

기상기후 자료의 효과적 활용

전 자공학과 통신기술의 괄목할 만한 성장과 발달은 요즘 우리사회 전반에 걸쳐 엄청난 변화와 영향을 미치고 있다. 우리들의 일상생활 속에서나 각종 전자제품의 광고 속에서 스마트란 단어는 거의 일상화되었고, 특히 스마트 폰을 통한 소셜 네트워크 서비스(SNS)는 개인이나 소규모 그룹의 의사소통과 결정, 대중매체를 포함한 각종 정보의 공유, 복잡하고 다양한 구조로 연결되어 있는 인적 네트워크 형성 등에 큰 영향을 주고 있다. 과거 20세기에서는 볼 수 없었던 인터넷과 소셜 네트워크가 접목된 새로운 형태의 지식정보화 시대가 활짝 열려 있고 이를 현실적으로 구현하기 위한 다양한 활동들이 공공이나 산업분야 등에서 분야를 막론하고 거의 폭발적인 수준으로 이루어지고 있다.

현대사회 최적화된 정보자산 '빅데이터'

다양하고 복잡한 사회적 구조와 활동 속에서 수많은 자료가 생성되고, 그 중 일부는 산업 활동이나 각종 정책적 의사결정 과정에서 매우 중요한 정보로서 활용된다. 21세기 들어 새롭게 사용되기 시작한 신조어인 빅데이터가 그 대표적인 예이다. 빅데이터는 전통적인 방식의 자료처리 방식으로는 도저히 감당할 수 없을 만큼 거대하고 복잡한 자료의 모음을 총망라하여 표현하는 용어로서, 2001년에 META 그룹(현재는 Gartner)의 분석전문가 더그 레이

니(Doug Laney)에 의해 처음으로 언급되기 시작하였다. 그는 현대사회 속에서 데이터의 급격한 증가에 따른 도전적 과제와 새로운 기회에 대해 그 중요성과 의미를 보고서와 강연을 통해 언급하였다.

급속하고 거대한 자료증가의 특성은 소위 3Vs라고 불리는 3차원적으로 요약할 수 있는데, 첫째는 증가하는 자료의 양(Volume), 둘째는 입출력되는 자료의 속도(Velocity), 그리고 셋째는 자료의 타입과 출처의 다양성(Variety)이다. 2012년에 Gartner는 다음과 같이 빅데이터의 정의를 업데이트하였다. 즉 “빅 데이터란 더 나은 의사결정과 통찰력 있는 발견과 최적화된 처리를 위해서 새로운 형태의 처리를 필요로 하는 많은 양과, 높은 속도, 그리고 큰 다양성을 가진 정보의 자산이다.” 그리고 이에 더해 일부에서는 자료의 정확도(Veracity)를 새로운 하나의 V로서 새롭게 추가할 필요가 있다는 의견도 제기되고 있다. 왜냐하면 아무리 다양하고 부피가 큰 방대한 양의 데이터라고 하더라도 정확도가 결여된 자료는 오히려 중요한 의사결정에 장애물 또는 방해로 작용하는 부정적 결과를 낳을 수 있는 데이터의 쓰레기 로그가치가 전락할 수 있기 때문이다.

장기간 축적된 기상기후자료의 사회경제적 활용

매일매일 시시각각으로 변하는 날씨를 대표하는 기상자료와 이들의 장기간 집합체인 기



글 김지영
기상청기상레이더센터
기상연구관
aceasia@korea.kr

글쓴이는 경북대학교 지구과학
교육과 졸업 후 천문기상학과에
서 석사학위를, 서울대학교 지
구환경과학부에서 박사학위를
받았다.



후자료는 다른 사회경제적 데이터와 함께 빅데이터를 구성하는 중요한 일부로 간주되고 있다. 지상에서 기상관측장비(보통 자동기상관측의 형태인 ASOS 또는 AWS에 의해서 관측됨)를 통해 관측되는 지상기상관측자료뿐 아니라 인공위성에 탑재된 다양한 센서로 관측되는 위성관측자료(크게 지구정지궤도 위성과 극궤도 위성 자료로 구분)나 기상레이더를 통해 관측되는 강수 에코의 시공간적 분포와 변화 자료 등 원격탐사 자료는 넓은 공간범위에 비교적 짧은 시간 간격(보통 10분에서 15분 간격으로 자료 생산)으로 날씨에 관한 다양한 관측 자료를 생산할 수 있다는 큰 장점을 가지고 있다. 이에 더해 슈퍼컴퓨터로 산출된 수치예보모델이나 기후예측모델 등 모델 자료 또한 중요한 기상자료의 하나로 간주된다. 이러한 기후기후 모델자료는 이를 기반으로 하는 타 분야의 응용모델(예를 들어 수문모델, 대기나 해양 환경예측 모델, 방재모델, 기후영향평가 모델 등)의 중요한 입력 자료로 사용되기 때문이다.

자료의 데이터베이스 측면에서 기후기후자료는 여타의 어떠한 자료보다 체계적으로 관리되고 있는 것으로 널리 알려져 있다. 특히 전 지구적인 규모로 100년 이상 장기간에 걸친 기후의 변화와 그 변동성을 나타내는 기후자료는 대표적인 자료로 손꼽을 수 있다. 기후기후자료는 그 자체만으로도 방재, 보건, 산업, 교통 등 다양한 분야에 걸쳐 폭넓게 활용되고 있지만 사회경제적 빅데이터와 연계했을 때 정보로서의 시너지 효과와 가치를 더욱 극대화시킬 수 있다.

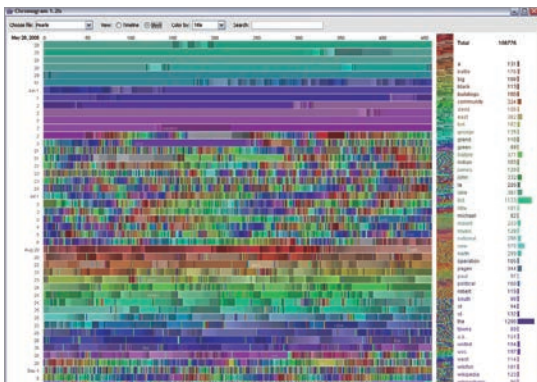
필자는 지난 11월에 미국 해양대기청(National Oceanic

and Atmospheric Administration) 산하의 국가기후자료센터(NCDC)를 방문하였다. 그곳에서는 1700년대의 최초 기상관측 자료를 시작으로 전 세계의 기상기후자료를 수집, 관리, 분석하여 기후의 변화 경향 정보를 생산하고 있으며, 특히 미국의 다양한 기상기후 정보 사용자들을 위한 산출물을 서비스하고 있다. 기상기후정보 서비스에 관한 세계적 선도 기관으로 손꼽히는 미국 기후자료센터에서의 자료 활용 현황 정보와 그동안의 축적된 경험은 앞으로 우리 사회에서의 기상기후정보 활용도 제고에도 많은 도움이 될 것으로 생각된다. 이하에서는 그에 관한 각 분야별 내용을 간략하게 소개하고자 한다.

기상기후정보와 매우 밀접한 농업분야

다양한 기상기후 정보 사용 분야 및 사용자 그룹들 중에서도 대표적으로 알려진 분야는 농업, 수자원, 운송, 건설, 보건, 에너지, 국가안보, 해안지역 위험, 산림과 산림 생태계, 해양과 연안 생태계, 국가의 인프라, 보험과 재보험, 법적인 소송, 관광 등이다. 이들 중 주요 분야에 대한 개관과 더불어 핵심 이해관계자, 분야별 수요, NCDC에서 제공하는 자료와 산출물, 기타 협력 사항 등에 대해 NCDC에서 제공한 정보를 중심으로 아래에 간략히 요약하였다.

그 첫째 분야는 농업이다. 농업은 날씨와 기후에 매우 밀접하게 관련되어 있는 산업 분야이다. 농작물과 가축의 종류는 매우 다양한데, 이들은 다양한 날씨와 기후 환경하에서 지역적으로도 다양한 차이를 나타내는 생육 환경 속에서 자란다.



▶ 위키피디아의 각종 자료 편집을 가시화하여 표현한 그림. 가장 고전적이고 전형적인 빅데이터의 대표적 예이다.



▶ 미국 노스캐롤라이나주 애슈빌에 위치한 국가기후자료센터 전경. 300여 명의 근무자들이 전 세계의 모든 기상기후자료를 종합적으로 관리, 보관, 서비스하고 있다.



▶ 미국 국가기후자료센터의 지하 1층에 위치한 전 세계 기상기후자료 보관소. 1700년대에 관측한 기상자료부터 보관하고 있음.

어느 지역을 막론하고 날씨와 기후 후 상태는 농업의 전 분야에 걸쳐 영향을 주는 매우 중요한 환경인자이다. 계절적인 기온과 강수량의 정도는 어떤 작물이 잘 자라는지, 언제 파종하거나 식물을 심는 것이 좋은지를 결정하는데 중요하다.

이와 더불어 폭염, 한파, 심한 폭풍우, 홍수, 가뭄 등 극단적인 날씨 관련 현상은 농작물의 수확

량과 기축의 성장 및 생산성에 상당한 영향을 미칠 수 있다. 가뭄이나 이와 연관된 고온 환경은 식물에 환경적인 스트레스 증가 요인으로 작용하여 각종 작물들이 질병이나 병해충에 더욱 취약하게 한다. 기후변화로 인한 점진적인 기온의 상승은 작물의 생육환경을 고위도 지역이나 해발고도가 높은 지역으로 옮기게 하는 원인으로 작용한다. 따라서 날씨나 기후 관련 정보를 사용자가 이해하기 쉽게, 그리고 사용자가 쉽게 접근할 수 있게 제공하는 것은 농업적 관리를 효과적으로 하고 농업 생산성을 극대화하는데 필수적이라고 할 수 있다.

농업 분야의 기상기후정보에 대한 이해당사자는 주로 농업 관련 연방 정부기관(미국의 경우 USDA, 우리나라는 농림축산식품부가 해당), 각 주별 농업 관련 사무국(우리나라의 경우 농업기술센터 등), 농업 관련 학계 및 연구자, 식품이나 농업관련 위기관리 산출물이나 서비스를 제공하는 회사, 수자원 관리자, 종자 회사, 농부, 곤충학자, 농업기상학자 등이다. 기상기후자료는 별도의 가공을 하지 않은 자료 그 자체만으

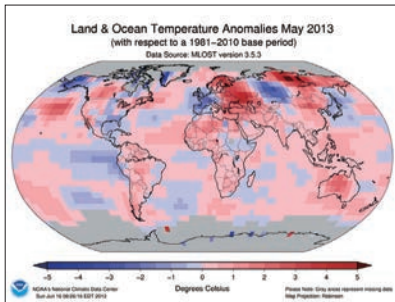
로도 흔히 사용되는 경우가 많다.

한편으로는 표나 그래프, 정보의 요약 형태로도 제공될 수 있는데 사용자들이 전문용어에 익숙지 않을 경우 자료의 이용과 해석에 어려움을 겪을 수 있다. 따라서 기상전문가와 농업전문가들 사이의 협업을 통해 기상기후자료를 접속가능하고, 유용하며, 정확한 산출물로 재가공하는 노력이 이루어지고 있다. 이를 통해 기상기후정보가 무엇을 의미하며 어떻게 사용하는 것이 가장 효과적인지에 대해 더 깊이 이해하고자 하는 노력이 병행되고 있다.

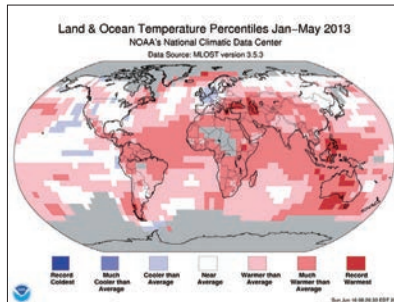
기상기후정보의 다양한 활용

기상기후정보는 다양한 방식으로 사용이 가능한데, 예를 들어 미국의 경우에는 우리나라에 비해 엘니뇨나 라니냐의 영향을 더 직접적으로 받기 때문에 엘니뇨의 영향에 따른 농작물 생산성을 이해하기 위해 월 강수량 및 연 강수량 자료와 작물 생산성 사이의 상관관계를 분석하기도 한다. 그리고 곤충학자들은 농작물의 병해충에 취약한 조건을 결정하기 위해 기상자료를 이용한다. 기온과 관련된 지수를 개발하여 농작물의 수확량을 추적하고 농작물의 질병에 대한 관련성을 규명하는데 활용하기도 한다. 또한 혹독한 날씨로 인한 수확량 감소나 피해에 대한 손해배상 요구를 입증하는데 활용되기도 한다.

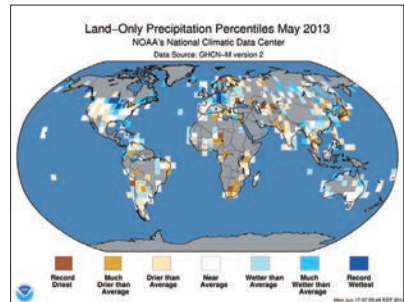
기상기후자료를 이용한 미국 국립해양대기청(NOAA)에서 제공하고 있는 대표적인 산출물로는 식생지수, 농작물 습윤 스트레스 지수, 국가통합가뭄정보시스템 등이 있다. 이외에도 CD-ROM/DVD 등에 담긴 각종 자료의 데이터베이스나 책자의 형태로 출판된 자료집이나 보고서 등이 사용자들에게 유용하게 제공되고 있다.



▶ 전 지구적 기후 관측 네트워크 자료를 통해 분석한 기온의 평년편차도의 예(2013년 5월). 기온은 에너지, 보건, 운송 등 다양한 분야와 관련성이 큼.



▶ 전 지구적 기온 분석의 또 다른 예. 평균치로부터의 편차 정도에 따라 온난과 한랭의 정도를 구분하여 활용.



▶ 강수량의 전 지구적 편차를 분석하여 나타난 습하고 건조한 정도를 구분하여 표출한 예. 강수량의 과잉과 부족은 수자원, 농업, 보건 등과 밀접하게 관련됨.



기상학자, 기후학자, 그리고 농업과 관련된 커뮤니티 간의 활발한 협력과 소통은 기상기후자료를 믿고 가치롭게 쓸 수 있는 농업기상 정보의 형태로 변환시키는데 필수적인 가교 역할을 한다. 각종 모임이나 워크숍, 학술대회 등을 통한 전문가들 사이의 의견교환이나 실질적인 소통의 과정은 관련 기술적 문제의 현황을 파악하고 이해하며 미래의 더 나은 발전을 위한 중요한 초석이나 밑거름 역할을 하기 때문에 매우 중요하고 필수적이다.

수자원과 수송에 필수적인 기상기후자료

기상기후자료와 관련된 둘째 분야는 수자원이다. 물은 생명체에 가장 기본적인 구성요소이며, 수자원은 기상과 기후에 직접적으로 연관되어 있다. 기후변화로 인해 물 순환 과정에 변화가 일어나고 있는데, 이에 따라 언제, 어디에 얼마나 많은 물이 필요하고 가용할 것인가의 문제에 적절한 수자원 정보를 제공하는 것은 매우 중요하다. 한편으로 가뭄이나 집중호우와 같은 극단적인 기상현상은 기후변화로 인해 증가할 것으로 예상되고 있는데 이러한 미래의 양상은 가용 수자원 측면에서도 상당한 영향을 줄 것으로 예상된다. 과거의 예에서 쉽게 찾아 볼 수 있듯이 물이 과잉 공급되거나 부족할 때, 또는 수질의 저하가 발생했을 때는 인류의 문명에 큰 영향을 미치곤 해왔다. 특히, 경제, 에너지 생산과 사용, 보건, 수송, 농업, 국가안보, 자연 생태계, 여가활동 등에 밀접하게 관련되어 있다.


수자원과 관련된 주요 이해관계자는 연방, 주, 지역, 카운티, 시에서 물 관리 담당자들이 있으며, 가뭄 관련 데스크 포스 및 수자원 담당 기관, 연방 관련 기관(NOAA, USGS, USDA, USEPA, 국립공원, 연방방재청 등), 각 기관별 기획 담당자, 산업계(농업, 수송, 에너지 관련분야 등), 학계 및 연구자들이 있다. 기상기후정보는 수자원 분야에 다양한 방식으로 사용될 수 있다. 대표적인 예로 단기간 동안의 강수량 관측 자료는 폭풍우에 동반된 부유 오염물질 관리와 저감에 도움을 줄 수 있다. 또한 호우로 인한 강수량과 위치 지속기간에 대한 정보는 재산손실의 규모를 추정하고 평가하며, 기상재해 현상의 규모를 정의하는데 사용된다.

가뭄과 홍수의 관리와 예방을 위한 정책 수립과 결정 과정에서 수자원에 관련된 기상기후정보는 중요한 역할을 한

다. 대표적인 산출물의 예로는 전 지구적인 기상기후 관측네트워크를 통해 생산되는 수 천개 관측소에서의 관측자료를 분석해 만든 전 지구적 강수분포 지도 및 변동성 그래프가 있다. 이들 자료는 전 지구적인 가용수자원의 변화나 기후변화와 그 변동성을 감시하고 이해하는데 중요하게 활용된다.

수송 분야 또한 기상기후 정보를 많이 활용하는 분야에 속한다. 철도, 항공, 자동차, 선박, 파이프라인 등은 각종 산업 및 경제활동과도 밀접하게 연관된 중요한 운송 수단이다. 위험 기상이나 극단적인 기상현상은 이들 시스템에 심각한 영향을 초래할 수 있으며 특히 폭풍우, 착빙, 강풍, 저시정 등은 매일 매일의 운송수단의 가용 환경에 결정적인 역할을 하며, 때로는 엄청난 운송비용 증가의 원인으로 작용하기도 한다. 허리케인이나 토네이도 등 극단적인 기상현상의 발생빈도, 강도, 지속기간 등의 변화에 따른 수송 분야의 영향은 매우 크다. 또한 기온과 강수량의 평균치나 극한 값에 대한 정보는 도로건설에 대한 기본정책 수립에 중요한 기초자료로서 활용된다.

빅데이터 일부로서 기상기후자료 활용 높여야

이상에서 대략적으로 살펴본 바와 같이 기상기후정보는 각 분야별 산업 및 경제활동과 정책적 의사결정(주로 주요 정부 부처 및 산하기관, 시·군·구 등 지방자치단체를 포함) 과정에서 중요하게 활용되고 있다. 앞으로 우리나라에서도 기상기후정보의 활용도를 현재보다 한 단계 더 높은 수준으로 향상시키기 위해서는 각 분야별 정보 사용자 그룹에 대한 폭넓은 이해와 적극적인 발굴이 필요하며, 기상기후정보가 사용되었을 때와 그렇지 않을 때의 사용자 편익 분석 등 정량적 및 정성적인 평가가 이루어질 필요가 있다. 또한 각 분야별 전문가 그룹에서 이루어지는 각종 미팅과 워크숍, 학술대회 등이 기존의 방식에서 진일보하여 보다 융합적이고 다학제적으로 구성되고 운영될 필요가 있으며, 이러한 과정에서의 논의 결과들이 적절하게 기록되고 공유되는 등 더욱 활발하게 추진될 필요가 있다. 아무쪼록 기상기후자료가 빅데이터의 일부로서 국민의 생명과 재산을 보호하고 경제 성장과 산업발전에 더욱 더 가치롭고 다양하게 활용될 수 있기를 기대한다. 

〈편집자 주〉 '기상이야기'는 이번 호를 끝으로 연재를 마칩니다. 그동안 '기상이야기'를 연재해주신 김지영 기상연구관님과 애독자 여러분께 감사드립니다