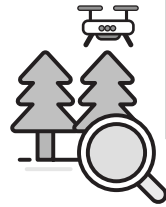


산림병해충 드론 예찰·방제사업 매뉴얼



산림병해충 드론

예찰·방제사업 매뉴얼



산림청



산림병해충 드론 예찰·방제사업 매뉴얼

제1장 총칙	1
제1조(목적)	3
제2조(적용범위)	3
제3조(용어의 정의)	3
제4조(관련법령)	8
제5조(안전 등 일반사항)	10
[참고] 비행승인 관할기관	22
 제2장 예찰	 27
제6조(일반사항)	29
제7조(계획 및 촬영)	36
제8조(정사영상 제작)	70
제9조(산림병해충 감염의심목 영상분석)	95
제10조(현장조사 및 시료채취)	121
제11조(주제도 및 성과품 제작)	131
 제3장 방제	 139
제12조(일반사항)	141
제13조(방제대상지 조사)	163
제14조(작업 전 준비)	167
제15조(방제작업)	175
제16조(안전관리)	188
제17조(작업 후 조치사항)	202

C · O · N · T · E · N · T · S



제4장 부록	207
부록 1. 예찰	209
1.1. 소나무재선충병 영상분석 인덱스 및 활용 사례	209
1.2. 산림병해충 드론 예찰 품셈	214
부록 2. 방제	221
2.1. 별표	221
[별표1] 산림병해충 드론 방제업무 수행절차	221
[별표2] 항공방제 적절성 검토기관	222
[별표3] 드론방제 구역경계 및 위험지역 표시	223
[별표4] 산림병해충 드론 방제업무 이력관리	224
[별표5] 보퍼트 풍력 계급표	225
[별표6] 액상약제 낙하조사지표	227
[별표7] 산림병해충 드론 방제 적용품셈	228
2.2. 별지	252
[별지1] 드론에 의한 공중살포 등에 수반한 사고보고서	252
[별지2] 산림병해충 항공방제 대상지 적정성 확인표	255
[별지3] 항공방제 사전 체크리스트	257
[별지4] 무인기 안전 체크표	258
[별지5] 작물보호제(농약) 사용체크표	262
[별지6] 작물보호제(농약) 사용기록부	263
[별지7] 사업 실행 보고서	264
2.3. 별첨	265
[별첨1] 항공방제 피해 보상의 범위 및 기준	265
[별첨2] 실시설계 과업지시서	281
[별첨3] 감리 과업지시서	289
[별첨4] 사업시방서	296
[별첨5] 사업비산출 예시	322

제1장 총 칙



제1장 총 칙

제1조 목적

- 1.1 이 매뉴얼은 「산림병해충 방제규정」 제4조제7항, 제49조의2, 「소나무 재선충병 방제지침」에 따라, 드론을 이용한 산림병해충 예찰 및 방제 사업의 수행방법, 사업비 산출기준 등 산림병해충 예찰 및 방제를 위하여 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

제2조 적용범위

- 2.1 산림병해충 드론 예찰·방제사업과 관련하여 다른 법령에서 정한 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고 본 매뉴얼을 따른다.
- 2.2 국가 및 지방자치단체의 장이 드론을 이용해 산림병해충 예찰과 방제 대책을 수립하여 시행하는 경우에는 본 매뉴얼을 적용한다.
- 2.3 본 매뉴얼은 「산림병해충 드론 예찰·방제사업」을 시행함에 있어 적용하여야 할 시방과 계약문서, 설계도·서 등의 통일적 해석과 운용에 필요한 사항을 제시한다.

제3조 용어의 정의

- 3.1 "드론"이란 조종자가 탑승하지 아니한 상태로 비행할 수 있는 비행체로서 「항공안전법」 상의 무인비행장치, 무인항공기, 국토교통부령으로 정하는 방식에 따라 비행하는 비행체를 말한다. '산림병해충 방제용

드론'은 무인멀티콥터와 무인헬리콥터(이하 '무인헬기'라 한다)를 의미한다.

3.2 '산림병해충'이란 산림에 있는 식물과 산림이 아닌 지역에 있는 수목(「농어업재해대책법」제2조제6조3.7에 따른 농작물은 제외한다)에 해를 끼치는 병과 해충을 말한다.

3.3 '예찰'이란 산림병해충이 발생할 우려가 있거나 발생한 지역에 대하여 발생 여부, 발생정도, 피해 상황 등을 조사하거나 진단하는 것을 말한다.

3.4 '방제'란 산림병해충이 발생하지 아니하도록 예방하거나, 이미 발생한 산림병해충을 약화시키거나 제거하는 모든 활동을 말한다.

3.5 '예찰·방제기관'이란 산림병해충의 예찰·방제를 하는 지방자치단체나 산림청 소속 기관을 말한다.

3.6 '발주자'라 함은 산림병해충 방제와 관련된 설계·감리 및 사업을 발주하고, 계약을 체결하여 이를 집행하는 자를 말한다.

3.7 '시행자 또는 수급인, 도급자'란 산림병해충 방제사업에 관해 발주자와 도급계약을 체결한 자 또는 회사·법인 등을 말하며, 기타 규정에 따라 인정된 도급자의 대리인을 포함한다.

3.7의1 산림병해충 예찰 시행자는 「항공사업법」에 따른 초경량비행장치 사용사업자의 요건을 갖춰야한다. 또한, 현장조사가 수반되는 경우에는 「산림기술법」에 따른 산림기술용역업자로서의 요건을 동시에 갖추거나 산림기술용역업자를 공동도급자로 지정하여야 한다. 다만, 국가 또는 지자체 및 한국임업진흥원 등 개별 법령에서 드론예찰 업무를 정하고 있는 경우에는 위 자격요건과 관계없이 드론예찰을 시행할 수 있다.

3.7의2 산림병해충방제 시행자는 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」에 따라 방제사업(시공)을 시행할 수 있는자여야 하며, 「항공사업법」에 따른 초경량비행장치사용사업자, 「항공방제업관리규정」에 따른 항공방제사업자로서의 요건을 모두 갖춰야 한다. 다만 공동도급에 의한 사업시행의 경우 주계약자를 산림병해충방제사업자로 하고, 초경량비행사업자와 항공방제사업자의 자격을 모두 가진 자를 공동도급자로 지정할 수 있다. 이 경우 공동도급의 비율은 직접사업비와 기타경비를 합산한 비율 이상을 초경량비행장치사용사업자의 비율로 한다.

3.8 '감독자'란 발주자를 대리하여 사업 감독을 담당하는 자로서, 산림병해충 방제사업 전반에 관한 업무를 관장하는 자를 말한다.

3.9 '책임기술자'란 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」, 「산림기술진흥 및 관리에 관한 법률」에서 정하는 기준을 충족하는 자로서 용역계약 체결 시 제출한 책임 있는 기술자로서 용역과업 전반에 대한 총괄업무를 업무를 수행하며, 그에 따른 책임을 지는 자를 말한다.

3.10 '감리원'이란 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」, 「산림기술진흥 및 관리에 관한 법률」에서 정하는 기준을 충족하는 자로서 당해 산림병해충 방제사업의 설계도·서, 기타 관계서류의 내용대로 시행되는지의 여부를 확인하고 품질관리, 작업관리 및 안전관리 등에 대한 기술지도와 발주자의 자문에 응하고 관계법령에 따라 감독권한을 대행하여 감리업무를 수행하는 자를 말한다.

- 3.11 '현장대리인(현장기술관리인)'이란 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」, 「산림기술 진흥 및 관리에 관한 법률」에서 정하는 기준을 충족하는 자로서, 관계법령에 의하여 수급인이 지정하는 책임 있는 시행기술자로서 그 현장의 사업관리 및 기술관리, 기타 업무를 시행하는 현장요원을 말한다.
- 3.12 '작업원'이란 방제사업의 실행을 위하여 사업시행자에 고용되어 현장 작업을 담당하는 방제 인력을 말한다. 드론 비행은 「항공사업법」에 따른 초경량비행장치조종자면허를 소지한 자가 실행하여야 하며, 방제(살포)는 「농약관리법」 시행규칙에 따른 항공방제기술자가 실행하여야 한다.
- 3.13 '계약문서'라 함은 계약서와 계약조건, 설계내역서, 설계도·서, 시방서 등과 기타 이것을 보충하는 서류를 말한다.
- 3.14 '시방서'라 함은 산림병해충 방제사업 수행에 관련되는 제반규정 및 요구사항 등을 정한 서류를 말한다.
- 3.15 '설계도·서'라 함은 시방서, 작업설계와 필요한 도면, 사업 내역서, 현장 설명서와 단가산출 근거 및 현장조사 자료 등을 첨부한 서류를 뜻한다.
- 3.16 '감리보고서'라 함은 계약문서에서 정한 정기·수시 및 감리원이 산림병해충 방제 품질 향상과 사업 전반에 대한 검토사항 등을 발주자 또는 감독자에게 제출하는 보고서를 말한다.
- 3.17 '설계변경'이라 함은 사업을 추진하면서 사업 현장 여건변동, 사업 추진 계획의 조정과 당초 설계내용대로 시공이 곤란하여 변경이 필요하거나, 목적물의 완성도를 높이기 위하여 설계를 수정·보완하는 것을 말한다.

- 3.18 '작성'이라 함은 설계·시공 또는 감리에 관한 각종 변경설계서, 계획서, 보고서 및 관련도·서를 양식에 맞게 제작하는 것을 말한다.
- 3.19 '지시'라 함은 발주자 측에서 발의하여 감독자(또는 발주자, 감리원)가 도급자에게 작업감독의 소관업무에 관한 방침, 기준, 계획 등을 알려주고 실시하게 하는 것을 말한다. 단, 지시사항은 계약문서에 나타난 지시 및 이행사항에 국한하는 것을 원칙으로 하며, 구두 또는 서면으로 내릴 수 있으나 지시사항과 그 결과는 반드시 확인하여 문서로 기록·비치하여야 한다.
- 3.20 '승인'이라 함은 발주자(감독자) 또는 감리원이 시공 또는 감리업무와 관련하여, 사업과 관련한 규정이 정하는 승인사항에 대해 감리원 또는 시공자의 요구에 따라 그 내용을 서면으로 동의하는 것을 말한다.
- 3.21 '입회'라 함은 감독자 또는 그가 지정하는 대리인이 현장에 참석하여 작업사항을 확인하는 것을 말한다.
- 3.22 '협의'라 함은 감독자와 도급자가 대등한 입장에서 합의하는 것을 말한다.
- 3.23 '전문사업체, 전문산림사업체'라 함은 등록된 산림관련 업무를 전문으로 수행하는 회사를 칭한다.
- 3.24 '유지관리'라 함은 사업시행 중의 각 사업종별 유지관리와 부분사업 완료 후 완료시점까지의 유지관리, 완료 후 일정기간(보통 하자기간에 이루어지는 공정)의 유지관리와 별도의 계약조건에 따라 행하여지는 유지관리를 포함한다.

제4조 관련법령

4.1 계약 및 회계예규

가. 계약관련 법률

- ① 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률
- ② 지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률

나. 회계예규

- ① 원가계산에 의한 예정가격 작성준칙
- ② 실적공사비에 의한 예정가격 작성준칙
- ③ 공사계약 일반조건
- ④ 공사 입찰 유의서
- ⑤ 기술용역 입찰유의서
- ⑥ 기술용역계약 일반조건
- ⑦ 공동도급계약 운용요령
- ⑧ 지수 조정률 산출요령
- ⑨ 공사 손해보험 가입업무 집행요령
- ⑩ 제한경쟁계약 운용요령
- ⑪ 선금 지급 요령
- ⑫ 입찰 참가자격 사전 심사요령
- ⑬ 적격심사 기준
- ⑭ 최저가낙찰제 대형공사에 대한 입찰금액의 적정성 심사기준
- ⑮ 공사의 수의계약 운용요령
- ⑯ 실비 산정기준
- ⑰ 현금으로 납부된 차액 보증금 및 계약보증금의 보증서 대체요령
- ⑱ 노임단가기준 결정방법 변경에 따른 시중노임적용 요령 시 참고 사항과 물가변동으로 인한 계약금액 조정방법 등
- ⑲ 정부 입찰계약 집행기준
- ⑳ 지방자치단체 입찰 및 계약 집행기준 등

4.2 사업운영 및 기타법률, 규정

가. 사업운영관련 법률 및 규정

- ① 산림기본법
- ② 산림보호법
- ③ 소나무재선충병 방제특별법
- ④ 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률(약칭 '산림자원법')
- ⑤ 산림기술 진흥 및 관리에 관한 법률(약칭 '산림기술법')
- ⑥ 기술사법
- ⑦ 엔지니어링산업 진흥법
- ⑧ 근로기준법
- ⑨ 환경분쟁조정법
- ⑩ 국유림의 경영 및 관리에 관한 법률(약칭 '국유림법')
- ⑪ 항공안전법
- ⑫ 항공사업법
- ⑬ 농약관리법
- ⑭ 항공방제업관리규정
- ⑮ 산림병해충방제규정
- ⑯ 소나무재선충병 방제지침
- ⑰ 중대재해 처벌 등에 관한 법률
- ⑱ 산업안전보건법

나. 품질규격 및 단위기준

- ① 한국산업규격(KS)
 - 1) KS A 0005 제도통칙
 - 2) KS F 1001 토목제도통칙
- ② 국제단위계(SI) : 7개 기본단위와 다양한 유도단위로 구성
 - 1) 기본단위 : 길이(m), 질량(kg), 시간(s), 전류(A), 온도(K), 물질량(mol), 광도(cd)
 - 2) 유도단위 : 7개 기본단위를 조합해 만들어진 단위

제5조 안전 등 일반사항

5.1 안전관리

5.1.1 일반 작업안전관리

- 가. 시행자는 안전관리 책임자를 선임하여 현장에 상주토록 하고 산업 재해 예방에 최선을 다한다.
- 나. 연료, 약제, 기타 위험물의 보관 및 취급으로 인해 발생하는 모든 사고에 있어서는 시행자가 민·형사상의 책임을 진다.
- 다. 시행자는 작업자들로 하여금 개인안전장비를 착용하도록 조치하며, 작업장에 비상구급함을 비치하고 가장 가까운 구급병원의 위치와 전화번호 등을 알려주어야 한다.
- 라. 시행자는 원가계산에 포함된 산재보험 가입확인 등 사업경비 지출 사항에 대하여 적절한 조치를 취하여야 한다.
- 마. 당해 드론 방제작업으로 인하여 각종 차량 및 사람의 통행에 지장을 초래해서는 안 된다.

5.1.2 안전조치

- 가. 기상예보 등에 유의하여, 드론 사고를 사전에 예방하여야 한다.
- 나. 사업수행에 필요한 안전조치는 관계법규에 따라 안전에 만전을 기하기 위한 조직, 계획, 점검 등을 실시하고 필요한 제반시설을 갖추어야 한다.
- 다. 작업착수 전에 안전시설을 해야 할 사항은 일반적으로 다음과 같다.
 - ① 유류 및 예비물품 보관지역 및 사용 장소 설정
 - ② 작업 시 통행자 이동제한
 - ③ 전기, 통신선로 등 중요시설에 대한 보호
 - ④ 유류 등 화재발생대비 안전장비 구비
 ※ 방제 중 기체 추락 등으로 인한 산불 등 화재발생 대비책 강구
- 라. 도로의 교통을 제한하고자 할 때에는 교통제한의 범위, 기간, 안전조치 등에 대하여 소정의 절차를 밟아야 한다.

- 마. 작업장 내의 모든 작업관련자는 안전장비를 착용하여야 한다.
- 바. 작업장에는 안전사고에 대비하여 비상구급함 등을 갖추어 놓아야 한다.
- 사. 작업시행 시 일반인의 교통에 피해를 주지 않도록 보호대책을 강구하여야 한다.
- 아. 작업 시행 시 인접해 있는 수리시설 및 농작물 등에 지장이 없도록 적절한 조치를 강구하여야 한다.

5.1.3 사고의 예방

- 가. 시행자는 작업원 및 기타인의 생명과 건강보호 및 자재, 장비 등의 재산상의 피해예방과 계약기간 중 작업중단이 없도록 안전대책을 준비해야 하며, 지역안전의 목적을 위해 필요하다고 인정될 경우 추가적인 조치를 준비해야 한다.
- 나. 작업기간 중 수급자는 작업장을 방문하는 사람의 통제와 안전을 위해 발주자에 의해 지시된 모든 사항에 따라야 한다.
- 다. 수급자는 본 산림병해충 방제사업 중에 일어나는 작업상 인명손실, 외상, 직업병과 재산상의 피해사고 등 모든 사고를 감독자에게 보고하여야 한다.
- 라. 수급자는 작업기간 중 비상구급함을 준비해야 한다.

5.1.4 위험물의 취급

- 가. 발화위험물은 운반, 보관, 사용 등의 취급 시 유류취급에 관한 관계법규에 따라 철저한 안전조치를 하여야 한다.

5.1.5 사고보고 및 응급조치

- 가. 사업시행에 영향을 미치는 사고, 인명의 손상이 발생하는 사고, 기타 제3자 에게 손해를 주는 사고 등이 발생한 경우에는 즉시 응급조치를 실시하고 그 상황을 감독자에게 우선 유선으로 보고한다.
- 나. 사업현장에는 부상에 대비해 비상구급함을 상시 비치한다.
- 다. 사고 발생 시에는 부상자에 대한 응급조치를 취하고, 연쇄사고 및 사고 확대 방지를 위한 조치를 취한다.
- 라. 사고발생 즉시 사고원인을 조사하여 감독자에게 보고한다. [별지 제1호 서식]

5.1.6 법규 준수

- 가. 작업시행에 있어서는 관련법규를 반드시 준수하여야 한다.
- 나. 작업원에 대한 제법규의 운영과 적용은 수급자의 책임 하에 이루어지고 전 작업원의 모든 행위에 대한 책임은 시행자가 진다.

5.2 비상방지 대책

5.2.1 약제의 비산원리

- 가. 약제의 살포는 살포기에서 분사된 살포 입자를 산림병해충 피해 수목에 도달하도록 하는 기술이다.
- 나. 비산의 발생은 약제나 살포 기구가 갖는 내적 요인과 비산 시의 풍속 등, 외적 요인에 의해 크게 좌우된다. 약제에 관한 요인은 주로 제형이며, 분제>액제>과립제 순으로 비산되기 쉽다.
- 다. 살포 입자가 목표물 이외로 비산(드리프트)하는 약제의 입자 크기는 제각각으로, 비교적 큰 것은 인근에 낙하하고, 공기 중에 떠돌기 쉬운 것은 바람을 타고 이동한다. 일부는 공기 중에서 확산되어 낙하하지 않은 채 소실되기도 한다.
- 라. 외적 요인으로는 살포 시의 자연풍이 가장 크게 관여하나, 상승 기류의 유무나 습도 등도 비산된 살포 입자의 움직임에 영향을 미친다.
- 마. 살포 입자가 목표물을 뛰어넘거나 뚫고 직접 도달하는 경우와 공중에 떠오른 살포 입자가 바람을 타고 바람이 부는 쪽에 도달하는 경우이다.

5.2.2 약제 비산에 동반하는 문제

- 가. 비산에 동반하는 문제는 인근 주민 등에 대한 영향, 인근에서 재배되는 농작물의 오염, 인근의 공공용 수역에의 혼입 등이 있다.

- ① 인근 주민 등에 대한 영향은 약취, 세탁물이나 기물(器物)에의 약제 부착 등으로 민원발생이 우려된다.
- ② 농작물에 대한 영향은 비산되는 약제에 작물마다 어떠한 잔류허용 기준치를 갖느냐에 따라 크게 다르며, 오염이 된 경우에도 작물의 종류에 따라 문제의 정도가 상이하다.
- ③ 인근에 공공용 수역이 있는 경우 비산된 약제가 대량으로 유입되어 수질오염뿐만 아니라 어패류에도 피해를 끼치는 경우가 있어 피해방지가 필요하다.
- ④ 식수원에 가까운 경우에는 약제의 종류에 관계없이 비산되지 않도록 주의가 필요하며, 주변에 양봉이나 뽕밭이 있을 때에는 꿀벌이나 누에 등에 대한 위험이 없도록 피해방지가 필요하다.
- ⑤ 근접한 공공도로를 통과하는 차량에 비산된 약제로 인해 피해가 없도록 조치해야 된다.

나. 비산은 결과적으로 살포 손실이며, 살포자 본인의 약제 접촉 피해와도 밀접하게 관계된다. 때문에 비산을 가능한 적게 하려는 노력을 기울여야 한다.

5.2.3 비산대책의 기본

가. 주요 비산원인 : 대상물, 약제별 잠재적 리스크, 비산의 범위와 양이라는 요인이 관여하며, 비산의 범위·양에는 살포 기구와 그 조작 방법, 살포 시의 기상 조건 등이 관여한다.

- ① 작물(수목)보호제에 관한 요인
 - 1) 제형 : 분제>액제>과립제 순으로 비산되기 쉽다.
 - 2) 냄새 : 냄새가 강한 약제는 인근 주민의 민원이 발생하기 쉽다. 휘발성이 강한 약제는 살포 후에도 영향이 남기 쉽다.
 - 3) 등록 상황 : 미등록 등에 의해 인근 작물에 대한 잔류허용기준이 없거나 기준치가 현저히 적은 경우에는 인근 작물에서 잔류상의 문제가 야기될 수 있다.

- 4) 농도 등 : 유효 성분 함유율이 높고 희석 배수가 낮은(유효 성분 투하량이 많은) 경우에는, 다른 약제보다 비산량(성분량)이 많아지기 쉽다.
- 5) 어독성 : 어류에 미치는 영향이 매우 강한 약제는 인근 하천 등에서 어패류 피해를 발생시키기 쉽다.
- 6) 그 외의 특성 : 누에나 꿀벌에 미치는 영향이 매우 강한 약제는 이러한 것들에 피해를 발생시키기 쉽다.

② 살포 기구와 살포 조작에 관한 요인

- 1) 살포 입경 : 미세한 살포 입자일수록 비산되기 쉽다.
- 2) 도달성 : 먼 곳까지 도달하는 살포 기구는 비산되기 쉽다. 송풍 기구가 있는 살포기는 송풍량이 많을 시에 비산을 조장하기 쉽다.
- 3) 살포 조작 : 작물에서 떨어진 위치에서 살포하면 비산량이 많아지기 쉽다. 또한 노즐을 조작하거나, 바람의 방향이나 살포액의 도달 방향을 고려하지 않은 살포 조작은 비산을 조장하기 쉽다.
- 4) 살포량 : 살포량이 많은 경우에는 비산량도 많아지기 쉽다.

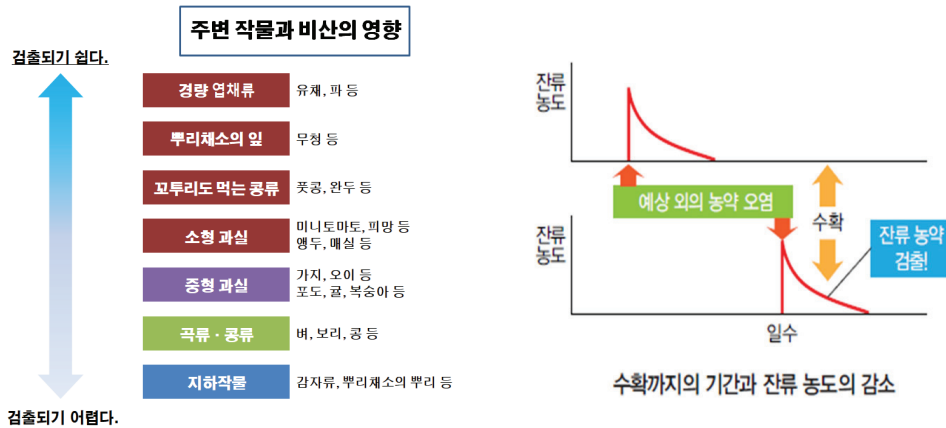
③ 기상조건

- 1) 바람의 세기(풍속) : 바람이 불 때는 비산되기 쉽다. 살포 시 바람이 강할수록 멀리까지 비산된다.
- 2) 바람의 방향(풍향) : 풍향은 풍속 이상으로 문제 발생에 크게 관여한다. 바람의 방향에 비산을 원치 않는 대상물이 있는 경우에는 주의가 필요하다.

나. 인근 작물에 대한 비산원인

- ① 근접 작물에 대한 잔류 위험에 관여하는 요인이 매우 높다. 따라서 근접 작물에 문제가 발생하기 쉬운지, 아래 사항을 체크한다.

- 1) 비산에 미치는 범위에 작물이 재배되고 있는가?
- 2) 인근 작물이 비산의 영향을 받기 쉬운 종류인가?



- 3) 인근 작물의 수확 시기가 가까운가?
- 4) 비산된 약제가 인근 작물에 등록(잔류허용기준치)되어 있는가?

다. 비산 영향이 염려되는 경우

- ① 산림으로부터의 비산 : 비산 면적단위가 비교적 크며, 임연부 주변 30m까지 재배 작물이 있을 경우 특별한 주의가 요구된다. 산림 주변에 야채, 친환경임·농산물, 등록 약제가 적은 지역 특산물 등 민감한 작물이 재배되고 있는 경우에는 특별한 비산대책을 수립해야 한다.
- ② 혼재 지구에서의 살포 : 비산의 직접적인 영향 외에도 냄새나 살포기의 소음 등 인근 주민에 대한 다양한 민원의 우려가 존재한다.

라. 살포의 기본엄수 : ‘비산이 최소화되도록 공중살포 하는 것’

- ① 바람이 약할 때 풍향에 주의하여 살포 : 비산 발생의 가장 큰 원인은 “바람”이다. 아무리 좋은 살포방법을 써도, 바람이 강할 때 살포하면 비산을 줄이기 힘들다.

- ② 살포는 가능한 목표물(수목, 수실류 등)에만 영향을 미치도록 주의해야 한다. 끝부분에서 살포할 때에는 특히 주의가 필요한데, 풍향을 고려하여 외측에서 내측을 향하여 살포하도록 하는 것이 좋다.
 - ③ 적절한 노즐과 압력으로 살포 : 노즐은 약제를 작물에 송달하는 수단으로 가장 중요한 부분이며 특히 입경(분무되는 입자의 크기)은 비산에 밀접히 관계하며, 미세한 입자일수록 적은 바람에도 비산되기 쉽다. 또한 노즐의 살포 압력이 높을수록 분무량이 증가하는데, 입경이 보다 작아져 비산되기 쉽다.
 - ④ 적정량의 살포 : 살포량이 많을수록 비산량도 많아지며, 같은 조건 이라면 비산량은 살포량에 대체적으로 비례하므로 산림청에서 고시하는 약제살포기준을 준수하여야 한다.
- 마. 살포 기구의 세정 : 근접 작물에 의도치 않은 약제 잔류가 발생하는 요인은 비산뿐만이 아니다. 드론의 탱크나 배관에, 이전에 사용했던 약액이 남아 있거나 붙어 있다면, 그것이 잔류상의 문제로 이어지는 경우도 있다.

5.2.4 비산방지(PLS 대응) 대책의 수립방식

가. 방제대상지 선정

- ① 드론을 이용한 산림병해충 방제대상지는 병해충이 집단적으로 발생한 지역으로서 지상방제가 어렵고 산림항공기(산림항공본부에서 보유·운용하고 있는 헬리콥터, 이하 '유인헬기'라 한다)와 매개충나무주사 등 방제 대상지를 제외한 지역 중 정밀방제가 필요한 지역을 선정하여야 한다.
- ② 병해충별 드론을 이용한 방제 시기는 다음과 같다. 다만, 고속국도·일반국도·철도 주변 또는 관광지 등에 병해충이 발생하여 경관을 저해하는 등 긴급방제가 필요가 있다고 인정될 경우에는 그러하지 아니하다.

- 1) 병해충별 방제 적기
- 2) 그 밖에 돌발 병해충 발생으로 산림청장이 필요하다고 인정하는 때

나. 드론 방제대상 제외지역

- ① 비행통제구역. 다만, 비행허가를 받은 경우에는 그러하지 아니하다.
- ② 고압송전선, 삭도(케이블카) 등으로부터 양쪽 100미터이내에 해당되는 지역(RTK(실시간이동측위) 방식은 미적용 검토 가능)
- ③ 양봉·양잠·양어·수산물(미역, 다시마 등) 및 친환경농산물, 송이·산양삼·잣 등 친환경임산물 등에 피해가 우려되는 지역. 다만, 드론을 이용한 항공방제 실시 전에 충분한 계도로 피해 예방 조치를 한 경우에는 그러하지 아니하다.
- ④ 상수원보호구역, 수원지, 하천, 정수장 등 및 주택지, 학교, 공원, 아파트 등 생활권 지역
- ⑤ 기타 드론의 이·착륙에 지장이 있거나 저해요인이 있는 지역

다. 비산 최소화 방안

① 살포기준

- 1) 정지동작에 의한 비산 : 정지동작의 비산 차이는 2패턴으로 나타낸다. 약제를 살포하며 정지 동작 했을 경우 비산의 정도가 크므로, 다른 작물이 재배되고 있는 산림 주변에서는 반드시 살포를 정지한 후에 드론의 정지 동작을 해야 한다. 다른 작물이 재배되고 있는 농경지를 향해 살포할 시에는 섬세한 정지 동작 타이밍이 요구되며 이러한 살포 시에는 살포 실시 기준의 범위 내에서 속도를 낮추고, 정지동작은 자제한다.
 - (1) 살포 구역 내에서 정지동작 : 살포 경계 3~5m 앞의 살포 구역 내에서 살포를 중지하고, 곧바로 정지동작 후 이동
 - (2) 살포 구역 외에서 정지동작 : 살포 경계 3~5m 앞의 살포 구역 내에서 살포를 중지하고, 살포 경계를 3m 통과하여 정지 동작 후 이동

- 2) 조사지에서 볼 수 있는 낙하 정도 : 약제의 낙하율(드리프트율)을 조사지의 부착 정도로 확인한 결과 낙하 정도의 기준은 조사지의 종류와 약제의 종류에 따라 상이할 수 있다.

② 비산 방지 대책 강화

- 1) 살포 시 풍속과 풍향을 고려하여 작업을 계획
- 2) 양봉·양잠·양어장·수산물·축사·농작물 등의 보호 조치

라. 점검 및 교육 강화

① 작업 전후 점검

- 1) 살포 전후에 비산 방지 장치의 상태를 점검
- 2) 작업 후에는 주변 지역의 오염을 확인

② 작업자들에게 비산 방지의 중요성과 구체적인 방지 방법을 교육

5.3 장비등록과 허가·승인 관리

5.3.1 등록 및 신고

가. 「항공사업법」 제48조(초경량비행장치사용사업의 등록)

- ① 초경량비행장치사용사업을 경영하려는 자는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 신청서에 사업계획서와 그 밖에 국토교통부령으로 정하는 서류를 첨부하여 국토교통부장관에게 등록하여야 한다. 등록한 사항 중 국토교통부령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우에는 국토교통부 장관에게 신고하여야 한다.
- ② 제1항에 따른 초경량비행장치사용사업을 등록하려는 자는 다음 각 호의 요건을 갖추어야 한다.
 1. 자본금 또는 자산평가액이 3천만원 이상으로서 대통령령으로 정하는 금액 이상일 것. 다만, 최대 이륙중량이 25킬로그램 이하인 무인비행장치만을 사용하여 초경량비행장치사용사업을 하려는 경우는 제외한다.

2. 초경량비행장치 1대 이상 등 대통령령으로 정하는 기준에 적합할 것
 3. 그 밖에 사업 수행에 필요한 요건으로서 국토교통부령으로 정하는 요건을 갖추 것
- ③ 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 초경량비행장치사용사업의 등록을 할 수 없다.
1. 제9조 각 호의 어느 하나에 해당하는 자
 2. 초경량비행장치사용사업 등록의 취소처분을 받은 후 2년이 지나지 아니한 자. 다만, 제9조제2호에 해당하여 제49조제8항에 따라 초경량 비행장치사용사업 등록이 취소된 경우는 제외한다.

나. 12kg이하 드론(무인동력비행장치)의 신고의무

- ① ‘항공안전법시행령’ 제24조에 따라 12Kg이하의 무인비행장치도 항공기 대여업·항공레저스포츠사업 또는 초경량비행장치사용사업의 용도로 사용 시 초경량비행장치에 대하여 신고하여야 한다.

다. 「항공방제업관리규정」 제3조(방제업의 신고)

- ① 방제업 신고를 하고자 하는 자는 시행규칙 항공방제업 신고서(항공방제업 관리규정 별지 제7호의2서식)를 방문, 우편, 팩스 등을 통해 해당 지역을 관할하는 국립농산물품질관리원 지원장에게 제출하여야 한다.

5.3.2 비행 허가과 승인

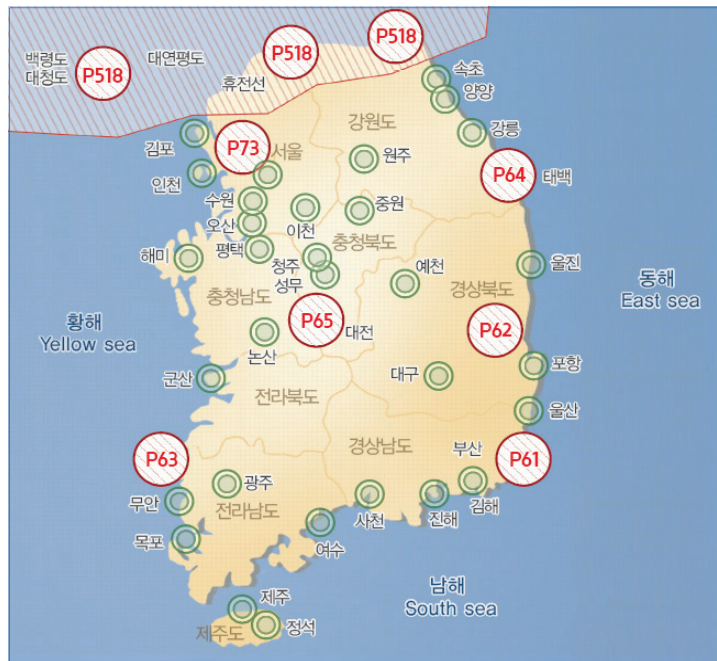
가. 드론의 비행 목적에 관계없이 비행 전 반드시 허가가 필요한 지역

- ① 비행장 주변 관제권 : 비행장 주변 관제권 반경 9.3km지역
- ② 비행금지구역 : 서울 강북지역, 휴전선·원전 주변
- ③ 고도제한 : 고도 150m이상의 공역

		
비행장 주변 관제권 (반경 9.3km)	비행금지구역 (서울 강북지역, 휴전선·원전 주변)	고도 150m 이상

나. 전국 관제권 및 비행금지구역 현황

- ① 스마트폰 앱 Ready To 또는 인터넷 <http://map.vworld.kr>



다. 비행승인

- ① 인터넷 홈페이지(www.onestop.go.kr/drone)에서 신청가능
- ② 관제권 내 비행 신청 시 관할기관(지방항공청 또는 군기지)으로 직접 신청한다.[참고 4]

라. 비행승인 제외범위

- ① 비행장(군 비행장은 제외한다)의 중심으로부터 반지름 3킬로미터 이내 지역의 고도 500피트(약150m) 미만의 범위

- ② 이·착륙장의 중심으로부터 반지름 3킬로미터 이내 지역의 고도 500피트 미만의 범위(해당 이·착륙장을 관리하는 자와 사전에 협의가 된 경우에 한정한다.)

마. 항공촬영

- ① 항공사진 촬영 목적으로 드론을 날리려면 먼저 국방부로부터 항공 사진 촬영 허가를 받고, 이를 첨부하여 공역별 관할기관에 비행 승인을 신청해야 한다.(항공촬영 허가와 비행승인은 별도 신청)

5.3.3 기체의 보관

- 가. 드론의 기체, 살포장치 등의 소유자는 이러한 기자재가 본래의 목적 외에 사용되는 것을 방지하기 위하여, 보관관리에 있어서는 창고 등의 안전한 장소에 잠금장치를 하여 보관하고 보관 관리를 철저히 해야 한다.

5.3.4 허가 및 승인서 휴대

- 가. 항공 살포를 실시하고자 하는 경우에 있어 '항공안전법'에 따른 허가·승인을 받아 원본 또는 사본을 반드시 휴대하여야 하며, 관계관의 요구가 있을 경우에는 이를 제시하여야 한다.

[참고]

비행승인 관할기관

① 관제권 내 비행 신청 시 관할기관 신청(홈페이지: www.onestop.go.kr/drone)

구분	관할기관	연락처
인천, 경기 서부 (화성, 시흥, 의왕, 군포, 과천, 수원, 오산, 평택, 강화)		서울지방항공청(항공운항과) 032-740-2153 / 팩스 : 032-740-2159
서울, 경기 동부 (부천, 광명, 김포, 고양, 구리, 여주, 이천, 성남, 광주, 용인, 안성, 가평, 양평, 의정부, 남양주)		김포항공관리사무소(안전운항과) 02-2660-5734
충청도		청주공항출장소(043-210-6202)
전라북도		군산공항출장소(063-471-5820)
강원 영동지역 (고성, 속초, 양양, 강릉, 동해, 삼척, 태백)		양양공항출장소(033-670-7206)
강원 영서지역 (철원, 화천, 양구, 인제, 춘천, 홍천, 원주, 횡성, 평창, 영월, 정선)		원주공항출장소(033-340-8201)
울진, 울산, 여수, 무안, 광주 (관제권 외 지역)	부산지방항공청 (항공운항과)	051-974-2153 / 팩스 : 051-971-1219

구분		관할기관	연락처
제주, 정석		제주지방항공청 (안전운항과)	064-797-1745 / 팩스 : 064-797-1759
1전·비	광 주	광주기지(계획처)	062-940-1111
15특·비	서 울	서울기지(작전과) / 성남	031-720-3230 ~ 3 / 팩스 : 031-720-4459
8전·비	원 주	원주기지(작전과)	033-730-4221 ~ 2 / 팩스 : 033-747-7801
10전·비	수 원	수원기지(계획처)	031-220-1014 ~ 5 / 팩스 : 031-220-1167
11전·비	대 구	대구기지	053-989-3213
17전·비	청 주	청주기지(계획처)	043-200-2111 ~ 2 / 팩스 : 043-200-3747
18전·비	강 릉	강릉기지(계획처)	033-649-2021 ~ 2 / 팩스 : 033-649-3790
19전·비	충 주	충원기지(작전과)	043-849-3084 ~ 5 / 팩스 : 043-849-5599
20전·비	해 미	서산기지(작전과)	041-689-2020 ~ 3 / 팩스 : 041-689-4455
	성 무	성무기지(작전과)	043-290-5230 / 팩스 : 043-297-0479

구분		관할기관	연락처
이천/논산/속초		항공작전사령부 (비행정보반)	전화 : 031-644-3000 (교환) → 3706 E-MAIL : avncmd3685@army.mil.kr
	오 산	미공군 오산기지	전화 : 0505-784-4222 문의 후 신청
	군 산	군산기지	전화 : 063-470-4422 문의 후 신청
	평 택	미육군 평택기지	전화 : 0503-353-7555 문의 후 신청
P73/R75(서울도심)		수도방위사령부	전화 : 02-524-3346
P518(휴전선지역)		합동참모본부	전화 : 02-748-3294
공군사격장		공군작전사령부	전화 : 031-669-3014 / 7095
육군사격장		육군본부(훈련과)	전화 : 042-550-3321
항공촬영허가		국방부(보안정책과)	전화 : 02-748-2344

② 비행금지구역

구 분		관할구역	연락
1	P73(서울 도심)	수도방위사령부 (화력과)	전화 : 02-524-3346 팩스 : 02-524-2205
2	P518(휴전선 지역)	합동참모본부 (항공작전과)	전화 : 02-748-3294 팩스 : 02-796-7985
3	P61A(고리원전)	합동참모본부 (공중중심작전과)	전화 : 02-748-3435 팩스 : 02-796-0369
4	P62A(월성원전)		
5	P63A(한빛원전)		
6	P64A(한울원전)		
7	P65A(원자력연구소)		
8	P61B(고리원전)	부산지방항공청 (항공운항과)	전화 : 051-974-2152 팩스 : 051-971-1219
9	P62B(월성원전)		
10	P63B(한빛원전)		
11	P64B(한울원전)		
12	P65B(원자력연구소)	서울지방항공청 (항공안전과)	전화 : 032-740-2153 팩스 : 032-740-2159

제2장 예 찰



제2장 예찰

제6조 일반사항

6.1. 예찰시행 기준

가. 산림병해충 예찰 실행 주체(법령)

① 드론(무인항공기) 비행장치 신고 및 운영

1) 초경량비행장치 신고

‘항공안전법’ 제122조(초경량비행장치 신고)

- ① 초경량비행장치를 소유하거나 사용할 수 있는 권리가 있는 자(이하 “초경량비행장치소유자등”이라 한다)는 초경량비행장치의 종류, 용도, 소유자의 성명, 제129조제4항에 따른 개인정보 및 개인위치정보의 수집 가능 여부 등을 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관에게 신고하여야 한다. 다만, 대통령령으로 정하는 초경량비행장치는 그러하지 아니하다.
- ④ 국토교통부장관은 제1항에 따라 초경량비행장치의 신고를 받은 경우 그 초경량비행장치소유자등에게 신고번호를 발급하여야 한다.
- ⑤ 제4항에 따라 신고번호를 발급받은 초경량비행장치소유자등은 그 신고번호를 해당 초경량비행장치에 표시하여야 한다.

※ 「항공안전법」에서 "초경량비행장치"란 항공기와 경량항공기 외에 공기의 반작용으로 뜰 수 있는 장치로서 자체중량, 좌석 수 등 국토교통부령으로 정하는 기준에 해당하는 동력비행장치, 행글라이더, 패러글라이더, 기구류 및 무인비행장치 등으로 정의하고 있으며, 무인항공기는 「항공안전법」에 의거하여 초경량 비행장치에 해당됨

※ 경량비행장치신고 및 초경량 비행장치사용사업 승인이 완료된 상태에서는 다음과 같은 증명서가 발급되며, 이와 같은 자격(면허)사항을 바탕으로 세무서에 관련 사업을 등록해야 하며, 법인의 경우 정관에 사업범위가 사전에 명시되어야 함

제S15-217호

대한민국
국토교통부

초경량비행장치 신고증명서

1. 신고번호 : S74-
2. 종류 및 형식 : 무인동력비행장치 / Trimble UX5
3. 제작자 및 제작번호 : Trimble / UX-G
4. 용도 : ☐ 비영리 ☒ 영리
5. 소유자 성명 또는 명칭 : 주식회사 산림
6. 소유자 주소 : 대전광역시 유성구 지족북로

「항공법」 제23조제1항 및 같은 법 시행규칙 제65조제2항에 따라
초경량비행장치의 소유에 대한 신고를 하였음을 증명합니다.

2015년 5월 일

서울지방항공청

제2015-44호

☐ 소형항공운송사업
☐ 항공기사용사업
☐ 항공기취급업
☐ 항공기 정비업
☐ 항공기 대여업
☐ 항공레저스포츠사업
☒ 초경량비행장치사용사업

등록증

1. 상 호(법 인 명) (주)산림
2. 성 명(대 표 자)
3. 생년월일(법인등록번호) 160111-
4. 주 소(소재지) 대전광역시 유성구 지족북로
5. 사 업 범 위 사진촬영
6. 영 업 소 전국일환
7. 등록연월일(최초등록일) 2015. 5. 22.

「항공법」 제132조 제134조 제137조 제137조의2 제140조 제140조의2 제141조에 따라 위와 같이

등록합니다.

2015년 5월 22일

서울지방항공청장

② 초경량비행장치사용사업자

‘항공사업법’ 제48조 (초경량비행장치사용사업의 등록)

- ① 초경량비행장치사용사업을 경영하려는 자는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 신청서에 사업계획서와 그 밖에 국토교통부령으로 정하는 서류를 첨부하여 국토교통부장관에게 등록하여야 한다. 등록한 사항 중 국토교통부령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우에는 국토교통부장관에게 신고하여야 한다.

‘항공사업법 시행규칙’ 제6조 (초경량비행장치사용사업의 사업범위 등)

- ① 법 제2조제23호에서 “국토교통부령으로 정하는 초경량비행장치”란 「항공안전법 시행규칙」 제5조제5호에 따른 무인비행장치를 말한다.
- ② 법 제2조제23호에서 “농약살포, 사진촬영 등 국토교통부령으로 정하는 업무”란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 업무를 말한다.
1. 비료 또는 농약 살포, 씨앗 뿌리기 등 농업 지원
 2. 사진촬영, 육상·해상 측량 또는 탐사
 3. 산림 또는 공원 등의 관측 또는 탐사
 4. 조종교육
 5. 그 밖의 업무로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하지 아니하는 업무가. 국민의 생명과 재산 등 공공의 안전에 위해를 일으킬 수 있는 업무나. 국방·보안 등에 관련된 업무로서 국가 안보를 위협할 수 있는 업무

③ 산림기술용역업자(산림현장 조사를 포함하는 경우)

‘산림기술법’ 제15조 (산림기술용역업의 등록 등)

- ① 산림기술용역업을 하려는 자는 다음 각 호의 요건을 모두 갖추어 농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 산림청장에게 등록하여야 한다. 이 경우 제1호다목 또는 라목에 해당하는 자가 등록할 수 있는 산림기술용역업은 대통령령으로 정하는 산림사업에 관한 산림기술용역업으로 한정한다. <개정 2021. 6. 15.>

1. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 자일 것

가. 「기술사법」에 따른 산림분야 기술사사무소를 등록한 기술사나, 「엔지니어링산업 진흥법」에 따른 농림전문분야 엔지니어링사업자다. 「기술사법」에 따른 조경분야 기술사사무소를 등록한 기술사라. 「엔지니어링산업 진흥법」에 따른 조경전문분야 엔지니어링사업자다. 그 밖에 대통령령으로 정하는 자

2. 기술수준과 자본금 등 대통령령으로 정하는 등록 요건을 갖추 것

※ 「산림기술법」에서 "산림조사"는 산림기술용역업의 업무 범위에 해당

나. 그밖의 준수사항

① 야간 및 육안으로 확인할 수 없는 범위에서 비행할 경우의 절차

‘항공안전법’ 제129조 (초경량비행장치 조종자 등의 준수사항)

- ① 초경량비행장치를 사용하여 비행하려는 사람(이하 이 조에서 "초경량비행장치 조종자"라 한다)은 초경량비행장치로 인하여 인명이나 재산에 피해가 발생하지 아니하도록 국토교통부령으로 정하는 준수사항을 지켜야 한다.
- ⑤ 제1항에도 불구하고 초경량비행장치 중 무인비행장치 조종자로서 야간에 비행 등을 위하여 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관의 승인을 받은 자는 그 승인 범위 내에서 비행할 수 있다. 이 경우 국토교통부장관은 국토교통부장관이 고시하는 무인비행장치 특별비행을 위한 안전기준에 적합한지 여부를 검사하여야 한다.

‘항공안전법 시행규칙’ 제313조의2(국가기관등 무인비행장치의 긴급비행)

- ① 법 제131조의2제2항에 따른 무인비행장치의 적용특례가 적용되는 긴급 비행의 목적은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 공공목적으로 한다.

6. 산림 방제(防除)·순찰

‘항공안전법 시행규칙’ 제312조의2(무인비행장치의 특별비행승인)

- ① 법 제129조제5항 전단에 따라 야간에 비행하거나 육안으로 확인할 수 없는 범위에서 비행하려는 자는 별지 제123호의2서식의 무인비행장치 특별비행승인 신청서에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 지방항공청장에게 제출하여야 한다.

1. 무인비행장치의 종류·형식 및 제원에 관한 서류
2. 무인비행장치의 성능 및 운용한계에 관한 서류
3. 무인비행장치의 조작방법에 관한 서류
4. 무인비행장치의 비행절차, 비행지역, 운영인력 등이 포함된 비행계획서
5. 안전성인증서(제305조제1항에 따른 초경량비행장치 안전성인증 대상에 해당하는 무인비행장치에 한정한다)
6. 무인비행장치의 안전한 비행을 위한 무인비행장치 조종자의 조종 능력 및 경력 등을 증명하는 서류
7. 해당 무인비행장치 사고에 따른 제3자 손해 발생 시 손해배상 책임을 담보하기 위한 보험 또는 공제 등의 가입을 증명하는 서류(「항공사업법」 제70조제4항에 따라 보험 또는 공제에 가입하여야 하는 자로 한정한다)
8. 별지 제122호서식의 초경량비행장치 비행승인신청서(법 제129조제6항에 따라 법 제127조제2항 및 제3항의 비행승인 신청을 함께 하려는 경우에 한정한다)
9. 그 밖에 국토교통부장관이 정하여 고시하는 서류

※ 무인비행장치의 특별비행 승인은 국가기관 등 무인비행장치의 긴급비행 등의 목적을 의미하며, 산불진화 및 예방, 산림방제 및 순찰, 산림보호사업을 위한 화물 수송 등이 포함됨

6.2. 단계별 산림병해충 예찰

가. 준비(행정)단계

- ① 산림 내에서의 드론(무인항공기)를 활용한 촬영을 실시할 경우에는 국방부의 허가를 득함
- ② 비행금지 구역 및 비행제한 구역에서의 비행은 지방항공청 및 국방부의 허가를 득함
- ③ 비행금지 구역이 아닌 지역에서 고도 150m 이상의 경우 지방항공청의 허가를 득함
- ④ 현장답사를 통한 군사시설, 인공 장애물(고압송전탑), 이착륙장 확인 및 안전 계획 수립
- ⑤ 특수한 목적 및 야간비행을 위해서는 별도의 무인항공기(드론) 등록 신청을 실시함
- ⑥ 비행의 안전 및 성과품의 품질확보를 위한 대상지 검토 및 비행 계획 수립을 실시함

나. 정비단계

- ① 기체의 파손에 대한 점검
- ② 기체의 각 부분이 유기적인 작동 원활하게 이루어지는지에 대한 점검
- ③ 긴급사항에 대한 보완 계획
- ④ 기체의 수명 및 성능 향상을 위한 정비 및 비행 기록 일지 작성 및 확인

다. 촬영단계

- ① 야간비행(일몰 후~일몰 전)의 비행은 금지함(재난 발생시 인가된 경우 제외)
- ② 사람이 많이 모인 곳(산림축제 및 행사)에서의 비행 금지
- ③ 낙하물 투하 및 음주 비행 금지, 휴대전화 사용 금지
- ④ 조종자의 가시거리 범위 외에서의 비행 금지 및 통신상태, 배터리 및 기체 상태 확인
- ⑤ 안전요원의 배치 및 장애물 확인(비행기, 차량, 건물, 송전탑, 교량, 인구밀집지역 등)

- ⑥ 촬영 성과물(스냅사진)에 대한 국방부 관할 지역의 보안점검 실시
- ⑦ 자료의 백업 및 비행기록 일지 작성

6.3. 유의사항

6.3.1 예찰의 난이도 및 위험성

- 가. 산림 내에서의 드론 운용은 복잡한 지형, 계곡형 기류, 가시권 확보, 인공지형지물로 인해 위험성 및 난이도가 매우 높은 작업임
- 나. 복잡한 산림지형은 가시권을 확보할 수 없기 때문에 항공법 준수에 애로사항이 발생할 수 있으며, 드론과의 운용자의 통신문제, 비행 고도 설정 등의 문제로 인해 사고를 야기할 수 있음
 - ※ 산림을 대상으로 하는 드론 운영은 비행고도 및 경로의 계획, 가시권 확보 등을 통해서 안전사고가 발생하지 않도록 유의해야 함
- 다. 드론 운용에 있어서의 사고는 드론의 파손 및 분실뿐만 아니라 주변의 인명, 재산피해까지 영향을 미칠 수 있는 위험성을 갖고 있음
- 라. 산림 내에서의 드론 운용은 일반적으로 수치 고도모델을 기반으로 하기 때문에 수고의 높이에 해당하는 고도를 높이고 비행 계획을 수립해야 함
- 마. 고압송전탑의 경우 최대 100m 이상의 비행고도를 추가로 높게 설정해야 하는 등의 문제가 발생할 수 있으며, 이는 성과물의 품질에 직접적인 영향을 미치고 있음

6.3.2 영상분석 및 현장조사

- 가. 드론 촬영을 통한 정사영상 제작 성과물을 바탕으로 영상분석을 통해 고사목을 추출하는 방법은 현재까지 육안식별을 통한 감독분류를 실시하고 있음
- 나. 현재까지 소나무재선충병 고사목과 관련하여 영상분석의 단계에서 고려해야 할 사항은 북부, 중부, 남부 지방의 지리적 특성, 여름과 겨울 등의 계절적 특성, 잣나무 및 소나무의 수종 특성에 대한 전문 지식이 수반되어야 함

- ① 낙엽송, 아카시나무, 벚나무, 리기다소나무, 참나무류 등의 수종에 따른 계절적 특성을 이해해야 하기 때문에 매우 어려운 작업임
- ② 현장조사의 경우 드론을 활용한 소나무재선충병 선단지 및 피해지 예찰은 소요인력을 최소화 시키고, 시간과 경제적 비용을 절감하는데 목적이 있으나, 영상만을 활용하여 소나무재선충병 감염여부를 판단할 수 없기 때문에 현장조사를 병행해야 함

제7조 계획 및 촬영

7.1. 대상지 현황분석 및 촬영 허가

- 가. 산림병해충 예찰을 위해 드론을 활용할 경우 드론 예찰 가능 여부에 대한 판단을 위해서 대상지 현황분석이 가장 먼저 선행되어야 함
- 나. 드론 예찰 대상지 선정은 별도의 기준에 의해 선정되어야 하며, 본 단계에서는 주변의 지형, 군사시설과 국가기간시설 등의 유무 등을 통해서 드론 촬영 가능 여부를 판단하는 과정이라 할 수 있음
- 다. 현황분석의 단계에서는 수치지형도, 위성영상, 수치표고모델(DEM), 항공사진 등을 활용하여 촬영 가능(자료 확보) 범위를 선정하고, 촬영면적을 바탕으로 비행 횟수, 소요시간 등을 산출할 수 있음

- ① 촬영 가능 여부 판단 : 드론을 활용하여 산림병해충 예찰을 실시하기 위해서는 먼저 대상지 선정 및 무인항공기 촬영 여부에 대한 판단이 이루어져야 함
 - 1) 군사시설 유무 : 촬영 대상지 내의 군사시설 유무에 대한 판단이 이루어져야하며, 군사시설이 위치하고 있을 경우 촬영이 불가능하거나, 우회하여 촬영 대상지에 포함시키지 않는 방안을 수립함
 - 2) 비행금지 구역 : 군사시설(접경지역) 뿐만 아니라 국가 주요시설(발전소 및 원자력 연구소 등)이 위치한 지역은 대부분 비행금지 구역으로서 드론 비행 및 촬영에 많은 제약사항이 존재하기 때문에 관련 기관의 인허가 및 보안점검 계획이 수립되어야 함
 - 3) 높은 고도 차이(비고차) : 촬영 대상지내의 고저차가 클 경우에는 촬영 및 정사영상 제작단계에서 영상의 왜곡이 크게 발생하기 때문에 촬영 가능성에 대한 판단과 더불어 고도별로 구획을 구분하여 촬영하는 등 방안을 마련해야 함(예시 : 고저차 300m 이상일 경우 촬영횟수를 구분하여 실시함)
- ② 비행 경로 및 횟수 : 드론의 비행을 통한 촬영은 안전사고 발생과 관련하여 최소한의 비행 및 촬영 시간, 횟수를 통해서 최대 효율의

성과물을 확보하는 것이 중요함으로서 대상지내의 촬영을 위해서는 지형적인 요소와 대상지의 형태에 따라서 사전에 최적화된 비행 경로 및 횟수를 결정해야 함

- ③ 주변 지형 및 시설물 검토 : 계획의 예비단계에서는 수치지형도 및 DEM 자료를 활용한 고도분포, 철탑 및 아파트, 공장 등의 인공시설물, 집단주거시설 등의 유무 및 이격거리 등에 대한 검토가 필요하며, 안전을 확보하기 위해 이와 같은 사항을 고려한 비행경로 선정 및 비행 고도를 계획해야 함

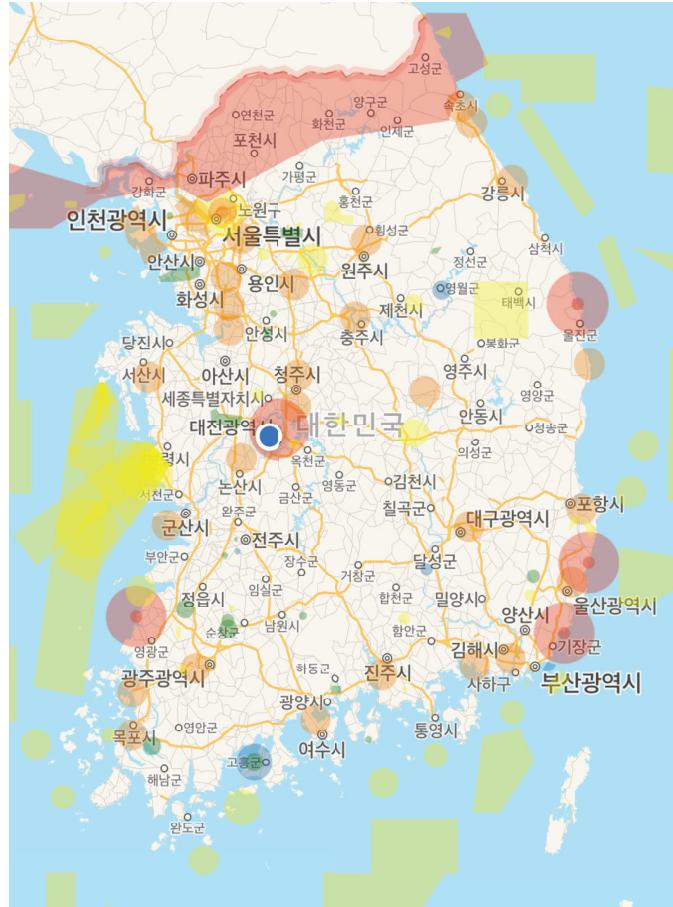


대상지 및 주변 여건을 고려한 계획 수립의 사례

- 라. 법적인 측면에서의 검토 및 계획 사항으로서는 군사시설과 국가 주요기간 시설이 존재하는 대상지에 대해서는 촬영이 진행된다 할지라도 보안점검의 단계에서 자료 삭제가 이루어지기 때문에 대상지를 조정하는 것이 바람직함
- 마. 대상지에 대한 현황분석이 완료된 후에는 국토를 대상으로 항공 촬영을 실시하기 위해 국방부에 항공사진촬영 허가신청서를 제출해야 함
- 바. 항공사진촬영 허가신청서를 작성, 제출하기 위해서는 사전에 촬영 대상지에 대한 비행금지 및 제한 구역에 유무를 판단해야 하며, 비행금지구역의 경우 별도의 지방항공청 승인을 필요로함

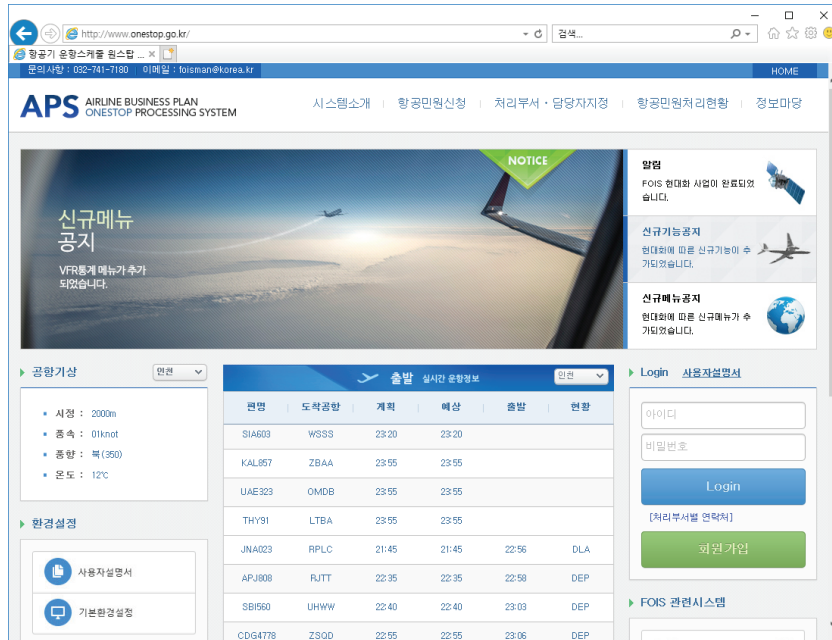
공역의 구분(항공안전법 시행규칙 제6장 제221조 제1항)

구분		내용
관제 공역	관제권	「항공안전법」 제2조제25호에 따른 공역으로서 비행정정보구역 내의 B, C 또는 D등급 공역 중에서 시계 및 계기비행을 하는 항공기에 대하여 항공교통관제업무를 제공하는 공역
	관제구	「항공안전법」 제2조제26호에 따른 공역(항공로 및 접근관 제구역을 포함한다)으로서 비행정정보구역 내의 A, B, C, D 및 E등급 공역에서 시계 및 계기비행을 하는 항공기에 대하여 항공교통관제업무를 제공하는 공역
	비행장 교통구역	「항공안전법」 제2조제25호에 따른 공역 외의 공역으로서 비 행정정보구역 내의 D등급에서 시계비행을 하는 항공기 간에 교통정보를 제공하는 공역
비관 제 공역	조연구역	항공교통조언업무가 제공되도록 지정된 비관제공역
	정보구역	비행정정보업무가 제공되도록 지정된 비관제공역
통제 공역	비행금지구역	안전, 국방상, 그 밖의 이유로 항공기의 비행을 금지하는 공역
	비행제한구역	항공사격·대공사격 등으로 인한 위험으로부터 항공기의 안전을 보호하거나 그 밖의 이유로 비행허가를 받지 않은 항공기의 비행을 제한하는 공역
	초경량 비행장치 비행제한구역	초경량비행장치의 비행안전을 확보하기 위하여 초경량비행장치의 비행활동에 대한 제한이 필요한 공역
주의 공역	훈련구역	민간항공기의 훈련공역으로서 계기비행항공기로부터 분리를 유지할 필요가 있는 공역
	군작전구역	군사작전을 위하여 설정된 공역으로서 계기비행항공기로부터 분리를 유지할 필요가 있는 공역
	위험구역	항공기의 비행시 항공기 또는 지상시설물에 대한 위험이 예상 되는 공역
	경계구역	대규모 조종사의 훈련이나 비정상 형태의 항공활동이 수행되는 공역



대한민국 공역의 구분(사단법인 한국드론협회 레디투플라이 앱)

- 사. 초경량비행장치를 활용한 비행 과정에서는 공역에서 관제공역과 통제권에 해당되며, 해당지역에 대해서는 관련기관(국방부, 지방항공청)의 지시사항에 따라서 안전한 비행을 실시해야 함
- 아. 두 번째로는 국방부의 항공사진촬영 허가신청의 단계로서 최근에는 국토 원스톱민원서비스(www.onestop.go.kr)를 통해 신청할 수 있는데, 해당지역 관할 기관으로 신청서를 이첩하여 한번에 처리됨
- 자. 기본적으로 항공사진촬영에 대해서는 국방부에서 담당하며, 고도 150m 이상의 비행이나, 비행금지구역에 대해서는 지방항공청에서 승인하는 방식으로 진행되고 있음
- 차. 아래의 그림은 원스톱서비스에서 제공하는 드론(무인항공기) 촬영 허가 및 결과 조회 시스템의 개요임



원스톱 인허가 시스템(국방부, 지방항공청))

항공사진 촬영 허가신청서

사진의 용도	대안군 소나무재선충병 항공예찰(촬영)		촬영구분 (정·동·사각 등)	사각	
필름의 종류	정지영상: JPG 동영상: -	규격	6000*4000	수량	2,700장 내외
항공기종	초소형무인비행장치 (고정익)		항공기명	UX5	
이륙 일시 장소	2016. 10. 17. 10:30 충청남도 대안군 안면읍 창기리 420		착륙 일시 장소	2016. 10. 17. 11:30 충청남도 대안군 안면읍 창기리 420	
촬영지역 (행중구역명)	충청남도 대안군 안면읍 창기리 420번지 외 산림 2,700ha		목표물	안면도 소나무림	
촬영고도	150m		좌표	36°34'14.53"N 126°20'03.83"E	
항로	산림지역 순회	순항고도	150m	항속	80km
촬영관계인적사항					
구분	성명	생년월일	소속	직책	
기장(비탈승)	김명준	78. 02. 07	(주)산림환경공간 기술연구소	소장	
승무원(비탈승)	방홍석	85. 09. 27	(주)산림환경공간 기술연구소	연구원	
촬영기사 (비탈승)	이제빈	89. 07. 20	(주)산림환경공간 기술연구소	연구원	
<특이사항> 1. 촬영 면적이 넓기 때문에 2016년 10월 17일 ~10월 21일(5일; 9회) 동안 진행 2. 승인 사항(공문)에 기간 명시 요청					

항공사진 촬영 허가 신청서 사례

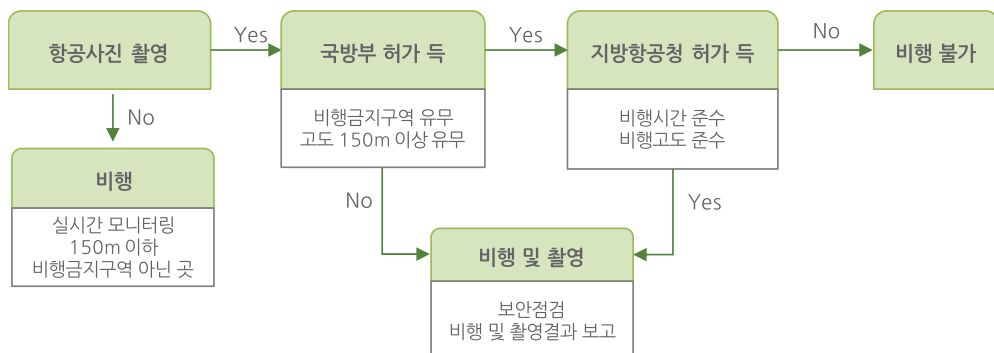


촬영 내용

[illegible]

국방부 드론(무인항공기) 촬영 허가 사례

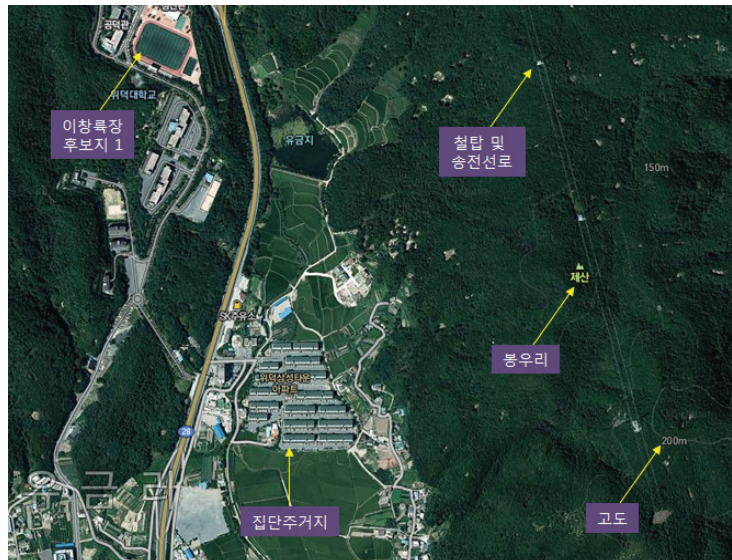
- 카. 상기 시스템을 활용하여 촬영 및 비행허가 신청이 완료된 후에는 승인 공문을 조회할 수 있으며, 담당부서 및 담당자, 연락처 등을 확인하고 촬영의 단계에서 보안점검 및 비행안전 통제에 따라야 함
- 타. 산림병해충 예찰을 위해 드론을 활용하여 촬영이 진행될 경우에는 반드시 위의 허가 및 승인이 필요하며, 촬영의 단계에서 위법성이 드러나거나 관련 법규를 위반할 경우 법적 처벌을 받기 때문에 반드시 준수해야 함
- 파. 대상지 현황분석 결과를 바탕으로 국방부 및 지방항공청에 해당 사항에 대해 허가 필요성에 따른 승인 절차는 아래의 그림과 같음



드론(무인항공기) 항공촬영을 위한 관련기관 인허가 절차

7.2. 현장 답사

- 가. 드론 촬영과 관련하여 관계기관의 허가를 득한 후에는 대상지를 중심으로 주변까지 현장답사를 통해 현황을 파악해야 함
- 나. 현장 답사 단계는 촬영 대상지의 지형 확인 및 인공장애물, 인구 밀집 지역, 주변의 교통 및 유동인구 등에 대한 사항을 파악하여 촬영의 단계에서 발생할 수 있는 문제점을 사전에 예방하기 위한 목적으로 수행함
- 다. 필요에 따라서는 안전성을 확보할 수 있는 이착륙장의 선정과 더불어 비행계획안을 수립하고, 가시권 확보 및 무인항공기와의 통신 유지 등에 대한 방안을 수립해야 함



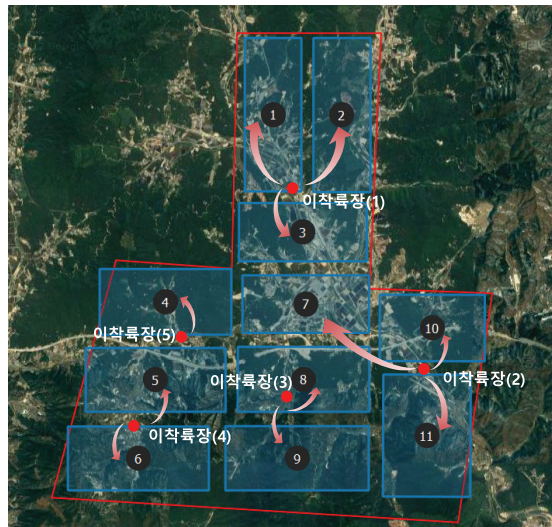
현장답사를 통한 주변 정보 수집

- 라. 현장 답사를 수행하기 전에는 사전에 현황분석을 실시하고, 이를 바탕으로 현장에서 문제점 발생 가능성의 유무에 대한 판단을 수행하고, 경우에 따라서 계획의 단계에서 시뮬레이션을 통해 안전을 확보할 수 있도록 현장의 정보를 수집해야 함
- 마. 위의 그림은 촬영 대상지를 중심으로 집단주거지역, 이착륙장 및 인공장애물(고압송전탑), 주변의 지형 등에 대해서 정보를 수집하여 지도화한 것으로서 사업의 전과정에서 발생할 수 있는 위험요소에 대한 확인이 필요함

7.3. 드론 비행계획 수립 및 촬영

가. 비행 횟수 및 촬영 계획 수립

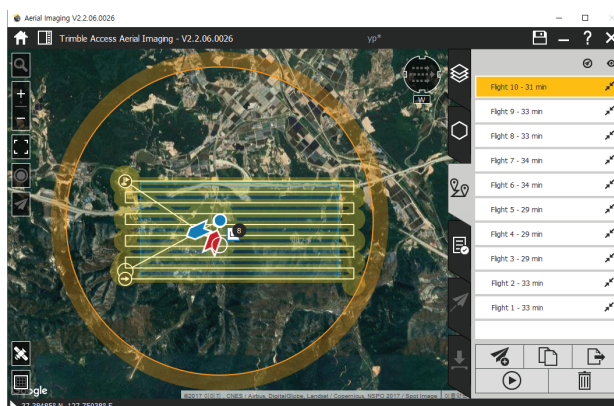
- ① 소규모 면적의 경우 1회 비행으로 촬영을 실시할 경우 횟수에 대한 계획 수립 단계가 생략될 수 있으나, 대부분 산림지역에 대한 촬영은 대면적 단위로 수행되기 때문에 1회 비행을 통해 촬영할 수 있는 범위의 계획 수립이 효율성 측면에서 매우 중요함
- ② 최고의 효율성을 확보하기 위해서는 1개소의 이착륙장을 중심으로 드론의 성능을 고려하여 이동하지 않고 반복 촬영을 실시하는 것이 매우 유리함



현장답사 결과를 바탕으로 한 비행(촬영) 계획 수립

- ※ 위의 그림은 경기도 양평군의 사례로서 약 4,000ha에 대해서 무인항공기를 활용하여 촬영을 실시할 경우 주변의 지형, 인공장애물, 이착륙장, 통신, 가시권 확보 등의 인자 등을 고려하여 이동횟수 및 촬영 횟수를 계획한 사례
- ③ 주변의 지형(고도), 가시권 확보 문제, 통신 문제 등으로 인해 이착륙장을 변경해야 할 경우 계획수립을 통해서 이동을 최소화 하는 것이 중요함
 - ④ 사전계획 및 현장답사의 단계를 통해서 수집된 결과를 바탕으로 과업을 수행하기 위해서 이동해야 하는 횟수와 촬영 횟수를 적절히 계획하는 등 준비작업이 필요함

- ⑤ 산림지역의 경우 대면적으로서 드론이 비행하는 거리가 멀기 때문에 가시권 확보 및 통신유지를 중심으로 비행계획을 수립하였으며, 이동 및 촬영 횟수의 계획은 효율성보다 안전사고 발생을 예방하기 위한 방안으로서 계획하는 것이 가장 중요함
- ⑥ 이동 및 비행 횟수에 대한 계획이 수립된 후에는 각각의 비행에 대한 세부계획이 수립되어야 하는데, 세부 계획의 수립 단계에서는 고품질의 성과품 확보와 더불어 안전사고 예방을 위한 측면에서 계획수립이 필요함
- ⑦ 최고의 품질을 확보하기 위해서는 안전사고 예방을 전제로 지표면으로부터 근거리에서 촬영을 실시하는 것이 바람직하며, 안전을 위해서는 주변의 지형 및 인공장애물의 높이를 고려하여 최대한의 높이로 비행해야하기 때문에 서로 상충되는 계획이라 할 수 있음
- ⑧ 안전을 고려한 비행 고도의 설정은 자료의 품질확보와 효율성을 고려한 결정이 이루어져야 함
- ⑨ 고정익의 경우에는 이착륙장 위치, 이착륙 방향 설정, 비행고도, 비행 방향 등의 계획을 바탕으로 3차원 시뮬레이션을 통해 안전성을 확보해야 할 필요성도 있음



각 비행 단계별 세부 계획 및 시뮬레이션 사례

- ⑩ 회전익의 경우에는 수직 이착륙을 실시하고, 목표 고도에 도달한 후에는 촬영 대상지까지 이동하는 방법으로 계획을 수립해야 하며, 사선 방향으로 이륙과 동시에 이동하는 형식의 비행은 절대 수행해서는 안됨

- ⑪ 또한, 계획된 고도에서 비행할 경우 주변의 장애물의 충돌 여부에 대한 사전 점검이 필요하며, 소프트웨어의 특성에 따라서 자동 비행을 하거나, 보조 센서를 활용하여 충돌을 예방할 수 있는 계획 수립이 필요함

나. 비행 횡수 및 촬영 계획 수립

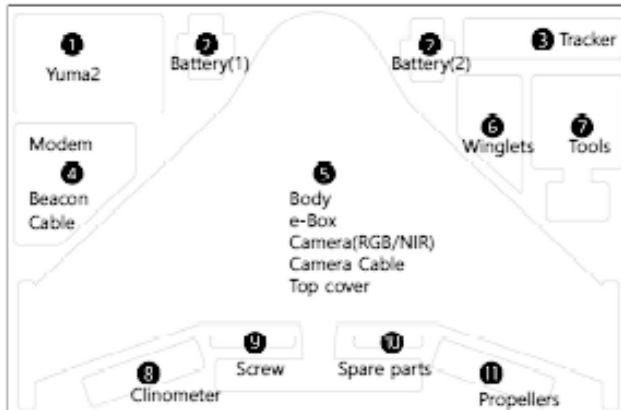
- ① 촬영의 전단계에서 드론의 정비는 안전한 비행을 위해서 정기적으로 실시해야하며, 이에 대해서는 장비의 특성 및 제작사에 적합한 체크리스트를 작성하는 것이 필요함
- ② 드론은 위치기반자료를 바탕으로 다양한 센서를 통해 자료를 수집하기 때문에 장비의 정상작동 유무가 매우 중요함
- ③ 비행의 난이도 및 위험성이 높은 산림지역에 대해서 촬영을 실시할 경우 장비의 정비 유무는 안전사고와 직접적으로 결부될 뿐만 아니라 자료의 확보 여부에도 영향을 미치게 됨
- ④ 따라서, 장비의 정비 단계에서는 배터리의 성능, 각종 센서류의 작동 여부, 통신 여부, 컨트롤러를 통한 제어 가능 여부 등에 대한 점검을 실시하고, 수명에 따라 마모도가 높은 부품에 대해서는 일정 사용시간 후에 교체를 실시하는 것이 바람직함
- ⑤ 또한, 현장에서의 컴퓨터 운용이 원활하지 않음으로 인해서 비행 계획 결과를 사전에 전송하는 등에 대한 점검을 실시할 경우 촬영의 단계에서 안정성을 확보하고 효율성을 극대화 시킬 수 있음

무인항공 촬영 정비 및 점검사항

항목			이상 유무
육안 검사	로터	로터 외관 변형 또는 크랙	유 . 무
		로터 배열(정방향, 역방향)	유 . 무
	카메라	짐벌 고정	유 . 무
		카메라 장착 및 고정	유 . 무
	배터리	배터리 고정	유 . 무
	댐퍼	댐퍼 외관	유 . 무
	배선	배선 노후화(피복 등)	유 . 무
	기체 먼지 오염	기체 외부의 먼지 및 오염	유 . 무
전기 전자 검사	모터	모터 작동 여부	유 . 무
	센서	자이로 센서 정상작동	유 . 무
		기압센서 정상작동	유 . 무
		GNSS 정상작동	유 . 무
		기타	유 . 무
	소음	로터 및 모터 소음	유 . 무
		센서류 소음	유 . 무
	배터리	배터리 충전 상태	유 . 무
		배터리 용량 및 성능	유 . 무
	램프류	램프 점등	유 . 무
	통신	컨트롤러 통신	유 . 무
		비콘(위치추적) 통신	유 . 무
정비사항 :			
2025. . . (서명)			

- ⑥ 장비의 점검이 완료된 후에는 장비점검 일지와 더불어 장비의 반출과 반입시 체크리스트를 작성하여 장비 및 부품의 목록 등을 체크해야 하며, 충분한 부품 등을 준비하여 현장에서 파손된 경우 정비를 통해 전체 일정에 차질이 발생하지 않도록 유의해야 함
- ⑦ 아래의 그림은 장비의 반입 및 반출에 대한 목록표와 더불어 정비 유무를 기록할 수 있도록 제작된 체크리스트 사례로서 보유 장비 및 제작사의 특성에 맞도록 정비일지를 작성해야 할 필요성이 있음

UX5(S7469) 장비 점검표

☒ UX5 Export

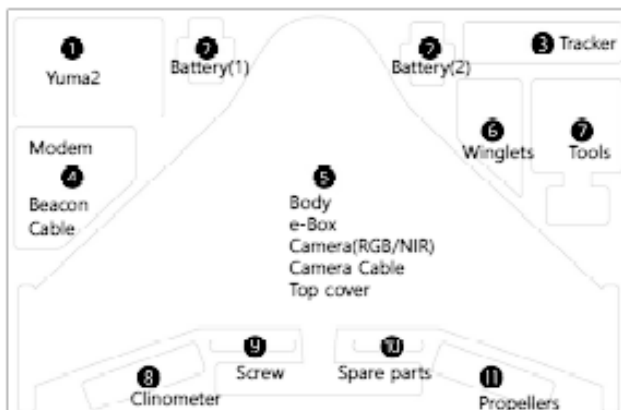
상기항목에 대한 것을 모두
확인하였습니다.

2015. . .

인수자 : (서명)
확인자 : (서명)
책임자 : (서명)

※ 기타 : Luncher 1set / Wind sack / Pole / Charger set

※ 특이사항 :

☒ UX5 Import

상기항목에 대한 것을 모두
확인하였습니다.

2015. . .

인수자 : (서명)
확인자 : (서명)
책임자 : (서명)

※ 기타 : Luncher 1set / Wind sack / Pole / Charger set

※ 특이사항 :

정비 및 장비 반입 · 출 체크리스트 사례

다. 드론(무인항공기) 비행 및 촬영

- ① 드론을 활용한 비행 및 촬영을 위해서는 자료의 확보 및 안전사고의 예방 측면에서 조종자 준수사항을 사전에 인지하고 이를 준수해야 함
- ② 현재 「항공안전법」에서는 조종자의 준수사항과 불법사용 등에 대해 정의하고 있으며, 다음과 같은 법규사항을 준수해야 함

‘항공안전법’ 제129조(초경량비행장치 조종자 등의 준수사항)

- ① 초경량비행장치를 사용하여 비행하려는 사람(이하 이 조에서 “초경량비행장치 조종자”라 한다)은 초경량비행장치로 인하여 인명이나 재산에 피해가 발생하지 아니하도록 국토교통부령으로 정하는 준수사항을 지켜야 한다.
- ② 초경량비행장치 조종자는 무인자유기구를 비행시켜서는 아니 된다. 다만, 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관의 허가를 받은 경우에는 그러하지 아니하다.
- ③ 초경량비행장치 조종자는 초경량비행장치사고가 발생하였을 때에는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 지체 없이 국토교통부장관에게 그 사실을 보고하여야 한다. 다만, 초경량비행장치 조종자가 보고할 수 없을 때에는 그 초경량비행장치소유자등이 초경량비행장치사고를 보고하여야 한다.
- ④ 무인비행장치 조종자는 무인비행장치를 사용하여 「개인정보 보호법」 제2조제1호에 따른 개인정보(이하 “개인정보”라 한다) 또는 「위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률」 제2조제2호에 따른 개인위치정보(이하 “개인위치정보”라 한다) 등 개인의 공적·사적 생활과 관련된 정보를 수집하거나 이를 전송하는 경우 타인의 자유와 권리를 침해하지 아니하도록 하여야 하며 형식, 절차 등 세부적인 사항에 관하여는 각각 해당 법률에서 정하는 바에 따른다.
- ⑤ 제1항에도 불구하고 초경량비행장치 중 무인비행장치 조종자로서 야간에 비행 등을 위하여 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관의 승인을 받은 자는 그 승인 범위 내에서 비행

할 수 있다. 이 경우 국토교통부장관은 국토교통부장관이 고시하는 무인비행장치 특별비행을 위한 안전기준에 적합한지 여부를 검사하여야 한다.

- ⑥ 제5항에 따른 승인을 신청하고자 하는 자는 제127조제2항 및 제3항에 따른 비행승인 신청을 함께 할 수 있다.

- ③ 초경량비행장치를 활용한 불법 사용 등의 죄는 「항공안전법 제161조에서 규정하고 있으며, 조종자가 주류를 섭취한 상태에서 조종을 실시하거나, 이와 같은 법규를 위반한 후, 측정 요구에 따르지 않는 사항 등이 있음
- ④ 아울러, 비행안전을 위한 기술상의 기준에 적합한 안전성인증을 받지 아니한 경우와 비행장치의 신고 또는 변경신고를 실시하지 않은 경우에 대한 규정을 제시함

‘항공안전법’ 제161조(초경량비행장치 불법 사용 등의 죄)

- ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 3년 이하의 징역 또는 3천만원 이하의 벌금에 처한다.
1. 제131조에서 준용하는 제57조제1항을 위반하여 주류등의 영향으로 초경량비행장치를 사용하여 비행을 정상적으로 수행할 수 없는 상태에서 초경량비행장치를 사용하여 비행을 한 사람
 2. 제131조에서 준용하는 제57조제2항을 위반하여 초경량비행장치를 사용하여 비행하는 동안에 주류등을 섭취하거나 사용한 사람
 3. 제131조에서 준용하는 제57조제3항을 위반하여 국토교통부장관의 측정 요구에 따르지 아니한 사람
- ② 제124조에 따른 비행안전을 위한 기술상의 기준에 적합하다는 안전성인증을 받지 아니한 초경량비행장치를 사용하여 제125조제1항에 따른 초경량비행장치 조종자 증명을 받지 아니하고 비행을 한 사람은 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금에 처한다.
- ③ 제122조 또는 제123조를 위반하여 초경량비행장치의 신고 또는 변경신고를 하지 아니하고 비행을 한 자는 6개월 이하의 징역 또는 500만원 이하의 벌금에 처한다.

④ 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람은 500만원 이하의 벌금에 처한다.

1. 제127조제2항을 위반하여 국토교통부장관의 승인을 받지 아니하고 초경량비행장치 비행제한공역을 비행한 사람
2. 제127조제3항제2호를 위반하여 국토교통부장관의 승인을 받지 아니하고 초경량비행장치를 이용하여 관제권에서 비행함으로써 항공기 이착륙을 지연시키거나 회항하게 하는 등 비행장 운영에 지장을 초래한 사람
3. 제129조제2항을 위반하여 국토교통부장관의 허가를 받지 아니하고 무인자유기구를 비행시킨 사람

- ⑤ 드론을 활용한 비행 및 촬영을 위해서는 자료의 확보 및 안전사고의 예방 측면에서 조종자 준수사항을 사전에 인지하고 이를 준수해야 함
- ⑥ 이외에 비행 및 촬영의 단계에서는 실무적으로 장비의 규모 및 최소 운용 조건에 따라서 현장 촬영 팀을 구성해야 하는데, 안전사고를 예방하고 긴급 사고시 대응을 위해 최소 2인/1조 또는 3인/1조로 구성하는 것이 바람직함
- ⑦ 이는 장비운용 오퍼레이터 1인, 보조원 1인, 안전요원 1인 등으로 구성될 수 있으며, 긴급 상황에서는 사전에 작성된 사고보고 대응 매뉴얼에 따라 장관에게 보고를 실시해야 함
- ⑧ 비행 및 촬영을 위해 현장에 도착한 경우에는 주변의 기상상태를 확인하고, 강풍과 강우의 날씨에는 비행을 중단하며, 안개 등의 문제가 발생할 경우 현장에서 대기하는 등 무리한 비행을 금지함
- ⑨ 또한, 무리한 비행 계획을 수립하여 장비 성능(배터리 성능 및 통신)의 범위를 벗어나는 비행은 절대 금함
- ⑩ 비행중에는 오퍼레이터 및 보조운용자는 드론과의 통신 상태를 지속적으로 모니터링하며, 가시권에서 벗어나지 않도록 유의해야 함
- ⑪ 비행의 준비과정 또는 비행시 이용하는 대상지가 사유지일 경우에는 사전에 토지주에게 사용승낙을 받고, 마찰이나 민원이 발생하지 않도록 유의해야 함

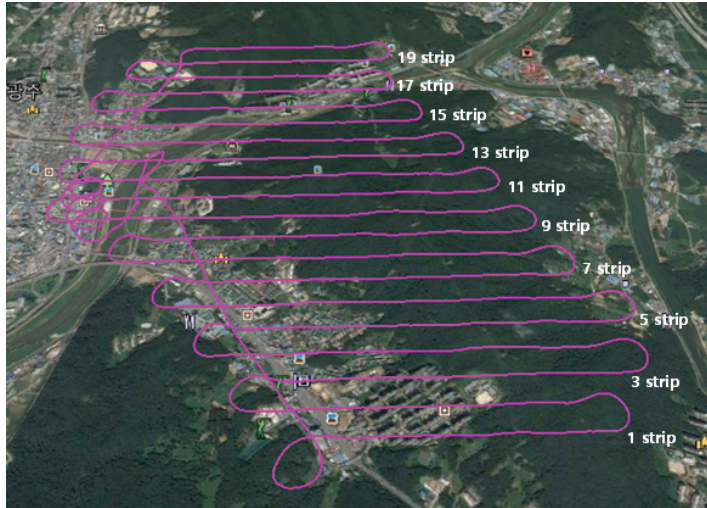
- ⑫ 비행 및 촬영이 완료된 후에는 비행 전과정에서 발생했던 특이 사항 및 문제점, 문제 해결 방법, 기상 상태, 사진 매수 등에 대한 기록을 실시하여 동일 문제가 반복되지 않도록 유의해야 함
- ⑬ 자료 확보 수량, 비행의 준비과정 또는 비행시 이용하는 대상지가 사유지일 경우에는 사전에 토지주에게 사용승낙을 받고, 마찰이나 민원이 발생하지 않도록 유의해야 함
- ⑭ 촬영의 단계에서 산림병해충 예찰을 위한 세부 촬영 조건은 다음과 같으며, 본 조건은 최소한의 조건으로서 모든 항목을 준수해야 함
 - 1) 기체 유형 : 기체 유형에 대한 제한은 없으며, 사업의 대상지의 특성에 따라 가장 효율적인 기체를 적용함
 - 2) 카메라 센서 : RGB 디지털카메라 기준으로 2,000만 화소 이상
 - 3) 비행 고도 : 비행고도는 카메라의 성능에 따라 다를 수 있으나, 최대 400m 이내에서 비행 및 촬영을 실시해야 함
 - 4) 해상도(GSD) : 카메라의 성능 및 비행고도에 따라 다를 수 있으나, 최소 15cm 이내로 계획되어야 함
 - 5) GCP 설치 : 산림병해충 예찰 목적의 촬영은 별도의 GCP를 설치하지 않으며, 최소 수평위치오차 5m 이내를 준수해야 함
 - 6) 중첩도 : 짐벌의 유무와 관계없이 드론의 진행방향으로 70%, 인접방향으로 40% 이상의 중첩율을 확보해야 함
 - 7) 태양고도 : 지평선과 태양사이의 각도로서 하지를 기준으로 30도~35도를 기본 원칙으로 하며, 겨울철에는 25~30도의 시간에 준함(한국 천문연구원 천문우주지식정보 참조)
- ⑮ 특히, 정사영상을 제작하기 위한 목적의 촬영 단계에서 비행경로(스트립)는 가급적 첫 번째 시작 스트립과 마지막 스트립이 대상지 경계 또는 경계 외곽에서부터 비행을 시작, 종료해야 함
- ⑯ 이는 비행 및 촬영의 효율성을 고려하여 대상지 안쪽으로 비행 및 촬영을 실시할 경우 제작된 정사영상의 품질이 저하되기 때문이며, 수평위치 및 영상품질이 일정조건을 만족시키지 못할 경우 재촬영이 요구됨
- ⑰ 따라서 효율적인 촬영을 위해서는 최적의 비행경로를 선정하여 일정수준 이상의 품질을 확보할 수 있도록 계획을 수립해야 함



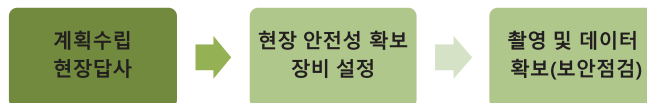
고정의 무인항공기 촬영(준비→이륙→촬영(모니터링)→착륙)



회전의 무인항공기 촬영(준비→이륙→촬영(모니터링))



비행(촬영) 후 경로 확인 결과

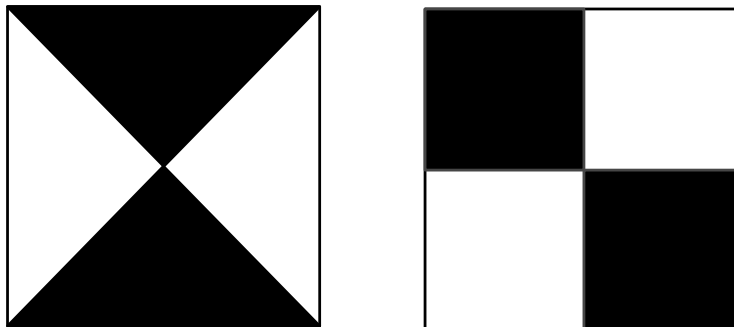


드론(무인항공기) 촬영 프로세스

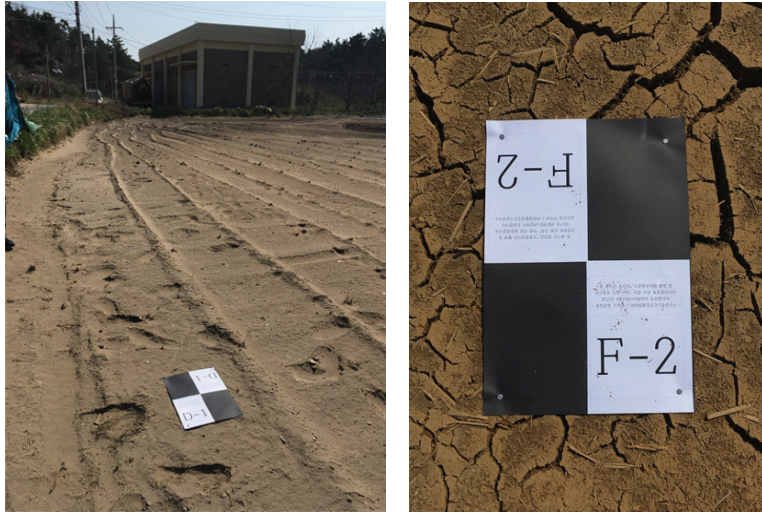
라. 대공표지판 설치 및 GCP 측량

- ① 최근 드론을 활용한 항공사진 측량 기술이 발달함에 따라서 다양한 기술이 적용되고 있으며, 대표적으로 PPK(Post processed kinematic)가 있음
- ② 그러나 PPK가 적용된 드론을 활용하여 촬영을 실시하고 정사영상을 제작하더라도 일정수준 이상의 수평위치 정확도를 확보하기는 쉽지 않은 실정이며, 이를 보완하기 위해서 표정점을 선정하고 측량을 실시하여 보완하고 있는 실정임
- ③ 드론을 활용한 항공사진 측량에서의 표정점은 자연점(Natural point)과 기준점(GCP; Ground control point)이 있으며, 사진상에 나타난 점과 그와 대응되는 실제의 점과 상관성을 해석하기 위한 점을 표정점(Orientation point) 또는 기준점(Control point)이라고 함
- ④ 이와 같은 자연점 및 기준점을 선정하기 위해서는 자연점의 경우 자연물로서 사진상에 명확하게 나타나고 정확히 관측할 수 있는 점으로 선택해야 함

- ⑤ 기준점은 대상물의 수평위치와 수직위치의 기준이 되는 점을 뜻하는 것으로서 선점시에 다음과 같은 원칙이 뒷받침되어야 함 (유복모, 2009)
- 1) 확실한 기준점으로 표지(대공표지)되는 점으로서 촬영 전 반드시 점검해야하며, 사진상에서 확실히 표현되도록 표시해야 함
 - 2) 확실한 지상기준점으로 촬영 전에 대공표지가 되지 않은 점은 현지 측량도면 등을 이용해 사진상에서 구별되어야 함
 - 3) 확실한 지상기준점이나 사진상에서의 구별이 곤란한 점은 지상 기준점으로부터 사진상에서 쉽게 구별되는 다른 자연점 또는 대공표지점 가까이로 관측해야 함
 - 4) 수평위치 기준점의 조건은 주위에 대해 대비가 되는 것이어야 하며, 높은 지역의 수직위치 기준점은 기준면에 관측표를 놓을 때, 최대 정확도를 갖도록 평탄지역 내에 있어야 함
- ⑥ 대공표지판은 측량하고자 하는 목적과 촬영 방향 등에 따라서 다양한 형태가 사용될 수 있으나, 일반적으로 아래의 그림과 같은 형태가 사진축척에 구매 받지 않고 주로 활용됨

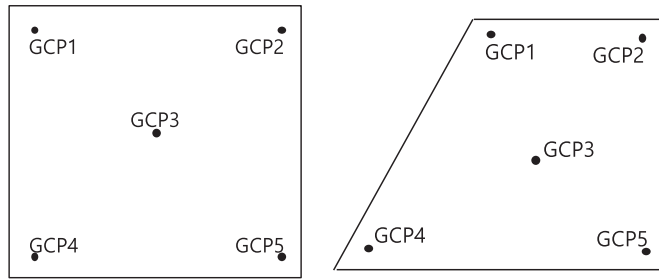


비행(촬영) 후 경로 확인 결과

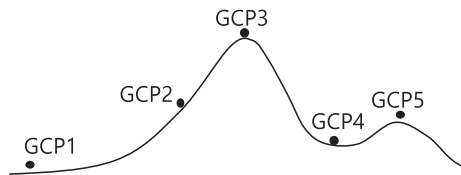


대공표지판 설치 사례

- ⑦ 드론을 활용한 항공사진 촬영에서의 대공표지판은 위의 그림과 같이 흑색과 백색으로 구분이 명확하고, 평탄한 지역에 설치하며, 크기는 최소 가로 100cm, 세로 100cm 이상(해상도 20배 크기)이 적합함
- ⑧ 아울러 산림내에서의 항공사진 촬영을 위해 대공표지판을 설치하는 것이 복잡한 지형과 더불어 접근성이 어렵기 때문에 대공표지판의 설치에 천공된 나사를 현장에서 찾기가 어렵고, 접근성이 불량하기 때문에 많은 작업 시간이 소요됨
- ⑨ 또한, GCP의 수량은 최소 3개 이상이어야 하고 복잡한 지형에서 GCP의 수량이 많을수록 정확도가 높으나, 일정 수준 이상일 경우 정확도의 향상은 미비해지는 특징이 있기 때문에 9점 이하로 하는 것이 효율적이며, 1km²에 최소 5점을 선정하는 것이 효율성이 높을 것으로 판단됨
- ⑩ 따라서 GCP의 수량 및 위치선정은 평면상으로는 촬영하는 대상지의 형태에 따라서 사각형일 경우 모서리와 중심, 부정형일 경우에는 외곽지점과 중심부에 설치하는 것이 바람직함
- ⑪ 수직적인 측면에서는 고저차가 극심하게 변화하는 지점에 설치하는 것을 원칙으로 아래의 그림과 같이 계획하는 것이 바람직함



촬영 대상지 형태에 따른 GCP 설치 사례



촬영 대상지 고저변화에 따른 GCP 설치 사례

- ⑫ 이와 같이 대공표지판을 설치하고 GCP 측량을 실시한 후에는 정사영상 제작에 반영하고, 별도의 GCP 점의 조서를 작성하여 정사영상과 함께 제출함

무인항공 촬영 GCP 점의 조서 작성 사례

무인항공 측량 GCP 점의조서						
사업명	드론항공사진 촬영 및 공간정보 도면 구축					
발주기관	한국임업진흥원		수행기관	(주)00시스템		
설치일시	2017. 04. 11		설치자	송진흥		
관측일시	2017. 04. 11		관측자	송진흥		
기준점번호	6	2	설치장소	도로변		
설치위치	인천광역시 옹진군 백령면 북포리 588-9					
측량성과	구분		X	Y	표고	사용 원점
	GRS80	경위 도	37.956663	124.661506	21.03	서부 원점
		직각 좌표	170251.7047	595243.7963		
비고 (특이사항)	삼거리 도로변					







7.4. 보안점검 및 자료확보

가. 보안점검

- ① 항공사진 촬영에서의 보안점검은 대부분 주요 국가시설(군사시설 및 기밀시설)의 정보를 보호하기 위한 방안으로서 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」과 「군사기지 및 군사시설 보호법」에 근거하고 있음
- ② 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」기본측량성과의 국외 반출 금지에 대해서 규정하고 있으며, 다음과 같은 내용을 포함

‘공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률’ 제16조(기본측량성과의 국외 반출 금지)

- ① 누구든지 국토교통부장관의 허가 없이 기본측량성과 중 지도등 또는 측량용 사진을 국외로 반출하여서는 아니 된다. 다만, 외국 정부와 기본측량성과를 서로 교환하는 등 대통령령으로 정하는 경우에는 그러하지 아니하다.
- ② 누구든지 제14조제3항 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 기본측량성과를 국외로 반출하여서는 아니 된다. 다만, 국토교통부장관이 국가안보와 관련된 사항에 대하여 과학기술정보통신부장관, 외교부장관, 통일부장관, 국방부장관, 행정안전부장관, 산업통상자원부장관 및 국가정보원장 등 관계 기관의 장과 협의체를 구성하여 국외로 반출하기로 결정한 경우에는 그러하지 아니하다.
- ③ 제2항 단서에 따른 협의체에는 1인 이상의 민간전문가를 포함하여야 한다.
- ④ 제2항 단서에 따른 협의체의 구성 및 운영과 제3항에 따른 민간 전문가의 자격기준 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.
- ⑤ 제3항에 따른 민간전문가는 「형법」 제127조 및 제129조부터 제132조까지의 규정을 적용할 때에는 공무원으로 본다.

- ③ 또한, 같은법 제20조에서는 공공측량성과를 사용한 지도 등의 간행에서 지도를 제작하여 간행하거나 판매 및 배포할 수 없음을 규정하고 있음

- ※ 제20조(공공측량성과를 사용한 지도 등의 간행) 공공측량시행자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 공공측량성과를 사용하여 지도 등을 간행하여 판매하거나 배포할 수 있다. 다만, 국가안보를 해칠 우려가 있는 사항으로서 대통령령(군사기지 및 군사시설에 관한 사항 등)으로 정하는 사항은 지도 등에 표시할 수 있음

‘군사기지 및 군사시설 보호법’ 제9조(보호구역에서의 금지 또는 제한)

- ① 누구든지 보호구역 안에서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 행위를 하여서는 아니 된다. 다만, 제1호, 제3호, 제7호, 제8호, 제11호 또는 제12호의 경우 미리 관할부대장등(제1호의 경우에는 주둔지부대장을 포함한다)의 허가를 받은 자에 대하여는 그러하지 아니하다.
1. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 구역 또는 군사기지 및 군사시설에의 출입. 다만, 군사작전상 장애가 되지 아니하는 범위에서 대통령령으로 정하는 지역의 경우에는 허가를 받지 아니하고 출입할 수 있다.
 - 가. 통제보호구역
 - 나. 울타리 또는 출입통제표찰이 설치된 군사기지 및 군사시설
 2. 통제보호구역 안에서의 건축물의 신축. 다만, 군사작전에 지장이 없는 범위에서 대통령령으로 정하는 사항은 그러하지 아니하다.
 3. 통제보호구역 안에서의 수산동식물의 포획 또는 채취
 4. 군사기지 또는 군사시설의 촬영·묘사·녹취·측량 또는 이에 관한 문서나 도서 등의 발간·복제. 다만, 국가기관 또는 지방자치단체, 그 밖의 공공단체가 공공사업을 위하여 미리 관할부대장등의 승인을 받은 경우는 그러하지 아니하다.
 5. 보호구역등의 표지(보호구역등임을 나타내는 표본·표석·부표·출입통제표찰 또는 수중부설물을 포함한다)의 이전 또는 훼손
 6. 군함의 항로 방해
 7. 표류물, 침몰물의 습득 또는 군사작전이나 항해에 장애가 될 우려가 있는 대통령령으로 정하는 유해물의 유기(遺棄)
 8. 군용항공기를 제외한 항공기의 항공작전기지에의 착륙

9. 군사시설 또는 군용항공기를 손괴하거나 그 기능을 손상시키는 행위
 10. 군용항공기를 향하여 물건을 던지거나 군용항공기 운항에 위험을 일으킬 우려가 있는 행위
 11. 제5조제1항제2호라목에 따른 제한보호구역 안에서의 각종 총포의 발사, 폭발물의 폭발 등의 행위
 12. 제5조제1항제2호마목에 따른 제한보호구역 안에서의 군용통신에 장애가 되는 것으로서 대통령령으로 정하는 건축물의 건축, 공작물·매설물 등(이하 "장애설비등"이라 한다)의 설치
- ② 국방부장관 또는 관할부대장등은 보호구역 안에서 군용통신에 장애가 되는 장애설비등의 사용을 제한할 수 있다.

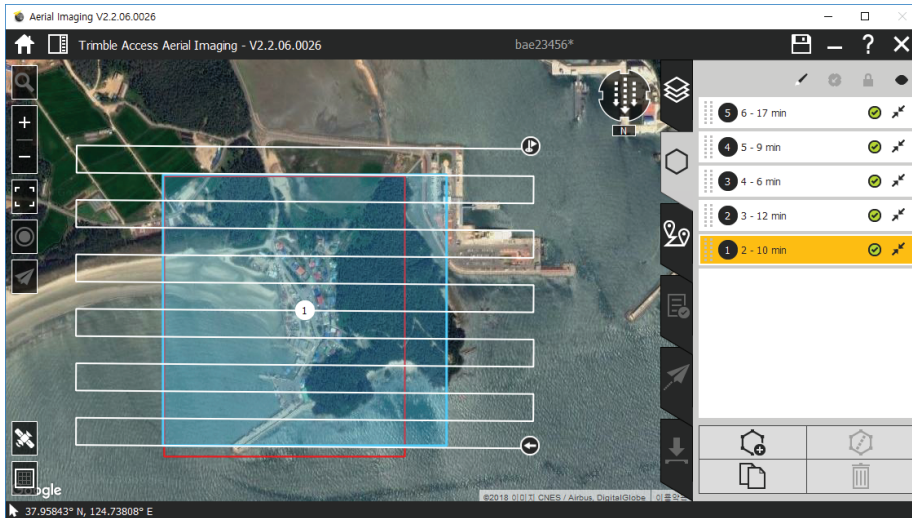
④ 드론을 활용한 촬영 실무에서의 보안점검

- 1) 항공촬영 준비과정에서의 촬영허가신청서를 제출할 경우 승인 공문에는 해당지역 관할 군부대가 명시되어 있으며, 촬영 당일 담당자 입회하에 촬영된 사진 매수 및 군사시설 촬영 유무에 대한 판단을 실시함
- 2) 보안점검 과정에서는 드론 모델, 카메라명, 메모리 용량, 사진 촬영매수 등을 기본적으로 확인하고, 촬영된 사진에서 군사시설 및 국가주요 시설이 촬영된 경우에는 현장에서 삭제조치를 취함
- 3) 보안점검 이전에 촬영된 사진의 복사와 삭제 후 복원은 불법으로서 고품질의 정사영상제작을 위해서는 군사시설을 제외하고 촬영을 실시하는 것이 바람직함
- 4) 촬영의 과정에서 인근지역에서의 군사훈련이 실시될 경우가 있기 때문에 드론의 이륙 및 비행, 착륙 시간을 실시간으로 보고해야 할 경우가 있음
- 5) 비행금지구역이나 비행고도 150m 이상의 경우에는 별도로 지방항공청에서 승인된 날짜 및 시간에만 비행해야 하며, 현장에서 담당자 대면 또는 유선상으로 별도의 통제를 따르도록 함

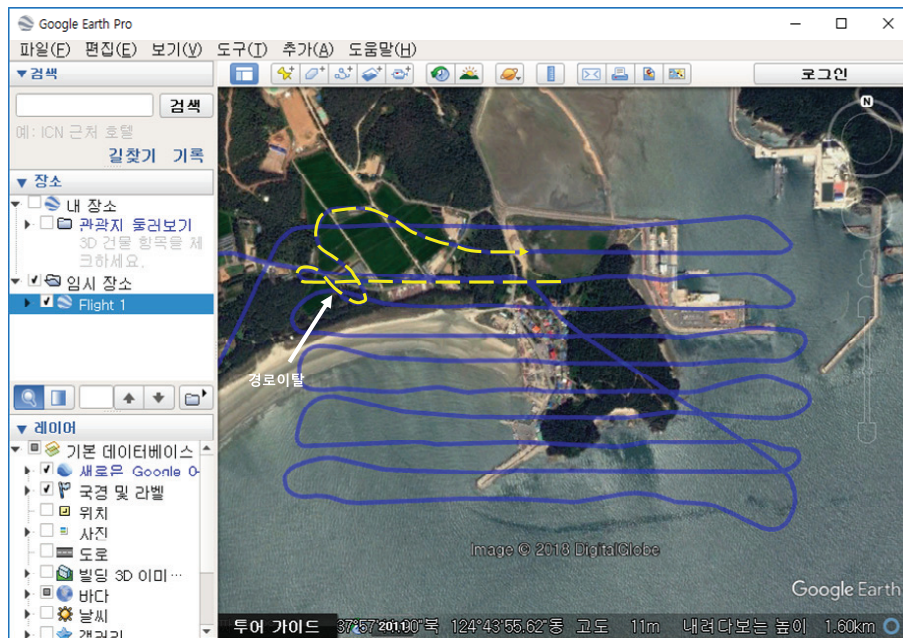
- 6) 드론을 활용한 항공사진의 촬영 및 영리목적의 사업을 수행하기 위해서는 준비 및 촬영의 단계에 걸쳐 모두 법적인 규정을 준수하여 향후 문제가 발생하지 않도록 유의해야 하며, 안전사고 발생에 특히 유의해야 함

나. 자료 검수 및 백업

- ① 보안 점검이 완료된 후에는 촬영된 사진이 목적 및 조건에 부합하도록 촬영되었는지에 대한 자료검수가 필요함
- ② 여기에서는 총 사진매수가 EO(Electronic Optical)값의 트리거 수와 동일하게 촬영되었는지 확인해야 하며, 적절한 중복도가 적용되어 촬영되었는지에 대해서 확인함
- ③ 또한, 비행은 계획된 경로를 따라서 안정적인 비행을 수행했는지에 대한 확인이 필요한데, 아래의 [그림-20]은 초기 촬영 대상지에 대해서 비행경로를 계획한 노선으로서 기상 등의 특별한 문제가 없을 경우 계획된 노선을 따라 비행하며 촬영을 실시하게 됨
- ④ 그러나, [그림 3-21]과 같이 실제 비행의 단계에서는 강풍으로 인해 드론이 계획된 노선을 이탈하고, 이를 인지하여 경로를 변경하여 궤도에 재진입한 사례로서 이와 같은 방식으로 촬영될 경우 비행의 위험성이 매우 높을 뿐만 아니라 성과품의 품질을 확보할 수 없다는 문제점이 발생함
- ⑤ 따라서 촬영의 단계에서는 성과품의 품질까지 고려한 계획된 노선을 바탕으로 일정거리 범위까지 추가 촬영을 실시하여, 자료의 품질 확보와 더불어 촬영 후 정사영상 제작 단계에서 발생하는 문제를 사전에 예방할 수 있음



촬영 대상지의 비행노선 계획



비행 및 촬영 과정에서의 기상으로 인한 경로 이탈

- ⑥ 끝으로 자료에 대한 보안점검 및 검수가 완료된 시점에서는 현장에서 추가 촬영 및 작업과정에서 메모리의 분실 및 파손 등에 대비하기 위해 반드시 백업을 실시하여 재촬영으로 이어지지 않도록 유의해야 함

다. 비행(촬영) 일지 기록 및 사고 처리

< 비행(촬영) 일지 기록 >

- ① 산림은 드론을 운용하는데 있어서 촬영의 단계에서는 지형이 복잡하고 가시권 확보가 어려우면서 대면적을 대상으로 하기 때문에 매우 어려운 지역임
- ② 정사영상 제작단계에서는 극심한 지형기복과 더불어 임지내 임목의 유사한 색상 및 패턴으로 인해 정사영상 제작에 많은 어려움이 있기 때문에 사용자가 원하는 고품질의 영상을 수집하기에 난이도가 매우 높음
- ③ 따라서 산림을 대상으로 드론을 운용하여 촬영을 실시하고, 정사영상을 제작하는 업무는 산림에 대한 이해와 더불어 많은 경험을 필요로 하며, 이와 같은 어려움을 해결하기 위해서는 촬영 이전에 무인항공기에 대한 정비를 철저히 하고, 비행 및 촬영의 단계에서 비행(촬영) 일지를 기록하는 것이 중요함
- ④ 비행 및 촬영 기록일지는 크게 행정사항, 비행계획, 비행 및 촬영, 성과물 등의 항목에 대해서 기록해야 할 필요성이 있으며, 이는 비행(촬영) 이전의 단계와 비행(촬영) 이후의 단계로 구분되며, 비행(촬영) 이전의 단계는 다음과 같음
 - 1) 행정사항 : 드론을 활용하여 촬영을 실시하고, 이를 바탕으로 정사영상 제작 목적으로 사전에 계획하고, 관련기관의 인허가를 받는 과정에 대해서 기록하는 사항으로서 촬영 목적, 촬영 대상, 의뢰기관, 비행허가 여부, 촬영 일시, 참관기관 등에 대한 사항을 기록할 수 있음
 - 2) 비행계획 : 비행 계획은 안전을 대비하기 위해 사전에 비행계획을 수립했는지에 대한 여부와 계획사항을 기록하는 사항으로 사전 답사 여부, 지도제작 및 시뮬레이션 수행 여부, 이착륙장 확보 여부, 촬영 및 비행 횟수 등에 대한 사항을 기록함
- ⑤ 또한, 비행(촬영) 이후의 단계는 비행 과정에서 발생한 이벤트에 대한 사항을 기록하거나 촬영을 통해 확보한 성과물, 현장에서 판단한 기체의 이상 유무 등에 대해서 다음과 같이 기록할 수 있음

- 1) 비행(촬영) : 비행 및 촬영의 단계에서는 장비운용자(주운용자, 보조운용자), 총 운용 시간, 비행 단계에서의 긴급사항 발생 여부 및 후속조치, 기상상태 등에 대한 사항을 기록함
 - 2) 성과 : 착륙상태, 파일(사진) 매수 및 일련번호, 자료확보 여부, 파손 유무, 후속조치 등에 대한 사항을 기록함
- ⑥ 이와 같은 사항을 바탕으로 다음의 표와 같이 촬영 준비 및 비행 점검표를 작성할 수 있으며, 이와 같은 점검표는 사용자의 특성에 맞춰 일부사항에 대해서 변경하여 적용할 수 있음

무인항공기 운용 및 촬영 점검표(안)

무인항공기 운용 및 촬영 점검표

일련번호 : No _____.

☒ Permission and field survey

✓ 행정사항	① 촬영 목적 :	(지자체 소나무재선충 등)
	② 촬영 대상 :	(산림지역 000ha)
	③ 의뢰 기관 :	(지자체 및 기관명)
	④ 비행 허가 :	(지방항공청, 국방부 등)
	⑤ 촬영 일시 :	(년/월/일/시간)
	⑥ 참관 기관 :	(소속 및 이름, 인원)
✓ 비행계획	① 사전 답사 :	(실행 또는 비실행, 이름)
	② 지도 제작 :	(1:5,000지형도 출력, 검토)
	③ 이착·륙장 :	(예상 이착륙장 장소)
	④ 비행 계획 :	(현장 또는 사전 계획수립내용)
	⑤ 촬영 횟수 :	(RGB / NIR 횟수)

☒ Flight(1)

✓ 비행	① 장비 운용 :	(주 운용자)
	② 보조 운용 :	(보조자)
	③ 운용 시간 :	(날짜 및 시간)
	④ 긴급 사항 :	(비행중 긴급사항 및 대처내용)
	⑤ 후속 조치 :	(긴급 사항에 대한 조치내용)
	⑥ 기상 사항 :	(현지 기상 상태)
✓ 성과	① 착륙(기체) 상태 :	(매우양호-양호-보통-불량-매우불량, 원인)
	② 파일 번호(매수) :	(파일 이름, 불량)
	③ 자료 확보 :	(확보-부분적확보-미확보, 사진매수, 사유)
	④ 파손 유무 :	(파손내용, 원인)
	⑤ 후속 조치 :	(후속조치 사항)

2025. . .

작성일자(정) : (서명)

< 안전성 확보 및 안전사고 대응 >

- ① 산림지역에서의 드론 운용은 복잡한 지형과 가시권 확보, 산림 내 미기후 등 다양한 제약요소로 인해 위험성이 매우 높은 업무임
- ② 안전성을 확보하기 위해서는 크게 두 가지 측면에 대해서 고려해야 하며, 첫 번째로는 비행 이전의 정비 단계로서 사용자는 지속적이고 정기적인 정비를 통해서 비행시 문제가 발생하지 않도록 점검을 실시해야 함
- ③ 초경량비행장치의 안전성을 확보하기 위한 방안으로서 정비와 관련해서는 항공안전법 제124조에 따라 국토교통부고시 제2024-387호의 제9조(안전성 유지 책임)에 따라 정비 및 유지관리 측면에 대해서 다음과 같이 규정하고 있음

‘항공안전법’ 제124조(초경량비행장치 안전성인증)

시험비행 등 국토교통부령으로 정하는 경우로서 국토교통부장관의 허가를 받은 경우를 제외하고는 동력비행장치 등 국토교통부령으로 정하는 초경량비행장치를 사용하여 비행하려는 사람은 국토교통부령으로 정하는 기관 또는 단체의 장으로부터 그가 정한 안정성인증의 유효기간 및 절차·방법 등에 따라 그 초경량비행장치가 국토교통부장관이 정하여 고시하는 비행안전을 위한 기술상의 기준에 적합하다는 안전성인증을 받지 아니하고 비행하여서는 아니 된다. 이 경우 안전성인증의 유효기간 및 절차·방법 등에 대해서는 국토교통부장관의 승인을 받아야 하며, 변경할 때에도 또한 같다.

‘초경량비행장치 기술기준’ 제124조(초경량비행장치 안전성인증)

- ① 초경량비행장치 소유자는 해당 초경량비행장치의 안전성 유지에 대한 책임이 있으며, 지속적인 안전성 유지를 위해 제작자, 키트 제작자 또는 키트조립 제작자로부터 기술적 지원을 받을 수 있는 방법을 확보하여야 한다.
- ② 초경량비행장치 소유자는 초경량비행장치의 안전성 유지를 위하여 다음 사항을 확인할 책임이 있다.

1. 초경량비행장치의 안전성에 영향을 줄 수 있는 모든 정비, 오버홀, 개조 또는 수리는 제작사가 권고한 방식을 따를 것
2. 정비 또는 수리·개조 등을 수행한 경우 해당 초경량비행장치 정비일지에 기록할 것
3. 제작사가 권고하는 방식에 따라 정비를 수행하지 않았거나, 권고 기준을 초과하는 결함, 고장 등이 있는 상태에서 비행하지 말 것
- ③ 초경량비행장치 소유자는 제작사가 발행한 안전지시를 따르지 않은 초경량비행장치로 비행하여서는 아니 된다.

- ④ 즉, 사용자는 사전에 무인항공기에 대한 정비를 수행할 경우 제작자의 권고사항을 준수하면서 안전지시 사항을 따르고, 임의적인 개조를 수행하는 것을 금지하고 있으며, 지속적인 기술지원을 통해 안전을 확보해야 함
- ⑤ 한편, 「항공안전법」을 개정(2024.1.)하여 초경량비행장치 관련 안전교육 의무화 및 안전교육 미이수에 대한 제재를 강화하였음

‘항공안전법’ 제125조의2(초경량비행장치 관련 안전교육)

- ① 패러글라이더 등 국토교통부령으로 정하는 초경량비행장치에 대한 초경량비행장치 조종자 증명을 받은 사람은 안전교육을 받아야 한다.
- ② 패러글라이더 등 국토교통부령으로 정하는 초경량비행장치를 사용하여 조종교육을 하려는 사람(제1항에 따라 안전교육을 받아야 하는 사람은 제외한다)은 안전교육을 받아야 한다.
- ③ 제1항 및 제2항에 따른 안전교육의 내용·시기 및 방법 등에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.

‘항공안전법’ 제166조(과태료)

- ⑦ 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에게는 30만원 이하의 과태료를 부과한다.
- 1의2. 제125조의2제2항을 위반하여 국토교통부장관이 실시하는 안전교육을 받지 아니하고 국토교통부령으로 정하는 초경량비행장치를 사용하여 조종교육을 한 자

- ⑥ 초경량비행장치를 활용한 비행의 단계에서는 조종자 등의 준수 사항에 대해 「항공안전법」 제129조(초경량비행장치 조종자 등의 준수사항)에서 규정하고 있음
- ⑦ 초경량비행장치를 운용함에 있어서 안전사고 발생시에 대한 규정 및 지침은 현재 명확하지 않으나, 국토교통부훈령 제1817호 (2024.10.31) 항공레저스포츠 등에 대한 안전관리 업무 처리지침 제4장 사고보고 등에 따르면 다음과 같이 조치를 취하도록 함

‘항공레저스포츠등에 대한 안전관리 업무 처리지침’ 제15조(사고보고 등)

- ① 청장은 관할구역에서 경량항공기사고 또는 초경량비행장치사고가 발생한 것을 인지하였을 경우에는 신속히 사고 발생개요(최초 신고자 소속·성명, 발생내용, 시간, 장소, 인명피해 등)를 국토교통부장관에게 구두 보고(주간 : 항공정책실장 및 항공철도사고 조사위원회 위원장, 야간 및 공휴일 : 국토교통부 당직실)하고 소방방재청, 해양경찰청 등 유관기관과 협조하여(필요시) 다음 각 호의 조치를 취해야 한다.
 - 1. 인원사망이 발생하지 않은 경미한 사고 : 사고 동향 모니터링 후 상황에 따라 필요시 추가 보고
 - 2. 제1호 이외의 사고 : 사고현장 인원배치 등 현장 상황 관리체계를 구축하고 진행사항 등을 국토교통부장관에게 추가보고
- ② 청장은 소속 감독관으로 하여금 해당 사고에 대한 사실조사를 수행하고, 그 결과와 조치계획을 보고하도록 하여야 한다.
- ③ 그 밖의 사고수습 등에 관한 세부사항은 국토교통부 「항공기 사고 위기대응 실무매뉴얼」의 절차를 준용한다.

※ 이 지침은 「항공안전법」제108조부터 제132조까지, 「항공사업법」 제48조부터 제51조까지 등에 따라 항공레저스포츠사업, 초경량비행장치사용사업 및 비영리 목적의 항공레저스포츠에 대한 안전관리 업무를 효율적으로 수행하는데 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

- ⑧ 산림청에서는 항공기 사고 수습대책 매뉴얼(산림항공본부지침 제333호, 2022. 7. 14)에서 항공기 사고의 발생시 신속하고 체계적인 업무처리를 위한 규정을 마련한 바 있음

- 1) 항공기 사고 수습대책의 최우선 목표는 항공기 사고 수습은 탑승자 및 부상자의 신속한 구조를 통해 인명피해를 최소화하고, 사고로 인한 피해확산을 방지하는데 최우선 목표
 - 2) 신속한 초동 대응을 통한 인명 및 재산피해의 최소화
 - 3) 정확하고 신속한 사고정보(사고위치, 피해규모 및 상황 등) 파악
 - 4) 경찰서, 인명구조기관, 사고조사기관 등에의 신속한 통보 및 협조
 - 5) 매뉴얼에 의한 신속하고 질서정연한 수습활동 전개
 - 6) 대국민/언론 등에 정확하고 체계적인 사고정보 제공
 - 7) 사망자피해자 및 그 가족 지원 및 후속 처리 철저
 - 8) 사고조사관 등 사고현장 근무자들의 건강 및 안전 보호
- ⑨ 초경량비행장치사용사업에서 정하는 산림 또는 공원 등의 관측 또는 탐사 업무는 대상지의 특성 및 외부 요건이 복잡하게 얽혀 있기 때문에 안전을 확보하기 위해서는 안전성이 확보된 드론을 활용하며, 준비, 촬영의 단계에서 안전사고에 대비해야 함

제8조 정사영상 제작

8.1. 정사영상 개요 및 제작 목적

8.1.1 정사영상 개요

- 가. 정사영상은 항공사진 또는 인공위성 등의 영상정보 등에 대하여 고저차나 기울어짐 등 지형 기복에 의한 기하학적 왜곡을 보정하고 모든 물체를 수직으로 내려다보았을 때의 모습으로 변환한 영상으로 일정한 규격으로 집성하여 좌표 및 주기 등을 기입한 영상 지도를 의미함(이강원 등, 2016)
- 나. 수치 정사영상 표준 형식은 GeoTIFF(Geographic Tagged-Image File Format) 및 ASCII 헤더파일인 TFW(TIFF World File)를 포함한 TIFF(Tagged-Image File Format)와 JPEG2000(Joint Photographic Expert Group file 2000)임
- 다. 정사영상은 지표면의 높이 차이나 기울어짐 등 지형기복에 의한 기하학적 왜곡을 보정하고, 모든 물체(건물 등)를 수직으로 내려다보았을 때의 모습이어야 하며, 일반적으로 지형에 의한 기복만을 보정하여 건물 등 시설물이 기울어진 상태로 표현되는 보통(Normal) 정사영상과 지형기복은 물론 시설물까지 보정하여 바로 위에서 본 것과 같은 실감(True) 정사영상으로 구분됨
- 라. 이와 같은 정사영상의 제작은 지도보다 더 자세한 지형상황을 제공하며, 동일한 수준(평면정확도)을 제공하는 장점이 있지만, 원사진보다 해상도가 떨어짐으로서 정보를 잃거나 입체 능력을 상실한다는 단점이 있음
- 마. 보통정사영상(Normal ortho-photo)은 다음과 같은 특징이 있음
 - ① 건물이 포함되지 않은 DEM을 기초로 수치미분편위수정 수행
 - ② 높이 차이가 큰 대상물 및 급격한 고도 변위에 의해 야기되는 기복 변위를 조정하지 못하고, 이에 따른 사각지대(폐색영역)를 생성함
 - ③ 수치지도와 중첩시 기존 지형의 대상물은 잘 일치 하나 건물과 같이 고도가 있는 대상물의 경우 일치하지 않음

바. 실감정사영상(True ortho-photo)은 다음과 같은 특징이 있음

- ① 건물, 교량 등 고려해야 할 대상물이 포함된 DSM을 통해 수치 미분편위수정을 수행
- ② DSM에 가능한 많은 대상물을 포함하는 동시에 폐색영역을 복원함으로써 실감 영상의 제작이 가능
- ③ 원 영상에 나타난 모든 대상물(지형, 건물, 교량 등)이 모두 포함된 DSM을 기본으로 제작
- ④ 수치지도와 중첩시 정확히 일치

사. 정사영상을 활용함에 있어서 고저차가 비교적 없거나, 비고가 큰 건물이 많지 않을 경우에는 보통정사영상으로 활용하는 방법에 큰 문제가 없으나, 산림과 같이 고저차가 큰 지역에 대해서는 실감정사영상을 제작하여 활용하는 것이 바람직함

아. 그러나, 무인항공기를 활용하여 촬영을 실시하고 이를 바탕으로 실감정사영상을 제작할 경우 폐색영역을 복원함으로써 영상이 제작되지 않는 문제가 다수 발생하며, 정사영상 제작시간이 오래 걸리는 문제점이 발생하고 있음

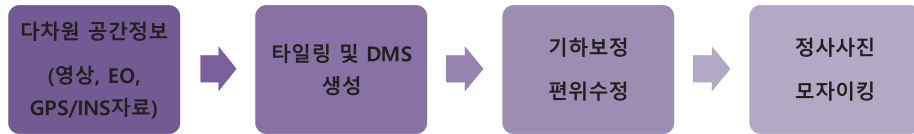
자. 이는 음영지역이 발생하지 않도록 연직사진으로 촬영하고, 높은 중첩율을 통해서 해결할 수 있으나, 현재 무인항공기를 활용한 촬영에서 기술적인 문제로 많은 제약사항이 있는 실정임

차. 무인항공기 촬영을 통해서 정사영상을 제작하는 순서는 아래의 그림과 같이 다차원 공간정보(디지털 영상, EO값, GPS/INS 자료)를 활용한 타일링 및 DSM 생성, 기하보정, 모자이킹의 순서를 거침

카. 이는 음영지역이 발생하지 않도록 연직사진으로 촬영하고, 높은 중첩율을 통해서 해결할 수 있으나, 현재 무인항공기를 활용한 촬영에서 기술적인 문제로 많은 제약사항이 있는 실정임

타. 그러나, 산림을 대상으로 실감정사영상을 제작할 경우 기하보정 다음에 폐색영역을 보정하는 단계가 추가되고 있으나, 실제 정사영상을 제작할 경우 사용자가 요구하는 수준의 영상이 제작되기 어려운 실정임

파. 따라서 수평위치 오차가 일정수준 확보된다는 조건과 고도값의 중요도가 없을 경우에는 보통정사영상을 제작하여 활용하는 방법이 효율적임



무인항공기 촬영 영상을 활용한 정사영상 생성과정

하. 즉, 고품질의 실감정사영상을 취득하기 위해서는 고성능의 센서를 활용하여 중첩율을 높이고 저고도에서 촬영을 실시할 경우 품질이 높아질 수 있으나, 대면적이면서 고저차가 큰 산림을 대상으로 실감정사영상을 제작하여 활용하기에는 효율성 측면에서 매우 불리하다고 볼 수 있음

거. 산림내에서의 산림병해충 예찰을 실시하기 위해서는 해상도(GSD)가 최소 15cm 이하이고, 비네팅이나 블러링이 없는 정사영상으로서 높은 수준의 수평위치 정확도는 요구되지 않음에 따라서 보통정사영상을 제작하여 활용하는 것이 효율성 측면에서 유리함

※ 비네팅 : 사진의 외곽이나 모서리가 어둡게 나오는 현상으로서 무인항공기 정사영상에서는 비행 경로에 따라서 영상의 밝기값이 현저하게 차이가 발생함에 따라서 띠 형태로 보임

※ 블러링 : 노출중에 카메라가 이동하여 화상이 선명하지 않게 되는 현상을 의미하며, 셔터속도가 느리거나 장시간 노출되는 경우 발생함

너. 그러나 수평위치 오차 정확도 뿐만 아니라 수직위치 오차 정확도 등이 일정수준 이상의 자료수준을 요구하는 산림토목 사업의 경우 실감정사영상을 제작하여 활용해야 함

더. 아래의 그림은 무인항공기 촬영 이미지를 활용하여 정사영상을 보통정사영상과 실감정사영상으로 각각 제작하여 동일한 지점에 대해서 비교를 실시한 그림임

러. 그림의 보통정사영상에서는 건물의 벽면(측면)이 보이고 있으나, 실감정사영상에서는 폐색영역 보정을 통해서 건물의 벽면이 표현되지 않는 장점이 있음

- 머. 산림내에서의 정사영상 제작기법에 따른 효율성 및 기준안 작성, 활용 방안 등은 지속적인 실험을 통해서 연구해야 할 필요성이 있음



〈Normal Ortho-image〉



〈True Ortho-image〉

정사영상 종류에 따른 이미지 품질

- 버. 최근 국내에서 무인항공기를 활용한 정사영상 제작은 UASMaster, Pix 4D, PhotoScan 등 3종의 소프트웨어를 활용하는 경우가 대다수임
 서. 각각의 소프트웨어에서는 다차원공간정보(영상, EO값, GPS/INS자료) 등을 바탕으로 타일링, DSM을 생성하고, 기하보정 및 편위수정을 통해서 정사사진, 모자이킹을 통해 정사영상을 제작하여 GeoTIFF 파일 형태로 작성함

8.1.2 정사영상 제작 목적

- 가. 산림분야에서의 무인항공기를 활용하는 목적은 다양하지만, 궁극적으로는 정사영상의 제작 여부에 따라서 다르게 나눌 수 있음
 나. 정사영상을 제작하지 않을 경우에는 접근성이 불리하거나, 가시권이 확보되지 않는 지역에 대한 현황파악이 주요 목적이 될 수 있으며, 정사영상을 제작할 경우 이를 활용한 2차 분석 및 주제도 제작 등의 목적이라 할 수 있음
 다. 따라서 산림분야에서 무인항공기를 활용함에 따라서 정사영상을 제작할 경우 첫 번째로는 현황 및 물리적 특성 파악, 두 번째로는 주제도 제작, 세 번째로는 영상분석을 통한 2차 성과물 작성 등으로 구분할 수 있음

- 라. 산림사업에서의 산림토목, 숲가꾸기, 목재수확, 산지전용, 산불 등은 대표적으로 현황파악 및 측량을 바탕으로 하는 목적으로서 무인항공기를 활용함
- 마. 그러나, 영상분석 및 수치표면모델 작성 등을 통해 2차 성과물을 활용하는 목적으로 활용되는 분야는 산림병해충, 채광채석지 등이 있으며, 멀티스펙트럼 센서를 활용하는 사례까지 포함됨
- 바. 산림병해충 예찰을 위한 정사영상은 첫 번째로 영상분석을 통한 산림병해충 감염의심목(고사목)을 추출하기 위한 목적으로 활용되는데, 감염의심목의 추출 목적은 산림병해충 피해지 유형에 따라 달라질 수 있음
- 사. 산림병해충 피해지의 경우에는 피해 정도에 따라서 피해지와 선단지로 구분되며, 피해지의 경우 무인항공기 정사영상을 활용하여 고사목의 현황을 파악하여, 실시설계의 단계에서 고사목에 대한 전수조사를 수행하기 위한 기초자료로 활용됨
- 아. 산림분야에서의 정사영상을 제작하는데의 목적은 다음과 같이 요약할 수 있음
 - ① 경계 및 길이 면적 등 현황파악
 - ② 측량 및 3차원 모델링
 - ③ 2차 주제도 작성
 - ④ 시계열 자료 확보

8.2. 영상제작 방법

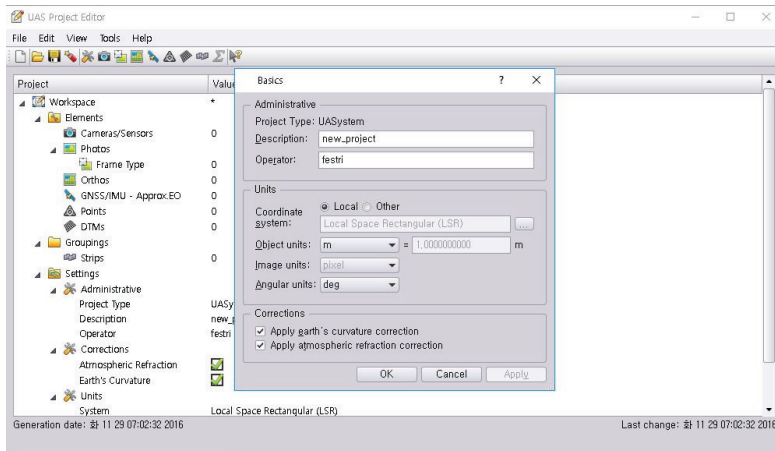
8.2.1 UASMaster 소프트웨어

- 가. UASMaster 소프트웨어는 Trimble사에서 개발된 UAV 데이터 처리 범용 소프트웨어로서 DSM 생성을 통한 정사영상 및 포인트 클라우드 제작 소프트웨어임
- 나. 데이터 입력을 통해 정사영상을 제작하는 프로세스는 아래의 그림과 같음

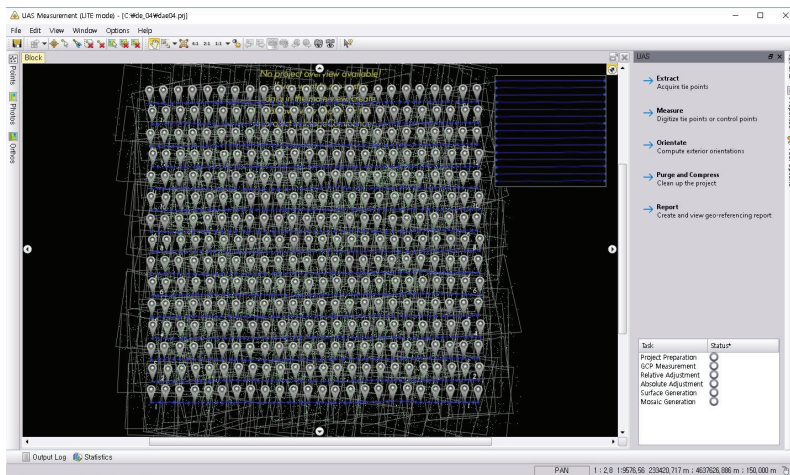


UASMaster를 이용한 정사영상 제작 프로세스

다. 자료의 입력 단계는 스냅사진 및 비행정보를 입력하고, 좌표체계 및 환경설정을 수행하는 단계로서 아래의 그림과 같음
 라. 또한, 자료 입력이 완료된 후에는 타일링 과정을 거치는데, 이는 각각의 사진에서 서로 동일한 지점을 찾아내는 방법으로서 각각의 사진에서 매칭 포인트를 선정하는 과정임

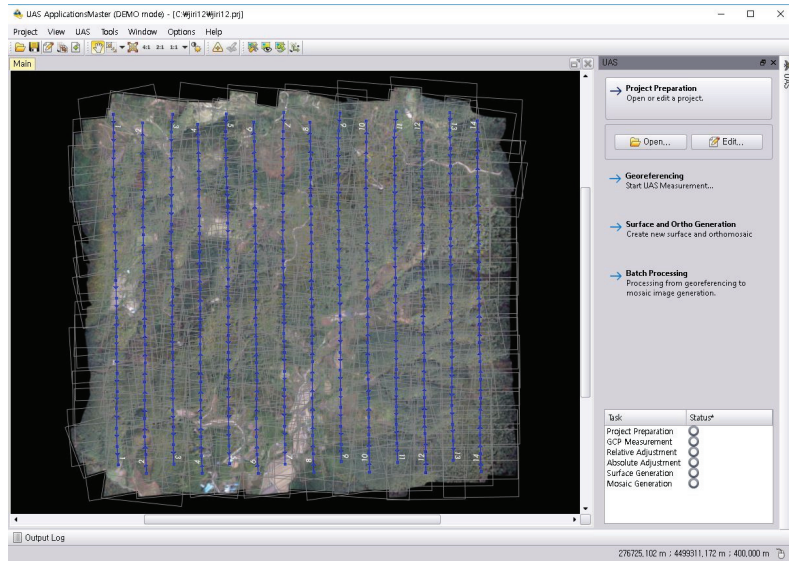


UASMaster 자료입력 및 환경설정



UASMaster 타일링 및 조정

마. 조정이 완료된 후에는 모자이킹을 실시하는데, 여기서는 보통정사 영상과 실감정사영상을 설정하거나, GSD(해상도)를 결정할 수 있음
 바. 설정된 환경에 따라서 정사영상을 제작하며, 그 결과는 아래의 그림과 같음



UASMaster를 활용한 정사영상 제작 결과

사. 무인항공기를 활용하여 촬영된 영상 JPG 이미지 약 300매 내외 (300ha 기준)를 기준으로 보통정사영상을 제작할 경우 다음과 같이 단계별 시간이 소요됨

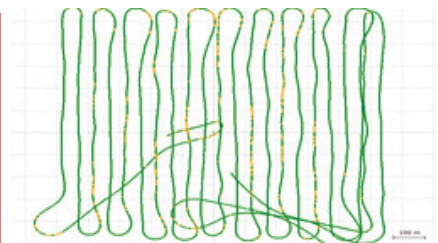
- ① 자료입력 : 5분
- ② 타일링 및 DSM 추출 : 60분
- ③ 포인트클라우드 및 영상제작 : 40분
- ④ 영상크기 : 약 1.8 ~ 2.0GB(100MB 내외로 변환)

8.2.2 Pix4D 소프트웨어

가. UASMaster 소프트웨어와 유사한 기능을 수행하는 소프트웨어로서 최근 PPK기법이 적용된 무인항공기 촬영 정사영상을 제작하며, 고품질의 정사영상 제작을 위한 기본 단계로 현장 기준국에서 수신한 GPS데이터와 드론에 장착된GPS데이터를 분석하여 PPK(Post Processing Kinematic)기법을 적용해 데이터를 분석함

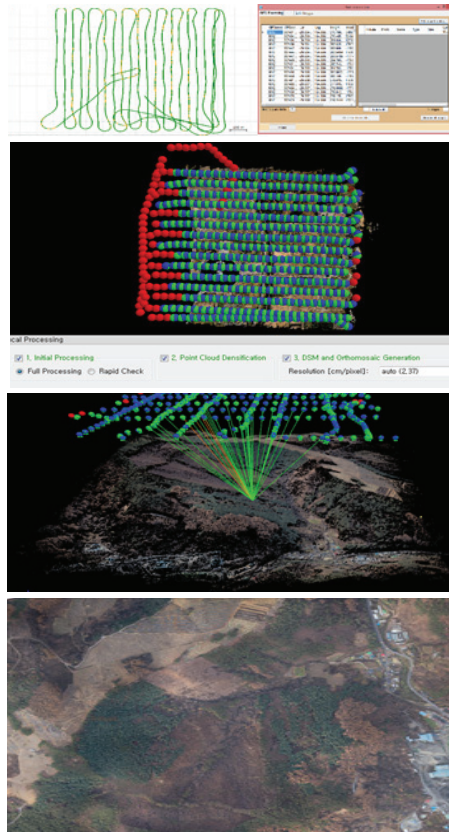


<기준국&UAV데이터 후처리>



<비행경로 및 고정해 비율분석>

데이터 후처리 및 비행경로 고정해 분석



- ① GPS 데이터 처리
- 지상기준국과 사진좌표 처리

- ② Pix4D 데이터 처리(1)
- 실제 비행경로 확인
- 사진데이터 정밀 정합

- ③ Pix4D 데이터 처리(2)
- 포인트 클라우드 처리
- 3D 뷰로 데이터 확인

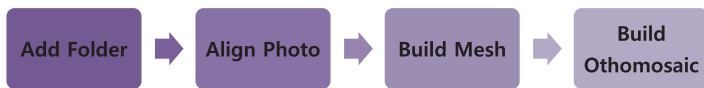
- ④ Pix4D 데이터 처리(3)
- 정사영상 제작 완료
- 정사영상 검수

Pix4D를 이용한 TopoDrone-100 데이터 분석(영상제작)

- 나. 또한, PPK데이터 처리시 GPS고도각은 13~25도 이내로 설정하여 처리하며 고도각은 정해진 값이 아닌 수신한 시간, 지역에 따라 상이함으로 다양한 고도의 각으로 처리 후 고정해의 비율이 가장 양호한 값을 사용함
- 다. 위의 정사영상 제작 단계에서는 5장 이상의 사진 중복이 되어야 하며, 이를 위해 프로그램상의 품질보고서를 철저히 분석하여 이상 유무를 확인한 다음 정사영상 제작을 위한 후처리를 진행하며, 산림 분야에서 많은 활용 빈도를 보이고 있음

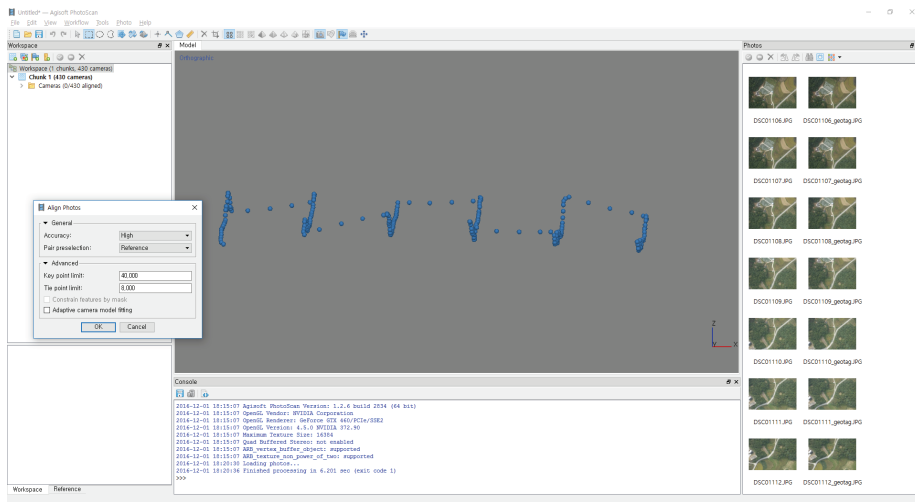
8.2.3 PhotoScan 소프트웨어

- 가. PhotoScan 소프트웨어는 Agisoft사에서 개발된 UAV 데이터 처리 범용 소프트웨어로서 포인트클라우드 제작, 정사영상 제작 기능을 제공함
- 나. 데이터 입력을 통해 정사영상을 제작하는 프로세스는 아래의 그림과 같으며, 총 4단계의 과정을 거침



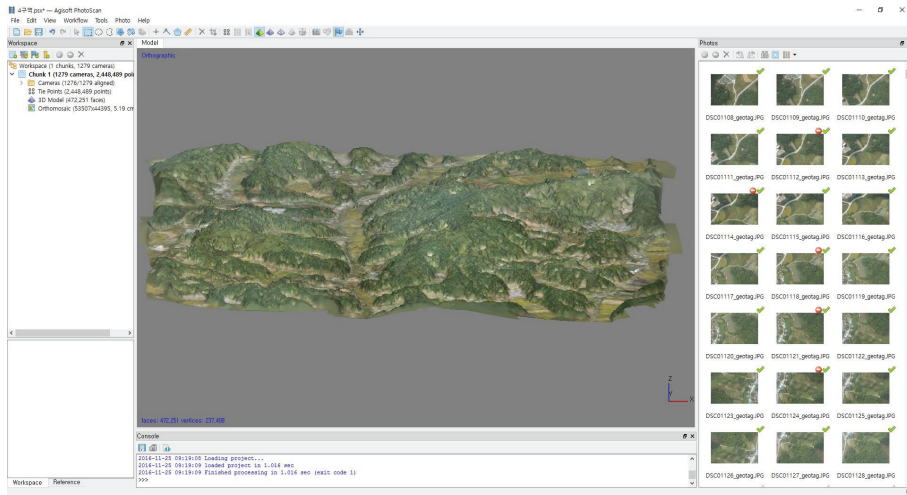
PhotoScan을 이용한 정사영상 제작 프로세스

- 다. Add Folder 새로운 파일을 생성하여 환경설정 및 촬영 이미지를 추가하는 과정으로서 자료입력 및 설정의 단계임
- 라. 자료입력이 완료된 후에는 사진 정렬 과정을 거치는데, 이는 각각의 사진에서 서로 동일한 지점을 찾아내는 방법으로서 각각의 사진에서 매칭 포인트를 선정하는 과정임

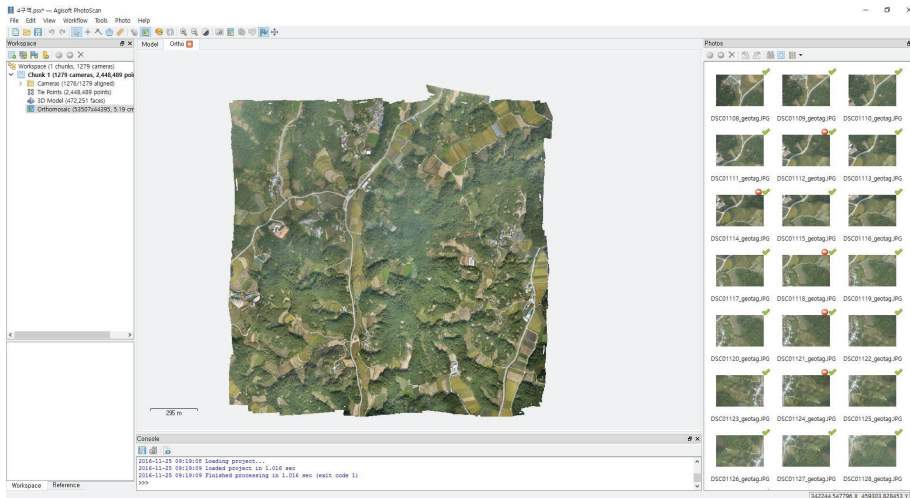


PhotoScan 사진 정렬 및 조정

- 마. Align Photo 과정이 완료된 후에는 포인트가 생성이 되는데, 이 포인트 사이사이를 메쉬 생성 과정을 통해 3D Modeling 실시
- 바. 3D Model을 기반으로 정사영상을 제작하며, 그 결과는 아래의 그림과 같이 표현됨



PhotoScan을 이용한 3D Model 작업

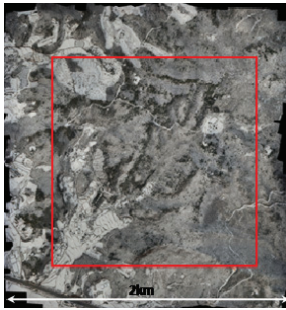


PhotoScan을 이용한 정사영상 제작결과

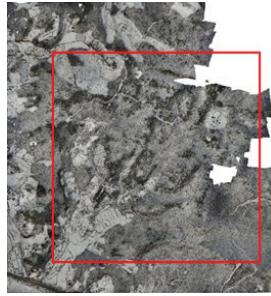
8.3. 영상의 품질평가 및 제약사항

8.3.1 소프트웨어 차이에 따른 특성

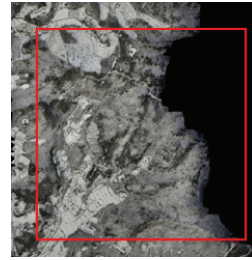
가. 무인항공기를 활용하여 촬영된 이미지를 활용하여 정사영상을 제작하는 소프트웨어는 제작사에 따라서 서로 다르며, 동일한 촬영 성과물을 활용하여 서로 다른 소프트웨어를 활용하여 영상을 제작할 경우 환경설정의 방법에 있어서 다소 차이가 있을 수 있으나, 동일한 수준의 정사영상을 제작한 결과 성과물에 있어서 차이가 발생하고 있음



<A S/W : 388ha>



<B S/W : 340ha>



<A S/W : 267ha>

정사영상 제작 소프트웨어에 따른 정사영상 제작 결과

- 나. 위의 그림은 2016년 2월 세종특별자치시 일원에 대해서 촬영을 실시한 사례로서 지상의 눈은 정사영상을 제작하는데 있어서 이미 지간의 매칭 포인트를 선정하는데 제약 요소로 작용하였음
- 다. 그 결과 외부(비행경로 및 자세, 중첩율 등)요소와 더불어 소프트웨어의 차이로 인해 영상제작 비율이 서로 다르게 나타나고 있음을 알 수 있음
- 라. 따라서 촬영 후, 영상제작 과정에서 위와 같은 문제점이 발생할 경우 이를 해결하기 위한 방안으로서는 재촬영을 실시하거나, 타 소프트웨어를 활용하는 것이 바람직할 것으로 판단됨
- 마. 또한, 무인항공기를 활용하여 촬영을 실시하고, 소프트웨어로 정사영상을 제작할 경우 촬영 당시의 조건 및 영상제작 단계에서의 환경설정 등에 따른 현실세계를 반영 여부에 대한 문제 또한 영상제작의 단계에서 확인해야 할 사항임
- 바. 아래의 그림은 산림지역 일부에 대해서 촬영을 실시하고, 정사영상을 제작한 결과를 타자료와 비교했을 경우 발생한 문제점으로서 현실세계의 반영 여부를 보여주는 사례로서 이와 같은 문제가 발생하지 않도록 영상제작의 단계에서 주의해야 할 필요성이 있음
- 사. 이와 같은 문제점은 빈번하게 발생하지는 않지만, 특정 소프트웨어가 아닌 대부분의 소프트웨어에서 간혹 발생하는 문제점으로 특히 정사영상 외곽부에서 발생함



<무인항공기 정사영상>



<다음 포털 항공사진>

무인항공기 촬영 정사영상의 현실세계 반영 여부 판단

아. 그리고 동일한 지역에 대해서 동일한 조건(무인항공기, 비행경로, 이착륙장, 비행고도, 중첩율) 반복촬영을 실시하여 동일한 소프트웨어로 정사영상을 제작할 경우에도 아래의 그림과 같이 영상간의 차이점이 발생하고 있음



<2015년 11월>



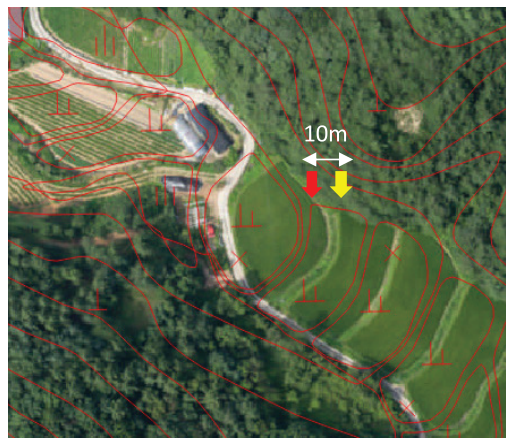
<2017년 1월>

동일지역 반복 촬영 후 정사영상 제작 결과

자. 이는 현실세계의 변영 여부와 더불어 전체적인 영상 품질에 있어서 신뢰도를 떨어트리는 영상으로서 특히 산림에서의 이와 같은 영상 품질은 평가할 수 있는 기준과 품질평가 방법이 필요한 실정임

8.3.2 수평위치 오차 발생

- 가. 산림토목 사업을 수행하기 위해서 무인항공기로 촬영을 실시하여 정사영상을 제작할 경우에는 대공표지판을 설치하거나, 자연물을 이용한 GCP 측량을 실시하여 정사영상을 제작하기 때문에 수평위치 오차가 수cm 이내며, 문제 발생할 소지가 적음
- 나. 그러나, 산림병해충 예찰을 실시하기 위한 목적으로 무인항공기 촬영 및 정사영상을 제작할 경우 소요비용 절감과 더불어 수평위치 오차에 대한 허용범위가 크기 때문에 GCP 성과를 반영하지 않음으로 인해서 수평위치 오차가 크게 발생함
- 다. 현행 산림내에서 산림토목분야를 제외할 경우 맵핑용(Mapping) GNSS의 수평위치 오차 범위가 5m 이내로서 무인항공기 정사영상의 수평위치 오차가 3m 이상 발생할 경우 오차가 누적됨에 따라서 8m(반경 8m로 총길이 16m)로 증가함
- 라. 16m 이상의 누적오차는 여름철 임지내에서 현장조사를 실시할 경우 가시거리 범위 이상으로서 감염의심목을 찾을 수 없으며, 입목이 1개소에 집중적으로 존재할 경우 입목간의 거리가 5m 이내임을 고려할 경우 개체목에 대한 식별이 불가능함
- 마. 아래의 그림은 무인항공기를 활용하여 촬영을 실시하고, 정사영상의 제작단계에서 GCP 성과를 적용하지 않고 정사영상을 제작할 경우 발생한 수평위치 정확도 사례임



정사영상 제작시 GCP 미적용에 따른 수평위치 오차

- 바. 또한, 대공표지판을 설치하고 GCP 측량을 실시한 성과를 반영하여 정사영상을 제작할지라도 사전에 부적합하게 계획된 GCP 위치에 따라서 수평위치오차는 영상 상의 위치에 따라서 달라질 수 있음
- 사. 따라서 대공표지판을 설치하고 GCP 측량을 실시할 경우 촬영 대상지에 GCP가 고르게 배치되도록 계획을 실시해야 하며, 품질검수의 단계에서는 정사영상에서 좌우, 상하 위치를 고려하여 평가해야 할 필요성이 있음
- 아. 즉, 산림토목사업을 위해서 촬영되는 정사영상의 수평위치는 사용자의 요구사항에 따라서 결정해야 하며, 산림병해충 예찰용 정사영상의 수평위치 오차는 3m 이내의 범위에서 결정되어야 함
- 자. 아울러 수평위치 정확도에 대한 평가는 정사영상을 기준으로 가로 방향으로 좌측, 중간, 우측 방향에 대해서, 그리고 세로 방향으로는 상단부, 중간부, 하단부로 구분하여 각 평가함

8.3.3 정사영상의 품질

< 해상도(GSD) >

- 가. 현재까지 산림청 및 한국임업진흥원에서는 소나무재선충병과 참나무시들음병을 예찰하기 위해서 무인항공기를 활용하여 전국에 걸쳐 약 90,000ha를 촬영하였음
- 나. 촬영하여 제작된 영상은 영상분석을 통해 산림병해충 감염의심목을 추출하기 위한 목적으로 활용되기 때문에 정사영상은 일정수준 이상의 해상도를 제공하여 임상구분(활엽수, 침엽수)을 실시하고, 고사목여부의 판단이 가장 중요함
- 다. 현재까지 90,000ha에 대해서 촬영을 실시하여 영상분석을 실시한 결과, 해상도(GSD)는 2~3cm의 초고해상도의 영상일수록 유리하지만, 촬영 및 영상제작의 효율성을 고려할 경우 정상적으로 제작된 정사영상의 경우 해상도 10~15cm의 경우까지 판단이 가능함
- 라. 이와 같은 해상도의 문제는 활용하는 센서(카메라)의 성능과 더불어 촬영 고도가 가장 큰 영향을 미치고 있으며, 이는 촬영에 소요되는 시간 및 인력 문제와 결부되는 사항으로서 소요비용의 문제가 발생함
- 마. 따라서 목적에 따른 해상도를 선정하여 최소의 비용으로 최고의 품질과 더불어 대면적을 촬영하여 광범위한 예찰을 실시하는 것이 중요하기 때문에 자료 사용자의 판단이 중요



〈GSD 10cm 정사영상〉



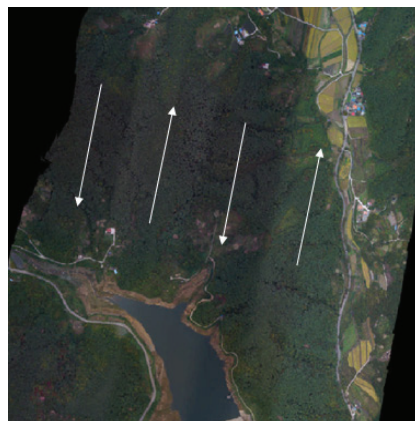
〈GSD 3cm 정사영상〉

해상도(GSD)에 따른 정사영상 품질 차이

- 바. 현재 무인항공기를 운용할 경우 대부분의 제작사에서 해당 무인 항공기에 대해서 센서(카메라, 렌즈)와 비행 고도에 따라서 자동으로 해상도(GSD)를 결정하고 있으며, 정사영상 제작단계에서 이를 반영한 해상도로 정사영상을 제작할 경우 가장 좋은 품질을 확보할 수 있음
- 사. 즉, 센서(카메라, 렌즈)와 비행고도를 무시하고 영상제작 단계에서 사용자가 임의로 해상도를 설정하여 정사영상을 제작하지 않도록 유의해야 함

< 비네팅(Vignetting) 및 블러링(Blurring) >

- 가. 산림병해충 예찰을 위해 활용되는 정사영상은 영상분석을 통해 임상(활엽수림, 침엽수림)의 구분과 더불어 감염의심목(고사목)을 추출하는 과정에 활용되며, 비네팅과 블러링으로 인해 판단이 불가능할 경우 활용 목적에 부합하지 않는 정사영상이라고 할 수 있음
- 나. 비네팅은 사진의 외곽이나 모서리가 어둡게 나오는 현상으로서 비행 방향에 따른 태양의 위치변화에 가장 큰 영향을 미치고 있으며, 정사영상을 제작한 성과물이 아래의 그림과 같이 나타남



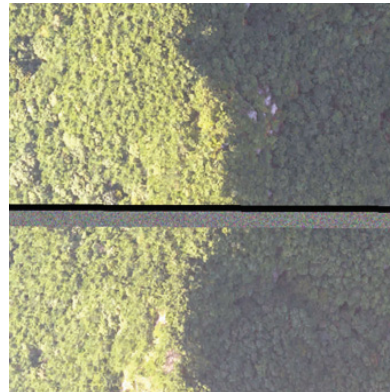
정사영상 제작단계에서의 비네팅 발생 사례

- 다. 이와 같은 비네팅은 영상에서의 음영지역 발생과 더불어 감염 의심목을 분석하는데 있어서 장애요소로 작용함에 따라서 정사영상에서 임상을 판독할 수 없을 정도의 비네팅이 발생할 경우 재촬영을 실시하거나, 정사영상을 다시 제작해야 함
- 라. 실질적으로 이와 같은 비네팅에 대해서 정량적으로 평가할 수 있는 방안은 없으나, 산림병해충 감염의심목을 판독하지 못할 정도일 경우 정사영상으로서의 역할을 기대할 수 없음
- 마. 즉, 산림지역내에서 촬영된 정사영상에서 비네팅이 발생하였을 경우 영상판독이 가능한지에 대한 여부를 먼저 판단하고, 영상판독이 불가능할 경우에는 낱장사진으로 우선 확인하고, 필요에 따라서 비네팅이 발생한 면적만큼 추가 촬영을 실시해야 할 것으로 판단됨
- 바. 뿐만 아니라 비네팅과 더불어 영상판독을 불가능하게 하는 가장 중요한 요소는 사진 촬영에 있어서 노출 중에 카메라가 이동하여 화상이 선명하지 않게 되는 블러링(Blurring)으로서 이와 같은 현상이 발생하였을 경우에는 영상판독이 거의 불가능하게 되는 문제점을 갖고 있음
- 사. 이는 무인항공기 제작 단계에서 카메라와 렌즈의 셋팅과 더불어 촬영 시점에서의 흔들림 등 다양한 요소로 인해 발생하며, 현재까지 무인항공기를 활용한 항공사진 측량 단계에서 가장 큰 문제점을 발생시키고 있음
- 아. 비네팅의 경우 영상에서의 음영지역이 일부 발생하고, 색감이 진하게 나타나기 때문에 영상의 색감을 조절함으로써 다소 개선시킬 수 있는 여지가 있으나, 블러링의 경우에는 기타의 방법을 통해서도 영상의 품질을 개선시킬 수 없다는 제약사항이 있음
- 자. 아울러 이와 같은 블러링의 경우도 정량적으로 그 양을 측정하기 어려움이 있으며, 영상의 품질평가 단계에서 블러링이 발생할 경우 스냅사진을 확인하고, 필요에 따라서는 블러링이 발생한 면적에 대해서 재촬영을 실시하거나, 추가 대상지를 촬영하는 것이 바람직할 것으로 판단됨



정사영상 제작단계에서의 블러링 발생 사례

- 차. 끝으로 영상제작 단계에서 발생하는 품질 저하 사례로는 아래의 그림과 같이 일정부분의 영상이 제작되지 않는다거나, 실감정사영상 제작단계에서 폐색영역 보정을 실시하는 과정에서 영상의 일그러짐 또는 미제작되는 부분이 발생하기도 함
- 카. 이와 같이 영상제작의 단계에서 발생하는 문제점은 소프트웨어적으로 해결이 가능할 경우 정사영상을 재제작하고, 그렇지 못할 경우에는 재촬영 및 추가 촬영을 실시해야 함



기타 정사영상 제작단계에서의 오류 발생 사례

8.4. 산림병해충 예찰을 위한 정사영상 제작 기준

- 가. 산림분야에서 무인항공기의 정사영상 활용 목적은 산림토목 분야를 포함하여 현황도 작성, 주제도 제작, 참조 및 안내판 작성 등 다양한

목적으로 활용되며, 이는 수평위치 정확도의 요구 정도가 매우 다르게 나타나고 있음

- 나. 산림토목분야에서는 현실세계를 그대로 반영하는 정사영상과 더불어 수평위치, 수직위치 오차 범위가 일정수준 확보되어야 하나, 현황도 제작 및 산림병해충 예찰 등에 있어서 비교적 위치오차에 대한 품질이 낮아도 활용 목적에는 문제가 발생하지 않기 때문이다. 즉, 비용 대비 효과의 문제로서 소규모 면적에 대해서 산림토목 사업을 위해 정밀한 데이터를 확보해야 하는 경우 대공표지판 설치와 더불어 GCP측량을 실시하여 정사영상을 제작할 경우 큰 비용이 소요되지 않으나, 대면적에 대해서 정확도가 높은 자료수준을 요구할 경우 산림병해충 예찰과 같은 목적으로의 효율성은 매우 낮아지는 문제점이 있음
- 라. 따라서 산림병해충 예찰을 위한 정사영상의 제작은 다음과 같은 측면을 고려하여 품질을 확보해야 할 필요성이 있음

8.4.1 영상제작 비율

- 가. 소나무재선충병 예찰은 크게 피해지와 선단지로 구분하여 무인항공기 촬영이 실시되고 있으며, 선단지의 경우 피해지를 중심으로 일정거리가 이격된 범위를 포함하는 지역으로서 산림병해충 확산 측면에서 매우 중요한 의미를 갖고 있는 지역임
- 나. 따라서 촬영을 목표로하는 대상지에 대해서는 특수한 상황(군사시설 및 국가기간시설 등)을 제외하고는 100% 정사영상이 제작되어야 함
- 다. 그러나, 산림이라는 특수성이 있는 대상지에 대해서 촬영을 실시하고, 정사영상 제작을 완료하기 전까지는 100% 정사영상 제작에 대한 확신이 불가능하기 때문에 촬영시 일정한 고도를 유지하며, 중첩율을 높여서 촬영을 실시하는 것이 이와 같은 문제점 발생을 사전에 예방할 수 있음
- 라. 최근에는 무인항공기 촬영 및 정사영상 제작이 고도화됨에 따라서 이와 같은 문제점 발생 사례가 줄어들고 있으나, 촬영 기술 및 경험이 부족할 경우 흔히 발생할 수 있는 문제임

- 마. 특히, 산림병해충(소나무재선충병, 참나무시들음병)의 예찰은 시기적으로 매우 긴박한 시간에 진행되기 때문에 정사영상이 제작되지 못할 경우, 항공촬영 재허가, 촬영, 영상제작의 반복으로 인해 늦여름에서 가을철의 경우 예찰 시기를 놓치는 문제가 발생할 수 있음
- 바. 따라서 산림병해충 예찰을 위한 정사영상이 제작될 경우 영상분석 전단계에서 지체없이 영상에 대한 품질평가가 곧바로 이루어져야 함
- 사. 이와 같은 문제점이 발생할 가능성을 고려하여 사업의 계획단계에서는 촬영의 범위를 선정할 경우 여유 있는 과업의 범위를 선정하고, 사업수행자와의 긴밀한 협의를 통해서 문제를 해결할 수 있도록 방안을 마련해야 할 필요성이 있음
- 아. 정사영상 제작 비율에 대한 사례별 방안은 다음과 같이 수립할 수 있으나, 이는 영상의 품질에서 영상제작 비율만을 고려할 경우에 해당됨

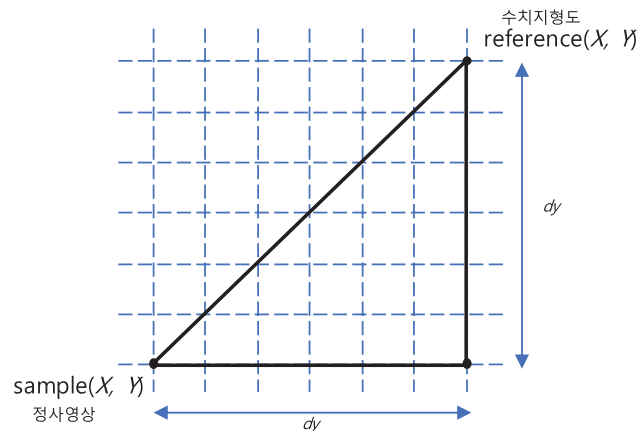
정사영상 제작비율에 따른 대응 방안

정사영상 제작 비율	설명 및 대응 방안
95% 미만	- 정사영상 재제작 - 95% 이상 제작 비율 미확보시 재촬영
95% ~ 100%	- 정사영상 재제작 - 미제작 대상지에 대한 날장 사진 확인 - 대상지 확대 지정을 통한 추가 촬영
100% 이상	- 문제 없음

8.4.2 수평위치 정확도

- 가. 산림병해충 예찰 목적으로 제작된 정사영상은 현장조사시 활용되는 GNSS의 수평위치 정확도 및 임지내에서의 임목간의 간격을 고려하여 수평위치를 결정해야 할 필요성이 있음
- 나. 현재 산림내에서의 측량 이외의 현장조사 목적으로 활용되는 GNSS의 수평위치 오차는 3m 내외이며, 임지내에서의 임목간 간격이 5m 내외임을 고려할 경우 누적오차를 발생시키는 점을 고려하여 정사영상의 수평위치오차 정확도가 최소 5m는 확보되어야 함

- 다. 이는 현장조사 단계에서 여름철 10m 이상의 수평위치 오차가 발생할 경우 가시권에서 벗어날 수 있으며, 임지내에서의 입목 구분이 불가능하기 때문에 제약요소로 작용할 수 있음
- 라. 따라서 정사영상에 대한 수평위치 오차는 최소 3m 이내로 확보되어야 하며, 그 평가는 아래의 그림과 같이 수행 할 수 있음
- 마. 첫 번째로 공간상의 수평위치오차 정확도는 동일 공간상에서 서로 일치하는 지점의 위치와 영상에서의 위치를 비교 평가하는 방법을 적용할 수 있음
- 바. 그러나, 참조점의 위치를 검사점으로서 현장에서 GNSS를 활용하여 측량을 실시하여 수집하는 방법을 적용할 경우 비용 및 시간이 과도하게 소요됨에 따라서 1:5,000 수치지형도를 활용하는 것이 효율적이라 할 수 있음
- 사. 이는 정사영상의 허용오차 범위가 5m 이내인 점을 고려해 볼 때, 1:5,000 수치지형도를 활용하더라도 문제가 되지 않을 것으로 판단됨
- 아. 따라서 아래의 그림과 같이 1:5,000 수치지형도와 정사영상에서 공통적으로 표현되는 공간객체에 대해서 X, Y 좌표를 수집하여 서로 비교평가를 실시함



정사영상 수평위치 정확도 평가 방법

- 자. 또한, 위의 그림과 같이 동일한 지점에 대한 각각의 좌표를 활용하여 수평위치 오차는 아래의 식과 같이 계산할 수 있음

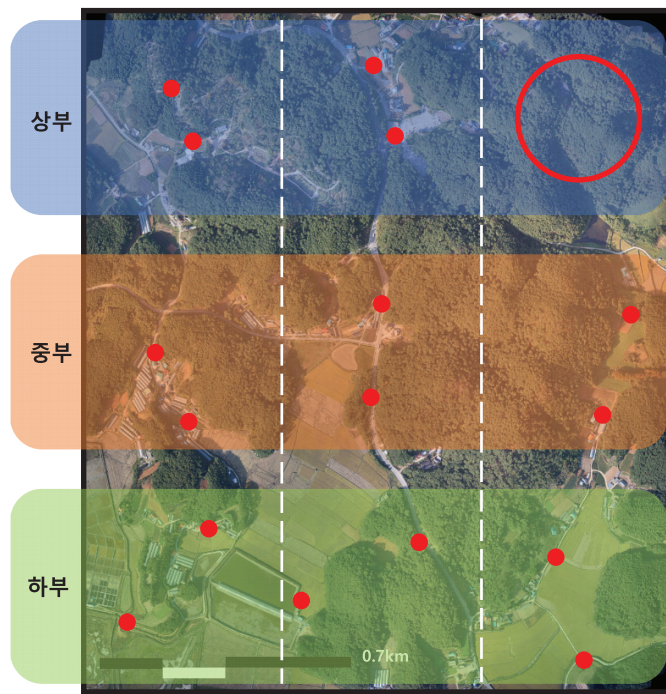
$$rms_p = \sqrt{(rms_x)^2 + (rms_y)^2}$$

【식】

차. 정사영상의 수평위치 정확도 평가는 300ha의 정사영상 기준으로서 수치지형도와 중첩하여 동일한 공간객체를 선정하여 평가하며, 평가해야 하는 점은 아래의 그림과 같이 가로방향과 세로방향에 대해서 각각 10~18개 지점에 대해서 선정함

카. 수평위치 정확도 평가를 위한 대상지의 선정 원칙은 다음과 같음

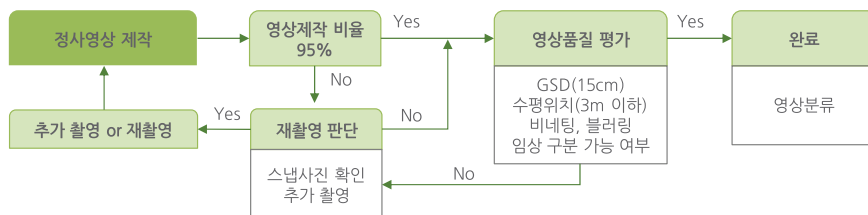
- ① 위치분포 : 정사영상의 전체 면적에 고르게 분포하도록 선정함
- ② 위치결정 : 수치지형도와 정사영상에서 공통으로 확인 가능한 공간객체를 선정함
- ③ 수량산출 : 가로 3등분, 세로 3등분으로 구분하여 각 구획별 18개 점을 선정함(단, 구획내에 공통으로 확인 가능한 지점이 없을 경우 생략하며, 도엽당 최소 10점 이상을 고르게 분포시킴)
- ④ 평가방법 : 식(자) 적용
- ⑤ 표현방법 : 성과품 작성(현황도 제작)에서 기준점위 위치 및 일련번호 표시



수평위치 오차 평가를 위한 기준점 선정

8.4.3 영상 품질

- 가. 국내의 모자이크 영상에 대하여 정량적인 품질평가를 실시하는 방법은 우희숙 등(2009)의 선행연구에 의하면 유사성(similarity) 및 대비(Contrast)를 이용하는 방법을 적용한 바 있으며, 국외사례로는 Wang(2004)에 의해 신호대비 잡음비율(Peak Signal-to-noise ratio; PSNR)의 문제점을 개선하기 위해 구조적 유사도(Structural similarity; SSIM)를 활용하여 평가하는 방법에 대한 연구가 진행된 바 있음
- 나. 그러나 이와 같은 방법은 영상 전체에 대해서 품질을 정량적으로 평가하는 방법으로서 산림병해충 예찰을 위해 임상의 판독 여부 등을 평가하는 기준으로 직접적으로 활용하기에는 한계가 있음
- 다. 또한, 이와 같은 방법을 적용하기 위해서는 산림병해충에 예찰 및 영상판독에 적합한 기준(지수)를 개발해야 하는 등의 애로사항이 있으며, 추가 연구 및 평가 작업으로 인해 업무의 효율성이 낮아질 수 있음
- 라. 따라서 본 산림병해충 예찰에 있어서의 영상에 대한 품질 평가는 현재의 시점에서 비네팅과 블러링에 대해 임상(활엽수림, 침엽수림 등)의 구분이 가능한지에 대한 정성적 평가로 대처해야 하는 실정임
- 마. 다만, 정사영상의 해상도의 경우에는 GeoTIFF 포맷으로 제작될 경우 헤더파일에 기록되어 있으며, 이를 확인할 수 있음
- 바. 즉, 산림병해충 예찰을 위한 정사영상의 품질평가는 정량적 평가와 정성적 평가로 구분할 수 있는데, 정사영상 제작 비율, 수평위치 정확도, 해상도(GSD)는 정량적으로 평가할 수 있으며, 비네팅 및 블러링과 같은 이미지의 품질은 정성적 평가를 수행해야 함
- 사. 아래의 그림은 산림병해충 예찰을 위해 영상분석을 수행하기 전에 영상의 품질을 평가하는 단계로서 정사영상 제작 비율에 따른 방안, 형상품질 평가에 따른 방안 등을 모식도로 제시하고 있음



산림병해충 예찰을 위한 정사영상 품질평가 방안

8.4.4 정상영상 제작을 위한 품질 관리

- 가. 정상영상은 일정수준 이상의 품질을 확보해야 하며, 이는 촬영 단계의 성과물 품질이 영상제작 단계의 품질까지 영향을 미치기 때문에 전체 과정에 걸쳐 성과물에 대한 기록을 실시해야 함
- 나. 영상처리 성과물 작성 기록부는 촬영 단계에서의 조건과 영상처리 단계에서의 조건을 각각 기록하여 제작된 정상영상의 특성을 파악하기 위한 목적임
- 다. 영상처리 성과물 작성 기록부는 정상영상 제작의 단계에서 작성하는 것으로서 기록부 1매에 5장의 정상영상 제작 결과를 기록할 수 있음
- 라. 일반사항은 사업명, 회사명, 작업자명 등 사업전반에 대한 사항을 기록하며, 영상정보는 촬영의 단계에 해당하는 특성을 기입함
- 마. 끝으로 영상처리 정상영상을 제작하는 단계에서 적용된 환경설정 사항 및 정상영상의 특성을 기입함
- 바. 일반사항
 - ① 사업명 : 영상제작 목적의 사업명칭을 기록함
 - ② 회사명 : 영상처리(제작) 회사명칭을 기입함
 - ③ 작업자명 : 영상처리 담당자 이름 및 연락처 기입
- 사. 영상정보
 - ① 촬영번호 : 촬영(비행) 번호를 기입함
 - ② 촬영날짜 : 촬영을 실시한 날짜를 기입하며, 스냅사진의 속성정보와 일치해야 함
 - ③ 촬영고도 : 지표면으로 부터의 고도를 기입함
 - ④ 촬영횟수(사진매수) : 1개 대상지에 대해서 촬영(비행)을 실시한 횟수와 총 촬영 사진 매수를 각각 기입함
- 아. 영상처리
 - ① 도엽명 : 제작된 정상영상의 도엽명 및 파일 이름을 기록함
 - ② 영상처리 날짜 : 정상영상을 제작한 날짜를 기입함
 - ③ 영상크기 : 정상영상 이미지의 파일 크기를 기록함

- ④ S/W명 : 정사영상을 제작한 소프트웨어의 명칭을 기입함
- ⑤ 대상지 면적 : 촬영 대상지의 면적 및 정사영상 제작 결과의 총 면적을 각각 기입함
- ⑥ 영상 품질 : 임상 구분 가능 여부를 기준으로 양호-보통-불량으로 표기하고, 수평위치 오차는 평균값으로서 영상에서 5개 지점을 추출하여 m 단위로 기록함
- ⑦ GCP : 정사영상의 제작 단계에서 GCP 반영 측정수를 기입하며, 반영하지 않았을 경우 숫자 0으로 기록함
- ⑧ 좌표 체계 및 GSD : 정사영상에 적용된 좌표체계 및 해상도 (GSD)를 기입함

영상처리 성과물 작성 기록부

영상처리 성과물 작성 기록부						
일반사항	사업명					
	회사명					
영상정보	촬영 번호	1구역	2구역	3구역	4구역	5구역
	촬영 날짜					
	촬영 고도					
	촬영횟수 (사진매수)					
영상처리	도엽명					
	영상처리 날짜					
	영상크기					
	S/W명					
	대상지 면적					
	GCP					
	영상품질					
	GCP					
	좌표 체계 /GSD					
성과물 제출목록	원본영상 및 처리결과	비행 log files(geotages), 원본사진, EO, 정사영상				
2025. . . 촬영자 : (서명)						

제9조 산림병해충 감염의심목 영상분석

9.1 영상분석 개요 및 목적

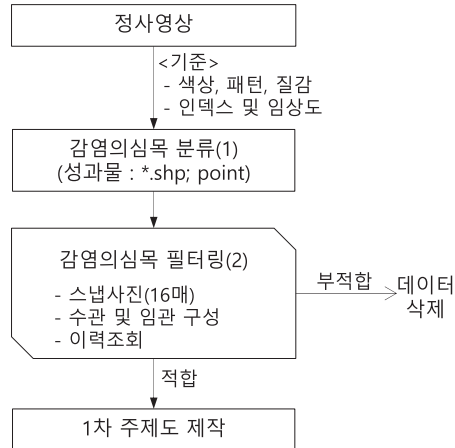
- 가. 정사영상을 활용한 영상분석은 영상 내에서 지형지물에 대한 물리적 특성(면적, 길이, 위치)을 추출하는 분석과 산사태지, 산림병해충 감염의심목 등 2차 주제도 제작의 목적으로 활용될 수 있음
- 나. 지형지물에 대한 물리적 특성은 형태 및 위치뿐만 아니라 수치표면 모델을 통해서 나지의 표고값 등을 추출할 수 있기 때문에 GIS 분석의 기초자료로 활용될 수 있음
- 다. 산림병해충 감염의심목의 추출은 영상분석을 통해 2차 주제도를 제작하여 다음 단계(현장조사 및 방제계획 수립)의 기초자료로 활용됨
- 라. 감염의심목의 추출은 컴퓨터 소프트웨어를 활용한 자동분석 기법이 활용될 수 있으나, 현재의 기술수준으로는 현업에 직접적으로 활용하기에 한계가 있으며, 지속적인 연구가 필요한 실정임
- 마. 따라서 정사영상을 통한 감염의심목의 추출은 육안분석을 통해 수작업으로 영상을 분석하여 감염의심목 주제도를 제작하는 방법을 적용하며, 이를 위해서는 사전에 산림병해충 감염의심목에 대한 기초자료(인덱스)가 축적되어야 함
- 바. 현재 국내에 산림병해충 감염의심목에 대한 기초자료는 많지 않은 실정이며, 이는 많은 인덱스와 더불어 경험을 필요로 함
- 사. 산림병해충 감염의심목 인덱스는 산림병해충의 종류, 수종, 시기, 지역 등에 따라 상이하게 나타남에 따라서 영상분석에 많은 오류가 발생하는 실정이며, 선단지의 경우에는 현장조사를 통해서 적중률을 확보함과 동시에 시료를 채취하여 검경을 실시하는 방법을 적용함
- 아. 아울러 최근에는 멀티스펙트럼 및 3차원 스캐너 등 다양한 센서를 활용하여 정보를 수집하기 때문에 다양한 영상분석이 이루어져야 할 필요성이 있음
- 자. 기존의 RGB 컬러 영상은 감염의심목의 색상, 패턴, 질감 등에 기초한 영상분석을 실시하고 있으나, NIR 영상과 같이 다양한 센서를 활용할 경우 영상에서의 사용자가 필요한 밴드를 추출하여 식생지수(NDVI)를 활용한 감염의심목 추출이 가능함

- 차. 이는 현재 다양한 분야에서 활발한 연구를 진행하고 있으며, 향후 기술발달과 경험의 축적을 통해 자동화 추출 프로그램이 개발되고 적용될 것으로 예상됨
- 카. 또한, 3차원 스캐너를 활용한 포인트클라우드(Point cloud) 형태의 데이터는 산림내 지형지물의 현실세계에 대해서 3차원으로 재현하기 때문에 임목 및 지형에 대한 물리적 특성을 정확하게 파악하고, 3D 모델링을 실시할 수 있다는 장점이 있음
- 타. 즉, 영상분석의 주요 목적은 산림내 임목을 포함하여 지형지물에 대한 물리적 특성을 파악하고, 산림병해충 감염의심목 등 2차 주제도를 제작하여 효율적인 산림자원공간정보 수집 및 관리를 수행하기 위함임

9.2 영상분석 절차 및 체계

- 가. 소나무재선충병 피해목은 소나무 및 잣나무가 고사함으로서 사진 상에서 붉은색 계열로 표현되는 특성을 갖고 있음
- 나. 또한, 소나무 및 잣나무의 경우 정사영상을 제작할 경우 각각의 수관(樹冠) 패턴이 서로 다르며, 특히 활엽수와 다른 차이점이 있음
- 다. 즉, 정사영상을 활용한 피해 의심목 추출은 고해상도 모니터를 활용하여 영상을 띄우고, 감염의심목의 색상, 패턴, 질감 등을 활용하여 육안식별을 실시함
- 라. 촬영 영상의 분석 방법에서 소나무재선충병 피해 의심목을 추출하는데 있어서 가장 큰 고려사항은 촬영 시기(색상, 패턴, 질감), 피해 대상지의 유형(피해지, 선단지, 미피해지) 등에 따라 차이가 있음
- 마. 첫 번째로 촬영 시기의 경우 일반적으로 침엽수 및 활엽수 등 임지내의 임목이 가을철 이전에는 녹색계열을 보이기 때문에 피해 의심목(고사목)이 명확하게 표현되는 특징을 갖고 있음
- 바. 그러나, 일반적으로 낙엽수의 경우 기온이 낮은 겨울철에 낮은 기온에서 살아남기 위해 잎이 떨어지는데, 참나무류의 경우 잎이 탈리(abscission)되지 않고, 늦은 시기까지 남아 있는 경우가 많음

- 사. 특히, 산록부 및 마을, 리조트 등지에 다수 분포하고 있는 대왕참나무의 경우 잎이 탈리되지 않고, 수관의 패턴 또한 잣나무와 유사하여 피해목 의심목(고사목)과 혼돈이 발생하는 경우가 많은 실정임
- 아. 따라서 11월부터 이듬해 3월까지 촬영된 영상을 판독할 경우 이와 같은 참나무류에 대해서는 면밀한 검토를 실시해야 할 필요성이 있음
- 자. 이에 촬영시기를 가을철 단풍이 발생하기 이전에 실시하여 피해 의심목을 분석하는데 문제가 발생하지 않도록 해야 할 필요성이 있음
- 차. 두 번째의 경우에는 촬영 대상지가 소나무재선충병 피해지, 선단지 또는 미피해지로 구분할 수 있는데, 이와 같은 피해 대상지에 따라서 피해 의심목을 분석하는 기법 및 목표가 서로 다르게 나타남
- 카. 소나무재선충병 피해지의 경우 영상분석을 통해 피해지 내에 감염 의심목의 수량을 파악하는데 목적이 있으며, 선단지는 확산을 우려하여 고사목을 식별하여 누락목이 발생하지 않도록 함
- 타. 이와 같이 선단지 및 미피해지역에서의 목표가 서로 다르며, 목표를 달성하고자하는 중요성이 매우 크기 때문에 면밀한 영상분석 및 현장조사가 이루어져야 함
- 파. 이에 따라 성과품의 적중률을 향상시키면서 누락 피해의심목이 발생하지 않도록 사전에 제작된 인덱스와 스냅사진, 그리고 이력조사 등의 방법을 활용하여 영상분석을 실시함
- ① 인덱스 활용 : 정사영상을 활용한 피해 의심목의 분석은 일반적으로 색상, 패턴, 질감 등을 활용하며, 사전에 제작된 인덱스를 활용하여 정확도를 높임
 - ② 스냅사진 : 정사영상을 대상으로 피해목의 색상, 패턴, 질감, 입목 인덱스 등을 활용하여 1차 의심목으로 분석한 후에는 스냅사진을 활용하여 실내에서 1차 검수를 실시
 - ③ 필터링 : 포털 영상 및 구글 위성영상 등 과거 촬영된 영상의 비교평가를 통해 적중률을 높이하고자 실시함



산림병해충 감염의심목 영상분석 체계

- 하. 즉, 영상분석을 위해서는 먼저 일정크기의 격자를 생성하여 감독 분류를 실시하여 소나무재선충병 및 참나무시들음병 감염의심목으로 식별되는 개체에 포인트 형태로 디지털이징을 실시함(인덱스 활용)
- 거. 누락되는 감염의심목이 발생하는 문제를 사전에 예방하기 위해 갈변으로 인해 주변 식생과 비교할 때 차이가 나타는 객체에 디지털이징을 실시하고, 이후 여러 가지 기법에 의해 필터링을 실시하는 체계를 적용해야 함
- 너. 필터링 기법에는 스냅사진을 이용한 객체 확인, 이력조회, 크기측정 등의 방법을 활용하며, 최종 자료는 GIS 기반의 주제도로 제작하여 현장조사 지원 자료로 활용

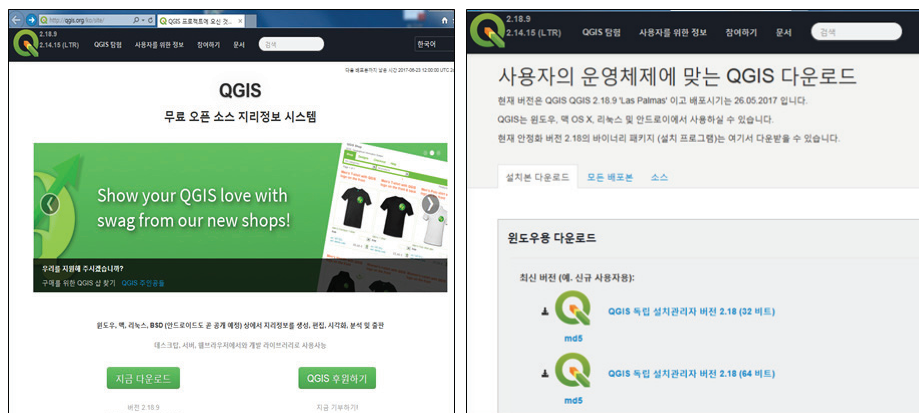
9.3 영상분석 방법

9.3.1 GIS 소프트웨어의 사용 및 준비

- 가. 전문적인 영상분석을 실시하기 위해서는 일반적으로 위성영상 및 항공사진 관련 소프트웨어를 활용할 수 있으나, 소프트웨어를 범용적으로 활용하기 위해서는 소프트웨어의 확보뿐만 아니라 전문지식이 필요하기 때문에 비교적 쉽게 접근할 수 있도록 GIS 소프트웨어를 활용하는 것이 바람직한 것으로 판단됨
- 나. GIS 소프트웨어의 종류가 다양하며, 전문적인 분석 기능을 제공하는 유료프로그램과 일반적인 데이터 관리 및 간단한 공간분석이 가능한 무료프로그램으로 나누어 생각해 볼 수 있음

- 다. 무인항공기 정사영상을 활용하여 감염의심목을 추출하는 작업은 일반적으로 좌표체계를 갖는 GeoTIFF 파일을 활용하여 디지털이징을 실시하고, 주제도를 관리하는데 국함됨에 따라서 최소한의 노력을 통해 최대의 성과물을 작성할 수 있는 프로그램을 활용하는 것이 바람직함
- 라. 본 연구에서는 프로그램 확보 및 설치, 운용 등의 적합성을 고려하여 범용적으로 활용되고 있는 QGIS 소프트웨어를 활용하여 주제도를 제작하였으며, 주제도를 제작하는 세부 방법은 다음과 같음
- 마. 프로그램의 설치

- ① QGIS는 오픈소스 프로그램으로서 <http://qgis.org/ko/sit>에서 다운로드하여 활용할 수 있으며, 사용자의 컴퓨터 환경에 적합한 버전을 선택할 수 있음

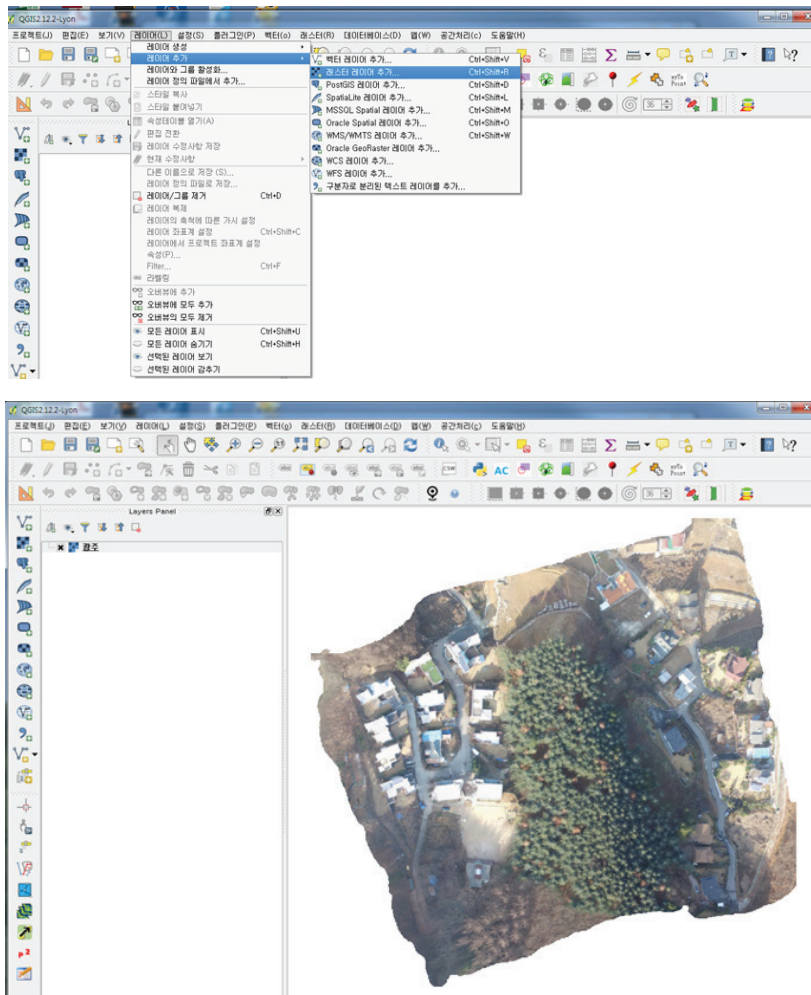


QGIS 소프트웨어의 다운로드 및 설치

바. 정사영상 불러오기

- ① 프로그램을 실행한 후, 사전에 제작된 정사영상 파일을 마우스로 드래그하여 레이어 관리 창으로 옮길 경우 자동으로 정사영상을 불러올 수 있음
- ② 또한, 메인 메뉴의 레이어→레이어 추가→래스터 레이어 추가를 클릭할 경우 탐색기를 활용하여 정사영상을 불러올 수 있으며, 이때 해당 정사영상의 좌표체계가 맞지 않을 경우 적합한 좌표체계를 지정해야 하며, 일반적으로 GRS80(Zone2)를 설정하며, QGIS 좌표계에는 Korea2000/ Central Belt 2010(EPSG:5186)으로 정의되어 있음

- ③ 단, 정사영상 및 각종 주제도를 불러 올 경우 데이터의 용량 및 컴퓨터의 성능을 고려하여 외장하드 및 USB 메모리에서 직접 불러오지 않고, C드라이브에 복사를 실시하여 작업을 수행하는 것이 바람직함
- ④ 아울러 정사영상 및 주제도의 파일 명칭은 각종 분석을 고려하여 오류가 발생하는 것을 방지하기 위해 영문영으로 입력하는 것이 유리함



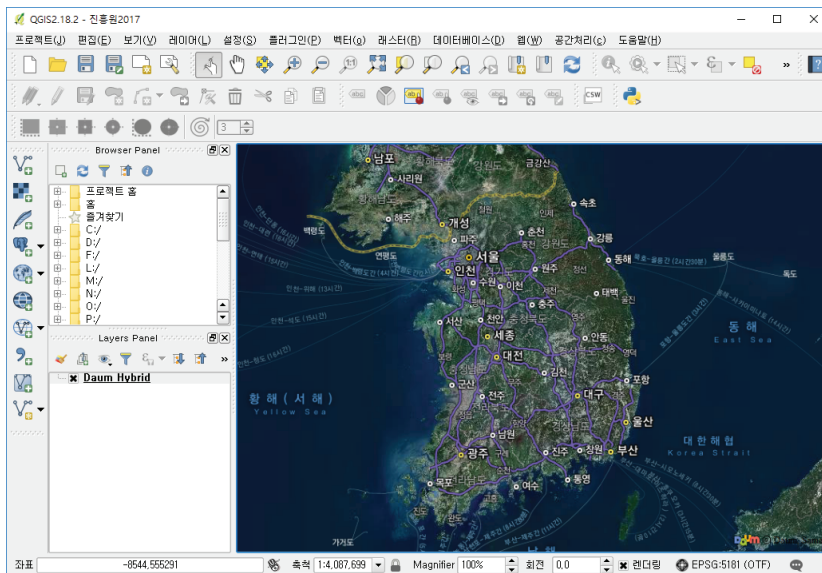
QGIS를 활용한 정사영상 불러오기

사. 배경지도 불러오기

- ① 불러오기를 통해 화면에 띄운 정사영상의 좌표체계가 올바르게 지정되었는지를 확인하거나, 주변의 항공사진을 확인할 경우

QGIS는 다음(Daum)이나 네이버(Naver) 등의 포털에서 제공하는 항공사진을 중첩시킬 수 있다는 장점이 있음

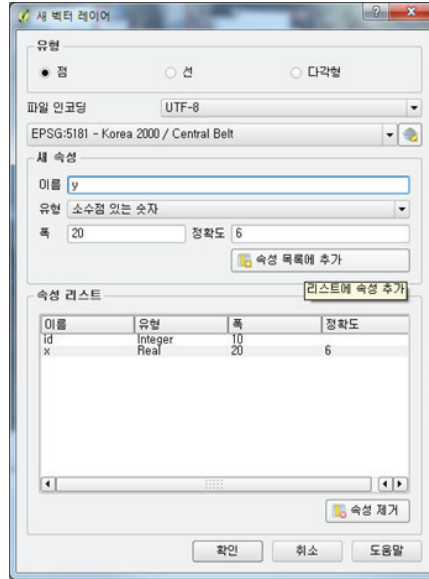
- ② 포털에서 제공하는 지도를 중첩하기 위해서는 QGIS의 메인 메뉴 →웹→TMS for Korea에서 원하는 항공사진을 선택할 경우 아래의 그림과 같이 중첩시킬 수 있음
- ③ 단, 메뉴에서 TMS for Korea가 활성화되지 않았을 경우에는 메인 메뉴→플러그인→플러그인 관리 및 설치 메뉴에서 해당 플러그인을 설치해야 함



포털사이트 제공 항공사진(배경) 불러오기

아. 새로운 주제도 만들기

- ① 영상분석의 과정에서는 정사영상을 활용하여 감염의심목에 대해서 새로운 주제도를 생성하여 디지털라이징을 실시함
- ② 감염의심목 주제도는 점(Point) 형태의 객체로서 새로운 주제도를 만들기 위해서는 메인메뉴의 레이어→레이어 생성을 통해서 새로운 주제도를 만들 수 있으며, 아래의 그림과 같이 레이어에 대한 정의를 실시할 수 있도록 새로운 창이 생성됨
- ③ 새로운 레이어에 대한 정의는 유형의 경우 '점', 파일 인코딩은 'System', 좌표체계는 'EPSG: 5181-Korea2000/Central Belt), 새속성은 객체에 대한 속성은 생략함

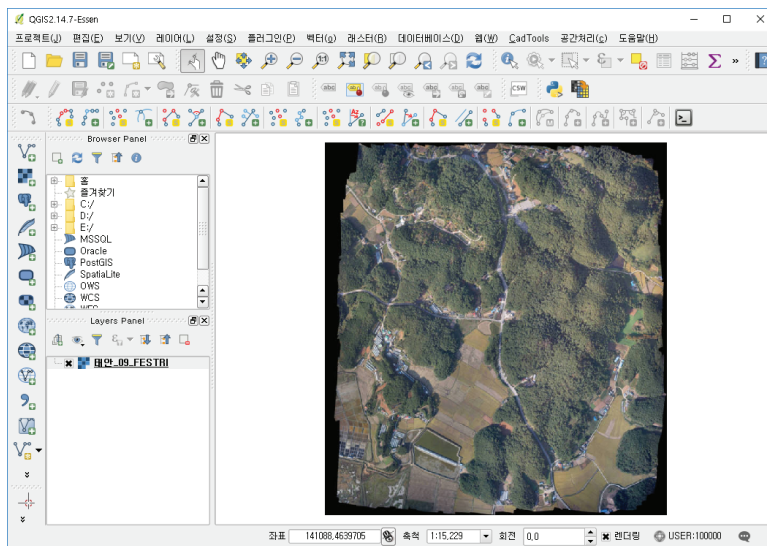


새로운 레이어 생성

자. 감염의심목 입력(객체 생성)

- ① 영상분석의 과정에서 감염의심목이 확인된 경우 앞에서 설명한 새로운 주제도에 객체를 생성해야 하며, 객체를 생성하는 과정을 디지털라이징이라 함
- ② 편집모드 전환은 레이어 관리창에서 편집모드로 변환하고 싶은 레이어에 마우스 오른쪽키를 누르고, 세부메뉴에서 '편집모드 전환'을 클릭할 경우 레이어의 아이콘이 변경되며, 편집모드로 전환됨
- ③ 편집모드로 전환된 후에는 해당 영상의 감염의심목에 대해서 디지털라이징을 실시하는데, 새로운 객체를 추가해야 함으로서 메인 메뉴의 편집→객체 추가를 통해서 디지털라이징을 실시할 수 있음
- ④ 이때, 편집모드의 객체 추가 버튼이 선택될 경우 마우스의 커서 모양이 동그라미 형태의 가늉쇠 모양으로 변경되며, 마우스 왼쪽 클릭으로 객체를 생성할 수 있음
- ⑤ 또한, 하나의 객체를 생성한 후에는 화면에서 객체에 대한 ID 및 속성정보 등을 입력할 수 있도록 새로운 창이 만들어지며, 속성값을 입력한 후 확인버튼을 클릭하면 객체가 생성됨을 확인할 수 있음

- ⑥ 아울러 객체를 잘못 입력했을 경우 취소 버튼을 클릭할 경우 객체 생성이 취소되며, 이미 생성된 객체를 선택한 후, Delete 키를 누르면 삭제됨
- ⑦ 끝으로 모든 영상분석이 완료되고, 주제도를 저장하기 위해서는 편집모드를 빠져 나옴으로서 저장되는 동시에 완료가 이루어지기 때문에 디지털라이징 작업의 중간 과정에서 저장 버튼을 클릭함



QGIS를 활용한 정사영상 확인

9.3.2 구획 구분법에 의한 1차 영상분석

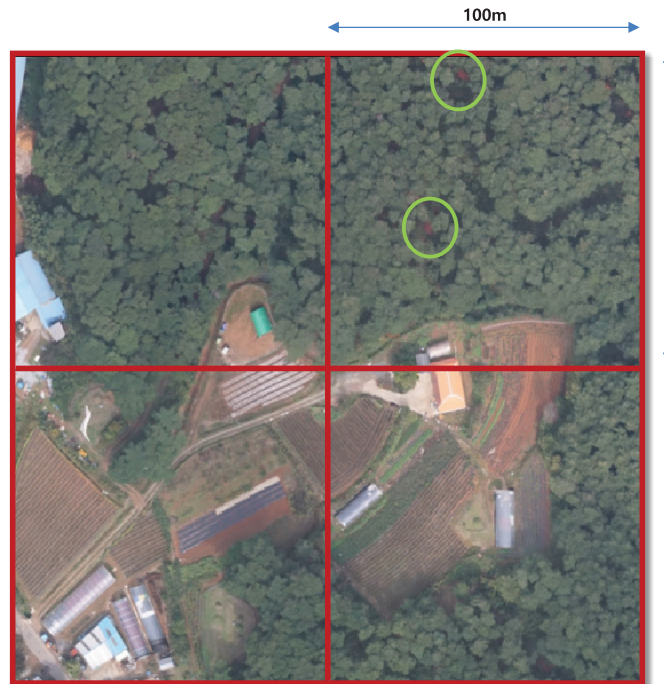
- 가. 촬영 및 정사영상 제작과정에서 생성된 이미지는 좌표체계를 바탕으로 위치정보를 갖고 있기 때문에 GIS 소프트웨어를 활용할 경우 비교적 쉽게 영상자료를 확인할 수 있음
- 나. 본 사업과정에서 제작된 정사영상은 QGIS 소프트웨어를 활용하였으며, QGIS 소프트웨어는 오픈소스 공개용 소프트웨어로서 제약없이 누구나 활용할 수 있다는 장점이 있음
- 다. QGIS를 활용하여 정사영상을 확인할 경우 컴퓨터의 성능과 관계없이 비교적 고용량 정사영상도 쉽게 확인할 수 있다는 장점이 있음
- 라. 위의 그림은 QGIS를 활용하여 정사영상을 화면에 띄운 모습으로서 디지털라이징 및 주제도 제작, 관리 등의 기능을 지원함

- 마. 영상분석을 실시하기 위해서는 첫 번째로 정사영상을 일정한 크기의 격자로 구획을 구분하는 방법이 필요함
- 바. 이는 감독분류 과정에서 누락되는 지점을 사전에 방지하기 위한 방법으로 일반적으로 고해상도 모니터를 활용할 경우 1회 분석 화면의 크기는 1ha가 적정함
- 사. 따라서 가로 100m, 세로 100m의 크기로 격자를 생성하고, 영상을 분석할 수 있는 준비를 해야하며, 아래의 그림은 정사영상에 격자로 구분하고, 영상분석 과정에서 누락지점이 발생하지 않도록 일련번호를 부여한 모습임



구획 구분을 실시한 정사영상

- 아. 위의 그림과 같이 정사영상에 격자로 구분하고 일련번호를 부여한 후, 1개 또는 그 이상의 격자에 대해서 확대할 경우 아래의 그림과 같이 지표상의 입목 및 지형지물 등을 확인할 수 있음

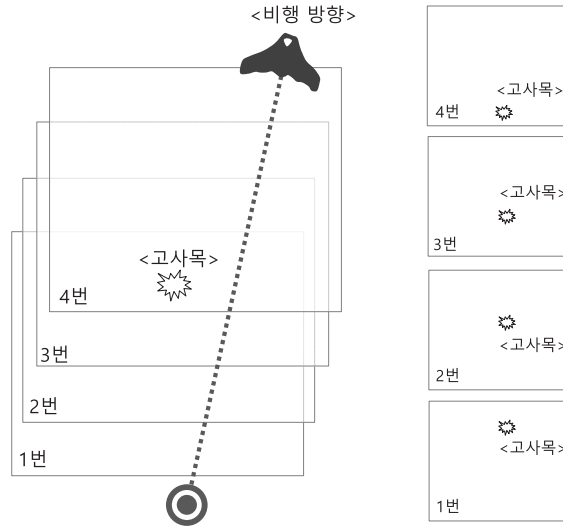


격자의 확대 및 입목, 지형 지물 확인

- 자. 위의 그림은 4ha의 면적에 대한 격자를 확대한 상태로서 오른쪽 상단의 격자에 소나무재선충병 감염의심목이 존재하고 있음을 확인할 수 있음
- 차. 즉, 이와 같은 방법으로 정사영상을 컴퓨터 화면에 띄우고, 격자를 생성한 후, 확대하여 감독분류를 실시하는 방법이 주요 프로세스라고 할 수 있음
- 카. 감독분류를 통한 소나무재선충병 감염의심목은 디지털라이징을 실시하여 주제도를 생성할 수 있음

9.3.3 피사체의 촬영 방향에 따른 스냅사진 확인

- 가. 무인항공기를 활용한 촬영 과정에서는 고품질의 데이터를 수집하기 위해서 횡중첩과 종중첩을 설정하여 촬영을 실시함
- 나. 무인항공기의 하드웨어적 특성에 따라 달라질 수 있으나, 횡중첩과 종중첩이 80%(Trimble UX5)일 경우 피사체가 동서남북 방향에서 각각 최소 4회 촬영되는 특징이 있음



중복도에 따른 피사체(고사목)의 촬영 횟수 및 위치 변화

- 다. 따라서 아래의 그림과 같이 피사체가 동서남북의 방향에서 서로 다른 형태로 촬영이 이루어진 결과를 확인할 수 있음
- 라. 이는 감염의심목에 대해서 동서남북 방향에서 입체적으로 확인할 수 있다는 장점으로 활용될 수 있으며, 여름철 밀집된 임상구조를 갖는 산림보다는 겨울철 혼효림 지역에서 단독으로 고사된 사례에서 유용하게 활용될 수 있음



중첩촬영에 의한 4방향 스냅사진 확인

- 마. 즉, 1차 영상분석 결과를 바탕으로 스냅사진을 활용하여 감염의심목을 확인함으로써 오판된 결과를 바로 잡는 방법이라 할 수 있음
- 바. 이와 같은 판독을 실시하기 위해서는 사용자가 원하는 지점에 대해서 촬영된 스냅사진 번호를 시스템 상에서 확인 가능해야 하며, 그렇지 않을 경우에는 관련 이미지를 찾는데 많은 시간이 소요됨
- 사. 따라서 이와 같은 필터링 기법을 사용하기 위해서는 정사영상 제작 소프트웨어 상에서 비행 경로 및 촬영 지점에 대한 위치좌표, 그리고 촬영 사진번호 등을 한번에 확인 할 수 있는 조건이 충족되어야 함

9.3.4 포털(다음, 네이버, 구글) 제공 영상을 활용한 필터링(이력조회)

- 가. 본 사업의 대상지는 무인항공기를 활용하여 최초로 촬영이 진행된 지역으로서 시계열 영상을 확보할 수 없다는 어려움이 있음
- 나. 그러나, 최근 다음과 네이버 등 포털사이트에서 제공하는 지도(항공 사진)를 GIS 소프트웨어 상에서 확인이 가능함에 따라서 부분적으로 이력조회가 가능하다는 장점을 확보할 수 있음
- 다. 다음(<http://map.daum.net>) 지도의 경우 지역에 따라서 촬영 연도가 다양한 형태로 표현되고 있으며, 이를 통해 시계열 영상용으로 대체 하여 활용할 수 있음
- 라. 무인항공기를 활용하여 촬영을 실시하여 정사영상을 제작하고 영상을 분석하는 과정에서 갈변으로 인한 고사목의 형태가 나타났을 때, 직전년도 여름철이나 겨울철의 시계열 영상을 확인할 경우 활엽수, 침엽수의 판단이 가능함



포털제공 영상을 통한 이력조회

- 마. 또한, 가을철 단풍으로 인해 영상분석의 정확도가 떨어질 경우 이를 보완할 수 있는 방법으로서는 구글 위성영상을 활용할 수 있음
- 바. 구글에서 제공하는 위성영상은 년도별, 그리고 월별로 영상을 확인할 수 있기 때문에 가을철 활엽수와 침엽수를 구분하는데 매우 효과적으로 활용될 수 있음
- 사. 위의 그림에서 보는 바와 같이 무인항공 영상에서는 단풍이 발생하는 시기에서 소나무재선충병 감염의심목인지, 단풍으로 인한 갈변인지에 대한 확인이 매우 어려운 실정으로서 구글의 5월 영상을 확인할 경우 침엽수림과 활엽수림이 명확하게 구분되고 있음을 알 수 있음
- 아. 따라서 이와 같은 방법을 통한 이력조회는 1차 영상분석 결과를 바탕으로 필터링을 실시하여 정확도를 높이는 방안으로서 다양한 형태의 영상자료를 공동으로 활용하는 것이 바람직함

9.3.5 크기 측정 및 기타

- 가. 소나무재선충병의 감염은 현재까지 소나무 및 잣나무로 보고되고 있으며, 이와 같은 수종은 임지내에서 교목류에 해당되기 때문에 비교적 수관폭이 넓다는 특징을 갖고 있음

나. 아래의 그림과 같이 소나무재선충병 고사목의 사례에서 크기를 측정한 결과 대부분 4~5m의 수관폭을 갖는 것이 일반적인 형태이며, 경우에 따라서 약 3m 내외도 있으나 빈도수가 낮음



소나무재선충병 감염의심목 수관폭

다. 반면에 위의 그림과 같은 2m 이내의 작은 수관폭을 갖는 임목은 수관밀도가 낮은 임지에서 아교목 및 관목류의 단풍일 확률이 매우 높음
라. 영상분석의 단계에서 작은 크기의 수관폭을 갖는 임목에 대해서 현장조사를 실시하여 확인한 결과 단풍나무로 확인되었으며, 영상의 필터링 단계에서 크기를 측정하는 것이 효율적인 방법임을 확인할 수 있음



작은 크기의 수관폭을 갖는 임목

9.4 영상분석 인덱스 및 오판독 유의사항

9.4.1 수종 및 계정에 따른 인덱스

- 가. 소나무재선충병 감염의심목 인덱스는 현재 국내에 공식적으로 제작된 사례가 없으며, 2016년~2017년 사업의 사례를 중심으로 제작하였음
- 나. 소나무재선충병 인덱스는 수종(소나무, 잣나무), 계절, 임상(단순림, 혼효림) 등에 따라서 서로 상이하게 나타나기 때문에 이와 관련된 인덱스 제작은 지속적으로 이루어져야 함

< 소나무 >

- 가. 산림 내에서 소나무재선충병 감염의심목을 분석하기 위해서는 먼저 소나무림과 활엽수림에 대한 비교, 구분이 필요함
- 나. 영상에서의 활엽수는 입목의 수관이 비교적 둥근형태의 모습을 보이고 있으나, 소나무의 경우에는 외곽이 뾰족한 형태로 불규칙하게 표현되고 있음을 아래의 그림에서 확인 할 수 있음
- 다. 아래의 그림에서 보는 바와 같이 활엽수의 경우 상부에 위치하고 있으며, 소나무는 불규칙한 패턴으로 하단부에 위치하고 있음을 확인할 수 있음



<2016년 10월; 태안군>

소나무림 및 활엽수림의 비교

- 라. 이와 같이 소나무의 수관형태는 불규칙한 특징을 보이고 있으며, 측면사진에서는 원뿔형태의 수형을 확인 할 수 있음

- 마. 아울러 소나무림에서 숲가꾸기 사업을 실시한 대상지의 경우에는 우세목을 제외하고 벌목을 실시하기 때문에 입목과 입목 사이의 간격이 다소 존재하고 있으며, 소나무의 형태를 비교적 명확히 확인할 수 있으며, 아래의 그림에서 차이점을 확인할 수 있음



<2016년 10월; 태안군>

숲가꾸기 사업이 실시된 소나무림

- 바. 위의 그림과 같이 소나무림의 패턴 및 질감은 입목의 수관형태가 불규칙하고, 외곽부가 뾰족한 형태의 질감을 보인다는 것이 특징임
 사. 따라서 이와 같은 형태의 소나무가 고사되었을 경우 갈변으로 인한 갈색 및 붉은색 계열을 띄고 있는 형태로서 확인이 가능함
 아. 아래의 그림은 소나무재선충병 감염의심목인 소나무의 형태로서 주변의 소나무와 활엽수 간의 차이를 명확하게 확인할 수 있음



<2016년 10월; 태안군>

소나무재선충병 감염의심목(소나무)



소나무재선충병 감염의심목 인덱스 사례(소나무)

< 잣나무 >

- 가. 소나무재선충병 피해가 보고되는 잣나무림의 정사영상 특징은 소나무와 비교해 볼 때, 색상, 패턴 등의 측면에서 가장 큰 차이를 보임
- 나. 첫 번째로 건전한 잣나무림을 대상으로 무인항공기로 상공에서 촬영을 실시할 경우 색상은 흰색계열의 초록색을 띄고 있으며, 입목의 첨두가 흰색 점으로 영상에 표현된다는 특징이 있음
- 다. 두 번째로 건전한 잣나무의 패턴은 방사형의 입목 형태를 보이고 있기 때문에 불규칙한 형태의 소나무와 구분되는 특징이 나타남
- 라. 끝으로 소나무재선충병에 의한 잣나무 고사목은 소나무와 비교해 볼 때 보다 붉은색을 띄는 특징을 갖고 있음
- 마. 즉, 소나무 고사목의 경우 진한 적갈색 계열, 잣나무 고사목은 붉은색 계열의 색상을 보이고 있음
- 바. 아래의 그림은 건전한 잣나무림의 패턴 및 색상 그리고 고사목의 패턴과 색상을 비교할 수 있음

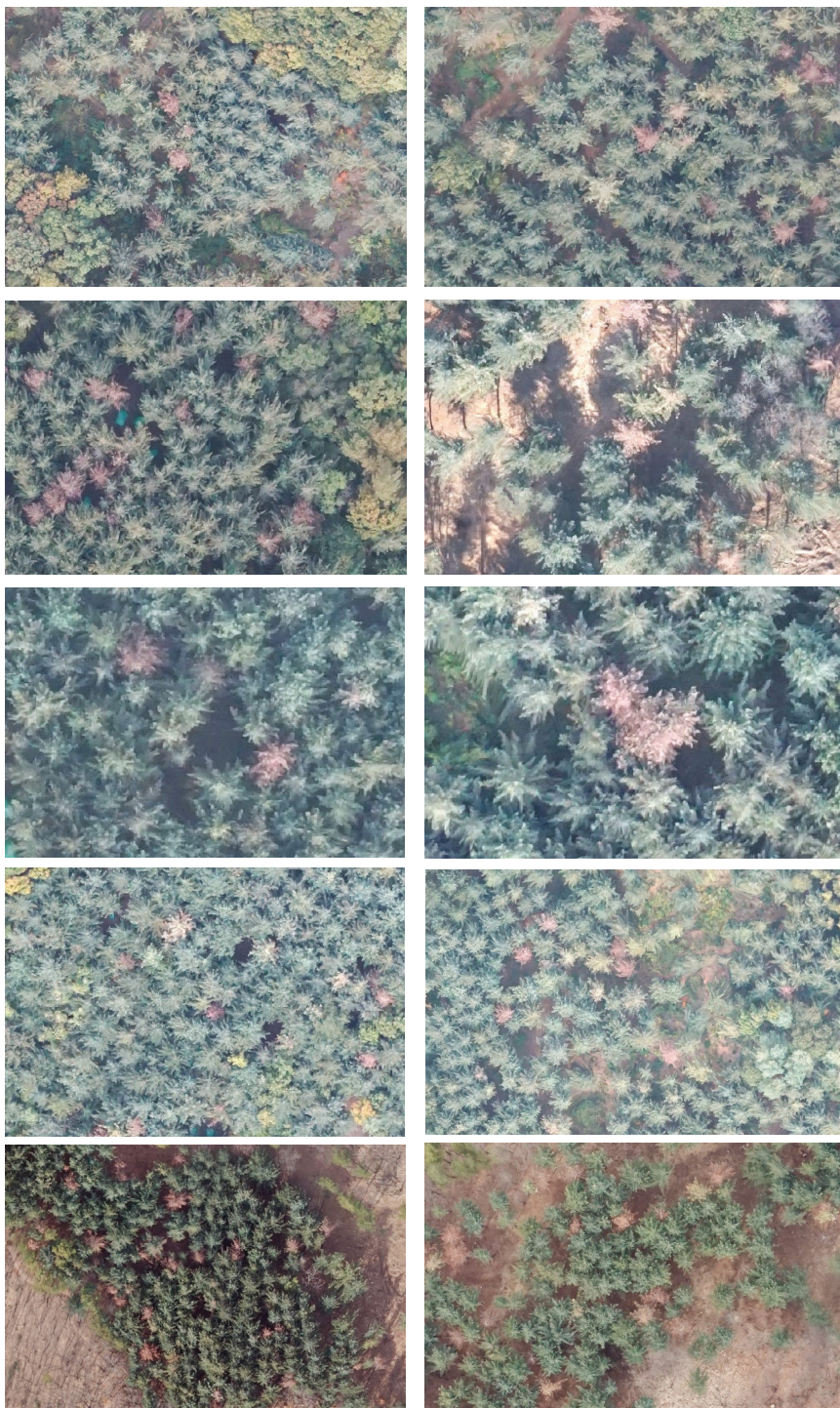


<2016년 2월; 경기도 광주시>

피해목 및 미피해목 비교(잣나무림)

- 사. 또한, 다양한 형태로의 갈변(고사)된 잣나무의 형태는 다음 그림과 같으며, 이는 계절과 지역에 따라서 그리고 촬영 시간 및 카메라

렌즈의 특성에 따라서 다소 차이가 발생하기 때문에 영상분석의 단계에서 유의해야 함



소나무재선충병 감염의심목 인덱스 사례(잣나무)

< 계절에 따른 소나무재선충병 감염의심목 인덱스 >

- 가. 소나무재선충병 감염의심목은 연중 발생하고 있기 때문에 예찰 또한 연중 실시되고 있으나, 매개충의 우화로 인한 이동을 고려하여 여름철 방제 작업을 실시하지 않음으로서 여름철 무인항공기 예찰 사례가 없으며, 이로 인해 인덱스가 작성되어 있지 않음
- 나. 이에 본 사업에서는 유사사업에서 활용된 인덱스를 활용하여 계절별 인덱스를 적용, 추가하였음
- 다. 봄철 소나무재선충병 감염의심목의 확인은 침엽수림(소나무, 잣나무 군락)에서는 비교적 쉽게 식별할 수 있으나, 혼효림 지역에서는 신초 및 나뭇가지 등의 색상, 패턴을 비교하여 분석할 수 있음



<2015년 3월; 영덕>

봄철 소나무재선충병 감염의심목(소나무)



<2015년 8월; 남양주>

여름철 소나무재선충병 감염의심목(잣나무)

- 라. 여름철 소나무재선충병 감염의심목은 영상에서 가장 쉽게 분석할 수 있는 대표적인 사례임
- 마. 여름철 생육이 왕성한 입목은 고유의 색상과 패턴을 갖고 있으며, 산림내에서의 붉은색 계열의 나뭇잎을 갖고 있는 개체는 조경수를 제외하고는 존재할 가능성이 매우 낮음
- 바. 다만, 인공비탈면에서의 녹화된 가죽나무의 꽃 등은 붉은색 계열을 보이기 때문에 다소 혼돈이 발생할 수 있음
- 사. 위의 그림은 여름철 소나무재선충병 감염의심목(잣나무) 사례로서 주변의 식생은 모두 초록색을 띄고 있음
- 아. 그러나 잣나무의 경우 흰색계열을 초록색을 띠 뿐만 아니라 입목의 침두가 흰색 점으로 표현되어 있기 때문에 수종을 비교적 쉽게 식별 할 수 있음



<2015년 10월; 안동시>

가을철 소나무재선충병 감염의심목(소나무)

- 자. 가을철 영상분석은 단풍의 유무에 따라서 크게 달라질 수 있는데, 단풍이 발생하기 이전에는 여름철과 유사한 형태로서 여름철의 인덱스를 적용함
- 차. 그러나, 단풍이 발생한 지역에서의 영상분석은 첫 번째로 활엽수와 침엽수를 구분해야 함
- 카. 일반적으로 활엽수 단풍의 경우 모양은 둥근 형태를 보이고 있기 때문에 침엽수와 구분을 할 수 있으며, 소나무의 수관 모양은 불규칙한 특징이 있음

- 타. 두 번째로는 침엽수 내에서의 수종 식별이 필요한데, 이에 해당되는
입목으로서는 소나무, 잣나무, 낙엽송으로 구분할 수 있음
- 파. 소나무와 잣나무는 소나무재선충병 피해가 보고되는 수종이기 때문에
영상분석을 통해서 식별해야 하며, 낙엽송은 소나무재선충병 피해가
보고되지 않기 때문에 영상분석 과정에서 오판의 원인이 되고 있음
- 하. 소나무는 일반적으로 수관의 모습이 불규칙하며, 가지가 층을 이루고
있는 형태를 보이고 있으며, 고사될 경우 색상은 갈색 계열로 나타남
- 거. 그러나 잣나무의 경우 별모양으로 뾰족한 형태의 모양과 건전목
에서의 색상은 흰색 계열의 초록색, 그리고 고사목의 경우 붉은색
계열을 갖고 있음
- 너. 반면에 낙엽송의 모양은 잣나무와 유사한 형태를 보이고 있기 때문에
정사영상에서의 식별이 매우 어려움
- 더. 특히, 낙엽송의 단풍(갈변)은 초기 노랑색 계열을 띄다가 시간이
지남에 따라서 갈색, 붉은색 계열로 바뀔에 따라서 지역과 시기에
따라서 소나무재선충병 피해목인 잣나무와 유사한 형태를 보인다는
특징이 있음



<2015년 10월; 경기도 광주시>

가을철 낙엽송 및 활엽수

- 러. 겨울철 소나무재선충병 감염의심목은 크게 두 가지 지역으로 구분
해서 분석해야 하는데, 첫 번째로는 소나무 및 잣나무 단순림과
두 번째는 혼효림에서의 분석임

- 머. 겨울철 소나무 및 잣나무 단순림에서의 감염의심목 분석은 상록수라는 특징으로 인해 고사목을 비교적 쉽게 발견할 수 있음
- 버. 그러나, 소나무 및 잣나무림에 간헐적으로 분포하고 있는 참나무류의 경우 겨울철 낙엽이 탈리되지 않은 상태로 존재하고 있을 가능성이 있기 때문에 영상분석 과정에서 잘못된 판단을 할 수 있음
- 서. 아래의 그림과 같이 혼효림 지역에 위치하고 있는 소나무재선충병 감염의심목은 참나무류와 구분하기 매우 어려운 실정임
- 어. 주변 임상을 고려한 판단을 실시할 경우 참나무류로 분석할 가능성이 있으나, 선단지 및 미피해지에서의 감염의심목 누락은 2차 피해가 크기 때문에 면밀한 검토가 필요함
- 저. 아래의 그림과 같은 겨울철 소나무재선충병 감염의심목은 영상분석의 과정에서 감염의심목으로 분석을 실시하고, 필터링 기법을 적용하여 적중률을 높이는 것이 바람직할 것으로 판단됨



<2016년 2월; 세종특별자치시>

겨울철 소나무재선충병 감염의심목(소나무)

9.4.2 영상분석 오판독 유의사항

- 가. 영상판독에 있어서 오판독은 촬영 시기, 장소, 판독 목적 등에 따라서 달라질 수 있으나, 여러 가지 원인에 따라서 발생할 수 있음
- 나. 소나무재선충병 감염의심목 추출에 있어서 영상 오판독은 첫 번째로 가을철 단풍이 대표적인 사례라고 할 수 있음
- 다. 활엽수림의 단풍은 비교적 식별이 가능할 수 있으나, 침엽수의 단풍은 감염의심목과 구분하는데 매우 어려운 실정임

- 라. 특히, 낙엽송의 경우 단풍이 발생하여 잎이 갈변되는 시기에 있어서 잣나무 감염의심목과 매우 유사한 색상 및 패턴을 보이고 있는 것이 특징임
- 마. 아래의 그림은 소나무림과 잣나무림 사이의 낙엽송이 갈변으로 인해 소나무재선충병감염의심목으로 분석될 수 있는 사례를 보여주는 것임



<2016년 10월; 경북 봉화군>

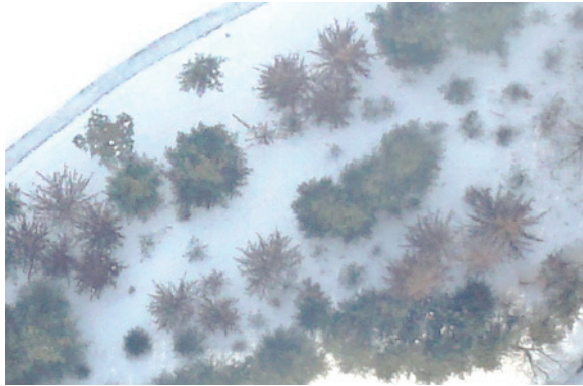
소나무림과 잣나무림 사이의 낙엽송



<2016년 2월; 경기도 광주시>

겨울철 낙엽송의 색상 및 패턴

- 바. 이와 같은 낙엽송은 10월말부터 갈변으로 인해 노랑색으로 변색되면서 점차 붉은색으로 변하고, 겨울철에는 위의 그림과 같이 황색으로 변하여 주변의 낙엽 및 토양과 색상이 유사해지는 특징을 갖고 있음
- 사. 따라서 영상촬영의 시점에 있어서 낙엽송은 변화폭이 크기 때문에 잣나무 감염의심목과의 차이점을 면밀히 검토해야 함



겨울철 대왕참나무 색상 및 패턴

- 아. 또한, 겨울철 잣나무의 소나무재선충 감염의심목과 유사한 형태를 보이는 대표적인 수종은 대왕참나무로서 갈변된 잎이 탈리되지 않고 남아 있는 경우임
- 자. 대왕참나무의 수형은 활엽수임에도 불구하고, 잣나무 및 잎갈나무, 낙엽송 등과 같은 형태를 보이기 때문에 영상 판독과정에서 오류를 범할 가능성이 매우 높은 실정임
- 차. 위의 그림은 겨울철 대왕참나무의 모습으로서 잣나무와 유사한 형태를 보이고 있음을 확인할 수 있으며, 이로 인한 오류를 줄이기 위해서는 주변의 환경을 고려하여 인공식재 유무를 판단해야 함

제10조 현장조사 및 시료채취

10.1 현장조사 목적 및 조사 인자

- 가. 무인항공기를 활용한 산림병해충 예찰에서 현장조사는 크게 두 가지 목적으로 수행될 수 있음
- 나. 첫 번째는 무인항공기 촬영 정사영상을 통해서 영상분석을 실시할 경우 일정한 기준에 의해 분석된 결과가 실제 타겟이 되는 산림병해충 감염의심목의 여부에 대한 신뢰도를 제시하기 위한 목적이 있음
- 다. 영상분석 결과가 일정한 수준의 신뢰도를 확보하지 못할 경우 시료채취 및 방제를 위해 투입되는 인력에 대한 낭비가 오히려 효율성을 떨어트릴 수 있으며, 크게는 무인항공기를 활용한 예찰의 필요성 및 당위성 확보가 어려움
- 라. 두 번째 현장조사의 목적은 첫 번째 목적과 더불어 선단지나 미피해지의 경우 산림병해충 감염의심목의 검경이 필요하며, 현장조사에서 가장 중요한 과정이라 할 수 있음
- 마. 소나무재선충병의 경우 일반적으로 소나무와 잣나무 고사목을 대상으로 검경이 이루어져야 하며, 이 입목은 소나무재선충병 뿐만 아니라 솔껍질깍지벌레, 솔잎혹파리, 잣나무넓적입벌 등 다양한 산림병해충에 의해 고사되는 경우가 많음
- 바. 또한, 최근에는 기후에 의한 냉해, 설해 등으로 인하 고사와 더불어 피압에 의한 자연고사가 많기 때문에 소나무재선충병 감염에 의한 고사 여부를 위한 현장조사가 반드시 이루어져야 함
- 사. 따라서 영상분석을 실시한 결과를 바탕으로 현장조사를 수행하기 위해서는 현장조사 목적과 더불어 현장에서 어떠한 인자를 조사해야 할지에 대한 사전 정의가 필요함
- 아. 우선 산림청(2024.9.)의 소나무재선충병 방제지침에 따르면 병징이 있는 소나무에 대해서 육안검사를 실시, 그 기준은 아래의 표와 같음

육안검사 방법

구분	검사내용	검사방법
입목 및 원목 등	외관검사	소나무류 잎의 병징 확인 - 잎이 아래로 처지며 시들거나 고사하였는지 여부 송진유출 감소여부 확인
	송진유출 확인	- 대상 : 잎에 병징이 나타나기 전 감염이 의심되어 추가 확인이 필요하다고 판단될 경우 - 방법 : 감염우려목의 줄기에 낫, 펀치 등을 이용하여 직경 1cm 정도 수피를 벗겨 변재부를 노출 시켜 1~2시간 경과 후 송진 유출상태를 확인 - 확인 : 송진이 흘러나온 흔적이 없거나 극히 적은 양이 변재부의 표면에 알갱이 모양으로 맺히는 경우에는 감염의심목으로 판정 * 다만, 가을철 이후 일일 최저기온이 10°C이하인 날이 3일 이상 지속되면 이 방법을 적용할 수 없음
	침입·탈출공 확인	매개충 산란 및 우화 탈출공 확인 - 매개충의 대상목 내 산란여부 확인 - 대상목 내 매개충 서식 등 확인 - 대상목에 탈출공(우화공, 지름 5~7mm의 원형 구멍)이 있는지 확인
	선충분리 및 현미경 검사	재선충병 감염이 의심되는 경우 시료를 채취하여 재선충 분리 및 현미경 검사 실시
훈 증 처리목	매개충	훈증처리 여부 및 훈증시기 등 확인
	살충여부	훈증처리목의 매개충이 죽었는지 확인
	선충분리 및 현미경 검사	재선충병 감염이 의심되는 경우 시료를 채취하여 재선충 분리 및 현미경 검사 실시

자. 방제 지침에서의 육안검사 방법은 입목 및 원목 등에 대한 방법과 훈증 처리목에 대한 방법으로 구분하고 있으나, 무인항공기 예찰의 단계에서는 입목 및 원목에 대한 검사가 적용될 수 있음

차. 입목 및 원목에 대한 육안검사 방법은 단계별로 육안검사, 송진유출 확인, 침입 및 탈출공 확인, 선충분리 및 현미경 검사의 단계로 구분됨

카. 첫 번째 육안 검사는 외관검사로서 소나무 및 잣나무의 잎을 통한 병징 확인으로서 잎이 아래로 처지며, 시들거나 고사하였는지에 대한 여부이며, 송진유출 확인 방법에 대해서는 대상과 방법, 확인의 단계로 구분하고 있음

- 타. 이와 같은 구분이 완료된 후에는 침입 및 탈출공의 확인과 더불어 시료를 채취하여 재선충 분리 및 현미경 검사를 실시하는데, 이는 대부분 광역자치단체 산림환경연구소 및 소나무재선충병 모니터링 센터 등 1차 진단기관을 통해서 이루어짐
- 파. 또한, 소나무재선충병은 수종에 따라서 그리고 초기 감염시기에 따라서 매우 급속하게 진행되는데, 월별 고사율은 아래의 표와 같기 때문에 촬영 및 영상분석, 현장조사의 단계에서 날짜를 기입하는 것이 반드시 뒷받침되어야 함
- 하. 소나무재선충병에 감염된 입목의 고사율은 5월 2.7%를 기점으로 9월 23.5%로 가장 높으며, 이후 10월 17.5%로 감소세를 보이며, 이듬해 3월까지 약 11.8%로 줄어들고 있는 실정임
- 거. 따라서 무인항공기를 활용한 선단지의 예찰은 촬영 및 현장조사가 9월~10월 사이에 진행되는 것이 가장 효과가 큰 것으로 예상됨

소나무재선충병 월별 소나무류 고사율

구분	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월
월별 고사율 (%)	2.7	6.2	8.5	13.4	23.5	17.5	5.3	3.2	0.7	7.2	11.8
누적 고사율 (%)	2.7	8.9	17.4	30.8	54.3	71.1	77.1	80.3	81.3	88.2	100

- 너. 이와 같은 사항을 기초로하여 현장조사의 단계에서는 영상분석 결과를 바탕으로 감염의심목의 재선충병 감염여부를 진단하기 위해 다음과 같은 사항에 대해서 조사를 실시함

- ① 일련번호 : 조사 감염의심목의 일련번호
- ② 수종 : 소나무 및 잣나무 등 소나무재선충병 관련 수종
- ③ 입목 특성 : 수고 및 흉고직경
- ④ 주요 외관 : 고사형태 설명 및 사진촬영
- ⑤ 조사일자 : 조사 일자(년, 월, 일)
- ⑥ 조사장소 : GPS 좌표(X, Y 좌표)
- ⑦ 조사자 : 조사자 이름 및 연락처

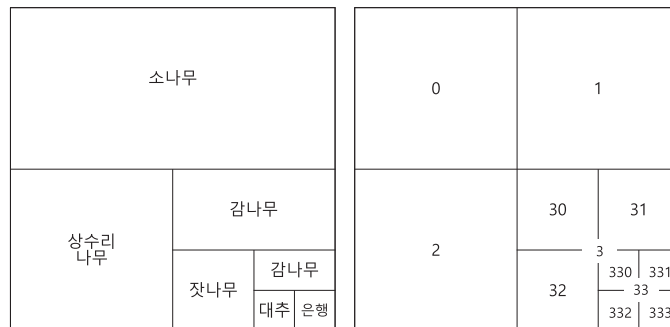
10.2 시료채취 대상 선정 및 현장조사 계획 수립

- 가. 산림내에서의 무인항공기 촬영을 통해 제작된 정사영상은 촬영 대상지의 면적이 서로 상이할 수 있으나, 본 연구에서는 고정익 무인항공기를 활용하여 1회 비행시 제작되는 정사영상 300ha를 기준으로 작성되었음
- 나. 300ha의 면적을 갖는 선단지 및 미피해지에 대해서 영상분석을 실시할 경우 대상지의 위치 및 임상에 따라 달라질 수 있으나, 과거의 사업을 바탕으로 1차 영상분석과 필터링을 실시할 경우 약 50본 내외가 추출되었음
- 다. 따라서 영상분석의 단계에서 추출된 감염의심목에 대해서는 현장 조사를 통해 소나무재선충병 감염의심목 유무 및 필요에 따라서 시료채취를 실시해야 하며, 현재 소나무재선충병 방제지침에 의하면 감염의심목으로 판단되는 경우 100% 시료를 채취하는 것을 원칙으로 하고 있음
- 라. 그러나, 300ha 단위에서 추출된 약 50본 이상에 대해서 100% 전수 조사를 통해 시료를 채취할 경우 소요인력 및 시간 측면에서 매우 많은 비용이 소요되며, 많게는 무인항공기 촬영비용의 2배 이상으로 산출됨
- 마. 따라서 주어진 재화 범위내에서 효율적인 사업을 수행하기 위해서는 샘플링 기법을 통해서 현장조사 및 시료채취를 수행하는 것이 바람직할 것으로 판단됨
- 바. 영상분석을 통해 추출한 감염의심목은 일반적으로 선단지의 경우 50본/300ha 내외로서 50본이 전체지역에 단일 입목으로 분포하는 경우보다는 군집형태로 분포하고 있으며, 이로 인해서 약 20본 내외의 현장조사 및 시료채취를 수행하는 것이 효율적임

10.3 시료채취 표본 샘플링

- 가. 샘플링을 통해서 현장조사를 실시하기 위해서는 먼저 대상지를 대표할 수 있는 샘플링 기법에 대해서 생각해볼 필요성이 있으며, 조사 대상입목으로 선정된 표본의 수와 모집단의 수와 가까워질 수록 대표성이 높음

- 나. 소나무재선충 감염의심목의 경우 임상 특성, 지형 특성, 물리적 특성(건물 및 도로 등 이격 거리) 등을 고려한 경험에 의한 방법을 통해 표본은 선발하는 것이 바람직하나, 이와 같은 방법으로 표본을 선발할 경우 접근성이 좋거나, 가시권이 확보되는 대상지를 선정함으로서 조사 결과의 객관성 및 신뢰도가 낮아질 수 있음
- 다. 따라서 표본집단의 선발은 영상분석의 단계에서 추출된 감염의심 목록에 대해서 총 20본/ 300ha을 선발하며, 대상지역에 고르게 분포할 수 있도록 선정함
- 라. 표본 선정 방법은 대상지내에 고르게 분포하기 위해서 격자데이터의 저장기법으로 활용되는 사지수형을 응용하여 적용하고자 함
- 마. 격자 데이터의 저장기법이 사지수지형(Quad Tree) 방식은 대상지를 동일한 크기의 4방향으로 구분하여 더 이상 세분화되지 않을 때까지 계속해서 구분하는 방법임

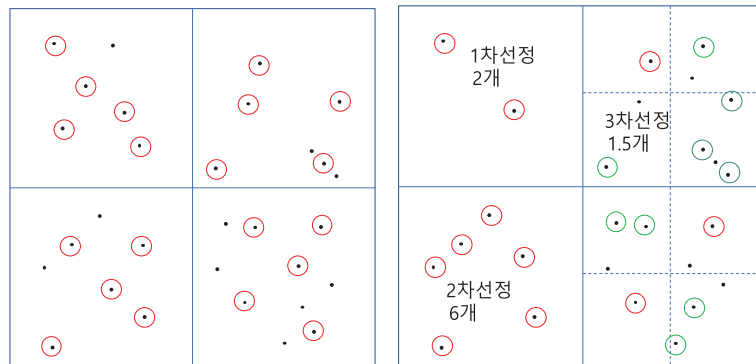


산림병해충 예찰을 위한 정사영상 품질평가 방안

- 바. 표본의 선정은 위의 그림과 같은 원리를 적용하여 영상분석을 수행한 결과를 정사영상에 중첩하여 4방위로 격자를 구분하여 1차 선정에서 각 격자별로 5개 지점씩 선정하고, 각각의 격자에서 영상분석 결과가 5개 점 이상을 경우 지속적으로 세분화하여 선정함
- 사. 아래의 그림은 영상분석 결과가 총 30본일 경우 1차 선정에서 붉은색으로 표기하고, 2차에 걸쳐 3차까지 총 20본을 선발한 사례임
- 아. 이와 같은 표본의 선발은 현장조사를 수행하기 위해 편한 표본점을 선발하는 문제점을 해결하고, 전지역에 걸쳐서 고르게 선발하는 방법으로서 조사자의 의지와 관계없이 현장조사 입목을 선발할 수 있다는 장점이 있음

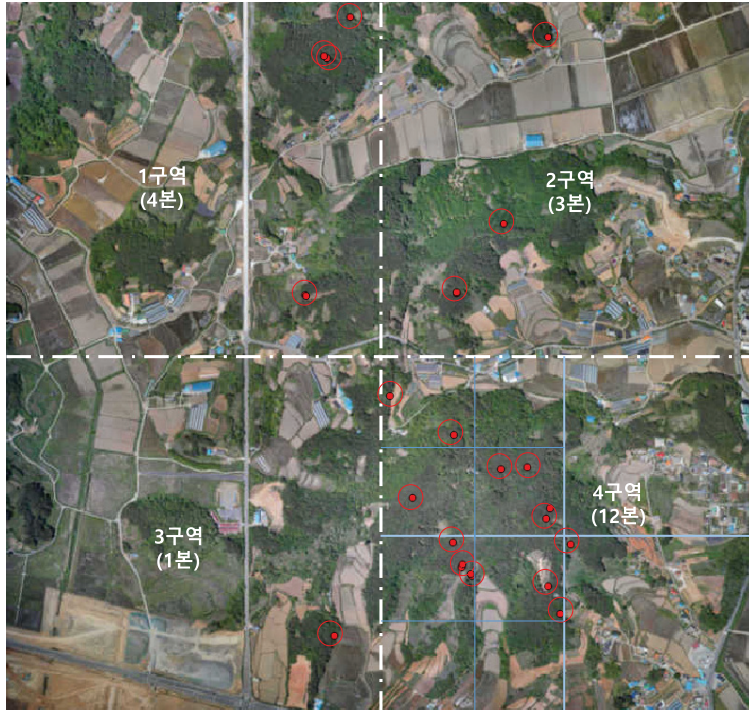
5분	5분
5분	5분

대상지 전체에 대한 조사 표본점 배치 원칙



사지수형 기법을 적용한 표본점 선발(사례)

- 자. 단, 영상분석의 단계에서 감염의심목이 20분 미만인 지역에 대해서는 100% 전수조사를 수행하는 것을 원칙으로 함
- 차. 영상분석을 실시한 결과를 바탕으로 현장조사를 수행하기 위해서는 사전에 선정된 조사점에 대해서 정사영상 및 기타 지도 자료와 중첩하여 현장조사를 수행하기 위한 기초자료(현황도)를 작성
- 카. 효율적인 현장조사를 수행하기 위해서는 영상에서의 능선부와 계곡부, 그리고 마을 진입로 및 임도 등의 배치 현황을 기본으로 이동계획을 수립해야 함
- 타. 이동 동선은 하층식생이 무릎높이 이하일 경우 등고선에 수직방향이나 사선방향으로 짧은 이동거리 위주로 계획을 수립하고, 하층식생이 허리높이 이상으로 발달하였을 경우에는 능선을 중심으로 상하 이동하면서 동일 고도 상태에서는 등고선과 수평방향으로 이동함
- 파. 이와 같은 이동 동선의 계획은 조사의 효율성 가장 큰 영향을 미치는 인자로서 짧은 거리보다는 이동 속도 중심으로 계획을 수립하는 것이 바람직함



현장조사를 위한 현황도 제작 및 계획수립 자료

10.4 시료채취 및 기록

- 가. 현장조사를 수행하기 위해서는 휴대용 GNSS, 야장, 시료채취기, 카메라 등을 소지하고, 현장에서의 고사목에 대해서는 시료채취를 포함하여 감염의심목의 특성에 대해서 자세히 기술함
- 나. 시료채취는 감염의심목의 재선충병 감염여부를 진단하기 위함이며, 채취대상은 다음과 같음(소나무재선충병 방제지침, 2024.9.)

- ① 미발생지역 예찰에서 발견된 모든 감염의심목
- ② 발생지역 예찰에서 발견된 모든 감염의심목. 단, 감염의심목이 집단적으로 발생한 지역은 1ha 크기의 표준지안의 감염의심목에 대해서만 시료를 채취할 수 있음. 이 경우 표준지는 감염의심목 밀도가 높은 곳에 설치하고 표준지 크기의 합은 전체 피해면적의 5% 이상으로 함
- ③ 재선충병 발생지역 내의 선단지에서 발견된 모든 감염의심목
- ④ 그 밖에 중앙대책본부장이나 지역대책본부장이 진단이 필요하다고 인정하는 감염의심목

다. 시료채취 방법은 다음과 같음(소나무재선충병 방제지침, 2024.9.)

- ① 시료는 입목상태로 채취하는 것을 원칙으로 하되, 선단지 및 미발생지역은 방제기간에 한하여 벌도 후 상·중·하 부위별 시료채취 가능
- ② 수피를 제거하고 목질부의 변재부위를 채취(동·서·남·북 4방위 4부위를 채취), 1부위 당 10~15g 채취 총 50g 이상 채취
- ③ 시료채취 대상목이 피해 초기 단계일 경우, 최소한 고사정도가 70%이상 진행된 이후에 시료를 채취, 신규(재)발생, 선단지에서는 검경결과 미감염으로 판정되면 1~2개월 경과 후 재 채취
- ④ 조경수 및 분재의 경우에는 상품가치 등을 고려하여 상단부 1개소에서 시료를 채취할 수 있음
- ⑤ 시료의 봉투 겉면에는 QR코드 시료봉투 스티커를 부착하여 일련번호, 채취장소, GPS좌표, 채취일자, 채취자 등을 입력하고 시료채취목 마킹테이프 QR코드와 동기화
- ⑥ 채취한 시료는 직사광선에 노출되거나 고온에 접촉되지 않도록 하고, 냉장고 또는 항온·항습기에 보관 관리

라. 시료채취 준비물(1) : 시료채취기 set

- ① 벌목도 : 시료채취 대상목의 수피를 벗겨내는데 활용함
- ② 시료채취기 : 알코올로 세정된 시료채취기를 활용하여 현장에서 시료를 채취함
- ③ 시료 채취 봉투 : 채취된 시료를 봉투에 보관하며, 봉투 겉면에는 QR코드 시료봉투 스티커 부착하여 일련번호 등 특성을 기입
- ④ 마킹테이프 : QR코드 동기화



현장조사용 시료채취 세트 및 휴대용 GNSS

소나무재선충병 현장조사 야장(안)

번호	도엽번호	
	일련번호	
	영상분석 번호	
GPS 좌표		
일시		
수종/경급/ 수고		
나무 생태		
사진 번호		
기타 특징		



소나무 고사목 시료채취 및 표식(마킹테이프)

- 마. 채취한 시료는 직사광선에 노출되거나 고온에 접촉되지 않도록 하고, 냉장고 또는 항온·항습기에 보관하며, 최소 3일 이내에 1차 진단기관에 검경을 의뢰함
- 바. 모든 감염의심목 정보는 소나무재선충병 방제지침 [별지 제3호서식]의 예찰·신고 및 진단대장에 따라 작성하여 반드시 산림병해충통합 관리시스템에 등록하여 관리
- 사. 이외의 소나무재선충병 방제지침을 따름

소나무재선충병 1차 진단기관

기관별	진단기관
서울특별시	서울특별시
부산광역시	부산광역시, 경남 산림환경연구원
대구광역시	대구광역시, 경북 산림환경연구원
인천광역시	인천광역시
광주광역시	광주광역시, 전남 산림연구원
대전광역시	대전광역시, 충남 산림자원연구소
울산광역시	울산광역시, 경남 산림환경연구원
세종특별자치시	세종특별자치시, 충남 산림자원연구소
경기도	경기 산림환경연구소
강원특별자치도	강원 산림과학연구원
충청북도	충북 산림환경연구소
충청남도	충남 산림자원연구소
전북특별자치도	전북 산림환경연구원
전라남도	전남 산림연구원
경상북도	경북 산림환경연구원
경상남도	경남 산림환경연구원, 부산광역시
제주특별자치도	제주특별자치도
지방산림청	지방산림청, 관할 시·도 산림환경연구기관

※ 서울 부산 대구 인천 광주 대전 울산 세종 제주는 해당 부서 또는 소속 기관을 자체적으로 지정

소나무재선충병 예찰, 신고 및 진단대장(소나무재선충병 별지 제3호 서식)

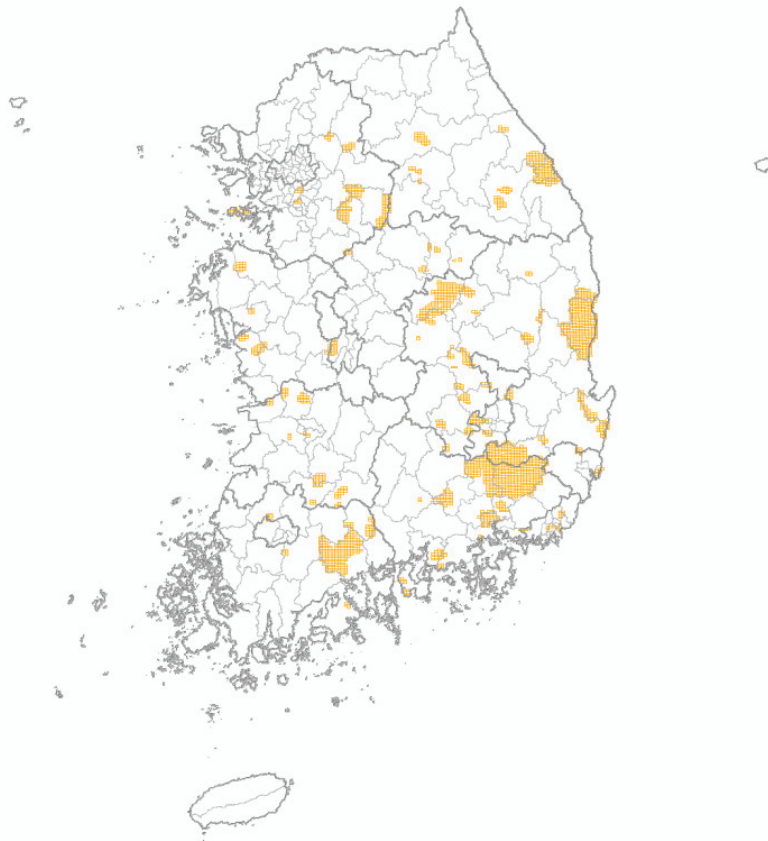
일련번호	고사목 위치						고사목 조사					시료채취				진단			가명			
	X	Y	시도	시군구	동리	지번	반쪽 내	반쪽 외	조사일자	조사기관	조사자	수종	경엽	채취일자	채취자	보낸날자	시료수량	도착일자		진단 검정일자	진단 확정일자	진단 검정기관
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						

제11조 주제도 및 성과품 제작

11.1 주제도 제작

가. 인덱스 제작

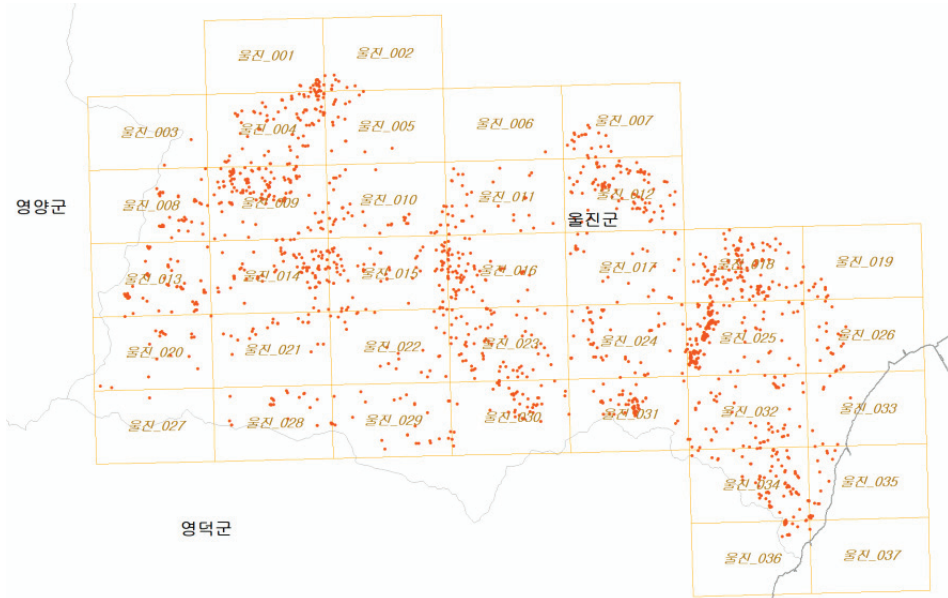
- ① 연속되는 사업의 특성 상 매년 동일한 인덱스 구축이 필요하며, 이를 위해 국가 표준인덱스인 1:5,000인덱스를 활용함
- ② 1:5,000인덱스를 세로로 2등분하여 소나무재선충병 예찰사업에 맞춤 인덱스를 제작함
- ③ 제작된 통합 인덱스 중 사업대상지에 해당하는 인덱스만 추출하여 시군별로 인덱스 번호를 부여함
- ④ 1:5,000인덱스와 호환되는 인덱스 제작으로 다양한 산림공간정보 사업성과와 공유 체계를 마련하여 활용 가능성을 확대함



주제도 인덱스(2024년 대상지 기준)

나. 시군별 인덱스 제작

- ① 영상분석 결과로 취득된 자료를 시군구 행정구역 단위로 정리하여 제작한 인덱스를 한 도엽으로 주제도를 제작함
- ② 주제도를 제작할 시에는 영상분석을 통해 좌표를 취득한 포인트가 해당되어 있는 인덱스만 추출하여 시군별로 인덱스명을 부여함



시군별인덱스(예시:울진군)

다. 영상분석 주제도

- ① 영상분석 주제도는 정사영상을 바탕으로 하여 소나무와 잣나무를 중심으로 고사목을 추출한 것으로서 주제도에 속성정보는 포함하지 않으며, 공간정보만을 기록하고 있음
- ③ 영상분석 주제도는 임지 내의 고사목 분포 현황의 의미를 갖고 있으며, 현장조사를 수행하기 위한 기초자료로 활용됨
- ④ 현장조사를 수행하기 위해서는 영상분석 주제도를 정사영상과 중첩하여 고사목의 분포 현황을 작성하거나, 주제도를 GNSS에 업로드하여 현장에서 위치를 찾아가기 위한 목적으로 활용됨
- ⑤ 영상분석의 단계에서 주제도 좌표체계는 Korea 2000 / Central Belt 2010 (EPSG:5186)을 적용하여 작성하는 것을 원칙으로 함

라. 주제도의 구성

- ① 현황도 : 시군별 전체 소나무재선충병 예찰조사 대상지를 나타내고 주제도에 대한 안내사항을 포함하여 제작함

소나무재선충병 무인항공기 예찰조사

2024년 소나무재선충병 예찰사업 피해의심목 분포 현황도

현황도 설명

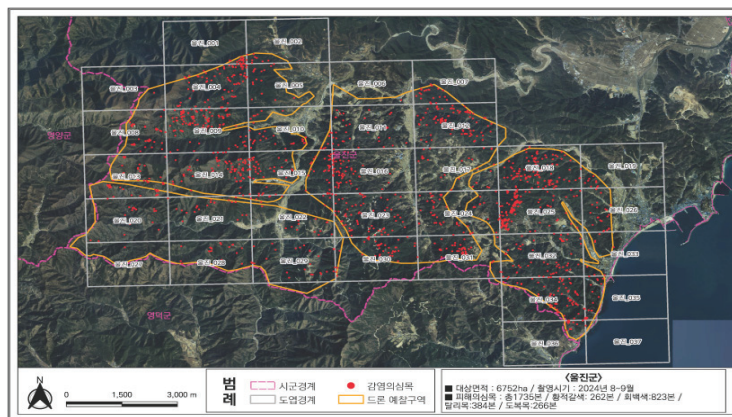


현황도(예시:울진군)

- 도면 : 해당 시군구의 대상지 분포를 표시
 - 요약정보 : 인덱스 별 주제도의 위치, 촬영일시, 감염의심목의 그루 수를 표기하고 감염의심목 별 일련번호와 X, Y좌표 및 소재지 정보를 기입
 - 범례 : 도면에 표시되는 항목에 대한 부연 설명
- ② 분포도 : 영상분석 결과로 추출된 감염의심목의 전체 분포를 확인할 수 있도록 제작하며 범례 및 해당 시군구의 대상지 면적과 촬영시기 및 감염의심목의 그루 수를 요약하여 표기함

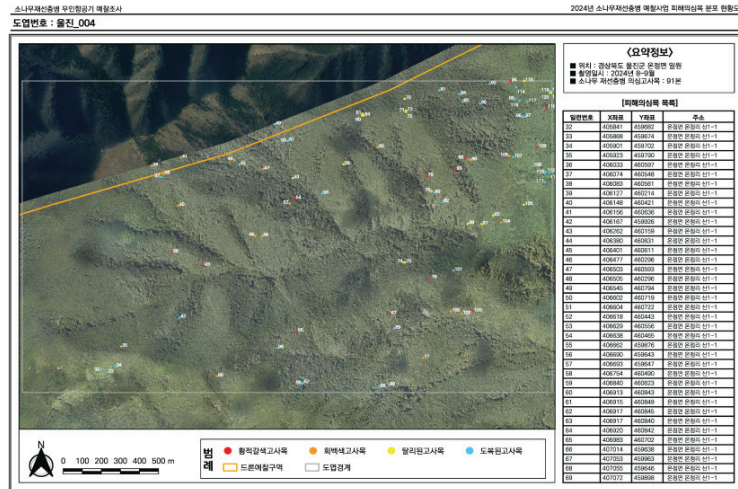
소나무재선충병 무인항공기 예찰조사

2024년 소나무재선충병 예찰사업 피해의심목 분포 현황도



분포도(예시:울진군)

- 방위 및 스케일 바 : 해당 도엽의 방위 및 축척을 기입
 - 범례 : 도면에 표현된 개체에 대한 부연 설명
 - 요약정보 : 해당 시군구의 대상면적과 촬영시기 및 감염의심목의 유형별 본수 기입
- ③ 인덱스주제도(2,500주제도) : 도엽별 감염의심목의 위치와 속성정보를 나타내는 주제도면



인덱스 주제도(예시:울진_004)

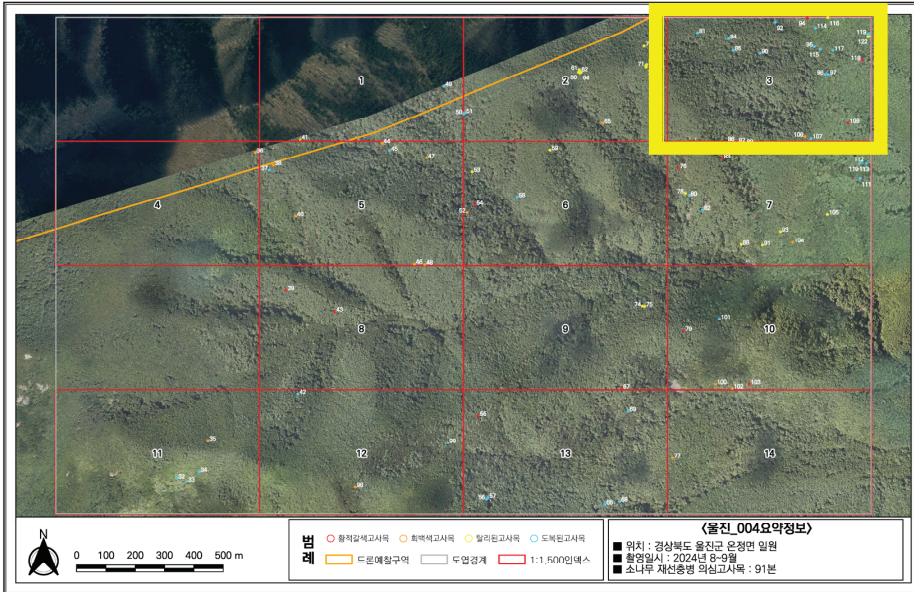
- 도엽번호 : 도엽명칭(예시:울진_004)
 - 위치 : 인덱스의 위치를 읍면동 단위의 행정구역 기입(예시:경상북도 울진군 온정면 일원)
 - 촬영일시 : 정사영상이 촬영된 일시를 월단위로 표기(예시:2024년 8월~9월)
 - 감염의심목 : 인덱스 상 표현된 모든 감염의심목의 본수 기입
 - 감염의심목 목록 : 도면에 표현된 감염의심목의 일련번호와 X, Y 좌표 및 소재지 정보 기입
 - 범례 : 도면에 표현된 개체에 대한 부연 설명
 - 방위 및 스케일 바 : 해당 도엽의 방위 및 축척을 기입
- ④ 확대제작주제도(1,500주제도)
- 현장조사 자료로서의 효율성을 극대화하기 위해 기존 2,500인덱스 주제를 16등분하여 확대제작 주제를 제작함

- GeoPDF로 제작하여 기존 종이도면 대신 전자도면으로 활용이 가능하도록 제작하며 대축적 주제도로 개체목의 확인이 용이함

소나무재선충병 무인항공기 예찰조사

2024년 소나무재선충병 예찰사업 피해의심목 분포 현황도

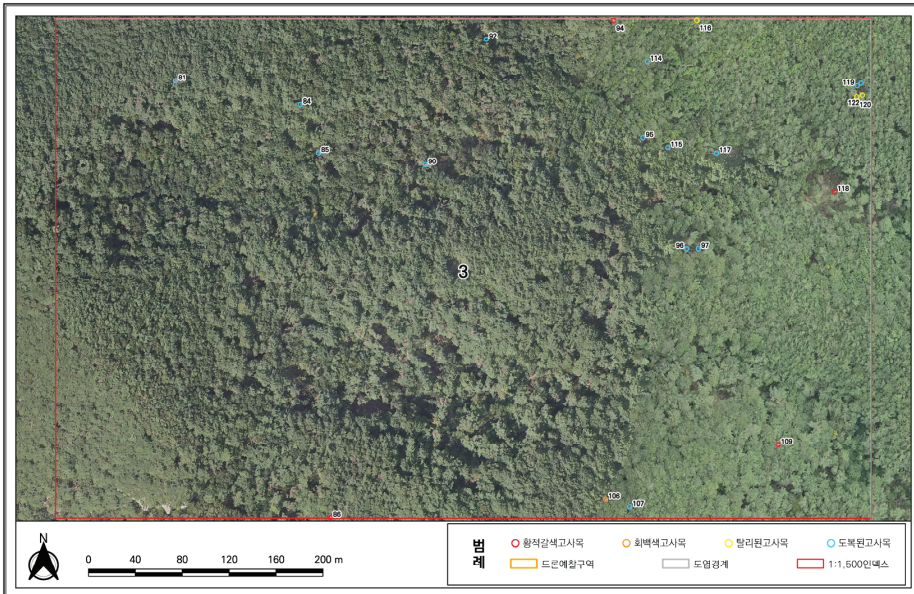
도엽번호 : 울진_004



소나무재선충병 무인항공기 예찰조사

2024년 소나무재선충병 예찰사업 피해의심목 분포 현황도

도엽번호 : 울진_004_03



확대제작주제도(예시:울진_004_03)

11.2 보고서 작성 및 성과품 목록

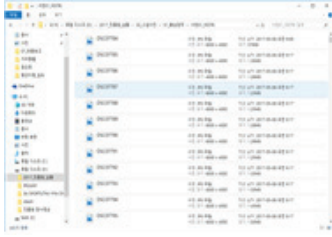
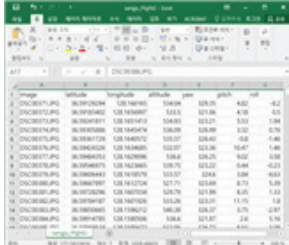
- ① 사업의 완료 단계에서는 사업수행 시작부터 끝까지의 모든 사항을 정리하여 보고서를 작성하는 단계와 사업을 수행하는 과정에서 생성된 자료를 컴퓨터 파일형태로 정리하는 단계로 구분할 수 있음
- ② 완료 보고서에서는 다음과 같은 내용이 포함될 수 있음

완료보고서 작성 시 기입내용(안)

항목	포함 내용
1. 사업수행 배경 및 목적	- 사업수행 배경 및 필요성 - 사업수행 목적 및 과업의 범위
2. 사업수행 방법	- 무인항공기 촬영(기종 및 일시) 및 방법 - 정사영상 제작 방법 - 현장조사 수행 방법
3. 사업수행 결과	- 영상분석 결과 - 현장조사 결과 - 각종 통계자료
4. 성과물 활용 방안	- 자료의 활용방안 - 향후 사업의 발전 방향 및 제약사항 등
5. 현황도(부록)	- A3 또는 A4 사이즈의 현황도

- ③ 또한, 사업수행 과정에서 생성된 자료는 아래의 표와 같이 정리하여 제출함

항목	포함 내용
촬영 단계	- 촬영 일지(HWP) - 스냅사진(JPG or TIFF) 및 EO값(CSV or Text)
영상제작 단계	- 정사영상(GeoTIFF)
영상분석 단계	- 영상분석 주제도(SHP) 1식
현장조사 단계	- 현장조사 주제도(SHP) 1식
보고서 작성 단계	- 보고서(HWP) 1식 - 현황도(HWP or PDF or JPG) 1식

- ① 
- ② 
- ③ 
- ④ 
- ⑤ 
- ⑥ 
- ⑦ 
- ① 무인항공 촬영 스냅사진
 ② 무인항공 촬영 EO센서 값
 ③ 정사영상 제작 성과물
 ④ 영상분석 및 현장조사 주제도
 ⑤ 최종 보고서
 ⑥ 시료채취 성과물
 ⑦ ①~⑤까지 성과물이 포함된 하드

제3장 방 제



제3장 방 제

제12조 일반사항

12.1 방제시행 기준

12.1.1 산림병해충 방제 실행 주체(관련법령)

가. 산림병해충 방제 설계 및 감리와 사업을 실행할 수 있는 주체

① 산림병해충 방제사업의 설계·감리

1) 소나무재선충병 방제특별법' 제8조의3 관련

‘소나무재선충병 방제특별법’ 제8조의3(방제사업의 설계·감리)

- ① 국가 또는 지방자치단체의 장은 제8조제2항 및 제3항에 따라 방제 사업을 시행하려는 경우에는 설계·감리를 할 수 있다.
- ② 제1항에 따른 설계·감리는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에게 위탁하거나 대행하게 할 수 있다.
 - 1. 「기술사법」에 따라 산림 분야 사무소를 개설한 기술사
 - 2. 「엔지니어링산업 진흥법」에 따른 산림전문분야 엔지니어링사업자
 - 3. 「산림조합법」에 따른 산림조합중앙회

2) ‘산림보호법’ 제26조 관련 : 1백만제곱미터 이상의 산림병해충 방제사업

‘산림보호법’ 제26조(방제사업의 설계·감리)

- ① 예찰·방제기관의 장이 대통령령으로 정하는 규모의 방제사업을 시행하려는 경우에는 설계·감리를 하여야 한다.
- ② 제1항에 따른 설계·감리는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자가 할 수 있다.
 - 1. 「기술사법」에 따라 산림 분야 사무소를 개설한 기술사
 - 2. 「엔지니어링산업 진흥법」에 따른 산림전문분야 엔지니어링사업자
 - 3. 그 밖에 대통령령으로 정하는 자

‘산림보호법 시행령’ 제16조(방제사업의 설계·감리)

- ① 법 제26조제1항에 따라 설계·감리를 하여야 하는 사업은 1백만 제곱미터 이상의 산림병해충 방제사업으로 한다. 다만, 산림병해충 발생 선단지(피해가 최근에 발생하였고 향후 피해 규모가 커질 가능성이 많은 지역을 말한다) 등 산림청장 또는 예찰·방제기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우에는 1백만제곱미터 미만인 경우에도 설계·감리를 할 수 있다.
- ② 법 제26조제2항제3호에서 “대통령령으로 정하는 자”란 다음 각 호의 자를 말한다.
 1. 법 제21조의9제1항 및 이 영 별표 1의6에 따른 1종 나무병원
 2. 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행령」 제25조 및 별표 2에 따른 숲가꾸기 및 병해충방제 법인
 3. 「산림조합법」에 따른 산림조합 또는 산림조합중앙회

- 3) ‘산림기술 진흥 및 관리에 관한 법률’ 제15조 관련 : 1백만제곱미터 이상의 산림병해충 방제사업

‘산림기술 진흥 및 관리에 관한 법률’ 제15조(산림기술용역업의 등록 등)

- ① 산림기술용역업을 하려는 자는 다음 각 호의 요건을 모두 갖추어 농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 산림청장에게 등록하여야 한다.
 1. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 자일 것
 - 가. 「기술사법」에 따른 산림분야 기술사사무소를 등록한 기술사나, 「엔지니어링산업 진흥법」에 따른 산림전문분야 엔지니어링사업자다. 그 밖에 대통령령으로 정하는 자
 2. 기술수준과 자본금 등 대통령령으로 정하는 등록 요건을 갖춘 것
- ③ 대통령령으로 정하는 종류와 규모 이상의 산림사업을 시행하려는 자는 설계와 감리를 하여야 한다.

‘산림기술 진흥 및 관리에 관한 법률 시행령’ 제12조(산림기술용역업의 등록 등)

- ② 법 제15조제1항제1호마목에서 “대통령령으로 정하는 자”란 별표 3에 따른 녹지조경기술자(별표 4에 따른 녹지조경업을 등록하는 경우만 해당한다)를 말한다.

제13조(산림사업 설계·감리의 범위 등)

- ① 법 제15조제3항에서 “대통령령으로 정하는 종류와 규모 이상의 산림사업”이란 다음 각 호의 산림사업을 말한다.
 - 1. 국가 또는 지방자치단체의 보조나 지원을 받아 시행하는 산림사업으로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 산림사업
 - 다. 1백만제곱미터 이상의 산림병해충 방제사업
- ② 산림사업을 시행하려는 자는 시행업자와 감리자를 동일인으로 선정해서는 아니 되며, 숲가꾸기사업의 경우에는 설계자와 시행업자, 설계자와 감리자도 동일인으로 선정할 수 없다.

② 산림병해충 방제사업의 실행

1) 산림사업법인, 국유림영림단, 산림조합

‘소나무재선충병 방제특별법’ 제8조의4(방제사업의 대행 등)

- ① 국가 또는 지방자치단체의 장은 제8조제2항 및 제3항에 따라 방제사업을 시행하고자 할 경우에는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에게 방제사업을 위탁하거나 대행하게 할 수 있다.
 - 1. 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 제24조에 따라 등록한 산림사업법인. 다만, 숲가꾸기 및 산림병해충 방제 산림사업 법인에 한정한다.
 - 2. 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 제23조의2에 따라 등록한 국유림영림단
 - 3. 「산림조합법」에 따른 산림조합
- ③ 국가 또는 지방자치단체의 장은 제1항에 따라 방제사업을 시행하면서 설계자와 시공자, 시공자와 감리자를 동일인으로 선정하여서는 아니 되며, 산림조합이 방제사업을 시행하는 경우에는 산림조합중앙회를 감리자로 선정할 수 없다.

2) 국가, 지방자치단체 및 산림소유자

‘산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률’ 제22조(산림사업의 시행)

- ① 산림사업은 산림소유자가 시행하되, 국가나 지방자치단체가 산림 경영을 위하여 필요하다고 인정하면 산림소유자의 동의를 받아 시행할 수 있다.

3) 산림조합 또는 산림조합중앙회

‘산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률’ 제23조(산림사업의 대행 등)

- ① 국가 또는 지방자치단체는 다음 각 호의 산림사업을 산림조합 또는 산림조합중앙회에 대행하게 하거나 위탁하여 시행할 수 있다.
 1. 산림병해충·산사태·산불 등 재해의 예방·방제 및 복구사업

4) 국유림영림단

‘산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률’ 제23조의2(국유림영림단의 운영)

- ① 산림청장은 국유림에 대한 산림사업을 효율적으로 추진하기 위하여 「임업 및 산촌 진흥촉진에 관한 법률」 제18조에 따른 임업기능인에게 국유림영림단을 조직하여 다음 각 호의 사업을 하게 할 수 있다.
 3. 산림병해충 방제사업

5) 산림사업법인

‘산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률’ 제24조(산림사업법인의 등록)

- ① 산림사업을 하려는 자는 다음 각 호의 요건을 모두 갖추어 시·도지사에게 등록을 신청하여야 한다. 등록된 사항 중 대통령령으로 정하는 중요한 사항을 변경한 경우에는 농림축산식품부령으로 정하는 기간 안에 변경 등록을 신청하여야 한다.
 2. 시·도지사는 제1항에 따라 등록을 신청한 자가 등록요건을 모두 갖추었으면 농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 산림사업을 시행하는 법인으로 등록하고 등록증을 발급받아야 한다.

‘산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행령’ 제25조(산림사업법인의 등록 기준)

법 제24조 제1항제2호에서 ‘대통령령으로 정하는 요건’이란 별표 2의 등록기준을 말한다.

6) 나무병원

‘산림보호법’ 제21조의9(나무병원의 등록)

- ① 수목진료 사업을 하려는 자는 법인으로서 대통령령으로 정하는 나무병원의 종류별 기술수준·자본금 등의 등록기준을 갖추어 시·도지사에게 등록하여야 한다. <개정 2019. 12. 3.>
- ② 시·도지사는 제1항에 따른 나무병원의 등록을 한 자에게 등록증을 발급하여야 한다.
- ③ 제1항에 따라 등록한 사항 중 대통령령으로 정하는 중요 사항이 변경된 경우에는 농림축산식품부령으로 정하는 기간에 변경등록을 하여야 한다.
- ④ 나무병원의 등록을 하지 아니하고는 다음 각 호의 수목을 대상으로 수목진료를 할 수 없다. 다만, 국가 또는 지방자치단체가 산림병해충 방제사업을 시행하거나, 국가·지방자치단체 또는 수목의 소유자가 직접 수목진료를 하는 경우에는 그러하지 아니하다.
 1. 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 제2조에 따른 산림(이하 이 항에서 “산림”이라 한다)에 서식하고 있는 수목
 2. 산림이 아닌 지역의 수목(「농어업재해대책법」 제2조제4호에 따른 농작물은 제외한다)

‘산림보호법 시행령’ 제12조의9(나무병원의 등록 등)

- ① 법 제21조의9제1항에 따른 나무병원의 종류별 등록기준은 별표 1의 6과 같다.

‘항공사업법’ 제48조(초경량비행장치사용사업의 등록)

- ① 초경량비행장치사용사업을 경영하려는 자는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 신청서에 사업계획서와 그 밖에 국토교통부령으로 정하는 서류를 첨부하여 국토교통부장관에게 등록하여야 한다. 등록한 사항 중 국토교통부령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우에는 국토교통부 장관에게 신고하여야 한다.
- ② 제1항에 따른 초경량비행장치사용사업을 등록하려는 자는 다음 각 호의 요건을 갖추어야 한다.
 1. 자본금 또는 자산평가액이 3천만원 이상으로서 대통령령으로 정하는 금액 이상일 것. 다만, 최대이륙중량이 25킬로그램 이하인 무인비행장치만을 사용하여 초 경량비행장치사용사업을 하려는 경우는 제외한다.
 2. 초경량비행장치 1대 이상 등 대통령령으로 정하는 기준에 적합할 것
 3. 그 밖에 사업 수행에 필요한 요건으로서 국토교통부령으로 정하는 요건을 갖출 것
- ③ 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 초경량비행장치사용사업의 등록을 할 수 없다.
 1. 제9조 각 호의 어느 하나에 해당하는 자
 2. 초경량비행장치사용사업 등록의취소처분을 받은 후 2년이 지나지 아니한 자. 다만, 제9조제2호에 해당하여 제49조제8항에 따라 초경량비행장치사용사업 등록이 취소된 경우는 제외한다.

③ 드론을 이용한 산림병해충 방제사업의 실행

‘농약관리법’ 제3조2(영업의 신고)

- ① 방제업 중 수출입식물방제업 또는 항공방제업(이하 "수출입식물방제업등"이라 한다)을 하려는 자는 농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 농림축산식품부장관에게 신고하여야 한다. 신고한 사항 중 농림축산식품부령으로 정하는 중요한 사항을 변경하려는 경우에도 또한 같다.

‘항공방제업관리규정’ 제3조(방제업의 신고)

농약관리법 제3조의2, 시행규칙 제5조에 따라 방제업 신고를 하고자 하는 자는 시행규칙 별지 제7호의2서식의 항공방제업 신고서를 방문, 우편, 팩스 등을 통해 해당 지역을 관할하는 국립농산물품질관리원 지원장(이하 "관할 지원장"이라 한다)에게 제출하여야 한다.

[참고 1. 산림보호법 시행령 별표 1의6]

나무병원의 종류별 등록기준(제12조의9제1항 관련)

종류	업무범위	등록기준		
		인력	자본금	시설
1종 나무 병원	수목진료	1. 2018년 6월 28일부터 2020년 6월 27일까지: 나무의사 1명 이상 2. 2020년 6월 28일 이후: 나무의사 2명 이상 또는 나무의사 1명과 수목치료기술자 1명 이상	1억원 이상	사무실
2종 나무 병원	수목 진료 중 처방에 따른 약제살포	1. 2018년 6월 28일부터 2020년 6월 27일까지: 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사람 1명 이상 가. 수목치료기술자 나. 「건설기술 진흥법」에 따른 조경 분야의 초급 이상 건설기술인 또는 「국가기술 자격법」에 따른 조경기술사·기사·산업 기사·기능사의 자격을 갖춘 사람으로서 「건설산업기본법」에 따라 등록한 조경 공사업 또는 조경식재·시설물공사업(조경 식재공사를 주력분야로 등록한 경우로 한정한다)에서 1년 이상 종사한 사람 2. 2020년 6월 28일부터 2023년 6월 27일까지: 나무의사 또는 수목치료기술자 1명 이상 [대통령령 제28998호(2018. 6. 26.) 별표 1의6의 2종 나무병원란은 같은 법 부칙 제2조의 규정에 의하여 2023년 6월 27일까지 유효함]	1억원 이상	사무실

<비고>

1. 인력: 상시 근무하는 사람을 말하며, 이 법 또는 그 밖의 법률에 따라 자격이 정지된 사람과 다른 법령에 따라 등록·신고·허가 등을 위한 기술인력으로 이미 포함된 사람은 제외한다.

2. 자본금

- 가. 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 제24조에 따른 산림사업법인이

나무병원을 등록하는 경우에는 자본금 기준의 2분의 1을 감경한다. 다만, 자본금 기준의 200% 이상의 자본금을 갖춘 산림사업법인은 자본금 기준을 갖춘 것으로 본다.

나. 「건설산업기본법 시행령」 별표 1에 따른 조경공사업자, 조경식재·시설물공사업자(조경식재공사업을 주력분야로 등록한 자로 한정한다) 또는 「공동주택관리법」 제52조제1항에 따른 주택관리업자가 나무병원을 등록하는 경우에는 자본금 기준을 갖춘 것으로 본다.

다. 총자산에서 총부채를 뺀 금액을 자본금으로 본다. 이 경우 총자산과 총부채의 산정은 「주식회사 등의 외부감사에 관한 법률」 제6조에 따른 회계처리기준에 따른다.

3. 시설: 나무병원을 등록하려는 시·도에 「건축법」 등 건축 관련 법령에 적합한 사무실(사무실을 임차 또는 공동사용하는 경우에는 그 사용권을 말한다)을 확보해야 한다. 다만, 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 자가 나무병원을 등록하는 경우에는 시설 기준을 갖춘 것으로 본다.

가. 「건설산업기본법 시행령」 별표 1에 따른 조경공사업자 또는 조경식재·시설물공사업자(조경식재공사업을 주력분야로 등록한 자로 한정한다)로서 나무병원을 등록하려는 시·도에 같은 영 제13조제1항제2호에 따른 사무실을 갖춘 자

나. 「공동주택관리법」 제52조제1항에 따른 주택관리업자로서 나무병원을 등록하려는 시·도에 같은 법 시행령 별표 5에 따른 사무실을 갖춘 자

다. 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 제24조에 따른 산림사업법인으로서 나무병원을 등록하려는 시·도에 같은 법 시행령 별표 2에 따른 사무실을 갖춘 자

[참고 2. 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행령 별표 2]

산림사업을 할 수 있는 법인의 등록기준(제25조 관련)

산림사업의 종류	산림사업의 범위	자격요건		
		기술수준	자본금	시설
숲가꾸기 및 병해충 방제	가. 조림 나. 숲가꾸기 다. 벌채 라. 산림병해충 방제사업	다음의 모두에 해당하는 인력요건 1) 기술1급 이상인 산림경영 기술자 1명 이상 2) 기술2급 이상인 산림경영 기술자 2명 이상 3) 기능2급 이상인 산림경영 기술자 4명 이상	1억원 이상	사무실

< 비고 >

- 이 표 각 호의 어느 하나에 해당하는 산림사업의 종류로 이미 등록한 법인이 다른 종류의 산림사업 등록을 추가로 신청하는 경우에는 다음 각 목의 구분에 따라 자격요건을 이미 갖춘 것으로 본다.
 - 기술수준: 이미 등록한 산림사업 종류와 추가로 등록하려는 산림사업 종류에 같은 종류 및 등급의 기술자가 중복하여 요구되는 경우에는 해당 기술자를 이미 갖춘 것으로 본다.
 - 자본금: 각 산림사업의 종류(자본금 요구액이 가장 많은 산림사업의 종류는 제외하되, 자본금 요구액이 가장 많은 산림사업의 종류가 둘 이상인 경우에는 하나의 산림사업의 종류만 제외한다)에 요구되는 최소 자본금의 2분의 1을 이미 갖춘 것으로 본다.
 - 시설: 해당 시설(사무실을 말한다)을 이미 갖춘 것으로 본다.
- 산림사업을 하려는 법인(「산림보호법」 제21조의9제1항에 따라 등록한 나무병원은 제외한다)이 둘 이상의 산림사업의 종류로 동시에 등록을 신청하는 경우에도 제1호를 준용한다.
 - 「산림보호법」 제21조의9제1항에 따라 등록한 나무병원이 하나의 산림사업의 종류로 산림사업법인을 등록하려는 경우에는 다음 각 목의 구분에 따라 자격요건을 이미 갖춘 것으로 본다.
 - 자본금: 「산림보호법 시행령」 별표 1의6에 따른 나무병원에 요구되는 최소 자본금의 2분의 1을 이미 갖춘 것으로 본다.

- 나. 시설: 해당 시설(사무실을 말한다)을 이미 갖춘 것으로 본다.
- 2의3. 「산림보호법」 제21조의9제1항에 따라 등록한 나무병원이 둘 이상의 산림사업의 종류로 산림사업법인을 등록하려는 경우에는 다음 각 목의 구분에 따라 자격요건을 이미 갖춘 것으로 본다.
- 가. 기술수준: 등록하려는 산림사업 종류에 같은 종류 및 등급의 기술자가 중복하여 요구되는 경우에는 해당 기술자를 이미 갖춘 것으로 본다.
- 나. 자본금: 「산림보호법 시행령」 별표 1의6에 따른 나무병원에 요구되는 최소자본금의 2분의 1 및 각 산림사업의 종류(자본금 요구액이 가장 많은 산림사업의 종류는 제외하되, 자본금 요구액이 가장 많은 산림사업의 종류가 둘 이상인 경우에는 하나의 산림사업의 종류만 제외한다)에 요구되는 최소자본금의 2분의 1을 이미 갖춘 것으로 본다.
- 다. 시설: 해당 시설(사무실을 말한다)을 이미 갖춘 것으로 본다.
3. 이 표에서 "인력"이란 상시 근무하는 사람을 말하며, 법, 「국가기술자격법」 등 자격 관련 법령에 따라 그 자격이 정지된 사람은 제외한다.
4. 이 표에서 "자본금"이란 납입자본금과 실질자본금을 말하며, 그 자본금별로 각각 등록기준의 자본금 이상을 충족하여야 한다.
5. 이 표에서 "사무실"이란 「건축법」 등 건축 관련 법령에 따라 사무실로 적합한 시설로서, 산림사업법인으로 등록하려는 소재지(주소지)에 있는 것을 말한다.

[참고 3. 산림기술 진흥 및 관리에 관한 법률 시행령 별표 4]

산림기술용역업의 등록 요건 및 업무 범위(제12조제2항 관련)

구분	세부 분야	등록 요건			업무 범위
		기술인력	시설	자본금	
종합업	종합	다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 인력 1. 기술특급 산림경영기술자 자격과 기술특급 산림공학기술자 자격을 모두 보유한 사람 1명을 포함한 산림기술자 5명 이상. 다만, 녹지조경기술자는 1명 이하로 하여야 한다.	사무실	5천만원 이상	1. 산림 조사 및 산림경영계획서 작성 2. 산지전용·산지일시사용과 관련된 표고(標高) 및 평균경사도 조사와 재해위험성 검토 3. 산림사업의 설계·감리 및 안전성 분석

구분	세부 분야	등록 요건			업무 범위
		기술인력	시설	자본금	
		2. 기술고급 산림경영기술자 자격과 기술고급 산림공학 기술자 자격을 모두 보유한 사람 2명을 포함한 산림 기술자 6명 이상. 다만, 녹지조경기술자는 1명 이하로 하여야 한다.			
전문업	산림 경영	1. 2018년 11월 29일부터 2020년 11월 28일까지: 기술고급 이상인 산림경영기술자 1명 이상 2. 2020년 11월 29일 이후: 다음 각 목에 해당하는 인력 가. 기술고급 이상인 산림경영기술자 1명 이상 나. 기술초급 이상인 산림경영기술자 2명 이상	사무실	해당 없음	1. 산림 조사 및 산림경영계획서 작성 2. 다음 각 목의 산림사업 설계 · 감리 및 안전성 분석 가. 산림조성사업 나. 산림병해충 방제사업

< 비고 >

1. 기술인력

가. "기술인력"이란 산림기술용역업체에 상시 근무하면서 해당 사업의 업무를 전담하는 사람을 말하며, 법 제12조에 따라 산림기술자 자격이 정지된 사람과「국가기술자격법」에 따라 산림기술자 자격요건과 관련된 국가기술자격이 취소되거나 정지된 사람은 제외한다.

나. 산림기술자가 사망, 신체·정신상의 장애 또는 병역의무 이행 등으로 상시 근무가 불가능하여 기술인력 요건에 미달하게 된 경우에는 1개월 이내에 해당 인력을 충원해야 한다.

다. 「엔지니어링산업 진흥법」에 따른 엔지니어링사업자로 신고한 자 또는 「기술사법」에 따른 기술사사무소 개설 등록을 한 자가 추가로 산림기술용역업을 등록하려는 경우에 산림기술용역업의 기술인력 요건에 해당하는 산림기술자를 이미 고용하고 있을 때에는 해당 기술인력 요건을 갖춘 것으로 본다.

라. 전문업을 등록할 때 기술인력의 인정기준은 다음과 같다.

- 1) 기술특급의 산림기술자 1명을 갖춘 경우에는 같은 기술종류의 기술고급 산림기술자 1명과 기술초급 산림기술자 1명을 갖춘 것으로 본다.
- 2) 2개 이상의 전문업을 등록하려는 경우나 이미 등록한 산림기술용역업자가 다른 전문업을 추가로 등록하려는 경우에 다른 전문업의 기술인력 요건에 해당하는 산림기술자(기술종류 및 기술등급이 같거나 그 수준 이상의 자격을

- 가진 사람을 포함한다)를 이미 고용하고 있을 때에는 1개의 전문업에 한정하여 해당 기술인력 요건에 해당하는 산림기술자를 갖춘 것으로 본다.
2. 시설: 사무실은 산림기술용역업을 수행하는 데 적합한 사무실을 말한다.
3. 자본금
- 가. "자본금"이란 납입자본금과 실질자본금을 말하고, 개인의 경우 영업용 자산평가액을 말한다.
- 나. 주식회사 외의 법인인 경우에는 출자금을 자본금으로 한다.

12.1.2 설계도·서 등

- 가. 사업의 실행에 앞서 설계도·서의 내용을 충분히 검토·숙지하고, 지형 및 현황을 정확히 파악하여 그 취지에 적합한 시공이 되도록 한다.
- 나. 설계도·서에 명시되지 않거나 의미가 모호한 사항 또는 상호 모순되거나 설계도면과 시방서 내용이 관련 사업과 부합되지 않는 사항이나 기타 의문사항은 발주자(감독자)와 협의하여 조치한다.

12.1.3 산림병해충 방제 관계자의 권한과 의무

가. 감독자의 권한과 의무

- ① 감독자는 계약문서의 규정 내에서 권한을 행사한다.
- ② 시공자, 현장대리인이 산림병해충 방제사업에 관한 통지, 연락, 보고 등을 할 경우는 감리를 경유하여 감독자에게 보고하고, 감독자는 이를 검토 조치하여야 한다.
- ③ 발주자는 감리자의 추천을 받아 산림병해충 방제사업에 전문성이 있고 자격증 소지 등 적격자를 감리원으로 선임하여 감리원의 인적사항을 시공자에게 통지한다.

나. 실시설계자와 책임기술자의 권한과 임무

- ① 실시설계자는 발주자와 산림병해충 방제 실시설계 용역계약을 체결한 업체를 말하며, 책임기술자는 실시설계 용역 계약문서에 따라 책임기술자 업무를 수행할 수 있는 자격을 갖춘 자를 실시설계자가 발주자에게 제출하여 승인된 자를 말한다.

- ② 책임기술자는 감리계약문서에 규정된 업무와 실시설계를 총괄하면서 관련법규에 의거 성실히 실시설계 업무를 수행하여야 한다.
- ③ 책임기술자는 산림병해충 방제 설계도·서 작성 및 실시설계 전반에 대하여 감독자와 협의하여 산림병해충 방제사업 실행에 이상이 없도록 적절한 방안을 마련하여야 한다.

다. 감리자와 감리원의 권한과 임무

- ① 감리자는 발주자와 산림병해충 방제 품질향상을 위하여 감리계약을 체결한 업체를 말하며, 감리원은 감리용역 계약문서에 의거 감리업무를 수행할 수 있는 자격을 갖춘 자를 감리자가 발주자에게 제출하여 승인된 자를 말한다.
- ② 감리원은 감리계약문서에 규정된 업무를 성실히 수행하여야 한다.
- ③ 감리원은 산림병해충 방제사업이 설계도·서대로 실시되지 않는다고 판단 시는 시공자에게 시정과 시공 중지를 명할 수 있고, 시공자가 이를 따르지 않을 시는 발주자에게 즉시 보고하여 필요한 조치를 취하여야 한다.
- ④ 감리원은 감리계약문서에 별도로 명시되지 않는 한 산림병해충 방제 사업에 관한 감독자로서의 권한과 의무를 갖는다.

라. 시행자와 현장대리인의 임무

- ① 시행자는 설계서 등에 포함된 계약문서를 충분히 숙지하여 산림병해충 방제사업에 임하여야 하며, 전문기술자를 현장대리인으로 임명하고 이를 발주자에게 보고한다.
- ② 현장대리인으로 임명된 자는 산림병해충 방제사업 관리 전반에 책임감을 갖고, 산림병해충 방제사업 계약문서에 의거 작업을 성실히 수행하여야 한다.
- ③ 현장대리인은 현장에 상주하여야 하고, 부득이 작업현장을 이탈 시는 감리원과 감독자의 승인을 얻어 필요한 조치를 취해야 한다.

- ④ 산림병해충 방제사업 수행 시 발생하는 모든 사고와 피해는 시공자가 부담 처리하고 산림병해충 방제사업에 하자가 있을 시 하자에 대한 책임 의무가 있다.
- ⑤ 시행자 및 현장대리인이 발주자에 통지 또는 제출하는 서류는 감리원과 감독자를 경유하여야 한다.

12.1.4 시방서의 분류와 역할

가. 시방서의 분류

- ① 일반시방서는 산림병해충 방제사업을 시행함에 있어 부분별로 일반적이고 공통적으로 적용할 수 있는 일의 순서와 지침 등 시공기준을 제시한 것이다.
- ② 특별시방서는 일반시방서를 보충하고 본 병해충방제사업만의 특별한 사항 및 전문적인 사항에 대한 제반규정 및 요구사항을 정한 서류를 말한다.
- ③ 전문시방서는 부문별 산림병해충 방제 시방서를 기본으로 모든 사업종을 대상으로 하여 특정한 사업종의 시공 또는 소반별시방서 작성에 활용하기 위한 종합적인 시공기준을 말한다.
- ④ 소반별시방서는 특정분야의 기술적인 설계자의 의지에 의하여 결정되는 것으로, 사업구역내 방제약제, 방제기종, 등 병해충의 발생상황에 따라 작업방법을 달리하는 경우 등 전문시방서에 기술한 내용을 보완하여 작업방법을 제시한 서류를 말한다.

나. 시방서의 역할

- ① 시방서는 사업의 질적 요구조건을 규정하며, 계약서류에 포함되는 설계도·서의 하나로서 법적구속력을 가지며, 공사에 필요한 시공 방법, 상태, 허용오차 등 기술적 사항을 규정하여 건설시공이 되도록 하여야 한다.
- ② 발주자와 시행자 사이의 책임 범위와 한계를 명시하여야 한다.

- ③ 약인(約因, Consideration) 등을 포함하여 작성함으로써 클레임을 방지하는 것이 필요하다.
- ④ 감리원 및 시행자에게는 산림병해충 방제사업 시행을 위한 사전 준비, 시행 중의 점검, 시행완료 후의 점검을 위한 지침서로 사용할 수 있어야 한다.
- ⑤ 설계도·서 간에 상호모순이 있을 경우 아래 순서에 따라 적용한다.
 - 1) 법규의 규정을 우선 준수
 - 2) 사업계약서 일반조건 및 특수조건
 - 3) 시방서
 - 4) 설계도면
 - 5) 물량산출내역서

12.2 사업시행 관리

12.2.1 사업시행 기간

- 가. 시행자는 계약문서상에 명기된 기간 내에 작업을 착수하고, 지체 없이 작업을 추진하여 계약기간 내에 완료하도록 한다.
- 나. 시행자는 불가항력의 사유 및 기타 시행자의 책임에 속하지 아니한 사유가 계약기간 내에 발생한 경우에는 계약문서 등을 검토하고 수정 공정표를 첨부, 감독자를 경유하여 발주자에게 서면으로 계약기간 연장을 신청할 수 있다.
- 다. 1일 표준작업시간은 8시간을 기준으로 하며, 1일 최대 작업 능력은 시간 연장과 기술숙련도에 따라 200%까지 가능하므로 작업기간의 1/2이 경과하여 작업 완료 시 이를 인정을 할 수 있다.

12.2.2 작업시간

- 가. 사업 실행은 근로기준법에 의해 정해진 시간 중에 행하는 것을 원칙으로 한다. 규정시간 외 또는 휴일작업을 행할 필요가 있을 경우에는 사전에 감독자의 승인을 얻어야 한다.

- 나. 사업시행상의 형편에 따라 작업시간의 연장이나 단축, 또는 야간 작업의 필요성을 감독자가 인정할 때에는 품질확보에 지장이 없는 한 수급인은 그 지시에 따라야 한다.

12.2.3 작업의 일시중단

- 가. 현장대리인은 야외작업을 하기 어려울 정도의 악천후 시 작업을 중단하고 작업원 들을 대피시켜야 한다.
- 나. 감독자 또는 감리원은 설계도·서대로 시공하지 않을 시는 작업 중단을 시킬 수 있다.
- 다. 감독자 또는 감리원은 현장 작업원의 작업방법과 작업기능이 미숙 하여 작업이 조잡하게 될 우려가 있을 시 이를 중단시킬 수 있고, 재교육 또는 교체를 요구할 수 있다.
- 라. 감독자 또는 감리원은 작업원의 안전을 위하여 필요하다고 인정 될 때에는 작업을 중단시킬 수 있다.

12.2.4 작업일정 관리

- 가. 작업계획서 제출

- ① 수급인은 작업계획에 따라 사업실행 예정표를 포함한 작업계획서를 작성하여 발주자의 승인을 얻어야 한다.
- ② 수급인은 사업실행 예정표에 따라 적절한 관리를 행하고 공기 내에 사업을 완료하여야 한다.

- 나. 작업계획서 제출시기

- ① 시행자는 산림병해충 방제사업 착수 전에 미리 착수계, 계약문서 (사본), 사업실행 예정표 및 관련규정과 발주자 요구사항을 포함한 제반서류를 제출하여야 한다.
- ② 작업계획서는 다음과 같은 항목이 기록되어야 한다.
 - 1) 작업장 개요와 방제작업 계획서
 - (1) 작업개요 : 6하 원칙에 따라 작업 요약

- (2) 작업원의 명단과 임무, 자격
- (3) 방제장비 투입계획
- (4) 작업조직과 작업흐름
- (5) 작업원 집결지, 1일 작업시간
- (6) 작업공정과 시간계획
- (7) 방제계획도(이·착륙장소, 노선, 위험지 표시 등) 등

12.2.5 작업원 및 장비투입

- 가. 시행자는 작업원과 장비투입 내용과 시기를 감독자에게 통보하고 동의를 받아야 한다. 투입되는 장비가 안전관리와 환경관리상 타당성이 없을 시 교체를 요구할 수 있다.
- 나. 작업장 내 투입된 장비의 반출 시에도 감독자에게 통보하고 동의를 받아야 한다.

12.2.6 작업장 면적과 작업량 확인

- 가. 시행자는 설계상의 작업장 면적과 작업량이 현장과 차이가 생길 시는 이를 감리자와 합동으로 현장 확인·검토를 하여야 한다.
- 나. 감리자는 현장 확인·검토사항을 감독자에게 즉시 보고하고 감독자의 지시에 따라 설계변경 등의 적절한 조치를 취하여야 한다.

12.2.7 기성 및 완료검사(준공검사)

- 가. 시행자는 산림병해충 방제사업 추진 중일 때에는 실적 확인과 기성금 청구를 위한 기성 완료계를, 사업이 완료된 때에는 완료계를 감리자 경유하여 제출한다.
- 나. 기성완료, 예비완료검사는 감리자가 우선 실행하고 결과를 감독자에게 통보하여야 한다.
- 다. 완료검사 당일에는 현장대리인과 감리자, 감독자 등 사업관계자가 입회한다.

12.2.8 작업의 질과 재(보완)작업

- 가. 산림병해충 방제사업은 숲의 건강성 회복 여부를 결정하는 것이므로 작업원은 방제효과가 우수하게 나타나도록 작업에 임하여야 한다. 작업의 질이 불량시 작업을 중단시킬 수 있고, 재작업 또는 보완작업을 지시할 수 있다. 이에 따른 작업비 손실은 시행자가 책임을 지도록 한다.
- 나. 감리자는 사업 완료 전 예비완료검사를 실시한 후 미비사항에 대하여는 보완을 요구하고 감독자에게 통보하여야 하며, 시행자는 완료계 제출시 보완사항을 감리자에게 확인을 받은 후 그 결과를 첨부하여 완료계를 제출하여야 한다. 다만, 소규모 사업의 경우 감독자와 협의하여 생략할 수 있다.

12.2.9 작업결과의 보고와 확인

- 가. 시행자는 감독자와 감리자가 요구시 지정한 기일 내에 작업진행 결과를 수시/중간보고하여야 하고, 감리자는 작업결과를 확인하며 지적사항의 개선여부를 감독자에게 보고하여야 한다.
- 나. 시행자는 작업 전·중·후의 사진을 촬영하여 기록하고, 방제사진 또는 영상, 비행궤적도 등 DB자료를 구축하여 완료계와 같이 이를 제출하도록 한다.
- 다. 시행자는 현장에 임·소반별 작업일지를 기록, 비치하고 감리자와 감독자에게 승인을 받아 완료계와 함께 제출하여야 한다.

12.2.10 영업보험 가입

- 가. 발주자는 사업계획 및 입찰공고 시 입찰조건에 영업보험 가입한 업체를 대상으로 입찰에 참여할 수 있도록 하여야 한다. 또한, 수의 계약을 체결하는 경우에도 영업보험 가입된 업체를 대상으로 계약 체결하여야 한다.
- 나. 드론 방제사업에 참여하고자 하는 시공업체는 입찰 종료일까지 방제에 사용할 드론에 대한 영업보험가입을 완료하고 입찰에 참여

하여야 하며, 개찰결과 낙찰자로 선정된 경우 계약 이전에 보험가입 증서 사본을 증빙자료로 발주자에게 제출하여야 한다.

다. 만약, 제출한 증빙자료가 거짓이나 허위로 작성·조작된 것으로 확인된 경우에는 그 계약은 무효로 하며, 이 경우 낙찰 차 순위자와 계약을 추진할 수 있다.

라. 또한, 이 계약으로 발생한 피해에 대하여는 해당업체에서 모든 책임을 지도록 한다.

12.3 품질 및 이력관리

12.3.1 자연보호지 관리

가. 점검대상

- ① 인간 활동의 바람직하지 않은 영향으로부터 보호하기 위해 특정한 생물종, 생육환경, 자연경관 또는 생태계 전체를 관리하도록 설정한 지역
- ② 상수도 보호구역, 자연문화유산지 등

나. 점검반 편성

- ① 예찰·방제기관의 장은 사업시행 전 점검반을 편성하여 현장 점검한다.
- ② 점검반은 관계공무원, 국가 또는 시·도 산림환경연구기관 관계자, 민간전문가 등으로 구성할 수 있다.
- ③ 점검반은 지역별로 구성할 수 있으며, 1개 반은 3~5명으로 구성한다.

다. 점검시기

- ① 방제시행 예정 1개월 전부터 최소 2주일 전까지 완료

라. 점검대상

- ① 방제작업 대상지와 방제방법 등 적정성
- ② 살포지역 인근부의 조사내용
- ③ 기타 비산우려 사항 등

마. 점검결과 조치

- ① 점검반은 지역 점검실시 후 1주 이내에 해당 예찰·방제기관의 장에게 점검결과를 통보하여야 한다.
- ② 통보를 받은 예찰·방제기관의 장은 비산에 대한 내용 등 종합적인 검토를 통하여 드론을 이용한 산림병해충 방제 여부를 결정하여야 한다.

12.3.2 방제지역과 일자 등 사전공지

가. 방제지역의 사전공지

- ① 예찰·방제기관의 장은 드론을 이용한 항공방제 구역과 방제기종, 방제 시기, 방제약제 등을 사전공지하고 홈페이지, 게시판 등에 공고한다.
- ② 예찰·방제기관의 장은 사업지 외곽주변 2킬로미터 이내에 있는 주민 및 이해관계인을 대상으로 방송·신문·마을앰프·현수막 등 알기 쉬운 방법을 활용하여 사전에 계도하여야 한다.

12.3.3 경계 및 위험지역 표시

가. 예찰·방제기관의 장은 [별표 2]에 따라 방제구역경계에는 백색 깃발을, 위험지역에는 적색 깃발을 각각 설치하여야 한다.

※ GPS 기반으로 자동방제 할 시 경계 깃발 설치를 제외할 수 있음.

12.3.4 단계별 업무내용과 참여자 이력관리

가. 감독공무원은 약제 방제의 책임감 부여 및 부실방제 예방을 위하여 각 단계별 참여자에 대한 업무내용과 자격사항, 성명, 처리일자 등 이력을 관리하여야 한다.[별표 3]

12.3.5 병해충 피해지 관리

가. 방제효과 조사

- ① 「예찰·방제기관의 장 또는 국가 및 시·도 산림환경연구기관의 장 (이하 '비산·낙하상황 조사·판정기관'이라 한다)」은 방제작업의 효과 검증과 방제방법 개선을 위해 필요한 경우 병해충 방제 전·후에 방제효과조사를 실시할 수 있다.
- ② 또한, "비산·낙하상황 조사·판정기관"은 방제지 주변에 비산 피해가 우려될 경우 감수지를 설치하여 비산정도를 확인·조치하고 관련 자료를 보관하여야 한다.

나. 방제작업 마무리

- ① 방제구역 내 소로길은 이동에 지장을 주는 산물을 정리하여 통행에 지장을 주지 않도록 하여야 한다.
- ② 방제 작업 중 발생한 폐자재 및 작업기자재는 전량 수거하여 지정된 업체에 폐기 처분하여야 한다.
- ③ 방제구역 주변에 훼손된 산림보호 홍보물, 현수막 등 철거를 요하는 것은 수거하여 처리하여야 한다.
- ④ 방제 후 민원이 생기지 않도록 주변 정리를 철저히 정리한다.

제13조 방제대상지 조사

13.1. 방제대상지 확인·검토

- 가. 드론방제 대상지는 산림병해충 발생지 중 지상살포(방제차량 살포 등)가 어려운 병해충 발생지(대면적, 방제차량 진입불가지역과 급경사지, 석력지 등 안전사고 발생 우려지역 등)를 공중살포 대상으로 한다.
- 나. 전년도 병해충 발생지역, 직원 및 예찰방제단 등의 예찰활동, 병해충 발생 신고 등으로 확인된 병해충 발생 상황을 토대로 병해충과 매개충의 밀도감소를 위해 방제약제 살포(지상·항공)가 필요한 대상지인지 확인한다.
- 다. 드론방제 대상지는 위성영상, 항공사진을 이용하여 민가, 농경지, 소계곡, 하천 등을 확인하고, 주변의 유기농산물 등 임·농산물 재배지역, 양봉, 양어장 등 제한사항 여부를 인근 지역주민과 관할구역 예찰·방제기관의 장에게 확인한다.
- 라. 드론 방제대상지는 구역 방제면적이 100ha 미만이고, 주변에 제한사항이 있어 정밀살포가 필요한 곳. 민감지역 등 제한사항이 있는 장소는 비산 피해우려지로부터 최소 30m 이상 이격하여 완충구역 설정 또는 방제대상지에서 제외하거나, 유기농업자재, 나무주사 등 다른 방제방법을 검토한다.
- 마. 방제대상지 제외
 - ① 비행통제구역. 다만, 비행허가를 받은 경우에는 그러하지 아니하다.
 - ② 고압송전선 등으로부터 양쪽 100m이내 지역(RTK(실시간이동측위) 방식은 미적용 검토 가능)
 - ③ 양봉·양잠·양어·수산물(미역, 다시마 등), 송이·산양삼·잣 등 임·농산물에 피해가 우려되는 지역. 다만, 방제 실시 전에 충분한 계도로 피해 예방조치를 한 경우에는 그러하지 아니하다.
 - ④ 상수원보호구역, 수원지, 하천, 정수장 등 주택지, 학교, 공원, 아파트 등 생활권 지역

- ⑤ 기타 드론 이·착륙에 지장이 있거나 저해요인이 있는 지역
- ⑥ 농작물 등의 재배지 경계로부터 30m 이내 지역(완충구역 확보 시 가능)

13.2. 방제에 따른 피해 위험지역 점검

- 가. 사람·가축·양잠·양봉 등 항공방제로 피해가 우려되는 지역은 도면 작성하여 사전 점검하여야 한다.
- 나. 친환경 임·농산물 생산 포장 및 기타 작물 재배지역은 주변 탐문 및 관계기관에 확인하여 사전 점검한다.
- 다. 고압송전선, 건물 등 장애물이나 비행에서 주의할 장소에서는 필요에 따라 드론조종자가 쉽게 식별할 수 있도록 적색 깃발을 설치한다.
- 라. 계곡부 등 돌풍이 예상되는 지역은 조종자와 협의하여 사업지를 변경할 수 있다.

13.3. 방제대상지 적절성 검토

- 가. 예찰·방제기관의 장은 항공방제를 실시 6주전까지 방제예정지를 조사하여 별표2 '항공방제 적절성 검토기관'에 별지 제3호 서식 (항공방제 사전 체크리스트)을 제출하여야 한다
- 나. 항공방제 적절성 검토기관은 다음 각 호의 사항을 확인하여야 하며, 검토결과와 보완사항을 예찰·방제기관의 장에게 통보한다.
 - ① 발생밀도 등 항공방제 대상지로서의 적합 여부
 - ② 방제 계획면적, 방제 시기 및 약제선정 적정 여부
 - ③ 대상제외지역 검토, 완충구역 설정 여부
 - ④ 그 밖의 안전사용기준, 방제실시를 위한 제반 준비사항
- 다. 부적절 등 검토결과와 보완사항을 통보받은 예찰·방제기관의 장은 통보받은 날로부터 5일 이내에 항공방제 계획 등을 보완하여 제출하여야 한다.
- 라. 항공방제 적절성 검토기관은 보완된 항공방제 계획 등이 제출된 날로부터 5일 이내에 재검토하여 예찰·방제기관의 장에게 통보하여야 한다.

마. 드론방제 계획 등의 추가·변경이 필요한 경우, 해당 예찰·방제기관의 장은 즉시 추가·변경된 사항을 항공방제 적절성 검토기관에 제출하고 검토를 요청하여야 한다.

13.4. 피해방지 대책

- 가. 방제 주체는 전선 등 위험장소, 방제 제외구역, 비행경로, 드론 조종자 및 부조종자의 경로 및 위치 등이 표시된 작업도면을 작성하고, 살포 전에 현장을 확인하는 등 방제구역과 그 주변 상황의 파악에 노력하여야 한다. 필요에 따라 위험장소와 방제 제외구역을 나타내는 표식(적색 깃발)을 설치하여야 한다.
- 나. 방제작업 시에는 방제구역 내에 사람이 출입하는 것을 철저히 예방해야 한다.
- 다. 학교, 아파트 등 생활권 주변에서 방제하는 경우에는 방제구역과 주변지역 주민에게 충분한 조치를 한다.
- 라. 방제구역 주변에 항공 살포 대상 수목 이외의 농작물에 약제가 비산하여 피해가 발생하지 않도록 필요한 조치를 하여야 한다.
- 마. 드론조종자, 부조종자와 작업 보조자 등의 안전을 위하여 반드시 안전장비를 착용하고 작업에 임하여야 한다.

13.5. 설명회와 약제 선정

가. 예찰·방제기관의 장은 방제예정지 주변 주민 및 이해관계인을 대상으로 설명회, 방송, 신문, 현수막 등 알기 쉬운 방법을 활용하여 다음 각 호의 사항을 사전에 계도하여야 한다.

- ① 방제일시·방제지역 및 면적
- ② 사용약제 및 헥타르 당 사용약량
- ③ 양봉·양잠·양어장·수산물(미역, 다시마 등) 등의 보호조치
- ④ 장독·우물뚜껑 등의 개방 금지
- ⑤ 노천에서 건조 중인 곡식·채소 등의 보호조치

⑥ 우천 시 작업 변경사항, 문의처 등 기타 유의사항

- 나. 예찰·방제기관의 장은 자연휴양림이나 공원지역의 경우 방제에 관한 사항을 해당 자연휴양림이나 공원 홈페이지에 게시토록 하는 등 방제 계획을 사전 공지하고 탐방객이 피해를 입지 않도록 통제와 안전조치를 하여야 한다.
- 다. 약제 선정에 있어서는 농촌진흥청에 등록되어 있는 발생 병해충과 기주식물 방제에 적합한 약제 중에서 산림청에서 선정한 약제를 우선적으로 사용하여야 한다.

제14조 작업 전 준비

14.1. 작업 전 안전체크

가. 어떠한 살포작업에서도 작업 전에 절차를 충분히 확인·숙지하여 안전을 확보하여야 한다.

나. 작업 개시에 앞서 드론조종자 및 보조종자는 다음과 같은 사항을 반드시 확인한다. 또한, 확인에 있어서는 누락이 없도록 「안전 체크 표」를 이용한다.[별지 제4호 서식], [별지 제5호 서식]

다. 확인 사항

- ① 살포 구역을 충분히 확인하고 살포 계획면적, 살포 비행에서 주의할 장소, 장애물의 위치 등을 정확하게 파악하였는가?
- ② 사람에 대한 위·피해 방지 조치가 충분한지를 확인하였는가?
- ③ 풍향계, 풍속계 등으로 정확한 풍향, 풍속을 파악하기 위해 노력하였는가?
- ④ 풍향, 풍속으로 판단했을 때, 부근에 살포 약제의 잔류가 우려되는 작물이나 위·피해의 우려가 있는 다른 작물은 없는가?
- ⑤ 가축, 양잠, 양봉, 양어 등에 피해예방 방안은 충분한가?
- ⑥ 야외 주차장, 자동차 정비장 등 약제에 의한 도장 오염의 위험은 없는가?
- ⑦ 살포구역 주변에 유기농산물 생산 포장 및 기타 작물이 있는지 여부를 충분히 확인하였는가?
- ⑧ 유치원, 학교, 병원 등 공공시설 관련에 피해예방 방안은 충분한가?
- ⑨ 수원지, 하천, 정수장 등에 대한 피해예방 방안은 충분한가?
- ⑩ 교통이 빈번한 도로, 주택 등에 대한 피해예방 방안은 충분한가?
- ⑪ 살포 약제의 성상, 사용방법 등(대상병해충, 적용수종, 살포량, 희석배수, 사용시기, 총 사용 방제횟수 등) 사용상의 주의사항을 확인하였는가?
- ⑫ 기체, 살포 장치의 조정에 부주의는 없는가?
- ⑬ 연료의 탑재는 충분한가? 비행제원과 매분 마다의 분출량의 관계, 분출 불균일, 과도한 분출에 대한 가능성을 사전에 확인하였는가?

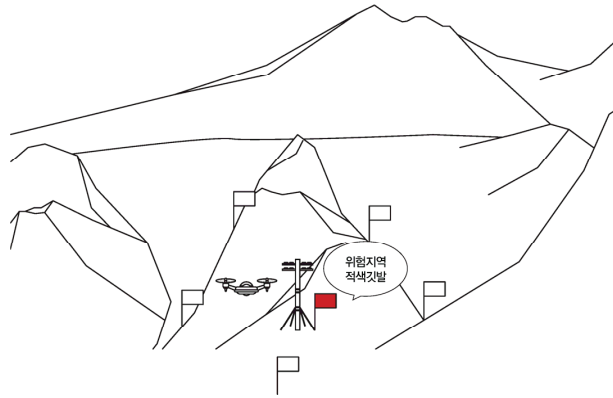
- ⑭ 사용할 전파의 혼선 등을 피하기 위해 인접한 구획에 동일 주파수의 기체가 들어오지 않도록 계획을 세웠는가?
- ⑮ 헬멧, 마스크, 보안경, 긴 소매 상의, 긴 바지 등의 안전장비에 문제가 없는지 확인하였는가?
- ⑯ 부조종자와 통화가 불가능할 때의 연락 방법을 확인하였는가?
- ⑰ 열사병 대책으로서 휴식 시간을 확보하고 수분, 염분 섭취에 유의하도록 사전에 대책을 세웠는가?
- ⑱ 드론조종자, 부조종자 모두 컨디션에 문제는 없는가, 컨디션 불량을 느꼈을 때는 살포 작업에 참여하지 아니할 것을 확인하였는가? 특히 알콜 음료의 영향은 없는지 확인하였는가?



14.2. 살포구역의 확인과 표식

가. 살포작업을 안전하고 효과적으로 실시하기 위해서는 현지의 지형과 살포구역을 충분히 확인하고 계획 면적, 장애물 위치, 주변 작물 및 유기농 작물의 생산 포장, 조종자가 걷는 길, 살포 비행에서 주의할 장소 등을 정확히 파악하여야 한다.

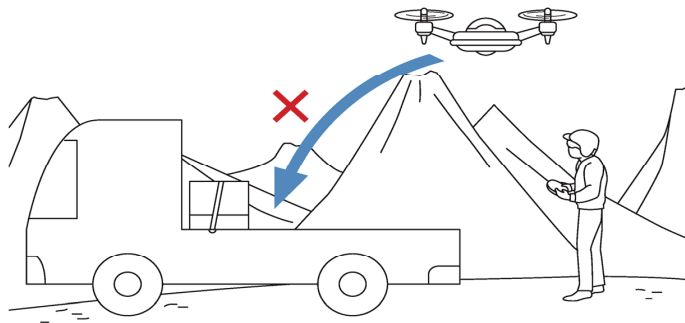
- ① 기종의 성능과 드론조종자의 조작 기량을 과대평가하지 말고, 계획 면적에 대응한 방제작업 순서를 작성하여야 한다.
- ② 작업 순서에 따라 현지를 확인하고 드론조종자가 살포구역을 쉽게 식별할 수 있는 위치에 표식을 설치하여야 한다. 표식은 드론 조종자 (부조종사)에게 잘 보이도록 설치한다.



<드론 방제 예정지 표시 깃발 "예시">

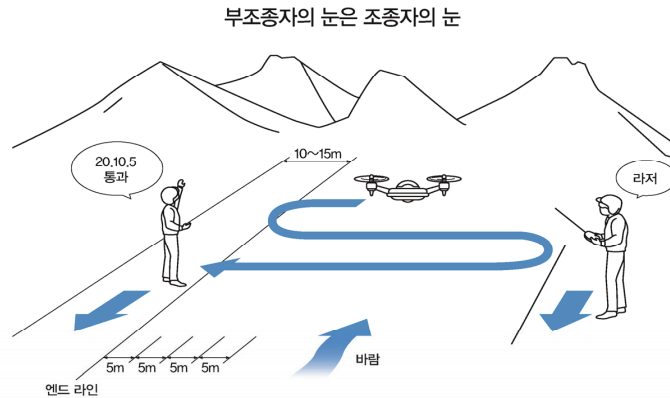
나. 장애물이나 살포 비행에서 주의할 장소 등에는 필요에 따라서 드론 조종자(부조종자)가 쉽게 식별할 수 있도록 적색의 표식을 설치한다.
다. 드론조종자가 걷는 길은 바람 위쪽의 발로 걷기 편한 농로 또는 발뚝, 임도 등을 선택한다.

- ① 발밑이 불안정한 곳에서는 기체를 착륙시킨 후 드론조종자가 다른 곳으로 이동
 - ② 떨어진 장소로의 기체 이동은 기체의 비행 중에는 이동하지 말고, 기체를 착륙시키고 반드시 지상에서 이동
 - ③ 살포장소 간 이동 시킬 때 전선 등을 넘는 행위 금지
 - ④ 트럭으로 이동하는 경우는 전락 방지 조치. 또한 드론조종자는 이동 중 차량에 탄 상태에서 기체를 조작 금지
- 라. 드론조종자는 기체를 차량의 화물칸에 이·착륙 금지



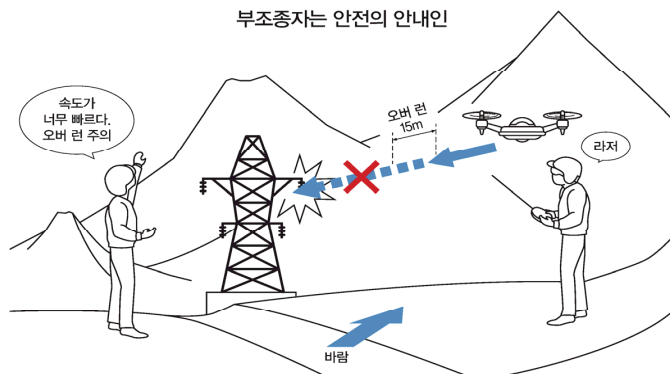
<드론의 불안전한 이·착륙 "예시">

- ④ 살포 자재의 준비, 조합, 적재 방법을 드론조종자 및 다른 작업자와 사전에 협의해 두어야 한다.
- ⑤ 부조종자는 드론조종자와 함께 사전에 살포할 약제의 사용방법, 살포 구역 내 장애물(전선, 전주, 도로 표지판 등) 및 방제지 주변에 있는 과수, 일반작물, 유기농 작물의 생산 포장 등을 확인하여야 한다.



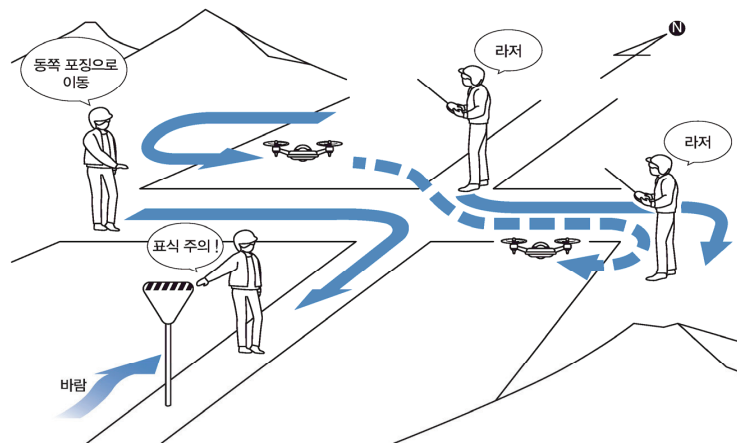
<드론 살포 시 조종자와 부조종자의 송·수신 “예시”>

- ⑥ 살포 구역의 전파 상태를 사전에 확인해 두어야 한다.
- ⑦ 부조종자도 드론조종자와 마찬가지로 연속 작업시간이 장시간에 이르지 않도록 1시간에 1번은 휴식을 취하고, 휴식 중에는 얼굴, 손 등의 노출 부위를 깨끗이 씻어야 한다.
- ⑧ 부조종자는 살포 코스에서 20m 이상 떨어진 바람의 위쪽에 서서 연락을 취한다.



<비행 안전을 위한 조종자와 부조종자 간 송·수신 “예시”>

- ⑨ 부조종사는 장애물(전선, 전주, 도로 표지판 등)이나 방제지 주변에 있는 일반 및 유기농 작물의 생산 포장의 유무와 거리, 높이 등을 확실하게 드론조종자에게 알려야 한다.
- ⑩ 통행인이나 자동차가 드론조종자에게 접근하는 것을 알리고, 통행인이나 자동차 쪽으로 드론이 가까이 가지 않도록 연락을 취한다.
- ⑪ 부조종자는 사전에 드론조종자와 비행 계획을 세우고 다음 살포 장소로의 이동 방법을 드론조종자에게 연락한다.



<비행 안전을 위한 조종자와 부조종자 간 송·수신 "예시">

14.4. 드론조종자 금지사항

- 가. 인명이나 재산에 위험을 초래할 우려가 있는 낙하물을 투하하는 행위
나. 인구 밀집지역, 기타 사람이 운집한 장소의 상공에서 인명 또는 재산에 위험을 초래할 우려가 있는 방법으로 비행하는 행위
다. 비행계획의 승인을 얻지 아니하고 드론을 비행금지구역에서 비행하거나 관제권역에서 비행하는 행위. 다만, 최대이륙중량 25kg 이하의 드론으로 관제권 또는 비행금지구역이 아닌 곳에서 150m 미만의 고도에서 비행하는 행위는 제외
라. 안개 등으로 인하여 지상목표물을 육안으로 식별할 수 없는 상태에서 비행하는 행위

- 마. 일몰시부터 일출시까지의 야간에 비행하는 행위(시험비행 허가 시 제외)
 바. 음주·약물복용 상태 및 비정상적인 상태나 방법에 의하여 비행하는 행위
 사. 항공기, 경량항공기 및 무동력 초경량비행장치에 진로를 양보하지 않는 비행
 아. 육안으로 확인할 수 없는 범위 밖에서 비행하는 행위(시험비행 허가 시 제외)



14.5. 살포 자재의 종류

- 가. 드론 이용에 제공되는 살포 자재에는 약제, 비료, 종자 등이 있다.
 이 중 약제 등의 제제는, 사용 목적, 사용 방법(제형), 유효 성분 등에 따라서 분류된 다양한 호칭이 있으며 각각의 특징을 열거하면 다음과 같다.

① 물로 희석하는 주요 제제

액제	물에 잘 녹고, 용제에 잘 녹지 않는 유효성분을 물에 녹인 제제(액체)로 물에 희석시키면 투명한 액체가 된다.
유제	물에 잘 녹지 않는 유효성분을 용제에 녹여 유화제를 첨가한 제제(액체)로 물에 희석시키면 유탁액이 된다. 용제의 종류와 함유량에 따라, 소방법에 의한 위험물로서 화기엄금이라고 표시된 것이 많다.
수화제 (과류를 포함)	물에 잘 녹지 않는 유효성분에 증량제, 계면활성제를 첨가하여 분쇄 혼합하여 물에 잘 조화되게 만든 제제(분말)로 물에 희석시키면 현탁액이 된다.

액상수화제 (줄)	유효성분을 미분쇄하여 물 등의 액체 중에 부유시킨 현탁 제제로서 수화제의 일종이다. 수화제보다 성분이 미분쇄되어 있어 노즐이 막히는 일이 적다. 보관 중에 유효성분이 침전되기 쉽기 때문에 사용 전에 용기를 잘 흔들어 사용한다.
--------------	--

※ 주 : 에어제는 액제, 유제, 수화제에 해당하는 것도 있다.

② 그대로 살포하는 주요 제제 및 기타 자재

입제	입경이 0.3 ~ 1.7 mm의 사이에 있는 입상 제제. 0.6 ~ 1.0 mm의 범위의 반경의 입제가 많다. 수중에서 입자가 붕괴되는 것과 그대로 형태가 남는 것이 있지만, 두 타입 모두 유효성분은 녹아든다.
분입제	현재 사용 가능한 것은 벼의 벼씨에 분의(粉衣)하는 입경이 가는 45 ~ 150 메쉬의 식물 성장 조절제
비료	화학비료, 토양 개량제
종자	농작물, 목초 등 종자

제15조 방제작업

15.1. 살포비행의 기본

가. 살포비행의 안전과 효과 확보를 위하여 아래사항을 살포비행에서 기본으로 준수하여야 한다.

① 바람

- 1) 기류가 안정된 시간대에 살포비행을 실시하는 것으로 하고, 지상 1.5m의 위치에서의 풍속이 3m/s를 초과할 경우는 살포비행은 중지한다.
- 2) 풍향·풍속에 주의하여 살포구역 밖으로 약제가 비산되지 않도록 힘쓰며, 경우에 따라서는 비행코스 및 비행고도, 비행속도를 변경하는 등 비산 방지대책을 세운다.
- 3) 드론조종자와 작업자 등은 반드시 바람의 위쪽에 위치한다.

② 비, 안개, 벼락 등

- 1) 우천 시 안개나 벼락이 발생할 경우 및 발생이 예상될 경우에는 비행을 금지한다.

나. 살포 비행을 실시할 경우에는 기준을 준수하고 수관(樹冠) 위 2~5m 높이에서 실시한다.

- 1) 비행 고도가 높으면 시야 밖으로 벗어날 가능성이 높아지므로 기준치 이상으로 높게 날리지 말며, 수고가 높은 나무의 방제를 위해 높이 비행을 할 경우에는 주의하여야 한다.

다. 미리 비행구역의 상황을 확인하고 만약의 경우에 드론을 내릴 수 있는 장소(안전지대)를 파악해 둔다.

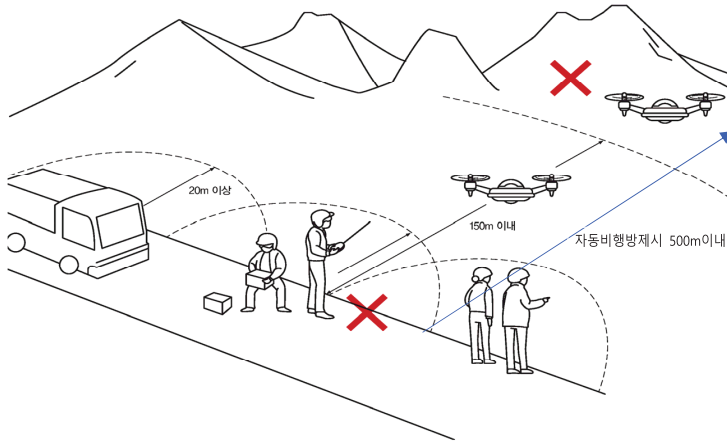
라. 작업 중에는 반드시 보조종자와 행동을 함께 하며, 드론조종자 단독으로 행동하지 않는다.

마. 기체에 장착된 송신기 이외의 것을 사용하지 않는다.

바. 드론조종자 및 작업자 등은 기체에서 20m 떨어진다. 특히, 드론이 머리 위를 운행하는 경우 혼란에 빠지게 되기 때문에 자신이 있는

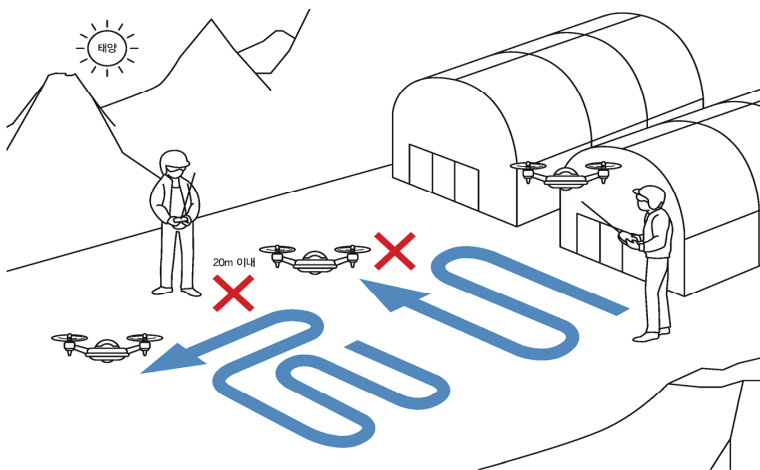
방향으로 가까이 오게 할 경우에는 속도를 낮춘다. 또한 기체와 드론조종자 간의 최대 거리는 수평 방향 150m 이내로 한다.

단, 프로그램에 의한 자동비행 방제의 경우 500m 이내로 한다.

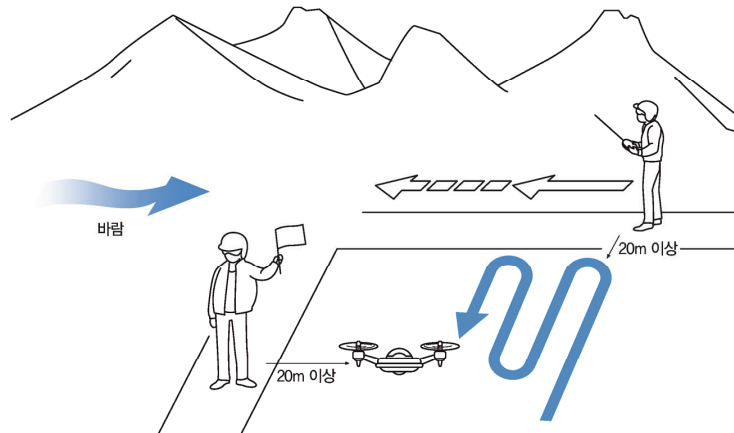


<드론 살포시 작업 안전거리 및 작업환경 " 예시">

사. 사람이나 민가, 하천, 장애물, 전선, 가선, 태양 등을 향해서 비행하지 않는다. 또한 드론조종자 주위에는 반드시 안전구역을 확보하고 평행 살포를 시행하며, 20m 이내에서 비행을 실시하지 않는다. 또한, 통행량이 많은 도로 주변에서는 침지 살포를 실시하고 가능한 평행 살포하도록 한다.



<드론 살포시 장애물 지역 비행 "예시">

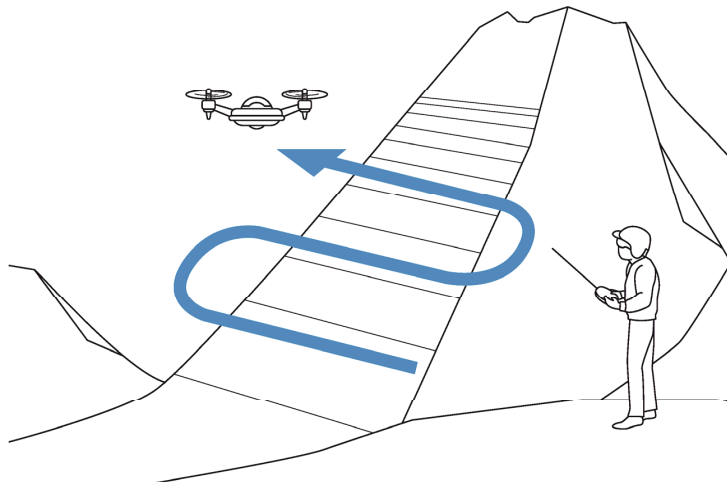


<풍향에 따른 살포비행의 "예시">

아. 평지의 살포 비행은 횡풍(橫風) 살포를 기본으로 한다.

- ① 살포순서는 바람 아래쪽에서 위쪽을 향해 실시하고, 호버링 중이거나 선회 중일 때에는 약제를 살포하지 않는다.

자. 경사지의 살포 비행은 등고선을 따라 아래쪽부터 비행 실시한다.

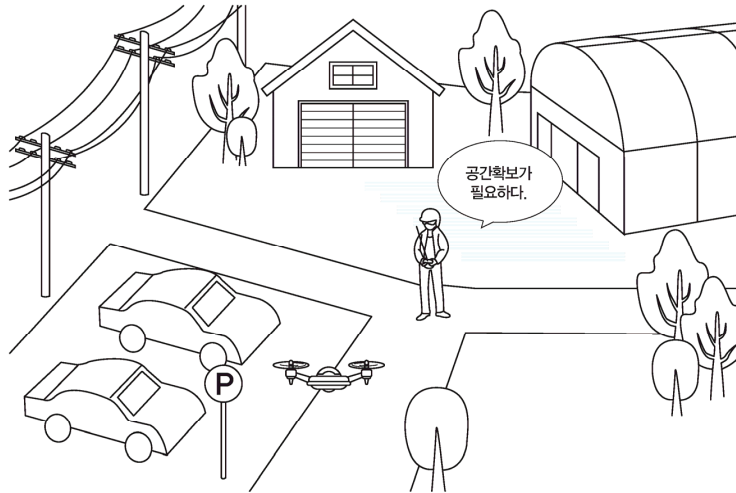


<경사지에서 살포비행의 "예시">

차. 장애물이 많은 장소의 살포 비행은 여유 적재능력이 있는 상태에서 실시한다.(여유공간 확보 등 다양한 검토 필요)

카. 드론조종자의 시선 위치를 넘는 높은 작물(수목), 산림 등을 대상

으로 살포 작업을 실시할 경우에는 고소작업차를 이용하는 등 전망이 좋은 상태에서 기체를 조작한다. 이 경우 부조종자와 긴밀히 정보를 교환함과 함께 추락사고 방지 등을 위한 조치를 취하여야 한다.



<장애물 근처에서 살포비행의 "예시">

① 고소작업(스카이) 차량의 필요 지역

- 1) 대상지 조사 시 드론조종자 및 부조종자의 조종위치에서 방제지의 시야가 확보되지 않는 곳
 - 2) 드론조종자의 조종위치 확보가 어려운 곳
 - 3) 원거리 비행 시 드론조종자의 안전 확보가 필요한 곳
 - 4) 위의 대상지 중 고소작업(스카이) 차량의 진입로가 확보된 곳
- 타. 살포 장치의 분출량을 늘려 살포기준 이상으로 고속 살포를 실시하는 행위는 절대로 하지 말아야 한다.

1) 드론(무인멀티콥터, 무인헬기) 속도 기준표 (단위 : km/h, 초)

속도 거리	10km	11km	12km	13km	14km	15km	16km	17km	18km	19km	20km
30m	10.8	9.8	9.0	8.3	7.7	7.2	6.7	6.3	6.0	5.6	5.4
50m	18.0	16.3	15.0	13.8	12.8	12.0	11.2	10.5	10.0	9.4	9.0
80m	28.8	26.1	24.0	22.1	20.5	19.2	18.0	16.9	16.0	15.1	14.4
100m	36.0	32.7	30.0	27.6	25.7	24.0	22.5	21.1	20.0	18.9	18.0
120m	43.2	39.2	36.0	33.2	30.8	28.8	27.0	25.4	24.0	22.7	21.6
150m	54.0	49.0	45.0	41.5	38.5	36.0	33.7	31.7	30.0	28.4	27.0

2) 살포 약제 희석 기준표

살포 희석 배수 약액량	약제 살포량(mℓ)															
	3배	4배	5배	6배	8배	10배	16배	20배	30배	40배	50배	60배	70배	80배	90배	100배
8ℓ	2600	2000	1600	1300	1000	800	500	400	267	200	160	133	114	100	89	80
10ℓ	3300	2500	2000	1600	1200	1000	600	500	333	250	200	167	143	125	111	100
16ℓ	5300	4000	3200	2600	2000	1600	1000	800	533	400	320	267	229	200	178	160
20ℓ	6600	5000	4000	3300	2500	2000	1200	1000	667	500	400	333	286	250	222	200
24ℓ	8000	6000	4800	4000	3000	2400	1500	1200	800	600	480	400	343	300	267	240

3) 제종별 매분당 토출량 기준표 (단위 : ℓ/min, kg/min)

		액제 소량		적하	
양(ℓ/ha)		8		10	5
폭(m)		5	7.5	5	5
속도 (km/h)	10	0.67	1.00	0.83	0.42
	15	1.00	1.50	1.25	0.63
	20	1.33	2.00	1.7	0.83

		0.5킬로제(劑)		0.75킬로제(劑)		1킬로제(劑)		3킬로제(劑)		(과산화칼슘) 코팅종자			
양(kg/ha)		5		7.5		10		30		90	100	90	100
폭(m)		5	7.5	5	7.5	5	7.5	5	7.5	5		7.5	
속도 (km/h)	10	0.42	0.63	0.63	0.94	0.83	1.25	2.50	3.75	2.50	8.33	11.25	12.50
	15	0.63	0.94	0.94	1.41	1.25	1.88	3.75	5.63	11.25	12.50	16.88	18.75
	20	0.83	1.25	1.25	1.88	1.67	2.50	5.00	7.50	15.00	16.67	22.50	25.00

파. 드론조종자는 자신의 기량에 맞춰서 여유를 갖고 살포 비행을 실시한다. 연속 작업시간이 장시간에 이르지 않도록 살포는 기상 이 비교적 안정된 시간대에 실시하고, 1시간에 1번은 반드시 휴식을 취한다. 이 휴식 중에는 얼굴, 손 등의 노출 부위를 잘 씻는다.

하. 「소나무」등 산림을 대상으로 한 작업에 대해서는 아래사항을 엄수한다. 소나무림 또는 단목 소나무 등 교목이 살포 대상일 경우에는 높은 곳에서 비행하게 되므로, 일반 비행 기술과는 구별된 고소 비행 기술과 경험이 있는 드론조종자가 작업에 참여하도록 하여야 한다.

- ① 대상 소나무림 등의 꼭대기가 보이는 장소를 고소작업차, 기 설치된 제방 등에 의해 확실하게 시야를 확보한 후에 살포 작업을 실시한다.
- ② 고소 비행 경험이 있는 드론조종자라고 할지라도 살포 비행에 임할 때는 반드시 기체를 확인 가능한 시야에서 비행방법에 따라 실시한다. 부조종자 또한 기체 확인이 가능한 위치에서 실시한다.

1) 인원 배치는 아래 사항을 기본으로 한다.

(1) 기체 시야 미확보된 경우 등 : 고소작업차

- ▶ 드론조종자 : 1 명
- ▶ 고소작업차 조종자 : 1 명
- ▶ 부조종자 : 1명(현지 상황에 따라 드론조종자 측의 부조종자를 추가)

- (2) 기체 시야 확보된 경우 : 기 설치된 제방, 골프장 등
 - ▶ 드론조종자 : 1명
 - ▶ 부조종자 : 1.0~2.0명 (현지 상황에 따라 드론조종자 측의 부조종자를 추가)
- 2) 살포 작업의 안전실행을 돕는 보조 수단
 - (1) 필요에 따라서 표식을 드론조종자 측 및 맞은편에 각각의 꼭대기 위쪽에서 보이도록 설치한다. 살포작업은 이 표식을 기준으로 비행 간격을 준수하여 실시한다.
 - (2) 표식은 대나무 막대기에 깃발을 꼽거나 UFO풍선(비닐에 알루미늄을 코팅하여 헬륨가스를 주입한 풍선)을 띄워준다.
(주의 : 고무 풍선은 솔잎 때문에 찢어짐)

15.2. 살포비행에서 주의할 장소

가. 살포 비행은 비행속도 10~20km/h, 비행고도(초두부 혹은 수관 위) 2~5m에서 더군다나 무선으로 조작을 하기에, 살포 구역은 물론 이거니와 그 주변부의 환경을 충분히 파악하여 안전하고 효율적인 방제 작업을 실시한다.

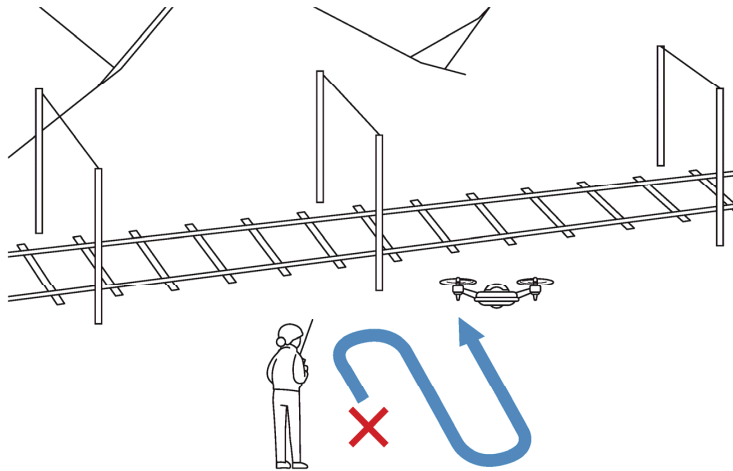
- ① 드론조종자의 조작 기량을 과대평가하지 말고 안전 비행에 유념하며 아래와 같은 곳은 드론조종자의 조작 기량 등을 파악하여 안전성이 충분히 확보되지 않는 경우에는 살포구역에서 제외한다.
- ② 살포 비행에서 주의할 장소의 구체적인 “예시”

- ① 교통이 빈번한 도로, 학교, 병원 등 공공시설 및 주택의 주변
- ② 수원지, 하천, 정수장 등의 주변으로 공중 보건상 악영향이 우려되는 곳
- ③ 도시화가 진행된 지역, 혹은 그와 유사한 도시 인접지역
- ④ 옥외 주차장 등의 주변
- ⑤ 간선도로나 철도, 공항 주변
- ⑥ 고압선, 발전소, 변전소, 전파 발신 시설 등의 주변
- ⑦ 가축(축사·계사), 양잠, 양봉, 양어, 다른 작물과 유기농 작물의 생산 포장, 살포 대상 이외의 작물 등에 위·피해가 미칠 우려가 있는 곳

⑧ 살포 구역이 좁고 전주, 덩불, 전선 등의 장애물에 둘러싸인 곳

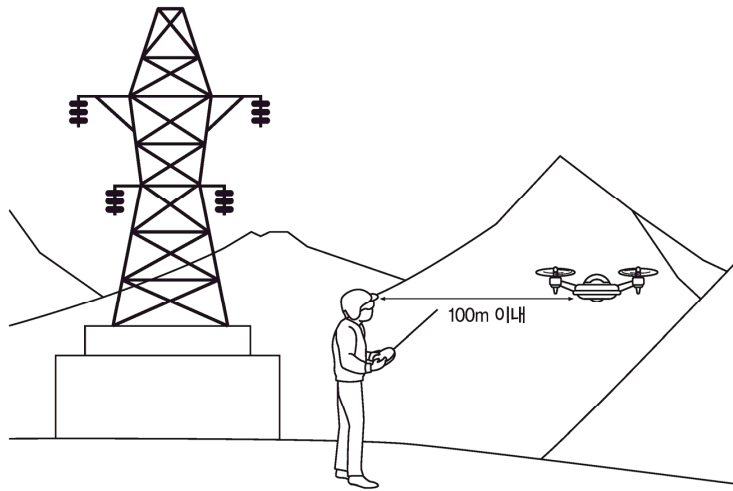
- * 살포 비행 시에는 이러한 장소를 향해서는 절대로 비행을 실시하지 마십시오.
- * 특히 상기의 시설 등이 바람방향 아래쪽에 있는 경우에는 약제가 비산하지 않도록 충분히 주의하여 살포를 실시하십시오.
- * 학교, 통학로, 사람이 많이 다니는 시간대의 도로 등의 주변에서는 살포 시간에 유의하십시오.

- 1) 간선 도로나 철도 등의 근처에서 살포 비행을 실시할 경우는, 전파장애나 가선의 지지선의 설치가 예상되므로 충분히 주의하여 평행 살포로 실시하다.



<철도 근처 등에서 드론 조종자의 위험한 조정 "예시">

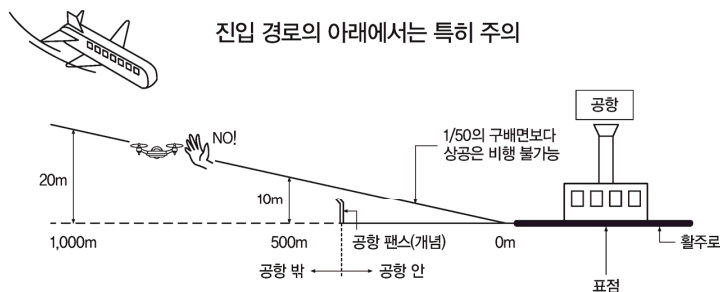
- 나. 고압선, 발전소, 변전소 근처에서 살포 비행을 실시할 경우는 기체와 드론조종자의 거리는 100m 이내에서 조작한다.



<철탑 근처 드론 비행 "예시">

다. 공항 주변에서 비행을 실시할 경우

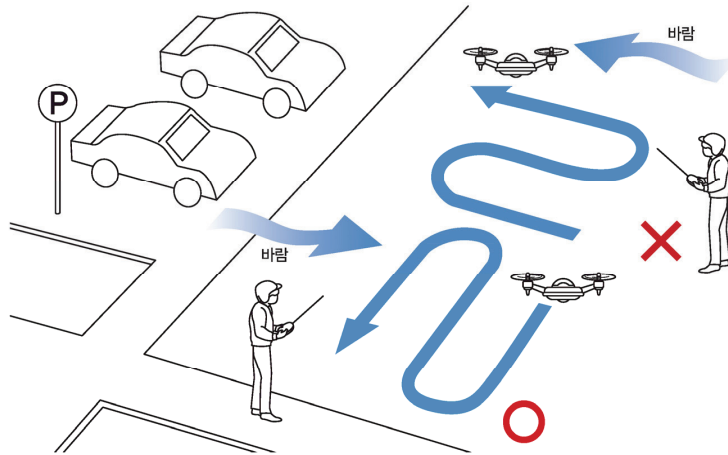
- ① 공항의 표점(공항의 거의 중심점)에서 반경 4 km의 범위에서는 허가 없이 지상 45m 이상의 고도로 비행할 수 없다. 특히 항공기 진입 경로 아래에서는 비행 가능 고도는 더 낮게 규제하고 있으며, 공항주변에서 비행하는 경우에는 공항사무소 또는 공항 관리사무소에 문의하여야 한다.



<공항 근처에서 드론 비행 "예시">

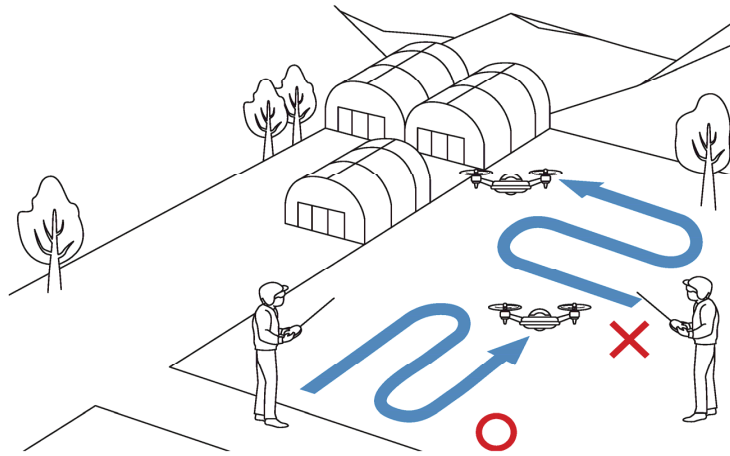
라. 간선 도로나 주차장 근처에서 살포 비행을 실시할 경우에는 살포 약제에 따라 자동차의 도장에 영향을 미치는 종류가 있으니 자동차에 약제오염이 되지 않도록 충분히 주의하여야 한다. 주차중인

자동차는 일시 이동 주차, 시트 피복 등의 조치 후에 살포 비행을 실시한다.



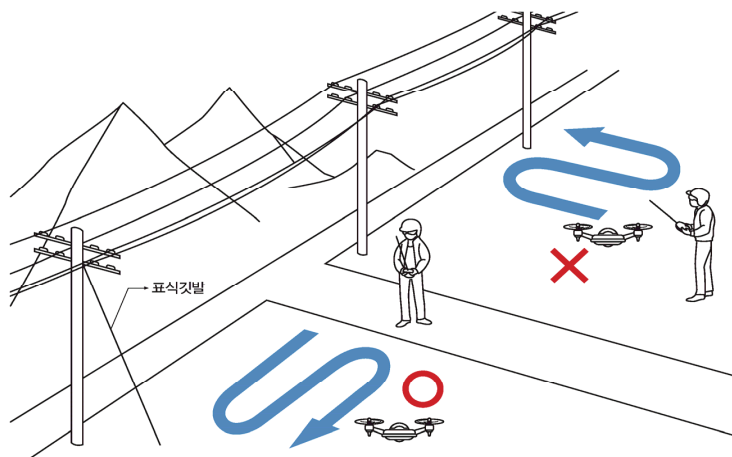
<주차장 근처에서 비산방지를 위한 드론 비행 "예시">

- 마. 저수지, 댐, 강 등의 상공에서는 비행을 실시하면 안 된다. 또한 그 주변에서 살포비행 할 경우에는 살포 약제가 저수지 등에 비산되어 오염되지 않도록 충분히 주의해야 한다. 또한 저수지, 댐, 강 등의 근처는 기류가 불안정하므로 충분히 주의하여 조작한다.
- 바. 살포 대상 주변의 작물이나 유기농 작물의 생산 포장 및 하우스 근처에서 살포비행을 할 경우에는 풍향·풍속에 주의하여 살포 약제가 그 작물에 비산되지 않도록 충분히 주의해야 한다. 비산되어 오염의 우려가 있는 경우에는 충분한 거리를 두고 살포 비행을 실시하는 등 적절한 대책을 취한다.



<주변 작물 등 비산방지를 위한 드론 비행 "예시">

사. 살포 비행 중 대부분의 사고는 전주, 전선, 입목 등의 접촉에 의한 것이다. 전주, 전선, 입목, 간판, 도로 표지판 등의 근처에서 살포 비행을 실시할 때에는 이러한 장애물을 향해서 비행하면 안 된다. 그리고, 다음 살포장소로 이동할 때는 전주나 전선 너머로 이동하거나 뚫고 지나가지 말아야 한다. 또한, 전주 등의 지선(支線)의 존재에 충분히 주의하고 가능하다면 표식 깃발을 설치한다. 교차되는 전선 주변 등 살포에 적합하지 않은 장소는 제외한다.



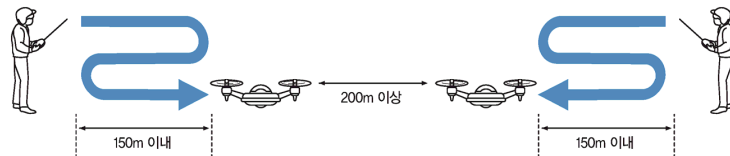
<전선, 전주 등 장애물 근처 드론 비행 "예시">

아. 유해조수(멧돼지, 고라니 등) 대책으로서 전기 울타리가 설치된 장소가 있으면, 살포 시 접촉하여 뜻밖의 사고를 당하지 않도록 현장조사 할 때 설치 유무를 확인한다. 또한 필요에 따라 전원을 끄는 등의 조치를 의뢰한다.

15.3. 2대 이상을 동시에 비행시킬 경우

가. 전파간섭으로 인한 GPS오류를 방지하기 위해 기체의 주파수는 동일 주파수를 사용하지 않는다.

나. 기체의 간격은 각각 200m 이상 떨어뜨려 비행한다.

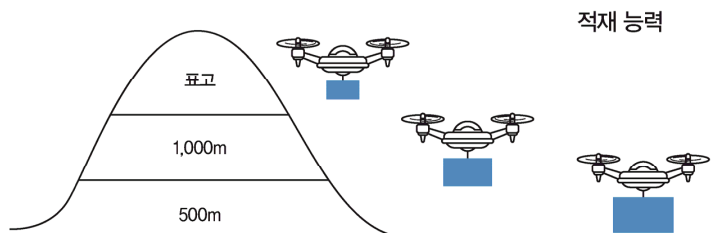


<2대 이상 동시 비행 시 기체 간격 “예시”>

15.4. 드론 적재능력의 제한요인

가. 드론의 최대 적재량은 각 기종마다 정해져 있지만, 이 밖에도 요인에 의해 변화가 발생하기에 항상 최대 능력을 발휘할 수 있다고는 할 수 없다.

- ① 작업 현지의 표고
- ② 기온·습도
- ③ 이착륙 지점의 지형



- ④ 드론 기체의 개체차
- ⑤ 메인 로터의 오염

나. 살포비행을 실시할 입지조건을 충분히 확인하고 약제의 적재량에 여유를 갖고 비행한다.

15.5. 드론 비행방법

가. 비행 방법 : 드론을 비행시키기 위해서는 다음의 사항을 따라야 한다.

- ① 일중(일출에서 일몰)에 비행할 것.
- ② 목시(직접 육안에 의한) 범위 내에서 상시 감시하고 비행할 것.
- ③ 사람(제3자) 또는 물건(제3자의 건물, 자동차 등)과의 사이에 30m 이상의 거리를 유지하여 비행할 것.
- ④ 다수의 사람이 모이는 행사의 상공에서 비행하지 아니할 것.
- ⑤ 폭발물 등 위험물을 운송하지 아니할 것.
- ⑥ 드론으로부터 물건을 투하하지 아니할 것.

나. 중량 25kg 이상이면 대형 무인항공기로 취급되며, 국토교통부장관의 허가 및 승인을 받아야 한다.

다. 국토교통부장관의 허가·승인을 얻기 위해서는 원칙적으로 드론을 비행시키는 자(방제실시자 등)가 국토교통부장관에게 신청해야 한다. 그 경우, 신청자는 비행을 실시할 드론, 그 드론을 조종하는 사람, 비행할 장소(방제대상지) 등이 국토교통부장관이 정한 기준에 적합한지를 직접 확인하고, 설명 자료를 첨부하여 신청한다.

라. 드론 방제 등의 사업에서 살포비행을 하는 경우에는 국토교통부장관에게서 교부받은 「무인항공기의 비행에 관한 허가·승인서」의 사본과 첨부서류가 있는 경우에는 그 자료에 드론조종자 성명이 기재되어 있는 페이지(본인 성명 부분)의 사본 및 자격증(자격증명서)을 반드시 휴대하여야 한다. 이러한 서류들은 종이 또는 모바일(스마트폰, 핸드폰, 태블릿 등)에 전자파일(PDF, 사진 등) 형태로 저장하여 휴대해도 가능하다.

제16조 안전관리

16.1. 긴급시의 조작

- 가. 드론조종자의 조작에 의한 컨트롤이 듣지 않게 되면 매우 위험한 상태가 된다는 것을 확실하게 인식하고 항상 긴급 시에 대응할 수 있도록 상태별 대안을 강구한다.
- 나. 드론을 안전하게 비행하는 것이 곤란한 예측불가의 사태가 발생한 경우는 즉시 비행을 중지한다. 그 경우는 아래와 같은 긴급 조작을 수행한다.
- 다. 긴급 조작

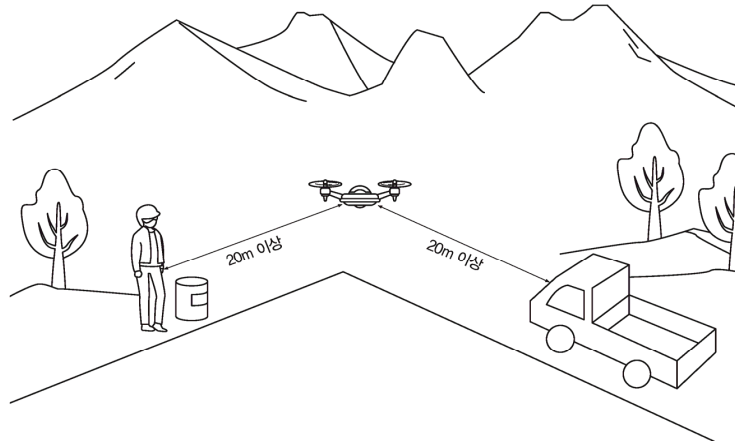
- ① 조작 불능으로 인해 드론이 살포구역 바깥으로 나갈 것 같은 상황에서는 주변 안전을 확인한 후 다음 조작을 실시하여 기체를 떨어뜨린다.
 - 1) 무인멀티콥터, 무인헬리콥터
 - ▶ 스로틀 스틱을 슬로우 최하단으로 한다.
 - ▶ 그리고 엔진 정지 스위치를 아래쪽으로 계속 누른다.

16.2. 이·착륙 지점의 설치와 안전대책

가. 이·착륙 지점

- ① 이·착륙 지점은 실시구역에 인접한 농로, 임도 등으로 하고 근처에 주택, 가선 등이 있는 장소로 설정하지 말아야 한다.
- ② 자동차나 사람 등이 빈번히 지나다니는 도로의 사용은 피하고, 차량, 통행인 등에게 위해를 미치지 않도록 필요에 따라서 작업원을 배치한다.
- ③ 맨홀 등 철제품이 부근에 있는 경우는 기기류가 오작동을 일으킬 우려가 있으니 이·착륙시키지 말아야 한다.
- ④ 이·착륙 지점 주변은 로터의 풍압에 의해 작물이 손상될 우려가 있으니 이 점도 배려하여 설치한다.
- ⑤ 드론에 의한 약제살포 실시 지역에서는 제3자의 비행 계획 등에 대해서 정보를 파악하고 서로 간에 장애가 되지 않도록 주의한다.

- ⑥ 드론의 장외 착륙장(임시 헬리포트)이 있는 경우도 당해 착륙장의 관리자와 정보를 교환하여 살포 계획을 조정한다.



<전선, 전주 등 장애물 근처 드론 비행 "예시">

나. 전반적인 주의사항

- ① 기체 및 송신기의 레버, 스위치 등이 정상 위치에 있는지 확인한다.
- ② 메인 로터의 회전 반경 내로 들어가서 기체에 접근하여 작업할 경우는, 반드시 엔진 스위치를 끄고 메인 로터 등이 완전 정지한 것을 확인한다. 또한 그 때에 테일 로터의 정지도 확인한다.
- ③ 엔진 스위치를 꺼도 메인 로터 및 테일 로터는 즉시 정지하지 않는다. 부주의하게 가까이 가지 않는다. 또한 그 때 송신기의 엔진 스위치를 오작동 시키지 않도록 주의한다. 더불어 송신기를 두는 위치, 장소에도 충분히 주의한다.
- ④ 엔진에 시동이 걸리면 드론 조종자 및 작업자 등은 기체에서 20m 이상 떨어진다.

다. 기체의 취급

- ① 기체에는 많은 정밀기기 장비가 설치되어 있으니 취급 설명서에 따라서 사용한다. 특히 메인 로터의 취급에 있어서는 과도한 힘이 들어가지 않도록 운송 차량으로 이동 중에는 반드시 메인 로터를 해체한다.

- ② 작업 중 기체 이상을 느낀 경우는 즉시 엔진을 정지하고 가까운 지정 정비소에서 점검을 실시한다.

라. 자재의 배치

- ① 이·착륙 지점 주변에 약제·연료 등의 자재나 운반 차량을 준비하는 경우, 다음 사항을 준수한다.
 - 1) 기자재 등의 배치장소, 작업원 및 운반차량 등의 대기 위치는 이·착륙 지점에서 20m 이상 거리를 유지하여 배치한다.
 - 2) 로터의 풍압으로 날아갈 수 있는 것(종이, 비닐, 빈 자루, 베어낸 풀포기 등)은 미리 제거한다.
 - 3) 연료가 배치되어 있는 주변은 화기 엄금으로 취급한다.

마. 작업 중 주의사항

- ① 이·착륙 지점에서는 착륙시마다 기체 점검과 약제의 적재를 실시하므로 신속한 작업이 요구된다.
- ② 안전을 위해서 이·착륙 지점 주변에서는 아래 사항을 준수한다.
 - 1) 드론조종자 및 작업원은 반드시 헬멧, 마스크를 착용할 것.
 - 2) 상황에 따라서 보안경을 착용할 것.
 - 3) 드론을 차량의 짐칸에서 이륙시키거나 짐칸에 착륙시키지 말 것.
 - 4) 적재 작업은 반드시 로터가 정지 상태임을 확인한 후에 실시 할 것.
 - 5) 약 포대의 끄트러기, 실밥 혹은 모래나 진흙 등의 이물이 약액 또는 희석된 물에 들어가면 살포 장치의 고장의 원인되므로 주의 할 것.
 - 6) 약제를 희석시킬 물은 수돗물을 이용하는 등 이물질 유입에 특별히 주의 할 것.

바. 작업 종료 후의 주의사항

- ① 약제 등을 넣었던 빈 용기는 적법하게 처리 할 것.
- ② 남은 약제는 안전한 장소에 책임자를 두고 보관 할 것.
- ③ 기체는 청소를 하고 살포 장치는 충분한 세정을 한 후, 배관 내의 남은 액 등은 주변에 영향을 미치지 않도록 안전하게 처리 할 것.

④ 얼굴, 손 등의 노출부위를 비누로 잘 씻고 반드시 양치질을 하고
갈아입은 작업복은 반드시 다른 것과는 분리하여 세탁 할 것
사. 살포 당일과 살포 후 대처

① 살포 당일

1) 드론조종자는 당일 집합 장소에서 살포 구역 및 살포 작업 일정을
확인하기 위해서, 부조종자 등과 지도를 보면서 살포 구역을
확인하고, 작업 순서, 특히 철도·간선 도로변이나 주택 주변의
살포에 대해서 협의를 실시, 부조종자 등과 정보를 공유한다.

(1) 작업 개시는 항상 냉정하게 주위를 확인하고, 초심의 마음가짐
으로 실시하여야 한다.

2) 드론의 연료상태를 확인하고 잔량을 의식하면서 작업을 진행한다.

3) 작업 중의 돌발 상황을 방지하기 위해 드론조종자 및 부조종자는
기체의 존재에게서 눈을 떼지 않는다.

(1) 기체가 갑자기 보이지 않게 되었을 경우나 교신을 할 수 없게
된 경우에는 주의하여야 한다.

(2) 약제·연료의 적재, 기체·장치의 점검 등의 경우는, 반드시 엔진
스위치를 끄고 메인 로터 등이 완전히 정지하였음을 확인한
후 작업한다.

4) 기체의 사고나 살포장치 등에 문제가 발생한 경우는 신속하게
실시 주체 등에게 사고 등의 내용을 보고하고 후속 대응책을
검토한다.

(1) 미리 예비 기체 등의 소재 및 부품의 유무 등을 파악해 두는
것도 필요하다.

5) 드론조종자 등의 컨디션 불량, 기상조건 변화 등의 요인으로
작업 계획에 변경 등이 발생한 경우에는 신속하게 실시 주체
등과 협의하여 대응을 도모한다. 그 경우에, 살포구역 주변의
작업 상황을 충분히 확인하고, 전파의 혼선 등이 없도록 주의한다.

② 살포 후

- 1) 드론조종자 및 부조종자는 위험한 장소나 주의해야 할 장면에 대해서 관계자 전원이 다음을 위해서 서로 의견을 나눌 필요가 있다.
- 2) 드론조종자는 다음날의 작업 계획에 대해서 실시 주체 등에게 확인한다. 날씨에 따라 작업계획에 차질이 발생한 경우 지역 홍보 담당에게 이 사실을 알린다.
- 3) 드론 등은 다음날의 작업을 위해 이동차량 등에 탑재하게 되는데, 도난 사고로부터 보호하기 위해 차량 및 차고 등에는 반드시 잠금장치를 한다. 또한 만일을 대비하여 메인 로터와 송신기를 기체와 함께 두지 않는다.

아. 문제 발생 시의 조치

① 전원을 끈 경우의 조치

- 1) 최근 작업지역 내에 고압선, 전화선, 지선, 광섬유 케이블 등 다양한 케이블이 부설되어 있다. 잘못해서 이러한 케이블을 절단한 경우는, 드론의 엔진을 끄고 전력회사, 통신회사 등의 전문가에게 조치를 부탁한다. 직접 전선을 제거하는 것은 감전 사고의 우려도 있으므로 절대로 하지 말아야 한다. 사고 발생 위치를 알릴 시, 가까이에 있는 전봇대의 번호표 숫자를 알려 준다. 또한, 연락 등으로 현장을 떠날 경우에는 감시원을 붙여 제3자가 사고에 연루되지 않도록 조치한다. 또한, 실시 주체에게도 연락하는 것을 잊지 말아야 한다.

② 기체가 추락한 경우

- 1) 당황하지 말고, 즉시 엔진 스위치를 끄다. 엔진 스위치가 켜진 채로 놔두면 경우에 따라 메인 로터나 테일 로터가 갑자기 돌아가서 크게 다치거나 불이 날 우려가 발생하므로, 확실한 조치를 실시한다.

※ 방제 중 기체 추락 등으로 인한 산불 등 화재발생 대비책 강구

16.3. 약제 등 자재의 선택과 안전

가. 드론에 사용할 약제는 등록된 약제 중에서 무인항공기용으로 등록된 것을 가급적 사용한다.

나. 드론 방제용 약제에 대해서는 농약안전정보시스템(<http://pis.rda.go.kr/>) 사이트 내의 정보를 활용한다.

다. 약제 사용방법 「1,000m²(10a)당 사용량」에 기재된 약제에 대해서는 희석 배수, 10a 당의 사용량을 준수하여 살포한다.

라. 약제(농약)

- ① 드론 방제용으로 등록된 약제는 용기 등의 라벨에 적용 병해충 및 사용방법 란에 「드론 “무인항공기, 무인헬기”에 의한 살포」라고 표시되어 있다. 또한 「대상작물」, 「사용량(살포량)」, 「희석 배수」, 「사용시기」 및 「사용횟수」 등이 표시되어 있으므로 이러한 표시 사항에 따라서 약제를 사용한다. 또한 약제의 최종 유효 연월이 지난 것은 사용하지 않도록 한다.

마. 약제(농약)의 적정 사용

- ① 약제 살포에 사용하는 드론 기체는 현장여건을 반영할 수 있는 공중살포에 적합한 장치를 갖춘 적용기종으로 한다.
- ② 약제를 살포할 경우는 시방서상에 사용된 희석비율과 약량을 기준으로 사용한다. 그 때에 방제 대상 산림의 형상에 따라서는 약제(특히 액제) 살포의 균일성을 확보하기가 어렵기 때문에, 방제 대상에 따라 적절한 살포기기(펌프 및 노즐)를 선택하여 실시한다. 또한, 사용상의 주의사항을 준수하여 사용한다.
- ③ 주택지나 살포구역 외의 비산 방지를 위해 기상 변화에 따른 살포 비행 변경 등의 제반 대책을 철저히 이행하여야 한다.
- ④ 살포 경계지나 하천의 근처에서는 평행 살포를 실시하며 아울러 살포 장치의 정확한 토출 조작과 “살포 비행의 기준”을 준수한다.
- ⑤ 액제의 소량살포에서는 약제를 낮은 배율로 희석·혼용하기 때문에, 이에 수반하는 물리 화학적 변화, 살포 장치에 대한 적합성, 약해의 유무 등이 확인된 것을 사용한다. 또한, 3종 혼합은 하지

말아야 한다. 살포 약제에 따라서는 기준을 준수하지 않으면, 작물의 종류 및 생육시기에 따라서는 방제 효과가 저하하거나 약해를 발생시키는 경우가 있으니 주의한다. 또한, 소량 살포액 희석 후 신속히 살포한다.

- ⑥ 액제 살포는 기준에 있는 헥타르 당 16ℓ 이상의 살포에서는, 액제 소량살포와 비교하면 살포량이 많아진다. 소나무림, 잣나무림, 활엽수림 등에서 다량 살포를 필요로 하는 경우는 중첩 살포를 실시한다.
- ⑦ 입상 자재의 살포는 임펠러가 회전하는 원심력을 이용한다. 입상 자재에는 살충제, 살균제, 제초제, 비료, 종자 등이 있는데 그 종류에 따라서 질량(입경, 비중)이 다르고, 분산 폭에 영향을 준다. 미리 현장에서 각 자재마다 분출량과 분산폭을 확인한다.
- ⑧ 여름철 불볕더위 하에 놓인 살포 약제나 희석수는 40℃ 이상이 될 수가 있다. 액체 온도가 높아지면 약제의 물리성에 영향이 나올 수가 있기 때문에 주의한다.
- ⑨ 드론용 등록 약제는 「지수조치를 필요로 하는 작물보호제(농약)」가 있으니 주의한다.

바. 약제(농약등의 안전사용기준)

- ① 「농약관리법」제23조 및 같은법 시행령 제19조에 따라, 농약등을 안전사용기준에 따라 사용하여야 한다.
 - 1) 적용대상 농작물에만 사용할 것
 - 2) 적용대상 병해충에만 사용할 것
 - 3) 농작물과 병해충별로 정해진 사용방법·사용량을 지켜 사용할 것
 - 4) 사용시기 및 사용가능횟수가 정해진 농약등은 그 사용시기 및 사용가능횟수를 지켜 사용할 것
 - 5) 사용대상자가 정해진 농약등은 사용대상자 외의 사람이 사용하지 말 것
 - 6) 사용지역이 제한되는 농약등은 사용제한지역에서 사용하지 말 것

사. 약제살포 장부의 기재

- ① 드론으로 약제살포를 실시한 경우에는 다음 사항 「살포년월일」, 「살포장소」, 「대상수목」, 「대상병해충」, 「사용약제」, 「살포제형」, 「희석배수」, 「살포량」, 「풍향/풍속」 등에 대하여 장부 등에 적절히 기재하여 보관해 두시기 바랍니다. 또한 「사용시기」, 「사용횟수」 및 「최종 유효년월」 등에 대해서도 확인한다. [별지 제5호 서식]

아. 약제 정보의 수집

- ① 약제의 등록 상황 및 사용 방법 등은 새로운 과학적 발견 등에 근거하여 수시로 재검토되고 있다. 또한 병해충의 발생 예측 정보 등을 포함하여, 약제 사용에 관한 최신 정보에 대해서는 농약안전정보시스템([http:// pis.rda.go.kr/](http://pis.rda.go.kr/)) 사이트 내의 정보를 최대한 활용한다.

16.4. 살포 대상 이외의 작물 및 동·식물에 대한 위·피해방지

가. 살포 대상 이외의 작물이나 양잠·가축(축사·계사)·양봉·양어 등 동·식물에 대한 위·피해를 방지하기 위해서는, 등록 약제 중 사용 약제의 용기·포장에 표시된 라벨의 기재사항을 확인하고 사용상의 주의사항을 준수하여 정확한 약제 살포 비행을 실시하는 것이 중요하다. 또한 다음 사항에 대해 충분한 주의를 기울여 살포한다.

- ① 누에에 대한 위·피해는 살포한 약제가 부근의 뽕나무에 비산된 것을 모르고 그 뽕나무를 급여하여 사고를 초래할 수 있다. 뽕나무에 약제가 비산된 경우 또는, 그 우려가 있는 경우에는 관계 기관 등의 지도를 받아 시험 급여를 실시하여 안전성을 확인한다.
- ② 가축에 대한 위·피해 방지로는 약제 살포 구역 근처에 우·돈사, 양계장 혹은 사료 경작지 등이 있는 경우는 풍향·풍속을 고려하여 이러한 시설에 약제가 비산하지 않도록 하고, 또한 엔진음에 놀랄 우려도 있으므로 소리에도 충분히 주의하여야 한다.

- ③ 꿀벌에 대한 위·피해 방지를 담당하는 부서나 양봉협회(지부) 등에 연락하여 상호 간에 지장이 없도록 충분히 협의하여야 한다.
- ④ 어류에 대한 위·피해 방지는 약제 사용상의 주의사항을 준수하여 적정하게 사용한다.
- ⑤ 양어지 등에 대해서는 살포 중에 풍향·풍속을 확인하여 약제가 비산하지 않도록 충분히 주의하여야 한다.
- ⑥ 혼재된 살포 대상 이외의 작물에 대하여 위·피해가 우려되는 경우는 미리 사용 약제의 라벨 기재 사항을 확인한다. 또한 담배와 차에 대한 영향이 우려되는 경우에는 현지에서 사전에 관계자와 충분히 협의하여야 한다.
- ⑦ 살포 구역 주변에 유기농 작물의 생산 포장에 존재하는 경우 약제가 생산 포장에 비산하지 않도록 충분히 주의하여야 한다.

나. 주변의 다른 작물에의 비산저감 대책

- ① 작물(임산물 포함) 재배에 사용되는 약제는 식품위생법에 근거하여 임·농산물의 잔류 작물보호제(농약) 기준이 정해져 있다.
- ② 2019년 1월 1일부터 모든 작물보호제(농약), 작물에 잔류 작물보호제(농약) 기준치가 설정되어, 그 기준치를 초과한 작물보호제(농약)이 잔류된 식품의 유통이 금지되어 있다.
- ③ 적절한 약제를 선정하고 올바르게 사용한다면 방제대상 작물은 잔류 작물보호제(농약) 때문에 발생하는 문제는 없을것이나, 살포 약제가 주변의 다른 작물로 비산된 경우, 그 작물에 잔류할 가능성이 있다는 점은 염두 해 두고 작업해야 한다.
- ④ 농작물이 식품위생법에 규정된 잔류 기준치를 초과하면 생산물의 출하 정지·회수 등의 조치를 요구받을 수 있다. 특히, 약제가 작물에 따라서는 극히 낮은 기준치「0.01ppm(일률 기준)」이 설정되어 있기 때문에 주변의 다른 작물로의 비산 방지에 대해서는 더욱 주의하여야 한다.

다. 비산 방지 대책의 기본 개념

- ① 드론조종자와 약제 살포작업 참여자 및 실시주체가 「현장 정보」를 공유하고 서로 협력함으로써 적절한 대책을 도모 할 수 있으며, 나아가서 비산방지대책뿐만 아니라, 살포 현장에 대응한 종합적인 대책을 강구하여야 한다.

라. 살포자가 수행할 살포 작업 전의 대책

- ① 사전 살포 연수 : 살포작업 전에 바람의 상황을 감안하면서 「살포 분산 패턴」의 살포 연수 등을 실시하여 적극적으로 기술을 습득해 두어야 한다.
- ② 살포 장치의 철저한 정기 점검·정비 : 살포작업 전에 살포 장치의 정기 점검·정비를 실시하고 분출압과 분출량이 적절한지 사전 점검을 하여야 한다.
- ③ 철저한 사전 확인 조사 : 실시 주체와 함께 “살포 주변의 재배 작물”에 관한 정보와 제외 지구, 비산을 방지해야 할 포장의 방호 상황의 확인을 실시하도록 한다.
- ④ 살포 장치의 철저한 세정 : 탱크, 배관, 노즐 등의 세정 특히, 살포 대상 수목(수종, 병해충) 및 약제가 마지막 살포 약제와 다른 경우에는 세정을 철저히 하여야 한다.

마. 살포자가 수행할 비산 저감 대책

주변에 작물이 재배되는 지역의 살포에 있어서는 다음의 사항에 대해 충분한 대책을 수립한다.

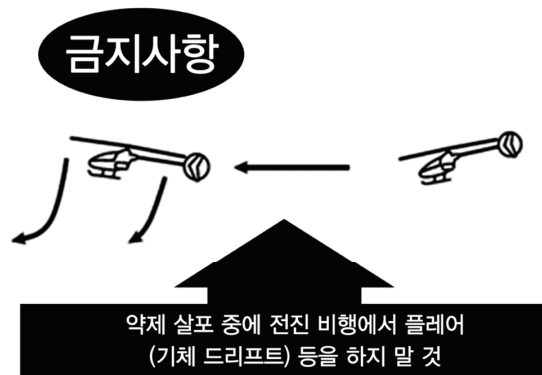
- ① 작물이 재배되는 주변의 살포는 특히 주의
 - 1) 바람이 약할 때에 우선적으로 살포를 실시할 수 있도록, 사전 조사 단계에서 실시 주체와 충분한 협의를 진행한다.
- ② 바람이 약할 때 살포 실시
 - 1) 실시 기준에 정해져 있는 풍속을 준수하되, 가능한 한 바람이 약할 때에 살포를 실시한다.

③ 작물이 재배되는 포장에 대한 철저한 평행 살포

- 1) 작물이 재배되는 포장 주변에 평행 살포 비행을 실시하도록 한다.
이 살포 시에 「기체의 드리프트」는 최대한 자제하여 실시한다.
- 2) 주변 작물의 재배 포장을 향한 살포 비행을 피한다.
- 3) 주변 작물의 재배 포장을 향해 살포해야 하는 경우는, 바람의 상황에 따라서 몇 차례 평행 살포로 침지(枕地)를 두고서 실시하도록 한다. 또한, 필요에 따라서 센터 노즐에 의한 살포도 고려한다.

④ 살포 분출의 개시·정지 타이밍을 적절히

- 1) 살포를 실시하면서 전진 살포에서 기체의 드리프트, 선회를 하지 않는다.
- 2) 살포 시 분출의 개시·정지 타이밍이 부적절하면, 의도하지 않은 발생될 수 있으니, 여유 공간을 충분히 잡아 살포한다.
(1) 특히, 기체를 드리프트, 선회 시에는 주의를 기울이며 이러한 조작을 하기 전에 분출을 정지시켜야 한다.



⑤ 살포 비행 속도를 낮춰 저공 살포

- 1) 살포 시의 풍향이나 바람의 세기에 따라, 살포 기준 범위 내에서 「속도를 낮추거나», 「고도를 낮춘」 살포를 실시하여야 한다.

⑥ 철저한 기상 관측

- 1) 실시 주체와 함께 기상 조건(바람의 세기와 방향)을 기록하고 일정 기간 보관해 둔다.

- 2) 보퍼트 풍력 계급표[별표 4] 등을 참고하여 방제지 주변 작물의 재배 포장과 풍향의 위치 관계 및 바람의 세기 정도를 체크하고 기록한다.

바. 실시 주체가 강구해야 할 대책

실시 주체는 특히 아래 사항에 대하여 대책을 강구한다.

① 주변의 재배 작물에 관한 정보 수집과 대책

1) 작물이 재배되는 포장의 소재 확인

- (1) 살포 대상지뿐만 아니라, 방제지 주변에 작물이 재배되고 있는 포장을 표시한 살포 작업 도면을 작성한다.
- (2) 작업 도면에 주변 작물의 최신 포장 정보를 기재한다.

2) 재배중인 작물의 종류를 확인

- (1) 작물의 종류에 따라서 잔류 작물보호제(농약)의 위험도가 달라진다. 가벼운 엽채류와 작은 과실류는 위험이 높아진다

3) 작물의 수확 시기

- (1) 작물 수확 시기가 임박 여부와 살포 전 수확이 가능 여부를 검토하여야 한다.
- (2) 만일 비산되어 약제가 묻었다 하더라도 잔류 작물보호제(농약)은 시간이 지남에 따라 감소하니, 수확 시기를 늦추는 것도 유효한 대책이다.

4) 작물의 잔류 작물보호제(농약) 기준

- (1) 살포할 약제에 대해서 주변 작물의 잔류 작물보호제(농약) 기준치를 체크한다.

② 주변에 홍보·공지를 철저히 하여야 한다.

- 1) 주변의 작물 재배자 등 관계자에게 전단지 등으로 사전에 연락을 취한다.

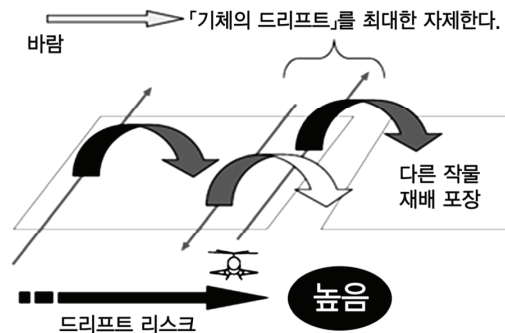
③ 철저한 현지 확인 조사

- 1) 제외 지역, 비산을 방지해야 할 포장의 방호 상황의 확인을 살포자와 함께 실시해야 한다.

- ④ 작물이 재배되는 주변의 살포는 특히 주의
 - 1) 바람이 약할 때 우선적으로 살포를 실시할 수 있도록 사전 조사 단계에 살포자와 함께 충분한 협의를 하여야 한다.
- ⑤ 철저한 기상 관측
 - 1) 기상조건(바람의 세기와 방향)을 기록하고 일정 기간 보관해 둔다.
- ⑥ 실시 주체는 이하의 사항에 대하여 대책을 검토해야 한다.
 - 1) 피복 등의 보호 조치 검토
 - (1) 하우스의 문이나 개구부를 닫는 등의 조치를 검토한다.
 - (2) 살포 약제를 검토한다.
 - (3) 주변의 재배 작물의 수확 시기가 임박한 경우에는 그 작물에도 등록되어 있는 약제를 선정할 것을 검토한다. 이 경우, 잔류 작물보호제(농약) 기준치를 체크한다.
 - (4) 입제 등의 비산하기 어려운 제형을 선정하는 것을 검토한다.

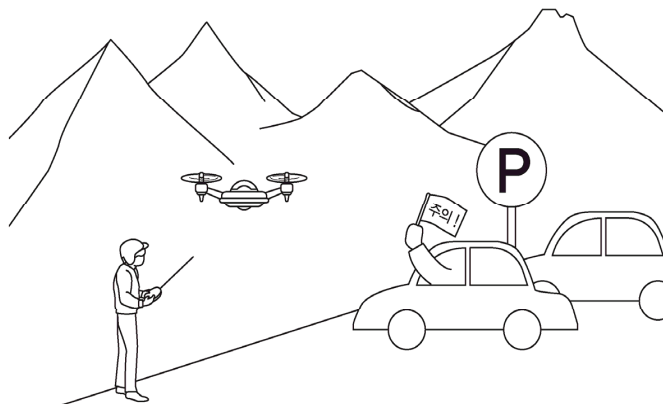
사. 작물 재배 포장 경계부의 살포에 특히 주의

- ① 일반적으로 작물 재배 포장의 경계부에 살포시의 비산이 가장 큰 영향을 미친다.
 - 1) 작물의 재배 포장과 인접한 산림의 경계부 살포에서는 「비산 저감을 도모한 살포 기술」을 적극적으로 도입하고 의식적으로 비산 저감 대책을 세운 살포를 실시한다.



16.5. 자동차, 그 밖의 도장 등에 대한 위·피해의 방지

- 가. 살포 약제에 따라서 자동차 도장이나 칼라 함석, 비닐 필름 등에 영향을 주는 것이 있다. 일반적으로 도장 등에 대한 약제의 영향은 원제의 영향이 크기 때문이기도 하고 그 밖에 유기용매나 유화제의 작용도 그 다음으로 큰 영향이 있다.
- 나. 입제를 사용하더라도 도장면 등에 부착된 것을 그대로 방치하면 안개나 공중 습도 등의 영향에 의해 도장면 등을 침식할 가능성이 있기 때문에, 약제가 묻은 경우는 즉시 떨어 내거나, 물로 씻어낼 필요가 있다.
- 다. 자동차 도장에 대해서는 도장의 종류 등에 따라 다르지만, 대부분의 약제가 영향을 준다고 생각하고 위·피해를 미연에 방지하도록 하여야 한다.
- 라. 한여름의 일조시에는 자동차 도장의 표면 온도는 60~80℃에 달하며, 액제를 사용하더라도 부착 후에는 수분이 급속히 증발되고 약액이 농축되어 도장에 영향을 미치게 된다.
- 마. 위·피해를 미연에 방지하기 위해서, 작업 전에 철저히 협의를 진행하고, 약액이 묻었다고 생각되는 경우는 가능한 한 빨리 물로 씻어낸다.



<도로, 주차장 등 비산에 따른 주의사항 “예시”>

제17조 작업 후 조치사항

17.1. 약제 살포 종료 후의 사업보고

가. 방제 실시 주체(방제실행자 및 공중 살포 작업을 스스로는 실시하지 아니하고 당해 작업을 타인에게 위탁만 하는 자)는 드론(무인멀티콥터, 무인헬리콥터)으로 약제 살포를 실시한 경우, 신속하게 실시 장소, 실시 년월일, 수종 등에 대해 기재한 사업 실행보고서를 작성하고, 이 보고서를 발주자에게 제출한다. [별지 제6호 서식]

17.2. 약제 낙하·비산 상황의 조사방법 및 조사지표

가. 약제 계통의 약제에 대해서는 미리 지상에 낙하조사 용지(감수지)를 배치하고 약제 살포 후 감수지에 발생한 반점으로부터 약제의 낙하 분산 상황을 판정한다.

나. 낙하조사 용지의 종류와 적용 약제

- ① 백색 조사용지 : 제제가 착색되어 있는 것
- ② 청색 조사용지 : 유제, 수화제, 액제 및 그 혼용제
- ③ 흑색 조사용지 : 주로 백색 계열의 액상수화제 및 그 혼용제

다. 액제 소량살포(액제살포) 낙하조사 지표

- ① 이 조사 지표는 액상 약제를 공중 살포한 경우에 「약제의 낙하 정도와 살포의 균일성」을 신속히 알기 위해서 만들어진 것으로서, 낙하 약제의 절대량을 측정하는 것은 아니다.
- ② 이 조사 지표는 액제 소량살포 및 액제 살포에 적용하는 지표로서 작성된 것이다.
- ③ 이 조사 지표는 입자의 크기를 A·B·C·D의 4 단계로 분류하고, 입자의 밀도가 8 단계의 지수로 구분되어 있다.

입자크기		지 수 (낙하입수/cm ²)							
단계	입경(mm)	1	2	3	4	5	6	7	8
A	0.2	2.0	4.0	8.0	16.0	32.0	64.0	128.0	256.0
B	0.5	0.8	1.6	3.2	6.4	12.8	25.6	51.2	102.4
C	1.0	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.4	12.8	25.6
D	1.5	-	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.4

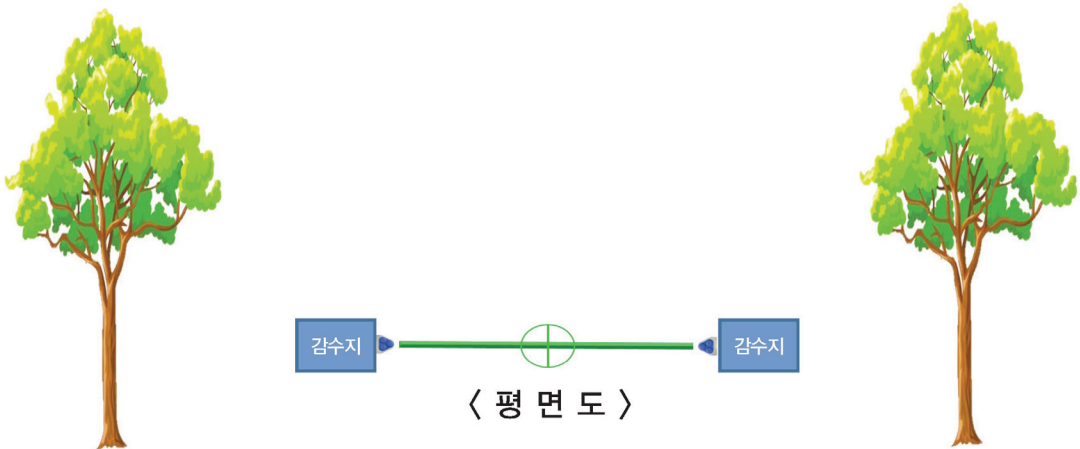
※ [별표 5] 약제 낙하조사 지표 참조.

- ④ 이 조사 지표에 의한 약제 낙하상황의 판정은 아래 요령과 같다.
 - 조사 용지 위에 받은 입자(반점)는 반드시 크고 작은 것이 혼재되어 있다. 따라서 동일 조사 용지 위에서 입경 별(A·B·C·D) 낙하 지수를 읽고 낙하 분산 상황을 판정한다.
 - 살포 장치에 따라서는 비교적 균일한 입자를 얻을 수 있고, 입경이 대부분 A 내지는 B에 속하는 경우가 있다. 이와 같이 입자가 균일한 경우에는 실용상 A·B·C·D 중 가장 가까운 하나로서 판독한다.
- ⑤ 드론을 이용한 산림병해충방제 시
 - 입자의 크기 단계는 A 또는 B단계의 평균 입경 크기를 유지하도록 하고 약제 살포량 기준표상의 단위 제곱cm당 입적수를 이용한 살포량을 기준으로 살포하도록 한다.

17.3. 임내 살포수준 및 비의도적 약제 비산 검증을 위한 지표 설정

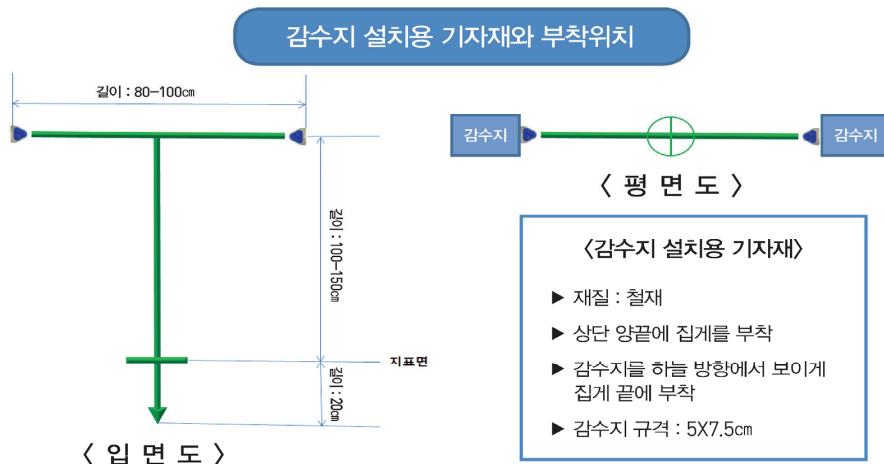
가. 임내 살포수준 측정 시

- ① 방제 대상지 내부 1~2개소를 임의의 장소를 선정 후 1개소/2ha를 기준으로 감수지를 설치해야 하며 2매/개소 이상으로 배치하고, 배치 위치는 사업지내와 비산피해우려지역의 비산을 확인하기 위한 임연부에 20m, 30m 이격 위치에 배치한다.
 - 감수지 설치방법 : 약제가 도달할 수 있는 위치를 선정하여 지상 1.5m 위치에 감수지 면이 하늘로 향하도록 설치
 - 감수지 설치시기 : 방제 당일 방제시작 10분 전까지 설치 완료하고 좌표를 기록
 - ▶ 감수지 설치완료 후 방제실시 통보
 - 감수지 수거시기 : 방제 종료 후 즉시
 - 감수지 자료보관 : 감수지 수거 후 전체가 나올 수 있도록 근접사진을 촬영하여 보관
 - 감수지 평가 : 감수지에 낙하한 약제의 입자크기 및 입자수를 판정표와 대조하여 판단



나. 비의도적 약제 비산확인 시

- ① 약제 비산에 의한 농작물 피해가 우려되는 지역에 감수지 설치
 - 감수지 설치방법 : 방제지 경계부, 농작물 재배지 경계부 및 내부지역 지상 1.5m 위치에 감수지 면이 하늘로 향하도록 설치 (방제지로부터 20m, 30m 이격)
 - 감수지 설치시기 : 방제 당일 방제시작 30분 전까지 설치 완료하고 좌표를 기록
 - ▶ 감수지 설치완료 후 방제실시 통보
 - 감수지 수거시기 : 방제 종료 후 즉시
 - 감수지 자료보관 : 감수지 수거 후 전체가 나올 수 있도록 근접사진을 촬영하여 보관
 - 감수지 평가 : 감수지에 낙하한 약제의 입자크기 및 입자수를 면적으로 환산하여 면적비율 계산



17.4. 약제 낙하·비산오염 피해 조사 및 검사 의뢰

가. “비산·낙하상황 조사·판정기관”에서는 약제 살포 전에 풍속, 풍향, 방제시간대, 비산거리 등을 종합적으로 판단하여 방제지 주변에 등록되지 않은 작물에 비산피해가 우려될 경우 미리 낙하조사 용지(감수지)를 배치하고, 약제 살포 후에는 조사 용지에 발생한 낙하상황을 조사하여야 한다.

나. “비산·낙하상황 조사·판정기관”에서 감수지 조사결과를 판정하여 비의도적 오염정도가 0.01mg/kg 이상 수치가 예상되고(만약, 잔류허용기준이 있는 작물의 경우 그 허용기준 이상 수치가 예상되는 경우), 출하시기를 감안할 때 잔류허용기준을 넘을 것으로 예상되어, 잔류약제에 대한 안전성검사가 필요하다고 판단될 경우에는 출하예정일 이전까지 시료를 채취하여 “안전성검사기관”에 검사를 의뢰한다.

- ① 약제잔류 안전성검사는 「농수산물품질관리법」과 「농산물 유해물질 잔류조사 요령(식품의약품안전처 고시)」, 「유전자변형농수산물의 표시 및 농수산물의 안전성조사 등에 관한 규칙」 제11조(안전성검사기관의 지정기준 등)에 따라 지정된 “안전성검사기관”에 의뢰한다.
- ② 안전성검사에 소요되는 수수료는 방제를 발주한 기관에서 부담한다. 다만, “비산·낙하상황 조사·판정기관”에서 감수지 낙하상황 조사 판정결과 비의도적 오염이 없거나 오염정도가 허용기준치 미만인 것으로 판정하였으나, 작물 재배자가 이를 인정하지 않고 “안전성검사기관”에 검사 의뢰토록 요청하였을 때에는, 안전성검사 결과에 따라 오염정도가 허용기준치 미만인 경우에는 작물 재배자가 수수료를 부담한다.
- ③ “비산·낙하상황 조사·판정기관”은 안전성검사기관으로부터 검사결과를 통보받으면 그 사항을 예찰·방제기관의 장에게 즉시 통보(보고)하도록 하고, 결과를 통보(보고)받은 예찰·방제기관의 장은

작물에서 잔류 작물보호제(농약) 허용기준치 이상의 수치가 검출되었을 경우 지체 없이 그 사항을 방제 수행업체 및 작물 재배자에게 통지하여, 피해자가 피해보상 신청하도록 하여야 한다.

17.5. 항공방제 추진결과 평가회

- 가. 드론을 이용한 산림병해충 방제를 실시한 예찰·방제기관에서는 매년 성과 및 우수·미흡한 사항에 대한 분석을 통해 다음년도 방제계획 수립 기초자료로 활용하기 위하여 매년 10월말까지 종합보고회를 실시한다.
- 나. 종합보고회 주요내용은 드론을 이용한 항공방제를 실시한 기관에서 사업성과 분석과 우수·미흡한 사례 공유 및 발전방안 도출로 업무 담당자의 전문성과 현장대응능력 향상을 목적으로 한다.

17.6. 드론방제와 관련된 피해보상에 관한 사항

- 가. 드론을 이용한 산림병해충 방제와 관련된 피해보상에 관한 사항은 산림청에서 정한 「산림항공방제 피해보상 범위 및 기준」을 따른다.

17.7. 약제 낙하·비산오염으로 인한 분쟁조정 등에 관한 사항

- 가. 드론을 이용한 산림병해충 방제 시 약제 낙하·비산오염으로 인한 분쟁이 발생하였거나 발생이 예상되는 경우 분쟁조정 등에 관한 사항은 산림청에서 정한 「산림항공방제 피해보상 범위 및 기준」을 따른다.

제4장 부 록



제4장 부 록

부록 1. 예찰

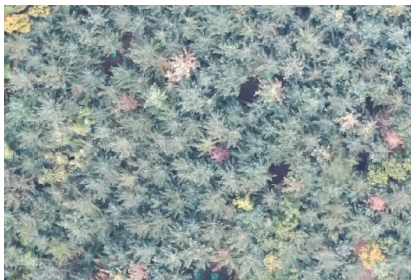
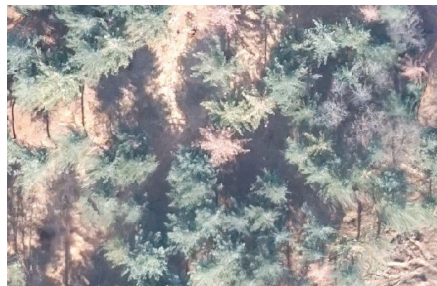
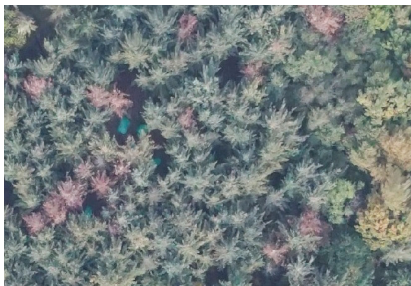
1.1. 소나무재선충병 영상분석 인덱스 및 활용 사례

가. 소나무재선충병 영상분석 인덱스

■ 소나무재선충병 감염의심목(소나무)



■ 소나무재선충병 감염의심목(잣나무)



■ 소나무재선충병 감염의심목 오판독 인덱스

- 낙엽송



- 대왕참나무



- 가을철 단풍

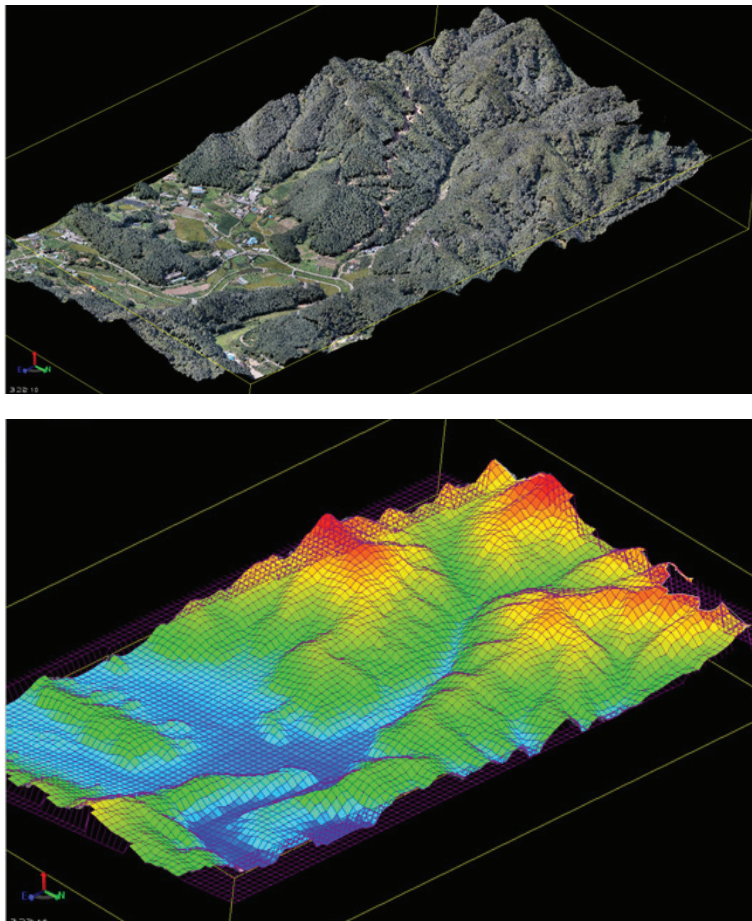


나. 산림분야 무인항공기 활용 사례

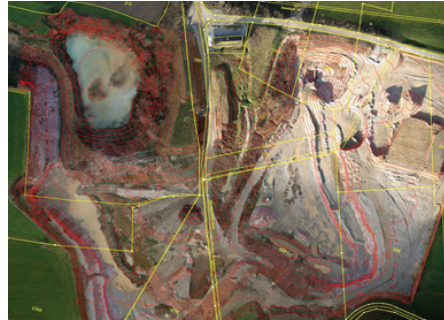
■ 산림내 지적측량



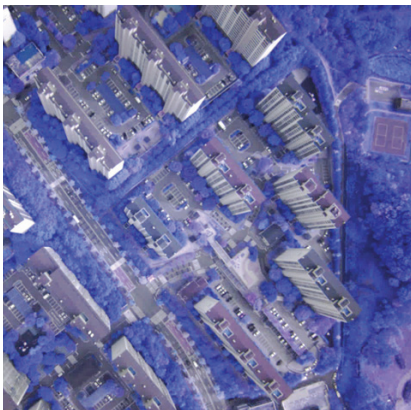
■ 3차원 재현 및 3D 매쉬 생성



■ 개발 및 훼손지 측량



■ 도시림 관리 및 식생지수 추출



■ 산림사업 대상지 관리(목재수확)



1.2. 산림병해충 드론(무인항공기) 예찰 품셈

가. 예찰 적용 품셈

산림병해충 드론(무인항공기) 예찰 적용품셈

제1장 적용 기준

1. 수량의 계산법

- 가. 품셈에 의한 재적 및 인원의 계산은 소수점 셋째자리에서 반올림, 둘째자리로 표시한다.
- 나. 면적의 계산은 보통 수학기식 외에 좌표면적계산법·삼사법·프라니미터(Planimeter) 또는 전자면적계산 등에 의한다. 다만, 프라니미터를 사용할 경우에는 3회 이상 측정하여 그 중 정확하다고 생각 되는 평균값으로 한다.

2. 노무비의 할증

- 가. 노무비의 할증은 다음의 관계법령을 따른다.
 - 1) 연장근로, 야간근로, 휴일근로 등의 경우에는 「근로기준법」 제50조, 제55조 및 제56조 적용
 - 2) 유해위험작업인 경우에는 「산업안전보건법」 제139조 적용
 - 3) 도서(제주도 포함), 오지지역 및 기능자격자를 특별히 사용하는 경우에는 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행규칙」 제7조제2항 적용

3. 재료 및 자재단가

- 가. 재료 및 자재의 단가는 거래실례가격 또는 「통계법」 제15조의 규정에 의한 지정기관이 조사하여 공표한 가격, 감정가격, 유사한 거래실례가격, 견적가격을 기준하며, 적용순서는 「국가를 당사자로 하는

계약에 관한 법률 시행규칙」 및 「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행규칙」 제7조의 규정에 따른다.

나. 재료 및 자재단가에 운반비가 포함되어 있지 않은 경우 구입 장소로부터 현장까지의 운반비를 계상할 수 있다.

4. 보정계수의 적용

가. 품의 할인·할증은 각 단위 작업종별로 표준품셈에서 정한 보정계수를 적용한다. 단, 재료비의 경우는 할인·할증요소를 적용하지 않는다.

나. 중복가산 요령

$$W = P \times (1+a_1+a_2+a_3+\dots+\dots+\dots+a_n)$$

- W : 보정계수가 포함된 품 (소요인력)
- P : 기본품 또는 각장 해설란의 필요한 증·감 요소가 감안된 품
- a1 ~ an : 품 보정계수

5. 금액의 단위 표준

종목	단위	지위(止位)	비고
직접인건비(수량×투입인원수×단가×보정계수)	원	1	소수점 첫째 자리에서 반올림
직접경비(수량×투입물량×단가×요율)	원	1	소수점 첫째 자리에서 반올림

제2장 산림분야 무인항공기 운용 용역 원가 산출기준

1. 소요인력(단위: 인)

업무구분	단위	소요인력				보정 계수	투입인원수 비례기준
		특급	고급	중급	초급		
가. 계획 및 준비	-	-	-	-	-	-	-
1) 대상지 검토	1회/1,200ha	-	0.05	-	-	-	횃수 비례
2) 인허가 접수	1회/1,200ha	-	-	0.13	-	-	횃수 비례

업무구분	단위	소요인력				보정 계수	투입인원수 비례기준
		특급	고급	중급	초급		
3) 촬영계획	1호/1,200ha	0.13	-	-	-	-	횡수 비례
4) 사전점검	1호/1,200ha	-	0.13	0.13	-	-	횡수 비례
나. 대공표지판 설치 및 GCP 측량							
1) 기준점 선정 및 계획	5점/회	0.25	-	-	-	●	횡수 비례
2) 설치 및 측량	5점/회	0.50	0.50	0.50	-	●	횡수 비례
3) 성과품 처리	5점/회	0.13	0.13	-	-	●	횡수 비례
다. PPK 설치 및 회수							
1) PPK 설치	매/회	-	0.02	0.08	-	●	횡수 비례
2) PPK 회수	매/회	-	0.02	0.08	-	●	횡수 비례
라. 정사영상 제작을 위한 무인항공기 촬영 (고정익)							
1) 준비	300ha	0.04	-	-	-	●	면적 비례
2) 현장답사	300ha	0.38	-	0.38	-	●	면적 비례
3) 이동 대기	300ha	0.04	-	0.04	-	●	면적 비례
4) 촬영	300ha	0.08	-	0.08	-	●	면적 비례
5) 검정	300ha	0.03	-	0.03	-	●	면적 비례
6) 정리	300ha	0.02	-	0.02	-	●	면적 비례
마. 정사영상 제작을 위한 무인항공기 촬영 (회전익)							
1) 준비	300ha	0.04	-	-	-	●	면적 비례
2) 현장답사	300ha	0.38	-	0.38	-	●	면적 비례
3) 이동 대기	300ha	0.04	-	0.04	-	●	면적 비례
4) 촬영	300ha	0.25	-	0.25	-	●	면적 비례
5) 자료검정	300ha	0.03	-	0.03	-	●	면적 비례
6) 정리	300ha	0.02	-	0.02	-	●	면적 비례
바. 무인항공기 실시간 모니터링							
1) 실시간 모니터링 준비	회/일	-	0.04	0.04	-	●	횡수 비례
2) 비행 및 정리	회/일	-	0.35	0.35	-	●	횡수 비례
3) 이동	회/일	-	0.30	0.30	-	●	횡수 비례
4) 검정, 정리	회/일	-	0.04	0.04	-	●	횡수 비례
5) 보고서 작성	회/일	-	0.27	0.27	-	●	횡수 비례
사. 정사영상 제작(GCP 반영)							
1) 자료정리, 준비	매/회	-	-	0.04	-	-	횡수 비례
2) 환경설정	매/회	-	0.13	-	-	-	횡수 비례
3) 영상제작	매/회	-	0.13	-	-	-	횡수 비례
4) 자료검수	매/회	0.06	-	-	-	-	횡수 비례
아. 정사영상 제작(GCP 미반영)							
1) 자료정리, 준비	매/회	-	-	0.04	-	-	횡수 비례
2) 환경설정	매/회	-	0.02	-	-	-	횡수 비례
3) 영상제작	매/회	-	0.13	-	-	-	횡수 비례
4) 자료검수	매/회	0.06	-	-	-	-	횡수 비례
자. 영상분석(피해지(중) 기준)							
1) 준비	1매/300ha	-	-	0.03	-	●	면적 비례

업무구분	단위	소요인력				보정 계수	투입인원수 비례기준
		특급	고급	중급	초급		
2) 영상분석	1매/300ha	0.13	0.25	0.16	-	●	면적 비례
3) 주제도 제작	1매/300ha	-	-	0.03	-	●	면적 비례
차. 현장조사 및 시료채취							
1) 현장조사 및 시료채취	인/본	-	0.10	0.10	-	●	본수 비례
2) 시료, 자료정리	인/본	-	-	0.02	-	●	본수 비례
카. 주제도 및 현황도 작성							
1) 주제도 제작	1매/300ha	-	0.13	-	-	-	면적 비례
2) 현황도 제작	1매/300ha	-	0.13	-	-	-	면적 비례
타. 무인항공기 성과품 품질 평가(정사영상)							
1) 정사영상 품질평가	1매/300ha	0.04	0.04	-	-	-	면적 비례
2) 수평위치 품질평가	1매/300ha	0.04	0.04	-	-	-	면적 비례
하. 무인항공기 성과품 품질 평가(현장조사)							
1) 현장 조사	1본	-	0.05	0.05	-	-	본수 비례
2) 보고서 작성	1본	-	-	0.01	-	-	본수 비례

2. 보정계수

업무구분	적용기준	내용	보정계수
가. 정사영상 제작을 위한 무인항공기 촬영	표고차	- 표고차 200m 이내	1.00
		- 표고차 200 ~ 400m	1.25
		- 표고차 400m 이상	1.50
나. 영상분석	감염의심목 본수	- 선단지 및 미피해지	0.67
		- 감염의심목 9본/ha	0.77
		- 감염의심목 19본/ha	1.00
		- 감염의심목 50본/ha	1.68
		- 감염의심목 50본/ha 이상	2.00
다. 현장조사	조사시기	- 10~11월, 3~4월	1.00
		- 12~2월	1.10
		- 5~9월	1.20
	장애물	- 무릎높이 미만(하층식생의 높이 약 0.5m 미만)	0.90
		- 가슴높이 미만(하층식생의 높이 약 1.5m 미만)	1.00
		- 가슴높이 이상(하층식생의 높이 약 1.5m 이상)	1.10
	경사도	- 완경사(산지경사 15도 미만)	1.00
		- 중경사(산지경사 15~30도)	1.05
		- 급경사(산지경사 30도 초과)	1.10
	대상목 분포	밀(50본/ha 이상)	1.00
		중(30~49본/ha)	1.10
		소(10~29본/ha)	1.20
		과소(10본/ha 미만)	1.30
라. 현장조사 품질평가	이격거리	- 평균이격거리 1km 이상	1.30

3. 기계비용 요약

장비종류	수량	단가	내구년	연간 가동일	상각비율	정비 비율	연간 관리 비율
무인항공기	1set	취득가격	3	148	0.9	0.14	0.14
워크스테이션	1set	취득가격	5	220	0.9	0.14	0.14
RTK-GNSS	1set	취득가격	5	160	0.9	0.14	0.14
맵핑용 GNSS	1set	취득가격	5	160	0.9	0.14	0.14
레이저용 무인항공기	1set	취득가격	3	148	0.9	0.14	0.14
시료채취기	1set	취득가격	3	160	0.9	0.14	0.14

나. 예찰 품셈 요소작업 정의

공종	요소작업	정의
준비 및 계획	대상지 검토	수치지형도, 위성영상, DEM 자료 등을 활용하여 무인항공기의 운용 전 촬영대상지의 지형여건, 접근성 등을 바탕으로 촬영 가능성, 촬영 횟수, 지상 장애물, 예비 이착륙장 등을 판단하고 기본계획을 수립하기 위한 작업
	인허가 접수	계약서류를 바탕으로 항공촬영허가 신청서의 작성과 민원 신청, 구역신청을 접수하는 작업
	촬영계획	‘대상지 검토’, ‘현장답사’를 수행한 후 수집된 자료를 바탕으로 이착륙장의 설정, 촬영 범위(경계), 비행고도 및 시간에 대한 계획을 수립하는 작업
	사전점검	현장 촬영을 실시하기 전에 실내에서 기체의 점검(기체, 배터리, 통신, 드라이브, 각종 센서의 작동 유무)을 실시하는 작업
대공 표지판 설치 및 GCP 측량	기준점 선정 및 계획	촬영을 실시하고자 하는 대상지에 대한 지형분석을 실시하고, 대상지의 면적을 고려하여 필요한 GCP 수량 산출 및 설치위치를 계획하는 작업
	설치 및 측량	현장에서 사전에 계획된 위치에 대공표지판을 설치하고, GNSS 장비를 활용한 측량을 실시하는 작업
	성과품 처리	측량 성과물에 대한 자료 정리, 계산 및 데이터 처리를 수행하는 작업
PPK 설치 및 회수	PPK 설치	PPK 방식의 무인항공기 운용 시 후보정을 위하여 GPS BASE를 설치하고, 비행시간 동안 장비를 유지 및 관리하는 작업
	PPK 회수	PPK 방식의 무인항공기 운용 시 후보정을 위하여 설치한 GPS BASE를 회수하여 합류하는 작업
정사영상 제작을 위한 무인	현장답사	대상지 검토 및 촬영계획 단계에서 확인할 수 없었던 촬영 제약요소(주변 지형조건, 인공장애물 등)를 현장에서 점검하고, 이착륙장 확보 등 비행계획 수립에 요구되는 사항을 현장답사를 통해 확인하는 작업

공종	요소작업	정의
항공기 촬영	준비	무인항공기 이륙(비행)을 위해 발사대를 설치하거나(고정익에 해당) 준비과정을 수행하고, 비행정보(계획)를 입력, 전송하여 비행 및 촬영을 준비하는 작업
	이동대기	주변의 유동인구, 차량, 기상요소, 비행기체 등을 확인하며 비행 상의 안전을 확인하는 작업으로 촬영시간 이동시간을 포함
	촬영	무인항공기의 특성 및 배터리의 효율성을 고려하여 비행을 실시하며, 계획된 노선을 따라 촬영을 실시하는 작업
	자료검정	횡중첩 및 종중첩을 부여하여 촬영된 영상의 품질을 현장에서 확인하고, 보안점검을 실시하여 재촬영 여부를 결정하는 작업
	정리	장비의 회수 및 정리를 수행하는 작업
무인 항공기 실시간 모니터링	실시간 모니터링 준비	비행 전에 실시간 모니터링을 실시하여야 하는 대상지까지의 접근성을 검토하고, 장비와 관련된 준비사항을 점검하는 작업
	비행 및 정비	1개소에서 지속적인 모니터링을 실시할 경우 이륙-예찰-착륙-배터리교체를 반복하여 수행하는 작업
	이동	독립된 모니터링 대상지 간 이동을 수행하는 작업
	검정 및 정리	예찰 대상지의 성과물을 확보하고, 이를 바탕으로 비행기록부를 작성한 후 주변을 정리하는 작업
	보고서 작성	예찰 및 모니터링 결과에 대해서 일정한 양식에 맞추어 일일 보고서를 작성하는 작업
정사영상 제작	자료 정리, 준비	촬영된 스냅사진 및 비행정보 파일을 추출하여 영상제작용 PC(워크스테이션)에 저장 및 정리를 수행하는 작업
	환경설정	대상지의 좌표체계 및 스트립(Strip), 렌즈특성 등에 대해 환경설정을 실시하여 영상제작을 준비하고, GCP를 반영할 경우에는 해당 GCP점과 스냅사진을 1:1 매칭시키는 작업이 추가됨
	영상제작	타일 포인트 추출, DSM 추출, 모자이킹을 통한 정사영상을 제작하는 작업
	자료검수	영상제작 비율, 영상품질 및 수평위치 오차에 대한 점검을 수행하는 작업
영상분석	영상분석 준비	영상분석을 수행하기 위하여 대상지의 정사영상을 중심으로 임상도, 시계열 영상자료를 확보하고, 주제도를 생성하여 영상분석을 수행하기 위한 준비 작업
	영상분석 및 필터링	영상분석의 품질을 높이기 위하여 제작된 정사영상의 소나무재선충병 고사의심목에 대한 1차 분석을 실시하고, 2차 분석에서는 시계열 자료를 활용하여 제거하는 작업
	주제도 제작	영상분석에 의한 감염의심목 추출 이후 현장조사가 필요한 고사의심목을 선정하고, 좌표를 추출하여 현장조사를 지원하기 위한 주제도를 제작하기 위한 작업

공종	요소작업	정의
현장조사 및 시료채취	계획수립	현장조사 및 시료채취와 통합
	현장조사 및 시료채취	조사 이전 조사를 효율적으로 수행하기 위한 계획 및 동선을 설정하여 현장 조사는 2인 1조로 수행하고, GPS, 야장, 카메라, 시료채취기 등을 지참하여 감염의심목을 조사하여 기록하고, 시료채취기를 이용하여 목편의 채취를 수행하는 작업으로 조사 및 시료채취의 단계는 임지 내에서의 이동 및 휴식을 포함함
	시료, 자료 정리	1일 시료채취 성과물에 대한 보고서 작성 및 자료정리, 검경 의뢰(시료의 보관은 직사광선에 노출되지 않도록 저온냉장고에 보관하여야 한다.)를 수행하는 작업
주 제 도 및 현황도 작성	주제도 제작	산림사업 경영구, 임도, 사방댐 등 산림사업 대상지에 대한 디지털타이징을 실시하여 주제도를 제작하는 작업
	현황도 제작	주제도, 정사영상, 행정구역, 주제도 테이블 목록 등을 바탕으로 현황도를 작성하는 작업
정사영상 품질평가	정사영상 품질평가	제작된 정사영상의 블러링, 비네팅의 정도를 확인하여 임상의 구분이 가능한지에 대한 여부를 평가하는 작업
	수평위치 평가	정사영상과 1:5,000 수치지형도를 비교하여 일치되는 지점에 대한 위치 정확도를 평가하고 품질평가서를 작성하는 작업
현장조사 품질평가	현장 확인	현장조사에서 시료를 채취함에 있어 적절한 방법으로 시료를 채취하였는지에 대한 확인을 수행하는 작업
	보고서 작성	위의 사항에 대하여 대상지별로 품질평가 종합보고서를 작성하는 작업

부록 2. 방제

2.1. 별표

[별표 1]

산림병해충 드론 방제업무 수행절차

수행절차	업무내용
방제대상지 선정 (병해충별 방제 적기)	○ 산림병해충이 집단적으로 발생한 지역 ○ 지상방제가 어려운 지역 ○ 고속국도·일반국도·철도 주변 또는 관광지 등에 병해충이 발생하여 경관저해 등으로 긴급방제가 필요한 지역
↓	
방제대상지 확인 (사전 검토 및 준비)	○ 방제계획 면적 및 방제시기의 적정 여부 ○ 약제준비 및 적정약제 구입 여부 ○ 방제실시를 위한 제반사항
↓	
주민 등 협의 및 계도 (민원요인 사전 차단)	○ 방제기관의 장은 예정지 경계로부터 외곽주변 2킬로미터 이내에 있는 주민 및 이해관계인을 대상으로 사전 협의 및 방송·신문·마을앰프·현수막 등 알기 쉬운 방법을 활용하여 사전에 계도
↓	
드론방제 계획 수립	○ 방제사업 계획 수립/계약 추진 ○ 방제계획 사전 공고(홈페이지, 게시판 등) ○ 약제확보 사항 확인 ○ 방제면적, 기간, 지형에 적합한 드론 확보
↓	
드론방제 계획 및 계획도면·체크리스트 제출	○ 예찰·방제기관 → 항공방제 적절성 검토기관(별표2) * 보완통보를 받은 방제기관 : 통보 받은 날로부터 5일 내 보완제출 검토기관: 보완 제출된 날로부터 5일 내 재검토
↓	
적절성 검토 및 검토 결과 통보	○ 항공방제 적절성 검토기관(별표2) → 예찰·방제기관 * 계획 등의 추가·변경 : 방제기관은 즉시 추가·변경사항을 제출 검토기관은 제출된 날로부터 5일 내 검토
↓	
경계 표시	○ 방제기관의 장은 방제구역 경계에는 백색 깃발을, 위험지역에는 적색 깃발을 각각 설치 * GPS 기반으로 방제할 시 깃발 설치를 제외할 수 있음.
↓	
방제구역 숙지	○ 방제기관의 장은 방제 실시 전에 방제담당 공무원으로 하여금 2만5천분의1 지형도를 지참하여 양봉·양잠·목축·친환경 재배지 등 필요한 사항을 위탁·대행자·드론조종자에게 공지 ○ 드론조종자 조종위치 사전 확인 및 선정
↓	
방제 실시	○ 민감지역은 완충구역(최소 30m) 확보하여 약제살포 ○ 비행고도 : 나무 초두부로부터 3~5m 위로 비행 ○ 비행시간 : 일출부터 일몰 전 사이에 방제 ○ 풍속 : 지상 1.5m에서 초속 3m 이하인 경우 ○ 비산 우려지 감수지 배치 및 낙하상황 조사
↓	
실시상황 통보	○ 방제 실행자는 매일 담당공무원에게 일일작업 결과제출 * 방제 완료 후, 방제기관은 방제(약제 살포) 실적 및 실행도면을 산림청으로 제출

[별표 2]

항공방제 적절성 검토기관(산림병해충 방제규정 제43조 관련)

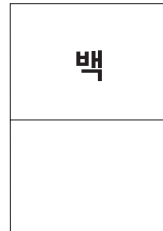
방제기관	검토기관
서울특별시	서울특별시
부산광역시	부산광역시
대구광역시	대구광역시
인천광역시	인천광역시
광주광역시	광주광역시
대전광역시	대전광역시
울산광역시	울산광역시
세종특별자치시	세종특별자치시
경기도	경기 산림환경연구소
강원특별자치도	강원 산림과학연구원
충청북도	충북 산림환경연구소
충청남도	충남 산림자원연구소
전북특별자치도	전북 산림환경연구원
전라남도	전남 산림연구원
경상북도	경북 산림환경연구원
경상남도	경남 산림환경연구원
제주특별자치도	제주특별자치도
지방산림청	국립산림과학원

※ 서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산, 세종, 제주는 해당부서 또는 소속기관을 자체적으로 지정

[별표 3]

드론방제 구역경계 및 위험지역 표시

1) 구역경계 표지 깃발



1. 규격 : 가로70cm×세로50cm
2. 재료 : 백색천
3. 게양요령 : 구역경계의 식별 이용하게 직선은 100m마다 1개씩 곡선은 매 지점마다 설치하되 나무의 초두부보다 1m이상 높게 설치한다.

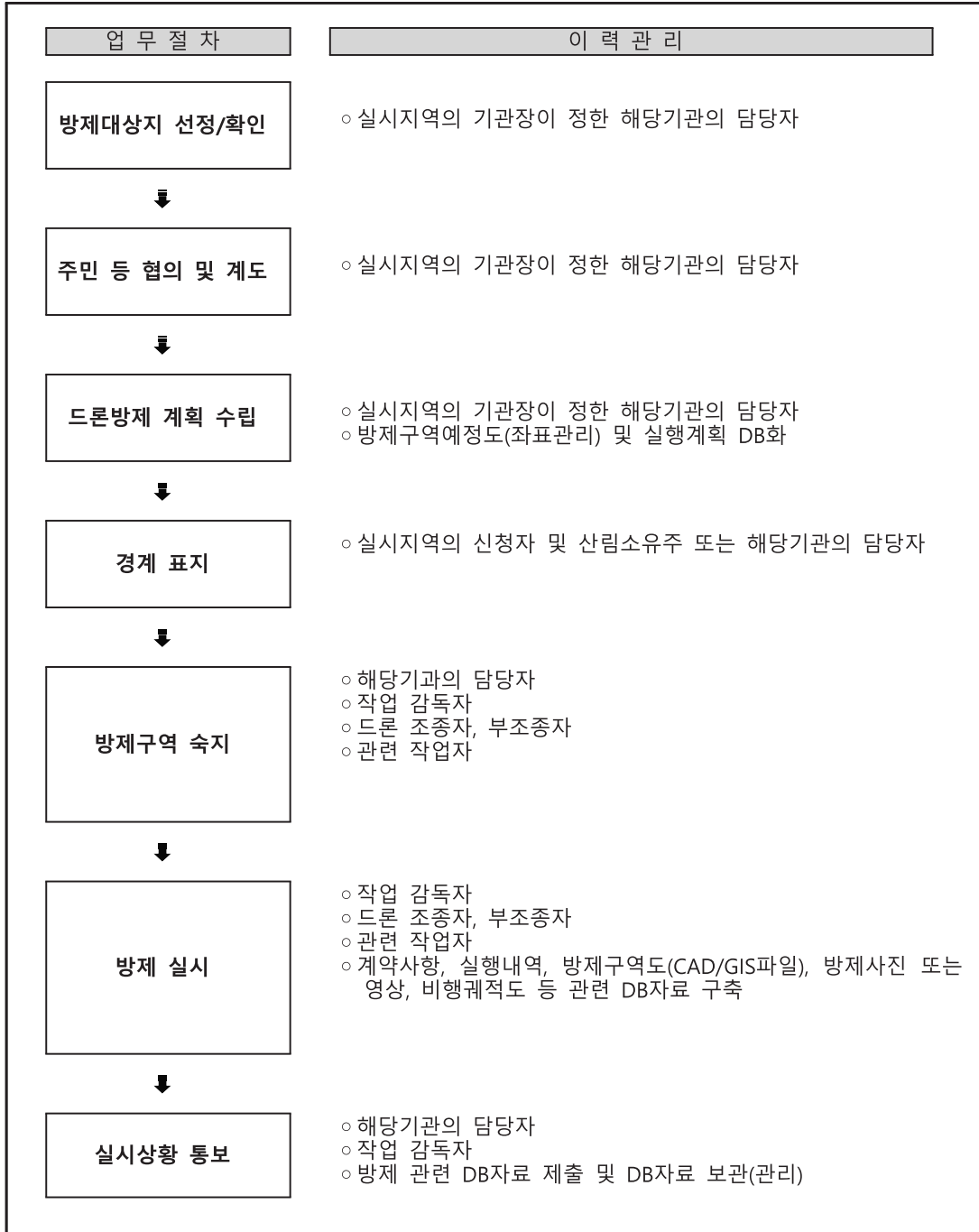
2) 위험지역 표지 깃발



1. 규격 : 가로70cm×세로50cm
2. 재료 : 적색천
3. 게양요령 : 구역경계 깃발 게양 요령과 같음.

[별표 4]

산림병해충 드론 방제업무 이력관리



[별표 5]

보퍼트 풍력 계급표 (풍력계급 0~2의 범위내에서 작업가능)

풍력 계급	명칭	해 면 상 태	육 상 상 태	풍속 (m/s)	파고 (m)	최대 파고 (m)
0	고요 (Calm)	거울면 같이 평온함	연기가 똑바로 위로 올라간다.	0.0 ~0.2	0.0	0.0
1	실바람 (Light air)	고기비늘 같은 작은 물결이 일고 있으나 거품은 생기지 않음	풍향은 연기 날리는 것으로 알 수 있으나, 풍속계는 돌지 않는다.	0.3 ~1.5	0.1	0.1
2	남실바람 (Light breeze)	잔물결이 좀 더 현저해졌으나 물결끝이 부서지지 않고 거울 모양임	바람이 얼굴에 감촉되고, 나뭇잎이 흔들거리며, 풍속계도 움직이기 시 작한다.	1.6 ~3.3	0.2	0.3
3	산들바람 (Gentle breeze)	해명에 작은 파도가 커지고 물결끝이 부 서지기 시작하며 흰 거품도 생기기 시작 함	나뭇잎과 가는 가지가 쉴 새 없이 흔들리고 깃발이 가볍게 나부낀다.	3.4 ~5.4	0.6	1.0
4	건들바람 (Moderate breeze)	파도는 낮으나 파장은 길어지고 백파가 상당히 많아짐	먼지가 일어나며 종이 조각이 날리 며, 작은 나뭇가지가 흔들린다.	5.5 ~7.9	1.0	1.5
5	흔들바람 (Fresh breeze)	파도가 조금 높아지고(2m), 백파가 많고 물거품이 생기기 시작한다.	잎이 무성한 작은 나무는 전체가 흔들리며 연못이나 강에 잔물결이 인다.	8.0 ~10.7	2.0	2.5
6	된바람 (Strong breeze)	파가 점점 커지기 시작하고 흰 파도가 전해면을 덮고 물보라가 일어남	큰 나뭇가지가 흔들린다. 전선이 울리며 우산을 받기 힘들게 된다.	10.8 ~13.8	3.0	4.0

풍력 계급	명칭	해 면 상 태	육 상 상 태	풍속 (m/s)	파고 (m)	최대 파고 (m)
7	센바람 (Moderate gale)	큰 파도가 부서지며 물보라와 함께 흰 물거품이 바람에 날려 떠내려감	나무 전체가 흔들리며 바람을 안고 걷지 못한다.	13.9 ~17.1	4.0	5.5
8	큰바람 (Fresh gale)	파도가 제법 높고, 파장이 더 길고 마 루의 끝이 거꾸로 된다. 물거품이 강 풍에 날린다.	가는 나뭇가지가 부러진다. 바 람을 안고 걷지 못한다.	17.2 ~20.7	5.5	7.5
9	큰센바람 (Strong gale)	파도가 높고(7m), 물거품이 바람에 따 라 질은 줄무늬를 띤다. 마루가 흩어 져 말리고 물보라 때문에 시정이 나 빠진다.	가정집 굴뚝이 넘어지며 기와가 날린다.	20.8 ~24.4	7.0	10.0
10	노대바람 (Whole gale)	파도는 굉장히 높아지고 백색의 큰 물거품은 해면전체를 희게 덮고 시정 이 극히 불량함	나무가 밑동부터 쓰러진다. 인 가에 많은 피해를 주는데, 육지 에서는 보기 드물다	24.5 ~28.4	9.0	12.5
11	왕바람 (Storm)	산과 같은 큰 파도로 해면은 물거품 으로 덮히고 시정은 더욱 악화됨	큰 나무의 뿌리가 뽑히며 건물 이 쓰러지는 따위의 큰 피해를 입는다.	28.5 ~32.6	11.5	16.0
12	쌩쓸바람 (Hurricane)	해상전체가 물거품과 물보라로 덮히 고 해면은 물보라 때문에 보이지 않 고 시정은 심히 악화됨	보기 드문 큰 피해를 입는다. 배가 전복되기도 한다.	≥32.7	14.0이 상	-

[별표 6]

액상약제 낙하조사지표

- 1) 감수지에 낙하한 입적의 평균직경과 cm^2 당 낙하한 입적의 개수를 기준으로 판단한다.
- 2) 판단방법은 표준판독카드와 대조하여 입적수를 살포약량과 비교하여 직선보간법으로 판단한다.
- 3) 감수지의 규격은 가로5.2cm X 세로7.6cm의 규격을 사용한다.

		1	2	3	4	5	6	7	8
액 상 약 제 낙 하 조 사 지 표	A								
	B								
	C								
	D								

[별표 7]

산림병해충 드론 방제 적용품셈

1. 일반사항

가. 기본계획 수립 시 드론방제 계획 반영

- (1) 기관별 또는 권역별 산림병해충 피해발생을 줄이기 위하여 시행하는 기본계획을 수립할 시에는 드론방제가 수반될 경우 이를 계획에 반영한다.

나. 품셈의 적용

- (1) 재선충병 방제사업에 소요되는 품은 소나무재선충병방제지침 [별표 12] 소나무재선충병 방제사업 표준품셈과 그 외 산림병해충 방제사업에소요되는 품은 산림병해충 방제규정[별표 5] 산림병해충 방제사업 표준품셈에 따라 적용한다.
- (2) 그 밖에 명시되지 않은 사항은 임목수확 품셈(산림청 예규), 숲가꾸기 설계·감리 및 사업시행 지침(산림청 훈령) 및 타 부문(토목, 건축, 기계, 통신 등)의 품셈 및 산림청 사업계획을 참고하여 예찰·방제기관의 장의 책임 하에 적절한 예정가격 산정기준을 결정하여 적용한다.
- (3) 예찰·방제기관의 장이 (2)에 따라 별도로 결정하여 적용한 품셈이 산림 병해충 방제 적용품셈 보완에 반영할 필요가 있다고 인정될 경우에는 그 자료를 산림청에 제출하여 검토를 거쳐 반영될 수 있도록 한다.
- (4) 노무비의 적용은 드론을 이용한 방제실행의 경우 대한건설협회에서 조사·공포하는 “시중노임단가”를 적용하고, 설계 감리의 경우 “엔지니어링 노임단가”를 적용한다.

다. 방제사업의 설계변경

- (1) 방제사업의 시행 과정에서 사업량의 변동과 증감이 발생할 수 있으므로 필요한 경우 관련 법령 등에 따라 설계 변경을 할 수 있다.

- (2) 설계변경은 감리 또는 담당공무원의 사업량 증감에 대한 확인이 있어야 하며, 설계변경 요건 등에 대해 계약담당부서와 협의한다.

라. 드론 방제사업의 설계·감리 및 사업시행자의 선정

- (1) 방제사업의 효율적 추진을 위해 필요할 경우 설계와 감리용역을 동일인에게 발주할 수 있다.
- (2) 설계자를 사업시행자로 선정하거나, 사업시행자를 감리자로 선정하여서는 아니 되며, 산림조합이 방제사업을 시행하는 경우에는 산림조합중앙회를 감리자로 선정할 수 없다.
- (3) 방제의 효율적 추진을 위하여 감리용역 수행자에게 동일사업지에 대한 후속 실시설계를 위탁 또는 대행하게 할 수 있다.

2. 드론 방제 시행 체계

산림병해충 방제의 기본계획 수립부터 준공까지의 절차는 소나무 재선충병 방제지침과 산림병해충 방제규정의 방제시행 체계와 같다.

3. 계획수립 및 설계

가. 사업계획서 작성 시 드론을 이용한 방제계획의 포함

- (1) 드론을 이용한 소나무재선충병의 방제가 필요한 경우 소나무 재선충병방제지침 VI. 방제의 시행 및 산림병해충방제규정에 따라 드론을 이용한 방제의 내용을 포함한다.
- (2) 사업계획서에는 다음의 내용이 포함되어야 함
- (가) 산림현황
 - (나) 병해충 발생 및 방제현황
 - (다) 방제추진계획(예산잔액, 사업계획량)
 - (라) 사업별 세부계획(대상지 선정, 약종의 선정, 약제소요량 등)
 - (마) 방제계획 구역 내에 약제방제 비산 등으로 인한 위해현황
 - (바) 드론 방제 전문인력 등 확보방안

(사) 드론을 이용한 방제계획도 등

(아) 그 밖에 방제사업에 필요한 사항

나. 피해면적 산출기준

- (1) 드론을 이용한 방제사업 추진을 위한 피해면적의 산출 목적과 산출방법은 소나무재선충병방제지침 [별표 14]에 따르며, 그 외 산림병해충은 산림병해충 방제규정에 따라, 방제예정지 사업시행 적용면적과 실시설계에 의해 산출한 실제 비행하게 되는 면적으로 산출한다.

다. 사업대상지 조사

- (1) 사업대상지 조사는 사업계획서 또는 기본설계에 따라 실시설계를 위한 방제구역 획정이나 드론을 이용한 약제살포 대상지를 선정하기 위해 실행한다.
- (2) 사업대상지 조사는 「소나무재선충병 방제특별법」 제8조의3제2항과 「산림보호법」 제26조제2항 「산림기술 진흥 및 관리에 관한 법률」 제15조제1항 어느 하나에 해당하는 자에게 위탁 또는 대행하는 것(이하 “용역조사”라 한다)을 원칙으로 하며, 필요한 경우 예찰·방제기관의 장이 직접 조사(이하 “직영조사”라 한다)할 수 있다.
 - (가) 용역조사의 경우 실시설계 용역과 통합하여 발주할 수 있다.
 - (나) 직영조사는 담당공무원, 산림병해충예찰방제단 등 자체인력을 활용할 수 있다.
- (3) 대상지별 조사요령
 - (가) 예찰 및 예방사업 대상지
 - 1) 그동안의 예찰결과 등을 토대로 신규 항공예찰과 드론을 이용한 방제대상지를 추출하고 현지조사 실시
 - 2) 선단지, 신규발생지, 소나무의 보존가치 및 상징성, 예산규모 등을 고려하여 대상지 우선순위 부여

- 3) 약제살포 대상지는 선단지 및 선단지 외곽을 포함하여 매개충 밀도관리가 필요한 지역을 모두 포함하되, 상수원보호구역, 축사, 유기농산물 재배지, 송이·식용 잣 채취지역, 꿀벌 사육 지역 등 민원발생이 우려되는 지역은 제외

(나) 드론 방제사업 대상지 조사

- 1) 대상지는 다음의 사항을 고려하여 용역조사 또는 직영조사로 실시
 - 가) 방제사업을 위한 대상지조사는 용역조사를 원칙으로 함
 - 나) 직영조사는 조사기간의 촉박, 설계비의 부족, 소규모 피해 등 부득이한 경우 제한적으로 실시
- 2) 조사에 너무 많은 시일이 걸리지 않도록 방제 우선순위에 따라 조사구역을 합리적으로 배분하여 신속히 조사

4. 기본설계

가. 기본설계 작성

- (1) 기본설계는 사업계획에 따라 실시설계를 하기 위한 사전계획의 성격으로 작성함
- (2) 기본설계는 실시설계를 할 수 있는 자가 작성
 - (가) 병해충 방제담당 공무원
 - (나) 「소나무재선충병 방제특별법」제8조의3 또는 「산림보호법」 제26조, 동법 시행령 제16조
 - (다) 「산림기술진흥 및 관리에 관한 법률」 제15조, 동법시행령 제12조, 동법 시행규칙 제10조

나. 기본설계 포함될 사항

- (1) 기본설계에는 다음의 내용이 포함되어야 함
 - (가) 사전자료 분석
 - 1) 방제대상지의 위치와 사업면적
 - 2) 해당 산림에 대한 산림소유자의 요구사항
 - 3) 실시설계의 방침 및 방제사업의 예산규모
 - 4) 선단지 또는 발생지역 중 드론을 이용할 사업구역 지정

- 5) 방제계획 구역 내에 약제방제 비산 등으로 인한 위해현황
- 6) 재선충병 방제일 경우는 「소나무재선충병 방제지침」에서 정하는 내용
- 7) 그 밖에 방제사업 기본설계에 필요한 사항

(나) 현장조사

- 1) 지상·항공조사를 통한 피해구역 및 피해정도
- 2) 피해·확산인자 등 현장특성
- 3) 방제 품질 등 문제점
- 4) 주민의견 및 방제기관 의견
- 5) 선단지 조사
- 6) 방제계획 구역 내에 약제방제 비산 등으로 인한 위해현황 대책강구
- 7) 드론 방제의 필요성 유무 조사

(다) 기본설계서

- 1) 피해도 작성(면적 및 본수 산정)
- 2) 사업구역 구획
- 3) 사업우선순위 및 방제방법
- 4) 방제계획 구역 내에 약제방제 비산 최소화 방안
- 5) 드론을 이용한 방제계획도
- 6) 실시설계 발주계획
- 7) 그 밖에 기본설계에 필요한 사항

(2) 기본설계를 작성할 때에는 다음의 사항을 고려

- (가) 기본설계 대상지는 시·군·구 또는 국유림관리소 단위, 개별 사업장 단위 또는 개별 사업장을 세부 구획한 단위로 할 수 있음
- (나) 개략적인 사업량 확인을 위하여 현지조사를 실시할 수 있으며, 대상지 현지여건을 반영하여 구체적인 실시설계 방침을 기술
- (다) 항공기 또는 드론을 이용하여 일정구역의 방제대상목, 방제 대상지를 조사하여 이를 기본설계에 활용할 수 있음

- (3) 기본설계를 하지 않을 수 있는 경우는 다음과 같음
 - (가) 긴급 방제 등 신속한 방제사업 추진이 필요한 경우
 - (나) 기본설계에 포함될 내용을 사업계획서에 작성하였을 경우
 - (다) 기본설계의 내용을 포함하여 실시설계를 작성하는 경우

5. 드론 방제사업의 실시설계

가. 적용대상

- (1) 모든 방제 사업장에 대하여 직영이나 용역의 방법으로 실시설계를 하되, 다음의 경우에는 실시설계는 생략할 수 있으나, 비의도적 약제 비산에 대한 대책은 마련하여야 한다.
 - (가) 다른 지역으로 병해충 피해가 확산될 우려가 있어 긴급한 방제가 필요한 경우
 - (나) 방제명령에 따라 산림소유자 등이 직접 방제하는 경우
 - (다) 그 밖에 소규모 발생지역과 예찰·방제기관의 장이 실시설계가 필요 없다고 인정하는 경우
 - 1) 사업대상지 조사를 실시설계에 포함하여 발주할 수 있음

나. 드론 방제사업 실시설계에 포함될 내용

- (1) 산림병해충 발생현황 및 피해목 등 방제계획 도면
- (2) 작업장 개발 도면
- (3) 드론 방제사업 대상지별 방제방법(무인멀티콥터, 무인헬리콥터)
- (4) 방제계획 구역 내에 약제방제 비산 최소화 방안
- (5) 드론을 이용한 방제작업 관련 소요인력 및 장비, 약제운용 계획
- (6) 방제사업비 산출 명세
- (7) 그 밖에 일반 방제사업과 드론을 이용한 방제사업의 실시를 위하여 필요한 사항

다. 실시설계의 방법

- (1) 사업계획서, 기본설계 및 사업대상지 조사결과를 기초로 실시

설계를 하되, 당초 발주한 사업량의 변경이 있는 경우에는 변경된 결과를 반영하여 실시설계

- (2) 실시설계는 방제방법에 따라 방제기간이 다를지라도 계획구역에 대한 전체 방제사업을 일괄하여 발주하는 것을 원칙으로 함
- (3) 도로, 계곡, 하천, 능선 등 자연경계를 기준으로 구역경계를 정하여 설계할 수 있으며, 설계를 위한 시간이 촉박할 경우 또는 작업 기간이 부족한 경우 등은 소구역 단위로 세분하여 실시설계를 할 수 있음
- (4) 실시설계자는 실시설계가 완료되기 전에 감리자 및 발주기관 감독자의 의견을 듣고 이를 설계에 반영·확정하여야 함

라. 책임기술자 배치기준

- (1) 실시설계의 책임기술자 배치기준은 「소나무재선충병 방제특별법 시행규칙」 제3조의4와 관련하여[별표 1] 및 「산림기술 진흥 및 관리에 관한 법률 시행령」제15조제1항과 관련하여 [별표 5]에 따른다.
- (2) 책임기술자는 사업량 및 사업기간을 감안하여 용역이 원활하게 추진될 수 있도록 동급 또는 하위기술자를 추가 확보하여야 한다.

6. 사업의 시행

가. 시행 주체

- (1) 병해충 피해목과 소나무재선충 감염목 등의 소유자 또는 대리인
- (2) 국가 또는 예찰·방제기관의 장
- (3) 도급계약 또는 위탁·대행에 의할 경우에는 아래 각항에 해당하는 자로서 「항공사업법」제48조에 의한 초경량비행장치 사용사업자 등록 및 「항공방제업관리규정」제3조에 따라 방제업을 신고한 자여야 한다.

- (가) 「소나무재선충병방제 특별법」 제8조의4(방제사업의 대행 등) 제1항 및 하는 자
- (나) 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 제23조(산림사업의 대행 등), 제23조의2(국유림영림단의 운영), 제24조(산림사업법인의 등록)
- (다) 「산림보호법」 제21조의9(나무병원의 등록)
- (4) 도급계약 또는 위탁·대행사업 계약체결에 있어 계약목적 달성을 위하여 필요한 경우 공동계약을 체결할 수 있다.
 - (가) 공동도급으로 시행할 경우, 주계약자를 산림병해충방제사업자로 하고, 초경량비행사업자+항공방제사업자를 공동도급자로 지정하여 할 수 있음

나. 현장대리인

- (1) 현장대리인의 자격은 「산림기술 진흥 및 관리에 관한 법률 시행령」 제15조제1항 [별표 5]에 정하며, 다음 어느 하나에 해당하는 사람 1명 이상으로 한다.
 - (가) 기술초급 이상 산림경영기술자 이상
 - (나) 해당업무 실무경력이 2년 이상인 기능 2급 이상 산림경영 기술자 (국유림만 해당한다.)
- (2) 현장대리인 배치
 - (가) 하나의 사업장에는 1인의 현장대리인을 두는 것을 원칙으로 함. 다만 다음의 어느 하나에 해당하는 경우 발주기관의 승인을 받아 3개 이내의 사업장을 통합하여 1인의 현장대리인을 둘 수 있음
 - 1) 사업장이 동일 특별시·광역시·특별자치시·특별자치도에 위치하는 경우
 - 2) 사업장이 동일 시·군·구에 위치하는 경우
 - (나) 현장대리인은 현장에 상주하여야 하고, 부득이 작업현장을 이탈하려는 경우에는 감리원 또는 감독자의 승인을 받아야 함

7. 감리

가. 적용대상

예찰·방제기관의 장은 모든 방제 사업장에 대하여 직영이나 용역의 방법으로 감리를 하되, 다음의 경우에는 감리를 생략할 수 있음

- (1) 예찰·방제기관의 장이 직영으로 방제사업을 시행하고, 담당공무원 또는 예찰·방제기관의 장이 고용한 자가 감독을 하는 경우
- (2) 방제명령에 따라 산림소유자 등이 직접 방제하는 경우, 이 경우 담당 공무원은 관계 법령에 따라 방제사업이 적절히 이행되었는지를 확인 하여야 함
- (3) 그 밖에 예찰·방제기관의 장이 감리가 필요 없다고 인정하는 경우

나. 감리의 주체

도급계약 또는 위탁·대행에 의할 경우는 「소나무재선충병방제특별법」 제8조의3제2항 각 호의 어느 하나에 해당하는 자, 「산림기술진흥 및 관리에 관한 법률」 제15조 및 동법 시행령 제12조제2항 [별표 4]에 따라 종합업 또는 산림경영 전문업을 등록한 산림기술용역 수행자를 말한다.

다. 감리기준

- (1) 방제사업의 설계도·서가 해당 지역의 지형, 접근성 또는 해당 지역의 수종 등에 적합한지 여부
- (2) 병해충 방제 약제의 적정 사용 여부
- (3) 방제사업을 시행하는 자가 관계 법령 및 방제사업의 설계도·서에 따라 방제하는지 여부
- (4) 방제현장에서의 재해 예방 및 안전관리 지도가 적절히 이루어지고 있는지 여부
- (5) 기본설계 또는 실시설계의 변경이 필요한지 여부
- (6) 작업계획, 작업원 운영계획의 검토 및 공정관리
- (7) 약제의 비산여부 확인
- (8) 그 밖에 방제사업의 질적 향상을 위하여 필요한 사항

라. 감리의 절차

- (1) 실시설계도·서의 수령 및 검토 : 사업시행 전 설계도·서를 검토하여 현지여건이나 작업방법 등이 적절한지 검토
- (2) 사전조사 : 감독관 및 현장대리인 입회하에 실시 설계도·서가 현장과 일치하는지 다음 항목에 대하여 조사
 - (가) 작업장의 위치
 - (나) 방제방법의 적정성 여부
 - (다) 작업장 개발 여건
 - (라) 방제작업 우선순위
 - (마) 약제비산대책의 적정성과 현장의 문제점 검토
 - (바) 사업시행자의 기술자 투입계획 및 시공계획 검토
 - (사) 드론을 이용한 산림병해충 방제사업 매뉴얼 준수여부
- (3) 실시설계 사전검토보고서 작성 : 실시 설계도·서가 관련규정 또는 지침에서 정한 대로 작성되고 계산상의 오류는 없는지 검토 후 보고서 작성
- (4) 작업자의 기술 및 안전교육 : 작업착수 전 작업자를 대상으로 작업방법, 안전관리, 약제취급의 주의사항 등에 대한 교육 실시
- (5) 현장지도 : 방제작업 일련의 과정을 현장에서 지도·감독하는 다음의 행위
 - (가) 현장 기술교육과 재(보완)작업 명령
 - (나) 안전장구 착용, 약제 취급방법의 적정성 등 안전관리
 - (다) 작업의 진도 및 공정관리
 - (라) 약제의 사용량 점검
 - (마) 작업과 관련된 민원의 처리
 - (바) 설계 변경요인 조사
 - (사) 약제 비산에 따른 위해예방 조치사항 이행 여부
 - (아) 감수지의 배치와 수거 및 분석보고
 - (자) 감독관 지시사항의 이행 등
- (6) 예비준공검사 : 발주기관의 요청에 따라 사업대상지의 전반적인 방제 여부를 확인하는 과정으로 다음의 공정을 포함

- (가) 방제사업지 경계 및 면적 확인
- (나) 방제면적과 약량의 정산
- (다) 전반적인 작업품질 점검(감수지 확인 결과보고)
- (라) 필요시 정산 설계내역 검토 및 보고
- (마) 약제방제에 따른 피해확인 등
- (7) 감리완료보고서 제출

마. 감리의 방법

- (1) 감리는 비상주감리로 시행하며, 감리자의 현장출장 시기와 횟수는 계약조건에 따름
- (2) 비상주감리를 하는 경우에도 발주기관이 필요하다고 인정하는 경우에는 그 기간을 정하여 상주감리를 수행하게 할 수 있으며, 이 경우 상주감리에 따른 추가비용을 지급할 수 있음
- (3) 감리자는 사업이 완료되기 전 발주기관의 요청이 있는 때에는 예비 준공검사를 실시하고, 예비준공(방제확인)검사 결과보고서를 작성하여 발주기관에 제출하여야 함
- (4) 감리자는 사업이 시작되기 전 “감독자”와 협의하여 방제지 내부와 비산이 우려되는 작물재배지에 감수지를 배치하고, 방제 작업 후 즉시 감수지를 수거하여 약제의 적정살포여부, 약제의 비산여부 등을 확인 분석하여 기록한다.

바. 감리원 배치기준

감리원의 배치기준은 「소나무재선충병 방제지침」 [별표 15], 「산림기술 진흥 및 관리에 관한 법률 시행령」제15조제1항 [별표5] 에 따름. 이 경우 감리원은 사업량 및 사업기간을 감안하여 용역이 원활하게 추진될 수 있도록 동급 또는 하위기술자를 추가 확보하여야 함

8. 설계·감리 및 사업품셈

가. 적용기준

(1) 적용범위

(가) 다음 각 호의 자가 병해충 방제사업의 예정가격을 산정하기 위한 기초로 활용

- 1) 병해충 피해지의 소유자 또는 대리인
- 2) 국가 또는 지방자치단체
- 3) 반출금지구역이 포함된 산지를 전용하려는 자

(나) 본 표준품셈에 명시되지 않은 사항은 관계 법령, 산림청의 사업계획, 예산단비 등을 참고하여 예찰·방제기관의 장 책임 하에 적정한 예정가격 산정기준을 결정하여 적용

(다) 본 표준품셈에 명시되지 않은 품은 임목수확 품셈(산림청 예규), 숲가꾸기 설계·감리 및 사업시행지침(산림청 훈령), 그 밖에 타 부문(토목, 건축, 기계설비 등)의 품셈에 명시된 품은 그 부문의 품을 적용하되, 본 표준품셈에 타 부문과 유사한 공종의 품이 있는 경우 본 품셈을 우선 적용함

(2) 특정 임업기계장비 사용

사업을 시행함에 있어 특정한 임업기계사용이 필요할 경우 본 표준 품셈에 따르지 않고 예찰·방제기관의 장 책임 하에 개별적으로 그 특성에 의한 작업능력과 제경비를 산정하여 적용할 수 있음

(3) 수량의 계산법

(가) 재적 및 인원의 계산은 소수점 셋째자리에서 반올림하여 둘째자리까지 표시

(나) 면적의 계산은 보통 수학공식 외에 좌표면적 계산법·삼사법·프라니미터(Planimeter) 또는 전자 면적계산 등에 의함

(4) 노임단가

(가) 기능부문의 노임단가는 대한건설협회에서 조사·공표하는 시중노임 단가를 적용

- (나) 기술부문의 노임단가는 한국엔지니어링협회에서 조사·공표하는 기타부문의 엔지니어링 기술자 노임단가를 적용

(5) 노임의 할증

연장근로와 야간근로 또는 휴일근로의 경우에는 「근로기준법」 제50조, 제55조 및 제56조, 유해위험작업인 경우에는 「산업안전보건법」 제139조, 도서(제주특별자치도 포함), 오지지역 및 기능자격자를 특별히 사용하는 경우에는 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행규칙」 제7조제2항이 정하는 바에 따라 노무비를 할증하여 적용

(6) 재료 및 자재 단가

- (가) 재료 및 자재의 단가는 거래실례가격 또는 「통계법」 제15조에 따른 지정기관이 조사하여 공표한 가격, 감정가격, 유사한 거래실례가격, 견적가격을 기준으로 하며, 적용순서는 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행규칙」 제7조에 따름

- (나) 재료 및 자재단가에 운반비가 포함되어 있지 않은 경우 구입장소로부터 현장까지의 운반비를 계상할 수 있음

(7) 할인·할증의 적용

- (가) 품의 할인·할증은 각 단위 작업종별로 표준품셈에서 정한 요소를 적용

- (나) 중복가산 요령

$$W = P \times (1 + a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_N)$$

W : 할인·할증이 포함된 품(소요인력)

P : 기본품 또는 필요한 할인·할증요소가 반영된 품

a₁ ~ a_N : 품의 할인·할증요소

(8) 금액의 단위 표준

종목	단위	지위(止位)	비고
설계서의 총액	원	1,000	이하 버림
설계서(일위대가)의 소계	"	1	미만 버림
설계서(일위대가)의 금액란	"	1	"

(9) 설계 및 감리용역 원가 작성기준

(가) 설계(기본·실시) 및 감리용역의 원가산출 및 적용기준은 산업통상자원부 고시인 「엔지니어링사업대가의 기준」에 의한 실비정액가산방식에 따름

(나) 단, 제경비, 기술료는 「엔지니어링사업대가의 기준」의 적용범위를 참고하여 본 품셈에서 정한 다음 요율을 적용

제경비	기술료
직접인건비의 110%	직접인건비에 제경비를 합한 금액의 20%

(10) 원가 작성기준

(가) 원가계산은 기획재정부 계약예규(예정가격 작성기준)와 조달청 공사원가계산 제비율 적용기준에 따름

(나) 산업안전보건관리비는 고용노동부 고시인 「건설업 산업안전보건 관리비 계상 및 사용기준」에 따름

(다) 고용보험, 국민건강보험, 산업재해보상보험, 국민연금보험료 및 노인장기요양보험 등은 관계법령이 정하는 기준에 따름

(라) 원가 구성 비목별 적용기준은 다음과 같음

(11) 사업실행 후 정산이 필요한 분야

(가) 국민건강보험료

(나) 국민연금보험료

<산림병해충 드론 방제사업 원가 구성 비목별 적용기준(안)>

비 목 / 구 분			적용기준		
			적용방법	요율	적용기준
순 공 사 원 가	재 료 비	직접재료비	주재료비+잡품		병해충 방제품셈
		간접재료비			
		소계			
	노 무 비	직접노무비			병해충 방제품셈
		간접노무비	(직접노무비)×율		조달청 토목공사 원가계산 제비율 적용기준 (조경)
		소계			
	경 비	기계경비	기계손료×장비단가		병해충 방제품셈
		산업재해보상보험료	(노무비:노+간노)×율		관계법령의 보험요율
		고용보험료	(노무비)×율		
		국민건강보험료	(직접노무비)×율		
		국민연금보험료	(직접노무비)×율		
		노인장기요양보험료	(건강보험료)×율		
		기계경비			
		산업재해보상보험료			
		고용보험료			
		국민건강보험료			
		국민연금보험료			
		노인장기요양보험료			
		산업안전 보건관리비	(재료비+직접노무비)×율		건설산업안전관리비 계상 및 사용기준 (특수및기타건설업)
		기타경비	(재료비+ 노무비)×율		조달청 토목공사원가계산 제비율 적용기준 (조경)
		영업배상 책임보험료			가입연간보험료
	소계				
	일반관리비		(재료비+노무비+경비)×율		조달청 토목공사 원가계산 제비율 적용기준 (조경)
	이윤		(노무비+경비+일반관리비)×율		조달청 토목공사 원가계산 제비율 적용기준 (조경)
	총원가				
	부가가치세		(총원가)×율		부가가치세법
	합계		총원가+부가가치세		

나. 기술업무

(1) 설계업무

(가) 경계확인, 이착륙장소 선정

1) 소요인력(ha당)

소요인력(조)	적용인부
0.03	고급기술자

※ 방제사업지와 연접한 농경지, 양봉농가 등 약제비산으로 인한 피해우려 지역을 도상에 표시하기 위한 확인 작업

※ 별도의 경계 표시 없이 임야 및 완충구역의 경계를 GPS로 확인하는 과정

2) 할증요소

구분	내 용	할인·할증률
집단화 정도	사업구역의 최소면적이 10ha 이상	0
	사업구역의 최소면적이 1ha ~ 10ha 미만	+10%
	사업구역의 최소면적이 1ha 미만	+20%

※ 경사도는 별도의 경사도산출프로그램으로 조사하거나 대표 사면의 수평 투영거리에 대한 고저차를 이용하여 산출

※ 방제대상 필지들이 연접한 합산면적을 의미하며 분리된 방제 사업대상지의 최소거리가 50m이내의 경우 하나의 사업구역으로 판단

(2) 설계

(가) 사전조사(ha당)

1) 소요인력(ha당) (촬영용 드론을 이용한 방제구역 사전조사)

구 분		소요인력(인)	적용인부
실시설계	드론 예찰·방제	0.03	고급기술자

※ 기본설계시 사전조사는 전체적인 방제사업 기본설계품에 반영

※ 드론 예찰·방제에 소요되는 사전조사는 1인당 33ha/일을 기준

- ※ 사업계획, 기본설계에 대상지도면 표시(구역경계, 제지 등 제외표시), 임·소반 구획 등 미리 조사가 정확하게 된 경우는 본 품을 생략함

(나) 설계도서 작성

1) 소요인력(ha당)

구 분		소요인력(인)	적용인부
실시설계	방제방법결정	0.0016	고급기술자
	방제구획도 작성 (비행경계 구획 포함)	0.005	
	방제계획도 (비행노선 선정)	0.0004	
	실시설계	0.05	

- ※ 방제방법의 결정은 사업대상지의 특성에 따라 무인멀티콥터 또는 무인헬리콥터 등 효율적 방제장비를 결정하는 작업

- ※ 비행노선계획은 방제장비별 약제 살포폭과 비산위험지역에 대한 확산 완충구역을 감안하여 결정

(다) 소요재료(용역 건당)

구분	부수	적용단가
설계도서 유인비	5부	설계서 20천원/부
		설계도 10천원/부

다. 감리업무

(1) 감리4

(가) 사전조사·교육

1) 사전조사(ha당)

소요인력(조)	적용인부
0.01	고급기술자

- ※ “사전조사”는 실시설계도·서가 현장과 일치하는지 사업지 개략 조사 확인 등의 작업

※ 고급기술자 1인 100ha/일 조사기준

※ 설계자가 감리하는 경우 사전조사 공정은 제외

2) 설계서 검토(용역건당)

소요인력(조)	적용인부
1.0	고급기술자

※ "설계서 검토"란 실시설계도·서가 관련규정 또는 지침에서 정한 대로 작성되고 계산상의 오류가 없는지 검토하는 작업으로 통상 사전조사와 연결하여 실행(설계자가 감리하는 경우 제외)

3) 작업자 교육(용역건당)

소요인력(조)	적용인부
1.0	고급기술자

※ 작업착수 전 교육 1회 기준임

(2) 현장감리

(가) 소요인력 산출

1) 현장지도(ha당)

소요인력(조)	적용인부
0.03	고급기술자 1인
0.0072	감수지배치, 수거, 초급기술자 (1개소, 2매/2ha)

※ 감수지의 배치 및 방제작업 확인, 약제 수급, 살포확인 등의 작업

※ 2인 1조가 33ha/일 현장지도 기준

※ 감수지 설치 이동거리 60m

2) 방제확인검사

구분	소요인력(인)	적용인부
감수지 확인	0.01	고급기술자

※ 감리자는 사전 배치한 감수지를 방제 후 즉시 수거하고, 사진 촬영과 좌표를 확인 및 분석 등을 통하여 그 결과를 감독관에게 제출

※ 감수지에 대한 재료비는 시중단가를 적용하여 박스 단위 가급적
관급으로 계상(사용량을 감안하여 포장단위로 1/2, 1/1로 적용,
“예시” : 0.5박스, 1.0박스)

※ 감수지 배치 1매 당 단가임(약제비산 위험구역의 경중정도
등에 따라 설계서를 감안하여 발주처가 판단함)

※ 1인 1일 100매 감수지 판독

3) 할인·할증요소

구 분	내 용	할인·할증률
경사도	완 (15° 미만)	0
	중 (15° ~ 30°)	+5%
	급 (30° 초과)	+10%
집단화정도	사업구역의 최소면적이 10ha 이상	0
	사업구역의 최소면적이 1ha ~ 10ha 미만	+10%
	사업구역의 최소면적이 1ha 미만	+20%

라. 시공업무

(1) 기능분야

(가) 드론(무인 헬리콥터) 항공살포

1) 소요인력

구 분	항 목	소요인력(인)			
		드론 조종자 (건설기계 조종원)	부조종자 (건설기계 조종원)	특별 인부 (신호수)	보통 인부
무인헬기 (ha당)	계	0.1226	0.2352	0.1193	0.1330
	이착륙장 정리	-	-	-	0.0137
	취수 및 약제조제	-	-	0.0067	0.0067
	약제살포	0.1126	0.2252	-	-
	주유 및 약제충전 기체정비	-	-	0.1126	0.1126
	비행준비	0.010	0.010	-	-

※ 시간당 방제가능 면적 2.22ha, 1일 4시간 방제기준

※ 신호수 2인 배치 (부조종사)

※ 4ha 당 이착륙장 1개소 기준

※ 1회 약제조제량 20리터

※ 비행준비과정 (비행전 안전점검, 지자기 보정 등 비행전
기체의 준비과정)

2) 소요재료(ha당)

구 분	주 재 료		비 고
	수 량	적용기준	
휘발유 (연료)	1.13ℓ	1시간 (시간당 2.5ℓ)	한국석유공사 보통휘발유 설계 전월 평균가격
잡품	주재료비의 45%	윤활유, 주입기, 약통 등	

※ 잡품은 오일, 차량운행 연료, 주입기, 약통, 희석기 등의 품임

※ 1시간당 방제가능 면적 2.22ha, 1일 4시간 방제기준

3) 기계손료

규 격	1일 손료계수 (1일 1대당 4시간 가동)	비 고
무인헬기(FAZER) 내용가동시간 1,400시간기준	0.002857	0.00119

※ 추정 가동내용 가동연수 7년, 연간가동시간 200시간에 따른
일일 손료로 계산

※ 계상된 무인헬기 이외의 기종은 취득가액을 설계에 반영하되
1일 손료계수는 동일

※ 손료는 감가상각비, 정비비 및 관리비의 합계액으로 산정

※ 1일 방제면적 2.22ha * 4시간 = 8.88ha/일

(나) 드론(무인 멀티콥터) 항공살포

1) 소요인력

구 분	항 목	소요인력(인)			
		드론 조종자 (건설 기계 조종원)	부 조종자 (건설 기계 조종원)	특별 인부 (신호수)	보통 인부
멀티콥터 (ha당)	계	0.2132	0.3148	0.2099	0.2236
	이륙장정리 (1개소/4ha)	-	-	-	0.0137
	취수 및 약제조제	-	-	0.0067	0.0067
	약제살포	0.2032	0.3048	-	-
	기체 및 약제충전 기체정비	-	-	0.2032	0.2032
	비행준비	0.01	0.01	-	-

※ 시간당 방제가능 면적 1.23ha, 1일 4시간 방제기준

※ 신호수 1.5인 배치 (부조종사)

2) 소요재료(ha당)

구 분	주 재 료		비 고
	수 량	적용기준	
휘발유 (발전기)	0.81ℓ	시간(시간당 1ℓ)	
잡품	30%	발전기 엔진오일, 프로펠러소모 등	

※ 잡품은 발전기 오일, 노즐 및 프로펠러소모 등의 품임

※ 시간당 방제가능 면적 1.23ha, 1일 4시간 방제기준

3) 기계손료

구 격	1일 손료계수 (1일 1대당 4시간 가동)	비 고
무인멀티콥터(평균가) 내용가동시간 1,000시간 기준	0.0040	
리튬폴리머 배터리 (평균가) (16,000mA, 32000mA)	0.0028	

※ 시간당 방제가능 면적 1.23ha

※ 1일 비행 가능시간 4시간

※ 방제시간 대비 비행시간 28.5% , 시간당 배터리 사용회수 3.5회, 1일 배터리 사용횟수 14회

※ 기체 추정 내용연수 5년, 연간 평균가동시간 200시간 기준

※ 배터리 성능 80%상태 유지 가능한 충.방전 횟수500회 기준

(다) 할인·할증요소

구분	내용	할인·할증률
경사도에 의한 할인·할증	평균경사도 10% 미만	0%
	평균경사도 10% ~ 20% 미만	-5%
	평균경사도 20% ~ 50%미만	+10%
	평균경사도 50% 이상	+20%

※ 평지의 경우 가시거리 일부 불량, 완경사지의 경우 사면적의 증가 없이 가시거리 양호함

※ 중경사지, 급경사지의 경우 사면적의 증가에 따른 방제면적 증가분을 할증으로 반영

사면형에 의한 할인·할증	단순사면 (가시거리 양호)	-5%
	횡방향 복합사면 (가시거리 보통)	0%
	종방향 복합사면 (가시거리 불량, 고소작업차 사용필요)	+5%
	종,횡방향 복합사면 (가시거리 매우불량, 고소작업차 이동 필요)	+10%

※ 등고선방향 횡방향 굴곡의 경우 표준사면으로 결정함. 단순사면의 경우 가시거리가 양호하여 할인을 적용. 산록에서 산정부방향의 복합사면은 경사도의 변화폭이 20% 이상의 경우를 할증

작업구역에 의한 할인·할증	개소 평균 5ha 이상	-5%
	개소 평균 3ha~5ha 미만	+0%
	개소 평균 1ha~3ha 미만	+5%
	개소 평균 1ha 미만	+10%

※ 작업구역이 소면적 산재할 경우 동일한 이착륙장에서 방제할 수 있는 면적이 감소하므로 할증율을 적용

※ 평균 작업구역 면적은 개소간 이격거리 50m 이내일 경우 동일 작업구역으로 판단

구분	내용	할인·할증률
접근성에 의한 할인·할증	이착륙장~방제사업지까지의 이동거리 100m 이내 까지 차량접근 가능	0%
	200m 이내 까지 차량접근 가능	+10%
	200m 이상 거리까지 차량접근 가능	+20%

※ 방제사업지와 이착륙장(차량 도달 가능 장소)이 이격된 경우 할증율을 적용

※ 이격거리는 방제사업지와 이착륙장의 거리를 수평거리로 계상

※ 작업효율에 영향을 미치는 인자에 대한 할인 할증의 합계 값을 노무비, 기계경비에 반영

※ 작업구역별(소반) 단가를 산출 후 할인, 할증요소를 반영

2.2. 별지

[별지 제1호 서식]

드론에 의한 공중살포 등에 수반한 사고보고서

(재 ○○ 보)

보고자 소속·직급·성명 :

연락처 :

보고일시 : 년 월 일 (요일) 시 분(24시간제 표기)

【기본 정보】 ※ 초기 보고(제1 보 등)에 대해서는 사고 발생 보고를 우선하고, 보고
시점에서 기입 가능한 정보만 기입해도 무방

1	발생 일시	년 월 일 (요일) 시 분 (살포작업 개시 시간 : 시 분)					
2	발생 장소	시·도 시·군·구 읍·면·동 리 번지					
3	드론조종자 성명 및 기능 자격증명서 번호	성명			기능 자격증 번호 (자격번호)		
4	사용 기체	기종			기체 등록 기호		
5	작업시의 기상 상황	날씨		기온		풍향·풍속	
6	작업 내용	1. 농약 2. 비료 3. 종자 4. 용설제 5. 기타 ()					
		수 종			대상 병해충 등		
7	약제 사항	약 제 명					
		희석 배율			살포전 적재량		
8	실시 주체	방제 위탁자					
		방제 실행자					
9	작업 실시 체제	오퍼 레이터	명	내비게이터	명	기타	명

	해당 사항에 ○ 표시 →	인사 사고	물손 사고	약제 사고	기타
10	사고 개요 (예 : 고압 송전선에 접촉한 후 아래 산림 으로 추락하였고 기체는 대파함 등)				
11	피해 상황	유(있음) 일 경우 그 내용			
	인명 사상 피해	무	확인중	유	
	가축 피해	무	확인중	유	
	농작물 피해	무	확인중	유	
	약제 유출	무	확인중	유	
	기체 손상	무	확인중	유	
	가선의 절단	무	확인중	유	※ 유(有)일 경우 내용란에 정전 유무도 기재
	주변 건물 피해	무	확인중	유	
	기타 피해	무	확인중	유	
12	항공법 허가·승인서의 발행일 및 번호	허가·승인서 발행일 : 월 일 번호 :			

【대응상황 등】

13	피해 대응 상황	
14	기타(경찰, 소방 등의 대응, 취재·보도 상황 등)	

주 1. 사고 발생 시의 평면도를 첨부(가능하다면 현장 사진도 첨부)할 것

주 2. 매체에 보도가 된 경우는 보도 발표 자료나 신문 기사 등을 첨부할 것. 또한 신문 기사 등을 첨부할 수 없는 경우에는 보도의 개요에 대해서 기재할 것

【사고원인】 초기 보고(제 1 보 등)에서는 제출하지 않아도 무방.

15	
----	--

【재발 방지 대책】 초기 보고(제 1 보 등)에서는 제출하지 않아도 무방.

16	
----	--

[별지 제2호 서식]

산림병해충 항공방제 대상지 적정성 확인표

1. 항공방제 대상지 내역(해당되는 칸에 ✓표 체크)

방제개소	시·도		시·군·구		읍·면·동		리	번지 외	필
방제면적			ha	방제시기	20 . . . ~ 20 . . .				
방제기종	• 산림항공기 (☐ 유인헬기) • 드론 (☐ 무인멀티콥터 ☐ 무인헬기)								
방제대상	수 종	• 침엽수 ☐ 소나무 ☐ 잣나무 ☐ 곰솔 ☐ 기타() • 활엽수 ☐ 밤나무 ☐ 참나무류 ☐ 기타()							
	병해충	☐ 소나무재선충병 ☐ 밤나무 해충() ☐ 농림지 동시발생 병해충() ☐ 기타()							

2. 항공방제 대상지 적정성 여부 검토(해당되는 칸에 ✓표 체크)

구 분	적정성 검토내용	적정성 여부
방제방법	• 지상살포가 아닌 항공방제가 꼭 필요한 지역인지?	☐ 적정 ☐ 부적정
방제기종	• 방제면적, 지형조건 등에 적합한 방제기종인지?	☐ 적정 ☐ 부적정
항공방제 제한사항 여 부	• 방제를 위한 비행허가가 가능한 지역인지?	☐ 적정 ☐ 부적정

구 분	적정성 검토내용	적정성 여부
항공방제 제한사항 여 부	• 약제 비산거리를 감안하여 방제대상지 주변에 피해를 줄 수 있는 주택, 건물, 축사 등 건축물이 있는지? (※ 비산 피해우려지로부터 최소 30m이상 이격하여 완충구역 설정)	☐ 없음 ☐ 있음
	• 방제대상지 주변에 등산로, 관광지 등이 있어 임의의 사람이 출입할 수 있는 지역인지?	☐ 없음 ☐ 있음
	• 방제대상지 주변에 농작물 재배지, 양봉, 하천, 임산물 채취지 등 약제비산으로 인한 피해 우려지가 있는지? (※ 비산 피해우려지로부터 최소 30m이상 이격하여 완충구역 설정)	☐ 없음 ☐ 있음
	• 방제계획지 내에 송전선로 등 장애물이 있는지?	☐ 없음 ☐ 있음
	• 기존 방제약제 살포로 인한 민원이 있었는지?	☐ 없었음 ☐ 있었음
	• 드론 활용 시 시계확보(고소차량 진입 등)가 가능한지?	☐ 가능 ☐ 불가능
	• 기타 항공방제 제한사항이 있는지?	☐ 없음 ☐ 있음
	• 기타 항공방제 제한사항을 보완할 수 있는지?	☐ 가능 ☐ 불가능
종합의견	☐ 적정 ☐ 부적 ☐ 보완(보완사항:)	
20 . . . 검토기관 : ※ 예찰·방제기관명 및 소속 기재 검 토 자 : 직급 성명 인 시장·군수·구청장, 국유림관리소장 귀하		

[별지 제3호 서식]

항공방제 사전 체크리스트(산림병해충방제규정 별지제20호서식)

[별지 제20호서식]

항공방제 사전 체크리스트

※ □에는 해당되는 곳에 √표를 합니다.

기본 정보	기관명			
	소재지			
	방제방법	방제기간		
	약제 품목명	대상 수종(병해충)		
	단면적(ha)	연면적(ha)		
	횃수(회)	총 사용약량(ℓ)		
	방제시기 적정여부	□ 적합 □ 부적합	약제선정 적정여부	□ 적합 □ 부적합
대상 제외 지역	• 비행통제구역 (비행허가를 받은 경우는 미포함으로 표시하고, 비고란에 비행허가 세부 내역을 기재)			□ 포함 □ 미포함
	• 고압송전선, 삭도(케이블카) 등으로 양쪽 150미터 이내 해당 여부(유인 헬기) • 고압송전선 등으로부터 양쪽 100m이내 해당 여부(드론)			□ 포함 □ 미포함
	• 양봉, 양잠, 양어, 수산물(미역, 다시마 등), 축사 피해가 우려되는 지역 (제44조에 따라, 산림항공방제 실시 전 충분한 계도로 피해 예방조치 한 경우는 미포함 표시하고, 피해 예방조치사항 기재)			□ 포함 □ 미포함
	• 친환경농산물, 임산물 재배지 피해가 우려되는 지역 (제44조에 따라, 산림항공방제 실시 전 충분한 계도로 피해 예방조치 한 경우는 미포함 표시하고, 피해 예방조치사항 기재)			□ 포함 □ 미포함
	• 송이, 산양삼, 잣 등 피해가 우려되는 지역 (제44조에 따라, 산림항공방제 실시 전 충분한 계도로 피해 예방조치 한 경우는 미포함 표시하고, 피해 예방조치사항 기재)			□ 포함 □ 미포함
	• 상수원보호구역, 수원지, 하천, 정수장 등			□ 포함 □ 미포함
	• 주택지, 학교, 공원, 아파트 등 생활권			□ 포함 □ 미포함
	• 그 밖의 피해우려지역 및 기타 산림항공기 이·착륙에 지장이 있거나 저해요인 있는 지역			□ 포함 □ 미포함
완충	완충 구역 설정 여부			□ 설정 □ 미설정
	피해우려지역으로부터 거리(m)			~
기 타	사전안내 계획	안내 기간·방법·대상 등		
	출입통제 계획	통제 기간·방법·대상 등		
	안전사고 방지	교육 계획 안전장비 구비 계획 등		
비고				

※ 대상 제외지역이 포함된 경우, 즉시 부적절 통보

210mm×297mm[백상지 80g/㎡]

[별지 제4호 서식]

무인헬기 「안전 체크표」

(드론조종자 용)

년 월 일 실시장소

드론조종자 명

부조종자 명

1. 허가 승인서·자격증의 휴대

- ☐ 무인항공기의 비행에 관한 허가·승인서
- ☐ 비행자격 증명서 또는 조종자격 증명서

2. 살포구역 확인

- ☐ 살포 구역(살포장소) ☐ 살포 면적 ☐ 작업 구역 내 및 그 주변의 환경
- ☐ 이·착륙 지점의 지형 ☐ 표고 ☐ 표식 설치 상황 ☐ 전파
- ☐ 지수조치의 확인

3. 장애물 및 위험물의 확인

- ☐ 고압선의 위치 ☐ 배전선 및 그 위치 ☐ 기타 장애물의 위치
- ☐ 철도 및 지지선의 위치 ☐ 기타 위험물의 위치

4. 살포 비행에서 주의할 장소의 확인

- ☐ 학교 ☐ 병원 ☐ 주택 ☐ 통학로 및 교통이 빈번한 도로 ☐ 축사
☐ 양봉 ☐ 양잠/뽕나무 밭 ☐ 담배 밭 ☐ 차 밭 ☐ 전작지 ☐ 양어지
☐ 수원지/하천 ☐ 자동차 주차장 등 ☐ 밭/변전소
☐ 유기농산물의 생산 포장 ☐ 주변 기타 작물 ☐ 공항 ☐ 비산 방지대책

5. 살포 작업에 대해서

- ☐ 비행 순서 ☐ 오퍼레이터가 걸을 길 ☐ 대상 수종(산림) ☐ 대상 병해충
☐ 사용 약제(농약)명 ☐ 제형 ☐ 희석배수 ☐ 약제의 살포량
☐ 약제의 사용시기·사용횟수 ☐ 약제의 유효연월 ☐ 약제의 사용상 주의사항
☐ 기체·살포 장치 ☐ 작업 개시 시각 : 시 분
☐ 기기가 다수인 경우의 비행방법과 작업 순서 ☐ 자재 배치
☐ 관계자 이외의 출입 금지 ☐ 조작 기량의 확인
☐ 내비게이터와 무전기 ☐ 작업원에 대한 안전 지도
☐ 사고 발생 시의 연락 체제

6. 기상 확인

- ☐ 풍향, 풍속, 기온, 습도 ☐ 강우·안개·벼락의 예보 ☐ 기상특보사항

7. 건강 상태와 복장 등의 확인

- ☐ 건강 상태 ☐ 마스크 ☐ 헬멧 ☐ 장갑 ☐ 수건 ☐ 보안경
☐ 긴 소매, 긴 바지 ☐ 열사병 대책(휴식·수분·염분)

8. 작업 종료 시의 확인

- ☐ 살포 불균일 ☐ 약제 잔량 ☐ 빈 용기 처리 ☐ 기체·살포 장치의 청소
☐ 사용 약제 등의 장부 기재

(발주기관용)

년 월 일 실시단체명

확인자 성명

1. 실시 전 협의

- ☐ 관공서 ☐ 농협 ☐ 보험/공제회사 ☐ 방제지역 ☐ 보급 센터
☐ 방제 조직 ☐ 산림조합 ☐ 양잠(단체) ☐ 양봉(단체) ☐ 어업(단체)
☐ 담배경작(단체) ☐ 교육위원회 ☐ 인접 읍·면·동 ☐ 유기농산물 관계자 등
☐ 전력/통신회사 ☐ 경찰 ☐ 소방 ☐ 기타 관계기관

2. 실시 전 공지처·내용

- ☐ 학교·병원 등 공공시설 ☐ 인근 주민 ☐ 재배농가 ☐ 사육농가
☐ 실시 예정 일시 ☐ 실시 구역 ☐ 사용 약제 ☐ 계획 변경에 관한 사항

3. 실시 전 공지 방법

- ☐ 유선방송 ☐ 마을방송 ☐ 홍보차량 ☐ 행정 홈페이지
☐ 현수막·간판 설치 ☐ 홍보지 ☐ 회람판 방식 ☐ 문서 통지
☐ 전단지 ☐ 전화(문자) 연락

4. 도면 작성

- ☐ 살포지 확인 ☐ 살포지 표시 ☐ 살포지 주변 확인 ☐ 장애물 확인
- ☐ 위·피해 주의 장소의 확인 ☐ 방제에 동의하지 않은 경작지 등의 확인
- ☐ 유기농산물의 생산 포장 확인 ☐ 주변 다른 작물 확인 ☐ 살포 순서

5. 표식

- ☐ 살포 장소(구역경계)의 명확화(흰색 깃발)
- ☐ 위험 장소 표식 설치(적색 깃발)

6. 기체 세정 장소

- ☐ 장소의 넓이가 충분한가? ☐ 물은 확보하였는가?
- ☐ 폐용액을 적절히 처리 가능한가?

7. 방제업자와의 협의

- ☐ 배상책임보험 가입사항 확인 ☐ 현지 확인 ☐ 도면정보 확인
- ☐ 현지의 요청사항과 오퍼레이터의 의견 조율 ☐ 주파수 확인 · 할당
- ☐ 과거 사고 사례 / 트러블 발생 사례 ☐ 비행루트 확인 ☐ 비산방지대책
- ☐ 살포 당일의 작업 계획에 변경이 발생한 경우의 대응 ☐ 사고 발생 시의 대처방법

8. 작업원 설명

- ☐ 작업원의 안전 확보 ☐ 살포 장소(구역)의 안내 ☐ 약제의 조합
- ☐ 위·피해 방지대책 ☐ 살포 전 오퍼레이터와 협의 ☐ 사고 발생 시의 대처방법

[별지 제6호 서식]

작물보호제(농약) 사용기록부

기재해야 할 사항	기	입	내	용
약제 살포일	20	년	월	일
살포 장소	시·도	시·군·구	읍·면·동	리 번지
살포 면적	ha			
대상 수목(수종)				
대상 병해충				
사용 약제	☐ 상표명 :		☐ 품목명 :	
살포 제형	☐ 액제 ☐ 유제 ☐ 수화제 ☐ 액상수화제 ☐ 기타()			
희석 배수	☐ 약액량 :		ℓ	☐ 희석 배수 : 배
살포량	ℓ (m^2)			
기타	☐ 풍향/풍속(/ m/s) ☐ 사용시기 ☐ 총 사용횟수 ☐ 최종 유효 년월			

[별지 제7호 서식]

사업 실행 보고서

항 목	실 행 내 역
약제 살포일	20 년 월 일
살포 장소	시·도 시·군·구 읍·면·동 리 번지
살포 면적	ha
대상 수목(수종)	
대상 병해충	
사용 약제	☐ 상표명 : ☐ 품목명 :
희석 배수	☐ 약액량 : ℓ ☐ 희석 배수 : 배
살포량	ℓ
기타 참고사항	

2.3 별첨

[별첨 1]

항공방제 피해 보상의 범위 및 기준

제1조(목적)

이 기준은 「농약 허용물질목록 관리제도(PLS)」 시행에 따라 국가나 지방자치단체에서 산림병해충 항공방제로 인해 비의도적으로 농작물, 임산물, 가축 등에 피해가 발생하는 경우 이에 대한 보상의 범위 및 기준을 마련하는 것을 목적으로 한다.

제2조(가이드라인 준수)

- ① 항공방제를 실행할 때에는 다음 각 호에 따른 항공방제 가이드라인을 준수 하여야 한다.
 1. 유인항공방제 : 항공방제 매뉴얼(산림항공본부)
 2. 무인항공방제 : 드론(무인멀티콥터, 무인헬리콥터)을 이용한 산림병해충 방제사업 매뉴얼(산림청)
- ② 제1항에 따른 항공방제 대상 기체는 다음 각 호와 같다.
 1. 유인항공방제 : 산림항공기(헬리콥터, 이하 '유인헬기'라 한다)
 - ※ 민간헬기는 제외(항공본부 매뉴얼을 민간헬기에 적용할 수 없음)
 2. 무인항공방제 : 드론(무인멀티콥터, 무인헬리콥터)
- ③ 항공방제 대상 병해충은 다음 각 호와 같다.
 1. 유인항공방제 : 소나무재선충병, 밤나무해충, 농림지 동시발생 병해충, 기타 외래·돌발해충 등
 2. 무인항공방제 : 소나무재선충병, 농림지 동시발생 병해충, 기타 외래·돌발해충 등

제3조(피해보상 책임)

- ① 항공방제 가이드라인을 준수하였음에도 항공방제 시 착오 또는 과실로 방제지 주변 작물, 과수, 가축 등에 피해가 발생하였을 경우 다음 각 호에서 정한 자가 피해를 보상한다. 다만, 방제 대상지 조사부실로 발생한 비산오염에 대하여는 방제를 요청한 기관에서 보상하여야 한다.
 1. 유인항공방제 : 산림항공기 운용 주체인 국가(산림항공본부)
 2. 무인항공방제 : 드론 운용 주체인 방제사업자
- ② 항공방제로 인해 방제지 주변 작물, 과수, 가축 등에 피해가 발생하였을 경우 제1항에 의한 피해를 제외하고는 방제를 요청한 기관에서 민원처리 및 피해보상 등을 하는 것을 원칙으로 한다.

제4조(보상의 방법과 범위)

- ① 제3조제1항 각 호에 따라 보상하는 경우에는 다음 각 호에서 정한 보험으로 보상할 수 있다.
 1. 유인헬기 : 산림항공기 제3자 배상책임보험(보상주체 : 국가)
 2. 드론 : 드론 영업배상책임보험(보상주체 : 드론 방제업체)
- ② 제3조제1항 각 호 외의 부분 단서 및 제2항에 따라 지방자치단체에서 보상하는 경우 행정종합배상공제 등으로 보상할 수 있다.
- ③ 제1항 또는 제2항의 보험(공제)으로 보상처리가 불가한 사항은 당사자 합의에 의하며, 당사자 합의가 어려울 경우에는 제8조에 따른 지방분쟁조정위원회 또는 국유림경영관리자문위원회의 결정에 따라 피해보상 할 수 있다.
- ④ 항공방제로 인한 피해보상의 세부적인 범위와 기준은 [별표 1]과 같다.

제5조(비의도적 오염에 대한 피해보상 방안 마련)

- ① 산림항공본부장은 항공방제로 인한 비의도적 피해에 대비하기 위하여 산림항공기 배상책임보험 가입 시 보험약관에 항공방제 약제비산에 따른 피해보상 항목을 포함하여 포괄적으로 가입할 수 있다.

- ② 드론을 이용한 산림병해충 방제사업에 참여하고자 하는 사업자는 영업 배상 책임보험에 가입할 수 있으며, 발주자와 감독자는 산림병해충 방제사업 계약을 체결하기 전에 보험계약 사항을 확인할 수 있다.
- ③ 드론방제사업자는 비의도적 약제비산에 따른 피해보상을 보험약관에 포함할 수 있으며, 이 경우 보상한도액 설정은 드론 방제사업자가 방제 면적과 계약금액 등을 고려하여 한도액을 결정한다.
- ④ 항공방제를 실시하고자 하는 시·도 및 시·군·구 예찰·방제기관의 장은 방제 대상지 조사부실 등으로 인해 발생하는 피해를 보상하기 위해 『한국지방재정 공제회』에서 운영하는 ‘행정종합배상공제’에 가입할 수 있으며, 보험 또는 공제에 가입하지 않은 경우 보상을 위한 보상금을 예산에 편성하는 등의 방안을 강구하여야 한다.

제6조(안전성검사 의뢰)

- ① 시·군·구청장 또는 국유림관리소장(이하 “예찰·방제기관의 장”이라 한다)은 약제 살포 전에 풍속, 풍향, 방제시간대, 비산거리 등을 종합적으로 판단하여 방제지 주변에 재배 중인 작물 등에 비산피해가 우려될 경우 미리 낙하조사 용지(감수지)를 배치하고, 약제 살포 후에는 조사 용지에 발생된 낙하상황을 조사하여야 한다.
- ② 예찰·방제기관의 장은 제1항에 따른 낙하조사 용지(감수지)를 배치하기 위해 필요한 경우 국립산림과학원장 또는 시·도 산림환경연구원(소)장(이하 ‘비산·낙하상황 조사·판정기관’이라 한다)에게 협조를 요청할 수 있으며 요청받은 비산·낙하상황 조사·판정기관은 이에 협조하여야 한다.
- ③ 비산·낙하상황 조사·판정기관은 약제 살포 후 감수지에 발생된 낙하 상황 조사 및 결과 판정을 통해 비의도적 오염정도가 잔류허용기준 이상 수치가 예상되는 경우 또는 출하시기를 감안할 때 잔류허용기준을 넘을 것으로 예상되는 경우에 출하예정일 이전까지 시료를 채취하여 안전성검사기관에 검사를 의뢰하여야 한다.
- ④ 제3항에 따른 검사 수수료는 방제를 발주한 기관에서 부담한다.

- ⑤ 제1항에 따라 비산·낙하상황 조사·판정기관에서 감수지 낙하상황 조사 판정결과 비의도적 오염이 없거나 오염정도가 허용기준치 미만인 것으로 판정하였으나 작물재배자 등이 이를 인정하지 않고 안전성검사 기관의 검사를 요구하였을 때에는 다음 각 호에 따라 안전검사에 소요되는 수수료를 부담한다.
1. 안전성검사 결과 오염정도가 허용기준치 이상인 경우 : 방제를 발주한 기관
 2. 안전성검사 결과 오염정도가 허용기준치 미만인 경우 : 검사를 요구한 작물 재배자

제7조(피해보상 신청 및 처리 절차)

- ① 항공방제로 인해 농작물 등에 비산·낙하오염 피해가 발생하여 안전성 검사 기관으로부터 피해가 확인된 경우 예찰·방제기관의 장은 지체 없이 피해 사항을 방제 수행기관(업체) 및 작물재배자 등에게 통지하여야 한다.
- ② 제1항에 따른 피해사항 통보 시 피해보상 신청기간, 신청방법, 처리절차 등을 안내하여야 한다.
- ③ 제1항에 따라 통보받은 작물재배자 등이 보상을 신청하려는 경우 통보 받은 날로부터 30일 이내에 [별지 제1호서식]에 따른 항공방제 피해 보상 청구서를 예찰·방제기관의 장에게 제출하여야 한다.
- ④ 제3항에 따라 보상신청을 접수받은 예찰·방제기관의 장은 가입한 보험사 또는 드론 방제업체 등에 피해를 통보하여 가입한 보험 등으로 보상금을 지급할 수 있다.
- ⑤ 제4항에도 불구하고 보험으로 보상금 지급이 어려울 경우에는 예찰·방제 기관에서 자체적으로 피해자와 합의하여 보상금을 지급할 수 있다.

제8조(분쟁조정 등)

- ① 예찰·방제기관의 장 또는 작물재배자 등은 산림병해충 항공방제로 인해 발생한 약제 비산·낙하오염 피해에 대한 보상과 관련하여 피해자와 합의가 이루어지지 않은 경우 분쟁조정을 신청할 수 있다.
- ② 제1항에 따른 분쟁조정은 지방자치단체의 경우 「환경분쟁조정법」에 따라 해당 지방자치단체에서 지방분쟁조정위원회에 회부하고, 지방산림청(국유림 관리소)의 경우 「국유림의 경영 및 관리에 관한 법률」에 따라 해당 지방 산림청에서 국유림경영관리자문위원회에 상정하여 자문을 구하는 등 분쟁 해결을 위한 방안을 강구할 수 있다.
- ③ 제1항 및 제2항에 따른 조정 또는 자문은 산림병해충 항공방제에 따라 발생 하였거나 발생이 예상되는 약제 비산·낙하오염에 의한 건강·재산·정신에 관한 분쟁 또는 피해 해결방안 등을 대상으로 한다.

부 칙

제1조(시행일) 이 기준은 2019년 1월 1일부터 시행한다.

제2조(적용례) 이 기준은 2019년 1월 1일부터 실시하는 산림항공방제부터 적용한다.

[별표 1]

항공방제 피해 보상의 범위와 방법 및 기준

1. 국가의 과실 및 비의도적 약제 비산·낙하오염 피해인 경우

피해 유형	1. 약제 비산·낙하오염 피해 가) 재배농작물 등 나) 가축 다) 기타 피해
보상 범위	가. 국가의 과실로 인한 피해 나. 농약 잔류허용기준이 있는 작물의 경우 비의도적 비산·낙하오염 정도가 허용기준치 이상 수치이거나, 출하시기를 감안할 때 잔류허용기준이 작물별 허용기준 수치를 초과한 경우 다. 농약 잔류허용기준이 없는 작물의 경우 비의도적 비산·낙하오염 정도가 일괄 0.01mg/kg 이상 수치이거나, 출하시기를 감안할 때 잔류허용기준이 일괄 0.01mg/kg 수치를 초과한 경우
보상 방법 및 기준	1. 산림항공본부에서 가입한 산림항공기 항공보험의 「제3자 배상책임보험」을 통해 손해보상 한다.(한 사고당 5,000백만원 한도) * 항공방제로 인한 사유재산의 피해보상에 있어 손해보상 기준 및 금액은 항공보험사에서 정한 기준을 따른다.

2. 드론 방제업체의 과실 및 비의도적 약제 비산·낙하오염 피해인 경우

피해 유형	1. 약제 비산·낙하오염 피해 가) 재배농작물 등 나) 가축 다) 기타 피해
보상 범위	1. 드론 방제업체의 과실로 인한 피해 2. 농약 잔류허용기준이 있는 작물의 경우 비의도적 비산·낙하오염 정도가 허용기준치 이상 수치이거나, 출하시기를 감안할 때 잔류허용기준이 작물별 허용기준 수치를 초과한 경우 3. 농약 잔류허용기준이 없는 작물의 경우 비의도적 비산·낙하오염 정도가 일괄 0.01mg/kg 이상 수치이거나, 출하시기를 감안할 때 잔류허용기준이 일괄 0.01mg/kg 수치를 초과한 경우
보상 방법 및 기준	1. 드론 방제업체에서 가입한 「드론 영업배상책임보험」을 통해 피해보상 한다.(보상한도액은 드론 방제업체가 방제면적, 계약금액 등을 고려하여 결정) * 드론방제로 인한 피해보상에 있어 손해보상 기준 및 금액은 '손해 보험사'에서 정한 기준을 따른다. 2. 보험사 손해사정인은 피해자와 보상금 합의를 한다. 가. 보험사에서는 손해사정인을 지정하고 파견하여 피해액을 파악하도록 하고, 산정한 피해액을 기준으로 피해자와 합의하여 보상금을 지급한다.

3. 지방자치단체의 업무상 과실에 의한 피해인 경우

피해 유형	1. 약제 비산·낙하오염 피해 가) 재배농작물 등 나) 가축 다) 기타 피해
보상 범위	1. 지방자치단체 소속 공무원의 업무상 과실로 인한 피해 (업무수행에 따른 과실로 발생한 손해배상청구에 대한 법률 상의 배상책임 손해액과 청구사항 조사 또는 해결하는데 사용되는 비용)
보상 방법 및 기준	1. 배상공제에 가입한 경우 - 한국지방재정공제회의 공제사업 중 행정종합배상공제를 통해 피해보상 할 수 있다. * 손해보상 기준 및 금액은 한국지방재정공제회에서 정한 기준을 따른다. - 보상한도액 : 1청구당 5천만원~5억원/연간 3억원~100억원 (가입조건에 따라 보상한도액은 다를 수 있음) 2. 배상공제에 가입하지 않은 경우 가. 항공방제 요청기관에서 당사자 합의를 통해 아래와 같이 직접 보상한다. 1) 지자체에서 확보된 보상금 등을 통해 피해 신청인과 개인 합의를 통해 피해보상 하여야 한다. 2) 보상금액 산정은 다음에서 정한 해당 농산물 출하 시기의 인근지역 시장 거래가격을 기준으로 한다. 가) '한국농수산식품유통공사'에서 운영 중인 「농산물 유통정보 (KAMIS)」 사이트에서 제공하는 인근지역 가격정보 (1) 일반농산물 : '도매정보'의 '품목별 가격정보' (2) 친환경농산물 : '품목별 가격정보' 나. 만약, 당사자 합의가 어려울 경우 '분쟁조정기구'를 통해 분쟁을 해결하도록 한다. 1) 「환경분쟁조정법」에 따라 해당 지자체 '지방분쟁 조정위원회'에 회부하여 조정 결과에 따라 피해보상 한다. 다. 부득이하게 요청기관의 직접 보상이 어려운 경우에는 산림항공본부에서 가입한 산림항공기 항공보험의 제3자 배상책임보험을 통해 손해보상 조치를 검토할 수 있다.

※ 「항공사업법」제70조(항공보험 등의 가입의무) 국가, 지방자치단체,
공공기관의 항공보험 또는 공제의무가입(2020.6.9.)

[별지 제1호서식]

항공방제 피해보상 청구서

1. 청구자

청구자	성명		생년월일	
	주소		전화번호	

2. 피해개요

20 . . . ()시·군·구/국유림관리소에서 실행한 ()
 항공방제 시 방제약제가 비산되어 본인 소유의 아래 재산에 허용기준치
 이상의 농약피해가 발생하였음.

3. 피해내용

피해 품목	피해사항	피해금액(원)	비고
계			

4. 청구금액 : 금 원정

※ 피해금액 산출이 어려운 경우 피해(청구)금액은 기재하지 않고 보상
 기준에 따를 수 있음. 위 본인은 ()시·군·구/국유림
 관리소에서 실행한 항공방제로 인하여 위와 같이 재산 피해가 발생하였
 으므로, 이에 대한 피해보상을 요청합니다.

첨부 1. 증빙서류(농약 검출 분석 의뢰 결과) 1부.

2. 피해 사진 1부.

20

OO시장·군수·구청장 / OO국유림관리소장 / OO산림항공관리소장 귀하

[참고 1]

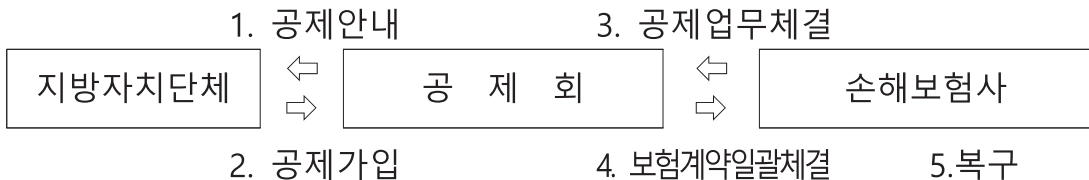
행정종합배상공제

<사업 개요>

- 행정종합배상공제 의미 : 지방자치단체 소속 공무원의 업무상 과실 및 소유·사용·관리하는 개인정보의 누출로 발생한 제3자 배상책임을 공제를 통하여 보상하는 사업

<공제 등록>

- 등록대상 : 한국지방재정공제회법에 따른 회원 중 지방자치단체(시·도, 시·군·구)
- 등록방법
 - 정기등록 : 매년 1월 1일~12월 31일까지
 - * 등록신청서(공제회 소정양식)를 등록기간 전년도 12월 20일까지 신청
 - * 공제회비는 매년 3월 말까지 납부
 - 수시등록 : 등록신청서가 한국지방재정공제회 지부에 접수된 다음날 부터 12월 31일까지
 - * 공제회비는 등록 마감한 다음 달 말일까지 납부
- 등록절차



- 공제 안내 : 가입을 희망하는 지방자치단체는 관련 자료를 제출하여 공제 가입 안내요청
- 공제 가입 : 공제 가입조건을 결정하여 공제 가입 신청
- 공제업무 및 보험계약 일괄 체결 : 지방자치단체의 공제등록시설물을 취합하여 손해보험사의 지방자치단체배상책임보험에 제3자를 위한 보험으로 일괄 단체계약

<배상금 지급>

• 보상한도액

- 행정종합배상 : 1청구당 5천만원~5억원/연간 3억원~100억원
- 개인정보배상특약 : 1사고당 및 연간보상한도 10억원~50억원

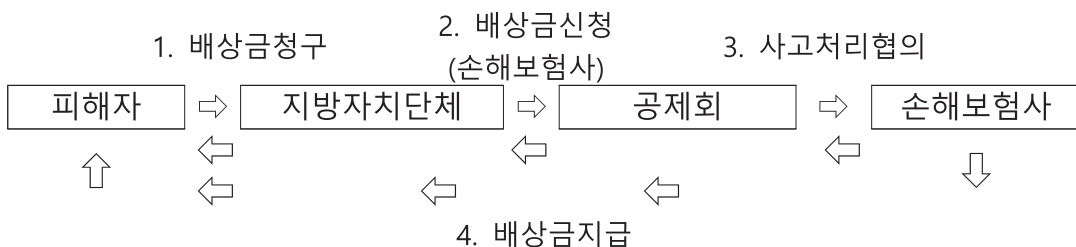
• 보상범위

- 업무수행에 따른 과실 및 개인정보 누출로 발생한 손해배상청구에 대한 법률상의 배상책임 손해액과 청구사항 조사, 방어 또는 해결 하는데 사용되는 비용

※ 보상하지 않는 손해

- * 행정종합배상 : 업무수행 중 고의로 생긴 손해, 소유·사용·관리하고 있는 영조물로 인한 손해(영조물배상으로 보상)
- * 개인정보배상 : 자치단체장의 고의로 인한 손해, 공제등록 이전에 소송 진행 중인 사실에 기인한 배상
- * 국가, 자치단체 또는 회원의 소속 자치단체의 공무원으로부터 제기된 손해배상
- * 그 밖에 약관에서 보상하지 않기로 정한 손해

• 배상금 지급절차



- 보험사고를 접수한 손해보험사는 최대한 신속하게 사고처리
- 피해자가 행정심판전치주의에 따라 국가배상심의위원회의 결정에 따른 경우, 보상한도액 내의 결정금액 전액 보상
- 소송을 제기할 경우, 보상한도액 내의 법원판결금액 전액 보상
- 손해보험사는 보상한도액 내에서 피해자와 합의하에 보험금 지급
- 손해보험사는 지방자치단체의 소송의 대행 및 피해자와의 합의 유도

[참고 2]

드론 영업배상책임보험 가입·처리절차

수 행 절 차	업 무 내 용
가입조건	○ 가입조건 : PLS제도 본격 시행에 따라 드론을 이용한 산림병해충 방제로 인한 비의도적 약제 오염에 대한 피해보상 ※ 단체로 보험사와 약정하여 가입을 할 경우 보험료 할인 적용 가능
보험 가입 및 약관확인	○ 드론사업자 : 보험사가 제공하는 질문서 작성 제출 ○ 보험사 : 보험 가입 안내(보험료 안내) - 보험료 : 방제사업 면적과 계약금액 등을 고려하여 드론사업자가 결정(보상한도액 감안) ○ 드론사업자 : 보험약관 등 확인 - 영업배상 보통약관 + 드론배상책임 특별약관 ○ 드론사업자 : 청약서 작성과 보험료 입금 - 보험가입 : 현장조사 부실에 따른 피해를 제외하고 비의도적 피해에 대한 책임은 드론사업자에게 있으므로 드론사업자는 반드시 책임보험 가입 ○ 보험사 : 보험증권 제공
보상금청구 (피해 발생 시)	○ 드론사업자 : 사고경위서 작성(육하원칙) ○ 드론사업자 : 비산·낙하상황 조사·판정기관에서 안전성 검사 기관에 의뢰한 결과에 따라 비산량이 작물 농약 잔류허용기준치 이상일 경우 보상금 청구
보상금 지급	○ 보험사 : 손해사정인 지정 및 파견, 손해액 파악 ○ 보험사 : 피해자와 합의하여 보험금 지급 ※ 보험 가입 시 보상한도액 감안할 것.

영업배상책임보험 시설소유관리자 특별약관 (드론) 가입질문

- 본 보험가입질문서는 보험가입의 기초자료로서 보험회사의 계약인수와 보험료 산정에 영향을 미치는 사실에 관하여는 향후 보험계약의 일부를 구성하게 됩니다. 따라서, 설문서는 대표자 또는 정당한 권한을 위임 받은 책임자에 의하여 정확하게 작성되어야 합니다.
- 본 보험가입질문서는 보험료 산정 및 보험가입의 기초 자료로써만 이용되며, 법률이 정한 바에 따라 외부기관 및 타인에게 공개되거나 유출되지 아니합니다.
- 영업배상책임보험(시설소유관리자)에 가입하고자 하는 경우 드론의 제원, 용도 및 보험료 산출의 근거가 되는 기초사항을 정확히 기재하셔야 합니다. 설문서에 내용 중 해당사항이 없는 경우는 [해당사항 없음] 을 기재하여 주시기 바랍니다.
- 본 설문서에 기재되지 아니한 목적물로 인하여 피보험자가 제3자에게 손해 배상책임을 부담하게 되는 경우에는 보험금이 지급되지 아니하오니 이점 양지하시기 바랍니다.

I. 피보험자 사항

피 보 험 자	국 문	홍 길 동 (주)	사업자번호	302-58-1*****
	영 문	hong gil dong. co. LTD	법인(주민)번호	160111-04*****
주 소	대전시 서구 둔산동 1111			
홈 페이지	http://			
기업형태	☐ 개인 ☐ 조합 ☒ 법인 ☐ 기타		업 종	임업서비스업

II. 목적물 사항

1. 귀하가 가입하여 보상받고자 하는 드론에 관하여, 용도 및 보험료 산출기초 등을 상세히 기재해 주시기 바랍니다.

모 델 명	DJI agras MG-1S	보험가입 대수	1대
시리얼번호 (고유번호)	DD10420152F**	중량 (최대이륙중량)	25kg 이하
용 도	○ 업무용(촬영용) ○ 업무용(농약살포) ○ 기타 * 항공사업법 제48조에 따라 초경량비행장치사용사업에 이용되는 최대이륙중량 25kg 이하의 영업용 드론에 한하여 적용		

III. 상세고지 사항

1	촬영용(업무용)으로 사용하는 드론이 맞습니까?	○ 예	✓ 아니오
2	기체 시리얼번호를 고지하였습니까?	✓ 예	○ 아니오
3	드론 최대 이륙중량이 25kg 이하입니까?	✓ 예	○ 아니오
4	개인 취미용 드론은 적용이 불가합니다. 업무용으로 사용하는 드론이 맞습니까?	✓ 예	○ 아니오

IV. 사고관련 사항

1. 과거 5년간 귀사가 부담한 손해배상액 (합의금 포함) 및 소송비용을 모두 기재해주시기 바랍니다.

사고일자	손해배상금액	사고내용	사고발생지역
없음	없음	없음	없음

2. 향후 손해배상청구가 일어날 수 있는 다른 사고 사실을 알고 있습니까?
 ○ 예 ○ 아니오.

상기 양식이 부족한 경우에는 별도의 첨부서류를 작성,
제출하여 주시기 바랍니다.

작성일자 : 20 년 월 일
 보험 계약자 : 홍 길 동 (주) 대 표 (인)

영업배상책임보험 보험료 및 배상한도

구분	사고당 보상한도액	총보상한도	사고당 공제금액	보험료 (원)	보험료증감 (원)	비고
1	10,000	50,000	10	510,300	-	
2	20,000	50,000	10	579,600	69,300	
3	30,000	100,000	10	616,300	36,700	

<보험조건>

1. 영업배상 보통약관
2. 드론배상책임 특별약관
3. 날짜인식오류 보장제외 추가약관
4. 테러행위 보장제외 특별약
5. 보험담보지역 구분코드(대한민국)
6. 재판관할지역 코드(대한민국)

<기타사항>

1. 보험회사 : KB손해보험
2. 상품명 : 영업배상책임보험(14151)
3. 목적물 구분 : 드론배상책임
4. 가입물건 : 무인항공기, 드론(방제용)
5. 목적물 사항 : 드론배상책임
6. 보험료 산출 기초 대수 : 1대

[별첨 2] 실시설계 과업지시서

0000년. 00월.

산림병해충 드론 방제사업 실시설계용역 과업지시서

00000시
(산 림 과)

과업지시서

□ 일반사항

1. 과업명 : 0000년 산림병해충 드론 방제사업 실시설계 용역
2. 과업의 목적 : 0000년 드론을 이용한 산림병해충방제사업 대상지의 세부적인 작업방법을 마련하고, 적정한 약제의 선정 및 사업지 주변 피해 위험요소의 조사를 통한 방제의 안전성을 확보함과 동시에 사업면적과 작업의 난이도에 따라 사업비를 차등 적용하여 사업성과를 제고하므로 견실하고 안정된 산림병해충방제사업을 실행하기 위함
3. 과업대상 지역
 - 위치 : 00시 00읍,면 00동,리 산00-00번지 외 00필지
 - 면적 : 000.00ha
4. 과업개요 : 드론을 이용한 산림병해충방제사업 실시설계 1식
 - 000지구 소나무재선충병 매개충방제
 - 000지구 밤나무재배지 복숭아명나방방제
5. 과업수행기간

본 용역의 과업기간은 착수일로부터 00일로 하고, 수급인은 다음의 경우 발주청에 서면으로 계약기간의 변경을 청구하여야 한다.

 - (1) 관계기관의 협의 및 검토가 관계기관의 사유로 지연되었을 때
 - (2) 민원발생에 의해 과업수행이 지연 또는 불가능할 때
 - ➡ 대상지 산주 반대 및 현지 여건에 따라 사업지가 변동 될 수 있으며 사업량이 부족할 경우 대체 대상지를 추가 선정하기 위해 기간을 연장할 수 있다.
 - (3) 천재지변 등 불가항력 사태의 발생으로 업무수행이 불가능할 때

6. 과업의 내용

- 기본설계서 검토(필요시)
- 대상지 필지별 조사
- 피해위험지역조사
- 설계도서 제시방서 작성
- 사업시행자 교육 및 현장안내 등 기타 지시사항 (※현장토론회 포함)
- 사업과 관련한 발주처의 요구사항 검토

7. 과업수행자의 자격요건

○ 과업을 수행할 수 있는 자

- 『기술사법』에따른 산림분야 기술사 사무소 또는 『엔지니어링산업 진흥법』에 따른 산림전문분야 엔지니어링사업자로 『산림기술 진흥 및 관리에 관한 법률』에 따른 산림기술용역업의 등록을 필한 자

구분	사업 종류	규 모	배치기준
실시 설계의 책임 기술자 배치기준	산림 병해충 방제	100만제곱미터 이하	기술초급 이상 산림경영기술자 1명 이상
		200만제곱미터 이하	기술중급 이상 산림경영기술자 1명 이상
		300만제곱미터 이하	기술고급 이상 산림경영기술자 1명 이상
		300만제곱미터 초과	기술특급 산림경영기술자 1명 이상

8. 설계변경 조건

수급인은 다음의 경우 본 과업을 감독원과 협의하여 변경할 수 있다.

- (1) 과업 업무량 조정으로 참여기술자의 증감이나 등급변경이 있을 때
- (2) 계약 내용에 따른 이행수량에 의한 정산 변경시
- (3) 민원발생에 의해 과업수행이 지연 또는 불가능 할 때
 - ➡ 대상지 산주의 사업취소 등 기타사유로 계획된 사업지의 이외의 필지로 변동 될 수 있으며 사업량이 부족할 경우 감소된 면적 만큼 설계비를 변경 할 수 있다.
- (4) 천재지변 등 불가항력 사태의 발생으로 업무수행이 불가능 할 때
- (5) 지자체 및 관계기관의 협의, 발주청의 계획이 변경될 때

9. 주요업무의 사전승인 등

수급인은 다음사항에 대하여는 사전에 발주청과 협의를 하여 과업을 수행하여야 한다.

- (1) 과업수행계획서 및 착수신고서의 내용변경
- (2) 기본계획을 포함한 설계내용 및 방침의 결정 또는 변경
- (3) 관계기관과의 협의사항
- (4) 설계기준의 설정 또는 변경
- (5) 기타 감독원의 지시나 수급인의 판단에 따라 승인 받아야 할 사항
- (6) 감리자의 설계서 검토 의견에 따라 설계변경이 필요한 때

10. 과업수행 및 공정보고

(1) 착수보고서 제출

수급인은 과업 착수시 예정공정표, 사업 책임기술자 선임신고서가 포함된 착수보고서를 발주청에게 제출한다.

(2) 과업수행 계획서

① 수급인은 착수보고서 제출 후 현장여건 등을 검토한 후 과업 수행계획서를 제출한다. 이에 포함할 내용은 다음과 같다.

- 인력(장비)투입계획서
- 세부공정 계획서
- 참여기술자 인적사항, 과업 참여내용 및 참여기간, 교육이수증 사본
- 참여기술자의 보안각서

② 수급인은 상기 과업수행계획서 서류 2부를 발주청에 제출하여 승인을 받아야 한다.

(3) 중간보고

수급인은 감독원의 요구가 있거나 다음 각각의 경우에는 자료를 제출하고 담당분야별 책임기술자로 하여금 설명토록 하여야 하며, 감독원의 지시사항(구두 및 서면지시 포함)에 대하여 성실히 수행하고 조치결과를 서면으로 제출하여야 한다.

- ① 주요단계별 과업이 종료되었을 시
- ② 발주처의 중간보고 요구가 있을 시
- ③ 주요계획 및 방침의 선정과 변경 시

11. 용역감독 등

- (1) 발주청은 이 과업을 수행함에 있어 수시로 수급인에 대하여 다음의 계약관련 업무내용을 확인, 감독할 권한을 가지며, 수급인은 이에 적극 협조하여야 한다.

- ① 기술인력 동원현황
- ② 현장조사 현황 및 업무수행 상태
- ③ 기타 확인에 필요한 사항

(2) 용역점검

발주청은 설계품질 확인을 위해 수급인에 대한 용역업무 수행을 정기 또는 수시점검을 실시할 수 있으며, 특별한 사유가 없는 한 수급인은 감독원과 협의하여 지적사항을 시정하여야 한다.

12. 수급인의 책임

(1) 수급인의 책임범위

수급인은 발주청의 승인을 받아 작성한 도서라 할지라도 수급인의 잘못으로 발생한 과오나 오류 등으로 인한 과업 수행상 발생한 모든 하자에 대하여 수급인의 책임이 면제되는 것은 아니며, 수급인은 용역 준공 후에도 이러한 사항에 대한 발주청의 수정, 보안요구가 있을 때에는 수급인 부담으로 시정 조치하여야 한다.

(2) 문서의 기록 비치

수급인은 본 과업을 수행함에 있어 발생하는 관계기관과의 협의 사항, 발주청의 지시 및 조치사항 등 과업추진에 따른 주요내용을 문서로 작성 비치하여야 하며, 발주청의 요구가 있을 경우에는 이에 따라야 한다.

(3) 안전관리의 의무

수급인은 관계법규에 의한 안전수칙의 준수 등 안전관리에 최선을

다하여야 하며, 수급인의 과실이나 부주의로 발생하는 사고 및 손해에 대하여 책임을 져야한다.

(4) 법률준수의 의무

수급인은 본 과업을 수행함에 있어 관계법률에 저촉되는 행위로 인한 모든 피해사항에 대하여 책임을 져야한다.

13. 보안 및 비밀유지

(1) 보안관계 법규의 준수

수급인은 발주청에게 필요한 보안관계 법류 등에 저촉되는 일이 없도록 세심한 주의와 의무를 다하여야 하며, 이의 불이행으로 인한 모든 책임은 수급인이 져야한다.

(2) 보안관리의 책임

수급인은 관계법규에 의한 보안 관리에 최선을 다하여야 하며, 수급인의 과실이나 부주의로 인하여 발생한 손해에 대하여 책임을 져야한다.

14. 용어의 해석

- 과업지시서상의 용어해석에 차이가 있을 경우에는 발주청과 수급인이 상호 협의하여 결정하여야 한다.

15. 용역수행자의 교체

- 본 과업에 참여하는 기술자는 충분한 학력, 경험 및 자격을 갖추어야 하며, 감독원이 과업의 적정한 수행에 부적격하다고 판단되는 경우 그 교체를 요구할 수 있으며 정당한 사유가 없는 한 이에 따라야 한다.

16. 설계도서 작성 시 고려되어야 할 사항

- (1) 사업실행 중 설계변경 및 목적달성을 위한 공사비 실행금액이 최소화 되도록 합리적인 조사 및 설계
- (2) 발주청과 시공자간의 이견 발생이 최소화 되도록 명확한 설계도서 작성

- (3) 본 과업의 적용 노임단가는 당년도 시장노임단가를 적용
- (4) 사업비 산출을 위한 작업공정 및 적용단가는 “드론을 이용한 산림병해충방제사업 매뉴얼” 및 “건설공사 표준품셈”, “소나무 재선충병 방제지침” 등에 의한다.
- (5) 설계도서에는 자격요건을 갖춘 설계 책임기술자가 서명 날인하여야 한다.
- (6) 작업방법은 현장의 상황에 따라 합리적 작업방법을 적용하되 사용상 안전한 약제의 선정 및 비산방지를 위한 완충구역의 설정 등 중요한 사항은 사전에 발주처와 협의하여 결정한다.
- (7) 실시설계 대상 사업면적은 현지 여건에 따라 증감할 수 있다.

17. 현황조사

- 수급인은 실시설계용역 착수 전 철저한 현장조사를 통하여 현지에 적합하도록 설계하여야 한다.

□ 설계도서 작성지침

1. 설계서 작성

- (1) 표지, 목차, 위치도, 현황사진, 설계설명서, 예정공정표, 설계적용기준, 시방서(일반, 특별, 전문), 사업지구별 이착륙장 및 피해우려지 현황, 작업방법, 지적조서, 공사원가계산서, 설계내역서, 단가산출서, 설계도면(위치도 및 방제계획도, 작업지시도)순으로 작성하여야 한다.
- (2) 설계서의 규격은 A4용지 규격, 설계도의 규격은 A3용지 규격으로 한다.

2. 시방서 작성

- 시방서는 살포 기종별로 구분하여 작성하되 살포약제량, 살포간격, 살포비행속도, 분당 토출량 등의 작업방법을 구체적으로 작성하여 작업실행자들이 손쉽게 이용할 수 있어야 한다.

3. 설계도면 작성

- (1) 위치도는 축적 1/25,000지형도를 사용한다.
- (2) 작업계획도, 작업지시도는 지적도(임야도)와 지형도, 위성사진을 활용하여 작성한다.
- (3) 설계도면의 규격은 A3용지 규격(변경시 발주청과 협의)으로 한다.

4. 설계도면의 표시내용

- (1) 작업계획도 : 이착륙장 및 비행동선 비행순서, 시야확보 가능구역, 경계 깃발 등 비행살포와 관련된 중요한 사항을 수치지형도에 표시
- (2) 작업지시도 : 지번도 및 임야도에 구역별 주요현황, 작업시방 요약 표시 및 완충구역과 피해우려지역 등 방제의 안전과 관련된 세부사항을 수치지형도, 위성사진 등에 표시

5. 현장토론회 및 작업자교육의 실시

책임기술자는 설계완료 후 최소 1회 이상 작업원에 대해 설계내용에 대한 교육을 실시하여야 한다.

□ 납품해야 할 성과품

- 사업지에 대한 성과품 제출

(서류 마감일 5일전에 발주청과 설계서 검토 ⇒ 추후 성과품 제출)

성과품목록	단위/건	수량/건	비고
- 설계서(설계도면 포함)	부	2	A4
- 설계서	부	3	
- 설계도면	부	3	A3
- 전자저장매체	개	1	

[별첨 3] 감리 과업지시서

0000년. 00월.

산림병해충 드론 방제사업
감리용역 과업지시서

00000시
(산 림 과)

I. 과업개요

1. 과업명

- 0000년 드론을 이용한 산림병해충방제사업 감리용역

2. 과업목적

- 드론을 이용한 산림병해충방제사업의 감리시행으로 사업의 질적 향상과 효율성을 높이고 약제비산 등 피해를 최소화한 안전한 사업을 실행코자 함.

3. 용역대상

- 위 치 : 00시 00읍,면 00동,리 산 00-00번지 외 000필지
- 사 업 명 : 0000년 드론을 이용한 산림병해충방제사업사업
- 사업면적 : 000ha(소나무재선충병 매개충방제000ha, 밤나무재배지 복숭아명나방방제00ha)

4. 감리원 업무내용

- 가. 감리원은 비상주하면서 공사감독공무원을 보조한다.
- 나. 감리원은 공사착수 전에 설계도서를 검토하여 드론을 이용한 산림병해충방제매뉴얼, 산림병해충방제규정의 내용과 적합한지를 확인하고 실행 시 불합리한 부분, 착오, 불명확하거나 예상되는 문제점이 있는 경우에는 발주청에 보고하여야 한다.
- 다. 감리원은 사업시행 중 약제살포 실행상태를 확인하여 설계도서, 시방서 및 관계규정 등에 적합하게 사업이 실행되고 있는지 여부를 감수지의 배치, 방제궤적의 확인 등의 방법으로 점검하고 그 결과를 감독공무원을 경유하여 발주청에 서면보고 하여야 한다.

- 라. 사업대상지내 약제의 살포품질을 확인하기 위해 감리원은 약제 살포전 감수지를 배치하고, 그 좌표를 기록한 후 방제결과를 분석한 결과보고서를 발주청에 보고하여야 한다.
- 마. 감리원은 살포즉시 감수지를 회수하여 약제의 살포상황을 사진 등 기록으로 보존해야 하며, 회수된 감수지는 감독공무원의 별도 요구가 있을 시 좌표를 기입하여 제출하여야 한다.
- 바. 감리원은 드론을 이용한 산림병해충방제사업의 시행과정에서 비의도적 비산으로 인한 주변 환경에 피해가 발생한 경우 이의 피해여부를 확인하여 감독공무원에게 보고하여야 한다.
- 사. 감리원은 드론을 이용한 산림병해충방제사업에 소요되는 약제의 사용여부를 확인하고 약제정산보고서를 확인하여야 한다.
- 아. 감리원은 드론을 이용한 산림병해충방제사업의 시행과정에서 방제대상지의 변경 및 추가, 사용약제의 변경 등 설계변경이 필요한 경우에는 시행자와 감독공무원의 의견을 들어 그 내용을 발주청에 서면 보고하여 설계변경 절차를 거친 후 사업 시행하도록 하여야 한다.
- 자. 감리원은 발주청이 당해 사업과 관련하여 작업방법이 변경요구 등 중요한 기술적인 사항에 대하여 자문을 서면으로 요구하는 경우에는 특별한 사유가 없는 한 이에 응하여야 한다.
- 차. 감리원은 기성부분검사 또는 완료검사시 입회하여야 한다.

5. 감리 방법

- 감리원은 감독공무원을 보조하며 비상주 감리를 원칙으로 하되, 사업기간 중 약제살포시 현지에서 확인하여 관련 설계도서 대로의 시행여부 검토 및 사업시행결과를 점검하여야 한다.

6. 감리 보고서 제출

- 감리 보고서의 제출 시기는 다음과 같다.
- 설계서검토보고서 : 설계도서 접수 후 5일 이내
 - 착수계검토보고서 : 착수계 검토요청 접수 후 7일 이내

- 중간감리보고서 : 사업기간 중 1주에 1회 이상씩 제출
- 완료감리보고서 : 사업완료 시점

7. 과업 수행 기간

- 과업수행기간은 발주청의 지정일 까지로 하며 다음의 경우에 한하여 발주청의 승인을 얻어 그 기간을 연장할 수 있다.
 - 천재지변으로 과업수행에 차질이 있을 때
 - 발주청의 계획변경이나 방침에 따라 본 과업이 중단 또는 과업내용의 현저한 변경이나 증감이 있을 때
 - 기타 불가피한 상황이 발생하였을 때

8. 과업수행의 원칙

- 가. 감리과업수행
 - 용역수행자는 감리 수행에 있어 드론을 이용한 산림병해충방제 매뉴얼 및 산림병해충방제규정에 따라 수행하여야 한다.
- 나. 감리원은 계약체결과 동시에 감리업무를 수행하여야 한다.
- 다. 감리원은 과업의 보안유지에 철저를 기하여야 한다.
- 라. 본 과업지시에 명기하지 않은 사항이라도 필요하다고 인정되는 중요한 사항은 발주청과 협의하여 결정한다.

9. 과업의 세부원칙

- 가. 감리업무 착수 및 설계서 검토
 - 1) 감리원은 감리용역 착수 시 감리업무수행계획서와 감리원자격증 사본을 첨부한 착수계를 발주청에 제출하여야 한다.
 - 가) 감리업무 수행계획서에는 감수지 설치 수량과 위치를 도면에 표시하여 제출한다.
 - 나) 시공사의 예정공정표를 검토하여 감수지 설치일정과 수거 및 결과 분석을 위한 세부 일정계획을 제출한다.

2) 감리원은 설계도면, 시방서, 산출내역서, 공사계약서 등의 내용과 당해 사업의 내용을 충분히 숙지하여 감리하여야 한다.

가) 설계내용의 현장조건 적합성 및 시행가능성 등의 검토

나) 사업시행 예정공정표 검토

- 시행자가 작성한 사업착수시점부터 완료시점까지의 사업시행계획서가 현지여건이나 계절적 기상조건에 적합한지 검토

다) 조치할 사항

- 보완할 사항이 있는 경우, 설계서 보완 및 시행계획 변경
- 설계서 검토 보고서 제출

3) 감리원은 설계서와 사업계약문서 상호간의 모순되는 사항이나 현장 실정과의 부합여부 등을 해당 공사 진행 전에 검토하여야 한다.

나. 사업 착수계 검토 및 보고

1) 감리원은 사업이 착수된 경우에 발주자로부터 다음 각 호의 서류가 포함된 시행자의 착수계 검토 요청이 있을 경우 적정성 여부를 검토 하여 3일 이내에 발주청에 보고하여야 한다.

- 착수계 : 소나무재선충병방제지침 별지 11호 서식
산림병해충방제규정 별지 제2호 서식
- 작업계획서 : 소나무재선충병방제지침 별지 제12호 서식
산림병해충방제규정 별지 제3호 서식
- 작업원 운영계획서 : (현장대리인 선임 및 재직증명, 조종원의 명단 및 초경량비행장치 조종자 자격증명 등)
- 그 밖에 발주자가 요구하는 사항

다. 사업 시행 단계(감리중간보고 : 사업시행 중 수시)

1) 감리원은 다음 문서를 기록 비치하고 감리 완료 후 발주청에 인계 하여야 한다.

- 감리 일지
- 일별 사업실행보고 (약제사용량 포함)
- 약제의 비산피해가 발생한 경우 약제비산 피해상황보고

- 2) 감리원은 민원 및 피해발생이 예상되는 사항을 사전에 도출하여 시공사에 통지하고, 발주청에 보고하는 등 민원발생이 최소화 되도록 노력하여야 한다.
- 3) 사업시행 중 부득이 설계변경 또는 추가 작업이 발생할 경우에는 설계 변경 적정성 검토 후 개요서를 작성하여 발주청에 제출하여야 한다.
- 4) 사업시행 진척상황에 대한 조사 및 보고 (감수지의 배치 및 분석확인)
- 5) 조치할 사항
 - 비산피해 등 문제점 발생시 감독공무원에게 즉시 보고
 - 방제누락지 등 방제품질의 문제 발생시 시행자에게 통보하여 보완
 - 감리 중간보고서 제출

라. 사업 완료단계 (사업완료검사)

- 1) 시행자로부터 준공검사원이 제출되었을 경우, 감리원은 감리보고서를 작성하고 감독공무원의 확인을 받아 발주청에 제출하여야 한다.
- 2) 감리원은 사업시행자로부터 사업완료검사를 요청받았을 경우 사업 완료검사 결과보고서를 작성하여 발주자에게 제출하여야 한다.

가) 검사내용

- 작업면적, 방제궤적, 작업품질(약제살포량, 감수지확인, 비산상황 등)

마. 최종감리 완료보고(사업완료 시점)

- 최종감리보고서(방제궤적집계, 감수지판독결과표) 및 준공도면 (감수지 배치도)서류와 이를 포함한 전자기록매체(CD), 용역계약시 요구한 사항 등을 첨부하여 감리완료보고서 제출

10. 감리의 내용

가. 감리자는 사업시행 중 해당하는 시점에서 다음의 각 호에 해당하는 보고서를 작성하여 감독자를 경유하여 발주자에게 제출하여야 한다.

- 1) 실시설계 사전검토 보고서
- 2) 중간감리보고서
- 3) 감리일지
- 4) 사업완료검사 결과보고서(감수지 판독표, 감수지배치도, 방제궤적)

- 5) 필지별 실행내역
- 6) 감리완료보고서
- 7) 준공도면 (지적도, 임야도와 방제궤적 및 감수지 배치도 중첩)
- 8) 그밖에 발주자가 용역계약시 요구하는 사항

11. 감리원의 배치기준 및 책임한계

가. 감리원의 배치기준

구분	사업 종류	규 모	배치기준
감리원 배치기준	산림 병해충 방제	100만제곱미터 이하	기술중급 이상 산림경영기술자 1명 이상
		300만제곱미터 이하	기술고급 이상 산림경영기술자 1명 이상
		300만제곱미터 초과	기술특급 산림경영기술자 1명 이상

나. 감리원의 책임한계

- 현저하게 부실감리를 하였거나 정당한 이유 없이 계약사항을 이행하지 않은 경우 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률시행령 제76조의 규정에 의한 부정당업자로 제재할 수 있다.

[별첨 4] 사업시방서

산림병해충 드론 방제사업
시방서 (일반, 특별, 전문)

00000시
(산 림 과)

일 반 시 방 서

1. 적용범위

- 가. “0000년 산림병해충 드론 방제사업”은 계약서, 설계도서, 입찰유의서, 계약일반조건, 계약 특수조건 등 계약문서에 의하여 시행하여야 하며, 본 계약문서에 규정하지 않은 사항은 아래의 각 시방서의 규정에 따라 시공하고 이 시방서에 규정되지 아니한 사항에 대하여는 산림청 “산림 병해충 드론 예찰·방제 메뉴얼”에 의한다.
- 나. 본 시방서는 작업의 일반사항을 위한 것이며, 기술적인 사항은 특별시방서, 전문시방서와 소반별시방서에 의한다.
- 다. 일반시방서의 내용과 특별시방서서의 내용이 서로 상이할 경우에는 특별 시방서를 우선으로 하며 도면과 시방서가 상이할 경우에는 도면을 우선 으로 하되 도면이 오류나 누락 등으로 모순이 있을 경우에는 발주처, 감독관과 도급자가 상호 협의하여 결정하여야 한다.
- 라. 일반 및 특별시방서에 명기된 내용 이외에 작업의 품질향상을 위하여 필요한 특별한 작업공종에 관한 사항은 발주처 협의하여 시행하여야 한다.

2. 용어의 정의

- 가. 계 약 서 : 도급계약서와 계약조건, 설계내역서, 설계도서, 시방서 등 기타 이것을 보충하는 서류를 말한다.
- 나. 일반시방서 : 본 산림병해충방제작업 수행에 관련되는 제반규정 및 요구 사항 등을 정한 서류를 말한다.
- 다. 특별시방서 : 일반시방서를 보충하고 본 병해충방제사업만의 특별한 사항 및 전문적인 사항에 대한 제반규정 및 요구사항을 정한 서류를 말한다.
- 라. 전문시방서 : 본 산림병해충방제사업의 사어구역별 지황, 임황, 작업량, 작업방법 등을 제시한 서류를 말한다.
- 마. 소반별시방서 : 사업구역내 방제약제, 방제기종, 등 병해충의 발생상황에

따라 작업방법을 달리할 때 전문시방서에 기술한 내용을
보완하여 작업방법을 제시한 서류를 말한다.

바. 설계 변경 : 계약된 산림병해충방제 사업의 변경을 말한다.

사. 발 주 자 : 산림병해충방제사업을 시행하기 위하여
입찰을 부여하거나 사업을 발주하고, 도급계약을 체결하여
이를 집행하는 자를 말한다.

아. 시 공 자 : 산림병해충방제 사업에 관해 발주자와 도급계약을 체결한 자
또는 회사를 말하며 기타 규정에 따라 인정된 도급자의
대리인, 승계인을 포함한다.

자. 감 독 관 : 발주처를 대리하여 현장 비상주 근무자로서 산림병해충방제
사업의 검토시행, 설계변경에 관한 검토 및 자금집행 등
산림병해충방제 사업 전반에 관한 업무를 관장하는 자와
현장에 상주하여 산림병해충방제 사업에 관한 감독업무를
수행하는 자를 말한다.

차. 감 리 원 : 산림기술의 진흥 및 관리에 관한 법률에 의한 산림기술
용역업을 등록한 업체의 소속으로 당해 산림병해충방제
사업의 설계도서, 기타 관계서류의 내용대로 시행되는지의
여부를 확인하고 품질관리, 작업관리 및 안전관리 등에 대한
기술지도를 하며, 발주자의 위탁에 의하여 관계법령에 따라
발주자의 감독권한을 대행하여 감리업무를 수행하는 자를
말한다.

카. 지 시 : 발주자 측에서 발의하여 감독관이 도급자에 대하여 작업
감독의 소관업무에 관한 방침, 기준, 계획 등을 알려주고
실시하게 하는 것을 말한다.

타. 승 인 : 도급자측에서 신청한 사항을 발주처 또는 감독관이 서면으로
동의하는 것을 말한다.

파. 입 회 : 감독관 또는 그가 지정하는 대리인이 현장에 참석하여 작업
사항을 확인하는 것을 말한다.

하. 협 의 : 발주처와 도급자가 대등한 입장에서 합의하는 것을 말한다.

3. 제출서류

도급자는 산림병해충방제 사업 착수 전에 착수계, 참여자명단, 기능인력명단, 도급 내역서, 예정공정표 및 기타 발주처의 규정에 의한 제반서류를 제출하여야 한다. 또한 작업착수 전에 본 산림병해충방제 사업 추진을 위한 작업순서 및 방법, 노무계획 등에 대한 작업시행 세부공정표를 별도로 작성하여 감독관의 승인을 얻어야 한다.

4. 현장대리인 지정

현장대리인은 본 산림병해충방제 사업 수행에 필요한 전문지식과 충분한 경험이 있는 산림경영기술자 및 나무의사로서 현장에 상주하여야 하며 감독관의 승인 없이는 임의로 현장을 떠나서는 아니 된다.

5. 기술자의 배치

가. 작업현장에는 본 산림병해충방제 사업에 적합한 산림경영기술자를 상주하게 하고 그 중 1인을 현장대리인으로 임명하여야 하며 실제비행 및 살포는 초경량비행장치조종자면허를 소지한 자가 실행해야 한다.

나. 감독관은 현장대리인, 도급자의 고용인 및 노무자가 작업시행 또는 관리에 대하여 부적당하다고 인정될 경우 감리자의 의견을 물어 도급자에게 교체를 요구할 수 있다.

6. 제보고

도급자는 계약서에서 지정한 것과 감독관이 지시한 각종 보고를 지정한 기일 내에 지체 없이 서류를 구비하여 제출 또는 보고하여야 한다.

7. 설계도서 등의 비치

산림병해충방제 사업 현장에는 당해 작업에 관련된 계약조건, 설계도서, 예정공정표, 작업계획서 및 기타 필요한 서류 등을 비치하여야 한다.

8. 장비의 반입

작업용 제장비 및 기구에 대해서는 현장반입 전에 종류, 규격, 성능(경로

설정비행, 비행궤적) 등에 대하여 감리자 및 감독관과 협의하여야 하며 반입 후 또한 감리자, 감독관의 검사와 승인을 받아야 한다.

9. 공사시행

- 가. 본 산림병해충방제 사업은 설계도서, 일반시방서 및 특별시방서에 의거 감독관의 지시에 따라 시행한다.
- 나. 설계도서 및 시방서에 명시되지 않은 사항이라도 작업의 성질상 당연히 필요한 사항은 감독관의 지시에 따라 도급자의 부담으로 시행하여야 한다.
- 다. 도급자는 산림병해충방제 사업과 착수와 동시 또는 진행 중 설계도서 및 현장조건에 상이한 사항을 발견하는 즉시 감리자 및 감독관에게 보고하여야 한다.
- 라. 도급자는 산림병해충방제사업에 착수하기 전 영업배상책임보험에 가입 하여야하며 보험가입증명서를 발주처에 제출하여야한다.

10. 산림병해충방제 사업 작업순서

- 가. 경계 및 피해위험지의 확인은 방제 착수전에 하여야 하며 필요한 경우 깃발을 이용한 경계표시 작업을 사전 수행한다.
단. GPS기반의 자율비행에 의한 방제작업을 수행할 경우 경계표시를 생략할 수 있다.
- 나. 각 공정별 작업순서는 착수 전에 제출한 예정공정표에 따라야 하며 더 상세한 계획은 감독관의 승인을 받아 수행한다.

11. 작업시간

- 가. 도급자는 작업개시 및 종료시간을 감리자에게 통지하여야 한다.
- 나. 감독관이 산림병해충방제 사업 시행상 필요하다고 인정할 때는 작업시간을 변경할 수 있다.

12. 작업계획도 비치

- 도급자는 착수와 동시에 작업계획도를 현장에 비치하여야 한다.

13. 작업 확인

도급자는 설계오류, 민원, 불가항력에 의한 작업제외 등 작업장의 작업 면적이 설계상의 면적과 다를 경우에는 면적을 확인토록 하고 그 결과를 미방제구역도로 작성하여 감독관과 감리자에게 알린 후 지시에 따른다.

14. 안내표시판 등의 설치

착수와 동시에 감독관의 지시에 따라 산림병해충방제 사업 현장에 사업 안내판 및 안전표식의 입간판, 안내현수막을 설치할 수 있다.

15. 작업추진 관리

현장대리인은 감독관의 지시에 따라 작업계획서를 제출하여 승인을 받아 작업을 실행하여야 하며 작업일보(하루 작업 현황을 기록하는 문서) 및 작업 진도를 표기하여 추진현황을 알려야 한다.

16. 보완작업

당해 사업은 설계도서 및 제반규정에 의한 설명기준에 따라 시행하여야 하며 감독관 및 감리의 재작업 요구가 있을 때는 그 지시에 따라야 한다.

17. 작업관리

산림병해충방제사업에 필요한 작업과정은 감독관, 감리, 설계자, 현장대리인, 현장작업자의 입회하에 설계자가 주관하여 설계설명 및 작업교육을 실시하여 작업의 품질 향상에 노력하고, 도급자는 현장대리인, 비행조종원 등 작업자가 교육에 필히 참여하도록 한다.

18. 작업현장 관리

가. 사업시행 기간 중 항상 안전에 유의하여 현장관리를 하여야 하며 재해 예방에 최선을 다 하여야 한다.

나. 사업시행 중 감독관 및 감리자의 승인 없이 시방서외의 작업방법을 택해서는 아니 된다.

다. 사업착수와 동시에 재해예방 및 비상연락망을 편성 운영토록 하고 우천 시는 작업을 중단 한다.

라. 현장 대리인 및 초경량비행장치조종자, 작업인부의 행위가 사업수행에 지장을 주거나 부적당하다고 판단될 때, 현장감독관은 감리자의 의견을 물어 도급자에게 교체를 요구할 수 있으며, 도급자는 감독관으로부터 교체요구가 있을 때에는 즉시 교체하여야 한다.

19. 자재관리

농약 및 자재는 일정장소에 보관 관리함을 원칙으로 하며 사용시는 산불 예방 및 비산피해예방에 철저를 기한다.

가. 약제의 운반, 보관, 조제, 드론투입 및 비행과정에서 작업자 부주의나 용기파손으로 인한 토양오염, 환경오염을 방지하기 위한 대책을 마련하여야 한다.

나. 약제통, 제조용기 등 오염된 자재와 포장지는 관련법에 따라 폐기절차를 준수하여야 한다.

20. 사진 제출

사진촬영은 동일 장소와 방향에서 촬영하고 필요에 따라 아래 사진을 제출 하여야 한다.

가. 작업전, 작업중, 작업후, 비행궤적 사진

나. 공중별사진

다. 기록사진 : 사업 진행 상황을 촬영하고 사진첩을 2부 작성하여 제출

라. 기타 홍보용 사진 및 슬라이드(필요시)

21. 안전관리

가. 도급자는 안전관리 책임자를 선임하여 현장에 상주토록 하고 산업재해 예방에 최선을 다한다.

나. 오일, 휘발유, 비행장치, 약제, 기타 위험물의 보관 및 취급으로 인해 발생 되는 모든 사고에 있어서는 현장대리인 및 도급계약자가 민형사상의 책임을 진다.

- 다. 도급자는 안전사고 등이 발생하지 않도록 제반 안전수칙을 준수하여야 하며 당해 작업진행 중 발생하는 모든 사고에 대하여 책임져야 한다.
- 라. 당해 산림병해충방제 작업으로 인하여 각종 오염 및 사람의 통행에 지장을 초래하지 않아야 한다.

22. 안전조치

- 가. 산불방지 및 주변에 산불발생시 진화 참여는 물론 이에 대한 대책을 강구하여야 한다.
- 나. 호우, 홍수, 태풍 등에 대한 기상예보 등에 충분히 유의하여 유사시에는 피해를 최소한으로 되게 응급조치를 하여야 한다.
- 다. 사업수행에 필요한 안전조치는 관계법규에 따라 안전에 만전을 기하기 위한 조직, 계획, 점검 등을 실시하고 필요한 제반시설을 갖추어야 한다.
- 라. 작업착수 전에 안전시설을 해야 할 사항은 일반적으로 다음과 같다.
 - 1) 유류 및 약제보관지역 및 사용 장소 설정
 - 2) 도로변 작업 시 통행자 이동제한
 - 3) 도로변 작업 시 위험상황이 발생하면 확성기를 이용 작업자에게 전달
 - 4) 전기, 하수도 및 통신 선로 등 중요시설에 대한 보호
 - 5) 유류 등 화재발생대비 안전장비 구비
- 마. 도로의 교통을 제한하고자 할 때에는 교통제한의 범위, 기간, 안전조치 등에 대하여 소정의 절차를 밟아야 한다.
- 바. 작업장 내의 모든 작업관련자는 안전장비를 착용하여야 한다.
- 사. 작업장에는 구급약을 상비하여야 한다.
- 아. 작업시행 시 일반인의 교통에 피해를 주지 않도록 보호대책을 강구하여야 한다.
- 자. 작업시행 시 인접해 있는 수리시설 및 농작물에 약제피해가 없도록 적절한 조치를 강구하여야 한다.

23. 사고의 예방

- 가. 도급자는 고용원 및 기타인의 생명과 건강보호 및 도급자재, 장비 등의 재산상의 피해예방과 계약기간 중 작업중단이 없도록 안전대책을 준비

해야 하며, 지역안전의 목적을 위해 필요하다고 인정될 경우 추가적인 조치를 준비해야 한다.

- 나. 작업기간 중 도급자는 작업장을 방문하는 사람의 통제와 안전을 위해 발주처에 의해 조치된 모든 사항에 따라야 한다.
- 다. 도급자는 본 산림병해충방제 사업 중에 일어나는 작업상 인명손실, 외상, 직업병과 재산상의 피해사고 등 모든 사고를 감독관에게 보고하여야 한다.
- 라. 도급자는 작업기간중 응급처치시설을 준비해야 한다.
- 마. 기본적인 응급비품은 10인을 치료할 수 있는 의료약품을 작업현장에 비치하여야 한다.

24. 위험물의 취급

발화위험물은 운반, 보관, 사용 등의 취급은 유류취급에 관한 관계법규에 의하여 확실히 안전하게 하여야 한다.

25. 제법규 준수

- 가. 작업시행에 있어서는 관련법규를 반드시 준수하여야 한다.
- 나. 노무자에 대한 제법규의 운영과 적용은 도급자의 책임 하에 이루어지고 전 노무자의 모든 행위에 대한 책임은 도급자가 된다.

26. 기성고 작성

도급자는 기성검사 요청을 할 때는 감독관 및 감리와 사전에 협의하여 제출한다.

27. 작업의 일시중지

감독관은 다음의 경우 작업을 일시 중지시킬 수 있으며 이에 대하여 감리는 의견을 제시할 수 있고, 작업중지로 인한 손해는 도급자가 진다.

- 가. 기후 악조건으로 작업이 곤란할 때.
- 나. 작업자의 안전을 위하여 필요하다고 인정할 때
- 다. 도급자가 설계도서 및 시방서에 준하지 않는 작업을 시행하여 부실의 우려가 있을 때

라. 감독관 및 감리자의 지시 불이행으로 작업의 진행이 부당하다고 인정될 때

28. 설계변경

가. 본 작업은 조사당시 수집된 자료에 의하여 계획 설계 된 것인 바, 착수 당시 작업지의 현저한 변동, 민원, 기타 조사 후 변경사항에 대하여는 사전에 감독관의 승인을 득한 후 현지여건에 맞도록 설계 변경한다.

나. 작업공종에서 현지와 작업공종이 부합되지 않을 때

다. 설계시 품셈적용 및 계산착오가 있을 때

라. 당초 계획된 작업면적의 변경이 불가피한 경우.

마. 기타 발주자가 변경을 요할 때

29. 사업기간 연장

가. 천재지변 및 발주자의 사정에 의하여 작업이 중단되었을 때는 사업기간을 연장할 수 있다.

나. 기상이변 및 강우일수가 과거 5개년 평균일수보다 많아 작업에 막대한 지장을 초래하였다고 인정될 때 연장할 수 있다.

다. 산림작업의 특성상 안전을 우선으로 하며, 기간중 우기일수가 전체일수의 30% 이상 일 때 사업기간을 연장할 수 있다.

라. 작업장의 불가항력적인 일이 발생하여 감독관과 감리자의 의견을 물어 타당성이 인정 될 때 사업기간을 연장할 수 있다.

30. 설계 및 완료 도서관리

가. 사업시행에 사용되는 모든 설계도서는 발주자의 관리방법에 준하여 관리 하며 완료와 동시에 완료 도서를 작성하여 감독관에게 제출하고 수급인이 제공받은 설계도서 및 성과품은 요구가 있을시 반환하여야 한다.

31. 사업완료검사

가. 검사 또는 시험결과가 시방서 및 설계도서에 명시한 검사 검수기준에 일치하다고 인정되었을 때 사업완료 조치한다.

나. 검사결과가 시방서 및 설계도서 기준에 적합하지 않은 부분은 수정 또는 재시공 후에 재검사를 받아 합격할 경우 사업완료조치 한다.

- 다. 완료도면, 비행궤적이 제출되어 검사가 완료되었을 때 사업완료 조치한다.
- 라. 완료도면은 도급자가 작성 제출하여 감독관의 검토 및 승인을 얻어야 한다.

32. 사업완료 후 정리

사업이 완료되었을 때는 감독관의 지시에 따라 설치물을 제거하고 청소 정리하여 감독관의 검사를 득해야 한다.

33. 기타사항

- 가. 도급자는 본 사업 완료시까지 감독과의 지시에 따라야 하고 특히 민원이 발생치 않도록 사전에 발생요인을 확인 처리하여야 한다.
- 나. 도급자는 사업완료시 준공조서 2부, 준공사진첩 2부, 준공사진 저장 전자매체 1개(CD 및 USB)를 작성하여 완료계와 동시에 제출하여야 한다.
- 다. 도급자는 감독관이 지시하는 내용에 따라 약제사용에 따른 안전표시판, 현수막을 제작 설치하고 완료 조사 시 광경사진을 제출 할 수 있다.
- 라. 본 사업 시행도중 경미한 사항에 대하여는 설계도서에 명시되지 않았을 지라도 감독관이 필요하다고 인정되는 경우 감독관의 지시에 따라 도급자 부담으로 시행하여야 한다.
- 마. 각종 설계도서는 보안규정에 따라 보관하여야 한다.
- 바. 각종 관계서류는 지정된 기일까지 제출하여야 한다.

특 별 시 방 서

1. 적용기준

“0000년 산림병해충 드론 방제사업”은 이 시방서의 규정에 따라 시행하고 이 시방서에 규정되지 아니한 사항에 대하여는 산림청 “산림병해충 드론 예찰·방제사업 메뉴얼”에 의한다.

2. 작업 일반

가. 준비 작업

면적 및 수량의 검측에 필요한 면적확인은 일반시방서 13항에 따라야 한다.

나. 작업준비

- 1) 작업자는 작업에 앞서 작업장의 경계지역 및 완충구역을 자동비행장치에 입력하여 비행하여야 하며, 필요시 깃발을 이용하여 경계표시를 하여야 하며 경계를 넘어 작업을 하여서는 아니 된다.
- 2) 현장대리인은 작업 중 수시로 피해우려지역의 작업 상황을 점검 확인하여 민원발생이 되지 않도록 한다.
- 3) 작업현장에는 작업 대상 필지의 도면과 작업내역을 비치하여 수시로 확인 점검 정확한 작업이 될 수 있도록 지도한다.
- 4) **“산림병해충 드론 방제사업”** 실 착수 전에 비행장치 및 현장에 깃발 표시를 하여야 한다.

단 GPS기반의 자율비행에 의한 방제작업을 수행할 경우 경계표시를 생략할 수 있다.

다. 산불예방

- 1) 작업자는 작업장에 투입시 인화성물질을 지참하고 작업장에 진입할 수 없다
- 2) 작업자는 흡연시는 일정장소에 안전조치를 취한 후 현장대리인 책임 하에 흡연을 하고 현장대리인은 담뱃불의 화기점검을 반드시 한 후 자리를 이동하여야 한다.

- 3) 작업자는 비행장치 및 발전기 사용원료인 유류관리에 철저를 기한다.

라. 작업방법

작업자는 설계된 기종별 작업방법에 따라 작업을 하여야 하며, 임의대로 변경할 수 없다. 부득이 작업방법을 변경하고자 할 때는 감리자, 감독관과 협의하여 변경 실시 할 수 있다.

마. 안전교육

- 1) 감독관은 작업착수 전에 안전교육을 실시한다.
- 2) 현장대리인은 매주 2회 이상 안전교육을 실시하고 교육자의 명단과 근거 사진을 촬영하여 비치하여 둔다.
- 3) 현장대리인은 작업자가 안전장비를 착용, 확인 후 작업을 실시토록 한다.

바. 감수지 관리

작업장내의 감수지의 설치는 감리자가 실행하나 도급자는 감리자의 감수지 배치를 위한 약제살포시기의 조율 등 방제품질 확인과정에 적극 협조하여야 한다.

사. 작업장 내 환경정화 작업

- 1) 현장대리인은 작업장내 폐농약통 및 폐기자재를 방치 하는 일이 없도록 한다.
- 2) 작업장내의 각종 오물은 일정장소에 모아 바람에 흩날리지 않도록 관리하며 작업 후 수집 하산 처리할 수 있도록 한다.
- 3) 현장대리인은 작업장내 통행 등산객을 상대로 안전관리를 하여야한다.

아. 야생동물 보호

- 1) 현장대리인은 작업장내 야생동물을 무단으로 포획하는 일이 발생되지 않도록 작업자에 대하여 교육을 실시한다.
- 2) 작업장내에 야생동물 서식처가 있을시는 서식처 주위 일정면적을 작업 면적에서 제외하고 작업을 할 수 있다.

- 3) 작업장내에서 부상당한 야생동물을 발견할 때는 가까운 야생동물 보호소나 관계부서에 연락을 취하여 응급 조치 후 본래의 보금자리로 돌려보낼 수 있도록 한다.
- 4) 무단 포획 도구 발견 시는 (덧. 올무. 함정 등) 공사감독관에게 연락 후 포획 도구 수거 및 원상복구 작업을 실시한다.
- 5) 현장대리인과 작업자는 야생동물 보호에 철저를 기하여야 한다.

자. 계곡부 작업

우천시 계곡부에 유수가 있을 경우 수변부의 작업시기를 조절하여 하류로 약제가 유하되지 않도록 하며, 불가피한 경우 호수, 연못 등 수변부의 만수 위와 하천의 유수지역으로부터 30m이내의 지역에는 작업을 실행하지 않는다.

산림병해충 드론 방제사업 전문시방서

1. 일반사항

1) 제 법규의 준수

가. 작업시행에 있어서는 관련법규를 반드시 준수하여야 한다.

나. 작업원에 대한 제법규의 운영과 적용은 수급자의 책임 하에 이루어지고
전 작업원의 모든 행위에 대한 책임은 시행자가 진다.

2) 시공자가 갖추어야 할 자격기준

드론을 이용한 산림병해충방제사업을 실행하기 위해 갖추어야할 자격
기준은 다음과 같다.

가. 사업의 계약 및 실행주체

- 1) 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률에 의한 산림사업법인
- 2) 산림조합법에 의한 산림조합
- 3) 산림보호법에 의한 나무병원
- 4) 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률에 의한 국유림영림단.(국유림내의
산림병해충방제사업에 한한다.)

※ 상기 실행주체 중 항공사업법에 따른 초경량비행장치사용사업등록(방제
사업)을 한자. 또는 공동도급에 의해 사업을 추진할 경우 주계약대상
자가 상기 실행주체로서 초경량비행장치사용사업등록을 한 자를 공동
도급자로 선정하여 계약에 참여한 경우를 포함한다.

※ 공동도급에 의한 사업실행시 공동도급의 비율은 직접사업비와 기타경비를
합산한 금액 이상을 초경량비행장치사용사업등록을 한 자의 비율로 한다.

나. 현장대리인 등

- 1) 드론을 이용한 산림병해충방제사업의 현장대리인은 산림기술 진흥 및 관리에
관한 법률에 따른 사업규모별 산림기술자의 배치기준에 의한다.

3) 장비 및 사업의 등록과 신고

가. '항공사업법' 제48조(초경량비행장치사용사업의 등록)

- 1) 초경량비행장치사용사업을 경영하려는 자는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 신청서에 사업계획서와 그 밖에 국토교통부령으로 정하는 서류를 첨부하여 국토교통부장관에게 등록하여야 한다.
- 2) 초경량비행장치사용사업을 등록하려는 자는 다음 각 호의 요건
 - 자본금 또는 자산평가액이 3천만원 이상으로서 대통령령으로 정하는 금액 이상일 것. 다만, 최대이륙중량이 25kg 이하인 무인비행장치만을 사용하여 초경량비행장치사용사업을 하려는 경우는 제외한다.
 - 초경량비행장치 1대 이상 등 대통령령으로 정하는 기준에 적합할 것
 - 그 밖에 사업 수행에 필요한 요건으로서 국토교통부령으로 정하는 요건을 갖추 것

나. '항공방제업관리규정' 제3조(방제업의 신고)

- ① '농약관리법'에 따라 방제업 신고를 하고자 하는 자는 '농약관리법' 시행규칙 별지 제7호의2서식의 항공방제업 신고서를 방문, 우편, 팩스 등을 통해 해당 지역을 관할하는 국립농산물품질관리원 지원장에게 제출하여야 한다.

다. 기체의 신고

- ① '항공안전법시행령' 제24조에 따라 12Kg이하의 무인비행장치중 산림병해충 방제사업의 용도로 사용 시 초경량비행장치에 대하여 신고하여야 한다.

4) 비행 허가와 승인

가. 비행 전 반드시 허가가 필요한 아래의 지역에서는 사전에 비행허가를 득하여야한다.

- 비행장 주변 관제권 : 비행장 주변 관제권 반경 9.3km지역
- 비행금지구역 : 서울 강북지역, 휴전선·원전 주변
- 고도제한 : 고도 150m이상의 공역

나. 비행승인

- 이외의 지역에서 무인항공기를 이용한 산림병해충방제시 사전에 비행승인을 득하여야한다.

다. 산림병해충방제를 위한 항공촬영

- ① 항공사진 촬영 목적으로 드론을 날리려면 먼저 국방부로부터 항공사진 촬영 허가를 받고, 이를 첨부하여 공역별 관할기관에 비행승인을 신청해야 한다.(항공촬영 허가와 비행승인은 별도 신청)

5) 기체의 보관 및 정비기준

- 가. 드론의 기체, 살포장치 등의 소유자는 이러한 기자재가 본래의 목적 외에 사용되는 것을 방지하기 위하여, 보관관리에 있어서는 창고 등의 안전한 장소에 잠금장치를 하여 보관하고 보관 관리를 철저히 해야 한다.
- 나. 초경량비행장치 무인헬리콥터, 초경량비행장치 무인멀티콥터(배터리 포함) 중에서 최대이륙중량이 25kg을 초과하는 기체는 항공안전기술원에서 안전성인증검사를 진행하고, 안전성인증서의 유효기간은 영리용 기체는 1년, 비영리용 기체는 2년이므로 유효기간 경과 전에 구입처에서 해당 기체의 정비를 완료 후 안전성인증검사를 받아야 한다(단, 사고발생 시 그 시간부로 안전성인증서는 효력이 상실되므로 재정비 후 안전성인증검사를 받아야 한다).

6) 허가 및 승인서 휴대

- 가. 항공 살포를 실시하고자 하는 경우에 있어 '항공안전법'에 따른 허가·승인을 받아 승인서의 원본 또는 사본을 반드시 휴대하여야 하며, 관계관의 요구가 있을 경우에는 이를 제시하여야 한다.

7) 피해방지 및 안전대책수립

- 가. 사업실행자는 전선 등 위험 장소, 방제 제외구역, 비행경로, 드론조종자 및 부조종자의 경로 및 위치 등을 사전계획하고, 살포 전에 현장을 확인하는 등 방제구역과 그 주변 상황의 파악에 노력하여야 한다. 필요에 따라 위험장소와 방제 제외구역을 나타내는 깃발을 설치하여야 한다 (GPS 기반 방제작업시 제외할 수 있다).
- 나. 방제작업 시에는 방제구역 내에 사람이 출입하는 것을 철저히 예방해야 한다.
- 다. 학교, 아파트 등 생활권 주변에서 방제하는 경우에는 방제구역과 주변지역 주민에게 충분한 조치를 한다.

- 라. 방제구역 주변에 항공 살포 대상 수목 이외의 농작물에 약제가 비산하여 피해가 발생하지 않도록 필요한 조치를 하여야 한다.
- 마. 드론조종자, 보조종자와 작업 보조자 등의 안전을 위하여 반드시 안전장비를 착용하고 작업에 임하여야 한다.
- 바. 드론 방제사업에 참여하고자 하는 시공업체는 입찰 종료일까지 방제에 사용할 드론에 대한 영업보험가입을 완료하고 입찰에 참여하여야 하며, 개찰결과 낙찰자로 선정된 경우 계약 이전에 보험가입증서 사본을 증빙 자료로 발주자에게 제출하여야 한다.

2. 산림병해충방제 드론방제 실행

1) 작업준비

- 가. 사업실행자는 살포 구역을 충분히 확인하고 살포 계획면적, 살포 비행에서 주의할 장소, 장애물의 위치 등을 정확하게 파악한다.
- 나. 사업실행자는 사람에 대한 위·피해 방지 조치가 충분한지 검토한다.
- 다. 사업실행자는 풍향계, 풍속계 등으로 정확한 풍향, 풍속을 파악한다.
- 라. 사업실행자는 풍향, 풍속으로 판단했을 때, 부근에 살포 약제의 잔류가 우려되는 작물의 여부를 확인한다.
- 마. 사업실행자는 가축, 양잠, 양봉, 양어 등에 피해를 예방할 수 있도록 조치한다.
- 바. 사업실행자는 야외 주차장, 자동차 정비장 등 약제에 의한 도장의 오염을 방지한다.
- 사. 사업실행자는 유치원, 학교, 병원, 하천, 정수장 등 공공시설 관련에 피해 예방 방안을 수립한다.
- 아. 사업실행자는 살포 약제의 성상, 사용방법 등(대상병해충, 적용수종, 살포량, 희석배수, 사용시기, 총 사용 방제횟수 등) 사용상의 주의사항 준수한다.
- 자. 사업실행자는 기체, 살포 장치의 조정에 능숙한 조종자로 하여금 작업에 임하도록 한다.

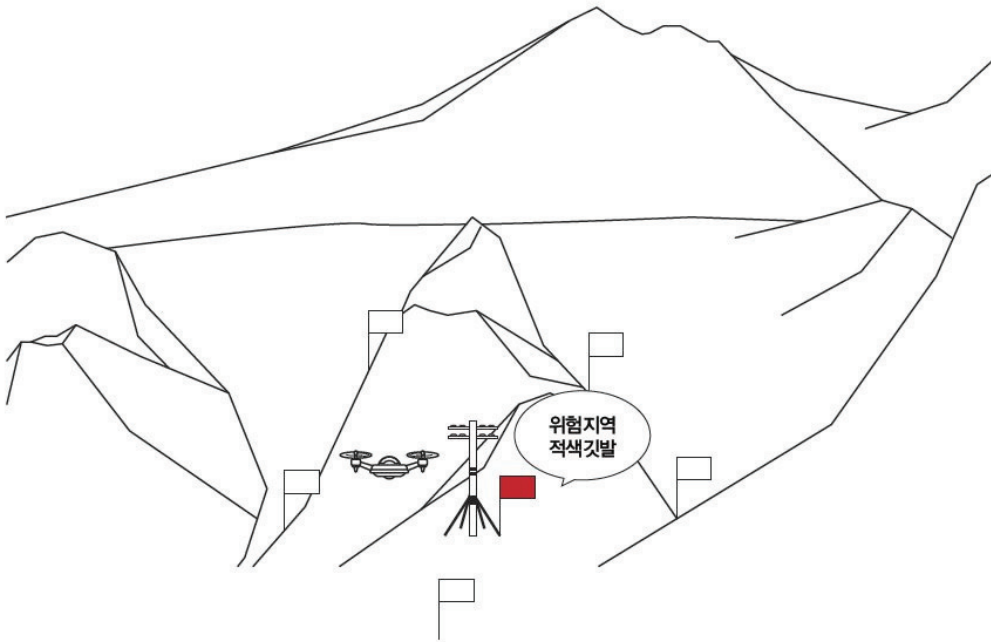
- 차. 사업실행자는 연료, 비행 제원, 약제분출량, 살포형상 등 방제효과에 영향을 미칠 요인을 사전 점검하여야 한다.
- 카. 사업실행자는 여러 기체를 이용한 공동방제시 주파수의 혼선 등 사고 요인을 사전파악하여야 한다.
- 타. 실행자는 헬멧, 마스크, 보안경 등 작업자의 안전장비를 지급하고 이의 착용을 확인하여야 한다.
- 파. 사업실행자는 작업원간의 즉시 연락 수단을 확보하여야 한다.
- 하. 사업실행자는 작업원의 작업중 양호한 건강상태를 유지할 수 있는 작업 계획 하에 작업을 진행하여야 한다.
- 거. 사업실행자는 사용되는 약제의 성상 및 유효성분, 피해구분 등 특성을 숙지하고 약액을 살포하여야 한다.

-약제의 구분 및 사용법-

액	제	물에 잘 녹고, 용제에 잘 녹지 않는 유효성분을 물에 녹인 제제(액체)로 물에 희석시키면 투명한 액체가 된다.			
유	제	물에 잘 녹지 않는 유효성분을 용제에 녹여 유화제를 첨가한 제제(액체)로 물에 희석시키면 유탁액이 된다.			
수	화	제	물에 잘 녹지 않는 유효성분에 증량제, 계면활성제를 첨가하여 분쇄 혼합하여 물에 잘 조화되게 만든 제제(분말)로 물에 희석시키면 현탁액이 된다.		
액	상	수	화	제	유효성분을 미분쇄하여 물 등의 액체 중에 부유시킨 현탁 제제로서 수화제의 일종이다. 수화제보다 성분이 미분쇄되어 있어 노즐이 막히는 일이 적다. 보관 중에 유효성분이 침전 되기 쉽기 때문에 사용 전에 용기를 잘 흔들어 사용한다.
입	제	입경이 0.3~1.7 mm의 사이에 있는 입상 제제. 0.6~1.0 mm의 범위의 반경의 입제가 많다. 수중에서 입자가 붕괴되는 것과 그대로 형태가 남는 것이 있지만, 두 타입 모두 유효성분은 녹아든다.			

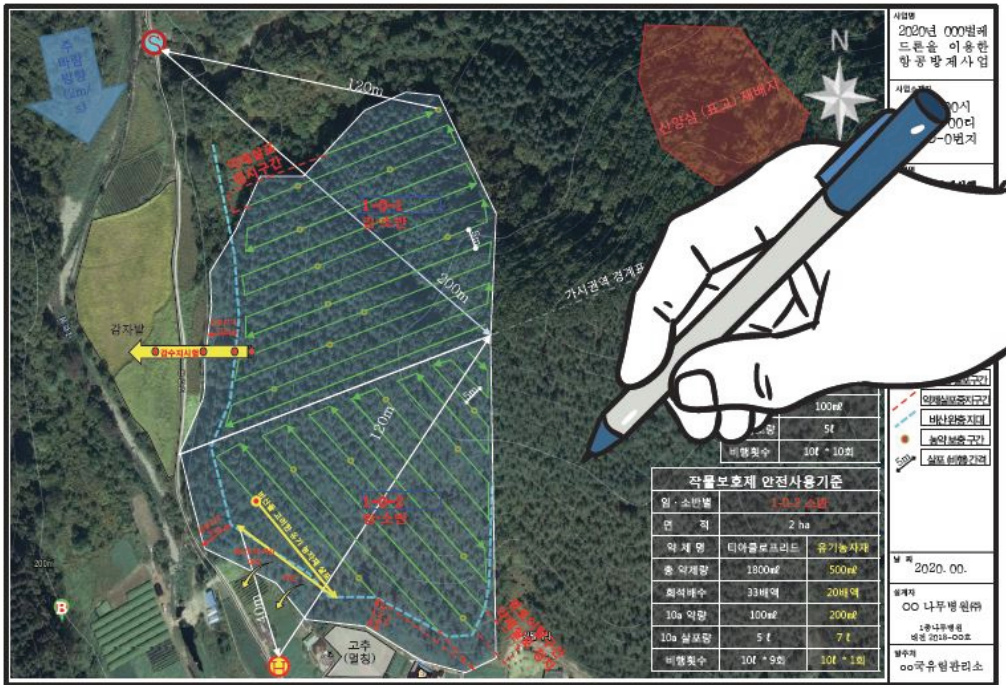
2) 살포구역의 확인과 표식

- 가. 작업자는 현지의 지형과 살포구역을 충분히 확인하고 계획 면적, 장애물 위치, 주변 작물 및 유기농 작물의 생산 포장, 조종자동선, 살포 비행에서 주의할 장소 등을 정확히 파악하여야 한다.
- 나. 작업 순서에 따라 현지를 확인하고 조종자가 살포구역을 쉽게 식별할 수 있는 위치에 적색계통 깃발 등 표식을 설치하여야 한다(GPS 기반 자율비행 방제작업시 제외할 수 있다). 표식은 드론조종자(부조종사)에게 잘 보이도록 설치한다.



<작업구역 표시>

- 다. 작업자는 현장의 상태를 잘 알아볼 수 있도록 작업도면을 구비하여야 한다.
- 라. 작업자는 주변 작물이나 유기농 작물의 생산 포장, 위험지, 장애물 등을 도상에서 재확인 하여야 한다.



<작업도면 “예시”>

3) 조종자 및 부조종자 준수사항

- 가. 인명이나 재산에 위험을 초래할 우려가 있는 낙하물을 투하하는 행위금지
- 나. 인구 밀집지역, 기타 사람이 운집한 장소의 상공에서 인명 또는 재산에 위험을 초래할 우려가 있는 방법으로 비행하는 행위금지
- 다. 비행계획의 승인을 얻지 아니하고 드론을 비행금지구역에서 비행하거나 관제권역에서 비행하는 행위금지. 다만, 최대이륙중량 25kg 이하의 드론으로 관제권 또는 비행금지구역이 아닌 곳에서 150m 미만의 고도에서 비행하는 행위는 제외한다.
- 라. 안개 등으로 인하여 지상목표물을 육안으로 식별할 수 없는 상태에서 비행금지
- 마. 일몰시부터 일출시까지의 야간에 비행금지(시험비행 허가 시 제외)

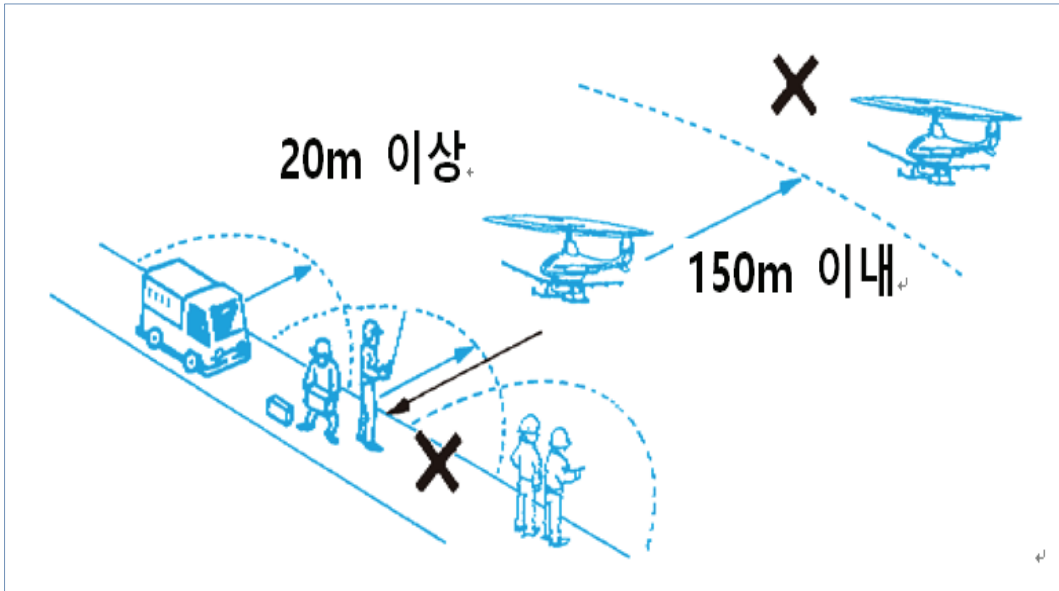


<조종자 및 보조종자 준수사항>

- 바. 음주·약물복용 상태 및 비정상적인 상태나 방법에 의하여 비행금지
- 사. 항공기, 경량항공기 및 무동력 초경량비행장치에 진로를 양보해야 한다.
- 아. 육안으로 확인할 수 없는 범위 밖에서 비행금지 (시험비행 허가 시 제외)

4) 살포 및 비행

- 가. 기류가 안정된 시간대에 살포비행을 실시하는 것으로 하고, 지상 1.5m의 위치에서의 풍속이 3.4m/s를 초과할 경우(보퍼트 풍력계급 3) 는 살포 비행을 중지한다.
- 나. 풍향·풍속에 주의하여 살포구역 밖으로 약제가 비산되지 않도록 힘쓰며, 경우에 따라서는 비행코스 및 비행고도, 비행속도를 변경하는 등 비산 방지대책을 세운다.
- 다. 드론조종자와 작업자 등은 반드시 바람의 위쪽(풍상)에 위치한다.
- 라. 우천 시 안개나 벼락이 발생할 경우 및 발생이 예상될 경우에는 비행을 금지 한다.
- 마. 살포 비행시 기준을 준수하고 수관(樹冠) 위 2~5m 높이에서 실시한다.(5m 초과 금지)
- 바. 조종자 및 작업자는 기체에서 20m 이상 이격한다. 기체와 조종자 간의 최대 거리는 수평 방향 150m 이내로 한다.
- 사. 평지의 살포 비행은 횡풍(橫風) 살포를 기본으로 한다.
- 아. 기체의 선회비행중에는 살포를 중지한다.



<살포비행 안전기준>

자. 경사지의 살포 비행은 등고선 방향으로 하부에서 상부로 실행한다.

차. 약제살포시 기체의 비행속도는 초속 3m/sec, 시속 10km/h를 기준으로 한다.

속도별 시간당 이동거리 기준표 (단위 : km/h, 초)

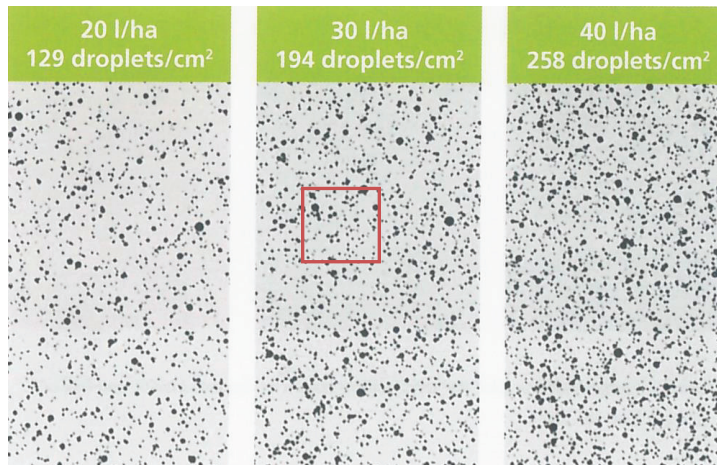
속도 거리	10k m	11k m	12k m	13k m	14k m	15k m	16k m	17k m	18k m	19k m	20k m
30m	10.8	9.8	9.0	8.3	7.7	7.2	6.7	6.3	6.0	5.6	5.4
50m	18.0	16.3	15.0	13.8	12.8	12.0	11.2	10.5	10.0	9.4	9.0
80m	28.8	26.1	24.0	22.1	20.5	19.2	18.0	16.9	16.0	15.1	14.4
100m	36.0	32.7	30.0	27.6	25.7	24.0	22.5	21.1	20.0	18.9	18.0
120m	43.2	39.2	36.0	33.2	30.8	28.8	27.0	25.4	24.0	22.7	21.6
150m	54.0	49.0	45.0	41.5	38.5	36.0	33.7	31.7	30.0	28.4	27.0

카. 각각의 약제살포 노즐에 작용하는 압력은 2.5bar를 기준으로 2.0bar이상 3.0bar이하를 유지한다.

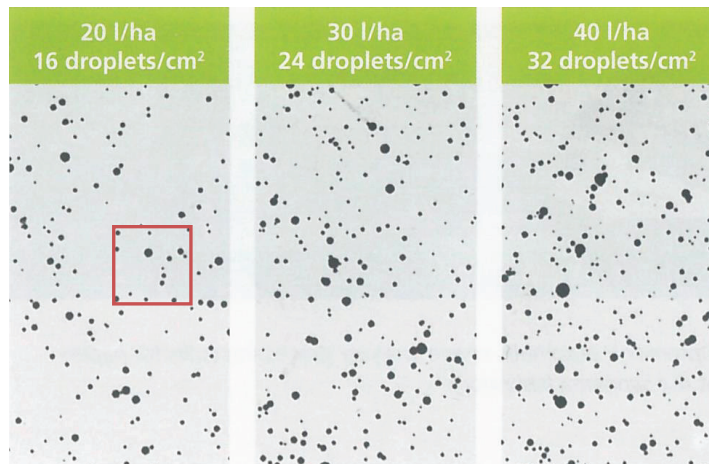
타. 상기 압력하에 노즐에서 살포되는 약제의 입적평균직경은 0.2mm이상~ 0.4mm이하가 유지되어야 한다.

(입적평균직경 0.5mm초과시 노즐교체)

파. 입적평균직경은 표준밀도카드를 기준으로 판독하며, 이때 입적수는 규정된 살포량 이상 이어야 한다.



〈 0.2mm 표준밀도카드 판정표 〉



〈 0.4mm 표준밀도카드 판정표 〉

- ※ 입적평균직경이 표준밀도카드와 일치하지 않을 경우 비례식에 의해 살포 입적수를 산출함.
- ※ 평균입적수의 허용오차는 10% 이내로 한다.

하. 사용되는 노즐의 분사각은 100도를 기준으로 ± 15 도 이내로 하되, 형상의 제한은 두지 않으나 비산의 위험성 등 현장 상황을 고려하여 적절한 노즐을 사용한다. 단 살포되는 입적의 평균직경은 0.5mm를 초과할 수 없다.

노즐 종류별 살포량 기준표

Tip	bar	물방울 크기		노즐당 분사량 l/min													
		80°	110°		4 km/h	5 km/h	6 km/h	7 km/h	8 km/h	10 km/h	12 km/h	16 km/h	18 km/h	20 km/h	25 km/h	30 km/h	35 km/h
DG80015 DG110015	2.0	M	M	0.48	144	115	96.0	82.3	72.0	57.6	48.0	36.0	32.0	28.8	23.0	19.2	16.5
	2.5	M	F	0.54	162	130	108	92.6	81.0	64.8	54.0	40.5	36.0	32.4	25.9	21.6	18.5
	3.0	M	F	0.59	177	142	118	101	88.5	70.8	59.0	44.3	39.3	35.4	28.3	23.6	20.2
	4.0	M	F	0.68	204	163	136	117	102	81.6	68.0	51.0	45.3	40.8	32.6	27.2	23.3
	5.0	F	F	0.76	228	182	152	130	114	91.2	76.0	57.0	50.7	45.6	36.5	30.4	26.1
DG8002 DG11002	2.0	C	M	0.65	195	156	130	111	97.5	78.0	65.0	48.8	43.3	39.0	31.2	26.0	22.3
	2.5	M	M	0.72	216	173	144	123	108	86.4	72.0	54.0	48.0	43.2	34.6	28.8	24.7
	3.0	M	M	0.79	237	190	158	135	119	94.8	79.0	59.3	52.7	47.4	37.9	31.6	27.1
	4.0	M	M	0.91	273	218	182	153	137	109	91.0	68.3	60.7	54.6	43.7	36.4	31.2
	5.0	M	M	1.02	306	245	204	175	153	122	102	76.2	68.0	61.2	49.0	40.8	35.0
XR8001 XR11001	1.0	F	F	0.23	69.0	55.2	46.0	39.4	34.5	27.6	23.0	17.3	15.3	13.8	11.0	9.2	7.9
	1.5	F	F	0.28	84.0	67.2	56.0	48.0	42.0	33.6	28.0	21.0	18.7	16.8	13.4	11.2	9.6
	2.0	F	F	0.32	96.0	76.8	64.0	54.9	48.0	38.4	32.0	24.0	21.3	19.2	15.4	12.8	11.0
	2.5	F	F	0.36	108	86.4	72.0	61.7	54.0	43.2	36.0	27.0	24.0	21.6	17.3	14.4	12.3
	3.0	F	F	0.39	117	93.6	78.0	66.9	58.5	46.8	39.0	29.3	26.0	23.4	18.7	15.6	13.4
	4.0	F	VF	0.45	135	108	90.0	77.1	67.5	54.0	45.0	33.8	30.0	27.0	21.6	18.0	15.4
XR80015 XR110015	1.0	M	F	0.34	102	81.6	68.0	58.3	51.0	40.8	34.0	25.5	22.7	20.4	16.3	13.6	11.7
	1.5	F	F	0.42	126	101	84.0	72.0	63.0	50.4	42.0	31.5	28.0	25.2	20.2	16.8	14.4
	2.0	F	F	0.48	144	115	96.0	82.3	72.0	57.6	48.0	36.0	32.0	28.8	23.0	19.2	16.5
	2.5	F	F	0.54	162	130	108	92.6	81.0	64.8	54.0	40.5	36.0	32.4	25.9	21.6	18.5
	3.0	F	F	0.59	177	142	118	101	88.5	70.8	59.0	44.3	39.3	35.4	28.3	23.6	20.2
	4.0	F	F	0.68	204	163	136	117	102	81.6	68.0	51.0	45.3	40.8	32.6	27.2	23.3
XR8002 XR11002	1.0	M	M	0.46	138	110	92.0	78.9	69.0	55.2	46.0	34.5	30.7	27.6	22.1	18.4	15.8
	1.5	F	F	0.56	168	134	112	96.0	84.0	67.2	56.0	42.0	37.3	33.6	26.9	22.4	19.2
	2.0	F	F	0.65	195	156	130	111	97.5	78.0	65.0	48.8	43.3	39.0	31.2	26.0	22.3
	2.5	F	F	0.72	216	173	144	123	108	86.4	72.0	54.0	48.0	43.2	34.6	28.8	24.7
	3.0	F	F	0.79	237	190	158	135	119	94.8	79.0	59.3	52.7	47.4	37.9	31.6	27.1
	4.0	F	F	0.91	273	218	182	156	137	109	91.0	68.3	60.7	54.6	43.7	36.4	31.2

거. 약제의 살포는 단목 점형살포, 0.2ha 미만 소면적살포 등 특수한 경우를 제외하고는 패턴비행에 의한 자율비행살포를 기본으로 하며, 비행간격은 무인헬기의 경우 7.5m, 무인멀티콥터의 경우 4.0m를 유지한다.

너. 패턴비행에 의한 비행궤적은 비행종료 후 즉시 취득하여 감리자에게 제출한다.



〈 패턴비행 세팅 및 비행궤적 〉

5) 비행후 사후관리

- 가. 빈 약제용기는 처리기준에 준하여 수집하여 처리한다.
- 나. 희석된 잔여 약제는 방제대상구역에 약해가 없는 수준에서 고르게 살포한다.
- 다. 사용후 남은 약제는 지정된 보관장소에 책임자를 두고 보관한다.
- 라. 기체의 배관내의 약액의 세정은 방제대상구역에서 충분히 한 후, 주변에 영향을 미치지 않도록 깨끗이 닦아서 이동한다.
- 마. 작업원은 약제에 노출될 우려가 있는 얼굴, 손 등 신체부위를 비누를 이용하여 잘 씻고, 작업복은 분리하여 세탁한다.
- 바. 작업완료후 약액이 살포된 구역의 입구 또는 눈에 잘 보이는 장소에 약액살포 사실을 알릴 수 있는 임시 입간판 등을 설치하여 왕래자 등의 피해가 없도록 조치한다.
- 사. 감리자 및 감독자에게 당일 약제사용기록부를 작성하여 제출한다.

[별첨 5] 사업비산출 예시

산림병해충 드론방제 실시설계용역비 산출내역서 (100당)									
위치 및 면적 (사업구)				000리 일원		100		100ha 기준	
구분	항목	수량 (면적,수량)		품 (인원,수량,요금)		단가 (금액)		할인	금액
			단위		단위		종류	증률	
사전조사·교육	사 전 조 사	100	ha	0.03	인/ha	297,079	고급기술자		891,237
	설 계 서 검 토	1	건	1.00	인/건	297,079	고급기술자		297,079
	작 업 자 교 육	1	건	1.00	건/ha	297,079	고급기술자		297,079
	현 장 지 도								
	- 고급기술자	100	ha	0.03	인/ha	297,079	고급기술자	0%	891,237
	- 초급기술자	100	ha	0.0072	인/ha	219,507	초급기술자	0%	158,045
현장감리	방 제 확 인 (감수지확인)								
	- 고급기술자	100	본 (개)	0.01	인/본	297,079	고급기술자	0%	297,079
	소 계								2,831,756
	재료비								
	- 감수지 (시중가반영)	100	매			2,200	1매		220,000
	소 계								220,000
제 경 비		직접인건비 × 110%							3,114,932
기 술 료		(직접인건비+제경비) × 20%							1,189,338
총 원 가		직접인건비 + 재료비 + 제경비 + 기술료							7,356,025
손해배상공제료		(총원가 * (0.833%×0.8))+ (총원가 * 0.16%)							60,790
부 가 가 치 세		(총원가+손해배상공제료) × 10%							741,682
합 계		천원미만 절사							8,158,000
※ 엔지니어링 기술자 노임단가는 당해년도 기타부문 적용 ○ 할인·할증률 산정 설계자 감리자가 동일할 경우 사전조사, 설계서 검토 제외금액 55,200원/ha									

산림병해충 드론방제 감리용역비 산출내역서 (100당)

위치(사업구.임반)		0000리 일원								
구분	항목	수량 (면적, 수량)		품 (인원, 수량, 요율)		단가 (금액)		할인	금액	
		단위			단위		종류	증률		
	경계확인 및 이착륙장소 선정 - 고급기술자	100	ha	0.03	인/ha	297,079	고급기술자	0%	891,237	
	사 전 조 사 - 고급기술자	100	ha	0.03	인/ha	297,079	고급기술자		891,237	
	설계도서 작성									
	방제방법결정	100	ha	0.0016	인/ha	297,079	고급기술자		47,533	
	방제구획도 작성 (비행경계구획포함)	100	ha	0.005	인/ha	297,079	고급기술자		148,540	
	무인항공기 방제계획도 (비행노선 선정)	100	ha	0.0004	인/ha	297,079	고급기술자		11,883	
	실시설계	100	ha	0.05	인/ha	297,079	고급기술자		1,485,395	
	소 계									3,475,824
	재 료 비									
	- 설계도서유인비	1	건	5	부	30,000			150,000	
소 계									150,000	
제 경 비		직접인건비 × 110%이내							3,823,407	
기 술 료		(직접인건비+제경비) × 20%							1,459,846	
총 원 가		순공사원가							8,909,077	
손해배상공제료		(총원가*(0.816%))+ (총원가*0.16%)							86,953	
부 가 가 치 세		(총원가+손해배상공제료) × 10%							899,603	
합 계		천원미만 절사							9,895,000	
※ 엔지니어링 기술자 노임단가는 당해년도 기타부문 적용										
○ 할인·할증률 산정										
구 분		할인·할증					비 고			
		내 용				비 율(%)				
○ 경사도		완 (15 미만)				0%				
○ 집단화정도		사업구역의 최소면적이 10ha 미만				0%				
합계						0%				

공사원가계산서(무인헬기)

비목	구분	금액 (변경)	구성비	산출근거
순 공 사 원 가	재 료 비	직 접 재 료 비		
		간 접 재 료 비		(직접재료비)*율
		작업설.부산물등		
		소 계		
	노 무 비	직 접 노 무 비		
		간 접 노 무 비		(직접노무비)*율
		소 계		
	경 비	기 계 경 비		
		산 재 보 험 료		(노무비)*율
		고 용 보 험 료		(노무비)*율
		건 강 보 험 료		(직접노무비)*율
		연 금 보 험 료		(직접노무비)*율
		안 전 관 리 비		(재료비+직접노무비)*율
		노인장기요양보험료		(건강보험료)*율
		기 타 경 비		(재료비+노무비)*율
		소 계		
	순 공 사 원 가			(재료비+노무비+경비)
	일 반 관 리 비			(재료비+노무비+경비)*율
	수 수 료(이 윤)			(노무비+경비+일반관리비)*율
	총 원 가			
	부 가 가 치 세			총원가*10%
	도 급 예 정 액			
	관 급 자 재			
	총 공 사 비			천원미만 절사

공사원가계산서(무인멀티콥터)

비목		구분	금 액 (변경)	구성비	산출근거
순 공 사 원 가	재 료 비	직 접 재 료 비			
		간 접 재 료 비			(직접재료비)*율
		작업설.부산물등			
		소 계			
	노 무 비	직 접 노 무 비			
		간 접 노 무 비			(직접노무비)*율
		소 계			
	경 비	기 계 경 비			
		산 재 보 험 료			(노무비)*율
		고 용 보 험 료			(노무비)*율
		건 강 보 험 료			(직접노무비)*율
		연 금 보 험 료			(직접노무비)*율
		안 전 관 리 비			(재료비+직접노무비)*율
		노인장기요양보험료			(건강보험료)*율
		기 타 경 비			(재료비+노무비)*율
		소 계			
순 공 사 원 가				(재료비+노무비+경비)	
일 반 관 리 비				(재료비+노무비+경비)*율	
수 수 료(이 율)				(노무비+경비+일반관리비)*율	
총 원 가					
부 가 가 치 세				총원가*10%	
도 급 예 정 액					
관 급 자 재					
총 공 사 비				천원미만 절사	

총괄내역서(무인헬기)

공종	수량	단위	합계		재료비		노무비		경비		비고
			단가	금액	단가	금액	단가	금액	단가	금액	
무인헬기 방제	100	ha									
계											

총괄내역서(무인멀티콥터)

공종	수량	단위	합계		재료비		노무비		경비		비고
			단가	금액	단가	금액	단가	금액	단가	금액	
드론방제	100	ha									
계											

항공방제내역서(무인헬기)

구분		작업량		단위품 (인원,수량,요금)		소요 품	단가		항공요금비 (%)	계
	단위작업		단위		단위			종류		
	○ 무인헬기 항공살포									
	○ 노무비									
	- 무인헬기(ha당)	100	ha	0.1226	인/ha	12.26	273,971	조종원(건설 기계조종원)	0%	3,358,884
		100	ha	0.2352	인/ha	23.52	273,971	부조종원 (건설기계 조종원)	0%	6,443,798
		100	ha	0.1193	인/ha	11.93	221,506	특별인부		2,642,567
		100	ha	0.133	인/ha	13.30	169,804	보통인부		2,258,393
	○ 재료비									
	- 주재료	100.00	ha	1.13	ℓ/h	113.00	1,958	휘발유ℓ		221,254
	- 잡 품	165,545	원	45	%			음향유 주입 기,악통 등		74,495
	○ 기계손료,정비비	11.26	일	0.002857			200,000,000	무인헬기 (FAZER)	0%	6,433,964
	※1일 기계손료(4hr) 작업량 8.88ha 기준, 100ha 작업 시 11.26일 소요									
합 계	순 원 가									21,433,355
	○ 재료비									295,749
	○ 노무비									14,703,642
	○ 경 비									6,433,964

항공방제내역서(무인멀티콥터)

구분		작업량		단위품 (인원수량/요율)		소요품	단가		합 인 원 중 0	계
	단위작업		단위		단위			종류		
	○ 드론 항공살포									
	○ 노무비									
	- 드론(ha당)	100	ha	0.2132	인/ha	21.32	273,971	조종원 (건설기계조종원)	0%	5,841,062
		100	ha	0.3148	인/ha	31.48	273,971	부조종원 (건설기계조종원)	0%	8,624,607
		100	ha	0.2099	인/ha	20.99	221,506	특별인부		4,649,411
		100	ha	0.2236	인/ha	22.36	169,804	보통인부		3,796,817
	○ 재료비									
	- 주재료	100.00	ha	0.81	ℓ/hr	81.00	1,958	휘발유ℓ(발전기)		158,598
	- 잡 품	118,665	원	30	%			발전기 엔진오일, 프로펠러소모 등		35,600
	○ 기계손료(기체)	20.33	일	0.004	1일 손료		9,894,500	무인멀티콥터 (평균가)	0%	804,621
	○ 기계손료(배터리)	20.33	일	0.0028	1일 손료		7,104,000	무인멀티콥터 (평균가)	0%	404,388
	※1일 기계손료(4hr) 작업량 4.92ha 기준, 100ha 작업 시 20.33일 소요									
합 계	순 원 가									24,315,104
	○ 재료비									194,198
	○ 노무비									22,911,897
	○ 경비									1,209,009

※ 참고문헌

1. National Association of State Departments of Agriculture Research Foundation(NASDARF), (2014) 『Aerial Applicator's Manual』
2. (사)한국농업무인헬기협회 (2018), 『농업무인헬기를 이용한 병해충방제 실무지침』
3. 농업기술실용화재단 (2018), 『농업용무인항공살포기 안전가이드 북』
4. (일본) 일반사단법인 농림수산항공협회 전국농림항공사업추진협의회, 농촌진흥청 역 (2018), 『산업용 무인 헬리콥터 병해충 방제 작업자를 위한 안전 대책 매뉴얼』
5. (일본) 일반사단법인 농림수산항공협회, 농촌진흥청 역 (2018), 『산업용 멀티콥터 안전 대책 매뉴얼』
6. (일본) 농림수산성 사단법인 일본식물방역협회, 농촌진흥청 역 (2012), 『농약 비산 대책 기술 매뉴얼』
7. 국립산림과학원 (2012), 『소나무재선충병 방제 실무매뉴얼(개정)』
8. 법제처 국가법령정보센터 (<http://www.law.go.kr/>)
9. 농사로 농업기술포털(<http://www.nongsaro.go.kr/>)
10. 한국작물보호협회(<http://www.koreacpa.org/>)

이 매뉴얼은 2018년 농촌진흥청 국립농업과학원에서 번역 발간한 『산업용 멀티콥터 안전 대책 매뉴얼 (번역서)』 및 2020년 산림청 산림병해충 분야 드론 활용 매뉴얼을 인용하여 작성하였습니다.



산림병해충 드론

예찰·방제사업 매뉴얼

www.forest.go.kr



kfcc.kofpi.or.kr

이 제품은 지속가능한 산림에서 생산된 원료,
재활용 및 관리된 자원으로 제작되었습니다.

