

농업용무인헬기 사고조사 보고서

항공방제 중 지상 장애물 충돌 후 추락
구좌농업협동조합
REMO-H2, S7346(초경량비행장치)
경상남도 합천군 삼가면 어전리 농로
2015. 7. 14.



2016. 7. .

이 항공기사고조사보고서는 대한민국 「항공·철도사고조사에 관한 법률」 제25조에 따라 작성되었다.

대한민국 항공·철도 사고조사에 관한 법률 제30조에는

*“사고조사는 민·형사상 책임과 관련된 사법절차, 행정처분 절차, 또는 행정쟁송절차와 분리·수행되어야 한다.”*라고 규정하고 있으며,

국제민간항공조약 부속서 13, 3.1과 5.4.1에는

*“사고나 준사고 조사의 궁극적인 목적은 사고나 준사고를 방지하기 위함이므로 비난이나 책임을 묻기 위한 목적으로 사용하여서는 아니 된다. 비난이나 책임을 묻기 위한 사법적 또는 행정적 소송절차는 본 부속서의 규정에 따라 수행된 어떠한 조사와도 분리되어야 한다.”*라고 규정하고 있다.

그러므로 이 보고서는 항공안전을 증진시킬 목적 이외의 용도로 사용하여서는 아니 된다.

초경량비행장치 사고조사 보고서

항공·철도사고조사위원회, 항공방제 중 지상 장애물 충돌 후 추락, 구좌농업협동조합, REMO-H2(무인회전익비행장치, 초경량), S7346, 경상남도 합천군 삼가면 어전리, 2015. 7. 14. 초경량 사고조사보고서 ARAIB/UAR-1504, 대한민국 세종특별자치시

대한민국 항공·철도사고조사위원회는 독립된 항공·철도사고조사를 위한 정부기구이며, 「항공·철도사고조사에 관한 법률」 및 「국제민간항공조약」 부속서 13에 따라 사고조사를 수행한다.

항공·철도사고조사위원회의 사고 또는 준사고 조사의 목적은 비난이나 책임을 묻고자 하는 것이 아니라 유사 사고 및 준사고의 재발을 방지하고자 하는 것이다.

주 사무실은 세종특별자치시에 위치하고 있다.

주소: 세종특별자치시 다솜 2로 94, 국토교통부 5동 603호,

우편번호: 30110

전화: 044-201-5447

팩스: 044-201-5698

전자우편: araib@korea.kr

홈페이지: <http://www.araib.go.kr>

차 레

제목	1
개요	1
1. 사실정보	2
1.1 비행경위	2
1.2 인명피해	4
1.3 비행장치 손상	5
1.4 기타 손상	5
1.5 인적정보	6
1.5.1 조종자	6
1.5.2 부조종자	7
1.6 비행장치 정보	7
1.6.1 일반사항	7
1.6.2 비행장치 정비사항	8
1.6.3 중량 및 평형	9
1.7 기상정보	9
1.8 항행안전시설	10
1.9 통신	10
1.10 이·착륙장 정보	10
1.11 비행기록장치	10
1.12 잔해 및 충격정보	11
1.13 의학 및 병리학적 정보	11
1.14 화재	11
1.15 생존분야	12
1.16 시험 및 연구	12
1.17 조직 및 관리정보	13
1.18 추가정보	13
1.18.1 관계자 주요 진술내용	13
1.18.2 S7346 방제절차	15

1.18.3 무인회전익비행장치 운용관련 법령	17
2. 분석	19
2.1 일반사항	19
2.2 기상요소	19
2.3 방제지역 환경	19
2.4 조종자 비행결과	20
3. 결론	22
3.1 조사결과	22
3.2 원인	23
4. 안전권고	25
4.1 농협중앙회에 대하여	25
4.2 성우엔지니어링, 무성항공, 카스컴에 대하여	25

항공방제 중 지상 장애물 충돌 후 추락

- 운영자: 구좌농업협동조합
- 제작사: 한국, (주)성우엔지니어링
- 형식: REMO-H2(무인회전익비행장치, 초경량)
- 등록부호: S7346
- 발생장소: 경남 합천군 삼가면 어전리 1087-1 농로
(동경 128° 07' 53.32", 북위 35° 22' 55.92" 해발고도 122m)
- 발생일시: 2015년 7월 14일 06:50 경(한국시각¹⁾)

개요

2015년 7월 14일 06:50경 구좌농업협동조합(이하 “구좌농협”라 한다.) 소속 REMO-H2/S7346 초경량 무인회전익비행장치(이하 “S7346”이라 한다.)가 항공방제 중 지상장애물에 충돌 후 추락하였다. 사고당시 S7346은 조종자가 무선조종방식으로 비행하였다. 이 비행장치는 추락 후 화재가 발생하였으며, 장애물 충돌 시 충격과 화재로 전파되었다.

항공·철도사고조사위원회는 이 사고의 원인을 “①부조종자는 조종자에게 S7346 정지신호를 해야 할 지점을 지나서 늦게 신호를 하였고, 이로 인하여 조종자가 S7346 정지조작을 하였으나, 비행관성으로 인하여 지상 장애물에 충돌 후 추락하였다. ②부조종자는 방제비행 중 항상 비행장치를 주시해야 하지만, 농협 방제담당 직원과 교신으로 인해 이를 소홀히 하였다.” 라고 결정하였으며, 이 사고의 기여요인으로 “①무더운 날씨에 반복되는 방제업무, 단조로운 임무 등으로 부조종자는 위험상황에 대한 주의력이 감소되었다.”라고 결정한다.

이 사고조사의 결과에 따라 항공·철도사고조사위원회는 농협중앙회, 농업용 무인회전익비행장치 교육기관(성우엔지니어링, 무성항공, 카스컴)에 대하여 안전권고를 발행한다.

1) 본 보고서의 모든 시간은 한국시간(국제표준시간+9) 임

1. 사실 정보

1.1 비행 경위

2015년 7월 14일 S7346은 경상남도 의령군 대의면 하촌리 일대 농협 회원의 논²⁾ 27ha를 항공방제 중 06:50경 지상 장애물³⁾에 충돌 후 추락하였다. S7346은 조종자에 의하여 무선조종 방식으로 비행 중이었으며, 추락 후 화재가 발생하였고, 장애물 충돌 시 충격과 화재로 전파되었다.

농협중앙회 산하 농업용 무인비행장치를 보유한 단위농협들은 몇 개의 단위농협 또는 농업용 무인비행장치 보유 사업체⁴⁾들이 연대하여 해당 단위농협 관내 또는 관외지역 항공방제 신청 논밭에 항공방제를 해오고 있었다.

S7346의 소유자인 구좌농협⁵⁾은 REMO-H2 형식 비행장치 1대를 보유하고 있으며, 다른 4개 단위농협 및 2개의 영리법인체와 합동으로⁶⁾ 방제팀을 구성하여 2015년 봄 제주지역 밭에 대한 항공방제를 마치고, 2015년 7월 1일부터 경남 및 전남일대 논을 대상으로 항공방제 업무를 진행하고 있었다.

조종자와 부조종자는 제주지역 방제를 마치고 2015년 7월 1일 제주공항에서 청주공항으로 이동하였으며, 그 후 방제일정은 다음과 같다.

- 7월 1일: 제주공항 출발⇨ 청주공항 도착, 성우엔지니어링 본사가 이동, 농업용 무인비행장치 인수(탑차⁸⁾ 포함) 후 경남 진주로 이동
- 7월 2일: 경남 진주일대 방제계획 취소로 전남 화순으로 이동(탑차 이용)
- 7월 3일~4일: 화순지역 방제(60ha)

2) 사고 장소가 경상남도 합천군 삼가면과 의령군 대의면 경계지역으로서 대의면 지역에서 항공방제 중 합천군 삼가면 지역에 추락함
 3) 방제 중인 논의 진입로 상에 주차된 농약 운반용 트럭
 4) 항공방제 용역을 제공하고 비용을 받는 영리회사
 5) 제주특별자치도 제주시 구좌읍 구좌로 81에 소재한 단위농협
 6) 남평농협(1), 문백농협(2), 아우내농협(1), 의령농협(1), 구좌농협(1), 동명농업회사법인(2), 무성항공충남지사(1): 무인비행장치 총 9대, 운용자 18명
 7) 충청북도 청주시 흥덕구 옥산면 환희 3길 33 소재
 8) 비행장치 및 부수장비 탑재용 1톤 트럭

- 7월 5일: 전남 화순 출발⇨ 청주 성우엔지니어링 본사 이동, 비행장치 점검
- 7월 6일: 청주 출발⇨ 천안 병천 아우네 농협 도착, 타 방제팀 방제현장 견학(2시간)⇨진주 이동
- 7월 6일~11일: 강우로 진주 숙소에서 대기, 방제계획 취소
- 7월 11일: 경남 진주 출발⇨ 경남 합천으로 이동
- 7월 12일: 숙소대기(일요일)
- 7월 13일: 방제준비 및 휴식
 - 14:00 의령농협에 방제팀 집합, 방제절차 협의⁹⁾
 - 20:30경 숙소¹⁰⁾ 복귀, 23:30경 취침

사고 당일인 2015년 7월 14일 조종자와 부조종자는 04:30경 기상하였으며, 05:00경 숙소를 출발하여 05:20경에 의령군 대의면사무소에 도착하였다. 그곳에서 의령농협의 방제담당 직원을 만나 함께 방제현장으로 출발하였다.

방제현장으로 이동 중 대의면 하촌리 이장을 만나 차량에 동승시킨 후 06:00경 방제현장에 도착하였다. 그러나 방제현장은 아침 안개로 시정이 약 250m 정도¹¹⁾로 비행이 불가하여 방제준비¹²⁾를 하면서 안개가 걷히길 기다렸다.

06:40경 방제지역 건너편 축사와 주변 지형이 선명하게 보일 정도로 시정이 좋아졌으며, 이때부터 부조종자를 방제대상 논의 건너편으로 보내 전선줄 등 장애물 유무와 위치를 확인하고 방제를 시작하였다. 처음 방제를 시작한 곳은 [그림 1]과 같이 사고발생 논의 옆 논이며, 이곳을 완료하고 두 번째 지역 방제를 위해 옆 논으로 이동하여 방제 중 사고가 발생하였다.

두 번째 논에서 조종자가 자신의 앞쪽 부분을 먼저 방제하고, 종 방향으로 길게 방제 중 논의 끝 부분에서 정지하지 못하고 계속 진행하다가 건너편 농로 상에 위치한 농약운반용 트럭에 충돌되면서 추락하였다.

9) 방제구역 지적도 수령, 시간사용 계획 및 미신청 농가 신규접수 요령 설명청취 등

10) 합천군 삼가면 소재 모텔

11) 농로 상에서 반대편 축사(250m)가 희미하게 보이는 정도(조종자 진술)

12) 비행장치 로터 조립, 방제약 혼합 및 살포기 충전, 조종기 시험 등



[그림 1] S7346 비행항적 및 추락지점

조종자의 진술에 따르면, 부조종자는 비행장치가 논의 끝부분에 도달하기 50m 전부터 매 10m 단위로 잔여거리를 무전기로 불러주고, 비행장치가 정지 위치에 도달하면 “정지”라고 호창(call out)하도록 절차가 정해져 있다고 하였다.

그러나 사고당시 조종자는 부조종자의 잔여거리 호창소리를 듣지 못하였고, 이에 따라 S7346을 계속 비행하던 중 갑자기 “정지! 정지!”하는 부조종자의 외침 소리를 듣고 정지조작을 하였으나 정지되지 않고 계속 전진하면서 06:50경 지상 장애물에 충돌 후 추락하였다고 하였다.

1.2 인명피해

이번 사고로 인명피해는 발생하지 않았다.

1.3 비행장치 손상

S7346은 [그림 2]와 같이 추락 시 충격으로 전파되었고, 추락과 동시에 화재가 발생하여 전소되었다.

S7346은 기체보험¹³⁾, 대인¹⁴⁾ 피해보험에 가입하였고, 사고당시 보험¹⁵⁾은 유효기간 내에 있었다.



[그림 2] 추락 후 화재가 진화된 S7346 기체

1.4 기타 손상

S7346 추락으로 인한 비행장치 손상을 제외한 추가적인 피해는 의령농협 소유 농약운반용 1톤 트럭이 [그림 3]과 같이 화재로 인한 손상을 입었으며, 농약운반차량과 우사 사이에 있던 호두나무 1식(약 20년생)이 화재피해를 입었다.

13) 한화 145,000,000원

14) 1억 원/1인

15) (주)NH 농협 손해보험, 보험기간: 2014.10.29. 00:00~2015.10.29. 24:00, 증권번호: 319-0057-0539-63



[그림 3] 의령농협 농약 운반용 1톤 트럭 화재피해 모습

1.5 인적 정보

1.5.1 조종자

조종자(남, 30세)의 비행시간은 총 50.3시간이며, 2014년 7월 18일 성우엔지니어링 무인항공기 비행교육원장이 발행하는 수료증명서¹⁶⁾를 받았다. 이 수료증명서에 따르면 조종자는 2014년 7월 9일부터 7월 18일까지 학과교육, 7월 12일부터 7월 18일까지 실기교육(비행시간 20.8시간)을 이수하였다.

그리고 관련법령¹⁷⁾에 따라 2014년 7월 31일 교통안전공단에서 발행하는 초경량비행장치 비행자격증명서¹⁸⁾를 취득하였으며, 자격증 취득 후 구좌농협 소유 비행장치를 이용하여 29.5시간을 비행하였다. 따라서 해당기종 만 총 50.3시간을 비행하였다.

조종자는 하절기 방제활동 전 2015년 6월 30일 동아영농조합 법인교육실에서 성우엔지니어링 제주지사 교관으로부터 2시간동안 안전교육을 받았다.

조종자의 진술에 따르면 의령농협 관내지역 항공방제를 위하여 7월 11일 함천군 삼가면에 도착하였으며, 7월 12일에는 숙소에서 휴식하였다. 그리고

16) 증명서 번호: RH140115-FTC-44

17) 항공법 제23조 제3항, 같은 법 시행규칙 제66조의2(초경량비행장치의 조종자 증명 등)

18) 증명번호: 91-002283, 한정자격: 무인회전익비행장치

7월 13일에는 오전에 숙소에서 휴식하였고, 14:00에 의령농협에 방제팀 전원이 집합하여 방제절차에 대한 협의를 하였으며, 저녁식사 후 20:30경 숙소에 돌아와 23:30경 취침하였다.

1.5.2 부조종자

부조종자(남, 40세)의 비행시간은 총 34.1시간이며, 2014년 7월 18일 성우엔지니어링 무인항공기 비행교육원장이 발행하는 수료증명서¹⁹⁾를 받았다. 이 수료증명서에 따르면 조종자는 2014년 7월 9일부터 7월 18일까지 학과교육, 7월 12일부터 7월 18일까지 실기교육(비행시간 22시간)을 이수하였다.

그리고 2014년 7월 31일 교통안전공단에서 발행하는 초경량비행장치 비행자격증명서²⁰⁾를 취득하였으며, 자격증 취득 후 구좌농협 소유 S7346을 이용하여 12.1시간을 비행하였다. 따라서 해당기종 만 총 34.1시간을 비행하였다.

부조종자는 하절기 방제활동 전 안전교육으로 동아영농조합 법인교육실에서 성우엔지니어링 제주지사 교관으로부터 2015년 6월 30일 2시간동안 받았다. 그리고 부조종자의 진술에 따르면, 방제비행을 하는 동안 조종자와 계속 같이 활동하였으므로 조종자의 72시간 행적과 동일하였다.

1.6 비행장치 정보

1.6.1 일반사항

S7346 비행장치 형식은 REMO-H2로서 국내 성우엔지니어링에서 2014년 10월 17일에 제작²¹⁾하였고, 2014년 11월 3일 부산지방항공청에 신고²²⁾ 하였

19) 증명서 번호: RH140115-FTC-43

20) 증명번호: 91-002282, 한정자격: 무인회전익비행장치

21) 제작번호: SWE 14-043

으며, 2014년 12월 1일 교통안전공단으로부터 안전성인증검사²³⁾를 받았다. 그리고 S7346은 성우엔지니어링에서 비행에 필요한 법적 절차를 완료하고, 2014년 12월 5일 구좌농협으로 납품하였다.

S7346에는 SWE XH40(로터리 엔진, 4행정)형식의 엔진 1대가 장착되어 있으며, 사고 당일까지 총 29.8시간을 사용하였고, 사용연료는 고급휘발유²⁴⁾이다.

S7346의 일반적인 제원은 다음 [표 1]과 같다.

구 분	내 용	구 분	내 용
길이/너비/높이	3,810/720/1,030mm	연료탑재량	10 ℓ (6.7kg)
로터직경(주/미부)	3,260/564mm	총 비행시간	50분(5분/ℓ)
최대이륙중량	110kg	자 중	68kg
최대/방제속도	20/10~15m/s	유상하중(Payload)	30kg(약재20, 살포장치5.5, 기타4.5)
방제고도	3~4m	살포 폭	7.5m
엔진 출력(배기량)	35마력(294cc)	제어 통신 주파수	2.4Ghz

[표 1] S7346 일반 제원

1.6.2 항공기 정비사항

S7346의 비행 전·후 점검은 제작사 매뉴얼에 따라 조종자가 직접 실시하고 있었으며, 그 이외의 점검 및 정비(연간정비)는 제작사에서 직접 지원을 받고 있었다.

S7346 사고당일까지 항공일지에 기록된 해소되지 않은 비행장치 결함은

22) 신고증명서 번호: 2014-137(발급일: 2014.11.3.),

23) 인증서번호(KQ14-364), 유효기간(2014.12.01.~2015.11.04.), 구좌농협 납품 전 성우엔지니어링이 대행

24) 휘발유와 오일 혼합비 40:1

없었다.

1.6.3 중량 및 평형

S7346은 무게 및 균형의 허용범위 내에 운용이 가능하도록 방재약통의 규격, 위치가 설계 및 운용되었으므로 무게 및 균형은 허용범위 내에 있었다.

1.7 기상정보

조종자 진술에 따르면, 기상은 자신이 육안으로 관측한 현지 기상을 적용하여 비행하였으며, 사고당일 오전 06:00경 방제현장의 기상은 바람이 없이 안개로 건너편 우사가 희미하게 보일 정도(250m 이내)²⁵⁾로 시정이 좋지 않았다고 하였다.

그리고 06:40경 방제를 시작할 당시에는 주변의 산과 마을이 보일(3~5km) 정도로 시정이 좋아졌다고 하였다.

사고 장소로부터 약 20.5km 북쪽에 위치한 합천관측소에서 사고당시를 전·후하여 관측한 기상자료는 [표 2]와 같다.

시 간	시정(km)	바람		온도(도)	습도(%)	기압(mb)	비고
		풍향(도)	풍속(m/s)				
05:00	1.2	무풍	0.4	20.5	87	1003.9	
06:00	0.9	NNE	0.6	20.2	90	1004.2	
07:00	2.0	SW	2.3	22.1	83	1004.3	사고 06:50

[표 2] 합천관측소에서 관측한 기상자료

25) 진술내용을 기초로 도상거리를 측정

1.8 항행안전시설

해당 없음

1.9 통신

조종자 및 부조종자, 의령농협 직원 등 3명은 S7346으로 항공방제 비행 중 휴대용 무전기²⁶⁾를 이용하여 상호 양방향 통신을 유지하고 있었다.

조종자와 부조종자는 주로 비행장치 운용을 위하여 장애물의 유무, 정지선 접근 시 잔여거리 통보, 기타 안전관련 정보의 제공 등에 대하여 교신하였으며, 농협 직원과 조종자 및 부조종자는 방제대상 논 조정, 방제에 필요한 인력 및 장비 지원, 방제약 재보급 관련 내용에 대하여 교신하였다.

부조종자의 진술에 따르면, 사고발생 전 자신은 의령농협 직원을 바라보면서 휴대용 무전기로 ‘방제대상 논 주인의 인적사항을 기록해 줄 것을 요청’하는 통화를 하였으며, 이로 인하여 S7346을 주시하지 못하였고, S7346이 정지선에 도달하기 10~20m 전에서 “정지! 정지!”하고 외쳤다고 하였다.

1.10 이·착륙장 정보

S7346은 방제대상 논과 인접한 농로 상에서 이·착륙을 하였으며, 이·착륙장은 이번 사고에 영향을 미치지 않았다.

1.11 비행기록장치

S7346에 장착된 비행기록장치는 IC 메모리칩 형식으로서 총 21개²⁷⁾의 파

26) 원어택 NXP-400 휴대용 무전기

27) 비행시간, 비행모드, RPM경고, 속도경고, 온도경고, 자세센서 상태, 통신경고, LED경고, 조종입력 신호, 제어 출력신호, 자세정보, 가속도 정보, 속도정보, GPS 속도, GPS위치, 전압, 엔진시동, 엔진

라메타가 입력된다. 그러나 사고 직후 발생한 화재로 인하여 비행기록장치가 모두 소실되어 조사에 활용할 수 없었다.

1.12 잔해 및 충격정보

S7346은 추락 후 화재가 발생하였으므로 항공방제 관계자 및 목격자 등은 화재진화 및 피해확산 방지에 주력하였으며, 화재진화 후 S7346 잔해를 수거하여 비행장치 운반용 트럭에 탑재하였고, 추락장소 청소를 완료하였다.

사고현장에서 화재로 심하게 훼손된 S7346 동체와 농약운반용 트럭과 충돌하면서 부러진 주회전익 2개가 수거되었다. 부러진 주회전익은 끝으로부터 34cm 지점이며 화재 피해를 입지 않았다.

그리고 잔해는 추락지점에서 모두 수거되었고 최초 위치에서 옮겨진 상태로 확인되었으므로 별도의 잔해분포도를 작성하지 않았다.

1.13 의학 및 병리학적 정보

음주, 약물복용, 피로, 질병 또는 스트레스 등 이번 사고에 영향을 줄만한 조종자 및 보조조종자의 의학 및 병리학적 증거는 발견되지 않았다.

1.14 화재

S7346은 추락과 동시에 화재가 발생하였으며, 항공방제를 구경하고 있던 목격자²⁸⁾가 자택에서 소화기를 가지고 와서 화재발생 약 30분 만에 진화하였다.

정지, 살포기 동작, 서보 피드백, 서보 PWM
28) 경상남도 의령군 대의면 하촌리(사고현장에서 350m 떨어진 곳) 거주 주민

1.15 생존분야

해당 없음

1.16 시험 및 연구

사고당시 조종자가 부조종자의 “정지!” 소리를 듣고 S7346 정지조작을 하였으나 비행장치가 정지하지 않았던 점을 고려하여 비행장치의 비행관성에 의한 정지거리를 확인하기 위하여 S7346과 동형의 다른 비행장치를 이용하여 2015년 8월 31일 16:00부터 17:00까지 성우엔지니어링 실기훈련장²⁹⁾에서 [그림 4]와 같이 모의비행 시험을 하였다.



[그림 4] 동형 비행장치를 이용한 정지거리 측정 시험

모의비행은 약 20km/h 속도로 비행(방제속도)을 하다가 정지조작을 하여 비행장치가 밀리는 거리를 측정하는 방식으로 진행하였으며, 그 결과 비행장치는 정지조작 후 약 13m를 밀려서 정지되는 것을 확인하였다.

29) 충청북도 청원군 옥산면 금계리 842, 843

1.17 조직 및 관리정보

조종자 및 부조종자는 비행장치 운용자 교육 및 안전교육, 비행장치 정비 및 관리 등에 대한 초기교육을 성우엔지니어링에서 수료³⁰⁾하였으며, 매년 방제기간 시작 전에 성우엔지니어링에서 주관하여 별도로 집체교육³¹⁾을 실시하고 있었다.

성우엔지니어링은 운용자에 대한 제반 교육 및 비행장치 정비 관리를 자사(제작사)규정에 따라 실시하고 있었다. 그리고 S7346의 조종자들은 1개 지역 방제를 마치면 비행장치를 성우엔지니어링에 입고하여 무상점검 및 정비를 수시로 지원받고 있었다.

성우엔지니어링은 국토교통부로부터 ‘초경량비행장치(무인회전익) 조종자 전문교육기관 지정’³²⁾을 받았으며, 이 지정서에 따르면, 교육과정을 ‘초경량 비행장치 무인동력비행장치(무인회전익)과정으로 한정하고 있었다.

구좌농협 방제팀은 조종자 2명, 비행장치 1대, 방제차량 1대로 편성되었으며, 조종자는 필요에 따라 교대로 주조종자와 부조종자 임무를 수행하였다.

1.18 추가정보

1.18.1 관계자 주요 진술내용

관계자에 대한 진술조사는 2015년 7월 14일 17:00부터 19:00까지 사고현장 및 삼가면 파출소 사무실에서 실시하였으며 주요 내용은 다음과 같다.

① 조종자

30) 비행장치 판매조건에 비행장치 조종, 관리요령 등 초도교육 포함

31) 비행장치 구매 고객에 대한 사후관리(A/S) 차원에서 무상으로 실시하는 안전교육

32) 지정서 번호: 제2(초경량)호, 지정일자: 2014.5.16.

- 06:00경 방제현장은 안개로 전방 우사(250m)가 희미하게 보임(육안관측)
- 06:40경 안개가 소산되면서 시정이 좋아짐(3~5km)
- 기체의 이상 현상은 발견하지 못함
- 사고 발생 장소는 최초 방제계획에 없던 논이며, 이장의 요청으로 추가 방제를 실시하게 된 논임
- 사고당일 평소 절차대로 논을 중 방향으로 왕복하며 방제비행 실시
- 부조종자의 임무는 주변장애물 확인 및 비행장치가 정지선 도달 전 “50, 40, 30, 20, 10, 정지” 호창
- 조종자는 논 건너편 정지선 확인이 불가능하므로 부조종자가 잔여거리를 호창해야 하는데, 사고 직전 갑자기 “정지!, 정지!” 소리만 들었음
- 급하게 비행장치 정지조작을 하였으나, 관성으로 트릭 충돌 후 전복되었고 이어서 화재가 발생하였으며, 비행 중 비행장치의 장애현상은 발견하지 못하였음
- 추락 후 급히 “스로틀(Throttle)”만 Idle 상태로 줄임

② 부조종자

- 부조종자 임무는 장애물을 확인 후 조종자에게 통보하고, 비행장치 비행 시 조종자 반대편에서 정지선까지 잔여거리를 “50, 40, 30, 20, 10, 정지” 순으로 호창하도록 되어 있음
- 사고 전 “50”을 호창하고 의령농협 직원과 무전교신을 하였으며, 교신 내용은 추가방제 대상 논 지번과 논주인 인적사항을 기록해 줄 것을 요청하는 내용이었음
- 무전교신 시 시선은 의령농협 직원을 주시하고 있어서 비행장치를 보지 못하였음
- 무전교신 후 비행장치를 정지선 10~20m 전에서 발견, 급히 “정지” 호창함
- “정지” 신호 후 비행장치가 밀리면서 차량을 충돌하였고, 비행장치는 전복 후 화재가 발생함

③ 목격자: 우사 주인(62세, 남)

- 우사 앞에서 항공방제 구경 중 사고가 발생함
- 아래쪽 논을 먼저 방제하고 위쪽 논으로 이동하여 방제 중 사고발생
- 헬기(비행장치)가 논 끝에 쫓 와서 정지하지 않고 계속 전진해서 차량에 충돌 후 추락하였고, 이어서 화재가 발생함

④ 관계자: 성우엔지니어링 무인헬기사업본부장(37세, 남)

- 방제 중 비행장치 정지조작 시 정지거리는 약 10m 정도 소요됨

1.18.2 S7346 방제절차

본 보고서에서는 S7346의 사고조사 목적상 분석에 참고할 수 있는 정도로 항공방제 시 운용절차에 대하여 S7346 운용자교범을 참고하여 필요한 내용만을 기술하였다.

S7346은 방제 시 약 3~4m 고도로 5~20km/h³³⁾ 속도로 비행하면서 방제를 할 수 있으며, 1회에 탑재가능한 방제용액은 30리터이고, 이는 15분 동안 약 8,000평을 방제할 수 있는 양이다.

비행장치를 이용하여 항공방제를 하는 경우는 다음의 순서에 따른다.

① 항공방제 준비단계

- 방제지역 확인·점검: 장애물, 불안전 요인, 방제 피해 예상지역 등
- 방제지역 및 주변지역에 대한 지적도 준비: 안전여부 판단 및 작업 시간 및 순서 결정

② 방제 전 안전사항 점검 단계

- 비행장치의 비행 전 점검: 점검표 참조
- 이·착륙장 점검: 인원 및 차량 이동이 없고, 비산물이 없는 평단지역

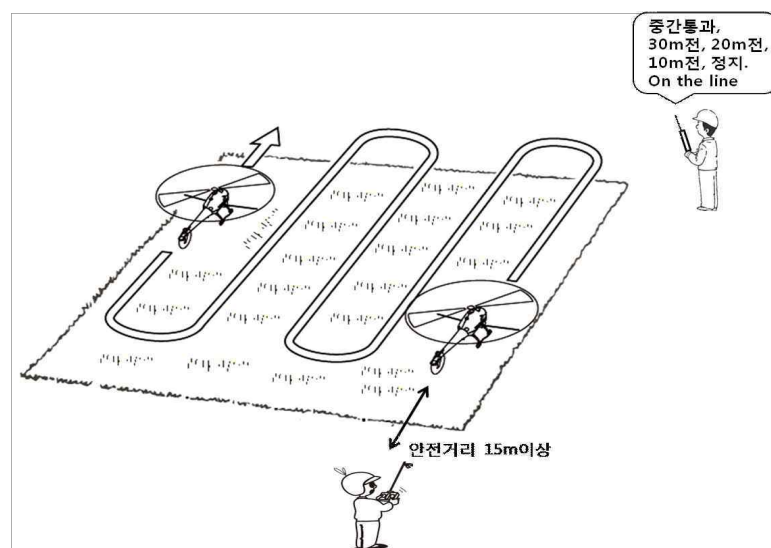
33) 통상 방제속도는 15km/h를 유지하며, 최대 20km/h 이상의 속도를 낼 수 없도록 프로그램 설정됨

③ 비행장치 작동 점검 단계

- 전원 접속 후 GPS수신이 완료 된 상태에서 각 모드별 작동점검
- 살포장치 노즐의 정상살포 여부 점검
- 시동 전 안전거리 확보(20m 이상) 후 비행장치 시동, 난기운전

④ 이륙 및 비행 단계

- 인원편성: 조종자 1, 부조종자 1, 보조요원 1 등 총 3명
- 방제인원별 임무
 - **조종자**: 비행장치 조종, 방제지역 비행가능여부 판단, 비행패턴 결정
 - **부조종자**: 조종자에게 장애물 유무, 비행고도 및 속도, 살포상태 및 정지선에서 비행장치가 정지하도록 잔여거리 통보해주고 예측하지 못한 돌발상황 대비(비행장치와 30m 이상 안전거리 유지)
 - **보조요원**: 비행장치 약재 보충, 방제차량 운전 등
- 비행패턴: 비행장치의 비행은 7.5m 폭으로 [그림 5]와 같이 왕복 비행을 하되 비행장치를 선회하지 않고, 전진 및 후진비행으로 방제를 한다. 이러한 비행패턴은 지형, 장애물의 위치 및 종류, 태양의 위치, 바람방향, 논의 형태 등을 고려하여 판단한다.



[그림 5] 비행패턴 조종자 및 부조종자 위치

- 부조종자의 무전교신 사항
 - (전진 비행) “ 중간통과, 30m전, 20m전, 10m전, 정지, on the line ”
 - (후진 비행) “ 살포 시작” , “중간 통과”
 - “ 고도가 너무 높습니다 (고도가 너무 낮습니다) ”
 - “ 속도가 너무 빠릅니다 (속도가 너무 느립니다) ”
 - “ 살포가 되지 않고 있습니다. 약재량 확인 해 주십시오 ”

⑤ 착륙단계

- 착륙 후 엔진 출력이 내려간 후 시동 정지
- 엔진 정지 후 주회전익이 완전히 정지 시 접근

1.18.3 무인회전익비행장치 운용관련 법령

국내에서 초경량 무인회전익비행장치를 운용하기 위해서는 소유에 대한 신고, 비행계획의 승인, 조종자의 자격증명, 비행장치 안전성인증, 보험 등에 대한 법령의 적용을 받는다.

따라서 본 보고서에서는 S7346의 운용에 따라 적용되는 관련 법령을 [표 3] 과 같이 별도로 기술하였다.

구분	항공법	시행령	시행규칙	비고
소유 신고	제23조제1항	제14조	제65조	
비행계획 승인	제23조제2항		제66조	
자격증명	제23조제3항		제66조의2 제1항	비행자격증명 운영세칙 규정
안전성 인증	제23조제4항		제66조의2 제2항	
보험가입	제23조제5항		제66조의2 제3항	
교육기관 지정	제23조제6항		제66조의2 제4항	
준수사항	제23조제7항		제68조	

[표 3] 초경량비행장치 운용관련 법령

항공법 제23조 제1항(초경량비행장치 신고)에 따르면, ‘초경량비행장치를 소유한 자는 국토부장관에게 정하는 바에 따라 신고해야하며, 신고번호를 발급받은 후에는 초경량비행장치에 신고번호를 표시해야 한다.’라고 규정하고 있으며, 같은 법 시행령 제14조(신고를 필요로 하지 아니하는 초경량비행장치의 범위)에 따르면, 제5호에 ‘무인회전익비행장치 중에서 자체무게가 12kg 이하인 것은 신고를 필요로 하지 않는다.’고 규정하고 있다.

따라서 S7346은 자체무게가 68kg, 엔진 배기량이 294cc 이므로 신고대상 초경량비행장치에 해당되며, 같은 법 시행규칙 제65조(초경량비행장치의 신고 관리) 규정에 따라 적절하게 신고 및 관리되고 있었다.

항공법 제23조 제2항에 따르면, ‘동력비행장치 등 초경량비행장치를 사용하여 초경량비행장치 비행제한구역에서 비행하려는 사람은 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 미리 국토교통부장관으로부터 비행승인을 받아야 한다.’라고 규정하고 있으며, 같은 법 시행규칙 제66조 제1항 제3호에 따르면, 농업용 초경량 무인비행장치로서, 관제권, 비행금지구역, 비행제한구역 이외 지역에서 비행할 경우 비행계획 승인이 요구되지 않는다고 규정하고 있다.

따라서 S7346은 사고당시 관제권, 비행제한구역 또는 비행금지구역 내에서 비행하지 않았으므로 비행승인이 요구되지 않았다.

2. 분 석

2.1 일반사항

S7346 조종자들은 방제비행에 필요한 자격증명을 취득하였고, 사고조사 과정에서 비행에 영향을 줄 수 있는 조종자들의 의학 및 병리학적 요인은 나타나지 않았다.

조종자들의 초기교육을 실시하였던 성우엔지니어링은 국토교통부로부터 관련 법령에 따라 적절하게 농업용 무인회전익비행장치 교육기관 지정을 받았다.

S7346은 대한민국 항공법에서 정한 절차에 따라 적법하게 비행장치 소유신고, 안전성인증검사를 받았으며, 비행계획 승인 대상이 아니었다.

S7346은 사고당시 보험에 가입하였고, 유효기간 내에 있었다.

항공기 중량 및 균형은 허용 범위 안에 있었고, 비행 중 S7346의 동력장치 및 동력 전달계통의 고장 또는 이상이 있었다는 증거는 발견되지 않았다.

2.2 기상요소

사고 당시 항공방제 지역의 기상은 조종자가 비행장치를 충분히 식별할 수 있는 시정(3~5km)이었고, 바람이 없는 날씨였으며, 사고 당시 조종자는 태양을 등지고 비행장치를 조종하였다. 따라서 기상요소는 이번사고에 영향을 미치지 않았다.

2.3 방제지역의 환경

방제지역은 경상남도 합천군 삼가면을 가로질러 흐르는 양천으로부터 남동

쪽으로 이어지는 계곡을 따라 폭 약 400m 길이 약 3km의 분지³⁴⁾로 형성된 지형으로서 주변은 해발고도 250m 정도의 산지로 둘러싸여 있다.

사고당일 방제 지역은 벼가 70cm 정도 자란 상태이며, 조종자 위치에서 서쪽에 우사가 있었고, 방제대상 논은 길이가 약 110m로서 비행장치가 주변 배경과 중첩되어 조종자가 명확하게 비행장치의 위치를 판단하기 어려운 상태였다.

2.4 조종자의 비행결과

조종자의 진술에 따르면, 방제당시 조종자는 비행장치가 방제대상 논의 반대편 끝부분까지 도달 여부를 정확하게 판단하기 어려우므로 부조종자가 50m 이전부터 매 10m 단위로 잔여거리를 불러주면 이에 따라 적절하게 감속 및 정지조작을 실시한다고 하였다.

그러나 사고당시 부조종자가 갑자기 “정지! 정지!”라고 외치는 소리를 듣고 조종자가 정지조작을 하였으나 비행관성으로 인해 장애물을 충격하였다.

비록 부조종자가 정지선 10~20m 전방에서 정지지시를 하였다고 진술하였지만, 비행장치 시험비행 결과에 따르면, 정상적인 방제비행 속도에서 정지조작을 하였을 경우 13m의 정지거리가 소요되었다.

따라서 정지선으로부터 트럭 충돌위치까지 약 7m 거리가 있다는 점을 고려할 때 부조종자의 정지 신호는 비행장치가 정지선으로부터 약 5m 전방에 도달하였을 때 이루어졌을 것으로 추정된다.

부조종자의 진술에 따르면, 사고 직전 부조종자는 의령 농협 직원에게 무전기를 이용하여 추가로 방제를 신청한 논주인의 인적사항을 기록³⁵⁾해달라

34) 동쪽에서 서쪽으로 길게 형성

35) 사전에 방제 신청한 논을 대상으로 방제를 진행하지만, 방제현장에서 추가로 신청을 할 경우 인적

고 요구하면서 잠시 시선을 농협직원 위치³⁶⁾를 바라보고 있었다고 하였다.

이러한 진술을 기초로 판단할 때, 부조종자가 시선을 비행장치로 돌렸을 때 비행장치는 이미 정지선으로부터 5m 이내로 접근한 상태였을 것이다.

S7346 운영자교범에 부조종자는 비행 중에 “조종자에게 장애물 유무, 비행고도 및 속도, 살포상태 및 정지선에서 비행장치가 정지하도록 잔여거리를 통보해주고 예측하지 못한 돌발 상황에 대비”하도록 규정하고 있다.

부조종자는 주변에 차량, 우사 등 장애물이 있고, 조종자가 정지선을 정확하게 판단할 수 없는 위치에 있으므로 비행장치를 주시하면서 주의를 집중했어야 했다.

부조종자가 사고 직전 농협직원에게 요구하였던 논주인의 인적사항 기록은 방제 후에 했어도 될 일이다. 그러나 방제비행 중 이를 요구하면서 비행장치를 주시하기 못한 것은 불안전요인에 대한 주의력이 저하된 때문으로 판단된다.

이러한 주의력의 저하는 7월 3일부터 무더운 날씨 속에서 반복적으로 방제업무가 계속된 점, 낮은 비행장치 속도로 인해 부조종자의 임무가 비교적 여유로웠을 것이라는 점, 단조로운 업무로 절차가 숙달됨에 따른 긴장감의 이완 등에서 비롯되었을 것이다.

따라서 주의력 저하를 방지하기 위해 사고사례를 전파하여 조종자들의 주의를 환기시킬 필요가 있으며, 비행과 관련되지 않은 업무는 사전에 단위농협 직원에게 별도로 부여하거나, 비행이 종료된 후 또는 약재 재보급 시간을 통해서 실시하도록 절차를 개선함으로써 조종자들이 비행 이외의 업무에 주의력을 빼앗기지 않도록 할 필요가 있다.

사항을 기록하여 사후 농협과 방제비용 정산

36) 부조종자 북쪽방향 농로(부조종자로부터 약 100m 지점), 비행장치 위치는 동쪽방향

3. 결론

3.1 조사결과

1. S7346 조종자들은 방제비행에 필요한 자격을 유지하고 있었다.
2. S7346은 항공법에서 정한 절차에 따라 적법하게 초경량비행장치 소유 신고가 되었고, 안전성인증을 받았으나, 비행계획 승인 대상은 아니었다.
3. S7346는 사고 당시 보험에 가입하였고, 유효기간 내에 있었다.
4. 사고조사 과정에서 비행에 영향을 줄 수 있는 조종자들의 의학적 병리학적 요인은 발견되지 않았다.
5. 사고 당시 S7346의 무게 및 균형은 허용범위 내에 있었다.
6. 사고당시 S7346의 임무 지역의 기상은 방제비행이 가능한 기상상태 였으며, 기상은 이번 사고에 영향을 미치지 않았다.
7. 비행 전, 비행 중 엔진 및 동력전달계통에 이상이 있었다는 증거는 발견 되지 않았다.
8. 사고지점 방제대상 논의 길이는 약 110m이며, 방제비행 중 조종자는 S7346이 주변 배경과 어우러져 정지선까지의 정확한 잔여거리를 판단할 수 없는 상태였다.
9. 부조종자는 사고 직전 무전기로 의령농협 직원에게 추가 방제를 요청한 논주인의 인적사항을 기록해 줄 것을 요청하였으며, 이때 S7346을 주시 하지 않았고, 이로 인하여 S7346이 정지선에 과도하게 근접하였을 때 (정지선으로부터 약 5m 지점) 조종자에게 정지하라고 통보하였다.

10. 비행장치 모의비행 시험에서 시속 20km 속도(방제비행 속도)로 비행 중 정상적인 정지조작을 할 경우 비행장치는 약 13m의 정지거리가 소요되었다.
11. 부조종자는 사고 비행 중 조종자에게 S7346 정지지점을 너무 늦게 알려주었고, 이로 인하여 조종자가 S7346 정지조작을 하였으나 비행 관성에 의하여 지상 장애물(의령농협 농약 수송차량)에 충돌 후 추락하였다.
11. S7346은 추락 과 동시에 화재가 발생하였으며, 추락 시 충격과 화재로 인하여 전파되었다.
12. S7346의 운영자 교범에 따르면, 부조종자는 비행 중 “조종자에게 장애물 유무, 비행고도 및 속도, сал포상태 및 정지선에서 비행장치가 정지하도록 잔여거리 통보해주고 예측하지 못한 돌발 상황에 대비”하도록 규정하고 있다. 이를 위해서 부조종자는 비행 중 항상 비행장치를 주시하고 있어야 하지만 이를 준수하지 못하였다.
13. 부조종자가 비행 중 S7346을 주시하지 못하였던 것은 무더운 날씨에 반복되는 방제업무, 단조로운 부조종자 임무 등으로 위험상황에 대한 주의력이 감소된 때문으로 판단된다.

3.2 원인

항공·철도사고조사위원회는 S7346 사고의 원인을

1. 부조종자는 조종자에게 S7346 정지신호를 해야 할 지점을 지나서 늦게 신호를 하였고, 따라서 조종자가 S7346 정지조작을 하였으나, 비행관성으로 인하여 지상 장애물에 충돌 후 추락하였다.

-
2. 부조종자는 방제비행 중 항상 비행장치를 주시해야 하지만, 농협 방제 담당 직원과 교신으로 인해 이를 소홀히 하였다.

라고 결정하며,

이 사고의 기여요인으로

1. 무더운 날씨에 반복되는 방제업무, 단조로운 임무 등으로 부조종자는 위험상황에 대한 주의력이 감소되었다.

라고 결정한다.

4. 안전권고사항

항공·철도사고조사위원회는 2015년 7월 14일 발생한 S7346의 사고 조사 결과에 따라 다음과 같이 안전권고를 발행한다.

4.1 농협중앙회(자재부)

가. 농업용 무인회전익비행장치를 보유하고 있는 단위농협의 비행장치 운용자에 대한 사고사례를 전파하고 안전교육을 실시(UAR1504-1)

나. 조종자 및 부조종자가 방제비행 중 다른 업무에 주의력을 빼앗기지 않도록 업무분장표의 적절성을 검토(UAR1504-2)

※ 단위농협 직원(지원인력)에게 비행 이외의 업무책임을 명시적으로 부여

4.2 성우엔지니어링, 무성항공, 카스컴(Korea Aerospace Comprehensive Company)

가. 농업용 무인회전익비행장치 안전교육 과목에 사고사례를 포함하여 교육(UAR1504-3)