

레이다 재밍

李光日, 朴東徹*
國防科學研究所, 忠南大學校*

I. 레이다와 전자전

1991년 1월 17일 새벽 2시 다국적군 항공기의 바그다드 공습으로 전격적으로 시작된 걸프전은 항공기와 미사일을 필두로 하는 현대 첨단 병기 전시장의 모습을 보여주고 있다. 전쟁 시작 하루전부터 이라크 통신 시설에 대한 다국적군의 통신교란이 이미 시작되었다고 외신은 전하고 있으며 이것은 바로 전쟁을 위한 전자 전쟁이 전쟁에 앞서 선발 전쟁을 수행한 것을 의미하는 것이다. 전쟁 발발후에도 본격적인 지상전이 시작되지 않은 상태에서 첨단 전자 장비 탑재한 다국적군 항공기와 함정들은 눈에 보이지 않는 전자전(EW, electronic warfare)을 실제 전쟁과 동시에 수행하였다.

본고에서는 TV 뉴스를 통해서 막연히 알려지고 있는 전자전의 내용과 역사를 알아보고 전자전 중 특히 레이다 재밍(radar jamming)에 대해 간단히 고찰해 보고자 한다.

2차대전 당시 영국의 수상이었던 윈스턴 처칠은 그의 전쟁 회고록에서 다음과 같이 말하고 있다. “영국 공군과 독일 공군, 조종사와 조종사, 대공포와 항공기, 무자비한 폭격과 영국 국민들 인내심 사이에서의 인간 투쟁이 지속되고 있는 동안에도 또 다른 전투는 단계적으로 그리고 달을 거듭하면서 계속되었다. 그것은 비밀 전쟁이었다. 그 전투에서는 일반인에게 알려지지 않은 채로 지고 또 이기고 하였으며 지금까지도 관계된 소수 첨단 과학 종사자 이외의 사람들에게는 거의 이해되지 못하고 있다. 만일 영국의 과학이 독일보다 우위에 있지 않았다면 그리고 그 이상하고 사악한 자원들이 생존을 위한 투쟁에 효과적으로 활용되어지지 않았다면 우리는 아마 전

쟁에 져고 또 파괴되었을지도 모른다.”

처칠은 이 비밀 전쟁을 Wizard War라고 명명하였으며 전쟁동안에 양국에서는 계속적으로 전자수단과 대항책, 對대항책 개발에 박차를 가하였다. 이와 같이 전자전 체계와 기술은 2차대전 중에 급속히 발전하였으며 지금까지도 새로운 요구의 동기에 따라 급속히 발전하고 있다.

1. 레이다

레이다(radio detection and ranging)는 전자파를 이용하여 목표물을 검출하고 그 위치를 알아내는 장치로 주로 군사용으로 많이 사용되어 왔다. 2차 대전 중 항공기의 항로 유도 목적으로 사용되기 시작하여 많은 발전을 거듭해 지금에 와서는 우주 관측, 항공기 및 선박의 항법장치, 폭탄 및 미사일을 발사 제어하기 위한 화력제어, 적 항공기의 출격 상황을 조기에 탐지하기 위한 조기경보, 기상관측 등 그 사용 범위와 응용 분야가 대단히 넓어졌다.

전자전의 측면에서 보면 군사용 레이다는 대부분 무기체계와 깊게 연관되어 있다. 지상용으로는 지대공 미사일 및 대공포와 연계된 포착 및 탐지 레이다와 표적추적과 미사일 발사 제어를 위한 표적추적 레이다가 있으며, 이 표적추적 레이다를 통상 화력제어 레이다라고도 부르고 있다. 항공기용으로는 탑재된 포와 미사일 발사유도를 위한 화력제어 레이다가 있고, 함정용으로는 포와 미사일 발사를 위한 탐지 레이다 및 화력제어 레이다가 있다. 이와 같은 레이다들은 표적을 탐색 또는 추적하기 위해 고주파 신호를 펄스 변조 또는 위상 변조시켜 이 변조된 전자파를 방사하거나, 지속파(continuous wave) 또는 FM 변조된 지속파를 방사하여 표적으로부터 반사되어 수신된 신호와 송신

신호를 비교하여 표적의 거리, 방위각, 고각등을 정확하게 읽어 낼 수 있도록 설계된 정치이다.

2. 전자전

전자전은 레이다가 개발되어 사용되면서 이에 대한 대항책으로 연구되어 이를 실현하기 위한 장비들 즉 전자전 장비들이 개발되면서 시작되었다.

전자전의 정의를 살펴보면 다음과 같다. “전자전이란 적군이 군사목적으로 전자기 스펙트럼을 사용하는 것을 인지하고, 이를 역 이용하여, 전자기 스펙트럼의 사용 효과를 감소시키거나 또는 절대적으로 사용치 못하게 함으로써 결과적으로 우군이 전자기 에너지를 활용할 수 있게 하는 군사적 행위이다.”

위와 같은 정의에 따라 전자전은 3 가지로 대별된다. 첫째, 전자 지원책(ESM, electronic support measure)으로 적이 방사한 전자기 에너지를 군사적인 작전에 이용하기 위해 이를 탐색, 탐지하고 위치를 판단하며, 기록, 분석하는 행위이다. 전자지원책은 전자 대항책(ECM, electronic countermeasure) 및 전자 역대항책(ECCM, electronic counter-countermeasure)을 지원하기 위한 전자전 정보를 제공한다.

둘째, 전자 대항책(ECM)으로 이것은 적이 전자기 스펙트럼을 효과적으로 사용치 못하도록 하거나 전자기 스펙트럼 사용의 효과를 감소시키기 위한 행위이다. 전자 대항책은 그 목적에 따라 재밍(jamming) 과 기만(deception)으로 나눌 수 있다. 재밍은 적의 장비나 체계에 혼란을 야기시키기 위해 전자기 에너지를 방사하는 것이고, 기만은 적의 전자 장비가 수신된 정보를 잘못 판단하거나 잘못 사용하도록 하기 위해 전자기 에너지를 방사 또는 변조하여 방사하는 것을 가리킨다. 그러나 많은 경우 재밍이라는 말이 넓은 의미로 사용될 때는 바로 전자 대항책 자체를 뜻하는 말로 쓰이기도 한다.

셋째, 전자 역대항책(ECCM)으로 이것은 적이 행하는 전자 대항책에 대항하여 우군이 전자기 스펙트럼을 효과적으로 사용하도록 하는 행위이다. 전자 역대항책은 보통 레이더의 수신기에 그 기능을 갖도록 하여 ECCM 기능을 갖는 레이더 수신기는 ECM하에서도 표적을 잘 탐지, 추적토록 설계, 제작되어야만 한다.

II. 레이더 재밍의 역사

최초의 전자전은 2 차대전 당시인 1940년에서 부터 비롯된다. 독일은 영국을 폭격하기 위해 북부 프랑스

에 일련의 신호 발생장치(radio station)를 건설하여 200 KHz~900KHz 주파수의 전자파를 런던을 향해 방사하였다. 루프안테나를 탑재한 독일의 항공기들은 이 전자파를 따라 야간에도 폭격을 위해 정확하게 런던으로 향할 수 있었다. 최초의 항로 유도 장치인 이 시스템은 “로렌즈”라고 이름지어 졌다.

영국은 로렌즈에 대항하기 위해 상당한 연구 끝에 미코닝(meaconing)으로 불리워진 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 5~10마일 떨어져 위치한 송신기와 수신기로 구성되었으며 수신기는 로렌즈로부터 신호를 받아 이를 송신기에 릴레이하여 미코닝 송신기는 로렌즈를 향해 재 송신하였다. 독일 항공기는 로렌즈와 미코닝 두 시스템으로 부터 신호를 받아 혼란을 받게 되었으며 독일 항공기가 영국의 공군기지에 착륙하는 사례가 많이 발생하였다.

또한 영국은 독일의 대공 탐색 레이더를 방해하기 위해 ‘윈도우’라고 불리워진 채프(chaff)를 사용하였다. 공중에 뿌려진 금속 실물치인 채프는 레이더파를 아주 잘 반사해 공중에 떠 있는 동안 항공기를 차폐하거나 또는 허위 표적을 만들어 항공기를 보호하였다. 이 기법은 2 차 대전 당시 가장 효과적으로 레이더를 재밍한 기법의 하나로 꼽힌다.

월남전에서는 월맹의 SA-2 지대공 미사일을 위한 Fansong 레이더에 대항하기 위해 미국은 긴 콩깍지 모양의 구조물인 포드(pod) ECM 장비를 항공기에 탑재 운용하였다.

1973년 Yom Kippur 전쟁시 이스라엘의 전자전 장비는 SA-2나 SA-3 미사일 관련 레이더에 대해 재밍 기능을 갖추고 있었으나 최신 소련제 SA-6 미사일에 대해서는 속수무책이었다. SA-6 미사일은 펄스 신호를 이용하는 SA-2나 SA-3의 레이더와는 달리 지속파 신호를 사용하였고 반 능동 호밍 방식을 사용하여 미사일을 표적에 유도하였다. 따라서 펄스 레이더에 대해 사용토록 설계된 이스라엘의 재머는 무력화되어 이스라엘 항공기의 손실은 매우 컸다.

1982년 6월 9일 이스라엘의 F-4, F-15, F-16 항공기들은 19개의 시리아 SA-6 지대공 유도탄 기지를 공격하였다. 약 10분간에 걸친 이 공격으로 이스라엘은 단 한대의 항공기의 손실도 없이 레바논의 베칸계곡에 위치한 19개의 유도탄 기지 중 17개를 파괴하였다. 수일 뒤 이스라엘 항공기들은 역시 단 한대의 항공기의 손실도 없이 85대의 시리아 항공기를 격추시켰다. 이스라엘은 이 전투를 위해 원격 조종 무인 항공기를 사용하여 사전에 정보 수집을 하였으

며, 측방 지원 재머로서 보잉 707항공기를, 항공 정보 및 제어 항공기로는 E-2C를 사용하여 적의 GCI (ground control intercept) 레이더를 재밍하여 시리아의 요격기들을 무력하게 하였다.이스라엘은 이 전쟁에서 최신의 전자전 장비와 무기체계를 동원하여 이스라엘의 손실을 극소화하였으며 완벽한 승리를 거둘 수 있었다.

Ⅲ. 레이더 재밍 기법

레이다에 대한 전자 대항책의 방법은 일반적으로 재밍 기법이란 용어로 사용되며 레이더 재밍 기법은 전자기 에너지를 방사하는가, 하지 않는가에 따라 능동 ECM과 수동 ECM으로 구분할 수 있다.

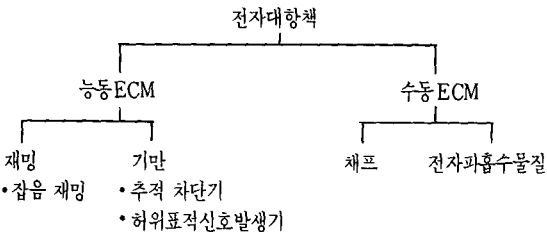


그림 1. 레이더 재밍 기법의 분류

그림 1에 나타난 바와 같이 능동 ECM은 앞에서 기술한 바와 같이 재밍과 기만으로 나눌 수 있으며, 재밍은 고주파 잡음 신호를 방사하는 것이며, 기만은 추적 레이더에 대한 추적 차단 기법과 탐색 레이더에 대한 허위 표적 신호 발생기 등이 포함된다.

이 밖에 적외선 추적 미사일에 대한 재밍을 위해 섬광탄을 사용하기도 하며, 지속적인 방해 적외선 신호를 방사하여 허위 표적을 향해 미사일이 날아가거나 미사일을 오도하는 방법을 쓰기도 한다. 또한 통신기나 통신망을 교란하기 위한 통신 재밍 기법이 있으나, 여기서는 레이더에 대한 재밍 기법에 대해서만 언급하고자 한다.

레이더 재밍의 궁극적인 목적은 무기체계와 관련된 적의 레이더를 교란하여 그 무기체계를 무력화시켜 항공기나 함정의 생존성을 높이기 위한 것이다. 이러한 목적을 성취하기 위해서는 적의 레이더에 대한 정확한 정보를 배경으로 우군 항공기 및 함정을 지향하고 있는 적 레이더의 신속하고 정확한 식별,

그 레이더에 대한 효과적인 재밍 기법 및 높은 신호 세기가 전자전 장비에 의해 보장되어야 하는 것이다

또한 레이더의 종류에 따라 즉, 탐색 레이더인가 추적 레이더인가에 따라 사용되는 재밍 기법이 달라지며, 레이더가 펄스 레이더인가 지속파 레이더인가에 따라, 레이더의 ECCM기능에 따라, 레이더의 제원 및 성능에 따라 각기 사용되는 재밍기법이 다르게 된다.

지금부터 ECM 장비에 보편적으로 사용되는 레이더에 대한 재밍기법 몇가지를 소개해 보기로 한다.

1. 잡음 재밍

레이다에서 방사된 레이더 펄스 신호는 표적에서 반사되며 반사된 신호가 레이더 수신기에 수신될 때는 표적으로부터의 표적 반사 신호와 함께 각종 잡음 신호가 같이 수신되게 된다. 이때 잡음 신호가 표적 반사 신호보다 신호 세기가 크면 신호 탐지가 되지 않아 표적 탐색이 불가능 할 것이다. 레이더 수신기의 이러한 특성을 이용하는 것이 잡음 재밍이다.

잡음 재밍을 위해 ECM 장비는 그림 2와 같은 시스템으로 구성되며 발생된 고주파 신호는 송신 안테나를 통해 레이더에 방사된다. 재밍 신호가 없을 때 레이더에 수신된 신호와 재밍 신호와 함께 수신된 레이더 신호는 그림 3과 같이 나타난다. 이때 재밍 신호는 보통 0 ~ 6dB만큼 레이더 신호보다 크게 수신되어야 그 효과를 기대할 수 있다. 레이더에 수신된 재밍신호가 그림 3의 ineffective jamming의 경우처럼 신호 세기가 레이더 표적 반사 신호보다 작을 때, 레이더 수신기는 AGC (automatic gain control) 기능을 이용하여 재밍 신호를 제거할 수 있다. 그러나 재밍 신호가 표적반사 신호보다 클 때는 AGC 제어하여도 신호검출이 불가능하므로 레이더는 표적을 놓치게 되어 재밍효과를 나타낼 수 있게 된다.

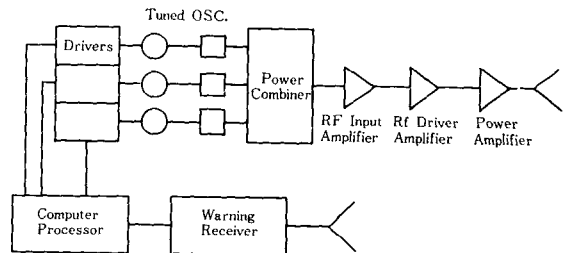


그림 2. 일반적인 잡음 재밍 시스템

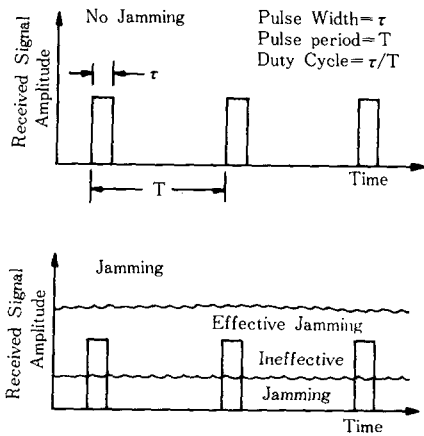


그림 3. 정상적으로 수신된 레이더 펄스 신호와 잡음 재밍 신호와 함께 수신된 레이더 펄스 신호

레이더에 수신된 재밍 신호와 레이더 표적 반사 신호와의 신호 세기의 비를 J/S 비 (jamming to signal ratio) 라고 부른다. 보통, 레이더 수신기의 중간 주파수(IF, intermediate frequency) 대역폭은 500 KHz~5 MHz 수준이므로 레이더 수신기에서 충분한 J/S 비를 얻기 위해서는 레이더 반송파 주파수에 정확하게 동조된 재밍 신호를 방사하여야 한다. 재밍 신호 주파수를 레이더 반송파 주파수에 정확히 동조시켜(보통 IF 대역폭의 수 배) 잡음 재밍 신호를 방사하는 것을 점잡음 재밍(spot noise jamming)이라 하며, 수백 MHz의 잡음 신호 대역폭으로 재밍할 때를 대역 잡음 재밍(barrage noise jamming)이라 한다.

그림 4에 레이더의 PPI(plan position indicator)에 나타난 대역 잡음 재밍을 도시하였다. 레이더의 PPI에 정상적인 표적이 나타날 때는 원의 중심으로부터 근거리에 클러터(clutter)가 나타나고, 표적이 나타나는 방향(방위각)에 점 형태의 비디오 영상이 나타난다. 만일 움직이는 표적일 경우 클러터는 그대로 있고 표적의 점 영상만이 움직이게 될 것이다. 그러나 그림 4의 경우처럼 잡음 재밍을 당한 레이더의 PPI에는 일정 방향 또는 여러 방향에 스트로브(strobe)가 나타나게 되고 표적 신호 또한 이 스트로브에 가려져서 구별할 수 없게 된다.

2. RGPO(range gate pull off)

대개의 펄스 추적 레이더는 표적을 추적하여 거리

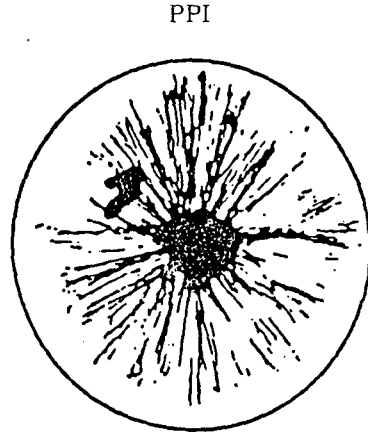
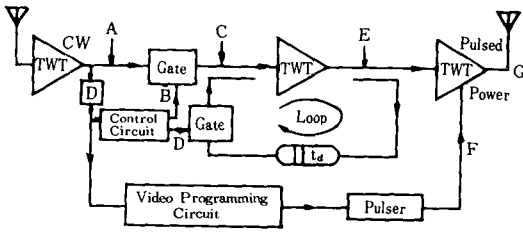


그림 4. 레이더 PPI 스크ope에 나타난 대역 잡음 재밍

정보를 정확히 읽어 내기 위해 거리 게이트(range gate)를 사용한다. 표적으로 부터의 표적 반사 신호를 거리 게이트의 중앙에 오도록 거리 게이트를 조정하여 놓고 자동 추적 모드로 하면 레이더의 거리 게이트는 반사 신호가 항상 중앙에 오도록 자동으로 조정되며, 이 때 송신된 레이더 펄스와 거리 게이트 중앙까지의 시간이 거리로 환산되며 표적은 계속 추적된다. 이때 거리 게이트내에 J/S 비가 0~6 dB 되는 허위 표적 신호를 인가시켜 표적 반사 신호와 허위 표적 신호와의 시간차를 점차 증가 또는 감소시켜 가면 결국 레이더 수신기는 큰 신호를 쫓아 가게 되므로 얼마 후 레이더 수신기의 거리 게이트에는 허위 표적만 존재하게 되어 실제 표적을 놓치게 된다. 이와 같은 재밍 기법을 RGPO 혹은 RGWO (range gate walk off)라고 하며 기만 재밍 기법의 추적 차단 기법 중의 한가지이다.

그림 5에 RGPO를 구현하기 위한 시스템 계통도를 나타내었고 그림 6에 RGPO PRF(pulse repetition frequency) 파형을 나타내었다. 그림 5에서 증폭기와 방향성 결합기, 지연소자(RF delay device), 게이트(gate)로 구성된 초고주파 기억장치(RF memory loop)의 게이트를 제어하여 ECM 시스템은 그림6(a)와 같이 수신되는 레이더 펄스열을 그림6(b)와 같이 지연(time delay)시켜 송신 안테나를 통해 레이더를 향해 재 송신한다. 이때 레이더 수신기에는 그림6(a) 형태의 표적 반사 신호와 그림6(b) 형태의 재밍 신호가 동시에 나타나게 되나 레이더 수신기는 신호세기



Note : Letter Designations Refer To Waveforms of Figure

그림 5. RGPO 기법 구현을 위한 시스템 계통도

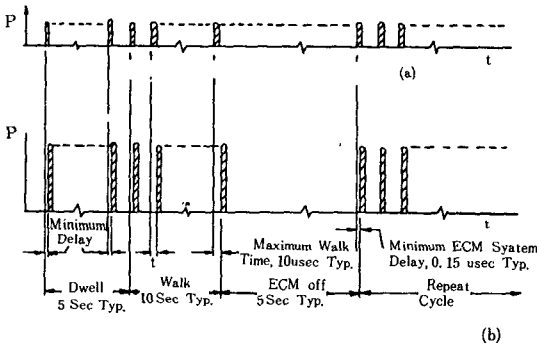


그림 6. 정상적인 표적 반사 신호와 RGPO 기법 신호 파형

가 더 큰 신호를 추적하게 되므로 레이다의 스크프에는 실제 위치가 아닌 다른 위치에 표적이 존재하는 것처럼 나타나게 된다.

3. 역이득 구형파 재밍 (inverse gain jamming)

역이득 구형파 재밍 기법은 원뿔 주사 (conical scan) 레이다에 대한 각도 기만 재밍 기법으로 역 원뿔주사 (inverse conscan) 기법이란 표현으로 많이 사용된다. 원뿔주사 레이다는 표적을 추적하기 위해 표적 방향에 대해 원뿔형태로 레이다 안테나를 회전시키는 원뿔주사 방식을 사용한다. 따라서 표적을 추적하고 있는 동안 레이다 수신기에 표적 반사 신호는 정현파 형태의 펄스 포락선을 갖는 펄스열로 수신된다. 레이다는 이 펄스열로부터 포락선을 검출하여 레이다 안테나 서보 (servo) 의 안테나 구동신호와 그 위상을 비교하여 표적의 위치를 탐지, 추적하게 된다. 그러므로 레이다에 수신되는 펄스 포락선의

위상이 변경되거나 왜곡되면 레이다 스크프에서는 표적의 위치가 기만되어 여기저기에 표적이 존재하는 것처럼 나타나게 된다. 바로 이러한 레이다의 특성을 이용한 재밍 기법이 역이득 구형파 재밍이다.

원뿔 주사 레이다로부터 ECM 장비에 수신된 레이다 펄스신호는 그림7(a)와 같고 이는 표적 추적시 레이다 수신기에 수신되는 신호형태와 같은 형태로 그 펄스 포락선이 정현파 신호로 나타난다. ECM 장비는 이 신호로부터 포락선만을 검출하여 이를 동 위상의 구형파로 만든 후 그림7(b)와 같이 180° 만큼 위상을 천이시켜 수신 레이다 신호 포락선에 대해 역 위상의 구형파 신호를 만들어 이를 수신된 레이다 신호에 변조시켜 고출력 증폭한 ECM 송신 안테나를 통해 레이다를 향하여 재 송신한다. 이때 레이다에 수신된 신호는 그림7(c)와 같이 표적 반사 신호와 역이득 구형파 재밍 신호가 결합된 형태의 펄스 포락선을 갖게 된다. 이로써 레이다 수신기에는 그림 8과 같이 표적이 여러 곳에 겹쳐 나타나는 형태의 재밍의 결과가 나타나게 된다.

4. 채프

아주 가느다란 유리 섬유에 알미늄을 얇게 입혀거나, 나일론 섬유에 은을 도금한 선을 레이다 파장의 약 2분의 1 길이로 잘라서 만든 한 다발의 실뿔치를

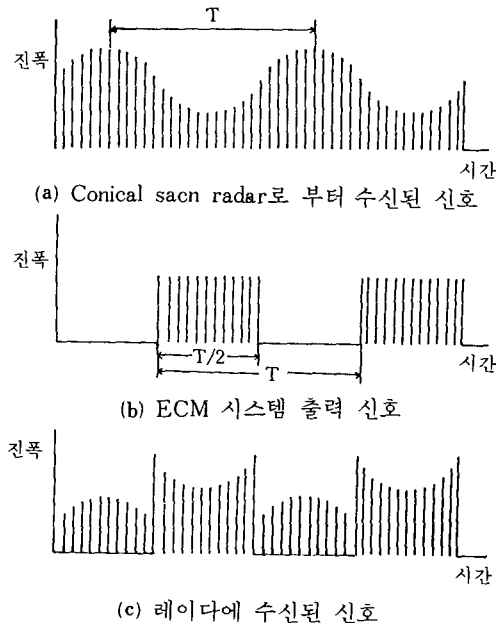


그림 7. 역이득 구형파 재밍 기법 파형의 발생 및 레이다에 수신된 재밍 신호

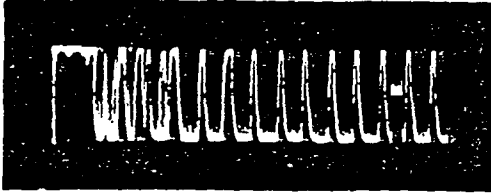


그림 8. 레이더 A-스코프에 나타난 역이득 구형과 재밍 신호

공중에 뿌려 놓은 것을 채프(chaff)라 한다. 채프는 레이더 파를 아주 잘 반사하므로 공중에 떠 있는 동안 야군의 항공기를 차폐하거나 또는 레이더 추적 미사일에 대하여 허위 표적을 만들어 항공기나 함정을 보호한다. 채프의 종류는 2GHz 이상에서 사용되는 채프 다이폴과, 2GHz 미만에서 사용되는 채프 로프가 있다. 그림 9에 채프를 공중에 살포했을때 PPI 스코프에 나타난 현상을 나타내었다. 그림을 보면 채프의 영향으로 표적이 여러 곳에 그리고 여러 방향에 위치한 것처럼 스코프상에 나타남을 알 수 있다.

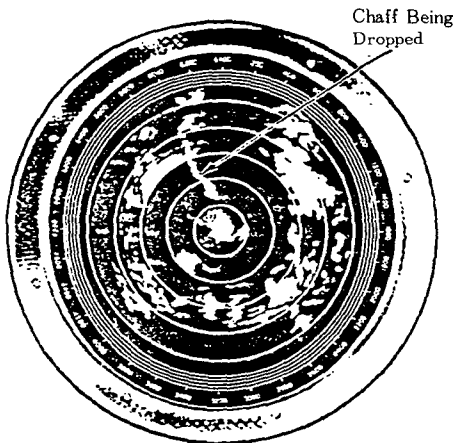


그림 9. 채프 발사로 인해 변화된 레이더 PPI 스코프

IV. 레이더 재밍의 효과

레이더 재밍의 목적은 무기체계와 연관된 레이더를 교란하는 것이다. 레이더에는 레이더 운용자가 있어서 레이더 스코프를 통해 표적을 인지하고 추적한다. 즉 표적을 추적하여 무기체계를 구동하기 위한 판단은 레이더 운용자에 의해 결정되는 것이다. 따

라서 레이더 재밍의 효과도 레이더 운용자의 기술에 상당히 좌우된다. 항공기의 경우 대개 고속으로 비행하기 때문에 탐지 레이더에 추적해야 할 표적이 나타났을 때 탐지 레이더로부터 표적 위치를 넘겨 받아 추적 레이더가 추적을 시작하게 되는데 이때 추적 레이더가 표적을 탐색한 후 추적할 때까지의 시간이 중요한 요소가 된다. 추적하고 있던 레이더가 재밍으로 추적 차단이 되었을 때, 숙련된 운용자는 재밍 신호와 표적 반사 신호를 구분하여 빠른 시간 안에 재 추적을 시도할 수 있는 것이다.

레이더 재밍의 효과가 주효하여 항공기나 함정이 레이더를 지나쳐 갈 때까지 레이더가 전혀 추적을 하지 못하는 상태도 있을 수 있겠으나, 많은 경우 레이더 운용자는 평상시에 재밍 신호 모의기 및 ECM 장비와의 훈련을 통해 재밍 신호를 구별해 내는 훈련을 하기 때문에 레이더 재밍 효과가 100% 나타나게 되지는 않는다. 그러나 레이더 운용자가 재밍 신호를 구별하여 표적 반사 신호를 추적하였다 해도 자동 추적 모드인 경우는 곧바로 재밍에 의해 추적 차단이 되므로 운용자는 재 추적을 시도해야 한다. 결과적으로 대공포나 미사일의 발사 기회를 놓치게 된다.

수동으로 운용자가 추적을 계속하는 경우에는 자동 추적 모드의 경우보다 재밍 효과가 적게 나타날 수 있다. 그러나 이 경우에도 레이더 운용자는 레이더 스코프상에 재밍에 의한 허위 표적속에서(재밍기법에 따라서는 스코프의 허위 표적이 비 주기적으로 흔들리게 나타난다) 실제 표적을 계속해서 추적해야 하므로 추적 정확도는 많이 떨어지게 된다.

지대공 미사일 무기체계에 재밍을 실시했을 때 재밍하지 않았을 때에 비해 미사일에 의한 피격률은 5배 이상 감소하는 것으로 알려져 있으며 물론 자동 추적의 경우에는 이보다 훨씬 효과가 크게 된다.

V. 결 론

전자 산업의 엄청난 발전 속도에 힘입어 레이더 기술도 향상되었으며 많은 ECCM기능도 추가되었다. 레이더 종류 또한 점점 다양화되고 있으며 전자전 환경의 레이더 신호 밀도도 증가하고 있는 상황속에 ECM장비를 탑재한 항공기나 함정은 많은 레이더에 대해 보다 효과적으로, 신속하게 재밍을 해야만 하는 요구도 증가되고 있다. 이를 위해서는 먼저 ECM장비를 탑재한 항공기나 함정을 지향하고 있는 레이

다들을 신속, 정확하게 탐지, 식별할 수 있어야 하겠고 식별된 각 레이더 형태와 종류에 대해 대응되는 필요한 재밍 기법이 선정되어 신속하게 고출력으로 송신되어야 한다.

레이더 형태, 추적방식, 안테나 주사방식, 레이더 세원 및 성능에 따라 선택되어질 수 있는 가장 효과적인 최적 재밍 기법은 달라지게 된다. 각 레이더에 대한 최적 재밍 기법은 레이더 세원에 대한 정확한 정보를 토대로 컴퓨터 시뮬레이션을 통하거나, 레이더 수신기에 직접 재밍 신호를 인가하여 그 효과를 측정하는 RF 수준 시뮬레이션을 통하거나 ECM장비를 실제 항공기나 함정에 탑재하여 재밍 효과를 측정하는 야전시험을 통해 최종 확인될 수 있다.

현재 재밍 방법 및 기법을 향상시키기 위한 연구 개발이 여러 분야에서 시도되고 있다. DRFM(digital RF memory), 위상배열 송신기(phased array transmitter), MMIC(monolithic microwave integrated circuit)의 개발응용 등을 통해 미래의 ECM장비는 보다 효과적인 재밍을 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

參 考 文 獻

[1] Richard E. Fitts, *The Strategy of Electromagnetic Conflict*, Peninsula Publishing, CA, 1980.

[2] 방극생, "전자전 기술의 개발 경향과 전망" 국방과 기술, 90년 1월호, pp. 54~65, 국방과 기술, 90년 2월호, pp. 34~45.

[3] Kenneth Wo Helberg, "Electronic Warfare Technology-Trends and Visions," *Journal of Electronic Defense*, pp. 47-53, May 1990.

[4] Maj David E. Clary, "EW in the Bekaa Valley: A New Look," *Journal of Electronic Defense*, pp. 34-41, June 1990.

[5] David Adamy, "Reference Data," *International Countermeasure Handbook*, pp.53-91, 1989.

[6] 이중근, 유현중, "통신 전자전의 ESM과 ECM" 전자공학회지, 제15권 제1호, pp.57~64, 1988년 2월.

[7] 전자전의 기술과 장비, 작전 5-18, 공군 본부, 1989. 10. 1.

[8] Van Brunt, *Applied ECM*, vol. 1

[9] J.A. Boyd, D.B. Harris, D.D. King, H.W. Welch, Jr., *Electronic Countermeasures*, Peninsula Publishing, CA, 1978.

筆 者 紹 介



朴 東 徹
 1952年 2月 5日生
 1974年 서울대학교 전자공학과 (공학사)
 1976年 한국과학원 전기 및 전자공학과(공학석사)
 1984年 University of California, Santa Barbara(공학박사)

1976年~현재 충남대학교 전자공학과 부교수



李 光 日
 1957年 8月 7日生
 1980年 한양대학교 전자공학과 (공학사)
 1990年 충남대학교 전자공학과 (공학석사)

1979年~현재 국방과학연구소 선임연구원