

## 적 레이더 교란시 사용되는 채프의 작동 원리



崔潤大

- 육군 제3사관학교 기계공학과 교수
- 육군 대령, 공학 박사

0 군 항공기의 가장 위험한 적중의 하나 T 는 이를 탐지하고 추적하는 적 레이더 일 것이다. 적 레이더가 우군 항공기를 추적하지 못하도록 적의 레이더를 교란하는 방책 중의 하나는 '채프'라고 하는 것을 공중에 살포하는 것이다.

채프(chaff)는 우군 항공기의 출현을 기만하기 위하여 만들어진 작은 금속 조각이다. 이를 공중에 살포하여 구름처럼 만들어

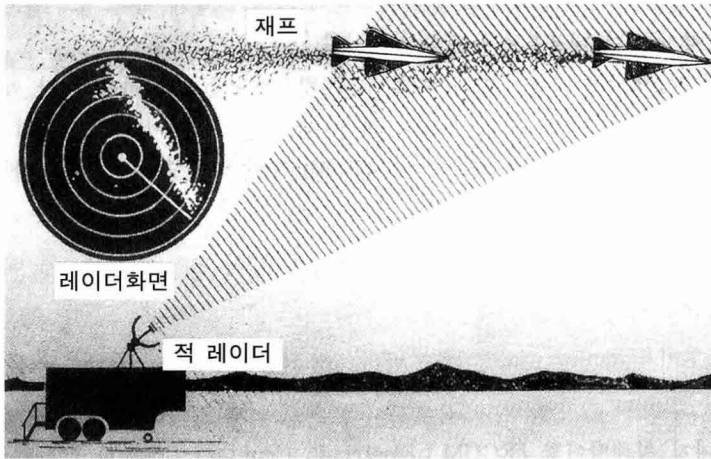
서 레이더 전파의 고반사 영역을 형성하여 적 레이더를 교란시키는 것이다. 이러한 작은 금속 조각은 전자기파를 거의 100% 반사하는 재료로 되어 있다.

채프의 작동 원리는 다음과 같다. 레이더의 전자기파가 금속 조각에 도달하면 전자파에 의한 전기장에 의하여 금속 내의 자유전자가 같은 진동수로 진동하게 되고, 진동하는 전하(電荷)는 역시 같은 주파수의 전자기파를 발생하므로 결과적으로 금속에 도달하는 전자기파와 같은 주파수의 전자기파가 금속에서 발생하는 것이다. 이것이 반사 메커니즘이다.

진동하는 전하에 의한 전자기파 발생의 가장 단순한 경우가 전기쌍극자(電氣雙極子, electric dipole)에 의한 것인데 한 쌍의 +와 -전하가 막대 모양의 도체 양단을 교차 왕복함으로써 전자기파를 발생하는 것이다. 흔히 볼 수 있는 막대형 송수신 안테나가 이의 예이다.

채프는 바로 이러한 쌍극자 안테나

공격 항공기가 은밀히 통과할 채프 회랑(chaff corridor)



(dipole antenna) 역할을 하는 금속 조각인데 일반적으로 안테나의 길이는 대상 전자기파 파장의 절반 이상이라야 하는 조건을 만족해야 한다.

위의 그림은 공격 항공기가 은밀히 통과할 회랑(corridor)을 만드는 데 채프를 사용하는 전형적인 예이다. 이렇게 채프 회랑(chaff corridor)을 형성할 경우 레이더 스크린 상에는 수많은 점들이 나타나게 되어 공격 항공기를 탐지할 수 없게 된다.

채프가 효과적으로 사용되기 위해서는 ① 반사율이 높아야 하고, ② 적의 레이더 파장에 맞는 크기로 절단되어야 하며, ③ 공중에 오래 떠 있을 수 있도록 해야 한다.

일반적으로 레이더 중심 주파수 파장의  $\lambda/2$ (반 파장) 정도로 잘게 만들어져야 하며 가벼운 물질로 만들어져야 한다.

최근에는 유리 섬유(fiber glass) 위에 극히 얇은 알루미늄 피막을 입힌 것을 다이폴소자(쌍극자소자)로 사용하고 있다. 따라서 산포용기에 장입시 밀도가  $\text{cm}^3$ 당 수백만 개나 되어 산포시에는 수십 분간 공기 중에

서 부유될 수 있는 것으로 알려져 있다.

예를 들어 교란하고자 하는 적 레이더의 운용 주파수가 30GHz( $30 \times 10^9 \text{Hz}$ )라면 이 경우 레이더파의 파장은  $\lambda = 10 \text{cm}$ 이니 다이폴소자의 길이는 레이더 파의 절반인  $\lambda/2$ , 즉 5cm 정도로 하

는 것이 바람직하다.

따라서 레이더 주파수가 너무 낮으면 다이폴소자의 길이가 과도하게 길어져서 쉽게 지상으로 강하해 버리기 때문에 채프로써 적합하지 않다.

만일 알루미늄이 도금된 유리 섬유 다이폴소자가 사용된다면 이 유리 섬유의 직경은 길이의 약 1,000분의 1인데  $15 \mu$ 정도가 된다.  $1 \mu$ 은 1,000분의 1밀리이므로 유리섬유는 머리카락보다 훨씬 가늘다.

이러한 얇은 금속 조각인 채프는 공기 중에서 약 0.3~1 m/s의 속도로 지면을 향하여 강하한다. 따라서 적의 레이더에 가능한 많은 교란 효과를 주기 위해서는 산포고도가 적절히 계산되어야 한다.

채프는 2차대전 중에는 항공기의 후방식 승무원이 손으로 던져 뿌렸으나 대전 말기부터는 기계적으로 살포하기 시작하였다. 현재는 레이더 전파의 파장을 분석하여 파장에 맞게끔 공중에서 절단하여 살포하고 있으며, 이러한 기술이 전자전의 기본이 되는 것이다.

## 열상장비의 작동 원리

**테** 레비전에는 색깔로 된 그림(화상)이 나  
**리** 타나지만, 열상장비에는 열 그림(열상)  
이 나타난다. 수동형(passive) 적외선 감  
시장비인 열상장비(Thermal Imaging  
Equipment)는 마치 텔레비전 세트와 똑  
같은 원리로 작동된다.

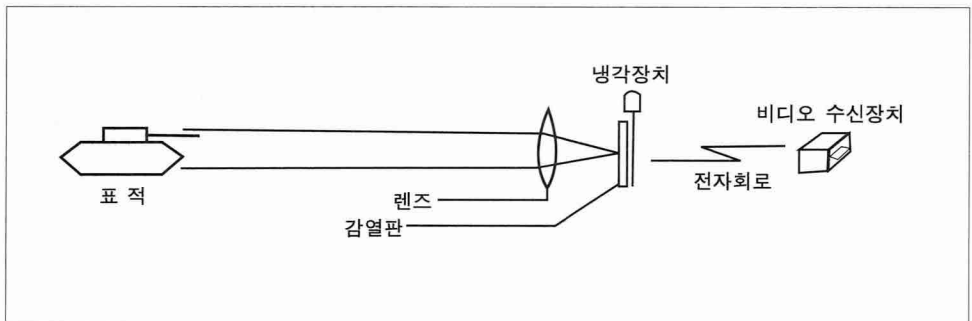
텔레비전 세트에서는 대상 물체가 카메  
라 앞에 나타나면 카메라의 감광판이 영상  
신호를 전기 신호로 바꾸어 준다. 이 전기  
신호가 마이크로파 통신이나 케이블에 의  
하여 텔레비전 수상기로 전파되면 다시 전  
기 신호가 텔레비전 수상기에 의하여 음극  
선관에 영상 신호로 재생되어지는 것이다.

아래 그림에 도시된 바와 같이 열상장비  
와 텔레비전 세트 작동원리중 다른 점은 열  
상장비에서는 텔레비전 수상기의 감광판  
대신에 감열판이 장치되어, 온도의 차이를  
그림으로 나타낸 열상을 본다는 것 뿐이다.

살아 있는 동물이나 가동중인 엔진, 비행  
체의 배기가스 등으로부터는 많은 양의 적  
외선(열선)이 방출된다. 적외선은 전자기파  
의 일종으로 보통 광학장비가 빛이라는 전  
자기파를 영상으로 만들듯이 적외선 감지  
장비는 열 그림(Thermal Image)을 영  
상으로 구현시키는 것이다.

그점 외에는 열상장비가 정상적인 텔레

열상장비의 작동 원리



비전 세트의 작동 원리와 다를 바가 없다.

열상장비에서 는 열상을 감지 하여 초점을 맞출 수 있는 렌즈가 있어야 한다. 그러나 적외선은 보통 유리 렌즈는 투과할 수 없으므로 렌즈를 만드는 재료는 보통의 유리

가 아닌 값비싼 게르마늄 렌즈나 CMT (Cadmium Mercury Telluride) 렌즈 등이 사용된다.

야간에도 적외선을 발산하는 물체는 육안으로는 탐지될 수 없지만, 열상장비를 통해서 는 쉽게 탐지된다.

열상장비는 감지기부분을 냉각시켜야 하는 문제점 때문에 장비가 복잡해진다. 감지기부분은 액체질소나 다른 냉각장치에 의하여  $-196^{\circ}\text{C}$  까지 냉각되어져야 한다. 이러한 냉각장치가 열상장비에 있어서 추가 비용을 부담하게 한다.

열상장비는 탐지하는 전자기파의 파장이 적외선 영역( $7,500 \text{ \AA}$  이상)이므로 이보다 훨씬 긴 파장을 이용하는 레이더보다 연막, 안개, 먼지 등의 투과능력 면에서는 열세하지만 탐지거리가 약  $4\sim 5\text{km}$  정도 되는 지역에서는 가장 유용하게 사용될 수 있는 장비이다. 왜냐하면 열상장비는 레이더에 비하여 다음과 같은 3가지 면에서 장점이 있기 때문이다.



열상장비로 드러나는 전차의 모습

- 높은 해상도
- 화기의 조준경으로 직접 사용
- 위장된 표적도 탐지가능

즉, 레이더와는 달리 열상장비의 영상은 해상도가 좋아서 표적이 어떤 종류인지 정확하게 알 수 있어 전차는 전차처럼 보이고 사람은 사람처럼 보이는 것이다.

또한 열상장비는 레이더와 달리 각종 화기의 조준경으로 직접 활용될 수 있다는 것이다. 아울러 주간에 나뭇잎 등으로 잘 위장되어 광학 장비로 관측할 수 없었던 표적도 열을 감지하는 열상장비를 이용하면 탐지해 낼 수 있다.

열상장비에 대해서도 전자전이 이루어질 수 있다. 이런 방법은 어려운 일이 아니어서 데코이(decoy) 등을 만들어 열상장비를 기만시킬 수 있다.

특히 매우 뜨거운 물체는 마치 강한 빛이 쌍안경에 들어가면 관측자가 너무 눈이 부시어 물체를 인식할 수 없는 것과 같이 열상장비를 장님처럼 만들어 버릴 수 있다.

## 벼락 떨어질 때 안전시대

여름에는 소나기, 천둥, 번개가 우리 주위에 찾아온다. 번개는 전기 현상으로 지금으로부터 약 2백년전 미국의 유명한 과학자이며 정치가이고 외교관이었던 벤자민 프랭클린이 연을 띄워서 최초로 그것의 존재를 증명하였다.

모든 물질에는 음전하와 양전하가 있는데, 지구 표면에는 평균적으로 음전하가 양전하보다 더 많다. 그러니까 공중에 양전하를 두면 지구 표면으로 당기고 음전하를 두면 밀릴 것이다.

공기중에는 음전하 혹은 양전하를 가진 미세 입자들이 있으니까 이중 양전하는 땅으로 끌려가게 되고 음전하는 위로 밀려나게 된다. 이것이 공기중에 항상 흐르고 있는 전류(전하의 흐름)이며 그 크기는 1m<sup>2</sup>당 수백억 분의 1A(암페어) 정도이다.

공기 중에서 우리 몸으로 흘러 들어오는 전류도 이 정도의 크기이다. 110볼트(V), 100와트(W)전구에 흐르는 전류의 크기가 0.9암페어(A)이니까 공기중에 정상적으로 흐르고 있는 전류가 얼마나 작은지 짐작할

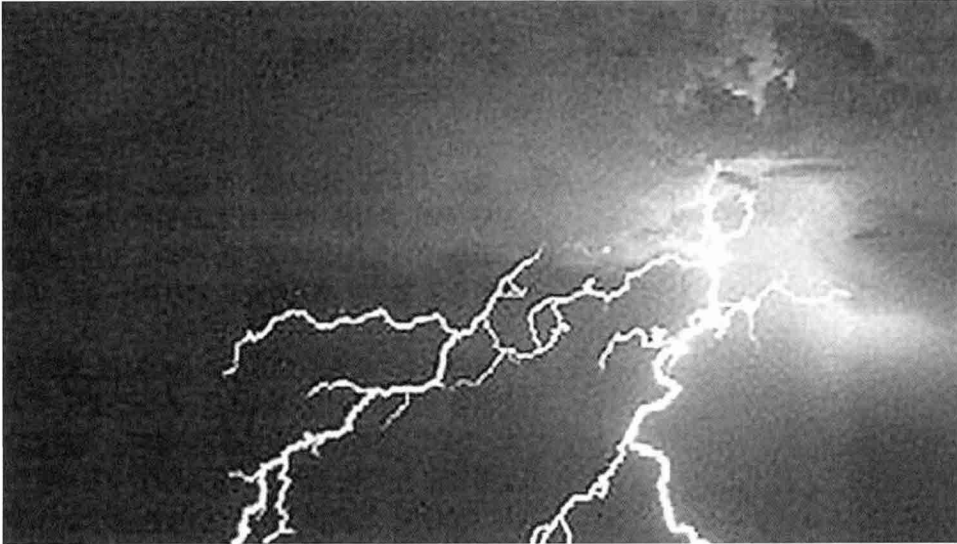
수 있겠다.

이렇게 작은 전류도 지구라는 큰 물체로 보면 제법 커서 지구 표면적 전체를 생각해 보면 1800A가 되며 110V, 100W 전구에 흐르는 전류의 2천배나 된다. 이렇게 꾸준히 전류가 땅으로 흘러 들어가면 지구표면의 음전하의 초과량이 줄어들어야 하는데 평균치는 일정하게 유지되고 있다. 그 이유는 번개 때문이다.

번개가 땅에 떨어지는 것은 전류가 땅에서 구름으로 흘러가는 것이다. 이렇게 해서 대기과 지구로 구성된 거대한 전지에서는 꾸준히 약한 전류가 땅으로 흐르고 가끔 번개가 번뜩여서 재충전을 하고 있다. 이 멈추지 않는 「대기-지구 전지」는 태양 에너지로 가동된다.

전류는 도체를 통해 흐른다. 사람의 몸은 염분이 많이 든 물 때문에 도체이다. 즉 전류가 쉽게 흐른다. 그러니까 주위의 물체보다 천둥 구름에 가까우면 번개가 사람에게 떨어지기 쉽다.

나무 밑에 있으면 나무에 떨어진 번개의



음전하가 나무를 따라 흐르다가 더 쉽게 흐를 수 있는 사람 몸을 지나가기 때문에 나무 밑에 있으면 위험하다.

그러나 자동차 안에 있으면 번개의 음전하는 자동차의 금속 부분을 따라 흘러서 타이어 두께의 공기를 쉽게 뛰어 넘어 땅으로 들어가기 때문에 사람은 안전하다. 따라서 번개가 칠 때는 차안에 앉아 있으면 안전하다는 것이다.

번개는 1초에 160~1,600km 진행하며, 번개가 칠 때는 태양의 표면보다 6배나 더 뜨거운 온도에 이르는 열을 발산한다. 구름에서 지상으로 번개가 칠 때, 그 에너지는 땅으로 가는 가장 짧은 길을 찾는데 바로 그것이 노출된 사람일 수 있고 우산과 같은 뾰족한 물체일 수 있다.

이 짧은 길은 어깨를 지나 신체의 한쪽으로 내려가 다리를 통과해 땅으로 들어가는 것일 수도 있다. 지금으로부터 200년전 벤자민 프랭클린이 연을 띄워서 번개의 존재를 증명한 실험이 얼마나 위험했었던가를

이해할 수 있다.

피뢰침은 번개에 의한 피해를 방지하기 위한 설비이다. 금속제 뾰족한 침을 높이 설치하여 번개의 전류를 구리나 알루미늄 도선을 통하여 땅 속으로 유도하는 장치이다. 피뢰침에 의한 보호 범위는 뾰족한 침에서 지면으로 연직선을 그었을 때, 이곳에서부터  $60^\circ$  이내로 되어 있는데, 번개 전류의 상황에 따라서는 보호 범위라 해도 안전한 것은 아니다.

번개의 전류는 수십 암페어(A) 또는 더 큰 경우도 있으므로 이것을 쉽게 흐르게 하기 위해 접지저항은 10옴(Ohm) 이하로 작게 해야 한다. 큰 건물에는 옥상에 도선을 둘러치거나, 난간을 이용하여 도선을 접지시켜 피뢰침을 대신하는 경우도 있다.

넓은 면적을 보호하려면, 긴 도선을 수평으로 친 전선이 효과적이다. 어떤 경우에는 한 변의 길이가 2m 정도 되도록 그물 형태로 격자망을 만들어 건물 전체를 덮기도 한다.