

여객기 음속 돌파로부터 30년

2차 세계대전의 종전을 계기로 세계의 항공산업계와 항공운항업계는 괄목할만한 변신을 거듭하였다. 먼저 피스톤 엔진에 의한 프로펠러 추진식이 2차대전을 경계로 급속히 제트화로 치달아 군용기는 전후 일찍 제트기가 취역했으나 여객기부문에는 1952년에 영국에서 드 하블랜드 코메트기의 실용 취항으로 제트 여객기 시대가 개막되었고, 이에 자극받아 미국의 보잉 707이나 더글러스의 DC-8등이 등장하여 세계의 하늘을 급속히 좁혀 놓았다. 이에 앞서 1947년에는 미국의 예거가 X-1을 타고 음속의 벽을 뚫은 획기적인 공적을 세워 전투기는 이미 50년대에 초음속시대에 돌입했고 1997년에 50년의 역사를 기록했다. 여객운송 부문에서는 이보다 약 20년이나 늦어 1969년에 영불 합작의 콩코드기가 첫비행에 성공하여 초음속시대의 막을 열었다. 금년은 그로부터 30년이 되는 해이다. 여객기의 음속 돌파 30년에 즈음하여 여객기의 초음속 비행에 따른 문제점과 향후의 방향과 업계의 동향을 살펴보기로한다.

본지편집위원 서 병 홍

콩코드 개발 30년의 역정 평가

1969년 3월 2일, 지금으로부터 30년전, 프랑스의 남서부에 있는 한 작은 도시인 툴루즈 공장에서 전방은 예리하게 뾰족하고 우아하게 길며 삼각날개를 가진 최신행 4발 제트 항공기 한대가 항공기 설계, 제조, 운항등 전문가들이 지켜 보는 가운데 첫 비행에 성공했다. 이것이 당시로서는 최신행기인 세계최초의 초음속 여객기 콩코드였다. 그 후의 실용 운항에는 우여곡절이 있었으나 현존하는 세계 유일의 초음속 여객기로서 브리티시 에어웨이스와 에어 프랑스의 양대 운항회사에서는 그동안 상징적 존재로 유럽과 미국을 잇는 노선에 운항을 계속하여 현재는 오히려 호평을 얻고 있다고 전한다. 이제 제2세대 초음속 여객기의 취항을 수년 앞으로 두고 첫 비행으로부터 30년을 맞은 콩코드의 성과를 돌아켜 보기로한다. 콩코드는 한 세대를 운항하는 동안 경쟁자가 없는 단독 운항으로 30년을 버틴 것 또한 기록할만한 일일 아닐 수 없다. 이제 제2세대 초음속여객기의 개발을 눈앞에 두고 유일하게 실재의 비행지료를 가진 영·불 두나라는 과연 이번에는 누구와 손잡으려 하는지 그 행방도 흥미거리이다.

콩코드계획 성안

이미 50년대에 군용 항공기들은 제트기로 변하고 초음속을 달성하게 되는 새로운 시대에 돌입하였

다. 이에 따라 필연적으로 항공기 개발의 흐름은 대형의 제트기와 초음속화로 향하여 1956년 11월에는 영국에서 초음속수송항공기위원회(SATC)를 설립하였다. SATC는

1959년 3월에 마하 1.2와 2.0의 두가지 순항속도 성능을 가진 여객기 설계안을 작성했다.

한편 이때부터 영국과 프랑스간에 초음속여객기(SST)의 설계 연구가 시작되고 이어 양국은 SST의 공동개발에 관한 협의를 시작했다. 그후 1962년 10월에 영불 양국이 개발하는 마하 2.2 급의 수송기에 관한 개요가 발표되었다. 그리고 11월 29일에는 양국 정부가 공동으로 설계, 개발, 제조에 합의했다. 다음해에는 당시의 프랑스 드골 대통령이 이 계획을 콩코드(협조)라고 이름 지었고 이것이 그대로 기체의 이름으로 되었던 것이라고 한다.

SST는 미국에서도 계획이 추진되었고 70년대에는 대형 제트 여객기와 초음속여객기의 시대가 열릴 것으로 예상되고 있었다. 그러나 초음속여객기의 연구가 진행되는데 따라 문제점이 한 두 가지 있는 것이 판명되었다.

첫째는 경제성이다. 대형기가 초음속으로 비행하려면 당연히 대추력의 엔진이 필요하고 그런 엔진은 연비가 나쁘고 통상의 제트 여객기에 비해 운항경비가 비싸게 든다. 석유파동은 여기에 더욱 안 좋게 작용하여 초음속 여객기는 경제성에서 맞지 않는 것으로 간주되었다.

다음은 더 큰 문제로 음속을 돌파할 때 생기는 충격파인 소닉 붐으로 이것이 지상에 닿으면 아주 큰 소음이 되고 환경을 파괴한다는 것이다. 지상에 이 소닉 붐의 피해를 주지 않으려면 초음속 비행을 바다 위로 한정하면 되지만 그렇게 되면 운항 노선이 한정되어 초음속 순항성능이 쓸모 없어져 버린다.

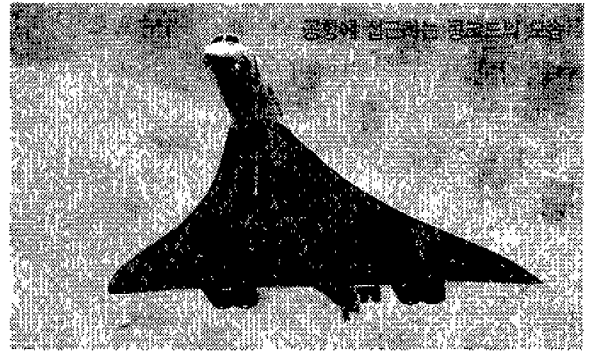
경제성이 나쁜데다 운항구간이 한정되자 여객기로서의 실용성이 낮게 평가되어 SST에 관한 열의는 하루아침에 식어버렸다. 그래서 미국은 1971년 3월 최종적으로 초음속기의 개발을 공식으로 중지해 버렸다. 국가적인 계획으로 보잉사가 기체를 개발기로 하여 보잉 2707이라는 명칭으로 운항회사에 판매

설명회를 열고 있는 도중에 계획이 중지되고 만것이다.

그러나 영불 양국은 콩코드의 개발을 계속했다. 1963년 미국이 SST의 개발을 발표하기 이전에 PANAM 사는 옵션계약에 나서고 영국항공과 프랑스항공도 옵션계약에 서명하여 만들면 팔린다는 가능성을 엿보게 했다. 이어 1964년에는 중거리용의 개발은 폐지하고 장거리용만 개발기로 정하고 66년에 프랑스에서 시제 1호기의 조립이 시작되었는데 다음해인 67년에 저항을 줄이기 위해 후부 동체를 늘리고 기수를 가동식으로 설계를 변경했다.

콩코드에 사용될 엔진은 롤스로이스사가 폭격기용으로 개발한 올림푸스를 프랑스의 스텍마와 공동으로 개량한 올림푸스 593으로 결정했다. 이 엔진의 애프터버너가 동시 정격추력은 169.2 kN이었다.

이렇게하여 콩코드의 시제 1호기는 67년 12월 11일 출고하여 68년 8월에 지상시험을 실시하고 69년 2월에 첫비행에 성공했다. 시제 2호기는 영국에서 조립되었는데 69년 4월 9일에 초도비행에 성공했다.



취항까지의 역정

첫비행에 성공한뒤 상용 취항까지는 2년이라는 세월이 필요했다. 69년의 파리 에어쇼에는 시제 1호기와 2호기가 나란히 전시되어 사람들의 눈길을 끌었다. 그리고 69년에는 1호기가, 70년에는 2호기가 비행시험에서 음속을 돌파하여 초음속 여객기임을 내외에 과시했다. 그리고 동년 11월 4일과 12일에는 1,2호기가 각각 음속의 2배의 속도에 달했으며 이어 70년 9월에는 영국의 판보로 에어쇼에 1,2호기가 다시 출품전시 되었다. 그리고 히드로 공항에 처음으로 착륙하여 상업 운항의 가능성을 보였다.

다음해인 71년에는 2기가 모두 100회의 초음속 비행시험을 끝내고 6월에는 500시간의 시험비행을 마쳤고 이어 8월에는 100회체의 마하 2의 비행을 달성했다.

시제 1,2호기가 첫비행에 성공한 뒤 영불 양국은 72년까지 도합

16기의 양산형 제조를 승인해 합계 20기가 제조되었는데 이 이상 더 제조되지 않았다.

전기 양산형 1호기는 영국에서 조립되어 71년 9월에 출고되었고 12월에 첫비행한 뒤 2월 12일에 음속을 돌파했다. 2호기는 프랑스에서 조립되어 72년 9월에 출고되었고 73년 1월에 첫비행했다. 2호기는 73년 9월에 미국의 포트워즈 달라스 공항 개항 행사에 미국을 방문했고 쿠로에 워싱턴을 거쳐 파리로 오는 길에 3시간 33분이라는 최단시간 세계 신기록을 세웠다.

콩코드는 미국을 방문했지만 소닉 웨이브의 문제와 경제성에 대한 문제를 해결하지 못한채 미국 방문 전인 1월에 옵션 계약선인 PANAM과 TWA가 옵션을 행사하지 않고 발주를 취소하기로 결정했다고 통보해 왔다. 같은 해인 73년 10월에 시제 1호기가 역할을 마치고 항공박물관에 기증 전시되었다.

이어 73년 12월과 74년 1월에 양산 1,2호기가 생산되어 형식증명 취득을 위한 비행시험에 들어가 75년 2월에는 승객의 긴급 피난장치 가동 시험에도 합격했다.

각종시험을 마친 콩코드는 75년 5월에는 프랑스에서, 6월에는 영국에서 각각 특별 감항증명을 취득했다. 그리하여 75년 10월에는 프랑스의 DGAC, 12월에는 영국의

CAA로부터 정식 감항증명 WP를 취득하여 실용비행이 승인되었다. 다만 11월에는 미국의 FAA가 SST의 환경에 미치는 최종보고서를 내고 육지 상공에서의 초음속 비행을 인정하지 않는다는 결론을 내렸다. 다만 나중에 콩코드는 브라니프항공에 의해 미국 국내항공에 취항하게 되었기 때문에 79년 1월에 FAA는 미국의 형식증명을 획득하였다. 브라니프항공은 워싱턴-달라스, 포트워즈간을 79년 1월 12일부터 운항하기 시작했다.

사업운항 시작

콩코드는 69년에 시제1호기가 초도비행한 뒤 1년만에 음속의 2배를 달성했고 다음해인 71년에 전기 양산형의 첫비행을 마쳤고 본격적인 사업운항은 76년에 시작했다. 실로 시제기의 초도비행으로부터 7년, 양산기의 첫비행후 5년만의 일이다.

1976년 1월 21일 콩코드의 상용운항은 영불 양국에서 동시에 시작했다. 영국의 브리티시 에어 웨이스는 런던-바레인간에 양산 6호기를 투입하고 프랑스의 에어 프랑스는 파리-리오 데 자네이

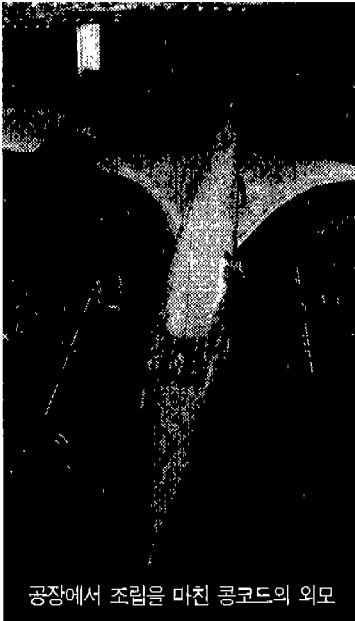
첫 운항에 초대받은 사람들.



로 간에 양산 6호기를 투입했다. 그리고 2월에는 미국이 뉴욕과 워싱턴의 두곳에 대한 시험취항을 승인하여 5월부터 파리와 런던에서 워싱턴을 향한 대서양 횡단 운항이 시작되었다.

그런데 BA 는 본격적인 사업운항이 시작되기 전인 75년 8월 25일 런던의 히드로 공항에서 일반 탑승객의 첫 초음속비행회를 열었다. 이 첫비행에 초대될 회원을 널리 모집한 결과 총 50만명의 응모자 가운데서 추첨으로 당첨된 35명을 선발하여 콩코드의 시승회를 열었다

이들은 대서양상 1만 7천m 상공에서 캐비어가 달린 스테이크에 삼페인을 걸들인 식사를 만끽하며 일반인으로는 최초로 초음속의 하늘 여행을 즐겼다. 이들 가운데 최연소자는 당시 10세인 윌리엄 오니언군으로 지금은 어디서 무엇을 하고 있는지 모르지만 그도 지금은 벌써 30세가 넘는 장년이 되어 있을 것이다.



공장에서 조립을 마친 콩코드의 외모

콩코드의 대서양 횡단시의 비행 기록은 2시간 52분 59초로 평균 속도는 시속 2,000km이다. 마하 2.1-2.2에 해당하는 기록이다. 콩코드의 엔진은 롤스로이스와 스넵마의 공동개발형인 올림푸스 593의 4기로서 당시로서는 획기적인 최신엔진의 취항을 세계의 언론은 크게 보도했다. 그러나 그후 슈퍼소닉의 문제, 즉 소음 문제와 경제성 때문에 대서양 횡단의 정기편으로 오래 취항하지 못하고 뉴욕-파리, 런던-뉴욕간의 부정기 전세기 로만 운항하여 오늘까지 20년의 역사를 이룩하고 있다.

한때는 운항의 자체가 힘들것처럼 보이기도 했으나 역시 미국, 유럽간을 1일 생활권에 수용하는 그 속도의 편리성은 다른 어떤 이유보

다도 장점이어서 지금은 오히려 콩코드의 운항이 횡수를 늘려야 한다는 소리가 나올 정도이다.

기술적 검토

콩코드기는 OG 날개라고 부르는 앞 가장자리가 매끈한 곡선을 그리는 변형 삼각 날개를 가진 데다 기체가 가늘고 길어 아주 우아한 모양을 하고 있다. 그러나 초음속의 여객기를 공중에 날게 하는데는 몇 가지의 상충되는 요소가 있어 콩코드는 그런 문제의 해결을 위하여 조화를 이룬 결과 이런 형태가 된 것이라고 한다.

기령 콩코드의 경우 기체의 강도를 강하게 만들면 중량이 무거워진다. 또 어느 속도 영역에서 과도한 효율을 추구하면 다른 속도 영역에서 효율이 나빠진다. 마하 2에서 효율이 좋은 엔진은 이륙시에 대단히 큰 소음을 낸다.

그리고 당시의 장거리 여객기에서는 최대 이륙중량에 차지하는 적재량의 비율은 10%로 초대형인 보잉 747이 이것을 20%로 끌어올렸었다. 그러나 SST는 3,500nm의 운항 거리로 계산하면 5%에 불과하다. 이때문에 기체의 설계에서는 타협과 연구가 필요했고 그렇게 해도 마진은 극히 작은 것이었다. 성능상의 아주 작은 잘못이 적재량의 감소나 제약을 부르

게 되기 쉽기 때문이다.

콩코드는 그 기본구조의 대부분에서 통상의 알루미늄 합금이 쓰여지고 있다. 또 외판 같은 것은 합금 소재를 절삭하여 쓰고 있다. 오늘날 같으면 복합재료도 쓸 수 있지만 1960년대의 기술로서는 그것은 불가능했다. 그러나 알루미늄 합금구조와 절삭 외판구조에 따라 충분한 강도를 유지하면서 최대한 경량화를 실현하고 있다.

또한 엔진 나셀등의 일부에는 티타늄이 사용되었다. 열에 강하고 경량인 점이 중요했기 때문이다.

동체는 통상의 세미 모노콕크 구조로 기수 부분과 테일 콘 부분을 제외하고는 전체가 여압구조로 되어 있다. SST의 특징의 하나는 비행중에 동체가 늘어나는 일이다. 이것은 공기와의 마찰열에 의하여 생기는 것으로 초음속 비행중의 항공기 동체 외판의 표면온도는 섭씨 212도를 넘는다고 한다. 이 때문에 동체 외판이 팽창되어 늘어난다는 것인데 이것을 계산에 넣은 설계가 필요하다는 것이다. 콩코드에서는 가장 많이 가열되는 기수부가 127도를 초과하면 마하수를 줄이도록 지시되고 있다고 한다.

한편 이러한 고온화는 기체의 운용 수명을 연장하는데 기여하고 있다는 것이다. 즉 주날개의 습기가 열에 의하여 증발하여 결과적으로 부식을 방지하게 된다는 것이 그



한냉지 시험 비행중인 콩코드 앞선기

이유라고 한다.

또한 초음속비행으로 동체가 가열되는 것을 조금이라도 줄이기 위하여 콩코드의 동체는 전체가 백색으로 회색 칠해져 있다. 영국항공이 짙은 곤색에 회색을 사용한 기체로 보유 항공기를 전부 칠했을 때도 콩코드만은 백색 도장을 그냥 두었다. 콩코드의 조종 날개면은 극히 단순하여 고양력 장치는 달려 있지 않다.

주날개의 뒷부분 가장자리는 엔진 배기구를 사이에 끼고 외익부에 2매, 내익부에 1매, 한쪽에 3매씩의 엘레본이 있다. 이 엘레본은 보조날개와 승강타의 기능을 겸비한 조종 날개면으로 3매의 엘레본은 각각 별개로 작동한다.

복잡한 곡선을 그린 주날개 앞 가장자리는 고정식으로 날개 안쪽에 전기 방빙장치가 부착되어 있다. 앞 가장자리의 곡선은 저속비행시에 강력한 소용돌이 흐름을 날게 되어 있다. 이에 따라 전체적인

양력이 약 30% 증가되고 지상 근처에서는 지면 효과에 의하여 면적이 큰 주날개 직전에서 압축된 공기가 주날개를 들어 올리는 구실을 한다. 이 때문에

콩코드는 고양력 장치를 필요로 하지 않는 것이라고 한다. 수평꼬리 날개는 없고 수직안정판 뿐이며 그 뒷부분은 상하 두개로 갈라진 통상형의 방향타로 되어 있다.

비행조종장치는 조종실 승무원에 의한 조종장치의 조작(조종간과 조종 페달의 조작)을 일단 전기 신호로 바꾸어 이것으로 키의 작동장치를 움직이는 방식이다. 통상의 메카니칼 방식을 채용하지 않은 것은 기체에 걸리는 온도변화가 심하기 때문에 케이블의 신축에 의한 조작과 작동의 시간적 지연을 방지하는 것이 목적이다. 원리는 오늘의 프라이 바이 와이어와 같은 것으로 극히 초보적인 전동 장치이다. 한편 고장시의 보충용으로 통상방식의 조종계통도 갖추고 있다.

기수부는 당초 똑바로 뻗은 방식을 생각했으나 기수가 길기 때문에 지상에서 시계가 나빠지는 문제를 고려하여 67년의 설계변경시에 이 부분을 가동식으로 변경하여 지상

에서는 아래로 굽히게 만들었는데 최대 하향각은 12.5도로 활주시에 5도의 하향각을 유지하게 되어 있다.

엔진은 앞에서 말한대로 롤스로이스와 스넵마가 공동 개발한 올림푸스 593 애프터버너 장착형 터보제트 엔진 4기를 탑재했다. 이륙시의 정격출력은 애프터 버너 사용을 포함하여 162.9kN으로 그 중 애프터 버너에 의한 추력 증가분은 약 20%이다. 이륙시에는 전 추력의 95%정도가 엔진에 의하여 발생하고 나머지 5%는 배기구 등에서 발생하는 것이다.

또한 고도 1만6천m에서 마하 2로 순항하고 있을 때의 표준 추력은 44.6kN으로 이 시점에서 엔진이 생성하고 있는 추력의 약 절반 가량이며 나머지 50%는 여러 배기구가 균등하게 맡고 있다. 강착장치는 앞바퀴가 더블 타이어이며 주바퀴는 더블형으로 하나의 발에 네개의 타이어가 달려 있다. 주바퀴에는 또 스넵마제 미끄럼 방지장치가 달린 카본 디스크 브레이크가 달려 있다. 접어 넣기는 유압으로 행하며 앞바퀴는 앞쪽으로 올려 접어 넣고 주바퀴는 옆쪽 안으로 접어 넣게 되어 있다.

운동과 평가

콩코드의 운항시 승무원은 기장.

부조종사, 항공기관사의 3인이 승무하고 개발시기부터 근대화된 글라스 콕핏은 아니었으며 통상의 계기가 다수 장착된 구식 조종실 모습이었다. 게다가 동체가 가늘기 때문에 항공기관사의 좌석이 부조종사의 좌석 뒤에 자리잡고 있다. 조종간은 Y자형으로 선단부가 외부의 아래쪽을 향해 뺀 독특한 모양이다.

조종실은 좁은 동체 탓으로 계기류나 스위치류등이 좁은 공간에 빼곡히 들어찬 인상을 주는데 그래서인지 콩코드의 조종실은 매우 좁고 답답해 보인다. 그러나 자세히 보면 통상의 다른 항공기보다 더 복잡할 것도 없고 앉아 보면 별로 답답하지도 않다. 그래서 다른 여객기를 몰다 콩코드를 조종하는 전환 훈련은 별로 힘들지 않다고 전해지고 있다.

객실은 통로를 가운데 끼고 양쪽에 각각 두자리씩의 4열배치이다. 최대 131석을 만들 수 있는데 현재 운항 양사가 모두 100석 규모로 배치하여 사용하고 있다. 단일 등급 100석이면 좀 여유가 있을 듯하지만 동체가 가늘어 넓은 동체를 많이 보아온 우리들의 눈에는 여유 있는 공간의 이미지는 나오지 않는다. 그래도 고속 항공기에 타고 있는 듯한 기분은 충분히 맞볼 수 있도록 배려되어 있다.

콩코드의 대표적인 운용예를 보

면 활주를 시작하여 속도가 192 노트에 이르면 기수를 들기 시작한다. 기체가 수평각도에서 10도를 넘을 무렵 205-215 노트에 달하면 강착장치가 활주로에서 떨어진다. 그리고 각도를 13.5도로 올리면 속도도 221노트까지 올라간다. 이륙후 약 70초가 지나면 조종사는 애프터 버너를 끈다.

이륙한 콩코드는 먼저 고도를 8,534m까지 올리고 거기서 마하 0.95의 순항에 들어간다. 바다위에 나가면 애프터 버너에 점화하여 가속하고 마하 1.7의 순항에 들어가면 애프터 버너를 끈다. 더 가속할 필요가 있으면 고도를 15,000-18,000m로 올라가 최대 운용속도인 마하 2.04 이하로 순항하는 것이라고 한다.

착륙시에는 기체의 받음각을 14도로 하고 또 기체의 중심 수평선과 지상의 수평선과의 각도를 11도로 한다. 이때의 차이 3도가 글라이드 패스 각도가 된다. 순항비행에서 착륙을 위한 하강을 위해서는 350노트 IAS를 유지하고 최종 진입에서는 다시 감속한다. 표준 착륙속도는 162노트라고 한다.

1950년대에는 꿈의 여객기로 생각되었던 SST는 경제성이나 환경문제로 1970년대에는 한때 무용지물로 평가받은 적도 있었다. 제1세대 SST인 콩코드는 물론 경제성에 있어 다른 여객기에 비하면 좋지

않으며 또 육상에서는 초음속 비행을 할 수 없게 되어 있다. 이 때문에 운임도 특별요금으로 되어 있다. 게다가 운항 가능한 노선에도 한계가 있다. 그렇지만 지금은 온 세계의 인기를 모으고 있다.

세계 유일의 현재 취항중인 초음속 여객기로서 항상 높은 여객 탑승율을 유지하고 운항하고 있다. 그리하여 영국항공이나 에어프랑스 양사에서 모두 콩코드가 가장 수익율이 좋은 항공기로 상위에 랭크되고 있다.

기타 경쟁차가 없는 고속성은 대서양을 횡단하여 왕래해야 하는 사업가들에게는 특히 호평을 얻고 있다. 그리고 두 운항회사에서는 콩코드의 수가 좀 더 있었으면 좋겠다고 말하고 있다. 콩코드의 평가는 그 사용을 계속함에 따라 다시 높게 평가되고 있다.

21세기에는 다시 새로운 초음속 여객기가 등장할 것인가 아닌가는 아직 확연히 결정된 것은 아니지만 그 선구자는 30년전에 초도비행을 성공시킨 콩코드이며 그 결과가 매우 성공적이었던 것은 지금에 와서 높이 평가해도 좋을 것 같다. 그것은 새로 개발되는 초음속여객기가 아무래도 1세대기인 콩코드의 경험을 대폭적으로 채용하고 참고하지 않고는 개발할 수 없다는 현실을 고려할 때 더욱 그러하다.