

어젠다코드	2 - 1 - 1		구분	완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	E02	작목구분코드	EE-04-EE4Z
과제종류	기관고유		세부사업(약어)	-	
과제명	농업기술원 이전 예정지 농업환경 조사				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	서영호		농업연구사	강원도원 환경농업연구과	
연구기간	2018		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 농업기술원 이전 예정지 농업환경 조사			환경농업연구과	서영호	'18
색인용어	농업기술원, 이전, 시험포장, 토양, 농업용수				

ABSTRACT

Gangwon-do Agricultural Research and Extension Services is supposed to move to newly established location in Shinbuk-up, Chuncheon-si. This study was conducted to provide information on agricultural environment of newly established research fields by determining soil physico-chemical characteristics and analyzing water quality in the region in order to perform integrated soil amelioration. Soil texture of the newly established research fields was classified to be loamy sand and sandy loam, resulting in good drainage property and appropriate to be used as upland and greenhouse field rather than paddy. Soil fertility of the newly established research fields was generally high and showed large variability among analyzed points. Especially paddy showed greater fertility compared with appropriate range. Collected soils from the newly established research fields for leveling plot was classified to be sandy loam of soil texture, and have relatively high soil pH, and proper level of soil organic matter, potassium, and magnesium. Water quality of Joyeon reservoir and ground water which is supposed to be used for the newly established research fields was suitable to agricultural use. It is suggested to perform integrated soil amelioration including cultivating green manure such as rye, hairy-vetch, Sudan grass, silage barley, and Italian ryegrass after returning collected surface soils to the newly established research fields in order to form soil aggregates and improve soil physico-chemical characteristics.

1. 연구목표

강원도농업기술원의 이전조성사업 기본계획이 2013년 8월에 확정되었으며, 기본 및 실시설계 용역을 2017년에 수행하였다. 2018년부터 이전예정지의 부지를 조성하고 주요 건축물의 토목·건축 공사가 진행되고 있다. 농업연구기관의 이전과 관련한 연구로서, 김 등 (2015)은 경상북도농업기술원을 이전하기 위하여 입지 이론 및 방법을 검토하고 입지 선정의 기준을 제시하였다. 또한 정 등 (2016)은 농촌진흥청이 전주로 이전함에 따라 국립농업과학원 등의 시험연구포장을 조성하고 숙전화한 결과를 보고하였다. 강원도농업기술원을 이전한 다음 시험연구 사업을 원활하게 수행하기 위해서는 논과 밭 등의 시험포장을 숙전화 할 필요가 있다. 이에 따라 농업기술원 이전예정지의 토양 물리성과 비옥도를 조사하고, 지하수와 인근 저수지 등 농업용수의 수질을 분석하여, 이전 예정지의 기반 조성을 위한 지력 등 기초적인 농업환경 자료를 제시하고자 이 시험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

농업기술원 이전예정지인 춘천시 신북읍 산천리, 유포리, 발산리의 토양도를 보면 대부분 갈색 사양토인 과천통이다(그림 1). 이전 예정지의 지반을 조사한 결과(강원도개발공사, 2016)를 보면, 50~70cm 깊이까지 암갈색 사양토이며, 그 밑으로 3.8~4.3m 깊이까지 자갈이 많은 갈색, 암갈색 사양토가 분포하며(그림 2), 그 아래에는 7.5~10.5m까지 회갈색 사양토이다. 지하수위는 3.6~4.4m 깊이이다. 토양환경정보시스템(흙토람, 2018)에 따르면 이전 예정지의 토성은 사양토로 배수 등급은 배수 양호이다(그림 3).



그림 1. 농업기술원 이전예정지의 현황도(좌) 및 토양도(우)

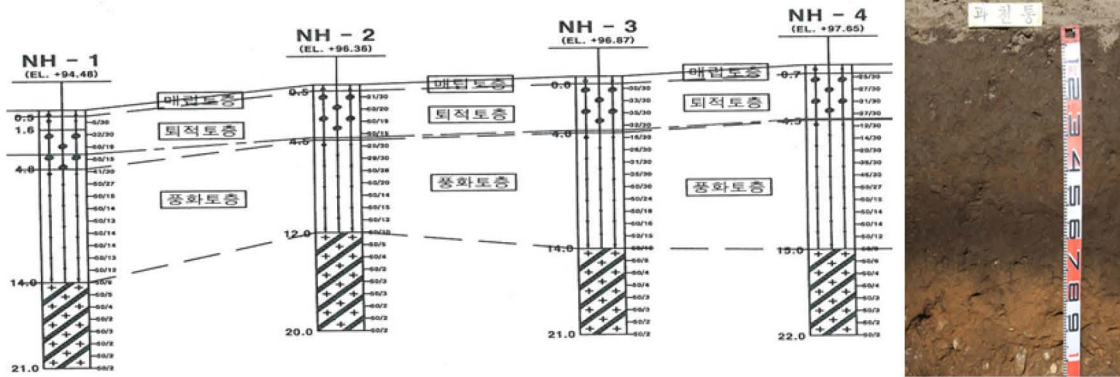


그림 2. 이전 예정지의 토양 단면(좌) 및 과천동의 프로파일(우)

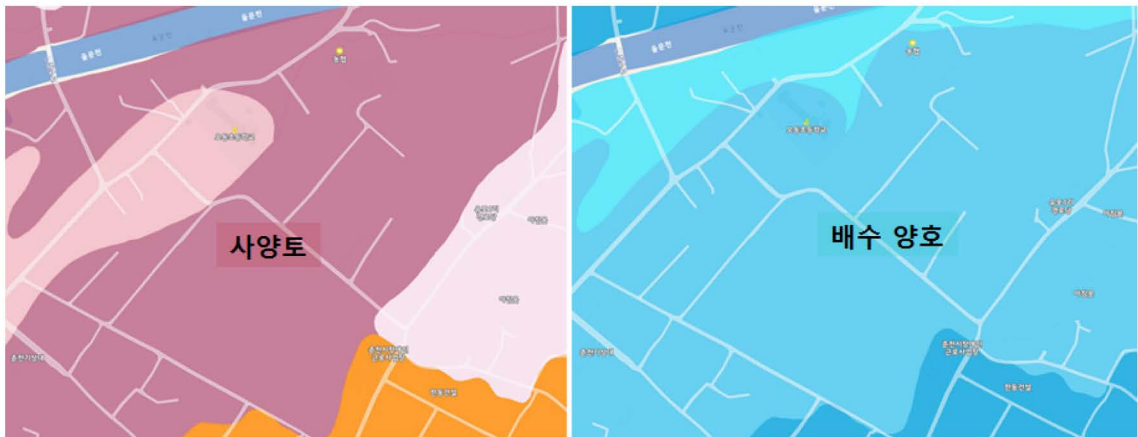


그림 3. 이전 예정지의 토성(좌) 및 배수등급(우)

이전 예정지의 10지점(그림 4)에서 토성, 작토심 등 토양 물리성을 국립농업과학원(2017)의 분석 방법에 따라 조사하였다. 또한 각 지점에서 표토(0~10cm)와 심토(20~30cm)의 시료를 채취하여 토양 pH, 전기전도도, 유기물, 유효인산, 치환성 양이온 3종(칼리, 칼슘, 마그네슘), 중금속 7종 등 토양 화학성을 국립농업과학원(2010)의 분석법에 따라 분석하였다. 시험연구포장의 평탄 작업을 위하여 표층의 토양을 채취하여 적치하였는데, 적치된 토양의 4지점에서 토양을 채취하여 토성 및 pH, 전기전도도, 유기물, 유효인산, 치환성 양이온 3종(칼리, 칼슘, 마그네슘)의 함량을 분석하였다.

농업용수는 지하수 1지점(그림 4)에서 4월과 7월에 시료를 채취하여 pH, EC, 질산태 질소, 염소, 황산, 칼리, 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 수은, 납, 카드뮴, 비소를 분석하였으며, 인근 조연 저수지에서 4월, 7월, 10월에 수질 시료를 채취하여 pH, EC, 총 유기 탄소, 용존 산소, 화학적 산소 요구량(COD), 생화학적 산소 요구량(BOD), 암모늄태 질소, 칼리, 칼슘, 마그네슘, 나트륨을 분석하였다.



그림 4. 토양(10지점, 빨간 원) 및 농업용수(2지점, 파란 원) 시료 채취 지점

3. 결과 및 고찰

이전 예정지의 토성은 양질사토~사양토로 나타나 배수가 양호할 것으로 판단되므로(표 1), 밭이나 시설재배지로 이용하기에 적합하나, 논으로는 불리하다.

표 1. 이전 예정지의 토양 물리성

지 점*	모래(%)	미사(%)	점토(%)	토성	작토심(cm)
1 (예비)	80.9	16.9	2.2	양질사토	15
2 (원예과 노지)	76.7	22.0	1.3	양질사토	43
3 (원예과 노지)	61.2	36.4	2.4	사양토	22
4 (원예과 노지)	67.8	30.0	2.2	사양토	31
5 (환경과 노지)	75.4	22.6	1.9	양질사토	23
6 (환경과 노지)	70.8	27.4	1.8	사양토	18
7 (작물과 밭)	68.4	29.8	1.8	사양토	24
8 (작물과 논)	63.6	34.3	2.2	사양토	27
9 (작물과 논)	63.5	33.5	3.0	사양토	36
10 (작물과 논)	68.1	29.5	2.4	사양토	24

* 괄호 안은 이전 후 활용 부서 및 영농형태

이전 예정지의 표토(0~15cm)의 화학성을 보면, 대체로 토양 유기물 등 양분 함량이 높았으며 지점 사이에 비옥도의 편차가 컸다(표 2). 특히 논 예정지인 지점 8~10은 양분 함량이 적정 범위에 비해 매우 높았다. 예를 들어 유효인산 함량은 900~1,652mg/kg으로 논에서의 적정 범위인 80~120mg/kg의 8배 이상이었다. 이는 지점 8~10의 상당 부분이 시설재배지로 활용되어 왔던 이력과 관련이 깊다. 우리나라 시설재배지의 평균 유효인산 함량은 1,049mg/kg, 토양 유기물 37g/kg, 치환성 칼리 1.58cmol/kg로 비옥도가 높다(강 등, 2013).

표 2. 이전 예정지의 표토의 화학성

지 점	pH	EC	OM	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅	SiO ₂
	(1:5)	(dS/m)	(g/kg)	(cmol(+)/kg)			(mg/kg)	
1 (예비)	6.3	0.1	28	2.6	0.4	0.8	732	
2 (원예과 노지)	6.6	0.2	23	2.8	0.6	0.6	224	
3 (원예과 노지)	6.1	0.3	45	4.4	0.6	1.0	1,049	
4 (원예과 노지)	6.9	0.5	84	11.5	0.6	2.1	1,889	
5 (환경과 노지)	5.1	0.2	22	1.8	0.8	0.4	1,218	
6 (환경과 노지)	6.0	0.2	34	3.4	0.6	0.4	268	
7 (작물과 밭)	6.3	0.3	32	4.7	1.0	1.4	1,578	
8 (작물과 논)	6.0	0.7	41	5.9	0.9	1.3	1,652	189
9 (작물과 논)	5.8	1.7	42	6.0	1.2	0.7	900	181
10 (작물과 논)	6.8	0.5	42	7.6	0.9	1.2	1,631	225
적정범위 (밭)	6.0~7.0	< 2	20~30	5.0~6.0	0.5~0.8	1.5~2.0	300~550	
적정범위 (논)	5.5~6.5	< 2	20~30	5.0~6.0	0.2~0.3	1.5~2.0	80~120	> 157

이전 예정지의 표토(0~15cm)의 중금속 함량은 토양오염 우려기준에 비하여 매우 낮은 수준이었다(표 3). 카드뮴, 납, 수은 함량은 우려기준의 1/10보다 낮았으며, 구리, 비소, 니켈은 1/5 이하 수준이었다.

표 3. 이전 예정지의 표토의 중금속 함량

지 점	Cd	Pb	Zn	Cu	As	Hg	Ni
	(mg/kg)						
1 (예비)	0.1	6	56	10	4	0.0	10
2 (원예과 노지)	0.0	5	48	9	3	0.0	10
3 (원예과 노지)	0.1	10	81	25	5	0.0	14
4 (원예과 노지)	0.1	6	87	16	6	0.0	12
5 (환경과 노지)	0.1	9	147	22	5	0.0	12
6 (환경과 노지)	0.3	7	98	21	4	0.0	20
7 (작물과 밭)	0.0	5	62	13	3	0.0	14
8 (작물과 논)	0.1	7	108	29	4	0.0	22
9 (작물과 논)	0.0	4	77	19	3	0.0	16
10 (작물과 논)	0.0	6	103	24	3	0.0	19
토양오염 우려기준	4.0	200	300	150	25	4.0	100

이전 예정지의 심토(15~30cm)의 화학성을 보면, 표토와 마찬가지로 양분 함량이 높았으며 지점 사이에 비옥도의 편차가 컸다(표 4). 예를 들어 토양 유기물 함량은 13~41g/kg으로, 표토의 적정 범위인 20~30g/kg과 비교해보아도 높은 수준이었다. 논 예정지인 지점 8~10의 유효인산 등 양분 함량은 표토와 마찬가지로 높은 수준이었다.

표 4. 이전 예정지의 심토의 화학성

지점	pH	EC	OM	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅	SiO ₂
	(1:5)	(dS/m)	(g/kg)	(cmol(+)/kg)			(mg/kg)	
1 (예비)	6.2	0.1	13	1.1	0.2	0.4	452	
2 (원예과 노지)	6.4	0.2	34	2.7	0.4	0.5	113	
3 (원예과 노지)	6.2	0.1	31	3.9	0.3	0.6	251	
4 (원예과 노지)	5.8	0.2	37	1.7	0.7	0.5	100	
5 (환경과 노지)	6.6	0.3	41	6.6	0.6	1.2	1,340	
6 (환경과 노지)	6.1	0.2	22	2.4	0.7	0.8	792	
7 (작물과 밭)	6.0	0.1	35	3.0	0.5	0.3	241	
8 (작물과 논)	6.7	0.7	28	5.9	0.8	1.3	1,336	192
9 (작물과 논)	6.5	1.3	32	6.8	1.1	1.3	761	221
10 (작물과 논)	5.6	0.8	26	3.6	0.6	0.8	1,262	102

이전 예정지의 심토의 중금속 함량은 표토와 마찬가지로 토양오염 우려기준에 비하여 매우 낮은 수준이었다(표 5). 카드뮴, 납, 수은 함량은 우려기준의 1/10보다 낮았으며, 구리, 비소, 니켈은 1/5 이하 수준이었다.

표 5. 이전 예정지의 심토의 중금속 함량

지점	Cd	Pb	Zn	Cu	As	Hg	Ni
	(mg/kg)						
1 (예비)	0.0	4	41	7	3	0.0	9
2 (원예과 노지)	0.0	6	48	8	3	0.0	9
3 (원예과 노지)	0.0	7	65	18	4	0.0	18
4 (원예과 노지)	0.0	7	61	13	4	0.0	18
5 (환경과 노지)	0.0	9	87	16	5	0.0	13
6 (환경과 노지)	0.0	6	60	13	4	0.0	19
7 (작물과 밭)	0.0	5	58	13	4	0.0	14
8 (작물과 논)	0.1	6	107	29	4	0.0	21
9 (작물과 논)	0.0	6	79	19	3	0.0	17
10 (작물과 논)	0.0	5	74	18	4	0.0	20
토양오염 우려기준	4.0	200	300	150	25	4.0	100

이전 예정지의 평탄작업을 위하여 굴취한 표층 토양의 물리성과 화학성을 표 6과 표 7에 각각 나타내었다. 토성은 모래가 65.5~66.7%인 사양토로 배수성이 양호할 것이므로, 밭이나 시설 재배지로 활용하기에 적절할 것으로 판단되었다. 논으로 활용할 경우에는 감수심이 클 것이므로, 표층 되돌리기 작업을 하기 전에 답압 등 다짐 작업을 하여 압밀층을 형성하고 물길을 단절해주는 것이 필요하다. 토양 pH는 6.9~7.1로 다소 높으므로, 나중에 시험포장에 되돌렸을 때 석회질

비료를 사용할 필요성은 높지 않을 것으로 판단되었다. 유기물 함량은 26~32g/kg으로 적절한 수준이었으므로, 유기물 함량을 높이기 위하여 유기질 비료를 과다하게 사용할 필요는 없을 것으로 판단된다. 다만 성토에 따른 교란으로 기공이 단절되고 입단구조가 깨지므로 배수성 및 보비력을 개선하기 위하여, 호맥, 헤어리베치, 수단그라스, 청보리, 이탈리아안라이그라스 등 녹비작물을 재배하여 입단을 형성하는 등 숙전화가 필요할 것으로 판단된다. 치환성 칼슘, 칼리, 마그네슘은 각각 5.0~6.0, 0.49~0.53, 1.1~1.3cmol/kg으로, 치환성 칼슘과 칼리는 적절한 수준이었는데 비해 치환성 마그네슘은 다소 낮은 편이었다. 따라서 표토 되돌리기 작업을 마친 다음에 시험포장별로 토양 검정을 실시하여, 필요할 경우 칼리질 비료와 석회질 비료를 적당량 사용하는 것이 비옥도 관리를 위하여 필요하다.

표 6. 이전 예정지에서 평탄작업을 위해 굴취한 표층 토양의 물리성

지 점	모래(%)	미사(%)	점토(%)	토성
1구간 1	66.7	24.3	9.1	사양토
1구간 2	65.5	24.9	9.6	사양토
1구간 3	65.5	25.5	9.0	사양토
3구간	66.3	24.7	9.0	사양토

표 7. 이전 예정지에서 평탄작업을 위해 굴취한 표층 토양의 화학성

지 점	pH	EC	OM	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅
	(1:5)	(dS/m)	(g/kg)	(cmol(+)/kg)			(mg/kg)
1구간 1	7.0	0.16	31	5.5	0.49	1.1	925
1구간 2	7.1	0.17	26	5.0	0.50	1.2	923
1구간 3	6.9	0.18	32	5.4	0.51	1.1	927
3구간	7.0	0.17	29	6.0	0.53	1.3	927
적정범위 (밭)	6.0~7.0	< 2	20~30	5.0~6.0	0.5~0.8	1.5~2.0	300~550
적정범위 (논)	5.5~6.5	< 2	20~30	5.0~6.0	0.2~0.3	1.5~2.0	80~120

이전 예정지에서 농업용수로 쓰일 인근 조연저수지와 지하수의 수질은 농업용수 기준에 대체로 적합하였다(표 8, 9). 향후 시험연구 포장을 조성하고 지하 관정을 개발한 다음에, 농업용수를 채취하여 수질을 분석할 필요가 있다.

표 8. 조연저수지의 수질

시기	pH	EC	TOC	DO	COD _{Mn}	BOD	NH ₄ -N	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
		(dS/m)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
4월	7.8	0.10	5.7	8.2	2.5	1.1	0.05	1.6	7.2	1.5	6.4
7월	9.4	0.08	4.3	9.0	3.1	1.9	0.16	3.3	7.7	1.0	4.8
10월	7.2	0.06	2.6	8.3	3.2	1.0	0.15	2.6	5.8	0.7	4.2
기준	6~8.5	≤1	≤6	>2	≤9	≤8					

표 9. 이전예정지 지하수의 수질

시기	pH	EC	NO ₃ -N (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	Hg (mg/l)	Pb (mg/l)	Cd (mg/l)	As (mg/l)
4월	6.5	0.23	8.7	17.7	9.4	1.7	18.3	4.0	11.5	ND	0.02	0.001	0.009
7월	6.3	0.24	9.0	18.4	7.9	3.3	22.9	4.3	12.0	ND	0.01	ND	ND
기준	6-8.5	≤1	≤20	≤250						≤0.001	≤0.1	≤0.01	≤0.05

4. 적 요

- 가. 강원도농업기술원 이전 예정지 시험포장의 토성은 양질사토~사양토로, 밭이나 시설재배지로 이용하기에 적합하였다.
- 나. 토양의 양분 함량은 대체로 높았으며, 지점 사이에 편차가 컸다. 특히 논 예정지의 양분 함량은 적정 범위에 비해 매우 높았다.
- 다. 이전 예정지에서 평탄작업을 위해 굴취한 표층 토양은 사양토였으며, 토양 pH는 다소 높고, 유기물 함량, 칼리, 칼슘은 적정하였다.
- 라. 인근 조연저수지와 이전 예정지내 지하수의 수질은 농업용수 기준에 대체로 적합하였다.

5. 인용문헌

강성수, 노안성, 최승출, 김영상, 김현주, 최문태, 안병구, 김희권, 박상조, 이영한, 양상호, 류종수, 손연규, 김명숙, 공명석, 이창훈, 이덕배, 김유학. 2013. 우리나라 시설재배지의 화학성 현황과 변동. 한국토양비료학회지 46: 641-646.

강원도개발공사. 2016. 강원도농업기술원 이전조성사업 토질조사보고서.

국립농업과학원. 2010. 토양화학분석법. 국립농업과학원. 농촌진흥청.

국립농업과학원. 2017. 토양물리성 조사방법 및 분석법. 국립농업과학원. 농촌진흥청.

김원정, 권오성, 장경수, 여준호. 2015. 경상북도 농업기술원 이전을 위한 입지여건 분석. 경북대학교 농업생명과학연구. 33: 19-24.

정석재, 현병근, 손연규, 조현준, 최정원, 이평호, 임동혁. 2016. 새로 조성한 연구포장의 숙전화를 위한 종합처리 효과. 한국토양비료학회지 49: 208-217.

토양환경정보시스템(흙토람). 2018. <http://soil.rda.go.kr/>

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2018(1년)	기초자료	농업기술원 이전 예정지 시험연구포장의 농업환경 조사자료

7. 연구원 편성

구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도
					'18
과제책임자	환경농업연구과	농업연구사	서영호	과제 총괄	○
1세부책임자	환경농업연구과	농업연구사	서영호	세부주관 수행	○
공동연구자	환경농업연구과	농업연구사	임수정	현장조사 지원	○
	"	"	허수정	토양분석 지원	○
	"	"	윤병성	"	○
	"	"	홍수영	수질분석 지원	○
	총 무 과	"	고병대	현장조사 지원	○
	환경농업연구과	농업연구관	박영학	결과해석 지원	○
	"	"	홍대기	"	○