

어젠다코드	1 - 1 - 1		구 분	과제완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	GS03	작목구분코드	SF-01-SF1z
과제종류	기관고유		세세부사업		
연구과제 및 세부과제			수행기간	과제책임자 및 세부책임자	
친환경인증 및 비료 민원분석			'10~'12	환경농업연구과	김세원
1) 친환경인증 민원분석			'10~'12	환경농업연구과	김세원
2) 유기성비료 민원분석			'10~'12	환경농업연구과	김세원
색인용어	친환경인증, 토양중금속, 비료등록, 유기성비료, 유기자원 순환				

## ABSTRACT

Eco-friendly agriculture is the most popular issue in Korea because of food safety. GangWon RDA is always conducting analysis of heavy metal in soil and fertilizer qualities on the basis of provincial rules. This study was conducted to evaluate the soil pollution level and compatibility of variable fertilizers. Within 3 years we analyzed 647 soil samples and 341 fertilizer or by-product and so on. Furthermore we concluded that some of related normal has fallacies, so suggested revision of that rules. Recently new standard of compost maturity test was made at RDA. It is necessary to compare three method to test compost maturity : Solvita test, Com-100 test, Germination test of Radish seed. Between each characteristics of three tests, there are some of differences in result.

### 1. 연구목표

최근 친환경 안전농산물에 대한 관심고조로 친환경인증 농산물 생산량과 생산농가가 급증하고 있다. 이러한 추세에 부응하여 화학비료 사용량도 최소화 하고자 다양한 유기성비료자원을 순환 및 친환경농자재에 대한 선호도 역시 급격히 증가되고 있다. 그러나 불량퇴비로 인한 민원발생 및 비료 오남용 사례가 다발하고 있어 미부숙퇴비의 유통관리 강화가 필요하다. 강원도농업기술원에서는 관련조례에 의거 친환경인증 토양검정, 각종 비료 및 유기성자원의 민원분석 사무를 지속 수행하고 있다. 2009년 토양오염공정시험법의 전면개정으로 친환경인증 농경지 토양중금속을 침출법에서 전함량 분석하도록 규정되었으며, 최근 퇴비 품질등급 관련지침이 마련되어 제품등급이 세분화 되었고 퇴비 부숙도 강화, 지렁이분 신설, 유해물질 관리강화, 상토의 비료 등록 등 비료공정규격이 급변하고 있는데 민원업무의 신속한 대응이 필요한 실정이다. 퇴비 부숙도 기준이 비료공정규격에 규정되어 미부숙 퇴비의 유통 차단에 큰 기여가 되리라 기대되지만 측정법에 관한 기술정보가 미흡한 실정이고 규정된 측정법간 결과값이 상이할 수 있어 검토가 요망된다. 따라서 본 연구과제는 최근 3개년 간 민원의뢰된 분석재료를 대상으로 친환경인증 농경지에 대한 토양중금속을 모니터링하고

양질의 유기성비료 생산등록 유통을 위한 품질평가 및 분석결과의 DB화를 도모하고자 수행되었다.

## 2. 재료 및 방법

### <제1세부과제 : 친환경인증 민원분석>

강원도내 친환경인증 신청을 위한 농업인 의뢰 토양 및 버섯배지 등을 대상으로 카드뮴 등 중금속 8항목에 대한 토양오염우려기준 안전성을 검토하였다. 분석법은 환경부 고시인 토양오염공정시험법에 따라 카드뮴, 납, 구리, 니켈, 아연, 비소 등 6항목은 왕수로 전함량을 추출하고 ICP법으로 다성분 분석하였고, 수은은 수은전용분석기로, 6가크롬은 알칼리분해 전처리후 UV 비색법으로 각각 분석하였다.

### <제2 세부과제 : 유기성비료 민원분석>

#### (시험 1) 비료 민원분석 품질평가

민원분석 의뢰된 각종 비료등록 제품 및 유기성 자원에 대한 비료공정규격 혹은 환경부 고시 등 관련규정에 근거하여 3개년간 341점의 시료를 대상으로 분석하였다. 주요 분석항목은 유효성분, 유해성분, 부숙도, 양분함량 등이며 분석시료의 종류는 유기성비료, 슬러지, 액비, 기타비료 등 다양한 성상이어서 분석방법은 각각의 비중에 알맞는 비료공정시험방법에 따라 수행되었다. 더욱이 불량퇴비 자재 피해 등 각종 비료관련 민원발생 현장을 방문하여 시료채취 분석, 컨설팅 등도 추진하였다.

#### (시험 2) 양질의 퇴비 선택을 위한 부숙도 기준 설정

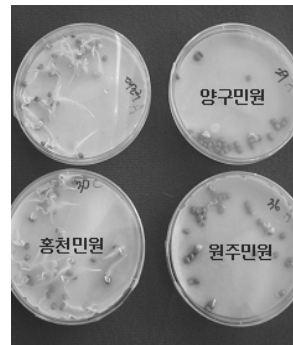
2010년 4월 비료공정규격 개정에 따라 퇴비의 부숙도 측정이 의무화되어 기계적 측정법인 슬비타와 콤팩 test와 생물학적 측정법인 무 종자발아법이 공정시험법으로 규정되었다(그림 1). 일선 시험연구기관의 실험실에서는 이러한 세가지 방법중 택일해야 하는데 실제 동일시료에 대한 결과값에 차이가 있을 것으로 판단되어 민원의뢰 및 자가수집된 퇴비시료 64점에 대해 공인된 시험방법에 따라 부숙도를 측정하고 그 결과를 비교하였다.



Solvita test



Com-100 test



무 종자발아 테스트

그림 1. 비료 공정규격의 퇴비 부숙도 측정방법

### 3. 결과 및 고찰

#### <제1세부과제 : 친환경인증 민원분석 >

3개년간(10~12년) 농가로부터 의뢰받은 친환경인증 분석실적은 버섯배지 13건을 포함 총 647건으로 그중 125건에 대해서는 일반성분 분석과 시비처방도 함께 지원되었다(표 1).

표 1. 연도별 친환경인증 토양중금속 분석 실적

구분	2010년	2011년	2012년	합계
분석실적(건)	231	209	207	647
부적합(건)	1	4	2	7
부적합 항목	As	Cr, Ni	Cr, Zn	

연도별 친환경인증 신청농가의 토양중금속 함량분포를 살펴본 결과(표 2), Ni, Zn, As에서 일부 초과지점이 있었지만 전체적으로 도내 친환경인증 대상 농경지는 우려기준에 훨씬 못 미치는 안전성을 나타내었다.

표 2. 연도별 친환경인증 신청 농경지의 토양중금속 함량분포 (mg/kg)

년도	구분	Cr <sup>+6</sup>	Ni	Cd	Pb	Zn	Cu	As	Hg
2010	평균	0.64	18.7	0.28	23.2	78.3	19.0	3.8	0.03
	중간값	0.00	16.1	0.23	19.9	71.5	16.3	2.8	0.03
	최대값	4.95	76.9	2.70	83.3	298.7	71.3	<b>30.0</b>	0.10
2011	평균	2.12	26.8	0.25	19.0	75.3	26.0	3.3	0.04
	중간값	2.10	21.3	0.23	19.1	70.4	20.8	3.1	0.04
	최대값	4.83	<b>190.7</b>	0.96	67.2	180.9	100.9	17.9	0.11
2012	평균	0.05	15.5	1.01	12.9	75.6	15.7	1.19	0.05
	중간값	0.00	12.8	0.77	12.1	63.9	12.5	0.48	0.03
	최대값	1.11	82.2	3.67	53.2	<b>488.9</b>	66.8	18.37	1.57
우려기준		<5	<100	<4	<200	<300	<150	<25	<4

버섯배지의 경우 크롬함량이 기준치보다 높은 경우가 일부 나타났는데, 이는 주로 유기물로 조성된 버섯배지의 화학적 특성상 토양오염공정시험방법에 따른 6가크롬 비색법 전처리 시 유기물 함량이 높아 거품과 간섭현상이 심하여 곤란하므로 비료분석법, 식물체분석법에 의한 총크롬량을 산출해야 하기 때문이다(표 3). 국립농산물품질관리원 고시 제2010-4호에는 버섯류 등 토양이 아닌 배지의 경우 별도의 인증 부가기준을 설정해 놓고 있는데 버섯배지를 토양과 동일한 우려기준 및 공정시험법을 적용하도록 규정하고 있어 관련규정의 개정이 시급할 것으로 판단된다.

표 3. 토양과 버섯배지중 크롬 정상별 함량 비교

(mg/kg)

시료구분	분석점수	6가크롬(A)	총크롬(B)	B/A
토양	202점 평균 (최소~최대)	2.1 (0~4.8)	53.0 (4.5~368)	10.9배
버섯배지	7점 평균	27.8	6.0	0.2배

\* A(토양오염공정시험방법- 환경부), B(식물체분해법- 농촌진흥청)

\* 버섯배지는 토양오염공정시험방법 분석시 6가크롬이 더 높게 나타나는 오류 발생

버섯배지의 중금속 함량분포를 살펴본 결과(표 4), 총크롬의 분석치가 토양오염 우려기준의 6가크롬 기준치 보다 높아 친환경인증 과정에서 판정 오류를 일으킬 소지가 있다고 보이며 버섯배지에 있어서 6가크롬의 적용을 제외할 필요가 있다.

표 4. 친환경인증 신청 버섯배지의 중금속 함량분포

(mg/kg)

구분	T-Cr	Ni	Cd	Pb	Zn	Cu	As	Hg
평균	3.55	1.7	0.06	1.5	29.9	5.4	0.4	0.02
중간값	2.76	0.7	0.00	0.9	27.4	4.1	0.2	0.01
최대값	<b>11.18</b>	5.5	0.30	5.2	49.2	10.5	1.6	0.05
최소값	0.16	0.0	0.00	0.0	19.2	2.3	0.1	0.01
우려기준	<5	<100	<4	<200	<300	<150	<25	<4

### <제2세부과제 : 유기성비료 민원분석 >

(시험 1) 비료 민원분석 품질평가

3개년간(10~12년) 비료등록, 농가 및 유관기관의 분석지원, 농가 자가생산 수집퇴비 등 유기성비료 분석실적은 총 341건으로 그중 법정민원은 211건이었으며 자재의 종류 및 성상은 매우 다양하였다(표 5).

표 5. 3개년간 비료등록 및 유기성자원 시료종류별 민원분석 실적

년도별	합계 (점)	유기질 비료	부산물비료		지렁이 분변토	유기성 슬러지 <sup>A</sup>	조제 액비 <sup>B</sup>	친환경 농자재 <sup>C</sup>	기타
			퇴비	축분 액비					
2010	162	-	64	7	10	37	22	14	8
2011	135	9	24	3	5	30	10	13	41
2012	44	1	11	-	2	18	6	1	5
합계	341	10	99	10	17	85	38	28	54

\* A : 하수오니, 인분뇨·축분, 제지·제빵슬러지, 버섯배지 등

B : 자가조제액비(아미노산액비, 농산부산물 침출액, 해양심층수 등)

C : 친환경자재(목초액, 숯가루, 토양개량제 등)

비료공정규격 적합여부를 판정해야 하는 법정민원의 경우 대상시료의 23.2%가 규격에 미달하여 부적합하였는데(표 6), 특히 불량 농자재 유통으로 인한 민원발생 주요품목인 부산물 비료의 부적합 주요원인은 부숙도와 유기물함량 미달인 것으로 나타났다(표 7).

표 6. 법정민원 결과의 부적합율

년도별	분석점수(A)	참고용	적합	부적합(B)	B/A
2010	96점	20	43	33	34.4%
2011	91점	35	45	11	12.1%
2012	24점	2	17	5	20.8%
합계					23.2%

\* 참고용 : 규격기준 규정이 없거나 성분 참고용으로만 필요한 경우

표 7. 부산물비료(지렁이분변토 포함) 민원분석 부적합 주요원인

부적합 건수	함수율 초과	유기물 미달	OM/N 초과	부숙도 미달	염분 초과	중금속 과다							
						Cr	Ni	Cd	Pb	Zn	Cu	As	Hg
81건	18	16	6	23	3	-	3	-	-	3	3	-	2

비료와 관련한 민원발생 현장 기술지원을 적극 추진하였는데 농가 불량퇴비, 상토 등 농자재의 분석지원으로 해결한 사례는 20건이었으며, 실제 불량 퇴비사용으로 토양장해가 발생한 농가에 직접 현장방문하여 컨설팅을 7회 수행하였다. 더욱이 유기성 폐자원의 오남용 사례를 확인하고자 도내 분뇨처리장, 강릉농산물도매시장, 지렁이사육농장 등을 방문하여 각종 슬러지 발생원의 재활용 방안을 협의하였다. 불량 수입산 버섯배지의 품질분석, 이물질이 다량 함유된 불량퇴비 분석후 행정조치 건의 등 피해농가의 농자재를 전량 교환 받을 수 있도록 한 민원해결 우수사례도 있었다(표 8). 금후 민원분석사무를 추진하는 토양환경연구실에서 수동적인 민원분석 대응이 아닌 보다 적극적으로 현장을 방문하여 애로사항을 해결하고 기술지원하는 노력이 필요할 것으로 사료된다.

표 8. 민원해결 현장방문 기술지원 우수사례

구분	의뢰인	민원 내역	기술지원 내역
사례 1	산채재배 농가 (홍천군 내면)	불량퇴비 피해	현장방문 상담 분석결과 행정기관 통보 작목반 전체 제품교환(700포)
사례 2	위생관리사업소 (인제군)	분뇨처리 슬러지 퇴비화	퇴비 사용가능 원료기준 분석 처리실태 조사 및 재활용 방안 협의
사례 3	아스파라거스 농가(양구군)	염류집적 생육장해	토양 및 퇴비자재 화학성 분석지원 불량자재 연용 및 양분관리 컨설팅
사례 4	춘천 교북농협	유기질비료 오남용 피해(시설과채류)	제품 공정규격 적합성 검정(8종 2회) 농협 토양검정실 분석정도 관리지원

(시험 2) 양질의 퇴비 선택을 위한 부숙도 기준 설정

2010년 유기성 비료자원으로 수집된 다양한 종류의 시료 64점에 대해 솔비타 측정법으로 부숙도를 측정한 결과는 표 9와 같다. 수피나 농산부산물을 원료로 만든 퇴비, 지렁이분변토 등은 기준값이 4이상으로 양호하였으나 음식물 원료 퇴비, 돈분퇴비, 유기성슬러지 등은 상대적으로 악취가 심하고 낮은 값을 나타내어 미부숙 피해가 우려되었다.

표 9. 시료종류별 부숙도 판정결과(Solvita test, 대상시료 64점)

Solvita	음식물 부산물퇴비	수피 및 농산부산물	가축분 퇴비		지렁이 분변토	유기성 슬러지	돈분 액비 (1:10)	원예용 상토
			돈분	계분 우분				
Index평균	3.7	5.3	2.7	4.0	5.0	1.8	1	7
CO <sub>2</sub> (1~8)	4.1	5.1	3.9	4.3	5.0	2.6	2.3	7.1
NH <sub>3</sub> (1~5)	4.7	4.8	2.9	4.6	5.0	3.3	1.3	5.0

비료공정규격에 명시된 퇴비 부숙도 측정방법별 특징 및 경제성을 살펴보았다(표 10). 기본적인 유기물대질소비(OM/N)의 경우 정밀기자재와 어려운 실험조건을 필요로 한다. 반면 기계적측정법은 간단한 키트만으로 현장에서도 진단이 가능한 1회용 가스 검출방법이다. 미부숙 불량퇴비가 반드시 기체발생만으로 확인될 수는 없으므로 일반적으로 가장 정확한 부숙도 판정방법은 생물학적 검정방법인 무 종자발아법이다. 무 종자발아법은 종자와 페트리디쉬, 그리고 항온조건만 갖추면 되므로 매우 저렴하게 분석 가능하지만 무 발아지수를 측정하는데 최대 5일 정도의 많은 시간이 소요되는 단점이 있다.

표 10. 부숙도 측정방법별 특징 및 경제성

구분	관능법 (냄새, 색깔)	유기물대 질소비	기계적 측정법(가스검출법)		무 종자발아 검정법
			솔비타(수입)	컴백(국산)	
분석단가(원/점)	-	17,000	25,000	5,000	1,000
소요시간(hr/점)	-	5	4	4	150(5일)
정확성	***	*	***	**	****
난이도	*	****	**	**	***
객관성	주관적	객관적	약간 객관적	약간 객관적	객관적
판정등급	-	1~3등급	8단계	5단계	2단계
소요기기	-	고가장비 <sup>A</sup> 실험실조건	판독기 (선택사양)	판독기 (400만원<)	항온기

A : CN원소분석기 혹은 회화로, 킬달분해적정장치 등

비료의 품질검사방법 및 시료채취기준을 규정한 농진청 고시 제2011-46호에서는 솔비타와 컴백 측정법에 관한 세부지침이 명시되어 있는데 판정기준에 있어 상호 조건표를 제공하고

있으며 부숙후기와 부숙완료라는 표현으로 인해 약간의 혼동을 유발하고 있다(표 11). 비료 공정규격상에 솔비타 4이상, 콤백 부숙완료로 명확히 명시되어 있어 부숙후기를 통용해서 사용하면 곤란하다.

표 11. 솔비타아 콤백 부숙도 측정법의 판정기준(농진청)

솔비타 판정	1	2	3	4	5	6	7	8	합격 4 이상
	미부숙	부숙초기	부숙중기	부숙후기			부숙완료		
콤백 판정	0%	20%	40%	80%	100%	합격 부숙완료			
	미부숙	부숙초기	부숙중기	부숙후기	부숙완료				

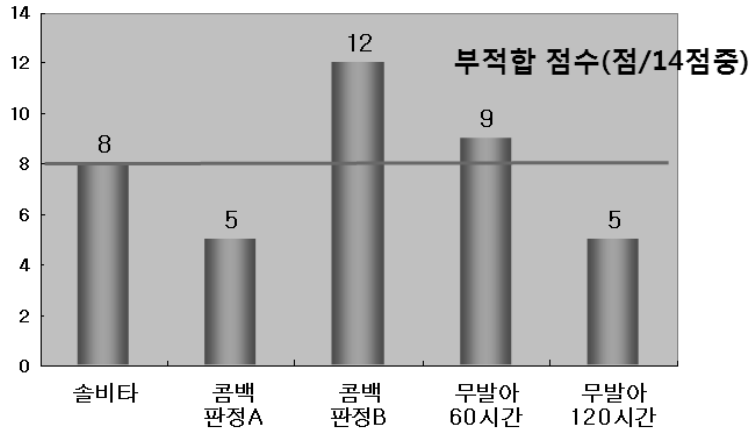
비료공정규격상 제시된 세가지 부숙도 측정방법을 비교하고자 민원시료 14점에 대해 측정 한 결과는 표 12와 같다. 동일시료에 대한 부숙도 측정방법간 결과값 차이가 매우 심하게 나타남을 확인할 수 있어서 개선책이 필요할 것으로 판단되며, 특히 무 종자발아 검정시 부숙도 기준 강화를 위해 치상기간을 5일에서 3~4일로 단축하여 조정할 필요가 있다(그림 2).

표 12. 동일시료 부숙도 측정방법간 판정결과 비교(민원의뢰 14점 대상)

No	Solvita				Com-100			무 발아종자 테스트								
	CO <sub>2</sub> (1-8)	NH <sub>3</sub> (1-5)	Index (1-8)	판정	Index	판정	판정 A - 치상후 60hr				판정 B - 치상후 120hr					
							GR	RE	GI	판정	GR	RE	GI	판정		
1	2.3	2.0	1	부적합	부숙중기	부적합	0	0	0	부적합	17	8	1	부적합		
2	2.6	2.8	2	부적합	부숙중기	부적합	36	6	2	부적합	71	22	16	부적합		
3	2.3	5.0	2	부적합	부숙후기	부적합	95	17	16	부적합	99	81	80	적 합		
4	4.0	5.0	4	적 합	부숙후기	부적합	100	30	30	부적합	101	85	86	적 합		
5	3.3	5.0	3	부적합	부숙후기	부적합	100	44	44	부적합	100	83	83	적 합		
6	6.1	5.0	6	적 합	부숙후기	부적합	99	72	71	적 합	99	98	97	적 합		
7	6.4	5.0	6	적 합	부숙후기	부적합	95	100	96	적 합	93	133	124	적 합		
8	2.7	2.0	1	부적합	부숙중기	부적합	8	1	0	부적합	61	18	11	부적합		
9	2.3	3.2	2	부적합	부숙중기	부적합	81	9	7	부적합	92	25	23	부적합		
10	3.8	5.0	4	적 합	부숙후기	부적합	101	81	82	적 합	86	128	110	적 합		
11	6.5	5.0	6	적 합	부숙완료	적 합	103	60	61	부적합	99	130	128	적 합		
12	3.4	5.0	3	부적합	부숙후기	부적합	99	71	70	적 합	99	92	91	적 합		
13	7.1	5.0	7	적 합	부숙완료	적 합	100	80	80	적 합	98	125	122	적 합		
14	1.0	1.5	1	부적합	미부숙	부적합	0	0	0	부적합	12	4	0.5	부적합		
부적합 계				8				12				9				5

\* 14번 : 축분액비 10배 희석액

\*\* GR (Germination Rate Index, %), RE (Root Elongation Index, %), GI (Germinatin Index = GR×RE/100)



\* 판정A : 농진청 고시 제2011-46호 “부숙후기” 동일 적용시  
 \* 판정B : 농진청 고시 제2012-34호 비료공정규격 명문 적용시

그림 2. 부숙도 측정방법별 부적합 판정 결과값

#### 4. 적 요

##### <제1세부과제 : 친환경인증 민원분석 >

- 가. 3개년간(10~12) 친환경인증 토양중금속 민원분석 결과는 총 647건이며 시비처방 125건을 추진하였음
- 나. 6가크롬에 대한 버섯배지 친환경인증 분석 규정의 개선을 정책건의 하였음

##### <제2세부과제 : 유기성비료 민원분석 >

###### (시험 1) 비료 민원분석 품질평가

- 가. 퇴비, 유기성슬러지, 액비 등 유기성 비료자원의 민원분석은 총 341건이었음
- 나. 비료 관련 법정민원 분석의 주요 부적합 요인은 부숙도 및 유기물 미달이었음
- 다. 불량퇴비 민원발생 해결 20건을 추진하였고 현장방문 컨설팅도 7회 추진하였음

###### (시험 2) 양질의 퇴비 선택을 위한 부숙도 기준 설정

- 가. 지렁이분변토, 수피 및 농산부산물 퇴비는 부숙도가 양호하였으나, 악취가 심한 돈분, 음식물쓰레기 퇴비는 부숙도가 부적합한 경우가 많았음
- 나. 비료공정규격상 부숙도 측정방법간 특징 및 경제성을 분석하였고 결과값의 변이 양상을 비교함으로써 신뢰도를 상호 비교할 수 있는 기술정보 자료를 구축하였음

#### 5. 인용문헌

- 강원도. 2008. 강원도농업기술원시험분석생산사무처리 조례 제3628호 [별표2]
- 권순익 외. 2011. Mechanical test methods for compost maturity. 한국토양비료학회지 44(5) p959-961

국립농산물품질관리원. 2010. 친환경농업 인증기준 세부운영지침 (고시 제2010-4호)  
 농업과학기술원. 2001. 토양 및 식물체 분석법. 농촌진흥청  
 농촌진흥청. 2009. 친환경유기농자재 목록공시 기준 및 품질규격 (고시 제2009-27호)  
 농촌진흥청. 2012. 비료의 품질검사방법 및 시료채취 기준 (고시 제2012-51호)  
 환경부. 2007. 유기성오니 등을 토지개량제 및 매립시설 복토 용도로의 재활용 방법에 관한 규정 (고시 제2007-167호)  
 환경부. 2009. 토양환경보전법 시행규칙 [별표 3] 토양오염우려기준  
 환경부. 2009. 토양오염공정시험기준 (고시 제2009-255호)

## 6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제목
2011(2년)	시책건의	친환경인증 세부운영지침의 버섯배지 중금속기준 개선 건의(자체)
2012(3년)	영농활용	퇴비 부숙도 측정방법별 판정결과 비교 참고자료(자체)

## 7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'10	'11	'12
과제책임자	환경농업연구과	농업연구사	김세원	과제 총괄	○	○	○
1세부책임자	환경농업연구과	농업연구사	김세원	주관수행	○	○	○
2세부책임자	환경농업연구과	농업연구사	김세원	주관수행	○	○	○
공동연구자	환경농업연구과	농업연구사	임수정	공동수행	○	-	-
"	"	"	최승출	"	○	○	○
"	"	"	서영호	"	○	○	○
"	"	"	윤병성	"	-	-	○
"	"	공무직	최용범	"	○	○	○
"	"	농업연구관	안문섭	결과분석지원	○	○	-
"	"	"	강안석	"	○	○	-
"	"	"	김인중	"	-	-	○
"	"	"	김경희	"	-	-	○