

드론을 이용한

소나무재선충병 스마트 예찰 매뉴얼

충청남도산림자원연구소

발 / 간 / 사

소나무는 우리나라 국민이 가장 좋아하는 나무이며, 우리나라 산림의 약 30%를 차지할 만큼 친밀한 나무입니다. 소나무는 수원함양, 이산화탄소 저감, 산림휴양 등으로 대표되는 산림의 공익적 기능에 크게 기여할 뿐만 아니라, 사회, 문화, 정서적인 민족혼의 상징으로 국민적 공감대를 형성하고 있습니다. 이러한 소나무를 건강하게 유지하기 위해 노력하고 있지만, 소나무재선충병으로 인해 수많은 소나무는 물론이고 곰솔, 잣나무 등이 고사하고 있습니다.

소나무재선충병 확산 방지를 위해서는 감염목을 조기에 발견하는 것이 매우 중요하며, 감염목을 한 본도 빠짐없이 제거하여 추가 확산을 방지해야 합니다. 감염되고 난 뒤에는 치료약도 없기 때문에 감염 경로를 차단하여 소나무재선충병을 예방하는 것이 최선책이라 할 수 있습니다. 산림청과 지자체는 소나무재선충병 감염의심목을 조기에 발견하기 위해서 예산과 인력을 투입하여 고사목 예찰에 최선을 다하고 있으며, 최근에는 산림병해충의 효율적 예찰을 위해 드론을 활용하고 있습니다. 소나무재선충병 예찰에 드론을 활용한 결과 기존 인력 예찰에 비해 조사기간은 약 90% 단축하고, 1인당 조사 가능 면적은 10배로 증가했다는 보고가 있습니다. 하지만 실제 예찰을 담당하는 시군담당자와 예찰방제단은 드론을 이용한 예찰에 어려움을 겪고 있습니다. 드론 조정법, 드론을 이용한 대상지 촬영법, 정사영상 제작, 고사목 판독, GIS 프로그램 사용 등 기술적인 부분에 어려움이 많기 때문입니다.

이에 우리 연구소는 시군 담당자 등이 드론 자동주행을 통해 쉽게 대상지를 촬영하는 방법, 고사목을 근접촬영 하는 방법, GNSS(Global Navigation Satellite System : 위성항법시스템)를 사용한 현장조사 방법 등을 상세하게 설명한 매뉴얼을 제작하게 되었습니다. 또한 드론 예찰을 통해 수집된 정보는 딥러닝을 이용한 소나무재선충병 감염의심목 자동분류 기술의 학습자료로 활용하여 향후 소나무재선충병 스마트 예찰 시스템을 구축하는 데 큰 보탬이 될 것으로 예상됩니다.

아무쪼록 드론을 이용한 소나무재선충병 스마트 예찰 매뉴얼이 소나무재선충병 예찰 현장에 실질적 도움이 되어 소나무재선충병으로부터 산림을 지켜내는 데 큰 힘이 되기를 바랍니다.

충청남도산림자원연구소장 **서 도 원**



CONTENTS

제1장 소나무재선충병 예찰 개요 6

제2장 드론 촬영 14

제3장 정사영상 제작 24

제4장 소나무재선충병 영상판독 34

제5장 드론 예찰 54

제6장 현장조사 90

PART 1





소나무재선충병 예찰 개요

가. 예찰

나. 소나무재선충병 예찰 드론 운용 체계



제 1 장 소나무재선충병 예찰 개요

가. 예찰

1. 예찰의 구분

- 예찰은 대상지에 따라 미발생지역 예찰과 발생지역 예찰로 구분

2. 미발생지역 예찰

1) 재선충병 미발생지역에 대해 감염의심목의 조기 발견과 감염여부를 신속하게 진단하기 위함

2) 대상지

- 선단지 중 피해 미발생지역
- 최근 2년 이내에 반출금지구역 지정이 해제된 지역
- 반출금지구역 인근 숲가꾸기 및 벌채사업 허가지
- 소나무류 취급업체, 땔감사용 농가, 물류이동이 잦은 도로변 등 인위적 재선충병 확산 가능성이 높은 지역
- 백두대간보호지역, 문화재보호구역, 산림유전자원보호구역, 국립공원 등 소나무류 보존가치가 큰 산림지역
- 그 밖에 재선충병 발생으로 인해 공공의 이익을 크게 해칠 우려가 있는 지역

3) 예찰 시기

- 지상예찰은 피해고사목 등의 방제가 완료된 이후 5~10월 집중 실시
- 항공예찰은 8~10월, 12~이듬해 1월 정기적으로 실시하되, 선단지 확정을 위해서는 8월부터 실시

4) 예찰 기준

- 선단지 중 피해확산 가능성이 높은 지역은 월 2회 이상 주기적 예찰
- 최근 2년 이내에 반출금지구역 지정이 해제된 지역, 반출금지구역 인근 숲가꾸기 및 벌채 사업지 등은 월 1회 이상 주기적 예찰
- 소나무류 취급업체 주변 등 인위적 확산 가능성이 높은 지역, 소나무류 보존가치가 큰 산림지역에 대해서는 월 1회 이상 예찰
- 항공예찰은 정기예찰 시기에 실시하되, 선단지 등 피해확산 우려가 높은 지역은 수시 항공예찰 실시
- 예찰효과를 높이기 위해 항공예찰과 지상예찰을 병행하여 실시

5) 예찰방법 및 결과활용

- 재선충병이 발생하지 않은 기관에서도 재선충병 발생 시·군·구의 인접지역, 소나무류 취급업체, 땔감사용농가, 도로변 등 인위적 확산 우려가 높은 지역 등에 대해 계획을 수립하여 예찰 실시
- 무인항공기를 이용한 예찰결과를 확인하거나, 차량 또는 항공기에 탑승하여 고사목 위치를 개략 확인하고 정밀 지상예찰 실시
- 정기 항공예찰 수요는 매년 7월과 11월에 제출(수시 항공예찰의 경우 필요한 시기에 별도 협의)
- 자체 임차헬기 또는 드론 등 무인항공기를 항공예찰에 활용
- 연접 지역으로의 확산 등 공동대응이 필요한 경우에는 모니터링센터 주관 해당 시·군·구, 국유림관리소, 시·도 산림환경 연구기관 등이 합동 예찰
- 모니터링센터는 예찰결과를 해당 시·군·구 또는 국유림관리소에 통보하고, 해당 시·군·구 또는 국유림관리소는 검경결과를 모니터링센터에 통보
- 소나무류 보존가치가 큰 지역 등 주기적 예찰이 필요한 지역에는 근거리무선통신(NFC) 태그를 부착한 전자예찰함을 설치하여 활용할 수 있음
- 예찰 결과 발견된 고사목 중 감염의심목은 가슴높이 부위에 마킹테이프를 둘러 표시를 하고, 일련번호, GPS 좌표, 수종, 가슴높이 지름, 조사일, 조사자 등을 기재
- QR코드를 이용하여 진단 의뢰한 경우 고사목이력관리시스템을 활용하여 관리

- 예찰 결과 발견된 모든 감염의심목은 시료를 채취하여 재선충병 감염여부 진단 의뢰
- 모든 감염의심목 정보는 예찰·신고 및 진단대장에 따라 작성하여 반드시 산림병해충통합관리시스템에 등록하여 관리
- 진단결과 확인된 감염목은 추후 피해고사목 등 방제대상에 포함
- 진단결과 감염목이 확인된 자치단체에서는 연접한 시·군·구 및 다른 광역자치단체의 시·군·구에 검경결과를 통보

3. 발생지역 예찰

1) 재선충병 발생지역의 피해고사목 발생추이를 파악하여 적기 방제를 위한 대상지 조사 및 설계, 예산 편성 등의 기초자료로 활용하기 위함

2) 대상지

- 신규발생지역 및 재발생지역
- 반출금지구역 내 산지전용 및 벌채사업 허가지
- 산불피해지와 인접 산림지역
- 그 밖에 재선충병 피해가 발생한 모든 지역

3) 예찰 시기

- 지상예찰은 피해고사목 등의 누락 없는 방제를 위하여 1차 방제 이전인 5월~10월, 2차 방제 이전인 12월~이듬해 1월에 집중실시
- 항공예찰은 8~10월, 12~이듬해 1월 정기적으로 실시하되, 전수조사 등 방제사업 설계가 필요한 9월에 집중 실시

4) 예찰 기준

- 신규발생지역 및 재발생지역은 월 2회 이상, 그 외 발생지역은 월 1회 이상 주기적 예찰
- 피해고사목 등 방제작업 기간 중에는 발생지역 예찰 생략 가능

- 발생지역 예찰은 필요한 경우 미발생지역 예찰과 연계하여 실시 가능
- 예찰효과를 높이기 위해 항공예찰과 지상예찰을 병행하여 실시

5) 예찰방법 및 결과활용

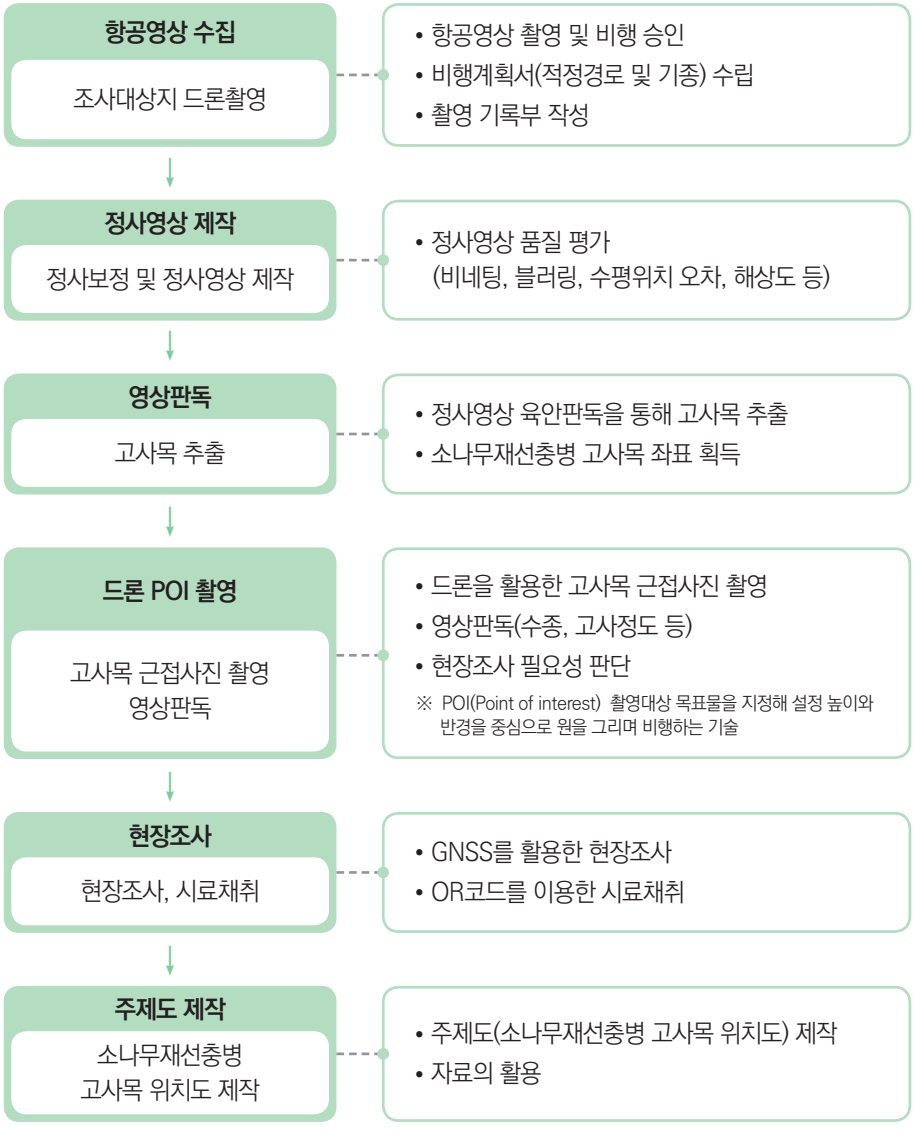
- 자체 임차헬기 또는 드론 등 무인항공기를 항공예찰에 활용하고, 무인항공기를 이용한 피해조사 결과(감염의심목 위치좌표 도면 등)를 방제사업 기본설계 자료로 활용할 수 있음
- 예찰 결과 발견된 고사목 중 감염의심목은 가슴높이 부위에 [별지 제10호 서식]의 QR코드 고사목 마킹 테이프를 둘러 표시하거나 QR코드 방제목 라벨을 붙이고 고사목 이력관리시스템을 활용하여 일련번호, GPS 좌표, 수종, 가슴높이 지름, 조사일, 조사자 등을 실시간 관리
- 신규발생지역과 재발생지역, 보존가치가 높은 지역 등 중요지역 감염의심목은 QR코드 고사목 마킹테이프를 활용하여 시료를 채취하고 진단하여야 하며, 그 외 기존 피해지역에서 발생하는 감염의심목은 QR코드 방제목 라벨을 활용하고 진단을 생략할 수 있음
- 모든 감염의심목 정보는 [별지 제3호서식]의 예찰·신고 및 진단대장에 따라 작성하여 반드시 산림병해충통합관리시스템에 등록하여 관리
- 진단결과 확인된 감염목은 추후 피해고사목 방제대상에 포함
- 그 밖의 사항은 미발생지역 예찰방법 및 결과 활용과 같음

※ 소나무재선충병 방제지침 〈2020. 9. 7.〉 시행 참고

나. 소나무재선충병 예찰 드론 운용 체계

소나무재선충병 드론 예찰 목적

- 소나무재선충병 예찰의 효율성 확보
  (접근성 및 가시권 확보 문제를 극복한 예찰 업무 효율성 극대화)
- 소나무재선충병 예찰 전문성과 신뢰도 확보 및 시계열영상자료의 축적



[소나무재선충병 예찰을 위한 드론 운용 체계]





PART 2





드론 촬영

가. 드론 촬영 준비

나. 초경량비행장치 비행승인

다. 드론항공사진촬영 신청

라. 드론 촬영



제2장 드론 촬영

가. 드론 촬영 준비

목적

- 드론을 운용하기 위해 드론의 점검 및 준비
- 촬영을 실시하기 위한 인허가(비행금지구역 및 군사시설 등)
- 촬영 대상지내의 지형변화 및 인공구조물, 위험요소 확인

촬영 원칙

- 현장 안전성 확보 : 드론 촬영시 지속적인 통신관계 유지
- 비행 방법 : 정사영상 제작을 위한 경로비행
- 고품질 자료 확보 : 저고도(150m) 이내, 중첩율 80% 이상(권장)

✓ 드론 육안 / 기능 점검

- 동체 및 날개, 케이블 등 장비의 외관상 훼손 유무 확인 및 점검(교체)
- 배터리 충전, 통신 기능 점검, 촬영 및 시험 비행 등
- 별도의 자체 점검 체크리스트를 준비하여 관리자가 정기적으로 점검을 실시함

나. 초경량비행장치 비행승인

- 「항공안전법」 제127조2항 및 같은 법 시행규칙 제 308조 제2항에 따라 초경량비행장치 비행승인신청
- 드론 원스톱 민원 포털 서비스(https://drone.onestop.go.kr/)에서 비행승인 및 촬영 신청

초경량비행장치 비행승인대상

- 고도 150m 이상으로 비행하는 경우
- 최대 이륙중량 25kg 초과하는 경우의 무인동력 비행장치(농업용은 관제권·비행금지구역 내 비행만 포함)
- 자체중량(연료제외) 12kg 초과 길이 7m 초과하는 비행선

다. 드론항공사진촬영 신청

- 우리나라 전 지역이 드론항공사진촬영 신청대상 지역임
- 촬영 4일전(천재지변에 의한 긴급보도 등 부득이한 경우는 제외)까지 드론 원스톱 민원 포털서비스(https://drone.onestop.go.kr)의 항공사진촬영 허가 신청
- 지자체 등 공공기관에서 사업목적으로 항공촬영을 할 경우, 대행업체(촬영업체등)가 대행불가, 사업을 수행할 공공기관이 직접 신청해야 함

드론촬영금지 시설

1) 「국가공간정보 보안관리 지침」의 세부 분류기준에서 촬영을 금지한 국가보안시설 및 군사보안시설
2) 비행장, 군항, 유도탄기지 등 군사시설
3) 기타 군수산업시설 등 국가안보 상 중요한 시설·지역

[주요 드론 기체별자체중량 및 최대 이륙중량]

최대 이륙중량 기준	제조사	모델명	자체중량	최대 이륙중량
250g 이하	DJI	매빅미니	249	249
250g 초과 2kg 이하	Autel	Evo	863	1,000
	Autel	Evo2	1,150	2,000
	DJI	매빅2 엔터프라이즈 듀얼	899	1,100
	DJI	매빅2 엔터프라이즈 줌	905	1,100
	DJI	매빅2 줌	905	905
	DJI	매빅2 프로	907	907
	DJI	매빅에어	430	430

최대 이륙중량 기준	제조사	모델명	자체중량 (단위:g)	최대 이륙중량 (단위:g)
250g 초과 2kg 이하	DJI	매빅에어2	570	570
	DJI	매빅프로	734	734
	DJI	스파크	300	300
	DJI	팬텀3 급	1,216	1,216
	DJI	팬텀4 급	1,380	1,380
	샤오미	미드론 1080p/4K	1,376	1,376
	샤오미	피미 A3	560	560
	샤오미	피미 X8 SE	790	790
	스카이디오	스카이디오2	775	775
	유닉	타이푼 h3	1,610	2,000
	패럿	디스코	750	750
	패럿	비밥1	400	400
	패럿	비밥2	500	500
	패럿	아나피	320	320
	협산	h109s 급	1,060	1,420
	협산	h501s 급	450	450
	협산	지노1	700	700
	협산	지노2	915	915
2kg 초과 7kg 이하	DJI	매트리스 100 급	2,355	3,600
	DJI	매트리스 200 급	4,570	6,140
	DJI	인스파이어1 급	2,845	3,500
	DJI	인스파이어2 급	3,440	4,000
	유닉	h520 급	1,633	2,500
	유닉	타이푼 h	1,695	2,100
	유닉	타이푼 h plus	1,645	2,086
	DJI	Agras MG-1 급	13,800	24,800
	DJI	매트리스 300 급	6,300	9,000
	DJI	매트리스 600 급	9,100	15,100
25kg 초과	DJI	Agras T16	18,500	41,000

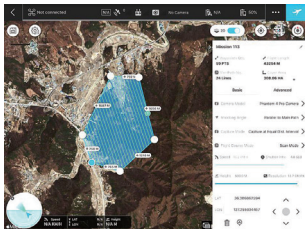
라. 드론 촬영

1. 드론 촬영 절차

1) 대상지 구획

- 대상지의 면적 및 위치에 따라 촬영 횟수, 고도, 비행 경로(사면방향, 풍향 고려), 중첩율, 카메라 설정 등

※ 사진의 품질 및 정확도에 영향을 미치기 때문에 최소 80% 이상의 중첩율로 촬영 권장(단, 중첩율에 따른 배터리소모를 감안하여 설정함)



2) 측량

- Non-RTK드론은 촬영 후, 성과물의 수평위치 정확도가 낮기 때문에 GCP 측량을 실시하여 영상제작의 단계에서 적용하여 정확도를 확보

※ 자료요구수준(수평위치오차 3m 이상)이 낮을 경우 측량 과정을 생략할 수 있음

※ GCP(Ground Control Point) : 지상기준점





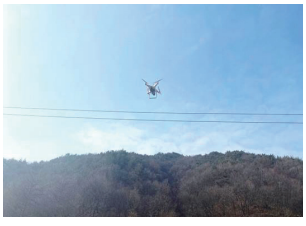
3) 이륙

- 주변의 위험요소가 없는 안전한 지역에서 촬영 대상지, 현재 조종자의 위치, 방향 등을 명확히 인지한 후, 촬영을 위한 이륙



4) 촬영

- 드론의 성능에 따라 촬영 시간이 차이가 발생 가능
- 사전에 계획된 경로 및 중첩율에 따라서 자동비행 및 촬영 실시
- 안전을 위해 통신관계 확인, 자세 및 배터리 등 지속적인 모니터링을 실시함



5) 착륙 및 자료 확보(보안점검)

- 주변의 안전을 확보(보행자 및 차량)하고 지면에 착륙을 실시함



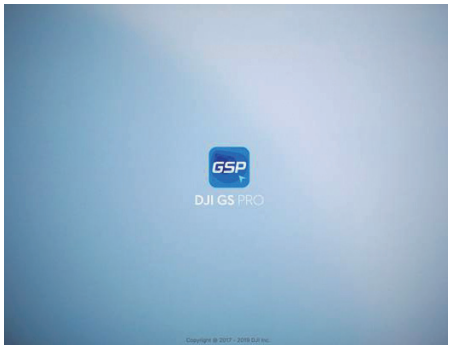
촬영 원칙

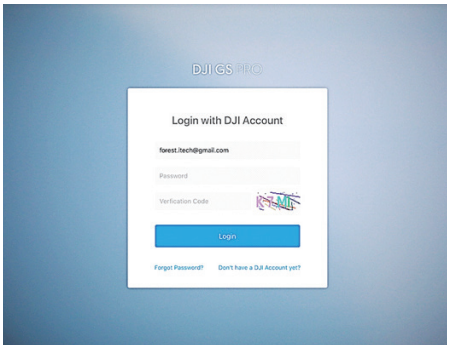
- 현장 안전성 확보 : 드론 촬영시 지속적인 통신관계 유지
- 비행 방법 : 정사영상 제작을 위한 경로비행
- 고품질 자료 확보 : 저고도(150m) 이내, 중첩율 80% 이상(권장)

2. 드론 촬영

순서 1. 드론 운용 소프트웨어 실행

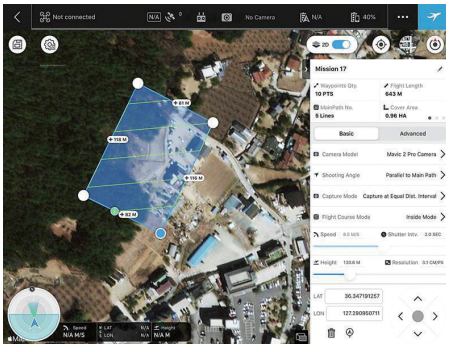
(사용자 인터페이스(GUI)는 제조사에 따라 다를 수 있으나, 방법 및 원리는 동일함)

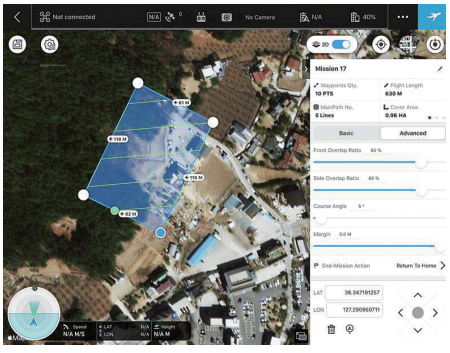


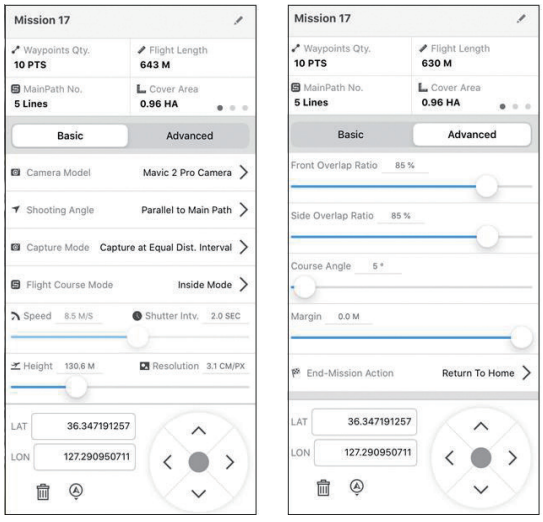


순서 2. 화면에서 촬영을 원하는 대상지의 범위를 선정하고, 비행 환경설정을 실시함

(사용자 인터페이스(GUI)는 제조사에 따라 다를 수 있으나, 방법 및 원리는 동일함)







[드론 촬영(비행)을 위한 환경설정]

[드론 환경설정 방법]

구 분	항 목	설 명
Basic (기본 설정)	Flight Length	총 비행 거리
	MainPath No.	비행경로 수
	Cover Area	촬영 면적
	Shooting Angle	촬영 지역과 경로의 각도 (품질 고려 시 Perpendicular to MainPath 선택)
	Capture Mode	비행 시 촬영 모드 (중복율을 고려하여 Equal Dist. Interval 선택)
	Hight	비행고도 (자료의 품질, 주변지형을 고려하여 비행고도 입력)
Advanced (고급 설정)	Overlap Ratio	Front / Side (종 / 횡 중복율) (자료의 품질을 고려하여 85% 이상 설정)
	Course Angle	비행경로의 방향(대상지의 형태, 장애물, 바람방향)에 따라 현장에서 최적의 방법을 설정
	Margin	촬영 경계로부터의 옵셋 (자료의 품질을 고려하여 0m(기본값) 설정)

3. 드론 촬영 모니터링

1) 통신 및 배터리, 드론 위치 파악

✓ 통신유지 및 배터리 잔량 파악

- 산림 내에서의 드론 운용은 가시권과 통신유지의 문제점이 있음
- 가시권 미확보 및 통신 단절은 안전 및 드론 컨트롤에 문제점으로 작용할 수 있으며, 항상 컨트롤러를 통해 정보를 확인해야 함
- 배터리의 잔량은 드론의 회수 시간 및 거리를 확인하여 최소 25% 이상을 유지

2) 데이터 백업 및 확인

✓ 스냅사진 확인 및 백업

- 동체 및 날개, 케이블 등 장비의 외관상 훼손 유무 확인 및 점검(교체)
- 배터리 충전, 통신 기능 점검, 촬영 및 시험 비행 등
- 별도의 자체 점검 체크리스트를 준비하여 관리자가 정기적으로 점검을 실시함





PART 3





정사영상 제작

가. 정사영상 제작 절차

나. 정사영상 제작

제3장 정사영상 제작

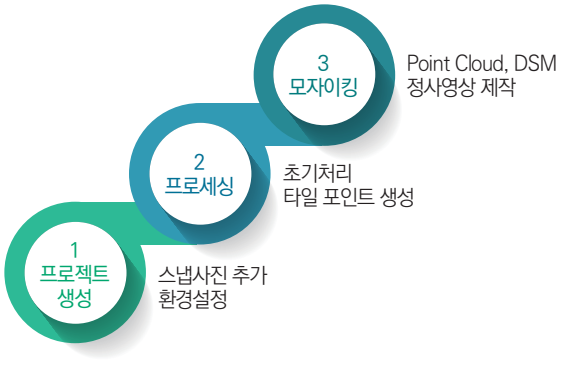
목적

- 드론에 부착된 카메라로 수집한 영상자료의 지형 높이차, 기울어짐 등 지형기복에 의한 기하학적 왜곡을 보정하여, 산림지역을 수직(연직)으로 내려다 본 모습으로 영상지도 제작
  (영상의 방위, 축척(스케일), 거리, 좌표 등이 현실세계와 1:1 매칭이 되도록 제작)

가. 정사영상 제작 절차

✓ 정사영상 제작 프로그램

- 프로그램 운용 매뉴얼은 제조사에 따라서 다를 수 있으나, 본 매뉴얼에서는 일반적으로 많이 활용되는 Pix4DMapper 프로그램을 활용
  (메타쉐이프(구, 포토스캔), UASMaster 등은 제조사 매뉴얼 참조)
- 정사영상 제작 절차 및 원리는 대부분의 소프트웨어가 유사함



[정사영상 제작 절차]

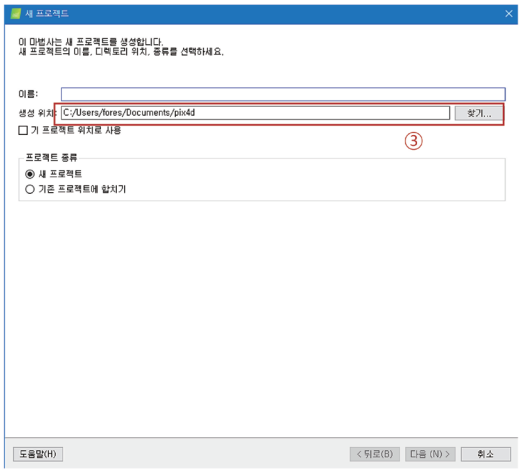
나. 정사영상 제작

1. 프로젝트 생성

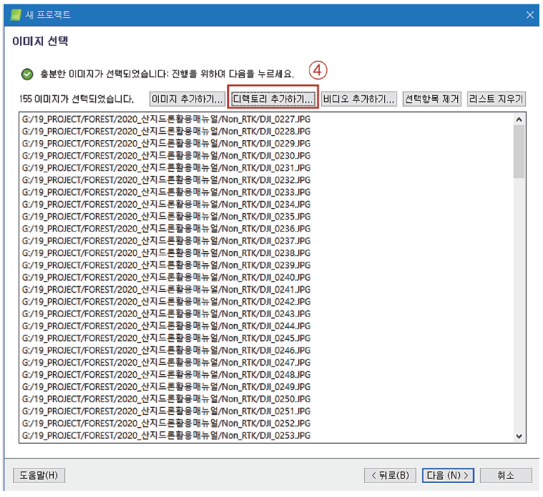
순서 1. 정사영상 제작 소프트웨어 실행
(① 새로운 정사영상 제작, ② 기존의 프로젝트 열기)



순서 2. 새로운 프로젝트를 생성함
(생성 ③ 프로젝트 저장 폴더 지정)

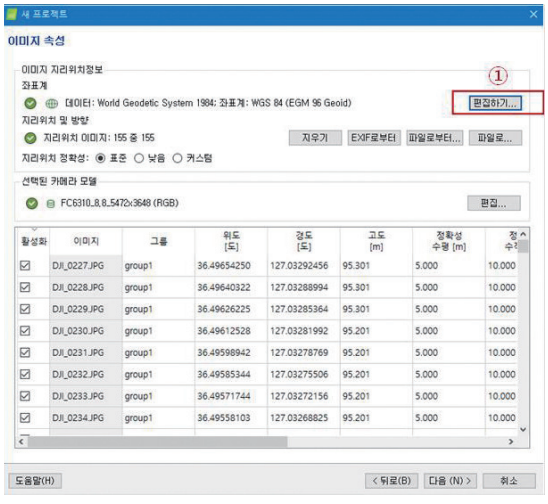


순서 3. 드론으로 촬영한 스냅사진 추가
(④ 사진을 저장한 폴더를 추가하여 일괄 불러오기)

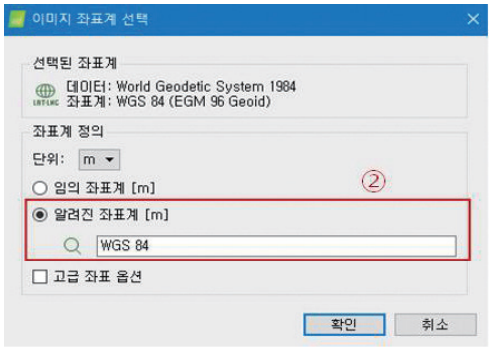


2. 프로젝트 정보 입력

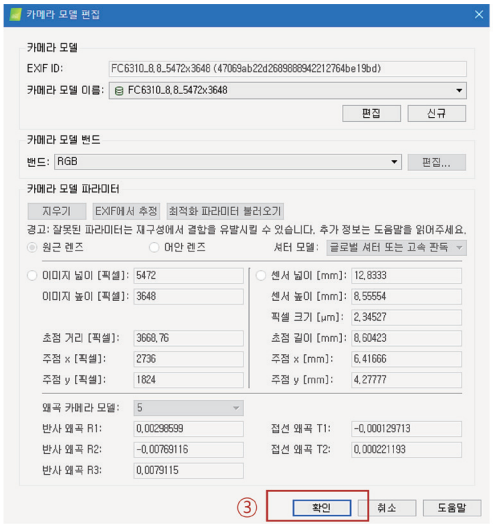
순서 1. 좌표계 설정
(① 편집하기 클릭)



순서 2. ②번 항목을 통해서 좌표계를 'WGS84'로 설정



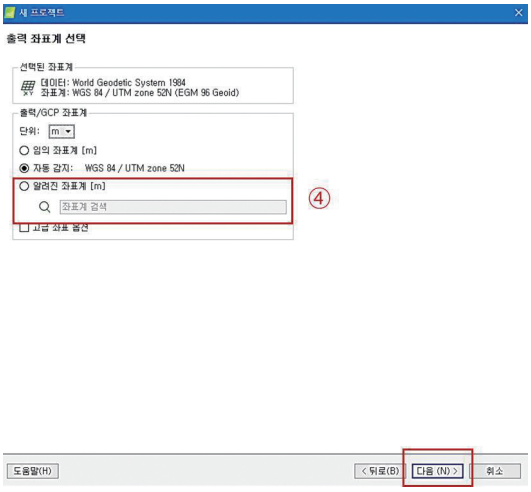
순서 3. 해당 드론의 카메라정보를 입력하는 항목으로서 일반적으로 활용되는 드론에 적용된 카메라의 특성이 사전에 정의되어 있음(사용자 선택)



[정사영상 제작을 위한 사진 업로드 및 환경설정]

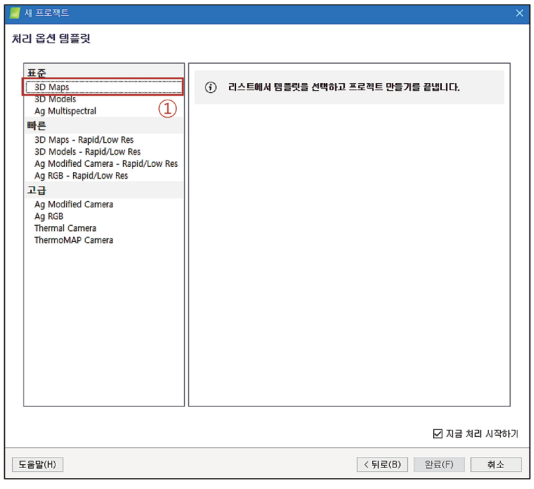
- 스냅사진 : 1개의 폴더에 저장, 모든 사진을 일괄적으로 불러오기 실시
- 사진 좌표계 설정 : 사진의 로그파일에 저장된 좌표계를 설정(WGS 84)
- 카메라 정보 : 드론의 카메라 정보(해상도, 초점거리 등)를 입력하는 과정으로서 드론모델이나, 카메라 모델 정보를 입력할 경우 자동으로 설정됨
- 정사영상 좌표계 : 제작하고자 하는 정사영상의 좌표계를 설정함

순서 4. ④번 항목에서 돋보기(찾기) 버튼을 클릭하여 '5186' 좌표계를 선택
(※ '5186' 좌표계는 일반적으로 지방자치단체에서 사용, 목적에 따라 필요한 좌표계를 선택하여 정사영상 제작할 것)

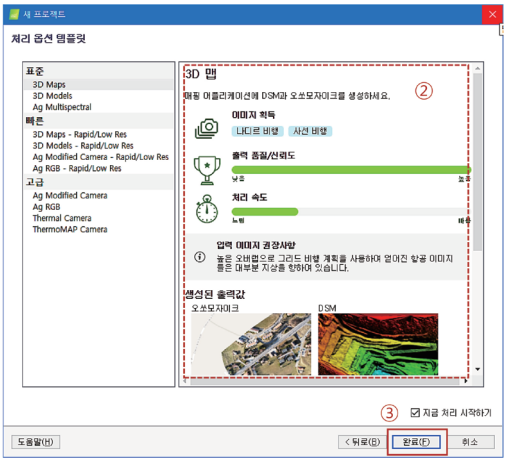


3. 영상처리 옵션

순서 1. 성과물의 표준형태, 품질 선택 항목
('표준' 탭→'3D Maps' ①번 메뉴 선택)



순서 2. 3D을 선택할 경우 정사영상을 제작하는 단계에서 데이터의 품질 및 제작 속도를 설정할 수 있으며, ② 항목에서 내용을 확인할 수 있음

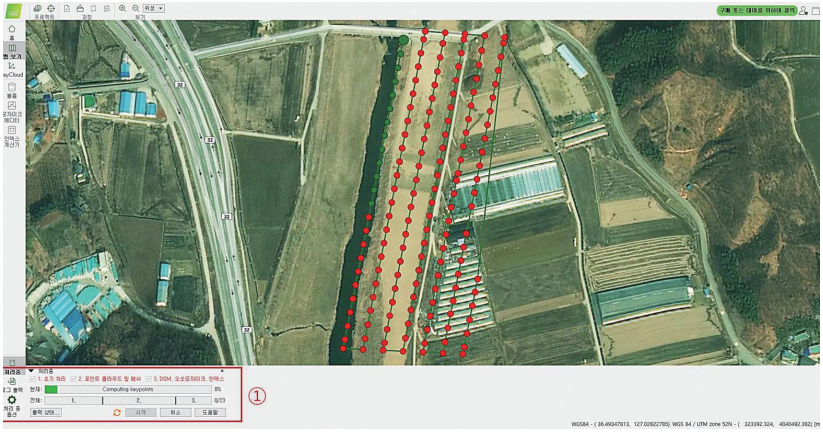


[이미지 처리 옵션 설명]

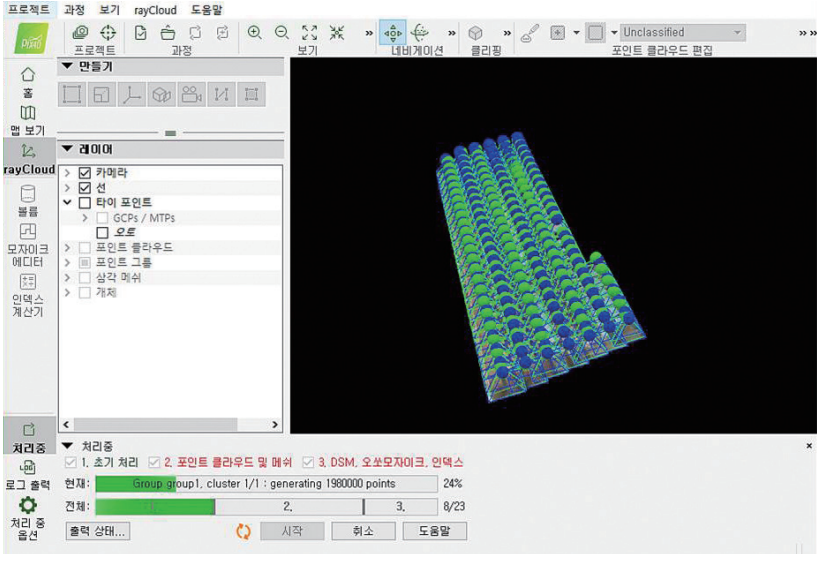
구 분	옵 션	설 명
표준	3D Maps	일반적인 정사영상 제작 처리 시 선택 (자료의 품질 및 처리속도가 표준)
	3D Models	사물의 3차원 모델링 영상 처리 시 선택 (정사영상 제작에 적합하지 않음)
	Ag Multispectral	드론의 센서가 다중 스펙트럼일 경우 선택 (RGB 광학영상 제작에 적합하지 않음)
빠른	3D maps – Rapid/Low Res	표준 옵션과 동일한 기능을 수행 처리속도는 매우 빠르나, 자료의 신뢰도가 떨어짐 (일반적으로 많은 활용이 이루어지지 않음)
	3D Models – Rapid/Low Res	
	Ag Modified Camera – Rapid/Low Res	
	Ag RGB – Rapid/Low Res	

4. 초기 처리 및 정사영상 제작

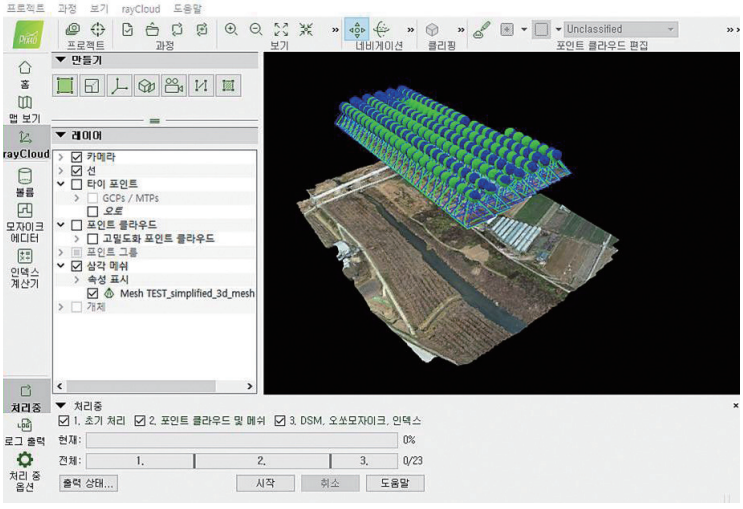
순서 1. 이미지 불러오기 및 초기 설정이 완료된 후에는 아래의 화면 하단부에 초기처리 → 포인트 클라우드 및 매쉬생성 → DSM(수치표면모델) 및 모자이킹 등 일련의 작업과정이 자동 실행됨



순서 2. 자료처리 중간 과정('초기처리'가 완료된 상태)



순서 3. 정사영상 제작이 완료된 후에는 프로그램 화면에 드론촬영 현황 및 정사영상이 표현됨





[정사영상 제작 성과물 사례(태안군)]

PART 4





소나무재선충병 영상판독

가. 소나무재선충병 영상판독 절차

나. 영상분석을 위한 인덱스



제4장 소나무재선충병 영상판독

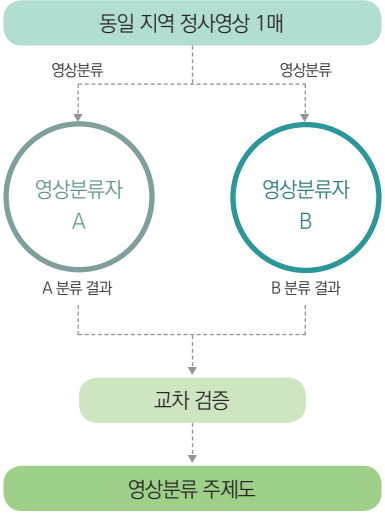
목적

- 정사영상을 바탕으로 소나무재선충병 관련 고사목 추출
- GIS 기반의 주제도 제작(현장조사 기초자료 생성)

준비물

- 정사영상 1매 및 데스크탑 PC(QGIS 소프트웨어 활용)
- 소나무재선충병 관련 고사목 인덱스

가. 소나무재선충병 영상판독 절차



[정사영상 제작 성과물 사례]

[영상분석을 통한 소나무재선충병 고사목 추출은 관련 전문 지식과 경험이 매우 중요]

나. 영상분석을 위한 인덱스

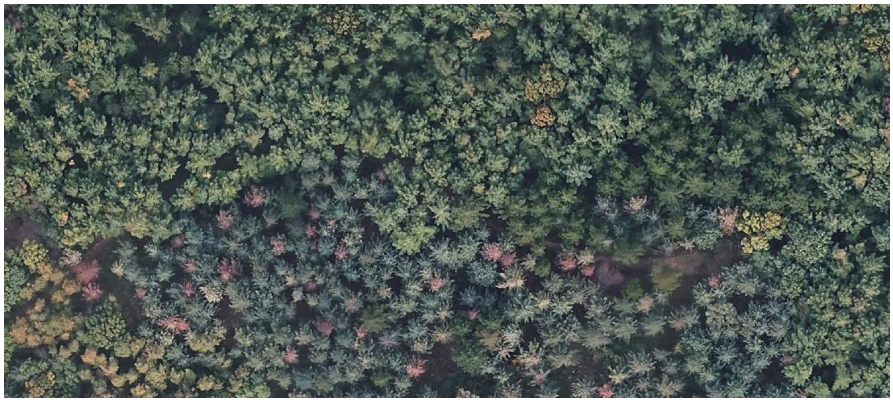
1. 계절 및 임상에 따른 구분

✓ 계절에 따른 임상 구분

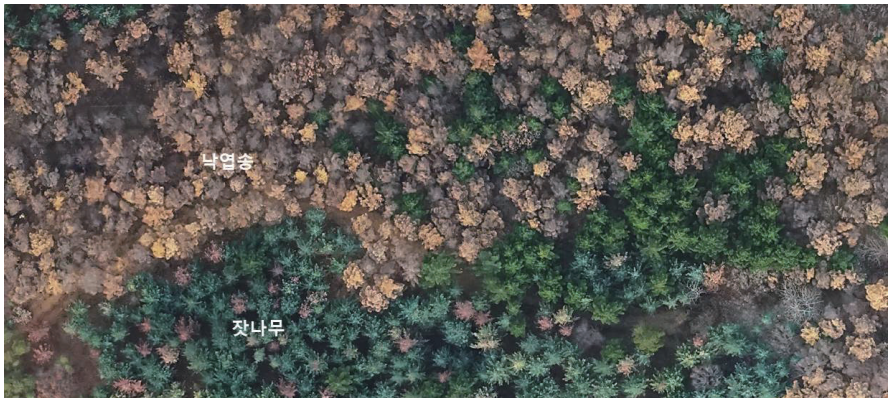
- 가을 및 겨울 단풍에 따른 고사목 구분이 불가함에 따라 늦여름 영상을 활용

✓ 모양 및 색깔에 따른 임상구분

- 활엽수림은 수관이 원형으로 표현되며, 침엽수림은 방사형으로 구분됨
- 잣나무림은 흰색계열의 녹색으로 방사형으로 표현되고, 낙엽송의 경우 연한 녹색 계열의 방사형 행태를 보임



[소나무재선충병 피해지 정사영상(여름)]



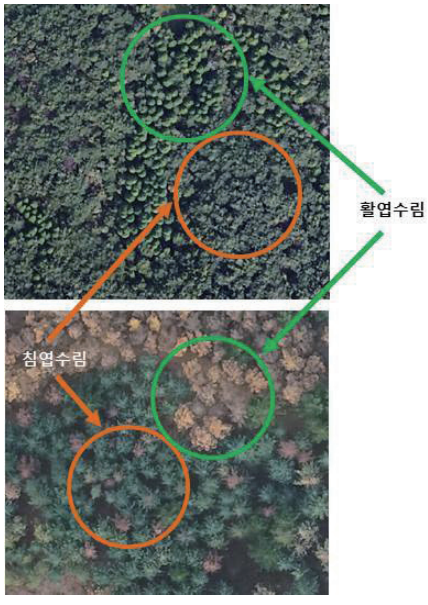
[소나무재선충병 피해지 정사영상(가을)]

✓ 주변 임상 확인

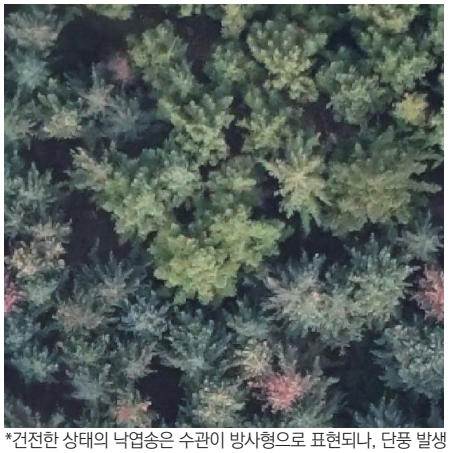
- 소나무재선충병은 대표적으로 소나무, 잣나무 고사목이 있음
- 잣나무림의 경우 흰색계열의 녹색으로서 다른 침엽수와 명확하게 표현되나, 소나무림은 수관의 패턴이 불규칙하게 표현되기 때문에 영상 분석에 어려움이 있음
- 또한, 낙엽송은 잣나무와 유사한 형태를 보이고 있음에 따라서 주변 임상에 대한 사전 판단이 필요함

✓ 계절에 따른 변화(차이)

- 소나무재선충병은 소나무와 잣나무가 고사하는 형태의 피해 양상을 보임
- 선충과 입목의 생리적 특성에 따라 계절적 예찰 · 방제 시기가 있으며, 이를 고려한 영상 분석 필요
- 특히, 가을철 단풍으로 인해 영상분석은 거의 불가능함. 특히, 겨울철 떡갈(참나무류)나무의 탈리되지 않은 단풍으로 인한 어려움 있음



[계절, 임상에 따른 형태, 패턴 등]




*건전한 상태의 낙엽송은 수관이 방사형으로 표현되나, 단풍 발생 이후에는 겹꽃모양으로 표현되는 사례가 다수 있음

[낙엽송, 잣나무의 계절에 따른 형태]



[계절에 따른 활엽수 및 침엽수 구분, 고사목 추출]

✓ 계절에 따른 영상분석 주의 수종

- 봄 : 떡갈나무, 대왕참나무, 리기다소나무
- 가을 : 벚나무, 아까시, 낙엽송, 참나무류
- 인공물 : 묘, 흙
- 여름 : 자귀나무, 가죽나무
- 겨울 : 떡갈나무, 대왕참나무, 덩굴류

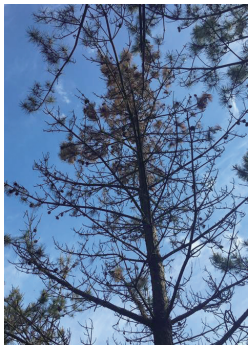
2. 소나무재선충병 고사목 관련 인덱스

1) 소나무 고사목

✓ 소나무 고사목 특징

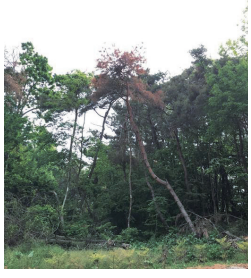
- 고사 단계에 따라서 색상(회색, 붉은색, 흰색 등으로 다양함) 차이가 발생함
- 형태, 색상, 패턴이 매우 불규칙함
- 활엽수림에서도 확인되기 때문에 포털(네이버, 다음, 구글) 위성영상 이력조회가 필요함



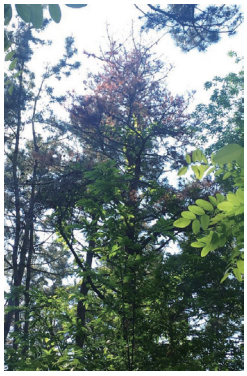


촬영시기	2017-05-09	수종	소나무
관련병해충	소나무재선충병	특이사항	갈색, 거친표면, 별형

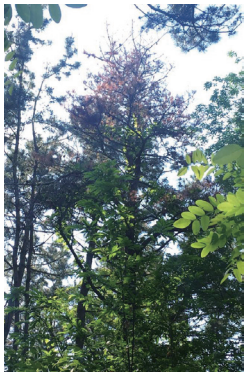




촬영시기	2017-05-12	수종	소나무
관련병해충	소나무재선충병	특이사항	갈색, 거친표면, 삼각형

촬영시기	2017-05-12	수종	소나무
관련병해충	소나무재선충병	특이사항	갈색, 거친표면, 원형

촬영시기	2017-05-11	수종	소나무
관련병해충	소나무재선충병	특이사항	갈색, 거친표면, 2본

2) 잣나무 고사목

✓ 잣나무 고사목 특징

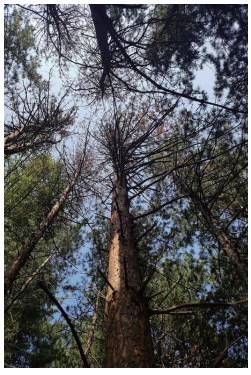
- 대부분 조림지역이며, 조림 패턴이 나타남
- 정사영상에서는 방사형 수관형태와 더불어 첨두부근에 흰색 점이 표현됨
- 고사될 경우 색상이 소나무보다 더 붉은 계열을 보임(색상과 패턴이 비교적 명확)





촬영시기	2017-08-26	수종	잣나무
관련병해충	소나무재선충병	특이사항	적갈색, 거친표면, 타원형





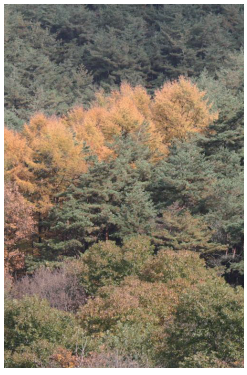
촬영시기	2017-08-25	수종	잣나무
관련병해충	소나무재선충병	특이사항	적갈색, 집단고사(5본)

3) 오판독 사례(인덱스)

✓ 영상분석 과정에서의 오판독

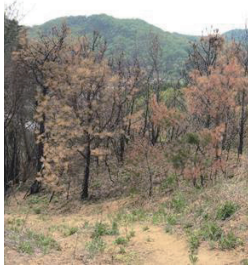
- 소나무재선충병 고사목과 관련이 없으나, 오판독으로 자료의 신뢰도를 저하시키는 요인
- 고사목 주변의 임상, 지형 및 산림피해지 등 전반에 걸친 검토와 이해가 필요함
- 늦여름 산벚나무, 아까시나무 등 계절에 따른 색상변화에 대한 이해가 필요함





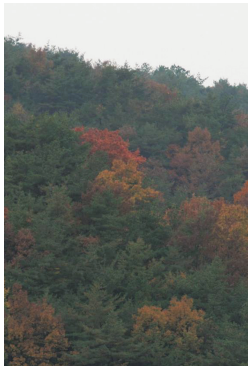
촬영시기	2016-10-30	수종	낙엽송
관련병해충	해당사항 없음	특이사항	가을철 낙엽송 갈변





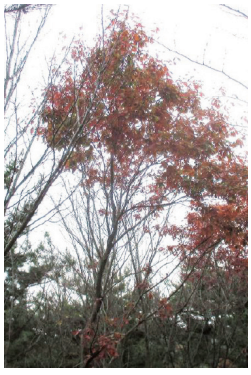
촬영시기	2017-04-16	수종	소나무
관련병해충	해당사항 없음	특이사항	산불로 인한 소나무 고사





촬영시기	2016-10-28	수종	낙엽송
관련병해충	해당사항 없음	특이사항	가을철 낙엽송 갈변





촬영시기	2016-10-16	수종	벚나무
관련병해충	해당사항 없음	특이사항	벚나무 갈변, 적갈색





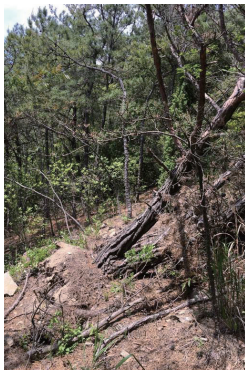
촬영시기	2016-10-15	수종	참나무
관련병해충	해당사항 없음	특이사항	참나무 일반 고사목



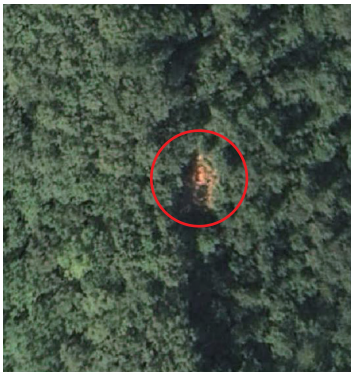


촬영시기	2017-07-25	수종	아까시나무
관련병해충	해당사항 없음	특이사항	원형, 황갈색





촬영시기	2017-05-12	수종	해당사항 없음
관련병해충	해당사항 없음	특이사항	흙, 지형 기복으로 인한 오분류





촬영시기	2017-08-25	수종	해당사항 없음
관련병해충	해당사항 없음	특이사항	봉분, 토양 색상으로 인한 오분류

4) 참나무시들음병 인덱스

✓ 참나무시들음병 특성

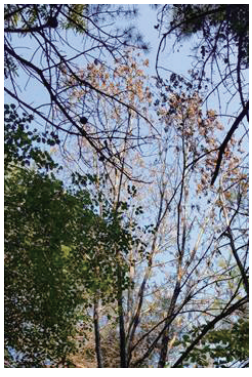
- 활엽수로서 촬영 시기는 5월 하순~8월까지
- 대체적으로 수관폭이 5m 이상으로 침엽수보다 큼
- 외관의 전체적인 형태가 둥근형태를 보임





촬영시기	2017-08-04	수종	신갈나무
관련병해충	참나무시들음병	특이사항	타원형, 갈색





촬영시기	2017-07-27	수종	신갈나무
관련병해충	참나무시들음병	특이사항	타원형, 갈색

3. 영상분석 및 주제도 제작

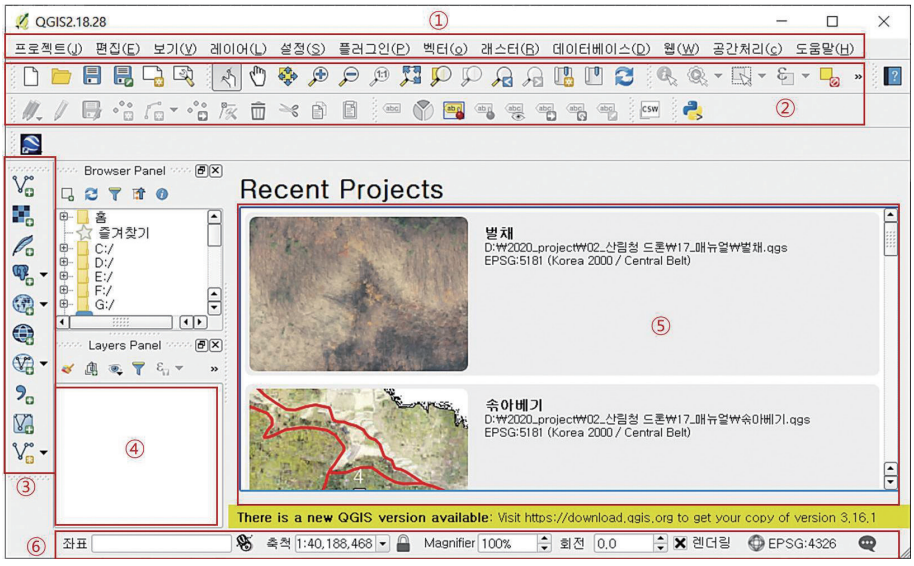
1) 준비

■ QGIS 소프트웨어 설치

QGIS(자유 오픈 소스 지리정보 시스템)

- QGIS는 FOSS(Free and Open Source Software) 기반의 전문 GIS 애플리케이션
- 일정수준 이상의 데스크탑 PC에서 무료로 운용이 가능
- https://qgis.org/에서 다운로드(3.16버전 또는 사용자 편의에 따라 버전 선택)
- 사용 설명서는 https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/training_manual/에서 확인 가능

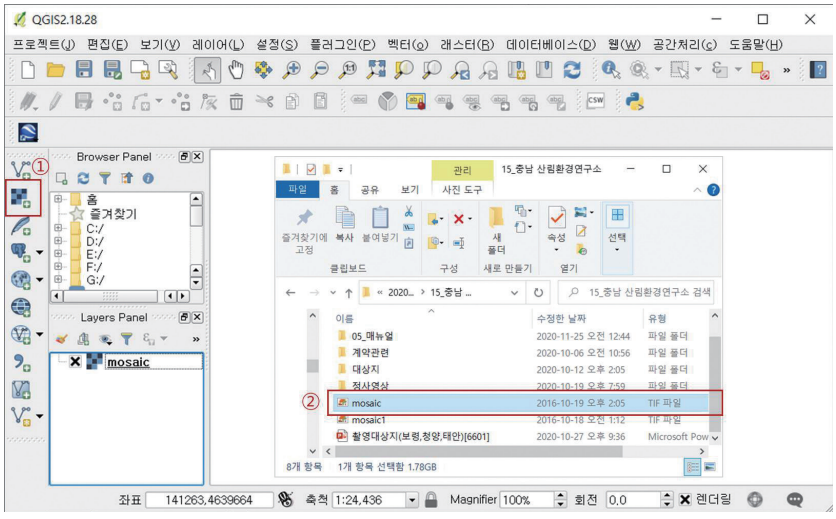
※ 본 매뉴얼에서는 사용자 편의성 및 소요비용 등의 제약사항이 적은 QGIS 소프트웨어를 활용하여 매뉴얼을 제시



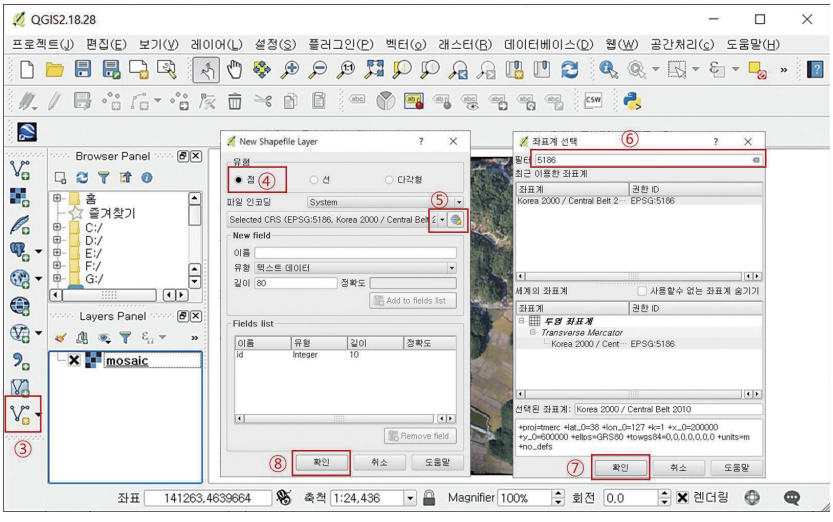
① 소프트웨어의 메인 메뉴 : 모든 기능들을 포함하고 있음
② 단축 아이콘 : 자주쓰이는 기능에 대한 단축아이콘(열기, 저장, 확대, 축소, 편집 등)
③ 레이어 추가 단축아이콘 : 새로운 레이어를 생성하거나 화면에 추가할 때 자주쓰는 아이콘
④ 레이어 판넬 : 레이어의 설정 및 중첩 순서 변경, 그룹화 등의 기능 제공
⑤ 지도 화면 : 불러온 레이어(지도)를 보여주는 공간
⑥ 상태줄 : 좌표, 축적, 좌표계 등의 상태 확인 및 설정

■ 드론 정사영상 불러오기

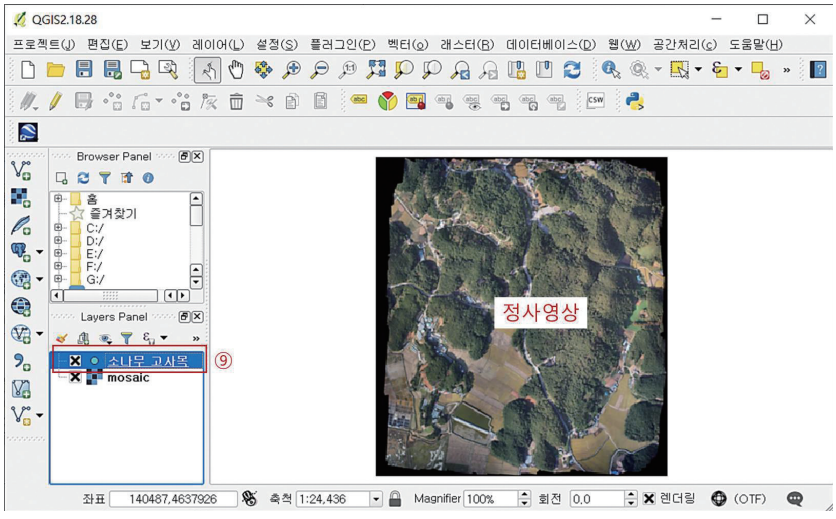
순서 1. 정사영상을 불러오기 위해서는 ①번 메뉴를 통해 탐색기로 찾는 방법과 ②번 탐색기 창에서 정사영상 파일을 드래그엔드롭을 통해 여는 방법이 있음



순서 2. 정사영상이 화면에 띄워지면, 고사목에 대해서 새로운 레이어를 생성하여 디지타이징(벡터자료 생성) 실시함

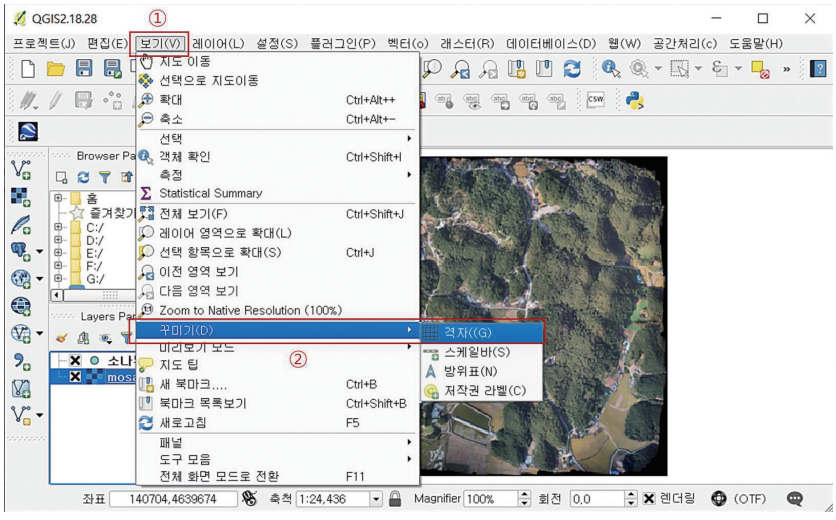


순서 3. ⑨ 항목에 새로운 레이어가 생성되었으며, 더블클릭할 경우 색상 및 모양 등을 변경할 수 있음

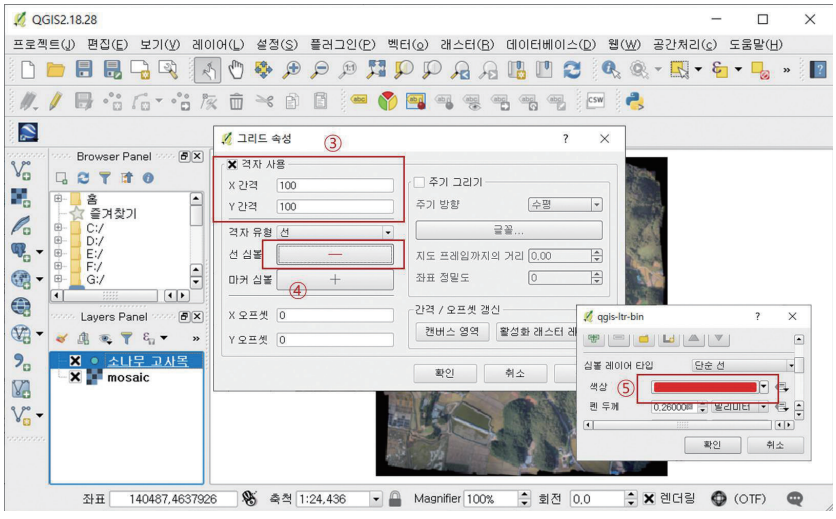


■ 영상분석 화면분할 격자 만들기

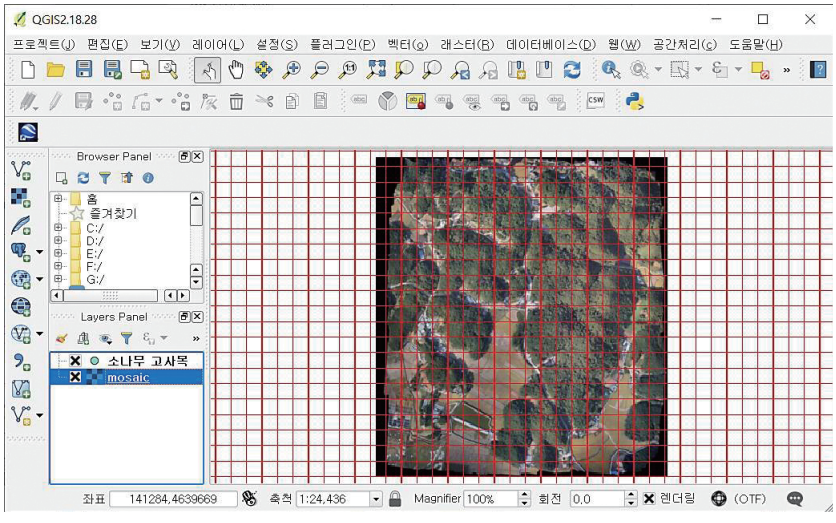
순서 1. 보기(①) 메뉴를 통해 꾸미기→격자를 통해 화면에 일정크기의 격자를 생성 (영상분석 과정에서 누락되는 지점이 발생하지 않도록 함)



순서 2. 그리드 속성창에서 격자사용 체크, X, Y 간격은 100m로 입력한 후, 선의 심볼을 선택하여 사용자가 원하는 색상으로 변경할 수 있음

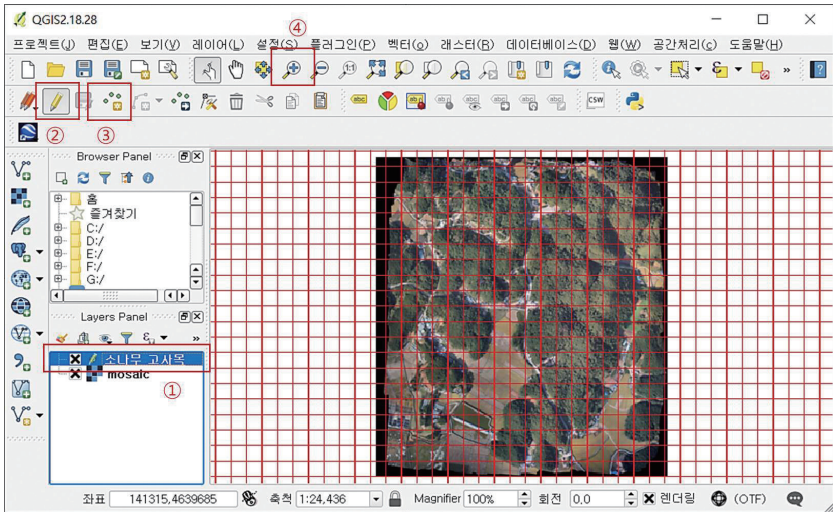


순서 3. 영상분석은 아래의 격자를 기준으로 정사영상 좌측 상단에서 우측상단으로 화면이동을 실시하면서 고사목을 추출하는 방법을 적용함

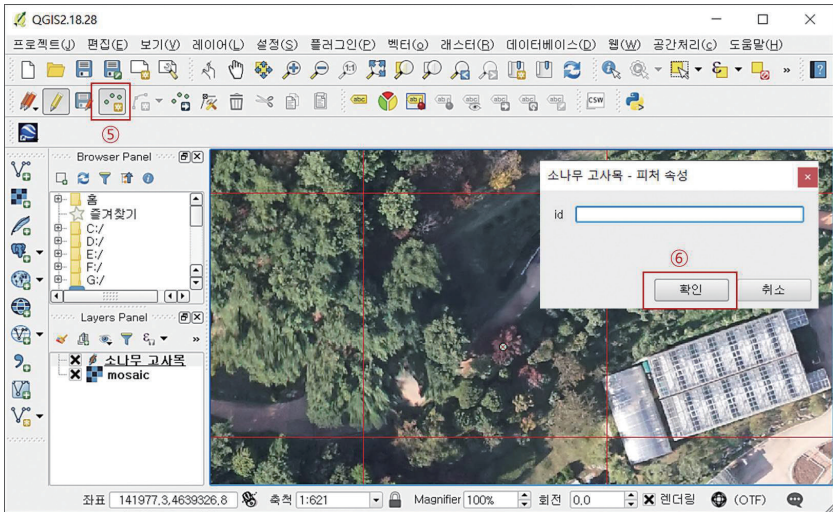


■ 편집모드 진입 및 고사목 추출

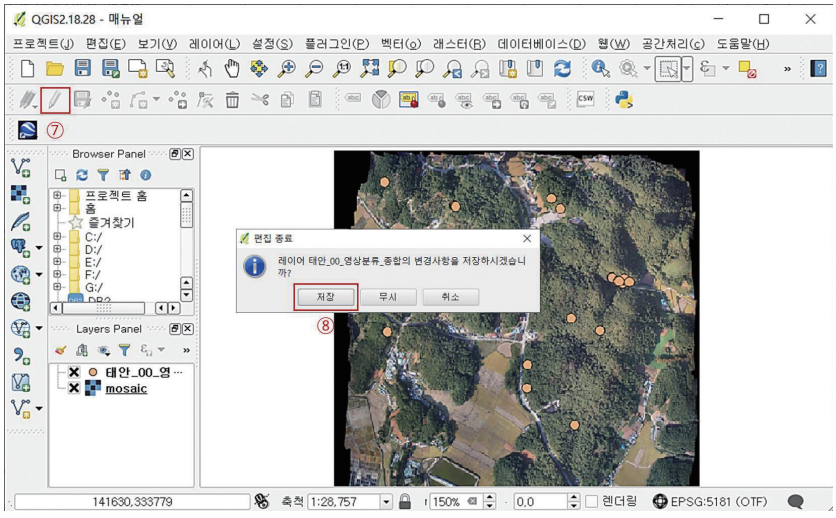
순서 1. 고사목 주제도를 선택한 후, 편집모드(②) 진입, 객체추가(③) 기능을 활성화 시키고, 영상분석을 실시하고자 하는 좌상단 격자의 크기로 확대(④)



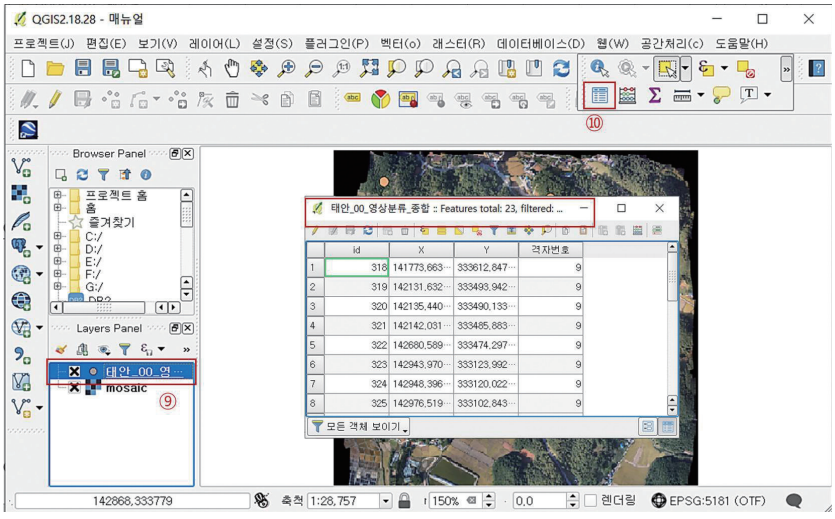
순서 2. 객체 추가 기능이 활성화(⑤)된 상태에서 화면에서 고사목에 해당되는 입목 클릭, 'id'를 입력하지 않고 확인(⑥)



순서 3. ⑦번 메뉴를 통해서 편집모드를 빠져나오며, 저장을 실시함(⑧번)



순서 4. 주제도 레이어를 선택하고, 속성테이블을 열면 해당 객체의 수량을 파악할 수 있음



PART 5





드론 예찰

가. 파일 업로드

나. 비행 계획 수립

다. 비행 및 촬영

라. 사진 판독

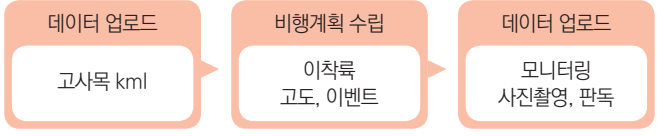
제5장 드론 예찰

활용 목적 및 성과물

- 영상분석 결과(이미 알고 있는 고사목 좌표)에 대한 드론 예찰
- 근접 사진촬영 및 영상판독을 통한 현장조사 필요성 여부 판단
- 소나무재선충병 고사목 미지점에 대한 드론 예찰

드론 운용 기준

- 기체 유형 : 회전익기
- 촬영 면적 및 고도 : 1회 25분 이내, 고도 150m 이하
- 조작 방법 : 경로 자동비행, 수동 조작



[드론 활용 절차]

가. 파일 업로드



[드론 활용 절차]

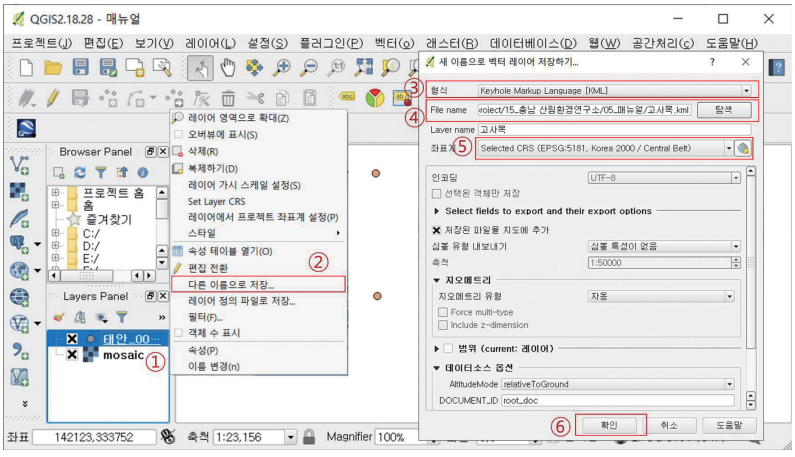
✓ 자료의 형변환 및 업로드

- 정사영상 분석을 통해 추출한 고사목은 점(point) 형식의 shp 파일이 대부분임
- 드론 운용체계에서 제시하는 표준포맷으로 변환하여 업로드
- 업로드 방법은 드론 종류 및 제조사에 따라 서로 다를 수 있음

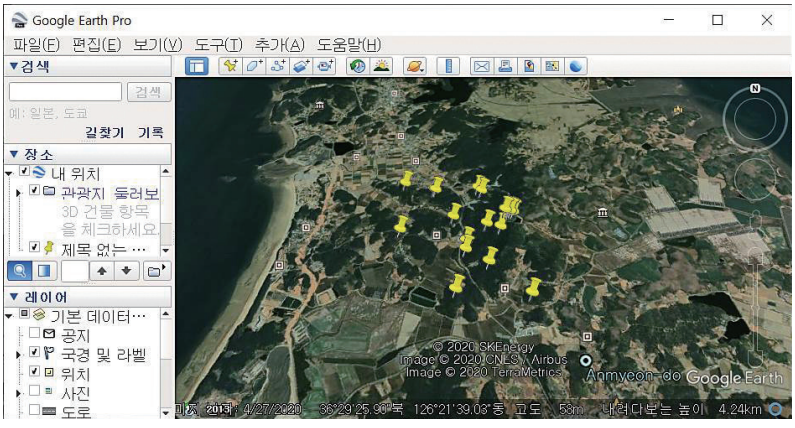
1. 자료 포맷 변환

1) 고사목 주제도의 KML 파일 변환

순서 1. 고사목 주제도를 불러오기(좌표체계 확인)
순서 2. 불러온 고사목 주제도의 마우스 오른쪽 클릭하여 다른 이름으로 저장(①~②번)
순서 3. 변환하고자 하는 파일 포맷(KML) 설정(③번)
순서 4. 파일명 및 저장 경로 설정(④번)
순서 5. 변환되는 좌표체계 확인(기본값), 확인 버튼 클릭(⑥번)



2) KML 파일의 확인(결과 확인)

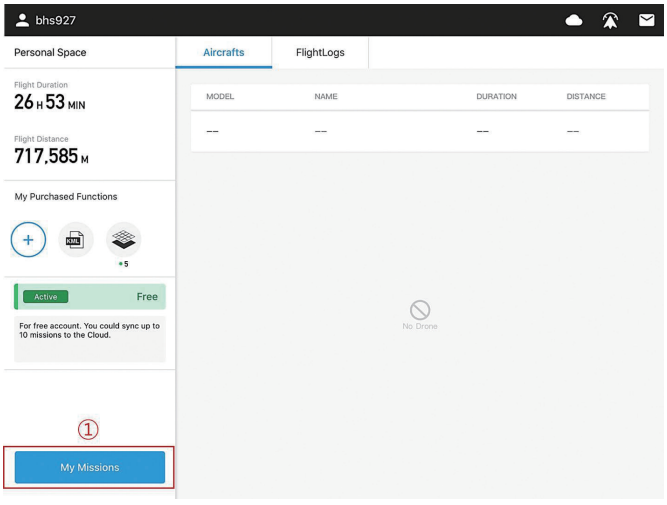


(생성된 KML 파일은 구글어스 프로그램이 설치된 경우 위와 같이 확인할 수 있음)

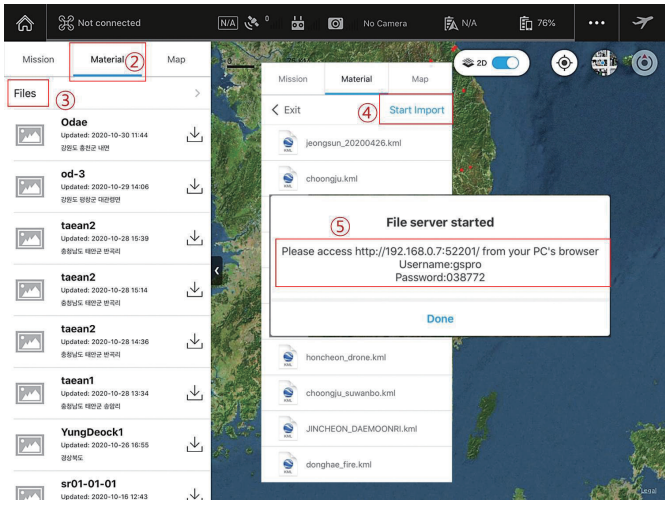
2. 자료의 업로드

1) KML 파일 업로드 경로 설정(태블릿)

순서 1. 태블릿(컨트롤러)에서 GSP 프로그램 실행 → My Missions 클릭(①)

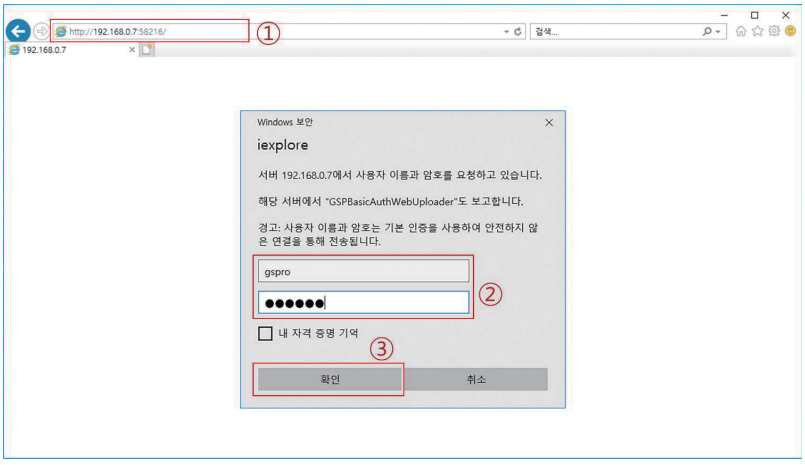


순서 2. ②→④ 순서에 따라 변환된 KML 파일의 저장 서버 경로 설정

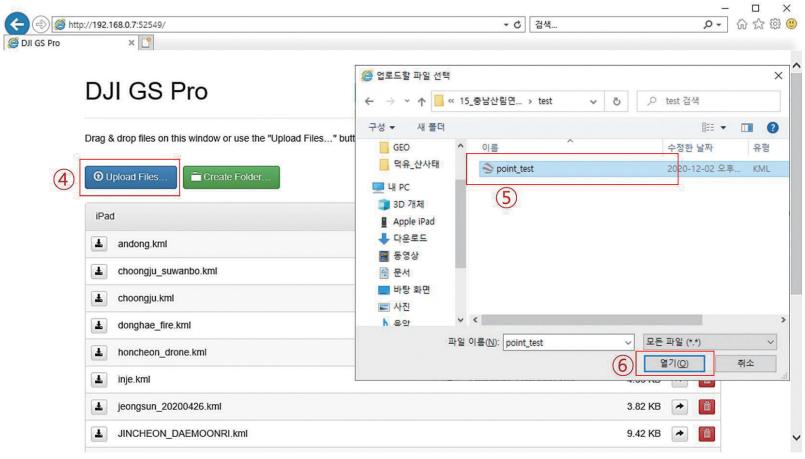


2) PC에서의 KML 파일 업로드

순서 1. 인터넷 브라우저 주소창에 ①번 입력 후, 계정 및 비밀번호로 로그인함(②~③번)

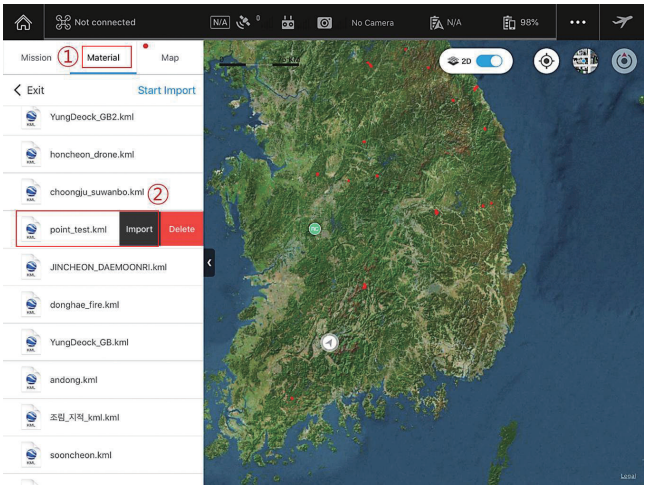


순서 2. 웹브라우저에 로그인이 완료된 후, 업로드 파일 버튼 클릭(④번)
순서 3. 변환된 KML 파일의 경로를 지정하고 확인버튼 클릭(⑤~⑥번)

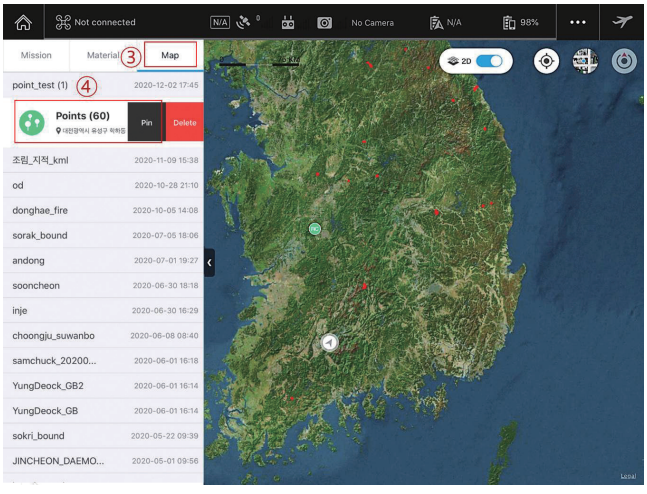


3) KML 파일의 가져오기(태블릿)

순서 1. 태블릿 GSP 소프트웨어 'Material'탭(①번)
순서 2. 고사목 포인트 가져오기('Import' ②번)



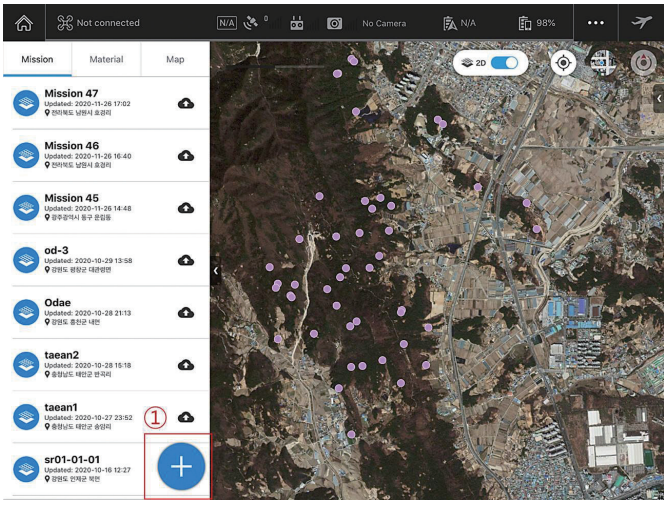
순서 3. ③번의 'Map' 탭을 클릭하여 목록을 확인(④번)
순서 4. 해당 파일(고사목)을 활성화하여 ④번 항목의 'Pin' 메뉴 선택
('Pin' 메뉴 클릭시 화면에 점(point)이 생성됨)



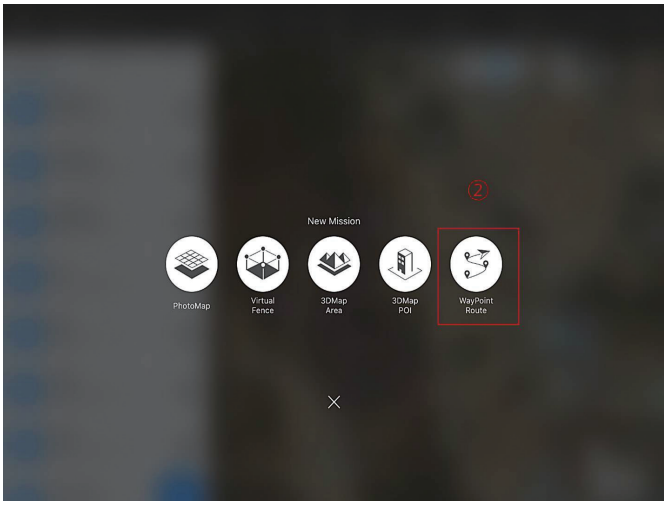
나. 비행 계획 수립

1) 미션(비행 프로젝트) 생성

순서 1. 비행계획(Mission)을 수립하기 태블릿 GSP 소프트웨어 ①번 선택

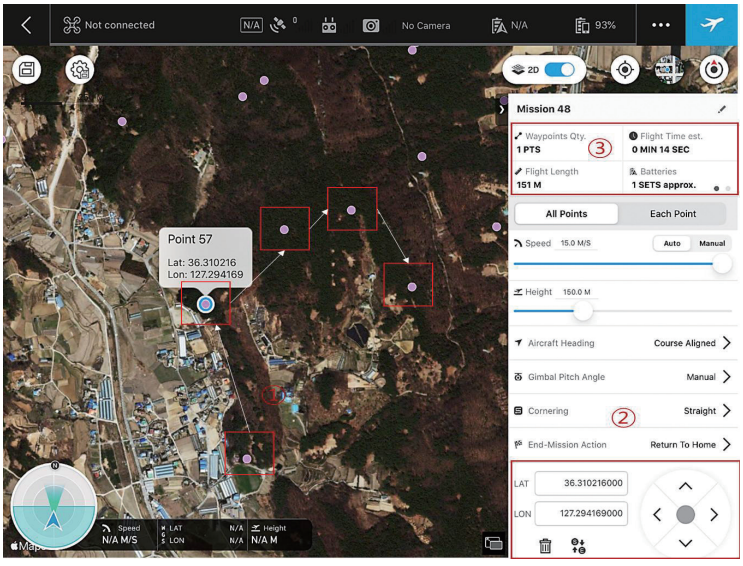


순서 2. 비행의 방법을 선택(포인트에 대한 예찰은 'Waypoint' 선택)



2) 비행계획 수립

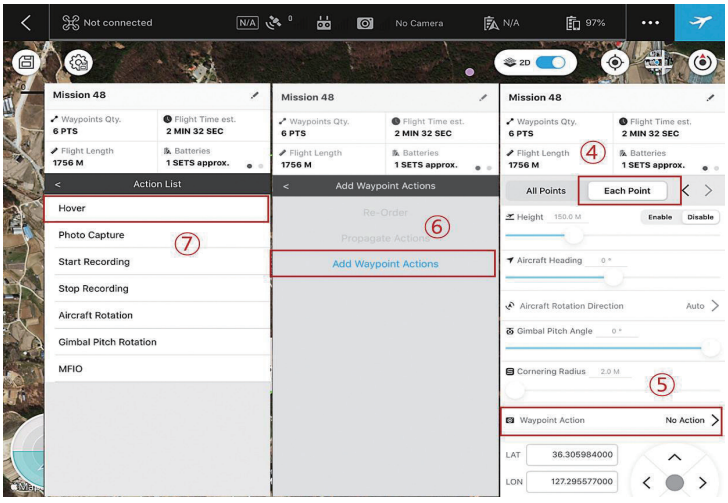
순서 1. 고사목 포인트를 따라 비행하기 위해 웨이포인트를 탭(선택)



✓ 웨이포인트 선택 Tip

1. 화면을 최대한 확대하기 위해 설정-VPN 활성화
2. 위성영상을 최대한 확대하여 고사목의 위치와 일치하도록 탭(선택)
3. 고사목 위치와 포인트 위치가 일치하지 않을 경우 화면 오른쪽의 좌표 및 화살표를 활용하여 정밀한 위치를 조절

순서 2. 웨이포인트에서의 드론 작동(Action) 설정



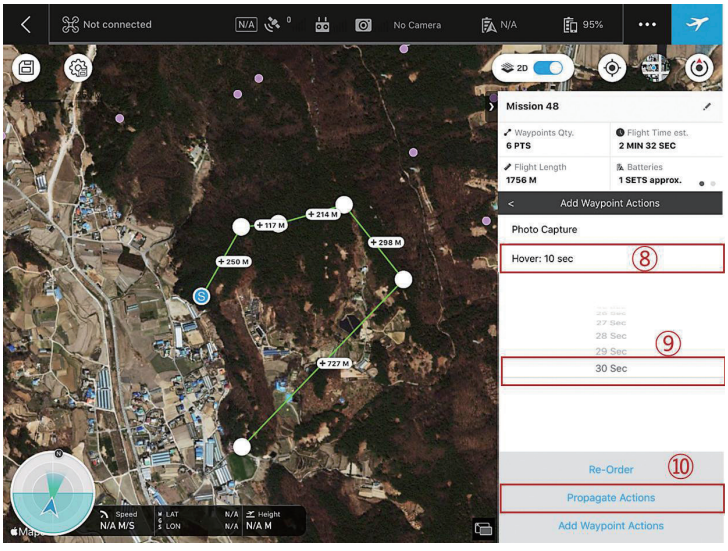
✓ 웨이포인트 선택 Tip

4. 실수에 의해 잘못 선택한 경우 ④번 항목의 휴지통으로 삭제 가능
5. 탭 순서에 따라서 드론의 비행경로인 선(line)이 생성
6. 고사목이 선택될 경우 ⑤번 항목에 점의 수와 비행시간, 배터리의 수량 등이 표기됨(가급적 배터리 1개 이내로 비행 권장)
7. 비행 고도는 이착륙장 및 주변 산림지역의 고도에 따라서 사용자 설정(사고를 예방하기 위해서 가장 중요함)

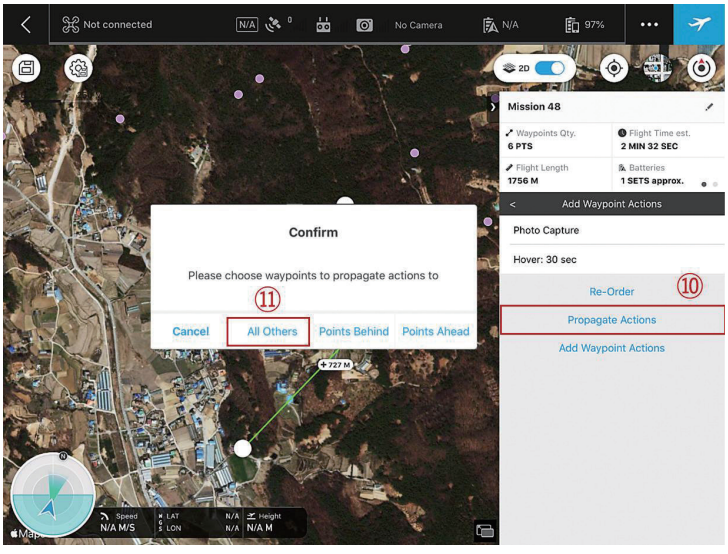
✓ 웨이포인트 동작(Atction) 설정 Tip

1. ⑦번 메뉴에서 드론이 웨이포인트에 도착하였을 경우, 동작에 대한 설정
2. 호버링, 사진 촬영 등의 동작이 클릭(터치) 순서에 따라서 작동됨
3. 사용자 필요에 따라서 설정을 변경할 수 있으나, 숙련되기 전까지는 호버링 30초 동안 실시하며, 30초 이내에 고도를 낮추고 고사목에 대한 근접 사진 촬영을 실시
4. 지정된 시간 30초가 경과한 후, 드론은 원래의 고도로 높여 다음 웨이포인트로 이동하여 반복 작업을 실시
5. 단, 호버링 시간을 사전에 하나의 웨이포인트에서 적용하고, 반복하여 적용할 경우 누적된 시간으로 호버링을 실시함
6. 전체 비행시간에서 호버링 시간은 계산되지 않기 때문에 배터리의 용량(비행시간)을 고려하여 설정

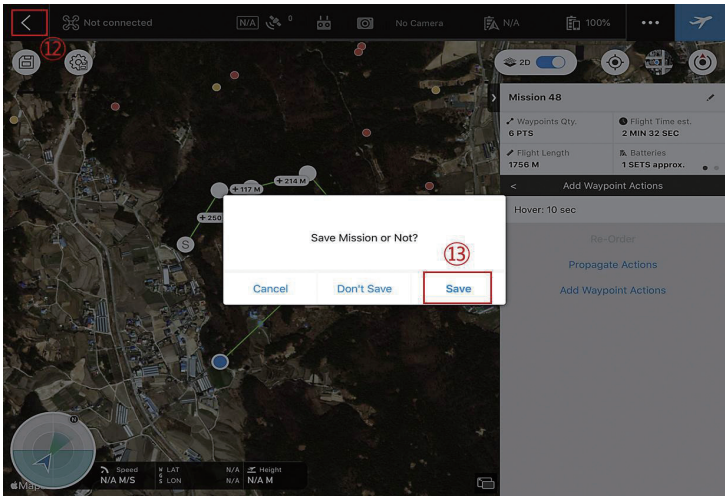
순서 3. 웨이포인트에서 30초 동안 호버링 설정



순서 4. 모든 웨이포인트에도 동일한 기능 부여(복사)

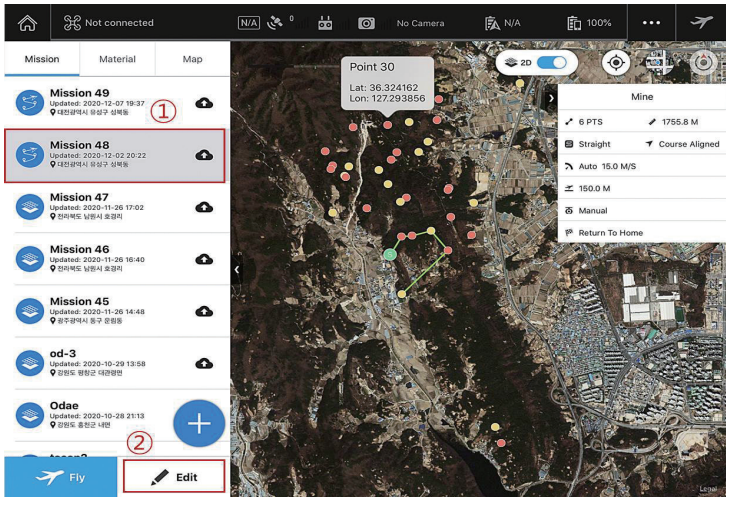


순서 5. 모든 설정값 저장하기



3) 비행계획 편집

순서 1. 비행계획 설정이 완료된 후, 설정값을 변경하고자 할 경우 적용
순서 2. 변경하고자하는 비행 계획 파일 선택(①번), 편집 버튼 클릭(②번)
순서 3. 편집 모드로 들어간 후에는 '비행계획 수립' 메뉴와 동일함

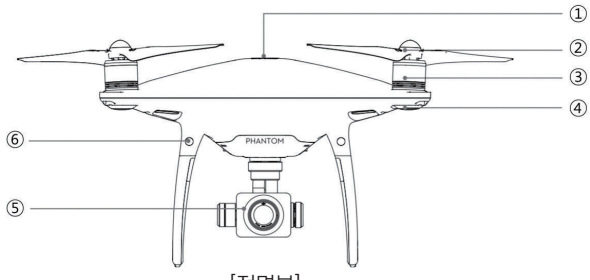


다. 비행 및 촬영

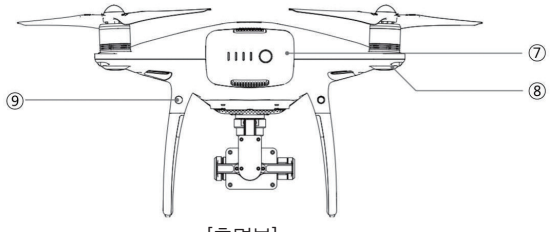
비행 및 스냅촬영 운용

- 기관별 드론 보급 유형에 따른 팬텀4 프로를 기준으로 함(팬텀4 매뉴얼 참조)
- 수동 비행을 통해 목표지점에 대한 연직사진, 사각사진 촬영을 목적으로 함
- 안전 확보를 위한 사전 점검 및 계획수립이 뒷받침되어야 함

1) 드론 및 컨트롤러 주요 명칭, 기능

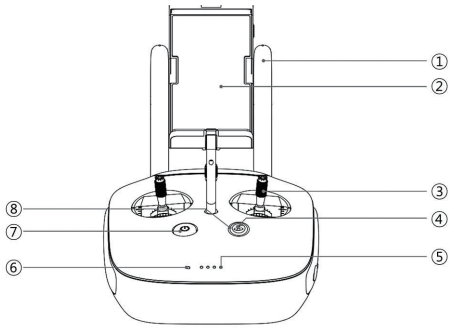


[전면부]



[후면부]

번 호	명 칭	번 호	명 칭
①	GPS	⑥	전방 비전 시스템
②	프로펠러	⑦	배터리
③	모터(로터)	⑧	기체 상태 표시기
④	전방 LED	⑨	후방 비전 시스템
⑤	짐벌 및 카메라	–	–



[조정기]

번 호	명 칭	설 명
①	안테나	기체 제어 신호와 동영상 신호를 중계
②	모바일 장치 홀더	모바일 장치를 조종기에 장착
③	조종 스틱	드론의 방향과 이동 제어
④	리턴 투 홈(RTH)	버튼을 길게 누르면 리턴 투 홈(RTH) 실행
⑤	배터리 상태 LED	조종기 배터리의 상태를 표시
⑥	상태 LED	조종기의 시스템 상태 표시
⑦	전원	조종기의 전원 온, 오프
⑧	리턴 투 홈 LED	리턴 투 홈 상태 표시 LED

✓ 드론 운용 유의사항

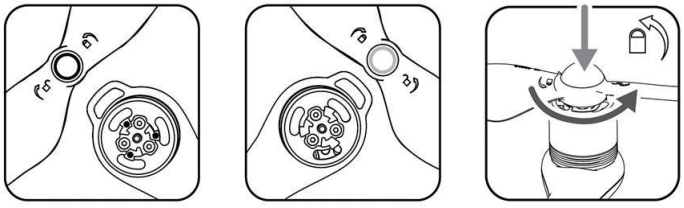
1. 충청남도 및 관련 공공기관에서 드론을 운용할 경우, '충청남도 드론 · 공간정보 보안관리 매뉴얼' 준수
2. 비행 전, 비행 중, 비행 후 및 DJI社 무인비행장치 정보유출 등 참조
3. 항공안전법 및 비행규칙 준수

2) 드론 본체의 조립 및 준비

■ 프로펠러의 장착

- 프로펠러 중심부의 색상이 서로 다른 색상으로 구분되어 있음(검은색 링 2조, 은색 링 2조)
- 드론 본체의 모터(로터)의 색상과 서로 일치하도록 장착(고정)함

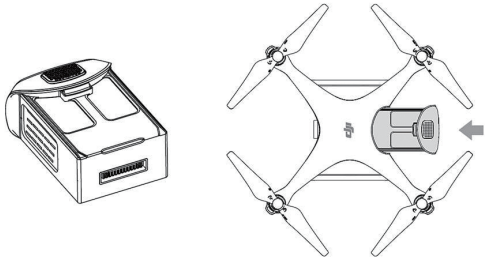
- 프로펠러를 로터 부위에 맞추고, 아래 방향으로 누른 상태에서 잠금 방향으로 돌려서 장착(고정)
- 분해는 장착의 반대 순서로 실시함
  (장착 전 프로펠러의 외관에 균열 및 파손 여부를 확인해야 함)



[프로펠러의 조립]

■ 배터리 장착

- 배터리는 사전에 충전이 완전이 이루어져야 함
- 일반적으로 배터리 1개의 경우 20분 내외의 비행이 가능하며, 1회 비행 후에는 안전을 고려하여 새로운 배터리를 활용하는 것을 권장함
- 준비된 배터리는 아래의 그림과 같이 본체에 방향을 맞춰 소리가 날 때까지 삽입(누름)



[배터리 준비 및 장착]

■ 전원 ON

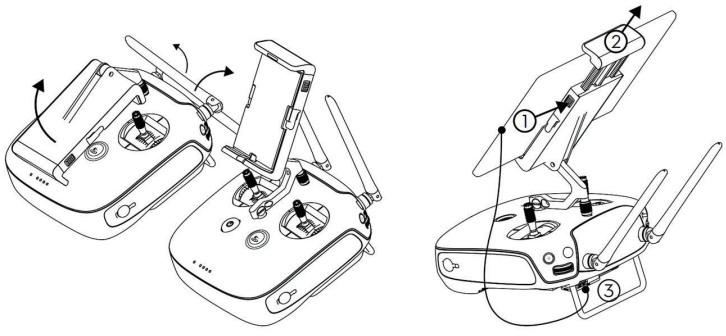
- 배터리 측면의 전원 버튼을 두 번 연속하여 눌러 전원 ON(소리가 날 때까지)

■ 메모리 카드(마이크로 SD 카드) 삽입

- 드론 본체에 포맷이 완료된 마이크로 SD 카드를 삽입
- 마이크로 SD카드의 성능에 따라서 동영상 촬영시 약 15초 간격으로 중단되는 경우가 발생하므로 규격에 맞는 메모리 카드를 삽입해야 함

3) 컨트롤러 및 모바일 장치 설정

순서 1. 컨트롤러(조종기), 모바일 장치(패드 등)의 배터리 충전 여부 확인
순서 2. 조종기를 펼치고, 모바일 장치를 장착함
순서 3. 조종기와 모바일 장치의 케이블을 연결하고, 안테나를 조정함
순서 4. 조종기의 전원버튼을 연속하여 두 번 눌러 전원 ON
(조종기 및 모바일 장치의 배터리는 충전이 완료된 상태이어야 함)



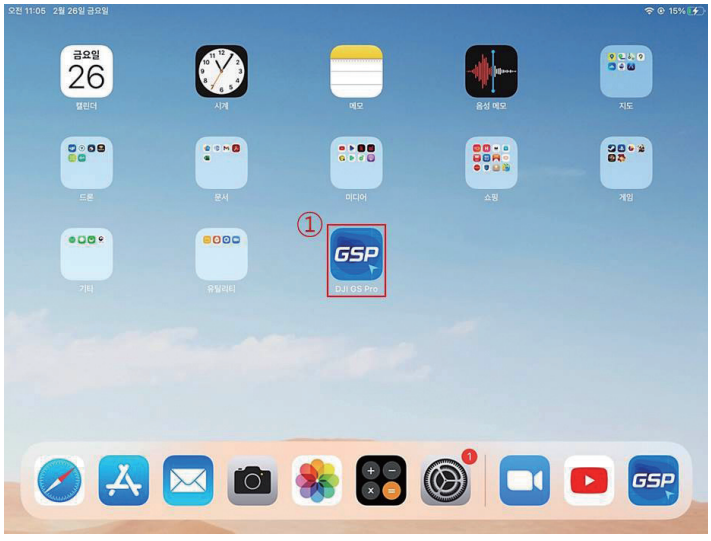
[조종기 및 모바일 장치의 연결]

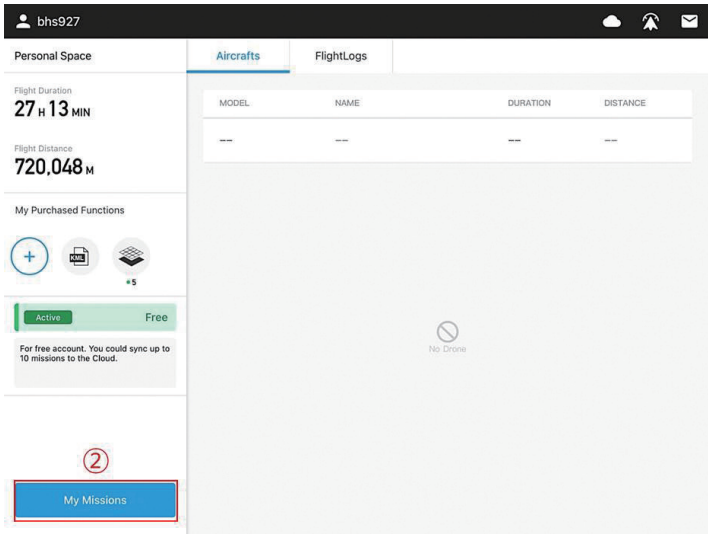
✓ 조종기 운용

1. 드론의 조종기에 대한 세부 기능 및 조작방법은 사전에 숙지함
2. 2021년 항공안전법 시행규칙 일부 개정안에 따라서 무인동력비행장치 운용 자격기준이 변경됨을 참조
   - 1종 : 최대이륙중량이 25킬로그램을 초과하고 연료의 중량을 제외한 자체중량이 150킬로그램 이하
   - 2종 : 최대이륙중량이 7킬로그램을 초과하고 25킬로그램 이하
   - 3종 : 최대이륙중량이 2킬로그램을 초과하고 7킬로그램 이하
   - 4종 : 최대이륙중량이 250그램을 초과하고 2킬로그램 이하

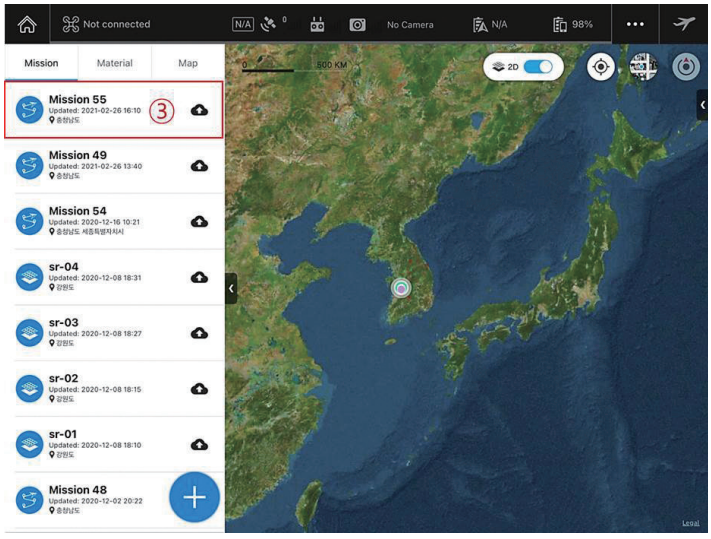
4) 패드 프로그램 열기 및 연결 확인

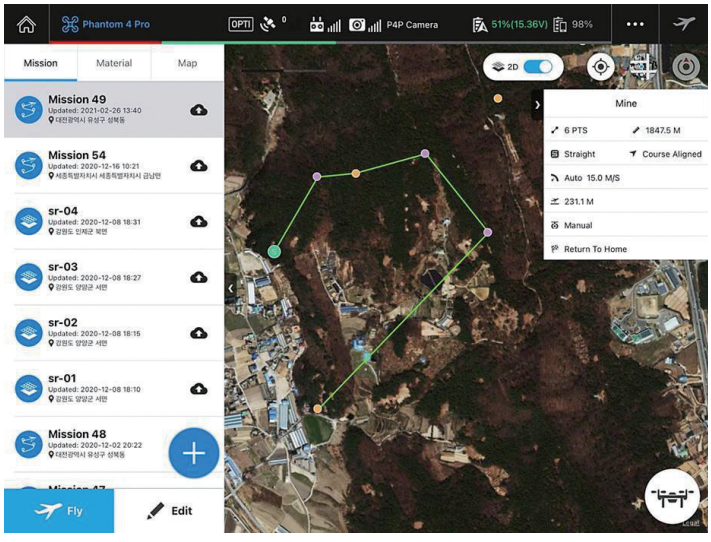
순서 1. 패드에서 드론 운용프로그램(GSP) 실행
순서 2. “My Missions”을 통해 사전에 수립된 비행계획을 불러오기





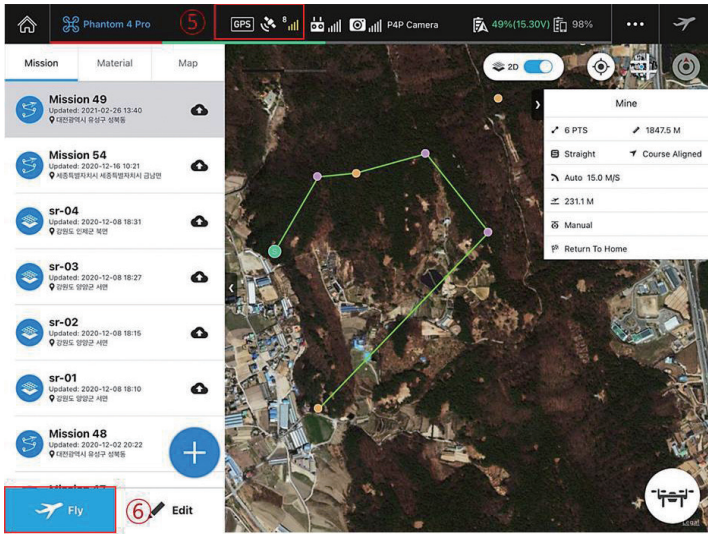
순서 3. 사전에 계획된 미션을 선택
순서 4. 패드와 컨트롤러 연결 및 전원 ON, 기체 전원 ON을 통해서 ④번 항목의 연결사항 확인(연결유무, 배터리, 배터리 잔량 등)

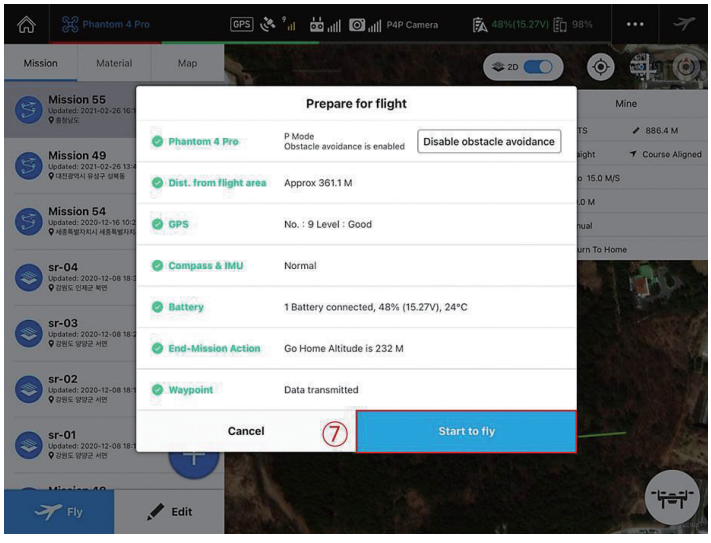




순서 5. 최초 전원 ON 이후 초기에는 GPS 연결이 안된 상태로서 'OPTI"모드로 설정되어 있으나, 시간이 경과 후, GPS가 연결될 경우 ⑤항목과 같이 GPS 모드로 변경됨을 반드시 확인

순서 6. GPS 모드 확인 후, 'FLY' 버튼을 클릭하여 비행 시작

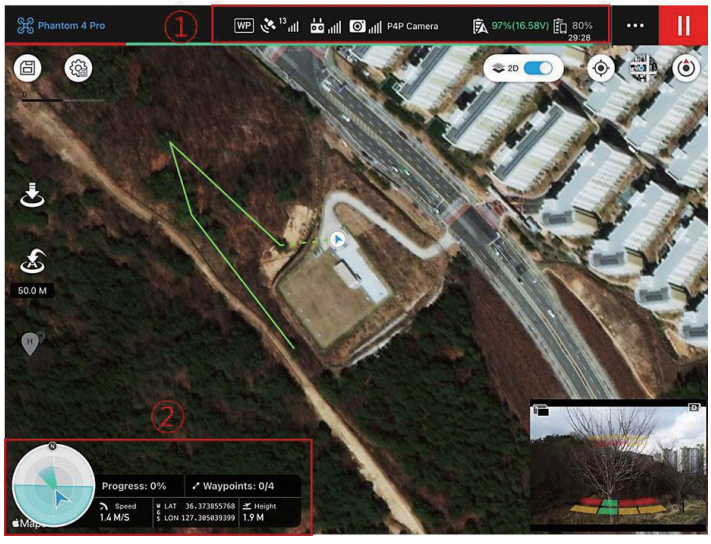




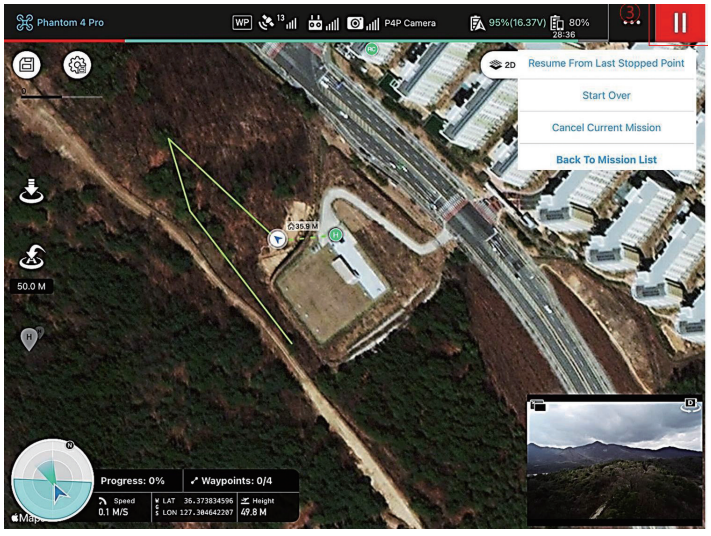
순서 7. 실제 비행이 이루어지기 전에 ⑦항목과 같이 전체 비행 설정에 대한 요약정보를 재확인하고, 특이사항이 없을 경우 'Start to fly'버튼을 클릭하여 비행을 실시함
순서 8. 드론이 자동으로 비행하는 단계로서 경로를 따라 비행을 실시함

5) 비행

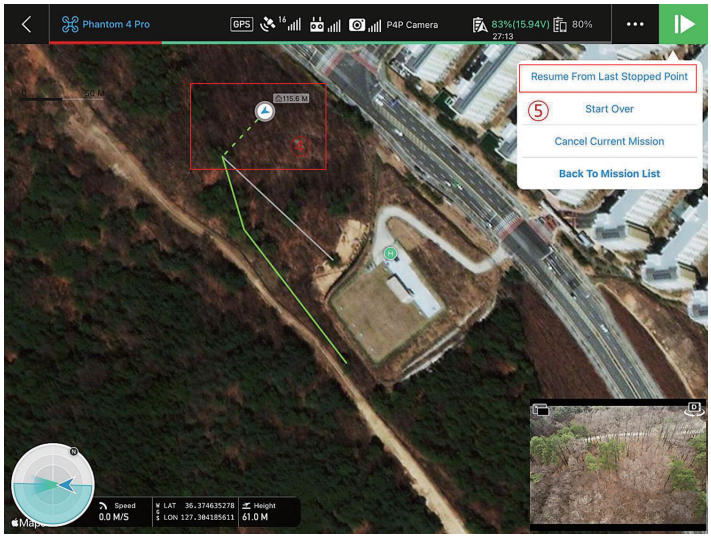
순서 1. 자동비행 과정에서 ①번 항목의 통신 및 컨트롤러 연결 상태 확인
순서 2. ②번 항목에서 비행속도, 방향, 고도, 좌표 등의 정보를 확인
비행 → 호버링 → 하강 → 연직사진 촬영 → 측면이동 → 사각사진 촬영 → 경로복귀 → 비행



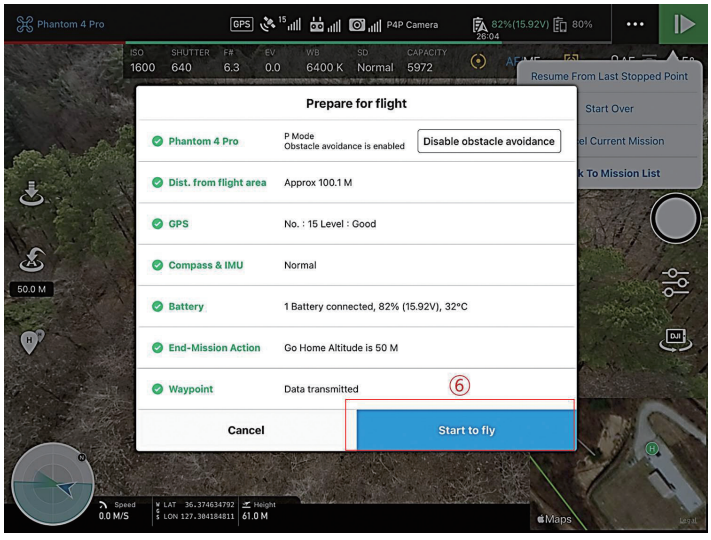
순서 3. 고사목(웨이포인트) 위치에서 ③번 항목을 클릭하여 자동비행 일시정지

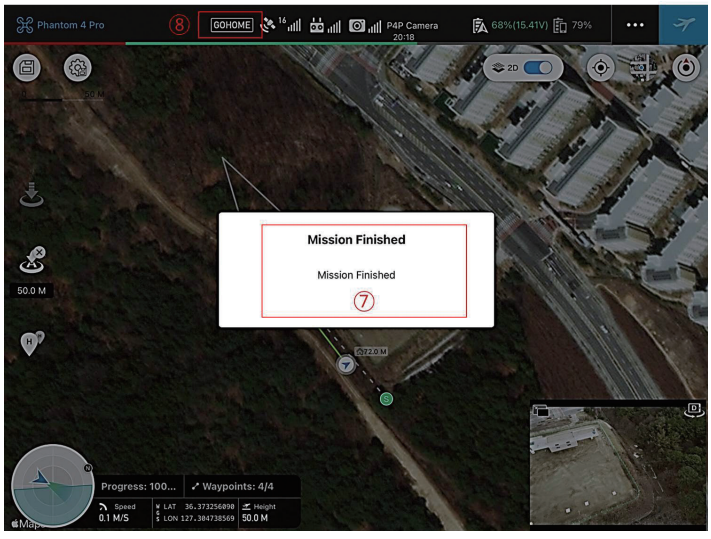


순서 4. 측면사진을 찍기위해 ④번과 같이 이동하고, 완료 후에는 ⑤클릭(자동비행 상태로 복귀)



순서 5. 자동복귀 버튼(Resume from last stopped point)을 클릭할 경우 아래와 같은 화면의 요약정보를 확인하고, ⑥번 메뉴 클릭
순서 6. 이와 같은 방법을 웨이포인트(고사목) 마다 반복작업을 실시함
순서 7. 모든 촬영이 완료된 후, ⑦~⑧의 창이 띄워진 상태에서 이륙지점으로 복귀





라. 사진 판독

1) 잣나무 고사목 인덱스

✓ 소나무재선충병 관련 고사목 판독

- 소나무재선충병 고사목의 사진 판독은 소나무 및 잣나무 등으로 한정
- 드론 사진에 리기다소나무, 해송, 소나무 등의 구별은 대체적으로 어려움
- 다만, 소나무와 잣나무의 구분은 명확하며, 기타 낙엽침엽수와의 구분이 중요함

■ 잣나무 인덱스 1



〈연직〉



〈측면〉

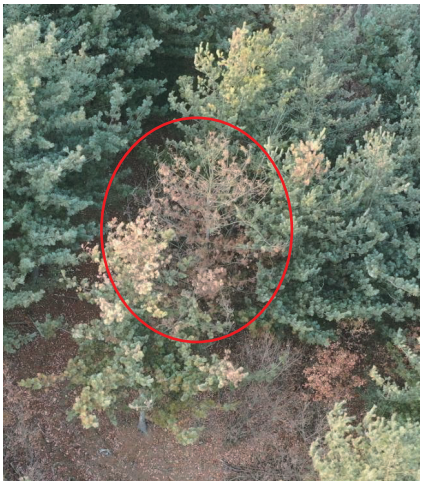
- 잣나무는 단일 입목으로 존재하지 않기 때문에 주변의 임상을 고려한 판단을 실시함
- 건전한 상태의 잣나무는 흰색계열의 녹색을 보이고 있음
- 대부분 조림지역으로서 입목이 오와 열을 갖추고 있는 경우가 많음
- 수관의 폭은 영급에 따라 다르나 일반적으로 2m 이상을 갖고 있음
- 연직방향에서 수관은 방사형이며, 측면사진에서는 줄기가 곧은 특징을 갖고 있음

■ 잣나무 인덱스 2

- 주변의 잣나무 임분을 고려한 판단이 필요하며, 고사가 진행중인 잣나무



〈연직〉



〈측면〉

■ 잣나무 인덱스 3

- 잣나무림내의 단일 고사목



〈연직〉



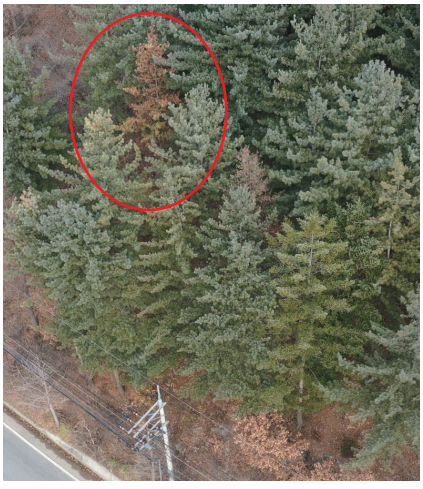
〈측면〉

■ 잣나무 인덱스 4

- 잣나무림내의 고사목



〈연직〉



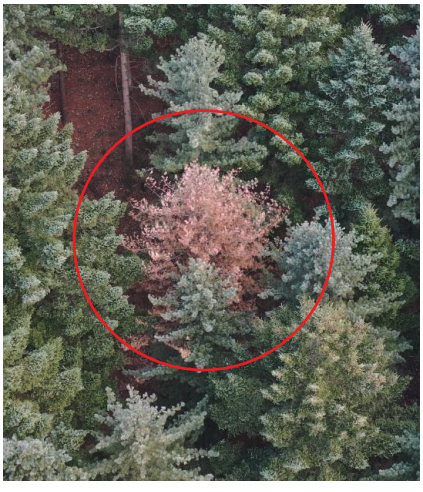
〈측면〉

■ 잣나무 인덱스 5

- 잣나무, 전나무 임분내의 잣나무 고사목



〈연직〉



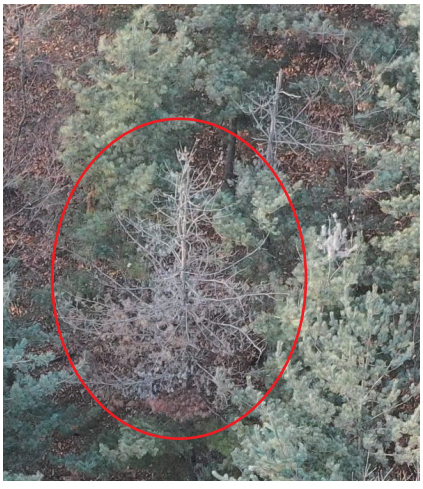
〈측면〉

■ 잣나무 인덱스 6

- 고사 후, 2년 정도 경과한 잣나무로서 잎이 탈리되어 가지만 남은 경우에는 사진에 줄기가 흰색을 보이게 됨



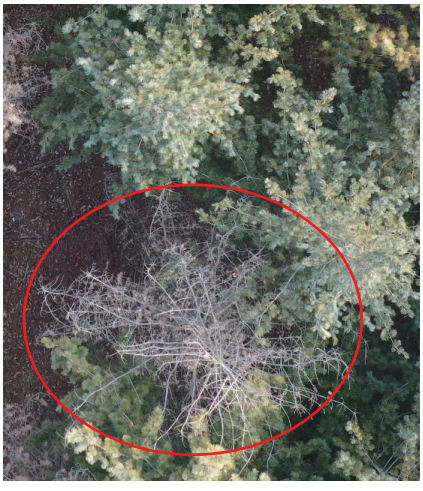
〈연직〉



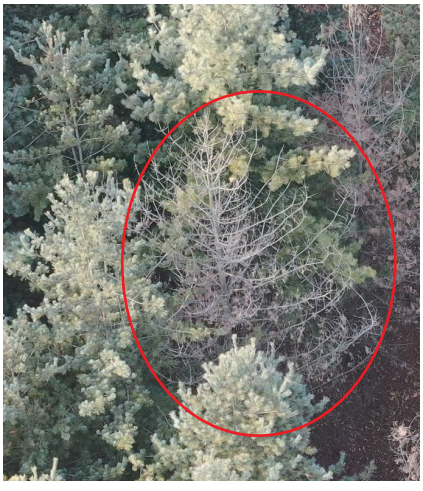
〈측면〉

■ 잣나무 인덱스 7

- 고사 후, 잎이 탈리된 고사목(고사후 2년 정도 경과)



〈연직〉



〈측면〉

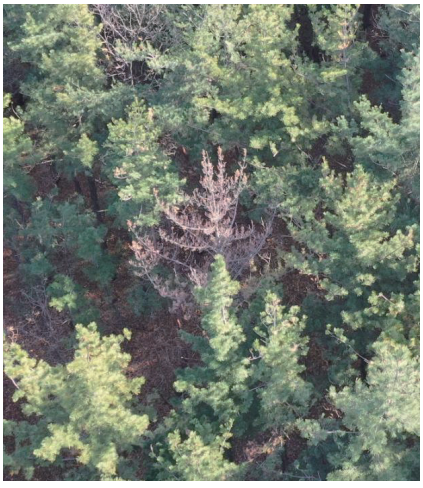
2) 소나무 고사목 인덱스

■ 소나무 인덱스 1

- 숲가꾸기 완료된 지역에서의 소나무 고사목



〈연직〉



〈측면〉

- 건전한 소나무는 연한 녹색으로 표현되며, 수관의 형태는 매우 불규칙하기 때문에 영상분석에서 혼돈이 발생함
- 따라서 활엽수 고사목, 잣나무 및 낙엽송 고사목과의 차이점을 고려한 영상분석이 이루어져야 함
- 소나무 고사목은 잣나무 고사목과 비교하여 색상이 연한 붉은색을 보이며, 황토색에 가까운 특징이 있음
- 잣나무 및 낙엽송 고사목은 방사형의 수관형태를 보이고 있으나, 소나무는 형태가 명확하지 않고 불규칙하기 때문에 잣나무, 낙엽송과 차이점이 있음
- 계절에 따라서 활엽수 및 침엽수의 형태가 다르기 때문에 다른 시기의 위성영상을 참조하여 영상분석을 실시할 경우 정확도를 높일 수 있음

■ 소나무 인덱스 2

- 침활혼효림 지역에서의 소나무 고사목(1)



〈연직〉



〈측면〉

■ 소나무 인덱스 3

- 침활혼효림 지역에서의 소나무 고사목(2)



〈연직〉



〈측면〉

■ 소나무 인덱스 4

- 건전한 소나무와 잣나무의 색상이 다르며, 측면사진에서 소나무임을 확인



〈연직〉



〈측면〉

■ 소나무 인덱스 5

- 연직사진에서 오판이 발생할 수 있으며, 잎이 탈리된 상태의 소나무 고사목



〈연직〉



〈측면〉

■ 소나무 인덱스 6

- 고사후, 시간이 경과하여 잎이 탈리된 상태의 소나무 고사목



〈연직〉



〈측면〉

■ 소나무 인덱스 7

- 소나무림 및 활엽수림 경계에서 발생한 소나무 고사목



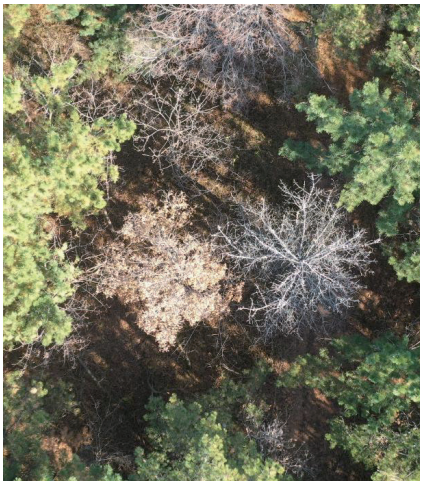
3) 기타 오판독 관련 고사목 인덱스

✓ 소나무재선충병 관련 고사목 오판독

- 활엽수와 침엽수의 구분이 명확해야 함
- 침엽수에서도 상록침엽수와 낙엽침엽수의 구분이 명확해야 함(낙엽송)
- 계절에 따라 산벗나무, 떡갈나무, 아까시, 자귀나무 등의 구분이 필요함

■ 활엽수 오판독(1)

- 고사 혹은 단풍 발생 후, 잎이 남은 경우와 탈리된 경우의 활엽수



〈연직〉



〈측면〉

- 가을철 단풍으로 인한 활엽수는 영상판독에 가장 큰 문제점으로 작용함
- 활엽수 고사목 및 단풍은 수관의 형태가 원형을 보임
- 수관 내의 줄기는 복잡한 형태로 서로 엉켜있는 모습이며, 잎이 탈리된 경우 흰색으로 표현
- 소나무 및 잣나무림 내에 단독적으로 고사된 입목이 존재
- 수관의 폭은 영급에 따라 다르나 일반적으로 침엽수(소나무, 잣나무) 보다 넓음
- 잎의 유무에 따라서 형태가 서로 상이하게 표현될 수 있음

■ 활엽수 오판독(2)

- 단풍으로 인한 졸참나무의 영상판독 오판 사례



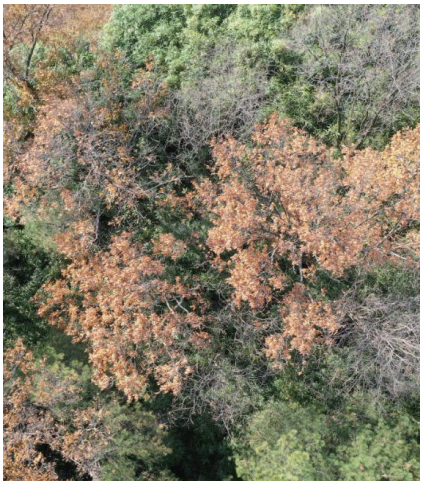
〈연직〉



〈측면〉

■ 활엽수 오판독(3)

- 단풍으로 인한 기타활엽수의 영상판독 오판 사례



〈연직〉



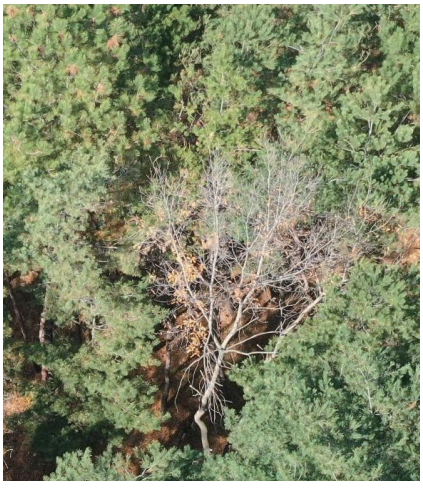
〈측면〉

■ 활엽수 오판독(4)

- 단풍으로 인한 기타활엽수의 영상판독 오판 사례



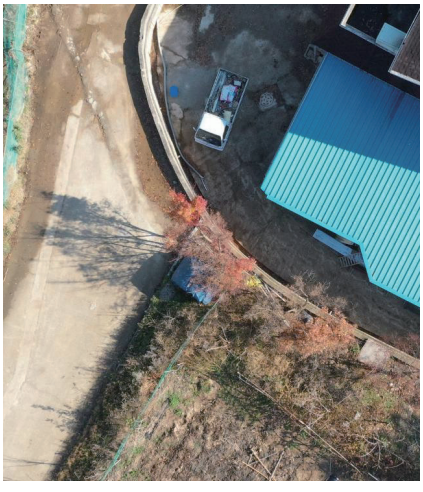
〈연직〉



〈측면〉

■ 활엽수 오판독(5)

- 단풍으로 인한 기타활엽수의 영상판독 오판 사례



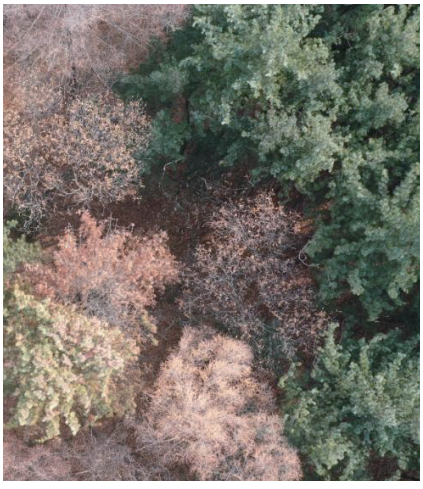
〈연직〉



〈측면〉

■ 침엽수 오판독(1)

- 낙엽송 단풍으로 인한 오판독 사례



〈연직〉



〈측면〉

■ 침엽수 오판독(2)

- 낙엽송 단풍으로 인한 오판독 사례



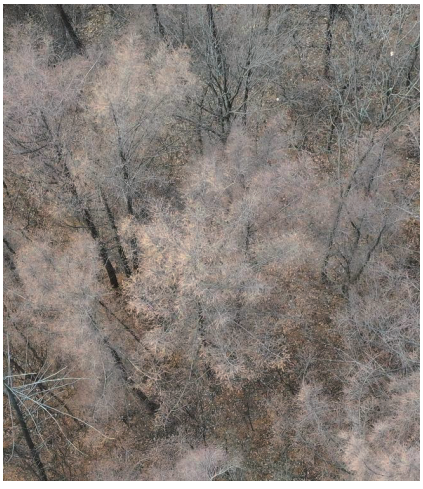
〈연직〉



〈측면〉

■ 침엽수 오판독(3)

- 낙엽송 단풍으로 인한 오판독 사례



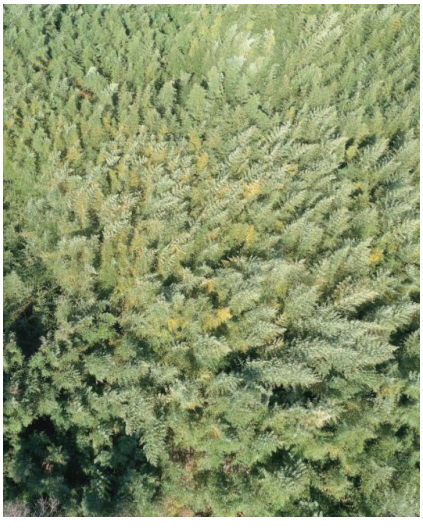
〈연직〉



〈측면〉

■ 침엽수 오판독(4)

- 죽림(대나무)의 정사영상 형태







PART 6





현장조사

가. GNSS(GPS) 운용

나. QR코드 활용 현장조사

제6장 현장조사

가. GNSS(GPS) 운용

고사목 위치 확인

- 드론 정사영상에서 추출한 고사목의 정확한 위치 확인(현장조사)
- 이미 알고 있는 좌표를 찾아가는 과정으로 정밀도가 높은 GNSS 장비활용
- 고사목 위치좌표 및 QR 코드 기반의 감염의심목 조사

1) 접근 경로(루트) 선정

■ 진입로 및 숲길(임도) 등 최단 거리 확인

- 고사목까지 도달하기 위한 경로를 계획하는 과정으로서 효율성에 가장 큰 영향을 미치는 인자임
- 임지내에서 하층식생 및 장애물이 없을 경우에는 최단거리로 이동할 수 있으나, 그렇지 않을 경우에는 능선을 중심으로 이동 또는 등고선 방향으로 이동
- 계곡부를 따라 이동하는 것은 매우 위험하고 시간이 많이 소요되는 경로임
- 따라서 주변의 농로, 임도, 작업로, 등산로 등 기 개설된 숲길의 현황을 파악함



[고사목 주변 임도 및 작업로, 농로 등 기개설 숲길 현황 파악]

■ 주요 지점 및 지형지물 확인

- GNSS를 활용하여 목표물을 찾아갈 경우 처음부터 활용하지 않고, 주변의 묘지 및 작업로를 중심으로 이동하면서, 목표물까지의 거리와 방향을 확인하는 방법을 적용
- GNSS에 표기된 위치좌표는 대상 고사목과의 거리가 약 50m 이내에서 확인하여 정확한 고사목의 위치를 찾음



[경유 지점으로서 묘지를 선택하고, 이동경로는 작업로를 활용]

2) GNSS 장비의 활용

■ TCT 시리즈 GNSS 장비

- 산림분야에서는 휴대성 및 장비 가격 등을 고려하여 저가형 GNSS를 활용함
- 산림내에서 GNSS 측량은 위성신호 불량 및 잡음(멀티패스) 등으로 위치오차가 크게 발생(모든 상황에서 문제가 되지 않으나, 문제 발생시 사용자는 인지할 수 없음)
- 따라서 산림토목사업을 제외하고는 수평위치오차 3m 내외의 장비를 활용해야 함
- 이에 본 매뉴얼에서는 과거의 도내 자치단체의 장비보유 현황 및 미래 활용 가능성을 고려하여 아래의 장비에 대한 활용 기법을 적용하여 설명



[Trimble社 TCT 시리즈 GNSS; 임지내에서의 수평위치 오차 약 3m 이내]

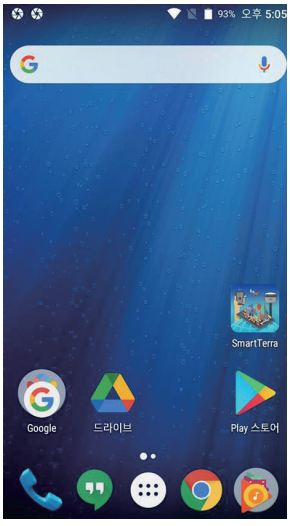
성능	Trimble TDC100	Trimble TDC600
프로세서	퀄컴 스냅드레곤410 쿼드코어, 클럭 1.2GHz	퀄컴 스냅드레곤626 옥타코어, 클럭 2.2GHz
메모리	2GB SDRAM	4GB RAM
GNSS 채널	72채널(GPS, GLONASS, SBAS 등)	72채널(GPS, GLONASS, SBAS 등)
정확도(실시간)	1.5m	2m 이하
사용시간	최대 15시간	최대 15시간
디스플레이	5.3인치	6.0인치
카메라	13MP 플레쉬 라이트	13MP 플레쉬 라이트

✓ 레져용 장비 활용시 유의사항

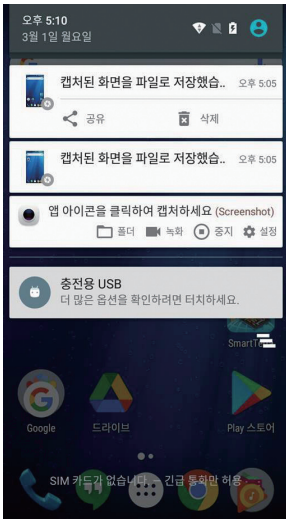
- 레져용 GPS 장비 활용시 천공율이 높거나, 조건이 양호할 경우 위치오차에 대한 정도가 크지 않음
- 울폐도가 높거나, 계곡부 등 열악한 조건에서 장비의 안정화가 이루어지지 않을 경우 수평 위치 오차가 크게 발생하기 때문에 운용하는데 제약사항이 있음
- 가급적 맵핑용 GNSS 장비 활용을 추천함

3) GNSS 자료 업로드

■ 컴퓨터 – GNSS 연결(자료 업로드 준비1)



〈초기화면〉



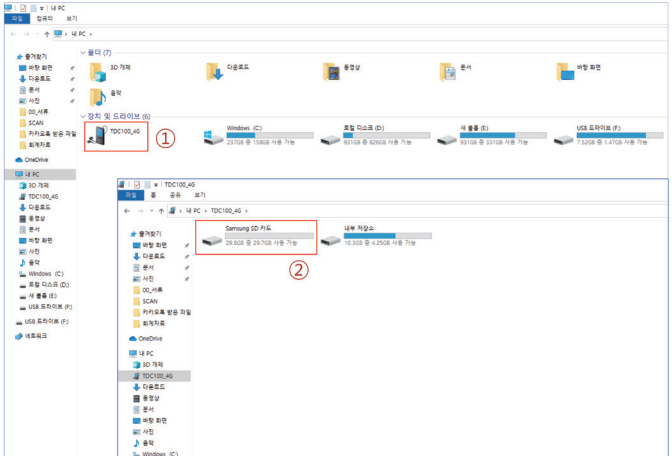
〈PC-GNSS 연결화면〉



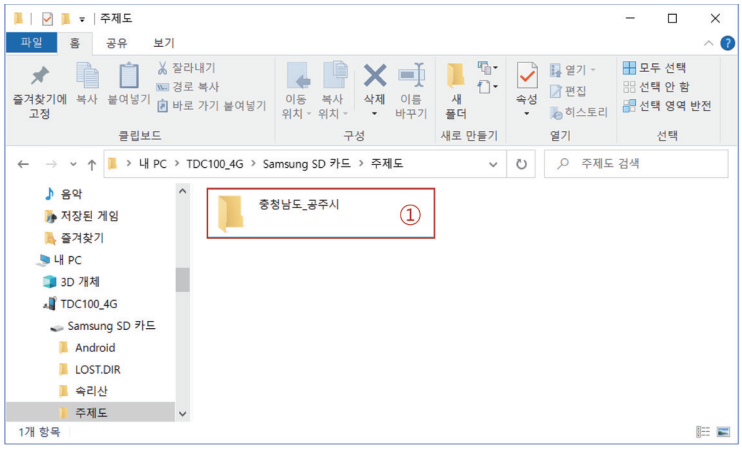
〈데이터 전송모드 설정〉

■ GNSS 메모리 경로 확인

- PC에서 생성된 주제도를 복사하고자 하는 GNSS 단말기 경로를 확인하는 단계

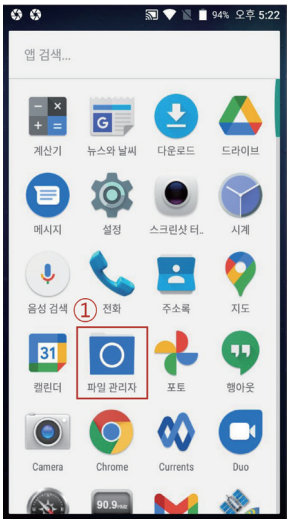


■ GNSS 단말기 해당 경로에 폴더 생성 후, 주제도 복사

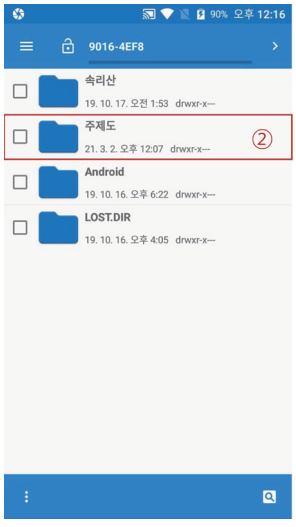


■ GNSS 단말기 해당 경로에 폴더 생성 후, 주제도 복사

- GNSS 단말기에서 복사된 파일을 재확인하는 단계(생략 가능)



〈파일 탐색기〉



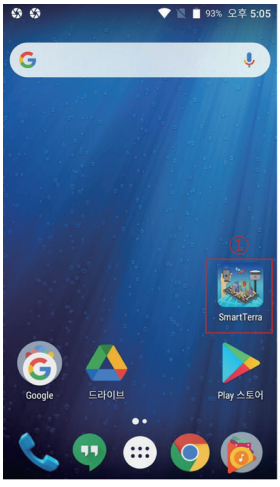
〈외부메모리-주제도 경로〉



〈최종 주제도 저장 폴더〉

4) 프로그램 실행 및 데이터 취득

■ 프로그램 실행 및 좌표계 설정



〈프로그램 실행〉



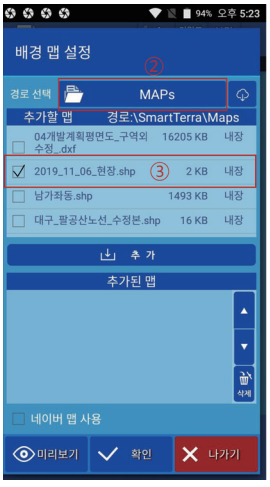
〈프로젝트 및 좌표계 설정〉

■ 배경맵 설정(주제도 불러오기)

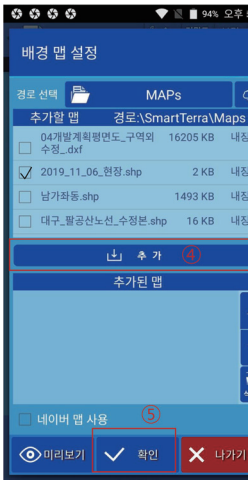
- 배경맵은 사전에 제작된 주제도이며, 해당 파일을 추가하여 확인함으로서 GNSS 단말기 화면에 포인트(점)를 띄울 수 있음(별도로 네이버 맵 활용 가능)



〈배경맵 추가 메뉴〉



〈주제도 경로, 파일 확인〉



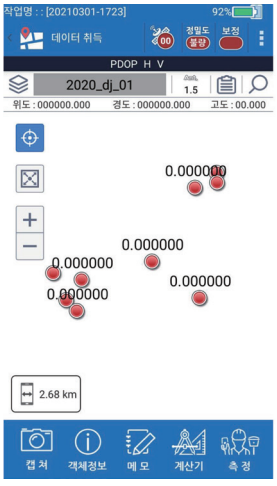
〈추가 – 확인〉

■ 배경맵(주제도 확인)

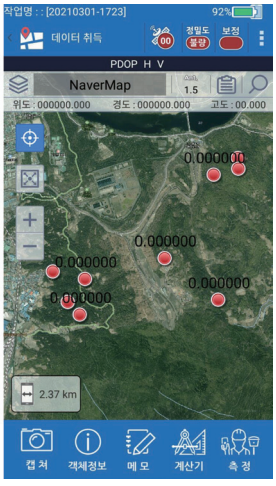
- 좌표계 설정, 주제도 추가가 완료된 후, 적용버튼을 클릭할 경우 주제도(점)가 화면에 표기됨(제조사 별도의 매뉴얼을 참조할 경우 네이버 위성영상 추가활용 가능)



〈설정 완료 후, 적용〉



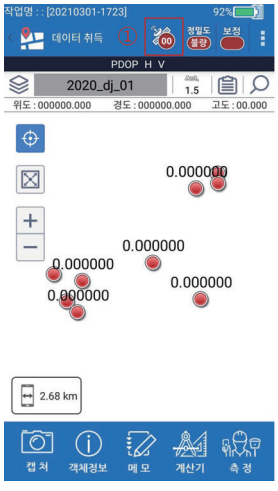
〈주제도(점) 추가 화면〉



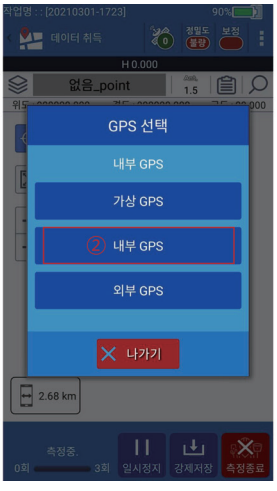
〈주제도-네이버지도 추가 화면〉

■ 데이터(점) 취득

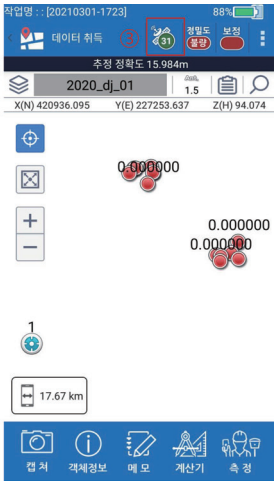
- 위치결정 인공위성 연결



〈인공위성 연결 메뉴〉

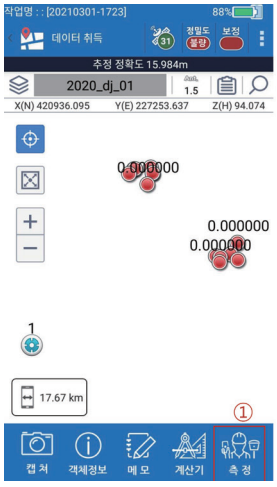


〈활용 안테나 설정〉

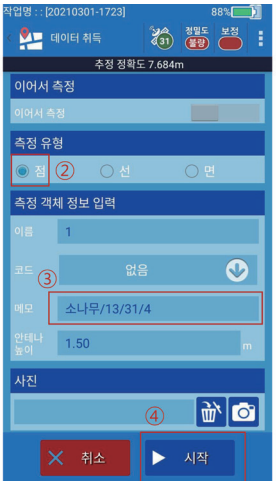


〈연결 완료(위성 수 확인)〉

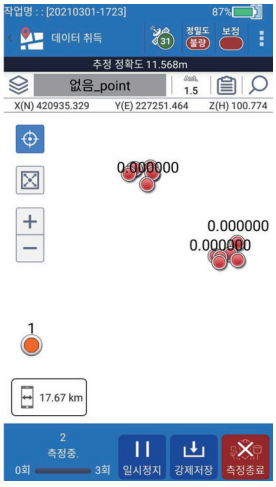
- 고사목 포인트 측정(고사목 위치에서 데이터 취득)
- 고사목에 대해서 동일 반복작업 실시



〈좌표취득 측정 메뉴〉



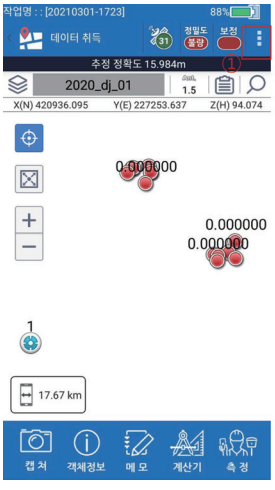
〈객체타입(점), 메모(속성값)〉



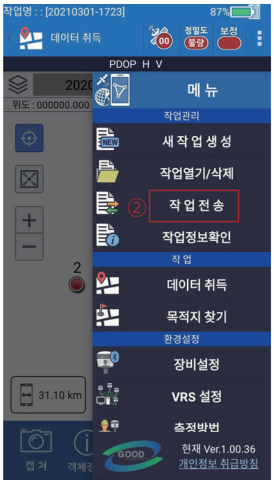
〈자동 측정 완료〉

■ 데이터 전송(내보내기)

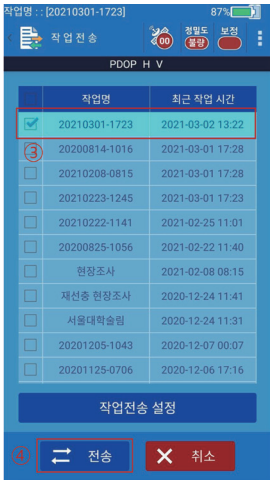
- 현장에서 취득한 고사목 좌표기록 프로젝트 내보내기



〈내보내기 메뉴 선택〉

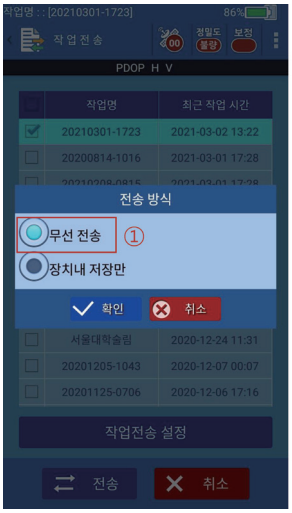


〈작업전송〉

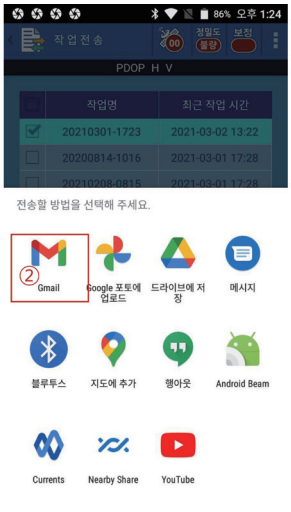


〈내보내기 데이터 선택, 전송〉

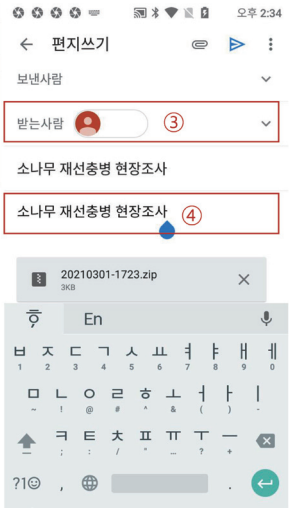
- 이메일을 통한 무선전송 실시(사전에 인터넷 및 이메일 계정 설정 실시)
- 전송이 완료된 이메일에는 해당 고사목에 대한 엑셀자료와 shp파일 자료가 첨부되어 있음



〈전송방법 선택〉



〈이메일 전송〉



〈이메일 보내기〉

나. QR코드 활용 현장조사

재선충병 정보관리 APP

- 산림청, 한국임업진흥원에서 개발한 소나무재선충병 예찰 스마트폰 앱
- 고사목 신고 및 시료채취 등 감염의심목 조사/관리 지원 체계
- 고사목 위치좌표 및 QR 코드 기반의 감염의심목 조사



[QR코드 고사목 신고 및 시료 등록 절차]

1) 앱 초기화면 구성

■ 재선충병 정보관리 앱 초기화면

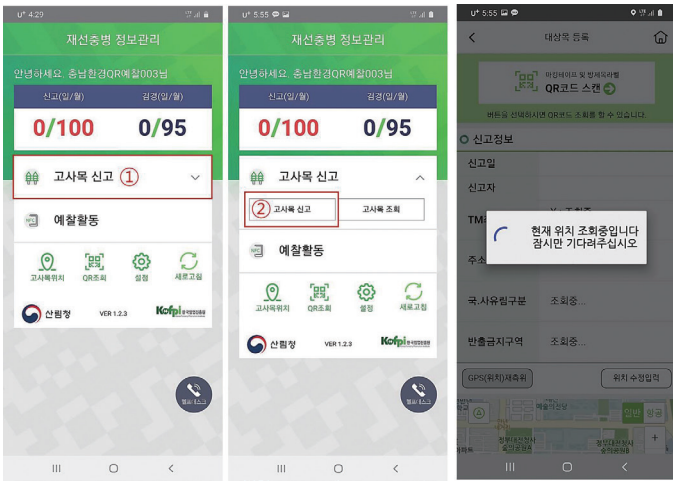


① 현재 단말기의 해당월 기준 신고 및 검경 건수 표기
② 고사목 신고 및 조회
③ 조회 및 설정
- 고사목 위치 : 주변 고사목 위치 및 현황 조회
- QR 조회 : 마킹테이프 및 시료 봉투등의 QR코드 조회
- 설정 : 사용자 정보 설정 등

2) 신규 고사목 신고

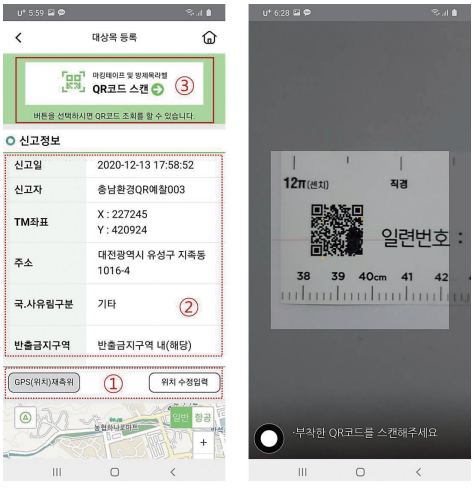
■ 고사목 위치 조회

- 신규로 확인된 고사목에 근접하여 휴대폰 앱에서 고사목 신고 버튼을 누름
  (자동으로 날짜 및 신고자, 좌표, 주소, 국 · 사유림 구분, 반출금지구역 등 검색 및 기록)



■ QR코드 표식 및 정보입력

- 시료채취가 완료된 고사목에 QR코드 표식 설치, QR코드 정보 입력



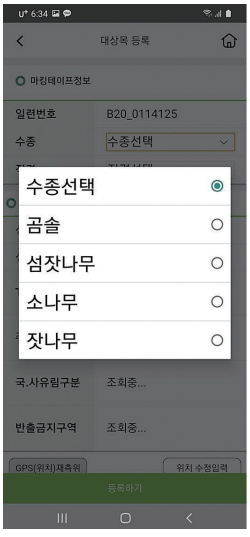
① 고사목의 위치가 잘못 표기되었을 경우 사용자 정의로 재설정
② 해당 지역의 고사목에 대한 정보 기록 (자동)
③ QR코드 스캔
- 고사목 시료채취
- QR코드 마킹테이프 설치
- QR코드 스캔 및 정보입력

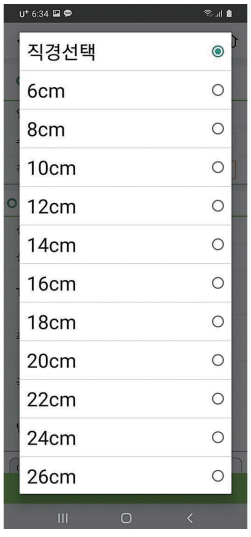






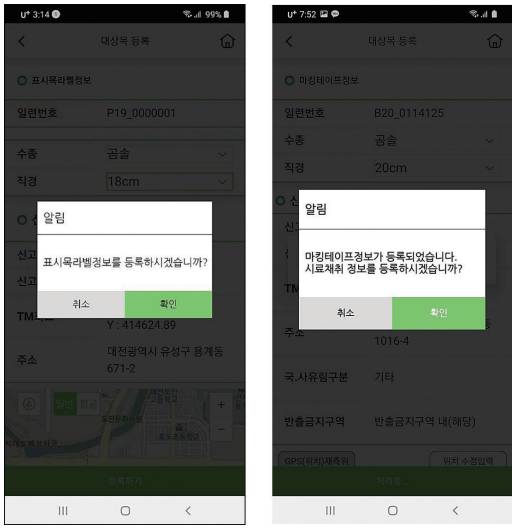
- 마킹테이프 설치 후, QR코드 스캔이 완료된 후에는 수종 및 직경정보 입력
- 모든 정보가 입력된 후에는 등록하기 버튼 누름(완료)







- 고사목의 신고(등록)가 완료된 후에는 시료 등록 여부를 확인함
  - 확인 버튼 : 곧바로 시료 등록 화면으로 변경
  - 취소 버튼 : 고사목 신고가 완료되고, 시료 정보는 등록되지 않음



3) 시료 등록

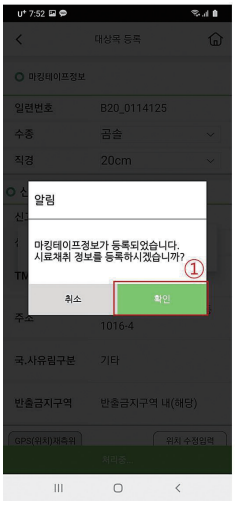
■ 시료채취 봉투 QR코드 부착

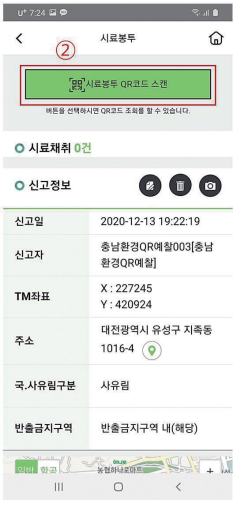
- 시료 봉투에 채취된 시료를 담고, 소나무 재선충병 이력관리 코드인 QR코드 라벨지 부착
- 라벨지에는 총 3개의 QR코드가 있으며, 가장 큰 QR코드가 시료에 기록되는 정보이며, 이외의 2개 QR코드는 검경 관련 코드임



■ 고사목 신고 직후 시료 등록

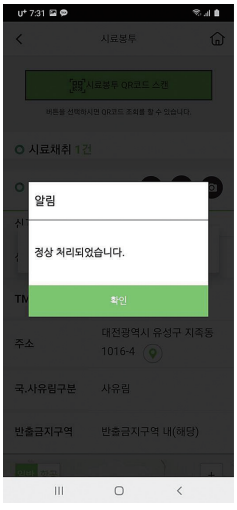
- 고사목 신고가 완료된 후에는 곧바로 시료등록 여부 확인하며, QR코드 스캔을 통해 시료 등록







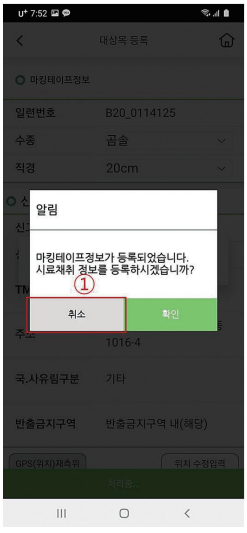
- 시료가 등록된 후에는 정상 처리됨을 알리는 창과 더불어 등록된 시료의 정보(③번), 신고된 고사목의 정보(④번)를 확인할 수 있음



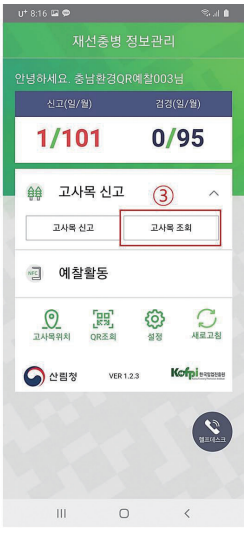


■ 고사목 신고 후 별도(추가) 시료 등록

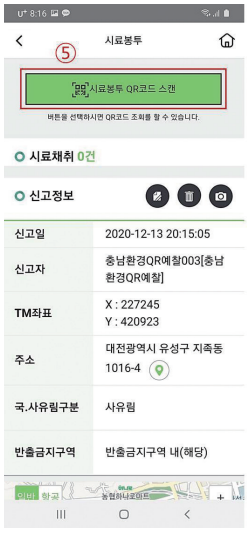
- 현장에서 곧바로 시료 등록을 실시하지 않고 추후에 등록할 경우 적용되는 절차임
- 고사목 신고 후, 시료정보 등록 여부에서 취소 선택(①번)
- 별도로 시료채취가 완료되고, QR코드를 부착한 후에는 고사목 조회(③번)를 통해 등록

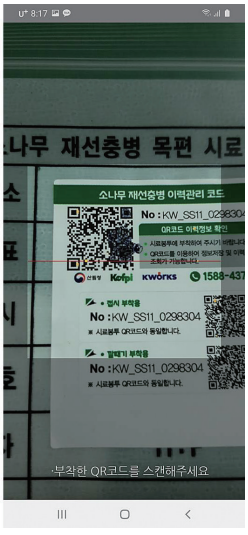




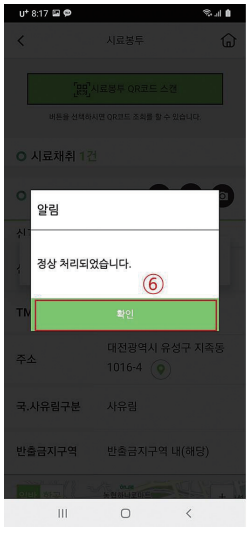








- 시료에 대한 QR코드를 등록한 후에는 아래의 그림과 같이 정상 처리됨과 더불어 시료에 대한 정보와 고사목에 대한 정보를 확인할 수 있음







드론을 이용한

소나무재선충병 스마트 예찰 매뉴얼

발 행 일 | 2021. 6.

발 행 처 | **충청남도산림자원연구소**
세종특별자치시 금남면 산림박물관길 110
Tel. 041) 635-7362
Fax. 041) 635-7978
http://keumkang.chungnam.go.kr

인 쇄 처 | 일신인쇄문화사
Tel. 041) 853-6888

* 본 매뉴얼의 저작권은 충청남도 산림자원연구소에 있으며, 본 내용의 무단 전제와 복제를 금합니다.