

스텔스 이야기 <하>

# 스텔스 도료와 열선 회피

스텔스 이야기는 이제 두번을 끝내고 마지막회에 접어들었다. 최신의 군사기술을 단 세번으로 해설한다는 것 자체에 문제가 있으며 그러다 보니 수박겉핥기에 시종한 느낌이 없지 않다. 사실 전파탐지장치라는 이름의 레이더가 실용화된것은 이미 1940년대 초의 일이며 일본의 패전을 촉진한 데는 레이더 기술이 미국에 크게 뒤진것도 하나의 요인으로 꼽히고 있을 정도이다.

그러나 정이 있으면 반이 있다. 레이더가 실용화된뒤 적에게 탐지되는 가능성이 높아짐에 따라 생겨난 것이 스텔스 기술인 셈이다. 그러나 스텔스 기술은 단지 적의 레이더에 잡히지 않는것 만이 아니다. 모든 탐지수단에 효과적으로 회피하는 기술의 총칭인 것이다. 최종회에 즈음하여 전파 흡수재와 적외선 탐지 그리고 음향탐지의 교란 회피 기술을 대강이나마 알아보고 끝내려고 한다.

## 스텔스 도료의 미신

스텔스 기술에 관해서는 어디서 나온지도 모를 일종의 전설이 퍼져 있다. 그것은 스텔스기가 실현되기 이전에 나왔다. 스텔스 기술이 밝혀진 지금까지도 묘하게 일반에게 그대로 믿겨지고 있다. 전설의 내용은 별것이 아니다.

스텔스기는 전파를 흡수하는 재료로 만들어져 있다. 그래서 전파

를 흡수하는 소재를 표면에 붙이거나 도료가 발라져 있다는 것이다.

스텔스 기술의 최대 요점은 전파의 반사를 제어하여 반사방향을 산란 시키는 일이지 전파를 흡수하는 것은 아닌데도 뿌리 깊게 전파 흡수체라는 도료 또는 소재가 있는 것으로 믿어지고 있는 것이다.

자고로 전파를 완전히 흡수해 버리는 손쉬운 재료나 도료가 있다면 보통의 항공기라면 그것을 쓰면 되지 굳이 스텔스기를 지금과 같은 기묘한 모양으로 만들 필요가 없는 것이다. 그런 편리한 물질이 없기 때문에 온갖 연구끝에 기묘한 모양을 만들어 낸 것이 아닌가!

스텔스 기술자의 말에 의하면 스텔스란 첫째도 형태, 둘째도 형태라고 한다. 따라서 스텔스 도료나 재료는 스텔스에 포함하기는 해도 본질은 아니라고 이해하면 좋을 것 같다. 그런데도 불구하고 F-117의 사진이 공개된 뒤에도 일본의 A신문은 1988년 11월에 "기체는 고도 첨단기술에 의한 복합재로 만들어져 적의 레이더 전파를 기체가 모두 흡수해 버리기 때문에 적에게 들키지 않고 비행할 수 있다"라고 그럴듯하게 보도하고 있을 정도이

니 미신이 좀체로 사라지지 않는것도 이해할 만하다.

스텔스기가 전파흡수재료를 주로하여 만들어지고 흡수도료를 칠한다거나 전파흡수타일을 표면에 붙인다는 오해는 일본 뿐 아니라 다른 외국 특히 선진국에까지도 상당히 폭 넓게 침투되어 있는 오해이다. 특히 그러한 전파흡수체는 일본의 모 유수화학회사에 의해 개발되었고 미국에만 판매기로 되어 있다는 등 실로 근거 없는 루머가 종횡으로 달린 꼴이며 이런 헛소문들이 지금까지 수정되지 못하고 있는 탓이다.

## RAM에 대하여

RAM이라면 컴퓨터 관계에서 Random Access Memory 즉 읽고 쓰기가 가능한 메모리라는 뜻이지만 스텔스 기술 관련으로는 전파 흡수재료를 가리키는 약어이다.

RAM 즉 전파흡수재료에는 크게 나누어 두가지 종류가 있다. 레이더의 전파를 간섭하여 아예 없애 버리는 것과 전파를 내부에서 흡수해 버리는 것이다.

전파를 흡수한다는 것은 달리 말하면 전파 에너지를 없애는 것이지

만 에너지 법칙이 말하듯 불멸의 원리에 의해 아주 소멸되는 것이 아니라 RAM가운데서 열 에너지로 변해 버리는 상태를 말한다. 전자렌지가 가장 좋은 예로 주파수 2.45GHz의 마이크로파를 발생시켜 이것을 열로 변화하게 하여 식품을 조리한다. 이때의 마이크로파는 식품중의 수분에 흡수되어 물의 분자를 진동시켜 가열하게 된다.

스텔스의 흡수체인 RAM도 전파를 흡수하여 열이 생기면 뜨거워질것이지만 받은 전파 에너지가 전자렌지에 비하면 아주 미약하기 때문에 감지할만한 온도에 이르지 못한다. 이때의 열은 기체에 전도되거나 표면에서 발산해 마지막에는 대기중에서 사라진다.

전파를 서로 간섭시켜 없애는 RAM의 대표적인 것이 Aelisbury Screen이라는 것으로 이것은 전파를 부분적으로 반사하는 표면의 얇은 층과 전파를 투과하는 두꺼운 층으로 구성되어 기체의 표면에 붙이도록 되어 있다. 두꺼운 층(Spacer)에는 플라스틱 폼이나 다른 성형물이 이용된다.

솔스베리 스크린에 부딪친 전파는 일부는 표면에서 반사되고 나머지는 Spacer를 통과하여 기체의 금속표면에서 반사된다. 적이 보낸 전파는 이렇게 들로 나누어 반사하게 된다. 이때 전파의 굴곡 즉 산파 골짜기로 된 위상이 두가지가

같이 겹치면 서로 도와서 강해지지만 두 위상의 파장이 서로 맞지 않아 한쪽은 산, 한쪽은 골짜기라는 식으로 상반되게 겹치면 전파를 약화시켜 최초로 보낸 레이더까지 이르지 못하게 된다. 특히 두가지 전파의 위상 강도가 같다면 반사전파는 힘을 잃고 사라져 버리게 된다. 말은 쉽지만 이 때 쪼여지는 전파의 파장에 대하여 두꺼운 spacer의 두께가 문제로 되기 때문에 결국 두께에 따라 없앨 수 있는 전파의 파장이 제약 받게 되는 난점이 있다. 계산상으로 파장 100cm(30GHz)의 레이더를 상대하려면 스크린의 두께는 25cm로 되어 항공기 기체에 붙이기에는 불가능한 두께가 되어 버린다. 다렌바하 적층이라는 것도 있지만 전기 저항이 큰 재료를 층층으로 금속판에 붙인것인데 이것도 역시 유효한 주파수가 한정되어 있다. 이때 쓰이는 전기저항 재료로는 탄소섬유나 그 복합체같은 것이 쓰인다.



1956년 중반부터 미국은 록히드 사제의 U-2기를 소련 영공에 띄웠었다. 이때 소련의 방공 레이더는 이 기체를 잡고서 감시했지만 당시로서는 U-2기의 고도(약 2만m)까지 날아 올라갈 전투기도 미사일도 없었기 때문에 보고만 있었다. 처음에는 소련 당국의 레이더가 탐지

하지 못하는 것으로 알고 있던 미국이 탐지된 사실을 알고는 서둘러 소련의 레이더에 잡히지 않을 연구를 하면서 일부를 개조했다.

이 개조기는 기체의 하반부에 에코소프(Echosorb)라고 부르는 RAM을 시공했다. 이때의 RAM을 페라이트를 섞은 성형고무가 주체였다. 그리고 앞에서 말한 솔스베리 스크린도 병용되었다. 이런 U-2기는 보기에 흉하여 [더러운 새]라고 불렀던 것이다.

이 더러운 새는 1957년 초부터 시험에 들어 갔는데 레이더 전파의 조사와 그 반사를 시험해 보니 특정전파에 대해서는 효과가 있지만 다른 주파수에서는 자칫 더 잘 포착된다는 사실을 알게 되었다. 게다가 성형고무는 휘발유가 묻으면 녹아버렸다. 그런데도 일단 소련 영공에 침투시켜 보았으나 무게가 무거워 곧 불려들었다. 그 후 여러 가지들 개조하면서 계속 침투 정찰이 감행 되었는데 소련의 미사일이 U-2기를 격추한것은 그로부터 3년이나 지난 뒤였다.

앞에서 말한 초기의 RAM재료는 페라자성체라는 페라이트의 일종이었다. 여기에는 페라이트와 카본철이 쓰인다. 페라이트는 철의 화합물이다. 산화철과 다른 금속이 결합되어 있는 것으로 RAM의 원료가 되는 것은 니켈 아연계 페라이트이다. 자성 RAM은 페라이트

해외

나 카본철의 미립자(분말)를 프라스틱이나 스타일르폼, 고무, 리튬 등의 절연체에 섞어 만든다. 타일과 같이 만든 자성 RAM을 기체에 붙이거나 묶게 만들어 바르거나 흡착시킨다.

자성 RAM의 특징은 비교적 얇은 층으로도 저주파수에 대하여 매우 유효한 점이다. 또 자성 RAM은 기체 표면의 진행파나 되돌아들어오는 전파를 저감시키는데 유효하다. 그러나 성분이 철이기 때문에 두께에 비하여 무거운 것이 결점이다. 또 순수철인 경우 곧 산화하여 문제가 된다.

자성 RAM에는 몇층씩 겹쳐 쓰기도 하는데 처음부터 적층으로 된 RAM에 야마은 흡수체가 있다. 이것은 이미 대전중 독일의 U보트에 칠한 적이 있다. 저항치가 다른 층을 몇겹으로 겹친 것인데 층이 많을수록 많은 주파수대를 흡수하게 된다.

이들과 전혀 다른 원리에 의한 것에 CA(Circuit Analogue)라는 것이 있다. 이것은 무수히 많은 작은 전도심의 안테나를 표면에 붙인 것이다. 붙이는 무늬의 양식은 여러가지로 단순한 것에서 아주 복잡한 것까지 다양하다. 이 CA-RAM은 특정한 주파수에 맞추어 설계되는데 배열 방식은 컴퓨터로 계산하여 결정한다.



지금까지 말한 바와 같이 RAM에는 일장일단이 있어 한가지로 모든 전파에 대응할 수 있는 그런 좋은 흡수장치나 재료는 없다. 가볍고 강하며 성형이 자유자재로 쉽고 기체에 붙이거나 칠하기 쉬우며 한번 해 놓으면 오래가는 그런 이상적인 RAM을 아직 개발되지 못했으며 가까운 장래에 개발될 것 같은 전망조차 어렵다.

항간에 오해하고 있는것처럼 스텔스기는 기체의 표면에 RAM을 칠하거나 붙이면 그것으로 죽한 것이 결코 아니다. 다만 요소요소에 RAM을 사용하여 적의 탐지를 어렵게 하고 있는 것이다. 스텔스기에서 RAM이 확실히 사용되는 곳은 날개의 앞뒤 가장자리이다. 특히 주날개 앞쪽 가장자리에는 RAM을 주체로하는 것 같다.

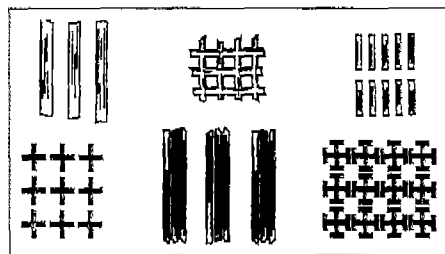
일찌기 주날개 앞쪽 가장자리에 RAM을 시공한 기체는 U-2기의 후계자인 SR-71 블랙버드였다. 이 기체를 자세히 보면 틈니와 흡사한 세모꼴이 죽 나타나 있다. 이것은

부딪친 전파를 빨아들여 흡수하도록 만든 장치이다.

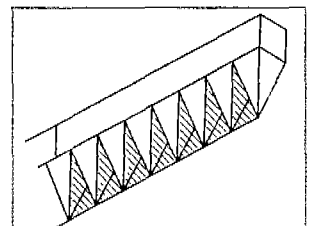
이와 같이 항공기 자체의 구조가 전파를 흡수하게 만든것을 전파흡수구조라고 하여 RAM과는 구별짓는다. 날개의 앞쪽 가장자리를 전파 흡수구조로 만들 경우 전파의 산란정도는 세모꼴을 이루는 각도가 클수록 많이 산란 시키고 예각일수록 산란도가 적어진다.

F-117이 아음속기인데도 불구하고 초음속기처럼 칼과 같은 예리한 앞 가장자리를 가지고 있고 B-2기의 날개 가장자리가 첨예한것도 이런 이유에서이다. 그리고 B-2의 가장자리 끝이 독수리 부리와 같이 약간 아래로 굽어 있는 것은 B-2가 비행할때 약간 양각으로 날기 때문이다.

다음에 RAM이 부착되는 장소는 공기흡입구의 안쪽 그러니까 닥트의 벽면이다. 제트기의 공기흡입구와 닥트부분은 전파가 가장 잘 반사하는 곳이 된다. 흡입구로 들어간 전파는 안에서 이리저리 부딪쳐 몇번인가 반사를 되풀이한 끝에 밖으로 나가게 된다. 70년대에 만



CA-RAM을 붙이는 모양의 여러가지



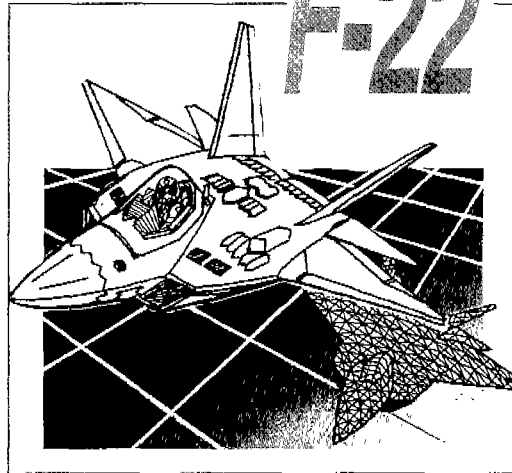
SR-71의 날개 앞가장자리에 있는 전파흡수구조

들어진 유명 전투기들은 모두 정면에서 공기 흡입구를 들여다보면 엔진 전면의 팬이 바로 보이도록 직선구조를 하고 있다. 이것은 좋은 공기를 보내 엔진의 효율을 높이려는 것이지만 스텔스 시대에서 보면 아주 좋지 않은 구조인 것이다. 그래서 초기의 스텔스기는 공기흡입구의 닥트를 굽게 만들어 레이더 단면적(RCS)를 축소시키고 있다.

스텔스기의 설계에서는 공기흡입구로 전파가 들어가기 어렵도록 흡입구 자체를 기체 뒷면에 마련하는 것이 정석으로 되어 있는데 그려고도 안벽에 RAM을 시공하여 일단 들어온 전파는 놓치지 않고 없애도록 애쓰고 있다.

F-117의 경우는 공기흡입구에 금속의 가림 그물을 씌우는 방법을 택했다. 전파는 파장보다 작은 구멍으로는 들어가지 못하는 성질을 이용한 것이다.

한번은 록히드사에서 스텔스 성능을 시험도중 80km밖에서 적 레이더에 탐지되고 말았다. 기술진이 면밀히 조사한 결과 기체의 표면에서 나사못의 머리부분이 3mm정도 튀어나와 있는 탓으로 판명되었다. 나사못과 기체사이의 3mm정도 떨어진 것이 전파를 산란시켜 레이더파 반사면적(RCS)를 증가시킨다는 것이다. 또한 스텔스기에 있어 중요한 포인트는 배기 노즐이다.



F-117의 경우 스텔스성을 높이기 위하여 배기구에 하모니카 모양으로 네모진 칸막이를 한 기구를 장치했다. 그 결과 이 장치의 내열성이 문제가 되었으며 둥근 모양의 엔진에서 나오는 열기를 네모진 구멍으로 내보내는데 문제가 있었다. B-2의 경우는 배기 노즐을 약간 위를 향하게 만들고 카본 복합재로 칸막이를 설치해 레이더 전파에 대응했다.

B-2나 F-117은 사진이나 실물에서 뒷모습을 잘 보이려 하지 않는다. 애써서 뒤로 돌아 보아도 배기구의 위치가 잘 안보인다.

스텔스기의 노 하우는 바로 공기흡입구와 배기 노즐의 양쪽에 있다고 해도 과언이 아니겠다.

### 적외선

지금까지 적의 레이더를 회피하는 전파대항 스텔스에 대하여 알아보았다. 모두에서 말한바대로 스텔스란 꼭 레이더의 전파탐지만을 회

피하는 것이 아니라 적외선, 가시광선, 자외선, 방사능등과 음향까지도 포함되는 광범한 적의 탐지로부터 이를 회피하는 [피관측성의 저감]을 말하는 것이다. 다만 레이더는 탐지 유효거리가 다른 어떤 탐지수단 보다도 강

력하고 정보량도 많은 점에서 스텔스는 대 레이더라는 해석도 있을 수 있는 일이다.

그러면 레이더에 버금하는 제2의 탐지수단인 적외선(Infra-Red)에 대하여 알아보자. 공대공 미사일의 경우도 레이더 조준이 아니면 적외선 조준이 된다.

적외선 센서는 상대방 항공기에서 나오는 적외선을 탐지하여 표시한다. 레이더와는 달리 이쪽에서는 아무것도 방사하지 않고 상대의 방사만을 대상으로 탐지하는 수동적 탐지에 속한다.

적외선 탐지(RST= Infra Red Search and Track)은 1950년대 말부터 60년대에 걸쳐 서방측 전투기에서 한때 유행했었다.

당시는 아직 스텔스의 개념도 없던 때여서 레이더에 의한 탐지를 피하려고 ECM(즉 전자방해장치)를 가동하여 탐지를 피하려고 해도 적외선에 의해 탐지 당해 버린 그런 적이 있었다. 그러다 70년대에

해외

와서 적외선 탐지가 한물 간것은 먼저 레이더에 비하여 유효탐지거리가 짧고 기상조건의 제약이 크다 목표의 각도나 비행상태에 따라 탐지의 확율이 달라지는 등의 이유를 들 수 있겠다.

전파의 왕복으로 거리를 측정하는 레이더와는 달리IRST로는 목표와의 거리를 재지 못하는 것도 한때 뒷전에 밀리는 원인이 되었을 것으로 보고 있다. 그러나 80년대 이후에 적외선 탐사는 다시 주목을 받기 시작하고 있다. 이것은 레이더 쪽에 스텔스가 나타남에 따라 회피하기 어렵다는 스텔스 대책의 의미가 더 크다고 볼 수 있다.

그런 뜻에서 유로파이터에서는 조종실 유리문 앞에IRST장치를 달아 놓고 있으며 러시아의 Su-27이나 MiG 29에도IRST를 표준으로 장비하고 있다. 미국의 최신 전투기 개발계획에서도IRST탐재가 예정되어 있다.

**열선**

적외선은 전자파의 일종이다. 전자파를 파장이 긴(주파수가 적은)쪽부터 열거하면 전파, 적외선, 가시광, 자외선, X선, 감마선의 순으로 되는 사실은 이미 알려져 있는 일이다. 전자파의 속도를 주파수로 나눈것이 파장이다.

사람의 눈에 보이는 가시광은 파장이 0.38 $\mu$ m(마이크로미터)에서

0.77 $\mu$ m까지의 좁은 범위에 불과하다. 빛의 파장은 이 상하에 퍼져 있다. 가시광보다 파장이 긴 광선을 적외선, 짧은 광을 자외선이라고 부르고 있다.

광선이 어디쯤에서 전파로 변하는가? 즉 적외선과 전파의 경계는 분명치 않다. 적외선 가운데서도 전파에 가까운 영역을 원적외선, 가시광에 가까운 영역을 근적외선이라고 부른다. 그 중 특히 원적외선의 부분을 열선이라고 부르기도 하는데 물체의 온도에 대응하여 열이 방사되기 때문이다.

엄밀히 말하면 절대영도(-273.16 $^{\circ}$ C)보다 온도가 높은 물체는 모두 전자파를 방사하고 있다. 특히 적외선을 열선이라고 부르는 것은 상온 전후의 물체가 이 파장 영역의 전자파를 강하게 방사하는 때문이다. 이상적인 방사를 하는 가상의 물체를 흑체라고 한다.

흑체방사의 에너지 총계는 절대온도의 4제곱에 비례한다.

**세가지 적외선**

항공기 그중에도 제트기는 비행 중에 상당히 강력한 적외선을 발생하고 있다. 이것을 탐지하여 표시하는 것이 곧IRST이다.

제트기가 발하는 적외선에는 주로 세가지 원인이 있다. 하나는 제트 엔진 그 자체이고 둘째는 제트의 배기이며 세째는 기체의 공력

가열이다.

제트엔진의 배기온도는 보통 600~800K정도이며 애프터 버너가 있으면 더 올라간다. 배기 온도를 600K라고하면 최대파장은 4.8 $\mu$ m가 되고 800K이면 3.6 $\mu$ m가 된다.

제트엔진 그 자체의 온도는 장소에 따라 더 높아질 수도 있다. 만약 기체의 뒤에서 터빈을 직접 들여다 볼 수 있다면 천수백K 이상에 대응한 적외선이 관측 될 것이다. 노즐의 온도도 경우에 따라서는 수백K 이상이 된다.

초기의 적외선 조준 미사일은 장파장의 적외선 밖에 포착할 수 없었기 때문에 목표의 노즐이 보이도록 상대의 뒤로 돌아가 공격하는 식이었다. 그 후 감지 영역이 넓어져 제트 배기나 기체 공력가열 온도까지 감지할 수 있게 되어 어느 쪽에서나 공격이 가능해졌다.

공력가열이란 기체에 부딪치는 기류의 속도 에너지가 열에너지로 변화할 때 생기는 온도의 상승으로 마하수의 제곱에 비례한다.

흔히 공기의 마찰열이라고 하는데 기수 앞쪽이나 주날개 앞쪽이나 주날개 앞쪽 가장 자리 같은 곳의 온도가 가장 높다.

마하 2.2로 순항하는 콩고드기의 경우 기수 앞끝은 430K가 되며 마하 1.5로 날으는 F-22는 300K 전후로 된다.

이와같이 세가지 원인으로 각기 파장이 다른 적외선을 방사하기 때문에 고속 비행중의 항공기는 상당히 강하고 넓은 스펙터의 적외선을 발사하게 된다.

탐지공격하려는 쪽에서는 이런 적외선과 열선을 되도록 잘 이용하려 들고 스텔스측에서는 되도록 적외선의 방사를 줄이려고 한다. 방사 에너지는 절대온도의 4제곱에 비례하게 됨으로 온도를 10% 낮추면 에너지는 66%나 감축할 수 있게 된다.

### 스텔스의 현상

이런 열선 적외선의 탐지를 피하지 위하여 F-117이나 B-2같은 스텔스기에서는 어떤 장치를 사용하는가?

이들은 지금까지의 제트기의 상식을 벗어나 F-117은 노즐에 가늘고 긴 관을 연결하여 배출시키고 B-2에서는 기체에 일종의 흡을 파서 배기를 유도하여 온도를 내리고 있다. F-22의 배기노즐은 저속기동성의 필요때문에 노즐이 편향식으로 되어 있다. 최근의 군용 헬리콥터에서는 배기가스의 분출구에 여러가지 장치를 하여 배기온도를 낮춤으로서 적외선추적 조준형미사일을 피하려 하고 있다.

배기의 온도를 낮출뿐만 아니라 배기구 자체를 잘 보이지 않게 하는 것도 적외선 스텔스에 속한다.

전파와 적외선 이외의 것으로 비행중인 항공기를 탐지하는 수단은 소리와 배기연기, 비행운동이 있다. 이들은 사람의 시각에 의해 발견되거나 귀로 듣는등 감각에 의존하는데 이것이 공중전 같은 경우는 유효한 탐지수단이 된다. 특히 비행운은 상당히 먼곳에서도 뚜렷하게 보이기 때문에 육안에 의한 탐지가 아주 쉽다.

베트남 전쟁에서 북폭시에 F-4가 검은 빛의 배기 연기를 내어서 문제가 된적이 있었다. 아프터 버너를 작동시키면 연기는 사라지는 관계로 전투공역에 갈때는 아프터 버너를 작동하는 경우까지 있었다.

비행운은 제트 배기가스중의 미립자가 핵이 되어 대기중의 수증기를 응집시켜 생기는 것이다. 기체가 보이지 않을만한 먼 거리에서도 비행운을 보고 알 수 있기 때문에 핵이 될 미립자의 배출을 방지하기 위하여 특수한 약품을 혼합 배출한다고 전해지고 있다.

소리 즉 음향에 관하여는 스텔스를 위하여 저소음에 노력한다는 등의 일은 거의 없다.

1차대전시와 2차대전 초기에 적기의 근접을 미리 탐지하기 위하여 청음기 같은 장비가 필요했으나 레이더가 실용화된 뒤에는 음향은 문제가 되지 않는다. 왜냐하면 음향의 전달속도 즉 음속은 레이더의 전파 속도에 비해 느리기 때문에

조기 탐지라는 면에서 전파탐지의 적수가 되지 못한다.

그래서인지 환경 관련으로 저소음을 추구하는 예는 있어도 스텔스 때문에 소리를 줄이려는 노력은 없는 것 같다. 다만 헬리콥터의 경우는 특유의 로터회전음을 줄이기 위한 기술적 연구가 각국에서 진지하게 추진중이라고 한다.

미국의 경우 군부에서 비밀리에 스텔스 헬리콥터로 소음이 거의 없는 헬리콥터를 연구중에 있으며 로터의 날개수를 많게 하거나 길이를 짧게하는 기술이 연구중이라지만 사실 여부는 확인된 적이 없다.

이상으로 스텔스의 원리와 그 발달 그리고 현용 스텔스에 대한 설명을 마치지만 3회에 걸친 연재만으로는 설명이 부족한 점이 많다. 그리고 복잡한 과학의 원리를 쉽게 해설한다는 것에도 무리가 있었다. 다만 적을 조기에 정확하게 탐지하려는 연구와 이에 대하여 탐지되지 않으려고 노력하는 측의 기술이 장군 명군으로 언제까지나 계속할 것만은 틀림없다.

현재로서는 F-22가 스텔스 성능이 가장 우수한 전투기로 알려져 있으나 머지않아 이 스텔스 성능을 초월하는 탐지 수단이 언제 나올지 흥미를 가지고 지켜 볼 일이다.