

07 _ IT 기술을 이용한 재난관리

유비쿼터스 방재환경으로 재난관리 선진화한다

글 | 이종국 _ (주)데이터피씨에스 대표 jklee@datapcs.co.kr

지구온난화의 영향으로 자연재해가 대형화 양극화되고 있다. 소방방재청의 통계에 따르면 지난 10년간 자연재해 피해액의 90% 이상이 풍수해라고 한다. 달리 말하면 우리 나라의 자연재해 피해의 화두는 단연 풍수해다. 이런 의미에서 우리 나라의 자연재해 재난관리는 풍수해로 인한 피해의 최소화, 즉 집중호우나 태풍 피해를 어떻게 최소화할 수 있는지에 달려있다. 결과적으로 우리 나라의 선진화된 자연재해 재난관리란 이 두 가지 피해를 최소화하는 정부와 국민의 노력, 제도의 개선 그리고 새로운 방재기술의 개발에 달려있다고 할 수 있다.

지구온난화로 대규모 자연재해 가능성 높아져

태풍 루사, 태풍 매미 그리고 미국의 뉴올리언스를 강타한 허리케인 카트리나는 모두 기존의 기록을 한꺼번에 갈아치우는 대규모 자연재해였다. 최대풍속이 60m/sec에 이르고 하루 강우량이 840mm 인 호우를 동반하는 대규모 태풍의 출현은 기존의 통계자료에 근거한 몇 백 년만의 재해가 아니라 이제는 몇 십 년에서 몇 년의 빈도로 출현할 수 있는 자연재해가 되어가고 있다. 지구온난화로 어느 한곳에서 열축적이 일어나면 다른 곳에서는 그 열을 발산할 수 있는 기구가 필요하고 바로 이 메커니즘에 의해서 강력한 태풍이 발생한다. 집중호우도 역시 시간당 50mm가 넘는 비를 자주 뿌림으로써 배수 펌프장의 용량이 넘치기도 전에 하수관이나 우수관이 월류하여 주택이나 상업지역을 침수시키고 경사지의 산사태를 유발하는 등 재산과 인명피해를 가중시키고 있는 실정이다. 이러한 집중호우는 침수로 인한 재산피해뿐만 아니라 사전에 재해에 대비할 수 있는 시간, 즉 선행시간이 아주 짧기 때문에 예기치 못한 인명피해를 유발하기도 한다. <그림 1>은 2006년 7월 12일 호우주의보 발령 직후인 오전 6시부터 오전 11시까지의 경기도 고양시주변의 누

적강우량을 나타낸 것이다. 5시간에 걸쳐 평균 시간당 50mm 이상의 집중호우가 발생하여 도시계획이 수립된 이 지역에서 예기치 못한 집중호우 피해가 발생하였다.

과거의 기록과는 많이 다른 새로운 재해양상의 등장은 앞으로 얼마나 더 심각한 재해가 발생할 수 있는지조차 예상하기 어렵게 만들고 있다. 영화 '퍼펙트 스톰'에서는 이러한 지구환경의 변화 때문에 초래된 대규모 극지방 저기압인 '노스 이스터'가 뉴욕을 강타하여 발생하는 피해를 실감나게 표현하였다. 물론 가설에 근거한 영화지만 과학적 가설에 근거한 영화라는 면에서 우리에게 많은 공감을 불러 일으켰다. 현재로서는 지구온난화를 방지하기 위한 노력이 그 효과가 뚜렷하지 않고 극지방의 빙하와 히말라야 만년설의 면적이 빠른 속도로 감소하고 지구의 평균기온과 해수의 온도가 계속 상승중이라는 관측결과가 나오고 있다. 영화와 같은 대규모 재해발생의 가능성이 점차 높아지고 있는 것이다.

따라서 향후 우리 나라에도 이제까지 경험하지 못한 큰 태풍이 엄습할 가능성이 커지고 있으며 그 위력은 기존의 모든 기록을 갈아치울 만큼 강력할 수 있다. 또한 집중호우도 지금보다도 강하게, 그리고 길게 올 수 있다는 사실도 받아들여야 한다. 흔히 통계학적인 관점에서는 과거의 기록치로 앞으로의 경향을 바라보지만 이 같은 가정은 '지구의 환경이 예전과 같다'라는 가정에서 출발하는 것이다. 그러나 지구온난화의 속도가 매년 심각성을 더하고 있고 그 피해가 여러 곳에서 본격적으로 나타나고 있기 때문에 이 가정은 의미가 빠르게 퇴색되고 있다.

이같이 변화한 재해의 양상에 효과적으로 대처할 수 있는 자연재해 재난관리의 기본방향은 어떻게 설정되어야 하는지와 이러한 자연재해의 피해를 최소화하려면 구체적으로 어떤 기술과 전략이 필요한지를 알아본다.

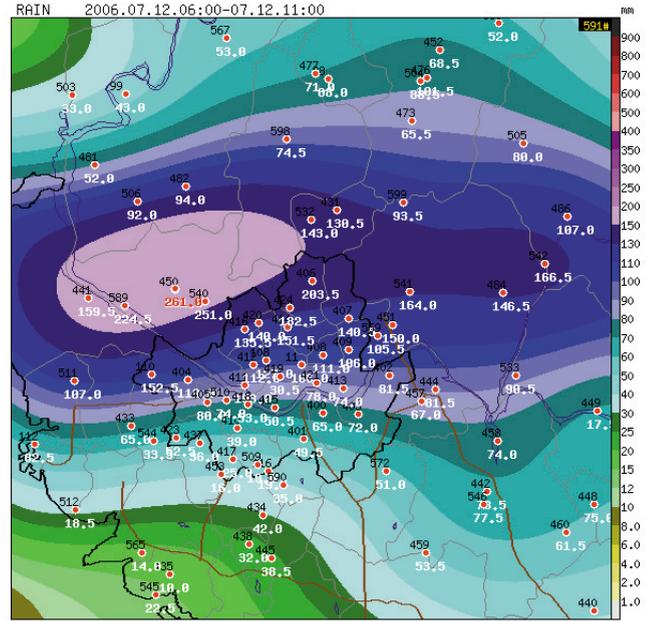
집중호우 예보 선행시간 짧아 대처 어려워

고양시 집중호우에 대한 기상청 브리핑 자료를 살펴보면 우리나라뿐만 아니라 전세계적으로도 이 같은 집중호우를 충분한 시간을 갖고 정확히 예측하는 것은 현재의 기술로써는 불가능하다는 것을 언급하고 있다. 즉 강한 비구름이 동반된 장마전선이 남북으로 이동하면서 발생하는 예상치 못한 집중호우는 편서풍대의 대기의 순환과 다른 돌발적인 기상 현상이기 때문에 우리나라의 경우 예보 선행시간이 1시간 이내이며 이 같은 예측도 선진국에 비하여 결코 낮은 수준이 아니라고 한다. 결과적으로 2007년에 똑같은 집중호우가 발생하더라도 2006년보다 더 신속하고 정확하게 예측하리라는 보장은 없는 것이다.

그 이유는 집중호우의 생성과정과 소멸과정이 현재의 과학기술로도 완전히 파악되지 않았고 그 강도를 결정하는 요인, 즉 장마전선의 영향과 태풍에 의한 수증기의 공급 등 상황을 악화시킬 수 있는 요인이 복잡하게 얽혀있기 때문이다. 특히 지구온난화로 인한 해수면의 온도상승은 더욱 강력한 태풍을 발생시켜 충분한 수증기의 공급원 역할을 하고 있고, 이러한 수증기가 장마전선에 유입되면서 사상최고기 기록을 경신하는 집중호우를 유발하고 있다. 2002년의 태풍 루사, 2003년의 태풍 매미의 기록적인 바람과 이에 동반한 집중호우가 기존의 기록을 쉽게 경신했듯이 과거의 태풍경로나 강도 그리고 피해액에 근거하여 미래를 대처하는 것이 얼마나 어려운 것인지를 잘 보여준다.

이와 같이 최근의 재해양상은 기존의 재해보다도 훨씬 강력할 수 있는 가능성이 아주 높고, 또 그에 대한 대처도 기상청이나 관련 정부기관의 노력, 즉 중앙의 정부기관에서 개인에게 재해정보와 대처방침이 전달되는 방식으로는 도저히 감당해 낼 수 없는 상황으로 발전되었다. 고양시 침수사고를 초래한 집중호우의 경우 새벽 4시 30분에 호우주의보가 발령되었으나 집중호우의 피해자인 시민은 4시 30분에 그 정보를 적시에 받아 대처할 수 없을 뿐만 아니라, 수방대책을 담당하는 공무원과 담당자들도 그 이른 새벽에는 상황을 제대로 대처할 수 있는 여유가 없다. 호우경보가 발령된 7시 30분 이후 본격적인 피해가 발생하기 시작한 8시까지의 여유시간도 없었으며 계속된 집중호우 속에서는 효과적인 대처 또한 불가능하였다.

재해상황의 전파와 대처가 국민 개개인에 이르기까지 신속하게 전파되고 구체적인 예방행동이 시작되어야 실질적인 방재대책이 될 수 있다는 사실은 최근의 인도네시아 지진해일 피해사례에서도



〈그림 1〉 집중호우 침수피해를 본 고양시 주변의 5시간 누적강우량도

잘 살펴볼 수 있다. 2004년 크리스마스 전야의 인도네시아 반다아체 지역의 대규모 쓰나미 피해는 수많은 인명피해와 천문학적 재산피해를 가져왔다. 그 당시 인도양에는 쓰나미 경보체제가 없어서 속수무책으로 피해를 당할 수밖에 없었기 때문에 UN과 주변국들은 힘을 합쳐 첨단 해양관측 시설을 2005년도부터 설치하여 운영중이었다. 그러나 타임지의 보도에 따르면 또 다시 1천 명 이상의 사상자가 발생한 이유는 새로 설치된 관측망 정보를 서비스하는 태평양쓰나미경보센터가 이번 2006년도 지진의 쓰나미 발생가능성을 해당국가에 즉시 통보하였지만 각국 정부가 자국의 국민들에게 전달하는 과정이 부실하여 제때에 정보를 전달하지 못해 또 이런 대규모 피해를 보게 되었다고 한다.

이 같은 피해사례는 우리에게 많은 것을 시사해 주고 있다. 집중호우의 경우 기상청과 소방방재청이 재해의 상황을 제때 파악할 수 있다 하더라도 집중호우를 정확하게 예보할 수 있는 선행예보시간이 1시간 이내이기 때문에 국민 개개인에게는 그 상황이 제때로 전달되지 않을 개연성이 매우 크고, 앞으로도 계속 똑같은 피해가 반복될 수 있다는 것을 보여주는 사례다. 즉 효과적인 자연재해 재난관리는 재난의 발생을 예측하는 동시에 그 재난을 신속히 국민들에게 확실히 알릴 수 있는 방안이 있어야 제대로 된 효과를 볼 수 있다.

그러면 재해의 관측과 예방을 담당하는 기관이 집중호우 피해가능성을 파악했다고 했을 때 어떻게 하면 피해를 최소화할 수 있을까? 결론부터 말하면 현재의 방재 패러다임에서는 불가능한 일이다. 즉 현재는 재해의 발생을 감지하고 국민에게 전파를 담당하는 정부의 기관이 효과적으로 움직이려면 최소한 몇 시간의 준비시

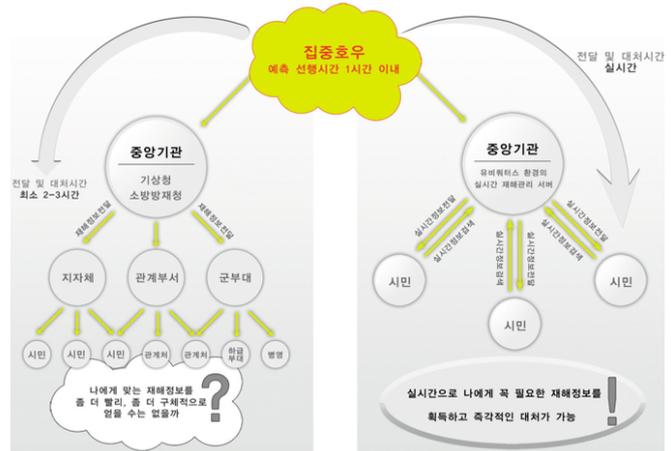
간이 필요하다. 만약 이 같은 시간이 확보된다면 상당히 희망적인 결과를 가져올 수 있지만 실제로는 앞에서 언급했듯이 정확한 집중호우의 예측 선행시간이 고작 1시간 이내이기 때문에 제대로 된 전파와 전달이 불가능에 가깝다. 따라서 현재 방식의 재해정보 전달방식, 즉 위에서 아래로 불특정한 일반적인 재해정보가 전달되는 방식으로는 집중호우로 인한 국민 개개인의 피해를 막기가 불가능하다.

따라서 효과적인 재해관리를 위해서는 지금까지의 방식, 즉 위에서 아래로의 불특정한 일반적인 재해정보 전달되는 방식에서 벗어나 '위에서 아래로 전달되고 동시에 아래에서 위로 국민 개개인에게 딱 맞는 정보를 획득하는' 새로운 재해관리 패러다임의 도입이 필수적이다. 즉 기상청 호우경보가 발령되면 그 지역의 시민들에게 일반적인 경보가 전달되고 그 경보를 전달받은 구민들은 자기에게 피해가 직접적으로 미치는지 판단하기 위하여 스스로 자세한 재해정보를 실시간으로 획득하고 대처해야 1시간의 선행시간의 제약을 극복할 수 있다. 이러한 양 방향의 정보전달 및 획득노력이 유기적으로 구축되면 국민도 기상청의 호우주의보 및 호우경보의 발생과 동시에 각자의 상황에 맞는 정보를 동시에 취득하고 자발적인 방재노력을 기울여 피해를 최소화할 수 있는 것이다. <그림2>는 이 같은 재해정보 전달 및 대처 방식에 대한 새로운 패러다임의 전환을 기존의 패러다임과 비교하여 설명한 그림이다.

첨단 IT 기술로 유비쿼터스 방재환경 구축

우리 나라 정보화와 IT 기술수준은 자타가 공인하는 세계 최고 수준에 이르고 있다. 초고속 인터넷 보급률, 인구대비 이동통신 가입자 비율, 3G 통신서비스, DMB 서비스 등 최신의 IT 기술이 사회 전반에 보급되고 있다. 한편, 이러한 IT기술의 발달을 생각해 볼 때 어떻게 하면 이 IT기술을 재난관리를 위하여 효과적으로 사용할 수 있을지에 대한 의문을 갖게 된다. '최고의 IT 기술과 재난관리의 선진화는 어떤 관련이 있는가?' '첨단의 IT 기술은 집중호우와 태풍으로 인한 재산피해의 규모를 저감시키고 인명피해의 가능성을 낮출 수 있는가?'

현재 기상청에서는 첨단 기상정보 서비스 제공을 위하여 공중파를 통한 기상정보도 전달하고 있지만 온라인을 통해서도 그에 못지않게 많은 역할을 담당하고 있다. 집중호우가 발생할 때는 가끔 대용량의 기상청 서버가 다운되는 사태가 발생할 정도로 접속자가 폭주하고 있으며 이 같은 현상은 현재가 방재서비스의 패러다임의 전환



<그림 2> 새로운 자연재해 재난관리 패러다임의 도입과 기능

점을 시사하고 있다. 즉, IT 기술의 발달로 인하여 피해의 당사자인 시민들이 아래서 위로의 재해정보 획득이 활발해지고 재해에 대처하는 시민들의 반응은 능동적인 입장으로 바뀌고 있다는 것을 말해준다. 일례로 강우레이더 영상을 검색해 보고 미리 대비를 하거나 자동기상관측장치(AWS)의 관측치를 참고하여 미리 수문조작 및 펌프조작을 시행하는 관리자도 있다는 것을 말해준다. 즉 IT 기술이 발전하면서 스스로 위험에 대처하는 국민행동이 생겨나고 있으며 실제로도 그 효과를 보고 있다는 것을 반증하는 사례도 있다.

이렇게 스스로 위험에 대처하는 국민개개인의 방재능력을 높여주는 다양한 IT 기술이 등장함에 따라 각 분야에서 점차적으로 패러다임의 변화가 보이고 있다. 첫번째로 초고속 인터넷망의 전국적인 보급은 다양한 기상 및 방재정보를 실시간으로 전달하여 국민들이 재해에 대처하는 노력을 자발적이고 효율적이게 한다. 두번째로 인구대비 100%에 달하는 이동통신 보급률이다. 이동통신의 보급은 재해에 대처하는 국민들에게 음성과 데이터를 통하여 정확하고 필요한 방재정보를 언제, 어디서나 얻을 수 있게 해준다. 또한 이동통신망을 이용한 CBS 재해정보 서비스는 악기상이나 재해발생시 선택적으로 위험경보를 발령함으로써 국민들이 스스로 위험에 대처할 수 있는 능력을 높이고 있다.

이동통신기기를 이용한 DMB 서비스도 많은 효과를 거두고 있다. 이미 수도권과 전국 주요 도시에는 지상파 DMB의 시청이 가능하고 전국적으로는 위성 DMB 방송이 송출되고 있다. 달리는 차 안에서, 계곡과 해변에서도 재해의 발생이 예견될 때 화상과 음성을 통하여 재해방송을 시청할 수 있다. 따라서 문자와 음성에만 치우친 과거의 재해전달 방식이 이제는 시청각을 통하여 전달됨으로써 보다 효과적인 정보전달이 가능해졌다. 그러나 DMB 서비스는 송출되는 방송만 시청할 수 있기 때문에 국민 개개인이 필요한 정보만을 손쉽게 획득할 수 없다는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복할 수 있는 WiBro 서비스는 전국 어디서나 유선망의 속도와 이동



(그림 3) 유비쿼터스 방재환경하의 산사태 피해방지 운행관리 시스템

통신 및 DMB 서비스의 편리성을 동시에 제공할 수 있는 미래의 IT 서비스로서 현재 시범지역에서 상용화 서비스를 실시하고 있는 중이다.

이와 같은 최신의 IT 기술은 정보통신부가 주관하는 IT839 전략에 따라 최종적으로는 유비쿼터스 환경을 구축하는 것으로 초점이 모아지고 있다. 유비쿼터스 환경은 사람과 사물이 유기적으로 연결되어 지금까지와는 전혀 다른 새로운 환경이 출현하는 것을 의미한다. 기본적 유비쿼터스 환경을 구축하는 인프라로는 통합 광대역 초고속 통신망(BcN), 사물에 인지기능을 부여하는 무선센서망(WSN), 인간의 생활공간과 사물과의 유기적인 연결을 가능하게 하는 무한 인터넷 노드의 구성(IPV6) 등이다. 이 같은 유비쿼터스 환경은 인간이 주변의 재해를 감지하는 능력과 대처능력을 파격적으로 향상시켜 재해로 인한 피해를 최소화할 수 있는 환경, 즉 유비쿼터스 방재환경을 제공하게 된다.

유비쿼터스 방재환경하에서 가능한 한 가지 피해예방 사례를 들어보면 다음과 같다. 집중호우로 인하여 국도변 경사지가 산사태의 위험에 이르면 비탈면에 설치된 무선센서로부터 신호가 감지되고 이 신호는 도로관리사업소의 실시간 모니터링 서버와 비탈면에 진입하는 자동차에 동시에 전달된다. 자동차에 설치된 내비게이션 컴퓨터는 무선통신을 통하여 전달된 신호를 분석하여 운전자에게 그 위험성을 경고하여 비탈면 진입을 철회할 것을 운전자에게 알려준다. 그러면 운전자는 현장에서 즉시 초고속 무선망을 통하여 도로관리사업소 실시간 모니터링 서버와 연결하여 실제로 비탈면의 상태가 어떤지를 분석한 자료를 통하여 다시 한번 알아본 후 통과나 우회를 결정할 수 있게 된다. 결국 통행에 필요한 최소한의 안전이 확보된 경우에만 그 지역을 통과하여 안전운전을 보장받게 된다.

‘유비쿼터스 재난관리시스템’으로 정보전달·획득 동시에

유비쿼터스 환경의 특징은 지금까지의 정보통신의 발달과정, 즉 속도의 증가와 기능의 다양성을 추구했던 방식에서 인간환경과 사물에 지능을 부여함으로써 주변의 생활공간이 인간생활에 편리성과 안전성을 제공하는 데 있다. 따라서 재해에 직면한 국민들에게도 어떻게 최소한의 피해만으로 재해를 극복할 수 있는지에 대한 정보와 환경을 제공할 것이다. 이러한 유비쿼터스 환경의 구축은 앞서 언급한 자연재해 재난관리 패러다임의 변화, 즉 위에서 아래로의 정보전달이 주가 아니라 위에서 아래로의 정보전달과 동시에 아래에서 위로의 정보획득이 동시에 이루어지는 환경을 제공하는 측면에서 이해될 수 있다.

장마전선에 동반한 집중호우 피해를 경감시키는 측면이나 루사나 매미 등의 태풍피해에 대처하려는 미래지향적인 자연재해 재난관리 선진화 방안은 집중호우나 태풍피해의 근본적인 재해성격인 짧은 재해대처시간을 극복하고 상황을 슬기롭게 대처할 수 있는 유비쿼터스 방재환경을 구축하는 데 관심이 모아져야 한다. 앞으로 기존의 패러다임에 근거한 많은 노력을 경주하더라도 이 같은 악기상으로 인한 피해는 더욱더 커질 것이 확실하기 때문에 이제는 새로운 재난관리 패러다임에 근거한 재해대처방식을 상정하고 그 방식의 구축에 총력을 기울여야 한다. 바로 이 새로운 자연재해 재난관리 패러다임이 유비쿼터스 방재환경의 재난관리 선진화 방안이다.

적어도 자연재해 피해의 대부분이 풍수해에 의해서 발생하는 우리 나라에서는 재해를 예방하기 위한 시설을 꾸준히 지능화하고 위험에 대한 정보를 초고속 무선망을 통하여 실시간으로 획득하고 재해가능성을 분석하는 유비쿼터스 재난관리시스템이 향후 선진화 방안의 중심이 되어야 한다. 국민에게는 재해정보의 수혜자로서 뿐만 아니라 재해에 능동적으로 대처하는 재해정보의 적극적인 사용자로서 위상을 부여하고 현재보다도 능동적으로 재해에 대처하는 노력을 유도해야 한다. 자발적인 재해예방노력의 중심에는 이 같은 노력이 궁극적으로 우리의 안전과 재산을 지켜줄 유일한 방법이라는 것을 부단히 교육을 통해서 알려야 한다. 또한 자연재해를 원천적으로 방지할 수 있는 방법은 존재치 않으며 동시에 미래의 자연재해 재난관리의 패러다임을 시급히 정착시켜야 재난관리의 선진화는 앞당겨질 것이다. ㉔



글쓴이는 미국 오하이오 주립대에서 공학박사학위를 받았다. 서울시 수방자문위원을 겸임하고 있다.