질소이용율	비고
중부 지역	미사질 양토	농가관행	15	-	○ 양토> 미사질양토> 사양토 순으로 쌀 질소이용율 높았음
		파종상비료	26	11% 높음	
	사양토	농가관행	11	-	
		파종상비료	20	9% 높음	
	양토	농가관행	24	-	
		파종상비료	69	45% 높음	
호남 지역	양토	농가관행	17	-	○ 양토> 미사질양토> 사양토 순으로 쌀 질소이용율 높았음
		파종상비료	40	23% 높음	
	사양토	농가관행	10	-	
		파종상비료	27	17% 높음	
	미사질 양토	농가관행	19	-	
		파종상비료	39	20% 높음	
영남 지역	미사질 양토	농가관행	18	-	○ 사양토> 미사질양토> 양토 순으로 쌀 질소이용율 높았음
		파종상비료	43	25% 높음	
	사양토	농가관행	22	-	
		파종상비료	53	31% 높음	
	양토	농가관행	15	-	
		파종상비료	34	19% 높음	

2. 파종상비료 연용에 따른 벼 생육 및 수량

- 실증과제 추진은 중부지역으로 경기 용인에서 벼 품종은 참드림으로 수행하였음
- 벼 이앙은 5월 13일이었으며, 출수기는 8월 16일 이었음
- 관행시비량은 N-P₂O₅-K₂O = 12.6-10.2-10.2kg/10a 이었고 파종상비료는 2년차 시용 포장으로 570g/상자(26상자/10a)이었음

표 11 실증장소 및 재배개요

지역	시험장소	시험품종	이앙 (월·일)	출수기	농가관행 시비량
중부	○ 경기 용인 이동 덕성리	참드림	5.13	8.16	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 12.6-10.2-10.2kg/10a

- 파종상비료 시용구의 유효인산, 치환성양이온, 유효규산 등 양분함량은 농가관행 포장과 비슷하였음

표 12 시험전 토양화학성

구분	pH (1:5)	OM (g/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.Cations(cmol/kg)				Av. SiO ₂ (mg/kg)
				K	Ca	Mg	Na	
농가관행	5.8	17	36	0.25	5.4	1.1	0.19	106
파종상비료	5.8	23	28	0.30	4.2	0.7	0.20	114

- 농가관행에 비해 파종상비료구의 초장은 이앙 후 30일에서 0.6cm, 이앙 후 60일에서는 5.5cm 작았음
- 파종상비료구의 분얼수는 농가관행에 비해 이앙 후 30일에서 1.3개, 이앙 후 60일에서는 2.2개 적었음

표 13 벼 시기별 생육상황

구분	초장(cm)		분얼수(개/주)	
	이앙후 30일	60일	이앙후 30일	60일
농가관행	26.3	54.2	15.6	21.2
파종상비료	25.7	48.7	14.3	19.0

- 농가관행과 파종상비료구의 벼 시기별 식물체 중 양분함량은 대등한 경향이였음
 - 파종상비료구의 수확기 T-N 함량 : 농가관행 대비 0.1g/kg 적었음
 - 파종상비료구의 수확기 P₂O₅ 함량 : 농가관행 대비 0.1g/kg 적었음
 - 파종상비료구의 수확기 K₂O 함량 : 농가관행 대비 0.1g/kg 적었음

표 14 벼 식물체 양분함량(g/kg)

구 분	T-N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	이양후 30일	60일	수확기	이양후 30일	60일	수확기	이양후 30일	60일	수확기
농가관행	25.6	15.6	4.5	9.3	7.4	2.0	25.0	23.5	13.8
파종상비료	25.0	15.5	4.4	9.1	7.1	1.9	24.6	23.0	13.7

- 파종상비료구의 쌀수량은 농가관행 513kg/10a 대비 96% 수준이었음
- 쌀 단백질함량은 농가관행 4.4%에 비해 파종상비료구는 0.1% 적었음
- 완전미율은 농가관행 91.8%에 비해 파종상비료구는 0.1% 높았음

표 15 수량구성요소 및 수량

구 분	수수 (개/주)	수당입수 (개)	등숙율 (%)	현미천립중 (g)	쌀수량 (kg/10a)	쌀단백질 함량(%)	완전미율 (%)
농가관행	16.1	78	83.9	23.5	513(100)	4.4	91.8
파종상비료	15.5	76	81.4	23.3	493(96)	4.3	91.9

- 파종상비료의 10a 당 시용량은 6.3kg으로 관행비료 33.0kg 대비 81% 절감되었음
- 시비노동력은 관행비료 5.4hr/ha에 비해 파종상비료는 0.108hr/ha으로 98% 절감되었음
- 따라서 농작업이 몰려 있는 농번기에 파종상비료를 사용하면 시비노동력이 절감되기에 농촌의 일손 부족이 일부 해결되리라 판단됨

표 16 비료 및 시비노동력 절감율

비료량 ^ㄱ (kg/10a)			시비노동력(hr/ha)		
관행비료	파종상비료	절감율 (%)	관행비료 ^ㄴ	파종상비료 ^ㄷ	절감율 (%)
33.0	6.3	81	5.4	0.108	98

ㄱ : 관행비료량(kg/10a) = 21.9+9.0+5.1(N+P₂O₅+K₂O), 파종상비료 = 4.5-0.9-0.9

ㄴ : 기비 1.4hr/ha, 수비 4.0hr/ha

ㄷ : (ha당 이양모판수 260개/hr당 파종모판수 480개)×0.2(파종단계 파종상비료살포비율)

3. 파종상비료 간척지 적용기술

- 실증과제 추진은 중부지역으로 충남 당진 미숙 염해답에서 벼 품종은 삼광으로 수행하였음
- 벼 이양은 5월 26일이었으며, 출수기는 8월 17일 이었음
- 관행시비량은 N-P₂O₅-K₂O = 21.9-9.0-5.1kg/10a 이었고 파종상비료는 500g, 550g, 600g, 650g/상자 등 4수준이었음

표 17 실증장소 및 재배개요

지역	시험장소	시험품종	이양 (월·일)	출수기	관행 시비량
중부	○ 충남 당진 석문 교로리	삼광	5.26	8.17	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 21.9-9.0-5.1kg/10a

○ 벼 재배전 토양은 유기물, 유효인산, 치환성칼슘 함량이 낮고 치환성나트륨 함량이 많아 염농도가 높은 경향이었음

표 18 시험전 토양화학성

구분	pH (1:5)	OM (g/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.Cations(cmol/kg)				Av. SiO ₂ (mg/kg)	EC (dS/m)
				K	Ca	Mg	Na		
농가관행	5.6	15	12	0.73	2.6	3.9	5.16	142	5.34
과중상비료 500g	5.6	13	25	0.91	2.8	4.7	5.26	107	5.45
과중상비료 550g	5.9	12	15	0.58	2.7	3.9	4.37	105	4.67
과중상비료 600g	5.6	13	25	0.91	2.8	4.7	5.26	107	5.45
과중상비료 650g	5.9	12	15	0.58	2.7	3.9	4.37	105	4.67

○ 농가관행과 분얼수가 대등한 과중상비료 시용량은 육묘상장 당 600g 이었음

표 19 벼 생육상황

구분	초장(cm)		분얼수(개/주)	
	이양후 30일	60일	이양후 30일	60일
농가관행	31.8	58.0	10.1	17.9
과중상비료 500g	30.0	55.4	9.9	15.2
과중상비료 550g	32.2	55.4	10.2	16.1
과중상비료 600g	33.3	53.6	10.5	17.7
과중상비료 650g	28.8	53.5	8.1	14.1

○ 벼 수확기 과중상비료구의 식물체중 질소, 인산, 칼리 함량은 농가관행에 비해 다소 부족하나 현저한 차이는 없었음

표 20 벼 식물체 양분함량(g/kg)

구분	T-N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	이양후 30일	60일	수확기	이양후 30일	60일	수확기	이양후 30일	60일	수확기
농가관행	25.2	15.8	5.3	6.8	6.7	3.5	19.2	17.8	5.5
과중상비료 500g	24.8	14.7	5.2	6.5	6.4	3.0	18.8	17.1	5.0
과중상비료 550g	25.1	15.5	5.1	6.7	6.7	3.2	19.0	17.6	5.1
과중상비료 600g	25.7	15.9	4.9	6.8	6.7	3.3	19.4	17.9	5.1
과중상비료 650g	25.9	16.5	5.1	6.8	6.8	3.2	19.7	18.3	5.1

- 파종상비료 시용구의 쌀수량은 농가관행 514kg/10a에 비해 4~35% 감소하는 경향이었음
 - 육묘상자 당 파종상비료를 500g에서 600g까지 증시할 수 록 쌀수량은 증가하다가 그 후 부터는 다시 감소하는 경향이었음
- 쌀중 단백질 함량은 관행 5.64%에 비해 파종상비료구는 5.05~5.22%로 낮은 경향이었음
 - 파종상비료 시용량별 단백질 함량은 쌀수량과 유사한 양상으로 500g에서 600g까지 증시할 수 록 높아지다가 그 후 부터는 다시 떨어지는 경향이었음
- 파종상비료 시용구의 완전미율은 쌀수량과는 반대의 경향으로 농가관행에 비해 높았음
- 쌀수량, 쌀단백질 함량, 완전미율 등으로 보아 간척지에서 벼 재배시 파종상비료의 시용량은 육묘상자 당 600g이 안정하리라 생각됨

표 21 수량구성요소 및 쌀 수량

구 분	수수 (개/주)	수당입수 (개)	등숙율 (%)	현미천립중 (g)	쌀수량 (kg/10a)	쌀단백질 함량(%)	완전미율 (%)
농가관행	16.2	87	86.9	20.4	514(100)	5.64	76.1
파종상비료 500g	11.9	83	85.2	19.3	334(65)	5.05	79.0
파종상비료 550g	13.9	84	86.6	19.7	417(81)	5.06	81.7
파종상비료 600g	15.4	84	87.0	20.1	492(96)	5.22	80.4
파종상비료 650g	12.7	83	86.6	19.5	364(71)	5.16	79.1

- 파종상비료구의 논물중 염농도는 농가관행에 비해 이앙 후 10일, 30일에서는 낮아
으나 60일에서는 비슷한 경향이었음
 - 이와 같은 결과로 보아 완효성인 파종상비료는 생육초기에 비료의 용출속도가 농가
관행비료 보다 적어 염농도에 떨어진 것으로 생각됨
- 따라서 간척지에 벼 재배시 파종상비료를 사용하면 생육초기에 염농도가 농가관행
비료에 비해 낮아져 벼의 초기활착이 좋아지리라 판단됨

표 22 논물 EC농도 변화(dS/m)

구 분	이앙후 10일	30일	60일
농가관행	5.62	4.39	2.82
파종상비료 500g	3.52	2.84	2.74
파종상비료 550g	3.56	2.94	2.82
파종상비료 600g	3.57	2.99	2.85
파종상비료 650g	3.66	3.16	3.06

제 2 절 2차년도 수행내용 및 결과

1. 지역별 파종상비료 적용 실증

○ 실증과제 추진은 중부지역, 호남지역, 영남지역 등 3지역 6개소에서 고시히카리, 신동진, 새누리 등 3품종으로 수행하였음

- 중부(2개소) : 경기 평택 청북면, 경기 평택 팽성읍
- 호남(2개소) : 전북 익산 만석동, 전북 익산 금강동
- 영남(2개소) : 경남 산청 신안면, 경남 합천 적중면

○ 벼 육묘는 하우스육묘 4개소, 부직포 육묘 2개소였으며, 이앙은 5월 18일부터 6월 10일 까지였음

표 23 실증장소 및 재배개요

지역	시험장소	시험품종	육묘방법	이앙 (월·일)
중부	○ 경기 평택 청북 삼계리	고시히카리	○ 하우스	5.18
	○ 경기 평택 팽성 신궁리	고시히카리	○ 부직포	5.20
호남	○ 전북 익산 만석동	신동진	○ 하우스	6. 2
	○ 전북 익산 금강동	신동진	○ 부직포	6.10
영남	○ 경남 산청 신안 외고리	새누리	○ 하우스	6.10
	○ 경남 합천 적중 상부리	새누리	○ 하우스	6. 1
3지역	6개소	3품종	○ 하우스 : 4 ○ 부직포 : 2	5.18~ 6.10

○ 시비량은 농가관행과 표준시비구는 표24와 같고 파종상비료는 고시히카리 품종은 450g/상자, 그 외 품종은 500g/상자 이었음

- 1차년도와는 달리 2년차에는 익산 2개소, 합천 1개소에 표준시비구 처리를 두었음

표 24 실증장소별 시비량

시험장소		시비량
경기 평택 청북	농가관행	○ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 3.8-1.9-2.7kg/10a
	파종상비료	○ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 4.1-0.8-0.8kg/10a
경기 평택 팽성	농가관행	○ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 7.5-3.7-5.3kg/10a
	파종상비료	○ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 4.1-0.8-0.8kg/10a
전북 익산 만석동	농가관행	○ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 13.4-2.4-5.4kg/10a
	표준시비	○ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 9.0-4.5-5.7kg/10a
	파종상비료	○ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 4.5-0.9-0.9kg/10a
전북 익산 금강동	농가관행	○ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 14.8-2.0-4.7kg/10a
	표준시비	○ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 9.0-4.5-5.7kg/10a
	파종상비료	○ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 4.5-0.9-0.9kg/10a

시험장소		시비량
경남 산청 신안	농가관행	○ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 13.4-3.0-4.5kg/10a
	과중상비료	○ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 4.5-0.9-0.9kg/10a
경남 합천 적중	농가관행	○ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 11.0-4.0-5.1kg/10a
	표준시비	○ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 9.0-4.5-5.7kg/10a
	과중상비료	○ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 4.5-0.9-0.9kg/10a

- 청북과 산청지역의 농가관행과 과중상비료구 포장은 토양내 양분함량이 비슷하였음
- 팽성, 금강동, 합천지역의 포장은 토양내 유효규산 함량이 높은 경향임
- 만석동지역의 표준시비구 포장은 토양내 유효인산 함량이 높은 편임

표 25 시험전 토양화학성

구 분		pH (1:5)	OM (g/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.Cations(cmol/kg)			Av. SiO ₂ (mg/kg)
					K	Ca	Mg	
평택 청북	농가관행	6.1	22.2	34	0.34	6.0	1.7	242
	과중상비료	6.1	24.5	20	0.31	6.7	1.6	262
평택 팽성	농가관행	6.3	19.2	48	0.38	7.3	1.8	260
	과중상비료	6.5	20.1	99	0.29	6.2	1.4	452
익산 만석동	농가관행	5.2	33.8	81	0.30	4.6	1.5	184
	표준시비	5.7	32.9	275	0.40	5.4	1.6	172
	과중상비료	5.5	32.3	45	0.25	6.0	1.6	192
익산 금강동	농가관행	6.1	26.6	64	0.42	7.8	2.1	757
	표준시비	6.0	31.2	126	0.53	7.8	2.5	391
	과중상비료	6.1	26.2	68	0.44	7.4	1.7	396
경남 산청	농가관행	5.8	23.7	161	0.52	4.0	0.8	284
	과중상비료	5.7	22.8	147	0.46	3.3	0.7	232
경남 합천	농가관행	6.4	23.9	72	0.74	6.39	1.13	596
	표준시비	6.0	25.4	163	0.31	6.24	1.49	256
	과중상비료	6.3	32.8	109	0.37	6.14	1.40	518

- 벼 초·중기 생육상황은 품종이 도북에 약한 고시히카리인 중부지역에서는 농가관행 시비량이 적어 초장과 분얼수 모두 과중상비료와 대등하였으며, 호남과 영남지역 표준 시비구도 같은 경향이었음
- 표준시비구에 비해 시비량이 많았던 호남과 영남지역 이양후 60일의 농가관행 경수는 평균 16.9개/주로 과중상비료 16.2개에 비하여 0.7개 많은 경향이었음
- 벼 식물체 양분함량은 각 시험지역내에서는 큰 차이 없었음

표 26 벼 시기별 생육상황

구 분			초장(cm)		분얼수(개/주)	
			이앙후 30일	60일	이앙후 30일	60일
중부 지역	경기 평택 청북	농가관행	44.6	78.2	26.8	23.3
		파종상비료	45.9	77.1	28.0	22.8
	경기 평택 팽성	농가관행	45.1	80.0	27.8	23.9
		파종상비료	44.5	79.4	26.7	23.5
호남 지역	전북 익산 만석동	농가관행	64.4	83.8	22.1	15.6
		표준시비	42.5	80.2	17.4	16.1
		파종상비료	61.6	80.6	22.0	16.4
	전북 익산 금강동	농가관행	37.4	71.1	18.7	16.0
		표준시비	42.6	81.8	17.7	15.7
		파종상비료	53.5	80.0	17.3	15.6
영남 지역	경남 산청	농가관행	40.2	72.4	15.5	16.7
		파종상비료	54.5	76.3	16.3	16.6
	경남 합천	농가관행	56.1	75.0	20.1	19.1
		표준시비	65.3	87.4	15.7	15.8
		파종상비료	56.2	68.4	19.2	16.1

표 27 벼 식물체 양분함량(g/kg)

구 분			T-N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
			이앙후 30일	60일	이앙후 30일	60일	이앙후 30일	60일
중부 지역	경기 평택 청북	농가관행	21.2	11.2	6.1	5.8	27.6	22.6
		파종상비료	21.0	10.9	5.9	5.6	27.4	22.3
	경기 평택 팽성	농가관행	20.3	10.2	7.2	6.6	29.2	26.4
		파종상비료	19.2	10.1	7.0	6.7	28.7	26.0
호남 지역	전북 익산 만석동	농가관행	20.0	13.7	7.8	6.2	36.6	23.3
		표준시비	19.8	13.6	7.2	6.1	36.5	23.1
		파종상비료	19.5	13.5	7.5	5.9	36.2	23.0
	전북 익산 금강동	농가관행	21.1	11.3	8.0	6.6	28.6	25.6
		표준시비	20.9	10.9	8.0	6.5	29.2	26.2
		파종상비료	20.6	10.7	7.8	6.5	28.0	25.5
영남 지역	경남 산청	농가관행	21.7	13.6	8.8	6.4	36.1	30.8
		파종상비료	21.3	13.2	8.2	6.2	35.4	28.8
	경남 합천	농가관행	23.3	10.5	8.4	7.3	33.7	29.9
		표준시비	23.2	10.5	8.3	7.6	33.3	27.6
		파종상비료	22.9	10.2	8.2	7.5	33.6	28.9

○ 고시히카리, 신동진, 새누리의 시비방법별 쌀수량은 차이 없이 대등하였음

- 과중상비료구의 쌀수량은 농가관행에 비해 청북지역에서는 2% 많았으나 평성지역에서는 1% 적었음
- 만석동에서의 쌀수량은 표준시비구에서 1%, 과중상비료구에서 2% 적었으며 금강동에서는 표준시비구와 과중상비료구 모두 3% 적었음
- 산청에서 과중상비료구의 쌀수량은 농가관행과 같았으며, 합천에서는 농가관행과 표준시비구는 같았으나 과중상비료구는 1% 적은 경향이있음
- 과중상비료구의 쌀단백질 함량은 품종에 관계 없이 농가관행과 표준시비구에 비해 낮은 경향이있음
- 즉, 과중상비료를 사용한 결과 쌀수량은 농가관행이나 표준시비구에 비해 크게 감소하지 않고 대등한 수준을 보였으며, 단백질 함량도 낮아 과중상비료가 효과적이라 생각됨

표 28 수량구성요소 및 쌀수량

구 분			출수기 (월.일)	수수 (개/주)	수당 입수 (개)	등숙율 (%)	현미천립중 (g)	쌀수량 (kg/10a)	쌀단백질 함량(%)
중부 지역	경기 평택 청북	농가관행	8. 2	22.0	85	92.2	21.5	490(100)	4.7
		과중상비료	8. 2	22.1	84	93.4	21.6	501(102)	4.6
	경기 평택 평성	농가관행	8. 2	25.3	83	91.9	21.8	488(100)	4.7
		과중상비료	8. 2	25.2	82	92.4	21.7	481(99)	4.4
호남 지역	전북 익산 만석동	농가관행	8.21	15.7	71	84.6	28.8	518(100)	5.2
		표준시비	8.21	16.2	71	86.4	26.4	511(99)	5.0
		과중상비료	8.21	16.5	68	83.8	27.8	507(98)	4.7
	전북 익산 금강동	농가관행	8.21	16.0	71	84.0	26.0	544(100)	5.3
		표준시비	8.21	15.4	68	88.1	26.7	526(97)	5.4
		과중상비료	8.21	15.6	72	83.2	28.2	526(97)	4.8
영남 지역	경남 산청	농가관행	8.21	16.1	102	88.7	23.3	565(100)	5.4
		과중상비료	8.21	15.9	99	93.1	23.8	566(100)	5.1
	경남 합천	농가관행	8.17	15.7	100	92.0	23.4	582(100)	5.6
		표준시비	8.17	15.8	99	91.8	23.5	581(100)	4.9
		과중상비료	8.17	15.2	99	92.3	23.6	579(99)	4.7

- 농가관행이나 표준시비구 및 과중상비료구의 시험 후 토양중 유효인산과 치환성칼륨 함량은 시험 전에 비해 큰 증 감의 차이가 없었음
- 즉, 과중상비료내에는 인산과 칼륨 함량이 적어 토양내 기존의 양분이 벼에 의해 소모 되지는 않을 것으로 사료됨

표 29 시험전, 후 토양화학성 변화

구 분			Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)		Ex.K(cmol/kg)	
			시험전	시험후	시험전	시험후
중부 지역	경기 평택	농가관행	34	37	0.34	0.34
		파종상비료	20	24	0.31	0.30
	경기 평택	농가관행	48	55	0.38	0.32
		파종상비료	99	104	0.29	0.24
호남 지역	전북 익산 만석동	농가관행	81	104	0.30	0.23
		표준시비	275	306	0.40	0.29
		파종상비료	45	68	0.25	0.20
	전북 익산 금강동	농가관행	64	82	0.42	0.30
		표준시비	126	148	0.53	0.39
		파종상비료	68	80	0.44	0.30
영남 지역	경남 산청	농가관행	161	204	0.52	0.33
		파종상비료	147	179	0.46	0.24
	경남 합천	농가관행	72	87	0.74	0.56
		표준시비	163	195	0.31	0.27
		파종상비료	109	141	0.37	0.29

2. 파종상비료 연용에 따른 벼 생육 및 수량

- 실증과제 추진은 중부지역으로 경기 안성에서 벼 품종은 고시히카리로 수행하였음
- 벼 이앙은 5월 15일이었으며, 육묘형태는 하우스육묘 이었음
- 농가관행 시비량은 N-P₂O₅-K₂O = 5.3-2.4-1.9kg/10a 이었고 파종상비료는 2년차 시용 포장으로 500g/상자 이었음

표 30 실증장소 및 재배개요

시험장소	시험품종	육묘형태	이앙 (월·일)	관행 시비량
경기 안성 공도 불당리	고시히카리	하우스	5.15	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 5.3-2.4-1.9kg/10a

- 파종상비료구의 시험전 토양중 유효인산 함량은 농가관행에 비해 많고 치환성칼슘 함량은 적은 경향이었음

표 31 시험전 토양화학성

구 분	pH (1:5)	OM (g/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.Cations(cmol/kg)			Av. SiO ₂ (mg/kg)
				K	Ca	Mg	
농가관행	6.3	30.4	64	0.43	6.3	1.8	350
파종상비료	5.9	25.0	176	0.37	3.6	0.9	311

- 벼 이앙 후 30일에서 파종상비료구의 초장은 농가관행에 비해 작고 분얼수도 적었으나, 이앙 후 60일에서는 파종상비료구의 초장이 83.3cm로 관행농가에 비해 1.3cm 컸으며 분얼수도 주 당 27.6개로 2.8개 많았음

표 32 벼 시기별 생육상황

구 분		초장(cm)		분얼수(개/주)	
		이앙후 30일	60일	이앙후 30일	60일
경기 안성	농가관행	37.6	82.0	22.6	24.8
	파종상비료	35.2	83.3	21.0	27.6

- 파종상비료구의 벼 식물체중 T-N, P₂O₅, K₂O 양분함량은 농가관행과 비슷하였음

표 33 벼 식물체 양분함량(g/kg)

구 분		T-N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		이앙후 30일	60일	이앙후 30일	60일	이앙후 30일	60일
경기 안성	농가관행	21.1	12.8	7.0	6.4	28.6	27.6
	파종상비료	20.6	12.3	7.0	6.1	28.1	26.6

- 벼 수량구성요소 중 주 당 수수와 등숙율은 농가관행에 비해 파종상비료구에서 높은 경향이였음
- 파종상비료구의 쌀수량은 509kg/10a로 농가관행에 비해 3% 많은 경향이였음

표 34 수량구성요소 및 쌀수량

구 분		출수기 (월.일)	수수 (개/주)	수당입수 (개)	등숙율 (%)	현미천립중 (g)	쌀수량 (kg/10a)	쌀단백질 함량(%)
경기 안성	농가관행	7.30	23.3	77	93.3	21.6	496(100)	4.8
	파종상비료	7.30	25.5	75	93.5	21.4	509(103)	4.6

- 시험 후 농가관행의 유효인산 함량은 시험전에 비해 4.7% 줄어 들고 파종상비료구는 5.1% 감소하여 처리간 감소율이 비슷하였음
- 농가관행의 시험 후 치환성칼륨 함량은 시험전에 비해 16.3%, 파종상비료구는 16.2% 각각 낮아져 감소폭이 대등하였음
- 파종상비료의 사용에 의한 유효인산과 치환성칼륨 부족 현상은 적을 것으로 판단됨

표 35 시험전, 후 토양화학성 변화

구 분		Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)		Ex.K(cmol/kg)	
		시험전	시험후	시험전	시험후
경기 안성	농가관행	64	61	0.43	0.36
	파종상비료	176	167	0.37	0.31

3. 파종상비료 간척지 적용방법

- 실증과제 추진은 중부지역으로 충남 서산에서 벼 품종은 대보로 수행하였음
- 벼 이앙은 6월 3일이었으며, 육묘형태는 부직포 육묘 이었음
- 관행시비량은 N-P₂O₅-K₂O = 23.2-9.5-15.4kg/10a, 파종상비료는 600g/상자 이었음

표 36 실증장소 및 재배개요

시험장소	시험품종	육묘형태	이앙 (월·일)	시비량
충남 서산 지산리	대보	부직포	6. 3	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O = 23.2-9.5-15.4kg/10a

- 시험전 농가관행과 파종상비료구의 포장간 양분함량은 비슷하였으나 유효인산 함량은 적은 편이었음
- 염농도는 1차년도 간척지 시험 5.43dS/m에 비해 다소 낮은 토양이었음

표 37 시험전 토양화학성

구 분	pH (1:5)	OM (g/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.Cations(cmol/kg)				Av. SiO ₂ (mg/kg)	EC (dS/m)
				K	Ca	Mg	Na		
농가관행	6.4	22.1	44	1.03	4.6	4.7	2.83	302	4.26
파종상비료	6.4	22.5	38	0.81	4.5	4.5	2.64	330	3.63

- 벼 이앙 후 30일에서 파종상비료구의 초장과 분얼수는 농가관행과 대등하였음
- 60일에서는 파종상비료구의 초장이 83.8cm로 14.9cm 작았으나 분얼수는 비슷하였음

표 38 벼 시기별 생육상황

구 분		초장(cm)		분얼수(개/주)	
		이앙후 30일	60일	이앙후 30일	60일
충남 서산	농가관행	47.2	98.7	28.3	25.2
	파종상비료	47.4	83.8	28.1	24.9

- 파종상비료구의 벼 식물체 중 T-N, P₂O₅, K₂O 양분함량은 농가관행과 대등하였음

표 39 벼 식물체 양분함량(g/kg)

구 분		T-N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		이앙후 30일	60일	이앙후 30일	60일	이앙후 30일	60일
충남 서산	농가관행	26.7	15.8	8.1	6.2	26.3	22.3
	파종상비료	26.5	15.7	7.9	6.0	25.6	21.9

- 벼 수량구성요소 중 등숙율과 현미천립중은 농가관행에 비하여 과중상비료구에서 높은 수준이었음
- 과중상비료구의 쌀수량은 633kg/10a으로 농가관행 611kg에 비해 높은 경향이었음
- 과중상비료구의 쌀중 단백질 함량은 5.5%로 농가관행 6.4%에 비해 낮았음

표 40 수량구성요소 및 쌀수량

구 분		출수기 (월.일)	수수 (개/주)	수당입수 (개)	등숙율 (%)	현미천립중 (g)	쌀수량 (kg/10a)	쌀단백질 함량(%)
충남 서산	농가관행	8.20	21.2	95	85.7	22.1	611(100)	6.4
	과중상비료	8.20	20.5	93	86.2	23.5	633(104)	5.5

- 농가관행의 시험 후 유효인산 함량은 시험전에 비해 22.7%, 과중상비료구는 31.6% 증가하였음
- 치환성칼륨 함량은 농가관행은 6.8%, 과중상비료구는 6.2% 각각 감소하였음
- 염농도는 농가관행에서 30.0%, 과중상비료구에서 33.3% 각각 감소하였음

표 41 시험전, 후 토양화학성 변화

구 분		Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)		Ex.K(cmol/kg)		EC(dS/m)	
		시험전	시험후	시험전	시험후	시험전	시험후
충남 서산	농가관행	44	54	1.03	0.96	4.26	2.98
	과중상비료	38	50	0.81	0.76	3.63	2.42

제 3 절 과중상비료 들녘경영체 적용 경제성 분석

- 엘케이경영연구원 연구용역결과(2016년 2월) -

1. 개요

가. 분석의 필요성 및 목적

(1) 분석의 필요성

- 현재 농촌의 가장 큰 문제점은 농업인구의 고령화 및 그에 따른 생산성 저하임
- 이러한 고령화로 인한 여러 가지 문제점을 해결하고자, 투입 노동력의 절감이 가능한 ‘과중상비료’의 경제성을 분석하고, ‘과중상비료’를 활용한 농법의 적용 가능 여부를 타진할 필요가 있음

(2) 분석의 목적

- 본 연구의 목적은 두 가지임. 첫째, ‘과중상비료’를 적용한 벼 재배 생산 시 일반 농가의 경영비나 생산비의 절감효과 및 소득 증가효과를 구명함. 둘째, 일반 농가가 아닌 들녘 경영체에 ‘과중상비료’를 적용하는 것에 관한 경제성을 진단함

나. 분석의 범위 및 방법

(1) 분석의 범위

(가) 시간적 범위

- 9개 시범농가에서 2015년 쌀 생산에 투입되는 총 재배기간

(나) 공간적 범위

- ‘과종상비료’ 적용 농법 시범 농가(경상도 3개소, 전라도 3개소, 중부지역 3개소) 및 들녘경영체

(2) 분석의 방법

(가) 실태조사 및 기초분석

① 조사표 제작 기준

- 조사표의 작성은 다음과 같은 기준에 의하여 제작되었음¹⁾

- 기본적인 조사표는 ‘농촌진흥청 기술협력국 농산업경영과’의 2015년 농산물소득 조사표를 기초로 하였음
- 하지만 현재 쌀, 콩, 마늘, 양파, 고추의 5가지 품종은 통계청으로 이관하여 조사되고 있음
- 따라서 통계청 자료와 9개 농가의 실증 자료의 비교를 위하여 농촌진흥청의 조사 항목에서는 세부항목을 참고하고, 대분류 항목은 통계청의 쌀 생산비 조사 자료를 바탕으로 제작하였음

② 조사내용

- 조사 대상 9개 농가의 ‘과종상비료’를 통한 농작업의 만족도를 정성적으로 조사함
- 조사 대상 9개 농가의 농업 생산비 및 소득을 ‘직접 설문조사’를 통하여 구명함. 구체적인 항목은 다음과 같음
 - 주 생산물 조수입, 종묘비, 비료비, 농약비, 수도광열비, 제재료비, 대농구상각비, 생산관리비, 기타비용, 임차료(농기계, 시설, 토지), 위탁영농비, 고용노동비, 축력비 등을 직접적으로 조사하였음
 - 그리고 자가노동비, 유동자본용역비, 고정자본용역비, 토지자본용역비 등은 조사표의 기초 자료를 바탕으로 2차 가공하여 생산비에 삽입하여 계상하였음
- 조사된 9개 농가의 쌀 생산비를 관행농법, ‘과종상비료’ 투입 시범농법, 통계청 자료 세 가지로 분류하여 차이점을 분석함
 - 특히 ‘과종상비료’를 투입함으로써 발생하는 비료투입, 사용농기계, 노동시간의 증감 등에 대하여 집중적으로 차이점을 밝힘

1) 통계청의 자료 중 ‘자동차비’ 항목은 감가상각의 기준이나 타 항목이 대농구비와 차이가 없어 대농구에 삽입하여 계상하였음.

(나) 시나리오 분석

- 관행농지와 ‘과중상비료’를 활용한 농법을 적용한 농지의 쌀 생산량은 동일하다는 가정을 하였음
- 그리고, 들녘경영체의 경우 2014년 농림축산식품부에서 발표한 생산비의 절감효과를 감안하여 경제성 분석을 진행하였음
- ① 기초비교
 - 비료 1회 투입에 따른 비료 투입 비용 절감
 - 3회 시비 대비 노동시간 감소에 따른 생산비 절감
 - 비료살포기 등 비료 살포용 기계 사용에 따른 유류비 및 농기계의 감각상각 절감분 (과중상비료투입을 위한 농기계 사용 비용을 고려할 것)
 - 일반 농가 및 들녘경영체에 적용 시 통계청 자료, 관행농법과 ‘과중상비료’ 적용 농법의 차이점을 밝힘
- ② 과중상비료 판매가 하락을 가정한 비교
 - ‘비용절감’, ‘CO₂ 절감’에 따른 효과 및 ‘과중상비료 판매가 하락’을 가정하였을 경우의 시나리오를 통계청 자료, 관행농법과 ‘과중상비료’ 적용 농법에 각각 적용하여 생산비의 차이점을 제시함²⁾
- ③ CO₂ 절감을 통한 사회적 편익
 - 앞에서 행해진 시나리오 분석과 더불어 ‘CO₂ 절감’에 따른 효과를 가정하였을 경우 통계청 자료, ‘과중상비료’ 적용 농법 및 들녘경영체 적용 시 생산비 차이점을 구명

2. 국내 쌀 산업 현황

가. 국내 쌀 산업 기초현황

(1) 재배면적 및 농가수

- 전국의 쌀 재배면적은 2014년 기준으로 814,334ha임. 이는 1991년의 1,206,613ha와 비교하면 392,279ha만큼 감소한 수치임
- 또한 조곡 기준 생산량은 2014년 5,633,161톤이 생산되었음. 1991년 7,286,598톤에 비해 1,653,437톤 감소한 것으로 나타나고 있음
- 하지만 10a당 조곡생산량은 1991년 604kg에서 2014년 692kg으로 증가하여, 단위 면적당 생산량은 증가하는 것을 알 수 있음

2) 우리나라 과중상비료 생산업체인 ‘동부한농’의 마케팅 팀장에게 문의하였음. 이를 통하여 예상하는 연간 과중상비료 생산량에 따라 하락 가능한 비료 단위당 가격을 조사하고 본 시나리오를 작성하였음.

표 42 전국 논벼 생산량 및 재배면적(조곡기준)

구분	1991	1995	2000	2005	2010	2014
재배면적 (ha)	1,206,613	1,055,337	1,055,034	966,838	886,516	814,334
생산량 (톤)	7,286,598	6,387,301	7,124,773	6,386,843	5,791,329	5,633,161
10a당 생산량 (kg)	604	605	675	661	653	692

출처: 통계청 국가통계포털(www.kosis.kr)

- 2000년 쌀 재배농가 중 0.5ha 미만을 재배하는 농가가 전체의 456,884호인 42.4%로 나타났으며, 5.0ha 이상 재배하는 농가가 전체의 11,457호인 1.1%로 조사되었음
- 그에 비해 2013년에는 총 농가수는 701,079호로 감소하였으나, 2013년 총 농가수에서 0.5ha 미만의 재배면적의 농가는 27.5%로 감소하였음. 반면, 재배면적이 5.0ha이상인 농가는 5.3%로 증가하여 그 변화 정도의 차이가 뚜렷하였음
- 즉, 전체 쌀 재배농가는 감소하고, 호당 경지면적은 증가하고 있음. 특히, 5.0ha 이상의 재배 농가수가 2000년과 비교하여 많이 증가하였음

표 43 쌀 재배규모별 농가수 변화추이

구분	쌀 재배규모별 농가수(호)								호당 수확면적 (ha)
	총 농가수	0.5ha 미만	0.5-1.0	1.0-2.0	2.0-3.0	3.0-5.0	5.0ha 이상		
2000년	호	1,078,442	456,884	329,176	201,361	49,543	29,221	11,457	0.88
	비율	100	42.4	30.5	18.7	4.6	2.7	1.1	
2005년	호	935,136	411,907	269,544	160,025	43,080	32,469	18,293	1.06
	비율	100	44.0	28.8	17.1	4.6	3.5	2.0	
2010년	호	777,467	367,822	203,468	120,378	35,556	28,556	21,687	1.07
	비율	100	47.3	26.2	15.5	4.6	3.7	2.8	
2013년	호	701,079	193,643	190,717	171,840	62,655	45,336	36,888	1.19
	비율	100	27.5	27.2	24.5	8.9	6.5	5.3	
증감율(%)		-35.1	-57.6	-42.1	-14.7	26.5	55.1	222.0	35.2

(2) 농가 및 논벼 재배농가 고령화 정도

- 우리나라 전체 인구의 고령인구비율은 2005년 8.9%로 나타났으며, 농업인의 경우 29.1%로 집계되었음. 전체 인구 대비 농가인구의 고령화가 급속도로 진행되고 있었음을 알 수 있음
- 이러한 고령화가 2014년까지 지속적으로 이어져 전체 인구의 고령화율은 12.7%에 이르렀으며, 농업인의 경우 2014년 기준으로 39.1%에 달하는 고령화율을 보이고 있음
- 농가인구의 심각한 고령화는 향후 농업 노동력에 질적, 양적 어려움을 초래하는 원인으로 작용할 수 있음. 향후 이러한 문제점을 해결하기 위해 농작업의 기계화 및 노동 절감형 농법을 적극 개발할 필요가 있음

표 44 전국 및 농가 고령인구비율

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
전국 (%)	8.9	9.3	9.9	10.2	10.6	10.9	11.2	11.7	12.2	12.7
농업인 (%)	29.1	30.8	32.1	33.3	34.2	31.8	33.8	35.6	37.3	39.1
농가인구 (천명)	3,434	3,304	3,274	3,187	3,117	3,063	2,962	2,912	2,847	2,752
65세이상 농가인구(명)	1,000	1,018	1,052	1,060	1,067	973	1,000	1,038	1,062	1,075

- 논벼 생산농가의 연령별 변화추이를 살펴보면, 2000년 70대 이상이 15.8%이던 것에 비해, 2013년에는 38.4%를 기록하였음
- 농가인구의 고령인구비율과 그 기준이 상이하여 명확한 확인은 어렵지만 60대 인구를 포함한 비율이 2013년 기준으로 68.1%에 달하여 논벼 생산농가의 고령화는 더욱 심각한 것을 미루어 짐작할 수 있음

표 45 논벼 생산농가 연령별 변화추이

구분	2000		2005		2010		2013		2000-13년	
	농가수	비율	농가수	비율	농가수	비율	농가수	비율	증감량	증감율
합계	1,077,642	100	935,318	100	777,467	100	700,079	100	-377,563	-35
40대 이하	240,883	22.4	154,362	16.5	100,810	13.0	58,338	8.3	-182,545	-75
50대	275,545	25.6	218,836	23.4	179,560	23.1	154,011	22.2	-121,534	-44
60대	391,440	36.3	331,860	35.5	241,403	31.0	208,178	29.7	-183,262	-46
70대 이상	169,774	15.8	230,260	24.6	255,694	32.9	279,553	38.4	109,779	-64

(3) 농가소득 및 쌀 소비량

- 2005년부터 꾸준히 증가한 농가소득은 2005년 30,503천 원에서 2014년에 34,950천 원으로 14.6% 증가함. 농업소득은 전체 농가소득과 대비하면 2005년 11,815천 원인 38.7%에서 2014년 10,303천 원인 29.5%로 감소하여, 농가소득에서 농업소득의 비중이 점차 감소하고 있음을 알 수 있음
- 더불어 농업소득에서 쌀소득의 비중은 2005년 38.2%에서 2014년 36%로 점차 감소하는 것으로 나타났음. 즉, 감소하는 농업소득에서 쌀이 차지하는 비중이 높을 수 있음이 짐작 가능함
- 또한, 도시근로자가구소득 대비 농가소득의 비율이 2005년 78.2%에서 2014년 62.2%로 감소하여 거의 매년 꾸준히 그 차이가 커지는 것을 알 수 있음

표 46 농가 호당 소득변화 추이(단위: 천원, %)

구분	농가 소득 (a)	농업 소득 (b)	쌀 소득 (c)	농외 소득	이전 소득+ 비경상 소득	도시 근로자 가구소득 (d)	농업소득/ 농가소득 (b/a, %)	쌀소득/ 농업소득 (c/b, %)	농가소득/ 도시근로자 가구소득 (a/d, %)
2005	30,503	11,815	4,508	9,884	8,803	39,025	38.7	38.2	78.2
2006	32,303	12,092	4,608	10,037	10,175	41,329	37.4	38.1	78.2
2007	31,967	10,406	4,185	11,097	10,465	43,874	32.6	40.2	72.9
2008	30,523	9,654	4,533	11,353	9,516	46,807	31.6	47.0	65.2
2009	30,814	9,698	3,793	12,128	8,988	46,238	31.5	39.1	66.6
2010	32,121	10,098	2,834	12,946	9,077	48,092	31.4	28.1	66.8
2011	30,148	8,753	3,682	12,949	8,446	50,983	29.0	42.1	59.1
2012	31,031	9,127	3,652	13,585	8,319	53,908	29.4	40.0	57.6
2013	34,524	10,035	3,783	15,705	8,784	55,275	29.1	37.7	62.5
2014	34,950	10,303	3,703	14,799	9,848	56,185	29.5	36.0	62.2
05년 대비 (%)	114.6	87.2	82.1	149.7	111.9	144.0	-	-	-

- 농업총수입(조수입)에서 미곡이 차지하는 비중은 2005년에는 전체의 27.4%였으나, 2014년에는 19.8%로 감소하였음. 대신 채소·특용·과수와 축산이 각각 2005년 대비 약 4-5%p 수준 증가하여 전체적인 농가 총수입은 증가하는 것으로 나타났음
- 이러한 현상은 우리나라에서 꾸준히 나타나고 있는 1인당 연간 쌀 소비량 감소와 연관성이 깊을 것으로 판단됨.

표 47 농가 호당 농업총수입 추이(단위: 천원, %)

구분	농업 총수입	미곡	맥류	채소· 특용· 과수	기타	축산	농업 잡수입
2005 (%)	26,496 (100)	7,264 (27.4)	221 (0.8)	11,050 (41.7)	1,417 (5.3)	6,386 (24.1)	158 (0.6)
2006	27,322	7,578	167	11,181	1,141	6,403	853
2007	26,102	7,296	190	11,558	1,263	5,145	651
2008	25,843	7,364	181	11,245	1,152	5,336	566
2009	26,621	6,522	189	11,432	1,250	6,972	257
2010	27,221	5,368	118	13,338	1,494	5,892	1,011
2011	26,457	6,254	138	13,275	1,608	4,335	847
2012	27,589	6,243	121	13,819	1,759	5,099	548
2013	30,648	6,315	49	14,910	1,881	7,397	96
2014 (%)	32,179 (100)	6,373 (19.8)	107 (0.3)	14,814 (46.0)	1,648 (5.1)	9,071 (28.2)	165 (0.5)
05년 대비	121.4	87.7	48.4	134.1	116.3	142.0	104.4

○ 1인당 연간 쌀 소비량은 1991년 116.3kg이었고 2000년 93.6kg, 2005년 89kg, 2010년 72.8kg, 2014년 65.1kg으로 매년 감소하는 추세임

표 48 1인당 연간 쌀 소비량

구분	1991	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
양곡계 (kg)	127.9	117.9	106.5	89.0	81.3	78.6	77.1	75.3	73.8
쌀 (kg)	116.3	106.5	93.6	80.7	72.8	71.2	69.8	67.2	65.1
기타양곡계 (kg)	11.6	11.4	12.9	8.3	8.5	7.4	7.3	8.1	8.7

○ 우리나라 사업체 부문에서 소비하는 연간 쌀 소비량은 2011년 645,927톤에서 2014년 534,999톤으로 대체적으로 감소하는 추세임

○ 식료품제조업에서 사용되는 쌀 소비는 2011년 335,144톤에서 399,045톤으로 증가하였지만, 음료제조업은 2011년 310,784톤에서 2014년 135,954톤으로 감소하여 상반된 상황을 보여줌

표 49 사업체부문 쌀 소비량(단위: 톤)

구분	2011	2012	2013	2014
계	645,927	570,712	526,140	534,999
식료품제조업 총계	335,144	356,073	417,941	399,045
음료제조업 총계	310,784	214,640	108,198	135,954

나. 국내 쌀 생산비 현황

- 쌀 생산비는 크게 직접생산비와 간접생산비로 구별하여 파악할 수 있음
- 직접생산비에는 2013년 대비 2014년에 8,266원 증가하였음. 세부 항목은 종묘비, 비료비, 농약비, 기타재료비, 농구비, 노동비, 위탁영농비, 기타 등으로 구성되어 있음
 - 이 중 종묘비, 비료비, 농약비, 농구비 등은 2013년 대비 2014년에 증가하였으며, 기타재료비, 노동비, 기타 등은 감소하였음
 - 구체적으로 농구비가 9,048원으로 가장 많이 증가한 항목으로 나타났으며, 노동비가 5,346원 감소하여 직접생산비 항목에서 가장 많이 감소함
- 간접생산비는 토지용역비와 자본용역비로 구성되어있으며, 2013년 대비 2014년에 12,454원 감소하였음

표 50 논벼(쌀) 생산비 동향(단위: 원, %)

구분	2013년	2014년	증감	증감률
10a당 논벼 생산비	725,666	721,478	-4,188	-0.6
직접생산비	446,988	455,254	8,266	1.8
종묘비	15,756	16,883	1,126	7.1
비료비	44,241	48,343	4,102	9.3
농약비	24,982	25,220	238	1
기타재료비	16,115	15,009	-1,106	-6.9
농구비 ^{주1)}	51,024	60,072	9,048	17.7
노동비	173,242	167,895	-5,346	-3.1
위탁영농비	106,710	107,101	392	0.4
기타 ^{주2)}	14,918	14,731	-188	-1.3
간접생산비	278,679	266,225	-12,454	-4.5
토지용역비	252,661	251,841	-820	-0.3
자본용역비	26,018	14,384	-11,634	-44.7
10a당 부산물생산비	23,133	23,096	-37	-0.2
20kg당 쌀 생산비	27,659	26,861	-798	-2.9
10a당 쌀 생산량(kg)	508	520	12	2.4

출처: 통계청, 「2014년 농산물생산비통계조사」, 2015

주1) 농구비는 자동차비 포함

주2) 기타: 수도광열비, 영농시설비, 조세 및 기타비용, 생산관리비

- 논벼의 10a당 소득은 2013년 643,360원에서 2014년 615,217원으로 감소하였음
- 구체적으로 총수입은 2013년에 1,074,799원에서 2014년 1,058,090원으로 전년 대비 1.6% 감소하였음
- 그리고 경영비는 2013년 431,440원에서 442,873원으로 2.7%가 증가하였음
- 이러한 총수입의 감소와 경영비의 증가로 인하여, 10a당 논벼의 소득은 2014년 615,217원으로 전년 대비 4.4% 감소하였으며, 생산비를 감안한 순이익은 전년 대비 3.6% 감소하였음

표 51 논벼(쌀) 수익성 현황(단위: 원, %)

구분	2013년	2014년	증감	증감률
총수입	1,074,799	1,058,090	-16,709	-1.6
주산물 수입	1,040,537	1,024,219	-16,318	-1.6
10a당 쌀판매량	508	520	12	2.4
농가 쌀 판매단가	2,048	1,970	-78	-3.8
부산물 수입	34,262	33,871	-391	-1.1
생산비	725,666	721,478	-4,188	-0.6
내급비	294,227	278,605	-15,622	-5.3
자가노동비	162,224	157,468	-4,757	-2.9
경영비	431,440	442,873	11,434	2.7
순이익	349,133	336,612	-12,521	-3.6
순이익률	32.5	31.8	-0.7	
소득	643,360	615,217	-28,143	-4.4
소득률	59.9	58.1	-1.8	
농가판매가격지수(미곡)	124.5	120.4	-4.1	-3.3

출처: 통계청, 「2014년 농산물생산비통계조사」, 2015

- 2005년부터 2014년까지 10a당 쌀 생산에 필요한 생산비와 노동비는 <표52>와 같음
- 전체적인 생산비는 2005년 587,895원에서 2014년 721,478원으로 꾸준히 증가하고 있음
- 생산비에서 노동비가 차지하는 비중은 2005년 전체의 18.1%인 106,174원이었으며, 2014년은 전체의 23.3%인 167,895원으로 나타나, 전반적으로 증가추세에 있음
- 더불어 노동시간의 경우는 2005년 20.81시간에서 2014년 11.80시간으로 감소하여, 노동비의 증가가 노동단가(임금/시간)의 상승에 의한 것임을 알 수 있음

표 52 10a당 쌀 생산비 및 노동비(단위: 원, %, 시간)

구분	생산비	노동비						노동 시간
		소계		자가		고용		
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	
2005	587,895	106,174	18.1	95,586	16.3	10,589	1.8	20.81
2006	600,120	103,633	17.3	93,035	15.5	10,599	1.8	19.85
2007	607,354	94,458	15.6	83,941	13.8	10,517	1.7	17.64
2008	629,677	92,720	14.7	83,395	13.2	9,326	1.5	16.15
2009	624,970	97,095	15.5	86,825	13.9	10,270	1.6	16.29
2010	614,339	100,335	16.3	89,632	14.6	10,702	1.7	16.14
2011	628,255	97,960	15.6	88,343	14.1	9,617	1.5	14.23
2012	712,523	174,611	24.5	161,735	22.7	12,876	1.8	13.47
2013	725,666	173,242	23.9	162,224	22.4	11,017	1.5	12.68
2014	721,478	167,895	23.3	157,468	21.8	10,428	1.4	11.80

○ 쌀 생산비에서 비료비가 차지하는 비중은 2005년 전체의 4.9%인 28,515원으로 나타났으며, 2014년은 48,343원으로 전체 생산비의 6.7%를 차지함

- 구체적으로 무기질비료의 경우도 2005년 전체 생산비의 3.8%인 22,508원에서 2014년은 전체 생산비의 5.0%인 36,242원으로 증가하고 있음

○ 시비에 소요되는 시간은 2005년 1.38시간에서 2014년 0.93시간으로 꾸준히 감소하였음

표 53 10a당 쌀 생산비 및 비료비(단위: 원, %, 시간)

구분	생산비	비료비						시비 시간
		소계		무기질		유기질		
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	
2005	587,895	28,515	4.9	22,508	3.8	6,007	1.0	1.38
2006	600,120	32,232	5.4	25,286	4.2	6,947	1.2	1.26
2007	607,354	35,023	5.8	28,078	4.6	6,945	1.1	1.29
2008	629,677	44,134	7.0	36,002	5.7	8,133	1.3	1.27
2009	624,970	53,916	8.6	44,313	7.1	9,603	1.5	1.29
2010	614,339	47,982	7.8	39,607	6.4	8,375	1.4	1.23
2011	628,255	42,664	6.8	32,580	5.2	10,084	1.6	1.09
2012	712,523	44,339	6.2	35,783	5.0	8,556	1.2	1.02
2013	725,666	44,241	6.1	35,857	4.9	8,384	1.2	0.94
2014	721,478	48,343	6.7	36,242	5.0	12,101	1.7	0.93

다. 들녘경영체 현황

○ 2015년 현재 들녘경영체는 224개소가 등록되어 있음

표 54 들녘경영체 등록 현황

연도	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	계
신규선정	12	18	69	19	14	26	66	224
교육컨설팅	12	18	83	50	52	59	-	-
시설장비	12	18	-	6	7	20	-	-

출처: (주)한국농업경영기술연구원, 「들녘경영체 단계별 육성체계 연구」, “2014, 농림축산식품부, 설명자료, 2015.10.23.” 참조

○ 들녘경영체의 쌀 재배면적을 살펴보면 2014년 기준으로 경영체당 평균 226.7ha로 선정당시의 202.3ha보다 증가하였음

○ 선정연차별로 살펴보면, ‘1~2년’의 경우는 오히려 그 면적이 감소하였으나, ‘3~4년’ 19.9%, ‘5년 이상’은 10.7%만큼 각각 그 면적이 선정당시보다 증가하였음

표 55 들녘경영체 쌀 재배면적 변화현황(단위: ha, %)

구분		선정당시	2014년	변화량	
				증감량	증감율(%)
평균		202.3	226.7	24.4	12.1
운영주체별	농가조직체	169.8	197.9	28.1	16.5
	기타조직체	252.8	271.4	18.5	7.3
지원내역별	시설장비지원	178.1	237.3	59.2	33.2
	교육컨설팅지원	218.4	219.4	1	0.5
선정연차별	1-2년	238.3	234.1	-4.2	-1.8
	3-4년	204.4	245	40.6	19.9
	5년이상	148.3	164.2	15.9	10.7

○ 들녘경영체 운영주체에 따른 작업별 공동작업비율에 대한 조사를 살펴보면 다음과 같음

- 품종통일, 육묘, 방제, 건조, 출하와 같은 작업의 경우 공동작업비율이 비교적 높게 나타났음
- 경운정지, 이앙, 물관리, 시비, 제초, 수확, 운반 등은 비교적 공동작업 비율이 낮게 나타났음
- 특히, ‘벼 모판 1회 시비용 파종상비료’와 같은 것은 공동작업률이 낮은 시비 작업을 육묘단계에 함께 시행하므로, 들녘경영체 공동작업률의 상승과 더불어 노동력 절감 효과까지 기대할 수 있을 것임

표 56 들녘경영체 운영주체에 따른 작업별 공동작업비율(단위: %)

구분	품종 통일	육묘	경운 정지	이앙	물관리	시비	제초	방제	수확	운반	건조	출하
농가 조직체	77.9	56.9	36.2	42.8	11.9	30.1	30.4	76.3	45.1	30.6	38	51.2
기타조 직체	84.9	56.6	18.5	27.6	10.3	24	17.2	73.8	31.8	24.7	69	75.2
전체	80.6	56.7	29.2	36.8	11.3	27.7	25.2	75.3	39.9	28.3	50.2	60.7

출처: (주)한국농업경영기술연구원, 「들녘경영체 단계별 육성체계 연구」

3. 파종상비료 적용 시범농가 생산비 및 만족도 분석

가. 9개농가 개별 사업성 비교

- 통계청 자료, 관행농법, ‘파종상비료’ 시용 농지의 경제성 분석을 9개 농가 개별적으로 수행하였음
- 이를 위한 기본적인 가정은 다음과 같음
 - 본 보고서에 사용된 생산량은 모두 정곡 기준으로 작성된 자료임
 - 보고서에 사용된 쌀 단가는 2015년 통계청에서 발표 쌀 판매단가인 1,970원을 기준으로 작성하였음
 - 대부분의 자료는 실제 투입된 양에 대한 농업인과의 직접면담조사를 바탕으로 작성하였음

(1) 함안군 시범농가

(가) 기초자료 검토

- 함안군 시범농가 경영주의 벼 재배경력은 40년이며, 본 사업을 위하여 관행농지와 시범농지에 재배한 벼 품종은 새일미임
- 본 사업을 위한 파종상비료를 시용한 시범 농지와 비교대상 관행농지는 각각 2,644㎡ (800평), 5,289㎡(1,600평)임
- 관행농지의 비료살포 횟수는 총 1회이며, 그 방법으로 이앙시 측조시비를 실시하였음
- 기타 의견으로 파종상비료를 시용한 모판의 경우 1개당 무게가 관행 농법의 모판보다 약 500g이 더 무거움. 따라서 모판 작업 시 체력 소모량이 증가하여 고령의 농업인이 작업하기에는 약간 불편하다는 의견이 있었음

표 57 함안군 시범농가 기초자료(단위: 년, m²)

구분	내용		
벼 재배경력	(40)년	품종	새일미
벼 재배면적 ³⁾	관행(5,289)m ²	시험(2,644)m ²	총 벼 재배(350,413)m ²
관행 비료살포 횟수 및 방법	살포횟수 (1)회		살포방법 (측조시비: 밑거름)
기타의견	- 과종상비료 사용시 모판의 1개당 무게가 500g이 더 무거워서, 모판작업 및 이앙 시 소모되는 체력이 더 큼. 따라서 고령의 농업인이 작업하기에 약간의 불편함이 존재함		

- 주산물가액은 동일하게 책정되었음. 관행농지의 경우 10a당 생산량이 536kg, 시범농지는 522kg으로 조사됨. 이에 따른 조수입은 관행농지가 1,055,920원이며, 시범농지가 1,028,340원으로 나타났음
- 대부분의 농작업이 동일하게 이루어지고 있음. 또한 과종상 비료를 사용하면서 발생하는 최대의 이점인 노동력 절감효과가 함안군 농가의 관행농지에는 측조시비를 함으로 많이 희석되었음
- 따라서 차이가 발생하는 부분으로 무기질비료의 비용이 가장 크게 두드러짐. 관행의 경우 10a당 무기질비료비가 24,750원이 소요되었으며, 과종상비료를 사용한 시범농법에 투입된 비료비는 55,000원⁴⁾으로 조사되었음
- 더불어 모판작업 시 과종상비료를 투입하기 위한 통의 추가설치, 관행비료를 투입하기 위한 측조시비용 장치비용을 고려한 대농구상각비는 관행농법과 과종상비료를 사용한 경우에 각각 86,756원, 84,138원으로 조사되어 그 차이가 10a당 2,618원으로 비교적 높게 나타남
- 무기질 비료비와 대농구상각비로 인해 발생하는 중간재비의 차이는 과종상비료를 사용한 농법이 377,313원으로 나타났음. 따라서 349,681원으로 조사된 관행농법에 비하여 27,632원이 더 소요되었음
- 두 농법 간 경영비의 차이도 중간재비의 차이와 동일하게 조사되었음
- 생산비는 유동자본용역비와 고정자본용역비의 차이로 시범농지에서 27,632원이 더 높게 나왔음
- 전체 조수입에서 생산비를 제외하고 그 비율을 구한 순수익률의 경우 관행농지에서는 33%로 나타났으며, 시범농지에서는 29%로 나타나 4%p의 차이를 보임

3) 모든 벼 재배면적은 조사대상자의 응답에 기준하여 작성하였음.

4) 1포(15kg)당 55,000원으로 계상하였으며, 이를 따라 10a당 무기질비료비는 55,000원이 투입되는 것으로 나타났음.

표 58 함안군 시범농가 논벼 생산비 비교(기준: 10a, 단위: 원, %)

구분		관행	과중상		
조수입	주산물가액 ^{주1)}		1,055,920	1,028,340	
	부산물가액		0	0	
	계		1,055,920	1,028,340	
생산비	경영비	중간 재비	종묘비	13,125	13,125
			무기질비료비	24,750	55,000
			유기질비료비	30,000	30,000
			농약비	112,500	112,500
			수도광열비	30,872	30,872
			자동차비 ^{주2)}	0	0
			기타재료비	40,642	40,642
			소농구비	425	425
			대농구비	86,756	84,138
			감가상각비	86,756	84,138
			수선비	0	0
			영농시설상각비	10,613	10,613
			생산관리비	0	0
			기타비용	0	0
			계	349,681	377,313
	임차료_농기계·시설		0	0	
	임차료_토지		130,704	130,704	
	위탁영농비		0	0	
	고용노동비		15,428	15,428	
	축력비		0	0	
	계		495,813	523,445	
	자가노동비		74,197	73,036	
	유동자본용역비		6,375	6,859	
	고정자본용역비		32,726	32,516	
	토지자본용역비		96,171	96,171	
	계		705,283	732,026	
	소득(원)		560,107	504,895	
순수익(원)		350,637	296,314		
부가가치(원)		706,239	651,027		
소득률(%)		53	49		
순수익률(%)		33	29		
부가가치율(%)		67	63		

주1) 10a당 생산량과 2014년 쌀 전국 평균단가를 곱하여 도출한 수치임.

주2) 자동차비 : 2014년 조사자료부터 별도로 계상하는 항목으로 농업용으로 사용하는 자동차에 사용되는 비용으로 감가상각비, 수리유지비, 임차료 등을 의미함. 이러한 사항에 대해서 별도로 조사하기가 어렵고 계상하기가 곤란하여 2013년 조사표 기준으로 작성하여 자동차비의 세부 항목은 대농구비, 임차료 등으로 이동조치 하였음.

(2) 밀양시 시범농가

(가) 기초자료 검토

- 밀양시 시범농가의 벼 재배경력은 50년이며, 2015년 사업에 사용된 시범농지와 관행 농지에는 새일미(품종)를 재배하였음
- 관행농지와 시범농지의 면적은 2,973m²(900평)로 동일하며, 재배농가의 총 벼 재배면적은 132,231m²(40,000평)로 조사되었음
- 관행농지의 비료 살포는 연 1회 실시하며, 살포방법은 논 정지 전 트랙터를 이용하여 밀거름을 1회 시비하고 있음
- 시범농가의 개별적 의견으로 다수의 기계를 활용한 대규모 농업인이 아닌, 인력투입이 비교적 많은 소규모 농업인에게 적합한 농법이라는 의견을 개진하였음

표 59 밀양시 시범농가 기초자료(단위: 년, m²)

구분	내용		
	벼 재배경력	(50)년	품종
벼 재배면적	관행(2,973)m ²	시범(2,973)m ²	총 벼 재배(132,231)m ²
관행 비료살포 횟수 및 방법	살포횟수 (1)회		살포방법 (일반관행: 밀거름)
기타의견	- 다수의 기계를 활용한 대규모 농업인이 아닌 경우에는 도움이 될 것임. 농기계 이용도가 낮고, 농작업 시간이 많은 소규모 농업인에게 도움이 될 것으로 판단됨.		

- 주산물가액은 동일하게 책정되었음. 관행농지의 경우 10a당 599kg, 시범농지의 경우 538kg이 생산되었음. 단가는 2014년 전국 정곡 판매 단가인 1,970원을 차용하였음
- 논벼의 농작업은 관행농지와 시범농지에서 대부분이 동일하였으며, 관행농지의 비료 살포는 정지 전 트랙터를 사용하여 1회 시비하고 있음
- 밀양시 시범농가의 무기질 비료비는 10a당 42,000원으로 나타남. 이는 9개 시범농가의 관행농지 무기질 비료비 평균인 31,308원보다 약 10,000원이 높은 금액임. 즉 밀양시 시범농가의 경우 관행농지에 투입하는 단위당 무기질비료비가 타 8개 지역농가보다 높다는 것임
- 더불어 대농구상각비의 경우 시범농법에는 파종상비료 투입기가 추가로 계상되었으며, 관행농법에는 트랙터에 부착하는 비료살포기가 추가로 계상되어 대농구상각비에 반영되었음
- 이러한 무기질 비료비 차이와 대농구상각비 차이를 포함한 중간재비는 파종상 비료를 시용한 농법이 12,831원 높게 나타났음
- 이에 따른 경영비의 차이도 중간재비와 동일한 12,831원으로 조사되었음
- 자가노동비는 10a당 관행농지에서 시비를 위하여 0.14시간 더 투입하는 것으로 나타

났음. 따라서 그에 따른 비용으로 관행농지에 투입되는 자가노동비가 2,033원 더 많은 것으로 조사되었음

- 조수입에서 생산비를 제외한 순수익이 시범농지에서 관행농지보다 10a당 52,400원 낮게 나타났으며, 그에 따른 순수익률은 시범농지에서 관행농지보다 4%p 낮게 나타났음
- 표 60 밀양시 시범농가 논벼 생산비 비교(기준: 10a, 단위: 원, %)

구분		관행	과중상		
조수입	주산물가액	1,101,230	1,059,860		
	부산물가액	30,000	30,000		
	계	1,131,230	1,089,860		
생산비	경영비	중간재비	종묘비	17,500	17,500
			무기질비료비	42,000	55,000
			유기질비료비	0	0
			농약비	59,667	59,667
			수도광열비	32,957	32,957
			자동차비	0	0
			기타재료비	11,100	11,100
			소농구비	0	0
			대농구비	115,344	115,175
			감가상각비	104,094	103,925
			수선비	11,250	11,250
			영농시설상각비	2,143	2,143
			생산관리비	0	0
			기타비용	0	0
			계	280,710	293,541
			임차료_농기계·시설	0	0
	임차료_토지	145,227	145,227		
	위탁영농비	0	0		
	고용노동비	18,000	18,000		
	추력비	0	0		
	계	443,936	456,768		
	자가노동비	117,902	115,870		
	유동자본용역비	5,403	5,611		
	고정자본용역비	18,179	18,202		
	토지자본용역비	106,857	106,857		
	계	692,277	703,307		
	소득(원)	687,294	633,092		
	순수익(원)	438,953	386,553		
부가가치(원)	850,520	796,319			
소득률(%)	61	58			
순수익률(%)	39	35			
부가가치율(%)	75	73			

(3) 창녕군 시범농가

(가) 기초자료 검토

- 창녕군 시범농가의 벼 재배경력은 45년이며, 시범농지와 관행농지에 재배된 품종은 동진 1호임
- 관행농지의 재배면적은 2,975m²(900평)이며, 시범농지의 재배면적은 2,938m²(889평)로 조사되었고, 전체 벼 재배면적은 82,645m²(25,000평)로 나타났음
- 관행농지의 비료살포는 총 2회 실시하였으며 일반적인 시비법에 의해 밑거름과 가지거름을 시비하였음
- 조사대상자의 개인의견은 크게 2가지가 있었음
 - 첫째, 1개 모판마다 정량의 비료 투입이 어려웠음
 - 둘째, 못자리를 하고 이앙 시기를 선택하는 ‘적정 이앙시기’가 타 농법에 비하여 짧음. 넓은 재배면적을 지닌 규모화된 농업인의 경우 필요에 따라 이앙시기의 적절한 조절이 필요한데, 그러한 이앙시기 조절에 어려움을 느꼈음

표 61 창녕군 시범농가 기초자료(단위: 년, m²)

구분	내용		
	(45)년	품종	동진 1호
벼 재배면적	관행(2,975)m ²	시범(2,938)m ²	총 벼 재배(82,645)m ²
관행 비료살포 횟수 및 방법	살포횟수 (2)회	살포방법 (일반관행: 밑거름, 가지거름)	
기타의견	- 파종상비료 투입 시 모판 1개마다 정량을 투입하는 것이 어려웠음. - 그리고 모판에서 논으로 이앙하는 ‘적정 이앙시기’가 짧아, 이앙시기의 조절이 어려웠음. 이로 인하여 대규모로 벼 농사를 짓는 농업인에게는 적용하기가 어려울 것으로 판단됨.		

주1) 창녕군 시범농가의 경우 관행농지와 시범농지의 그 소유자와 재배자가 상이하여 동일한 조건의 비교가 어려웠음. 따라서 파종상비료를 활용한 시범농가의 동일 품종 재배지에 대한 자료를 기본으로 두 농법 간에 발생하는 차이를 추정하였음.

- 창녕군 시범농가의 조수입은 관행농지와 시범농지의 10a당 부산물가액인 30,000원과, 30,371원을 각각 주산물가액에 합하였음. 따라서 관행농지의 10a당 조수입은 1,103,650원이며, 시범농지의 단위당 조수입은 1,066,591원으로 조사됨
- 논벼의 농작업 방식은 대부분 동일하였으며, 사용되는 무기질비료, 농법간 차이로 인한 대농구상각비, 자가노동비에서 약간의 차이를 보였음
- 창녕군의 시범농가에서는 9개 농가 무기질 비료비 평균⁵⁾에 비하여 관행농지에 무기질 비료를 많이 사용하고 있었음. 그에 따라 10a당 시범농지와 관행농지의 무기질비료 투입 비용의 차이가 타 농가보다 적은 9,062원으로 나타남
- 그리고 농업에 투입되는 대농구상각비는 관행농지에는 트랙터용 비료살포기, 일반 비료살포기가 추가 투입되었으며, 시범농지에는 파종상비료 투입기가 추가로 설치되었음

5) 2015년 시범농가 9개소의 10a당 관행농지 무기질비료 투입비 평균은 31,308원임.

- 이에 따라 대농구상각비의 경우 관행농지에서 780원 더 많이 투입되는 것으로 조사되었음
- 위에 조사된 무기질비료비와 대농구상각비의 차이를 반영한 중간재비와 경영비의 경우 시범농지에서 관행농지보다 10a당 8,909원이 더 투입되는 것으로 드러났음
- 10a당 자가노동비는 관행농지에서 0.54시간 더 투입된다고 응답하였음. 그에 따라 관행농지가 시범농지보다 자가노동비에 7,841원을 더 투입하고 있었음
- 타 농가보다 높은 중간재비(특히 대농구상각비가 높게 나타남)로 인하여 총수입(조수입)에서 생산비를 제외한 순수익이 10a당 관행농지는 73,406원, 시범농지는 34,980원으로 조사되었음. 그에 따른 순수익률은 관행이 7%, 시범지가 3%로 분석됨

표 62 창녕군 시범농가 논벼 생산비 비교(기준: 10a, 단위: 원, %)

구분		관행	파종상		
조수입	주산물가액	1,073,650	1,036,220		
	부산물가액	30,000	30,371		
	계	1,103,650	1,066,591		
생산비	경영비	중간재비	종묘비	11,000	11,136
			무기질비료비	46,000	55,062
			유기질비료비	0	0
			농약비	55,250	55,934
			수도광열비	64,378	64,185
			자동차비	0	0
			기타재료비	45,144	45,144
			소농구비	2,400	2,400
			대농구비	256,970	256,190
			감가상각비	254,570	253,790
			수선비	2,400	2,400
			영농시설상각비	8,400	8,400
			생산관리비	0	0
			기타비용	0	0
			계	489,542	498,451
	임차료_농기계·시설	0	0		
	임차료_토지	130,704	130,704		
	위탁영농비	0	0		
	고용노동비	104,400	104,400		
	축력비	0	0		
	계	724,646	733,555		
	자가노동비	144,271	136,430		
	유동자본용역비	7,387	7,542		
	고정자본용역비	57,770	57,914		
	토지자본용역비	96,171	96,171		
	계	1,030,244	1,031,611		
	소득(원)		379,004	333,036	
순수익(원)		73,406	34,980		
부가가치(원)		614,108	568,140		
소득률(%)		34	31		
순수익률(%)		7	3		
부가가치율(%)		56	53		

(4) 장성군 시범농가

(가) 기초자료 검토

- 장성군 시범농가의 벼 재배경력은 30년이며, 본 사업지(시범농지, 관행농지)에는 새누리 품종을 재배하였음
- 장성군의 시범농가의 총 벼 재배면적은 297,521㎡(90,000평)로 나타났으며, 관행농지와 시범농지 각각 2,975㎡(900평)로 동일함
- 관행농지의 비료살포는 총 2회 이루어졌음. 일반적인 시비법을 활용하였으며, 밀거름과 이삭거름을 각각 투입하였음
- 파종상 비료를 활용한 농법에 대한 조사대상자의 의견은 다음과 같음
 - 첫째, 2015년의 경우 태풍으로 인한 피해가 없었고, 이러한 영향으로 두 농지 모두 생육이 잘되어 두 농법 간의 차이점에 대하여 명확히 확인하기 어려울 것 같다는 의견을 제시함
 - 둘째, 이앙시기의 조절이 어려워 대규모 재배농가에는 적용하기 어려운 기술로 사료됨

표 63 장성군 시범농가 기초자료(단위: 년, ㎡)

구분	내용		
벼 재배경력	(30)년	품종	새누리
벼 재배면적	관행(2,975)㎡	시범(2,975)㎡	총 벼 재배(297,521)㎡
관행 비료살포 횟수 및 방법	살포횟수 (2)회	살포방법 (일반관행: 밀거름, 이삭거름)	
기타의견	- 2015년의 경우 태풍으로 인한 피해도 없고, 생육이 잘되고 있는듯하여, 두 농법 간의 차이를 명확히 알 수 없음. - 더불어 이앙시기의 조절이 어려워 대규모 재배농가에는 적용하기가 어려울 것으로 사료됨.		

- 쌀 생산량은 관행농지에서는 10a당 551kg, 시범농지는 10a당 535kg이 생산된 것으로 조사되었음
- 이로 인해 조수입은 관행농지는 1,085,470원, 시범농지는 1,053,950원이 발생하였음
- 10a당 무기질 비료비는 관행농지는 38,050원, 시범농지는 48,889원이 투입되어 시범농지에서 관행농지에서보다 10a당 10,839원을 더 많이 투입하는 것으로 조사됨
- 대농구상각비의 경우 총 재배면적이 297,521㎡(90,000평)에 달하여, 1,000,000원 미만의 기계의 사용여부에 따라서는 감가상각비의 차이가 거의 발생하지 않음. 조사 결과 그 차이는 255원으로 나타났으며, 시범농지가 그 만큼 적게 투입하는 것으로 나타남
- 수도광열비는 비료살포기 활용에 따른 비용이 관행농지의 경우 추가로 발생하여 관행농지에서 시범농지보다 10a당 192원 더 투입되는 것으로 조사됨
- 따라서 총 중간재비와 경영비의 경우 관행농지가 시범농지보다 10,392원 낮았음

- 관행농지의 경우 10a당 시비에 투입하는 자가노동시간이 0.54시간이고 이에 따른 비용이 7,841원으로 조사되어, 시범농지의 경우 자가노동비가 그만큼 절감되는 것을 알 수 있음
- 위 자료를 바탕으로 총 생산비는 시범농지가 관행농지보다 10a당 2,759원 더 투입되는 것으로 나타남
- 그리고 10a당 조수입이 관행농지에서 31,520원 더 높게 나타나 전체적인 순수익은 34,279원이 더 많고, 순수익률 또한 관행농지에서 3%p 높게 나타났음

표 64 장성군 시범농가 논벼 생산비 비교(기준: 10a, 단위: 원, %)

구분		관행	과종상		
조수입	주산물가액	1,085,470	1,053,950		
	부산물가액	0	0		
	계	1,085,470	1,053,950		
생산비	경영비	중간재비	종묘비	13,333	13,333
			무기질비료비	38,050	48,889
			유기질비료비	29,995	29,995
			농약비	87,000	87,000
			수도광열비	27,128	26,936
			자동차비	0	0
			기타재료비	30,467	30,467
			소농구비	817	817
			대농구비	106,917	106,662
			감가상각비	61,917	61,662
			수선비	45,000	45,000
			영농시설상각비	15,000	15,000
			생산관리비	0	0
			기타비용	0	0
			계	348,707	359,099
		임차료_농기계·시설	0	0	
		임차료_토지	174,272	174,272	
		위탁영농비	18,000	18,000	
		고용노동비	57,250	57,250	
		축력비	0	0	
		계	598,229	608,621	
		자가노동비	51,836	43,996	
		유동자본용역비	8,341	8,511	
		고정자본용역비	18,570	18,608	
		토지자본용역비	128,228	128,228	
		계	805,205	807,964	
		소득(원)	487,241	445,329	
	순수익(원)	280,265	245,986		
	부가가치(원)	736,763	694,851		
	소득률(%)	45	42		
	순수익률(%)	26	23		
	부가가치율(%)	68	66		

(5) 나주시 시범농가

(가) 기초자료 검토

- 나주시 시범농가의 벼 재배경력은 25년, 시범농지와 관행농지에 재배하는 벼 품종은 운광으로 조사되었음
- 나주시 시범농가의 총 벼 재배면적은 148,760m²임. 그 중 시범농지 면적은 3,967m² (1,200평)이며, 관행농지 면적은 8,727m²(2,460평)으로 조사되었음
- 관행농지의 비료 시비는 이앙 시 1회 측조시비로 이루어졌음
- 응답자의 의견으로 대규모 농업인의 경우 타 농지나 타 품종과의 관계를 고려하여 농작업을 융통성 있게 진행해야 함에도 불구하고, 시범농지의 경우 그러한 작업이 어려워 우수하지 않은 농법으로 판단된다는 의견임

표 65 나주시 시범농가 기초자료(단위: 년, m²)

구분	내용		
	벼 재배경력	벼 재배면적	관행비료살포횟수 및 방법
벼 재배경력	(25)년	품종	운광
벼 재배면적	관행(8,727)m ²	시범(3,967)m ²	총 벼 재배(148,760)m ²
관행 비료살포 횟수 및 방법	살포횟수 (1)회	살포방법 (측조시비: 밑거름)	
기타의견	- 대규모 농업인으로 이앙시기 조절이 어려웠음. 타 농지나 타 품종의 이앙시기를 고려한 농작업을 융통성 있게 진행하기 곤란함.		

- 2015년 나주시 시범농가의 관행농지에서는 10a당 537kg, 관행농지에서는 509kg의 쌀을 생산하였음
- 이에 따라 10a당 조수입은 관행농지는 부산물가액 30,000원을 합하여 1,087,890원, 시범농지는 부산물가액을 합하여 1,032,730원으로 나타났음
- 10a당 사용된 무기질 비료비는 관행농지에서 27,317원으로 나타났으며, 시범농지의 경우 단위당 55,000원이 투입되어 시범농지에서 10a당 무기질 비료비로 27,683원이 더 소요되었음
- 대농구상각비의 경우 조사대상자의 총 벼 재배면적이 148,760m²(40,000평)에 달하여, 농지 간 투입 기계로 인한 차이가 미비하였음
- 위의 무기질 비료비, 대농구상각비 등의 차이로 인하여 발생하는 중간재비 및 경영비는 10a당 29,304원으로 나타나, 시범농지에서 10a당 4.69%의 중간재비를 더 투입하는 것을 알 수 있음
- 자가노동비의 경우는 나주시 시범농가가 측조시비로 1회 시비를 하기 때문에 시범농지에서 10a당 투입금액이 1,162원 낮게 나타나 그 차이가 크지 않았음

- 나주시 시범농가는 관행농지에서 10a당 487,519원의 소득을 얻고 있었으며, 시범농지에서는 403,055원의 소득을 얻는 것으로 조사됨
- 그리고 10a당 순수익은 관행농지는 316,849원, 시범농지는 232,973원으로 조사되었음
- 따라서 순수익률은 관행농지가 29%, 시범농지는 23%로 나타나 시범농지의 순수익률이 6%p 낮게 나타났음

표 66 나주시 시범농가 논벼 생산비 비교(기준: 10a, 단위: 원, %)

구분		관행	과종상		
조수입	주산물가액	1,057,890	1,002,730		
	부산물가액	30,000	30,000		
	계	1,087,890	1,032,730		
생산비	경영비	중간재비	종묘비	10,671	10,938
			무기질비료비	27,317	55,000
			유기질비료비	0	0
			농약비	60,854	62,375
			수도광열비	29,173	29,173
			자동차비	0	0
			기타재료비	26,167	26,167
			소농구비	167	167
			대농구비	230,319	230,152
			감가상각비	180,319	180,152
			수선비	50,000	50,000
			영농시설상각비	1,000	1,000
			생산관리비	0	0
			기타비용	0	0
			계	385,667	414,971
	임차료_농기계·시설	0	0		
	임차료_토지	130,704	130,704		
	위탁영농비	0	0		
	고용노동비	84,000	84,000		
	축력비	0	0		
	계	600,371	629,675		
	자가노동비	54,160	52,998		
	유동자본용역비	6,705	7,176		
	고정자본용역비	13,635	13,737		
	토지자본용역비	96,171	96,171		
	계	771,041	799,757		
	소득(원)		487,519	403,055	
순수익(원)		316,849	232,973		
부가가치(원)		702,223	617,759		
소득률(%)		45	39		
순수익률(%)		29	23		
부가가치율(%)		65	60		

(6) 함평군 시범농가

(가) 기초자료 검토

- 함평군 시범농가의 벼 재배경력은 55년으로 조사되었으며, 관행농지와 시범농지에 재배되는 품종은 새누리로 나타났다
- 함평군 시범농가는 총 벼 재배면적이 11,901㎡임. 그 중 시범농지가 3,967㎡(1,200평), 관행농지가 3,322㎡(1,005평)인 것으로 각각 조사되었음
- 일반 관행농지의 비료는 총 2회 살포되었으며, 밑거름과 이삭거름을 1회씩 살포하였음
- 응답자의 기타의견은 다음과 같음
 - 관행농지와 시범농지에서 벼 생산량이 동일한 수준이라면 고려할 수 있는 농법임. 인력 투입이 감소하는 측면에서는 훌륭한 농법으로 생각됨
 - 하지만 2015년 시범농지의 경우 벼 분얼이 제대로 이루어지지 않아 10a당 생산량이 감소한 것으로 조사되었음

표 67 함평군 시범농가 기초자료(단위: 년, ㎡)

구분	내용		
	벼 재배경력	(55)년	품종
벼 재배면적	관행(3,322)㎡	시범(3,967)㎡	총 벼 재배(11,901)㎡
관행 비료살포 횟수 및 방법	살포횟수 (2)회	살포방법 (일반관행: 밑거름, 이삭거름)	
기타의견	<ul style="list-style-type: none"> - 동일한 수확량이라면, 향후에도 도입을 고려해 보겠음. - 인력 투입이 감소하는 부분에 대해서는 훌륭한 방법으로 파악됨 - 벼의 분얼이 제대로 이루어지지 않아 수량이 감소할 것으로 판단됨. 		

- 함평군 시범농가의 10a당 수확량은 관행농지와 시범농지 각각 541kg과 497kg으로 나타나 그 차이가 두드러졌음
- 그에 따른 조수입은 관행농지가 10a당 1,080,695원, 시범농지는 994,090원의 조수입을 올리는 것으로 나타났다
- 10a당 투입된 무기질 비료비는 관행농지에서 33,037원, 시범농지에서 46,750원으로 조사되어 시범농지에서 단위당 13,713원이 더 소요되는 것으로 조사됨
- 함평군 시범농가에서 모판작업은 자가로 이루어졌으며, 나머지 대부분의 작업을 위탁하고 있는 실정임. 이로 인해 파종상비료 투입기가 필요한 모판작업의 유무로 인해 대농구상각비의 차이가 비교적 두드러지게 나타났다
- 구체적으로 그 차이를 확인해 보면, 관행농지는 10a당 대농구상각비로 17,732원을 사용하였음. 반면 시범농지는 10a당 20,649원이 투입되어 시범농지에서 10a당 대농구상각비로 2,917원 더 소요된 것을 알 수 있음

- 따라서 대농구상각비, 무기질 비료비로 인한 중간재비는 시범농지에서 16,968원을 더 투입한 것으로 조사되었음
- 그리고 본 시범농가의 경우 경운정지, 이앙, 병해충방제, 수확, 운반 등의 대부분 농작업 위탁하고 있음
- 하지만 시비를 위한 자가노동의 투입으로 인해 발생하는 10a당 자가노동비는 관행농지가 116,886원, 시범농지가 109,045원을 투입하여 그 차이가 7,841원인 것으로 조사되었음
- 위 자료를 바탕으로 계상된 총 생산비는 관행농지보다 시범농지가 12,451원 많은 것으로 나타남
- 그리고 10a당 순수익이 관행농지에서는 140,824원으로 조사되었으며, 시범농지에서는 41,768원으로 조사되었음. 따라서 관행농지의 순수익률은 13%, 시범농지의 순수익률은 4%로 분석됨

표 68 함평군 시범농가 논벼 생산비 비교(기준: 10a, 단위: 원, %)

구분		관행	과중상		
조수입	주산물가액		1,065,770	979,090	
	부산물가액		14,925	15,000	
	계		1,080,695	994,090	
생산비	경영비	중간 재비	종묘비	6,469	6,500
			무기질비료비	33,037	46,750
			유기질비료비	7,463	7,500
			농약비	31,343	31,500
			수도광열비	61,267	61,380
			자동차비	0	0
			기타재료비	92,083	92,083
			소농구비	2,667	2,667
			대농구비	39,399	42,315
			감가상각비	17,732	20,649
			수선비	21,667	21,667
			영농시설상각비	0	0
			생산관리비	0	0
			기타비용	0	0
			계	273,728	290,695
	임차료_농기계·시설		0	0	
	임차료_토지		141,160	141,160	
	위탁영농비		276,716	278,100	
	고용노동비		15,913	15,913	
	축력비		0	0	
	계		707,517	725,868	
	자가노동비		116,886	109,045	
	유동자본용역비		11,037	11,284	
	고정자본용역비		567	2,261	
	토지자본용역비		103,865	103,865	
	계		939,872	952,322	
	소득(원)		373,178	268,222	
순수익(원)		140,824	41,768		
부가가치(원)		806,967	703,395		
소득률(%)		35	27		
순수익률(%)		13	4		
부가가치율(%)		75	71		

(7) 안성시 시범농가

(가) 기초자료 검토

- 안성시 시범농가의 벼 재배경력은 35년이며, 재배품종은 추청으로 조사됨
- 안성시 시범농가의 총 벼 재배면적은 38,017㎡(11,500평)이며, 관행농지와 시범농지 각각 9,947㎡(3,009평)로 가정하였음⁶⁾
- 일반 관행농지의 비료는 총 2회 살포되었으며, 밑거름과 이삭거름을 1회씩 살포하였음
- 응답자의 기타의견으로 수량이 동일하다면 파종상비료를 시용한 농법이 더 우수하다는 의견을 이야기하였음

표 69 안성시 시범농가 기초자료(단위: 년, ㎡)

구분	내용		
	(35)년	품종	추청
벼 재배면적	관행(9,947)㎡	시험(9,947)㎡	총 벼 재배(38,017)㎡
관행 비료살포 횟수 및 방법	살포횟수 (2)회	살포방법 (일반관행: 밑거름, 이삭거름)	
기타의견	- 수량이 동일하다면 파종상비료를 시용한 농법이 더 우수한 것으로 판단됨.		

- 안성시 시범농가의 10a당 조수입은 시범농지가 992,880원으로 조사되었으며, 관행농지의 단위당 조수입은 996,820원으로 조사됨. 이에 따라 시범농지의 10a당 조수입이 3,940원 더 낮게 나타남
- 10a당 무기질 비료비는 관행농지에서 26,268원으로 조사되었으며, 시범농지에서는 50,083원으로 나타나 시범농지에서 무기질 비료비를 10a당 23,815원 더 투입하였음
- 대농구상각비는 관행농지에서 사용되는 비료살포기, 모판작업에 사용되는 파종상비료 투입기 등의 차이로 인하여 관행농지에서 4,500원 높게 나타났음
- 결과적으로 안성시 시범농가의 경우 관행농지와 시범농지의 중간재비는 시범농지에서 19,106원 더 높게 나타났으며, 경영비의 경우 시비에 따른 고용노동비의 차이로 인하여 시범농지에서 14,343원 더 높게 나타났음
- 그리고 경영비와 자가노동비, 유동자본용역비 등을 고려한 10a당 생산비는 시범농지에서 관행농지보다 12,282원 더 높았음
- 조수입에서 경영비를 제외한 소득을 살펴보면, 관행농지는 10a당 375,384원으로 조사되었으며, 시범농지에서는 10a당 357,101원으로 조사됨

6) 본 재배농가는 관행농지와 파종상비료를 활용한 시범농지의 소유주와 재배자가 상이하여, 파종상비료에 의한 효과를 확인하기에 어려움이 존재함. 따라서 파종상비료를 활용함에 따라 발생하는 효과를 최대한 반영하고자, 파종상비료를 활용한 농법을 활용한 농업인 1인의 자료만으로 본 비교를 진행함.

○ 조수입에서 생산비를 제외한 순수익은 시범농지 169,992원, 관행농지 186,214원으로 조사되었음. 이에 따른 순수익률은 관행농지 19%, 시범농지 17%로 관행농지에서 시범농지보다 2%p 높게 나타났음

표 70 안성시 시범농가 논벼 생산비 비교(기준: 10a, 단위: 원, %)

구분		관행	과중상		
조수입	주산물가액	996,820	992,880		
	부산물가액	0	0		
	계	996,820	992,880		
생산비	경영비	중간재비	종묘비	8,869	8,853
			무기질비료비	26,268	50,083
			유기질비료비	38,883	38,883
			농약비	21,535	21,535
			수도광열비	15,384	15,192
			자동차비	0	0
			기타재료비	24,861	24,861
			소농구비	2,609	2,609
			대농구비	213,960	209,460
			감가상각비	103,091	98,591
			수선비	110,870	110,870
			영농시설상각비	1,909	1,909
			생산관리비	0	0
			기타비용	0	0
			계	354,280	373,385
		임차료_농기계·시설	0	0	
		임차료_토지	139,418	139,418	
		위탁영농비	101,864	101,864	
		고용노동비	25,875	21,113	
		축력비	0	0	
		계	621,436	635,779	
		자가노동비	72,600	70,277	
		유동자본용역비	8,263	8,564	
		고정자본용역비	5,725	5,686	
		토지자본용역비	102,582	102,582	
		계	810,606	822,888	
		소득(원)	375,384	357,101	
	순수익(원)	186,214	169,992		
	부가가치(원)	642,540	619,495		
	소득률(%)	38	36		
	순수익률(%)	19	17		
	부가가치율(%)	64	62		

(8) 평택시 시범농가

(가) 기초자료 검토

- 평택시 시범농가의 벼 재배경력은 40년으로 나타났으며, 2015년 관행농지와 시범농지에 재배한 벼 품종은 추청으로 조사되었음
- 평택시 시범농가의 관행농지 면적은 4,962m²(1,501평)로 조사되었으며, 시범농지의 면적은 4,939m²(1,494평)로 나타났음. 또한 조사 대상자의 총 벼 재배면적은 29,752m²(9,000평)임
- 일반 관행농지의 비료는 총 2회 살포되었으며, 밑거름과 이삭거름을 1회씩 살포되었음. 구체적으로 서래질 사이에 밑거름 1회 살포 및 이삭거름을 1회 살포하였음
- 또한 조사대상자는 파종상비료의 경우 모판작업 시 시비하기 때문에 모든 벼에 골고루 시비가 가능하여, 시비의 효율이 높다는 의견을 제시함

표 71 평택시 시범농가 기초자료(단위: 년, m²)

구분	내용		
	(40)년	품종	추청
벼 재배면적	관행(4,962)m ²	시범(4,939)m ²	총 벼 재배(29,752)m ²
관행 비료살포 횟수 및 방법	살포횟수 (2)회	살포방법 (일반관행: 밑거름, 이삭거름)	
기타의견	- 파종상비료는 모판작업 시 시비하기 때문에 모든 벼에 고르게 시비할 수 있는 장점이 존재함.		

- 평택시 시범농가의 10a당 조수입은 관행농지에서 1,036,220원이며, 시범농지는 1,018,490원으로 조사되었음
- 10a당 무기질 비료비는 시범농지에서는 55,221원, 관행농지는 32,378원으로 조사되었음. 이로 인한 무기질 비료비의 차이는 10a당 22,842원으로 나타남
- 대농구상각비의 경우는 관행농지가 181,926원, 시범농지는 181,019원으로 조사됨. 그 차이가 단위당 907원으로 관행농지에서 높게 나타남
- 그에 따른 중간재비와 경영비는 시범농지에서 22,055원이 더 높게 나타났음
- 자가노동비의 경우 파종상비료를 활용한 농법이 적용된 시범농지는 10a당 94,816원, 관행농지는 102,656원이 투입되었음. 따라서 관행농지에서 7,841원이 더 자가노동비로 사용되었음
- 위의 경영비와 자가노동비 등을 모두 고려한 생산비의 경우 10a 당 관행농지는 874,171원, 시범농지는 889,363원이 각각 투입되어 시범농지에서 관행농지에서보다 15,192원이 더 투입되는 것으로 나타남

○ 10a당 소득은 관행농지는 427,474원, 시범농지가 387,689원으로 관행농지가 39,785원 높게 나타났음. 그에 따른 소득률도 각각 41%와 38%로 나타나 관행농지에서 시범농지보다 3%p 높게 나타남

○ 10a당 순수익의 경우 32,922원만큼 관행농지가 높게 나타났으며, 그에 따른 순수익률도 관행농지 16%, 시범농지 13%로 관행농지가 시범농지보다 3%p 높게 나타남

표 72 평택시 시범농가 논벼 생산비 비교(기준: 10a, 단위: 원, %)

		구분	관행	과중상		
조수입	주산물가액		1,036,220	1,018,490		
	부산물가액		0	0		
	계		1,036,220	1,018,490		
생산비	경영비	중간재비	종묘비	9,594	9,639	
			무기질비료비	32,378	55,221	
			유기질비료비	39,973	40,161	
			농약비	16,989	17,068	
			수도광열비	16,771	16,578	
			자동차비	0	0	
			기타재료비	26,833	26,833	
			소농구비	1,367	1,367	
			대농구비	222,926	222,019	
			감가상각비	181,926	181,019	
			수선비	41,000	41,000	
			영농시설상각비	2,667	2,667	
			생산관리비	0	0	
			기타비용	0	0	
			계	369,497	391,552	
			임차료_농기계·시설		0	0
			임차료_토지		191,699	191,699
	위탁영농비		19,500	19,500		
	고용노동비		28,050	28,050		
	축력비		0	0		
	계		608,746	630,801		
	자가노동비		102,656	94,816		
	유동자본용역비		6,786	7,154		
	고정자본용역비		14,931	15,542		
	토지자본용역비		141,051	141,051		
	계		874,171	889,363		
	소득(원)		427,474	387,689		
순수익(원)		162,049	129,127			
부가가치(원)		666,723	626,938			
소득률(%)		41	38			
순수익률(%)		16	13			
부가가치율(%)		64	62			

(9) 홍성군 시범농가

(가) 기초자료 검토

- 홍성군의 시범농가는 직접 벼농사를 경작하지 않고, 물관리, 건조, 시비 등의 작업 이외 대부분의 농작업을 위탁운영하고 있음
- 홍성군 시범농가의 벼 재배경력은 3년이나, 귀농 후 벼 재배를 직접하지 않고 대부분 위탁하고 있었음. 벼 재배품종은 진백으로 확인됨
- 관행농지의 경우 재배면적이 10,099㎡(3,054평)이며, 시험농지의 경우 1,983㎡(600평)으로 조사되었음
- 농가의 기타의견으로 파종상 비료를 시용하는 시비 방식으로 인해, 모판 작업에는 노력과 인건비가 많이 소요됨. 하지만 이앙 후에는 생육이 충분하다고 생각하고 있었음

표 73 홍성군 시범농가 기초자료(단위: 년, ㎡)

구분	내용		
벼 재배경력	(3)년	품종	진백
벼 재배면적	관행(10,099)㎡	시험(1,983)㎡	총 벼 재배(3,654)㎡
관행 비료살포 횟수 및 방법	살포횟수 (2)회	살포방법 (일반관행: 밑거름, 이삭거름)	
기타의견	- 모판을 제작하고 못자리를 하는 등의 작업에 대해서는 많은 시간이 소요됨. 하지만 심어놓은 이후의 생육은 우수한 것으로 판단됨.		

- 홍성군 시범농가의 10a당 벼 생산량은 관행농지가 566kg, 시범농지가 540kg으로 조사되었음
- 이렇게 조사된 조수입은 관행농지가 10a당 1,115,020원이며, 시범농지는 1,063,800원으로 나타나, 관행농지가 10a당 51,220원 더 많은 것으로 조사되었음
- 홍성군 시범농가의 경우 ‘모판 및 온상7)’, ‘경운정지’, ‘이앙’, ‘제초’, ‘병해충방제’, ‘수확’, ‘운반’까지 위탁영농을 하고 있음. 즉, 건조와 물관리 및 시비를 제외한 대부분의 농작업을 위탁하고 있는 상황임
- 자가노동비는 관행농지가 10a당 68,970원으로 조사되었으며, 시범농지는 61,129원으로 조사되어 관행농지에서 시범농지보다 7,841원을 더 투입하고 있는 것으로 분석됨.
- 이에 따라 발생하는 소득 및 순수익을 살펴보면 아래와 같음
 - 관행농지의 10a당 소득은 581,913원, 시범농지는 498,496원으로 나타났으며, 그에 따른 소득률은 각각 52%, 47%로 나타나 관행농지가 5%p 높게 나타났음

7) 파종상비료의 경우 ‘모판 및 온상’작업의 일환으로 수행하였음. 노동력의 경우 극히 일부가 투입되어 특별히 따로 계상하지 않음.

- 10a당 순수익은 관행농지가 408,099원으로 나타났으며, 시범농지는 332,151원으로 나타났음. 순수익률은 각각 37%, 31%로 나타나 관행농지가 6%p 더 높게 나타났음

표 74 홍성군 시범농가 논벼 생산비 비교(기준: 10a, 단위: 원, %)

		구분	관행	과중상	
조수입	주산물가액		1,115,020	1,063,800	
	부산물가액		0	0	
	계		1,115,020	1,063,800	
생산비	경영비	중간재비	종묘비	0	0
			무기질비료비	20,039	55,000
			유기질비료비	29,470	30,000
			농약비	25,008	25,000
			수도광열비	192	0
			자동차비	0	0
			기타재료비	0	0
			소농구비	0	0
			대농구비	3,000	0
			감가상각비	3,000	0
			수선비	0	0
			영농시설상각비	0	0
			생산관리비	0	0
			기타비용	0	0
			계	77,709	110,000
	임차료_농기계·시설		0	0	
	임차료_토지		130,704	130,704	
	위탁영농비		324,693	324,600	
	고용노동비		0	0	
	축력비		0	0	
	계		533,107	565,304	
	자가노동비		68,970	61,129	
	유동자본용역비		8,482	9,045	
	고정자본용역비		192	0	
	토지자본용역비		96,171	96,171	
	계		706,921	731,649	
	소득(원)		581,913	498,496	
순수익(원)		408,099	332,151		
부가가치(원)		1,037,311	953,800		
소득률(%)		52	47		
순수익률(%)		37	31		
부가가치율(%)		93	90		

나. 전체 농가 통합 사업성 비교⁸⁾

- 전체 농가에서 기존의 관행농법과 ‘과중상비료’ 적용을 통하여 발생하는 차이점을 중점적으로 파악하였음. 이를 활용하여 제 4장의 시나리오 분석에 사용할 주요 자료를 파악하고자 함
- 전체 농가의 전체 논벼 생산비 비교를 하면 아래와 같으며, 자세한 사항은 다음과 같음
 - 주산물가액은 관행농지가 1,062,158원으로 조사되어 1,024,072원으로 조사된 시범농지보다 38,086원이 더 높게 나타났음. 또한 부산물가액을 합한 조수입의 차이도 38,012원으로 조사되어 유사한 것으로 나타남
 - 중간재비 중 1,000원 이상의 차이를 보이는 항목으로 무기질비료비와 대농구상각비가 있음. 이는 과중상비료 가격을 55,000원/15kg으로 가정하고 분석된 비용으로 시범농지는 평균 10a당 51,834원이 투입된 것으로 조사되었음
 - 그리고 관행농법을 적용한 곳의 10a당 무기질비료 평균은 32,629원으로 조사되어, 시범농지에서 10a당 19,205원의 무기질 비료비가 더 많이 소요되었음
 - 대농구상각비의 경우 관행농지 평균 103,706원으로 조사되었으며, 시범농지에서는 102,618원으로 조사되어 시범농지에서 1,088원 더 낮게 조사됨
 - 자가노동비는 관행농법이 10a당 92,870원으로 분석되었으며, 시범농법의 경우 단위당 85,949원으로 나타나 관행농법이 단위당 6,921원이 더 많이 투입되었음
 - 전체 농가의 10a당 관행농법 평균 생산비가 861,170원으로 나타났으며, 시범농법의 경우는 872,633원으로 조사되었음. 결과적으로 관행농법의 생산비가 과중상비료를 시용한 시범농법보다 10a당 11,463원 적게 투입되는 것으로 분석되었음
 - 조수입에서 생산비를 제한 순수익의 경우 관행농법이 208,476원으로 나타났으며 시범농법은 10a당 159,000원으로 조사됨. 그로 인해 관행농법이 10a당 49,476원의 수익이 더 발생하는 것으로 나타남
 - 그러나 이러한 분석결과에도 불구하고 관행 농법에서 비료 과다 투입으로 인한 환경오염을 고려한다면, 과중상 비료의 환경오염 예방효과 및 기술체계 확립에 따라 예상되는 경제적효과는 위에서 제시된 10a당 49,476원의 수익 차이를 해소할 것으로 판단됨

8) 9개 지역 중 관행적인 시비 방식으로 무기질 비료를 사용하지 않는 함안, 밀양, 나주의 자료를 전체 통합 사업성 비교자료에서 제외하여 보다 더 높은 객관성을 확보하고자 노력함.

표 75 전체 시범농가 논벼 생산비 비교(기준: 10a, 단위: 원, %)

구분		관행	과중상		
조수입	주산물가액		1,062,158	1,024,072	
	부산물가액		7,488	7,562	
	계		1,069,646	1,031,634	
생산비	경영비	중간재비	종묘비	8,211	8,243
			무기질비료비	32,629	51,834
			유기질비료비	24,297	24,423
			농약비	39,521	39,673
			수도광열비	30,853	30,712
			자동차비	0	0
			기타재료비	36,565	36,565
			소농구비	1,643	1,643
			대농구비	140,529	139,441
			감가상각비	103,706	102,618
			수선비	36,823	36,823
			영농시설상각비	4,663	4,663
			생산관리비	0	0
			기타비용	0	0
			계	318,910	337,197
	임차료_농기계·시설		0	0	
	임차료_토지		151,326	151,326	
	위탁영농비		123,462	123,677	
	고용노동비		38,581	37,788	
	축력비		0	0	
	계		632,280	649,988	
	자가노동비		92,870	85,949	
	유동자본용역비		8,383	8,683	
	고정자본용역비		16,233	16,668	
	토지자본용역비		111,345	111,345	
	계		861,170	872,633	
	소득(원)		437,366	381,646	
순수익(원)		208,476	159,000		
부가가치(원)		750,735	694,436		
소득률(%)		41	37		
순수익률(%)		19	15		
부가가치율(%)		70	67		

4. 시나리오 분석

가. 기초 가정

- 과중상비료를 시용할 경우 발생하는 비용 및 효과에 대해 시나리오 분석을 위하여 다음과 같은 기본 가정을 제시하였음
- 첫째, 9개 농가의 18개 농지에 대하여 시범농지와 관행농지를 구분하여 조사한 결과, 시범농지의 조수입이 관행농지에 비하여 시범농지에서 3.65% 낮게 나타남. 하지만 본 연구 과정에서 경험적으로 살펴본 결과 농업인들의 기술에 대한 습득 수준 정도가 낮고, 초기 육묘관리 및 입모 후 물관리에 미숙한 점이 발견되었음. 이로 인하여 관행농지와 시범농지에 대한 명확한 비교가 어려움을 해결하고자 조수입 및 생산량은 동일하다는 가정 하에 시나리오 분석을 진행하였음
- 둘째, 비교 대상은 9개 농가에서 조사된 자료를 바탕으로 함. 이에 과중상비료 시용으로 인하여 발생하는 생산비 변화 요소를 추출하여 그 차이를 명확히 확인할 수 있도록 진행함. 더불어 9개 농가를 대상으로 하였기에 전국 논벼 재배농가를 대표하기 어렵다는 판단에 통계청 논벼 생산비 조사결과 및 들녘경영체 생산비 조사 결과와 비교하여 과중상비료 도입에 따른 효과를 분석하고자 함
- 셋째, 9개 농가에 대한 조사는 관행농법과 과중상비료의 투입으로 인한 차이를 분석하는데 그 주 목적이 있음. 하지만 현재 나주·함안(축조시비), 밀양(1회시비)은 관행적 시비방법과는 차이를 보이는 관계로 3개소의 자료는 제외하고 분석을 진행할 것임
- 넷째, 과중상비료 활용에 따라 차이가 발생하는 감가상각비의 계상에 필요한 재배면적은 통계청에서 발표한 2014년 논벼 전국 재배면적 평균인 15,298m²를 기준으로 함
- 마지막으로 사회적 비용에 대한 감소 부분은 별도로 계상하여 추가하였음

표 76 시나리오 분석을 위한 기본 가정

구분	내용
가정	1. 조수입 및 생산량은 동일하다고 가정함. 2. 통계청의 논벼농산물생산비통계 및 들녘경영체 표준 생산비와 비교함. 3. 축조시비 및 1회 시비하는 3개소는 시비 시간 산정 및 시나리오 분석을 위한 자료에는 제외함. 4. 과중상비료 투입으로 인한 수익 계상 시 활용된 재배면적은 통계청에서 발표한 2014년 전국 논벼 평균 재배면적 15,298m ² 를 활용하였음. 5. 사회적 비용의 감소 부분은 별도로 계상하여 추가하였음.

나. 기초 비교

(1) 일반 농가 적용시 생산비 변화

- 비용절감에 대한 표준적 분석에 앞서 생산비 항목 중 무기질비료를 파종상비료로 적용할 경우 변화하는 생산비의 주요 세부 항목에 대하여 살펴보았음
- 무기질 비료비는 시범농법이 ha당 500,000원으로 추정되었으며, 관행농법을 적용하면 362,420원이 투입되는 것으로 나타났음
- 대농구상각비에서는 시범농법이 비료투입기의 감가상각액인 49,026원이 투입되는 것으로 분석되었으며, 관행농법은 비료살포기(트랙터부착용, 동력분무형태)의 감가상각액 78,441원이 투입되는 것으로 나타남
- 파종상비료를 시용한 시범농법은 노동력 감소에 가장 큰 효과가 있었으며, 이에 따른 노동투입비용의 절감은 ha당 78,408원으로 나타났음
- 또한, 관행농법은 가지거름의 시비를 위한 비료살포기(동력분무형태) 이용으로 발생하는 유류비 3,600원이 더 소요되는 것으로 나타났음
- 이러한 효과를 모두 감안하여 조사된 파종상비료를 활용한 농법의 적용 효과는 관행 농법보다 ha당 생산비가 26,167원이 더 높게 나타났음

표 77 파종상비료를 활용한 농법 적용에 따른 일반 농가 생산비 변화(단위: 원, 기준: ha)

구분	시범농법(A)		관행농법(B)		A-B
무기질 비료비	500,000		362,420 ^{주1)}		137,580
대농구 상각비	비료투입기 ^{주2)}	49,026	비료살포기 ^{주3)} (트랙터부착용)	26,147	-29,415
			비료살포기 ^{주4)} (동력분무형태)	52,294	
노동력	0		시비노동력 ^{주5)}	78,408	-78,408
추가 유류비	0		비료살포기 ^{주6)} (동력분무형태)	3,600	-3,600
합계	549,026		522,869		26,167

주1) 2014년 통계청 논벼 생산비 항목에 기재된 무기질비료비를 기준으로 작성함.

주2) 파종상비료를 활용하기 위하여 육묘파종기에 부착하는 것임. 감가상각비를 구하기 위하여 해당 금액은 75만원, 내용연수 10년, 투입비율 100%, 총 논벼재배면적 15,298㎡를 가정하였음.

주3) 트랙터부착용 비료살포기의 감가상각비는 해당 금액 80만원, 내용연수 10년, 투입비율 50%, 총 논벼 재배면적 15,298㎡를 가정하여 작성하였음.

주4) 비료살포기(동력분무형태)의 감가상각비는 해당 금액 80만원, 내용연수 5년, 투입비율 50%, 총 논벼재배 면적 15,298㎡를 가정하여 작성하였음.

주5) 관행적인 농법의 적용에 따라서 시비에 투입되는 노동력 5.4(밀거름, 가지거름 시비)시간, 시간당 단가 14,520원을 기준으로 작성하였음. 단가 기준은 통계청에서 활용하는 5-29인 규모 제조업 평균 임금을 기준으로 적용함.

주6) 유류비는 가지거름 시비시 비료살포기(동력분무형태)를 활용하기에 발생하는 비용을 계상하였음. ha당 시간 4시간, 시간 당 투입 휘발유 0.9리터, 단가 1,000원을 가정하여 금액을 산정하였음.

(2) 들녘경영체 적용 시 생산비 변화

(가) 들녘경영체 생산비 추정

○ 파종상비료를 들녘경영체에 적용하기 위해 들녘경영체의 2014년도 생산비를 추정해 보았음

- 종묘비, 무기질비료비, 유기질비료비, 기타재료비, 노동비(자가, 고용)에 대하여 다음과 같이 각각의 항목별로 들녘경영체 생산비를 추정하였음
- 따라서 경영비는 2014년 통계청 기준 10a당 논벼 전국 평균보다 1.83%가 절감되었으며, 생산비는 4.25%가 절감되는 것으로 나타났음

표 78 2014년 들녘경영체 생산비(예상치) (기준: 10a, 단위: 원, %)

구분			2014년 통계청 기준	들녘경영체 생산비	증감률 ^{주1}	
생산비	경영비	중간재비	종묘비	16,883	15,245	-9.7
			무기질비료비	36,242	34,176	-5.7
			유기질비료비	12,101	11,411	-5.7
			농약비	25,220	23,555	-6.6
			수도광열비	7,019	7,019	0.00
			자동차비	5,409	5,409	0.00
			기타재료비	15,009	14,439	-3.8
			소농구비	1,419	1,419	0.00
			대농구상각비	48,742	48,742	0.00
			영농시설상각비	1,198	1,198	0.00
			생산관리비	310	310	0.00
			기타비용	6,158	6,158	0.00
			계	175,710	169,082	-3.77
		임차료_농기계·시설	4,548	4,548	0.00	
	임차료_토지	145,087	145,087	0.00		
	위탁영농비	107,101	107,101	0.00		
	고용노동비	10,428	8,937	-14.3		
	추력비	0	0	0.00		
	계	442,874	434,755	-1.83		
	자가노동비	157,468	134,950	-14.3		
	유동자본용역비	7,624	7,624	0.00		
	고정자본용역비	6,759	6,759	0.00		
	토지자본용역비	106,754	106,754	0.00		
계	721,479	690,842	-4.25			

주1) 농림축산식품부 내부자료임. 농림축산식품부는 직접생산비 위주로 절감률을 조사하였으며, 2015년 10월 현재까지 2013년 자료가 가장 최신자료로 이를 활용하여 들녘경영체 운영에 따른 전체 생산비 절감 정도를 추정하였음.

주2) 농림축산식품부 2013년 들녘경영체 작업별 노동시간(경기도 기준): 모판 및 운상(0.32시간), 파종(0.4시간), 경운정지(0.4시간), 이앙(0.88시간), 물관리(0.37시간), 시비(0.41시간), 제조(0.17시간), 병해충방제(0.56시간), 수확(3.3시간), 운반(0.22시간), 건조(3.88시간)으로 농림축산식품부 담당자와 면담을 통하여 확인한 시간으로, 본 용역에 적용하여 활용하였음.

(나) 들녘경영체 적용 시 생산비 변화

- 앞의 <표 78>에서 추정된 2014년 들녘경영체 생산비에 파종상비료를 활용한 농법을 적용하였을 경우, 예측된 생산비의 변화는 다음과 같음
 - 일반 농가와 비교하면 무기질 비료비가 들녘경영체에서 더 적게 투입되어 시범농법과의 차이가 더 크게 나타나 ha당 158,240원 차이가 나타나는 것으로 분석됨
 - 대농구상각비는 들녘경영체와 차이가 없는 것으로 조사되었으며, 시비에 따른 노동시간의 차이로 인하여 발생하는 시비노동비용은 67,196원의 차이가 나타났음
 - 시비노동시간의 감소에 따라 비료살포에 투입되는 유류비도 감소하여 ha당 2,733원이 감소하였음
 - 따라서 파종상비료를 활용한 시비는 ha당 들녘경영체에 비하여 현재 58,896원 만큼 생산비가 더 투입되는 것으로 분석되었음

표 79 파종상비료를 활용한 농법 적용에 따른 들녘경영체 생산비 변화(단위: 원, 기준: ha)

구분	시범농법(A)		들녘경영체(B)		A-B
무기질 비료비	500,000		341,760		158,240
대농구상각비	비료투입기 ^{주2)}	49,026	비료살포기 (트랙터부착용)	26,147	-29,415
			비료살포기 (동력분무형태)	52,294	
노동력	0		시비노동력	67,196	-67,196
추가 유류비	0		비료살포기 (동력분무형태)	2,733	-2,733
합계	549,026		490,130		58,896

다. 파종상비료 판매가 하락을 가정한 비교

- <표 80>에서 제시된 파종상비료의 가격 하락폭은 (주)동부한농에서 제시한 “생산량에 따른 인하 가능성”으로 확정적인 사안은 아니지만 현실성이 높다고 판단하여 시나리오 분석에 활용함
 - 1,500톤/1년(100ha적용)의 생산까지는 50,000원(15kg)을 유지하는 것으로 응답하였음
 - 하지만, 4,500톤/1년 생산 시 9%, 7,500톤/1년까지 생산한다면 19%, 그 이상 생산된다면 최대 27%까지 가격 하락이 가능하다는 것이 제조사의 입장이었음

(1) 파종상비료 가격 원가 절감 시 각 농법별 생산비 변화

- 파종상비료의 생산 물량 증가와 그에 따른 판매단가 하락을 가정한 경우의 생산비를 각 농법 별로 비교하였음
 - 현재 1포당 50,000원 수준인 비료의 가격을 9% 인하 하다면 관행과 비교했을 때는

전체 생산비가 ha당 18,843원 더 낮게 나타났으며, 들녘경영체보다는 ha당 13,896원 높게 나타남

- 6% 수준으로 과중상비료 판매가의 하락이 이루어진다면 ha당 3,843원 만큼 과중상비료 시용 농법의 생산비가 더 낮게 나타나, 6% 수준의 하락만 이루어져도 생산비가 관행과 비슷해지는 것을 확인 할 수 있었음
- 업체에서 제시한 7,500톤 생산 기준(19% 인하)에 따르면 관행농법보다는 ha당 68,843원의 생산비 절감 효과 나타남. 그리고 12% 수준의 판매가 하락이 나타나면 들녘경영체의 현재 ha당 생산비와 비교하여 1,104원 절감되는 것으로 나타나, 현재 들녘경영체의 생산비와 비슷해지는 것으로 분석되었음
- 또한 7,500톤 이상의 생산이 가능하여 27% 수준의 비료가격의 인하가 이루어진다면, ha당 생산비는 일반 농가에서는 108,843원, 들녘경영체에서는 76,104원 수준의 생산비 절감효과가 예상됨
- 더불어 30%까지 비료비 절감이 이루어진다면 관행과 비교하면 123,843원, 들녘경영체와 비교하면 91,104원 수준의 생산비 절감이 가능할 것임. 이는 2014년 ha당 논벼 생산비 7,214,790원, 들녘경영체 논벼 생산비 6,908,420원과 비교하면 각각 1.7%, 1.3% 감소하는 수준임

표 80 적용 농법에 따른 생산비 비교(단위: 원, 기준: ha)

구분	6%인하	9%인하	12%인하	19%인하	27%인하	30%인하
과중상비료 (A)	519,026	504,026	489,026	454,026	414,026	399,026
관행 (B)	522,869	522,869	522,869	522,869	522,869	522,869
들녘경영체 (C)	490,130	490,130	490,130	490,130	490,130	490,130
A-B	-3,843	-18,843	-33,843	-68,843	-108,843	-123,843
A-C	28,896	13,896	-1,104	-36,104	-76,104	-91,104

주1) 과중상비료의 적용에 따른 생산비 변화 요소에 대한 부분만을 추출하여 비교한 결과임.

(2) 파종상비료 가격 원가 절감 시 각 농법별 생산비 변화(CO₂ 절감)

- 파종상비료의 가격에 따른 각 농법별 생산비 변화에 CO₂ 절감에 따른 사회적비용 감소를 함께 고려한 것은 아래와 같음<표 81>
 - 5%의 판매가 하락이 발생하면, 관행은 ha당 생산비가 3,543원 낮게 나타났고, 들녘 경영체는 29,196만큼 더 높게 분석됨
 - 또한 5%의 생산비 하락만 이루어져도 생산비가 관행과 비슷해지는 것을 알 수 있었음
 - 또한 파종상비료를 연간 7,500톤 수준으로 생산하여 19%수준의 판매가 하락이 있다면, 파종상비료를 활용한 농지의 ha당 생산비는 들녘경영체와 비교하면 40,804원만큼 절감됨
 - 더불어 7,500톤 이상의 생산을 통하여 27%수준으로 생산비를 낮춘다면, 관행과 비교하면 113,543원, 들녘경영체와 비교하면 80,804원 수준만큼 더 낮은 ha당 생산비를 기록할 것임
 - 원가 절감이 더욱 진행되어 30%수준으로 판매가가 하락한다면 관행과 비교해서 128,543원, 들녘경영체와 비교해서 95,804원의 ha당 생산비 절감이 이루어짐. 이는 2014년 논벼 일반 농가 ha당 논벼 생산비와 들녘경영체 생산비와 비교하면 각각 1.7%, 1.3%가 더 낮은 수준임

표 81 적용 농법에 따른 생산비 비교(CO₂ 절감효과 감안) (단위: 원, 기준: ha)

구분	5%	9%	11%	19%	27%	30%
파종상비료 (A)	519,326	499,326	489,326	449,326	409,326	394,326
관행 (B)	522,869	522,869	522,869	522,869	522,869	522,869
들녘 경영체 (C)	490,130	490,130	490,130	490,130	490,130	490,130
A-B	-3,543	-23,543	-33,543	-73,543	-113,543	-128,543
A-C	29,196	4,196	-804	-40,804	-80,804	-95,804

주1) 파종상비료의 적용에 따른 생산비 변화 요소에 대한 부분만을 추출하여 비교한 결과임.

주2) CO₂의 절감에 따른 사회적편익은 ha당 4,700원으로 2014년 확인하였음.

라. 파종상비료를 사용한 농법 적용의 경제적 효과

- 본 경제성 분석은 파종상비료를 사용한 농법의 경제적 효과를 밝히기 위하여 약식으로 진행한 분석으로, 향후 보다 더 전문적인 자료로 보완이 필요할 것임
- 따라서 아래와 같은 한계와 가정을 하였음을 밝힘
 - 본 경제성 분석을 위하여 투입된 기술별 ha당 경제적 편익은 통계청 대비 생산비의 절감액을 기준으로 채택하였음. 또한 ha당 절감액은 파종상비료의 가격이 현재 50,000원(15kg기준)에서 30%가 절감된 35,000을 기준으로 경제적 효과를 추정하였음
 - 논벼 재배면적의 추정은 2014년 통계청 자료를 바탕으로 꾸준히 그 면적이 유지된다는 가정을 하였음⁹⁾
 - 현재가치 파악을 위한 할인율¹⁰⁾은 한국개발연구원의 “예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)”에서 밝힌 5.5%을 사회적 할인율을 활용하였음
 - 본 경제성 분석에 사용된 기술의 수명주기는 IPC 기준의 분류표와 한국과학기술정보연구원에서 제공하는 기술가치평가시스템에서 제공하는 수명주기의 중앙값을 적용하였음¹¹⁾
 - 경제적 수명주기의 시점으로 2016년을 가정하였음. 일부 보급된 곳도 존재하지만 현재 보급률이 저조하여, 편의상 2016년부터 신기술의 활용이 이루어진다는 가정을 하였음
 - 연간 점유율 변화에 대한 추정은 파종상비료의 최대 보급률을 우리나라 논벼 재배 면적의 10%를 중간값으로 하는 정규분포곡선의 형태로 추정함

(1) 파종상비료 활용 농법의 경제성 분석(통계청 대비)

(가) 기술점유율

- 파종상비료를 활용한 농법의 ha당 생산비는 통계청과 비교하면 93,543원이 낮은 것으로 나타났음
- 기술연수는 IPC 분류표 기준으로 C05G를 적용하여 9년을 가정하였음
- 최대 점유율은 경기도농업기술원 연구담당자의 의견을 수용하여 10%로 추정하였음
- 할인율은 일반적으로 사용되는 사회적 할인율인 5.5%를 적용함

표 82 파종상비료 경제성 분석 기본 가정(단위: 원, 년: %)

구분	ha당 생산비 절감효과(원)	기술연수(년)	최대점유율(%)	할인율(%)
내용	128,543	9	10	5.5

9) ㈜이암허브 등의 선행조사에서 밝힌 논벼 재배면적의 추정도 80만ha 전후로 유지되는 것으로 나타나 약식 분석 자료로 문제가 되지 않을 것으로 판단됨.

10) 한국개발연구원, 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)」, 2008

11) 약식 경제성 분석으로 전문가 간의 의견교환을 통한 정성적 평가가 부족하였음을 밝힘.

○ 파종상비료 기술의 최대점유율과 IPC분류표 기준을 활용한 경제적 수명주기 곡선은 아래와 같음

- 본 기술은 IPC분류표 기준으로 9년의 기술수명주기와 하락기 8년으로 추정하고, 그에 따라서 경제적 수명주기를 17년으로 가정함
- 2024년 가장 높은 10%의 점유율을 나타낼 것으로 추정하였으며, 점유율의 전반적인 형태는 표준정규분포를 가정함



그림 9 파종상비료 기술의 경제적 수명주기 곡선(최대점유율 10%)

(나) 경제적 편익

○ 파종상비료 활용 기술의 관행 대비 경제적 편익은 2016년부터 2032년까지 17년간 69,733백만 원으로 조사됨

- 전체 벼 재배면적에서 각 연도별 파종상비료 활용 기술의 점유율을 곱하고, ha당 생산비 절감효과를 곱하여 개별 연도의 파종상비료 활용을 통한 경제적 편익을 도출함
- 이러한 과정을 거쳐 도출된 경제적 편익의 총 합은 17년간 69,733백만 원으로 추정됨
- 또한, 각 연도 경제적 편익의 현재가치(2015년 기준) 합을 추정하면 43,503백만 원으로 분석됨

표 83 파종상비료 관행 대비 경제성 분석(단위: 천ha, %, 천원, 백만원)

구분	16년	17년	18년	19년	20년	21년	22년	23년	24년
전체 벼 재배면적 (천ha)	814	814	814	814	814	814	814	814	814
예상 점유율 (%)	0.11	0.31	0.80	1.71	3.25	5.28	7.55	9.30	10
ha당 생산비 절감 효과 (천원)	128	128	128	128	128	128	128	128	128
연간 경제적 편익 (백만원)	116	329	832	1,787	3,398	5,528	7,901	9,738	10,467
현재가치 ₂₀₁₅ (백만원)	110	296	709	1,443	2,600	4,009	5,431	6,345	6,465

구분	25년	26년	27년	28년	29년	30년	31년	32년	합계
전체 비 재배면적 (천ha)	814	814	814	814	814	814	814	814	-
예상 점유율 (%)	9.30	7.55	5.28	3.25	1.71	0.80	0.31	0.11	-
ha당 생산비 절감 효과 (천원)	128	128	128	128	128	128	128	128	-
연간 경제적 편익 (백만원)	9,738	7,901	5,528	3,398	1,787	832	329	116	69,733
현재가치 ₂₀₁₅ (백만원)	5,701	4,384	2,907	1,694	844	373	139	46	43,503

(2) 파종상비료 활용 농법의 경제성 분석(들녘경영체 대비)

(가) 기술점유율

- 파종상비료 적용 농법의 ha당 생산비는 들녘경영체와 비교하면 95,804원이 낮은 것으로 나타났음
- 기술연수는 IPC 분류표 기준으로 C05G를 적용하여 9년을 가정하였음
- 최대 점유율은 경기도농업기술원 연구담당자의 의견을 수용하여 전체 들녘경영체 재배면적의 20%로 추정하였음
- 할인율은 일반적으로 사용되는 사회적 할인율인 5.5%를 적용함

표 84 파종상비료 경제성 분석 기본 가정(단위: 원, 년: %)

구분	ha당 생산비 절감효과(원)	기술연수(년)	최대점유율(%)	할인율(%)
내용	95,804	9	20	5.5

- 파종상비료 기술의 최대점유율과 IPC분류표 기준을 활용한 경제적 수명주기 곡선은 아래와 같음
 - 본 기술은 IPC분류표 기준으로 9년의 기술수명주기와 하락기 8년으로 추정하고, 그에 따라서 경제적 수명주기를 17년으로 가정함
 - 2024년 가장 높은 20%의 점유율을 나타낼 것으로 추정하였으며, 점유율의 전반적인 형태는 표준정규분포를 가정함

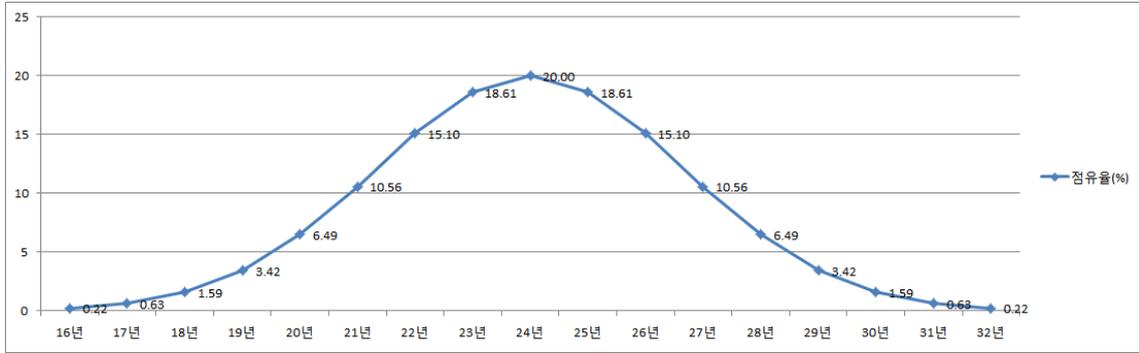


그림 10 파종상비료 기술의 경제적 수명주기 곡선(최대점유율 20%)

○ 파종상비료 활용 농법을 들녘경영체와 비교한 ha당 생산비 절감액은 95,804원이며, 이를 바탕으로 추정된 파종상비료의 들녘경영체 적용을 통한 경제성 분석은 아래와 같음

- 들녘경영체 벼 재배면적은 2016년부터 2024년까지 꾸준히 증가하여 120천ha까지 증가하는 것으로 가정하였음¹²⁾
- 이를 바탕으로 총 들녘경영체 추정 재배면적에 각 연도별 예상 점유율과 파종상비료 활용 기술을 통한 ha당 생산비 절감액을 곱하여 각 연도별 경제적 편익을 구하였음
- 이러한 각 연도 경제적 편익의 총합은 17년 간 14,136백만 원으로 추정되었으며, 더불어 2015년의 현재가치를 추정된 결과 8,679백만원으로 나타났음

표 85 파종상비료 들녘경영체 대비 경제성 분석(단위: 천ha, %, 천원, 백만원)

구분	16년	17년	18년	19년	20년	21년	22년	23년	24년
들녘경영체 벼 재배면적 (천ha)	49	58	66	75	84	93	102	111	120
예상 점유율 (%)	0.22	0.63	1.59	3.42	6.49	10.56	15.10	18.61	20
ha당 생산비 절감 효과 (천원)	95	95	95	95	95	95	95	95	95
연간 경제적 편익 (백만원)	10	34	101	247	526	945	1,479	1,981	2,299
현재가치 (백만원)	9	31	86	200	402	685	1,017	1,291	1,420

12) 농림축산식품부, “쌀 관세화이후 농가소득 안정 및 쌀산업 발전대책”, 2014, 9의 수록된 내용을 바탕으로 2015년 현재 들녘경영체 면적을 활용하여 들녘경영체 총 면적을 추정하였음. 더불어 2024년 이후에는 면적이 유지되는 것을 가정함.

25년	26년	27년	28년	29년	30년	31년	32년	합계
120	120	120	120	120	120	120	120	
18.61	15.10	10.56	6.49	3.42	1.59	0.63	0.22	
95	95	95	95	95	95	95	95	
2,139	1,735	1,214	746	392	182	72	25	14,136
1,252	963	638	372	185	81	30	10	8,679

(3) 파종상비료 판매가 변화에 따른 효과

- 파종상비료 판매가 변화에 따른 생산비 절감효과와 CO₂ 절감에 따른 경제적효과를 고려한 10a당 논벼 생산비 절감 정도는 다음과 같음
 - 파종상비료 가격이 50,000원/15kg 유지된다면 관행농법과 비교하면 ha당 26,157원, 들녘경영체와 비교하면 58,896원이 더 투입되는 것으로 나타남
 - 하지만 현재가 대비 9%가 낮은 45,500원이 판매된다면, 관행농법 대비 ha당 18,843원의 생산비 절감 효과를 확인할 수 있었음
 - 그리고 들녘경영체 농법의 경우는 현재가 대비 19% 낮은 40,500원으로 파종상비료 가격이 결정된다면 36,104원의 생산비 절감효과가 발생함
 - 더불어 CO₂의 절감효과까지 고려한다면 생산비의 실질적 하락 효과는 ha당 관행농법과 비교하여 73,543원, 들녘경영체와 비교하면 40,804원의 생산비 절감효과 발생할 것으로 파악됨

표 86 파종상비료 판매가격별 논벼 생산비 비교(단위: 원, %, 기준:ha)

구분	파종상비료 적용 관행농법 생산비 변화	파종상비료 적용 들녘경영체 생산비 변화
50,000원/15kg	+ 26,157	+ 58,896
45,500원/15kg	- 18,843	+ 13,896
40,500원/15kg	- 68,843	- 36,104
36,500원/15kg	- 108,843	- 76,104
35,000원/15kg	- 123,843	- 91,104
40,500원/15kg+CO ₂ 절감효과	- 73,543	- 40,804

- 파종상비료의 적용 시 예상되는 경제적 편익에 대한 분석 자료는 아래와 같음
 - 파종상비료 적용 시 발생하는 관행 대비 생산비 절감액을 기초로 하여 파악한 경제적 편익의 합계는 69,733백만 원으로 나타났으며, 2015년 현재가치로 환산하면 43,503백만 원으로 분석됨
 - 파종상비료를 들녘경영체에 적용 시 발생하는 경제적 편익에 대한 분석 결과는 다음과 같음. 파종상 비료의 경제적 수명인 17년간 14,136백만 원의 경제적 편익이 발생하는

것으로 분석되었으며, 2015년 현재가치로 환산 시에는 8,679백만 원의 경제적 편익이 존재하는 것으로 파악됨

표 87 과중상비료 활용을 통한 경제적 편익 분석(단위: 백만원)

구분	과중상비료 적용 관행대비 경제적 편익	과중상비료 적용 들녘경영체 대비 경제적 편익
경제적 편익 합계	69,733	14,136
경제적 편익의 현재가치	43,503	8,679

제 4 절 과종상비료 문제점 및 대책

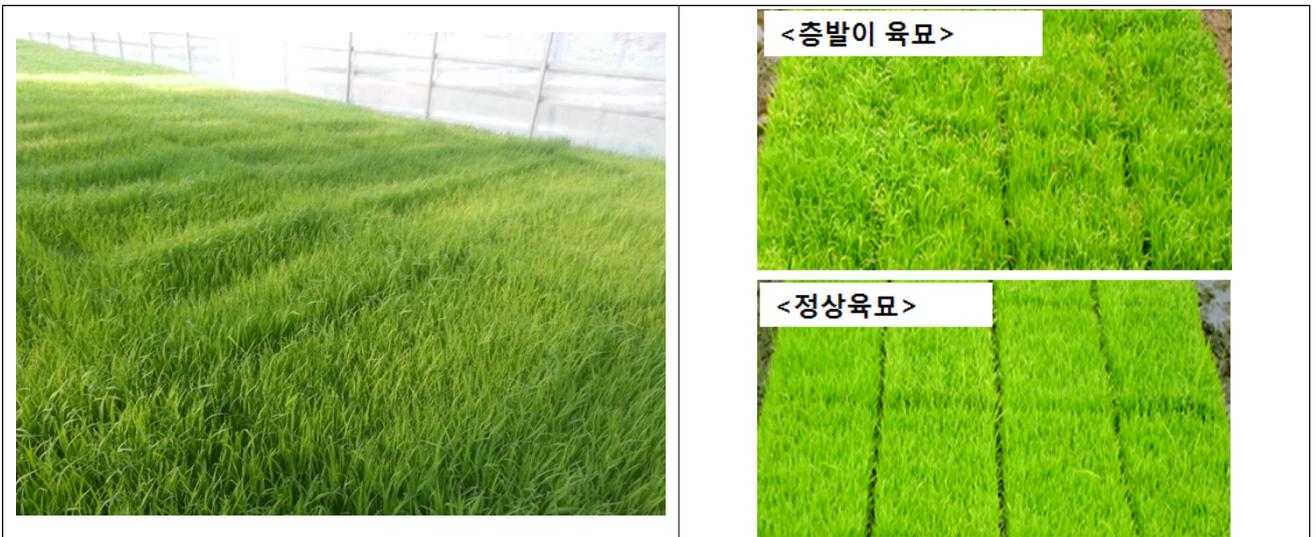
작업 단계	발생현황	발생가능원인	대응방안	발생 빈도
과종시	본답 생육 저조	- 모판 기비량 미준수	- 이양 주수 파악후 이에 알맞은 시비량 시비	높음
	출아율 저조	- 관수량 부족(육묘장 및 일반 못자리에서 발생)	- 관행 과종 대비 관수량 1.5배 증가(모판당 1.2L이상 관수) - 치상한 후 5일 이전에 불량시 관수 시행	높음
		- 입상 중량 상토로 복토 후 자동 분무기를 사용	- 중경량 상토 추천(특히, 과종상 전용상토 사용시 문제 안됨)	적음
		- 미 발아 및 건조 종자 과종	- 출아가 불균일 하고 증발이가 크게 발생(발 못자리에 사용 추천 안 함)	적음
육묘시	육묘불량	- 상자 쌓기를 안한 경우	- 출아가 불균일 하고 증발이가 크게 발생 · 5일 이내 발견시 물을 관수 후 회복 가능. · 증발이 심하면 NPK 경엽 처리	적음
		- 복토가 잘 안되어 범씨가 노출되었을 때	- 물을 충분히 주는 관수를 하거나 추가 복토 실시 함	중간
	병 발생	- 입고병 다발생 · 밀파(250g/상자) · 과종시 소독 미 실시 · 부직포 제거 시기 지연→ 이양 전 1~2일전	- 병관리 철저 · 과종량 준수 (150g 이하) · 과종시 다찌가렌 관주 처리 준수 · 부직포 제거 시기 : 이양 1주일 전에 실시	중간
	매트 불량	- 수분 관리 미흡(과습 관리)	- 이양 전 5일전부터 관수 횟수 줄임	적음
이양후	모 고사	- 이양시기 지연(30일 이후)	- 이양시기를 최대한 30일 이전에 실시	적음
	초기생육 불량	- 어린모 이양할 경우 초기 용출량 부족 · 초기 생육 지연. · 엽색도 떨어짐	- 어린모 이양(15일 이전)시 이양전 요소 반포 시비하거나 이양 전 모판에 NPK 경엽 처리	중간

○ 관수량 부족



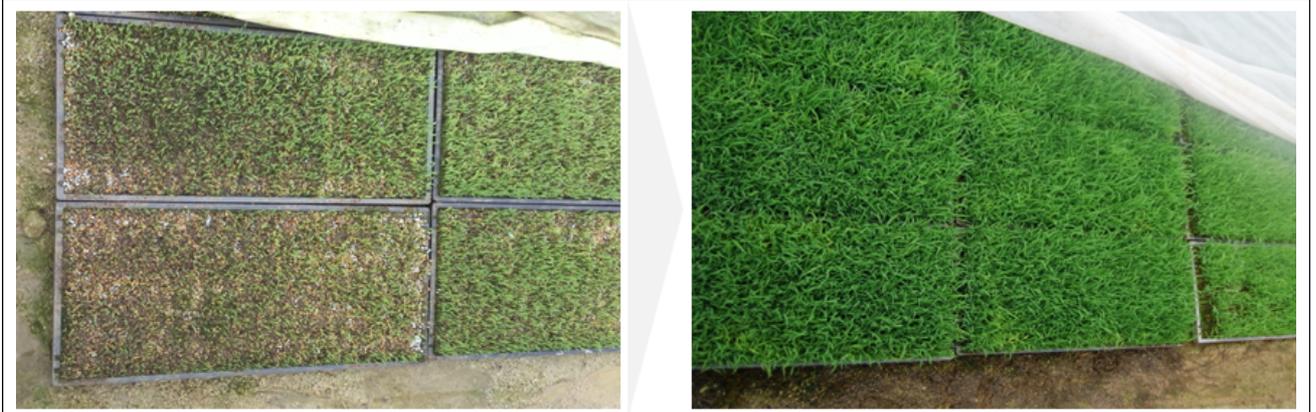
- 왼쪽 시간당 700장 파종, 오른쪽 시간당 700장 파종 같은 농가에서 동일 파종기로 파종
 · 같은 관수량을 넣다 보니 500장 파종시엔 관수량이 적정하였으나 700장 파종시에는 모판이 빠르게 이동하여 관수량이 부족(치상 후 5일 이내 상면관수 해주면 회복됨)

○ 최아 미실시



- 종자최아 미실시로 가운데 부분 생육 불량(14일차)
 · 생육지연부분 집중 관수조절로 이양시 초장 균일 가능

○ 복토미흡



- 모판 내 복토가 제대로 안된 부분이 많았으며, 복토불량 부분은 발아/생육이 불량
- 부분복토 진행후 충분한 관수로 복토한 부분의 생육이 거의 회복

○ 병 발생



- 입고병 약 미처리에 의한 병 발생
- 종합(가지란 수화제 1000배 관주처리), 피씨움(안타 유제 2000배), 라이조프스(타로닐 수화제 600배), 트라이코데마(베노밀 수화제 500배) 관주처리

제 5 절 요약 및 종합의견

- 벼 파종상비료의 시비량 및 시비노동력 절감효과에 대한 2년간의 실증 결과
 - 벼 생육 및 쌀수량은 농가관행 시비량에 따라 차이는 있으나 같거나 다소 감소하는 경향이었음
 - 위 결과는 지역별(충부, 호남, 영남), 간척지, 연용시용 등에서 같은 경향이었음
 - 비료사용량은 농가관행 대비 파종상비료가 74% 절감되었음
 - 시비노동력은 농가관행 대비 파종상비료가 95% 절감되었음
- 파종상비료 기술의 확대 적용을 위하여 기술교육 및 들녘경영체 등 대면적 농경지 도입 필요
 - 관행에 비해 짧은 육묘일수 및 초기 생육지연 등에 대한 철저한 사전 기술교육 추진
 - 대규모 논재배시 이앙일정에 맞춰 역산하여 파종시기 조절
- 쌀 초과공급에 따른 가격하락 방지를 위하여 단위면적당 적정 생산량 확보 필요
 - 농가현장에서는 지역별 편차는 있으나 권장시비량을 초과하여 비료를 사용하고 있음
 - 고품질 유지와 적정량 생산을 위한 시비기술로 용출제어형비료 확대보급 필요
- 시비량 절감에 따른 농경지 온실가스 감축과 봄철 농번기 시비노동력 절감을 위하여 들녘경영체, 전업농 등 대규모 쌀 재배단지를 대상으로 하는 정책사업 추진 필요
- 비료사용량 및 시비노동력 절감을 위한 다양한 용출제어형 비료에 대한 지속적인 기술개발 및 확대보급을 통한 비료 단가하락 필요

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 목표달성도

구분	목표	수행내용	달성도
1차년도	과중상비료 농가 실패사례 발굴	- 세부추진계획 및 조사 대상지 파악 - 농가 실패사례 조사 및 발굴	100%
	과중상비료 지역별 시비반응 검토	- 지역별 실증시험 대상 농가선정 - 선정농가 논토양 시료 채취 - 토성 및 토양화학성 분석	100%
	과중상비료 연용에 따른 시비반응 검토	- 연용시험 대상 농가선정 - 선정농가 논토양 시료 채취 - 토성 및 토양화학성 분석	100%
	간척지 과중상비료 시비반응 검토	- 간척지 실증시험 대상지 선정 - 선정지 논토양 시료 채취 - 토성 및 토양화학성 분석	100%
2차년도	과중상비료 시용 경제적 효과 분석	- 들녘경영체 토성별 실증 6개소 대상 - 조사항목 : 비료사용량, 시비노동력 등	100%
	과중상비료 적용 우수사례 발굴 및 확대보급	- 현장관찰, 면접조사, 연구문헌 문헌조사 등 - 우수사례 발굴, 확대보급 방안 도출	100%
	과중상비료 들녘경영체 토성 패키지 모델별 적정 시용방법	- 들녘경영체 토성별(미사질양토, 양토, 사양토) 2개소(총 7개소) 선정 - 선정농가 논토양 시료 채취 - 토성 및 토양화학성 분석	100%
	과중상비료 연용에 따른 벼 생육 및 수량	- 연용시험 대상 농가선정 (경기 안성) - 선정농가 논토양 시료 채취 - 토성 및 토양화학성 분석 - 벼 생육 및 수량, 미질, 농가 반응 등	100%
	과중상비료 간척지 적용방법	- 간척지 실증시험 대상지 선정 (충남 당진) - 선정지 논토양 시료 채취 - 토성 및 토양화학성 분석	100%

제 2 절 관련분야에의 기여도

○ 영농현장 기술지도자료 활용

- 영농활용 제목 : 파종상비료 연용에 따른 벼 수량 및 토양화학성(Rice Yield and Soil Chemical Properties of Paddy Fields Applied with the Newly Developed Controlled-release Fertilizer for 5 Years)
- 영농활용 내용 : 파종상비료 5년 연용에 따른 쌀수량과 시험후 토양중 유효인산과 치환성칼륨 함량은 표준시비와 대등함

표 88 연도별 쌀수량 변화

처리내용	쌀수량(kg/10a)					평균
	2012	2013	2014	2015	2016	
표준시비(대조)	454	460	494	513	474	479(100) ^{NS}
파종상비료	448	465	491	503	465	474(99)

표 89 토양중 유효인산과 치환성칼륨 함량 변화

처리내용	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)							Ex-K(mg kg ⁻¹)						
	연용전	2012	2013	2014	2015	2016	평균	연용전	2012	2013	2014	2015	2016	평균
표준시비(대조)	66	96	80	83	124	129	102	0.35	0.28	0.33	0.44	0.48	0.53	0.41
파종상비료	66	87	72	80	119	126	97	0.35	0.28	0.31	0.44	0.47	0.52	0.40

○ 정책제안 자료 제출

- 정책제안 제목 : 파종상비료 벼 대규모 재배단지 확산(Expansion of Rice Paddy Fields Applied with Newly Developed Controlled-Release Fertilizer Sprayed at Rice Seedling-Raising Tray)
- 정책제안 내용 : 벼 재배시 노동력 및 시비량 절감과 온실가스 배출량 저감 가능한 파종상비료의 들녘경영체, 전업농 등 대규모 쌀 재배단지 대상 확산
 - 화학비료량, 시비횟수, 온실가스 발생량 모두 절감 가능
 - 지역별(중부·호남·영남), 간척지, 파종상비료 연용지 모두 생육 및 수량 대등

표 90 지역별 벼 수량구성요소 및 쌀 수량

구 분		출수기 (월.일)	수수 (개 주 ⁻¹)	수당입수 (개)	등숙율 (%)	현미천립중 (g)	쌀수량 (kg 10a ⁻¹)	쌀단백질 함량(%)
평택	농가관행	8. 2	22.0	85	92.2	21.5	490(100)	4.7
청북	파종상비료	8. 2	22.1	84	93.4	21.6	501(102)	4.6
평택	농가관행	8. 2	25.3	83	91.9	21.8	488(100)	4.7
팽성	파종상비료	8. 2	25.2	82	92.4	21.7	481(99)	4.4
익산	농가관행	8.21	15.7	71	84.6	28.8	518(100)	5.2
만석	파종상비료	8.21	16.5	68	83.8	27.8	507(98)	4.7
익산	농가관행	8.21	16.0	71	84.0	26.0	527(100)	5.3
금강	파종상비료	8.21	15.6	72	83.2	28.2	537(102)	4.8
산청	농가관행	8.21	16.1	102	88.7	23.3	565(100)	5.4
	파종상비료	8.21	15.9	99	93.1	23.8	596(105)	5.1
합천	농가관행	8.17	15.7	100	92.0	23.4	582(100)	5.6
	파종상비료	8.17	15.2	99	92.3	23.6	579(99)	4.7

제 5 장 실증과제 성과 및 성과활용계획

제 1 절 실증과제성과

1. 국내 및 국제 학술회의발표

번호	회의명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	한국토양비료학회 추계학술발표회	김영숙, 엄기철	2014.10.23	장수	대한민국
2	한국작물학회 춘계학술대회	원태진	2015. 5.29	전주	대한민국

2. 교육 및 지도활용 내역

번호	교육명	교재명	주요내용	활용년도
1	쌀산업 발전을 위한 쌀전업농 워크숍	한국쌀전업농중앙 연합회 전국임원 신기술 및 영농법 강의	- 일시 : 14. 11. 14. (13:30~17:00) - 장소 : 한국농어촌공사 충남본부 - 강의 : 원태진 책임자 - 내용 : 파종상비료 현황과 전망	2014
2	파종상비료 실패사례조사 및 농가교육	설문조사지 및 파종상비료 팸플렛	- 일시 : 15. 2. 11 - 장소 : 옥천군 옥천읍 응천길 19 - 농가 : 김** 농가 - 교육자 : 김영숙/이경은 연구원	2015
3	파종상비료 실패사례조사 및 농가교육	설문조사지 및 파종상비료 팸플렛	- 일시 : 15. 2. 12 - 장소 : 용인시 처인구 남사면 봉무로 27 - 농가 : 정** 농가 - 교육자 : 김영숙/이경은 연구원	2015
4	파종상비료 실패사례조사 및 농가교육	설문조사지 및 파종상비료 팸플렛	- 일시 : 15. 3. 9 - 장소 : 용인시 처인구 이동면 덕성로 43 - 농가 : 이** 농가 - 교육자 : 김영숙/이경은 연구원	2015
5	파종상비료 실패사례조사 및 농가교육	파종상비료 팸플렛	- 일시 : 15. 9. 10 - 장소 : 안성시농업기술센터 - 참석자 : 센터담당자 및 농민 80명	2015
6	파종상비료 실패사례조사 및 농가교육	파종상비료 팸플렛	- 일시 : 15. 9. 16 - 장소 : 의성군농업기술센터 - 참석자 : 센터담당자 및 농민 39명	2015
7	농가실증시험 현장평가회	파종상비료 팸플렛	- 일시 : 15. 10. 12 - 장소 : 장성 농가 - 참석자 : 사업단, 담당자 등 15명	2015

3. 사업화

○ 기술사업화

제품명	제품설명	활 용 업체명	사업화 여부	매출발생 여부	제품매출액 (13.7.1~16.6.30)	고용창출	R&D 기여율
롱스타 파종상	벼 모판 1회 시비용 파종상비료	팜한농	○	○	37.7억원	-	50%

○ 민간경상보조사업(파종상비료 농가실증시험)

사업연도	사업비	시험농가	협조기관
2015년	4,000천원	전남 장성군 진원면 변** 농가	- 전남농업기술원 - 장성군농업기술센터

4. 홍보/전시

○ 홍보

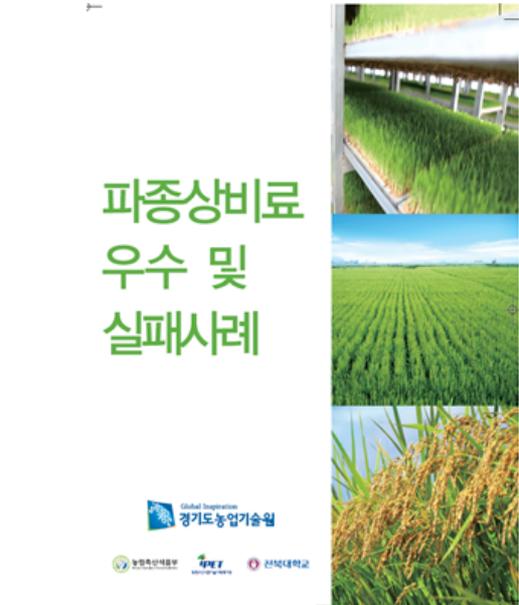
번호	제목	날짜	홍보매체
1	한번 뿌리면 쌀농사 끝 ... 장성군 '고효율 비료' 개발	2015.10.13	NEWSIS
2	장성군 비료 한번 뿌리면 쌀농사 끝	2015.10.14	호남일보 등
3	경기도 개발 벼 파종상비료, 수질오염물질 유출 반 으로 줄여	2016.08.23	굿데일리

○ 전시회 참석

번호	행사명	전시품목	장소	활용년도
1	한국쌀전업농중앙회 워크숍(11.14)	파종상비료	한국농어촌공사 충남본부(대전)	2014
2	농업 미래성장 토론회(11.19)	파종상비료	안성팜랜드	2014
3	경기농업 CEO 전진대회(12.11)	파종상비료	화성 청호인재개발원	2014
4	쌀산업 기술발전 심포지엄(2.11)	파종상비료	농촌진흥청 (전주)	2015
5	대호간척지 수출용 벼 재배단지 업무 협약식(2.27)	파종상비료	대호간척지 (당진)	2015

5. 기타활용 및 홍보실적

번호	발행일자	활용명칭	활용내역
1	2015.04.23	- 파종상비료 사용방법(팜플렛) 1,000부	농가교육자료
2	2015.06.12	- 파종상비료 우수 및 실패사례집 100부	농가교육자료



제 2 절 성과활용 계획

- 파종상비료 녹색제품 등록 추진(2017년 2월말 등록예정)
 - 한강수계관리위원회 규정 제121호에 의거 녹색제품 구매촉진에 관한 법률에 의한 녹색제품으로 등록 되어야 활용 가능함
- 농촌 비점오염저감 시범사업 추진(환경부 공동)
 - 청미천 최상류인 설성천 소유역 대상 시범사업 중 논 24.4ha에 파종상비료를 비점오염 경감 주요인으로 조사하고 본 시범사업 성공시 환경부와 전국수계 확대 적용 추진 예정임
- 파종상비료+농약 혼합제 개발(농약관리법 시행규칙 개정 요구 중)

제 6 장 참고문헌

- 김무겸·이윤환(1967), “수도건답직파재배에 있어서 완효성 및 초산화억제제의 효과,” 식물환경 연구소 시험연구보고서(농화학과), 1-49.
- 김무겸·이윤환(1968), “수도에 적합한 완효성비료 개발에 관한 연구,” 식물환경 연구소 시험연구 보고서(농화학과), 1-23.
- 김복진·장영길·허범량·허일봉(1974), “유황입힌 요소의 장기저장 및 운반조건이 완효도에 미치는 영향,” 농업기술연구소 시험연구보고서(농화학과), 26-33.
- 김석철·임동규·최두희(1995), “벼 직파재배용 완효성피복요소 효과시험,” 농업과학기술원 시험 연구보고서(식물영양과), 402-406.
- 김영우·유인수(1979), “수도의 시비질소효율에 관한 연구,” 농업기술연구소 시험연구보고서 (농화학과), 768-780.
- 김영우·조동삼(1988), “수도의 질소 흡수이용에 관한 연구,” 충북대학교 농과연보, 6(2), 34-45.
- 권항광·박훈·박영선(1973), “1R 667의 수량 및 질소흡수에 미치는 완효성질소비종별 효과,” 한국토양비료학회지, 6(4), 213-219.
- 권혜영·박기도·박영창(1996), “벼 건답직파재배에서 완효성복합비료의 접촉시 비효과 구명시험,” 영남농업시험장 시험연구보고서, 674-678.
- 농림축산식품부, 「농림축산식품 주요통계」, 2006-2015
- 농촌진흥청, 「친환경 및 이모작 재배적용 벼 포트육묘 이용효과 향상 연구」, 2013
- 류순호·이상모(1988), “담수토양의 표면에 시용한 요소의 행동에 관한 연구,” 농시논문집 (농업산학협동), 31, 201-206.
- 박경배(1993), “피복요소복합비료의 시용방법이 벼 생육과 미질에 미치는 영향,” 한국토양비료학회지, 26(2), 72-77.
- 박경배(1994), “재배양식별 피복요소 복합비료의 사용량이 생육 및 미질에 미치는 영향,” 한국 토양비료학회지. 27(3), 226-231.
- 박백균·진태하·김유학·호교순(1994), “주요 논. 밭 작물에 대한 농가 시비실태,” 한국토양비료학회지, 27(3), 238-246.
- 박영선·황정효(1972), “완효성질소비료의 사용이 벼의 생육 및 양분흡수에 미치는 영향,” 식물환경연구소 시험연구보고서(농화학과), 889-916.
- 박천서·박영대·권항광·박장열(1967), “건답직파재배에 있어서 완효성비료 및 초산화성 억제제의 효과,” 식물환경연구소 시험연구보고서(농화학과), 1-95.
- 성기석·신제성·곽용호·김복진(1987), “축조 시비기용 호상비료개발에 관한 연구 : II. 수도에 대한 비효시험,” 한국토양비료학회지, 20(1), 7-10.

- 오용비·윤용대·박래경·곽용호(1989), “벼 기계이앙재배시 측조시비 효과구명 : 1. 비중에 따른 측조시비효과,” 농시논문집(수도편), 31(4), 49-55.
- 이기상(1996), 완효성 질소비료의 벼 재배양식별 시용효과와 질소의 행동연구. 경상대학교 대학원 박사학위 논문.
- 이기상(1998), “비료의 개발과 이용,” 한국토양비료학회지, 31(S. I), 100-112.
- 이동욱(2007), “질소 용출속도가 다른 피복요소를 혼합한 완효성비료 시용이 벼 생육 및 쌀 품질에 미치는 영향,” 한국작물학회지, 52(3), 311-319.
- 이민호(1991), “농경지에서 영양염류의 유출과 대책방안에 대하여,” 농업환경 보전. 환경농학회 창립 10주년 기념 심포지움, 53-78.
- 이석순·이동욱(2001), “육묘상자와 본답에 전층시비한 완효성 질소비료가 벼의 생육과 수량에 미치는 영향,” 한국환경농학회지, 20(4), 2218-2224
- 이춘수·황선웅·박준규·김만수(1986), “수도재배농가의 지역별 시비 실태조사 연구,” 한국토양비료학회지, 19(4), 315-320.
- 임동규·정갑영·성기석·한기학(1979), “대형 유허입힌 요소비료 효과실험,” 농업기술연구소 시험 연구보고서(농화학과), 9-23.
- 정이근·이춘수·임동규(1994), “21세기를 향한 비료개발과 정책방향,” 한국토양비료학회 심포지움, 26-29.
- 조재규·한기학·정필균(1992), “농업에 의한 수질영향 평가,” 농촌진흥청 농업수자원의 보존관리 종합연구, 32-44.
- (주)한국농업경영기술연구원, 「들녘경영체 단계별 육성체계 연구」, 2014
- 최두희(1997), Achylic acid ester 피복요소비료 제조와 벼에 대한 시용효과, 충북대학교 대학원 박사학위 논문.
- 통계청, 「2014년 농산물생산비통계조사」, 2015
- 한국개발연구원, 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)」, 2008
- 한기학·김복진·이윤환(1971), “완효성질소비료 개발에 관한 시험,” 식물환경연구소 시험연구보고서 (농화학과), 1-30.
- 한기학·허범량·장영길·김복진·이윤환(1974), “유허입힌 요소의 완효도 기준설정에 관한 연구,” 농업기술연구소 시험연구보고서(농화학과), 34-45.
- 한기학·박영대·허일봉(1975a), “유허입힌 요소비료의 부유방지에 관한 실험,” 농업기술연구소 시험연구보고서(농화학과), 23-32.
- 한기학·박영대·허일봉·허종수(1975b), “유허단일피복시험,” 농업기술연구소 시험연구보고서 (농화학과), 16-22.

- 허범량(1982), 수도작에서 시용질소효과 증대요인의 해석적 연구. 강원대학교 대학원 박사학위 논문.
- 허일봉·허중수·한기학(1978), “복합비료의 질소원으로서 유험입힌 요소의 효과,” 농업기술연구소 시험연구보고서(농화학과), 9-29.
- Allen, S. E., and D. A. Mays(1971), “Sulfur coated fertilizers for controlled release,” *Agronomic evaluation. J. Agr. Food. Chem*, 19, 809-812.
- Allison, F. E.(1966), The fate of nitrogen applied to soil, *Adv. Agron.* 18, 219-258.
- Ando H, Adachi K, Minami M and Nishida N(1988), “Effect of Soil Ammonium Nitrogen on the Tilling-habit of Rice Plant,” *Jpn. J. Crop Sci.*, 57(4), 678-684.
- Aulakh, M. S., and D. A. Rennie(1984), Transformation of fall applied nitrogen-15 labelled fertilizer. *Soil Sci. Soc. Am. J*, 48, 1184-1189.
- Blouin, G. M., D. W. Rindt and Oscar(1971), Sulphur-coated fertilizers for controlled release : Pilot plant production. *Agr. Food and Chem. J*, 19, 801-808.
- Brown, D. C.(1991), *Adapting agglomeration techniques to today's needs Briquetting, Pelletizing, Extrusion and Fluid Bed/Spray Granulation* A(1)-20.
- Cassman, K. G., M. J. Kropff and Yan Zhende.(1991), *A conceptual frame work for nitrogen management of irrigated rice in high yield environments. In : Hybrid Rice Technology : New development and future prospects.* IRRI, Los Banos, Phillippines. S. Virmani(ed). 81-96.
- Engelleitner W. H.(1991), *Agglomeration methods and equipment : The technology of particle size enlargement.* Focus, 14-17.
- Hicks D. C.(1991), *Extrusion and Sphero Equipoment Briquitting, Pelletizing, Extrusion and Fluid Bad/Spray Granulation.* F1-52.
- Kaneta, Y., H. Awasaki, and Y. Murai(1994a), “The non-tillage rice culture by single application of fertilizer in a nursery box with controlled-release fertilizer,(In Japanese)”, *Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 65, 385-391.
- Kaneta, Y., H. Awasaki, and Y. Murai(1994b), “Single application of controlled release fertilizer in a nursery boxes: 1. Sheet placement of controlled release fertilizer,(In Japanese.)”, *Tohoku Agr. Res.*, 47, 115-116.
- Kobayashi A, Fujisawa E and Hanyuu T(1997), “A mechanism of nutrient release from resin-coated fertilizers and its estimation by kinetic methods,” *Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 68(1), 8-13.
- Landels S. P., J. Bakker and O, Kamatari(1989), *Controlled release and nutrient efficiency,* Chemical Economics Handbook, SPI International, 2-18.
- Maeda, S.(1990), *Studies on coated fertilizers.* Ph D thesis, Faculty of Biological Production, Hiroshima University, Hiroshima, Japan.

- McClellan, G. H. and R. M. Scheib(1973), *Characterization of sulphur coatings on urea*, The sulphur Inst, 5, 7-10.
- Murray. T. P. and R. C. Horn(1979), *Organic nitrogen compounds for use as fertilizers*, International Fertilizer Development Center, 62.
- Ponnampereuma, F. N.(1972), *The chemistry of submerged soils*, Adv. Agron., 24, 29-96.
- Rao, D. L. N.(1987), "Slow-release urea fertilizers effect on flood water chemistry, ammonia volatilization and rice growth in an alkali soil," *Fert. Res*, 13, 209-221
- Rindt, D. W., G. M. Blouin, and J. G. Getsinger(1968), "Sulphur coating on nitrogen fertilizer to reduce dissolution rate," *Agr. Food, and Chem. J*, 16, 773-778.
- Saigusa M, Yoshida K, Koshino M, Kobayashi. A, Fujisawa E, Hanyu T, Kaneda Y, Fujii Hiroshi, Ono T and Takeda Y(1997), "Growth Characteristics of the Representative Crops and the Use of Controlled Availability Fertilizer(The Present and Future Situations) - The way to the Labor Saving and High-Yielding Cultivation with Special Reference to Environmental Problems-" *Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 68(2), 209-214.
- Shoji, Sadao.(1999), *MEISTER Controlled Release Fertilizer-Properties and Utilization-*, Konno Printing Company Ltd. Sendai Japan., 1-2.
- Sudhakara, K., and R. Prasad(1986), "Ammonia volatilization losses from prilled urea, urea supergranules and coated USG in rice field," *Plant and Soil*, 94, 293-295.
- Tanaka Nobuyuki(1988), "Topdressing of Coated Urea to Rice Plant for Saving of Labor," *Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 59(5), 500-503.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 “주요곡물·조사료 자급률 제고 사업(과제명 : 벼 시비량·노동력 절감 모델 개발)”의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 “주요곡물·조사료 자급률 제고 사업(과제명 : 벼 시비량·노동력 절감 모델 개발)”의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 주요곡물·조사료 자급률 제고 사업(과제명 : 벼 시비량·노동력 절감 모델 개발)의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 “주요곡물·조사료 자급률 제고 사업(과제명 : 벼 시비량·노동력 절감 모델 개발)”의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.