

## 기상위성의 태동: 최초의 기상위성 TIROS

안명환\*

이화여자대학교 대기과학공학과

(접수: 2012년 10월 12일, 게재확정일: 2012년 11월 26일)

### Beginning of the Meteorological Satellite: The First Meteorological Satellite TIROS

Myoung-Hwan Ahn\*

*Department of Atmospheric Science and Engineering, College of Engineering,  
Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea*

(Received: 12 October 2012, Accepted: 26 November 2012)

**Abstract** Recently released a top secret document explicitly shows that the early development plan for an earth observation satellite in the USA has a hidden and more important purpose for a concept of 'free space' than the scientific purpose. At that time, the hidden and secret concept imbedded within the early space development plan prevail other national policies of the USA government for purpose of the national security. Under these circumstances, it is quite reasonable to accept a possibility that the meteorological satellites which play a key role in the every area of meteorology and climatology was also born for the hidden purposes. Even it is so, it is quite amazing that the first meteorological satellite is launched in the USA despite of the facts that the major users of the meteorological satellites were not very enthusiastic with the meteorological satellite and the program was not started as a formal meteorological satellite project. This was only possible because of the external socio-political impact caused by the successful launch of the Russian Sputnik satellite and a few key policy developers who favored the meteorological satellite program. It is also interesting to note that the beginning of the first Korean meteorological satellite program was initiated by a similar socio-political influence occurred by the launch of a North Korean satellite.

**Key words:** The first meteorological satellite TIROS, socio-political impact, national security

### 1. 서 론

2012년 11월 현재 우리나라는 최초로 '우리 땅에서, 우리의 발사체로, 우리가 만든 위성을 발사'하는 작업을 3번째로 시도하기 위한 준비가 진행되고 있다. 많은 국민들이 나로호 발사에 관심을 가지는 것도 사실인 것 같다. 반면 대부분의 핵심 기술이 러시아에서

제공되었다는 점에서 큰 의미를 두지 않으려는 전문가가 있는 것도 사실이다. 이와 같이 상당한 국가예산이 투자되지만 가시적인 혜택이 당장 보이지 않는 것이 대부분의 우주개발 프로그램이므로 항상 논란거리가 되었다. 지금까지 적용된 우주개발을 위한 합리화는 첨단 과학기술의 확보, 경제적 이득, 국가안보 등을 들 수 있을 것이며, 나로호에 대한 관심도 이와 같은 합목적성으로도 설명할 수 있을 것이다. 그렇지만 현재 우리의 상황에서 가장 적합한 이유는 인공위성을 우리의 힘으로 최초로 발사한다는 역사성과 '우주 클럽'에 10번째로 가입하면서 국가위상을 제고할 수 있다는 기대감으로 보인다.

\*Corresponding Author: Myoung-Hwan Ahn, Department of Atmospheric Science and Engineering, Seodaemoongu Ewha Yeodae-Gil 52, Seoul 120-750, Korea.

Phone : +82-2-3277-4462, Fax : +82-2-3277-3275  
E-mail : terryahn65@ewha.ac.kr

반면에 우주개발 프로그램이 많은 나라들에서 아무런 꼬리표도 달리지 않은 채 전폭적인 지원을 받은 시기들도 있었다. 그 대표적인 경우가 미국과 소련의 냉전이 심화되면서, 동시에 경쟁적으로 우주개발이 진행되었던 50년대 후반부터 60년대까지가 좋은 예이다. 미국은 우주개발 초기에 최초의 위성 발사, 최초의 생물체 궤도진입, 최초의 유인우주선 발사 등과 같은 부분에서 항상 소련에 '처음'의 영광을 빼앗기던 시기였다. 이를 일거에 역전하기 위한 유인 달 착륙 프로그램이 구상되고 추진되던 시기이기도 하였다. 지금까지도 이어지는 미국의 우주정책 기초가 다져지고, 우주개발을 주도하는 조직들도 갖추어진 이 시기가 우주정책과 관련된 활동들이 가장 활발하게 이루어진 시기였다.

또한, 이 시기는 기상위성 개발을 위한 초기 정책이 형성되어 세계 최초의 기상위성인 TIROS (Television and Infrared Observing Satellite) 1호가 발사되기도 하였다. 뒤이어 발사된 TIROS 위성 시리즈가 성공적으로 기상영상을 생산하고 활용되면서 위성자료를 이용한 연구뿐 아니라, 기상현업에서의 적용이 급격하게 발전하기 시작한 시기이기도 하였다. 연구개발용으로 처음 개발되기 시작한 TIROS 시리즈는 현업 기관의 요구에 부응하기 위해 초기의 계획을 수정하여 연속으로 10기의 위성이 발사되면서 준 현업적으로 활용되기까지 이르렀다. 현재 기상위성이 없는 일기예보나 기상연구를 생각할 수 없도록 만드는 문을 열었던 것이다.

그렇지만 초창기에는 많은 다양한 프로그램들이 처음으로 진행되면서 그 변화도 극심하였다. 기상위성의 개발도 예외는 아니었다. 세계 최초로 발사된 기상위성은 실제로는 처음부터 기상을 목적으로 개발된 것이 아니라 첩보용으로 활용하기 위해 개발되기 시작했다는 사실이 널리 알려지진 않은 것도 사실이다. 정치사회적 환경이 변화면서 이에 대응하기 위해 택한 차선책이었던 것이다. 심지어 당시의 많은 기상학자들은 2차원의 정보만을 제공하는 기상위성이 성공적으로 운영되더라도 3차원의 정보가 필요한 일기예보를 위해 공급할 수 있는 정보에는 한계가 있어 그 활용성이 제한될 것이라는 의견도 제시하였다. 그럼에도 불구하고 우주개발 초기에 기상위성이 성공적으로 개발되어 발사된 것은 국가 전체의 우주개발 정책과 당시의 상황이 일치하였고 몇몇 비전을 가진 전문가들의 강한 추진력이 존재하였기 때문이었다.

본 논문에서는 지금부터 60여 년 전 미국에서 진행되었던 위성개발 초창기의 정치사회적 배경과 국가 전체의 우주개발 정책 전개 과정을 살펴보고, 이러한 국가 전체의 우주개발 정책 형성 과정에서 기상위성의 개발을 가능하게 만들었던 배경을 정리하고자 한다.

또한, 기상위성 발사 이전의 여러 정황들을 종합적으로 정리하여 세계 최초의 기상위성 개발이 순수한 기상위성 개발로 시작되지도, 기상학자들의 강력한 요구에 의해 착수되지도 않았음을 소개하고자 한다. 2장에서는 이 시기에 형성된 은혜와 위장이라는 미국의 초기 우주정책의 형성 배경과 전개과정에 대하여 전반적으로 소개하고 3장에서는 우주기반의 기상관측이 가지는 장점과 기상위성의 활용 가능성이 처음으로 제안된 이후 최초로 기상위성을 발사하기까지의 전개과정을 정리하면서, 기상위성이 가능하게 된 핵심 요인들을 분석하였다. 4장에서는 논문을 정리하고, 이후의 논문에서 다루고자 하는 기상위성의 현업화에 대하여 간단하게 소개하고자 한다.

## 2. 미국의 초기 우주정책

미국의 우주개발역사에서 주목할 만한 중요한 이정표들로는 1950년대 후반 최초의 인공위성 발사, 1960년대 후반의 아폴로 달 착륙, 1980년대의 우주왕복선 개발, 1990년대의 우주정거장 개발, 그리고 2000년대의 유인화성 프로그램 추진 등이 있다. 기상위성을 포함한 지구관측위성 개발은 이들 주요 이벤트 중에서도 “우주시대 (space age)”를 알리는 최초의 인공위성 개발 및 이를 이끌기 위한 초기의 우주정책과 긴밀한 연관성을 가진다. 특히, 지구관측 위성의 개발은 원래의 과학적 목적뿐 아니라 국가안보를 위한 중요한 수단을 확보하기 위해 추진된 것으로 이 프로그램을 중심으로 미국 초기의 우주정책을 살펴보고자 한다.

### 2.1. 국제지구물리의 해를 위한 위성개발

1950년대 미국의 과학계는 1957년에서 1958년까지 진행될 국제적인 과학프로그램인 국제지구물리의 해 (IGY; International Geophysical Year)에 미국국가위원회 (US National Committee; 의장은 UCLA 물리학과 교수인 조셉 카플란)를 구성하면서 적극적으로 참여하고 있었다. 이 활동의 일환으로 반 알렌 (Van Allen)을 주축으로 한 고층대기 학자들이 IGY를 위한 과학 위성 개발 방안을 마련하여 미국 과학재단 (NSF; National Science Foundation)에 제안하였다 (Green and Lomask, 1971; Hays, 2011). 이 제안을 받은 미국정부는 1955년 5월 20일에 NSC 5520으로 알려진 “미국의 과학위성 프로그램”이라는 극비의 정책문서를 신속하게 승인하였으며 (National Security Council, 1955), 그 해 7월 29일에는 백악관에서 공식적으로 IGY에 위성을 기여하겠다는 발표를 하여 전세계적인 과학계의 호응을 얻었다. 이 비밀문서에서 명시된 과학위성 프로그램의 추진 목적을 보면 아이젠하워 정부의 과학위성 발사에 대한 분명한 입장을 파악할 수 있다.

“군사적 입장에서 대형의 첩보위성 구축은 반드시 필요하지만, 소형과학위성에 첩보장비를 탑재하기는 어렵다. 그렇지만, 소형 과학위성을 개발함으로써 첩보 위성 확보를 위한 기초기술 개발에 도움을 주고 (단 첩보위성 개발에 방해되지 않는다면), 더욱이 이 위성은 우주궤도를 자유롭게 활용할 수 있는 ‘자유로운 우주 (free space)’에 대한 시금석이 될 것이다”라고 적시하였다 (National Security Council, 1955). 즉, 이 소형 과학위성 개발이 자체의 과학적인 목적보다는 미국 안보를 위한 숨은 목적이 더 강함을 명시하였다. 또한, 보고서에서는 IGY라는 국제적인 프로그램에 참여함으로써 예상되는 소련의 공세 (위성을 이용하여 간첩 활동을 한다는 등의 공세)를 피할 수 있을 것으로도 판단하고 있었다.

아이젠하워 정부가 자유로운 우주라는 개념을 이토록 적극적으로 확보하고자 노력했던 것은 첩보위성의 활용이 국가안보를 위해 필수적이라고 판단하였기 때문이었다 (Day, 2000; Hays, 2011). 당시 2차 대전을 승리로 이끌고 한국전쟁을 치른 미국 정부는 핵무기라는 엄청난 무기와 이를 원하는 곳에 언제든지 투하할 수 있는 전략폭격기를 보유하고 있으면서도 항상 진주만 공격을 직접 당한 아이젠하워 대통령과 정부의 지도자들은 이와 유사한 기습공격에 대해 극심한 두려움을 가지고 있었다. 소련과의 냉전이 심화되고, 소련의 핵무기 개발, 뒤 이은 대륙간탄도탄 개발에 대한 정보들이 입수되면서 기습에 대한 두려움이 더욱 증가하였다. 문제는 철의 장막으로 둘러친 소련의 역량이 실제로 얼마나 되는가에 대한 정확한 정보가 부족하였고, 이에 따라 소련의 역량에 대한 평가가 천차만별이었다. 전체적인 국가안보에 대한 불안은 증가하였고, 이에 따라 1954년에 아이젠하워 대통령은 이 문제를 과학적으로 해결할 수 있는 방안을 연구하도록 지시하였고, 당시 MIT 총장이었던 킬리안 (James Killian)의 주도로 작성된 보고서에서는 미국이 개발해야 할 다양한 군사기술들을 제안하였다 (TCPSAC, 1955; Day, 2000).

이 보고서에서는 미국이 동원할 수 있는 모든 과학적인 방법들을 제시하였는데, 잠수함 탑재 핵미사일, 미국 연안을 따라 설치되는 미사일 탐지 레이더, 첩보위성, 첩보 항공기, 첩보풍선 프로그램 등이 포함되었다. 보고서에 따라 추진되었던 몇몇 첩보활동 프로그램은 성공하기도 하였지만 안심할 정도의 정확한 정보를 확보하지 못하면서 첩보위성에 대한 기대는 더욱 커졌다 (Day, 1998). 위성이 없이는 첩보활동을 위해서는 항공기 또는 풍선을 이용할 수 밖에 없었고, 이에 대한 소련의 대응은 킬리안 보고서가 발간된 지 1년도 안 돼 발생한 *Genetrix* 첩보풍선 프로그램의 대참사에서 극명하게 드러났다 (Peebles, 1997). 킬리안

보고서에 제시되었던 *Genetrix*는 고성능 카메라를 대형풍선에 메달아 유럽에서 소련 상공으로 표류시킨 후 일본과 알래스카에서 회수하는 첩보작전이었다. 공식적으로는 평화적인 기상연구를 위해 풍선에 카메라를 달아 아시아 지역의 구름사진을 확보하기 위한 과학적 프로그램으로 선전되었다. 문제는 다수의 풍선들이 기류를 잘못 만나 소련 영토에 떨어지거나 고도가 너무 낮아 소련 공군에 의해 격추당했던 것이었다. 소련은 확보한 풍선과 장비를 언론에 공개하면서 미국의 첩보활동을 맹렬하게 비난하였다. 모두 516개의 풍선을 날렸지만 회수한 풍선은 34개에 불과하여 첩보수집으로서의 가치도 없는데다, 소련의 조종거리로 전락해버리고, 당시 개발이 진행 중이던 U-2 프로그램에 악영향이 미칠 것을 우려한 아이젠하워 대통령은 이 프로그램을 즉각 중단시켜 버렸다 (Peebles, 1997).

또 다른 첩보수집 프로그램으로 비밀스럽게 추진했던 사업은 킬리안 보고서에서 제시한 또 다른 국방기술의 하나인 정찰항공기 개발이었다. 바로 U-2 정찰기 개발 사업으로, CIA와 미 공군이 협력하여 *Aquatone*이라는 코드네임으로 시작하였다. 개발을 시작한 지 9개월만에 처녀비행을 성공적으로 수행하였으며, 아이젠하워 정부는 1956년 7월부터 U-2 정찰기를 민간용 기상감시 항공기로 포장하면서 소련 상공을 6번이나 성공적으로 정찰할 수 있었다 (Pedlow and Welzenbach, 1998). 소련은 이 항공기를 즉시 추척할 수 있었지만, 공개적으로 항의하지는 않았다. 그들이 U-2를 격추할 수 있는 능력이 없는 것을 인정하지 않겠다는 의도였다. 이는 아이젠하워 정부가 첩보풍선 프로그램의 풍선 고도를 U-2 항공기 순항고도 이하로 고집한 이유가 되기도 하였다. 그렇지만, 1960년 5월 1일에는 터키에서 이륙한 U-2기가 소련 상공에서 지대공 미사일에 의해 격추되고 조종사가 생포되어 미국이 국제적인 망신을 당하기도 하였다.

철의 장막에 가려진 소련에 대한 정보를 얻기 위한 전형적인 첩보활동은 이와 같은 여러 위험요소를 보이기 때문에 첩보위성에 대한 기대는 아이젠하워 행정부 내에서 상당히 높았다. 킬리안 보고서에서 제안한 기술에도 첩보위성의 개발도 포함하였으나 기술적 완성도가 낮기 때문에 우선순위를 높게 두지는 않았다. 그럼에도 불구하고 이 보고서에서는 향후 첩보위성을 자유롭게 운영하기 위한 사전 준비 작업을 추진하도록 권고하였다. 당시에는 우주에 대한 영토권이 정확하게 정의되지 않은 상태였기 때문에 지구궤도를 비행하는 첩보위성의 자유로운 활동이 보장된 것은 아니었다. 이에 따라 한 국가의 영토인 “영공”과 국제적인 공역인 “우주”를 분명하게 구별할 수 있는 소형의 인공위성 프로그램을 개발하도록 제안하였다. 이를 통해 국제적인 우주에 대한 자유로운 이용이라는

공감대를 형성하고, 이를 바탕으로 자유로운 첩보위성의 운영을 담보하고자 했던 것이다.

## 2.2. 과학위성의 개발

이와 같은 배경에서 시작된 과학위성 프로그램은 크게 위성의 개발과 이를 우주에 진입시키는 발사체의 개발이 필요하였다. 과학적 탑재체를 포함한 위성의 개발은 NSF와 NAS (National Academy of Science)가 주도하여 추진하는 것으로 쉽게 결정 내릴 수 있었다. 그러나 발사체 개발주체를 결정하는 과정에서는 상당한 논란이 있었는데, 그 원인은 결정기준을 정책적 우선순위에 따를 것인지, 기술적 완성도를 기준으로 삼을 것인지에 대한 논란이 있었기 때문이었다 (Green and Lomask, 1971; Day, 2000). 1955년 당시 미국 내에서 우주발사체 개발과 직접적으로 관련될 수 있는 프로그램은 육군의 탄도 미사일 개발 프로그램 (Army Ballistic Missile Agency(ABMA); 독일의 V-2 개발팀인 Werner von Braun 팀이 주축이 됨), 공군의 대륙간탄도탄 개발 프로그램 (Atlas 프로그램으로 당시까지는 개념수립 단계였음), 그리고 해군에서 수행 중이던 민간부분의 고층관측용 로켓인 Aerobee 및 바이킹 로켓 프로그램이었다. 따라서 위성을 발사하기 위한 기술은 육군이 가장 앞선 상태였기 때문에 모두 육군이 주관기관으로 선정될 것으로 예상하였다.

결론적으로 발사체 개발 주체는 군사기술을 개발하던 ABMA가 아닌, 과학기술 프로그램을 추진하던 해군의 해군연구소 (Naval Research Laboratory; NRL)로 선정되면서, 벵가드 (Vanguard) 위성 프로그램이 출범하였다. 이는 NSC 5520에서도 분명하게 밝힌 바와 같이 과학위성 프로그램이 군사적 활동과는 최소한의 관련성을 가지도록 보이게 하는 동시에 군사프로그램에 지장을 주지 않도록 하기 위해서이다. 당시 심사위원들은 ABMA가 핵심 군사기술인 탄도 미사일을 개발하고 있으면서 동시에 위성발사를 위한 발사체를 개발하는 것이 탄도 미사일 개발을 방해할 가능성이 높다고 평가한 것이었다. 그렇지만 길으로 드러나지 않은 이유로는 아직도 2차 세계대전의 나쁜 경험이 남아 있는 상황에서 독일에 부여했던 독일 과학자들이 첫 위성 발사라는 영광을 차지하도록 허용할 수 없다는 분위기도 있었다 (Day, 2000). 경험도 부족하고 기술도 확보되지 않은 NRL에게 책임을 맡긴다는 것은 IGY에 맞추어 위성을 발사할 수 없거나, 심지어 소련에 비해 위성발사가 늦어질 가능성이 존재한다는 것을 의미하였다. 그럼에도 불구하고 이를 승인한 것은 그만큼 아이젠하워 정부가 자유로운 우주라는 개념을 확보하기 위해 얼마나 노력하였는지를 반증하는 것이었다. 또한 과학계에서도 “먼저”라는 개

념보다는 “과학적 기여”라는 가치에 더 비중을 두어 소련이 먼저 위성을 발사하더라도 미국이 과학적 충실성을 확보할 수 있다면 “먼저”가 가지는 인센티브를 상쇄할 수 있다고 판단한 것이었다.

## 3. 기상위성 개발

오늘날 위성영상이 없는 TV 일기예보가 없는 점, 기상기후 연구와 현업에서 기상위성자료가 차지하는 비중 등을 생각하면, 기상위성은 우주개발 초창기부터 사용자들의 적극적인 요구로 개발된 첨단장비였을 것으로 쉽게 가정할 수 있다. 그렇지만 실제로는 과학위성의 일부로 기상위성 프로그램이 추진된 것도 아니었을 뿐 아니라, 우주시대가 열린 1950년대 말 대부분의 기상학자들은 위성자료가 기상 예보나 연구에 유용할 것이라고 확신하지 못하였다. 위성기상학을 탄생시킨 주역인 Harry Wexler 박사마저도, “대기의 미래 상태를 예측하기 위해 기상학자들이 필요로 하는 것은 대기의 현재 상태로, 이를 위해서는 기압, 온도, 습도, 바람 등의 기상요소에 대한 3차원 분포를 알아야 한다. 대기의 현재 상태와 과거의 움직임을 알면 외삽 또는 다른 기술들을 이용하여 미래를 예측할 수 있다.” (Wexler, 1954)라고 하면서 3차원 자료의 중요성을 강조하였다. 즉, 그는 위성은 2차원인 “조감도”만을 제공하지 기상학자들이 필요로 하는 3차원 자료를 제공할 수 없음을 지적하였고, 위성은 근본적으로 “폭풍우 감시자로서의 역할을 수행”할 것으로 생각하였다.

위성이 가지는 가치를 민간 기상학자들이 뒤늦게 인식한 것과는 달리 2차 대전 이후 전 세계를 작전지역으로 삼게 된 해군은 함정이 가는 곳 어디에서라도 기상정보를 제공해야 했고, 공군도 해군과 비슷하게 전 세계에 대한 기상예보의 필요성을 가지게 되었다. 또한 고해상도 사진을 촬영하는 첩보위성을 운용하기 위해서는 관심지역의 구름정보도 절대적으로 필요하였기 때문에 조감도 역할이라도 제대로 할 수 있는 위성이 반드시 요구되었다. 이에 따라 우주개발의 초창기에는 기상위성이 민간에서의 기상예보를 지원하기 위한 목적이 아니라 군사적인 정보수집을 위한 무기체계 요구사항의 하나였다 (Hall, 2001). 그럼에도 불구하고 기상관측을 위한 위성개발은 착수되지 못했고, 다양한 종류의 첩보용 위성개발이 경쟁적으로 이루어졌다. 스푸트니크의 성공적인 발사와 이에 따른 후속 조치의 일환으로 정부조직의 업무조정이 일어나게 되었고, 그 부수적인 산물로서야 기상위성이 탄생하게 되었다. 육군에서 개발을 착수하여 NASA에서 성공적으로 발사하게 되는 최초의 기상위성인 TIROS (Television and Infrared Observing Satellite) 1호에 대해 구체적으

로 살펴보고자 한다.

### 3.1. 기상위성의 활용성 논란

기상위성의 개발에 관한 최초의 연구보고서는 1946년에 처음으로 발간된 RAND보고서로 거슬러 올라간다. 물론 그 이전에도 우주에서의 기상감시가 가지는 장점과 이를 촉진하기 위한 활동들이 있었지만 (Dickens and Ravenstein, 1973) 정식으로 그 가능성에 대한 연구결과는 이 보고서가 처음이었다. 이 첫 번째 보고서는 주로 우주궤도에 위성을 올리기 위한 로켓 엔지니어링 측면의 연구였지만, 위성을 이용한 다양한 활용분야도 제시하였다 (Ridenour, 1946). 보고서에서는 위성의 활용분야에 대해 제시하면서 기상관련 내용은 군사적 목적과 과학적 활용을 기대할 수 있다고 언급하였다. 먼저, 위성의 군사적 활용 중 우주에서의 관측 기능을 이용해서는 “폭탄투하의 영향평가와 작전지역의 기상정보 획득” 두 분야가 가능할 것으로 제안하였다. 그렇지만 아직 “활용에 대해서 완벽하게 평가하기에는 너무 이르다”는 점은 인정하고 있었다. 두 번째로 위성을 이용한 과학적 활용분야 중에서는 우주선관측, 지자기 및 중력관측, 무중력 실험, 천문관측 등과 더불어 기상분야에서의 높은 활용성을 제시하였다. 극궤도 위성을 이용하여 촬영한 구름패턴을 이용하면 “촬영지역의 초단기 기상예보에 상당히 기여할 것이며, 이와 같은 자료를 장기간 축적할 경우 장기 기상예보에도 상당한 가치를 줄 것이다”라고 언급하였다 (Ridnenour, 1946).

RAND 보고서가 발간된 후, 첫 우주기반 기상영상 관측은 위성이 아닌 로켓을 활용한 실험과정에서 이루어졌다. 2차 대전 이후 미국은 대륙간 탄도 미사일 개발을 위해 독일에서 압수된 수많은 V-2 로켓을 활용한 다양한 기술시험을 수행하고 있었다. 원래의 군사적인 목적을 은폐하기 위해 과학실험을 내세웠으며, 이 과정에서 상층 대기의 온도 및 기압관측, 우주전파 관측, 자외선 관측 등과 같은 프로그램이 고층대기연구패널 (Upper Atmosphere Research Panel; UARP)의 주도로 진행되었다 (Williamson, 1999). 또한, 이 과정에서 얻어진 구름영상이 기상예보에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단은 되었지만, 이를 실현하기 위해서는 실험용 로켓과는 다른 접근방법이 필요할 것으로 제기되었다. 우선 구해진 구름영상을 실험용 로켓보다는 빠른 시간에 기상전문가에게 전달할 방법이 필요하였다. 로켓을 이용한 구름영상은 로켓에 탑재된 카메라를 회수하여 얻어지기 때문에 기상전문가에게 전달되기까지는 상당한 시간이 소요되었다. 따라서 구름영상에서 특이한 기상현상이 탐지되었더라도 흥미로운 기상상황이 종료된 이후에야 예보관에게 전달되는 문제가 있었다. 더구나 빠른 시간에 예보관들에게 영상

을 전달할 수 있는 방법이 개발되더라도 한 지점이 아닌 다수의 지점에서 정기적인 로켓 관측을 위해서는 여러 곳에서 연속적인 로켓을 발사하기 위해 필요한 재정확보도 어려운 문제였다. 마지막으로 구름영상에서 얻을 수 있는 것이 특이한 기상현상의 조기 발견 외의 추가적인 활용방법이 개발되지 않은 상태였다 (Williamson, 1999).

이에 따라서, 구름영상 하나만으로도 얻을 수 있는 가치가 어느 정도인지를 평가하기 위한 본격적인 연구가 시작되었고, 1951년 4월에 “위성을 이용한 기상정보 확보 가능성에 대한 논의”라는 RAND 보고서가 발간되었다 (Greenfield and Kellogg, 1951). 이 보고서의 근본 취지는 새로운 전쟁이 발발할 경우 항공기를 이용한 작전지역의 기상관측이 거의 불가능해질 것이므로, 위성이라는 새로운 기술이 이를 대체할 수 있는 가능성은 높아 보이지만, 위성에서 제공하는 구름영상은 실질적인 기상예보를 위해 필요한 3차원 관측자료가 아니기 때문에, 구름 영상 자체가 가지는 가치를 엄밀하게 평가해 보자는 것이었다. 따라서 보고서에서는 관측영역, 해상도, 그리고 종관기상 정보로서의 가치라는 3가지 중요한 측면에서 기상위성의 가치를 평가하였다. 우선, 위성의 고도를 500 km 정도로 할 경우 필요한 해상도와 관측영역을 확보하기 위한 기술은 가능할 것으로 결론 내렸다. 또한, 우주에서 관측한 구름영상 하나만으로는 현재의 종관상태 전부를 알아내기는 불가능하지만, 이론적인 지식과 장기적인 경험을 결합한다면 충분히 가치 있는 결과들을 만들어 낼 수 있을 것으로 결론 내렸다.

몇 년 후 NRL의 과학자들은 16 mm 영상카메라를 탑재한 Aerobee 실험 로켓에서 찍은 구름영상에서 기대 밖의 중요한 기상현상을 발견하게 된다. 당시 로켓 실험은 로켓의 추적, 비행안전성 확보 등을 위해 구름이 10% 이하일 경우에만 진행되었으므로, 로켓 실험을 통해 확보할 수 있는 구름정보는 상대적으로 적은 편이었다. 그렇지만 1954년 10월 5일 실험에서는 운 좋게도 발사장 상공의 하늘 상태는 좋았으나, 촬영지역은 중요한 기상현상이 발생하고 있었다. 당시의 전형적인 기상관측망에서는 전혀 관측하지 못하였던 멕시코 만에 존재하는 거대한 열대폭풍 (허리케인)에 동반된 구름이 로켓 영상에 선명하게 나타났다. 이를 발견한 Aerobee 연구책임자였던 Otto Berg는 위성이 폭풍우 경보에 당장 유용하게 활용될 수 있다고 주장하면서 “좀 더 먼 장래에 로켓을 이용한 첩보기술들이 다른 기상현상들에 대한 연구에 적용될 수 있을 것”이라고 제안하였다 (Hubert and Berg, 1955).

### 3.2. 첩보위성에서 기상위성으로

그럼에도 불구하고 첫 번째 기상위성 프로그램인

TIROS는 기상관측을 목표로 하는 정규 프로젝트로 시작된 것이 아니라, 위성활용 개념을 증명하기 위한 한 기업체의 노력으로 탄생되었다. 1956년 당시 공군은 첩보위성을 개발하기 위한 방안을 마련하기 위해 3개의 기업으로 하여금 기초연구개발 사업을 추진하도록 지원하고 있었다. 최종적으로는 Sentry 시스템 (이후에는 SAMOS라는 이름으로 바뀜)으로 명명된 Lockheed Aircraft Corporation에서 제안한 필름 카메라 방법 (우주에서 카메라로 찍은 필름을 현상한 영상을 스캔하여 라디오파로 전송)이 선정되었다. 이때 사전연구에도 참여하고 본 사업에 필요한 기술도 개발하여 응찰하였으나 Lockheed Aircraft Corporation에 고배를 마신 기업 중 하나가 RCA Corporation이었다. RCA Corporation에서는 TV 카메라를 위성에 탑재하여 지상으로 방송하는 방식을 제안하였으나 실패하자 똑같은 기술개념을 공군이 아닌 육군의 첩보용 위성으로 활용하는 방안을 ABMA에 제안하였다. 과학위성 개발과정의 발사체 개발을 위한 사업경쟁에서 해군에게 고배를 마신 ABMA는 RCA Corporation의 제안을 받아들여 비밀리에 개념연구를 지원하기로 결정하였다. 1957년 RCA Corporation은 ABMA가 개발 중이던 Jupiter C 발사체에 탑재할 약 9kg의 회전안정화 방식의 실린더형 Janus 위성 원형 설계를 성공적으로 완수하고, 이를 국방부, 중앙정보부, 하원 입법 소위에 보고하게 되었다. 지구의 표면을 우주궤도의 위성에서 탑재된 TV 카메라를 통해 관측하고 이를 지상으로 전송할 수 있다는 가능성을 보인 것이었다.

한편, 이 연구가 진행 중이던 1957년 10월에 스푸트니크가 성공적으로 발사되고, 이에 대응하기 위한 여러 조치 중 일부로 1958년 4월에는 첩보위성 사업은 공군에서만 수행하도록 하는 결정이 내려졌다. 일견 단순해 보이는 이 조치로 육군과 해군에서 진행하던 여러 위성관련 사업들이 중단될 위기에 놓이게 되었다. ABMA에서 추진하던 Janus 사업도 예외는 아니었다. 육군의 위성 프로그램 자체가 사라질 위기에 놓였던 것이었다. 우주에 인공체를 올리겠다는 강력한 의지를 가지고 있던 ABMA는 위성 프로그램을 살리겠다는 목표 하나로 Janus의 첩보목적은 포기하는 대신 이와 유사한 기상만을 목적으로 하는 Janus II 프로젝트를 추진하기로 어쩔 수 없는 결정을 하게 되었다. 당시 기상위성에 대한 요구사항도 없는 상황에서 기상위성을 개발한다는 것에 대한 당위성이 논란이 되었지만 ABMA의 강력한 의지와 설립을 준비 중이던 ARPA (Advanced Research Project Agency)의 묵인 하에 기상위성 프로그램이 탄생하게 된 것이었다 (Capman, 1967).

뒤이어 1958년 5월에는 모든 군사용 (일시적으로 민간용까지) 우주개발 연구가 국방부 산하에 새로 설

립된 ARPA로 통합 관리되면서 Janus II 프로젝트도 ARPA로 이관되었다. ARPA가 우주개발 프로그램을 통합관리 하면서 ABMA에서 개발하던 Juno 로켓은 Explorer 시리즈의 발사에 활용하고 Janus II 프로젝트에서는 대형 발사체를 활용하기로 결정하였다. 이에 따라 Janus II위성의 규모도 커지고 이름도 TIROS로 바꾸게 되었다. 다만, ARPA 설립 시 권한이 한곳으로 집중되는 것을 우려한 의회에서는 ARPA에 사업조정권과 예산권을 부여하면서 실질적인 업무는 각 군에서 수행하도록 조정하였다. 이에 따라 Janus II 프로젝트에 대한 책임과 조정권은 ARPA가 가지지만 실질적인 개발업무는 육군의 기상업무를 담당하던 뉴저지 주에 있는 통신연구개발실 (U.S. Signal Research and Development Laboratory, 1929년 라디오를 탑재한 라디오존데 및 2차 세계대전 중에 기상레이더 개발 등을 담당했던 곳)이 맡게 되었다.

### 3.3. TIROS 1호의 성공적인 발사

스푸트니크 후속 조치의 일환으로 국가 우주개발을 전담할 조직을 신설해야 한다는 요구사항이 거세지면서 공화당 행정부와 민주당 의회의 힘겨루기가 시작되었다. ARPA를 강화하여 대처하겠다는 아이젠하워 정부와 민간에 전담조직을 신설하자는 의회와 민간 전문가들 사이의 대립이 후자의 승리로 해소되면서, 1958년 중반부터는 민간조직인 NASA를 설립하기 위한 준비가 진행되고 있었다. 그렇지만 1958년 10월 NASA가 출범할 때까지도 ARPA와 NASA 사이의 역할분담에 대한 협상이 계속되었다 (Kraemer, 1999). 궁극적으로는 아이젠하워 대통령의 지시에 따라 ARPA에서 진행 중이던 우주사업 중에서 국방 및 국가안보와 직접적인 연관성을 가지는 사업 외에는 모두 NASA로 이관되었고, TIROS 프로젝트도 1959년 4월부터 NASA로 이관되었다. 이관될 당시에는 위성의 설계가 모두 끝나고 원형위성 (prototype satellite) 및 비행모듈 (flight module)이 제작단계에 들어선 상태였다. 다행히, 당시까지 사업관리를 맡았던 대부분의 국방부 직원들도 NASA로 전직하여 사업의 연속성을 유지할 수 있었다. 또한, 프로그램을 NASA로 이관하면서 기상위성 자료의 활용성을 높이기 위해 NASA와 Weather Bureau와의 긴밀한 협조관계를 유지하면서 동시에 국방부의 요구도 충족시킬 수 있도록 최대한 노력한다는 조건을 달았다. 이에 따라 Weather Bureau는 기상위성의 활용을 위한 연구개발 책임을 맡게 되었으며, NASA가 의장을 맡고 국방부를 포함한 관련부처가 참여하는 기상위성조정위원회를 구성하여 전체 프로그램을 조정하도록 하였다.

1960년 4월 1일 동부시간 06시 40분에 플로리다 주 케이프 케너버럴 공군기지에서 NASA의 Thor-Able 로



**Fig. 1.** President Eisenhower (left) and NASA Administrator Glennan (right) review the satellite images from the first meteorological satellite Tiros I launched April 1, 1960 (source: Eisenhower archive at <http://www.eisenhower.archives.gov/research/audiovisual/images/nasa.html>).

켓을 이용한 TIROS 1호의 발사는 성공적이었다. 근지점이 지상에서 약 700 km 고도를 가지며 경사각은 48도를 가지는 궤도였다. 궤도에 성공적으로 진입한 후 뉴저지의 지상국에서 촬영 명령을 보냈고, 이 신호를 받아 생산된 위성영상은 북반구 일부를 선명하게 보였다. 지상으로 송신된 영상은 처리되자마자 NASA 본부로 전송되었고, 발사 7시간 후에 첫 영상을 받아본 아이젠하워 대통령은 (Fig. 1) TIROS 1호를 “놀라운 개발”이라고 칭찬하고, 존슨 상원의원은 “근래 가장 좋은 우주관련 뉴스이다.....평화를 위한 거대한 진전이다”라고 평했으며, Weather Bureau의 Wexler는 “하룻밤 사이에 거지에서 부자로 바뀌었다”라고 언급하는 등 TIROS 1호 영상은 열렬한 환영을 받으면서 언론에서도 크게 다루어졌다.

기상위성의 성공으로 또 다른 이슈가 발생하였다. TV 카메라를 이용하여 전 세계 모든 지역을 촬영할 수 있음을 보임으로써, 의도하지 않게 위성을 이용한 첩보 가능성을 실증하게 되었다. 적성국가인 소련, 중국, 동유럽 등의 정보수집도 가능함을 의미하였으며, 이에 따라 자유로운 우주에 대한 진정한 시험무대가 되었다. 따라서 NASA에서는 TIROS의 해상도가 너무 낮기 때문에 어떠한 첩보적 가치도 제공할 수 없음을 언급하면서도, 영상을 공개하기 전에는 민감한 부분의 존재유무에 대해서 세심한 주의를 기울이기도 하였다. 이러한 노력으로 기상위성에 대한 적성국가들의 반발은 없었으며, 이에 따라 진정한 의미의 자유로운 우주 개념도 완전히 확립되었다.

TIROS 이전에도 우주에서의 기상관측 실험은 다수

존재하였다. 우주궤도에 현존하는 가장 오래된, 미국에서 2번째로 발사된 Vanguard II (1959. 2. 17발사) 위성엔 탑재된 알베도 센서 (Green and Lomask, 1970), 1959년 8월에 발사된 Explorer VI에 탑재된 TV 광학주사계 (NASA, 1965), 그리고 1959년 10월에 발사된 Explorer VII에 탑재된 지구-대기의 복사수지 관측을 위한 Soumi 복사관측계 (Suomi, 1961; Weinstein and Suomi, 1961) 등이 있었다. Explorer VII에는 다른 지구관측용 센서도 탑재되어 최초의 지구관측위성으로 간주되기도 한다 (NASA, 1961). 그럼에도 불구하고 TIROS 1호를 최초의 기상위성으로 받아 들이는 것은 이전 실험들은 기상미션이 주 목적이 아니었거나, 생산된 자료의 품질이 너무 낮거나, 실질적인 활용에 제약이 있었기 때문이었다. 또한 TIROS는 기상을 전용으로 관측하기 위해 개발되었다는 사실도 TIROS 1호를 세계 최초의 기상위성으로 자리매김하게 만들었다. TIROS 1호는 발사 후 10일 만에 2000여 장의 영상을 지상으로 전송하면서 진정한 기상위성 시대를 열게 되었다 (RCA, 1963).

#### 4. 요약

미국의 우주개발이 시작된 것은 우주개발 그 자체가 아니라, 소련과의 우주경쟁을 벌이기 위해서 시작된 것이 아니라, 소련의 기습공격에 대한 두려움이 증가하면서 이를 억제할 수 있는 수단을 강구하는 과정에서 파생되었다. 국가 안보를 위해서는 적성국에 대한 정확한 정보가 요구되었으며, 이를 확보하기 위해 풍선, 항공기 관측 등이 실패 또는 제한적인 성공만을 거두게 되었고, 이들을 대체할 수 있는 수단으로 위성의 활용성이 부각되었다. 그러나 당시에는 우주를 누구나 자유롭게 사용할 수 있는 공역이라는 개념이 받아들여지지 않았기 때문에 첩보위성 운영에 따른 군사적 및 정치적 위협을 제거할 필요가 있었다. 이를 위해 아이젠하워 정부는 IGY에 기여하기 위한 위성을 개발하여 발사한다는 계획을 비밀리에 검토하여 신속하게 승인하였다.

또한 지구관측위성의 개발 및 발사 주체를 선정함에 있어도, 국가안보적인 요소를 은폐하기 위한 큰 흐름이 적용되었다. 세계 최초로 위성을 발사하겠다는 의지가 우선이었다면 당연히 기술적으로 가장 안정되게 발전되어 있던 육군의 로켓팀을 선정했어야 했지만, 지구관측위성이 민간 프로그램임을 내세우고 강조하기 위해서 기술이 완성되지 않았고 실패의 위험성마저 포함하고 있던 NRL을 선정하였다. 이러한 과정에서 첫 위성 발사의 영광을 소련에 넘겨주고, 그 여파로 탄생한 것이 기상위성이었다.

기상위성영상이 없는 TV 일기예보를 생각하기 어

**Table 1.** Chronological order of important events from the first suggestion of space based meteorological observation to the first launch of meteorological satellite.

날짜	주요내용	비고
1946. 5	첫 번째 RAND 보고서에서 기상위성의 군사적 및 과학적 활용 가능성 제시	Ridenour (1946)
1951. 5	RAND 보고서에서 위성을 이용한 기상관측 가능성에 대한 조사	Greenfield and Kellog (1951)
1954. 10	Aerobee 실험에서 멕시코 만에서 발달하는 허리케인 탐지	Hubert & berg (1955)
1955. 5	IGY 지원을 위한 지구관측위성 발사를 국가안보위원회에서 승인	National Security Council (1955)
1956.	ABMA가 RCA에게 TV 카메라 기술의 개념연구 지원	
1958.	Janus 프로그램 완료 및 발표	
1958. 3	Janus II 프로그램 착수	
1958. 7	TIROS 프로그램으로 개명되어 지속적으로 사업 추진	
1959. 4	NASA로 이관	
1960. 4. 1	발사	

려운 점, 기상기후 연구와 현업에서 기상위성자료가 차지하는 비중 등을 생각하면, 기상위성은 미국의 우주개발 초창기부터 사용자들의 강력한 요구에 의해 개발이 시작된 것으로 쉽게 생각할 수 있다. 그렇지만 기상위성은 위성을 발사하겠다는 강한 집념을 가졌던 육군의 로켓 개발팀과 자신들의 기술개념을 실증하고자 했던 RCA Corporation의 단순한 희망에서 출발하여, 스푸트니크 여파에 대한 대응수단을 강구하는 과정에서 육군의 위성 프로그램 명맥을 유지하기 위해 첩보위성이 아닌 기상위성 프로그램으로 재편되면서 탄생하게 되었다. TIROS 1호가 성공적으로 발사되기까지의 중요한 이벤트를 연대기로 정리한 Table 1에서 알 수 있는 것과 같이, 기상위성의 활용성이 제기된 이후 기상위성 프로그램이 만들어지기까지는 10여 년, 그리고 기상위성 프로그램이 시작된 지 4년 만에 성공적인 발사가 이루어진다.

정치사회적 변화에 따른 대처과정에서 기상위성이 탄생한 것은 우리나라 최초의 기상위성인 통신해양기상위성의 개발 시작도 쉼 없이 같이한다. 1998년 북한의 대포동 로켓이 성공적으로 발사되면서, 우리나라 우주개발에 대한 여론의 질타가 이어졌다. 이를 타개하기 위해 1995년에 수립되었던 국가 우주개발 중장기 계획의 대폭적인 수정작업이 시작되었다. 중장기 계획에 이름만 들어있던 정지궤도의 통신방송기술시험 위성을 통신방송기상위성으로 개발하자는 기상청의 요구사항이 제기되었고, 우주개발을 주관하는 과학기술부와 항공우주연구원의 지원을 받아, 결국에는 수정된 우주개발 중장기 기본계획에 통신해양기상위성을 2008년에 발사한다는 내용이 포함되게 되었다. 즉, 우리나라 최초의 기상위성인 통신해양기상위성도 외부의 정치사회적인 상황변화를 계기로 국가적인 계획으로 발전되었다는 점에서 TIROS 1호와 흡사한 점을

발견할 수 있어 흥미롭다.

TIROS 1호의 성공적인 활용으로 기상학자들의 기상위성에 대한 인식이 급격하게 변화되었다. Weather Bureau뿐 아니라 국방부에서도 현업위성에 대한 요구사항이 거세졌고, 이에 따른 NASA의 대응이 이들 요구사항을 받아들일 수 없을 정도로 더디게 진행된다면 현업위성에 대한 주도권 다툼이 이루어졌고, 그 결과가 현재 미국에서 기상위성을 확보하는 체계를 낳게 되었다. 현재 우리나라에서도 통신해양기상위성 후속위성사업이 진행되고 있으며, 이 과정에서 현업운영기관과 연구개발기관 사이의 역할 구분을 위한 작업이 진행중인 것으로 알려져 있다. 다음에는 기상위성의 현업화에 대해서 고찰해보고자 한다.

## 감사의 글

논문의 정확도를 높이고, 독자들의 이해도 제고를 위한 좋은 조언을 해주신 두 분의 심사위원에게 감사드립니다. 이 연구는 2012학년도 이화여자대학교 교내연구비 지원에 의한 연구입니다.

## 참고문헌

- Chapman, R. L., 1967: *A Case Study of the U.S. Weather Satellite Program: The Interaction of Science and Politics*. Syracuse University dissertation. 471 pp.
- Day, D. A., 1998: *A Strategy for Reconnaissance: Dwight D. Eisenhower and Freedom of Space, Eye in the Sky: The story of the CORONA spy satellite*, Day, D. A., J. M. Logsdon, and B. Latell Eds., Smithsonian Institution, Washington DC, 119-142

- \_\_\_\_\_, 2000: Cover stories and hidden agenda: Early American space and national security policy. *Reconsidering Sputnik: Forty Years Since the Soviet Satellite*, Lanius et al. ED., Tayler & Francis, Amsterdam, Netherland.
- Dickens, C. W. and C. A. Ravenstein, 1977: *Air Weather Service and meteorological satellites: 1950-1960*. AWS Historical Study No. 5, Military Airlift Command, Scott Air Force Base, IL, 93 pp.
- Green, C. M. and M. Lomask, 1970: Battle over vehicle specifications. *Vanguard, A History, NASA SP-4202*, National Aeronautics and Space Administration, Washington, DC, 309 pp.
- Greenfield, S. M. and W. W. Kellog, 1951: *Inquiry into the Feasibility of Weather Reconnaissance from a Satellite Vehicle*. The RAND Corporation, Santa Monica, CA, 43 pp.
- Hall, R.C., 2001: A history of the military polar orbiting meteorological satellite program. National Reconnaissance Office, Washington DC, 54 pp.
- Hays, P. L., 2011: *Space and security: A reference book*, ABC-CLIO. Santa Barbara, CA, 289 pp.
- Hubert, L. F. and O. Berg, 1955: A rocket portrait of a tropical storm. *Mon. Wea. Rev.*, **83**, 119-124.
- Kraemer, S. K., 1999: Organizing for exploration. *Exploring The Unknown V 1*, NASA, Washington, DC, 611-628.
- NASA, 1965: *Scientific findings from Explorer VI*. NASA, Washington D.C, 379 pp.
- National Security Council, 1955: *NSC 5520, Draft statement of policy on US scientific satellite program*. NSC, Washington DC, 10 pp.
- Pedlow, G. W. and D.E. Welzenbach, 1998: *The CIA and the U-2 Program, 1954-1974*. Central Intelligence Agency, Washington DC, 272 pp.
- Peebles, C., 1997: *High Frontier: The U.S. Air Force and the military space program*. Air Force, US GPO, Washington, DC, 86 pp.
- RCA, 1963: *TIROS: A story of achievement*. RCA, Princeton, NJ, 48 pp.
- Ridenour, L. N., 1946: The significance of a satellite vehicle. *Preliminary Design of an Experimental World-Circling Spaceship*, Douglas Aircraft Company, Santa Monica CA, 9-15.
- Suomi, V. E., 1961: Earth's thermal radiation balance; preliminary results from Explorer 7. *EOS. Transactions of the American Geophysical Union*, **42(4)**, 467-474.
- TCPSAC (Technological Capabilities Panel of the Science Advisory Committee), 1954: *Meeting the threat of surprise attack*. Department of Defense, Washington, DC (accessed at <http://www.history.state.gov/historicaldocuments/frus1955-57v19/d9>), 190 pp.
- Weinstein, M. and V. E. Soumi, 1961: Analysis of satellite infrared radiation measurements on a synoptic scale. *Mon. Wea. Rev.*, **89**, 419-428.
- Wexler, H. 1954: Observing the weather from a satellite vehicle. *Journal of the British Interplanetary Society*, **13**, 269-276.
- Williamson, R. A., 1999: Access to Space: Steps to Saturn V. *Exploring The Unknown V 4*, NASA, Washington, DC, 1-31.