

# 경량항공기사고 조사보고서

이륙 상승 중 추락

개인

SAVANA JABIRU, HL-C114

경기도 여주시 가남읍 승진항공이착륙장

2017. 1. 1



2019. 6. 20

이 사고조사보고서는 대한민국 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」 제25조에 따라 작성되었다.

대한민국 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」 제30조에는

*“사고조사는 민·형사상 책임과 관련된 사법절차, 행정처분절차, 또는 행정쟁송절차와 분리·수행되어야 한다.”*고 규정하고 있으며,

국제민간항공조약 부속서 13, 3.1항과 5.4.1항에는

*“사고나 준사고 조사의 궁극적인 목적은 사고나 준사고를 방지하기 위함이며  
므로 비난이나 책임을 묻기 위한 목적으로 사용하여서는 아니 된다.  
비난이나 책임을 묻기 위한 사법적 또는 행정적 소송절차는 본 부속서의  
규정 하에 수행된 어떠한 조사와도 분리되어야 한다.”*고 규정하고  
있다.

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

만일 이 사고조사보고서의 해석에 있어서 한글판과 영문판의 차이가 있을 때는 한글판이 우선한다.

## 경량항공기사고 조사보고서

항공·철도사고조사위원회, 이륙상승 중 추락, 개인, HL-C114, SAVANA JABIRU, 경기도 여주시 가남읍 승진항공이착륙장, 2017. 1. 1. 경량항공기사고 조사보고서, ARAIB/LAR1701, 대한민국 세종특별자치시

대한민국 항공·철도사고조사위원회는 독립된 항공사고조사를 위한 정부기구이며, 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」 및 「국제민간항공조약」 부속서 13의 규정에 의거하여 사고조사를 수행한다.

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

주 사무실은 세종특별자치시에 위치하고 있다.

주소: 세종특별자치시 가름로 232 세종비즈니스센터 A동 6층 604호

우편번호: 30110

전화: 044-201-5447

팩스: 044-868-2406

전자우편: araib@korea.kr

홈페이지: <http://www.araib.go.kr>

## 차 례

제목, 개요 .....	1
<b>1. 사실 정보 .....</b>	<b>2</b>
1.1 비행 경위 .....	2
1.2 인명 피해 .....	3
1.3 항공기 손상 .....	3
1.4 기타 손상 .....	3
1.5 인적 정보 .....	4
1.5.1 조종사 .....	4
1.5.2 동승자 .....	4
1.6 항공기 정보 .....	5
1.6.1 항공기 일반정보 .....	5
1.6.2 항공기 제원 .....	6
1.6.3 장착 엔진 및 프로펠러 정보 .....	7
1.6.4 항공기 정비 이력 .....	7
1.6.5 중량 및 평형 .....	7
1.7 기상정보 .....	8
1.8 항행안전시설 .....	8
1.9 통신 .....	8
1.10 이착륙장 정보 .....	9
1.11 비행기록장치 .....	9
1.12 잔해와 충격정보 .....	9
1.12.1 잔해 .....	9
1.12.1.1 날개 .....	9
1.12.1.2 프로펠러 .....	10
1.12.1.3 전방착륙장치 및 주착륙장치 .....	10
1.12.1.4 조종석 방풍창 .....	10

1.12.1.5 조종면 상태 .....	11
1.12.1.6 엔진 연료계통 .....	11
1.12.2 충격정보 .....	11
1.13 의학 및 병리학적 정보 .....	12
1.14 화재 .....	12
1.15 생존분야 .....	12
1.15.1 119구조대 비상대응 .....	12
1.15.2 여주경찰서 경찰들의 진술 .....	13
1.16 시험 및 연구 .....	13
1.17 조직 및 관리정보 .....	13
1.18 기타 사항 .....	13
1.18.1 서리 착빙(frost icing) .....	13
1.18.2 조종사 진술 .....	14
<b>2. 분석 .....</b>	<b>16</b>
2.1 일반 .....	16
2.2 조종계통, 엔진의 정상작동 여부 .....	16
2.3 탑재연료 분석 .....	17
2.4 기상 요인 .....	17
<b>3. 결론 .....</b>	<b>20</b>
3.1 조사결과 .....	20
3.2 원인 .....	21
<b>4. 안전 권고 .....</b>	<b>22</b>
4.1 대한민국항공회에 대하여 .....	22
4.2 지방항공청(서울, 부산)에 대하여 .....	22

## 이륙 상승 중 추락

- 항공기 운영자: 개인
- 항공기 제작사: 이탈리아, I.C.P. S.r.l<sup>1)</sup>
- 항공기 형식: 경량항공기(SAVANA JABIRU)
- 항공기 등록부호: HL-C114
- 발생장소: 경기도 여주시 가남읍 승진항공이착륙장(고도 105m)  
(N 37° 13 ' 17.67 " , E 127° 36 ' 38.32 " )
- 발생일시 : 2017년 1월 1일 09:05경(한국 시간)<sup>2)</sup>

## 개 요

2017년 1월 1일 09:05경 개인소유의 경량항공기, HL-C114가 경기도 여주시 가남읍 승진항공이착륙장에서 동해 일출을 보기 위하여 조종사와 동승자 각 1명이 탑승하고 이륙하던 중 경량항공기가 정상적으로 상승하지 못하고 활주로 끝 약 80m 지점에 있는 나무에 충돌되어 추락하였다. 이 사고로 인명 피해는 없었으나 경량항공기는 대파되었다.

항공·철도사고조사위원회(이하 “위원회”라 한다)는 이 사고의 원인을 「항공기 동체와 날개표면의 서리를 완전하게 제거하지 않아 항공기의 이륙 및 상승 성능이 저하된 상태에서 비행」으로 결정하였다.

위원회는 사고 조사결과에 따라 대한민국항공회에 2건, 지방항공청에 1건의 안전권고를 발행한다.

1) 이탈리아 경항공기 제작사

2) 이 보고서상의 모든 시간은 24시를 기준으로 한 한국시각(국제표준시+9) 임

## 1. 사실 정보

### 1.1 비행 경위

2017년 1월 1일 07시경 조종사는 개인 소유의 경량항공기 Savannah Jabiru, HL-C114(이하 "HL-C114"라 한다)에 동승자와 함께 탑승하여 동해 일출을 보기 위하여 비행을 준비하였다.

08:00경 조종사는 동승자와 함께 항공기 기체점검을 실시하고, 외부 열풍기를 이용하여 기체와 엔진 예열 작업 및 동체 표면의 서리 제거작업을 실시하였다.

조종사 진술에 따르면, 당시 시정은 양호하였지만 외기온도가  $-4^{\circ}\text{C}$ 의 추운 날씨였고, 항공기 기체에 결빙이 있어서 서리 제거작업을 실시하였지만 날개와 동체 일부분에 서리가 남아 있었던 같다고 하였다.

09:05경 조종사는 HL-C114의 좌측 조종석에, 동승자는 우측 관람석에 탑승하여 시동 후에 엔진실린더헤드 온도(CHT, cylinder head temperature)가 정상범위(Green Zone)에 있는 것을 확인하고 지상활주하여 활주로 13방향<sup>3)</sup>으로 이륙하였다.

HL-C114는 이륙활주 중 추력레버는 이륙추력위치에, 엔진회전수와 속도계는 정상이었으며, 부양속도 70km/h로 이륙하였다. HL-C114가 이륙 후 상승속도가 줄어드는 것을 확인한 조종사는 항공기 기수를 낮추어 상승속도를 80km/h로 유지하였다.

조종사는 항공기가 평소와 다르게, 상승되지 않아 추력레버를 최대추력위치까지 전진시켰으나 추력의 변화가 없었고, 항공기가 정상적으로 상승하지 못했다고 진술하였다.

3) 승진항공이착륙장은 활주로 13방향과 31방향으로 구성

HL-C114는 상승 중 이륙경로 전방에 있는 나무와의 충돌을 피하기 위해 우측으로 회피하려 하였으나 고도가 낮아<sup>4)</sup> 좌측날개와 우측날개가 나무에 충돌되어 [그림 1]과 같이 활주로 끝 약 80m 지점에 추락되었다.



[그림 1] 비행경로

### 1.2 인명 피해

피해정도	승무원	승객	기타
사 망	0	0	0
중 상	0	0	0
경상/무 피해	0/1	0/1	0/0
계	1	1	0

[표 1] 인명피해

### 1.3 항공기 손상

이 사고로 경량항공기는 대파되었다.

### 1.4 기타 손상

기타 손상은 없었다.

4) 충돌된 야산의 나무의 높이가 지면으로부터 약 20m 정도이었다.



## 1.5 인적 정보

### 1.5.1 조종사

조종사(남, 50세)는 교통안전공단이 발급한 경량항공기조종사 자격증명<sup>5)</sup> 및 경량항공기 조종교육증명<sup>6)</sup>과 초경량비행장치 자격증명서<sup>7)</sup>를 보유하고 있었다.

조종사는 2009년 11월 5일 경량항공기 조종교육증명을 취득한 후 영덕군 소재 고래불항공에서 교관조종사로 2년간 비행하는 등 약 8년 동안 경량항공기 조종사로서 비행한 경험이 있었으며, 2016년에는 월 평균 2~3회 정도 비행하여 총 19회를 비행하였다.

조종사의 사고 발생 전 72시간 행적으로는 12월 29일부터 12월 31일까지 3일간 강릉에서 직장 세미나에 참석하였고, 세미나 종료 후 수원에 있는 자택으로 귀가하여 23:30경 취침하였다.

2017년 1월 1일에는 오전 07:00경 여주시 소재 승진항공사무실에 도착하여 기체외부 결박 해제, 엔진 및 배터리 예열, 기체점검(프로펠러 상태, 보조날개 힌지와 동작), 엔진오일을 보충하고 09:05경 비행을 시작하였다.

### 1.5.2 동승자

동승자(남, 57세)<sup>8)</sup>는 2016년에 조종사와 함께 2개월에 1회 정도 총 6회의 동승비행을 하였으며, 사고 당일에는 새해 첫날을 맞아 동해 일출을 보기 위해 HL-C114에 탑승하였다.

동승자는 사고 당일 오전 07:00경 승진항공사무실에 도착하였고, 08:00경 조종사와 함께 HL-C114의 기체점검과 엔진을 예열한 후 우측 관람석에 탑승

5) 경량항공기조종사 자격증명: 자격번호(15-001029), 2016.5.17. 교부

6) 경량항공기 조종교육증명: 발급번호(15-000134), 2009.11.05. 교부

7) 초경량비행장치 자격증명서: 발급번호(91-001161), 2008.12.19. 교부

8) 2004년부터 13년 동안 조종사를 자주 만나는 동료

하였으며, 이륙 시 항공기의 상승률이 충분하지 못하였다고 진술하였다.

## 1.6 항공기 정보

### 1.6.1 항공기 일반정보

HL-C114는 2006년 5월 3일 이탈리아 I.C.P. srl사의 사바나(savanna) 조립 키트를 조립·제작한 경량항공기로, 2007년 12월 11일 교통안전공단으로부터 초경량비행장치<sup>9)</sup> 안전성인증서를 최초 발급받아 운항을 시작하였다.

그 후 2009년 9월 10일 경량항공기 제도의 도입에 따라 소유자는 2012년 7월 12일 국토교통부에 경량항공기로 신규 등록<sup>10)</sup>하여 등록기호 'HL-C114'를 지정 받았으며, 초경량비행장치 신고번호 'S2073'는 말소하였다.

HL-C114의 탑재용 항공일지에 기록된 기체비행시간은 사고발생 이전 마지막으로 비행한 2016년 12월 17일 기준으로 총 690.7시간이었다.

HL-C114의 일반 정보는 [표 2]와 같다.

항공기형식(Type)	Savana Jabiru
조립·제작일자	2006. 5. 3.
제작사 일련번호(S/N)	05-10-51-425
총 기체비행시간	690.7(2016.12.17.기준) <sup>11)</sup>

[표 2] 일반 정보

HL-C114는 교통안전공단으로부터 1년마다 안전성인증을 받고 있었으며, 최근 유효한 안전성인증서의 만료일은 2017년 9월 29일이며, 최근 3년 동안 발급받은 안전성인증서 현황은 [표 3]과 같다.

9) 초경량비행장치 신고번호: S2073

10) 경량항공기(HL-C114) 신규등록, 항공기술과-1505(2012.7.12.), 등록증번호: 2012-C044

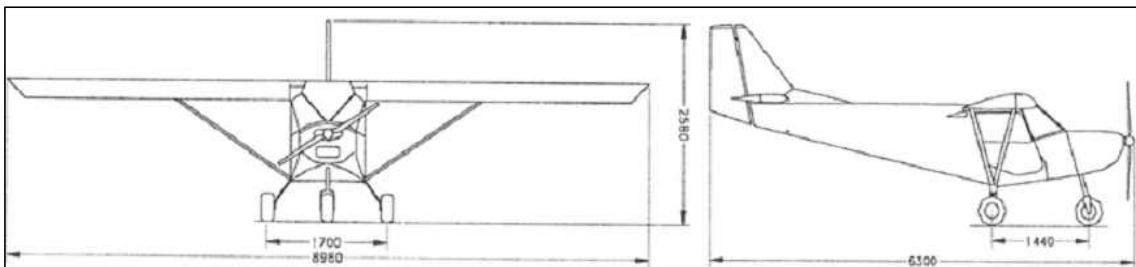
11) 탑재용 항공일지에 기록된 마지막(2016.12.17.) 누적 비행시간 총계

안전성인증서 번호	발급일자	인증서만료일	발급기관
KL14-085	2014.08.20	2015.08.19	교통안전공단
KL15-056	2015.08.26	2016.08.25	
KL16-069	2016.09.30	2017.09.29	

[표 3] 최근 3년간 안전성인증서 발급현황

### 1.6.2 항공기 제원

항공기의 외형과 제원은 [표 4]와 같다.



길이 x 폭 x 높이	6,300 x 8,980 x 2,580 mm
최대이륙중량	454kg
정상속도범위	56 ~ 150km/h
실속속도	56km/h
연료 탑재량	72 ℓ
사용연료	AV-GAS <sup>12)</sup>
좌석 수	2

[표 4] 항공기 제원

12) AV-GAS: Aviation Gasoline, 항공휘발유

1.6.3 장착 엔진 및 프로펠러 정보

HL-C114에는 오스트레일리아 Jabiru Aircraft사에서 제작한 Jabiru 2200A 엔진과 이탈리아의 GT Propeller사에서 제작한 GT-2계열 프로펠러가 장착되어 있었다. HL-C114의 엔진과 프로펠러의 정보는 [표 5]와 같다.

엔진제작사 : 자비루 항공 (Jabiru Aircraft)			
품명	Jabiru 2200A	일련번호	22A2235
장착일자	2006.9.18	사용시간	690.7
프로펠러: GT 프로펠러 (GT Propeller, Italy)			
품명	GT-2/157/NO-101-AN4	일련번호	065

[표 5] 엔진 · 프로펠러 정보

1.6.4 항공기 정비 이력

HL-C114는 2016년 9월 13일 경기도 여주 소재 아트항공레저 이착륙장에서 경량항공기정비업체<sup>13)</sup>가 제작사 권고방식에 따라 [표 6]과 같이 “연간/100시간 점검”을 수행하였고, 이후 사고 당시까지 항공일지에 기록된 결함 및 정비 사항은 없었다.

점검종류	기체시간	엔진시간	수행일자
연간 점검-기체·엔진 100시간	682.3	682.3	2016.09.13

[표 6] 정시점검 수행현황

1.6.5 중량 및 평형

해당사항 없음

13) 가을하늘고추잠자리(경량항공기 정비사업): 경기도 화성시 송산면 어섬리 169-6의 소재 정비회사, 정비확인자의 정비사자격번호 1682

### 1.7 기상정보

사고 당시 여주시 가남읍<sup>14)</sup>에 위치한 기상청 지상관측자료 [표 7]에 따르면, 바람은 남동쪽에서 남서쪽으로 시속 1km 이하였고, 온도는 -4℃, 시정은 10km 이상, 하늘은 맑았으며 강수는 없었다.

09:00경 인근지역인 여주시 점동면 청안리의 습도는 91%, 전날 밤 평균 습도는 약 90%이었다. 사고전날 밤은 평균습도 90%, 온도 -4℃로 기체 표면에 서리가 발생할 수 있는 충분한 조건이었다.

지상관측자료   지역별상세관측자료(AWS)										
매분관측자료 ]가남 465 (85m) / 2017.01.01.09:10 / 경기도 여주시										
시:분	강수	강수15	강수60	강수6H	강수12H	일강수	기온	풍향1	풍속1	
09:10	○	0	0	0	0	0	-4.0	125.6	SE	0.3
09:09	○	0	0	0	0	0	-3.9	120.2	ESE	0.3
09:08	○	0	0	0	0	0	-3.9	105.8	ESE	0.3
09:07	○	0	0	0	0	0	-3.9	81.7	E	0.2
09:06	○	0	0	0	0	0	-3.9	304.2	-	0.0
09:05	○	0	0	0	0	0	-4.0	264.1	-	0.0
09:04	○	0	0	0	0	0	-4.1	290.3	-	0.0
09:03	○	0	0	0	0	0	-4.1	217.4	-	0.0
09:02	○	0	0	0	0	0	-4.1	249.6	-	0.0
09:01	○	0	0	0	0	0	-4.1	171.3	S	0.3
09:00	○	0	0	0	0	0	-4.1	176.7	S	0.2
08:59	○	0	0	0	0	0	-4.2	229.2	-	0.0

[표 7] 기상청의 지상관측자료

### 1.8 항행안전시설

해당사항 없음

### 1.9 통신

해당사항 없음

14) 여주시 가남읍에 있는 기상관측소는 승진항공 이착륙장으로부터 남서쪽으로 6km 정도에 위치

### 1.10 이착륙장 정보

승진항공이착륙장은 활주로 13/31로 되어 있으며, 레저목적의 경량항공기, 초경량비행장치의 이착륙에 사용되고 있었다. 활주로는 길이 315m, 폭 16m, 콘크리트로 포장되어 있었고, 활주로의 배치는 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 활주로 배치도

### 1.11 비행기록장치

해당사항 없음

### 1.12 잔해와 충격정보

#### 1.12.1 잔해

##### 1.12.1.1 날개

HL-C114는 이륙 중 정상적으로 상승하지 못하고 나무와 충돌되어 좌·우측 날개 끝부분, 우측날개 중간부분이 [그림 3]과 같이 손상을 입었다.



[그림 3] 파손된 우측 날개와 좌측 날개

#### 1.12.1.2 프로펠러

HL-C114의 프로펠러 2엽(Blade)은 나무재질로 되었으며, 나무와 충돌되어 [그림 4]와 같이 프로펠러 뿌리(Root) 부분이 절단되었다.



[그림 4] 절단된 프로펠러

#### 1.12.1.3 전방착륙장치 및 주착륙장치

HL-C114의 전방착륙장치는 나무와 충돌되어 기수전방 동체를 손상시키고 동체하부 후방으로 밀려나면서 절단되었으나, 주착륙장치의 손상은 없었다.

#### 1.12.1.4 조종석 방풍창

HL-C114의 조종석 우측 및 좌측 방풍창은 [그림 5]와 같이 파손되었다.



[그림 5] 파손된 방풍창

#### 1.12.1.5 조종면 상태

HL-C114의 조종면은 수동으로 조작하였을 때 정상적으로 작동되었다.

#### 1.12.1.6 엔진 연료계통

엔진 외부에 대한 일반적인 육안점검<sup>15)</sup> 시 연료·오일라인에는 파손된 흔적은 없었다. 엔진연료계통 내 2개의 좌·우 기화기 챔버(chamber)에는 약 30~40cc 정도의 연료잔량이 남아 있었고, 이 잔량은 적절한 양이었다.

#### 1.12.2 충격정보

HL-C114가 이륙 상승 중 이륙경로에 있는 약 20m 높이의 장애물을 발견하고 우측으로 회피 조작을 하였지만 고도가 충분하지 않아 좌측날개 및 우측날개 등이 나무와 충돌하였다.

HL-C114의 프로펠러가 회전하면서 나무와 충돌하였고, 기체는 나무에 걸려 수직으로 추락하여 [그림 6]와 같이 대파되었다.

15) 육안점검: Visual Inspection





[그림 6] 충돌 흔적과 추락된 모습

### 1.13 의학 및 병리학적 정보

해당사항 없음

### 1.14 화재

이 준사고로 인한 화재는 없었다.

### 1.15 생존분야

#### 1.15.1 119구조대 비상대응

09:08경 경기소방본부는 목격자<sup>16)</sup>로부터 사고 신고를 접수하였고, 09:10경 여주소방서와 가남 119안전센터에 사고현장으로 출동을 지시하였다.

09:22경 가남 119안전센터 소방대원과 구급대원들이 현장에 도착하였을 때 조종사와 동승자는 이미 항공기에서 나와 안전지대로 대피해 있었고 별다른 부상을 입지 않았으며, 항공기에 화재는 발생하지 않았다.

16) 목격자(남, 61세) 사고지역 주변에서 농장을 경영하고 있음.

09:35경 소방대원과 구급대원은 출동상황을 종료하고 현장에서 철수하였다. 가남 119안전센터의 출동현황은 지휘차 1대, 구급차 1대, 화재조사차 1대, 펌프차 1대 등 총 4대의 차량과 동원된 인력은 10명(구급대원 2명 포함)이었다.

### 1.15.2 여주경찰서 경찰들의 진술

사고 당시 현장에 출동한 여주경찰서 경찰들의 진술에 따르면 09:30경 현장에 도착했을 때 소방차 3~4대가 이미 도착해 있었다.

조종사와 동승자의 인적사항을 포함하여 비행시작부터 추락 시까지의 비행 과정과 추락 후 항공기 이탈과정에 대하여 설명을 들었고 부상을 입었는지 확인하였으며, 별다른 병원치료가 요구되지 않는다고 판단하고 경찰서로 돌아왔다고 하였다.

### 1.16 시험 및 연구

해당사항 없음

### 1.17 조직 및 관리정보

해당사항 없음

### 1.18 기타 사항

#### 1.18.1 서리 착빙(frost icing)

서리는 대기 중의 수증기가 지상의 물체 표면에 얼어붙어 생성되며 공기 중에 형성된 얼음결정의 퇴적물로 백색의 깃털모양이다. 일반적으로 추운 날씨와 구름이 없는 밤에 노출된 표면에서 발생하며 일출 후에는 녹아서 없어질 수 있다.

포화공기가 이슬점 온도 이하로 내려가면 물(이슬)이 맺히게 되는데 그 이슬점 온도가 0℃ 이하이면 수증기가 직접 빙결·축적되어 서리가 발생한다. 서리는 다른 물체에 형성될 때와 같은 방법으로 항공기 표면에도 형성될 수 있다. 일반적으로 맑은 날 저녁에 세워 둔 항공기 표면의 온도는 지표 복사냉각으로 이슬점온도 이하로 떨어질 수 있다.

항공기 표면에 부착된 서리는 항공기 표면을 거칠게 하여 항력을 증가시키고 양력을 감소시킨다. 항공기 표면에 형성된 서리는 항공기의 실속속도를 5~10% 증가시킬 수 있으며, 항공기가 이륙 시 요구되는 이륙속도를 증가시키고 이륙 후에도 양력 감소 및 항력 증가로 상승 성능이 떨어지며 실속에 조우 되면 추락될 수도 있다.

항공기 동체나 날개표면에 서리가 형성된 상태로 이륙할 경우 난기류 또는 돌풍을 만나거나 깊은 경사각으로 선회하면 양력이 감소되어 실속되거나 고도를 상실하여 추락할 가능성이 있으므로, 반드시 이륙 전에 동체와 날개 표면에 생성된 서리를 제거하여야 한다.

또한, 서리는 항공기 표면이 따뜻해지면 녹아서 사라지기도 하지만, 서리가 제거되지 않은 경우에는 항공기 무게가 증가하고 날개표면의 공기흐름에 영향을 미쳐 양력이 감소되고 항력이 증가되어 항공기가 실속될 수 있다.

안전한 운항을 위해서는 비행 전에 철저한 항공기 상태검사를 실시하여 날개, 수직·수평 안정판, 방향타에 눈, 얼음, 서리 등이 없는지 확인하여야 하며, 눈, 얼음, 서리 등이 발견되면 비행 전에 확실하게 제거하고 이륙해야 한다. 그렇지 않으면 안전한 운항을 보장받을 수 없기 때문이다.

### 1.18.2 조종사 진술

조종사의 진술에 따르면, 비행을 시작하기 전에 항공기를 충분히 예열하기 위해 외부 열풍기로 엔진부분 2회, 배터리부분 1회 예열하였다.

기타 기체의 다른 부분 및 동작에 이상은 없었으며, 엔진시동 후 CHT (cylinder head temperature)의 온도가 정상범위(Green Zone)에 있는 것을 확인하고 활주로까지 지상활주하여 이륙하였다고 하였다.

조종사는 비행 전에 항공기 표면에 있는 서리는 제거하였으나, 항공기 날개와 동체의 일부분에 남아 있던 서리는 완전하게 제거하지 않아 약간 남아 있었던 것 같다고 하였다.

조종사는 지상 활주 중 정상절차에 따라 2,000RPM(분당회전수)에서 마그네토(엔진점화)를 점검하였고, 분당회전수가 정상범위 내에서 하락되는 것을 확인하고 활주로 이륙지점으로 이동하여 이륙활주를 시작하였다고 하였다.

조종사는 이륙활주 중 최대추력(full throttle)에서 엔진회전수와 속도계를 확인하였으며 항공기의 부양속도인 70km/h에서 기수를 들었다. 그런데 기수를 들고 난 후에도 주착륙장치가 지면에서 이륙되는 것이 느껴지지 않아 엔진회전수와 속도를 재확인하였다. 엔진회전수와 속도를 확인하였을 때 이상이 없었고 잠시 후 항공기는 이륙하여 상승하기 시작하였다고 하였다.

항공기가 상승을 시작한 후 비행속도가 저하되자 조종사는 기수를 숙여 속도를 80km/h에 맞추었다. 이후 항공기는 상승하였으나 상승하는 느낌이 평상시와 달라 반사적으로 추력레버를 끝까지 전진시켜 보았으나 항공기 속도는 변화가 없었다고 하였다.

조종사는 상승 중 전방에 나뭇가지가 보여 방향타를 사용하여 우측으로 회피하였으나, 이후 다른 나뭇가지에 항공기가 걸려 불시착하게 되었으며, 불시착 후 조종자와 동승자는 항공기 기체 밖으로 나와 항공기로부터 멀리 떨어져 대기하고 있었다고 하였다.

## 2. 분석

### 2.1 일반

위원회는 동 사고에 이륙활주 중 부양이 늦어진 원인과 이륙 후 상승하지 않은 원인을 조사하기 위해 조종계통, 엔진의 정상작동 여부, 탑재연료의 이상 여부, 기상요인 등을 중점적으로 분석하였다.

### 2.2 조종계통, 엔진의 정상작동 여부

조종사는 비행 전에 외부 열풍기를 이용하여 항공기의 엔진부분을 2회, 배터리부분을 1회 예열을 실시한 후, 승강타 및 방향타 등이 정상적으로 작동하는 것을 확인하였다.

조종사는 엔진시동 후 CHT(cylinder head temperature)가 정상범위에 있는 것을 확인하였고, 이륙 전 정상절차에 따라 엔진회전수 2,000RPM에서 마그네토(엔진점화상태)를 점검하였으며, 엔진은 정상적으로 작동하였다고 진술하였다. 따라서 항공기의 엔진은 이륙 및 상승 성능을 유지하는 데는 문제가 없었던 것으로 판단된다.

항공기 비행매뉴얼(savannah flight manual) 4장 5절(이륙 전 정상절차)에 따르면, 엔진회전수 3,000RPM에서 마그네토를 점검하여 엔진작동상태를 확인하도록 명시되어 있는데, 조종사가 2,000RPM에서 마그네토점검을 수행하였다는 것은 비행매뉴얼에 정해져 있는 대로 정상절차를 수행하지 않았던 것으로 보인다.

조종사는 이륙활주 중 최대출력에서 엔진회전수와 속도계를 확인하면서 이륙을 시도하였으며, 항공기가 부양속도인 70km/h에 도달하였고, 이륙 후 상승속도인 80km/h에 도달하였다고 진술하였다.

항공기 비행교범(savannah flight manual) 제4장 6절(이륙 및 상승)에 따르면, 이륙활주 중에는 속도 30~35mph(48~56km/h)에서 부양하고, 이륙 후 상승속도 40~45mph(64~72km/h)로 비행하도록 명시되어 있다.

조종사가 이륙활주 중 항공기가 부양속도인 70km/h가 지나서 이륙되었고, 이륙 후 상승속도인 80km/h에 도달하였다는 것은 엔진, 프로펠러 등의 동력장치에는 문제가 없었음을 보여주고 있다.

그러나, 사고 항공기는 비행교범에 정해진 부양속도 보다 20km/h가 빠른 속도에서 부양되었고, 이륙 후 정해진 상승속도 보다 15km/h 이상 증속되었음에도 계속하여 상승되지 않은 것은 날개와 동체에 남아 있는 서리의 영향으로 기체에 항력이 증가하고 양력이 감소되었던 것으로 판단된다.

### 2.3 탑재연료 분석

HL-C114에 탑재되었던 연료를 연료드레인밸브와 엔진연료 기화기챔버(chamber)에서 채취하여 위원회 분석실에서 원소함량분석<sup>17)</sup>, 물질구조분석<sup>18)</sup> 및 수분함량<sup>19)</sup>을 측정하여 분석한 결과 특이사항은 발견되지 않았다.

HL-C114에 탑재하였던 연료는 정상적으로 엔진을 가동시킬 수 있는 적절한 연료로 이륙 및 상승 시 항공기의 엔진성능을 저하시키지 않았으며, 사고 당시 항공기 엔진은 정상적으로 작동되고 있었던 것으로 판단한다.

### 2.4 기상 요인

사고 당시 기상청 자료에 따르면, 바람은 약한 편, 시정 10km 이상, 온도 -4°C

17) ICP-OES(Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer)를 이용한 원소함량분석(Ag, Al, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Si, Sn, Ti, V, Zn 총 20종)

18) FT-IR(Fourier Transform Infrared Spectroscopy) Spectrum, GC-MS(Gas Chromatography Mass Spectrometry)물질 구조 분석

19) Karl Fisher 시약과 물의 화학반응을 통해 시료의 수분함량을 측정하는 방법

이었으며 강수현상은 없었다. 당시 인근 지역의 습도는 91%, 사고발생 전날 밤의 평균 습도는 약 90%였다.

이러한 기상 조건은 항공기 동체와 날개표면에 서리가 발생할 수 있는 충분한 조건이 되었고, HL-C114에는 상당히 많은 양의 서리가 형성될 수 있었을 것으로 판단된다.

조종사는 비행 전에 외부 열풍기를 이용하여 항공기의 엔진부분을 2회, 배터리를 1회 예열을 실시하였고, 서리 제거작업을 하였다고 하였다.

열풍기를 이용하여 엔진과 배터리 부분을 예열하는 것은 항공기의 시동을 용이하게 하기 위한 것이고, 열풍기로 인해 항공기의 전면부분에 형성되었을 서리는 녹아 없어졌을 것으로 판단된다.

그러나, 약 2m 높이의 날개 윗면과 후방동체 부분 등은 제빙액을 살포하거나 직접적인 제빙작업 노력 없이도 서리가 제거되지 않았을 것이다.

HL-C114의 날개에 형성된 서리가 날개표면을 거칠게 만들어 항력을 증가시키고 양력을 감소시켜 항공기 이륙과 상승성능에 영향을 미쳤을 것이다.

조종사가 이륙활주 중 최대출력의 엔진회전수와 부양속도인 70km/h에서 항공기 기수를 올렸지만 이륙이 지연되었고, 이륙 후에도 상승을 위해 속도를 80km/h로 올렸지만 정상적으로 상승하지 않은 것은 날개에 형성된 서리의 영향으로 양력이 감소된 결과로 나타난 현상으로 판단된다.

조종사가 반사적으로 추력레버를 끝까지 전진시켜 보았으나 항공기의 속도는 변화가 없었다고 하는 것은, 이미 최대출력으로 이륙이 시도된 것으로 출력의 증가가 있을 수 없으며, 속도의 증가나 상승률의 변화도 있을 수 없었던 것이다.

---

따라서 안전한 운항을 위해서는 비행 전에 철저한 항공기 상태검사를 실시하여 날개, 수직·수평 안정판, 방향타에 눈, 얼음, 서리 등이 없는지 확인하여야 하며, 눈, 얼음, 서리 등이 발견되면 비행 전에 확실하게 제거한 후 운항해야 한다.



### 3. 결론

#### 3.1 조사결과

1. 조종사는 비행에 필요한 유효한 자격증명을 보유하고 있었으며, 비행에 영향을 미칠 수 있는 의학 및 병리학적 장애요소는 없었다.
2. 조종사는 2009년 11월 경량항공기 조종교육증명을 취득한 후 영덕군 소재 고래불항공에서 교관조종사로 2년 간 비행하는 등 약 8년 동안 경량항공기 조종사로서 비행한 경험이 있었다.
3. 항공기는 2012년 7월 12일 국토교통부에 경량항공기로 등록되어 있으며, 기체비행시간은 690.7시간 이었고, 안전성인증서의 만료일은 2017년 9월 29일로 유효기간 내에 있었다. 또한, 항공기는 2016년 9월 13일 연간/100시간 점검을 실시하였으며, 특기할 만한 결함은 없었다.
4. 사고 당시 항공기에 탑재되었던 연료를 채취하여 분석한 결과 특이한 사항이 없었고 탑재연료 문제로 엔진성능이 저하되지 않았으며, 엔진은 시동 후부터 추락 시까지 정상적으로 작동하고 있었던 것으로 판단한다.
5. 사고 당시 여주시 지역의 기상은 바람은 남동풍 또는 남서풍이 시속 1km 이하, 시정은 10km 이상, 하늘상태는 맑음, 온도는 -4°C, 습도는 90%이었고 강수현상은 없었으나, 습도가 높고 온도가 영하로 유지되고 있어 항공기 동체 및 날개에 서리가 생성될 수 있는 충분한 조건이었다.
6. 조종사는 비행 전 외부 열풍기를 이용하여 항공기 엔진부분을 2회, 배터리부분을 1회 예열하였고, 승강타와 방향타가 정상적으로 작동하는 것을 확인하였으며, 엔진이 정상적으로 작동하는 것을 확인하고 이륙을 시도하였다.

7. 조종사는 비행 전 점검 시 날개와 동체에 있는 서리를 완전하게 제거하지 않아 남아 있었던 것 같다고 진술하였으며, 실제로 이륙 전 항공기 동체 일부 및 날개표면에 남아있는 서리를 완전하게 제거하지 않고 비행한 것으로 판단된다.
8. 사고 항공기는 비행매뉴얼에 정해진 부양속도 보다 20km/h가 많은 70km/h에서 부양되었고, 이륙 후 정해진 상승속도 보다 15km/h가 많은 80km/h까지 증속되었는데, 상승되지 않은 것은 날개와 동체에 남아 있는 서리의 영향으로 기체에 항력이 증가하고 양력이 감소되어 나타나는 현상으로 판단된다.
9. 조종사는 상승 중 전방에 나무를 발견하고 우측으로 회피조작을 시도하였으나 항공기는 고도가 야산의 나무높이(약 20m) 보다 낮아 회피할 수 없었으며 충돌 후 활주로 끝으로 부터 약 80m 지점에 추락하였다.

### 3.2 원인

위원회는 이 사고의 원인을 「항공기 동체와 날개표면의 서리를 완전하게 제거하지 않아 항공기의 이륙 및 상승 성능이 저하된 상태에서 비행」으로 결정하였다.

#### 4. 안전 권고

위원회는 2017년 1월 1일 HL-C114가 승진항공이착륙장에서 이륙 상승 중 추락한 사고 조사결과에 따라 다음과 같이 안전권고를 발행한다.

##### 4.1 대한민국항공회에 대하여

1. 경량항공기 조종사들이 겨울철 비행 시 항공기 동체 및 날개표면에 결빙(서리, 눈, 얼음)이 있는지를 반드시 확인 및 제거 후 비행하도록 강조 (LAR1701-1)
2. 경량항공기 조종사들에게 사고사례를 전파하고, 비행 전 항공기 외부 점검을 철저히 할 수 있도록 안전의식을 고취 강조((LAR1701-2)

##### 4.2 지방항공청(서울, 부산)에 대하여

1. 경량항공기 조종사들의 겨울철 비행 시 항공기 동체 및 날개표면에 결빙(서리, 눈, 얼음) 제거 작업 수행 여부 감독 철저(LAR1701-3)