

# 항공우주의 미래

항공우주연구소 편

## 〈 목 차 〉

- |                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| I. 위대한 사상가의 예견도 오산 | III. 항공의 미래예측       |
| II. 적중한 케일리의 예언    | IV. 21세기 이후의 우주에의 꿈 |

## I. 위대한 사상가의 예견도 오산

1980년대 후반에서 1990년대 초에 걸쳐, 20세기의 매듭을 짓는 듯한 예전에는 상상도 하지 못했던 세계적인 변혁이 속출하였다. 소련과 동구에서의 공산주의 체제의 붕괴와 소연방의 해체가 그것이다. 미·소 두 초강대국의 대립은 해소되고 베를린 장벽은 무너져 동·서 독일은 통일되었다. 그때까지 40년에 걸쳐 부동의 자세를 고수하였던 사회주의·공산주의 체제가 어이없을 정도로 빠르게 붕괴되고, 1991년 8월의 보수파에 의한 쿠데타는 3일천하의 실패로 종결되었다. 이는 역으로 자유화와 연방의 와해를 촉진시키는 방향으로 작용하여, 시계를 70년 전으로 되돌려 러시아와 그외의 국가들이 낡은 국기와 함께 부활하였다.

이러한 사태를 20년 전에 예측할 수 있었던 사람은 없었다. 10년 전인 1985년에 미국의 브레진스키 교수는 [장대한 실패(The Grand Failure)]라는 책을 세상에 내놓았다. 카터 대통령의 보좌관을 역임한 적이 있는 폴란드 출신의 교수는, 소련 내부의 극비 정보를 다수 손에 넣고 있었기 때문에, 저작 속에서 지령형의 통제경제는 어쩔 수 없는 벽에 부딪혀 좌절하지 않을 수 없다고 단정하고 있었다.

그러나 그 시점에서 독자들의 반응은 반신반의였다. 실제로는 그후 저자인 교수조차 놀랄 정도의 템포로 사태는 진전되었다. 민중은 사상의 억압에서 해방되었고

닫혀 있었던 입을 열고 생각하는 바를 솔직히 말할 수 있게 되었다.

스탈린은 말할 것도 없고 레닌도 지금은 타락한 우상이 되었으니 거의 인간의 일생에 필적하는 공산주의하의 70년간이라는 것은 도대체 무엇이었던가, 사람들은 괴로운 생각에 잠겼음에 틀림없다.

되돌아 보면, 20세기의 대부분은 많은 적든, 마르크스의 망령에 시달리고 있었다. 19세기의 위대한 사상가이며 경제학자였던 칼 마르크스에 의하면, 서구의 자본주의는 자기모순 때문에 붕괴하고, 사회주의에서 다시 공산주의로 이행하는 것이 역사의 필연이라고 갈파하였기 때문이다. 20세기의 일부 젊은이들은, 이 새로운 사상의 실현에 불타고 있었다.

1917년에 러시아혁명이 일어난 후 공산주의 이상사회의 실현을 노력하는 사람은 진보파, 이에 역행하는 사람은 보수반동이라고 낙인 찍혔다. 일단 사회주의 또는 공산주의 체제로 된 나라가 역사의 흐름에 역행하여 자본주의 국가로 전환하는 것은 생각할 수도 없었다. 그러나 마르크스의 예언으로는 생각할 수 없었던 일들이, 그 후 점차 대두되기 시작한 것이다. 중요한 계획경제, 통제경제가 팽배한 관료기구 때문에 동맥경화를 일으키고, 결과적으로 경제는 긴 불황 속을 허덕이게 되어 자본주의국과의 사이에 국민소득의 격차가 커질 뿐이었다.

모든 사람들에게 부를 평등하게 분배한다는 이상을 흠모하여, 공산주의 혁명에 참가하였던 사람들은 순수하였지만, 지도자는 휴머니즘과는 인연이 먼 밀고에 의한 반대자의 대량숙청과 강제수용소에 보내는 것을 계속하였다. 권력을 손에 넣으면, 지도자 층은 그것을 활용하여 특권계급을 형성하고 부정부패라는 정해진 코스를 밟게 되는 것이다. 또한 이러한 정권을 교체시키는 제도도 없고, 권력에의 비판은 일절 금지되었다. 일찍이 혁명에 나섰던 평민출신의 지도자가 일족의 무리와 부인을 요직에 앉혀, 왕후귀족과 같은 궁전을 만들고 살면서, 세습으로 후계자를 지명한다는 있을 수 없는 일이 벌어지고 있다.

권력과 인연이 없는 일반대중들은 명령 내려진 일을 최저의 노력으로 행하는 것에 전념하여 자발적인 창의연구는 이루어지지 않아 모든 생산이 비효율적인 것이 되었다. 70년에 걸친 장대한 실험 끝에 알게된 것은 이상과 현실의 차이라고 말해 버리면 간단하지만 결과로 보아 마르크스는 사리사욕에 치달는 슬픈 인간의 본성을 전제에 넣지 않았다고 하는 매우 큰 오류를 범한건 아닐까. 공산주의의 숭고한 뜻하에, 멸사봉공의 정신으로 혁명에 목숨을 건 사람들조차 그러한 의지는 길게 계속되지 않고 이윽고 사리사욕으로 변질되었다.

자본주의 체제는 부를 편제시켜 자산격차를 확대시킨다는 결함이 있다. 그렇지만 공산주의가 아주 소수의 특권계급을 제외하고 모두 동등하게 가난해지는 것에 비해, 사리사욕을 위한 경쟁에 몰두하는 자유경제 제도는, 적어도 부를 증대시켜서 사회 전체를 윤택하게 하는 원동력이 내재되어 있다. [장대한 실험]을 통해 배운 것은 자본주의 경제 쪽이 통제경제보다도 뛰어나다라는 것이다. 하지만 자본주의에도 결함이 있는 것이 사실이고, 과도한 부의 편제를 제어하고, 이른바 약자를 구제하는 제도를 만들 필요가 있다.

## II. 적중한 케일리의 예언

마르크스의 예언을 언급한 것은, 미래 예측이 얼마나 어려운가를 예시하기 위해서였다. 그러나 문제는 사회제도가 아니라 항공운송의 이야기인데, 약 1세기 후의 세계를 거의 정확히 맞춘 항공의 선각자가 있었다.

조지 케일리(George Cayley)의 이름을 아는 사람은 매우 적을 것이다. 그는 마르크스와 거의 동시대에 살았던 영국 귀족이자 호사가로, 농업, 건축, 의학, 군사, 항공의 모든 분야에서 최고의 공

〈그림-1〉 항공의 아버지 조지 케일리 경



적을 남긴 사람이었다(그림-1). 항공에 있어서는 글라이더 모형 뿐만 아니라 실제로 제작도 하였으며, 헬리콥터의 모형도 제작하여 시험비행을 하였다. 그는 또한 고정익동력기(固定翼動力機) 즉 비행기의 이론을 정리하였다. 케일리는 1809년에 다음과 같은 문장을 남겼다.

“공기의 저항을 이길수 있는 파워를 줌으로써 중량을 유지할 수 있는 양력(揚力)을 실현시키는 것이 가능하다. 모든 것은 여기에 달려 있다. 공중비행이 현실로 될 때, 새로운 시대가 시작된다. 우리

들 자손은 그 기술을 수중에 넣어 가족과 화물 등을 항해가 아닌 항공으로 더 빠른 속도로 운송할 수 있게 될 것이다. 인류에게 주어진 비행할 수 있는 큰 하늘이, 지금 실로 만인의 것이 되려고 하고 있다. 이것은 필시 인류에게 기쁨과 은혜를 주는 것이다. 그러한 시대가 오는 것을 나는 믿어 의심치 않는다.”

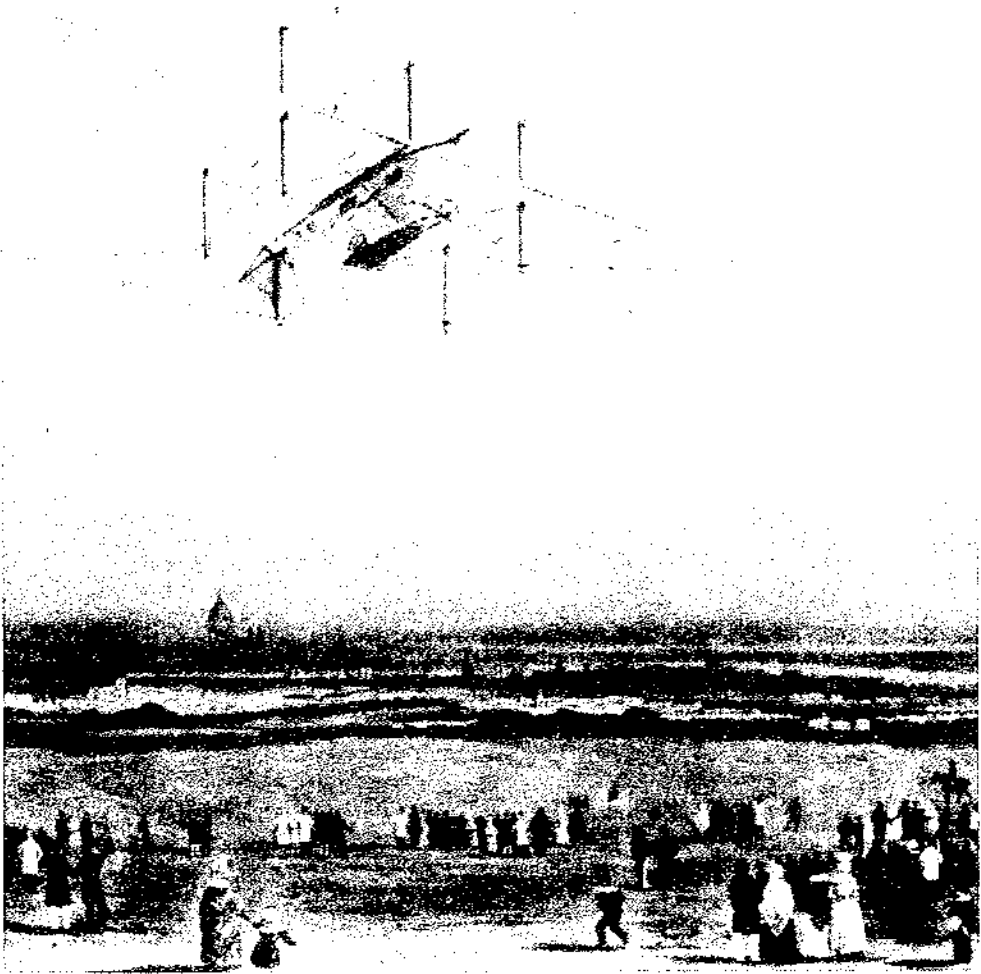
비행기는 커녕, 글라이더가 날기 80년 전에 이같은 글을 써서 남겼다는 것은 실로 큰 놀라움이다. 케일리의 머리 속에 그려졌던 것은 20세기 중반이 되어 완전히 현실화되었다. 이 글에 의해 케일리는 [항공의 아버지]의 지위를 확고하게 하였다. 이 케일리의 예언에 계시를 받은 것인지, 영국의 헨슨(W.S. Henson)은 1843년 그가 상상한 비행기를 그림을 그려 공개하였다(그림-2). 사람들은 이 그림으로 인해 비행기를 구체적인 이미지로 처음으로 인식할 수 있게 되었다. 항공시대를 앞당기는 일로서는 케일리의 예언에 뒤지지 않는 커다란 영향을 주었다고 평가된다.

케일리로부터 약 50년 후에, 저명한 덴마크의 동화작가 안데르센(Hans Christian Andersen)이 죽기 전에 다음의 글을 남겼다. “비행기가 가까이 온다. 승객을 가득 싣고서, 대양의 바닥에 깔린 전선에 의해 하늘의 캐러밴의 여정이 미리 통보되고 있다. 아메리카의 젊은이들이 낡은 유럽을 방문하고 있다. 우리들이 지금 극동의 쇠퇴한 영광의 흔적에 지팡이를 짚고 있는 것과 같이 그들은 유럽의 옛 유적지와 쇠미한 마을을 방문하는 것이겠지. 벌써 유럽이 시야에 들어왔다. 나타나는 것은 아일랜드의 해안이나, 승객은 아직 자고 있다. 영국 상공에 다다르면 깨워달라면서… 아메리카인은 말한다. 유럽에는 볼 것이 많다. 그러나 8일로 전부 보았다. <8일간의 유럽>이라고 여행 안내에 있는 것처럼…” ([항공발달 이야기]에서)

20세기 말에는 누구에게도 익숙해져 있는 사건을, 안데르센은 1세기 전에 훌륭히 예견하고 있었다. 그렇지만 안데르센의 예언 중 […수천년 후에는 증기력의 날개를 타고, 대양을 날아 가겠지]라는 일 자체는 불과 100년도 지나지 않아 실현되고 말았다. 그 원동력이 된 것은 내연기관 (제트엔진도 여기에 포함된다)의 발명이며, 항공의 발전이 엔진의 성공에 힘입은 바 크다는 것을 새삼스레 일깨워 준다.

또한 항공의 미래를 예언한 사람으로 80일간의 세계일주의 저자인 프랑스의 베르누(Jules Verne)가 있다. 영화로도 상영된 80일간의 세계일주가 있지만, 오늘날에는 80일간의 세계순회도 결코 신기한 일이 아니다. 그가 놀라운 것은 달로의 인간의 여행을 예언하고 있었다는 것으로, 로케트의 귀환이 대양에서 낙하산식으로 떨어진다든 것도 실지로 아폴로11호와 같았다. 단지 그의 삽화에서 로케트 회수에 나선 것은 항공모함이 아니라 범선으로 그려져 있을 뿐이다.

〈그림-2〉 Henson이 묘사한 비행기



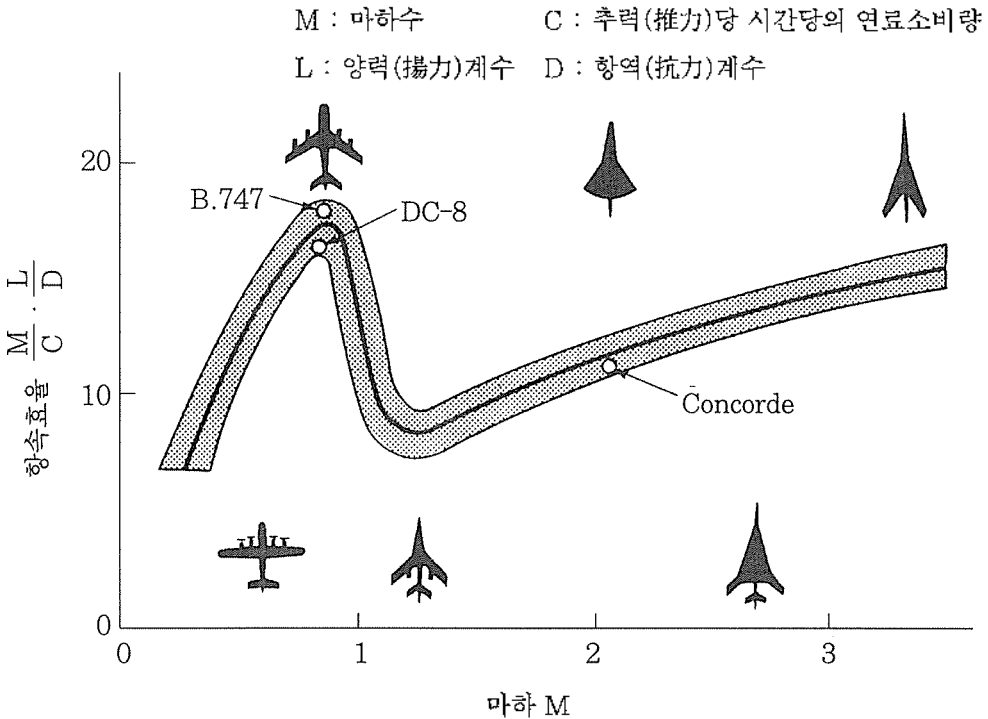
### Ⅲ. 항공의 미래예측

대항해 시대가 아닌, 대항공 시대는 이미 시작되었으며, 이에 따른 민족의 대이동도 행해지고 있다. 20세기에는, 인류에 의한 달의 탐사도 실행되었다. 컴퓨터의 비약적인 발전으로 인해 인공두뇌의 실현도 눈앞에 두게 되었다. 또 유전공학을 통해, 생명의 신비도 서서히 해명되고 있다. 무언가 인간으로서 해보고 싶었던 일이 많은 부분 달성되었다. 그렇기 때문에 현대는 낭만을 잃어버린 시대가 되어 버렸다.

SST(Supersonic Transport)와 HST(Hypersonic Transport)의 실현도 준비

되고 있다. 그 연구가 제일 활발했던 것은 1960~70년대였으며 필요한 기술의 대부분은 이미 축적되어 있다. 아폴로 계획에 사용한 자본과 인적자원을 투자만 한다면, 당장 실현될 수 있는 일일 것이다.

〈그림-3〉 항속효율의 마하수에 의한 증감



SST의 결점은, 중량에 비해 연료소비량이 크다는 것인데 이는 항속효율이 나쁘다는 것을 의미한다. 항속효율이라는 것은, 양항비와 추진효율의 곱인데, 양항비가 마하2 전후에서는 기류의 박리 때문에 급격히 추락하기 때문이다. 항속효율은 마하수에 대하여 〈그림-3〉에서처럼 커브를 그린다. 항속효율이 나쁠 때에는, 장거리 항공운항이 매우 곤란하다. 장거리 운항을 위하여 연료를 증가시키면 이에 따라 비행기의 중량이 증가하고 이에 비례하여 더 많은 탑재연료를 필요로 하게 된다. 이러한 악순환은 비행기가 해결하여야 할 숙제이며, 중요한 것은 항속효율이 나쁜 만큼 악순환의 정도가 커지게 된다는 것이다.

Concorde의 항속효율은, DC-8의 70%, B.747의 65% 정도이다. 항속효율을 개선하기 위해서는 마하수를 3 이상으로 올려야 하지만, 이럴 경우 공력(空力)과 열에 따른 [열의 벽]이 기다리고 있다. Concorde는 내열 알루미늄합금을 사용하기 때문에, 마하수를 2.05 이상 유지하기가 곤란했으나, 티타늄합금과 스텐레스등을 사용하면 마하3 정도는 견딜 수 있다.

추진효율을 일시에 2배 이상 올리는 방법으로, 액화수소를 사용하는 방법이 있다. 같은 중량에서의 발열량이 가솔린의 2.5배 정도로 매우 높기 때문이다. 하지만 액화수소는 매우 가벼워서, 동일 발열량의 용적을 비교하면 역으로 가솔린의 4배나 된다는 것이 결점이다. 따라서 큰 연료탱크로 인해, 양항비가 나빠지게 된다. 액화수소는 아폴로우주선과 우주왕복선 발사로켓의 연료로서 이미 30년 이상 사용되고 있으나, 마이너스 253℃라는 초저온은 사용하기 매우 번거롭다. 하지만 액화수소는 연소하여 수증기가 될 뿐으로, 이산화탄소를 발생시키지 않아 온실효과의 걱정이 없는 청정에너지라는 점이 큰 장점이다.

<그림-4>는 몇 개의 추진시스템의 마하수에 따른 비추력(比推力) (단위시간의 소비연료에 대한 추력)의 변화를 분석한 것으로 같은 액화수소를 연소한 경우에도 마하3을 넘어서면 램제트(ramjet)엔진이 터보제트보다 비추력이 커진다. 램제트라는 것은 <그림-5>에 도시된 것과 같은 극히 단순한 엔진으로, 유입하는 공기를 충격파를 이용하여 압축, 거기에 연료를 분사하여 폭발연소시키는 것이다.

마하 3 이상의 속도를 얻기 위해서는 터보엔진이 필요하다. 하지만 램제트도 마하 6을 넘게 되면, 압축으로 음속 이하의 속도까지 기류의 속도를 내렸을 때, 온도 상승이 너무 커져서 연료와 수소는 화학반응을 일으키지 않고, 오히려 열을 빼앗아 원자로 괴리되기 시작한다.

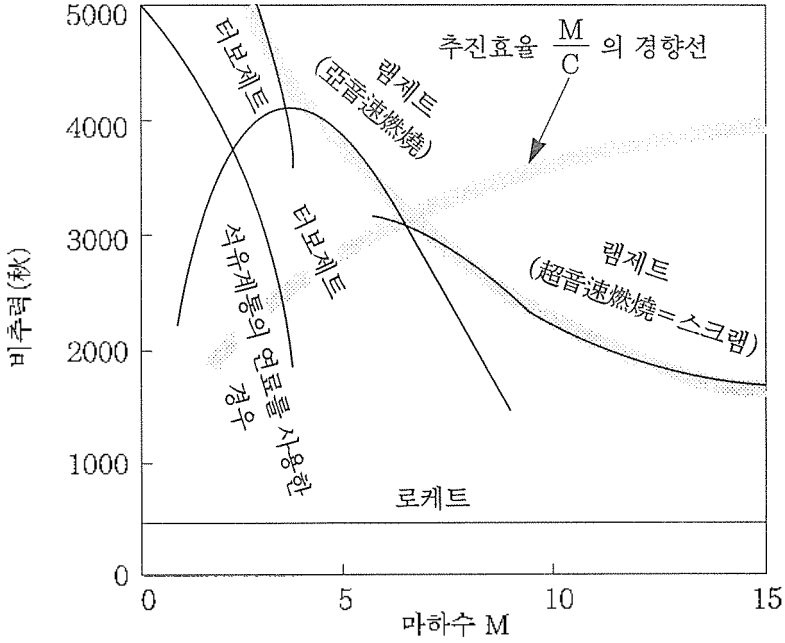
기류를 막을 때의 온도상승은 마하수의 2승에 비례하는데, 이러한 온도가 고(高)마하에서 얼마나 높을지는 유성이 대기권에 돌입하여 흔적도 없이 타버리는 것으로도 알 수 있다. 따라서 압축은 온도가 너무 올라가지 않는 범위에서 이루어져야 하며 이를 초음속의 상태에서 연소시키는 스크램(SCRAM: supersonic combustion ramjet, 초음속연소 램제트)이 고마하 영역에서 살아 남을 수 있는 유일한 공기유입식 엔진이 된다.

<그림-4>에서 볼 수 있듯이, 마하수의 증대와 함께, 비추력은 저하된다. 그렇지만 제일 나쁜 스크램이라 해도 액체수소와 액체산소를 사용하는 로켓보다는 비추력이 3~4배 높으므로 대기권 내를 비행하는 한 로켓은 비경제적인 엔진이라

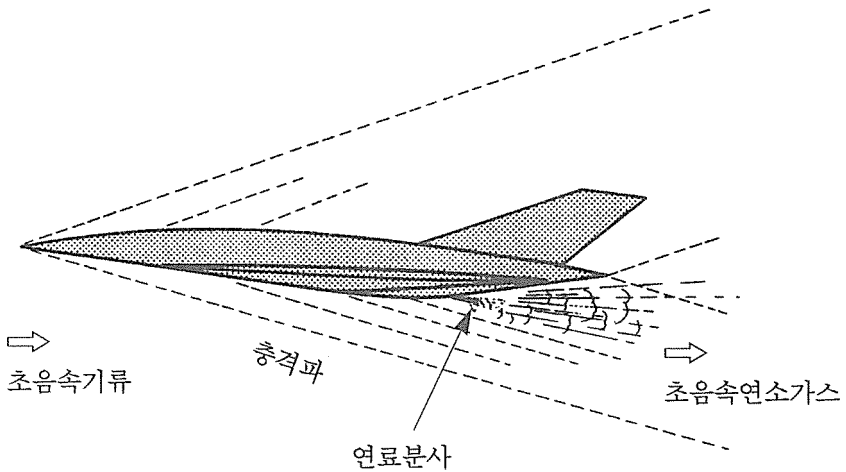
고 단정할 수 있다.

그런데, 비추력에 마하수를 곱한 것이 추진효율인데 이것은 <그림-4>에 표시한 것처럼 터보제트, 램제트 스크램의 순으로 좋아지게 된다. SST와 HST의 구분에

<그림-4> 비추력(액화수소연료사용시)



<그림-5> 외연소식 램제트의 예

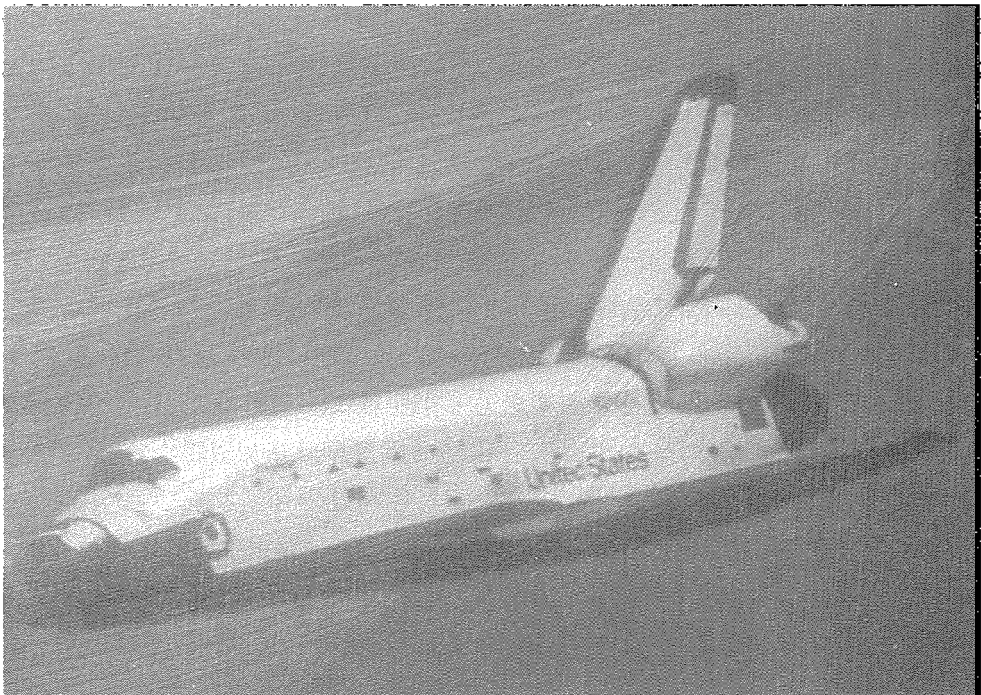




관해서는 정설이 없지만, 램제트 장비를 갖춘 것을 HST로 보는 것이 타당할 것 같다. 추진효율에 양항비(揚抗比)를 곱한 것이 항속효율이며 같은 액체수소를 연료로 하여도 SST보다 HST쪽이 항속효율이 좋으므로 장거리화와 기체의 대형화에는 HST가 더 적합할 것 같다.

또한 좋은점으로 HST의 순항고도는 SST의 2배 정도로 약 20km 이상으로 예상되기 때문에 지상에서 느끼는 소닉붐(음속폭음)이 Concorde의 약 1/8로 줄어들 전망이다, 따라서 현재는 허가되지 않는 미대륙 횡단비행이 허가될 가능성이 높다. 문제는 [열의 벽]인데, 스페이스셔틀 제작을 원용하여 여러가지 내열재료가 고안되고 있으며, 또 기체의 냉각을 위해 초저온의 액화수소 연료를 냉매로 사용하는 방법도 있다. 종합적으로 보아 HST쪽이 뛰어나기 때문에 제2세대의 SST를 뛰어넘어 HST가 출현할 가능성도 있다. 이럴 경우 350인승 비행기로 서울~뉴욕을 3시간 안으로 연결하게 될 것이다.

#### 〈그림-6〉 스페이스셔틀(우주왕복선)



스페이스셔틀에 의한 우주개발도 지속적으로 진행되고 있다(그림-6). 특수한 훈련을 받은 비행사 뿐만 아니라 일반인들이 우주공간에서 무중력 상태를 경험하고, 끝없이 아름다운 푸른 지구를 우주에서 바라볼 수 있는 날이 언젠가는 올 것이다. 우주공간의 매력은, 에너지의 보급 없이 시속 수만km 비행이 가능하다는 것이다. 우주공간에는 공기저항이 없고, 소리가 존재하지 않으므로 마하의 개념도 없다. 따라서 충격파에 따른 소닉붐도, 열의 벽도 사라지게 된다.

대기권과 우주공간과의 경계선을 어디에 둘 것인가에 대해서는 여러 의견이 있으나 미국의 NASA에서는 지상 90km인 곳을 경계로 하고 있다. 일단 우주공간으로 나가면 태양전지 패널(panel)을 나비의 날개처럼 펼친 채로 자유롭게 지구 자전속도의 수배에서 수십배의 속도로 비행할 수 있다. 하지만, 대기권에 재돌입하여 지상으로 귀환하는 것이 큰 문제이다. 자칫 잘못 하면 유성처럼 불타버리게 되기 때문이다.

이 방면의 기술은 소련의 Vostok 이래 스페이스셔틀에 이르기까지 발전해 왔다. 앞으로는 이른바 항우주기가, 대기권의 상층에서 활공으로 속도를 제어하면서 하강하여 목적지에 다다르는 기술이 개발될 것이다. 일찍이 1986년에는 레이건 대통령이 제창한 워싱턴에서 서울이나 도쿄를 2시간 안에 연결하는 오리엔트 익스프레스는 이러한 우주를 왕래하는 항우주기였다.

로켓트 연료의 중량의 대부분은 산화제이기 때문에 대기권 내를 비행할 때에는 공기 중의 산소를 이용하는 램젯 등의 엔진을 사용하는 편이 중량적으로는 매우 유효하다. 이것을 이용하면 같은 이륙중량으로 비교하여 비행기보다 매우 작은 항우주기의 페이로드(payload, 탑승원)를 개선할 수 있을 것이다. 그러나 스페이스셔틀의 발사로켓처럼, 3000ton이나 되는 중량을 수직으로 끌어올릴(lift off) 만한 힘이 가능할 엔진은 지금으로서는 로켓트 밖에 없다. 지상시설을 새롭게 하여 캐터펄트 式(catapult 비행기 사출기)으로 항우주기를 발사하는 것을 생각해 볼 수 있다. 리프트오프하여도 수직상승은 일반인에게는 피로운 일이기 때문에, 비행기와 같이 우선 수평으로 이륙하는 방법도 1980년대에 연구되고 있었다.

또하나 항공에서 꿈을 찾는다면 자가용 차처럼 자가용 비행기를 갖는 일일 것이다. 현재에도 미국, 캐나다, 오스트레일리아에서는 통근에 자가용 비행기를 이용하고 있는 사람이 소수이기는하나 존재한다.

악천후에서도 비행할 수 있는 기술은 이미 개발되었다. GPS라는 기기를 이용하여, 목적지의 위도·경도만 입력하면, 무사히 착륙지까지 비행할 수 있다. 비행장

과 공항주변에 자가용 비행기 애호가들이 집을 마련하는 것은 충분히 있을 수 있는 일로, 이미 미국에서는 집에 비행기 격납고를 주차장처럼 설치하거나, 도로를 비행기의 유도도로와 겸용시키는 곳도 있다.

헬리콥터의 경우, 집의 뒷마당에서 날아 올라, 교통체증을 피해 골프장으로 직행할 수 있다면 좋겠지만, 뒷마당에서의 이착륙은 소음과 모래먼지로 인해 도저히 무리일 것이다. 따라서 빌딩 옥상을 포함한 정규 헬리포트를 사용하지 않으면 안되지만, 비행장보다 헬리포트 쪽이 만들기 쉽다는 것은 확실하다.

#### IV. 21세기 이후의 우주에의 꿈

달에 생명체가 존재하지 않는 죽음의 세계임이 확인된 이후 사람들의 우주에의 관심은 멀어진 듯하다. 그러나 무인탐사선이긴 하지만, 미국의 Voyager 1호가 3년 2개월의 고독한 여행 후, 1980년 11월에 900만 ha 떨어진 곳에서 토성의 띠와 위성의 선명한 화상을 보내온 것은 실로 감동적이었다. 뭐라 해도 우주에는 아직 한없는 낭만과 꿈이 존재한다.

태양계에는 지구 이외에, 박테리아를 포함한 어떠한 생물체도 존재하지 않는다는 것이 거의 판명되었다. 그렇지만 그 망막한 우주에는 우리들보다 매우 진전된 문명을 지닌 외계생물이 다수 있을 가능성이 있다. 이러한 외계생명체들에게 인류의 존재를 알리기 위해 프에르토리코의 아레시보 천문대에서는 1974년에 2만광년 떨어진 성단(星團)에 인류의 메시지가 송신되었다. 설령 이에 대한 응답이 있다 하더라도, 4만광년 후에나 수신하게 될 것이기 때문에 아주 먼 이야기가 될 것이다.

좀 더 현실적인 외계생명체(ET: Extra-Terrestrial) 탐사의 방법으로서 미국의 NASA는 1992년부터 10년 계획의 예산으로, 몇몇 천문대의 전파망원경을 사용하여 80광년 이내에 있는 항성계를 갖는 별들로부터의 신호를 수신하기로 하였다. 운 좋게 10년안에 신호를 파악할 수 있다면, 지구인은 흥분할 것임에 틀림없다. 이미 무인우주선에 의한 탐사가 진행되었던 태양계의 항성에 대해서는, 21세기 중에도 화성으로의 유인탐사가 행해질 가능성이 있다. 그래서 언젠가는 이러한 항성으로의 인류의 이주도 가능해질 것이다.

19세기가 철도와 증기선으로 대표되는 석탄의 시대였음에 비해, 20세기는 원자력의 핵에너지가 도입되었다고는 해도, 자동차와 항공기의 석유문명이 100년간 지속되었다. 21세기에는 어떤 에너지의 시대가 될 것인가? 여러 의견이 있을 수

있지만, 핵에너지를 얻기 위해 원자력발전소는 증가되고, 고속증식로와 궁극의 에너지라고 불리어지는 핵융합로도 결국은 실현될지도 모른다. 그에 더불어, 에너지 교환효율이 높아진 태양전지 배선반이, 사하라, 중동, 오스트레일리아와 미국 서부의 사막지대를 덮을 정도로 넓게 퍼져, 끌어 올린 해수(海水)를 분해하여 액화수소를 제조하게 될 것이다. 취급이 어려운 액화수소가 아니라, 더 편리한 인조연료를 합성할 수도 있을 것이다. 어차피 21세기에는, 화석연료를 대신할 다른 에너지가 주체가 될 것이다.

### (참 고 문 헌)

1. R. E. G. Davies, *Airlines of the United States since 1914*, Putnam.
2. Boeing and General Electric, *Airport and Community Noise of the SST*.
3. James Gilbert, *The Great Planes*, The Hamlyn Publishing Group Ltd.
4. John W. R. Taylor and Kenneth Munson, *History of Aviation*, Crown Publishers Inc.
5. 吉川康夫, 航空の世紀, 技報堂出版, 1996.
6. 佐貫赤男, 人間航空史, 中央公論社, 1996 .