



2013년 중부 유럽의 홍수



이 효 상
 충북대학교 조교수
 Hyosanglee@chungbuk.ac.kr

모 홍수가 발생하였다. 이로 인하여 2002년 대홍수에 버금가는 홍수 피해가 발생하였다. 2002년 홍수는 막대한 금전적 및 인명 피해를 발생시켜, 중부 유럽 지역에서는 이번 세기의 최악의 홍수로 기록되어 당분간 이 기록이 깨지지 않을 것으로 기대한 사람이 많았지만, 불과 10여 년 만에 이 기록이 갱신되었다.

필자는 폴란드, 바르샤바에서 COST Action-FloodFreq의 회의를 참석하고 있어, 간접적으로 지난 6월의 홍수의 위력을 경험하였다. 6월 9일 폴

1. 머리말

2013년 6월 초, 중부 유럽에서는 또 다시 대규모

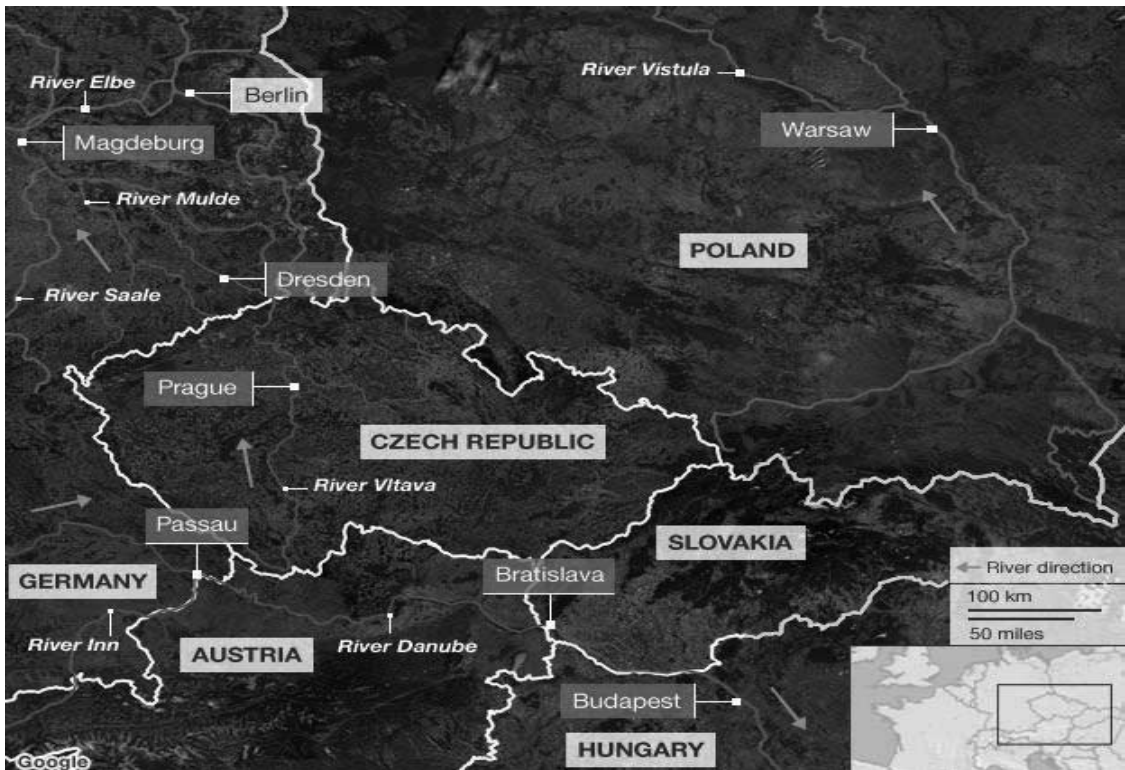


그림 1. 중부 유럽의 현황[4]

란드 바르샤바에서도 시간당 30mm 이상의 집중호우가 발생하여 일부 지역이 침수되는 피해가 발생하였으나, 이는 독일, 체코 지역 등에 발생한 홍수 피해와 비교할 수 없다. 이번 홍수의 피해는 주로 엘베강, 다뉴브강과 이들의 지류가 위치한 독일의 동남부 지역(Thuringia, Saxony, Saxony-Anhalt, Lower-Saxony, Bavaria 및 Baden-Wurttemberg), 체코의 서부지역(Bohemia), 오스트리아, 슬로바키아, 헝가리 및 폴란드 남부 지역에서 발생하였으며, 지리적인 현황은 그림 1과 같다.

이번 홍수는 수만 명의 이재민 발생 및 수백만 유로의 재산적인 피해뿐만 아니라 24명의 인명피해가 발생하여 지금까지 중부 유럽에서 발생한 최악의 홍수이지만, 이러한 대형 규모의 홍수가 발생할 가능성이 높다는 점이 많은 고민을 안겨주고 있다. 본 기사는 2013년 중부 유럽의 홍수와 시사점에 대하여 소개하고자 한다.

2. 2013 중부 유럽의 홍수 발생 상황

중부 유럽의 홍수의 발생은 일반적으로 “유역이 습윤한 상태에서 많은 양의 강우가 내려 홍수가 발생하였다”라고 말할 수 있다. 수문학적인 관점에서 너무나 당연한 이러한 사항이 홍수의 규모 및 피해를 키웠다. 홍수는 6월 초에 발생하였으나, 그 이전에 중부유럽은 매우 습윤한 상태였다. 오스트리

아의 경우 2013년 5월은 평년(1981-2010)의 강수량의 두 배에 해당하는 강우가 발생하여 유역의 토양 저류 용량이 포화된 상태였다[5]. 독일의 경우도 마찬가지로 토양이 매우 습윤한 상태였고, 이는 그림 2의 유럽연합의 ESA's SMOS satellite에서 관측한 토양 습윤 영상 자료에서도 나타난 바와 같이 관측 이래 5월의 최고치를 기록하였다[6].

중부 유럽의 봄-여름의 홍수 발생 메커니즘을 Mudelsee 등은 엘베(Elbe)강 및 오더(Oder)강의 1500년대 이후 홍수 자료를 바탕으로 다음과 같이 제시하였다. 지중해(아드리아해)로부터 유입되는 다량의 습기를 함유하고 있는 저기압 기단이 산악 지형과 만나 산악형 강우(Orographic rainfall)를 발생시키는 “Zugstrasse Vb”에 영향을 받는다 [1]. 또한 독일 북부 지역의 고기압이 독일 중/남부 지역을 포함한 중부 유럽의 낮은 저기압지역으로 북해의 습윤한 공기를 이동시키는 역할을 하고, 이러한 습윤한 기단이 독일과 체코의 접경 산악지대 및 오스트리아의 북쪽 방향의 알프스 산맥은 만나 산악형 강우를 발생시킨다[7]. 이러한 강우들은 다뉴브(Danube) 강 및 엘베강 유역의 주요 홍수 발생 요인이다.

그림 3은 오스트리아와 독일 접경 지역의 5월 30일부터 6월 2일까지의 강우량으로 일부 지역은 250mm 이상의 강우가 발생하였다. 그림에서 짙은 색으로 표시된 넓은 지역에서 100에서 250mm의 호우가 발생하였다. 이는 일반적으로

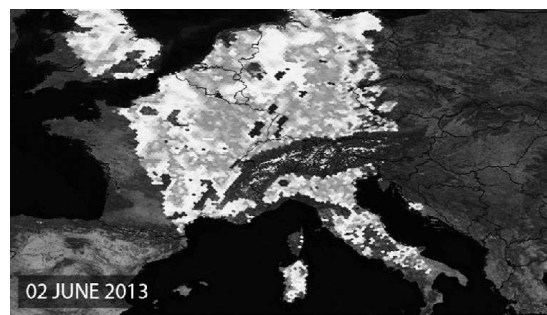
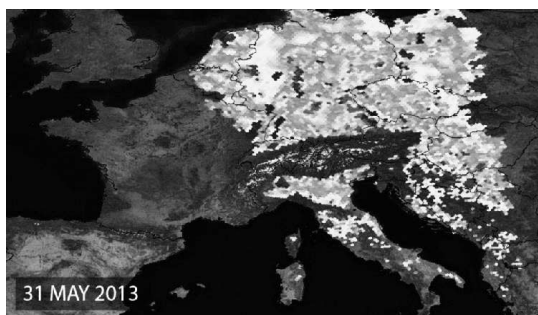


그림 2. ESA's SMOS satellite에서 관측한 중부 유럽의 토양 습윤 정도 (2013년 5월 31일 및 6월 1일)[5]

Niederschlag 30.5.2013 8 Uhr bis 3.6.2013 8 Uhr (Liter pro Quadratmeter). Quelle: ZAMG

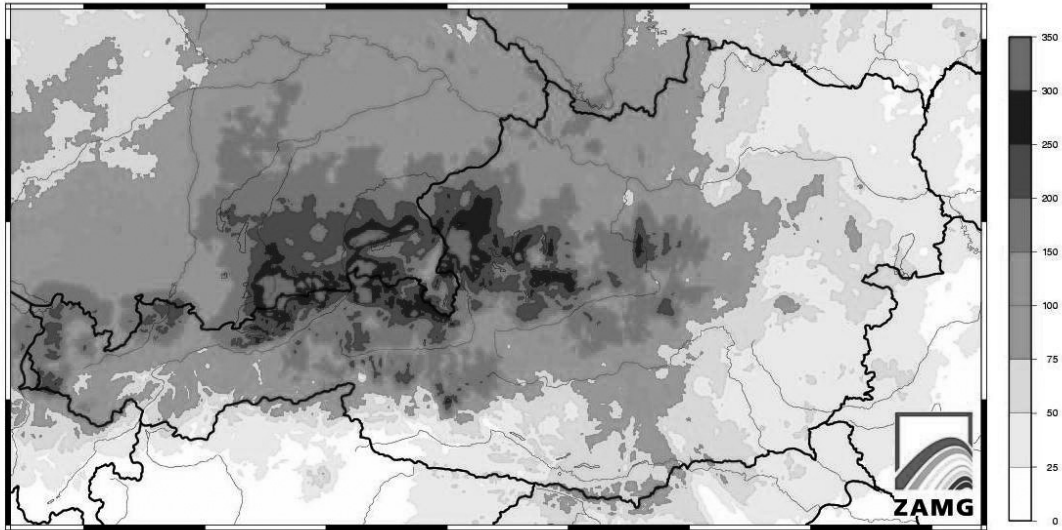


그림 3. 오스트리아와 독일 접경 지역의 5월 30일-6월 2일까지의 강수량[5]

중부 유럽의 년 평균 강우량(예, 엘베강의 독일, Saale-Weida 유역의 년 평균 강우량 600mm 임)의 약 1/3~1/4의 강우량이다. 오스트리아 지역은 약 40~70년 빈도의 강우량이 발생하였으며, 특히 산간지역의 티롤, 찰스부르크 지역 등은 100년 빈도를 상회하는 강우량이 발생하였다[5]. 이후 6월 9일까지 지역에 따라 간헐적인 집중호우가 발생 하였으나, 이를 상회하는 강우는 발생하지 않았다. 이러한 5월 말부터 6월 초까지의 집중호우는 다뉴브강, 엘베강 등의 수위를 상승시켜 6월 초 하류 지역에 막대한 홍수 피해를 야기 하였다. 엘베강과 다뉴브 강의 주요 피해 현황은 다음과 같다.

가) 엘베 유역

엘베유역은 상류 지역에 위치한 체코의 Vltava 강과 독일의 Saale강 유역의 집중호우가 홍수의 주요요인으로 작용하였다. 체코의 Vltava 강의 최대 유량은 프라하에서 약 3,200m³/s(6월 3일)로 관측되었다. 이는 2002년의 홍수 당시 최대 유량(5,000m³/s)에 미치지 못하였으나, 총 10명의 사상자를 비롯하여 약 19,000명 이상의 이재민이 발

생하는 등 극심한 피해가 발생하였다. 도시의 남서부 지역(Hostivar 와 Záběhlice)이 침수되었으며, 남부 지역(Modrany 와 Zbraslav)의 수백채의 가옥이 침수되었다. 체코 정부는 6월 4일 홍수 피해와 관련하여 비상사태를 선포하였으며, 총 4 billion CZK(€ 155 million)의 긴급 비상 복구자금을 지원하였다[3].

독일의 Elbe강 유역에서는 드레스덴(Dresden), 라이프찌히(Lifzig) 및 막데부르크 (Magdeburg) 등은 직접적으로 엘베강의 범람의 영향을 받았다. 막데부르크의 엘베강의 수위는 지난 6월 9일 7.4 m로 기록되었으며, 대규모 홍수 피해를 발생 시킨 2002년의 홍수(관측 수위; 6.7m)와 비교하면 이를 0.7m 상회하는 관측 최대 홍수위이다[7]. 엘베강 우안의 지역이 침수되었으며, 약 2,300명의 이재민이 발생 하였다. 막데부르크 인근의 쉬네벡(Schönebeck)은 제방의 붕괴로 인하여 대규모 침수 사례가 발생하였다. 막데부르크는 2002년 이후 우회 방수로의 정비 및 제방의 신설 등과 같이 막대한 투자를 하였음에도, 이번 홍수피해를 저감하지 못하였다.

하지만, 아일렌부르크(Eilenburg)나 아일렌(Erlin)과 같은 일부 도시들은 2002년 대홍수 당시 도심지가 침수 되는 극심한 피해를 입었으나, 이번 홍수에서는 일부 외곽지역 일부가 침수 등 상대적으로 경미한 피해를 입었다. 이는 2002년 홍수 이후, 철저한 대비(예, 6.5km의 제방과 차수벽의 신설, 하천의 흐름을 원활히 하기 위하여 산업

단지의 일부 제방의 후퇴 등)의 결과로서, 철저한 준비를 통하여 홍수를 막을 수 있는 가능성을 보여주고 있다[8]. 독일정부는 피해 복구를 위하여 € 155 million을 긴급 지원하였으며, 이번 홍수 피해를 2002년 홍수 피해 규모(€11 billion, \$14.5 billion) 이상이 될 것으로 예상하고 있다[7].

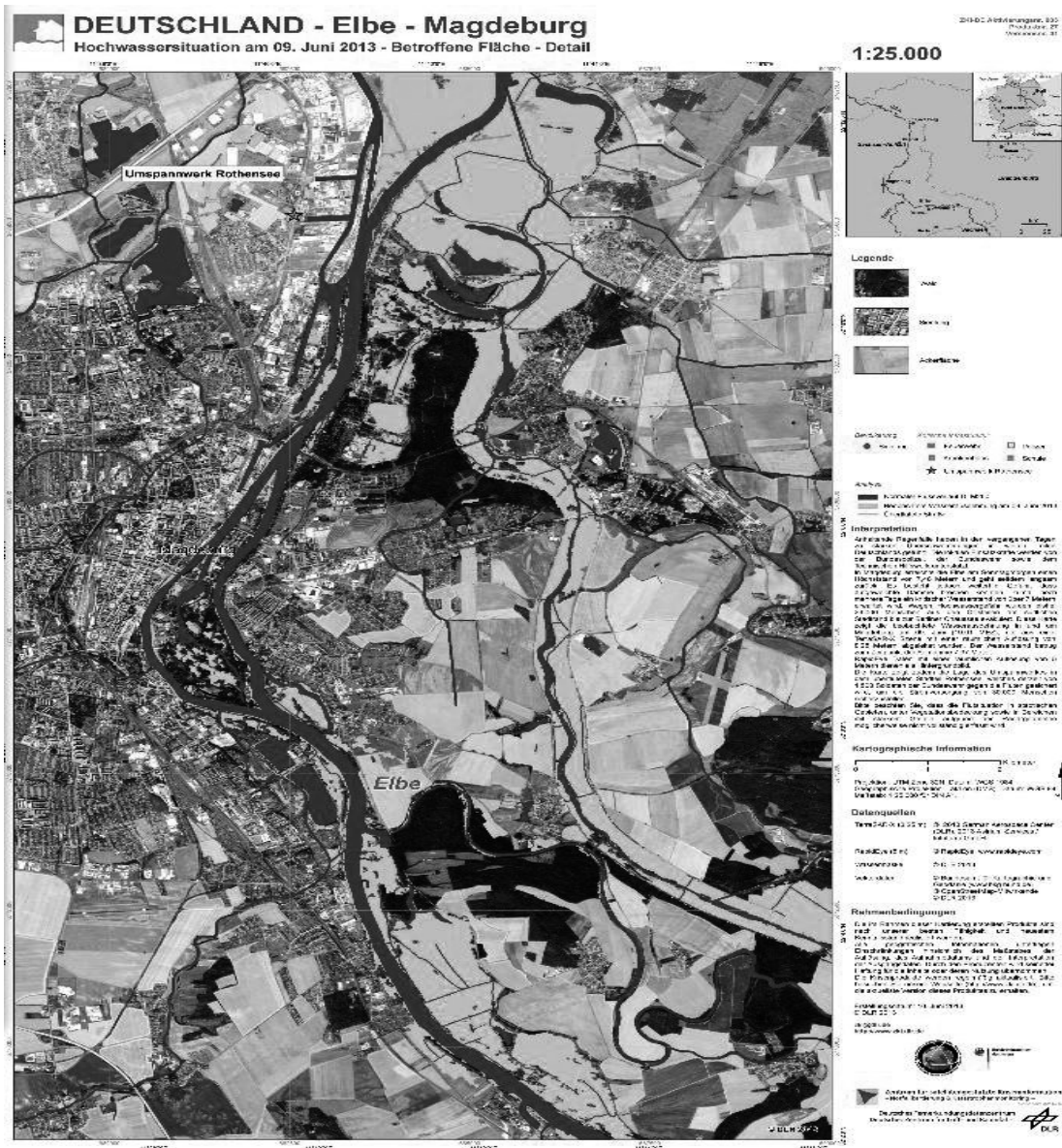


그림 4. 독일, 막데부르크의 침수 현황도(2013년 6월 9일)[6]

나) 다뉴브 유역

다뉴브 강에 위치한 독일 Bavaria의 대표적인 역사도시인 파사우(Passau)는 아래의 그림 5와 같이 중앙의 Danube강, 좌측의 Inn강, 우측의 Ilz강이 만나는 Passau는 도심지 전체가 잠기는 극심한 피해를 입었다. 다뉴브 강의 수위는 12.85m로, 이는 1500년대 이후 관측 최대 홍수위이다. Deggendorf 지역은 제방의 붕괴로 인하여 도심지가 최대 2m가 잠기는 등 독일지역에 피해가 집중되었다.

다뉴브강의 하류에 위치한 슬로바키아, 헝가리, 세르비아 등은 다수의 침수피해를 발생 시켰으나, 독일, 오스트리아 및 체코에 비하여 상대적으로 홍수 피해 규모가 작았다. 그러나 슬로바키아의 수도인 블라스티라바에서는 관측 최대 홍수량을 기록하는 등 이번 홍수의 규모가 작지 않음을 확인할 수 있었다[2].



그림 5. 독일 Passau지역의 침수 사진[10]

3. 2013년 중부 유럽 홍수의 시사점

중부 유럽지역에서 발생한 이번 홍수, 특히 독일 엘베강 유역, 막데부르크에서 발생한 홍수 피해는 필자에게 새롭게 다가왔다. 독일의 환경연구소(Helmholtz Center for Environmental Research- UFZ)에서 근무하면서 2002년 홍수

당시 막데부르크의 피해 상황과 향후 홍수 대비에 관하여 많은 의견을 동료들과 나눌 수 있었다. 당시 UFZ 연구자들은 2002년 이후 제방/둑의 정비, 충분한 홍수터의 확보, 홍수 시 막데부르크 시내를 관통하는 엘베강의 유량을 감소하기 위한 우회 수로의 설치 등의 충분한 홍수저감 대책을 수립했기 때문에 더 이상의 홍수 피해는 없을 것으로 이야기했다. 이번 이 지역에서 발생한 침수 피해를 보면서, 이러한 저감 홍수 저감 대책의 실효성과 동시에 한계를 다시 느낄 수 있었다. 2013년 중부 유럽의 홍수 피해의 시사점을 다음과 같이 정리하였다.

가) 충분한 수준의 홍수 대비

중부 유럽의 많은 지역이 홍수 피해를 입었지만, 2002년 대홍수 이후 많은 지역이 적절한 수준의 홍수 대비를 통하여 2013년 홍수를 무사히 넘긴 사례가 있다. 슬로바키아의 수도인 블라스티라바의 제방시설과 차수벽의 설치 등은 이번 홍수에서 도시방재의 중요한 역할을 수행하였다[2]. 그림 6은 2009년의 슬로바키아 수도인 블라스티라바의 다뉴브 강 제방 설치 중인 사진과 2013년 6월의 홍수 사진으로 적절한 대비를 통한 홍수 피해 저감의 효과이다. 더 나아가, 기존의 100-200년 확률 빈도의 일률적인 홍수 대비가 아닌 고위험 빈도(예, 500년 빈도) 홍수 대비의 필요성이 꾸준히 제기되고 있다[9]. 이번 홍수 시 다뉴브강의 블라스티라바에서 관측된 홍수위는 1823년 근대 수문 관측이 시작된 이래 최대 홍수위(10.34m)로 관측되었으며, 이는 역사상 1501년(11.80m), 1787(10.75m) 다음의 3위의 수치이다. 또한 홍수위가 증가하는 강한 경향성을 나타내고 있다[2]. 충분한 수준의 치수 방재/저감시설(예, 제방, 여수로 등)의 설치가 필수적이다. 그러나 이를 국내에 적용하기 위해서는 신뢰할 수 있는 빈도별 설계홍수량의 산정이 우선적으로 고려되어야 한다. 이는 향후 진행 중인 다양한 국내 연구를 통하여 확보할 수 있을 것으로 기대된다.



그림 6. 2009년 슬로바키아-블라스트라바의 다뉴브강 제방 공사와 2013년 6월 홍수시 전경[2]

나) 하천 본래의 영역 확보

독일의 아일렌(Erlin)지역의 성과에서와 같이 홍수 시 하천의 충분한 유수 공간을 확보하여 줌으로 하여 홍수 위험을 낮추는 방법의 실효성을 확인할 수 있다. 그림 7은 독일 아일렌의 소규모 마을의 사진으로 좌측과 하단부의 본래의 유로, 우측의 안전한 마을, 이를 둘러싸고 있는 범람한 홍수터를 확인할 수 있다. 이는 제방을 높이는 대책보다, 제방의 후퇴/위치조정, 보조수로의 신설 및 홍수터의 충분한 확보 등의 대책을 우선적으로 고려하였다. 이는 네덜란드등의 치수 방향(“Room for the River”)과도 일맥상통하는 대책[12]으로 국내

의 치수 관리에서도 적용되고 있는 방법이다. 향후 국내의 하천계획을 수립함에 있어 자연적인 하천 공간 확보를 통한 홍수 위험저감을 위한 적극적인 노력이 필요하다.

다) 홍수 보험의 확대 적용

현재 수준에서 충분한 홍수 대비책을 적용하더라도 향후 급변하는 수문환경의 변화를 감안할 때 홍수 피해의 발생 가능성은 여전히 남아 있다. 또한 제방의 붕괴등과 같이 치수 시설물의 파괴 등은 대규모 지역의 극심한 피해를 발생시킬 수 있다. 이러한 피해 발생 시 홍수 보험은 피해 복구 등에



그림 7. Erlin 지역의 후퇴한 제방과 홍수터-6월 4일의 범람[13]

중요한 역할을 수행할 수 있다. 이러한 홍수 보험은 국내에서도 농촌 지역을 대상으로 풍수해 보험으로 시행되고 있으나, 이의 정책적인 확대가 필요하다. 시행 시 발생할 수 있는 문제점은 독일의 사례에서 확인할 수 있다. 2002년 대규모 홍수 발생 후, 독일정부는 홍수 보험을 의무적으로 시행하였으나, 홍수 피해가 우려되는 지역은 홍수 발생의 위험이 높아 보험 가입이 불가한 지역으로 분류되어 보험의 혜택을 받지 못하는 경우가 발생하는 문제점이 발생하였다[13]. 이는 우리나라의 홍수 보험의 확대 적용 시 많은 점을 시사하고 있으며, 이에 대한 면밀한 검토가 요구된다.

홍수는 피할 수 없는 자연현상이며, 이로 인한

막대한 인명과 재산 피해가 국내외에서 발생하고 있다. 현재의 수준에서는 이러한 자연재해를 100% 완벽히 막을 수 있는 현실적인 방법은 없다. 더욱 어려운 점은 현재 급변하는 수문환경의 변화로 인하여 이러한 홍수 위험이 점차 증대되고 있다는 사실이다. 여러 논란이 있지만 우리나라는 대하천 사업을 통하여 이러한 홍수의 위험을 어느 정도 극복할 수 있다고 평가되고 있다. 하지만, 여전히 국토의 많은 부분이 홍수의 위험에 노출되어 있다. 이번 중부유럽에서 발생한 홍수 피해를 거울삼아, 자연재해에 안전한 대한민국을 위하여 철저한 대비가 필요하다. ☯

참고문헌

1. Mudelsee, M., BöRngen, M., Tetzlaff, G., Grünewald, U. (2004) Extreme floods in central Europe over the past 500 years: Role of cyclone pathway "Zugstrasse Vb", Journal of Geophysical Research, Vol. 109.
2. Pavol Miklanek. (2013) Personal contact.
3. http://en.wikipedia.org/wiki/2013_European_floods. Accessed 8 July 2013.
4. <http://www.bbc.co.uk/news/world-europe-22835154>. Accessed 15 July 2013.
5. <http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/wetter-beruhigt-sich-allmaehlich>. Accessed 15 July 2013.
6. http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth. Accessed 15 July 2013.
7. <http://www.dw.de/thousands-evacuate-magdeburg-amid-record-flood-levels/a-16869577>. Accessed 15 July 2013.
8. http://www.disasterscharter.org/web/charter/activation_details?p_r_p_1415474252_assetId=ACT-438. Accessed 15 July 2013.
9. <http://www.eenews.net/stories/1059982544>. Accessed 15 July 2013.
10. <http://www.spiegel.de/fotostrecke/photo-gallery-heavy-flooding-continues-in-germany-fotostrecke-97511-6.html>. Accessed 15 July 2013.
11. <http://www.eenews.net/stories/1059982544>. Accessed 15 July 2013.
12. <http://www.ruimtevoorderivier.nl>
13. http://www.ufz.de/export/data/1/49711_erlln.jpg