



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석 사 학 위 논 문

미래 전장환경을 고려한 육군
방공레이더 운용 발전방향

-스텔스기 및 무인항공기, 대레이더 미사일 대응방안을
중심으로-

2012년

한성대학교 국방과학대학원

국 방 경 영 학 과

국방경영학 전공

김 승 민

석사학위논문
지도교수 김선호

미래 전장환경을 고려한 육군 방공레이더 운용 발전방향

-스텔스기 및 무인항공기, 대레이더 미사일 대응방안을
중심으로-

The Direction of Developing Army Air-Defense Radar
Operations, Considering the Future Battlefield Environment
- On Countermeasures for Stealth Fighters, UAV's and
Anti-Radiation Guidance Missiles -

2011년 12월 일

한성대학교 국방과학대학원

국방경영학과

국방경영학 전공

김 승 민

석사학위논문
지도교수 김선호

미래 전장환경을 고려한 육군 방공레이더 운용 발전방향

-스텔스기 및 무인항공기, 대레이더 미사일 대응방안을
중심으로-

The Direction of Developing Army Air-Defense Radar
Operations, Considering the Future Battlefield Environment
- On Countermeasures for Stealth Fighters, UAV's and
Anti-Radiation Guidance Missiles -

위 논문을 국방경영학 석사학위 논문으로 제출함

2011년 12월 일

한성대학교 국방과학대학원

국방경영학과

국방경영학 전공

김 승 민

김승민의 국방경영학 석사학위논문을 인준함

2011년 12월 일

심사위원장 _____ 인

심 사 위 원 _____ 인

심 사 위 원 _____ 인

국 문 초 록

미래 전장환경을 고려한 육군 방공레이더 운용 발전방향 -스텔스기 및 무인항공기, 대레이더 미사일 대응방안을 중심으로-

한성대학교 국방과학대학원

국방경영학과

국방경영전공

김 승 민

미래(未來) 전쟁에서는 첨단 과학기술의 발전을 통한 신무기를 활용하는 것이 전쟁의 승패를 결정할 것으로 예상된다. 특히 고성능 센서(Sensor)에 기반을 둔 레이더(Radar) 및 전자장치(電子裝置)를 이용하여 적을 찾고 위협을 평가하는 전장가시화(戰場可視化)를 통한 전력의 효율적인 활용이 중요해 질 것이다. 실시간 전장정보분석(戰場情報分析)은 고성능의 레이더와 함께 C4I체계를 연동하여 운용할 때 가능하다. 특히 개전(開戰) 초기 항공력의 우세(優勢)가 전쟁의 승패(勝敗)를 좌우하는 것을 고려할 때 방공 레이더체계 보완은 선택이 아니라 필수라고 해야 할 것이다.

첨단 과학기술의 발달로 최신의 스텔스(Stealth)전투기, 무인항공기, 대(對)레이더 미사일의 능력은 나날이 발전하고 있으며, 이에 대응하기 위해서는 육군 방공 레이더의 기술 및 운용체계 발전이 필요하다.

레이더 분야의 기술적 발전을 위해서는 능동형 다기능 레이더 및 장거리 레이더 개발에 노력해야 하는데, 이를 위해서는 다기능 위상배열(位相配列) 레이더체계, 소형(小型)·경량(輕量)의 고효율(高效率) 반도체 송·수신 모듈(Module), 초고속(超高速) 샘플링(Sampling)기술을 활용한 신호처리

및 통제기 등을 발전시켜야 한다. 레이더 기술분야를 발전시키기 위해서는 레이더 핵심(核心) 분야별 기술의 해외(海外) 도입(導入)을 통한 자체 국산화 개발, 군(軍)·학(學)·연(研)·정부가 연계된 연구 및 연구인력 전문성 향상, 국내 방산(防産) 전문업체 부족기술에 대한 선진국 해외 기술 도입 등의 기술 획득 전략을 추진할 필요성이 있다.

방공레이더 운용체계는 연합 및 합동자산과 타 기능을 연계하여 실시간 효과적인 방공기능을 수행하고, C4I체계와 연동된 방공 C2A체계를 구축하여 실시간 탐지 및 식별, 경보전파 및 자동표적 할당, 타격을 실시할 수 있도록 해야 한다. 이를 위해 탐지·식별·경보·통제 체계는 다수표적을 동시탐지 및 추적이 가능하고 정확한 제원산출이 가능한 3차원(방위각, 거리, 고각)레이더를 이용한 지역별 다층(多層) 실시간 경보체계가 가능해야 한다. 또한 탐지·경보·타격체계를 네트워크(Network)로 통합한 자동화 체계로 항적정보(航跡情報), 대응무기 등을 실시간 종합 분석하여 적 항공기의 대량(大量) 기습공격(奇襲攻撃)에 대응할 수 있는 체계를 구축해야 한다. 특히 나날이 발전하고 있는 스텔스 및 무인항공기에 대한 대응능력을 극대화 하고, 대레이더 미사일로부터에 대한 생존성을 증대시키기 위해서 육·해·공군의 전 방공레이더를 통합 운용하는 시스템을 갖추어야 한다.

【주요어】 레이더, 스텔스 전투기, 대레이더 미사일, 무인항공기,
방공레이더 운용체계, C2A, C4I

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구 목적	1
제 2 절 연구범위 및 연구방법	2
제 2 장 레이더 개론	4
제 1 절 방공레이더의 중요성	4
1. 월남전('64. 8. 2 ~ '75. 4. 30)	5
2. 제3차 중동전쟁('67. 6. 5 ~ '67. 6. 8)	5
3. 제4차 중동전쟁('73. 10 ~ '74. 2)	6
4. 걸프전(Gulf War)('91. 1. 17 ~ 2. 28)	7
5. 이라크전('04. 3. 20 ~ 4. 15)	8
제 2 절 레이더 작동원리	10
제 3 절 레이더 표적탐지 및 추적 원리	12
제 4 절 레이더 탐지거리	15
제 5 절 레이더 구성품	17
1. 송신기	17
2. 수신기	19
3. 안테나	20

제 3 장	미래 전장환경 및 레이더 위협체계	23
제 1 절	레이더 발달사 및 발전방향	23
제 2 절	현(現) 육군 방공레이더 운용체계	24
제 3 절	현(現) 선진국 방공레이더 운용 및 개발방향	28
제 4 절	스텔스기 위협	31
제 5 절	무인항공기 위협	35
제 6 절	대레이더 미사일 위협	37
제 7 절	미래 전장환경 및 과학기술 발전추세	40
제 4 장	미래 방공레이더 운용체계 발전방향	42
제 1 절	미래 육군 전장환경 특징	42
제 2 절	미래 방공운용 개념 및 요구능력	44
제 3 절	레이더 기술분야 발전	46
제 4 절	방공 운용체계 발전	51
제 5 절	각 군의 방공 합동성 강화	53
제 5 장	결 론	55
【참고문헌】		57
ABSTRACT		59

【 표 목 차 】

[표 3-1] 항공기 기종별 RCS	32
[표 3-2] 과학기술 분야별 방공 관련기술	41
[표 4-1] 방공 다층적 동시통합 기본개념 요약	44
[표 4-2] 미래 전장환경을 고려한 방공 요구능력	45
[표 4-3] 수동배열 / 능동배열 성능비교	48
[표 4-4] 송·수신기 분야 기술발전 추세	49
[표 4-5] 신호처리 / 통제기 분야 국내기술 발전방향	50



【 그림 목 차 】

<그림 2-1> 레이더 거리 및 방향(방위각, 고각) 측정	11
<그림 2-2> 레이더 표적탐지간 잡음	12
<그림 2-3> 표적탐지 설정값	13
<그림 2-4> 탐색중 추적(좌)과 연속적인 추적	14
<그림 2-5> 순차적인 로빙 방법	14
<그림 2-6> 무지향성 및 지향성 안테나 빔	16
<그림 2-7> 송신기 종류	18
<그림 2-8> 슈퍼헤테로다인 시스템 방식	19
<그림 2-9> 안테나 종류	21
<그림 3-1> 육군 방공무기 체계	25
<그림 3-2> 방공무기 운용개념	27
<그림 3-3> 능동형 위상배열 방식 시스템	29
<그림 3-4> 현(現) 선진국 위상배열 레이더 체계	30
<그림 3-5> 스텔스 전투기 종류	34
<그림 3-6> 무인항공기 종류	37
<그림 4-1> 다기능 위상배열 레이더	48
<그림 4-2> 차기 국내 송·수신기 분야 기술발전 품목	49
<그림 4-3> 샘플링 고속 신호처리 표적추출(잡음포함) 영상 신호정보	50
<그림 4-4> 멀티스태틱 레이더 운용 체계도	53
<그림 5-1> 미래 전장체계 개념	55

제 1 장 서 론

제 1 절 연구 목적

현대전(現代戰)에서는 전장정보(戰場情報)를 실시간 분석하는 전장정보화를 통한 신무기(新武器) 시스템(System)의 100% 활용과 지휘관(指揮官)¹⁾ 중심의 팀워크(Team-work)가 이뤄질 때 승리 할 수 있다. 특히 미래(未來) 전쟁에서는 첨단 과학기술의 발전을 통한 신무기를 활용하는 것이 전쟁의 승패(勝敗)를 결정할 것으로 예상된다. 특히 고성능 센서(Sensor)에 기반을 둔 레이더(Radar) 및 전자장치(電子裝置)를 이용하여 적을 찾고 위협을 평가하는 전장가시화(戰場可視化)²⁾를 통한 전력(戰力)의 효율적인 활용이 중요해 질 것이다.

레이더는 최초 제2차 세계대전에 사용된 이후 하드웨어(Hardware)면에서는 안테나와 송·수신 장비의 수동적 회로부품에서 능동적 회로부품으로의 개량과 반도체를 이용한 송·수신 장비의 집적회로(集積回路) 구현(具現) 등이 이루어 졌고, 소프트웨어(Software)면에서는 신호처리 방식이 1차원 및 2차원 처리방식에서 3차원 방식의 입체 화면을 통한 영상처리 표시가 이뤄지는 등 지속적으로 발달하고 있다. 과거부터 우리나라는 서구(西歐) 선진국에서 사용하고 있는 확실하게 검증된 레이더 시스템을 도입해서 운용해 왔다. 그러나 갈수록 첨단화 되어가는 전장환경에 능동적으로 대처하는 능력을 갖추기 위해서는 고성능 레이더의 개발이 필요하다. 특히 최신의 스텔스(Stealth) 전투기, 무인항공기(UAV³⁾), 대(對)레이더 미사일⁴⁾

1) 지휘관(指揮官 : Commander) : 지휘권을 가지고 군대를 통솔하는 관직 또는 그 사람에 대한 일반적인 칭호로 통상 지휘관이라 함은 중대 이상의 단위부대의 장과 함선부대의 장 또는 함정 및 항공기를 지휘하는 자를 말함

2) 전장가시화(戰場可視化 : Visualization of Battlefield) : 지휘관이 적과 환경에 관련된 현 상황에 대한 명확한 이해를 발전시키고 임무달성을 위하여 요망하는 최종상태를 구체화한 다음, 부대를 현상태에서 최종상태로 이끌어 가는 일련의 부대활동들의 순서를 발전시키는 것

3) UAV : Unmanned Aerial Vehicle or Uninhabited Aerial Vehicle의 약자

4) 대레이더미사일(ARM : Anti-Radiation Guidance Missile) : 적의 레이더에서 발사되는 전파 신호를 따라 레이더에 접근하여 이를 파괴 무력화시키는 유도탄

에 대응하기에는 과거의 낡은 레이더시스템 및 장비로는 역부족이며, 개전(開戰) 초기 항공력의 우세가 전쟁의 승패를 좌우하는 것에 비춰볼 때 이러한 레이더체계 보완은 시급한 과제이다. 따라서 본 논문은 전장정보를 실시간 분석하고 공유하며 스텔스전투기, 무인항공기, 대레이더 미사일에 대비한 육군(陸軍) 방공레이더 운용체계 발전방향을 제시(提示)하고자 한다.

제 2 절 연구범위 및 연구방법

과학기술의 발달을 통한 신무기가 등장하게 되면 전쟁의 성격(性格)과 승패를 변화시키는 군사혁신(軍事革新)⁵⁾이 이루어지는데, 군사혁신은 미래로 갈수록 더욱 심화(深化)될 것으로 판단된다. 특히 감시(監視) 및 정찰(偵察)분야에서 레이더의 활용은 극대화 되고 있는 추세이나 과학기술의 발달로 레이더를 회피(回避) 또는 무력화하거나 파괴하는 무기체계 등이 개발, 운용되고 있다. 레이더를 무력화하거나 파괴할 경우 전장가시화를 위한 눈을 잃게 되어 효과적인 공격 및 방어가 극히 제한될 수밖에 없다. 미래 다종다양(多種多樣)한 위협에 대비하기 위해서는 레이더의 능력과 생존성을 극대화시킬 필요가 있으므로, 기술적인 측면과 운용체계 측면에서 한국현실에 맞는 발전방향을 제시하고자 한다.

본 논문은 과학기술의 발달로 레이더 회피 및 파괴가 가능한 무기체계가 발전하고 있는 것에 대비하고자 레이더 기술분야와 운용체계 분야의 발전에 필요한 내용을 중점적으로 연구하였다. 이를 위해 한국군 및 선진국 레이더 운용체계를 참고하였으며, 특히 스텔스 전투기, 무인항공기, 대(對)레이더미사일의 위협에 대비하기 위해 효과적으로 운용이 가능한 육군

5) 군사혁신(軍事革新 : Revolution in Military Affairs) : 새로운 기술을 응용하여 보다 진보된 군사체계를 만들 경우 작전운용방식과 조직편성을 혁신적으로 변화시킴으로써 실질적인 전투력 상승효과를 창출하여 전쟁의 성격과 그 수행개념의 근본적인 변화를 추구하고 기존의 군사체계, 질서 등에 있어서 근본적인 “틀”(Paradigm)을 변화시키는 것이며, 변화의 속도 뿐 아니라 변화의 범위면에서 종전의 개선, 발전 등의 지속적이고 단계적인 변화를 뛰어넘는 근원적인 변화를 추구하는 개념

방공레이더 운용체계를 중심으로 연구하였다.

현재까지 레이더기술은 서구(西歐) 선진국가 주도로 발전되었고, 레이더와 관련된 다양한 응용기술 분야가 국가 전략 국방기술 비밀(秘密)로 관리되고 있다. 따라서 서구 선진국가의 국가비밀로 관리되는 주요 장비제원 및 능력 등 정확한 데이터(Data)의 수집이 제한되었으며, 현재(現在) 운용되고 있는 주요 전략무기인 F-22 스텔스 전투기와 B-2 스텔스 폭격기의 레이더 회피능력, RCS⁶⁾ 등의 세부적인 장비능력 확인이 불가능하였다. 따라서 본 연구에서는 일반적으로 공개된 각국의 레이더 및 장비의 능력과 국·내외 연구논문과 저서(著書)를 기초로 필자(筆者)의 육군 방공부대 근무경험 및 방공레이더 운용경험을 활용하여 미래전에도 효과적으로 운용이 가능한 육군 방공레이더 운용체계 발전방향에 대해 논하고자 한다.



6) RCS((Radar Cross Section) : 레이더 전파를 받았을 때 다시 레이더로 반사되는 단면적

제 2 장 레이더 개론

제 1 절 방공레이더의 중요성

방공(防空 : Air Defense)이란 적 항공기 및 미사일, 무인항공기 등 다양한 공중위협으로부터 우군의 부대 및 시설을 방호하여 전투력을 보존하고 행동의 자유를 보장하기 위한 제반 활동으로서, 통상 소극적 방공과 적극적 방공으로 구분 된다.⁷⁾ 적극적 방공은 적의 공중공격 수단을 파괴하거나 공격 효과를 감소시키기 위한 직접적인 방어 활동으로서 항공기, 지대공 무기체계, 전자 방해책(妨害策) 및 비(非) 방공무기체계의 사용을 모두 포함한다. 적극적 방공의 기본 작전 활동은 아군을 위협하는 적의 공중비행체를 탐지(探知), 식별(識別), 요격(邀擊)하는 단계로 이루어진다. 그리고 소극적 방공은 비(非) 전투적 수단으로서 적의 공중공격(空中攻擊) 효과를 최소화하기 위해 취하는 적극적 방공을 제외한 모든 방책(方策)을 의미하며 은폐(隱蔽), 위장(偽裝) 등이 포함된다.

제2차 세계대전 중 영국이 독일 전투기의 공습(空襲)에 대항하고자 해안지대를 중심으로 거대한 안테나 시스템을 설치하여 운용한 것이 방공레이더의 시초(始初)이며, 적 항공기가 레이더에 탐지(探知)되면 전투기나 대공포 등을 이용하여 격추(擊墜)시키는 방공작전(防空作戰)⁸⁾의 운용개념이 탄생하였다.

제2차 세계대전은 1939년 9월 1일 독일의 폴란드 침입에서부터 1945년 8월 15일 일본의 항복(降伏)에 이르는 기간에 벌어진 전쟁으로 동원병력(動員兵力) 1억 1000만 명, 전사자 2,700만 명, 민간인 희생자 2,500만 명으로 제1차 세계대전과 비교하면 동원병력 수는 약 2배, 전사자는 약 5배, 민간인 희생자는 약 50배의 피해가 발생하였다. 제1차 세계대전을 통해 전쟁에서 비행기가 갖는 무기체계로서의 중요성을 각인하게 된 각 국가들은

7) 오병홍 외(2006), 『군사용어사전』, 대전 : 육군본부, pp.240 - 241

8) 방공작전(防空作戰 : Air Defense Operation) : 영공 또는 작전지역의 공중공간으로 침입을 기도하거나 침투한 공중세력을 탐지, 식별, 요격해서 격파하는 방어개념의 작전으로 통상 방어제공 작전과 동일한 개념으로 사용됨

보다 성능이 좋은 전투기를 개발하기 위해 노력했다. 특히 제2차 세계대전 중의 항공기는 극히 짧은 기간에 고도로 발전되어 완전히 실용화되었으며 각국에서 최우선적으로 확보하려는 무기체계의 하나가 되었다.

현대전에서는 개전(開戰) 초기 항공기를 이용한 적 지휘통신체계(指揮通信體系)⁹⁾ 및 전략목표(戰略目標)에 대한 선제공격(先制攻擊)이 기본전술(基本戰術)이 되었으며, 제2차 세계대전 이후 전투기의 발달과 더불어 방공레이더의 중요성도 지속적으로 증가하였는데 주요 전쟁사례를 통해 알아보면 다음과 같다.

1. 월남전('64. 8. 2 ~ '75. 4. 30)

미국은 전쟁 초기부터 공중우세 확보를 최우선 목표로 설정하여 월맹(越盟)¹⁰⁾의 항공기, 지대공 미사일, 대공포에 대한 공격을 실시하였다. 그러나 엄청난 수량의 전폭기(戰爆機) 출격(出擊) 및 무차별 공격에도 불구하고 12년간의 대량 소모전(전사 56,000명, 부상 30만 명, 전비 1,500억 달러) 끝에 결국 패배하고 말았다.

월맹은 전쟁 기간 중 대공포 7,000여문, 대공유도무기 200여기 이상을 운용하여 미군 항공기 총 손실 대수 1,000여대 중 800여대를 대공포로, 130여대를 대공유도무기로 격추하였다. 미국의 패인(敗因)은 국민적 지지를 상실한 전쟁 수행과 월맹의 강력한 방공포병 전력에 효과적으로 대처하지 못한 항공전력 운용의 실패를 들 수 있다. 특히 월남전을 계기로 대공포 및 대공유도무기의 통합운용, 방공레이더를 활용한 조기경보(早期警報)¹¹⁾의 중요성이 부각되었다.

2. 제3차 중동전쟁('67. 6. 5 ~ '67. 6. 8)

1965년 12월 소련은 이집트(Egypt)와 상호방위조약(相互防衛條約)을 제

9) 지휘통신체계(指揮通信體系) : 지휘관의 지휘통제를 지원하기 위한 수단중 하나이며, 지휘소 내부 또는 상하·인접부대 간의 정보교환이나 정보공유, 지휘관의 결심수립 등을 지원하는 종합체계를 의미함

10) 월맹(越盟) : 베트남 독립 동맹회(越南獨立同盟會)의 약칭

11) 조기경보(早期警報) : 전자 또는 시각수단에 의해 수행되는 적성항공기 또는 유도병기의 접근에 대해 조기에 경보하는 것

결(締結)하고 군사 고문단을 파견하여 이집트 군을 훈련시키고 있었고, 공산당 정부가 수립된 시리아(Syria)에도 엄청난 군사, 경제 원조를 하고 있었다. 이스라엘(Israel)군도 미국의 신형장비 등을 도입하여 전력을 증강시키고 있었으나, 개전 당시 양측(兩側) 병력과 장비를 대략 비교해 보면 전차는 2.6:1, 병력은 1.8:1, 전투기는 1.5:1로 이스라엘이 절대적으로 열세(劣勢)한 형편이었다.

하지만 이스라엘군은 이러한 전력의 열세를 극복(克服)하기 위해 공격(攻擊), 기동(機動), 기습(奇襲)에 주안(主眼)을 두고 속전속결(速戰速決)의 전략(戰略)¹²⁾개념에 입각(立脚)하여 전쟁을 수행하였다. 특히 이스라엘 공군은 지상군 공격 이전에 아랍 공군에 대한 선제(先制) 기습공격을 감행(敢行)하였는데 이스라엘에 직접적인 위협이 되는 비행장을 우선 파괴하였고, 다음 단계로 아랍 동맹국의 비행기와 비행장을 공격하였다. 이스라엘의 개전초 항공기를 이용한 기습공격으로 이집트는 비행기 손실이 약 900여대에 달할 만큼 항공력을 잃었다. 개전 초기 항공기를 이용한 기습 선제공격은 이스라엘이 6일 만에 전쟁을 승리할 수 있는 원동력(原動力)이 되었으며, 항공우세권의 확보가 전쟁의 승패를 좌우한다는 것을 입증(立證)하였다.

3. 제4차 중동전쟁('73. 10 ~ '74. 2)

제3차 중동전에서 이집트는 시나이반도¹³⁾를, 시리아는 골란고원¹⁴⁾을 잃게 되자 양국은 상실된 영토(領土) 회복과 아랍민족의 자긍심(自矜心) 고취(鼓吹)를 위해 이스라엘을 침공(侵攻)함으로써 제4차 중동전이 발발(勃發)하였다. 이집트의 전략은 기습을 통해 각 지역을 신속히 점령하여 영토를 확보하는 것이었으며, 이스라엘 공군에 대한 아랍측 방호(防護) 대책은 지대공(地對空) 방공체계로 국지방공(局地防空)¹⁵⁾을 실시하고, 전투기로

12) 전략(戰略 : Strategy) : 승리에 대한 가능성과 유리한 결과를 증대시키고, 패배의 위험을 감소시키기 위해 제 수단과 잠재역량을 발전 및 운용하는 술(術)

13) 시나이반도(Sinai Peninsula) : 아프리카와 아시아를 잇는 삼각형의 반도

14) 골란고원(Golan Heights) : 시리아 남서쪽 끝의 구릉지대

15) 국지방공(局地防空 : Local Air Defense) : 적의 공중공격으로부터 특정한 지역이나 기동부대 또는 고정시설을 방어하기 위하여 수행되는 방공작전

지역방공(地域防空)¹⁶⁾을 실시하는 작전이었다. 이집트의 약 360개 및 시리아의 85개소 레이더에 의한 조기경보체계가 유지되는 상황에서 중·고고도 방공은 SA-2¹⁷⁾, 3을 중첩(重疊) 배치하고, 저고도 방공은 SA-6, 7, 8, 9 및 대공포를 다수 중첩적으로 배치하여 다층 방어 구조를 형성하였다.

이집트는 수에즈운하¹⁸⁾를 연하여 시나이반도 쪽으로 대규모 방공망(길이 32km, 폭 15km, 높이 5만ft¹⁹⁾)을 구축하였고, 시리아는 골란고원 일대에 이집트와 유사한 방공망(길이 60km, 폭 26km)을 구축하였다. 아랍 측의 방공망은 소련의 신형 레이더를 활용하여 방공무기를 중첩 운용함으로써 이스라엘이 공중 우세권을 가지지 못하도록 하였다. 아랍 측은 선제 기습공격을 실시하였고 이스라엘 공군은 시나이 전역에서 보유 대수의 10%에 가까운 30여대의 항공기가 격추되었으며, 골란고원에서는 40여대의 항공기가 지대공 방공무기에 의해 격추되었다. 이스라엘은 이에 대응하여 특수부대를 활용하여 소련이 아랍측에 제공한 신형 레이더를 탈취(奪取)하여 분석하고, 대레이더 미사일을 활용하여 적 레이더를 중점적으로 파괴함으로써 결국 승리는 했지만 많은 피해를 감수해야 했다.

제4차 중동전에서 개진 초 아랍 측의 지대공 방공무기에 의한 다층 방공망과 방공레이더를 활용한 방공작전이 지상 기동전(機動戰) 승패의 주요 관건(關鍵)임이 입증되었고, 전쟁 기간 중 지속적인 방공능력 확보가 전쟁 승패의 결과에 직접적인 영향을 초래함을 인식하게 되었다. 또한 대레이더 미사일의 효용성(效用性)이 부각(浮刻)되는 계기가 되었다.

4. 걸프전(Gulf War)('91. 1. 17 ~ 2. 28)

다국적군(多國籍軍)은 개진초에 미(美) 육군 AH-64 아파치 공격헬기 8대가 저고도로 침투하여 이라크 통합방공망을 무력화시켜 레이더 암흑지대를 만들고, F-117 및 F-16전투기 등 첨단 항공기를 이용하여 적의 항공

16) 지역방공(地域防空 : Area Air Defense) : 넓은 대부대 작전지역을 방어하기 위하여 수행되는 방공작전 형태로 주로 방공임무 항공기가 수행하며 중·고고도 대공유도탄을 지역방공에 운용할 수 있음

17) SA-2, 3, 6, 7, 8, 9 : 구 소련에서 개발한 지대공 미사일 체계

18) 수에즈 운하(Suez Canal) : 이집트의 수에즈 지협을 가로질러 북쪽에서 남쪽으로 흐르며 해수면과 높이가 같은 수로

19) ft(Feet) : 야드파운드법에 의한 길이의 단위. 1피트는 약 30.48cm

세력을 초기에 무력화(無力化)하였다. 다국적국은 개전 1주일 만에 이라크의 방공레이더 95%를 파괴하여 공중우세를 확보함은 물론 이라크군의 교전의지(交戰意志)를 말살(抹殺)하여 개전 43일 만에 전쟁을 종결(終結)하였다. 이라크의 방공체계가 쉽게 무력화 된 이유는 통합방공망에 너무 의존하였고 극도의 중앙집권(中央集權)적²⁰⁾ 방공 지휘통제체계를 구성 및 운영하였기 때문이다. 이로 인해 분권(分權)적 방공작전²¹⁾ 수행에 제한을 받게 되었으며 SA-6 등 고정형 대공미사일 약 300기를 보유하고 있었으나 고정 진지에서만 운영함으로써 미 첩보위성, 정보 수집기에 쉽게 노출되어 초기(早期)에 파괴되었다. 또한 다국적군의 대레이더 미사일을 활용한 이라크 방공레이더의 파괴는 다국적군의 항공기 접근을 탐지할 수 있는 레이더가 파괴됨으로써 조기경보가 제공되지 않아 이라크의 효과적인 방공작전을 불가능하게 했다. 걸프전에서의 교훈(敎訓)은 방공체계의 무력화는 제공권(制空權) 상실(喪失) 및 전쟁 수행능력이 마비됨을 입증하였으며, 방공체계의 무력화를 방지하기 위해서는 유사시를 대비하여 집권화 통제를 기본으로 하되 분권적 작전수행 체계를 갖추어야 한다는 것이다.

5. 이라크전('04. 3. 20 ~ 4. 15)

이라크 전쟁에서 미국의 작전계획은 전쟁 준비, 결정적 작전, 안정화 작전 등 3단계로 구분하여 시행하였다. 1단계(전쟁 준비)에서는 제공권(制空權)을 확보하고 이라크 방공망을 무력화(無力化)하는데 중점을 두었다. 미국은 걸프전 이후 12년 간 이라크 영토(공)의 60%에 달하는 지역에 대해 비행 금지구역을 설정하고 감시 임무를 수행하였으며 비행금지구역의 감시 임무 수행간 항공기에 대한 적대행위(敵對行爲)를 이유로 이라크 방공망을 지속적으로 공습(空襲)하여 전쟁 이전에 이라크 방공망을 무력화 시켰다. 2단계(결정적 작전)에서는 정찰위성, 유·무인 정찰기 등으로 군 지휘부, WMD²²⁾ 시설, 방공망 등 전략목표에 대해 F-117 스텔스 전투기와

20) 중앙집권(中央集權)적 방공작전 : 방공작전통제소에서 각각의 방공레이더나 방공무기를 통제하는 것으로 각 방공무기는 개별적인 교전권한을 보유하지 않고 방공작전통제소에서 교전권한을 모두 통제하는 방공작전

21) 분권(分權)적 방공작전 : 방공작전통제소에서 각각의 방공무기를 통제하는 것이 아니라 소규모 단위 방공부대 및 방공무기별로 교전여부를 판단하여 실시하는 방공작전

토마호크 미사일로 ‘선별(選別)적 정밀타격(精密打擊)’을 강도 높게 실시하여 제공권 장악 및 조기 종전(終戰)을 유도하였다.

3단계(안정화 작전)에서는 인접국가로부터의 위협을 억제(抑制)하고 대량살상무기 확인 및 테러 조직망의 파괴를 통해 이라크 내 안전한 안보환경 확립(確立)에 목표를 두고 시행함으로써 특별한 방공작전은 수행되지 않았다.

이라크군의 방공무기 대응은 지대공 레이더 작동 약 436회, 지대공미사일 및 로켓 발사 약 1,660회, 대공포 발사 약 1,224회, 지대지 미사일 발사 19회로 종합할 수 있다. 이라크군의 대공포 및 미사일 등 방공 역할이 미미(微微)했던 이유는 전쟁 이전에 방공망이 무력화된 원인도 있지만, 지상전의 본격적인 개시(開始)와 함께 미사일 및 항공기에 의해 레이더가 파괴되었기 때문이다. 이라크군은 항공기를 탐지하기 위한 레이더 작동시 미국의 대레이더 미사일이 발사된다는 것을 알고 있었기 때문에 레이더를 거의 작동시키지 않았던 것으로 분석된다. 따라서 이라크군은 미사일을 포함한 각종 대공화기를 레이더 없이 육안관측(肉眼觀測)에 의해 발사하였으며 수 천문의 대공화기를 이용하여 화망(火網)²³⁾사격을 실시하였으나, 연합군의 항공기가 이라크 대공화기 유효사거리(有效射距離)²⁴⁾ 밖의 약 10,000ft 상공(上空)에서 공격하였기 때문에 거의 영향을 미치지 못했다. 이라크전에서 미국의 제공권 장악을 통한 전쟁의 조기 종전으로 제공권은 전쟁 승패를 좌우하는 가장 중요한 요소임을 입증(立證)하였다.

특히 전쟁 기간 중 운용된 스텔스 전투기 및 대레이더 미사일, 무인 항공기는 방공레이더를 무력화하거나 파괴함으로써 방공망을 효과적으로 운용하기 위해서는 이러한 위협에 대비한 레이더의 기술 및 운용체계 발전과 함께 레이더의 생존성 향상이 필요하다는 것이 인식되었다.

22) WMD(Weapon of Mass Destruction) : 핵이나 미사일·생화학무기 등 많은 사람을 희생시킬 수 있는 전략무기

23) 화망(火網 : Fire Net) : 적기의 대량 침투나 사격조건의 제한 또는 악천후 기상하에서 대공포의 조준사격 효과를 기대할 수 없을 경우 취약지역 상공이나 예상접근로 상공에 표적위치를 고려하여 대공포의 유효사거리 범위에서 화력을 집중하는 공중의 일정한 지점이나 지역

24) 유효사거리(有效射距離 : Effective Range) : 어떤 무기가 평균 50%의 확률로 표적을 명중시킬 수 있는 거리

제 2 절 레이더 작동원리

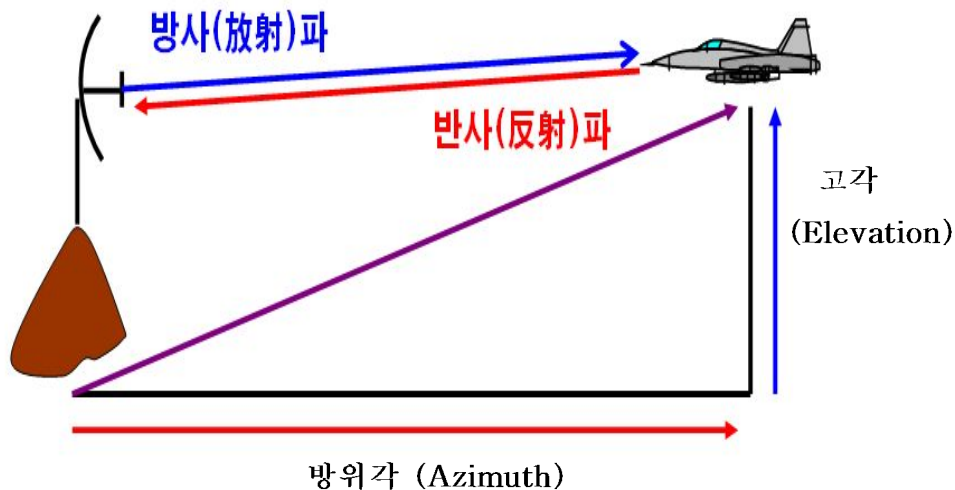
레이더란 원어로, RADAR(Radio Detection And Ranging)이며, 해석하자면 무선파(無線波)를 이용하여 목표물을 탐색하고 거리 정보를 알 수 있는 시스템(System)이라 할 수 있다. 즉, 사람이 평상시 육안으로 관측할 수 없는 상황에 있을 때(야간, 안개, 물체가 멀리 있어 관측이 불가능할 때) 이를 알 수 있도록 시각적인 면에서 감각(感覺)능력을 확장하는 분야의 시스템이라고도 말할 수 있다. 사람이 육안으로 관측할 수 없는 것을 볼 수 있도록 해주는 것이 레이더의 본질이며 존재(存在) 이유이다.

레이더가 처음으로 개발된 배경은 제2차 세계대전 당시에 영국이 독일군 폭격기(爆撃機)²⁵⁾의 공습으로부터 본토(本土)를 방어하기 위해 항공기의 접근을 미리 파악하기 위해서였다. 독일군의 폭격기가 접근하는 방향과 거리를 알게 되면 상대적으로 기동성이 뛰어난 영국의 요격기(邀撃機)²⁶⁾가 독일군 폭격기의 접근로에 미리 전개(展開)하여 교전(交戰)할 수 있기 때문이다. 레이더를 이용하여 적 항공기의 접근을 사전에 알 수 있다면, 적 항공기의 접근(接近)을 탐지하여 경고함으로써 적기를 격추(擊墜)하기 위한 전투기 및 방공무기를 통제하고, 장비 및 인원이 대피(待避)하기 위한 시간을 확보할 수 있게 된다. 이러한 레이더를 이용한 조기경보(早期警報)가 방공작전을 수행함에 있어 가장 중요한 요소라고 할 수 있다.

여기서 가장 중요한 부분은 적 항공기의 움직임을 계속적으로 추적하여 위치가 변화하는 동선(動線)을 알아내는 레이더의 기능이다. 표적(標的)의 위치를 파악하기 위해서는 거리(Range)와 방향(Angle)의 정보를 정확히 알아야 한다.

-
- 25) 폭격기(爆撃機 : Bomber) : 공중에서 폭탄을 이용하여 지상표적을 공격하는 항공기로 자체 생존성을 보장하기 위해 공대공 무기를 탑재하기도 하나 다량의 폭탄을 탑재하기 때문에 전투기에 비해 기동성과 공대공 교전능력이 떨어짐
- 26) 요격기(邀撃機 : Interceptor) : 공중표적의 식별이나 교전을 위해 사용되는 유인항공기를 말하며, 통상 적성 항공기를 격추하기 위한 임무를 수행하는 항공기를 말하며 적성 항공기와 효과적으로 교전하기 위해서 기동성과 조종능력이 뛰어나고 공대공 전투수행 능력이 뛰어난 항공기를 말함

<그림 2-1> 레이더 거리 및 방향(방위각, 고각)측정



거리정보 R(Range)을 알기 위해서는 그림 2-1과 같이 레이더에서 방사(放射)되는 전자기파가 표적에 맞고 돌아오는 시간(T_r)에 전파의 속도(빛의 속도²⁷⁾)를 곱하여 2로 나누면 된다.

$$\text{※ 거리 } R = \frac{CT_r}{2} \quad (C = \text{빛의 속도}, T_r = \text{시간})$$

거리정보를 알았다면, 레이더 방향에서 표적으로의 가시(可視)경로와 기준방향의 각도(角度)성분을 알아야 한다. 그림 2-1과 같이 레이더에서 전파를 방사한 뒤 표적에 반사된 전파를 수신하게 되면 레이더를 기준으로 표적의 방향을 알 수 있다. 레이더에서 방사된 전파의 기준방향을 각도성분(角度成分)이라 하는데 일반적으로 수평성분과 수직성분으로 나뉜다. 수평성분을 방위각(Azimuth)이라 하고 수직성분을 고각(Elevation)이라 한다. 이러한 방식으로 레이더를 기준으로 표적까지의 거리, 방위각 및 고각을 알아내게 되면 표적의 정확한 위치를 식별(識別)할 수 있게 된다.

27) 빛의 속도 : 빛의 속도는 ‘광속도’라 하며 일반적으로 빛의 진동수와 전달되는 물질의 종류에 따라 다르나, 진공속에서는 진동수에 관계없이 일정한 크기를 가진다. 그 값은 매초 약 30만km, 정확하게는 $299790 \pm 0.9 \text{ km/s}$ 로 알려져 있다.(출처 : 네이버 백과사전)
빛의 속도가 진공속에서는 일정하지만 대기중에서는 공기의 영향에 따라 속도가 다소 느려지나 측정할 수 없을 정도로 극미한 차이만 보이므로 레이더에서 전파를 방사한 뒤 반사파가 돌아오는 시간에 진공속에서의 빛의 속도를 곱하더라도 최종 거리 R의 값에는 거의 차이가 없음

제 3 절 레이더 표적탐지 및 추적 원리

레이더가 전파를 방사한 뒤 수신하는 신호(信號)는 탐지하고자 하는 표적신호 외에 표적 주변의 불필요한 신호(잡음, Clutter²⁸⁾)까지도 포함한다. 이는 레이더가 넓은 지역의 표적을 효과적으로 탐지하기 위해 전파를 넓은 방향으로 방사하기 때문인데, 이러한 전파를 방사하는 폭을 빔폭(Beam Width)이라 한다. 만약, 빔폭을 좁히면 불필요한 신호는 줄일 수 있으나, 탐지폭이 좁아지는 문제와 일정 수준이하로 빔폭을 줄일 수 없는 기술적 한계가 있다.

<그림 2-2> 레이더 표적탐지간 잡음

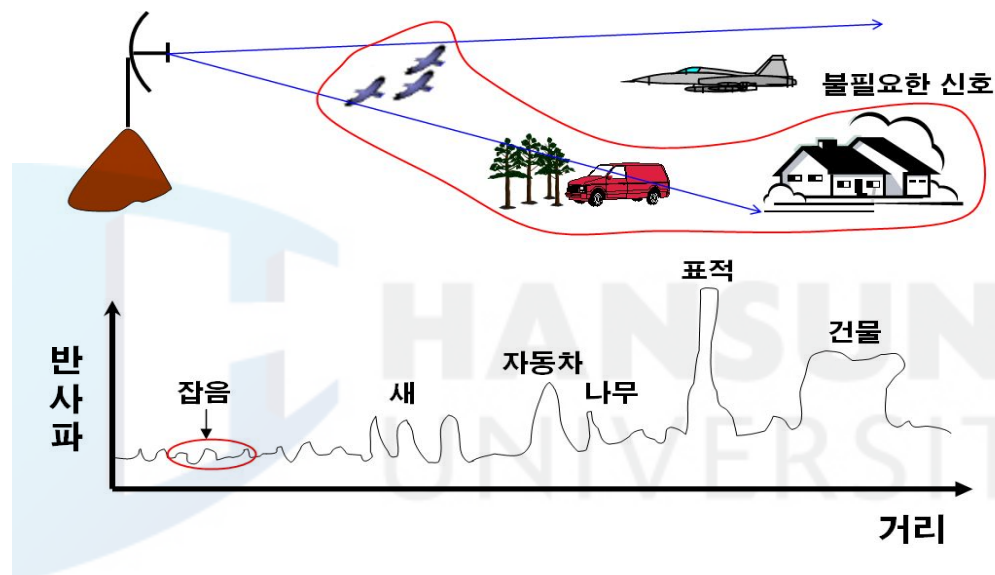
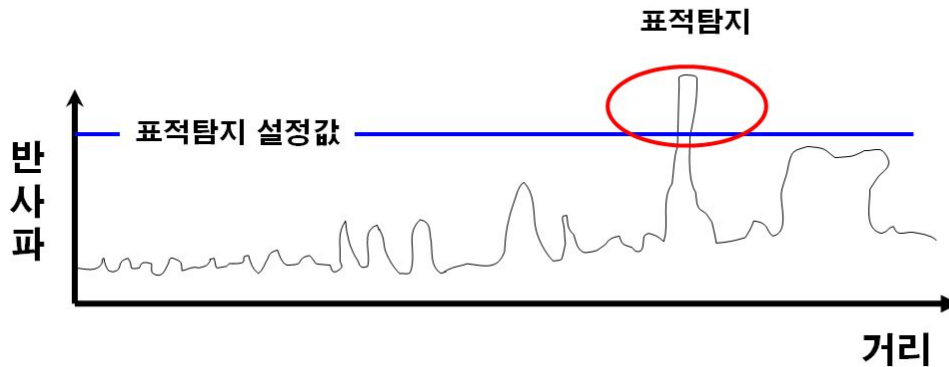


그림 2-2는 수신신호에 레이더가 탐지하고자 하는 표적인 항공기 외에 차량과 건물, 나무나 새와 같은 불필요한 신호도 포함되어 있음을 보여주고 있다. 그림 2-2에서 표적과 불필요한 신호와는 무관하게 거리 전반에 걸쳐 일정한 세기의 신호를 볼 수 있는데, 이는 레이더 장비 내·외에서 발생하는 잡음(雜音) 때문이다. 따라서 수신된 신호 중 표적신호를 가려내기 위해서는 일정한 설정(Threshold)값이 필요하다.

28) 클러터(Clutter) : 지면, 해면, 빗방울, 장애물, 방해전파 등으로 인해 레이더 화면에 생기는 불필요한 반사상

<그림 2-3> 표적탐지 설정값



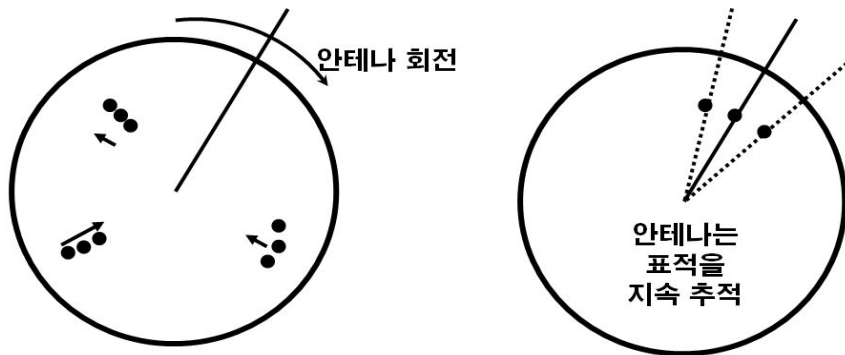
만약, 설정값을 주지 않는다면 레이더는 잡음을 포함한 모든 신호를 표적으로 인식하게 되는데, 그림 2-3처럼 적절한 설정값을 주면 표적신호를 식별할 수 있게 된다.

또한 탐지된 표적신호 중에서 이동표적인 항공기와 고정표적인 건물 및 나무 등을 구분하는 방법은 두 가지가 있다. 첫째는 탐지를 여러 번 수행(遂行)하여 표적의 위치변화(位置變化)로 이동표적을 판단하는 것이며, 둘째는 이동표적에서 반사되어 수신된 신호의 주파수 변화(도플러 효과²⁹⁾)를 측정(測定)하여 판단하는 것이다. 주파수 변화를 측정하는 방법은 한번의 탐지로 이동표적 여부를 판단할 수 있으며, 이동속도를 정밀하게 식별할 수 있어 일반적으로 이동표적 탐지 레이더에 많이 쓰인다.

추적은 탐지된 표적에 대한 정보(거리, 방위각, 고각, 이동속도)로부터 차후표적(此後標的)의 정보를 예측하는 것으로, 탐색중 추적(TWS : Tracking While Scan)과 연속적인 추적 방법이 있다. 탐색중 추적은 그림 2-4의 좌측과 같이 안테나를 회전시키면서 다수의 표적에 대한 추적정보를 제공하며, 연속적인 추적은 그림 2-4의 우측과 같이 특정 1개 표적에 안테나를 지향시켜 지속적으로 추적하는 방식이다.

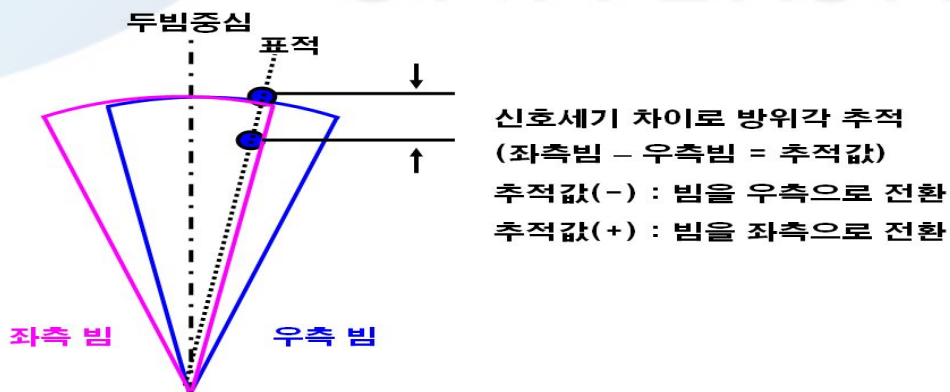
29) 도플러 효과(Doppler效果) : 상대 속도를 가진 관측자에게 파동의 진동수와 파원(波源)에서 나온 수치가 다르게 관측되는 현상으로 주파수의 변화에 따라 표적이 관측자를 기준으로 접근하는지 멀어지는지 알 수 있는 효과로 레이더에서는 표적의 속도와 위치를 파악하는데 활용하고 있음

<그림 2-4> 탐색중 추적(좌)과 연속적인 추적



탐색중 추적(TWS)은 탐지 표적들에 대한 위치를 예측(豫測)하여 표적이 사라지더라도 예측 결과를 화면상에 계속 표시해 준다. 탐지된 표적이 건물 뒤로 숨은 경우 이전의 표적위치를 기초로 예측된 위치를 4~5회 화면에 표시함으로써 표적이 건물을 통과시 다시 추적을 할 수 있게 한다. 보통 이러한 탐색중 추적방식은 탐지레이더에 많이 활용되고 있다. 연속적인 추적은 탐색중 추적과는 달리 각도(방위각, 고각)를 추적하여 안테나를 표적에 지향(指向)시키는 것으로 보통 추적레이더에 많이 사용된다. 탐색중 추적방법 중 순차적인 로빙³⁰⁾(Sequential Lobing) 방법에 대해 알아보면 다음과 같다.

<그림 2-5> 순차적인 로빙 방법



30) 로빙(Lobing) : 잎사귀 모양으로 안테나 빔 형태를 말함

순차적인 로빙 방법은 그림 2-5와 같이 표적이 위치한 곳의 좌우측에 안테나 빔을 번갈아 방사하는 것이다. 그림 2-5처럼 두 개의 빔으로 표적을 측정할 결과 좌측 빔의 세기가 우측 빔의 세기보다 낮게 측정되었다면, 레이더는 안테나 방향을 우측으로 전환시켜 안테나 빔을 표적에 유지시킴으로써 지속적으로 표적을 추적하게 된다.

즉, 인위적으로 표적의 좌우측에 빔을 방사함으로써 신호 세기의 차이를 발생시켜 차이가 '0'이 되는 방향으로(두 안테나 빔 중심 방향, 두빔중심) 안테나를 전환함으로써 표적을 추적하는 방식이다.

제 4 절 레이더 탐지거리

레이더는 기본적으로 전파를 방사하여 표적에 반사된 전파를 수신하여 표적을 탐지하는 것으로써 탐지거리는 안테나의 성능에 따라 달라진다. 레이더의 탐지거리에 영향을 미치는 요소는 송신출력(送信出力), 표적의 레이더 반사단면적(RCS), 안테나 유효단면적((有效斷面積), 송신안테나 지향성이득(指向性利得), 레이더가 탐지할 수 있는 최소탐지(最小探知) 신호전력(信號電力) 등이 있다. 각 영향요소들을 살펴보면 다음과 같다.

송신출력은 송신기에서 방사되는 전력으로 W(Watt)로 표시되며, 레이더 탐지거리와 직접적으로 관련되어 있다. 그러나 송신출력이 너무 클 경우 오히려 레이더가 적에게 탐지되어 전파방해를 받을 수 있으므로 레이더마다 최적화(最適化)하여 운용하여야 한다.

표적의 레이더 반사단면적(RCS)은 다음 식과 같이 표현되고 단위는 m²이며 값이 크면 클수록 먼 거리에서도 탐지된다.

$$\ast \text{RCS} = A \times \frac{P_{r\text{레이더방향으로반사전력}}}{P_{i\text{표적에입사전력}}}$$

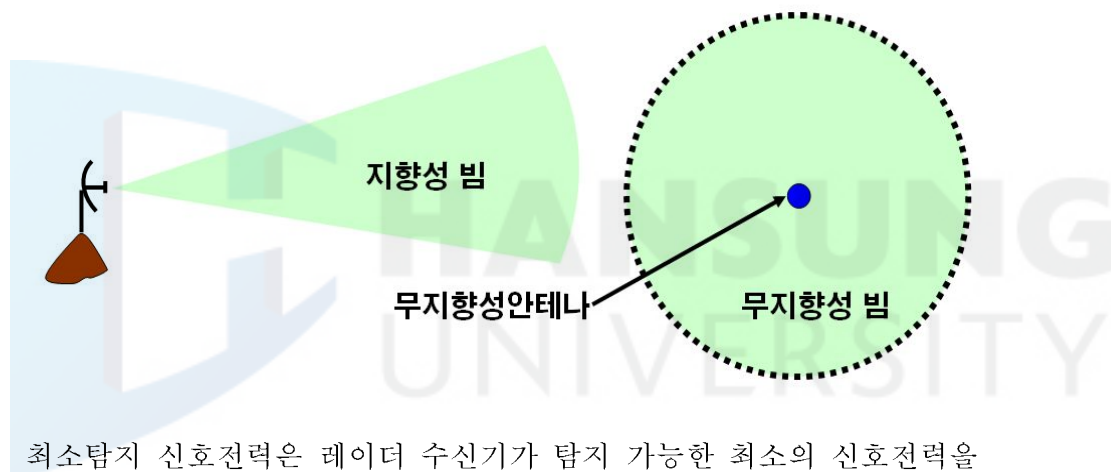
여기서, A는 레이더가 표적을 바라보았을 때 정면에서 보이는 면적이며, Pr 과 Pi 는 전력을 나타낸다. 표적의 반사단면적은 표적의 재질(材質), 이동방향 및 속도, 사용 주파수 등에 따라 다르다. 마이크로파(Microwave)

대역(Band)에서 대표적인 RCS 값으로는 소형 전투기 2m^2 , 사람 1m^2 등이 있다.

안테나 유효단면적은 안테나를 바라보았을 때 정면에서 보이는 면적에 안테나 반사(反射) 유효계수(有效係數)를 곱한 것이다. 즉, 안테나의 면적 대비 전자파를 방사한 뒤 표적에 반사된 반사파를 수신할 수 있는 효율(效率)의 비율(比率)을 의미한다. 유효 단면적이 크면 클수록 반사신호를 많이 받을 수 있어 미약한 신호도 탐지할 수 있게 되므로 탐지거리가 늘어난다.

송신안테나 지향성이득이란 그림 2-6과 같이 지향성 안테나에서 방사된 전력 대 무지향성 안테나에서 방사된 전력의 비를 나타낸 것으로, 안테나가 가리키고 있는 방향으로 방사 에너지가 집중되는 정도를 말한다.

<그림 2-6> 무지향성 및 지향성 안테나 빔



최소탐지 신호전력은 레이더 수신기가 탐지 가능한 최소의 신호전력을 말하는 것으로 값이 작을수록 먼 거리의 미약한 표적신호도 탐지할 수 있다.

앞의 요소들 중 송신출력, 표적의 반사단면적, 안테나 유효단면적, 송신 안테나 지향성이득은 탐지거리에 비례하고, 최소 탐지 신호전력은 탐지 거리에 반비례한다. 따라서 송신출력을 항공기에 탐지되지 않는 한도(限度) 내(內)에서 최대한으로 운용하고, 표적의 반사단면적과 안테나 유효단면적과 송신안테나의 지향성 이득을 크게 하면 탐지거리는 늘어난다.

하지만 안테나의 탐지거리를 늘리기 위해서 송신출력을 강하게 하고 안테나의 유효단면적과 송신안테나의 지향성 이득을 크게 하려면 기술적인 수준에 따라 다소 차이가 있지만 레이더의 크기가 커지게 되는 문제점이 있다.

제 5 절 레이더 구성품

레이더의 성능(性能)을 변화시키는 요소는 앞에서 언급한 바와 같이 여러 가지가 있으며, 이러한 레이더 성능을 결정하는 구성품에는 송신기, 수신기, 안테나가 있다. 레이더의 성능을 향상시키기 위해서는 필연적으로 레이더 구성품의 성능을 향상시켜야 하는데 이러한 레이더 구성품의 종류와 특성은 다음과 같다.

1. 송신기

송신기는 레이더 발명 초기에 레이더 체계 가격의 대부분을 차지했을 정도로 레이더의 기본 성능을 좌우하는 중요한 부품이다. 송신기의 송신출력이 강할수록 레이더의 탐지 및 추적거리가 늘어나게 되지만 적에게 탐지될 확률도 늘어나게 된다. 따라서 각각의 레이더는 장거리용과 단거리용, 중거리용으로 구분하여 레이더별 탐지 및 추적 거리에 맞는 적절한 출력을 가져야 한다. 또한 체계 적용에 있어서도 다른 구성품과의 조화를 이룰 수 있어야 최적의 성능을 발휘할 수 있다.

레이더 송신기중 과거에 비교적 많이 사용되었던 마그네트론(Magnetron) 송신기는 저렴한 가격과 편리한 규격(規格), 중량(重量), 높은 효율(效率) 그리고 위험한 X-선³¹⁾ 발진(發振)을 하지 않는 저전압(底電壓) 운용으로 많은 설계자 및 운용자들이 사용해 왔다. 두 번째 클라이스트론(Klystron)³²⁾ 송신기는 고전력, 높은 이득의 특징을 가지고 있으며, 펄스

31) X-선(線) : 빠른 전자를 물체에 충돌시킬 때 방출되는 투과력이 강한 복사선(전자기파)

32) 클라이스트론(klystron) : 극초단파(極超短波)의 발진(發振)·증폭(增幅) 따위에 쓰는 진공관의 하나.

(Pulse)³³⁾압축 및 도플러 성분의 표적 정보표시 등의 레이더에 사용되고 있다.

세 번째 진행파관(進行波管) 송신기는 클라이스트론과 비슷하지만 더 넓은 광대역(Broadband)³⁴⁾ 주파수(周波數) 범위에 사용할 수 있다는 장점을 지니고 있다.

마지막으로 고체 송신기(반도체 모듈)는 트랜지스터(Transistor), 발진기(發振器) 소자(素子) 등의 고체 장치로 구성된다. 특히 실리콘(Silicone) 바이폴라(Bipolar) 트랜지스터는 주로 낮은 주파수 대역(Band)에서 설계되었고, 다이오드(Diode)는 보다 높은 마이크로파(Microwave) 주파수 대역에서 활용되어 왔다. 고체송신기는 다른 송신기에 비해 전력이 낮고, 여러 개의 고체 송신기를 직렬(直列) 또는 병렬(並列)로 연결하는 기술을 활용하여 고출력 특성을 얻는 장점이 있으며, 최근 집중적인 발전이 이뤄지고 있다.

<그림 2-7> 송신기 종류



(마그네트론)

(클라이스트론)

(진행파관 송신기)

(반도체 모듈 고체송신기)

33) 펄스(Pulse) : 아주 짧은 시간에 큰 진폭을 내는 전압이나 전류 또는 파동

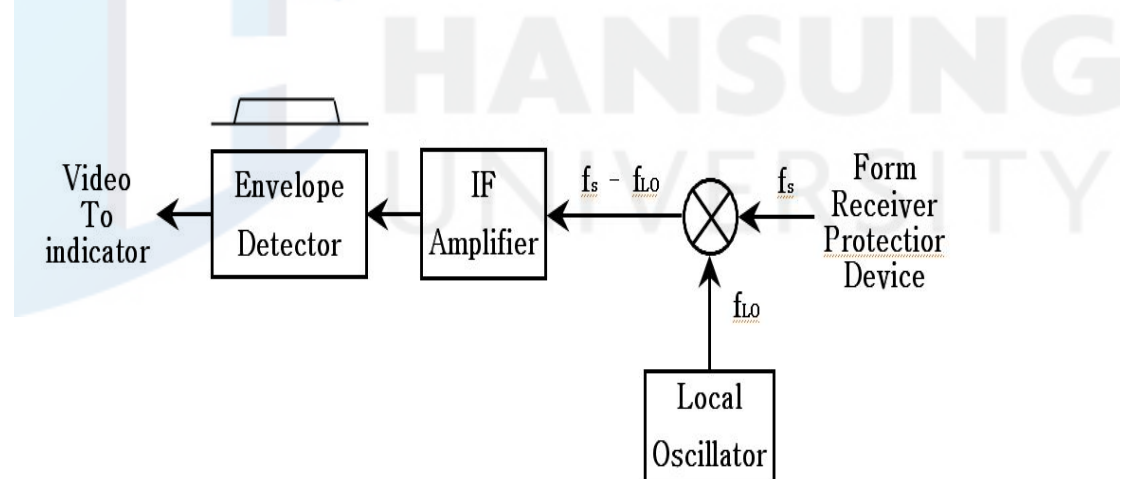
34) 광대역(Broadband) : 기술 개발에 따라 범위도 확대되는 상대적 개념으로 보통보다 아주 넓거나 빠른 대역의 주파를 의미함

2. 수신기

수신기는 표적 신호를 정확히 검파(檢波)하는데 주목적이 있으며, 잡음과 간섭(干涉) 또는 클러터(Clutter) 속에서 에코(Echo)³⁵⁾신호를 추출하는 구성품이다. 레이더가 표적을 식별하기 위해서는 불필요한 신호에서 원하는 신호를 분리하고, 레이더에 정보가 전시(展示)되도록 일정한 수준으로 원하는 신호를 증폭(增幅)하여야 한다. 수신기 설계의 기초는 잡음을 최소화하는 것인데, 이를 위해 정합 필터(Filter)라는 구성품을 통해 내·외부 잡음이 적게 나오도록 설계되어야 한다. 특히 표적신호가 가장 작은 입력단에서부터 잡음성분을 최대로 없애고 난 후, 표적 신호만을 전시하는 출력단에 이르기까지 충분한 이득, 위상(位相) 및 진폭(振幅) 안정도(安定度), 동조(同調) 등이 반드시 조화를 이루도록 설계되어야 한다.

수신기 신호처리 방식은 슈퍼재생, 수정 비디오 그리고 동조 무선 주파수 수신 등 다양한 방식이 있지만, 이중 슈퍼헤테로다인(Superheterodyne) 방식이 양호한 감도(感度), 높은 이득, 선택성(選擇性), 신뢰성(信賴性)의 특성을 가지고 있어 거의 배타적(排他的)으로 사용되고 있다.

<그림 2-8> 슈퍼헤테로다인 시스템방식³⁶⁾



현재 우리가 쓰고 있는 대부분의 통신 시스템은 「슈퍼헤테로다인」 방

35) 에코(Echo) : 레이더에서, 표적에 반사되어 되돌아온 신호. 또는 그 신호에 의하여 레이더 스크린의 스크린 위에 그려지는 궤적

36) 구찬미(2010), "3rd Military Radar", 국방과학연구소 전자도서관 해외기술자료, p.241

식이다. 슈퍼헤테로다인 방식은 1918년 E. H. Amstrong이 개발한 것으로³⁷⁾ 다양한 주파수의 반송파(搬送波)에서 정보(소리 또는 화상)를 복구해내는 가장 일반적인 기술이다.

슈퍼헤테로다인 방식은 수신파에 의해 생성되는 고주파 전류와 수신기에서 생성하는 저주파의 전류를 결합하여 두 파의 주파수 차이에 해당하는 주파수를 가지는 맥놀이(헤테로다인)를 발생시키는데, 이 주파수를 중간주파수(IF)라고 한다. 중간주파수는 가청주파수보다 큰 값을 가지며 원래의 고주파신호에 비해 더 높은 이득과 선택도로 증폭될 수 있고, 원래의 반송파와 동등한 정도의 변조를 포함하고 있으며, 이를 검파기에 입력하여 음성신호 또는 다른 출력신호를 얻을 수 있게 된다.

즉 슈퍼헤테로다인 방식은 그림 2-8과 같이 반송파(Carrier) 주파수와 기저대역(Baseband) 주파수를 직접 변환(變換)하지 않고, 중간에 일정한 주파수로 변환하여 처리하는 시스템이다. 즉 반송파 $\leftrightarrow$ 기저대역 주파수로 변환하는 게 아니라 반송파 $\leftrightarrow$ 중간주파수(IF) $\leftrightarrow$ 기저대역과 같이 변환하는 것이다.

이와 반대로 중간주파수(IF)를 사용하지 않는 Zero-IF, 즉 직접변환(Direct Conversion)방식도 존재하지만, 대부분의 통신 시스템은 이러한 IF를 사용하는 슈퍼헤테로다인 방식이다. 이렇게 중간주파수를 사용하는 이유는 여러 가지가 있는데, 수신기의 감도향상과 채널(Channel) 선택도를 좋게 하기 위해서이다.. 슈퍼헤테로다인 방식에는 다시 주파수변환을 하는 더블(Double) 슈퍼헤테로다인 방식과 3도 변환을 하는 트리플(Triple) 슈퍼헤테로다인 방식도 있다.

3. 안테나

안테나는 도파관(導波管)³⁸⁾을 이용하여 자유 공간상에 전파를 보내기 위한 에너지 변환 역할을 하는 구성품으로 송신과 수신기능이 있다.

안테나의 송신기능은 안테나를 통해 방사되는 에너지가 공중에서 요구되는 방향으로 향하도록 빔(Beam)을 집중시키는 것이고, 수신기능은 안테

37) 백주기 외(2010), 『디지털 통신이론』, 광명, 백티닷컴, p. 127

38) 도파관(導波管) : 마이크로파(波)의 발진(發振)에 쓰는 가운데가 빈 금속관

나를 통해 표적신호를 포함한 에너지를 수집하여 수신기로 전달하는 것이다.

이 두 가지 역할을 송신 이득(Gain) 과 유효수신 애퍼처(Apeture)라고 한다. 『이득』은 특정 방향에 빔을 집중시키는 안테나 능력의 정도를 의미하고, 『애퍼처』는 안테나를 통해 방사되는 전파의 유효 범위내 표적을 검출하는 구역을 의미한다.

안테나의 종류로는 가장 많이 사용되고 있는 원형(圓形)의 오목한 반사판을 활용하는 포물(拋物)반사기 안테나, 기계 구성품을 구동 시키지 않고 정지된 상태에서 빔을 방사하는 렌즈(Lens)안테나, 최근 많은 연구가 되고 있는 상대 전류의 위상(位相)과 진폭(振幅)에 의해 형상(形相)과 방향이 결정되는 지향성(指向性) 안테나인 위상배열(位相配列) 안테나가 있다.

<그림 2-9> 안테나 종류³⁹⁾



(포물 반사기 안테나)



(렌즈 안테나)



(위상배열 안테나)

앞에서 언급(言及)한 송신기, 수신기, 안테나는 레이더 체계를 이루는 기

39) 구찬미(2010), “3rd Military Radar”, 국방과학연구소 전자도서관 해외기술자료, p.348

본 구성품이다. 특정(特定) 구성품의 성능이 우수하다고 하여 레이더가 우수한 성능을 발휘하는 것은 아니며 각 구성품이 조화를 이룰 때 최적(最適)의 성능을 발휘할 수 있다.

특히 레이더가 탐지하는 표적은 정지된 표적과 이동 표적(횡단, 종단)이 있으며, 둘 다 표적 신호인 에코(Echo)성분을 가지고 있다. 그러나 이동표적은 거리(Range)와 위상(Phase) 변화를 가지는 도플러 효과가 있는데 이러한 표적을 찾는 데 보통 레이더가 운용되고 있다. 그러나 이동 표적을 탐지하기 위해 수신된 신호에서 잡음과 에코신호를 분리하여 표적을 탐지하는데는 많은 어려움이 있다.

특히 표적의 레이더단면적(RCS), 신호의 단면적 요동(搖動), 체계손실(體系損失), 야전 열화(劣化)⁴⁰ 등 기타 손실요소와 환경적 특성인 지표면(地表面) 및 해면(海面) 잡음, 강수(降水) 속에서의 표적의 탐지, 굴절(屈折) 및 회절(回折) 등 여러 가지 요소들이 작용하여 표적신호 검출(檢出)을 더욱 어렵게 만든다. 이렇듯 레이더 구성품간의 연동과 표적 및 환경변화 특성은 레이더를 개발하는데 필히 고려되어야 할 사항이다.

40) 열화(劣化) : 절연체가 외부적인 영향이나 내부적인 영향에 따라 화학적 및 물리적 성질이 나빠지는 현상

제 3 장 미래 전장환경 및 레이더 위협체계

제 1 절 레이더 발달사 및 발전방향

레이더만큼 전자공학(電子工學)을 최대로 활용하고 시대의寵兒(寵兒)로서 크게 진화(進化)한 것은 없다. 제2차 세계대전 중 사람을 대신하여 주야(晝夜), 날씨에 관계없이 원거리(遠距離)에서 목표를 탐지하기 위해 개발된 레이더는 과학기술의 발달과 함께 지속적으로 발전해 왔다.

최초 진공관의 아날로그 기술에서 반도체 및 컴퓨터 등 디지털 기술로, 그리고 고집적화와 소규모화(Downsizing)에 의한 소형화, 경량화, 고성능화로 경이(驚異)적인 진보(進步)를 하였다.

기능은 최초에는 목표 위치를 파악할 정도의 원시적인 레이더로부터 시작하여 위치 정확도를 높이기 위한 고주파수화, 탐지거리를 연장시키기 위한 대출력화가 이루어졌고, 이동표적을 탐지하기 위한 탐색중 추적(TWS) 기술, 신호 대 잡음비(S/N)⁴¹⁾를 향상하기 위한 기술이 발전하였다.

안테나는 지향성 빔을 만들어 기계적으로 회전시켜 공간주사만 하는 것으로부터 기계적으로 고정된 위상배열 안테나로 지향성 빔을 전자적으로 주사하는 것으로, 수동소자만으로 구성된 수동형으로부터 능동소자를 이용한 능동형으로, 안테나 내에 소출력의 소형 레이더를 복수(複數) 배열하여 안테나가 레이더의 대부분의 기능을 차지하는 것으로 발달하였다. 레이더의 이동표적 탐지시에 목표의 거리는 전자파의 왕복시간을 계산하여 광속 단위로 측정할 수 있지만, 목표의 방향에 관해서는 레이더 빔을 기계적으로 회전하는 경우에는 관성 모멘트(Moment)를 수반(隨伴)하고 전역주사(全域走査)에 초단위의 시간을 필요로 하여 목표 갱신속도(更新速度)가 지연(遲延)된다. 하지만 전자주사 빔의 경우에는 어느 곳에 있더라도 목표의 제원을 실시간 다량으로 탐지할 수 있고, 컴퓨터에 의한 신호처리의 고속화와 더불어 전(全) 처리행정(處理行程)의 광속화가 가능해진다.

41) 신호 대 잡음비(Signal to Testing : S/N비) : 수신기·증폭기를 비롯하여 일반 전송계에서 취급하는 신호와 잡음의 에너지비율을 말함

최근에는 컴퓨터를 활용한 광속(고속)처리로 송신펄스(Pulse)마다 빠르게 목적에 합당한 송신전력, 송신파형, 빔 패턴을 바꾸어 전자에너지의 유효 활용과 최적관리를 할 수 있도록 하며 그래도 남아도는 여유시간은 다기능 처리를 하는 다기능 레이더(MFR⁴²⁾)가 개발되어 운용되고 있다.

소자(素子)는 1980년대로부터 약 20년 사이에 금속반도체 전해⁴³⁾효과 트랜지스터에서 고(高)전자 이동성 트랜지스터로, 송신전력은 5W에서 1W로 각 방면에서 소규모화가 진행되어 소형, 경량, 고출력, 콤팩트(Compact)화가 진행되었다.

최신 레이더는 독일, 네덜란드의 선진 능동 위상배열 레이더(APAR⁴⁴⁾) 및 AN/SPY-3⁴⁵⁾과 같이 다기능화에 그치지 않고 나아가 레이더가 갖는 대출력 마이크로파 발생 기술과 에너지 지향특성을 이용하여 레이더의 본래 모습과는 다른 지향성에너지 무기(DEW⁴⁶⁾)로서 대인 비살상(非殺傷) 공격기능 까지 추구(追究)하고 있다.

제 2 절 현(現) 육군 방공레이더 운용체계

우리나라 육군이 보유하고 있는 방공무기 체계로는 미국에서 60년대 개발한 발칸포를 면허생산하여 1977년도부터 배치 운용중인 20mm대공포 발칸(Vulcan)⁴⁷⁾이 주력 대공무기로 운용중이며, 일부지역에만 배치되어 있는 스위스의 60년대 개발품인 35mm 오리콘(Oerlikon)⁴⁸⁾도 운용되고 있다. 한편 휴대용 SAM(Surface to Air Missile)으로는 영국제 재브린(Javelin), 프랑스제 미스트랄(Mistral), 러시아제 이글라(Igla)가 배치되어 운용되고 있다. 그러나 대부분의 무기체계가 많게는 30~40년 이상, 적게는 10년 정

42) MFR : Multi Function Radar의 약자

43) 전해(電解) : 물질에 에너지를 가하여 산화, 환원반응이 일어나도록 하는 것

44) APAR : Advanced Active Phased Array Radar의 약자

45) AN/SPY-3 : 미국에서 개발한 S밴드 및 X밴드 대역에서 항공기를 탐지하는 방공레이더

46) DEW : Directed Energy Weapon의 약자

47) 발칸(Vulcan) : 미국에서 개발된 20mm대공포로 6개의 포열이 결합되어 회전하면서 탄을 발사하여 발사속도가 높음

48) 오리콘(Oerlikon) : 스위스에서 개발된 35mm 견인식 대공포

도 운용되고 있는 구형 무기체계로서 짧은 유효사거리(有效射距離), 야간 교전능력 제한, 기동능력 취약(脆弱), 명중률(命中率) 저조(低調), ECM⁴⁹⁾ 대응능력 부족 등 장비성능의 부족으로 인해 현대화된 항공기에 대응하기는 매우 제한적이다.

그나마 2000년대 들어 발칸 및 오리콘 대공포의 지속적인 장비성능 개량(改良)과 천마(天馬)⁵⁰⁾, 비호(飛虎)⁵¹⁾, 신궁(神弓)⁵²⁾ 등 신규장비가 전력화(戰力化)되어 이러한 미흡분야를 보완하고 있지만 군사과학기술의 발전 추세상 미래 공중위협에 대응하기 위한 방공무기 성능은 앞으로도 지속적인 발전이 요구되고 있다.

<그림 3-1> 육군방공무기 체계



49) ECM(Electronic Counter Measures) : 전자방해기술 및 장치

50) 천마(天馬) : 저고도 방공임무를 수행하는 단거리 대공유도탄 체계로 발사 및 유도제어 능력을 가진 복합무기체계로서 기동성이 양호하며, 짧은 반응시간과 높은 정확도, 정밀도를 보유하고 있는 방공무기 체계

51) 비호(飛虎) : 국내에서 개발된 단거리 방공무기체계로 주·야간 운용이 가능하고 탐지레이더에 의한 표적탐지와 자동추적이 가능한 30mm의 쌍열 자주대공포

52) 신궁(神弓) : 국내에서 개발된 휴대용 대공유도무기로 적외선추적으로 발사 후에 망각방식을 적용한 방공무기체계

육군방공 무기체계 중 레이더를 위주로 살펴보면, 공군의 중고도 및 고고도 레이더의 사각지대(死角地帶)를 보완(補完)하기 위한 저고도 탐지레이더⁵³⁾를 군단별로 배치하여 운용하고 있으며, 천마와 비호는 자체 탐지레이더를 장착하여 운용 중에 있다. 특히 공군의 장거리레이더 탐지 사각지대를 보완하기 위한 저고도 탐지레이더는 저출력의 레이더를 활용하여 레이더가 적 항공기로부터 탐지되는 것을 방지(防止)하는 능력은 뛰어나지만 탐지거리가 짧고 소형표적에 대한 탐지는 제한되는 단점이 있다. 천마와 비호는 레이더와 타격무기체계가 혼합되어 있는 무기체계로 저고도 탐지레이더보다 짧은 탐지거리를 보유하고 있지만 자체 레이더를 통한 표적의 탐지 - 추적 - 식별 - 격파까지 한 무기체계로 모든 것을 자동화하여 처리할 수 있는 장점이 있다.

휴·SAM은 사수가 육안으로 조준하고 미사일이 적 항공기의 열을 추적하여 격파하는 무기체계로 레이더가 필요 없고, 발칸은 표적에 대한 거리와 속도만을 측정하기 위한 소형 레이더를 장착되어 있다. 이러한 단거리 대공무기체계는 조기경보 수신을 위해 저고도 탐지레이더의 항적정보를 수신하여 활용하고 있다.

육군 방공의 기본 개념은 공군의 장거리 레이더에 탐지된 항적정보를 조기경보망에 의해 수신하여 각 부대별 사격통제를 통해 피(彼)지원부대⁵⁴⁾에 대한 대공방어를 실시하는 것이다. 따라서 육군 방공무기는 비교적 단거리(短距離), 저고도의 방공무기만이 개발되어 운용되고 있는 실정이며, 특히 레이더는 공군레이더의 사각지대를 탐색하기 위한 저고도탐지레이더만을 개발하여 운용하고 있다.

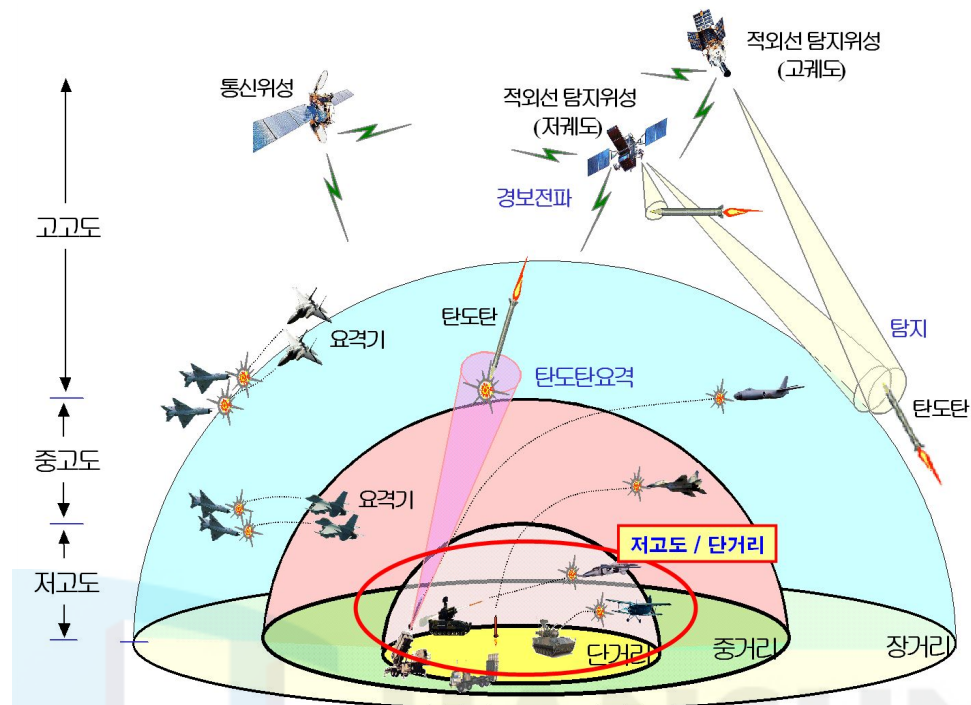
현재 육군 방공조기경보체계는 공군에서 장거리레이더로 탐지된 항적(航跡)을 전군조기경보망을 통해 수신하고, 자체 보유한 저고도탐지레이더에서 탐지된 제원을 추가로 전파하는 체계를 갖추고 있다. 현재의 운용개념에 의하면 그림 3-2와 같이 적 항공기가 공격할 경우 중·고고도는 공군

53) 저고도 탐지레이더(低高度探知 Radar) : 저고도 이동표적을 탐지·식별하여 단거리 방공무기에 표적제원을 제공하는 레이더 무기체계

54) 피지원부대 : 다른 부대로부터 지원 또는 보호를 받는 부대로 편제상 부대는 아니지만 필요시 요청에 의해 지원을 받는 부대

의 전투기 및 방공무기가 담당하고 육군 방공무기는 저고도 항공기에 대해 대공방어를 실시하여 다층방어를 하는 것이다.

<그림 3-2> 방공무기 운용개념⁵⁵⁾



한반도 지형 및 기후변화의 특징을 살펴볼 때, 동고서저(東高西低), 남저북고(南低北高)의 지형과 집중적인 강우(降雨), 고온다습(高溫多濕) 현상이 레이더 운용에 최악의 조건이 되며, 이러한 기상조건으로 인해 시스템을 운용 하는데 적잖은 어려움이 발생한다. 다양한 복합지형(複合地形)에 따른 클러터(Clutter)와 대기온도(大氣溫度) 상승, 시스템상 열잡음(Thermal Noise) 발생 등 열악한 조건 요소들이 레이더를 운용하는데 커다란 장애요소가 되기 때문에 이를 극복(克服)하기 위한 효과적이고 기술적인 노력이 필요한 형편이다. 특히 지형의 기복(起伏)이 너무 심하여 레이더 운용상 사각지대가 많이 형성되고, 개활지(開豁地)와 해안선을 이용한 저고도 침투⁵⁶⁾가 용이(容易)하여 적 항공기의 침투(浸透)에 효과적으로 대응하기

55) 박광훈, 윤현구(2010), “지상 유도무기의 초음속 적용방안 및 초음속 연소실 내열설계에 대한 연구”, 『국방과 기술 2010년 2월호』, 한국방위산업진흥회, p. 92

56) 저고도침투(低高度浸透) : 전술적인 상황하에서 생존성을 보장할 수 있도록 가능한 저

위해서는 고성능의 레이더가 필요하다.

하지만 육군은 물론이거니와 공군도 2세대 레이더만을 운용하고 있어, 평균적으로 표적의 RCS가 1~2m² 이상일 경우에만 탐지가 가능한 문제점이 있다. 해군은 3세대 급의 레이더를 탑재한 이지스함인 KD-357⁵⁷⁾을 개발 및 운용하고 있어 레이더를 이용한 항공기 탐지능력이 뛰어난 것으로 판단되나 육군 및 공군과 협조체계(協調體系)가 미흡하여 연계된 작전을 수행하기에는 제한된다.

특히 이라크전에서 미군의 대레이더 미사일을 활용한 적 방공레이더 파괴를 보았을 때 현재의 레이더 체계로는 미래 스텔스기 위협 및 무인항공기의 위협에 대처하기 곤란하고, 대레이더 미사일을 이용한 공격에 취약한 단점이 있다.

제 3 절 現 선진국 방공레이더 운용 및 개발방향

선진국의 레이더 운용체계는 고출력 송신기를 이용하여 거리와 방위각 및 고각을 측정할 수 있는 3세대 레이더를 운용하고 있으며, 최근에는 반도체 송·수신 모듈의 발달을 통한 3차원의 다기능 레이더(MFR)를 개발 및 운용하고 있다. 다기능 레이더는 하나의 레이더로 표적탐지, 표적추적, 피아식별, 타격무기 통제 및 교신 등 여러 가지 임무를 복합적으로 수행하는 레이더이다. 선진국은 다기능레이더를 발전시키기 위해 레이더 시스템 구조에 갖추어야 할 필수 조건인 성능(Performance), 가용성(Affordability), 지원성(Supportability), 성장성(Growth) 등에 중점을 두고 높은 신뢰도와 정비소요를 최소화하는 형태의 레이더를 개발 및 운용하고 있다.

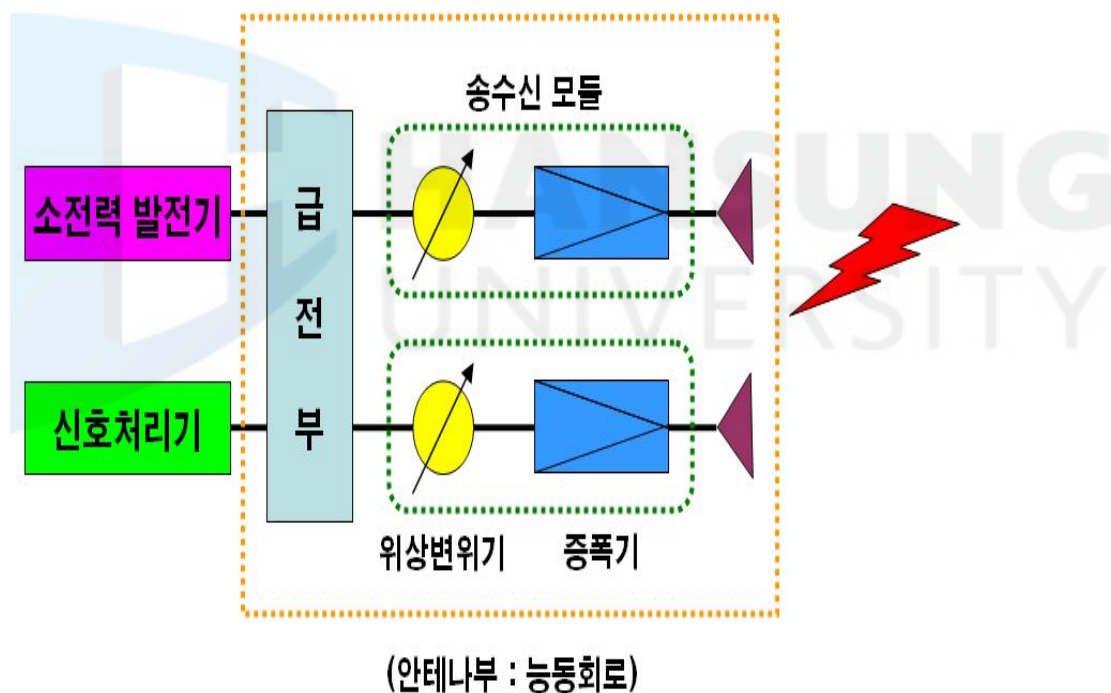
특히 최근에는 첨단 항공기의 스텔스 기술(Stealth Technology)에 대응하기 위해 레이더의 성능을 발전시키고 있다. 2세대 레이더가 표적을 인식

고도를 유지하여 적지 또는 위험지역 내에서 임무를 수행할 수 있도록 정확한 저고도 침투 경로를 사용하는 비행기술
57) KD : Korean Destroyer의 약자. 한국형 구축함.

하려면 일반적으로 레이더 단면적 크기가 $1m^2$ 이상이 되어야 한다. 그러나 스텔스 항공기는 이러한 레이더 단면적을 최소화하여 F-117A 기종의 경우 $0.1m^2$, B-2 기종은 $0.01m^2$ 로 너무 작고 날카로우며, 얇아서 표적으로 탐지하기가 매우 어렵다. 또한 레이더가 스텔스 전투기 방향으로 전파를 보내면 반사하지 않고 흡수 또는 산란(散亂)시켜 탐지 물체를 고정표적 및 잡음(Clutter)으로 인식하여 탐지되지 않을 확률이 매우 높다.

이러한 문제점을 극복하고자 서방 선진국들이 개발하고 있는 레이더 시스템이 한 개의 안테나를 이용한 위상배열(Phased Array)방식이다. 위상배열 방식이란 그림 3-3과 같이 안테나의 출력면에 기능소자를 배열하고, 소자 각각 크기 및 빔 조향 방향, 복사 패턴이 다양하게 작동되는 3차원 레이더이다. 배열방식은 선형, 평면, 곡면 배열을 수동(Passive) 및 능동(Active)소자를 이용하는 방식이 있다.

<그림 3-3> 능동형 위상배열 방식 시스템



위상배열 방식 레이더의 장점은 중·장거리 탐지가 가능하며, ECM에 대응하기 위한 전자방어능력 향상, 스텔스 표적에 대한 제한적인 탐지능력

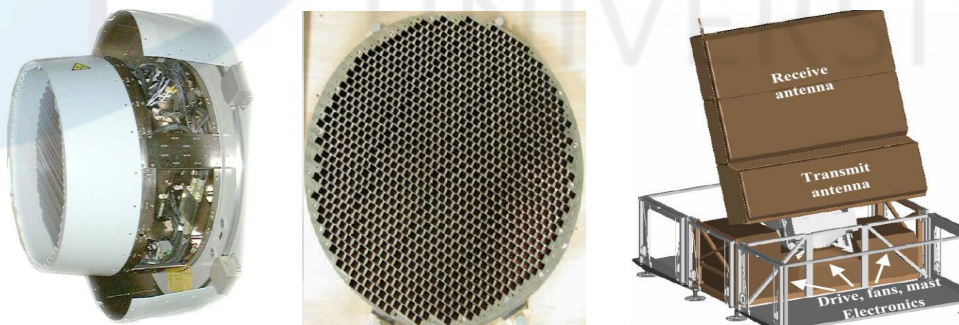
보유, 부품의 소형 및 경량화, 고효율 등이 있다.

최근 이스라엘에서는 3차원 레이더를 더욱 개량하여 탐지전 추적(TB D58)기술을 적용한 조기경보기를 시험운용하고 있다. 종래(從來)에는 오경보율(誤警報率)을 억제하기 위해 일정한 설정값 이하의 클러터(Clutter) 및 잡음을 제거하고 설정값 이상의 신호만을 추출하여 신호처리하는 방식이었지만, TBD에서는 설정값을 두지 않고 모든 반사파를 한꺼번에 받아들이고 고속신호처리와 대용량 기억장치로 신호처리 하는 방식이다. 또한 소형·경량의 타일 크기의 소형 레이더를 배열하여 배열안테나를 만들고, 타일의 수를 변경하면 출력이 변경되도록 하였다.

각각의 컴퓨터가 각각의 소형 레이더를 관리하는 방식이기 때문에 이제까지의 위상배열 레이더처럼 평면상으로만 배열되는 것이 아니라 선체나 기체 형상에 따라 레이더를 부착하고, 배열형상에 따른 전력량과 위상량을 컴퓨터가 보정 처리하는 방식이기 때문에 활용성이 뛰어난 장점이 있다. 특히 소형 목표를 찾는다면 전자주사 배열 레이더(AESA59))와 연계하여 목표로의 송신전력량을 증가시켜 탐지의 정확도를 높일 수 있는 최신의 방식이라고 할 수 있다.

따라서 선진국의 다양한 노력을 참고하면 우리 방공레이더의 발전방향도 자연스레 알 수 있을 것이라고 판단된다.

<그림 3-4> 현(現) 선진국 위상배열 레이더 체계60)



58) TBM : Track Before Detect의 약자

59) ASEA : Active Electronically Scanned Array의 약자

60) 구찬미(2010), "3rd Military Radar", 국방과학연구소 전자도서관 해외기술자료, p.59

제 4 절 스텔스기 위협

스텔스는 항공기와 같은 목표물의 탐지, 추적, 발사를 어렵게 하기 위해 사용되는 기술(技術), 전술(戰術) 및 기법(技法)을 포함하는 포괄적인 용어이다. 2차 대전 당시 방공레이더를 운용하여 독일의 공격으로부터 본토를 안전하게 방어할 수 있었던 영국은 우연히 목재로 만들었던 모스키토(Mosquito)항공기⁶¹⁾가 다른 기종에 비해 레이더 피(彼) 포착률(捕捉率)이 낮다는 것을 알게 되었고, 이러한 것을 발전시켜 전력화에 성공한 것이 미국 최초의 스텔스 전투기 F-117A이다. 미국은 20여 년간 스텔스 항공기에 대한 독점적인 권리를 향유(享有)해 왔는데, 스텔스 기술은 미국이 현대전에서 타국(他國)에 비해 우월(優越)하게 전투를 수행하는 원동력이 되었다. 레이더의 포착으로부터 자유로워지는 스텔스 기술의 특징은 전장에서 ‘먼저 보고’, ‘먼저 쏘고’, ‘먼저 공격한다’를 실현(實現)할 수 있다.

항공기를 탐지하는 기본적인 수단은 레이더로서 에너지 파동(波動)이 반사되어 목표물에 도달했을 때 반사파가 수신기로 되돌아오게 되며, 레이더는 반사파를 이용하여 운용자에게 표적이 어디에 있는가를 알려주게 된다. 스텔스 항공기는 레이더 장치가 수신하는 반사파를 감소시키면서 대부분의 레이더 에너지가 다른 방향으로 편향(偏向)되게 하는 방식으로 외부형상을 만든다. 또한 스텔스 항공기의 표면과 기체구조물에 레이더 흡수물질을 도포(塗布)하여 이러한 반사파를 더욱 감소시킬 수 있다.

스텔스 기술이라 하면 흔히 레이더에 잡히지 않게 하는 기술이라고 생각하고 있다. 하지만 정확하게 말하면 스텔스 기술은 레이더에 잡히지 않도록 하는 기술이 아니라 레이더에 잡히지만 레이더에 잡힌 형상이 항공기라고 생각하지 못하게 만드는 것이다.

표 3-1에서 보는 바와 같이 F-117A 전투기나 B-2A 폭격기는 다른 항공기에 비해 레이더반사면적(RCS)이 매우 낮은 것을 볼 수 있다. 즉 스텔스 전투기는 다른 항공기에 비해 레이더반사면적을 매우 낮은 수치로 줄

61) 모스키토(Mosquito) 항공기 : 2차 세계대전 중 영국이 물자 부족으로 금속제 항공기를 만들기가 제한되자 목재를 이용하여 제작한 정찰기 겸 전투 폭격기

여 적으로 하여금 아군의 항공기를 적기라고 판단하지 못하게 하는 성능을 가진 것이다. 중폭격기(重爆撃機)에 해당하는 B-2A의 레이더반사면적은 사람(1m²)의 1/10에 해당되는 거의 새 한 마리 정도의 레이더반사면적(RCS)을 가지고 있다.

[표 3-1] 항공기 기종별 RCS⁶²⁾

항공기 기종	RCS(m ²)
B-52	100
FB-111	7
F-4	6
MIG-21	4
MIG-29	3
Rafael-D	2
B1-B	0.75
B-2	0.010
F-117A	0.1

따라서 스텔스란 상대의 레이더망에 포착되지 않는 은폐 기능을 말하며, 레이더에 잡히는 형상의 크기를 줄여 그저 새나 커다란 벌레 정도로 생각하게 하는 것이다.

평면형의 금속물체는 레이더의 방사파를 모두 반사파로 되돌리기 때문에 스텔스 효과가 낮다. 원통과 같이 단일(單一) 곡면(曲面)을 가지는 표면은 레이더 방사파 에너지를 산란(散亂)시키는데, 그 정도는 원뿔형에서 더욱 강하게 나타난다. 즉 스텔스 효과가 가장 크다고 할 수 있다. 그러나 스텔스함정이나 스텔스항공기는 주로 다각형 형태의 평면 모양을 하고 있다. 평면은 직각에 가깝게 전파가 닿았을 때에는 강한 반사를 일으키나 그

62) 윤광준, 박훈철(1997), “최신스텔스 기술의 응용” 『전국기술연구논문지 제22집』, 건국대학교 산업기술연구원, p375

이외의 각도에서는 접근 방향으로 반사되지 않는다. 마치 평면거울이 빛을 반사하는 것은 정면으로 대하는 순간만이고 조금이라도 각도가 변하면 빛은 보이지 않게 되는 것과 같다. 이와는 달리 곡면의 경우에는 어느 각도에서나 항상 일정 수준의 레이더 파를 반사한다.

따라서 최근의 스텔스 항공기나 함정의 무기체계는 평면 형상으로 하되 다면체(多面體) 형태를 지향하고 있는 것이다. 스텔스 기술로 만든 항공기나 함정의 전파 흡수재로는 페라이트(Ferrite)⁶³⁾ 등이 쓰이는데, 도료로 만들어 표면에 칠하면 적의 레이더 파를 흡수하게 된다. 스텔스기의 특징상 모든 무기를 동체 내부에 있는 폭탄 창에 탑재하고 공기흡입구는 레이더 파를 반사시키지 않게 하기 위해 기체 위쪽에 있다. 스텔스기의 종류로는 F-117A, B-2, F-22 등이 있다. F-117A는 처음으로 실용적인 스텔스 시대를 연 항공기로 걸프전쟁 때 대부분의 공격을 맡았다. 미 공군은 1981년 6월에 최초로 비행했던 F-117A와 같은 스텔스 항공기를 보유함으로써 적의 레이더 탐지를 회피할 수 있는 저탐지 기술과 응용성을 가지게 되었으며, 이를 점차적으로 발전시켜 스텔스를 계속해서 중심 전략으로 유지하는 계획을 추진하고 있다.

특히 스텔스기인 F-117A 전투기와 B-2 폭격기는 걸프전과 발칸전쟁에서 성공적인 임무를 수행하면서 지난 10여 년간 미군이 전쟁에서 일방적인 승리를 거두는데 결정적인 역할을 담당하였다. 또한 차세대 스텔스 항공기인 F-22 및 합동 공격기(JSF : Joint Strike Fighter)의 개발이 미 국방부에 의해 지속적으로 추진키로 결정된 것을 고려해 볼 때 손실 없이 군사적 승리를 달성하는 수단으로서의 스텔스 가치를 높게 고려하고 있음을 증명하고 있다. 이를 바탕으로 미 공군은 앞으로 모든 항공기를 스텔스화 하는 것으로 계획을 추진하고 있다.

스텔스 항공기는 일반적인 항공기가 할 수 없는 방공레이더를 회피하여 고도의 정밀성과 생존성을 가지고 있으며, 미국은 이를 이용하여 정보, 감시, 정찰 수단, 네트워크화 된 항공전자, 통신 시스템과 스텔스가 어울려져 최고의 항공 전력을 유지하면서 세계 유일의 초강대국 위치를 유지하려

63) 페라이트(ferrite) : 자성재료의 하나, 고주파용 변압기, 테이프 리코더 등의 자기헤드에 쓰이는 물질

하고 있다. 그러나 미 공군이 가지고 있는 현재의 스텔스기술 수준은 타 국가들에 비해 상대적인 우위(優位)를 가지고 있을 뿐이지 과거처럼 절대적인 우위를 지니고 있지는 않다. 실제로 많은 국가가 현재 스텔스에 관한 기술을 폭 넓게 이해하고 있으며, 선진국은 오랜 기간 동안 스텔스 기술을 연구해왔다. 특히 최근에는 중국과 러시아에서 자국이 개발한 스텔스 전투기를 공개하는 등 스텔스 기술에 대한 능력의 평준화가 이뤄지고 있다. 따라서 미래에는 스텔스 전투기가 공중을 지배하게 될 것이며, 공중전은 스텔스 기술과 이러한 스텔스 기술을 탐지하는 기술이 우세(優勢)한 국가가 승리할 것으로 예상된다.

<그림 3-5> 스텔스 전투기 종류⁶⁴⁾



(F-117A)



(B-2)



(F-35)



(F-22)

64) <http://imgv.search.daum.net/viewer/search>

제 5 절 무인항공기 위협

무인항공기(Unmanned Aerial Vehicle or Uninhabited Aerial Vehicle : UAV)란 조종사가 탑승하지 않고 지정된 임무를 수행할 수 있도록 제작된 비행체를 말하며⁶⁵⁾, 일반적으로 조종사가 없이 사전에 입력된 프로그램에 따라 비행하는 비행체, 또는 스스로 주위 환경(장애물, 항로)을 인식하고 판단하여 자율비행(Autonomous Flying)하는 비행체를 말한다. 기본개념은 조종사의 탑승(搭乘) 없이 반자동, 자동, 원격조종(遠隔操縱)으로 비행하며, 임무에 관련된 다양한 장비를 탑재하고 적합한 항속거리(航續距離)⁶⁶⁾와 체공시간동안 임무수행이 가능한 일회용 또는 재사용이 가능한 항공기를 말한다. 무인항공기의 종류는 크게 원격조종으로 비행하는 RPV(Remotely Piloted Vehicle)와 사전에 입력된 프로그램에 의해 비행하는 드론(Drone) 등으로 구분된다. 일반적으로 무인항공기는 비행체, 지상통제장비, 지상추적장비, 발사통제장비, 중계장비, 발사장비, 지원장비 및 시험점검장비 등으로 구성된다.

무인항공기는 미리 입력해 넣은 항로(航路)를 날아다니며 정찰과 공격, 각종 관측 등의 임무를 독자적으로 수행하며, 미국과 이스라엘, 유럽에서는 이미 중형급 무인비행기가 실용화(實用化)돼 군에서 운용하고 있다. 현재 우리 군에도 국내에서 개발된 무인정찰기가 군단급 부대에서 실전 배치되어 운용되고 있다.

무인항공기는 처음에는 단순히 정보를 수집하고 감시하는 수단에 불과했고 실제로 1990년 이후 무인항공기 개발에 성공한 미국과 이스라엘에서도 최초 사용목적은 무인정찰이었다. 그러나 최근의 무인항공기는 정보를 수집하고 감시하는 것뿐만 아니라 공격 결정이 내려지면 자체 무장으로 즉시 목표를 타격할 수 있는 능력까지 갖추고 있다. 과거 과학소설에서나 가능하던 무인공격 무기체계가 실제로 등장해 인간을 대신하여 전쟁을 수

65) 오병홍 외(2006), 『군사용어사전』, 대전 : 육군본부, p.222

66) 항속거리(航續距離) : 어떤 물체의 운동 혹은 행동이 제한되는 범위 혹은 거리

행하는 시대가 열린 것이다. 일반적으로 무인항공기가 임무수행을 위한 비행을 하기 위해서는 사전에 입력된 좌표를 바탕으로 비행을 하거나, 지상통제소에서 무인항공기 오퍼레이터(Operator)의 조종에 의해서 비행을 하게 된다. 하지만 경로에 의한 비행은 사전에 파악되지 않은 장애물이나 위협지역에 대한 대응(對應) 비행이 제한되고, 지상통제소의 조종에 의한 비행은 무인항공기의 운용반경(運用半徑)이 증가할수록 지상통제장비의 송신출력이 증가하고 대형화 되는 단점이 있다. 따라서 미래의 무인항공기 임무수행에서는 자동비행을 기본으로 장애물이나 위협표적에 대한 대응비행이 자동화 되어 운용할 수 있는 방향으로 개발될 것으로 예상된다.

세계 각국은 항공전력 확보에 있어 항공 무기체계가 고도의 정밀화, 고가(高價)화 됨에 따라 막대한 국가 예산의 소요를 줄이고 유인항공기를 운용하는 조종사의 인명 손실 등을 최소화시키는 방향으로 무인항공기 개발에 노력하고 있다. 무인항공기 개발 초기에는 단순한 정찰 위주로 영상정보를 수집 제공하는 것이 주된 기능이었으나, 현재는 다양한 종류의 무인항공기가 개발되어 활용되고 있고, 계속 새로운 목적의 무인항공기들의 개발이 진행되고 있다.

미국을 필두(筆頭)로 선진국에서 개발 중인 일부 대형의 무인항공기 체계는 유인항공기 보완개념에서 벗어나 유인항공기를 대체(代替)하는 개념으로 발전하고 있다. 특히 과학기술의 발전으로 100Kg 이내의 임무장비를 탑재하는 전술무인항공기에서 1톤에 가까운 고성능 감지기를 탑재할 수 있는 대형의 무인항공기로 개발되는 추세이다. 현재 미국이 개발 중인 글로벌 호크(Global Hawk) 무인항공기 체계는 U-2⁶⁷⁾를 능가하는 비행 성능에 탑재중량은 2배에 가깝지만 획득비 및 운영유지비는 20~30% 수준으로 예상하고 있다. 무인항공기의 발전을 고려할 때 정찰용 무인항공기가 유인정찰기를 점차 대체해 나아갈 것이라고 예상하는 것은 어렵지 않다.

대형 고성능화 추세가 유인항공기의 임무를 대체하기 위한 것임에 비해, 소형 단순화는 현재 유인항공기를 보완하여 전술정보 획득을 위주로 운영 중인 전술 정찰용 무인항공기 체계를 소형화하고, 운영의 편의(便易)를 추

67) U-2 : 최대고도 1만 5,200m로 비행할 수 있는 미국이 개발한 전략 정찰기

구하는 것이다. 운영이 복잡하고, 체계 규모가 커 교육 소요가 많다는 평가로 인하여 양산(量産)이 취소된 헌터(Hunter) 무인항공기 체계를 대신하여 현재 개발이 거의 완료된 미국의 아웃라이더(Outrider)가 소형, 단순화의 대표적인 예라고 할 수 있다. 아웃라이더 체계는 헌터와 비교할 때, 일부 기능상 차이는 있으나 체계 규모나 비용 면에서는 절반 이하로 줄어들었다. 앞으로 관련 기술의 발달에 따라 소형 단순화는 점차 가속화(加速化)될 것으로 예상되고, 머지않아 병사 혼자서 쉽게 운영할 수 있는 초소형 정찰용 무인항공기가 등장할 것이며, 이런 무인항공기가 획득한 영상을 보며 지휘하게 되는 날이 오게 될 것이다. 또한 각종 첨단 과학 기술의 진보에 힘입어 무인항공기는 더욱 고성능화 되고 있고 유인항공기의 기능뿐만 아니라 유인기로서 할 수 없는 임무까지 효율적으로 수행할 것으로 예상된다.

<그림 3-6> 무인항공기 종류⁶⁸⁾



글로벌 호크(Globalhawk)



리퍼(Reaper)

제 6 절 대레이더 미사일 위협

1991년 걸프전의 서막(序幕)은 다국적군의 SEAD⁶⁹⁾ 사격으로 시작됐다.

68) <http://blog.naver.com/eowkdaoswkd?Redirect=Log&logNo=50126715649>

69) SEAD(suppression of enemy air defenses) : 적 방공망 제압

SEAD 사격은 적의 방공레이더, 대공포, 지대공 미사일과 같은 지상방공망을 무력화시키는 임무로 아(我)측 항공력의 피해를 최소화하기 위해 개전과 동시에 가장 먼저 이뤄진다. SEAD는 제압하는 수단에 따라 전자적으로 적의 방공망을 방해하는 소프트킬(Soft Kill)과 물리적으로 파괴하는 하드킬(Hard Kill)로 구분할 수 있다.

SEAD 임무에서 하드킬 수단으로 가장 많이 활용되는 것이 대레이더 미사일(ARM)이다. 대레이더 미사일은 적 레이더의 전파를 역(逆)으로 추적하여 레이더를 파괴시키는 미사일이다. 기본 유도원리가 적 레이더에서 방사되는 전파를 감지하여 추적하는 것이기 때문에 대레이더 미사일은 대방사 미사일(Anti Radiation Missile)이라고도 불린다.

최초의 대레이더 미사일은 베트남전에서 사용된 AGM-45 쉬라이크(Shrike) 미사일이다. 베트남전 당시 SEAD 임무를 위해 전문적으로 개조된 와일드위즐(Wild Weasel)⁷⁰⁾ 항공기가 북베트남의 SA-2 미사일의 추적 유도용 레이더를 파괴하기 위해 사용했던 무장이 AGM-45 미사일이다. AGM-45 쉬라이크는 사정거리가 10여km에 불과해 운용에 제약(制約)이 많았음에도 불구하고 이스라엘군에 의해 1973년 4차 중동전에서도 사용되는 등 방공레이더 파괴에 효과적이었다.

AGM-45 이후 AGM-78 스탠다드(Standard) 미사일도 개발됐지만 후속 미사일로 현재까지 많은 국가에서 사용되고 있는 것은 AGM-88 함(HARM⁷¹⁾) 미사일이다. HARM은 최대 사정거리가 80km에 달해 원거리(遠距離)에서 운용이 가능하고, 최대속도 향상을 통해 적의 대응(對應) 시간을 단축시켜 SEAD 사격효과를 증대시켰다. HARM 외에도 세계적으로 유명한 대레이더 미사일은 낙하산이 내장(內藏)돼 표적지역에 체공(滯空)이 가능한 영국의 ALARM⁷²⁾, 러시아의 AS-11, 12, 17 미사일 등이 있다. Kh-31P로도 알려진 러시아의 AS-17 미사일은 램제트(Ram Jet)⁷³⁾ 추진 방식을 사용하고 있어 마하(Mach) 3의 속도로 순항(巡航)이 가능하여 방

70) 와일드위즐(Wild Weasel) : 야생족제비라는 뜻이나 SEAD 임무를 수행하는 전투기를 의미

71) HARM : High speed Anti Radiation Missile의 약자

72) ALARM : Air Launched Anti Radiation Missile의 약자

73) 램제트(Ram Jet) : 전진압(램압력)을 이용하여 압축된 공기 속에 연료를 분사하여 점화 및 연소시켜 속력을 얻는 제트엔진

공무기 대응시간을 더욱 단축시킬 수 있다. 지상의 방공레이더는 대레이더 미사일의 공격에 대응하기 위해 레이더 작동을 중지시키는 전술을 사용한다. 레이더의 작동이 중단되면 대레이더 미사일은 추적하던 표적을 잃어버리게 되고 레이더는 생존성을 확보할 수 있다.

하지만 레이더의 작동을 중지하는 것만으로는 대레이더 미사일을 모두 회피할 수 없다. 레이더가 작동을 멈춰도 전파 발신원(發信原)의 위치를 기억하고, 표적을 능동적으로 탐지할 수 있는 이중유도방식의 대레이더 미사일이 개발되어 운용되고 있기 때문이다.

AGM-88E AARGM⁷⁴⁾ 미사일은 이러한 이중유도방식을 사용하는 대표적인 대레이더 미사일이다. AARGM은 GPS⁷⁵⁾ 및 관성항법장치(慣性航法裝置)를 내장(內藏)하고 있어 미사일 발사 후 표적 레이더 위치와 미사일 위치를 정밀하게 기억하기 때문에 레이더가 작동을 멈추더라도 레이더의 위치를 추적할 수 있다. 또한 유도 최종단계에서 탐색기로 표적을 상세하게 식별할 수 있어 선별(選別)적인 정밀타격능력까지 갖추고 있다.

대레이더 미사일은 일반적으로 항공기에서 운용하므로 항공기의 자체 속도에 미사일의 속도가 더해지기 때문에 지상에서 발사하는 미사일보다 사정거리와 속도, 반응시간 등에서 훨씬 유리하다. 반면에 방공 미사일은 지상에서 발사되기 때문에 속도가 0에서 항공기를 추적하기 위한 속도로 가속하기 위한 추진장약이 필요하여 일반적인 방공 미사일은 대레이더 미사일에 비해 열세일 수밖에 없다.

하지만 방공 미사일은 항공기에 비해서 은폐, 엄폐 능력이 뛰어나며, 레이더에서 송신기와 수신기를 분리하여 운용할 경우 대레이더 미사일은 송신기만을 파괴하기 때문에 다수의 송신기를 운용하게 되면 오히려 대레이더 미사일을 운용하는 항공기를 선제 격추할 수 있다. 이러한 창과 방패와도 같은 대레이더 미사일과 방공레이더의 싸움은 기술적으로 누가 우위에 있느냐와 함께 전술적으로 어떻게 운용하느냐에 따라 승패가 결정된다.

74) AARGM : Advanced Anti-Radiation Guided Missile의 약자

75) GPS(global positioning system) : 위성항법장치(衛星航法裝置)

7 절 미래 전장환경 및 과학기술 발전추세

전장환경이란 무엇인가? 먼저 ‘환경(環境, Environment)’의 사전적 의미를 알아보면, 환경이란 ‘주위의 사물 또는 사정(事情)’, ‘사물을 주체와 객체로 나눌 때 주체이외의 모든 것’, ‘생활체를 둘러싸고, 그것과 일정한 접촉을 유지하고 있는 외계(外界)’ 등이다. 또한 전장(戰場)이란 작전수행을 위한 지역, 또는 전투행위가 전개되고 있는 장소로 공중전을 위한 공중공간도 포함되는 의미이다. 따라서 미래 전장환경이란 미래에 전투를 실시하거나 수행할 때 영향을 미치거나 혹은 존재함으로써 전투에 의미를 부여하는 상황, 여건을 의미하는 것이라 정의할 수 있다.

현재 시점에서 예견(豫見)되는 미래전쟁은 순수하게 군사적인 측면에서 볼 때는 아마도 현재 진행되고 있는 군사혁신(軍事革新)에 의해 급격히 변화된 군사력이 미래 전쟁의 형태를 좌우하는 가장 주된 요인으로 작용할 것이다. 특히 군사혁신이라고 하는 새로운 군사 패러다임(Paradigm)의 등장으로 인한 혁명적 군사력의 변화는 당연히 전쟁양상에 있어서도 지금까지 경험하지 못했던 새로운 형태를 야기할 것이라는 것을 쉽게 짐작할 수 있다.

군사혁신 분야에서 방공무기는 정보(情報) 및 전자전 기술 분야에서 고밀도(高密度) 영상정보 획득을 위한 전자광학영상 감지기술, 적외선 탐지 기술 등으로 표적추적 및 표적식별 능력을 향상시킬 수 있으며, 다기능 레이더의 기술발전은 스텔스 표적에 대응하여 송·수신 위치 분리 및 광대역 탐지와 실시간처리, 타(他) 정보와의 융합(融合) 등으로 다차원 표적정보 수집·인식·식별의 지능형 레이더 기술로 발전할 수 있다.

지휘통제 기술분야에서는 고속 다중 표적 정보처리 및 정보융합으로 동영상 정보처리, 표적정보 DB(Data Base)화 및 분석, 표적도출 및 위협순위 평가로 실시간 표적 정보 융합 및 경보전파와 입체 가상현실을 기반으로 지휘결심을 지원하여 타격체계를 선정하는 방공자동화(C2A)⁷⁶⁾체계 구현(具現)이 가능할 것으로 예상된다.

76) 방공자동화체계(C2A) : Command, Control, Alerting

정밀 타격기술 분야에서 고에너지 물질변환(物質變換), 파괴효율 증대 기술은 사거리 연장 및 파괴효과의 증대가 가능하게 하고, 자율지능 정밀 유도 비행제어 기술은 대공유도탄을 능동(能動) 복합운용 제어 적용으로 초(超) 고기동화 및 명중률이 크게 향상될 것이다.

특수기술 분야에서 고출력 레이저 빔 및 레이저 응용 센서 기술의 발달은 3차원 정보를 동시에 획득할 수 있는 3차원 영상화 장비와 대공표적을 요격(邀擊)하는 레이저 대공포 무기체계의 전력화를 가능하게 해줄 것으로 예상되며, 고출력 마이크로파와 다중빔 및 초저주파 음향 발생 기술 발달은 적 전자장비의 재밍(Jamming⁷⁷⁾)과 손상을 통한 미사일 및 항공기 공격에 효과적으로 대응할 수 있을 것이다.

[표 3-2] 과학기술 분야별 방공 관련기술

구 분	관 련 기 술
정보/전자전 기술분야	· 전자광학 영상 감지기술 · 적외선 탐지기술 · 다기능 위상배열 레이더 기술
지휘통제 기술분야	· 고속 다중 표적 정보처리 및 정보 융합 · 임체 가상현실 기반 지휘결심 지원
정밀타격 기술분야	· 고효율, 고밀도, 고출력 추진 · 자율지능 정밀유도, 비행제어
특수기술 분야	· 고출력 레이저 빔 / 레이저 응용센서 · 고출력 마이크로파 다중 빔

77) 재밍(Jamming) : 적의 전파와 주파수를 탐지해 통신체제를 혼란시키거나 방해하는 행위

제 4 장 미래 방공레이더 운용체계 발전방향

제 1 절 미래 육군 전장환경 특징

한반도는 전통적으로 대륙 세력과 해양 세력의 교차점(交叉點)에 위치하여 양(兩) 세력이 충돌할 경우 그 소용돌이에 휘말려 왔다. 이러한 지정학적 특징 때문에 지난 5,000년 역사에서 약 970여 회나 침략을 받았다. 이러한 지정학적 위치는 불변적(不變的) 요소로서 앞으로도 한국의 안보에 중대한 영향을 미칠 것이다. 특히, 한반도는 주변국 간에 이해관계가 충돌할 경우 언제든지 그 분쟁의 와중에 직접적으로 휘말리게 될 가능성이 매우 농후(濃厚)하다. 한반도 주변의 강대국들은 한국보다 월등(越等)한 국력을 보유하고 있을 뿐만 아니라 절대적으로 우세한 군사력을 보유하고 있다. 따라서 주변강국에 비해 상대적으로 군사력이 약할 수밖에 없는 우리의 입장에서는 ‘고슴도치전략’⁷⁸⁾을 이용하여 국토를 사수(死守)해야 하는데 이때 육군의 역할은 매우 중요하다. 한반도 지형은 약 75%가 산악 지형으로 이루어져 있으며, 약 17%가 도시화가 진행되고 있다. 특히 산악지형의 울창한 수목(樹木)은 적 특수전부대의 침투와 활동에 유리한 여건을 조성하며, 탐색작전에 제한을 준다. 또한 산악지형으로 인한 지형차폐(地形遮蔽)를 극복할 수 있는 감시정찰 자산이 필요하고, 전장가시화를 통해 적보다 먼저 보고, 결심하여 타격할 수 있는 여건 보장이 절실히 필요하다.

현재 우리와 대적하고 있는 북한은 약 117만 명의 상비군(常備軍)을 보유하고 있으며, 2010년 천안함 폭침 및 연평도 포격도발 등에서 나타났듯이 호전적인 전쟁광으로 우리 대한민국의 생존과 번영에 위협이 되는 직접적이고 핵심적인 적(敵)이다. 특히 북한은 전장의 주도권을 장악하기 위해 기습, 속전속결, 배합전(配合戰)을 추구하는데, 정규전부대에 의한 전방

78) 고슴도치 전략 : 스위스에서 채택하고 있는 국방전략으로 주변 강대국에 비해 월등한 군사력을 보유하지는 않지만 전쟁이 발발할 경우 상대국에 심대한 피해를 줄 수 있을 정도의 군사력을 보유하는 전략. 고슴도치 전략은 주변의 강대국이 한국과 전쟁을 일으킬 경우 심대한 피해를 받게 되어 다른 강대국의 침략을 받을 위험이 있다는 사실을 인식하게 함으로써 결과론적으로 전쟁을 예방하는 전략임

지역의 전투와 특수작전부대에 의한 후방지역의 전투를 동시에 실시함으로써 전 국토를 동시 전장화 하는 배합전을 핵심전략으로 삼고 있다. 이러한 현존하는 북한의 위협에 대비하기 위해서는 육군의 역할이 매우 중요하다.

미래 전장환경은 현재의 상존하는 위협에 추가하여 다차원의 다양한 안보위협 및 도전이 예상된다. 특히, 북한군은 정규전과 비정규전, 전격전(電擊戰)과 게릴라전, 대칭전(對稱戰)과 비대칭전(非對稱戰) 등의 배합전을 오래전부터 실천적으로 적용하는 노력을 해 왔다. 앞으로는 핵무기를 비롯한 비대칭전, 비정규전과 게릴라전, 정보전과 사이버전, 정치심리전 등을 더욱 발전시키고, 이들을 상호 복합한 배합전을 더욱 강화시킬 것으로 예상된다. 이러한 현존 안보위협 및 미래 도전 상황에 대한 대응은 대부분이 육군이 수행할 역할이다. 특히 한반도의 현존위협을 안정적으로 관리하기 위해서는 우리 육군의 방위역량을 확보해 나가는 일이 무엇보다 중요하다. 즉 현존하는 북한군의 위협을 억지하고 전쟁을 방지하기 위해서는 육군이 적정 수준의 전력을 반드시 유지해야 한다. 한반도에서 전쟁이 발발할 경우 미군은 해·공군 및 정보 전력 중심으로 증원되고 지상 전력의 투입은 제한될 것으로 판단된다. 따라서 한국 육군은 현재도 북한 육군보다 양적으로 과도하게 열세임을 감안하여 억지(抑止) 수준의 전투력을 갖추어야 한다. 따라서 육군이 현존 북한위협을 억지할 수 있는 능력을 완비하고, 장기적으로 미래의 잠재적인 위협에 대비한 전력을 확보하기 위해서는 적정수준의 국방비의 투자가 필수적이다.

2015년 12월 1일, 현재 미군이 갖고 있는 전시 작전통제권은 우리 군에게 환원될 계획으로 이에 대비한 군구조 개편시 군단의 작전지역은 $50 \times 70 \text{km}^2$ 에서 $150 \times 250 \text{km}^2$ 로 확대되고, 사단의 작전지역도 $15 \times 35 \text{km}^2$ 에서 $30 \times 60 \text{km}^2$ 로 확대될 전망이다. 따라서 현재 운용중인 레이더 체계 및 방공무기로는 확장된 작전지역에 대한 감시와 대공방어가 제한된다. 그러므로 확장된 전투공간에 대해 전장가시화와 대공방어 제공이 가능하도록 고성능의 방공무기체계의 개발이 반드시 이루어져야 한다.

제 2 절 미래 방공운용 개념 및 요구능력

방공운용은 제반(諸般) 탐지수단을 통합하여 적의 공중위협을 조기에 탐지하고 식별하여 조기(早期) 또는 실시간 경보전파를 하며, 타격수단을 통합 및 분권화 운용하여 적시(適時)에 적의 공중위협을 무력화 하거나 저지하는데 그 목표가 있다. 미래의 방공운용은 연합 및 합동자산과 타 기능을 연계하여 실시간에 효과적인 방공기능을 수행하며, C4I⁷⁹⁾와 연동된 방공 C2A 체계를 구축하여 실시간 탐지 및 식별, 경보전파 및 자동표적 할당, 타격을 실시하는 방공체계의 다층적 동시통합을 구현해야 한다.

[표 4-1] 방공 다층적 동시통합 기본개념 요약

기본개념	세 부 내 용	과 업
방공체계의 다층적 동시통합	· 적 공중위협대비 첨단감시 / 디지털화된 지휘통제체계를 이용 조기탐지 및 식별 · 적의 다양한 공중위협에 대비, 방공요소를 중앙집권적으로 통합, 실시간 다층적 방공체계 구축 · 적 공격시 방호체계를 통합, 적보다 먼저 탐지 / 식별→경보→타격	· 탐지 / 식별 · 경보전파 / 표적할당 · 타격 통합체계화

이를 위한 수행방법으로, 탐지 및 식별체계는 육안 및 전자장비 탐지수단으로 다중 공간에 대한 표적정보를 획득하고 자동화된 네트워크(Network)로 전파하여 실시간 표적정보를 전제대가 공유하는 것이다. 또한 다양한 공중위협 수단의 탐지 및 식별과 중심 깊은 공중공간 감시를 위해 표적획득 수단의 통합운용 및 첨단 과학화된 감시장비를 운용해야 한다.

경보전파 및 표적할당(標的割當)⁸⁰⁾은 전군 조기경보망과 연계(連繫)하여

79) C4I : Command & Control, Communication, Computer and Intelligence의 약자. 지휘·통제·통신·컴퓨터·정보를 의미하며, 지휘통제 과정에 과학기술의 발달에 따라 통신, 컴퓨터, 정보의 기능이 추가된 것으로 지휘통제를 지원하기 위한 '정보유통 및 공유'의 보장이라는 수단으로서의 의미를 가지고 있음

80) 표적할당(標的割當) : 적성 항적을 분석하여 최적의 방공무기에 방공임무를 부여하는 방공작전 수행상태

적 항공기의 위협을 조기에 경보전파하며, 실시간 경보전파를 위해 탐지 및 식별체계와 연계된 제대별 자동화 경보 전파체계를 유지하고, 제(諸) 전투요소 및 제대에 실시간 표적정보전파가 가능한 방공 자동화 C2A체계를 유지한다. 경보전파 및 표적할당은 표적정보의 자동화 분석 및 처리로 실시간 표적을 할당하며, 효율적인 표적타격을 위해 표적할당체계를 수직·수평적으로 통합 운용한다.

타격체계는 연합 및 합동 전역 미사일 체계와 협조된 대공방어체계를 유지하고 다양한 타격수단과 방법을 통합하여 다층적 대공방어 체계를 구축하며, 또한 적 공중공격 이전에 위협을 제거하여 전투력을 보존할 수 있도록 지역 내 가용타격 수단을 통합운용하고, 방공우선순위를 고려하여 방공무기를 배치한다. 통합체계는 탐지, 식별 등 기능의 수직·수평적 통합으로 반응시간을 단축하며, 감시 및 식별, 타격체계 등 무기 및 장비의 통합으로 전투효율성을 증대한다.

방공기능 수행에 있어서 요구되는 능력은 미래 전장환경의 변화 및 과학기술 발전추세 등 제반(諸般) 영향 요소를 고려하여 아래와 같은 능력이 필요할 것으로 판단된다.

[표 4-2] 미래 전장환경을 고려한 방공 요구능력

수 행 중 점	주 요 능 력
탐지 및 식별	· 원거리·광역·정밀탐지 능력 · 신속, 자동화 식별 능력
경보전파 / 표적할당	· 전장 자동화 능력
타 격	· 방공무기의 원거리 정밀타격 능력 · 다층 / 다기능적인 방공작전 능력
통합 체계화	· 전장 자동화 능력 · 연합 / 합동부대의 통합 C4I능력

원거리·정밀탐지 능력은 다양한 적 공중위협 수단의 탐지(스텔스 항공기, 미사일, 무인항공기 등)가 가능하고, 제대별 전투공간에 대한 공중침투 항적 탐지가 가능하여야 하며, 표적획득수단과 C4I체계간 연동(連動)으로

원거리 탐지가 되어야 한다.

신속, 자동화 식별능력은 피아 반응시간을 고려하여 적보다 먼저 피아식별을 할 수 있도록 전자적 수하⁸¹⁾체계(誰何體系)에 의한 자동화 식별을 하며 다층 공간에 대한 표적식별 정보의 전 세대 공유가 가능해야 한다.

방공자동화 작전능력은 탐지·식별·표적할당·타격기능을 자동화 통합하며, 무기체계 및 탐지수단을 통합하여 공중위협식별 및 평가, 최적(最適) 무기선정 및 통제를 하여야 한다.

방공무기의 중·고고도 정밀타격능력은 제대별 책임고도영역에 대한 모든 항적을 정밀 타격할 수 있는 능력을 보유하여야 한다.

다층 및 다기능적 방공작전능력은 저·중·고고도 방공체계를 상호 연계하여 작전을 수행하며 부여된 임무에 따라 국지 및 지역방공작전을 수행하고 방공기능은 중앙집권적으로 통합운용하며, 연합 및 합동부대간 방호체계를 통합한 지역단위 미사일 요격체계를 운용한다.

연합 및 합동부대의 통합 C4I능력은 연합 및 합동부대간의 통신체계를 운용할 수 있어야 하며, 표적탐지 및 식별, 경보전파를 동시화 할 수 있어야 한다. 또한 최적의 사격지휘 및 통제를 위한 방공 C2A체계를 통합 운용할 수 있어야 한다.

제 3 절 레이더 기술분야 발전

앞에서 언급한 미래 방공운용 및 요구능력을 고려할 때 육군 방공레이더 발전분야로 기술적인 측면에서는 미래 전장환경에 대비하는 고성능의 레이더를 개발하여야 한다. 미래에는 다종다양한 표적의 동시출현, 공격수단의 다양화, 고속화 및 정밀화, 최신 무인기 출현으로 인한 저고도 및 초(超) 저고도 비행으로의 침투, 스텔스 기능의 발전으로 인한 은닉기술 발달, 전자전 대응능력 발달 등 우리가 상상하지 못하는 기술과 전술전략으

81) 수하(誰何) : 적군 또는 아군을 확인할 목적으로 인원 및 장비에 대하여 실시하는 모든 절차를 의미하며 전자적 수하체계란 특정 신호를 이용하여 전자적인 방법으로 적군과 아군을 식별하는 체계를 의미함

로 공격하려는 적 위협이 증가할 것이며, 이에 대응하기 위한 방안(方案)이 필요하다. 특히 전자장비와 항공역학의 발달은 이러한 공중의 적이 아군 레이더의 탐지를 회피하는 능력을 비약적으로 발전시킬 것이며, 이에 따른 레이더의 운용이 필요한 실정이다.

또한 우리나라의 산악지대 및 계곡지형의 특성을 고려한 국내 환경에 적합한 무기체계의 개발이 필요하다. 하지만 처음부터 국내개발을 강행할 경우 자금 및 연구의 부족으로 적시(適時)에 전력화 시키는 것이 제한될 것으로 예상되므로 국내개발을 추진하되, 선진국의 발달된 무기체계를 도입하여 운용하는 것도 고려되어야 할 것이다.

특히 레이더 분야 기술발전 목표로서 능동형 다기능 레이더 및 장거리 레이더 개발에 대한 기술력 확보가 시급하다.

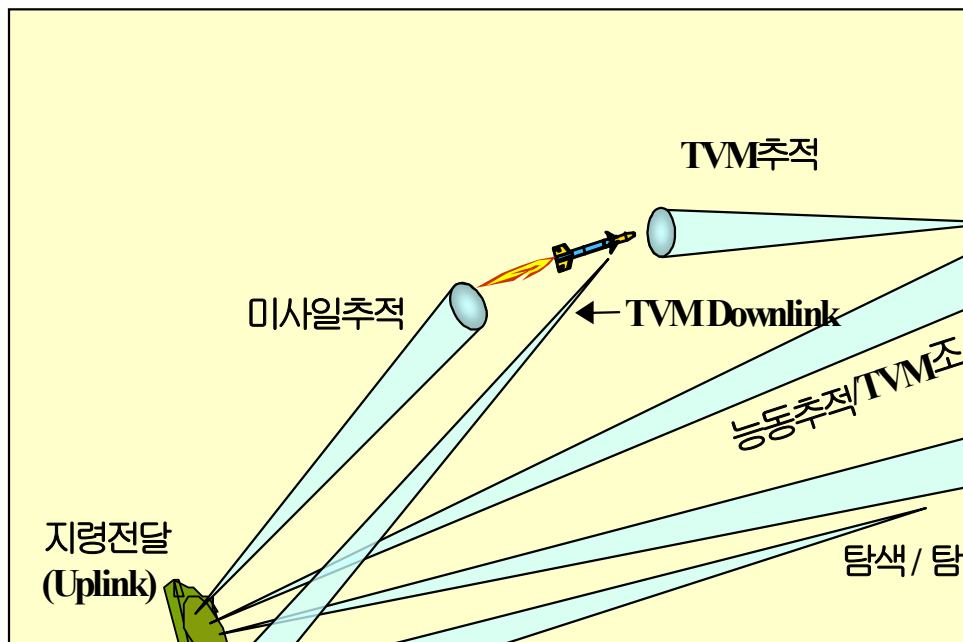
따라서 분야별 추진 전략 요소를 파악하여 기술력 확보를 우선적으로 추진해야 한다.

첫째, 체계분야는 다기능 위상배열 레이더를 개발하는 것이다. 다기능 레이더는 하나의 레이더로 표적탐지, 표적추적, 피아식별, 유도탄 포착·추적 및 교신 등 여러 가지 레이더가 해야 할 역할을 복합적으로 수행하는 레이더이다.

그림 4-1에서 보는 바와 같이 다기능 레이더는 적 항공기에 대해 능동적으로 대처할 수 있으며, 미래전에 대비하기 위해 반드시 필요한 레이더 체계로 장점은 아래와 같다.

- 정밀타격용 대공유도 무기체계의 경우 탐지, 추적, 피아식별, 표적 조명 등의 기능을 한 레이더로 수행할 수 있으므로 이동, 전개, 장비운용 절차 및 시스템 인터페이스(Interface)가 단순해져서 시스템 성능을 대폭 향상시킬 수 있다.
- 위상배열 안테나 및 고속 신호처리가 가능한 프로세서(Process) 기술을 적용하여 비약적인 발전을 이룰 수 있다.
- 여러 대의 레이더를 한 대의 레이더로 구현하여 개발비, 양산비, 운용비 등 국방비 예산 절감의 극대화가 예상된다.

<그림 4-1> 다기능 위상배열 레이더⁸²⁾



둘째, 안테나 분야는 능동 위상배열 안테나에 대한 기술개발에 집중해야 하며 위상배열 안테나의 특징은 아래와 같다.

- 안테나 면에 개별 기능 소자 배열
- 출력 세기와 위상에 의해 빔 조향 방향 및 복사 패턴이 결정
- 배열방식 : 선형·평면·곡면 배열, 수동(Passive) 및 능동(Active)소자
- 빔 조향(Scan) 방식 : 배열소자 내의 변위기를 이용한 전자조향

[표 4-3] 수동배열 / 능동배열 성능비교

변 수	수동 위상배열	능동 위상배열
빔 형태	고 정	변환가능
탐지 거리	레이더 하드웨어 성능 비례	수동 위상대비 68% 탐지거리 향상
빔 운용 가중치 적용	고정	환경에 따라 적응형

82) 구찬미(2010), “3rd Military Radar”, 국방과학연구소 전자도서관 해외기술자료, p.251

표 4-3과 같이 수동 위상배열에 비해 능동 위상배열 안테나는 성능이 월등히 뛰어나며 선진국은 이미 이러한 능동 위상배열 안테나를 전력화하여 운용 중에 있다.

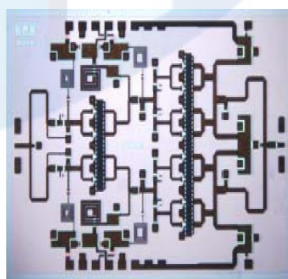
셋째, 송·수신기 분야는 소형·경량의 고효율 반도체 송·수신 모듈(Module) 개발에 힘써야 한다.

과거의 레이더는 고(高) 출력, 대형화 형태로 운용·유지 되었으나, 현재는 초정밀, 고 집적화, 소형의 반도체 형태로 설계 및 제작되고 있다. 따라서 미래 전장환경에 대비하여 초고속, 초 광대역, 고(高) 안정화 형태로 반영구적 수명 주기를 목표로 개발 되어야 한다.

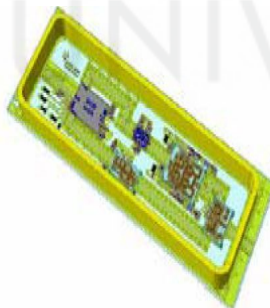
[표 4-4] 송·수신기 분야 기술발전 추세

세부기술	2010년 이전	2011 ~ 2015년	2016년 ~ 2024년
송·수신기	· 반도체 송·수신기	· 소형 반도체 송·수신기 · 고기능 일체형 송·수신기	· 초소형 반도체 송·수신기 기술 · 광대역, 고감도, 디지털 기술

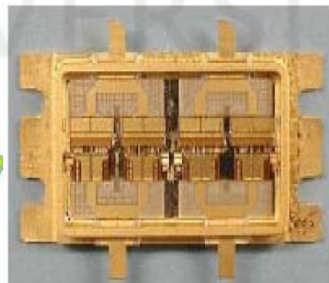
<그림 4-2> 차기 국내 송·수신기 분야 기술발전 품목⁸³⁾



(고출력 반도체 증폭기)



(모듈)



(고출력 트랜지스터)

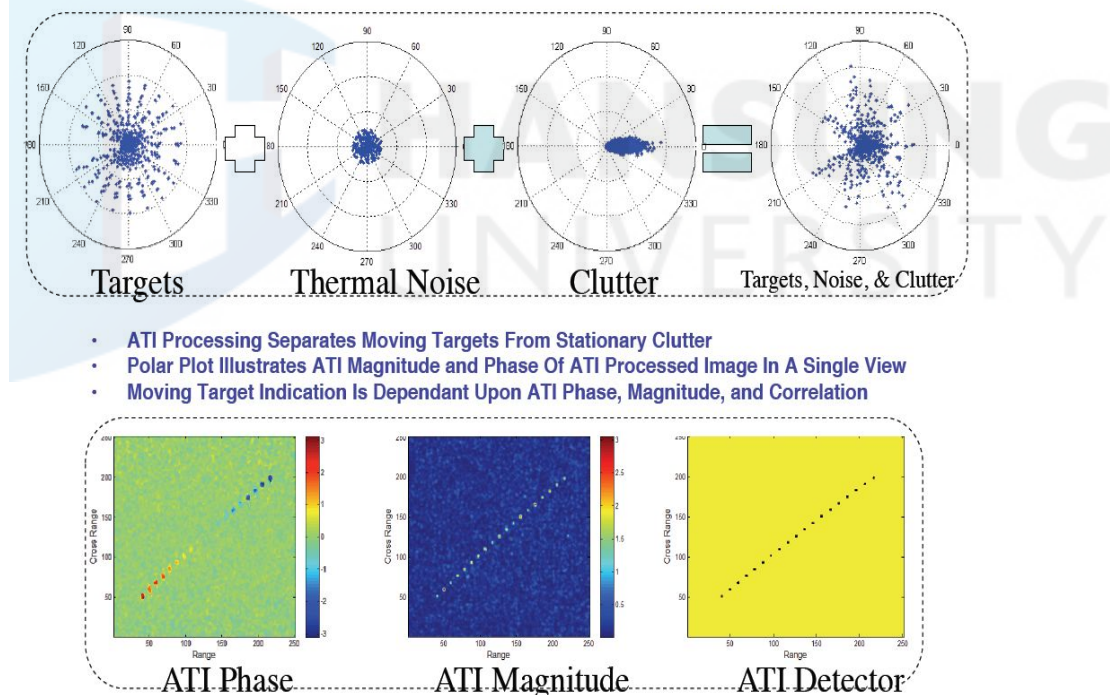
넷째, 신호처리 및 통제기 분야는 초고속 샘플링(Sampling)기술, 적응빔 형성기술이 개발 되어야 한다.

83) 구찬미(2010), “3rd Military Radar”, 국방과학연구소 전자도서관 해외기술자료, pp.120 - 124

[표 4-5] 신호처리 / 통제기 분야 국내기술 발전방향

세부기술	국내 기술수준	
	과거부터 ~ 현재까지	발전 방향 (미래)
신호처리 / 통제기	· 하드웨어 교체 / 소프트웨어 변경에 의한 성능개선 · 상용부품 사용 (일부) · 표적정보 추출 및 정보전달 체계 신호처리 복잡 · 네트워크 중심의 연동체계 보완 필요	· 각종 신호처리 알고리즘 설계기술 보유 · 통제 / 전시기 설계 및 제작기술 보유 · 하드웨어 / 소프트웨어 자체 개발 및 구현 · 디지털 빔형성 및 처리 기술보유

<그림 4-3> 샘플링 고속 신호처리 표적추출(잡음포함) 영상 신호정보⁸⁴⁾



84) 구찬미(2010), “3rd Military Radar”, 국방과학연구소 전자도서관 해외기술자료, p.168

미래 전장 환경은 전자방해 대응 능력이 요구되고, 스텔스 표적 탐지능력이 가능한 신호처리 기술을 보유 하여야 한다. 더불어 시스템 운용에 있어 안정적이어야 하며 잡음신호를 추출하여 오류를 최소화해야 한다.

앞에서 말한 레이더 기술분야를 발전시키려면 부족한 기술획득을 적시에 완료하기 위해서 아래와 같은 기술 획득 전략을 추진할 필요성이 있다.

- 핵심 분야별 기술 도입을 통한 자체 국산화 개발
- 군(軍)·학(學)·연(研)·정부의 연계된 연구 및 연구인력 전문성 향상
- 국내 방산 전문업체 부족기술에 대한 선진국 해외 기술 도입

제 4 절 방공 운용체계 발전

미래 공중위협에 대응 가능한 방공무기체계는 제대별 전투공간 및 자산 방호 능력을 보유한 무기체계로서 복합무기 및 장사정(長射程) 능력이 보강된 첨단무기체계 개발과 하이로우믹스(Hi-Low Mix)⁸⁵⁾ 개념의 현용전력(現用戰力) 극대화를 위한 무기 개량을 병행(並行)하여 추진해야 한다.

확장된 전투공간 대공방어를 위해 탐지 및 식별체계는 감시수단의 과학화 및 각 수단별 획득정보의 상호연동으로 운용되며, 경보전파 및 표적할당은 자동화 작전체계로서 C4I와 C2A의 체계를 연동해야 한다. 또한 타격수단은 제대별로 다층공간의 대공방어가 가능하도록 다양한 대공무기체계로 전력화 되어야 한다. 동시·통합 전투체계를 위해 현존전력 및 미래전력 체계를 통합하고 무기 및 장비별 체계통합과 연합, 합동자산과의 연동체계를 구축해야 한다.

타격체계에서 대공포는 저고도 침투항공기의 기습 공격에 대한 신속한 대응과 원거리 교전이 가능하도록 자체 탐지 및 추적능력을 향상시키고, 추적레이더, 광학 추적장치 등의 사격통제 장비를 장착하여 주·야 전천후(全天候) 교전능력 구비와 반응시간 단축 및 명중률을 향상시키고, 탄 위

85) 하이로우믹스(Hi-Low Mix) : 전력별로 성능, 수명주기, 전력화 시기 등을 고려하여 Hi-Medium-Low급으로 분류, 신규전력 확보와 구형전력 도태가 연계된 전력유지 개념

력 증대와 사거리 연장 등을 위해 탄약을 개량해야 한다.

유도탄은 전자 방해능력 및 신호처리 능력을 향상시켜 다수 교전에 의한 동시추적 및 교전능력을 구비하고 고성능컴퓨터를 활용한 실시간 표적 정보 분석 및 사격통제를 해야 한다. 또한 유도탄의 유도방식을 2중 유도 방식으로 하여 사격조건에 향상을 도모(圖謀)하고 생존성 향상을 위한 단순 경량화 및 자주화 체계로 발전시켜야 하며 항공기와 전술탄도탄 방공 능력도 갖추도록 해야 한다.

특히 탐지·식별·경보·통제 체계는 다수표적을 동시탐지 및 추적이 가능하고 정확한 제원산출이 가능한 3차원(방위각, 거리, 고각)레이더 체계로 지역별 다층 실시간 경보체계가 가능하며, 탐지·경보·타격체계를 네트워크로 구성한 자동화 체계로 항적정보, 대응무기 등을 실시간 종합 분석하여 대량 기습에 대응할 수 있는 체계를 구축해야 한다.

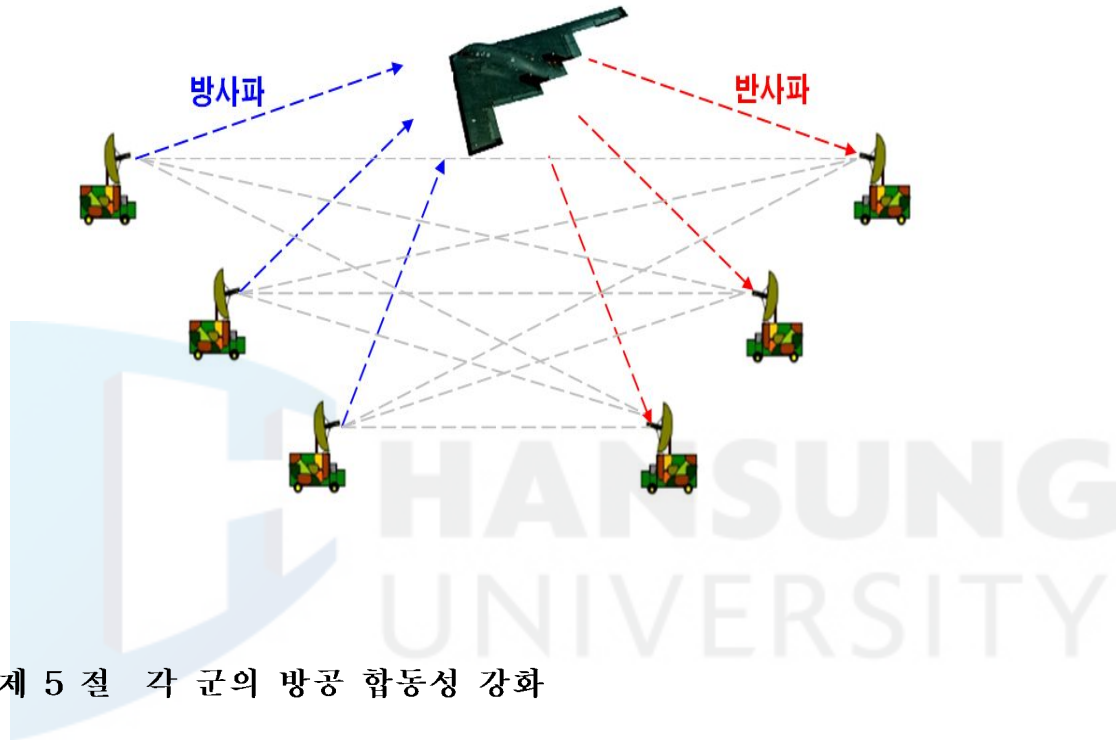
특히 나날이 발전하고 있는 스텔스 및 무인항공기에 대한 대응능력을 극대화 하고, 대레이더 미사일로부터의 생존성을 증대시키기 위해서 전 방공레이더를 통합 운용하는 시스템을 갖추어야 한다.

스텔스 및 무인항공기 표적을 탐지하고 대레이더 미사일로부터 생존성을 보장하기 위한 수단으로 효과적인 방법은 표적에 부딪힌 후 다른 방향으로 반사되는 신호를 수신하기 위해 수신기를 다른 곳에 위치시키는 송·수신 분리형 레이더(Bistatic Radar, 이하 “바이스태틱 레이더”)를 이용하는 것이다. 이렇게 할 경우 레이더의 방사위치가 식별되어 대레이더 미사일이 발사되더라도 송신기만을 파괴할 수 있고 수신기는 건재하게 됨으로써 1개의 수신기에서 다량의 송신기를 운용한다면 생존성이 비약적으로 향상된다. 이러한 바이스태틱 레이더 개념을 더욱 발전시켜 최종적으로는 멀티 스테틱(Multistatic) 레이더 운용체제로 발전시켜야 한다.

멀티스테틱 레이더 운용체계는 송신기와 수신기가 각각 하나인 바이스태틱 레이더와 달리 다수의 송신기와 다수의 수신기가 각각 독립적으로 위치시킨 체계를 말한다. 그림 4-5와 같이 멀티스테틱 레이더의 경우 여러 개의 송·수신 경로가 마치 그물망처럼 이루어져 있어 바이스태틱 레이더보다 표적을 탐지할 기회가 높고 탐지 범위도 넓은 장점이 있다.

송신기 개수를 n , 수신기 개수를 m 이라 할 때 $n \times m$ 개의 바이스테틱 쌍(Bistatic Pair)을 가지게 되어 결국 $n \times m$ 개의 바이스테틱 레이더를 운영하는 것과 동일한 효과를 얻을 수 있다. 이러한 멀티스테틱 레이더 운용체계를 통해서 스텔스 항공기, 대레이더 미사일, 무인항공기에 대한 효과적인 탐지와 교전이 가능해 지며 방공레이더의 생존율이 극대화 될 수 있다.

<그림 4-4> 멀티스테틱 레이더 운용 체계도



제 5 절 각 군의 방공 합동성 강화

미래전을 대비하고 또한 현존전력을 극대화하기 위해서는 각 군의 방공 기능을 통합하여 운용함으로써 효과적인 다층·통합 방공작전체계를 구성하는 것이 필요하다. 특히 이를 위해서는 방공 C2A체계를 C4I체계와 연동하여 각 군의 레이더에서 탐지된 적 항적정보를 실시간 공유하고, 위협 우선순위에 따라 최적의 방공무기를 선정하여 타격을 지시하는 통합 방공작전체계가 구축될 필요가 있다. 특히 육·해·공군의 레이더를 통합 운용하게 되면 항공기 침투의 사각지대를 해소하고, 레이더를 다중 중첩 운용함으로써

써 표적 탐지거리, 정밀성, 신뢰성이 증대될 수 있다.

현재의 운용체계처럼 육·해·공군이 표적정보는 공군레이더 혹은 자체 보유한 레이더를 이용하여 수신 및 탐지를 하고, 각 군별로 사격을 통제하게 되면 한 개의 표적에 대해 중복교전이 발생할 가능성이 매우 크기 때문에 위협표적에 대한 효과적인 대응이 제한된다. 따라서 레이더에서 적 항공기를 탐지하면 각 군별로 표적을 할당 하거나 혹은 육군의 군단, 해군의 함대단위로 표적을 할당하여 중복교전을 방지하고 위협 우선순위가 높은 표적에 대해 순차적으로 교전할 수 있도록 통제할 필요가 있다.

이를 위해서는 현재의 공군에서 운용하고 있는 중앙방공작전통제소의 기능과 규모를 확대하여 육·해·공군 요원들을 상주시켜 방공작전을 유기적으로 협조할 수 있도록 조치해야 한다. 필요하다면 국방부 예하의 방공포병 사령부 혹은 방공작전통제기구를 창설하여 합동성을 증가시킬 필요성이 있다. 특히 스텔스기 및 무인항공기, 대레이더 미사일 등의 위협에 대비하여 기존의 육·해·공군의 레이더를 멀티스테틱 레이더 개념으로 통합 운용하는 것만으로도 제한적인 멀티스테틱 레이더 운용효과를 보이게 됨으로써 현존전력 극대화라는 측면에서 매우 고무적인 효과를 발휘할 수 있다.

이를 위해서는 각 군의 이기주의를 타파하고 미래 위협에 대비하기 위해 양보할 수 있는 기본적인 공감대가 형성되어야 하고, 레이더를 통합 운용할 수 있는 C4I체계 구축이 선행(先行)되어야 한다.

제 5 장 결 론

미래전은 첨단 과학기술의 발달로 인한 군사혁신(軍事革新)으로 다종·다양한 적 위협이 증대되고 있으며, 레이더가 대처해야 할 환경도 급변하고 있다. 전투기의 고성능 및 스텔스화, 전폭기의 원거리 폭탄 투하 능력, 헬기에 의한 지상 표적물 공격능력, 무인 항공기 및 대레이더 미사일의 발전 등 방공레이더가 대처해야 할 항공력은 가공할 정도로 발전되고 있다. 이러한 항공력의 발전에 대비하여 대공방어를 위한 방공레이더의 기술 및 운용체계의 발전이 반드시 필요하다.

이를 위해서 미래의 레이더는 전자전 및 스텔스 표적에 대응하여 송·수신기 위치분리 및 광대역화, 실시간 처리, 타 센서 정보와의 융합 등으로 다차원 표적정보 수집·인지·식별이 가능한 지능형 레이더가 되어야 하고, 미래전투공간에 대한 대공감시가 가능하도록 탐지거리를 증대시켜야 한다. 또한 다양한 표적에 대한 탐지가 가능하도록 탐지능력을 향상시키고 다수표적에 대한 탐지 및 추적능력을 향상시키며 탐지 중 추적이 가능하도록 발전시켜야 한다.

<그림 5-1> 미래 전장체계 개념

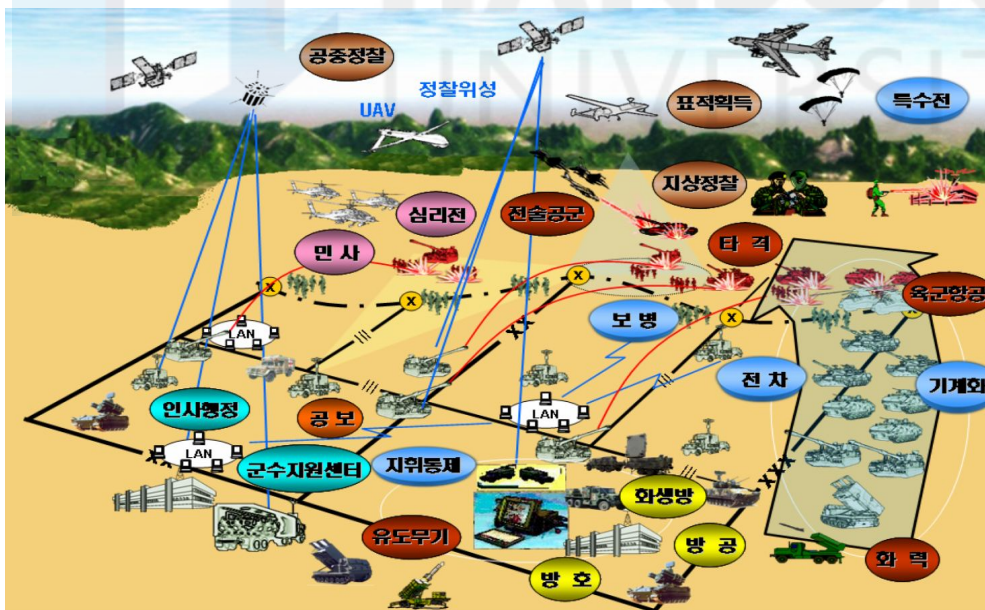


그림 5-1에서와 같이 미래 전장체계는 각 기능별 통합운용이 필요하며, 레이더를 활용하여 실시간 전장 정보를 실시간 분석하는 전장 정보화가 전쟁의 승패를 좌우할 것이다. 이러한 전장환경에서 부대의 전투공간은 확장될 것이며 다양한 공중위협으로부터 생존성을 보장받아야 한다. 특히 다양한 공중위협으로부터 생존성을 보장받기 위해서는 고성능의 다기능 레이더, 방공 C2A체계, 원거리 정밀타격이 가능한 방공무기 체계가 균형되게 발전되어야 한다. 이러한 방공무기 체계는 다수의 공중위협에 동시 대응할 수 있어야 하고, 전자전을 수행할 수 있는 능력을 보유해야 한다. 또한 고기동의 요격유도탄을 사용하고, 생존성을 위해 신속한 배치능력과 기동성을 갖추어야 한다. 미래 방공작전 수행체계는 전투공간 및 방호목표에 대한 공중위협 표적을 실시간에 탐지 및 식별하고, 이에 대한 위협평가 - 표적 할당 - 사격통제 일련의 과정을 통해 예하부대 및 무기별 사격단위에 자동제원망을 통한 실시간 조기경보 전파 및 지휘통제를 하고 인접부대 및 상급부대에 조기경보와 방공작전 상황을 전파, 보고하기 위한 방공 지휘자동화체계가 구성되어야 한다. 특히 방공 지휘자동화체계를 구축하고 운용능력을 극대화하기 위해서는 공군, 육군, 해군의 방공레이더 운용과 방공무기체계를 통합 운용할 수 있는 기반이 마련되어야 한다.

이를 통해 다층 및 다기능적 방공작전능력을 구비하여 저·중·고고도 방공체계를 상호 연계하여 작전을 수행하고 부여된 임무에 따라 국지 및 지역방공작전을 수행하며 방공기능은 중앙집권적으로 통합운용해야 한다. 또한 연합 및 합동부대간 방호체계를 통합한 지역단위 미사일 요격체계를 운용할 수 있도록 해야 한다. 특히 연합 및 합동부대의 통합 C4I능력을 발전시켜 연합 및 합동부대간의 통신체계를 운용할 수 있도록 해야 하고, 표적탐지 및 식별, 경보전파를 동시화 할 수 있어야 하며 최적의 사격지휘 및 통제를 위한 방공 C2A체계를 통합 운용할 수 있어야 한다.

【참고문헌】

1. 국내문헌

1) 단행본

- 김민석 외(2008), 『신의 방패 이지스 대양해군의 시대를 열다』, 서울 : 플래닛미디어
- 백주기 외(2010), 『디지털 통신이론』, 광명 : 백티닷컴
- 양 욱(2007), 『Stealth Fighter, 하늘의 지배자 스텔스』, 서울 : 플래닛미디어
- 오병홍 외(2006), 『군사용어사전』, 대전 : 육군본부
- 이일근 외(2006), 『레이더 공학과 전자전 응용』, 서울 : 대영사
- 임상민(2005), 『전투기의 이해』, 서울 : 이지북
- 장두현(2006), 『무인항공기, 미래 항공우주산업의 총아』, 서울 : 상상커뮤니케이션

2) 연구논문

- 구찬미(2010), “3rd Military Radar”, 국방과학연구소 전자도서관 해외기술자료
- 권태영 외(2009), “21세기 전장환경에 대한 재검토 및 군사혁신에 관한 연구”, 한국전략문제 연구소 학술논문
- 박광훈, 윤현구(2010), “지상 유도무기의 초음속 적용방안 및 초음속 연소실 내열설계에 대한 연구”, 『국방과 기술 2010년 2월호』, 한국방위산업진흥회
- 박대광, 장은석(2008), “현대 항공전과 스텔스”, 공군사관학교 졸업논문
- 오종규(2008), “군 레이더용 위상배열 안테나에 관한 연구”, 충주대학교 산업대학원 석사학위 논문
- 윤광준, 박훈철(1997), “최신스텔스 기술의 응용” 『건국기술연구논문지 제 22집』, 건국대학교 산업기술연구원
- 이건우 외(2010), “저고도 방공 자동화 체계의 무기할당 정보에 대한 타격

체계에서의 표적 식별 방안 연구”, 대한전자공학회 학술논문
이왕국(2005), “지휘 및 통제 무기 체계 발전방향- 방공 자동화 체계”,
『국방과 기술 2005년 6월호』, 한국방위산업진흥회
최영화(1994), “현대전에서 방공 레이더의 역할과 한국 방공 레이더의 효
과적인 운용방안”, 국방대학교 석사학위 논문
하정열(2010), “한반도 전장환경에서 지상군 역할의 중요성”, 한국전략문제
연구소 학술논문

2. 국외문헌

Marker, C. J(2006), “Bistatic and Multistatic radar sensors for homeland
security, Advances in Sensing with Security Applications”, JN
Nicholas, J. W(2005), “Bistatic Rader”, SciTECH
Victor S. C(1998), “Fundamentals of Multisite Radar Systems”, CRC



ABSTRACT

The Direction of Developing Army Air-Defense Radar Operations, Considering the Future Battlefield Environment

- On Countermeasures for Stealth Fighters, UAV's and Anti-Radiation Guidance Missiles -

Kim, Seoung Min

Major in Management for National Defense

Dept. of Management for National Defense

Graduate School of National Defense Science

Hansung University

It is believed that victory in the battlefield of the future coincides with the latest in technology and state-of-the-art weaponry. As it becomes increasingly important to efficiently mobilize assets, our dependency on radar and their related high-performance sensors will only expand. Radar systems and C4I must be extensively implemented for real-time battlefield analysis in order to achieve the required efficiency. The proper implementation of C4I, and its coordination with Air-Defense, is critical in modern warfare due to the impact that initial air superiority has on the final outcome of a war.

With constant technological progress, states are persistently developing new stealth fighters, Anti-Radiation Guidance Missiles and

UAV's. Army Air-Defense radar systems and their respective technologies and operations, must be developed accordingly as countermeasures.

In regards to developing radars, progress must be made in developing new active-multi-function radar and long-range radar systems and operations.

The technologies that underlie the aforementioned systems include multi-function phase space / angle radars, small, lightweight and efficient microprocessors, and high-speed data sampling. The resulting synergies will inevitably lead to the required improvements in signal processing and operations control.

Several requirements must first be met to create such synergies and develop radar systems. The first is the cooperation between military, science, research, and government in specializing in R&D. This inevitably leads to the second requirement, development in of the domestic defense industry. The third is elevating the insufficient technology level of domestic defense contractors via the integration of foreign defense technologies and the creation of a development basis from the resulting technology transfer.

Through such development, Air-Defense radar systems must ultimately reach a point where they can be employed in combined forces operations alongside joint assets. The systems must execute their purpose as Air-Defense detection systems while implementing C2A - as a part of C4I - through automated warning signals, real-time target tracking and IFF, and ultimately target engagement. This can only be accomplished if the radar system can acquire and track simultaneous targets in real-time in three-dimensional coordinates(heading, altitude, and range) and utilize this data in a networked-integrated defense environment. The targets and coordinates must then be automatically and systematically analyzed to prepare and

mobilize the necessary assets to prepare countermeasures.

As a result, all military branches of Air-Defense must utilize state-of-the-art radar systems and apply effective doctrines in response to the growing threat that stealth fighters, UAV's, and Anti-Radiation Guidance Missiles present.

keyword : Radar, Stealth Fighter, UAV, C2A, C4I,
Anti-Radiation Guidance Missile

