

316075-4

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )발간등록번호( O )

## 첨단생산기술개발사업 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003116-01

# 농산물 원산지 추적을 위한 동위원소 광역지도 개발

최종보고서

2019. 12. 31.

주관연구기관 / 한국기초과학지원연구원  
협동연구기관 / 국립농산물품질관리원  
위탁연구기관 / (주)지오그린21

농산물 원산지 추적에 위한 동위원소 광역지도 개발 최종보고서

2019

농림식품기술기획평가원  
농림축산식품부

농림축산식품부  
농림식품기술기획평가원

<제출문>

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “농산물 원산지 추적을 위한 동위원소 광역지도 개발”(개발기간 : 2016. 09. 05. ~ 2019. 12. 31.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 12. 31.

주관연구기관명 : 한국기초과학지원연구원 (대표자) 신 형 식



협동연구기관명 : 국립농산물품질관리원 (대표자) 홍 성 희



참 여 기 관 명 : (주)지오그린21 (대표자) 천정용, 이명재 (인)



주관연구책임자 : 한국기초과학지원연구원            봉 연 식

협동연구책임자 : 국립농산물품질관리원            신 병 곤

참여기관책임자 : (주)지오그린21            김 정 우

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	316075-4	해 당 단 계 연 구 기 간	2016.09.05. ~ 2019.12.31	단 계 구 분	4/4
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	첨단생산기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	농산물 원산지 추적을 위한 동위원소 광역지도 개발			
연구책임자	봉연식	해당단계 참여연구원 수	총: 46명 내부: 46명 외부: 0명	해당단계 연구개발비	정부:400,000천원 민간: 천원 계:400,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 46명 내부: 46명 외부: 0명	총 연구개발비	정부:1,333,000천원 민간: 천원 계:1,333,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한국기초과학지원연구원 연구장비개발·운영본부 연구장비운영부			참여기업명: (주)지오그린21	
국제공동연구	해당 없음			상대국 연구기관명:	
위 탁 연 구	연구기관명: (주)지오그린21			연구책임자: 김정우	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	해당없음
----------------------	------

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약

- 쌀시료 500개 이상, 양파, 마늘시료 각각 250개 이상, 물시료 400개 이상, 토양 시료 700개 이상을 현장에서 직접 채취하여 확보
- 농산물(쌀, 양파, 마늘) 시료에 대한 다중 동위원소(질소, 탄소, 황, 산소)를 분석하여 데이터베이스로 구축
- 쌀, 양파, 마늘 시료에 대한 전국 규모의 동위원소 광역지도를 작성
- 다중동위원소를 이용한 국내산과 중국산 마늘의 원산지 판별법을 국립농산물 품질관리원 시험연구소로 기술이전
- 특허 출원 3건, 특허 등록 3건
- 양파와 마늘의 국내 원산지 판별법에 관한 SCI 논문(JCR 상위 10%) 2편 게재

보고서 면수  
136



<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원산지 판별에 대한 과학적인 분석 기술을 개발하여 생산자와 소비자를 보호하고, 국내 식품산업의 안정성을 확보</li> <li>○ 국내에서 생산되는 각종 농축산물에 대한 정확한 정보를 추적할 수 있는 환경 동위원소 광역지도를 개발하여 원산지 위변조 단속에 활용</li> <li>○ 국내 지역별 농산물에 대한 정확한 동위원소 값을 측정하여 데이터베이스를 구축</li> <li>○ 전국의 권역별 환경시료(토양, 지하수 등)에 대한 동위원소 조성 연구 결과와 결합하여 전국 규모의 농산물 원산지 동위원소지도 제작(원산지 판별을 위한 동위원소지문 탐색 가능)</li> <li>○ 동위원소 지도를 농산물 원산지 판별에 적용하기 위한 검증실험 수행</li> <li>○ 개발된 동위원소 광역지도를 농산물 원산지 판별에 활용할 수 있는 분석 기법 개발</li> </ul>				
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지도 제작을 위한 전국의 농산물시료(쌀, 양파, 마늘)와 환경시료(토양, 물)를 현장에서 직접 채취하여 확보</li> <li>○ 수집된 농산물 시료의 다중 동위원소(질소, 탄소, 황, 산소)를 분석</li> <li>○ 분석된 결과는 통계 및 지도 작성을 위한 데이터베이스로 구축</li> <li>○ 농산물 시료에 대한 각각의 동위원소 광역지도 제작</li> <li>○ 통계 기법을 활용한 농산물 시료의 원산지 판별 기술 개발</li> <li>○ 연구 결과를 활용한 특허 출원 3건, 등록 3건 완료</li> <li>○ 다중동위원소를 이용한 국내산과 중국산 마늘의 원산지 판별에 관한 기술이전 1건</li> <li>○ 국내산 양파와 국내산 마늘의 원산지 판별법에 관련한 논문 2편을 게재(JCR 상위 10%)</li> </ul>				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 농축산물 시료에 대한 동위원소 분석결과를 확보하여 수입산 농축산물과 구별할 수 있는 자료로 활용</li> <li>○ 수입물품에 대한 정확한 검사 및 품질관리로 국내 식품의 안정성을 확보하고, 수출입 과정에서 국가 경쟁력 강화와 이미지 향상에 기여</li> <li>○ 국제무역에서 국내 농축산물에 대한 가치의 우위를 점할 수 있는 근거를 마련하여 우리 검역주권의 위상을 확립</li> </ul>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>원산지판별</p>	<p>동위원소지도</p>	<p>농축산물</p>	<p>지리적기원 표시제도</p>	<p>수입 농축산물</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Geographical origin</p>	<p>Isoscapes</p>	<p>Agricultural and livestock products</p>	<p>Geographical indication</p>	<p>Imported products</p>

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

< 목 차 >

<b>1장. 연구개발과제의 개요</b> .....	1
1-1. 연구개발 목적 .....	1
1-2. 연구개발의 필요성 .....	2
1-3. 연구개발 범위 .....	3
<b>2장. 연구수행 내용 및 결과</b> .....	6
2-1. 농산물 및 환경시료 수집 .....	6
2-2. 다중동위원소와 무기원소 분석을 위한 방법 .....	14
2-3. 농산물의 원산지 판별 분석 결과 .....	24
2-4. 동위원소지도 (Isoscapes) .....	44
2-5. 원산지 추적 및 검증을 위한 교차 분석 .....	64
<b>3장. 연구성과</b> .....	70
3-1. 기술이전 .....	70
3-2. 지식재산권 .....	71
3-3. 논문 .....	73
3-4. 학회발표 .....	74
3-5. 교육 및 컨설팅 .....	78
3-6. 전시회 참가 .....	78
<b>4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도</b> .....	79
4-1. 목표 .....	79
4-2. 목표 달성여부 .....	80
4-3. 목표 미달성 원인 및 차후대책 .....	81
<b>5장. 연구결과의 활용 계획</b> .....	82
5-1. 연구개발 성과의 활용 방안 .....	82
5-2. 연구개발 결과의 기대효과 .....	82
<b>붙임. 참고문헌</b> .....	84

Appendix 1. 동위원소 DB 작성 방안을 준용한 시료채취 완료목록	85
Appendix 2. 쌀 시료별 동위원소 및 원소함량 분석 결과(n = 510)	112
Appendix 3. 양파 시료별 동위원소 및 원소함량 분석 결과(n = 203)	123
Appendix 4. 마늘 시료별 동위원소 및 원소함량 분석 결과(n = 233)	127
Appendix 5. 물 시료 동위원소 분석 결과(n = 412)	132
Appendix 6. 토양 시료 동위원소 분석 결과(n = 129)	135

# 1장 연구개발과제의 개요

## 1-1. 연구개발 목적

- 최근 들어 원산지를 속이는 불법 행위를 근절시킬 수 있는 농산물 원산지 판별의 중요성이 매우 강조되고 있음
  - 건강에 대한 국민적 관심의 부각과 더불어 우리의 식탁에 올라오는 음식물들의 원산지에 대한 관심도 점차 높아짐
  - 특히 농축산물에 대한 원산지 표기가 의무화됨에 따라, 이를 위·변조하는 일이 날로 증가
- 국민의 건강을 보호하고 예방하는 차원에서 원산지를 정확하게 판별할 수 있는 과학 기술의 개발이 절실히 요구됨
  - 원산지 판별에 관한 여러 가지 방법들이 제시되어 왔으나 자료는 매우 미흡한 실정임
  - 대부분의 연구 결과들은 논문이나 과제보고서 등의 형태로 발표되어 왔으며 종합적인 결과를 보여주는 자료들은 매우 제한적임
- 원산지 판별에 관한 과학적 분석기술을 개발하고, 믿을 수 있는 분석결과를 제시함으로써 국내에서 생산되는 다양한 농축산물의 정확한 원산지 판별에 대한 정보를 제공함
  - 믿을 수 있는 분석결과의 확보를 위해 현장에서 직접 채취한 시료들을 이용하여 각각의 특징을 파악함
  - 분석결과의 신뢰도 확보를 위해 서로 다른 기기를 이용하여 교차분석 검증을 실시함
  - 농산물 시료의 분석결과와 환경 인자들의 특징을 파악하여 원산지 추적 연구를 위한 기초 자료로서 활용함
- 동위원소 분석기술을 활용한 농산물 원산지 판별 기술 개발
  - 환경시료 및 농(축)산물 시료(쌀, 양, 마늘, 돼지고기)에 대한 동위원소 분석 기술의 확보
  - 다중동위원소 분석 기술을 활용한 농산물의 원산지 판별법 개발
  - 국내산과 수입산 농(축)산물의 동위원소 분석을 통한 국내산 농산물의 특성 파악
  - 국내산 농(축)산물의 원산지 판별을 위한 과학적 판별 기술 확보

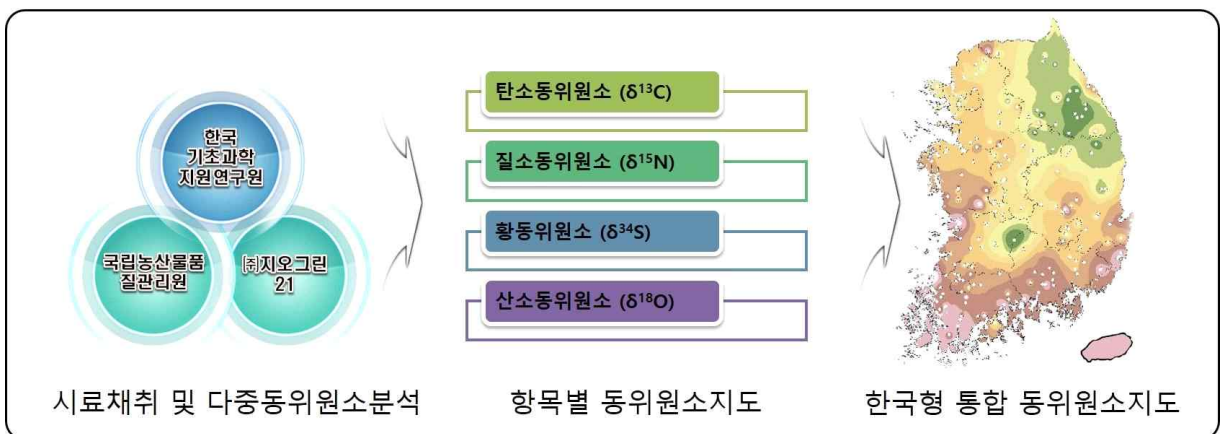


그림 1-1. 농산물 원산지 추적을 위한 동위원소 광역지도 개발 추진체계

- 원산지 추적을 위한 동위원소 광역 지도 작성
  - 전국 규모의 환경시료와 농산물 시료 채취
  - 분석된 동위원소 자료의 데이터베이스화
  - 동위원소 분석 결과를 활용한 전국 규모의 동위원소 지도 제작
- 동위원소 분석기술을 활용한 농산물 원산지 판별 기술 개발
  - 신뢰성 검증을 위한 동위원소 교차 분석
  - 분석 결과를 동위원소 지도와 비교 분석

## 1-2. 연구개발의 필요성

- 건강에 대한 국민적 관심이 높아짐에 따라 우리 식탁에 올라오는 음식의 원산지에 대한 관심도 점차 높아짐
- 농축산물에 대한 원산지 표기가 의무화됨과 동시에 원산지를 위·변조하는 일이 늘어남
- 수입산 농축산물이 유통과정에서 국내산으로 둔갑하는 경우가 흔히 보도됨
- 원산지를 속이는 행위는 범법행위임에도 불구하고, 이를 속여 부당한 이익을 취하는 경우가 언론매체를 통하여 빈번히 보도되고 있음(지리적표시제 농산물 품질관리법 위반)
  - ‘공주시, 밤 원산지 표시 위반 특별 단속-지리적 표시 단체 표장 등록, 타 지역 생산 밤 둔갑 시 처벌’ (디트뉴스, 24 2015.10.14.)
  - ‘롯데마트 가짜 짹짹이 토마토 판매 속보’ (KNN, 2014.4.15.)
  - ‘가짜 횡성한우 대량 유통, 이미지 먹칠’ (연합뉴스, 2009.6.17.)
  - ‘판치는 짹통, 비실대는 안동 간고등어’ (매일신문, 2012.8.3.)
  - ‘수박, 복숭아 등 여름철 과일 ‘짹통’ 주의보’ (충북일보, 2013.8.4.)
  - ‘농산물품질관리원, 광양매실 둔갑시킨 업체 2곳 적발’ (경향신문, 2013.7.2.)
- 원산지 표시를 위반한 예
  - ‘양곡 원산지 표시 위반 148건 적발’ (아시아경제, 2016.7.10.)
  - ‘중국산 배추김치 국산으로 원산지 표시 위반 148건 적발’ (KBS 뉴스, 2016.7.10.)
  - ‘마늘 값 오르니 원산지 위반 기승’ (한국농정, 2016.6.27.)
  - ‘수입 콩 원산지 속여 팔다 덜미’ (충청일보, 2016.6.26.)
  - ‘농관원, 원산지표시 위반업체 235곳 적발’ (뉴시스, 2016.3.22.)
- 농축산물은 생산된 지역에 관계없이 유통 과정 중에서 원산지를 속이는 경우가 흔하므로 이들을 추적하는 것은 현실적으로 매우 어려움
- 국민건강 보호 및 예방 차원에서 원산지를 정확하게 판별할 수 있는 판별 기술이 절실히 요구됨
- 지금까지 우리나라의 지리적 환경, 지질학적 특성을 고려한 농축산물의 원산지 판별에 대한 체계적이고 과학적인 접근 방법은 거의 전무함
- 국내에서 생산되고 있는 다양한 농축산물의 정확한 원산지 판별을 가능하게 함으로써 각종 지역 특산물들에 대한 시장경쟁력을 확보
- 과학적인 분석결과를 토대로 생산자와 소비자 사이의 신뢰도를 향상시키고, 원산지를 속여

- 부당한 이익을 취하는 범법행위를 근절시킬 수 있는 근거를 마련
- 국내의 우수한 품질을 갖는 농축산물의 정확한 원산지에 대한 과학적 근거를 마련함으로써 수출입과정에서 국가 경쟁력 강화 및 이미지 향상에 큰 역할을 할 것으로 기대
  - FTA 확대에 따른 수입농축산물의 원산지 규명에 대한 과학적 문제 해결에 도움
  - 국내 농축산물에 대한 정확한 동위원소 분석 자료를 바탕으로 수입물품에 대한 정확한 검사 및 품질관리로 국내 식품에 대한 안정성 확보



그림 1-2. 농축산물의 원산지 판별 연구개발에 따른 기대 효과

### 1-3. 연구개발 범위

#### (1) 환경 시료와 농축산물 시료에 대한 다중동위원소 분석 및 통계분석

- 환경시료(토양, 지하수) 및 농산물(쌀, 양파, 마늘)에 대한 전처리 및 기기분석
  - 전국의 토양 시료와 지하수 시료의 확보
  - 산지에서 직접 확보한 농축산물과 대형마트 및 지역 시장에서 판매되고 있는 원산지가 정확히 표기된 농축산물 시료를 확보
  - 각 시료에 대한 다중 동위원소 조성(탄소, 질소, 황, 산소, 수소)과 스트론튬동위원소 비율 분석
  - 한국기초과학지원연구원에서 운영 중인 첨단 분석 장비인 MC-ICP-MS와 EA-IRMS를 이용하여 스트론튬동위원소 비와 안정동위원소 조성을 분석
- 국내산 농축산물의 지역적 특성 파악 및 국내산과 수입산 농축산물의 원산지 판별을 위한 비교분석
  - 기 확보된 시료에 대한 다중 동위원소 분석 결과를 바탕으로 국내산 농축산물의 데이터베이스 구축
  - 환경 및 지질학적인 특성을 반영한 국내산 농축산물의 지역적인 특징을 파악
  - 수입산 농축산물에 대한 분석을 실시하여 국내산 농축산물과의 차이점을 비교분석

- 다중 동위원소자료를 활용한 다중 통계분석(분산분석, 주성분분석, 판별분석 등)을 실시
- 국내산 농축산물의 지역적 원산지 구분 및 수입산 농축산물과 구분 가능 여부를 검증

## (2) 농산물의 원산지 판별을 위한 전국 규모의 동위원소 광역지도 개발

- 농산물에 대한 동위원소 지도 제작
  - 다중 동위원소 분석 결과를 바탕으로 Arc GIS 소프트웨어를 이용하여 분석 항목별 전국 규모의 동위원소 지도를 제작
  - 제작된 토양, 지하수 및 농산물에 대한 동위원소 지도를 비교 분석하여 권역별 농축산물과 각 지역의 환경적인 특징과의 연관성을 규명
- 한국형 통합 동위원소 지도 제작
  - 항목별로 제작된 다중 동위원소 지도를 하나의 동위원소 지도로 통합하여 시각화 자료로 활용
  - 제작된 지도를 검증하기 위하여 미지시료에 대한 동위원소조성 분석

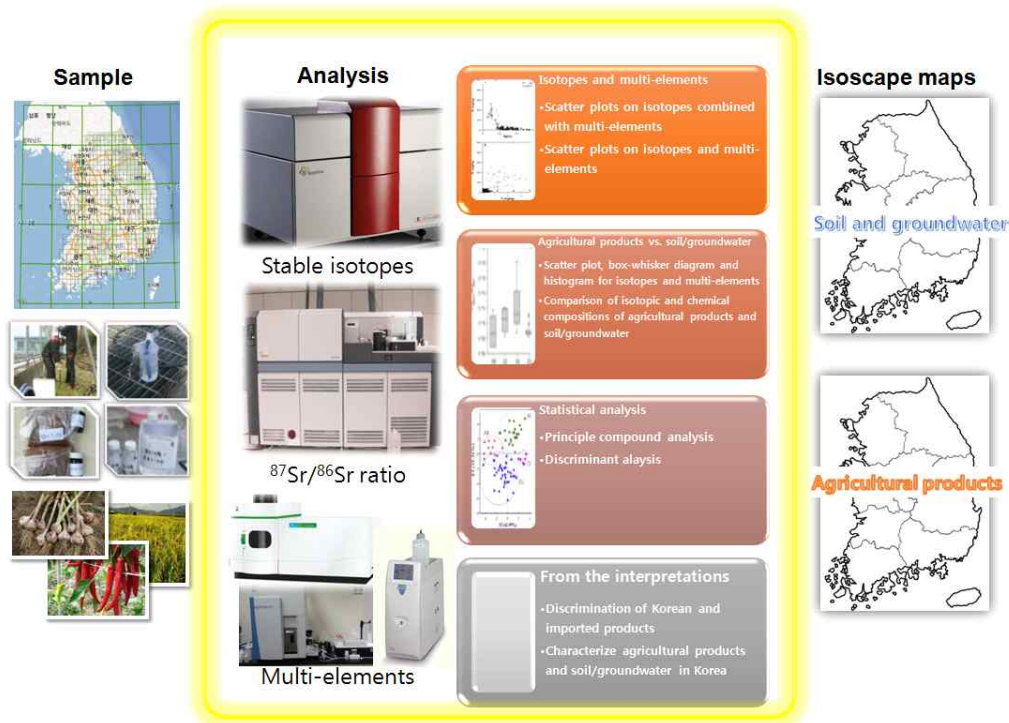


그림 1-3. 한국기초과학지원연구원의 과제 추진 전략

## (3) 동위원소 지도 신뢰성 검증

- 검증용 유통 시료의 확보
  - 우리나라에서 중요한 식재료로 쓰이는 농산물(쌀, 양파, 마늘)을 대상으로 하여 시료를 확보
  - 국립농산물품질관리원 소속 전국 시·군 단위별 109개 사무소의 협조를 의뢰하여 현지 농가 시료 수집

- 전국에 분포하는 로컬푸드 매장, 농협 하나로 마트, 재래시장을 대상으로 원산지가 정확히 표기된 시료를 구매
- 구매 시기는 농산물의 수확시기 이외에도 지속적으로 수행될 예정

○ 동위원소 분석

- 분석대상 작물의 동위원소 분석 실시(질소, 탄소, 황, 산소)
- 분석 대상 농산물의 종류에 따라 동위원소 조성 변화가 관찰되는지 확인
- 동위원소 조성의 시기적(수확시기), 공간적(지역적) 특성 파악
- 분석된 데이터를 제작된 동위원소 지도와 비교 분석

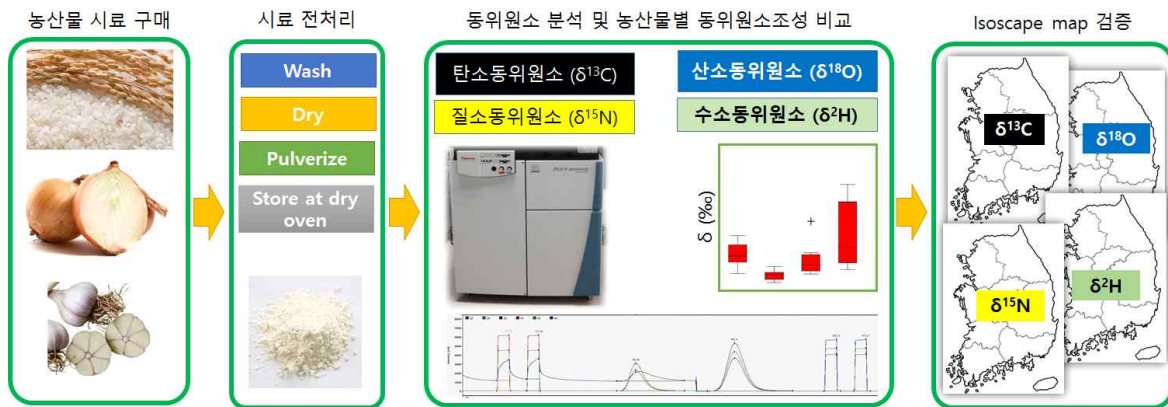


그림 1-4. 협동연구기관의 추진 전략 체계



## 2장 연구수행 내용 및 결과

### 2-1. 농산물 및 환경시료 수집

#### (1) 농산물(쌀, 양파, 마늘) 시료의 채취 방법

가. 농산물(쌀, 양파, 마늘) 시료 채취 지점 선정

○ 농산물 시료채취 지점 선정 절차

- 농업경영체 등록정보 조회 서비스(농림축산식품부, <https://uni.agrix.go.kr>)를 이용한 품종별/지역별 재배면적 파악
- 행정구역별 재배면적 파악
  - 쌀의 경우 지도 작성을 위한 전국 균등 분포
  - 양파 및 마늘의 경우 주산지 및 재배면적을 파악
- 조사지점 선정
  - 쌀 시료채취 지점 선정 : 지도 작성을 위해 전국에 균등하도록 지점을 선정하되 시군부별 재배면적이 넓은 읍·면·동을 조사지역으로 선정
  - 양파 및 마늘 시료채취 지점 선정 : 특정지역에서 주로 재배하는 작물이기 때문에 주산지 위주로 시료채취 지점 선정

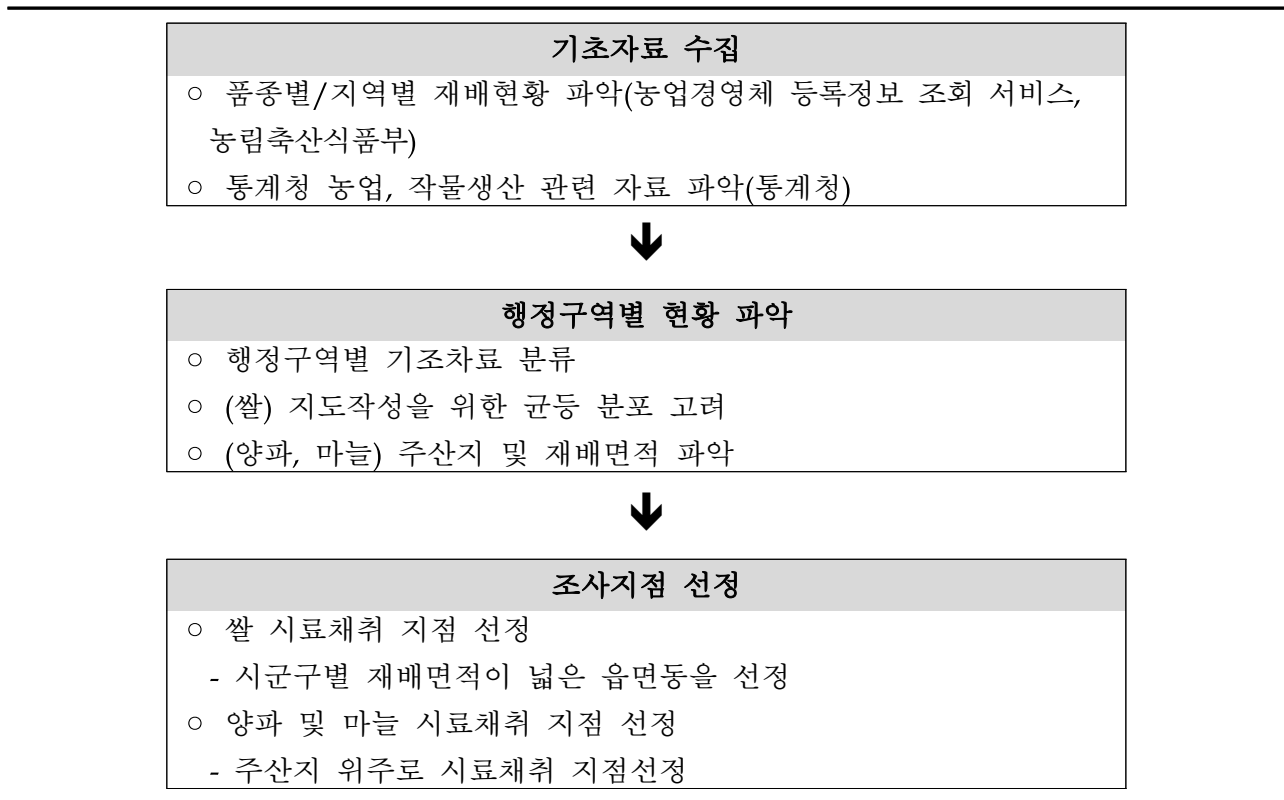
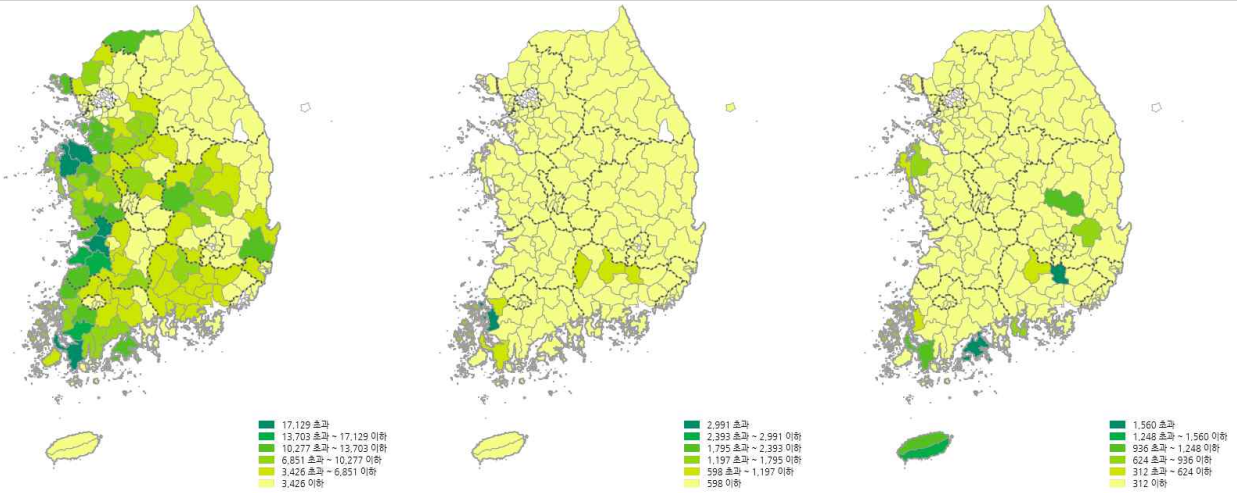


그림 2-1-1. 농산물 시료채취 지점 선정 절차(안)



<벼(미곡류) 재배 현황> <양파(조미채소류) 재배 현황> <마늘(조미채소류) 재배 현황>  
 (단위 : ha, 출처 : 농업경영체 등록정보 조회 서비스 (2016년))

그림 2-1-2. 작물별 재배 현황(면적)

1) 쌀 시료채취 지점 선정

○ 지도 작성을 위한 전국 균등 분포

○ 특·광역시

- 특·광역시(인천광역시 제외) : 1개 지점 선정, 총 7지점

- 인천광역시 : 2개 지점 선정, 총 2지점

※ 강화군 쌀 재배면적이 1만ha 초과하는 대규모

○ 시·군·구

- 1순위 : 해당 시·군·구 내 쌀 재배면적이 가장 넓은 읍·면·동, 총 148개 지점 선정

- 2순위 : 쌀 재배면적이 두 번째로 넓은 읍·면·동 중 쌀 재배면적이 넓은 지점 선정

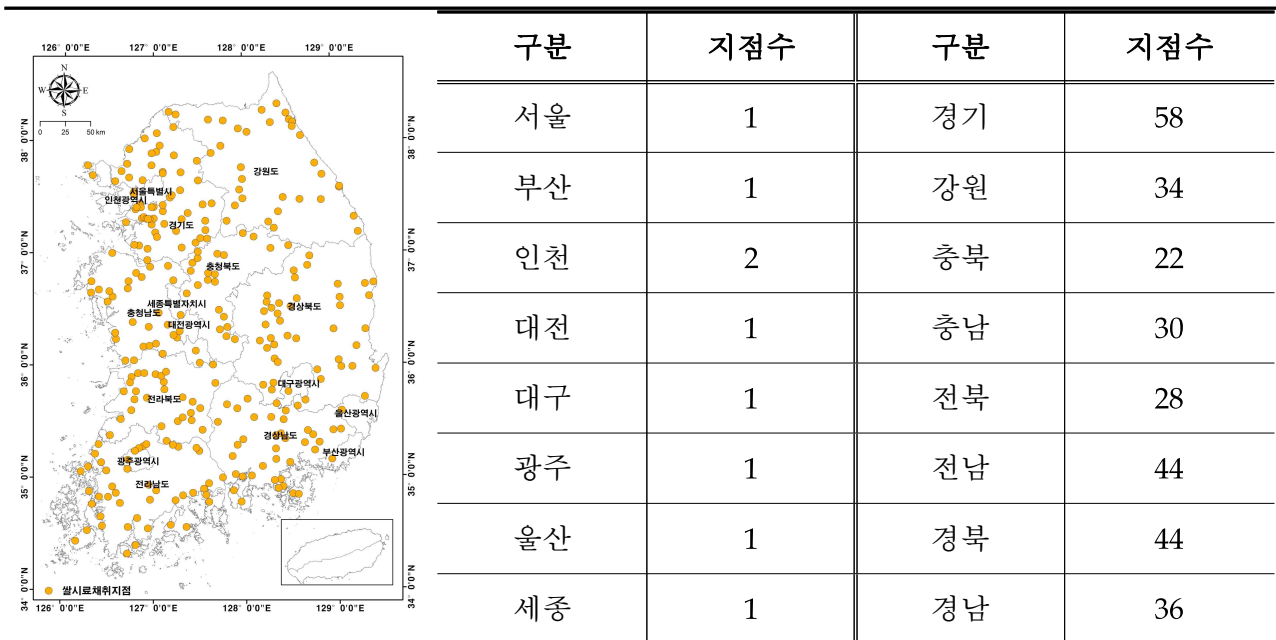
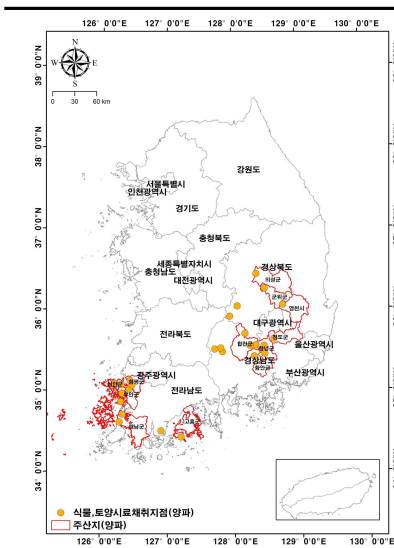


그림 2-1-3. 쌀 시료채취 계획(안)

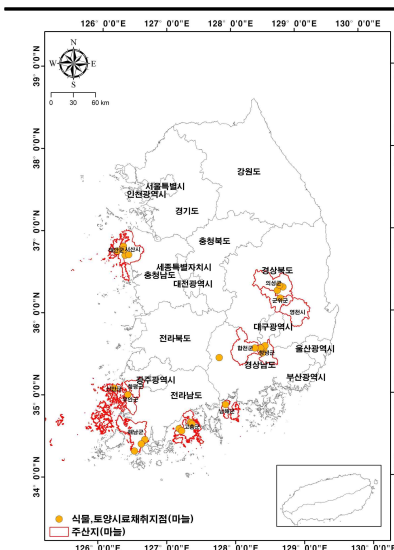
2) 양파·마늘 시료채취 지점 선정

- 특정지역에서 주로 재배하는 작물로, 주산지 위주로 시료채취 지점 선정
  - 양파 : 전라남도(무안, 함평, 고흥, 해남, 신안), 경상북도(군위, 의성, 청도), 경상남도(창녕, 함양, 합천)는 주요 양파 생산지로서 시료채취 지점으로 선정
  - ※ 주산지를 우선으로 선정하였으나, 주산지와 재배면적을 비교하여 선정함
  - 마늘 : 충청남도(서산, 태안), 전라남도(고흥, 해남, 무안, 함평, 신안), 경상북도(군위, 의성, 창녕, 남해, 합천)에서 주로 재배되고 있으며 이들 지역을 시료채취 지점으로 선정
  - ※ 주산지를 우선으로 선정하였으나, 주산지와 재배면적을 비교하여 선정함(주산지 면적이 작은 경우, 재배면적이 넓은 지역을 우선적으로 선정)



구분		면적(ha)	구분		면적(ha)
전라 남도	고흥	797	경상 북도	영천	179
	해남	571		군위	204
	무안	3,355		의성	83
	함평	1,124		청도	97
	신안	1,772	경상 남도	창녕	1,121
제주특별자치도	458	함양		665	
		합천		1,205	

그림 2-1-4. 양파 시료채취 계획(안)



구분		면적(ha)	구분		면적(ha)
충청 남도	서산	551	경상 북도	영천	841
	태안	742		군위	279
전라 남도	고흥	1,597		의성	1,398
	해남	1,056	경상 남도	창녕	2,498
	무안	460		남해	872
	함평	228		합천	634
	신안	1,043	제주도	제주	822
서귀				1,302	

그림 2-1-5. 마늘 시료채취 계획(안)

### 3) 토양시료채취 지점 선정

- 농산물 시료 채취 시 환경시료 채취를 병행
  - 해당 부지의 토양시료 채취
  - 관개용수 채취(지하수 및 지표수, 일부)
- 추가적으로 토양지하수 간의 관계를 파악하기 위해 전국 지하수수질측정망 중 90여개 토양시료 채취지점 선정

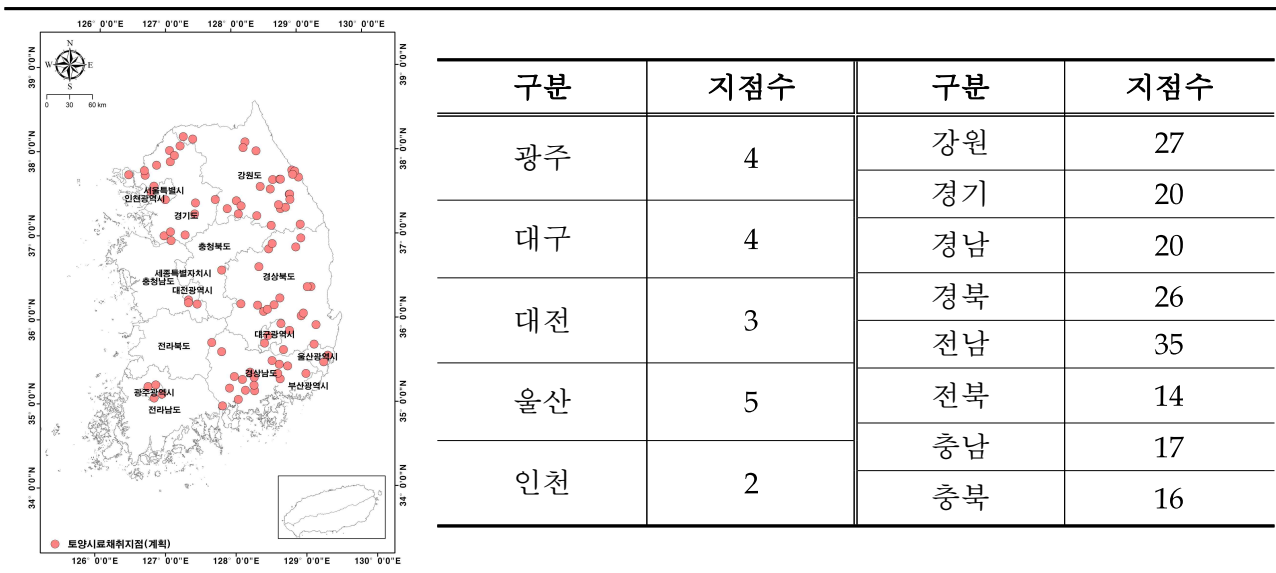


그림 2-1-6. 토양시료 시료채취 계획(안)

### (2) 시료 채취 방법 및 현황

- 농산물 시료(쌀, 양파, 마늘)채취 방법
  - 수확 직전 성장완료 작물의 뿌리, 줄기, 잎 시료 등을 채취
  - 분석오차를 최소화하기 위하여 동일 지점에서 3 ~ 4개 식물 시료를 채취(분석을 위해 500 g 이상 확보)
  - ※ 쌀 시료의 경우 오염을 방지하기 위하여 줄기와 낱알을 분리하여 시료보관



<쌀 시료채취(낱알 분리)>



<채취 시료(쌀)>

그림 2-1-7. 농산물(쌀) 시료채취(예시)





<양파 시료채취>



<채취 시료(양파)>

그림 2-1-8. 농산물(양파) 시료채취(예시)



<마늘 시료채취>



<채취 시료(마늘)>

그림 2-1-9. 농산물(마늘) 시료채취(예시)

○ 환경 시료(토양, 지하수) 채취 방법

- 토양 시료 채취 방법

- ① 토양 시료는 외부 환경에 의한 영향(초목, 뿌리, 암석 등)을 최소화하고 유기물의 혼입을 최소화하여 채취함
- ② 표층에서 약 5 cm 깊이의 토양은 제거한 후(이물질, 먼지 등의 영향을 배제), 5 ~ 20 cm 사이의 토양을 선별하여 채취(채취대상 농산물의 종류에 따라 뿌리가 도달하는 심도 이내에서 채취)
- ③ 시료의 대표성을 위해 토양오염공정시험기준법에 따라 지그재그형으로 5개 지점을 선정하여 채취
- ④ 채취 도구에 의한 시료 간 오염을 방지하기 위해, 각 시료 채취 시 마다 증류수를 이용하여 도구를 세척한 후 토양 채취에 사용함



- ⑤ 채취된 시료를 PE 재질의 지퍼백에 담아 시료를 혼합하여 수평적 복합시료로 만들
- ⑥ 채취된 시료는 4 ℃의 아이스박스에서 냉장 보관하여 실험실로 이동
- ※ 가급적 전국의 토양 동위원소 분석을 위하여 일반적인 식물 뿌리 도달 심도인 30 cm 이내 심도의 토양 채취



그림 2-1-10. 토양 시료채취(예시)

- 지하수 시료 채취 방법

- ① 흐르는 물에 시료채취 비커와 현장수질측정 센서를 3회이상 세척 후 시료 채취 진행
- ② 현장수질측정용 센서를 물 속에 담구어 수소이온농도(pH), 전기전도도(EC), 온도, 용존산소(DO), 산화환원전위(ORP) 측정
- ③ 채수한 시료병은 상단에 빈공간(Headspace)이 발생하지 않도록 채수한 후 밀봉
- ④ 4 ℃ 아이스박스에서 냉장 보관하여 실험실로 이동, 분석 전까지 냉장 보관



그림 2-1-11. 지하수 시료채취(예시)

○ 시료 채취 현황

- 쌀 시료는 2016년 ~ 2018년 전국 17개 시도에서 총 510개 시료를 채취함
  - 2016년에는 10개 시도에서 74개 시료를 채취하였으며, 2017년에는 294개 시료, 2019년에는 142개 시료를 채취함

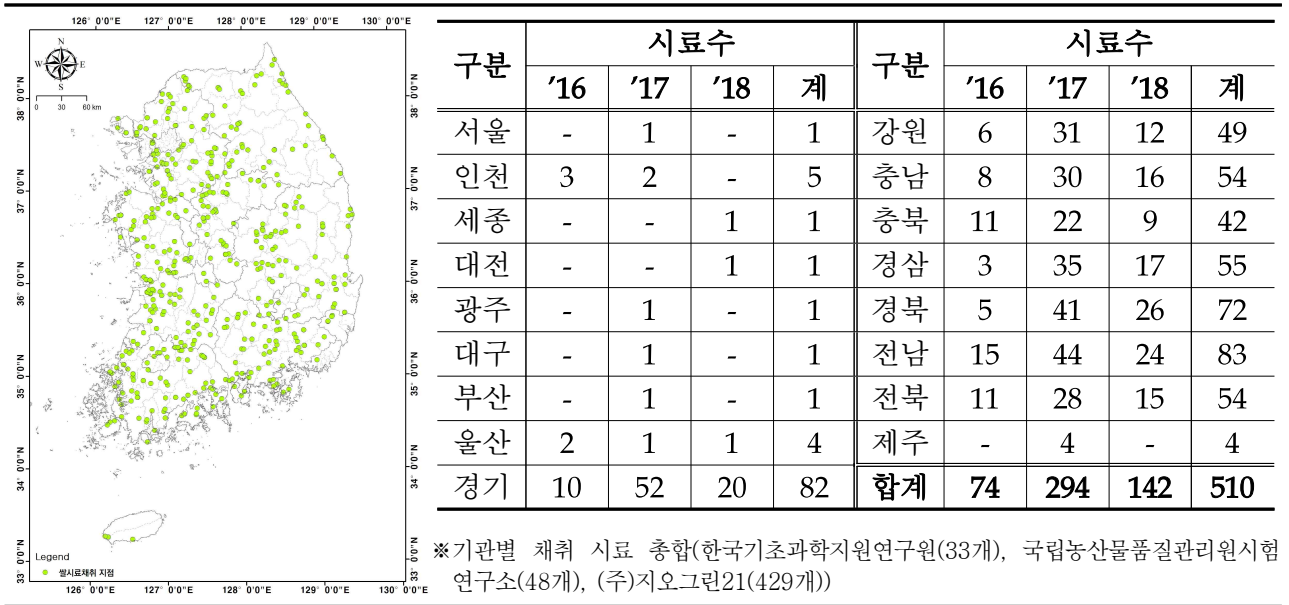


그림 2-1-12. 쌀 시료채취 현황

- 양파 시료는 2017년 ~ 2018년 전국 13개 시도에서 총 203개 시료를 채취함
  - 2017년에는 8개 시도에서 141개 시료를 채취하였으며, 2018년에는 13개 시도에서 62개 시료를 채취함



그림 2-1-13. 양파 시료채취 현황

- 마늘 시료는 2017년 ~ 2018년 전국 14개 시도에서 총 238개 시료를 채취함
  - 2017년에는 8개 시도에서 163개 시료를 채취하였으며, 2018년에는 14개 시도에서 75개 시료를 채취함

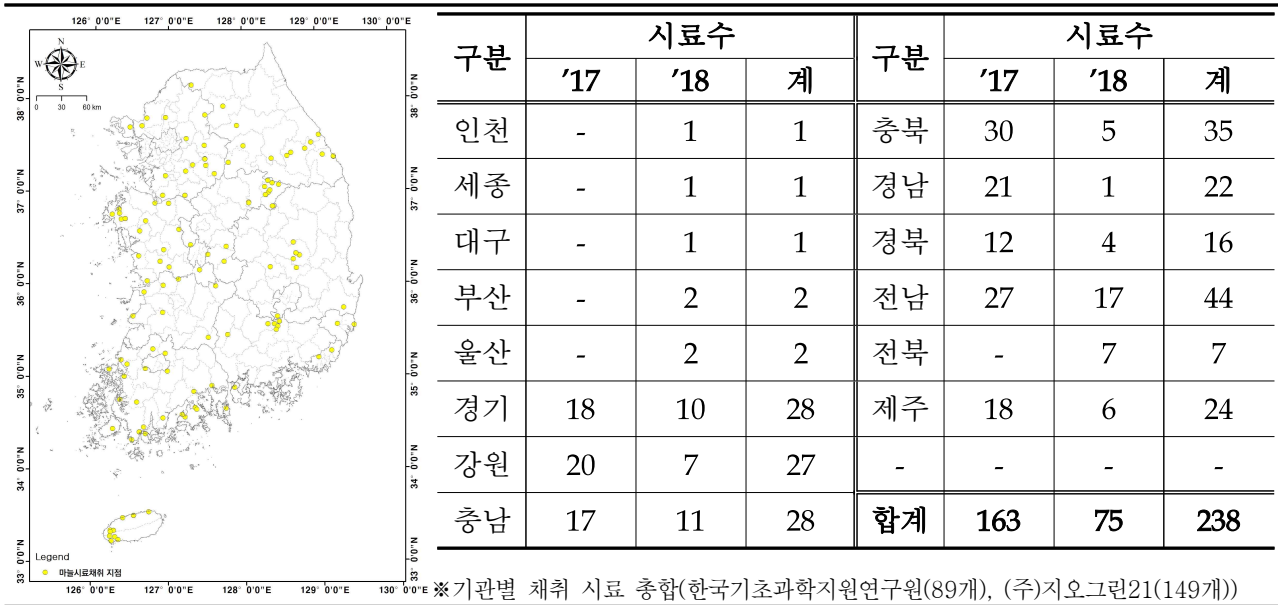


그림 2-1-14. 마늘 시료채취 현황

- 토양 시료는 2016년 ~ 2018년 농산물 시료(쌀, 마늘, 양파) 채취와 병행하여 609개 시료를 채취하였으며, 이와 별도로 93개를 채취하여 총 702개 시료를 채취함



그림 2-1-15. 토양 시료채취 현황



- 관개용수(지하수 및 지표수) 시료는 2016년 ~ 2018년 농산물 시료(쌀, 마늘, 양파) 채취와 병행하여 가능한 지점에서 405개 시료를 채취함

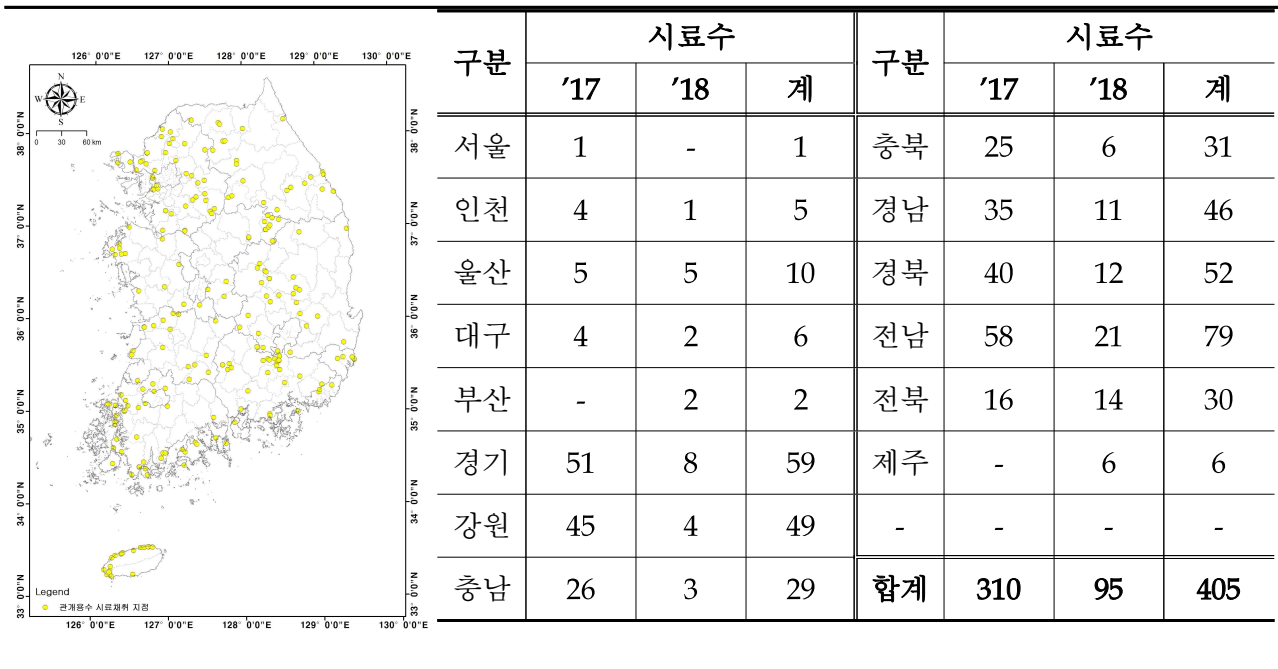


그림 2-1-16. 관개용수 시료채취 현황

## 2-2. 다중동위원소와 무기원소 분석을 위한 방법

### (1) 농산물 시료 전처리 방법

가. 다중동위원소 분석을 위한 쌀 시료의 전처리 방법

- ① 채취한 쌀 시료는 오븐을 이용하여 건조(50 °C, 72 시간 이상)
- ② 건조한 나락을 도정기를 이용하여 10분 도미로 도정(시료 간 오염에 주의)
- ③ 도정한 쌀 시료를 텅스텐 재질의 mixer mill(MM400, Retsch, Germany)을 이용하여 분쇄
- ④ 분쇄된 시료는 용기에 담아 다중동위원소 분석 전까지 진공 desiccator에서 보관

나. 다중동위원소 분석을 위한 양파시료의 전처리 방법

- ① 채취한 양파 시료는 외부의 오염물질 등을 제거하기 위하여 증류수를 이용하여 세척
- ② 양파의 껍질을 제거한 후, 가식 부위 최외곽 부분을 취하여 시료로 사용
- ③ 건조 효율을 높이기 위해 시료를 세절한 후(원소분석 결과에 영향을 줄 수 있으므로 세라믹 칼을 이용), 50 mL 튜브에 담아 -80 °C에서 동결시킴
- ④ 동결건조기(FDU-2100, EYELA, Japan)를 이용하여 72시간 이상 동결 건조
- ⑤ 건조된 시료를 텅스텐 재질의 mixer mill(MM400, Retsch, Germany)을 이용하여 분쇄
- ⑥ 분쇄된 시료는 다중동위원소 분석 전까지 진공 desiccator에서 보관



그림 2-2-1. 쌀 시료의 전처리 과정

다. 다중동위원소 분석을 위한 마늘시료의 전처리 방법

- ① 채취한 마늘 시료는 외부의 혐잡물을 제거하기 위해 증류수를 이용하여 수차례 세척
- ② 마늘의 껍질은 잘 제거하고 가식부위만을 시료로 사용
- ③ 건조 효율을 높이기 위해 시료를 세절 후(세라믹 칼 사용), 50 mL 튜브에 담아 -80 °C에서 동결시킴
- ④ 동결건조기(FDU-2100, EYELA, Japan)를 이용하여 72시간 이상 동결건조
- ⑤ 건조된 시료를 텅스텐 재질의 mixer mill(MM400, Retsch, Germany)을 이용하여 분쇄
- ⑥ 분쇄된 시료는 다중동위원소 분석 전까지 진공 desiccator에서 보관

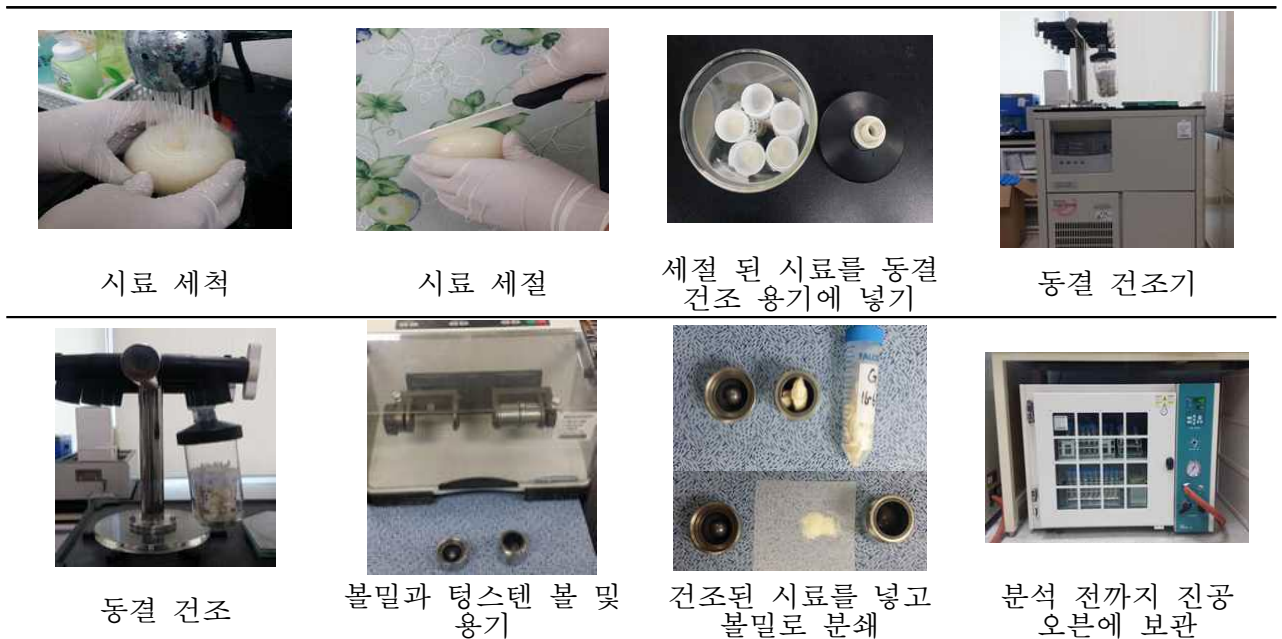
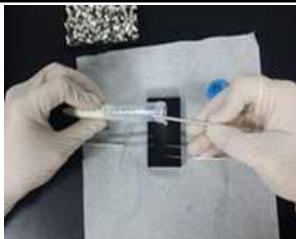


그림 2-2-2. 양파, 마늘 시료의 전처리 과정

(2) 농산물 시료의 다중동위원소 분석 방법

가. 탄소( $\delta^{13}\text{C}$ ), 질소( $\delta^{15}\text{N}$ ), 황( $\delta^{34}\text{S}$ ) 동위원소 분석방법

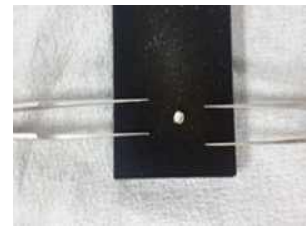
- 전처리가 된 농산물시료(쌀, 양파, 마늘)를 원소분석기(Vario PYRO cube, Elementar, Germany)와 온라인으로 연결된 안정동위원소 질량분석기(Vision, Isoprime, UK)를 이용하여 분석
- 장비의 분석 조건은 아래 표와 같으며, 모든 농산물시료의 분석에 동일하게 적용함
- 정확한 동위원소 분석을 위해 국제공인표준물질을 이용하여 보정하였으며, 사용된 표준물질의 성상과 종류는 아래에 표시함



준비된 시료를 tin capsule에 넣기



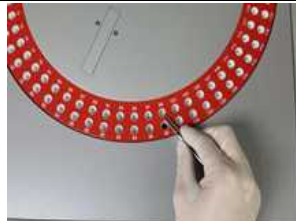
Balance로 시료 무게 측정



Tin capsule을 잘 오므려 시료 싸기(공기를 최대한 없앴)



EA-IRMS 장비



시료 분석

그림 2-2-3. 농산물 시료의 다중동위원소 분석 과정

표 2-2-1. 농산물 시료의 탄소, 질소, 황 안정동위원소 분석을 위한 EA-IRMS 분석 조건

Parameter	Operating condition
He flow	220 ml/min
O <sub>2</sub> dosing time	120 s
Combustion furnace Temp.	1150 °C
Reduction furnace Temp.	850 °C
CO <sub>2</sub> desorption Temp.	110 °C
SO <sub>2</sub> desorption Temp.	220 °C
Carousel Temp.	50 °C
Run time	600 s

표 2-2-2. 농산물 시료의 탄소, 질소, 황 안정동위원소 분석을 위한 표준물질

동위원소	표준물질
탄소( $\delta^{13}\text{C}$ )	urea(-8.02‰)
	USGS-40(L-glutamic acid : -26.35‰)
	IAEA-600(caffeine : -27.77‰)
	IAEA-CH6(glucose : -10.445‰)
질소( $\delta^{15}\text{N}$ )	urea(20.17‰)
	USGS-40(L-glutamic acid : -4.52‰)
	IAEA-600(caffeine : 1.0‰)
	IAEA-NO3(potassium nitrate : 4.7‰)
황( $\delta^{34}\text{S}$ )	BaSO <sub>4</sub> (5.82‰)
	NBS-127(BaSO <sub>4</sub> : 20.3‰)
	IAEA-SO5(BaSO <sub>4</sub> : 0.5‰)
	IAEA-SO6(BaSO <sub>4</sub> : -34.1‰)

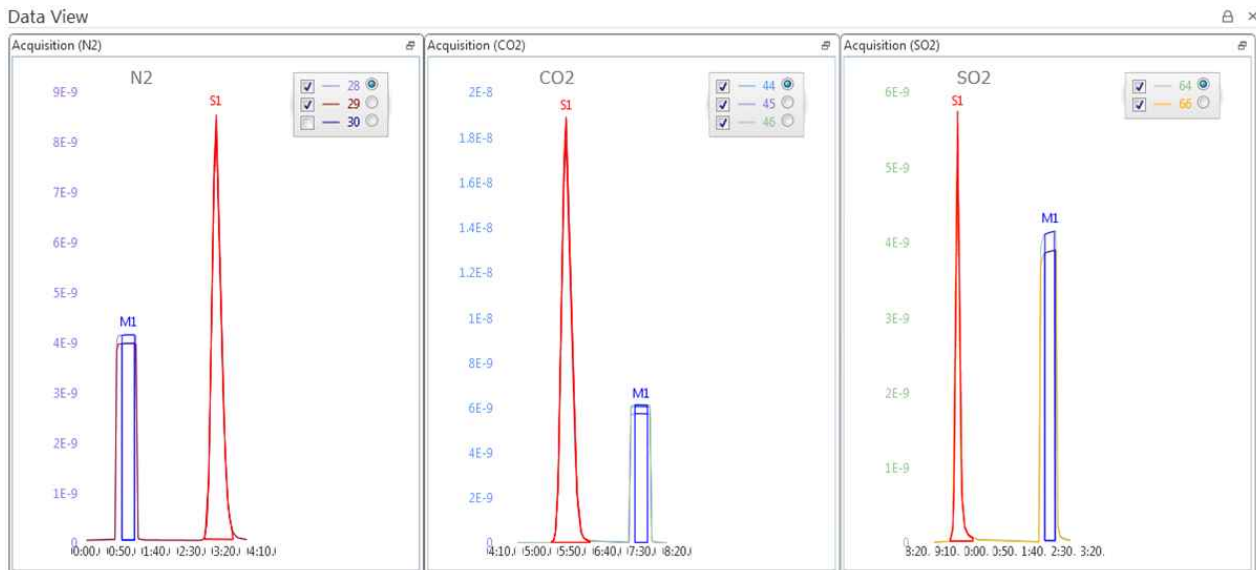
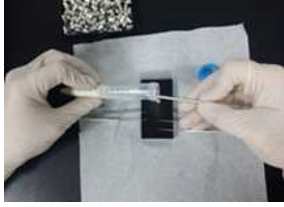


그림 2-2-4. 질소, 탄소, 황동위원소 분석 그래프

나. 산소( $\delta^{18}\text{O}$ ), 수소( $\delta^2\text{H}$ ) 동위원소 분석방법

- 전처리한 농산물시료(쌀, 양파, 마늘)를 thermal conversion 원소분석기(Flash 2000 HT, Thermo Scientific, Germany)와 온라인으로 연결된 안정동위원소 질량분석기(Delta V Advantage, Thermo Scientific, Germany)를 이용하여 분석
- 장비의 분석 조건은 아래 표와 같으며 모든 농산물 시료 분석에 동일하게 적용
- 정확한 산소, 수소동위원소 분석 결과 값을 얻기 위해 국제 공인 표준물질을 이용하여 보정에 사용함



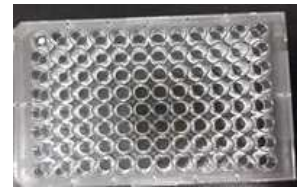
준비된 시료를 silver capsule에 넣기



Balance로 시료 무게 측정



Silver capsule을  
오므려 시료 싸기



준비된 silver capsule



수소 분석을 위해  
72시간 동안 진공  
desiccator에 보관



산소, 수소 분석을  
위한 안정동위원소  
분석 기기



산소, 수소분석을  
위한 EA와  
오토샘플러



오토샘플러에 시료를  
넣은 후 분석

그림 2-2-5. 농산물 시료의 산소, 수소 동위원수 분석 과정

표 2-2-3. 농산물 시료의 산소, 수소동위원소 분석을 위한 EA-IRMS 분석 조건

Parameter	Operating condition
He flow	80 ml/min
pyrolysis furnace Temp.	1400 °C
GC column Temp.	90 °C
Run time	600 s

표 2-2-4. 농산물 시료의 산소, 수소 안정동위원소 분석을 위한 표준물질

원소	표준물질
산소( $\delta^{18}\text{O}$ )	IAEA-601(benzoic acid : 23.2‰)
	IAEA-602(benzoic acid : 71.4‰)
	USGS-56(wood powder : 27.23‰)
수소( $\delta^2\text{H}$ )	USGS-56(wood powder : -44.0‰)
	IAEA-CH7(polyethylene : -100.3‰)
	USGS-42(human hair powder : -72.9‰)



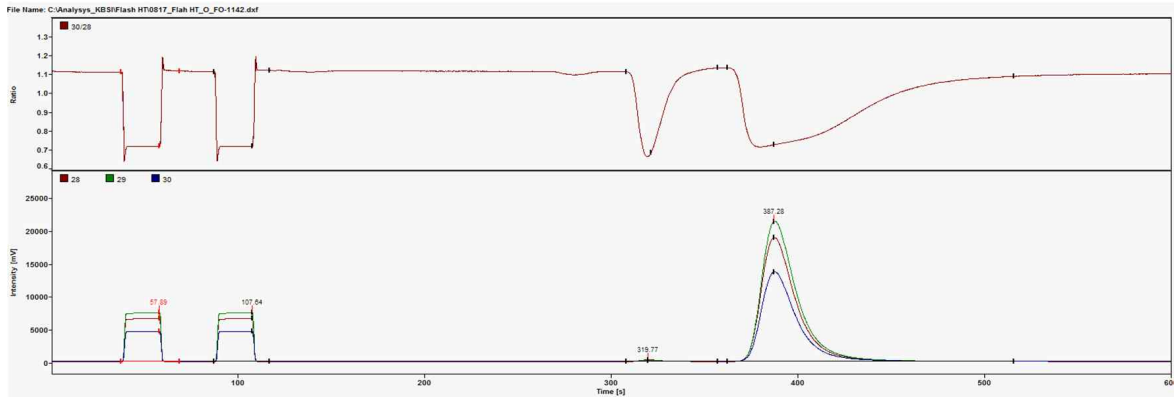


그림 2-2-6. 산소 안정동위원소 분석의 reference와 sample 그래프

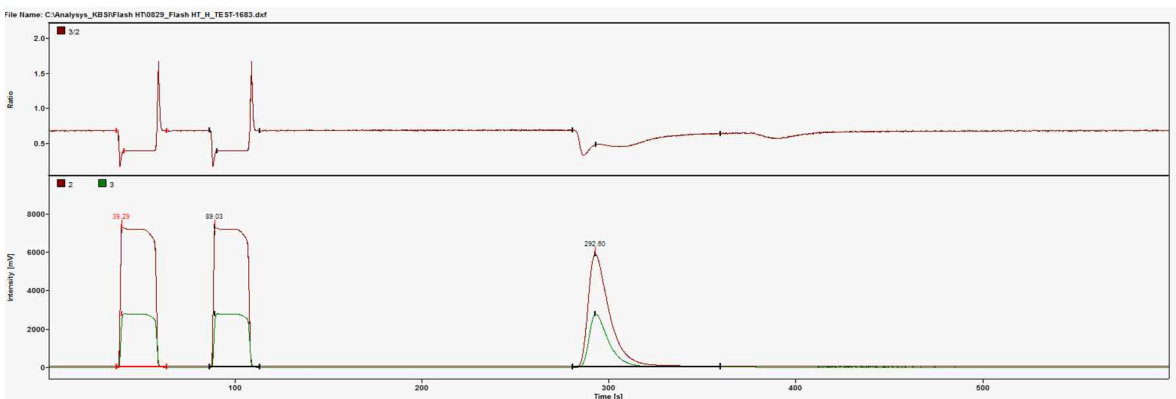


그림 2-2-7. 수소 안정동위원소 분석의 reference와 sample 그래프

### (3) 환경시료(토양, 물)의 동위원소 분석 방법

가. 동위원소 분석을 위한 토양 시료의 전처리 방법

- ① 토양 시료를 용기에 담음
- ② 50 °C dry oven에서 48시간 이상 건조 (유기물의 변화를 예방하기 위해 고온에서 건조하지 않도록 유의)
- ③ 건조한 시료는 sieve를 이용하여 2 mm 이하의 입자크기 토양을 분리
- ④ agate mortar & pestle을 이용하여 곱게 갈은 후 vial에 담아 보관



용기 제작



건조



토양 분리



분석에 사용되는 토양 시료

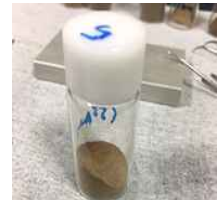


그림 2-2-8. 토양 시료 전처리 과정

나. 토양시료의 다중 동위원소 분석법

1) 탄소( $\delta^{13}\text{C}$ ) 동위원소 분석법

- ① 토양의 유기 탄소동위원소 비를 측정하기 위한 무기 탄소를 제거
- ② 8% HCl (v/v) 수용액 10 ml를 넣고 교반시킴
- ③ 3,000 rpm으로 10분간 원심분리 후 상층액을 제거
- ④ 30 ml DIW를 넣고 교반시킴
- ⑤ 3000 rpm으로 10분간 원심분리 후 상층액을 제거
- ⑥ 위의 ④ ~ ⑤번 과정을 2회 반복
- ⑦ 건조(50 °C dry oven)된 시료 약 2 mg을 tin capsule에 넣음(정확한 무게 측정)
- ⑧ tin capsule에 공기가 들어가지 않도록 최대한 유의하여 준비
- ⑨ EA-IRMS를 이용하여 분석

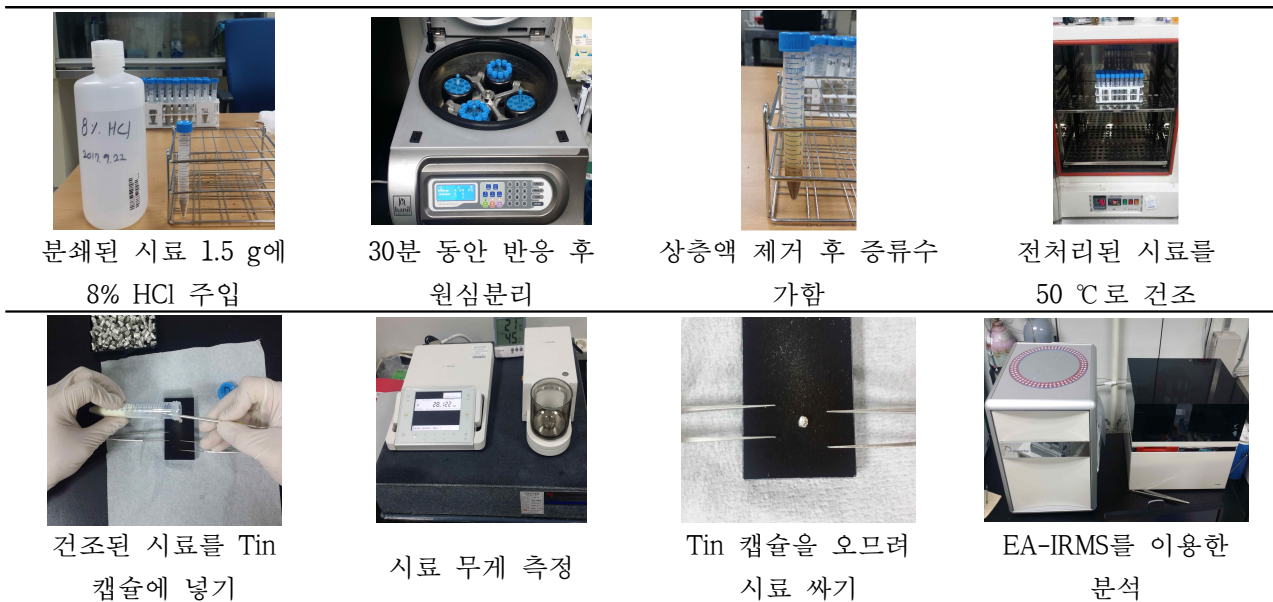


그림 2-2-9. 토양의 탄소동위원소 분석 과정

2) 질소( $\delta^{15}\text{N}$ ) 동위원소 분석법

- ① 건조된 시료 약 15 mg을 tin capsule에 넣음(정확한 무게의 측정이 필요)
- ② tin capsule에 공기가 들어가지 않도록 tin capsule을 뭉침(과량의 시료로 tin capsule이 터지는 것을 주의해야 함)
- ③ EA-IRMS를 이용하여 분석

다. 산소동위원소 분석 방법

- ① Epstein & Mayeda (1953) 방법에 따라  $\text{CO}_2$  가스를 추출
- ② 4.5 ml vial에 시료 250  $\mu\text{l}$ 를 넣음
- ③ glove bag에 시료가 담긴 vial과 cap을 넣고  $\text{CO}_2$  가스를 주입시킴
- ④ glove bag 내부를 일정한 동위원소 값을 갖는  $\text{CO}_2$  가스로 가득 채우기 위해  $\text{CO}_2$  가스의 주입과 배출을 2회 반복

- ⑤ CO<sub>2</sub> 가스가 가득 채워진 glove bag에서 vial cap을 닫음
- ⑥ 25 °C의 multi-prep 장치에서 평형 반응시킴(일정한 온도의 유지가 필수)
- ⑦ IRMS를 이용하여 산소동위원소조성을 분석



그림 2-2-10. 물 시료의 산소동위원소 분석 과정

라. 수소동위원소 분석 방법

- ① 물 시료를 2 ml vial에 가득 채움(공기에 의한 동위원소 분별을 방지하기 위함)
- ② Morrison et al. (2001)의 방법에 따라 H<sub>2</sub> 가스를 분석
- ③ EA를 기기조건에 맞게 세팅하여 준비
- ④ Auto sampler에 분석할 시료를 준비
- ⑤ EA-IRMS를 이용하여 수소동위원소 조성 분석

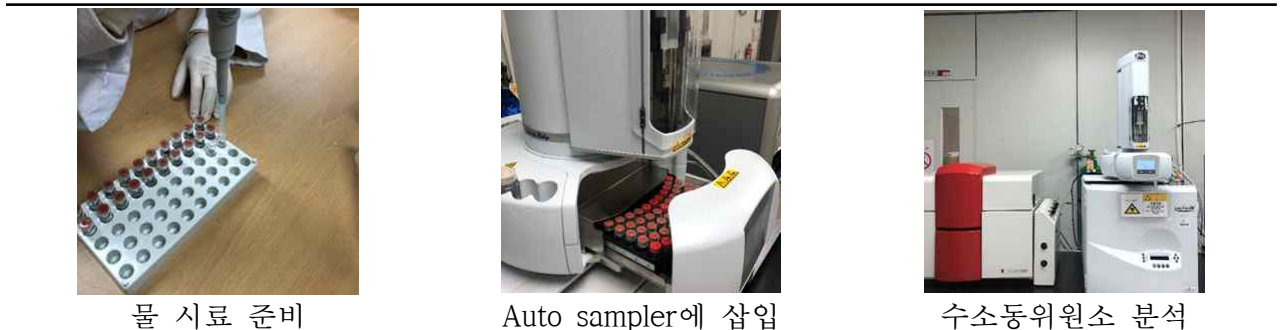
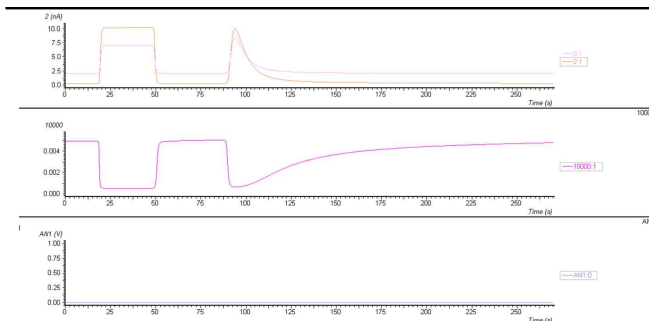


그림 2-2-11. 물 시료의 수소동위원소 분석 과정



물시료 수소동위원소 분석 결과 그래프

Parameter	Operating condition
He pressure	40 psi
Combustion furnace	1050 °C
GC column	95 °C
Run time	600 s

EA-IRMS 분석 조건

그림 2-2-12. 물 시료의 수소동위원소 분석 조건과 결과 그래프



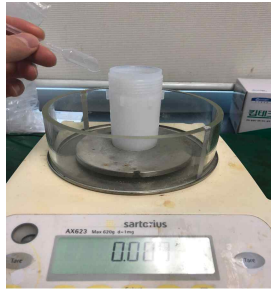
(4) 원산지 판별을 위한 무기원소 및 스트론튬 동위원소비 분석 방법

가. 원산지 판별을 위한 다중원소 분석 방법

- ① 준비된 시료 약 1.5 g을 산순환 포집분해 용기에 넣음(무게를 정확히 측정)
- ② 정제질산 15 mL를 용기에 넣은 후 마개를 닫고 170 °C hot plate에서 가열(overnight)
- ③ 용기 마개를 열고, 시료 양이 1 ml 정도가 될 때까지 170 °C hot plate에서 가열



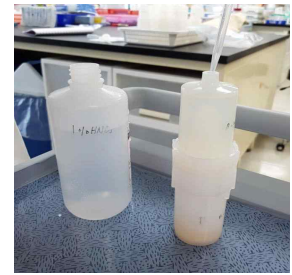
산세척된 산순환 포집 용기 준비



1.5 g 시료 무게 측정



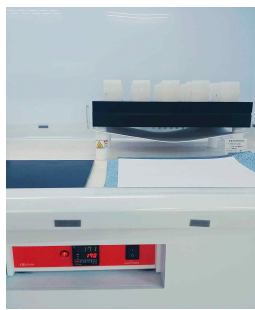
고순도질산 주입



포집용기에 1% 질산 주입



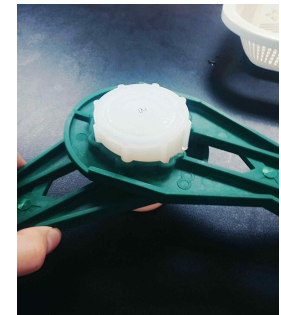
170 °C 에서 가열(overnight)



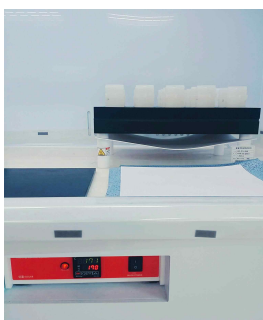
건조상태까지 170 °C 에서 가열



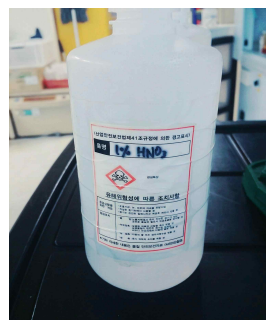
혼합산(질산, 과염소산, 불산) 처리



밀봉 후 170 °C 에서 가열(overnight)



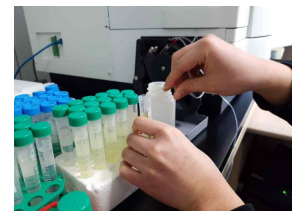
건조상태까지 170 °C 에서 가열



1% 질산을 이용한 재용해 및 최종무게 측정



분석전까지 PE병에 보관



ICP-AES, ICP-MS 분석

그림 2-2-13. 농산물 시료의 무기원소 함량 분석을 위한 전처리 과정

- ④ 혼합산 용액(질산:과염소산:불산 = 5:1:0.5) 6.5 L를 가한 후 마개를 닫고 170 °C hot plate에서 가열(overnight)
- ⑤ 용기 마개를 열고 건조상태가 될 때까지 170 °C hot plate에서 가열
- ⑥ 약 15 mL의 1% 질산을 이용하여 용해된 시료를 재 용해시킴(최종 무게 측정)
- ⑦ 시료의 주원소와 미량원소 분석을 ICP-AES(Optima 8300, PerkinElmer, USA)와 ICP-MS (iCAP Q, Thermo Scientific, Germany)를 이용하여 분석
- ⑧ 정확한 다중원소 분석을 위해 공인표준물질 1573a (tomato leaves, NIST)와 1570a (Trace Elements in Spinach, NIST)를 이용함

표 2-2-5. 농산물 시료의 무기원소 함량 분석을 위한 장비 조건

Parameters	ICP-AES	ICP-MS
RF Power	1300 W	1300 W
RF Frequency	40.68 MHz	27.12
Coolant Gas Flow	15 L/min	13 L/min
Nebulizer Gas Flow	0.7 L/min	0.9 L/min
Auxiliary Gas Flow	0.7 L/min	0.7 L/min
Sampler Cone		Ni
Skimmer Cone		Ni

나. 스트론튬 동위원소비( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) 분석 방법

- ① ICP-OES로 분석된 스트론튬 농도를 이용하여 스트론튬 200 ng이 포함된 시료를 준비
- ② 90 °C heating block에서 용매를 증발시켜 시료를 건조 상태로 만듦
- ③ 8N 질산 1 ml를 가하여 스트론튬 분리용 시료로 사용
- ④ Sr-resin(Eichrom)을 이용하여 시료 중 간섭 원소 제거
- ⑤ Neptune MC-ICP-MS를 이용하여  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  분석

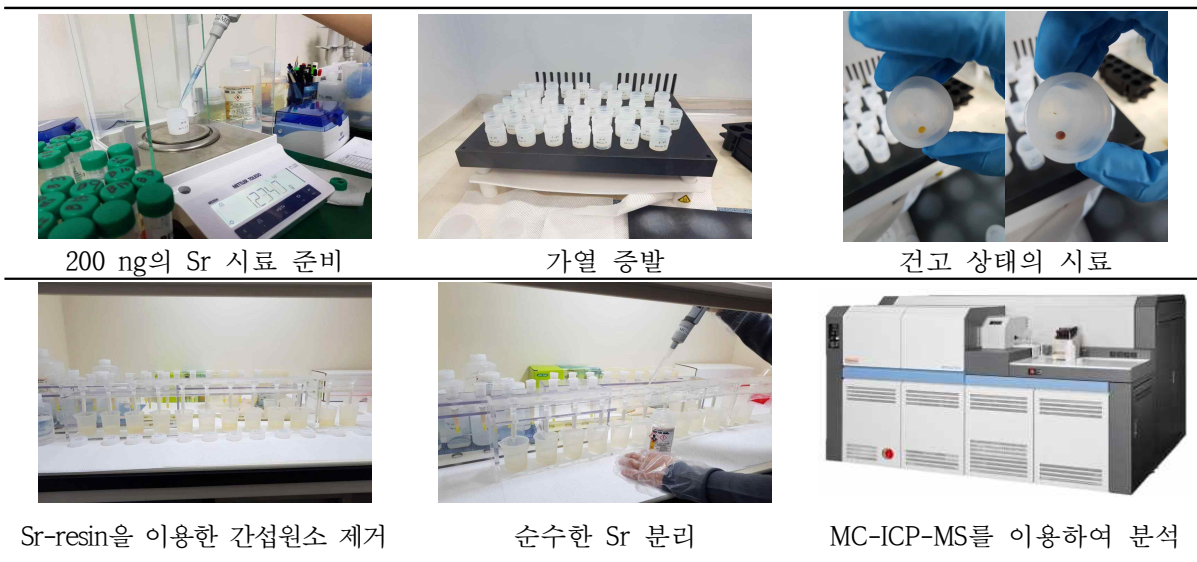


그림 2-2-14. 농산물 시료의 스트론튬 동위원소비 분석 방법

## 2-3. 농산물의 원산지 판별 분석 결과

### (1) 쌀 동위원소 분석 결과

※ 쌀 시료의 분석 결과는 Appendix 2.에 제시함

가. 행정 구역별 동위원소 분석 결과

1) 쌀 시료(2016 ~ 2018)의 동위원소 분석 결과 (n = 510)

- 질소동위원소 값은 화학 비료와 유기비료의 사용 패턴에 따라 값이 변하는 동위원소로 가장 낮은 지역은 전북(JB;  $\delta^{15}\text{N} = 4.9\%$ )이고 가장 높은 지역은 경남(GN;  $\delta^{15}\text{N} = 6.3\%$ ) 지역으로 나타남
- 탄소동위원소는 재배 환경(기온, 습도, 강우량)에 영향을 받는 동위원소로 강원(GW;  $\delta^{13}\text{C} = -27.5\%$ ) 지역이 가장 낮았으며, 제주(JJ;  $\delta^{13}\text{C} = -26.7\%$ )가 가장 높은 값을 보여줌
- 황동위원소 값이 가장 낮은 지역은 경북(GB;  $\delta^{34}\text{S} = 0.4\%$ ) 지역이고, 높은 지역은 제주(JJ;  $\delta^{34}\text{S} = 5.0\%$ ) 지역으로 나타남
- 산소동위원소는 강우의 산소동위원소와 밀접한 관계를 갖으며 위도 및 고도에 대한 영향을 나타내는 동위원소 임. 제주(JJ;  $\delta^{18}\text{O} = 24.5\%$ ) 지역은 위도가 가장 낮은 지역이므로 가장 높은 산소동위원소 값을 나타내었으며, 위도가 높은 강원(GW;  $\delta^{18}\text{O} = 22.8\%$ ) 지역이 가장 낮은 값을 보여줌

표 2-3-1. 쌀 시료의 동위원소 분석 결과

지역	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)				$\delta^{13}\text{C}$ (‰)				$\delta^{34}\text{S}$ (‰)				$\delta^{18}\text{O}$ (‰)				
	n	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD
GG	88	1.3	12.6	5.3	2.0	-28.4	-25.3	-26.9	0.6	-10.3	10.5	2.3	3.8	20.2	26.1	23.3	1.1
GW	49	2.4	14.5	5.7	2.2	-28.6	-26.2	-27.5	0.6	-6.7	13.4	3.4	3.4	20.3	25.7	22.8	1.1
CB	42	1.0	10.3	5.5	1.9	-28.5	-25.1	-26.9	0.8	-4.1	6.2	1.4	1.9	20.9	25.7	22.9	1.3
CN	56	2.0	13.1	5.6	2.0	-28.8	-25.4	-27.4	0.7	-8.8	6.3	1.5	2.5	21.1	25.4	23.0	0.9
JB	54	2.5	9.8	4.9	1.8	-28.5	-26.2	-27.2	0.6	-6.1	7.7	1.8	2.5	20.7	26.3	22.9	1.2
JN	84	1.5	11.1	5.6	2.0	-28.5	-25.9	-27.2	0.7	-21.7	14.6	1.1	4.7	20.8	26.1	23.1	1.4
GB	73	-0.1	11.8	5.2	2.4	-29.1	-25.3	-27.5	0.6	-22.0	5.8	0.4	4.1	20.6	25.3	22.9	1.2
GN	60	2.9	12.1	6.3	1.9	-28.7	-25.9	-27.3	0.7	-4.1	8.8	2.2	2.3	20.6	26.6	23.3	1.5
JJ	4	3.7	6.5	5.1	1.1	-27.3	-25.8	-26.7	0.6	2.0	8.4	5.0	2.9	24.1	24.9	24.4	0.4

※ GG: 경기도, GW: 강원도, CB: 충청북도, CN: 충청남도, JB: 전라북도, JN: 전라남도, GB: 경상북도, GN: 경상남도, JJ: 제주도

2) 쌀 시료(2016 ~ 2018)의 원소함량 분석 결과 (n = 510)

표 2-3-2. 쌀 시료의 질소, 탄소, 황, 산소 원소 함량

지역	C (%)				N (%)				S (%)				O (%)				
	n	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD
GG	75	40.9	45.6	42.8	1.0	0.9	1.5	1.2	0.1	0.06	0.13	0.10	0.01	43.1	56.2	49.9	2.1
GW	43	41.1	50.6	42.8	1.5	0.9	1.8	1.2	0.2	0.07	0.14	0.10	0.01	48.2	53.8	51.1	1.6
CB	31	41.3	43.0	42.5	0.5	1.0	1.5	1.2	0.1	0.07	0.12	0.09	0.01	44.7	53.2	50.2	2.3
CN	48	41.1	43.4	42.6	0.7	0.8	1.5	1.2	0.1	0.06	0.14	0.10	0.02	45.5	53.7	50.0	2.4
JB	43	40.9	44.5	42.5	0.6	0.9	1.5	1.2	0.1	0.06	0.13	0.10	0.01	43.5	54.1	48.7	2.8
JN	69	40.9	43.1	42.3	0.7	1.0	1.6	1.3	0.1	0.07	0.17	0.11	0.02	41.2	54.4	48.7	2.9
GB	68	40.7	43.2	42.2	0.7	1.0	1.6	1.2	0.1	0.07	0.13	0.10	0.02	38.9	54.4	49.2	2.7
GN	55	41.0	43.0	42.2	0.6	1.0	1.7	1.2	0.1	0.07	0.14	0.10	0.01	45.7	54.1	50.1	2.1
JJ	4	42.0	43.1	42.6	0.5	1.2	1.5	1.4	0.2	0.10	0.12	0.11	0.01	49.7	52.2	50.8	1.2

※ GG: 경기도, GW: 강원도, CB: 충청북도, CN: 충청남도, JB: 전라북도, JN: 전라남도, GB: 경상북도, GN: 경상남도, JJ: 제주도

3) 재배 연도별 쌀 시료의 동위원소 결과 비교

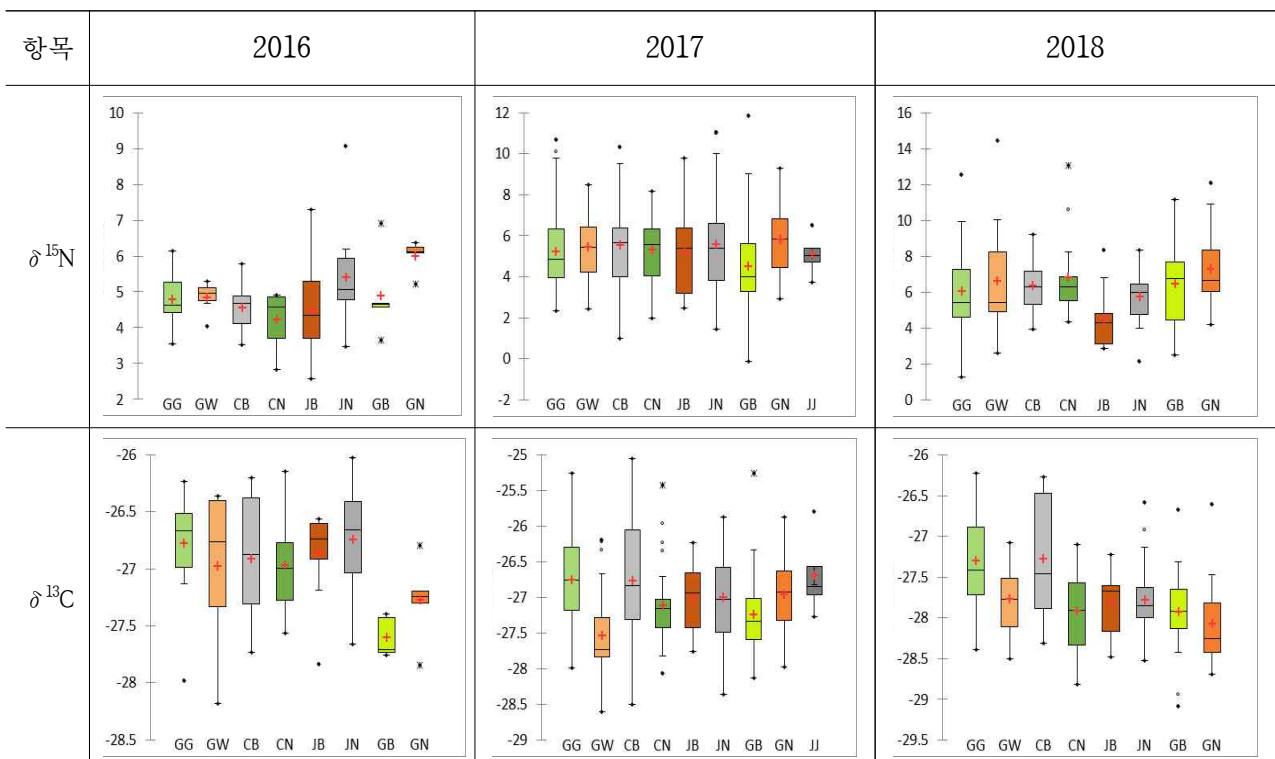


그림 2-3-1. 쌀 시료의 동위원소 Box-Whisker plot (재배 연도별)

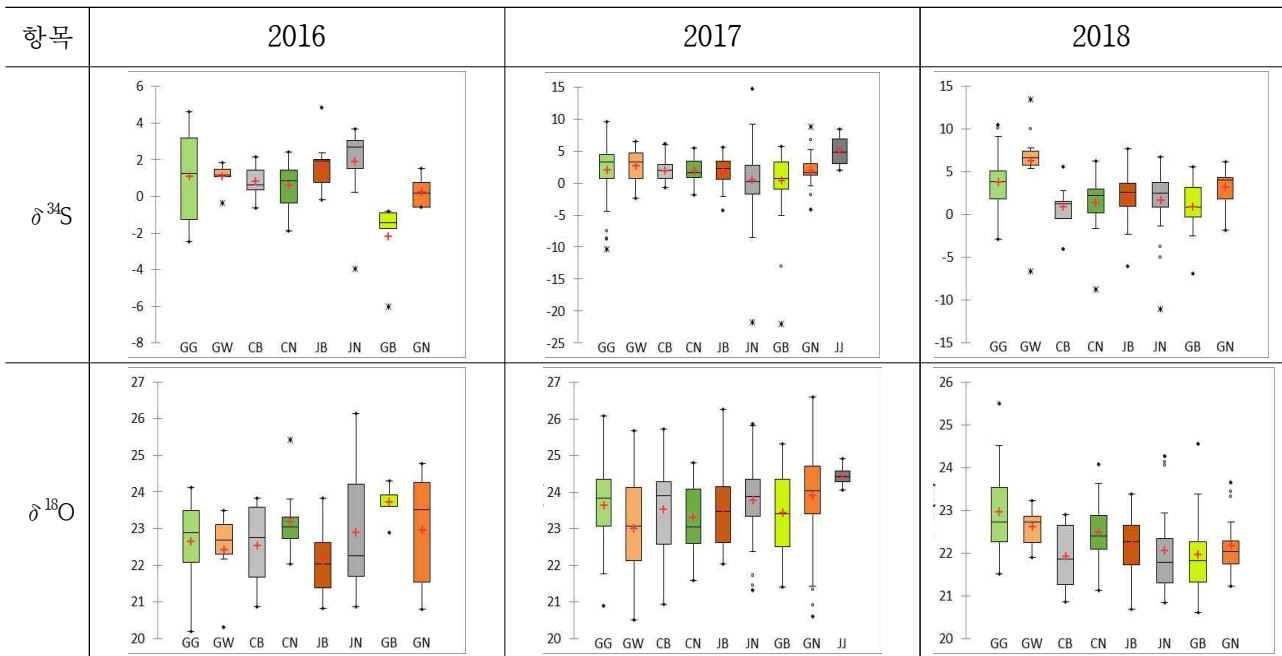
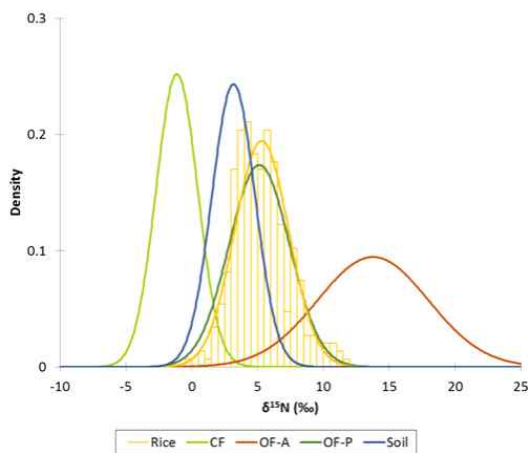


그림 2-3-1. 계속

나. 환경 자료와 쌀 시료의 동위원소 비교

1) 질소동위원소

- 농산물의 질소동위원소는 재배에 사용된 비료의 동위원소 구성에 영향을 받음(Bateman et al., 2007)
- 쌀의 질소동위원소와 잠재적 영향 인자에 대한 히스토그램 분석 결과 식물유래 유기비료의 범위와 매우 비슷한 범위의 값을 나타냄
- 국내에서 재배되는 쌀의 질소원은 식물에서 유래된 유기비료에 의한 영향이 주도적일 것으로 예상됨



	n	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
화학비료(CF)	17	-1.1
식물유래 유기비료(OF-P)	75	13.8
동물유래 유기비료(OF-A)	12	5.1
쌀시료(Rice)	294	5.3
토양(Soil)	22	3.2

그림 2-3-2. 쌀과 재배환경 요인(비료, 토양)의 질소동위원소 히스토그램과 평균값

2) 황동위원소

- 쌀의 황동위원소 값의 히스토그램 분석 결과 대부분의 시료가 토양 sulfate, 대기 강하 유래 황, 화학비료의 범위에 해당 됨
- 재배지의 토양과 쌀 시료의 황동위원소의 x-y plot 결과를 통해 쌀의 황동위원소는 토양에서 대부분 유래된 것으로 확인됨(기울기 0.9322)

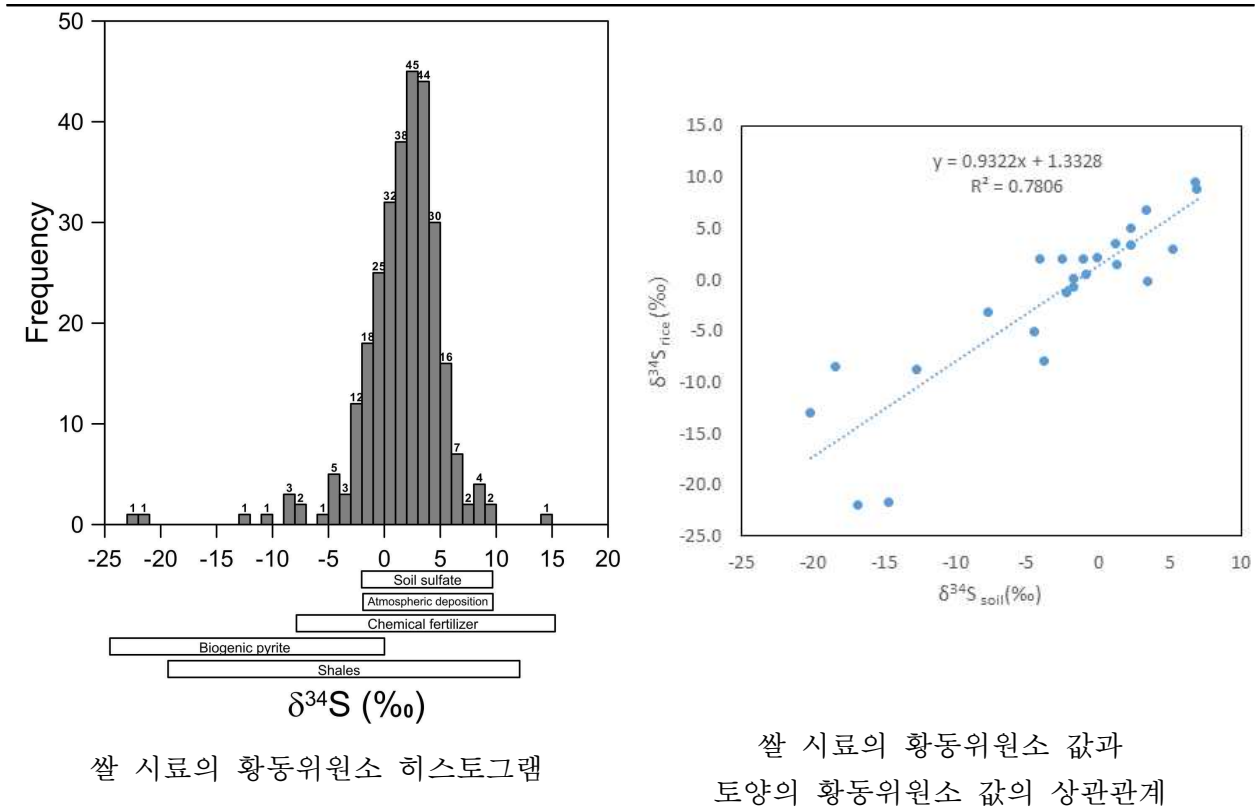


그림 2-3-3. 쌀 시료의 동위원소별 Box-Whisker plot

※ 토양 시료의 분석 결과는 Appendix 5.에 제시함

(2) 양파 다중동위원소 분석 결과

※ 양파 시료의 분석 결과는 Appendix 3.에 제시함

○ 양파 생산지 구분

- 2017년에 수집한 양파시료를 생산지에 따라서 4개의 그룹으로 나눔
  - ◆ Group 1: 강원, 충북
  - ◆ Group 2: 경기도, 충남
  - ◆ Group 3: 경상도
  - ◆ Group 4: 전라남도



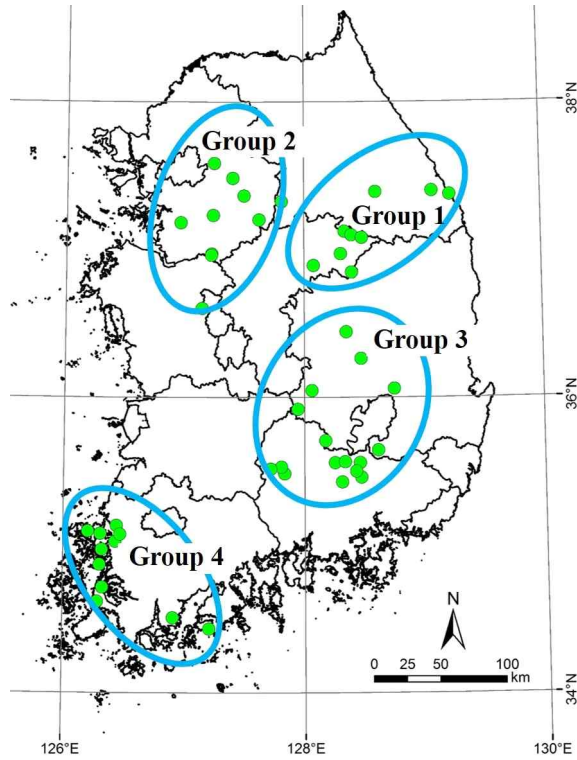


그림 2-3-4. 2017년 양파 수집 지점

○ 양파의 원소함량 분석 결과

- 4개의 그룹으로 나눈 양파의 원산지별 차이를 확인하기 위해 분석된 값을 이용하여 ANOVA 분석 수행
- 분석 결과 수소, 질소, 황 원소 함량이 유의미한 차이를 나타냄
- 상대적으로 높은 위도에 위치한 Group 1과 Group 2의 수소, 질소, 황 함량이 높게 측정
- 높은 질소와 황 함량은 양파 재배에 사용된 비료 시비의 영향으로 판단됨
- 사용된 비료에 대한 보다 면밀한

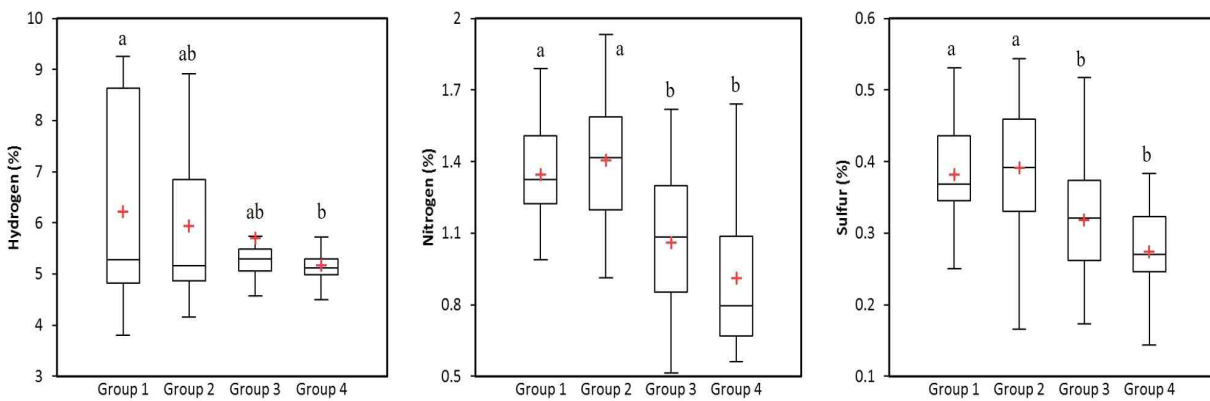


그림 2-3-5. 생산지 별로 분류한 그룹의 원소 함량 분석 결과

○ 양파의 동위원소 분석 결과

- 낮은 위도에서 재배된 Group 3과 Group 4의 양파 시료의 산소동위원소 값이 다른 그룹보다 높게 나타남(위도효과의 영향).
- 즉, 양파의 산소동위원소는 강우에 의해 주도적인 영향을 받은 것으로 파악됨
- 질소동위원소 값은 4개의 그룹이 모두 통계적으로 다르게 나타남
- 각 지역별로 비료 시비 방법(비료종류, 강도, 빈도)이 다른 것으로 예상됨
- 생산지가 해안에 위치한 Group 4의 황동위원소 조성은 다른 지역보다 높음.
- 해수의 황동위원소는 평균 20.3‰로 다른 자연 기원의 황 보다 높음.
- 해안 지역에서 재배된 양파는 해양기원의 황에 의해 영향을 받은 것으로 판단됨

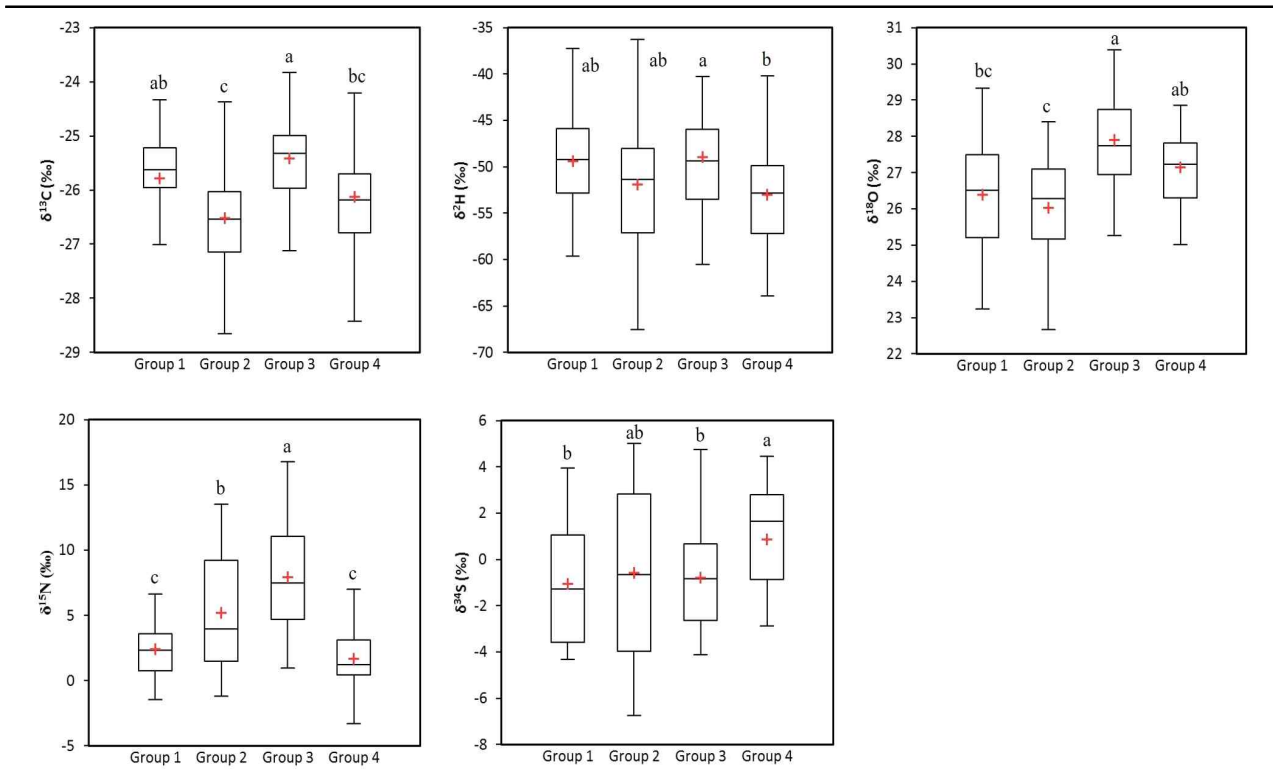


그림 2-3-6. 생산지 별로 분류한 그룹의 동위원소 분석 결과

○ 양파의 무기원소 분석 결과

표 2-3-3. 양파의 무기원소 분석 결과 (최대, 최소, 평균, 표준편차, 유의확률)

무기원소	그룹	Min	Max	Mean	SD	Significance
Ca (%)	Group 1	0.12	0.48	0.28	0.10	0.004
	Group 2	0.17	0.36	0.26	0.06	
	Group 3	0.14	0.49	0.27	0.11	
	Group 4	0.21	1.00	0.46	0.22	



무기원소	그룹	Min	Max	Mean	SD	Significance
P (%)	Group 1	0.19	0.45	0.29	0.08	< 0.0001
	Group 2	0.28	0.54	0.41	0.09	
	Group 3	0.17	0.29	0.23	0.04	
	Group 4	0.11	0.40	0.27	0.11	
S (%)	Group 1	0.22	0.49	0.36	0.09	0.001
	Group 2	0.30	0.55	0.41	0.08	
	Group 3	0.18	0.51	0.34	0.08	
	Group 4	0.08	0.35	0.26	0.07	
Al (mg/kg)	Group 1	0.9	6.2	2.4	1.6	0.02
	Group 2	0.8	6.9	2.4	2.0	
	Group 3	0.6	5.4	2.1	1.4	
	Group 4	0.6	37.9	9.4	12.4	
Ba (mg/kg)	Group 1	0.1	8.4	2.2	2.4	0.0003
	Group 2	0.4	10.1	2.8	3.2	
	Group 3	0.5	19.3	3.1	4.5	
	Group 4	2.2	19.5	9.9	5.7	
Co (mg/kg)	Group 1	0.2	1.2	0.5	0.4	0.025
	Group 2	0.2	613.2	112.8	215.0	
	Group 3	0.1	14.9	2.1	3.6	
	Group 4	0.0	0.6	0.2	0.2	
Sr (mg/kg)	Group 1	2.7	11.0	5.9	2.9	0.025
	Group 2	3.6	22.1	9.9	5.8	
	Group 3	5.0	24.3	11.9	5.3	
	Group 4	4.8	27.2	12.6	6.6	
Sc (µg/kg)	Group 1	0.0	1.4	0.6	0.4	0.046
	Group 2	0.2	2.1	1.0	0.7	
	Group 3	0.0	1.8	0.8	0.5	
	Group 4	0.3	15.5	3.1	4.5	
V (µg/kg)	Group 1	0.0	20.5	7.7	7.2	0.016
	Group 2	1.2	3757.7	725.1	1295.0	
	Group 3	5.1	46.7	16.3	11.3	
	Group 4	0.3	33.8	12.3	11.0	
As (µg/kg)	Group 1	5.6	45.0	18.1	10.4	0.035
	Group 2	6.5	308.3	68.3	103.2	
	Group 3	8.6	46.7	18.5	10.1	
	Group 4	7.1	20.7	12.9	4.7	
Mo (µg/kg)	Group 1	18.4	655.1	217.8	224.3	0.037
	Group 2	6.0	1069.6	314.8	392.5	
	Group 3	11.2	213.6	68.8	57.7	
	Group 4	2.9	286.9	107.4	111.4	

○ 양과시료의 판별 분석 결과

- 동위원소(질소, 탄소, 황, 산소, 수소)와 원소 함량(N, C, S, O, H)을 이용한 판별 분석
- 이와 함께 무기원소 함량을 추가하여 판별 분석
- 판별 분석 결과 생산지로 나눈 4개 그룹의 시료 중 97.8%의 시료가 정확한 생산지로 구분됨. Group 4의 1개 시료만 Group 1로 판별됨
- 원산지 판별에 동위원소 단독 분석보다 무기원소 함량을 동시에 분석한 결과에서 높은 판별율을 나타냄

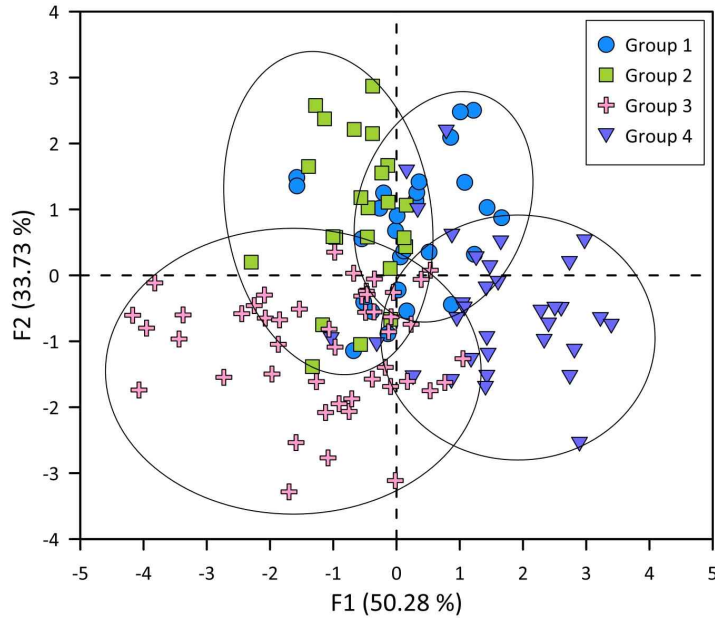


그림 2-3-7. 동위원소와 원소 함량을 이용한 양과의 판별 분석 결과

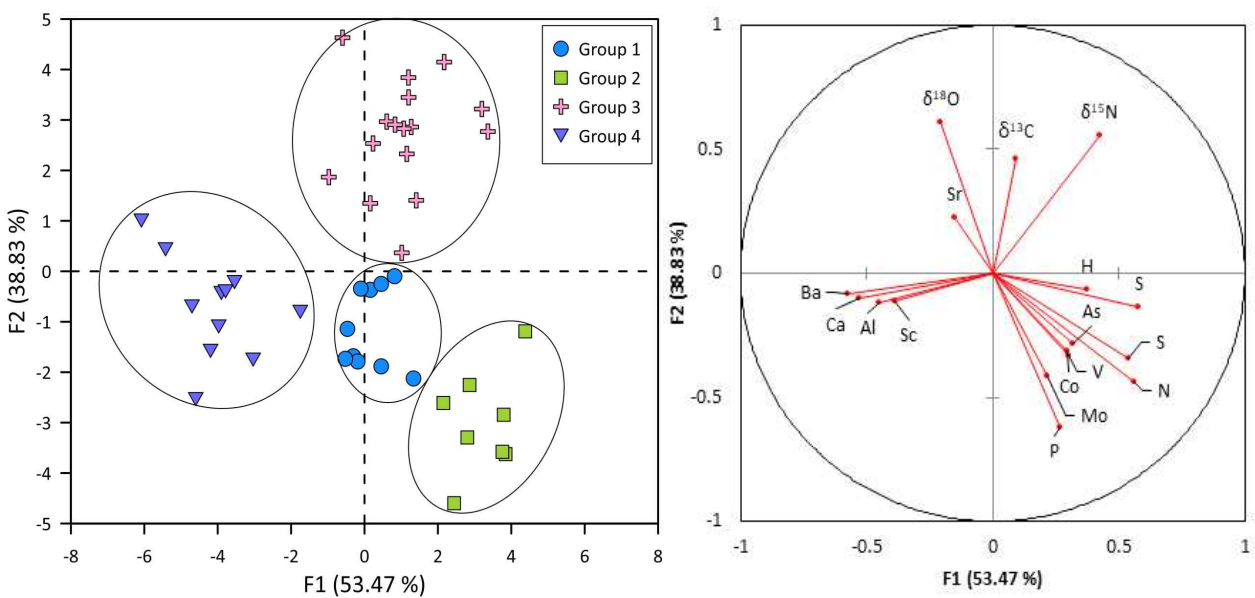


그림 2-3-8. 동위원소, 원소함량, 무기원소 함량을 이용한 양과의 판별 분석 결과

표 2-3-4. 양과 시료의 판별 분석 결과

	Group1	Group2	Group3	Group4	Total	% correct
Group1	10	0	0	0	10	100.0%
Group2	0	8	0	0	8	100.0%
Group3	0	0	16	0	16	100.0%
Group4	1	0	0	10	11	90.9%
Total	11	8	16	10	45	97.8%

(3) 마늘 원산지 판별

※ 마늘 시료의 분석 결과는 Appendix 4.에 제시함

가. 2017년도 마늘 원산지 구분

○ 마늘 시료의 동위원소와 무기원소 분석 결과

- ANOVA 분석 결과(Tukey's HSD post-hoc test) 각각의 생산 지역별로 원산지가 구분됨

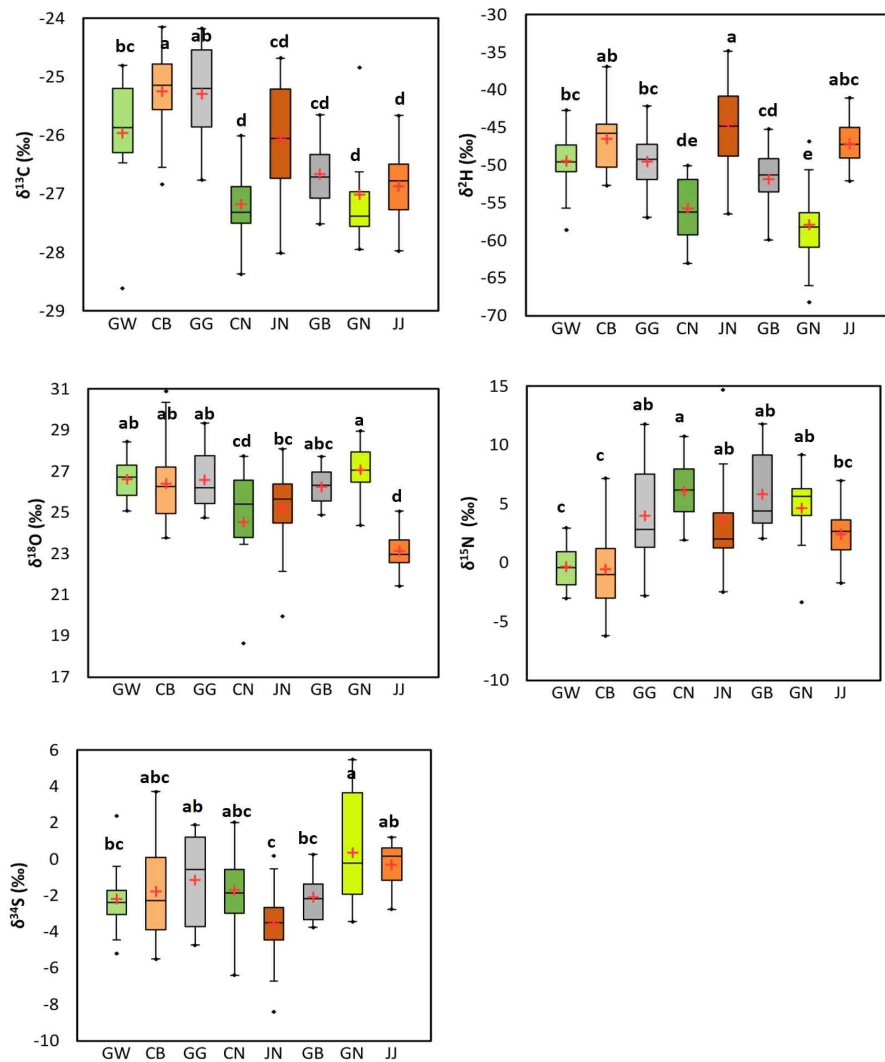


그림 2-3-8. 마늘 시료의 판별 분석 결과

표 2-3-5. 마늘시료의 무기원소 분석 결과

지역	Ca (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mg (mg/kg)	P (mg/kg)
GW	451.1 ± 119.3 a	13.9 ± 2.5 d	490.8 ± 78.6 b	3589.7 ± 967.7 bc
CB	454.1 ± 88.0 a	14.7 ± 2.4 d	544.5 ± 75.4 b	3711.7 ± 1138.8 bc
GG	354.2 ± 139.7 ab	21.6 ± 4.0 bcd	571.9 ± 64.8 ab	4906.6 ± 937.2 ab
CN	226.8 ± 37.5 b	31.7 ± 5.2 ab	571.5 ± 88.0 ab	4171.1 ± 470.9 abc
JN	218.2 ± 57.0 b	24.1 ± 6.9 bc	529.4 ± 77.7 b	4011.6 ± 843.3 bc
GB	393.6 ± 250.8 ab	18.5 ± 6.6 cd	475.3 ± 59.3 b	3422.5 ± 228.0 bc
GN	211.8 ± 42.4 b	34.2 ± 11.1 ab	496.3 ± 76.4 b	3148.7 ± 346.6 c
JJ	202.5 ± 30.7 b	25.0 ± 4.6 abc	685.6 ± 50.4 a	5431.7 ± 321.3 a

지역	S (mg/kg)	Al (mg/kg)	Sr (mg/kg)	As (µg/kg)	Se (µg/kg)
GW	4845.8 ± 770.1 b	1.5 ± 0.5 b	1.0 ± 0.3 b	5.5 ± 3.4 bc	1.4 ± 0.7 b
CB	5362.6 ± 1810.0 b	1.1 ± 0.6 b	1.0 ± 0.5 b	5.2 ± 3.2 c	2.9 ± 3.1 ab
GG	6321.7 ± 1526.1 ab	0.9 ± 0.4 b	1.4 ± 0.7 b	6.6 ± 3.3 bc	2.0 ± 1.4 b
CN	6493.5 ± 1149.2 ab	1.8 ± 0.7 b	1.0 ± 0.9 b	7.4 ± 3.9 bc	2.0 ± 0.6 b
JN	7385.6 ± 2218.2 ab	1.2 ± 0.4 b	0.7 ± 0.2 b	4.8 ± 3.3 c	2.9 ± 2.0 ab
GB	5651.4 ± 520.1 b	1.1 ± 0.4 b	6.2 ± 6.8 a	17.6 ± 9.1 a	0.7 ± 0.2 b
GN	5047.1 ± 1151.6 b	1.4 ± 0.5 b	1.5 ± 0.2 b	12.0 ± 5.5 ab	1.2 ± 0.9 b
JJ	9046.0 ± 2365.1 a	3.1 ± 1.5 a	0.9 ± 0.4 b	1.9 ± 2.1 a	5.6 ± 2.0 a

※ GG: 경기도, GW: 강원도, CB: 충청북도, CN: 충청남도, JB: 전라북도, JN: 전라남도, GB: 경상북도, GN: 경상남도, JJ: 제주도

○ 마늘의 탄소, 산소동위원소와 재배환경 간의 상관관계

- 강우와 함께 상대습도는 식물의 성장과 밀접한 관계를 나타냄
- 상대습도가 낮은 경우 증발현상에 의한 산소동위원소조성이 부화되는 경향이 뚜렷함
- 상대적으로 상대습도(약 52~63%)가 낮은 GW, CB, GG, GB 및 GN 지역은 CN, JN 및 JJ 지역(상대습도 약 66~80%)과 비교하여 산소동위원소조성이 부화된 특성을 보임

표 2-3-6. 마늘의 탄소, 산소동위원소 값과 재배 환경간의 상관관계

	$\delta^{13}\text{C}$		$\delta^{18}\text{O}$	
	r	p	r	p
Latitude	0.35	0.009	0.402	0.002
Longitude	0.203	0.137	0.588	< 0.0001
Temperature (°C)	-0.061	0.658	0.263	0.053
Precipitation (mm)	-0.179	0.192	-0.232	0.088
Relative humidity (%)	-0.426	0.001	-0.617	< 0.0001

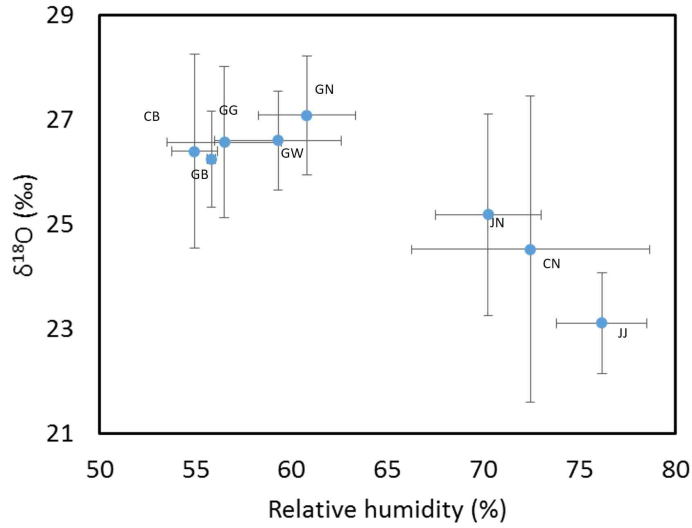


그림 2-3-10. 마늘시료의 산소동위원소와 재배지의 상대습도의 상관관계

○ 마늘 시료의 판별분석 결과

- 판별 분석 결과, 총 12개의 주요 인자( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ , Ca, Al, Fe, Mg, S,  $\delta^2\text{H}$ , Se, As, Sr,  $\delta^{34}\text{S}$ )에 의해 원산지가 판별되었으며, 3개의 discriminant function(F1, F2, F3)에 의해 마늘의 생산지가 구별됨
- 다중동위원소와 원소분석 결과를 결합한 통계분석(판별율 90.9%)을 통해 마늘의 원산지가 효과적으로 구분됨

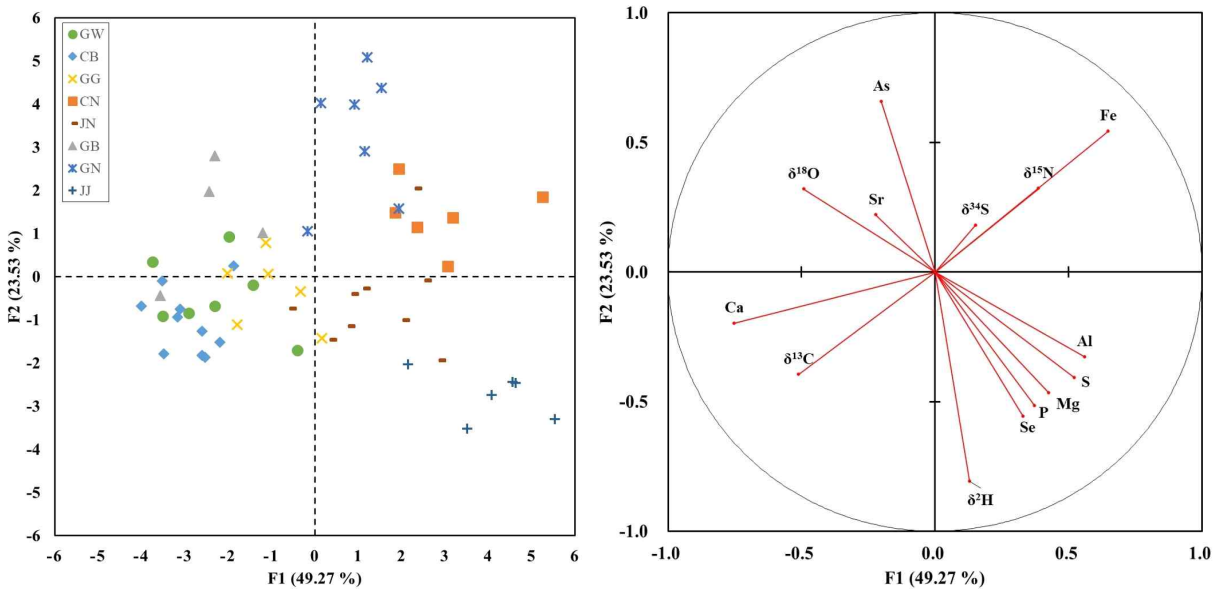


그림 2-3-11. 마늘 시료의 판별 분석 결과

표 2-3-7. 판별 분석 결과로 분류된 마늘 시료의 생산지

지역	GW	CB	GG	CN	JN	GB	GN	JJ	Total	Correctly classified (%)
GW	5	2							7	71.4
CB	1	9							10	90.0
GG	1		5						6	83.3
CN				6					6	100
JN					9				9	100
GB	1					3			4	75.0
GN					1		6		7	85.7
JJ								6	6	100
Total	8	11	5	6	10	3	6	6	55	89.1

※ GG: 경기도, GW: 강원도, CB: 충청북도, CN: 충청남도, JB: 전라북도, JN: 전라남도, GB: 경상북도, GN: 경상남도, JJ: 제주도

#### (4) 수입산 농산물과의 비교

##### ○ 탄소, 산소동위원소

- 2017년(193 mm)과 2018년(547 mm) 내린 강우량의 차이로 인해 한국산 마늘과 양파의  $\delta^{13}\text{C}$  값은 2017년도에 상대적으로 부화된 경향을 보임
- 한국산 농산물의  $\delta^{18}\text{O}$  값은 연도별 차이를 보이는 것은 관개수(지하수, 지표수)의 동위원소 조성을 반영한 결과로 판단됨
- 2017년 중국산과 2018년 한국산 마늘에서 탄소 동위원소 값이 비슷한 결과를 보이는 것은 이들이 비슷한 기후조건에서 재배되었을 것으로 판단됨(예 : 강우량, 기온)
- 2017년과 2018년 한국산 마늘에서 관찰되는  $\delta^{13}\text{C}$  값의 차이는 연강수량에 따라 발생하는 동위원소분별 현상의 차이로 설명됨
- 2017년 중국산과 2018년 한국산 마늘의  $\delta^{18}\text{O}$  값은 뚜렷한 차이를 보이지 않음

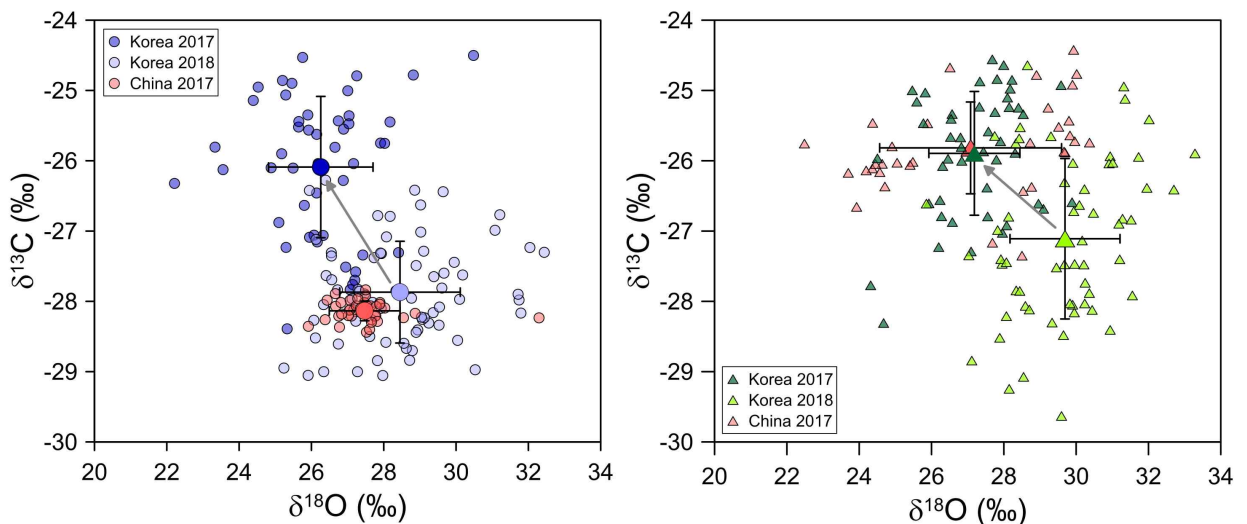


그림 2-3-12. 마늘(왼쪽), 양파(오른쪽) 시료의 탄소, 산소동위원소 분석 결과

- 2017년 한국산과 중국산 양파의 동위원소 값이 비슷한 결과를 보이는 것은 토양의 특성(예: 토양 산성도)과 관련된 재배 방법(예 : 비료)의 차이로부터 발생되었을 것으로 판단되며, 향후 보다 더 자세한 연구가 필요함
- 중국산 양파의 경우 생산지 차이로 인해 서로 다른  $\delta^{18}\text{O}$  값의 범위를 보임 (예 : 23% ~ 25%와 29% ~ 31%)

○ 질소, 황동위원소

- 마늘과 양파의 동위원소 분포 경향은 매우 유사한 결과를 보임
- 재배 연도에 따른 뚜렷한 동위원소 조성의 변화가 관찰되지 않음
- 중국산 마늘과 양파의  $\delta^{34}\text{S}$  값은 한국산과 비교하여 높은 값을 나타냄
- 화학비료와 유기비료의 범위를 도시한  $\delta^{34}\text{S}$ 와  $\delta^{15}\text{N}$ 의 관계 그래프에서 한국산 농산물과 중국산 농산물은 서로 다른 영역에 분포
- 중국산 농산물은 화학비료와 토양특성을 반영하는 것으로 보임
- 한국산 농산물은 화학비료와 유기비료의 영향을 함께 받은 것으로 판단됨
- 한국산과 비교하여 중국산 농산물의 동위원소 조성 변화의 폭이 작은 것은 상대적으로 균일한 재배 방식(예 : 비료종류)에 의해 생산되었을 것으로 예상됨

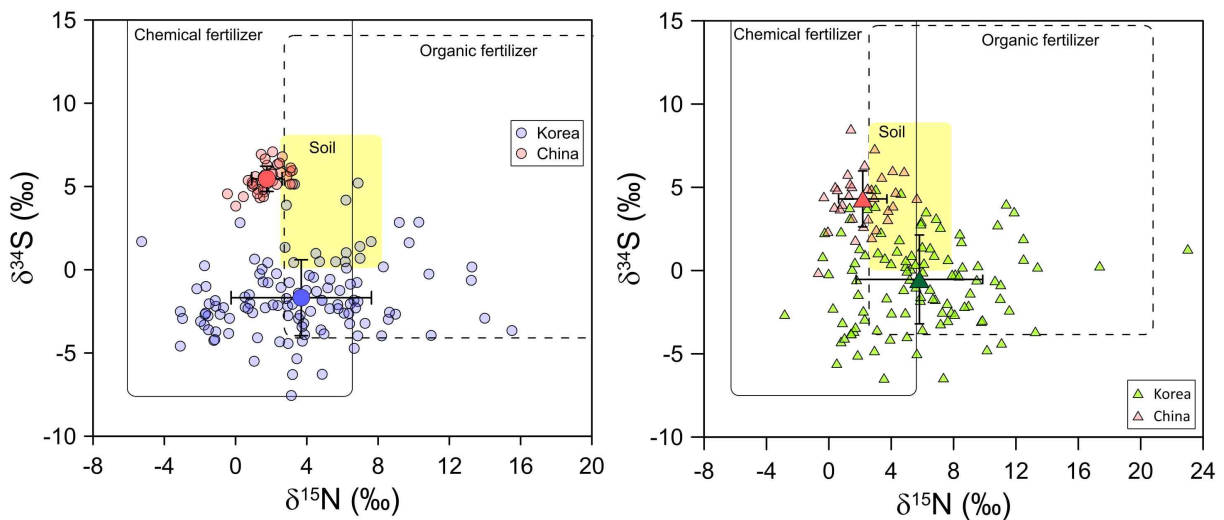


그림 2-3-13. 마늘(왼쪽), 양파(오른쪽) 시료의 질소, 황동위원소 분석 결과

○ 주성분분석(Principal Component Analysis, PCA) 결과

- 마늘에 대한 PCA 결과로부터 F1은 질소, 황, 산소 함량 및  $\delta^{18}\text{O}$  와 상관관계를 보임
- F2는  $\delta^{34}\text{S}$ 와 음의 상관관계를 나타내며,  $\delta^{13}\text{C}$  및  $\delta^{15}\text{N}$ 에 대해 양의 상관관계를 보임
- F1과 F2는 각각 기후조건(예 : 강우량), 비료의 양과 비료의 종류, 토양 특성을 대표하는 요인으로 판단됨
- 양파에 대한 PCA결과에서 F1은 질소, 황 함량과 양의 상관관계를 보임
- $\delta^{34}\text{S}$ 와  $\delta^{13}\text{C}$ 는 F3과 양의 상관관계를 보이는 반면,  $\delta^{18}\text{O}$ 와  $\delta^{15}\text{N}$ 는 음의 상관관계를 보임
- 양파의 F1과 F3는 각각 비료의 양과 비료의 종류, 기후조건을 대표하는 요인으로 판단됨

- 중국산 마늘과 달리 양파의 주요 생산지는 East China와 West China에 넓게 분포하는 것으로 판단되며, 향후 다양한 고찰의 연구가 필요함

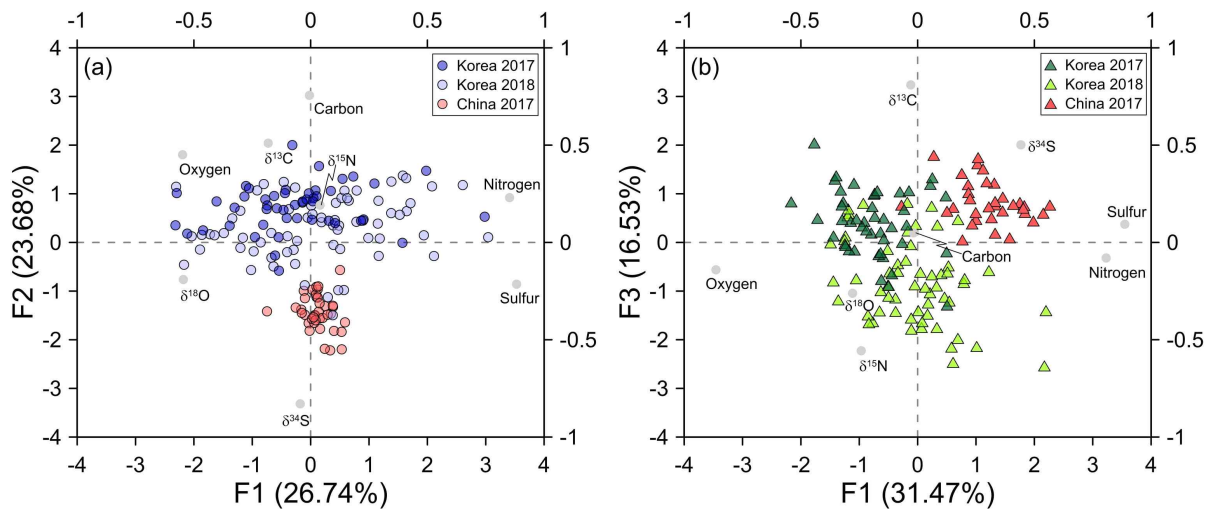


그림 2-3-14. 마늘(왼쪽), 양파(오른쪽) 시료의 주성분분석 결과

○ 수입산 양파, 마늘 시료의 동위원소 및 원소함량 분석 결과

표 2-3-8. 수입산 양파, 마늘 시료의 동위원소 및 원소 함량 분석 결과

시료번호	원산지	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{34}\text{S}$	$\delta^{18}\text{O}$	C	N	S	O
		(‰)							
16G-01	중국	1.5	-28.0	5.2	27.5	40.9	2.5	0.9	45.9
16G-02	태국	1.6	-28.4	4.9	28.3	40.2	2.5	0.8	45.9
16G-03	태국	0.8	-27.6	-2.4	33.7	40.5	2.8	0.8	46.0
16G-04	중국	1.8	-28.2	5.2	32.3	41.0	2.3	0.8	46.9
16G-05	중국	1.6	-28.2	4.7	28.9	40.6	2.4	0.8	46.3
16G-06	중국	0.0	-28.3	3.8	27.7	41.2	2.5	0.8	46.9
16G-07	중국	2.1	-28.1	5.3	27.5	34.3	2.1	0.8	45.8
16G-08	중국	3.2	-27.9	5.1	27.5	41.2	2.4	0.8	46.5
16G-09	중국	1.8	-28.0	6.3	27.9	41.1	2.3	0.8	44.8
16G-10	중국	1.4	-28.2	4.3	27.1	41.0	2.4	0.8	46.6
16G-11	중국	0.9	-28.3	5.2	27.0	41.9	2.7	1.4	46.5
16G-12	중국	2.6	-28.1	6.8	27.1	40.8	2.3	0.8	46.7
16G-13	중국	3.1	-28.2	5.9	26.8	41.2	2.4	0.8	46.5
16G-14	중국	1.1	-28.4	5.6	26.7	39.8	2.4	0.8	45.3
16G-15	중국	2.3	-28.1	5.1	27.2	40.4	2.5	0.8	46.0
16G-16	중국	0.4	-28.1	4.4	27.6	41.1	2.5	0.7	47.2



시료번호	원산지	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{34}\text{S}$	$\delta^{18}\text{O}$	C	N	S	O
		(‰)							
16G-17	중국	1.3	-28.1	4.8	26.7	41.0	2.4	0.8	46.4
16G-18	중국	3.2	-28.1	6.0	27.0	41.3	2.4	0.8	47.0
16G-19	중국	3.1	-28.0	5.1	27.1	41.2	2.5	0.8	46.9
16G-20	중국	3.1	-28.0	6.1	27.5	40.3	2.4	0.8	45.3
16G-21	중국	2.9	-28.1	5.6	28.0	41.2	2.4	0.8	46.0
16G-22	중국	2.4	-28.1	6.3	27.5	40.5	2.3	0.8	46.6
16G-23	중국	0.9	-28.2	5.0	27.8	40.9	2.5	0.7	44.9
16G-24	중국	1.6	-28.2	4.4	27.8	41.0	2.5	0.8	45.2
16G-25	중국	1.4	-28.1	6.9	27.6	40.7	2.6	0.8	44.8
16G-26	중국	0.7	-28.2	5.4	28.5	40.7	2.5	0.8	45.2
16G-27	중국	1.2	-28.4	4.6	27.5	40.7	2.5	0.8	45.1
16G-28	중국	1.0	-28.2	5.1	27.0	40.8	2.5	0.8	45.3
16G-29	중국	-0.5	-28.4	4.6	27.6	41.0	2.4	0.7	45.5
16G-30	중국	1.6	-28.2	5.4	26.8	40.8	2.2	0.7	44.8
16G-31	중국	1.7	-28.1	6.7	27.2	40.6	2.3	0.7	45.3
16G-32	중국	2.0	-28.1	5.8	27.4	40.6	2.7	0.8	44.7
16G-33	중국	1.6	-27.8	4.8	27.5	40.8	2.2	0.8	46.3
16G-34	중국	2.1	-28.3	7.1	27.9	40.5	2.3	0.8	43.3
16G-35	중국	1.6	-28.3	5.6	27.7	41.1	2.6	0.9	45.6
16G-36	중국	2.5	-27.9	6.4	26.7	40.5	2.5	0.9	44.4
16G-37	스페인	4.5	-27.1	4.1	29.0	41.7	1.9	0.8	47.6
16G-38	스페인	4.4	-27.2	4.0	28.9	41.4	1.8	0.9	47.1
16G-39	스페인	4.5	-27.1	4.0	28.8	41.4	1.9	0.8	47.1
16G-40	스페인	4.2	-27.2	4.4	28.8	41.5	1.9	0.9	45.8
16G-41	중국	2.1	-28.0	5.7	26.4	39.9	2.4	0.9	44.5
16G-42	스페인	4.7	-25.8	6.4	29.9	41.1	3.1	1.1	44.1
16G-43	스페인	5.1	-26.0	7.0	29.7	41.0	2.9	1.2	44.0
16G-44	스페인	5.0	-26.0	6.7	29.2	41.0	3.0	1.1	44.7
16G-45	스페인	5.3	-26.0	7.6	28.8	40.5	3.0	1.1	45.7
16G-46	스페인	5.7	-26.1	7.3	29.4	40.8	3.1	1.2	45.0
16G-47	중국	1.6	-28.4	5.7	26.8	40.7	2.3	0.8	45.6
16G-48	중국	1.7	-28.0	5.5	27.3	40.8	2.4	0.8	45.2
16G-49	중국	1.6	-28.1	5.3	27.8	40.9	2.3	0.7	45.0
16G-50	중국	2.5	-28.0	5.8	27.9	40.9	2.3	0.8	44.7
16O-01	일본	2.0	-26.8	1.7	23.0	38.8	1.6	0.5	48.2

시료번호	원산지	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{34}\text{S}$	$\delta^{18}\text{O}$	C	N	S	O
		(‰)							
160-02	일본	2.1	-26.7	1.7	22.8	38.6	1.6	0.5	48.0
160-03	일본	2.1	-26.8	1.7	22.6	38.7	1.6	0.5	49.0
160-04	일본	2.0	-26.8	1.0	22.2	38.9	1.9	0.6	47.7
160-05	일본	1.5	-26.5	0.5	22.5	38.6	2.1	0.6	47.7
160-06	일본	3.4	-26.0	1.1	22.4	38.4	1.8	0.6	48.7
160-07	중국	4.8	-26.0	6.0	25.5	38.9	1.7	0.7	48.8
160-08	중국	4.1	-25.5	6.0	24.4	38.1	2.0	0.7	47.4
160-09	중국	3.4	-26.1	5.6	25.4	38.5	1.6	0.6	49.3
160-10	베트남	7.3	-29.4	1.2	25.8	38.7	1.5	0.5	49.1
160-11	베트남	7.5	-29.4	0.7	25.6	38.5	1.6	0.5	48.9
160-12	베트남	9.0	-28.9	0.0	26.1	38.6	1.3	0.5	51.0
160-13	베트남	4.8	-28.9	0.9	25.9	42.9	1.8	0.5	49.5
160-14	베트남	6.2	-29.4	0.9	25.6	38.7	1.5	0.5	49.6
160-15	중국	2.7	-26.2	2.0	23.7	38.3	1.5	0.6	49.4
160-16	중국	2.2	-26.1	2.7	24.4	38.2	1.4	0.6	49.2
160-17	중국	3.0	-26.1	2.5	24.2	37.3	1.6	0.6	48.9
160-18	중국	-0.1	-24.4	2.4	29.9	38.9	1.4	0.5	49.8
160-19	중국	1.3	-24.8	4.5	28.9	39.1	1.6	0.5	47.9
160-20	중국	1.4	-25.2	8.5	29.2	38.9	1.6	0.5	49.3
160-21	중국	2.7	-26.0	4.9	25.0	39.0	1.5	0.6	48.1
160-22	중국	1.5	-26.0	5.1	24.6	38.4	1.7	0.6	48.0
160-23	중국	0.4	-25.8	5.0	24.9	38.5	1.4	0.7	49.1
160-24	중국	0.5	-26.4	4.9	24.7	37.7	1.8	0.7	48.4
160-25	중국	0.4	-26.0	3.8	24.5	38.8	1.8	0.7	49.4
160-26	중국	0.9	-26.2	4.0	24.6	38.8	1.9	0.7	48.2
160-27	일본	4.0	-26.8	2.9	23.2	38.2	1.6	0.6	49.9
160-28	일본	3.6	-26.4	1.8	22.9	39.0	1.7	0.7	50.5
160-29	일본	4.0	-26.6	2.5	23.2	39.0	1.6	0.5	49.6
160-30	일본	2.1	-27.7	-1.7	21.9	38.9	1.2	0.5	48.5
160-31	일본	3.4	-27.6	-2.2	22.5	38.9	1.3	0.5	47.4
160-32	일본	2.2	-27.1	-1.8	21.8	38.6	1.6	0.6	47.8
160-33	중국	1.7	-26.7	1.8	23.9	38.3	1.7	0.6	48.4
160-34	중국	-0.7	-25.8	-0.1	22.5	39.1	1.7	0.6	49.6
160-35	중국	1.5	-27.2	3.2	27.7	38.7	1.5	0.5	50.6
160-36	중국	3.8	-24.7	3.1	26.5	39.0	1.6	0.5	49.2

시료번호	원산지	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{34}\text{S}$	$\delta^{18}\text{O}$	C	N	S	O
		(‰)							
160-37	중국	2.9	-25.5	4.4	25.9	38.9	1.5	0.5	49.8
160-38	중국	4.1	-25.9	3.9	29.7	38.6	1.7	0.5	50.4
160-39	중국	5.6	-25.7	4.3	28.7	39.3	1.5	0.5	51.2
160-40	중국	2.5	-25.9	4.9	29.7	38.5	1.6	0.6	47.8
160-41	중국	1.2	-27.3	5.8	28.5	40.1	1.5	0.5	49.3
160-42	중국	2.9	-26.4	7.3	28.5	37.3	1.2	0.4	53.6
160-43	중국	2.3	-25.4	6.3	29.8	38.9	1.6	0.5	48.5
160-44	중국	4.3	-24.9	4.7	29.9	38.4	1.6	0.6	50.6
160-45	중국	0.7	-24.8	3.7	30.0	39.0	1.5	0.6	48.1
160-46	중국	3.8	-25.5	3.6	29.5	38.9	1.9	0.5	52.8
160-47	중국	1.4	-25.7	5.2	30.4	38.6	1.9	0.6	50.9
160-48	중국	2.2	-25.6	4.4	29.8	39.1	1.8	0.6	47.6
160-49	중국	2.5	-25.7	3.1	30.0	40.2	1.6	0.5	50.8
160-50	중국	-0.3	-26.4	4.5	28.8	39.2	1.7	0.5	46.5

#### (5) 돼지고기 원산지 판별

##### ○ 시료 정보

- 돼지고기 중 목살 부분을 원산지 판별 분석 시료로 사용
- 국내산 시료 : 20개 (대전 5개, 서울, 5개, 강릉 5개, 화순 2개, 순창 3개)
- 수입산 시료 : 20개
  - 유럽 : 6개 (독일 3개, 벨기에 2개, 스페인 1개)
  - 캐나다 : 4개
  - 멕시코 : 5개
  - 미국 : 5개

##### ○ 분석 방법

- 지방을 제거한 돼지고기 시료를 동결건조기를 이용하여 48시간 건조
- 건조된 시료를 곱게 분쇄하여 동위원소 분석용 시료로 사용
- 8 mg의 시료를 tin capsule에 넣어서 준비
- EA-IRMS를 이용하여 분석 (분석 조건은 농산물의 질소, 탄소, 황 분석 조건과 동일)

##### ○ 동위원소 분석 결과

- 돼지고기의 질소, 탄소동위원소는 사육에 사용된 사료의 원재료에 따라서 다르게 나타남(Shin et al., 2018)
- 유럽과 캐나다산 돼지고기의 탄소동위원소 값이 낮고, 국산, 멕시코, 미국이 높은 탄소 동위원소 값을 나타냄
- 이는 국산, 미국 및 멕시코산과 비교하여 유럽과 캐나다산 돼지 사육에 사용된 사료에서 상대적으로 C3 식물(콩, 보리, 밀 등)이 차지하는 비율이 높은 것을 의미함

- 질소동위원소 값은 국내산( $\delta^{15}\text{N} = 3.3\%$ ) 돼지고기가 가장 낮으며, 캐나다산( $\delta^{15}\text{N} = 4.9\%$ ) 돼지고기가 가장 높은 값을 나타내었으나 원산지별 값의 차이가 탄소보다 작음
- 국내산과 유럽산 돼지고기 시료에 대한 황동위원소조성은 4.1 ~ 4.5%의 범위에 분포
- 캐나다, 멕시코, 미국산 돼지고기 시료의 황동위원소조성은 -1.0 ~ 1.4% 범위를 보임
- 황동위원소조성은 돼지고기 시료에 대한 원산지를 구분하기 위해 중요한 분석 항목으로 사용될 수 있음

표 2-3-9. 돼지고기 시료의 질소, 탄소, 황동위원소

	n	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)				$\delta^{13}\text{C}$ (‰)				$\delta^{34}\text{S}$ (‰)			
		Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD
국산	20	2.7	3.9	3.3	0.3	-26.4	-23.6	-25.4	0.8	2.7	5.7	4.1	1.2
유럽	6	4.2	5.3	4.7	0.5	-32.5	-28.0	-30.7	2.0	2.9	5.9	4.5	1.5
캐나다	4	4.3	5.6	4.9	0.5	-31.5	-28.1	-30.2	1.5	-6.8	4.5	-1.0	6.0
멕시코	5	3.4	4.0	3.8	0.3	-25.9	-21.0	-23.3	2.0	0.7	2.1	1.4	0.6
미국	5	3.8	5.0	4.7	0.5	-20.9	-19.0	-19.7	0.8	-1.9	1.4	-0.4	1.4

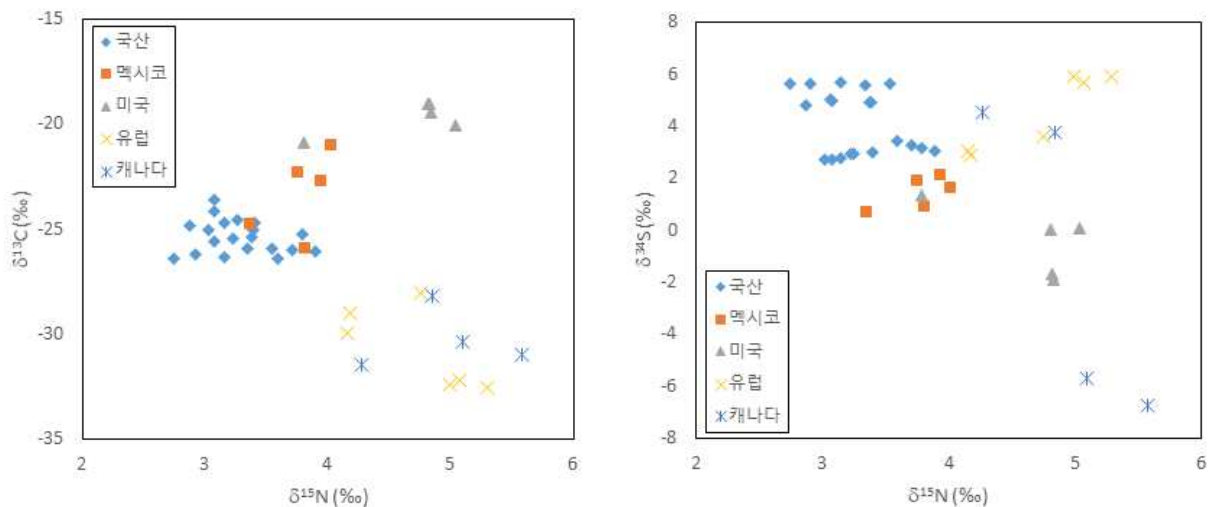


그림 2-3-15. 원산지별 돼지고기 시료의 동위원소 분포도

○ 판별분석(Discriminant analysis, DA) 결과

- 판별 분석(Discriminant analysis) 결과 질소, 탄소, 황동위원소가 5개로 구분한 원산지를 판별하는데 중요한 용인으로 작용함. F1은 탄소동위원소와 음의 상관관계를 F2는 질소 동위원소와 양의 상관관계, 황동위원소와 음의 상관관계를 각각 나타냄
- 국산 돼지고기는 다른 원산지 시료와 100% 구분되었으며 전체 원산지 판별율은 85%로 나타남
- 국내산 돼지고기의 상대적인 동위원소 특징은 낮은 질소동위원소 값을 갖으며 높은 황동위원소 값, 그리고 중간 정도의 탄소동위원소 값을 갖는 것으로 나타남
- 멕시코산 돼지고기의 동위원소 패턴이 국산과 가장 유사함

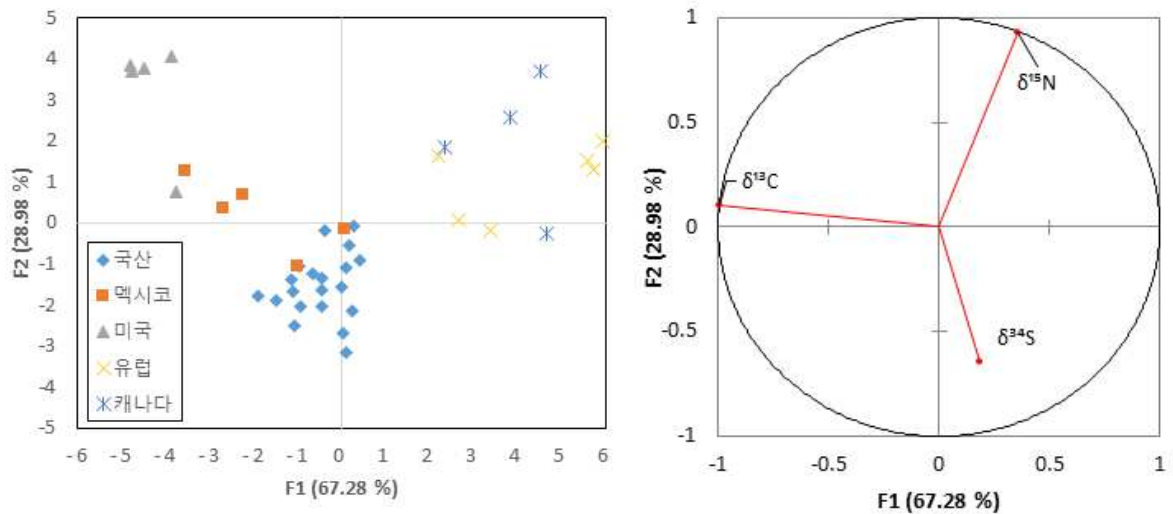


그림 2-3-16. 돼지고기 원산지 구분을 위한 판별 분석 결과

표 2-3-10. 판별 분석을 통해 구분된 돼지고기 원산지

	국산	멕시코	미국	유럽	캐나다	Total	% correct
국산	20	0	0	0	0	20	100%
멕시코	2	2	1	0	0	5	40%
미국	0	1	4	0	0	5	80%
유럽	0	0	0	6	0	6	100%
캐나다	0	0	0	2	2	4	50%
Total	22	3	5	8	2	40	85%

○ 돼지고기 시료의 질소, 탄소, 황동위원소 분석 결과

표 2-3-11. 돼지고기 시료의 질소, 탄소, 황동위원소 분석 결과

시료이름	원산지	그룹	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)
I-1	한국-대전	국산	3.1	-23.6	5.0
I-2	한국-대전	국산	3.1	-24.1	5.1
I-3	한국-대전	국산	3.4	-25.0	4.9
I-4	한국-대전	국산	2.9	-24.8	4.8
I-5	한국-대전	국산	3.4	-25.3	4.9
I-6	한국-서울	국산	2.9	-26.2	5.7
I-7	한국-서울	국산	2.7	-26.4	5.6
I-8	한국-서울	국산	3.3	-25.9	5.6
I-9	한국-서울	국산	3.5	-25.9	5.6

시료이름	원산지	그룹	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)
I-10	한국-서울	국산	3.1	-26.3	5.7
I-11	한국-강릉	국산	3.1	-24.7	2.8
I-12	한국-강릉	국산	3.1	-25.6	2.7
I-13	한국-강릉	국산	3.0	-25.0	2.7
I-14	한국-강릉	국산	3.4	-24.7	3.0
I-15	한국-강릉	국산	3.2	-25.5	2.9
I-16	한국-화순	국산	3.2	-24.6	2.9
I-17	한국-화순	국산	3.8	-25.3	3.2
I-18	한국-순창	국산	3.9	-26.1	3.0
I-19	한국-순창	국산	3.6	-26.4	3.4
I-20	한국-순창	국산	3.7	-26.0	3.3
I-21	독일	유럽	5.0	-32.4	5.9
I-22	독일	유럽	5.3	-32.5	5.9
I-23	독일	유럽	5.1	-32.2	5.7
I-24	캐나다	캐나다	4.8	-28.1	3.7
I-25	스페인	유럽	4.7	-28.0	3.6
I-26	멕시코	멕시코	3.9	-22.7	2.1
I-27	멕시코	멕시코	3.7	-22.3	1.9
I-28	멕시코	멕시코	4.0	-21.0	1.6
I-29	캐나다	캐나다	5.6	-31.0	-6.8
I-30	캐나다	캐나다	5.1	-30.4	-5.7
I-31	멕시코	멕시코	3.8	-25.9	0.9
I-32	멕시코	멕시코	3.4	-24.8	0.7
I-33	벨기에	유럽	4.2	-29.0	2.9
I-34	벨기에	유럽	4.2	-29.9	3.1
I-35	미국	미국	4.8	-19.5	-1.9
I-36	미국	미국	4.8	-19.1	-1.7
I-37	미국	미국	4.8	-19.0	0.0
I-38	미국	미국	5.0	-20.1	0.1
I-39	캐나다	캐나다	4.3	-31.5	4.5
I-40	미국	미국	3.8	-20.9	1.4

## 2-4. 동위원소지도 (Isoscapes)

### (1) 동위원소 지도 작성 방법

○ 동위원소 DB 작성 방안(안)

- 확보된 환경 시료와 농산물 시료의 채취지점(공간정보)과 동위원소 분석 결과(속성정보)를 취합하여 데이터베이스 구축

구분	지점번호	좌표(X)	좌표(Y)	지점주소	법정동 코드	조사항목	분석결과
컬럼ID	SIT_NM	Coord_X	Coord_Y	SIT_ADR	SIT_CD	ITEM	-
설명	· 지점정보	· 경도	· 위도	· 주소	· 법정동 코드	· 농작물 · 토양 · 지표수 · 지하수	· 동 위 원 소 분석결과

※ 시료채취 지점에 대한 좌표를 공간정보로 변환할 때, GPS상 오류를 최소화하기 위하여 지오코딩(Geocoding)을 통하여 검수

○ 동위원소 DB 작성 방안을 준용한 시료채취 완료목록은 아래 Appendix 1 참조

○ GIS 기반 원산지 동위원소지도 작성 방안(안)

- GIS 상용프로그램(ArcGIS 10.0)의 공간보간법 등을 이용
- 공간보간법 : Kriging, IDW 등을 이용하여 적합한 분석기법을 적용

공간보간 기법	특징
IDW (Inverse Distance Weighted) 보간법	· 가까이 있는 실측값(Point)에 더 큰 가중치를 주어 보간하는 방법으로 거리가 가까울수록 높은 가중치가 적용됨
Kriging 보간법	· 값을 알고 있는 주변 자료들의 가중선형조합을 이용하여 미지의 지점에서의 값을 예측

- Bubble diagram을 이용한 공간적 도식화
- Mosaic 방식을 적용한 격자단위내 평균값 도식

<b>① 공간보간법</b> (Kriging, IDW)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 보편화된 방법으로 작성 용이</li> <li>· 불균질성과 미조사지역 값 추정에 의한 오류(왜곡) 주의 필요</li> </ul>
<b>② Bubble diagram</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· C, N, S, O 동위원소 분석결과를 버블로 표현</li> <li>· 동위원소비가 높은 지역 확인 용이</li> <li>· Bubble 중첩에 따른 동위원소 분석결과 가독성 저하 주의</li> </ul>
<b>③ Mosaic</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 격자내 조사지점 평균값으로 표현</li> <li>· 미조사 격자 no data 처리로 오류 최소화</li> <li>· 격자 내 평균값으로 표현하여 격자 크기에 따른 정확도 차이 발생</li> </ul>

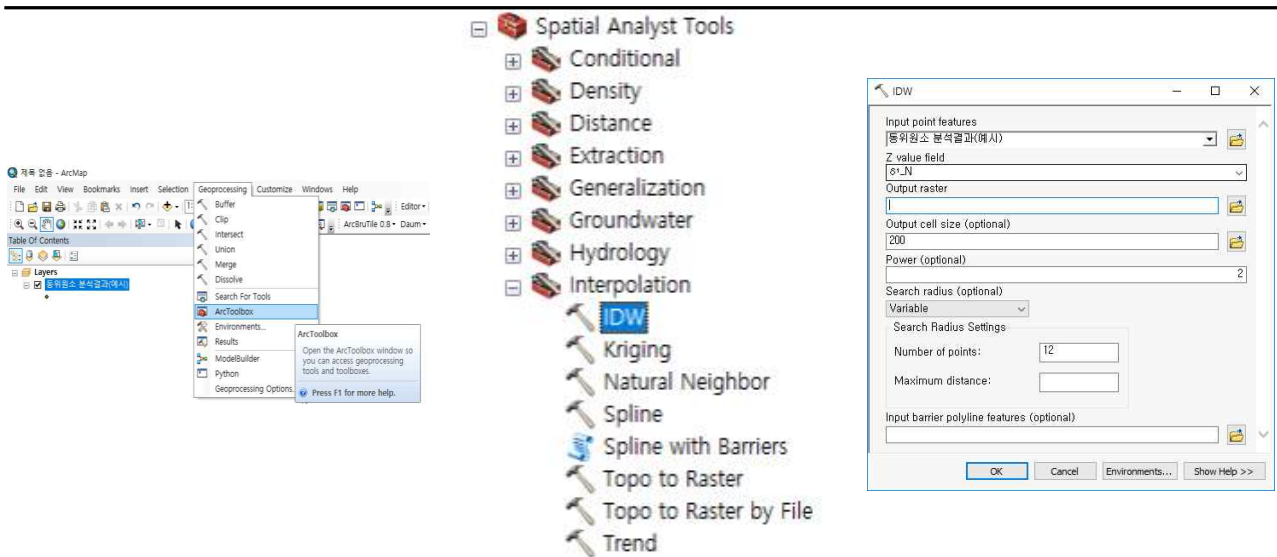
- 공간보간법을 이용한 지도작성 절차

① ArcMap의 매뉴에 Geoprocessing 내 ArcToolBox 활성화

② ArcToolBox의 Spatial Analyst Tools > Interpolation

③ 동위원소 분석값을 Z value field에 지정해주고, Output cell size는 도면 크기에 따라 조정하되 일반적으로 200(단위 m)로 설정을 권장

※ 이외 세부 설정 값들은 기본값 사용으로 사용자간 통일된 방법 권장



① ArcToolbox 실행

② ArcToolbox내 보간법 실행

③ IDW, kriging 실행

그림 2-4-1. 공간보간법을 이용한 지도작성 절차

- Bubble diagram을 이용한 지도 작성 절차

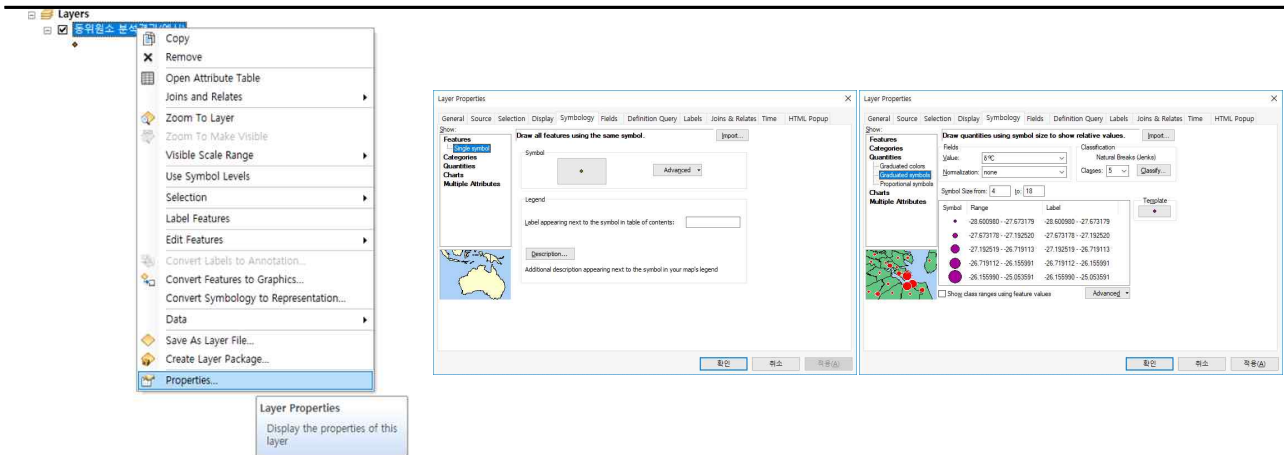
① 동위원소 분석결과가 포함되어 있는 shp 데이터에서 Layer properties 실행

② Layer properties의 Symbology 탭 선택

③ Quantities의 Graduated Symbols를 선택하고 분류수(Classes), Symbol Size를 조정하여 지도작성



※ 세부 설정 값들은 기본값 사용으로 사용자간 통일된 방법 권장

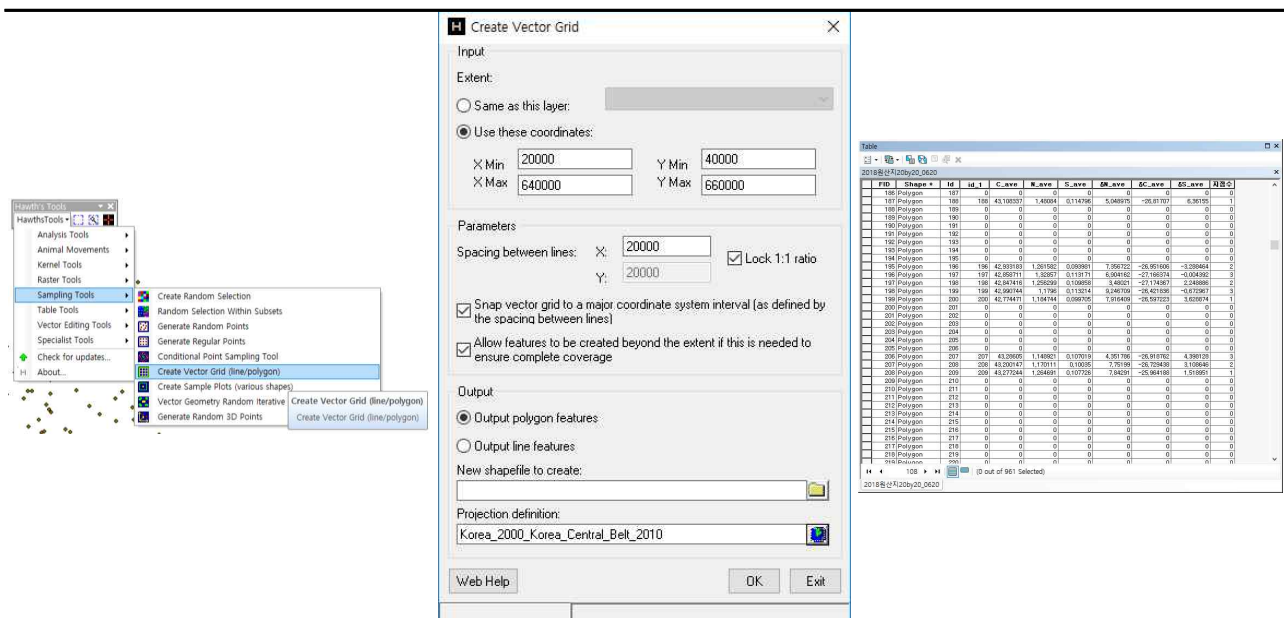


- ① Layer properties 실행      ② Symbology 탭 선택      ③ Quantities의 Graduated Symbols 선택

그림 2-4-2. Bubble diagram을 이용한 지도작성 절차

- Mosaic 기법을 이용한 지도작성 절차

- ① Hawth 's Analysis Tools (<http://www.spatial ecology.com>) 등을 이용하여 Vector Grid 작성
- ② Create Vector Grid 작성시 연구지역이 포함되도록 x, y 범위(최소, 최대)를 입력하고 Grid 크기를 입력(본 지도 제작에서는 20,000m를 입력)
- ③ 동위원소 분석결과(point)를 작성된 Vector Grid와 중첩하여 격자별 평균값을 도출하여 격자값을 입력



- ① Hawth's Tools를 이용      ② Create Vector Grid      ③ Vector Grid 별 자료 입력

그림 2-4-3. Mosaic 기법을 이용한 지도작성 절차

(2) GIS 상용프로그램(ArcGIS 10.0)을 이용한 동위원소 지도작성 및 비교

①-1 공간보간법 (IDW)

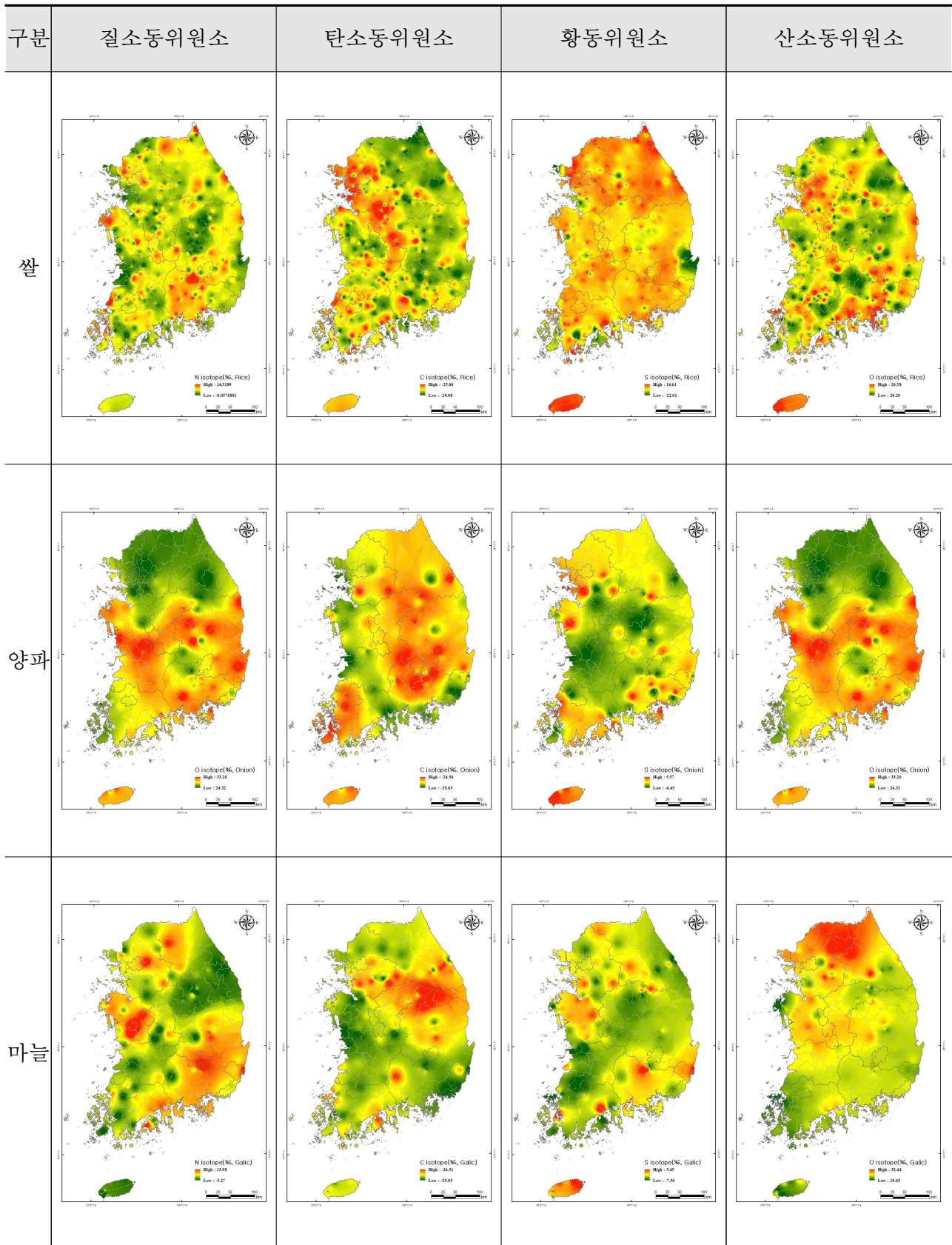


그림 2-4-4. 공간보간법 (IDW) 지도작성 결과

①-2 공간보간법 (Kriging)

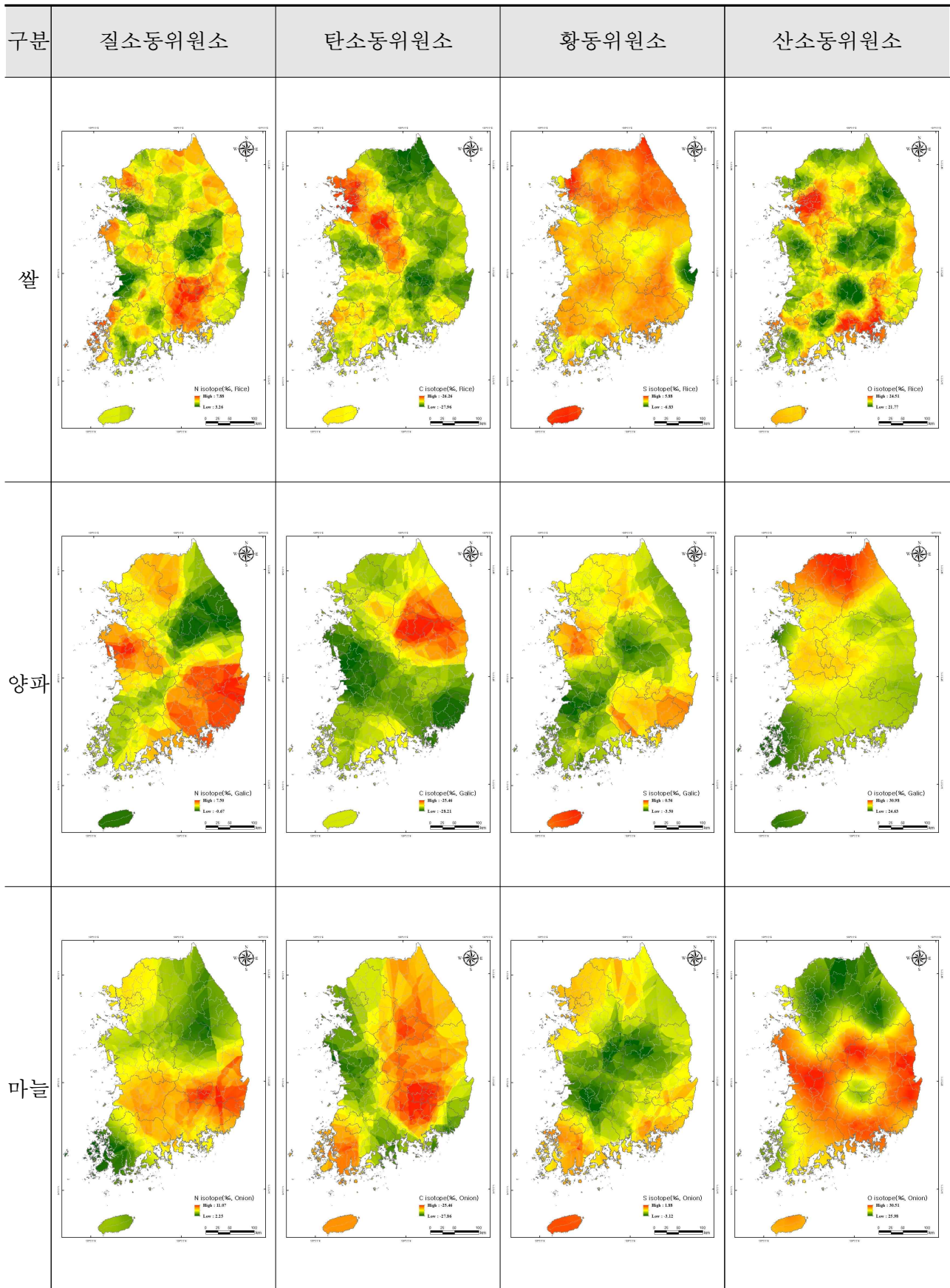


그림 2-4-5 공간보간법 (Kriging) 지도작성 결과



② Bubble diagram

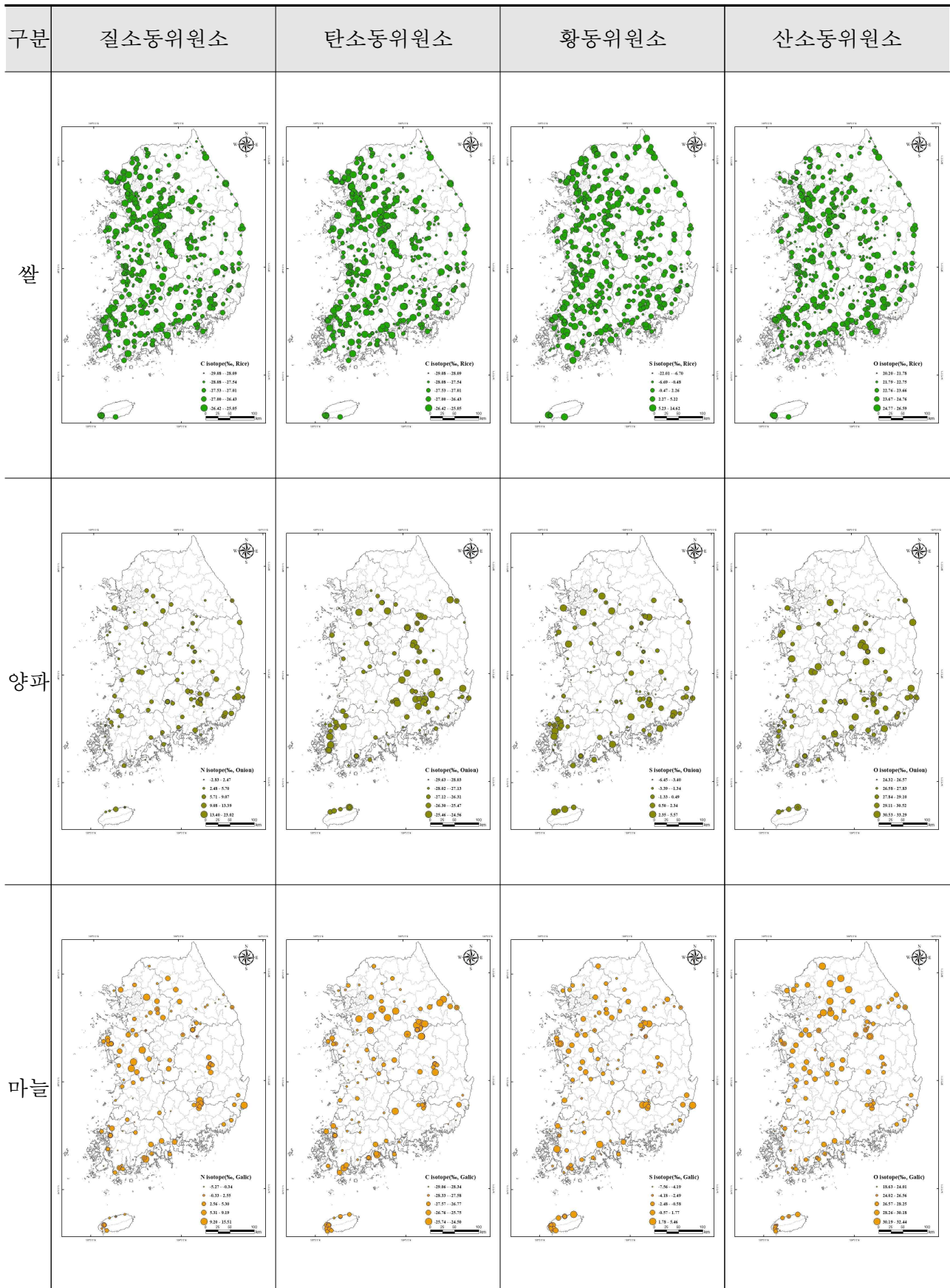


그림 2-4-6 Bubble diagram 지도작성 결과

③ Mosaic

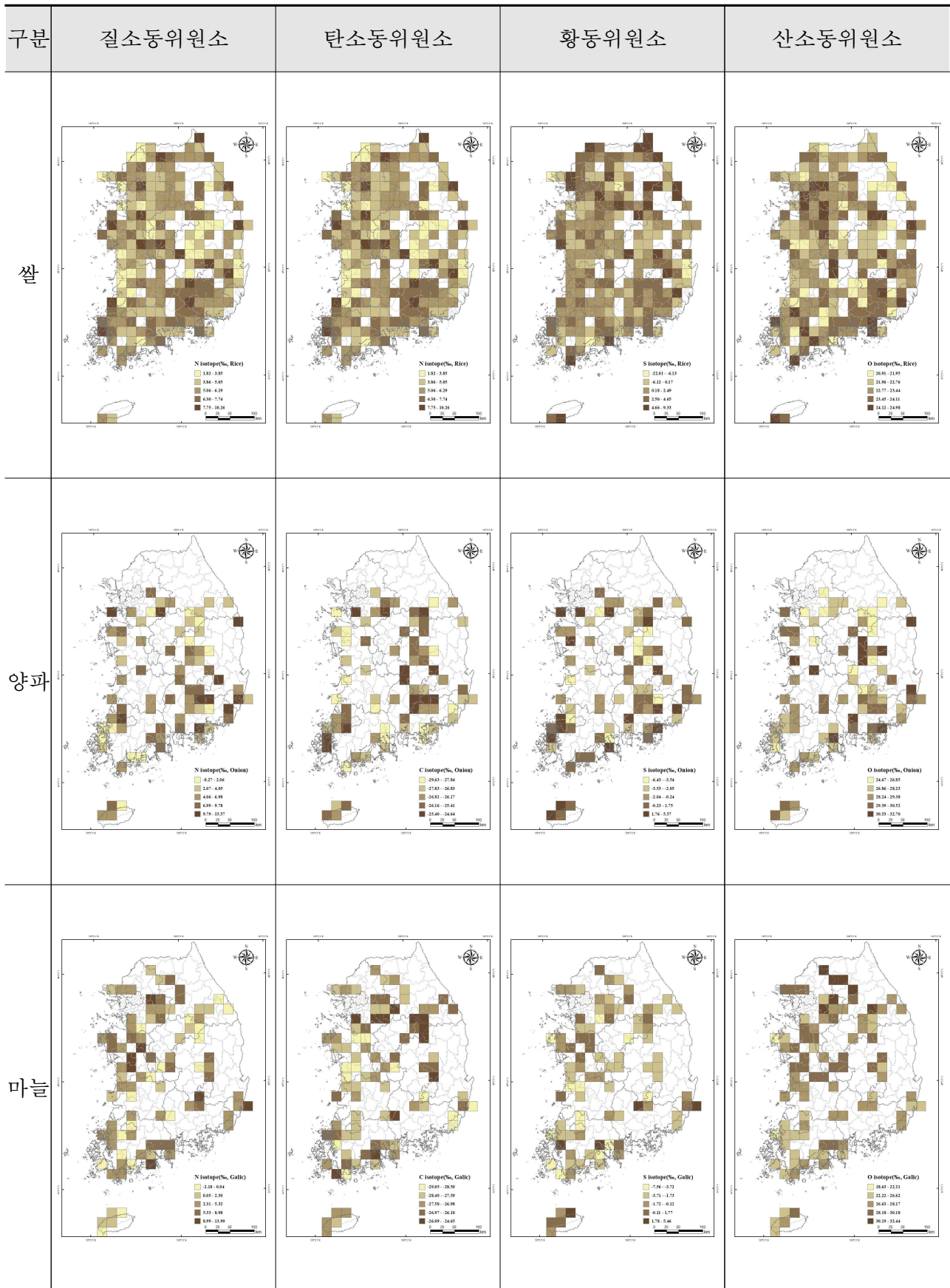


그림 2-4-7. Mosaic 지도작성 결과

○ 행정경계 및 수자원단위지도의 경계를 이용한 동위원소 지도 작성방안(안)

- 농업 행정은 시도 또는 시군구에 따라 다른 양상을 보일 수 있으며, 특히 유기질 비료 등은 지역내에서 생산, 사용하는 경우가 대부분인 것으로 추정
- 행정 경계에 따른 특성이 있을 수 있어 이에 대한 평균값으로 현황도 작성

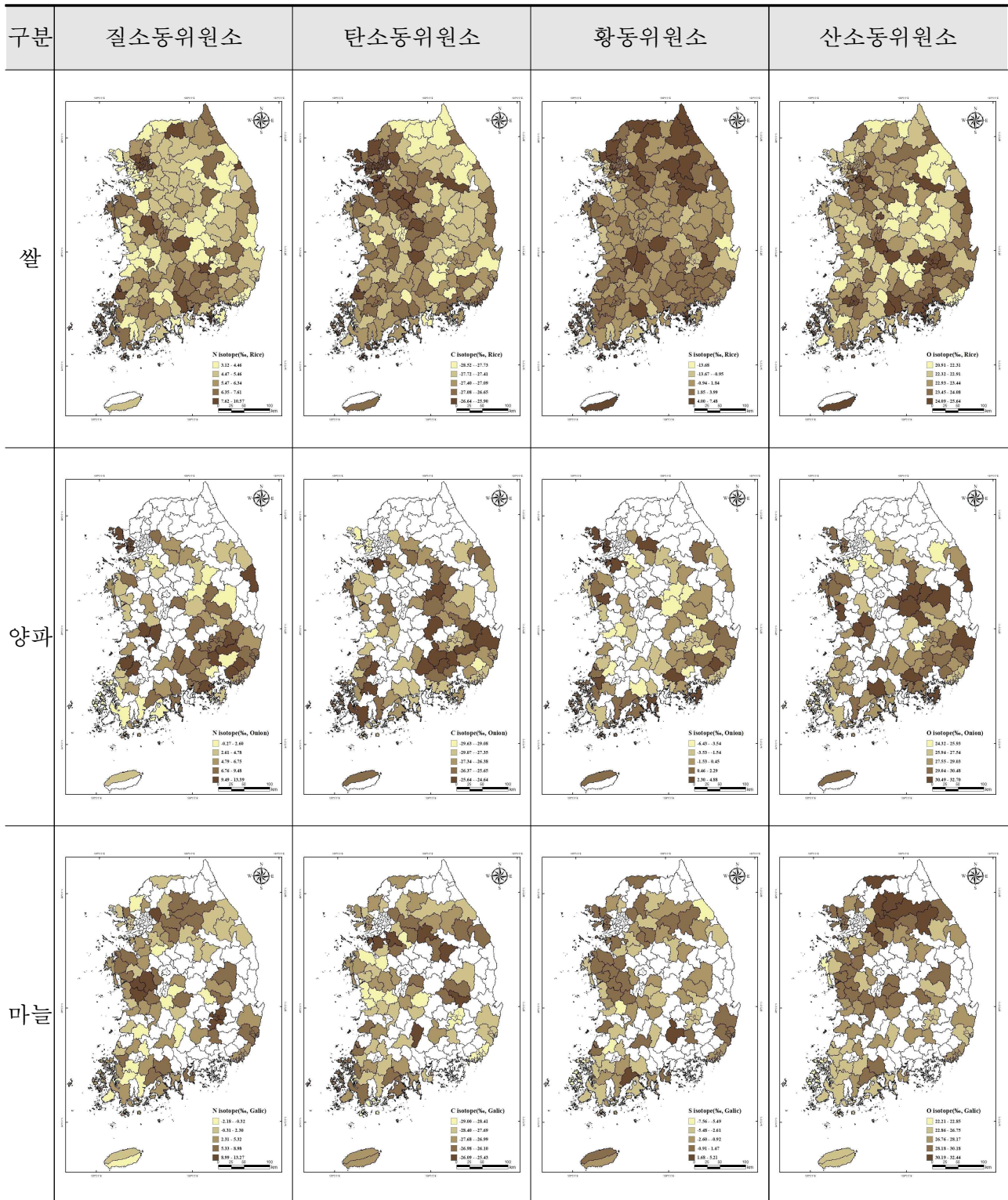


그림 2-4-8. 행정구역(시군구)경계를 이용한 지도작성 결과



- 물질의 이동은 물과 중력에 의해 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하는 특성을 고려하여 유역단위 특성이 있을 수 있어 수자원단위지도(중권역)를 이용하여 동위원소지도 작성
- 유역경계에 따른 특성이 있을 수 있어 이에 대한 평균값으로 현황도 작성

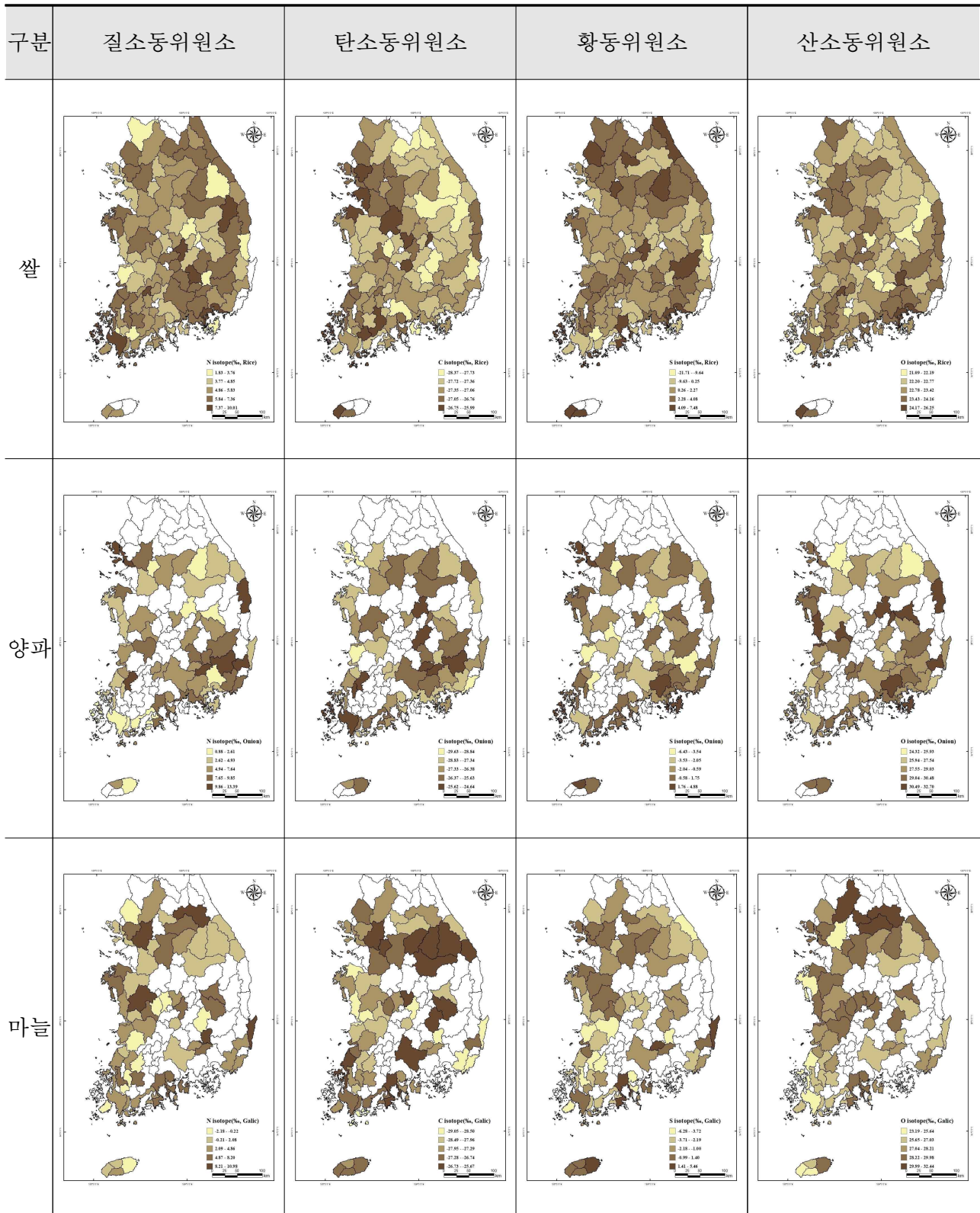


그림 2-4-9. 수자원단위지도(중권역)경계를 이용한 지도작성 결과



○ 적합한 지도 작성을 위한 보간법 비교

- 동위원소 지도 제작에 적합한 지도 작성법을 선정하기 위해 3가지 보간법(Kriging, Inverse Distance Weighting(IDW), Radial Basis Functions(RBF))을 비교함
- 각 동위원소 분석 결과 값 중 80% 시료를 training set으로 나머지 20%를 test set으로 구분함. training set으로 지도를 작성 후 test set의 값을 적용하여 각 지도별 오차값을 계산함
- 3종류의 보간법 중 Kriging 보간법이 평균오차 값과 오차의 표준편차 값이 작음

표 2-4-1. 적정 보간법 선정을 위한 보간법의 오차 비교

	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)		$\delta^{13}\text{C}$ (‰)		$\delta^{34}\text{S}$ (‰)		$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	
	ME	SD	ME	SD	ME	SD	ME	SD
Kriging	0.10	2.30	0.09	0.64	0.09	4.15	0.17	1.24
IDW	0.18	2.29	0.07	0.70	0.17	4.27	0.15	1.32
RBF	0.14	2.25	0.07	0.68	0.09	4.23	0.16	1.38

ME: Mean error; SD: Standard deviation

(3) 농산물별 동위원소 지도 결과

가. 쌀 시료 동위원소 지도

○ 질소동위원소( $\delta^{15}\text{N}$ ) 지도

- 2017년도의 질소동위원소 패턴은 불규칙한 반면 2018년도는 지역적 차이를 확인
- 2016년도 쌀 시료 분석 결과는 수집 지점이 적어서 표시하지 않음
- 경상도, 충청남도, 강원도 지역이 높은 값을 보이고 경기도, 충청북도 전라도 지역이 낮은 값을 나타냄
- 전체 시료(2016 ~ 2018)를 대상으로 제작한 통합지도는 강원도, 경상도 지역이 높은 질소 동위원소 값을 나타내었고, 경기도, 충청북도, 경상북도 지역이 낮은 값을 나타냄
- 같은 행정구역상에서도 질소동위원소의 패턴이 다양하게 나타남

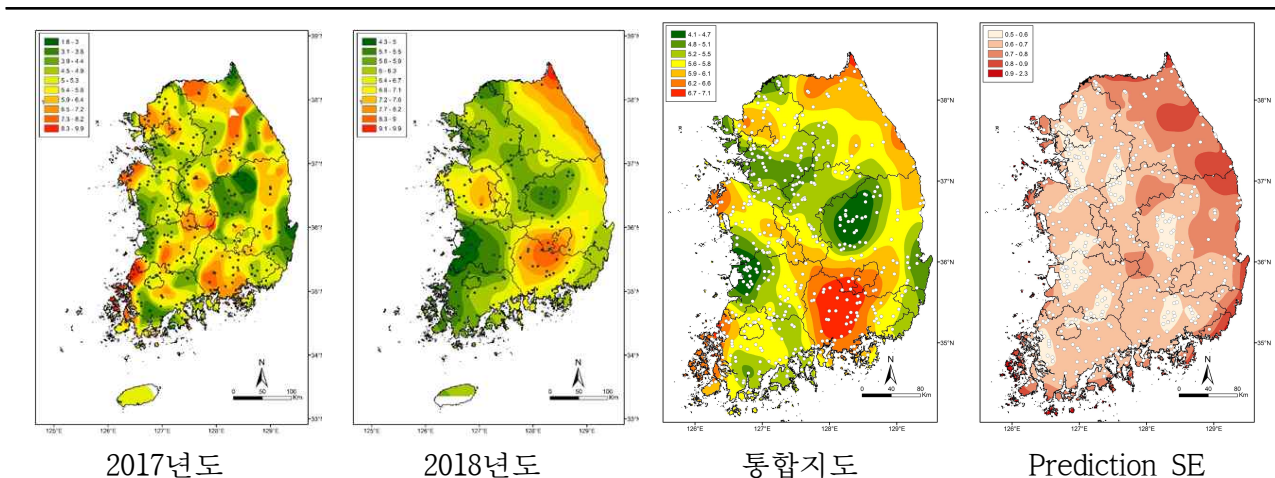


그림 2-4-10. 쌀 시료의 질소동위원소 지도

○ 탄소동위원소( $\delta^{13}\text{C}$ ) 지도

- 경기도와 충청북도 지역의 탄소동위원소 조성이 재배연도와 상관없이 높은 값을 나타냄
- 태백산맥 주변과 같이 높은 고도에서 생산된 쌀의 탄소동위원소 값이 낮게 나타남
- 높은 고도에 의한 낮은 기온이 쌀의 탄소동위원소 값을 감소시키는 것으로 추정
- 기온과 식물 조직의 탄소동위원소 사이에 관찰되는 양의 상관관계는 Wang et al.(2013) 이 보고한 결과와 일치

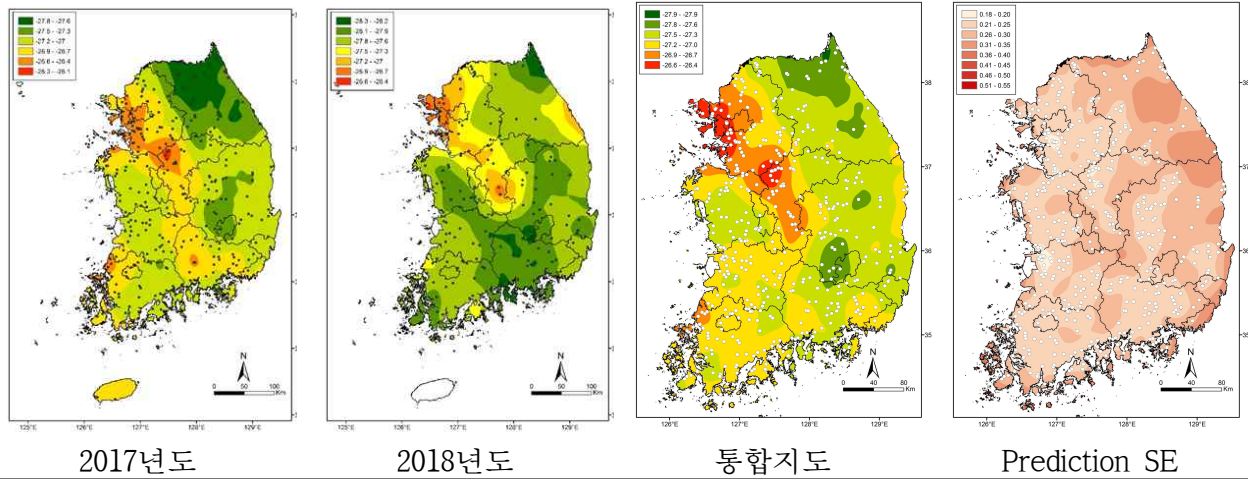


그림 2-4-11. 쌀 시료의 탄소동위원소 지도

○ 황동위원소( $\delta^{34}\text{S}$ ) 지도

- 황동위원소는 경기도, 강원도 지역이 상대적으로 높은 값을 나타내었으며, 경상북도 동쪽과 전라남도 남쪽이 특징 적으로 낮은 값을 나타냄

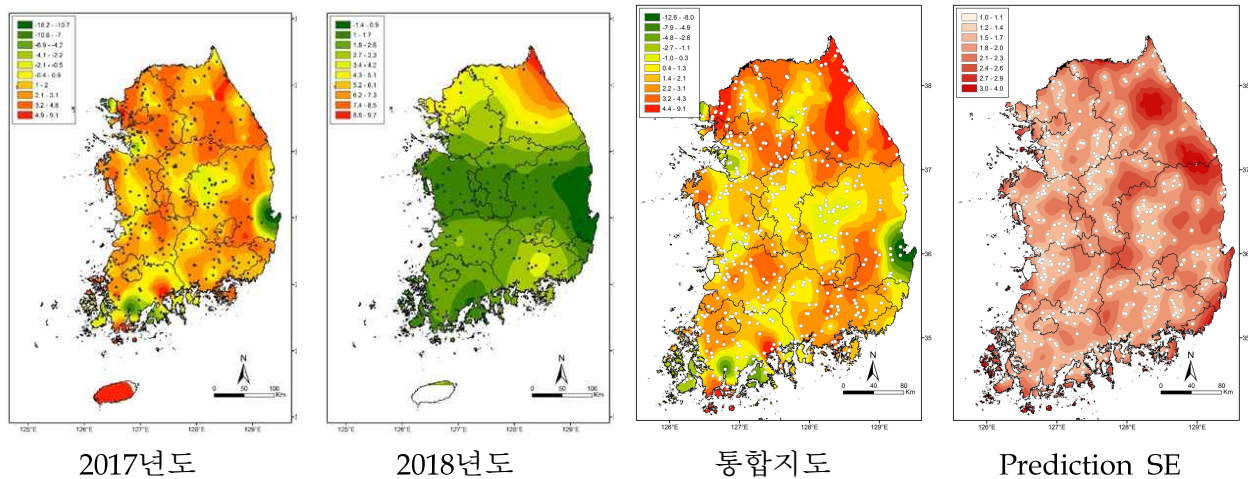


그림 2-4-12. 쌀 시료의 황동위원소 지도

○ 산소동위원소( $\delta^{18}\text{O}$ ) 지도

- 재배연도의 산소동위원소 패턴은 재배기간(5월 ~ 11월)의 강우량의 차이(2017년 726 mm,

2018년 1098 mm)에 의해 2017년 산소동위원소가 더 높고 복잡한 패턴을 나타냄

- 벼의 생장 중 재배환경의 물이 상대적으로 많이 증발되었고, 농수의 부족으로 지하수와 같은 다양한 물의 유입으로 인해 2017년도에 재배된 쌀의 산소동위원소 값의 패턴이 복잡하게 나타남
- 쌀의 산소동위원소 조성은 경기도, 경상남도, 경상북도 동쪽 지역이 상대적으로 높은 값을 나타냄

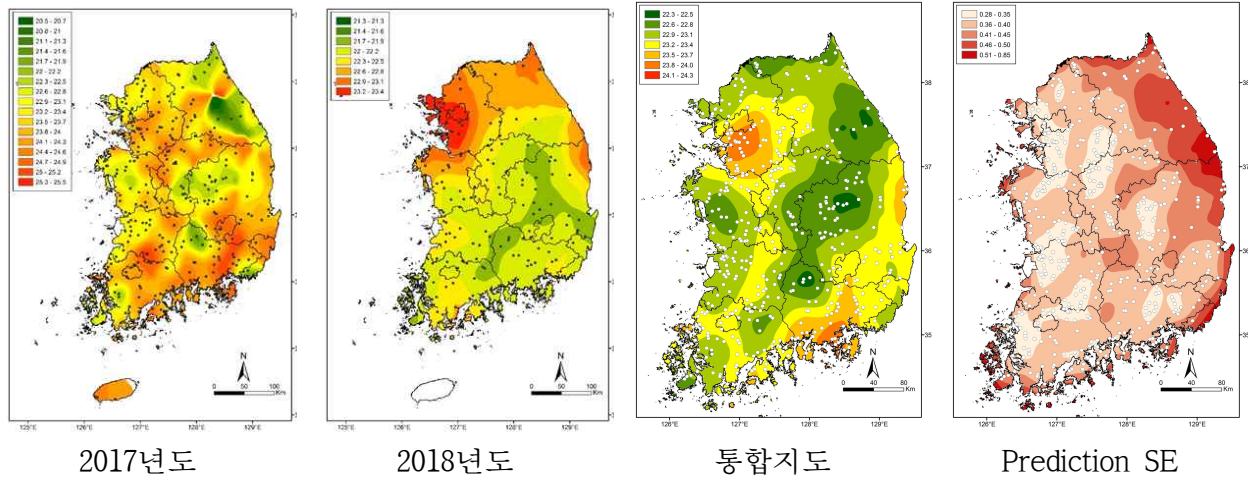


그림 2-4-13. 쌀 시료의 산소동위원소 지도

○ 스트론튬 동위원소비( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) 지도

- 스트론튬 동위원소비는 2016년에 수집된 시료를 대상으로 분석됨
- 분석 결과 경기, 강원, 전라남도 지역이 상대적으로 높은 값을 나타냄
- 이전에 보고된 쌀과 고추에 대한 스트론튬 동위원소비의 경향과 비슷한 결과 보임

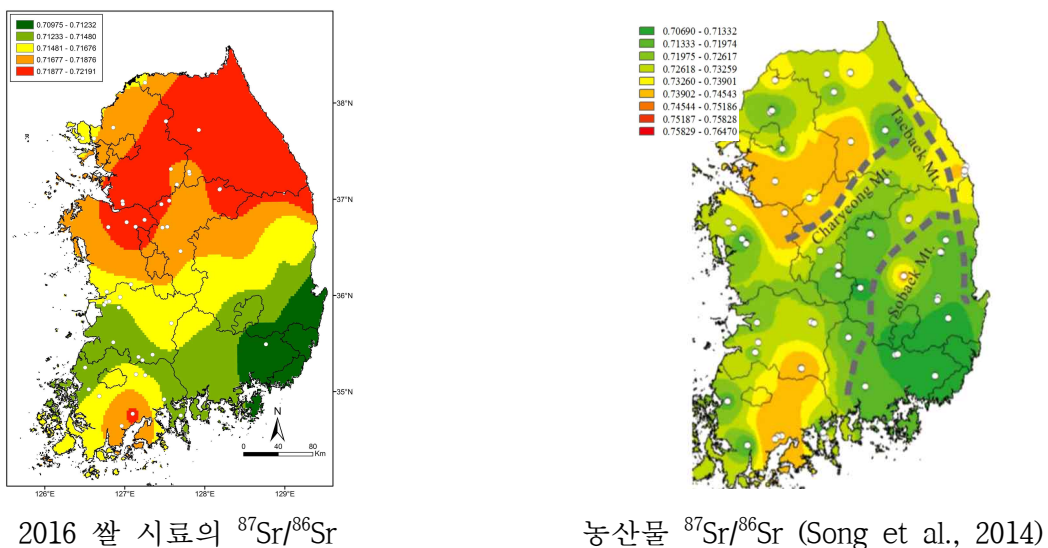
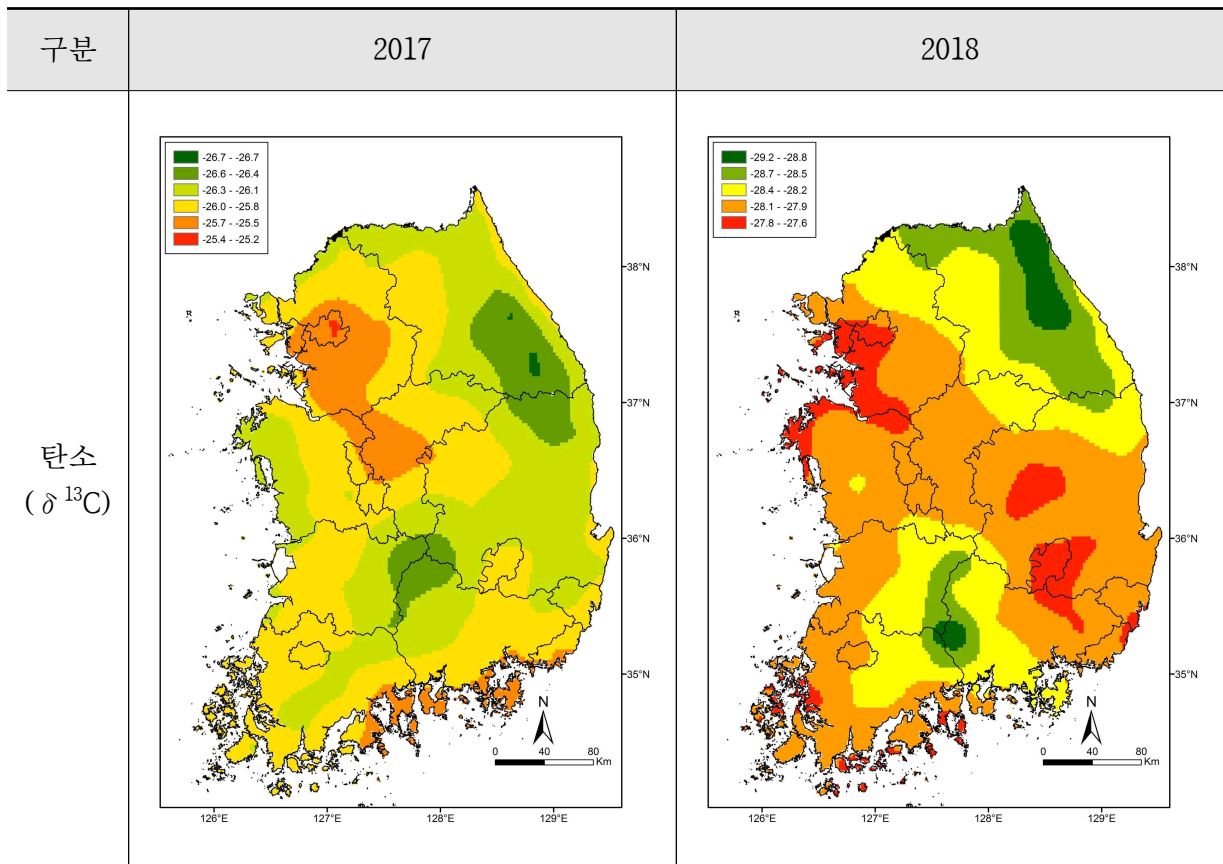


그림 2-4-14. 쌀 시료의 스트론튬 동위원소비 지도



○ 환경자료와 쌀의 탄소, 산소동위원소 간의 상관관계

- 농산물의 산소, 탄소동위원소와 재배 환경간의 상관관계는 상대습도와 강우량과는 음의 상관관계를 갖으며 기온과는 양의 상관관계를 갖는 것으로 알려져 있음(Kaushal and Ghosh, 2018; Gessler et al., 2014; Wang et al., 2008; Wang et al., 2013)
- 기상청(data.kma.go.kr)의 기상자료(상대습도, 강우량, 기온)를 참고하여 쌀 시료 채취 위치의 기상자료를 추출함
- IAEA/WMO에서 제공하는 강우의 산소동위원소 값을 활용하여 쌀 시료 채취지점의 강우의 산소동위원소 값을 추출함
- 추출된 값과 분석된 쌀의 탄소, 산소동위원소 값 간의 상관관계를 분석함
- 분석 결과 쌀의 탄소동위원소는 상대습도, 기온과 양의 상관관계를 나타내었으며, 강우량과 음의 상관관계를 나타냄
- 산소동위원소는 상대습도, 기온, 강우의 산소동위원소와 양의 상관관계를 나타내었으며, 강우량과 음의 상관관계를 나타냄
- 상관관계를 갖는 환경자료를 활용하여 모델을 제작
- $\delta^{13}\text{C}(\text{쌀}) = -0.029 \times \text{상대습도}(\%) - 0.001 \times \text{강우량}(\text{mm}) + 0.175 \times \text{기온}(\text{°C}) - 28.198$
- $\delta^{18}\text{O}(\text{쌀}) = -0.061 \times \text{상대습도}(\%) - 0.001 \times \text{강우량}(\text{mm}) + 0.436 \times \text{기온}(\text{°C}) - 0.522 \times \delta^{18}\text{O}_{\text{강우}}(\text{‰}) + 15.037$
- linear model을 기반으로 Arc GIS의 Raster calculator를 이용 재배연별 탄소, 산소동위원소 지도 제작



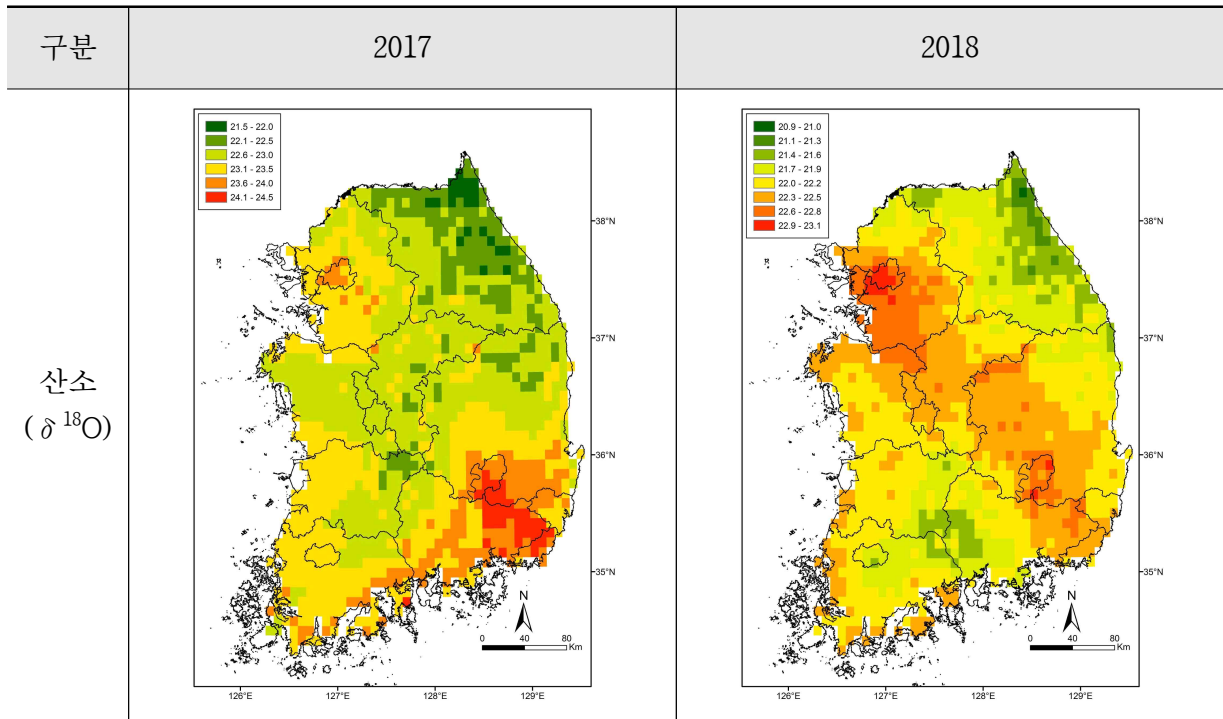


그림 2-4-15. 모델식을 이용한 탄소, 산소동위원소 지도

표 2-4-2. 쌀의 탄소, 산소동위원소 조성과의 상관관계 (Pearson correlation test)

	상대습도		강우량		기온		$\delta^{18}\text{O}$ 강우	
	r	p	r	p	r	p	r	p
$\delta^{13}\text{C}$	0.234	<0.0001	-0.398	<0.0001	0.451	<0.0001		
$\delta^{18}\text{O}$	0.240	<0.0001	-0.426	<0.0001	0.483	<0.0001	0.103	0.033

- 실측값과 모델을 통해 계산된 값의 Correlation coefficient 값( $R^2$ )은 탄소동위원소가 0.221, 산소동위원소가 0.281로 나타남

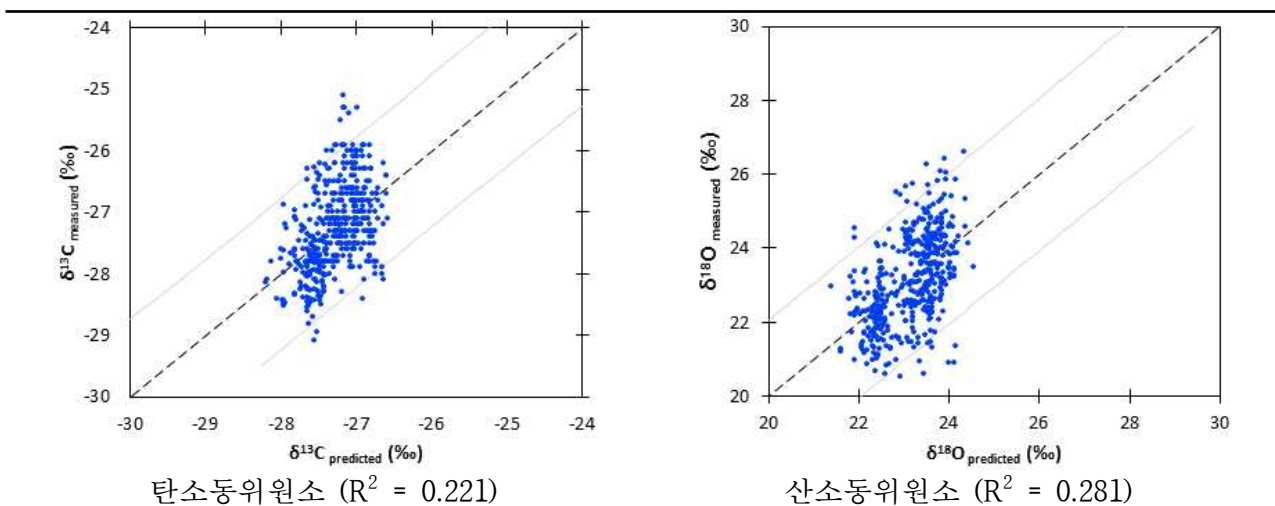


그림 2-4-16. 측정값과 모델링 한 값 간의 상관관계 그래프

나. 양과 시료 동위원소 지도

○ 질소동위원소( $\delta^{15}\text{N}$ ) 지도

- 양과의 질소동위원소는 경상도 지역에서 재배된 양과 시료가 높게 나타나 다른 지역에서 재배된 양과 시료와 특징적으로 구분됨

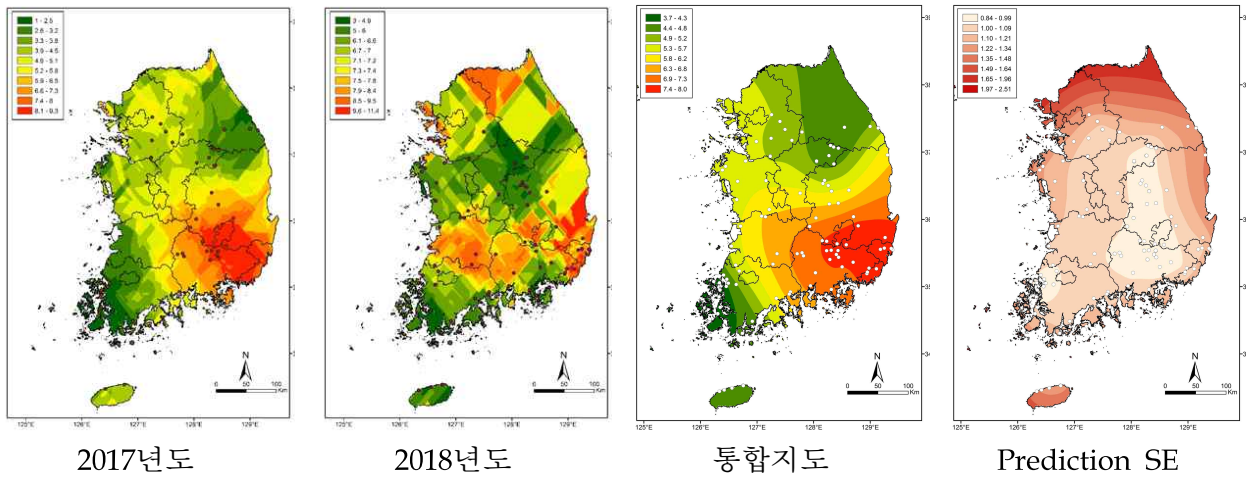


그림 2-4-17. 양과 시료의 질소동위원소 지도

○ 탄소동위원소( $\delta^{13}\text{C}$ ) 지도

- 서해안과 남해안 주변에서 재배된 양과 시료의 탄소동위원소 값이 다른 지역보다 상대적으로 낮은 값을 나타냄(전라남도 남서쪽 제외)
- 경상도 내륙(창녕, 의성, 군위 등)과 충청북도(단양)에서 재배된 양과의 탄소동위원소 값이 높게 나타남

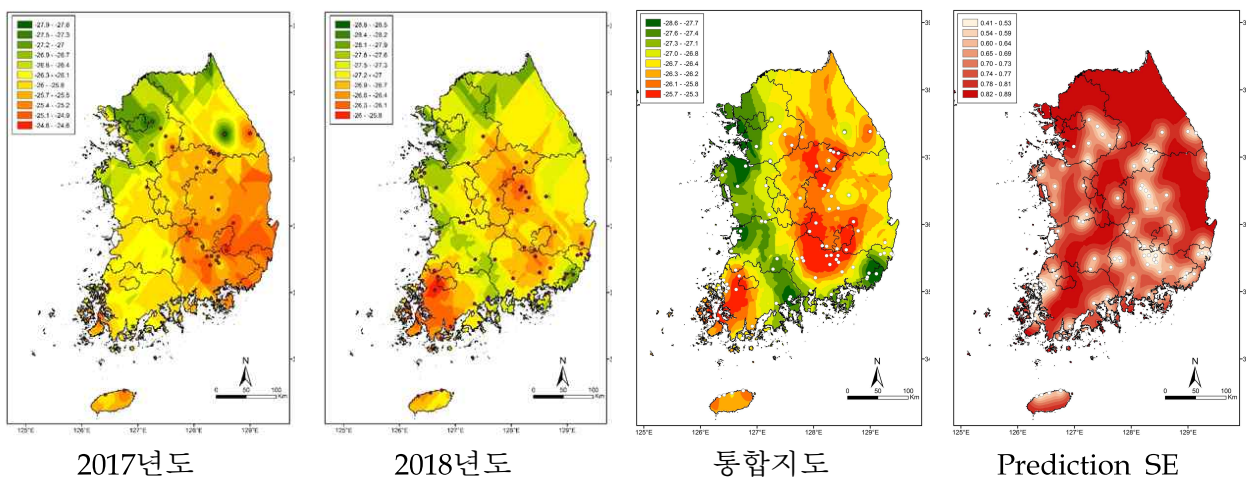


그림 2-4-18. 양과 시료의 탄소동위원소 지도



○ 황동위원소( $\delta^{34}\text{S}$ ) 지도

- 양파의 황동위원소의 패턴은 재배연도에 의해 영향이 적으며 해안가 지역을 중심으로 높은 값을 나타냄. 특히 제주 지역에서 재배된 양파 시료의 황동위원소 값이 특징적으로 높음

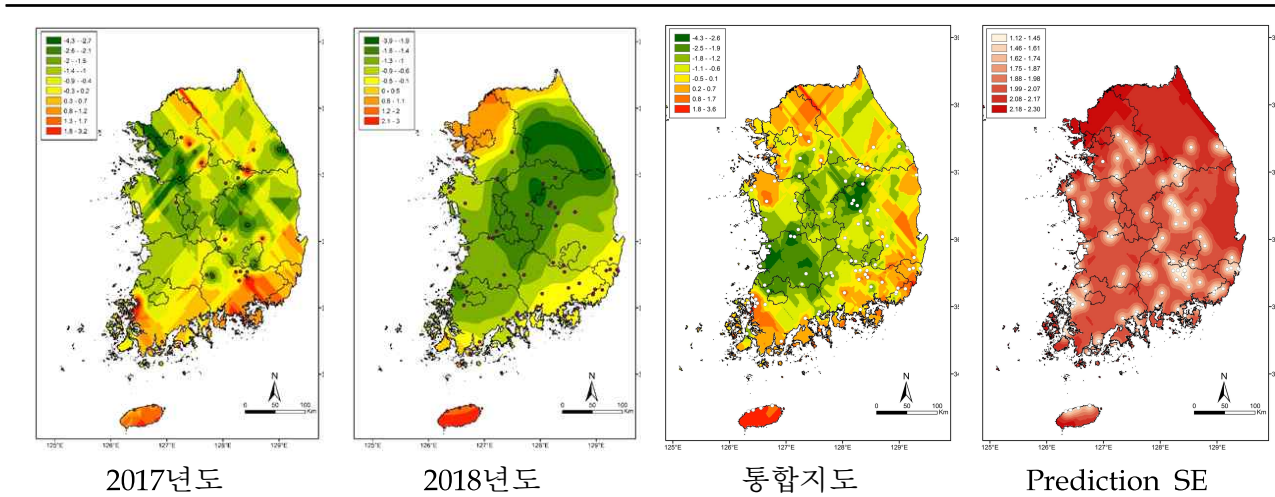


그림 2-4-19. 양파 시료의 황동위원소 지도

○ 산소동위원소( $\delta^{18}\text{O}$ ) 지도

- 양파 주산지를 중심으로 비교할 경우 전라남도에서 재배된 양파의 산소동위원소 값은 낮게 나타나는 반면 경상도 지역에서 재배된 양파의 값은 높게 나타남

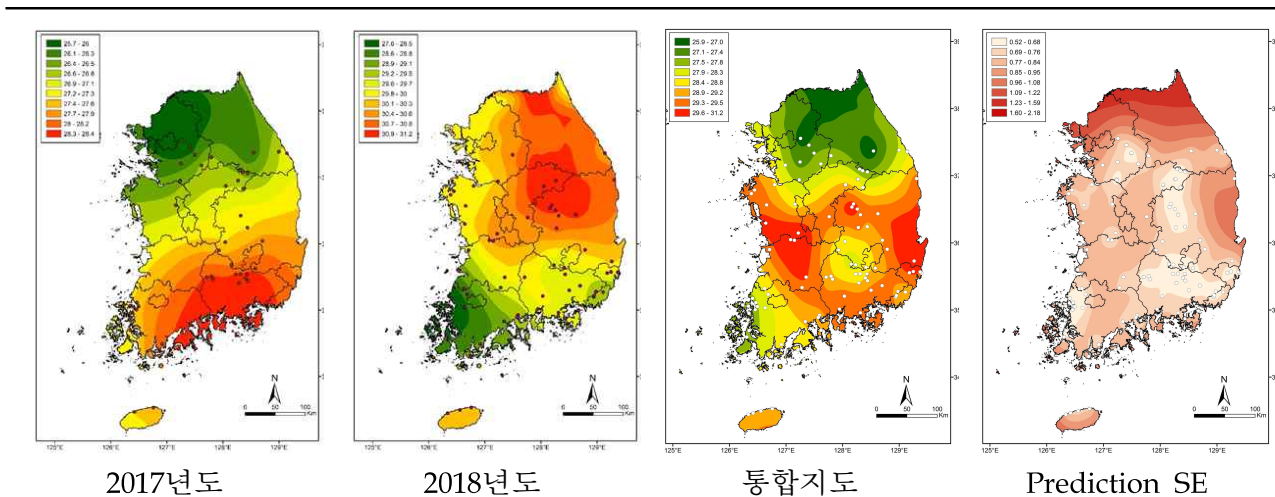


그림 2-4-20. 양파 시료의 산소동위원소 지도

다. 마늘 시료 동위원소 지도

○ 질소동위원소( $\delta^{15}\text{N}$ ) 지도

- 마늘의 질소동위원소 조성은 경상도와 충청남도 지역이 높으며 강원도, 충청북도, 전라도 지역이 낮은 분포 경향을 보임
- 마늘과 양파의 질소동위원소 조성의 분포 경향은 비슷함
- 마늘과 양파의 재배시기와 재배지역이 비슷한 결과로 해석됨

- 즉, 마늘과 양파의 지역별 비료시비 방법이나 강도가 비슷할 것으로 예상됨

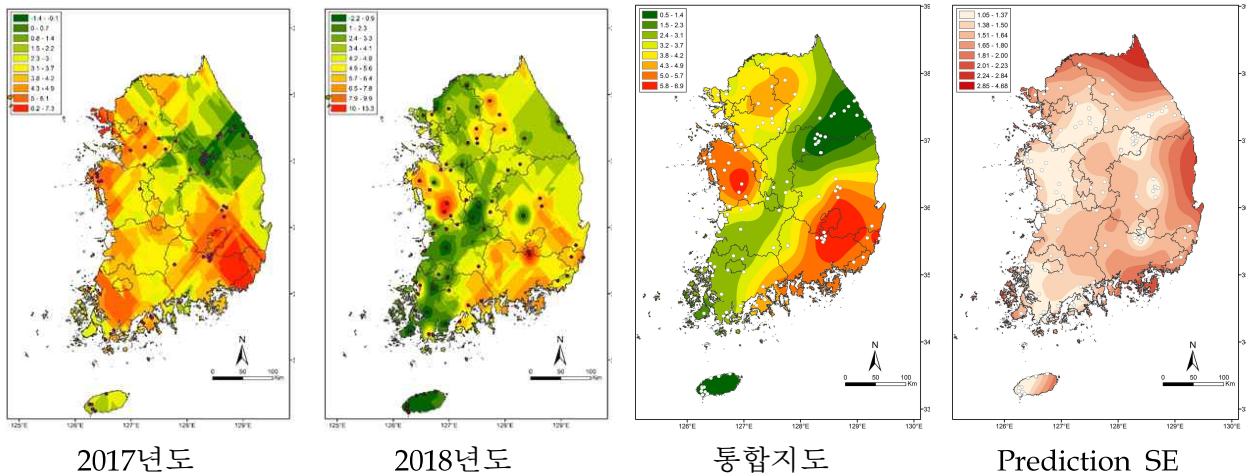


그림 2-4-21. 마늘 시료의 질소동위원소 지도

○ 탄소동위원소( $\delta^{13}C$ ) 지도

- 강원도, 충청북도 지역의 탄소동위원소 값이 특징적으로 높은 값을 나타냄.
- 주산지를 중심으로 비교할 경우 충청남도(서산, 태안)와 경상도(근위, 의성)의 탄소동위원소 값이 낮으며 충청북도(단양) 지역의 값이 높게 나타남. 전라남도 해안 지역과 제주도는 중간 범위 탄소동위원소 값을 나타냄

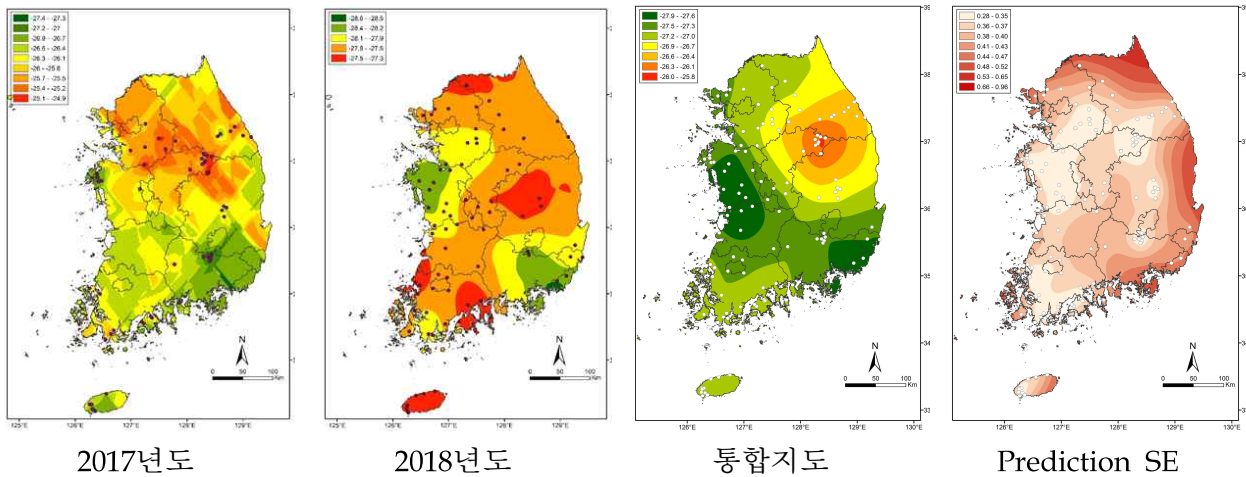


그림 2-4-22. 마늘 시료의 황동위원소 지도

○ 황동위원소( $\delta^{34}S$ ) 지도

- 충청남도와 경상도 지역의 황동위원소 값이 높게 나타난 반면 전라남도, 충청북도, 강원도 지역은 낮은 값을 보여줌
- 황동위원소의 지역적 패턴은 질소동위원소 패턴과 매우 유사함
- 마늘 재배 과정 중 황이 함유된 비료의 시비가 권장됨으로 비료시비와 관련되어 두 동위원소의 패턴이 비슷한 것으로 추정됨

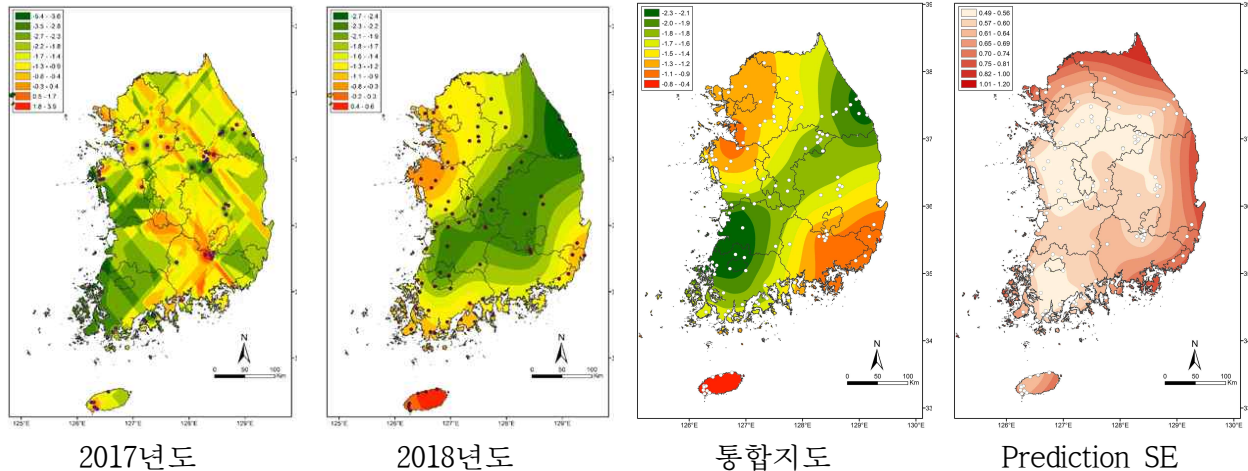


그림 2-4-23. 마늘 시료의 황동위원소 지도

○ 산소동위원소( $\delta^{18}O$ ) 지도

- 재배연도에 따른 마늘의 산소동위원소 패턴이 매우 다름. 재배 기간(3월 ~ 6월)의 재배 환경차이에 의한 영향으로 해석됨
- 연도별 재배지의 평균 강우량은 2017년 191mm이고 2018년 544mm로 매우 다름. 강우량이 적은 2017년은 재배환경 요인 중 상대습도에 의한 영향으로 서쪽 해안에서 재배된 마늘의 산소동위원소 값이 낮고 동쪽으로 갈수록 높아짐(우리나라 봄계절 상대습도의 패턴이 서쪽에서 동쪽으로 갈수록 상대습도가 낮아짐)
- 2018년은 상대적으로 많은 강우량으로 인해 상대습도에 의한 영향보다 강우 산소동위원소의 amount effect(강우량이 많을 수록 산소동위원소 값이 낮아짐)로 인해 남쪽 지역의 산소동위원소 값이 낮고 북쪽으로 갈수록 높아지는 경향을 나타냄
- 통합지도는 이 두 가지 패턴이 결합되어 제주도과 남쪽해안 지역(전라남도)의 산소동위원소 값이 낮고 북쪽 지역(경기도, 강원도)지역의 값이 높은 결과를 나타냄

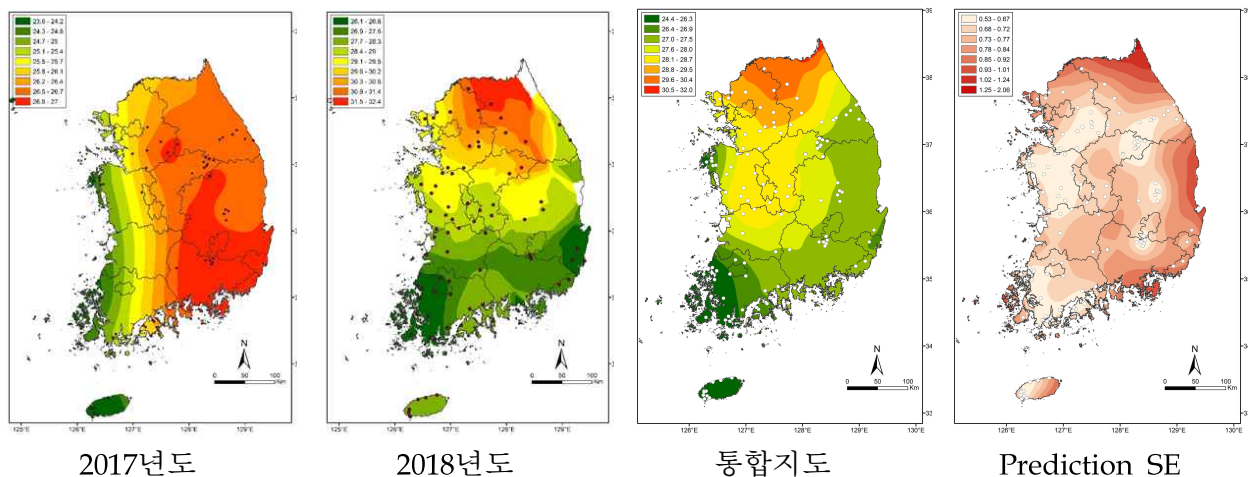


그림 2-4-24. 마늘 시료의 산소동위원소 지도



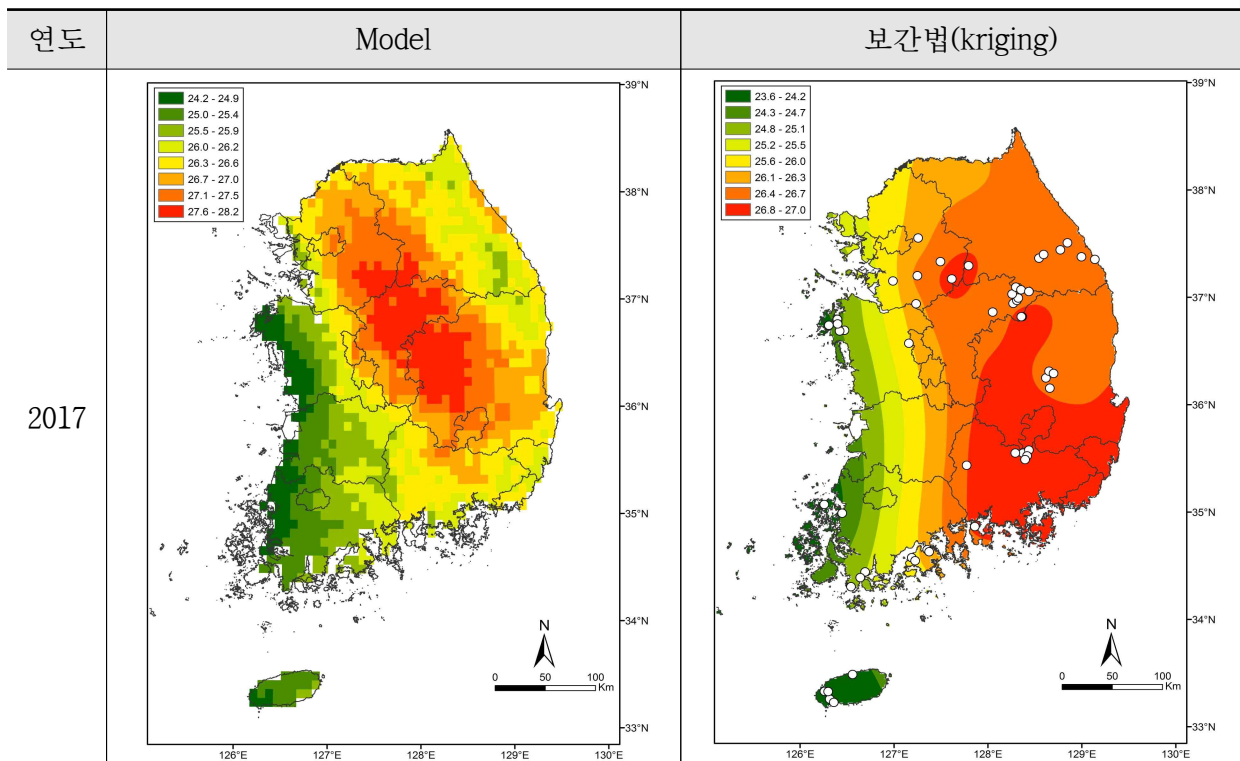
○ 마늘의 산소동위원소 값과 재배환경 간의 상관관계

- 식물의 산소동위원소 조성은 식물이 성장하면서 흡수한 물의 동위원소 조성(흡수 후 증발산 과정 중의 동위원소 분별)에 의해 영향을 받음. 따라서 관개용수의 산소동위원소와 증발산과 관련된 상대습도, 기온, 강우량과 밀접한 상관관계를 나타냄
- 식물의 산소동위원소 값은 강우량과 상대습도와 음의 상관관계를 나타냄(Kaushal and Ghosh, 2018; Gessler et al., 2014)

표 2-4-3. 마늘의 산소동위원소 값과 환경자료 간의 상관관계(Pearson correlation test)

	강우량		상대습도		$\delta^{18}\text{O}_{\text{강우}}$	
	r	p	r	p	r	p
$\delta^{18}\text{O}$ (2017 마늘)	-0.140	0.075	-0.539	< 0.001	-0.277	< 0.001
$\delta^{18}\text{O}$ (2018 마늘)	-0.366	0.001	-0.573	< 0.001	-0.730	< 0.001

- Pearson correlation test 결과 강우량, 상대습도, 강우의 산소동위원소와 상관관계를 보임
- 상관관계를 이용하여 마늘의 산소동위원소와 환경지표 간의 linear modelling 분석을 실시
  - $\delta^{18}\text{O}(\text{2017마늘}) = 41.577 + 0.001 \times \text{강우량}(\text{mm}) - 0.202 \times \text{상대습도}(\%) + 0.404 \times \delta^{18}\text{O}_{\text{강우}}$
  - $\delta^{18}\text{O}(\text{2018마늘}) = 11.692 + 0.002 \times \text{강우량}(\text{mm}) - 0.048 \times \text{상대습도}(\%) - 2.283 \times \delta^{18}\text{O}_{\text{강우}}$
- 모델로 제작된 지도와 보간법(kriging)으로 제작된 지도가 매우 비슷한 경향을 보임



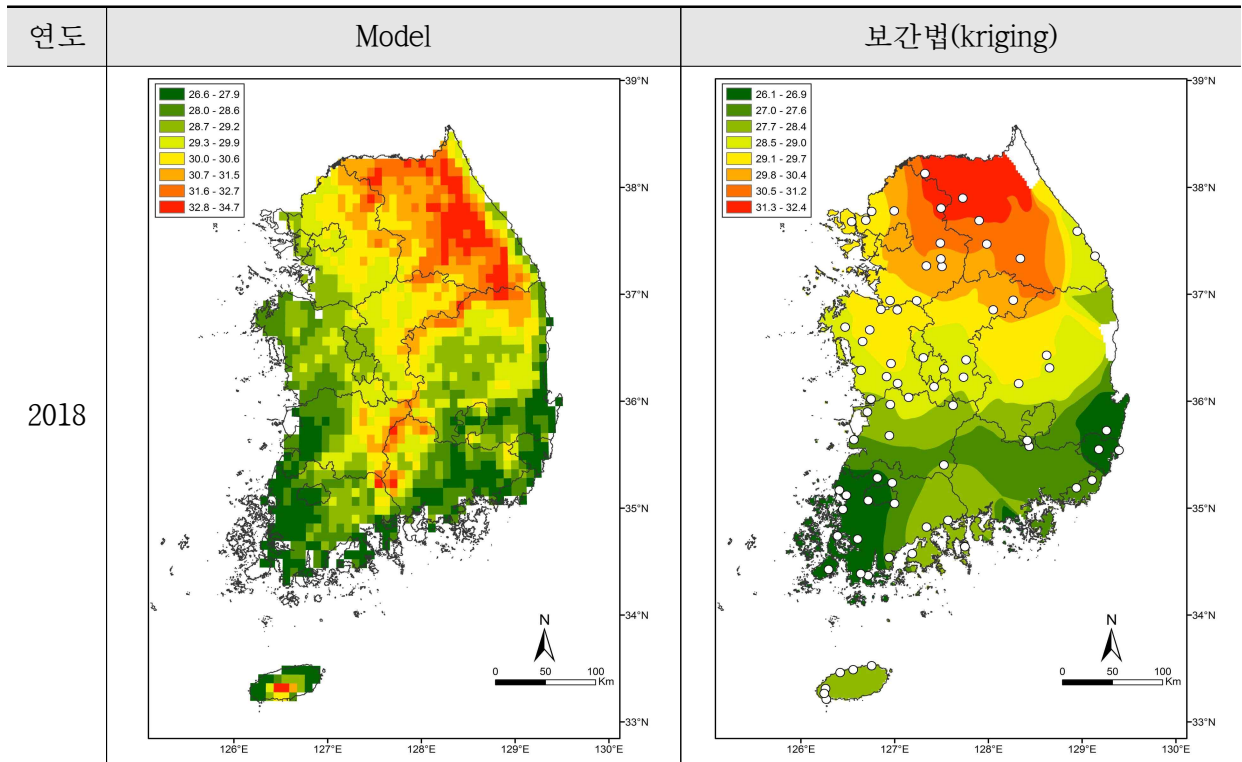


그림 2-4-25. Linear modelling으로 계산된 마늘의 산소동위원소 지도

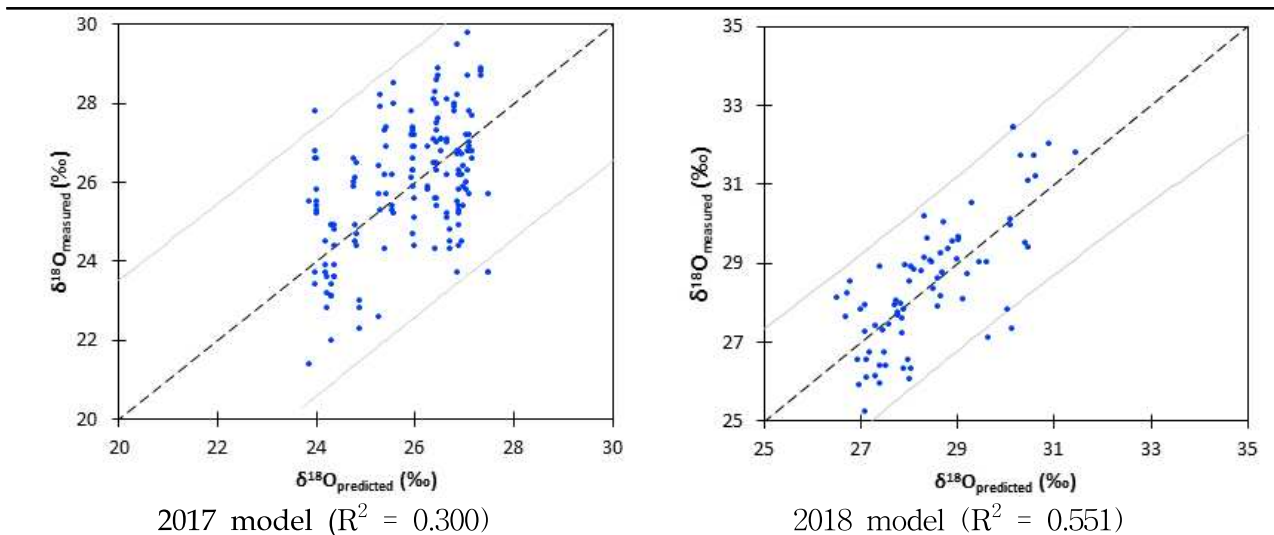


그림 2-4-26. 측정값과 linear modelling으로 계산된 값 간의 상관관계 그래프

- 실측값과 모델을 통해 계산된 값의 correlation coefficient( $R^2$ ) 값은 2017년 모델이 0.3, 2018년 모델이 0.551로 계산됨
- 2018년 모델이 환경요인(강우량, 상대습도)과 더 밀접한 관계를 나타내기 것으로 판단됨

## 2-5. 원산지 추적 및 검증을 위한 교차 분석

### (1) 품목별 분석 조건 설정

- 기기 분석 조건
  - 기기 C 분석 조건으로 설정( $\delta^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ , Flash 2000, Organic Elemental Analyzer, Delta V Plus, Thermo Scientific, Germany), Reactor C 분석용, Combustion furnace 온도 1,050°C, 헬륨 가스 carrier flow 100 ml/min
- 표준물질
  - 3종 탄소동위원소 표준물질 IVA(urea, IVA Analysentechnik GmbH,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$  :  $-37.32\% \pm 0.04\%$ ), USGS40(L-glutamic Acid, USGS,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$  :  $-26.39 \pm 0.04\%$ ), Urea(In House reference from KBSI,  $\delta^{13}\text{C}$  :  $-8.02\%$ )
- 표준물질을 이용한 calibration 작성
- 품목 : 쌀, 마늘, 양파
- 시료 사용량 : 0.05 mg



그림 2-5-1. 동위원소 질량분석기

### (2) 동위 원소 교차 분석 결과

- 쌀 시료(n = 54), 마늘 시료(n = 39), 양파 시료(n = 36)를 대상으로 한국기초과학지원연구원과 국립농산물품질관리원의 안정동위원소 질량분석기를 사용하여 탄소동위원소를 교차 분석함
- 두 기관의 분석 결과를 비교한 결과 오차  $\pm 0.5\%$  이내에서 분석 값이 일치하였으나, 일부 양파, 마늘 시료와 쌀 시료에서 차이를 나타내는 결과를 확인함
- 두 기관의 동위원소 분석 값이 오차 범위 내에서 신뢰성이 있음을 확인함

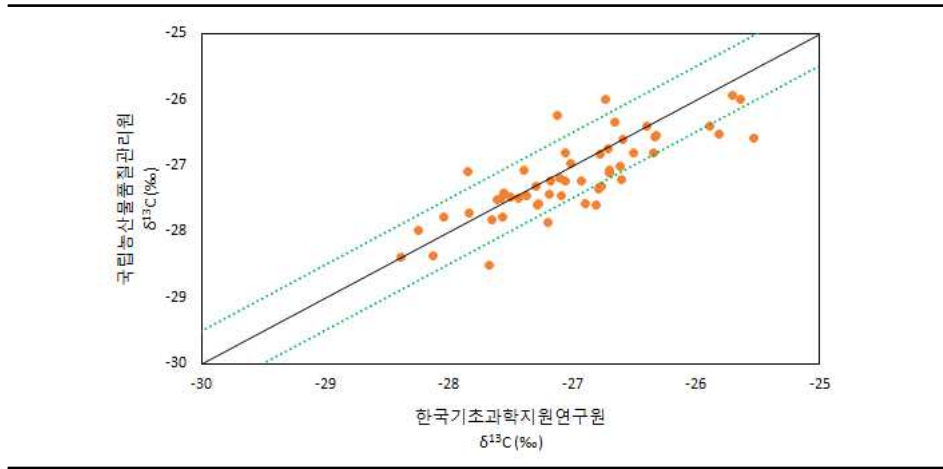
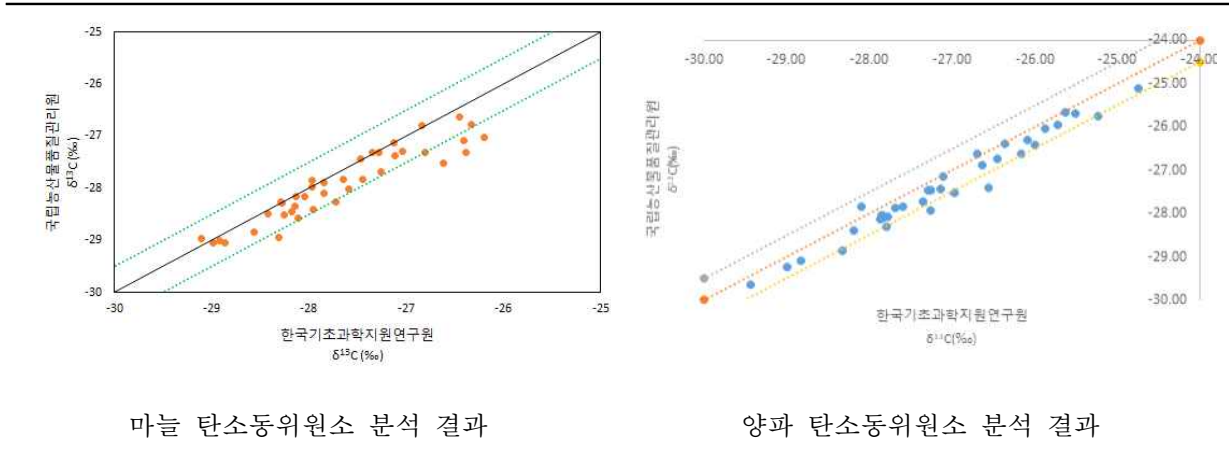


그림 2-5-2. 쌀 시료 교차 분석 결과



마늘 탄소동위원소 분석 결과

양파 탄소동위원소 분석 결과

그림 2-5-3. 마늘, 양파 시료 교차 분석 결과

표 2-5-1. 쌀 탄소동위원소 분석 결과

시료코드	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	시도	시군
2017R-04	-27.0	경기도	김포시
2017R-014	-27.4	경기도	포천시
2017R-018	-26.6	경기도	시흥시
2017R-023	-25.7	경기도	남양주시
2017R-025	-27.5	경기도	광주시
2017R-037	-26.7	경기도	오산시
2017R-047	-28.2	경기도	가평군
2017R-051	-28.0	강원도	화천군
2017R-060	-27.3	강원도	고성군
2017R-063	-27.6	강원도	양양군
2017R-068	-26.7	충청남도	서산시



시료코드	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	시도	시군
2017R-073	-27.4	충청남도	예산군
2017R-080	-27.6	강원도	삼척시
2017R-081	-28.4	강원도	정선군
2017R-083	-26.7	충청남도	아산시
2017R-086	-27.1	충청남도	천안시
2017R-090	-27.9	충청남도	공주시
2017R-099	-27.2	충청남도	논산시
2017R-103	-27.1	충청남도	보령시
2017R-108	-26.5	전라북도	군산시
2017R-111	-27.6	강원도	홍천군
2017R-112	-27.7	강원도	원주시
2017R-121	-27.4	전라북도	완주군
2017R-126	-26.8	전라북도	정읍시
2017R-129	-26.8	전라북도	김제시
2017R-133	-27.1	경상북도	영주시
2017R-141	-27.1	전라남도	영광군
2017R-144	-26.7	전라남도	함평군
2017R-156	-27.3	경상북도	김천시
2017R-165	-26.6	전라남도	영암군
2017R-168	-28.1	전라남도	강진군
2017R-172	-27.1	경상북도	성주군
2017R-177	-26.9	전라남도	화순군
2017R-184	-26.3	경상북도	울진군
2017R-185	-26.6	경상북도	울진군
2017R-190	-26.3	전라남도	담양군
2017R-200	-27.8	전라북도	진안군
2017R-202	-26.4	전라북도	무주군
2017R-208	-27.3	전라남도	보성군
2017R-209	-27.2	전라북도	남원시
2017R-215	-27.2	경상북도	청송군
2017R-231	-25.8	경상남도	밀양시
2017R-238	-27.6	경상남도	하동군
2017R-240	-26.9	경상북도	경주시
2017R-244	-25.9	경상남도	김해시
2017R-246	-25.2	경상남도	거창군
2017R-251	-26.7	경상남도	함천군

시료코드	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	시도	시군
2017R-270	-25.7	충청북도	보은군
2017R-272	-26.4	충청북도	영동군
2017R-276	-25.0	충청북도	증평군
2017R-279	-25.5	충청북도	청주시
2017R-281	-26.8	충청북도	단양군
2017R-284	-27.7	충청북도	제천시
2017R-289	-26.8	충청북도	충주시

표 2-5-2. 마늘 탄소동위원소 분석 결과

시료코드	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	시도	시군
17G-01	-26.4	제주특별자치시	제주시
17G-02	-26.6	제주특별자치시	제주시
17G-04	-26.2	제주특별자치시	서귀포시
17G-08	-26.4	강원도	춘천시
17G-09	-28.0	강원도	홍천군
17G-11	-28.1	경기도	가평군
17G-12	-27.9	경기도	광주시
17G-16	-29.1	경기도	이천시
17G-20	-28.0	경상북도	안동시
17G-21	-26.8	경상북도	의성군
17G-23	-28.4	부산광역시	기장군
17G-24	-28.9	울산광역시	동구
17G-27	-27.5	충청북도	단양
17G-28	-28.1	충청북도	제천
17G-30	-28.0	강원도	삼척
17G-33	-29.0	경상남도	창녕군
17G-34	-28.9	대구광역시	달성군
17G-35	-27.3	전라남도	고흥군
17G-37	-28.3	전라남도	담양군
17G-38	-27.1	전라남도	무안군
17G-39	-27.3	전라남도	여수시
17G-41	-28.3	전라남도	영암군
17G-44	-27.6	전라남도	장흥군
17G-46	-28.3	전라남도	해남군
17G-47	-27.3	전라남도	화순군
17G-49	-28.3	전라남도	목포시
17G-52	-27.4	전라남도	함평군

시료코드	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	시도	시군
17G-53	-27.7	경기도	평택시
17G-54	-27.8	전라북도	군산시
17G-57	-27.6	전라북도	익산시
17G-58	-27.1	전라북도	정읍시
17G-60	-26.4	충청북도	보은군
17G-61	-28.6	충청북도	영동군
17G-62	-27.0	충청북도	옥천군
17G-63	-26.8	세종특별자치시	세종시
17G-65	-28.0	충청남도	논산시
17G-69	-28.2	충청남도	서산시
17G-70	-28.1	충청남도	서천군
17G-75	-26.3	전라북도	부안군

표 2-5-3. 양과 탄소동위원소 분석 결과

시료코드	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	시도	시군
17O-06	-26.0	경상북도	구미시
17O-07	-24.8	경상북도	문경시
17O-09	-27.3	경상북도	안동시
17O-11	-26.6	경상북도	울진군
17O-12	-27.0	경상북도	의성군
17O-13	-28.3	부산광역시	기장군
17O-15	-25.2	울산광역시	동구
17O-17	-27.3	울산광역시	울주군
17O-18	-26.2	울산광역시	중구
17O-19	-27.3	충북	단양
17O-21	-27.8	강원도	삼척
17O-26	-26.5	경상남도	밀양시
17O-27	-27.3	경상남도	사천시
17O-28	-29.0	경상남도	양산시
17O-29	-25.7	경상남도	진주시
17O-32	-26.1	경상남도	함안군
17O-33	-26.7	경상북도	고령군
17O-38	-27.1	전라남도	여수시
17O-40	-28.1	전라남도	완도군
17O-42	-25.6	전라남도	장흥군
17O-44	-27.8	전라북도	남원시
17O-45	-27.3	전라북도	남원시

시료코드	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	시도	시군
17O-48	-28.2	전라남도	순천시
17O-49	-25.5	전라북도	고창군
17O-50	-28.8	전라북도	군산시
17O-51	-27.8	전라북도	완주군
17O-53	-26.4	충청남도	논산시
17O-54	-26.6	충청남도	보령시
17O-56	-27.8	경기도	안성
17O-57	-29.4	인천광역시	옹진군
17O-58	-27.6	충청남도	홍성군
17O-60	-27.9		
17O-62	-27.8	전라북도	부안군
17O-22	-25.9	경기도	여주시
17O-24	-27.7	경상남도	고성군
17O-25	-27.1	경상남도	김해시

### (3) 원산지 추적 및 검증에 위한 무기원소 교차 분석

#### 가. 마늘 무기원소 분석 결과

- 무기원소 Ca, P, S, Fe, Mg, Mn, Zn의 분석 결과, 기초지원(연)의 분석값 대비 농관원 분석값의 비율이 0.7 ~ 1.1 범위 내로 나타남

표 2-5-4. 마늘 시료의 무기원소 교차 분석 결과

	Ca	P	S	Fe	Mg	Mn	Zn
	(mg/kg)					(μg/kg)	
KBSI	331	3848	5895	22	528	10900	34602
농관원	351	3681	6686	22	463	8045	31710
비율(농관원/KBSI)	1.1	1.0	1.1	1.0	0.9	0.7	0.9

#### 나. 양파 무기원소 분석 결과

- 무기원소 Ca, P, S, Ba, Fe, Mn, Na, Zn의 분석 결과, 기초지원(연)의 분석 값 대비 농관원 분석값의 비율이 0.8 ~ 1.3 범위 내로 나타남

표 2-5-5. 양파 시료의 무기원소 교차 분석 결과

	Ca	P	S	Ba	Fe	Mn	Na	Zn
	(mg/kg)						(μg/kg)	
KBSI	3236	2874	3386	5	13	31	407	28
농관원	4161	2925	3677	6	15	25	376	24
비율(농관원/KBSI)	1.3	1.0	1.1	1.3	1.2	0.8	0.9	0.9

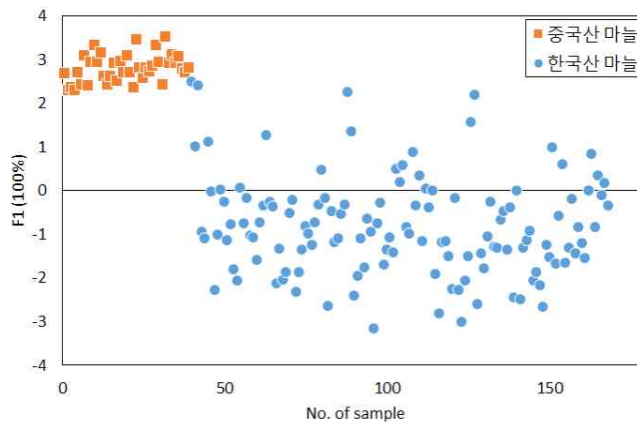
# 3장 연구성과

## 3-1. 기술이전

○ 기술제목 : 다중동위원소를 이용한 한국산과 중국산 마늘의 원산지 판별 방법

### 기술실시 계약서

한국기초과학지원연구원(이하 “연구원”) 국립농산물품질관리원 시험연구소(이하 “실시권자”라 한다)는 “연구원”이 개발하여 보유하고 있는 제1조의 “다중동위원소를 이용한 국내산과 중국산 마늘의 원산지 판별법”(이하 “노하우”이라 기술한다)을 실시권자가 실시함에 있어 다음과 같이 계약을 체결한다.



“연구원”

대전광역시 유성구 과학로 169-148

한국기초과학지원연구원

원 장 신 형 식



“실시권자”

경상북도 김천시 용전로 141 (율곡동)

국립농산물품질관리원 시험연구소

소 장 홍 성 희



### 3-2. 지식재산권

특 허 명	등록 연도	출원인	출원국	등록번호	출원/등록
농산물의 탄소, 질소 및 황 안정동위원소를 동시에 분석하는 방법	2020	한국기초과학 지원연구원	대한민국	10-2079020	등록
탄소, 질소 및 황 안정동위원소를 이용한 돼지고기의 원산지 판별방법	2020	한국기초과학 지원연구원	대한민국	10-2078687	등록
혼합시료 제작용 정량 트레이	2019	주식회사 지오그린21	대한민국	10-2007760	등록

#### (1) 농산물의 탄소, 질소 및 황 안정동위원소를 동시에 분석하는 방법



(2) 탄소, 질소 및 황 안정동위원소를 이용한 돼지고기의 원산지 판별방법



(3) 혼합시료 제작용 정량 트레이





### 3-3. 논문

게재 연도	논문명	저자	학술지명	Vol.	국내외 구분	SCI 구분
2019	Geographical origin authentication of onions using stable isotope ratio and compositions of C, H, O, N, and S	박진희, 최승현, 봉연식	Food Control (IF:4.248)	101	국외	SCI (JCR 상위 10%)
2020	Geographical origin identification of garlic cultivated in Korea using isotopic and multi-elemental analyses	최승현, 봉연식, 박진희, 이광식	Food Control (IF:4.248)	111	국외	SCI (JCR 상위 10%)

- (1) 2019, Geographical origin authentication of onions using stable isotope ratio and compositions of C, H, O, N, and S



Geographical origin authentication of onions using stable isotope ratio and compositions of C, H, O, N, and S

Jin Hee Park<sup>a</sup>, Seung-Hyun Choi<sup>b,c</sup>, Yeon-Sik Bong<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup> School of Environmental and Biological Chemistry, Chungbuk National University, Cheongju, 28644, Republic of Korea

<sup>b</sup> Graduate of Analytical Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon, 31434, Republic of Korea

<sup>c</sup> Division of Earth and Environmental Sciences, Korea Basic Science Institute, Cheongju, 28119, Republic of Korea

- (2) 2020, Geographical origin identification of garlic cultivated in Korea using isotopic and multi-elemental analyses



Geographical origin identification of garlic cultivated in Korea using isotopic and multi-elemental analyses

Seung-Hyun Choi<sup>a,b</sup>, Yeon-Sik Bong<sup>b</sup>, Jin Hee Park<sup>d,\*</sup>, Kwang-Sik Lee<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup> Graduate of Analytical Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon, 31434, Republic of Korea

<sup>b</sup> Earth and Environmental Analysis Group, Korea Basic Science Institute, Cheongju, 28119, Republic of Korea

<sup>c</sup> Division of Earth and Environmental Sciences, Korea Basic Science Institute, Cheongju, 28119, Republic of Korea

<sup>d</sup> Department of Environmental & Biological Chemistry, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk, 28644, Republic of Korea

### 3-4. 학회발표

발표 연도	발표제목	발표자	학술대회명	국내외 구분	발표장소
2017	Classification of sparkling water derived from either natural or artificial carbonated mineral water	최승현, 신우진, 봉연식, 류종식	2017 추계 지질과학 연합학술대회	국내	제주 국제컨벤션 센터
2017	다중동위원소와 통계기법을 이용한 쌀의 원산지 판별	봉연식, 최승현, 류종식, 신형선, 김형석, 임혜인	2017 추계 지질과학 연합학술대회	국내	제주 국제컨벤션 센터
2017	Geographical origin of garlic and onion using multiple isotopes	최승현, 봉연식, 김형석, 임혜인	제59회 한국분석 과학회 추계학술대회	국내	제주 국제컨벤션 센터
2018	중동위원소와 원소분석 결과를 활용한 한국산 마늘의 지리적 특성 연구	최승현, 봉연식	2018 추계 지질과학 연합학술대회	국내	경주화백 컨벤션 센터
2018	Characterization of geographical origin of garlic cultivated in Korea using isotopic and multi-elemental composition analyses	최승현, 봉연식	2018 American Geophysical Union	국외	Washington Convention Center
2018	Geographical origins discrimination of garlic using isotope ratio mass spectrometer analysis	허설혜, 장은희, 강동진, 김효경 신병곤	2018 국제한국 식품과학회	국내	부산 백스코
2019	안정동위원소와 원소함량을 이용한 농산물의 원산지 판별	최승현, 신우진, 봉연식, 이광식	2019 추계 지질과학 연합학술대회	국내	라마다 프라자 제주호텔
2019	Determination of the geographical origin of onions produced in the Republic of Korea based on stable isotope ratios and elemental concentrations of C, H, O, N, and S	최승현, 박진희, 봉연식	2019 American geophysical union	국외	Moscone Convention Center
2019	Geographical Origins discrimination of Onion Using Isotope Ratio Mass spectrometer (IRMS) Analysis	허설혜, 장은희, 강동진, 이승훈, 신병곤	제63회 한국분석 과학회추계 학술대회	국내	제주 부영호텔

- (1) 2017, Classification of sparkling water derived from either natural or artificial carbonated mineral water, Seung-Hyun Choi, Woo-Jin Shin, Yeon-Sik Bong, Jong-Sik Ryu, 2017 추계 지질과학연합학술대회, 국내, 제주국제컨벤션센터

### Classification of sparkling water derived from either natural or artificial carbonated mineral water

Seunghyun Choi<sup>a,b</sup>, Woo-Jin Shin<sup>b</sup>, Yeon-Sik Bong<sup>b</sup>, Jong-Sik Ryu<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>Graduate School of Analytical Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea  
<sup>b</sup>Division of Earth & Environmental Sciences, Ochang Center, Korea Basic Science Institute, Chungbuk 28119, Korea  
 jsryu@kbsi.re.kr

**Abstract**

Global bottled water market has been rapidly growing during the last decade, in which the consumption of sparkling water (SPW) more intensely increases due to health issues. Various SPWs commercially available in South Korea were purchased from on-line and off-line markets. The objective of this study is to decipher whether the SPWs contain natural or CO<sub>2</sub> and to identify the water properties according to countries. To do this, we used chemical and isotopic compositions ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$  and  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ), and then carried out multi-statistical analyses based on the data.  $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$  values range from -41.4‰ to +2.6‰ (n=30). Interestingly, the SPWs artificially injected with CO<sub>2</sub> gas have  $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$  values ranging from -41.4‰ to +2.2‰ (average -19.8‰, n=25), while those collected from well-developed in carbonate terrain have  $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$  values ranging from -7.1‰ to +2.6‰ (average -3.7‰, n=5). Although it has been known that  $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$  is a powerful tracer of identifying either naturally carbonated mineral water (NCW) or artificially carbonated water (ACW), it was not possible to discriminate them in this study, indicating that the origin of CO<sub>2</sub> in the SPWs should be carefully examined even if  $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$  is used. In order to examine whether  $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$  can differentiate natural or artificial CO<sub>2</sub> in the SPW, we have been now analyzing  $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$  in the SPWs. This study will allow  $\delta^{13}\text{C}$  to clearly discriminate natural or artificial CO<sub>2</sub> in the SPWs.

- (2) 2017, 다중동위원소와 통계기법을 이용한 쌀의 원산지 판별, 봉연식, 최승현, 류종식, 신형선, 김형석, 임혜인, 2017 추계지질과학연합학술대회, 국내, 제주국제컨벤션센터

### 다중 동위원소와 통계기법을 이용한 쌀의 원산지 판별

봉연식<sup>a\*</sup>, 최승현<sup>b</sup>, 류종식<sup>a</sup>, 신형선<sup>a</sup>, 김형석<sup>a</sup>, 임혜인<sup>a</sup>

<sup>a</sup>한국기초과학지원연구원, 지구환경연구부  
<sup>b</sup>분석과학기술대학원대학교  
 bong\_geo@kbsi.re.kr

KBSI 한국기초과학지원연구원  
KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE

**소 록**

국내 유통 중인 쌀의 원산지를 구분하기 위하여 국립농산물품질관리원으로부터 제공받은 총 46개 시료에 대한 원소분석 및 다중 동위원소 (탄소, 질소, 산소, 수소와 스트론튬)분석을 실시하였다. 동위원소 분석결과,  $\delta^{13}\text{C} =$  평균  $-26.7\%$ ,  $\delta^{15}\text{N} =$  평균  $+4.8\%$ ,  $\delta^{18}\text{O} =$  평균  $+22.1\%$ ,  $\delta^2\text{H} =$  평균  $-66.1\%$ ,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} =$  평균 0.71678의 결과를 보여 주었다. 분석된 각 항목별로, 특히 동위원소 결과들에 대해서는 원산지가 뚜렷이 구별되지 않고 혼재된 양상을 보여주었으나, 원소분석 자료와 함께 통계분석을 실시한 결과는 경기도, 강원도, 전라도, 충청도 각각의 지역별로 원산지가 비교적 잘 구분되는 것을 볼 수 있었다(판별분석 결과). 이러한 결과는 국내산과 수입산 농산물의 원산지를 판별하는 데에 많은 도움이 될 것으로 판단되며, 향후 다양한 농산물의 원산지를 판별하기 위한 효과적인 도구로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 또한 다중 동위원소를 이용한 통계기법은 지질학 및 지구화학 분야뿐 아니라, 식품 원산지 추적, 법과학, 고고학 등 다양한 분야에 폭넓게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

- (3) 2017, Geographical origin of garlic and onion using multiple isotopes, Seung-Hyun Choi, Yeon-Sik Bong, Hyungsuk Kim, Hyein Im, 제59회 한국분석과학회 추계학술대회, 국내, 제주국제컨벤션센터

### Geographical Origin of Garlic and Onion Using Multiple Isotopes

Seunghyun Choi<sup>1</sup>, Yeon-Sik Bong<sup>2\*</sup>, Hyungsuk Kim<sup>2</sup>, and Hyein Im<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Analytical Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea  
<sup>2</sup> Division of Earth & Environmental Sciences, Korea Basic Science Institute, Cheongju 28119, Republic of Korea  
 \* Corresponding author: bonggeo@gmail.com

KBSI 한국기초과학지원연구원  
KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE

**ABSTRACT**

Stable isotope analysis has been known as a very useful analytical method for determining the geographical origin of agricultural products, and it is currently widely utilized for distinguishing the geographical origin of various agricultural products [1,2]. In addition, accumulated analytical data is statistically treated to be used for even more efficient identification of geographical origin.

An attempt was made to determine the geographical origin of domestic agricultural products by analyzing the multiple isotopes (carbon, nitrogen, sulfur, oxygen, and hydrogen) in garlic and onion collected directly from the production areas, followed by statistically analyzing all the analytical data together. Our results were successful as geographical origin was correctly determined with 58.45% of garlic samples and 62.88% of onion samples. As for the other samples, however, the geographical origin of samples from a single administrative district was wrongly determined to be various other administrative districts (Geographical origins involved in this research are the following administrative districts: Gangwon-do, Gyeonggi-do, Gyeongsang-do, Jeolla-do and Chungcheong-do). This was interpreted that the statistical method based on multiple isotopes alone could not clearly distinguish product characteristics between adjacent administrative districts. Therefore future research is considered necessary for more accurate geographical origin determination, particularly concerning the combined utilization of the data from this research and other kinds of analytical data (such as obtained using multi-elemental analysis, strontium isotopes, etc.). This kind of technique for geographical origin determination is expected to show higher efficiency especially in distinguishing between products of different nations, such as between domestic and foreign products.

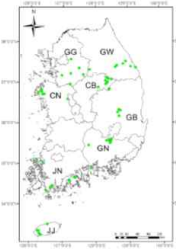


- (4) 2018, 다중동위원소와 원소분석 결과를 활용한 한국산 마늘의 지리적 특성 연구, 최승현, 봉연식, 2018 추계지질과학연합학술대회, 국내, 경주화백컨벤션센터

**다중동위원소와 원소분석 결과를 활용한 한국산 마늘의 지리적 특성 연구**  
 최승현<sup>1</sup>, 봉연식  
<sup>1</sup>한국기초과학지원연구원, 지구환경연구부  
<sup>2</sup>충남대학교 분석과학기술대학원  
 csh3135@kbsi.re.kr

**Abstract**  
 농산물의 원산지 판별 기술은 식품 안전과 유통질서 확립에 대한 국민적 관심으로 다양한 분석 방법들이 제시되어 왔다. 이번 연구에서는 국내에서 생산된 마늘의 지리적 원산지를 판별하기 위해 다중동위원소( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{34}\text{S}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^2\text{H}$ )와 원소분석(주원소, 미량원소)을 실시하였다. 원산지 판별에 이용된 총 55개 지점에서 수집된 마늘 시료는 모두 2017년에 재배된 시료를 수확기에 직접 채취하여 분석에 이용하였다(163개 시료). 재배 환경에 따른 마늘의 다중동위원소 변화를 파악하기 위해, 다중동위원소 분석 결과와 환경 지표 간의 상관관계를 살펴보았다. 마늘의 탄소와 산소 동위원소 값은 상대습도와 음의 상관관계를, 위도와 양의 상관관계를 보여주었다. 상대 습도가 낮은 충청지역(평균습도: 55%)의 평균 탄소와 산소 동위원소 값( $\delta^{13}\text{C} = -25.2\text{‰}$ ,  $\delta^{18}\text{O} = +26.4\text{‰}$ )은 상대 습도가 높은 제주지역(평균습도: 76%)보다 특징적으로 높게 나타났다( $\delta^{13}\text{C} = -26.9\text{‰}$ ,  $\delta^{18}\text{O} = +23.1\text{‰}$ ). 총 5개의 지역(북동지역-강원, 충북, 경기; 북서지역-충남; 남동지역-경남, 경북; 남서지역-전남; 제주지역)으로 구분하여, ANOVA와 판별분석(Discriminant Analysis)을 실시하였다. 판별분석 결과,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ , Ca, P, Al, Fe, 그리고 Sr이 마늘의 원산지 구분에 매우 유용한 인자들로 판별되었으며, 90.9%로 각각의 원산지가 구별되었다. 이러한 결과는 다중동위원소와 원소 분석 결과를 함께 통계방법과 결합하여 농산물의 원산지 판별에 효과적으로 활용될 수 있음을 보여주었다.

**Materials & Method**



**마늘 시료 수집**  
 - 전국 55 지점에서 163개 마늘 시료 수집  
 - 강원도 7지점(GW, n=20)  
 - 충청북도 10지점(CB, n=30)  
 - 경기도 6지점(GG, n=18)  
 - 충청남도 6지점(CN, n=17)  
 - 전라남도 9지점(JN, n=27)  
 - 경상북도 4지점(GB, n=12)  
 - 경상남도 7지점(GN, n=21)  
 - 제주도 6지점(JJ, n=18)

**안정동위원소분석**  
 - 탄소( $\delta^{13}\text{C}$ ), 질소( $\delta^{15}\text{N}$ ), 황( $\delta^{34}\text{S}$ ) 분석: 원소분석기 (Vario PyroCube, Elementar, Germany)-안정동위원소질량분석기 (VistaQ, Isoprime, UK)  
 - 산소( $\delta^{18}\text{O}$ ), 수소( $\delta^2\text{H}$ ) 분석: Thermal conversion 원소분석기 (Flash 2000 HT, Thermo Scientific, Germany)-안정동위원소질량분석기(Delta V Advantage, Thermo Scientific, Germany)

**주원소 및 미량원소 분석**  
 - 주원소 및 미량원소 분석: ICP-AES(Optima 8300, Perkin Elmer, USA)와 ICP-MS(ICAP Q, Thermo Scientific, Germany)

**통계분석**  
 - XLSTAT pro(Addinsoft, USA) 프로그램을 이용하여 Pearson correlation, ANOVA, Discriminant analysis 실시

- (5) 2018, Characterization of geographical origin of garlic cultivated in Korea using isotopic and multi-elemental composition analyses, Seung-Hyun Choi, Yeon-Sik Bong, 2018 American geophysical union, 국외, Washington DC convention center

**Characterization of geographical origin of garlic cultivated in Korea using isotopic and multi-elemental composition analyses**  
 Seung-Hyun Choi<sup>1,2</sup>, Yeon-Sik Bong<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Division of Earth and Environmental Sciences, Korea Basic Science Institute, Chungbuk, 28119, Republic of Korea  
<sup>2</sup>Graduate of analytical Science and Technology (GRAST), Chungnam National University, Daejeon, 31434, Republic of Korea  
 bong\_geo@kbsi.re.kr

**ABSTRACT**

The geographical authentication of the agricultural products has been received much attention due to food safety and quality issues. This study was carried out to develop a method to statistically differentiate the geographical origin of garlic produced in Korea using stable isotopic compositions ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{34}\text{S}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ , and  $\delta^2\text{H}$ ) and multi-element analyses (major and trace elements). For this, 163 garlic samples produced in 2017 were analyzed. A statistical analysis revealed that there is a good relationship between carbon and oxygen isotopic compositions and environmental (relative humidity, precipitation, and temperature) and/or geographical parameters (latitude, longitude, and altitude) of the cultivated areas. The  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  values were found to be inversely proportional to the relative humidity. The values from the garlic cultivated at a low relative humidity environment (north region) were higher than others. Both the discriminant analyses and ANOVA were performed using the results of isotopic and elemental analyses to distinguish the macro-region (north, northwest, southeast, southwest region, and Jeju island). 90.9% of the garlic-cultivated regions were successfully classified by discriminant analysis. This suggests that the multivariate statistical approach using stable isotopic and multi elemental composition analysis could be an appropriate tool to distinguish the geographical origin of garlic cultivated in Korea.

- (6) 2018, Geographical origins discrimination of garlic using isotope ratio mass spectrometer analysis, 허설혜 외, 2018 국제한국식품과학회, 국내, 부산벡스코

Experiment & Research Institute  
 National Agricultural Products Quality Management Service

**Geographical Origins discrimination of Garlic using Isotope Ratio Mass Spectrometer (IRMS) Analysis**

Sul-hye Hur, Eun-Hee Chang, Dong-Jin Kang, Hyeo-Kyeung Kim, Byeung-Kon Shin  
 Experiment Research Institute, National Agricultural Products Quality Management Service,  
 141, Yongjeon-ro, Gimcheon-si, Gyeongsangbuk-do, Korea

**ABSTRACT**

Garlic is well known as condiment vegetable in Korea. Korean consumers want to know the region where garlic were produced when consumer eat garlic in Korea. They are concerned about labeling of geographical origin for garlic when purchasing garlic. The origin of garlic is identified to prevent false indication of geographical origin of garlic. The aim of this study is to discriminate the geographical origin of garlic by comparing isotope ratio of garlic between each region in Korea. In this study, we discriminated origin of garlic using isotope ratio spectrometer analysis. We analyzed carbon isotopic ratio of garlic. 49 samples were collected from 23 regions. In Yeosu-si, the range of carbon isotopic ratio of garlic was from  $-24.65 \pm 0.02\text{‰}$ . In Jeongseon-gun, the range of carbon isotopic ratio of garlic was from  $-28.27 \pm 0.01\text{‰}$ . There were difference of carbon isotopic ratio of garlic between Yeosu-si and Jeongseon-gun. These results show that isotopic ratio of garlic can be applied to discriminate the geographical origin of garlic in Korea.

- (7) 2019, 안정동위원소와 원소함량을 이용한 농산물의 원산지 판별, 최승현 외, 2019 추계지질 과학연합학술대회, 국내, 라마다프라자제주호텔

**안정동위원소와 원소함량을 이용한 농산물의 원산지 판별**

최승현<sup>1,2</sup>, 신우진<sup>3</sup>, 봉연식<sup>1</sup>, 이광식<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>한국기초과학지원연구원, 연구장비운영부  
<sup>2</sup>충남대학교 분석과학기술대학원  
<sup>3</sup>한국기초과학지원연구원, 환경분석연구부  
csh3135@kbsi.re.kr

**Abstract**

식물을 구성하고 있는 주요 성분(C, N, S, O)에 대한 안정동위원소 조성은 식물이 성장할 당시 환경의 지질·지리·기상학적 특성을 반영하기 때문에 농산물의 원산지를 추적할 수 있는 효과적인 방법으로 사용될 수 있다. 이 연구에서는 한국과 중국에서 생산된 마늘(한국, n=117; 중국, n=39)과 양파(한국, n=105; 중국, n=33)의 원산지 판별을 보다 정확하게 하기 위해 주요 성분에 대한 함량(C, N, S, O) 분석과 함께 각 성분에 대한 안정동위원소 조성( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{34}\text{S}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ )을 분석하였다. 중국산 마늘과 양파의 동위원소 조성은 한국산보다 상당히 좁은 범위를 나타내었다. 또한, 전반적으로 중국산 마늘의  $\delta^{34}\text{S}$  값( $5.5 \pm 0.8\%$ )은 한국산 마늘( $-1.7 \pm 2.3\%$ )보다 높은 값을 보였으며, 이와 달리  $\delta^{15}\text{N}$  값은 한국산( $3.7 \pm 3.9\%$ )이 중국산( $1.8 \pm 0.9\%$ )보다 높은 값으로 측정되었다. 이러한  $\delta^{34}\text{S}$ 와  $\delta^{15}\text{N}$  값의 분포 특성은 양파에서도 관찰되었다. 이는 한국산 농산물이 전국에 분포하는 여러 농가들에서 재워졌기 때문에 서로 다른 지질·지리·기상학적 특성 등을 반영하는 반면, 국내로 수입되는 중국산 농산물은 제한된 지역에서 대규모 재배 방식에 의해 농산물 생산이 이루어진 결과로 해석된다. 탄소와 산소 동위원소 조성은 특정시기에 채취한 한국산 시료를 제외하면 중국산과 뚜렷하게 구분되지 않기 때문에, 황과 질소 동위원소와 함께 다양한 방법을 통한 원산지 판별방법이 필요할 것으로 판단된다. 이에 정확한 원산지 구분을 위해 안정동위원소와 원소 함량을 이용해 원산지 구분을 위한 주성분 분석을 추가적으로 실시하였으며, 한국산과 중국산 농산물이 뚜렷하게 구분되었다. 이 연구 결과를 농산물을 구성하고 있는 주요 성분들에 대한 동위원소 조성의 특징적인 분포 특성과 통계분석을 이용하여 국내산 농산물과 중국산 농산물이 효과적으로 구분될 수 있음을 확인하였다.

- (8) 2019, Determination of the geographical origin of onions produced in the Republic of Korea based on stable isotope ratios and elemental concentrations of C, H, O, N, and S, Choi et al., 2019 American geophysical union, 국외, Moscone convention center

**Determination of the geographical origin of onions produced in the Republic of Korea based on stable isotope ratios and elemental concentrations of C, H, O, N, and S**

Seung-Hyun Choi<sup>1,2</sup>, Jin Hee Park<sup>3</sup>, Yeon-Sik Bong<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate of analytical Science and Technology (GRAST), Chungnam National University, Daejeon, 31434, Republic of Korea  
<sup>2</sup>Earth and Environmental Analysis Group, Korea Basic Science Institute, Cheongju, 28119, Republic of Korea  
<sup>3</sup>School of Environmental and Biological Chemistry, Chungbuk National University, Cheongju, 28644, Republic of Korea  
bong\_geo@kbsi.re.kr

**ABSTRACT**

Stable isotope ratios and elemental concentrations were analyzed to evaluate the geographical origin of onions cultivated in various production regions of the Republic of Korea. Significant variances in elemental concentrations of H, N, and S were found under the influence of diverse agricultural practices. The  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ , and  $\delta^{34}\text{S}$  values of the onions also varied significantly among classified production regions. The production regions of the onions were relatively well classified by discriminant analysis based on the combined use of elemental content and isotope ratio data. Especially, analysis with production regions of similar latitudes resulted in better discrimination rates in determining the geographical origin of the onions. Discriminant analysis involving elemental concentration ratios, such as H/C and C/N, provided better discriminative power on the geographical origin of the onions. More accurate discrimination of the geographical origin of the onions could be achieved by additional analysis, such as multi-elemental analysis.

- (9) 2019, Geographical Origins discrimination of Onion Using Isotope Ratio Mass spectrometer (IRMS) Analysis, 허설혜 외, 제63회 한국분석과학회 추계 학술대회, 국내, 제주부영호텔

**Geographical Origins discrimination of Onion Using Isotope Ratio Mass spectrometer (IRMS) Analysis**

Suel Hye Hur, Eun-Hee Chang, Dong-Jin Kang, Seong Hun Lee and Byeung-Kon Shin\*

Experiment Research Institute of National Agricultural Products Quality Management Service (NAQS),  
141 Yongjeon-ro, Gimcheon-si, Gyeongsangbuk-do, Korea.

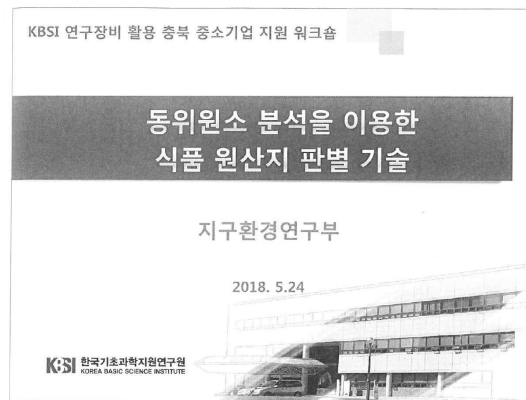
Onion is well known as condiment vegetable in Korea. Korean consumers want to know the region where onion were produced when consumer eat onion in Korea. They are concerned about labeling of geographical origin for onion when purchasing onion. The origin of onion is identified to prevent false indication of geographical origin of onion. The aim of this study is to discriminate the geographical origin of onion by comparing isotope ratio of onion between each region in Korea. In this study, we discriminated origin of onion using isotope ratio spectrometer analysis. We analyzed carbon isotopic ratio of onion. 45 samples were collected from 27 regions. The lowest and highest relative content carbon ratio the onion were  $-23.55 \pm 0.07\%$  to  $-28.11 \pm 0.12\%$ . In Samcheok-si, the range of carbon isotopic ratio of onion was from  $-23.55 \pm 0.07\%$ . In Sinan-gun, the range of carbon isotopic ratio of onion was from  $-28.11 \pm 0.12\%$ . These results showed that there was difference between group of Samcheok-si in Gangwon and group of Sinan-gun in Jeonnam.

### 3-5. 교육 및 컨설팅

- (1) 동위원소를 이용한 원산지 판별 기술: 스트론튬 동위원소
  - 스트론튬, 탄소, 질소 등 다중 동위원소를 이용한 원산지 판별 기술 습득
- (2) 분석화학일반 및 시료전처리, ICP기기 교육
  - 분석화학일반 개론 및 시료전처리
- (3) 충북대학교 현장실습 인턴쉽(동절기)
  - 안정동위원소 질량분석기 원리 및 이해
- (4) 충북대학교 현장실습 인턴쉽
  - 안정동위원소 질량분석기 원리 및 이해

### 3-6. 전시회 참가

- KBSI 연구장비 활용 충북 중소기업 지원 워크숍
- 동위원소 분석을 이용한 식품 원산지 판별 기술





## 4장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

### 4-1. 목표

최종 목표	농산물 원산지 추적을 위한 동위원소 광역지도 개발	
세 부 목 표	주관연구기관	동위원소 분석기술을 활용한 농산물 원산지 판별 기술 개발
	한국기초과학 지원연구원	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 환경시료 및 농(축)산물 시료(쌀, 양파, 마늘, 돼지고기)에 대한 동위원소 분석 기술 확보</li> <li>○ 다중동위원소 분석기술을 활용한 농산물의 원산지 판별법 개발</li> <li>○ 국내산과 수입산 농(축)산물의 동위원소 분석을 통한 국내산 농산물의 특성 파악</li> <li>○ 국내산 농축산물의 원산지 판별을 위한 과학적 판별 기술 확보</li> </ul>
	협동연구기관	동위원소지도를 이용한 국내 유통 농산물 원산지 추적 및 검증
	국립농산물 품질관리원	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 유통 중인 검증용 농산물 시료 확보</li> <li>○ 신뢰성 검증을 위한 동위원소 교차 분석</li> <li>○ 분석결과를 동위원소 지도와 비교 분석</li> </ul>
	위탁연구기관	원산지 추적을 위한 동위원소 광역지도 작성
	(주)지오그린21	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전국규모의 환경시료와 농산물 시료의 채취</li> <li>○ 분석된 동위원소 자료의 데이터베이스화</li> <li>○ 동위원소자료를 활용한 전국 규모의 동위원소 지도 제작</li> </ul>

#### 4-2. 목표 달성여부

성과목표	연구성과	목표 달성도
□ 농산물 원산지 추적에 위한 동위원소 지도 제작을 위한 충분한 시료 수를 확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 쌀 시료 510개, 양파 시료 203개, 마늘 시료 238개, 토양 시료 702개, 물시료 426개를 직접 채취하여 확보</li> <li>■ 농산물 원산지 추적을 위한 충분한 시료 개수가 확보 됨</li> </ul>	100%
□ 원산지가 보장된 수입산 농축산물에 대한 시료의 확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수입산 양파 50개, 수입산 마늘 50개, 수입산 돼지고기 20개 확보</li> <li>■ 국내산과 수입산의 원산지 판별 비교를 위하여 활용됨</li> </ul>	100%
□ 확보된 시료에 대한 다중 동위원소 분석을 실시하고 이들 결과를 데이터베이스화	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수집된 농산물(쌀, 양파, 마늘)에 대한 질소, 탄소, 황, 산소동위원소 및 질소, 탄소, 황, 산소 원소함량 분석이 완료됨</li> <li>■ 일부 농산물 시료의 무기원소 함량과 스트론튬 동위원소 비 분석이 완료됨(쌀 48개, 양파 46개, 마늘 55개)</li> <li>■ 모든 분석 결과는 데이터베이스로 구축함</li> </ul>	100%
□ 과제 수행 중, SCI 논문 2편 이상, KCI 논문 2편 이상을 게재	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SCI 논문 2편 게재 됨                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geographical origin authentication of onions using stable isotope ratio and compositions of C, H, O, N, and S (Park et al., 2019; <i>Food control</i>; IF: 4.248, JCR 상위 10%)</li> <li>- Geographical origin identification of garlic cultivated in Korea using isotopic and multi-elemental analyses (Choi et al., 2020; <i>Food control</i>; IF: 4.248, JCR 상위 10%)</li> </ul> </li> </ul>	50%
□ 연구 결과를 활용한 원산지 판별 기술에 대한 특허출원/등록 각 2건 이상	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 특허 출원 3건 / 등록 3건 완료                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탄소, 질소 및 황 안정동위원소를 이용한 돼지고기의 원산지 판별방법</li> <li>- 농산물의 탄소, 질소 및 황 안정동위원소를 동시에 분석하는 방법</li> <li>- 혼합시료 제작용 정량 트레이</li> </ul> </li> </ul>	100%
□ 전국 규모의 동위원소 지도 제작	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수집된 농산물 시료에 대해 전국규모의 질소, 탄소, 황, 산소동위원소 지도가 제작 완료됨</li> </ul>	100%
□ 농산물 원산지 판별을 위해 제작한 동위원소지도 활용 기술을 국립농산물품질관리원에 이전	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 동위원소를 활용한 원산지 판별 기술을 국립농산물품질관리원에 이전함                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기술명: 다중 동위원소를 이용한 한국산과 중국산 마늘의 원산지 판별 방법</li> </ul> </li> </ul>	100%

### 4-3. 목표 미달성 원인 및 차후대책

- 과제 수행 중, SCI 논문 2편 이상, KCI 논문 2편 이상을 게재
  - KCI 논문 2편의 게재가 미완료
  - 당초, KCI로 계획했던 논문 2편을 모두 SCI급 논문으로 작성함
  - 게재가 완료된 논문 2편은 모두 JCR 상위 10%에 해당하는 논문에 게재 완료됨
  - 농산물 및 환경시료 수집과 동위원소 분석에 많은 시간이 소요되면서 데이터 확보와 결과처리에 어려움이 많았음
  - 농산물 시료에 대한 동위원소 분석이 2019년 상반기에 완료됨에 따라 확보된 분석 결과를 활용한 논문은 Food Chemistry (IF:5.399, JCR 상위 5% 우수저널)에 투고했으며 (Discrimination between Korean and Chinese garlic using bioelements content and isotope signatures, 투고일: 2020. 04. 20.), 현재 논문심사 중임
- 토양 시료의 분석
  - 수집된 토양 시료에 대한 동위원소 분석 결과 토양의 탄소와 질소동위원소는 농산물의 동위원소 패턴과 일치하지 않음. 반면 일부 시료의 분석 결과 황동위원소는 농산물의 황동위원소와 매우 밀접한 상관관계를 나타내는 것으로 파악됨
  - 토양의 황동위원소 분석은 전처리에 많은 시간과 인력이 필요하여 모든 시료에 대한 분석이 진행되지 못함
  - 토양의 황동위원소와 농산물의 황동위원소와의 상관관계를 추후 연구를 통해 증명하고 토양의 황동위원소를 활용한 동위원소 지도 제작을 진행할 계획임

## 5장 연구결과의 활용 계획

### 5-1. 연구개발 성과의 활용 방안

- 본 연구를 위해 이용하게 될 농산물(쌀, 양파, 마늘) 시료들의 원산지를 판별하기 위해 활용되는 다중 동위원소 조성은 다양한 농축산물의 원산지를 판별하는데 도움이 됨
- 농축산물의 원산지 판별은 국민 건강 보호와 예방 차원에서 매우 중요하며, 사회적으로 중요한 문제이기 때문에 환경 및 지질학적 특징을 잘 반영하고 있는 다중 동위원소 분석 방법을 이용한 원산지 판별 기술은 향후 원산지 단속을 하는 공공기관 또는 중소기업 등에 기술을 이전하여 활용을 극대화 할 수 있음
- 전국 규모의 농축산물, 토양과 지하수 시료에 대한 다중 동위원소 조성 자료를 데이터베이스화함으로써 국내 농축산물에 대한 특성을 파악하여 과학적인 정보를 제공할 수 있음
- 통계분석 결과와 동위원소 광역 지도를 활용하여 농축산물과 국내 토양, 지하수와의 상관관계를 규명하고 이들의 분포 특성을 보다 명확히 파악함으로써 연구결과를 활용하여 지역특산품에 대한 경쟁력을 확보하는데 중요한 자료로 이용될 수 있음
- 국내산 농축산물과 수입산 농축산물의 원산지를 판별할 수 있는 과학적 근거 자료로 제시할 수 있음
- 기술이전이 완료된 원산지 판별 방법 (“다중 동위원소를 이용한 한국산과 중국산 마늘의 원산지 판별 방법”)과 같이 국립농산물품질관리원에서 원산지 판별에 직접적으로 활용 가능한 방법의 기술들을 개발하여 정립하고, 이를 시장에 직접 활용할 수 있는 판별기술로 개발할 계획임
- 환경 및 기후의 영향을 상대적으로 덜 받는다고 알려져 있는 스트론튬 동위원소 비 ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ )를 활용하여 동위원소 지도와 함께 원산지 판별에 활용할 계획임

### 5-2. 연구개발 결과의 기대효과

- 기술적 측면
  - 국내산 농축산물의 원산지 판별에 활용되는 다양한 동위원소 분석법의 개발
  - 국내 농축산물의 원산지 판별에 효과적으로 사용될 수 있는 동위원소 지시자를 선정할 수 있을 것으로 기대
  - 전국 규모의 시료 획득으로 얻어진 자료에 대한 통계분석은 국내 농축산물의 전체적인 특성을 파악하는 중요한 자료로서 활용될 것으로 기대됨
  - 농축산물의 원산지 규명에 있어서 전국 규모의 토양/지하수 시료와 연계할 수 있는 판별 기술을 개발함으로써 신뢰성 있는 과학적 분석결과 도출
  - 국내산과 수입산 농축산물을 구분할 수 있는 과학적 분석 방법의 정립
  - 한국형 동위원소지도 제작은 원산지 판별에 관심 있는 많은 연구자들에게 획기적인 연구 방향을 제시

○ 경제적·산업적 측면

- 국내산 및 수입산 농축산물에 대한 신뢰성 있는 동위원소 분석 결과를 제공함으로써, 원산지 허위표시와 위·변조를 사전에 예방할 수 있기 때문에 농축산물에 대한 품질관리가 효율적으로 이루어질 것으로 기대됨
- 지역경기 침체를 가져올 수 있는 위·변조 농축산물의 유통을 근절시킬 수 있으며, 생산지에 따라 가격이 달라지는 지역 특산물의 위·변조에 활용하여 고부가가치 상품을 보호하고, 고품질 상품이 제대로 평가받을 수 있도록 하는 자료로서 활용될 수 있을 것으로 기대됨
- 원산지에 대해 믿을 수 있는 정보를 제공함으로써 소비자-생산자-공급업자 사이에 일어날 수 있는 분쟁을 미연에 방지할 수 있음
- 수입 농축산물의 원산지 판별에 과학적인 근거 자료를 제시함으로써 원산지 추적 관리에 대한 검역주권의 위상을 확립하고, 국가 브랜드 이미지 향상에도 이바지 할 것으로 기대됨
- 수입 농축산물에 대한 과학적인 분석결과 제시로 식품의 안전성을 확보할 수 있음

## 붙임. 참고문헌

- Bateman, A. S., Kelly, S. D., & Woolfe, M. (2007). Nitrogen isotope composition of organically and conventionally grown crops. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *55*(7), 2664-2670.
- Epstein, S., & Mayeda, T. (1953). Variation of O18 content of waters from natural sources. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, *4*(5), 213-224.
- Gessler, A., Ferrio, J. P., Hommel, R., Treydte, K., Werner, R. A., & Monson, R. K. (2014). Stable isotopes in tree rings: towards a mechanistic understanding of isotope fractionation and mixing processes from the leaves to the wood. *Tree Physiology*, *34*(8), 796-818.
- IAEA/WMO (2015). Global Network of Isotopes in Precipitation. The GNIP Database. Accessible at: <https://nucleus.iaea.org/wiser>.
- Kaushal, R., & Ghosh, P. (2018). Stable oxygen and carbon isotopic composition of rice (*Oryza sativa* L.) grains as recorder of relative humidity. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, *123*(2), 423-439.
- Morrison, J., Brockwell, T., Merren, T., Fourel, F., & Phillips, A. M. (2001). On-line high-precision stable hydrogen isotopic analyses on nanoliter water samples. *Analytical Chemistry*, *73*(15), 3570-3575.
- Shin, W. J., Choi, S. H., Ryu, J. S., Song, B. Y., Song, J. H., Park, S., & Min, J. S. (2018). Discrimination of the geographic origin of pork using multi-isotopes and statistical analysis. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, *32*(21), 1843-1850.
- Song, B. Y., Ryu, J. S., Shin, H. S., & Lee, K. S. (2014). Determination of the source of bioavailable Sr using <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr tracers: a case study of hot pepper and rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *62*(38), 9232-9238.
- Wang, G., Feng, X., Han, J., Zhou, L., Tan, W., & Su, F. (2008). Paleovegetation reconstruction using  $\delta^{13}\text{C}$  of soil organic matter. *Biogeosciences*, *5*(5), 1325-1337.
- Wang, G., Li, J., Liu, X., & Li, X. (2013). Variations in carbon isotope ratios of plants across a temperature gradient along the 400 mm isoline of mean annual precipitation in north China and their relevance to paleovegetation reconstruction. *Quaternary Science Reviews*, *63*, 83-90.



Appendix 1. 동위원소 DB 작성 방안을 준용한 시료채취 완료목록

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2018	2018R-001	128.4557648	38.43074417	강원도 고성군 거진읍 송포리 618	42820253	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-002	129.0894928	37.58361435	강원도 동해시 심곡동 598	42170130	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-003	128.5252686	38.20167542	강원도 속초시 노학동 1031	42210107	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-005	127.7649231	37.21246719	강원도 원주시 부론면 법천리 739-4	42130350	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-006	128.2093811	38.25733566	강원도 인제군 서화면 서화리 1181-6	42810340	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-007	127.289917	38.14274216	강원도 철원군 갈말읍 군탄리 1478	42780256	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-008	127.2356644	38.20612335	강원도 철원군 동송읍 이평리 1148	42780259	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-009	127.212677	38.25123215	강원도 철원군 철원읍 중리 33-1	42780250	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-010	128.4359741	37.45645905	강원도 평창군 대화면 하안미리 1805	42760330	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-011	127.7605286	37.61117554	강원도 홍천군 남면 화전리 1479	42720360	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-012	127.6830978	38.13169479	강원도 화천군 상서면 신대리 867-2	42790330	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-013	128.0771637	37.45738602	강원도 횡성군 우천면 상대리 499-3	42730310	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-014	127.4844818	37.68154526	경기도 가평군 설악면 선촌리 347-11	41820310	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-015	126.7014999	37.6882515	경기도 고양시 일산서구 구산동 907	41287107	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-016	126.9967117	37.41161346	경기도 과천시 문원동 979-11	41290102	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-017	126.5674667	37.62108231	경기도 김포시 대곶면 약암리 845	41570340	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-018	126.6141891	37.70051575	경기도 김포시 통진읍 동울산리 328	41570250	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-020	127.015007	37.90932846	경기도 동두천시 상패동 981-5	41250112	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-021	127.0522003	37.36463165	경기도 성남시 분당구 대장동 533	41135116	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-022	127.1412354	37.46015549	경기도 성남시 수정구 복정동 82-1	41131107	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-023	126.9883575	37.23714828	경기도 수원시 권선구 고색동 552-3	41113128	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-024	127.1801682	36.97847748	경기도 안성시 공도읍 응교리 537	41550250	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-025	127.7660904	37.41792297	경기도 양평군 양동면 삼산리 88-7	41830380	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-026	127.5924454	37.39457703	경기도 여주시 대신면 도룡리 137	41670350	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-027	127.0059052	38.05995178	경기도 연천군 왕징면 무등리 484-4	41800350	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-028	127.5358505	37.06964493	경기도 이천시 울면 북두리 600	41500380	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-029	127.5860825	37.15048981	경기도 이천시 장호원읍 이황리 688-1	41500250	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-030	126.7150879	37.80800629	경기도 파주시 탄현면 금산리 61-3	41480320	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-031	127.0309372	36.94128799	경기도 평택시 팽성읍 두정리 57-3	41220250	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-032	127.27668	38.15878296	경기도 포천시 관인면 냉정리 3268	41650400	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-033	127.2618179	38.10441971	경기도 포천시 영북면 운천리 692-1	41650390	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-034	126.7430954	37.22953796	경기도 화성시 송산면 용포리 739-3	41590340	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-035	128.579895	34.86404419	경상남도 거제시 거제면 외간리 224	48310340	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-036	127.9271011	35.68102264	경상남도 거창군 거창읍 대평리 760	48880250	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-037	127.9167404	35.64541626	경상남도 거창군 남상면 무촌리 413-3	48880370	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-039	128.7170563	35.31182861	경상남도 김해시 진영읍 진영리 1188-2	48250250	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-040	128.7915955	35.33853149	경상남도 김해시 한림면 시산리 1258	48250340	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-041	127.9973907	34.84783173	경상남도 남해군 창선면 옥천리 356-1	48840390	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2018	2018R-042	128.6616364	35.46072006	경상남도 밀양시 무안면 연상리 41-6	48270380	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2018	2018R-043	128.0859833	35.04983139	경상남도 사천시 사남면 화전리 711	48240320	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-044	128.006012	35.4119873	경상남도 산청군 신등면 평지리 157-4	48860400	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-045	128.2783051	35.33389664	경상남도 의령군 용덕면 죽전리 207-7	48720350	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-046	128.2627411	35.25033569	경상남도 진주시 지수면 청담리 1083-2	48170390	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-047	128.4688873	35.51511765	경상남도 창녕군 창녕읍 신촌리 1214	48740250	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-048	127.8038101	34.96668243	경상남도 하동군 금성면 가덕리 1201	48850420	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-049	128.4046936	35.29911423	경상남도 함안군 가야읍 산서리 873	48730250	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-050	128.3314209	35.27118683	경상남도 함안군 군북면 중암리 823-1	48730320	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-051	127.7718811	35.54611588	경상남도 함양군 지곡면 공배리 678-1	48870350	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-052	128.1041718	35.41292191	경상남도 함천군 삼가면 두모리 405	48890430	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-053	129.1854706	35.74588776	경상북도 경주시 내남면 덕천리 852-1	47130330	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-054	128.2021484	35.67116928	경상북도 고령군 쌍림면 신촌리 174	47830370	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-055	128.3296661	35.68052292	경상북도 고령군 우곡면 야정리 285-1	47830360	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-056	128.3018341	35.77535248	경상북도 고령군 운수면 법리 268	47830320	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-057	128.3945007	36.20172501	경상북도 구미시 해평면 월호리 495-14	47190340	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-058	128.7082367	36.17442703	경상북도 군위군 의흥면 수북리 722	47720350	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-059	128.1923676	36.16690063	경상북도 김천시 개령면 동부리 53	47150340	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-060	128.2664948	36.65320587	경상북도 문경시 산북면 약석리 543	47280340	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-061	128.717041	36.88436508	경상북도 봉화군 봉화읍 석평리 1315-10	47920250	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-062	128.7965851	36.83278275	경상북도 봉화군 상운면 문촌리 886-4	47920380	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-063	128.1777954	36.46856308	경상북도 상주시 사벌면 원흥리 1810-2	47250320	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-064	128.184494	36.54251099	경상북도 상주시 함창읍 신흥리 637-2	47250250	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-065	128.7432098	36.62409973	경상북도 안동시 와룡면 이상리 381	47170310	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-066	129.066925	36.61195374	경상북도 영양군 입암면 연당리 719-1	47760310	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-067	128.693924	36.82154465	경상북도 영주시 이산면 내림리 389	47210310	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-068	129.0392761	35.99868011	경상북도 영천시 고경면 해선리 518	47230380	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-069	128.9976349	35.8616066	경상북도 영천시 북안면 당리 203	47230390	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-070	128.4347992	36.57642365	경상북도 예천군 호명면 한어리 397	47900360	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-071	129.4425354	36.79462814	경상북도 울진군 기성면 정명리 761	47930350	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-072	128.4268951	36.40364456	경상북도 의성군 안계면 시안리 242-2	47730430	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-073	128.7130585	35.6660614	경상북도 청도군 화양읍 놀미리 473-2	47820250	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-074	128.4998932	36.09695053	경상북도 칠곡군 가산면 학상리 160	47850330	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-075	128.3840485	36.03171921	경상북도 칠곡군 약목면 무림리 447	47850360	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-076	127.2993164	36.29685593	대전광역시 유성구 성북동 52-1	30200107	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-077	127.2876968	36.44073868	세종특별자치시 세종특별자치시 금남면 감성리 171	36110340	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-078	129.1089935	35.59100342	울산광역시 울주군 상북면 지내리 514-12	31710380	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-079	126.7139969	34.5219841	전라남도 강진군 신진면 수양리 555-1	46810350	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-080	127.175766	34.58944702	전라남도 고흥군 도덕면 가야리 3582-2	46770320	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-081	127.3781662	34.66973495	전라남도 고흥군 점암면 사정리 548-2	46770370	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	2018R-082	127.151329	35.29652786	전라남도 곡성군 옥곡면 수리 1023-6	46720370	쌀, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2018	2018R-083	127.4751129	35.21947861	전라남도 구례군 마산면 냉천리 743-4	46730340	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-084	127.4396744	35.24186707	전라남도 구례군 용방면 용강리 419-5	46730360	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-085	126.7701263	34.93781662	전라남도 나주시 봉황면 운곡리 881-15	46170430	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-086	126.9828644	35.22206116	전라남도 담양군 고서면 교산리 288	46710320	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-087	126.3525238	34.95047379	전라남도 무안군 운남면 동암리 1374-4	46840370	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-088	127.1999207	34.76710892	전라남도 보성군 득량면 예당리 3066-7	46780380	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-089	127.2591705	34.80879974	전라남도 보성군 조성면 조성리 1178-11	46780370	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-090	127.2876205	35.06679153	전라남도 순천시 주암면 오산리 491	46150350	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-091	126.2544556	35.04699326	전라남도 신안군 지도읍 자동리 2015-3	46910250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-092	127.5860596	34.68695068	전라남도 여수시 화양면 서촌리 1429-1	46130330	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-093	126.5217209	35.28982544	전라남도 영광군 영광읍 연성리 209-3	46870250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-094	126.5980606	34.78635406	전라남도 영암군 군서면 양장리 1639-4	46830360	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-095	126.5160675	34.74737167	전라남도 영암군 삼호읍 동호리 756-2	46830253	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-096	126.7886353	35.31544495	전라남도 장성군 장성읍 장안리 245-17	46880250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-097	126.9451218	34.63475418	전라남도 장흥군 용산면 계산리 405-2	46800310	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-098	126.2416306	34.51747894	전라남도 진도군 진도읍 수역리 1381	46900250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-099	126.419342	35.14027405	전라남도 함평군 손불면 월천리 1982-5	46860310	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-100	126.5385132	35.00561523	전라남도 함평군 학교면 곡창리 801-3	46860330	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-101	126.6159363	34.56233597	전라남도 해남군 해남읍 신안리 79-2	46820250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-102	126.8976669	34.99637985	전라남도 화순군 도곡면 쌍옥리 812-3	46790360	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-103	126.5972748	35.36162949	전라북도 고창군 대산면 중산리 1954	45790380	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-104	126.7171097	35.92504501	전라북도 군산시 옥구읍 상평리 793-3	45130250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-105	126.7632675	35.90816498	전라북도 군산시 회현면 금광리 1280-7	45130320	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-106	126.8315659	35.74308014	전라북도 김제시 부량면 금강리 721	45210360	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-107	127.326828	35.36075974	전라북도 남원시 송동면 신평리 922-1	45190330	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-108	126.7653885	35.73316193	전라북도 부안군 동진면 하장리 1584-1	45800320	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-109	127.0893936	35.32780457	전라북도 순창군 금과면 동전리 736	45770340	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-110	127.021759	35.81879807	전라북도 완주군 이서면 상개리 640-1	45710330	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-111	127.0120926	36.13653564	전라북도 익산시 망성면 신작리 1203	45140380	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-112	127.2633667	35.59166336	전라북도 임실군 임실읍 정월리 1047-1	45750250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-113	127.5706024	35.69576645	전라북도 장수군 계남면 신전리 1660	45740350	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-114	127.3792725	35.56790924	전라북도 장수군 산서면 신창리 1391	45740310	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-115	126.7576447	35.615345	전라북도 정읍시 고부면 만화리 681-4	45180340	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-116	126.9266891	35.68384933	전라북도 정읍시 태인면 박산리 863	45180390	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-117	127.4977875	35.77509689	전라북도 진안군 진안읍 오천리 1468	45720250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-118	127.2205276	36.27853775	충청남도 계룡시 엄사면 향환리 212	44250315	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-119	127.0186844	36.37968063	충청남도 공주시 탄천면 대학리 742-9	44150320	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-120	127.0886917	36.25735474	충청남도 논산시 광석면 사월리 454-1	44230320	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-121	126.790596	36.769207	충청남도 당진시 합덕읍 신석리 376-1	44270250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	2018R-122	126.5830002	36.48770142	충청남도 보령시 천북면 신죽리 517-1	44180330	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2018	2018R-123	126.8522568	36.24998856	충청남도 부여군 규암면 노화리 22-3	44760310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-124	126.4374237	36.99020386	충청남도 서산시 대산읍 화곡리 96	44210250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-125	126.3630753	36.75537872	충청남도 서산시 부석면 가사리 42-1	44210320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-126	126.710556	36.05781555	충청남도 서천군 마서면 어리 13-13	44770310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-127	126.6761856	36.08752441	충청남도 서천군 서천읍 구암리 181-1	44770253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-128	127.0283737	36.91027451	충청남도 아산시 둔포면 송용리 303	44200360	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-129	126.6923523	36.68529129	충청남도 예산군 삽교읍 안치리 102-5	44810253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-130	126.8089218	36.7338829	충청남도 예산군 신암면 오산리 438	44810390	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-131	126.7178574	36.41943359	충청남도 청양군 화성면 산정리 602-1	44790380	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-132	126.3640442	36.51800537	충청남도 태안군 안면읍 승언리 2662	44825253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-133	126.6785889	36.51150894	충청남도 홍성군 장곡면 가송리 989	44800340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-134	127.6395111	36.79221344	충청북도 괴산군 청안면 청용리 939	43760370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-135	127.8772812	36.66421127	충청북도 괴산군 청천면 이평리 640	43760360	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-136	128.2898407	37.06705475	충청북도 단양군 매포읍 영천리 426-2	43800253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-137	127.7378159	36.43297577	충청북도 보은군 삼승면 우진리 197	43720350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-138	127.7628326	36.33134842	충청북도 옥천군 청성면 산계리 1512	43730340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-139	127.6042328	36.99744034	충청북도 음성군 금왕읍 금석리 157	43770253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-140	127.5362549	36.84805679	충청북도 진천군 초평면 금곡리 580-2	43750320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-141	127.5177994	36.54553223	충청북도 청주시 상당구 상대리 410-1	43111330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-142	127.7994232	37.08676529	충청북도 충주시 앙성면 능암리 747	43130370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-143	129.33348	35.6835451	경상북도 경주시 외동 모화리 573	47130259	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-144	129.200917	35.7777611	경상북도 경주시 내남면 용장리 274	47130330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2018	2018R-145	129.226174	35.9338422	경상북도 경주시 안강읍 사방리 1062	47130253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-001	126.3160278	37.79911111	인천광역시 강화군 교동면 봉소리 1010-10	28710400	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-002	126.3160294	37.69900071	인천광역시 강화군 삼산면 석모리 1385	28710410	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-003	126.5670362	37.6211063	경기도 김포시 대곶면 약암리 845	41570340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-004	126.6233665	37.7112832	경기도 김포시 하성면 원산리 661	41570360	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-005	126.7151917	37.8079792	경기도 파주시 탄현면 금산리 61-3	41480320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-006	126.7004404	37.6879402	경기도 고양시 일산서구 구산동 811	41287107	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-007	126.8152935	37.618209	경기도 고양시 덕양구 토당동 549	41281120	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-008	126.7834793	37.5490268	서울특별시 강서구 오곡동 480-3	11500112	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-009	126.9081807	37.9846553	경기도 파주시 적성면 주월치 1030	41480370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-010	127.0145864	37.9093439	경기도 동두천시 상패동 981-5	41250112	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-011	127.0595875	37.9612053	경기도 동두천시 하봉암동 284	41250110	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-012	126.9219337	38.0659067	경기도 연천군 백학면 석장리 642	41800330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-013	127.0286011	38.034319	경기도 연천군 군남면 황지리 650-5	41800310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-014	127.2224712	37.90614	경기도 포천시 군내면 하성북리 463-1	41650310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-015	126.7924098	37.5393163	경기도 부천시 대장동 294-5	41190122	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-016	126.7844222	37.5346562	경기도 부천시 오정동 296-1	41190117	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-017	126.8038286	37.4182117	경기도 시흥시 매화동 401	41390108	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2017	2017R-018	126.8004383	37.4075162	경기도 시흥시 하중동 88	41390119	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-019	126.8574177	37.4192825	경기도 광명시 가학동 113-7	41210107	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-020	126.8404485	37.4575621	경기도 광명시 노온사동 84-1	41210105	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-021	127.187782	37.4978224	경기도 하남시 항동 379-2	41450121	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-022	127.2081563	37.5185391	경기도 하남시 교산동 52-3	41450117	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-023	127.3154696	37.5623868	경기도 남양주시 조안면 송촌리 500	41360360	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-024	127.3340227	37.3393002	경기도 광주시 도척면 궁평리 9-8	41610330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-025	127.3730888	37.3338855	경기도 광주시 곤지암읍 수양리 239-1	41610259	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-026	127.5640303	37.1772635	경기도 이천시 설성면 자석리 618	41500370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-027	127.5855427	37.1503357	경기도 이천시 장호원읍 이황리 688-1	41500250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-028	126.8233739	37.3564057	경기도 안산시 단원구 화정동 466-1	41273115	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-029	126.8509135	37.276827	경기도 안산시 상록구 본오동 653-6	41271104	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-030	126.9219431	37.3116449	경기도 군포시 도마교동 302-1	41410109	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-031	126.9133327	37.3270447	경기도 군포시 둔대동 229-4	41410106	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-032	126.9597783	37.3098894	경기도 의왕시 월암동 110-1	41430110	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-033	126.9386447	37.3134196	경기도 의왕시 초평동 181-1	41430111	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-034	126.9771942	37.310435	경기도 수원시 장안구 이목동 464	41111131	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-035	126.9885387	37.237172	경기도 수원시 권선구 고색동 552-3	41113128	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-036	127.0133725	37.1906987	경기도 오산시 양산동 511-6	41370112	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-037	127.0401868	37.1486799	경기도 오산시 서동 234-3	41370116	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-038	127.2900202	37.2698313	경기도 용인시 처인구 양지면 정수리 195	41461360	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-039	127.1001739	37.3077459	경기도 용인시 기흥구 보정동 1019-259	41463118	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-040	126.9291507	36.9664402	경기도 평택시 현덕면 인광리 451-4	41220370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-041	126.9356016	37.0378937	경기도 평택시 청북읍 후사리 101-32	41220259	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-042	127.1041026	37.7246015	경기도 의정부시 산곡동 380-2	41150113	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-043	127.0949472	37.7265481	경기도 의정부시 고산동 846	41150112	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-044	126.9915875	37.8001009	경기도 양주시 백석읍 오산리 127	41630250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-045	126.9976107	37.872934	경기도 양주시 남면 상수리 162-138	41630320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-046	127.3219778	37.7137937	경기도 남양주시 수동면 운수리 383-2	41360340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-047	127.4867801	37.802961	경기도 가평군 가평읍 상색리 92-1	41820250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-048	127.6055586	37.8350996	강원도 춘천시 서면 당림리 403-59	42110350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-049	127.7705541	37.9359852	강원도 춘천시 신북읍 신북읍 1043-1	42110250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-050	127.6822902	38.132794	강원도 화천군 상서면 신대리 333	42790330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-051	127.7001944	38.11711111	강원도 화천군 화천읍 신읍리 655-2	42790250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-052	127.3342062	37.0269044	경기도 안성시 보개면 상삼리 124	41550310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-053	127.4495873	37.0863383	경기도 안성시 일죽면 월정리 1385	41550390	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-054	126.8250152	37.0950204	경기도 화성시 우정읍 조암리 788-1	41590256	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-055	126.8507567	37.1034564	경기도 화성시 장안면 수촌리 946-5	41590370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-056	127.9880119	38.0951751	강원도 양구군 양구읍 정림리42-15	42800250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-057	128.0124308	38.0664871	강원도 양구군 남면 구암리 277	42800310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2017	2017R-058	128.1839319	38.1583882	강원도 인제군 북면 월하리 576	42810320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-059	128.2744281	38.2756185	강원도 인제군 서화면 서화리321	42810340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-060	128.4220158	38.3716006	강원도 고성군 간성읍 광산리 100	42820250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-061	128.5554274	38.2741874	강원도 고성군 토성면 아야진리 4	42820330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-062	128.5653004	38.167715	강원도 속초시 도문동 8	42210111	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-063	128.6049483	38.1490341	강원도 양양군 강현면 정암리 9	42830350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-064	128.6346958	38.0751214	강원도 양양군 손양면 송현리 622-2	42830320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-065	126.4742986	37.0058498	충청남도 당진시 석문면 초락도리 981	44270320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-066	126.2892182	36.7072466	충청남도 태안군 남면 진산리 67-2	44825320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-067	126.339355	36.7525274	충청남도 태안군 태안읍 평천리 1016	44825250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-068	126.3626353	36.7551154	충청남도 서산시 부석면 가사리 42-1	44210320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-069	126.5399965	36.6953435	충청남도 서산시 고북면 신상리 202-4	44210400	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-070	126.5037611	36.5989428	충청남도 홍성군 서부면 광리 752-4	44800370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-071	126.5336234	36.6403083	충청남도 홍성군 갈산면 취생리 106-65	44800380	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-072	126.6921283	36.6848971	충청남도 예산군 삽교읍 안치리 102-5	44810253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-073	126.7089939	36.7390918	충청남도 예산군 고덕면 석곡리 238-3	44810380	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-074	126.7846745	36.8248739	충청남도 당진시 우강면 송산리 239-1	44270370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-075	128.8703889	37.83580556	강원도 강릉시 사천면 사천진리 753-3	42150360	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-076	128.903237	37.7070495	강원도 강릉시 구정면 학산리 1435	42150330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-077	129.0901272	37.5837257	강원도 동해시 심곡동 598	42170130	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-078	129.1046244	37.557854	강원도 동해시 망상동 571	42170570	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-079	129.2166411	37.3761231	강원도 삼척시 근덕면 교가리 905-1	42230310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-080	129.3208345	37.1839479	강원도 삼척시 원덕읍 옥원리 886	42230253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-081	128.6822341	37.4574062	강원도 정선군 북평면 장열리 434	42770340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-082	128.8586445	37.4948098	강원도 정선군 임계면 송계리 1022-1	42770350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-083	126.8593001	36.828442	충청남도 아산시 선장면 가산리 566	44200390	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-084	126.9215704	36.8805348	충청남도 아산시 영인면 월선리 273-2	44200370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-085	127.0900837	36.9253039	충청남도 천안시 서북구 성환읍 왕림리 495	44133250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-086	127.0985213	36.7538023	충청남도 천안시 동남구 풍세면 삼태리 743	44131310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-087	126.7938932	36.4168938	충청남도 청양군 남양면 금정리 646-1	44790370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-088	126.9512029	36.3610633	충청남도 청양군 청남면 청소리 678	44790350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-089	127.1165201	36.3511852	충청남도 공주시 계룡면 향지리 233	44150330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-090	127.0830012	36.4740162	충청남도 공주시 우성면 상서리 950-6	44150380	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-091	128.4348	37.4534	강원도 평창군 대화면 하안리리1919	42760330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-092	128.3650027	37.3254046	강원도 평창군 평창읍 도둔리 425	42760250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-093	128.2870566	37.2637382	강원도 영월군 주천면 주천리 1709	42750360	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-094	128.4671419	37.1841366	강원도 영월군 한반도면 광전리 3	42750250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-095	127.9971222	37.5160743	강원도 횡성군 공근면 오산리 2	42730360	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-096	128.0030646	37.4883597	강원도 횡성군 횡성읍 마산리 324-1	42730250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70
2017	2017R-097	127.4724021	36.1262751	충청남도 금산군 금성면 하류리 75-1	44710310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70



구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2017	2017R-098	127.5046215	36.0411976	충청남도 금산군 남일면 초현리 282-1	44710350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-099	127.0728835	36.2118186	충청남도 논산시 성동면 원봉리 918	44230310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-100	127.0982094	36.1385349	충청남도 논산시 연무읍 안심리 1120	44230253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-101	126.991935	36.1592688	충청남도 부여군 세도면 가회리 47-12	44760430	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-102	126.8972118	36.1779844	충청남도 부여군 임천면 구교리 326-10	44760410	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-103	126.6013883	36.3134109	충청남도 보령시 남포면 옥동리 333-27	44180360	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-104	126.5995819	36.2283066	충청남도 보령시 웅천읍 대창리 803-1	44180250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-105	126.7067464	36.0600413	충청남도 서천군 마서면 계동리 41-7	44770310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-106	126.7758079	36.03908	충청남도 서천군 화양면 옥포리 505	44770320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-107	126.7609755	35.9104373	전라북도 군산시 회현면 금광리 1332-5	45130320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-108	126.8076869	35.9413936	전라북도 군산시 대야면 지경리 690-3	45130350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-109	126.8931413	35.9285984	전라북도 익산시 오산면 남전리 26-5	45140310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-110	127.9275322	37.6839543	강원도 홍천군 동면 속초리 1070	42720350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-111	127.9677429	37.749329	강원도 홍천군 화촌면 내산포리 1271	42720310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-112	127.9274865	37.436696	강원도 원주시 호저면 옥산리 653	42130320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-113	127.8584798	37.3422145	강원도 원주시 문막읍 동화리 6	42130250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-114	127.5351218	37.2153018	경기도 여주시 가남읍 신해리 187	41670250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-115	127.5750648	37.3120952	경기도 여주시 능서면 구양리 546	41670340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-116	127.6458138	37.477351	경기도 양평군 지평면 지평리 2	41830395	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-117	127.5821482	37.4316536	경기도 양평군 개군면 주읍리 31	41830410	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-118	127.2719934	36.2646507	충청남도 계룡시 두마면 두계리 97-4	44250310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-119	127.2405239	36.2896091	충청남도 계룡시 엄사면 엄사면 17-4	44250315	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-120	127.024563	35.900697	전라북도 익산시 춘포면 용연리 668-5	45140420	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-121	127.0904357	35.8989508	전라북도 완주군 삼례읍 하리 918	45710250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-122	127.1579861	35.94893333	전라북도 완주군 봉동읍 은하리 1097-4	45710253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-123	127.1530601	35.8705943	전라북도 전주시 덕진구 호성동1가 492-8	45113116	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-124	127.0838057	35.793872	전라북도 전주시 완산구 삼천동3가 249	45111139	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-125	126.9445218	35.7166251	전라북도 정읍시 감곡면 화봉리 633	45180400	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-126	126.7571689	35.615353	전라북도 정읍시 고부면 만화리 681-4	45180340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-127	126.7931707	35.7065051	전라북도 부안군 백산면 오곡리 843	45800380	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-128	126.7032941	35.7725199	전라북도 부안군 계화면 창봉리 4130-4	45800340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-129	126.8116899	35.7768033	전라북도 김제시 죽산면 죽산리 1197-7	45210320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-130	126.8002944	35.844017	전라북도 김제시 죽산면 정당리 1980-3	45210410	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-131	128.7573885	36.9405413	경상북도 봉화군 물야면 북지리 8	47920310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-132	128.5822405	36.8436303	경상북도 영주시 안정면 일원리 40	47210350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-133	128.5710556	36.75725	경상북도 영주시 장수면 화기2리 798-1	47210340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-134	128.2601354	36.6030508	경상북도 문경시 산양면 신전리 94-2	47280320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-135	128.2663765	36.5856714	경상북도 문경시 영순면 왕태리 513	47280310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-136	128.3786748	36.5412997	경상북도 예천군 지보면 마전리 547	47900400	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-137	128.3047147	36.5164926	경상북도 예천군 풍양면 오지리 31	47900410	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2017	2017R-138	128.3630546	36.5181732	경상북도 의성군 다인면 양서리 848	47730440	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-139	126.5380366	35.3903005	전라북도 고창군 공음면 용수리 995	45790340	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-140	126.6729781	35.4874672	전라북도 고창군 부안면 운양리 497	45790430	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-141	126.4486928	35.2838672	전라남도 영광군 백수읍 논산리 701-16	46870253	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-142	126.393464	35.2345776	전라남도 영광군 염산면 상계리 957	46870360	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-143	126.4109187	35.1396695	전라남도 함평군 손불면 월천리 1943-8	46860310	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-144	126.4677702	35.0934278	전라남도 함평군 함평읍 석서리 1369-6	46860250	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-145	126.5211607	34.8567657	전라남도 무안군 일로읍 산정리 1381-7	46840253	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-146	126.3227807	35.1057837	전라남도 무안군 해제면 유월리 288	46840360	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-147	126.2595667	35.04750278	전라남도 신안군 지도읍 자동 2011-7	46910250	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-148	126.3011418	34.9037964	전라남도 신안군 압해읍 가룡리 287	46910253	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-149	126.4037074	34.8333026	전라남도 목포시 대양동 831-18	46110163	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-150	128.177782	36.4687783	경상북도 상주시 사벌면 원흥리 1810-2	47250320	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-151	128.2446111	36.40027778	경상북도 상주시 낙동면 신상리 120-6	47250330	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-152	128.3936232	36.3786503	경상북도 의성군 단북면 이연리 1487	47730410	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-153	128.5149442	36.5579574	경상북도 안동시 풍천면 갈전리 505-3	47170340	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-154	128.5683611	36.57438889	경상북도 안동시 풍산읍 하리리 1068	47170250	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-155	128.1691546	36.2288408	경상북도 김천시 감문면 금곡리 271	47150350	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-156	128.2293078	36.1802635	경상북도 김천시 아포읍 의리 714	47150250	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-157	128.3279428	36.2177957	경상북도 구미시 고아읍 오로리 487-4	47190253	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-158	128.2485483	36.2382728	경상북도 구미시 선산읍 포상리 723-9	47190250	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-159	126.363859	34.764870	전라남도 목포시 달동 899		쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-160	126.3902896	34.7085616	전라남도 해남군 산이면 구성리 474	46820410	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-161	126.3913422	34.5779381	전라남도 해남군 황산면 관춘리 487	46820400	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-162	126.3011708	34.5312259	전라남도 진도군 군내면 둔전리 1855-5	46900310	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-163	126.2083222	34.486773	전라남도 진도군 지산면 소포리 1677	46900350	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-164	126.5934153	34.8352324	전라남도 영암군 시종면 신학리 850-7	46830340	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-165	126.5977071	34.7858296	전라남도 영암군 군서면 양장리 1639-4	46830360	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-166	126.7292581	34.3051008	전라남도 완도군 완도읍 중도리 1542-1	46890250	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-167	126.8229077	34.4314784	전라남도 완도군 고금면 가교리 617-5	46890330	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-168	126.721312	34.5462668	전라남도 강진군 도암면 석문리 489-1	46810340	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-169	126.7903644	34.6414398	전라남도 강진군 군동면 호계리 356-10	46810310	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-170	128.3460571	36.0566389	경상북도 칠곡군 북삼읍 율리 408-1	47850253	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-171	128.383132	36.0315475	경상북도 칠곡군 약목면 무림리 387-2	47850360	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-172	128.1947821	35.8519844	경상북도 성주군 수륜면 신정리 335	47840330	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-173	128.3621634	35.8098577	경상북도 성주군 용암면 용계리 157	47840320	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-174	127.4659185	34.8864942	전라남도 순천시 별량면 우산리 80-6	46150390	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-175	126.9612928	34.563862	전라남도 장흥군 관산읍 지정리 522-10	46800253	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-176	126.9642547	34.7829039	전라남도 장흥군 장평면 축내리 538-5	46800340	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74
2017	2017R-177	126.9924747	34.9226109	전라남도 화순군 이양면 금능리 932-3	46790340	쌀, 환경시료	0.71 0.72 0.73 0.74

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2017	2017R-178	126.9703872	34.9525296	전라남도 화순군 춘양면 우봉리 797-1	46790320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-179	126.5452415	34.9733127	전라남도 나주시 동강면 양지리 706-5	46170350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-180	126.7362133	35.0842331	전라남도 나주시 노안면 유곡리 414	46170380	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-181	126.7224023	35.1597438	광주광역시 광산구 송산동 265-2	29200157	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-182	126.8146241	35.231481	전라남도 장성군 남면 월정리 172-5	46880320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-183	126.8638683	35.2704406	전라남도 장성군 진원면 상림리 113	46880310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-184	129.4116691	36.7268756	경상북도 울진군 온정면 광품리 12-1	47930360	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-185	129.4654058	36.7371647	경상북도 울진군 평해읍 월송리 1374-1	47930253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-186	129.409686	36.6113777	경상북도 영덕군 병곡면 백석리451-2	47770370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-187	129.3745043	36.2820092	경상북도 영덕군 남정면 장사리 73	47770320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-188	128.4597071	35.8001991	대구광역시 달성군 옥포면 본리리 484-1	27710340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-189	126.8891676	35.2700798	전라남도 담양군 대전면 대치리 28-6	46710410	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-190	126.9420515	35.3071502	전라남도 담양군 수북면 주평리 113-3	46710400	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-191	127.1051583	35.4331888	전라북도 순창군 구림면 구암리 822	45770400	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-192	127.1305483	35.3285296	전라북도 순창군 풍산면 유정리 740	45770330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-193	127.1768013	35.2955454	전라남도 곡성군 입면 삼오리 333-2	46720380	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-194	127.2961547	35.3059572	전라남도 곡성군 곡성읍 신기리 358-2	46720250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-195	127.2652168	35.4978262	전라북도 임실군 삼계면 홍곡리 1071-3	45750370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-196	127.3400092	35.5423749	전라북도 임실군 오수면 금암리 91-1	45750355	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-197	127.3796175	35.5677052	전라북도 장수군 산서면 신창리 1391	45740310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-198	127.5038906	35.6187813	전라북도 장수군 장수읍 개정리 1020	45740250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-199	127.3908772	35.6763657	전라북도 진안군 백운면 동창리 1775	45720350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-200	127.3388038	35.7172191	전라북도 진안군 성수면 도통리 889	45720360	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-201	127.6523591	36.0010762	전라북도 무주군 무주읍 당산리 1633-30	45730250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-202	127.6046949	35.8674492	전라북도 무주군 안성면 진도리 1724-1	45730340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-203	127.4748783	35.2194537	전라남도 구례군 마산면 냉천리 743-4	46730340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-204	127.4558376	35.2316343	전라남도 구례군 광의면 지천리 608-5	46730350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-205	127.3646944	34.59946389	전라남도 고흥군 포두면 송산리 1645-2	46770350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-206	127.212325	34.61040278	전라남도 고흥군 고흥읍 고소리 1188	46770250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-207	127.3521106	34.836877	전라남도 보성군 벌교읍 장좌리 220-28	46780253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-208	127.2592552	34.8086145	전라남도 보성군 조성면 조성리 1178-11	46780370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-209	127.4051058	35.4726203	전라북도 남원시 보절면 서치리 677-8	45190400	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-210	127.5563635	35.4620686	전라북도 남원시 운봉읍 가산리 925	45190250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-211	129.0636962	36.6440873	경상북도 영양군 청기면 상청리 83-1	47760320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-212	129.067221	36.6182958	경상북도 영양군 입암면 연당리 636-1	47760310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-213	128.4763606	36.2602342	경상북도 군위군 소보면 송원리 590-3	47720310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-214	128.9599296	36.288757	경상북도 청송군 안덕면 명당리 433	47750350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-215	129.0587898	36.5311584	경상북도 청송군 진보면 직산리 232	47750370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-216	128.5654461	36.2534645	경상북도 군위군 군위읍 정리 809	47720250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-217	129.0389423	35.998742	경상북도 영천시 고경면 혜선리 518	47230380	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2017	2017R-218	128.9816755	36.0269492	경상북도 영천시 임고면 양평리 606-2	47230370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-219	128.8391392	35.9410483	경상북도 경산시 와촌면 덕촌리 769	47290310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-220	127.5547451	34.8899683	전라남도 순천시 해룡면 용전리 75	46150310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-221	127.5817537	34.8762149	전라남도 여수시 울촌면 조화리 467-1	46130320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-222	127.6241869	34.8195441	전라남도 여수시 소라면 대포리 1650-21	46130310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-223	127.5790787	34.9532929	전라남도 광양시 광양읍 덕례리 128-3	46230250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-224	127.7541487	34.9782796	전라남도 광양시 진월면 망덕리 212-10	46230350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-225	128.8065407	35.8837185	경상북도 경산시 진량읍 보인리 525-14	47290253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-226	129.1080241	35.594677	울산광역시 울주군 상북면 지내리 815-14	31710380	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-227	128.9718611	35.33863889	경상남도 양산시 원동면 화계리 2800	48330320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-228	128.6826032	35.423618	경상남도 밀양시 초동면 신월리 314-5	48270370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-229	128.7026885	35.3793821	경상남도 밀양시 하남읍 수산리 1295	48270253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-230	127.8847065	35.1606986	경상남도 하동군 옥종면 정수리 119	48850410	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-231	127.9010181	35.0399101	경상남도 하동군 진교면 관곡리 36-4	48850370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-232	127.868475	34.9021505	경상남도 남해군 고현면 대사리 975-22	48840370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-233	127.9586553	34.8003279	경상남도 남해군 이동면 무림리 1843	48840310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-234	127.9710166	35.0440333	경상남도 사천시 서포면 외구리 1162-6	48240370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-235	128.0590137	34.9965795	경상남도 사천시 용현면 덕곡리 199	48240330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-236	129.3499698	36.0874026	경상북도 포항시 북구 흥해읍 성곡리 642	47113250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-237	129.3451169	35.9872053	경상북도 포항시 남구 연일읍 인주리 208	47111253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-238	129.223124	35.9352245	경상북도 경주시 안강읍 사방리 964	47130253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-239	129.3314778	35.6839483	경상북도 경주시 외동읍 모하리 579-5	47130259	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-240	128.746981	35.2592947	경상남도 김해시 진례면 청천리 874	48250330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-241	128.7896448	35.3359817	경상남도 김해시 한림면 장방리 1378	48250340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-242	128.9562638	35.1776359	부산광역시 강서구 대저2동 4759-1	26440102	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-243	128.0177032	35.6981217	경상남도 거창군 가조면 일부리 1097-2	48880400	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-244	127.9167294	35.6453726	경상남도 거창군 남상면 무촌리 413-3	48880370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-245	128.1276026	35.572358	경상남도 합천군 용주면 월평리 58-1	48890460	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-246	128.2743968	35.5482836	경상남도 합천군 적중면 상부리 910	48890400	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-247	128.4422382	35.5926469	경상남도 창녕군 대합면 도개리 391	48740330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-248	128.4278428	35.5065205	경상남도 창녕군 유어면 선소리 234-2	48740350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-249	127.7806285	35.6264028	경상남도 함양군 안의면 월림리 749-1	48870360	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-250	127.7408203	35.5390646	경상남도 함양군 함양읍 신천리 42-23	48870250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-251	127.9648623	35.3084951	경상남도 산청군 단성면 강누리 271-6	48860370	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-252	127.9923951	35.3044219	경상남도 산청군 신안면 하정리 174	48860380	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-253	128.1873309	35.0969615	경상남도 진주시 금곡면 두문리 457	48170330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-254	128.3359507	34.9642742	경상남도 고성군 고성읍 울대리 843-1	48820250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-255	128.3776026	34.9713671	경상남도 고성군 거류면 은월리 230-4	48820430	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-256	128.4249724	34.9241795	경상남도 통영시 광도면 덕포리 253	48220340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2017	2017R-257	128.3813007	34.9017769	경상남도 통영시 도산면 관덕리 604-5	48220330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2017	2017R-258	128.5071601	34.833712	경상남도 거제시 둔덕면 하둔리 621-9	48310350	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-259	128.6745682	35.6562846	경상북도 청도군 이서면 서원리 199-3	47820340	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-260	128.5533669	35.6302928	경상북도 청도군 풍각면 금곡리 566	47820320	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-261	128.4993905	35.1178132	경상남도 창원시 마산합포구 지동면 교동리 601	48125320	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-262	128.6851276	35.2837425	경상남도 창원시 의창구 동읍 용잠리 519-1	48121250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-263	128.3156454	35.15462	경상남도 진주시 이반성면 가산리 567-2	48170370	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-264	128.3321857	35.2718206	경상남도 함안군 군북면 중암리 893-4	48730320	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-265	128.4327012	35.3469805	경상남도 함안군 대산면 평림리 1074-3	48730340	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-266	128.3319785	35.3922241	경상남도 의령군 정곡면 석곡리 74	48720360	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-267	128.4188471	35.3873552	경상남도 의령군 지정면 두곡리 1707-2	48720370	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-268	127.6334932	36.8170961	충청북도 괴산군 사리면 사담리 1042	43760390	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-269	127.6422215	36.7908054	충청북도 괴산군 청안면 청용리 968	43760370	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-270	127.7341582	36.4543516	충청북도 보은군 보은읍 금굴리 89-9	43720250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-271	127.7729235	36.4219103	충청북도 보은군 탄부면 덕동리 733	43720340	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-272	127.8239406	36.2676081	충청북도 영동군 용산면 상용리 173	43740310	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-273	127.9111709	36.2275466	충청북도 영동군 황간면 남성리 560-1	43740320	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-274	127.8062132	36.3360958	충청북도 옥천군 청산면 관수리 840	43730350	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-275	127.7647528	36.33166389	충청북도 옥천군 청성면 산계리 1565	43730340	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-276	127.6204487	36.806879	충청북도 증평군 도안면 도당리 742-3	43745310	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-277	127.5973262	36.7897463	충청북도 증평군 증평읍 미암리 250-5	43745250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-278	127.481885	36.69194	충청북도 청주시 청원구 오동동 8	43114110	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-279	127.4168782	36.6484247	충청북도 청주시 흥덕구 지동동 393-2	43113124	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-280	128.2894641	37.0668963	충청북도 단양군 매포읍 영천리 426-2	43800253	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-281	128.4870082	37.075546	충청북도 단양군 영춘면 하리 297	43800330	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-282	127.4780795	36.9723641	충청북도 음성군 대소면 오산리 12-1	43770340	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-283	127.512068	36.9828593	충청북도 음성군 삼성면 천평리 985	43770350	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-284	128.0001361	37.203306	충청북도 제천시 백운면 운학리 176-1	43150360	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-285	128.1100813	37.1320619	충청북도 제천시 봉양읍 연박리 1026-1	43150250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-286	127.4429583	36.914823	충청북도 진천군 이월면 중산리 1326	43750350	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-287	127.4709406	36.8570396	충청북도 진천군 진천읍 삼덕리 1172	43750250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-288	127.7384388	37.0023657	충청북도 충주시 신니면 신청리 534-2	43130350	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-289	127.7939072	36.9783455	충청북도 충주시 주덕읍 신중리 872	43130250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-290	129.0562664	35.4243242	경상남도 양산시 상북면 상삼리 291	48330330	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-291	126.2299694	33.275508	제주 서귀포시 대정읍 무릉리 1105-1	50130250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-292	126.2299694	33.275508	제주 서귀포시 대정읍 무릉리 1105-1	50130250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-293	126.1884697	33.2824548	제주 서귀포시 대정읍 신도리	50130250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	2017R-294	126.5452278	33.251096	제주 서귀포시 서홍동 1020	50130106	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-01	127.5805	37.3338	경기도 여주시 능서면 능북로 51	41670340	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-02	127.6583	37.1736	경기도 여주시 점동면 장여로 789	41670310	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-03	126.8260	37.7639	경기도 파주시 조리읍 오산리 344-16	41480262	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2016	2016R-04	126.5754	37.6485	경기도 김포시 대곶면 대명항로 411	41570340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-05	126.4260	37.6476	인천광역시 강화군 양도면 능포로 166-13	28710350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-06	126.4260	37.6476	인천광역시 강화군 내가면 강화서로 416번길28	28710350	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-07	126.9522	36.9975	경기도 평택시 만세로 1645	41220253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-08	126.9578	36.9684	경기도 평택시 안중읍 삼정길 155-5	41220253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-09	128.7875	35.5055	경남 진주시 사봉면 동부로 1678	48270330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-10	127.1232	36.7331	충남 천안시 동남구 풍세면 보성리 395	44131310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-11	127.0668	36.1344	충남 논산시 연무읍 동안로494-74	44230253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-12	126.7574	36.0554	충남 서천군 마서면 신희리 82	44770320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-13	127.8231	37.2839	강원도 원주시 문막읍 귀문로 1356-31	42130250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-14	127.5158	37.8308	경기도 가평군 가평읍 보납로 50	41820250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-15	126.7700	36.7276	충남 예산군 신암면 별리 232-1	44810390	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-16	126.7267	35.9200	전북 군산시 옥구읍 이곡리 275	45130250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-17	126.7492	35.9485	전북 군산시 옥산면 쌍봉리 782-1	45130310	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-18	127.0961	34.7880	전남 보성군 보성읍 송재로 421-1	46780250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-19	127.7016	34.7709	전남 여수시 미평3길 31	46130122	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-20	127.3460	35.4036	전북 남원시 주생면 남문로 140-4	45190340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-21	127.2184	35.3459	전북 남원시 대강면 금탄로 553-5	45190360	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-22	127.2526	35.1902	전남 곡성군 오산면 성덕관음길 80-25	46720320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-23	127.1357	35.1991	전남 곡성군 삼기면 금계길 24-15	46720400	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-24	128.7875	35.5055	경남 밀양시 금천남길 2-5	48270330	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-25	127.1666	35.3797	전북 순창군 유등면 건곡리 711	45770390	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-26	126.9573	34.6604	전남 장흥군 안양면 수양리 325	46800320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-27	126.4893	35.2656	전남 영광군 군서면 천년로 1309-24	46870340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-28	126.8449	35.5313	전북 정읍시 용계동 구암길 2	45180116	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-29	126.9127	35.8917	전북 김제시 청하면 만경로 1275	45210380	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-30	126.7908	35.9556	전북 군산시 개정면 대황1길 7	45130360	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-31	127.5845	35.7310	전북 장수군 장계면 한들로 114	45740335	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-32	126.9294	36.0008	전북 익산시 황등면 황등서로 146(채취장소)	45140320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-33	126.6720	34.9693	전남 나주시 반남면 대안리 208-1(채취장소)	46170320	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-34	127.0068	36.7801	충남 아산시 청운로 70(채취장소)	44200101	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-35	127.4569	36.9684	충북 음성군 대소면 대풍산단로 128	43770340	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-36	127.7037	36.4801	충북 보은군 보은읍 보은로 143(채취장소)	43720360	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-37	127.4925	34.9391	전남 순천시 남산로 46	46150116	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-38	127.4702	36.7247	충북 청주시 청원구 내수읍 마선길 7(채취장소)	43114253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-39	127.5321	36.7333	충북 청주시 흥덕구 덕암로 39(채취장소)	43114250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-40	127.5570	37.0049	충북 음성군 금왕읍 쌍봉리 산68-1	43770253	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-41	128.2174	37.1247	충북 제천시 강저로6길 21(채취장소)	43150121	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-42	128.2119	37.1198	충북 제천시 장평천로6길 21(채취장소)	43150121	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70
2016	2016R-43	127.2382	36.8053	충남 천안시 목천읍 서흥리	44131250	쌀, 환경시료	0.71 0.70 0.70 0.70



구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2016	2016R-44	126.5385	35.0393	전남 함평군 손불면 학산리 1280-8(채취장소)	46860330	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-45	127.8173	37.3073	강원도 원주시 문막읍 문막시장1길 19	42130250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-46	127.9462	37.7393	강원도 홍천군 굴운로 43번길 28	42720310	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-47	127.9462	37.7393	강원도 홍천군 화촌면 굴운로 43번길	42720310	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-48	127.2401	38.2331	강원 철원군 동송읍 덕고동2길 6길	42780259	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-49	126.538537	35.039256	전남 함평군 학교면 학교월산길 28-16	46860330	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-50	126.234267	35.060749	전남 신안군 지도읍 해제지도로 1024	46910250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-51	127.840029	34.983097	경남 하동군 금남면 섬진강대로 613	48850360	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-52	126.234267	35.060784	전남 신안군 지도읍 해제지도로 1024	46910250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-53	126.757357	36.055462	충남 서천군 화양면 화산로 282번길 13	44770320	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-54	128.177671	36.568766	상주시 함창읍 함창시장1길 10	47250250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-55	126.671948	34.969352	전남 나주시 왕곡면 나주서부로 372	46170320	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-56	127.367554	34.611046	전남 고흥군 포두면 해창로 815	46770350	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-57	129.167643	35.653687	울산광역시 울주군 두서면 인보구미로 7	31710370	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-58	129.20218	35.997998	경북 경주시 안강읍 호국로 2663	47130253	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-59	129.160211	35.643961	울산시 울주군 두서면 노동1길 34	31710370	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-60	126.7574	36.055436	충남 서천군 화양면 화산로 282번길 13	44770320	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-61	126.425915	37.647649	인천광역시 강화군 양도면 가늌포로 166-13	28710350	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-62	127.77945	36.994247	충북 충주시 주덕읍 솔고개로 280	43130250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-63	129.202126	35.998137	경북 경주시 안강읍 호국로 2663	47130253	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-64	127.779397	36.994299	충북 충주시 주덕읍 솔고개로 280	43130250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-65	127.563596	36.290206	충북 옥천군 옥천읍 마암로 3길21	43730250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-66	129.203856	36.068712	경북 포항시 북구 기계면 새마을로 1661	47113340	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-67	126.912742	35.891769	전북 김제시 공덕면 공덕7길 4	45210380	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-68	126.952229	36.997498	경기도 평택시 안중읍 서동대로 1843	41220253	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-69	127.096128	34.788051	전남 보성군 보성읍 송재로 421-1	46780250	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-70	127.537372	37.427249	경기도 양평군 개군면 하자포길45	41830410	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-71	127.627728	37.480826	경기도 양평군 지평면 역말1길 9	41830395	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-72	127.856174	37.705494	강원도 홍천군 북방면 두개비산로 304	42720380	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-73	127.47008	36.725119	충북 청주시 청원구 오창읍 가곡길 6	43114253	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2016	2016R-74	128.559183	36.853474	경상북도 영주시 안경면 안풍로 37	47210350	쌀, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17O-01	126.3195556	34.96994444	전라남도 무안군 운남면 내리 123	46840370	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17O-02	126.3069722	35.07705556	전라남도 무안군 해제면 천장리 103	46840360	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17O-03	126.4305278	35.02441667	전라남도 무안군 현경면 평산리 613-1	46840340	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17O-04	126.2039444	35.09388889	전라남도 신안군 지도읍 봉리 210	46910250	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17O-05	126.4403333	35.13155556	전라남도 함평군 손불면 산남리 488-2	46860310	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17O-06	126.4691667	35.07225	전라남도 함평군 함평읍 가동리 498-3	46860250	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17O-07	127.2058889	34.43352778	전라남도 고흥군 금산면 오천리 545-4	46770330	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17O-08	126.9064444	34.50877778	전라남도 장흥군 대덕읍 연지리 산55-2	46800256	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17O-09	126.3019722	34.86825	전라남도 신안군 압해읍 동서리 413	46910253	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2017	170-10	126.2846667	34.618	전라남도 해남군 문내면 예락리 1096-1	46820420	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-11	126.3255833	34.7136667	전라남도 해남군 화원면 마산리 621-4	46820430	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-12	127.9448056	35.9205556	경상북도 김천시 대덕면 연화리 1041	47150440	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-13	128.0615556	36.0465556	경상북도 김천시 구성면 송죽리 560-1	47150410	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-14	128.7496944	36.0596111	경상북도 영천시 신녕면 부산리 311-1	47230320	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-15	128.4698056	35.45891667	경상남도 창원군 장마면 강리 1094-12	48740390	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-16	128.4601389	35.5583889	경상남도 창원군 대지면 석리 306	48740360	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-17	127.83175	35.48419444	경상남도 산청군 생초면 하촌리 93	48860330	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-18	128.42875	35.50047222	경상남도 창원군 유어면 진창리 396-5	48740350	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-19	128.1737778	35.70733333	경상남도 합천군 야로면 하빈리 708-2	48890340	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-20	128.2525278	35.55822222	경상남도 합천군 초계면 중리 340	48890360	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-21	128.6121111	35.64305556	경상북도 청도군 풍각면 봉기리 1333-17	47820320	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-22	127.8054167	35.52930556	경상남도 함양군 수동면 화산리 530-1	48870340	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-23	127.7160278	35.51575	경상남도 함양군 함양읍 백연리 677	48870250	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-24	128.3103333	35.42725	경상남도 의령군 유곡면 칠곡리 677-14	48720420	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-25	128.3357222	35.56405556	경상남도 합천군 청덕면 가현리 520-11	48890390	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-26	128.3503889	36.44330556	경상북도 의성군 다인면 가원리 1072	47730440	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-27	128.4738889	36.26325	경상북도 군위군 소보면 달산리 22	47720310	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-28	127.2226139	36.97132222	경기 안성 미양 마산리 223-1	41550340	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-29	127.2204139	36.96357778	경기 인성 미양 고지리 34-1	41550340	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-30	126.9619889	37.18341667	경기 화성 정남 관항리 370	41590410	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-31	127.2354806	37.23269444	경기 용인 처인 마평리 297-1	41461107	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-32	127.2425278	37.58414167	경기 남양주 와부 도곡리 160-8	41360250	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-33	127.3996778	37.48396389	경기 양평 강하 왕창리 333	41830320	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-34	127.4947694	37.36455556	경기 여주 흥천 내사리 146-4	41670320	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-35	127.6218111	37.20293056	경기 여주 가남 금당리 155-2	41670250	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-36	128.0785722	36.89333056	충북 제천 한수 송계리 555-1	43150350	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-37	128.3991444	36.84797778	충북 단양 대강 사동리 304-1	43800310	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-38	128.3080861	36.97252778	충북 단양 적성 애곡리 558	43800350	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-39	128.3399833	37.12393611	충북 단양 어상천 대전리 811	43800340	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-40	128.3981639	37.09923611	충북 단양 영춘 만종리 267	43800330	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-41	128.4863056	37.08212778	충북 단양 영춘 상리 471	43800330	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-42	128.6036722	37.39177778	강원 정선 정선 용탄리 673-2	42770250	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-43	129.2317972	37.37298056	강원 삼척 근덕 교가리 308-1	42230310	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-44	129.0814222	37.39839444	강원 삼척 미로 동산리 106-4	42230340	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-45	127.8109167	37.32561389	강원 원주 문막 건동	42130250	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-46	127.1430556	36.60277778	충남 공주 정안 어물	44150370	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-47	126.7525972	33.550075	제주 제주 구좌읍 김녕리 1897	50110256	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2017	170-48	126.4142333	33.48210278	제주 제주 애월읍 하귀리 200-14	50110253	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000
2018	180-01	126.749769	33.551485	제주특별자치시 제주시 구좌읍 김녕리 1895	50110256	양파, 환경시료	0.000 0.000 0.000 0.000

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2018	180-02	126.551322	33.51206	제주특별자치시 제주시 화북2동 4853-1	50110112	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-03	126.3303897	33.4619645	제주특별자치시 제주시 애월읍	50110253	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-04	128.834136	35.923369	경상북도 경산시 하양읍 한사리 977	47290250	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-05	129.322197	35.742284	경상북도 경주시 외동읍 말방리 540-2	47130259	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-06	128.309668	36.253542	경상북도 구미시 선산읍 교리 428	47190250	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-07	128.224045	36.604461	경상북도 문경시 산양면 반곡리 238	47280320	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-08	128.193796	36.558678	경상북도 상주시 함창읍 오동리 816	47250250	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-09	128.671251	36.455415	경상북도 안동시 일직면 망호리 979-2	47170350	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-10	128.2924722	36.52794444	경상북도 예천군 풍양면 청운리 257-3	47900410	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-11	129.396935	36.969556	경상북도 울진군 근남면 수산리 439	47930330	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-12	128.350533	36.443431	경상북도 의성군 다인면 가원리 1072	47730440	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-13	129.153054	35.280635	부산광역시 기장군 철마면 백길리 218-3	26710330	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-14	128.979674	35.210377	부산광역시 강서구 대저1동 2279	26440101	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-15	129.452378	35.558546	울산광역시 동구 주전동 414	31170106	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-16	129.429779	35.578428	울산광역시 북구 어물동 1038	31200119	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-17	129.233238	35.567882	울산광역시 울주군 범서읍 천상리 33	31710259	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-18	129.304611	35.585652	울산광역시 중구 성안동 1007	31110109	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-19	128.306571	36.972783	충북 단양 적성 애곡리 564	43800350	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-20	128.07928	36.885576	충북 제천 한수 송계리 739-5	43150350	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-21	129.231176	37.376767	강원도 삼척 근덕 교가리 131-2	42230310	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-22	127.493634	37.363665	경기도 여주 홍천면 내사리 90	41670320	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-23	128.699321	35.006364	경상남도 거제시 장목면 송진포리 480-4	48310390	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-24	128.332214	34.980528	경상남도 고성군 고성읍 송학리 112-7	48820250	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-25	128.989592	35.23302	경상남도 김해시 대동면 초정리 1053-7	48250370	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-26	128.733316	35.382564	경상남도 밀양시 하남읍 양동리 380-3	48270253	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-27	127.956353	35.037659	경상남도 사천시 서포면 외구리 612	48240370	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-28	129.019457	35.291389	경상남도 양산시 동면 가산리 677-2	48330310	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-29	128.046887	35.231684	경상남도 진주시 명석면 관지리 139-13	48170440	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-30	128.461037	35.556624	경상남도 창원군 대지면 석리 392-2	48740360	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-31	127.7151667	35.51558333	경상남도 함양군 함양읍 백연리 681	48870250	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-32	128.531326	35.315764	경상남도 함안군 칠원읍 운서리 714-1	48730253	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-33	128.25492	35.69848	경상북도 고령군 쌍림면 안림리 438	47830370	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-34	128.444761	35.659098	대구광역시 달성군 구지면 가천리 353	27710380	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-35	127.592534	34.947747	전라남도 광양시 광양읍 세풍리 906-1	46230250	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-36	126.609914	35.054519	전라남도 나주시 문평면 오룡리 580-1	46170370	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-37	126.306703	35.076902	전라남도 무안군 해제면 천장리 103	46840360	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-38	127.622101	34.72378	전라남도 여수시 화양면 용주리 1489	46130330	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-39	126.380125	35.192887	전라남도 영광군 염산면 옥실리 182	46870360	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-40	126.730079	34.329004	전라남도 완도군 완도읍 가용리 465	46890250	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	180-41	126.6642	35.25496	전라남도 장성군 삼계면 월연리 305-5	46880350	양파, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2018	180-42	126.906338	34.508227	전라남도 장흥군 대덕읍 연지리 산55-2	46800256	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-43	126.284817	34.618153	전라남도 해남군 문내면 예락리 1096-1	46820420	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-44	127.276522	35.359927	전라북도 남원시 금지면 서매리 433-1	45190350	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-45	127.349928	35.515922	전라북도 남원시 덕과면 고정리 547	45190390	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-46	128.457067	34.890616	경상남도 통영시 용남면 원평리 785-12	48220310	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-47	127.337611	34.851719	전라남도 보성군 벌교읍 봉림리 189	46780253	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-48	127.573025	34.913866	전라남도 순천시 해룡면 신성리 462-1	46150310	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-49	126.59751	35.34295	전라북도 고창군 대산면 매산리 285	45790380	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-50	126.681568	35.923552	전라북도 군산시 옥구읍 선제리 431-1	45130250	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-51	127.136007	36.064677	전라북도 완주군 화산면 운산리 471-1	45710390	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-52	127.06544	36.074134	전라북도 익산시 여산면 두여리 1504-2	45140390	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-53	127.206697	36.172741	충청남도 논산시 양촌면 거사리 145-14	44230390	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-54	126.606505	36.317309	충청남도 보령시 남포면 창동3길 28	44180360	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-55	127.77437	36.416975	충청북도 보은군 탄부면 성지리 37-3	43720340	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-56	127.218137	36.962945	경기도 안성 미양 고지리 34-1	41550340	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-57	126.498837	37.260587	인천광역시 옹진군 영흥면 영흥북로 95	28720360	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-58	126.619288	36.589825	충청남도 홍성군 구항면 구항길 193번길 46	44800390	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-59	126.763992	36.892142	충청남도 당진시 신평면 신평로 949	44270380	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-60	126.394837	36.809821	충청남도 서산시 팔봉면 한월당로 666-5	44210330	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-61	126.336306	36.754897	충청남도 태안군 태안읍 서해로 2076-38	44825250	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2018	180-62	126.516307	35.624706	전라북도 부안군 변산면 마포리 43376	45800360	양파, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-01	126.4224167	35.0138611	전라남도 무안군 현경면 외반리 47-2	46840340	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-02	126.2242222	35.093	전라남도 신안군 지도읍 내양리 484-1	46910250	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-03	126.6779722	34.46808333	전라남도 해남군 복일면 흥촌리 94	46820360	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-04	127.1833611	34.60311111	전라남도 고흥군 도덕면 가야리 1430	46770320	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-05	126.6257222	34.41519444	전라남도 해남군 북평면 남창리 560	46820350	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-06	126.5262778	34.32877778	전라남도 해남군 송지면 송호리 495-1	46820340	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-07	127.8697222	34.89308333	경상남도 남해군 고현면 포상리 573	48840370	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-08	127.2195833	34.57497222	전라남도 고흥군 풍양면 봉양리 805-1	46770310	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-09	127.3518333	34.67869444	전라남도 고흥군 과역면 과역리 621	46770380	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-10	127.3724444	34.65944444	전라남도 고흥군 점암면 대룡리 393-1	46770370	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-11	127.7830278	35.46513889	경상남도 함양군 유림면 서주리 678	48870330	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-12	128.4019444	35.57563889	경상남도 창녕군 이방면 안리 1084	48740340	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-13	128.3175556	35.57758333	경상남도 합천군 청덕면 성태리 249-4	48890390	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-14	128.7065833	36.17905556	경상북도 군위군 의흥면 수북리 645	47720350	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-15	128.4674167	35.60369444	경상남도 창녕군 대합면 등지리 440	48740330	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-16	128.6647778	36.27444444	경상북도 의성군 금성면 초전리 505-2	47730370	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-17	128.4468611	35.54980556	경상남도 창녕군 대지면 창산리 568	48740360	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-18	128.4246667	35.51522222	경상남도 창녕군 유어면 선소리 165-4	48740350	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%
2017	17G-19	126.4234444	36.71961111	충청남도 서산시 인지면 모월리 281	44210310	마늘, 환경시료	0% 0% 0% 0%

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2017	17G-20	126.3703056	36.71247222	충청남도 서산시 부석면 갈마리 522-27	44210320	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-21	126.3431944	36.82069444	충청남도 서산시 팔봉면 덕송리 311	44210330	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-22	126.3472222	36.77786111	충청남도 태안군 태안읍 인평리 123	44825250	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-23	126.2488056	36.76436111	충청남도 태안군 근흥면 수룡리 101	44825330	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-24	128.7006667	36.33711111	경상북도 의성군 의성읍 도동리 567	47730250	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-25	128.7500833	36.31552778	경상북도 의성군 사곡면 오상리 529-3	47730340	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-26	127.2226139	36.97132222	경기 안성 미양 마산 223-1	41550340	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-27	126.9619833	37.18344444	경기 화성 정남 관항 368	41590410	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-28	127.2354806	37.23269444	경기 용인 처인 마평 297-1	41461107	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-29	127.2425278	37.58414167	경기 남양주 와부 도곡 160-6	41360250	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-30	127.4947694	37.36455556	경기 여주 흥천 내사 145	41670320	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-31	127.6218111	37.20293056	경기 여주 가남 금당 155-2	41670250	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-32	128.0785722	36.89333056	충북 제천 한수 송계 555-5	43150350	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-33	128.4080194	36.84777222	충북 단양 대강 사동 146-1	43800310	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-34	128.3991444	36.84797778	충북 단양 대강 사동 304-1	43800310	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-35	128.3080861	36.97252778	충북 단양 적성 애곡 558	43800350	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-36	128.3500861	36.99988889	충북 단양 단양 도담 산5-1	43800250	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-37	128.3665417	37.02165278	충북 단양 가곡 여천 148-1	43800320	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-38	128.2978333	37.05925	충북 단양 매포 상시 247-2	43800253	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-39	128.3399833	37.12393611	충북 단양 이상천 임현 811	43800340	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-40	128.3981639	37.09923611	충북 단양 영춘 만중 266-12	43800330	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-41	128.4863056	37.08212778	충북 단양 영춘 하 473-35	43800330	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-42	128.6036722	37.39177778	강원 정선 정선 용탄 673-6	42770250	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-43	128.6566667	37.42562778	강원 정선 북평 남평 334-3	42770340	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-44	128.9265056	37.53148333	강원 정선 임계 직원 50-9	42770350	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-45	128.8457472	37.46610833	강원 정선 임계 낙천 930	42770350	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-46	129.2317972	37.37298056	강원 삼척 근덕 교가 308-6	42230310	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-47	129.0814222	37.39839444	강원 삼척 미로 동산 116	42230340	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-48	127.8109167	37.32561389	강원 원주 문막 건동 산77	42130250	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-49	127.1430556	36.60277778	충남 공주 정안 어물 157	44150370	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-50	126.3105417	33.27874722	제주 서귀포 안덕면 덕수리 1569	50130310	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-51	126.2528361	33.35032778	제주 제주 한림읍 금능리 304	50110250	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-52	126.2929944	33.349175	제주 제주 한림읍 금악리 1587-1	50110250	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-53	126.2929944	33.349175	제주 제주 한림읍 금악리 1587-1	50110250	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-54	126.3540194	33.24823056	제주 서귀포 안덕면 감산리 674-1	50130310	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2017	17G-55	126.552625	33.51032222	제주 제주 일도	50110112	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	18G-01	126.749769	33.551485	제주특별자치시 제주시 구좌읍 감녕리 189-5	50110256	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	18G-02	126.551322	33.51206	제주특별자치시 제주시 화북2동 4853-1	50110112	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	18G-03	126.256206	33.333273	제주특별자치시 제주시 한경면 저지리 186-4	50110310	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00
2018	18G-04	126.265886	33.233709	제주특별자치시 서귀포시 대정읍 인성리 75-2	50130250	마늘, 환경시료	0.00 0.00 0.00 0.00

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2018	18G-05	126.243781	33.287248	제주특별자치시 제주시 한경면 청수리 287-5	50110310	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-06	126.411439	33.48421	제주특별자치시 제주시 애월읍 하귀리 626-3	50110253	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-07	127.31231	38.162375	강원도 철원군 갈말읍 군탄리 503-8	42780256	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-08	127.742109	37.931828	강원도 춘천시 신북읍 울문리 521-2	42110250	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-09	127.9259806	37.72176111	강원도 홍천군 홍천읍 결운리 132-4	42720250	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-10	128.011115	37.500408	강원도 횡성군 횡성읍 개전리 279-2	42730250	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-11	127.495507	37.838477	경기도 가평군 가평읍 승안리 73-5	41820250	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-12	127.32971	37.297971	경기도 광주시 도척면 유정리 269-1	41610330	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-13	126.643419	37.722366	경기도 김포시 하성면 석탄리 628-2	41570360	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-14	126.964031	37.811746	경기도 양주시 백석읍 연곡리 40-16	41630250	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-15	127.487602	37.511606	경기도 양평군 양평읍 신애리 505	41830250	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-16	127.506285	37.291774	경기도 이천시 부발읍 신원리 565-30	41500253	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-17	126.708594	37.805331	경기도 파주시 탄현면 금산리 120-27	41480320	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-18	129.322197	35.742284	경상북도 경주시 외동읍 말방리 540-2	47130259	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-19	128.35684	36.19289	경상북도 구미시 고아읍 항곡리 113-3	47190253	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-20	128.671251	36.455415	경상북도 안동시 일직면 망호리 979-2	47170350	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-21	128.701416	36.337396	경상북도 의성군 의성읍 도동리 587	47730250	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-22	128.979674	35.210377	부산광역시 강서구 대저1동 2279	26440101	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-23	129.153054	35.280635	부산광역시 기장군 철마면 백길리 218-3	26710330	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-24	129.454633	35.555175	울산광역시 동구 주전동 349	31170106	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-25	129.233238	35.567882	울산광역시 울주군 범서읍 천상리 33	31710259	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-26	126.483158	37.707303	인천광역시 강화군 선원면 금월1리 568-1	28710310	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-27	128.305652	36.973434	충청북도 단양 적성 애곡 571-1	43800350	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-28	128.07928	36.885576	충청북도 제천 한수 송계 739-5	43150350	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-29	129.036297	37.612493	강원도 강릉시 옥계면 현내리 300-3	42150350	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-30	129.231176	37.376767	강원도 삼척 근덕 교가리 131-2	42230310	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-31	128.389252	37.362729	강원도 평창군 평창읍 종부리 497-4	42760250	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-32	127.493634	37.363665	경기도 여주 흥천면 내사 90	41670320	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-33	128.467346	35.604075	경상남도 창원군 대합면 등지리 440	48740330	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-34	128.445931	35.659094	대구광역시 달성군 구지면 가천리 347	27710380	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-35	127.181771	34.602578	전라남도 고흥군 도덕면 가야리 1505-2	46770320	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-36	126.698497	35.098542	전라남도 나주시 노안면 안산리 864-2	46170380	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-37	126.959453	35.264619	전라남도 담양군 봉산면 연동리 358	46710310	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-38	126.422406	35.013684	전라남도 무안군 현경면 외반리 47-2	46840340	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-39	127.755965	34.667408	전라남도 여수시 돌산읍 평사리 876-15	46130250	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-40	126.380125	35.192887	전라남도 영광군 염산면 옥실리 182	46870360	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-41	126.586434	34.736555	전라남도 영암군 서호면 청용리 317-2	46830370	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-42	126.703359	34.393892	전라남도 완도군 군외면 불목리 50-1	46890310	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-43	126.797878	35.310587	전라남도 장성군 장성읍 영천리 83-6	46880250	마늘, 환경시료	0.0000
2018	18G-44	126.929831	34.565002	전라남도 장흥군 관산읍 옥당리 525-4	46800253	마늘, 환경시료	0.0000



구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2018	18G-45	126.27374	34.449293	전라남도 진도군 의신면 침계리 609-1	46900330	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-46	126.622845	34.413051	전라남도 해남군 북평면 남창리 560	46820350	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-47	126.986826	35.071043	전라남도 화순군 화순읍 교리 27-1	46790250	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-48	127.527727	35.434417	전라북도 남원시 운봉읍 서천리 474	45190250	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-49	126.366788	34.763643	전라남도 목포시 달동 793-47	46110161	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-50	127.337611	34.851719	전라남도 보성군 벌교읍 봉림리 189	46780253	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-51	127.5722	34.914639	전라남도 순천시 해룡면 신성리 429	46150310	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-52	126.458486	35.145815	전라남도 함평군 손불면 동암리 599-1	46860310	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-53	126.924376	36.972163	경기도 평택시 현덕면 인광리 215-5	41220370	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-54	126.680876	35.927167	전라북도 군산시 옥구읍 선제리 333-2	45130250	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-55	127.628356	35.992046	전라북도 무주군 무주읍 용포리 1435-20	45730250	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-56	127.136517	36.065708	전라북도 완주군 화산면 운산리 440-2	45710390	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-57	126.933438	35.998525	전라북도 익산시 황등면 신기리 346-1	45140320	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-58	126.924767	35.707296	전라북도 정읍시 감곡면 진흥리 산265-1	45180400	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-59	127.418123	36.166745	충청남도 금산군 복수면 다북리 246-2	44710380	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-60	127.77437	36.416975	충청북도 보은군 탄부면 성지리 37-3	43720340	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-61	127.745393	36.254798	충청북도 영동군 심천면 길현리 423	43740400	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-62	127.527762	36.333367	충청북도 옥천군 군북면 이백리 587-1	43730380	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-63	127.298605	36.437452	세종특별자치시 세종시 금남면 축산리 289	36110340	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-64	127.005153	36.884611	충청남도 아산시 영인면 윤보선로 12번길 53-1	44200370	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-65	127.013436	36.195935	충청남도 논산시 성동면 병촌2길 13-1	44230310	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-66	126.821484	36.888797	충청남도 당진시 신평면 삼교천 1길 26-60	44270380	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-67	126.606505	36.317309	충청남도 보령시 남포면 창동3길 28	44180360	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-68	126.890504	36.259035	충청남도 부여군 규암면 탄필로 25번길 25	44760310	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-69	126.423616	36.719465	충청남도 서산시 인지면 모월리 281	44210310	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-70	126.71887	36.047336	충청남도 서천군 마서면 옥도로 527번지	44770310	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-71	126.698054	36.695795	충청남도 예산군 삽교읍 역리2길 47-5	44810253	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-72	126.938739	36.382597	충청남도 청양군 정산면 충의로 1038-25	44790330	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-73	126.619878	36.586822	충청남도 홍성군 구항면 구항길 199번길 10-2	44800390	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-74	127.222681	36.971076	경기도 안성 미양 마산 223-1	41550340	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2018	18G-75	126.534784	35.667103	전라북도 부안군 변산면 지서리 9	45800360	마늘, 환경시료	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C, δ <sup>34</sup> S
2017	광주-광산구-임곡동-01	126.7471044	35.2205601	광주광역시 광산구 임곡동 464	29200134	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	광주-남구-지석동-01	126.8332268	35.0825778	광주광역시 남구 지석동 223	29155120	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	광주-동구-운림동-01	126.9564595	35.1336942	광주광역시 동구 운림동 399-3	29110121	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	전남-장성-진원면-학림리-01	126.862628	35.2486172	전라남도 장성군 진원면 학림리 130-17	46880310	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	대구-달서-대천-01	128.4938484	35.8225797	대구광역시 달서구 대천동 695	27290119	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	대구-달성-논공-북리-01	128.451924	35.7300833	대구광역시 달성군 논공읍 북리 1-130	27710253	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	대구-동구-백안-01	128.6895644	35.9572489	대구광역시 동구 백안동 649	27140135	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	충남-금산-추부면-마전리-01	127.4759428	36.1937384	충청남도 금산군 추부면 마전리 101-2	44710390	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	대전-서구-매노동-01	127.3380494	36.249115	대전광역시 서구 매노동 163	30170118	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2017	대전-서구-장안동-01	127.3399773	36.2214341	대전광역시 서구 장안동 산48-7	30170120	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	울산-북구-효문-01	129.3683689	35.5667013	울산광역시 북구 효문동 767	31200123	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	울산-울주-두서-북안-01	129.1665451	35.7045854	울산광역시 울주군 두서면 북안리 1169-28	31710370	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	울산-울주-청량-상남-01	129.3060634	35.493175	울산광역시 울주군 청량면 상남리 595-7	31710330	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	인천-강화-국화-01	126.445604	37.7403877	인천광역시 강화군 강화읍 국화리 산157-2	28710250	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-강릉-임곡-01	128.9871244	37.6879135	강원도 강릉시 강동면 임곡리 산25	42150340	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-강릉-교동-01	128.8964925	37.7732282	강원도 강릉시 교2동 408	42150110	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-강릉-두산-01	128.9358714	37.7692551	강원도 강릉시 두산동 10	42150127	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-강릉-장현-01	128.9016867	37.7300666	강원도 강릉시 장현동 74-7	42150118	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-영월-김삿갓-옥동-01	128.5705666	37.128269	강원도 영월군 김삿갓면 옥동리 402	42750325	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-영월-한반도-광전-01	128.3564881	37.2434419	강원도 영월군 한반도면 광전리 271-2	42750355	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-원주-무실-01	127.9192807	37.3413688	강원도 원주시 무실동 1	42130115	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-원주-소초-학곡-01	128.056042	37.4262541	강원도 원주시 소초면 학곡리 710-18	42130310	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-원주-신림-성남-01	128.0846036	37.2684955	강원도 원주시 신림면 성남리 527	42130390	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-인제-북면-원통-01	128.1971707	38.1227809	강원도 인제군 북면 원통리 626	42810320	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-인제-인제-귀둔-01	128.3613738	38.0170818	강원도 인제군 인제읍 귀둔리 676-2	42810250	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-인제-인제-남북-01	128.1658882	38.0579717	강원도 인제군 인제읍 남북리 824	42810250	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-정선-남면-낙동-01	128.7116437	37.3252435	강원도 정선군 남면 낙동리 336-9	42770320	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-정선-화암-화암-01	128.7879325	37.3402243	강원도 정선군 동면 화암리 393-1	42770360	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-정선-임계-봉산-01	128.8464398	37.4940988	강원도 정선군 임계면 봉산리 241-18	42770350	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-정선-임계-송계-01	128.8520969	37.494713	강원도 정선군 임계면 송계리 773-1	42770350	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-정선-임계-용산-01	128.8527244	37.4335035	강원도 정선군 임계면 용산2리 536	42770350	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-정선-정선-애산-01	128.6740842	37.3784663	강원도 정선군 정선읍 애산리 468-2	42770250	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-철원-동송-장흥-01	127.2669572	38.1930199	강원도 철원군 동송읍 장흥2리 238	42780259	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-철원-서면-자등-01	127.4155849	38.1645586	강원도 철원군 서면 자등리 754	42780310	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-태백-문곡-01	129.0017115	37.1371376	강원도 태백시 문곡동 13-2	42190105	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-평창-대관령-유천-01	128.6018362	37.6709086	강원도 평창군 대관령면 유천리 742-3	42760380	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-평창-대관령-횡계리02	128.7047115	37.6208294	강원도 평창군 대관령면 횡계리 335-1	42760380	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-평창-대관령-횡계리01	128.7199487	37.6736068	강원도 평창군 대관령면 횡계리 198-2	42760380	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-평창-용평-장평-02	128.4111172	37.5920445	강원도 평창군 용평면 장평리 404-1	42760350	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-평창-진부-수항-01	128.563509	37.5595493	강원도 평창군 진부면 수항리 268-3	42760360	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	강원-횡성-강림-강림-01	128.1266976	37.3637331	강원도 횡성군 강림면 강림리 872	42730380	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경기-덕양-행주내-01	126.8254284	37.6030247	경기도 고양시 덕양구 행주내동 206-1	41281125	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경기-동두천-생연-01	127.0698107	37.9002729	경기도 동두천시 생연동 70	41250103	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경기-부천-대장동-02	126.7825655	37.5294955	경기도 부천시 오정구 오정동 384	41190117	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경기-안성-보개-불현리-01	127.2901515	37.0252283	경기도 안성시 보개면 불현리 산 42-3	41550310	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경기-양평-양동-금왕-01	127.7379042	37.460559	경기도 양평군 양동면 금왕2리	41830380	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경기-여주-산북-상품-01	127.4451604	37.4046988	경기도 여주군 산북면 상품리 12-1	41670380	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경기-연천-전곡-은대-01	127.0625836	38.0288933	경기도 연천군 전곡읍 은대리 633-7	41800253	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경기-이천-중리-01	127.4344491	37.2722529	경기도 이천시 중리동 490	41500103	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2017	경기-파주-가야-01	126.8701038	37.8530641	경기도 파주시 법원읍 가야리 57-8	41480256	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경기-파주-신촌-01	126.6964346	37.7324924	경기도 파주시 신촌동 517	41480120	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경기-파주-탄현-성동-01	126.691982	37.7829073	경기도 파주시 탄현면 성동리 706	41480320	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경기-평택-오성-양교리-01	126.9802753	37.0137464	경기도 평택시 오성면 숙성리 99-2	41220340	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경기-평택-이충동-01	127.0720224	37.0642053	경기도 평택시 이충동 산19-4	41220109	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경기-평택-팽성-추팔리-01	127.0834304	36.9553662	경기도 평택시 팽성읍 노와리 155-1	41220250	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경기-포천-신북-삼정-01	127.1347429	37.9690575	경기도 포천시 신북면 삼정리 362-2	41650340	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경기-포천-영북-대회산리-01	127.2202628	38.0826613	경기도 포천시 영북면 대회산리 393-1	41650390	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-밀양-무안-무안-01	128.6529216	35.4736785	경상남도 밀양시 무안면 무안리 917	48270380	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-밀양-상남-기산-01	128.777314	35.4518609	경상남도 밀양시 상남면 기산리 34-2	48270360	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-사천-사남면-방지리-01	128.0518651	35.0678884	경상남도 사천시 사남면 방지리 200	48240320	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-산청-신안면-문대리-01	128.0001647	35.3351646	경상남도 산청군 신안면 문대리 589-3	48860380	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-의령-가례-양성-01	128.2290255	35.3839872	경상남도 의령군 가례면 개승리 428-2	48720310	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-의령-의령-무전-01	128.2888725	35.3217008	경상남도 의령군 의령읍 무전리 78	48720250	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-진주-충무공동-01	128.1612251	35.1690541	경상남도 진주시 문산읍 소문리 786-1	48170250	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-진주-미천면-오방리-01	128.1153671	35.2992516	경상남도 진주시 미천면 오방리 747	48170430	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-진주-수곡면-대천리-01	127.9278337	35.1978057	경상남도 진주시 수곡면 대천리 226-1	48170460	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-진주-일반성-개암리-01	128.2938558	35.1611863	경상남도 진주시 일반성면 대천리 482-1	48170370	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-진주-지수면-청원리-01	128.2827038	35.2289183	경상남도 진주시 지수면 청원리 411-2	48170390	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-창녕-창녕읍-옥천리-01	128.5512729	35.5179868	경상남도 창녕군 창녕읍 옥천리 516	48740250	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-창원-의창-동읍-화양리-01	128.6632987	35.2998487	경상남도 창원시 의창구 동읍 화양리 41	48121250	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-창원-의창-북면-하천리-01	128.6350071	35.3640036	경상남도 창원시 의창구 북면 월계리103-1	48121310	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-하동-금남면-진정리-01	127.8247018	34.9856559	경상남도 하동군 금남면 진정리 555-1	48850360	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-함양-서상면-상남리-01	127.6732996	35.7490722	경상남도 함양군 서상면 상남리 1050	48870380	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경남-함양-안의면-석천리-01	127.8191426	35.6307731	경상남도 함양군 안의면 석천리 93	48870360	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경북-경산-진량-신상-01	128.8163141	35.8739213	경상북도 경산시 진량읍 신상리 685-21	47290253	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경북-경주-안강-검단-01	129.2015994	35.9366803	경상북도 경주시 안강읍 검단리 783-2	47130253	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경북-구미-고아-봉한리-01	128.3490194	36.1817861	경상북도 구미시 고아읍 봉한리 438	47190253	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경북-구미-인의-01	128.4476965	36.1046162	경상북도 구미시 인의동 2	47190122	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경북-구미-장천-하장-01	128.494712	36.1303881	경상북도 구미시 장천면 하장리 503-1	47190360	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경북-군위-효령-성리-01	128.5933849	36.1815521	경상북도 군위군 효령면 성리 111	47720320	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경북-김천-어모-동좌리-01	128.1068827	36.1996676	경상북도 김천시 어모면 동좌리 592	47150360	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경북-봉화-영화-삼동-01	128.9272648	36.8660635	경상북도 봉화군 명호면 삼동리 997-1	47920370	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경북-봉화-소천-고선-01	129.0029855	36.9780775	경상북도 봉화군 소천면 고선리 132	47920350	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경북-상주-화북-중벌-01	127.8282973	36.6015715	경상북도 상주시 화북면 중벌리 604-1	47250420	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경북-영주-봉현-대촌-01	128.5257106	36.8471782	경상북도 영주시 봉현면 대촌리 170	47210360	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경북-영주-순흥-읍내-01	128.5772219	36.9114594	경상북도 영주시 순흥면 읍내리 378-2	47210370	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경북-영천-임고-평천-01	128.9864763	36.0433239	경상북도 영천시 임고면 평천리 719-3	47230370	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경북-영천-자양-성곡-01	129.0184004	36.0782651	경상북도 영천시 자양면 성곡리 550	47230360	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,
2017	경북-예천-유천-가리-01	128.3788488	36.6374244	경상북도 예천군 유천면 가리 746	47900370	토양	δ <sup>15</sup> N, δ <sup>13</sup> C,

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2017	경북-의성-금성-대리-01	128.679713	36.2626411	경상북도 의성군 금성면 대리리 175-1	47730370	토양	$\delta^{15}\text{N}$ , $\delta^{13}\text{C}$ ,
2017	경북-청도-화양-동천-01	128.7180579	35.6482348	경상북도 청도군 화양읍 동천리 454-1	47820250	토양	$\delta^{15}\text{N}$ , $\delta^{13}\text{C}$ ,
2017	경북-청송-부동-상의-01	129.1418612	36.3902935	경상북도 청송군 부동면 상의리 301	47750310	토양	$\delta^{15}\text{N}$ , $\delta^{13}\text{C}$ ,
2017	경북-청송-청송-송생-01	129.0790159	36.3917639	경상북도 청송군 청송읍 송생리 720	47750250	토양	$\delta^{15}\text{N}$ , $\delta^{13}\text{C}$ ,
2018	18G-1	126.749769	33.551485	제주특별자치시 제주시 구좌읍 김녕리 179-5	50110256	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-10	128.011115	37.500408	강원도 횡성군 횡성읍 개전리 279-2	42730250	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-11	127.495507	37.838477	경기도 가평군 가평읍 승안리 73-5	41820250	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-12	127.32971	37.297971	경기도 광주시 도척면 유정리 269-1	41610330	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-13	126.643419	37.722366	경기도 김포시 하성면 석탄리 628-2	41570360	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-14	126.964031	37.811746	경기도 양주시 백석읍 연곡리 40-16	41630250	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-15	127.487602	37.511606	경기도 양평군 양평읍 신애리 505	41830250	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-16	127.506285	37.291774	경기도 이천시 부발읍 신원리 565-30	41500253	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-17	126.708594	37.805331	경기도 파주시 탄현면 금산리 120-27	41480320	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-18	129.322197	35.742284	경상북도 경주시 외동읍 말방리 540-2	47130259	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-19	128.35684	36.19289	경상북도 구미시 고아읍 항곡리 113-3	47190253	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-2	126.551322	33.51206	제주특별자치시 제주시 화북2동 4853-1	50110112	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-20	128.671251	36.455415	경상북도 안동시 일직면 망호리 979-2	47170350	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-21	128.701416	36.337396	경상북도 의성군 의성읍 도동리 587	47730250	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-22	128.979674	35.210377	부산광역시 강서구 대저1동 2279	26440101	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-23	129.153054	35.280635	부산광역시 기장군 철마면 백길리 218-3	26710330	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-24	129.454633	35.555175	울산광역시 동구 주전동 349	31170106	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-25	129.233238	35.567882	울산광역시 울주군 범서읍 천상리 33	31710259	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-26	126.483158	37.707303	인천광역시 강화군 선원면 금월리 568-1	28710310	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-27	128.305652	36.973434	충청북도 단양 적성 애곡 571-1	43800350	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-28	128.07928	36.885576	충청북도 제천 한수 송계 739-5	43150350	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-3	126.256206	33.333273	제주특별자치시 제주시 한경면 저지리 186-4	50110310	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-33	128.467346	35.604075	경상남도 창원군 대합면 등지리 440	48740330	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-34	128.445931	35.659094	대구광역시 달성군 구지면 가천리 347	27710380	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-35	127.181771	34.602578	전라남도 고흥군 도덕면 가아리 1505-2	46770320	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-36	126.698497	35.098542	전라남도 나주시 노안면 안산리 864-2	46170380	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-37	126.959453	35.264619	전라남도 담양군 봉산면 연동리 358	46710310	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-38	126.422406	35.013684	전라남도 무안군 현경면 외반리 47-2	46840340	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-39	127.755965	34.667408	전라남도 여수시 돌산읍 평사리 876-15	46130250	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-4	126.265886	33.233709	제주특별자치시 서귀포시 대정읍 인성리 75-2	50130250	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-40	126.380125	35.192887	전라남도 영광군 염산면 옥실리 182	46870360	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-41	126.586434	34.736555	전라남도 영암군 서호면 청용리 317-2	46830370	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-42	126.703359	34.393892	전라남도 완도군 군외면 불목리 50-1	46890310	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-43	126.797878	35.310587	전라남도 장성군 장성읍 영천리 83-6	46880250	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-44	126.929831	34.565002	전라남도 장흥군 관산읍 옥당리 525-4	46800253	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$
2018	18G-45	126.27374	34.449293	전라남도 진도군 의신면 침계리 609-1	46900330	관개용수	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{12}\text{H}$

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2018	18G-46	126.622845	34.413051	전라남도 해남군 북평면 남창리 560	46820350	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-47	126.986826	35.071043	전라남도 화순군 화순읍 교리 27-1	46790250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-48	127.527727	35.434417	전라북도 남원시 운봉읍 서천리 474	45190250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-5	126.243781	33.287248	제주특별자치시 제주시 한경면 청수리 287-5	50110310	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-53	126.924376	36.972163	경기도 평택시 현덕면 인광리 215-5	41220370	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-54	126.680876	35.927167	전라북도 군산시 옥구읍 선제리 333-2	45130250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-55	127.628356	35.992046	전라북도 무주군 무주읍 용포리 1435-20	45730250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-56	127.136517	36.065708	전라북도 완주군 화산면 운산리 440-2	45710390	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-57	126.933438	35.998525	전라북도 익산시 황등면 신기리 346-1	45140320	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-58	126.924767	35.707296	전라북도 정읍시 감곡면 진흥리 산265-1	45180400	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-59	127.418123	36.166745	충청남도 금산군 복수면 다북리 246-2	44710380	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-6	126.411439	33.48421	제주특별자치시 제주시 애월읍 하귀리 636-3	50110253	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-60	127.77437	36.416975	충청북도 보은군 탄부면 성지리 37-3	43720340	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-61	127.745393	36.254798	충청북도 영동군 심천면 길현리 423	43740400	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-62	127.527762	36.333367	충청북도 옥천군 군북면 이백리 587-1	43730380	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-7	127.31231	38.162375	강원도 철원군 갈말읍 군탄리 503-8	42780256	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-75	126.534784	35.667103	전라북도 부안군 변산면 지서리 9	45800360	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-8	127.742109	37.931828	강원도 춘천시 신북읍 울문리 521-2	42110250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18G-9	127.9259806	37.72176111	강원도 홍천군 홍천읍 결운리 132-4	42720250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-10	128.2924722	36.52794444	경상북도 예천군 풍양면 청운리 257-3	47900410	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-11	129.396935	36.969556	경상북도 울진군 근남면 수산리 439	47930330	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-12	128.350533	36.443431	경상북도 의성군 다인면 가원리 1072	47730440	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-15	129.452378	35.558546	울산광역시 동구 주전동 414	31170106	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-16	129.429779	35.578428	울산광역시 북구 어물동 1038	31200119	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-18	129.304611	35.585652	울산광역시 중구 성안동 1007	31110109	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-19	128.306571	36.972783	충북 단양 적성읍 애곡리 564	43800350	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-23	128.699321	35.006364	경상남도 거제시 장목면 송진포리 480-4	48310390	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-24	128.332214	34.980528	경상남도 고성군 고성읍 송학리 112-7	48820250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-25	128.989592	35.23302	경상남도 김해시 대동면 초정리 1053-7	48250370	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-26	128.733316	35.382564	경상남도 밀양시 하남읍 양동리 380-3	48270253	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-27	127.956353	35.037659	경상남도 사천시 서포면 외구리 612	48240370	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-28	129.019457	35.291389	경상남도 양산시 동면 가산리 677-2	48330310	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-29	128.046887	35.231684	경상남도 진주시 명석면 관지리 139-13	48170440	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-30	128.461037	35.556624	경상남도 창원군 대지면 석리 392-2	48740360	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-31	127.7151667	35.51558333	경상남도 함양군 함양읍 백연리 681	48870250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-32	128.531326	35.315764	경상남도 함안군 칠원읍 운서리 714-1	48730253	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-33	128.25492	35.69848	경상북도 고령군 쌍림면 안림리 438	47830370	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-34	128.444761	35.659098	대구광역시 달성군 구지면 가천리 353	27710380	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-35	127.592534	34.947747	전라남도 광양시 광양읍 세풍리 906-1	46230250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-36	126.609914	35.054519	전라남도 나주시 문평면 오룡리 580-1	46170370	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2018	18O-37	126.306703	35.076902	전라남도 무안군 해제면 천장리 103	46840360	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-38	127.622101	34.72378	전라남도 여수시 화양면 용주리 1489	46130330	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-4	128.834136	35.923369	경상북도 경산시 하양읍 한사리 977	47290250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-40	126.730079	34.329004	전라남도 완도군 완도읍 가용리 465	46890250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-41	126.6642	35.25496	전라남도 장성군 삼계면 월연리 305-5	46880350	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-42	126.906338	34.508227	전라남도 장흥군 대덕읍 연지리 산55-2	46800256	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-43	126.284817	34.618153	전라남도 해남군 문내면 예락리 1096-1	46820420	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-44	127.276522	35.359927	전라북도 남원시 금지면 서매리 433-1	45190350	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-45	127.349928	35.515922	전라북도 남원시 덕포면 고정리 547	45190390	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-49	126.59751	35.34295	전라북도 고창군 대산면 매산리 285	45790380	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-50	126.681568	35.923552	전라북도 군산시 옥구읍 선제리 431-1	45130250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-51	127.136007	36.064677	전라북도 완주군 화산면 운산리 471-1	45710390	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-52	127.06544	36.074134	전라북도 익산시 여산면 두여리 1504-2	45140390	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-53	127.206697	36.172741	충청남도 논산시 양촌면 거사리 145-14	44230390	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-54	126.606505	36.317309	충청남도 보령시 남포면 창동3길 28	44180360	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-6	128.309668	36.253542	경상북도 구미시 선산읍 교리 428	47190250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-62	126.516307	35.624706	전라북도 부안군 변산면 마포리 43376	45800360	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-7	128.224045	36.604461	경상북도 문경시 산양면 반곡리 238	47280320	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2018	18O-8	128.193796	36.558678	경상북도 상주시 함창읍 오동리 816	47250250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-01	126.4224167	35.0138611	전라남도 무안군 현경면 외반리 47-2	46840340	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-02	126.2242222	35.093	전라남도 신안군 지도읍 내양리 484-1	46910250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-03	126.6779722	34.46808333	전라남도 해남군 북일면 흥촌리 94	46820360	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-04	127.1833611	34.60311111	전라남도 고흥군 도덕면 가야리 1430	46770320	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-05	126.6257222	34.41519444	전라남도 해남군 북평면 남창리 560	46820350	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-06	126.5262778	34.32877778	전라남도 해남군 송지면 송호리 495-1	46820340	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-07	127.8697222	34.89308333	경상남도 남해군 고현면 포상리 573	48840370	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-08	127.2195833	34.57497222	전라남도 고흥군 풍양면 봉양리 805-1	46770310	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-09	127.3518333	34.67869444	전라남도 고흥군 과역면 과역리 621	46770380	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-10	127.3724444	34.65944444	전라남도 고흥군 점암면 대룡리 393-1	46770370	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-11	127.7830278	35.46513889	경상남도 함양군 유평면 서주리 678	48870330	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-12	128.4019444	35.57563889	경상남도 창녕군 이방면 안리 1084	48740340	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-13	128.3175556	35.57758333	경상남도 합천군 청덕면 성태리 249-4	48890390	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-14	128.7065833	36.17905556	경상북도 군위군 의흥면 수북리 645	47720350	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-15	128.4674167	35.60369444	경상남도 창녕군 대합면 등지리 440	48740330	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-16	128.6647778	36.27444444	경상북도 의성군 금성면 초전리 505-2	47730370	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-17	128.4468611	35.54980556	경상남도 창녕군 대지면 창산리 568	48740360	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-18	128.4246667	35.51522222	경상남도 창녕군 유어면 선소리 165-4	48740350	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-19	126.4234444	36.71961111	충청남도 서산시 인지면 모월리 281	44210310	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-20	126.3703056	36.71247222	충청남도 서산시 부석면 갈마리 522-27	44210320	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-21	126.3431944	36.82069444	충청남도 서산시 팔봉면 덕송리 311	44210330	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H



구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2017	G-22	126.3472222	36.7778611	충청남도 태안군 태안읍 인평리 123	44825250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-23	126.2488056	36.7643611	충청남도 태안군 근흥면 수룡리 101	44825330	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-24-1	128.7006667	36.3371111	경상북도 의성군 의성읍 도동리 567	47730250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	G-25	128.7500833	36.3155277	경상북도 의성군 사곡면 오상리 529-3	47730340	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	GG-1	127.2226139	36.9713222	경기 안성 미양 마산 223-1	41550340	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	GG-3	126.9619833	37.1834444	경기 화성 정남 관항 368	41590410	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	GG-4	127.2354806	37.2326944	경기 용인 처인 마평 297-1	41461107	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	GG-5	127.2425278	37.5841416	경기 남양주 와부 도곡 160-6	41360250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	GG-7	127.4947694	37.3645555	경기 여주 흥천 내사 145	41670320	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	GG-8	127.6218111	37.2029305	경기 여주 가남 금당 155-2	41670250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	CB-01	128.0785722	36.8933305	충북 제천 한수 송계 555-5	43150350	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	CB-02	128.4080194	36.8477722	충북 단양 대강 사동 146-1	43800310	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	CB-03	128.3991444	36.8479777	충북 단양 대강 사동 304-1	43800310	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	CB-04	128.3080861	36.9725277	충북 단양 적성 애곡 558	43800350	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	CB-05	128.3500861	36.9998889	충북 단양 단양 도담 산5-1	43800250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	CB-06	128.3665417	37.0216527	충북 단양 가곡 여천 148-1	43800320	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	CB-07	128.2978333	37.05925	충북 단양 매포 상시 247-2	43800253	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	CB-08	128.3399833	37.1239361	충북 단양 어상천 임현 811	43800340	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	CB-09	128.3981639	37.0992361	충북 단양 영춘 만종 266-12	43800330	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	CB-10	128.4863056	37.0821277	충북 단양 영춘 하 473-35	43800330	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	GW-2	128.6566667	37.4256277	강원 정선 북평 남평 334-3	42770340	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	GW-3	128.9265056	37.5314833	강원 정선 임계 직원 50-9	42770350	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	GW-4	128.8457472	37.4661083	강원 정선 임계 낙천 930	42770350	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	GW-5	129.2317972	37.3729805	강원 삼척 근덕 교가 308-6	42230310	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	GW-6	129.0814222	37.3983944	강원 삼척 미로 동산 116	42230340	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	GW-7	127.8109167	37.3256138	강원 원주 문막 건등 산77	42130250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	CN-05-1	127.1430556	36.6027777	충남 공주 정안 어불 157	44150370	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-01	126.3195556	34.9699444	전라남도 무안군 운남면 내리 123	46840370	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-02	126.3069722	35.0770555	전라남도 무안군 해제면 천장리 103	46840360	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-03-1	126.4305278	35.0244166	전라남도 무안군 현경면 평산리 613-1	46840340	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-04	126.2039444	35.0938889	전라남도 신안군 지도읍 봉리 210	46910250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-05-1	126.4403333	35.1315555	전라남도 함평군 손불면 산남리 488-2	46860310	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-06	126.4691667	35.07225	전라남도 함평군 함평읍 가동리 498-3	46860250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-07-1	127.2058889	34.4335277	전라남도 고흥군 금산면 오천리 545-4	46770330	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-08	126.9064444	34.5087777	전라남도 장흥군 대덕읍 연지리 산55-2	46800256	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-09	126.3019722	34.86825	전라남도 신안군 압해읍 동서리 413	46910253	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-10	126.2846667	34.618	전라남도 해남군 문내면 예락리 1096-1	46820420	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-11	126.3255833	34.7136667	전라남도 해남군 화원면 마산리 621-4	46820430	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-12	127.9448056	35.9205555	경상북도 김천시 대덕면 연화리 1041	47150440	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-13	128.0615556	36.0465555	경상북도 김천시 구성면 송죽리 560-1	47150410	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2017	O-14	128.7496944	36.05961111	경상북도 영천시 신녕면 부산리 311-1	47230320	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-15	128.4698056	35.45891667	경상남도 창원군 장마면 강리 1094-12	48740390	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-16	128.4601389	35.55838889	경상남도 창원군 대지면 석리 306	48740360	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-17	127.83175	35.48419444	경상남도 산청군 생초면 하촌리 93	48860330	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-18	128.42875	35.50047222	경상남도 창원군 유어면 진창리 396-5	48740350	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-19	128.1737778	35.70733333	경상남도 합천군 야로면 하빈리 708-2	48890340	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-20	128.2525278	35.55822222	경상남도 합천군 초계면 중리 340	48890360	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-21	128.6121111	35.64305556	경상북도 청도군 풍각면 봉기리 1333-17	47820320	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-22	127.8054167	35.52930556	경상남도 함양군 수동면 화산리 530-1	48870340	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-23	127.7160278	35.51575	경상남도 함양군 함양읍 백연리 677	48870250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-24	128.3103333	35.42725	경상남도 의령군 유곡면 칠곡리 677-14	48720420	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-25	128.3357222	35.56405556	경상남도 합천군 청덕면 가현리 520-11	48890390	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-26	128.3503889	36.44330556	경상북도 의성군 다인면 가원리 1072	47730440	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	O-27	128.4738889	36.26325	경상북도 군위군 소보면 달산리 22	47720310	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	GG-2	127.2204139	36.96357778	경기 인성 미양 고지리 34-1	41550340	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	GG-3	126.9619889	37.18341667	경기 화성 정남 관항리 370	41590410	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	GG-6	127.3996778	37.48396389	경기 양평 강하 왕창리 333	41830320	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	GW-1	128.6036722	37.39177778	강원 정선 정선 용탄리 673-2	42770250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-001	126.3160278	37.79911111	인천광역시 강화군 교동면 봉소리 1010-10	28710400	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-010	127.0145864	37.9093439	경기도 동두천시 상패동 981-5	41250112	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-108	126.8076869	35.9413936	전라북도 군산시 대야면 지경리 690-3	45130350	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-011	127.0595875	37.9612053	경기도 동두천시 하봉암동 284	41250110	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-110	127.9275322	37.6839543	강원도 홍천군 동면 속초리 1070	42720350	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-113	127.8584798	37.3422145	강원도 원주시 문막읍 동화리 6	42130250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-012	126.9219337	38.0659067	경기도 연천군 백학면 석장리 642	41800330	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-120	127.024563	35.900697	전라북도 익산시 춘포면 용연리 668-5	45140420	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-013	127.0286011	38.034319	경기도 연천군 군남면 황지리 650-5	41800310	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-131	128.7573885	36.9405413	경상북도 봉화군 물야면 북지리 8	47920310	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-137	128.3047147	36.5164926	경상북도 예천군 풍양면 오지리 31	47900410	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-014	127.2224712	37.90614	경기도 포천시 군내면 하성북리 463-1	41650310	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-148	126.3011418	34.9037964	전라남도 신안군 압해읍 가룡리 287	46910253	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-015	126.7924098	37.5393163	경기도 부천시 대장동 294-5	41190122	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-151	128.2446111	36.40027778	경상북도 상주시 낙동면 신상리 120-6	47250330	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-016	126.7844222	37.5346562	경기도 부천시 오정동 296-1	41190117	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-161	126.3913422	34.5779381	전라남도 해남군 황산면 관춘리 487	46820400	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-017	126.8038286	37.4182117	경기도 시흥시 매화동 401	41390108	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-172	128.1947821	35.8519844	경상북도 성주군 수륜면 신정리 335	47840330	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-175	126.9612928	34.563862	전라남도 장흥군 관산읍 지정리 522-10	46800253	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-018	126.8004383	37.4075162	경기도 시흥시 하중동 88	41390119	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-182	126.8146241	35.231481	전라남도 장성군 남면 월정리 172-5	46880320	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H

구분	SIT_NM (시료명)	Coord_X (좌표(X))	Coord_Y (좌표(Y))	SIT_ADR (지점주소)	SIT_CD (법정동코드)	ITEM (조사항목)	note (분석결과)
2017	R-019	126.8574177	37.4192825	경기도 광명시 가학동 113-7	41210107	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-195	127.2652168	35.4978262	전라북도 임실군 삼계면 홍곡리 1071-3	45750370	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-198	127.5038906	35.6187813	전라북도 장수군 장수읍 개정리 1020	45740250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-002	126.3160294	37.6990071	인천광역시 강화군 삼산면 석모리 1385	28710410	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-020	126.8404485	37.4575621	경기도 광명시 노온사동 84-1	41210105	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-218	128.9816755	36.0269492	경상북도 영천시 임고면 양평리 606-2	47230370	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-023	127.3154696	37.5623868	경기도 남양주시 조안면 송촌리 500	41360360	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-025	127.3730888	37.3338855	경기도 광주시 곤지암읍 수양리 239-1	41610259	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-254	128.3359507	34.9642742	경상남도 고성군 고성읍 울대리 843-1	48820250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-026	127.5640303	37.1772635	경기도 이천시 설성면 자석리 618	41500370	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-027	127.5855427	37.1503357	경기도 이천시 장호원읍 이황리 688-1	41500250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-003	126.5670362	37.6211063	경기도 김포시 대곶면 약암리 845	41570340	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-037	127.0401868	37.1486799	경기도 오산시 서동 234-3	41370116	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-004	126.6233665	37.7112832	경기도 김포시 하성면 원산리 661	41570360	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-042	127.1041026	37.7246015	경기도 의정부시 산곡동 380-2	41150113	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-048	127.6055586	37.8350996	강원도 춘천시 서면 당림리 403-59	42110350	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-049	127.7705541	37.9359852	강원도 춘천시 신북읍 신북읍 1043-1	42110250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-005	126.7151917	37.8079792	경기도 파주시 탄현면 금산리 61-3	41480320	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-050	127.6822902	38.132794	강원도 화천군 상서면 신대리 333	42790330	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-051	127.7001944	38.1171111	강원도 화천군 화천읍 신읍리 655-2	42790250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-057	128.0124308	38.0664871	강원도 양구군 남면 구암리 277	42800310	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-006	126.7004404	37.6879402	경기도 고양시 일산서구 구산동 811	41287107	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-062	128.5653004	38.167715	강원도 속초시 도문동 8	42210111	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-065	126.4742986	37.0058498	충청남도 당진시 석문면 초락도리 981	44270320	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-066	126.2892182	36.7072466	충청남도 태안군 남면 진산리 67-2	44825320	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-007	126.8152935	37.618209	경기도 고양시 덕양구 토당동 549	41281120	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-077	129.0901272	37.5837257	강원도 동해시 심곡동 598	42170130	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-078	129.1046244	37.557854	강원도 동해시 망상동 571	42170570	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-008	126.7834793	37.5490268	서울특별시 강서구 오곡동 480-3	11500112	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-084	126.9215704	36.8805348	충청남도 아산시 영인면 월선리 273-2	44200370	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-088	126.9512029	36.3610633	충청남도 청양군 청남면 청소리 678	44790350	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-009	126.9081807	37.9846553	경기도 파주시 적성면 주월치 1030	41480370	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-093	128.2870566	37.2637382	강원도 영월군 주천면 주천리 1709	42750360	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H
2017	R-094	128.4671419	37.1841366	강원도 영월군 한반도면 광전리 3	42750250	관개용수	δ <sup>18</sup> O, δ <sup>12</sup> H

Appendix 2. 쌀 시료별 동위원소 및 원소함량 분석 결과(n = 510)

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
2016R-01	3.6	-26.5	4.6	23.4	-71				
2016R-02	4.2	-26.7	2.9	22.2	-69				
2016R-03	4.4	-26.2	3.7	20.4	-70				
2016R-04	5.3	-26.7	3.4	20.2	-67				
2016R-05	4.6	-26.3	1.2	22.1	-64				
2016R-06	4.2	-26.6	-1.3	22.1	-59				
2016R-07	5.3	-26.4	0.5	23.7	-67				
2016R-08	5.0	-27.0	-1.2	22.7	-66				
2016R-09	6.4	-27.2	0.8	20.8	-71				
2016R-10	4.9	-27.2	2.4	22.0	-65				
2016R-11	4.6	-26.8	0.7	22.9	-64				
2016R-12	2.8	-26.1	2.1	22.2	-60				
2016R-13	5.0	-26.4	1.2	22.2	-70				
2016R-14	6.1	-26.9	3.2	23.5	-64				
2016R-15	4.5	-27.1	1.2	23.0	-66				
2016R-16	4.6	-26.6	1.6	23.8	-66				
2016R-17	3.6	-26.9	4.8	21.8	-64				
2016R-18	6.0	-26.2	3.5	20.9	-69				
2016R-19	3.5	-26.4	0.9	22.3	-59				
2016R-20	3.9	-26.9	-0.2	21.3	-70				
2016R-21	5.4	-27.2	0.1	22.0	-70				
2016R-22	4.5	-26.7	1.6	21.0	-67				
2016R-23	5.9	-26.0	2.9	21.9	-70				
2016R-24	6.1	-26.8	1.5	21.5	-68				
2016R-25	7.3	-26.6	2.0	21.4	-70				
2016R-26	5.9	-26.6	3.2	22.1	-65				
2016R-27	5.4	-26.9	2.9	22.2	-68				
2016R-28	3.8	-26.9	1.2	21.2	-64				
2016R-29	2.6	-26.7	1.9	22.1	-65				
2016R-30	4.3	-26.6	2.4	23.0	-68				
2016R-31	5.5	-26.6	2.1	20.8	-69				
2016R-32	3.2	-26.7	1.9	22.2	-69				
2016R-33	4.8	-26.2	0.2	21.5	-62				
2016R-34	3.8	-26.8	1.0	23.1	-65				
2016R-35	5.0	-26.9	1.1	20.9	-68				
2016R-36	4.2	-26.2	1.7	22.0	-60				
2016R-37	5.1	-26.9	3.7	21.1	-69				
2016R-38	3.8	-26.4	0.6	23.0	-64				
2016R-39	3.5	-26.4	0.2	21.7	-63				
2016R-40	4.7	-26.2	1.7	22.8	-66				
2016R-41	5.8	-27.7	0.9	21.1	-68				
2016R-42	4.0	-26.9	2.2	21.6	-68				
2016R-43	3.3	-26.6	-0.4	23.8	-70				
2016R-44	9.1	-26.6	3.3	23.1	-59				
2016R-45	4.7	-26.4	1.6	22.7	-65				
2016R-46	5.0	-27.1	1.1	22.7	-62				
2016R-47	5.3	-26.4	1.1	23.3	-62				

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
2016R-48	4.0	-27.4	1.9	20.3	-72				
2016R-49	4.6	-27.0	1.67	24.5	-58				
2016R-50	4.8	-27.1	2.71	26.1	-52				
2016R-51	5.2	-27.3	-0.59	24.8	-58				
2016R-52	4.8	-27.1	2.69	24.7	-51				
2016R-53	4.9	-27.6	-1.89	25.4	-63				
2016R-54	4.7	-27.7	-0.88	23.9	-62				
2016R-55	6.2	-27.7	1.68	24.2	-60				
2016R-56	4.8	-27.4	-3.95	24.2	-56				
2016R-57	6.2	-27.8	0.18	24.3	-58				
2016R-58	4.6	-27.7	-0.81	23.9	-59				
2016R-59	6.1	-27.2	-0.57	23.5	-60				
2016R-60	4.9	-27.4	-0.36	23.0	-58				
2016R-61	4.5	-26.6	-2.46	24.1	-63				
2016R-62	4.9	-27.4	0.33	23.5	-62				
2016R-63	4.7	-27.4	-1.45	23.6	-59				
2016R-64	4.5	-27.1	0.43	23.7	-61				
2016R-65	4.8	-27.6	-0.64	23.8	-61				
2016R-66	6.9	-27.4	-6.03	24.3	-60				
2016R-67	5.2	-27.8	0.27	23.8	-61				
2016R-68	4.8	-28.0	-1.86	24.0	-61				
2016R-69	6.1	-26.4	1.48	23.7	-53				
2016R-70	5.6	-27.1	1.57	23.3	-54				
2016R-71	4.6	-27.0	0.14	22.9	-62				
2016R-72	5.2	-28.2	-0.34	23.5	-61				
2016R-73	4.9	-27.3	0.51	23.8	-60				
2016R-74	3.6	-27.8	-1.77	22.9	-56				
2017R-001	2.7	-26.7	-8.6	22.6		43.0	1.1	0.1	50.7
2017R-002	4.5	-26.8	-8.7	23.2		43.1	1.3	0.1	50.2
2017R-003	4.9	-27.5	9.5	22.3		43.3	1.3	0.1	50.4
2017R-004	6.5	-27.0	2.3	23.3		43.0	1.0	0.1	49.3
2017R-005	7.1	-26.0	4.3	24.3		43.1	1.3	0.1	50.5
2017R-006	9.8	-26.0	5.7	22.9		43.5	1.5	0.1	47.6
2017R-007	6.1	-27.9	1.8	20.9		43.4	1.5	0.1	48.5
2017R-008	8.2	-25.9	2.9	23.3		43.4	1.3	0.1	51.4
2017R-009	4.9	-26.8	5.7	22.6		43.4	1.1	0.1	50.8
2017R-010	3.9	-27.4	-4.4	24.5		43.5	1.3	0.1	52.0
2017R-011	10.7	-27.5	-1.7	22.2		42.8	1.4	0.1	50.0
2017R-012	3.4	-27.4	3.7	23.7		43.5	1.4	0.1	50.3
2017R-013	3.8	-27.4	3.0	24.1		43.3	1.1	0.1	51.8
2017R-014	3.6	-27.1	3.7	23.8		43.2	1.1	0.1	51.1
2017R-015	5.6	-26.3	4.9	23.2		43.0	0.9	0.1	51.0
2017R-016	4.7	-26.3	3.3	23.9		43.2	1.1	0.1	47.8
2017R-017	4.0	-27.2	3.4	23.3		43.3	1.1	0.1	51.5
2017R-018	3.3	-27.0	4.4	23.2		43.3	1.2	0.1	51.9
2017R-019	3.5	-26.3	4.3	24.7		43.5	1.3	0.1	56.2
2017R-020	8.1	-26.7	7.0	24.2		43.6	1.3	0.1	51.1
2017R-021	10.1	-26.6	3.5	24.6		43.6	1.3	0.1	50.1

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
2017R-022	6.6	-27.8	6.5	24.3		43.1	1.2	0.1	50.9
2017R-023	4.8	-25.9	4.4	24.4		42.8	1.1	0.1	51.1
2017R-024	4.5	-27.3	1.1	23.3		43.3	1.2	0.1	50.4
2017R-025	5.0	-27.5	8.8	22.7		43.7	1.5	0.1	48.8
2017R-026	5.5	-27.1	3.0	23.4		43.4	1.2	0.1	43.1
2017R-027	4.2	-26.2	4.7	23.8		43.6	1.5	0.1	48.5
2017R-028	4.0	-25.3	-2.7	24.1		43.6	1.4	0.1	49.3
2017R-029	4.3	-27.1	4.5	23.1		43.5	1.2	0.1	49.9
2017R-030	3.8	-26.3	3.0	25.3		43.0	1.2	0.1	51.9
2017R-031	5.3	-26.3	2.9	22.7		43.5	1.3	0.1	52.0
2017R-032	4.7	-26.0	3.3	24.5		43.5	1.2	0.1	50.8
2017R-033	2.5	-26.1	-0.8	24.7		43.0	1.1	0.1	51.0
2017R-034	5.7	-26.8	5.9	26.1		43.7	1.5	0.1	49.4
2017R-035	2.4	-26.4	2.0	25.3		43.6	1.3	0.1	50.8
2017R-036	4.2	-26.7	-7.5	24.0		43.6	1.3	0.1	49.6
2017R-037	3.2	-26.8	3.1	22.1		43.4	1.2	0.1	52.8
2017R-038	4.8	-26.7	3.6	24.7		43.6	1.5	0.1	50.7
2017R-039	5.4	-27.9	2.8	24.1		43.5	1.3	0.1	51.2
2017R-040	6.4	-25.9	3.7	23.8		43.4	1.2	0.1	51.5
2017R-041	6.6	-26.9	-3.3	23.2		43.4	1.2	0.1	52.7
2017R-042	8.5	-25.5	-0.8	24.2		43.5	1.3	0.1	49.8
2017R-043	3.6	-26.7	0.9	22.3		45.6	1.2	0.1	51.8
2017R-044	6.8	-27.3	3.4	23.1		43.3	1.3	0.1	50.4
2017R-045	5.3	-26.7	3.2	21.8		43.5	1.4	0.1	52.0
2017R-046	4.9	-26.5	-2.1	23.4		43.3	1.3	0.1	52.1
2017R-047	5.0	-28.0	6.2	23.1		43.4	1.2	0.1	52.0
2017R-048	4.8	-28.2	3.3	22.8		43.3	1.1	0.1	51.5
2017R-049	6.0	-27.4	0.2	22.6		43.2	1.1	0.1	51.2
2017R-050	8.5	-27.8	4.0	23.1		43.3	1.1	0.1	52.0
2017R-051	6.5	-27.8	3.4	23.4		43.1	1.3	0.1	50.8
2017R-052	6.3	-26.2	1.4	24.0		43.5	1.3	0.1	51.2
2017R-053	2.3	-25.9	4.7	24.8		43.4	1.3	0.1	52.7
2017R-054	4.6	-26.9	0.6	24.5		43.1	1.3	0.1	51.1
2017R-055	3.9	-26.4	-10.3	24.4		43.4	1.1	0.1	51.1
2017R-056	4.7	-26.9	0.3	23.3		43.3	1.2	0.1	51.7
2017R-057	7.3	-28.6	0.5	21.0		43.2	1.2	0.1	51.8
2017R-058	6.0	-27.7	0.8	23.1		43.4	1.4	0.1	51.1
2017R-059	2.7	-28.4	3.7	21.6		43.4	1.3	0.1	51.0
2017R-060	2.4	-27.6	-2.3	22.4		43.3	1.2	0.1	51.8
2017R-061	5.0	-27.7	3.0	22.2		43.4	1.4	0.1	50.4
2017R-062	5.1	-27.7	4.6	24.0		43.2	1.2	0.1	50.6
2017R-063	6.4	-27.5	4.7	22.5		43.3	1.3	0.1	51.4
2017R-064	7.9	-26.3	6.4	25.2		42.7	1.1	0.1	52.3
2017R-065	7.8	-26.0	1.5	24.3		43.3	1.3	0.1	53.2
2017R-066	7.5	-27.1	1.6	22.9		43.2	1.2	0.1	50.1
2017R-067	8.2	-27.7	0.8	23.1		43.0	1.2	0.1	51.8
2017R-068	8.0	-26.3	4.7	22.8		43.2	1.2	0.1	52.3
2017R-069	6.3	-26.2	5.0	22.6		43.3	1.3	0.1	51.4



시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
2017R-070	3.2	-27.4	5.3	22.1		43.2	1.1	0.1	50.7
2017R-071	3.5	-27.1	2.9	23.0		43.3	1.1	0.1	52.8
2017R-072	4.8	-27.7	-1.8	22.6		43.4	1.3	0.1	50.4
2017R-073	5.5	-27.5	1.2	22.6		42.8	0.9	0.1	52.9
2017R-074	6.7	-27.1	-0.2	22.9		43.3	1.1	0.1	53.5
2017R-075	4.2	-27.8	-1.1	21.6		43.1	1.5	0.1	52.2
2017R-076	4.0	-27.9	0.8	22.4		43.2	1.2	0.1	53.8
2017R-077	7.6	-26.2	5.4	24.2		43.3	1.0	0.1	53.0
2017R-078	8.5	-26.7	5.0	24.3		43.4	1.4	0.1	51.6
2017R-079	4.2	-27.7	5.7	21.5		42.8	1.2	0.1	51.7
2017R-080	5.8	-27.4	2.2	23.4		43.2	1.4	0.1	52.7
2017R-081	3.0	-28.4	6.0	21.4		43.2	1.2	0.1	52.8
2017R-082	5.3	-28.2	-1.4	21.6		43.1	1.2	0.1	52.3
2017R-083	4.1	-27.1	4.3	22.7		43.2	1.1	0.1	52.0
2017R-084	2.0	-26.7	1.5	24.3		43.1	1.2	0.1	53.0
2017R-085	6.0	-27.2	1.6	23.3		43.0	1.1	0.1	52.1
2017R-086	6.2	-26.8	3.6	24.8		43.0	1.0	0.1	51.6
2017R-087	4.6	-27.0	-0.1	21.6		42.8	1.0	0.1	51.7
2017R-088	3.2	-27.2	-0.6	23.3		43.0	0.9	0.1	52.7
2017R-089	5.4	-27.4	2.5	24.2		42.8	1.0	0.1	53.7
2017R-090	5.7	-27.1	1.6	22.5		43.3	1.4	0.1	47.6
2017R-091	8.0	-28.0	3.9	20.5		43.0	1.2	0.1	51.8
2017R-092	7.6	-26.8	4.2	22.3		43.0	1.1	0.1	52.8
2017R-093	5.8	-26.2	3.3	25.7		43.0	1.2	0.1	50.2
2017R-094	2.6	-26.7	4.9	24.0		50.6	1.8	0.1	51.2
2017R-095	5.4	-27.4	4.6	24.3		43.2	1.2	0.1	53.4
2017R-096	3.0	-27.8	3.1	22.0		43.1	1.1	0.1	52.2
2017R-097	8.1	-27.8	5.4	23.8		43.3	1.5	0.1	47.9
2017R-098	6.6	-27.0	1.9	24.5		43.2	1.0	0.1	53.1
2017R-099	3.8	-27.4	-1.5	24.8		42.7	1.1	0.1	50.7
2017R-100	5.6	-25.4	3.6	24.2		43.2	1.3	0.1	49.9
2017R-101	5.6	-27.7	-1.5	23.0		42.8	1.1	0.1	50.6
2017R-102	6.3	-27.5	0.0	23.6		43.0	1.3	0.1	46.4
2017R-103	4.0	-27.2	1.5	24.7		43.0	1.1	0.1	52.2
2017R-104	2.2	-27.3	2.1	23.0		43.0	1.2	0.1	53.0
2017R-105	4.5	-27.2	3.9	23.6		43.2	1.1	0.1	52.3
2017R-106	4.0	-27.1	1.6	22.4		43.2	1.2	0.1	49.6
2017R-107	3.8	-27.3	-0.6	23.2		43.2	1.3	0.1	52.1
2017R-108	3.1	-26.8	-1.2	24.1		42.9	1.1	0.1	51.7
2017R-109	5.4	-26.9	0.9	24.1		43.2	1.2	0.1	53.4
2017R-110	4.1	-27.8	1.3	24.7		43.3	1.2	0.1	52.9
2017R-111	6.0	-27.8	4.7	24.5		43.2	1.3	0.1	51.1
2017R-112	5.8	-27.8	-2.3	23.8		43.0	1.0	0.1	53.4
2017R-113	4.6	-27.2	1.5	24.2		43.1	1.2	0.1	52.2
2017R-114	6.9	-26.9	4.3	24.5		43.1	1.3	0.1	49.2
2017R-115	5.2	-27.2	0.0	23.9		42.9	1.1	0.1	52.7
2017R-116	3.4	-26.9	0.2	23.9		43.1	1.1	0.1	49.3
2017R-117	7.0	-27.3	3.3	22.8		43.3	1.1	0.1	51.1

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
2017R-118	3.9	-27.1	2.1	23.8		43.2	1.3	0.1	50.1
2017R-119	5.9	-28.1	3.1	22.5		42.9	1.2	0.1	50.6
2017R-120	3.2	-27.1	2.3	22.1		42.6	1.1	0.1	50.8
2017R-121	4.9	-27.5	1.5	22.6		43.1	1.1	0.1	54.1
2017R-122	2.5	-26.2	5.5	22.6		43.0	1.2	0.1	53.0
2017R-123	5.7	-27.6	3.9	24.1		42.6	1.1	0.1	50.0
2017R-124	8.3	-26.8	-4.3	23.6		42.9	1.1	0.1	53.0
2017R-125	9.8	-27.6	3.4	22.6		43.0	1.3	0.1	53.1
2017R-126	2.8	-27.3	3.1	23.8		42.7	1.2	0.1	49.2
2017R-127	3.1	-27.4	2.3	24.1		42.8	1.3	0.1	47.3
2017R-128	2.7	-26.7	-2.1	22.3		42.7	1.2	0.1	52.4
2017R-129	3.2	-26.8	2.9	22.1		42.9	1.3	0.1	51.1
2017R-130	3.2	-27.6	2.2	23.4		42.8	1.2	0.1	45.8
2017R-131	6.2	-26.7	2.7	24.5		43.0	1.2	0.1	50.1
2017R-132	2.8	-27.0	0.8	22.0		43.1	1.2	0.1	54.1
2017R-133	-0.1	-27.2	2.5	23.0		43.1	1.5	0.1	51.5
2017R-134	3.3	-27.1	-2.4	23.6		43.0	1.2	0.1	50.2
2017R-135	4.5	-27.2	0.1	22.0		42.9	1.3	0.1	49.1
2017R-136	1.6	-27.6	-0.8	23.1		42.7	1.3	0.1	49.3
2017R-137	3.9	-27.4	-1.3	24.2		42.9	1.2	0.1	47.5
2017R-138	8.6	-27.4	-0.2	21.4		43.0	1.2	0.1	53.0
2017R-139	7.9	-26.6	3.6	22.3		42.8	1.2	0.1	52.5
2017R-140	6.0	-26.9	3.7	23.3		42.8	1.1	0.1	54.0
2017R-141	11.0	-26.2	-0.7	22.8		43.1	1.2	0.1	53.2
2017R-142	11.0	-26.3	-0.7	24.2		42.9	1.1	0.1	50.4
2017R-143	5.7	-26.7	-0.6	23.8		43.0	1.2	0.1	51.4
2017R-144	3.4	-27.1	4.4	24.1		43.0	1.3	0.1	49.1
2017R-145	3.8	-27.0	6.7	21.3		42.9	1.3	0.1	53.9
2017R-146	11.0	-26.6	7.5	25.1		43.1	1.4	0.1	50.8
2017R-147	6.7	-26.1	2.5	25.0		43.0	1.2	0.1	49.2
2017R-148	10.0	-26.1	4.6	22.6		43.1	1.5	0.1	53.7
2017R-149	5.9	-27.5	-1.9	23.6		43.0	1.5	0.1	50.7
2017R-150	2.4	-27.1	-2.3	22.3		43.0	1.1	0.1	53.5
2017R-151	2.8	-25.3	-1.3	21.6		43.1	1.3	0.1	53.4
2017R-152	2.7	-27.3	0.1	22.3		42.8	1.1	0.1	52.7
2017R-153	3.3	-27.5	0.1	22.5		42.9	1.2	0.1	51.9
2017R-154	3.7	-27.3	-1.7	21.7		42.8	1.2	0.1	52.9
2017R-155	3.8	-27.6	-2.7	22.5		43.0	1.3	0.1	51.8
2017R-156	1.0	-27.6	4.3	23.1		42.8	1.1	0.1	51.1
2017R-157	3.0	-26.9	-0.1	22.4		42.9	1.3	0.1	53.9
2017R-158	4.4	-27.9	-2.7	22.4		42.7	1.1	0.1	53.6
2017R-159	11.1	-27.0	-4.8	24.7		42.6	1.2	0.1	51.0
2017R-160	8.6	-27.1	-7.9	23.9		42.8	1.2	0.1	52.7
2017R-161	6.1	-26.8	1.3	23.4		43.1	1.4	0.1	54.1
2017R-162	6.6	-26.9	-3.1	22.4		42.7	1.2	0.1	52.5
2017R-163	4.5	-27.1	-1.4	22.5		43.0	1.5	0.1	53.2
2017R-164	3.6	-26.8	6.0	21.5		43.0	1.3	0.1	53.3
2017R-165	3.7	-27.2	1.6	21.7		42.9	1.3	0.1	52.5

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
2017R-166	5.9	-26.5	9.1	24.2		42.8	1.2	0.1	54.4
2017R-167	7.6	-26.3	5.8	23.5		42.9	1.2	0.1	54.1
2017R-168	3.3	-28.4	3.5	22.8		43.0	1.6	0.1	51.3
2017R-169	1.8	-26.0	-21.7	24.0		42.8	1.0	0.1	53.6
2017R-170	11.8	-27.6	0.8	25.2		43.2	1.3	0.1	50.3
2017R-171	4.2	-28.1	0.1	24.8		42.8	1.2	0.1	49.5
2017R-172	3.5	-27.5	0.4	23.7		42.7	1.2	0.1	48.7
2017R-173	5.2	-27.7	5.4	24.9		42.7	1.1	0.1	47.9
2017R-174	5.9	-26.1	14.6	24.4		42.9	1.3	0.1	48.9
2017R-175	4.2	-27.5	-2.3	24.0		43.0	1.4	0.1	49.1
2017R-176	3.4	-27.1	-0.7	24.3		43.0	1.2	0.1	45.9
2017R-177	5.3	-27.6	1.5	24.0		43.0	1.2	0.1	47.3
2017R-178	8.4	-27.9	-1.2	23.7		42.7	1.1	0.1	45.2
2017R-179	3.5	-27.3	0.1	24.0		42.7	1.2	0.1	45.8
2017R-180	5.7	-26.1	2.9	24.1		42.8	1.1	0.1	46.0
2017R-181	5.6	-26.9	2.2	24.4		42.7	1.1	0.1	46.3
2017R-182	4.2	-27.5	0.7	23.6		42.4	1.1	0.1	47.2
2017R-183	4.2	-26.2	-0.3	24.4		42.5	1.2	0.1	46.9
2017R-184	8.0	-26.5	0.7	25.2		42.5	1.1	0.1	45.3
2017R-185	4.3	-26.6	0.9	22.8		42.6	1.2	0.1	46.2
2017R-186	4.2	-27.6	0.0	23.8		42.8	1.2	0.1	45.2
2017R-187	3.9	-26.5	2.7	23.6		42.4	1.2	0.1	44.9
2017R-188	3.6	-27.1	-1.0	24.8		42.3	1.2	0.1	45.9
2017R-189	4.6	-27.4	2.8	24.0		42.3	1.2	0.1	48.5
2017R-190	7.5	-26.6	2.3	25.1		42.3	1.2	0.1	45.9
2017R-191	8.2	-27.0	1.2	26.3		42.2	1.1	0.1	43.5
2017R-192	6.8	-26.6	0.1	24.2		42.6	1.1	0.1	47.1
2017R-193	3.2	-27.0	-1.4	24.8		42.3	1.0	0.1	45.7
2017R-194	4.2	-28.3	1.1	25.7		42.3	1.2	0.1	44.7
2017R-195	3.9	-26.8	0.7	24.5		42.3	1.1	0.1	47.3
2017R-196	8.0	-27.8	2.5	24.7		42.5	1.2	0.1	45.9
2017R-197	6.3	-27.4	3.1	24.5		42.5	1.3	0.1	47.2
2017R-198	5.4	-26.5	-0.6	23.3		42.5	1.2	0.1	47.9
2017R-199	6.6	-26.3	5.1	22.6		42.3	1.3	0.1	47.8
2017R-200	5.5	-27.7	4.2	23.8		42.3	1.3	0.1	47.3
2017R-201	6.0	-26.5	-1.7	23.2		42.2	1.1	0.1	47.4
2017R-202	5.7	-26.4	4.6	25.4		42.4	1.1	0.1	47.9
2017R-203	2.0	-27.7	0.2	23.0		42.5	1.4	0.1	41.2
2017R-204	5.4	-27.5	-2.5	22.4		42.6	1.2	0.1	48.3
2017R-205	6.3	-26.8	-2.6	23.1		42.3	1.2	0.1	47.8
2017R-206	1.9	-27.1	-8.5	25.8		42.6	1.5	0.1	48.6
2017R-207	5.4	-27.8	8.5	23.9		42.3	1.1	0.1	48.6
2017R-208	6.1	-27.3	-1.2	23.6		42.6	1.3	0.1	49.3
2017R-209	3.9	-27.2	2.2	24.1		40.9	1.1	0.1	48.7
2017R-210	5.3	-27.1	0.8	22.6		44.5	1.4	0.1	47.2
2017R-211	5.1	-27.3	2.8	22.9		42.5	1.4	0.1	47.8
2017R-212	7.1	-27.5	4.2	23.2		42.7	1.3	0.1	48.8
2017R-213	3.3	-27.2	3.5	22.9		42.6	1.3	0.1	48.3

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
2017R-214	5.7	-27.3	2.5	23.3		42.4	1.1	0.1	49.4
2017R-215	6.1	-27.9	3.4	22.6		42.7	1.2	0.1	49.0
2017R-216	4.9	-27.5	4.9	25.0		42.7	1.2	0.1	48.5
2017R-217	9.0	-26.6	5.8	24.4		42.5	1.1	0.1	38.9
2017R-218	4.0	-26.7	3.0	23.1		42.4	1.1	0.1	50.4
2017R-219	6.9	-26.3	4.9	23.6		42.2	1.3	0.1	50.8
2017R-220	6.6	-26.7	2.0	23.5		42.2	1.3	0.1	50.8
2017R-221	1.5	-27.3	2.1	23.8		42.6	1.5	0.1	50.6
2017R-222	4.9	-27.8	-5.0	24.0		42.3	1.4	0.1	49.9
2017R-223	5.9	-25.9	-1.7	25.9		42.4	1.2	0.1	51.7
2017R-224	4.3	-27.7	-3.3	23.8		42.5	1.2	0.1	49.8
2017R-225	3.7	-28.0	4.7	25.0		42.5	1.3	0.1	50.2
2017R-226	4.1	-27.0	6.8	24.0		42.4	1.2	0.1	52.2
2017R-227	5.9	-27.1	1.5	23.5		42.3	1.1	0.1	52.3
2017R-228	4.7	-26.4	1.2	26.6		42.2	1.1	0.1	52.2
2017R-229	3.7	-26.7	3.2	24.3		42.5	1.3	0.1	51.8
2017R-230	7.5	-26.8	2.2	23.9		42.5	1.3	0.1	51.5
2017R-231	9.2	-26.5	4.0	26.4		42.6	1.2	0.1	51.8
2017R-232	4.6	-27.8	-1.8	23.4		42.4	1.1	0.1	51.8
2017R-233	4.6	-27.5	-0.2	24.6		42.5	1.2	0.1	51.1
2017R-234	6.7	-26.9	2.3	24.3		42.6	1.1	0.1	50.2
2017R-235	7.1	-27.9	3.1	23.5		42.8	1.2	0.1	52.0
2017R-236	3.1	-27.3	-22.0	23.9		42.5	1.2	0.1	51.0
2017R-237	2.1	-27.4	-13.0	23.6		42.6	1.1	0.1	54.4
2017R-238	4.0	-27.5	-5.0	23.6		42.7	1.2	0.1	51.8
2017R-239	3.6	-26.6	1.2	24.7		42.9	1.4	0.1	50.9
2017R-240	6.1	-27.2	1.3	21.3		42.8	1.3	0.1	51.1
2017R-241	4.5	-26.4	0.6	23.9		42.4	1.0	0.1	51.9
2017R-242	4.3	-26.9	1.6	20.9		42.7	1.3	0.1	50.9
2017R-243	4.6	-26.5	0.5	20.6		42.8	1.2	0.1	50.6
2017R-244	6.6	-26.4	-0.5	22.4		42.9	1.2	0.1	51.3
2017R-245	6.8	-27.0	1.2	21.4		42.7	1.3	0.1	51.2
2017R-246	6.6	-27.8	4.1	22.9		42.8	1.1	0.1	51.4
2017R-247	6.7	-26.6	1.4	23.4		42.5	1.2	0.1	51.0
2017R-248	4.1	-26.8	1.3	23.6		42.7	1.3	0.1	50.7
2017R-249	5.1	-26.7	0.8	22.5		42.6	1.2	0.1	51.4
2017R-250	4.0	-27.2	1.2	24.2		42.7	1.4	0.1	50.9
2017R-251	9.3	-26.0	3.5	24.9		42.7	1.1	0.1	50.3
2017R-252	5.0	-25.9	3.4	23.6		43.0	1.4	0.1	49.4
2017R-253	6.2	-26.3	1.6	24.0		42.6	1.2	0.1	50.4
2017R-254	7.6	-27.2	5.2	23.1		42.8	1.2	0.1	50.7
2017R-255	2.9	-27.0	2.5	25.4		42.4	1.2	0.1	51.8
2017R-256	7.8	-27.7	8.8	24.2		42.6	1.2	0.1	52.0
2017R-257	9.1	-27.3	2.5	24.6		42.5	1.0	0.1	52.6
2017R-258	3.2	-26.8	1.5	24.8		42.7	1.1	0.1	52.2
2017R-259	6.4	-27.9	4.0	25.3		42.9	1.2	0.1	52.8
2017R-260	7.0	-28.1	4.5	24.1		43.0	1.2	0.1	52.5
2017R-261	8.7	-27.3	3.7	25.4		42.6	1.2	0.1	52.2

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
2017R-262	3.5	-26.2	1.6	25.9		42.6	1.2	0.1	51.2
2017R-263	6.4	-27.1	-4.1	24.8		42.8	1.3	0.1	51.0
2017R-264	5.9	-27.3	1.6	24.7		42.5	1.1	0.1	54.1
2017R-265	8.4	-26.7	1.1	26.1		42.9	1.3	0.1	51.3
2017R-266	3.2	-27.4	2.4	23.0		42.9	1.2	0.1	51.1
2017R-267	5.4	-26.7	2.1	24.3		42.6	1.2	0.1	49.8
2017R-268	10.3	-27.3	1.4	20.9		42.6	1.1	0.1	52.7
2017R-269	5.7	-27.1	2.4	23.8		42.7	1.1	0.1	49.3
2017R-270	5.6	-26.0	-0.5	22.5		42.8	1.3	0.1	51.1
2017R-271	4.7	-27.1	1.1	21.5		42.6	1.3	0.1	50.2
2017R-272	6.3	-26.8	3.0	22.4		42.6	1.2	0.1	51.8
2017R-273	9.5	-27.3	5.9	24.1		42.6	1.1	0.1	53.2
2017R-274	5.5	-26.0	0.7	21.8		42.9	1.2	0.1	51.4
2017R-275	4.0	-26.7	-0.2	22.9		42.6	1.2	0.1	51.0
2017R-276	3.9	-25.9	2.0	22.8		42.7	1.2	0.1	50.8
2017R-277	8.0	-26.5	-0.3	23.3		42.7	1.1	0.1	52.0
2017R-278	7.0	-27.4	-0.7	24.3		42.7	1.2	0.1	51.5
2017R-279	1.8	-26.6	3.3	25.0		42.6	1.0	0.1	51.6
2017R-280	6.2	-26.9	6.2	24.1		42.7	1.3	0.1	48.3
2017R-281	6.4	-27.6	2.1	24.6		42.8	1.3	0.1	51.6
2017R-282	6.3	-27.3	2.0	25.5		42.9	1.2	0.1	51.3
2017R-283	3.4	-25.1	2.5	25.7		42.8	1.3	0.1	51.4
2017R-284	4.1	-28.5	2.1	21.3		42.7	1.4	0.1	50.5
2017R-285	7.6	-28.2	3.8	24.2		42.9	1.2	0.1	51.8
2017R-286	1.0	-26.1	3.0	24.0		43.0	1.5	0.1	51.3
2017R-287	5.9	-25.3	0.8	23.8		43.0	1.2	0.1	52.8
2017R-288	5.1	-25.9	2.0	24.3		42.5	1.3	0.1	51.4
2017R-289	3.9	-27.3	0.3	24.7		42.5	1.1	0.1	52.9
2017R-290	5.4	-28.0	-0.2	24.6		42.5	1.2	0.1	52.7
2017R-291	3.7	-25.8	2.0	24.4		42.4	1.2	0.1	49.7
2017R-292	6.5	-26.9	3.4	24.9		42.0	1.4	0.1	52.2
2017R-293	5.0	-27.3	8.4	24.5		42.8	1.5	0.1	51.3
2017R-294	5.0	-26.8	6.4	24.1		43.1	1.5	0.1	50.0
2018R-001	14.5	-28.5	13.4	22.6		41.9	1.6	0.1	48.5
2018R-002	10.1	-27.1	7.0	22.7		41.2	0.9	0.1	49.1
2018R-003	5.0	-28.1	10.0	23.0		41.1	1.0	0.1	48.5
2018R-005	5.3	-27.3	7.2	21.9		41.3	1.0	0.1	48.2
2018R-006	8.0	-28.1	7.8	23.1		41.2	1.0	0.1	48.8
2018R-007	2.6	-27.8	6.0	22.3		41.3	1.1	0.1	48.7
2018R-008	5.4	-28.4	6.4	22.8		41.3	1.2	0.1	48.7
2018R-009	2.6	-27.6	6.8	22.8		41.3	1.4	0.1	51.6
2018R-010	7.2	-27.8	5.8	22.2		41.4	1.1	0.1	51.5
2018R-011	5.5	-27.8	-6.7	22.3		41.4	1.1	0.1	48.3
2018R-012	9.2	-27.6	5.3	22.8		41.1	1.0	0.1	48.4
2018R-013	4.5	-27.2	5.6	23.2		41.5	1.2	0.1	49.2
2018R-014	4.8	-27.9	3.7	22.2		41.4	1.0	0.1	48.6
2018R-015	9.9	-26.4	6.9	22.7		41.4	1.3	0.1	47.8
2018R-016	4.9	-27.5	2.3	23.9		41.1	1.1	0.1	47.2

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
2018R-017	1.3	-26.5	9.1	24.5		41.1	1.3	0.1	47.7
2018R-018	6.6	-26.9	5.0	22.4		41.2	1.0	0.1	46.4
2018R-020	7.2	-27.1	3.9	22.8		41.3	1.1	0.1	48.0
2018R-021	4.9	-27.8	2.0	23.1		41.2	1.1	0.1	51.3
2018R-022	7.2	-27.7	1.2	24.4		41.1	1.2	0.1	44.6
2018R-023	5.1	-27.5	4.1	23.9		41.1	1.0	0.1	49.0
2018R-024	5.6	-26.6	5.3	21.5		41.2	1.2	0.1	47.9
2018R-025	6.7	-28.4	10.1	23.3		41.2	1.3	0.1	48.8
2018R-026	7.4	-28.0	2.3	21.9		41.1	0.9	0.1	48.7
2018R-027	3.7	-27.0	3.0	23.4		41.1	1.3	0.1	47.0
2018R-028	3.7	-27.8	4.5	21.9		40.9	1.0	0.1	46.9
2018R-029	5.2	-27.5	4.5	21.9		41.2	1.2	0.1	47.7
2018R-030	8.7	-27.4	10.5	22.8		41.1	1.1	0.1	48.4
2018R-031	12.6	-27.6	-0.5	25.5		40.9	1.1	0.1	47.8
2018R-032	4.0	-26.9	0.3	22.4		41.2	1.1	0.1	47.0
2018R-033	8.6	-27.3	0.7	22.3		41.2	1.0	0.1	47.6
2018R-034	2.8	-26.2	-2.9	22.7		41.2	1.2	0.1	47.6
2018R-035	4.2	-27.8	-1.4	22.0		41.7	1.2	0.1	48.7
2018R-036	7.5	-28.3	4.3	21.5		41.4	1.2	0.1	47.0
2018R-037	6.7	-28.3	-1.9	21.2		41.6	1.1	0.1	47.1
2018R-039	7.2	-28.3	4.0	22.7		41.2	1.0	0.1	48.5
2018R-040	6.0	-27.8	6.1	22.0		41.8	1.3	0.1	48.3
2018R-041	5.1	-28.7	2.8	22.0		41.5	1.2	0.1	47.2
2018R-042	5.5	-28.0	5.7	21.8		41.7	1.1	0.1	46.5
2018R-043	6.3	-27.5	4.6	22.2		41.2	1.1	0.1	48.4
2018R-044	6.5	-28.3	0.1	22.2		41.8	1.2	0.1	47.4
2018R-045	9.4	-27.7	6.0	21.7		41.3	1.1	0.1	48.3
2018R-046	7.1	-28.3	3.5	23.3		41.4	1.1	0.1	47.3
2018R-047	10.9	-28.0	4.0	23.5		41.5	1.3	0.1	46.6
2018R-048	9.7	-28.5	4.3	22.3		41.3	1.3	0.1	48.7
2018R-049	6.6	-28.4	4.2	21.5		41.2	1.2	0.1	47.8
2018R-050	6.6	-28.5	4.3	21.6		41.1	1.1	0.1	46.7
2018R-051	12.1	-27.8	1.4	22.2		41.8	1.7	0.1	45.7
2018R-052	8.7	-28.5	1.2	21.9		41.5	1.2	0.1	47.6
2018R-053	5.4	-29.1	-0.1	21.8		41.1	1.1	0.1	48.7
2018R-054	10.4	-27.6	4.6	21.7		41.7	1.2	0.1	47.3
2018R-055	11.2	-28.4	4.4	22.2		41.4	1.6	0.1	47.0
2018R-056	10.2	-28.9	1.5	22.1		41.5	1.3	0.1	48.7
2018R-057	3.3	-28.1	-0.3	22.0		41.5	1.0	0.1	50.3
2018R-058	8.0	-27.8	2.7	21.1		41.6	1.3	0.1	49.5
2018R-059	7.3	-27.5	0.6	22.6		41.3	1.2	0.1	47.4
2018R-060	7.4	-27.8	5.5	21.3		41.4	1.2	0.1	49.4
2018R-061	3.8	-27.6	1.2	22.3		41.2	1.1	0.1	49.0
2018R-062	3.7	-27.9	0.7	21.7		41.2	1.5	0.1	48.0
2018R-063	6.0	-27.6	0.9	23.3		41.5	1.3	0.1	46.8
2018R-064	2.5	-26.7	0.7	22.3		41.0	1.2	0.1	48.4
2018R-065	7.8	-28.0	0.1	22.2		41.0	1.2	0.1	47.4
2018R-066	6.7	-28.2	-2.2	22.6		41.0	1.4	0.1	47.0



시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
2018R-067	6.1	-27.9	3.4	21.3		40.7	1.2	0.1	47.7
2018R-068	7.6	-27.5	3.6	21.9		41.5	1.1	0.1	48.6
2018R-069	8.5	-27.9	3.2	23.4		40.9	1.1	0.1	47.3
2018R-070	4.0	-28.3	-2.2	21.8		41.3	1.0	0.1	48.6
2018R-071	9.0	-27.3	1.3	24.6		41.3	1.0	0.1	46.5
2018R-072	3.9	-28.3	-0.5	22.1		40.9	1.1	0.1	45.5
2018R-073	7.5	-27.8	3.3	21.6		41.6	1.2	0.1	47.0
2018R-074	6.8	-27.7	2.7	20.6		41.0	1.1	0.1	48.3
2018R-075	5.8	-28.1	0.4	21.4		41.6	1.4	0.1	48.0
2018R-076	6.6	-28.5	0.0	23.6		41.2	1.3	0.1	47.4
2018R-077	7.0	-27.5	0.6	23.4		41.1	1.1	0.1	48.3
2018R-078	5.0	-26.6	3.6	23.7		41.0	1.5	0.1	46.4
2018R-079	6.2	-27.7	2.4	22.3		41.0	1.3	0.1	48.1
2018R-080	4.3	-27.7	-3.8	24.1		42.0	1.4	0.1	47.8
2018R-081	5.2	-26.9	1.6	22.3		41.5	1.3	0.1	47.7
2018R-082	4.6	-27.6	3.4	21.2		41.1	1.1	0.1	47.7
2018R-083	4.0	-28.5	1.4	21.3		41.1	1.3	0.1	45.3
2018R-084	5.2	-28.0	-1.2	21.2		41.4	1.3	0.1	47.5
2018R-085	7.5	-27.9	6.7	22.3		41.0	1.5	0.1	46.8
2018R-086	6.5	-28.0	2.6	21.4		41.6	1.1	0.1	48.1
2018R-087	6.0	-27.6	-5.1	20.8		41.3	1.4	0.1	48.0
2018R-088	6.0	-27.4	-11.0	21.6		41.5	1.2	0.1	48.7
2018R-089	8.4	-27.8	1.7	22.3		41.4	1.2	0.1	46.7
2018R-090	7.2	-28.1	2.8	21.2		41.0	1.1	0.1	45.7
2018R-091	6.5	-27.1	1.3	21.5		41.2	1.0	0.1	46.3
2018R-092	7.2	-28.0	6.4	21.3		41.4	1.5	0.1	45.4
2018R-093	4.5	-26.6	5.4	24.1		40.9	1.3	0.1	46.7
2018R-094	4.8	-27.8	-0.1	22.4		41.2	1.2	0.1	46.7
2018R-095	2.2	-28.4	3.4	22.1		41.3	1.6	0.2	46.7
2018R-096	7.7	-27.8	4.1	21.4		41.1	1.2	0.1	47.5
2018R-097	6.3	-27.9	3.6	22.8		41.3	1.3	0.1	46.5
2018R-098	5.9	-28.3	-1.4	21.3		42.3	1.4	0.1	45.5
2018R-099	5.3	-28.0	1.1	21.7		42.2	1.4	0.1	45.8
2018R-100	4.3	-28.1	5.4	21.9		42.3	1.3	0.1	47.1
2018R-101	6.2	-28.0	5.8	23.0		42.0	1.3	0.1	47.7
2018R-102	6.4	-27.5	3.6	24.3		42.0	1.0	0.1	45.7
2018R-103	3.1	-28.2	2.4	21.0		41.9	1.2	0.1	48.2
2018R-104	3.0	-27.4	-0.6	22.2		42.2	1.2	0.1	47.2
2018R-105	3.0	-27.7	1.3	22.5		41.7	1.1	0.1	47.2
2018R-106	2.8	-27.6	3.6	22.2		41.8	1.0	0.1	48.2
2018R-107	4.6	-27.6	3.5	23.4		42.2	1.2	0.1	48.6
2018R-108	4.0	-27.7	3.8	22.6		41.9	1.2	0.1	45.1
2018R-109	4.3	-27.2	0.5	21.7		42.0	1.1	0.1	46.0
2018R-110	4.6	-27.4	7.7	22.4		41.6	1.1	0.1	48.2
2018R-111	4.9	-28.3	-6.1	20.7		42.0	1.5	0.1	47.4
2018R-112	5.4	-27.8	1.9	23.1		41.5	0.9	0.1	46.6
2018R-113	6.8	-28.4	3.0	21.0		42.3	1.2	0.1	47.0
2018R-114	4.8	-27.7	2.5	21.7		41.9	1.0	0.1	46.5

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
2018R-115	3.1	-28.1	-2.3	23.2		42.4	1.5	0.1	46.0
2018R-116	8.4	-27.7	5.4	22.7		42.1	1.2	0.1	44.9
2018R-117	4.2	-28.5	4.2	22.3		42.8	1.1	0.1	46.3
2018R-118	6.3	-28.0	0.7	21.5		42.2	1.0	0.1	47.8
2018R-119	13.1	-28.5	6.3	22.0		42.1	1.2	0.1	47.3
2018R-120	6.3	-28.0	2.0	22.1		42.0	1.2	0.1	46.8
2018R-121	5.9	-27.8	0.6	22.6		41.7	1.2	0.1	47.6
2018R-122	5.3	-27.1	-8.8	22.1		41.8	1.1	0.1	46.6
2018R-123	6.4	-28.1	2.2	21.6		41.5	1.1	0.1	48.0
2018R-124	5.0	-27.1	2.5	23.3		41.8	1.3	0.1	47.2
2018R-125	10.6	-28.4	2.9	22.4		41.8	1.4	0.1	46.6
2018R-126	4.4	-28.2	-1.7	22.3		41.7	1.2	0.1	50.0
2018R-127	6.3	-27.8	4.9	22.4		41.7	1.2	0.1	50.4
2018R-128	5.4	-27.2	0.1	22.8		42.5	0.8	0.1	48.2
2018R-129	8.3	-28.8	-1.6	22.4		41.6	1.3	0.1	45.5
2018R-130	6.6	-27.8	3.2	22.9		41.4	1.0	0.1	46.3
2018R-131	8.3	-27.8	2.9	21.1		41.4	1.0	0.1	47.2
2018R-132	6.0	-27.4	4.8	24.1		41.9	1.2	0.1	48.6
2018R-133	5.2	-28.4	2.9	22.1		41.9	1.2	0.1	48.8
2018R-134	3.9	-27.6	-0.5	22.9		41.5	1.2	0.1	47.3
2018R-135	5.3	-27.9	0.4	21.3		41.8	1.3	0.1	47.1
2018R-136	9.2	-28.3	5.5	20.9		41.3	1.1	0.1	47.1
2018R-137	6.3	-26.3	-0.5	22.7		42.3	1.5	0.1	44.7
2018R-138	4.5	-26.5	1.2	21.9		42.0	1.2	0.1	45.7
2018R-139	6.7	-26.3	1.4	22.8		41.6	1.5	0.1	48.0
2018R-140	7.2	-27.5	2.8	20.9		41.9	1.1	0.1	49.8
2018R-141	8.2	-27.2	1.5	21.6		42.5	1.0	0.1	50.0
2018R-142	5.9	-28.0	-4.1	22.6		41.8	1.3	0.1	45.9
2018R-143	5.1	-28.0	-2.5	21.1		41.9	1.2	0.1	48.8
2018R-144	6.9	-28.1	-2.0	21.0		42.0	1.3	0.1	47.8
2018R-145	4.2	-28.0	-7.0	21.2		42.1	1.2	0.1	49.5

Appendix 3. 양과 시료별 동위원소 및 원소함량 분석 결과(n = 203)

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
17O-01-1	2.4	-27.1	2.8	26.3	-55	38.0	0.7	0.3	51.9
17O-01-2	-0.1	-26.7	4.1	28.8	-50	39.5	0.6	0.3	54.2
17O-01-3	5.2	-27.2	4.4	28.7	-53	39.5	0.6	0.2	55.9
17O-02-1	-2.7	-26.0	-2.9	25.9	-57	35.9	0.8	0.3	58.1
17O-02-2	-2.5	-26.8	-2.9	27.3	-58	38.6	1.1	0.3	51.7
17O-02-3	-3.3	-26.9	-2.1	25.5	-62	39.9	1.9	0.3	51.3
17O-03-1	0.7	-27.3	2.9	26.8	-62	37.7	0.6	0.2	57.9
17O-03-2	0.5	-26.5	2.0	27.9	-58	38.0	0.7	0.3	56.6
17O-03-3	1.2	-26.6	2.2	27.9	-60	38.2	0.6	0.2	59.1
17O-04-1	0.9	-27.6	-0.1	25.2	-63	37.8	0.6	0.2	55.3
17O-04-2	2.5	-28.4	-0.7	26.4	-58	39.2	0.7	0.3	50.0
17O-04-3	1.9	-25.7	-0.9	27.0	-55	36.3	0.7	0.2	54.9
17O-05-1	6.6	-26.2	3.1	28.2	-49	37.5	0.7	0.3	54.1
17O-05-2	4.0	-26.9	3.0	29.0	-51	38.3	1.0	0.3	54.6
17O-05-3	7.2	-24.6	2.7	27.7	-46	39.6	1.3	0.3	48.4
17O-06-1	7.0	-26.0	2.0	28.7	-55	37.5	0.7	0.3	47.8
17O-06-2	0.9	-25.7	2.1	27.9	-51	39.1	0.6	0.3	49.8
17O-06-3	2.2	-25.9	2.9	25.7	-50	39.6	0.8	0.3	58.3
17O-07-1	3.1	-26.8	1.7	27.3	-56	38.5	1.1	0.2	57.2
17O-07-2	0.7	-27.2	0.4	28.3	-56	38.3	0.9	0.3	57.3
17O-07-3	2.1	-26.8	2.0	28.6	-53	39.9	1.0	0.3	50.1
17O-08-1	0.2	-26.6	0.8	27.9	-54	38.7	1.1	0.3	55.0
17O-08-2	3.3	-26.5	-0.4	32.2	-53	39.3	1.1	0.3	55.3
17O-08-3	1.5	-26.9	1.1	27.1	-48	39.5	1.5	0.3	56.1
17O-09-1	-0.6	-26.1	4.5	27.3	-55	38.5	0.8	0.2	61.2
17O-09-2	3.8	-25.4	1.7	28.1	-47	39.8	0.8	0.1	54.6
17O-09-3	0.9	-24.2	3.3	29.0	-50	40.0	0.7	0.1	47.9
17O-10-1	2.1	-25.9	-1.8	25.4	-43	37.6	1.6	0.5	46.0
17O-10-2	-1.0	-24.9	-2.3	25.3	-46	38.6	1.2	0.4	57.4
17O-10-3	-0.3	-24.2	-2.7	25.7	-40	39.6	1.6	0.4	47.3
17O-11-1	1.1	-25.5	-1.5	27.2	-50	38.1	0.8	0.3	53.1
17O-11-2	1.2	-26.5	-0.4	27.6	-48	39.0	0.7	0.4	50.3
17O-11-3	3.4	-23.8	-2.3	27.2	-49	40.1	0.8	0.3	57.4
17O-12-1	4.5	-25.6	-2.1	26.8	-60	39.7	0.7	0.3	55.2
17O-12-2	8.7	-25.1	-1.5	26.8	-54	39.1	1.3	0.5	56.0
17O-12-3	14.0	-23.9	-0.4	28.4	-55	34.4	0.6	0.2	56.5
17O-13-1	3.8	-25.1	-0.1	25.7	-50	39.2	1.4	0.4	43.0
17O-13-2	5.0	-25.3	-0.4	27.7	-49	38.7	0.7	0.3	53.5
17O-13-3	7.2	-25.6	3.3	26.3	-49	40.5	1.2	0.4	53.2
17O-14-1	12.4	-25.1	3.3	27.6	-50	39.2	0.9	0.2	51.6
17O-14-2	11.8	-25.0	2.0	28.6	-50	39.7	0.7	0.3	53.9
17O-14-3	1.0	-24.6	1.3	28.5	-54	40.1	1.0	0.3	57.9
17O-15-1	5.3	-26.0	2.5	29.6	-51	36.7	1.1	0.3	53.5
17O-15-2	5.6	-26.7	3.4	30.0	-49	38.9	0.7	0.2	53.0
17O-15-3	7.8	-27.1	4.8	30.1	-55	42.0	0.9	0.3	55.8
17O-16-1	7.2	-25.0	0.6	29.5	-54	37.6	0.8	0.3	55.8
17O-16-2	8.2	-26.0	-1.2	29.1	-55	39.2	1.1	0.3	56.1
17O-16-3	9.6	-24.8	-0.4	26.7	-42	39.3	1.4	0.4	54.6
17O-17-1	11.3	-25.2	-2.6	29.1	-52	38.9	1.4	0.4	47.0
17O-17-2	8.0	-25.8	-3.4	29.4	-52	38.5	0.9	0.3	54.1
17O-17-3	3.6	-25.0	-3.0	27.1	-51	39.6	1.0	0.3	56.5

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
170-18-1	23.0	-26.0	2.1	28.9	-35	36.7	1.0	0.2	49.5
170-18-2	16.8	-25.3	-0.6	27.2	-43	38.2	1.5	0.4	53.1
170-18-3	12.4	-24.7	-0.6	27.1	-29	39.6	1.6	0.4	55.3
170-19-1	11.4	-25.5	-0.9	26.7	-46	39.2	1.4	0.4	49.6
170-19-2	10.1	-26.0	-3.1	28.5	-47	39.1	0.6	0.2	52.5
170-19-3	13.2	-26.0	-3.1	25.3	-44	39.8	1.0	0.3	59.3
170-20-1	7.5	-25.6	0.9	30.6	-52	39.4	0.5	0.2	45.6
170-20-2	6.3	-25.4	1.1	29.4	-48	38.6	0.9	0.4	54.6
170-20-3	6.5	-23.8	0.8	28.8	-43	38.9	1.5	0.4	55.6
170-21-1	13.4	-25.0	-3.9	26.6	-46	37.9	1.6	0.4	52.0
170-21-2	12.8	-24.4	-3.8	27.5	-49	39.1	1.5	0.3	54.6
170-21-3	13.5	-24.5	-3.3	29.9	-53	39.9	0.6	0.2	10.2
170-22-1	3.4	-25.1	-2.7	28.4	-48	37.9	1.3	0.4	47.1
170-22-2	2.0	-25.1	-1.1	28.5	-48	39.6	1.3	0.3	57.1
170-22-3	1.2	-24.7	-3.5	27.6	-46	40.0	1.1	0.3	51.9
170-23-1	7.0	-27.0	-2.5	28.2	-53	38.5	0.9	0.3	50.1
170-23-2	10.7	-26.6	-0.8	28.1	-56	39.2	0.7	0.2	53.9
170-23-3	5.2	-26.3	-2.6	30.6	-57	39.7	0.5	0.2	52.2
170-24-1	5.7	-24.2	-0.3	27.8	-43	37.1	1.3	0.4	53.2
170-24-2	4.8	-25.2	-0.5	27.5	-42	39.4	1.3	0.3	53.8
170-24-3	4.5	-25.1	0.7	28.1	-47	39.9	0.9	0.3	50.5
170-25-1	7.5	-26.2	-0.8	27.8	-49	37.2	1.3	0.3	47.6
170-25-2	3.7	-25.8	-0.8	27.2	-47	39.9	1.4	0.3	54.8
170-25-3	4.4	-24.8	0.1	27.7	-50	39.4	1.2	0.4	55.9
170-26-1	7.6	-25.4	-2.1	30.2	-49	37.6	0.8	0.3	52.1
170-26-2	7.8	-26.3	-3.2	27.0	-52	39.1	1.1	0.4	54.9
170-26-3	10.7	-25.6	-1.1	26.6	-54	38.7	1.0	0.4	59.0
170-27-1	2.3	-26.1	-3.7	27.0	-48	39.8	1.1	0.4	52.1
170-27-2	3.0	-26.0	-4.1	25.5	-43	39.4	1.3	0.4	51.4
170-27-3	4.1	-25.8	-2.9	26.8	-46	39.8	1.2	0.4	54.7
170-28-1	1.4	-27.3	-3.8	27.1	-53	37.2	1.8	0.5	52.2
170-29-1	2.6	-26.2	-4.6	26.3	-57	39.0	1.0	0.3	49.0
170-29-2	-1.2	-26.7	-6.8	26.0	-46	38.3	1.2	0.4	55.3
170-29-3	0.2	-27.6	-5.3	26.5	-55	39.1	1.5	0.4	52.4
170-30-1	5.0	-26.6	5.0	25.1	-43	38.8	1.6	0.5	51.9
170-30-2	3.9	-25.5	4.5	26.7	-39	38.7	1.9	0.5	53.1
170-30-3	4.9	-23.4	4.4	24.9	-41	38.9	1.6	0.4	54.5
170-31-1	0.5	-26.8	-3.6	25.7	-48	38.8	1.7	0.4	51.9
170-31-2	1.6	-26.4	-4.5	26.1	-49	37.5	1.2	0.4	56.0
170-32-1	1.5	-26.3	-4.5	24.9	-67	39.5	1.4	0.4	56.0
170-32-2	10.6	-28.7	1.6	24.5	-58	38.3	1.1	0.4	53.5
170-32-3	13.5	-28.4	3.6	23.6	-65	39.0	1.2	0.4	52.5
170-33-1	5.2	-26.4	2.5	27.0	-50	37.9	1.6	0.4	49.6
170-33-2	5.1	-27.1	2.5	27.3	-52	38.3	1.3	0.3	53.9
170-33-3	7.4	-27.2	3.4	25.4	-62	39.3	1.6	0.5	49.9
170-34-1	1.5	-26.4	-3.7	24.6	-48	37.3	1.9	0.5	55.4
170-34-2	1.5	-27.2	-3.1	24.2	-59	37.8	1.6	0.5	57.4
170-34-3	2.1	-24.4	-3.4	24.7	-56	39.6	1.5	0.5	50.7
170-35-1	10.0	-25.2	2.4	28.7	-39	38.1	1.2	0.3	54.5
170-35-2	12.2	-25.3	3.4	27.9	-49	39.1	1.1	0.3	54.9
170-35-3	10.4	-24.8	2.5	27.7	-51	39.2	0.9	0.2	55.6
170-36-1	4.0	-25.3	-1.2	27.1	-40	37.5	1.3	0.4	51.8

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
170-36-2	3.8	-25.2	-2.1	25.7	-47	38.7	1.5	0.4	54.9
170-36-3	6.6	-25.7	0.0	26.8	-46	38.8	1.6	0.4	49.9
170-37-1	4.4	-25.3	-3.9	27.5	-58	38.9	1.0	0.4	53.3
170-37-2	1.7	-26.0	-4.3	28.1	-64	38.9	1.1	0.4	51.8
170-37-3	5.7	-25.6	-4.1	24.8	-56	38.8	1.4	0.5	53.7
170-38-1	1.0	-25.9	1.1	28.9	-49	38.5	1.0	0.4	50.7
170-38-2	-1.5	-27.0	-1.3	26.1	-52	38.2	1.6	0.4	50.0
170-38-3	0.5	-25.0	-0.4	28.4	-51	38.1	1.0	0.3	49.7
170-39-1	0.5	-26.0	-2.8	27.0	-43	38.6	1.3	0.3	49.4
170-39-2	0.3	-25.5	-3.8	27.8	-53	37.8	1.3	0.4	54.7
170-39-3	1.8	-25.5	-2.7	24.8	-55	38.9	1.2	0.4	55.7
170-40-1	3.9	-25.2	1.3	27.0	-42	38.2	1.5	0.5	52.2
170-40-2	3.2	-25.5	1.0	24.4	-48	38.4	1.6	0.5	56.4
170-40-3	2.3	-24.3	1.0	26.0	-52	38.8	1.6	0.5	43.1
170-41-1	3.4	-25.6	3.9	26.8	-50	39.4	1.8	0.5	53.2
170-41-2	0.7	-25.7	3.6	24.9	-44	39.4	1.5	0.5	53.0
170-41-3	-0.1	-25.1	3.8	25.7	-46	39.2	1.8	0.4	54.3
170-42-1	3.4	-28.8	1.8	25.5	-52	38.5	1.3	0.3	52.7
170-42-2	3.3	-27.4	1.1	25.4	-46	37.9	1.3	0.2	55.1
170-42-3	4.0	-28.7	-0.7	23.2	-47	37.8	1.2	0.3	53.2
170-43-1	0.7	-25.9	-3.5	28.6	-48	38.5	1.0	0.4	54.1
170-43-2	3.2	-25.7	-2.4	25.3	-50	38.8	1.2	0.4	56.6
170-43-3	3.1	-26.4	-2.8	26.6	-54	38.1	1.2	0.4	51.3
170-44-1	1.7	-24.8	-3.6	28.5	-44	38.5	1.3	0.3	55.3
170-44-2	1.8	-24.4	-3.7	28.2	-42	38.6	1.2	0.3	54.0
170-44-3	0.8	-24.5	-4.0	26.3	-47	38.6	1.3	0.4	55.8
170-45-1	1.4	-25.9	-3.6	27.7	-49	38.3	1.3	0.3	57.2
170-45-2	2.8	-26.7	-4.2	28.5	-48	38.0	1.4	0.3	54.3
170-45-3	13.5	-26.5	3.1	26.3	-43	39.9	1.2	0.4	49.5
170-46-1	6.0	-25.8	-1.4	27.2	-52	38.7	1.7	0.4	55.9
170-46-2	6.5	-26.1	-1.2	24.3	-44	39.2	1.7	0.3	57.9
170-46-3	6.1	-25.8	-0.3	27.1	-52	39.1	1.3	0.3	50.6
170-47-1	5.2	-23.8	1.2	27.4	-41	39.4	1.4	0.5	52.6
170-47-2	4.7	-25.7	-0.1	26.5	-39	39.7	1.8	0.5	53.4
170-47-3	5.4	-25.2	1.3	28.4	-38	40.0	0.9	0.4	55.0
170-48-1	4.6	-26.9	-0.1	26.6	-37	40.1	1.3	0.3	49.7
170-48-2	7.7	-25.0	0.5	28.5	-38	39.1	1.2	0.4	51.1
170-48-3	3.8	-26.7	0.7	27.6	-38	38.1	1.2	0.4	52.0
180-01	-1.9	-26.5	1.3	31.3		39.8	1.1	0.3	51.4
180-02	9.6	-27.1	2.8	30.5		39.4	0.7	0.2	52.6
180-03	5.7	-26.0	5.6	30.4		38.1	0.6	0.1	53.4
180-04	11.0	-26.4	-1.7	30.2		39.7	1.5	0.4	51.5
180-05	6.0	-25.4	1.4	32.0		39.0	1.6	0.3	51.3
180-06	6.1	-26.4	0.5	32.7		39.5	1.0	0.2	53.7
180-07	0.8	-25.1	-4.3	31.4		39.7	1.7	0.5	51.4
180-08	2.9	-25.9	-4.8	30.9		38.7	2.1	0.5	51.8
180-09	1.5	-27.9	0.1	31.6		37.8	1.4	0.2	52.5
180-10	7.4	-26.0	-6.4	30.9		38.5	1.7	0.5	51.5
180-11	13.4	-27.4	0.2	31.2		38.8	1.3	0.3	52.1
180-12	5.3	-27.5	0.1	29.5		39.9	1.3	0.3	52.5
180-13	9.6	-28.8	0.3	27.1		39.4	2.4	0.6	51.0
180-14	3.5	-27.5	-6.5	27.9		37.7	1.7	0.5	51.7

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
180-15	-0.4	-25.8	0.9	28.3		39.1	1.9	0.4	52.3
180-16	7.2	-28.5	-3.2	29.7		39.2	1.0	0.3	53.9
180-17	8.1	-27.5	-0.2	30.0		38.2	1.6	0.4	53.9
180-18	23.0	-26.6	1.3	30.1		40.4	1.2	0.2	52.1
180-19	5.9	-27.7	-1.8	30.2		39.3	1.5	0.3	53.3
180-20	1.6	-25.9	-3.6	33.3		39.5	1.5	0.4	51.9
180-21	6.0	-28.3	-0.1	29.3		39.2	1.1	0.3	53.5
180-22	5.6	-26.0	0.4	31.0		40.0	1.4	0.4	52.8
180-23	3.0	-26.8	4.9	31.3		38.3	0.9	0.2	54.1
180-24	10.7	-27.9	-0.6	30.4		39.1	0.8	0.2	54.8
180-25	12.5	-27.1	0.7	30.2		39.8	1.3	0.4	51.7
180-26	-0.3	-26.7	2.3	30.5		39.8	1.7	0.3	49.0
180-27	7.9	-27.5	-2.5	29.7		38.8	1.6	0.4	52.5
180-28	11.4	-29.3	4.0	28.1		38.7	1.7	0.4	50.6
180-29	6.9	-26.0	3.2	31.7		38.0	0.7	0.2	52.1
180-30	12.5	-24.9	1.9	31.3		39.7	0.9	0.2	53.3
180-31	11.0	-28.2	-0.8	29.9		39.1	0.9	0.3	53.3
180-32	1.9	-26.3	-5.1	29.7		39.0	1.9	0.4	51.4
180-33	7.3	-26.6	-2.5	25.9		39.5	1.7	0.5	51.3
180-34	8.1	-27.4	-2.6	27.9		39.0	0.8	0.2	54.7
180-35	9.0	-28.5	-2.1	27.9		38.6	1.6	0.5	51.7
180-36	4.9	-24.6	0.3	28.7		37.8	1.6	0.3	54.2
180-37	4.9	-27.0	0.6	27.8		39.1	1.1	0.2	54.7
180-38	7.2	-27.4	2.6	28.1		39.6	1.4	0.3	53.0
180-39	4.5	-27.4	1.9	27.0		39.3	1.9	0.3	52.4
180-40	6.5	-27.8	1.4	28.3		39.1	1.9	0.4	52.9
180-41	11.1	-25.5	-4.3	28.5		38.5	1.7	0.4	51.5
180-42	2.3	-25.7	1.0	29.3		39.6	1.5	0.3	52.6
180-43	5.7	-25.7	-5.0	27.7		39.2	1.4	0.4	53.2
180-44	6.8	-28.1	-1.7	29.9		40.3	0.6	0.3	54.1
180-45	6.7	-27.5	-1.7	30.2		40.1	1.3	0.4	52.4
180-46	4.0	-28.2	0.4	28.1		39.0	1.9	0.4	52.2
180-47	8.5	-26.8	1.8	28.1		38.4	2.6	0.7	50.9
180-48	5.0	-28.4	-4.0	30.9		39.5	1.3	0.5	52.7
180-49	9.8	-25.7	-3.1	28.4		39.8	1.9	0.4	51.6
180-50	6.0	-29.1	-3.5	28.5		37.4	1.3	0.4	48.7
180-51	9.9	-28.0	-3.0	30.2		38.7	1.0	0.4	50.6
180-52	10.1	-26.8	-4.8	31.5		37.6	1.2	0.4	53.2
180-53	4.0	-26.4	-2.5	32.0		38.0	1.4	0.4	51.8
180-54	3.7	-26.9	-1.6	31.2		38.8	0.5	0.3	53.7
180-55	7.6	-26.7	0.7	29.9		38.8	1.6	0.4	52.0
180-56	9.5	-28.1	-0.6	28.6		38.4	1.3	0.4	52.1
180-57	11.9	-29.6	3.5	29.6		39.6	0.9	0.4	49.0
180-58	3.0	-27.9	3.9	28.4		38.9	1.9	0.3	48.8
180-59	7.9	-28.0	-0.2	29.8		37.7	1.0	0.3	53.1
180-60	4.4	-28.1	1.2	30.4		38.7	0.7	0.3	50.4
180-61	4.9	-26.0	-2.5	29.9		37.7	1.6	0.5	52.1
180-62	6.5	-28.1	-1.1	28.7		39.0	0.8	0.4	52.5

Appendix 4. 마늘 시료별 동위원소 및 원소함량 분석 결과(n = 233)

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
17G-01-1	8.4	-24.9	-3.6	22.0	-41	45.7	5.3	1.0	44.7
17G-01-2	1.3	-26.8	-3.5	24.9	-47	46.1	3.4	0.8	48.5
17G-01-3	1.6	-25.7	-3.2	23.1	-41	45.9	4.4	0.9	45.4
17G-02-1	6.5	-26.8	-4.3	25.5	-50	45.2	3.0	0.7	35.6
17G-02-2	1.1	-25.6	-8.4	19.7	-40	44.0	5.7	1.2	43.8
17G-02-3	2.0	-26.6	-6.2	21.4	-35	45.3	4.6	1.0	44.4
17G-03-1	3.0	-27.0	-0.8	26.0	-47	45.7	3.4	0.8	48.8
17G-03-2	1.4	-25.3	-4.6	26.6	-42	44.9	3.1	0.8	45.2
17G-03-3	2.7	-27.1	-1.1	25.9	-45	45.0	2.8	0.7	48.6
17G-04-1	1.8	-26.7	-2.6	22.6	-43	46.0	4.9	1.1	36.1
17G-04-2	1.2	-26.0	-3.5	25.7	-45	43.1	3.3	0.8	47.7
17G-04-3	3.3	-25.6	-0.2	26.4	-43	46.3	3.2	0.7	47.7
17G-05-1	1.3	-24.9	-1.5	24.4	-41	45.6	4.0	0.6	47.2
17G-05-2	-0.5	-24.7	-2.8	26.5	-39	45.3	3.2	0.5	46.8
17G-05-3	1.5	-25.0	-1.7	24.7	-39	44.6	3.0	0.5	50.2
17G-06-1	4.1	-26.1	-3.1	24.5	-49	45.9	3.0	0.7	45.1
17G-06-2	3.2	-25.1	-5.3	24.9	-44	45.8	2.9	0.8	49.1
17G-06-3	4.3	-26.6	-3.3	26.1	-49	45.7	2.2	0.5	48.1
17G-07-1	6.9	-27.4	0.2	25.2	-48	45.8	3.7	0.9	45.3
17G-07-2	5.7	-27.9	0.3	28.0	-49	46.6	2.4	0.7	48.4
17G-07-3	6.1	-27.7	-0.2	28.5	-47	46.0	2.2	0.4	49.0
17G-08-1	12.6	-28.0	-2.7	27.9	-49	46.3	2.4	0.7	47.5
17G-08-2	14.7	-27.8	-3.6	28.2	-56	45.4	2.1	0.7	47.7
17G-08-3	14.7	-27.5	-2.4	25.3	-50	45.1	3.2	0.9	47.8
17G-09-1	4.0	-26.3	-4.4	25.7	-50	45.4	3.0	0.8	45.9
17G-09-2	0.8	-24.8	-6.7	26.9	-48	45.0	3.0	0.8	48.0
17G-09-3	5.6	-26.4	-4.9	27.4	-46	46.4	2.8	0.7	47.7
17G-10-1	0.1	-25.4	-4.3	26.2	-45	45.4	3.6	0.8	42.7
17G-10-2	-1.3	-26.2	-4.4	24.3	-37	45.1	4.7	1.0	44.5
17G-10-3	-2.5	-25.1	-4.0	27.3	-42	44.8	3.1	0.5	48.0
17G-11-1	-0.5	-25.9	-1.7	26.6	-57	46.4	2.5	0.5	49.8
17G-11-2	-3.4	-25.2	-3.4	27.3	-51	46.4	3.0	0.5	49.2
17G-11-3	-0.8	-25.2	-3.2	26.3	-52	43.9	3.1	0.6	47.6
17G-12-1	6.0	-27.1	3.7	27.3	-59	45.7	2.7	0.6	48.2
17G-12-2	7.4	-27.6	4.9	27.0	-58	45.3	2.4	0.6	48.6
17G-12-3	5.1	-27.9	4.0	26.5	-58	45.6	2.7	0.6	48.3
17G-13-1	4.8	-27.4	5.1	27.1	-63	45.9	2.3	0.7	46.4
17G-13-2	1.5	-27.5	4.8	27.0	-58	46.1	2.6	0.8	46.2
17G-13-3	3.7	-27.2	5.5	28.1	-60	46.3	2.1	0.6	48.1
17G-14-1	9.2	-26.2	-1.4	27.8	-49	46.3	2.7	0.6	47.4
17G-14-2	7.3	-25.7	-3.7	25.7	-45	43.7	2.9	0.6	50.5
17G-14-3	9.2	-24.9	-3.8	27.2	-46	45.1	3.0	0.6	34.5
17G-15-1	6.3	-27.8	-1.9	28.1	-65	44.7	1.2	0.4	49.7
17G-15-2	6.6	-27.4	-3.1	27.1	-63	44.5	1.4	0.5	53.5
17G-15-3	6.2	-27.5	-2.9	26.5	-57	44.4	1.5	0.5	53.1
17G-16-1	5.0	-27.1	-2.0	26.0	-60	45.2	2.3	0.6	49.4
17G-16-2	9.1	-27.2	-2.4	27.2	-58	45.7	2.3	0.5	49.5
17G-16-3	11.8	-26.9	-3.3	25.8	-57	45.3	2.7	0.6	47.3
17G-17-1	4.0	-27.1	-1.4	24.3	-56	45.6	2.7	0.6	50.7
17G-17-2	5.7	-26.6	-1.2	28.3	-60	44.4	2.2	0.5	46.2
17G-17-3	4.9	-27.4	-3.0	25.6	-55	44.6	2.5	0.5	46.0



시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
17G-18-1	9.2	-27.7	1.0	28.7	-58	45.6	1.9	0.5	49.5
17G-18-2	7.5	-27.3	1.3	28.9	-65	44.7	1.7	0.5	55.7
17G-18-3	4.3	-27.0	-0.2	27.6	-67	45.0	2.0	0.5	50.8
17G-19-1	4.4	-26.9	-2.0	25.5	-61	44.8	2.3	0.6	49.5
17G-19-2	4.9	-27.6	-1.9	25.8	-59	46.2	2.5	0.7	48.5
17G-19-3	6.6	-26.8	-3.1	26.6	-62	45.9	2.5	0.6	47.4
17G-20-1	6.2	-27.3	-2.2	25.2	-59	45.6	3.1	0.6	47.0
17G-20-2	7.0	-27.4	-1.7	25.3	-59	46.9	3.1	0.7	47.6
17G-20-3	7.1	-26.9	-3.0	25.4	-58	45.9	3.1	0.6	43.8
17G-21-1	8.0	-26.0	0.9	23.7	-54	44.7	3.7	0.8	47.4
17G-21-2	8.6	-26.2	-0.6	23.4	-50	44.2	3.4	0.9	49.8
17G-22-1	4.7	-27.8	-0.9	26.8	-53	46.0	2.2	0.5	49.7
17G-22-2	4.0	-27.3	-0.9	26.6	-50	45.5	2.3	0.5	51.2
17G-22-3	3.2	-28.4	-2.0	27.8	-54	46.2	2.1	0.5	51.6
17G-23-1	4.9	-27.2	-3.8	18.4	-54	44.6	4.6	0.9	49.1
17G-23-2	3.0	-27.5	-6.4	18.5	-51	44.6	4.5	1.0	50.6
17G-23-3	1.9	-27.0	-5.6	19.0	-54	45.2	3.8	0.7	48.5
17G-24-1	3.7	-26.0	-0.3	26.8	-52	46.4	2.2	0.6	48.8
17G-24-2	2.4	-26.4	-3.3	26.9	-52	46.5	2.5	0.8	48.9
17G-24-3	3.5	-26.4	-2.6	27.0	-52	45.9	2.8	0.7	48.6
17G-25-1	2.1	-27.0	0.3	25.3	-53	46.2	2.3	0.6	48.0
17G-25-2	3.9	-26.6	-1.2	25.2	-48	46.7	2.6	0.7	48.0
17G-25-3	3.2	-27.1	-1.4	24.9	-51	46.4	2.6	0.7	47.1
17G-26-1	-1.0	-24.5	-3.9	25.4	-52	46.2	3.7	0.6	45.8
17G-26-2	-2.8	-24.9	-4.7	25.6	-52	46.3	3.6	0.6	48.5
17G-26-3	0.3	-24.2	-4.0	26.3	-50	46.1	3.9	0.5	47.3
17G-27-1	2.5	-24.6	1.3	25.9	-50	45.9	3.5	0.6	46.9
17G-27-2	2.2	-26.2	1.7	24.7	-52	45.5	3.8	0.8	47.0
17G-27-3	3.6	-25.8	1.1	26.3	-51	45.4	3.5	0.7	47.0
17G-28-1	1.9	-25.9	-3.2	26.8	-48	45.6	3.3	0.6	45.3
17G-28-2	0.4	-25.4	-4.7	29.5	-47	44.9	2.2	0.4	46.9
17G-28-3	1.5	-25.0	-4.3	28.2	-47	45.2	2.6	0.4	44.6
17G-29-1	10.1	-25.8	0.0	26.2	-45	46.3	3.2	0.7	47.2
17G-29-2	11.8	-26.6	-0.4	25.1	-48	46.0	3.3	0.8	48.5
17G-29-3	10.7	-25.9	-0.4	25.2	-46	45.9	3.6	0.8	49.3
17G-30-1	3.2	-24.8	-0.3	25.4	-48	45.8	3.1	0.6	47.0
17G-30-2	1.3	-26.8	-1.8	26.4	-49	44.7	2.9	0.6	48.6
17G-30-3	3.2	-24.5	-1.1	25.9	-49	46.1	3.1	0.5	45.2
17G-31-1	7.3	-24.5	1.8	28.9	-56	46.1	1.5	0.3	50.3
17G-31-2	7.9	-24.5	1.9	28.7	-57	46.3	1.8	0.4	50.5
17G-31-3	7.6	-25.4	1.4	28.8	-52	45.6	1.8	0.4	47.9
17G-32-1	-3.3	-25.3	-4.6	23.7	-46	46.4	4.2	0.7	41.7
17G-32-2	-3.0	-25.2	-4.5	25.7	-45	46.0	3.3	0.5	49.0
17G-32-3	-3.0	-25.0	-4.7	23.7	-45	46.2	4.1	0.6	47.4
17G-33-1	1.4	-24.4	-1.9	29.8	-43	46.2	2.4	0.3	50.0
17G-33-2	0.3	-24.5	-0.6	30.5	-40	44.8	2.3	0.3	47.2
17G-33-3	0.6	-24.5	-2.1	31.1	-37	45.0	2.2	0.3	48.5
17G-34-1	-2.6	-25.5	-3.6	26.3	-48	46.1	3.1	0.7	47.2
17G-34-2	-0.8	-24.7	-4.3	26.8	-45	46.3	3.0	0.7	46.1
17G-34-3	-1.2	-24.2	-2.9	28.7	-45	45.8	2.6	0.5	47.4
17G-35-1	7.0	-26.5	-4.7	24.5	-52	46.6	2.6	0.6	51.0
17G-35-2	5.8	-26.6	-5.5	26.2	-53	45.9	2.5	0.7	47.0

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
17G-35-3	7.2	-26.8	-4.0	26.7	-52	48.5	2.4	0.5	44.9
17G-36-1	-2.9	-25.5	-3.1	26.7	-52	46.8	2.9	0.6	45.6
17G-36-2	-3.4	-25.0	-2.2	25.5	-51	46.3	3.0	0.6	47.1
17G-36-3	-3.0	-24.7	-2.3	23.7	-48	45.3	3.0	0.6	45.7
17G-37-1	-4.3	-25.2	-1.3	26.2	-46	43.7	3.1	0.6	48.9
17G-37-2	-3.0	-24.4	-3.4	24.4	-48	46.1	3.7	0.6	47.4
17G-37-3	-1.7	-25.1	-4.1	25.8	-48	46.0	3.5	0.6	47.3
17G-38-1	-6.2	-24.8	0.6	25.4	-43	45.0	3.3	0.3	47.3
17G-38-2	-4.7	-25.8	3.7	26.8	-46	45.9	3.1	0.2	47.2
17G-38-3	-4.9	-26.3	0.8	26.3	-46	45.5	3.4	0.3	47.0
17G-39-1	-0.9	-25.9	-3.2	28.0	-53	45.2	1.9	0.4	49.6
17G-39-2	-0.3	-25.6	-2.3	27.9	-52	45.7	2.1	0.4	49.0
17G-39-3	0.1	-25.8	-3.3	27.8	-52	45.5	1.9	0.4	38.2
17G-40-1	3.5	-24.9	1.3	24.8	-48	45.9	3.8	0.7	46.2
17G-40-2	2.9	-24.8	0.2	24.3	-47	46.0	3.8	0.8	46.3
17G-40-3	3.4	-25.2	-0.1	24.5	-49	46.2	4.0	0.8	47.4
17G-41-1	-1.4	-24.8	3.1	26.8	-48	45.7	3.0	0.5	44.9
17G-41-2	0.3	-24.9	2.9	27.1	-45	46.6	3.0	0.5	45.1
17G-41-3	1.9	-25.3	2.5	27.1	-46	46.4	3.0	0.5	46.7
17G-42-1	1.3	-25.7	-2.3	28.0	-51	46.5	2.4	0.5	48.5
17G-42-2	1.1	-25.5	-3.0	27.5	-50	45.1	2.5	0.5	48.7
17G-42-3	0.4	-26.1	-2.4	28.6	-52	46.1	2.3	0.4	45.4
17G-43-1	2.7	-28.6	-4.4	25.6	-56	45.8	2.1	0.5	49.5
17G-43-2	2.3	-28.2	-4.2	25.1	-59	45.3	2.3	0.5	48.7
17G-44-1	-1.4	-26.0	-2.1	27.8	-50	46.3	2.3	0.4	48.9
17G-44-2	-2.7	-25.2	2.4	27.2	-50	46.2	2.4	0.3	49.2
17G-44-3	-1.1	-25.0	0.4	26.1	-50	45.8	2.5	0.3	48.0
17G-45-1	0.7	-24.8	-3.3	25.3	-51	46.0	2.7	0.3	51.5
17G-45-2	-3.0	-25.2	-3.4	26.2	-51	46.5	2.6	0.4	48.3
17G-45-3	-0.3	-26.3	-1.4	25.4	-56	46.2	2.3	0.2	39.3
17G-46-1	-2.5	-26.3	-0.4	25.8	-49	46.7	2.9	0.4	48.9
17G-46-2	-1.9	-25.8	-3.0	26.9	-46	45.4	2.5	0.4	48.0
17G-46-3	0.9	-26.1	-2.2	25.9	-48	45.9	2.5	0.5	50.6
17G-47-1	-1.9	-26.5	-1.8	27.4	-46	46.4	2.9	0.5	48.5
17G-47-2	-2.3	-26.5	-0.8	27.2	-43	46.3	3.0	0.5	49.0
17G-47-3	-0.8	-25.2	-5.2	26.9	-43	45.2	3.0	0.6	45.3
17G-48-1	3.0	-26.0	-2.2	26.6	-46	45.9	2.9	0.5	46.1
17G-48-2	-0.6	-25.0	-2.4	26.8	-48	44.9	2.8	0.5	47.3
17G-48-3	-0.3	-25.4	-2.4	27.7	-49	46.0	2.5	0.5	47.2
17G-49-1	10.7	-27.2	2.0	26.9	-52	46.0	3.3	0.7	50.5
17G-49-2	8.0	-26.8	1.1	24.4	-57	46.1	3.4	0.7	47.6
17G-49-3	10.5	-27.5	1.8	27.2	-59	45.8	2.4	0.5	47.1
17G-50-1	-1.7	-27.9	0.5	23.7	-40	42.9	3.6	0.8	48.2
17G-50-2	-1.7	-26.5	0.4	24.5	-39	42.8	3.4	0.7	47.1
17G-50-3	-1.3	-27.1	0.4	23.9	-39	42.9	3.6	0.7	47.8
17G-51-1	1.6	-25.7	-2.8	22.8	-39	42.8	4.1	1.1	46.2
17G-51-2	1.4	-27.1	-1.2	23.2	-39	42.5	4.1	0.9	46.9
17G-51-3	-0.9	-25.8	-2.4	23.6	-38	42.7	3.8	0.9	47.6
17G-52-1	4.1	-26.8	0.7	23.6	-42	42.9	3.5	0.8	47.8
17G-52-2	3.5	-26.7	0.4	23.9	-42	42.8	3.5	0.9	47.5
17G-52-3	3.3	-27.6	0.8	23.6	-42	42.5	3.6	0.9	47.5
17G-53-1	6.3	-26.7	1.2	24.9	-41	42.7	3.2	0.7	48.5

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
17G-53-2	7.0	-26.5	0.8	24.8	-40	42.7	3.2	0.7	48.5
17G-53-3	6.5	-26.3	0.9	24.4	-40	42.7	3.5	0.8	47.3
17G-54-1	2.3	-28.0	-0.3	23.1	-40	42.6	3.5	1.0	48.7
17G-54-2	3.7	-26.8	-0.1	23.4	-40	42.6	3.7	0.8	48.7
17G-54-3	3.3	-26.7	-0.1	23.1	-40	42.5	3.6	0.9	48.5
17G-55-1	3.1	-26.5	-1.1	23.0	-40	42.5	3.6	0.9	48.9
17G-55-2	1.8	-27.7	-1.7	22.3	-41	42.7	4.1	1.2	47.0
17G-55-3	1.0	-27.3	-2.1	22.8	-41	42.4	3.9	1.1	47.2
18G-01	-0.2	-27.1	5.5	28.5		42.3	2.3	0.7	48.8
18G-02	-1.2	-27.5	1.4	28.1		42.3	2.6	0.7	49.0
18G-03	-2.1	-28.2	3.6	27.4		41.9	3.0	0.7	48.4
18G-04	-2.9	-27.0	-3.1	27.6		42.0	2.4	0.7	44.6
18G-05	1.1	-26.8	-2.1	28.3		42.5	2.6	0.6	47.2
18G-06	1.1	-27.9	1.8	27.8		42.0	2.2	0.7	47.5
18G-07	1.1	-27.0	0.6	31.1		41.8	2.0	0.5	48.8
18G-08	9.0	-27.3	-2.7	32.4		42.0	1.6	0.4	49.8
18G-09	5.9	-28.0	-1.2	31.7		41.4	2.0	0.4	48.1
18G-10	6.2	-27.6	1.0	29.4		40.6	2.3	0.5	47.1
18G-11	1.5	-28.2	-0.7	31.8		41.5	1.9	0.4	48.0
18G-12	2.9	-27.9	-2.2	31.7		41.7	2.6	0.4	48.1
18G-13	6.8	-27.8	-0.8	29.6		40.8	2.2	0.5	47.9
18G-14	4.8	-28.0	-3.6	30.1		40.8	2.1	0.6	48.4
18G-15	6.1	-26.8	-2.6	31.2		39.6	1.8	0.5	50.2
18G-16	4.1	-29.0	-0.3	30.5		41.6	2.0	0.5	49.9
18G-17	-1.1	-27.1	-2.2	28.1		41.4	2.2	0.4	44.4
18G-18	4.4	-27.9	-0.5	27.5		39.7	2.7	0.7	47.6
18G-19	-1.5	-26.4	-2.0	29.6		41.8	2.8	0.8	49.2
18G-20	6.6	-28.2	-1.8	29.4		41.3	2.8	0.8	48.8
18G-21	6.4	-26.8	-2.0	28.2		42.1	2.4	0.7	48.9
18G-22	3.5	-29.0	-2.9	27.3		41.9	3.0	0.9	48.8
18G-23	2.9	-28.5	-1.7	27.6		42.1	2.6	0.8	48.7
18G-24	10.3	-29.1	2.9	25.9		41.8	2.7	0.7	48.1
18G-25	4.7	-26.4	0.5	25.9		40.6	2.9	0.8	47.7
18G-26	1.8	-27.6	-0.8	29.7		41.6	2.0	0.5	48.4
18G-27	5.0	-27.4	-3.9	30.0		42.0	2.1	0.6	48.6
18G-28	3.8	-28.3	-3.2	29.5		40.9	2.8	0.7	47.0
18G-29	1.0	-28.3	-5.5	29.2		40.8	2.5	0.6	48.8
18G-30	2.9	-27.9	-4.4	28.3		42.2	2.2	0.6	48.7
18G-31	2.3	-27.2	-0.2	32.0		41.2	2.2	0.5	50.5
18G-32	6.4	-28.8	-0.9	27.8		40.7	2.1	0.6	48.5
18G-33	15.5	-29.1	-3.7	28.0		41.5	2.4	0.8	46.0
18G-34	11.0	-29.0	-3.9	26.3		41.3	3.2	0.9	44.9
18G-35	6.9	-27.3	-1.9	27.9		42.2	2.3	0.7	48.2
18G-36	-1.8	-27.6	-3.3	26.4		41.6	3.5	0.9	47.3
18G-37	-0.4	-28.3	-3.8	27.2		42.2	3.4	0.8	47.6
18G-38	5.7	-27.1	-2.1	26.1		42.1	3.9	0.9	46.9
18G-39	4.5	-27.3	-1.3	26.6		41.8	3.5	1.1	46.9
18G-40	1.4	-26.3	-0.3	26.4		42.0	3.2	0.8	48.0
18G-41	-1.7	-28.3	-1.0	26.1		41.9	3.3	0.9	47.7
18G-42	3.5	-28.6	-1.4	26.7		41.1	3.2	0.9	47.7
18G-43	4.9	-28.0	-6.3	26.3		41.6	3.6	1.0	47.5
18G-44	-0.7	-27.8	-2.3	27.3		41.7	2.8	0.8	48.2

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	C (%)	N (%)	S (%)	O (%)
18G-45	-1.1	-27.4	-3.7	26.6		42.0	3.1	0.8	48.3
18G-46	7.3	-28.9	-3.2	25.2		41.9	3.4	0.9	48.3
18G-47	5.2	-27.7	-1.1	26.6		40.7	4.7	1.2	45.7
18G-48	5.3	-27.9	-0.6	27.3		41.4	3.0	0.7	47.6
18G-49	2.8	-28.5	3.9	26.1		41.6	3.5	0.8	45.9
18G-50	6.9	-26.4	5.2	28.9		41.7	3.5	1.0	46.7
18G-51	8.2	-27.5	-4.0	28.9		40.9	3.3	0.6	45.4
18G-52	6.9	-27.8	-4.0	26.7		42.4	3.5	1.0	43.4
18G-53	3.6	-28.3	-2.7	29.1		41.1	3.1	0.7	44.3
18G-54	3.8	-28.1	-4.3	27.9		41.4	3.1	0.8	45.4
18G-55	1.7	-28.0	-2.3	27.1		41.7	3.8	0.9	45.8
18G-56	4.9	-28.1	-1.8	29.5		40.9	3.0	0.6	48.1
18G-57	3.1	-28.0	-7.6	27.7		41.9	4.4	1.0	42.7
18G-58	-1.7	-27.4	-2.7	27.7		41.9	3.3	0.8	45.6
18G-59	-2.2	-27.0	-1.1	29.0		41.6	3.8	0.7	46.8
18G-60	4.2	-26.6	-2.5	29.0		41.4	3.8	0.7	47.2
18G-61	6.4	-28.8	-3.2	28.7		41.2	3.1	0.7	46.1
18G-62	-2.0	-27.3	-3.1	29.1		40.5	2.7	0.5	46.3
18G-63	5.8	-27.3	-2.3	27.9		41.1	3.9	0.9	42.6
18G-64	4.5	-28.6	1.0	30.0		41.0	3.1	0.7	41.9
18G-65	5.6	-28.4	0.5	28.9		41.2	2.3	0.8	40.9
18G-66	7.0	-28.7	1.4	28.8		41.4	2.1	0.7	39.7
18G-67	3.0	-28.7	-2.8	28.6		40.7	2.1	0.6	38.1
18G-68	13.2	-28.6	-0.6	28.6		41.6	3.5	0.9	47.2
18G-69	9.2	-28.4	2.8	28.9		41.6	2.3	0.7	46.7
18G-70	0.5	-28.6	-2.2	28.1		40.8	4.1	1.1	45.4
18G-71	1.5	-28.2	0.0	29.1		41.5	2.5	0.6	48.6
18G-72	13.3	-27.6	0.2	30.2		41.5	2.0	0.6	48.9
18G-73	6.2	-28.2	0.5	29.0		40.5	2.8	0.7	47.9
18G-74	0.5	-28.0	-1.6	28.8		40.8	2.9	0.6	48.2
18G-75	1.8	-26.8	0.4	27.8		41.8	3.1	0.7	48.1

Appendix 5. 물 시료 동위원소 분석 결과(n = 412)

시료명	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	시료명	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	시료명	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)
18G-01	-7.1	-43	GW-4	-8.9	-60	W-048	-8.7	-60
18G-02	-7.9	-48	GW-5	-0.9	-19	W-049	-7.9	-55
18G-03	-7.1	-43	GW-6	-9.2	-59	W-050	-8.8	-57
18G-04	-4.3	-24	GW-7	-9.2	-61	W-051	-7.7	-53
18G-05	-5.6	-41	CN-05-1	-8.3	-55	W-052	-7.3	-49
18G-06	-5.9	-34	O-01	-7.1	-45	W-053	-8.4	-56
18G-07	-7.4	-55	O-02	-7.3	-45	W-054	-8.5	-58
18G-08	-8.4	-57	O-03-1	-7.7	-49	W-055	-8.5	-56
18G-09	-9.0	-60	O-04	-3.7	-25	W-056	-8.6	-59
18G-10	-7.7	-53	O-05-1	-7.6	-48	W-057	-8.5	-56
18G-11	-8.4	-56	O-06	0.5	-5	W-058	-9.0	-60
18G-12	-8.1	-53	O-07-1	-6.2	-35	W-059	-7.8	-56
18G-13	-8.0	-54	O-08	-5.1	-30	W-060	-8.3	-57
18G-14	-8.1	-55	O-09	-7.1	-43	W-061	-9.2	-57
18G-15	-6.0	-51	O-10	-1.5	-10	W-062	-8.1	-56
18G-16	-9.1	-61	O-11	-5.5	-34	W-063	-9.5	-63
18G-17	-9.2	-59	O-12	-9.0	-59	W-064	-9.3	-62
18G-18	-4.8	-34	O-13	-8.2	-55	W-065	-9.1	-62
18G-19	-6.4	-47	O-14	-7.6	-49	W-066	-9.2	-63
18G-20	-6.4	-46	O-15	-6.3	-42	W-067	-9.1	-63
18G-21	-6.1	-44	O-16	-6.6	-44	W-068	-7.8	-54
18G-22	-6.3	-49	O-17	-6.7	-45	W-069	-7.6	-54
18G-23	-6.8	-45	O-18	-6.4	-44	W-070	-5.3	-43
18G-24	-7.4	-48	O-19	-7.5	-51	W-071	-8.0	-54
18G-25	-6.7	-51	O-20	-7.6	-51	W-072	-7.8	-53
18G-26	-8.5	-57	O-21	-7.0	-46	W-073	-8.9	-61
18G-27	-7.7	-61	O-22	-7.1	-50	W-074	-8.8	-60
18G-28	-9.2	-48	O-23	-8.5	-57	W-075	-8.6	-57
18G-33	-5.7	-38	O-24	-6.4	-41	W-076	-8.6	-58
18G-34	-5.2	-38	O-25	-6.8	-47	W-077	-9.0	-61
18G-35	-3.2	-27	O-26	-5.6	-46	W-078	-8.2	-57
18G-36	-7.7	-49	O-27	-5.4	-42	W-079	-7.2	-46
18G-37	-4.6	-36	GG-2	-5.6	-40	W-080	-6.2	-41
18G-38	-7.3	-46	GG-6	-7.0	-49	W-081	-6.8	-44
18G-39	-7.0	-43	GW-1	-10.2	-67	W-082	-6.9	-44
18G-40	-4.0	-28	R-001	-6.2	-45	W-083	-6.6	-42
18G-41	-2.6	-20	R-010	-8.6	-59	W-084	-7.5	-48
18G-42	-2.9	-25	R-108	-7.7	-52	W-085	-7.1	-46
18G-43	-5.8	-37	R-011	-8.1	-56	W-086	-7.8	-53
18G-44	-4.8	-29	R-110	-8.9	-61	W-087	-6.7	-44
18G-45	-5.0	-29	R-113	-8.5	-57	W-088	-8.5	-56
18G-46	-7.1	-44	R-012	-8.1	-56	W-089	-7.5	-48
18G-47	-7.7	-50	R-120	-5.1	-34	W-090	-8.1	-53
18G-48	-5.8	-41	R-013	-7.4	-52	W-091	-6.9	-46
18G-53	-3.9	-34	R-131	-8.6	-58	W-092	-9.1	-63
18G-54	-0.4	-30	R-137	-7.9	-52	W-093	-7.8	-52
18G-55	-6.9	-49	R-014	-7.4	-52	W-094	-8.6	-59
18G-56	-7.2	-49	R-148	-5.1	-35	W-095	-9.0	-61
18G-57	-4.0	-36	R-015	-8.1	-55	W-096	-8.3	-57
18G-58	-8.0	-53	R-151	-7.5	-49	W-097	-7.0	-45
18G-59	-8.3	-56	R-016	-8.0	-56	W-098	-7.3	-49

시료명	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	시료명	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	시료명	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)
18G-60	-4.2	-43	R-161	-5.8	-38	W-099	-7.2	-53
18G-61	-7.2	-54	R-017	-7.4	-50	W-100	-7.8	-53
18G-62	-8.4	-57	R-172	-8.2	-54	W-101	-7.6	-51
18G-75	-5.9	-37	R-175	-3.3	-23	W-102	-7.3	-47
18O-10	-7.6	-53	R-018	-2.0	-20	W-103	-8.6	-61
18O-11	-8.1	-53	R-182	-5.9	-40	W-104	-6.2	-42
18O-12	-6.4	-46	R-019	-8.1	-53	W-105	-7.4	-50
18O-15	-9.0	-61	R-195	-7.7	-50	W-106	-8.0	-53
18O-16	-6.8	-42	R-198	-8.7	-55	W-107	-7.5	-50
18O-18	-6.7	-42	R-002	-7.2	-45	W-108	-7.5	-51
18O-19	-9.1	-61	R-020	-8.2	-55	W-109	-9.0	-62
18O-23	-6.8	-41	R-218	-7.0	-48	W-110	-8.5	-58
18O-24	-4.7	-31	R-023	-8.0	-54	W-111	-8.1	-56
18O-25	-6.3	-50	R-025	-8.3	-56	W-112	-7.5	-51
18O-26	-6.1	-43	R-254	-6.5	-41	W-113	-8.8	-61
18O-27	-7.1	-45	R-026	-8.2	-56	W-114	-9.3	-64
18O-28	-6.9	-44	R-027	-8.2	-56	W-115	-8.9	-64
18O-29	-5.6	-37	R-003	-6.3	-46	W-116	-8.0	-55
18O-30	-4.4	-31	R-037	-6.5	-46	W-117	-9.8	-69
18O-31	-5.2	-42	R-004	-5.2	-37	W-118	-9.1	-63
18O-32	-6.4	-43	R-042	-8.3	-55	W-119	-8.4	-58
18O-33	-6.6	-45	R-048	-8.8	-59	W-120	-8.2	-56
18O-34	-5.5	-39	R-049	-7.2	-52	W-121	-8.7	-59
18O-35	-5.7	-36	R-005	-7.9	-53	W-122	-8.5	-59
18O-36	-5.0	-33	R-050	-9.7	-66	W-123	-6.8	-43
18O-37	-6.9	-44	R-051	-9.3	-64	W-124	-8.5	-59
18O-38	-7.0	-45	R-057	-9.2	-63	W-125	-8.6	-61
18O-4	-5.2	-38	R-006	-5.9	-44	W-126	-8.8	-61
18O-40	-6.3	-37	R-062	-8.1	-49	W-127	-9.6	-66
18O-41	-6.2	-38	R-065	-3.1	-26	W-128	-9.5	-65
18O-42	-6.9	-43	R-066	-6.4	-43	W-129	-9.0	-62
18O-43	-2.5	-18	R-007	-8.9	-60	W-130	-6.1	-47
18O-44	-6.7	-40	R-077	-8.3	-51	W-131	-8.8	-59
18O-45	-8.3	-57	R-078	-6.6	-40	W-132	-7.5	-54
18O-49	-7.3	-49	R-008	-7.7	-52	W-133	-8.6	-57
18O-50	-4.7	-33	R-084	-6.4	-46	W-134	-7.4	-48
18O-51	-7.4	-48	R-088	-7.5	-49	W-135	-8.1	-54
18O-52	-4.2	-31	R-009	-8.1	-56	W-136	-7.9	-52
18O-53	-6.7	-44	R-093	-8.5	-58	W-137	-7.4	-48
18O-54	-4.1	-31	R-094	-9.0	-60	W-138	-7.9	-51
18O-6	-6.4	-46	W-001	-9.4	-64	W-139	-8.0	-52
18O-62	-7.8	-51	W-002	-10.3	-71	W-140	-6.9	-56
18O-7	-8.1	-56	W-003	-9.8	-66	W-141	-8.2	-56
18O-8	-8.5	-59	W-004	-8.6	-59	W-142	-8.9	-62
G-01	-7.3	-46	W-005	-9.3	-61	W-143	-8.6	-59
G-02	-2.8	-23	W-006	-9.9	-67	W-144	-9.3	-64
G-03	-6.3	-39	W-007	-10.0	-66	W-145	-7.9	-53
G-04	-3.9	-27	W-008	-10.4	-69	W-146	-7.4	-52
G-05	-7.3	-45	W-009	-10.0	-68	W-147	-8.4	-56
G-06	-6.9	-43	W-010	-8.2	-49	W-148	-7.5	-51
G-07	-6.6	-41	W-011	-8.1	-51	W-149	-7.5	-45
G-08	-6.6	-42	W-012	-8.4	-53	W-150	-6.7	-43

시료명	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	시료명	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	시료명	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)
G-09	-6.4	-41	W-013	-8.1	-52	W-151	-6.1	-40
G-10	-6.6	-40	W-014	-8.3	-53	W-152	-7.4	-47
G-11	-8.3	-55	W-015	-8.1	-56	W-153	-6.9	-45
G-12	-7.0	-48	W-016	-6.4	-43	W-154	-6.8	-43
G-13	-8.0	-54	W-017	-7.2	-47	W-155	-6.5	-41
G-14	-8.1	-56	W-018	-7.2	-48	W-156	-7.1	-42
G-15	-5.6	-38	W-019	-7.5	-50	W-157	-7.7	-49
G-16	-6.3	-45	W-020	-6.7	-43	W-158	-7.8	-50
G-17	-5.9	-39	W-021	-6.8	-42	W-159	-6.0	-37
G-18	-6.3	-44	W-022	-6.8	-44	W-160	-7.0	-42
G-19	-7.9	-51	W-023	-6.8	-44	W-161	-8.5	-55
G-20	-7.7	-50	W-024	-7.2	-46	W-162	-4.6	-34
G-21	-7.9	-51	W-025	-6.6	-44	W-163	-7.7	-47
G-22	-7.8	-42	W-026	-7.3	-48	W-164	-7.3	-48
G-23	-6.5	-50	W-027	-7.9	-54	W-165	-6.7	-43
G-24-1	-7.4	-53	W-028	-9.8	-65	W-166	-6.8	-45
G-25	-6.7	-48	W-029	-7.4	-47	W-167	-7.7	-50
GG-1	-1.8	-26	W-030	-7.2	-48	W-168	-7.8	-50
GG-3	-8.1	-56	W-031	-7.9	-53	W-169	-8.9	-59
GG-4	-7.2	-48	W-032	-8.3	-58	W-170	-6.9	-44
GG-5	-8.6	-58	W-033	-9.2	-61	W-171	-7.8	-50
GG-7	-6.5	-46	W-034	-8.0	-49	W-172	-7.7	-50
GG-8	-8.8	-60	W-035	-7.7	-51	W-173	-7.1	-45
CB-01	-8.6	-57	W-036	-7.8	-53	W-174	-7.8	-51
CB-02	-9.7	-64	W-037	-7.4	-54	W-175	-8.4	-52
CB-03	-9.2	-59	W-038	-8.3	-57	W-176	-9.0	-60
CB-04	-9.4	-63	W-039	-8.0	-54	W-177	-8.6	-58
CB-05	-8.6	-60	W-040	-7.2	-50	W-178	-8.3	-55
CB-06	-8.9	-60	W-041	-8.0	-53	W-179	-7.8	-52
CB-07	-8.4	-57	W-042	-7.1	-46	W-180	-7.1	-46
CB-08	-8.2	-55	W-043	-6.9	-45	W-181	-7.9	-52
CB-09	-9.1	-61	W-044	-7.5	-49	W-182	-7.9	-52
CB-10	-9.0	-61	W-045	-7.0	-46	W-183	-8.7	-58
GW-2	-8.9	-60	W-046	-7.1	-45			
GW-3	-9.2	-57	W-047	-7.4	-50			



Appendix 6. 토양 시료 동위원소 분석 결과(n = 129)

시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	시료명	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)
B-01	7.5	-24.6		GG-06	10.2	-26.7	
B-02	7.4	-25.3		GG-07	9.1	-25.5	
B-03	3.5	-26.0		GG-08	9.2	-25.5	
B-04	6.6	-24.7		GW-01	6.9	-23.7	
B-05	6.3	-24.6		GW-02	5.3	-24.3	
B-06	6.5	-26.2		GW-03	6.8	-24.1	
B-07	5.6	-19.8		GW-04	7.9	-25.1	
B-08	7.1	-25.5		GW-05	8.9	-25.4	
B-09	6.6	-25.3		GW-06	6.8	-26.0	
B-10	9.0	-24.5		GW-07	8.2	-23.1	
CB-01	3.7	-25.8		N-1	11.3	-25.9	
CB-02	5.9	-25.1		N-2	6.5	-25.2	
CB-03	3.1	-27.9		17O-01	6.6	-24.4	
CB-04	4.2	-27.1		17O-02	7.4	-24.2	
CB-05	1.7	-28.3		17O-03	6.7	-26.7	
CB-06	3.4	-27.4		17O-04	7.9	-25.8	
CB-07	3.8	-27.6		17O-05	9.0	-25.6	
CB-08	1.9	-28.3		17O-06	8.8	-24.3	
CB-09	2.6	-28.7		17O-07	6.6	-25.6	
CB-10	-1.6	-28.6		17O-08	8.6	-25.9	
CB-11	0.3	-28.3		17O-09	7.3	-24.6	
CB-12	1.7	-28.4		17O-10	8.0	-25.1	
CB-13	2.6	-27.7		17O-11	7.1	-24.6	
CB-14	3.6	-27.9		17O-12	5.7	-25.9	
CB-15	8.1	-27.1		17O-13	6.3	-24.5	
CN-01	4.3	-27.8		17O-14	7.8	-25.2	
CN-02	4.1	-28.3		17O-15	7.5	-26.5	
CN-03	2.2	-28.0		17O-16	9.6	-26.7	
CN-04	3.8	-28.9		17O-17	6.1	-26.6	
CN-05	4.6	-26.8		17O-18	8.3	-26.1	
CN-06	2.5	-27.7		17O-19	7.4	-27.0	
CN-07	3.5	-27.9		17O-20	7.9	-26.8	
CN-08	2.8	-27.7		17O-21	9.7	-26.6	
CN-09	1.6	-28.5		17O-22	7.5	-26.1	
17G-01	9.4	-25.6		17O-23	5.0	-27.1	
17G-02	7.1	-24.5		17O-24	5.4	-27.6	
17G-03	8.1	-25.1		17O-25	5.6	-26.3	
17G-04	8.0	-24.7		17O-26	4.2	-27.7	
17G-05	9.0	-24.9		17O-27	5.8	-27.5	
17G-06	6.2	-25.9		R-233	2.7	-28.3	3.5
17G-07	7.6	-25.2		R-100	5.1	-27.0	1.1
17G-08	7.5	-23.6		R-288	6.2	-26.2	-1.0
17G-09	8.6	-25.5		R-286	-2.5	-26.6	5.2
17G-10	7.8	-25.0		R-069	3.6	-25.9	2.2
17G-11	7.0	-25.4		R-151	2.3	-25.3	-2.3
17G-12	9.7	-26.1		R-142	-5.4	-27.4	-1.8
17G-13	5.8	-25.3		R-057	2.9	-27.7	-0.9
17G-14	6.9	-26.1		R-025	2.2	-26.4	6.9
17G-15	7.5	-25.3		R-153	3.4	-27.4	-1.7
17G-16	7.5	-25.6		R-104	3.6	-27.3	-4.1
17G-17	7.7	-25.1		R-284	3.0	-26.7	-2.5

17G-18	7.1	-25.2		R-125	3.6	-27.7	2.3
17G-19	8.7	-25.2		R-113	1.0	-28.1	1.2
17G-20	8.7	-23.2		R-169			-14.7
17G-21	8.9	-24.8		R-209	1.4	-27.9	-0.1
17G-22	7.7	-23.9		R-238			-4.5
17G-23	8.6	-23.8		R-226	2.4	-27.1	3.3
17G-24	8.0	-26.4		R-160			-3.8
17G-25	4.9	-26.2		R-003	4.7	-27.2	6.8
GG-01	6.0	-25.3		R-162			-7.7
GG-02	7.1	-25.7		R-002	3.6	-27.8	-12.7
GG-03	8.6	-25.6		R-237	2.9	-28.0	-20.1
GG-04	6.5	-26.3		R-236			-16.8
GG-05	11.4	-24.0		R-206	5.0	-22.8	-18.4
				R-186	0.3	-27.9	

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.