

토폴M의 다탄두 변형 'RS-24 야르스'

글 | 정규수 _ 박사 root20@kornet.net

러시아는 2007년 5월 29일 'RS-24 야르스'라고 부르는 이동식 다탄두 ICBM(대륙간탄도탄) 발사에 성공했다고 발표했다. 러시아 국방부 대변인은 플레세츠크에 위치한 이동식 발사대에서 발사된 야르스로부터 분리된 RV(재돌입체)는 캄차카 반도의 쿠라 시험장의 목표를 정확히 명중했다고 주장했다. 당시 국방장관이던 이바노프는 “이 미사일은 MIRV(다탄두 개별유도방식 미사일)를 탑재할 수 있도록 변형시킨 토폴-M이다”라고 언론에 흘린 바 있다. 국방부 대변인은 야르스는 보이보데 및 SS-19를 대체하기 위해 개발한 다탄두 미사일로 최대 10기의 MIRV를 탑재한다고 전했지만 정작 그 시험에서 몇 기의 RV를 탑재하고 있었는지는 전혀 언급하지 않았다. 러시아는 12월 25일 두 번째로 야르스 비행시험을 실시했는데 이번에도 실제로 몇 기의 RV를 탑재했는지 공식적으로 확인해 주지 않았다. 그러나 여러 가지 정황으로 보아 3기의 RV를 탑재했을 것으로 보고 있다.

러, “10기 MIRV 탑재 가능한 ‘야르스’ 발사 성공” 주장

러시아 국방관계자들의 상반되는 발언들은 야르스에 관한 혼란을 더욱 부추기고 있다. 이바노프가 암시했듯이 야르스가 토폴-M을 단순히 MIRV화한 미사일이라면 아무리 소형 탄두라도 10기를 탑재하는 것은 기술적으로 불가능해 보인다. 뿐만 아니라 기존 미사일인 토폴-M의 탑재탄두 수를 늘려서는 안 된다는 START-I(전략무기감축협정)의 규정도 위배하게 된다. 그러나 야르스가 토폴-M의 변형일지라도 발사 중량이 토폴에 비해 10% 이상 다르거

나, 혹은 탑재량이 토폴(SS-25)과 21% 이상 다르고 동시에 1단 모터 길이가 5% 이상 다르면 야르스는 새로운 미사일로 분류될 수 있다. 이러한 경우에는 토폴-M의 RV를 업로딩할 수 없다는 START-I의 제한을 받지 않아도 된다. 여기에 더불어 탄두부를 제외한 미사일 전체 길이 혹은 1단 모터 길이가 토폴과 10% 이상 다를 경우, 또는 1단 모터의 직경이 5% 이상 차이가 날 때에도 야르스는 새로운 미사일로 취급된다.

여기서 야르스의 탑재량이나 발사 중량 혹은 길이를 토폴-M이 아닌 토폴과 비교하는 것은 START-I에 관한 한 토폴-M은 이미 토폴의 단순 변형일 뿐 새로운 미사일이 아니기 때문이다. 따라서 START-I의 규정에 따르면 토폴-M의 변형이나 아니냐를 판단하는 기준은 토폴이지 토폴-M이 아니다.

RS-24 야르스에 대한 혼란을 정리하기 위해서는 야르스와 토폴-M이 과연 같은 미사일에 탄두부만 바꾼 것인지 아닌지를 우선 확인해야 하고, 토폴-M에는 어떤 종류의 탄두를 몇 개나 탑재할 수 있는지 의문도 풀어야 한다. 토폴-M에 탑재할 수 있는 최대 탑재탄두 수를 알기 위해서는 탑재할 RV의 질량, 모양 및 크기 등을 미리 알고 있어야 한다.

야르스와 토폴-M의 비교에 관해 아주 흥미로운 사진이 포드빅의 블로그에 올라와 있다. 왼쪽의 사진은 2007년 5월 29일 발사된 야르스의 TV 클립과 그 이전에 발사된 토폴-M 사진을 직경이 같아지도록 조정한 후에 비교한 사진이다. 두 사진의 직경이 같도록 조정한 이유는 야르스를 토폴-M의 이동식 발사대의 캐니스타에



RS-24 야르스와 토폴-M : 야르스와 토폴-M의 발사 사진에서 직경이 같도록 조정된 후의 비교 사진(Podvig blog).

서 발사하였다는 러시아 당국자의 발표가 있었기 때문이다. 비교사진으로 판단하면 두 미사일 시스템의 직경이나 길이는 거의 일치하는 것으로 보인다.

토폴-M과 같은 도로 이동식 발사대와 캐니스타를 야르스에서도 그대로 사용하자면 직경과 길이가 거의 같을 수밖에 없다. 물론 직경이 5% 정도 다르다 해도 이러한 조잡한 사진에서 판단할 수 있느냐 하는 의심이 들 수도 있다. 하지만 현실적으로 직경이 5% 다른 미사일을 개발하기 위한 연구개발은 완전히 새로운 미사일을

개발하는 R&D 노력과 별반 다를 것이 없다. 경제적으로 쪼들리는 상황에서 러시아가 이렇게 노력과 돈을 낭비 했을 리가 없는 것이다.

이러한 배경을 고려하면 두 미사일의 외부 사양은 실제로 같을 수밖에 없다는 결론을 내리게 된다. 더구나 토폴-M을 MIRV화하겠다는 러시아 당국자들의 의견은 이미 여러 차례 있어 왔다. 다만 토폴-M의 MIRV화는 START-I 조항에 위배되기 때문에 토폴-M과 상관이 없어 보이는 RS-24 또는 야르스라는 이름을 붙인 것으로 보인다. 따라서 토폴-M의 모든 특성을 야르스도 가지고 있다고 봐야 한다. 아직도 남아 있는 야르스에 대한 궁금증은 과연 최대 몇 기의 RV를 탑재할 수 있고 실제로는 몇 기를 탑재할 것이냐 하는 것이다.

제4세대 보레이급 SSBN 탑재용으로 '블라바' 개발

블라바는 ICBM 사거리를 가진 3단-고체로켓 SLBM(잠수함발사미사일)으로 새롭게 진수되는 제4세대 보레이급 SSBN(전략핵잠수함)에 탑재될 계획으로 개발되고 있다. 하지만 미사일 개발 사업이 그리 순조롭게 진행되는 것은 아닌 듯하다. 블라바의 개발은 1999년부터 시작되었으나 원래부터 블라바가 러시아의 차세대 SLBM으로 선정된 것은 아니었다. 타이푼급 SSBN에 탑재되었던 말썽 많았던 R-39(SS-N-20) SLBM의 내구연한이 다가옴에 따라 소련은 이를 대체하기 위해 3단-고체로켓 R-39M(Bark: SS-N-

28)을 개발하도록 마키예프 설계국에 지시하였다.

바크는 R-39를 모델로 삼아 정확도를 개선한 미사일로 어느 누구도 개발이 어려울 것으로 생각하지 않았다. 바크는 타이푼은 물론 차세대 SSBN에도 탑재할 예정이었기 때문에 바크 발사관을 장착한 보레이급 잠수함 개발도 같이 시작하였다. 1980년대 말에 시작한 바크의 개발은 소련이 붕괴되고 나서도 마키예프 설계국에서 지속되었다. 그러나 신생 러시아 공화국의 열악한 경제사정으로 자금조달은 어려웠고 사업이 계획보다 많이 지연되었다. 1998년 처음 3번의 비행시험이 연거푸 실패하자 옐친 대통령은 바크 개발을 보류시켰고, 안전 위원회는 바크 대신 새로운 SLBM인 블라바를 개발할 것을 결정하였다.

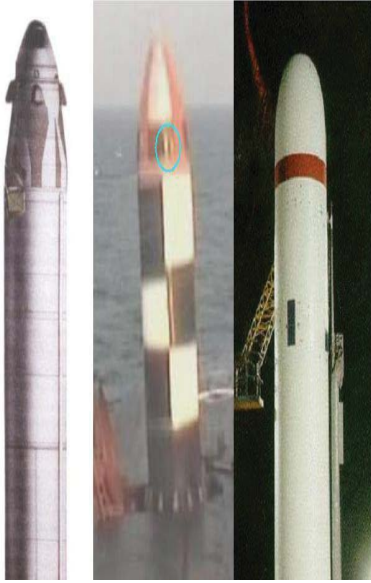
바크의 개발 취소로 인해 보레이급 잠수함의 1번함인 유리돌고루키는 바크의 발사관을 블라바의 발사관으로 교체하기 위한 재설계에 들어갔다. 블라바는 바크보다 훨씬 작은 미사일이었기 때문에 돌고루키의 설계변경은 불가피했다.

토폴-M과 블라바의 주요 데이터 비교

항목	토폴-M	블라바
단 수	3	3
탑재량(톤)	1.20	1.15
탄두부를 제외한 길이(m)	17.9	11.5
탄두부를 포함한 길이(m)	22.7	12.1
발사중량(톤)	47.2	36.8
1단 직경(m)	1.86	2.0
2단 직경(m)	1.61	2.0
3단 직경(탄두부 직경, m)	1.58	2.0

블라바의 개발은 SLBM 전문 설계국인 마키예프가 아닌 ICBM을 개발하는 MITT에 주어졌고, 마키예프 설계국은 잠수함의 발사 시스템 개발을 돕도록 지시받았다. 단 세 번의 시험을 했을 뿐이고, 사업의 진도도 73% 이상 진척된 상황에서 갑자기 새로운 미사일을 개발하기로 결정한 것은 기술적인 결정이라기보다는 정치적인 결정으로 보는 견해도 있다. 아마도 이러한 결정 뒤에는 MITT와 오랜 친분을 갖고 있었던 전략로켓군(SRF) 사령관 세르게예프 원수와 당시 국방장관이었던 이바노프가 관련되었을 것으로 추측하고 있다.

MITT는 자신들이 개발한 토폴-M을 토대로 블라바를 개발할 계획이고, 개발에 필요한 비행시험도 10회로 줄임으로써 개발경비를



R-29RM와 불라바 및 D5의 프론트 엔드 : R-29RM, 불라바 및 D5의 탄두부의 비교 사진(좌에서 우로)

대폭 줄이겠다고 약속했다. 따라서 통상적으로 SLBM 개발에 사용되던 지상발사 시험이나 수중발사대 시험도 경비와 시간을 절약하기 위해 모두 생략하였다. 최근에 와서 윤곽이 드러나기 시작한 불라바와 토폴-M의 주요 제원을 서로 비교해보면 애초의 주장과는 달리 토폴-M과 불라바는 외형상 어떠한 공통점도 없어 보인다. 물론 추진제, 관성유도장치,

RV, 탄두, 탄도프로그램 등 두 미사일 시스템이 공통으로 사용할 수 있는 부분이 많이 있겠지만, 적어도 외견상으로는 토폴-M과 불라바는 완전히 다른 시스템으로 볼 수밖에 없다.

불라바 RV 직경 작고 GEMS 유도조종으로 추경

버스라고 더 잘 알려진 PBV는 다탄두 미사일의 탑재플랫폼이며, 각각의 RV를 미리 정해 놓은 표적을 향해 정확하게 겨냥하여 방출하는 RV 방출플랫폼이다. 우리가 관심을 가지고 봐야 하는 항목은 탄두부를 장착하지 않은 상태의 미사일 길이와 탄두부를 장착한 상태의 미사일 길이 차이이다. 여기서 탄두부란 페이로드가 장착된 PBV에 공기저항을 막아주고 페이로드를 보호하기 위한 보호 덮개를 합친 미사일의 앞부분을 의미한다. 토폴-M은 그 차이가 4.8m이고 불라바는 0.6m이다. 참고로 미니트맨-III(MM-III) 경우에는 차이가 3.4m인 반면 D5 경우에는 차이가 전혀 없다. 일반적으로 지상 발사용 ICBM에서는 그 차이가 크고 잠수함 발사용 ICBM에서는 차이가 작거나 아예 없는 것을 알 수 있다.

ICBM과 SLBM이 이렇게 다른 이유는 두 가지 미사일의 탄두버스 구조와 RV 배치방식에 차이가 있기 때문이다. 지상발사용 ICBM에서는 길이가 그리 큰 문제가 되지 않으므로 3단 모터 위에 탄두부를 직렬로 엮어 놓는 방법을 사용해 왔다. 따라서 이 때 길이 차이는 PBV에 보호덮개를 씌운 높이가 된다. 이 높이는 대략 3~5m 사이로 비교적 큰 편이다. 앞에서도 언급한 적이 있지만, 아

무리 큰 SLBM이라도 길이가 13~15m 이상이 될 수는 없다. SSBN의 선체의 높이가 대략 그 정도로 제한되기 때문이다. 길이를 키우지 않고 PBV를 3단 미사일에 장착하는 방법은 PBV의 중간을 비워두고 이 공간을 3단 모터로 채우는 방법이다.

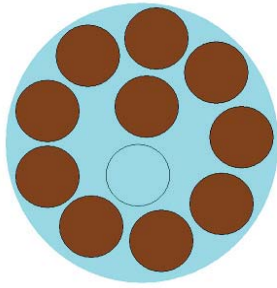
D5 같은 경우는 PBV 유무에 상관없이 미사일 길이에 변함이 없다. 앞서 설명한 바 있는 R-39의 PBV 섹션을 보면 미국 PBV와는 달리 RV가 PBV 밑면에 장착된 점이 특이하다. PBV 밑면의 가운데 공간은 비워두고 가장자리를 따라 10기의 RV가 배열되고 있다. 이 가운데 공간과 원추꼴 PBV의 밑면을 관통하여 3단 모터가 장착될 것으로 보인다. 3단 모터를 장착한다고 하기보다는 2단 위에 장착된 길고 가느다란 3단 모터에 모자를 씌우듯이 PBV를 덮어씌운다는 표현이 오히려 적절할 것이다. 따라서 PBV를 장착해도 3단 모터만 장착했을 때와 비교해 길이는 별로 늘어나지 않을 것이다. 이러한 ‘콤팩트 디자인’ 개념은 액체로켓 경우에도 동일하게 적용된다.

여기서 불라바가 트라이던트 타입의 PBV를 사용하는지, 아니면 R-39 타입의 PBV를 사용하는지 궁금한 것이 사실이다. R-29RM, 불라바 및 D5 미사일의 프론트 엔드를 사진으로 비교해 보면 D5의 탄두부 외양은 매끈할 뿐 아니라 탄두부 이동 모터 같은 것은 찾아 볼 수가 없다. D5에서 PBV의 주 모터와 버니어 모터는 PBV 밑면에 장착되어 있기 때문에 보호덮개로 둘러싸여 보이지 않는다. 불라바의 상단을 살펴보면 PBV 엔진과 같은 부속물이 보인다. 길게 보이는 것은 분명 발사관을 빠져나올 때 필요한 가이드 이거나 전선 도관으로 보이지만 그 옆의 부속물은 R-29와 R-29RM에서 사용하는 것과 같은 PBV 엔진일 수도 있다. 분명히 말할 수는 없지만 불라바의 프론트 엔드는 R-29RM의 프론트 엔드와 유사해 보인다.

지금까지 소련의 관례에 따르면 불라바의 탄두부는 R-39와 유사한 형태일 것으로 추정할 수 있다. 그러나 불라바의 탄두부가 D5 타입이건 R-39 타입이건 상관없이 불라바에 탑재되는 RV는 가장 자리에만 배열될 수밖에 없다. 그러나 이러한 RV 배열방법은 탑재할 수 있는 RV의 최대 직경을 크게 제한할 뿐만 아니라 TTP를 사용할 수 없게 만든다. 따라서 이러한 분석의 부수적인 결과로 불라바의 유도조종 방법은 GEMS이고 RV의 직경은 작을 수밖에 없다는 결론에 도달하게 된다.

페이로드 무게 알면 탑재 가능 탄두 개수 산출

RS-24 야르스가 토폴-M의 다탄두 변형이라는 가정 하에 야르



피스키퍼의 RV 배열구조



RV 배열구조

스에 탑재할 수 있는 최대 MIRV 개수를 추정해 보자. 대부분의 경우 미사일 페이로드의 주요 내용인 RV 및 침투보조장치 혹은 대 ABM 대응책의 무게와 치수 같은 특성은 비밀로 분류되어 공개되지 않는 것이 관례로 되어 있다. 설사 공개되어 있어도

신뢰할 수 없는 것이 바로 이런 종류의 데이터다. 미국과 소련/러시아는 제2차 전략무기제한협정(SALT-II) 체결 이후 지금까지 개발이 완료되었거나, 실전 배치된 미사일의 탑재량, 탑재 RV 개수 및 탄두부 또는 '프론트 엔드' 라고 부르는 부분의 직경을 포함한 여러 가지 기술데이터를 서로 교환하도록 규정하고 있다. 따라서 탑재량으로부터 페이로드 무게를 추정할 수만 있다면, 특정 미사일에 탑재 가능한 RV의 최대 무게 및 최대 치수와 최대로 탑재 가능한 탄두개수를 추정하는 것이 가능하다.

야르스와 블라바의 주요 제원

	야르스	블라바
탄두부 최대직경(3단모터직경)	158cm	200cm
탑재량	1200kg	1150kg
페이로드/탑재량(추정치)	0.50~0.65	0.50~0.65
페이로드(추정치)	600~780kg	80~748kg

미사일의 페이로드 무게 대 탑재량의 비(α)는 미사일마다 약간씩 다른 것이 사실이지만 대부분의 경우 $\alpha=0.5\sim0.65$ 사이의 값에서 벗어나지 않고 있다. 따라서 자세한 데이터가 없는 경우에는 페이로드 값으로 탑재량의 50%를 택하면 크게 틀리지 않는다. $\alpha=0.65$

는 미국의 피스키퍼 미사일에 해당하는 값으로 추정했지만 지금의 러시아 기술도 이와 비슷한 수준일 것으로 판단하기 때문에 0.65라는 값을 α 의 상한 값으로 택하기로 하였다.

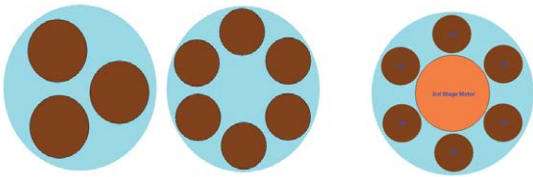
탑재량(TW)이라는 단어는 1979년 소련과 미국 사이에 체결된 SALT-II에서 처음으로 정의되었다. 그 후 군축협상에서 미사일들을 분류하고 제한하는 기준용어로 사용하고 있다. 미사일의 부스팅이 끝나고 마지막 로켓모터가 분리되면 RV 운반체인 PBV와 PBV에 탑재된 페이로드만 남게 되는데 PBV와 페이로드 무게의 합을 탑재량이라고 부른다. 탄두, RV 및 각종 침투보조장치(모의 RV, 레이더 교란 장치 등)를 모두 합쳐 페이로드라고 부르는 반면 PBV는 RV 운반체, 유도조종장치 및 RV의 분리 메커니즘을 총체적으로 지칭한다. PBV는 RV를 각자 표적으로 유도하기 위한 유도장치, RV를 표적 겨냥에 필요한 장소로 이동시키고 필요한 속도로 가속시켜주는 주 모터, RV의 자세제어 모터, 로켓연료, RV의 분리 메커니즘 등을 모두 포함한다. 따라서 탑재량 중 PBV의 무게를 제외한 나머지가 소위 유효하중인 페이로드 무게가 된다.

페이로드 무게는 바로 탑재된 모든 RV의 무게(탑재 RV 수 x RV 무게)와 침투 보조장치 무게의 합을 의미한다. 따라서 침투 보조장치를 탑재하지 않을 경우 페이로드 무게는 최대 RV 탑재 수에 RV 무게를 곱한 것이 되어 이로부터 주어진 미사일에 최대로 탑재할 수 있는 RV 수를 추정할 수 있는 근거가 되는 것이다. 물론 탑재할 수 있는 RV 수가 페이로드 무게만으로 결정되는 것은 아니다. 무게 외에도 그만큼 수의 RV를 탑재할 수 있는 공간이 있느냐 하는 문제가 때로는 더 심각할 수도 있기 때문이다.

다탄두 미사일은 RV를 2기 이상 탑재한 미사일을 모두 지칭한다. 지금까지 배치된 미국과 러시아의 ICBM이나 SLBM을 살펴보면 3기, 4기, 6기, 8기, 10기 혹은 그 이상의 MIRV를 탑재하고 있는 것을 알 수 있다. 모든 다탄두 미사일의 RV 모양은 뾰족하고 긴 원추형이다. 원추 밑면의 직경크기에 의해 RV 버스에 탑재할 수 있는 최대 개수가 결정되며 이와 못지않게 RV의 배열 방법에 의해서도 최대 개수가 달라진다. 구체적인 RV 배열방법은 미사일 마지막 단의 로켓모터 구조 및 버스 특성에 따라서도 달라진다. 이와 같은 문제를 미국과 소련은 나름대로 철학에 따라 상이한 방법으로 해결해 왔다.

로켓모터구조 · 버스 특성에 따라 미 · 소 RV 배열 판이

미국의 '피스키퍼' 미사일의 버스에 안치된 10기의 Mk-21 RV(그림 윗줄 첫 번째 사진)를 보면 가장자리에 9기의 Mk-21이



토폴-M의 RV 배열 방법 추정 : 3기의 W87/Mk21 타입의 RV(좌)와 6기의 W76/Mk4 타입 RV(우)

볼라바의 RV 탑재 구조 : 6기의 W76/Mk4 급 탑재 가능성이 가장 높음

원주를 따라 배열되고 가운데에 1기를 중심에서 한 쪽으로 치우치게 배치하였다. 피스키퍼에는 최대 11기의 Mk-21을 탑재하도록 설계되었지만 10기 이상은 탑재하지 않기로 한 미·소간의 협약이 성립되었기 때문에 마지막 1기는 탑재하지 않았다. 중심의 빈 공간에 1기의 RV를 더 탑재하면 11기가 되는 것이다.

피스키퍼의 모든 RV는 한 평면에 빼곡히 배치할 수 있지만 그렇다고 이것이 일반적인 RV 배치방법은 아니다. 같은 그림의 윗줄 두 번째 사진은 C4의 버스에 탑재된 Mk-4 RV의 배열을 보여주는 사진이다. 8기의 Mk-4가 가장자리에 배치되어 있고 가운데는 트라이던트 미사일의 3단 모터가 차지하고 있음을 알 수 있다. 따라서 중심부에 RV를 배치할 수 없는 대표적인 예가 바로 트라이던트 C4/D5 미사일이다. 이 점에서는 R-39도 마찬가지다.

그림의 두 번째 줄에 있는 사진들은 대표적인 소련 미사일 버스에 탑재된 MIRV를 보여주고 있다. 첫 번째 그림은 R-36M2 보이보테의 버스인데 특이하게도 2층 구조를 가지고 있는 것이 인상적이다. 각 층에는 0.75~1.0Mt 급 탄두를 탑재한 RV가 5기씩 배치되어 있는데 탑재량이 8.8톤이고 버스의 직경이 3m나 되는 것을 감안하면, R-36M2에 10기의 RV를 탑재하고도 페이로드 무게와 페이로드 공간에 아직도 상당한 여유가 있음을 알 수 있다. 초대형 탄도탄의 위용과 여유를 느끼게 해주는 대목이라 할 수 있겠다. 러시아는 이러한 여유를 40여기의 중량급 모의탄두를 탑재하는데 이용하고 있는 듯하다.

두 번째 그림은 타이푼급 SSBN에 탑재한 3단 고체연료 미사일 R-39의 버스를 보여주고 있다. ICBM 사거리를 가지는 고체연료 로켓은 3단 모터가 절실하게 필요하다. 참고로 ICBM이란 사거리 5천500km 이상의 탄도탄을 일컫는 단어로 통상적 의미의 육상 발사용 ICBM 뿐만 아니라 SLBM에도 쓸 수 있는 단어다. 그러나 아무리 큰 잠수함이라도 육상의 ICBM을 수직으로 탑재할 정도로 클 수는 없다. 따라서 ICBM 급 사거리를 갖는 고체로켓 SLBM을 설계할 때 제일 힘든 문제가 바로 SSBN의 발사관에 들어갈 정도로

로켓의 길이를 줄이는 것이다.

미 해군은 트라이던트 미사일을 설계하면서 소위 '스루 텍 디자인'이란 개념을 도입하여 이 문제를 해결했다. 즉 통상적인 ICBM에서 RV를 배치하는 RV-버스 섹션의 중앙부를 그림의 윗줄 두 번째 사진에서와 같이 비워두고 대신 3단 모터를 이곳에 돌출하도록 설계하는 방법이다. 그런데 같은 문제를 해결하는데 있어서 소련은 두 번째 줄 두 번째 그림에서 보는 것과 같은 RV 배열방법으로 문제를 해결했다. 10기의 RV는 모두 로켓진행 방향의 반대쪽(역방향)을 향해 가장자리에 원형으로 배열되고 가운데는 3단 모터를 수용하기 위해 비워놓았다. 같은 문제를 해결하는데 미국은 순방향 배열을 사용한 것과는 대조적으로 소련은 역방향 배열을 이용하였다.

물론 버스의 기동을 위한 모터와 연료, 유도조정장치 및 RV의 분리 장치들도 완전히 다를 수밖에 없다. 트라이던트에서는 버스의 이러한 부품들이 RV가 배열된 밑 부분의 실린더처럼 생긴 부위에 모두 장착된 반면 R-39에서는 원추 꼴 케이스 외면에 PBV 모터를 장착하고 연료 및 유도장치 등은 모두 원추 꼴 케이스 안쪽에 장착되어 있다. 이러한 차이가 페이로드 무게와 탑재량 비율 관계에서 어떠한 차이를 주는지 자세히 알 수는 없지만 편의상 대등할 것으로 가정한다. 3단 고체로켓 SLBM의 버스와 3단 모터 간의 이러한 배열은 미사일의 유도방식에도 큰 영향을 주고 있다.

마지막 그림은 R-36M (RS-20A)의 버스부분으로 8기의 MIRV가 아래위로 붙은 2기 1조로 4조가 버스 외부에 달라붙어 있는 모양으로 배치된 모습이다. 미국에서는 한번도 RV를 보호되지 않은 노출된 상태로 외부에 장착한 적이 없지만, 소련에서는 SS-20이나 RS-20A처럼 RV를 노출시켜 장착한 경우를 볼 수 있다.

미국과 소련 미사일의 버스 모양과 MIRV 배열 방법을 사진과 그림을 통해 알아보았듯이 최대로 탑재할 수 있는 RV의 개수는 정해진 직경을 가진 RV를 PBV의 RV 장착면에 겹치지 않게 장착할 수 있는 최대 개수와 페이로드 무게를 넘지 않는 RV의 최대 개수 중에 작은 숫자가 탑재 가능한 최대 개수가 된다. 물론 이것도 절대적인 판단 기준은 될 수 없다. RV의 기울기를 조정하든가 아니면 이웃하는 RV와 번갈아가며 RV 밑면의 높이를 조금씩 달리 함으로써 조금 더 큰 RV를 장착하는 것도 가능하기 때문이다. 그러나 앞서 말한 판단 기준에서 많이 벗어나진 않을 것이다.

W76급 탄두 6기 · 침투보조수단 탑재가 가장 현실적

야르스와 볼라바에 탑재할 수 있는 RV 종류와 최대 탑재 개수를 구해보도록 해보자. 그러나 우리는 러시아가 탑재하려는 탄두/RV

복합체의 치수나 무게에 대해 아는 것이 전혀 없다. 그러나 가장 가벼운 MIRV 탄두로 알려진 포세이돈 탄두 W68/Mk3(이하 Mk3)과 현재도 트라이던트 미사일에 탑재되고 있는 W76/Mk4(이하 Mk4)의 무게에 대한 데이터가 공개 자료에 나와 있다. 물론 이 데이터의 신빙성에 대해서는 이론이 있을 수 있겠지만, 개략적인 탑재 RV 수를 추정하는데 사용하기에는 별 문제가 되지 않을 것이다.

포세이돈 C-3에는 원래 14기의 Mk3을 탑재하거나 아니면 10기의 Mk4를 탑재할 수 있는 것으로 알려졌다. 그러나 C-3를 대체하기 위해 개발된 트라이던트-I C-4에는 최대 8기의 Mk4를 탑재하도록 설계하였지만 Mk3을 탑재할 경우에는 최대 10기까지 가능하다고 한다. C-4를 대체한 트라이던트-II D5는 원래 W88/Mk5(이하 Mk5) 8기를 탑재하도록 개발되었지만 W88 생산에 차질이 생겨 대부분의 D5는 Mk4를 탑재하게 되었다. 같은 Mk4라 하더라도 트라이던트 D-5에 탑재할 때는 10기까지 탑재할 수 있는 것을 알 수 있다. 이러한 데이터로부터 탄두/RV 복합체의 크기와 무게를 유추해 낼 수 있다.

러시아 전략무기에 관한 한 신뢰할 수 있는 포드빅은 그의 블로그에서 소련 첩보 데이터를 인용해 Mk4의 무게가 91.7kg이라고 주장하였다. 한편 그린우드는 그의 박사학위 논문 'Making the MIRV'에서 익명의 소스를 인용해 W68/Mk3의 무게를 73kg으로 주장했다. 이들 데이터로부터 Mk3과 Mk4의 원추 밑면의 직경을 각각 44cm와 47cm로 추정할 수 있다. 추정한 RV 직경 값은 W68/Mk3과 W76/Mk4가 가질 수 있는 최대값을 의미한다. 침투 보조수단을 탑재하지 않았다는 가정 하에 무게와 RV 원추 밑면의 직경을 추정하였기 때문에 침투보조수단이 탑재되고 있었다면 실제의 RV 무게와 직경은 추정한 값보다 작아질 수 있다.

러시아의 소형탄두 설계 능력은 미국과 대등하다고 가정하자. 그리고 야르스 및 불라바에 Mk3 및 Mk4를 탑재한다면 최대 몇 기나 탑재할 수 있는지 알아보는 것으로 러시아 미사일에 탑재할 수 있는 최대 RV 개수 추정을 대신하고자 한다.

토폴-M은 피스키퍼나 마찬가지로 버스의 가장자리뿐만 아니라 충분한 공간이 마련된다면 중심부에도 RV를 장착할 수 있다. 토폴-M은 페이로드 대 탑재량 비 α 값이 0.65라면 최대 8기의 Mk3 또는 Mk4 8기를 탑재할 수 있지만, 비율이 0.5라면 8기의 Mk3 또는 6기의 Mk4를 탑재할 수 있을 것이다. 만약 토폴-M에 W87/Mk21을 탑재한다면 최대 3기를 넘지 않는다.

반면 불라바는 길이가 12.1m 밖에 안 되는 잠수함 탑재용 3단 고체로켓이다. 따라서 이 짧은 로켓에 모터 세 개와 PBV 및 페이로드

를 다 장착하자면 R-39 타입의 버스거나 아니면 C4/D5타입의 RV 버스를 채택할 수밖에 없다. 아마도 R-39형을 채택한 것으로 보이지만, 두 가지 형태의 PBV 중 어느 것을 선택했더라도 탑재 RV 수는 변함이 없다. 모든 RV는 가장자리를 따라 원형으로 배치되어야 하고 중심부에는 RV 대신 3단 모터가 장착될 것이다. 불라바의 버스 직경은 2m로 야르스의 버스 직경 1.58m에 비해 상당히 큰 편이다.

α 값이 0.5라면 빠듯하게 Mk4 6기를 탑재할 수 있고, 그 이상이면 여유 있게 6기를 장착하고 나머지 공간과 중량을 여러 가지 침투 보조 장치로 채울 수 있다. 그러나 Mk4 대신 좀 더 작고 가벼운 Mk3을 탑재할 경우에는 8기에서 최대 10기까지 탑재하는 것이 가능하다. 아마도 이러한 산출근거 때문에 불라바는 10기의 탄두를 탑재할 수 있는 미사일로 소개되고 있는 듯싶다. 그러나 아무리 10기를 탑재할 수 있다 하여도 폭발력이 50kt 밖에 안 되는 W68급 탄두를 채택할 것인지는 분명하지 않다. 가장 현실적인 대안은 100kt의 위력을 가지는 W76급 탄두 6기를 탑재하고 무게의 여유가 있는 대로 침투보조수단을 탑재하는 것이다. 실제로 6기의 탄두를 탑재한다는 발표에 비중이 실리는 것도 이런 이유 때문이다.

불라바 PBV의 중앙부에는 직경 0.9~1m 내외의 제3단 모터가 들어간다고 보면 비교적 치수가 클 것으로 예상되는 스크램제트 RV와 같은 동력기동성 RV를 탑재할 공간은 없어 보인다. 그러나 토폴-M에는 1.58m 미만의 직경과 높이가 4.8m 미만인 1톤 내외의 무게를 갖는 원추 꼴의 RV도 탑재할 수 있으므로 비교적 큰 MaRV나 몇 기의 작은 비동력 MaRV를 탑재하는 것은 충분히 가능할 것으로 보인다. W87/Mk21(이하 Mk21)이나 W88/Mk5의 최대 직경은 55.4cm, 길이는 175cm, 무게는 대략 240kg 내외로 추정된다. 야르스에는 3기, 불라바에는 최대 3기의 W87을 탑재할 수도 있겠으나 만약 3단 모터의 직경이 90cm 이상이면 불라바에는 단 한 기의 W87도 탑재할 수 없다. 따라서 불라바에 500kt급 탄두를 탑재할 수 있느냐 없느냐 하는 문제는 3단 모터의 직경이 90cm 미만이나 그 이상이나 하는 문제로 귀결되고 이 문제는 다시 불라바의 최대 사거리가 얼마나 되느냐 하는 문제에 달려 있다. 이것은 유효 탑재량 대 탑재량 비가 0.65 근방일 때를 가정한 결론이다. 이보다 작다면 크기 때문이 아니라 무게 때문에도 3기의 W87/Mk21을 탑재할 수 없다. ㉔



글쓴이는 서울대학교 물리학과 졸업 후 피츠버그대학교에서 박사학위를 받았으며, 국방과학연구소에서 30년 간 연구원으로 근무 후 2006년 정년퇴직했다.